

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」
終了時評価報告書

2026年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

2026 年 1 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 斎藤 保 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 木野 邦器

NEDO技術委員・技術委員会等規程第34条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」
終了時評価報告書

2026年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目 次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
研究評価委員会委員名簿	4
第1章 評価	
1. 評価コメント	1-1
1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	
1. 2 目標及び達成状況	
1. 3 マネジメント	
（参考）分科会委員の評価コメント	1-3
2. 評点結果	1-12
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録及び書面による質疑応答	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「太陽光発電主力電源化推進技術開発」の終了時評価報告書であり、NEDO 技術委員・技術委員会等規程第 32 条に基づき、研究評価委員会において設置された「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（終了時評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 81 回研究評価委員会（2026 年 1 月 28 日）に諮り、確定されたものである。

2026 年 1 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（2025 年 11 月 11 日）

公開セッション

1. 開会
2. プロジェクトの説明

非公開セッション

3. プロジェクトの補足説明
4. 全体を通しての質疑

公開セッション

5. まとめ・講評
6. 閉会

● 第 81 回研究評価委員会（2026 年 1 月 28 日）

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（終了時評価）

分科会委員名簿

(2025 年 11 月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	くらもち ひでとし 倉持 秀敏	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環領域 副領域長
分科会長 代理	かとう たけよし 加藤 丈佳	名古屋大学* 未来材料・システム研究所 教授
委員	さとう あつのり 佐藤 厚範	一般社団法人 再生可能エネルギー長期安定電源推進協会 代表理事
	にしど ゆう き 西戸 雄輝	株式会社トーエネック 技術研究開発部 研究開発グループ エネルギーマネジメントチーム 研究副主査
	の せ よしたろう 野瀬 嘉太郎	京都大学* 大学院工学研究科 材料工学専攻 准教授
	はっ た ひろゆき 八太 啓行	一般財団法人 電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ENIC研究部門 研究推進マネージャー
	わ だ かずき 和田 一樹	株式会社竹中工務店 技術研究所 社会価値創造研究部 社会システムグループ グループ長

敬称略、五十音順

注＊：実施者の一部と同一大学であるが、所属部署が異なるため「NEDO 技術委員・技術委員会等規程（平成 30 年 11 月 15 日改正）」第 35 条（評価における利害関係者の排除）により、利害関係はないとする。

研究評価委員会委員名簿

(2026 年 1 月現在)

	氏 名	所属、役職
委員長	きの くにき 木野 邦器	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	あさの ひろし 浅野 浩志	東海国立大学機構 岐阜大学 特任教授
	いなば みのる 稲葉 稔	同志社大学 理工学部 教授
	ごないかわ ひろし 五内川 拡史	株式会社ユニファイ・リサーチ 代表取締役社長
	すずき じゅん 鈴木 潤	政策研究大学院大学 政策研究科 教授
	はらだ ふみよ 原田 文代	株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員
	まつい としひろ 松井 俊浩	東京情報デザイン専門職大学 情報デザイン学部 教授
	まつもと ま ゆ み 松本 真由美	東京大学教養学部附属教養教育高度化機構 環境エネルギー科学特別部門 客員准教授
	よしもと ようこ 吉本 陽子	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 産業創発部 主席研究員

敬称略、五十音順

第 1 章 評価

1. 評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

本事業は、市場開拓に向けた壁面用や移動体用などの太陽電池の新技术の開発に加え、安全ガイドラインの整備、高度なリサイクル技術の開発、測定技術から日射量予測技術に至るまで、社会実装に向けて全方位的に進められている点や、政策動向や外部環境の状況を加味しながら、アウトカム達成までの道筋や役割分担等も明確にしていたところから、全体として優れた取組であったと評価できる。また、開発された技術の一部を GI^{*1} 基金へ移行し事業化を加速させていること、先導研究で芽が出た要素技術をさらに発展させたことなど、太陽光発電の主力電源化という社会実装に向けた柔軟かつ戦略的な取組をされていたと評価できる。

知的財産・標準化戦略については、基盤技術は特許化、生産ノウハウや検査・コストダウン技術はクローズ領域に設定し、ガイドライン等はオープンにするなど、産業競争力と社会普及の両立が図られていた。また、国際連携拡大に向けて、IEA^{*2} の太陽光発電システムプログラムに参画し、レポート執筆や国際会議での議論など、国際標準化に向けた取組も行なわれており、評価できる。

一方、建設プロジェクトは計画から竣工まで数年かかるため、2030 年に BIPV^{*3} 開発品の導入を目指すとなると既に事業者に向けて新技术の導入提案などが動き出している必要がある。今後、後継事業では事業化に向けてリードタイムを見込んだ計画が望まれる。また、ガイドラインの作成においては、技術的なガイドラインだけでなく、現状のパネル設置業者と関連する他業種との連携を促進するような観点からのガイドラインの検討も期待したい。加えて、国際的な標準化や規格化が推進されるための具体的な戦略設定や道筋があることが望ましいと考える。

^{*1} GI：グリーンイノベーション

^{*2} IEA：International Energy Agency（国際エネルギー機関）

^{*3} BIPV：Building Integrated Photovoltaics（建材一体型太陽光発電）

1. 2 目標及び達成状況

アウトカム目標については、ペロブスカイト太陽電池の導入やリサイクル技術の確立などを念頭に今後の導入見込み等を参照して、将来の太陽光発電普及に向け適切な目標が設定されており、評価できる。達成見込みについても、市場の拡大やそれを支える基盤の構築など、大きなアウトカムにつながる期待感があり、高く評価できる。

アウトプットの目標設定およびその見直しは適切であり、多くの事業において期待以上の成果が上がり、また新たな市場を予見させる副次的な成果もあり、達成状況は優れていると判断できる。特に、太陽電池の変換効率における世界最高効率の実現など、世界トップレベルの技術を創出した点は高く評価できる。また、5 年のプロジェクトで特許数が 200 件を超えており、積極的な知財確保の戦略は大いに評価できる。加えて、海外特許も 60 件あり、海外市場展開に向けた取組が着実に進められていた。

一方、アウトカム目標としての太陽光発電の累積導入量 2050 年約 320GW、うち新市

場約 170GW の導入についてその設定根拠がやや不明確であり、具体的な達成見込みの分析がなかった点は課題であった。また、ビル等の建設見通しなどの量的な根拠に加えて、壁面・窓用や自動車用の適用には、発電以外の観点についてのユーザーの嗜好などの調査に基づく将来見通しの設定も必要と考える。加えて、リサイクルの目標は、一見するとほぼ全量がリサイクルと高く評価できるが、天然資源の削減やカーボンニュートラルに向けた貢献の視点があると良かった。

今後は、従来の屋上設置に比べると新市場としての建物壁面への PV^{*1} 設置は設置容量に対して年間発電量は少なくなることを踏まえ、アウトカム目標として、設置容量 (GW^{*2}) だけでなく実質的に貢献できる発電量 (GWh^{*3}) も設定されることが望まれる。また、発電性能に加えて建材・部材としての性能担保が不可欠であり、製造コストや製品の耐久性についても、さらに精査が必要であると考えられ、継続的な検討の実施が重要である。加えて、次世代型太陽電池、リサイクルの推進については制度整備による影響も大きい、ビジネスモデルが確立されるような今後の普及に向けた取組を推進していただきたい。

※1 PV : Photovoltaics (太陽光発電)

※2 GW : Giga Watt (ギガワット)

※3 GWh : Giga Watt hour (ギガワットアワー)

電力の単位である Watt に時間の単位である hour を掛け合わせた電力量の単位

1. 3 マネジメント

多くのテーマを抱えるなかで、NEDO の強みを活かしながら、分野ごとに外部有識者を交えた技術推進委員会の開催、複数設置されたコンソーシアムにおける開発責任者の進捗管理など、産官学一体となって実用化・事業化を目指した体制で推進していたことは、評価できる。

研究開発計画については、時代の変化に応じて太陽光発電の開発戦略を定期的に見直し、それに基づいた課題や目標を設定されていた。また、必要に応じて加速資金を投入、事業環境の変化に即して追加公募を実施、関連事業である GI 基金との連携など、運営費交付金制度を最大限に活かし柔軟に事業を推進している。

成果の普及についても、特定の場での公開や関係者への情報提供にとどまらず、事業期間終了後ではあるが、万博でのペロブスカイト太陽電池の設置など、社会への積極的な成果発信が行われており、評価できる。

今後、太陽光発電の主力電源化のためには、電力供給における主力化に加えて、当該産業の活性化に資することが期待されることから、後継事業では、本事業において得られた技術の水平展開を図るなどにより、国内市場の創成、海外展開を早期に実現するための体制強化が望まれる。また、成果普及への取組については、研究開発から実装に移行するためにも、自治体も含めた需要家向け、発電事業者をはじめとした事業者向けへのアプローチとともに、オールジャパン体制で連携したビジネスモデルの構築が重要であると考えられる。

(参考) 分科会委員の評価コメント

1. 1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

<肯定的意見>

- ・ 市場開拓に向けた新規技術開発だけでなく、安全ガイドライン、評価技術の開発、リサイクル実証、日射予測など、着実な実装に向けて全方位的に進められている点、政策動向や外部環境の状況を加味しながら、アウトカムへの道筋や役割分担等も明確にしており、全体として優れた取り組みと判断される。
- ・ 技術の普及・推進の観点から、知財においてオープン・クローズ戦略が明確にされている点、標準化に向けた国際的な取り組みも大変重要であり、着実なアウトカムの実現に向けた戦略であると判断される。
- ・ 壁面用や移動体用などの太陽電池の新技术の開発に加え、安全ガイドラインの整備、高度なリサイクル技術の開発、出力予測技術の改善など、アウトカム達成に向けた従来技術の更なる有効活用に資する取り組みがなされている。
- ・ ペロブスカイト太陽電池に関する一部テーマの GI 基金事業への移管も含めて、プロジェクトの全体構成が適切に設定されている。海外特許も 60 件あり、海外市場展開に向けた取り組みが着実に行われている。
- ・ 本事業では、GX 推進・カーボンニュートラル政策の加速など外部環境の変化を反映し、研究方針の見直しを行いながら、進められた点は、評価できる。特に、「ペロブスカイト太陽電池の高効率化」「建材・モビリティ一体型 PV」「リサイクル・環境安全」など、主力電源化を実現するための社会的受容性と実装性を重視したテーマ設定がなされていた。
- ・ 将来像として「太陽光発電の主力電源化」を明確に掲げ、技術開発 → 実証 → 標準化 → 社会実装 → 自立化という段階的ロードマップを提示。成果発表・国際会議報告・報道資料公開を通じて、産業界・自治体・一般社会への情報発信が積極的に行われた。
- ・ 本事業終了後の自立化・量産フェーズ化に向けては、GI 基金への移行等が検討されており、社会実装に向けた対応が明確化されている点は評価できる
- ・ 基盤技術は特許化、生産ノウハウや検査・コストダウン技術はクローズ領域に設定し、ガイドライン等はオープンにするなど、産業競争力と社会普及の両立を図った点は評価できる。
- ・ 太陽光発電システムプログラムへ参画するなど国際連携拡大に向けた取組を実施した点は評価できる。
- ・ 現状からアウトカム達成までの道筋を具体的に示しており、様々なアプローチから取り組むようにマネジメントされていることを高く評価します。
- ・ 外部環境の状況や、国内技術の強みを生かし、ペロブスカイト太陽電池に注力したことを高く評価します。2050 年を見据えて、今後も取り組みを継続されることを期待します。
- ・ 日射予測や施工のガイドラインを成果として公に広く裨益する内容としてオープン領域にしていることを評価します。
- ・ 新型太陽電池の性能評価については、必要に応じて成果を公開するとしているため、適

切な判断である。

- ・ 特許の申請数も他の同規模の事業と比較して 2 倍の申請数との説明もあり、十分な成果が得られていると評価します。
- ・ 新市場向けの技術開発、設置ガイドライン策定、リサイクル技術開発、測定技術から日射量予測技術に至るまで、事業目標である太陽光発電の導入量拡大および主力電源化に向け、幅広い技術開発に取り組んだ点は評価できる。
- ・ ガイドライン等の公開については、セミナーに限らず多様なメディアを活用しており、普及に向けた取り組みとして評価できる。
- ・ アウトカム達成までの道筋において、実用化や事業化の観点から後継事業の採択を進めている。アウトカムの達成に期待が持てる。
- ・ 本事業における知的財産については、ライセンス化、特許取得、ノウハウとして秘匿、に分類したうえで、知財戦略が設定されている。
- ・ IEA の太陽光発電システムプログラム (PVPS) に参画し、国際連携の拡大に向けた取り組みを実施している。
- ・ 本プロジェクトで開発された技術の一部を GI 基金へ移行し事業化を加速されていること、先導研究で芽が出た要素技術を本プロジェクトでさらに発展させるなど、太陽光発電の主力電源化に向けた柔軟かつ戦略的な取り組みをされていたと評価できる。
- ・ 後継事業として、太陽光発電の導入拡大に向けた技術開発事業を設定し、各企業による成果の加速に向けた支援を継続して行っている。
- ・ ノウハウとして秘匿する部分については秘匿化しやすい部分に限るなどのリスク管理、委託事業においても知財運営委員会にて知的財産の取扱いについて議論されているなど、適切に管理されていると考える。
- ・ 国際連携拡大に向けて、IEA の技術連携プログラムに参画し、レポート執筆や国際会議での議論など、国際標準化に向けた取り組みは評価できる。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ それぞれの事業の横串（連携）を上手に表現することに加えて、ある程度の予算を使っている動向調査の位置付けやアウトプットからアウトカムまでの活用の道筋を明確にさせていただくとなお良いのではないかな。
- ・ 国際的な取り組みについて、優先順位をつけてどの領域や分野でイニシアチブを取っていくような具体的戦略があるとなお良かったと思う。
- ・ リサイクルモデルの全国展開による大量排出への対応と電源構成 23～29%の達成との因果関係が不明確な印象。「有価物としての売却処分を考慮すると実質的な発電コストの削減となって導入拡大に資する」というようなイメージか。安全ガイドラインについても、高経年設備のメンテコスト削減に寄与することが考えられるが、導入量拡大に寄与するシナリオ想定が明示されているとよい。
- ・ ガイドラインの作成においては、設置形態の多様化を反映しているが、更なる市場拡大に向けては、現状のパネル設置業者だけでなく、様々な観点から設置拡大に資するよう、

技術的なガイドランだけでなく、他業種との連携を促進するような観点からのガイドラインがあってもよいのではないかと考える。

- ・ 国際的な標準化や規格化が推進されるための具体的な戦略設定があることが望ましいと考える。
- ・ アウトカム達成の方向性については目標達成できる見込みはあるものの、本格的なアウトカム目標の達成には技術的な面だけでなく、コスト低減、設置方法、発電量予測など様々な課題もあります。後継事業を進めて頂いておりますが、積極的な取組推進をお願いします。
- ・ 後継事業により、継続的に標準化やガイドラインが整備されることを期待します。
- ・ 事業目的に掲げられている「導入量拡大」および「主力電源化」とアウトカム達成までの道筋との対応関係について、現行の記述では、ペロブスカイト太陽電池（GI に移行）が前者に、その他の技術が後者に対応しているように読み取れるが、その関係性をもう少し明確に示していただけるとより分かりやすかった。
- ・ 国際標準化に対しては、他国と連携してアクションを進めているものの、制定に至るまでの具体的な道筋がやや不明確であった。
- ・ 長期的なアウトカム目標として、高効率なタンデム型太陽電池への置き換え（リパワリング）による発電容量の増加分についても目標を記載してはどうか。
- ・ 建設プロジェクトは計画から竣工まで数年かかるため、2030 年に BIPV 開発品を導入しようとなると既に技術提案など動き出していないとならない。事業化に向けてはリードタイムを見込んだ計画が望まれる。

1. 2 目標及び達成状況

<肯定的意見>

- ・ 中長期目標を意識しながら、野心的な目標の設定を高く評価します。また達成見込みについても、市場の拡大やそれを支える基盤の構築など大きなアウトカムにつながる期待感があり、その点も高く評価します。
- ・ 多くの事業において目標を達成され、また新たな市場を予見させる副次的な成果もあり、達成状況は優れていると判断される。特に、技術開発における世界最高レベルの性能が得られた成果は高く評価される。
- ・ ペロブスカイト太陽電池に関する一部テーマが GI 基金事業により、本事業で行うべき研究開発を明確にし、新市場の拡大に向けて発電コスト、変換効率、耐久性、意匠性の向上に向けた研究開発が効率的に行われ、市場拡大の見通しが得られていることは評価に値する。
- ・ パネル性能、発電コストの目標については、当初の目標が概ね達成されている。
- ・ リサイクル技術については、分離した有価物の輸送費を含めて 3 円/W 以下の分離処理コスト達成に目途をつけ、分離したカバーガラスを原料としたフロート板ガラス製造の実証試験に成功しており、当初の目標を十分に達成している。
- ・ 日射量予測技術については、 $\pm 3\sigma$ 誤差の低減が達成でき、需給調整市場における調達量

の削減に貢献することが期待される。

- ・ ガイドラインについては、その活用のためのセミナーが多数開催され、将来的に適切な施工方法による設備の増加が期待される。
- ・ アウトカム目標については、ペロブスカイトの導入やリサイクル技術の確立などを念頭に設定されている点は評価できる。各項目において課題点についても言及している点は評価できる。
- ・ 太陽光発電所の建設適地が減少している中で、移動体、重量制限のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入が困難である場所での導入という新市場の創出を見据えた目標設定は評価できる。
- ・ 多くの研究項目で最終目標を達成。オールペロブスカイトタンデム型太陽電池では、2 端子 2 接合型で世界最高値となる光交換効率 29.7%を達成、建材一体型 PV については、実証実験フェーズに移行しており、事業化への展開が期待できる。
- ・ 各研究開発項目において、研究発表、論文発表、特許取得などの成果・実績報告が実施されている点は評価できる。
- ・ アウトカム目標の設定および根拠については、あくまで設定値であるため妥当である。費用対効果について、本プロジェクトの費用に対して十分貢献できていると評価する。
- ・ アウトプットの設定に対し、期待以上の成果が上がっていることを高く評価します。新市場創造においては、ペロブスカイト太陽電池に注力したことが良い成果を得られるきっかけになったと感じます。
- ・ ペロブスカイト太陽電池以外にも、有機薄膜太陽電池ミニモジュールでも成果を挙げていることを高く評価します。
- ・ ガイドライン整備は導入拡大には重要な要素となる。社会情勢を踏まえてガイドライン作成を実施いただいたことを評価します。
- ・ リサイクル技術では処理コストが安価な手法を開発できた。実用化に大きく期待する。載用途や壁面用途など、新市場向けの技術については、日本がいち早く取り組み、国際的にもリードしている点は評価できる。
- ・ 多くの項目でアウトプット目標が達成されており、目標設定およびその見直しも含めて適切であったと評価できる。特に、世界最高効率の実現など、世界トップレベルの技術を創出した点は高く評価できる。5 年のプロジェクトで特許数が 200 件を超えており、積極的な知財確保の戦略は大いに評価できる。
- ・ 今後の導入見込み等を参照してアウトカム目標を設定しており、将来の太陽光発電普及に向けた適切なアウトカム目標になっている。
- ・ タンデム型太陽電池の開発など多くの研究成果を創出しており、外部発表や特許の実績が十分にある。優れたアウトプット達成状況である。
- ・ 小規模ではあるが、実環境での実証も行われており、実用化や製品化に向けたアウトプットが出ている。
- ・ 事業期間中に追加となった三接合太陽電池に関しても、高効率の太陽電池実現に向けた見通しを得ており、短い検討期間の中での達成状況として優れている。

- ・ 太陽光発電のガイドラインを着実に整備・公開しており、安全性信頼性の確保に係る社会貢献ができています。)
- ・ 結晶シリコン太陽電池のリサイクル技術の開発においては、様々なメーカーのシリコン太陽電池に適用可能な技術として開発されており、リサイクルによる埋め立て処理量削減のアウトカム目標の達成に貢献できるものと評価できる。
- ・ 新市場における太陽電池の普及拡大に向け、ペロブスカイト太陽電池に関する一部テーマを GI 基金事業へ移管するなど関連事業と連携し、量産化を目指した開発を加速させている点が評価できる。
- ・ 各事業において、アウトプット目標はおおむね達成されている。一部未達の部分については、解決策が検討されており、目標達成に向けて適切な対応がされている。
- ・ 事業間での単純な比較はできないものの、特許出願件数が同規模の他事業と比較して多い結果であり、積極的に知的財産化に取り組まれている。
- ・ PV 設置ガイドライン作成にあたり、有用な実験や数値解析が多数行なわれている。その貴重な実験結果や解析結果は、ガイドラインとは別の技術資料として公開されており、太陽光発電の主力電源化の推進に寄与する。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ リサイクルの目標は、一見するとほぼ全量がリサイクルと高く評価できるが、天然資源の削減 (CE) や CN に向けた貢献 (持続可能性という視点) の視点があるとなお良かったのではないかな。
- ・ 優れた成果を上げているが、一方で事業によっては、他の技術等との競争力の比較があるとなお良かったように思う。動向調査のアウトプットが不明瞭で今後改善が必要ではないか、他の事業を支援する具体的な成果を見せて欲しい。
- ・ 壁面用や移動体用の太陽電池の普及には、発電性能に加えて建材・部材としての性能担保が不可欠である。今後、関連業界との連携を密にした技術開発が必要と考える。
- ・ 新市場として 170GW が見込まれているが、その根拠が明確ではない印象。ビル等の建設見通しなどの量的な根拠に加えて、壁面・窓用や自動車用の適用には、発電以外の観点についてのユーザーの嗜好などの調査に基づく将来見通しの設定が必要ではないかな。
- ・ 国内市場だけでなく海外市場にも積極的に展開することでコスト低減を図り、他国に対する技術的・経済的優位性を早期に確立することが望まれる。
- ・ 壁面用・窓ガラス用 PV パネルの大面积化を早期に実現し、建材としての流通の実現が望まれる。
- ・ リサイクル技術については、セラミックフィルターの耐久性向上、熱分解のエネルギー効率改善等が望まれる。
- ・ 日射量予測技術については、上振れ時の出力抑制等の運用時の柔軟性を考慮することなどによって誤差調整力調達量の削減を図るなど、予測値の利用方法について利用者側との連携を深め、電力需給運用の柔軟性向上に貢献していただきたい。
- ・ ガイドラインについては、周辺環境への影響評価、これを考慮した設置場所の選定方法、

周辺住民への説明などについてもガイドラインを作成（あるいはこれらに関する既存ガイドラインとの連携を強化）し、望ましい形で的大量導入に向けた活用が期待される。また、今後の導入拡大が期待される壁面用パネル等に関するガイドラインの整備もすすめていただきたい。

- 2050年時点での累積導入量 320GW とするアウトカム目標は、第7次エネルギー基本計画との整合性については今後の検討が必要。
- 太陽光発電の累積導入量について、新市場による 170GW の導入について、具体的な達成見込みの分析がない点は課題と考える。
- 次世代型太陽光、リサイクルの推進については制度整備による影響も大きい、ビジネスモデルが確立されるよう取組を推進していただきたい。
- 最終目標を達成した項目についても、事業化・標準化という観点からは、製造コストや製品の耐久性について、さらに精査が必要であると考えられ、継続的な検討の実施が重要である。
- 製造コストについては「目途を得た」との表現にとどまるものがあり、目標に対する実現性が不明瞭であるように受け止められるものがあつた。
- 移動体 PV・建材 PV・リサイクル等においては、企業導入実証や地域モデル化を推進していただきたい。
- アウトカム目標を達成するための課題も明確化されており、今後も継続的な取り組みに期待する。
- 要素技術としては十分な成果を得られているため、今後の普及に向けた取り組みに期待します。いずれの取り組みも、本事業で完了ではなく、実用化や普及までには課題が多いと認識している。NEDO を中心として継続的な取り組みに期待する。
- 新市場に対する導入量など、一部については根拠がやや不明確な目標設定が見受けられた。
- 導入量の検討にあたっては、国内市場に限定せず、海外展開も含めた目標設定を行うことも有効であったと考えられる。
- アウトカムの達成時期までがやや遠いため、今後の見通しがやや分かりにくい印象である。アウトカム目標の設定には、もう少し工夫ができるのではないかな。
- 新市場として、建物壁面への PV 設置（BIPV）は設置容量に対して年間発電量は従来の屋上設置に比べると少なくなる。移動体も常に日の当たる場所に位置しているわけではない。アウトカム目標として、設置容量（GW）だけでなく、発電量（GWh）の数値など、実質的に貢献できる部分も設定されることが望まれる。
- BIPV の導入・普及については、設置方位によって発電時間を変えられるというメリットもあり、アワリーマッチングや動的 CO2 排出係数の改善などへの支援も期待される。
- 傾斜地などにおける太陽光発電導入の普及に向けては、設置場所に応じた設置施工の安全ガイドラインを満たしていることが、周辺地域住民の安心感につながるような取組みも検討されることが望まれる。

1. 3 マネジメント

<肯定的意見>

- ・ 多くのプロジェクトを抱えるなかで、NEDO の強みを活かしながら、産官学一体となって早期実装を意識した体制の構築がなされたと判断される。
- ・ 非常に多くのプロジェクトがあるなかで、動向も踏まえて着実な進捗管理と中間評価結果への適切な対応がなされている。また、適宜各主体に助言等のフィードバックや情報共有などもなされており、それらの点は高く評価される。
- ・ 各プロジェクト実施者がこれまでに開発・蓄積した技術を生かした研究開発が行われている。また、後継プロジェクトも開始され、体系的な実施体制の継続により、実用化・事業化の促進が期待される。
- ・ 多くの機関が参画する中、特に主要な機関においては適切にスケジュールが計画、実行され、期待された成果をあげることができている。
- ・ 産学官連携において NEDO 内にプロジェクトマネージャーを任命し、全体統括・進捗管理を明確化し、これまでの知識・実績を活かして、確実に実行していただいた。
- ・ 分野ごとに技術推進委員会を実施することで、各研究項目ごとに進捗管理を行い、適切に推進していただいた。2020 年度以降、毎年追加公募を行うなど、状況の変化に即した対応をしていただいた。
- ・ 事業は「ペロブスカイト・多接合型太陽電池」「建材一体型 PV」「リサイクル」「日射量予測」「系統調整力創出」など、主力電源化に必要な要素技術を網羅的に設定していた。
- ・ 進捗管理については、NEDO 技術推進委員会をはじめとした委員会・WG により行われていた点、また中間評価に対しても真摯に対応された点は評価できる。
- ・ 5 年という期間設定の中で動向・情勢変化への対応（GI 基金成立によるタンデム型取組の追加等）は、適切に実施された。
- ・ NEDO の強みを生かして事業をマネジメントされていることが確認できた。NEDO が実施する意義は、本事業の成果からも明確である。
- ・ 中間評価の問題点や改善点を、その後の事業に反映していることを高く評価します。進捗管理だけでなくマネジメントとして適切に実施されている。
- ・ 太陽電池開発はグリーンイノベーション基金を設立して別途注力することで開発スピードや社会実装までのサポートを実現できている。
- ・ 2023 年に実用化に直結する研究を追加で採択するなど、開発動向に応じて柔軟に対応している点は評価できる。
- ・ 成果の普及については、特定の場での公開や関係者への情報提供にとどまらず、（事業期間終了後ではあるが）万博でのペロブスカイト太陽電池の搭載など、社会への積極的な成果発信が行われており、評価できる。
- ・ また、事前評価および中間評価結果に対しても適切に対応しており、計画管理の面でも評価できる。
- ・ 実施者は、技術力を発揮して多くの有用な成果を得た。NEDO は、本事業の推進にあたり、複数回の追加公募を行い、適切に体制を構築してきた。また、分野毎に有識者によ

る技術推進委員会を実施して、事業の推進管理を行った。十分にマネジメントされている。

- ・ 本事業に関連する分野では、新たに GI 基金事業が立ち上がったが、適切に事業構成の見直しが行われた。また、事業を取り巻く状況変化を踏まえて、研究項目の追加や加速が適切になされた。さらに、事前／中間評価の結果を踏まえてプロジェクトの実施内容やスケジュールの見直しを実施した。以上の通り、研究開発計画と進捗管理は適切であった。
- ・ 時代の変化に応じて太陽光発電の開発戦略を定期的に見直し、それに基づいた課題や目標を設定している。また、分野ごとに外部有識者を交えた技術推進委員会の開催、複数設置されたコンソーシアムにおける開発責任者の進捗管理など、実用化・事業化を目指した体制で推進している。
- ・ アウトプット目標達成に向け、各種委員会や会議を通じて計画的に進捗管理を行なっている。
- ・ 必要に応じて加速資金を投入、事業環境の変化に即して追加公募を実施、関連事業である GI 基金との連携など、運営費交付金制度を最大限に活かし柔軟に事業を推進している。

<問題点・改善点・今後への提言>

- ・ 事業によりフェーズが異なることは承知しているが、コンソーシアム間の連携があるとなお良かったと思う。連携により新たなきづき、更なる成果最大化も期待できるのではないか。
- ・ 進捗管理は大変苦勞されたと思われ、進捗が遅れている事業をどうテコ入れしたかについてもアピールされても良いかと思う。
- ・ 「主力電源化」のためには、電力供給における主力化に加えて、当該産業の活性化に資することが期待される。その意味では、後継プロジェクトでは、主たる実施者は本プロジェクトと同様であることから、本プロジェクトにおいて得られた技術の水平展開を図るなどにより、国内市場の創成、海外展開を早期に実現するための体制強化が必要ではないか。
- ・ 非常に大きなプロジェクトであり、多数の機関が参加している中で、次につながる基礎技術の新しい芽がどの程度育っているか。
- ・ 主要な研究成果以外にも様々な成果があがっているが、それらを次のフェーズに活用するため、実施者間における縦・横の連携を深めることで、スピード感を持って効率的な研究開発の推進を期待する。
- ・ 各個別の研究・実証において、類似の実施項目もある中で、それらの成果共有・横展開について、実施されているのかどうか把握しづらい印象であったため、今後の報告内容を精査する際は、考慮していただきたい。
- ・ 一部テーマで要素技術間の成果共有が限定的に見受けられた（モジュール技術とリサイクル技術の接続が不十分など）。

- 成果普及への取組については、研究開発から実装に移行するためにも、自治体も含めた需要家向け、発電事業者をはじめとした事業者向けへのアプローチとともに、連携したビジネスモデルの構築が重要であると考えます。
- アウトカム目標の達成に資する成果が着実に得られていることから、財政的支援に加え、制度整備・行政調整・普及促進など、実用化を加速するための多面的な支援をご検討いただきたいと思います。
- 横断的な共通課題については、コンソーシアム間で連携し、オールジャパン体制で取り組むことも検討されるとさらに望ましかった。
- 新市場を創造する技術開発の要素技術として、BIPV のさらなる普及に向けては、意匠設計者のニーズに応じたデザインの自由度の確保や、メンテナンスの容易性に関連する技術開発も望まれる。

2. 評点結果

評価項目・評価基準		各委員の評価							評点
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋									
(1) アウトカム達成までの道筋		A	B	A	A	A	B	B	2.6
(2) 知的財産・標準化戦略		B	B	A	B	A	A	A	2.6
2. 目標及び達成状況									
(1) アウトカム目標及び達成見込み		A	B	B	A	B	B	B	2.3
(2) アウトプット目標及び達成状況		B	A	A	A	A	A	A	2.9
3. マネジメント									
(1) 実施体制		A	A	B	A	A	A	A	2.9
(2) 研究開発計画		A	B	B	A	B	A	B	2.4

《判定基準》

A：評価基準に適合し、非常に優れている。
 B：評価基準に適合しているが、より望ましくするための改善点もある。
 C：評価基準に一部適合しておらず、改善が必要である。
 D：評価基準に適合しておらず、抜本的な改善が必要である。

（注）評点はA=3、B=2、C=1、D=0として事務局が数値に換算・平均して算出。

第 2 章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「太陽光発電主力電源化推進技術開発 プロジェクト」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 再生可能エネルギー部

更新日	更新内容
2025 年 10 月 9 日	初版発行

更新履歴

目次

概 要	1
プロジェクト用語集	5
1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋	18
1.1. アウトカム達成までの道筋	18
1.1.1. アウトプット目標	18
1.1.2. アウトカム目標	18
1.1.3. アウトカム達成までの道筋	18
1.1.4. 研究開発の内容	18
1.2. 知的財産・標準化戦略	19
1.2.1. 知的財産権の帰属、管理等取扱い	19
1.2.2. 知財マネジメントに係る運用	19
1.2.3. 標準化等との連携	19
2. 目標及び達成状況	20
2.1. アウトカム目標及び達成見込み	20
2.2. アウトプット目標	21
2.2.1. 研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発	21
2.2.1.1. フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）	21
2.2.1.2. 壁面設置太陽光発電システム技術開発	21
2.2.1.3. 移動体用太陽電池の研究開発	22
2.2.2. 研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発	22
2.2.2.1. 安全性・信頼性確保技術開発	22
2.2.2.2. 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発	23
2.2.2.3. 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証	23
2.2.3. 研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発	23
2.2.3.1. 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発	23
2.2.3.2. 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発	23
2.2.3.3. 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発	23
2.2.3.4. PV搭載EVシステム設計技術の開発	23
2.2.3.5. PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発	24
2.2.4. 研究開発項目Ⅳ：動向調査等	24
2.2.4.1. 移動体用太陽電池の動向調査	24
2.2.4.2. リサイクル関連の動向調査	24
2.2.4.3. 太陽光発電の動向調査	24
2.2.4.4. 規制に関する動向調査	24
2.3. アウトカム達成状況	25
2.3.1. 研究開発項目（Ⅰ）：太陽光発電の新市場創造技術開発	25
2.3.1.1. フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）	25
2.3.1.2. 壁面設置太陽光発電システム技術開発	26
2.3.1.3. 移動体用太陽電池の研究開発	28

2.3.1.4	多接合等を対象とした太陽電池の開発	28
2.3.2.	研究開発項目（Ⅱ）：太陽光発電の長期安定電源化技術開発	28
2.3.2.1	安全性・信頼性確保技術開発	28
2.3.2.2	太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発	29
2.3.2.3	系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証	30
2.3.3.	研究開発項目（Ⅲ）：先進的共通基盤技術開発	30
2.3.3.1	新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発	30
2.3.3.2	発電量予測評価技術の研究開発	31
2.3.3.3	翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発	31
2.3.3.4	PV搭載EVシステム設計技術の開発	31
2.3.3.5	PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発	32
2.3.4.	研究開発項目（Ⅳ）：動向調査	32
2.3.4.1	移動体用太陽電池の動向調査	32
2.3.4.2	リサイクル関連の動向調査	32
2.3.4.3	太陽光発電の動向調査	33
2.3.4.4	規制に関する動向調査	34
3.	マネジメント	35
3.1.	実施体制	35
3.2.	研究開発計画	36
4.	目標及び達成状況の詳細	37
4.1.	研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発	37
4.1.1.	フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制限のある屋根向け）	37
4.1.1.1	軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（学校法人立命館）	37
4.1.1.2	軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（国立大学法人東京科学大学）	39
4.1.1.3	軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	41
4.1.1.4	高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池の基盤技術研究開発（国立大学法人京都大学）	43
4.1.1.5	超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発（国立大学法人東京大学）	45
4.1.2.	壁面設置太陽光発電システム技術開発	47
4.1.2.1	壁面設置タンデム太陽電池モジュールの構造最適化と屋外性能評価技術の開発（国立大学法人新潟大学）	47
4.1.2.2	多機能・高品質薄膜の利用による壁面太陽電池モジュールの長寿命化（国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学）	49
4.1.2.3	壁面設置太陽発電システムの生涯発電量最大化技術の研究開発（青山学院大学）	51
4.1.2.4	壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	53
4.1.2.5	壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所）	55
4.1.2.6	壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定（太陽光発電技術研究組合）	57

4.1.2.7	ペロブスカイト BIPV モジュールの研究開発（パナソニックホールディングス株式会社）	59
4.1.2.8	高性能化に向けた BIPV 材料技術開発（学校法人早稲田大学）	61
4.1.2.9	ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証（株式会社カネカ、カネカソーラーテック株式会社、大成建設株式会社、国立大学法人東京大学）	63
4.1.2.10	デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向け BIPV システムの実証（株式会社 LIXIL）	65
4.1.3.	移動体用太陽電池の研究開発	67
4.1.3.1	超高効率モジュール技術開発（シャープエネルギーソリューション株式会社）	67
4.1.3.2	超高効率モジュール技術開発（国立大学法人東京大学）	69
4.1.3.3	超高効率モジュール技術開発（学校法人トヨタ学園豊田工業大学）	71
4.1.3.4	超高効率モジュール技術開発（太陽日酸株式会社）	73
4.1.3.5	超高効率モジュール技術開発（国立大学法人宮崎大学）	75
4.1.3.6	超高効率モジュール技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	77
4.1.3.7	移動体用太陽電池の研究開発（次世代モジュール技術開発）（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	79
4.1.3.8	高効率タンデム型太陽電池モジュールの開発（株式会社カネカ）	81
4.1.4.	多接合型を対象とした太陽電池の開発	83
4.1.4.1	高出力両面発電型多接合太陽電池の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人電気通信大学）	83
4.1.4.2	シースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発（国立大学法人広島大学、株式会社麗光）	85
4.1.4.3	Cu ₂ O タンデム型太陽電池の開発（株式会社東芝、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所）	87
4.2.	研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発	89
4.2.1.	安全性・信頼性確保技術開発	89
4.2.1.1	高安全 PV モジュール、高安全 PV システムの技術基準案の策定（太陽光発電技術研究組合）	89
4.2.1.2	特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、一般社団法人太陽光発電協会（JPEA）、八千代エンジニアリング株式会社、デロイトトーマツコンサルティング合同会社）	91
4.2.1.3	太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMP O リスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会（JPEA））	93
4.2.1.4	太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発（関西電力株式会社、アジア航測株式会社、株式会社エクソル、株式会社 CO ₂ O、日本地工株式会社）	95
4.2.1.5	傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定（国立大学法人北海道、国立大学機構北見工業大学）	97
4.2.1.6	特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験（一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所）	99

4.2.1.7	次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発（株式会社エナジービジョン、一般社団法人新エネルギーO&M協議会）	101
4.2.1.8	建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人太陽光発電協会、一般社団法人構造耐力評価機構、大成建設株式会社）	103
4.2.2.	太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発	105
4.2.2.1	太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発（株式会社トクヤマ）	105
4.2.2.2	結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証（ソーラーフロンティア株式会社）	107
4.2.3.	系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証	109
4.2.3.1	太陽光発電による調整力創出技術の実証研究（東芝エネルギーシステムズ株式会社、学校法人東京理科大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）	109
4.3.	研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発	111
4.3.1.	新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発	111
4.3.1.1	新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	111
4.3.2.	発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発	113
4.3.2.1	日射量の短期予測に関する研究開発（一般財団法人日本気象協会）	113
4.3.2.2	発電量予測評価技術の研究開発（学校法人東京理科大学）	115
4.3.3.	翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発	117
4.3.3.1	翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発（一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所）	117
4.3.4.	PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発	119
4.3.4.1	PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発（株式会社システック、太陽光発電技術研究組合、国立大学法人宮崎大学）	119
4.3.5.	PV搭載EVシステム設計技術の開発	121
4.3.5.1	PV搭載EVシステム設計技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	121
4.4.	研究開発項目Ⅳ：動向調査等	123
4.4.1.	移動体用太陽電池の動向調査	123
4.4.1.1	移動体用太陽電池の動向調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）	123
4.4.1.2	移動体用太陽電池の動向調査（太陽光発電技術研究組合）	125
4.4.2.	リサイクル関連の動向調査	127
4.4.2.1	太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査（株式会社三菱総合研究所）	127
4.4.2.2	スマート回収モデル調査（公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター）	
	129	
4.4.2.3	太陽電池モジュールのリサイクルに関するLCAの調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）	131
4.4.3.	太陽光発電の動向調査	133
4.4.3.1	太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査（株式会社資源総合システム）	133
4.4.3.2	国際技術協力プログラムへ参画（株式会社資源総合システム）	135
4.4.3.3	次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、株式会社資源総合システム）	137

4. 4. 4. 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査..... 139

4. 4. 4. 1 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査（株式会社矢野経済研究所）
139

添付資料..... 1

●プロジェクト基本計画 1

●各種委員会開催リスト及び予算増額実績 7

●特許論文等リスト 35

概 要

プロジェクト名	太陽光発電主力電源化推進技術開発	プロジェクト番号	P20015
担当推進部/ プロジェクトマネージャー (PM) または担当者 (PT※50 音順) 及び METI 担当課	PMgr 再生可能エネルギー部 山崎 光浩 (2020 年 7 月～2024 年 3 月) PMgr 再生可能エネルギー部 鈴木 敦之 (2024 年 4 月～) PT 再生可能エネルギー部 井川 博之 (2020 年 7 月～2022 年 9 月) PT 再生可能エネルギー部 石村 正憲 (2020 年 7 月～2024 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 岩田 雅史 (2020 年 7 月～2022 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 葛西 正 (2020 年 7 月～2020 年 9 月) PT 再生可能エネルギー部 金井 浩之 (2022 年 4 月～2025 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 河添 悠人 (2024 年 4 月～) PT 再生可能エネルギー部 岸谷 哲 (2022 年 4 月～) PT 再生可能エネルギー部 吉柳 考二 (2022 年 4 月～2024 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 児玉 博人 (2022 年 4 月～2022 年 6 月) PT 再生可能エネルギー部 小林 実 (2021 年 9 月～) PT 再生可能エネルギー部 近藤 信義 (2020 年 7 月～2023 年 10 月) PT 再生可能エネルギー部 里中 正春 (2024 年 8 月～) PT 再生可能エネルギー部 鈴木 秀明 (2022 年 10 月～2023 年) PT 再生可能エネルギー部 須藤 新吾 (2023 年 10 月～) PT 再生可能エネルギー部 志賀 大輔 (2021 年 4 月～2024 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 白石 知己 (2020 年 7 月～2022 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 嶋田 聡 (2020 年 7 月～2024 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 中川 佳樹 (2025 年 1 月～) PT 再生可能エネルギー部 中西 直明 (2020 年 7 月～2024 年 1 月) PT 再生可能エネルギー部 中村 敏之 (2024 年 10 月～) PT 再生可能エネルギー部 野本 洋一 (2024 年 4 月～) PT 再生可能エネルギー部 福嶋 清 (2020 年 7 月～2024 年 9 月) PT 再生可能エネルギー部 宮川 康陽 (2020 年 7 月～) PT 再生可能エネルギー部 保田 淑晴 (2020 年 7 月～2021 年 3 月) PT 再生可能エネルギー部 山川 正路 (2020 年 7 月～2022 年 3 月) 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課		
0. 事業の概要	本事業では太陽光発電の主力電源化を推進するため、需要地に近接しているが従来の技術では太陽光発電を利用できなかった場所を利用可能にするためのセル・モジュール開発や長期安定的な事業運営確保として現在顕在化している課題解決とする技術開発を行う。上記と並行し、これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、先進的共通基盤技術の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。		
1. 意義・アウトカム (社会実装) 達成までの道筋			
1.1 アウトカム 達成までの道筋	開発した技術については、太陽光発電分野だけでなく、新市場に関連する分野とも情報共有が図れる様に NEDO の報告会や展示会で積極的に宣伝し、成果普及に努める。また、IEA PVPS を活用し、IEC TC82 (太陽光発電) との連携を図り、技術の促進を図る。また、安全ガイドライン、リサイクル技術、太陽光発電による調整力技術については、経済産業省や環境省が実施する法規制や社会システムの検討・整備において、成果を共有し、実用化・事業化を促進させる。		
1.2 知的財産・標準化戦略	委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第 25 条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、研究開発開始段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。 また標準化等との連携を図るため、得られた研究開発成果については、データベースへのデータ提供、標準規格への提案やガイドライン作成等を行う。		
2. 目標及び達成状況			
2.1 アウトカム 目標及び達成見込み	新市場創出に向けた太陽光発電の技術開発によって、2050 年時点での国内累積導入量として、約 320GW (うち新市場 約 170GW※)、太陽光発電による CO2 排出量削減 (系統電源との比較) として、約 110 百万 t/年 (うち新市場 約 60 百万 t/年) を推計した。※重量制約のある屋根、建物壁面、移動体 (車載)、営農、水上の合計 また、太陽光発電の長期安定的な技術開発により、2030 年時点で導入が予想される小規模発電設備 (50kW 以下) を中心とした発電設備 20GW の導入量維持 (2018 年 12 月時点の 50kW		

	以下発電設備の FIT 認定容量）が期待される。さらに、太陽光発電設備のリサイクル技術開発によって、約 510 万 t の埋立処理量の削減（2030 年までに導入される設備 64GW を対象として試算）が期待される。						
2.2 アウトプット目標及び達成状況	従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所が必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発すること、および推定発電量による市場導入検討で、太陽光発電の新市場の創出につなげる。具体的には移動体や、重量制約のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入では課題がある場所での基盤技術について、研究開発を促進し上記の目標を加速する。 併せて既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。更に上記の分野に資する共通基盤技術を開発する。 ①太陽光発電の導入可能量拡大に向けた革新的太陽光発電システムの開発 ZEB 壁面、強度が弱い屋根、移動体（車載）、水上、営農といった新市場への導入に必須となる技術指標の達成を目指す。例えば移動体（車載）では 30%以上の効率やベンダブル（曲面追従）等の目標や評価方法を分野毎に設定する。また、併せて市場毎に発電コスト目標を設定する。 ②信頼性・安全性確保技術開発 50kW 以下の高信頼・低コストの運用技術を開発する。また、「営農」「水上」「急傾斜地」向け安全ガイドラインを策定する。 ③太陽電池マテリアルリサイクル技術開発 分解処理コスト 3 円/W 以下と資源回収率 80%以上を両立させる実証ラインを構築し、実証を行う。 ④先進的共通基盤技術の開発 ZEB や車載における影や反射等を考慮した日射量推定モデルや発電量予測モデルを完成させる。						
3. マネジメント							
3.1 実施体制	プロジェクトマネージャー	再生可能エネルギー部 鈴木 敦之					
	プロジェクトリーダー	プロジェクトリーダーは設置せず、推進委員会／技術検討委員会における委員のコメントをもとに NEDO がマネジメントを行った。					
	委託先	(一財)日本気象協会、(一社)構造耐力評価機構、(一社)新エネルギー O & M協議会、(一社)法人太陽光発電協会、(株)CO2O、(株)LIXIL、(株)エクソル、(株)エナジービジョン、(株)カネカ、(株)システック、(株)トクヤマ、(株)三菱総合研究所、(株)資源総合システム、(株)東芝、(株)矢野経済研究所、(株)麗光、(公財)福岡県リサイクル総合研究事業化センター、(国研)産業技術総合研究所、(国研)物質・材料研究機構、SOMPO リスクマネジメント(株)、アジア航測(株)、岐阜大学、シャープエネルギーソリューション(株)、ソーラーフロンティア(株)、デロイトトーマツコンサルティング合同会社、パナソニックホールディングス(株)、みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)、関西電力(株)、宮崎大学、京都大学、広島大学、新潟大学、青山学院大学、早稲田大学、太陽光発電技術研究組合、大阪大学、大成建設(株)、太陽日酸(株)、電気通信大学、東京科学大学、東京大学、東京理科大学、東芝エネルギーシステムズ(株)、日本地工(株)、八千代エンジニアリング(株)、豊田工業大学、北海道大学、北陸先端科学技術大学院大学、立命館大学					
3.3 研究開発計画							
事業費推移 [単位:百万円]	主な実施事項	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額
	研究開発項目Ⅰ： 太陽光発電の新市場創造技術開発	1,985	1,998	1,678	1,844	1,334	8,839
	研究開発項目Ⅱ： 太陽光発電の長期安定電源化技術開発	417	540	642	507	281	2,387

		研究開発項目Ⅲ： 先進的共通基盤技 術開発	180	156	314	432	368	1,450	
		研究開発項目Ⅳ： 動向調査等	119	176	181	176	194	846	
		事業費	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	総額	
		会計（一般、特 別）	2,702	2,870	2,816	2,959	2,862	14,208	
		追加予算	—	—	—	—	—	—	
		総 NEDO 負担額	2,702	2,870	2,816	2,959	2,862	14,208	
	情 勢 変 化 へ の 対 応	2050 年カーボンニュートラル実現に向けて、2021 年 12 月に「グリーンイノベーション 基金／次世代型太陽電池の開発」事業（以下、GI 基金事業とする）が開始され、ペロブスカ イト単接合型太陽電池の開発および実用化は GI 基金事業に移行することとした。GI 基金事 業への移行内容を踏まえて、本事業においては、多接合型ペロブスカイト太陽電池の研究開 発に取り組むこととした。 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術の実用化に向けて、土台となる分 離・マテリアルリサイクル技術の深化および確立、目標とするコストの検証など確立された 技術の実証およびリサイクル材料の用途開拓など、実用化に向けた取り組みを推進するた め、事業期間を 3 年間から 4 年間に延長した。							
	中 間 評 価 結 果 へ の 対 応	実用化へ向けたコスト戦略が重要との指摘を受け、コスト目標の妥当性を適宜見直しつ つ、制度・ニーズ等事業環境の変化、海外の先行事例の状況をふまえて開発、事業化を図っ ていく。また、電力系統への接続・影響緩和を含んだシステム視点で本事業が目指す将来像 を明確化していくことも期待され、さらに新技術の実用化・事業化へ向けた動きを迅速化さ せるために、コンソーシアムでの連携を図り、実用化・事業化へ向けた現場感やスケール アップも意識した活動をすすめる。加えてガイドラインの実運用へ向けたユーザーの啓発 や、基盤評価技術による具体的戦略を明確化し、国際標準化において更に日本のプレゼンス を上げ、国際的に日本が主導権を取れるように取り組む。							
	評 価 に 関 す る 事 項	事前評価	2019 年度実施 担当部 再生可能エネルギー部（旧：新エネルギー部）						
		中間評価	2022 年度 中間評価実施						
終了時評価		2025 年度 終了時評価実施							
別添									
	投稿論文	382 件							
	特 許	「出願済」196 件、（うち日本国出願115 件、PCT 出願21 件、外国60 件）							
	その他の外部発表 （プレス発表等）	350 件 （受賞実績 63 件）							
基本計画に関する 事項	作成時期	2020 年 3 月 作成							
	変更履歴	2021 年 1 月改訂（rev1） 事務処理上の手続きによる改訂。 2022 年 8 月改訂（rev2） 「経済的有効性」について基本計画に明示的に追加。FS として 2021 年度まで に実施していた適所処理と経済的有効性に関する調査期間を 2023 年まで延 長。 2023 年 1 月改訂（rev3） 新市場創出技術開発において、多接合型等太陽電池の開発を行う小項目の追 加。先進的共通基盤技術開発において、太陽光発電効果を推定する技術の確立 と移動体等への適合性を判断できる技術を開発する小項目の追加。グリーンイ ノベーション基金事業/次世代太陽電池の開発に一部事業（ペロブスカイト単 層）が移行したことによる内容の変更。 2024 年 1 月改訂（rev4）							

		研究開発項目（Ⅱ）太陽光発電の長期安定電源化技術開発、（i）安全性・信頼性確保技術開発ガイドラインの普及の促進に係る実証内容の追加。 （iii）系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証の2024年度への期間延長および目標を追加 2024年7月改訂（rev5） 組織改編に伴い部署名の変更、プロジェクトマネージャーを変更

プロジェクト用語集

用語	説明
2 端子タンデム	タンデム太陽電池のうち、単位構造となるセルの各層を直接積層して直列接続とし、両端のみに端子をとるものを指す。
3 次元曲面	線織面（円筒や円錐など連続した展開図で表現できる曲面）ではない一般的な曲面（球面を含む）。フレキシブル太陽電池であろうと、3 次元曲面は被覆できず、皺がより、破損しやすい。
3 接合型	3 つの異なる材料の太陽電池を積層した構造。
4 端子タンデム	タンデム太陽電池のうち、単位構造となる 2 つのセルが独立した構造となっており、それぞれのセルから端子をとるものを指す。
Artificial Neural Network (ANN)	人間の脳の構造を模した数理モデル。
ASR	ASR（アルカリシリカ反応）は、コンクリート内部のアルカリにより反応性の高いシリカ（ SiO_2 ）がゲル状物質に変化する現象。その結果コンクリートに膨張やひび割れを招く。
BAPV	据付型太陽光発電設備であり、既存の外壁などに後付される特徴を有する。後付されるため、建築外皮の性能ラインとは別扱いとなり、BAPV モジュールを取り外しても、建築外皮性能に何ら支障がないことが要件となる。
BIM	Building Information Modeling。建築設計・施工におけるデジタル化されたプロセスを指す。建物の 3D モデルを作成して、設計情報、構造データ、設備計画などを統合して管理する技術で、コスト削減や作業の正確性向上など建築プロジェクト全体の効率向上に寄与する。
BIPV	Building-integrated photovoltaics の略。建材一体型太陽電池モジュール及び太陽光発電システム。屋根、壁面、天窓、ファサードなど、建物の外皮にある建築材料と一体化したもの。修理、交換が容易でないケースが多く、より高い安全性が要求される。
CC プロット	周波数ごとのインピーダンスの軌跡を複素平面上にプロットしたもの。別名:ナイキストプロット。
CF	セラミックフィルター、耐熱性の多孔質成形体。
CIGS	セレン化銅インジウム・ガリウム(Copper Indium Gallium Selenide)太陽電池。 $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ を組成とする化合物半導体及び CIGS (Cu, In, Ga, Se 等の化合物半導体) を発電層に用いる。
CIGSSe	半導体 $\text{Cu}(\text{In, Ga})(\text{S, Se})_2$ の構成元素の頭文字からとった略称。光吸収層として使われる。
CIS	銅 (Cu)、インジウム (In)、セレン (Se) の 3 つを主な原料とした、組成 $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$ を有する半導体であり、太陽電池の光吸収層に用いられる。CIS 太陽電池などと呼ぶ。
CMP	Chemical Mechanical Polishing、化学機械研磨
CNT	カーボンナノチューブ
c-TiO ₂ /SiO _x	TiO ₂ 粒子(市販品、高純度)を液体ガラス中に混入し、乾燥プロセスにて作製した粒子混成ガラス薄膜
DH 試験	Damp heat test 電気電子製品を対象にして高温高湿が特性劣化に与える影響を加速して評価する標準的な試験方法で、相対湿度 85%、温度 85℃において対象品に適した長期の時間が推奨されている。
EBIC	Electron Beam Induced Current の略であり、半導体に電子線を照射、励起された電子・正孔を収集することにより pn 接合などの評価を行う分析手法。
Efficiency Tables	Progress in Photovoltaics 誌 (Wiley 社) に年 2 回掲載の各種太陽電池の最高変換効率データ集。
ELO	Epitaxial lift off、エピタキシャル成長層の単結晶基板からの剥離。

EL 検査	太陽電池モジュール電圧を印可して発光する太陽電池セルの E L イメージを I R カメラで撮影した画像により、セルのクラックや発電の異常を確認する検査。
EV	電気自動車、バッテリーに蓄えられた電気エネルギーをモーターで動力に変換して走る自動車。
EVA	Ethylene-vinyl acetate copolymer 太陽電池モジュールに用いられる代表的な封止材のひとつ。エチレンと酢酸ビニルとの共重合樹脂。
FF (曲線因子)	太陽電池の曲線因子と呼ばれる値。1 に近いほど、太陽電池の電圧-電流特性が角形に近づき、変換効率が向上する。太陽光発電素子の短絡電流密度×開放端電圧に対し、最大電力を生じる電流密度×電圧の動作点のこと。直列抵抗が大きく、並列抵抗が小さくなると FF が減少する。
GaAs	ガリウムヒ素 (GaAs) 太陽電池
Headroom 制御	意図的に太陽光発電の出力を低下させ、上げ調整量を確保する制御。
HOMO	最高被占分子軌道 (Highest Occupied Molecular Orbital) のこと。半導体における価電子帯の最上端に相当する。
HTM	ホール輸送材料
HVPE	Hydride Vaper Phase Epitaxy、ハイドライド気相成長法
IEC	国際電気標準会議。電気工学、電子工学、および関連した技術を扱う国際的な標準化団体。
IEC61215	太陽電池モジュールに関する認証規格
IEA PVPS Task15	International Energy Agency, Photovoltaic Power Systems Program, Task15 国際エネルギー機関 (IEA) 傘下の太陽光発電システムに関する技術協力プログラム (PVPS) にて実施されているプロジェクトの一つで、BIPV の技術的発展や市場拡大を支援し、持続可能な都市設計や省エネ建築における役割を強化するための情報共有を進めている。
IEA PVPS Task17	International Energy Agency, Photovoltaic Power Systems Program, Task17 国際エネルギー機関 (IEA) 傘下の太陽光発電システムに関する技術協力プログラム (PVPS) にて実施されているプロジェクトの一つで、PV and Transport をテーマとしている。
IMM3J	Inverted Metamorphic Triple Junction、逆方向メタモルフィック成長 3 接合太陽電池セル
InGaP	インジウム・ガリウム・燐
Isc (短絡電流)	Short circuit current、太陽電池が短絡状態にあるときの出力電流。
ITO	Indium tin oxide、インジウム・スズ合金の酸化物。透明で導電性を有する。
IV 特性	太陽電池の電流電圧特性
IWO	Indium tungsten oxide、インジウム・タングステン合金の酸化物。透明で導電性を有する。
k=2	包含係数 k を 2 とした不確かさの推定。通常は U95 に対応。
LFM	気象庁の局地数値予報モデル
LS	Light Soaking SHJ 太陽電池において加熱しながら光を照射することにより変換効率を上昇させる手法。
LUE	Light Utilization Efficiency、 $LUE (\%) = \text{変換効率} (\%) \times \text{可視光透過率} (\%) \times 100$
LUMO	最低空分子軌道 (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) のこと。半導体における伝導帯の最下端に相当する。

MgO/SiO _x	MgO 粒子を液体ガラス中に混入し、乾燥プロセスにて作製した粒子混成ガラス薄膜。
MgO/silicone	MgO 粒子を液体シリコン中に混入し、乾燥プロセスにて作製した粒子混成シリコン材。
MOCVD	Metal Organic Chemical Vapor phase Epitaxy、有機金属気相成長法
MOCVD	Metal Organic Chemical Vapor Deposition 有機金属気相成長法の略。有機金属を原料として供給し、気相成長を行う技術およびその装置。
MPPT	最大電力点追従制御 (Maximum Power Point Tracking)。太陽電池の出力電力 (電圧×電流) が最大になる出力電圧で電流を取り出すための制御機能であり、日射量に応じた最適条件で電力を供給できる。
nano-TiO ₂ /SiO _x	TiO ₂ 粒子 (自作、ナノ粒子) を液体ガラス中に混入し、乾燥プロセスにて作製した粒子混成ガラス薄膜。
N 型 Si 太陽電池	基板に N 型 Si ウエハを利用した太陽電池。P 型 Si 太陽電池より高効率な太陽電池が作製できる。
OBD2 端末	商用車のエンジン回転数などの各種データ取得端末。本事業では燃料噴射量が重要。
O&M	Operation & Maintenance の略。オペレーション (運転管理) とメンテナンス (保守点検)。太陽光発電システムなどを適切に運転するよう管理するとともに、正常に運転できる状態を保つこと。
P3HT	ポリ (3-ヘキシルチオフェン)
Passivated emitter rear cell (PERC)	裏面パッシベーションセル。従来のセルは裏面にアルミニウム電極を直接印刷していたが、裏面に絶縁膜を形成することで再結合を低減し、効率向上を図ったセル。従来のセルと比べて大幅な工程増とならずに製造できる利点がある。
PC	プレキャスト・コンクリート。建築現場で組み立てるために工場などで事前に製造したコンクリート製品や部品。
PCS	パワーコンディショナ
PERC 型	Passivated Emitter and Rear Cell。P 型 Si 太陽電池の一種。裏面構造が現行太陽電池と違っており、より高効率が期待できる構造である。
PET	ポリエチレンテレフタレート、石油を原料とした合成樹脂。
Planar 型セル構造	積層化形成された一般的なペロブスカイト太陽電池構造。
Pmax (最大出力)	太陽電池の動作曲線上において、電力が最も大きくなる点での電力。
PPA	Power Purchase Agreement (電力購入契約) の略。第三者所有モデル (TP0; Third Party Ownership) とも呼ばれる。電力需要家が保有する施設や遊休地に、第三者となる事業者 (PPA 事業者) が太陽光発電設備を設置・所有し、その発電電力を需要家が (多くの場合、契約期間中は定額で) 購入する導入モデル。需要家は初期投資不要で、再エネ電力を安定的に調達できるメリットがある。企業間契約の場合、コーポレート PPA と呼ばれることもある。また太陽光発電設備を需要家敷地内に設置する場合をオンサイト PPA、遠隔地に設置する場合をオフサイト PPA と呼ぶ。
Pt1000 温度センサ	白金測温抵抗体 (0℃で 1000 Ω の抵抗値)
PTAA	ポリ (ビス (4-フェニル) (2, 4, 6-トリメチルフェニル) アミン)
RMSE	誤差 (予測値－観測値) の二乗を平均して平方根をとった値を示す。値が大きい程、誤差が大きく、0 に近い程誤差が小さい。
sPR	発電効率の 12 ヶ月移動平均による簡易的なシステム出力係数 (Simplified Performance Ratio) の略語。
SHJ	Silicon Hetero Junction アモルファスシリコンと結晶シリコンから構成される接合。
SoC	バッテリーの充電残量 (%)。State of Charge

SiN _x	窒化ケイ素。太陽電池には、反射防止膜やパッシベーション膜として主に利用されている。
ToF-SIMS	固体試料にイオンビーム（一次イオン）を照射し、表面から放出されるイオン（二次イオン）を、その飛行時間差（飛行時間は重さの平方根に比例）を利用して質量分離する手法。
TCO	Transparent conductive oxide 透明導電膜と呼ばれる。フッ素添加された酸化錫や酸化インジウム錫、酸化亜鉛などが良く用いられる。太陽電池の光入射側に用いて光を透過させながら電流を外部に取り出すのに必要な材料である。
USB-C PD	USB Type-C 端子を使って、USB 経由で最大 100W までの電力を供給できる規格。従来の USB 充電に比べて高速充電や PC など大型機器への給電対応が可能。
VIPV	Vehicle Integrated Photovoltaics の略、車載太陽光発電。 SEV(Solar Electric Vehicle)と同義
Voc（開放電圧）	太陽電池が開放状態にある時の出力電圧。
WPVS	World Photovoltaic Scale、一次基準太陽電池セルの国際根幹比較
X 線 光 電 子 分 光 法 (XPS)	原子組成分析手法の一つ。試料表面から数 nm 程度の深さ領域における組成分析が可能である。
ZEB	Net Zero Energy Building 各種省エネ技術や創エネ技術を適用して、エネルギー消費量が 40%減～正味ゼロになる建築物の総称。建物用途や延べ床面積および削減量の割合に応じて ZEB Oriented（40%以上減、延べ床面積 10,000 m ² 以上）、ZEB Ready（50%以上減）、Nearly ZEB（75%以上減）、「ZEB」（100%以上減）がある。
ZnO:B（透明導電膜）	酸化亜鉛（ZnO）にホウ素（B）を添加した半導体。透明であり電気伝導度が高いため、太陽電池の光入射側の電極に用いられる。透明導電膜の一つ。
ZnO 層	酸化亜鉛の層
アーク	アーク放電とは気体放電現象の一種。電荷キャリアのほとんどが一次電子放出によって供給される電子である自己維持型ガス伝導。太陽電池モジュールの不良部などでのアーク発生は、火災につながる場合がある。
アクセプター材料	有機薄膜太陽電池の発電材料のうち、n 型有機半導体のこと。
アミン系	分子構造に NH ₂ や NH 等を含む化合物の総称。
アモルファスシリコン	シリコンを主成分とし、原子配列に結晶 性を持たない固体半導体。真空蒸着法などにより非常に薄い半導体膜を形成可能。半導体膜形成時の条件を変えることで pn 接合を作製することができる。
アンサンブルメンバー	摂動を与えたわずかに異なる初期値などに基づくアンサンブル予報のうち、それぞれの初期値に対する数値予報のこと。
イオン化エネルギー	半導体中の電子を価電子帯の頂上から真空準位まで励起するのに必要なエネルギー。
インターコネクタ	セルの接続や配線を行う銅ベースのリボン材。
インピーダンス	直流回路におけるオームの法則の電気抵抗（レジスタンス）の概念を複素数に拡張することによって、交流回路に適用したもの。
インバランス	計画からの差分。
エッジシール	太陽電池モジュール内への水蒸気浸入を防ぐための封止。
エピタキシャル成長	単結晶基板の上に格子配列を揃えて薄膜結晶を成長させる技術。
エピ層	エピタキシャル成長した薄膜層
エレクトロルミネッセンス (EL)	半導体に電界を印加し、注入した電子と正孔の再結合により発光する現象。一般に PID が発生した太陽電池モジュールは発光強度が低下するとされている。

オルタネータ	軽油を燃料とする発電機で元々商用車に装備されている。PV 設置によりオルタネータの稼働を低減（すなわち燃料低減）できる。
ガイダンス手法	数値予報モデルの出力に含まれる系統的な誤差を補正し、より現実に近い予報情報を作成する手法。
ガス供給排気設備	成膜装置などに原料となるガスを供給する設備と排気ガスを処理する設備の総称。
カーボンナノチューブ	炭素によって作られるグラフェンシートが単層あるいは多層の同軸管状になった物質。
ガラス	太陽電池パネルの破損を回避するために表面を保護する強化ガラス。
ガラスモジュール	ガラス/封止材/セル/封止材/ガラスという構成からなる太陽電池モジュール。
キャパシタンス	静電容量のこと。
キャリア再結合	光生成されたキャリア（電子と正孔）が再び結合すること。
クラスター	複数の反応炉を一台の搬送機構で接続し、効率を高めた成膜装置。
グラフェン	炭素材料のうちグラファイトは 2 次元シートが積層された構造となっており、その単位構造となっている 2 次元シートの部分構造を有するもの。
クリープ	高温下の太陽電池モジュール内部で封止材の軟化により太陽電池セルや配線がずれ動く現象。
グレア	強い光が目当たって不快感や視認性の低下を引き起こす現象。
コールドドラフト	暖房運転中でも窓辺の冷たい空気が足元に流れ、部屋で温度差が生じる現象。暖房で温められた空気が窓に触れて冷却され、冷たい空気は床付近に溜まることで、足元が冷たく感じられる現象。
コンタクト抵抗	太陽電池の pn 構造に直列に存在する寄生抵抗。特に金属と半導体との接触部分に存在する。
シート抵抗	薄膜における電気抵抗を表す量。
シリコン粘着剤	主鎖がシロキサン結合（ $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ ） _n から成る重合体の総称。200℃以下では変化しない熱安定性があり、被覆力があって水をはじく性質を持つ。また電気の絶縁性もあるため、耐熱性ゴム、防水加工剤として、また高温や水中で利用するモーターなどの絶縁に使うこともある。
シャント抵抗	太陽電池モジュールの並列抵抗成分で、出力電力を低減し損失の原因となる。PID 劣化によって値が小さくなり、PID 回復によって値が大きくなる。
ストリング	直列接続された複数太陽電池モジュール。太陽光発電システムでは太陽電池モジュールは直列及び並列に接続され、パワーコンディショナに入力されるが、直列接続された最小単位のモジュール群をストリングと呼ぶ。
スクラッチ方式	ガラスの表面を凹凸のあるローラーにて衝撃を与えカバーガラスを剥離するガラス回収方法。
スネイルトレイル	セルに発生したマイクロクラック部分に水分が浸入し、PV モジュールのオモテ面にカタツムリが這ったような模様が見える現象。
スーパーコンティニウムレーザ	超短パルス光を非線形光学材料に入力し非線形光学効果を利用して非常に広い波長範囲の光を出す広帯域パルス光源
スパッタ法	真空中で加速されたイオンを材料（ターゲット）に衝突させ、はじき飛ばされた材料を基板上に成膜する物理的気相成長法の一つ。
スピンコート	薄膜材料の溶液を基板上に滴下し、その基板を高速回転させることによる遠心力を使って成膜する塗工方法。
スプレッド	アンサンブル予報を構成する個々のアンサンブルメンバーのばらつきを示す指標。
スペクトル	光の各波長に対する強度の分布。
スマート回収モデル	太陽光発電（PV）保守・リサイクル推進協議会（事務局：公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター内）が構築したクラウド上の情報管理によるシステム（名称：スマート回収システム）を利用した廃棄太陽電池モ

	ジュールの回収モデルのこと。
スマートスタック	複数の太陽電池セルの接合界面にパラジウム(Pd)ナノ粒子を配列させ、電氣的・光学的にほぼ損失なく接合する技術。産総研が開発した。接合界面にPdナノ粒子が介在するスマートスタック技術では、表面は必ずしも原子的に平坦である必要がなくなり、III-V 族化合物同士のみならず、III-V 族/Si、III-V 族/CIGS の接合が可能となることが特徴である。
スマートメーター	電力をデジタルで計測して通信機能を併せ持つ電子式電力量計（略称 スマメ）
セル	集積構造を備えていない太陽電池、単セル（Single Cell）ともいう。
セルシート	配線により接続された太陽電池セルを樹脂層により封止されたシート
セルストリング	モジュールにおいて個々の太陽電池を接続する配線。
ダイポール（双極子）	一對の正負の同じ大きさの単極子をわずかに離れた位置に置いたもの。
ダイコート	ダイヘッドから薄膜材料の溶液を押し出ししながら基板へ塗工して成膜する方法。
ダーク I-V 測定	セル、又は PV モジュールに光を照射しない状態で主回路を直流電源に接続し、I-V 特性（ダイオード特性）を測定すること。
ダブルガラスモジュール	受光面側のみならず、裏面材にもバックシートではなくガラスを用いた太陽電池モジュール。
タンデム型セル	短波長を吸収するセルを光の入射側、その後ろに長波長側を吸収するセルを直列になるように構成されたセル。
タンデム型太陽電池	最小単位のセル（単セル）を重ね合わせた構造を有する太陽電池をタンデム型太陽電池という。禁制帯幅が異なる半導体材料を積層させた太陽電池であり太陽光スペクトルに対応する光を効率的に吸収できるため、次世代の太陽電池として研究開発が進められている。
ダンプヒート試験	高温高湿環境下テスト
チャージコントローラ	太陽電池やオルタネータで発電した電力、バッテリー充放電などを制御するコントローラ。
テクスチャー	光を散乱させるためウエハ表面に形成する凹凸のこと。光を凹凸によって散乱させることで光の吸収長を長くとり、光をより効果的に半導体で吸収させるのに用いられる。薄膜シリコン太陽電池では必須技術である。
データロガー	本事業で必要なデータ（GPS 情報、発電量など）を取得する装置。
デバイスシミュレーション	デバイス内のキャリア輸送と電位分布を解くことによりデバイス特性の予測と物理現象の解析を行う手法。
デルタドーブ	半導体薄膜の特定の薄い領域のみに不純物をドーピングする手法。
トップセル、ボトムセル	多接合太陽電池の場合、最表面側に置かれている太陽電池をトップセル、最も基板側に置かれるものをボトムセルと呼ぶ。トップセルにはバンドギャップが最も大きい半導体を使用し、それより短波長の光を吸収して長波長の光を透過させる。ボトムセルは、バンドギャップが最も小さい半導体を使用し、トップセルを透過した光を吸収する。
ドナー材料	有機薄膜太陽電池の発電材料のうち、p 型有機半導体のこと。
トリメチルアルミニウム	有機金属原料の一つ。常温で液体であり、成膜装置におけるアルミニウム原料として用いられる。
トリメチルインジウム	有機金属原料の一つ。常温で固体であり、成膜装置におけるインジウム原料として用いられる。
トリメチルガリウム	有機金属原料の一つ。常温で液体であり、成膜装置におけるガリウム原料として用いられる。
ナノインプリント	微細なパターンを形成する加工法の一つ。
バイパスダイオード	太陽電池モジュールを直列接続する際に、大きな影や故障が発生した太陽電

	池モジュールを迂回（バイパス）させるためのダイオード。
パターニング	デバイス製造プロセスにおいて、有効的に電気を取り出すために行う加工処理。
波長セクター	特定の波長、波長幅で光を取り出す光学デバイス。
バックシート	太陽電池モジュールの裏面側に用いる高分子系シート。ポリエチレンテレフタレート（PET）をベースフィルムとするものが多く、PET フィルムをフッ素系の樹脂ではさんだものや、アルミニウム箔を PET フィルムではさんだものなどが用いられる。
パッシベーション	欠陥など再結合の起因を不活性化し、光生成された少数キャリアの再結合を抑制するもの。
バッファ層	光吸収層と透明電極層の間に形成される緩衝層。界面におけるキャリア再結合の低減を主目的として形成される。
バッファレス	CIS 太陽電池における n 型層のことをバッファ層と呼び、この層を無くして直接 n 型透明導電膜を堆積した太陽電池をバッファレス太陽電池と定義している。
ハニカム構造	正六角形を隙間なく並べた構造。
ハイドライド気相成長法	水素ガス中に、原料ガスとしてⅢ属元素の塩化物ガス（GaCl _x など）とⅤ属元素の水素化物ガス（AsH ₃ 、PH ₃ など）を流し、基板上で反応させて半導体薄膜を成膜する技術。他の成長方法に比べ成長速度が速く、また低コストである特徴を持つ。
バンドギャップ	固体中の電子が定常状態でとり得るエネルギー値の差。電子がエネルギーを受けて低エネルギー状態から高エネルギー状態へ遷移する際、バンドギャップ以下のエネルギーでは遷移できない。
ビッグデータ	データの収集、取捨選択、管理及び処理に関して、一般的なソフトウェアの能力を超えたサイズのデータ集合。ビッグデータには、ボリューム（volume、データ量）、速度（velocity、入出力データの速度）、バラエティ（variety、データ種とデータ源の範囲）がある。
ファサード	建築物の正面を指すが、実用上は建築物の全外周壁が対象となる。
フォトルミネッセンス (PL)	物質に光を照射し、励起された電子が基底状態に戻る際に発生する光、またはその現象をさす。太陽電池においては、フォトルミネッセンス強度が強いことは、太陽電池内部において再結合損失が少なく、発電性能が高いことに対応する。
フォトルミネッセンス検査 (PL 検査)	太陽電池製造工程で用いられる検査。太陽電池セルに光を照射して発光させ、特殊カメラで撮影し検査を行う。
ブチルゴム	合成ゴム的一种であり、太陽電池モジュールの周辺の封止に用いられることがある。
フーチング	建物の基礎にかかる荷重を分散するために基部を幅広くしたもの。
プラズマ CVD	高周波などを印加することで原料ガスをプラズマ化させることを特徴とする化学気相成長法（CVD）の一種。化学反応を活性化させるため、高周波などを印加することで原料ガスをプラズマ化させ、薄膜等を堆積させる方法。
フレーム	PV パネルを固定する枠。
プラズマ CVD	高周波などを印加することで原料ガスをプラズマ化させることを特徴とする化学気相成長法（CVD）の一種。化学反応を活性化させるため、高周波などを印加することで原料ガスをプラズマ化させ、薄膜等を堆積させる方法。
フレーム	PV パネルを固定する枠。
ベイズ最適化	機械学習を用いた最適化手法の一つ。多次元のパラメータ空間の最大値（最小値）などを効率的に探索する手法。
ヘテロ接合	異種材料の接合。例えば、単結晶膜とアモルファス（非晶質）膜との接合。
ヘテロ接合結晶系太陽電池	結晶シリコンとアモルファスシリコンで pn 接合を形成した結晶シリコン系太陽電池。高い電圧が得られて高性能が実現する。実用化されたものとして

	は、三洋電機が開発した HIT 太陽電池が代表例である。一般的な結晶系に比べれば、水蒸気浸入に弱いとされている。
ペロブスカイト太陽電池	Perovskite Solar Cell。ABX ₃ 構造を有する結晶の総称。A としてメチルアミン、B として鉛、X としてヨウ素を基本として構成された材料において変換効率の高い太陽電池が得られている。
ホール輸送層	発電層で発生したホールを抽出し、電極側へ輸送する層、および、それを形成するための材料。
ホットプレート	ワークの温度を精密に調整するための熱板を有する実験器具。
ボトムセル	タンデム太陽電池の裏面側最下層にある太陽電池セル。長波長光を主に吸収する。
マイクロ波光導電減衰法	パルスレーザーで半導体中に生成した余剰キャリアの再結合を、反射マイクロ波強度の減衰から観測し、キャリア寿命を求める手法。
マントルヒーター	ガラスなどの耐熱繊維で被覆した電熱線を、保温材で包み込んだ加熱、保温装置。
ミドルセル	三接合タンデム太陽電池のトップセルとミドルセルの間にある太陽電池セル。
メジアン	データの代表値のひとつ。平均ではなく中央値。
メタモルフィック成長	組成傾斜バッファ層を介して成長基板に対して格子定数の異なる半導体単結晶層をエピタキシャル成長する技術。
モジュール	配線材を用いて複数の太陽電池セルを直列に接続し、ガラスや高分子部材を用いて封止したもの。太陽電池パネルともいう。
モジュール変換効率	モジュールの受光面に入った太陽光と発電された電力の割合。
モノリシックモジュール	1 枚の基板上に太陽電池構成材料を層状に積層して作製したモジュール。
モンテカルロシミュレーション	ランダムに生成された入力によるシミュレーション。
ユースケース（商用車）	冷凍車やウィング車などの車種、高速走行や地場輸送などの運行パターン、運行時間帯などを指す。
ラウンドロビン	同一の試験体を順次複数の試験機関でブラインドテストして、各試験機関で同じ計測値が得られることを確認することで、試験方法や試験要件の妥当性を確認する手続き。
ラミネータ	熱圧接装置
リアクター	反応炉本体のこと。
リサイクル	Recycle。不要物等を再生、再資源化して使用すること。
リスクコスト	事前の事故防止・軽減のための費用、ならびに万一事故が発生した際の対応・修繕費用およびそれに備えた損害保険等のリスクファイナンス費用の総体。
リユース	Reuse。一度使用されたものをそのまま再び使用すること。
レジリエンス	元々は心理学用語だが、最近では、自然災害などに対する柔軟性、回復力という意味で用いられる。太陽光発電システムや EV など、レジリエンス面でも注目されている。
合わせガラス型	2 枚のガラスにより構成された太陽電池。
逸脱幅	信頼区間幅に実績が含まれていない時刻の幅の大きさの平均値。
衛星コンステレーション	比較的安価・小型の人工衛星を軌道上に多数（数十～数百基）配置し、一連の観測体制を構築することで、従来と比較して高頻度（毎日もしくは一日複数回）の衛星観測を実施する観測システム。
塩化ガリウム	ガリウムの塩化物。一塩化ガリウム、三塩化ガリウムなどが存在する。
遠隔監視システム	太陽光発電設備に設置し、少なくとも発電電力量を含む発電データを計測し、計測したデータを WEB 上で可視化するとともにダウンロードして取り出

	しする機能を具備したシステム。
応力	外力を受けた部材内部に発生する内力のこと。
温度サイクル試験	IEC61215 に定められた、85℃と-45℃の温度変化を一定周期で一定回数与える試験。試験後の出力低下 5%以下であれば合格。
開口行列（移動体における）	移動体局所座標系を基準とする仰角、相対方位角毎に天空が開口している確率を行列として表現したもの。
外部発光量子効率（ERE）	素子に注入された電子と正孔の数に対する、素子の外部まで取り出すことができた光子（フォトン）の数の割合。
外部量子収率（EQE）	太陽電池が吸収した光が電流に変換され、実際に外部に取り出せる割合。
開放電圧（Voc）	太陽電池セル・モジュールの出力端子を開放した時の両端子間の電圧。
界面制御	材料界面に導入される単分子層レベルの修飾。修飾により界面のエネルギーレベルや疎水性等の物性が変化する。
外来事故	太陽光発電設備に内在する故障等の事由によらない、自然災害等の外来事由による事故。
化合物太陽電池	III-V 族化合物半導体から成る太陽電池。
過剰適合	機械学習モデルが訓練データに対して過剰に適合することで、未知のデータを適切に予測できなくなる現象。
加速試験	屋外環境よりも厳しい条件を実現する環境槽内に太陽電池を設置して行う劣化試験。
架台	太陽光発電モジュールを取り付けるための支持物。
簡易ダブルスキン	ダブルスキンは二重に仕切られた外壁であり、断熱性や遮光性及び快適性の向上に寄与する効果があるが、簡易ダブルスキンは、既存の外壁の外側又は内側に配置する簡便な仕切り材等を加えることで、ダブルスキンと同程度の効果が得られる構法。
機械学習	コンピューターに大量のデータを入力しパターンや規則性を見つけ、予測や判断の精度を向上させる技術。
基礎	直接基礎と杭基礎とを総称したもの。
基板再利用	エピタキシャル成長層を剥離した後の単結晶基板を次のエピタキシャル成長に使用すること。
逆型構造	受光面から見て、透明電極層/ホール輸送層/ペロブスカイト層/電子輸送層/電極で構成されるペロブスカイト太陽電池構造。
強制アーク発生法	本事業にて新規開発した技術。発電中の太陽電池モジュールの欠陥部に治具をあてることにより、アークを強制的に発生させる（継続発生させる）技術。本技術により、極めて発生確率の低いモジュール発火の再現に初めて成功するとともに、モジュール発火リスク評価法の新規開発につながった。
局所座標系（移動体における）	移動体の任意の一点を原点とし、移動体と一緒に動く座標軸で定義した座標系。これに対し、従来太陽光発電で使われていた座標系は、地表面に固定された座標系（地表面絶対座標系）。
曲線因子（FF）	最大出力を開放電圧と短絡電流との積で除した値。
曲面太陽電池	平面ではない太陽電池。少なくとも出力に関する全ての太陽電池の公式や計測方法は、太陽電池が平面であることを前提としているため、曲面を持つ太陽電池に適用できない。乗用車の屋根は曲面であるため、車載太陽電池の評価・計測目的には新たに試験方法や発電モデルを再構築する必要がある。さらに、平面太陽電池では屋外での発電出力は屋内にてソーラーシミュレータで計測された発電出力と原則一致するが、曲面太陽電池では本質的に両者は一致しない。そのため、適切な屋外発電モデルの開発が必要となる。
曲面モジュール	曲面形状の太陽電池モジュール。乗用車などの曲面上への設置が可能。
近赤外領域	可視領域の長波長側から赤外領域の波長域（800-2500nm）。

杭	基礎杭に架台を連結して、架台からの荷重を、杭を介して地盤に伝える形式の基礎。
空乏層	PN 接合を形成した際にできる電気二重層によりキャリアが排他された層（領域）。
区間幅	信頼区間上限値と下限値の差の平均値。同じ滞在率であれば区間幅が狭いほど品質が高い。
雲物理過程	大気中において雲がどのように形成され、成長し、降水をもたらすかを説明するプロセス。
経年監視	sPR により発電低下の経年傾向を把握すること。
結晶シリコン太陽電池	太陽電池セルが結晶シリコンの無機質である太陽電池。
建材一体型太陽電池 (BIPV)	建材一体型太陽電池モジュール及び太陽光発電システム。屋根、壁面、天窓、ファサードなど、建物の外皮にある建築材料と一体化したもの。修理、交換が容易でないケースが多く、より高い安全性が要求される。
原子層堆積	ガス原料を交互に供給し、1 層ずつ制御して薄膜を形成する方法。
高温高湿保存試験	JIS61215 で規定された、設置環境の高温多湿状態による耐久性を確認する加速試験。
高温光誘起劣化 (LETID)	太陽電池モジュールの温度が 50 度を超える高温環境において出力が低下する現象。
国際エネルギー機関・太陽光発電システム研究協力プログラム	IEA の枠組みにおける技術協力プログラム (TCP) のひとつで、1993 年に制定された。IEA PVPS の使命は、「国際協力を推進して持続可能なエネルギー・システムへの転換における太陽光発電の礎石としての役割を促進すること」である。(IEA PVPS) (IEA Photovoltaic Power Systems Program (PVPS))
固有振動数	駆動力や減衰力を受けずに外乱を受けたときに励起される自由振動の振動数。
再結合	表面や欠陥によって電子・正孔が消失する現象。
三段階法	CIS 光吸収層の製膜手法の一つ。真空蒸着法を改良した製膜手法。
散乱日射量	大気成分により散乱・反射して天空の全方向から届く太陽光の散乱日射を、水平面で受けた単位面積あたりの散乱日射エネルギー。
時間帯別 PCS 間比較指数	一の発電所における同一時間帯の複数 PCS の発電電力量の 30 日移動平均の相対値。
自己組織化単分子膜	Self-assembled monolayer (SAM) 自己組織化により配向が揃った有機系単分子膜。
事故ハザード	自然災害等の外来事由に際して、実際に事故を生じせしめる太陽光発電所に内在する危険事情。
遮蔽行列 (移動体における)	移動体局所座標系を基準とする仰角、相対方位角毎に天空を構成する面素が日影となっている確率を行列として表現したもの。 (開口行列) + (遮蔽行列) = (全要素がすべて 1 となる行列)
需給一体型	供給(発電)と需要(電力消費)を一体とした 太陽光発電システム。自家消費(電力消費)を組み込むことにより系統コスト増抑制などのメリットが見込め、経済産業省も需給一体型への移行を推進している。
順型構造	受光面から見て、透明電極層/電子輸送層/ペロブスカイト層/ホール輸送層/電極で構成されるペロブスカイト太陽電池構造。
蒸着法	真空中で金属等を蒸発させて、基板表面にその材料の薄膜を形成する方法。
順構造	受光面から見て、透明電極層/電子輸送層/ペロブスカイト層/ホール輸送層/電極で構成されるペロブスカイト太陽電池構造。
真空ラミネータ	熱板上に置かれた太陽電池モジュール部材の積層体に真空中で圧力をかけて圧着する装置。
親水性コート	表面が水をはじかず水滴を作らない(濡れやすい)性質を有する被膜。

信頼水準	統計的な推定において、どの程度の確信を持って推定結果を信じることができるのかを示す指標。
信頼度情報	予測結果の確からしさを示す情報。
推論計算	訓練済みの予測モデルを用いて、新しいデータに対する予測を行うプロセス。
数値表層モデル	地表面に存在する物体（建物、樹木など）を含めた地形の高さを数値化したデータ。Digital Surface Model
制振性能	振動を減衰させたり増幅させない構造上の性能。
正孔輸送層	太陽電池の構成部材の一つで、正孔を選択に通過させるための層。
成膜装置	薄膜を形成する装置。主に半導体用途に用いられる。
世界気象機関	国連の専門機関の一つ。世界の気象業務の調和と統一のとれた推進に必要な企画・調整活動を実施。
赤外吸収スペクトル	赤外線の吸収スペクトル。化合物の結合の種類に応じて吸収波長が異なるため、分析手段となる。
赤外反射黒バックシート	外観は黒色で太陽電池モジュールの意匠性を高めることができるが、赤外光を反射し有効活用可能なバックシート。
接合界面	光吸収層とバッファ層の界面。
接触角	固体表面に液体を滴下した際に生じる液滴の接線と固体表面がなす角。
大気暴露試験	開放及び遮へい大気環境下で材料及び製品を暴露して、それらの化学的性質、物理的性質及び性能の変化を調査する試験。
太陽光発電	Photovoltaics (PV)。太陽光のエネルギーを直接電気エネルギーに変換する発電方式。光電効果を利用した太陽電池を用いるのが一般的である。
太陽光発電システム	太陽電池パネルで得た電気を、パワコンを経て自家消費又は系統連結して利用する電力システム。
太陽光発電 (PV) 保守・リサイクル推進協議会	2030 年代から加速度的に増加すると想定されている廃棄太陽電池モジュールのリサイクルの促進に向けて、福岡県が設立したもの。 太陽電池モジュールの保守・メンテナンスにより排出された少量かつ広域に点在して発生する廃棄太陽電池モジュールを効率的に回収し、リサイクルを促進することを目的として、2018 年に設立した協議会。
太陽光発電モジュール	配線材を用いて複数の太陽電池セルを直列に接続し、ガラスや高分子部材を用いて封止したもの。太陽電池パネルともいう。
太陽電池セル	太陽光発電に用いる太陽電池の構成要素最小単位。
太陽電池パネル	複数の太陽電池セルを直列に接続し、ガラスや樹脂等で封止したもの。太陽電池モジュール。
太陽電池モジュール	太陽電池セルまたはサブモジュールを耐環境性のため外囲器に封入し、かつ、規程の出力をもたせた最小単位の発電ユニット（JIS C 8960 より）。
滞在率	実測値が信頼区間内に含まれる割合。信頼水準に近いほど信頼区間予測値の品質が高い。
多接合太陽電池	光の利用波長領域が異なる太陽電池を複数積層した太陽電池。
単接合太陽電池	PN 接合などの接合を一つ有した従来型の太陽電池。
短絡電流 (Isc)	太陽電池セル・モジュールの出力端子を短絡した時の両端子間に流れる電流。
短絡電流密度 (Jsc)	光照射状態にある太陽電池の電極を短絡した時に流れる電流値をその面積で除した値。
地理情報システム	地理空間に関するデータ（建物の位置、道路の形状、日射量、標高、土地利用等）を収集・管理・分析・可視化するための情報システム。Geographic Information System
地表面過程	気象の数値予報モデル内で地表と大気の間での熱・水分・運動量の交換を扱う過程。地表面温度や蒸発量、土壌水分などを計算し、気象の地表付近の状

	態を予測するために用いられる。
中間バンド	半導体材料のバンドギャップ中にエネルギーバンド(中間バンド)を作り込んだ状態。
直達日射量	太陽光線に対して垂直な面で受けた単位面積あたりの直達日射エネルギー
直結型／サブエンジン型	オルタネータを駆動するエンジンの違い。直結型はオルタネータがメインエンジンに直結、サブエンジン型は専用のエンジン（サブエンジン）でオルタネータを駆動する。一般的には直結型の方が PV 導入効果は大きい。
電子親和力	真空準位から半導体の伝導帯の底までのエネルギー差。伝導帯は電子が流れるため、電子が伝導するエネルギー領域がどこにあるかを示す。
等価回路	交流インピーダンス測定の結果から考えられる反応場の電気回路のこと
凍結深さ	冷却される地表面から地盤中の 0℃の等温面（凍結線）までの距離。
凍上	地盤が凍結する過程で、地盤中に発生したアイスレンズの成長によって、地盤が膨張すること。
透明電極	高い可視光透明性と電気導電性を併せ持つ材料である透明導電体を用いた電極。
独立基礎	単一柱からの荷重を独立したフーチングによって支持する基礎。
曇天指数	(1-日射強度／快晴時日射強度) で計算される量。雲の厚さを表す。0 に近い程快晴 に近く、1 に近い程雲が多く日射が小さい。
日射スペクトル	波長別の日射強度。太陽から降り注ぐ日射エネルギーは波長毎に強さが異なる。一般に用いられる日射量は全ての波長域の日射強度を積分した値である。
日射熱取得率	建物に流入する日射熱の割合を表す建物開口部の遮熱性指標。夏場の冷房期には、日射熱取得率が低い方が室内に熱が入りにくく、冷房効率が向上する。
熱衝撃試験	太陽電池モジュール等の試験体が周囲温度の変化にどのくらいの耐性があるかを確認する環境試験のひとつ。試験体に対して繰り返し急激な温度変化を加える。
波長セクター	特定の波長、波長幅で光を取り出す光学デバイス。
撥水性コート	表面が水をはじき水滴を作る（濡れにくい）性質を有する被膜。
発電効率	発電電力量を日射量で除した値のこと。
発電阻害要因	太陽光発電設備について、通常の経年劣化を超えて発電を低下させる要因（気象要因を除く）。
発電電力量解析	遠隔監視システムから取得する発電電力量等のデータについて、発電の傾向を視覚化または数値化するために行う解析。解析には、気象情報等を用いても良い。
（車体）被覆率	(セルの面積の総和) ／ (車体、例えば屋根の表面積)
微分幾何学（曲面太陽電池における）	曲面の性質を微分を用いて表現した幾何学。曲面を微少な平面（面素）の集合と見なし、その法線ベクトルの内積や外積で用いて曲面の光学的性質を記述し、太陽電池の発電出力を算定する。
表面パッシベーション	半導体素子の表面保護膜を作成する工程。
封止	太陽電池セルならびに配線をモジュール構成材料（ガラス、フィルム、中間膜など）で封じ込めること。
封止材	太陽電池モジュール内にセルを固定するための高分子部材。一般的には、エチレン-酢酸ビニル共重合体 (EVA) を用いる。
不均等な日影	JIS を始め、一般に太陽電池の発電出力や発電量は均質な青空からの散乱光を想定して計算される。日影を避けて設置される従来型固定設置の太陽光発電システムではこの仮定で十分高精度に発電出力や発電量が得られるが、自由に走行する移動体に搭載した太陽電池では、周辺建物など日影環境が時々

	刻々変化するため、直射日光の有無や散乱光の角度分布が複雑に作用し、これを前提とした計算方法でないと発電出力を予測、あるいは評価することができない。
不純物	結晶中に混入している微量元素。
部分凝結過程	気象の数値予報モデル内で水蒸気が凝結して雲粒や降水粒子になる過程を表現する物理過程の一つ。日射量に影響する雲の形成をシミュレーションするために重要。
部分日影	モジュールの一部が日影になった状態。移動体太陽電池は街路樹などにより、日射計で計測された日射強度は十分に高くても、モジュールの一部が日影となることにより出力が下がることもある。
分位点回帰	回帰手法の一種で、データの平均ではなく、特定の分位点（パーセンタイル）を予測する回帰手法。
分光感度	太陽電池の入射光波長ごとの変換効率。太陽電池出力の入射光波長依存性を表した特性で、短絡電流の入射単色光入力に対する比。なお、単位は A/W または相対値（相対分光感度）で表す。
変換効率	最大電力を太陽電池セル・モジュール面積と放射照度との積で除した値。
防汚コート	太陽電池モジュール表面に汚れを付着しにくくすることを目的に形成される被膜。
放射過程	気象の数値予報モデル内で大気や地表からの放射（赤外線や太陽放射）の吸収・放出を扱う物理過程。エネルギー収支などを正確に再現するために、数値予報モデルに組み込まれている。
無ドーパ HTM	酸化剤や Li 塩などドーパ剤フリーなホール輸送材料
融解プラトー	超高温定点黒体炉において、融解・凝固の潜熱のため凝固点において温度変化がない平坦部。
有機系太陽電池	有機半導体で pn 接合を形成する太陽電池。最近では効率も 10%を超え、早期の実用化が期待されているが、水蒸気浸入に弱いとの欠点もある。
予定損害率	損害保険会社が、個々の保険商品の保険料算出方法の決定に際し、その基礎として予め見込む損害率（発生保険金／既経過保険料）。
両面受光太陽電池	表面、裏面両方からの光で発電する太陽電池。

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1. アウトカム達成までの道筋

1.1.1. アウトプット目標

従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所が必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発すること、および推定発電量による市場導入検討で、太陽光発電の新市場の創出につなげる。具体的には移動体や、重量制約のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入では課題がある場所での基盤技術について、研究開発を促進し上記の目標を加速した。

併せて既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。更に上記の分野に資する共通基盤技術を開発した。

1.1.2. アウトカム目標

新市場創出に向けた太陽光発電の技術開発によって、2050年時点での国内累積導入量として、約320GW（うち新市場約170GW※）、太陽光発電によるCO₂排出量削減（系統電源との比較）として、約110百万t／年（うち新市場約60百万t／年）を推計した。

※重量制約のある屋根、建物壁面、移動体（車載）、営農、水上の合計

また、太陽光発電の長期安定的な技術開発により、2030年時点で導入が予想される小規模発電設備（50kW以下）を中心とした発電設備20GWの導入量維持（2018年12月時点の50kW以下発電設備のFIT認定容量）が期待される。

さらに、太陽光発電設備のリサイクル技術開発によって、約510万tの埋立処理量の削減（2030年までに導入される設備64GWを対象として試算）が期待される。

1.1.3. アウトカム達成までの道筋

開発した技術については、太陽光発電分野だけでなく、新市場に関連する分野とも情報共有が図れる様にNEDOの報告会や展示会で積極的に宣伝し、成果普及に努めた。また、IEAPVPSを活用し、IECTC82（太陽光発電）との連携を図り、技術の促進を図った。

また、安全ガイドライン、リサイクル技術、太陽光発電による調整力技術については、経済産業省や環境省が実施する法規制や社会システムの検討・整備において、成果を共有し、実用化・事業化を促進させた。

1.1.4. 研究開発の内容

上記目標を達成するために、研究開発を実施した。契約形態に関する負担率の考え方は以下に記載する。

- ・ 異業種との連携や新たな技術開発が必要な「基盤技術開発」については、大学・究機関においては委託事業で実施する。ただし、大学・研究機関の単独実施については共同研究事業（NEDO負担率：2／3）で実施する。企業については、実用化を見据えた開発とするため、研究開発の内容によって、応分の負担を設け共同研究（NEDO負担率2／3、もしくは1／2）で実施する。
- ・ 実証事業については、助成事業（NEDO負担率1／2）とする。
- ・ リサイクル技術開発においては、現時点で廃棄量は少なく2030年までは市場性と結びつけることが困難であるが、実用化を見据えた開発とするため、応分の負担を設け共同研究（NEDO負担率2／3）で実施する。

- ・ 今後整備される需給調整力市場の運用に幅広く活用されるような短時間の日射量予測、および市場（移動体等）を想定した発電量推定に関しては公共性の高い事業であるため、委託事業として実施する。
- ・ 同じく需給調整力市場の運用に幅広く活用される太陽光発電の調整力創出については、2020年度に実施するフィージビリティスタディ（F S）では委託事業とし、その後の2021年度以降の実証フェーズにおいては、大学・研究機関は委託事業とするが、企業については前項同様に応分の負担を設け共同研究事業（NEDO負担率2／3、もしくは1／2）で実施する。
- ・ 安全性等のガイドラインや太陽電池の国際標準化に資する試験・評価方法においては、公益性が高いものの、研究開発成果が直接的に市場性を結びつかない公共性の高い事業であるため、委託事業として実施する。
- ・ また、動向調査は国内外の技術開発動向、政策動向や導入に向けた課題等を把握し、技術開発の方向性や分析評価手法等の判断に活用するため、委託事業として実施する。

1.2. 知的財産・標準化戦略

1.2.1. 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとした。なお、研究開発開始段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施した。

1.2.2. 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用した。

1.2.3. 標準化等との連携

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準規格への提案やガイドライン作成等を行った。

2. 目標及び達成状況

2.1. アウトカム目標及び達成見込み

- ・新市場創出による太陽光発電の累積導入量：2050 年約 320GW（うち新市場 約 170GW）
- ・太陽光発電による CO2 排出量削減： 2050 年約 110 百万 t／年（うち新市場約 60 百万 t／年）

2025 年 3 月に発表した「太陽光発電開発戦略 2025」においても太陽光発電のポテンシャルや導入見通しの傾向は変わらず、耐荷重の小さい屋根や壁面などの新市場はさらに拡大する見通し。市場毎に求められると考えられる性能（発電コスト、変換効率、耐久性、意匠性など）を有する太陽電池を開発し、見通しを得た。次世代型太陽電池の普及拡大に向け、ペロブスカイト太陽電池に関する一部テーマを GI 基金事業へ移管することで、量産化を目指した開発が加速。

一方で、様々な環境での実証が進むことで、新たなニーズが判明する可能性がある。また、開発した技術を実用化するため、継続的な開発が必要。世界での次世代型太陽電池の開発が激化、シリコン太陽電池をベースとした太陽電池開発は中国企業がリードしており、日本が優位性を確保できるかが課題。

- ・リサイクルによる埋め立て処理量の削減：約 510 万 t

太陽光発電設備のリサイクル義務化に向けた法制化議論中であり、リサイクルの重要性は益々増加。

一方で、リサイクル技術が確立した場合も、リサイクルの法制化がとん挫した場合、現状ではリサイクルせず埋立処理したほうがコストが低いため、リサイクルが広まらない恐れがある。

- ・2030 年までに導入された小規模発電設備（50kW 以下）の導入量維持：20GW の導入量維持

自然災害による太陽光発電設備への被害や地域共生などの課題が顕在化。設置場所に応じた設置施工の安全ガイドラインを作成・公表。

一方で、太陽光発電の広がりにより、新たな設置環境で安全面の懸念が生じる可能性がある。

2.2. アウトプット目標

研究開発項目として、以下の四項目に分け、それぞれにテーマを設け最終目標を設定した。

- ・研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発
- ・研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発
- ・研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発
- ・研究開発項目Ⅳ：動向調査等

2.2.1. 研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発

2.2.1.1 フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）

a) 超軽量薄膜系太陽電池の開発

- ・架台を含めたモジュール重量 3 kg/m^2 以下
- ・ 30° 以上の大面積フィルムモジュールで変換効率 23% 以上
- ・製造コスト 15 円/W 以下の見通しを得る。
- ・屋外曝露 15 年時点での初期変換効率に対する低下率 10% 以下

b) 軽量フレキシブル結晶系太陽電池の開発

- ・架台を含めたモジュール重量 5 kg/m^2 以下
- ・モジュール変換効率 28% 以上
- ・製造コスト 40 円/W の見通しを得る。

2.2.1.2 壁面設置太陽光発電システム技術開発

a) 壁面設置太陽光発電システムの技術開発（非開口部、開口部）

①非開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・壁面を想定した設置形態（東南西面への設置）で発電コスト 14 円/kWh 以下を達成する要素技術を確認する。
- ・建築物としての寿命 40 年以上を達成する要素技術を開発する。
- ・面内の色調が均一なモジュールで変換効率 20% 以上を達成する。

②開口部向け壁面設置太陽光発電システムの場合）

- ・壁面を想定した設置形態（東南西面への設置）で発電コスト 16 円/kWh 以下を達成する要素技術を確認する。
- ・半透明モジュールで可視光透過率 20% 以上、変換効率 13% 以上の性能を達成する要素技術を開発する。
- ・窓の代替として用いる際の性能について、 20 年相当の寿命を確認する。

b) 壁面設置基盤技術開発

- ・評価・技術基準案等を 3 件以上作成する。

c) 太陽光発電システム壁面大量設置実証

- ・建築物の壁面へ太陽光発電システム設置前後での環境性能、発電性能を評価し、その効果を広く公開する。

2.2.1.3 移動体用太陽電池の研究開発

a) 超高効率モジュール技術開発

- ・モジュール効率35%以上(30cm×30cm)
- ・上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った3D曲面モジュール(曲率半径1mを含む)
- ・実用サイズの複数枚処理装置(4インチ以上)においてモジュールコスト200円/W(量産時GWレベル)を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の実証。

b) 次世代モジュール技術開発

- ・モジュール効率30%以上、3D曲面(球面曲率半径1mを含む)。
- ・モジュール価格：70円/W

c) 多接合等を対象とした太陽電池の開発

①多接合型の変換効率

- ・セル効率28%以上
- ・ミニモジュール効率(10cm×10cm程度)にて26%以上
(汎用的なSi太陽電池の1.2～1.3倍程度)
- ・既存の太陽電池からの置き換え、適地拡大を見据え20年相当の寿命を確認する。

②透過率と変換効率のトレード・オフ

- ・ミニモジュール(10cm×10cm程度)で可視光透過率20%以上、効率13%以上
- ・既存の太陽電池からの置き換え、適地拡大を見据え20年相当の寿命を確認する。

2.2.2. 研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発

2.2.2.1 安全性・信頼性確保技術開発

a) 安全性に係る基盤整備

①安全ガイドラインの策定(傾斜地設置型、営農型、水上設置型)

- ・実証試験と調査、シミュレーションの結果に基づき、設置環境の多様化に必要となる新たな裏付けを加えて発行する。またガイドライン等の技術指標を作成し実証試験を行い、普及を図る。
- ・新市場分野(壁面等)など導入拡大が想定される設置形態のガイドライン策定に向けた検討を行う。

②機器設置に関する基準類、ガイドラインの策定

- ・ガイドライン等の技術指標を作成し実証試験を行い、普及を図る。
- ・発行、公開とセミナー等の実施を通じて、発電事業者の利用を促進する。

b) 信頼性評価技術、信頼性回復技術の開発(2024年度)

②-1 信頼性評価技術(構造・電気)

②-2 信頼性回復技術(構造・電気)

開発した技術の実証を行い、その結果を受けた改良により実用性と採算性を確立する。小規模発電設備（50kW未満）における評価結果をもとに普及計画を立案し実証を行うと共に、セミナー等を行い、普及を図る。

2.2.2.2 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

実モジュールサイズの実証プラントを構築し、連続運転で以下の性能を満たすこと。

- ・分離処理コスト3円/W以下の分離技術であること。
- ・資源回収率80%以上の分離技術であること。

太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発し以下の条件を満たすこと。

- ・太陽電池モジュールから分離する技術を開発すること。
- ・太陽電池モジュール由来のガラスやセルシート等をマテリアルリサイクルできること。

2.2.2.3 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

経済合理性を前提として、需給調整市場の応動・継続時間の要件（一次から三次調整力）に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムを構築する。また、構築したシステムを用いたデータ収集から、調整力創出に係る課題を抽出し、三次調整力②の要件適合性を確認することにより調整力創出の実現可能性を示す。

2.2.3. 研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発

2.2.3.1 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

新型太陽電池等について、その設置形態環境・形状を考慮した屋内屋外測定技術を確立し、海外主要研究機関の測定技術との国際整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度 $\pm 0.5\%$ （1 σ ）以内を目指す。屋外環境下においては精度 $\pm 1.0\%$ （1 σ ）以内を目指す。性能評価技術の標準化に取り組む。

2.2.3.2 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発

1km四方程度のエリアを想定した数時間先の発電量の予測に向け、想定エリアの日射量予測情報を提供する技術を開発する。

2.2.3.3 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

現在から翌日および翌々日程度先の日射量を予測する技術開発において、日射量予測の最大誤差を20%以上低減することを目指す。

2.2.3.4 PV搭載EVシステム設計技術の開発

太陽電池搭載EVの各種ユースケースにおける走行・利用実証試験による実データの収集と、そのデータから車載太陽電池の発電電力量推定技術およびEV電力消費・充放電シミュレーション技術を開発する。

2.2.3.5 P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発

太陽電池を搭載した内燃機関商用車の各種ユースケースにおける利用・走行実証試験による実データの収集と、そのデータから、車載太陽電池の発電量推定技術および燃料消費低減効果推定技術を開発する。

2.2.4. 研究開発項目Ⅳ：動向調査等

2.2.4.1 移動体用太陽電池の動向調査

今後の移動体用太陽電池の技術開発に資する分析、検討をまとめる。

2.2.4.2 リサイクル関連の動向調査

- a) リサイクルに関わる調査結果を、太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発へフィードバックする。
- b) 各研究開発テーマからの評価に必要なデータを収集し、評価を行うとともに評価結果を各研究開発テーマへフィードバックする。

2.2.4.3 太陽光発電の動向調査

- a) 今後の技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する情報をまとめる。
- b) P V P Sでの活動を踏まえ、定期的な情報発信を行うと共に分析、検討をまとめる。
- c) 技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する調査結果をまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックを行う。

2.2.4.4 規制に関する動向調査

従来型太陽電池に係る規制の状況および動向、ペロブスカイト太陽電池を中心とする次世代型太陽電池に係る規制等の動向に関する調査と、次世代型太陽電池に関する国・地域別の規制等の動向、次世代型太陽電池に関する用途別の規制等の動向の分析を行う。

2.3. アウトプット達成状況

研究開発項目ごとの達成度を以下に記す。

2.3.1. 研究開発項目（I）：太陽光発電の新市場創造技術開発

2.3.1.1 フィルム型超軽量太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）

1) 多様な基板上で実現可能なC I S太陽電池高効率化要素技術の研究開発

事業前半においては、出光興産製試料の分析評価を実施し、新型デバイス（東北工場製金属基板試料MP-4）開発における制限律速要因の解明と改善指針の提案を実現できた。数値目標については、出光興産中止後の事業後半に追加された複数の項目において、10cm角程度の超軽量ミニモジュール変換効率のみ目標に届かなかったものの、それでも同型デバイスの世界最高効率の達成に成功し、その他の最終目標については、 $ERE > 0.5\%$ の達成、架台を含めた重量 $\leq 3\text{ kg/m}^2$ の達成、曲線因子 $\geq 83\%$ の達成、タンデムボトムセル用狭禁帯幅C I G S太陽電池の変換効率 $\geq 19\%$ を大きく上回り達成（効率21.2%達成）、などに成功し、多くの成果を得ている。

2) ヘテロ界面制御による新型バッファレスC I S太陽電池の開発

複雑化するバッファ層の工程を削減、低コスト化に寄与するためにバッファレスC I S太陽電池を作製した。出光興産の光吸収層を用いてバッファ層製膜を伴わないアンモニア水、温水処理により太陽電池を作製したところ変換効率18.6%を達成、最終目標は達成しなかったもののバッファレス太陽電池の可能性を示した。また量産化に適したMOCVD法による低電子親和力ZnGeOを開発、n層一体型ZnGeO（表面Cd処理有り）により変換効率11.6%を達成、新規低電子親和力材料の開発に成功した。

更に裏面Mo電極をモデル化、裏面再結合電流成分がFFの制限要因であることを示し、電流成分を再結合電流からトンネル電流へと改善することにより変換効率が向上することを示した。更に新規太陽電池の解析手法としてベイズ最適化を開発した。さらに設計指針に基づいてボトムセルを作製、東京都市大学との協働によりペロブスカイト/C I S 2端子タンデム太陽電池にて変換効率21%を達成した。

3) C I S太陽電池のドライプロセスによる高品質接合界面構造の開発

出光興産製C I S試料に対して表面の酸化処理を適切に施すことで、無処理の場合と比較して界面再結合速度を約1/6に低減できることを実証した。これは、デバイス内の各位置（界面・空乏層・バルク）におけるキャリア再結合を定量化できることを示した成果であり、キャリア再結合損失を抑制するための基盤技術として重要であり、高効率化に資する要素技術である。

産総研製のC I S試料を用いた実験により、ZnMgOバッファ層におけるMgの組成比の最適な範囲を明確化した。これは、C I S系太陽電池の材料設計においてさらなる性能向上を実現するための知見を提供するという成果であり、今後の高効率化設計に資する要素技術として重要な意義がある。

高耐久化の実証に関しては、フレキシブル化に対応可能なフィルムを用いたセル封止技術を開発し、85℃・85%RHの高温高湿環境下における加速試験において、1,500時間以上の試験後も初期出力の94%以上を維持することに成功した。またペロブスカイト/C I Sタンデム太陽電池の実現に向けて、ペロブスカイト層の分解を促進しないIn系酸化物透明電極の開発を行った。ガラス基板上におけるMAPbI₃の分解挙動と同様の安定性を有するIn系酸化物透明電極の開発に成功した。

4) 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの技術開発

ペロブスカイト層上下表面の独自の構造修飾法を開発し、界面に双極子を発現させることで、取り出す電圧が最大化できることを見出した。ボトムセル用デバイスとして23.6%（世界最高効率、VOCロス0.34 V）を達成し、本手法はワイドバンドギャップセルも含めた一般性の高い手法として世界中で用いられている。

また独自の単分子正孔回収材料として多脚型分子（PATAAT）を開発し、これを用いることで、FFは0.83を超えるなど太陽電池の高性能化が実現できることを見出した。我々の材料は、電荷回収材料の分子設計の新潮流をもたらした成果として高く評価されている。これらの開発した材料と技術を用いて、オールペロブスカイトタンデムでは、2端子2接合型で光電変換効率が29.7%（世界最高値、認証値29.26%）、1 cm²の3接合セルでも28.4%（認証値27.28%）を得た。さらに、4接合型の作製まで世界で初めて実証し、4.94 Vもの電圧と27.9%の光電変換効率を得た。透明型ペロブスカイトモジュールも作製し、これをトップセルに用いてSi太陽電池と組み合わせた4端子型デバイスでは、小型セルで30.4%、21.6 cm²のモジュールで28.9%の光電変換効率を達成した。

5) 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発

事業期間前半で、フィルム基板小面積セル効率23%など単接合セルの中間目標を達成の上、グリーンイノベーション基金事業に引き継いだ。期間後半で、効率26.8%のタンデム太陽電池のトップセル・ボトムセルを改良し、合計で効率3%向上を果たし、効率30%の要素技術を達成した。

2.3.1.2 壁面設置太陽光発電システム技術開発

1) 壁面設置（非開口部）タンデム太陽電池モジュールの開発

トップセルのワイドギャップ化による開放電圧向上、新規界面材料の適用による中間電極に対するペロブスカイト溶液の塗れ性の改善とそれにとまなうペロブスカイト層の欠陥低減により、2端子ペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池で変換効率31.3%を達成し、最終的には受光面積1 cm²のタンデムセルを用いた5 cm角モジュールで変換効率28.8%を達成した。

また防汚コートの信頼性・優位性を屋内外試験で確認し、屋内の高温高湿試験では、1000時間経過後において、SiO_x系親水性防汚コート、TiO₂系光触媒撥水性コートのいずれも接触角を概ね維持し、剥離も生じず、光透過率の低下も5%以内であることを確認した。鹿児島県工業技術センター屋上に設けた屋外実証サイトでの試験では、2021年5月の試験開始から2024年11月末までの発電量の積算値が、防汚コートを施した場合、未コートと比較して7～9%程度多いことを確認した。

2) 開口部向けペロブスカイトBIPVモジュールの開発

高効率化技術としては、ペロブスカイトタンデム太陽電池技術の開発を行い、0.1 cm²のセルで変換効率25.0%、10 cm角のミニモジュールで変換効率21.7%を確認し、窓面設置における出力低下を補う高効率化の可能性を実証した。半透明モジュール開発では、レーザー加工によるダメージ無く半透過加工が可能なプロセスを開発し、従来の結晶シリコン太陽電池では実現が困難な、窓面に適用可能な意匠性の高い半透明モジュールを実証した。

高耐久化技術としては、IEC61215の品質要求事項の中で主要な4項目（高温高湿、光照射、温度サイクル、UV照射）において顕著な劣化無きことを確認した。

本プロジェクトで得られた成果を活用し、2023年8月よりモデルハウスのバルコニーにて、ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の実証開始、一年間以上の試験で顕著な劣化無き事を確認した。実証は国内初の試みであり、太陽電池業界のみならず、建築業界に対しても高い注目と期待を獲得した。

3) 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発

非開口部太陽電池モジュール外観制御技術開発について、太陽光発電開発戦略（NEDO PV Challenges）の計算方法に基づき、40年使用時、発電コスト 14円/kWh 委下を達成、色調均一性を有するカラーモジュールにおいて、カラー化による出力低下率を抑制し、セル変換効率23%を使用したサイズ最適化構造で変換効率20%を達成した。非開口部太陽電池モジュール長寿命化技術開発については色調均一化モジュールの信頼性試験において、40年以上の寿命を確認した。

非開口部太陽電池モジュール可換性設計技術開発は既設建築物に実装されているサッシ及び窓を活用し、可換性実証を行い、建築用ガラス施工と同様の手法、コストで交換可能であることを確認した。電器設備としての維持管理コストはダイオードを分離させる構造とすることで、点検を容易にし、地上設置時のコストと同等以下となることを確認した。開口部太陽電池モジュール出力向上要素技術開発については、太陽光発電開発戦略（NEDO PV Challenges）の計算方法に基づき、40年使用時、発電コスト16円/kWh 以下を達成した。透過率20%の半透明モジュールを開発し、変換効率13%を達成した。

4) 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定

壁面設置太陽光発電システムの普及促進に寄与する目的で、壁面設置太陽光発電システムの5つの活動テーマに取り組み、各成果を以下に示す5つの文書（3つの公開文書と2つの非公開文書）にまとめることで、事業目標を達成した。

- ・テーマ① : 壁面設置PVの設計ガイドラインの策定
- ・テーマ②-1 : 壁面設置PV能評価技術の開発とガイドライン策定
- ・テーマ②-2 : 壁面設置太陽光発電システムの発電量評価のガイドラインの策定
- ・テーマ③ : 壁面設置PVのための安全性調査
- ・テーマ④ : 壁面設置PVの社会受容性向上のための方策（IEA PVPS Task15 への参加）

5) デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向けBIPVシステムの実証

PVロールスクリーンシステムとして複数の施設（LIXIL千葉支社、某大手鉄道会社関連企業、宗像市庁舎、宗像市東郷コミュニティセンター、宗像市立城山中学校、LIXIL久居工場、LIXIL有明工場、LIXIL名張工場）での設置及び実証実験を通じて開発が完了し、本年6月よりPVロールスクリーンシステムの受注を開始する予定の旨、本年4月14日のニュースリリースにより周知した。

6) ZEB達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証

広角化による発電量向上ならびに色調の均一化を行った太陽電池モジュールについて、曝露試験で最大4%の出力向上を確認し、景観基準への適応性に優れること、太陽電池モジュールおよび建築ガラスとしての機能に問題ないことを確認した。さらに東京大学の建物壁面に実証用太陽光発電システムとして設置することにより、実用環境で問題ないことを確認した。

また実証用システムを2023年12月に稼働させた。取得したデータから建物電力需要と発電量に関する解析により運用コスト評価を実施し、評価指標を抽出した。

2.3.1.3 移動体用太陽電池の研究開発

1) 超高効率モジュール技術開発

曲面モジュールの開発、化合物セルの高効率化、発電量予測モデル構築のためのモジュール提供については、最終目標を達成した。一方で、高効率モジュールの開発では最終目標（変換効率35%）には未達となった（ただし、得られたモジュール変換効率33.66%は世界最高効率）。また基板再利用技術についてはおおむね要素技術開発は完了したが量産性評価としては課題が残った。

2) 次世代モジュール技術開発

実用サイズのセル製造工程に適合可能な国内初の成膜プロセス技術（DMFフリー溶媒、真空クエンチ法）によりアウトプット目標の数値（変換効率）と技術検討委員会で定めた数値目標（開放電圧）をクリアした。また面積ペロブスカイトに適用できる新規の評価技術（ハイパースペクトルイメージング）の開発を行った。

2.3.1.4 多接合等を対象とした太陽電池の開発

ペロブスカイト（トップ）／ペロブスカイト（ミドル）／結晶シリコン（ボトム）三接合タンデム太陽電池を開発対象とし、各要素セル及び、それらを用いたタンデム構造の技術開発を実施した。約1年半の実施期間において高出力化に重点を置いて取り組んだ。その結果、各要素セルにおいて世界最高水準の変換効率を達成し、更に、タンデム化技術、設計技術において、テーマ設定時に期待した水準の成果が得られた。

またシースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発、Cu₂Oタンデム型太陽電池の開発も実施した。

2.3.2. 研究開発項目（Ⅱ）：太陽光発電の長期安定電源化技術開発

2.3.2.1 安全性・信頼性確保技術開発

1) 高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定

リスク検知（故障診断技術開発）では、バイパスダイオード（BPD）故障診断技術などの診断技術を開発するとともに、特に重要な6種類の故障診断技術を抽出しその技術基準案を策定した。リスク低減（太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発）については、モジュール発火リスクの評価法を新規開発するとともにモジュール発火リスク低減策を提言した。またこれらの成果を技術基準案にまとめた。

2) 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定

事故調査結果、文献・ヒアリング調査結果、実証実験結果等を基にして、「太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2021年版」を2021年3月に策定、2024年3月および2025年3月には各種実証実験結果などを反映し、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の太陽光発電システムの設計ガイドライン2025年版」を策定した。また、「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン」更に電気設計および構造・電気の施工部分を追加して、2024年3月及び2025年3月に改定を行い「地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2025年版」を策定した。さらにガイドラインおよび技術資料を更新し、関連するセミナーを3回実施した。

3) 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定

凍上対策に関するガイドラインの策定を目的として、2021年度から4年間にわたり多角的な実験を実施してきた。得られた成果の一部は、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型）および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」において凍上対策として反映された。

4) 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備

「太陽光発電設備の評価・回復技術の技術情報と利用ガイド」として、構成を導入編、構造・土木構造編、電気編の内容を取りまとめた。2023年度に初版を策定（2024年度に公開）、2024年度に改訂版を策定した。また、ガイドラインおよび技術資料を更新し、関連するセミナーを2回実施した。

5) 太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発

基礎地盤の評価回復技術の開発について切土、盛土を施した90サイト（1,063MWdc）を対象に、基礎地盤、基礎、地盤の変状の履歴について検証したノウハウを反映した教育マニュアルおよび評価シートを作成し、全国の不動産鑑定士を通じての評価体制に目途をつけた。

架台の評価回復技術の開発についてはパネル飛散防止金具である「ロック金具」やドリルねじ、接着剤による長孔接続部のスライド防止対策、「架台ベース強化金具」によるベースプレートの変形防止対策に技術的目途をつけ、杭基礎補強技術の開発は狭隘箇所でも施工できる補強用アンカーを用いた杭基礎引抜き補強技術を確立させた。また設計図面作成支援技術の開発は現地設備にて取得した点群データからの自動フレームモデル生成する技術に一定の目途をつけた。

6) 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験

実態調査結果、実証実験結果等によるガイドラインの利便性および蓋然性を高めるデータや知見をガイドライン策定事業における「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の太陽光発電システムの設計ガイドライン」に反映し、実証実験結果などを技術資料としてとりまとめた。

7) 次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発

遠隔監視システムの発電電力量等のデータにより、簡便・安価に発電の中長期的な低下傾向を解析し、発電阻害要因を推定する技術（実施者が既に保有している技術を高度化）と、発電所の外来事故について発電所の立地や造りに由来するハザードをリスクコストの視点で評価する技術を搭載する「発電電力量解析・ハザード評価等システム」を開発した。

8) 建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定

ガイドラインに策定方法あたり、ガイドラインの基本的な構成や、設計・施工項目については、既存のガイドライン参考とし、ガイドラインの構成としては、住宅用、非住宅用に大きく分類するが、設置場所別ではなく、取り付け方法や屋根形状などによる設計・施工項目を想定した構成として、ガイドラインを策定した。2023年度末には非住宅に関する設計・施工の内容を中心としたガイドラインの策定、2024年度末に住宅用も含めた建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインを策定した。また、関連するセミナーを1回実施した。

2.3.2.2 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

1) 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発

低温熱分解法の確立、太陽光パネルのリサイクル工程の完全自動化を実現し、分離処理コスト2.06円/W、資源回収率88%を達成した。

太陽光パネル由来のガラスをフロート板ガラス向けリサイクル実証試験に成功目標である処理コスト3円/Wを達成するためには、15枚/h rを目標としており、時間短縮化が必須であるが、各パラメータを変化させて評価することで、最適な熱分解処理するための値を決定し処理時間の短縮を図った。樹脂を熱分解した熱エネルギーを有効利用できることで、平均消費ガス量を約70%程度減少させることも確認できた。

2) 結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証

結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの分離処理技術確立においては、C I S型および結晶シリコン太陽電池モジュールに対応したパネルセパレータ技術を確認し、割れカバーガラスモジュールに対しては、ブラスト、ウォータージェット、非加熱式スクラッチ方式と比較検討しながら、パネルセパレータの加熱ノウハウを注入した加熱スクラッチ方式を開発した。

結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールを構成するマテリアルの効率的回収及び清浄化技術確立においては、有価性とプロセスコスト試算しながら、セルシートを構成するマテリアル分離をターゲットとした薄流型湿式選別機を開発し、C I Sの回収に関してはエッチングプロセスの開発および塩化揮発法によるマテリアルリサイクルを検討した。さらにセルシートからのA gの回収方式に対し、手段に対するコストの比較検証を行った。

これらの各開発項目結果を集約した結果、処理施設規模（年間200MW処理）稼働率（85%）処理のリサイクル工場、得られた回収マテリアルがヒアリングした価格前提で、マテリアルリサイクル率92%、売却益を含む分解処理コスト2.7円/Wと試算した。但し、この試算は、処理パネルが潤沢に排出される大量排出期において、大規模工場、高稼働率、かつ連続処理が前提であるため、事業化するには、人件費、処理コスト、マテリアル売却益等、妥当性の検証が必要である。

2.3.2.3 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

1) 系統連系における影響緩和のための技術開発課題の抽出とその対応方法の検討および実証

H e a d r o o m制御を利用した太陽光発電による調整力創出技術について実証実験を実施した。H e a d r o o m制御による需給調整市場の各種商品に対する評価を行い、応動時間についての要件を満たせる可能性を示した。

また太陽光発電の需給調整市場への参画時のベースラインの考え方等の課題整理を行った。これにより最終目標である「調整力創出にかかる課題抽出および三次調整力の要件適合性を確認することにより調整力創出の実現可能性を示す」の達成を確認した。

2.3.3. 研究開発項目（Ⅲ）：先進的共通基盤技術開発

2.3.3.1 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

新市場に向けて開発される新型太陽電池として、曲面太陽電池セル・モジュールの発電性能（I-V特性）について、測定結果解析の際に必要な光源特性評価なども含めた各種太陽電池の計測法の要素技術開発を行った。また、各種新型太陽電池の性能評価に必要な照度スペクトル可変光源や結晶シリコンペアセ

ル測定治具などの開発を進めた。開発した性能評価技術の展開として、国際標準化に向けて実施される各種太陽電池の国際比較測定（曲面太陽電池モジュール、多接合型太陽電池、基準セル等）に参加し、開発した性能評価技術の整合性確認した。また、事業実施5年間（2020年度～2024年度）で、NEDO開発品を含む新型太陽電池の高精度性能評価測定を計150件以上実施し、その測定結果を開発元へフィードバックすることで、新型太陽電池開発に貢献した。世界最高変換効率の測定結果については、Efficiency Tablesに掲載を推薦した（4件）。

2.3.3.2 発電量予測評価技術の研究開発

1) 発電量予測評価技術の研究開発

発電量予測の要素技術として、PV発電所における日射から電力へのエネルギー変換過程をJIS C 8907の考え方に基づく物理モデルならびに統計モデルを用いて計算した後、物理モデルでは算出が難しい日陰の影響等の発電所別の特徴を考慮するための機械学習等を用いる手法の開発を行った。予測期間は日本卸電力取引所の当日時間前市場への適用を考慮したほか、開発当時の三次調整力②を参考に、数時間から6時間程度先として予測技術の開発を行った。

2) 日射量の短期予測に関する研究開発

気象衛星画像とA Iを活用した日射量予測モデルの開発を行った。開発した予測モデルを、日射量の観測値を用いて精度検証した結果、「現行の手法より数時間先の予測において予測精度をRMSEで15%以上改善するとともに、6時間程度先までの予測においても現行の手法よりも予測精度を向上させる。」という最終目標の達成が確認できた。開発した手法は、一つの初期時刻、全国の予測を行うのに数十分以内に計算可能な手法となっており、実用化・事業化が可能な技術となっている。また、予測結果の確からしさを示す情報である信頼度情報については、予測場の状態と予測誤差の関係を利用することで、ベンチマーク手法に対して同じ滞在率で、区間幅と逸脱幅の狭い信頼幅（予測の信頼度に関する情報）を作成することができた。

2.3.3.3 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

日射量予測に特化した気象モデル、複数機関の気象モデル予測値の統合、アンサンブル予報に基づく信頼度予測の各要素技術を組み合わせ、日射量予測が大きく外れる事象の改善効果を検証した。この結果、信頼度が高いと予測した場合において $\pm 3\sigma$ 誤差が23.0%低減、最大誤差が29.8%低減し、本事業の最終目標である「従来の予測手法に比べて最大誤差を20%以上低減する技術を開発する」の達成を確認した。また、一部技術については事業途中に社会実装し、一般送配電事業者の調整力調達量の低減に寄与した。

2.3.3.4 PV搭載EVシステム設計技術の開発

PVEVシステム設計技術の開発に向けて、商品配送・トラック配送・コミュニティバス・小型低速車といった複数のユースケースにおいて、データ取得用の実証車両を導入し、約1年間にわたる走行・利用実証を実施した。これにより、太陽光日射量・発電量、車両バッテリーの状態など、各種データの取得および分

析を行った。これにより、各ユースケースにおけるPV搭載の有用性を定量的に明確化するとともに、EVバッテリーが満充電となることでPV電力の行き場がなくなる「PV抑制」といった課題も明らかとなった。なお、このような1年以上にわたる長期的な実証研究は、国内外においても前例が少なく、今後のPVEV研究コミュニティにおけるベンチマークとしての活用が期待される。

2.3.3.5 PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発

様々なユースケースの商用車189台に太陽光発電システムの設置を行うとともに、各車の運行記録（GPS情報など）やPV充電量、燃料噴射量などのデータを取得した。得られたデータを用いて燃料削減量等の予測技術を開発し、大型車、特に地場輸送のウィング車や保冷車の燃料削減効果が大きいことなどを明らかにした。また、燃料削減効果予測技術の予測精度 $\pm 12\%$ （目標 $\pm 20\%$ ）を達成するとともに、運送事業者が容易に活用できるシミュレーションツールを作成し、実際に運送事業者にも活用いただいた。

2.3.4. 研究開発項目（IV）：動向調査

2.3.4.1 移動体用太陽電池の動向調査

1) 移動体用太陽電池の動向調査

太陽光発電搭載自動車を巡る動向を把握するとともに、太陽光発電システム移動体自動車（乗用車）によるCO₂排出削減効果や省電力効果、充電頻度低減効果の分析を行った。これらの結果に基づき、今後の研究開発の方向性を検討し、取り纏めた。また、IEA PVPS Task17等への参加を通じて日本の取り組みを発信した。

またコミュニティ拡大を主目的に研究会実施等を行い、新たに商用車車載太陽光分野を開拓するなど、移動体太陽光の拡大につなげた。また、車載太陽光のレジリエンス評価を新たに行い、PV非搭載EVとの定量比較・評価を行った。さらに、車載用太陽電池の信頼性評価技術の調査、開発を行い、従来の地上用、建物用太陽電池に比較して、機械的衝撃や熱衝撃、振動試験などが車載用太陽電池の信頼性試験として重要であることを示唆する結果が得られた。

2.3.4.2 リサイクル関連の動向調査

1) 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査

太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内の技術開発動向、政策動向、実施事例等の調査
太陽光発電システムのリサイクル技術開発を行っている企業等及び太陽光発電システムの回収・リサイクル・リユース実施事例について、文献調査やヒアリング調査に基づき、その概要、太陽光発電システムの回収方法、リサイクル技術、処理能力、処理実績、処理コスト、リサイクル率、今後の課題等について情報収集・整理を行った。また、国内における太陽光発電システムのリサイクル等に係る政策動向として、注目すべき動向を取り上げ、文献調査によって、その概況を整理した。

成果としては、技術開発動向については、リサイクルに関する技術を類型化するとともに、これまでの開発経緯等を一覧できる形で整理した。政策動向については、使用済太陽光発電設備のリサイクルに関する制度

の在り方について要点を整理した。実施事例については、太陽電池モジュールのリサイクル業者（中間処理業者）を日本地図上に網羅的にプロットするとともに、技術類型ごとの導入の推移等を整理・分析した。

2) 太陽電池モジュールのリサイクルに関するLCAの調査

リサイクル技術の環境的側面の評価指標・手法を整理するとともに、NEDOが実施している「太陽電池モジュール分離・マテリアルリサイクル技術開発」における開発技術について、LCA評価を実施した。いずれの開発技術も、リサイクル処理によるCO₂排出量よりも資源代替によるCO₂排出削減量が大きく、リサイクルによってCO₂排出量が削減される（CO₂排出の増加がない）ことが示された。一次エネルギー消費量の削減効果についても同様の傾向が示された。低環境負荷マテリアル技術では、結晶シリコンおよびCIS太陽電池モジュールを対象としているが、削減効果はkWと重量あたりのいずれも結晶シリコンの方が大きい。CISと比較して結晶シリコンの効果が大きいのはアルミフレーム、カバーガラスの比率が大きく、再資源化（資源代替）により期待される削減量が大きいことが主な理由である。低熱温分解法によるリサイクル技術においても削減効果が得られることが示された。

2.3.4.3 太陽光発電の動向調査

1) 太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査

技術開発の方向性や普及方策の分析・検討に資する太陽光発電セル、モジュール、システムおよび太陽光発電が導入される分野に関する国内外の技術や産業・市場動向や今後の太陽光発電の可能性の調査を行い、その結果を的確にフィードバックするという目標において、例えば、NEDO 太陽光発電戦略検討委員会、NEDO調査報告会（公開/非公開）等において調査結果を報告した。

2) 国際技術協力プログラムへ参画

国際エネルギー機関太陽光発電システム研究協力実施協定（IEA PVPS）のTask 1（太陽光発電の戦略的分析と成果の普及）に関連する活動に参画し、太陽光発電の普及・促進に向けた諸外国の技術開発動向や政策動向、市場動向等の情報収集を行い、調査・分析し、Task 1成果物である報告書等を関係者に向けて情報発信を行った。Task 1成果物は、審議会ほか、国内外の産業団体等に広く利用されている。このほか、2022年11月に愛知県・名古屋市で開催された第33回太陽光発電国際会議（PVSEC-33）及び2024年11月に静岡県・沼津市で開催された第35回太陽光発電国際会議（PVSEC-35）においてワークショップを開催し、国内外の関係者に成果の普及を行ったほか、国際会議及び国内シンポジウムにおいて、成果報告を行った。

3) 次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査

重量制約のある屋根・建物壁面等への太陽光発電の国内外の導入事例調査を行うとともに、業界ヒアリングとアンケート調査により次世代型太陽電池の社会実装に向けた課題やニーズを整理し、技術開発の方向性や支援の案をまとめ、関係事業者にフィードバックした。次世代型太陽電池に関する技術開発・産業・実証等の最新動向調査結果についても適宜、関係者、NEDO事業参画事業者へ情報共有した。

また、太陽光発電市場の分析として2050年に向けた導入ポテンシャルや導入量見通しの推計や関連政策・制度の最新動向の整理、発電コストの分析、次世代型太陽光発電のエネルギー・ペイバック・タイムの分析等を実施した。

2.3.4.4 規制に関する動向調査

1) 太陽光発電の社会実装に係る法令等の把握・整理

日本国内、EU、ドイツ、米国において従来型太陽電池(対象：S i、C I G S、G a A s)及び次世代型太陽電池(対象：ペロブスカイト太陽電池)を社会実装するにあたり、留意すべき法令、規制、規格、ガイドライン(以下、法令等と表記)について調査を行った。調査により、地上設置(営農、水上を含む)、建物設置、移動体設置、廃棄・リユース・リサイクルに関する法令等の内容を把握・整理した。

2) 次世代型太陽電池の社会実装に係る法令等の国・地域別の比較分析

国・地域別の太陽光発電の社会実装に係る法令等の比較分析を行い、次世代型太陽電池に関する法令等の策定状況や内容を明らかにした。また、日本として次世代型太陽電池の社会実装を進める上で取り組むべき施策等について考察を行った。

詳細な目標と達成状況については 4. 目標及び達成状況の詳細へ個別に記載した。

3. マネジメント

3.1. 実施体制

(1) 研究開発の実施体制

- ・ プロジェクトマネージャーにNEDO再生可能エネルギー部鈴木敦之主査を任命し、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。
- ・ NEDOは、公募によって研究開発実施者を選定した。
- ・ 研究開発実施者は、企業や大学、研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとした。ただし、国外団体の特別な研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に関し国外の団体と連携して実施することができるものとした。

(2) 研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとした。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施した。

① 研究開発の進捗把握・管理

NEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施した。また、各種太陽電池セルに関する学識経験者に加え、建築、建材、自動車等の各分野の外部有識者で構成する技術検討委員会等を組織し、知財管理や標準化等の重要事項や中間目標、最終目標に向けた進捗状況、目標を達成するための解決すべき課題、目標達成に向けたアクション、目標達成見通しについて検討した。さらに、事業価値や政策効果を踏まえた事業の進捗管理のために必要な指標や事業中止基準を設定し、定期的に事業を評価した。これにより、中間評価以外でも目標達成の見通しを常に把握するとともに、抜本見直しや事業の中止の判断を行った。

② 技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討した。なお、調査等を効率化に実施する観点から、研究開発項目（Ⅳ）や適宜実施する調査については、委託事業として実施した。

3.2. 研究開発計画

研究開発項目Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの実施期間は、2020年（一部2023）～2024年までの5年間とした。ただし「（Ⅱ）－（iii）系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証」については、2020年度1年間を技術課題の検討期間とし、その後3年間を検討結果に基づいた技術開発および実証期間とした。

研究開発項目/年度	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度
Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発	各市場で要求される性能を満たす要素技術開発・実証				多接合型太陽電池開発	
Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発	ガイドライン策定					
	信頼性評価・回復技術の開発					
	マテリアルリサイクル技術開発、実証					
	系統影響軽減 2020 年度 FS・2021 年度以降実証					
Ⅲ：先進的共通基盤技術の開発等	日射量予測技術の開発					
	新型太陽電池の高精度性能評価					
				市場適合評価技術		
Ⅳ：動向調査	動向調査、市場適合評価技術					
評価			★ 中間評価			★ 終了時評価

4. 目標及び達成状況の詳細

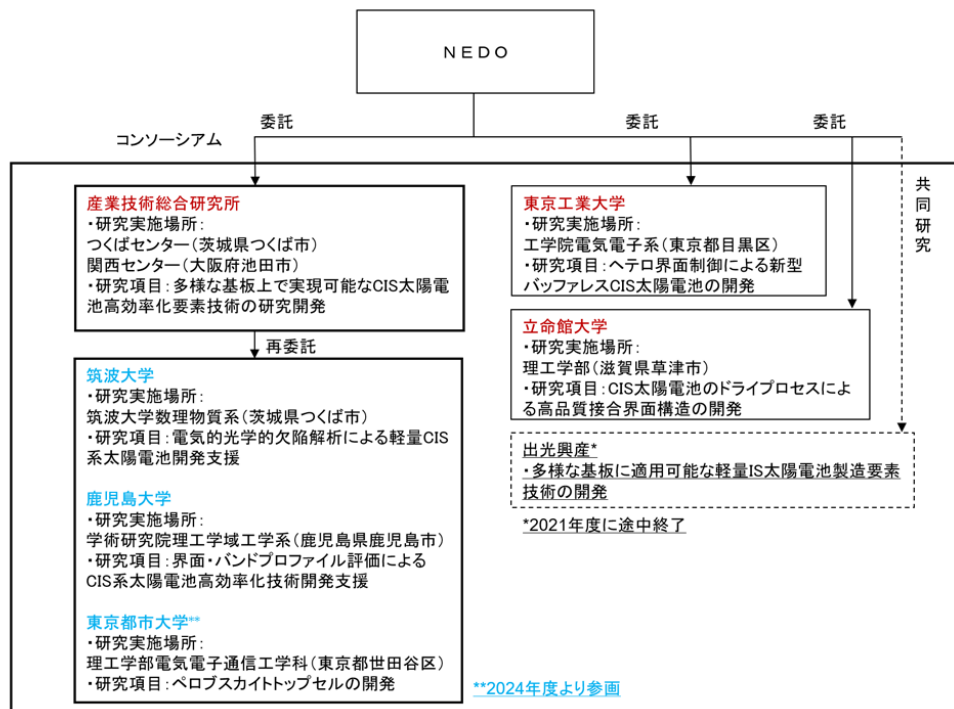
4.1. 研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発

4.1.1. フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制限のある屋根向け）

4.1.1.1 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（学校法人立命館）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発/重量制約のある屋根向け／（軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発）	達成状況	○
実施者名	学校法人立命館 立命館大学		
達成状況の根拠	事業前半においては、出光興産製 CIS 試料を用いたキャリア再結合解析および表面改質（酸化）技術の開発を行った。その結果、CIS 表面に適切な酸化処理を施すことにより、無処理の場合と比較して界面再結合速度を約 1/6 に低減できることを明らかにした。出光興産による開発中止後は、産業技術総合研究所製の試料を用いて検討を継続した。小面積セル（約 1cm ² ）においては目標とする性能には至らなかったものの、効率向上に資する ZnMgO バッファ層に関して、Mg 組成比の最適な範囲を明確化することができた。また、事業後半に追加された 2 件の開発項目のうち、高耐久化の実証に関しては、フレキシブル化に対応可能なフィルムを用いたセル封止技術を開発し、85℃・85%RH の高温高湿環境下における加速試験において、1,500 時間以上の試験後も初期出力の 94%以上を維持することに成功した。もう 1 件の追加開発項目として、ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池の実現に向けて、ペロブスカイト層の分解を促進しない In 系酸化物透明電極の開発を行った。ガラス基板上における MAPbI ₃ の分解挙動と同様の安定性を有する In 系酸化物透明電極の開発に成功した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本事業は、出光興産（株）が開発する軽量薄膜太陽電池モジュールに対する高効率化技術を開発、その最終目標の達成に貢献することを目的に進められた。研究開発にあたっては、2021 年度中における出光興産の中止後も、東京工業大学（2024 年 10 月に医科歯科大学と統合して東京科学大学と改称）、立命館大学、産業技術総合研究所（再委託先：筑波大学、鹿児島大学、東京都市大学（2024 年度に追加））との間で引き続き連携体制を構築、現在の CIS 太陽電池が抱えている問題点の抜本的な解決を目指し、CIS 太陽電池の高効率化に必要なデバイス技術ならびにデバイス設計指針の確立に取り組んだ。特に事業開始前の出光興産との議論により、変換効率の向上に必要な曲線因子（FF）の向上に重点を置き、材料・デバイスの基本から CIS 系太陽電池の性能を制限している根本原因を解明、速やかな技術移転を可能とするオープン・イノベーション体制のもと研究開発を進めた。さらに、ペロブスカイトをトップセルとしたタンデム型太陽電池研究の世界的な隆盛に鑑み、2024 年度にはペロブスカイト/CIS 薄膜太陽電池の開発をチャレンジ課題として追加して研究開発を進めた。			
●アウトプット目標 ・最適な接合界面構造を開発することで、従来に対して 0.04 以上高い FF を実現できる接合界面構造を開発する。小面積セル（1cm²程度）において Voc×Jsc 値で 29.4mW/cm²以上、効率で 24%以上を達成する。 ・産総研が開発する超軽量ミニモジュールで、変換効率 22%以上の達成または達成見通しを得るための要素技術を確立する。 ・高耐久性の実証のために、加速試験（高温高湿試験：85℃85%RH、1500 時間、最大出力動作電圧印加）を実施し、94%以上の初期出力保持率を目指すとともに、劣化要因を明確化し、産総研へフィードバックすることで、高耐久化の実現に貢献する。 ・産総研製のボトムセル用 CIS 基板を用いて、In 系酸化物薄膜などを用いた CIS 太陽電池を作製するとともに、同太陽電池上にペロブスカイト層を形成し、ペロブスカイト層の分解が促進されないタンデム用新規セル構造を実現し、産総研にフィードバックすることで、ボトムセル用 CIS 太陽電池の作製技術について産総研に技術集約を行う。 ・ペロブスカイト/CIS 太陽電池における ZnO の影響評価と接合評価を実施し、効率 25%達成のための高効率化指針を明らかにし、チャレンジ目標である効率 25%の達成に貢献する。			

●実施体制



●成果とその意義

- ・出光興産製 CIS 試料に対して表面の酸化処理を適切に施すことで、無処理の場合と比較して界面再結合速度を約 1/6 に低減できることを実証した。これは、デバイス内の各位置（界面・空乏層・バルク）におけるキャリア再結合を定量化できることを示した成果であり、キャリア再結合損失を抑制するための基盤技術として重要であり、高効率化に資する要素技術であるという意義がある。
- ・産業技術総合研究所製の CIS 試料を用いた実験により、ZnMgO バッファ層における Mg の組成比の最適な範囲を明確化した。これは、CIS 系太陽電池の材料設計においてさらなる性能向上を実現するための知見を提供するという成果であり、今後の高効率化設計に資する要素技術として重要な意義がある。
- ・フレキシブル化に対応した封止技術を開発し、高温高湿（85℃・85%RH）で 1,500 時間以上の加速試験を行った結果、初期出力の 94%以上を維持することに成功した。これは、長期的な耐候性と信頼性を示す成果であり、今後の屋外用途や過酷環境下での実用化に資する要素技術として重要な意義がある。
- ・ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池の構成要素として、MAPbI₃の分解を促進しない In 系酸化物透明電極の開発に成功した。この透明電極は、ガラス基板上でのペロブスカイト層と同様の安定性を示しており、タンデムセルの実用化に向けた信頼性の向上を可能にする要素技術として重要な意義がある。

●実用化・事業化への道筋と課題

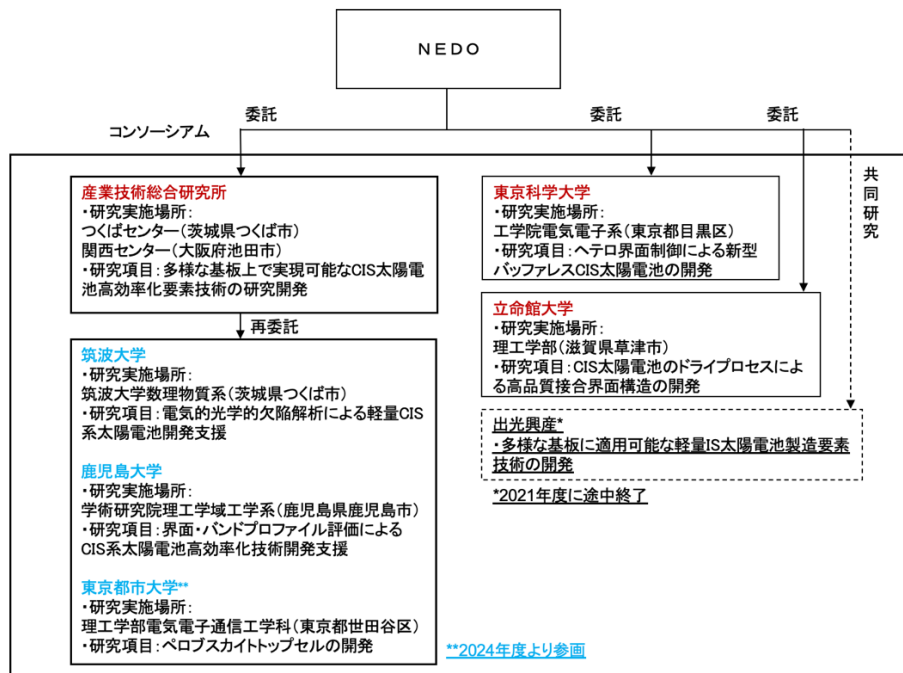
本事業では CIS 太陽電池の高効率化技術開発を行うとともに、従来のガラスではなくフィルムによる封止技術を開発し、フィルム封止された CIS 太陽電池の加速試験による耐久性の実証を行った。また、ペロブスカイトの分解を促進しない CIS 太陽電池の透明電極の開発も行った。いずれも今後の次世代型太陽電池の研究開発において重要となる基盤技術が開発された。現在、国内 CIS 太陽電池メーカーと本成果の応用展開に関して継続的な協議を行なっている。特に、ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池においては安定性が課題であり、本事業で開発したフィルム封止技術が有効活用可能であると考えている。最終的には高耐久性を有するタンデム太陽電池の開発を目指す。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	15.0	15.0	15.0	59.9	27.7
●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	9 件	4 件	0 件	0 件	

4.1.1.2 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（国立大学法人東京科学大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発/重量制約のある屋根向け／（軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人 東京科学大学		
達成状況の根拠	本事業の前半は出光興産からの要請により、太陽電池モジュールの FF 低下要因の評価・分析を行った。その結果、断面EBIC測定により発電に寄与しないボイドがCIS光吸収層内に存在すること、低温製膜 ZnO:B による FF 制限要因などを明らかにした。数値目標については、バッファレス CIS 太陽電池に対する変換効率のみ目標に届かなかったものの、ワイドバンドギャップ CIS 光吸収層に対応した低電子親和力な ZnGeO バッファ層の開発、CIS/Mo 裏面電極のモデル化による変換効率制限要因の解明、非平衡状態にある薄膜太陽電池のデバイス解析、ベイズ最適化を用いた太陽電池の新規最適設計手法の開発など、多くの成果を得ることに成功した。さらにチャレンジ課題であるペロブスカイト/CIS 薄膜太陽電池において、東京都市大学との協働により変換効率 21%のタンデム太陽電池の開発に成功した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本事業は、出光興産（株）が開発する軽量薄膜太陽電池モジュールに対する高効率化技術を開発、その最終目標の達成に貢献することを目的に進められた。研究開発にあたっては、2021 年度中における出光興産の中止後も、東京工業大学（2024 年 10 月に医科歯科大学と統合して東京科学大学と改称）、立命館大学、産業技術総合研究所（再委託先：筑波大学、鹿児島大学、東京都市大学（2024 年度に追加））との間で引き続き連携体制を構築、現在の CIS 太陽電池が抱えている問題点の抜本的な解決を目指し、CIS 太陽電池の高効率化に必要なデバイス技術ならびにデバイス設計指針の確立に取り組んだ。特に事業開始前の出光興産との議論により、モジュール化による FF 劣化要因の解明並びに複雑化するバッファ層の役割解明による低コストプロセスの開発を重点項目として実施した。さらに、ペロブスカイトをトップ層としたタンデム太陽電池研究の世界的な隆盛に鑑み、2024 年度にはペロブスカイト/CIS 薄膜太陽電池の開発をチャレンジ課題として追加して研究開発を進めた。			
●アウトプット目標 - EBIC評価により、出光興産が開発する軽量モジュールのpn接合界面からCIS/Mo裏面界面に至る断面の電子収集効率プロファイルを明確にし、デバイス解析と合わせて変換効率およびFF制限要因を明らかにする。 - バッファレスCIS薄膜太陽電池を開発、FF向上技術を取り込むことにより、FF=0.83以上において変換効率20%の達成を目指す。 - CIS太陽電池の低コスト化技術開発として、MOCVD法をベースにバッファ層・透明導電膜一体構造のn型層を有するバッファ・レスCIS太陽電池を開発する。 - 産業技術総合研究所が開発するミニモジュールのシャント抵抗・コンタクト抵抗の評価技術を開発するとともに、その寄生抵抗低減手法を開発する。 - ベイズ最適化手法を用いて、タンデム太陽電池の透過スペクトルに整合する理想的な CIS ボトムセル構造を明らかにする。			

●実施体制



●成果とその意義

- 出光興産の軽量モジュールを用いて断面 EBIC を実施した。その結果、CIS 光吸収層内にはボイドが存在しており、その周りで EBIC 信号が弱くなることを観測、ボイドの低減が効率向上に重要であることを示した。また、透明導電膜として用いている ZnO:B 層の物性値を元にデバイス解析を行った。その結果、CIS 上の低温製膜 ZnO:B 層が FF 制限の一要因であることを明確化、高移動度透明導電膜の必要性を明確にした。
- 複雑化するバッファ層の工程を削減、低コスト化に寄与するためにバッファレス CIS 太陽電池を作製した。出光興産の光吸収層を用いてバッファ層製膜を伴わないアンモニア水、温水処理により太陽電池を作製したところ変換効率 18.6%を達成、最終目標は達成しなかったもののバッファレス太陽電池の可能性を示した。
- 量産化に適した MOCVD 法による低電子親和力 ZnGeO を開発、n 層一体型 ZnGeO (表面 Cd 処理有り)により変換効率 11.6%を達成、新規低電子親和力材料の開発に成功した。
- 裏面 Mo 電極をモデル化、裏面再結合電流成分が FF の制限要因であることを示し、電流成分を再結合電流からトンネル電流へと改善することにより変換効率が向上することを示した。
- 新規太陽電池の解析手法としてベイズ最適化を開発した。さらに設計指針に基づいてボトムセルを作製、東京都市大学との協働によりペロブスカイト/CIS 2 端子タンデム太陽電池にて変換効率 21%を達成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

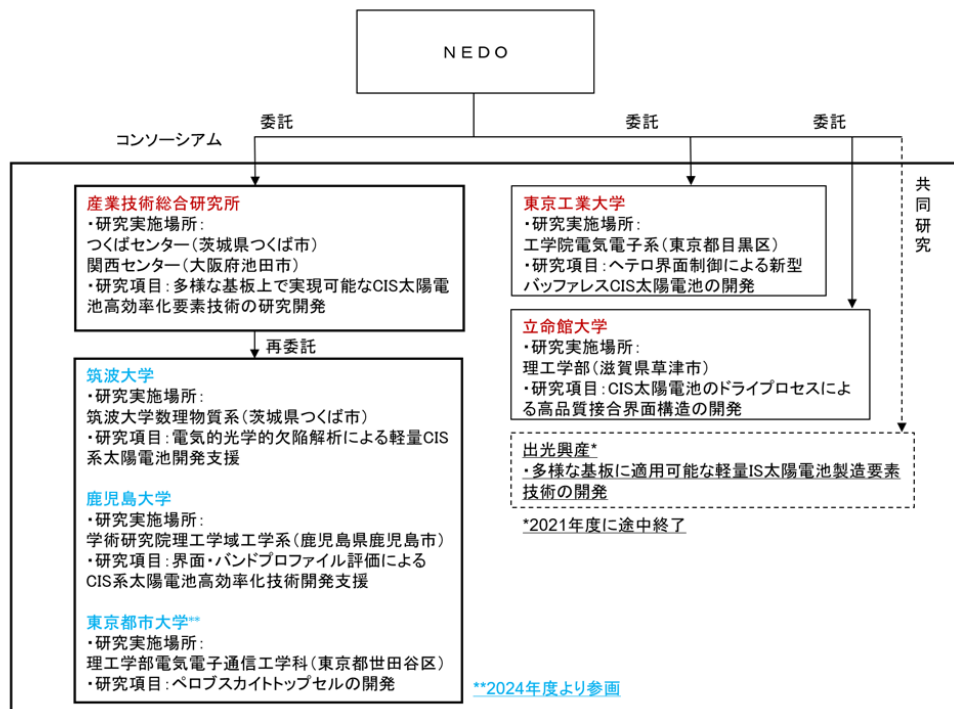
本事業では CIS 薄膜太陽電池の高効率化に資する技術開発を行うとともに、ペロブスカイト/CIS 2 端子タンデム太陽電池を東京都市大学との協働により開発、いずれも今後の次世代型太陽電池の研究開発において重要となる基盤技術が開発された。現在、国内 CIS 太陽電池メーカーと CIS 太陽電池に関して継続的な協議を行なっている。特に、ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池においては安定性が課題であり、高耐久性を有して電子親和力が可変な無機半導体材料が必要とされ、本事業で得られた知見の有効活用が可能であると考えている。最終的には高耐久性を有するタンデム太陽電池の開発を目指す。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	10.0	10.0	10.0	50.9	15.9
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	9 件	29 件	0 件	1 件	

4.1.1.3 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）（軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	事業前半においては、出光興産製試料の分析評価を実施し、新型デバイス（東北工場製金属基板試料 MP-4）開発における制限律速要因の解明と改善指針の提案を実現できた。数値目標については、出光興産中止後の事業後半に追加された複数の項目において、10cm 角程度の超軽量ミニモジュール変換効率のみ目標に届かなかったものの、それでも同型デバイスの世界最高効率の達成に成功し、その他の最終目標については、$ERE \geq 0.5\%$の達成、架台を含めた重量$\leq 3\text{kg/m}^2$の達成、曲線因子$\geq 83\%$の達成、タンデムボトムセル用狭禁制帯幅 CIGS 太陽電池の変換効率$\geq 19\%$を大きく上回り達成（効率 21.2%達成）、などに成功し、多くの成果を得ている。 再委託機関における各課題についても、開放記電圧損失の定量評価の実現（筑波大）、太陽電池構造を縦貫するエネルギーバンドプロファイル決定の達成（鹿児島大）、チャレンジ課題であるペロブスカイト/CIS 系タンデム型太陽電池の変換効率$\geq 22\%$達成（東京都市大）などの成果を得ている。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本事業は、出光興産株式会社が開発する軽量 CIS 系薄膜太陽電池モジュールにおける高効率化技術を開発するものである。出光興産製モジュールが、事業開始時に設定された最終目標の達成に貢献することを目的とされた。研究開発にあたっては、2021 年度中における出光興産の中止の後も、引き続き出光興産、東京工業大学（2024 年度内に東京科学大学に改称）、立命館大学、産業技術総合研究所（再委託先：筑波大学、鹿児島大学、東京都市大（2024 年度より追加））との間で産学官の連携体制を構築、維持し、最終目標達成に向けた高効率化要素技術の研究開発に取り組んだ。重点課題として、変換効率の向上に必要な曲線因子（FF）の向上に重点を置き、材料・デバイスの基本から CIS 系太陽電池の性能を制限している根本原因を解明、速やかな技術移転を可能とするオープン・イノベーション体制のもと研究開発を進めた。			
●アウトプット目標 ・小面積セル $ERE\ 0.5\%$、$FF\ 0.83$ の達成を目指すとともに、10cm 角程度の超軽量ミニモジュールで変換効率 22%以上の達成、または達成見通しを得るための要素技術を確立する（ERE と V_{oc} の相関性指標確立）。 ・架台を含めた重量 3kg/m^2 以下の実現。 ・加速試験による屋外 15 年相当で、94%以上の初期出力保持率の維持（産総研製試料を用いて立命館大が実施）。 ・軽量基板上に、ボトムセル用として好適な性能（禁制帯幅：1.0eV、V_{oc}：0.63V、J_{sc}：39mA/cm²、FF：77%、変換効率 19%）を有する狭禁制帯幅 CIS 系太陽電池の実現。 ・FF、開放起電圧の損失量の定量化、ならびにこれを低減するための開発指針を提示（筑波大）。 ・軽量基板上モジュールにおける左記項目の決定、アルカリ効果等同モジュール特有の効果の解明、開放電圧との関係の明確化（鹿児島大）。 ・2 端子型ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池において、高効率化指針を明らかにし、チャレンジ目標として変換効率 25%達成を目指す（東京都市大）。			

●実施体制



●成果とその意義

- ・出光興産製試料の比較分析により、性能制限要因を見出し高効率化の指針を示した。
- ・熱光照射(HLS)処理による ERE 向上により、ERE 値 0.69%を得て最終目標を達成。また、Voc と ERE の相関指標を得た。
- ・軽量ミニモジュールの開発において、集積構造型 10cm 角程度ミニモジュールで変換効率 18.7% (同型ミニモジュールの世界最高効率) を達成。また、架台を含めた重量 2.77kg/m² 相当を達成し、最終目標 3 kg/m² 以下を達成。また小面積セルにおいて FF 83.1%を得て、最終目標である FF $\geq$ 83%を達成。
- ・ペロブスカイト層の分解を抑制したタンデム構造を実現し、2 端子型ペロブスカイト/CIS タンデム太陽電池で開放電圧 1.91V、変換効率 22.3% (セル面積 1cm²) を達成。
- ・タンデムボトムセル用禁制帯幅 1.0eV の CIGS 太陽電池で変換効率 21.2% (第三者測定値) を達成し、最終目標 19%を大きく上回り達成 (1.0eV 狭禁制帯 CIS 系で世界最高)。本成果は、CIS 系ボトムセルを構成要素とする安価で高性能なタンデム型太陽電池実現を可能にする要素技術として重要な意義がある。

●実用化・事業化への道筋と課題

本事業で得られた超軽量 CIS 系太陽電池に関する成果をもとに、国内 CIS 系太陽電池メーカーの事業化に必要な研究開発に貢献すべく、継続的な協議を行っている。特に、ペロブスカイト/CIS 系タンデム型太陽電池の構成において、CIS 系は有望なボトムセルとして期待されており、本事業後半で得られた狭禁制帯幅 CIS 系太陽電池の成果を応用、発展させることで実用化を目指す。具体的には、今後、ボトムセル用途の狭禁制帯幅 CIS 系太陽電池のさらなる性能向上に取り組み、最終的なタンデムデバイスの性能底上げを目指す。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	47.0	47.0	47.0	197.2	75.6

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	23 件	56 件	5 件	0 件

4.1.1.4 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池の基盤技術研究開発（国立大学法人京都大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）（高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人京都大学		
達成状況の根拠	2 端子型オールペロブスカイトタンデム型太陽電池で、2 接合セルで 29.7%（認証値 29.26%）および 3 接合の 1 cm ² セルでも 28.4%（認証値 27.28%）を達成した。また、高性能な両側透明ペロブスカイト太陽電池を開発し、これを用いた 4 端子型シリコンペロブスカイト太陽電池では、小型セルで 30.4%、21.6cm ² のモジュールで 28.9%の光電変換効率を達成した。		

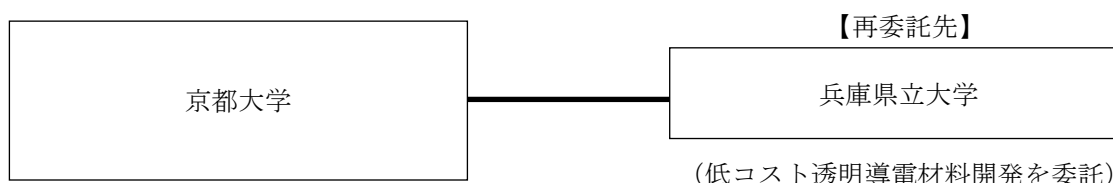
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

ペロブスカイト太陽電池は材料を低温で塗工することで作製でき、フィルム基板を用いることで軽量・フレキシブルな形状をもつ次世代太陽電池として期待されている。用いる材料の組成により、バンドギャップを容易に制御することが可能である。この特徴を活かして、オールペロブスカイト型やペロブスカイト-Si 型などのタンデム型太陽電池が作製でき、電圧を最大化することで 30%を超える高効率な太陽電池の開発が可能である。本研究では、これらペロブスカイトタンデム型太陽電池の高性能化の実現を目標として、広・狭バンドギャップのペロブスカイト太陽電池の材料開発および作製法の開発に取り組んだ。また、社会実装には、ペロブスカイト太陽電池はほとんどの材料が安価であるが、ITO を用いる透明導電性材料（販売価格で 1 m² あたり数万円）がコスト低減のボトルネックとなる。本研究では、安価な透明導電性材料の開発にも取り組んだ。

●アウトプット目標

タンデム用のペロブスカイト太陽電池の目標特性として、バンドギャップに対する電圧ロスを ≤ 0.45 、曲線因子を ≥ 0.80 と設定し、これらを用いたタンデム型太陽電池で 30%の光電変換効率の達成を目標とした。また、本研究では、小型セルだけでなく、セル： ≥ 1 cm²、モジュール： ≥ 100 cm²のデバイスのサイズでの高性能化（30%を超える光電変換効率）を実証することも目標とした。低温プロセスによる低価格透明導電性フレキシブル基板の作製の基礎技術開発（シート抵抗 15 Ω /sq、500 円/m²）にも取り組んだ。

●実施体制



●成果とその意義

タンデム型太陽電池の高性能化には、トップセルおよびボトムセル用に様々なバンドギャップを持つペロブスカイト薄膜の材料と作成法の開発が重要である。本研究では、ペロブスカイト層上下表面の独自の構造修飾法を開発し、界面に双極子を発現させることで、取り出す電圧が最大化できることを見出した。ボトムセル用デバイスとして 23.6%（世界最高効率、 V_{oc} ロス 0.34 V）を達成し、本手法はワイドバンドギャップセルも含めた一般性の高い手法として世界中で用いられている。また、独自の単分子正孔回収材料として多脚型分子（PATAT）を開発し、これを用いることで、FF は 0.83 を超えるなど太陽電池の高性能化が実現できることを見出した。我々の材料は、電荷回収材料の分子設計の新潮流をもたらした成果として高く評価されている。これらの開発した材料と技術を用いて、オールペロブスカイトタンデムでは、2 端子 2 接合型で光電変換効率が 29.7%（世界最高値、認証値 29.26%）、1 cm²の 3 接合セルでも 28.4%（認証値 27.28%）を得た。さらに、4 接合型の作製まで世界で初めて実証し、4.94 V もの電圧と 27.9%の光電変換効率を得た。透明型ペロブスカイトモジュールも作製し、これをトップセルに用いて Si 太陽電池と組み合わせた 4 端子型デバイスでは、小型セルで 30.4%、21.6cm²のモジュールで 28.9%の光電変換効率を達成した。

また、低コスト透明導電性薄膜材料については、インジウムフリーの良好な特性の透明導電性薄膜（シート抵抗 9.86 Ω /□、光透過率 83.7%）の作製に成功した。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究で、ペロブスカイト半導体層の表面構造修飾法（ダイポール戦略）の開発と多脚型電荷回収材料の開発により、様々なバンドギャップを持つペロブスカイト太陽電池の高性能化技術を開発した。これらの材料はすでに試薬メーカーから販売されており、世界中の大学や企業で利用されている。ペロブスカイトタンデム型太陽電池の技術としては、Si 型が先行して実用化に向けて進んでいるが、本研究でオールペロブスカイト型でも 29.7%の光電変換効率と、1 cm² サイズおよび 4 接合型まで作製できる技術を開発したことにより、今後フィルム基板への展開も含めて実用化に向けた開発研究が大きく進むものと期待される。

インジウムフリーの低コスト透明導電性膜材料の開発は、依然、挑戦的課題であるが、これらの太陽電池を実用化するためには必要不可欠であり、引き続き、材料科学の観点から取り組んでいく必要がある。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	85.2	34.7	37.0	37.0	37.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
3 件	48 件	295 件	143 件	21 件	

4.1.1.5 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発（国立大学法人東京大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制約のある屋根向け）（超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発）		達成状況	○
実施者名	国立大学法人東京大学			
達成状況の根拠	事業期間前半で、フィルム基板小面積セル効率 23% など単接合セルの中間目標を達成の上、グリーンイノベーション基金事業に引き継いだ。期間後半で、効率 26.8% のタンデム太陽電池のトップセル・ボトムセルを改良し、合計で効率 3% 向上を果たしたことから、効率 30% の要素技術を達成したと見做せる。			
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 太陽光発電の大量導入に向けて、これまで設置が困難であった場所を利用可能とする技術革新が求められている。強度等の制約のため重量物を設置できなかった屋根に対しては、軽量かつ屋根の形状に適合して設置可能なフィルム型超軽量太陽電池の開発が期待されている。ペロブスカイト太陽電池の潜在力は極めて高いが、実用化に向けては、大面積モジュールでの耐久性向上と高効率化が必須である。本事業では、フィルム基板を用いたペロブスカイト太陽電池の変換効率向上と耐久性向上に向けた研究開発を実施し、あわせて、さらなる低コスト化と軽量化を実現するためのタンデム型ペロブスカイト太陽電池の技術開発を行う。これにより、重量制約のある屋根を市場として開拓し、アウトカム目標の導入拡大に貢献する。 ●アウトプット目標 連携企業における大面積モジュールの効率向上に貢献するため、中間評価までにフィルム基板小面積単接合セルや逆構造セルで効率 23% を達成する。さらなる変換効率向上に向けてタンデム太陽電池の開発を行い、小面積セルで効率 30% を目指す。大面積化に向けてミニモジュールで効率 24% の道筋をつける。 ●実施体制 国立大学法人東京大学 国立大学法人電気通信大学 ボトムセル用ナローギャップ ペロブスカイト材料の開発を再委託 学校法人五島育英会 東京都市大学 新規トンネル接合層と軽量フレキシブル 結晶系太陽電池の研究開発を再委託 ●成果とその意義 A. 高効率化材料技術と製造技術の開発（2020～2022 年度） ①デバイス性能向上に向けた新規ペロブスカイト材料の開発：メチルアンモニウムフリーペロブスカイトを構成する原料組成を調整し、フィルム基板小面積セルで変換効率 23.8% を達成した。 ②低温プロセスによるペロブスカイト太陽電池の効率向上に向けた材料開発：酸化スズ膜の作製条件を最適化し、140℃以下プロセスのガラス基板小面積セルで変換効率 24.1% を達成した。 ③逆構造型ペロブスカイト太陽電池の性能向上：SnPb 混合ペロブスカイトを用いた逆構造ガラス基板小面積セルで、正孔輸送層材料を改良することにより、変換効率 23.3% を達成した。 ④大面積フィルムに適用可能な製膜技術の開発：自作高分子薄膜基板を用いたプロセスを確立し、フィルム基板小面積セルで変換効率 23.8% を達成、重量あたり発電量 46.9W/g（世界最高）を達成した。 ⑤トップセル用ワイドギャップペロブスカイト材料の開発：臭素系ペロブスカイトを用いたデバイスで、添加剤と正孔輸送材料を最適化することにより、開放電圧目標 1.4V に対し、1.55V を達成した。 ⑥低温プロセスによるトップセルの性能向上：4 端子タンデムトップセル用に対極を透明化したセルで変換効率 19.3% を達成したが、本項の (FA/MA)PbIBr₂ を用いたセルの開放電圧は 1.34V に留まった。 ⑦ボトムセル用ナローギャップペロブスカイト材料の開発：SnPb 混合ペロブスカイト (Eg 1.25eV) を用いた小面積セルで、混合 SAM、スパイクバンド構造を導入することにより変換効率 23.3% を達成した。 ⑧蒸着法による製膜技術の開発：三元共蒸着技術を用いることで、構造均一化の起こらない CsPb_xSn_{1-x}Br₃ 傾斜組成膜作製に成功し、これを用いて傾斜構造を導入した太陽電池の作製を完了した。 ⑨ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池の開発：新規開発ペロブスカイトを用いたセルを組み合わせ、分光タンデム測定で効率 26.2%、試作した 2 端子タンデム太陽電池で効率 25.5% を得た。 ⑩新規トンネル接合層と軽量フレキシブル結晶系太陽電池の研究開発：グラフェン薄膜に酸化モリブデンを積層・加熱処理し、5cm 角サイズで透過率 86.2%、シート抵抗 41Ω/sq を達成した。 B. 高性能タンデム型ペロブスカイト太陽電池の開発（2023～2024 年度） ①ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池の高性能化				

- (1) ワイドギャップペロブスカイトを用いた逆構造トップセルの高性能化：材料 Eg 1.82eV のペロブスカイト (FA/MA)PbIBr₂ を用いたセルで開放電圧 1.34V を維持しつつ電流向上させ、効率 13.7% を得た。
- (2) 中間層上に作製するボトムセルの材料・プロセスの開発：中間層に用いる IZO の導電性に異方性を持たせ、タンデムセル効率 26.8% を得た。タンデム太陽電池小面積セル効率 30% を目指して、ボトムセル効率 1.39% 向上、Eg 1.77eV トップセル効率 1.61% 向上を果たし、効率 29.8% の見込みを得た。
- (3) ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池ミニモジュールの作製
ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池ミニモジュール (3cm²) 効率 24% を目指した。
- ② 貼り合わせ法によるタンデム太陽電池プロセス開発：貼り合わせペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム (3cm²) 効率 24% を目指し、順構造トップセルと逆構造ボトムセルの分光タンデムで小面積セル効率 27.0% を達成、グラフェン薄膜を中間層として貼り合わせる適切なプロセス条件を検討した。
- ③ 超軽量高効率ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の開発：極薄 Si 基板を用いたフレキシブル超軽量ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池にパッシベーション処理を適用して開放電圧が 0.05V 向上し、変換効率 26.8% を得た。さらに、ボトム Si の電流低下の課題に対し、両面受光型ペロブスカイト/シリコンタンデムセルの研究を進め、薄型 Si 基板でも高電流密度の実現可能性を確認した。

このように、前半では主に単接合フィルム基板ペロブスカイト太陽電池の開発を進め、その成果をグリーンイノベーション (GI) 基金事業に引き継いだ。本格生産に向けて準備している企業の太陽電池製造に対し、本成果技術の移転によって実用化を加速できる。後半では、より高い変換効率が期待されるタンデム構造を中心として開発を進めた。本成果技術の移転により、モジュール変換効率が既存のものより高く、さらに軽量フレキシブルな特性を有するという、競争力の高い製品の実現が期待される。既存の太陽電池より高い変換効率を実現できれば、事業化のスピードアップが期待される。

フィルム基板セルは重量あたり発電量が従来より飛躍的に高く、太陽光発電の設置可能な場所が大きく広がることを期待される。超薄膜化を実現できるため、従来の太陽電池では設置できなかった、ビルの壁面、窓、工場の屋根等への設置が可能になり、市場拡大の波及効果は大きい。実用化により、メガソーラー向け PV、住宅向け PV・BIPV、車載・移動体 PV、IoT 向け超小型 PV など、大きな市場形成が期待できる。単接合デバイスには理論的に効率の上限があるが、タンデム太陽電池は効率をさらに大きく伸ばすことができ、特に日本のように設置面積の制約が大きい市場では、高い変換効率は大きなアドバンテージを有することが期待できる。キーマテリアルのヨウ素は日本のシェアが高く、資源戦略上の波及効果が大きい。また、数ナノメートルの精度が必要なペロブスカイト太陽電池の製造に必要な塗布技術は、厳格な知財管理で他国の追随を許さないものにでき、製造設備企業への波及効果も大きい。

● 実用化・事業化への道筋と課題

単接合フィルム基板ペロブスカイト太陽電池の開発は GI 基金事業に引き継ぎ、各企業と連携しつつ進めている。初期の技術は間もなく事業化される段階にある。その後に開発した技術も企業への移転を進めており、次の世代として事業化されることが見込まれる。いっぽう、タンデム太陽電池は、実験室レベルでの試行段階であり、そのままでは大型化が難しい。さらに材料・プロセス条件を洗練し、量産化につなげるための研究開発を、当面の間は重ねていくことが必要である。本事業を通じて、タンデム太陽電池の高性能化に有効な手段に関する知見が得られたので、これらを活かしつつ、もう一段階、プロジェクトを重ねることで、事業化への道が見えてくると期待される。

本事業では、セル及びミニモジュールの開発までしかできていないが、ペロブスカイト太陽電池の特性は、既存の太陽電池と大きく異なるため、その特性に適合するシステムを開発する必要がある。また、ヒステリシスなどをどのように扱うか、といった評価基準により見かけの性能が左右されるため、国際市場獲得に向けては、国際標準制定などでリーダーシップを発揮していく努力が、今後、必要と見込まれる。

期間・予算 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	200.0	200.0	187.0	172.9	172.9

● 特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他 (受賞)
10 件	48 件	207 件	36 件	3 件

4.1.2. 壁面設置太陽光発電システム技術開発

4.1.2.1 壁面設置タンデム太陽電池モジュールの構造最適化と屋外性能評価技術の開発（国立大学法人新潟大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（壁面設置（非開口部）タンデム太陽電池モジュールの開発）	達成状況	△
実施者名	国立大学法人新潟大学		
達成状況の根拠	・2端子ペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池で変換効率 31.3%を達成 ・受光面積 1 cm² のタンデムセルを用いた 5 cm 角モジュールで変換効率 28.8%を達成 ・防汚コートの信頼性・優位性を屋内外試験で確認		

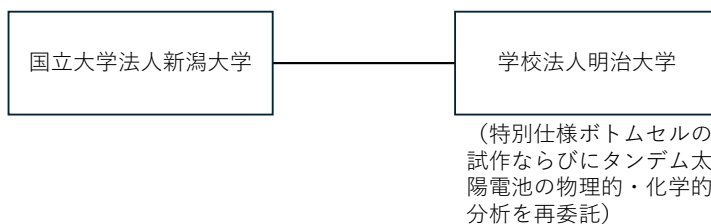
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2050 年時点での国内累積太陽光発電導入推計量約 320 GW のうち、新市場は約 170 GW と推計されている。本テーマは新市場のうち、発電性能のみならず堅固性の観点からも長期にわたり安定な特性を維持できる高効率・長寿命壁面設置太陽光発電システムを実現するための最適化技術の開発を目的としている。本テーマは青山学院大学、北陸先端科学技術大学院大学とのコンソーシアム形式で実施するが、新潟大学では、壁面設置太陽光発電システムの生涯発電量最大化技術の研究開発に取り組み、具体的には、①タンデム太陽電池の生涯発電量最大化設計（特別仕様セルの試作と提供、モジュール劣化の物理・化学評価については明治大学に再委託）、②壁面設置モジュールの封止材最適化の検討、③壁面設置モジュールの防汚検討、の 3 つの個別テーマに取り組む。

●アウトプット目標

壁面設置太陽光発電システムでの発電コスト 13 円/kWh 以下を実現するために、モジュール変換効率 23%以上ならびに 40 年の耐久性を実現するための要素技術を、3 cm 角以上のセルならびにそれを用いた 5 cm 角以上のタンデム太陽電池モジュールで開発する。ここで 40 年の耐久性とは、発電性能とは別に、建築材料として必要となる機械的強度・安全性能・外観等を 40 年間維持していることを指す。また、上記モジュールにおいて、変換効率ならびに外観意匠性の双方と関わる指標である光電流密度が高温高湿試験 6000 時間後において初期値の 90%以上を維持することを実証する。

●実施体制



●成果とその意義

2 端子ペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池で変換効率 31.3%を達成した。効率達成のための主な要素技術は、トップセルのワイドギャップ化による開放電圧向上、新規界面材料の適用による中間電極に対するペロブスカイト溶液の塗れ性の改善とそれにとまうペロブスカイト層の欠陥低減が挙げられる。また、保管状況によってはボトムセルの性能低下も観測されたため、ボトムセル作製直後にトップセルを作製可能なように工程を改善した。本テーマでの変換効率も急激に上昇しつつあるが、海外の技術も急激に進展しており、中国 LONGi 社の世界最高効率 34.6%のキャッチアップのためにも要素技術開発とその最適な組合せを引き続き検討する必要がある。タンデム太陽電池の重要な構成要素である酸化物透明導電膜の開発にも注力し、錫添加酸化インジウム (ITO) とタングステン添加酸化インジウム (IWO) とともに堆積後のアニール処理により遜色ない implied V_{oc} を得たが、タンデム太陽電池の中間層に使用する場合は自己組織化単分子膜の濡れ性の観点で ITO が優位であることを見出した。

一方、ペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池が、シリコン太陽電池の理論効率限界を打破することを目的に開発されている以上、現行のシリコン太陽電池の製造工程を概ね踏襲すべきと考え、封止材を用いた真空ラミネータによるモジュール化に注力した。この際、ペロブスカイト太陽電池が熱に脆弱であるため、通常のラミネート温度 150℃程度は使用できず、低温ラミネート可能なシリコンを封止材に使用

した。その結果、60～100℃の範囲でペロブスカイト太陽電池に熱損傷なく封止可能な技術を開発した。最終的には、受光面積 1 cm² のタンデムセルを用いて 5 cm 角モジュールをラミネート温度 100℃で作製し、効率 28.8%を得た。シリコンは開発初期のシリコン太陽電池に使用され、高い信頼性も実証されているなど、太陽電池業界にとっても知見が豊富な材料であるが、一般には液状で真空ラミネータを使用できないために、使用されなくなった経緯がある。本テーマで使用したのは、近年開発されたシート状のシリコン封止材である。シリコン封止材を用いて真空ラミネータによりペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池をモジュール化した報告例はなく、技術的な優位性を維持していると考えられる。

一方、このモジュールの信頼性に関しては、現時点では課題があり、温度 85℃、相対湿度 85%の高温高湿試験において、変換効率については 500 時間後で初期値の 99%以上を維持し、750 時間後においても光電流密度については初期値と変化しないものの、曲線因子の低下により変換効率は 91%程度まで低下した。モジュールは両面ガラス構造のため、主たる水蒸気浸入経路は端面と考えられる。現時点では水分ゲッター材を含むブチル系エッジシール材を使用しているが、ペロブスカイト太陽電池に熱損傷を与えない温度での端面新規封止技術の開発が喫緊の課題である。

ダブルガラス構造のペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池の裏面ガラスに赤外反射黒バックシートを貼り付けた構造のモジュールを作製し、意匠性の改善を試みた。その結果、従来の黒バックシートに比べてセルのない部分からの赤外光の反射にともなう光電流の上昇とともに、温度上昇の抑止による開放電圧低下の抑制が実証された。光電流の上昇は長波長側の光によるものであるため、ボトム律速になりやすいペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池にとって意匠性と性能を両立可能な有効な技術になり得る。

防汚コート技術に関しては、屋内外で試験を実施した。屋内の高温高湿試験では、1000 時間経過後において、SiO_x系親水性防汚コート、TiO₂系光触媒撥水性コートのいずれも接触角を概ね維持し、剥離も生じず、光透過率の低下も 5%以内であることを確認した。鹿児島県工業技術センター屋上に設けた屋外実証サイトでの試験では、2021 年 5 月の試験開始から 2024 年 11 月末までの発電量の積算値が、防汚コートを施した場合、未コートと比較して 7～9%程度多いことを確認した。

●実用化・事業化への道筋と課題

シリコン太陽電池の変換効率が理論限界に近付きつつある昨今、ペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池は限界打破の切り札として世界各国で研究競争が激化している。本テーマではペロブスカイト／シリコンタンデム太陽電池をシリコン太陽電池を置き換える上位技術と位置づけ、ペロブスカイト材料固有の技術的制約（100℃以下の低温化が必須）のもとに、現行のシリコン太陽電池に用いられている技術を踏襲する前提でモジュール化技術開発を進めてきた。したがって、本技術が完成すれば、現行のシリコン太陽電池メーカーにとって採用の障壁は低く、タンデム太陽電池を生産開始する時期に採用される可能性が高い。一方で従来材料であるエチレン酢酸ビニル共重合樹脂（EVA）等を用いた 150℃程度の封止に比べ、低温で封止可能な封止材そのものが水蒸気を浸入させやすいとも考えられるため、端面封止の強化は必須である。トップセルであるペロブスカイト太陽電池に熱損傷を与えないためにも、レーザーによる局所加熱で端面封止を行う方法の開発等が課題として残されている。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	39.0	44.0	49.8	83.9	49.8

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	14 件	66 件	0 件	2 件

4.1.2.2 多機能・高品質薄膜の利用による壁面太陽電池モジュールの長寿命化（国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（壁面設置（非開口部）タンデム太陽電池モジュールの開発）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学		
達成状況の根拠	北陸先端科学技術大学院大学 初期屈折率 2.0 程度を有する窒化 Si（SiN _x ）自体の屈折率安定性として、40 年相当の高温高湿試験下での屈折率の変化率 1%以内を、156 mm 基板、40 nm/min 以上の製膜速度で得るための条件を明らかにした。また、トップセル材料の単接合太陽電池モジュールで、40 年相当の高温高湿試験での光電流密度の劣化率を 10%以内とするガスバリア性能を有する SiN _x 膜を得るための条件を明らかにした。 岐阜大学 低濃度 TiO ₂ 粒子混合ガラス膜をカバーガラス上に作製し、有機汚れに対する防汚機能を付与し短絡電流密度の低下を生じない高い光透過性を両立する。同膜は 40 年相当の紫外線照射に対する耐性として光透過率の低下は 10%以内である。また、熱伝導フィラー材 MgO を混合した silicone(MgO/silicone)を c-Si モジュールに適用し、発電時に発生するモジュール内の温度上昇を抑え、連続使用時の開放電圧の低下を抑止する効果を実現した。MgO/silicone の作製条件を検討し、26 x 52mm 程度のセル面積にて昇温抑止効果として換算値 5℃以上を実現した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 第 5 次エネルギー基本計画において示される、2030 年までの新築非住宅建築物の平均での ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）実現のためには、建物の壁面等の活用が不可欠となる。本事業は、発電性能に加え意匠性の観点からも長期にわたり安定な特性を維持できる高効率・長寿命壁面設置太陽光発電システムを実現するための最適化技術を開発することを目的とする。プロジェクト全体では、壁面設置太陽光発電システムでの発電コスト 13 円/kWh 以下を実現するために、モジュール変換効率 23%以上ならびに 40 年の耐久性を実現するための要素技術を、3 cm 角以上のセル、5 cm 角以上のタンデムモジュールで開発するとともに、変換効率ならびに外観意匠性の双方と関わる指標である光電流密度が高温高湿試験 6000 h 後において初期値の 90%以上を維持することを実証することを目指す。北陸先端科学技術大学院大学（再委託先：国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学）は、セルおよびモジュール表面に機能性薄膜を付与することにより、意匠性および変換効率の維持に貢献する。			
●アウトプット目標 北陸先端科学技術大学院大学 1. Cat-CVD で形成する SiN _x 膜に関し、初期屈折率 2.0 程度を有する SiN _x 自体の屈折率安定性として、40 年相当の高温高湿試験下での光電流密度の変化率 1%以内を得るための、製膜時の圧力、基板温度、ガス流量、触媒体温度を明らかにする。面積は、汎用の結晶 Si セルの典型的なサイズである 156 mm 角とし、製膜速度は、80 nm の SiN _x 膜を 2 min 以内で堆積できる 40 nm/min 以上とする。 2. タンデムモジュールについて、40 年相当の高温高湿試験での光電流密度の劣化率を 10%以内とするようなガスバリア性能を有する SiN _x 膜を得るための、製膜時の圧力、基板温度、ガス流量、触媒体温度、および使用するモジュール部材を明らかにする。 岐阜大学 1. 密着性の向上および膜中不純物密度の低減を図り、SiO ₂ 膜の高性能化を図った上、下部部材の意匠性向上効果を精査し、表面コート膜の変色を低減することで 40 年に相当する紫外線照射、耐候性試験に対し、カバーガラスおよび表面コート膜による光透過率および放熱性の変化を光透過率および表面温度にてそれぞれ変化率 10%以内に抑える。また、SiO ₂ 製膜に関し、低コスト化に向けたプロセス工程の見直しおよび材料の選定および耐久性向上を実現する製膜手法を開発し、従来 20 年とされる寿命の長寿命化を実現することで、発電コストの低減を実現する。			

●実施体制



(モジュールへの機能性薄膜
付与の研究を委託)

●成果とその意義

北陸先端科学技術大学院大学

モジュール封止の無い厳しい環境での 85℃、85%RH での高温高湿環境における>6000 h の試験後の屈折率変化<1%を達成した。また、40 nm/min 以上の製膜速度での堆積を実現し、低速堆積膜と同等の屈折率安定性を達成した。156 mm 角基板への製膜も確認した。

ペロブスカイト単接合セルを用いた封止材が無く湿度体制が低いモジュールにおいて、セル表面に SiN_x ガスバリア膜を堆積することにより、>400 h の高温高湿耐性を確認した。また、SiN_x と silicone の積層膜の利用により、SiN_x 単膜より優れたガスバリア性能が実現できることも確認した。

汎用の PECVD では実現困難な屈折率安定性とガスバリア性能を Cat-CVD SiN_x で実現し、壁面モジュールの寿命向上に寄与しうる基盤技術を確立した。

岐阜大学

TiO₂/SiO_x は外壁に使用する SiO_x 中に TiO₂ を少量混入する事でカバーガラスに対し高い付着力を有し、太陽光に含まれる紫外線照射により有機汚れの付着力を低下し、表面汚れの固着を抑止することが可能となる。混入粒子量を液体ガラス 1 ml 中に 1.5 mg 程度とすることで、モジュール作製時の短絡電流密度低下を抑止し、同膜採用による発電性能低下を抑止することが可能である。光触媒反応に必要な TiO₂ 粒子混入量同材料はパーコーター等の均一製膜手法を用いることで表面凹凸を有するカバーガラス上で作製可能であり 156 mm セルを使用したモジュールでも適用可能である。原理的には更なる大面積モジュールにも適用可能である。また、25 x 56 mm 結晶シリコン太陽電池モジュールで 6 ヶ月の屋外暴露試験で TiO₂ 粒子未使用の場合と比較して TiO₂/SiO_x により汚れ付着による短絡電流密度低下を抑止する効果を得た。

高熱伝導フィラー材 MgO 粒子を使用し、silicone 材中に混入する事で熱伝導性を得た。横方向への熱伝導路をシート形状で確保しセル底部に配置する事で光電変換時のモジュール内部温度上昇を 25 x 52mm セルサイズで 5 ℃程度抑止した。同手法は 156 mm 角セルでも放熱性能付与は確認され、大面積モジュールへの適用が可能となる基礎技術を確立した。

●実用化・事業化への道筋と課題

北陸先端科学技術大学院大学

本事業の成果は、ペロブスカイト/Si タンデムセルに限らず、広く適用が可能なものである。屈折率の高い安定性については、汎用の結晶 Si セルにも展開できるものであり、ガスバリア性能については、水分による劣化が懸念される各種太陽電池セルへの適用が期待される。ペロブスカイト/Si タンデムセルの大面積化や量産化に課題があると認識しているが、まずは単接合セルでの実用化を進め、タンデムセルの量産技術の成熟に合わせて本技術の適用を進める。

岐阜大学

本事業で得られた成果のうち防汚機能膜は、構造としてカバーガラスを使用するモジュールに適用可能である。また作製方法も室温での作製も可能であり 150 ℃程度の高温プロセスにも使用可能であることから、数多くの太陽電池モジュールプロセスに適用可能である。一方 MgO/silicone による防汚機能材もモジュール作製プロセスによらず適用可能である。今後は結晶シリコン太陽電池モジュールを中心に放熱機能を高めると同時に加速劣化試験を実施し、2 つの材料の耐久性についての検討を行い、実用化をすすめる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	3 件	37 件	0 件	3 件	

4.1.2.3 壁面設置太陽発電システムの生涯発電量最大化技術の研究開発（青山学院大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発/壁面設置太陽光発電システム技術開発（壁面設置（非開口部）タンデム太陽電池モジュールの開発）	達成状況	○
実施者名	学校法人青山学院青山学院大学		
達成状況の根拠	- 色調均一が期待できる SiNx を光入射面側に有したタンデム太陽電池の最適構造の提示および生涯発電量予測をする劣化挙動予測モデルを構築した。 - タンデム太陽電池のエレクトロルミネッセンス(EL)評価を実現した。また、高照度(8 万 lx 以上)条件化での EL 評価および定量評価技術を構築した。		

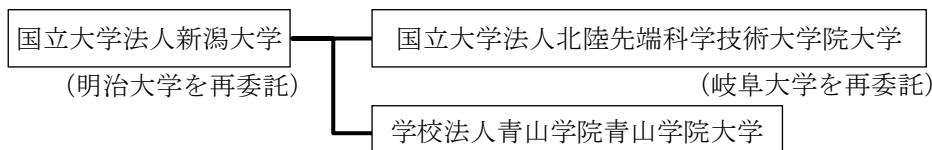
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

ZEB を達成するには屋上に太陽光発電を設置するだけでは十分な創エネルギー量を得るのは困難とされている。太陽光発電で創エネルギー量を拡大するには、変換効率を向上させるだけでなく壁面等を活用し設置面積を広げることも重要となる。一方、壁面設置は、地上設置に比べ日射量が少ないことで経済性確保が困難、建築物の寿命に対し太陽光発電設備の寿命が短い、周辺の構造物と親和性が図れる外観を満たさない等の理由により適用事例は限られる。そのため、建築物壁面へ太陽光発電を設置するにはこれら課題の解決が必要である。本開発では、発電性能のみならず意匠性の観点からも長期にわたり安定な特性を維持できる高効率・長寿命壁面設置太陽光発電システムを実現するための最適化技術をプロジェクトアウトカム目標と捉え、当機関では意匠性を備え、かつ出力を最大化する素子構造の最適化および長期信頼性を支援する評価技術開発を目的とした。

●アウトプット目標

- 色調均一および高効率が両立する南面垂直設置したペロブスカイト/シリコン・タンデム太陽電池の生涯発電量が最大化する構造の提示。
- エレクトロルミネッセンス(EL)評価によるタンデム太陽電池の不良診断技術開発。および高照度(8 万 lx 以上)下での EL 評価の実現。

●実施体制



【協力機関】 京都大学、豊田工業大学、東洋アルミニウム、大日本印刷、信越化学工業

●成果とその意義

ペロブスカイト/シリコン・タンデム太陽電池の構造最適化を、デバイスシミュレーションおよび機械学習の ANN(Artificial Neural Network) モデルを組み合わせて進めた。2～4 端子構造や各方位に垂直設置した場合も想定して、それぞれの条件で実測太陽光スペクトル・気温・風速データを用いて年間出力が最大化する素子構造最適化（トップセルのペロブスカイト材料膜厚やバンドギャップなど）を行った。年間出力として 4 端子構造が最も高くなるだけでなく、設置面による出力変動を定量性を持って提示した。2～4 端子構造や各設置面の比較を同一解析手法・同一物性で行った成果でありタンデム太陽電池の開発指針として広く貢献するものである。一方、コスト面で有利である 2 端子型で更に検討を進め、色調均一が期待できる SiNx 膜を表面側に有した素子構造最適化を行った（図 1）。これら成果は実際の屋外環境データを用いた年間出力予測値として提示したものであり、産業的・学術的に意義が高い。

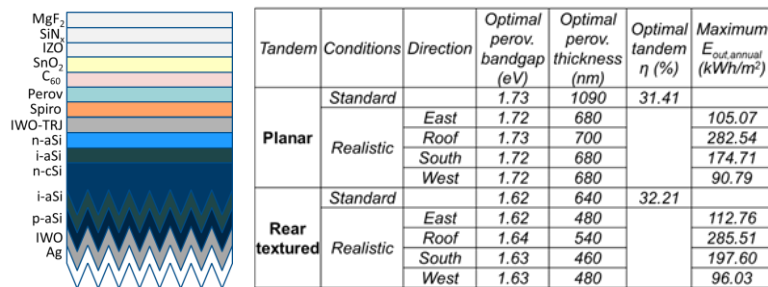


図 1 構造最適化したタンデム太陽電池の断面概要図と各設置面で予想される年間最大出力（ボトムセル(ウェハ厚：200 μ m)裏面にテクスチャー構造有無の比較）。

太陽電池モジュールは経年劣化するが、その劣化挙動予測モデルも構築した。本モデルは、様々な環境条件における太陽電池モジュールの出力特性を機械学習により予測し、モニターされた時点での太陽電池モジュールの出力特性の劣化状況をリアルタイムで判断することが可能となる。図 2 に示すように、25 年間で 40%出力劣化する場合で検討した結果、高い精度で劣化挙動予測するモデルとすることができた。これまでは、太陽電池モジュールの出力変化から、劣化の状況を判断することが困難であり、劣化挙動の判定にも長時間のモニタリングが必要である。また、設置したモジュールを取り外して評価するしかなかった。本モデルは、取り外しをせずにリアルタイムで劣化挙動が把握できることから、太陽光発電システムの管理手法として広く貢献するものと思われる。本モデル構築にあたって数値解析をベースとして構築したため、今後、実デバイスのモニタリングデータを踏まえたシステム構築を進め、信頼性および精度の向上が必要となる。

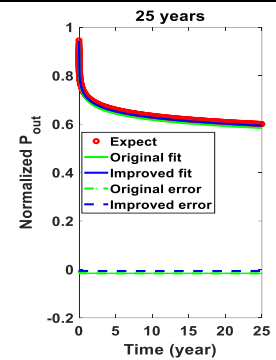
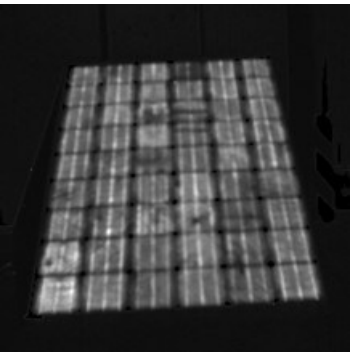


図 2 開発した劣化挙動予測モデルによる 25 年間の出力予想結果例。

屋外性能評価技術として、EL 評価技術の開発を進めた。検討の結果、図 3 (左) に示すように高照度環境下においても鮮明な EL 像取得に成功した。また、開放電圧値の定量化例を図 3 (右) に示す。従来の IV 特性と比較し誤差は 1% 以下で推定することに成功した。ペロブスカイト太陽電池の高照度下 (8 万 lx) EL 像取得も実現しており、屋外性能評価の基盤技術を構築した。ペロブスカイト太陽電池に対する EL 評価による特性劣化現象を見出し、併せて特性劣化を抑制する技術も開発した。



0.648	0.645	0.649	0.635	0.649	0.648
0.648	0.650	0.649	0.647	0.652	0.650
0.647	0.652	0.648	0.645	0.648	0.650
0.648	0.650	0.654	0.646	0.651	0.650
0.649	0.648	0.643	0.647	0.651	0.649
0.646	0.650	0.650	0.653	0.645	0.646
0.649	0.649	0.651	0.651	0.643	0.649
0.654	0.649	0.647	0.652	0.646	0.650
0.657	0.650	0.645	0.650	0.645	0.651

図 3 (左) 約 10 万 lx の屋外照度下で撮像した EL 像および (右) そこから定量化した各セルの開放電圧値 (単位: V)。

タンデム太陽電池に対しても検討を進めた。屋内での EL 評価結果を図 4 に示す。トップセル・ボトムセルそれぞれの評価を行う技術に発展させることに成功した。屋外での EL 評価では、ボトムセルの EL 評価は可能であったが、トップセルの EL 評価は不鮮明な像となり、カメラ感度などの評価システムの課題抽出が成された。既存の屋外 EL 評価システムでは、結晶 Si 太陽電池モジュール EL 像取得のみで定量化やタンデム太陽電池の展開はできていない。本開発により屋外 EL 評価技術の更なる発展が期待できる成果を提示した。

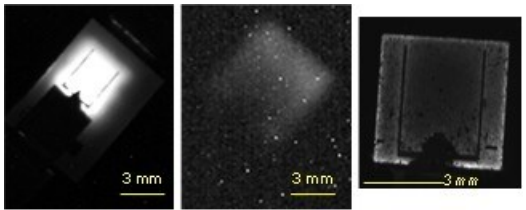


図 4 2 端子型タンデム太陽電池の EL 像。(左) ボトムセル (InGaAs カメラ)、(中) トップセル (InGaAs カメラ)、(右) トップセル (Si-CMOS カメラ)

●実用化・事業化への道筋と課題

劣化挙動予測モデルによる出力モニタリングシステムは、実デバイスによる検証を踏まえた精度改善により、より小さな劣化率にも適用させることで実用化が見えてくる。屋外 EL 評価技術においては、単接合太陽電池モジュールに対しての実用化には、計測システムの自動化や簡便化などが必要となる。一方、タンデム太陽電池モジュールに対しては、トップセルのより鮮明な EL 像取得に向けたカメラ感度を含めた撮像システムおよび撮像条件の開発を加えることで、実用化が視野に入ってくる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	25.0	21.9	17.0	13.0	11.0

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	7 件	33 件	0 件	1 件

4.1.2.4 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発）		達成状況※	○
実施者名	国立研究開発法人 産業技術総合研究所			
達成状況の根拠	実施計画書に記載の最終数値目標を、連携先企業である㈱カネカとともに達成した。			

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

建材一体型太陽電池は、再生可能エネルギーである太陽電池技術を建物自体に導入することを促進し、省エネルギー技術と組み合わせることで、建物におけるエネルギーの自給自足の実現に資する技術として期待される。本事業は、建築物として受け入れられる外観、経済性を加味した発電コスト、建築材料として要求される性能を満たす壁面設置太陽光発電システム（「非開口部向け」、「開口部向け」）の開発に向けた要素技術開発を行い、連携企業の株式会社カネカが推進する研究開発および建材一体型太陽電池モジュールやシステムの事業化を促進することを目的とする。具体的には、窓機能を持つシースルー型太陽電池モジュールの高性能化、および意匠性と発電性能を両立する加飾技術の開発を進める。これにより、新築あるいは既築建物のネット・ゼロ・エネルギー・ビル化を図り、国内の温室効果ガス排出量削減に貢献する。

●アウトプット目標

（開口部向け壁面設置太陽光発電システム）

- ・幅 5mm 以下のストライプセルの発電効率 18.5%以上を得る。また、開発した各種要素技術について実用セル・モジュールへの適合可能性を見極め、半透明モジュールで可視光透過率 20%以上、変換効率 13%以上の性能を達成しうる要素技術を開発する。

（非開口部向け壁面設置太陽光発電システム）

- ・太陽電池の出力低下を 5%以内に抑制しつつ建材に適した色相を大面積かつ低コスト（量産時の色調制御に要するコスト 5,000 円/m² 以下）で実現可能な色調制御技術を開発する。また、発電コスト 14 円/kWh を実現可能とする基本技術を確認する。

●実施体制

産業技術総合研究所

再委託

東京科学大学

●成果とその意義

（開口部向け壁面設置太陽光発電システム）

窓機能を持つ太陽電池モジュールは、幅 5mm 程度に細長くストライプ形状のレーザー加工した Si ヘテロ接合型太陽電池を等間隔に配列することで、光透過性と発電性能を両立させる。加工で生ずる端面には欠陥が生成されるため、発電性能が低下する課題があった。この性能低下を抑制するために、加工を前提とした Si ヘテロ接合太陽電池のデバイス構造の設計、Si 基板の薄型化、端面を部分的にアモルファスシリコンで被覆する欠陥終端技術等の開発を行った。その結果、幅 5mm のストライプセルにて発電効率 18.67%を得、目標を達成した。このようなストライプセルの検討は世界的にも例が少ないが、先行研究としてオーストラリア国立大が報告した SLIVER セルの効率を上回る性能を実現した。また、株式会社カネカと連携し、開発要素技術を盛り込んだセルを使用したシースルーモジュールを作製・評価し、可視光透過率 20%以上かつ変換効率 13%以上を実現できることを確認した。これにより、より高性能な開口部向けモジュールが実現でき、発電コスト低減による導入拡大が期待できる。

（非開口部向け壁面設置太陽光発電システム）

誘電体多層膜による光学干渉を原理とする構造色技術に着目し、真空製膜法および非真空マイカ塗布法によってカバーガラスに構造色を持たせ、所望の色調への加飾と高透過率による高い発電性能の両立を図った。開発の結果、光学設計の適正化により、非加飾モジュールに対する発電性能低下を 5%以内に抑制しつつ、建材に適した意匠性を実現することに成功した。また、湿熱試験や温度サイクル試験に対する耐久性も確認した。特に、構造色を持つマイカ顔料を塗布する手法では、真空製膜法に較べて大幅なコスト低減

が可能であり、太陽電池の出力低下を 5%以内に抑制しつつ建材に適した色相を大面積かつ低コスト（量産時の色調制御に要するコスト 5,000 円/m² 以下）で実現できる色調制御技術であることを確認し、目標を達成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

開口部向けについては、高性能化要素技術を開発し、モジュールレベルでの実証も行うことが出来たが、ストライプセルの選別コストが大きい課題があった。実用化に向けてはストライプセルおよびそれを接続したストリングユニットの製造工程の歩留まり改善が重要である。このためには、ストライプセルの性能を高速にスクリーニングする技術の開発が課題と考えられる。また、製造工程におけるセル割れも歩留まり向上の課題であり、セル強度を高める開発も課題と考えられる。長期信頼性については、株式会社カネカで製造する同構造のモジュールで既に優れた実績があり、大きな課題は無いと考える。

非開口部向けについては、本事業では発電性能と意匠性を両立する技術を開発したが、時間の都合もあり、信頼性評価が十分には実施できなかった。よって、屋内加速試験および屋外実証等を行い、長期的な信頼性をしっかり確保することが課題である。また、意匠性のバリエーションを増やすことも実用化に向けた課題である。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	42.4	102.6	49.9	45.0	45.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
7 件	5 件	53 件	0 件	6 件	

4.1.2.5 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発／壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発	達成状況	○
実施者名	株式会社カネカ、カネカソーラーテック株式会社		
達成状況の根拠	① 非開口部太陽電池モジュール外観制御技術開発 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)の計算方法に基づき、40年使用時、発電コスト14円/kWh以下を達成した。 色調均一性を有するカラーモジュールにおいて、カラー化による出力低下率を抑制しセル変換効率23%を使用したサイズ最適化構造で変換効率20%を達成した。 ② 非開口部太陽電池モジュール長寿命化技術開発 色調均一化モジュールの信頼性試験において、40年以上の寿命を確認した。 ③ 非開口部太陽電池モジュール可換性設計技術開発 既設建築物に実装されているサッシ及び窓を活用し、可換性実証を行い、建築用ガラス施工と同様の手法、コストで交換可能であることを確認した。電器設備としての維持管理コストはダイオードを分離させる構造とすることで、点検を容易にし、地上設置時のコストと同等以下となることを確認した。 ④ 開口部太陽電池モジュール出力向上要素技術開発 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)の計算方法に基づき、40年使用時、発電コスト16円/kWh以下を達成した。透過率20%の半透明モジュールを開発し、変換効率13%を達成した。 ⑤ 開口部太陽電池モジュール窓代替性能長寿命化技術開発 窓の代替として用いる太陽電池複層構造において40年相当の寿命を確認した。		

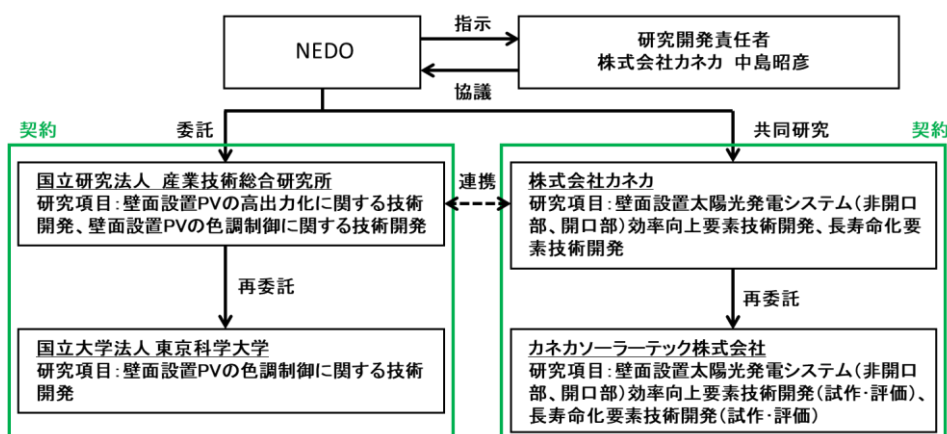
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）を達成するには屋上に太陽光発電を設置するだけでは十分な創エネルギー量を得るのは困難とされている。太陽光発電で創エネルギー量を拡大するには、変換効率を向上させるだけでなく壁面等を活用し設置面積を広げることも重要となるが、地上設置に比べ日射量が少ない事での経済性確保が困難、建築物の寿命に対し太陽光発電設備の寿命が短い、周辺の構造物と親和性が図れる外観を満たさない等から適用事例は限られる。そのため、建築物壁面へ太陽光発電を設置するにはこれら課題の解決が必要であり、本事業では、上記課題を解決する壁面設置太陽光発電システムの開発を行う。

●アウトプット目標

- ① 非開口部太陽電池モジュール外観制御技術開発 変換効率20%
- ② 非開口部太陽電池モジュール長寿命化技術開発 40年耐久性
- ③ 非開口部太陽電池モジュール可換性設計技術開発 設置コスト建築ガラス同等
- ④ 開口部太陽電池モジュール出力向上要素技術開発 変換効率13%
- ⑤ 開口部太陽電池モジュール窓代替性能長寿命化技術開発 40年耐久性

●実施体制



●成果とその意義

- ① 非開口部太陽電池モジュール外観制御技術開発

太陽電池セル間は、セル同士を直接接続させるシングリング構造とし、配線の断線による不具合が構造的に発生しない設計とし、周囲配線についても表面から見えない遮蔽技術を活用することによる、高意匠、高信頼性の新規モジュール開発を実施した。

外観制御技術として従来技術をリファレンスとして、出力低下率を約 5%に抑える要素技術開発を実施し、モジュール効率 20%を達成した。また、東京科学大学で開発した顔料塗布による外観制御技術により、従来技術の 1/10 程度のコストまで下げることが可能となった。

② 非開口部太陽電池モジュール長寿命化技術開発

新規シングリング接続技術においては、新規方式による接合技術開発を実施し、導入した設備により接合部の接着安定性を高めることに成功し、長期信頼性に耐える構造設計を開発した。長期信頼性試験（温度サイクル、高温高湿保存）により 40 年相当以上の寿命を達成した。

③ 非開口部太陽電池モジュール可換性設計技術開発

可換性設計技術開発を実施し、設置コストに関して、一般的な建築ガラスと同様の工法、コストで交換可能であることを実証した。維持管理コストについても、通常はモジュールに設置されているバイパスダイオードを太陽電池モジュールから分離させることにより、人がアクセス可能な屋内配線が可能となり、容易に点検が可能となるため、地上設置の点検方法と変わらず、維持管理コストが同等であることを確認した。

④ 開口部太陽電池モジュール出力向上要素技術開発

産業技術総合研究所の、セル技術開発により、セル構造の見直し、セル薄厚化、セル切断時の出力低下防止技術、セルばらつき分布を抑える出力向上技術開発を実施した。また、開口率 20%の狭ピッチ技術開発、セルと配線の新規接合技術開発による出力安定化、コストダウンを達成し、両面受光構造によるモジュール出力向上設計技術を組合せ、効率 13%の技術開発を実施した。

⑤ 開口部太陽電池モジュール窓代替性能長寿命化技術開発

太陽電池としての窓の代替性能としての評価を実施するために、新規で複合試験設備を導入し、建材ガラスで実施されている試験フローをベースに、太陽電池の信頼性試験を組み合わせた試験方法を開発し、40 年相当の寿命確認を実施した。

上記の結果より、長寿命 40 年の確認と、高効率化技術開発により、非開口部向けは発電コスト 14 円/kWh、開口部向けは 16 円/kWh を達成した。低コスト、長寿命、高出力化を達成したことにより、開口部、壁面への設置量の大幅な拡大が期待される。

●実用化・事業化への道筋と課題

達成した技術を、ゼネコンや、設計会社へ周知していくことで、都会等で設置面積の少ないビルであっても、設置が可能となり、設置コスト、維持管理コストも回収できる見込みがたったことから、2025 年度から少量にて事業化をすすめる。一方、コストダウン設計については量産設備投資が必要なことから、販売数量の見込みに合わせて設備投資を進める予定である。

年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
製品設計（量産仕様）	→					
量産設備設計	→		1期	2期		
設備投資			→	→	→	
生産			量産試作	生産開始		
販売			5,000m ² /年	5,000m ² /年		50,000m ² /年

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	100.0	73.3	121.6	100.0	40.0

●特許出願及び論文発表表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	1 件	7 件	2 件	6 件

4.1.2.6 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定（太陽光発電技術研究組合）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定）	達成状況	○
実施者名	太陽光発電技術研究組合、（再委託先）産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	壁面設置太陽光発電システムの普及促進に寄与する目的で、壁面設置太陽光発電システムの5つの活動テーマに取り組み、各成果を以下に示す5つの文書（3つの公開文書と2つの非公開文書）にまとめることで、事業目標を達成した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

本プロジェクトは、壁面設置 PV の普及阻害要因を分析し、それを取り除く方策を検討し、解決策をガイドラインとして社会還元することで壁面設置 PV の普及加速に資することを目的とする。

●アウトプット目標

- ・テーマ1：壁面設置 PV の設計ガイドラインの策定
- ・テーマ2-1：壁面設置 PV 能評価技術の開発とガイドライン策定
- ・テーマ2-2：壁面設置太陽光発電システムの発電量評価のガイドラインの策定
- ・テーマ3：壁面設置 PV のための安全性調査
- ・テーマ4：壁面設置 PV の社会受容性向上のための方策（IEA PVPS Task15 への参加）

●実施体制

太陽光発電技術研究組合

産業技術総合研究所

(テーマ 2-1、2-2 を再委託)

●成果とその意義

- ・テーマ1：壁面設置 PV に特化した世界初のガイドライン「壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン」を策定・公開した。
<https://www.pvtec.or.jp/deliverables/view/425>
- ・テーマ2-1：ISO 19467 (Thermal performance of windows and doors - Determination of solar heat gain coefficient using solar simulator) に準拠した日射熱取得率高精度評価装置（発電状態（MPPT）の BIPV を計測できる国内で唯一の装置）を開発し、高い測定精度（良好な繰り返し再現性）を実現するとともに、その成果を「壁面設置太陽光発電システム 日射熱取得率高精度評価に関する技術文書」として公開した。
<https://www.pvtec.or.jp/deliverables/view/427>

建材を対象とした日射熱取得率評価法は、「計算法」「実測法」とともに既に確立しており、国際規格が公布されている（計算法：ISO 9050、ISO 15099、実測法：ISO 19467）が、太陽電池の発電によるエネルギー移動を追加的に考慮する必要がある BIPV を対象とした実用的な SHGC 評価法の国際規格は未だ存在しない。本成果は、BIPV 対応日射熱取得率評価法の国際標準化に向けた重要な一歩である。

- ・テーマ2-2：壁面設置 BIPV の発電量推定において、垂直設置特有の重要因子である「入射角特性」を追加的に考慮することで発電量推定精度が向上することを実証し、「壁面設置太陽光発電システム 発電電力量推定方法に関するガイドライン～入射角依存性を考慮した推定方法～」を策定・公開した。
<https://www.pvtec.or.jp/deliverables/view/428>
- ・テーマ3：将来的に壁面設置 BIPV の安全性に関するガイドライン策定に資するため、国内外における既存文書の安全性記述調査、BIPV 事故事例調査などを実施し、「壁面設置太陽光発電システムの安全性に関する調査報告書」を作成した。
- ・テーマ4：IEA PVPS Task15 に参加し、「IEA PVPS Task15 (Enabling Framework for the Development of BIPV)：建材一体型太陽光発電に関する国際研究協力の枠組みにおける活動報告書」を作成した。ま

た、日射熱取得率評価の国際標準化を目指して、Task15 Phase3（2024-27 年）の枠組みで日射熱取得率評価の国際比較を日本主導で開始した。

●実用化・事業化への道筋と課題

・テーマ 1：公開した「壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン」の国内浸透を進める。本ガイドラインは現在主流のシリコン系太陽電池を主な対象としたが、将来的には次世代技術（ペロブスカイト系太陽電池など）への対応が必要となる。

・テーマ 2-1：日射熱取得率測定の良い繰り返し再現性を実現したが、国際比較の結果、各国間の定量値には 5%以上の差異があることが判明している。国際論議を継続して各国間の差異原因を解明し、定量的精度向上を図る。また、世界初となる国際規格に準拠した BIPV 日射熱取得率の受注測定事業への展開も視野に入れているが、測定コスト（装置維持費、作業費）と年間需要量のバランスが課題である。

・テーマ 2-2：公開した「壁面設置太陽光発電システム 発電電力量推定方法に関するガイドライン～入射角依存性を考慮した推定方法～」の国内浸透を進める。さらなる推定精度向上には、周辺建物による影や反射光の影響を考慮するために、BIM（Building Information Modeling）との融合が必要となる。

・テーマ 3：壁面設置太陽光発電システムの安全性に関する調査報告書」を国内展開し、安全性に関するガイドライン策定論議に活用する。

・テーマ 4：IEA PVPS Task15 Phase3(2024-27 年)活動を継続する。特に、日本主導の日射熱取得率評価の国際比較論議は、国際標準化への寄与を目指す（例えば、日本主導で国際審議中の IEC 93092-3（Photovoltaics in buildings Part 3: Evaluation methodology of SHGC for Building integrated photovoltaic modules with various designs））。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	76.8	53.1	31.9	36.6	33.4

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
2 件	3 件	10 件	0 件	4 件

4.1.2.7 ペロブスカイト BIPV モジュールの研究開発（パナソニックホールディングス株式会社）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（開口部向けペロブスカイト BIPV モジュールの開発）	達成状況	○
実施者名	パナソニック ホールディングス株式会社		
達成状況の根拠	半透過モジュール、高耐久化技術、低コスト化技術においては数値目標をクリア。高効率タンデム化技術については数値目標を下回ったが(10cm 角モジュール変換効率 25%の目標に対して 21.7%)、0.1cm ² セルでは 25.0%を実現しており、大面積化によるロス抑制により達成の目途有。また、計画に加え、モデルハウスのバルコニーにおいて国内初のガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の実証や、30cm 角モジュールの認証効率値の更新など、実用化に向けた実績も残した。		

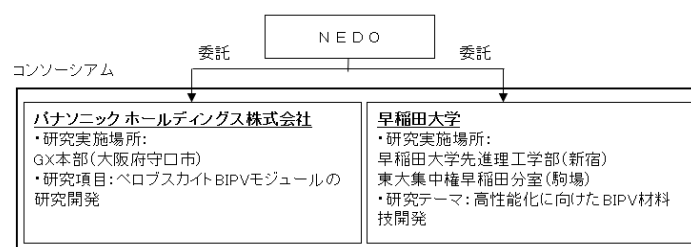
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

昨今の地球温暖化問題の解決のため、ビルの年間の一次消費エネルギーの収支ゼロを実現するネット・ゼロ・エネルギー・ビル（ZEB）が注目されている。我々は、ZEB の普及に向けた、半透明開口（窓）の壁面設置モジュール実現のため、透過率 20%以上、変換効率 13%以上かつ、壁面を想定した設置形態で発電コスト 16 円/kWh 以下を実現可能な要素技術を開発する。本研究開発では、加工性やサイズ自由度が高く、建材一体型太陽電池への応用に適したペロブスカイト太陽電池モジュールをベースとして、高効率、高耐久、低コストの壁面設置モジュールの実現に資する技術開発を行った

●アウトプット目標

- ・10cm 角サイズのペロブスカイト・タンデム太陽電池ミニモジュールで変換効率 25%
- ・30cm 角サイズの半透明モジュールで透過率 20%以上、変換効率 13%
- ・IEC61215 の要求事項(高温高湿、光照射、温度サイクル、UV 照射)のクリアおよび寿命予測の確立(耐久 20 年相当以上)
- ・壁面を想定した設置形態で発電コスト 16 円/kWh 以下
 - 100 円/m²以下の電極材料のモジュール適用
 - 建材ガラス上で製造速度 3m/分以上

●実施体制



●成果とその意義

高効率化技術としては、ペロブスカイトタンデム太陽電池技術の開発を行い、0.1cm²のセルで変換効率 25.0%、10cm 角のミニモジュールで変換効率 21.7%を確認し、窓面設置における出力低下を補う高効率化の可能性を実証した。10cm 角ミニモジュールの変換効率は目標(25%)に対して未達であったが、世界的にも 10cm 角以上の大面積ペロブスカイトタンデムの報告は数例であり、世界に先駆けて開発・実証を推進したといえる。半透明モジュール開発では、レーザー加工によるダメージ無く半透過加工が可能なプロセスを開発し、従来の結晶シリコン太陽電池では実現が困難な、窓面に適用可能な意匠性の高い半透明モジュールを実証した。

高耐久化技術としては、IEC61215 の品質要求事項の中で主要な 4 項目(高温高湿、光照射、温度サイクル、UV 照射)において顕著な劣化無きことを確認した。さらに、本仕様のセルを用いて、温度および電圧による加速係数を算出し、東京での南面垂直設置を想定した場合に約 20 年以上の寿命（出力維持率が 80%となる寿命）の目途を立てた。

低コスト化技術としては、材料面では低コスト化の肝である電極材料において、材料コスト 100 円/m²以下のナノカーボン材料を用いたインクを開発し、シート抵抗 20Ω/□以下を実現。大面積に適した工法に適用可能であることを実証し、変換効率 16%を実現した。プロセス面では、建材ガラス上への高速塗布技術(10m/分)および、異なる板厚のガラス基板(1.3mm～6.0mm)に対するプロセス適用性を確認した。これらの成果を組み合わせることで、南垂直面の窓面設置を想定した場合に、目標である 16 円/kWh 以下の見

通しが得られ、垂直設置においても普及促進が可能な電力コストに目途立てられたといえる。

本プロジェクトで得られた成果を活用し、2023年8月より Fujisawa SST のモデルハウスのバルコニーにて、ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の実証開始、一年間以上の試験で顕著な劣化無き事を確認した。ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池としての実証は国内初の試みであり、太陽電池業界のみならず、建築業界に対しても高い注目と期待を獲得した。また、実用的な材料・工法を用いた 30cm 角モジュールの第三者認証効率を 18.1%に更新。2020年に達成した当時の世界最高記録 17.9%（2025/5 時点の世界最高記録は中国企業の 21.1%）を 0.2%更新し、競争力となる高い変換効率を実証した。

●実用化・事業化への道筋と課題

高効率な半透明モジュールの特徴を活かし、建材ガラスへの太陽光発電導入を目指す。初期の市場導入としては、実用化が早いシングルセルを用いて、ZEB 実現が比較的容易な低階層ビルや、環境意識の高い企業・公的建造物への導入から開始（本プロジェクトの半透明化技術、高信頼性技術、低コスト化技術を活用）。その後の市場拡大として、高効率なタンデム太陽電池を用いてより広い建造物への適用を狙う（本プロジェクトの高効率タンデム化技術を活用）。建材一体型太陽電池の事業化に必要な体制として、①事業化に必要な社内体制の構築（製造・品質保証・調達等）②システム全体（サッシ・パワコン・配線）の設計および施工を推進可能なエンジニアリング会社との連携、③製品企画の深化のため、施主・ゼネコン・設計事務所等との協議の推進、を進める。

実用化・事業化に向けた主な技術的課題としては、①さらなる大面積化（1m 超級）プロセス技術の構築と、大面積モジュールにおける品質・歩留まりの確保、②建材一体型太陽電池に特に重要視される意匠性や外皮性能を含む品質確保、③効率的な一品一様生産システムの構築、があげられる。本プロジェクトで蓄積したモジュールの要素技術をベースに、更なる製品開発・量産技術開発を推進する。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	51.2	71.2	71.2	71.2	71.2

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
73 件	5 件	9 件	3 件	14 件

4.1.2.8 高性能化に向けた BIPV 材料技術開発（学校法人早稲田大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術 開発/壁面設置太陽光発電システム技術開発(開口部向けペロブスカイト BIPV モジュールの開発)	達成状況	○
実施者名	学校法人早稲田大学		
達成状況の根拠	・20 種余り HTM を合成、チエノチオフェン系 HTM で効率 13.9%(AR コートで 14.4%)。低コスト(80 円/㎡)を達成。無ドーピング HTM で Spiro-OMeTAD よりも優れた耐久性。 ・インキ調製とバーコート塗布・2 段階加熱法により、従来にない 800nm 超ペロブスカイト層形成法として確立(効率 13.4%)。 ・CNT 分散条件の最適化+AuCl3 微量ドーピングで 86%透過率, 42 Ω/Sq を達成。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

エネルギー基本計画に沿った ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の実現に向けて太陽光発電による創エネルギー量の拡大には、屋上だけでなく壁面設置太陽光発電システムの開発が不可欠である。特に窓などの開口部向け建材一体型 BIPV モジュールの技術開発では、壁面設置と半透過性により低下する入射エネルギーを効率よく変換するために、セルの高効率化が鍵となる。また、建材としての外観や耐久性も同時に要求される。パナソニックホールディングス株式会社は、高効率開口部向け BIPV の実現に向けて、ペロブスカイト・タンデム太陽電池の高効率化技術、BIPV モジュールの高耐久化技術ならびに低コスト化技術を開発する。その開発と共同・相補する要素技術として、早稲田大学はワイドバンドギャップ・ペロブスカイトを用いたトップセルの高効率化に向けたホール輸送材料、簡便製造プロセス、タンデム用透明電膜の研究開発を担う。

●アウトプット目標

(1) ワイドバンドギャップ・ペロブスカイト適合ホール輸送材料(HTM)の開発

- ・ドーパント無し HTM の改良、低コスト 80 円/㎡, 量合成(10g/バッチ)、サンプル供給。波長 700 nm で透過率 70%以上、欠陥なく塗布可能な HTM の開発。トップセル効率 20%。

(2) 簡便製造プロセスの適用と実証

- ・トップセル用無機ペロブスカイトを対象に、短時間(<10 分)で質高く 700-1000 nm 厚で形成できるインキ組成と塗布法を開発。

(3) 透明導電膜作製用塗布材料の開発

- ・4T タンデムに対応し、ウェットプロセスに特化して透過率 80%以上と 50 Ω/Sq 以下を満たす材料選定と塗布法を開発。

●実施体制

NEDO

学校法人 早稲田大学

【共同研究先】
パナソニックホールディングス株式会社

●成果とその意義

(1) ワイドバンドギャップ・ペロブスカイト適合ホール輸送材料(HTM)の開発

高効率ペロブスカイト・タンデム太陽電池のトップセル用の全無機ペロブスカイトに適合し、無ドーピングでロバストな HTM 候補物質として、 π 共役コア部の異なるポリチオフェン、ドナー・アクセプター(DA)型ポリマーなど新規に 20 種余り合成した。パナソニックホールディングス(株)での検証に基づき絞り込み、アルキル側鎖長の最適化により、オクチル基を導入したポリ(ジチエニルチエノチオフェン)を無機ペロブスカイト/P3HT 界面の準位マッチング層に適用した積層素子で、セル効率 13.9%(AR コートで 14.4%)、また歩留まりも向上できた。安価な化学酸化重合を適用した合成法でコスト要件(80 円/㎡)を達成した。汎用 HTM(Spiro-OMeTAD, PTAA)に対し、開発 HTM は無ドーピングで適用でき、耐湿性など長期安定性で優位性を示した。一方で、HTM の HOMO 準位設計のアプローチのみでは開放電圧 V_{oc} の改善は困難との課題、知見も得られた。

(2) 簡便製造プロセスの適用と実証

セルの大面积化、簡便製造プロセスの確立に向けて、バーコート法による全無機ペロブスカイト層の形成を検討した。全無機ペロブスカイト (CsPbI_2Br) 層を形成するインキの溶媒組成・濃度の調整および 2 段階での加熱アニーリングの温度・時間制御により、無機ペロブスカイト層を短時間 (10 分以内) で質高く、かつ従来のスピコート法 ($\sim 350 \text{ nm}$) では得られない 800 nm 厚みで形成できることを明らかにし、最終目標を達成した。また、インキへの長鎖アルキルアンモニウム塩の微量添加により、平滑性の向上と表面パッシベーションによるセル特性の向上を明らかにするとともに、さらにホール輸送層もバーコート成膜した簡便な素子作製法でセル効率 13.4% を得た。一般に、トップセル裏面への非反射性電極の適用では光吸収効率の低下が課題となるが、本手法で実現したペロブスカイト層厚みの向上により、 J_{sc} を 5% 改善できる。パナソニックホールディングス株式会社で進めるインクジェット塗布法の開発に向けて、乾燥工程における残存溶媒の蒸散過程などインキ調製法の基礎的知見をノウハウとして提供した。

(3) 透明導電膜作製用塗布材料の開発

タンデム太陽電池への適用を目指したトップセルの透明導電膜 (TCO) の形成には、現状 ITO などのスパッタ法が適用されているが、窓・建材用途を想定したプロセスコストの安い塗布型 TCO 代替材料の開発が求められる。ポリアクリル酸と分散媒、CNT 分散条件を最適化することで CNT 分散液を調製し、直接塗布と AuCl_3 ドープ処理により、シート抵抗 $42 \Omega/\text{Sq}$ 以下、 750 nm 透過率 $>86\%$ と最終目標 $50 \Omega/\text{Sq}$ 以下、透過率 $>80\%$ を達成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

(1) ワイドバンドギャップ・ペロブスカイト適合ホール輸送材料 (HTM) の開発

本テーマで開発した無ドープ HTM の優位性は、耐湿性やイオン拡散の抑制によるセルの長寿命化が期待される。また化学酸化重合の適用など低コストで合成が可能となる。ペロブスカイト/HTM 界面での準位マッチング層に適した材料であることを明らかにした一方で、実用化に向けてはセル特性の更なる改善が求められる。HTM 材料自体の改良よりも順・逆型のセル構成や各構成部材の最適化、作製プロセスの改良によるセル・モジュール特性の向上が不可欠である。

(2) 簡便製造プロセスの適用と実証

パナソニックホールディングスで進めるインクジェット塗布法の開発に向けて、インキ調製法や乾燥工程における残存溶媒の蒸散過程などの基礎的知見を提供してきた。パナソニックホールディングスからのフィードバックを元に、界面活性剤など添加剤の選定、インキ組成の改良を継続していく。

(3) 透明導電膜作製用塗布材料の開発

最終目標は達成したが、タンデムセルの中間電極としての実用化には更なる導電性の向上が求められる。パナソニックから窓・建材を想定したプロセスコストの安い塗布型 TCO 代替材料として開発の継続が求められている。

その他、研究教育機関として、高いレベルで素子作製を組める体制を整え、学会発表や論文発表を通じて次世代太陽電池の研究開発に関わる若手人材を輩出した (修士修了者 5 名、東芝他に就職、積水化学にも内定)。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	63.9	52.9	49.0	48.0	48.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	2 件	34 件	1 件	0 件	

4.1.2.9 ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証（株式会社カネカ、カネカソーラーテック株式会社、大成建設株式会社、国立大学法人東京大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証）	達成状況	○
実施者名	株式会社カネカ、カネカソーラーテック株式会社、大成建設株式会社、国立大学法人東京大学		
達成状況の根拠	①広角化による発電量向上ならびに色調の均一化を行った太陽電池モジュールについて、曝露試験で最大 4%の出力向上を確認した。また、景観基準への適応性に優れること、太陽電池モジュールおよび建築ガラスとしての機能に問題ないことを確認した。さらに、東京大学の建物壁面に実証用太陽光発電システムとして設置することにより、実用環境で問題ないことを確認した。 ②実証用システムを 2023 年 12 月に稼働させた。取得したデータから建物電力需要と発電量に関する解析により運用コスト評価を実施し、評価指標を抽出した。 ③大量設置を前提とした壁面設置の効率的な工法を開発し、実証用システムを設置した。また PC 一体型モジュール等の壁面設置の効率的な工法を開発した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

エネルギー基本計画が推進する ZEB を達成するには、省エネに加え PV システムの大量導入による再生可能エネルギーの創出が不可欠であり、屋上の限られたエリアだけでなく、建物壁面への PV 設置が期待される。しかし建物壁面の垂直面への設置では、太陽光の高入射角化に伴う日射量の低下により経済性確保が難しいこと、既存太陽電池モジュールの寿命が建物に対し短いこと、またその意匠が周囲の建物との親和性が小さいことや景観法令等の制約を受けること等から、適用事例は限られる。

建物壁面の垂直面への太陽光発電システムの設置には、上記 3 つの課題点に対応することがキーポイントとなる。太陽光の高入射角化に対しては、既存の太陽電池構造から光閉じ込め効果を向上し、高入射角の太陽光も収集する広角化した角度特性を有する太陽電池モジュールが必要である。また、経済性を確保するために施工コスト並びに発電時に発生するインバランスコストを含めたトータルでの検証が必要となる。次に建物に対して既存太陽光発電システムの寿命が短いことに対しては、既存のビル建物などに搭載されている合わせガラスやカーテンウォール構造に準ずる構造を採用する等で、既存の建築ガラスの寿命に近づける必要がある。周囲環境との親和性向上に対しては、太陽電池モジュールの部材選定から、色調を均一化するなど色の統一感を図った太陽電池モジュールが必要となる。これらの建物壁面への設置時に必要とされる課題点に対応した太陽電池モジュールの有用性を実証で検証することを目的とした。

本テーマは、プロジェクトアウトカム目標で 2050 年国内累積導入量約 170GW と掲げる新市場のうち、建物壁面への市場創出にあたる。

●アウトプット目標

I. 広角化による発電量向上ならびに色調を均一化した意匠改善された太陽電池モジュールの開発

II. 運用コスト評価として回収期間評価・環境性能評価・インバランスコスト評価等のシステムの構築

III. 大量設置を前提とした壁面設置の効率的な工法の開発

●実施体制

株式会社カネカ

カネカソーラーテック株式会社

(意匠改善及び広角化技術の経時変化と耐久性評価を委託)

大成建設株式会社

(既築建築物壁面への太陽電池設置工法の開発とコストダウンを委託)

国立大学法人東京大学

(同時同量の電力需給バランスを実現する要件の抽出と解析を委託)

●成果とその意義

- ・実建物へ設置することで、広角化技術を用いた意匠改善された太陽電池モジュールが住宅隣接地域における建物壁面の導入においても、周辺環境との親和性を有し、近隣住民に受け入れられやすい仕様であることを確認した。
- ・太陽電池モジュール意匠についても、色調を均一化することで、統一感のある意匠を実現でき、建物壁面に設置することでデザイン性のある設置が実施可能であることを確認した。
- ・広角化技術を用いた意匠改善された太陽電池モジュールについて、太陽電池性能および建材性能に問題がなく、建物壁面への設置に適していることを確認した。
- ・大量設置実証として、計画通り 2023 年度に設置工事完了およびシステム稼働を開始し、壁面での発電量計測と建物電力需要計測を開始した。
- ・発電量について、3F 以上では期待どおりの発電量が得られた。一方、2F の水平設置では影の影響により期待を下回る発電量であった。
- ・発電量計測結果では、当初想定通り月毎発電量推移および時間毎発電量推移ともに、水平面設置の太陽電池モジュール発電量と比較してピークシフトすることを確認でき、水平面設置の太陽電池モジュールとの組み合わせ等により、建物電力需要に近づけることが可能であることを確認した。
- ・晴天日の電力需要と発電量はいずれも午後に増大し、発電が電力需要を補完できることを確認した。しかしながら電力需要の増加分を賄うにはさらなる設置容量の増加が必要であった。
- ・西面のスポット取引価格に基づけば、水平面設置に対して南面壁面設置及び西面壁面設置も相応する売電価格が得られると試算した。
- ・開発した壁面設置向けの工法は、設置工事を実施し、問題なく設置できることを確認するとともに、既築建物への太陽電池モジュール設置の際に発生しうる既築建物の傾き等に対しても有効であることを確認した。
- ・実際の設置工事の中で、意匠改善された太陽電池モジュールの設置方法について、太陽電池モジュールの荷揚げ方法、シーリング深さの管理等の既存ガラス設置工事に対して、工数がかかる課題も抽出できた。

上記の結果より、実建物への設置により意匠改善された太陽電池モジュールの有用性を示すことができたとともに、開発した工法についても設置可能な工法であることを確認することができた。

●実用化・事業化への道筋と課題

本成果は実案件として大成建設株式会社の 2 支店で検証済みであり、大成建設社と共同設立した G.G. Energy 社によりさらなる普及拡大を進めていく。

また今後は、気象条件等の異なる複数地域での実証データ取得による発電量予測技術向上や系統負荷の低減効果の見える化等により、経済合理性の確認を進める。

既に本実証システムを省庁・自治体やアカデミアへ紹介しているが、建物壁面への太陽光発電システム導入の有効性を広く公開し、社会実装促進を目指す。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	64.9	45.0	99.9	94.2	45.5
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	0 件	0 件	0 件	

4.1.2.10 デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向け BIPV システムの実証（株式会社 L I X I L）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／壁面設置太陽光発電システム技術開発（デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向け BIPV システムの追加開発と実証）	達成状況	◎
実施者名	株式会社 LIXIL		
達成状況の根拠	PV ロールスクリーンシステムとして複数の施設（LIXIL 千葉支社、某大手鉄道会社関連企業、宗像市庁舎、宗像市東郷コミュニティセンター、宗像市立城山中学校、LIXIL 久居工場、LIXIL 有明工場、LIXIL 名張工場）での設置及び実証実験を通じて開発が完了し、本年 6 月より PV ロールスクリーンシステムの受注を開始する予定の旨、本年 4 月 14 日のニュースリリースにより周知した。 https://newsroom.lixil.com/ja/2025041401		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

BIPV は、ZEB 化に有効な手段の一つであるが、屋根置き型太陽光発電設備（以下;PV）と比べてファサードへの導入は進んでいない。その原因に、ファサードデザインへの影響、施工性やメンテナンスへの煩雑さが挙げられる。一方、わが国では、新築時の ZEB Ready から創エネの積増しにより、段階的に Nearly ZEB, 「ZEB」(Net ZERO)を目指すように設計されている。既築ファサードへの創エネの積増しには、容易に後付できる BIPV（厳密には BAPV だが、ここでは BIPV と称する）が必要となるが、現状そのような商品は存在しない。また、PV 後付事業も未だ確立されておらず、BIPV へ改修する上で必要なファサードの全面改修工事も改装市場の 1%に満たない状況にある。そこで、BIPV の課題を克服し容易に後付できる製品やシステムが確立できれば、屋内側から窓部に簡単に据え付けられるため、脱炭素化（ZEB 化）や PV 市場の開拓に貢献できるはずである。そこで、新築既築を問わず、ファサードのデザイン性を維持しながら取付施工やメンテナンスが容易な屋内設置型多機能 BIPV システムを開発し、脱炭素化（ZEB 化）への貢献とレジリエンスに寄与することを目的とした。

●アウトプット目標

本事業では、BIPV 特有の課題を解決するために、後付け可能な屋内設置型 BIPV の開発を目指した。屋内設置する上では、エネルギーの出入りが大きい窓部（開口部）に焦点を当て、ロールスクリーン状の太陽光発電設備として PV ロールスクリーンシステムを考案した。本システムは、従来ロールスクリーン機能に加えて、発電、直接給電（ボトムフレームに配置した USB-C PD や DC ジャック）、室内側からの施工やメンテナンスが容易、電気工事レス、断熱性や快適性の向上及びグレア防止等、多くの機能を付与して価値を高めた独立型 BIPV モジュール及びシステムを開発する。

●実施体制

株式会社 LIXIL が実施

●成果とその意義

ZEB 化に有意義な BIPV には、幾つかの課題がある。その代表的なものとして以下の 4 つがある。

課題①：窓面に PV セルが固定化され、常時視界を遮り不快であること。

課題②：建材と電気の融合した製品ゆえ、故障やメンテナンスの時期が異なり、交換はハードルが高い。

課題③：屋根に比べて外壁面に設置するため発電量が低下し、ペイバックペリオドが長くなる。

課題④：発電した電力は、分電盤から内部消費するため、太陽光発電による使用感が得られにくい。

これらを解決するために、上記課題に対して次の提案を盛り込むこととした。

提案①：ロールスクリーン状の太陽光発電とすることで、視界の自由度を付与した。

提案②：屋内側からロールスクリーンと同じように設置でき、施工性やメンテナンス性を向上させる。

提案③：断熱性の向上、コールドドラフトの抑制、グレア防止等、発電量だけではない価値を付与した。

提案④：発電した電力を直接給電できる仕組みを付与した。

ここまでの機能を有する屋内設置型 PV は存在しないが、屋内設置型 PV の事例には、開口部ガラスにフィルム状 PV を貼付けるものや化学強化ガラスでラミネートした PV モジュールを吊下げてワイヤで固定する製品が確認されている。しかしながら、前者は既存ガラスに貼り付けることで熱割れが生じ易くなる点に加え、ジャンクションボックスなどが現しになることでデザイン的な課題等があり、製品としては既に終息している。一方、後者はワイヤで吊下げたダブルガラス PV モジュールのエッジ部等に接触したり、ワイヤに引っ掛かるなど安全上の問題を抱えており、眺望や日射遮蔽およびデザイン性等が得られ難いことから、参考出品に留まっている。両者ともに直接的に電力を取出せるわけではなく、直列接続された先の PCS を介して電源として取り出す方式である。さらに、国外には外付けルーバーに PV を設置する商品をそ

のまま室内に配置した事例もあるが、デザイン性、施工性、メンテナンス性、取扱い易さなど BIPV 特有の障壁が解消されているとは言い難い。

そこで、本事業で開発した PV ロールスクリーンシステムは、ロールスクリーン状の太陽光発電設備として、以下①～⑫の機能を付与し実現した。

成果①：巻取り送出し開閉が可能で窓の視界自由度を付与。

成果②：ファブリックと PV セルを PV モジュール化することで、インテリア材として成立させた。

成果③：遮光しながら発電する。定格出力は 100W/枚（製品サイズに依存）。

成果④：発電した電力を直接給電（DC ジャック、USB-C PD 対応）できる。

実測値で平均 150Wh/枚・日の発電量。スマホ 9 台分に相当（設置環境や既設等に依存）。

成果⑤：適度にグレアを抑えながら柔らかな光を室内に導光できる（半透光型モジュールの実現）。

成果⑥：簡易ダブルスキン構造と端部密閉レールにより断熱性能が向上する（約 2 倍）、

成果⑦：簡易ダブルスキン構造と端部密閉レールによりコールドドラフトの抑制。

成果⑧：端部密閉レールにより隙間からの眩しさを完全に遮断。

成果⑨：屋内側から簡単施工（従来のロールスクリーンと同じ）。

成果⑩：電気工事不要で配線レス。

成果⑪：市販のポータブル蓄電池併用により自立運転が可能。

成果⑫：災害時の非常用電源として機能。

PV ロールスクリーンシステムのようにロールスクリーンの機能を保持したまま、発電しながら直接給電できるものは、世界初であり※1、さらに断熱性や快適性の向上（コールドドラフト抑制）、施工やメンテナンスのしやすさ等（前述の成果①～⑪）、多くの機能を併せ持つ。

※1【2025 年 5 月 7 日更新】2025 年 5 月 2 日時点、ステラアソシエ株式会社調べ。

●実用化・事業化への道筋と課題

実用化に向けては、2024 年 1 月から多くの施設（LIXIL 千葉支社、某大手鉄道会社グループ企業、宗像市庁舎、宗像市東郷コミュニティセンター、宗像市立城山中学校、LIXIL 久居製作所、LIXIL 有明工場、LIXIL 名張工場）で実運用上の実証確認を行い、システム商品として確立した。事業化に関しては、既存建築物の窓周辺部における設置環境が多様なため、材工込みで公共機関や法人向け請負事業としてスタートする。事業会社は、(株)LIXIL の子会社で改装事業を専業とする(株)LIXIL リニューアルから、本年 6 月より受注開始を予定する旨、本年 4 月 14 日のニュースリリースにより広く周知した。現在、多くの顧客より設置希望のご依頼を頂いている状況にある。そのため、製品の提供をできるだけ早く行うと共に、次年度以降の受注を増やしていく計画である。一方、事業化に向けた課題としては、受注案件が増えることや製作範囲の拡大にお応えすることを想定した際に、製造拠点の調整や新たな設備投資等を検討する必要がある。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	9.0	35.4	5.6	15.0	—

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
11 件	3 件	5 件	3 件	14 件

4.1.3. 移動体用太陽電池の研究開発

4.1.3.1 超高効率モジュール技術開発（シャープエネルギーソリューション株式会社）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	△
実施者名	シャープエネルギーソリューション株式会社（SESJ）		
達成状況の根拠	・曲面モジュールの開発、化合物セルの高効率化、発電量予測モデル構築のためのモジュール提供については、最終目標を達成した。一方で、高効率モジュールの開発では最終目標(変換効率 35%)には未達となった（ただし、得られたモジュール変換効率 33.66%は世界最高効率、自社調べ）。また基板再利用技術についてはおおむね要素技術開発は完了したが量産性評価としては課題が残った。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

エネルギー需要の大部分を化石燃料に頼っている運輸部門では CO2 排出量削減や大気汚染対策の取り組みの一つとして次世代自動車（FCEV、EV、HEV）による電動化の動きが加速しており、その効果を最大限に引き出すために再生可能エネルギーからの電力供給が期待されている。次世代自動車に太陽電池を搭載することは、再生可能エネルギー由来の電力を直接供給することが可能となるだけでなく、燃料費の削減、充電回数低減等ユーザーの利便性を高めることが出来る。また、次世代自動車の急速な増加により充電ステーションなど社会インフラの整備が追いつかない地域におけるスムーズなEV系自動車への転換や系統への負荷低減等にも貢献すると予想される。

発電効率が高く、且つボンネットやトランクなど、屋根以外の曲面にも搭載可能な太陽電池モジュールを開発すれば、太陽光のみを使って走行できる走行距離、及びユーザー数の拡大を図ることができるとともに、大きなCO2削減効果を期待できる。普通乗用車への太陽電池の搭載を考えた場合、変換効率31%の曲面にも搭載可能な太陽電池モジュールがあれば1kW程度を搭載することができ、1日の日射で30km程度の走行が可能である。自動車形状やシステムの開発と合わせれば、高日射地域では将来的に50～100km程度の走行を実現できる可能性があり、走行距離の延長に伴い再生可能エネルギーのみで走行可能なユーザー、ニーズの大幅な増加を見込むことができる。

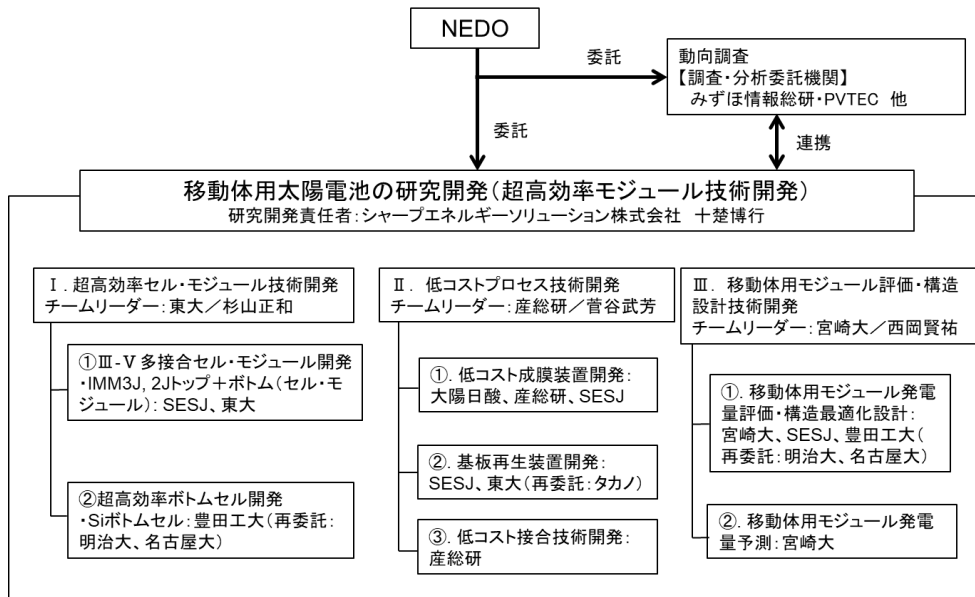
本事業では 2050 年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、自動車形状に追従可能で、高効率、低コストを実現できる太陽電池モジュールを開発する。

●アウトプット目標

【最終目標】（2024 年度末）

- ・モジュール効率 35%以上（30cmx30cm）
- ・上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った 3D 曲面モジュール（曲率半径 1m を含む）
- ・実用サイズの複数枚処理装置（4 インチ以上）において、モジュールコスト 200 円/W（量産時 GW レベル）を達成するための基板再生装置の実証。

●実施体制



●成果とその意義

本研究開発に於いて、化合物 2 接合セルと結晶 Si セルのメカニカルスタック構造のモジュールでモジュール変換効率 33.66%（2025 年 5 月現在 モジュール変換効率として世界最高、自社調べ）を実証し、NEDO 車載太陽電池検討委員会 中間報告（3）で示されている車載太陽電池モジュールの普及のための要件“変換効率 30%以上”が実現可能であることを実証した。また、車両搭載で必須となる曲面型モジュール変換効率 33.66%を実証したモジュールと同構造で作製し構造上の大きな課題は無いことを確認した。一方で共同実施者である宮崎大学に複数の太陽電池モジュール（曲面結晶 Si タイプ、平板化合物 2 接合型+結晶 Si タイプ）を提供し、各種環境下での発電量測定を実施し、その結果から発電量シミュレーターの構築を行い地域、道路環境等を踏まえた発電量予測が可能となった。以上のことから、車両に搭載した太陽電池から得られた電力を動力源として用いることが可能であることを実証することができた。

また低コスト化の取組では、基板再利用技術について、基板剥離技術に関しては、量産性を評価するための半自動装置を開発作製しそれを用いた剥離技術の開発で、複数枚同時剥離が可能であることを実証し、装置の自動化、量産化の可能性を確認した。基板再利用のもう一つのコア技術である基板再生（再利用可能な表面状態を簡易的な手法で行う）技術の開発では、従来技術の約 1/3 のコストとなる技術を開発し、6 回の再利用でも諸特性が維持されることを確認した。本技術は、化合物型太陽電池の製造コスト低減に今後貢献できる。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究開発の成果物である化合物多接合型太陽電池およびモジュールの高効率化、低コスト化技術は、シリコン太陽電池を凌ぐ高い変換効率から、太陽電池設置面積が限られ、かつ、所望の電力を必要とする人工衛星、飛行体、電動車等の移動体への電源として用いられることが期待される。当社は古くから宇宙用太陽電池の事業に携わり、化合物太陽電池も国内人工衛星向けに販売している。今後は、更なる性能向上（特に軽量化）と低コスト化を実現し、用途を宇宙から成層圏、地上へと拡大することを計画している。

一方で車載用太陽電池は求められるコストが非常に低いこと（低コスト化については、基板再利用技術、共同実施者の太陽日酸(株)が担当した低コストエピウエハ製造技術とも量産適用までにはまだ課題が残っている）、現時点では、市場が未熟であることから以下のアプローチで進めていく。

2025 年～2029 年：コストが十分に低い結晶 Si 型太陽電池での車載太陽電池（本研究開発で構造の開発を実施した曲面モジュール）での市場立ち上げを行う。あわせて、化合物太陽電池の低コスト製造技術開発を引き続き実施し、装置の詳細設計まで実施し製造コストの試算をおこなう。

2030 年～2034 年：顧客（自動車メーカー）への提案、仕様調整。製造ライン、サプライチェーンの構築。

2035 年：販売開始

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	97.1	102.9	93.2	93.7	113.1
●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
7 件	0 件	3 件	0 件	10 件	

4.1.3.2 超高効率モジュール技術開発（国立大学法人東京大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人東京大学		
達成状況の根拠	・化合物セルの高効率化については最終目標である 32%超を達成し、この技術を用いたモジュール変換効率 33.66%（世界最高効率・2025 年 3 月時点）に寄与した。また基板再利用技術について、複数枚同時処理可能な ELO 剥離装置の開発、及び IMM3J セルの剥離を可能とする ELO 技術の開発に関しては要素技術開発を完了、低コスト化への指針を得るに至った。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

エネルギー需要の大部分を化石燃料に頼っている運輸部門では CO2 排出量削減や大気汚染対策の取り組みの一つとして次世代自動車（FCEV、EV、HEV）による電動化の動きが加速しており、その効果を最大限に引き出すために再生可能エネルギーからの電力供給が期待されている。次世代自動車に太陽電池を搭載することは、再生可能エネルギー由来の電力を直接供給することが可能となるだけでなく、燃料費の削減、充電回数低減等ユーザーの利便性を高めることが出来る。また、次世代自動車の急速な増加により充電ステーションなど社会インフラの整備が追いつかない地域におけるスムーズな EV 系自動車への転換や系統への負荷低減等にも貢献すると予想される。

EV に代表されるような利用面積の限定された移動体に対して発電効率の高い太陽電池モジュールを開発することで、太陽光による補給補助機能が拡大し、その結果として大きな CO₂ 削減効果とユーザー数の拡大が期待できる。例として普通乗用車への太陽電池の搭載を考えた場合、変換効率 31%の曲面にも搭載可能な太陽電池モジュールが利用可能であれば 1 台当たり 1kW 程度の搭載が見込め、晴天時における 1 日の日射によって 30km 程度の走行が可能である。自動車形状やシステムの開発と合わせれば、高日射地域では将来的に 50～100km 程度の走行を実現できる可能性があり、走行距離あたりの再生可能エネルギーに占める割合が増大することで大幅な需要の増加を見込むことができる。

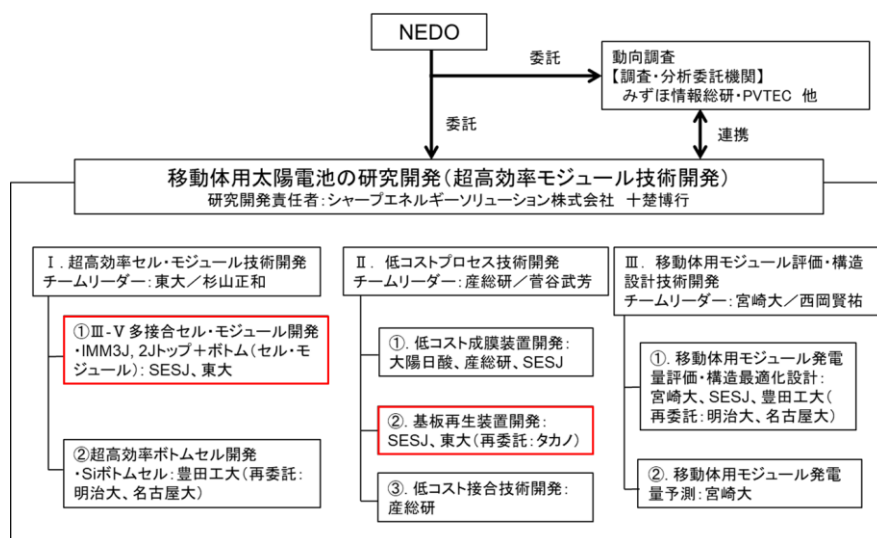
本事業では 2050 年頃を目安に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発基盤として、移動体用の高効率、低コストを実現できる太陽電池モジュールの構成要素となる高効率セル開発、および低コスト化に資する ELO コンセプト技術開発を実施する。

●アウトプット目標

【最終目標】（2024 年度末）

- ・InGaP/GaAs 2 接合セル効率 32%以上
- ・多数枚処理 ELO 装置の開発。
- ・IMM3J セル向けの剥離装置開発と動作実証。

●実施体制（再委託先：タカノ株式会社）



●成果とその意義

本研究開発に於いて、化合物2接合セルと結晶Siセルのメカニカルスタック構造のモジュールでモジュール変換効率 33.66% (2025 年 5 月現在 モジュール変換効率として世界最高、コンソーシアム内調べ) を実証し、NEDO 車載太陽電池検討委員会 中間報告 (3) で示されている車載太陽電池モジュールの普及のための要件“変換効率 30%以上”が実現可能であることを実証した。そのうち、トップセルを構成する InGaP/GaAs 2 接合セルに対して電圧出力の増大に有効なリアヘテロ構造のシミュレーションに基づく設計と試作評価によって、開放電圧 $V_{oc}=2.56$ V まで到達した。定量的光学評価と時定数評価の結果とシミュレーションのモデルを解析した結果、開放電圧の増大は従来の p 型の吸収層 (InGaP あるいは GaAs) に替えて n 型の吸収層厚さが増大したことで非発光再結合確率が低減したこと、及びワイドギャップ材料と吸収層のヘテロ界面における非発光再結合確率が抑制されることに起因していると考えられる。この場合、n 型の吸収層において少数キャリアとして機能する正孔の輸送律速によって電流出力が制限されるために最適な吸収層厚さの設計が必要となることが明らかとなり、最適化設計を施した結果、従来のフロントホモ接合構造と同程度の短絡電流密度 $J_{sc}=14.87$ mA/cm² を維持可能であることが示された。最終的に 2 接合セルの変換効率はコンソーシアム内での評価ではあるが最大で 32.1%が得られ、目標値であった 32%の達成が認められた。この結果により、トップセルはモジュール効率 35%超を構成する要素として十分な水準に到達した。

また低コスト化の取組では、基板再利用技術について、基板剥離技術に関しては量産性を評価するための半自動装置を開発作製し最大 25 枚の複数枚同時剥離が可能であることを実証し、装置の自動化・量産化の可能性を確認した。基板再利用のもう一つのコア技術である基板再生 (再利用可能な表面状態を簡易的な手法で行う) 技術の開発では、従来技術の約 1/3 のコストとなる技術を開発し、6 回まで再利用の間で諸特性が維持されることを確認した。本技術は、化合物型太陽電池の製造コスト低減に今後貢献できる。さらに、従来の基板剥離工程において太陽電池として機能するデバイス層が内包する応力の影響によってクラックが発生しデバイスが損傷するために ELO の適応が難しかった IMM3J セルに対して、応力補償層として適正な厚さの Ni 等の金属膜の堆積を行うことでデバイス層に対して無損傷な基板剥離工程を遂行できることが示された。この結果により、機械的積層を必要としない、III-V 族化合物半導体のみから構成される 3 接合太陽電池モジュールの低コスト化が進むことが期待される。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究開発の成果物である化合物多接合型太陽電池およびモジュールの高効率化、低コスト化技術は、シリコン太陽電池を凌ぐ高い変換効率から、太陽電池設置面積が限られ、かつ、所望の電力を必要とする人工衛星、飛行体、電動車等の移動体への電源として用いられることが期待される。共同実施者として開発にあたったシャープエネルギーリ्यूション株式会社は古くから宇宙用太陽電池の事業に携わり、高効率化合物太陽電池の国内人工衛星への応用が既に実現されている。このような高効率セルの応用先として、更なる性能向上 (特に軽量化) と低コスト化を実現することで用途を宇宙から成層圏、地上へと事業拡大が進むことが期待されている。

一方で車載用太陽電池は求められるコストが非常に低いこと、また低コスト化については、基板再利用技術、共同実施者の太陽日酸 (株) が担当した低コストエピウエハ製造技術ともに量産適用までにはまだ課題が残っていることからこの部分においてさらなる製造技術開発を進める必要性がある。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	95.0	85.0	85.0	99.9	99.9
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
2 件	18 件	70 件	0 件	3 件	

4.1.3.3 超高効率モジュール技術開発（学校法人トヨタ学園豊田工業大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	○
実施者名	学校法人トヨタ学園豊田工業大学		
達成状況の根拠	ボトムセルである結晶シリコン太陽電池に求められる変換効率を実現するための要素技術を開発し最終目標を達成した。それら最先端セルを実施機関に供給し、研究全体を支援した。加えて、部分影に移動体用モジュール構造の新たな提案を行った。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

本事業では、2050 年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、自動車形状に追従可能で、超高効率、低コストを実現できるⅢ-V族化合物半導体/結晶シリコンタンデム太陽電池モジュールの研究開発を行う。高効率なボトム結晶シリコンを実現し、超高効率のⅢ-V族化合物半導体太陽電池を大幅に低コスト化することにより、高効率低コストモジュールを実現するための技術開発を行う。

モジュール変換効率 35%以上を達成可能な太陽電池（多接合Ⅲ-V化合物太陽電池、Ⅲ-V/Si、Ⅲ-V/CIS のタンデム型太陽電池）の高効率化技術、200 円/W（量産時GWレベル）を達成するための基板再生装置及び高速成膜技術、新型セル・モジュール構造、自動車搭載モジュール化技術を開発する。

●アウトプット目標

豊田工業大学

・軽量で曲面追従可能な変換効率 33%以上の電池モジュール実現のために必要なボトムセルの共通基盤技術を確立する。フィルター下で効率 6%となるシリコンセルを開発し、それにより得られた知見、技術開発指針をもとにプロジェクト連携企業の技術開発を支援して、モジュール効率 35%の実現に貢献する。

・豊田工業大学で開発した解析手法を用い、Ⅲ-V族多接合タンデム太陽電池、Ⅲ-V/Si タンデム太陽電池およびモジュールの損失解析および温度特性解析を検討する。損失要因と温度特性支配因子を明確化し、セルおよびモジュール構造改善の指針を提示する。宮崎大と連携して、車載用太陽電池モジュールとして候補となる各種モジュール構造の総合発電性能を解析し、モジュール効率 35%実現のための損失解析手法、最適化設計指針を提示する。これらの研究開発により、車載用太陽電池モジュール効率 35%の実現に資する。

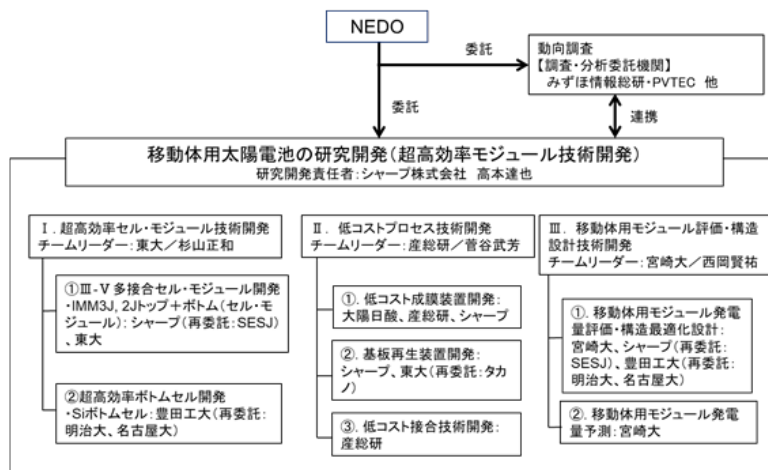
明治大学

・高効率かつ曲面追従可能な屈曲性・可とう性を有する極薄ボトムセル実現のための新規材料、プロセスおよび評価・解析技術を開発すると同時に、特に物理化学評価の側面からセル・モジュール開発を支援する。それによって、軽量で曲面追従可能（想定サイズ 30cm x 30cm、曲率半径 1 m）な変換効率 35%以上の超高効率太陽電池モジュールの実現に貢献する。

名古屋大学

・高効率ボトムセル実現のため、表面再結合電流密度 J_{0front} および裏面再結合電流密度 J_{0rear} を 15 fA/cm² に低減する。また、長波長領域(1000nm 以上)における内部量子効率(IQE)を 60%以上に高める(IQE@1100nm > 60%)光及びキャリア閉じ込め技術を開発する。それによって、軽量で曲面追従可能な変換効率 35%以上の超高効率太陽電池モジュールの実現に寄与する。

●実施体制（再委託先：学校法人明治大学、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学）



●成果とその意義

豊田工大：・ボトムセルとして SHJ セルが最も有望と判断し、SHJ 試作プロセスのさらなる高度化を目指し、アモルファス (a-Si:H) 層製膜条件検討や透明導電膜 (TCO) 製膜条件検討などを行った。その後、SHJ 試作プロセスのさらなる高度化・高効率化を検討するとともに、タンデム用ボトムセルとしてのセル構造・プロセスの改善と最適化に取り組み、2 層 ARC (Anti Reflection Coating) や裏全面 BSR (Back Surface Reflection) についての検討、さらに Light soaking (LS) 処理検討などを行った。その結果、TTI で試作した 48mm 角高精度 SHJ セルにおいて、1-sun 光照射下効率 24.68%、GaAs フィルター下効率 6.01%を得ることができ、TTI としての最終目標を達成することができた。

・宮崎大学および SESJ と連携して III-V/Si タンデム太陽電池およびモジュールの損失解析および温度特性解析等を行ない、モジュール効率 35%以上の高性能太陽電池モジュールにより、平均日射条件下で 30km/day 以上、晴天時 50km/day 以上の長距離走行が可能であることを示した。

・部分影による出力低下を最小限に抑えられることを目的に、セルストリングの中の各段のセルが隣接するセルストリング中のセルと相互に並列に接続されている点に特徴がある新モジュールを開発した。

明治大学：・Cu 粒子を Ag でコーティングした新型ペースト (Ag コート Cu ペースト) の高効率セル応用を目的に、電極と TCO (透明導電膜) との界面特性を評価した結果、Ag コート Cu ペーストは従来の Ag ペーストと比較して酸化が進行しやすいものの、IWO (W ドープ In_2O_3) や ITO (Sn ドープ In_2O_3) とのコンタクト抵抗が低く、電極としての適用性は従来品と同等以上であることが確認された。一方、AZO (Al ドープ ZnO) との組み合わせでは他の In ベースの TCO に比べてコンタクト抵抗が若干増加したものの、Ag ペーストよりも低い抵抗値を維持できた。

・電極周辺および電極から離れた領域における応力の温度依存性を温度可変ラマン分光法を用いて評価した。過酷環境下での結晶シリコン太陽電池の応力管理に関する新たな知見を得た。

・テクスチャーサイズを縮小することで光学特性との最適なバランスが得られることを示し、フレキシブル太陽電池の設計指針が明確化、さらには実用化への道を開いた。

名古屋大学：・ナノインプリント法を利用した長波長感度を高める光閉じ込め構造 (NIP-LTS) のセル構造の開発を行った。NIP-LTS としてはハニカム構造を採用し、光学計算結果を参考に、フラットな領域の幅を 400 nm、突起部の幅 180 nm、高さ 300 nm 程度とした。その結果、長波長領域の外部量子効率を波長 1100 nm にて 0.6 以上の値にまで増加することに成功した。Best Efficiency セルで 1.14 mA/cm^2 、Best J_{sc} セルで 1.28 mA/cm^2 増加した。

・p 型 a-Si:H および i 型 a-Si:H 製膜時の製膜条件最適化と p-a-Si:H 製膜後に B デルタドープを目的とした B_2H_6 プラズマ処理を行った。その結果、 J_0 は 13.7 fA/cm^2 に低減し、最終目標を達成することができた。この時、接触抵抗も 3.46 から $1.12 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}^2$ に低減できた。シリコンナノ結晶とシリコン酸化膜を複合化させた NATURE contact (Nanocrystal Transport path in Ultra-thin dielectrics for Reinforced passivating contact) を新規高品質キャリア選択材料として提案し、 J_0 を 6.9 fA/cm^2 に低減することができた。加えて、NATURE contact にて同じ高温プロセス構造の TOPCon 構造と比較して遜色のないパッシベーション性能を示すことができた。

本グループの重要なタスクとして、中間評価および最終評価のタイミングで、ボトム用高効率化処理を施した Si セルをワイヤーで直列に接続したセルストリングを作製して SESJ へ供給し、中間評価時はモジュール効率 33.66% (化合物トップモジュール効率 28.17%、Si ボトムモジュール効率 5.49%、モジュール面積: 775 cm^2) を達成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

タンデム構造におけるボトムシリコン太陽電池としては、高い技術水準に到達できた。今回開発したさらなる高効率化や低コスト化に資することが可能となる技術に関しては、継続的な検討が必要である。一方で、Ag および In の消費量削減の取り組みは、今後の市場規模を考えた時さらに重要となる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	49.7	69.4	81.2	72.7	72.7
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
1 件	51 件	207 件	17 件	5 件	

4.1.3.4 超高効率モジュール技術開発（太陽日酸株式会社）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	△
実施者名	太陽日酸株式会社		
達成状況の根拠	本プロジェクトの最終目標に対して、明確に目標が未達である項目が複数あるため。（詳細は下記の通り） ・6 インチ GaAs 成膜時において原料利用効率が最終目標 70%に対して 51%にとどまる。 ・6 インチ基板 InGaP 成膜時において成膜速度が査収目標 100 μm/h 以上に対して 20 μm/h にとどまる。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

本事業では2050年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、自動車形状に追従可能で、高効率、低コストを実現できる太陽電池モジュールを開発する。

そのために超高効率のⅢ-V族化合物半導体太陽電池を大幅に低コスト化し、モジュール化するための技術開発を行う。具体的には、モジュール変換効率35%以上を達成可能な太陽電池（多接合Ⅲ-V化合物太陽電池、Ⅲ-V／Si、Ⅲ-V／CISのタンデム型太陽電池）の高効率化技術、200円／W（量産時GWレベル）を達成するための基板再生装置及び高速成膜技術、新型セル・モジュール構造、自動車搭載モジュール化技術を開発する。

高速成膜技術として超高速・低コストエピタキシャル成長法であるハイドライド気相成長法（HVPE）に関し、量産型HVPE成膜装置の開発を行う。具体的には、大口径6インチウエハが導入できるHVPE反応炉を新規に開発し、超高速成長かつ高い原料利用効率により量産規模における原料、装置コストを大幅に削減する革新的成膜技術の開発を目指す。

●アウトプット目標

本NEDOプロジェクトにおける太陽日酸の最終目標は以下の通りである。

- ・複数の6インチ基板に連続的に成膜できる要素を持つHVPE装置の実証。
- ・6インチ基板のGaAs成膜において成長速度200 μm/h、InGaP成膜において成長速度100 μm/h。
- ・6インチ基板のGaAs成長において、原料利用効率70%。
- ・6インチ基板以上のGaAs成長において、V族/Ⅲ族のガス比率2以下。
- ・プロセス時間30分以下

（成膜速度への昇温時間および搬送可能温度までの降温時間各10分以下）

●実施体制

NEDO

シャープエネルギーソリューションズ株式会社

国立研究法人産業技術総合研究所

太陽日酸株式会社

●成果とその意義

【6インチ基板上に成膜可能なHVPE装置の設計・製作】

内部供給でかつ高速原料切り替えを実現可能な縦型大口径6インチ基板用HVPEの装置の設計・製作を行った（図.1）。炉内の主な仕様として、6インチ基板×1枚の処理が可能な縦型炉であり、炉内最高設定温度；800℃、サセプタは3000rpmの高速回転が可能である。またGa×3、In×2、Al×2の計7系統の原料内部切替機構を有しており、これによりⅢ-V族太陽電池の更なる高効率に必要な太陽電池の多接合成膜が可能である。

また今回、サセプタ温度が300℃程度でも基板の搬出入が可能な高温自動搬送機構の追加設置を行った。50℃以下まで降温後に手動で基板搬出入を行っていた従来方法に比べ1Run当たりのプロセス時間を3～4h/Runを37～38min/Runと大幅に短縮化することに成功した。また高温搬送機構の運用は、将来的な量産クラスター装置としての要素技術構築という目的も兼ねる。

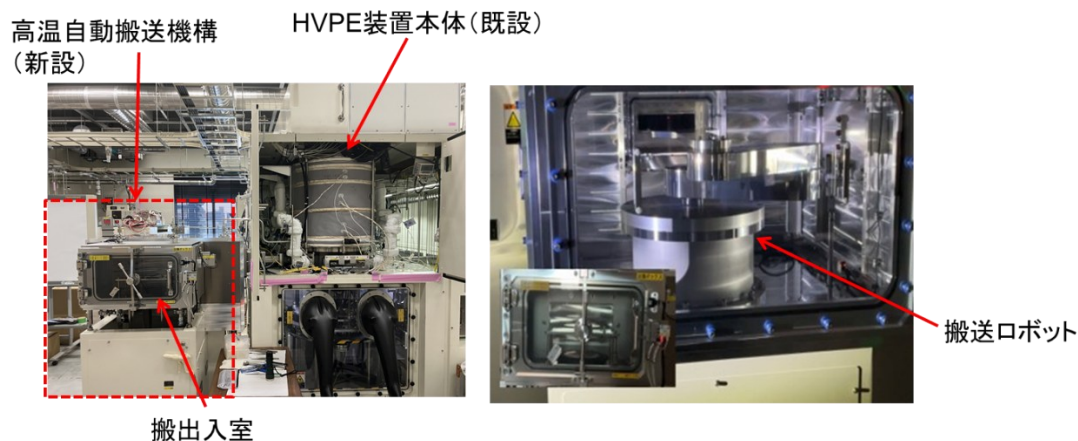


図.1 高温搬送機構を備えた6インチ基板対応HVPE装置

【6インチ基板上へのGaAs、InGaP成膜評価結果】

今回製作したHVPE装置による6インチ基板上へのGaAs及びInGaPの成膜プロセスの最適化を行った。GaAs成膜においては、サセプタ回転速度の調整により塩化ガリウム（GaCl）供給量に対するGaAs成膜速度は現点で $270\mu\text{m/h}$ （目標 $200\mu\text{m/h}$ ）を達成している。一方で現時点においてGaAs成膜における原料利用効率は51%（目標70%）、InGaP成膜における成膜速度は $20\mu\text{m/h}$ （目標 $100\mu\text{m/h}$ ）に留まっており、今後、未達成項目に関しては、それぞれの項目で目標達成に向けた打ち手（改善方法）考案及びその実施を予定している。

例えば、GaAs成膜における原料利用効率に関しては、反応効率向上を目的とした原料ポート形状の改造、InGaP成膜における成膜速度はノズル構造やノズル-基板間距離の最適化を打ち手として考案している。それら打ち手を実行することで、将来的に全ての目標を達成できる見込みである。

●実用化・事業化への道筋と課題

当事業における最終目標は電気自動車への太陽電池搭載である。10GWの需要を得るにはHVPE装置が10,000台以上の稼働が必要と見込んであり、うち20%が新規需要とし、1台3億円とすれば、6,000億円の非常に大きな市場が創出される。

電気自動車普及以前には、HAPSのような成層圏における無人航空機の電源としても超高効率太陽電池の利用が期待できる。

本成果の実用化には更なる量産化、低コスト化が必要であり、そのためには、リアクタのクラスター化或いは多数枚化が必須技術となる。量産化に向けた技術開発が今後の課題である。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	78.9	5.0	154.7	21.4	53.4

●特許出願及び論文発表（2025/03/31時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0件	0件	9件	2件	0件

4.1.3.5 超高効率モジュール技術開発（国立大学法人宮崎大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人宮崎大学		
達成状況の根拠	曲面モジュールの発電量を推定する技術を開発、屋外実環境下における評価・解析技術および発電量予測モデルの確立、振動や応力など機械的要素を考慮した設計技術を開発し、実用化と市場形成に貢献しただけではなく、本成果を下にした国際標準化も進みつつある。当初目標を超える成果を獲得した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

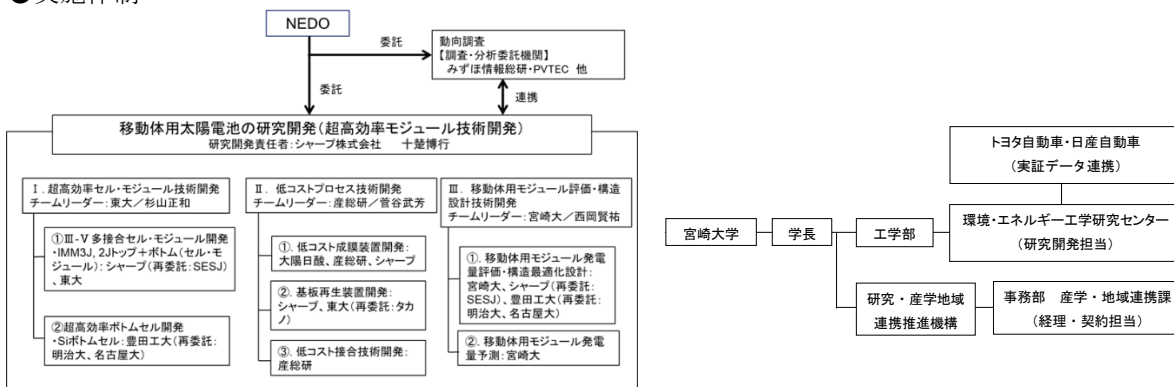
車載太陽電池は乗用車のエネルギーを太陽光からまかなうことを目的とし、乗用車からの温室効果ガスを効果的に削減できることが期待される。本技術の実用化には高効率な太陽電池だけでなく、実環境での発電性能の解析による知見（発電量予測など）が欠かせない。乗用車からの温室効果ガス排出は輸送セクターの約半分を占めるため、実用化による温室ガス排出削減効果は巨大である。

超高効率移動体用太陽電池モジュールの屋外実環境下における評価・解析技術の確立、実証データ評価・解析結果に基づく最適化設計指針の確立、実証データに基づく移動体用モジュール発電量予測モデルの確立を目標とした。

●アウトプット目標

本技術が開発され、多くの乗用車に太陽電池が搭載されると、乗用車販売台数から算出し 50 GW/年の市場が創設されると期待される。

●実施体制



●成果とその意義

移動体用太陽電池の発電特性の定量的な扱いには従来型太陽電池の計測・計算方法では扱えなかったのて、実証データに基づき下記3ステップで評価・解析技術を完成させ、国際標準化への道筋を創成した。

(1) 製品試験：曲面太陽電池の計測方法

(2) 発電出力計算方法：不均等な日影環境、移動する曲面、部分日影においても正確に発電出力を算定

(3) 発電量計算方法：上記日影の影響を考慮した発電量の算出

（移動体の場合、地域の気象条件よりも日影分布、例えば、郊外か住宅地か山間部かの違いのような常時運転している日影環境による発電量の差の方が大きい）

(1) 計測誤差を解析して試験方法および試験技術や設備の必要要件（宮崎プロトコル）を開発し、各国の試験機関の協力によりラウンドロビンを実施し、検証を行った。優秀さが認められ IEC60904-1-3 として国際標準化予定である。

(2) 局所座標系と微分幾何学的アプローチを組み合わせることで、曲面太陽電池の発電出力を屋外の日射環境下で再現できることを実証した。不均等な日影の影響については、方位ベクトル毎の日影構造物の被覆率を開口行列、または遮蔽行列として表現し、同じく局所座標系を用いてモジュールに入射する日射高度を算出することにより、任意の場所、任意の時間での発電出力を正確に算出できることを実証した。汎用性や高精度が認められ、(1)と同じく、国際標準化（テクニカルレポート）に向けてプロジェクトが発足した。

(3) 移動体から見た仰角をパラメータとした日影確率や部分日影確率を導入することにより、期待値として発電量を算出できることを示し、別の調査事業で商用車約 200 台を用いた発電実証試験結果を用いて検証した。(2)と同じく、国際標準化（テクニカルレポート）に向けてプロジェクトが発足した。

また、研究開発を進めるにつれ、発電出力や発電量の評価解析だけでなく、耐振動、脆性の高いセルの 3 次元曲面被覆性の課題が重要であることを認識し、計測評価方法の開発、評価、設計提案を追加して実施した。例えば、3 次元曲面被覆性ではセルの厚さではなく、セルの大きさが重要であり、最適なセルサイズを提示し、これにより車体被覆率を増やし、セルの発電効率を高めずとも発電出力を増大できることを示した。振動に関しては、通常のモジュール構造では移動体の振動数領域では制振性能はほとんどなく、セルの固有振動数では車体やモジュールとは独立にセルが激しく共振しうること、ただし、この問題は固有振動数設計により容易に回避できることを示した。

●実用化・事業化への道筋と課題

評価解析方法の開発成果により、複雑な挙動を示す車載太陽電池に対して適切な試験評価ができるようになり、製品開発が加速される。

開発を行った上記(1)～(3)は国際標準化の途上であり、規格化されることにより、広く成果を使えるだけでなく、公正な製品試験、本製品に対する公正な価値査定が行われるようになり、適正な産業化奨励政策、導入助成政策が実施できるようになる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	7 件	58 件	0 件	0 件

4.1.3.6 超高効率モジュール技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創出技術／移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）	達成状況	△
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	既存 HVPE を用いた InGaP/GaAs 2 接合セルの世界最高変換効率 30.1% や、スマートスタックを用いた InGaP/GaAs//CIGS 3 接合セルの世界最高効率 29.3% は特筆に値する。スマートスタックの 4 インチ大面積化成功についても大きな成果と言える。量産実証型 HVPE は試験実施期間が約 1 年半であり、GaAs 成長速度 270 $\mu\text{m/h}$ を達成し、世界で初めて HVPE 量産実証機での GaAs セル作製に成功したが、Al 系材料成長に関する装置改良の遅れにより、数値目標未達の部分が残った。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2050 年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、超高効率、低コストを実現できる III-V 族化合物半導体太陽電池モジュールの研究開発を行う。産業技術総合研究所（以下産総研）では、モジュールコスト 200 円/W が達成可能な低コスト量産型ハイドライド気相成長装置 (HVPE) の開発を行う。また、III-V トップセルと Si、CIGS ボトムセルを 2 端子で接合できるスマートスタックの高効率化、大面積化に資する技術開発を行う。本技術開発により、車載用太陽電池という新市場への最大限の導入拡大が可能となり、2050 年において太陽電池 1kw 搭載電気自動車台数が累計 5000 万台に達すると（NEDO 太陽光発電システム搭載自動車検討委員会中間報告より）、導入量は 50GW に相当する。以上により、太陽光発電の国内累積導入量が 2050 年に約 320GW となることを目指したアウトカム目標に大きく貢献できる。

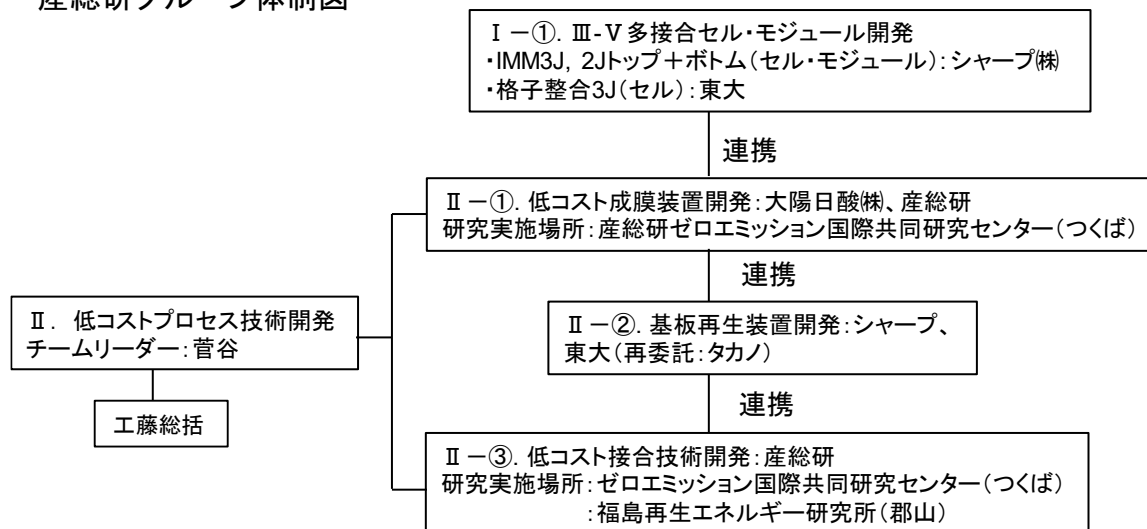
●アウトプット目標

モジュールコスト 200 円/W が達成可能な低コスト量産型 HVPE 装置の開発として、産総研では以下の目標を設定した。

- ① 既存 HVPE (H260) により成長した InGaP/GaAs 2 接合セルで変換効率 30% 以上。
 - ② 量産実証型 HVPE による成膜技術において、モジュールコスト 200 円/W を達成する量産技術の実証。
- また、III-V トップセルと Si、CIS を 2 端子で接合可能なスマートスタック技術に関して、4 インチ GaAs セルと CIS および Si ボトムセルを接合し、大面積化技術を実証することを最終目標とした。

●実施体制

産総研グループ体制図



●成果とその意義

本技術開発において、既存 HVPE を用い、世界で初めて高品質 Al 系材料を太陽電池構造に導入することに成功し、InGaP/GaAs 2 接合セルで 30.1%（図 1）、InGaP セルで 17.3%（図 2）の変換効率を達成した。これらの値は HVPE として世界最高の変換効率をそれぞれ実現したものである。

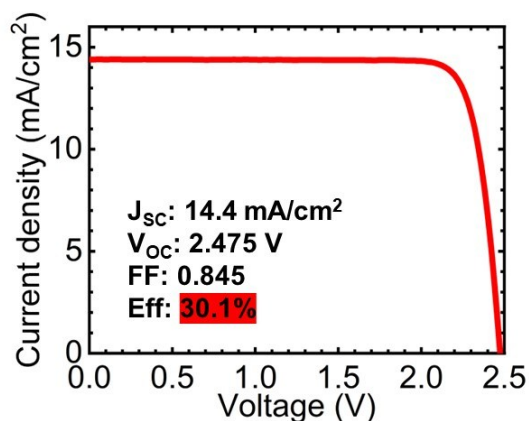


図1 InGaP/GaAs 2 接合太陽電池の J-V 特性

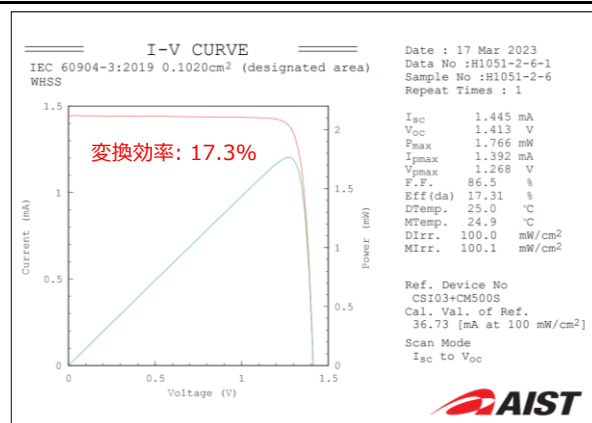


図2 InGaP 太陽電池の J-V 特性（公式認証値）

6 インチ量産実証型 HVPE 開発においては、GaAs 成膜で $270 \mu\text{m/h}$ の超高速成長を実現し、また原料利用効率 51% を達成するとともに高性能な GaAs 太陽電池の作製に成功した。量産装置開発を成膜まで実証しているのは世界で本技術開発のみであり、日本がリードする技術である。Ⅲ－Ⅴ 族多接合太陽電池のモジュールコスト 200 円/W 達成のためは HVPE 技術が必要不可欠であり、今後の更なる装置改良や成膜技術開発によりその要素技術が確立できる。

スマートスタック技術は、産総研が独自に開発した低コストかつ簡便な方法で 2 端子の多接合太陽電池が作製可能な優れた技術である。本技術開発において、シリコン粘着剤を介在した新型スマートスタック開発により、InGaP/GaAs//CIGS の 3 接合セル（//はスマートスタック部）で世界最高の変換効率 29.3% を達成した（図 3）。また、2 回転写技術により新型スマートスタックの大面积化技術を構築し、セレン化法で成長した表面ラフネスの大きな CIS ボトムセルを用いた GaAs//CIS 3 接合セルを実証した。CIS をボトムセルとして 2 端子の 3 接合セルが作製できるのは世界で本技術のみである。さらに、先進 ELO 技術の利用により、GaAs//Si 接合で 4 インチの大面积化に成功し、最終目標を達成した（図 4）。

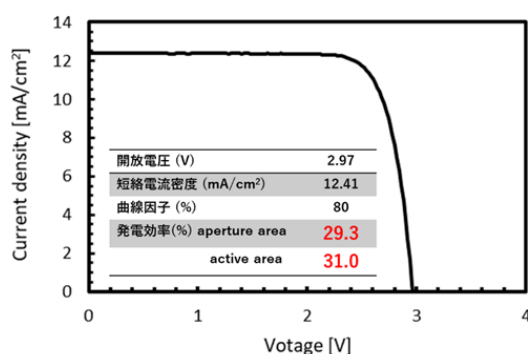
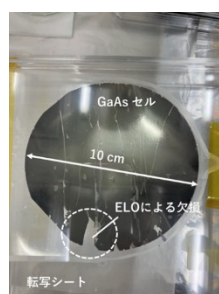
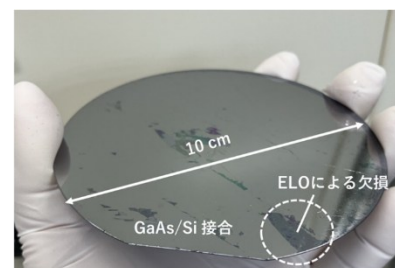


図3 InGaP/GaAs//CIGS の 3 接合セルの J-V 特性



(a)



(b)

図4 (a)基板再生装置による 4 インチ GaAs ELO セル
(b) 4 インチ GaAs//Si の接合外観

●実用化・事業化への道筋と課題

本テーマにより太陽日酸(株)と開発した量産実証型 6 インチ HVPE 枚葉炉は、課題の A1 系成膜技術が解決され次第すぐに上市される予定である。また、その後多数枚処理可能な量産型装置が 2035 年までに開発、上市される。一方、同事業でシャープ(株)、東大、タカノ(株)が開発した多数枚 ELO 装置も 2035 年までには完成し、シャープが整備する車載用太陽電池モジュール生産拠点に量産型 HVPE とともに導入され、化合物+シリコンの次世代車載モジュールが 2035 年に市場投入される予定である。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	97.0	85.0	85.0	95.0	100.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
3 件	18 件	49 件	8 件	6 件	

4.1.3.7 移動体用太陽電池の研究開発（次世代モジュール技術開発）（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（次世代モジュール技術開発）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	実用サイズのセル製造工程に適合可能な国内初の成膜プロセス技術（DMF フリー溶媒、真空クエンチ法）によりアウトプット目標の数値（変換効率）と技術検討委員会で定めた数値目標（開放電圧）をクリアしたこと、及び大面積ペロブスカイトに適用できる新規の評価技術（ハイパースペクトルイメージング）の開発による。 ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本研究開発では、移動体用途として求められる高い変換効率（30%以上）を低コストで実現可能な太陽電池モジュール、具体的にはペロブスカイトセルとシリコンセルを積層した高効率タンデムセル作製技術開発や、曲率半径 1m を含む 3D 曲面モジュール化を 70 円/W で目指す技術開発に取り組んだ。実施体制で示す株式会社カネカ（以下カネカと記す）と国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下産総研と記す）とがそれぞれの研究開発テーマを研究開発責任者の管理のもと協力して実施した。産総研の研究テーマは「実用サイズペロブスカイト・シリコンタンデム太陽電池実現のためのプロセス技術開発」である。 ●アウトプット目標 産総研は、「ペロブスカイトセルの構造の最適化および変換効率向上技術」及び「実用サイズシリコンセル上へのペロブスカイトセルの作製・評価技術（実用サイズ：156 mm 角－166 mm 角のウェハサイズ）」の技術開発に取り組んだ。これらの開発項目は、これまで主に小面積で作られてきたペロブスカイト太陽電池を実用サイズにスケールアップし、かつ結晶シリコン太陽電池上に直接作製するという新しい技術の開発である。具体的な目標は、実用サイズのペロブスカイト・シリコンタンデムセルに対応したペロブスカイト層塗布技術を構築すること、及びカネカの目標達成に資するため、上記技術を用いて作製したペロブスカイトセルにおいて変換効率 17%（Si 基板上、面積約 100 cm²）を得ること（以上、2022 年度の間目標）、そしてカネカの最終目標達成に資するため、実用サイズタンデムセル実現のためのペロブスカイトトップセル作製技術を確立すること（2024 年度の最終目標）である。 なお技術検討委員会において、最終目標の数値目標として「実用サイズのペロブスカイト・シリコンタンデムセルのウェハエッジの評価法を確立し、真空クエンチ法により開放電圧（以下 V_{oc} と記す）1.2 V 以上を得ること、及びタンデム化に適合する高 V_{oc} ペロブスカイトトップセル作製基盤技術の確立（目標 V_{oc} ロス 0.49 V 以下、成膜技術の確立、再委託先：山形大学）」を設定した。 ●実施体制 <pre> graph TD NEDO[NEDO] --> RDP[研究開発責任者（株式会社カネカ）] RDP --> KC[株式会社カネカ] RDP --> AIST[国立研究開発法人産業技術総合研究所] AIST --> RC[再委託] RC --> AIST_YU[国立研究開発法人山形大学] </pre> ●成果とその意義 ペロブスカイト・シリコンタンデムセルに適したワイドバンドギャップのペロブスカイト膜として、Cs_{0.05}(FA_{0.76}MA_{0.24})_{0.95}Pb(I_{0.76}/Br_{0.24})₃（バンドギャップ 1.68-1.69 eV）を用いたペロブスカイトセルの変換効率向上（特に V_{oc} 向上）技術の開発を行った。まず、これまで広く用いられている貧溶媒法を用いた標準セル作製プロセスを構築し、V_{oc} = 1.23 V、V_{oc} ロス 0.45 V（目標達成）、変換効率= 20.0%（面積：1.04 cm²）の逆型セル（タンデム作製プロセス温度の制限から逆構造を選択）を作製することができた。基礎研究論文では 0.1 cm² 以下の報告が大半であるが、本開発では 1 cm² 以上で基本性能を確認した。 さらに、本研究では大面積化のみならず工業化も見据え、環境負荷が大きい DMF（N, N-ジメチルホルムアミド）を使用しない DMF フリー（NMP+DMSO）溶媒を用いたペロブスカイト溶液と、真空クエンチ法の組み合わせによるペロブスカイト膜の結晶化に取り組み、この手法を用いたセル作製プロセスの開発を進めた。主な成果は次の通りである。スピンコート塗布と真空クエンチ法を用いたセル作製においては、V_{oc} = 1.21 V、変換効率= 18.1%（面積：1.04 cm²）を達成し、貧溶媒法に並ぶ特性を得ることができた。大面積化については、スロットダイコート塗布によりシリコン基板サイズ（157 mm 角）のガラス基板上にペロブスカイト膜を形成後、真空クエンチ法を適用し結晶化を行った。面内均一性の確認のため、25 個の		

3 mm 角セルを作製し、 $V_{oc} = 1.12$ V、変換効率= 18.4%（最大値）を得ることができた。ベンチマークとして海外においては、貧溶媒法によりバンドギャップ 1.68 eV で $V_{oc} = 1.28$ V の小面積セルの作製報告や、DMF フリー溶媒（N-メチル-2-ピロリドンのみ）による真空クエンチ法でバンドギャップ 1.8 eV で $V_{oc} = 1.26$ V（ V_{oc} ロス 0.54 V、小面積基板での 3 mm 角セル）の報告があるが、いずれも小面積かつ基礎研究の範囲であり、大型基板での性能確認や面内均一性を評価したものではない。

本研究で取り組んだ真空クエンチ法は、ペロブスカイト溶液塗布後、急速に減圧することで結晶化を行ったものである。開発した手法では、排気速度と基板温度を調整することで、溶媒の蒸発速度を制御できるため、ペロブスカイトの前駆体を形成可能な溶媒であれば、蒸気圧の低い溶媒のみでもペロブスカイト層の結晶化が可能である。このため、溶媒として一般的に使用されている DMF（蒸気圧が高く発がん性区分 1B に分類される）を使用しない溶液での成膜が可能となった。本製法を用いることで、今後いわゆるグリーン溶媒を用いたペロブスカイト膜の形成への適用も期待される。また、大面積化において、シリコンウェハサイズの基板でも面内均一性に優れた結晶化が可能であることを示すことができた。本製法は、国内では装置メーカーから大面積用装置開発に関しての学会報告があり、海外では小面積でのセル作製の報告がある。

大面積塗工にペロブスカイト膜の品質や物性確認に適用できる評価技術としてハイパースペクトルカメラによるフォトルミネッセンス (PL) 評価を新規に開発し、シリコンウェハサイズ基板 (157 mm 角) の全面（エッジ部分を含む）のペロブスカイト層の評価に有効であることを示した。ハイパースペクトルイメージングによれば、PL の強度のみならずピーク位置（～バンドギャップ）やピーク幅の空間分布を短時間で測定し、可視化が可能である。このため、従来の PL 強度のみのマッピングに比べ、一回の測定で様々な情報を得ることが可能となった。インライン検査への応用も考えられる新手法である。国内外を問わず他機関では通常のカメラに単色透過フィルターを付けて大まかな PL のイメージング測定をした報告にとどまり、発光ピーク位置（～バンドギャップ）の空間分布は評価されていない。

再委託先の山形大学では、新規添加剤（N-BzHoA）を用いることでペロブスカイト層の膜質と安定性の向上を図った。また、ペロブスカイト膜の作製技術としてハイブリッド 2 段階法に取り組んだ。この方法では無機材料を真空蒸着で成膜した後、有機塩溶液を塗布してペロブスカイト膜を形成する。シリコンのテクスチャー加工表面に追従し、コンフォーマル成膜が可能である。ペロブスカイトのバンドギャップをシームレスに制御可能である。海外の一部機関において、完全ドライプロセスの検討が進められている。

●実用化・事業化への道筋と課題

実用化への道筋として、信頼性向上技術の開発が挙げられる。ペロブスカイト溶液、セル、モジュールそれぞれの劣化防止（信頼性向上）策が必要である。トリプルカチオンのペロブスカイト溶液はインクの保管安定性に課題があり、工業化を進めるうえで溶液自体の寿命を向上させる必要がある。さらにペロブスカイトの構成元素であるヨウ素と臭素のマイグレーションによる劣化を抑制するなど、今回開発したハイパースペクトルイメージングも活用し、実用サイズでのペロブスカイトセルの寿命向上が必要である。

モジュール技術の観点からは、2 端子タンデム型セルを用いたモジュール構造を決定する必要がある。従来の結晶シリコンモジュールのラミネート温度ではペロブスカイトセルが耐えられないため、低温でのモジュール作製が可能な部材の開発が必要である。特にペロブスカイトが湿度に対する耐性が弱いことから封止技術の開発が求められるところである。モジュールの中で隣り合うシリコンセル（ボトムセル）とペロブスカイトセルの接続部の構造とそれぞれのセルが配線とコンタクトを取る構造も検討が必要であるが、いずれの構造も低温プロセスが求められる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	58.8	78.6	73.9	47.3	114.4

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
2 件	6 件	21 件	0 件	6 件

4.1.3.8 高効率タンデム型太陽電池モジュールの開発（株式会社カネカ）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／移動体用太陽電池の研究開発（次世代モジュール技術開発／高効率タンデム型太陽電池モジュールの開発）	達成状況	◎
実施者名	株式会社カネカ		
達成状況の根拠	世界最高水準の変換効率等の最終目標を大きく上回るインパクトのある成果が得られた。さらに、移動体用に加え、住宅用への展開が期待できることを示した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本テーマは、NEDOの「太陽光発電主力電源化推進技術開発事業」において、シリコン系の太陽光発電の導入が進む中で更なる太陽光発電の導入を進めるために、従来の技術では太陽光発電の導入が難しかった場所への導入を目指し、発電効率の向上、軽量化、曲面追従化等とコスト低減などの技術開発を行い、将来の太陽光発電の導入量拡大とともに新たなセル、モジュール、システム技術に関連した産業競争力の強化を図る「太陽光発電の新市場創造技術開発」の一環として行う研究開発である。 2050年に広く一般の電動自動車に搭載されるための技術開発として、自動車形状に追従可能で、高効率、低コストを実現できる太陽電池モジュールを開発する「移動体用太陽電池の研究開発」において、低コスト化が進む結晶シリコンをベースとした高効率化、モジュール化を目指す技術開発（次世代モジュール化技術）として、ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池技術開発に資源投入を図るものである。			
●アウトプット目標 セル変換効率： 30%以上 モジュール変換効率： 30%以上 モジュール化コスト： 70円/W以下 モジュール信頼性： 湿熱耐久性試験（85℃/85%Rh条件） 1,000時間でPmax保持率95% 温度サイクル試験（-40℃/85℃条件） 200回でPmax保持率95%			
●実施体制 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (個別委託先) 共同研究 株式会社カネカ (太陽電池・薄膜研究所) (個別委託先) 委託研究 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (福島再生可能エネルギー研究所) 再委託 国立大学法人山形大学 (有機エレクトロニクスイノベーションセンター) 協力※ ※ タンデム型太陽電池セル技術開発の一部を協力して実施			
●成果とその意義 本テーマで得られた成果と、そのアウトプット目標に対する達成水準を開発項目ごとに記す。 【高効率セル技術】 目標達成 1cm²サイズの二端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池セルにおいて、第三者機関測定で変換効率32.6%の結果を得た。 【高出力モジュール技術】 目標達成 二端子タンデムセルを用いて、100×30cm²サイズのモジュールを試作し、現行の社内の住宅屋根用建材一体型製品（ヘテロ接合結晶Siセル）より2割以上の出力向上を確認した（社内測定）。 また、ペロブスカイトトップセルとPERC型の結晶シリコン太陽電池を組み合わせた64cm²サイズの四端子型タンデム太陽電池を開発し、第三者機関測定で、クラス世界最高記録となる28.4%を確認した。更なる最適化を進め、ボトムセルにヘテロ接合バックコンタクト太陽電池セルを用いることで、64cm²サイズで30.8%（社内測定）を確認した。			

【曲面モジュール技術】目標達成

3D曲面を有するガラスに二端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池セル（ストリング）を封止することで曲面太陽電池モジュールを試作した。初期的な検討では大きな課題はなく、平面のモジュールと同様に良好な意匠性を得た（モジュールサイズ 約80cm×65cm、右写真参照）。



【モジュール化コスト】目標達成

開発で得た知見をもとに、車載用太陽電池モジュール等の情報も参考にコスト計算を実施し、最終目標達成を十分達成できる目途を得た。

【モジュール信頼性】目標達成

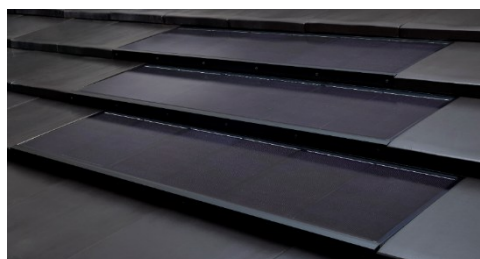
二端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池セルを封止したミニモジュールを用いて湿熱耐久性試験及び温度サイクル試験を実施し、Pmax保持率95%以上を確認した。

このように本テーマでは、シリコン太陽電池の限界を超える高効率化を、クラス世界最高レベルの変換効率により達成し、更に実用サイズモジュールでの技術検証を進め、技術成熟度を高めた。この結果、ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池が、次世代を担う高効率太陽電池として最有力であることを示した。

●実用化・事業化への道筋と課題

結晶シリコン太陽電池の理論効率を超えるタンデム太陽電池の開発により、本テーマの主目的である移動体への導入に加え、発電量の増加や、一定の発電量がより小面積で得られることによる太陽光発電システムの導入費等の低減につながることによって、従来の住宅用太陽光発電システムやビル用途等においても普及の促進に寄与することから、株式会社カネカでは、引き続き、事業化に向け、技術開発を進める計画にしている。これにより、現在の太陽光発電の課題である「導入拡大時の適地制約」や「期待されるニーズの多様化」等の課題に対し、高出力化により太陽光発電の経済合理性を高めることで太陽光発電の導入拡大に貢献する（下図）。

なお、移動体への太陽電池の導入に関しては、株式会社カネカでは、2022年度に結晶シリコン太陽電池を用いた車載用太陽電池モジュールを事業化しており、本テーマで得られた成果（例、曲面モジュール技術開発等の成果）の一部が、株式会社カネカにおいて既に展開されている。



既設のシリコン太陽電池のリプレイス等

図：ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池を用いて試作した瓦一体型モジュールの外観写真(左)と開発成果の社会実装のイメージ(右)

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
※NEDO負担額	99.8	83.8	115.9	68.7	68.2
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	新聞・雑誌掲載	その他	
11件	7件	8件	3件	2件	

4.1.4. 多接合型を対象とした太陽電池の開発

4.1.4.1 高出力両面発電型多接合太陽電池の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人電気通信大学）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／多接合型等を対象とした太陽電池の開発（高出力両面発電型多接合太陽電池の開発）	達成状況	○
実施者名	株式会社カネカ、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人電気通信大学		
達成状況の根拠	・変換効率 35%を見据えた設計指針については目標を達成 ・開発期間が限られ、目標未達の項目が生じたものの、三接合タンデム太陽電池のトップ及びミドルセルの開発では、クラス世界最高水準の変換効率が得られるなど、テーマ開始時に期待した早期市場導入に資する技術成果が得られた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

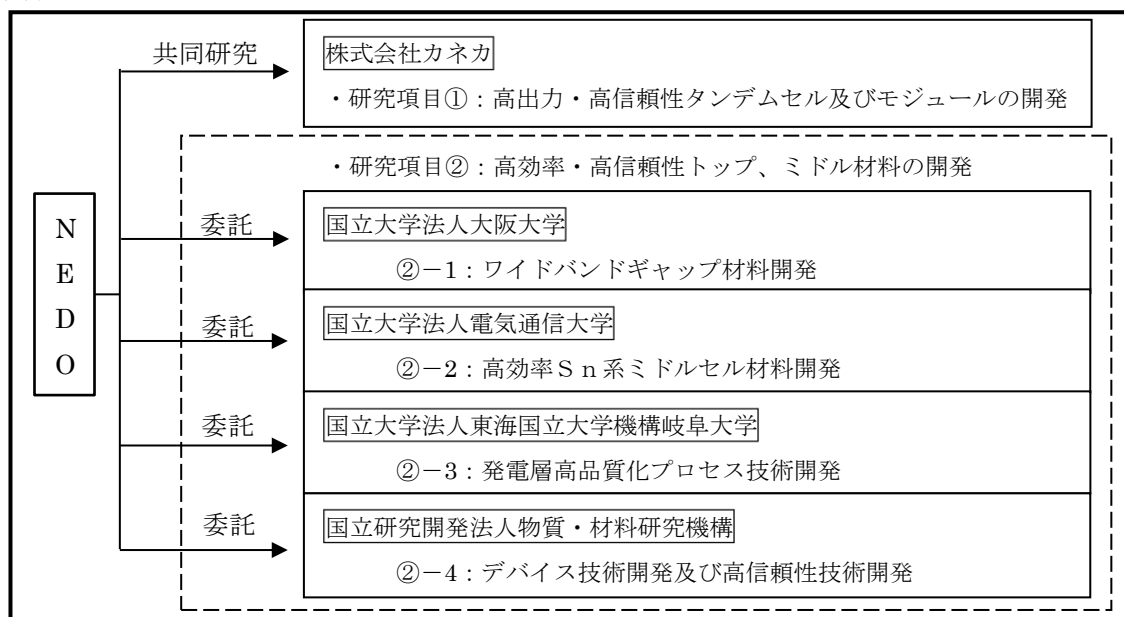
2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を主力電源とすべく、導入の最大化に向けて、重量制約の有る屋根、建物壁面などへの太陽光発電の導入および移動体を含め、より高効率かつ高耐久性を求められる条件下への太陽光発電の導入を見据えた技術開発が進められている。

本事業では、ペロブスカイト太陽電池とシリコン太陽電池からなる三接合タンデム太陽電池を対象に、従来型シリコン太陽電池等の変換効率を大幅に上回る高変換効率、耐久性および低コスト化の実現に資する「高出力両面発電型多接合太陽電池の開発」をテーマに、変換効率35%以上の超高効率太陽電池の実現まで見据え、多接合型太陽電池の早期市場導入に資する技術を開発する。これにより、アウトカム目標である新市場創出に向けた太陽光発電の技術開発による国内累積導入量320GW_{AC}（2050年時点）達成に貢献することを目指す。

●アウトプット目標

- ・変換効率35%の実現が見通せる設計指針の提示
- ・セル変換効率28%以上（面積：1 cm²以上）
- ・モジュールサイズでの変換効率26%以上（サイズ：10 cm×10 cm程度）、20年相当の寿命の確認

●実施体制



●成果とその意義

本テーマでは、ペロブスカイト（トップ）／ペロブスカイト（ミドル）／結晶シリコン（ボトム）三接合タンデム太陽電池を開発対象とし、各要素セル及び、それらを用いたタンデム構造の技術開発を実施した。約1.5年間の実施期間においてインパクトのある成果の創出を目指し、高出力化に重点を置いて取り組んだ。その結果、各要素セルにおいて世界最高水準の変換効率を達成し、更に、タンデム化技術、設計技術において、テーマ設定時に期待した水準の成果が得られた。以下に、各技術項目での成果を記す。

1) 要素セル技術開発

トップセル及びミドルセルの両方において、それぞれのバンドギャップ(Eg)における単接合ペロブスカイト太陽電池セルの変換効率として世界最高水準の変換効率が得られた。（内部測定）。また、耐熱性試験等の初期的な耐久性試験を実施し、試験前後の太陽電池特性の変動を確認した。

1-a) トップ用ワイドギャップペロブスカイト太陽電池セル技術開発

Eg: 1.9eV : 変換効率14.9%、 V_{oc} : 1.45V

1-b) ミドル用ナローギャップペロブスカイト太陽電池セル技術開発

Eg: 1.4eV : 変換効率19.6%、 V_{oc} : 0.88V

2) タンデムセル技術開発

高効率化技術開発において、トップセルおよびミドルセルの材料スクリーニングや構造最適化を実施するとともに、中間層技術等の要素技術を開発した。これにより、トップスタック型タンデム構造において、トップセルの変換効率の2倍以上となる変換効率25%を達成した。さらに、モノリシック型タンデム構造においても、3.2V程度の開放電圧(V_{oc})を確認した(変換効率は、トップセルの1.5倍程度と推定)。

2-a) 要素タンデムセル開発

ミドル(Eg: 1.4eV)/ボトム2端子タンデムセル: 変換効率20.2%、 V_{oc} : 1.55V

2-b) トップスタック型タンデムセル開発

タンデム構造での変換効率: 25% (片面受光構造) (図1参照: Type A)

内訳: トップ(Eg: 1.9eV): 11.7%

ミドル/ボトム2端子タンデム要素セル: 13.3%(トップセルによるフィルタ下での測定)

2-c) モノリシック多接合太陽電池セル開発 (図1参照: Type B)

3.2V程度の V_{oc} を確認。トップ/ミドル間、ミドル/ボトム間の中間層が目論見通り機能した。

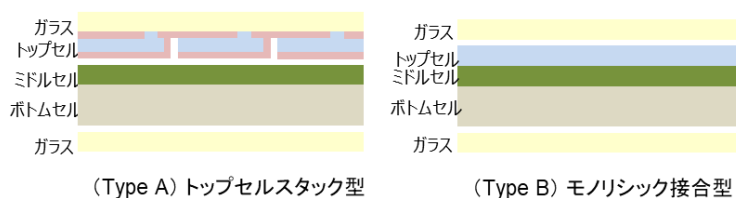


図1: 開発したタンデムセルの断面構造模式図

3) 三接合タンデムモジュール設計

三接合太陽電池における光学及び電氣的シミュレーションモデルを構築し、更に本テーマでの検討で得られた実測データ等を組み込むことでモデルの精度向上を図った。同シミュレーションモデルによるモノリシック多接合太陽電池の各種構成や構造、バンドギャップ等に対する最適化を実施することで、変換効率35%超の三接合太陽電池の実現が見通せる設計指針が得られた(図2)。

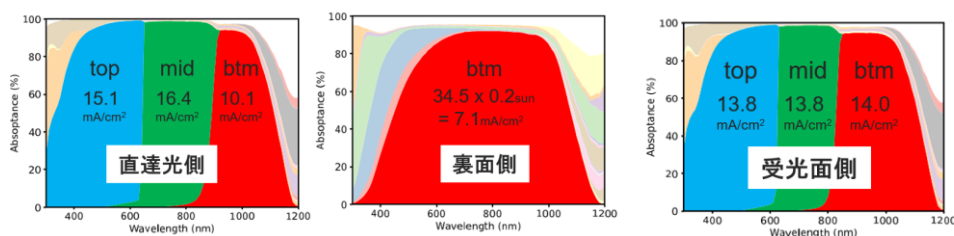


図2: 変換効率35%が見込まれる三接合タンデム太陽電池の外部量子収率の設計例
(左図: 両面受光型、右図: 片面受光型)

●実用化・事業化への道筋と課題

カネカでは、本テーマにより得られた変換効率35%、さらには40%超の実現へと繋がる知見や技術を活用し、更なる発電層品質向上、光閉じ込め技術等の本テーマで見出した技術課題を解決し、三接合タンデム太陽電池の実用化に向け取り組んでいく計画にしている。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2024FY	2025FY
	—	—	—	103.1	234.1
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	7 件	14 件	0 件	1 件	

4.1.4.2 シースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発（国立大学法人広島大学、株式会社麗光）

テーマ名	シースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発	達成状況	○
実施者名	国立大学法人広島大学 株式会社麗光		
達成状況の根拠	・ 実施項目 A において、高性能な材料の開発に成功し、全ての数値目標をクリアした ・ 実施項目 B において、数値目標はクリアできていないものの、ベンチマークと同等以上の性能を達成した。以上のことから、達成状況として○とした。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を主力電源とすべく、従来の技術では太陽光発電の導入が困難であった場所への導入が求められている。既に重量制約のある屋根、建物壁面などへの太陽光発電の導入および移動体を含め、導入を見据えた技術開発が進められているが、本事業では、透過率と変換効率のトレード・オフを想定した太陽電池の開発を通して、太陽光発電導入量の最大化を図る。本研究開発では、太陽光発電の新市場として建物壁面開口部向けを想定し、既存太陽電池の変換効率を上回り、低コスト化が可能な太陽電池の実現に資する研究開発を行う。

本事業の最終目標としては、以下の 2 点が掲げられている。

- ・ 可視光透過率 20%以上、効率 13%以上をミニモジュール（10cm×10cm 程度）で達成する
- ・ 窓の代替として用いる際の耐久性について、既存の太陽電池からの置き換えを見据えて 20 年相当の寿命を確認する。

そこで本研究では、本質的に光透過性を有する有機薄膜太陽電池（OPV）に焦点を当て、実施項目 A「高効率発電材料および透過型 OPV セルの開発」および実施項目 B「モジュール化技術の開発」を行うことで、これらの目標を達成することを目指した。具体的には、実施項目 A として、高開放電圧（Voc）材料、合成工程数の少ない材料、合成収率の高い材料の開発などの研究開発を行い、実施項目 B として、ミニモジュールを用いて RtoR プロセスの要素技術の開発を行った。

●アウトプット目標

実施項目 A（担当：広島大学）

- ・ 透過型セルにて光透過率 20%・変換効率 15%、または LUE 値 4.5%程度を達成
- ・ 青またはグレー色の透過型セルの開発
- ・ 合成ステップ数がベンチマーク材料の 2/3 以下かつ効率 15%程度を示すドナー材料の開発
- ・ 耐熱性試験（85℃）又は耐光性試験（1 Sun）にて 1000 時間後の性能保持率 90%以上（金沢大学共同実施）

実施項目 B（担当：株式会社麗光）

- ・ ミニモジュールにて光透過率 20%・変換効率 13%、または LUE 値 4.0%程度を達成（最低でも当該性能達成に向けた課題と解決策を提示）

●実施体制

国立大学法人広島大学

株式会社麗光

国立大学法人金沢大学

(高耐久化技術開発を共同実施)

【共同実施先】

●成果とその意義

実施項目 A（担当：広島大学）

材料開発において、HOMO の低いドナーPTBTzE および PTNT1-F 等を新たに合成した。これらを用いた非透過型セルにて変換効率 17～18%（Voc=0.88～0.92 V）を得た。PTBTzE を用いた透過型セル（Ag 薄膜電極）にて、光透過率 32%・変換効率 12.9%・LUE 4.13%が得られた。また、PTNT1-F を用いた透過型セル（PEDOT 透明電極）は、青系統色を呈し、光透過率 48%・変換効率 6.2%・LUE 2.9%を示した。さらに、ベンチマークポリマーの約 1/2 の工程数（7 ステップ）で合成可能な青色ドナーPTz3TE を開発に成功し、非透過型セルにて変換効率 18.4%が得られた。一方、高耐久化技術開発において、非フラーレンアクセプター（NFA）の凝集が劣化要因であることを明らかにし、PCBM を追加することで凝集抑制し耐久性が向上することを見出した。その結果、高温（85℃）高湿（85%）試験にて、1,000 時間後の性能保持率

は91%であった。

以上のように、実施項目 A においては、全てのアウトプット目標を達成した。本研究にて開発した材料は、低コスト材料も含めて OPV においてトップレベルの発電性能を示した。また、セルの高耐久化技術の開発にも成功した。これらの成果は、OPV が社会実装に資する性能およびコストを実現し得ることを示すものである。

実施項目 B (担当：株式会社麗光)

ベンチマークドナー材料である PM6 とベンチマーク NFA 材料である Y12 を用い、裏面電極として PEDOT を用いた透過型ミニモジュール (100mm×100mm) にて、光透過率 12%・変換効率 7.58%・LUE 0.88%を得た。また、市販のドナー材料 (ドナーX) とフラーレン系アクセプター材料である PCBM に Y12 を加えることで、光透過率 33%・変換効率 5.83%・LUE 1.9%が得られた。

現在市場で販売されるシースルー型 OPV モジュールは、発電性能を高めるため、メッシュ状の銀を裏面電極に使用し、非発電部の幅を広くとっているため、発電層のストライプ状パターンと電極のメッシュ状パターンが目立つ外観となっている。それに対して、本研究にて開発したシースルー型 (光透過型) OPV モジュールは、裏面集電電極として透明導電性ポリマーを用いることで、パターン加工が目立たない非常にクリアな視認性を有し、意匠性に富んでいる。また、本研究で開発した OPV ミニモジュールの性能は、アウトプット目標には届いていないものの、市販 OPV モジュール (300mm×1,000mm、変換効率 5%程度) と比較して、サイズの違いを考慮しても同等以上の性能を有している。以上の成果は、当該 OPV モジュールが光透過性・柔軟性・軽量性に加えて、色調表現が可能でデザイン性を兼ね備えた、適地制約解消に資する太陽光発電システムであることを示すものである。

●実用化・事業化への道筋と課題

実用化

本研究開発において、実用化に資する性能の材料を開発することに成功した。また、市販材料を用いたミニモジュールではあるものの、従来の OPV と同等以上の性能が得られている。今後は、RtoR プロセスに適した作製条件を見出すことが課題である。また、実環境において、モジュールの実証実験を行い、発電性能と耐久性を両立できるモジュールの構成や作製条件を見出すことも課題となる。

事業化

今回開発したシースルー型 (光透過型) OPV モジュールを RtoR プロセスにて製造した場合、発電コストは、約 210 円/kWh (モジュール価格 12 万円/m²) と非常に高い。事業化に向けては、発電コストを少なくとも現状の約 1/4 となる 50 円/kWh 以下 (モジュール価格 5 万円/m² 以下) に下げることが必要となる。そのためには、モジュール変換効率をさらに向上させることが必須である (目標 10%)。これらを達成するためには、高性能材料の開発のみならず、電荷輸送層や電極などの技術開発が課題となる。また、OPV において製造コストのうち、特に発電材料のコスト比率が約 20% (ペロブスカイトでは 8%程度) と大きいため、これを低減することが重要な課題である。本研究において、低コストなドナー材料の開発には成功したが、さらにプロセス適性の向上が必要である。また、アクセプターは市販材料を用いているため、今後は低コストな高性能アクセプター材料の開発も課題となる。

一方、OPV モジュールはオフグリッドでの設置使用が想定されるが、そのためのシステム構成がまだ確立されていない。また、導入量を確保するために、既存の建築物等へ簡単に設置できる手法を確立することも重要な課題となる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	—	63.0	213.1
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
4 件	14 件	76 件	4 件	10 件	

4.1.4.3 Cu₂Oタンデム型太陽電池の開発（株式会社東芝、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の新市場創造技術開発／多接合型等を対象とした太陽電池の開発（Cu ₂ Oタンデム型太陽電池の開発）	達成状況	△
実施者名	株式会社東芝、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人物質・材料研究機構		
達成状況の根拠	Cu ₂ O トップセルと Si ボトムセルからなる、実用サイズ 125mm 角級の 4 端子タンデム型太陽電池セルの効率は 26.1%まで向上したが、アウトプット目標 27%には達しなかったため。なお、寿命に関する最終目標は達成した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

高効率太陽電池を EV などの電動モビリティに搭載することで、走行に必要なクリーン電力を獲得して、CO₂排出量削減に貢献する可能性が提案されている。出力 1kW の高効率太陽電池（発電効率～約 30%、車載設置面積～約 3.3 平米）を搭載した EV における、外部充電なしでの 1 日の航続距離を試算すると、約 39km となる。これは国内ユーザーの半数以上を占める近距離ユーザーの 1 日の航続距離(30km 以内)をカバーするのに十分な値である。本事業の目的はそのために必要な技術開発として、実用サイズの 4 端子タンデム太陽電池で発電効率 27%を達成することである。将来的な目標は、高効率タンデム太陽電池を作製し、自動車の無充電走行を実現することである。

●アウトプット目標

・株式会社 東芝

（１）実用サイズ（セルサイズ 125×40mm 級）の Cu₂O トップセルと Si ボトムセルで構成された 4 端子タンデム型太陽電池セルにおいて、効率 27%を達成する。

（２）セルサイズがテストサイズ（40×40mm 級乃至 80×40mm 級）、もしくは実用サイズ（125×40mm 級）の Cu₂O トップセルについて、20 年相当の耐熱性または耐光性のいずれかを確認する。耐熱性目標は 85℃で 2000 時間（相対効率維持率 90%になる時間）、耐光性目標は 1sun 照射で 1000 時間（相対効率維持率 90%になる時間）。

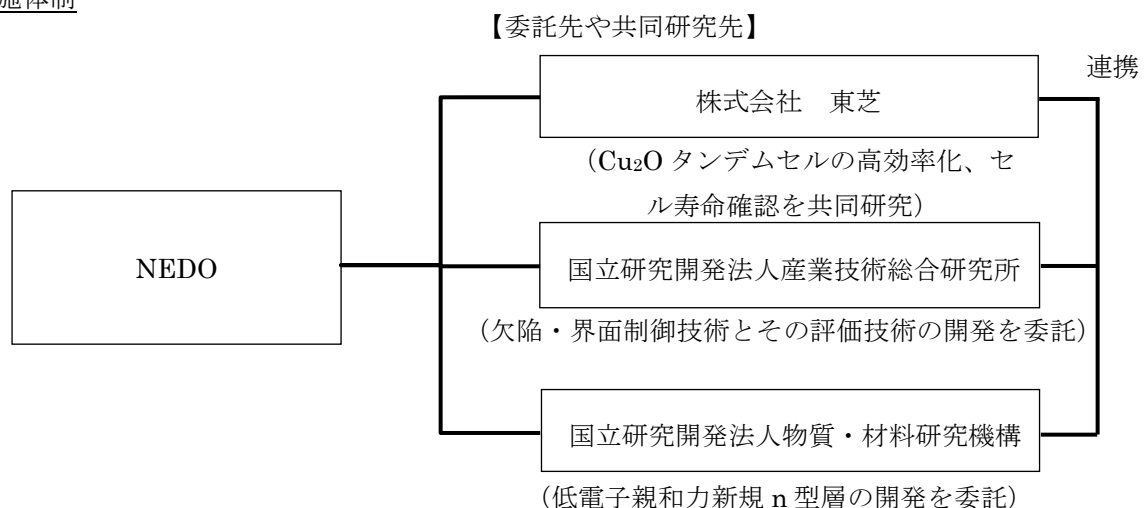
・国立研究開発法人産業技術総合研究所、および、国立研究開発法人物質・材料研究機構

（１）Cu₂O と n 型層のバンドパラメータおよび物性値の明確化

（２）pn 界面変性機構の解明と改質技術の開発

（３）少数キャリア寿命とキャリア濃度増加率の積の 1 桁向上

●実施体制



●成果とその意義

株式会社 東芝は実用サイズの Cu₂O 太陽電池の効率を 9.3%に、Si ボトムセルの効率を 16.8%にそれぞれ改善し、タンデム太陽電池の効率として、目標 27%には届かなかったが、26.1%まで向上を確認した。本事業で得られた Si ボトムセル効率の値 (16.8%) は、今回タンデムに用いた Si 太陽電池の外部量子効率から想定される理論限界値 (17.6%) に迫る高特性を実現したもので、本事業開始前にはシミュレーションのみであった Si ボトムセルの発電量の評価を実際に行い、Cu₂O トップセルの透過率低下要因である反射や吸収ロスを制御して実現した。また、論文で報告例のある長波長感度の高い高効率 Si セルを用

いた場合には、Si ボトムセルで 19%の高効率発電が期待できることなど、Cu₂O と Si を組み合わせたタンデム構造に関する多くの知見が得られた。

耐熱性については 85℃で 2300 時間、耐光性については、1sun 照射で 3900 時間と、いずれも目標を大幅に超える結果が得られた。Cu₂O 太陽電池の耐久性については、東芝が他機関をリードしており、本事業で寿命をさらに改善することができた。

Cu₂O/Si タンデム太陽電池は、Cu₂O の高効率化に成功すれば、ペロ Si タンデムやⅢ-V 族タンデムと比べて、高効率、高耐久性、低製造コストを兼ね備えた、他に類を見ないタンデム太陽電池になり得ると予想される。耐久性は、ペロ Si タンデムを構成するペロブスカイト太陽電池の耐久性が Si の耐久性（出力保障期間 20 年以上）と比べて十分ではないため、タンデム化に向けて大幅な耐久性向上が必要である。製造コストは、Cu₂O 太陽電池が地球上に豊富に存在する銅と酸素の化合物である Cu₂O を主原料とするため、Ⅲ-V 族タンデムに対して、基板（ガラス）、原材料（主に銅と酸素）、製造装置（半導体や液晶で用いられるスパッタ装置）はいずれも安価で、大幅な低コスト化が可能なためである。今後課題である Cu₂O 太陽電池の更なる高効率化に取組み、高効率タンデムを実証していく。

国立研究開発法人産業技術総合研究所においては、Cu₂O 太陽電池に関して、n 型層および Cu₂O 光吸収層のバンド接続を定量的に明確化し、同界面における処理がバンド接続や光起電力に与える影響を明らかにした。また、界面処理とマクロな光学特性や太陽電池特性の関係についても明らかにした。さらに、Cu₂O の新しい導電性制御法を開発した。

国立研究開発法人物質・材料研究機構においては、上記の目標達成に向けて、Cu₂O 表面のフラックス処理による高品質化に取り組んだ。その結果、Cu₂O 膜の PL 発光強度(355nm 励起)を東芝製 As-depo. 膜と比較して 2 倍に増大させることに成功すると共に、時間分解 PL 測定において大幅な長寿命化を達成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

今回の事業で高効率化の課題と耐久性のポテンシャルが明らかになった。Cu₂O を適用したタンデムで効率 30%を実現するには、開放電圧、形状因子のそれぞれの改善が必要である。開放電圧については、バンドギャップから想定される値よりも現状はかなり小さく、低下の主要因と考えている表面欠陥を如何にして低減するかが課題である。Cu₂O 成膜後の表面欠陥の補償方法の開発が必要であり、実用化を見越した更なる高効率化においては取り組むべき大きな課題の 1 つである。形状因子については、小型セルではわからなかった大型アレイセル固有の電極及びセル間の抵抗成分の寄与が判明した。ボトムセル効率向上には、トップセルの透明電極の吸収をより少なくするために薄膜化することが望ましいが、トップセルの直列抵抗成分が大きくなり形状因子を悪化させてしまう恐れがある。そこで、透明電極の厚さと光を遮らずに抵抗を低減できる金属補助配線を、適切な線幅と適切な位置に形成することが、抵抗削減に有効であることがわかった。

耐久性については、Cu₂O 太陽電池単独で寿命 20 年相当の良好な結果が得られたが、次なる課題はタンデムセルや、モジュールでの耐久性の検証であり、タンデムセルやモジュール構造の封止を検討する必要がある。また、Cu₂O タンデムの主要ターゲットである車載応用においては、これまでに想定していない新たな課題が現れる可能性も高く、課題の早期発見、および適切な設計指針の確立も必要である。

今後は車載応用の事業化に向け、Cu₂O タンデムの高効率化開発に取り組み、2027-28 年頃から EV の無充電走行の実証を進め、30 年以降に充電フリーEV の実用化を目指す。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	—	122.5	255.1

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
10 件	0 件	8 件	0 件	3 件

4.2. 研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発

4.2.1. 安全性・信頼性確保技術開発

4.2.1.1 高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定（太陽光発電技術研究組合）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定）	達成状況	○
実施者名	太陽光発電技術研究組合		
達成状況の根拠	リスク検知（故障診断技術開発）では、バイパスダイオード（BPD）故障診断技術などの診断技術を開発するとともに、特に重要な6種類の故障診断技術を抽出しその技術基準案を策定した。リスク低減（太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発）については、モジュール発火リスクの評価法を新規開発するとともにモジュール発火リスク低減策を提言した。また、これらの成果を技術基準案にまとめた。 ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 太陽光発電の長期安定稼働が求められる中、特に安全面の強化が不可欠である。本事業では、リスク検知（PV システム故障診断技術）とリスク低減（PV モジュール火災安全設計技術）の両面から技術開発を進めた。中でもモジュール火災安全については、消費者庁からリスク低減の必要性を指摘されたものの、元々発生確率が低いモジュール発火を再現さえできていない状況であったため、火災メカニズム解明などを通してリスク低減策の提言につなげた。システム診断、モジュール火災安全の両者とも検討結果を技術基準案にまとめることにより、顧客（PV 発電事業者）の信頼獲得、PV 安全技術の普及拡大に貢献することを目標とした。 ●アウトプット目標 リスク検知技術では、新たな PV システム診断技術の開発を行いつつ、重要な診断技術の技術基準案策定を目標とした。リスク低減技術では、PV モジュール発火のメカニズム解明等を通して、リスク低減策を提言するとともに技術基準案にまとめることを目標とした。 ●実施体制 【委託先】 太陽光発電技術研究組合 (PVTEC) 高安全 PV システム技術検討委員会 A) 高安全 PV システム診断技術の普及策検討 高安全 PV モジュール技術検討委員会 B) 太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発 【再委託先】 日本大学 (最先端の PV システム診断技術の技術基準の検討を再委託) ●成果とその意義 発電設備の安全性、信頼性を確保するため、リスクの検知（故障診断技術）とリスクの低減（モジュール火災安全技術）の両面から研究開発を行うとともに成果を技術基準案としてまとめた。 A. 故障診断技術開発（リスク検知） 1) 故障モジュールの特定が可能なバイパスダイオード（BPD）故障診断技術や、ストリング監視技術、インピーダンス計測技術などの診断技術を開発した。 2) 特に重要な6種類の故障診断技術を抽出し、その技術基準案を策定した（表1）。 3) ビッグデータ活用による新たな安全性向上技術の調査を行い、スマメデータの扱い（法制度の課題）、データ取引に関する課題、技術課題などの課題があること、また、データ取引以外は課題解決に向けた取り組みが積極的に行われていることがわかった。		

表.1 策定した技術基準案概要（重要6技術）

技術項目	定量的基準案
夜間 V_F 測定（遠隔監視可能） 【バイパス回路の開放、短絡故障検出】	・ $V_F(\text{String}) \leq V_F(\text{BPR}) \times (n-1)$
夜間バイパスルートを抵抗(BPR)測定 (遠隔監視可能)	・開放故障: BPRの抵抗が測定できない。 ・高抵抗化: $V_F(\text{String}) > V_F(\text{BPR}) \times n$ または I_{SC} 以上の電流が流れない
電圧印加+IR画像測定(日大再委託) 【バイパス回路の開放故障位置を検出: 雲の映り込みなし】	クラス温度変化の二値化画像 ・開放故障: 閾値以上の割合 > 40% ・正常: 閾値以下の割合 ≤ 10%
ストリング電流監視(遠隔監視可能) (日大再委託) 【線間短絡などのストリング不良検出】	・異常: $\Delta I > 2\%$ (但し、2秒以内に2%を下回り、その後、連続して2% を下回る場合は正常と判断)
インピーダンス測定(遠隔監視可能)	ストリング単位(Si系太陽電池) ・インピーダンス: 正常値より(直列共振周波数時の値 が)50Ω以上高い
アーク検出	・アーク発生後、2.5秒以内に消弧するか、もしくは、ア ーク発生後アークエネルギーが750J以下で消弧

B. 太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発（リスク低減）

- 1) 発生確率が極めて低いモジュール発火を初めて再現できた（強制アーク発生法の開発）。
- 2) 強制アーク発生法を活用し、モジュール発火リスク評価手法を新規開発した。
- 3) モジュール発火リスク評価を行い、裏面素材はガラスがPETよりリスクが低いことなどを提言した。
- 4) 以上の成果を技術基準案にまとめた。

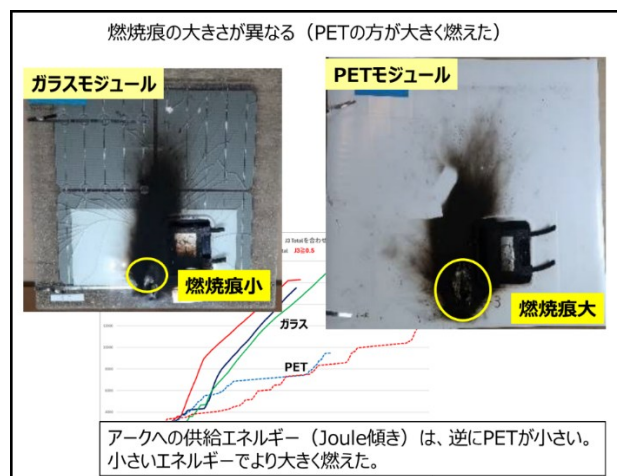


図1. モジュール発火試験例（裏面ガラスモジュールの方が発火リスクが小さい）

●実用化・事業化への道筋と課題

新規開発したシステム診断技術は、1～3年での事業化を目指して引き続き開発中である。モジュール発火リスク評価等、新型モジュールにも幅広く応用、提言するとともにガイドラインとしてまとめる予定である。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	39.8	39.5	43.8	35.6	20.0
●特許出願及び論文発表（2025/03/31時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	1件	11件	0件	1件	

4.2.1.2 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、一般社団法人太陽光発電協会（JPEA）、八千代エンジニアリング株式会社、デロイトトーマツコンサルティング合同会社）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人太陽光発電協会、デロイトトーマツコンサルティング合同会社		
達成状況の根拠	本事業では、事故調査結果、文献・ヒアリング調査結果、実証実験結果等を基にして、「太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2021 年版」を 2021 年 3 月に策定、2024 年 3 月および 2025 年 3 月には各種実証実験結果などを反映し、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の太陽光発電システムの設計ガイドライン 2025 年版」を策定した。また、「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン」へ更に電気設計および構造・電気の施工部分を追加して、2024 年 3 月及び 2025 年 3 月に改定を行い「地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2025 年版」を策定した。さらにガイドラインおよび技術資料を更新し、関連するセミナーを 3 回実施した。		

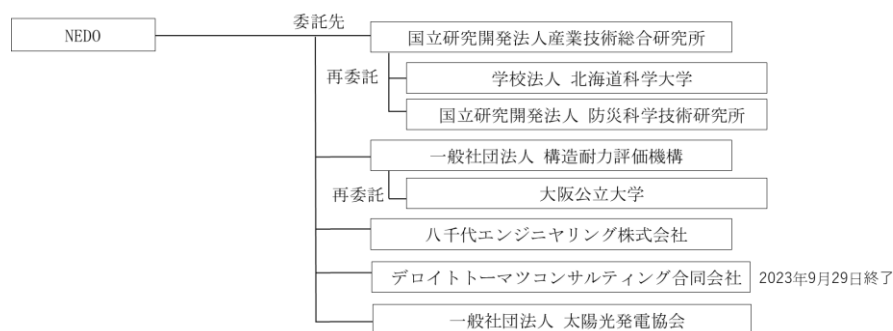
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2025 年 2 月に閣議決定された第 7 次エネルギー基本計画において、2050 年のカーボンニュートラルの実現に向けて、「再生可能エネルギーの主力電源化を徹底し、関係省庁や地方公共団体が連携して施策を強化することで、地域との共生と国民負担の抑制を図りながら最大限の導入を促す。」とされ、具体的には「電力市場への統合に取り組み、系統整備や調整力の確保に伴う社会全体での統合コストの最小化を図るとともに、再生可能エネルギーの長期安定電源化に取り組む。また、導入拡大にあたっては、イノベーションの加速とサプライチェーンの構築を戦略的に進め、国産再生可能エネルギーの普及拡大による技術自給率の向上を図るとともに、使用済太陽光パネルへの対応等を講じていく。」との方針が示されました。こうした中で、特に、太陽光発電については、2012 年の FIT 制度開始後に急速に拡大した一方で、台風、積雪、豪雨など自然事象による被害が少なからず発生しており、太陽光発電設備の安全性に対する地域の懸念が高まっている。近年では太陽光発電の建設に適した場所の減少に伴い、傾斜地や農地、さらには水上へと太陽光発電の設置環境が拡大している。これらの特殊な設置環境での太陽光発電は、一般的な地上設置型の太陽光発電より設計や施工上の難易度が高く、地方自治体の条例において太陽光発電への要求事項として安全対策が求められつつあるが、それらを満足させる方法については具体的に示されていない。これらの背景のもと、傾斜地、農地、水上に設置される太陽光発電設備の安全確保に向けた電気・構造に関する設計施工ガイドラインの策定を目的とした。本技術開発と実証により、アウトカム目標である新市場として、営農、水上への適切な導入拡大、2030 年時点で導入が予想される小規模発電設備の導入量維持の実現に貢献が期待できる。

●アウトプット目標

2021 年 3 月までに特殊設置型のガイドライン暫定版を策定する。実証実験等で得られる知見を盛り込み、2023 年 3 月までに完成版を策定する。また、2024 年 3 月までに技術指標の作成として、技術資料を更新する。さらに、2025 年 3 月までにガイドラインの蓋然性を高め普及を図るために追加実験を行い地上設置型も含めたガイドラインおよび技術資料を更新し、関連するセミナーを実施する。

●実施体制



●成果とその意義

傾斜地設置型ガイドラインの策定のための検討事項として、傾斜地における杭の抵抗力試験、傾斜地に設置された太陽電池アレイの風力係数に関する風洞実験、傾斜地に設置された太陽電池アレイの風力係数

に関する数値流体解析、太陽光発電システム用架台の耐風性能試験（一部杭基礎支持力が不足している場合）、太陽光発電システム用架台のフレーム構造解析、アルミ製パネル受け材継ぎ手部の曲げ耐力評価、斜面積雪の実測調査を行った。これら実証実験から、傾斜地に設置された杭基礎の抵抗力は平地に設置された杭基礎より小さく地盤の傾斜角度が大きくなるほど低下する傾向であること、地形による設計風速の割り増しを考慮する必要があること、一部の杭基礎の抵抗力の低下は架台全体の耐風圧性能を大幅に低下させること、傾斜地のアレイ面およびPCSに作用する積雪荷重特性などの知見を得た。

営農型ガイドラインの策定のための検討事項として、藤棚式営農型太陽電池アレイの風洞実験（設計用風力係数の検討）、アレイ式（足高式）営農型太陽光発電設備の風洞実験、営農型太陽光発電設備の実態調査を実施した。これら実証実験から、アレイ式の営農型の風洞実験結果を実施し、JIS C 8955:2017での地上設置型PV設備の風力係数を上回る結果、アンケート等により営農型の設置形態の実態などの知見を得た。

水上設置型ガイドラインの策定のための検討として、水上設置型太陽光発電設備の絶縁抵抗の測定、太陽電池モジュール接続用コネクタの防水性について、水上設置型太陽光発電設備のフロート間接合部の載荷試験、係留索に発生する張力の実測調査に関する実証実験、水上設置型太陽光発電設備の風洞実験、太陽光発電設備の直流感電リスクに関する基礎実験、小型・可搬型の接地抵抗計を用いた太陽光発電設備の接地抵抗測定技術に関する実験、水上設置型太陽光発電設備の実態調査を実施した。これら実証実験から、容積絶対湿度と絶縁抵抗との関係を明らかにしたこと、コネクタの現地アセンブリのトルク不足による影響による短期的な絶縁抵抗が低下すること、フロート間の接合部に作用する荷重の設定方法および接合部の耐力評価方法、係留索に作用する荷重と設計風圧荷重の比較および係留索毎の荷重の偏り傾向、ひとつのフロートに1枚のPVモジュールが設置されるタイプの設備における設計用風力係数、アンケート等により水上型の設置形態の実態などの知見を得た。

共通事項の検討として、太陽光発電設備の漏れ電流経路、感電電流リスクに関する実験、接地抵抗測定の測定方法に関する実験を実施し、分割すべき太陽電池アレイの設計方法、市販の小型・携帯型接地抵抗計を用いた太陽光発電設備の接地抵抗測定を実施する際の留意点の知見を得た。また、海外の法規制・ガイドライン調査(特殊な設置形態/地上設置型)によりガイドラインの項目の参考とした。さらに、特殊設置ガイドライン策定にて得られた実験結果および最新の知見を加えて、地上設置型ガイドラインに関して、電気設計及び施工を加えて、改定を行った。有識者によるワーキンググループを年に約3回開催し、各ガイドライン及び技術資料についての記載内容について、妥当性に関する意見収集を行い、内容を合意した。ウェブセミナーを4回実施し、ガイドラインの普及啓発をした。

これまでに、国内において、具体的な安全設計・施工方法をまとめた文書は存在しなかった。本プロジェクトにより、実証実験等に基づいた具体的な設計・施工を提示したことは、今後の適切な太陽光発電の導入拡大への貢献として、意義が大きい。

●実用化・事業化への道筋と課題

本ガイドラインは、実効的に利活用されることが重要である。これら各種ガイドラインは、太陽光発電設備の電気事業法上の技術基準である「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」の「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説」の参考文書として引用されている。これにより、ガイドラインを実行的に利用されることが期待できる。

また、太陽光発電協会などの業界団体を中心に、セミナー等の実施により、本ガイドラインを利用した設計・施工者の人材育成を継続的に行っていく予定である。

課題としては、将来新しい設置形態やシステム設計など、多様なシステムの創出、また新しい知見の創発が想定される。これらに対応するため継続的にガイドラインの改定が必要となる。

これらを継続的に取り組むことにより、太陽光発電設備全体の安全な導入拡大の貢献できる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	119.7	117.3	102.8	123.9	45.6
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	4 件	26 件	0 件	5 件	

4.2.1.3 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPOリスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、大SOMPOリスクマネジメント株式会社社、一般社団法人 太陽光発電協会		
達成状況の根拠	本事業では、「太陽光発電設備の評価・回復技術の技術情報と利用ガイド」として、構成を導入編、構造・土木構造編、電気編の内容を取りまとめた。2023 年度に初版を策定（2024 年度に公開）、2024 年度に改訂版を策定した。また、ガイドラインおよび技術資料を更新し、関連するセミナーを2回実施した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 2025 年 2 月に閣議決定された第 7 次エネルギー基本計画や 2023 年 2 月に閣議決定された「GX 実現に向けた基本方針」などにおいて、2050 年のカーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーについては、改めてその重要性が強調されている状況にある。他方、急速な導入拡大にともない、安全性に関する課題が顕在化してきている。FIT 制度により参入が急速に拡大した PV のプレーヤーを中心に、設置工事・メンテナンスの不備等による安全面での不安や、景観や環境への影響等をめぐる地元との調整における課題などが顕在化しており、「地域との共生」に向けた課題を克服するため、信頼ある発電事業者としての必要十分な規律や地元との円滑な調整の在り方について検討の必要があることや、小規模な事業が多い中、FIT 制度による買取期間が終了した後も再生可能エネルギー発電事業が適正に継続され、更には将来的な再投資が行われるような事業環境を作り上げていくことが重要であることが示されている。PV が責任ある長期安定的な電源として社会に安定的に定着するための対応が求められており、PV の主力電源化を具体化するためには、現在の「こと：FIT 売電事業」「ひと：発電事業者不在」「もの：不適切な発電設備」から「こと：発電事業」「ひと：発電事業者、アセットマネジメント事業者」「もの：長期安定的な適切な発電設備」へと社会システムを変えていく必要がある。このような背景の中、特に既設の導入量約 70GW における①公衆安全の確保、②FIT 終了後の発電事業継続、③ストック量の維持を実現することが喫緊の課題である。公衆安全の確保のためには、まず発電設備が適正であるかを評価する必要がある。発電所の資産価値評価は、テクニカルデューデリとして実施されている項目や、太陽光発電協会等により作成された「太陽光発電事業の評価ガイド(以下、評価ガイド)」にある 1 次評価の項目などがある。しかしながら、評価ガイドではチェック項目が挙げられているものの、具体的な方法が標準化されておらず、情報の整備が求められている。評価の結果、リスクが存在する場合の補強技術は、事業者の独自な方法が実施されており、有効性の確認が不明確である。また、アセットマネジメントの基礎となる共通的に利用可能な事故要因分析結果やメカニズムの解明、その元となるリスク情報や統計的データは十分に整備されておらず、これらの基盤整備が求められている。このような課題、ニーズに対応するため、本事業では民間企業の実用化開発を加速させるための技術情報等の基盤整備を目的とした。本技術開発と実証により、アウトカム目標である 2030 年時点で導入が予想 される小規模発電設備（50kW 以下）を中心とした発電設備 20GW の導入量維持（2018 年 12 月時点の 50kW 以下発電設備の F I T 認定容量）の実現に貢献が期待される。 ●アウトプット目標 ①事故情報調査、不具合メカニズム分析、②有望技術の評価（構造）、③有望技術の評価（電気）を実施し、④PV 発電設備の評価・回復手法の技術情報および技術評価ガイド策定する。 ●実施体制			
NEDO 委託先 国立研究開発法人産業技術総合研究所 一般社団法人 構造耐力評価機構 SOMPOリスクマネジメント株式会社 一般社団法人 太陽光発電協会			

●成果とその意義

事故調査、現地調査による不具合事例の収集・分析として、メカニズム解明に必要な事故時の説明や事故情報の収集を行った。保険事故事例は2017～2020年で毎年100～150件程度の事例数であったが、2021年以降は毎年200件程度と事例数が急増した。事故原因については、自然災害に起因するもの（風災、雪災、土砂災害、水災、落雷、地震）が累積（約7年）で全体の約61%と最も大きくなり、その中でも構造的な破損事故が大半を占めている状況であった。一方、事故種別を確認すると、不測突発（盗難・落石等）が累積で全体の約32%と最も大きくなり、ほぼ全てがケーブル盗難被害による事例であった。また、太陽光発電設備における土砂災害事故の未然防止に役立てることを目的に、太陽光発電設備の土砂災害リスクを簡易的に把握する方法の検討を行った。被害が発生した太陽光発電設備と土砂災害に関連する情報との関係性について分析を行い、土砂災害の発生が示唆される傾向や特徴を取り纏めた。実証実験による構造物事故のメカニズム分析として、太陽電池モジュールの短期許容耐力および長期許容耐力に関する実証実験を行い、太陽電池アレイの設計において架台の安全性だけでなく、太陽電池モジュールの選定も重要であることを明らかにした。土木構造・土木、建築分野での地盤、構造評価技術のPVへの応用可能性調査について、構造設計の非専門家でも設計図書と実物の整合性評価が可能な現地調査チェックシートを作成し、現地調査の効率化を行った。また、太陽光発電設備内に種類の異なるアレイ支持物が複数ある場合、種類ごとに計測する必要があるが、このような場合にアレイ支持物の計測を効率化させるツールとして360度カメラを用いた架構フレーム作成技術の評価した。杭の支持力簡易診断技術についても既往の検査機器を改良し、杭に与えた打撃荷重と打撃によって生じた杭の振動の関係から杭の支持力を評価できるかについて検討した。定性的な比較評価には適しているが、現時点では定量的な評価にまで至っておらず、載荷試験を実施する杭を選定する際に使用することで工数削減が期待できることを示唆した。構造設計書の確認項目リストの策定について、複数の架台メーカーの構造計算書を精査し、構造計算書の確認に必要な項目をリストアップした。構造設計の専門家に構造計算書の確認を依頼する際は当該確認項目リストに沿った内容とすることで効率的かつ漏れのない確認ができるようにした。地盤の補強技術については、テストフィールドの法面に施工した2種類の法面保護工の有効性の確認を行った。法面長さ、雨量等の関係からその効果の明確な優位性を確認できなかった。架台接合部の回復技術については、アルミニウム合金製の架台の接合部に着目し、補強に関する検討を行った。補強対象は、長孔が用いられている接合部、および同じ部材をつなぎ合わせる接合部とし、それらの補強案の検討と実証実験による有効性の評価を行った。電気安全、発電性能のリスク評価、低減・回復技術に関する既存技術の応用可能性評価について、電気設計に関する設計図書や写真等から評価・診断する有効な技術などについて、IEA PVPS TASK 13等への参加や文献調査を行い、資産価値評価のテクニカルデューデリで実施されている項目について調査し、目視の限度見本となる事例について整理を行った。また、アセットマネジメントのコストダウンの可能性として、常時監視の高度化と現地作業の時短化することが考えられる。リスク低減技術の一つとして、電気事故時の各種検知方法と各種遮断技術の組合せ試験による電気安全性の向上、確保する設計方法の評価を行うために、絶縁抵抗測定の前防保全の高抵抗測定方法について、測定時短化に必要な推定モデルの検討を行い、誤差評価を行った。さらに、アーク検知および遮断について、模擬電源および実アレイを利用した実験を行い、直列アーク発生時及び並列アーク時の遮断方法として、中点遮断の有効性にして示した。これらを取りまとめ、導入編、構造・土木構造編、電気編から構成される「太陽光発電設備の評価・回復技術の技術情報と利用ガイド」を策定した。本技術情報と利用ガイド公開後、広く利用促進するために、ウェブセミナーを2回開催した。評価・回復手法の技術情報を体系的に取りまとめた文書はこれまで存在しなかったため、不適切案件の是正、適切なリパウリングの実施により、セカンダリーマーケットの活性化や長期安定電源化に貢献できる。

●実用化・事業化への道筋と課題

本ガイドラインは、実効的に利活用されることが重要である。太陽光発電協会などの業界団体を中心に、セミナー等の実施により、本ガイドラインを利用した設計・施工者の人材育成を継続的に行っていく予定である。課題としては、技術文書にとどまっているため、ガイドラインとして策定し、電気事業法などとの連携することにより、さらに実効性を高める必要がある。また、将来新しい設置形態やシステム設計など、多様なシステムの創出、また新しい知見の創発が想定される。これらに対応するため継続的に文書の改定が必要となる。これらを継続的に取り組むことにより、太陽光発電設備全体の安全な導入拡大の貢献できる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	40.0	40.0	34.4	41.1	35.1
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	6 件	0 件	2 件	

4.2.1.4 太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発（関西電力株式会社、アジア航測株式会社、株式会社エクソル、株式会社CO2O、日本地工株式会社）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発／安全性・信頼性確保技術開発	達成状況	○
実施者名	関西電力株式会社、株式会社エクソル、株式会社CO2O、日本地工株式会社、アジア航測株式会社		
達成状況の根拠	・基礎地盤の評価回復技術の開発⇒切土、盛土を施した90サイト（1,063MWdc）を対象に、基礎地盤、基礎、地盤の変状の履歴について検証したノウハウを反映した教育マニュアルおよび評価シートを作成し、全国の不動産鑑定士を通じての評価体制に目途をつけた。 ・架台の評価回復技術の開発⇒パネル飛散防止金具である「ロック金具」やドリルねじ、接着剤による長孔接続部のスライド防止対策、「架台ベース強化金具」によるベースプレートの変形防止対策に技術的目途をつけた。 ・杭基礎補強技術の開発⇒狭隘箇所でも施工できる補強用アンカーを用いた杭基礎引抜き補強技術を確立させた。 ・設計図面作成支援技術の開発⇒現地設備にて取得した点群データからの自動フレームモデル生成する技術に一定の目途をつけた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

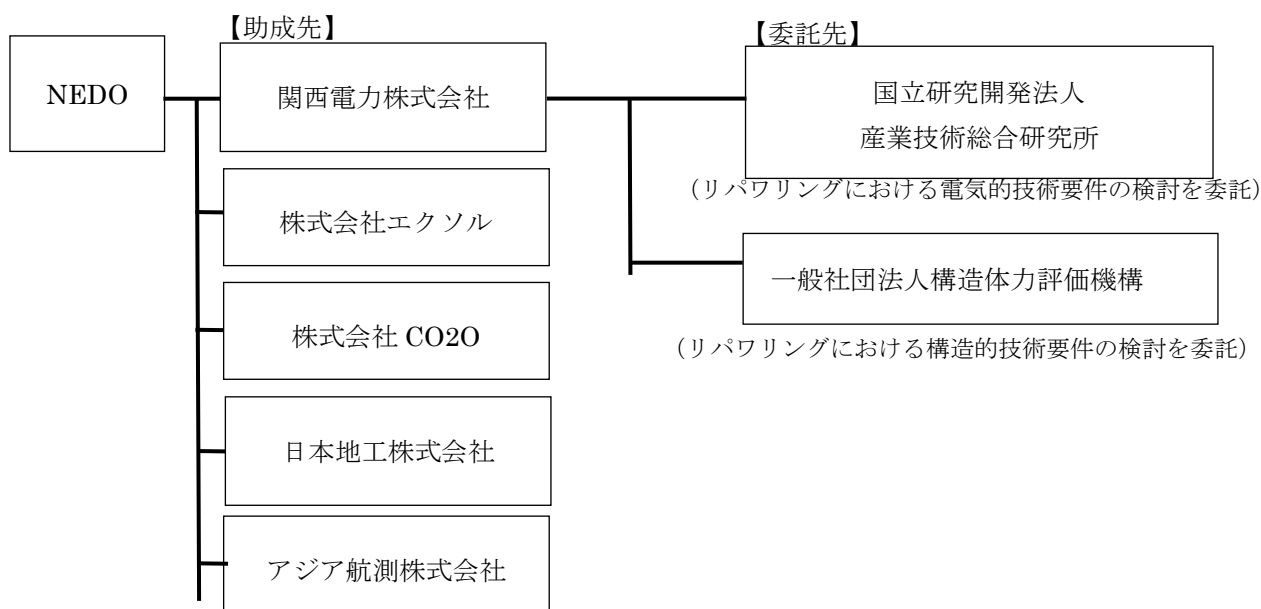
FIT 導入以降、地上設置型太陽光発電所は急拡大したが、FIT 期間終了後の事業継続のためにはリパワリングの技術開発が必須である。そこで過去の事故事例や低圧 PV の現状より、架台の設計図面作成支援や、杭基礎の引抜き強度判定、杭や架台の補強技術、緊急時点検技術に着目し技術開発を行っている。

最終的な目標は、上記の各要素技術が確立し、それを組み合わせることで容易に他社が真似できない、設備の評価から回復補強まで一貫通貫した体系的なサービスを提供できるようになることを想定している。

●アウトプット目標

各補強技術案について、具体的な補強対策技術を実用化し、市場販売できる状態を目指す。

●実施体制



●成果とその意義

達成状況の根拠に記載した成果により、今後これらを組み合わせることで、他社が容易に真似できない、現地設備の評価から回復補強まで一貫通貫した体系的なサービスを提供できるようになることを想定している。

今後、地上設置型太陽光発電設備の不具合設備が排除される法制度が導入され、本助成事業により設備の健全性が定量的に評価・回復することが可能になることで、不良設備は淘汰され、基準を満たす良設備

のみが残っていく。それにより、太陽光発電設備の安全性が向上し、長期安定電源化に寄与することができる。

●実用化・事業化への道筋と課題

FIT 期間後も継続した発電事業を行うためには、リパワリングが重要である。そこで、本研究において開発を進めた、現地の架台構造の3DCAD化や、構造欠陥を判別する技術、劣化した架台の補修、杭の引き抜き強度判定手法や補強技術等を本共同研究により確立することで、今後市場規模の発展が見込まれるある太陽光発電のセカンダリーマーケットにおいて、評価・回復技術を展開することが可能である。本研究で確立されたリパワリング技術を用いて、セカンダリーマーケット上の設備診断を行い、そのメンテナンス技術を提供できるようになる。メンテナンスに用いる、必須となる材料、機材の調達先については、共同研究を行う各社が取扱う、架台・基礎の安全性診断技術を用いた機材や、補修技術を用いた材料となる。

当該リパワリング技術の販売先については、まずは国内の既設太陽光発電事業者が対象となるが、それに伴うO&M会社や、EPC業者に対しても、同技術を用いた施工方法を使用頂くことが可能である。また、海外では、まだこのような技術は検討されていないが、国際標準化の場では、構造設計や試験方法における標準化の議論も開始されており、構造安全にも注目が集まりつつある。海外に先行した技術となることが期待され、販売ルートは全世界が対象となる。

市場規模としては、10年後に不具合設備が散見されてくるという想定のもと、本サービス提供開始時点2024年での、10年経過となる10kW～50kW未満で累積件数は、13.8万件。（電源種別（太陽光・風力）のコスト動向等について（平成28年11月）資源エネルギー庁 P20）

その30%にあたる41,400件が不具合設備と仮定する。今回コスト目標としている2.4万円/kWを乗じると、120万円。スケールメリットを考慮し、50kWで、100万円/件と想定する。高圧以上や、海外も対象となれば、本技術を適用可能となるマーケットは非常に大きいものになると考えている。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	3.6	2.9	2.9	2.9	—
●特許出願及び論文発表（2025/03/31時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0件	2件	2件	1件	0件	

4.2.1.5 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定（国立大学法人北海道、国立大学機構北見工業大学）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定）	達成状況	○
実施者名	国立大学法人北海道国立大学機構		
達成状況の根拠	本研究開発では、凍上対策に関するガイドラインの策定を目的として、2021 年度から 4 年間にわたり多角的な実験を実施してきた。得られた成果の一部は、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型）および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」において凍上対策として反映された。また、残る成果についても、同ガイドラインに技術資料として盛り込まれている。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 近年、再生可能エネルギー導入の一環として、積雪寒冷地である北海道でも、山間部や遊休農地を活用した太陽光発電施設の建設が積極的に進められている。しかしながら、凍上現象が原因と考えられる様々な被害が道東地域で確認されるようになってきた。具体的には、支柱のねじれやモジュールの反り上がりなどが見られ、変形が進行すると、モジュールの傾斜の変化や破損、さらには施設そのものが倒壊に至る可能性も懸念されている。こうした凍上被害は道東地域に限らず、今後は北海道全域や、同様に積雪寒冷な気候条件を有する東北地方・北陸地方の山間部などでも発生する可能性が高い。さらに、近年はゲリラ豪雨や集中豪雨の頻度が増しており、積雪寒冷地における土石流や斜面崩壊などの土砂災害も顕著に増加している。傾斜地に設置された太陽光発電施設では、冬期に凍上が発生し、夏期には杭などの支持力が低下した状態で土砂災害が起きることで、甚大な被害につながる恐れもある。 凍上被害が発生した背景には、2021 年に本研究開発を開始した当時、凍上リスクに対応した設計・施工ガイドラインが未整備であったことが挙げられる。加えて、積雪寒冷地での施工経験を有していない北海道外の事業者の参入が増加しており、事業者によっては凍上現象を予測できず、適切な対策を講じる手段を欠いていた。2019 年に策定された「地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」では、積雪荷重および風荷重への対応は詳細に示されている一方で、凍上対策に関する記述は不十分であった。特に基礎の設計においては、フーチング底面を凍結深さと一致させる方法が示されていたが、この設計では凍上により基礎が持ち上がる可能性が高く、十分な対策とは言い難かった。このため、ガイドラインの整備と技術的知見の蓄積が急務であった。			
●アウトプット目標 本研究開発では、凍上対策に関するガイドラインを策定し、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型）および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」に反映されることを目標とした。			
●実施体制 NEDO 国立大学法人北海道国立大学機構 北見工業大学 凍上対策に関するガイドラインの策定を委託			
●成果とその意義 以上の目標を達成するため、本研究開発では 2021 年度からの 4 年間にわたり、実物大模型による屋外実験および小型模型を用いた室内実験など、多角的な手法による実験的検証を実施してきた。 まず、実物大模型を用いた基礎および杭の凍上挙動の観測により、独立基礎の場合にはフーチング上面を最大凍結深さより深く埋設することで、杭の場合には最大凍結深さの 2 倍程度の深さまで埋設することで、凍上による持ち上がりが抑制できることを確認した。さらに、独立基礎においてはフーチング幅を十分に確保することが重要であることを明らかにした。これらの成果は、「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型）および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」に凍上対策として反映された。 次に、杭の実物大模型を用いた引抜き試験および水平載荷試験により、凍結融解履歴を受けた杭では、引抜き抵抗および水平抵抗が低下することを明らかにした。特に、埋設深さが最大凍結深さよりも浅い杭においては、引抜き抵抗が著しく低下する傾向が確認された。さらに、小型模型を用いた引抜き試験においても、土の含水比が増加するほど引抜き抵抗が減少することが実験的に確認された。これらの結果が			

ら、凍結融解直後の春期には、杭の支持力が低下し、強風時に太陽光発電施設が倒壊するリスクが高まることが示唆された。

さらに、傾斜地における実物大模型実験により、冬期の凍上で施設が斜面前方に傾斜し、春期の融解で斜面下方に移動する挙動を確認した。併せて実施した法面保護工の比較実験では、張芝工およびジオセル工で高い侵食防止効果が確認された。

加えて、平地における実物大模型実験では冬期の凍上により架台の支柱およびブレースに曲げ・ねじれが生じること、ジャッキアップによる模擬凍上実験では支柱にねじり変形が発生し、ガセットプレートの降伏およびモジュール間の隙間の閉塞が生じることを確認した。

以上の一連の研究成果は、「特殊な設置形態および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」に技術資料として盛り込まれた。

本研究開発で得られた知見は、太陽光発電システムの設計・施工技術の高度化に資するとともに、積雪寒冷地における再生可能エネルギーの安全かつ安定的な導入拡大に寄与するものである。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究開発で得られた成果については速やかにまとめ、各年度内に土木学会や地盤工学会、雪氷学会において速報的に研究成果を公表し、凍上を専門とする研究者や技術者と意見交換を行った。これらの学会での意見を参考に、研究成果をブラッシュアップし、凍上対策に関するガイドラインならびにその技術資料として取りまとめた。また、本研究開発との関連も深い太陽エネルギー学会に、特集記事や査読付き論文として投稿した。

以上に加え、本研究開発で得られた成果を「太陽光発電システムの安全設計に関する検討委員会」に提供し、凍上対策に関するガイドラインを盛り込むための協議を実施した。また、「特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定委員会」では、事務局として参画し、「特殊な設置形態および地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」における凍上対策の執筆を担当した。

本研究開発で作成したガイドラインと技術資料は、積雪寒冷地における太陽光発電の普及に貢献するものとする。太陽エネルギー学会が企画したセミナーではガイドラインの内容について解説を行い、事業者への周知を図った。また、自治体が主催する講演会においても、研究成果に基づく講習を実施し、積雪寒冷地域の技術者と知見を共有した。本研究開発の終了後も、引き続き成果の詳細な分析を進め、査読付き論文等への投稿を通じて、学術的・実務的な貢献を図っていく予定である。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	16.1	34.8	23.7	6.9
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	2 件	15 件	4 件	0 件	

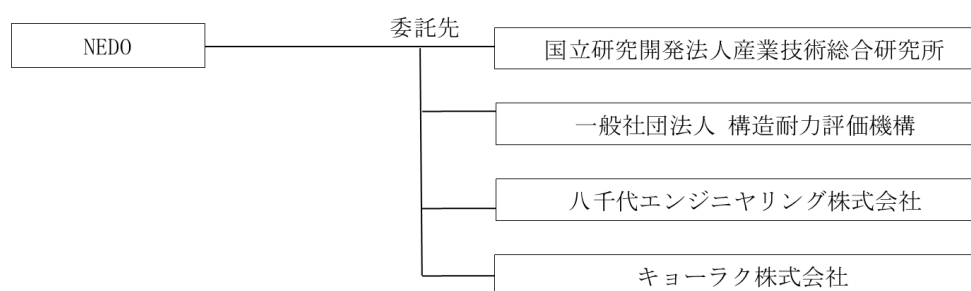
4.2.1.6 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験（一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人 構造耐力評価機構 八千代エンジニアリング株式会社、キョーラク株式会社		
達成状況の根拠	本事業では、実態調査結果、実証実験結果等によるガイドラインの利便性および蓋然性を高めるデータや知見をガイドライン策定事業に置く「特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の太陽光発電システムの設計ガイドライン」に反映し、実証実験結果などを技術資料としてとりまとめた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2025 年 2 月に閣議決定された第 7 次エネルギー基本計画において、2050 年のカーボンニュートラルの実現に向けて、「再生可能エネルギーの主力電源化を徹底し、関係省庁や地方公共団体が連携して施策を強化することで、地域との共生と国民負担の抑制を図りながら最大限の導入を促す。」とされ、具体的には「電力市場への統合に取り組み、系統整備や調整力の確保に伴う社会全体での統合コストの最小化を図るとともに、再生可能エネルギーの長期安定電源化に取り組む。また、導入拡大にあたっては、イノベーションの加速とサプライチェーンの構築を戦略的に進め、国産再生可能エネルギーの普及拡大による技術自給率の向上を図るとともに、使用済太陽光パネルへの対応等を講じていく。」との方針が示されました。こうした中で、特に、太陽光発電については、2012 年の FIT 制度開始後に急速に拡大した一方で、台風、積雪、豪雨など自然事象による被害が少なからず発生しており、太陽光発電設備の安全性に対する地域の懸念が高まっている。近年では太陽光発電の建設に適した場所の減少に伴い、傾斜地や農地、さらには水上へと太陽光発電の設置環境が拡大している。これらの特殊な設置環境での太陽光発電は、一般的な地上設置型の太陽光発電より設計や施工上の難易度が高く、地方自治体の条例において太陽光発電への要求事項として安全対策が求められつつあるが、それらを満足させる方法については具体的に示されていない。これらの背景のもと、傾斜地、農地、水上に設置される太陽光発電設備の安全確保に向けた電気・構造に関する設計施工ガイドラインの策定を目的とした「特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定」のプロジェクトが実施されている。本事業では、ガイドライン策定のプロジェクトではカバーできていない多様なケースの実証実験を行い、より幅広いケースに対応できるガイドライン策定に資する実証データ取得を目的とした。本実証研究により、アウトカム目標である新市場として、営農、水上への適切な導入拡大、2030 年時点で導入が予想される小規模発電設備の導入量維持の実現に貢献が期待できる。

●実施体制



●成果とその意義

傾斜地設置型 PV に関する安全性確保のための実証実験として、現状のシステム設計、設備形態の実態を把握するために斜度の状況などについて標高データをもとに調査を行った。衛星画像の DTM データが存在する発電所を 56 か所抽出し GIS による斜度データによりデータを分析した。また、CFD 解析として、強風被害があった実在する傾斜地設置型 PV を対象とした CFD 解析を実施し、風速増加と被害状況の関係について確認した。実地形を対象とした CFD 解析を行うにあたり、地形の再現範囲、樹木のモデル化などの詳細検討を行い、その情報をもとに LES (Large Eddy Simulation) による CFD 解析を実施し、風向・風速の解析結果をもとに被害状況との対応について検証した。また、CFD を行うにあたっての注意点などについて整理した。杭基礎の載荷試験として、傾斜地に設置された太陽光発電設備の杭基礎の抵抗力に傾斜地設置特有の事象が発生する可能性とその実態を把握することを目的とし、杭の載荷試験を行った。杭の抵抗力は、地盤の傾斜角度が大きくなるほど平地より低下する傾向であった。また、傾斜地における杭

の施工方法や載荷試験方法について平地との違いを確認しまとめた。地盤侵食保護に関する実証実験に関して、地盤侵食の要因の一つに考えられる PV アレイの軒先から雨垂れについて地盤侵食の影響や侵食対策（植生工、水路付きアレイ）の効果については確認を実施した。盛土造成された傾斜地盤で PV アレイ模擬的に再現し、その結果から侵食対策の有効性や地盤侵食保護を行うにあたっての注意点などについて整理した。営農型 PV に関する安全性確保のための実証実験として、現状のシステム設計、設備形態の実態を把握するために約 162 件に対してアンケート調査を実施し、架台材料、基礎の種類、モジュールサイズ遮蔽率、設備容量、PCS の容量台数、電圧レベル、トランス有無、農機の架台への衝突事例等について実態把握を行った。杭基礎の載荷試験に関して、農地における杭の抵抗力特性は把握されていなかったため、農地において杭基礎の載荷試験を行い、農地における杭の抵抗力の特性を調査し、それらの結果から設計における要点などを整理した。併せて、営農型 PV における杭基礎の施工や載荷試験の注意点についてまとめた。風洞実験に関して、足高式架台の PV アレイの風洞実験を実施し、設計用風力係数の検討を行った。これに併せて、アレイ面下で農作物が育成に伴ってアレイ面の風荷重に与える影響についても検討した。水上設置型 PV に関する安全性確保のための実証実験として、現状のシステム設計、設備形態の実態を把握するためにアンケート等により約 100 件のシステムの調査を行い、水上・フロートの種類（個別/アイランド）、ため池の全体に占める割合（地上からの距離）、ため池の深さ、アンカーの種、アイランドの大きさ等について実態把握結果を整理した。連結浮体の動揺を踏まえた係留張力特性把握に関して、フロート群が複数の係留索を用いているため、水位変動や波浪による上下・回転等の動揺に追従させるため、係留索には余裕長があり、強風等荒天時においてアイランド全体が変形・移動すると、係留索が弛んだ状態から緊張状態になる時点で衝撃的な張力が発生するとともに、特定の係留索に張力が集中することが予想される。この現象を水理実験により再現し、フロートに作用する波力式の妥当性および補正（浮体長／波長）要否確認、係留索張力の分散状況、アイランドに作用する波力と風圧荷重の比較、フロート端部の動揺（傾斜）状況について確認を行った。水上設置型 PV の水中アンカーの載荷試験に関して、アンカーの打込み角度（耐力方向）に対して水平力が発生する場合のアンカーの耐力低下の有無やアンカーの変形特性について把握するため、実際に水上 PV で使用されているアンカーを用いて斜め引張試験を行った。また、係留索が繰返し引張による部材劣化の有無や伸びの発生について把握するため、実際に水上 PV で使用されている係留索を用いて繰返し引張試験および動荷重試験を行った。さらに、実際に太陽光発電設備が設置されているため池の風速及び波高の測定を行い、その結果を以下に示した。また太陽光発電設備の設置先の拡張を検討するため、並行して内海を対象とした測定を行った。1.3.5 水上設置型 PV のフロートの強度や性能評価方法の検討に関して、載荷試験方法や強度の評価方法について十分な検討がされておらず、接合部設計の妥当性が確認できていないため、接合部の載荷試験を行い、その結果をもとに載荷試験方法および強度性能の評価方法について整理した。PV のフロートへの荷重検討のための風水洞実験に関して、複数のフロートを連結して構成される浮体およびその上に積載する太陽電池モジュールが風および波環境にさらされた際に、フロートが揺動することでフロート-フロート間接合部間や係留索に引張・圧縮および曲げ方向の力が相互に働くことが予想されたため、風・波環境下におけるフロート間接合部間の軸力・曲げ特性やフロートの運動特性、及び係留索に掛かる張力の把握を目的として、水上設置型太陽光発電設備の風水洞試験および評価方法について確認した。

これらの成果の結果をガイドライン策定事業と連携してガイドラインへ反映した。これまでに、国内において、具体的な安全設計・施工方法をまとめた文書は存在しなかった。ガイドライン策定のプロジェクトではカバーしきれなかった実証実験を実施し、ガイドラインの利便性及び適用範囲の拡大を行い、具体的な設計・施工を提示したことは、今後の適切な太陽光発電の導入拡大への貢献として、意義が大きい。

●実用化・事業化への道筋と課題

本ガイドラインは、実効的に利活用されることが重要である。これら各種ガイドラインは、太陽光発電設備の電気事業法上の技術基準である「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」の「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説」の参考文書として引用されている。これにより、ガイドラインを実行的に利用されることが期待できる。

課題としては、将来新しい設置形態やシステム設計など、多様なシステムの創出、また新しい知見の創発が想定される。これらに対応するため継続的にガイドラインの改定が必要となる。これらを継続的に取り組むことにより、太陽光発電設備全体の安全な導入拡大の貢献できる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	-	79	122	44	-
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	0 件	0 件	0 件	

4.2.1.7 次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発（株式会社エナジービジョン、一般社団法人新エネルギーO&M協議会）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発）	達成状況	○
実施者名	一般社団法人新エネルギーO&M協議会、株式会社エナジービジョン		
達成状況の根拠	1. ①、②および③とも、開発目標を達成し、①および③を搭載する「発電電力量解析・ハザード評価等システム」も予定とおり開発し、現に稼働している。 2. ①、②および③とも事業化しており、拡大途次である。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

太陽光発電業界は、規模や属性も異なる様々な事業者が容易に参入できるため、立地や造りに問題がある発電所も多い。経年劣化の範囲を超えた発電低下、立地や造りに由来した事故、効果の乏しい維持管理費用の発生などが見受けられる。こうした状況の下、特に売電収入規模の小さい小規模発電所において、この先の事業採算の悪化など、長期的に事業継続が困難となる事態が危惧される。そこで、本プロジェクトでは、これまでにない、小規模発電所にも採算性を含めて適用可能な、(a)発電低下を簡便に把握する技術、(b)自然災害等のリスクを評価して数値化しそれをもってリスクファイナンス（損害保険）の基礎とする技術を開発する。これらにより、(a)発電低下の有無および低下要因を把握して発電の回復を促すこと、(b)損害保険の安定的な引受けを可能とすることを通して、発電事業者の安定的な事業収益の確保に寄与し、FIT 期間終了後も含めた長期の安定電源化に貢献する。

●アウトプット目標

次の①～③のテーマならびに①および③の成果を搭載する「発電電力量解析・ハザード評価等システム」の開発

①発電電力量解析の高度化と阻害要因推定手法の開発

遠隔監視システムの発電電力量等のデータにより、簡便・安価に発電の中長期的な低下傾向を解析し、発電阻害要因を推定する技術（実施者が既に保有している技術を高度化）

②遠隔監視システムによる日常監視業務の自動化

遠隔監視システムの人手による監視・判断に代え、RPA によりデータをダウンロードし簡便に解析して、短期的変状の恐れのある発電状況を自動で抽出する技術

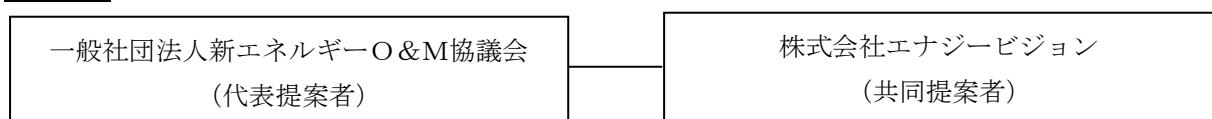
③事故リスクを定量評価する新たな検査制度の構築

発電所の外来事故について発電所の立地や造りに由来するハザードをリスクコストの視点で評価する技術

上記のテーマ欄記載の①～③の項目ごとに記載する。

- ①個別発電所の発電電力量中長期的傾向をシステムで解析し、現に生じている発電電力量の低下要因を自動で推測して3種類の候補を出力する。出力した3つの阻害要因候補の合致率90%以上を目指す。
- ②人手による遠隔監視システムの日常監視業務について、RPA を用いて同システムから発電電力量を自動でダウンロード・加工して判定する。判定結果の精度（「変状あり・アラートなし」を見逃す率）ほぼ0%、および日常監視に必要な所要時間の削減（開発者の実績で100発電所に要する所要時間60分を10分にする）を目指す。
- ③小規模発電設備を主対象として、発電所の立地（本源的リスク）および新設時の造りに由来する事故ハザードを評価し、リスクコストの視点で定量化する新たな評価制度を構築する。この制度の信頼性として、損害率（＝保険金÷保険料）70%以下を目指す。

●実施体制



●成果とその意義

上記のテーマ欄記載の①～③の項目ごとに記載する。

- ①規模の大きな発電所では、詳細なデータ監視により異常を予兆段階で検知する等の技術があるが、本件

のように、発電電力量と近隣気象台の日射量データのみで簡便安価に発電低下を評価する技術はない。本件開発により、小規模発電所においても現に生じている発電の中長期の低下が如実になるので、費用対効果の検証に基づく回復策の実施を促進する。

②発電電力量を遠隔で監視する簡便なシステムは、小規模発電所でも導入が進んでいるが、人手による監視のため、「手抜き」や見落としが生じている。RPA によりそれを自動化する取組は、一部の大手メンテナンス会社でも実施されているようであるが、自社内での使用に留まっている。本件開発は、開発者が管理する発電所だけでなく他の事業者へも OEM 提供するので、日常監視業務の効率化と日単位の変状把握精度の向上を実現する。

③これまでも保守点検や評価のガイドラインはあるが、電気安全を中心とした現に生じている不具合や法的不備の把握が中心であり、自然災害等の事故リスクを評価し、損害保険につなげる制度はない。本件によるリスクコストベースの評価により、保険の損害率の安定化に寄与する。現に、2023 年 9 月ごろからの損害保険の引受け厳格化の状況下においても、評価を元にした保険の引受けが得られている。

以上①～③の開発によって、経年的発電低下および短期的変状を把握し早期の発電回復を促進すること、および評価と保険により発電所の財産的リスクをカバーすることにより、小規模発電事業を中心に安定的な経営をサポートし、長期の安定電源化に貢献する。

●実用化・事業化への道筋と課題

開発した①～③の技術は、どの発電所にも適用可能かつ実際に有用である（ただし、③の評価制度については、保険引受ポートフォリオの安定化のため 2MW の発電所を上限としている）。①～③の技術を商品化したメンテナンスを事業化後、小規模発電所の事業者を中心に、コンタクトのあった商談において高い割合で受注にいたっている。事実として発電回復を促しており、また上記のとおり保険の引受けを得た「保険付帯メンテナンス」であるので、正しく情報を伝えることができさえすれば受注につながる。この先の事業の一層の拡大は、個人を中心とした発電事業者に如何にたどり着くかにかかっている。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	3.3	7.2	11.6	—

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)				
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	2 件	2 件	1 件	0 件

4.2.1.8 建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人太陽光発電協会、一般社団法人構造耐力評価機構、大成建設株式会社）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／安全性・信頼性確保技術開発（建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人 構造耐力評価機構 大成建設株式会社、一般社団法人 太陽光発電協会		
達成状況の根拠	本事業では、ガイドラインに策定方法あたり、ガイドラインの基本的な構成や、設計・施工項目については、既存のガイドライン参考とし、ガイドラインの構成としては、住宅用、非住宅用に大きく分類するが、設置場所別ではなく、取り付け方法や屋根形状などによる設計・施工項目を想定した構成として、ガイドラインを策定した。2023 年度末には非住宅に関する設計・施工の内容を中心としたガイドラインの策定、2024 年度末に住宅用も含めた「建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドライン」を策定した。また、関連するセミナーを1回実施した。 ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 2025 年 2 月に閣議決定された第 7 次エネルギー基本計画や 2023 年 2 月に閣議決定された「GX 実現に向けた基本方針」などにおいて、2050 年のカーボンニュートラルの実現に向けて、再生可能エネルギーについては、改めてその重要性が強調されている状況にある。こうした中で、特に、太陽光発電については、2012 年の FIT 制度開始後に急速に拡大した一方で、台風、積雪、豪雨など自然事象による被害が少なからず発生しており、太陽光発電設備の安全性に対する地域の懸念が高まってきた。これまでに国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、太陽光発電システムの自然災害や経年劣化に対して安全性と経済性を確保するため「地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」、特殊な設置環境における太陽光発電システムの構造設計、電気設計・施工の項目を加えた設計・施工ガイドラインを公開している。他方、地上設置の導入拡大とあわせてガイドラインを整備してきているが、建物設置に関してはガイドラインが未整備であった。2030 年度におけるエネルギー需給の見通しにおいて追加的な導入が期待されており、民間企業による自家消費型の推進として各種建物として 10GW、公共設備として 6GW、空港分野において 2.3GW、新築住宅として 3.5GW 程度が想定されており、建物設置型の導入拡大が期待されている一方、これまでに建物設置においても飛散事故などが散見されている。 そこで本事業では、建物設置の太陽光発電設備の安全性確保のための設計・施工ガイドラインの策定を行うことを目的とした。ガイドラインの構成としては、住宅用、非住宅用に大きく分類するが、設置場所別ではなく、取り付け方法や屋根形状などによる設計・施工項目を想定した構成とする。非住宅については、導入拡大が想定される設備構成を優先してカバーするようにした。本技術開発と実証により、アウトカム目標である新市場として、屋根、建物壁面への適切な導入拡大の実現に貢献が期待できる。 ●アウトプット目標 2023 年度末には非住宅に関する設計・施工の内容を中心としたガイドラインの骨子の暫定版を策定し、2024 年度末に住宅用も含めた建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインを策定する。 ●実施体制 <pre> graph TD NEDO[NEDO] --- CP[委託先] CP --- NRI[国立研究開発法人産業技術総合研究所] CP --- JARI[一般社団法人 構造耐力評価機構] CP --- OPU[大阪公立大学] CP --- DSC[大成建設株式会社] CP --- JPEA[一般社団法人 太陽光発電協会] OPU --- SC[再委託] DSC --- SC </pre>		

●成果とその意義

建物設置型太陽光発電設備のガイドラインの策定にあたり、「電気設計・施工に関する検討」、「住宅の構造設計・施工に関する検討」「非住宅の構造設計・施工に関する検討」「ガイドラインのワーキンググループ」「ガイドラインの周知・普及」について実施した。

建物設置形態太陽光発電設備の電気設計・施工に関する検討として、一般公衆やその建物内には取扱者以外の活動する人が接触できる可能性があるため、接触可能性がある発電設備の抽出を行い、ヒアリングや文献等から必要な対策方法について追加的に検討を行った。

住宅の構造設計・施工に関する検討として、住宅屋根の端部まで設置された太陽電池アレイを対象とした風洞実験、太陽電池モジュールと住宅屋根の接合部を対象とした載荷試験などを行った。実証実験の結果、低層住宅の勾配屋根の屋根端部までモジュールを設置した場合の設計用風力係数は、JIS C8955:2017 の適用外であった、風洞実験の結果を踏まえて新たに提案した。特に軒部、棟部、けらば部の風力係数は JIS C 8955:2017 での風力係数を上回ることに注意が必要である知見を得た。また、住宅木造屋根を想定したアセンブリ試験体の圧力載荷試験を行い、風による吹上圧力が屋根面に作用した場合に生じうる損傷についての検討、緊結部付近の木造屋根の挙動の部分試験を行い、吹上圧力に対する損傷を避けるための知見を整理した。また、建築関連団体の会員企業（9 社）および建築関連企業（7 社）へ実態調査などのヒアリング（実績、設計、品質等）を行い、在来木造住宅の計算支援ツール、積雪による落雪被害、金物固定ビスの応力腐食割れ、雨漏れの原因特定、ボルトの締忘れなどの設計・施工項目を追加した。

非住宅の構造設計・施工に関する検討として、生産・物流施設を対象とし、屋根設置および壁面設置型太陽光発電システムの風洞実験を実施した。実証実験の結果、片流れ屋根設置型太陽電池モジュールの設計用風力係数を設定した。また、陸屋根設置型の太陽電池モジュールの設計用風力係数については、建物高さや屋根端部から太陽電池モジュール設置領域までのセットバック距離等の適用範囲を拡大した。さらに、壁面設置型の太陽光発電システムの風洞実験を実施し、設計用風力係数を設定した。

これら実証実験を基にしてガイドライン案を作成し、年に約 3 回開催した有識者によるワーキンググループにおいて、各ガイドライン及び技術資料の記載内容の妥当性に関する意見収集を行い、内容を合意した。2023 年度に初版を策定（2024 年度に公開）、2024 年度に改訂版を策定した。また、2023 年のガイドライン公開後に設計・施工者向けのウェブセミナーを 1 回実施し、ガイドラインの普及啓発をした。

これまでに、国内において、建物設置型の具体的な安全設計・施工方法をまとめた文書は存在しなかった。本プロジェクトにより、実証実験等に基づいた具体的な設計・施工を提示したことは、今後の適切な太陽光発電の導入拡大への貢献として、意義が大きい。

●実用化・事業化への道筋と課題

本ガイドラインは、実効的に活用されることが重要である。これまで NEDO プロジェクトで実施してきた、地上設置型、傾斜地設置型、営農型、水上型のそれぞれのガイドラインは、太陽光発電設備の電気事業法上の技術基準である「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令」の「発電用太陽電池設備に関する技術基準を定める省令及びその解釈に関する逐条解説」の参考文書として引用されている。本ガイドラインもどのように参考の文書として引用されることで、実行的に利用されることが期待できる。

また、太陽光発電協会などの業界団体を中心に、セミナー等の実施により、本ガイドラインを利用した設計・施工者の人材育成を継続的に行っていく予定である。

課題としては、将来新しい設置形態やシステム設計など、多様なシステムの創出、また新しい知見の創発が想定される。これらに対応するため継続的にガイドラインの改定が必要となる。

これらを継続的に取り組むことにより、太陽光発電設備全体の安全な導入拡大の貢献できる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	-	-	-	44.4	45.2
●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	6 件	0 件	1 件	

4.2.2. 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

4.2.2.1 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発（株式会社トクヤマ）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発（太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発）	達成状況	○
実施者名	株式会社トクヤマ		
達成状況の根拠	低温熱分解法の確立、工程の完全自動化 目標に対し、分離処理コスト 2.06 円／W、資源回収率 88%の達成 太陽光パネル由来のガラスをフロート板ガラス向けリサイクル実証試験に成功		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

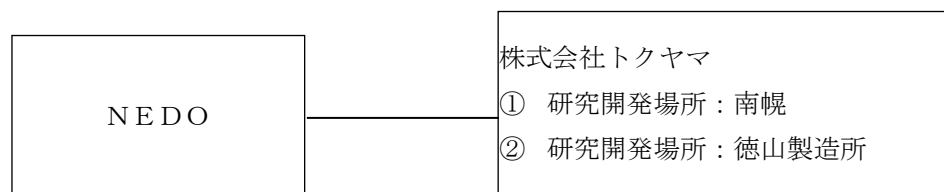
太陽光発電システムは多様な環境に設置されるようになっているが、発電事業終了後の設備廃棄等に対する地元の懸念や長期安定な発電に対する懸念が生じている。調達価格の低減が進んでいることから、正しく処理が行われるための更なる処理コストの低減やリサイクルコストの低減が必要となってきた。こうした背景を受け、本事業では太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発を行う。本研究では、分解処理可能な太陽電池モジュールの種類を限定することで、目標として分離処理コスト 3 円／W以下、資源回収率 80%以上の分離技術である低コスト専用分解処理技術を開発する。

●アウトプット目標

実パネルサイズの実証プラントを構築し、連続運転で以下の性能を満たすこと。

- ・分離処理コスト 3 円／W以下の分離技術であること。
- ・資源回収率 80%以上の分離技術であること。
- ・太陽光パネル由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発し以下の条件を満たすこと。
太陽光パネルからガラスを割らずに分離する技術を開発すること。
太陽光パネル由来のガラスやセルシート等をマテリアルリサイクルできること。

●実施体制



●成果とその意義

1. 低温熱分解技術の確立

トクヤマが開発した低温熱分解技術は、バックシート面を下側にして太陽光パネルを積載する。この状態で加熱していくと、EVA 分解→EVA 熔融落下→PET 熔融落下の現象が起こる。封止材である EVA とバックシートの PET を熱により熔融落下させ、その熔融した樹脂をセラミックフィルタ（CF）内で熱分解するという技術である。しかし、バックシートの PET は、単純に熱分解を行うとベンゼン環を含む複雑に結合した炭化物（煤）ができてしまい、きれいに分離することができない。触媒を担持した CF を触媒未担持の CF 下に敷設し、熔融した EVA は主に上段の CF 中で、PET は主に下段の触媒 CF の酸化反応で CO₂ まで分解されていると考えられる。この技術によって、500℃以下で煤が発生せずに樹脂を熱分解することが可能となり、ガラスは板状のまま得ることが可能となった。

目標である処理コスト 3 円／W を達成するためには、15 枚／hr を目標としており、時間短縮化が必須である。CF の厚さ、目の粗さや添着させる触媒といった各パラメータを変化させて評価することで、最適な熱分解処理するための値を決定し処理時間の短縮を図った。樹脂を熱分解した熱エネルギーを有効利用できることで、平均消費ガス量を約 70%程度減少させることも確認できた。

2. 太陽光パネルのリサイクル工程の全自動化

リサイクル処理される太陽光パネルは、30 枚程度パレットに積載しセットされる。初めにアルミフレーム、端子ボックスの分離装置に自動搬送機により投入・設置され自動的に分離され、分離終了後は、CF トレイまで移送・搭載を行い、熱分解炉に投入される。

低温熱分解法にて熱分解された太陽光パネルは、有機物である EVA、PET が熱分解されて、カバーガラス、セル、インターコネクタがバラバラな状態となる。これらは高温な状態であるため、取り扱いおよび耐熱性に留意し、それらを回収できる治具および処理物の回収を自動で行う。

熱分解後のガラス、セル、インターコネクタを回収した後の CF トレイは、自動搭載装置の搭載位置まで搬送され、CF トレイに太陽光パネルを搭載→熱分解→回収といったサイクルで CF トレイを循環させる。回収された処理物は、自動回収中に板ガラスが分けられ、品質を高めるためにクリーニングを行う。

その後、割れガラス、セル、インターコネクタは風力や篩といった選別装置にてそれぞれの部材に選別される。これらの工程を連結することで、完全自動化の工程を作り上げることができた。

以上の低温熱分解法と自動化工程にて連続稼働を実施、最大 24 時間の連続稼働に成功した。

3. 処理コスト・資源回収率

熱分解処理技術により高純度のガラスを得ることができ、フロートガラスの原料となる板ガラスの品質を安定して大量に処理することが可能となった。処理した板ガラスをガラスメーカーに供給し、フロート板ガラス向けリサイクル実証試験に成功した。フロート板ガラスへの高い品質基準を満たすことのできる熱分解処理工程が実証できたとともに、ガラスリサイクルの受け入れ可能量の拡大の実現性を実証できた。また、熱分解後の各構成部材は高品質に処理できたことで、ガラス、インターコネクタ、アルミフレームは水平リサイクルが可能となり、資源回収率は 88%となった。また、セルの成分を占めるシリコンのリサイクルを計画していたが、残念ながら今年度中に完了できなかった。これが完成すればほぼすべての部材が水平リサイクル可能となるため継続して開発を進めていく。

熱分解炉の樹脂の分解熱や排ガス処理施設の熱利用によりガス消費料の低減、資源回収による有価販売により処理コスト 2.06 円/W と大幅に 3 円/W を下回ることができた。

●実用化・事業化への道筋と課題

・実用化に向けた排ガス処理設備の検討

廃プラスチックの焼却に適する処理設備の検討を実施、イニシャルコストとランニングコストについて 3 つのシステムを候補とし、コスト最適なシステムの検討を行った。設備としては最安システムを検討できたが、パネルのバックシートのフッ素の含有量により、排ガス中のフッ化水素の濃度が変動するため、処理設備のランニングコストに影響があり、廃棄に関する費用へも関わってくる。市場におけるパネルのフッ素含有量の継続的なデータ取りが必要。これらを考慮し最適な設備の導入を進めていきたい。

・事業化への道筋

2025 年度より産業廃棄物の許可取得の申請を開始し、許可取得次第太陽光パネルのリサイクル事業の早期稼働を目指している。

それに伴い地域（北海道）に応じた使用済パネルの収集回収システムの構築として、課題や方向性などを踏まえ、連携・協働に賛同いただけるステークホルダーと使用済太陽光パネルの資源循環に関するコンソーシアムの構築に向け検討中である。組織は緩やかなネットワークを目指し、2025 年度の早い時期の立ち上げを目指している。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	66.0	69.1	120.3	45.4	43.3

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
5 件	1 件	5 件	1 件	11 件

4.2.2.2 結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証（ソーラーフロンティア株式会社）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／結晶シリコン及びC I S 太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証	達成状況	○
実施者名	ソーラーフロンティア株式会社		
達成状況の根拠	達成に向けて提案書に示した各開発項目の最終目標全て達成を確認○。 1 年間の延長時に示した新たな目標に関しても全て達成を確認○。 最終目標値であるリサイクル率および分解処理コストに対しては実検証ではなく仮定条件下での試算による達成○。今後大量排出期において妥当性の検証が必要。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 太陽光発電の普及に伴い、使用済みシステムの大量発生が予想され、リサイクル技術の実用化を着実に進める必要がある。本プロジェクトは、前プロジェクトにおいて検討した『合わせガラス型』に加え、全世界における 95%以上の生産量である『結晶シリコン太陽電池モジュール』に範囲を広げ前プロジェクトで確認した技術を推し進め、低環境負荷でのマテリアルリサイクルを実証することを目的とする。その実現に向けて、結晶シリコン及び CIS 太陽電池モジュールに対し、構成する全てのマテリアルリサイクルが可能な処理技術開発及び、リサイクル物の用途開発とそれにマッチした品質評価技術開発を行う。 ●アウトプット目標 結晶シリコン及びCIS 太陽電池モジュールのマテリアルリサイクル率 80%、売却益を含む分解処理コスト 3 円/W の処理技術を実証する。また、回収したマテリアルの用途において、新たな製品に依存することなく、既存の確立されたマーケットとそれに対応したマテリアルグレードへの清浄プロセスを開発するマーケットイン型にすることで過剰なプロセスコストを抑制し、マテリアルリサイクル率とプロセスコストの両立を目指す。 ●実施体制 ソーラーフロンティア株式会社 【再委託先】 宮崎県工業技術センター (回収されたマテリアルの分析を委託) 国立大学法人宮崎大学 (ガラス骨材を用いたコンクリートの作成と評価を委託) ●成果とその意義 研究対象がプロセス開発、設備開発、用途開発、運転実証と多岐に渡るため、開発を 6 つのカテゴリーに分類し、それぞれを連携しながら研究を進めた。 ①結晶シリコン及び CIS 太陽電池モジュールの分離処理技術確立においては、CIS 型および結晶シリコン太陽電池モジュールに対応したパネルセパレータ技術を確認し、割れカバーガラスモジュールに対しては、ブラスト、ウォータージェット、非加熱式スクラッチ方式と比較検討しながら、パネルセパレータの加熱ノウハウを注入した加熱スクラッチ方式を開発した。 ②結晶シリコン及び CIS 太陽電池モジュールを構成するマテリアルの効率的回収及び清浄化技術確立においては、有価性とプロセスコスト試算しながら、セルシートを構成するマテリアル分離をターゲットとした薄流型湿式選別機を開発し、CIS の回収に関してはエッチングプロセスの開発および塩化揮発法によるマテリアルリサイクルを検討した。さらにセルシートからの Ag の回収方式に対し、手段に対するコストの比較検証を行った。 ③結晶シリコン及び CIS 太陽電池モジュールを構成するマテリアルのリサイクル用途開発においては、少量排出期から大量排出期まで出荷可能な既存の商流を中心としたマテリアルの用途を開発した。ガラスのコンクリート骨材用途としての研究において ASR 抑制条件を見だし、プレキャストコンクリート事業者と製品の開発と性能および信頼性の確認を行った。封止材およびバックシートに対してはアスファルトコンクリート骨材および油化を検討し、前者に関しては国土交通省の定める技術基準値をクリアすることを確			

認した。

④カバーガラスの水平リサイクル及びリユースに対する用途開拓と、その実現のための清浄化技術及び品質評価技術の開発においては、カバーガラスのリユース用途として、農業用ハウス用途を開発、従来の樹脂フィルムに対し、耐久性とリサイクル性の両面から優位性を確認した。また防音室を試作し防音材としての性能を確認した。

⑤汎用性のあるフレーム分解技術開発においては、販売されている 10 社 48 製品のフレーム構造と接合方法を調査しそれらに対応し、カバーガラスを割らずに分解可能な設備を開発した。

⑥実証プラントにおける技術実証運転においては、選別装置として風力選別機、3 次元振動篩および薄流型湿式選別機を導入し、マテリアル回収設備としてエッチング装置を導入した。また加熱スクラッチ装置は工場移転に伴い立ち上げ未完了となった。それぞれ導入し立ち上がった設備に関して目標コスト達成に係るロバスト性を確認し、目標である処理量 1 MW の実証を確認した。

以上の各開発項目結果を集約した結果、処理施設規模(年間 200MW 処理)、稼働率(85%)処理のリサイクル工場、得られた回収マテリアルがヒアリングした価格前提で、マテリアルリサイクル率 92%、売却益を含む分解処理コスト 2.7 円/W と試算した。但し、この試算は、処理パネルが潤沢に排出される大量排出期において、大規模工場、高稼働率、かつ連続処理が前提であるため、事業化するには、人件費、処理コスト、マテリアル売却益等、妥当性の検証が必要である。

また、ガラスのコンクリート骨材利用に関しては、その適用に係る基礎研究成果の 14 件の学会発表を経て、当初目標であった技術確立を超え、製品事業者での試作評価まで進捗しており、今後全国での展開が期待される。さらに、セルシートからのマテリアル回収においては、従来開発検討されていた燃焼法を用いない独自の方式であり、国内外にも類するものは見当たらず、当初の目標である低環境負荷を実践した。

●実用化・事業化への道筋と課題

現在の廃棄パネルの排出量を鑑み、新たに事業を起こすのではなく、既存の産廃処理業に追加する形として検討いただける事業者との連携により、今回開発した各リサイクル技術の社会実装を検討する。

また回収された各マテリアルの用途については、上記事業者と用途先との連携をサポートする他、今後弊社が広域認定制度に取り組むことにより、全国の PV リサイクル事業者との連携を通じて、有効な用途の紹介とそれに必要なマテリアル品質管理技術の伝道を行う。

一方で課題としては、開発した回収プロセスにおけるマテリアルの有価性検証において、大量排出期相当の供給量を前提に評価されたことや、単一の用途になっている回収マテリアルもあることから、排出期に応じた流通可能量とその取引単価の確認検証が必要である。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	80.0	80.0	80.0	55.2	38.2
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
16 件	2 件	23 件	14 件	15 件	

4.2.3. 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

4.2.3.1 太陽光発電による調整力創出技術の実証研究（東芝エネルギーシステムズ株式会社、学校法人東京理科大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	太陽光発電の長期安定電源化技術開発／系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証（太陽光発電による調整力創出技術の実証研究）	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人東京理科大、東芝エネルギーシステムズ株式会社		
達成状況の根拠	本事業で技術開発を行った Headroom 制御を利用した太陽光発電による調整力創出技術について実証実験を実施した。Headroom 制御による需給調整市場の各種商品に対する評価を行い、応動時間についての要件を満たせる可能性を示した。また太陽光発電の需給調整市場への参画時のベースラインの考え方等の課題整理を行った。これにより最終目標である「調整力創出にかかる課題抽出および三次調整力②の要件適合性を確認することにより調整力創出の実現可能性を示す」の達成を確認した。		

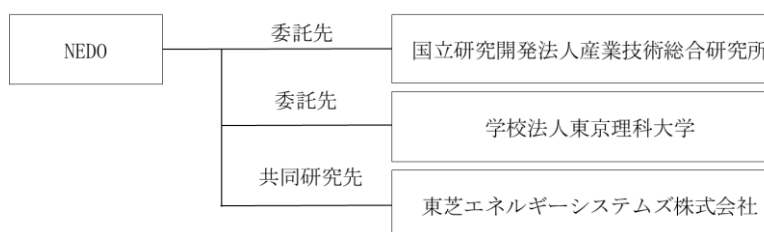
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

太陽光発電（以下、PV）の主力電源化の実現のためには、PV 大量導入時の電力ネットワークへの統合と長期安定電源化を行う必要がある。電力ネットワークへの統合については、PV が天候により出力変動や昼間にしか発電できないことなどの柔軟性に欠ける点を踏まえて、既存電源や運用技術との調和、その対策コストが重要な課題である。コスト負担は、一般送配電事業者などの系統運用者側で対策を行うことで託送料金として広く負担する方法、グリッドコードのような連系要件として全ての発電事業者・製造者に機能を求めることで発電コストにより負担する方法、電力市場により電源価値を市場取引の中で調達する方法がある。これらのバランスをとることにより、社会的コストを最低限とすることが重要となる。このような社会背景の中で、PV 発電事業者は、継続的に事業実施するため、電力市場等を活用した収益向上が重要な課題であり、特に再エネ特措法の調達期間終了後を見据えた事業性の検討が必要である。PV の導入拡大に伴い、PV の発電電力量が多い昼間にはエリアプライスが最低の 0.01 円/kWh となる時間帯が増加しており、将来的にも PV の kWh 価値の低下が想定される。このような環境下においても PV 発電事業を継続するためには、自らの調整力創出など柔軟性を向上させ電源の価値を上げる必要がある。また、このことは、PV の大量導入時の電力エネルギーネットワークの安定供給にも貢献できる。柔軟性の向上のためには、PV の出力制御や発電電力量・需要予測の高度化、需給一体型システムの構築等によって、変動電源である PV と需要側との需給バランスの実現に資する技術を開発する必要がある。今後の総発電電力量に占める PV の割合は増加するため、需給変動に対する調整力不足に対応して、PV が自ら調整力を創出する技術開発が必要となる。これらの背景のもと、本プロジェクトでは、PV が自ら創出する調整力を活用するための技術開発及び実規模のシステム実証を行い、これら技術の有効性を示すことを目的とした。本技術開発と実証により、PV の持続的な発電事業の実現と PV 大量導入時における電力系統への影響を緩和に貢献が期待できる。

●アウトプット目標

需給調整市場の応動・継続時間の要件（一次から三次調整力）に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムの構築、実証システムによりデータ収集を行うことで、調整力創出にかかる課題抽出および三次調整力②の要件適合性を確認することにより調整力創出の実現可能性を示す。また、それらの成果については、調整力創出のための知見として、発電事業者等への意見交換やワークショップ等の開催により詳細を幅広く公開する。

●実施体制



●成果とその意義

PV 自ら調整量を創出する方法として Headroom 制御方法の開発を行った。Headroom 制御は、意図的に出力を低下させ、上げ調整量を確保する制御であり、リアルタイムで本来の出力可能量である期待発電電力を推定する技術が重要となる。日射強度から期待発電電力を推定する技術を開発し、回帰式および機械学習手法による手法により、RMSE で 10%程度の誤差で推定できることを示した。

Headroom 制御を用いたスポットおよび需給調整市場を利用する最適入札計画作成アルゴリズムの開発 n

について、両市場の価格を考慮したうえで、需給調整市場に入札する場合は3時間一定の上げ代を確保する制約、ならびにスポット市場と同等の30分コマでの入札の両方のケースを想定し、二つの市場を用いて発電所の収益を最大化する入札量の算出アルゴリズムの開発を行った。入札量の決定ではPV発電出力予測値Pfを、Headroomのうち予測誤差吸収を目的とするHe、需給調整市場への供出量を想定するHr、スポット市場への売電を想定するPpに割り振る最適化問題として定式化した。予測誤差吸収のためのHeの算出アルゴリズムについては、過去のデータから予測誤差の分位点回帰や曲面近似等により必要な量を算出するアルゴリズムを開発した。また、日射予測の時間方向および空間方向のばらつきを考慮した予測大外しのクラス分類による予測を行い、本予測の計画値作成への適用により不足インバランス低減が可能になることを示した。スポット市場価格については、実際の市場価格を用いた価格予測手法として、時系列解析、SVR等の機械学習など様々な手法を用い、それぞれに適切な説明変数の選択を行い、スポット市場価格の予測を行った。また、需給調整市場についても、同様の手法の適用可能性を検討した。

実際のシステム化として、産業技術総合研究所(郡山)に設置しているDC250kW/AC250kWのシステムを利用して検討を行った。PVアレイに設置された太陽電池式日射計による日射データ収集装置、日射データを利用して期待発電電力を推定する装置、期待発電電力に対して確保するHeadroomの比率(ΔP)により制御可能なPCSにより構成されており、日射強度については5か所の計測を実施した。また、Headroom制御の実用化に向けたクラウドベースの制御システムを開発した。日本各地に点在する複数のPVを遠隔で制御可能とし、電力市場や広域機関システムとの連携も視野に入れて設計した。また、本事業で研究開発した最適入札配分アルゴリズムの実装、実証設備でのリアルタイム検証に向けて、複数地点対応の機能拡張、ならびに三次調整力②だけでなくそれ以外の需給調整市場の商品への対応可能性の検証を実施した。実証実験の結果、応動時間5分以内で動作可能であることなど、現状の需給調整市場の各種商品に対する評価を行い、応動時間についての要件を満たせる可能性を示した。他方、変動時の時間遅れ、PCSのMPPT制御による時間遅れによる期待するHeadroom確保量のエラーが発生するなどの課題を明らかにした。

加えて、本事業において開発する技術の導入ポテンシャルの調査として、国内外のPV参加可能市場の調査に加えて、アグリゲータビジネスモデルの調査として需給調整市場(調整力市場)を活用した場合の収支シミュレーションを行い、PPA、容量市場、スポット市場、需給調整市場、時間前市場活用時の可能性について調査し、PVが需給調整市場を活用するときの課題抽出と実現可能性評価におけるベースラインの設定、アセスメントの考え方や課題などの整理を行った。更に、民間団体等向けのワークショップを開催し、発電事業者等への意見交換やワークショップ等の開催により詳細を公開した。

これの成果により最終目標である「調整力創出にかかる課題抽出および三次調整力②の要件適合性を確認することにより調整力創出の実現可能性を示す」の達成を確認した。

海外では大規模PVシステムにおける周波数に合わせた調整力の検討が一部実施されていたが、国内ではPV自らの調整力創出の研究はなされておらず、本事業において国内の需給調整市場を想定した検討を始めて実施した。また、調整力拠出を前提とした発電事業としての最適計画については、これまで研究されておらず、予測誤差を加味した最適化の研究は新規性が高い。さらに実証実験の結果、PVからの調整力の拠出可能性を示し、具体的な需給調整市場へのPV参入に向けた課題を整理したことで、需給調整市場のルール整備の参考データとなることが期待される。これらの成果により、将来のPVの導入量拡大に必要な持続的な発電事業の継続および電力系統への影響緩和に貢献することができる。

●実用化・事業化への道筋と課題

東芝エネルギーシステムズは、全国の太陽光発電所を遠隔制御するクラウド型Headroom制御システムを開発し、需給調整市場への対応可能性を実証した。事業化には、PVの需給調整市場に参入するための要件整備されることが前提となるため、市場の動向を注視し継続して検討する。今後は、市場制度変更への柔軟な対応方法や、システムの維持・管理を含めた採算性の確保が課題となる。

産業技術総合研究所は、本技術開発により得られた成果および実証システムを利用して、継続して実証実験を行い、民間共同研究等を通じて、実用化、技術移転を行っていく。また、PV自らの調整力創出可能であることをデータとともに示し、広く公開していくことで、電力市場のルール整備へ貢献する。

東京理科大学は、継続してPV発電所からの上げ調整力創出技術の開発を行い、学会やワークショップ等を通じて広く公開していくことで、事業者の技術開発に貢献する。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	0	60.9	73.3	58.9	46.5
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	5 件	35 件	0 件	1 件	

4.3. 研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発

4.3.1. 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

4.3.1.1 新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	先進的共通基盤技術開発／新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発（新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発）	達成状況	◎
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	本事業で開発した屋内・屋外性能評価技術については、設定した測定再現性の目標を達成していることを確認した。開発した性能評価技術を活用して高精度性能評価測定を実施し、新型太陽電池の開発に貢献した。曲面太陽電池の性能評価技術については、本事業で検討した評価技術が国際標準規格案の中に採用され、標準化への技術的貢献も行っている。また、性能評価技術の基盤である基準太陽電池校正技術については、最高校正能力の向上を実現し、基準太陽電池校正根幹ラボ間での国際比較により検証した。そこで評価した校正能力による校正ラボ認定の承認（更新）も受けた。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組みとして、本技術開発事業では、将来の太陽光発電の導入量拡大に資する、従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない重量制約のある屋根、建物壁面、移動体など新市場の創出に繋がる新たなセル、モジュール、システム技術の要素技術開発が実施される。その中で、性能評価技術はこれらデバイス開発を支える先進的共通基盤技術として、開発が進められる。 本開発テーマでは、新市場への設置・普及を目指して開発されてくる新型太陽電池等、その測定方法が確立されていない新型太陽電池について、発電出力等の性能を正しく評価するための性能評価技術の開発を実施する。具体的には、①「新型太陽電池の性能評価要素技術開発」として、新市場創出に向けて開発されてくる各種新型太陽電池の高精度な性能評価技術の開発、②「屋外環境における新型太陽電池の発電性能評価、信頼性・安定性評価」として、屋外設置された新型太陽電池発電性能の高精度な性能評価とその連続監視技術の開発を実施する。また、③「基準太陽電池校正技術の高度化」として、太陽電池性能評価の基盤である基準太陽電池校正技術の高度化と最高校正能力の更なる向上を図る。 開発した性能評価技術を用い、本事業実施者からの開発品を含む新型太陽電池の高精度性能評価測定を実施し、その測定結果を開発元にフィードバックすることで、新型太陽電池セル・モジュールの開発に貢献する。併せて、性能評価技術の測定技術整合性を検証し、その評価技術を開発事業者を含めて広く普及をはかることにより、太陽電池開発の推進をサポートする。また、開発技術を基にして JIS や IEC 等標準化にも技術的貢献を行う。			
●アウトプット目標 新市場への設置・普及を目指して開発されてくる新型太陽電池等について、その設置形態・設置環境・形状を考慮した屋内・屋外測定技術を確立し、室内測定においては測定再現性±0.5%(1σ)以内を、屋外環境下においては測定再現性±1.0%(1σ)以内の測定精度を目標とする。開発した性能評価技術について、国内外の主要な研究・試験機関との比較測定を実施し、その測定整合性を検証するとともに、標準化や規格化への技術的貢献を行う。新市場展開に向けた太陽電池開発に、事業成果のフィードバックを密に行い、最新ニーズを把握することで、新型太陽電池開発と太陽光発電の普及拡大に資する性能評価技術の開発を実施する。			
●実施体制 NEDO 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 つくばセンター（茨城県つくば市） 九州センター（佐賀県鳥栖市）			

●成果とその意義

①「新型太陽電池の性能評価要素技術開発」では、新市場に向けて開発される新型太陽電池として、曲面太陽電池セル・モジュールの発電性能（I-V 特性）について、測定結果解析の際に必要な光源特性評価なども含めた各種太陽電池の計測法の要素技術開発を行った。また、各種新型太陽電池の性能評価に必要な照度スペクトル可変光源や結晶シリコンペーセル測定治具などを開発を進めた。開発した性能評価技術の展開として、国際標準化に向けて実施される各種太陽電池の国際比較測定（曲面太陽電池モジュール、多接合型太陽電池、基準セル等）に参加し、開発した性能評価技術の整合性確認した。また、事業実施 5 年間（2020 年度～2024 年度）で、NEDO 開発品を含む新型太陽電池の高精度性能評価測定を計 150 件以上実施し、その測定結果を開発元へフィードバックすることで、新型太陽電池開発に貢献した。世界最高変換効率の測定結果については、Efficiency Tables に掲載を推薦した（4 件）。

②「屋外環境における新型太陽電池の発電性能評価、信頼性・安定性評価」では、MPPT 動作する太陽電池アレイシステムの発電出力の連続監視計測を可能とするリアルタイム計測技術を開発し、その高度化を図った。新型太陽電池を含む結晶 Si 系太陽電池の屋外曝露測定に適用し、通常の結晶 Si 系および高効率 Si 系において、屋外環境下における性能評価再現性±1%以内を実証した。開発のリアルタイム計測技術では、雑草等の外因的な影による太陽電池の出力特性の変化も検出可能であり、太陽光発電所の O&M 等への活用も今後可能である。また、屋外暴露した高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定による出力年次推移の評価にて、PERC モジュールでは LETID による周期的な特性低下を観測した。同様の变化を屋外リアルタイム計測でも観測しており、年次推移評価手法としても有用であることを示した。

③「基準太陽電池校正技術の高度化」では、基準太陽電池校正の要素技術として、超高温定點黒体炉を基準光源として利用する技術と分光放射計の対光強度応答非直線性の評価技術及びその解消技術を確立することで、基準太陽電池セル一次校正の校正不確かさ（包含係数 $k=2$ ）を従来の 0.72%から 0.44%と大幅に改善し、最高校正能力の向上を図った。World PV Scale（WPVS）根幹ラボである PTB（ドイツ）、NREL（米国）との基準セル比較校正を実施し、比較結果の統計的解析により、相互の校正值の一致度と不確かさ推定能力は極めて高いレベルを維持していることを確認した。産総研の校正值は 3 機関の重み付き平均値とほぼ同等であった。この成果は、当該技術において世界の主要研究機関と同程度の最高校正能力を有しており、WPVS 根幹ラボとしての国際的プレゼンスを維持していることを示している。

●実用化・事業化への道筋と課題

開発した新型太陽電池の高精度性能評価技術・校正技術の実用化としては、開発技術の国内試験機関・事業者への提供による評価技術能力の向上・太陽電池開発の進展への貢献、や標準化等への技術的貢献と考えている。標準化等への貢献としては、本事業で開発を進めた曲面太陽電池モジュールの性能評価に関して、IEC で計測法の規格策定（TS 60904-1-3）が開始されており、規格案の評価用光源の要求事項には、本事業での成果が採用されている。引き続きその発行に向けて技術的に貢献していく。また、開発が進むペロブスカイト太陽電池やその多接合構造の計測法に向けては、本事業では、特に多接合構造に関して、まずは特性が安定な III-V 系化合物多接合型太陽電池セルを被評価試料とした国際比較測定を実施し、各機関の計測技術の整合性検証までを実施した。今後は、新型太陽電池（ペロブスカイト系多接合構造など、ただし、比較測定に求められる出力の安定性が課題）の比較測定を実施し、測定法の検証とその成果を踏まえて標準化等の活動につなげていく必要があると考えている。

基準太陽電池校正技術については、再評価した校正不確かさ 0.44%（包含係数 $k=2$ ）の最高校正能力は、独立行政法人 製品評価技術基盤機構（NITE）の再認定審査により承認され、令和 6 年 12 月付で国際相互承認登録されている。産総研では基準太陽電池校正の依頼校正を提供しており、校正水準が改善された一次校正セルを国内試験機関・事業者に供給することで、性能評価技術水準の向上と維持につなげていく。また、引き続き最高校正能力の向上を図り、世界の校正機関で校正品質の改善が継続的に取り組まれるよう先導する。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	127.3	99.8	123.8	109.3	56.9

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
1 件	16 件	33 件	1 件	1 件

4.3.2. 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発

4.3.2.1 日射量の短期予測に関する研究開発（一般財団法人日本気象協会）

テーマ名	先進的共通基盤技術開発／発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発（日射量の短期予測に関する研究開発）	達成状況	○
実施者名	一般財団法人日本気象協会		
達成状況の根拠	本事業では気象衛星画像と AI を活用した日射量予測モデルの開発を行った。開発した予測モデルを、日射量の観測値を用いて精度検証した結果、「現行の手法より数時間先の予測において予測精度を RMSE で 15%以上改善するとともに、6 時間程度先までの予測においても現行の手法よりも予測精度を向上させる。」という最終目標の達成が確認できた。開発した手法は、一つの初期時刻、全国の予測を行うのに数十分以内に計算可能な手法となっており、実用化・事業化が可能な技術となっている。また、予測結果の確からしさを示す情報である信頼度情報については、予測場の状態と予測誤差の関係を利用することで、ベンチマーク手法に対して同じ滞在率で、区間幅と逸脱幅の狭い信頼幅（予測の信頼度に関する情報）を作成することができた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

太陽光発電を取り巻く市場環境変化に伴い、需給運用の複雑化や電力の安定供給等の観点から発電量予測技術の高度化が求められている。特に FIT 終了電源や FIT 制度からの自立化を見据えると、今後はバランシンググループ(BG)自らが発電量予測を実施するようになるため、電力エリアのような広いエリアだけでなく、BG が所有する発電所地点ピンポイント等での日射量・発電量予測を実施する必要がある。BG 側が発電量予測を行う場合、インバランスの低減を目的にゲートクローズ（実時間の 1 時間前）直前まで発電量予測の誤差を調整するため、短時間先（1、2 時間程度先）の予測精度が特に重要となる。また、太陽光発電に係る自己託送や調整力利用、蓄電池の最適制御や、需給一体型システムに不可欠な発電当日計画のために、予測時間の延長がより期待されるようになってきている。大外しリスクや上振れ、下振れを見込んだ再エネ運用、電力取引、電力の需給運用の必要性も増してきている。

太陽光発電は気象条件に左右される変動型電源であり、発電した電気を有効活用するには、その発電量を正確に予測することが重要である。しかし、時々刻々と日射量は変化しているため、過去の実測発電量の値から未来の発電量を予測することは難しい。そのため、発電量を高精度に予測するには、日射量予測の高精度化を行う必要がある。

上記背景を踏まえて、本研究開発では太陽光発電の主力電源化を推進するための技術を支える日射量予測技術等先進的共通基盤技術の開発を実施する。基盤技術として、6 時間程度先までの高精度な日射量予測技術を開発するとともに、大外しリスクや上振れ、下振れに関連する情報である信頼度情報の作成手法を開発する。

●アウトプット目標

1km 四方程度のエリアを想定した 6 時間程度先までの発電量の予測に向け、想定エリアの日射量予測情報を提供する技術を開発する。現行の手法より数時間先の予測において予測精度を RMSE で 15%以上改善するとともに、6 時間程度先までの予測においても現行の手法よりも予測精度を向上させる。開発する手法は、実際の情報提供での有用性を考慮して、数十分以内に計算可能な手法とする。また、予測誤差を織り込んだ予測情報を活用するために、数時間程度先までの信頼度情報を開発する。

●実施体制

NEDO

一般財団法人日本気象協会

・日射量の短期予測に関する研究開発

学校法人東京理科大学（共同研究先）

・発電量予測評価技術の研究開発

●成果とその意義

数時間程度先までの日射量の短時間予測においては、一般に気象衛星画像を用いる方法が有効とされる。しかし、日射量と気象衛星画像との関係は雲の多様性を介して非常に複雑であるため、気象衛星の多バンド観測情報を有効に活用するためには、AI によるモデリングが有効である。一方、AI のみの予測手法では、雲や地表面の多様性や、観測地点数の不足により、過剰適合の問題が生じる。そこで、大気力学と雲物理過程などを考慮した気象衛星画像を用いた AI 予測モデルの開発を行った。その結果、従来の予測手法と比べて、数時間先の予測において RMSE で 15%以上改善(全国 47 地点平均、90～150 分先の前 30 分値で 17～20%程度改善)することができた。6 時間程度先までの予測においても、開発したモデルが気象庁の局地数値予報モデル (LFM) の RMSE を上回る (全国 47 地点平均、180～330 分先の前 30 分値で 10～15%程度 RMSE を低減する) ことができ、最終目標を達成した。また、夜間帯が初期場の予測においては、気象衛星の赤外画像のみを用いて初期場の曇天指数を推定するモデルを開発することで、既存の予測モデルよりも精度のよい予測結果が得られた。

日射量の短時間予測の信頼度情報開発においては、衛星を用いた日射量予測に関して、(1)予測場の状態と予測誤差の関係を利用した信頼幅の作成、(2)アンサンブルメンバーを利用した信頼幅の作成という 2 つの方法により信頼度情報の作成方法を検討した。(1)の手法については、予測誤差に関連性の高い特徴量と予測誤差に対して、各信頼水準における分位点回帰を行い、そのパラメータを使って信頼幅を作成し、滞在率、区間幅、逸脱幅の大きさの指標を用いて評価を行った。分位点回帰手法として、非線形手法 (LightGBM) を用いたり、特徴量として用いる変数を工夫したりすることで、ベンチマーク手法に対して同じ滞在率で区間幅と逸脱幅を狭くすることができた。(2)の手法については、風速の初期場、曇天指数の初期場に摂動を与えることによる信頼幅作成の可能性を検討した。曇天指数の初期場にノイズを与えることで、晴天時はスプレッドが狭く、曇天時はスプレッドが広い傾向を再現することができた。

今回開発した日射量予測モデルは、衛星データを含む大量の気象データと AI 的手法、気象学的知見を組み合わせた先進的な技術であり、高精度な日射量予測が可能である。また、開発手法は AI をベースとしているため高速な推論計算を行うことができ、実運用時の計算コストを抑えることができる。また、開発した信頼度情報を用いることで、大外しリスクや上振れ、下振れの確率的情報の提供が可能である。

●実用化・事業化への道筋と課題

日本気象協会では、現時点において日射量の短時間予測情報の提供・販売を行っている。今回開発した予測手法を活用することで、より高精度な予測情報の提供を計画している。実用化のためには、予測情報配信のための計算環境・配信環境の整備、プログラムの調整が必要であるため、2026 年度以降の早期の実用化を予定している。

日射量の短時間予測情報の提供・販売先としては、日本全国の一般送配電事業者、バランシンググループ、アグリゲーター、小売電気事業者、太陽光発電事業者ならびにそれらのプレーヤーのシステム構築・運用を行うベンダー等を想定している。これらの多岐にわたるプレーヤーが高精度な日射量予測情報を利用できるようになることで、インバランスの低減に加えて、効率的な太陽光発電システムの運用に寄与する。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	46.8	49.9	43.1	45.0	42.2
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	2 件	24 件	0 件	1 件	

4.3.2.2 発電量予測評価技術の研究開発（学校法人東京理科大学）

テーマ名	先進的共通基盤技術開発／発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発（発電量予測評価技術の研究開発）	達成状況	○
実施者名	学校法人東京理科大学		
達成状況の根拠	評価対象エリアの発電量の毎時の予測精度の%RMSE をベンチマーク手法に対して 15%以上改善するという最終目標を達成した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

太陽光発電の普及拡大に伴い、電力需給運用の複雑化や電力の安定供給等の観点から発電量予測技術の高度化が求められている。太陽光発電は気象条件に左右される変動型電源であり、発電した電気を有効活用するには、その発電量を正確に予測することが重要であるが、時々刻々と日射量は変化しているため、過去の実測発電量の値から未来の発電量を予測することは難しい。本事業では太陽光発電の発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発として、共同実施者（日本気象協会）が開発する 1km 四方程度のエリアを想定した太陽光発電の数時間先の発電量予測に向けた想定エリアの日射量予測技術を用いて、発電量予測評価を行うための技術を開発することを目的とする。数時間先の発電量を予測することおよび発電量予測後に個人宅や発電所レベルで対応する時間が十分に考慮されているかどうか、およびスポット市場を想定した時間枠内の変動リスクも評価対象とする。

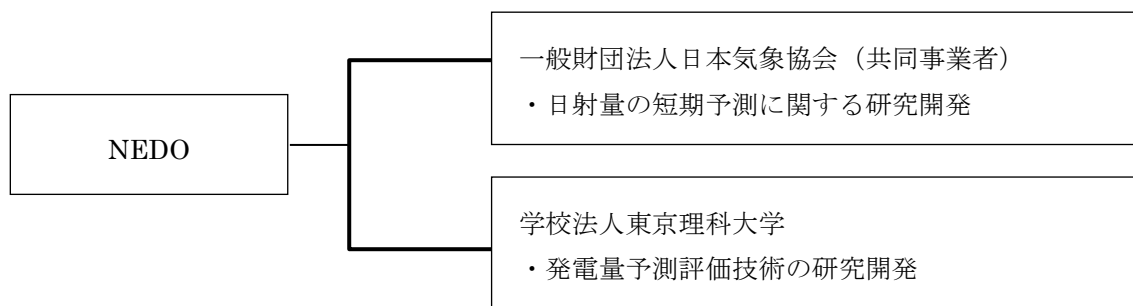
本事業により空間軸的に高精度な発電量の予測評価が可能となり、従来の広い範囲の地域における電力の需給調整ではなく分散型電源として扱われる個人宅や発電所レベルの狭い範囲の地域における電力の需給調整を円滑に行うことにつながるとともに、時間軸的には数時間先から翌日および翌々日程度における日射量予測技術を高精度化することで、蓄電池の活用や系統への影響緩和などの需給調整の可能性が広がることが期待される。

●アウトプット目標

共同実施者（日本気象協会）が 1km 四方程度のエリアを想定した数時間～6 時間先の発電量の予測に向けた日射量予測情報を提供する技術を開発する。その開発成果となる日射量予測技術を用いて発電量予測評価を行うための技術を開発する。アグリゲーターや太陽光発電事業者向けを想定した日射量予測技術を用いた発電量予測評価技術として、数時間～6 時間先予測日射を用いた対象エリアの発電量の毎時の予測精度の%RMSE を現行の手法に対して 15%以上改善する。また、予測評価において、予測精度に加えて変動リスクを評価する手法を開発する。

●実施体制

②発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発



●成果とその意義

「発電量予測評価技術の研究開発」における発電量予測の要素技術として、PV 発電所における日射から電力へのエネルギー変換過程を JIS C 8907 の考え方に基づく物理モデルならびに統計モデルを用いて計算した後、物理モデルでは算出が難しい日陰の影響等の発電所別の特徴を考慮するための機械学習等を用いる手法の開発を行った。予測期間は日本卸電力取引所の当日時間前市場への適用を考慮したほか、開発当時の三次調整力②を参考に、数時間から 6 時間程度先として予測技術の開発を行った。

開発した予測手法のうち、物理および統計モデルを用いる予測においては日射量の予測値を用いるが、この予測値は一般に水平面全天日射量であるため、予測対象の太陽光発電システムの設備構成にあわせて傾斜面日射量への変換を行うこととした。また、太陽電池モジュール温度についても、気温・風速等から温

度推定を行い、その発電量への影響を考慮した。その他、入射光の太陽電池アレイ面への入射角や、インバータにおける損失等も考慮した。機械学習においては、物理・統計モデル予測値と実測値が一致するように、物理・統計モデル予測値を補正する係数を目的変数とし、これらは両者の比、または差分を用いて計算した。機械学習の手法として、大規模な発電所へ適用可能なk近傍法を併用したVI-SVR、勾配ブースティング決定木、ランダムフォレスト、アテンションニューラルネットワーク、SVR等を用いる複数の手法、および住宅用PVへの適用を想定したLSTMを用いた手法の開発を行った。これらのうち勾配ブースティング決定木、ランダムフォレスト、アテンションニューラルネットワークを用いる手法では、発電量の区間予測を併せて行うことにより、予測値が区間内に入るかどうかの評価、ならびに区間からの逸脱を異常値として検出し予測の大外しについて判断可能な手法についても開発を行った。また、区間予測については、過去データからの推計で予測値が区間内に入る確率を任意に設定できる手法として、晴天指数および太陽高度別区分を用いた非パラメトリック分布による日射量の当日区間予測手法の開発を行った。以上の技術開発により、対象エリアの発電量の毎時の予測精度の%RMSEをベンチマーク手法に対して15%以上改善するという最終目標を達成した。

加えて、短期予測における発電量の変動リスク評価として、過去の発電量や日射量および変動幅と変動範囲等を入力とするニューラルネットワーク等を用いた変動幅の推定手法の開発を行い、5分粒度の日射予測値および発電量の実績値から、30分時間枠内の1分粒度の発電量の変動範囲を予測する手法の開発を行い、その有効性を示した。

太陽光発電システムの発電量予測は、近年、機械学習を適用した多くのモデルが研究されているが、本事業では物理・統計モデルと組み合わせたハイブリッド手法としており、実施者のこれまでの太陽光発電システムの発電性能解析の知見を活用し予測精度を向上させた。また、発電所毎に考慮が必要な影響については、数時間先までの日射量予測を30分～1時間毎に行うという独自性のある特徴的な日射量予測値に対応した発電量の予測手法として、短期間のデータを用いて日射量予測値の更新頻度を考慮した学習モデルとすることで、当日の数時間先といった時間前市場への適用が可能となった。

●実用化・事業化への道筋と課題

本研究で開発する発電量予測評価技術は、電力事業者、中でもアグリゲーターや小売電気事業者、太陽光発電事業者などに向けた日射予測サービスと組み合わせた太陽光発電の発電量予測サービスにおいて用いられることを想定する。実施者である東京理科大学の開発する技術をベースとして、共同実施者である一般財団法人日本気象協会との連携と技術移転による実用化を想定している。事業期間を通じて開発内容を共有しながら実施してきており、成果発表の多くも共同執筆としてノウハウを含めた開発技術の共有を行ってきた。今後は、個別発電所等に合わせた発電量予測サービスに向けた、開発技術の更なる高精度化と機械学習におけるパラメータの最適化等が課題である。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	0 件	15 件	0 件	0 件

4.3.3. 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

4.3.3.1 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発（一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

テーマ名	先進的共通基盤技術開発（翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発）	達成状況	◎
実施者名	一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	本事業で技術開発を行った日射量予測に特化した気象モデル、複数機関の気象モデル予測値の統合、アンサンブル予報に基づく信頼度予測の各要素技術を組み合わせ、日射量予測が大きく外れる事象の改善効果を検証した。この結果、信頼度が高いと予測した場合において±3σ 誤差が 23.0%低減、最大誤差が 29.8%低減し、本事業の最終目標である「従来の予測手法に比べて最大誤差を 20%以上低減する技術を開発する」の達成を確認した。また、一部技術については事業途中に社会実装し、一般送配電事業者の調整力調達量の低減に寄与した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

太陽光発電を取り巻く市場環境変化に伴い、需給運用の複雑化や電力の安定供給等の観点から発電量予測技術の高度化が求められている。太陽光発電は気象条件に左右される変動型電源であり、発電した電気を有効活用するには、その発電量を正確に予測することが重要である。しかし、時々刻々と日射量は変化するため、過去の実測発電量の値から未来の発電量を予測することは難しい。このため、発電量を高精度に予測するには、日射量予測について高精度化を行う必要がある。

気象予測の誤差が電力システムに与える影響として、特に日射量予測が大きく外れる事象のインパクトが甚大であるとされている。電力広域的運営推進機関の「第 38 回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会」では、再生可能エネルギーの調整に係る社会的なコストを減らすために、気象予測の大外しを減らすことが重要であると整理された。この日射量予測が大きく外れる事象の改善については、発電バランシンググループ（発電 BG）や一般送配電事業者（TSO）などが日射量予測情報を利用する際のインバランス量や、それに対応する調整力の確保量に大きく影響するため重要な課題である。また、今後太陽光発電の主力電源化を実現するためには、電力システムに連系する電力の安定的かつ効率的な需給運用がこれまでに以上求められる。

上記背景を踏まえ、翌日および翌々日程度先における日射量予測技術を高精度化することで、系統への影響緩和（インバランスの抑制）などの需給調整への貢献が期待される。そこで、本研究開発では太陽光発電の発電量予測誤差による電力系統への影響を緩和することを目的に、翌日および翌々日程度先の日射量予測の最大誤差を低減する技術を開発した。

●アウトプット目標

現在から翌日および翌々日程度先の日射量予測において、従来の予測手法に比べて最大誤差を 20%以上低減する技術を開発する。

●実施体制

NEDO

【委託先】

一般財団法人日本気象協会

国立研究開発法人産業技術総合

●成果とその意義

翌日および翌々日程度先の日射量予測には、一般に気象モデルによる数値予報結果が用いられる。そこで、日射量予測が大きく外れる課題を改善するため、日射量予測に特化した気象モデルに係る技術開発を実施した。具体的には、日々のエアロゾルに伴う日射量や雲への影響を考慮可能な気象モデルを開発した。また、部分凝結過程の改良、放射過程における雲の取り扱いの高度化、高解像度な海面水温データの活用、地表面過程の改良も実施した。これらにより、既往モデルよりも日射量予測精度が高い気象モデルを開発した。さらに、開発モデルのガイダンス手法も開発した。

また、単一の気象モデル予測値を使用する場合に比べて、複数の気象モデル予測値を統合することでそれぞれのモデルの不完全性を補い合うことができる。そこで、複数機関の気象モデル予測値の統合により、大外しを低減する手法を開発した。要素技術として、統合に用いるモデル予測値自体を高度化する、

機械学習を利用したダウンスケーリング手法と複数の気象要素を活用するガイダンス手法を開発した。さらに、機械学習を活用し、大外し誤差を低減するための統合予測の補正手法を開発した。これらの開発手法を組み合わせることで、 $\pm 3\sigma$ 誤差が低減することを確認した。

統合予測が大きく外れる可能性を信頼度情報として予測することも、電力系統への影響緩和などの需給計画への貢献が期待される。そこで、アンサンブル予報に基づき大外しの可能性をより一層正確に予測する手法を開発した。この開発により、複数のアンサンブル予報を組み合わせるマルチセンタグラウンドアンサンブル手法により、信頼度予測の精度が向上することを確認できた。また、信頼度算定の層別化によって誤差の大小の予測精度が向上する傾向も確認した。

加えて、気象庁の数値予報モデルや気象庁より配信されている各種予測値の分析を行い、領域モデルのみでは大外し事例の誤差低減が困難な課題に対する検討も実施した。気象庁のアンサンブル予報データおよびそれを初期値とする領域モデルの計算結果を活用し、大外し事例の要因分析を行った。また、メソアンサンブル予報を用いて大外し抑制の可能性を検討した。この結果、機械学習モデルにより、ベンチマーク予測と比べて平均的な精度を維持しつつ大外し誤差を抑制することができた。

開発した要素技術は相互に影響することから、これらの要素技術を適切に組み合わせ、日射量予測が大きく外れる事象の改善効果を検証した。この結果、複数モデルの統合予測において、信頼度が高いと予測した場合の $\pm 3\sigma$ 誤差が 23.0%低減、最大誤差が 29.8%低減し、本事業の最終目標である「従来の予測手法に比べて最大誤差を 20%以上低減する技術を開発する」の達成を確認した。

これまで、日射量予測の平均的な誤差の低減についての研究はなされているが、日射量予測に特化した気象モデルの開発、海外モデルを活用した複数モデル予測値統合技術、アンサンブル予報に基づく信頼度予測技術を一体的に開発し、これらの技術を組み合わせ日射量予測の大外し低減を実現する技術開発はこれまでに実施されておらず、開発した日射量予測技術は新規性が高い。

また、本事業にて開発した翌日および翌々日程度先の日射量予測が大きく外れる事象を改善する技術については、日々日射量予測を利用するユーザー向けの予測情報に反映することで、将来の太陽光発電の導入量拡大や、太陽光発電の発電量予測誤差による電力系統への影響の緩和に貢献することができる。

●実用化・事業化への道筋と課題

日本気象協会は、翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の事業化見通しについて、以下のように考えている。

現時点において翌日および翌々日程度先を対象とした日射量予測サービスを商品化し、日々運用しているが、顧客からは精度向上に関する要望が多く寄せられている。そこで、本技術開発の成果を反映した高精度な日射量予測サービスを実用化し、順次販売する計画である。なお、日射量予測に特化した気象モデルの実用化には計算環境の整備が必要であるため、2026 年度以降の早期にサービスを開始する予定である。また、海外モデルを活用した複数モデル予測値統合技術、アンサンブル予報に基づく信頼度予測技術は、プロジェクト期間終了後、早期にサービス仕様の検討を進め、2026 年度中の本格的なサービス開始を予定している。なお、一部技術については事業途中に社会実装し、一般送配電事業者の調整力調達量の低減に寄与した。

産業技術総合研究所は、翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の実用化について、以下のように考えている。

本技術開発により得られた成果は、気象庁が運用する全球モデルおよびメソスケールモデルへのフィードバックに資するものであり、中長期的にはこれらのモデルの精度向上を通じた予測性能の向上が期待され、特に、日射予報の大外しリスクの低減につながる可能性がある。ただし、気象庁モデルの改良には長期的な開発と評価が必要であり、その成果が実運用される気象モデルに反映されるには、事業終了後 5～6 年程度を要すると見込まれる。これに伴い、気象庁との継続的な研究協力を行っていく予定である。

また、機械学習を用いた予測技術や、複数モデルの統合的活用、機械学習モデルによるアンサンブル予報の生成に関する成果については、一般送配電事業者や新電力会社向けの発電予測サービスなどへの適用が期待される。これらの成果の一部は、日本気象協会をはじめとする気象サービスプロバイダーなどへの技術移転を通じて、早期の実用化が可能であると見込まれる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	0	60.8	140.7	131.7	127.2
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	1 件	23 件	0 件	1 件	

4.3.4. P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発

4.3.4.1 P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発（株式会社システック、太陽光発電技術研究組合、国立大学法人宮崎大学）

テーマ名	先進的共通基盤技術開発／P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発	達成状況	○
実施者名	株式会社システック、国立大学法人宮崎大学、太陽光発電技術研究組合		
達成状況の根拠	様々なユースケースの商用車 189 台に太陽光発電システムの設置を行うとともに、各車の運行記録（GPS 情報など）や PV 充電量、燃料噴射量などのデータを取得した。得られたデータを用いて燃料削減量等の予測技術を開発し、大型車、特に地場輸送のウィング車や保冷車の燃料削減効果が大きいことなどを明らかにした。また、燃料削減効果予測技術の予測精度±12%（目標±20%）を達成するとともに、運送事業者が容易に活用できるシミュレーションツールを作成し、実際に運送事業者に活用いただいた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

商用車への太陽光発電搭載は、本事業開始の 2023 年時点ではほぼゼロであった。商用車は全国で 700 万台が走行しており、運輸部門の CO2 排出量の 3 割を排出している。太陽光発電搭載により燃費が 10%向上すると、700 万トンもの CO2 削減が想定される。

一方で、商用車は多種多様な車種、走行形態があり、太陽光発電搭載による燃料削減効果も多種多様であることが予想される。これが商用車への太陽光発電搭載の障壁となり、普及が全く進んでいないのが実態であった。

そこで、本研究ではそのボトルネック（多種多様な商用車への PV 設置と燃料削減量などの効果推定技術開発）を解決することにより、大きな CO2 削減ポテンシャルを持つ商用車 PV の普及拡大を図った。

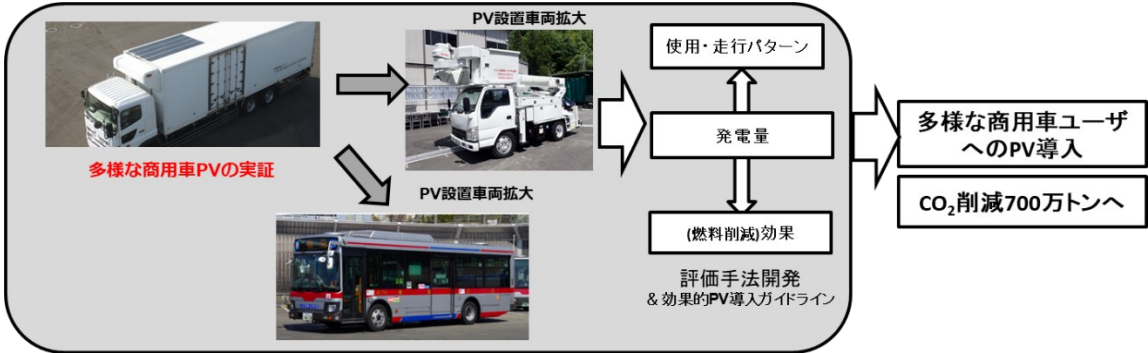


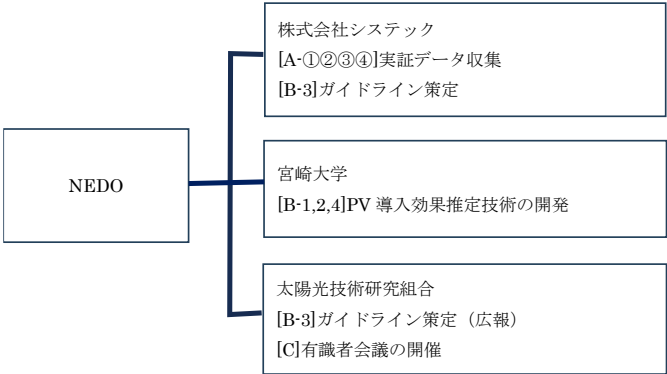
図 本事業の狙い

（多種多様な商用車に PV 設置しデータ取得とともに燃料削減量などの効果推定技術を開発する）

●アウトプット目標

多様な商用車への太陽光発電設置とその実証データの取得 発電量推定技術、PV 導入効果推定技術の開発（誤差±20%以下）を行う。

●実施体制



●成果とその意義

- 様々なユースケースの商用車 189 台に太陽光発電システムの設置を行うとともに、各車の運行記録（GPS 情報など）や PV 充電量、燃料噴射量などのデータを取得した。この規模での商用車 PV は世界的にも例がなく、日本が一気にトップランナーになったと言える。
- 得られたデータを用いて燃料削減量等の予測技術を開発し、大型車、特に地場輸送のウィング車や保冷車の燃料削減効果が大きいことなどを明らかにした（下表ご参照）。また、運送事業者が容易に活用できるシミュレーションツールを作成し、実際に運送事業者に活用いただいた。多くの運送事業者からこの燃料削減効果推定技術のおかげで商用車 PV 導入に踏み切ることができたとお声をいただいた。すなわち、商用車 PV 普及拡大にはこの推定技術の開発が大きく貢献したと言える。
- 開発した燃料削減効果予測技術の予測精度 $\pm 12\%$ （目標 $\pm 20\%$ ）を達成した。この予測技術のポイントは、PV 発電量ではなく、PV 設置により代替される「オルタネータの発電効率（原単位）」であることを初めてつきとめるとともに定量的な解析を行ったことである。欧米でも効果予測技術開発を行っているが、この点で欧米を大きくリードした。実際、国際会議でもこの点が高く評価され、各国から共同開発の申し入れを受けた。
- 最近、商用車への太陽光発電搭載事業の新規参入が国内外で相次いでいる。加えて、大手自動車メーカーも商用車導入の本格検討を開始している。本事業の影響であると考えられる。

表 さまざまな車種での燃料削減効果のモデルケース
大型車、特に地場輸送のウィング車や保冷車の燃料削減効果が大きい。

		2t保冷	2tバン	4t保冷(夜)	4tバン	大型保冷	大型(夜)	大型ウィング	大型長距離	路線バス
稼働時間	時間/日	13	10	24	10	10	24	10	24	10
日平均PV出力	W	45	45	54	76	76	54	76	54	76
稼働日数	日	30	25	25	25	25	25	25	25	20
月間稼働時間	時間	390	250	600	250	250	600	250	600	200
停車率	%	15	45	15	15	20	5	40	15	35
低速走行率	%	25	15	25	30	30	10	15	30	20
高速走行率	%	60	40	60	55	50	85	45	55	45
原単位	mL/Wh	0.8	2.2	2.1	2.2	5.4	1.4	9.4	4.3	6.3
軽油節約量	L/月	14	25	68	42	103	45	179	139	96
軽油節約額	円/月	2200	3800	10500	6500	15900	7000	27600	21500	14800
CO2削減価値	円/月	300	500	1400	900	2200	1000	3800	2900	2000
時間当たり価値	円/時間	6.4	17.2	19.8	29.6	72.4	13.3	125.6	40.7	56.0

●実用化・事業化への道筋と課題

開発成果はすでに活用を開始しており、実用化、事業化はすでに始まっている。

顧客（運送事業者）には、燃料削減効果の推定データを順次提示しているが、事業者からは、200 台もの他社実績と科学的分析に基づく効果推定データが PV 導入につながったとの声をいただいている。また、策定した PV 導入の「ガイドライン」も順次顧客に提示し、PV 導入効果とともに PV 設置ノウハウの提供も行っている。

今後は、PV 導入効果「向上」技術（最適な PV 容量推定技術開発やエネマネ技術の向上など）の開発と顧客への導入、ガイドラインなどの広報活動の強化などを行い、さらなる事業化を進める予定である。

●期間・実績 (単位: 百万円)

2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
—	—	—	59.2	58.4

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	0 件	3 件	2 件	2 件

4.3.5. P V搭載E Vシステム設計技術の開発

4.3.5.1 P V搭載E Vシステム設計技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

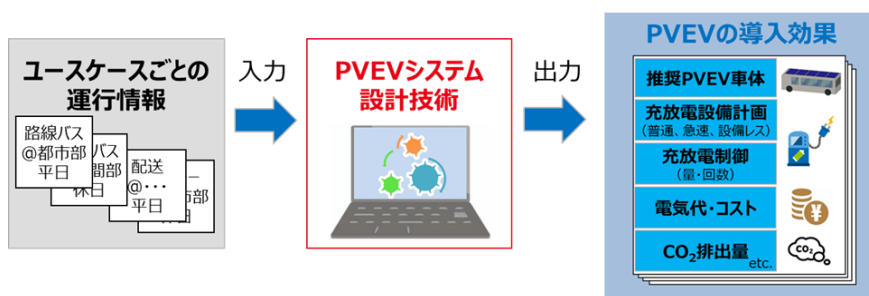
テーマ名	先進的共通基盤技術開発／P V搭載E Vシステム設計技術の開発	達成状況	○
実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所		
達成状況の根拠	ユースケースは限定的であったものの、長期にわたるデータ取得および分析を実施した。その結果、シミュレーション精度には一部課題が残るものの、PVEV システム設計技術（手法）の開発は達成されたため。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

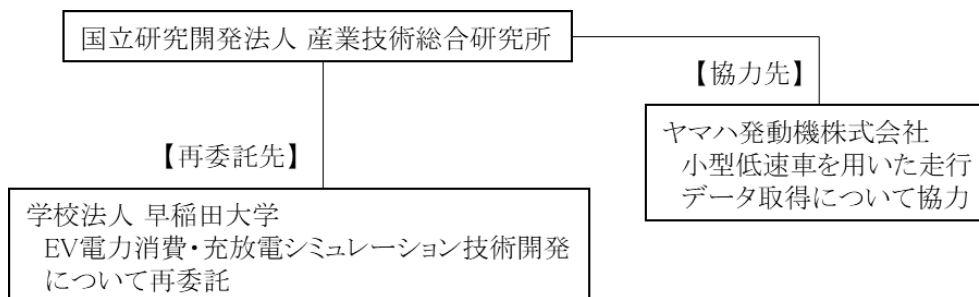
2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を主力電源とすべく、移動体を含めた太陽光発電の導入を見据えた技術開発が進められている。移動体の中でも、特に自動車においては、入手可能な太陽電池（結晶 Si 太陽電池モジュール等）を搭載した車両による実証試験の実施や市場投入が始まっており、車両搭載用太陽光発電の本格的導入の機運が高まりつつある。結晶 Si 太陽電池モジュール等を搭載した車両の普及促進に向けて、太陽電池搭載車の効果的な市場投入を検討できる手法が求められている。そこで、各種ユースケースにおける太陽光発電システム搭載電気自動車（PVEV）の発電電力量推定技術等を開発し、年間レベルで効果を推定することで、早期の実用化および普及促進に資することをねらい、想定する移動体（車載）新市場への適合性等を検討するための手法（PVEV システム設計技術）を開発した。

●アウトプット目標

各種ユースケースにおいて、運行情報を与えることにより、PVEV の導入効果（発電電力量、CO₂ 排出削減量、経済性等）を推定し、導入モデル（車両スペック、PV スペック、充放電制御のあり方、運用パターン等）を検討するための手法「PVEV システム設計技術」を開発する。



●実施体制



●成果とその意義

PVEV システム設計技術の開発に向けて、商品配送・トラック配送・コミュニティバス・小型低速車といった複数のユースケースにおいて、データ取得用の実証車両を導入し、約 1 年間にわたる走行・利用実証を実施した。これにより、太陽光日射量・発電量、車両バッテリーの状態など、各種データの取得および分析を行った。その結果、各ユースケースにおける 1 日あたりの平均走行距離と PV 供給率（EV で消費する電力のうち、PV から供給可能な割合）は以下の通りとなった。

ユースケース 実証車両	商品配送 	トラック配送 	コミュニティバス1 	コミュニティバス2 	小型低速車 
平均走行距離 (1日あたり)	13 km	29 km	33 km	50 km	32 km
PV供給率	47%	35%	34%	13.5%	39.6%

これにより、各ユースケースにおける PV 搭載の有用性を定量的に明確化するとともに、EV バッテリーが満充電となることで PV 電力の行き場がなくなる「PV 抑制」といった課題も明らかとなった。なお、このような 1 年以上にわたる長期的な実証研究は、国内外においても前例が少なく、今後の PVEV 研究コミュニティにおけるベンチマークとしての活用が期待される。

次に、走行・利用実証で得られたデータおよび分析結果を活用し、車載 PV の発電電力量推定技術と EV 充放電シミュレーション技術を開発した。

車載 PV の発電電力量推定技術では、地理情報システム (GIS) と高精細数値表層モデル (DSM) データを組み合わせることで、走行ルート上の日陰パターンをシミュレーションし、さらに衛星観測に基づく日射量推定データを用いて、時系列での日射強度を推定可能な手法を構築した。推定された日射強度から PV 発電電力量への変換には、実証データに基づいて得られた最大電力点追従 (MPPT) 特性や電力変換効率を活用した。

EV 充放電シミュレーション技術については、実証走行データの解析結果をもとに、車両仕様、走行ルート、気象情報などを入力とし、EV パワートレインの運動方程式モデルにより、車両の電力消費およびバッテリー SOC (State of Charge) を時系列で推定する手法を開発した。

これら 2 つの技術を統合することで、車載 PV を搭載した場合の EV の SOC 変動を時系列でシミュレーション可能となり、PV 供給率、経済性 (電力料金削減効果)、CO₂ 排出量削減効果などの定量的評価が可能となった。また、得られた結果は、車両スペック、電費、充電制御機構などの設計へのフィードバックにも活用できる。本手法は、従来の統計処理に基づく手法と比較して、より詳細かつ動的な分析が可能である。具体的には、走行ルートや気象条件の変化などを時系列で反映することで、実際の運用条件に即した精緻な評価が可能となる。一方で、統計処理ベースの手法は、広範なデータに基づく傾向把握や平均的な効果の推定に優れており、本技術とは相補的な関係にある。したがって本技術は、個別ユースケースにおける導入効果の詳細な検討や、車両設計・運用戦略の最適化に資する有効なツールとして位置づけられる。

●実用化・事業化への道筋と課題

開発した PVEV システム設計技術の実用化に向けては、当面の取り組みとして、関心を持つ EV ユーザー (PVEV のポテンシャルユーザー) や車両メーカーからの依頼に基づき、PVEV 導入効果の試算等を実施していくことが想定される。

実用化に向けた課題としては、車載 PV の発電電力量推定および EV の充放電シミュレーションにおける精度向上が挙げられる。特に、車載 PV の発電電力量推定に関しては、現在使用している地理情報システム (GIS) 商用ソフトウェアおよび高精細数値表層モデルデータのコストが高いため、GIS フリーソフトウェアや 3D 都市モデルのオープンデータを活用した手法への展開が望まれる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	-	-	-	80.6	76.6
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	2 件	14 件	0 件	1 件	

4.4. 研究開発項目Ⅳ：動向調査等

4.4.1. 移動体用太陽電池の動向調査

4.4.1.1 移動体用太陽電池の動向調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

テーマ名	動向調査等／移動体用太陽電池の動向調査	達成状況	○
実施者名	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社		
達成状況の根拠	太陽光発電搭載自動車を巡る動向を把握するとともに、太陽光発電システム移動体自動車（乗用車）による CO₂ 排出削減効果や省電力効果、充電頻度低減効果の分析を行った。これらの結果に基づき、今後の研究開発の方向性を検討し、取り纏めた。また、IEA PVPS Task17 等への参加を通じて日本の取り組みを発信した。 ●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 太陽光発電の導入量を拡大し長期安定的な主力電源としていくには、太陽光発電システムに関する技術や市場の動向および普及に関わる国内外の動向などの最新データを常に把握し、的確に技術開発へフィードバックしていくことが求められる。最新データを把握するためには、国際エネルギー機関（IEA）の太陽光発電システム研究協力実施協定（PVPS）等の国際協力プログラムに参画し、情報交換を行うことも有効であり、得られた情報や議論した結果については、併せて国内の省庁を含めて、広く研究開発者、発電事業者等に展開する必要がある。 本調査では、IEA PVPS Task17（PV and Transport）等の活動に参画し、電動自動車等の移動体への搭載を目指した太陽電池の国内外における研究開発、市場動向を調査、分析するとともに今後の方向性を議論し、その結果をプロジェクト参画機関等、国内の関係事業者に広く展開することにより、移動体分野の研究開発を加速する。 ●アウトプット目標 ・IEA PVPS Task17 や太陽光発電国際会議等への参加を通じ、自動車等への太陽電池搭載に関する研究開発や市場の動向を継続的に把握するとともに、日本の先進的な取り組みに関する国際的な情報発信を継続的に行う。 ・自動車（乗用車）への太陽光発電の搭載により期待される効果（CO₂ 排出量削減等）の定量的な分析を行う。 ・移動体用太陽電池技術開発の方向性を検討し、今後の移動体用太陽電池の技術開発に資する形で取りまとめ、国内外関係者に広く展開する。 ●実施体制 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社 ●成果とその意義 (1) 太陽光発電の移動体利用に関する動向調査 IEA PVPS Task17 等への参加により、自動車等への太陽電池搭載を目指した研究開発や市場の動向を調査するとともに、自動車の CO₂ 排出に関連する規制、制度等に動向に関する情報を収集した。 電動自動車を巡る動向として、グローバルな観点による運輸部門のエネルギー消費の見通し、電動自動車の市場動向、ならびに主要国における電動自動車の導入拡大に向けた動向を整理した。そして、太陽光発電搭載自動車の市場化に向けた動向として、乗用車、バス・トラック・トレーラーなどの大型車両、および小型車両への太陽光発電搭載の動向、ならびに欧米における太陽光発電システム搭載自動車への取り組みを整理した。乗用車への太陽電池搭載は車内換気用で始まったが、最近では発電電力が駆動用に利用されるようになった。定格出力 200W 程度の太陽光発電を搭載した乗用車は市場化されており、小型車両や商用車、トラック・トレーラー等の大型車両へと拡がりを見せ始めている。大型車両への太陽光発電搭載は、日米欧で実証事業が開始されており、近い将来の市場化が期待される。乗用車への太陽光発電搭載は踊り場の感もあるが、出力 1kW 規模の太陽光発電搭載自動車の市場化に向けた取組が継続されている。 また、日本の取り組みを世界に向けて発信していくため、NEDO が実施してきた太陽光発電搭載自動車実証車の走行動画を撮影した。さらに、IEA PVPS Task17 の議長を担当し、活動の総括的な管理・運営を行うとともに、日本の取り組みや本事業の成果も含む、太陽光発電システム搭載自動車に関する技術レポートを取りまとめ、公表した。		

(2) 太陽光発電搭載自動車に関する効果分析

電気自動車等への太陽光発電搭載により期待される効果として、充電電力を系統電力から代替することによる CO₂ 排出量の削減効果、充電電力削減効果が挙げられる。また、外部からの充電頻度（充電ステーションでの充電等）も低減され、自動車ユーザーにとっての利便性の向上も期待される。これらの効果に着目し、太陽光発電を電気自動車（BEV）およびプラグインハイブリッド自動車（PHEV）に搭載する場合に期待される効果の分析を行った。太陽光発電システム搭載自動車 1 台あたりの効果を試算するとともに、将来的な太陽光発電システム搭載自動車の普及を想定したシナリオ分析を行った。

日本における太陽光発電システム搭載自動車（乗用車：電気自動車およびプラグインハイブリッド自動車）による効果として、普及が促進されるケースにおいて、2050 年における普及台数は 3,000 万台を上回り、2040 年代に 50 万トン/年を上回る CO₂ 排出削減が期待される。また、2050 年において 17TWh 相当の外部からの充電電力削減効果が期待され、これにより、外部からの充電頻度が延べ 1 億回程度削減され、ユーザーにとっての利便性や充電インフラ整備等の社会コストの低減に寄与することができる。

(3) 移動体用太陽電池技術開発の方向性に関する検討

公道における実証走行をはじめ、様々な技術開発により、太陽光発電システム搭載自動車による効果や課題が実フィールドにおいて確認・検証され、様々な知見が得られてきているが、本格的実用化に向けては、実証走行による継続的なデータ取得と解析、モジュール設計・開発技術、実用化を支える評価技術・試験方法の確立、システムとしての低コスト化などへの取り組みをさらに加速させていく必要がある。

- ・商用車も含めた太陽光発電システム搭載自動車の実証走行を継続的に実施し、様々なデータを取得し、それらのデータの分析精度を向上させることにより、信頼性の高い効果予測や設計技術を導くことができる。あわせて、太陽光発電のみならず蓄電池特性も含めた車両性能を的確に把握・分析することにより、車両としての設計の最適化が可能となる。
- ・多様な車両に適合していくため、様々なタイプや形状の太陽電池モジュール設計ならびにシステム化技術を進展させていくこと、ならびに、車両の一部となる太陽電池モジュールの発電設備および自動車部品として求められる性能およびその標準化、性能試験方法などを開発していくことが必要であり、これらはガイドラインや標準仕様として定めていくことが望まれる。
- ・ユーザーに受け入れられるための太陽光発電システム搭載自動車、ならびに太陽光発電システム機器としての価格水準を把握し、その実現に向けたコスト低減が非常に重要となる。

検討に際しては、有識者による委員会（「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」）を設置して議論を行い、太陽光発電システム搭載自動車を巡る動向や NEDO が実施している事業により得られた知見と今後の課題、技術開発の方向性について、「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」による報告書として取り纏めた。2023 年に中間報告書『太陽光発電システム搭載自動車の実証走行と実用化に向けた取り組み』を取り纏め、NEDO ホームページから公開した。2025 年 3 月には『太陽光発電システム搭載自動車の実用化に向けた技術開発の現状と今後の展望』と題する報告書案を作成した。

●実用化・事業化への道筋と課題

太陽光発電システム搭載自動車への取り組みは活発化しているものの、実用化に向けた道筋は緒についた段階である。太陽光発電技術同様、電動車両の開発に向けた取り組みも世界各国で活発化し、競争が激しくなっている。太陽光発電、自動車双方の視点に沿った取り組みを継続的に展開し、太陽光発電システム搭載自動車の普及拡大を実現するとともに、国内関連産業の活性化につなげていくことが必要である。

今後も、太陽光発電システム搭載自動車の本格的実用化、普及に向けた調査、分析を継続的に実施していくとともに、IEA PVPS Task17 等の国際的な活動を通じた情報収集と情報発信を継続し、国内外関係者に広く展開していく。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	18.9	28.1	28.8	29.9	29.9
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	1 件	17 件	0 件	1 件	

4.4.1.2 移動体用太陽電池の動向調査（太陽光発電技術研究組合）

テーマ名	動向調査等／移動体用太陽電池の動向調査	達成状況	○																																								
実施者名	太陽光発電技術研究組合																																										
達成状況の根拠	コミュニティ拡大を主目的に研究会実施等を行い、新たに商用車車載太陽光分野を開拓するなど、移動体太陽光の拡大につなげた。また、車載太陽光のレジリエンス評価を新たに行い、PV 非搭載 EV との定量比較・評価を行った。さらに、車載用太陽電池の信頼性評価技術の調査、開発を行い、従来の地上用、建物用太陽電池に比較して、機械的衝撃や熱衝撃、振動試験などが車載用太陽電池の信頼性試験として重要であることを示唆する結果が得られた。																																										
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 本調査事業開始時点で、乗用車（EV）への太陽光搭載を中心に調査事業が推進されていた。次のステップとして、①乗用車車載以外の移動体 PV へのコミュニティ拡大、②車載太陽光によるレジリエンス定量評価、③車載太陽電池の信頼性評価技術の調査と開発が必要不可欠となっていた。本調査事業ではこの課題解決を目標に推進し、①車載太陽光事業領域の拡大、②車載太陽光のさらなるメリットの定量評価、③信頼性評価技術の基盤確立による事業基盤の強化を目指した。 ●アウトプット目標 上述の重点 3 分野の調査を推進し、「今後の移動体用太陽電池の技術開発に資する分析、検討を纏める」ことを目標とした。 ●実施体制 【委託先】 【再委託先】 太陽光発電技術研究組合 (PVTEC) 移動体 PV 検討委員会 長岡技術科学大学 (国立大学法人) (車載太陽電池の信頼性評価に 資する技術検討を再委託) <tr><td colspan="4"> ●成果とその意義 本調査事業は、電動自動車等の移動体への搭載を目指した太陽電池の国内外における研究開発、市場動向を調査、分析すると共に、今後の方向性を議論し、その結果をプロジェクト参画機関等、国内の関係事業者にも広く展開する事により、移動体分野の研究開発を加速するものである。 調査事業開始時点では乗用車（主に EV）への太陽光搭載を中心に調査事業が推進されており、次のステップとして、①乗用車車載以外の移動体 PV へのコミュニティ拡大、②車載太陽光によるレジリエンス定量比較・評価、③車載太陽電池の信頼性評価技術の調査と開発が必要不可欠となっていたため、これらの調査を重点的に行った。 ①コミュニティ拡大を主目的とした調査では、PV 交通インフラや商用車車載 PV などに裾野を広げた調査を行うとともに、研究会を合計 11 回実施するなど、移動体 PV コミュニティの拡大を行った。中でも商用車車載太陽光は、本調査期間中に急速な普及拡大がなされたが、本調査事業も貢献したと考えられる。 表. 実施した研究会一覧 <table><tr><th>研究会</th><th>開催日時</th><th>主なテーマ、講演</th></tr><tr><td>第 1 回</td><td>2020 年 10 月 2 日</td><td>車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>2021 年 2 月 1 日</td><td>車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>2021 年 4 月 6 日</td><td>海外企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>2021 年 4 月 23 日</td><td>VIPV モジュール技術</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>2021 年 10 月 20 日</td><td>世界の VIPV、欧州企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>2022 年 2 月 24 日</td><td>交通インフラの PV 電源化</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>2022 年 5 月 19 日</td><td>交通インフラ PV 電源化と地域受容性</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>2023 年 3 月 22 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>2024 年 2 月 20 日</td><td>EV 充放電の利活用とレジリエンス</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>2024 年 12 月 11 日</td><td>VIPV と EV 充放電利活用</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>2025 年 2 月 10 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr></table></td></tr>				●成果とその意義 本調査事業は、電動自動車等の移動体への搭載を目指した太陽電池の国内外における研究開発、市場動向を調査、分析すると共に、今後の方向性を議論し、その結果をプロジェクト参画機関等、国内の関係事業者にも広く展開する事により、移動体分野の研究開発を加速するものである。 調査事業開始時点では乗用車（主に EV）への太陽光搭載を中心に調査事業が推進されており、次のステップとして、①乗用車車載以外の移動体 PV へのコミュニティ拡大、②車載太陽光によるレジリエンス定量比較・評価、③車載太陽電池の信頼性評価技術の調査と開発が必要不可欠となっていたため、これらの調査を重点的に行った。 ①コミュニティ拡大を主目的とした調査では、PV 交通インフラや商用車車載 PV などに裾野を広げた調査を行うとともに、研究会を合計 11 回実施するなど、移動体 PV コミュニティの拡大を行った。中でも商用車車載太陽光は、本調査期間中に急速な普及拡大がなされたが、本調査事業も貢献したと考えられる。 表. 実施した研究会一覧 <table><tr><th>研究会</th><th>開催日時</th><th>主なテーマ、講演</th></tr><tr><td>第 1 回</td><td>2020 年 10 月 2 日</td><td>車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>2021 年 2 月 1 日</td><td>車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>2021 年 4 月 6 日</td><td>海外企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>2021 年 4 月 23 日</td><td>VIPV モジュール技術</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>2021 年 10 月 20 日</td><td>世界の VIPV、欧州企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>2022 年 2 月 24 日</td><td>交通インフラの PV 電源化</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>2022 年 5 月 19 日</td><td>交通インフラ PV 電源化と地域受容性</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>2023 年 3 月 22 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>2024 年 2 月 20 日</td><td>EV 充放電の利活用とレジリエンス</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>2024 年 12 月 11 日</td><td>VIPV と EV 充放電利活用</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>2025 年 2 月 10 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr></table>				研究会	開催日時	主なテーマ、講演	第 1 回	2020 年 10 月 2 日	車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から	第 2 回	2021 年 2 月 1 日	車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV	第 3 回	2021 年 4 月 6 日	海外企業の VIPV	第 4 回	2021 年 4 月 23 日	VIPV モジュール技術	第 5 回	2021 年 10 月 20 日	世界の VIPV、欧州企業の VIPV	第 6 回	2022 年 2 月 24 日	交通インフラの PV 電源化	第 7 回	2022 年 5 月 19 日	交通インフラ PV 電源化と地域受容性	第 8 回	2023 年 3 月 22 日	商用車車載 PV	第 9 回	2024 年 2 月 20 日	EV 充放電の利活用とレジリエンス	第 10 回	2024 年 12 月 11 日	VIPV と EV 充放電利活用	第 11 回	2025 年 2 月 10 日	商用車車載 PV
●成果とその意義 本調査事業は、電動自動車等の移動体への搭載を目指した太陽電池の国内外における研究開発、市場動向を調査、分析すると共に、今後の方向性を議論し、その結果をプロジェクト参画機関等、国内の関係事業者にも広く展開する事により、移動体分野の研究開発を加速するものである。 調査事業開始時点では乗用車（主に EV）への太陽光搭載を中心に調査事業が推進されており、次のステップとして、①乗用車車載以外の移動体 PV へのコミュニティ拡大、②車載太陽光によるレジリエンス定量比較・評価、③車載太陽電池の信頼性評価技術の調査と開発が必要不可欠となっていたため、これらの調査を重点的に行った。 ①コミュニティ拡大を主目的とした調査では、PV 交通インフラや商用車車載 PV などに裾野を広げた調査を行うとともに、研究会を合計 11 回実施するなど、移動体 PV コミュニティの拡大を行った。中でも商用車車載太陽光は、本調査期間中に急速な普及拡大がなされたが、本調査事業も貢献したと考えられる。 表. 実施した研究会一覧 <table><tr><th>研究会</th><th>開催日時</th><th>主なテーマ、講演</th></tr><tr><td>第 1 回</td><td>2020 年 10 月 2 日</td><td>車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から</td></tr><tr><td>第 2 回</td><td>2021 年 2 月 1 日</td><td>車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV</td></tr><tr><td>第 3 回</td><td>2021 年 4 月 6 日</td><td>海外企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 4 回</td><td>2021 年 4 月 23 日</td><td>VIPV モジュール技術</td></tr><tr><td>第 5 回</td><td>2021 年 10 月 20 日</td><td>世界の VIPV、欧州企業の VIPV</td></tr><tr><td>第 6 回</td><td>2022 年 2 月 24 日</td><td>交通インフラの PV 電源化</td></tr><tr><td>第 7 回</td><td>2022 年 5 月 19 日</td><td>交通インフラ PV 電源化と地域受容性</td></tr><tr><td>第 8 回</td><td>2023 年 3 月 22 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr><tr><td>第 9 回</td><td>2024 年 2 月 20 日</td><td>EV 充放電の利活用とレジリエンス</td></tr><tr><td>第 10 回</td><td>2024 年 12 月 11 日</td><td>VIPV と EV 充放電利活用</td></tr><tr><td>第 11 回</td><td>2025 年 2 月 10 日</td><td>商用車車載 PV</td></tr></table>				研究会	開催日時	主なテーマ、講演	第 1 回	2020 年 10 月 2 日	車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から	第 2 回	2021 年 2 月 1 日	車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV	第 3 回	2021 年 4 月 6 日	海外企業の VIPV	第 4 回	2021 年 4 月 23 日	VIPV モジュール技術	第 5 回	2021 年 10 月 20 日	世界の VIPV、欧州企業の VIPV	第 6 回	2022 年 2 月 24 日	交通インフラの PV 電源化	第 7 回	2022 年 5 月 19 日	交通インフラ PV 電源化と地域受容性	第 8 回	2023 年 3 月 22 日	商用車車載 PV	第 9 回	2024 年 2 月 20 日	EV 充放電の利活用とレジリエンス	第 10 回	2024 年 12 月 11 日	VIPV と EV 充放電利活用	第 11 回	2025 年 2 月 10 日	商用車車載 PV				
研究会	開催日時	主なテーマ、講演																																									
第 1 回	2020 年 10 月 2 日	車載 PV、クルマメーカーサイドとクルマユーザーの両面から																																									
第 2 回	2021 年 2 月 1 日	車載 PV、乗用車 VIPV とトラック PV																																									
第 3 回	2021 年 4 月 6 日	海外企業の VIPV																																									
第 4 回	2021 年 4 月 23 日	VIPV モジュール技術																																									
第 5 回	2021 年 10 月 20 日	世界の VIPV、欧州企業の VIPV																																									
第 6 回	2022 年 2 月 24 日	交通インフラの PV 電源化																																									
第 7 回	2022 年 5 月 19 日	交通インフラ PV 電源化と地域受容性																																									
第 8 回	2023 年 3 月 22 日	商用車車載 PV																																									
第 9 回	2024 年 2 月 20 日	EV 充放電の利活用とレジリエンス																																									
第 10 回	2024 年 12 月 11 日	VIPV と EV 充放電利活用																																									
第 11 回	2025 年 2 月 10 日	商用車車載 PV																																									

②車載太陽光のレジリエンスの定量評価では、災害時に車載太陽電池を活用することにより生じるメリットを、太陽電池非搭載 EV（BEV）との定量的な比較により解析した。その結果、PV 非搭載 EV だと充電電力が目減りすることによる公共財への供与に対する心理的バリアを考慮しない理想的な状況でも、必要台数または、EV に搭載する蓄電池容量が 2 倍必要になることを算定した。

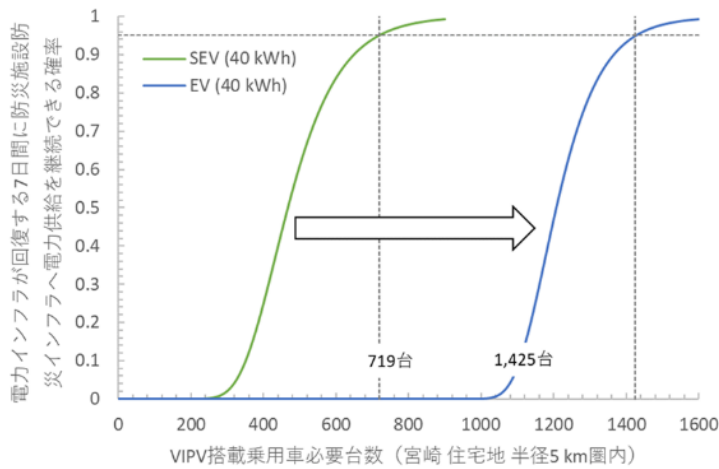


図 レジリエンス；太陽電池搭載車（SEV）と EV の必要台数のシミュレーション結果例

③車載太陽電池の信頼性評価では、地上用太陽電池の規格と自動車部品の規格の比較調査を行うとともに、車載太陽電池に必要と思われる信頼性評価技術の検討を行った。地上用太陽光と自動車部品の規格を比較したところ、機械的衝撃や熱衝撃、振動試験などが車載用太陽電池の信頼性試験として重要であることを示唆する結果が得られた。実際、これらの試験を車載用太陽電池に実施したところ、ガラスモジュールに比べて樹脂モジュールに顕著な劣化が見られるなど、これらの試験の重要性を示唆する結果が得られた。また、並行して実用サイズの大型曲面太陽電池モジュールを試作し、上述の信頼性試験を実施した。

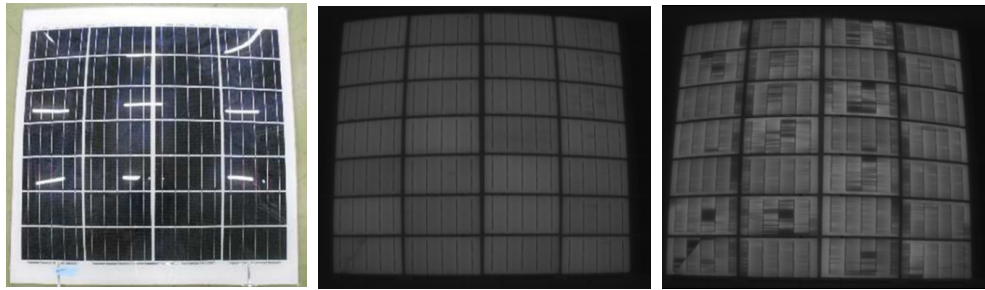


図 試作した大型曲面モジュール（700mm×700mm）の外観写真、試験前の EL(中)、試験後の EL(右)

●実用化・事業化への道筋と課題

上述の通り、本調査事業期間中に商用車への太陽電池搭載事業が始まり、急拡大しているが、さらなる事業拡大に向け、調査、研究開発を継続、加速する必要がある。
信頼性評価技術開発も継続、加速が必要であり、引き続き、大手自動車メーカーの協力を得ながら調査、研究開発を推進していく。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	18.2	15.2	27.0	11.1	19.3
●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	7 件	24 件	0 件	1 件	

4.4.2. リサイクル関連の動向調査

4.4.2.1 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査（株式会社三菱総合研究所）

テーマ名	動向調査等／太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査	達成状況	○
実施者名	株式会社三菱総合研究所		
達成状況の根拠	実施計画書に記載の全ての実施項目について最終目標を達成しているため。また、類似の調査と比較しても、成果は網羅的かつオリジナリティのある内容となっているため。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 今後、大量に廃棄される太陽電池モジュールのリサイクルを円滑に行うためには、使用済太陽光発電設備の排出量予測、災害時の太陽光モジュールのリサイクル状況、太陽電池モジュール由来のガラスの用途開拓、ガラスの再利用の状況を把握するための調査が必要となる。 本調査では、太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内の技術開発動向、普及動向、政策動向、実施事例などの調査に加え、ガラスの再利用の状況調査、災害時のリサイクル状況を把握するための調査、使用済太陽光発電設備の排出量予測の精緻化を実施することで、太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発等の取組の参考となる基礎情報を収集・整理することを目標とする。			
●アウトプット目標 アウトプット目標は、2024 年度までに、リサイクルに関わる調査結果を、太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発へフィードバックすることとした。			
●実施体制 株式会社三菱総合研究所が実施した。			
●成果とその意義 (1) 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内の技術開発動向、政策動向、実施事例等の調査 太陽光発電システムのリサイクル技術開発を行っている企業等及び太陽光発電システムの回収・リサイクル・リユース実施事例について、文献調査やヒアリング調査に基づき、その概要、太陽光発電システムの回収方法、リサイクル技術、処理能力、処理実績、処理コスト、リサイクル率、今後の課題等について情報収集・整理を行った。また、国内における太陽光発電システムのリサイクル等に係る政策動向として、注目すべき動向を取り上げ、文献調査によって、その概況を整理した。 成果としては、技術開発動向については、リサイクルに関する技術を類型化するとともに、これまでの開発経緯等を一覧できる形で整理した。政策動向については、使用済太陽光発電設備のリサイクルに関する制度の在り方について要点を整理した。実施事例については、太陽電池モジュールのリサイクル業者（中間処理業者）を日本地図上に網羅的にプロットするとともに、技術類型ごとの導入の推移等を整理・分析した。			
(2) 太陽電池モジュールのガラスの再利用の状況調査 ①ガラスのマテリアルフロー情報の更新 既存のガラスのマテリアルフロー情報をベースに、文献調査に基づき、ガラス出荷量、回収・リサイクル量、ガラスリサイクル技術、カレット利用量・利用用途等の項目について最新の状況変化を把握・整理し、マテリアルフロー情報を更新した。			
②ガラスリサイクル技術の調査 既存のガラスリサイクル技術に関する情報をベースに、文献調査及びヒアリング調査に基づき、水平リサイクル、グラスウール、セラミック、路盤材等、グレードの高いものから低いものまで幅広い用途・技術を対象に市場動向や受入条件・ポテンシャル情報について情報収集・整理を行った。			
③太陽電池モジュール中のアンチモンの除去に関する調査・検討 太陽電池モジュール由来のガラスのリサイクルに当たっては、アンチモンの含有が課題となることがあり、ガラスからのアンチモンの除去技術について文献調査やヒアリング調査に基づき情報を収集・整理した。調査の結果、ブラウン管や液晶パネル等のガラス製品中元素について、ハロゲン化揮発法を用いた有害元素（鉛、ヒ素、アンチモン等）の除去の研究事例が存在していることを確認した。その手法を援用し、太陽電池モジュール中の元素への適用可能性を確認するための試験を実施し、太陽電池モジュール由			

来のガラス中のアンチモンについて、高揮発率（90%以上）を達成した。また、ハロゲン化揮発の現象について想定ケースごとの推定モデルを提案するとともに、実装に向けた課題を整理した。

④ガラスの受入条件の調査（グラスウールへの再利用）

多様なガラス用途先の中でも市場規模や受入ポテンシャルが大きく、太陽電池モジュール由来ガラスの受入可能性のあるグラスウールの受入条件・ポテンシャルについて、中間処理業者、グラスウールメーカー等と連携して調査を実施した。具体的には、中間処理業者によって太陽電池モジュールから回収されたガラスカレットをグラスウールメーカーに引渡し、グラスウールメーカーがグラスウール原料として利用可能性の評価を行った。加えて、太陽電池モジュールから回収されたガラスカレットからグラスウールを試作し、性能評価や溶出試験を行い、グラスウール製品の評価を行った。また、評価結果を踏まえ、中間処理業者、ガラスカレットメーカー、グラスウールメーカーによるグラスウールリサイクルルートの整備に向けて、品質面、供給面等から検討を行い、グラスウール用ガラスカレット受入に係る主な項目を取りまとめた。

（3）太陽電池モジュールの災害時のリサイクル状況調査

国内において災害等で発生した使用済太陽電池モジュールのリサイクル状況を把握するために、文献調査及びヒアリング調査を行うなどして、情報収集・分析を実施し、災害に伴う太陽光発電設備への被害状況やリサイクルの実施状況について基礎情報を整理した。

成果としては、災害時の廃太陽電池モジュールの廃棄処分決定までの流れを整理・分析するとともに、公表情報に基づく太陽電池モジュールへの被害状況の整理手法を検討し、推定を行った。その結果、令和元年度の災害による太陽電池モジュールへの被害状況は、仮に全てのモジュールが被害を受けたと仮定すると 166,023kW であり、0.1t/kW と仮定すると約 16,600 トンとなる。

（4）使用済太陽光発電設備の排出量予測の精緻化

使用済太陽光発電設備の排出量予測について文献調査に基づきデータ更新を行うとともに、2050 年カーボンニュートラル等の動向を踏まえ、太陽光発電システムの導入量・排出量予測の更新を実施した。また、長期的な観点で、排出量予測をより有用なものに改善し続けるために必要な検討を行った。

成果としては、カーボンニュートラル達成に向けた動向を踏まえた導入量・排出量予測の更新を行った。その結果、排出量のピークは、FIT 制度開始当初に導入された太陽光発電システムが FIT 買取期間終了を迎える 2035 から 2037 年頃であり、(B)FIT 後賃貸土地分排出シナリオ及び(C)FIT 後定期借地分排出シナリオでは、2036 年に約 19 万トンから 29 万トンが排出されると予測された。また、過積載を考慮した場合の排出量予測への影響を確認するため、公表情報に基づき過積載率を設定し予測を行った。過積載を考慮した場合、(B)FIT 後賃貸土地分排出シナリオ及び(C)FIT 後定期借地分排出シナリオでは、2036 年に 22 万トンから 34 万トンが排出され、過積載率を考慮しない場合と比較すると、約 20%程度排出量が増加する結果となった。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	27.5	27.4	23.6	22.6	24.5

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	0 件	4 件	0 件	0 件

4.4.2.2 スマート回収モデル調査 (公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター)

テーマ名	動向調査等／リサイクル関連の動向調査（スマート回収モデル調査）	達成状況	○
実施者名	公益財団法人 福岡県リサイクル総合研究事業化センター		
達成状況の根拠	①『スマート回収モデル(クラウドを使用した情報管理によるルート回収手法)』をアンケート調査及び試行で評価し、システム改修を 11 項目実施した。 ②『スマート回収モデル』が個別回収に比較して経済合理性評価では 46%のコスト削減、LCA 評価では 63%の CO2 排出量低減効果を確認した。 ③住宅用太陽電池モジュールの保守メンテ・廃棄実態調査及び『スマート回収モデル』の適用可能性調査において、九州管内の排出事業者 509 社及び九州管内の 6 県・4 市の自治体へのアンケート・ヒアリングから太陽電池モジュール廃棄についての『スマート回収モデル』の課題は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律における積替え保管の許可や保管期間の課題、広域化については、都道府県間をまたいでの廃棄物処理に係る自治体ごとの手続きなどの課題を抽出した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 我が国における太陽光発電の導入は、FIT 開始後に導入が急拡大したが、今後、大量に廃棄される太陽電池（以降、PV）モジュールのリサイクルを円滑に行うためには、リサイクル技術開発だけではなく、廃棄太陽光発電設備から効率よく PV モジュールを回収する手法が必要である。 本調査研究では、太陽光発電の主力電源化を推進するための開発（発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発等）を支援する動向調査等を実施した。2020 年度～2021 年度に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が実施した「太陽電池モジュールの適正処理に関わる調査」の動向調査の成果を踏まえて、実際の廃棄 PV モジュールを使って、廃棄 PV モジュールの回収スキームを構築し、廃棄 PV モジュールの適正処理（費用対効果を含む）を検証するための調査を実施した。 ●アウトプット目標 本調査研究では、PV モジュールのリサイクルに関わる調査の一環として、公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター内の太陽光発電（PV）保守・リサイクル推進協議会で構築した『スマート回収モデル（以降、本モデル）』の広域かつ大量の廃棄 PV モジュールに対応した収集運搬の効率化の可能性を調査し、併せて、『本モデル』の経済合理性や LCA 評価を実施した。 また、発電件数としては 8 割以上を占める住宅用廃棄 PV モジュールの排出元や自治体（主に九州管内）へのアンケート・ヒアリング等により、現状の排出、収集運搬、処理ルートを調査し、『本モデル』への適用可能性を検討した。 ●実施体制 公益財団法人 福岡県リサイクル総合研究事業化センターにて実施 ●成果とその意義 ①『スマート回収モデル』の評価及びシステム改善 「スマート回収モデルの評価及びシステム改善にかかる Web アンケート」及び「スマート回収モデルの試行」により『本モデル』の課題を抽出し、その抽出した課題を元に、『本モデル』の以下の機能を改修し、改善に結びつけることができた。 1) 車両番号manifest記載機能 2) 保管状況出力機能 3) マップ保管設備品絞り込み機能 4) 業者宛てメール確認機能 5) 都道府県間移動時案内機能 6) 搬出期限設定機能 7) 対応可能日設定機能 8) 規格（含有物質情報を含む）設定機能 9) リユース情報機能 10) manifest分割発行機能 11) 廃棄実績再登録機能 ②『スマート回収モデル』を用いた効率的な回収による経済合理性評価、LCA 評価 『本モデル』を活用した回収実証を対象に、スマート回収と個別回収について、費用と CO2 排出量を評価指標として算出・比較した。その結果、『本モデル』を活用することにより、個別回収に比較して経済			

合理性評価では約 46%のコスト削減、LCA 評価では約 63%の CO2 排出量低減の効果が確認でき、経済面・環境面において十分に効果があることが示唆された。

③住宅用太陽電池モジュールの保守メンテ・廃棄実態調査及び『本モデル』への適用可能性を調査

九州管内の排出事業者 509 社及び九州管内の 6 県・4 市の自治体のアンケート・ヒアリング調査から、住宅用 PV モジュール廃棄についての『本モデル』の運用を九州全体に拡大することを目指した場合、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以降、廃掃法）における積替え保管（以降、積保）の許可や保管期間の課題、広域化については、都道府県間をまたいでの廃棄物処理に係る自治体ごとの手続きなどの課題がある。産業廃棄物に関する事情が各県で異なるため、自治体ごとに県外の産業廃棄物を持ち込む場合における事前協議等の手続や産業廃棄物収集運搬業許可（「積保」あり）に対するスタンスが各県・政令市で異なることである。事務処理の手間が増えることで、『本モデル』に参加する事業者が伸び悩むと、都度排出や県境を越えた回収が難しくなる上に、事業者を探す負担の軽減や輸送コストの低減についても限定的となることが懸念される。

●実用化・事業化への道筋と課題

本調査研究で得た結果では、排出事業者のニーズは都度排出と点在して発生する廃棄 PV モジュールの回収であり、『本モデル』の魅力・長所として、回答事業者の 67.9%が「排出したいタイミングでの排出が可能になること（都度依頼をやりやすくする）」を挙げている。また、回答事業者の 64.3%が「点在して発生する住宅用廃棄 PV モジュールの回収が可能となること」を挙げている。さらに、回答事業者の 60.7%が「収集運搬業者や中間処理事業者を探す負担の軽減」を挙げている。

アンケート回答事業者は『本モデル』に高い関心と期待を寄せており、『本モデル』を「必要とする」が 36.7%、「利用したい・利用を検討したい」が 31.2%であった。

また、『本モデル』の適用については、廃掃法における「積保」の許可や保管期間の課題、広域化については、都道府県間をまたいでの廃棄物処理に係る自治体ごとの手続きなどの課題がある。特に、自治体ごとに産業廃棄物収集運搬業許可（「積保」あり）に対するスタンスが異なること、県外の産業廃棄物を持ち込む場合における事前協議等の手続が異なることが適用に関する課題である。

『本モデル』を用いた効率的な回収による経済合理性評価と LCA 評価においては、個別回収より、「排出事業者は廃棄 PV モジュール情報を『本モデル』に登録し、排出場所に一時保管。収集運搬業者は、『本モデル』に登録されている排出場所を複数回り（ルート回収）中間処理事業者へ引き渡す」『本モデル』が個別回収に比較して経済性評価、LCA 評価で有効性が確認できた。

今後、PV モジュールの大量廃棄時代の到来に備え、再利用可能な PV モジュールのリユースが求められる。住宅用太陽光発電設備の廃棄 PV モジュールは、発電可能な状態であることが予想され、廃棄 PV モジュールのリユースに関して、『本モデル』と連携した広域利用を進めるための廃棄 PV モジュールのリユース・リサイクルまでの一連の過程における PV モジュールに特化したルールが必要であると考えられる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	—	3.1	16.9	—
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	1 件	0 件	0 件	

4.4.2.3 太陽電池モジュールのリサイクルに関する L C A の調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

テーマ名	動向調査等／リサイクル関連の動向調査（太陽電池モジュールのリサイクルに関する LCA の調査）	達成状況	○
実施者名	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社		
達成状況の根拠	各研究開発テーマからの評価に必要なデータを収集し、LCA 等の評価を行うとともに、評価結果を実施事業者にフィードバックした。また、海外における太陽電池モジュールリサイクル動向を調査し、情報をフィードバックするとともに、海外における技術と国内技術との相違の俯瞰、今後の課題の検討した結果を示した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 我が国における太陽光発電の導入は、FIT 開始後に急拡大したが、安全面、防災面、景観や環境への影響、将来の設廃棄等に対する地域の懸念や、FIT 期間終了後の事業継続や再投資が行われて持続的な導入・拡大が図れるのかといった懸念が高まっている。 今後、大量に廃棄される太陽電池モジュールのリサイクルを円滑に行うためには、リサイクル技術開発だけではなく、使用済み太陽光発電設備の排出量予測、災害時の太陽電池モジュールのリサイクル状況、太陽電池モジュール由来のリサイクルされたガラスの新規用途開拓、リサイクル技術のライフサイクルアセスメント（以下、LCA）による効果・影響の把握が必要である。 NEDO では、太陽電池モジュールのリサイクルにおける低コスト・高資源回収率を両立する分離処理について技術開発を進めているが、各技術の環境面等の優位性・有効性を検証することが必要とされている。また、リサイクル技術開発の推進に際しては、リサイクル技術に係る技術や市場の動向および普及に関わる海外の動向などの最新データを常に把握し、それらを的確に技術開発へフィードバックしていくことが求められている。 本調査では、上記の課題に対して、開発中の太陽光発電システムのリサイクル関連技術の横断的評価のための指標および評価手法を確立し、研究開発技術（リサイクル技術開発）の評価（LCA 等）を実施する。そして、環境等の側面から研究開発技術の優位性・有効性を評価・検証し、技術開発にフィードバックする。また、国際エネルギー機関（IEA）の太陽光発電システム研究協力実施協定（PVPS）の国際協力プログラム（IEA PVOS Task12）等に参画し、リサイクル技術の情報交換を行うとともに、得られた情報や議論した結果について、国内の省庁を含めて、広く研究開発者等に展開する。			
●アウトプット目標 「太陽電池モジュール分離・マテリアルリサイクル技術開発」における各研究開発テーマからの評価に必要なデータを収集し、LCA 等の評価を行うとともに評価結果を技術開発へフィードバックを行う。			
●実施体制 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社にて実施			
●成果とその意義 (1) リサイクル技術の LCA リサイクル技術の環境的側面の評価指標・手法を整理するとともに、NEDO が実施している「太陽電池モジュール分離・マテリアルリサイクル技術開発」における開発技術について、LCA 評価を実施した。 いずれの開発技術も、リサイクル処理による CO₂ 排出量よりも資源代替による CO₂ 排出削減量が大きく、リサイクルによって CO₂ 排出量が削減される（CO₂ 排出の増加がない）ことが示された。一次エネルギー消費量の削減効果についても同様の傾向が示された。低環境負荷マテリアル技術では、結晶シリコンおよび CIS 太陽電池モジュールを対象としているが、削減効果は kW と重量あたりのいずれも結晶シリコンの方が大きい。CIS と比較して結晶シリコンの効果が大きいのはアルミフレーム、カバーガラスの比率が大きく、再資源化（資源代替）により期待される削減量が大きいことが主な理由である。低熱温分解法によるリサイクル技術においても削減効果が得られることが示された。モジュール分解処理プロセスの影響が一定程度あるが、これは熱分解プロセスでの LPG および EVA の燃焼に起因するものである。 地球温暖化、資源枯渇の領域においても、回収資源のリサイクルによる環境負荷低減量がリサイクルの実施に伴う環境負荷発生量を上回り、環境負荷低減効果が確認された。低環境負荷マテリアル技術では、資源枯渇の指標において、kW と重量あたりのいずれも CISの方が大きくなった。これは、結晶シリコンと比較して CISの方が資源枯渇の指標への影響を与える非鉄金属の比率が大きいことが主な理由である。			

(2) 海外のリサイクル技術の動向調査

IEA PVPS Task12 や国際会議等への参画を通じて、海外におけるリサイクル技術に係る動向を調査し、日本における取り組みとの比較を行うとともに、今後の課題を検討した。

海外で太陽電池モジュールリサイクルを手掛けている事業者はガラスを分離する構造分解から Si セル・電極材料とポリマーの分離までの処理を実施しており、幾つかの事業者は分離した Si セルからの金属回収まで行っている。

海外で実施されている技術開発プロジェクトは、対象プロセスがモジュール構造の分解工程から始まるプロジェクトと、モジュール構造分解により所定の資源が回収されることを前提とし、それらの資源をより価値の高い製品として再生することに焦点を当てているプロジェクトに大別できる。モジュール構造分解を手掛けるプロジェクトはいずれも Si セル金属の分離回収までを対象プロセスとし、それらの大半は各種回収資源の再生・用途開拓も視野に入れ、回収率や回収純度が金属毎に設定しており、ポリマーについて回収目標を設定している場合もある。回収後のガラスや Si の用途は太陽電池用としてのリサイクルが主流となっている。回収資源の再生・用途開拓に焦点を当てているプロジェクトは、基本的に Si セルからの回収 Si の処理を対象としている。また、ペロブスカイト太陽電池のリサイクルに関する取り組みはまだ少ないが、欧州などにおいて研究事例が見られ始めている。

太陽電池モジュールリサイクルは、単なる廃棄物処理（埋立処理を回避する方策）にとどまらず、資源調達の一部という役割を担い、カーボンニュートラルの実現に向けた太陽電池モジュール供給を支える重要なサプライチェーンと位置付けられるようになっている。日本においても、太陽光発電のリサイクルを、埋立処理を回避する方策としてだけではなく、中長期的な太陽光発電社会を形成していくために必要なサプライチェーン・産業政策として位置づけ、強力に推進していく必要がある。

国内外で実用化されている技術や実施されている技術開発プロジェクトや、今後の太陽光発電の導入拡大への期待などを踏まえると、太陽電池モジュールリサイクルの推進に向けた技術的な課題として、以下が挙げられる。

- ・太陽電池モジュールからの回収 Si のリサイクル用途の開拓
- ・リサイクル用途に適した分解・回収技術の開発
- ・新たな原料や構造を有する太陽電池セル・モジュールのリサイクル技術の開発

●実用化・事業化への道筋と課題

太陽光発電リサイクルへの取り組みは世界的に活発化しており、その動機は、埋立廃棄物削減という観点から、資源循環や太陽光発電サプライチェーンへの貢献へと変化している。リサイクル技術も、これまでの構造分解から、回収資源の高付加価値化を目指した取り組みに広がっている。また、太陽電池モジュール市場も、現在主流の片面ガラスの結晶 Si から、両面ガラス構造やペロブスカイト等の次世代型太陽電池に広がりを見せており、新たな製品の特性に応じたリサイクル技術が必要となってきた。

日本においても、単なる廃棄物削減ではなく、中長期的な資源調達の一環としてリサイクルを推進する必要がある。新たな技術の発掘や開発も必要となる。太陽電池モジュールリサイクルに関する制度化の議論が本格化していく中、環境負荷の少ない（リサイクル効果が大きい）技術という視点も不可欠である。

今後も技術や制度などの国内外の動向を的確に把握し、国内外関係者に広く展開していく。また、今後の台頭が期待される新たな技術の評価、サプライチェーンを念頭に置いた持続的な使用後処理スキームの構築に向けた取り組みを実施していく。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	-	-	18.4	20.0	23.3
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	8 件	0 件	0 件	

4.4.3. 太陽光発電の動向調査

4.4.3.1 太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査（株式会社資源総合システム）

テーマ名	動向調査等／太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査	達成状況	○
実施者名	株式会社資源総合システム		
達成状況の根拠	技術開発の方向性や普及方策の分析・検討に資する太陽光発電セル、モジュール、システムおよび太陽光発電が導入される分野に関する国内外の技術や産業・市場動向や今後の太陽光発電の可能性の調査を行い、その結果を的確にフィードバックするという目標において、例えば、NEDO 太陽光発電戦略検討委員会、NEDO 調査報告会（公開/非公開）等において調査結果を報告した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

2018 年 7 月に閣議決定された第 5 次エネルギー基本計画では「2030 年に向けた基本的な方針と政策対応」として、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組は、「他の電源と比較して競争力ある水準までのコスト低減と固定価格買取制度 (FIT) からの自立化を図り、日本のエネルギー供給の一翼を担う長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、円滑な大量導入に向けた取組を引き続き積極的に推進していく」ことが必要とされていた。太陽光発電の導入量を拡大し主力電源化していくには、太陽光発電システムに関する技術や市場の動向および普及に関わる国内外の動向などの最新データを常に把握し、それらを的確に技術開発へフィードバックしていくことが求められ、国際エネルギー機関の太陽光発電システム研究協力実施協定 (IEA-PVPS) 等の国際協力プログラムでの情報交換等を含めて、得られた情報や分析した調査結果を、国内の省庁を含めて研究開発者・太陽光発電の事業者等に広く展開することを目的とした。

●アウトプット目標

技術開発の方向性や普及方策の分析・検討に資する太陽光発電セル、モジュール、システムおよび太陽光発電が導入される分野に関する国内外の技術や産業・市場動向や今後の太陽光発電の可能性の調査を行い、その結果を的確に本プロジェクト（NEDO 太陽光発電主力電源化推進技術開発）等へフィードバックする。

●実施体制

株式会社資源総合システムにて実施

●成果とその意義

太陽光発電の主力電源化を推進するため、需要地に近接しているが従来技術では太陽光発電の導入が進んでいなかった場所を利用可能にするための太陽光発電システム開発や長期安定的な事業運営確保として現在顕在化している課題解決を目指した太陽光発電主力電源化推進技術開発プロジェクトの推進に資することを目的とし、本調査では太陽電池セル、モジュール、システムおよび太陽光発電が導入される分野に関する国内外の技術や産業・市場動向や今後の太陽光発電の可能性について調査を行った。

1. 太陽光発電市場の主力電源化に向けた市場動向調査

日本国内への太陽光発電設備の導入量は、累積で 80GWAC 規模になったと考えられる。FIT 制度による全量売電から、自家消費、コーポレート PPA（オンサイト、オフサイト）といった非 FIT/非 FIP による導入が積極的に進められ、そのシェアが増加している。太陽電池モジュールおよびシステム価格が低下しており、発電コスト（LCOE）も低減傾向となっている。

2023 年の世界の太陽光発電システム新規導入量は、前年比 93%増の 456GW であり、中国および、エネルギー転換を加速する欧州連合における導入量が引き続き増加した。太陽電池モジュール価格は生産過剰により値下がりしている。システム価格はシステム容量、設置地域、設置形態、顧客の種類、電力系統への連系や技術的な問題等、多くの要因に影響されるため、価格帯も幅広くなっている。

2. 太陽光発電市場の主力電源化に向けた産業動向調査

太陽光発電に関する市場環境、技術・製品・サービスといった関連産業の発展は、本プロジェクト期間である数年の間でも世界では絶え間なく進んでおり、導入拡大と相俟って加速している。軽量太陽電池、壁面設置、安全性・信頼性、結晶 Si 太陽電池、パワーコンディショナ・MLPE、O&M、蓄電池活用、水上設置・営農型等といった特に実用化に向けて開発が急進している製品・市場の動向について調査を実施した。また電力取引や PPA モデルといった導入促進モデル等の市場環境の変化についても調査した。

3. 太陽光発電の主力電源化に向けた最先端の技術開発動向の調査

太陽光発電に関する世界三大国際会議（IEEE-PVSC、EU-PVSEC、PVSEC）への参加や、その他の学会・文

献等の調査により、技術開発（研究開発）における動向を調査した。主として着目した分野・テーマは、軽量太陽電池、壁面設置、安全性、信頼性、系統影響、発電量予測、結晶シリコン太陽電池、O&M、蓄電池活用、水上設置、営農型太陽光発電とした。結晶 Si セル・モジュールといったデバイスの高効率化も進展しているが、近年は信頼性、システム、サステナビリティといったサプライチェーンの下流に関するテーマが盛んに研究開発されている。また技術の進展もさることながら、海外では研究機関・大学等による技術開発や、産業への技術移転がスピード感をもって進められている。

4. 海外の研究開発プログラムの調査

欧州連合（EU）、ドイツ、米国、中国の世界の先進地域を対象に、太陽光発電システムに関する研究開発プログラムについての枠組み、目標や予算に関する調査を行った。例えば欧州連合では再生可能エネルギー分野の製造部門を強化し、2030 年までに EU のクリーンエネルギー・システム需要の 40%以上を域内生産品で賄う目標を掲げる「ネットゼロ産業法（NZIA）」が 2024 年に成立する等、研究と革新の支援が行われている。

5. 国内外の普及促進施策に関する調査

太陽光発電の主要市場である、欧州連合（EU）、ドイツ、米国、中国及び日本国内の普及促進施策の動向に関し調査した。

6. 国内外の太陽光発電産業・市場動向に関する調査（データ集）

国内外の太陽光発電に関連する産業や市場に関する各種データを定点観測的に調査・集計し、過去からの蓄積情報も含めたデータ集としてとりまとめた。

●実用化・事業化への道筋と課題

世界では再生可能エネルギーの導入が加速しつづけている。2023 年の新規年間導入量は 2022 年比で 193%と倍増し、2024 年も 2023 年比で 115%の見込みである。地球温暖化防止の理念を背景に脱炭素という新たなビジネスを創造したことに加えて、ロシアのウクライナ侵攻等で緊迫する社会情勢を踏まえエネルギーセキュリティ向上の面からも分散電源によるリスク低減・自国発電となりうる太陽光発電への指向が高まり、導入が増加している。特に欧州では 24 時間／7 日間（365 日の意）再生可能エネルギーによる電力供給や、太陽光発電機器のサプライチェーンの特定国への依存度の低減に向けた動きある。

日本国内では、導入量については年間 5GW 前後と低迷している状況ではあるが、FIT 制度から FIP 制度や非 FIT/FIP への移行が加速し自立化に向けて動きは始めている。政策面でも産業政策とエネルギー政策とが一体的に検討され、第七次エネルギー基本計画、地球温暖化対策計画、GX2040 が閣議決定された。エネルギー基本計画の中では、太陽光発電について 2040 年度までの累積導入量を最大 280GWAC にする（2023 年度比 3.8 倍）という高い目標が示された。太陽光発電の導入拡大は新たな成長フェーズに入ったと考えられる。

このような状況から今後も、最大限の太陽光発電導入に向け、電力需要地に近接した未利用場所に太陽光発電を導入するためのシステム技術や長期安定的な事業運営確保に向けた技術の開発は、日本の太陽光発電の発展のみならず、他の産業や国民生活の維持のためにも重要度を増しており、その後方支援として、今後も継続的な動向調査と技術開発へのタイムリーなフィードバックは重要だと考えられる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	19.6	19.9	20.0	19.9	20.0

●特許出願及び論文発表（2025/03/31 時点）

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	0 件	0 件	0 件	0 件

4.4.3.2 国際技術協力プログラムへ参画（株式会社資源総合システム）

テーマ名	動向調査等／国際技術協力プログラムへ参画	達成状況	◎
実施者名	株式会社 資源総合システム		
達成状況の根拠	国際エネルギー機関太陽光発電システム研究協力実施協定（IEA PVPS）の Task1（太陽光発電の戦略的分析と成果の普及）に関連する活動に参画し、太陽光発電の普及・促進に向けた諸外国の技術開発動向や政策動向、市場動向等の情報収集を行い、調査・分析し、Task1 成果物である報告書等を関係者に向けて情報発信を行った。Task1 成果物は、審議会ほか、国内外の産業団体等に広く利用されている。このほか、2022 年 11 月に愛知県・名古屋市で開催された第 33 回太陽光発電国際会議（PVSEC-33）及び 2024 年 11 月に静岡県・沼津市で開催された第 35 回太陽光発電国際会議（PVSEC-35）においてワークショップを開催し、国内外の関係者に成果の普及を行ったほか、国際会議及び国内シンポジウムにおいて、成果報告を行った。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 アウトカム目標の達成のために、国際エネルギー機関（IEA）の太陽光発電システム研究協力実施協定（IEA PVPS）等の国際協力プログラムに参画し、今後の太陽光発電の導入を進めるために、技術や市場の動向及び普及に関わる最新データを常に把握し、的確に技術開発等にフィードバックしていくことが必要である。 ●アウトプット目標 IEA PVPS の国際協力プログラムに参画して最新データを把握するために情報交換を行うことが有効である。得られた情報や議論した結果については、併せて国内の省庁を含めて、研究開発者、発電事業者等に広く展開する。定期的な情報発信を行うと共に分析、検討をまとめる。 ●実施体制 株式会社 資源総合システム ●成果とその意義 IEA PVPS Task1（太陽光発電の戦略的分析と成果の普及）に関連する活動に参画し、国際協力活動を通じて太陽光発電の普及・促進に向けた諸外国の技術開発動向や政策動向、市場動向等を調査・分析し、結果の発信を実施した。世界の太陽光発電の導入統計や導入動向、政策、ビジネスモデル等を概括する Task1 成果物は、審議会ほか、国内外の産業団体等に広く利用されている。Task1 成果物は、審議会ほか、国内外の産業団体等に広く利用されており、NEDO「太陽光発電開発戦略 2025（NEDO PV Challenges 2025）」の策定にも利用された。このほか、2022 年 11 月に愛知県・名古屋市で開催された第 33 回太陽光発電国際会議（PVSEC-33）及び 2024 年 11 月に静岡県・沼津市で開催された第 35 回太陽光発電国際会議（PVSEC-35）においてワークショップを開催し、国内外の関係者に成果の普及を行ったほか、国際会議及び国内シンポジウムにおいて、成果報告を行った。下記に示す成果により、技術や市場の動向及び普及に関わる最新データを常に把握し、関係者にフィードバックすることができた。さらに、IEA PVPS 活動に関わる日本の太陽光発電に関する調査報告書を提出し、加盟国としての責務を果たした。以下に、実施項目とその成果を記す。 ① Task1 の国際協力活動への参加による情報収集：Task1 専門家会議に参加し、海外の太陽光発電の技術開発動向や政策動向、市場動向等の情報収集を実施した ② IEA PVPS 等の成果物の日本語版作成：Task1 が刊行する年次刊行物「Trends Report」及び「Snapshot Report」の日本語版を作成して NEDO を通して関係者との共有を行った。Task1 成果物は、経済産業省（METI）の審議会ほか、国内外の産業団体等に広く利用されている。 ③ 国内での IEA PVPS ワークショップの開催：2022 年 11 月に愛知県・名古屋市で開催された第 33 回太陽光発電国際会議（PVSEC-33）及び 2024 年 11 月に静岡県・沼津市で開催された第 35 回太陽光発電国際会議（PVSEC-35）においてワークショップを開催し、IEA PVPS の最新成果を関係者に発信した。 ④ 国内での IEA PVPS Task1 専門家会議及び執行委員会会議の開催：2022 年 11 月に愛知県・名古屋市において第 59 回 Task1 専門家会議を開催した。さらに 2024 年 11 月に神奈川県・横浜市において第 62 回 IEA PVPS 執行委員会を開催した。会議開催は、国際協力活動への貢献に加えて、国内外の関係者の交流の機会になり、NEDO の技術開発の取組みを加盟国に発信する機会となった。			

⑤ IEA PVPS 活動に関わる日本の太陽光発電に関する調査報告書の作成：Annual Report、National Survey Report 及び Snap Shot Report 向けのデータ提出等を行い、加盟国としての責務を果たした

●実用化・事業化への道筋と課題

国内の太陽光発電の導入ビジネスモデルの変化に伴い、政府の公開統計情報をベースとして太陽光発電の年間設置容量を分析するだけでは、IEA PVPS から要請される報告値に対応することでは不十分になりつつある。2023 年度は、国内における太陽光発電の年間導入量を分析するために、補助金を利用しない導入の動向等についての業界関係者等にヒアリング等により、年間設置容量を分析するうえでの課題を整理し、今後の年間導入量の分析方法を検討した。

さらに、各国に要請される新たな報告事項への対応方法に関しても課題を整理した。IEA PVPS においては、Task 間の連系により、効率的に分野横断的なテーマに取り組むことが求められている。例えば、太陽光発電の社会的受容については、Task1 は、市場動向の観点から取り組んでいるが、Task12 は持続可能性の観点から取り組んでいる。Task13 は、太陽光発電の信頼性の観点から取り上げている。今後の Task 間連系の取り組みの強化のためには、国内の PVPS 関係者の情報共有の機会を設けることが望まれる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	13.9	17.5	20.0	20.0	20.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	25 件	0 件	0 件	

4.4.3.3 次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査（みずほリサーチ&テクノロジー株式会社、株式会社資源総合システム）

テーマ名	動向調査等／次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査	達成状況	○
実施者名	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、株式会社資源総合システム		
達成状況の根拠	重量制約のある屋根・建物壁面等への太陽光発電の国内外の導入事例調査を行うとともに、業界ヒアリングとアンケート調査により次世代型太陽電池の社会実装に向けた課題やニーズを整理し、技術開発の方向性や支援の案をまとめ、NEDO および関係事業者にフィードバックした。次世代型太陽電池に関する技術開発・産業・実証等の最新動向調査結果についても NEDO の要請に応じて適宜、NEDO および関係者、NEDO 事業参画事業者へ情報共有した。 また、太陽光発電市場の分析として 2050 年に向けた導入ポテンシャルや導入量見通しの推計や関連政策・制度の最新動向の整理、発電コストの分析、次世代型太陽光発電のエネルギー・ペイバック・タイムの分析等を実施した。 加えて、NEDO「太陽光発電開発戦略 2025」の策定に向けて 2023 年度に 10 回開催された「太陽光発電戦略検討委員会」において、NEDO からの要請に応じて調査結果の発表、議事録の作成等に対応し、運営を支援した。また、2024 年度には「太陽光発電開発戦略」の執筆作業の一部支援を実施し、2025 年 3 月の公表に寄与した。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 我が国における太陽光発電の導入は、FIT 開始後に導入が急拡大したが、安全面、防災面、景観や環境への影響、将来の設備廃棄等に対する地域の懸念や、FIT 期間終了後の事業継続や再投資が行われて持続的な導入・拡大が図れるのかといった懸念が高まっている。さらに、再生可能エネルギーは主力電源化に向け電源特性に応じた電源となる事が求められており、太陽光発電は他の電源と比較して発電コストの低い「競争電源」のみではなく、「地域活用電源」として需要地に近接して柔軟に設置できる電源としても期待される。加えて、2020 年 10 月の 2050 年カーボンニュートラルの宣言があり、再生可能エネルギーの主力電源化の中で太陽光発電のさらなる導入が必要になる。 NEDO では上記の課題に対して、従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所として重量制約のある屋根、建物壁面、移動体等の新市場への発展に必要な課題を克服すべく技術開発を進めている。新市場への実装に当たっては従来の地上設置や住宅屋根設置と比べて、関連業界との調整や施工、コスト等が大きく異なることが予想され、これら社会実装に向けての従来の太陽電池とは異なった要素のさらなる検討が必要となる。本調査では、次世代型太陽光発電（ペロブスカイト太陽電池等）の社会実装を支援する取り組みとしての動向調査を実施した。			
●アウトプット目標 次世代型太陽光発電/太陽電池（ペロブスカイト太陽電池等）の社会実装を支援する取り組みとして、重量制約のある屋根・建物壁面等への太陽光発電の社会実装に向けた現状把握と課題整理を行う。具体的には、次世代型太陽電池の導入対象の分析および 2030 年～2050 年の導入見通しの検討、次世代型太陽電池のコスト分析、次世代型太陽電池と新市場におけるサプライチェーンの分析と課題整理を行う。これらの情報を元に、目指す実証イメージを明確にする。これらを次世代型太陽電池の技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する調査結果としてまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックを行う。2023・2024 年度調査では、2025 年度以降の次期太陽光発電技術開発プロジェクト検討のために、NEDO の「太陽光開発戦略」の改定に向けた調査や方向性の検討を行う。			
●実施体制 <pre> graph LR NEDO[NEDO] --- JP1[【委託先】 みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社] NEDO --- JP2[【委託先】 株式会社資源総合システム] JP1 --- JP3[【連携】] JP2 --- JP3 </pre>			

●成果とその意義

本調査研究は、再生可能エネルギーの主力電源化の中で太陽光発電のさらなる導入が必要になる中、従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない重量制約のある屋根、建物壁面等の新市場への発展に必要な課題を克服すべく推進されている技術開発プロジェクトを推進する取り組みに貢献していくことができる。

急激に進展している研究開発や市場動向に応じた調査を実施し、その結果を NEDO 及び関係者に適宜情報共有することで、各種施策の検討や開発戦略の策定に寄与した。具体的には、以下の調査を実施した。

重量制約のある屋根・建物壁面等に関する国内外の太陽光発電導入事例調査を行った。また重量制約のある屋根・建物壁面に関して業界ヒアリング/アンケート調査を実施し、次世代型太陽光発電の社会実装に向けた現状把握、課題、ニーズを整理するとともに、技術開発の方向性や必要な支援について案をまとめた。これらの調査結果より、次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池等）と新市場における導入実証イメージの検討に向けた論点やプロジェクト案の整理を行い、明確化した。

次世代型太陽電池に関する国内外の企業や研究機関、コンソーシアム等の技術研究開発・事業化動向、各国政府の研究開発プログラムや実施プロジェクトの概要と実施体制・予算についても調査した。

次世代型太陽電池と新市場におけるサプライチェーンを、国際市場の中でより低リスクかつ持続可能性をもって構築していくために必要な分析と課題整理を行うにあたり、まずは従来型太陽電池および主要な構成機器のサプライチェーンの実態調査と分析を実施した。各国の輸出入統計や、欧米印など主要海外諸国での国内生産支援制度、輸入品への貿易政策動向、中国以外の国・地域での太陽電池関連製品の生産状況等について定点観測を行った。次世代型太陽電池についても必要な金属資源、構成材料・部材、製造装置について調査し、日本における従来型および次世代型太陽電池のサプライチェーン構築案についても検討した。

また、太陽光発電事業に係る新たな国内政策・制度として、電力市場に関連して長期脱炭素電源オークションの概要、環境価値市場に関連するものとして国内の再エネ電力証書である非化石証書・再エネ電力由来J-クレジット・グリーン電力証書の概要及び最近の動向、国際イニシアティブ RE100 の概要及び最近の動向について取り纏めた。また、太陽光発電分野における新たなビジネスモデル及び市場動向としてコーポレート PPA を取り上げ、ビジネススキームや特徴、導入事例について調査した。

加えて、営農型や水上型、ならびに壁面活用も前提とした太陽光発電のポテンシャルならびに 2050 年までにかけての導入量見通しを推計した。導入ポテンシャルは各対象の設置可能面積を過年度の調査結果等を踏まえて試算した。その結果、最もポテンシャル量が期待されるのは農地であった。他方で、需要地と物理的な距離も発生するため、耐荷重が小さい屋根や壁面への導入も期待されることが分かった。

さらにペロブスカイト太陽電池のエネルギー・ペイ・バック・タイム（EPT）の海外文献における分析事例と、算出あたって必要なライフサイクルにおけるインベントリデータの収集・調査を行った。

NEDO「太陽光発電開発戦略」の策定に向けて 2023 年度に 10 回開催された「太陽光発電戦略検討委員会」において、NEDO からの要請に応じて調査結果の発表、議事録の作成等に対応し、運営を支援した。また、2024 年度には「太陽光発電開発戦略」の執筆作業の一部支援を実施した。この中で、日本における太陽光発電市場および太陽光発電コストの分析も実施した。海外の主要国の開発戦略や主要機関等のロードマップ、国際機関等による世界の太陽光発電市場見通しおよび太陽光発電コストの試算事例も調査し、参照した。

このほか各年度の調査結果については、年 1 回成果報告会を実施し、NEDO および関係者への報告と意見交換を行った。

●実用化・事業化への道筋と課題

本調査研究を通じて得られた成果は、次世代型太陽光発電/太陽電池の社会実装に向けての従来の太陽電池とは異なった要素のさらなる検討および研究・開発・実証等の関連プロジェクトの推進に資することが期待される。ただし、次世代型太陽光発電/太陽電池の技術・研究開発と産業化は世界各国・地域で急速に進展している。我が国が先進的な技術開発を行い産業競争力を持つためにも、最先端の研究・技術・産業・市場の動向調査と分析を継続的に行う必要があると考えられる。

●期間・実績 (単位: 百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	—	33.3	41.3	36.0	38.3
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	7 件	0 件	0 件	

4.4.4. 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査

4.4.4.1 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査（株式会社矢野経済研究所）

テーマ名	動向調査等／次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査	達成状況	○
実施者名	株式会社矢野経済研究所		
達成状況の根拠	1. 太陽光発電の社会実装に係る法令等の把握・整理 日本国内、EU、ドイツ、米国において従来型太陽電池(対象：Si、CIGS、GaAs)及び次世代型太陽電池(対象：ペロブスカイト太陽電池)を社会実装するにあたり、留意すべき法令、規制、規格、ガイドライン(以下、法令等と表記)について調査を行った。調査により、地上設置(営農、水上を含む)、建物設置、移動体設置、廃棄・リユース・リサイクルに関する法令等の内容を把握・整理した。 2. 次世代型太陽電池の社会実装に係る法令等の国・地域別の比較分析 国・地域別の太陽光発電の社会実装に係る法令等の比較分析を行い、次世代型太陽電池に関する法令等の策定状況や内容を明らかにした。また、日本として次世代型太陽電池の社会実装を進める上で取り組むべき施策等について考察を行った。		
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係 2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの主力電源化を目指し、太陽光発電の最大限導入を進めていく必要がある。こうした中、平地の少ない我が国において、適地の確保が導入拡大に向けた大きな課題の一つとなっている。この課題を克服する手段の一つとして、既存の技術では太陽光発電を設置できなかった場所にも導入を進めていくために、電池の軽量性や壁面等の曲面にも設置可能な柔軟性等を兼ね備え、性能面(変換効率や耐久性等)でも既存電池に匹敵する次世代型太陽電池の開発が不可欠である。 本調査では、重量制約のある屋根、建物壁面等の新市場において、次世代型太陽電池を含む太陽光発電の社会実装を支援する取り組みとして、社会実装において留意すべき国内外の法令、規制、規格、ガイドラインの状況や動向に関する情報を収集し、整理すると共に、ペロブスカイト太陽電池に代表される次世代型太陽電池に係る規制策定に向けた取り組みに関する分析・考察を行った。 なお、本調査は、得られた結果の一部について、NEDO が年に数回開催する「技術検討委員会／推進委員会」で活用するとともに、「グリーンイノベーション基金事業／次世代型太陽電池の開発」の技術・社会実装推進委員会の運営等にも活用する形を想定して実施した。			
●アウトプット目標 本調査では以下の情報を明らかにすることを目標として実施した。 1. 新市場における従来型太陽電池に係る法令等の状況および動向 従来型太陽電池の実用化、社会実装に向けて充足すべき ESH(Environment, Safety and Health)の観点で、国内外で留意すべき法令、規制、規格、ガイドラインの状況および今後の動向に関する情報の収集・整理を幅広く行った。 2. ペロブスカイト太陽電池に代表される次世代型太陽電池に係る法令等の動向 ペロブスカイト太陽電池の特徴(軽量、フレキシブルなど)を踏まえた実用化、社会実装に向けて、付加的に留意すべき法令、規制、規格、ガイドラインの状況および今後の動向に関する情報の収集・整理を幅広く行った。			
●実施体制 実施者：株式会社矢野経済研究所(社内における担当業務の分担は下表参照)			
部署名		担当業務(調査内容)	
事業創造コンサルティンググループ		プロジェクトの管理及び地上設置、移動体設置、廃棄・リユース・リサイクルに係る法令等の調査	
グローバル・ビジネスグループ		海外の法令等の調査	
生活・環境・サービス産業ユニット		地上設置、建物設置に係る法令等の調査	
フード&ライフサイエンスユニット		営業型に係る法令等の調査	

●成果とその意義

本調査では従来型太陽電池及び次世代型太陽電池を社会実装するにあたり、以下の4分野において留意すべき日本、EU、ドイツ、米国の法令等について調査を行った。

調査対象分野：地上設置(営農、水上を含む)、建物設置(BIPV 含む)、移動体設置(VIPV)、廃棄・リユース・リサイクル

現行の法令等について調査を行い、内容や各国・地域の動向を把握・整理した。調査により、現行の法令等は従来型太陽電池を対象とする内容が中心であることを確認した。また、有識者へのヒアリング調査を行い、従来型太陽電池及び次世代型太陽電池の社会実装における留意事項に対する意見を得た。

これらの調査結果を踏まえて、ペロブスカイト太陽電池に代表される次世代型太陽電池に関する法令等の動向について以下のように考察をした。

- ・各国・地域においてペロブスカイト太陽電池の社会実装に向けた取組が行われているが、同太陽電池に特化した法令等を制定する段階までは進んでいない。そのため、ペロブスカイト太陽電池の社会実装にあたり、当面は従来型太陽電池向けに制定・適用されている現行の法令等に対応する形となる。
- ・ペロブスカイト太陽電池の社会実装にあたり、想定される留意事項として「性能等の評価・試験方法の確立」「耐久性の向上」「火災リスクの低減」「設置方法」「メンテナンス方法(O&M 方法)の確立」「不具合の検知方法の確立」「廃棄・リユース・リサイクルのフローの確立」「適正処理方法の確立」等が挙げられる。

●実用化・事業化への道筋と課題

ペロブスカイト太陽電池に代表される次世代型太陽電池の社会実装に向けて、同太陽電池の性能・品質の担保や使用時のリスクの低減、使用後の適正処理の仕組みを整備することが必要になると考えられる。これらの仕組みを整備するにあたり、従来型太陽電池と共通する留意事項については現行の法令等の内容に対応できるよう技術開発等の取組を進めていく形が想定される。一方、次世代型太陽電池特有の留意事項については、必要に応じて新たな法令等の制定を検討する形が想定される。

2025年3月時点において、EU、ドイツ、米国では次世代型太陽電池に特化した法令等が確認されなかった。そのため、次世代型太陽電池特有の留意事項に関する法令等の制定にあたり、例えば日本主導による製品の規格策定などの取組を行うことにより、次世代型太陽電池の社会実装及び関連する産業の振興で日本が世界をリードする立場に立つ方向性が考えられる。

●期間・実績 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	-	-	-	-	19.0
●特許出願及び論文発表 (2025/03/31 時点)					
特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他	
0 件	0 件	0 件	0 件	0 件	

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」基本計画

再生可能エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

2018年7月に閣議決定された第5次エネルギー基本計画では、「2030年に向けた基本的な方針と政策対応」として、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組は、「他の電源と比較して競争力ある水準までのコスト低減と固定価格買取制度（FIT）からの自立化を図り、日本のエネルギー供給の一翼を担う長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、円滑な大量導入に向けた取組を引き続き積極的に推進していく」ことが必要とされている。

また、「2050年に向けたエネルギー転換・脱炭素化の挑戦」としては、変動するエネルギー需要を単独で満たす完璧なエネルギー技術は実現していないことから「全方位の複線シナリオ」が必要とされている。この中で太陽光発電などの再生可能エネルギーは主力電源化に向け、「面積的な制約の克服のための発電効率の抜本的向上」などの技術革新によるブレークスルーを要する課題に取り組む事が必要とされている。

さらに、2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、電化の促進、電源の脱炭素化が鍵となる中で、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組むとされており、太陽光発電の更なる導入が必要不可欠となる。

②我が国の状況

我が国における太陽光発電の導入は、FIT開始後に導入が急拡大したが、規模や属性も異なる様々な事業者による参入する中で、安全面、防災面、景観や環境への影響、将来の設備廃棄等に対する地域の懸念や、FIT事業認定者が、20年間等の買い取り期間終了後も、事業を継続するのか、更に発電事業終了後に再投資が行われて持続的な導入・拡大が図れるのかといった懸念が高まっている。

また、導入拡大により従来の系統運用の下で系統制約が顕在化しており、一部地域では出力抑制等が生じている。再生可能エネルギーの出力変動を調整するための調整力の確保を含め、電力系統へ受け入れるコストは増大している。そのため、再生可能エネルギーの適地遍在性への対応や、大量導入を支えるネットワーク整備・運用が求められており、太陽光発電としての適切な調整力を確保するために出力制御量の低減に向けた方策や系統接続要件の整備が必要とされている。

さらに、再生可能エネルギーは主力電源化に向け電源特性に応じた電源となる事が求められており、太陽光発電は他の電源と比較して発電コストの低い「競争電源」のみではなく、「地域活用電源」として需要地に近接して柔軟に設置できる電源としても期待されている。

③世界の取組状況

太陽光発電システムの発電コストはグリッドパリティを迎えており、過去と比較しても世界で最も低い水準になりつつある。そのため、各国政府が国家計画、戦略として再生可能エネルギーの導入を進めるなかで、太陽光発電の導入量は今後も継続的に増加していくことが予想されている。IEAの「World Energy Outlook 2019」に示されているパリ協定の「2℃目標」を想定したシナリオでは、世界全体での太陽光発電の累積導入量は現在の約400GWから2040年までに3,000GWを超える導入量になると見込まれている。

太陽光発電システムの導入が進む欧州においても、立地制約や系統制約が課題となっており、需要地に近接した発電としてゼロエネルギー建物への取り組みが進んでいる。その中で建材一体型太陽光発電システムの技術開発が進められており、意匠性の追及や製造プロセス、製造コストなどの課題に対する取り組みや市街地で周辺建造物があるなかでの発電量予測などの研究も進められている。

また、企業にとっては環境規制が厳しくなり環境リスクに対応し、ESG評価を懸念する投資家からの投資引上げを回避する方法として、再生可能エネルギーを調達する動きが出てきている。これには国際ルールに則った再生可能エネルギー調達が必須であり、このイニシアチブの一つとして、例えば、RE100へ参加する企業が増えてきている。RE100を目指す企業は再生可能エネルギー由来の電力を100%調達する必要がある、外部からの調達だけでなく自らの工場で発電する動きは加速しつつある。

これら新たな市場を求める動きはIEAの技術協力プログラムのひとつであるPVPS（Photovoltaics Power System Programs）においても注目が高く、運輸部門における太陽光発電の活用策をテーマとした活動も始まっている。

④本事業のねらい

シリコン系の太陽光発電の導入が進む中で更なる太陽光発電の導入を進めるために、従来の技術では太陽光発電の導入が難しかった場所への導入を目指し、発電効率の向上、軽量化、曲面追従化等とコスト低減などの技術開発を行い、将来の太陽光発電の導入量拡大とともに新たなセル、モジュール、システム技術に関連した産業競争力の強化を図る。例えば、移動体を含め、より高効率かつ高耐久性を求められる条件下への太陽光発電の導入を見据えた技術開発の実施や、重量制約の有る屋根、建物壁面などへの太陽光発電の導入に向け研究開発を行う。

さらに、太陽光発電の主力電源化を推進するため、太陽光発電設備の長期安定電源化に向けた事業運営確保として現在顕在化している課題である安全の確保に資するガイドライン策定や小規模な事業用太陽光発電設備の適切なメンテナンスの確保や再投資を促すため必要となる信頼性に係る技術開発を行う。また、2030年代以降に急増が懸念される太陽光発電設備の廃棄物を回避するためのリサイクル技術や現在、出力抑制等の系統制約の克服に向けた太陽光発電側での対応方法の検討・実証等を行う。

上記と並行し、これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、発電量推定技術およびそれを基にした市場適合性評価技術などの先進的共通基盤技術の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。

（２）研究開発の目標

① アウトプット目標

従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所で必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発すること、および推定発電量による市場導入検討で、太陽光発電の新市場の創出につなげる。具体的には移動体や、重量制約のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入では課題がある場所での基盤技術について、研究開発を促進し上記の目標を加速する。

併せて既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。更に上記の分野に資する共通基盤技術を開発する。詳細な目標については別紙に記載。

② アウトカム目標

新市場創出に向けた太陽光発電の技術開発によって、2050年時点での国内累積導入量として、約320GW（うち新市場 約170GW※）、太陽光発電によるCO2排出量削減（系統電源との比較）として、約110百万t／年（うち新市場 約60百万t／年）を推計した。※重量制約のある屋根、建物壁面、移動体（車載）、営農、水上の合計

また、太陽光発電の長期安定的な技術開発により、2030年時点で導入が予想される小規模発電設備（50kW以下）を中心とした発電設備20GWの導入量維持（2018年12月時点の50kW以下発電設備のFIT認定容量）が期待される。

さらに、太陽光発電設備のリサイクル技術開発によって、約510万tの埋立処理量の削減（2030年までに導入される設備64GWを対象として試算）が期待される。

③ アウトカム目標達成に向けての取り組み

開発した技術については、太陽光発電分野だけでなく、新市場に関連する分野とも情報共有が図れる様にNEDOの報告会や展示会で積極的に宣伝し、成果普及に努める。また、IEA PVPSを活用し、IEC TC82（太陽光発電）との連携を図り、技術の促進を図る。

また、安全ガイドライン、リサイクル技術、太陽光発電による調整力技術については、経済産業省や環境省が実施する法規制や社会システムの検討・整備において、成果を共有し、実用化・事業化を促進させる。

（３）研究開発の内容

上記目標を達成するために、別紙1の研究開発計画に研究開発を実施する。契約形態に関する負担率の考え方は以下に記載する。

- ・異業種との連携や新たな技術開発が必要な「基盤技術開発」については、大学・研究機関においては委託事業で実施する。ただし、大学・研究機関の単独実施については共同研究事業（NEDO負担率：2／3）で実施する。企業については、実用化を見据えた開発とするため、研究開発の内容によって、応分の負担を設け共同研究（NEDO負担率2／3、もしくは1／2）で実施する。
- ・実証事業については、助成事業（NEDO負担率1／2）とする。
- ・リサイクル技術開発においては、現時点で廃棄量は少なく2030年までは市場性と結びつけることが困難であるが、実用化を見据えた開発とするため、応分の負担を設け共同研究（NEDO負担率2／3）で実施する。
- ・今後整備される需給調整力市場の運用に幅広く活用されるような短時間の日射量予

測、および市場（移動体等）を想定した発電量推定に関しては公共性の高い事業であるため、委託事業として実施する。

- ・同じく需給調整力市場の運用に幅広く活用される太陽光発電の調整力創出については、2020年度に実施するフィージビリティスタディ（FS）では委託事業とし、その後の2021年度以降の実証フェーズにおいては、大学・研究機関は委託事業とするが、企業については前項同様に応分の負担を設け共同研究事業（NEDO負担率2/3、もしくは1/2）で実施する。
- ・安全性等のガイドラインや太陽電池の国際標準化に資する試験・評価方法においては、公益性が高いものの、研究開発成果が直接的に市場性を結びつかない公共性の高い事業であるため、委託事業として実施する。
- ・また、動向調査は国内外の技術開発動向、政策動向や導入に向けた課題等を把握し、技術開発の方向性や分析評価手法等の判断に活用するため、委託事業として実施する。

2. 研究開発の実施方法

（1）研究開発の実施体制

- ・プロジェクトマネージャーにNEDO 再生可能エネルギー部 鈴木 敦之 主査を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。
- ・NEDOは、公募によって研究開発実施者を選定する。
- ・研究開発実施者は、企業や大学、研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外団体の特別な研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に関し国外の団体と連携して実施することができるものとする。

（2）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

① 研究開発の進捗把握・管理

NEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、各種太陽電池セルに関する学識経験者に加え、建築、建材、自動車等の各分野の外部有識者で構成する技術検討委員会等を組織し、知財管理や標準化等の重要事項や中間目標、最終目標に向けた進捗状況、目標を達成するための解決すべき課題、目標達成に向けたアクション、目標達成見通しについて検討する。さらに、事業価値や政策効果を踏まえた事業の進捗管理のために必要な指標や事業中止基準を設定し、定期的に事業を評価する。

これにより、中間評価以外でも目標達成の見通しを常に把握するとともに、抜本見直しや事業の中止の判断を行う。

② 技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率化に実施する観点から、研究開発項目（Ⅳ）や適宜実施する調査については、委託事業として実施する。

3. 研究開発の実施期間

研究開発項目（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）、（Ⅳ）の実施期間は、2020年～2024年までの5年間とする。

ただし、

「（Ⅱ）－（iii）系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証」については、2020年度1年間を技術課題の検討期間とし、その後3年間を検討結果に基づいた技術開発および実証期間とする。

なお、事象の変化によっては期間変更を行う可能性がある。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、プロジェクト評価を実施する。

評価に関し、外部有識者で構成する委員会で研究開発の中間評価〔2022年度〕、終了時評価〔2025年度〕等を実施する。また、中間目標を満たせない事業や事業・製品化計画が示せないものについては中間評価年度で中止とし、中間評価結果を踏まえ必要に応じ研究開発の加速・縮小・見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他重要事項

（1）研究開発成果の取り扱い

①成果の普及

本研究開発で得られた研究成果についてNEDOは、委託先、共同研究先、助成先とともに普及に努めるものとする。

②標準化等との連携

得られた研究開発成果については、標準化等との連携を図るためデータベースへのデータ提供、標準規格への提案やガイドライン作成等を行う。

③知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、全て委託先に帰属させることとする。なお、研究開発開始段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

④知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

⑤データマネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおけるデータマネジメント基本方針（委託者指定データを指定しない場合）」を適用する。

（2）基本計画の変更

NEDOは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応

じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応をおこなう。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法」第15条第1号イ及び第3号に基づき実施する。

(4) その他

なお、本事業の実施内容についてはグリーンイノベーション基金事業の実施内容と重複がないよう実施することとする。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 2020年3月、制定
- (2) 2021年3月、改訂
- (3) 2022年3月、改訂
- (4) 2022年8月、改訂
- (5) 2023年1月、改訂
- (6) 2024年1月、改訂
- (7) 2024年7月、改訂

●各種委員会開催リスト及び予算増額実績

(見出し番号及びテーマ名は、事業原簿“5. 目標及び達成状況の詳細”に同じ)

5.1. 研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発

5.1.1. フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制限のある屋根向け）

5.1.1.1～3 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（学校法人立命館、国立大学法人東京科学大学、（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査	・条件付き通過候補 ・セル・モジュールの最終目標、最終目標達成のための小サイズセルの指標値、各研究開発項目の小面積セルの目標値等の設定。	2023年1月26日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・進捗確認および議論。 ・社会実装、市場開拓をPJの途中でも進めてもらいたい。 ・大面積化しても、効率低下の少ないCdTe並の品質を期待する。	2021年3月5日
第2回	・進捗確認および議論 ・出光興産の離脱を受け議論。 ・CISはポテンシャルが高いので、底上げして再チャレンジおよび事業化を目指す企業発掘に期待。	2022年3月11日
第3回	・進捗確認および議論 ・ペロブスカイト／CIS タンデムの進め方に課題。 ・ペロブスカイトは他コンソと重複するので要整理。 ・CISは出光離脱後、苦労しているがポテンシャルはあるのでNEDOのサポートしてもらいたい。	2022年10月14日
第4回	・進捗確認および議論 ・シリコンとの競争力を確保するためにタンデム化が必要。 ・各課題（九州損失、バルク／界面、リーク等）はコンソ内で要議論。	2023年6月9日
第5回	・進捗確認および議論 ・タンデムでまず10cm角22%を目指すこと。表面と裏面の界面結合性、再結合低減、裏面反射等の活用で24%達成すれば大きな成果。 ・超軽量はポリイミドが適していると思われる。	2024年1月26日
第6回	・進捗確認および議論 ・モジュール軽量化の最終目標3kg/m²を達成した。変換効率は18.7%。 ・タンデムの変換効率は17.7%で、ZnO上のペロブスカイト製膜、電流整合等が課題。	2024年6月28日
第7回	・進捗確認および議論 ・CISはコストが課題で、単層ではシリコンに勝てない。単層の限界は25%。大面積化も課題。 ・シリコンではできないワイドギャップを活かし、タンデム化で高効率化するのが進む道。	2025年1月23日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2023 年度	学校法人立命館立命館大学	ステージゲート審査での通過決定を受け、最終目標達成に向けた検討を継続して行うため。	期間延長と契約金額の増額により、最終目標達成に向けた取り組みがより推進できる。
2023 年度	国立大学法人東京科学大学	ステージゲート審査での通過決定を受け、最終目標達成に向けた検討を継続して行うため。	期間延長と契約金額の増額により、最終目標達成に向けた取り組みがより推進できる。
2023 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所	ステージゲート審査での通過決定を受け、最終目標達成に向けた検討を継続して行うため。	期間延長と契約金額の増額により、最終目標達成に向けた取り組みがより推進できる。
2024 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所	実施計画書に新たに追加されたペロブスカイト／CIS 系太陽電池タンデム太陽電池の研究開発を実施するにあたり、ペロブスカイトトップセルの作製および開発を学校法人五島育英会東京都市大学に委託するため。	最終目標の達成に向けた取り組みが強化できる。

5.1.1.4 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池の基盤技術研究開発（国立大学法人京都大学）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査	・条件付き通過候補 ・セル・モジュールの最終目標、最終目標達成のための小サイズセルの指標値、各研究開発項目の小面積セルの目標値等の設定。	2023 年 1 月 26 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・他の太陽電池と比べて、大面積化の効率低下が大きい。課題解決にコンソ全体で取り組むこと。そのための材料、セル、モジュール構成を考えること。	2021 年 3 月 5 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・幅広い取組を評価する。 ・効率説明での Active area と Total area の仕分を明確化すること。	2022 年 3 月 11 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・ワイドギャップ化した際の電圧損失が大きいことが課題。適合する電荷回収材料がない。低エネルギー準位の CB や VB に焦点を絞り材料開発する。透明導電層の In は資源制約があるので他材料も検討すること。	2022 年 10 月 14 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・PATAT は特許取得し安価で、薄層のため低使用量。 ・ペロ／シリタンデムではワイドバンドギャップの改善が重要。23 年度目標は確度が高い。ジャンプアップさせていく。In 代替は非常に重要。	2023 年 6 月 9 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・Al2O3 ナノ粒子を散乱効果による電流向上のために添加。タンデムでも使用可。 ・ナローギャップの低電圧損失ができています。	2024 年 1 月 26 日

	・大面積化は、蒸着やスパッタは設備律速だが、塗布は5cm 角ができれば展開可能。	
第 6 回	・進捗確認および議論 ・企業との連携は必要。海外勢に負けない性能を望む。 ・ペロブスカイトの要素技術は非常に進んでいるが、タンデムでは見劣り。シリコン勢に勝つ研究を望む。	2024 年 6 月 17 日
第 7 回	・進捗確認および議論 ・iso-PATAT-X やパッシベーション技術開発により、ペロ／ペロタンデムで世界最高レベルの変換効率を達成。 ・3、4 接合タンデムも開発。 ・課題は光耐久性。原因はSnPBのボトム層。GI実績から改善のポテンシャルはあると考える。	2025 年 1 月 23 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2023 年度	国立大学法人京都大学	ステージゲート審査での通過決定を受け、最終目標達成に向けた検討を継続して行うため。	期間延長と契約金額の増額により、最終目標達成に向けた取り組みがより推進できる。

5.1.1.5 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発（国立大学法人東京大学）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査	・条件付き通過候補 ・セル・モジュールの最終目標、最終目標達成のための小サイズセルの指標値、各研究開発項目の小面積セルの目標値等の設定。	2023 年 1 月 26 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・大面積化に伴い顕在化する課題（均一性、電化輸送層とのミスマッチ等）のコンソ全体での絞込が必要。	2021 年 3 月 5 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・少数プロセスが低劣化に繋がる可能性を感じる。よりシンプルなペロブスカイト層が良いかも。	2022 年 3 月 15 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・検討が多岐に渡っているので、まずは 30%の見通し獲得が重要。Si の活用もありではないか。	2022 年 10 月 11 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・傾斜バンド構造等の物理的効果による変換効率向上の可能性あり。ペロブスカイトでも若手研究員による取組に期待。	2023 年 6 月 9 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・ボトムセルの成果は良いが、トップセルが課題。ペロ／ペロタンデムの先行研究を凌駕することに期待。	2024 年 1 月 26 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・Voc 1.34V を維持しつつ Jsc と FF を改善し、添加剤を最適化し効率 13.7%。 ・ペロ／シリタンデムで、パッシベーション処理を適用して Voc 0.05V 向上し、効率が 26.8%に向上。	2024 年 6 月 28 日
第 7 回	・進捗確認および議論 ・ペロ／ペロタンデムのボトム 22.3%、トップ 18.1%を	2025 年 1 月 23 日

	達成。張合せで目標の30%以上を見通す。 ・ペロ／ペロタンデムは逆相／逆相が有望。 ・ペロブスカイトはまだ、性能・コスト・信頼性はまだシリコンに劣っている。特に耐久性が課題。改良してもらいたい。	

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2023 年度	国立大学法人東京大学	ステージゲート審査での通過決定を受け、最終目標達成に向けた検討を継続して行うため。	期間延長と契約金額の増額により、最終目標達成に向けた取り組みがより推進できる。

5.1.2. 壁面設置太陽光発電システム技術開発

5.1.2.1 壁面設置タンデム太陽電池モジュールの構造最適化と屋外性能評価技術の開発(国立大学法人新潟大学、国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学、青山学院大学)

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	・ステージゲート審査資料で示した 最終目標の達成に向けて、封止技術・防汚技術開発、およびペロブスカイト-シリコンタンデム型太陽電池モジュールの屋内外実証を優先するように実施計画に反映させること。 ・本事業で開発した SiNx 膜、防汚効果膜、放熱機能膜をペロブスカイト-シリコンタンデム型太陽電池モジュールに適用して有効性を実証すること。 ・不良診断における基盤技術の確立を優先し、ペロブスカイト-シリコンタンデム型太陽電池実モジュールにおいて上記基盤技術での有効性を実証すること。	2022 年 12 月 19 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・シリコン-ペロブスカイトのタンデム太陽電池はすでに世界で大面積品の開発が進んでいる。今回の発表では、従来品の延長線上に作られているように感じるので、新潟大学の特徴を出して開発を進めて欲しい。 ・どこがボトルネックになるのかを見極めるために、一つの機関でデバイスを作り上げることを検討して欲しい ・壁面に設置することを念頭に置いて研究を進めて欲しい	2021 年 3 月 15 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・各大学の研究は着実に進捗しており、中間目標の達成できる見込みが立っていると感じた。 ・各大学との連携がまだ不十分と感じるので、連携を密にしてほしい。 ・ペロブスカイト太陽電池セル及びシリコン太陽電池セルを実際に作成している機関を体制に組み入れることを検討して欲しい。	2021 年 9 月 21 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・目に見えた成果が出てきたと感じる。 ・新潟大学コンソが実施するタンデム太陽電池の特徴を明確にしてほしい。 ・他の機関との比較データが欲しい。	2022 年 3 月 7 日

	・タンデム太陽電池セルの出力測定方法を NEDO が主導して決めて欲しい。	
第 4 回	・進捗確認および議論 ・セルは 0.1c m² で変換効率を見ているが、もっと大きいセル面積で検討してほしい。 ・タンデムセルの変換効率の向上をさらに進めてほしい。また、変換効率については、産総研などで公式データを取得して欲しい。 ・目標として設定している生涯発電量を最大化することを念頭に新潟コンソの特色を示して欲しい。 ・目標に対する結果の報告に関して、数値で示して欲しい（目標値に対して結果を比較しやすくして欲しい）	2022 年 8 月 4 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・多くのグループをまとめて一つのデバイスを作るのは困難な作業と思うが、個々の組織の貢献が見えない。例えば 24.5% 達成の際のサンプルの流れと役割がわかるようにしてほしい。 ・ペロブスカイト材料使っているので耐久性が課題であり、複合試験を実施していかないと 40 年を示すことが困難。タンデムでの試験がベストだが、ペロブスカイト単独でも試験する必要がある。	2023 年 6 月 23 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・目標値に対する成果の見せ方を工夫して下さい。 ・世界最高効率 33.9% と目標値の差が大きくなっているのをこれを見据えた実施計画を検討してほしい	2024 年 1 月 16 日
第 7 回	・進捗確認および議論。 ・耐久性（水分侵入防止・劣化抑止等）について成果が順調に見えていると思います。 ・屋外性能評価法の信頼性向上について期待しています。	2024 年 7 月 26 日
第 8 回	・進捗確認およびテーマ別評価 ・発電効率 29.4% への各要素技術の寄与度を明確にして下さい。耐久性については、n 数・条件等さらなるデータの蓄積に期待しています。 ・第三者機関での測定（公認値）もお願いします。	2025 年 2 月 6 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2021 年度	国立大学法人新潟大学	シリコンセル試作強化のため人件費や消耗品費を増額する。	開発の円滑化

5.1.2.4 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（非開口部、開口部）の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	ステージゲート審査委員会通過	2022 年 12 月 19 日

技術推進委員会		
件名	内容 （上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況）	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・産総研とカネカでしっかり連携して、競争力のある製品を作り上げて欲しい	2021 年 3 月 15 日

	・色調については、設置する国によって異なることが想定されるので、ニーズをくみ上げてどの色を開発するか検討したかどうか。	
第2回	・進捗確認および議論 ・NEDO 目標を達成しても、市場で受け入れられるかが気になる。売り先の検討も併せて進めること。 ・切断したセルのリーク電流をどのように抑えるのかを再度、よく検討すること。	2021 年 9 月 21 日
第3回	・進捗確認および議論 ・テーマは順調に進んでおり、実際の製品が目に見えているので、説得力がある。また、カネカと産総研の連携もしっかりできている。 ・この製品で競合他社がないかが気になるので、競合他社の動向を教えて欲しい。また、競合が出てきても勝てるように今の開発品だけでなく、次世代も念頭に置いて、開発を進めて欲しい。 ・BIPV が普及するためには価格がキーになるため、コストダウンの取り組みをしっかりと進めて欲しい。	2022 年 3 月 7 日
第4回	・進捗確認および議論 ・類似している他社の太陽電池と比較してカネカの太陽電池の特色がなにか示して欲しい。	2022 年 8 月 3 日
第5回	・進捗確認および議論 ・順調に推移している。このまま進めてください。 ・海外見据えて売っていくことを検討ください。	2023 年 6 月 22 日
第6回	・進捗確認および議論 ・連携・成果は順調に思います。 ・実証試験を通して情報収集・PRをお願いします。	2024 年 1 月 16 日
第7回	・進捗確認および議論 ・耐久性結果も良好で順調に進捗している。 ・モジュールサンプルを次回見せて下さい。	2024 年 7 月 26 日
第8回	・進捗確認およびテーマ別評価 ・事業は順調に進捗し、サンプルの外観も素晴らしかったと思います。	2025 年 2 月 6 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2020 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所	3mm 以下の線幅の小さいストライプセルの開発、斜入射光への反射損失低減技術の開発を実施計画に追加する。	審美性や透光性等の付加価値を高める。垂直入射時のみならず、斜入射を含めた実稼働環境での発電量向上を図る。
2022 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所	新たに着想した安価な色調制御技術の開発を行うために必要な物品や研究員の新規雇用を行う。	安価な色調制御技術の確立による BIPV のコスト低減

5.1.2.6 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定（太陽光発電技術研究組合）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	ステージゲート審査委員会 通過	2022 年 12 月 19 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論 ・今まで BIPV の国際規格がないことが意外だった。重要な取り組みだと思うので、ぜひ日本で国際規格の作成をリードしてほしい。 ・ガイドラインを参加していない企業に対して宣伝することを検討して欲しい ・企業が今後、開発を進める新しいタイプの太陽電池モジュールについても評価を進めて欲しい	2021 年 3 月 15 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・今まで BIPV のガイドライン作成や海外との取り組みを国プロとして着実に進めていただいている。 ・作成したガイドラインをどのように国内企業に展開するか、また海外にどのように展開していくかを検討すること。	2021 年 9 月 21 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・ガイドラインを作成するフローを示して欲しい。特に建設業界に対して、どのように広めていくかを明確にして欲しい。 ・BIPV 分野において、日本が主導できるように規格化やガイドラインの作成の取り組みを実施して欲しい。 ・火災だけでなく、耐震や水害などの災害に対しても目を向けてほしい。	2022 年 3 月 7 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・順調に進んでいるので、このまま進めて欲しい。	2022 年 8 月 3 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・ガイドラインは、事業終了後も改善を継続できる仕組みを考えてください。 ・国際的な枠組みで中国の記載がないが、重要なプレーヤーなのでよく見ておいてください。	2023 年 6 月 22 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・ペロブスカイト太陽電池の位置づけ・長期安定化ガイドラインとの関係について整理をお願いします。 ・事故事例や ICE 規格等の著作権についても確認をお願いします。	2024 年 1 月 16 日
第 7 回	進捗確認および議論 ・「壁面設置 PV の設計ガイドライン」が公開されたことは良かったと思います。ガイドライン改訂版の公開が遅れないようにスケジュール管理をお願いします。 ・公開後のダウンロード数・問い合わせ数・フィードバック内容について状況説明をお願いします。	2024 年 7 月 26 日
第 8 回	・進捗確認およびテーマ別評価 ・ガイドラインが事業期間内に発行できることは良かったと思います。改訂版やペロブスカイト等への展開に期待しています。 ・責任を明確化する為の体制づくりに改善の余地があったように思います。	2025 年 2 月 14 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2020 年度	太陽光発電技術研究組合	壁面用太陽電池モジュールの出荷時に検査する装置開発の精度を上げるために評価測定装置を購入。また、国際会議で行うガイドライン策定に関し、必要なデータを入手して日本が議論の主導権を握るために壁面設置での発電量実証用システムを購入し実証を開始。	壁面に設置する太陽電池を実用化するために必要な発電量算定の精度向上と国内外で通用する施工方法のガイドラインを策定時に日本が優位に議論を進めることができるようになる。

5.1.2.7 ペロブスカイト BIPV モジュールの研究開発（パナソニックホールディングス株式会社、学校法人早稲田大学）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	ステージゲート審査委員会通過	2022 年 12 月 19 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・世界の開発状況を念頭に開発を進めてほしい	2021 年 3 月 15 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・順調に進んでいることが確認できた。	2021 年 9 月 21 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・順調に進んでいる。できるだけ早く社会実装を目指して欲しい。	2022 年 3 月 7 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・コンソとしてうまく機能しているので、このまま継続して欲しい。	2022 年 8 月 3 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・両方で協力して効果的に進めていただいている。今後もより速度アップいただきたい。 ・ペロブスカイトは耐久性に課題があると考え。今後も更に屋外試験を推進いただきたい。	2023 年 6 月 22 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・コンソ内連携はうまくいっていると感じます。 ・この技術があるから強いという説明を知財を含めてして下さい。	2024 年 1 月 17 日
第 7 回	・進捗確認および議論 ・高効率化・高耐久化等順調に進捗しているものと思います。	2024 年 7 月 26 日
第 8 回	・進捗確認およびテーマ別評価 ・パナソニックのインクジェットと早稲田大学のバーコート開発の位置付けがわかりづらいので説明が必要に思います。	2025 年 2 月 14 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2020 年度	学校法人早稲田大学	合成に用いる装置(リサイクル分取 HPLC)を導入し、さらに補助員と実験スペースを増やす。また、セル耐久性評価できるようにすることで、耐久試験の実施回数を増やし、最適なホール輸送材の選定までの期間を短縮する。	ワイドバンドギャップに用いるホール輸送材料の開発加速、耐久試験の実施回数増強
2021 年度	学校法人早稲田大学	重合反応自動化ユニットを新たに購入する。本装置を追加することにより、ホール輸送材料を合成する際に重合度をインラインで分析しながら反応条件を効率良く決定する。	ワイドバンドギャップに用いるホール輸送材料の開発加速

5.1.2.9 ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証（株式会社カネカ、カネカソーラーテック株式会社、大成建設株式会社、国立大学法人東京大学）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	ステージゲート審査委員会通過	2022 年 12 月 19 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 4 回	・進捗確認および議論。 ・壁につけている事例は国内外に数多くあるので、その事例と異なる点を示して欲しい。 ・実証データを取りながら、壁面設置太陽電池の有効性を示して欲しい。	2022 年 8 月 3 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・8 月竣工に向けて順調に推移している。設置後 3 から 5 年間データ取得もお願いします。また、継続的にトラブル発生時の安全性評価も確認ください。 ・東大担当のインバランス評価に、システム側の有識者の参画を検討ください。	2023 年 6 月 23 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・設置したことによる他のメリット及び故障・老朽化後の破棄について教えて下さい ・東大設置時のトータル工期について説明を下さい。 ・費用対効果がマッチする建築事例で説明いただけると理解しやすいと思います。	2024 年 1 月 16 日
第 7 回	・進捗確認および議論 ・発電量解析の結果の見せ方・指標化（CO2 削減・節電等）について検討をお願いします。 ・夏季の電力需要と発電量の結果報告をお願いします。 ・本事業から得られた課題は何か、また今後の計画について可能な範囲で説明をお願いします。	2024 年 7 月 26 日
第 8 回	・進捗確認およびテーマ別評価 ・実証事業であることに鑑み、発電コストの算出をお願いします。 ・現在設置されている設備との違い及び訴求点を明確にして下さい。	2025 年 2 月 6 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2020 年度	株式会社カネカ	新築向けに加えて、既築向けの太陽電池モジュールの開発のために必要な製造装置やモジュール内部の残留応力及び太陽電池セルへの影響を確認できる評価設備を導入する。	既築建物の構造制限に対応するために必要な異厚ガラス構造や大型化が実現可能となり、既築建物を改修することなく壁面に設置できるようになる。
2022 年度	株式会社カネカ	壁面 PV 設置が可能な市場のうち、99%を占めている既築市場での実証検証を行うため既築建物へ適用可能な工法検討を行い既築建物でのより効果的な実証検証を実施するため。	市場規模の大きな既築市場での設置事例として設置工法等を活用することで、早期に事業化に繋げることが可能となる。

5.1.2.10 デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向け BIPV システムの実証（株式会社 L I X I L）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 5 回	- 進捗確認および議論。 - 建物に導入するにはもう一つの壁があると考えている。消費者にとってお得感があるものに仕上げてください。	2023 年 6 月 23 日
第 6 回	- 進捗確認および議論。 - 製品化後たくさん使われることを期待しています。 - 製品・用途の位置づけについて消防法との関連を含めて整理をお願いします。	2024 年 1 月 16 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2020 年度	株式会社 L I X I L	ロールスクリーンの透光性改善・簡素化によるコストダウン課題の解決の為に延長と予算を増額	当該製品のコストダウンと実用化

5.1.3. 移動体用太陽電池の研究開発

5.1.3.1 超高効率モジュール技術開発（シャープエネルギーソリューション株式会社、国立大学法人東京大学、学校法人トヨタ学園豊田工業大学、太陽日酸株式会社、国立大学法人宮崎大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員	審査委員 4 名による書面とヒアリングでのコンソ全体および各事業者単位の審査	2023 年 1 月 10 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	- 進捗確認および議論。 3 つの方式を検討し中間評価時点で見極め絞り込む。 - 世界がマネできないように、知財も押さえた上で、	2021 年 7 月 6 日

	NEDO もマネジメントをしっかりと行って、プロジェクトを進めてほしい。	
第 2 回	・進捗確認および議論。 ・振動、温度、熱も考慮し、振動試験に関しては車はボディとの接続もあるので、どのように接続するかを決める必要がある。 ・HVPE の進捗が遅くなっていることが気になるので、早めに遅れを取り戻していただきたい。	2022 年 2 月 3 日
第 3 回	・進捗確認および議論。 ・豊田工大で良い成果が出たので、新たな成果を求めてモジュールまで作り込むための増額を承認した。 ・今年はステージゲートがあり、そこでは外部委員から必ずコストについて指摘されるので、そこはしっかりやって欲しい。	2022 年 9 月 7 日
第 4 回	・進捗確認および議論。 ・各研究機関がしっかり進めていることを確認。 ・今後の市場への普及に向けては、どこが課題なのかを明確にして、コスト目標への道筋が見える様に進めて欲しい。	2023 年 7 月 11 日
第 5 回	・進捗確認および議論。 ・宿題であったコスト見積もりについて、正直ベースでしっかり報告されており、非常に納得感があった。 ・全体として、シャープのコンソリダーとしての推進によって成果が出ており、引き続き進めて下さい。	2024 年 2 月 19 日
第 6 回	・進捗確認および議論。 ・国税を利用しているので、単なる試験結果だけではなく、将来の人材の育成もお願いしたい。 ・あと半年しかないので、特に課題が多く残っているところは最後に結果が出る様に進めて欲しい	2024 年 10 月 21 日
第 7 回	・進捗確認およびテーマ別評価。 ・これだけ多種多様な研究内容、研究関係者をよくぞシャープがまとめられました、お疲れ様でした。 ・Ⅲ - V 化合物太陽電池の開発は長い歴史があるが、今回結果が出て、今後もどの様に発展していくのか楽しみであるので引き続き頑張ってください。 【テーマ別評価】 ・事前評価いただいたテーマ別評価シートに対して、ヒアリング終了後に議論・意見集約を行い、再評価を進めた。	2025 年 2 月 20 日

5.1.3.7 移動体用太陽電池の研究開発(次世代モジュール技術開発) (株式会社カネカ、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員	審査委員 4 名による書面とヒアリングでのコンソ全体および各事業者単位の審査	2023 年 1 月 6 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・各事業者の技術独立性は担保しつつ、NEDO プロ内のペロブスカイトの成果を共有していくことを考えてほしい。 ・ユーザーに選ばれるような、デザイン性やコストなども横目で見ながら進めていただきたい。	2021 年 7 月 6 日

第2回	・進捗確認および議論。 ・ペロブスカイトは日本の特長になるセルなので是非実用化に結びつけてほしい ・ボトムセル（Si）は進んでいてペロブスカイトが遅れている様な印象を受けるので、中間評価に向けて頑張ってもらいたい。	2022年2月3日
第3回	・進捗確認および議論。 ・コストが重要なので、コストを意識しながら開発を進めて欲しい。 ・順調に進んでいる様に見えるのでこのまま進めて欲しいが、コンソとしての役割分担や連携の姿を整理して欲しい。	2022年9月7日
第4回	・進捗確認および議論。 ・カネカ提供のボトムセルへの産総研側の塗布の準備など、両者でコミュニケーション密にし進めて下さい。 ・順調に進んでおり、特にカネカの進捗は良いので、引き続き進めて下さい。	2023年7月14日
第5回	・進捗確認および議論。 ・カネカは高意匠性という点で特徴を出していると理解した。 ・具体的なゴールを整理して、あと1年頑張ってもらって良い成果を出して下さい。	2024年2月19日
第6回	・進捗確認および議論。 ・高信頼性に資するプロセスと一体化が見られる様な結果を半年後に期待している。 ・ペロブスカイトの信頼性について、材料とプロセスの科学的な解析で寿命というのをしっかり見て結果を出して頂きたい。	2024年10月21日
第7回	・進捗確認およびテーマ別評価。 ・良い成果だった、きっと次につながると考えている。 ・世界一を目指して、耐久性をクリアしたペロブスカイト太陽電池を継続的に実現して欲しい。 【テーマ別評価】 ・事前評価いただいたテーマ別評価シートに対して、ヒアリング終了後に議論・意見集約を行い、再評価を進めた。	2025年2月20日

5.1.3.8 高効率タンデム型太陽電池モジュールの開発（株式会社カネカ）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員	審査委員4名による書面とヒアリングでのコンソ全体および各事業者単位の審査	2023年1月6日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・進捗確認および議論。 ・各事業者の技術独立性は担保しつつ、NEDOプロ内のペロブスカイトの成果を共有していくことを考えてほしい。 ・ユーザーに選ばれるような、デザイン性やコストなども横目で見ながら進めていただきたい。	2021年7月6日
第2回	・進捗確認および議論。 ・ペロブスカイトは日本の特長になるセルなので是非実用化に結びつけてほしい ・ボトムセル（Si）は進んでいてペロブスカイトが遅れている様な印象を受けるので、中間評価に向けて頑張っ	2022年2月3日

	て欲しい。	
第3回	・進捗確認および議論。 ・コストが重要なので、コストを意識しながら開発を進めて欲しい。 ・順調に進んでいる様に見えるのでこのまま進めて欲しいが、コンソとしての役割分担や連携の姿を整理して欲しい。	2022年9月7日
第4回	・進捗確認および議論。 ・カネカ提供のボトムセルへの産総研側の塗布の準備など、両者でコミュニケーション密にし進めて下さい。 ・順調に進んでおり、特にカネカの進捗は良いので、引き続き進めて下さい。	2023年7月14日
第5回	・進捗確認および議論。 ・カネカは高意匠性という点で特徴を出していると理解した。 ・具体的なゴールを整理して、あと1年頑張るって良い成果を出して下さい。	2024年2月19日
第6回	・進捗確認および議論。 ・高信頼性に資するプロセスと一体化が見られる様な結果を半年後に期待している。 ・ペロブスカイトの信頼性について、材料とプロセスの科学的な解析で寿命というのをしっかり見て結果を出して頂きたい。	2024年10月21日
第7回	・進捗確認およびテーマ別評価。 ・良い成果だった、きっと次につながると考えている。 ・世界一を目指して、耐久性をクリアしたペロブスカイト太陽電池を継続的に実現して欲しい。 【テーマ別評価】 ・事前評価いただいたテーマ別評価シートに対して、ヒアリング終了後に議論・意見集約を行い、再評価を進めた。	2025年2月20日

5.1.4. 多接合型を対象とした太陽電池の開発

5.1.4.1 高出力両面発電型多接合太陽電池の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人電気通信大学）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・進捗確認および議論。 ・特にワイドバンドギャップのトップセルの開発は課題である。LONGiを超える事を期待する。	2024年3月28日
第2回	・進捗確認および議論 ・実用化のため、光及び熱での劣化対策、大面積モジュールの高効率化、現状高いコストへの対応が重要である。産業化に向けて解決すべき内容で、我が国の成果となることを期待したい。	2024年8月19日
第3回	・進捗確認および議論 ・いい成果を出しているが、これからもワイドギャップペロブスカイトの生き残りをかけた展開をお願いしたい。	2025年1月24日

5.1.4.2 シースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発（国立大学法人広島大学、株式会社麗光）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・委員長の選出、委員会の位置づけならびにプロジェクト概要の説明、進捗確認および議論。 ・委員長に早瀬委員就任。 ・モジュール検討で材料の納期遅れがあった以外は予定通りの進捗。変換効率と透過率の目標達成が最重要である。耐久性についての指針、および、大面積化におけるプロセス上の課題や対応策を出して頂きたい。また、ベンチマークになる情報を整理して次回提示して欲しい。	2024年3月12日
第2回	・進捗確認および議論 ・材料開発は進んでいるが、モジュール化・耐久性評価はこれから。期間が限られているため、目標達成に向けた課題抽出と対応策の策定をしっかりと進めて頂きたい。	2024年9月6日
第3回	・進捗確認および議論 ・材料開発は順調に進んでいるが、モジュール検討は今一歩という印象。変換効率と透過率の両立におけるトレードオフ解消のための指針・方向性等をまとめて頂きたい。また、耐久性向上における指針、および事業化への道筋を明確化して頂きたい。第3回で終了予定であったが、検討状況を鑑み、3月に第4回を開催する。	2024年12月19日
第4回 (書面開催)	・進捗確認および評価 ・実施期間が短いという制約の中で、高い目標の達成に向けた研究開発が積極的に進められた。未達の部分もあったが、今後の研究開発方針、課題、取り組み方法が明確に示されていた。今後に期待ができる。OPV ならでの特性を活かした用途展開を視野に、社会実装に向けた研究開発に期待したい	2025年3月13日

5.1.4.3 Cu₂Oタンデム型太陽電池の開発（株式会社東芝、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
キックオフ	コンソ全体の研究開発内容、および東芝の取組内容について概要説明	2023年12月1日
第1回	・シリコンセルにも課題があるように見えるので、早くシリコンタンデムセルとしての実績を示してほしい。 ・この材料は世界を見ても日本オリジナルとも言えるものであり、実用化に向けて貢献してもらいたい。期待している。	2024年3月14日
第2回	・ボトムセルのシリコンと組み合わせて当初の目標を早く達成して欲しい。 ・バンドギャップや表面再結合やバルク再結合など、不確かな部分もあるのでコンソ内で議論して開発を進めて欲しい。	2024年8月19日
第3回	・次世代太陽電池の一つとして具体的なアプリケーションイメージを想定し必要な効率や耐久性、到達すべきコストレベルを掲げた展開を期待します。 ・世界的に研究の少ないCu₂O太陽電池の性能向上に取り組み、今後の発展に期待できる成果が得られた。	2025年1月24日

5.2. 研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発

5.2.1. 安全性・信頼性確保技術開発

5.2.1.1 高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定（太陽光発電技術研究組合）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	・進捗確認および議論	2021年2月10日
第2回	・進捗確認および議論	2021年6月24日
第3回	・進捗確認および議論	2021年11月10日
第4回	・進捗確認および議論	2022年2月9日
第5回	・進捗確認および議論	2022年6月23日
第6回	・進捗確認および議論	2022年11月25日
第7回	・進捗確認および議論	2023年6月20日
第8回	・進捗確認および議論	2023年12月25日
第9回	・進捗確認および議論	2024年3月25日
第10回	・進捗確認および議論	2025年2月17日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2021年度	太陽光発電技術研究組合	2023年度末の最終目標である発電設備の安全性・信頼性を確保するため、リスクを低減する手法とその普及を目的とした技術や情報の基盤整備に向けて研究開発期間を延長し、高安全PVシステム診断技術と、太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発を行うため。	最終目標を達成。
2023年度	太陽光発電技術研究組合	2023年度に基本計画の改訂（最終年度（2024年度）、最終目標（実証試験の追記））に伴い1年間の期間延長、それに伴う増額を行い、今後の普及を目的に、今回新たに開発された評価手法の有効性の検証を2024年度に実施するため。	当初計画に対し、開発した技術の普及がより促進された。

5.2.1.2 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、一般社団法人太陽光発電協会（JPEA）、八千代エンジニアリング株式会社、デロイトトーマツコンサルティング合同会社）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	・進捗確認および議論	2021年2月10日
第2回	・進捗確認および議論	2021年6月24日
第3回	・進捗確認および議論	2021年11月10日
第4回	・進捗確認および議論	2022年2月9日
第5回	・進捗確認および議論	2022年6月23日
第6回	・進捗確認および議論	2022年11月25日
第7回	・進捗確認および議論	2023年6月20日
第8回	・進捗確認および議論	2023年12月25日
第9回	・進捗確認および議論	2024年3月25日
第10回	・進捗確認および議論	2025年2月17日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2021 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構 八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人 太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社	2022年度末の最終目標である安全ガイドライン2022年版（傾斜地設置型、営農型、水上設置型）の策定に向けて研究開発期間を延長し、実証試験と調査、シミュレーションの結果に基づき、設置環境の多様化に必要な新たな裏付けを加え発行を行うため。	最終目標の達成。
2022 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構 八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人 太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社	変更仕様書に基づき、2023年度末の最終目標である「安全ガイドライン（傾斜地設置型、営農型、水上設置型等）の技術指標の作成」を行うため。	最終目標の達成。
2023 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構 八千代エンジニアリング株式会社、一般社団法人 太陽光発電協会、デロイト トーマツ コンサルティング合同会社	2023 年度に基本計画の改訂（最終年度（2024 年度）、最終目標（実証試験の追記））に伴い1年間の期間延長、それに伴う増額を行い2024 年度は、ガイドラインの技術指標を作成し実証試験を行い普及を図るため。	最終目標の達成。

5.2.1.3 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPOリスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	・進捗確認および議論	2021年2月10日
第2回	・進捗確認および議論	2021年6月24日
第3回	・進捗確認および議論	2021年11月10日
第4回	・進捗確認および議論	2022年2月9日
第5回	・進捗確認および議論	2022年6月23日
第6回	・進捗確認および議論	2022年11月25日
第7回	・進捗確認および議論	2023年6月20日
第8回	・進捗確認および議論	2023年12月25日
第9回	・書面審査	2024年3月25日
第10回	・進捗確認および議論	2025年2月17日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2021 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPOリスクマネジメント株	2023年度末の最終目標である既設の太陽光発電について民間企業の実用化開発を加速させるための基盤整備に向けて研究開発期間を延長	最終目標の達成。

	式会社社、一般社団法人 太陽光発電協会	し、有望技術の評価、信頼性 安全性評価・回復技術のガイドライン策定、公開、発電事業者に成果の利用促進を行うため。	
2023 年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人 構造耐力評価機構、S O M P O リスクマネジメント株式会社社、一般社団法人 太陽光発電協会	2023 年度の基本計画の改訂（最終年度、最終目標）に伴い 1 年間の期間延長をするため。	最終目標の達成。

5.2.1.5 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定（国立大学法人北海道、国立大学機構北見工業大学）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論	2021 年 2 月 10 日
第 2 回	・進捗確認および議論	2021 年 6 月 24 日
第 3 回	・進捗確認および議論	2021 年 11 月 10 日
第 4 回	・進捗確認および議論	2022 年 2 月 9 日
第 5 回	・進捗確認および議論	2022 年 6 月 23 日
第 6 回	・進捗確認および議論	2022 年 11 月 25 日
第 7 回	・進捗確認および議論	2023 年 6 月 20 日
第 8 回	・進捗確認および議論	2023 年 12 月 25 日
第 9 回	・進捗確認および議論	2024 年 3 月 25 日
第 10 回	・進捗確認および議論	2025 年 2 月 17 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2022 年度	国立大学法人北海道国立大学機構	杭の引抜試験を追加することで、凍結融解の影響を受け難い杭の種類やその適切な施工方法について検討すること、及び、凍上対策としてのスパイラル杭の具体的な設計方法について立案するため。	凍上対策ガイドラインの高度化。凍上による変状を抑制するだけでなく、凍結融解後に大きな外力を受けても安定性が損なわれることのない、杭の設計方法について提案することができた。
2022 年度	国立大学法人北海道国立大学機構	杭の引抜・引倒試験を追加し、凍結融解の影響を受け難い杭の種類やその適切な施工方法について検討し、凍結融解がモジュールや架台等の上部構造に与える影響、パネル直下の地盤の侵食抵抗に与える影響について解明するため。	最終目標の達成。

5.2.1.6 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験（一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	・進捗確認および議論	2021年2月10日
第2回	・進捗確認および議論	2021年6月24日
第3回	・進捗確認および議論	2021年11月10日
第4回	・進捗確認および議論	2022年2月9日
第5回	・進捗確認および議論	2022年6月23日
第6回	・進捗確認および議論	2022年11月25日
第7回	・進捗確認および議論	2023年6月20日
第8回	・進捗確認および議論	2023年12月25日
第9回	・進捗確認および議論	2024年3月25日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2022年度	国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構 八千代エンジニアリング株式会社	2023年度の最終目標である安全ガイドライン2023年版の策定（傾斜地設置型、営農型、水上設置型）および各ガイドラインの技術指標の作成するにあたり研究開発期間を延長するため	最終目標の達成

5.2.1.8 建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人太陽光発電協会、一般社団法人構造耐力評価機構、大成建設株式会社）

安全性・信頼性確保技術開発推進委員会		
件名	内容	実施日
第1回	・進捗確認および議論	2021年2月10日
第2回	・進捗確認および議論	2021年6月24日
第3回	・進捗確認および議論	2021年11月10日
第4回	・進捗確認および議論	2022年2月9日
第5回	・進捗確認および議論	2022年6月23日
第6回	・進捗確認および議論	2022年11月25日
第7回	・進捗確認および議論	2023年6月20日
第8回	・進捗確認および議論	2023年12月25日
第9回	・進捗確認および議論	2024年3月25日
第10回	・進捗確認および議論	2025年2月17日

5.2.2. 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

5.2.2.1 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発（株式会社トクヤマ）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・進捗確認および議論。 ・目標に対する処理コストの実態については、実施者と意見交換の上把握を進めたい。	2021年1月26日
第2回	・進捗確認および議論 ・ガラスより金属の方が、圧倒的に価値が高いのではないかと思う。金属系の売却について、もっと検討いただけるとよい。	2021年5月14日
第3回	・進捗確認および議論 ・太陽電池モジュールのEVAを熱源として効率的にできるとよい。	2021年11月19日
第4回	・進捗確認および議論 ・コストや売却益の単価を出して将来的にそれがどう変わっていくのかデータとして記載いただきたい。	2022年2月14日
第5回	・進捗確認および議論 ・事業化について具体的な内容を可能な範囲で提示して欲しい。	2022年9月9日
第6回	・進捗確認および議論 ・ポイントは熱回収率である。計算していただきたい。	2023年2月14日
第7回	・進捗確認および議論 ・技術開発について収束に向けていろいろなまとめができていてプロセスも進化している。	2023年7月21日
第8回	・進捗確認および議論、4年間の事業であったが最終目標の変更に伴う継続可否判断についての議論 ・ガラスを割らない技術を新たに目標に含め、事業を継続する。	2023年11月21日
第9回	・進捗確認および議論 ・システム全体の断熱性を計算できるようにしていただきたい。	2024年2月13日
第10回	・進捗確認および議論 ・そろそろ自立できるだろう。熱管理は課題であるが、今後は自社開発でよい段階にきている。	2024年9月6日
第11回	・進捗確認および議論、テーマ別評価について確認 ・事業における成果も予定通りに進展しており、今後の事業化に向けて着々と進んでいるように思われる。	2025年2月12日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2024年度	株式会社トクヤマ	2023年度までの計画であったが、太陽電池モジュールからガラスを割らずに分離する技術を開発と、太陽電池モジュール由来のガラス等をマテリアルリサイクルすることを目標に追加し、2024年度まで継続することとした。	ガラスを割らない分離技術を開発し、ガラス等のマテリアルリサイクルを可能とした。

5.2.2.2 結晶シリコン及びC I S太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証（ソーラーフロンティア株式会社）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第1回	・進捗確認および議論。 ・アンチモンは課題となる。農業ハウス用途での利用も併せて検討いただきたい。	2021年1月26日
第2回	・進捗確認および議論 ・丁寧に検討されており、全体として望ましい方向性をよく理解した。	2021年5月14日
第3回	・進捗確認および議論 ・効率的なエネルギー消費についてご検討いただきたい。	2021年11月19日
第4回	・進捗確認および議論 ・コストの計算方法が非常に重要であり、あわせて報告してほしい。	2022年2月14日
第5回	・進捗確認および議論 ・多様な用途開発をされているが、安全性等考慮すべき。	2022年9月9日
第6回	・進捗確認および議論 ・経済合理性があるかを確認する必要がある。	2023年2月14日
第7回	・進捗確認および議論 ・事業化に向けて取り組んでいただきたい。採算性も示す必要がある。	2023年7月21日
第8回	・進捗確認および議論 4年間の事業であったが最終目標の変更に伴う継続可否判断についての議論 ・幅広い項目についてしっかり検討いただいております、2024年度も継続して技術開発いただきたい。	2023年11月21日
第9回	・進捗確認および議論 ・ソーラーフロンティアは銀の電解吸着による回収が課題。	2024年2月13日
第10回	・進捗確認および議論 ・技術は進展しているが、リサイクルとして活用されるかどうかはコストにかかってくる。	2024年9月6日
第11回	・進捗確認および議論、テーマ別評価について確認 ・経済合理性は決して高くないが、金属類を高回収率で回収できるので、将来的には発展性が期待される。	2025年2月12日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2024年度	ソーラーフロンティア株式会社	2023年度までの計画であったが、太陽電池モジュールからガラスを割らずに分離する技術を開発と、太陽電池モジュール由来のガラス等をマテリアルリサイクルすることを目標に追加し、2024年度まで継続することとした。	ガラスを割らない分離技術を開発し、ガラス等のマテリアルリサイクルを可能とした。

5.2.3. 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

5.2.3.1 太陽光発電による調整力創出技術の実証研究（東芝エネルギーシステムズ株式会社、学校法人東京理科大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発／系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証」にかかるステージゲート審査委員会	・ステージゲート審査及び議論 ・前衛的な技術開発であり、予め想定していた結果が得られなかったというような部分も含め他者の参考になり得る。認知を広げるだけでなく、成果の範囲も拡大して公開を図り太陽光発電の発展に貢献していただきたい。	2023 年 12 月 6 日

5.3. 研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発

5.3.1. 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

5.3.1.1 新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
「太陽光発電主力電源化推進技術開発研究開発項目（Ⅲ）先進的共通基盤技術開発」ステージゲート審査	・条件なし通過 ・必要な研究開発である。研究開発は、順調に進んでいる。結晶 Si 太陽電池モジュールは進展しており、PERC 型のみならず、Ga ドープ、ヘテロ接合、バックコンタクト、TOPCon 太陽電池モジュールの長期信頼性評価を期待する。	2023 年 1 月 17 日

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・このテーマ自体が非常に重要で頑張っていたきたい。まだまだやっていただきたいテーマがある一方で、現在のテーマでもより理解が必要な事象も転がっている。	2022 年 3 月 11 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・必要な基盤技術であるので、信頼性なども含め国際連携しながら進めて欲しい。また、個々の成果はいいものが出ているが検討が漏れているような内容も散見される。専門家の意見も聞き入れて開発を進めて欲しい。	2022 年 10 月 11 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・国際的にも重要な成果を上げてきており、我が国の光発電技術に大いに貢献できている。	2023 年 6 月 9 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・得られた成果について、産業界にフィードバックできると更によい成果につながると思うので、是非とも取り組んでいただきたい。	2024 年 1 月 26 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・校正機関としての役割を今後ともしっかりと果たし、新型太陽電池の性能評価を通して共通基盤技術を支えていただきたい。	2024 年 6 月 17 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・着実な成果をあげている。各種モジュールの劣化要因を解析して欲しい。TOPCon モジュールの屋外評価もして欲しい。	2025 年 1 月 23 日

5.3.2. 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発

5.3.2.1 日射量の短期予測に関する研究開発（一般財団法人日本気象協会）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
「太陽光発電主力電源化推進技術開発研究開発項目（Ⅲ）先進的共通基盤技術開発」ステージゲート審査	・条件なし通過 ・本成果を活用する事業者と連携して社会実装のトライアルをしていただきたい。 ・信頼度予報の実施内容を明確化していただきたい。	2023年1月17日

5.3.2.2 発電量予測評価技術の研究開発（学校法人東京理科大学）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
「太陽光発電主力電源化推進技術開発研究開発項目（Ⅲ）先進的共通基盤技術開発」ステージゲート審査	・条件なし通過 ・太陽光発電の将来を見据えると非常に重要な技術であることは十分理解できる。一方で非常に難解な技術であるため、技術の内容に十分踏み込めず、正しい評価ができていない可能性が懸念される。	2023年1月17日

5.3.3. 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

5.3.3.1 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発（一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2023年度	一般財団法人日本気象協会	社会情勢が起因の電力高騰化のため増額にて対応。	—
2024年度	一般財団法人日本気象協会	社会情勢が起因の電力高騰化のため増額にて対応。	—

5.3.4. P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発

5.3.4.1 A P V搭載商用車の実証と効果推定技術開発（株式会社システック、太陽光発電技術研究組合、国立大学法人宮崎大学）

技術推進委員会		
件名	内容 （上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況）	実施日
第1回	・進捗確認および議論 ・発電量計測器の部品変更があり電波法の許可を新たに取得する必要が発生した。キャッチアップ等検討	2024年2月19日
第2回	・進捗確認および議論 ・データ取りが開始された。設置業者が思うようにみつからず、当初より設置が遅れている。設置による効果は確認できている。	2024年9月19日
第3回	・進捗確認および議論 ・協力先が加わり、車両台数が200台となった。 ・ペイバックは5年程度と確認 ・ガイドラインの内容	2025年3月5日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2024 年度	株式会社システック	データロガーの通信モジュールが生産中止となり、別の部品を使用した通信モジュールを使用することになったため、新たに技術適合試験/認証が必要となったため。	予定の事業を開始できた。

5.3.5. P V搭載E Vシステム設計技術の開

5.3.5.1 P V搭載E Vシステム設計技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

技術推進委員会		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論 ・車載 PV 日射シミュレーションの検証に用いる PV データの拡充 ・最適設計アルゴリズム開発においては、今年度はプロトタイプとして産総研で簡易的な EV シミュレーションモデル（バッテリー充放電モデル）を用意し開発を進めた。次年度は早稲田大学の開発した EV シミュレーションモデルと連携した開発が課題	2024 年 2 月 19 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・発電量の推定誤差 10%以下、シミュレーション EV の充放電の誤差 10%以下の制度 ・PVEV の電気代節約	2024 年 9 月 19 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・シミュレーションでまだ精度に課題が残る ・経済メリットの議論。購入している電気はかなり高いことから、相応のメリットは出るのかと	2025 年 3 月 5 日

5.4. 研究開発項目Ⅳ：動向調査等

5.4.1. 移動体用太陽電池の動向調査

5.4.1.1 移動体用太陽電池の動向調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査委員会	ヒアリング審査：動向調査における移動体分野の中間目標に関する説明	2023 年 1 月 6 日

技術推進委員会（太陽光発電システム搭載自動車検討委員会）		
件名	内容 (上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況)	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・IEA PVPS タスク 17 活動の状況、移動体 PV に関する活動状況、動向調査報告および議論。 ・日本は EV そのものより充電ステーションが普及していないことが課題。海外動向を掘り下げ発信していく。 ・車載 PV の CO2 削減効果を計算しアピールしていく。	2020 年 12 月 10 日
第 2 回	・進捗確認および議論。 ・IEA PVPS タスク 17 活動の状況、移動体 PV の動向調査進捗、PV 搭載自動車実証スキームの状況および議論。 ・オフサイクルクレジットについて深堀調査を進める。 ・車載 PV の安全性、特に電圧と降電試験について更なる調査を進める。 ・PV 搭載車の評価基準を作ることが重要である。	2021 年 2 月 18 日
第 3 回	・進捗確認および議論。 ・IEA PVPS タスク 17 活動の状況、移動体 PV の動向調査進捗、PV 搭載自動車実証スキームの状況および議論。 ・良い成果を出しているが、これからもワイドギャップペロブスカイトの生き残りをかけた展開をお願いしたい。	2021 年 6 月 25 日
第 4 回	・進捗確認および議論。 ・PV 搭載自動車実証スキームの状況、移動体 PV の動向調査進捗、IEA PVPS タスク 17 活動の状況および議論。 ・欧州の様に PV 搭載自動車のモニタリングデータを公開する様・出来る様に進める ・作成中の IEA PVPS タスク 17subtask2 成果報告書内の太陽光発電利用インフラに対する意向調査結果は、効率が低いなどの課題抽出に近い回答が出てきている。	2021 年 11 月 1 日
第 5 回	・進捗確認および議論。 ・PV 搭載自動車実証スキームの状況、移動体 PV の動向調査進捗、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、委員会中間報告書の作成についての議論。 ・車載 PV に関する調査について、欧州の自動車ガラスメーカーの動向も注目すべき。 ・今回の報告書の読者は、自動車メーカーならびに自動車メーカーへの供給者、自動車の利用者や販売者など、自動車メーカーを取り巻くステークホルダーになれる方々を想定。	2022 年 1 月 31 日
第 6 回	・進捗確認および議論。 ・今年度実施計画（案）、PV 搭載車を巡る最近の動向、PV 搭載自動車実証走行の状況と実用化に向けた取組進捗、IEA PVPS タスク 17 活動の状況および議論。 ・車体形状の統計的な把握から曲面と太陽電池搭載面積の関係を分かりやすく一般的な内容で報告書にはまとめていきたい。	2022 年 6 月 3 日
第 7 回	・進捗確認および議論。 ・委員会中間報告書第 3 版原稿案議論。 ・最後の「まとめ」も非常に重要であるので、「まと	2022 年 8 月 29 日

	め」のみでも概要が分かるように、今後の課題を含め、できるだけ定量的に記載していく。	
第 8 回	・進捗確認および議論。 ・委員会中間報告書第 3 版原稿案議論、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、WCPEC-8 報告および議論。 ・本日議論した原稿案に関しての意見を 2 週間をメドに集約した後、委員長、NEDO そして METI の順に確認し発表する。	2022 年 11 月 11 日
第 9 回	・進捗確認および議論。 ・委員会中間報告書第 3 版原稿案議論、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、PVSEC-33 報告および議論。 ・調査報告について、設定が難しいが PHEV についても試算にトライする。 ・中間報告書原稿は、本日の意見を踏まえて、委員長と相談のうえ、最終案として NEDO に提出し、今年度中の公表を目標とし、その後、英訳して海外参照可能とする。	2023 年 2 月 3 日
第 10 回	・進捗確認および議論。 ・NEDO における PV 搭載車に関する取組、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、IEEE-PVSC 報告および議論。 ・調査報告について、設定が難しいが PHEV についても試算にトライする。 ・PV 搭載車の CO2 削減効果の試算に関して、車の耐用年数を 13 年か 14 年に変更する。	2023 年 8 月 28 日
第 11 回	・進捗確認および議論。 ・調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、PVSEC-34 報告および議論。 ・PV 搭載 PHEV の CO2 削減効果の試算について、計算式や回生を折り込まないなど条件について確認した。 ・CO2 排出削減効果について、フランスの CEA と連携を取りながら短編のレポート作成を進める。	2023 年 11 月 22 日
第 12 回	・進捗確認および議論。 ・PV 搭載車実証スキームの状況、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、その他（今後の予定など）および議論。 ・福島県浪江町でのイベントで PV 搭載車の自給自足の優良性をメディアへアピールする。 ・PV 搭載車の普及台数想定を更新し、合わせて国内の走行パターン別 CO2 排出削減効果を試算し確認した。 ・次年度が本委員会が最終年度になるため、成果を報告書に取り纏める活動を行う。	2024 年 2 月 26 日
第 13 回	・進捗確認および議論。 ・今年度の実施方針確認、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、その他（情報共有など）および議論。 ・CO2 排出削減効果について、ベースラインを EV 普及後としているため効果が低く見積もられているので、ガソリン対比にした値も提示していく。 ・タスク 17 活動において、2025 年以降も継続していくためのワークプランを策定する。 ・報告書のまとめ方として、中間報告までの内容をブラッシュアップしていく方針とする。	2024 年 7 月 22 日
第 14 回	・進捗確認および議論。 ・調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、委員会報告書の構成・骨子についておよび議論。 ・PV 搭載車の効果の検討結果の纏め方について、一般の人に対してフレンドリーな見せ方の検討ー損得を分かり易くするーが必要である。 ・報告書の初稿へ切は 12 月とする。	2024 年 10 月 30 日
第 15 回	・進捗確認および議論。 ・委員会報告書原稿案について、調査報告、IEA PVPS タスク 17 活動の状況、PV in Motion 2025 についてその他（情報共有など）および議論。	2025 年 1 月 31 日

	・PV 搭載車の効果の纏め方について、読み手にとって一番伝わりやすい形にするために、章立てから頭書までを再検討する。 ・報告書の NEDO への最終提出予定は 2025 年 3 月 31 日。	

5.4.1.2 移動体用太陽電池の動向調査（太陽光発電技術研究組合）

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
ステージゲート審査	動向調査における移動体分野の中間目標に関する説明	2023 年 1 月 6 日

5.4.2. リサイクル関連の動向調査

5.4.2.1 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査（株式会社三菱総合研究所）

技術推進委員会 （“結晶シリコン及びC I S 太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証”と同日開催）		
件名	内容 （上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況）	実施日
第 1 回	・進捗確認および議論。 ・いろいろな事業が動いている。成果共有が重要。	2021 年 1 月 26 日
第 2 回	・進捗確認および議論 ・ガラスリサイクル調査、グラスウール化も検討すること。	2021 年 5 月 14 日
第 3 回	・進捗確認および議論 ・グラスウール向けの受入基準を作ったのは非常に大きな成果である。	2021 年 11 月 19 日
第 4 回	・進捗確認および議論 ・ガラス分野についてコスト計算も含め、また現地調査も状況を見ながら検討。	2022 年 2 月 14 日
第 5 回	・進捗確認および議論 ・良い成果が上がってきている。	2022 年 9 月 9 日
第 6 回	・進捗確認および議論 ・質の悪い素材であっても、どう使っていくかという視点をもつ必要がある。	2023 年 2 月 14 日
第 7 回	・進捗確認および議論 ・ガラスマテリアルのデータがまとまって管理されている。	2023 年 7 月 21 日
第 8 回	・進捗確認および議論、4 年間の事業であったが最終目標の変更に伴う継続可否判断についての議論 ・事業を継続する。	2023 年 11 月 21 日
第 9 回	・進捗確認および議論 ・全体を俯瞰してまとめるかが重要。	2024 年 2 月 13 日
第 10 回	・進捗確認および議論 ・政策動向ではリユースに関するものが多く出て来ている。引き続き情報収集いただきたい。	2024 年 9 月 6 日
第 11 回	・進捗確認および議論、テーマ別評価について確認 ・収集した情報から課題を発見し、解決に向けた検討まで深掘している点が優れている。	2025 年 2 月 12 日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2024 年度	株式会社三菱総合研究所	2023 年度までの計画であったが、技術開発調査の為、2024 年度まで継続することとした。	継続調査により最新情報への更新が可能となった。

5.4.2.2 スマート回収モデル調査（公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター）

技術推進委員会 （“太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発”と同日に参考事例として開催）		
件名	内容 （上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況）	実施日
第1回	・進捗確認および議論 ・福岡地域で有力な処理事業者の方とは連携いただきたい。	2023年2月14日
第2回	・進捗確認および議論 ・アンケートの解析を有識者にも示唆頂きながら検討してほしい。	2023年7月21日
第3回	・進捗確認および議論 ・輸送の場合には空便対策等でPV以外も含めて検討いただけるとよい。	2024年2月13日

5.4.2.3 太陽電池モジュールのリサイクルに関するLCAの調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

技術推進委員会 （“太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発”と同日に参考事例として開催）		
件名	内容 （上段概要／二行目以降に指導事項や対応状況）	実施日
第1回	・進捗確認および議論 ・事業者とも連携しながらやっていただきたい。	2022年9月9日
第2回	・進捗確認および議論 ・国内外の動向はよく把握されているだろうから、比較できるようまとめてほしい。	2023年2月14日
第3回	・進捗確認および議論 ・本検討のデータはクローズドだが、事業者によく活用いただけるようにしてほしい。	2023年7月21日
第4回	・進捗確認および議論、事業継続の判断 ・LCA評価をしていただきたく、来年度も継続。	2023年11月21日
第5回	・進捗確認および議論 ・海外の技術動向を整理していて参考になる。	2024年2月13日
第6回	・進捗確認および議論 ・PVリサイクルの将来像について、ぜひ総説を書いてほしい。	2024年9月6日
第7回	・進捗確認および議論、テーマ別評価について確認 ・LCA評価については、多様な技術への展開を期待する。海外のリサイクル事業の事業性調査が今後の国内動向に資すると考える。	2025年2月12日

●予算増額実績

予算増額実績			
年度	事業者名	増額目的	効果
2024年度	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社	2023年度までの計画であったが、LCA評価のため、2024年度まで継続することとした。	継続調査により最新情報への更新が可能となった。

●特許論文等リスト

(見出し番号及びテーマ名は、事業原簿“5. 目標及び達成状況の詳細”に同じ)

5.1.1. フィルム型超軽量モジュール太陽電池の開発（重量制限のある屋根向け）

5.1.1.1 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（学校法人立命館）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	S. Ishizuka, J. Nishinaga, K. Beppu, T. Maeda, F. Aoyagi, T. Wada, A. Yamada, J. Chantana, T. Nishimura, T. Minemoto, M. M. Islam, T. Sakurai, N. Terada	AIST, Ryukoku Univ., Tokyo Tech. Univ. Ritsumeika n Univ., Tsukuba Univ., Kagoshima Univ.	Physical and chemical aspects at the interface and in the bulk of CuInSe ₂ -based thin-film photovoltaics	Phys. Chem. Chem. Phys. 1262–1285, 24 (2022).	有	2021/12
2	J. Chanatana, Y. Kawano, T. Nishimura, A. Mavlonov, T. Negami, T. Minemoto	Ritsumeika n Univ.	Mg content impact of sputtered Zn _{1-x} Mg _x O:Al transparent electrode on photovoltaic performances of flexible, Cd-free, and all-dry process Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ solar cell	ACS Appl. Energy Mater. 2270–2278, 5 (2022).	有	2022/02
3	J. Chantana, Y. Kawano, T. Nishimura, A. Mavlonov, T. Negami, T. Minemoto	Ritsumeika n Univ.	Formation of Native Inx(O,S) _y Buffer through Surface Oxidation of Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ Absorber for Significantly Enhanced Conversion Efficiency of Flexible and Cd-Free Solar Cell by All-Dry Process	Solar RRL 2200250-1-9, (2022).	有	2022/03
4	J. Chantana, Y. Kawano, T. Nishimura, A. Mavlonov, T. Negami, T. Minemoto	Ritsumeika n Univ.	Derived Conduction Band Offset by Photoelectron Yield Spectroscopy and Its Quantitative Number for Efficiency Enhancement of Flexible, Cd-Free, and All-Dry Process Zn _{1-x} Mg _x O:Al/Zn _{1-x} Mg _x O/Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ Solar Cells	ACS Appl. Electron. Mater. 2077–2085, 4 (2022).	有	2022/04
5	J. Chantana, Y. Kawano, T. Nishimura, A. Mavlonov, T. Minemoto	Ritsumeika n Univ.	Position influence of sputtered Zn _{1-x} Mg _x O/Zn _{1-x} Mg _x O:Al layer in flexible and Cd-free Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ solar cell	ACS Appl. Mater. Interfaces 34069–34080, 29 (2022).	有	2022/07

6	J. Chantana, Y. Kawano, A. Mavlonov, T. Minemoto.	Ritsumeika n Univ.	Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ Solar Cell with Zn(O,S,OH) _x Buffer on Stainless Steel Utilizing Zn _{1-x} Mg _x O and Zn _{1-x} Mg _x O:Al	ACS Appl. Energy Mater. 14262-14270, 5 (2022).	有	2022/11
7	J. Chantana, B. Ergashev, Y. Kawano, Y. Kamikawa, S. Ishizuka, T. Minemoto.	Ritsumeik an Univ., AIST	Influence of Conduction Band Offset between Cu(In,Ga)Se ₂ Absorber and Zn _{1-x} Mg _x O Buffer in Zn _{1-x} Mg _x O:Al/Zn _{1-x} Mg _x O/CdS/Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cell.	ACS Appl. Energy Mater. 6993-7002, 6 (2023).	有	2023/06
8	J. Chantana, B. Ergashev, Y. Kawano, T. Minemoto.	Ritsumeik an Univ.	Flexible and lightweight Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ solar cell on a stainless steel substrate with different structures for improving band alignment.	Sol. Energy Mater. Sol. Cells 112589-1-8 263 (2023).	有	2023/10
9	T. Ishida, B. Ergashev, Y. Kawano, A. Mavlonov, S. A. Pawar, T. Minemoto	Ritsumeik an Univ.	Studies on InZnMgO Amorphous Buffer Layer for Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ Solar Cell	Optik 315, 172027-1-9 (2024).	有	2024/09

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	J. Chantana, Y. Kawano, A. Mavlonov, T. Negami, T. Minemoto	Ritsumeikan Univ.	Flexible, all-dry process, and Cd-free Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ solar cell on stainless steel substrate through surface modification induced by air-annealing	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (Nagoya, Japan).	2022/11
2	T. Minemoto.	Ritsumeikan Univ.	Conduction band alignment control in chalcogenide solar cells with Cd-free buffer layer prepared by dry process.	Global Photovoltaic Conference 2023 (GPVC 2023) (Gwangju, Korea).	2023/09
3	T. Minemoto.	Ritsumeikan Univ.	Optimization of band diagram for high quality junction in Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells by ZnO based thin-films.	The 13th International Conference on Advanced Materials and Devices (ICAMD 2023) (Jeju, Korea).	2023/12
4	米田拓未, Dwinari Egyna, 根上卓之, 河野 悠, 石塚尚吾, 上 川由紀子, 峯元高 志	立命館大学	InZnMgO 透明導電膜の物 性及び Cu (In, Ga) Se ₂ 太 陽電池への応用	第 4 回日本太陽光発電学 会学術講演会 (広島、日 本)	2024/07

5.1.1.2 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発 (国立大学法人東京科学大学)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	D. Egyna, K. Nakada, A. Yamada	東工大	Benefits of Low Electron-Affinity Material as the N-type Layer for Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cell	Energies, 4	有	2021/12
2	S. Ishizuka ¹ , J. Nishinaga ¹ , K. Beppu ² , T. Maeda ² , F. Aoyagi ² , T. Wada ² , A. Yamada ³ , J. Chantana ⁴ , T. Nishimura ⁴ , T. Minemoto ⁴ , M. M. Islam ⁵ , T. Sakurai ⁵ , N. Terada ⁶	産総研 ¹ , 龍谷大 ² , 東工大 ³ , 立命大 ⁴ , 筑波大 ⁵ , 鹿児島大 ⁶	Physical and chemical aspects at the interface and in the bulk of CuInSe ₂ -based thin-film photovoltaics	Phys. Chem. Chem. Phys., 1262	有	2021/12
3	B.J. Stanbery ¹ , D. Abou Ras ² , A. Yamada ³ , L.Mansfield ⁴	Helio Source Tech ¹ , Helmholtz Center for Mat.Energy ² Tokyo Tech ³ , NREL ⁴	CIGS photovoltaics: reviewing an evolving paradigm	J. Phys. D: Appl. Phys.,173001	有	2021/12
4	D. Egyna, S. Ito, T. Nishimura, A. Yamada	Tokyo Tech	Growth of Zn-Ge-O Thin-Film as a Transparent Conductive Oxide Buffer Material for Chalcopyrite Solar Cell	Cryst. Research Technology, 2200145	有	2022/12
5	R. Fukuda, T. Nishimura, A. Yamada	Tokyo Tech	Experimental and theoretical EBIC analysis for grain boundary and CdS/Cu(In,Ga)Se ₂ heterointerface in Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells	Progress in Photovoltaics: Res. Appl., 1	有	2023/02
6	R. Fukuda, S. Shimizu, T. Nishimura, A. Yamada	Tokyo Tech	Analysis of EBIC time-variation using 2D simulation including charge states in V _{Se} -V _{Cu} divacancy complex	Jpn. J. of Appl. Phys., SK1017	有	2023/04
7	Y. Abe, T. Nishimura, A. Yamada	Tokyo Tech	Optimum Electrical and Optical Properties of Transparent Conducting Oxide for Cu(In,Ga)Se ₂ Photovoltaic Module Applications	Phys. Status Solidi (a),2300641	有	2024/02
8	R. Fukuda, T. Nishimura, M.-Hsuan Yu,	Science Tokyo	Impact of Ionic Conduction on Hysteresis and Long-	ACS Applied Energy Materials, 759	有	2025/01

	C.-Chen Chueh, A. Yamada		Term Degradation in Perovskite Solar Cells			
9	Y. Abe, T. Nishimura, A. Yamada	Science Tokyo	Impact of MoSe ₂ Layer on Carrier Transport at the Back Contact in Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	IEEE Journal of Photovoltaics, 79	有	2025/01

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	福田遼太郎, 清水新開, 山田明	東工大	EBIC 法を用いた Cu(In,Ga)Se ₂ 太陽電池の 評価(Ⅱ)	第 82 回応用物理学会秋季学 術講演会	2021/09
2	D. Egyna ¹ , R. Yomeda ² , K. Beppu ² , T. Wada ² , Y. Akira ¹	東工大 ¹ , 龍 谷大 ²	Growth of Zn-Ge-O Thin Film as a Transparent Conductive Oxide with a Low Electron Affinity	第 82 回応用物理学会秋季学 術講演会	2021/09
3	R. Fukuda, S. Shimizu, A. Yamada	東工大	Analysis of grain boundary and CdS/ Cu(In,Ga)Se ₂ interface by using EBIC measurements	31 st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
4	船木顕広, 山田明	東工大	表面処理によるバッファリー Cu(In,Ga)(S,Se) ₂ 太陽電池 の作製	第 69 回応用物理学会春季学 術講演会	2022/03
5	阿部 鷹介, 西村 昂人, 山田 明	東工大	CIGS 太陽電池モジュールの透明 導電膜抵抗の解析	第 83 回応用物理学会秋季学 術講演会	2022/09
6	清水 新開, 福田遼太郎, 西村 昂人, 山田 明	東工大	EBIC 法を用いた Cu(In,Ga) Se ₂ 太陽電池の評価,	第 83 回応用物理学会秋季学 術講演会	2022/09
7	R. Fukuda, S. Shimizu, T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Analysis of EBIC time- variation using 2D simulation including charge states in V _{Se} -V _{Cu} divacancy complex	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
8	T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Optimum Back Junction utilizing P-Type MoSe ₂ /Nb Layer for Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
9	D. Egyna, I. Satoru, T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Zn-Ge-O thin-films as alternative n-type layers for chalcogenide solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
10	山田 明	東工大	CIS 太陽電池の高効率化とトッ プセル応用に向けた研究	第 70 回応用物理学会春季学 術講演会	2023/03
11	河西 竜輝, 船木 顕広, 福田 遼太郎, 西村 昂人, 山田 明	東工大	カーボン法を用いた CIGS 太陽電 池の最適設計	第 70 回応用物理学会春季学 術講演会	2023/03
12	R. Fukuda, T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Analysis of EBIC Time Variation with V _{Se} -V _{Cu} Vacancy Complex in Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2023/09

13	T. Nishimura, Y. Abe, A. Yamada	東工大	Theoretical and Experimental Optimization of Back Junction for Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibitio	2023/09
14	阿部 鷹介、 福田 遼太郎、 西村 昂人、 山田 明	東工大	CIGS 太陽電池のバルクおよび 界面特性に対する Ag 添加の 影響	第 84 回応用物理学会秋季学 術講演会	2023/09
15	河西 竜輝、 船木 顕広、 福田 遼太郎、西 村 昂人、 山田 明	東工大	ペイズ最適化を用いた CIGS 太 陽電池の最適設計	第 84 回応用物理学会秋季学 術講演会	2023/09
16	T. Nishimura, R Kasai, A. Yamada	東工大	Device Design for High- Efficient Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells utilizing Bayesian Optimization	The 34th International PV Science and Engineering Conference	2023/11
17	Y. Abe, R. Fukuda, T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Systematic Analysis of Ag Addition Effects on Bulk and Interface Properties in CIGSe Solar Cells	The 34th International PV Science and Engineering Conference	2023/11
18	阿部 鷹介、 西村 昂人、 山田 明	東工大	CIGS 太陽電池の正孔輸送層 としての NiO:Li の開発	第 71 回応用物理学会春季学 術講演会	2024/03
19	西村 昂人、 山田 明	東工大	Cu(In,Ga)Se ₂ 太陽電池におけ る金属電極材料の検討	第 71 回応用物理学会春季学 術講演会	2024/03
20	福田 遼太郎、 西村 昂人、 山田 明	東工大	イオン伝導を考慮したペロブスカイト 太陽電池のデバイス解析	第 71 回応用物理学会春季学 術講演会	2024/03
21	河西 竜輝、 船木 顕広、 福田 遼太郎、 西村 昂人、 山田 明	東工大	Cu(In,Ga)Se ₂ 太陽電池の高性 能化に向けたペイズ最適化の 適用	第 21 回「次世代の太陽光発 電システム」シンポジウム	2024/07
22	Y. Abe, T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Development of Li-doped NiO Thin Film as a Hole Transport Layer for CIGS Solar Cells	The 17th International Symposium on Sputtering and Plasma Processes	2024/07
23	T. Nishimura, A. Yamada	東工大	Modification Technique of Back Junction for Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2024/09
24	山田 裕太郎、 鈴木 陽太、 西村 昂人、 山田 明	東工大	Cu(In,Ga)Se ₂ 太陽電池におけ る n 層一体型 Zn-Ge-O の開発	第 85 回応用物理学会秋季学 術講演会	2024/09
25	河西 竜輝、 船木 顕広、 西村 昂人、 山田 明	東工大	ペイズ最適化を用いた Cu(In,Ga)Se ₂ 光吸収層の構造 設計	第 85 回応用物理学会秋季学 術講演会	2024/09
26	Y. Abe, T. Nishimura, A. Yamada	東京科学大	Development of Li-doped NiO Thin Films for Effective Hole Transport in CIGSe Solar Cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
27	R. Fukuda, T. Nishimura, A. Yamada	東京科学大	Hysteresis analysis in perovskite solar cells by considering ionic conduction	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
28	阿部 鷹介、 西村 昂人、 山田 明	東京科学大	Ag 前駆体層による低温成長 CIGSe 太陽電池の性能向上	第 72 回春季応用物理学会学 術講演会	2025/03
29	橋本 雅喜、 阿部 鷹介、 西村 昂人、	東京科学大	圧力勾配スパッタ法により製 膜した CIGSe 太陽電池裏面コ	第 72 回春季応用物理学会学 術講演会	2025/03

	山田 明		ンタクト用 Li ドープ NiO 薄膜の特性		

(b)その他

番号	氏名	所属	受賞	受賞年月
1	山田 明	東工大	PVSEC Award	2022/11

5.1.1.3 軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	S. Ishizuka, N. Taguchi, J. Nishinaga, Y. Kamikawa, H. Shibata	産総研	A comparative study of the effects of light and heavy alkali-halide postdeposition treatment on CuGaSe ₂ and Cu(In,Ga)Se ₂ thin-film solar cells	Solar Energy 1092-1101	有	2020/11
2	Alban Lafuente-Sampietro ¹ , Katsuhisa Yoshida ¹ , Shenghao Wang ¹ , Shogo Ishizuka ² , Hajime Shibata ² , Nobuyuki Sano ¹ , Katsuhiro Akimoto ¹ , Takeaki Sakurai ¹	筑波大 ¹ 、産総研 ²	Effect of the double grading on the internal electric field and on the carrier collection in CIGS solar cells	Solar Energy Materials and Solar Cells Vol.223, Art.110948	有	2021/02
3	S. Ishizuka ¹ , P. J. Fons ²	産総研 ¹ 、慶応大 ²	Role of the Cu-deficient interface in Cu(In, Ga)Se ₂ thin film photovoltaics with alkali metal doping	Physical Review Applied 15, 054005-1-18 (2021)	有	2021/05
4	S. Ishizuka	産総研	Impact of Cu-deficient p-n heterointerface in CuGaSe ₂ photovoltaic devices	Applied Physics Letters 118, 133901-1-6 (2021)	有	2021/04
5	S. Ishizuka ¹ , J. Nishinaga ¹ , K. Beppu ² , T. Maeda ² , F. Aoyagi ² , T. Wada ² , A. Yamada ³ , J. Chantana ⁴ , T. Nishimura ⁴ , T. Minemoto ⁴ , M. M. Islam ⁵ , T. Sakurai ⁵ , N. Terada ⁶	産総研 ¹ 、龍谷大 ² 、東工大 ³ 、立命館大 ⁴ 、筑波大 ⁵ 、鹿児島大 ⁶	Physical and chemical aspects at the interface and in the bulk of CuInSe ₂ -based thin-film photovoltaics	Physical Chemistry Chemical Physics 24, 1262-1285 (2022)	有	2022/01
6	D. Abou-ras ¹ , A. Nikolaeva ¹ , M. Krause ¹ , L. Korte ¹ , H. Stange ¹ , R Mainz ¹ , E. S. Sanli ² ,	HZB ¹ , Max Plank ² , 産総研 ³	Optoelectronic Inactivity of Dislocations in Cu(In,Ga)Se ₂ Thin Films	Physica Status Solidi RRL 15, 2100042-1-5 (2021)	有	2021/05

	P. A. von Aken ² , T. Sugaya ³ , J. Nishinaga ³					
7	J. Nishinaga, S. Ishizuka	産総研	Effects of alkali-metal incorporation into epitaxial Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells prepared by molecular beam epitaxy	Thin Solid Films 741, 139034-1-7 (2022)	有	2021/12
8	Hamidou Tangara, Yulu He, Muhammad Monirul Islam, Shogo Ishizuka, Takeaki Sakurai	筑波大、産総研	Analysis of the combined effect of long-term heat light soaking and KF/NaF post-deposition treatment on the open-circuit voltage loss in CIGS solar cell	Japanese Journal of Applied Physics 60 SC1050, 2022	有	2022/02
9	Hamidou Tangara, Setareh Zahedi-Azad, Jennifer Not, Jakob Schick, Alban Lafuente-Sampietro, Muhammad Monirul Islam, Roland Scheer, Takeaki Sakurai	筑波大、グルノーブル大、マルティニールター＝ハレ大学	Study of defect properties and recombination mechanism in rubidium treated Cu(In, Ga)Se ₂ solar cells	Journal of Applied Physics 129, 183108, 2021	有	2021/05
10	石塚尚吾、上川由紀子、西永慈郎	産総研	Lightweight and flexible Cu(In,Ga)Se ₂ solar minmodules: toward 20% photovoltaic efficiency and beyond	npj Flex. Electron. 90	有	2022/10
11	太野垣健、佐々木あゆみ、石塚尚吾、吉田正裕	産総研	Impact of shunt resistance on the performance of curved thin-film photovoltaic modules with series-connected solar cells	IEEE J. Photovolt. 1527-1532	有	2022/09
12	石塚尚吾	産総研	高効率な軽量フレキシブル CIS 系太陽電池ミニモジュールを開発	日本原子力学会誌 「ATOMOS」 35-39	有	2023/01
13	H. Shibata, J. Nishinaga, Y. Kamikawa, H. Tampo, T. Nagai, T. Koida, S. Ishizuka, T. Mochizuki, M. Yamaguchi	産総研、豊田工大	Experimental confirmation of the optoelectronic reciprocity theorem in high efficiency CIGS solar cells	Phys. Rev. Appl. 19, 054072	有	2023/05
14	J. Chantana, B. Ergashev, Y. Kawano, Y. Kamikawa, S. Ishizuka, T. Minemoto	立命館大、産総研	Influence of Conduction Band Offset between Cu(In,Ga)Se ₂ Absorber and Zn _{1-x} MgxO Buffer in Zn _{1-x} MgxO:Al/Zn _{1-x} MgxO/CdS/Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cell	ACS Appl. Energy Mater. 6, 6993-7002	有	2023/06
15	石塚尚吾	産総研	CIS 系太陽電池とエネルギーハーベスティング	Journal of Japan Solar Energy Society 49 巻 3 号 43-47	有	2023/06

16	Cheuk Kai Gary Kwok, Hamidou Tangara, Naoki Masuko, Roland Scheer, Shogo Ishizuka, Muhammad Monirul Islam, Takeaki Sakurai	筑波大、産総研、ハレ大学(独)	Effects of quasi-fermi level splitting and band tail states on open circuit voltage towards high-efficiency Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells	Solar Energy Materials and Solar Cells 269 巻 112767	有	2024/01
17	S. Ishizuka, N. Taguchi	産総研	Aluminum-Based Chalcopyrite Thin Films and Solar Cells	Advanced Energy Materials 14, 2400087	有	2024/06
18	Jiro Nishinaga, Yukiko Kamikawa, Takeyoshi Sugaya, Shogo Ishizuka	産総研	Comparison of polycrystalline and epitaxial Cu(In, Ga)Se ₂ solar cells with conversion efficiencies of more than 21%	Solar Energy Materials and Solar Cells 269, 112791	有	2024/06
19	Cheuk Kai Gary Kwok ¹ , Hamidou Tangara ¹ , Naoki Masuko ¹ , Roland Scheer ² , Shogo Ishizuka ³ , Muhammad Monirul Islam ¹ , Takeaki Sakurai ¹	筑波大 1、Martin Luther University Halle-Wittenberg (独) 2、産総研 3	Effects of quasi-fermi level splitting and band tail states on open circuit voltage towards high-efficiency Cu (In, Ga) Se ₂ solar cells	Solar Energy Materials and Solar Cells 269, 112767, 2024	有	2024/06
20	Y. Kamikawa, M. Nardone ¹ , J. Nishinaga, S. Ishizuka	産総研、Bowling Green State University ¹	Multiple Impacts of the Aluminum Oxide Passivation Layer on the Properties OF Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells	Advanced Materials Interfaces 11, 2301100	有	2024/08
21	Y. Kamikawa, J. Nishinaga, T. Nishida, S. Ishizuka	産総研	Highly efficient lightweight flexible Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells with a narrow bandgap fabricated on polyimide substrates: impact of Ag alloying, Cs and Na doping, and front	Small Science 5, 2400404	有	2024/12
22	Takahito Nishimura, Chihiro Mizushima, Ryousuke Ishikawa	Institute of Science Tokyo, Tokyo City University	Peeling-Off Process for the Fabrication of Flexible, Lightweight Bifacial Perovskite/Cu(In,Ga)Se ₂ Tandem Solar Cells	Energy Technology 2500020	有	2025/03
23	Cheuk Kai Gary Kwok ¹ , Naoki Masuko ¹ , Shogo Ishizuka ² , Roland Scheer ³ , Muhammad Monirul Islam ¹ , Takeaki Sakurai ¹	筑波大 1、産総研 2Martin Luther University Halle-Wittenberg (独) 3	Recombination Effects of Urbach Tails as Trap States in Cu(In, Ga)Se ₂ Solar Cells Probed by Temperature-Dependent Junction-Transient Spectroscopies	Solar RRL 9, 2400925, 2025	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月

1	S. Ishizuka, N. Taguchi, J. Nishinaga, Y. Kamikawa, H. Shibata	産総研	A Comparative Study of the Effects of Light and Heavy Alkali-Halide Postdeposition Treatment on CuGaSe ₂ and Cu(In,Ga)Se ₂ Thin-Film Solar Cells	Solid State Devices and Materials (SSDM) 2020	2020/09
2	Shogo Ishizuka	産総研	Alkali-metal doping effects on CIGS thin film solar cells: A systematic study from lithium to cesium	The 30 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
3	Shogo Ishizuka	産総研	Progress for CIS solar cell research in Japan	International Conference on Advanced Light Absorbing Materials for Next Generation Photovoltaics (ABSOGEN)	2020/11
4	Takeaki Sakurai	筑波大	Study of recombination in alkali treated chalcogenide solar cells	The 30 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
5	櫻井岳暁 ¹ , Alban Lafuente- Sampietro ²	筑波大 ¹ 、東 京大 ²	CIS 太陽電池における開放 起電圧制限要因の考察	2021 年 第 68 回応用物理 学会春季学術講演会	2021/03
6	Norio Terada	鹿児島大	Determination of Depth- Directional Profiles of Electronic Structure of CIS-based Cells	The 30 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
7	寺田 教男	鹿児島大	CIS 系電池構造における CIS 裏面の露出手法の検討	2020 年 応用物理学会九 州支部春季学術講演会	2020/11
8	寺田 教男	鹿児島大	ZnMgO:Ga の PLD 成膜	2020 年 応用物理学会九 州支部春季学術講演会	2020/11
9	J.Nishinaga, S.Ishizuka	産総研	Effects of alkali-metal doping on epitaxial Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells	E-MRS Spring Meeting	2021/06
10	S.Ishizuka ¹ , Y.Kamikawa ¹ , J.Nishinaga ¹ , T.Masuda ²	産総研 ¹ 、ト ヨタ自動車 ²	Efficiency Enhancement in Lightweight and Flexible CIGS Solar Minimodules	2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021)	2021/09
11	Y.Kamikawa, H.Shibata, S.Ishizuka	産総研	Influences of Al ₂ O ₃ passivation layers on the property of CIGS solar cells	The 31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
12	石塚尚吾 ¹ , 上川由紀子 ¹ , 西永慈郎 ¹ , 増田泰造 ²	産総研 ¹ 、ト ヨタ自動車 ²	CIS 系太陽電池のアルカリ 金属添加制御と軽量ミニモ ジュールへの応用	日本太陽光発電学会 第 18 回「次世代の太陽光発電 システム」シンポジウム (第 1 回日本太陽光発電 学会学術講演会)	2021/10
13	石塚尚吾 ¹ , 西永慈郎 ¹ , 別府孝介 ² , 前田毅 ² , 青柳風香 ² , 和田隆博 ² , 山田明 ³ , J. Chantana ⁴ , 西村昂人 ⁴ , 峯元高志 ⁴ , M. M Islam ⁵ , 櫻井岳暁 ⁵ , 寺田教男 ⁶	産総研 ¹ 、龍 谷大 ² 、東工 大 ³ 、立命館 大 ⁴ 、筑波大 ⁵ 、 鹿児島大 ⁶	CIS 系太陽電池の現在とこ れからの研究開発課題	多元系化合物・太陽電池 研究会 2021 年度年末講 演会	2021/12

14	H. Tangara ¹ , Y. He ¹ , M. M. Islam ¹ , S. Ishizuka ² , T. Sakurai ¹	筑波大 ¹ 、産 総研 ²	Impact of quasi-fermi level splitting and sub-bandgap absorptivity on the Voc loss in CIGS solar cells	多元系化合物・太陽電池 研究会 2021 年度年末講 演会	2021/12
15	石塚尚吾	産総研	カルコバイライト系太陽電 池の動向	第 69 回応用物理学会春 季学術講演会	2022/03
16	上川由紀子 ¹ 、 M. Nardone ² 、 柴田肇 ¹ 、 石塚尚吾 ¹	産総研 ¹ 、 BGSU ²	CIGS 太陽電池への AlO _x 裏 面パッシベーション構造導 入の影響評価	第 69 回応用物理学会春 季学術講演会	2022/03
17	Hamidou Tangara, Yulu He, Muhammad Monirul Islam、 Shogo Ishizuka、 Takeaki Sakurai	筑波大、産 総研	Analysis of recombination mechanisms in KF-treated CIGS solar cells: Case of long-term Heat Light Soaking (HLS)	第 82 回応用物理学会秋季 学術講演会	2021/09
18	Hamidou Tangara, Yulu He, Muhammad Monirul Islam, Shogo Ishizuka, Takeaki Sakurai	筑波大、産 総研	Impact of quasi-fermi level splitting and sub-bandgap absorptivity on the Voc loss in CIGS solar cell	第 69 回応用物理学会春 季学術講演会	2022/03
19	H.Shibata ¹ , J.Nishinaga ¹ , Y.Kamikawa ¹ , H.Tampo ¹ , T.Nagai ¹ , T.Koida ¹ , S. Ishizuka ¹ , T.Mochizuki ¹ , M.Yamaguchi ²	産総研 ¹ 、豊 田工業大学 ²	Direct experimental confirmation of the reciprocity theorem in CIGS solar cells	The 33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
20	H.Tangara, Y. He, M. M. Islam, S. Ishizuka ¹ , T. Sakurai	筑波大、産 総研 ¹	How band tail recombination and quasi- fermi level splitting influence the open-circuit voltage loss in CIGS solar cells	The 33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
21	太野垣健、佐々木 あゆみ、石塚尚 吾、吉田正裕	産総研	Impact of shunt resistance on the performance of curved CIGS photovoltaic submodules	The 33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
22	石塚尚吾	産総研	CIS 系太陽電池	日本太陽エネルギー学会 関西支部 2022 年度シン ポジウム	2022/12
23	石塚尚吾	産総研	Interface modification in chalcopyrite-based thin- film photovoltaic devices	E-MRS Spring Meeting 2022	2022/05
24	濱尻浩平、今西 翼、宮之原勇、兒 島旺樹、大場幹 也、加藤拓也、杉 本祥紀、石塚尚 吾、西永慈郎、柴 田肇、上川由紀 子、寺田教男	鹿児島大 学、ソー ラーフロン ティア（出 光興産）、 産業技術研 究所 鹿児島大 学、ソー ラーフ ロンティア （出光興 産）、 産業技術研 究所	CIS 太陽電池における CIS/Mo 界面の電子構造	第 83 回応用物理学会秋季 学術講演会	2022/09

		鹿児島大学、ソーラーフロンティア（出光興産）、産業技術研究所			
25	H.Tangara, Y.He, G.Junjie, M. M. Islam, S.Ishizuka, T.Sakurai	筑波大、産総研	Quantifying the influence of band tail recombination and quasi-fermi level splitting on the open circuit voltage loss in CIGS solar cells	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
26	石塚尚吾	産総研	CIS 系薄膜を用いた光エネルギー変換技術	エネルギー関連技術シーズ技術セミナー（IR 交流会）	2023/02
27	石塚尚吾	産総研	CIS 系太陽電池の研究開発動向	日本化学会第 103 春季年会	2023/03
28	西永慈郎、上川由紀子、柴田肇、石塚尚吾	産総研	Cu(In,Ga)Se ₂ 太陽電池のエッチング素子分離による高効率化	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
29	寺田教男	鹿児島大学	各種化合物薄膜太陽電池の電子状態のキャラクタリゼーション	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
30	S.Ishizuka	産総研	Developments in CIGS Energy Conversion Devices: From Solar Cells to Hydrogen Evolution	MRS Spring Meeting 2023	2023/04
31	石塚尚吾、上川由紀子、西永慈郎、池田茂	産総研、甲南大学	CIS 系太陽電池の界面制御および水素生成技術への応用	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2023/06
32	石塚尚吾	産総研	CIS 系太陽電池の最新動向とこれからの材料・デバイス研究開発	第 4 回応用物理学会若手チャプター 太陽光エネルギー変換機能材料・デバイス開発研究会	2024/03
33	石塚尚吾	産総研	CIS 系太陽電池の研究開発	2023 年度 ゼロエミッション国際共同研究センター研究成果報告会 国際連携とイノベーション	2024/03
34	Cheuk Kai Gary Kwok, Junjie Guo, Naoki Masuko and Takeaki Sakurai	筑波大	UV Spectroscopic Characterization of ZnO _{1-x} S _x Buffer Layer for Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cell	The 34 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2023/11
35	益子尚希, Cheuk Kai Gary Kwok, Melina Kristen, Roland Scheer, 石塚尚吾, 西永慈郎, 櫻井岳暁	筑波大、産総研、ハレ大学（独）	過渡光電流分光法と過渡光容量分光法による Cu(In _{1-x} Ga _x)Se ₂ 太陽電池の欠陥評価	2023 年度 応用物理学会多元化合物・太陽電池研究会年末講演会	2023/12
36	Cheuk Kai Gary Kwok, Naoki Masuko, Shogo Ishizuka, Roland Scheer, Takeaki Sakurai	筑波大、産総研、ハレ大学（独）	Investigation of Trap Defect States in Cu(In,Ga)Se ₂ Solar Cells via Temperature Dependent Transient Photocapacitance and Photocurrent Spectroscopy	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
37	寺田教男、西永慈郎、上川由紀子、柴田肇、石塚尚吾	鹿児島大、産総研	ZnMgO/CIGS 界面の電子構造	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09

38	大場幹也、奥田哲治、西永慈郎、上川由紀子、柴田肇、石塚尚吾、寺田教男	鹿児島大、産総研	軽量基板上 Cu(In,Ga)Se ₂ セルにおける裏側界面の評価	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
39	石塚尚吾、西永慈郎、上川由紀子、西田竹志、田口昇	産総研	ワイドギャップカルコパイライト系太陽電池の光電変換効率向上	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2024/07
40	S.Ishizuka, J. Nishinaga, Y. Kamikawa, T. Nishida, P. J. Fons ¹	産総研、慶応大 ¹	Aluminum Incorporation Effects and Photovoltaic Efficiency Enhancement of Wide-Gap Chalcopyrite CuGaSe ₂ Thin-Film Solar Cells	E-MRS Fall Meeting 2024	2024/09
41	Y. Kamikawa, J. Nishinaga, T. Nishida, S. Ishizuka	産総研	Enhancement of conversion efficiency of light-weight flexible Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells with narrow bandgap fabricated on polyimide substrates	2024 Fall Meeting of the European Materials Research Society	2024/09
42	大場 幹也 ¹ , 上川 由紀子 ² , 永井 武彦 ² , 石塚 尚吾 ² , 西永 慈郎 ² , 反保 衆志 ² , 青野 祐美 ¹ , 奥田 哲治 ¹ , 寺田 教男 ^{1,2}	1.鹿児島大, 2.産総研	CIS 系太陽電池における Mo 裏面電極の表面電子構造	第 86 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
43	Cheuk Kai Gary Kwok ¹ , Genchi Inohana ¹ , Yuta Sato ¹ , Muhammad Monirul Islam ¹ , Takeaki Sakurai ¹	1.筑波大	Modification of band alignment of Zn _{1-x} Sn _x O alloy buffer/Cu(In,Ga)Se ₂ for high-efficiency Cu(In,Ga)Se ₂ solar cell	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
44	Y.Kamikawa, M.Nardone ¹ , J.Nishinaga, S.Ishizuka	産総研、Bowling Green State University ¹	Investigating the multiple effects of Al ₂ O ₃ interface passivation in CIGS solar cells	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
45	西田竹志、西永慈郎、上川由紀子、寺田教男、石塚尚吾	産総研、鹿児島大	Characterization of widegap CIGS/ZTO heterojunction solar cells	2024 Fall Meeting of the European Materials Research Society	2024/09
46	西田竹志、西永慈郎、寺田教男、石塚尚吾	産総研、鹿児島大	Widegap CIGS solar cells with ZTO buffer layer	第 44 回電子材料シンポジウム	2024/10
47	西田竹志、西永慈郎、上川由紀子、石塚尚吾	産総研	ワイドギャップ CIGS/ZTO 太陽電池の特性評価	2024 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2024/11
48	西田竹志、寺田教男、石塚尚吾	産総研、鹿児島大	Structural and optical properties of widegap CIGS/ZTO heterojunction solar cells	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
49	Cheuk Kai Gary Kwok ¹ , Genchi Inohana ¹ , Yuta Sato ¹ , Muhammad Monirul Islam ¹ , Takeaki Sakurai ¹	1.筑波大	Bandgap engineering of Zn _{1-x} Sn _x O alloy buffer layer for Cu(In,Ga)Se ₂ solar cell	PVSEC-35	2024/11

50	Jiro Nishinaga, Yukiko Kamikawa, Hajime Shibata, Shogo Ishizuka,	産総研	High efficiency Cu(In,Ga)Se ₂ solar cells with cell separation by wet chemical etching	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
51	石川亮佑	東京都市大学	ペロブスカイト太陽電池の 基礎・研究と実用化の最新 動向からタンデム化による 高効率化および今後の展望	AndTech セミナー（招待 講演）	2024/06
52	石川亮佑	東京都市大学	次世代太陽電池研究：ペロ ブスカイト太陽電池を中心 に	物性物理化学研究の最先 端（招待講演）	2024/11
53	西田竹志、西永慈 郎、上川由紀子、 石塚尚吾	産総研	ZTO バッファ層を活用した ワイドギャップ CIGS 太陽 電池の構造最適化	SAT テクノロジー・ ショーケース 2025	2025/01
54	石川亮佑	東京都市大学	次世代太陽電池研究におけ る界面技術	表面技術協会第 151 回講 演大会（招待講演）	2025/03
55	西永慈郎、上川由 紀子、西田竹志、 柴田肇、石塚尚吾	産総研	集積型構造 CIGS 太陽電池 の高 Fill-factor 化技術	第 72 回応用物理学会春季 学術講演会	2025/03
56	Cheuk Kai Gary Kwok ¹ , Mekan Toyjanov ¹ , Muhammad Monirul Islam ¹ , Takeaki Sakurai ¹	1.筑波大	Optimizing the band offsets of transparent conducting Zn _{1-x} Sn _x O _{1+δ} alloy to wide-gap Cu(In,Ga)Se ₂ via oxygen stoichiometry control	第 72 回応用物理学会春季 学術講演会	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	産総研、トヨタ自動車	CIS 系 PV モジュール開発	化学工業日報, 朝刊 5 面	2021/06
2	産総研、トヨタ自動車	軽量フレキシブルな太陽電池 世界最高 の変換効率達成	鉄鋼新聞, 朝刊 6 面	2021/06
3	産総研、トヨタ自動車	CIS 系太陽電池モジュール 変換効率、 世界最高に	電気新聞, 朝刊 4 面	2021/06
4	産総研、トヨタ自動車	変換効率 18.6%達成 CIS 系太陽電池 フ レキ基板に作製	日刊工業新聞, 朝刊 22 面	2021/06
5	産総研、トヨタ自動車	CIS 系太陽電池ミニモジュール 世界最 高の光電変換効率 産総研・トヨタと開 発	日韓産業新聞, 朝刊 10 面	2021/06

5.1.1.4 高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池の基盤技術研究開発（国立大学法人京都大学）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立大学法人 京都大学	特願 2021-080080	国内	2021/05/10	出願	ペロブスカイト層	若宮淳志、フ シュアイ フェン
2	国立大学法人 京都大学	特開 2022-174029	国内	2022/05/10	公開	ペロブスカイト層	若宮淳志、フ シュアイ フェン
3	株式会社エネ コートテクノ ロジーズ	PCT 2023-546962 特許 7575140	PCT・ 登録	2021/09/13 2024/10/21	公開/ 登録	光電変換素子およ び化合物	若宮 淳志、 チョン ミン アン、三 木 真湖、堀 内 保

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Minh Anh Truong, Hayoon Lee, Ai Shimazaki, Ryota Mishima, Masashi Hino, Kenji Yamamoto, Kento Otsuka, Taketo Handa, Yoshihiko Kanemitsu, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学、 カネカ	Near-Ultraviolet Transparent Organic Hole-Transporting Materials Containing Partially Oxygen-Bridged Triphenylamine Skeletons for Efficient Perovskite Solar Cells	<i>ACS Appl. Energy Mater.</i> 4 (2) 1484	有	2021/02
2	Yongyoon Cho, Hyung Do Kim, Jianghui Zheng, Jueming Bing, Yong Li, Meng Zhang, Martin A. Green, Atsushi Wakamiya, Shujuan Huang, Hideo Ohkita*, Anita W.Y. Ho-Baillie	京都大学、 University of New South Wales	Elucidating Mechanisms behind Ambient Storage- Induced Efficiency Improvements in Perovskite Solar Cells	<i>ACS Energy Lett.</i> 6 (3) 925	有	2021/02
3	Yongyoon Cho, Jueming Bing, Hyung Do Kim, Yong Li, Jianghui Zheng, Shi Tang, Martin A. Green, Atsushi Wakamiya, Shujuan Huang, Hideo Ohkita, Anita W.Y. Ho-Baillie	京都大学、 University of New South Wales,	Immediate and Temporal Enhancement of Power Conversion Efficiency in Surface-Passivated Perovskite Solar Cells	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 13 (33) 39178- 39185	有	2021/08
4	Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Kento Otsuka, Taketo Handa, Takumi Yamada, Ryosuke Nishikubo, Yasuko Iwasaki, Akinori Saeki, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学、 大阪大学	Mixed lead-tin perovskite films with >7 μ s charge carrier lifetimes realized by maltol post-treatment	<i>Chem. Sci.</i> 12 (40) 13513- 13519	有	2021/09
5	Aistė Jegorovė, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Martyte Daskeviciene, Tadas Malinauskas, Kristina Kantminiene,	京都大学、 Kaunas University of Technolog y、 Vilnius University	Starburst Carbazole Derivatives as Efficient Hole Transporting Materials for Perovskite Solar Cells	<i>Sol. RRL</i> 6 2100877	有	2021/11
6	Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa,	京都大学、 筑波大学、 理研	Optimized Carrier Extraction at Interfaces for 23.6% Efficient Tin- Lead Perovskite Solar Cells	<i>Energy Environ. Sci.</i> 15 (5) 2096	有	2022/03

	Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya					
7	Eita Nakanishi, Ryosuke Nishikubo, Fumitaka Ishiwari, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Akinori Saeki	大阪大学、 京都大学	Multivariate Analysis of Mixed Ternary and Quaternary A-Site Organic Cations in Tin Iodide Perovskite Solar Cells	<i>ACS Materials Lett.</i> 41124	有	2022/04
8	Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学、 エネコート テクノロ ジーズ	Operational stability, low light performance, and long-lived transients in mixed-halide perovskite solar cells with a monolayer-based hole extraction layer	<i>Sol. Energy Mater. Sol. Cells</i> 245 (15) 111885	有	2022/04
9	Aistė Jegorovė, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Maryte Daskeviciene, Tadas Malinauskas, Kristina Kantminiene, Vygintas Jankauskas, Vytautas Getautis, Atsushi Wakamiya	リトアニア 工科大学、 京都大学	Molecular engineering of enamine-based hole- transporting materials for high-performing perovskite solar cells: influence of the central heteroatom	<i>Sol. RRL</i> 62200590	有	2022/05
10	Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Taro Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Composition-Property Mapping in Bromide- Containing Tin Perovskite Using High- Purity Starting Materials	<i>ACS Appl. Energy Mater.</i> 5 (12) 14789	有	2022/06
11	Huynh Thi Cam Tu, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya and Keisuke Ohdaira	北陸先端大 学、京都大 学	Cat-CVD SiNx as a gas barrier for application to perovskite solar cells	<i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> 61 (12) 121002	有	2022/07
12	Lidón Gil-Escrig, Shuaifeng Hu, Kassio P. S. Zanoni, Abhyuday Paliwal, M.Angel Hernández- Fenollosa, Cristina Roldán- Carmona, Michele Sessolo, Atsushi Wakamiya, Henk J. Bolink	バレンシア 大学、京都 大学	Perovskite/Perovskite Tandem Solar Cells in the Substrate Configuration with Potential for Bifacial Operation	<i>ACS Materials Lett.</i> 42638	有	2022/07
13	Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Wentao Liu, Tsukasa Funasaki, Minh Anh Truong, Shota Hira, Ruito Hashimoto, Taro Morishita, Kyohei Nakano,	京都大学	A Universal Surface Treatment for p-i-n Perovskite Solar Cells	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 14 (50) 56290	有	2022/09

	Keisuke Tajima, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya					
14	Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Robert D. J. Oliver, Jorge Pascual, Joel A. Smith, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Michael B. Johnston, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Henry J. Snaith, Atsushi Wakamiya	京都大学、 理研、オックス フォード大学	Synergistic Surface Modification of Tin-Lead Perovskite Solar Cells	<i>Adv. Mater.</i> 35 (9) 2208320	有	2022/11
15	Minh Anh Truong, Tsukasa Funasaki, Lucas Ueberricke, Wataru Nojo, Richard Murdey, Takumi Yamada, Shuaifeng Hu, Aruto Akatsuka, Naomu Sekiguchi, Shota Hira, Lingling Xie, Tomoya Nakamura, Nobutaka Shioya, Daisuke Kan, Yuta Tsuji, Satoshi Ikubo, Hiroyuki Yoshida, Yuichi Shimakawa, Takeshi Hasegawa, Yoshihiko Kanemitsu, Takanori Suzuki, Atsushi Wakamiya	京都大学、 千葉大学、 九州大学、 北海道大学	Tripodal Triazatruxene Derivative as a Face-On Oriented Hole-Collecting Monolayer for Efficient and Stable Inverted Perovskite Solar Cells	<i>J. Am. Chem. Soc.</i> 145 (13) 7528	有	2022/11
16	Ruito Hashimoto, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Effects of electron- accepting substituents on the fluorescence of oxygen-bridged triarylamine	<i>Dyes Pigm.</i> 215111281	有	2023/04
17	Noboru Ohashi, Ryuji Kaneko, Chikako Sakai, Yoko Wasai, Seiji Higuchi, Kenji Yazawa, Hirokazu Tahara, Taketo Handa, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Bilayer Indium Tin Oxide Electrodes for Deformation-Free Ultrathin Flexible Perovskite Solar Cells	<i>Sol. RRL</i> 7 (13) 2300221	有	2023/05
18	Keishiro Goshima, Wakana Matsuda, Minh Anh Truong, Ryuji Kaneko, Ai Shimazaki, Tomoya Nakamura,	京都大学	Insight into Charge Carrier Recombination Mechanisms	<i>J. Photopolym. Sci. Technol.</i> 36 (5) 367	有	2023/06

	Atsushi Wakamiya, Yasuhiro Tachibana					
19	Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Kyohei Nakano, Richard Murdey, Keisuke Tajima, Atsushi Wakamiya	京都大学	Tin Halide Perovskite Solar Cells with Open- Circuit Voltages Approaching the Shockley-Queisser Limit	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 15 (27) 32487	有	2023/06
20	Chika Higashimura, Go Yumoto, Takumi Yamada, Tomoya Nakamura, Fuyuki Harata, Hideki Hirori, Atsushi Wakamiya, Yoshihiko Kanemitsu	京都大学	Spontaneous Polarization Induced Optical Responses in a Two- Dimensional Ferroelectric Halide Perovskite	<i>J. Phys. Chem. Lett.</i> 14 (37) 8360	有	2023/09
21	Haru Kimata, Seira Yamaguchi, Takeshi Gotanda, Dong Xue, Haruka Asai, Ai Shimazaki, Atsushi Wakamiya, and Kazuhiro Marumoto	京都大学	Open-Circuit-Voltage Improvement Mechanism of Perovskite Solar Cells Revealed by Operando Spin Observation	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 15 (50) 58539	有	2023/12
22	Sarune Daskeviciute- Geguziene, Minh Anh Truong, Kasparas Rakstys, Maryte Daskeviciene, Ruito Hashimoto, Richard Murdey, Takumi Yamada, Yoshihiko Kanemitsu, Vygintas Jankauskas, Atsushi Wakamiya, and Vytautas Getautis	京都大学、 Kaunas University of Technolog y	In Situ Thermal Cross- Linking of 9,9' - Spirobifluorene-Based Hole-Transporting Layer for Perovskite Solar Cells	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 16 (1) 1206	有	2023/12
23	Tomoya Nakamura, Yoshio Kondo, Noboru Ohashi, Chihiro Sakamoto, Akio Hasegawa, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Materials Chemistry for Metal Halide Perovskite Photovoltaics	<i>Bull. Chem. Soc. Jpn.</i> 97 (3) uoad025	有	2024/01
24	Silver-Hamill Turren- Cruz, Jorge Pascual, Shuaifeng Hu, Jesus Sanchez-Diaz, Sergio Galve-Lahoz, Wentao Liu, Wolfram Hempel, Vladimir S. Chirvony, Juan P. Martinez- Pastor, Pablo P. Boix, Atsushi Wakamiya, Iván Mora-Seró	京都大学、 University Jaume I、 University of the Basque Country UPV、 Polish Academy of Sciences	Multicomponent Approach for Stable Methylammonium-Free Tin-Lead Perovskite Solar Cells	<i>ACS Energy Lett.</i> 9432-441	有	2024/01
25	Wentao Liu, Guanglin Huang, Chien-Yu Chen, Tiancheng Tan,	京都大学	An open-cage bis[60]fulleroid as an electron transport material for tin halide perovskite solar cells	<i>Chem. Commun.</i> 60 (16) 2172- 2175	有	2024/01

	Fuyuki Harata, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshifumi Hashikawa, Yasujiro Murata, Atsushi Wakamiya					
26	Mayu Motohashi, Seira Yamaguchi*, Haru Kimata, Haruka Asai, Dong Xue, Masashi Ozaki, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto*	京都大学, 筑波大学	Dihydropyrazine- reductant effects on band bending at PEDOT:PSS/perovskite interfaces in tin halide perovskite solar cells	<i>Appl. Phys. Lett.</i> 124 (12) 123906	有	2024/03
27	Shuaifeng Hu, Jarla Thiesbrummel, Jorge Pascual, Martin Stolterfoht, Atsushi Wakamiya, Henry J. Snaith	京都大学、 オックス フォード大 学	Narrow Bandgap Metal Halide Perovskites for All-Perovskite Tandem Photovoltaics	<i>Chem. Rev.</i> 1244079	有	2024/03
28	Yihuang Wang, Seira Yamaguchi*, Mayu Motohashi, Haru Kimata, Dong Xue, Xiangtao Zou, Akinori Saeki, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto*	京都大学, 筑波大学	Effects of the Addition of Tin Powder to Perovskite Precursor Solutions on Band Bending at PEDOT:PSS/Perovskite Interfaces in Mixed- Cation Mixed-Halide Tin Perovskite Solar Cells	<i>J. Phys. Chem. Lett.</i> 156392-6397	有	2024/06
29	Soeun Shin, Sang-Hyeok Yang, Seongrok Seo, Hyoungmin Park, Urasawadee Amornkitbamrung, Yongjae In, Canjie Wang, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Young-Min Kim*, and Hyunjung Shin*	京都大学, Sungkyun kwan University	Uneven Strain Relaxation in Formamidinium Lead Triiodide (FAPbI3) Films upon Aging	<i>ACS Energy Lett.</i> 9 (7) 3618-3627	有	2024/07
30	Mikhail Pylnev, Ryosuke Nishikubo, Fumitaka Ishiwari, Atsushi Wakamiya, Akinori Saeki*	京都大学, 大阪大学	Sequential Deposition of Diluted Aqueous SnO2 Dispersion for Perovskite Solar Cells	<i>Sol. RRL</i> 8 (15) 2400415	有	2024/07
31	Minh Anh Truong*, Lucas Ueberricke, Tsukasa Funasaki, Yuta Adachi, Shota Hira, Shuaifeng Hu, Takumi Yamada, Naomu Sekiguchi, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Satoshi Ikubo, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Tetrapodal Hole- Collecting Monolayer Materials Based on Saddle-Like Cyclooctatetraene Core for Inverted Perovskite Solar Cells	<i>Angew. Chem., Int. Ed.</i> 63 (46) e202412939	有	2024/08
32	Mikhail Pylnev, Ryosuke Nishikubo, Fumitaka Ishiwari,	京都大学, 大阪大学	Performance Boost by Dark Electro Treatment	<i>Adv. Opt. Mater.</i> in press	有	2024/09

	Atsushi Wakamiya, Akinori Saeki*		in MACl-Added FAPbI3 Perovskite Solar Cells			
33	Xiangtao Zou, Takahiro Watanabe, Haru Kimata, Dong Xue, Ai Shimazaki, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto*	京都大学, 筑波大学	Microscopic Analysis of Low but Stable Perovskite Solar Cell Device Performance Using Electron Spin Resonance	<i>Commun. Mater.</i> 5233	有	2024/10
34	Go Yumoto*, Fuyuki Harata, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Yoshihiko Kanemitsu*	京都大学	Electrically switchable chiral nonlinear optics in an achiral ferroelectric 2D van der Waals halide perovskite	<i>Sci. Adv.</i> 10 (46) eadq5521	有	2024/11
35	Chien-Yu Chen*, Fuyuki Harata, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Enhanced Power Conversion Efficiency in Tin Halide Perovskite Solar Cells with Zinc Iodide Interlayers	<i>ACS Energy Lett.</i> 96039- 6046	有	2024/11
36	Yusuke Daikoku, Takumi Yamada, Ai Shimazaki, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Yoshihiko Kanemitsu	京都大学	Revealing the dynamic aspects of photoinduced halide segregation in mixed-halide Cs _{0.15} FA _{0.85} PbI ₂ Br perovskite films using a hyperspectral imaging technique	<i>J. Phys. Chem. Lett.</i> 15 (50) 12341- 12347	有	2024/12
37	Shuaifeng Hu*, Junke Wang, Pei Zhao, Jorge Pascual, Jianan Wang, Florine Rombach, Akash Dasgupta, Wentao Liu, Minh Anh Truong, He Zhu, Manuel Kober-Czerny, James N. Drysdale, Joel A. Smith, Zhongcheng Yuan, Guus J. W. Aalbers, Nick R. M. Schipper, Jin Yao, Kyohei Nakano, Silver- Hamill Turren-Cruz, André Dallmann, M. Greyson Christoforo, James M. Ball, David P. McMeekin, Karl- Augustin Zaininger, Zonghao Liu, Nakita K. Noel, Keisuke Tajima, Wei Chen, Masahiro Ehara, René A. J. Janssen, Atsushi Wakamiya*, Henry J. Snaith*	京都大学, University of Oxford, Huazhong University of Science and Technol ogy, Eindhoven University of Technolog y	Steering perovskite precursor solutions for multijunction photovoltaics	<i>Nature</i> 63993- 101	有	2024/12
38	Tomoya Nakamura*, Takabumi Nagai, Yuki Miyake, Takumi Yamada, Makoto Miura, Hiroyuki Yoshida, Yoshihiko Kanemitsu, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Single-isomer bis(pyrrolidino)fullerenes as electron-transporting materials for tin halide perovskite solar cells	<i>Chem. Sci.</i> 16 (5) 2265-2272	有	2024/12

39	Junke Wang, Bruno Branco, Willemijn H. M. Remmerswaal, Shuaifeng Hu, Nick R. M. Schipper, Valerio Zardetto, Laura Bellini, Nicolas Daub, Martijn M. Wienk, Atsushi Wakamiya, Henry J. Snaith, René A. J. Janssen*	京都大学, Eindhoven University of Technolog y, University of Oxford	Performance and stability analysis of all-perovskite tandem photovoltaics in light-driven electrochemical water splitting	<i>Nat. Commun.</i> 16 (1) 174	有	2025/01
40	Minh Anh Truong*, Tsukasa Funasaki, Yuta Adachi, Shota Hira, Tiancheng Tan, Aruto Akatsuka, Takumi Yamada, Yasuko Iwasaki, Yuko Matsushige, Ryuji Kaneko, Chizuru Asahara, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Hiroyuki Yoshida, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Molecular Design of Hole- Collecting Materials for Co-Deposition Processed Perovskite Solar Cells: A Tripodal Triazatruxene Derivative with Carboxylic Acid Groups	<i>J. Am. Chem. Soc.</i> 147 (3) 2797-2808	有	2025/01
41	Yuki Miyake, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Thiazolidinone-Based Electron-Collecting Monolayers for n-i-p Perovskite Solar Cells	<i>Chem. Asian J.</i> 20 (6) e202401344	有	2025/01
42	Tingting Liu, Sungwoon Cho, Ryosuke Nishikubo, Mikhail Pylnev, Fumitaka Ishiwari, Atsushi Wakamiya, Akinori Saeki*	京都大学, 大阪大学	Mechanochemical pretreatment of tin iodide perovskite precursors: effects of grinding temperature and time on solar cell performance	<i>EES Sol.</i> 1 (1) 78-88	有	2025/01
43	Shota Hira, Minh Anh Truong*, Yuko Matsushige, Yasuko Iwasaki, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Takumi Yamada, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Squaric Acid-Containing Hole-Collecting Monolayer Materials for p-i-n Perovskite Solar Cells	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 17 (5) 8095-8106	有	2025/01
44	Wakana Matsuda, Keishiro Goshima, Insub Noh, Hyung Do Kim, Ai Shimazaki, Richard Murdey, Michisato Toyoda, Atsushi Wakamiya, Hideo Ohkita, Shu Seki, Yasuhiro Tachibana*	京都大学, 大阪大学, RMIT University	Impact of Spin-Coating Temperature on Morphology of Pb-Based Mixed Ion Perovskite Films and Their Solar Cell Performance	<i>ACS Appl. Energy Mater.</i> 8 (3) 1437- 1445	有	2025/01
45	Tiancheng Tan, Richard Murdey, Shunsuke Sumitomo, Atsushi Wakamiya*	京都大学	Design and synthesis of asymmetric anhydrous quaternary ammonium fluoride electrolytes for fluoride ion batteries	<i>Sustainable Energy Fuels</i> 9 (6) 1525- 1533	有	2025/01

46	Dang-Thuan Nguyen*, Anh Dinh Bui, Daniel Walter, Khoa Nguyen, Hualin Zhan, Xuan Minh Chau Ta, Grace Dansoa Tabi, Thành Trần-Phú, Lichun Chang, Keqing Huang, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya, Sunita Gautam Adhikari, Hieu Nguyen, Anne Haggren, Viqar Ahmad, Thanh Tung Duong, Duy-Cuong Nguyen, Heping Shen, Kylie Catchpole, Klaus Weber, Thomas White, The Duong*	京都大学, The Australian National University , University of Sydney, Flinders University, Hanoi University of Science and Technology	Universal Buried Interface Modification with Lead Iodide for Efficient and Stable Perovskite Solar Cells	<i>J. Mater. Chem. A</i> in press	有	2025/03
47	Wenchao Dai, Dong Xue, Haru Kimata, Xiangtao Zou, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, Kazuhiro Marumoto*	京都大学, 筑波大学	Performance Improvement Mechanism of Perovskite Solar Cells by Device Interface Control	<i>Sol. RRL</i> in press	有	2025/04
48	Naomu Sekiguchi, Yuta Tsuji, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya, Satoshi Iikubo*	京都大学, 九州大学	Optimization of Band Alignment by Organic Molecules for Perovskite Solar Cells	<i>J. Phys. Chem. C</i> 129 (18) 8500-8508	有	2025/04

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト半導体の精密合成に基づく太陽電池の開発	日本学術振興会 光電相互変換 125 委員会 セミナー、「精密合成化学が拓く新たな光電相互変換工学」	2020/03
2	Atsushi Wakamiya	京都大学	Efficient Pb- or Sn-Based Perovskite Solar Cells Based on Highly Purified Materials	SPIE Optics + Photonics 2020 Digital Forum	2020/08
3	Atsushi Wakamiya	京都大学	Pb- and Sn-Based Perovskite Solar Cells Based on Highly Purified Materials	AMFPD-20	2020/09
4	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化のための高品質ハイブリッド材料の合成	第 67 回 高分子討論会 S12. 有機・ハイブリッドエレクトロニクス材料の研究最前線	2020/09
5	若宮 淳志	京都大学、株式会社エネコートテクノロジーズ	大学とベンチャー企業で取り組むペロブスカイト太陽電池実用化研究開発	光機能材料研究会 第 79 回講演会、「リチウムイオン電池・太陽電池研究開発の最新動向と将来展望」	2020/09

6	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化にむけた高品質材料開発	日本学術振興会「先端ナノデバイス・材料テクノロジー第151委員会」	2020/09
7	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化を可能にするゾルゲル科学	日本ゾルゲル学会 第17回セミナー	2020/09
8	Atsushi Wakamiya	京都大学	Preparation of Purified Key Materials for Lead and Tin-based Perovskite Solar cells	SSDM, 2020	2020/09
9	Atsushi Wakamiya	京都大学	Highly Purified Materials for Sn-and Pb-Based Perovskite Solar Cells	PRiME2020, H02-Advanced Nano-Photovoltaics-Perovskite	2020/10
10	Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Transparent Hole-Transporting Materials Containing Partially Oxygen-Bridged Triphenylamine Skeletons for Efficient Perovskite Solar Cells	PRiME2020	2020/10
11	中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	高品質ハライドペロブスカイト材料の開発	東工大元素戦略拠点 (TIES) テクニカルシンポジウム	2020/10
12	中村 智也, Minh Anh Truong, Shuaifeng Hu, 大塚 健斗, Richard Murdey, 半田 岳人, 金光 義彦, 若宮 淳志	京都大学	高純度前駆体材料を用いた高性能スズ系ペロブスカイト太陽電池の開発	次世代の太陽光発電システムシンポジウム	2020/01
13	若宮 淳志	京都大学、株式会社エネコートテクノロジーズ	ペロブスカイト太陽電池：”どこでも電源”の実用化に向けた技術開発	日本化学会秋季事業 第10回 CSJ 化学フェスタ 「未来を創る主体者であれ！～化学系ベンチャーの挑戦～」	2020/10
14	若宮 淳志	京都大学	独自の高純度化材料を用いたペロブスカイト太陽電池の高性能化研究	第71回 CVD 研究会	2020/10
15	若宮 淳志	京都大学、株式会社エネコートテクノロジーズ	高純度スズ系ペロブスカイト半導体膜の作製法と太陽電池への展開	桂ベンチャープラザ 講演	2020/10
16	Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, and Atsushi Wakamiya	京都大学	Accerated Lifetime Testing of Mixed Composition Perovskite Solar Cells	PVSEC-30	2020/11
17	Minh Anh Truong, Hayoon Lee, Ai Shimazaki, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Near-Ultraviolet Transparent Organic Hole-Transporting Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	PVSEC-30	2020/11
18	Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Taketo Handa,	京都大学	Tin-based Perovskite Solar Cells using Precursor Materials Purified by Sn(0) Nanoparticle Treatment	PVSEC-30	2020/11

	Yoshihiko Kanemitsu, and Atsushi Wakamiya				
19	中村 智也, Minh Anh Truong, Shuaifeng Hu, 大塚 健斗, Richard Murdey, 半田 岳人, 金光 義彦, 若宮 淳志	京都大学	8 π 電子系ジヒドロピラジン誘導体を還元剤として用いた高性能スズ系ペロブスカイト太陽電池の開発	基礎有機化学会 若手オンラインシンポジウム (第0回)	2020/11
20	中村 智也, Minh Anh Truong, Shuaifeng Hu, 大塚 健斗, Richard Murdey, 半田 岳人, 金光 義彦, 若宮 淳志	京都大学	還元処理による高純度前駆体材料を用いたスズ系ペロブスカイト太陽電池の開発	MRM Forum 2020	2020/12
21	Minh Anh Truong, Hayoon Lee, Ai Shimazaki, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of Near-Ultraviolet Transparent Organic Hole-Transporting Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	MRM Forum 2020	2020/12
22	若宮 淳志	京都大学	塗って作れるペロブスカイト太陽電池の化学	奈良女子大学大学院講演会	2020/12
23	若宮 淳志	京都大学	塗布型太陽電池の実用化に向けた取り組み	プリンテッド・エレクトロニクス研究会	2021/01
24	若宮 淳志	京都大学	フィルム型太陽電池：材料開発と実用化にむけた取り組み	J-PVS ペロブスカイト太陽電池分科会 第1回研究会 研究ネットワーク形成事業 事業名：イオン液体の革新的応用展開ネットワーク 「イオン液体の革新的応用展開ネットワーク形成会議」 特別講演会	2021/02
25	若宮 淳志	京都大学	塗って作製できる太陽電池：ペロブスカイト太陽電池の材料化学	令和2年度研究プロジェクト経費助成事業 研究ネットワーク形成事業 事業名：イオン液体の革新的応用展開ネットワーク 「イオン液体の革新的応用展開ネットワーク形成会議」 特別講演会	2021/03
26	中村 智也, Minh Anh Truong, Shuaifeng Hu, 大塚 健斗, 橋本 墨人・Richard Murdey, 笹森 貴裕, Hyung Do Kim, 大北 英生, 半田 岳人, 金光 義彦, 若宮 淳志	京都大学	Sn(IV)スカベンジャー法を用いた高純度スズ系ペロブスカイト半導体膜の作製	日本化学会第101春季年会	2021/03

27	Richard Murdey, 松重 優子, 石倉 靖久 Minh Anh Truong, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の効率的な安定性評価	日本化学会第 101 春季年会	2021/03
28	大塚 健斗, Shuaifeng Hu, 金子 竜二, 半田 岳人, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 金光 義彦, 若宮 淳志	京都大学	高純度化材料を用いた Br を含むスズ系ペロブスカイト半導体の開発	日本化学会第 101 春季年会	2021/03
29	若宮 淳志	京都大学	分子設計と高純度に精製された前駆体材料に基づく金属ハライド型ペロブスカイト太陽電池に関する研究	日本化学会第 101 春季年会 学術賞受賞講演	2021/03
30	若宮淳志	京都大学	塗って作れる太陽電池：ペロブスカイト地用電池の開発研究の最前線	天王寺高校講演会	2021/04
31	Atsushi Wakamiya	Kyoto University	Approaches of Materials Chemistry for Efficient Perovskite Solar Cells	EM-NANO 2021	2021/06
32	若宮淳志	京都大学	「どこでも電源」で世界を変える：塗って作製できる太陽電池	第 63 回アナログ技術トレンドセミナー～世界を変えそうな技術ベンチャー 3～	2021/06
33	若宮淳志	京都大学	材料化学で挑むエネルギー資源問題～新聞屋の開拓と大学研究の在り方を求めて～	東京大学工学系研究科化学生命工学専攻	2021/08
34	若宮淳志	京都大学	Materials Chemistry Approaches for Tin-based Perovskite Solar Cells (スズペロブスカイト太陽電池への材料化学アプローチ)	2nd PVTEC webinar	2021/08
35	Richard Murdey, Yuko Matsushige, Yasuhisa Ishikura, Yasuko Iwasaki, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	Kyoto University	Strategies for Assessing and Improving the Stability of Perovskite Solar Cells	Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2021)	2021/09
36	若宮淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の最前線～鉛フリーペロブスカイト太陽電池の開発動向～	情報機構セミナー	2021/09
37	Minh Anh Truong, 能條航, Lucas Veith Ueberricke, 舟崎司, 中村智也, Richard Murdey, 鈴木孝紀, 若宮淳志	京都大学、北海道大学	トリアザトルキセン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の正孔回収材料の開発	第 31 回基礎有機化学討論会	2021/09
38	Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada,	京都大学、筑波大学、理研	Interface Modification Strategies Using Surfactants for 23.6% Efficient Tin-Lead Perovskite Solar Cells	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10

	Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya				
39	大橋昇, 金子竜二, 酒井智香子, 石倉靖久, 矢沢健児, 田原弘量, 半田岳人, 金光義彦、Richard Murdey、若宮淳志	京都大学	内部応力を抑制した積層ITOを透明電極として用いた超薄膜ペロブスカイト太陽電池	第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
40	マーディーリ チャード, 松重 優子, 石倉 靖久, チョン ミンアン, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	室内光向きペロブスカイト太陽電池 Perovskite solar cells for ambient light harvesting	第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
41	チョン ミンアン, 能條 航, ユーバリッケルー カスバイト, 舟崎 司, 堀内 保, 中村 智也, マーディーリ チャード, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志	京都大学、 北海道大学	高性能ペロブスカイト太陽電池のためのマルチポッド型正孔回収材料の開発	第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
42	若宮淳志	京都大学	再生可能エネルギーで未来を拓く：高性能フィルム型太陽電池の開発	カーボンニュートラル推進連続セミナー第1回「太陽光発電・蓄電システム」	2021/11
43	Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Richard Murdey, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Takumi Yamada, Taketo Handa, Kazuhiro Matsuda, Kyohei Nakano, Atsushi Sato, Kazuhiro Marumoto, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学、 筑波大学、 理研	23.6%-高効率スズ-鉛混合型ペロブスカイト太陽電池：アンモニウム基をもつ表面添加剤の効果 23.6%-Efficient Mixed Tin-Lead Perovskite Solar Cells: Effects of Ammonium-Headed Surfactant	第48回有機典型元素化学討論会	2021/12
44	橋本墨人, Wentao Liu, 森下太郎, Shuaifeng Hu, Towhid Hossain Chowdhury,	京都大学	エチレンジアンモニウム塩を用いた表面処理によるスズ系ペロブスカイト太陽電池の高性能化	第48回有機典型元素化学討論会	2021/12

	Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村智也, 若宮淳志				
45	Lucas Ueberricke, 能條 航, 舟崎 司, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志	京都大学、 北海道大学	ペロブスカイト太陽電池の効率的な正孔取り出しを実現するマルチポット型単分子膜材料 Multipodal Monolayer Materials for Efficient Hole Extraction in Perovskite Solar Cells	第 48 回有機典型元素化学討論会	2021/12
46	Atsushi Wakamiya, Tomoya Nakamura, Shuaifeng Hu, Kento Otsuka, Ruito Hashimoto, Minh Anh Truong, Richard Murdey	Kyoto University	Sn-and Pb-Based Perovskite Solar Cells Using Highly Purified Materials	Pacificchem2021	2021/12
47	若宮淳志	京都大学	高純度化前駆体材料を用いた塗工技術開発によるペロブスカイト太陽電池の高性能化	技術情報協会セミナー 「ペロブスカイト太陽電池の材料、成膜技術と実用化動向」	2022/
48	大橋 昇、 金子 竜二、 酒井 智香子、 石倉 靖久、 矢沢 健児、 田原 弘量、 半田 岳人、 金光 義彦、 中村 智也、 Richard Murdey、 若宮 淳志	京都大学	内部応力による変形を抑制した積層 ITO を用いた超薄膜ペロブスカイト太陽電池	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
49	中村 智也、 大塚 健斗、 Shuaifeng Hu, 森下 太郎、 橋本 墨人、 半田 岳人、 金光 義彦、 Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ASnI ₃ -xBr _x 型スズペロブスカイト材料の系統的物性評価	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
50	Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Performance Evaluation of Mixed-Halide Perovskite Solar Cells with Monolayer Hole Transporting Layers	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
51	Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Solution-Processed Electron Extraction Contacts for Efficient Tin Perovskite Solar Cells	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03

52	舟崎 司, ユーベリック ルー カス, 能條 航, チョン ミンアン, マーデイー リ チャード, 山田 琢允, 中村 智也, フ シュアイフェン, 金光 義彦, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志	京都大学、 北海道大学	トリアザトリキセン骨格を用 いた高性能ペロブスカイト太 陽電池の正孔回収単分子膜材 料の開発	日本化学会第 102 春季年 会	2022/03
53	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：ど こでも電源としての実用化に 向けて	日本化学会第 102 春季年 会	2022/03
54	金子 竜二, 嶋崎 愛, 大橋 昇, 中村 智也, チョン ミンアン, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト／結晶シリコ ン二端子タンデム型太陽電池 に向けたワイドバンドギャッ プペロブスカイト太陽電池 開発	第 69 回応用物理学会春 季学術講演会	2022/03
55	ユーベリック ルー カス、 船崎 司、 中村 智也、 リチャード マーデ イー、 ミンアン チョン、 若宮 淳志	京都大学	シクロオクタテトラインドー ル骨格を用いたテトラポッド 型正孔回収単分子膜材料の開 発	日本化学会第 102 春季年 会	2022/03
56	舟崎 司, Lucas Ueberricke, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 若宮 淳志	京都大学	シクロオクタテトラインドー ル骨格を用いたテトラポッド 型正孔回収単分子膜材料の開 発	第 19 回「次世代の太陽 光発電システム」シンポ ジウム（第 2 回日本太陽 光発電学会学術講演会）	2022/03
57	Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Taro Morishita, Ruito Hashimoto, Taketo Handa, Yoshihiko Kanemitsu, Richard Murdey, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya	京都大学	Composition-Property Mapping In Bromide- Containing Tin Perovskite	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
58	Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya	京都大学	Low light performance evaluation of mixed-halide perovskite solar	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
59	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の基 礎から開発・市場動向・実用 化展望まで	AndTech ペロブスカイ ト太陽電池セミナー	2022/05
60	若宮 淳志	京都大学	高性能ペロブスカイト太陽電 池のための材料化学	神奈川大学講演	2022/06

61	Atsushi Wakamiya	京都大学	Charge Collection Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	ICPST-39 (2022) ONLINE MEETING	2022/06
62	Atsushi Wakamiya, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu	京都大学	Materials to Improve the Performance of Sn-Based Perovskite Solar Cells	The 29th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices (AM-FPD22)	2022/07
63	Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Tarou Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Systematic Investigations on Properties of Bromide-Containing Tin Perovskites	Global Photovoltaic Conference 2022 (GPVC 2022)	2022/07
64	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の最前線：高効率セルの開発動向	R32 講演会	2022/07
65	若宮 淳志	京都大学	塗布型半導体材料を用いた高性能太陽電池：どこでも電源としての実用化を目指して	第4回使えるセンサ・シンポジウム 2022	2022/07
66	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：「どこでも電源」としての実用化に向けて	日本ガイシ講演	2022/07
67	若宮 淳志	京都大学	分子集合体の構造、物性の制御と有機エレクトロニクスデバイスの高性能化	第92回マテリアルズ・テレーリング研究会	2022/08
68	Minh Anh Truong, Tsukasa Funasaki, Lucas Ueberricke, Wataru Nojo, Richard Murdey, Takumi Yamada, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Yoshihiko Kanemitsu, Takanori Suzuki, Atsushi Wakamiya	京都大学、北海道大学	Development of Multipodal Hole-Collecting Monolayer Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	第71回高分子討論会	2022/09
69	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の最前線～鉛フリーペロブスカイト太陽電池の開発動向～	情報機構講演	2022/09
70	若宮 淳志	京都大学	これからの産学連携研究：ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けて	学際統合物質科学研究機構 設立記念シンポジウム	2022/09
71	若宮 淳志	京都大学	エネルギー問題に挑む材料化学：塗って作るペロブスカイト太陽電池	名古屋大学大学院理学研究科 セミナー	2022/09
72	Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Taro Morishita, Takumi Yamada, Richard	京都大学	Morphology Control of Indene-C60 Bisadduct Film for Efficient Tin Perovskite Solar Cells	第32回基礎有機化学討論会	2022/09

	Murdey, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura Yoshihiko Kanemitsu and Atsushi Wakamiya				
73	Wentao Liu, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Taro Morishita, Takumi Yamada, Richard Murdey, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Morphology Control of Indene-C60 bisadduct Film for Efficient Tin Perovskite Solar Cells	第 32 回基礎有機化学討 論会	2022/09
74	森下太郎, 金子竜二, タン テンセイ, チョン ミンアン, マーディ リチャー ード, 中村智也, 若宮淳志	京都大学	添加剤を用いたペロブスカイ ト半導体の結晶成長制御	第 32 回基礎有機化学討 論会	2022/09
75	舟崎 司, Lucas Ueberricke, Shuaifeng Hu, 中村 智也, Richard Murdey, Minh Anh Truong, 若宮 淳志	京都大学	高性能ペロブスカイト太陽電 池のための新たなトリポッド 型正孔回収性単分子膜材料の 開発	第 32 回基礎有機化学討 論会	2022/09
76	Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Robert D. J. Oliver, Jorge Pascual, Joel A. Smith, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Michael B. Johnston, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Henry J. Snaith, and Atsushi Wakamiya	京都大学	Understanding the Surface Characteristics of Tin-lead Perovskites	第 32 回基礎有機化学討 論会	2022/09
77	若宮 淳志	京都大学	材料化学の視点から挑むペロ ブスカイト太陽電池の高性能 化研究とその実用化	北陸セミナー	2022/10
78	若宮 淳志	京都大学	エネルギーの未来を変える： 塗って作れるペロブスカイト 太陽電池の開発	第 46 回日本血液事業学 会総会	2022/10
79	Richard Murdey	京都大学	実用化のペロブスカイト太陽 電池 / Perovskite Solar Cells for Practical Use	京都大学研究連携基盤 未踏科学研究ユニット報 告会 2022 (2nd)	2022/10
80	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials for Perovskite Solar Cells: HTM Monolayer & Sn-based Perovskite	2nd Wordshop: Australia~Japan Collaborative	2022/10

				Development of Next Generation Solar Cells	
81	若宮 淳志	京都大学	材料化学でエネルギー問題に挑む：塗って作るペロブスカイト太陽電池	東工大 セミナー	2022/11
82	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Chemistry for Highly Efficient Sn and Pb-based Perovskite Solar Cells	Sungkyun International Solar Forum (SISF 2022)	2022/11
83	Minh Anh Truong, Tsukasa Funasaki, Lucas Ueberricke, Wataru Nojo, Richard Murdey, Takumi Yamada, Shuaifeng Hu, Tomoya Nakamura, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Yoshihiko Kanemitsu, Takanori Suzuki, Atsushi Wakamiya	京都大学	Efficient inverted perovskite solar cells enabled by multipodal hole-collecting monolayers based on triazatruxene skeleton	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
84	Shuaifeng Hu, Pei Zhao, Kyohei Nakano, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Nobutaka Shioya, Takeshi Hasegawa, Masahiro Ehara, Keisuke Tajima, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Interfacial Modifications for Efficient Tin-lead Perovskite Solar Cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
85	Tomoya Nakamura, Kento Otsuka, Shuaifeng Hu, Ruito Hashimoto, Tarou Morishita, Taketo Handa, Takumi Yamada, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Composition-property mapping in bromide-containing tin perovskite using high purity starting materials	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
86	Richard Murdey, Minh Anh Truong, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Operational stability and low light performance of wide-bandgap perovskite solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
87	Ryuji Kaneko, Ai Shimazaki, Noboru Ohashi, MinhAnh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Optimization of wide-bandgap perovskite solar cells for Si/perovskite tandem cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/01
88	Noboru Ohashi, Ryuji Kaneko, Chikako Sakai,	京都大学	Ultrathin flexible perovskite solar cells using internal stress-controlled	33rd International Photovoltaic Science	2022/11

	Kenji Yazawa, Hirokazu Tahara, Taketo Handa, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya		bilayer indium tin oxide electrode	and Engineering Conference (PVSEC-33)	
89	TU Thi Cam Huynh, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira	北陸先端科 学技術大学 院大学、京 都大学	Cat-CVD SiNx for film encapsulation of mixed cation-halide CsFAMAPbIBr perovskite cell structures	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
90	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Chemistry for Commercialization of Perovskite Photovoltaics	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
91	若宮 淳志	京都大学	次世代太陽電池の開発と普 及：塗って作れるペロブスカ イト太陽電池の開発	福島高専オンライン講演	2022/11
92	若宮 淳志	京都大学	次世代太陽電池の開発と普 及：塗って作れるペロブスカ イト太陽電池の開発	福島高専 カーボン ニュートラル社会連携講 座	2022/11
93	若宮 淳志	京都大学	次世代太陽電池の開発と普 及：塗って作れるペロブスカ イト太陽電池の開発	福島高専講演	2022/11
94	森下 太郎, 金子 竜二, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也 若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の大 面積塗工に向けたインク組成 および添加剤の探索	第 49 回有機典型元素化 学討論会	2022/12
95	若宮 淳志	京都大学	塗って作れるフィルム型ペロ ブスカイト太陽電池の開発	講演会「エネルギーハー ベスティングに寄与する 新素材と応用技術」日本 繊維機械学会	2022/12
96	Richard Murdey, Yasuhisa Ishikura, Yuko Matsushige, Shuaifeng Hu, Jorge Pascual, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Halide segregation and the operational stability of monolayer-based p-i-n perovskite solar cells	Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP23)	2023/01
97	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高 性能化に向けた材料化学	JACI 講演会	2023/02
98	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高 性能化に向けた材料化学	第 21 回高分子ナノテク ノロジー研究会講座「再 生可能エネルギーを支え る有機・高分子材料」	2023/02
99	中村 智也・若宮 淳 志	京都大学	高純度材料を用いたスズ系ペ ロブスカイト太陽電池の開発	日本太陽光発電学会 ペ ロブスカイト太陽電池分 科会 2022 年度研究会	2023/02
100	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の研 究開発最新動向	信越化学セミナー	2023/02
101	中村 智也・若宮 淳 志	京都大学	材料化学アプローチによる高 性能ペロブスカイト太陽電池 の開発	応用物理学会 有機バイ オエレクトロニクス分科 会 3 月研究会	2023/02

102	Minh Anh TRUONG	京都大学	トリポッド型正孔回収単分子膜材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	4 大学連携 IRCCS 成果報告会	2023/02
103	大橋 昇	京都大学	内部応力を制御した二層酸化インジウムスズ電極を用いた超薄膜フレキシブルペロブスカイト太陽電池	4 大学連携 IRCCS 成果報告会	2023/02
104	中村 智也	京都大学	高純度材料を用いた ASnI ₃ -xBr _x 型スズペロブスカイト材料の系統的物性評価	4 大学連携 IRCCS 成果報告会	2023/02
105	中村 智也・若宮 淳志	京都大学	スピニコータを用いたフィルム型ペロブスカイト太陽電池の作製	技術情報協会	2023/02
106	福田剛士, 伊藤省吾	兵庫県立大学	放射光を用いた SnO ₂ 導電性発現メカニズムの解明	ニューズバルシンポジウム 2023	2023/03
107	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の化学とその実用化: エネルギーの未来を変える!	第 120 回 ファインケミカルズ研究会	2023/03
108	Richard Murdey, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Minimizing voltage losses in stable wide bandgap mixed halide perovskite solar cells	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
109	中村 智也, 原田 布由樹, 山田 琢允, 金光 義彦, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	イオン混合型スズペロブスカイト単結晶の合成と物性	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
110	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の主力電源化に向けた材料科学アプローチ	「Sustainable Energy Society のための物質科学からのアプローチ」関西学院大学セミナー	2023/03
111	平 翔太, 舟崎 司, Richard Murdey, 中村 智也, Minh Anh Truong, 若宮 淳志	京都大学	スクアリン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の正孔回収単分子膜材料の開発	日本化学会第 103 春季年会	2023/03
112	三宅 悠季, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ロダニン骨格を用いたペロブスカイト太陽電池の単分子電子回収材料の開発	日本化学会第 103 春季年会	2023/03
113	原田 布由樹, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	溶液法を用いたスズ系ペロブスカイト半導体膜の表面処理法の開発	日本化学会第 103 春季年会	2023/03
114	若宮 淳志	京都大学	カーボンニュートラル社会を実現するペロブスカイト太陽電池	日本化学会 市民公開講座: かがくの挑戦	2023/03
115	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の材料化学	アモルファス・ナノ材料と応用 第 147 委員会 第 152 回研究会 「太陽電池の現状と新展開」	2023/03

116	若宮 淳志	京都大学	塗布型半導体材料の魅力～ペロブスカイト太陽電池の開発研究と今後の展望～	第 11 回 CURIE セミナー	2023/04
117	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池: 実用化に向けた開発研究の最前線	光協会 光産業技術マンスリーセミナー	2023/04
118	若宮 淳志	京都大学	塗って作るペロブスカイト太陽電池 ～これまでの開発研究と今後の展望～	トヨタ自動車講演会	2023/05
119	Atsushi Wakamiya	京都大学	Charge Collecting Materials and Surface Treatment for Efficient Perovskite Solar Cells	1st Kyoto-SKKU Workshop	2023/06
120	佐藤 睦, 山口 世力, 本橋 真優, 王 弈璜, 中村 智也, 若宮 淳志, 丸本 一弘	京都大学、 筑波大学	ICBA を用いた Sn ペロブスカイト太陽電池における電荷状態の解析	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
121	三宅 悠季, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ロダニン骨格を用いた単分子電子回収材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
122	原田 布由樹, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	溶液処理によるスズ系ペロブスカイト半導体膜表面の Sn4+混在比の低減	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
123	チョン ミンアン, 船崎 司, 赤塚 有杜, 中村 智也, マーディー リチャード, 吉田 弘幸, 若宮 淳志	京都大学	カルボン酸基を有するトリポッド型正孔回収単分子膜材料の開発	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
124	平 翔太, 船崎 司, 中村 智也, マーディー リチャード, チョン ミンアン, 若宮 淳志	京都大学	スクアリン骨格を用いた正孔回収単分子膜材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
125	マーディー リチャード, 嶋崎 愛, 金子 竜二, チョン ミンアン, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池におけるハロゲン化物分離の定量化	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
126	大橋昇, チョン ミンアン, 金子 竜二, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	近赤外域ふく射熱を用いた低温脱水処理によるペロブスカイト太陽電池の高耐久化	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06

127	若宮 淳志	京都大学	Sn を用いた鉛フリーペロブスカイト太陽電池の成膜と高性能化	技術情報協会講演 1 ペロブスカイト太陽電池の鉛フリー化技術と劣化メカニズム	2023/07
128	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた開発研究の最前線	「グリーンエネルギーファーム 産学共創パートナーシップ 2023 年度 第 1 回研究会」	2023/07
129	若宮 淳志	京都大学	化学で人類に貢献する新型太陽電池でエネルギーの未来を変える！	東京聖心女子学院で講演 探究ウィーク人生の先輩方の探究	2023/07
130	若宮 淳志	京都大学	有機化学からのペロブスカイト太陽電池の高性能化	第 95 回マテリアルズ・テラリング研究会	2023/08
131	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Chemistry for Efficient Sn and Pb Perovskite Solar Cells	ACS Fall “Division of Energy and Fuels”	2023/08
132	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Chemistry for Efficient Sn and Pb Perovskite Solar Cells	IMRC 2023	2023/08
133	中村 智也	京都大学	材料化学に基づいた高性能鉛フリーペロブスカイト太陽電池の開発	ペロブスカイト太陽電池の基礎と実用化に向けた最新技術 <オンラインセミナー> 日本テクノセンター講演会	2023/09
134	チョン ミンアン	京都大学	正孔回収材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	ペロブスカイト太陽電池の基礎と実用化に向けた最新技術 <オンラインセミナー> 日本テクノセンター講演会	2023/09
135	若宮 淳志	京都大学	～ ペロブスカイト太陽電池の作製方法・特性・発電メカニズム、「どこでも電源」としての実用化展望、カーボンニュートラル社会とペロブスカイト太陽電池への期待 ～	ペロブスカイト太陽電池の基礎と実用化に向けた最新技術 <オンラインセミナー> 日本テクノセンター講演会	2023/09
136	Atsushi Sato, Seira Yamaguchi, Mayu Motohashi, Yihuang Wang, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya, and Kazuhiro Marumoto	京都大学、筑波大学	Charge States and Device Degradation Mechanisms in ICBA-containing Tin Perovskite Solar Cells Investigated by ESR Spectroscopy	2023 International Conference on Solid State Devices and Materials (ssdm2023)	2023/09
137	Richard Murdey, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Ryuji Tsuji, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Quantitative Assessment of the Operational Stability and Extent of Halide Segregation in Wide Bandgap Perovskite Solar Cells	Global Photovoltaic Conference 2023 (GPVC 2023)	2023/09
138	若宮 淳志	京都大学	化学でペロブスカイト太陽電池の実用化に挑む	近畿化学協会 第 45 期研修塾 2 月	2023/09
139	平 翔太, 船崎 司, 中村 智也, マーディー リチャード,	京都大学、千葉大学	スクアリン骨格を有する正孔回収単分子膜材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	第 33 回基礎有機化学討論会	2023/09

	赤塚 有杜, チョン ミンアン, 吉田 弘幸, 若宮 淳志				
140	チョン ミンアン, 船崎 司, ユーベリック ルー カス バイト, 能條 航, マーディー リ チャード, シュアイフェン フ, 赤塚 有杜, 中村 智也, 塩谷 暢貴, 長谷川 健, 吉田 弘幸, 鈴木 孝紀, 若宮 淳志	京都大学	多脚型正孔回収単分子膜材料 の開発とペロブスカイト太陽 電池への応用	第 33 回基礎有機化学討 論会	2023/09
141	原田布由樹, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	溶液処理によるスズ系ペロブ スカイト半導体膜の表面構造 修飾法の開発	第 33 回基礎有機化学討 論会	2023/09
142	三宅悠季, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ロダニン骨格を用いた単分子 膜材料の開発とペロブスカイ ト太陽電池の電子回収層への 応用	第 33 回基礎有機化学討 論会	2023/09
143	大穀裕介、 山田琢允、 嶋崎愛、 中村智也、 金子竜二、 廣理英基、 若宮淳志、 金光義彦	京都大学	ハイパースペクトルイメージ ングによる ABX3 型ペロブ スカイト半導体の光誘起相分 離の研究	日本物理学会第 78 回年 次大会	2023/09
144	湯本 郷、 原田 布由樹、 中村 智也、 若宮 淳志、 金光 義彦	京都大学	強誘電二次元ハライドペロブ スカイトにおける第二高調波 イメージング	日本物理学会第 78 回年 次大会	2023/09
145	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の最 前線 ～実用化に向けた開発 動向～	情報機構セミナー	2023/09
146	東村 智佳, 湯本 郷, 山田 琢允, 中村 智也, 原田 布由樹, 廣理 英基, 若宮 淳志, 金光 義彦	京都大学	二次元強誘電ハライドペロブ スカイトの自発分極が誘起す る光学特性	第 84 回応用物理学会秋 季学術講演会	2023/09
147	中村 智也、 若宮 淳志	京都大学	材料化学アプローチによる鉛 フリーペロブスカイト太陽電 池の開発	第 84 回応用物理学会秋 季学術講演会	2023/09
148	大穀 裕介、 山田 琢允、 嶋崎 愛、 中村 智也、 金子 竜二、	京都大学	時空間分解発光分光による混 晶ハライドペロブスカイト薄 膜の光誘起相分離の研究	第 84 回応用物理学会秋 季学術講演会	2023/09

	廣理 英基、 若宮 淳志、 金光 義彦				
149	赤塚 有杜, Truong Minh Anh, 若宮 淳志, ガウラカピル, 早瀬 修二, 三浦 真琴, 吉田 弘幸	京都大学、 電気通信大学、千葉大学	カルバゾール誘導体正孔収集 単分子膜の分子配向と界面電子 準位接続	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09
150	Richard Murdey	京都大学	Accelerated Lifetime Testing: Methods and Motivations	Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2023/10
151	Noboru Ohashi	京都大学	Deformation-free Bilayer Indium Tin Oxide Electrodes for Ultrathin Perovskite Solar Cells	Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2023/10
152	Minh Anh Truong	京都大学	Development of Multipodal Hole-Collecting Monolayer Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2023/10
153	Ruito Hashimoto	京都大学	Effects of Electron-Accepting Groups on the Photophysical Properties of Oxygen-Bridged Triarylamine Derivatives	Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2023/10
154	Tomoya Nakamura	京都大学	Efficient Tin Perovskite Solar Cells Using High Purity Starting Materials	Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2023/10
155	Atsushi Wakamiya	京都大学	Chemistry Approaches toward Efficient Pb- and Sn-based Perovskite Solar Cells	MAT-SUS Fall 2023	2023/10
156	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた研究開発	第 10 回電子デバイスフォーラム京都	2023/10
157	Atsushi Wakamiya	京都大学	Organic Materials for Efficient Sn- and Pb- based Perovskite Solar Cells	SISF-11	2023/11
158	若宮 淳志	京都大学	実用化に向けたペロブスカイト太陽電池の開発研究	JPEA ソーラーウィーク 2023	2023/11
159	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池のマテリアルサイエンス	第 5 回 近畿大学エネルギーフォーラム～持続可能な社会のエネルギー＆マテリアル～	2023/11
160	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の開発研究～実用化に向けた取り組み	第 76 回中国四国産学連携化学フォーラム 岡山 大	2023/11
161	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の研究開発：実用化に向けた最新動向	化学工業日報セミナー	2023/11
162	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池を高性能化する有機材料：分子設計の考え方	高分子 online 講演「ペロブスカイト太陽電池を高性能化する有機材料：分子設計の考え方」	2023/11
163	Aruto Akatsuka, Minh Anh Truong, Atsushi Wakamiya, Gaurav Kapil, Shuzi Hayase, Hiroyuki Yoshida	京都大学、電気通信大学、千葉大学	Molecular Orientation and Hole-Collecting Efficiency of Monolayer Materials for Hole-Transport Layer of Inverted Perovskite Solar Cells	2023 MRS Fall Meeting & Exhibit	2023/11

164	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Science for Efficient Perovskite Solar Cells	VISTEC-Kyoto University Joint Symposium Recent Advances in Chemistry and Smart Materials	2023/11
165	三宅悠季, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	Development of Monolayer Electron Collecting Materials Based on Thiazolidine Skeletons for Perovskite Solar Cells	2023 International IRCCS-ILR-IRTG Symposium on “New Horizons of Molecular Functions”	2023/12
166	原田 布由樹, 中村智也, Minh Anh Truong,Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	Fabrication of Tin Perovskite Film by Ink-jet Printing	2023 International IRCCS-ILR-IRTG Symposium on “New Horizons of Molecular Functions”	2023/12
167	Shota Hira, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Hole-Collecting Monolayer Materials based on Squaraine Skeletons for Perovskite Solar Cells	2023 International IRCCS-ILR-IRTG Symposium on “New Horizons of Molecular Functions”	2023/12
168	長谷川晃央, 中村智也, Minh Anh Truong,Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	トリプチシル基を有するメタルハライド誘導体の合成	第 50 回典型元素化学討論会	2023/12
169	若宮 淳志	京都大学	化学でペロブスカイト太陽電池の実用化に挑む	東京大学、応化談話会・Charming Saturday Salon・エネルギー問題に挑む化学と物理	2023/12
170	原田 布由樹, 中村智也,Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	スズペロブスカイト薄膜の大面积塗工に向けた成膜法の開発	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
171	長谷川晃央, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ペロブスカイトパッシベーション材料への応用を指向したトリプチセン誘導体の合成	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
172	若宮 淳志	京都大学	化学でペロブスカイト太陽電池の実用化に挑む	佐賀西高校講演	2023/12
173	若宮 淳志	京都大学	大学発未来創造ラボ	KSAC スタートアップ創造交流会 in 京都	2023/12
174	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の開発研究 ～実用化に向けた取り組み～	表面科学技術研究会 2024 カーボンニュートラルを目指して 一太陽光発電と風力発電の現状と将来展望一	2024/01
175	Atsushi Wakamiya	京都大学	Interface Structure Design for Efficient Perovskite Solar Cells	IPEROP-24	2024/01
176	Atsushi Wakamiya	京都大学	Perovskite Photovoltaics using Film Substrate	Australia-Japan Joint Conference on Perovskite Solar Cells	2024/01
177	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池とは	MDI 講演	2024/02

178	Tomoya Nakamura	京都大学	Bis(pyrrolidino)fullerenes as Electron Transport Materials for Tin Perovskite Solar Cells	The 3rd Kyoto - SKKU Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2024/02
179	Minh Anh Truong	京都大学	Development of Hole-Collecting Materials for Perovskite Solar Cells	The 3rd Kyoto - SKKU Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2024/02
180	Chien-Yu Chen	京都大学	Metal Halides as Surface Modification Layers for Tin Perovskite Solar Cells	The 3rd Kyoto - SKKU Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2024/02
181	Richard Murdey	京都大学	Quantitative Analysis of Halide Segregation in Perovskite Solar Cells	The 3rd Kyoto - SKKU Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2024/02
182	Minh Anh Truong	京都大学	Development of Hole-Collecting Materials for Perovskite Solar Cells	The 12th International Conference on Smart Systems Engineering 2024 (SmaSys2024)	2024/02
183	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池で目指す グリーンエネルギー社会の実現	京都大学関西交流会 講演	2024/03
184	若宮 淳志	京都大学	実用化の加速に向けて：ペロブスカイト太陽電池の開発研究最前線	大阪公研協会 第 116 回 ニューフロンティア材料部会例会「エネルギーを支える次世代型電池開発の最前線」	2024/03
185	長谷川晃央, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池への応用を指向したトリブチセリ誘導体の合成	日本化学会第 104 春期年会	2024/03
186	若宮 淳志	京都大学	ディープテック スタートアップのすゝめ：ペロブスカイト太陽電池の事例から	日本化学会春季年会 論説フォーラム	2024/03
187	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けた研究開発	日本化学会第 104 春期年会 特別企画：ペロブスカイト太陽電池の研究開発動向	2024/03
188	足立裕太, Minh Anh Truong, 中村智也, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン骨格を有する正孔回収単分子膜材料の開発	日本化学会第 104 春期年会	2024/03
189	Shota Hira, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of Squaraine-Based Hole-Collecting Monolayer Materials for Perovskite Solar Cells	日本化学会第 104 春期年会	2024/03
190	三宅悠季, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ロダニン誘導体を単分子電子回収材料に用いたペロブスカイト太陽電池の特性評価	日本化学会第 104 春期年会	2024/03

191	Atsushi Wakamiya	京都大学	Materials Chemistry for Efficient Perovskite Solar Cells	Seoul National University	2024/04
192	Atsushi Wakamiya	京都大学	Organic Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	Ewha Chemistry and Nanoscience International Symposium (ECNIS)	2024/04
193	Tomoya Nakamura, Takabumi Nagai, Yuki Miyake, Takumi Yamada, Yoshihiko Kanemitsu, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Bis(pyrrolidino)fullerenes as Electron Transport Materials for Tin Halide Perovskite Solar Cells	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2024)	2024/06
194	Fuyuki Harata, Tomoyo Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, and Atsushi Wakamiya*	京都大学	Fabrication method for large-area Sn perovskite thin film	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2024)	2024/06
195	Shota Hira, Minh Anh Truong*, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, and Atsushi Wakamiya*	京都大学	Half-Squaraine Derivatives as Hole-Collecting Monolayer Materials for Perovskite Solar Cells	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2024)	2024/06
196	Richard Murdey, Yuko Matsushige, Noboru Ohashi, Minh Anh Truong, Tomoyo Nakamura, and Atsushi Wakamiya*	京都大学	Accelerated lifetime testing of perovskite solar cells	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2024)	2024/06
197	Atsushi Wakamiya, Minh Anh Truong, Noboru Ohashi, Tomoya Nakamura, Chien-Yu Chen, Richard Murdey	京都大学	Interface Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA2024)	2024/06
198	Minh Anh Truong, Lucas Ueberricke, Tsukasa Funasaki, Yuta Adachi, Shota Hira, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Saddle-like Cyclooctatetraene-based Tetrapodal Hole-Collecting Monolayer Materials for Inverted Perovskite Solar	The 4th PIRCC Workshop (Satellite Session in ISPSA)	2024/06
199	Tomoya Nakamura, Fuyuki Harata, Atsushi Wakamiya	京都大学	Antisolvent-Free Deposition of Tin Perovskite Films for Large Area Solar Modules	The 4th PIRCC Workshop (Satellite Session in ISPSA)	2024/06
200	Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Organic Electron Transport Materials for Tin Halide Perovskite Solar Cells	The 41st International Conference of Photopolymer Science and Technology (ICPST41)	2024/06
201	Atsushi Wakamiya	京都大学	Surface Modification Materials for Efficient Pb	MRS-JSAP online	2024/06

			and Sn-Perovskite Solar Cells		
202	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池で拓くグリーンエネルギー社会	京都 グリーンケミカルネットワーク総会、講演、午後	2024/06
203	中村 智也, 永井 隆文, 三宅 悠季, 山田 琢允, 金光 義彦, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ピロリジン縮合フラーレン誘導体を電子輸送材料に用いたスズペロブスカイト太陽電池	第 21 回「次世代太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
204	坂本 知優, 中村 智也, 大橋 昇, 原田 布由樹, Chien-Yu Chen, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	IZO を上面電極に用いた両面受光型スズハライドペロブスカイト太陽電池	第 21 回「次世代太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
205	足立 裕太, Minh Anh Truong, 中村 智也, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン骨格を有する正孔回収単分子膜材料を用いたペロブスカイト太陽電池	第 21 回「次世代太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
206	原田 布由樹, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	イミダゾール誘導体を用いた大面積スズペロブスカイト薄膜の成膜法開発	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
207	長谷川 晃央, Chien-Yu Chen, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池への応用を指向した (9-トリプチル)スズハライドの合成と性質	第 21 回「次世代太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
208	Atsushi Wakamiya, Minh Anh Truong, Noboru Ohashi, Tomoya Nakamura, Chien-Yu Chen, Richard Murdey	京都大学	Surface Chemistry for Efficient Sn- and Pb-based Perovskite Photovoltaics	META 2024 14th International Conference on Metamaterials, Photonic Crystals and Plasmonics	2024/07
209	Atsushi Wakamiya	京都大学	Surface Organic Materials for Efficient Perovskite Photovoltaics	ISSE 2024	2024/07
210	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた研究最前線	東京工業大学高分子工学科同窓会 第 9 回れんさ会	2024/07
211	原田 布由樹, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	減圧乾燥を用いた大面積スズペロブスカイト薄膜の成膜法開発	第 98 回マテリアルテラリング研究会	2024/08
212	足立 裕太, Minh Anh Truong, 松田 大, 塩谷 暢貴, 中村 智也, Richard Murdey, 長谷川 健, 若宮 淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン誘導体を正孔回収材料に用いたペロブスカイト太陽電池	第 98 回マテリアルテラリング研究会	2024/08

213	長谷川 晃央, Chien-Yu Chen, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	トリブチセシウム骨格を有するクロロスタニレンの合成とペロブスカイト太陽電池への応用	第 98 回マテリアルテラリング研究会	2024/08
214	長谷川 晃央, チェン チェン-ユ, 中村 智也, チョン ミンアン, マーディー リ チャード, 若宮 淳志	京都大学	トリブチセシウム骨格を有するクロロスタニレンの合成とペロブスカイト太陽電池への応用	IRCCS 交流会	2024/08
215	Atsushi Wakamiya	京都大学	Charge Collection and Passivation Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	the 24th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS-24)	2024/08
216	Woojin Cho, Akio Hasegawa, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	スズ系ペロブスカイト太陽電池の高性能化を指向した芳香族イミド化合物の合成	IRCCS 交流会	2024/08
217	三宅 悠季	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の単分子電子回収材料への応用を指向したロダニン誘導体の合成と物性	IRCCS 交流会	2024/08
218	坂本 知優, 中村 智也, 大橋 昇, 長谷川 晃央, 原田 布由樹, Chien-Yu Chen, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	両面透過型デバイスを用いた順型と逆型スズペロブスカイト太陽電池の比較	IRCCS 交流会	2024/08
219	原田 布由樹, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	イミダゾール誘導体を用いた均一なスズペロブスカイト薄膜の大面积塗工法開発	IRCCS 交流会	2024/08
220	足立 裕太, Minh Anh Truong, 松田 大, 塩谷 暢貴, 中村 智也, Richard Murdey, 長谷川 健, 若宮 淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン誘導体を単分子正孔回収材料に用いたペロブスカイト太陽電池の特性評価	IRCCS 交流会	2024/08
221	Aly Aly, Wan Linbo, 嶋崎 愛, マーディー リ チャード, チョン ミンアン, 中村智也, 若宮淳志	京都大学	Composition Optimization of Bromide-rich Wide-bandgap Perovskite Materials for All-perovskite Tandem solar cells	IRCCS 交流会	2024/08
222	梁瀬 歩輝, 原田 布由樹, 中村 智也,	京都大学	スズペロブスカイト単結晶の作製と蛍光特性評価	IRCCS 交流会	2024/08

	チョン ミンアン, マーディー リ チャード, 若宮 淳志				
223	凌 榆凱, Truong Minh Anh, 中村 智也, Murdey Richard, 若宮 淳志	京都大学	錫ペロブスカイト太陽電池用 の単分子正孔回収材料の開発	IRCCS 交流会	2024/08
224	Atsushi Wakamiya	京都大学	pi-Conjugated Materials for Efficient Perovskite Photovoltaics	20th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-20)	2024/08
225	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池とそ の実用化：基礎から最新動向 まで	日本触媒 講演	2024/08
226	中村 智也, 永井 隆文, 三宅 悠季, 山田 琢允, 金光 義彦, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	スズペロブスカイト太陽電池 の高性能化のためのフェニレ ン架橋ビスピリジノフラレー ン誘導体の開発	第 34 回基礎有機化学討 論会	2024/09
227	三宅悠季, 平翔太, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ビオロゲン骨格を用いた単分 子電子回収材料の開発	第 34 回基礎有機化学討 論会	2024/09
228	チョン ミンアン, ユーベリック ルー カス, 舟崎 司, 足立 裕太, 平 翔太, 中村 智也, マーディー リ チャード, 若宮 淳志	京都大学	シクロオクタテトラエン骨格 を用いたペロブスカイト太陽 電池の正孔回収単分子膜材料 の開発	第 85 回 応用物理学会秋 季学術講演会	2024/09
229	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の実 用化に向けた 電子材料開発	第 43 回電子材料シンポ ジウム	2024/10
230	坂本 知優	京都大学	順型スズペロブスカイト太陽 電池の高性能化に向けた光照 射方向の比較と電子輸送材料 の表面処理法の開発	第 19 回 有機デバイス・ 物性院生研究会	2024/10
231	原田 布由樹	京都大学	鉛フリーペロブスカイトの成 膜手法開発および太陽電池へ の応用	第 19 回 有機デバイス・ 物性院生研究会	2024/10
232	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の開 発研究：材料開発から実用化 まで	第 19 回有機デバイス・ 物性院生研究会	2024/10
233	Atsushi Wakamiya	京都大学	Modification of Perovskite Layer for Efficient Perovskite Solar Cells	PRiME 2026	2024/10
234	足立 裕太, Minh Anh Truong, 松田 大, 塩谷 暢貴, 中村 智也, Richard Murdey,	京都大学	Development of Iso- Triazatruxene-based Hole- Collecting Monolayer Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	PRiME 2024	2024/10

	長谷川 健、 若宮 淳志				
235	Akio Hasegawa, Chien-Yu Chen, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Synthesis of (9-Triptycyl)tin Halides for Application in Perovskite Solar Cells	PRiME 2025	2024/10
236	Atsushi Wakamiya	京都大学	Perovskite Photovoltaics for Practical Application in Kyoto Univ. And EneCoat	Nature Conference "Perovskite and Organic Photovoltaics - From Academia to Industry"	2024/10
237	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の研 究開発：実用化に向けた研究 最前線	NIRO ウェビナー講演 決定 ZOOM	2024/10
238	Fuyuki Harata	京都大学	Antisolvent-Free Fabrication of Tin Perovskite Films by Imidazole Additives	The 5th PIRCC workshop & MASTER CLASS	2024/10
239	Atsushi Wakamiya	京都大学	Hole-collecting Monolayer Materials and Surface Passivation for Sn- and Pb- based Perovskite Solar Cells	SISF 2024	2024/10
240	若宮 淳志	京都大学	再生可能エネルギー技術 太 陽電池発電技術の最先端動向 ～塗って作れるペロブスカイ ト太陽電池の開発と実用化～	愛知工業大学講演 14:40~16:10	2024/11
241	Noboru Ohashi, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Atsushi Ogura, Noritaka Usami, Kazuhiro Gotoh, Atsushi Masuda, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学	Large area four-terminal perovskite silicon tandem solar cells with face-on oriented tripodal triazatruxene hole- collecting monolayer	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
242	Atsushi Wakamiya	京都大学	Efficient Perovskite Photovoltaics toward Commercialization	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
243	Richard Murdey, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Minh Anh Truong, Tomoyo Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Wide bandgap, mixed- halide perovskites: Correlating halide segregation and cell performance	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
244	Tomoya Nakamura, Takabumi Nagai, Yuki Miyake, Takumi Yamada,oshihiko Kanemitsu,	京都大学	Single-isomer bis(pyrrolidino)fullerenes as electron transport materials for tin halide perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11

	Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya				
245	Chien-Yu Chen, Fuyuki Harata, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murey, and Atsushi Wakamiya*	京都大学	Boosting the performance of tin halide perovskite solar cells with metal halide electron interfacial layers	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
246	Akio Hasegawa, Chien-Yu Chen, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Synthesis of (9-triptycyl)tin halide complex and its application to tin halide perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
247	Shota Hira, Minh Anh Truong*, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, and Atsushi Wakamiya*	京都大学	Hole-collecting monolayer materials with squaraine skeletons for perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
248	Yuki Miyake, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of monolayer electron collecting materials based on rhodanine skeletons for perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
249	Fuyuki Harata, Tomoya Nakamura*, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Large-area fabrication of tin halide perovskite films for solar modules by imidazole additives	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
250	Yuta Adachi, Minh Anh Truong, Hiroshi Matsuda, Nobutaka Shioya, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Takeshi Hasegawa, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of tripodal iso-triazatruxene-based hole-collecting monolayer materials for efficient inverted perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
251	Chihiro Sakamoto, Tomoya Nakamura*, Noboru Ohashi, Fuyuki Harata, Chien-Yu Chen, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Semitransparent tin halide perovskite solar cells with indium zinc oxide top electrode	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11
252	Minh Anh Truong, Lucas Ueberricke, Tsukasa Funasaki, Yuta Adachi, Shota Hira, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of multifunctional hole- collecting monolayer materials based on a saddle-like cyclooctatetraene skeleton for inverted perovskite solar cells	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-35)	2024/11

253	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化研究～実用化に向けて～	薄膜材料デバイス研究会一講演	2024/11
254	Atsushi Wakamiya	京都大学	Interfacial Materials for Efficient Perovskite Photovoltaics	Shanghai-Kyoto Chemistry Forum 2024	2024/11
255	坂本 知優, 中村 智也, 大橋 昇, 長谷川 晃央, 原田 布由樹, Chien-Yu Chen, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	両面受光型デバイスを用いた順型と逆型スズペロブスカイト太陽電池の比較	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
256	足立 裕太, Minh Anh Truong, 松田 大, 塩谷 暢貴, 中村 智也, Richard Murdey, 長谷川 健、 若宮 淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン誘導体の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
257	三宅悠季, 平翔太, 中村智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮淳志	京都大学	ビオロゲン誘導体を用いた単分子電子回収層材料の開発	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
258	平翔太	京都大学	スクアリン骨格を有するペロブスカイト太陽電池の正孔回収単分子膜材料の開発	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
259	凌 榆凱, 平 翔太, Truong Minh Anh, 中村 智也, Murdey Richard, 若宮 淳志	京都大学	チオール-イン反応を活かした正孔回収材料の開発	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
260	原田 布由樹, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	減圧乾燥法を用いたスズペロブスカイト半導体の大面積成膜手法開発	第2回化研-奈良女交流会	2024/11
261	長谷川 晃央, Chien-Yu Chen, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	クロロスタニレン錯体の合成とスズ系ペロブスカイト太陽電池への応用	第51回 有機典型元素化学討論会	2024/12
262	坂本 知優, 長谷川 晃央, 大橋 昇, 原田 布由樹, Chien-Yu Chen, 嶋崎 愛, 三輪 和平, 松尾 豊, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	酸化チタン(IV)の表面処理によるスズハライドペロブスカイト太陽電池の高電圧化	第51回 有機典型元素化学討論会	2024/12
263	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の開発研究～実用化に向けて～	無機高分子クローズドセミナー	2024/12

264	原田 布由樹, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	ビニルイミダゾールを用いた、基板のサイズや濡れ性によらないスズペロブスカイト成膜法の開発	第6回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
265	坂本 知優, 三輪 和平, 松尾 豊, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	フラーレン誘導体を用いた酸化チタンの表面処理による開放電圧の向上	第6回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
266	Fuyuki Harata, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of a tin perovskite deposition method independent of the substrate size and wettability by using imidazole derivatives	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
267	Chien-Yu Chen, Fuyuki Harata, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Reducing Carrier Recombination Loss in Tin Halide Perovskite Solar Cells with Vacuum-Deposited Metal Halides	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
268	Yuki Miyake, Shota Hira, Tomoya Nakamura, Minh Anh Truong, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of monolayer electron-collecting materials based on viologen structure for perovskite solar cells	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
269	Richard Murdey, Ai Shimazaki, Megumi Haramatsu, Limbo Wan, Aly Aly, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Atsushi Wakamiya	京都大学	Exploring Stability Issues in Wide Bandgap Perovskite Solar Cells	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
270	Minh Anh Truong, Yuta Adachi, Shota Hira, Hiroshi Matsuda, Nobutaka Shioya, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Takeshi Hasegawa, Atsushi Wakamiya	京都大学	Development of Iso-Triazatruxene-based Hole-Collecting Monolayer Materials for Inverted Perovskite Solar Cells	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
271	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：実用化に向けた研究開発	2024 年度 PE 研究会 第4 回定例講演会	2025/01
272	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の開発研究における観測技術	日立ハイテックweb 講演	2025/02
273	Atsushi Wakamiya	京都大学	Science and Application of Perovskite Solar Cells	2nd UPLB-Kyoto University Conference	2025/02
274	足立裕太	京都大学	立体構造を制御した多脚型正孔輸送単分子膜材料の開発とペロブスカイト太陽電池への応用	令和六年度化学研究所大学院生研究発表会	2025/02

275	坂本知優	京都大学	フラーレン誘導体を用いた酸化チタンの表面修飾法の開発:スズペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けて	令和六年度化学研究所大学院生研究発表会	2025/02
276	Atsushi Wakamiya	京都大学	Interface Materials for Perovskite Solar Cells	ICRAMC-2025	2025/02
277	Atsushi Wakamiya	京都大学	Orientation Control of Interface Materials for Perovskite Solar Cells	2025 6th PIRCC Workshop	2025/02
278	Shota Hira	京都大学	Hole-Collecting Monolayer Materials with Squaric Acid Moieties for p-i-n Perovskite Solar Cells	2025 6th PIRCC Workshop	2025/02
279	Yuki Miyake	京都大学	Development of Cationic Monolayer Electron-collecting Materials Based on Viologen Structures for Perovskite Solar Cells	2025 6th PIRCC Workshop	2025/02
280	Atsushi Wakamiya	京都大学	Organic and Inorganic Interlayer Materials for Efficient Perovskite Photovoltaics	8th International Conference on Multifunctional, Hybrid and Nanomaterials	2025/03
281	Atsushi Wakamiya	京都大学	Surface Materials for Efficient Perovskite Solar Cells	Bordeaux University Seminar	2025/03
282	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化と実用展開	ニューセラミック講演@大阪産業創造館	2025/03
283	チョン ミンアン	京都大学	ペロブスカイト太陽電池のための多脚型正孔回収単分子膜材料の開発	日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2024 年度第 3 回研究会 「Innovative PV 賞・PV 奨励賞受賞記念講演」	2025/03
284	Truong Minh Anh, 足立 裕太, 松田 大, 塩谷 暢貴, 赤塚 有杜, 中村 智也, マーデュー リ チャード, 吉田 弘幸, 長谷川 健, 若宮 淳志	京都大学	イソトリアザトルキセン誘導体骨格を有する正孔回収単分子膜材料の開発	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
285	高崎 航平, 王 青, 辻 雄太, 若宮 淳志, 中村 智也, 飯久保 智	京都大学	有機無機ペロブスカイトの部分置換構造の探索	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
286	梁瀬 歩輝, 原田 布由樹, 中村 智也, Truong Minh Anh, Richard Murdey,	京都大学	真空乾燥法で作製したスズハライドペロブスカイト薄膜の光学特性	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
287	凌 榆凱, 橋本 隼人, 平 翔太, 中村 智也,	京都大学	チオール-イン反応による高分子構築に基づいたペロブスカイト太陽電池用正孔回収材料の開発	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03

	Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志				
288	原田 布由樹, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	減圧乾燥法による疎水性の高い正孔回収材料を用いた スズペロブスカイト太陽電池の作製	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
289	中村 智也, 三宅 悠季, 平 翔太, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ビビリジン骨格をもつカチオン性単分子電子回収材料の開発	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
290	Chien-Yu Chen, Fuyuki Harata, Richard Murdey, Atsushi Wakamiya	京都大学	Vacuum-Deposited Metal Halide Interlayers for Tin Halide Perovskite Solar Cells	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
291	Woojin Cho, 長谷川 晃央, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	イミド骨格をもつ π 共役分子のアルキルアンモニウムを用いた 低次元ペロブスカイトの合成と物性	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
292	坂本 知優, 大橋昇, 長谷川晃央, 三輪 和平, 松尾 豊, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 中村 智也, 若宮 淳志	京都大学	n-i-p 型スズペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた酸化チタンの表面処理法の開発	第 72 回応用物理学会春季学術講演会 (JSAP EXPO Spring 2024)	2025/03
293	三宅 悠季, 平 翔太, 中村 智也, Minh Anh Truong, Richard Murdey, 若宮 淳志	京都大学	ビオロゲン骨格を用いたカチオン性単分子電子回収材料	日本化学会第 104 春期年会	2025/03
294	ノリエガ パブロ、 足立 裕太、 中村 智也、 マーディー リチャード、 チョン ミンアン、 若宮 淳志	京都大学	Development of Isotriazatruxene Derivatives as Hole-Collecting Monolayer Materials for Perovskite Solar Cells (イソトリアザトルキセン誘導体を用いた正孔回収単分子膜材料の開発)	日本化学会第 104 春期年会	2025/03
295	若宮 淳志	京都大学	ペロブスカイト太陽電池：大学での研究から社会実装への挑戦	第 33 回洛朋会総会・講演会	2025/04

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	京都大学	フィルム型太陽電池 実用化へ 京大など連携体設立	日刊工業新聞	2020/11
2	京都大学	「塗って作れる」太陽電池でサステナブルな未来を拓く	AERA dot.	2021/01

3	京都大学	若宮淳志教授が日本化学会第 38 回学術賞を受賞することに決まりました	京都大学理学研究科・理学部 HP	2021/01
4	京都大学	東京化成、ペロブスカイト太陽電池の安定性高めるホール輸送材発売、添加剤不要	化学工業日報 Web 版, 誌面版	2021/01
5	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の常温熟成機構の解明	京都大学 HP	2021/02
6	京都大学	研究ハイライト「塗って作製できる、軽くて曲がるフィルム型太陽電池」	黄檗 No.54 2021 年 2 月号	2021/02
7	京都大学、株式会社エネコートテクノロジーズ	京大発「ディーブテック」企業、脱炭素で頭角現す	日本経済新聞	2021/03
8	京都大学	第 53 回 市村地球環境学術賞 貢献賞	市村清新技術財団 HP	2021/03
9	京都大学	第 53 回市村賞	日本経済新聞、30 ページ (全面広告)	2021/04
10	京都大学	若宮淳志教授、金光義彦教授が第 53 回市村地球環境学術賞 貢献賞を受賞	京都大学化学研究所 HP	2021/04
11	京都大学	すぐにわかる塗ってつくれる太陽電池の開発研究 ～ペロブスカイト太陽電池研究最前線～	国立大学共同利用・共同研究拠点協議会 YouTube	2021/06
12	京都大学	塗って作って曲げられるペロブスカイト太陽電池	TOYRO BUSINESS 2021 年 7 月号	2021/06
13	京都大学	世界の電力変える街ナカ発電	TBS テレビ、あさチャン! (SDGs な未来へ ここそゴッ! 発明 コーナー)	2021/06
14	京都大学	坂田薫の「SCINECE NEWS」 presented by #8bitNews #2 京都大学化学研究所教授 若宮淳志博士と考える 日本発の次世代太陽電池!	8bitNews 〈Jun Hori〉 You Tube	2021/07
15	京都大学	塗って作れる太陽電池? 常識を変える「ペロブスカイト型太陽電池」とは	BUSINESS INSIDER、 https://www.businessinsider.jp/post-242493	2021/08
16	京都大学	安い! 軽い! ペロブスカイト太陽電池はここがスゴイ!	SAKISIRU 坂田薫『コテコテ文系も楽しく学ぼう! 化学教室』第 13 回	2021/09
17	京都大学	Sn-Pb ペロブスカイト半導体で 7 μ s を超えるキャリア寿命を実現: 光電変換効率>21%の太陽電池の作製	京都大学化学研究所 HP	2021/10
18	京都大学	期待されるのは“どこでも発電” 薄くて、軽くて、曲がる「ペロブスカイト太陽電池」	化学と工業 Vol.74・12 December 2021	2021/12
19	京都大学	塗って作る! ペロブスカイト太陽電池『東芝が世界最高を達成、次世代太陽電池「ペロブスカイト」のエネルギー変換効率 15.1%に』	「家飲みビール」はなぜ美味しくなったのか? コテコテ文系も学べる日本発の『最先端技術』 (ワニブックス PLUS 新書)	2021/12
20	京都大学	社会のじかん 2015 年→2030 年 ゴールまでの折り返しで考える、これからの SDGs。「知るから、行動へ!」	an an ASIN : B09VXWQYXG 出版社 : マガジンハウス; 週刊版 (2022/03/23)	2022/03
21	京都大学	令和 4 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者等の決定について	文部科学省 HP	2022/04
22	京都大学、エネコートテクノロジーズ	NGK Insulators enters perovskite PV module business	pv magazine	2022/04
23	京都大学	スズを含むペロブスカイト太陽電池: 23.6%の世界最高効率を達成—ペロブスカイト薄膜の上下表面構造修飾法を開発—	京都大学 HP	2022/04

24	京都大学	京大ら、スズ含有ペロブスカイト太陽電池で 23.6%	Optronics	2022/04
25	京都大学	スズを含むペロブスカイト太陽電池：23.6%の世界最高効率を達成～ペロブスカイト薄膜の上下表面構造修飾法を開発～	Tii 技術情報	2022/04
26	京都大学	京大、スズを含むペロブスカイト太陽電池で光電変換効率 23.6%を達成	BIGLOBE ニュース	2022/04
27	京都大学	京大、スズを含むペロブスカイト太陽電池で光電変換効率 23.6%を達成	TECH+ (マイナビニュース)	2022/04
28	京都大学、エネコートテクノロジーズ	ホシデン、京大発新興に出資 ペロブスカイト電池底上げ	日刊工業新聞	2022/04
29	京都大学	環境負荷低い次世代型太陽電池を開発 24 年に量産へ	日本経済新聞 Web 版	2022/04
30	京都大学	塗ってつくる日本発の次世代太陽電池 ペロブスカイト太陽電池	milsil (ミルシル) 87 号	2022/05
31	京都大学	京都大学創立 125 周年記念アカデミックマルシェに若宮研が出展	京都大学 125 周年記念事業 アカデミックマルシェにフィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールを出展	2022/06
32	京都大学	どこでも発電が可能に～未来を変えるペロブスカイト太陽電池に挑む～	堀場製作所 HP	2022/08
33	京都大学	フィルム型太陽電池搭載発電テント	京都府総合防災訓練にフィルム型太陽電池搭載発電テントを出展 京都大学化学研究所 HP	2022/09
34	京都大学、エネコートテクノロジーズ	太陽電池、次の「本命」量産	日本経済新聞	2022/09
35	京都大学	オピニオン 革新続ける太陽電池	新潟日報社	2022/09
36	京都大学、エネコートテクノロジーズ	京都で進む「ディープ・テック」ベンチャー育成 大学が根気よく支援	BBC ニュース	2022/09
37	京都大学、エネコートテクノロジーズ	エネコート、ペロブスカイト太陽電池を 24 年実用化	化学工業日報	2022/10
38	京都大学、エネコートテクノロジーズ	企業ラボ エネコートテクノロジーズ 太陽光パネル 薄く軽く	読売新聞	2022/10
39	京都大学	未来を担う子供たちと共に学ぶ次世代太陽電池 体験型イベント &EARTH 教室 「未来をつくる授業」	日本オリンピックミュージアムにて 11/12 に開催、三井不動産レジデンシャル HP	2022/11
40	京都大学	柔道ウルフ・アロン 次世代型太陽電池に刺激?! 「効率のいい柔道をしたい」	スポニチアネックス、yahoo ニュース	2022/11
41	京都大学	防災訓練 住民 100 人楽しく	京都新聞、宇治市大和田自治区の防災訓練で発電テントを出展	2022/12
42	京都大学	スズを含むペロブスカイト太陽電池：ペロブスカイト薄膜の相乗的表面修飾法を開発—22.7%の光電変換効率と高耐久性を達成—	京都大学 HP プレス発表	2023/01
43	京都大学	スズを含むペロブスカイト太陽電池：ペロブスカイト薄膜の相乗的表面修飾法を開発—22.7%の光電変換効率と高耐久性を達成—	京都大学 HP プレス発表	2023/01

44	京都大学	効率 22.7% のペロブスカイト太陽電池を実現、耐久性も両立する新たな表面処理手法	スマートジャパン	2023/01
45	京都大学	太陽電池を高性能化するペロブスカイト薄膜の表面修飾法を開発 京都大など研究グループ	fabcross for エンジニア	2023/01
46	京都大学	ペロブスカイト太陽電池、高光電変換効率と耐久性両立 京大など表面処理法開発	日刊工業新聞	2023/02
47	京都大学	ペロブスカイト薄膜の相乗的表面修飾法を開発 高い光電変換効率と耐久性を実現	EE Times Japan	2023/02
48	京都大学	ペロブスカイト太陽電池を高性能化する三脚型 PATAT を開発—23% の光電変換効率を達成 京大ら	fabcross for エンジニア	2023/03
49	京都大学	「みらいをつくる授業」環境負荷の低いペロブスカイト太陽電池を活用したワークショップを開催	三井不動産レジデンシャル HP、YouTube で動画を公開	2023/03
50	京都大学	複合化学で実現するペロブスカイト太陽電池の実用化	化学と工業 Vol.76-4, April 2023	2023/04
51	京都大学	「どこでも電池」ペロブスカイト太陽電池	京都府 HP	2023/04
52	京都大学	京大など、ペロブスカイト半導体薄膜の表面修飾法	化学工業日報	2023/05
53	京都大学、エネコートテクノロジーズ	ペロブスカイト電池 効率向上	日経産業新聞	2023/05
54	京都大学、エネコートテクノロジーズ	ペロブスカイト型太陽電池、発電効率高める材料 京大ら	日本経済新聞オンライン	2023/05
55	京都大学	日本一明るい経済電波新聞 特別編 池田泉州銀行 SDGs フォーラム『環境にやさしい社会の実現に向けて』	MBS ラジオ	2023/06
56	京都大学	日本一明るい経済電波新聞 特別編 池田泉州銀行 SDGs フォーラム『環境にやさしい社会の実現に向けて』	Youtube	2023/06
57	京都大学	若宮淳志 教授が MBS ラジオ「日本一明るい経済電波新聞番外編 SDGs フォーラム」に出演しました	京都大学化学研究所 HP	2023/06
58	京都大学	中村智也 助教が新化学技術推進協会 第 12 回新化学技術研究奨励賞を受賞しました	京都大学化学研究所 HP	2023/06
59	京都大学、エネコートテクノロジーズ	京大発スタートアップ次々	読売新聞	2023/06
60	京都大学、エネコートテクノロジーズ	京大スタートアップのエネコートテクノロジーズ、ペロブスカイト太陽電池をトヨタと共同開発	日刊自動車新聞 電子版	2023/06
61	京都大学、エネコートテクノロジーズ	【太陽電池】エネコート、トヨタと車載用ペロブスカイト太陽電池の共同開発を開始	加工技術研究協会	2023/07
62	京都大学	特集「ペロブスカイト太陽電池を高性能化 鉛フリーで環境・人体への影響少なく」	JSTnews2023_8 月号	2023/08

63	京都大学	若宮淳志教授が「JSTnews」で特集されました	京都大学化学研究所 HP	2023/08
64	京都大学	大発見の鍵は〈現場主義〉にあり。薄くて曲げられる太陽電池への熱い期待	京都大学広報誌 「紅萌（くれなゐもゆる）」 第44号	2023/09
65	京都大学	実用化へ急ピッチ 次世代太陽電池 軽くて低コスト 日本初「ペロブスカイト」	朝日新聞	2023/09
66	京都大学、エネコートテクノロジーズ	次世代「ペロブスカイト型」太陽電池 日本勢追い上げへ	読売新聞	2023/09
67	京都大学	ペロブスカイト太陽電池の発電効率を高める新材料を京都大学らの研究Gが開発！	EMIRA	2023/09
68	京都大学、エネコートテクノロジーズ	すまいとくらしの様々な空間で手軽に発電できる	三井不動産レジデンシャル株式会社 HP	2023/10
69	京都大学、エネコートテクノロジーズ	三井不動産レジデンシャル・京大・エネコートテクノロジーズ、住宅用ペロブスカイト太陽電池の共同研究を開始	日経速報ニュースアーカイブ	2023/10
70	京都大学、エネコートテクノロジーズ	住宅用ペロブスカイト太陽電池の共同研究を開始	京都大学化学研究所 HP	2023/10
71	京都大学、エネコートテクノロジーズ	まるでシール 次世代太陽電池	読売新聞	2023/10
72	京都大学、エネコートテクノロジーズ	まるでシール、ノーベル賞級の発明...日本発の次世代太陽電池「ペロブスカイト」	YAHOO!ニュース	2023/10
73	京都大学	TRUONG, Minh Anh 助教の研究業績が第39回（2023年度）マツダ研究助成に採択されました	京都大学化学研究所 HP	2023/10
74	京都大学、エネコートテクノロジーズ	国内初、物流施設に「ペロブスカイト太陽電池」を設置する実証実験の開始を決定 -北海道で初めての次世代太陽電池の実証実験-	京都大学化学研究所 HP	2023/10
75	京都大学、エネコートテクノロジーズ	次世代太陽電池 EV に 京大発企業、トヨタと提供	産経新聞	2023/10
76	京都大学、エネコートテクノロジーズ	China's Solar Dominance Faces New Rival: An Ultrathin Film As renewable energy becomes a geopolitical tool, Japan looks to recover its technological edge	The Wall Street Journal	2024/01
77	京都大学、エネコートテクノロジーズ	日本発の新型太陽電池、中国の独占切り崩せるか ペロブスカイト電池、技術大国の失地回復への期待も背負う	ウォール・ストリート・ジャーナル日本版	2024/01
78	京都大学	ハロゲン化スズペロブスカイト太陽電池用の開口フラーレン化合物 ―熱安定性が高く真空蒸着も可能な電子輸送材料―	京都大学化学研究所 HP	2024/01
79	京都大学	日本発“極薄”太陽電池でエネルギー革命【松岡修造のみんながん晴れ】	ANNnewsCH YouTube	2024/02

		【サンデーLIVE!!】(2024年2月25日)		
80	京都大学	日本発“極薄”太陽電池でエネルギー革命【松岡修造のみんながん晴れ】 【サンデーLIVE!!】(2024年2月25日)	テレ朝 News HP	2024/02
81	京都大学	日本発“極薄”太陽電池でエネルギー革命【松岡修造のみんながん晴れ】 【サンデーLIVE!!】(2024年2月25日)	サンデーLIVE! HP	2024/02
82	京都大学、エネコートテクノロジーズ	【音声解説 #284】ニュースイッチ編集長に聞く! その10「ドキュメント・ペロブスカイト太陽電池アフターストーリー」	ニュースイッチ	2024/03
83	京都大学	ペロブスカイト太陽電池ー量産・普及へ日本の現在地ー	化学工業日報	2024/04
84	京都大学、エネコート	「ペロブスカイト太陽電池」市場に挑む、エネコート・リコーが自負するそれぞれの技術	ニュースイッチ	2024/05
85	京都大学、エネコート	曲がる太陽電池、EV向け量産 京大発にトヨタ系など出資	日本経済新聞	2024/07
86	京都大学、エネコート	曲がる太陽電池のエネコート、55億円調達 生産体制整備	日本経済新聞	2024/07
87	京都大学、エネコート	伯東、エネコートテクノロジーズと資本業務提携締結	伯東株式会社 HP	2024/07
88	京都大学、エネコート	伯東、エネコートテクノロジーズと資本業務提携締結	PR Times	2024/07
89	京都大学、エネコート	ペロブスカイト太陽電池独自技術の開発を加速-京大発スタートアップ会社エネコートテクノロジーズがシリーズCラウンドの資金調達を実施-(若宮研究室)	京都大学化学研究所 HP	2024/07
90	京都大学、エネコート	化学研究所訪問: 京都府立嵯峨野高等学校	京都大学化学研究所 HP	2024/07
91	京都大学、エネコート	メタルドゥ創業者、50年の歩み 鳥羽出身の藤田氏「道しるべに」大阪で出版記念販売会	伊勢新聞	2024/08
92	京都大学、エネコート	会社設立45周年 記念出版販売会の開催	株式会社メタルドゥ HP	2024/08
93	京都大学、エネコート	メタルドゥ、45周年行事/藤田相談役が自伝出版	日刊産業新聞	2024/08
94	京都大学、エネコート	学際統合物質科学研究機構 IRCCS-GTR-異分野融合ワークショップ(学生交流会)が開催されました	京都大学化学研究所 HP	2024/08
95	京都大学、九州大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた濡れ性の高いテトラポッド型正孔回収単分子膜材料 PATTI の開発	京都大学 HP プレス発表	2024/08
96	京都大学、九州大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた濡れ性の高いテトラポッド型正孔回収単分子膜材料 PATTI の開発	京都大学化学研究所 HP	2024/08
97	京都大学、九州大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた濡れ性の高いテトラポッド型正孔回収単分子膜材料 PATTI の開発	テック・アイ技術情報研究所	2024/08
98	京都大学、九州大学	ペロブスカイト太陽電池の高性能化に向けた濡れ性の高いテトラポッド型正孔回収単分子膜材料 PATTI の開発	アドコム・メディア・オンライン書店	2024/08

99	京都大学, 九州大学	京大、ペロブスカイト太陽電池の高性能化を可能とする単分子膜材料を開発	TECH+ マイナビニュース	2024/08
100	京都大学, 九州大学	京大ら、ペロブスカイト太陽電池向正孔回収材料開発	OPTRONICS ONLINE	2024/08
101	京都大学, 九州大学	ペロブスカイト層から効率的に正孔を取り出す、テトラポッド型正孔回収単分子膜材料を開発 京都大学と九州大学	fabcross for エンジニア	2024/08
102	京都大学, 九州大学	ペロブスカイト太陽電池の性能を高める材料を開発	EE TIMES Japan	2024/08
103	京都大学, 九州大学	太陽電池の変換効率を向上！新材料『PATTI』を京都大学が発表しました。	You Tube (ERESTAGE LAB)	2024/08
104	京都大学, 九州大学	「ペロブスカイト太陽電池」成膜しやすく、京大が開発した正孔回収材の効果	日刊工業新聞	2024/08
105	京都大学, 九州大学	若宮淳志 教授、チョンミンアン 助教らの研究グループと、山田琢允 同特定助教、金光義彦 同特任教授、九州大学 飯久保智 教授らとの共同研究成果 (https://doi.org/10.1002/anie.202412939) が、京都大からプレスリリースされました。	京大化研 国際共同利用・共同研究拠点 HP	2024/09
106	京都大学	中村智也 助教が第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム Innovative PV 奨励賞を受賞しました	京都大学化学研究所 HP	2024/09
107	京都大学, エネコート	日本初、ペロブスカイト太陽電池を活用したアートアロマディフューザーの導入を開始 -産学連携でペロブスカイト太陽電池の実用化を拡大- (若宮研究室)	京都大学化学研究所 HP	2024/10
108	京都大学, エネコート	日本初、ペロブスカイト太陽電池を活用したアートアロマディフューザーの導入を開始 -産学連携でペロブスカイト太陽電池の実用化を拡大- (若宮研究室)	エネコートテクノロジーズ HP	2024/01
109	京都大学, エネコート	日本初、ペロブスカイト太陽電池を活用したアートアロマディフューザーの導入を開始 産学連携でペロブスカイト太陽電池の実用化を拡大	三井不動産レジデンシャル株式会社 JP	2024/10
110	京都大学, エネコート	日本初、ペロブスカイト太陽電池を活用したアートアロマディフューザーの導入を開始 産学連携でペロブスカイト太陽電池の実用化を拡大	PR TIMES	2024/10
111	京都大学	「どこでも電源®」で持続可能な社会を支える	KyotoU Future Commons (125 人の研究者が未来を語るビジュアルブック)	2024/10
112	京都大学, University of Oxford	スズを含むペロブスカイト半導体の界面構造制御法の開発とメカニズム解明～高性能多接合 (タンデム) 型太陽電池の実現～	京都大学 HP プレス発表	2024/12
113	京都大学, University of Oxford	スズを含むペロブスカイト半導体の界面構造制御法の開発とメカニズム解明～高性能多接合 (タンデム) 型太陽電池の実現～	京都大学化学研究所 HP	2024/12
114	京都大学, University of Oxford	曲がる太陽電池、4 層重ねて発電効率向上 京都大	日経速報ニュース	2024/12

115	京都大学, University of Oxford	ペロブスカイト太陽電池で世界最高 クラスの発電効率達成、オックス フォード大と京大の研究が融合	読売新聞 オンライン	2024/12
116	京都大学, University of Oxford	ペロブスカイト太陽電池で世界最高 クラスの発電効率達成、オックス フォード大と京大の研究が融合	Yahoo! ニュース	2024/12
117	京都大学, University of Oxford	ペロブスカイト太陽電池で世界最高 クラスの発電効率達成、オックス フォード大と京大の研究が融合	msn	2024/12
118	京都大学, University of Oxford	軽くて薄く、曲げられる太陽電池 京 都大学などのグループが世界最高の 変換効率を達成	京都新聞	2024/12
119	京都大学, University of Oxford	軽くて薄く、曲げられる太陽電池 京 都大学などのグループが世界最高の 変換効率を達成	京都新聞 Web 版	2024/12
120	京都大学, University of Oxford	京大など、ペロブスカイト半導体の 界面構造制御法を開発	日刊工業新聞	2024/12
121	京都大学, University of Oxford	スズを含むペロブスカイト半導体の 界面構造制御法の開発とメカニズム 解明—高性能多接合（タンデム）型 太陽電池の実現—	日本の研究.com	2024/12
122	京都大学, University of Oxford	京大ら、タンデム型オールペロブス カイト PV を実現	OPTRONICS ONLINE	2024/12
123	京都大学, University of Oxford	ペロブスカイト太陽電池で変換効率 29%、京大などタンデム型で	メガソーラービジネス	2024/12
124	京都大学, University of Oxford	スズを含むペロブスカイト半導体の 界面構造制御法の開発とメカニズム 解明 ～高性能多接合（タンデム）型 太陽電池の実現～	Tii 技術情報	2024/12
125	京都大学, University of Oxford	タンデム型太陽電池で発電効率 27.9%...京大など、ペロブスカイト 半導体の界面構造制御法	ニュースイッチ	2024/12
126	京都大学, University of Oxford	曲がる太陽電池最高性能 京大など チーム 複数層発電効率アップ	読売新聞	2024/12
127	京都大学	スズを含む Sn-Pb 系ペロブスカイト 半導体の界面構造制御法を開発 京都 大学ら	fabcross for エンジニア	2024/12
128	京都大学, エネコー ト, 株式会 社ハーベ ス, 千葉大 学	スズ系ペロブスカイト太陽電池用の フラーレン二付加体化合物 —高電圧 と高い安定性を実現する電子輸送材 料—	京都大学 HP プレス発表	2024/12
129	京都大学, エネコー ト, 株式会 社ハーベ ス, 千葉大 学	スズ系ペロブスカイト太陽電池用の フラーレン二付加体化合物 —高電圧 と高い安定性を実現する電子輸送材 料—	京都大学化学研究所 HP	2024/12
130	京都大学, エネコー ト, 株式会 社ハーベ ス, 千葉大 学	若宮淳志 教授、Shuaifeng Hu 博士 後期課程学生（研究当時、現：オッ クスフォード大学 博士研究員）、 Minh Anh Truong 助教、オックス フォード大学 Henry J. Snaith 教 授、Junke Wang 博士、分子科学研 究所 Pei Zhao 特任助教、江原正博 教授、理化学研究所 中野恭兵 博	京都大学 化学研究所 国際共同利用・共 同研究 HP	2025/01

		士、但馬敬介 博士らの研究グループの共同研究成果 (https://doi.org/10.1038/s41586-024-08546-y) が、京大からプレスリリースされました。		
131	京都大学	世界初、スズを含むペロブスカイト半導体の界面構造制御法を確立 ～多接合型太陽電池の高性能化を実現～	Maintainable NEWS	2025/01
132	京都大学, エネコート, 株式会社ハーベス, 千葉大学	タンデム型+ペロブスカイト、京大など開発 発電率向上へ新手法	電気新聞	2025/01
133	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	カルボン酸基をもつトリポッド型分子 3CATAT-C3 の開発	京都大学 HP プレス発表	2025/01
134	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	カルボン酸基をもつトリポッド型分子 3CATAT-C3 の開発	京都大学化学研究所 HP	2025/01
135	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	京大など、オールペロブスカイトの太陽電池を高性能化	NIKKEI Tech Foresight	2025/01
136	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	ペロブスカイト半導体の界面構造制御法を開発、官能基の作用を解明	MONOist	2025/01
137	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	ペロブスカイト/シリコンの4端子タンデム型太陽電池で世界最高クラスの変換効率 30%を達成	PR TIMES	2025/01
138	京都大学, 千葉大学, 東レリサーチセンター	多接合型ペロブスカイト太陽電池、変換効率 30%超を達成／京大発新興	電気新聞	2025/01
139	エネコート	ペロブスカイト/シリコンのタンデム太陽電池で変換効率 30%超を達成 エネコートテクノロジーズ	fabcross for エンジニア	2025/01
140	エネコート	ペロブスカイト太陽電池「タンデム型」で最高水準の変換効率 30%超、エネコートがトヨタと成果	ニュースイッチ	2025/01
141	エネコート	変換効率 30.4%のタンデム型太陽電池、ペロブスカイト+シリコンで実現	スマートジャパン	2025/01
142	京都大学	ペロブスカイト太陽電池を高性能化＝シリコン型を超える発電効率に―京大など	時事通信ニュース	2025/01
143	京都大学	東京化成工業、ペロブスカイト向け表面膜など新試薬	化学工業日報	2025/02

(c)その他

番号	受賞者名	所属	受賞名	タイトル
1	中村 智也	京都大学	第 25 回京大化研奨励賞	Sn(IV)-free Tin Perovskite Films Realized by in situ Sn(O) Nanoparticle Treatment of the Precursor Solution

2	若宮 淳志	京都大学	第 38 回学術賞	分子設計と高純度に精製された前駆体材料に基づくハロゲン化金属ペロブスカイト太陽電池に関する研究
3	Shuafeng Hu	京都大学	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）Innovative PV 奨励賞	表面処理材を用いた界面構造修飾法で 23.6%効率のスズ-鉛ペロブスカイト太陽電池
4	チョン ミンアン	京都大学	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）Innovative PV 奨励賞	高性能ペロブスカイト太陽電池のためのマルチポッド型正孔回収材料の開発
5	中野 修一	京都大学化学研究所	令和三年度化学研究所大学院生研究発表会 ポスター大賞	ベンゼンを核構造に用いた酸素架橋トリアリールアミン骨格のバンドル化分子の合成と物性
6	舟崎 司	京都大学化学研究所	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会）第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会））Innovative PV 奨励賞	シクロオクタテトラインドール骨格を用いたテトラポッド型正孔回収単分子膜材料の開発
7	Hu, Shuafeng	京都大学化学研究所	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33) Student Award	Interfacial Modifications for Efficient Tin-lead Perovskite Solar Cells
8	中村智也	京都大学化学研究所	公益社団法人 有機合成化学協会（SSOCJ）有機合成化学協会日本触媒 研究企画賞	鉛フリーペロブスカイト太陽電池の高性能化を実現する単分子電子回収材料の開発
9	福田剛士, 伊藤省吾	兵庫県立大学	ニュースバルシンポジウム 2023	講演賞
10	中村智也	京都大学化学研究所	公益社団法人 新化学技術推進協会 (JACI) 第 12 回新化学技術研究奨励賞	材料化学アプローチによる高性能ペロブスカイトタンデム太陽電池の開発
11	チョン ミンアン	京都大学	The 28th ICR Award for young Scientists	第 28 回京大化研奨励賞
12	中村 智也	京都大学	The 21st International Symposium on the Physics of Semiconductors and Applications (ISPSA 2024)	Bis(Pyrrolidino)Fullerenes as Electron Transport Materials for Tin Halide Perovskite Solar Cells
13	中村智也	京都大学	日本太陽光発電学会 (JSES)	ピロリジン縮合フラレン誘導体を電子輸送材料に用いたスズペロブスカイト太陽電池
14	足立 裕太	京都大学	第九十八回マテリアルズ・テラリング研究会 優秀賞	イソトリアザトルキセン誘導体を正孔回収材料に用いたペロブスカイト太陽電池
15	原田 布由樹	京都大学	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム Innovative PV 奨励賞	イミダゾール誘導体を用いた大面積スズペロブスカイト薄膜の成膜法開発
16	Chien-Yu Chen	京都大学	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	Boosting the performance of tin halide perovskite solar cells with metal halide
17	原田 布由樹	京都大学	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35) Poster Award	Large-area fabrication of tin halide perovskite films for solar modules by imidazole additives
18	原田 布由樹	京都大学	Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	Development of a tin perovskite deposition method independent of the substrate size and

			BEST POSTER PRESENTATION AWARD	wettability by using imidazole derivatives
19	足立 裕太	京都大学	令和六年度化学研究所大学院生 研究発表会 ポスター賞	立体構造を制御した多脚型正孔輸 送単分子膜材料の開発とペロブス カイト太陽電池への応用
20	中村智也	京都大学	第 21 回「次世代の太陽光発電 システム」シンポジウム Innovative PV 奨励賞	ピロリジン縮合フラレン誘導体 を電子輸送材料に用いたスズペロ ブスカイト太陽電池
21	若宮淳志	京都大学	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35) HAMAKAWA Award	高性能ペロブスカイト太陽電池の 開発

5.1.1.5 超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発（国立大学法人東京大学）

【特許】リスト

番 号	出願者	出願番号	国内外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立大学法人 東京大学	16611332(US)	US: 米国	2020/09/17	出願継 続中	Organic-inorganic hybrid material and perovskite solar cell using same	瀬川浩司、 別所毅隆、 唐 澤国
2	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	特願 2021-205450	JP: 日本国	2021/12/17	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、 多田圭志、 別所毅隆
3	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	PCT/JP2022/ 045207(WO)	WO: WIPO	2022/12/08	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、 多田圭志、 別所毅隆
4	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	PCT/JP2023/ 020980(WO)	WO: WIPO	2023/06/06	出願継 続中	ペロブスカイト型 化合物及び光電変 換素子	中村元志、 馬淵 隆、瀬 川浩司、別 所毅隆、 野々村一輝
5	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	18/719749(US)	US: 米国	2024/06/13	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、 多田圭志、 別所毅隆
6	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	202280082638.7(C N)	CN: 中国	2024/06/13	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、 多田圭志、 別所毅隆
7	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式 会社	22907334.1(EP)	EP: 欧州	2024/07/11	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、 多田圭志、 別所毅隆
8	国立大学法人 東京大学、	18/872476(US)	US: 米国	2023/06/06	出願継 続中	光電変換素子およ び光電変換素子の 製造方法	中村元志、 竹中一生、 瀬川浩司、

	出光興産株式会社						多田圭志、別所毅隆
9	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式会社	202380045626.1(C N)	CN: 中国	2023/06/06	出願継続中	ペロブスカイト型 化合物及び光電変 換素子	中村元志、 馬淵 隆、瀬 川浩司、別 所毅隆、 野々村一輝
10	国立大学法人 東京大学、 出光興産株式会社	23819838.6(EP)	EP: 欧州	2023/06/06	出願継続中	ペロブスカイト型 化合物及び光電変 換素子	中村元志、 馬淵 隆、瀬 川浩司、別 所毅隆、 野々村一輝

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Xiao Liu, Tianhao Wu, Jung-Yao Chen, Xiangyue Meng, Xin He, Takeshi Noda, Han Chen, Xudong Yang, Hiroshi Segawa, Yanbo Wang, Liyuan Han	東京大学	Templated growth of FASnI ₃ crystals for efficient tin perovskite solar cells	Energy and Environmental Science 2020, 13(9), 2896-2902. DOI:10.1039/d0ee0184 5g	有	2020/08
2	Mengmeng Chen, Shahrir R. Sahamir, Gaurav Kapil, Ajay K. Baranwal, Muhammad Akmal Kamarudin, Yaohong Zhang, Kohei Nishimura, Chao Ding, Dong Liu, Daisuke Hirotani, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信 大学	Inverted CsPbI ₂ Br perovskite solar cells with enhanced efficiency and stability in ambient atmosphere via formamidinium incorporation	Solar Energy Materials and Solar Cells 2020, 218, 110741. DOI:10.1016/j.solmat. 2020.110741	有	2020/09
3	Ryousuke Ishikawa, Sohei Yamazaki, Sho Watanabe, Nozomu Tsuboi	東京都市 大学	Layer dependency of graphene layers in perovskite/graphene solar cells	Carbon 2021, 172, 597-601. DOI:10.1016/j.carbon. 2020.10.065	有	2020/10
4	Motoshi Nakamura, Keishi Tada, Takumi Kinoshita, Takeru Bessho, Chie Nishiyama, Issei Takenaka, Yoshinori Kimoto, Yuta Higashino, Hiroki Sugimoto, Hiroshi Segawa	東京大学	Perovskite/CIGS spectral splitting double junction solar cell with 28% power conversion efficiency	iScience 2020, 23(12), 101817. DOI:10.1016/j.isci.202 0.101817	有	2020/11
5	Yuiga Nakamura, Tomonori Matsushita, Takashi Kondo	東京大学	Ternary-source vapor- phase deposition of CH ₃ NH ₃ PbI ₃ polycrystalline thin films using CH ₃ NH ₂ and HI gas sources with PbI ₂ solid source	Japanese Journal of Applied Physics 2021, 60, 15505. DOI:10.35848/1347- 4065/abd0c6	有	2020/12

6	Youhei Numata, Yoshitaka Sanehira, Tsutomu Miyasaka	東京大学	Drastic change of surface morphology of cesium- formamidinium perovskite solar cells by antisolvent processing	ACS Applied Materials and Interfaces 2021, 4(2), 1069-1077. DOI:10.1021/acsaem.0 c01717	有	2021/01
7	Tianhao Wu, Danyu Cui, Xiao Liu, Xinhui Luo, Hongzhen Su, Hiroshi Segawa, Yiqiang Zhang, Yanbo Wang, Liyuan Han	東京大学	Additive engineering toward high- performance tin perovskite solar cells	Solar RRL 2021, 5(5), 2100034. DOI:10.1002/solr.2021 00034	有	2021/03
8	Tianhao Wu, Xiao Liu, Xinhui Luo, Xuesong Lin, Danyu Cui, Yanbo Wang, Hiroshi Segawa, Yiqiang Zhang, Liyuan Han	東京大学	Lead-free tin perovskite solar cells	Joule 2021, 5(4), 863- 886. DOI:10.1016/j.joule.20 21.03.001	有	2021/03
9	Danyu Cui, Xiao Liu, Tianhao Wu, Xuesong Lin, Xinhui Luo, Yongzhen Wu, Hiroshi Segawa, Xudong Yang, Yiqiang Zhang, Yanbo Wang, Liyuan Han	東京大学	Making room for growing oriented FASnI3 with large grains via cold precursor solution	Advanced Functional Materials 2021, 31(25), 2100931. DOI:10.1002/adfm.202 100931	有	2021/04
10	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Takatoshi Maekawa, Ajay Kumar Baranwal, Yaohong Zhang, Muhammad Akmal Kamarudin, Daisuke Hirotani, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	東京大学	Tin-lead perovskite fabricated via ethylenediamine interlayer guides to the solar cell efficiency of 21.74%	Advanced Energy Materials 2021, 11(25), 2101069. DOI:10.1002/aenm.20 2101069	有	2021/05
11	Ching Chang Lin, Takurou N. Murakami, Masayuki Chikamatsu, Takeru Bessho, Miwako Furue, Hiroshi Segawa	東京大学	A sodium chloride modification of SnO ₂ electron transport layers to enhance the performance of perovskite solar cells	ACS Omega 2021, 6(28), 17880-17889. DOI:10.1021/acsomeg a.1c01286	有	2021/07
12	Tianhao Wu, Zhenzhen Qin, Yanbo Wang, Yongzhen Wu, Wei Chen, Shufang Zhang, Molang Cai, Songyuan Dai, Jing Zhang, Jian Liu,	東京大学	The main progress of perovskite solar cells in 2020-2021	Nano-Micro Letters 2021, 13, 152. DOI:10.1007/s40820- 021-00672-w	有	2021/07

	Zhongmin Zhou, Xiao Liu, Hiroshi Segawa, Hairen Tan, Qunwei Tang, Junfeng Fang, Yaowen Li, Liming Ding, Zhijun Ning, Yabing Qi, Yiqiang Zhang, Liyuan Han					
13	Xiao Liu, Tianhao Wu, Caiyi Zhang, Yiqiang Zhang, Hiroshi Segawa, Liyuan Han	東京大学	Interface energy-level management toward efficient tin perovskite solar cells with hole-transport-layer-free structure	Advanced Functional Materials 2021, 31(50), 2106560. DOI:10.1002/adfm.202106560	有	2021/09
14	Caiyi Zhang, Weiyu Kong, Tianhao Wu, Xuesong Lin, Yongzhen Wu, Jotaro Nakazaki, Hiroshi Segawa, Xudong Yang, Yiqiang Zhang, Yanbo Wang, Liyuan Han	東京大学	Reduction of nonradiative loss in inverted perovskite solar cells by donor- π -acceptor dipoles	ACS Applied Materials and Interfaces 2021, 13(37), 44321-44328. DOI:10.1021/acsami.1c11683	有	2021/09
15	Youhei Numata, Naoyuki Shibayama, Tsutomu Miyasaka	東京大学	FAPbBr ₃ perovskite solar cells with Voc over 1.5 V by controlled crystal growth using a tetramethylenesulfoxide	Journal of Materials Chemistry A 2022, 10(2), 672-681. DOI:10.1039/d1ta08964a	有	2021/11
16	Shuzi Hayase	電気通信大学	Sn based and Pb free perovskite solar cells	Perovskite Photovoltaics and Optoelectronics (Wiley-VCH, 2021, Ed. Tsutomu Miyasaka) Chapter 10. ISBN:978-3-527-82638-4	無	2021/11
17	Xiao Liu, Tianhao Wu, Xinhui Luo, Haibin Wang, Miwako Furue, Takeru Bessho, Yiqiang Zhang, Jotaro Nakazaki, Hiroshi Segawa, Liyuan Han	東京大学	Lead-free perovskite solar cells with over 10% efficiency and size 1cm ² enabled by solvent - crystallization regulation in a two-step deposition method	ACS Energy Letters 2022, 7(1), 425-431. DOI:10.1021/acsenrgylett.1c02651	有	2021/12
18	沼田陽平、宮坂 力	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の基礎と発展	電気学会誌 2021, 141(12), 762-765. DOI:10.1541/ieejjournal.141.762	無	2021/12
19	宮坂 力	東京大学	薄くて、軽くて、曲がる「ペロブスカイト太陽電池」	化学と工業 2021, 74(12), 903.	無	2021/12
20	早瀬修二	電気通信大学	錫系ペロブスカイト太陽電池の高電圧、高効率化	光触媒 2021, 66, 4-9.	有	2021/12

21	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Yoshitaka Sanehira, Shahrir R. Sahamir, Mengmeng Chen, Ajay Kumar Baranwal, Dong Liu, Yuya Sono, Daisuke Hirotani, Daishiro Nomura, Kohei Nishimura, Muhammad Akmal Kamarudin, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信 大学 ・ 東京大学	Tin-lead perovskite solar cells fabricated on hole selective monolayers	ACS Energy Letters 2022, 7(3), 966-974. DOI:10.1021/acsenerg ylett.1c02718	有	2022/02
22	Shahrir Razey Sahamir, Muhammad Akmal Kamarudin, Teresa S. Ripolles, Ajay Kumar Baranwal, Gaurav Kapil, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Juan Bisquert, Shuzi Hayase	電気通信 大学 ・ 東京大学	Enhancing the electronic properties and stability of high- efficiency tin-lead mixed halide perovskite solar cells via doping engineering	Journal of Physical Chemistry Letters 2022, 13(13), 3130- 3137. DOI:10.1021/acs.jpcl t.2c00699	有	2022/03
23	Tianhao Wu, Xiao Liu, Xinhui Luo, Hiroshi Segawa, Guoqing Tong, Yiqiang Zhang, Luis K. Ono, Yabing Qi, Liyuan Han	東京大学	Heterogeneous FASnI ₃ absorber with enhanced electric field for high-performance lead-free perovskite solar cells	Nano-Micro Letters 2022, 14, 99. DOI:10.1007/s40820- 022-00842-4	有	2022/04
24	Saemi Takahashi, Satoshi Uchida, Abhijit Chatterjee, Hiroshi Segawa	東京大学	The effect of chloride atoms to induce organohalide perovskite intermediate crystal phase: a simulation rationale	Applied Physics Express 2022, 15(7), 075504. DOI:10.35848/1882- 0786/ac7631	有	2022/06
25	Motoshi Nakamura, Issei Takenaka, Takashi Mabuchi, Chie Nishiyama, Keishi Tada, Takeru Bessho, Hiroshi Segawa	東京大学	Thermal stability of K-doped organometal halide perovskite for photovoltaic materials	ACS Applied Energy Materials 2022, 5(9), 10409-10414. DOI:10.1021/acsaem.2 c00225	有	2022/06
26	Motoshi Nakamura, Ching Chang Lin, Chie Nishiyama, Keishi Tada, Takeru Bessho, Hiroshi Segawa	東京大学	Semi-transparent perovskite solar cells for four-terminal perovskite/CIGS tandem solar cells	ACS Applied Energy Materials 2022, 5(7), 8103-8111. DOI:10.1021/acsaem.2 c00620	有	2022/07
27	近藤高志	東京大学	鉛ハライドペロブスカ イト混晶の結晶学	光触媒 2022, 69, 4-7.	有	2022/09
28	Tae Woong Kim, Satoshi Uchida, Myoung Kim, Sang Geun Cho, So Jeong Kim, Takashi Kondo, Hiroshi Segawa	東京大学	Phase control of organometal halide perovskites for development of highly efficient solar cells	ACS Applied Materials and Interfaces 2023, 15(18), 21974-21981. DOI:10.1021/acsami.2 c22769	有	2023/03

29	Huan Bi, Yasuhiro Fujiwara, Gaurav Kapil, Daiva Tavgeniene, Zheng Zhang, Liang Wang, Chao Ding, Shahrir Razey Sahamir, Ajay Kumar Baranwal, Yoshitaka Sanehira, Kitamura Takeshi, Guozheng Shi, Takeru Bessho, Hiroshi Segawa, Saulius Grigalevicius, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信 大学 ・ 東京大学	Perovskite solar cells consisting of PTAA modified with monomolecular layer and application to all- perovskite tandem solar cells with efficiency over 25%	Advanced Functional Materials 2023, 33(32), 2300089. DOI:10.1002/adfm.202 300089	有	2023/04
30	Huan Bi, Jiaqi Liu, Zheng Zhang, Liang Wang, Raminta Beresneviciute, Daiva Tavgeniene, Gaurav Kapil, Chao Ding, Ajay Kumar Baranwal, Shahrir Razey Sahamir, Yoshitaka Sanehira, Hiroshi Segawa, Saulius Grigalevicius, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信 大学 ・ 東京大学	All perovskite tandem solar cells approach 26.5% efficiency by employing wide bandgap lead perovskite solar cells with new mono- molecular HTL layer	ACS Energy Letters 2023, 8(9), 3852-3859. DOI:10.1021/acsenerg ylett.3c01275	有	2023/08
31	Huan Bi, Jiaqi Liu, Raminta Beresneviciute, Daiva Tavgeniene, Zheng Zhang, Liang Wang, Gaurav Kapil, Chao Ding, Shahrir Razey Sahamir, Yoshitaka Sanehira, Ajay Kumar Baranwal, Takeshi Kitamura, Dandan Wang, Yuyao Wei, Yongge Yang, Dong- Won Kang, Saulius Grigalevicius, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信 大学	Efficiency enhancement of wide bandgap lead perovskite solar cells with PTAA surface- passivated with monomolecular layer from the viewpoint of PTAA band bending	ACS Applied Materials and Interfaces 2023, 15(35), 41459-41559. DOI:10.1021/acsenerg ylett.3c01275	有	2023/08
32	Saemi Takahashi, Satoshi Uchida, Piyankarage V. V. Jayaweera, Shoji Kaneko, Hiroshi Segawa	東京大学	Impact of compact TiO ₂ interface modification on the crystallinity of perovskite solar cells	Scientific Reports 2023, 13, 16068. DOI:10.1038/s41598- 023-43395-1	有	2023/09
33	Huan Bi, Jiaqi Liu,	電気通信 大学	Ferrocene derivatives for improving the	Advanced Science 2023, 10(35), 2304790.	有	2023/10

	Zheng Zhang, Liang Wang, Gaurav Kapil, Yuyao Wei, Ajay KumarBaranwal, Shahrir Razey Sahamir, Yoshitaka Sanehira, Dandan Wang, Yongge Yang, Takeshi Kitamura, Raminta Beresneviciute, Saulius Grigalevicius, Qing Shen, Shuzi Hayase		efficiency and stability of MA-free perovskite solar cells from the perspective of inhibiting ion migration and releasing film stress	DOI:10.1002/advs.202 304790		
34	Saemi Takahashi, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大学	Effect of chloride incorporation on the intermediate phase and film morphology of methylammonium lead halide perovskites	ACS Omega 2023, 8(45), 42711-42721. DOI:10.1021/acsomeg a.3c05463	有	2023/11
35	Kimihiko Saito, Hirota Shishido, Ryousuke Ishikawa	東京都市 大学	Fabrication of thin silicon-heterojunction solar cells for bendable perovskite/c- Si tandem solar cells	Proc. EUPVSEC 2023, 020009-001.	有	2023/11
36	Kei Ito, Kazuteru Nonomura, Ryota Kan, Keishi Tada, Ching Chang Lin, Takumi Kinoshita, Takeru Bessho, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大学	Spectral splitting solar cells consisting of a mesoscopic wide- bandgap perovskite solar cell and an inverted narrow- bandgap perovskite solar cell	ACS Omega 2024, 9(2), 3028-3034. DOI:10.1021/acsomeg a.3c09654	有	2023/12
37	Hanbo Jung, Zihao Liu, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大学	Vapor phase deposition of lead-free halide perovskite alloy $\text{CsSn}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Br}_3$	Japanese Journal of Applied Physics 2024, 63(1), 01SP24. DOI:10.35848/1347- 4065/acfdb3	有	2023/12
38	Zihao Liu, Hanbo Jung, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大学	Substrate temperature dependence of vapor phase deposition of all-inorganic lead-free CsSnBr_3 perovskite thin films	Japanese Journal of Applied Physics 2024, 63(2), 02SP23. DOI:10.35848/1347- 4065/ad1196	有	2024/01
39	Shahrir Razey Sahamir, Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Hiroshi Segawa, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信 大学 ・ 東京大学	Achieving high efficiency and enhanced thermal stability in germanium- encapsulated tin-lead perovskite solar cells	ACS Materials Letters 2024, 6(4), 1241-1246. DOI:10.1021/acsmater ialslett.3c01343	有	2024/03
40	Gaurav Kapil, Yasuhiro Fujiwara, Huan Bi, Ajay Kumar Baranwal, Shahrir Razey Sahamir, Jiaqi Liu, Liang Wang, Daisuke Hirotani, Qing Shen,	電気通信 大学 ・ 東京大学	Midgap states and energy alignment at interconnect are crucial for perovskite tandem solar cells	Cell Reports Physical Science 2024, 5(7), 102060. DOI:10.1016/j.xcrp.20 24.102060	有	2024/06

	Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase					
41	Naoki Shimosako, Mizuki Kumamoto, Yui Muroga, Zihao Liu, Masato Sotome, Takashi Kondo, Hideyuki Kunugita, Kazuhiro Ema	東京大学	Exciton dynamics in CsPbBr ₃ single crystal: LT splitting energy, exciton- polariton dispersion, and biexciton binding energy	Journal of Chemical Physics 2024, 161(17), 174703. DOI:10.1063/5.023260 4	有	2024/11
42	早瀬修二	電気通信 大学	錫系ペロブスカイト太 陽電池と円筒形太陽電 池	クリーンテクノロジー 2024年11月号(日刊 工業新聞)	無	2024/11
43	早瀬修二	電気通信 大学	ペロブスカイト・ペロ ブスカイトタンデム太 陽電池の研究開発動向	ペロブスカイト太陽電 池の開発技術と最新実 用化指針(技術教育出版 2025, 宮坂 力・池上和 志 編) 第15章 ISBN:978-4-907837- 29-7-C3058	無	2025/02
44	Hanbo Jung, Zihao Liu, Masato Sotome, Kazuteru Nonomura, Hiroshi Segawa, Gaurav Kapil, Shuzi Hayase, Takashi Kondo	東京大学 ・ 電気通信 大学	Improved efficiency and stability in inverted-structure solar cells with lead- free all-inorganic halide perovskite CsSn _{1-x} Zn _x Br ₃	ACS Applied Materials and Interfaces 2025, 17(10), 15613-15620. DOI:10.1021/acsami.4 c21442	有	2025/02
45	Yoshiaki Watanabe, Naoyuki Shibayama, Tomoki Jitsukata, Akiko Hori, Masato Sotome, Tomonori Matsushita, Takashi Kondo	東京大学	Accurate measurement of lattice constants and thermal expansion coefficients of halide perovskite alloy CH ₃ NH ₃ Pb(Br _{1-x} Cl _x) ₃ .	Japanese Journal of Applied Physics 2025, 64, 021002. DOI:10.35848/1347- 4065/ada905	有	2025/02
46	Daisuke Nakamura, Zihao Liu, Hanbo Jung, Masato Sotome, Tomonori Matsushita, Takashi Kondo	東京大学	Hydrogen-mediated carrier modulation in CH ₃ NH ₃ PbI ₃ thin films by multi-source co-evaporation	Japanese Journal of Applied Physics 2025, 64, 055508. DOI:10.35848/1347- 4065/add3e2	有	2025/03
47	Hiroataka Shishido, Ryo Sato, Daisuke Ieki, Gakuto Matsuo, Kimihiro Saito, Makoto Konagai, Ryousuke Ishikawa	東京都市 大学	High-efficiency perovskite/silicon tandem solar cells with flexibility	Solar RRL 2025, 202400899. DOI:10.1002/solr.2024 00899	有	2025/03
48	Kei Ito, Ching Chang Lin, Kazuteru Nonomura, Ryota Kan, Keishi Tada, Fumiyasu Awai, Takumi Kinoshita, Takeru Bessho, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大学	Spectral splitting solar cells combining planar heterojunction wide-bandgap and inverted narrow- bandgap perovskite architectures	ACS Applied Energy Materials 2025, 8(9), 5955-5962. DOI:10.1021/acsam.5 c00370	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大 学、東 京大学	Surface passivation to reduce the voltage loss in tin-lead mixed perovskite solar cells	81st Japanese Society of Applied Physics	2020/09
2	瀬川浩司（招待講 演）	東京大 学	ペロブスカイト太陽電池の研 究開発最前線	光機能材料研究会第 79 回 講演会「リチウムイオン電 池・太陽電池研究開発の最 新動向と将来展望」	2020/09
3	別所毅隆、多田圭 志、瀬川浩司	東京大 学	カリウムドーブ有機金属ハラ イドペロブスカイト太陽電池 による高エネルギー変換効率 と極小ヒステリシスの両立	2020 年光化学討論会	2020/09
4	石川亮佑、安蔵涼太 郎、坪井 望、宮島 晋介	東京都 市大学	リチウムドーブペロブスカイ ト太陽電池の光無線給電応用	第 81 回応用物理学会秋季 学術講演会	2020/09
5	S. Uchida, H. Tobita, K. Nonomura, P.V.V.Jayaweera, S. Kaneko, L. Cojocaru, H. Segawa	東京大 学	Direct Measurement of Junction Capacitance in the Perovskite Solar Cells	PRiME2020	2020/10
6	別所毅隆, Almosni Samy, 多田圭史, 古江美和子, 瀬川浩司	東京大 学	Efficient methylammonium- free perovskite solar cells with formamidinium chloride additive	第 17 回「次世代の太陽光 発電システム」シンポジウ ム	2020/10
7	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大 学、東 京大学	Surface passivation to increase tin-lead perovskite solar cells	17th "Next Generation Photovoltaic Power Generation System" symposium	2020/10
8	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Interfacial Engineering for High Voltage Performance of Perovskite Photovoltaic Cells	PRiME2020	2020/10
9	早瀬修二（招待講 演）	電気通 信大学	Sn Based Perovskite Solar Cells on Glass Substrate and Plastic Substrate	PRiME2020	2020/10
10	中崎城太郎（招待講 演）	東京大 学	ペロブスカイト太陽電池の高 性能化に向けた最新研究開発 動向	第 17 回「次世代の太陽光 発電システム」シンポジウ ム	2020/10
11	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大 学、東 京大学	n-type tin-lead perovskite solar cells to achieve high efficiency	PVSEC-30 (30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference) (Korea)	2020/11
12	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Composition and Interface Engineering of All- Inorganic Perovskite Absorbers with Dopant- Free Carrier Transporters	2020 MRS Spring/Fall Meeting	2020/11
13	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Interfacial engineering for high voltage performance of perovskite solar cells	International Conference on Advanced Light Absorbing Materials for Next Generation Photovoltaics (ASOGEN)	2020/11

14	別所毅隆（招待講演）	東京大学	Present status of perovskites solar cells	9th IRP NextPV International Workshop	2020/11
15	宮坂 力（招待講演）	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の界面制御技術と高効率化の将来展望	第 25 回光触媒シンポジウム	2020/11
16	Satoshi Uchida, Koichi Tamaki, Keishi Tada, Miwa Furue, Ludmila Cojocaru, Hiroshi Segawa	東京大学	Crystal Phase Control toward the Perovskite Superlattice Solar Cells	MRS Fall Meeting	2020/12
17	Takashi Kondo	東京大学	Heteroepitaxy of Halide Perovskite-type Semiconductors for Photonic Applications	5th Joint Symposium between Tsinghua University and University of Tokyo, Advanced materials and devices research toward Tsinghua-Tokyo Joint Shenzhen Institute (TTSI)	2020/12
18	宮島晋介、石川亮佑（招待講演）	東京都市大学	光無線給電用受光器としてのワイドギャップ太陽電池	日本太陽光発電学会次世代太陽電池セル・モジュール分科会第 1 回研究会	2020/12
19	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	Sn 系ペロブスカイト太陽電池研究の現状	日本太陽光発電学会ペロブスカイト太陽電池分科会第 1 回研究会	2021/02
20	宮坂 力（招待講演）	東京大学	単セル開回路電圧 1.4V 級のペロブスカイト太陽電池の開発	日本太陽光発電学会ペロブスカイト太陽電池分科会第 1 回研究会	2021/02
21	別所毅隆（招待講演）	東京大学	塩化物イオンの活用によるペロブスカイト太陽電池の高効率化	日本太陽光発電学会ペロブスカイト太陽電池分科会第 1 回研究会	2021/02
22	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	脱炭素社会構築に向けたイノベーション：技術×社会	東京財団政策研究所シンポジウム「脱炭素社会を目指す上でのベストミックス ～再生可能エネルギー主力エネルギー化に向けて～」	2021/02
23	Zihao Liu, Tomonori Matsushita, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大学	Partial suppression of halide ion interdiffusion in the perovskite heterostructures	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
24	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	Solar cells consisting of tin perovskite as light harvesting layer	nanoGe Spring Meeting	2021/03
25	宮坂 力（名誉フェロー講演）	東京大学	色素増感からペロブスカイトまで—光電変換研究へのチャレンジ	電気化学会第 88 回大会	2021/03
26	瀬川浩司（基調講演）	東京大学	次世代太陽電池の主役となった有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池	日本化学会第 101 春季年会 CIP「進化する有機系太陽電池：マテリアルからシステムまで」	2021/03
27	宮坂 力	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の効率と耐久性向上	日本化学会第 101 春季年会	2021/03
28	宮坂 力	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の材料開発と界面構造制御	日本化学会第 101 春季年会	2021/03
29	室賀惟、下迫直樹、出原勇磨、中村唯我、松下智紀、近藤高志、樺田英之、江馬 一弘	東京大学	臭化鉛ペロブスカイトにおける励起子多体効果の観測	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03

30	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial engineering for high Voc perovskite solar cells	The Virtual Perovskite Conference 2021 (#ViPerCon2021)	2021/04
31	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial engineering for high voltage (>1.4V) performance of inorganic perovskite solar cells	2021 Virtual MRS Spring Meeting & Exhibition	2021/04
32	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Engineering on high Voc perovskite photovoltaic cells and smart applications to IoT power devices	HOPV21 (13th International Conference on Hybrid and Organic Photovoltaics)	2021/05
33	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	ペロブスカイト太陽電池の基礎と効率向上指針	高分子学会・高分子エレクトロニクス研究会	2021/05
34	Zihao Liu, T. Matsushita, M. Sotome, T. Kondo	東京大学	Epitaxial growth of $\text{CH}(\text{NH}_2)_2\text{PbI}_3$ thin films on $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ single crystal substrates by vapor phase deposition	2021 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference (CLEO/Europe-EQEC) IEEE	2021/06
35	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	日本の2050カーボンニュートラルに向けてー基幹電源からエネルギーハーベスティングまでカバーする次世代高性能太陽光発電ー	エネルギーハーベスティングコンソシアム(EHC)総会	2021/06
36	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	日本の再エネ大量導入に向けたパラダイムシフト：技術からのアプローチ	東京財団政策研究所シンポジウム「第6次エネルギー基本計画をめぐってー30年46～50%削減、50年カーボンニュートラルに必要な施策とはー」	2021/07
37	Shuzi Hayase	電気通信大学	Band engineering of Sn and SnPb perovskite solar cells for efficiency enhancement	SPIE Optics + Photonics 2021	2021/08
38	Gaurav Kapil, Muhammad Akmal Kamarudin, Kohei Nishimura, Daisuke Hirotani, Qing Shen, Satoshi Iikubo, Mengmeng Chen, Zhang Zheng, Shuzi Hayase	電気通信大学	Band engineering of Sn and SnPb perovskite solar cells for efficiency enhancement	"SPIE Optics + Photonics 2021, Organic, Hybrid, and Perovskite Photovoltaics XXII, Paper No. 11809-18"	2021/08
39	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	次世代太陽電池の主演となった有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池	光産業技術振興協会 第459回マンスリーセミナー	2021/08
40	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学、東京大学	New hole selective contacts to achieve efficiency more than 23% in tin-lead perovskite solar cells	JSAP Autumn meeting, 11P-N322-11	2021/09
41	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学、東京大学	PEDOT:PSS free tin-lead perovskite solar cells with efficiency more than 23%	EU PVSEC, 3CO.5.1	2021/09
42	Gaurav Kapil, Takeru Bessho, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学、東京大学	Tin-lead perovskite solar cell with efficiency more than 23%	Electrochemical Society of Japan Fall Meeting, 1B08	2021/09

43	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	スズ系ペロブスカイト太陽電池の高電圧、高効率化	光機能材料研究会「ペロブスカイト太陽電池開発技術の最新動向と将来展望」	2021/09
44	石川亮佑	東京都市大学	ペロブスカイト/グラフェン太陽電池におけるグラフェン層数依存性	第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	2021/09
45	吉田修太郎、五月女真人、松下智紀、近藤高志	東京大学	非鉛臭化物ペロブスカイト系材料 Cs_2PbBr_6 の発光の温度依存性	第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	2021/09
46	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	カーボンニュートラルに向けた次世代太陽光発電	東京大学エネルギー総合学連携研究機構設立シンポジウム	2021/10
47	別所毅隆（招待講演）	東京大学	トッセル用ペロブスカイト太陽電池の高効率化	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
48	宮坂 力（招待講演）	東京大学	ペロブスカイト光電変換素子の機能材料開発と将来展開	日本化学会第 11 回 CSJ 化学フェスタ 2021	2021/10
49	瀬川浩司、多田圭志、別所毅隆、中崎城太郎、内田 聡（招待講演）	東京大学	有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池高効率モジュールの作成	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
50	齊藤眞珠美、飛田博美、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	有機ハライドペロブスカイト太陽電池型デバイスのキャパシタンス計測	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
51	辻村秀太、別所毅隆、瀬川浩司	東京大学	有機金属ハライドペロブスカイト結晶の元素分布の制御	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
52	瀬川浩司（基調講演）	東京大学	Material Engineering toward High Performance Perovskite Solar Cells	APC 2011 (11th Asian Photochemistry Conference)	2021/11
53	高橋冴実、木下卓巳、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の発電層結晶形成における塩素添加物の効果に関する研究	日本太陽エネルギー学会 2021 年研究発表会	2021/11
54	Ryousuke Ishikawa	東京都市大学	Perovskite/graphene solar cells without a hole-transport layer	PVSEC-31	2021/12
55	内田 聡（招待講演）	東京大学	From dye-sensitized to perovskite solar cell as a capacitive photovoltaics	IGEC-XIII (13th International Green Energy Conference)	2021/12
56	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial and compositional engineering for high-voltage perovskite solar cells	OPTIC 2021 (2021 Optics & Photonics Taiwan International Conference)	2021/12
57	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial chemical modifications of perovskite photovoltaic cells for high voltage performance	PacifiChem 2021 (International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021)	2021/12
58	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial engineering for high Voc performance of perovskite solar cells	MRM 2021 (Materials Research Meeting 2021, Yokohama)	2021/12
59	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Nanosheet-based interfacial modifications for high performance planar perovskite solar cells	2021 Virtual MRS Fall Meeting & Exhibit	2021/12
60	内田 聡（招待講演）	東京大学	Photovoltaics and optoelectronics consisting of perovskite and related materials	MRM 2021 (Materials Research Meeting 2021, Yokohama)	2021/12

61	別所毅隆（招待講演）	東京大学	Study of formamidinium chloride as stabilizing cubic phase FAPbI ₃ perovskite and approaching to high efficiency large size solar cells	MRM 2021 (Materials Research Meeting 2021, Yokohama)	2021/12
62	早瀬修二（基調講演）	電気通信大学	Halogenated perovskite solar cells consisting of tin as light harvesting layer	MRM 2021 (Materials Research Meeting 2021, Yokohama)	2021/12
63	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	色素増感太陽電池からハロゲン化ペロブスカイト太陽電池へー最近の研究動向と今後の展望ー	日本写真学会光機能性材料研究会	2021/12
64	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Design of high-voltage perovskite photovoltaic cells indoor IoT power devices	IPEROP22 (Online Meeting on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics)	2022/01
65	内田 聡（基調講演）	東京大学	The evaluation of capacitive perovskite solar cell	2021HiGEM (International Conference on Hierarchical Green Energy Materials)	2022/01
66	内田 聡（招待講演）	東京大学	屋内光発電デバイスの特性評価	(一社)電子情報技術産業協会・ナノエレクトロニクス標準化専門委員会／ナノ太陽電池標準化 G「IoT 向けエネルギーハーベスティングの動向と標準化セミナー」	2022/01
67	石川亮佑	東京都市大学	ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池に向けた取り組み	第 190 回総研セミナー「次世代の太陽光発電システム」	2022/01
68	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	軽量・フレキシブルな有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池の研究開発動向	第 3 回機能性フレキシブルとインクジェット技術分科会	2022/02
69	Shahrir Razey Sahamir, Muhammad Akmal Kamarudin, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信大学	High efficiency SnPb mixed halides perovskite solar cells via additive engineering with enhanced electronic properties and thermal stability	The 69th JSAP Spring Meeting 2022 (Aoyama Gakuin Univ., Sagami-hara) 24P-E206-6	2022/03
70	瀬川浩司（基調講演）	東京大学	Next-generation photovoltaics toward low-carbon society	Springer Nature SDGs symposium 2022 - Energy systems at the interface of multiple Sustainable Development Goals	2022/03
71	宮坂 力（招待講演）	東京大学	ハライドペロブスカイト半導体の光電変換特性と高電圧出力の開発	理研シンポジウム第 9 回「光量子工学研究」	2022/03
72	宮坂 力（招待講演）	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の実用化へ向けた取り組み	日本化学会第 102 春季年会	2022/03
73	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	次世代太陽電池が拓く脱炭素社会の扉	第 26 回光触媒シンポジウム「光触媒反応の最近の展開」	2022/03
74	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	次世代太陽電池としての有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池	日本化学会第 102 春季年会 CIP「脱炭素社会を見据えた太陽エネルギー利用～太陽電池の研究開発から～」	2022/03
75	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	脱炭素社会に向けた技術と社会の共進化	第 69 回応用物理学会春季学術講演会フォーカストセッション「2050 年カーボンニュートラル：これから何をすべきなのか？」	2022/03

76	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	脱炭素社会の構築に貢献する新技術―次世代の太陽光発電を中心に	（一社）日本カーボンニュートラル推進協議会「脱炭素社会実現宣言とイノベーション 新たな成長戦略」セミナー	2022/03
77	韓 礼元（招待講演）	東京大学	鉛フリーペロブスカイト太陽電池の高性能化	日本太陽光発電学会・ペロブスカイト太陽電池分科会 2021 年度第 2 回研究会「ペロブスカイト太陽電池の基礎科学」	2022/03
78	高橋冴実、瀬川浩司	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の発電層結晶形成における塩素添加物の効果	電気化学会第 89 回大会	2022/03
79	石川亮佑、家城大輔、桐原芳治、辻口良太、小山涼、中田和吉、野平博司	東京都市大学	ペロブスカイト/Si タンデム太陽電池応用に向けた ALD-TiO ₂ 層の評価	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
80	辻村秀太、別所毅隆、瀬川浩司	東京大学	有機金属ハライドペロブスカイト太陽電池の高効率化に向けた元素分布制御に関する研究	電気化学会第 89 回大会	2022/03
81	渡邊佳晟、柴山直之、堀頭子、五月女真人、松下智紀、近藤高志	東京大学	鉛ハライドペロブスカイト型半導体混晶 CH ₃ NH ₃ Pb(Br _{1-x} Cl _x) ₃ の格子定数	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
82	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial passivation engineering for high Voc perovskite PV cells	The 3rd Virtual Perovskite Conference 2022 (Stuttgart, Germany)	2022/04
83	宮坂 力（招待講演）	東京大学	ペロブスカイト太陽電池～その特徴と今後の技術革新の可能性	一般社団法人学士会（東京・学士会館）	2022/04
84	石川亮佑（招待講演）	東京都市大学	Graphene in perovskite solar cells	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
85	Gaurav Kapil、別所毅隆、Qing Shen、瀬川浩司、早瀬修二	電気通信大学、東京大学	Hole selective monolayers directing to efficiency more than 23% in tin-lead mixed perovskite solar cells	MRS Spring meeting (Hawaii, USA)	2022/05
86	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Materials and interface engineering for high performance halide perovskite photovoltaics	Nano-Micro Letters (NML) Online Academic Forum	2022/05
87	内田 聡（招待講演）	東京大学	The evaluation of capacitive dye-sensitized / perovskite solar cells	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
88	Gaurav Kapil、別所毅隆、Qing Shen、瀬川浩司、早瀬修二	電気通信大学、東京大学	Tin lead perovskite solar cells fabricated on monolayers	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
89	宮坂 力（招待講演）	東京大学	“カーボンゼロ”実現に向けた新エネルギーの開発と展望、世界が注目するペロブスカイト太陽電池	公益財団法人日本生産性本部（東京）	2022/05
90	宮坂 力（招待講演）	東京大学	塗布型ペロブスカイト半導体素子を用いるエネルギー変換	色材協会主催塗料講演会（東京・駒場）	2022/05
91	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial molecular engineering for minimizing voltage loss in perovskite photovoltaics	Gordon Research Conference; Physics, Chemistry and Applications of Metal-Halide Perovskites (Ventura, CA, USA)	2022/06

92	瀬川浩司（基調講演）	東京大学	Material engineering toward high performance perovskite solar cells and modules	SPC2022 (Siam Physics Congress 2022)	2022/06
93	内田 聡（招待講演）	東京大学	The evaluation of capacitive dye-sensitized / perovskite solar cell	NextPV meeting	2022/06
94	松尾岳門、佐藤嶺、家城大輔、斎藤公彦、石川亮佑	東京都市大学	タンデム応用に向けた半透明ペロブスカイト太陽電池	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
95	別所毅隆、中村元志、西山知慧、多田圭志、瀬川浩司	東京大学	トップセル用半透明ペロブスカイト太陽電池の高効率化	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
96	石井大智、小長井誠、石川亮佑	東京都市大学	低温製膜 $p\text{-}\mu\text{c-Si:H}$ を用いた Si ヘテロ接合太陽電池特性	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
97	内田 聡（招待講演）	東京大学	Crystal chemistry of organo-lead halide perovskite solar cells	"AM-FPD 22 (29th Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices, Kyoto)"	2022/07
98	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Perovskite solar cells that challenge the pinnacle of photovoltaic conversion	CPE Annual Symposium: Processable Electronic Materials for a More Sustainable Future	2022/07
99	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	エネルギー高騰時代に求められるクリーンエネルギー技術	東京財団政策研究所シンポジウム「カーボンニュートラルに向けた日本のエネルギー政策のあり方～ウクライナ危機とエネルギー政策～」	2022/07
100	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Development of halide perovskite photovoltaic devices towards high voltage performance	CREO-PR 2022 (The 15th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics)	2022/08
101	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Interfacial engineering for high-voltage performance of perovskite photovoltaic cells	IPS23 (23rd International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy 2022, EPFL, Switzerland)	2022/08
102	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	Material engineering toward high performance perovskite solar cells and modules	IPS23 (23rd International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy 2022, EPFL, Switzerland)	2022/08
103	内田 聡（招待講演）	東京大学	Perovskite/dye-sensitized solar cells as a capacitive electrode	IPS23 (23rd International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy 2022, EPFL, Switzerland)	2022/08
104	Gaurav Kapil、別所毅隆、Qing Shen、瀬川浩司、早瀬修二	電気通信大学、東京大学	Improvement in stability and efficiency of tin-lead perovskite solar cells using combination of monolayers	WCPEC-8 (8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion, Milan, Italy)	2022/09
105	沼田陽平（招待講演）	東京大学	Perovskite solar cells; Basic mechanisms and fundamental characteristics related with thermal properties	ATPC2022 (The 13th Asian Thermophysical Properties Conference)	2022/09
106	Gaurav Kapil、別所毅隆、Qing Shen、瀬川浩司、	電気通信大学、東京大学	Reduction of voltage loss and halide segregation in wide-bandgap perovskite is key to improve the	第83回応用物理学会秋季学術講演会（仙台）	2022/09

	早瀬修二		performance of all perovskite tandem solar cells		
107	Zihao Liu、 前川尚輝、 Hanbo Jung、 五月女真人、 松下智紀、 近藤高志	東京大学	Vapor-phase deposition of all-inorganic tin-lead halide perovskite heterostructures	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会（仙台）	2022/09
108	伊藤 蛍、別所毅隆、古江美和子、菅亮太、多田圭志、中崎城太郎、瀬川浩司	東京大学	ペロブスカイト太陽電池の発電層における元素分布の検討	2022 年光化学討論会	2022/09
109	宮坂 力（招待講演）	東京大学	印刷技術で作るペロブスカイト太陽電池の最新技術と産業応用	日本印刷学会 P&I 研究会 第 2 回シンポジウム	2022/09
110	高橋研実、 内田 聡、 Abhijit Chattopadhyay、 瀬川浩司	東京大学	有機金属ハライドペロブスカイトの中間体結晶形成における塩素の効果	2022 年光化学討論会	2022/09
111	宮坂 力（招待講演）	東京大学	Materials and interface engineering for high performance halide perovskite photovoltaics	3-day International Conference on Materials Science	2022/10
112	齊藤眞珠美、内田聡、 Piyankarage V. V. Jayaweera、 金子正治、瀬川浩司	東京大学	A study on capacitance generation layers for perovskite devices	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
113	別所毅隆、 中村元志、 Ching Chang Lin、 西山知慧、 多田圭志、 瀬川浩司	東京大学	Efficient semi-transparent perovskite solar cells for four-terminal perovskite/CIGS tandem solar cells	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
114	伊藤 蛍、別所毅隆、古江美和子、菅亮太、多田圭志、中崎城太郎、瀬川浩司	東京大学	Elemental distribution of organometal halide perovskite photo absorber in perovskite solar cell	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
115	内田 聡、 齊藤眞珠美、 Ludmila Cojocar、 Piyankarage V. V. Jayaweera、 金子正治、 瀬川浩司	東京大学	Evaluation of hysteresis behavior in perovskite solar cells in comparison	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
116	Gaurav Kapil、 別所毅隆、 Qing Shen、 瀬川浩司、 早瀬修二	電気通信大学、東京大学	Factors affecting the stability and efficiency of tin-lead perovskite solar cells	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
117	別所毅隆（招待講演）	東京大学	Materials and process development for efficient module perovskite solar cells toward commercialization	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
118	沼田陽平	東京大学	Photo-stability enhancement of a Br-rich wide-bandgap lead-halide perovskite with additives	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11

119	高橋 牙実、 内田 聡、 Abhijit Chatterjee、 木下卓巳、瀬川浩司	東京大 学	The effect of chloride atoms induced to the formation of organometal halide perovskite intermediate phase crystal	PVSEC33 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Nagoya)	2022/11
120	内田 聡、瀬川浩司	東京大 学	Formation of superlattice in organometal halide perovskite solar cells	2022 MRS Fall Meeting & Exhibit (Boston, USA)	2022/11
121	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Interfacial engineering for hybrid and all-inorganic perovskite photovoltaic cells	ICGET-Tw 2022 (International Conference on Green Energy Technologies Taiwan)	2022/11
122	瀬川浩司、内田 聡 （招待講演）	東京大 学	Material engineering toward high performance perovskite solar cells and modules	SISF2022 (Sungkyun International Solar Forum, Seoul, Korea)	2022/11
123	瀬川浩司（招待講 演）	東京大 学	次世代太陽電池の本命ーペロ ブスカイト太陽電池の現状と 展望	大阪大学ナノ理工学人材育 成産学コンソーシアム「次 世代エネルギーの展望」	2022/12
124	別所毅隆（招待講 演）	東京大 学	Amelioration of semi- transparent perovskite solar cell and its application to 4-terminal tandem structure with CIGS	IPEROP-23 (Perovskite and Organic Photovoltaics and Optoelectronics, Kobe)	2023/01
125	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Development of high- efficiency perovskite solar cells by solution printing processes	化学工学会第 88 回年会 国 際シンポジウム (IChES)	2023/03
126	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	Perovskite solar cell its challenge for the most efficient solar cell	ISFAR-SU 2023 (The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University)	2023/03
127	宮坂 力（招待講 演）	東京大 学	ペロブスカイト半導体の光電 変換における高電圧・高効率 化の材料開発	第 70 回応用物理学会春季 学術講演会 解説論文賞受賞 記念講演	2023/03
128	瀬川浩司、中崎城太 郎、石川亮佑、早瀬 修二（招待講演）	東京大 学、東 京都市 大学、 電気通 信大学	ペロブスカイト太陽電池を用 いた高効率フレキシブルタン デム太陽電池へのアプローチ	日本太陽光発電学会次世代 太陽電池セル・モジュール 分科会 2022 年度第 3 回、 ペロブスカイト太陽電池分 科会 2022 年度第 2 回合同 研究会（東京工業大・大岡 山）	2023/03
129	沼田陽平、柴山直 之、宮坂 力	東京大 学	ワイドバンドギャップペロブ スカイト太陽電池における光 相分離抑制	第 70 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/03
130	早瀬修二（招待講 演）	電気通 信大学	ペロブスカイト・ペロブスカ イトタンデム太陽電池の研究 開発動向	第 92 回講演会「フィルム 型ペロブスカイト太陽電 池」	2023/05
131	石川亮佑	東京都 市大学	軽量フレキシブルなペロブス カイト/シリコンタンデム太 陽電池	第 92 回光機能材料研究会	2023/05
132	家城大輔、斎藤公 彦、石川亮佑	東京都 市大学	ALD-TiO ₂ 薄膜のペロブスカ イト/シリコンタンデム太陽 電池応用	第 20 回次世代の太陽光発 電システムシンポジウム	2023/06
133	H. Bi, Gaurav Kapil, Hiroshi Segawa, Saulius Grigalevicius, Qing Shen, and Shuzi Hayase	電気通 信大学	Perovskite/perovskite Tandem Solar Cells with Efficiency Higher than 26%	EM-NANO 2023 (9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies, Kanazawa, Japan)	2023/06

134	Zihao Liu, Hanbo Jung, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大 学	Substrate temperature dependence of vapor phase deposited thin films of all inorganic lead free CsSnBr ₃ perovskite	The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies	2023/06
135	Hanbo Jung, Zihao Liu, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大 学	Vapor phase deposition of lead-free halide perovskite alloy CsSn _{1-x} Zn _x Br ₃	The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies	2023/06
136	H. Bi, G. Kapil, H. Segawa, S. Grigalevicius, Q. Shen, and S. Hayase	電気通 信大学	All Perovskite Tandem Solar Cells with an Efficiency of over 26.5%	第 84 回応用物理学会秋季 学術講演会（熊本）	2023/09
137	Gaurav Kapil, Yasuhiro Fujiwara, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大学	All perovskite tandem solar cells employing indium zinc oxide interconnect	第 84 回応用物理学会秋季 学術講演会（熊本）	2023/09
138	Kimihiko Saito, Hiroataka Shishido, Ryousuke Ishikawa	東京都 市大学	Fabrication of thin silicon- heterojunction solar cells for bendable perovskite/c-Si tandem solar cells	EU-PVSEC 2023	2023/09
139	Hanbo Jung, Zihao Liu, Masato Sotome, Gaurav Kapil, Shuzi Hayase, Takashi Kondo	東京大 学	Vapor phase deposition of lead-free halide perovskite alloy CsSn _{1-x} Zn _x Br ₃ (part II)	第 84 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/09
140	笹木 廉、中村大 介、劉 子豪、五月 女真人、近藤高志	東京大 学	ハロゲン化金属ペロブスカイ ト型半導体 CsSn _x Pb _{1-x} Br ₃ 傾 斜組成薄膜の作製と評価	第 84 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/09
141	伊藤 蛍、林 京璋、 野々村一輝、別所毅 隆、内田 聡、瀬川 浩司	東京大 学	ペロブスカイト/ペロブスカ イト分光タンデム太陽電池の 高効率化	2023 年光化学討論会（広 島）	2023/09
142	Zihao Liu, Hanbo Jung, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大 学	三温度法を用いた真空蒸着に よるペロブスカイト CsSnBr ₃ 薄膜の作製	第 84 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/09
143	沼田陽平、柴山直 之、宮坂 力	東京大 学	高電圧・逆構造型ワイドバン ドギャップペロブスカイト太 陽電池の開発	第 84 回応用物理学会秋季 学術講演会	2023/09
144	早瀬修二（招待講 演）	電気通 信大学	Tin-based perovskite solar cells and application to all- perovskite Tandem Solar Cells	2023 International symposium on novel and sustainable technology, Tainan city, Taiwan	2023/10
145	伊藤 蛍、林 京璋、 野々村一輝、多田圭 志、木下卓巳、別所 毅隆、内田 聡、瀬 川浩司	東京大 学	分光システムを用いた 4 端子 ペロブスカイト/ペロブスカ イト太陽電池の高効率化に関 する研究	第 13 回 CSJ 化学フェスタ 2023（東京・船堀）	2023/10
146	石川亮佑	東京都 市大学	軽くて曲げられるペロブスカ イト/シリコンタンデム太陽 電池	AndTech セミナー：ペロ ブスカイト太陽電池	2023/10
147	Gaurav Kapil, Yasuhiro Fujiwara, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大学	Evaluating the role of recombination layer in all perovskite tandem solar cells	ISOS-14 (International Summit on Organic and Hybrid Photovoltaics Stability, Yokohama)	2023/11
148	H. Bi, S. Grigalevicius, H. Segawa,	電気通 信大学	Monolayer-Modified PTAA Facilitates the Preparation of High-Efficiency Wide-	PVSEC-34 (34th International Photovoltaic Science and Engineering	2023/11

	Q. Shen, and S. Hayase		Bandgap Perovskite Solar Cells and All-Perovskite Tandem Cells with Efficiencies Exceeding 25%	Conference, Shenzhen, China)	
149	Gaurav Kapil, Yasuhiro Fujiwara, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学	Optimization of Indium oxide interconnecting layer for all perovskite tandem solar cells with efficiency > 26%	Autumn MRS, USA	2023/11
150	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	Tin-based perovskite solar cells and all-perovskite tandem solar cells	MRSTIC	2023/11
151	石川亮佑	東京都市大学	ペロブスカイト型太陽光発電の開発に関する国内外動向	SPEED 研究会 第 5 回研究会	2023/12
152	早瀬修二（依頼講演）	電気通信大学	All-perovskite Tandem Solar Cells —Current and Future	J-PVS ペロブスカイト太陽電池分科会 2023 年度第 1 回研究会 Australia-Japan Joint Conference on Perovskite Solar Cells	2024/01
153	Gaurav Kapil, Shahrir Razey Sahamir, Yasuhiro Fujiwara, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学	Evaluating the role of recombination layer in all perovskite tandem solar cells, Invited ORAL, All perovskite tandem solar cells and MA free SnPbGex perovskite solar cells	IPEROP, Japan	2024/01
154	H. Bi, Hiroshi Segawa, Qing Shen and Shuzi Hayase	電気通信大学	PEAI - Indeed an Effective Synergistic Modification Material to Improve All Perovskite Tandem Solar Cell Efficiency to Nearly 27%	IPEROP24 (Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics, Tokyo, Japan)	2024/01
155	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	鉛フリーペロブスカイト太陽電池から全ペロブスカイトタンデム太陽電池まで	電子情報通信学会有機エレクトロニクス研究会(OME)	2024/01
156	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	高効率ペロブスカイト太陽電池セルモジュールならびにタンデム太陽電池への応用	技術情報協会「ペロブスカイト太陽電池の構成構造と材料技術、耐久性および発電評価」オンライン	2024/01
157	Gaurav Kapil, Yasuhiro Fujiwara, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通信大学	Evaluating the role of recombination layer in all perovskite tandem solar cells	第 71 回応用物理学会春季学術講演会（東京都市大学）	2024/03
158	H. Bi, Hiroshi Segawa, Qing Shen and Shuzi Hayase	電気通信大学	PEAI Boosts the Efficiency of All-Perovskite Tandem Solar Cells to 26.81%	第 71 回応用物理学会春季学術講演会（東京都市大学）	2024/03
159	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	Tin-based Perovskite Solar Cells and All-perovskite Tandem Solar Cells	MATSUS, Spain	2024/03
160	伊藤 蛍、野々村一輝、菅 亮太、多田圭志、林 京璋、木下卓巳、別所毅隆、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	ペロブスカイト太陽電池を用いた 4 端子分光タンデム太陽電池の高効率化	日本化学会第 104 春季年会（船橋）	2024/03
161	齊藤公彦、宍戸寛崇、石川亮佑	東京都市大学	マイクロテクスチャを適用した曲げ可能なペロブスカイト/Si ヘテロ接合タンデムセルの作製	第 71 回応用物理学会春季学術講演会（東京都市大学）	2024/03
162	宍戸寛崇、齊藤公彦、石川亮佑	東京都市大学	マイクロテクスチャ基板上へのペロブスカイト太陽電池の作製	第 71 回応用物理学会春季学術講演会（東京都市大学）	2024/03

163	石川亮佑	東京都市大学	曲がるペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池	応用物理学会若手チャプター 太陽光エネルギー変換機能材料・デバイス開発研究会第4回研究会	2024/03
164	石川亮佑	東京都市大学	次世代太陽電池研究：ペロブスカイト太陽電池を中心に	新潟大学ユビキタスグリーンケミカルエネルギー連携教育研究センター第14回研究シンポジウム	2024/03
165	石川亮佑	東京都市大学	軽量フレキシブルなペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の開発	技術情報協会セミナー：タンデム型ペロブスカイト太陽電池の作製技術と耐久性、変換効率の向上	2024/03
166	沼田陽平、柴山直之、宮坂 力	東京大学	逆構造型ワイドバンドギャップペロブスカイト太陽電池の高効率化	第71回応用物理学会春季学術講演会（東京都市大学）	2024/03
167	伊藤 蛍、野々村一輝、菅 亮太、多田圭志、林 京璋、木下卓巳、別所毅隆、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	順構造型および逆構造型ペロブスカイト太陽電池を組み合わせた分光タンデム太陽電池	電気化学会第91回大会（名古屋）	2024/03
168	石川亮佑（招待講演）	東京都市大学	Perovskite solar cells: Candidates as photoreceivers for optical wireless power transmission	LEDIA2024	2024/04
169	石川亮佑（招待講演）	東京都市大学	ペロブスカイト太陽電池の基礎・最新動向からタンデム化による高効率化まで	情報機構	2024/04
170	内田 聡（招待講演）	東京大学	Nanoscope Observation of Organometal Halide Perovskite Solar Cells with Superlattice	PVSAT2024 (Photovoltaics Science, Applications and Technology Conference), Glasgow, UK	2024/04
171	瀬川浩司（招待講演）	東京大学	ペロブスカイト系タンデム太陽電池の展望	第47回 PVTEC 技術交流会「太陽光発電新時代の展望」、東京、（於：機械振興会館）	2024/05
172	石川亮佑（招待講演）	東京都市大学	ペロブスカイト太陽電池の基礎・研究と実用化の最新動向からタンデム化による高効率化および今後の展望	AndTech セミナー	2024/06
173	早瀬修二（招待講演）	電気通信大学	ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池の進展	第21回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第4回日本太陽光発電学会学術講演会）、広島	2024/07
174	内田 聡、瀬川浩司（招待講演）	東京大学	Formation of a Tetragonal-Cubic Superlattice Structure in Perovskite Solar Cells	ISSE 2024 (International Symposium on Solar Energy), Fukuoka, Japan	2024/07
175	Samy Almosni, Hiroshi Segawa	東京大学	Volatile solvent system for quenching-free perovskite processing	IPS-24 (International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy), Hiroshima, Japan	2024/07
176	Kazuteru Nonomura, Kei Ito, Ryota Kan, Zhang Congcong, Keishi Tada, Takumi Kinoshita,	東京大学	Enhanced Efficiency by a post-thermal treatment for Sn-Pb hybrid perovskite solar cells	IPS-24 (International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy), Hiroshima, Japan	2024/07

	Jotaro Nakazaki, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa				
177	Kei Ito, Kazuteru Nonomura, Ryota Kan, Keishi Tada, Ching Chang Lin, Takumi Kinoshita, Takeru Bessho, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大 学	Spectral Splitting Two- junction Solar Cells Consisting of a Mesoscopic Wide-Bandgap Perovskite Solar Cell and an Inverted Narrow-Bandgap Perovskite Solar Cell	IPS-24 (International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy), Hiroshima, Japan	2024/07
178	Saemi Takahashi, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大 学	Influence of Chloride Incorporation on Intermediate Phase and Crystallinity in Methylammonium Lead Halide Perovskites	IPS-24 (International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy), Hiroshima, Japan	2024/07
179	伊藤 蛍、野々村一 輝、菅 亮太、多田 圭志、林 京璋、木 下卓巳、別所毅隆、 内田 聡、瀬川浩司	東京大 学	ワイドギャップ順構造セルと ナローギャップ逆構造セルを 用いた 2 接合ペロブスカイト 太陽電池	2024 年光化学討論会（九 州大学伊都キャンパス） 2P050	2024/09
180	Gaurav Kapil, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大学	PEDOT: PSS free interconnecting layer for all perovskite tandem solar cells	The 85th JSAP Autumn Meeting, Niigata, Japan	2024/09
181	Yemu Yang, Shohei Toyota, Zihao Liu, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大 学	Vapor co-deposition of double heterostructures CsPbBr ₃ /CsSnBr ₃ /CsPbBr ₃ on mica substrate	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
182	Zihao Liu, Hanbo Jung, Yemu Yang, Masato Sotome, Takashi Kondo	東京大 学	Vapor phase deposition of tin halide perovskite CsSnBr ₃ on muscovite mica substrates	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
183	Hanbo Jung, Zihao Liu, Masato Sotome, Kazutero Nonomura, Gaurav Kapil, Shuji Hayase, Takashi Kondo	東京大 学	Physical vapor co-deposition of lead-free halide perovskite CsSn _{1-x} Zn _x Br ₃ and fabrication of inverted solar cell	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
184	浅原礼旺、阿部将 大、堀頭子、五月女 真人、近藤高志	東京大 学	全無機ペロブスカイト型半導 体液晶 CsSn _x Pb _{1-x} Br ₃ の格子 定数とバンドギャップの組成 依存性	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
185	石仕駿、五月女真 人、野々村一輝、瀬 川浩司、近藤高志	東京大 学	真空共蒸着法による無機ペロ ブスカイト CsPbI ₂ Br 逆型太 陽電池の作製と評価	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
186	豊田祥平、劉子豪、 楊野牧、五月女真 人、松下智紀、近藤 高志	東京大 学	真空共蒸着による CsPbBr ₃ /CsSnBr ₃ /CsPbBr ₃ ダブルヘテロ構造の作製	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会(新潟)	2024/09
187	沼田陽平、柴山直 之、宮坂 力	東京大 学	スロットダイコートによるペ ロブスカイト太陽電池の作製	第 85 回応用物理学会秋季 学術講演会（新潟）	2024/09
188	早瀬修二（招待講 演）	電気通 信大学	Tin-Based Perovskite Solar Cells and Development to All-Perovskite Tandem Solar Cells	PRiME2024 (Pacific Rim Meeting on Electrochemical & Solid- State Science), Honolulu, Hawaii, USA	2024/10

189	Kei Ito, Kazuteru Nonomura, Ryota Kan, Keishi Tada, Ching Chang Lin, Takumi Kinoshita, Takeru Bessho, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大 学	Four-Terminal Double- Junction Solar Cells Consisting of a Mesoscopic Wide-Bandgap Perovskite Solar Cell and an Inverted Narrow-Bandgap Perovskite Solar Cell with Spectral Splitting System	PRiME2024 (Pacific Rim Meeting on Electrochemical & Solid- State Science), Honolulu, Hawaii, USA	2024/10
190	石川亮佑	東京都 市大学	[招待講演] 次世代太陽電池研 究：ペロブスカイト太陽電池 を中心に	物性物理化学研究の最先端	2024/11
191	石川亮佑	東京都 市大学	軽量かつベンダブルなペロブ スカイトシリコンタンデム太 陽電池の開発	クリーンテクノロジー	2024/11
192	Daiki Haruta, Kimihiro Saito, Ryousuke Ishikawa	東京都 市大学	Study of semi-transparent normal-structured perovskite solar cells for flexible perovskite/silicon tandem solar cell applications	PVSEC-35 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference), Numazu, Japan	2024/11
193	Saemi Takahashi, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大 学	Modifications in Crystallinity and Intermediate Phase of Chloride Incorporated Methylammonium Lead Halide Perovskites	PVSEC-35 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference), Numazu, Japan	2024/11
194	Gaurav Kapil, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大学	Carbazole free interconnecting layer for tin-lead perovskite solar cells	PVSEC-35 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference), Numazu, Japan	2024/11
195	早瀬修二（招待講 演）	電気通 信大学	Thermal stability of tin- based perovskites solar cells and all-perovskite solar cells composed of tin-based solar cells	PVSEC-35 (International Photovoltaic Science and Engineering Conference), Numazu, Japan	2024/11
196	Gaurav Kapil, Qing Shen, Hiroshi Segawa, Shuzi Hayase	電気通 信大学	Enhancing Perovskite Tandem Solar Cells: Comparative Analysis of Alternative Hole Transport Layers for Improved Efficiency and Stability	MRS, Boston, USA	2024/12
197	Samy Almosni, Fumiyasu Awai, Ajay K. Jena, Ludmila Cojocaru, Ryota Kan, Linh Vu Tuy, Keishi Tada, Kazuteru Nonomura, Jotaro Nakazaki, Satoshi Uchida, Hiroshi Segawa	東京大 学	Perovskite solar cells made by a self-quenching method using a volatile perovskite ink with safer alternatives to toxic 2-methoxyethanol	JNPV24 (Journé national du Photovoltaïque), Dourdan, France	2024/12
198	石川亮佑（招待講 演）	東京都 市大学	ベンダブルなペロブスカイト シリコンタンデム太陽電池の 開発	技術教育出版	2025/01
199	石川亮佑（招待講 演）	東京都 市大学	次世代太陽電池研究における 界面技術	表面技術協会第 151 回講演 会	2025/03
200	石川亮佑（招待講 演）	東京都 市大学	ペロブスカイト/シリコンタ ンデム太陽電池	日本化学会第 105 春季年会	2025/03

201	伊藤 蛍、野々村一輝、菅 亮太、多田圭志、林 京璋、木下卓巳、別所毅隆、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	順構造型セルと逆構造型セルを組み合わせた 2 接合ペロブスカイト太陽電池の高効率化	第 72 回応用物理学会春季学術講演会（東京理科大学野田キャンパス）14p-P08-19	2025/03
202	高橋冨実、為我井晴子、溝口照康、内田聡、瀬川浩司	東京大学	ペロブスカイト結晶の構造観察と太陽電池特性	第 72 回応用物理学会春季学術講演会（東京理科大学野田キャンパス）16p-K309-8	2025/03
203	苅谷航太、張 叢叢、野々村一輝、栗井文康、久保貴哉、瀬川浩司	東京大学	逆構造ワイドギャップペロブスカイト太陽電池の Voc 向上へ向けた電子輸送層の検討	第 72 回応用物理学会春季学術講演会（東京理科大学野田キャンパス）17a-K405-8	2025/03
204	栗井文康、多田圭志、久保貴哉、瀬川浩司	東京大学	タンデムトップセルへ向けたペロブスカイト太陽電池のバンドギャップおよび膜厚検討	第 72 回応用物理学会春季学術講演会（東京理科大学野田キャンパス）17a-K405-9	2025/03
205	石仕駿、五月女真人、野々村一輝、瀬川浩司、近藤高志	東京大学	Impact of Cooling Rate on Crystallization and Solar Cell Performance of Co-evaporated Perovskite CsPbI ₂ Br Thin Films	第 72 回応用物理学会春季学術講演会(東京理科大/野田キャンパス)	2025/03
206	中里純大、石仕駿、劉子豪、五月女真人、近藤高志	東京大学	多元共蒸着法を用いた CH ₃ NH ₃ Pb(BrxI _{1-x}) ₃ 薄膜の作製	第 72 回応用物理学会春季学術講演会(東京理科大/野田キャンパス)	2025/03
207	伊藤 蛍、野々村一輝、菅 亮太、多田圭志、林 京璋、木下卓巳、別所毅隆、内田 聡、瀬川浩司	東京大学	分光システムを活用した 2 接合ペロブスカイト太陽電池の高効率化	電気化学会第 92 回大会（東京農工大学小金井キャンパス）S3_1_23	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	東京大学	次世代太陽電池「ペロブスカイト」、脱炭素へ期待	日本経済新聞 2020 年 12 月 20 日・11 面 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGG143KJ0U0A211C2000000/	2020/12
2	東京大学	第 4 の革命 カーボンゼロ(3) カーテンで発電する日 「緑のエネ」新秩序の礎	日本経済新聞 2021 年 1 月 4 日・1 面/3 面 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGG176SW0X11C20A2000000/	2021/01
3	東京大学	教養「次世代型の太陽電池 壁や車体、どこでも発電」	福島民報 2021 年 4 月 27 日 朝刊	2021/04
4	東京大学	科学「再生可能エネルギーの切り札 薄型太陽電池 どこでも発電」	神戸新聞 2021 年 4 月 10 日	2021/04
5	東京大学	科学「発電 ビルの壁でも 車体でも」	信濃毎日新聞 2021 年 4 月 19 日 朝刊	2021/04
6	東京大学	科学「薄く軽量、再エネの切り札 次世代型の太陽電池 壁や車体 どこでも発電」	中部経済新聞 2021 年 4 月 19 日 朝刊	2021/04
7	東京大学	科学スコープ「次世代型の太陽電池 壁や車体どこでも発電」	山陰中央新報 2021 年 4 月 26 日 朝刊	2021/04
8	東京大学	「フィルム型太陽電池 ビルの壁面や車体でも発電」	岐阜新聞 2021 年 5 月 29 日 朝刊	2021/05
9	東京大学	科学「太陽電池 薄く軽くどこでも発電」	河北新報 2021 年 5 月 1 日 朝刊	2021/05
10	東京大学	科学スコープ「フィルム型太陽電池 開発へ」	京都新聞 2021 年 5 月 19 日 夕刊	2021/05
11	東京大学	GLOBAL AGENDA 「The Race to Zero Emissions: Decarbonizing the World」	NHK 国際放送 https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/en/ondemand/video/2047062/	2021/06

12	東京大学	科学「次世代型の太陽電池 壁や車体どこでも発電」	静岡新聞 2021 年 6 月 7 日 朝刊	2021/06
13	東京大学	脱炭素社会実現の切り札は“ペロブスカイト太陽電池”	Rizm 8 月号	2021/08
14	東京大学	「コスト半減の太陽電池 量産」	日本経済新聞 2021 年 9 月 3 日 朝刊	2021/09
15	東京大学	コスト半減、どこでも貼れる新太陽電池 初の量産	日 経 電 子 版 https://www.nikkei.com/article/DGXZQO-UF303RU0Q1A730C2000000/	2021/09
16	東京大学	「街を丸ごと発電所」に	電波新聞 2021 年 10 月 15 日	2021/10
17	東京大学	先端技術「ペロブスカイト型太陽電池でノーベル賞候補」桐蔭横浜大学 宮坂 力 特任教授	電波新聞 2021 年 10 月 22 日	2021/10
18	東京大学	次世代ペロブスカイト太陽電池、2023 年に実用化か～低コスト化、発電効率向上へ	NetIB-News https://www.data-max.co.jp/article/44140	2021/10
19	東京大学	都市全体が発電所に!? 超薄型・超軽量の太陽電池	テレビ朝日「スーパーJ チャンネル」内 ANN NEWS https://youtu.be/uf0hLVWpThg	2021/10
20	東京大学	ペロブスカイト型太陽電池 「企業の本格投資が重要」	日経産業新聞 2022 年 2 月 2 日/日経電子版 https://www.nikkei.com/article/DGXZQO-UC24B450U2A120C2000000/	2022/02
21	東京大学	ペロブスカイト太陽電池が量産 大面積化では国内企業がリード	日経エレクトロニクス 2022 年 2 月号 p.74-87	2022/02
22	東京大学	“日の丸太陽電池”復活の切り札 ペロブスカイト太陽電池の可能性	PVeye 2022 年 5 月号 p.32-34	2022/04
23	東京大学	次世代太陽電池実用化へ一歩、東大が希少金属使わない「ペロブスカイト」で高耐久性を実証	ニュースイッチ/日刊工業新聞 https://newswitch.jp/p/32664	2022/06
24	東京大学	「ペロブスカイト+CIGS」のタンデム型太陽電池、東大が世界最高の変換効率 26.2%	ス マ ー ト ・ ジ ャ パ ン https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/220719/news057.html	2022/07
25	東京大学	ペロブスカイト太陽電池、タンデム型で世界最高性能 東大が変換効率 26%	日 刊 工 業 新 聞 https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00643038	2022/07
26	東京大学	変換効率 26.2%のペロブスカイト／CIGS タンデム太陽電池を作製——電動航空機や EV、ドローンなどでの実用化に寄与 東大	fabcross https://engineer.fabcross.jp/archieve/220713_tokyo_u.html	2022/07
27	東京大学	東大、タンデム太陽電池で世界最高の変換効率を達成	ASCII.jp https://ascii.jp/elem/000/004/097/4097674/	2022/07
28	東京大学	東大、ペロブスカイト/CIGS のタンデム太陽電池で変換効率 26.2%を達成	TECH + (マイナビニュース) https://news.mynavi.jp/techplus/article/20220713-2397575/	2022/07
29	東京大学	東大、変換効率 26.2%のペロブスカイト/CIGS タンデム太陽電池を実現	日 本 経 済 新 聞 電 子 版 https://www.nikkei.com/article/DGXZRS-P636311_S2A710C2000000/	2022/07
30	東京大学	東大が太陽電池で成果、「ペロブスカイト+CIGS」で変換効率 26.2%	メ ガ ソ ー ラ ー ビ ジ ネ ス https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/news/00001/02677/	2022/07
31	東京大学	東大、ペロブスカイト/CIGS 太陽電池で 26.2%達成	オプトロニクス・オンライン https://optronics-media.com/news/20220712/77907/	2022/07
32	東京大学	次世代太陽電池「ペロブスカイト」タンデム型で世界最高性能、東大が変換効率 26%	ニュースイッチ/日刊工業新聞 https://newswitch.jp/p/33023	2022/07
33	東京大学	次世代太陽電池の本命...日本発「ペロブスカイト」、激化する開発競争の現在地	ニュースイッチ/日刊工業新聞 https://newswitch.jp/p/32928	2022/07

34	東京大学	薄く軽い太陽電池で効率 26%	日 経 産 業 新 聞 https://www.nikkei.com/article/DGKKZO62719510Z10C22A7X60000/	2022/07
35	東京大学	薄く軽い太陽電池で効率 26% 東大、「タンデム型」改良	日 本 経 済 新 聞 電 子 版 https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC139QN0T10C22A7000000/	2022/07
36	東京都市大学	世界初、変換効率が 30%に迫る、曲げられる太陽電池を開発	東京都市大学プレスリリース	2023/09

(c)その他（受賞）

番号	受賞者	所属	内容	受賞年月
1	宮坂 力	東京大学	2022 Rank Prize - for the discovery and development of all-solid-state perovskite semiconductor solar cells	2021/09
2	早瀬修二	電気通信大学	濱川賞（日本太陽光発電学会）	2022/06
3	早瀬修二	電気通信大学	Innovative PV 賞（日本太陽光発電学会）「ペロブスカイト/ペロブスカイトタンデム太陽電池の進展」	2024/07

5.1.2. 壁面設置太陽光発電システム技術開発

5.1.2.1 壁面設置タンデム太陽電池モジュールの構造最適化と屋外性能評価技術の開発(国立大学法人新潟大学)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Yuta Satake, Michio Tajima, Shota Asahara, Atsushi Ogura	明治大学	Detection limit of carbon concentration measurement in Si for photoluminescence method after electron irradiation	Japanese Journal of Applied Physics, 59 (12) 126501-1-5	有	2020/11
2	Michio Tajima, Shota Asahara, Yuta Satake, Atsushi Ogura	明治大学、NPERC-J	Free-to-bound emission from interstitial carbon and oxygen defects (C _i O _i) in electron-irradiated Si	Applied Physics Express, 14 (1) 011006-1-4	有	2021/01
3	Tappei Nishihara, Kohei Onishi, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学	Oxygen precipitation behavior in n-type Cz-Si related to carbon concentration and crystal growth conditions	Journal of Electronic Materials, 50 (3) 1474-1481	有	2021/01
4	Hiroki Kanai, Tappei Nishihara, Atsushi Ogura	明治大学	Evaluation of process damage induced by sputtering of transparent conductive oxide films for crystalline silicon solar cells	ECS Journal of Solid State Science and Technology, 10 (3) 035002	有	2021/03
5	Tappei Nishihara, Hiroki Kanai, Yoshio Ohshita, Kyotaro Nakamura, Takefumi Kamioka, Tomohiko Hara, Seira	明治大学、豊田工業大学、新潟大学	Evaluation of correlation between fill factor and high mobility transparent conductive oxide film deposition temperature in silicon heterojunction solar cells	Materials Science in Semiconductor Processing, 132 105887-1-6	有	2021/04

	Yamaguchi, Masato Koharada, Atsushi Ogura					
6	Tappei Nishihara, Kazuo Muramatsu, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Satoshi Yasuno, Hiroki Kanai, Yutaka Hara, Yusuke Hibino, Haruki Kojima, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学、高輝度光科学研究センター	Investigation of the chemical reaction between silver electrode and transparent conductive oxide film for the improvement of fill factor of silicon heterojunction solar cells	ECS Journal of Solid State Science and Technology, 10 (5) 055013	有	2021/05
7	西原 達平、町田 雅武、安野 聡、相澤 守、小椋 厚志	明治大学、シエントオミクロン、高輝度光科学研究センター	実験室系硬 X 線光電子分光法の展開	表面と真空, 65 (3) 109-114	有	2022/03
8	西原 達平	明治大学	結晶シリコンをボトムセルとした高効率タンデム太陽電池へ向けた新規透明導電膜の材料探索に関する研究	明治大学大学院理工学研究科博士学位請求論文	有	2022/03
9	西原 達平、原知彦、築紫 大河、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、豊田工業大学	HAXPES による結晶シリコンヘテロ接合型太陽電池の課題解明	表面と真空, 65 (8) 361-366	有	2022/08
10	増田 淳	新潟大学	結晶 Si/ペロブスカイトタンデム太陽電池	オプトニュース, 23 (5) 16-21	無	2023/01
11	増田 淳	新潟大学	結晶 Si 太陽電池におけるセル高効率化とモジュール信頼性に関する研究動向	色材協会誌, 96 (7) 248-252	有	2023/07
12	Sachiko Jonai, Komei Kobayashi, Kyotaro Nakamura, Atsushi Masuda, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Akira Baba	新潟大学、豊田工業大学	Investigation of the effect of plasmonic Au nanoparticles on crystalline Si solar cells	Japanese Journal of Applied Physics, 63 (2) 02SP15-1-7	有	2023/12
13	Eiko Shimokata, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	MgO/SiO _x adds heat dissipation function to crystalline silicon solar cell modules	Proceedings of 41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 020148-001-004	無	2024
14	Koshiro Iwaki, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira,	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	TiO ₂ /SiO _x surface coating on crystalline silicon-based-solar cell module to provide anti-soiling functionality	Proceedings of 41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and	無	2024

	Atsushi Masuda			Exhibition, 020158-001-003		

【外部発表】 リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Tappei Nishihara, Kazuro Muramatsu, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、ナミックス、豊田工業大学	Advanced low-temperature curing silver paste for high mobility transparent conductive oxide film in silicon heterojunction solar cell	30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference and Global Photovoltaic Conference 2020	2020/11
2	Hiroki Kanai, Tappei Nishihara, Atsushi Ogura	明治大学	Evaluation of process damage induced by sputtering deposition of transparent conductive oxide films for crystalline silicon solar cells	30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference and Global Photovoltaic Conference 2020	2020/11
3	Taeko Semba, Atsushi Masuda	新潟大学	The corrosion of the metallization containing PbO-SiO ₂ -TeO ₂ glass frits in c-Si PV modules	2021 Photovoltaic Reliability Workshop	2021/02
4	仙波 妙子	新潟大学	結晶シリコン太陽電池モジュールで起こる酢酸による電極の腐食メカニズム	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
5	西原 達平、村松 和郎、中村 京太郎、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、ナミックス、豊田工業大学	電極/透明導電膜界面における FF 劣化要因の評価(II)	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
6	田島 道夫、朝原 将太、佐竹 雄太、小椋 厚志	明治大学、NPERC-J	電子線照射 Si 結晶中の C ₆₀ 欠陥準位からの自由電子・束縛正孔発光	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
7	Taeko Semba, Atsushi Masuda	新潟大学	Corrosion of the metallization on the n ⁺ back surface field of bifacial solar cells	8th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies	2021/06
8	Taeko Semba, Atsushi Masuda	新潟大学	Corrosion behavior of solder ribbon caused by acidification inside crystalline Si photovoltaic modules	48th IEEE Photovoltaic Specialists Conference	2021/06
9	Taeko Semba, Atsushi Masuda	新潟大学	Corrosion behavior of the metallization including ternary glass frits in the high-temperature and high-humidity test	38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2021/09
10	Tappei Nishihara, Kazuo Muramatsu, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Satoshi Yasuno, Atsushi Ogura	明治大学、ナミックス、豊田工業大学、高輝度光科学研究センター	Evaluation of chemical reaction at the interface between low-temperature curing electrode paste and high mobility transparent conductive oxide film for silicon heterojunction solar cells	38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2021/09
11	西原 達平、原 知彦、小島 遥希、築紫大河、安野 聡、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、豊田工業大学	硬 X 線光電子分光測定による太陽電池のバンドアライメント評価 -チャージアップ抑制手法の検討-	第 82 回応用物理学会 秋季学術講演会	2021/09

12	仙波 妙子、王 良 楽、Md. Shahiduzzaman、當 摩 哲也、増田 淳	新潟大学、 金沢大学	ペロブスカイト太陽電池の耐 熱性の評価	第 18 回「次世代の太 陽光発電システム」シ ンポジウム（第 1 回日 本太陽光発電学会学術 講演会）	2021/10
13	仙波 妙子、安部 翔 太、菱沼 優、渡部 拓登、鳴海 敬倫、佐 藤 大祐、牛田 晃臣	新潟大学	封止材の熱物性及び熱弾性の 評価	第 18 回「次世代の太 陽光発電システム」シ ンポジウム（第 1 回日 本太陽光発電学会学術 講演会）	2021/10
14	西原 達平、Lee Hyunju、原 知彦、 築紫 大河、大下 祥 雄、小椋 厚志	明治大学、 豊田工業大 学	HAXPES による結晶シリコ ン太陽電池の評価	2021 年日本表面真空 学会学術講演会	2021/11
15	松原 大暉、小林 滉 明、城内 紗千子、新 保 一成、加藤 景 三、中村 京太郎、増 田 淳、馬場 暁	新潟大学、 豊田工業大 学	局在表面プラズモン共鳴を用 いたテクスチャレス Si 太陽電 池の電流増強に関する検討	令和 3 年（第 31 回） 電気学会東京支部新潟 支所研究発表会	2021/12
16	Tappei Nishihara, Haruki Kojima, Taiga Tsukushi, Koki Ide, Shiyu Zhang, Hyunju Lee, Atsushi Ogura, Yoshio Ohshita	明治大学、 豊田工業大 学	Near-infrared light management in silicon heterojunction solar cells	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2021/12
17	Taeko Semba, Atsushi Masuda	新潟大学	The corrosion of the metallization using Pb-free glass frits in c-Si PV modules	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2021/12
18	増田 淳、金子 竜 二、若宮 淳志、大平 圭介、Dong Chung Nguyen、石河 泰 明、小椋 厚志、中村 京太郎、大下 祥雄	新潟大学、 京都大学、 北陸先端科 学技術大学 院大学、青 山学院大 学、明治大 学、豊田工 業大学	ペロブスカイト／結晶シリコ ンタンデム太陽電池の研究動 向と最近の進展	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
19	西原 達平、町田 雅 武、小椋 厚志	明治大学、 シエントオ ミクロン	電圧印加機構を備えた実験室 系硬 X 線光電子分光装置によ るオペランド測定	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
20	張 時雨、西原 達 平、Lee Hyunju、大 下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、 豊田工業大 学	タンデム太陽電池のボトムセ ルに向けた IWO 膜の成膜条 件の検討	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
21	西原 達平、Lee Hyunju、大下 祥 雄、小椋 厚志	明治大学、 豊田工業大 学	タンデム太陽電池用低コスト Al 添加 ZnO 膜の成膜条件の 検討	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
22	Atsushi Masuda, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira, Dong Chung Nguyen, Yasuaki Ishikawa, Atsushi Ogura, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita	新潟大学、 京都大学、 北陸先端科 学技術大学 院大学、青 山学院大 学、明治大 学、豊田工 業大学	Two-terminal perovskite/silicon heterojunction tandem solar cells	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
23	小林 滉明、城内 紗 千子、新保 一成、加 藤 景三、中村 京太	新潟大学	金微粒子を用いたテクスチャ レス Si 太陽電池の作製と評価	第 6 回有機・無機エレ クトロニクスシンポジ ウム	2022/06

	郎、増田 淳、馬場 暁				
24	小比田 陸、仙波 妙子、平井 明仁、増田 淳	新潟大学、中央自動車工業	太陽電池モジュール表面防汚コーティングの性能評価への Hansen 溶解度パラメータの適用	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2022/06
25	小林 滉明、城内 紗千子、新保 一成、加藤 景三、中村 京太郎、増田 淳、馬場 暁	新潟大学、豊田工業大学	金微粒子を用いたテクスチャレス Si 太陽電池の作製と評価	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2022/06
26	増田 淳	新潟大学	太陽電池モジュール用高分子材料と信頼性	令和 4 年電気学会基礎・材料・共通部門大会	2022/09
27	西原 達平、Lee Hyunju、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、豊田工業大学	2 端子型ペロブスカイト/結晶 Si タンデム太陽電池の中間層としての Zr 添加 In ₂ O ₃ 膜の検討	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
28	傍島 靖、下方 英弘、岩城 幸志郎、前原 勇斗、清水 健吾、大平 圭介、増田 淳	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	熱伝導性フィラー MgO による結晶シリコン太陽電池モジュール動作時の昇温抑止効果	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
29	小比田 陸、西 俊樹、平井 明仁、増田 淳	新潟大学、中央自動車工業	降砂試験による太陽電池モジュール表面の防汚コーティング性能と出力変化の解析	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
30	Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学	Investigation of Zr-doped indium oxide film with high transmittance in a wide wavelength region for tandem solar cells	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion	2022/09
31	Shiyu Zhang, Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学	High near-infrared transmittance IWO layer for a rear side of bottom cell in tandem solar cells	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion	2022/09
32	Hyunju Lee, Tappei Nishihara, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学	Near-infrared light management in silicon heterojunction solar cells for silicon-based III-V multijunction tandem cell applications	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion	2022/09
33	Hyunju Lee, Tappei Nishihara, Shiyu Zhang, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学	Near-infrared light management in silicon heterojunction solar cells for perovskite/silicon tandem cell application	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
34	Riku Kohida, Taeko Semba, Akihito Hirai, Atsushi Masuda	新潟大学、中央自動車工業	Application of Hansen solubility parameters to performance characteristics for anti-soiling coat on photovoltaic-module surface	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
35	Komei Kobayashi, Sachiko Jonai, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Atsushi Masuda, Akira Baba	新潟大学	Investigation of the effect of plasmonic gold nanoparticles on non-textured Si solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/01
36	Atsushi Masuda, Taeko Semba, Liangle Wang,	新潟大学、金沢大学	Estimation of thermal budget during the	33rd International Photovoltaic Science	2022/11

	Md. Shahiduzzaman, Tetsuya Taima		lamination process for perovskite solar cells	and Engineering Conference	
37	小林 滉明、馬場 暁、新保 一成、増田 淳、城内 紗千子、加藤 景三	新潟大学	金ナノ粒子によるテクスチャレス Si 太陽電池の高効率化の検討	令和 4 年度応用物理学会北陸・信越支部学術講演会	2022/12
38	増田 淳	新潟大学	ペロブスカイト／結晶シリコンタンデム太陽電池の研究動向	第 191 回電子セラミック・プロセス研究会	2023/01
39	金子 竜二、大橋 昇、チョン ミンアン、中村 智也、Richard Murdey、西原 達平、小椋 厚志、中村 京太郎、大下 祥雄、増田 淳、若宮 淳志	京都大学、明治大学、豊田工業大学、新潟大学	独自材料を用いたペロブスカイト／シリコンタンデムセルの開発	日本太陽光発電学会次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2022 年度第 3 回、ペロブスカイト太陽電池分科会 2022 年度第 2 回合同研究会	2023/03
40	増田 淳	新潟大学	高効率・長寿命結晶シリコン太陽電池の研究動向	電子情報通信学会シリコン・材料デバイス研究会・有機エレクトロニクス研究会	2023/04
41	Komei Kobayashi, Takeru Kitamori, Sachiko Jonai, Kazunari Shinbo, Keizo Kato, Kyotaro Nakamura, Atsushi Masuda, Keizo Kato	新潟大学、豊田工業大学	Investigation of the effect of plasmonic Au NPs on texture-less Si solar cells	9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies	2023/06
42	Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Ryuji Kaneko, Yoshio Ohshita, Atsushi Wakamiya, Atsushi Masuda, Atsushi Ogura	明治大学、豊田工業大学、京都大学、新潟大学、高輝度光科学研究センター	Zr-doped In ₂ O ₃ film for the interlayer of perovskite/crystalline silicon tandem solar cells	50th IEEE Photovoltaic Specialists Conference	2023/06
43	奥井 棕也、中原 敦、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、大日本印刷	軽量かつ意匠性の高い結晶シリコン太陽電池モジュールの信頼性評価	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09
44	Tappei Nishihara, Atsushi Ogura	明治大学、高輝度光科学研究センター	Clarifying issues in solar cells by band structure using HAXPES	Annual Meeting of the Japan Society of Vacuum and Surface Science 2023	2023/10
45	奥井 棕也、小林 幹、中原 敦、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、大日本印刷	タンデム太陽電池モジュールにおける赤外反射黒バックシートの有用性	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
46	山崎 花恵、本間 宙生、五反田 武志、大和田 寛人、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、東芝、東芝エネルギーシステムズ、信越化学工業	シリコン封止材を用いたペロブスカイト／Si タンデム太陽電池モジュールの作製	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
47	佐々木 章人、平井 明仁、岩城 幸志郎、傍島 靖、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、中央自動車工業、岐阜大学	太陽電池モジュール表面防汚コート膜の信頼性評価	電気学会 2024 年度誘電・絶縁材料研究会	2024/06
48	北森 彪、城内 紗千子、新保 一成、加藤 景三、増田 淳、馬場 暁	新潟大学	金ナノロッドを用いたテクスチャレス Si 太陽電池の作製と評価	電気学会 2024 年度誘電・絶縁材料研究会	2024/06

49	本間 宙生、山崎 花恵、水野 愛、平野 樹、五反田 武志、大和田 寛人、後藤 和泰、早瀬 修二、増田 淳	新潟大学、東芝エネルギーシステムズ、東芝、信越化学工業、電気通信大学	ペロブスカイト／結晶 Si タンデム太陽電池モジュールのインピーダンス測定	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2024/07
50	奥井 棕也、小林 幹、中原 敦、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、大日本印刷	赤外反射黒バックシートを用いた意匠性の高い太陽電池モジュール	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2024/07
51	山崎 花恵、本間 宙生、五反田 武志、大和田 寛人、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、東芝エネルギーシステムズ、東芝、信越化学工業	シリコン封止材を用いたペロブスカイト／Si タンデム太陽電池モジュールにおける水蒸気浸入抑止法の開発	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
52	奥井 棕也、亀田 冬羽、山崎 花恵、中原 敦、五反田 武志、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、大日本印刷、東芝エネルギーシステムズ、東芝	タンデム太陽電池モジュールにおける長波長光の活用および意匠性の向上に寄与するバックシート	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
53	傍島 靖、下方 英弘、二宮 佑太、岩城 幸志郎、大平 圭介、増田 淳	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	高熱伝導性材料粒子による結晶シリコン太陽電池モジュール動作時の昇温抑止効果	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
54	Eiko Shimokata, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	MgO/SiO _x adds heat dissipation function to crystalline silicon solar cell modules	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2024/09
55	Koshiro Iwaki, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	TiO ₂ /SiO _x surface coating on crystalline silicon-based solar cell module to provide anti-soiling functionality	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2024/09
56	芳澤 佑亮、前田 晃佑、川畑 秋馬、吉村 幸雄、増田 淳	鹿児島大学、鹿児島県工業技術センター、新潟大学	火山灰の粒度分布が太陽電池モジュール上の火山灰固着特性に及ぼす影響	2024 年度第 77 回電気・情報関係学会九州支部連合大会	2024/09
57	北森 彪、城内 紗千子、新保 一成、加藤 景三、増田 淳、馬場 暁	新潟大学	金微粒子/PEDOT:PSS 薄膜を用いたテクスチャレス Si 太陽電池の作製と評価	令和 6 年（第 34 回）電気学会東京支部新潟支所研究発表会	2024/11
58	Atsushi Masuda	新潟大学	Key materials and processes for highly reliable perovskite/silicon tandem photovoltaic modules	5th International Workshop on the Sustainable Actions for “Year by Year Aging” under Reliability Investigations in Photovoltaic Modules, 2024	2024/11
59	Hanae Yamazaki, Hiromu Homma, Takeshi Gotanda, Hiroto Ohwada,	新潟大学、東芝エネルギーシステムズ、東	Fabrication of perovskite/silicon tandem photovoltaic modules using silicone encapsulants	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11

	Kazuhiro Gotoh, Atsushi Masuda	芝、信越化学工業			
60	Noboru Ohashi, Minh Anh Truong, Tomoya Nakamura, Richard Murdey, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Atsushi Ogura, Noritaka Usami, Kazuhiro Gotoh, Atsushi Masuda, Yoshihiko Kanemitsu, Atsushi Wakamiya	京都大学、豊田工業大学、高輝度光科学研究センター、明治大学、名古屋大学、新潟大学	Large area four-terminal perovskite silicon tandem solar cells with face-on oriented tripodal triazatruxene hole-collecting monolayer	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
61	Ryoya Okui, Atsushi Nakahara, Kazuhiro Gotoh, Atsushi Masuda	新潟大学、大日本印刷	Highly designed photovoltaic modules using black back sheet with IR reflection	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
62	Yuta Ninomiya, Eiko Shimokata, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda, Yasushi Sobajima	岐阜大学、北陸先端科学技術大学院大学、新潟大学	Improvement of heat dissipation of crystalline silicon-based-solar-cell module by MgO particle mixed silicone layer	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/01
63	Hyunju Lee, Tappei Nishihara, Shiyu Zhang, Yoshio Ohshita, Atsushi Ogura	明治大学、高輝度光科学研究センター、豊田工業大学	Engineering tungsten doped indium oxide (IWO) thin films to fabricate higher-performance silicon heterojunction bottom solar cells for the perovskite/silicon tandem solar cell application	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
64	奥井 棕也、亀田 冬羽、中原 敦、後藤 和泰、増田 淳	新潟大学、大日本印刷	意匠性の高い結晶シリコン太陽電池モジュールにおける光照射時の特性評価	令和6年度応用物理学会北陸・信越支部学術講演会	2024/01
65	Riku Kohida, Toshiaki Nishi, Akihito Hirai, Atsushi Masuda	新潟大学、中央自動車工業	Sand dropping test for photovoltaic modules using cover glass coated with hydrophilic or hydrophobic coating	5th Japan-Thailand Joint Symposium on Advanced Nanomaterials and Devices for Electronics and Photonics	2025/01
66	中村 竜海、箕輪 卓哉、横川 凌、Hyunju Lee、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学、広島大学、豊田工業大学	RF マグネトロンスパッタリング法を用いた AZO 薄膜の電気及び光学特性評価	第72回応用物理学会春季学術講演会	2025/0

(b)その他

番号	所属	タイトル	内容	発表年月
1	新潟大学、東芝エネルギーシステムズ、東芝、信越化学工業	Fabrication of perovskite/silicon tandem photovoltaic modules using silicone encapsulants	受賞実績 Hanae Yamazaki, Hiromu Homma, Takeshi Gotanda, Hiroto Ohwada, Kazuhiro Gotoh, Atsushi Masuda 35th International Photovoltaic Science and Engineering	2024/11

			Conference, Poster Award	
2	東芝エネルギーシステムズ、京セラ、明治大学、豊田工業大学、名古屋大学、産業技術総合研究所、電気通信大学、新潟大学	ペロブスカイトとシリコンの2端子タンドム型太陽電池でエネルギー変換効率 31.3%を実現	東芝エネルギーシステムズ株式会社 ホームページ掲載	2025/03

5.1.2.2 多機能・高品質薄膜の利用による壁面太陽電池モジュールの長寿命化(国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	K. Ohdaira, H. T. C. Tu, A. Shimazaki, R. Kaneko, Y. Sumai, Md. Shahiduzzaman, T. Taima, and A. Wakamiya	北陸先端大、京都大、金沢大	Carrier lifetime measurement of perovskite films by differential microwave photoconductivity decay	Jpn. J. Appl. Phys. 61, 068001-1-5 (2022).	有	2022/05
2	H. T. C. Tu, A. Shimazaki, R. Kaneko, A. Wakamiya, and K. Ohdaira	北陸先端大、京都大	Cat-CVD SiN _x as a gas barrier for application to perovskite solar cells	Jpn. J. Appl. Phys. 61, 121002-1-8 (2022).	有	2022/11
3	H. T. C. Tu and K. Ohdaira	北陸先端大	Long term stability of low temperature deposited Cat-CVD SiN _x thin film against damp-heat stress	Jpn. J. Appl. Phys. 63, 01SP25-1-6 (2024).	有	2023/12

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Huynh Thi Cam Tu、嶋崎 愛、金子 竜二、若宮 淳志、大平 圭介	北陸先端大、京都大	ペロブスカイト層への触媒化学気相堆積法での SiN _x ガスバリア膜堆積	第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	2021/09
2	Huynh Thi Cam Tu、嶋崎 愛、金子 竜二、若宮 淳志、大平 圭介	北陸先端大、京都大	ペロブスカイト太陽電池のガスバリア層としての Cat-CVD SiN _x	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
3	大平圭介、Huynh Thi Cam Tu、嶋崎 愛、金子 竜二、相撲 優花、Md. Shahiduzzaman、當 摩 哲也、若宮 淳志	北陸先端大、金沢大、京都大	差動マイクロ PCD 法によるペロブスカイト膜のキャリア寿命測定	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
4	Huynh Thi Cam Tu、嶋崎 愛、金子 竜二、若宮 淳志、大平 圭介	北陸先端大、京都大	pin 及び nip ペロブスカイトセル構造への Cat-CVD SiN _x ガスバリア膜堆積	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03

5	曹 文博、相撲 優花、 HUYNH Thi Cam Tu, Md. Shahiduzzaman、當 摩 哲也、大平 圭介	北陸先端 大、金沢 大	ペロブスカイト層への SiN_x 堆積時の水素流量の影響	第 69 回応用物理学会春季 学術講演会	2022/03
6	増田 淳、金子 竜二、 若宮 淳志、大平 圭 介、Dong Chung Nguyen、石河 泰 明、小椋 厚志、中村 京太郎、大下 祥雄		ペロブスカイト／結晶シリコ ンタンデム太陽電池の研究動 向と最近の進展	第 69 回応用物理学会春季 学術講演会	2022/03
7	D. C. Nguyen, R. Kaneko, A. Wakamiya, K. Ohdaira, A. Masuda, and Y. Ishikawa		Effect of double-layer antireflection coating on photon current density of two-terminal perovskite/silicon tandem cells	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
8	A. Masuda, R. Kaneko, A. Wakamiya, K. Ohdaira, D. C. Nguyen, Y. Ishikawa, A. Ogura, K. Nakamura, and Y. Ohshita		Two-terminal perovskite/silicon heterojunction tandem solar cells	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
9	Huynh Thi Cam Tu, 嶋崎 愛、金子 竜二、 若宮 淳志、大平 圭介	北陸先端 大、京都 大	Cat-CVD SiN_x による空気環 境下でのペロブスカイト膜の 安定性の向上	第 19 回「次世代の太陽光 発電システム」シンポジ ウム/第 2 回日本太陽光発 電学会学術講演会	2022/06
10	曹 文博、劉 鵬、 Huynh Thi Cam Tu, Md. Shahiduzzaman、當 摩 哲也、大平 圭介	北陸先端 大、金沢 大	ペロブスカイト層への Cat- CVD での SiN_x 堆積における 堆積時間の影響	第 19 回 Cat-CVD 研究会	2022/07
11	傍島 靖、下方 英弘、 岩城 幸志郎、前原 勇 斗、清水 健吾、大平 圭介、増田 淳	岐阜大、 北陸先端 大、新潟 大	熱伝導性フィラーMgO によ る結晶シリコン太陽電池モ ジュール動作時の昇温抑止効 果	第 83 回応用物理学会秋季 学術講演会	2022/09
12	Huynh Thi Cam Tu, A. Shimazaki, R. Kaneko, A. Wakamiya, K. Ohdaira	北陸先端 大、京都 大	Degradation Evaluation of CsFAMAPbIBr/Carrier Transport Layer Stacks Capped by a Cat-CVD SiN_x Thin Film by μ -PCD Measurement	第 83 回応用物理学会秋季 学術講演会	2022/09
13	曹 文博、劉 鵬、 Huynh Thi Cam Tu, Md. Shahiduzzaman、當 摩 哲也、大平 圭介	北陸先端 大、金沢 大	Cat-CVD SiN_x ガスバリア膜 によるペロブスカイト層の保 護効果	第 83 回応用物理学会秋季 学術講演会	2022/09
14	Huynh Thi Cam Tu, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira	北陸先端 大、京都 大	Cat-CVD SiN_x for film encapsulation of mixed cation-halide CsFAMAPbIBr perovskite cell structures	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
15	Wenbo Cao, Peng Liu, Huynh Thi Cam Tu, Md. Shahiduzzaman,	北陸先端 大、金沢 大	Effect of SiN_x gas barrier films on the protection of perovskite layers	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11

	Tetsuya Taima, Keisuke Ohdaira				
16	傍島 靖, 下方 英弘, 岩城 幸志郎, 大平 圭 介	岐阜大、 北陸先端 大	高熱伝導性材料による結晶シリ コン太陽電池モジュール動 作時の昇温抑止効果	第 70 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/03
17	曹 文博, 劉 鵬, Huynh Thi Cam Tu, Md. Shahiduzzaman, 當 摩 哲也, 大平 圭介	北陸先端 大、金沢 大	Cat-CVD 法で形成した単層 および積層ガスバリア膜のペ ロブスカイト層の保護効果	第 70 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/03
18	Huynh Thi Cam Tu, 嶋崎 愛, 金子 竜二, 若宮 淳志, 大 平 圭介	北陸先端 大、京都 大	Cat-CVD SiN _x 保護層による ペロブスカイト太陽電池の安 定性の向上	第 70 回応用物理学会春季 学術講演会	2023/03
19	Huynh Thi Cam Tu, Ai Shimazaki, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira	北陸先端 大、京都 大	Application of Cat-CVD SiN _x as a protection layer for improving the stability of perovskite solar cells	11th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition (11th HWCVD)	2023/04
20	Huynh Thi Cam Tu and Keisuke Ohdaira	北陸先端 大	Long-term stability of Cat- CVD SiN _x protection layer against damp-heat stress	9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM- NANO 2023)	2023/06
21	Huynh Thi Cam Tu, 大平 圭介	北陸先端 大	高温高湿環境下での Cat- CVD SiN _x 薄膜の安定性	第 20 回 Cat-CVD 研究会	2023/06
22	下方 英弘, 傍島 靖, 大平 圭介	岐阜大、 北陸先端 大	高熱伝導材を用いた結晶シリ コン太陽電池モジュールの 内部温度上昇抑制手法の開発	第 20 回「次世代の太陽光 発電システム」シンポジ ウム (第 3 回日本太陽光 発電学会学術講演会)	2023/06
23	Huynh Thi Cam Tu, 嶋崎 愛, 金子 竜二, 若宮 淳志, 大 平 圭介	北陸先端 大、京都 大	Cat-CVD SiN _x による高温高 湿試験でのペロブスカイト太 陽電池の安定性の向上	第 20 回「次世代の太陽光 発電システム」シンポジ ウム (第 3 回日本太陽光 発電学会学術講演会)	2023/06
24	傍島 靖, 下方 英弘, 二宮 佑太, 岩城 幸志 郎, 大平 圭介	岐阜大、 北陸先端 大	高熱伝導性材料による結晶シリ コン太陽電池モジュール動 作時の昇温抑止効果 (II)	第 84 回応用物理学会秋季 学術講演会	2023/09
25	Huynh Thi Cam Tu, 大平 圭介	北陸先端 大	様々な条件で堆積した Cat- CVD SiN _x 及び SiO _x N _y の湿 熱安定性	第 84 回応用物理学会秋季 学術講演会	2023/09
26	大平 圭介	北陸先端 大	Formation of thin films by Cat-CVD for photovoltaic application	2023 年日本表面真空学会 学術講演会	2023/10
27	Chenxi Li, Huynh Thi Cam Tu, Peng Liu, Md. Shahiduzzaman, Tetsuya Taima, Keisuke Ohdaira	北陸先端 大、金沢 大	Carrier lifetime measurement of perovskite films with n-type amorphous silicon via microwave photoconductivity decay	第 71 回応用物理学会春季 学術講演会	2024/03
28	Huynh Thi Cam Tu	北陸先端 大	ペロブスカイト太陽電池のガ スバリア層としての Cat- CVD SiN _x	ペロブスカイト太陽電池 における高性能化を実現 する構成材料と課題(	2024/05

29	Keisuke Ohdaira	北陸先端大	Catalytic chemical vapor deposition for crystalline silicon solar cells	31st International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays And Devices(AM-FPD24)	2024/07
30	Li Chenxi, Huynh Thi Cam Tu, Liu Peng, Md.Shahiduzzman, 當麻 哲也, 大平 圭介	北陸先端大、金沢大	Carrier Lifetime in Perovskite Films with Doped Amorphous Silicon as Carrier Transport Layers	第 21 回 「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
31	傍島 靖, 下方 英弘, 二宮 佑太, 岩城 幸志郎, 大平 圭介, 増田 淳	岐阜大、北陸先端大、新潟大学	高熱伝導性材料粒子による結晶シリコン太陽電池モジュール動作時の昇温抑止効果	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
32	Eiko Shimokata, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda	岐阜大、北陸先端大、新潟大学	MgO/SiO _x Adds Heat Dissipation Function to Crystalline Silicone Solar Cell Modules	EU PVSEC 2024	2024/09
33	Koshiro Iwaki, Yasushi Sobajima, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda	岐阜大、北陸先端大、新潟大学	TiO ₂ /SiO _x Surface Coating on Crystalline Silicon-Based-Solar Cell Module to Provide Anti-Soiling Functionality	EU PVSEC 2024	2024/09
34	Yuta Ninomiya, Eiko Shimokata, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda, Yasushi Sobajima	岐阜大、北陸先端大	Improvement of heat dissipation of crystalline silicon-based-solar-cell module by MgO particle mixed silicone layer	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
35	Chenxi Li, Huynh Thi Cam Tu, Peng Liu, Md.Shahiduzzaman, Tetsuya Taima, Keisuke Ohdaira	北陸先端大、金沢大	Minority carrier lifetime in CH ₃ NH ₃ PbI ₃ perovskite films with doped amorphous Si	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
36	Keisuke Ohdaira, Huynh Thi Cam Tu	北陸先端大	Damp heat stability of Cat-CVD Si nitride films deposited at a high deposition rate	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
37	Chenxi Li, Huynh Thi Cam Tu, Keisuke Ohdaira, Peng Liu, Md Shahiduzzaman, Tetsuya Taima	北陸先端大、金沢大	Dry-Wet Hybrid Strategies for MAPbI ₃ Perovskite Films on Various Substrates: Minority Carrier Lifetime Analysis	第 72 回応用物理学会春季学術講演会	2025/03

(b)その他

番号	所属	タイトル	イベント名	発表年月
1	北陸先端大	「Cat-CVD の太陽電池作製プロセスへの応用」	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2023/2
2	北陸先端大	北陸先端科学技術大学院大学 大平研究室	SEMICON Japan 2023	2023/12
3	北陸先端大	北陸先端科学技術大学院大学 大平研究室	SEMICON Japan 2024	2024/01

5.1.2.3 壁面設置太陽発電システムの生涯発電量最大化技術の研究開発（青山学院大学）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Dong Chung Nguyen, Fumihiro Murata, Kota Sato, Masaya Hamada, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Evaluation of annual performance for building-integrated photovoltaics based on 2-terminal perovskite/silicon tandem cells under realistic conditions	Energy Science & Engineering, vol. 10, Issue 4, pp.1373-1383.	有	2022/03
2	Dong Chung Nguyen, Kota Sato, Masaya Hamada, Fumihiro Murata, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Annual output energy harvested by building-integrated photovoltaics based on the optimized structure of 2-terminal perovskite/silicon tandem cells under realistic conditions	Solar Energy, vol. 241, Issue 4, pp. 452-459.	有	2022/06
3	石河泰明	青山学院大学	エレクトロルミネッセンス法による太陽電池モジュールの屋外評価	応用物理 vol.91, No. 9, pp. 558-561.	有	2022/09
4	Dong Chung Nguyen and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Artificial neural network for predicting annual output energy of building-integrated photovoltaics based on the 2-terminal perovskite/silicon tandem cells under realistic conditions	Energy Report, vol.8, pp.10819-10832.	有	2022/09
5	Dong Chung Nguyen and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	On predicting annual output energy of 4-terminal perovskite/silicon tandem PV cells for building integrated photovoltaic application using machine learning	Heliyon, vol.9, Issue 7, e18097(1-16).	有	2023/07
6	Dong C. Nguyen, Tomoki Asada, Itaru Raifuku, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Analysis and Selection of Optimal Perovskite/Silicon Tandem Configuration for Building Integrated Photovoltaics Based on Their Annual Outdoor Energy Yield Predicted by Machine Learning	Solar RRL, vol.8, Issue 9, 2400072(1-15).	有	2024/04
7	Koki Kimura, Itaru Raifuku, Tatsuro Kawamura, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Visualization of defects in perovskite solar cells using electroluminescence, photoluminescence, and thermal imaging methods	Applied Physics Express, vol. 18, No. 3, 034003(1-5).	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Dong Chung Nguyen and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Improvement in 4-terminal perovskite/silicon heterojunction tandem solar cells' performance with an index matching layer of silicon nitride	48th IEEE Photovoltaic Specialists Conference	2021/06

2	Dong C. Nguyen, Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Influence of Tilt Angles and Installation Directions of Rooftop Four-terminal Perovskite/Silicon Solar Cells on Their Reflection Loss	日本太陽光発電学会 第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第1回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
3	佐藤 滉太, 浜田 雅也, 石河 泰明	青山学院大学	屋外エレクトロルミネッセンス法における開放電圧値定量化	日本太陽光発電学会, 第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第1回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
4	浜田 雅也, 佐藤 滉太, 石河 泰明	青山学院大学	高照度環境に対応した屋外エレクトロルミネッセンス法	日本太陽光発電学会, 第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第1回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
5	Dong Chung Nguyen, Fumihiro Murata, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Evaluation of BIPV applicability based on four-terminal perovskite/silicon tandem cells under realistic environmental conditions	31st Photovoltaic Science and Engineering Conference	2021/12
6	石河 泰明, Dong Chung Nguyen	青山学院大学	BIPVに向けた2端子型 Perovskite/Si タンデム太陽電池の年間発電量予測	日本太陽光発電学会, 次世代太陽電池セル・モジュール分科会, 第2回研究会	2022/01
7	増田 淳, 金子 竜二, 若宮 淳志, 大平 圭介, Dong Chung Nguyen, 石河 泰明, 小椋 厚志, 中村 京太郎, 大下 祥雄	新潟大学, 京都大学, 北陸先端科学技術大学院大学, 青山学院大学, 明治大学, 豊田工業大学	ペロブスカイト／結晶シリコンタンデム太陽電池の研究動向と最近の進展	第69回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム「結晶シリコン太陽電池技術の今後～カーボンニュートラル実現に向けて～」(招待講演)	2022/03
8	Dong Chung Nguyen, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学, 京都大学, 北陸先端科学技術大学院大学, 新潟大学	Effect of double-layer antireflection coating on photon current density of two-terminal perovskite/silicon tandem cells	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
9	Atsushi Masuda, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira, Dong Chung Nguyen, Yasuaki Ishikawa, Atsushi Ogura, Kyotaro Nakamura, and Yoshio Ohshita	新潟大学, 京都大学, 北陸先端科学技術大学院大学, 青山学院大学, 明治大学, 豊田工業大学	Two-terminal perovskite/silicon heterojunction tandem solar cells	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05

10	Dong C. Nguyen, Ryuji Kaneko, Atsushi Wakamiya, Keisuke Ohdaira, Atsushi Masuda, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Optical Improvement of the Architecture of a Two-terminal Perovskite/Silicon Tandem Solar Cell with Tungsten-doped Indium Oxide	日本太陽光発電学会 第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2022/06
11	Dong Chung Nguyen and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Spectral shape changes the optimal perovskite thickness of the 2-terminal perovskite/silicon tandem solar cell	49th IEEE Photovoltaic Specialists Conference	2022/06
12	Kota Sato and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Series resistance images by single-shot electroluminescence method	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
13	Masaya Hamada, Ryo Washiashi, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Investigation of electroluminescence image capturing conditions for perovskite solar cells toward on-site evaluation technology	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
14	Ryo Washiashi, Tomoki Shinada, Masaya Hamada, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Influence of electroluminescence measurement on the characteristics of perovskite solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
15	Dong Chung Nguyen and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Effect of solar spectral shape on the ANN performance in the prediction of the output power density of 2-terminal perovskite/silicon tandem solar cells under realistic conditions	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
16	山本 朔也, 佐藤 滉太, 来福至, 石河 泰明	青山学院大学	エレクトロルミネッセンス法による結晶 Si 太陽電池の直列抵抗成分定量化	日本太陽光発電学会, 第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2023/06
17	坂野 好亮, 小畑 勇介, 来福至, 石河 泰明	青山学院大学	2 端子型 Perovskite/結晶 Si タンデム太陽電池のエレクトロルミネッセンス評価を目指した低電流注入領域の画像取得	日本太陽光発電学会, 第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2023/06
18	小畑 勇介, 坂野 好亮, 来福至, 石河 泰明	青山学院大学	4 端子型ペロブスカイト/結晶 Si タンデム太陽電池に対するエレクトロルミネッセンス評価法確立に向けた撮像条件の検討	日本太陽光発電学会, 第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2023/06
19	石河 泰明	青山学院大学	タンデム太陽電池の基礎科学	日本太陽光発電学会, 第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2023/06
20	石塚 凌, 鷺足 涼, 来福至, 石河 泰明	青山学院大学	エレクトロルミネッセンス評価における注入電流量がペロブスカイト太陽電池の特性に及ぼす影響	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09

21	木村 公紀, 來福 至, 石河 泰明	青山学院大学	レーザービーム誘起電流法を用いたペロブスカイト太陽電池の評価	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09
22	Dong Chung Nguyen, Itaru Raifuku, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	A prediction model of outdoor degradation rates of 2-terminal perovskite/silicon tandem solar cells using machine learning	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2023/11
23	Dong Chung Nguyen, Itaru Raifuku, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	A model of degradation mechanisms in perovskite solar cells aided by a modified tandem ANN	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference	2024/06
24	石河 泰明	青山学院大学	光電エネルギー変換の科学技術とその最前線	SDGs×CDG Seminar「どうする？明日のエネルギー」シリーズ第 2 回(招待講演)	2024/06
25	石塚 凌, 鷺足 涼, 來福 至, 石河 泰明	青山学院大学	ペロブスカイト太陽電池に対するパルス駆動型エレクトロルミネッセンス評価法の提案	日本太陽光発電学会, 第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
26	來福 至, 鷺足 涼, 石河 泰明	青山学院大学	電圧印加によるペロブスカイト太陽電池の劣化メカニズムに関する検討	日本太陽光発電学会, 第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
27	木村 公紀, 河村 達朗, 來福 至, 石河 泰明	青山学院大学	電気的および光学的評価手法を用いたペロブスカイト太陽電池の欠陥評価	日本太陽光発電学会, 第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
28	Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Perovskite-based photovoltaics toward indoor and outdoor applications	International Symposium on Solar Energy (invited)	2024/07
29	石塚 凌, 鷺足 涼, 來福 至, 石河 泰明	青山学院大学	ペロブスカイト太陽電池への直流電圧印加による劣化機構の検討	第 85 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
30	Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Fundamental of tandem solar cells	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
31	Sakuya Yamamoto, Itaru Raifuku, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Precise quantitative evaluation of series resistance mapping of crystalline solar cells in electroluminescence method	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
32	Koki Kimura, Tatsuro Kawamura, Itaru Raifuku, and Yasuaki Ishikawa	青山学院大学	Defects evaluation of perovskite solar cells using electrical and optical characterization methods	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2024/11
33	來福 至, 石塚 凌, 木村 公紀, 鷺足 涼, 石河 泰明	青山学院大学	エレクトロルミネッセンス法によるペロブスカイト太陽電池の評価に関する検討	電気学会電子材料研究会「エコシステム材料の合成・プロセスと次世代デバイス応用への展開」(招待講演)	2024/11

(b)その他

番号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	石河泰明	青山学院大学	太陽電池モジュールの発電性能可視化技術	Semicon Japan 2022	2022/12

5.1.2.4 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立大学法人 東京工業大学，国立研究 開発法人産業 技術総合研究 所	2021-200963	JP：日 本国	2021.12.10	出願 継続 中	色調整板、太陽電 池モジュール、色 調整板の製造方 法、成膜方法、及 び、成膜装置	和田裕之他
2	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所， 国立大学法人 東京工業大学	PCT/JP2022/ 045498	PCT （全指 定）	2022.12.9	出願 継続 中	色調整板、太陽電 池モジュール、色 調整板の製造方 法、成膜方法、及 び、成膜装置	和田裕之他
3	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所， 国立大学法人 東京工業大学	2022-102066	JP：日 本国	2022.6.24	出願 継続 中	色調整板、太陽電 池モジュール、色 調整板の製造方 法、成膜方法、及 び、成膜装置	和田裕之他
4	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所， 国立大学法人 東京工業大学	2022-197411	JP：日 本国	2022.12.9	出願 継続 中	色調整板、太陽電 池モジュール、色 調整板の製造方 法、成膜方法、及 び、成膜装置	和田裕之他
5	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	2023-081616	JP：日 本国	2023.5.17	出願 継続 中	色調整板及び太陽 電池モジュール	齋 均 他
6	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	PCT/JP2024/ 011598	PCT （全指 定）	2024.3.25	出願 継続 中	色調整板及び太陽 電池モジュール	齋 均 他
7	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	2024-223978	JP：日 本国	2024.12.19	出願 継続 中	結晶シリコン太陽 電池セル、および その製造方法	齋 均 他

（Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ 番号	査読	発表年月
1	徐 志豪 松井 卓矢 松原 浩司 齋 均	産業技術 総合研究 所	Tunable and angle- insensitive structural coloring of solar cell modules for high performance building- integrated photovoltaic applications	Solar Energy Materials and Solar Cells 111952	有	2022/09
2	Leo Adachi Genki Hanashi Sou Kubota Zhihao Xu	東京科学 大学	Highly efficient color-control technique for building- integrated photovoltaics using optical dielectric thin film	Japanese Journal of Applied Physics SK1010-1-13	有	2023/04

	Hitoshi Sai Michio Kondo Hiroyuki Wada	産業技術 総合研究 所				
3	徐 志豪 松井 卓矢 齋 均	産業技術 総合研究 所	Effect of multilayer structure and surface texturing on optical and electric properties of structural colored photovoltaics modules for BIPV applications	Applied Energy 123347	有	2024/08
4	Peng Gao Sou Kubota Leo Adachi Zhihao Xu Hitoshi Sai Michio Kondo Hiroyuki Wada	東京科学 大学 産業技術 総合研究 所 早稲田大 学	Color-control technique for building-integrated photovoltaics using red mica coating	Japanese Journal of Applied Physics 04SP59	有	2025/04
5	Disong Zhao Leo Adachi Sou Kubota Genki Hanashi Michio Kondo Hiroyuki Wada	東京科学 大学 早稲田大 学	Highly efficient white-colored building-integrated photovoltaics by light scattering and thin film technology	Japanese Journal of Applied Physics 04SP18	有	2025/04

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	ナノ構造体と微細成形技術による光学デバイス開発	NGL2021	2021/07
2	徐 志豪, 松井 卓矢, 齋 均	産業技術総合研究所	Developing highly transparent colored reflectors for building-integrated photovoltaics	2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
3	端無 元輝, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における高効率加飾技術 I	2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
4	栗原 一真	産業技術総合研究所	構造付与による機能性表面	日本塑性加工学会 東関東支部 2022 年度総会・第 65 回技術懇談会	2022/04
5	穂苅 遼平, 栗原 一真	産業技術総合研究所	ナノインプリントとナノ粒子を利用した光学素子の研究開発	プラスチック成形加工学会	2022.6
6	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	ナノ構造体を用いた機能性光学デバイスの開発	プラスチック成形加工学会	2022.6
7	徐 志豪, 松井 卓矢, 齋 均	産業技術総合研究所	Evaluating angular dependence of colored photovoltaic modules for building-integrated photovoltaics (BIPV)	2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
8	和田 裕之, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における高効率加飾技術 II	2022 年第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
9	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	Development of optical anti-reflection with anti-fogging property combined with nanostructure and specially designed vacuum deposition	NNT2022	2022/10

10	栗原 一真	産業技術総合研究所	微細構造体による表面機能部材開発と DX 活用	山形大学マテリアル人材育成コンソーシアム総会	2022/10
11	和田 裕之, 端無 元輝, 齋 均, 近藤 道雄	東京工業大学, 産業技術総合研究所	Highly Efficient Color-Control Technique for Building-Integrated Photovoltaics	PVSEC33	2022/11
12	徐 志豪, 松井 卓矢, 齋 均	産業技術総合研究所	Structural coloring control of crystalline silicon modules with low angle sensitive for building-integrated photovoltaics applications	PVSEC33	2022/11
13	徐 志豪, 松井 卓矢, 松原 浩司, 齋 均	産業技術総合研究所	Angular-insensitive structural coloring of solar cell modules for building-integrated photovoltaics (BIPV)	GRE2022	2022/12
14	久保田 聡, 足立 零生, 端無 元輝, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	HIGHLY EFFICIENT COLOR-CONTROL TECHNIQUE FOR BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) 1: DESIGN OF MULTI-LAYERS FOR ACHROMATIC COLOR	GRE2022	2022/12
15	足立 零生, 久保田 聡, 端無 元輝, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	HIGHLY EFFICIENT COLOR-CONTROL TECHNIQUE FOR BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAICS (BIPV) 2: EFFECT OF SUBSTRATE TEXTURES	GRE2022	2022/12
16	和田 裕之, 齋 均, 近藤 道雄	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における光学薄膜を用いた高効率加飾技術	日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2022 年度第 3 回、ペロブスカイト太陽電池分科会 2022 年度第 2 回合同研究会	2023/01
17	栗原 一真	産業技術総合研究所	ナノ構造体と自己柱状成膜による広角の低反射性と防曇性を兼ね備えた光学部材の開発	2023 年第 1 回ナノインプリント技術研究会	2023/02
18	足立 零生, 久保田 聡, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池 (BIPV) における高効率加飾技術Ⅳ	2023 年 第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
19	和田 裕之, 齋 均, 近藤 道雄	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における光学薄膜を用いた高効率加飾技術	次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2022 年度第 3 回、ペロブスカイト太陽電池分科会 2022 年度第 2 回合同研究会	2023/03
20	久保田 聡, 足立 零生, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における高効率加飾技術Ⅲ	2023 年 第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
21	徐 志豪, 松井 卓矢, 松原 浩司, 齋 均	産業技術総合研究所	BIPV 応用に向けた高効率な着色 PV モジュールの開発	第 20 回次世代の太陽光発電システムシンポジウム	2023/06

22	Gao Peng, 久保田 聡, 足立 零生, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	Red Mica Pigment-Based Decorative Technique for Building-Integrated Photovoltaics	第 20 回次世代の太陽光発電システムシンポジウム	2023/06
23	足立 零生, 久保田 聡, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池を目指した赤色マイカ顔料系加飾技術	第 20 回次世代の太陽光発電システムシンポジウム	2023/06
24	栗原 一真、桑野 玄気、穂荻 遼平	産業技術総合研究所	マイクロ・ナノ微細構造体による高機能部材開発	2023 年度砥粒加工学会	2023/08
25	足立 零生, 久保田 聡, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	Highly Efficient Decorative Technique for Building-Integrated Photovoltaics by Using Mica Pigment and Textured Surface	EUPVSEC40	2023/09
26	徐 志豪, 松井 卓矢, 松原 浩司, 齋 均	産業技術総合研究所	Structural-colored PV modules with reduced angle dependence for building-integrated photovoltaics applications	EUPVSEC40	2023/09
27	栗原 一真、桑野 玄気、穂荻 遼平	産業技術総合研究所	Development of sub-wavelength structure optics by injection molding process	Nanoimprint and Nanoprint Technologies (NNT2023)	2023/10
28	齋 均	産業技術総合研究所	Light management technologies in solar cells and modules for more attractive photovoltaics	4th WORKSHOP ON OPTICS FOR SOLAR ENERGY	2023/10
29	和田 裕之, 齋 均, 近藤 道雄	東京工業大学, 産業技術総合研究所, 早稲田大学	建材一体型太陽光発電における高効率加飾技術	応用物理学会 応用電子物性分科会 研究例会「太陽電池モジュールの基礎と将来展開」	2023/11
30	Leo Adachi, Takaaki Kasuga, Manami Suzuki, Kota Goto, Masaya Nogi, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Tokyo Institute of Technology, Osaka University, Waseda University	Decorative Technique for Building-Integrated Photovoltaics by Using Microfibrillated Cellulose	3rd Energy & Informatics International Forum	2023/12
31	久保田 聡, 足立 零生, 端無 元輝, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	太陽電池モジュールの加飾のための光学薄膜設計	第 21 回構造色シンポジウム	2023/12
32	栗原 一真	産業技術総合研究所	表面高機能部材開発と DX 活用	応用物理学会ナノインプリント技術研究会	2023/12
33	徐 志豪, 松井 卓矢, 齋 均	産業技術総合研究所	BIPV 応用に向けた着色 PV モジュールの信頼性評価	2024 年 第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
34	久保田 聡, 足立 零生, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池における高効率加飾技術 V	2024 年 第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
35	足立 零生, 久保田 聡, 徐 志豪, 齋 均, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京工業大学, 産業技術総合研究所	建材一体型太陽電池に向けたセルロース材料による白色化	2024 年 第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
36	栗原一真	産業技術総合研究所	ナノインプリントを用いた光学部材の開発研究	AndTechWeb セミナー:ナノインプリントにおける樹脂	2024/04

				設計と離型性・欠陥制御の向上、光学部材への展望	
37	徐志豪, 松井卓矢, 齋均	産業技術総合研究所	Durability evaluation of structural colored glasses for BIPV by accelerated stress tests	第21回次世代の太陽光発電システムシンポジウム(第4回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/06
38	徐志豪, 松井卓矢, 齋均	産業技術総合研究所	Angular dependence and stability of structural-colored PV modules for BIPV	EU PVSEC 2024	2024/09
39	Leo Adachi, Takaaki Kasuga, Manami Suzuki, Kota Goto, Masaya Nogi, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Science Tokyo, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Waseda University, Osaka University	Decorative Technique for Building-Integrated Photovoltaics by Using Cellulose Materials	EU PVSEC 2024	2024/09
40	Sou Kubota, Seiya Watanabe, Leo Adachi, Zhihao Xu, Hitoshi Sai, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Science Tokyo, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Waseda University	Design of optical thin films for building-integrated photovoltaics using numerical calculations	PVSEC-35	2024/11
41	徐志豪, 松井卓矢, 齋均	産業技術総合研究所	Durability evaluation of structural colored glasses for BIPV by accelerated stress tests	SAYURI-PV 2024 Workshop	2024/11
42	Peng Gao, Leo Adachi, Sou Kubota, Zhihao Xu, Hitoshi Sai, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Science Tokyo, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Waseda University	Preparation and Characterization of Photovoltaics with Mica Pigment for Decoration	PVSEC-35	2024/11
43	徐志豪, 松井卓矢, 齋均	産業技術総合研究所	Stability Evaluation of Structural Colored PV Modules for BIPV Applications	PVSEC-35	2024/11
44	Zhao Disong, Kaito Shishido, Zhihao Xu, Hitoshi Sai, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Science Tokyo, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Waseda University	White Building-Integrated Photovoltaics by Covering Textured Surface Glass	PVSEC-35	2024/11
45	Leo Adachi, Takaaki Kasuga, Manami Suzuki,	Institute of Science Tokyo, National	White Building-Integrated Photovoltaics by Using Nanocellulose Materials	PVSEC-35	2024/11

	Kota Goto, Zhihao Xu, Hitoshi Sai, Masaya Nogi, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Waseda University, Osaka University			
46	栗原一真	産業技術総合研究所	光・電波制御の最前線！微細構造体が創る高機能部材	令和6年度第4回産学連携技術シーズ発表会	2024/11
47	栗原一真、桑野玄気、穂苅遼平	産業技術総合研究所	微細成形加工によるナノ構造光学素子の開発とその進展	光技術コンタクト	2024/12
48	栗原一真	産業技術総合研究所	微細構造体が創る高機能部材とDX活用	第11回バイオメテックス加工技術研究会	2024/12
49	栗原一真	産業技術総合研究所	高機能部材の開発とDX活用	第18回SPE・NANO合同講演会	2024/12
50	齋 均, 松井 卓矢	産業技術総合研究所	BIPV 応用に向けた細線状結晶シリコン太陽電池の検討	第72回応用物理学会春季学術講演会	2025/03
51	Disong Zhao, Kaito Shishido, Michio Kondo, Hiroyuki Wada	Institute of Science Tokyo, Waseda University	White Building-Integrated Photovoltaics by Micron Textured Structure	第72回応用物理学会春季学術講演会	2025/03
52	佐藤 友哉, 今井 啓太, 近藤 道雄, 和田 裕之	東京科学大学, 早稲田大学	建材一体型太陽光発電(BIPV)に向けた酸化チタンナノ粒子を用いた散乱体薄膜の光学特性評価	第72回応用物理学会春季学術講演会	2025/03
53	栗原一真	産業技術総合研究所	高機能部材開発とDX活用	成形加工学会新加工技術専門委員会	2025/03

(b)その他（展示会等への出展）

番号	発表者	所属	タイトル	イベント名	発表年月
1	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	超精密成形技術を駆使した表面機能の制御	第21回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	2022/01
2	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	超精密成形技術を駆使した表面機能の制御	第6回 セラミックスジャパン	2021/12
3	栗原 一真, 穂苅 遼平	産業技術総合研究所	超精密成形技術を駆使した表面機能の制御	第7回 セラミックスジャパン（高機能セラミックス展）	2022/12
4	栗原 一真、福井 博章	産業技術総合研究所、東亜電気工業株式会社	ナノ構造体と自己柱状成膜による広角の低反射性と防曇性を兼ね備えた光学部材	月刊プラスチック	2023/04
5	栗原 一真	産業技術総合研究所	ナノ微細成形技術で作る表面機能	先端加工技術	2023/06
6	栗原 一真、福井 博章	産業技術総合研究所、東亜電気工業株式会社	ナノ構造体と自己柱状成膜による広角の低反射性と防曇性を兼ね備えた光学部材	高分子材料の表面改質技術	2023/09

5.1.2.5 壁面設置太陽電池モジュール（非開口部、開口部）の開発（株式会社カネカ）

【特許】 リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	(株) カネカ	特願 2022-13292 (P2022-13292)	国内	2022 年 1 月	審査中	太 陽 電 池 モ ジュール及びそ の製造方法	高橋 瑛一 前田 賢吾

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】 リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	清水 悟 中島 昭彦 前田 賢吾	大成建設 (株) (株) カネカ	ガラス手摺と一体化した太陽光発電システムバルコニー用「T-Green® Multi Solar」の開発	建築設備士	—	2023/09

【外部発表】 リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	中島 昭彦	(株) カネカ	結晶シリコン太陽電池技術の今後 (～カーボンニュートラル実現に向けて～)	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
2	中島 昭彦	(株) カネカ	カーボンニュートラルを目指した次世代 BIPV の開発	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
3	中島 昭彦	(株) カネカ	カーボンニュートラルを目指した次世代 BIPV の開発	第 40 回太陽光発電シンポジウム	2023/09
4	中島 昭彦	(株) カネカ	Challenges and Opportunities for the Next-Generation BIPV	PVSEC-35	2024/11
5	前田 賢吾	(株) カネカ	Long-term reliability of new BIPV modules over 40 years	SAYURI-PV workshop	2024/11
6	梅田 和彦 小林 信郷 山口 亮 中島 昭彦 前田 賢吾 蔵岡 明弘 門田 直樹	大成建設 (株) (株) カネカ	STUDY ON IMPROVEMENT OF POWER GENERATION FOR A WINDOW BY SOLAR RADIATION REFLECTED FROM THE LOW-E COATING OF A SEMI-TRANSPARENT PHOTOVOLTAIC MODULE THAT IS EQUALLY ARRANGED LINEAR DOUBLE-SIDED SOLAR CELLS	EU-PVSEC	2024/9

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	(株) カネカ	バルコニー用「T-Green® Multi Solar」	プレスリリース	2022/10
2	(株) カネカ	都有施設における再生可能エネルギー見える化モデル事業 (建材一体型太陽光発電設備)	プレスリリース	2023/03

(c)展示会

番号	所属	展示会名		発表年月
1	(株) カネカ	ジャパンパビリオン展示説明	国連気候変動枠組条約第 19 回 締約国会議 (COP27)	2022/11
2	NEDO	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会		2023/02
3	(株) カネカ	ジャパンパビリオン展示説明	国連気候変動枠組条約第 28 回 締約国会議 (COP28)	2023/11

(d)受賞履歴

番号	所属	タイトル	受賞	発表年月
1	大成建設 (株) (株) カネカ	太陽光発電ガラス	2021 年度グッドデザイン賞	2021/10
2	大成建設 (株) (株) カネカ	気候変動アクション環境大臣表彰	令和 5 年度 気候変動アクシ ョン環境大臣表彰	2023/12

5.1.2.6 壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定 (太陽光発電技術研究組合)

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立研究法人 産業技術総合 研究所	2023-034432	JP : 日 本国	2023.3.7	出 願 継 続 中	温度センサ、センサ ユニット、及び計測 システム	国立研究法人 産業技術総合 研究所
2	国立研究法人 産業技術総合 研究所	2023-034436	JP : 日 本国	2023.3.7	出 願 継 続 中	温度センサ、センサ ユニット、及び計測 システム	国立研究法人 産業技術総合 研究所

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	寺川朗	太陽光発 電技術研 究組合	壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン	光産業技術振興協会 「オプトニュース」 (電子版)	無し 招待 寄稿	2025/05
2	寺川朗	太陽光発 電技術研 究組合	次世代太陽電池セル・モジュール 分科会 2024 年度第 2 回研究 会報告「壁面設置太陽光発電 システムガイドライン講演討論 会」	日本太陽光発電学会「e- Newsletter」	無し 招待 寄稿	2025/06
3	寺川朗	太陽光発 電技術研 究組合	壁面設置型 BIPV の現状と今後 の展望	日本太陽エネルギー学 会「Journal of Japan Solar Energy Society (太陽エネルギー)」	無し 招待 寄稿	2025/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	猪狩 真一	産業技術総合研究所	国際規格に適合する BIPV の日射熱取得率評価環境整備	第 3 回 PV アライアンス内部研究会	2021/12
2	寺川 朗	太陽光発電技術研究組合	Reliability of performance and appearance of colored BIPV modules after outdoor exposure	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
3	石井久史	株式会社 LIXIL	BIPV の展望とガイドラインの策定	第 47 回 PVTEC 技術交流会	2024/05
4	寺川 朗	太陽光発電技術研究組合	「壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2023 年度版」の概要紹介	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2024/07
5	太陽光発電技術研究組合		壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2023 年度版	太陽エネルギーデザイン研究会 BIPV 研究会	2024/08
6	猪狩 真一	産業技術総合研究所	PVTEC「壁面設置太陽光発電システム 日射熱取得率高精度評価技術」	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01
7	太陽光発電技術研究組合		PVTEC「壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2024 年度改訂版」	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01
8	大関 崇	産業技術総合研究所	PVTEC「壁面設置太陽光発電システム 高精度発電量推定ガイドライン」	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01
9	大関 崇	産業技術総合研究所	「建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2024 年版」～PVTEC ガイドラインとの差異紹介～	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01
10	寺川 朗	太陽光発電技術研究組合	脱炭素化に向けた制度と標準化 壁面設置 BIPV ガイドラインの策定	RE2025 フォーラム 分科会 4 環境建築	2025/01

(b)その他

番号	所属	タイトル	イベント名	発表年月
1	太陽光発電技術研究組合	壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2023 年度版	PVTEC Webinar BIPV 研究会	2024/05
2	太陽光発電技術研究組合	壁面設置太陽光発電システム 日射熱取得率高精度評価に関する技術文書 2024 年度版	PVTEC Web サイト上で公開	2025/03
3	太陽光発電技術研究組合	壁面設置太陽光発電システム 発電電力量推定方法に関するガイドライン～入射角依存性を考慮した推定方法～	PVTEC Web サイト上で公開	2025/03
4	太陽光発電技術研究組合	壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2024 年度版	PVTEC Web サイト上で公開	2025/03

5.1.2.7 ペロブスカイト BIPV モジュールの研究開発（パナソニックホールディングス株式会社）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2021-086529	国内	2021/05/21	取下	太陽電池	関本 健之他
2	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2022/004777	PCT	2022/02/08	失効	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	関本 健之他
3	パナソニック ホールディング ス株式会社	202280034061.2	外国	2022/02/08	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	関本 健之他
4	パナソニック ホールディング ス株式会社	22804258.6	外国	2022/02/08	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	関本 健之他
5	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2023-522223	国内	2022/02/08	出願	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	関本 健之他
6	パナソニック ホールディング ス株式会社	18/493191	外国	2022/02/08	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	関本 健之他
7	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2021-086528	国内	2021/05/21	取下	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
8	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2022/010956	PCT	2022/03/11	失効	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
9	パナソニック ホールディング ス株式会社	202280034728.9	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
10	パナソニック ホールディング ス株式会社	22804330.3	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
11	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2023-522261	国内	2022/03/11	出願	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
12	パナソニック ホールディング ス株式会社	18/490817	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	河野 謙司他
13	パナソニック ホールディング ス株式会社	特願 2021-087223	国内	2021/05/24	取下	電子デバイス	樋口 洋
14	パナソニック ホールディング ス株式会社	PCT/JP2022/010961	PCT	2022/03/11	失効	電子デバイス	樋口 洋
15	パナソニック ホールディング ス株式会社	202280034727.4	外国	2022/03/11	公開	電子デバイス	樋口 洋
16	パナソニック ホールディング ス株式会社	22810926.0	外国	2022/03/11	公開	電子デバイス	樋口 洋

17	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-524027	国内	2022/03/11	出願	電子デバイス	樋口 洋
18	パナソニック ホールディングス株式会社	18/492864	外国	2022/03/11	公開	電子デバイス	樋口 洋
19	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2021-087224	国内	2021/05/24	取下	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
20	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/010967	PCT	2022/03/11	失効	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
21	パナソニック ホールディングス株式会社	202280035256.9	外国	2022/03/11	公開	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
22	パナソニック ホールディングス株式会社	22810927.8	外国	2022/03/11	公開	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
23	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-524028	国内	2022/03/11	登録	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
24	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2024-176718	国内	2022/03/11	公開	電極材料およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
25	パナソニック ホールディングス株式会社	18/492873	外国	2022/03/11	公開	組成物およびそれを用いた電子デバイスの製造方法	樋口 洋
26	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2021-086526	国内	2021/05/21	取下	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
27	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/010969	PCT	2022/03/11	失効	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
28	パナソニック ホールディングス株式会社	202280033466.4	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
29	パナソニック ホールディングス株式会社	22804331.1	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
30	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-522262	国内	2022/03/11	出願	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
31	パナソニック ホールディングス株式会社	18/491762	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および太陽電池の製造方法	松下 明生
32	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2021-086531	国内	2021/05/21	取下	太陽電池	平岡 牧他
33	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/010972	PCT	2022/03/11	失効	太陽電池および太陽電池の製造方法	平岡 牧他

34	パナソニック ホールディングス株式会社	202280034369.7	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	平岡 牧他
35	パナソニック ホールディングス株式会社	22804332.9	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	平岡 牧他
36	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-522263	国内	2022/03/11	登録	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	平岡 牧他
37	パナソニック ホールディングス株式会社	18/494700	外国	2022/03/11	公開	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	平岡 牧他
38	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2025-009798	国内	2022/03/11	出願	太陽電池および 太陽電池の製造 方法	平岡 牧他
39	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-001947	国内	2022/01/07	取下	太陽電池	関本 健之他
40	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/042633	PCT	2022/11/16	失効	太陽電池	関本 健之他
41	パナソニック ホールディングス株式会社	202280087645.6	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
42	パナソニック ホールディングス株式会社	22918723.2	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
43	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-572364	国内	2022/11/16	登録	太陽電池	関本 健之他
44	パナソニック ホールディングス株式会社	18/763331	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
45	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-001948	国内	2022/01/07	公開	太陽電池	関本 健之他
46	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-001949	国内	2022/01/07	取下	太陽電池	関本 健之他
47	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/042634	PCT	2022/11/16	失効	太陽電池	関本 健之他
48	パナソニック ホールディングス株式会社	202280087872.9	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
49	パナソニック ホールディングス株式会社	22918724.0	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
50	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-572365	国内	2022/11/16	登録	太陽電池	関本 健之他
51	パナソニック ホールディングス株式会社	18/763419	外国	2022/11/16	公開	太陽電池	関本 健之他
52	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-001950	国内	2022/01/07	公開	太陽電池	関本 健之他

53	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2021-198905	国内	2021/12/07	取下	太陽電池	関本 健之
54	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/042297	PCT	2022/11/14	失効	太陽電池	関本 健之
55	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-566188	国内	2022/11/14	登録	太陽電池	関本 健之
56	パナソニック ホールディングス株式会社	18/733405	外国	2022/11/14	公開	太陽電池	関本 健之
57	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-001951	国内	2022/01/07	取下	光電変換モジュール	樋口 洋
58	パナソニック ホールディングス株式会社	202280087870.X	外国	2022/11/16	公開	光電変換モジュール	樋口 洋
59	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2022/042635	PCT	2022/11/16	失効	光電変換モジュール	樋口 洋
60	パナソニック ホールディングス株式会社	22918725.7	外国	2022/11/16	公開	光電変換モジュール	樋口 洋
61	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-572366	国内	2022/11/16	出願	光電変換モジュール	樋口 洋
62	パナソニック ホールディングス株式会社	18/763587	外国	2022/11/16	公開	光電変換モジュール	樋口 洋
63	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-035604	国内	2022/03/08	公開	太陽電池	山本 貴之
64	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2022-035605	国内	2022/03/08	取下	組成物および光電変換素子の製造方法	山本 貴之
65	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2023-540583	国内	2023/01/06	取下	組成物および光電変換素子の製造方法	山本 貴之
66	パナソニック ホールディングス株式会社	18/824420	外国	2023/01/06	公開	組成物および光電変換素子の製造方法	山本 貴之
67	パナソニック ホールディングス株式会社	PCT/JP2023/000228	PCT	2023/01/06	失効	組成物および光電変換素子の製造方法	山本 貴之
68	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2024-110553	国内	2024/07/09	出願	太陽電池	関本 健之他
69	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2024-128280	国内	2024/08/02	出願	太陽電池モジュール	松下 明生
70	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2025-022594	国内	2025/02/14	出願	太陽電池及び太陽電池モジュール	日下 健一他
71	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2025-016881	国内	2025/02/04	出願	太陽電池モジュールおよび太陽電池モジュールの製造方法	松下 明生

72	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2025-055220	国内	2025/03/28	出願	太陽電池	関本 健之
73	パナソニック ホールディングス株式会社	特願 2025-055225	国内	2025/03/28	出願	太陽電池	山本 貴之他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Takeyuki Sekimoto et al.	Panasonic Holdings Corporation	Investigation of the Acceleration and Suppression of the Light-Induced Degradation of a Lead Halide Perovskite Solar Cell Using Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy	ACS Appl. Energy Mater., 5(4), 4125-4137	有	2022/03
2	松井 太佑	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けたアルカリ金属元素添加の効果の解明	応用物理学会, 91(4), 216-219	有	2022/03
3	樋口 洋他	パナソニックホールディングス株式会社	大面積ペロブスカイト太陽電池モジュールの高効率化	Panasonic Technical Journal, 68(1), 47-52	有	2022/05
4	金子 幸広	パナソニックホールディングス株式会社	建材一体型太陽電池の実現に向けたパナソニックのペロブスカイト太陽電池開発	PVTECH ニュース, 93(3), 6-9	無	2023/03
5	Takeyuki Sekimoto et al.	Panasonic Holdings Corporation	Perovskite Solar Cell Using Isonicotinic Acid as a Gap-Filling Self-Assembled Monolayer with High Photovoltaic Performance and Light Stability	ACS Appl. Mater. Interfaces, 15(28), 33581-33592	有	2023/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	樋口 洋	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池モジュールの高効率化	日本太陽光発電学会	2020/10
2	金子 幸広	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の実用化技術開発	日本化学会 第101 春季年会	2021/03
3	相澤 将徒	パナソニックホールディングス株式会社	脱炭素社会の実現に向けた先進エネルギー変換技術とマテリアルズインフォマティクス	コンバーティングテクノロジー総合展 2022 (JFlex)	2022/01
4	関本 健之	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の光劣化加速及び抑制メカニズムの解析	第20回 SPring-8 産業利用報告会	2023/09
5	金子 幸広	パナソニックホールディングス株式会社	ガラス基板ペロブスカイト太陽電池の革新的開発と新たな創エネ機会の創出	PV expo 【秋】～第19回【国際】太陽光発電展～	2024/10

6	金子 幸広	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の社会実装シナリオを探る	テクノロジーNEXT2025 DAY2 ペロブスカイト太陽電池セミナー、キープレイヤーが語る次の一手	2024/12
7	松井 太佑	パナソニックホールディングス株式会社	ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の開発	日本化学会 第 104 春季年会	2024/03
8	金子 幸広	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の開発と建材一体型への可能性	日経 BP 主催 WEB セミナー「いよいよ離陸するペロブスカイト太陽電池、エネルギー革新を起こせるか」	2024/07
9	松井 太佑	パナソニックホールディングス株式会社	ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の開発	応用物理学会 第 85 回秋季学術講演会	2024/09

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	パナソニックホールディングス株式会社	建材一体型太陽電池の実現に向けたペロブスカイト太陽電池の実用化開発	『ペロブスカイト太陽電池の最新開発・製造・評価・応用技術』	2023/02
2	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の実用化ーガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の開発	技術教育出版社	2024/11
3	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の開発動向と特性改善-発電効率向上、長寿命化、耐久性改善-	技術情報誌	2024/12

(c)その他

番号	所属	タイトル	イベント名	発表年月
1	樋口 洋他	ペロブスカイト太陽電池モジュールの高効率化	日本太陽光発電学会 イノベティブ PV 賞	2020/10
2	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池の光劣化メカニズムの解析	公益財団法人高輝度光科学研究センター (JASRI) ホームページ	2021/05
3	パナソニックホールディングス株式会社	NEDO ブースでのペロブスカイト太陽電池モジュールの展示	再生可能エネルギー世界展示会 2022	2022/01
4	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックブースでのオンライン展示	CES2022	2022/01
5	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックグループのブースでの展示	CES2023	2023/01
6	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックブースでのペロブスカイト太陽電池の実物展示	CEATEC 2023	2023/10
7	パナソニックホールディングス株式会社	ガラス建材一体型 ペロブスカイト太陽電池	CEATEC AWARD 2023 デバイス部門 準グランプリ	2023/10
8	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックブースでのペロブスカイト太陽電池の実物展示	COP28 (ジャパンパビリオン内)	2023/11
9	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックブースでのペロブスカイト太陽電池の実物展示	中国国際輸入博 2023	2023/11
10	パナソニックホールディングス株式会社	世界初※、ガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池 Fujisawa サスティナブル・スマートタウン内で長期実証実験を開始	パナソニック ホールディングス株式会社 ホームページ	2023/08
11	パナソニックホールディングス株式会社	パナソニックブースでのペロブスカイト太陽電池の実物展示	CES2024	2024/01

12	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池	CEATEC2024	2024/10
13	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池	IFA2024（ドイツ・ベルリン）	2024/09
14	パナソニックホールディングス株式会社	ペロブスカイト太陽電池	CES2025	2025/01

5.1.2.8 高性能化に向けた BIPV 材料技術開発（学校法人早稲田大学）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	K. Suwa, T. Suga, K. Oyaizu, H. Segawa, H. Nishide	Waseda Univ. The Univ. of Tokyo	Phenolic antioxidant-incorporated durable perovskite layers and their application for a solar cell	MRS Communications, 10 (2), 312-316	有	2020/6
2	Megumi Kojima, Lyufei Xue, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide, and Takeo Suga	Waseda Univ.	Combination of Poly(3-butylthiophene) Hole-Transporting Layer and Butylammonium Interface Passivation to Improve an Inorganic Perovskite Solar Cell	ACS Appl. Polym. Mater. 6, 4100-4105.	有	2023/5
3	須賀健雄	早稲田大学	ドーパントフリーな高分子電荷輸送材料の開発	宮坂力 編、池上和志 監修、ペロブスカイト太陽電池の開発技術と最新実用化指針、技術教育出版 p.106-113	無	2025/2

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	小島 萌美、神守 広一郎、須賀 健雄、小柳 津 研一、瀬川 浩司、西出 宏之	早大先進理工 東大院総合	ポリ(トリフェニルアミン)をホール輸送層とした光電変換素子でのペロブスカイト層の表面改質	日本化学会 第 101 春季年会	2021/3
2	福島 光悠、神田 悠太郎、須賀 健雄、小柳 津 研一、西出 宏之	早大先進理工	化学酸化重合によるチオフェン系共役ポリマーの簡便合成と HOMO 準位の調整	日本化学会 第 101 春季年会	2021/3
3	神田 悠太郎、福島 光悠、小柳 津 研一、西出 宏之、須賀 健雄	早大先進理工	化学酸化重合によるポリ(アリールチオフェン)誘導体の合成とペロブスカイト太陽電池への適用	第 70 回高分子討論会	2021/9

4	福島 光悠, 神田 悠太郎, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	化学酸化重合によるジチエニル共役ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への適用	第 11 回 CSJ 化学フェスタ	2021/10
5	小島 萌美, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	ポリチオフェンをホール輸送層としたセシウム鉛ハライドペロブスカイト太陽電池	第 11 回 CSJ 化学フェスタ	2021/10
6	福島 光悠, 神田 悠太郎, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	アクセプター部位を有するチオフェン誘導体の化学酸化重合とペロブスカイト太陽電池への適用	第 14 回超分子若手懇談会	2021/11
7	神田 悠太郎, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	深 HOMO 準位を有するポリ(アリールチオフェン)誘導体の簡便合成とペロブスカイト太陽電池への適用	第 14 回超分子若手懇談会	2021/11
8	Megumi Kojima, Koichiro Kamimori, Kenichi Oyaizu, Hiroshi Segawa, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	Waseda Univ. The Univ. Tokyo	Surface Passivation of All-inorganic Wide-bandgap Perovskites for High Moisture Durability	Pacificchem 2021	2021/12
9	Haruka Sugiyama, Kenichi Oyaizu, Hiroshi Segawa, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	Waseda Univ. The Univ. Tokyo	Interface modification of the perovskite / dopant-free P3HT for durable solar cells	Pacificchem 2021	2021/12
10	長谷山 航大, 杉山 遥香, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	高分子添加剤とバーコート塗布によるワイドバンドギャップペロブスカイト層の厚み制御と光電変換特性	日本化学会 第 102 春季年会 (2022)	2022/3
11	小島 萌美, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	全無機ペロブスカイト太陽電池における無ドーブポリ(3-アルキルチオフェン)の側鎖/表面改質効果	第71回高分子討論会	2022/9
12	福島 光悠, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	側鎖脱離型チオフェン系共役ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への適用	第71回高分子討論会	2022/9
13	長谷山 航大, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	東大院総合	無機ペロブスカイトインキの引き塗り法による膜厚改善(>700 nm)と高効率セルの作製	第12回CSJ化学フェスタ	2022/10
14	長谷山 航大, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	引き塗り法での無機ペロブスカイト層の膜厚改善(>700nm)と大面積化に向けた素子の作製	第15回超分子若手懇談会	2022/11
15	Kota Haseyama, Kenichi Oyaizu,	早稲田大学	Bar-coating Preparation of All-Inorganic Perovskite Layer over 700 nm Thickness from	IPEROP 23	2023/1

	Hiroyuki Nishide, Takeo Suga		Perovskite Precursor Inks toward High-efficiency Solar Cells		
16	Teruhiro Fukushima, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	早稲田大学	Synthesis of Thiophene-based Conjugated Polymers bearing Thermocleavable Side Chains and Their Application to the Perovskite Solar Cells	IPEROP 23	2023/1
17	Megumi Kojima, Kenichi Oyaizu, Hiroshi Segawa, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	早大先進理工 東大院総合	Effective Alkyl Chain Combinations of Dopant-Free Poly(3-alkylthiophene)s and Surface Passivation Salts for All-Inorganic Perovskite Solar Cells	IPEROP 23	2023/1
18	南井 正樹, 福島 光悠, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	ホール輸送性チエノチオフェン含有共役ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への応用	日本化学会 第103春季年会(2023)	2023/3
19	薛 律菲, 小島 萌美, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	電子輸送層・界面修飾による電子輸送層・界面修飾による全無機ペロブスカイト太陽電池の高効率化	日本化学会 第103春季年会(2023)	2023/3
20	南井 正樹, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	酸化重合法によるチエノチオフェン系ホール輸送ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への展開	第72回高分子討論会	2023/9
21	薛 律菲, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工 東大院総合	全無機ペロブスカイト層に適合したメソ型電子輸送層の界面制御と高効率化	第13回CSJ化学フェスタ	2023/10
22	南井 正樹, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	チエノチオフェン系オリゴマー・ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への適用	第13回CSJ化学フェスタ	2023/10
23	Takeo Suga, Masaki Minai, Lyufei Xue, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide	早大先進理工	Thienothiophene-Based Dopant-free Hole-transporting Polymers: Side Chain Modification and Interface Passivation for an Inorganic Perovskite Solar Cell	PVSEC-34	2023/11
24	Kota Haseyama, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	早大先進理工	Bar-coating Preparation of All-Inorganic Perovskite Layer over 700 nm Thickness and Improvement of Conversion Efficiency through Surfactant Addition	PVSEC-34	2023/11
25	Lyufei Xue, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga	早大先進理工	Interface Control and Efficiency Enhancement of Mesoscopic and Planar TiO ₂ Layer for All Inorganic Perovskite Solar Cells	PVSEC-34	2023/11
26	長谷山 航大, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	引き塗り法での無機ペロブスカイト層の膜厚改善(> 700 nm)と界面活性剤添加効果	第16回超分子若手懇談会	2024/1
27	志水 利緒, 長谷山 航大, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	バーコート塗布による全無機ペロブスカイト層の形成とインク添加剤による表面改質効果	日本化学会 第104春季年会(2024)	2024/3
28	酒井 悠, 南井正樹, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄	早大先進理工	ホール輸送性チエノチオフェン含有共役ポリマーの側鎖設計とペロブスカイト太陽電池への適用	日本化学会 第104春季年会(2024)	2024/3

29	志水利緒,小柳津研一,西出宏之,須賀健雄	早大先進理工	パーコート塗布によるインク添加全無機ペロブスカイト層の表面改質効果	第14回CSJ化学フェスタ	2024/10
30	酒井 悠,南井正樹,小柳津 研一,西出 宏之,須賀 健雄	早大先進理工	ドーパントフリー正孔輸送ポリマーの側鎖設計とペロブスカイト太陽電池への適用	第14回CSJ化学フェスタ	2024/10
31	Lyufei Xue, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide and Takeo Suga	早大先進理工	Interface Control and Efficiency Enhancement of of Mesoscopic TiO2 Layer for All Inorganic Perovskite Solar Cells with High Power Conversion Efficiency	PV-SEC35	2024/11
32	Rio Shimizu, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide and Takeo Suga	早大先進理工	Facile Bar-coating Process for All-inorganic Perovskite Layers: Ink Additives and their Surface Modification effects	PV-SEC35	2024/11
33	Yu Sakai, Masaki Minai, Kenichi Oyaizu, Hiroyuki Nishide and Takeo Suga	早大先進理工	Side-Chain Engineering of Thienothiophene-containing Polymer as Hole transporting Materials for All inorganic Peorvskite Solar cell.	PV-SEC35	2024/11
34	尾形 颯紀・酒井 悠・小柳津研一・西出 宏之・須賀 健雄	早大先進理工	ホール輸送性ポリチオフェンの π コアユニットの分子設計とペロブスカイト太陽電池への適用	日本化学会 第105春季年会(2025)	2025/3

(c)その他 受賞実績

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	福島 光悠, 神田 悠太郎, 小柳津 研一, 西出 宏之, 須賀 健雄(優秀ポスター賞)	早大先進理工 東大院総合	化学酸化重合によるジチエニル共役ポリマーの合成とペロブスカイト太陽電池への適用	11 回 CSJ 化学フェスタ, オンライン開催	2021/10
2	長谷山 航大, 小柳津 研一, 瀬川 浩司, 西出 宏之, 須賀 健雄(優秀ポスター賞)	早大先進理工 東大院総合	無機ペロブスカイトインキの引き塗り法による膜厚改善(>700 nm)と高効率セルの作製	第 12 回 CSJ 化学フェスタ	2022/10
3	Megumi Kojima, Kenichi Oyaizu, Hiroshi Segawa, Hiroyuki Nishide, Takeo Suga (Best Poster Prize)	早大先進理工 東大院総合	Effective Alkyl Chain Combinations of Dopant-Free Poly(3-alkylthiophene)s and Surface Passivation Salts for All-Inorganic Perovskite Solar Cells	IPEROP 23	2023/1

5.1.2.9 ZEB 達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証 (株式会社カネカ)

なし

5.1.2.10 デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向け BIPV システムの実証 (株式会社 LIXIL)

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	株式会社 LIXIL	特願 2021-017628	国内	2021/02/05	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
2	株式会社 LIXIL	特願 2021-050818	国内	2021/03/24	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
3	株式会社 LIXIL	PCT/JP2022/035494	PCT	2022/09/22	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
4	株式会社 LIXIL	PCT/JP2022/035495	PCT	2022/09/22	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
5	株式会社 LIXIL	PCT/JP2022/035496	PCT	2022/09/22	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
6	株式会社 LIXIL	PCT/JP2022/035497	PCT	2022/09/22	出願	太陽光発電設備測 定システムおよび 太陽光発電設備測 定方法	石井久史
7	株式会社 LIXIL	特願 2022-158247	国内	2022/09/30	出願	日射遮蔽装置	石井久史
8	株式会社 LIXIL	特願 2022-158248	国内	2022/09/30	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史 他
9	株式会社 LIXIL	特願 2023-219856	国内	2023/12/26	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史 他
10	株式会社 LIXIL	特願 2023-219857	国内	2023/12/26	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史
11	株式会社 LIXIL	特願 2023-219858	国内	2023/12/26	出願	ロールスクリーン 装置	石井久史

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	石井久史	株式会社 LIXIL	屋内設置型 BIPV の入射角別出力特性 PV ロールスクリーンを使用した場合	日本建築学会 2022 年度 学術講演会大会（北海 道） 1965-1966	無	2022/09
2	石井久史	株式会社 LIXIL	カーボンニュートラルに向けて ファサードの果たす役割	日本建築学会第 51 回熱 環境シンポジウム執筆 部 68-73 pdf 配布	無	2023/12
3	石井久史 他	株式会社 LIXIL	デザイン性を考慮した多機能 PV ロールスクリーンの研究開 発-実証実験概要-	日本建築学会 2023 年度 学術講演会大会（近 畿）1907-1908	無	2023/09/14

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	石井久史	株式会社 LIXIL	カーボンニュートラルに 向けて ファサードの果たす役割	日本建築学会第 51 回熱環境シ ンポジウム	2022/12
2	石井久史	株式会社 LIXIL	屋内設置型 BIPV の入射 角別	日本建築学会 2022 年度学術講 演会大会（北海道）	2022/09

			出力特性 PV ロールスクリーンを使用した場合		
3	石井久史	株式会社 LIXIL	PV ロールスクリーンシステム	日本太陽光発電学会次世代太陽電池セル・モジュール分科会研究会	2023/10
4	石井久史	株式会社 LIXIL	BIPV trends and issues in Japan	韓国太陽光発電学会 WCPEC-9 組織委員会 BIPV スペシャルフォーラム	2023/11
5	石井久史	株式会社 LIXIL	BIPV の現状 IEA での活動を通じて	第 18 回再生可能エネルギー RE2023 フォーラム環境建築分野	2024/01

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	株式会社 LIXIL	多機能 PV ロールスクリーンの研究開発	日本建築協会「建築と社会」	2022/12
2	株式会社 LIXIL	建材一体型太陽光発電の実証開始	新エネルギー新聞	2024/04
3	株式会社 LIXIL	LIXIL、脱炭素社会の実現に向け福岡県宗像市と提携	日本経済新聞	2024/04

(c)その他

番号	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	株式会社 LIXIL	LIXIL プレスリリース「太陽光発電ロールスクリーンシステム」	https://newsroom.lixil.com/ja/2022071902	2022/07
2	株式会社 LIXIL	サンプル出展	第 17 回再生可能エネルギー展、NEDO ブース	2023/01
3	株式会社 LIXIL	太陽光で発電する「ロールスクリーン」、暑さ寒さを和らげる効果も	メガソーラービジネス https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00007/00083/?ST=msh&P=1	2023/06
4	株式会社 LIXIL	ロールスクリーンで太陽光発電 オフィスビルでの活用見据える	TVQ 九州放送 https://www.youtube.com/watch?v=6SDMWfg9nZU	2024/03
5	株式会社 LIXIL	宗像市で実証実験「太陽光発電ロールスクリーン」	九州朝日放送 https://www.youtube.com/watch?v=UFK1e35F5eI	2024/03
6	株式会社 LIXIL	「巻き上げられる！」ロールカーテン状の太陽光発電機 実証実験で中学校の窓際に設置	RKB 毎日放送 https://www.youtube.com/watch?v=g0SiBiGAjc4	2024/03
7	株式会社 LIXIL	新しい形の太陽光発電 全国初の窓につけるスクリーン型！ パネル型より低予算・簡単に設置 福岡・宗像市で全国初の実証実験	FBS 福岡放送	2024/03
8	株式会社 LIXIL	中学校の窓で“エコエネルギー” ロールスクリーンで太陽光発電非常用電源としても期待	TNC テレビ西日本	2024/03
9	株式会社 LIXIL	新しい形の太陽光発電 全国初の窓につけるスクリーン型！ パネル型より低予算・簡単に設置 福岡・宗像市で全国初の実証実験	日テレニュースヘッドライン https://news.ntv.co.jp/category/economy/fsc5b9dbbeab0ea84bd59219fa4dbf589c27	2024/03
10	株式会社 LIXIL	LIXIL プレスリリース、脱炭素社会の実現に向け、福岡県宗像市と LIXIL が提携「PV ロールスクリーンシステム」の実証を開始	https://newsroom.lixil.com/ja/2024040301	2024/04
11	株式会社 LIXIL	宗像市プレスリリース、脱炭素社会の実現に向け、福岡県宗像市と	https://www.city.munakata.lg.jp/kiji003820/index.html	2024/04

		LIXIL が提携「PV ロールスクリーンシステム」の実証を開始		
12	株式会社 LIXIL(石井久史)	PVTEC、壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン	PVTEC、壁面設置太陽光発電システム 設計・施工ガイドライン 2023 年度版	2024/04
13	株式会社 LIXIL	LIXIL、宗像市で「PV ロールスクリーン」実証開始 災害時電力源に期待	環境ビジネスオンライン https://www.kankyo-business.jp/news/44fbf9fe-d065-4e42-ba4a-972eedb860e7	2024/04
14	株式会社 LIXIL	LIXIL、福岡県宗像市と PV ロールスクリーンの実証開始	新建ハウジング https://www.s-housing.jp/archives/345622	2024/04
15	株式会社 LIXIL	2024 年度 グッドデザイン賞 受賞	https://www.g-mark.org/gallery/winners/25246?companies=2b7ee0bb-e29f-4c1b-b928-c168467f8267	2024/11
16	株式会社 LIXIL	令和 6 年度 気候変動アクション環境大臣表彰 大賞 受賞	https://www.env.go.jp/earth/ondanka/min_action_award/winners_r06.html	2024/12
17	株式会社 LIXIL	脱炭素チャレンジカップ 2025 奨励賞 受賞	https://www.zenkoku-net.org/datsutanso/common/pdf/finalist2025_v6.pdf	2025/02

5.1.3. 移動体用太陽電池の研究開発

5.1.3.1 超高効率低コストセル・モジュール技術開発（シャープエネルギーソリューション株式会社）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	シャープ株式会社	2021-121832	JP：日本国	2021.7.26	出願	太陽電池モジュールおよび太陽光発電システム	岡本親扶他
2	シャープ株式会社	PCT/JP2022/26073（PCT（日本国以外指定））	PCT（日本国以外指定）	2022.6.29	出願	太陽電池モジュールおよび太陽光発電システム	岡本親扶他
3	シャープ株式会社	2023-222740	JP：日本国	2023.12.28	出願	太陽電池モジュールおよび太陽光発電システム	岡本親扶他
4	シャープ株式会社	202280041845. 8（CN）	CN：中国	2024.2.2	出願	太陽電池モジュールおよび太陽光発電システム	岡本親扶他
5	シャープ株式会社	18/291031（US）	US：アメリカ合衆国	2024.1.22	出願	Solar cell module and solar power Generation system	岡本親扶他
6	シャープ株式会社	202447011691（IN）	IN：インド	2024.2.20	出願	Solar cell module and solar power Generation system	岡本親扶他
7	シャープ株式会社	22849137. 9（EP）	EP：欧州特許庁（EP）	2024.2.20	出願 継続中	Solar cell module and solar power Generation system	岡本親扶他

（Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	高本 達也	シャープ株式会社	多接合型太陽電池の応用	2021 年応用物理学会春季学術講演会	2021/03
2	高本 達也	シャープ株式会社	Efforts to expand the applications of III-V ultra-high efficiency solar cells from space to the ground	31st Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
3	高本 達也	シャープ株式会社	SHARP Compound PV Module	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11

(b) その他（プレス発表等）

番号	発表者	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	新エネルギー・産業技術総合開発機構	化合物 3 接合太陽電池モジュール（展示）	第 16 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2022/01
2	シャープ株式会社	実用サイズの軽量かつフレキシブルな太陽電池モジュールで世界最高の変換効率 32.65% を達成	シャープニュースリリース	2022/06
3	シャープ株式会社	世界最高効率の太陽電池モジュール（展示）	CEATEC 2022	2022/10

4	シャープ株式会社	World highest conversion efficiency PV module (展示)	CES 2023	2023/01
5	新エネルギー・産業技術総合開発機構	世界最高効率の太陽電池モジュール (展示)	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2023/02
6	シャープ株式会社	世界最高効率の太陽電池モジュール (展示)	PV EXPO 2023	2023/03
7	シャープエネルギーソリューション株式会社	化合物・シリコン積層型太陽電池モジュールで世界最高の変換効率 33.66%を達成	シャープニュースリリース	2023/10
8	新エネルギー・産業技術総合開発機構	世界最高効率の太陽電池モジュール (展示)	第 18 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2024/01
9	シャープエネルギーソリューション株式会社	世界最高効率の太陽電池モジュール (展示)	PV EXPO 2024	2024/03
10	新エネルギー・産業技術総合開発機構	世界最高効率の太陽電池モジュール (展示)	第 19 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2025/01

5.1.3.2 高効率多接合薄膜セル (国立大学法人東京大学)

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	タカノ株式会社	特願 2022-154287	国内	2022/09/28	出願	性能評価装置及び 性能評価方法	
2	タカノ株式会社	特願 2024-129663	国内	2024/08/06	出願	検査装置及び検査 方法	

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ 番号	査読	発表年月
1	Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon, Haibin Wang, Achilles E Espaldon, Takaya Kubo, Hiroshi Segawa, Nazmul Ahsan, Yoshitaka Okada	東京大 学、サン ト・トマ ス大学	Application of perovskite quantum dots in carrier redistribution in III-V multijunction solar cells with luminescent coupling effect	Journal of Photonics for Energy, 42005	有	2020/10
2	Iván Lombardero, Mario Ochoa, Naoya Miyashita, Yoshitaka Okada, Carlos Algora	マドリー ド工科大 学、東京 大学	Theoretical and experimental assessment of thinned germanium substrates for III-V multijunction solar cells	Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 1097-1106	有	2020/11
3	Meita Asami, Kentaro Watanabe, Yoshiaki Nakano, and Masakazu Sugiyama	東京大学	Smooth Surface Morphology and Long Carrier Lifetime of InGaP Realized by Low-Temperature-Grown Cover Layer	Phys. Status Solidi B, 2100305(1-7)	有	2021/11
4	Maxime Giteau, Yusuke Oteki, Kento Kitahara, Naoya Miyashita, Ryo Tamaki, Yoshitaka Okada	東京大学	Optimizing the vertical position of quantum dots and wells to maximize light absorption	SPIE Proceedings, New Concepts in Solar and Thermal Radiation Conversion IV, 1182406	有	2021/08

5	Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano and Masakazu Sugiyama	東京大学	Enhanced Radiative Efficiency of InGaAs/GaAsP MultipleQuantum Wells by Optimizing the Thickness of Interlayers	Phys. Status Solidi A, 2100426(1-6)	有	2022/01
6	Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Riko Yokota, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Comparison of Various Voltage Metrics for the Evaluation of the Nonradiative Voltage Loss in Quantum-Structure Solar Cells	IEEE Journal of Photovoltaics, 95-104	有	2022/12
7	S. Suba Viveka, T. Logu, N. Ahsan 他	東京大学、インド・マドゥライ・カーマラージャル大学、VIT 大学他	Study of sub-band states formation in the optical band gap of CuGaS2 thin films by electronic excitations	Journal of Physics and Chemistry of Solids, 110636	有	2022/02
8	M. Giteau, Y. Oteki, K. Kitahara, N. Miyashita, R. Tamaki, Y. Okada	東京大学	Resonant absorption for multilayer quantum well and quantum dot solar cells	Journal of Photonics for Energy, 22203	有	2022/03
9	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	東京大学	Low-Temperature Photoluminescence Investigation of Carbon-Doped AlGaAs Grown by MOVPE on Vicinal Substrates	Physica Status Solidi (a), 2300529	有	2023/12
10	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	東京大学	Al _{0.35} Ga _{0.65} As/InGaP heterojunction solar cell based on temperature-graded growth	Japanese Journal of Applied Physics, 65503	有	2023/06
11	Ryoya Tsuchida, Kentaroh Watanabe, Meita Asami, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Current Enhancement of Ultrathin GaAs Solar Cells with Rear Light Scattering Structures Using Block Copolymers	Physica Status Solidi (a), 2300586	有	2023/07
12	Meita Asami, Henner Kampwerth, Michael Pollard, Xiaojing Hao, Shintaro Komaba, Tetsuo Ikari, Atsuhiko Fukuyama, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学、宮崎大学、ニューサウスウェールズ大学	Refining Photothermal Deflection Spectroscopy: Incorporating Reflectance for Enhanced Accuracy in Light-Absorption Measurements	Physica Status Solidi (a), 2300585	有	2023/07
13	Hassanet Sodabanlu, Gan Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Improvement of InGaP solar cells grown with TBP in planetary MOVPE reactor	Solar Energy Materials and Solar Cells, 122402	有	2023/08

14	Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	InGaP Solar Cell with InGaP Multiple Quantum Wells Grown under Optimized V/III Ratio	Physica Status Solidi (a), 2300660	有	2023/08
15	Vaishnavi Thakur, Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon, and Yoshitaka Okada	東京大学	Luminescent coupling effect in InGaP/GaAs/InGaAs inverted metamorphic triple-junction solar cell	Journal of Photonics for Energy, 015503-015503	有	2024/01
16	B. M. Yu Jeco-Espaldon and Y. Okada	東京大学	Achieving Large-Area, Crack-Free Epitaxial Lift-Off of Inverted Metamorphic Multijunction Solar Cells by Ag Electrode Extension and the Counterintuitive Use of Temporary Rigid Carrier	Solar RRL,	有	2024/12
17	M. Asami, M. Hino, G. Li, K. Watanabe, Y. Nakano, and M. Sugiyama	東京大学	Comprehensive voltage-loss analysis and reduction of radiative recombination voltage loss in quantum-structured solar cells	Sol. Eng. Mater. Solar Cells, 112957	有	2024/05
18	M. Asami, K. Watanabe, Y. Nakano, and M. Sugiyama	東京大学	Boosting quantum-structured solar cell light absorption through compressively strained superlattices	Jpn. J. Appl. Phys, 71003	有	2024/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Riko YOKOTA, Kentaroh WATANABE, Hassanet SODABANLU, Hao XU, Meita ASAMI, Yoshiaki NAKANO, and Masakazu SUGIYAMA	The University of Tokyo	High Efficiency InGaAs Cell With Enhanced External Radiative Efficiency	30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC)	2020/11
2	Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Riko Yokota, Naoya Miyashita, Yoshitaka Okada, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	The Enhancement of Light Absorption Efficiency of Solar Cells Using Compressively-Strained Superlattice with Strain-Balanced Interlayer	30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC)	2020/11
3	Meita Asami, Riko Yokota, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama,	The University of Tokyo	LUMINESCENT CHARACTERISTICS OF WIRE-ON-WELL NANOSTRUCTURE SOLAR CELLS	EU PVSEC 2020	2020/09
4	宮下直也、岡田至崇	東京大学	エピタキシャルリフトオフ法を用いた薄膜太陽電池の作製	2020 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
5	Hssanet Sodabanlu, Akinori Ubukata, Kentaroh Watanabe,	東京大学	Impacts of growth parameters on the morphology of In(AlGa)P grown by high speed MOCVD	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03

	Takeyoshi Sugaya, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama				
6	横田 莉子, 渡辺 健太郎, ソダーバンル ハサネット, 浅見 明太, シュ ハオ, 中野 義昭, 杉山 正和	東京大学	InGaAs 単接合太陽電池の高効率化と EL による外部発光効率評価	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
7	日野 眞生, 浅見 明太, 渡辺 健太郎, 中野 義昭, 杉山 正和	東京大学	InGaAs/GaAsP 多重量子井戸の発光に対する GaAs 中間層膜厚の影響	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
8	浅見明太, 渡辺健太郎, 中野義昭, 杉山正和	東京大学	結晶成長温度の調節による InGaP における表面モフォロジーとキャリア寿命の両立	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
9	Yoshitaka Okada	東京大学	Approaches to high-efficiency intermediate band photovoltaics	European MRS Spring 2021	2021/05
10	Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano and Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Enhanced Radiative Efficiency of InGaAs/GaAsP Multiple Quantum Wells by the Optimum Thickness of GaAs Interlayers	Compound Semiconductor Week 2021(CSW-21), Online	2021/05
11	Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Impact of GaAs substrate mis-orientation on InGaP grown by MOVPE	第 69 回 応用物理学会 春季学術講演会 (青山学院大学 相模原キャンパス + オンライン)	2021/05
12	Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, and Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Smooth surface morphology and long carrier lifetime of InGaP realized by low-temperature-grown cover layer	Compound Semiconductor Week 2021(CSW-21), Online	2021/05
13	Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano and Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Improvement of InGaP/GaAs interface realized by optimized InGaP cover layer for high efficiency rear-hetero-junction solar cells	20th US Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE-20), Virtual Conference	2021/08
14	Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Riko Yokota, Naoya Miyashita, Yoshitaka Okada, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	The Impact of Interfacial Growth Sequence on the Surface Morphology and Radiative Efficiency of InGaAs/GaAsP Multiple Quantum Wells	20th US Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE-20), Virtual Conference	2021/08
15	Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Development of InGaP solar cells grown in planetary MOVPE reactor using TBP	第 82 回 応用物理学会 秋季学術講演会 (オンライン)	2021/09
16	横田 莉子, 渡辺 健太郎, ソダーバンル ハサネット, 浅見 明太, シュ ハオ, 中野 義昭, 杉山 正和	東京大学	III-V 族狭バンドギャップ化合物半導体太陽電池の高効率化とエレクトロルミネセンスによる定量評価	第 82 回 応用物理学会 秋季学術講演会 (オンライン)	2021/09
17	Naoya Miyashita, Yoshitaka Okada	東京大学	Chapter ten: Inverted lattice-matched GaInP/GaAs/GaInNAsSb triple-junction solar cells: Epitaxial lift-off thin-film devices and potential space applications	Photovoltaics for Space - Key Issues, Missions and Alternative Technologies	2022/10

18	Naoya Miyashita, Yusuke Oteki, Nazmul Ahsan, Tomah Sogabe, Koichi Yamaguchi, Yoshitaka Okada	電気通信大 学、東京大 学	Dilute nitride based MQWs with strain compensation for 1.0 eV subcells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 33)	2022/11
19	Hassanet Sodabanlu, Gan Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Electroluminescence analysis of InGaP solar cells grown in a planetary MOVPE with TBP	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 33)	2022/11
20	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	東京大学	Rear-heterojunction AlGaAs solar cell with p- type absorber	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 33)	2022/11
21	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	傾斜温度成長に基づく Al _{0.35} GaAs / InGaP ヘテロ 接合太陽電池	第 69 回 応用物理学会 春季学術講演会 (青山 学院大学 相模原キャン パス + オンライン)	2022/03
22	横田 莉子, 渡辺 健太 郎, ソダーバンル ハサ ネット, 中野 義昭, 杉 山 正和	東京大学	構造及び吸収層厚さの検討 による InGaAsP 単接合太陽 電池の高効率化	第 69 回 応用物理学会 春季学術講演会 (青山 学院大学 相模原キャン パス + オンライン)	2022/03
23	Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshitaki Nakano and Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Radiative Efficiency Enhancement of InGaP by Shallow Multiple Quantum Wells for Solar Cell Application	The 20th International Conference on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (ICMOVPE XX)	2022/07
24	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	The University of Tokyo	Al _{0.35} GaAs/InGaP Heterojunction Solar Cell Based on Temperature- graded Growth	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion(WCPEC-8)	2022/09
25	Applying Ultra-High Phosphorous Composition GaAsP to InGaAs/GaAsP Strain-Balanced Quantum Structure Solar Cells Aiming for High Efficiency Multi-junction Solar Cells	The University of Tokyo	Applying Ultra-High Phosphorous Composition GaAsP to InGaAs/GaAsP Strain-Balanced Quantum Structure Solar Cells Aiming for High Efficiency Multi-junction Solar Cells	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion(WCPEC-8)	2022/09
26	Hassanet Sodabanlu, GaN Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	GaAs 太陽電池における極性 の影響	第 83 回応用物理学会秋 季学術講演会	2022/09
27	Hassanet Sodabanlu, GaN Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Improvement of InGaP solar cells grown with TBP in planetary MOVPE reactor	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion(WCPEC-8)	2022/09
28	日野 眞生, 浅見 明太, 渡辺 健太郎, 中野 義 昭, 杉山 正和	東京大学	InGaP 結晶の成長速度と フォトルミネッセンスの相 関	第 83 回応用物理学会秋 季学術講演会	2022/09
29	Kentaroh Watanabe, Riko Yokota, Meita Asami, Hassanet Sodabanlu, Yoshiaki Nakano, and Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Optical Characterization of the InGaAsP Solar Cells with Absolute Electroluminescence Observation	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion(WCPEC-8)	2022/09

30	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	The University of Tokyo	傾斜温度成長に基づく Al _{0.35} GaAs/InGaP ヘテロ接合太陽電池	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
31	浅見明太, 渡辺健太郎, 中野義昭, 杉山正和	東京大学	外部量子効率の形状が開放電圧に与える影響と量子構造太陽電池の最適化設計	第 83 回応用物理学会秋季学術講演会	2022/09
32	Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon and Yoshitaka Okada	The University of Tokyo	Analysis of plateau tandem solar cells	The 2023 10th International Conference on Nanomaterials and Materials Engineering (ICNME2023)	2023/11
33	Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon, Eiki Iwasawa, and Yoshitaka Okada	The University of Tokyo	Challenges and Potential Solutions in Epitaxial Lift-off of Inverted Metamorphic Multijunction Solar Cells	The 2023 10th International Conference on Nanomaterials and Materials Engineering (ICNME2023)	2023/11
34	Ryoya Tsuchida, Kentaroh Watanabe, Meita Asami, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Enhancement of Ultrathin GaAs Solar Cells with Rear Light Scattering Structure Using Self-Assembled Silver Nanoparticles	PVSEC-34	2023/11
35	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Maui Hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	東京大学	Low-temperature photoluminescence investigation of p-type C-doped AlGaAs grown by MOVPE on vicinal substrates	第 70 回 応用物理学会春季学術講演会	2023/03
36	Depu Ma, Gan Li, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Hassanet Sodabanlu, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	東京大学	Optimization of base layer thickness in rear heterojunction InGaAs cell for four-junction applications	第 70 回 応用物理学会春季学術講演会	2023/03
37	Hassanet Sodabanlu, Gan Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Polarity dependence of the properties of GaAs solar cells	第 70 回 応用物理学会春季学術講演会	2023/03
38	土田 遼哉、渡辺 健太郎、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	ブロック共重合体を用いた裏面光散乱構造を有する極薄 GaAs 太陽電池の作製	第 70 回 応用物理学会春季学術講演会	2023/03
39	島崎 嵩士、渡辺 健太郎、ソダーバンル ハッサネット、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	直接ウエハ接合による InGaP/GaAs/InxGa1-xAs//InyGa1-yAs 4 接合太陽電池の開発	第 70 回 応用物理学会春季学術講演会	2023/03
40	Ryoya Tsuchida, Kentaroh Watanabe, Meita Asami, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Current Enhancement of Ultrathin GaAs Solar Cells with Light Scattering Rear Textured Structure Using Block Copolymers	Compound Semiconductor Week 2023	2023/05
41	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Masakazu	The University of Tokyo	In-situ Annealed AlGaAs Solar Cells for Enhanced Performance	Compound Semiconductor Week 2023	2023/05

	Sugiyama, Yoshiaki Nakano				
42	Meita Asami, Henner Kampwerth, Michael Polard, Xiaojing Hao, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Investigation of Light Absorption by InGaAs/GaAsP Quantum Wells Using Photothermal Deflection Spectroscopy	Compound Semiconductor Week 2023	2023/05
43	Maui hino, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Radiative Efficiency Enhancement of InGaP MQWs Under Proper V-III Ratio for Solar Cell Application	Compound Semiconductor Week 2023	2023/05
44	Takashi Shimasaki, Kentaroh Watanabe, Hassanet Sodabanlu, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Development of InGaP/GaAs/In _x Ga _(1-x) As/In _y Ga _(1-y) As Four Junction Solar Cells by Surface Activated Bonding	50th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC50)	2023/06
45	Myeongok Kim, Chen Chen, Nicholas Trainor, Shalini Kumari, Dorota A. Kowalczyk, Joan M. Redwing and Yoshitaka Okada	The University of Tokyo	Effect of c-Al ₂ O ₃ miscut orientation on MoS ₂ alignment grown by MOCVD	The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO 2023)	2023/06
46	Yusuke Oteki and Yoshitaka Okada	The University of Tokyo	Intermediate-band solar cell structure with multi-layer InAs/GaAs quantum dots fabricated at Fabry-Perot resonance positions	The 9th International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO 2023)	2023/06
47	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano	The University of Tokyo	Investigations on Absorber Type and Junction Position of GaAs Solar Cells	50th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC50)	2023/06
48	Depu Ma, Hassanet Sodabanlu, Gan Li, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	The University of Tokyo	Numerical Investigation on Non-Radiative Recombination in InGaAs Front and Rear Hetero-Junction Solar Cell	50th IEEE Photovoltaic Specialist Conference (PVSC50)	2023/06
49	Bernice Espaldon, Wipakorn Jevasuwan, Naoki Fukata and Yoshitaka Okada	東京大学	Functionalizing silicon nanowires for III-V-based multijunction solar cells	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
50	Hassanet Sodabanlu, DePu Ma, Gan Li, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	InP based solar cells with p-on-n configuration	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
51	Depu Ma, Hassanet Sodabanlu, Gan Li, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Numerical Investigation on InGaAs Front and Rear Hetero-Junction Solar Cells	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
52	金明玉, 岡田至崇	東京大学	反応性スパッタリングによる Al ₂ O ₃ 上への MoS ₂ のエピタキシー成長	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09

53	栗井文康, 樗木悠亮, 鯉田崇, Giteau Maxime, Collin Stéphane, Guillemoles Jean-François, 岡田至崇, 久保貴哉, 瀬川浩司	東京大学	多接合化へ向けたワイドバンドギャップペロブスカイト太陽電池の構築	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
54	土田 遼哉、渡辺 健太郎、浅見 明太、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	自己組織化銀ナノ粒子を用いた裏面光散乱構造による超薄膜 GaAs 太陽電池の高効率化	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
55	浅見 明太、渡辺 健太郎、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	電圧損失解析に基づく全天候型太陽電池の最適設計	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
56	樗木悠亮, 岡田至崇	東京大学	高速成長による高密度 GaSb/GaAs 量子ドットの自己組織化成長	第 84 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
57	M. Asami, K. Watanabe, Y. Nakano, and M. Sugiyama	The University of Tokyo	Comprehensive study of optoelectronic reciprocity relation and diode ideality factor under light irradiation through EL and PL measurements	PVSEC-35	2024/11
58	T. Shimasaki, K. Watanabe, H. Sodabanlu, Y. Nakano, M. Sugiyama	The University of Tokyo	Efficiency enhancement of InGaP/GaAs/In _x Ga _(1-x) As/In _y Ga _(1-y) As Four Junction Solar Cells by improving current matching	PVSEC-35	2024/11
59	土田 遼哉、渡辺 健太郎、浅見 明太、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	100 nm 吸収層を持つ超薄膜 GaAs 太陽電池の作製と光閉じ込め構造の導入	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
60	Depu Ma, Hassanet Sodabanlu, Meita Asami, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Effect of post annealing on InGaAsP Front and Rear Junction Solar Cells	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
61	Hassanet Sodabanlu, Depu Ma, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	東京大学	Multijunction Solar Cells with p-on-n configuration via wafer bonding technique	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
62	Vaishnavi Thakur, Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon, and Yoshitaka Okada	The University of Tokyo	Spatial Mapping of Inverted Metamorphic Triple Junction Solar Cells	8th IEEE Electron Devices Technology & Manufacturing Conference (EDTM)	2024/03
63	稲葉大陸, 伊坪壮太, 宮下直也, 曾我部東馬, 岡田至崇, 山口浩一	電気通信大学、東京大学	バイアス光照射による薄膜タンデム太陽電池の各サブセルの I-V 測定	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
64	金 明玉, 岡田 至崇	東京大学	反応性スパッタリングで成膜した多層 MoS ₂ の光電流生成	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
65	樗木 悠亮, 岡田 至崇	東京大学	薄膜量子ドット太陽電池の電流増大に向けた Backgrating 構造	第 71 回 応用物理学会 春季学術講演会 2024	2024/03
66	B. M. Yu Jeco-Espaldon, M. Kim, W. Jevasuwan, Y. Oteki, N. Fukata, and Y. Okada	The University of Tokyo	Analysis of Inverted Metamorphic Multijunction Solar Cells After Epitaxial Lift-Off	2024 IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)	2024/06

67	T. Shimasaki, K. Watanabe, H. Sodabanlu, Y. Nakano, M. Sugiyama	The University of Tokyo	Development of InGaP/GaAs/In _x Ga _(1-x) As/In _y Ga _(1-y) As Four Junction Solar Cells by Surface Activated Bonding	2024 IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)	2024/06
68	浅見明太, 渡辺健太郎, 中野義昭, 杉山正和	東京大学	太陽電池における理想係数の集光度依存性の解明	第 85 回 応用物理学会 秋期学術講演会	2024/09
69	島崎 嵩士、渡辺 健太郎、ソダーバンル ハッサネット、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	電流不整合の改善による InGaP/GaAs/In _x Ga _(1-x) As/In _y Ga _(1-y) As 4 接合 太陽電池の高効率化	第 85 回 応用物理学会 秋期学術講演会	2024/09
70	渡辺 健太郎、島崎 嵩士、ソダーバンル ハッサネット、中野 義昭、杉山 正和	東京大学	直接ウエハ接合による InGaP/GaAs/In _x Ga _(1-x) As/In _y Ga _(1-y) As 4 接合太陽電池に対する反射防止膜の設計	第 72 回 応用物理学会 春期学術講演会	2025/03

(c)その他（受賞実績）

番号	発表者	講演タイトル	会議名・受賞	発表年月
1	Meita Asami, Riko Yokota, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama,	LUMINESCENT CHARACTERISTICS OF WIRE-ON-WELL NANOSTRUCTURE SOLAR CELLS	EU PVSEC 2020・発表者（浅見明太）が当該国際学会において Student Award を受賞	2020/09
2	Gan Li, Hassanet Sodabanlu, Kentaroh Watanabe, Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama	傾斜温度成長に基づく Al _{0.35} GaAs / InGaP ヘテロ接合太陽電池	第 69 回 応用物理学会 春季学術講演会（青山学院大学 相模原キャンパス + オンライン）・発表者（Gan Li）が当該学会において講演奨励賞を受賞	2022/03
3	Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon, Eiki Iwasawa, and Yoshitaka Okada	Challenges and Potential Solutions in Epitaxial Lift-off of Inverted Metamorphic Multijunction Solar Cells	The 2023 10th International Conference on Nanomaterials and Materials Engineering (ICNME2023)・発表者（Bernice Mae Yu Jeco-Espaldon）が当該学会において Poster Award を受賞	2024/06

5.1.3.3 超高効率多段接合モジュール開発（学校法人トヨタ学園豊田工業大学）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	国立大学法人 東海国立大学 機構、国立大学法人新潟大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所	特願 2024-107457	JP：日本国	2024.7.3	出願継続中	積層構造体、キャリア選択層、太陽電池および積層構造体の製造方法	宇佐美徳隆、水谷和嗣、黒川康良、後藤和泰、立花福久

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名・ページ 番号	査読	発表年月

1	Kenji Araki, Liang Ji, George Kelly, Arjo van der Ham, Emilio Agudo, Ignacio Antón, Mathieu Baudrit, Anna Carr, Rebeca Herrero, Sarah Kurtz, Zhengxin Liu, Mauro Pravettoni, Yasuyuki Ota, Hiromi Tobita, Sewang Yoon, Masahiro Yoshita, Masafumi Yamaguchi, and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	How did the knowledge of CPV contribute to the standardization activity of VIPV?	AIP Conference Proceedings 60001	有	2020/11
2	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Hiromu Saiki, Hiroki Tawa, Kensuke Nishioka, Daisuke Sato, and Masafumi Yamaguchi	University of Miyazaki	Super-multi-junction solar cells - Device configuration with the potential for more than 50% annual energy conversion efficiency (CPV)	AIP Conference Proceedings 20001	有	2020/11
3	Yusuke Hibino, Kota Yamazaki, Yusuke Hashimoto, Yosuke Otsuka, Naomi Sawamoto, Hideaki Machida, Masato Ishikawa, Hiroshi Sudoh, Hitoshi Wakabayashi, and Atsushi Ogura	1. Meiji University 2. JSPS Research Fellow 3. Meiji Renewable Energy Laboratory 4. Gas Phase Groth Ltd. 5. Tokyo Institute of Technology	The Electronic and Physical Structure Evaluation of MoS ₂ (1-x)Te ₂ x Alloy Fabricated with Co-sputtering and Post-deposition Annealing	ECS J. Solid State Sci. Technol. 093018-1	有	2020/11
4	Masafumi Yamaguchi, Kan-Hua Lee, Kenji Araki, Nobuaki Kojima, Yasuki Okuno, Mitsuru Imaizumi	Toyota technological Institute	Analysis for nonradiative recombination loss and radiation degradation of Si space solar cells	Progress in Photovoltaics 98-108	有	2020/09
5	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki, Daisuke Sato, Kan-Hua Lee, Nobuaki Kojima, Tatsuya Takamoto, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Kazumi Yamada, Takashi Nakado, Yusuke Zushi, Yoshio Ohshita, Mitsuhiro Yamazaki	Toyota technological Institute	Development of high-efficiency and low-cost solar cells for PV-powered vehicles application	Progress in Photovoltaics 684-693	有	2020/09

6	Kazuhiro Gotoh, Takeya Mochizuki, Tomohiko Hojo, Yuki Shibayama, Yasuyoshi Kurokawa, Eiji Akiyama, Noritaka Usami	1, Nagoya University, 2, Tohoku University	Activation energy of hydrogen desorption from high-performance titanium oxide carrier-selective contacts with silicon oxide interlayers	Current Applied Physics 36-42	有	2021/01
7	Masafumi Yamaguchi, Hitoshi Tampo, Hajime Shibata, Patrick Schygulla, Frank Dimroth, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for efficiency potential of II-VI compound, chalcopyrite, and kesterite-based tandem solar cells	Journal of Materials Research, 445-456	有	2022/01
8	Masafumi Yamaguchi, Hitoshi Tampo, Hajime Shibata, Kan-Hua Lee, Kenji Araki, Nobuaki Kojima, and Yoshio Ohshita	Toyota technological Institute	Analysis for non-radiative recombination and resistance loss in chalcopyrite and kesterite solar cells	Japanese Journal of Applied Physics SBBF05	有	2021/01
9	Shinsuke Miyagawa, Kazuhiro Gotoh, Kentaro Kutsukake, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	1, Nagoya University, 2, RIKEN	Application of Bayesian optimization for improved passivation performance in TiOx/SiOy/c-Si heterostructure by hydrogen plasma treatment	Applied Physics Express 25503	有	2021/01
10	Kazuhiro Gotoh, Hiroyuki Miura, Ayako Shimizu, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	1, Nagoya University	Passivation mechanism of the high-performance titanium oxide carrier-selective contacts on crystalline silicon studied by spectroscopic ellipsometry	Japanese Journal of Applied Physics SBBF04	有	2021/01
11	R. Tsubata, K. Gotoh, M. Matsumi, M. Wilde, T. Inoue, Y. Kurokawa, K. Fukutani, N. Usami	Nagoya University, The University of Tokyo	Silicon Nanocrystals Embedded in Nanolayered Silicon Oxide for Crystalline Silicon Solar Cells	ACS Applied Nano Materials 1820-1827	有	2022/01
12	Takefumi Kamioka, Yutaka Hayashi, Kazuhiro Gotoh, Tomohiko Hara, Ryo Ozaki, Motoo Morimura, Ayako Shimizu, Kyotaro Nakamura, Noritake Usami, Atsuhiko Ogura, and Yoshio Ohshita	1. Toyota Technological Institute 2. Meiji University 3. Nagoya University	Simulation study on lateral minority carrier transport in the surface inversion layer of the p-aSi:H/i-aSi:H/cSi heterojunction solar cell	Japanese Journal of Applied Physics 26503	有	2021/01

13	Daisuke Sato, Taizo Masuda, Kenji Araki, Masafumi Yamaguchi, Kenichi Okumura, Akinori Sato, Ryota Tomizawa, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Stretchable micro- scale concentrator photovoltaic module with 15.4% efficiency for three- dimensional curved surfaces	Communications Materials 7	有	2021/01
14	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jäger-Waldau, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Development of high-efficiency solar cell modules for PV- powered vehicles	Proceedings of the 38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition 1409-1411	無	2021/11
15	K. Gotoh, M. Wilde, S. Ogura, Y. Kurokawa, K. Fukutani, N. Usam	Nagoya University, The University of Tokyo	Impact of chemically grown silicon oxide interlayers on the hydrogen distribution at hydrogenated amorphous silicon/crystalline silicon heterointerfaces	Applied Surface Science 150799	有	2021/11
16	Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Mechanically- stacked and Electrically- connected Two- terminal Tandem Module	Proceedings of the 38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition 480-482	無	2021/11
17	Masafumi Yamaguchi, Kan- Hua Lee, Patrick Schygulla, Frank Dimroth, Tatsuya Takamoto, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches for High-Efficiency III- V/Si Tandem Solar Cells	Energy and Power Engineering 413-427	有	2021/12
18	Seira Yamaguchi, Hyunju Lee a,c, Atsushi Ogura, Yoshio Ohshita	Toyota technological Institute	Improvement in the passivation quality of titanium oxide thin films by doping with tantalum	Thin Solid Films 138509	有	2021/02

19	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, and Kensuke Nishioka	Toyota Technological Institute	(Progress Review Paper) Impact and recent approaches of high-efficiency solar cell modules for Pv-powered vehicles	Japanese Journal of Applied Physics SC0802	有	2022/03
20	Masafumi Yamaguchi, Takefumi Kamioka, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Defect analysis of crystalline Si solar cells by learning radiation-induced defects in Si	MRS Communications 272-277	有	2021/05
21	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Takashi Nakado, Yusuke Zushi, Kenji Araki, Tatsuya Takamoto, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Kazumi Yamada, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Importance of Developing Photovoltaics-Powered Vehicles	Energy and Power Engineering 147-162	有	2021/05
22	Masafumi Yamaguchi, Frank Dimroth, John F. Geisz, Nicholas J. Ekins-Daukes	Toyota Technological Institute	(Perspective Review Paper) Multi-junction solar cells paving the way for super high-efficiency	Journal of Applied Physics 240901	有	2021/06
23	S. Miyagawa, K. Gotoh, K. Kutsukake, Y. Kurokawa and N. Usami	Nagoya University, RIKEN	Application of Bayesian optimization for high-performance TiOx/SiOy/c-Si passivating contact	Solar Energy Materials & Solar Cells 111251	有	2021/06
24	Y. Nakagawa, K. Gotoh, T. Inoue, Y. Kurokawa, N. Usami	Nagoya University	Improved Performance of Titanium Oxide/Silicon Oxide Electron-Selective Contacts by Implementation of Magnesium Interlayers	Physica Status Solidi a 2100296	有	2021/06
25	Masafumi Yamaguchi, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Kan-Hua Lee, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Kenji	Toyota Technological Institute	Development of High-Efficiency Solar Cell Modules for Photovoltaic-Powered Vehicles	Solar RRL 2100429	有	2021.8

	Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, and Arunulf Jäger- Waldau					
26	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Potential of Si Tandem Solar Cell Modules for PV- Powered Vehicles	Proceedings of the 2021 IEEE 48th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC) 120-122	無	2021.8
27	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jaeger-Waldau, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis of temperature coefficients and their effect on efficiency of solar cell modules for photovoltaics- powered vehicles	Journal of Physics D: Applied Physics 504002	有	2021/09
28	Y. Nakagawa, K. Takahashi, M. Fujiwara, K. O. Hara, K. Gotoh, Y. Kurokawa, T. Itoh, T. Suemasu, and N. Usami	Nagoya University, Yamanashi University, University of Tsukuba	Fabrication of heterojunction crystalline Si solar cells with BaSi2 thin films prepared by 2-step evaporation method	Japanese Journal of Applied Physics 105503	有	2021/09
29	Masafumi Yamaguchi, Frank Dimroth, Nicholas J. Ekins-Daukes, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Overview and loss analysis of III-V single-junction and multi-junction solar cells	EPJ Photovoltaics 22	有	2022/10

30	Koki Ide1, Yutaka Hara1, Tappei Nishihara1,6, Ryo Yokogawa1,2, Kyotaro Nakamura3, Yoshio Ohshita3, Tomoyuki Kawatsu4, Toshiki Nagai4, Noboru Yamada5, Yukio Miyashita5, Yuma Aoki5, Hayato Kobayashi5, and Atsushi Ogura1,2	1. Meiji University 2. Meiji Renewable Energy Laboratory 3. Toyota Technological Institute 4. Komatsu NTC Ltd. 5. Nagaoka University of Technology 6. JSPS Research Fellow DC2	Evaluation of the effect of surface structure on flexibility of Si wafers for flexible c-Si solar cells	WCPEC-8 Proceedings 149	有	2022/12
31	Michinobu Fujiwara, Kazuma Takahashi, Yoshihiko Nakagawa, Kazuhiro Gotoh, Takashi Itoh, Yasuyoshi Kurokawa, and Noritaka Usami	Nagoya University	Improved conversion efficiency of p-type BaSi2/n-type crystalline Si heterojunction solar cells by a low growth rate deposition of BaSi2	AIP Advances 045115	有	2022/04
32	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Loss Analysis of High-Efficiency Perovskite/Si Tandem Solar Cells for Large Market Applications	Energy and Power Engineering 167-180	有	2022/04
33	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki	Toyota Technological Institute	Impact of Photovoltaics-powered Vehicles	ISES Solar World Congress 2021 Proceedings 1-7	無	2022/07
34	Masafumi Yamaguchi, Kan-Hua Lee, Daisuke Sato, Kenji Araki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Overview of Concentrator Solar cells and Analysis for their Non-radiative Recombination	ISES Solar World Congress 2021 Proceedings 1-9	無	2022/07
35	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Tsutomu Tanimoto Yusuke Zushi, Tatsuya Takamoto, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	Toyota Technological Institute	Analysis for the potential of high-efficiency and low-cost vehicle-integrated photovoltaics	Solar RRL 2200556	有	2022/09

36	Kojima Haruki1, Tappei Nishihara1,2, Kazuhiro Gotoh3, Noritake Usami3, Tomohiko Hara4, Kyotaro Nakamura4, Yoshio Ohshita4,5, and Atushi Ogura1,5	1. Meiji University 2. JSPS Research Fellow 3. Nagoya University 4. Toyota Technological Institute 5. Meiji Renewable Energy Laboratroy	Evaluation of Damage in Crystalline Silicon Substrate Induced by Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition of Amorphous Silicon Films	ECS J. Solid State Sci. Technol. 015003	有	2023/01
37	Masashi Matsumi, Kazuhiro Gotoh, Markus Wilde, Yasuyoshi Kurokawa, Katsuyuki Fukutani and Noritaka Usami	Nagoya University, The University of Tokyo	Hydrogenation of silicon- nanocrystals- embedded silicon oxide passivating contacts	Nanotechnology 105602	有	2023/10
38	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Takashi Mabuchi, Akinori Satou, Tsutomu Tanimoto, Yosuke Tomita, Yusuke Zushi, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jaeger-Waldau, Tatsuya Takamoto, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	Toyota Technological Institute	Analysis of Climate Conditions upon Driving Distance of Vehicle Integrated Photovoltaics- Powered Vehicles	Energy Technology 2300692	有	2023/11
39	Yutaka Hara1, Koki Ide1, Tappei Nishihara1,2, Ryo Yokogawa1,3, Kyotaro Nakamura4, Yoshio Ohshita3,4, Tomoyuki Kawatsu5, Toshiki Nagai5, Yuma Aoki6, Hayato Kobayashi6, Noboru Yamada6, Yukio Miyashita6, and Atushi Ogura1,3	1. Meiji University 2. JSPS Research Fellow 3. Meiji Renewable Energy Laboratory 4. Toyota Technological Institute 5. Komatu NTC Ltd. 6. Nagaoka University of Technology	Effect of sawing damage on flexibility of crystalline silicon wafers for thin flexible silicon solar cells	Jpn. J. Appl. Phys. 017001	有	2022/12

40	山口 真史, 小島 信晃, 大下 祥雄	豊田工業大学	多接合太陽電池の高効率化の動向と表面・界面・欠陥の役割	表面と真空 97-102	無	2023/02
41	後藤 和泰, 宇佐美 徳隆	名古屋大学	太陽電池の高性能化に向けたヘテロ界面制御	表面と真空 86	有	2023/02
42	Kazuhiro Gotoh, Ryo Ozaki, Motoo Morimura, Aki Tanaka, Yoshiko Iseki, Kyotaro Nakamura, Kazuo Muramatsu, Yasuyoshi Kurokawa, Yoshio Ohshita, Noritaka Usami	Nagoya University	Impact of B2H6 plasma treatment on contact resistivity in silicon heterojunction solar cells	Japanese Journal of Applied Physics 1026	有	2023/04
43	Shohei Fukaya, Kazuhiro Gotoh, Takuya Matsui, Hitoshi Sai, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University	Quantitative evaluation of implied open-circuit voltage after metal electrode deposition on TiOx/Si heterostructures by photoluminescence imaging: impact of metallization on passivation performance	Japanese Journal of Applied Physics 1029	有	2023/04
44	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for Expansion of Driving Distance and CO2 Emission Reduction of Photovoltaic-Powered Vehicles	IEEE Journal of Photovoltaics 343-348	有	2023/05
45	Yuto Kimata, Kazuhiro Gotoh, Satoru Miyamoto, Shinya Kato, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University	Fabrication of light trapping structures specialized for near-infrared light by nanoimprinting for the application to thin crystalline silicon solar cells	Discover Nano 72	有	2023/05
46	Masafumi Yamaguchi, Yoshio Ohshita, Hajime Shibata, Hitoshi Tampo, Takehiko Nagai	Toyota Technological Institute	Overview and Perspective for High-Efficiency Single-Junction Solar Cells	Solar RRL 2300308	有	2023/07
47	Masashi Matsumi, Kazuhiro Gotoh, Markus Wilde, Yasuyoshi Kurokawa, Katsuyuki	Nagoya University	Improvement of passivation performance of silicon nanocrystal/silicon oxide compound layer by two-step	Solar Energy Materials and Solar Cells 112538	有	2023/09

	Fukutani, Noritaka Usami		hydrogen plasma treatment			
48	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Topical Review for Vehicle Integrated Photovoltaics	Energy and Power Engineering 349-406	有	2024/12
49	Masafumi Yamaguchi, Yasuyuki Ota, Taizo Masuda, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jaeger-Waldau, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Tsutomu Tanimoto, Yosuke Tomita, Yusuke Zushi, Kenichi Okumura, Takashi Mabuchi, Akinori Satou, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for Effects of Temperature Rise of PV Modules upon Driving Distance of Vehicle Integrated Photovoltaic Electric Vehicles	Energy and Power Engineering 131-150	有	2024/04
50	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Taizo Masuda, Takashi Mabuchi, Kenichi Okumura, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches for III- V/Si tandem solar cells and comparative studies on Si tandem solar cells	Progress in Photovoltaic 116-125	有	2024/01
51	Taizo Masuda, Masafumi Yamaguchi, Shinya Iwasaki, Takashi Nakado, Tatsuya Takamoto, Kensuke Nishioka	Toyota Technological Institute	Public road driving tests of Toyota Prius equipped with high-efficiency III-V triple-junction PV modules	EPJ Photovoltaics 20	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月

1	中川 裕太, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	Mg 層を挿入した TiOx/SiOy/Si 構造の接合特性の TiOx 膜厚依存性	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
2	津幡 亮平, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜における炭酸ガス/シランガス流量比依存性	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
3	宮川 晋輔, 後藤和泰, 沓掛 健太郎, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学 2, 理化学研究所	ペイズ最適化を用いた TiOx/SiOy 結晶 Si ヘテロ構造における水素プラズマ処理条件の最適化	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
4	井上 徹哉, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	積層 Sn 添加 In2O3 薄膜における電気的特性の酸素分圧依存性	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
5	Hyunju Lee, Atsushi Ogura, and Yoshio Ohshita	Meiji University	(Invited) Wide Bandgap Ternary Metal Oxides for High Efficiency Silicon Solar Cells	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	2020/11
6	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, and Mitsuhiro Yamazaki	Toyota technological Institute	(Keynote) Effectiveness of PV-Powered Vehicles for Creation of Clean Energy Society	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	2020/11
7	Tappei Nishihara, Kazuro Muramatsu, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, and Astushi Ogura	Meiji University	Advanced Low-Temperature Curing Silver Paste for High Mobility Transparent Conductive Oxide Film in Silicon Heterojunction Solar Cell	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	2020/11
8	Ryohei Tsubata, Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	1, Nagoya University	Carbon dioxide/silane gas flow rate dependency on electrical properties in silicon-nanocrystals-embedded silicon oxide passivating contacts	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
9	Masafumi Yamaguchi, Takefumi Kamioka, Nobuaki Kojima and Yoshio Ohshita	Toyota technological Institute	Defect Analysis of Crystalline Si Solar Cells by Learning Radiation-induced Defects in Si	2020 MRS Virtual Spring/Fall Meeting & Exhibit	2020/11
10	Tetsuya Inoue, Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa, and Noritaka Usami	1, Nagoya University	Dependence of electrical properties of stacked Sn-doped In2O3 films on oxygen partial pressure	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
11	Yuta Nakagawa, Kazuhiro Gotoh, Markus Wilde, Shohei Ogura,	1, Nagoya University, 2, University of Tokyo	Effect of forming gas annealing on hydrogen content and surface morphology of titanium	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering	2020/11

	Yasuyoshi Kurokawa, Katsuyuki Fukutani, Noritaka Usami		oxide-coated crystalline silicon heterocontacts	Conference (PVSEC-30)	
12	Yutaka Hara, Tappei Nishihara, Ryo Yokogawa, Takefumi kamioka, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Tomoyuki Kawatsu, Toshiki Nagai, Noboru Yamada, Yukio Miyashita and Atsushi Ogura	1. Meiji University 2. Meiji Renewable Energy Laboratory 3. Toyota Technological Institute 4. Komatsu NTC Ltd. 5. Nagaoka University of technology	Evaluation of Sawing Damage and Mechanical Strength of Silicon Wafer for Thin Flexible Solar Cells	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2020/11
13	Shinsuke Miyagawa, Kazuhiro Gotoh, Shohei Ogura, Markus Wilde, Yasuyoshi Kurokawa, Katsuyuki Fukutani, Noritaka Usami	1, Nagoya University, 2, University of Tokyo	Impact of hydrogen plasma treatment on the passivation performance of TiOx prepared on crystalline silicon by atomic layer deposition	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
14	Noritaka Usami	1, Nagoya University	Materials and process informatics for research on photovoltaics	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
15	Yutaka Hara, Tappei Nishihara, Ryo Yokogawa, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Tomoyuki Kawatsu, Toshiki Nagai, Noboru Yamada, Yukio Miyashita, and Atsushi Ogura	Meiji University	Suppression of Sawing Damage on Silicon Wafer for Thin Flexible Solar Cells	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30) & Global Photovoltaic Conference 2020 (GPVC 2020)	2020/11
16	Hyunju Lee, Atsushi Ogura, and Yoshio Ohshita	1Meiji Renewable Energy Laboratory, Meiji University, Kawasaki, Japan 2School of Science and Technology, Meiji University, Kawasaki, Japan 3Toyota Technological Institute, Nagoya, Japan	WIDE BANDGAP TERNARY METAL OXIDES FOR HIGH EFFICIENCY SILICON SOLAR CELLS (Invited presentation)	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2020/11

17	宮川 晋輔, 後藤和泰, 沓掛 健太郎, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学 2, 理化学研究所	ペイズ最適化を用いたTiOx/SiOy 結晶 Si ヘテロ構造における水素プラズマ処理条件の最適化	第3回結晶工学×ISYSE 合同研究会	2020/12
18	Masafumi Yamaguchi, Hitoshi Tampo, Hajime Shibata, Kan-Hua Lee, Kenji Araki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota technological Institute	Analysis for Non-radiative Recombination and Resistance Losses in Chalcopyrite and Kesterite Solar Cells	2020 International Conference on Solid State Devices and Materials	2020/09
19	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Disuke Sato, Nobuaki Kojima, Tatsuya Takamoto, Taizo Masuda, Akinori Satou, Kazumi Yamada, Takashi Nakado, Mitsuhiro Yamazaki	Toyota technological Institute	Development of High-Efficiency and Low-Cost Solar Cells for PV-Powered Vehicles Applications	37th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (EU PVSEC 2020)	2020/09
20	中川 裕太, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	Mg 層挿入による TiOx/Si ヘテロ接合の接合特性の向上	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
21	日比野祐介、山崎浩多、橋本侑祐、町田英明、石川真人、須藤弘、若林整、小椋厚志	1. 明治大学 2. 学振特別研究員 3. 気相成長株式会社 4. 東京工業大学 5. 再生可能エネルギーインスティテュート	Mo の化学結合解析による MoS2(1-x)Te2x 混晶の構造評価	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
22	K. Gotoh, H. Miura, A. Shimizu, T. Kurokawa, and N. Usami	1, Nagoya University	Passivation Mechanism of the High-performance Titanium Oxide Passivating Contacts on Crystalline Silicon Studied by Spectroscopic Ellipsometry	2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2020)	2020/09
23	津幡 亮平, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	シリコン/結晶/酸化シリコンを複合化した導電性パッシベーション膜の検討	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
24	宮川 晋輔, 後藤和泰, 沓掛 健太郎, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学 2, 理化学研究所	ペイズ最適化を用いた酸化チタンパッシベーション膜における水素プラズマ処理条件の最適化	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
25	原 豊、横川 凌、西原 達平、神岡 武文、中村 京太郎、大下 祥雄、河津知之、長井 俊樹、山田 昇、宮下 幸雄、小椋 厚志	明治大学	単結晶 Si 太陽電池の薄型化へ向けたスライスダメージ評価 II	2020 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
26	原豊、横川凌、西原達平、神岡武文、中村京太郎、大下祥雄、河津知之	1. 明治大学 2. 豊田工業大学 3. コマツ NTC 4. 長岡技術科学大	単結晶 Si 太陽電池の薄型化へ向けたスライスダメージ評価 II	第81回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09

	、長井俊樹、山田昇、宮下幸雄、小椋厚志	学 5. 再生可能エネルギー インスティテュート			
27	後藤 和泰	1, 名古屋大学	原子層堆積法で作製した酸化チタンの結晶シリコンに対するパッシベーション効果の発現機構	日本表面真空学会分科会: SP 部会第 164 回定例研究会	2020/09
28	宇佐美 徳隆	1, 名古屋大学	太陽電池の物理と高効率化技術	THE 27th INTERNATIONAL WORKSHOP ON ACTIVE-MATRIX FLATPANEL DISPLAYS AND DEVICES	2020/09
29	西原 達平、村松和郎、中村 京太郎、大下 祥雄、小椋 厚志	明治大学	電極/透明導電膜界面における FF 劣化要因の評価	2020 年第 81 回応用物理学会秋季学術講演会	2020/09
30	Noritaka Usami	Nagoya University	Bayesian Optimization of Passivating Contacts for Crystalline Silicon Solar Cells	240th ECS Meeting	2021/10
31	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda and Kenji Araki	Toyota Technological Institute	Impact of Photovoltaics-powered Vehicles	Solar World Congress (SWC2021)	2021/10
32	Masafumi Yamaguchi, Kan-Hua Lee, Daisuke Sato, Kenji Araki, Nobuaki Kojima and Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Overview of Concentrator Solar cells and Analysis for their Non-radiative Recombination	Solar World Congress (SWC2021)	2021/10
33	Masafumi Yamaguchi, Frank Dimroth, John Geisz, Nicholas Ekins-Daukes	Toyota Technological Institute	超高効率の道を拓く多接合太陽電池	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
34	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Keynote) Importance of Further Development of Photovoltaics toward Creation of Clean Energy Society	10th Asia-Pacific Forum on Renewable Energy (AFORE 2021)	2021/11
35	Y. Kimata, K. Gotoh, S. Miyamoto, Y. Kurokawa, and N. Usami	Nagoya University	Design and fabrication of nanoimprinted optical confinement structure specialized for near-infrared light	The 31st International PV Science and Engineering Conference	2021/12
36	Kyotaro Nakamura1, Ryo Ozaki1, Kazuhiro Gotoh2, Masafumi Yamaguchi1 and Yoshio Ohshita1	1Toyota Technological Institute, 2Nagoya University	Development of Si Hetero-junction Solar Cell Suitable for Bottom Cell of Tandem Solar Cell	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
37	M. Matsumi1, K. Gotoh1, M. Wilde2, Y. Kurokawa1, K. Fukutani2 and N. Usami1	1 Nagoya University, 2 The University of Tokyo	Effect of hydrogenation process on passivation performance of silicon nano-crystal/silicon oxide compound layerMasashi	The 31st International PV Science and Engineering Conference	2021/12

38	Haruki Kojima ¹ , Tappei Nishihara ¹ , Kazuhiro Gotoh ² , Noritake Usami ² , Tomohiko Hara ³ , Yoshio Ohshita ³ , Kyotaro Nakamura ³ , and Atsushi Ogura ^{1, 4}	1. Meiji University 2. Nagoya University 3. Toyota Technological Institute 4. MREL	Evaluation of damage in crystalline Silicon substrate induced by plasma enhanced chemical vapor deposition of amorphous silicon films	The 31st International PV Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
39	Taiga Tsukushi ¹ , Tappei Nishihara ¹ , Tomohiko Hara ² , Yoshio Ohshita ² , Satoshi Yasuno ³ , and Atsushi Ogura ^{1, 4}	1. Meiji University 2. Toyota Technological Institute 3. JASRI 4. MREL	Investigation of carrier selective contact using two dimensional materials for solar cells	The 31st International PV Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
40	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto and Mitsuhiro Yamazaki	Toyota Technological Institute	Japanese Activities for the PV-Powered Vehicles	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
41	Masafumi Yamaguchi, Kan-hua Lee, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Nobuaki Kojima and Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Loss analysis for perovskite/Si tandem solar cells	2021 MRS Fall Meeting & Exhibit—A	2021/12
42	Yutaka Hara ¹ , Tappei Nishihara ¹ , Ryo Yokogawa ^{1,2} , Kyotaro Nakamura ³ , Yoshio Ohshita ³ , Tomoyuki Kawatsu ⁴ , Toshiki Nagai ⁴ , Noboru Yamada ⁵ , Yukio Miyashita ⁵ , and Atsushi Ogura ^{1,2}	1. Meiji University 2. MREL 3. Toyota Technological Institute 4. Komatsu NTC Ltd. 5. Nagaoka University of Technology	Suppression of Residual Saw Marks After Etching on Silicon Wafers by High-precision Slicing	The 31st International PV Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
43	Masafumi Yamaguchi	Toyota technological Institute	(Keynote) Role of PV-Powered Vehicles in Low-Carbon Society and Some Approaches of High-efficiency Solar Cell Modules for Cars	2nd Global Conference & Expo on Materials Science and Nanoscience	2021/03

44	Yusuke Hibino, Kota Yamazaki, Yusuke Hashimoto, Naomi Sawamoto, Hideaki Machida, Masato Ishikawa, Hiroshi Sudoh, Hitoshi Wakabayashi, and Atsushi Ogura	1. Meiji University 2. JSPS Research Fellow 3. MREL 4. Gas Phase Groth Ltd. 5. Tokyo Tech	Evaluation of MoS ₂ (1-x)Te ₂ x fabricated by different bottom-up methods	5th IEEE Electron Devices Technology and Manufacturing (EDTM) Conference 2021	2021/03
45	山崎浩多、日比野 祐介、橋本侑祐、 町田英明、石川真 人、須藤弘、若林 整、小椋厚志	1. 明治大学 2. 東京工業大学 3. 気相成長株式会 社 4. 学振特別研究員 5. 再生可能エネルギー インスティテュート	Mo 原料として i- Pr ₂ DADMo(CO) ₃ を用い た低温 MOCVD による MoS ₂ 薄膜の膜質向上	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
46	橋本侑祐、石原啓 次、日比野祐介、 山崎浩多、若林 整、小椋厚志	1. 明治大学 2. 株式会社コメット 3. 東京工業大学 4. 学振特別研究員 5. 再生可能エネルギー インスティテュート	コンビナトリアル成膜手法によっ て作製した Mo(1-x)W _x S ₂ 混晶の評価	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
47	津幡亮平、後藤和 泰、黒川康良、宇 佐美徳隆	名古屋大学	シリコン/結晶/酸化シリコンを復 合化した導電性パッシベーション 膜の太陽電池応用	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
48	松見優志、後藤和 泰、ビルデマーカス、黒 川康良、福谷克 之、宇佐美徳隆	名古屋大学	シリコン/結晶/酸化シリコン複合 膜に対する水素化処理の 検討	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
49	宮川 晋輔、後藤 和泰、沓掛 健太 朗、黒川 康良、宇 佐美 徳隆	1. 名古屋大学 2. 理化学研究所	ペイズ最適化を援用した TiO _x /結晶 Si ヘテロ構造作製 プロセス及び水素プラズマ処理 条件の最適化	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
50	日比野祐介、山崎 浩多、橋本侑祐、 町田英明、石川真 人、須藤弘、若林 整、小椋厚志	1. 明治大学 2. 学振特別研究員 3. 気相成長株式会 社 4. 東京工業大学 5. 再生可能エネルギー インスティテュート	多層 MoS ₂ (1-x)Te ₂ x 混晶 における物理構造と電子 構造の関連に関する考察	第 68 回応用物理学会 春季学術講演会	2021/03
51	山口 真史、小島 信晃、大下 祥雄	豊田工業大学	(招待)高効率化のアプローチ: タンデム化とフォトリソグラフィー	2021 年第 68 回応用物 理学会春季学術講演会	2021/03
52	Masafumi Yamaguchi, Hitoshi Tampo, Hajime Shibata, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for Efficiency Potential of II-VI Compound, Chalcopyrite and Kesterite Based Tandem Solar Cells	2021 Virtual MRS Spring Meeting	2021/04
53	S. Miyagawa ¹ , K. Gotoh ¹ , K. Kutsukake ² , Y. Kurokawa ¹ , N. Usami ¹	1 Nagoya University, 2 RIKEN	Application of Bayesian Optimization for Improved Passivation Performance in TiO _x /SiO _y /c-Si Heterostructure by	11th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics	2021/04

			Hydrogen Plasma Treatment		
54	Y. Nakagawa, K. Gotoh, Y. Kurokawa, N. Usami	Nagoya University	Improved Performance of Titanium Oxide Electron-Selective Contact by Implementation of Magnesium Interlayer	11th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics	2021/04
55	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Potential of Si Tandem Solar Cell Modules for PV-Powered Vehicles	48th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC48)	2021/06
56	R. Tsubata, K. Gotoh, T. Inoue, Y. Kurokawa, and N. Usami	名古屋大学	Realization of the Crystalline Silicon Solar Cell Using Nanocrystalline Transport Path in Ultra-thin Dielectrics for Reinforced Passivating Contact	48th IEEE Photovoltaic Specialists (PVSC)	2021/06
57	宇佐美 徳隆	名古屋大学	日本に育て次世代型太陽電池	第155回結晶工学分科会研究会 カーボンニュートラルに結晶工学が果たす役割	2021/06
58	後藤 和泰	名古屋大学	極薄シリコン酸化膜をパッシベーション・コンタクトとして用いた太陽電池の研究開発動向(招待講演)	日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セル・モジュール分科会 第1回研究会	2021/06
59	Masafumi Yamaguchi, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	(Plenary) Si Tandem Solar Cells for PV-Powered Vehicles	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	2021/07
60	K. Gotoh ¹ , R. Tsubata ¹ , M. Matsumi ¹ , M. Wilde ² , T. Inoue ¹ , Y. Kurokawa ¹ , K. Fukutani ² and N. Usami ¹	1 Nagoya University, 2 The University of Tokyo	DEVELOPMENT OF SILICON-NANOCRYSTALS-EMBEDDED SILICON OXIDE PASSIVATING CONTACTS FOR USE IN CRYSTALLINE SILICON SOLAR CELLS(Invited)	Global Photovoltaic Conference 2021 (GPVC 2021)	2021/07

61	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenji Araki	Toyota Technological Institute	(Invited) Impact and Recent Approaches of High-efficiency Solar Cell Modules for PV-powered Vehicles	2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021)	2021/09
62	Masafumi Yamaguchi, Kan-Hua Lee, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Patrick Schygulla, Frank Dimroth, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis of Si Bottom Cell Properties for Si Tandem Solar Cells	2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021)	2021/09
63	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jäger-Waldau, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Yusuke Zushi, Tsutomu Tanimoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Development of high-efficiency solar cell modules for PV-powered vehicles	38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2021/09
64	T. Nishihara, A. Ogura, K. Muramatsu, K. Nakamura, Y. Ohshita, S. Yasuno	Meiji University, Namics, Toyota Technological Institute, JASRI	Evaluation of Chemical Reaction at the Interface between Low-Temperature Curing Electrode Paste and High Mobility Transparent Conductive Oxide Film for Silicon Heterojunction Solar Cells	38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2021/09
65	K. Nakamura & Y. Ohshita	Toyota Technological Institute	Mechanically-Stacked and Electrically-Connected Two-Terminal Tandem Module	38th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2021/09
66	小島遥希 1、西原達平 1、後藤和泰 2、宇佐美徳隆 2、原友彦 3、大下祥雄 3、小椋厚志 1	1 明治大学, 2 名古屋大学, 3 豊田工業大学	a-Si:H 層の PECVD 成膜による結晶シリコンへのダメージの評価	第 82 回応用物理学会 秋季学術講演会	2021/09

67	松見優志 1, 後藤和泰 1, ビルデ マーカス 2, 黒川康良 1, 福谷克之 2, 宇佐美德隆 1	1 名古屋大学, 2 東京大学	シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜におけるキャリア選択能の水素プラズマ処理温度依存性	第 82 回応用物理学会 秋季学術講演会	2021/09
68	築紫大河 1、西原達平 1、原知彦 2、大下祥雄 2、安野聡 3、小椋厚志 1, 4	1. 明治大学 2. 豊田工業大学 3. JASRI 4. 明大 MREL	二次元層状材料を用いたキャリア選択コンタクト太陽電池の検討	第 82 回応用物理学会 秋季学術講演会	2021/09
69	原豊 1、横川凌 1,5、西原達平 1、中村京太郎 2、大下祥雄 2、河津知之 3、長井俊樹 3、山田昇 4、宮下幸雄 4、小椋厚志 1,5	1. 明治大学 2. 豊田工業大学 3. コマツ NTC 社 4. 長岡技大 5. 明大 MREL	単結晶 Si 太陽電池の薄型化へ向けたスライスダメージ評価 III	第 82 回応用物理学会 秋季学術講演会	2021/09
70	Kazuhiro Gotoh	Nagoya University	Recent progress in carrier-selective materials for crystalline silicon solar cells (Invited)	Indo-Japan Workshop on "Silicon Crystal Growth for Photovoltaic Applications"	2022/01
71	山口真史、中村京太郎、尾崎亮、小島信晃、大下祥雄、高本達也、内田史朗、増田泰造	豊田工業大学	車載用高効率・低コスト Si タンデム太陽電池の検討	電子情報通信学会 電子部品・材料研究会	2022/10
72	Masashi Matsumi, Kazuhiro Gotoh, Satoru Miyamoto, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University	Application of hydrogenated silicon nanocrystal/silicon oxide compound layer to crystalline silicon solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
73	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches for high-efficiency and low-cost Si tandem solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
74	Shohei Fukaya, Kazuhiro Gotoh, Takuya Matsui, Hitoshi Sai, Yasuyoshi Kurokawa, Norikata Usami	Nagoya University, AIST	Effect of a lithium fluoride layer on the passivation performance of metalized titanium oxide/silicon oxide/silicon heterostructures	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
75	Kazuhiro Gotoh, Ryo Ozaki, Motoo Morimura, Yoshiko Iseki, Kyotaro Nakamura, Yasuyoshi Kurokawa, Yoshio Ohshita and Noritaka Usami	Nagoya University, Toyota Technological Institute	Improvement of contact resistivity by boron delta-doping in p-type amorphous silicon surface	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11

76	Kazuma Inoue, Kazuhiro Gotoh, Kentaro Kutsukake, Naomi Sawamoto, Tappei Nishihara, Yasuyoshi Kurokawa, Atsushi Ogura, Noritaka Usami	Nagoya University, RIKEN, Meiji University	Post-annealing effects on dual-layered hydrogenated amorphous silicon/crystalline silicon heterointerfaces	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
77	Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa, and Noritaka Usami	Nagoya University	Simulation study of boron delta-doping layer on p-type hydrogenated amorphous silicon in silicon heterojunction solar cells	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
78	Asaki Arata, Kazuhiro Gotoh, Shigeru Yamada, Yasuyoshi Kurokawa, Takashi Itoh, Noritaka Usami	Nagoya University, Gifu University	Study on carrier transport pathways in silicon nanocrystal/silicon oxide composite films	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2022/11
79	山口真史	豊田工業大学	(招待)太陽電池搭載自動車 のインパネと開発状況	第 93 回マテリアルズ・フォーラム 研究発表会	2022/12
80	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Potential of Si tandem solar cells for PV- powered vehicle applications	2022 MRS Fall Meeting & Exhibit	2022/12
81	宇佐美 徳隆	名古屋大学	太陽光発電主力電源化に 向けた先端材料プロセス(招 待講演)	第 27 回宮崎大学未来エ ネルギープロジェクト講演会	2022/12
82	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Plenary) Impact of Photovoltaics-powered Vehicles	2022 12th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering (CPEEE 2022)	2022/02
83	山口 真史、反保 衆志、柴田 肇、小 島 信晃、大下 祥 雄	豊田工業大学	II-VI、カルコゲナイト系タンデム 太陽電池の高効率化	2022 年第 69 回応用物 理学会春季学術講演会	2022/03
84	Noritaka Usami	Nagoya University	Impact of Plasma Treatment on Heterostructures for Silicon-Based Solar Cells (Tutorial)	ISPlasma2022	2022/03
85	原豊 1、井手康貴 1、西原達平 1、中 村京太郎 2、大下 祥雄 2、河津知之 3、長井俊樹 3、山 田昇 4、宮下幸雄 4、小椋厚志 1, 5	1. 明治大学 2. 豊田工業大学 3. コマツ NTC 社 4. 長岡技科大 5. 明大 MREL	単結晶 Si ウェハの表面構造 が柔軟性に与える影響	第 69 回応用物理学会 春季学術講演会	2022/03
86	宇佐美 徳隆	名古屋大学	脱炭素社会実現を加速す る次世代太陽電池への期 待(招待講演)	日本工学アカデミー中部レク チャー	2022/03

87	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yuchao Zhang, Brett Halam	Toyota Technological Institute	Importance of Concentrating Photovoltaics for Creation of Future Net Zero Greenhouse Gas Emission Energy Systems	18th International Conference on Concentrator Photovoltaic Systems (CPV-18)	2022/04
88	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches for High-efficiency and Low-cost Multi-junction Solar Cells	2022 MRS Spring Meeting & Exhibit	2022/05
89	Kazuhiro Gotoh1, Ryo Ozaki2, Motoo Morimura2, Aki Tanaka3, Yoshiko Iseki1, Kyotaro Nakamura2, Kazuo Muramatsu3, Yasuyoshi Kurokawa1, Yoshio Ohshita2, Noritaka Usami1	1 Nagoya University, 2 Toyota Technological Institute, 3 Namics corporation	Boron delta-doped amorphous silicon for improvement of contact resistivity	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
90	Yuto Kimata, Kazuhiro Gotoh, Satoru Miyamoto, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University	Fabrication of nanoimprinted light confinement structures for near-infrared light	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
91	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Tatsuya Takamoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Impact and Recent Approaches of Vehicle Integrated Solar Cell Modules	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
92	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for Solar Coverage and CO2 Emission Reduction of Photovoltaic-powered Vehicles	49th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC-49)	2022/06

93	松見優志 1, 後藤和泰 1, ビルゲ マカス 2, 黒川康良 1, 福谷克之 2, 宇佐美德隆 1	1 名古屋大学, 2 東京大学	シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜における パッシベーション性能の水素プラズマ処理圧力依存性	第 19 回次世代の太陽光発電シンポジウム	2022/06
94	後藤和泰 1, 尾崎亮 2, 森村元勇 2, 田中亜紀 3, 伊関良子 1, 中村京太郎 2, 村松和郎 3, 黒川康良 1, 大下祥雄 2, 宇佐美德隆 1	1 名古屋大学, 2 豊田工業大学, 3 ナミックス株式会社	ボロンドープ p 型水素化アモルファスシリコンと太陽電池応用	第 19 回次世代の太陽光発電シンポジウム	2022/06
95	山口真史、中村京太郎、尾崎亮、小島信晃、大下祥雄、高本達也、増田泰造	豊田工業大学	車載用高効率 Si タンデム太陽電池の研究	第 2 回太陽光発電学会学術講演会	2022/06
96	宇佐美 徳隆	名古屋大学	鉛フリー型ペロブスカイト太陽電池の開発研究に期待すること	JST 未来社会創造事業「Sn からなる Pb フリーペロブスカイト太陽電池の開発」キックオフ会議	2022/06
97	Yasuyoshi Kurokawa, Michinobu Fujiwara, Kazuma Takahashi, Yoshihiko Nakagawa, Kazuhiro Gotoh, and Noritaka Usami	Nagoya University	B-DOPED BaSi ₂ THIN FILMS PREPARED BY THERMAL EVAPORATION FOR HOLE SELECTIVE CONTACT	Global Photovoltaic Conference 2022	2022/07
98	Kazuhiro Gotoh	Nagoya University	Silicon nanocrystals in silicon oxide matrix for passivating contacts in crystalline silicon solar cells	29th International Conference on Amorphous and Nano-crystalline Semiconductors (ICANS-29)	2022.8
99	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Tsutomu Tanimoto, Yusuke Zushi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for the potential of high-efficiency and low-cost vehicle-integrated photovoltaics	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-8)	2022/09
100	Koki Ide1, Yutaka Hara1, Tappei Nishihara1, Ryo	1. Meiji University 2. MREL 3. Toyota	Evaluation of the Effect of Surface Structure on Flexibility of Si Wafer Flexible c-Si Solar Cells	The 8th World Conference on Photovoltaic Energy	2022/09

	Yokogawa1,2, Kyotaro Nakamura3, Yoshio Ohshita3, Tomoyuki Kawatsu4, Toshiki Nagai4, Noboru Yamada5, Yukio Miyashita5, Yuma Aoki5, Hayato Kobayashi5, Atsushi Ogura1,2	Technological Institute 4. Komatsu NTC Ltd. 5. Nagaoka University of Technology		Conference (WCPEC-8)	
101	Yuto Kimata1, Kazuhiro Gotoh1, Satoru Miyamoto1, Shinya Kato2, Yasuyoshi Kurokawa1, Noritaka Usami1	1 Nagoya University, 2 Nagoya Institute of Technology	Fabrication of Silicon Heterojunction Solar Cells with Light Trapping Structures Specialized for Near- Infrared Light by Nanoimprinting	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion	2022/09
102	Kazuhiro Gotoh1, Kazuma Inoue1, Naomi Sawamoto2, Tappei Nishihara2, Markus Wilde3, Satoru Miyamoto1, Yasuyoshi Kurokawa1, Atsushi Ogura2, Katsuyuki Fukutani3, and Noritaka Usami1	1 Nagoya University, 2 Meiji University, 3 The University of Tokyo	Hydrogen depth profiles of hydrogenated amorphous silicon double layers on crystalline silicon	22nd International Vacuum Congress	2022/09
103	Masashi Matsumi1, Kazuhiro Gotoh1, Markus Wilde2, Yasuyoshi Kurokawa1, Katsuyuki Fukutani2, Noritaka Usami1	1 Nagoya University, 2 The University of Tokyo	Improvement of Passivation Performance of Silicon Nano- crystal/Silicon Oxide Compound Layer by Hydrogen Plasma Treatment	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion	2022/09
104	Masafumi Yamaguchi, Frank Dimroth, John Geisz, Nicholas J. Ekins-Daukes, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Overview and loss analysis of III-V single- junction and multi- junction solar cells	8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-8)	2022/09
105	Kazuma Inoue1, Kazuhiro Gotoh1, Kentaro Kutsukake2, Naomi	1 Nagoya University, 2 RIKEN, 3 Meiji University	Post-annealing effects on the hydrogenated amorphous silicon/crystalline silicon heterointerfaces	22nd International Vacuum Congress	2022/09

	Sawamoto3, Tappei Nishihara3, Satoru Miyamoto1, Yasuyoshi Kurokawa1, Atsushi Ogura3, and Noritaka Usami1				
106	山口 真史、中村 京太郎、尾崎 亮、 小島 信晃、大下 祥雄、高本 達也、 増田 泰造	豊田工業大学	車載用 Si タンデム太陽電池 の損失解析	2022 年第 83 回応用物 理学会秋季学術講演会	2022/09
107	深谷 昌平、後藤 和泰、松井 卓矢、 齋 均、黒川 康良、 宇佐美 徳隆	名古屋大学、AIST	金属製膜後の TiOx/SiOy/ 結晶 Si ヘテロ構造のパッシベー ション性能における LiF 中間 層の導入による影響	2022 年第 83 回応用物 理学会秋季学術講演会	2022/09
108	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita, Taizo Masuda	Toyota Technological Institute	Development of High- efficiency Si Tandem Solar Cells for Vehicle Integrated Photovoltaics	7th International Conference on Advances in Functional Materials(AFM2023)	2023/01
109	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Invited) Overview for III-V Multi-junction Solar Cells and Si Tandem Solar Cells	High-efficiency Solar Cell Workshop	2023/02
110	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	Impact and Recent Approaches of High- efficiency Solar Cell Modules for PV-powered Vehicles	VIPV Workshop	2023/02
111	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Tsutomu Tanimoto, Kenji Araki	Toyota Technological Institute	Impact of Climate Conditions on Driving Distance of PV-powered Vehicles	PVinMotion 2023	2023/02
112	松見 優志、後藤 和泰、ビートルマークス、 黒川 康良、福谷 克之、宇佐美 徳 隆	名古屋大学、東京 大学	2 段階水素プラスマ処理に よるシリコン/結晶/酸化シリコン 複合膜のパッシベーション性能向 上	2023 年第 70 回応用物 理学会春季学術講演会	2023/03
113	Hruki Kojima	Meiji University	Damage to Crystalline Si by Deposition of Hydrogenated Amorphous Si	Korea-Japan University Joint Workshop on PV,	2023/03
114	Kazuhiro Gotoh	Nagoya University	Development of silicon nanocrystals embedded silicon oxide carrier- selective contact for use in crystalline silicon solar cells (Invited talk)	2nd Indo -Japan Joint Workshop on Photovoltaics	2023/03
115	Noritaka Usami	Nagoya University	Research on next- generation PV technology in Japan (Invited talk)	Indo-Japan Joint Workshop on Photovoltaics	2023/03
116	Koki Ide1, Tappei Nishihara1,2	1. Meiji Univesity 2. JSPS Research Fellow DC2	Study on the Surface Structure of Si Wafers for Flexible Crystalline Si Solar Cell	Korea-Japan University Joint Workshop on PV,	2023/03

117	深谷 昌平, 後藤和泰, 松井 卓矢, 齋 均, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	名古屋大学、AIST	TiOx/SiOy/結晶 Si ヘテロ構造における Al 成膜後のパッシベーション性能に及ぼす LiF 層の効果	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
118	宇佐美 徳隆	名古屋大学	カーボンニュートラルに向けた名古屋大学での取り組み(招待講演)	新潟大学カーボンニュートラル融合技術研究センター第 1 回研究会	2023/03
119	木股 佑斗, 後藤和泰, 宮本 聡, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	名古屋大学	コロイダルソリッド法とナノプリント法による近赤外光に特化した光閉じ込め構造の作製	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
120	井手康貴 1、西原達平 1,2、中村京太郎 3、大下祥雄 3、河津知之 4、長井俊樹 4、山田昇 5、小林勇人 5、小椋厚志 1,6	1. 明治大学 2. 学振特別研究員 3. 豊田工業大学 4. コマツ NTC 5. 長岡技科大 6. 明大 MREL	単結晶 Si ウェーハのテクチャによる三次元柔軟性への影響	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
121	山口真史、中村京太郎、尾崎亮、小島信晃、大下祥雄	豊田工業大学	多接合よび Si タンデム太陽電池の損失解析と高効率化の動向	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
122	宇佐美 徳隆	名古屋大学	太陽光発電主力電源化に向けた次世代技術開発(招待講演)	日本化学会第 103 春季年会	2023/03
123	井上 和磨, 上根直也, 後藤 和泰, 黒川 康良, 徳増 崇, 宇佐美 徳隆	名古屋大学、東北大学	水素化アモルファスシリコン/結晶シリコンヘテロ構造の解析に向けた反応性力場分子動力学法による数値シミュレーション研究	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
124	小島遥希、西原達平、伊藤佑太、Lee Hyunju、後藤和泰、宇佐美徳隆、原知彦、中村京太郎、大下祥雄、小椋厚志	1. 明治大学 2. 学振特別研究員 3. 名古屋大学 4. 豊田工業大学 5. 明大 MREL	透明導電膜の成膜による結晶シリコンへのプロセスダメージの評価	2023 年第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
125	Yasuyuki Ota, Keiya Tamada, Kyotaro Nakamura, Masafumi Yamaguchi, Yoshio Ohshita, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Outdoor evaluation of total cross-tied Si module under driving conditions	Solar Energy Materials and Solar Cells	2024/06
126	Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University	Higher performance Si heterojunction solar cells	Materials Science and Engineering Workshop	2024/01
127	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Great Impact of Solar Powered Electric Vehicles toward Creation of Clean Energy Society	2024 IEEE Asia Conference on Advances in Electrical and Power Engineering (ACEPE 2024)	2024/10
128	N. Usami	Nagoya University	【Invited Speaker】Interface and Surface Control for High Performance of	ECS PRiME 2024	2024/10

			Heterojunction Solar Cells		
129	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto	Toyota Technological Institute	(Invited) Overview for III-V Compound Solar Cell R&D Activities in Japan	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-34)	2023/11
130	Masafumi Yamaguchi, Takao Abe, Tadashi Saitoh	Toyota Technological Institute	(Invited) Pioneering R&D for Ga-doped Si solar cells for terrestrial and space applications	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-34)	2023/11
131	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Keynote) Impact of Solar cell Powered Vehicles upon Reduction in CO2 Emission	The 4th International Congress of Environment (ICE-2023)	2023/11
132	Masafumi Yamaguchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Tatsuya Takamoto, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches for High-efficiency Si Tandem Solar Cells and Modules	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-34)	2023/11
133	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Approaches to High-Efficiency III-V/Si and Perovskite/Si Tandem Solar Cells	2023 MRS Fall Meeting & Exhibit	2023/11
134	Kazushi Mizutani, Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa, Kentaro Kutsukake, Noritaka Usami	Nagoya University, Niigata University, RIKEN	Bayesian Optimization of Carrier Selectivity of P-Type Silicon Nano-Crystal/Silicon Oxide Compound Layer	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2023/11
135	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Kenichi Okumura, Takashi Mabuchi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Development of Si Tandem Solar Cells for Vehicle Integrated Photovoltaics	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
136	S. Fukaya, K. Gotoh, H. Sai, Y. Kurokawa, N. Usami, T. Matsui	Nagoya University	Effect of TiOx layer thickness and LiF interlayer on the passivation performance of TiOx/Si heterostructure	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
137	K. Takagi, A. Arata, Y. Kurokawa, A.	Nagoya University	Electrical properties manipulation of nanocrystalline	35th International Photovoltaic Science and Engineering	2024/11

	Masuda, N. Usami, K. Gotoh		silicon/silicon oxide composite films	Conference (PVSEC- 35)	
138	Koki Hasebe, Ryo Yokogawa, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Noboru Yamada, Atsushi Ogura	Meiji University	Evaluation of temperature dependent stress around electrodes in crystalline silicon solar cells by Raman spectroscopy	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
139	Takuya Minowa, Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Yoshio Ohshita, Kazuo Muramatsu, Atsushi Ogura	Meiji University	Evaluation of the interface between Ag- saving low-temperature curing electrode paste using Ag-coated Cu particles and transparent conductive oxide film	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
140	Yasuyoshi Kurokawa, Yoshiko Iseki, Kazuhiro Gotoh, Satoru Miyamoto, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Noritaka Usami	Nagoya University	Fabrication of Near- infrared Light Trapping Structure by Nanoimprinting Technique for Si Heterojunction Solar Cells	PVinMotion 2025	2024/11
141	H. Yamaguchi, S. Fukaya, Y. Kurokawa, N. Usami	Nagoya University	Improvement of nano- texture uniformity formed on crystalline silicon surface by anisotropic alkaline etching for perovskite/silicon tandem solar cells	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
142	S. Kondo, Y. Kurokawa, K. Gotoh, K. Kutukake, N. Usami	Nagoya University	Investigation of deposition conditions for multilayer passivation thin films using Bayesian optimization with hydrogen concentration as an index	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
143	S. Fukaya, Y. Michishita, N. Uene, K. Gotoh, T. Tokumasu, N. Usami	Nagoya University	Numerical analysis of TiO _x /Si Heterostructure with Molecular Dynamics Simulation	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
144	Yuto Michishita, Kazuhiro Gotoh, Shohei Fukaya, Yasuyoshi Kurokawa, and Noritaka Usami	Nagoya University, Niigata University	Passivation enhancement mechanism of TiO _x /c-Si heterostructures prepared by atomic layer deposition	34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference	2023/11
145	K. Mizutani, K. Gotoh, T. Tachibana, Y. Kurokawa, T. Ozawa, M. Wilde, K. Fukutani, N. Usami	Nagoya University	Suppression of film blistering in silicon nano-crystals/silicon oxide composite layer by insertion of intrinsic hydrogenated amorphous silicon layer	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11

146	深谷 昌平, 後藤和泰, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	名古屋大学、新潟大学	TiOx:Nb 層の導入による TiOx/SiOy/Si ヘテロ構造のパッシベーション性能の向上	第 10 回 応用物理学会 名古屋大学 ステューデントチャプター東海地区学術講演会	2023/11
147	宇佐美 徳隆	名古屋大学	(Invited) 脱炭素社会創造に向けたシリコン系材料の多様な結晶成長とデバイス応用	電気学会東海支部学術講演会	2023/12
148	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Taizo Masuda, Takashi Mabuchi, Kenichi Okumura, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Development of High-Efficiency Si Tandem Solar Cell Modules for Solar-Powered Vehicle Applications	2024 MRS Fall Meeting & Exhibit	2024/12
149	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Keynote) Importance of Development of High-efficiency Solar Cells and Modules toward Creation of Clean Energy Society	2024 14th International Conference on Power, Energy, and Electrical Engineering (CPEEE 2024)	2024/02
150	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Keynote) Importance of Solar-powered Vehicles toward Creation of Clean Energy Society	15th International Conference on Power, Energy, and Electrical Engineering (CPEEE 2025)	2025/02
151	Shohei Fukaya, Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa, Noritaka Usami	Nagoya University, Niigata University	Improvement of Passivation Performance of TiOx/SiOy/c-Si Heterostructure by Introducing an Atomic-Layer-Deposited TiOx:Nb Layer	2024 Korea-Japan PV Joint Workshop	2024/02
152	Soma Kondo, Yasuyoshi Kurokawa, Kazuhiro Gotoh, Kentaro Kutsukake, Noritaka Usami	Nagoya University, Niigata University, RIKEN	Investigation of deposition conditions for multilayer passivation films using Bayesian optimization and hydrogen concentration grouping	2024 Korea-Japan PV Joint Workshop	2024/02
153	H. Yamaguchi, N. Usami	Nagoya University	Nano-textured surfaces of c-Si suitable for perovskite/silicon tandem solar cells by anisotropic alkaline etching	2024 Korea-Japan PV Joint Workshop	2024/02
154	水谷 和嗣、後藤和泰、立花 福久、黒川 康良、小澤孝拓、ビルデ マカス、福谷 克之、宇佐美 徳隆	名古屋大学	AlOx:H 層による p 型シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜のキャリア選択性能向上	第 72 回応用物理学会 春季学術講演会	2025/03
155	Masafumi Yamaguchi, Tsutomu Tanimoto,	Toyota Technological Institute	Si Tandem Solar Cell Modules for Solar-powered Vehicles	PVinMotion 2025	2025/03

	Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita				
156	高木 香,荒田 朝 基,黒川 康良,増 田 淳,宇佐美 徳 隆,後藤 和泰	新潟大学、名古屋 大学	ナノ電子分光を用いたナノ 結晶シリコン/酸化シリコン複合膜 の組成分析に関する研究	応用物理学会 若手チャプ ター 太陽光エネルギー変換機 能材料・デバイス開発研 究会 第4回研究会	2024/03
157	高木 香,荒田 朝 基,黒川 康良,増 田 淳,宇佐美 徳 隆,後藤 和泰	名古屋大学	ナノ結晶シリコン/酸化シリコン複合 膜の面内組成分布とその 均一性評価	応用物理学会若手チャプ ター 太陽光エネルギー変換機 能材料・デバイス開発研 究会 第5回研究会	2025/03
158	近藤 蒼馬, 沓掛 健太郎, 後藤 和 泰, 黒川 康良, 宇 佐美 徳隆	名古屋大学、理研、 新潟大学	デバイス最適化と水素濃度グ ルーピングを活用した多層 パッシベーション層の製膜条件 探索	応用物理学会 若手チャプ ター 太陽光エネルギー変換機 能材料・デバイス開発研 究会 第4回研究会	2024/03
159	道下 悠登、深谷 昌平、上根 直也、 後藤 和泰、徳増 崇、宇佐美 徳隆	名古屋大学	分子動力学シミュレーションによ る TiOx/Si ヘテロ構造のパッシ ベーション性能向上機構の解 明	第72回応用物理学会 春季学術講演会	2025/03
160	深谷 昌平、後藤 和泰、黒川 康良、 宇佐美 徳隆	名古屋大学	原子層堆積法で作製した TiOx:Nb 層の導入による TiOx/SiOy/c-Si ヘテロ構造の パッシベーション性能の向上	第71回応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
161	深谷 昌平、後藤 和泰、黒川 康良、 宇佐美 徳隆	名古屋大学、新潟 大学	原子層堆積法により作製 した Nbドープ TiOx 層の 新規パッシベーション膜への応 用の検討	応用物理学会 若手チャプ ター 太陽光エネルギー変換機 能材料・デバイス開発研 究会 第4回研究会	2024/03
162	深谷 昌平、後藤 和泰、西原 達平、 齋 均、黒川 康良、 宇佐美 徳隆、松 井 卓矢	名古屋大学	硬 X 線光電子分光法を用 いた TiOx 電子コンタクト/Si 界面における金属電極成 膜効果の解析	第72回応用物理学会 春季学術講演会	2025/03
163	井手 康貴, 西原 達平, 中村 京太 郎, 大下 祥雄, 河 津 知之, 長井 俊 樹, 山田 昇, Pham Phuong Trang, 小椋 厚志	明治大学	結晶 Si ウェーハのテクスチャサイズ と丸め処理による三次元 柔軟性への影響	2024 年第 71 回応用物 理学会春季学術講演会	2024/03
164	長谷部 光紀, 井 手 康貴, 横川 凌, 中村 京太郎, 大 下 祥雄, 山田 昇, 小椋 厚志	明治大学	結晶シリコン太陽電池におけ る電極周辺応力の温度評 価	2024 年第 71 回応用物 理学会春季学術講演会	2024/03
165	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Keynote) Importance of Vehicle Integrated Photovoltaics toward Creation of Clean Energy Society	ENERGYMEET2024	2024/04
166	Y. Kurokawa, Y. Kimata, Y. Iseki, K. Gotoh, S. Miyamoto, R. Ozaki, K. Nakamura, Y. Ohshita, N. Usami	Nagoya University	Implementation of Nanoimprinted Light Trapping Structure Into Si Heterojunction Solar Cells	13th International Conference on Silicon Photovoltaics 2023 (Silicon PV2023)	2023/04
167	M. Matsumi, K. Gotoh, M. Wilde, Y.	Nagoya University	Improvement of Passivation Performance of Silicon	13th International Conference on Silicon	2023/04

	Kurokawa, K. Fukutani, N. Usami		Nanocrystal/Silicon Oxide Compound Layer by Two-step Hydrogen Plasma Treatment	Photovoltaics 2023 (Silicon PV2023)	
168	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	33.7% Efficiency Si Tandem Solar Cell Modules	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC52)	2024/06
169	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Tsutomu Tanimoto, Yosuke Tomita, Yasuyuki Ota, Christian Thiel, Anastasios Tsakalids, Arnulf Jaeger- Waldau, Takashi Nakado, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Tatsuya Takamoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Analysis for effects of temperature rise of solar cell modules upon the driving distance of photovoltaics-powered vehicles	50th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC-50)	2023/06
170	Masafumi Yamaguchi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka, Yuchao Zhang, Brett Hallam, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Effectiveness of the Concentrating Photovoltaics (CPV) Toward TW-Scale PV Production	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC52)	2024/06
171	Yasuyoshi Kurokawa, Yoshiko Iseki, Kazuhiro Gotoh, Satoru Miyamoto, Ryo Ozaki, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Noritaka Usami	Nagoya University	Enhancement of Near- infrared Light Absorption by Nanoimprinted Light Trapping Structure Implemented into Si Heterojunction Solar Cells	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC52)	2024/06
172	Shohei Fukaya, Kazuhiro Gotoh, Yasuyoshi Kurokawa and Noritaka Usami	Nagoya University	Improvement for passivation performance of TiOx/SiOy/c-Si heterostructures by capping with Atomic- Layer-Deposited Nb doped TiOx Layer	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC52)	2024/06

173	S. Fukaya, K. Gotoh, T. Matsui, H. Sai, Y. Kurokawa, N. Usami	Nagoya University	Influence of insertion position of a LiF buffer layer on passivation performance of crystalline Si/SiO _y /TiO _x /Al heterostructures	50th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 50)	2023/06
174	K. Inoue, N. Uene, K. Gotoh, Y. Kurokawa, T. Tokumasu, N. Usami	Nagoya University	Numerical simulation study for analysis of hydrogenated amorphous silicon/crystalline silicon heterostructure by Reactive Molecular Dynamics Method	50th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 50)	2023/06
175	Yoshio Oshita, Tomohiko hara, Tappei Nishihara, Satoshi Yasuno, Atsushi Ogura	Toyota Technological Institute	Properties of defects and charge centers in SiO ₂ /Si of CSC solar cells induced by reactive plasma deposition	52nd IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC52)	2024/06
176	水谷 和嗣, 後藤和泰, 黒川 康良, 杓掛 健太郎, 宇佐美 徳隆	名古屋大学、新潟大学、理研	p 型シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜におけるキャリア選択能の向上	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
177	道下 悠登, 後藤和泰, 深谷 昌平, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	名古屋大学、新潟大学	原子層堆積法で作製した TiO _x /c-Si ヘテロ構造のバツンバージョン性能向上機構	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
178	山口 真史, 柴田肇, 反保 衆志, 永井 武彦, 大下 祥雄	豊田工業大学	各種太陽電池およびモジュールの損失解析	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2023/06
179	Takuya Minowa, Tappei Nishihara, Hyunju Lee, Yoshio Ohshita, Kazuo Muramatsu, Atsushi Ogura	Meiji University	Characterization of contact resistance and band structures of Ag-coated Cu paste	31st Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules: Materials and Processes	2024/07
180	Takuya Minowa, Yoshio Ohshita, Toshinori Numata, Hyunju Lee, Hideaki Machida, Masaki Ando, Atsushi Ogura	Meiji University	Low temperature ALD of SnO ₂ thin film as In-free electron transport layer	31st Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells and Modules: Materials and Processes	2024/07
181	黒川 康良, 伊関良子, 後藤 和泰, 宮本 聡, 尾崎 亮, 中村 京太郎, 大下 祥雄, 宇佐美 徳隆	名古屋大学	【招待講演】ナノインプリント法を用いた Si ヘテロ接合太陽電池用光閉じ込め構造の実装	次世代太陽電池セル・モジュール分科会/WinPVJ 分科会 2024 年度第 1 回研究会	2024/07
182	水谷 和嗣, 後藤和泰, 立花 福久, 黒川 康良, 宇佐美 徳隆	名古屋大学	シリコン/結晶/酸化シリコン複合膜における i-a-Si:H 層挿入によるブリストリングの抑制	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
183	高木 香, 荒田 朝基, 黒川 康良, 増	名古屋大学	ナノ結晶シリコン/酸化シリコン複合膜の組成制御	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07

	田 淳,宇佐美 徳隆,後藤 和泰			(第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	
184	深谷 昌平,後藤 和泰,黒川 康良,宇佐美 徳隆	名古屋大学	原子層堆積法により作製した酸化チタンへの Nb 添加による電界効果パッシベーションの向上	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
185	近藤 蒼馬,黒川 康良,後藤 和泰,杓掛 健太郎,宇佐美 徳隆	名古屋大学	水素濃度を指標としたベイズ最適化を用いた多層パッシベーション膜の製膜条件探索	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
186	山口 大翔,黒川 康良,宇佐美 徳隆	名古屋大学	異方性アルカリエッチングで結晶シリコン表面に形成したナノテクスチャの均一性向上	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
187	山口 真史,増田 泰造,太田 靖之,荒木 建次,西岡 賢祐	豊田工業大学	自動車搭載用太陽電池の総合報告	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
188	中村 京太郎,岡本 親扶,太田 靖之,山口 真史,大下 祥雄	豊田工業大学	(招待)部分日影に強い太陽電池モジュールの提案	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム (第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
189	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	(Invited) Development of high efficiency Si tandem solar cells and modules for vehicle integrated photovoltaics	Global Photovoltaic Conference 2024 (GPVC2024)	2024/08
190	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	(Plenary) A Highly Efficient Si Tandem Solar Cells and Modules	Global Photovoltaic Conference 2023 (GPVC2023)	2023/09
191	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Tsutomu Tanimoto, Yosuke Tomita, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Christian Thiel, Anastasios Tsakalidis, Arnulf Jaeger-Waldau, Takashi Nakado, Kazumi Yamada, Tatsuya Takamoto, Kenichi Okumura, Akinori Satou, Yusuke Zushi, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki	Toyota Technological Institute	Analysis of Climate Conditions Upon the Driving Distance of Photovoltaics-Powered Vehicles	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2023)	2023/09

	Kojima, Yoshio Ohshita				
192	Yoshio Ohshita, Keita Kimura, Tomohiko Hara	Toyota Technological Institute	Effects of Carbon and Oxygen in Si on Degradation of Carrier Selective Contact Cell Performance	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2023)	2023/09
193	Koki Hasebe, Koki Ide, Ryo Yokogawa, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Noboru Yamada, Atsushi Ogura	Meiji University	Evaluation of Temperature Dependent Stress Around Electrodes in Crystalline Silicon Solar Cells by Raman Spectroscopy	41st European Photovoltaic Energy Conference and Exhibition	2024/09
194	Koki Ide, Tappei Nishihara, Kyotaro Nakamura, Yoshio Ohshita, Tomoyuki Kawatsu, Toshiki Nagai, Noboru Yamada, Hayato Kobayashi, Atsushi Ogura	Meiji University	Influence of Surface Texturing on Three- dimensional Flexibility of c-Si Wafer	40th European Photovoltaic Energy Conference and Exhibition	2023/09
195	Yoshio Ohshita, Toshinori Numata, Atsushi Ogura, Hyunju Lee, Hideaki Machida	Toyota Technological Institute	Novel Sn CVD Precursor for Depositing SnO ₂ Thin Film as Transparent Conductive Oxide	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
196	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Hiroyuki Juso, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Our Recent Approaches for Si Tandem Solar Cells and Modules	2024 International Conference on Solid State Devices and Materials(SSDM2024)	2024/09
197	Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Kyotaro Nakamura, Ryo Ozaki, Hiroyuki Juso, Nobuaki Kojima, Yoshio Ohshita	Toyota Technological Institute	Overview for Tandem Solar Cell R&D Activities in Japan	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
198	Kyotaro Nakamura, Chikao Okamoto, Ryo Ozaki, Yoshio Ohshita, Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	Proposal of Solar Cell Modules for Reducing Partial Shading Loss	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2023)	2023/09

199	Taizo Masuda, Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Kensuke Nishioka	Toyota Motor Corporation	Public Road Driving Tests of Toyota Prius Equipped with High Efficiency Photovoltaic Modules Consist of III-V-Based Triple-Junction Solar Cells	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
200	Yoshio Ohshita, Subhash Chand Yadav, Tomohiko Hara	Toyota Technological Institute	Three Dimensional DLTS Analysis on Defects in Si Crystal Induced by a-Si Deposition	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
201	Masafumi Yamaguchi, Taizo Masuda, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	Toyota Technological Institute	Topical Review for Vehicle Integrated Photovoltaics	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
202	Y. Michishita, S. Fukaya, K. Gotoh, Y. Kurokawa and N. Usami	Nagoya University	Understanding Interface States in TiO _x /Si Heterostructure by Analysing Temperature Dependence of Effective Carrier Lifetime	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference (EUPVSEC2024)	2024/09
203	黒川 康良, 伊関 良子, 後藤 和泰, 宮本 聡, 尾崎 亮, 中村 京太郎, 大下 祥雄, 宇佐美 徳隆	名古屋大学	ナノ結晶シリコン/酸化シリコン複合膜の電気的特性の組成依存性	第 85 回応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
204	箕輪 卓哉, 西原 達平, Lee Hyunju, 大下 祥雄, 村松 和郎, 小椋 厚志	明治大学	低温硬化型電極ペーパーストと透明導電膜の界面評価	第 85 回応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
205	箕輪 卓哉, 西原 達平, 横川 凌, Lee Hyunju, 大下 祥雄, 村松 和郎, 小椋 厚志	明治大学	省 Ag 低温硬化電極ペーパーストの評価	2023 年第 84 回応用物理学会 秋季学術講演会	2023/09
206	長谷部 光紀, 横川 凌, 中村 京太郎, 大下 祥雄, 山田 昇, 小椋 厚志	明治大学	結晶シリコン太陽電池における電極周辺応力の温度依存評価(II)	第 85 回応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
207	山口 真史, 中村 京太郎, 尾崎 亮, 小島 信晃, 大下 祥雄	豊田工業大学	(招待)Si ナンデム太陽電池の高効率化と車載応用	第 85 回応用物理学会 秋季学術講演会-有機系 vs 無機化合物系 シンポジウム 薄膜太陽電池バトルロワイアル	2024/09

(b) 新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載紙名	発表年月
1	名古屋大学, 東京大学	ナノ結晶を電子の通り道とする酸化シリコン保護膜を実現 ～次世代シリコン系太陽電池の開発に期待～	名古屋大学 HP/東京大学 HP プレス発表	2022/01
2	名古屋大学, 東京大学	ナノ結晶を電子の通り道とする酸化シリコン保護膜を実現 ～次世代シリコン系太陽電池の開発に期待～	日本の研究.com	2022/01

3	名古屋大学,東京大学	名大ら,導電性の高い酸化シリコン保護膜を実現	フォトエレクトロニクスオンライン	2022/01
4	名古屋大学	第16回再生可能エネルギー世界展示会	第16回再生可能エネルギー世界展示会	2022/01
5	名古屋大学	テックフェア名大 2022	テックフェア名大 2022	2022/01
6	名古屋大学,東京大学	電子通ししつつ表面保護 次世代太陽電池に提案	日刊工業新聞	2022/02
7	名古屋大学,東京大学	New Type of Electrical Contact can Improve Stability of Solar Cells	AZO Optics	2022/03
8	名古屋大学,東京大学	Novel electrical component improves stability of solar cells	nanowerk	2022/03
9	名古屋大学,東京大学	Scientists fabricate novel electrical component to improve stability of solar cells	AlphaGalileo	2022/03
10	名古屋大学,東京大学	Scientists fabricate novel electrical component to improve stability of solar cells	SOLAR DAILY	2022/03
11	名古屋大学,東京大学	Scientists fabricate novel electrical component to improve stability of solar cells	TecXplore	2022/03
12	名古屋大学,東京大学	Study Explores Relationship Between Passivation and Conductivity of Electrical Contact in Solar Cells	AZO Materials	2022/03
13	名古屋大学,東京大学	Un composant électrique pour améliorer la stabilité des cellules solaires	Enerzine	2022/03
14	名古屋大学	第17回再生可能エネルギー世界展示会	第17回再生可能エネルギー世界展示会	2023/02
15	名古屋大学	名古屋大学 宇佐美・黒川研究室	第18回再生可能エネルギー世界展示会	2024/01
16	名古屋大学	名古屋大学 宇佐美・黒川研究室	第19回再生可能エネルギー世界展示会	2025/01
17	Toyota Technological Institute	Chapter 32: Terawatt Sustainability, pp.523-539	Photovoltaic Solar Energy: From Fundamentals to Applications, Volume 2	2024/08

(c) その他

番号	発表者	所属	タイトル	イベント名等	発表年月
1	Yuto Kimata	Nogoya University	PVSEC-31 Poster Award	PVSEC-31	2021/12
2	黒川康良	名古屋大学	奨励賞	永井科学技術財団賞	2021/03

3	Masafumi Yamaguchi	Toyota Technological Institute	GPVC Award	Global Photovoltaic Conference 2022	2022/07
4	Noritaka Usami	Nagoya University	PVSEC Award	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
5	山口 真史	豊田工業大学	超高効率太陽電池開発とその実用に関する先駆的研究	第 25 回応用物理学会業績賞(研究業績)	2025/03

5.1.3.4 低コスト成膜装置開発（大陽日酸株式会社）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	庄司 靖	産総研	HVPE 法における AlInGaP の成膜と InGaP セルの高効率化	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
2	ソダーバン ル・ハッサ ネット	東京大学	MOVPE による高速成長： In(AlGa)P 表面における成長 パラメータの影響	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
3	大島 隆治	産総研	HVPE 法による超高速 GaAs 結晶中の電子トラップ解析	第 2 回日本太陽光発電学会 学術講演会	2022/06
4	大島 隆治	産総研	Hydride vapor phase epitaxy grown III-V multi-junction solar cells	WCPEC-8	2022/09
5	庄司 靖	産総研	III/V 族化合物半導体の HVPE 成長および基板再利用の検討	JCCG51	2022/10
6	庄司 靖	産総研	HVPE-grown GaInP/GaInAsP dual-junction solar cells for two-terminal III-V//Si triple- junction structures	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2023/09
7	大島 隆治	産総研	Accelerated raw-material utilization-efficiency of GaAs using vertical flow type, single-chamber hydride vapor phase epitaxy (HVPE)	ICMOVPE XXI	2024/05
8	庄司 靖	産総研	17.3% efficient GaInP front junction solar cells with AlInP and AlGaInP passivation grown via hydride vapor phase epitaxy	PVSC-52	2024/06
9	大島 隆治	産総研	Over 30% efficient GaInP indoor light photovoltaic cells fabricated via HVPE for internet-of-things	PVSEC-35	2024/11

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	大陽日酸/産総研/JAXA	Ultra-High-Speed Growth of GaAs Solar cells by Triple Chamber Hydride Vapoer Phase Epitaxy	MDPI 社 Crystals 誌	2023/05

2	大陽日酸/産総研	Performance of Hydride Vapor Phase Epitaxy-Grown GaInP Photovoltaics with Double-sided Al-containing Passivation Layers Under Air Mass 1.5 Global Solar Irradiation and Low-Intensity Indoor Light Irradiation	Solar RPL 誌	2023/12

5.1.3.5 移動体用モジュール評価・構造設計技術開発（国立大学法人宮崎大学）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Evaluating the Output of a Car-Mounted Photovoltaic Module Under Driving Conditions	IEEE Journal of Photovoltaic, 1299-1304	有	2021/06
2	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Curve correction of vehicle-integrated photovoltaics using statistics on commercial car bodies	Progress in Photovoltaics, 152-163	有	2022/02
3	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Facilitating vehicle-integrated photovoltaics by considering the radius of curvature of the roof surface for solar cell coverage	Cleaner Engineering and Technology, 100446 (10p)	有	2022/04
4	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	3D Solar Irradiance Model for Non-Uniform Shading Environments Using Shading (Aperture) Matrix Enhanced by Local Coordinate System	Energies, 4414(20p)	有	2023/05
5	Yasuyuki Ota, Yoshio Ohshita, Keiya Tamada, Kenji Araki, Kyotaro Nakamura, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Toyota Technological Institute	Outdoor evaluation of total cross-tied Si module under driving conditions	Solar Energy Materials and Solar Cells, 112989 (5p)	有	2024/06
6	Kenji Araki, Yasuyuki Ota and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Vector-Based Advanced Computation for Photovoltaic Devices and Arrays: Numerical Reproduction of Unusual Behaviors of Curved Photovoltaic Devices	applied sciences, 4855 (24p)	有	2024/06
7	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Public road driving tests of Toyota Prius equipped with high-efficiency III-V triple-junction PV modules	EPJ Photovoltaics, 20 (9p)	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Michiyuki Maeda, and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	OPTIMUM POINT FOR MEASURING THE REPRESENTING TEMPERATURE OF PV MODULE AND ARRAY IN OUTDOOR CONDITIONS	The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30)	2020/11
2	太田 靖之, 荒木 建次, 西岡 賢祐, 山口 真史	宮崎大学, 豊田工業大学	車載に搭載した太陽電池モジュールの走行時における発電量評価	第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
3	Akio Kawabata, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Estimation of Solar Radiation onto Vehicle's Body Using Shading Probability Based on Spherical Image	PV in Motion 2021	2021/12
4	Kento Hirata, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Yoshitaka Hayakawa, Noboru Yamada, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Nagaoka University of Technology	Estimation of the Partial Shading Effect on Vehicle-Integrated Photovoltaics Using Equivalent Circuit Model under High-Speed Operation	PV in Motion 2021	2021/12
5	Kento Hirata, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Yoshitaka Hayakawa, Noboru Yamada, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Nagaoka University of Technology	Evaluation of the Momentary Partial Shading Effect on Vehicle Integrated Photovoltaics Using Equivalent Circuit Model	The 31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
6	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Tadashi Obayashi, Keizo Asaoka, Zi Ouyang, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories, UNSW	International Standardization on Vehicle Integrated Photovoltaic (VIPV)	PV in Motion 2021	2021/12
7	Kenji Araki, Daisuke Sato	University of Miyazaki, Nagaoka University of Technology	Photovoltaics for Vehicles -Similarities and Differences between Standard PV and Car Component PV	2021 NIST UL Workshop on PV Materials Durability	2021/12
8	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Predicting Output Power of Vehicle-Integrated Photovoltaics Applying Shading Probability of Objects around the Road	PV in Motion 2021	2021/12
9	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka,	University of Miyazaki, Toyota Technological Institute	Seasonal Variation of the Car-Mounted Photovoltaic Module Performance under Driving Conditions	The 31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12

	Masafumi Yamaguchi				
10	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	The resilience of PV-powered Vehicles (VIPV)	The 31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
11	Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Activities for Solar to X	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
12	太田 靖之, 河端 晃生, 鶴元 祐希, 荒木 建次, 西岡 賢祐	宮崎大学	周辺建物を考慮した車両一体型太陽電池モジュールの発電量予測	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
13	Koki Nakamura, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Calculation of optimal tilt angle of solar arrays on the sloped ground considering the self-shading loss	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
14	Koki Nakamura, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Carbon neutralization of buses using vehicle-integrated photovoltaics	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
15	Kento Hirata, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Consideration of MPPT optimization in Vehicle Integrated Photovoltaic	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
16	Yuki Kawakami, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Influence of the solar spectrum variation affected by building shadows on the performance rating of tandem PVs in the actual environment	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
17	Kenji Araki, Liang Ji, George Kelly, Zi Ouyang, Mauro Pravettoni, Ignacio Antón, Masahiro Yoshita, Joshua Stein, Harald Müllejans, Daisuke Sato, Keizo Asaoka, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	International collaboration for standardization (testing and rating) for VIPV	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
18	Yuki Kawakami, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Measurement of solar spectrum for vehicle integrated PV using 4-sensor photodiode spectrometer	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
19	Kento Hirata, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Measurement of vehicle integrated photovoltaic output while driving and reproduction by simulation	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
20	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Modeling and rating the impact of partial shading loss affected by distributions of shading objects and	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11

			orientation of PV modules (including moving PV in transportation), also design improvement of modules against partial and dynamic shading losses		
21	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Optimization of the string configuration of vehicle-integrated photovoltaic module based on the distribution of the partial shading during driving	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
22	Sho Kuranaga, Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Performance of curved PV module - comparison in three approaches; measurement, differential geometry, and ray-tracing	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
23	Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Promising New Applications of Photovoltaic - Solar to X, Building Integrated PV, Vehicle Integrated PV, Agrivoltaic -	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
24	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Reproducible prediction of 3-dimensional solar irradiances onto vehicle-integrated photovoltaic using an aperture matrix	The 33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
25	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Yuki Kawakami, Sho Kuranaga, Kento Hirata, Koki Nakamura, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Estimation of the energy yield of VIPV affected by its specific solar environment	PV in Motion 2023	2023/02
26	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Impact of the partial shading distribution on the output of the vehicle-integrated photovoltaic module	PV in Motion 2023	2023/02
27	Shota Matsushita, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Is a Double-Bubble Curved Surface with Excellent Aerodynamics Suitable for Vehicle-Integrated Photovoltaic (VIPV) Installation?	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (EUPVSEC2023)	2023/09
28	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	3D-Curved crystalline Si modules: Size, Stress, Mismatching loss, and Coverage loss	The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-34)	2023/11
29	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Buffering mismatching losses of tandem solar cells by an ever-changing spectrum in outdoor operations	The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-34)	2023/11

30	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Matrix calculation of 3D solar irradiance	The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 34)	2023/11
31	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Modeling and measurement of curved VIPV and BIPV modules - Impact of non-uniform solar irradiance and dynamic shading	The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 34)	2023/11
32	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Akira Nagaoka, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	VIPV as the energy source in disaster zones	The 34th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 34)	2023/11
33	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	PV on the vehicles in Asia-Pacific regions - Performance and Energy yield	2023 Asia-Pacific Solar Research Conference	2023/12
34	川手 颯真, 荒木 建 次, 西岡 賢祐	宮崎大学	車載太陽電池を利用し たレジリエンスの検討	第 5 回フロンティア太 陽電池セミナー	2023/12
35	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Optimum Clustering of VIPV Strings: Statistical and Probability Approach	PV in Motion 2024	2024/03
36	Yasuyuki Ota, Keiya Tamada, Kyotaro Nakamura, Masafumi Yamaguchi, Yoshio Ohshita, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Toyota Technological Institute	Outdoor evaluation of total cross tied (TCT) Si module under driving conditions	PV in Motion 2024	2024/03
37	Kensuke Nishioka, Kohei Okada, Kenji Araki, Seiichi Kiyama, Yasuyuki Ota, Koji Nishiyama	University of Miyazaki, SoftBank Corp.	PV on HAPS (High Altitude Platform Station): PV modeling	PV in Motion 2024	2024/03
38	Kenji Araki, Sho Kuranaga, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Testing and rating of VIPV: Scientific background	PV in Motion 2024	2024/03
39	玉田 敬也, 太田 靖 之, 中村 京太郎, 山口 真史, 大下 祥 雄, 荒木 建次, 西 岡 賢祐	宮崎大学, 豊田工業 大学	走行時における TCT モ ジュールの発電量評価	第 21 回「次世代の太陽 光発電システム」シン ポジウム	2024/07
40	向井 直希, 太田 靖 之, 荒木 建次, 西 岡 賢祐	宮崎大学	車両上日射量連続推定 に向けた動画処理技術 開発	第 21 回「次世代の太陽 光発電システム」シン ポジウム	2024/07
41	平田 祥稀, 太田 靖 之, 荒木 建次, 西 岡 賢祐	宮崎大学	車載太陽電池モジュ ール発電量に対する部分 日陰の影響	第 21 回「次世代の太陽 光発電システム」シン ポジウム	2024/07
42	Shota Matsushita, Kenji Araki,	University of Miyazaki	Identification of a Free Vibration and Natural Resonance of Solar	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and	2024/09

	Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka		Cells inside the Photovoltaic Module under the Laminated Glass/EVA Structure using a Laser Doppler Technique	Exhibition (EUPVSEC2024)	
43	Soma Kawate, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Resilience Using Vehicle-Mounted PV: Required Number of Vehicles	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (EUPVSEC2024)	2024/09
44	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Shota Matsushita, Yuhi Honda, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Detecting and analysis of the micro-waviness of the solar cells inside the 3D curved PV module	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
45	Naoki Mukai, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Development of Video Processing Technology for Continuous Analysis of Solar Radiation on Vehicles	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
46	Shota Matsushita, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Evaluation of incident light characteristics of vehicle-integrated photovoltaic devices (VIPV) installed on the roofs and hoods of all types of vehicles	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
47	Shoki Hirata, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Output estimation of Vehicle Integrated Photovoltaic modules under actual partial shading condition	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
48	Keiya Tamada, Yasuyuki Ota, Kyotaro Nakamura, Masafumi Yamaguchi, Yoshio Ohshita, Kenji Araki, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, Toyota Technological Institute	Performance Analysis of Vehicle Integrated Photovoltaic System using Total Cross Tied Module	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
49	Kaiki Matsubayashi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Rapid Generation of Solar Spectrum with Sensor Photodiode Arrays	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
50	Kenji Araki, Soma Kawate, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Resilience by Battery and Solar Electric Vehicles	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
51	Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	VIPV energy rating: How long do your solar electric vehicles run with solar energy backed by appropriate tests from international standards?	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC- 35)	2024/11
52	Kenji Araki, Yasuyuki Ota,	University of Miyazaki	Vibration and resonance of the solar cells inside the PV	35th International Photovoltaic Science and Engineering	2024/11

	Kensuke Nishioka		module: VIPV reliability issues	Conference (PVSEC-35)	
53	竹下 宜輝, 向井 直樹, 荒木 建次, 西岡 賢祐, 太田 靖之	宮崎大学	車載太陽電池のための魚眼画像を用いた日射量予測技術の開発	第6回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
54	辻 良太, 本田 雄飛, 荒木 建次, 西岡 賢祐, 太田 靖之	宮崎大学	車載用太陽光パネルの振動解析	第6回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
55	Naoki Mukai, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Kohei Okada, and Yasuyuki Ota	University of Miyazaki, SoftBank Corp.	Development of Total Energy Simulator for High Altitude Platform Station Operation	PV in Motion 2025	2025/03
56	Nobuteru Takeshita, Naoki Mukai, Kenji Araki, Kensuke Nishioka, Yasuyuki Ota	University of Miyazaki	Development of solar irradiance prediction technology using fisheye image for vehicle-integrated photovoltaic power generation	PV in Motion 2025	2025/03
57	Yasuyuki Ota, Kenji Araki, Shota Matsushita, Ryota Tsuji, Yuh Honda, and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki	Direct detection technique of vibration and resonance of the solar cells inside the VIPV modules	PV in Motion 2025	2025/03
58	Kaiki Matsubayashi, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Shinya Iwasaki, Yohei Hosokawa, and Kensuke Nishioka	University of Miyazaki, TOYOTA MOTOR CORPORATION	Principal Component Analysis for Solar Radiation on Vehicle Roof	PV in Motion 2025	2025/03

5.1.3.6 低コストエピ・接合技術開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	産業技術総合研究所	特願 2021-167135	国内	2021/10/12	登録	高性能多接合太陽電池の製造方法	庄司 靖
2	産業技術総合研究所	特願 2022-095367	国内	2022/06/14	出願	半導体装置、半導体装置の製造方法、太陽電池、太陽電池の製造方法	牧田紀久夫、水野秀範
3	産業技術総合研究所	PCT/ JP2023/017032	PCT	2023/05/01	出願	半導体装置、半導体装置の製造方法、太陽電池、太陽電池の製造方法	牧田紀久夫、水野秀範

（Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月

1	太野垣健、牧田紀久夫、立花福久、水野英範、大島隆治、高遠秀尚、菅谷武芳	産業技術総合研究所	Impact of Loading Topology and Current Mismatch on Current-Voltage Curves of Three-Terminal Tandem Solar Cells with Interdigitated Back Contacts	Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol.221、Page.110901	有	2021/03
2	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Pd-mediated mechanical stack of III-V solar cells fabricated via hydride vapor phase epitaxy	Solar Energy Vol. 224 Page.142-148	有	2021/08
3	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、R. Müller、P. Beutel、D. Lackner、J. Benick、M. Hermle、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	III-V//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ multijunction solar cells with 27.2% efficiency fabricated using modified smart stack technology with Pd nanoparticle array and adhesive material	Progress in Photovoltaics: Research and Applications Vol.29 No.8 Page.887-898	有	2021/08
4	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	InGaP/GaAs dual-junction solar cells with AlInGaP passivation layer grown by hydride vapor phase epitaxy	Progress in Photovoltaics: Research and Applications Vol.29 No.12 Page.1285-1293	有	2021/12
5	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	GaAs//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ Three-Junction Solar Cells With 28.06% Efficiency Fabricated Using a Bonding Technique Involving Pd Nanoparticles and an Adhesive	IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS Vol.12 No.2 Page.639-645	有	2022/03
6	水野英範、牧田紀久夫、齋均、望月敏光、松井卓矢、高遠秀尚、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	Integration of Si Heterojunction Solar Cells with III-V Solar Cells by the Pd Nanoparticle Array-Mediated "Smart Stack" Approach	ACS Applied Materials & Interfaces Vol.14 No.9 Page.11322-11329	有	2022/03
7	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	28.3%-efficient III-V Tandem Solar Cells Fabricated Using a Triple-chamber Hydride Vapor Phase Epitaxy System	Solar RRL Vol.6 Page.2100948	有	2022/06
8	大島隆治、石塚優希、岡野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研究所、東京都市大学	A comparison of different passivation layers for GaInAs solar cells grown by solid-source molecular beam epitaxy	Journal of Crystal Growth Vol.593 Page.126769	有	2022/06

9	牧田紀久夫、富田仁、水野英範、大島隆治、庄司靖、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、出光興産株式会社、Fh-ISE	Flexible GaAs//Cu(In _{1-x} Ga _x)(S _y Se _{1-y}) ₂ -based Three-junction Solar Cells Using Modified Smart Stack Technology	Proceedings of 8th world conference on photovoltaic energy conversion Page.270-272	無	2022/12
10	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、高本達也、菅谷武芳	産業技術総合研究所、シャープ株式会社	Mechanical Stacked GaAs//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ Three-junction Solar Cells with 30% Efficiency via an Improved Bonding Interface and Area Current-Matching Technique	Progress in Photovoltaics: Research and Applications Vol.31 No.1 Page.71-84	有	2023/01
11	牧田紀久夫、水野英範、齋 均、大島隆治、庄司靖、R. Müller、P. Beutel、D. Lackner、J. Benick、M. Hermle、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	GaAs//Si Multijunction Solar Cells Fabricated Via Mechanical Stack Technology Using Pd Nanoparticles and Metal-Assisted Chemical Etching	IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS Vol.13 No.1 Page.105-112	有	2023/01
12	大島隆治、小倉曉雄、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、今泉充、菅谷武芳	産業技術総合研究所、JAXA、大陽日酸株式会社	Ultra-High-Speed Growth of GaAs Solar Cells by Triple-Chamber Hydride Vapor Phase Epitaxy	Crystals Vol.13 No.3 Page.370	有	2023/02
13	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	1.5 eV GaInAsP Solar Cells Grown via Hydride Vapor-Phase Epitaxy for Low-cost GaInP/GaInAsP/Si Triple-Junction Structures	Advanced Energy and Sustainability Research Vol. 4 No. 5 Page. 2200198	有	2023/04
14	菅谷武芳	産業技術総合研究所	Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体多接合太陽電池の現状とその低コスト製造法	色材協会誌 Vol. 96, No. 8 Page. 275-279	無	2023/08
15	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、菅谷武芳	産業技術総合研究所	高性能多接合太陽電池の低コスト製造技術	応用物理 Vol. 92, No. 9 Page. 540-544	有	2023/09
16	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Performance of Hydride Vapor Phase Epitaxy-Grown GaInP Photovoltaics with Double-sided Al-containing Passivation Layers Under Air Mass 1.5 Global Solar Irradiation and Low-Intensity Indoor Light Irradiation	Solar RRL Vol.8 No.7 Page.2300845	有	2024/04
17	牧田紀久夫、水野英範、上川由紀子、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、	産業技術総合研究所、	Large area GaAs-based multijunction solar cells by “smart stack” approach using Pd	Solar RRL Vol.8 No.8 Page.2400012	有	2024/04

	高本達也、菅谷武芳	シャープ株式会社	nanoparticle array and silicone adhesive			
18	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	GaAs//CuInGaSe-based multijunction solar cells with 30% efficiency under low concentrated sunlight	Solar RRL Vol.8 No.19 Page.2400351	有	2024/10

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE 法による Al 系材料の成長と III-V 族化合物太陽電池への応用	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
2	石塚優希、大島隆治、庄司靖、牧田紀久夫、岡野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研究所、東京都市大学	スマートスタック技術による GaAs//InGaAs 2 接合太陽電池の検討	第 17 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2020/10
3	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE 法における AlInGaP の成膜と InGaP セルの高効率化	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
4	太野垣健、牧田紀久夫、立花福久、水野英範、大島隆治、高遠秀尚、菅谷武芳	産業技術総合研究所	裏面コンタクト型三端子 GaAs/Si タンデム太陽電池の性能評価	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
5	大島隆治、石塚優希、岡野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研究所、東京都市大学	A comparison of different passivation layers for GaInAs solar cells grown by solid-source molecular beam epitaxy	22nd International Conference on Molecular Beam Epitaxy	2021/09
6	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE 法で作製した InGaP/GaAs 2 接合セルの性能改善	第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	2021/09
7	南雲大輔、庄司靖、太野垣健、大島隆治、牧田紀久夫、岡野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研究所、東京都市大学	低コスト HVPE により作製した InGaP 太陽電池の発光イメージ測定	第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	2021/09
8	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、菅谷武芳	産業技術総合研究所	Multijunction Solar Cells using Bonding Technology with Pd Nanoparticle Array and Adhesive Material	7th International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration	2021/10
9	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE 法による低コスト・高効率 III-V タンデムセルの開発	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
10	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、R. Muller、P. Beutel、D. Lackner、J. Benick、M. Hermle、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所	Record-efficiency GaAs//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ 3-junction solar cells with 28.06% fabricated using smart stack technology	31st International Photovoltaics Science and Engineering Conference	2021/12

11	庄司靖、大島隆治、 牧田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	III-V solar cells with AlInGaP window layer grown by low-cost hydride vapor phase epitaxy	31nd International Photovoltaics Science and Engineering Conference	2021/12
12	庄司靖、大島隆治、 牧田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	III-V 族タンデム太陽電池の 低コスト製造および異種材 料接合	日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セ ル・モジュール分科 会 2021 年度第 2 回 研究会	2022/01
13	庄司靖	産業技術総合研 究所	Novel low-cost fabrication method (H-VPE) of III-V photovoltaic devices	The 3rd Optical Wireless and Fiber Power Transmission Conference	2021/04
14	庄司靖、大島隆治、 牧田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	Low-cost Epitaxial Growth Technology for III-V Photovoltaic Devices	8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
15	大島隆治、菅谷武芳	産業技術総合研 究所	AlInAs heterojunction emitter for highly efficient inverted GaInAs solar cells grown by molecular beam epitaxy	Compound Semiconductor Week 2022	2022/06
16	庄司靖、大島隆治、 牧田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	HVPE による 2 端子 III- V//Si 多接合構造に向けた GaInAsP ミドルセルの作製	第 19 回「次世代の 太陽光発電システ ム」シンポジウム	2022/06
17	大島隆治、小倉暁 雄、庄司靖、牧田紀 久夫、生方映徳、今 泉充、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、JAXA、 大陽日酸株式会 社	HVPE 法による超高速 GaAs 結晶中の電子トラッ プ解析	第 19 回「次世代の 太陽光発電システ ム」シンポジウム	2022/06
18	南雲大輔、庄司 靖、 太野垣健、大島隆 治、牧田紀久夫、岡 野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、東京都市 大学	PL イメージングによる III- V 族化合物太陽電池の空間 均一性の評価	第 19 回「次世代の 太陽光発電システ ム」シンポジウム	2022/06
19	牧田紀久夫、水野英 範、上川由紀子、大 島隆治、庄司靖、石 塚尚吾、菅谷武芳	産業技術総合研 究所	スマートスタックによる異 種材料接合技術の開発	第 83 回応用物理学 会秋季学術講演会	2022/09
20	南雲大輔、庄司 靖、 太野垣健、大島隆 治、牧田紀久夫、岡 野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、東京都市 大学	HVPE で作製した InGaP/GaAs ₂ 接合太陽電池 の空間均一性の評価	第 83 回応用物理学 会秋季学術講演会	2022/09
21	牧田紀久夫、富田 仁、水野英範、大島 隆治、庄司靖、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、出光興産 株式会社、Fh- ISE	Flexible GaAs//Cu(In _{1-x} Ga _x)(Sy,Se _{1-y}) ₂ -based three-junction solar cells using modified smart stack technology	8th world conference on photovoltaic energy conversion	2022/09
22	庄司靖、齋 均、松井 卓矢、大島隆治、牧 田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	Low-cost III-V//Si tandem solar cells using smart stack technology	8th world conference on photovoltaic energy conversion	2022/09
23	大島隆治、小倉暁 雄、庄司靖、牧田紀 久夫、生方映徳、今 泉充、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、JAXA、 大陽日酸株式会 社	Analysis of crystal defects in GaAs solar cells grown at high rates by hydride vapor phase epitaxy	8th world conference on photovoltaic energy conversion	2022/09
24	庄司靖、大島隆治、 牧田紀久夫、生方映 徳、菅谷武芳	産業技術総合研 究所、大陽日酸 株式会社	III-V 族化合物半導体の HVPE 成長および基板再利 用の検討	第 51 回結晶成長国 内会議	2022/11
25	牧田紀久夫、上川由 紀子、水野英範、大 島隆治、庄司靖、石	産業技術総合研 究所、シャープ 株式会社	Smart-stack InGaP/GaAs//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ three-junction solar cells using an area	Internatinal Photovoltaic Science and Engineering	2022/11

	塚尚吾、高本達也、菅谷武芳		current matching technique	Conference (PVSEC-33)	
26	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Hydride vapor phase epitaxy growth of GaInAsP cells for two-terminal III-V//Si triple-junction structures	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
27	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	III-V multi-junction solar cells grown by hydride vapor phase epitaxy	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
28	大島隆治、小倉暁雄、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、今泉充、菅谷武芳	産業技術総合研究所、JAXA、大陽日酸株式会社	High-speed growth of GaAs solar cells via atmospheric pressure hydride vapor phase epitaxy	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
29	南雲大輔、庄司靖、太野垣健、大島隆治、牧田紀久夫、岡野好伸、菅谷武芳	産業技術総合研究所、東京都市大学	Photoluminescence imaging of III-V solar cells fabricated using hydride vapor phase epitaxy	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
30	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Substrate reuse of hydride vapor phase epitaxy grown-GaAs solar cells for low-cost photovoltaics	50th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (IEEE PVSC)	2023/06
31	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	AlInP 窓層の導入による HVPE 法 GaInP 単接合セルの変換効率改善	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2023/06
32	牧田紀久夫、上川由紀子、大島隆治、庄司靖、高本達也、石塚尚吾、菅谷武芳	産業技術総合研究所、シャープ株式会社	厳密測定による電流整合法の検討: GaAs//CIGSe タンデム太陽電池	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2023/06
33	大島隆治、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Overview of hydride vapor phase epitaxy development for affordable III-V solar cells at AIST	23rd American Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ACCGE-23)	2023/08
34	大島隆治、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE 法を用いた超高速 GaInP 成長における自然超格子の評価	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	2023/09
35	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	HVPE-grown GaInP/GaInAsP dual-junction solar cells for two-terminal III-V//Si triple-junction structures	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2023/09
36	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、高本達也、菅谷武芳	産業技術総合研究所、シャープ株式会社	Verification of large area GaAs//CuIn _{1-y} Ga _y Se ₂ -based multijunction solar cells using modified smart stack technology	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2023/09
37	大島隆治、朴冠錫、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Accelerated raw material utilization efficiency using vertical flow type, single-chamber hydride vapor phase epitaxy for III-V solar cell fabrication	21st International Conference on Metal Organic Vapor Phase Epitaxy	2024/05
38	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	17.3% efficient GaInP front-junction solar cells with AlInP and AlGaInP passivation grown via	52nd IEEE Photovoltaic Specialists	2024/06

			hydride vapor phase epitaxy	Conference (IEEE PVSEC)	
39	大島隆治、庄司靖、牧田紀久夫、生方映徳、清水裕大、徳永裕樹、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	III-V 太陽電池の低コスト化に向けた大口径 HVPE 装置の開発	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
40	菅谷武芳	産業技術総合研究所	HVPE とスマートスタックを用いた III-V 多接合太陽電池の低コスト作製技術	2024 年 宇宙用電源および関連技術連絡会	2024/08
41	牧田紀久夫、上川由紀子、水野英範、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、R. Müller、D. Lackner、F. Dimroth、菅谷武芳	産業技術総合研究所、Fh-ISE	GaAs/CuInGaSe-based multijunction solar cells with 30% efficiency under low concentrated sunlight	41th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2024/09
42	近藤圭悟、大島隆治、庄司靖、牧田紀久夫、清水裕大、生方映徳、徳永裕樹、菅谷武芳、岡野好伸	産業技術総合研究所、東京都市大学、大陽日酸株式会社	100 um/h を超える GaInP 太陽電池の超高速 HVPE 成長	第 85 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
43	菅谷武芳	産業技術総合研究所	HVPE 及びスマートスタックによる III-V 族多接合太陽電池の低コスト作製技術	第 85 回 応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
44	大島隆治、庄司靖、清水裕大、生方映徳、牧田紀久夫、徳永裕樹、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Development of 6-inch hydride vapor phase epitaxy for solar cell applications	第 43 回電子材料シンポジウム	2024/10
45	大島隆治、庄司靖、清水裕大、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、徳永裕樹、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Fabrication of GaAs solar cells using large-scale, vertical flow type, single-chamber hydride vapor phase epitaxy	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
46	牧田紀久夫、水野英範、上川由紀子、大島隆治、庄司靖、石塚尚吾、菅谷武芳	産業技術総合研究所	Development of large-area GaAs-based tandem solar cells using Modified smart stack	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
47	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、小関修一、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	Over 30% efficient GaInP indoor light photovoltaic cells fabricated via HVPE for internet-of-things	International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
48	大島隆治、庄司靖、清水裕大、生方映徳、牧田紀久夫、徳永裕樹、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	GaAs 系太陽電池の量産性向上に向けた 6 インチ HVPE 装置の開発	2025 年 第 72 回 応用物理学会 春季学術講演会	2025/03
49	庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	産業技術総合研究所、大陽日酸株式会社	多接合太陽電池の利用拡大に向けた低コスト化技術の開発	日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セル・モジュール分科会	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	産業技術総合研究所 菅谷武芳	宇宙太陽電池を地上用に 高効率・低コストで車載化	日刊工業新聞	2020/11
2	産業技術総合研究所	III-V 族化合物半導体太陽電池の現状と低コスト化による将来展望 ー超高効率	応用物理学会 特別 Web コラム GX: グ	2021/11

	菅谷武芳、庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫	太陽電池でゼロエミッション社会に貢献ー	リーントランスフォーメーションに挑む応用物理	
3	産業技術総合研究所 菅谷武芳	産総研ゼロエミッション国際共同研究センター（GZR）と光技術 多接合太陽電池研究チーム	Optronics 連載シリーズ	2021/11
4	ゼロエミッション国際共同研究センター	限られた面積で発電量を最大化する超高効率太陽電池	第16回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム ポスター展示	2022/01
5	産業技術総合研究所 牧田紀久夫	Three-junction III-V solar cell with 29.3% efficiency	PV magazine	2022/10
6	ゼロエミッション国際共同研究センター	限られた面積で発電量を最大化する超高効率太陽電池	第17回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム ポスター展示	2023/02
7	産業技術総合研究所 庄司靖	28.3%-efficient III-V Tandem Solar Cells Fabricated Using a Triple-chamber Hydride Vapor Phase Epitaxy System	Advances in Engineering、Key Scientific Article	2022/07
8	多接合太陽電池研究チーム	移動体用太陽電池の研究開発（超高効率モジュール技術開発）ーHVPEおよびスマートスタック技術開発ー	023年度 産総研ゼロエミッション国際共同研究センター研究成果報告会	2024/03

(c)その他

番号	発表者	タイトル	受賞	年月
1	産業技術総合研究所 庄司靖	HVPE 法による Al 系材料の成長と III-V 族化合物太陽電池への応用	日本太陽光発電学会 Innovative PV 奨励賞	2020/10
2	産業技術総合研究所、太陽日酸株式会社 庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	HVPE 法における AlInGaP の成膜と InGaP セルの高効率化	Poster award 第68回 応用物理学会春季学術講演会	2021/03
3	産業技術総合研究所、太陽日酸株式会社 庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	HVPE 法による低コスト・高効率 III-V タンデムセルの開発	第18回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第1回日本太陽光発電学会学術講演会） Innovative PV 賞	2021/11
4	産業技術総合研究所 庄司靖	脱炭素社会に向けた移動体用太陽電池の低コスト製造技術の開発	エヌエフ基金 研究開発奨励賞	2021/11
5	産業技術総合研究所、太陽日酸株式会社 庄司靖、大島隆治、牧田紀久夫、生方映徳、菅谷武芳	III-V multi-junction solar cells grown by hydride vapor phase epitaxy	Best Paper Awards of PVSEC-33	2022/11
6	産業技術総合研究所 庄司靖	III-V 族化合物半導体の HVPE 成長および基板再利用の検討	日本結晶成長学会 講演奨励賞	2022/11

5.1.3.7 実用サイズペロブスカイト・シリコンタンデム太陽電池実現のためのプロセス技術開発（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立大学法人 山形大学	特願 2023-031926	国内	2023/03/02	出願	ペロブスカイト型 結晶およびペロブ スカイト太陽電池	佐野健志
2	国立研究開発 法人産業技術 総合研究所	特願 2024-182622	国内	2024/10/18	出願	太陽電池の製造方 法および太陽電池 セルの製造装置	高遠秀尚、望 月敏光、荒木 祥太

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番 号	査読	発表年月
1	T. Mochizuki ¹ , I. Kawayama ² , M. Tonouchi ³ , Y. Nishihara ¹ , W. Chikamatsu ¹ , Y. Yoshida ¹ , H. Takato ¹	¹ AIST, ² Kyoto Univ., ³ Osaka Univ.	Instantaneous Photocarrier Transport at the Interface in Perovskite Solar Cells to Generate Photovoltage	Photonics, 9, 316	有	2022/05
2	K. Kamide, H. Takato	AIST	A Current-Matching Approach and its Effectiveness for the Development of Highly Efficient Perovskite/Silicon Tandems	Proceedings of the 40 th EU PVSEC	有	2023/11
3	K. Kamide, H. Takato	AIST	A current matching design and its impact of high-efficiency two-terminal perovskite/silicon tandem photovoltaics	IEEE Journal of Photovoltaics, 13, 699	有	2023/06
4	K. Nagasawa, T. Sano, V. N. Chau, K. Enomoto, Y. Okuyama, Y. Sayama, R. Oikawa, T. Chiba, J. Kido	Yamagata Univ.	Improving the Photovoltaic Properties and Stability of Inverted Perovskite Solar Cells with Hydroxylamine-Based Additives	Advanced Materials Interfaces	有	2024/1
5	K. Nagasawa, T. Sano, V. N. Chau, Y. Okuyama, Y. Sayama, R. Oikawa, K. Hoshi, T. Chiba, J. Kido	Yamagata Univ.	Improvement of film quality and solar cell properties of perovskite by the addition of N-benzylhydroxylamine	Applied Physics Express, 17, 34001	有	2024/03
6	望月敏光、荒木祥太、高遠秀尚、棚橋克人	産総研	DMF-Free Perovskite Cells: Vacuum Quenching and Performance Analysis	EPJ Photovoltaics, 16, 18	有	2025/02

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	高遠秀尚	産総研	結晶シリコン太陽電池の高効率化・高信頼性化技術	2020年度 再生可能エネルギー研究センター研究成果報告会	2021/03

2	高遠秀尚	産総研	結晶シリコン太陽電池の高効率化・高信頼性化技術	2021年度 再生可能エネルギー研究センター研究成果報告会	2021/07
3	望月敏光 ¹ 、荒木祥太 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ² 、三島良太 ³ 、足立大輔 ³ 、山本憲治 ³	¹ 産総研、 ² 山形大学、 ³ カネカ	ペロブスカイト・シリコンタンデム太陽電池のための成膜技術の検討	AIST 太陽光発電研究成果報告 2021	2022/03
4	望月敏光	産総研	ペロブスカイト・シリコンタンデム太陽電池作成に向けた取り組み	2022年度 再生可能エネルギー研究センター研究成果報告会	2022/06
5	望月敏光	産総研	実用サイズでの成膜に向けたペロブスカイト太陽電池の作成法の検討	日本太陽光発電学会学術講演会「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
6	望月敏光 ¹ 、荒木祥太 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、棚橋克人 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ²	¹ 産総研、 ² 山形大学	溶液ベースで成膜する表面がパッシベートされた逆型トリプルカチオンペロブスカイト太陽電池	第 83 回応用物理学会 春秋季術講演会	2022/09
7	長澤佳祐 ¹ 、佐野健志 ¹ 、榎本健生 ¹ 、奥山豊 ¹ 、荒木祥太 ² 、望月敏光 ² 、高遠秀尚 ² 、棚橋克人 ² 、城戸淳二 ¹	¹ 山形大学、 ² 産総研	ヒドロキシルアミン系添加剤を用いた逆型ペロブスカイト太陽電池の特性及び信頼性向上	第 70 回応用物理学会 春春季術講演会	2023/03
8	望月敏光 ¹ 、荒木祥太 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ²	¹ 産総研、 ² 山形大学	ペロブスカイト・シリコンタンデム太陽電池用トップセル開発の進捗	AIST 太陽光発電研究成果報告 2022	2023/03
9	上出健仁、高遠秀尚	産総研	直列二端子ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の電流整合設計	第 70 回応用物理学会 春春季術講演会	2023/03
10	荒木祥太 ¹ 、望月敏光 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ² 、棚橋克人 ¹	¹ 産総研、 ² 山形大学	表面パッシベーションによる高い開放電圧をもつワイドバンドギャップペロブスカイト太陽電池の作製	第 70 回応用物理学会 春春季術講演会	2023/03
11	望月敏光 ¹ 、荒木祥太 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、棚橋克人 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ²	¹ 産総研、 ² 山形大学	高耐熱性の電子輸送層を用いた逆型トリプルカチオンペロブスカイト太陽電池の検討	第 70 回応用物理学会 春春季術講演会	2023/03
12	K. Kamide, H. Takato	AIST	A Current-Matching Approach and its Effectiveness for the Development of Highly Efficient Perovskite/Silicon Tandems	EU PVSEC2023	2023/09
13	¹ T. Mochizuki, ² A. Shota, ² N. Miyamoto, ² M. Nishimatsu, ² Y. Kaneko, ³ Y. Okuyama, ³ T. Sano, ¹ H. Takato, ¹ K. Tanahashi	¹ AIST, ² Chemipro Kasei Corp., ³ Yamagata Univ.	Efficient and Thermally Stable P-I-N Perovskite Solar Cells with Electron Transport Layers Containing Phenanthroline Derivatives and Lithium Complexes	EU PVSEC2023	2023/09
14	上出健仁、高遠秀尚	産総研	ペロブスカイト/結晶シリコンタンデム太陽電池の電流整合設計	AIST 太陽光発電研究成果報告 2023	2024/02

15	荒木祥太、望月敏光、高遠秀尚、棚橋克人	産総研	DMF フリー溶媒と真空クエンチ法を用いたペロブスカイト太陽電池の作製	第 71 回応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
16	望月敏光、荒木祥太、高遠秀尚、棚橋克人	産総研	DMF フリー溶媒と真空クエンチ法を用いたペロブスカイト太陽電池の特性と構造	第 71 回応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
17	上出健仁、望月敏光、荒木祥太、高遠秀尚、立花福久、水野英範、棚橋克人	産総研	ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池の作成	第 71 回応用物理学会 春季学術講演会	2024/03
18	望月敏光、荒木祥太、高遠秀尚、棚橋克人	産総研	DMF-Free Perovskite Cells: Vacuum Quenching and Performance Analysis	EU PVSEC2024	2024/09
19	西本侑真 ¹ 、高久輝 ¹ 、奥山豊 ¹ 、荒木祥太 ² 、望月敏光 ² 、高遠秀尚 ² 、棚橋克人 ² 、佐野健志 ¹	¹ 山形大学、 ² 産総研	共蒸着及び溶液プロセスの併用によるハイブリッド 2 段階法で形成したペロブスカイト膜の光学特性及び太陽電池特性	第 85 回応用物理学会 秋季学術講演会	2024/09
20	荒木祥太、望月敏光、高遠秀尚、棚橋克人	産総研	Improved Performance of Additive-Passivated Perovskite Solar Cells Fabricated by the DMF-free Vacuum Quenching Method	35th PVSEC	2024/11
21	望月敏光 ¹ 、荒木祥太 ¹ 、高遠秀尚 ¹ 、奥山豊 ² 、佐野健志 ² 、棚橋克人 ¹	¹ 産総研、 ² 山形大学	実用サイズ基板上へのペロブスカイト層のスロットダイコートとハイパースペクトルイメージングによる評価	第 72 回応用物理学会 春季学術講演会	2025/03

(b)その他

番号	発表者	タイトル	イベント名	発表年月
1	佐野健志（山形大学）	ペロブスカイト太陽電池	CEATEC 2023 展示会	2023/10
2	佐野健志（山形大学）	ペロブスカイト太陽電池	nanotech 2023	2023/02
3	佐野健志（山形大学）	nano tech 大賞 2024 米国化学会賞	nanotech 2024	2024/01
4	佐野健志（山形大学）	ペロブスカイト太陽電池	nanotech 2024	2024/01
5	佐野健志（山形大学）	ペロブスカイト太陽電池	CEATEC 2024 展示会	2024/10
6	佐野健志（山形大学）	ペロブスカイト太陽電池	nanotech 2024	2025/01

5.1.3.8 高効率タンデム型太陽電池モジュールの開発（株式会社カネカ）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	株式会社 カネカ	特願 2021-154364	国内	2021/09/22	取下	太陽電池	入江暢他
2	株式会社 カネカ	PCT/JP2022/034907	PCT	2022/09/20	取下	太陽電池	入江暢他

3	株式会社 カネカ	特願 2023-048156	国内	2023/03/24	公開	太陽電池モジュール	小島広平他
4	株式会社 カネカ	特願 2023-048157	国内	2023/03/24	公開	太陽電池モジュール	小島広平他
5	株式会社 カネカ	特願 2023-049363	国内	2023/03/27	公開	太陽電池モジュール	寺下徹他
6	株式会社 カネカ	特願 2023-049364	国内	2023/03/27	公開	太陽電池モジュール	寺下徹他
7	株式会社 カネカ	特願 2023-109410	国内	2023/07/03	取下	太陽電池モジュール	小島広平他
8	株式会社 カネカ	特願 2023-134098	国内	2023/08/21	公開	太陽電池モジュール	寺下徹他
9	株式会社 カネカ	特願 2023-169836	国内	2023/09/29	公開	太陽電池モジュール検査装置、太陽電池モジュール検査方法および太陽電池モジュール製造方法	寺下徹他
10	株式会社 カネカ	特願 2023-149481	国内	2023/09/14	公開	太陽電池モジュール検査装置、太陽電池モジュール検査方法および太陽電池モジュール製造方法	寺下徹他
11	株式会社 カネカ	PCT/JP2024/023772	PCT	2024/07/01	出願	太陽電池モジュール	小島広平他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Rudi Santbergen, Malte R. Vogt, Ryota Mishima, Masashi Hino, Hisashi Uzu, Daisuke Adachi, and Kenji Yamamoto, Miro Zeman, and Olindo Isabella	株式会社 カネカ	Ray-optics study of gentle non-conformal texture morphologies for perovskite/silicon tandems	Optics Express 30 , 5608–5617	有	2022/02
2	Ryota Mishima, Masashi Hino, Masanori Kanematsu, Kazuhisa Kishimoto, Hirotaka Ishibashi, Katsunori Konishi, Shimpei Okamoto, Toru Irie, Takahisa Fujimoto, Wataru Yoshida, Hisashi Uzu, Daisuke Adachi, and Kenji Yamamoto	株式会社 カネカ	28.3% efficient perovskite-silicon tandem solar cells with mixed self-assembled monolayers	Appl. Phys. Express 15 , 076503	有	2022/06
3	宇津恒、山本憲治	株式会社 カネカ	ペロブスカイト／ヘテロ接合結晶 Si タンデム太陽電池に関する技術紹介	応用物理 91 , 562	有	20229
4	Kenji Yamamoto, Ryota Mishima, Hisashi Uzu, and Daisuke Adachi	株式会社 カネカ	High-efficiency perovskite/heterojunction crystalline silicon tandem solar cells: towards industrial-sized cell and module	Jpn. J. Appl. Phys. 62 , SK1021	有	2023/04

5	Ryota Mishima, Wataru Yoshida, Hirotaka Ishibashi, Haruki Tanaka, Kazuhisa Kishimoto, Masashi Hino, Masanori Kanematsu, Shimpei Okamoto, Takahisa Fujimoto, Gensuke Koizumi, Hisashi Uzu, Daisuke Adachi, and Kenji Yamamoto	株式会社 カネカ	Luminescence coupling in 28.4%-efficient tandem solar cell with 20.8%-efficiency perovskite minimodule mechanically stacked on silicon cell	Appl. Phys. Letts 23 , 263510	有	2023/12
6	Hisashi Uzu, Kenji Yamamoto	株式会社 カネカ	Introduction of technologies for perovskite/hetero-junction crystalline silicon tandem solar cells	JSAP Review 2023 , 230401	無	2023/01
7	中村淳一・市川満・山本憲治	株式会社 カネカ	車載用曲面太陽電池モジュールの耐久性の実走行評価	Journal of Japan Solar Energy Society (太陽エネルギー) 51 , 43	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Kenji Yamamoto, Hisashi Uzu, Daisuke Adachi, Junichi Nakamura, Mitsuru Ichikawa, Kunta Yoshikawa, Toru Terashita, Gensuke Koizumi, Kouhei Kojima, Wataru Yoshida, Takahisa Fujimoto, Shinpei Okamoto, Shu Furumaki, Masanori Kanematsu, Masashi Hino, Hirotaka Ishibashi, Kazuhisa Kishimoto, Haruki Tanaka, Hayato Kawasaki, Shingo Watanabe, Ryotaro Tsuji, Toru Irie and Ryota	株式会社 カネカ	High efficiency perovskite/hetero-junction crystalline silicon tandem solar cells - Towards industrial-sized cell and module -	The 33rd Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
2	山本憲治	株式会社 カネカ	ペロブスカイト・結晶シリコンタンデム太陽電池	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
3	Daisuke Adachi, Ryota Mishima, Hisashi Uzu, Kenji Yamamoto	株式会社 カネカ	High efficiency perovskite/hetero-junction crystalline silicon tandem solar cells - Towards industrial-sized cell and module	2023 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2023)	2023/09
4	Kenji Yamamoto	株式会社 カネカ	R&D of high-efficiency perovskite module and its application to Japanese residential and building (BIPV) market towards Carbon Neutral City	10 th Annual meeting Innovation for Cool Earth forum (ICEF2023)	2023/10
5	Masanori Kanematsu, Ryota Mishima, Hisashi Uzu,	株式会社 カネカ	High efficiency perovskite single	The 34th Photovoltaic Science and	2023/11

	Daisuke Adachi, Kenji Yamamoto		junction solar module and its application to tandem solar cell	Engineering Conference (PVSEC-34)	
6	Ryota Mishima, Daisuke Adachi, Kenji Yamamoto	株式会社カネカ	Recent progress of perovskite solar modules and its tandem application	tandemPV International Workshop 2024	2024/06
7	Ryota Mishima, Daisuke Adachi, Kenji Yamamoto	株式会社カネカ	Recent progress of perovskite solar modules and its tandem application	BECOME PV Workshop 2024	2024/11
8	山本 憲治、三島 良太、宇津恒、足立 大輔	株式会社カネカ	高効率ペロブスカイト/ヘテロ接合結晶シリコン太陽電池の実用サイズセル、モジュールへの展開	第72回応用物理学会春季学術講演会	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	株式会社カネカ	PSCタンデム HZBが記録更新 カネカは大型素子開発	電子デバイス産業新聞, p.11	2023/01
2	株式会社カネカ	PSCの現状を報告	電子デバイス産業新聞, p.11	2025/01
3	株式会社カネカ	NEDO PSCの研究成果発表 大面積やタンデムを展示	電子デバイス産業新聞, p.7	2025/02

(c)その他

番号	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	株式会社カネカ	高性能ペロブスカイト太陽電池技術開発について	PVTECニュース11月号	2022/11
2	株式会社カネカ	ペロブスカイト/結晶Si タンデム太陽電池モジュール	第19回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム(RE2025)	2025/01

5.1.4. 多接合型を対象とした太陽電池の開発

5.1.4.1 高出力両面発電型多接合太陽電池の開発（株式会社カネカ、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学、国立大学法人大阪大学、国立大学法人電気通信大学）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Youri Blom, Malte Ruben Vogt, Hisashi Uzu, Gensuke Koizumi, Kenji Yamamoto, Olindo Isabella, Rudi Santbergen	株式会社カネカ	Exploring the Potential of Perovskite/Perovskite/Silicon Triple-Junction Pv Modules in Two- and Four-Terminal Configuration	Solar RRL, 9, e2400613	有	2025/02
2	C. Nishikawa, R. Nishikubo, F. Ishiwari, A. Saeki	大阪大学	Exploration of Solution-Processed Bi/Sb Solar Cells by Automated Robotic Experiments	JACS Au 2023, 3, 3194-3203	有	2023

			Equipped with Microwave Conductivity			
3	W. Liu, Y. Duan, Z. Zhang, J. Gao, S. Li, Z. Fink, X. Wu, Z. Ma, A. Saeki, T. P. Russell, Y. Liu	大阪大学	Rational Organic Subcell Engineering Enables Efficient Organic-Perovskite Tandem Solar Cells	ACS Energy Lett. 2023, 11, 4514-4523	有	2023
4	Y. Park, R. Nishikubo, A. Saeki	大阪大学	Compositional Dependence of Charge Carrier Dynamics in Multi-Cation/Halide Wide Bandgap Perovskites	J. Photopolym. Sci. Technol. 2023, 36, 359-366	有	2023
5	Dhruba B. Khadka, Yasuhiro Shirai, Masatoshi Yanagida, Hitoshi Ota, Andrey Lyalin, Tetsuya Taketsugu & Kenjiro Miyano	物質・材料研究機構	Defect passivation in methylammonium/bromine free inverted perovskite solar cells using charge-modulated molecular bonding	Nature communication, 882	有	2024/01
6	Dhruba B. Khadka, Yasuhiro Shirai, Masatoshi Yanagida & Kenjiro Miyano	物質・材料研究機構	Effect of Charge-Modulated Molecular Passivator on Methylammonium/Bromine-Free Inverted Perovskite Solar Cells	2024 IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), 2-4	有	2024/06
7	Dhruba B. Khadka, Masatoshi Yanagida, Yasuhiro Shirai	物質・材料研究機構	Assessing degradation in perovskite solar cells via thermal hysteresis of photocurrent and device simulation	Solar Energy Materials and Solar Cells, 113319	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Akinori Saeki	大阪大学	Exploring Non-Lead Perovskite Solar Cells by Microwave Conductivity and Machine Learning	Scientific Day on Organic Electronics	
2	Akinori Saeki	大阪大学	Exploring Non-Lead Perovskite Solar Cells by Microwave Conductivity and Machine Learning	Sungkyun International Solar Forum (SISF)	2023
3	Akinori Saeki	大阪大学	Exploring Non-Lead Perovskite Solar Cells by Microwave Conductivity and Machine Learning	The 3rd International Symposium on Dynamic Exciton (ISDyEx)	
4	Akinori Saeki	大阪大学	Machine Learning and Fast Experimental Screening-Assisted Development of Organic Solar Cells	The 9th International Symposium on Dynamic Exciton (ISDyEx) and International Symposium on Chiral Nanostructures for Photonique Applications	

5	佐伯昭紀	大阪大学	非鉛ペロブスカイト太陽電池の光電気特性評価と材料探索	AndTech 講演会 ペロブスカイト太陽電池の最新の技術開発動向と高性能化・今後の展望	2023/12
6	Akinori Saeki	大阪大学	Lab Automation for a Solar Cell Research: Current Status and Perspective	Australia-Japan Joint Conference on Perovskite Solar Cells	2024
7	Akinori Saeki	大阪大学	Two-Dimensional Lead Iodide Perovskite Solar Cells: Effects of Vertical Orientation, Anisotropic Photoconductivity, and Conversion Time	The 3rd Kyoto-SKKU Perovskite International Research Collaboration Center (PIRCC) Workshop	2024/02
8	佐伯昭紀	大阪大学	機械学習と実験探索による非鉛ペロブスカイト太陽電池の開発	AI・ロボットを材料研究で活用するための勉強・交流会	
9	佐伯昭紀	大阪大学	ペロブスカイト太陽電池など次世代太陽電池研究におけるマテリアルズ・インフォマティクスの活用	情報機構講演会	2024/03
10	佐伯昭紀	大阪大学	電荷キャリアと励起状態の動的挙動：時間分解測定によるアプローチ	日本化学会 2024 春季年会	2024/03
11	Safalmani Pradhan, Gaurav Kapil, Ajay Kumar Baranwal, Suraya Shaban, Qing Shen, and Shuzi Hayase	電気通信大学	Additive Engineering for Enhancing the Efficiency of Ideal Band Gap Tin-Lead Perovskite Solar Cells	The 85th JSAP Autumn Meeting - 2024, September 16 - 20, TOKI MESSE	2024/09
12	Suraya Shaban, Gaurav Kapil, Shahrir Razey Sahamir, Safalmani Pradhan, Qing Shen, Shuzi Hayase	電気通信大学	Influence of Excess Tin (II) Iodide on Photovoltaic Performance of 1.4 eV Wide Bandgap Sn-Pb Perovskite Solar Cells	The 85th JSAP Autumn Meeting - 2024, September 16 - 20, TOKI MESSE	2024/09
13	Dhruba B. Khadka, Yasuhiro Shirai, Masatoshi Yanagida & Kenjiro Miyano	物質・材料研究機構	Effect of Bifunctional Molecular Passivator for Modulating Efficiency and Stability of Inverted Perovskite Solar Cells	IPEROP24	2024/01
14	Dhruba B. Khadka, Yasuhiro Shirai, Masatoshi Yanagida & Kenjiro Miyano	物質・材料研究機構	Over 2.0 eV wide-bandgap perovskite solar cells with Voc > 1.45V and >12% efficiencies	PVSEC-35	2024/1

(b)その他

番号	発表者	名称	名称	発表年月
1	大阪大学	化学×ロボット：独自開発の自動評価装置で低毒な次世代太陽電池材料を短時間で発見！	大阪大学プレスリリース	2023/10

5.1.4.2 シースルー型有機薄膜太陽電池の高効率化およびモジュール化技術開発（株式会社麗光、国立大学法人広島大学）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立大学法人 広島大学	2024-077674	J P：日本 国	2024.5.13	出願	共役系重合体、電子供与性有機材料、光起電力素子用材料および光起電力素子	尾坂 格 山中 滉大
2	国立大学法人 金沢大学	2024-203702	J P：日本 国	2024.11.22	出願	共役系重合体、共役系重合体の製造方法、電子供与性有機材料、光起電力素子用材料および光起電力素子	中野 正浩 板谷 寛之 高橋 憲司
3	国立大学法人 広島大学	2024-50056	J P：日本 国	2024.3.26	出願	共役系重合体、電子供与性有機材料、光起電力素子用材料および光起電力素子	尾坂 格 三木江 翼 土井 脩平
4	国立大学法人 広島大学	2024-095535	J P：日本 国	2024.6.13	出願	バイオプラスチック基板、バイオプラスチック基板の製造方法、電子デバイスの、有機薄膜太陽電池	尾坂 格 三木江 翼 松井 和哉

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Y. Teshima, K. Yamanaka, Y. Sato, H.o Ohkita, T. Mikie, M. Saito, I. Osaka	Hiroshima University, Kyoto University	Simple π -Conjugated Polymers Based on Bithiazole for Nonfullerene Organic Photovoltaics	<i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> , 2024 , 16, 3735–3743.	有	2024/01
2	S. Ono, T. Mikie, K. Nakano, K. Tajima, I. Osaka	Hiroshima University, RIKEN	Two Isomeric Benzo[d]imidazole-Based Nonfullerene Acceptors for Organic Photovoltaics	<i>ACS Appl. Energy Mater.</i> 2024 , 7, 2946–2954.	有	2024/03
3	M. Saito, H. Yamada, K. Kranthiraja, T. Mikie, A. Saeki, H. Ohkita, I. Osaka	Hiroshima University, Osaka University, Kyoto University	Ordered π -conjugated polymer backbone in amorphous blend for high efficiency nonfullerene organic photovoltaics	<i>Commun. Mater.</i> 2023 , 4, 63.	有	2023/09

4	H. Iwasaki, K. Yamanaka, Y. Sato, T. Mikie, M. Saito, H. Ohkita, I. Osaka	Hiroshima University, Kyoto University	Efficient Derivatization of a Thienobenzobisthiazole-Based π -Conjugated Polymer Through Late-Stage Functionalization Towards High-Efficiency Organic Photovoltaic Cells	<i>Angew. Chem. Int. Ed.</i> 2024 , <i>63</i> , e202409814.	有	2024/10
5	T. Mikie, T. Morioku, S. Suruga, M. Hada, Y. Sato, H. Ohkita, I. Osaka	Hiroshima University, Kyoto University	Dithienonaphthobisthiazole synthesized by thienannulation of electron-deficient rings: an acceptor building unit for high-performance π -conjugated polymers	<i>Polym. J.</i> 2024 , <i>56</i> , 1051–1059.	有	2024/11
6	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の開発動向ー塗って作れる環境にやさしい次世代太陽電池ー	月刊 「車載テクノロジー」 Vol. 11, 63–68.	無	2023/11
7	Takumi Shoji, Keiju Hashida, Masaki Kaneda, Ibuki Hata, Md. Shahiduzzaman, Makoto Karakawa, Tetsuya Taima, Koichi Iiyama and Masahiro Nakano	Kanazawa University	Doping of 1,1-dicyano-2,2-bis(methylthio)ethylene in ZnO to improve photoresponse of organic solar cells and photodetectors under UV-cut light irradiation	<i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> , 2024 , <i>63</i> 02SP05.	有	2023/12
8	L-H. Chou, F. Chen, K. Nakano, K. Yamanaka, T. Mikie, M. Saito, C-L. Liu, K. Tajima*, I. Osaka	Hiroshima University, RIKEN	Bending the Rule: Naphthobisthiadiazole-Based Terpolymers with Both High Solubility and Crystallinity for Organic Photovoltaics	<i>ACS Appl. Polym. Mater.</i> 2024 , <i>6</i> , 2586–2593.	有	2024/02
9	Keiju Hashida, Akihiro Konishi, Hiroyuki Itaya, Kenji Takahashi, Md. Shahiduzzaman, Makoto Karakawa, Tetsuya Taima, Tatsuya Arashitani, Kimio Kawai, Ryo Nishiyama, Kohshin Takahashi, Jean-Michel Nunzi, Masahiro Nakano	Kanazawa University	Unlocking High-Performance in All-Organic Solar Cells by the Development of Organic Electrodes with No Acid and High-Temperature Treatment and the Effective Preparation Thereof on Organic Multilayer Films	<i>Adv. Funct. Mater.</i> , 2025 , 2419813.	有	2024/02
10	尾坂 格	広島大学	半導体ポリマーの結晶性および配向性制御と有機薄膜太陽電池の高効率化	色材協会誌 (<i>J. Jpn. Soc. Colour Mater.</i>) Vol. 97, 61–64.	有	2024/02

11	S. Kamimura, M. Saito, Y. Teshima, K. Yamanaka, H. Ichikawa, A. Sugie, H. Yoshida, J. Jeon, H. D. Kim, H. Ohkita, T. Mikie, I. Osaka	Hiroshima University, Chiba University, Kyoto University	Manipulating the functionality and structures of p-conjugated polymers utilizing intramolecular noncovalent interactions towards efficient organic photovoltaics	<i>Chem. Sci.</i> 2024 , <i>15</i> , 6349–6362.	有	2024/03
12	S. Doi, T. Mikie, K. Yamanaka, Y. Sato, H. Ohkita, M. Saito, I. Osaka	Hiroshima University, Kyoto University	A highly crystalline face-on π -conjugated polymer based on alkoxythiophene-flanked benzobisthiazole for organic photovoltaics	<i>Chem. Sci.</i> 2024 , <i>15</i> , 19991–20001.	有	2024/04
13	Y.-C. Zhai, S. Oiwa, S. Aoyagi, S. Ohno, T. Mikie, J.-Z. Wang, H. Amada, K. Yamanaka, K. Miwa, N. Imai, T. Igarashi, I. Osaka, Y. Matsuo	Nagoya University, Hiroshima University	Synthesis of indano[60]fullerene thioketone and its application in organic solar cells	<i>Beilstein J. Org. Chem.</i> 2024 , <i>20</i> , 1270–1277.	有	2024/05
14	J. Jeon, S. Hosoya, M. Saito, I. Osaka, H. Ohkita, H.-D. Kim	Kyoto University, Hiroshima University	Photon Energy Loss in Ternary Polymer Solar Cells Based on Nonfullerene Acceptor as a Third Component	<i>Batney Energy</i> , 2024 , <i>3</i> , 20240011.	有	2024/08

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Itaru Osaka	Hiroshima University	Design and Synthesis of π -Conjugated Polymers for Efficient Organic Photovoltaics	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP24)	2024/01
2	Itaru Osaka	Hiroshima University	Design and synthetic strategy of polymer donors for efficient organic photovoltaics	The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics (IPEROP25)	2025/01
3	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化の最新状況と材料開発・今後の展望	And Tech Web セミナー有機薄膜太陽電池の高効率化・耐久性向上に向けた構成部材の最新開発動向と応用展開・今後の展望	2024/01
4	○上田 理沙、 斎藤 慎彦、尾坂 格	広島大学	DAD 構造を有する新規ラダー型骨格とそれを基調とした非フラーレンアクセプターの開発（ポスター発表）	第 13 回 C S J 化学フェスタ 2023	2023/10

5	Itaru Osaka	Hiroshima University	Design and Synthesis of π -Conjugated Polymers for Efficient Organic Photovoltaics	7th International Symposium on Directed Self-Assembly and Nanostructured Materials (DSA 2024)	2024/10
6	Itaru Osaka	Hiroshima University	Design and Synthesis of π -Conjugated Polymers for High-Efficiency Organic Photovoltaics	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (ECS-PRiME2024)	2024/10
7	Itaru Osaka	Hiroshima University	Development of conjugated polymers with extended π -electron delocalization and high charge transport	Cambridge Seminar	2024/10
8	○岩崎 洋斗、 斎藤 慎彦、尾 坂 格	広島大学	Late-Stage 官能基化による チエノベンゾビスチアゾール 系半導体ポリマーの合成と有 機太陽電池の高電圧化（ポス ター発表）	第13回C S J 化学フェス タ 2024	2023/10
9	尾坂 格	広島大学	π 共役系ポリマーの構造制御 と有機薄膜太陽電池の高効率 化	東京工業大学化学生命科 学研究所 講演会	2023/10
10	三木江 翼	広島大学	π 共役系ポリマーの電荷輸送 性を高める新しい分子設計と 有機光触媒への応用	第7回次世代の有機化 学・広島シンポジウム	2023/10
11	○富田 真由、山 中滉大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンゾビスチアゾールを基盤 とした新規拡張 π 骨格とそれ を有する半導体ポリマーの開 発	日本化学会秋季事業 第 14回C S J 化学フェスタ 2024	2024/10
12	尾坂 格	広島大学	ポリマー系有機半導体材料の 基礎と最新開発動向	サイエンス&テクノロ ジーセミナー	2023/10
13	三木江 翼	広島大学	有機半導体光触媒による可視 光水全分解の挑戦	広島未来材料研究会	2024/10
14	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化 に向けた材料設計	第18回 有機デバイ ス・物性院生研究会	2023/10
15	○Kodai Yamanaka, Tsubasa Miki, Itaru Osaka	Hiroshima University	A Polymer Donor for Organic Photovoltaics: Synthesis without Low- Temperature Reaction and Column Purification	PVSEC-35	2024/11
16	○Risa Ueda, Tsubasa Miki, Masahiko Saito, Itaru Osaka	Hiroshima University	Development of a Nonfullerene Acceptor Based on a New Ladder- Type DAD π -Framework	PVSEC-35	2024/11
17	○Kodai Yamanaka, Masahiko Saito, Tsubasa Miki, Itaru Osaka	Hiroshima University	Development of a π - Conjugated Polymer Easily Synthesized Without Column Chromatography Towards Low-Cost Efficient Organic Photovoltaics	PVSEC-35	2024/11
18	○Mayu Tomita, Hiroto Iwasaki, Kodai Yamanaka, Tsubasa Miki, Itaru Osaka	Hiroshima University	Development of semiconducting polymers incorporating novel thiazole- containing π -extended fused rings for organic photovoltaics	PVSEC-35	2024/11
19	Itaru Osaka	Hiroshima University	Development of π - Conjugated Polymers for Efficient Organic Photovoltaics	The16th Asian Conference on Organic Electronics (A-COE2024)	2024/11

20	○岡崎 優季、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ジチエノナフトビスチアアジアゾール系ポリマーにおいてアルキル基導入位置が光電変換特性に及ぼす影響	第 39 回中国四国地区高分子若手研究会	2024/11
21	○S r o e m C h a n m a n e t h、山中 滉大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンゾトリスチアゾールを有する半導体ポリマーの開発と有機薄膜太陽電池への応用	第 39 回中国四国地区高分子若手研究会	2024/11
22	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の材料設計	2023 年度有機エレクトロニクス講習会（高分子学会有機エレクトロニクス研究会）	2023/11
23	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化と応用展開	有機分子・バイオエレクトロニクス分科会講習会	2023/11
24	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化に向けた材料開発	「有機EL 討論会」第 37 回例会	2023/11
25	三木江 翼	広島大学	電子受容性骨格を基盤とした新規 n 型半導体ポリマーの開発	第 39 回中国四国地区高分子若手研究会	2024/11
26	○田中 絢大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	非フラーレンハイブリッド型“新規フラーレン誘導体の開発と有機薄膜太陽電池への応用	第 39 回中国四国地区高分子若手研究会	2024/11
27	○上田 理沙、斎藤 慎彦、尾坂 格	広島大学	DAD 構造を有する新規ラダー型骨格とそれを基調とした非フラーレンアクセプターの開発（ポスター発表）	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
28	Tsubasa Mikie	Hiroshima University	Organic p/n Heterojunction Nanoparticle Photocatalyst Based on A Crystalline π -Conjugated Polymer for Efficient Photocatalytic Hydrogen Evolution	12th Singapore International Chemistry Conference	2024/12
29	○松井 和哉、三木江 翼、瀬尾 卓司、家裕隆、尾坂 格	広島大学、大阪大学	ジチエノナフトビスチアアジアゾールを有する π 共役系ポリマーの合成と物性（ポスター発表）	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
30	○山中 滉大、斎藤 慎彦、小金澤 智之、齊藤 隼人、キム ヒョンド、大北英生、尾坂 格	広島大学、京都大学	ドナーポリマーとアクセプター材料の凝集特性が発電層における結晶構造と有機太陽電池特性に与える影響（ポスター発表）	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
31	○中野 正浩、小西 章裕、橋田 圭樹、M d . S h a h i d u z z a m a n , 當摩 哲也、辛川 誠	金沢大学	ナノカーボン薄膜電極を用いた有機薄膜太陽電池の高性能化	令和 6 年度応用物理学会北陸・信越支部学術講演会	2024/12
32	○大野 翔平、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンズイミダゾールの置換基が物性、薄膜構造および有機薄膜太陽電池特性におよぼす影響（ポスター発表）	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
33	○富田 真由、岩崎 洋斗、山中 滉大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンゾビスチアゾールを基盤とした新規拡張 π 骨格とそれを有する半導体ポリマーの開発	第 6 回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12

34	中野 正浩	金沢大学	安価で設置自在な薄膜太陽電池の開発	第1回いしかわテックブ ラングランプリ	2023/12
35	中野 正浩	金沢大学	有機薄膜太陽電池の耐久性および歩留まり率の向上	第71回応用物理学会春季 学術講演会	2023/12
36	三木江 翼	広島大学	縮環骨格を有するπ共役系ポリマーの開発 ～高効率有機薄膜太陽電池と水分解光触媒への応用～	第5回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
37	○田中 絢大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	非フラーレンハイブリッド型“新規フラーレン誘導体の開発”，第6回フロンティア太陽電池セミナー	第6回フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
38	○駿河 翔太、三木江 翼、佐藤 友揮、キム ヒョンド、大北 英生、尾坂 格	広島大学、京都大学	非フラーレン型太陽電池において低電圧損失と高電荷生成効率を両立する半導体ポリマーの開発（ポスター発表）	第5回フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
39	○田中 直弥、Md. Shahiduzzaman, 當摩 哲也、辛川 誠、飯山 宏一、中野 正浩	金沢大学	高性能アクセプター材料 Y6 を用いた有機太陽電池の劣化機構調査と近赤外光検出器への応用	第13回C S J 化学フェスタ 2023	2023/12
40	○中野 正浩、小西 章裕、橋田 圭樹、田中 直弥、Md. Shahiduzzaman, 當摩 哲也、辛川 誠	金沢大学	すべて有機材料で構成された薄膜太陽電池の高性能化を目指した有機薄膜電極の開発	2025 年第 72 応用物理学会春季学術講演会	2025/03
41	○羽田 百伽、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ジチエノナフトビスチアジアゾール系ポリマーを用いた非フラーレン型有機太陽電池の特性	日本化学会第 105 春季年会	2025/03
42	○岡崎 優季、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ジチエノナフトビスチアジアゾール骨格を基調とした半導体ポリマーの合成と物性	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
43	○富田 真由、岩崎 洋斗、山中 滉大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンゾビスチアジアゾールを基盤とした新規拡張π骨格とそれを有する半導体ポリマーの開発	日本化学会第 104 回春季年会	2024/03
44	○山中 滉大、斎藤 慎彦、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	少ステップで合成可能なチアゾロチアゾール系ポリマーの開発と有機薄膜太陽電池特性	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
45	○上田 理紗、三木江 翼、斎藤 慎彦、尾坂 格	広島大学	新規ラダー型縮環骨格を有する非フラーレンアクセプターの合成と物性	日本化学会第 104 回春季年会	2024/03
46	○中原 吾心、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	有機半導体ナノ粒子光触媒における結晶性が水素生成に及ぼす影響	日本化学会第 105 春季年会	2025/03
47	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池における効率的な電荷生成実現に向けた材料設計	日本化学会第 104 回春季年会	2024/03
48	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の社会実装に向けた材料開発	日本太陽光発電学会次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2024 年度第 3 回研究会	2025/03

49	中野 正浩	金沢大学	有機薄膜太陽電池の耐久性および歩留まり率の向上	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
50	三木江 翼	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化に向けた半導体ポリマーの開発	応用物理学会若手チャプター 太陽光エネルギー変換機能材料・デバイス開発研究会 第 5 回研究会	2025/03
51	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の高効率化に向けた材料開発	第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
52	○三木江 翼、駿河 翔太、佐藤友揮、キム ヒョンド、大北英生、中野 恭兵、但馬 敬介、尾坂 格	広島大学、京都大学、理化学研究所	電圧損失の小さい非フラーレン型太陽電池における電荷生成：ドナーポリマーの剛直性が及ぼす影響の調査	第 72 回応用物理学会春季学術講演会	2025/03
53	○上田 理紗、三木江 翼、斎藤慎彦、尾坂 格	広島大学	DAD構造を有する新規ラダー型骨格とそれを基調とした非フラーレンアクセプターの開発	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/06
54	Tsubasa Mikie	Hiroshima University	Development of Organic p/n Heterojunction Nanoparticle Photocatalyst	The 41th International Conference of Photopolymer Science & Technology (ICPST41)	2024/06
55	Itaru Osaka	Hiroshima University	Key Structural Features for Facilitating Charge Generation in Polymer Solar Cells	The 11th International Conference on Molecular Electronics & Bioelectronics (M&BE11)	2024/06
56	中野 正浩	金沢大学	有機薄膜太陽電池の光耐久性および製造歩留まり率の向上	第 7 回有機・無機エレクトロニクスシンポジウム	2024/06
57	Itaru Osaka	Hiroshima University	Strongly π -Stacked π -Conjugated Polymers for Efficient “Thick” Organic Photovoltaic Cells	Japan-Taiwan Bilateral Polymer Symposium 2024	2024/07
58	Itaru Osaka	Hiroshima University	Unconventional Polymer Order in Donor-Acceptor Blends: Efficient Charge Separation and Charge Transport in Organic Photovoltaics	The 24th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS-24)	2024/07
59	○富田 真由、岩崎 洋斗、山中 滉大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	ベンゾビスチアゾールを基盤とした新規拡張 π 骨格とそれを有する半導体ポリマーの開発	第 22 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
60	○山中 滉大、斎藤 慎彦、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	少ステップで合成可能なチアゾロチアゾール系ポリマーの開発と有機薄膜太陽電池特性	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
61	○Tsubasa Mikie, Koichiro Hayashi, Chiyu Fujita, Itaru Osaka	Hiroshima University	Organic p/n Heterojunction Nanoparticle Photocatalyst Based on Crystalline Semiconducting Polymers for Efficient Hydrogen Evolution	The 24th International Conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS-24)	2024/08
62	尾坂 格	広島大学	有機半導体を用いた塗って作れる低環境負荷な太陽電池	神奈川県県央地区廃棄物処理業協議会研修会	2023/08
63	Itaru Osaka	Hiroshima University	Design and Synthesis of π -Conjugated Polymers for Efficient Organic Photovoltaics	Taiwan-Japan Bilateral Polymer Symposium 2023 (TJBPS 2023)	2023/09
64	Masahiro Nakano	Kanazawa University	Improvement of Durability and Production Yield of Organic Photovoltaics	3-University Joint Workshop	2024/09

65	尾坂 格	広島大学	π 共役系ポリマーに魅せられて ～ポリマー鎖の配列制御とデバイスの高機能化～	有機合成化学協会中国四国支部・第 37 回若手化学者のための化学道場	2023/09
66	○岡崎 優季, 駿河 翔太, 家裕隆, 三木江翼, 尾坂 格	広島大学, 大阪大学	ジチエノナフトビスチアゾール系ポリマーにおいてアルキル基導入位置が光電変換特性に及ぼす影響	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
67	○三木江 翼、土井 修平、石井 宏幸、尾坂 格	広島大学, 筑波大学	ビチアゾールジオン骨格を有する半導体ポリマーの物性と電荷輸送性	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
68	○富田 真由, 岩崎 洋斗, 山中 滉大, 三木江翼, 尾坂 格	広島大学	ベンゾビスチアゾールを基盤とした新規拡張 π 骨格とそれを有する半導体ポリマーの開発	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
69	○中野 正浩, 大田 皓矢, 小路 拓海, 小西 章裕, Md. Shahiduzzaman, 當摩 哲也, 辛川 誠, 岩渕 哲也, 吉田 一三, 新子谷 樹哉, 幾原 志郎, 小谷 浩三, 高橋 光信	金沢大学, BME (株), (株) 麗光	低温環境下での有機薄膜太陽電池の活用	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
70	○斎藤 慎彦、竹本 明寿也、渡辺 伸博、尾坂 格	広島大学, 東レ	導電性ポリマーを裏面電極に用いたシースルー型有機薄膜太陽電池	第 84 回応用物理学会秋季講演会	2023/09
71	○山中 滉大、斎藤 慎彦、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	少ステップで合成可能なチアプロチアゾール系ポリマーの開発と有機薄膜太陽電池特性	第 84 回応用物理学会秋季講演会	2023/09
72	○山中 滉大、斎藤 慎彦、小金澤 智之、齊藤 隼人、KIM Hyung Do、大北 英生、尾坂 格	広島大学、京都大学	有機太陽電池においてドナーとアクセプターの凝集特性が薄膜結晶性と光電変換特性に与える影響	第 73 回高分子討論会	2024/09
73	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池における高効率電荷生成に向けた材料設計	2024 年光化学討論会	2024/09
74	尾坂 格	広島大学	有機薄膜太陽電池の将来展望	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09
75	○駿河 翔太、三木江 翼、佐藤 友揮、キム ヒョンド、大北 英生、尾坂 格	広島大学、京都大学	電圧損失の小さい非フラーレン型太陽電池においてドナーポリマーの剛直性が電荷生成に及ぼす影響	第 84 回応用物理学会秋季講演会	2023/09
76	○田中 絢大、三木江 翼、尾坂 格	広島大学	非フラーレンハイブリッド型 “新規フラーレン誘導体の開発	第 85 回応用物理学会秋季学術講演会	2024/09

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	広島大学, 京都大学	一石三鳥！？一つの共通中間体から効率的に半導体ポリマーを合成～有機薄膜太陽電池の高効率化に向けて～	マイナビニュースなど	2024/10
2	広島大学, 京都大学	構造拡張によりポリマー半導体の電荷移動度向上に成功～有機薄膜太陽電池の性能向上にも大きく貢献～	科学新聞など	2024/11
3	広島大学	拡張 π 電子系骨格を有する半導体ポリマーの開発と有機太陽電池の高効率化	有機半導体の開発と最新動向	2024/03
4	広島大学, 大阪大学, 京都大学	無秩序だけど揃ってる？常識を覆す構造をもつ π 共役ポリマーにより、環境にやさしい有機薄膜太陽電池の変換効率を 1.5 倍に向上	マイナビニュースなど	2023/09

(c)その他 (受賞)

番号	受賞者	所属	受賞名	表彰団体名	発表年月日
1	岩崎 洋斗	広島大学	第 13 回 C S J 化学フェスタ 2023 優秀ポスター発表賞	日本化学会	2023/10
2	田中 直弥	広島大学	第 13 回 C S J 化学フェスタ 2023 優秀ポスター発表賞	日本化学会	2023/10
3	富田 真由	広島大学	第 14 回 C S J 化学フェスタ 2024 優秀ポスター賞	日本化学会	2024/10
4	Kodai Yamanaka	Hiroshima University	Oral Presentation Award	PVSEC-35	2024/11
5	Sroem Chanmaneth	広島大学	高分子学会若手研究会中国四国支部長賞	高分子学会若手研究会中国四国支部	2024/11
6	富田 真由	広島大学	第 6 回フロンティア太陽電池セミナー優秀ポスター賞	フロンティア太陽電池セミナー	2024/12
7	山中 滉大	広島大学	第 5 回フロンティア太陽電池セミナー 優秀ポスター賞	フロンティア太陽電池セミナー	2023/12
8	Kazuya Matsui	Hiroshima University	The 13th SPSJ International Polymer Conference (IPC 2023), Young Scientist Poster Award	高分子学会	2023/07
9	山中 滉大	広島大学	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム Innovative PV 奨励賞	「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2024/07
10	山中 滉大	広島大学	第 84 回応用物理学会秋季講演会 講演奨励賞	応用物理学会	2023/09

5.1.4.3 Cu₂O タンデム型太陽電池の開発 (株式会社東芝、国立研究開発法人物質・材料研究機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所)

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	株式会社 東芝	特願 2024-039497	国内	2024/03/13	出願	太陽電池及び太陽光発電システム	芝崎 聡一郎 他

2	株式会社 東芝	特願 2024-162735	国内	2024/09/19	出願	太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システム	中川 直之 他
3	株式会社 東芝	特願 2024-164253	国内	2024/09/20	出願	積層体、電子機器、太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システム	保西 祐弥 他
4	株式会社 東芝	特願 2024-195997	国内	2024/11/08	出願	積層体、太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール、太陽光発電システム及び積層体の製造方法	保西 祐弥 他
5	産業技術研究所	特願 2024-208366	国内	2024/11/20	公開	Cu ₂ O 半導体、およびその製造方法、ならびに半導体デバイス	反保 衆志 他
6	株式会社 東芝	特願 2025-009579	国内	2025/1/23	出願	積層体、電子機器、太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システム	山本 孝 他
7	株式会社 東芝	特願 2025-009581	国内	2025/1/23	出願	太陽電池、多接合型太陽電池、太陽電池モジュール及び太陽光発電システム	山本 孝 他
8	株式会社 東芝	19/070630	外国 (米国)	2025/03/05	出願	太陽電池及び太陽光発電システム	芝崎 聡一郎 他
9	株式会社 東芝	25162068.8	外国 (欧州)	2025/03/06	出願	太陽電池及び太陽光発電システム	芝崎 聡一郎 他
10	株式会社 東芝	202510267711.3	外国 (中国)	2025/03/07	出願	太陽電池及び太陽光発電システム	芝崎 聡一郎 他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	児島旺樹、他	産業技術総合研究所	Cu ₂ O の RS-MBE 成膜における異相制御	第 6 回結晶工学 x ISYSE 合同研究会	2023/12
2	山本和重	株式会社 東芝	Cu ₂ O タンデム型太陽電池の開発	2023 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2024/02
3	和田淳、他	株式会社 東芝	高効率・高信頼性 Cu ₂ O/Si タンデム太陽電池の実現に向けた Cu ₂ O トップセルの耐熱性評価	2024 年第 71 回応用物理学会春季学術講演会	2024/03
4	吉尾紗良、他	株式会社 東芝	Thermal Stability of Cuprous Oxide Top Cells for High-	52nd IEEE PVSC	2024/06

			Efficiency Cu ₂ O/Si Tandem Solar Cells		
5	中川直之、他	株式会社東芝	Development of High-Efficiency Transparent Cu ₂ O Top Cells for Tandem Photovoltaics with Efficiency Exceeding 30%	Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024)	2024/09
6	和田淳、他	株式会社東芝	Damp Heat Test Characteristics of the Cu ₂ O Top Cell for Highly Efficient Cu ₂ O/Si Tandem Solar Cells	41st EU PVSEC	2024/09
7	保西祐弥、他	株式会社東芝	Doping technology for High-efficiency Transparent Cu ₂ O Top cells	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
8	向井大輔、他	産業技術総合研究所	Cu ₂ O の正孔濃度制御に関する研究	令和 6 年度応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会	2024/12

(b)その他

番号	発表者	発表名	イベント名	発表年月
1	株式会社 東芝	Cu ₂ O（亜酸化銅）タンデム型太陽電池	CEATEC 2023	2023/10
2	株式会社 東芝	4 端子 Cu ₂ O/Si タンデム型太陽電池	第 18 回再生可能エネルギー世界展示会	2024/01
3	株式会社 東芝	Cu ₂ O/Si タンデム太陽電池	第 19 回再生可能エネルギー世界展示会	2025/01

5.2. 研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発

5.2.1. 安全性・信頼性確保技術開発

5.2.1.1 高安全 PV モジュール、高安全 PV システムの技術基準案の策定（太陽光発電技術研究組合）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ 番号	査読	発表年月
1	窪田 洸、 西川省吾	日本大学	IR カメラによる PV モジュールのバイパス回路の開放故障検出ー映り込みの影響除去ー	電気学会 論文誌B Vol.145 No.2	有	2025/02

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	千脇伸仁、西川省吾	日本大学	PVM・バイパス回路の開放故障技術のシミュレーション検討	日本太陽エネルギー学会 2024年度（令和6年度）研究発表会	2024/11
2	河村健一、栗原勇斗、 山本壱馬、西川省吾	日本大学	インピーダンス計測による太陽電池ストリングの故障検出技術	日本太陽エネルギー学会 2024年度（令和6年度）研究発表会	2024/11
3	千脇伸仁、河村健一、 神谷拓杜、西川省吾	日本大学	赤外線カメラによる太陽電池モジュールのバイパス回路の開放故障検出技術ー2 箇所開放故障時に印加電圧の大きさが与える影響ー	日本太陽エネルギー学会 2023年度（令和5年度）研究発表会	2023/11
4	西川省吾、千脇伸仁、窪田 洸、 谷村晃太郎、浅尾芳久	日本大学、住友電工	ストリング電流監視による線間短絡故障の判定基準に関する基礎検討	令和 5 年電気学会全国大会	2023/ 3
5	千脇伸仁、窪田 洸、 西川省吾	日本大学	赤外線カメラによる太陽電池モジュールのバイパス回路の開放故障検出技術ー印加電圧の大きさが故障検出精度に与える影響ー	令和 5 年電気学会全国大会	2023/ 3
6	窪田 洸、西川省吾	日本大学	赤外線カメラによる太陽電池モジュールの バイパス回路の開放故障検出技術ー移動物体の映り込みによる外乱除去技術の検証（その2）ー	日本太陽エネルギー学会 2022年度（令和4年度）研究発表会	2022/11
7	Shogo Nishikawa ¹⁾ , Aoshi Igarashi ¹⁾ , Kotaro Tanimura ²⁾ , Yoshihisa Asao ²⁾	1) Nihon University, Japan 2) Sumitomo Electric Industries Ltd., Japan	Detection technology of short fault of a PV string by monitoring string current	PVSEC-33(33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference)	2022/11
8	窪田 洸、西川省吾	日本大学	赤外線カメラによる太陽電池モジュールの バイパス回路の開放故障検出技術	令和 4 年電気学会全国大会	2022/03
9	豊田丈司、横澤康汰、西川省吾	日本大学	インピーダンス計測による太陽電池モジュールのバイパス回路の故障検出技術の基礎検討	令和 4 年電気学会全国大会	2022/03
10	窪田 洸	日本大学	太陽電池モジュールのバイパス回路の開放故障検出技術ー印加電圧波形の違いが故障検出に与える影響	2021年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11

11	五十嵐 蒼紫	日本大学	太陽光発電ストリング監視による異常検知ー太陽電池ストリング線間短絡故障の検出	2021年度 日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/01

(b)その他（受賞）

番号	発表者	所属	タイトル	賞の名称	発表年月
1	窪田 洸	日本大学	赤外線カメラによる太陽電池モジュールのバイパス回路の開放故障検出技術ー移動物体の映り込みによる外乱除去技術の検証ー	令和4年電気学会 全国大会 優秀論文発表賞	2022/03

5.2.1.2 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)、八千代エンジニアリング株式会社、デロイトトーマツコンサルティング合同会社）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	加藤和彦	産業技術総合研究所	太陽電池モジュール／ストリングと大地の間の等価回路の提	太陽エネルギー	55-63	2023/01
2	加藤和彦	産業技術総合研究所	太陽電池モジュール／ストリングと大地の間の等価回路の提案（2）ー高速減衰項に関する仮説の修正と屋外測定による各回路素子の推定ー	太陽エネルギー	67-73	2024/02
3	棚橋 紀悟・大関 崇	産業技術総合研究所	AC Impedance Characteristics and Modeling of Electrical Leakage Circuit Within a Photovoltaic Module Installed in a Field	IEEE Journal of Photovoltaics	512-524	2024/03
4	加藤和彦	産業技術総合研究所	太陽電池モジュール／ストリングと大地の間の等価回路の提案（3）	太陽エネルギー	35-42	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	津野裕紀	産業技術総合研究所	各種太陽電池モジュール接続用コネクタの長期防水性の試験と水侵入要因の分析	2021 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11
2	千葉隆弘他	北海道科学大学	地上設置型太陽電池アレイに作用する軒先の積雪荷重評価ー試験体を対象とした測定結果による平地と傾斜地との比較ー	2021 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11
3	加藤和彦	産業技術総合研究所	太陽電池モジュールストリングの対地絶縁抵抗の経時変化の実測と分析	2021 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11
4	加藤和彦	産業技術総合研究所	実測による太陽電池モジュールストリングの対地絶縁抵抗	2021 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11

			と PCS 運転中のもれ電流の対応の分析		
5	高森浩治	構造耐力評価機構	太陽電池発電設備の構造安全に関する近年の動向	第 16 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム セミナー	2022/01
6	大関 崇	産業技術総合研究所	Design and Construction Guidelines for Agrivoltaics in Japan	International Green Energy Conference PV Market Insights 2022	2022/04
7	大関 崇	産業技術総合研究所	特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定	第 17 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2023/02
8	三上大輝	大阪公立大学	基礎不良を考慮した太陽光発電用架台の耐風性能	日本建築学会近畿支部・研究発表会	2023/06
9	三上大輝	大阪公立大学	Wind Resistance of a Solar Panel Mounting Structure with Partially Defective Pile Foundations	3rd ICSCEA	2023/07
10	ガヴァンスキ 江梨	構造耐力評価機構	Wind Loads for Agrovoltaic systems	International Conference on Wind Engineering 16	2023/08
11	棚橋 紀悟・大関 崇	産業技術総合研究所	Characterization of Electrical Leakage Circuit within a PV Module Installed in Outdoor	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference (EU-PVSEC)	2023/09
12	大関 崇	産業技術総合研究所	Development of design and construction guidelines for PV on sloping ground, agrivoltaic, and floating PV in Japan	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference (EU-PVSEC)	2023/09
13	三上大輝	大阪公立大学	基礎不良を考慮した太陽光発電用架台の耐風性能	日本建築学会・年次大会	2023/09
14	古川 幸	大阪公立大学	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験（不具合時の動風圧実験）	日本太陽エネルギー学会・太陽光発電部会 第 36 回セミナー	2024/01
15	高森浩治	構造耐力評価機構	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験（風洞実験）	日本太陽エネルギー学会・太陽光発電部会 第 36 回セミナー	2024/01
16	渡辺健二	八千代エンジニアリング	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験～水上 PV 実験～	日本太陽エネルギー学会・太陽光発電部会 第 36 回セミナー	2024/01
17	千葉隆弘	北海道科学大学	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験～積雪荷重実験～	日本太陽エネルギー学会・太陽光発電部会 第 36 回セミナー	2024/01
18	古川 幸	大阪公立大学	EXAMINATION OF MEASUREMENT EFFECT ON WIND RESISTING PERFORMANCE OF A SOLAR PANEL MOUNTING – STRUCTURE WITH PARTIALLY DEFECTIVE PILE FOUNDATIONS	Proceedings for 14th International Conference on GEOMATE 2024	2024/11
19	高森浩治	産業技術総合研究所	NEDO の設計施工ガイドライン（構造系）	一般社団法人太陽光発電協会・ソーラーウィーク 2024 第 41 回太陽光発電シンポジウム	2024/11
20	大関 崇	産業技術総合研究所	NEDO の設計施工ガイドライン（電気系）	一般社団法人太陽光発電協会・ソーラーウィーク 2024 第 41 回太陽光発電シンポジウム	2024/11

21	棚橋 紀悟・大関 崇	産業技術総合研究所	AC Impedance Characteristics and Modeling of Electrical Leakage Circuit within a Photovoltaic Module	Photovoltaic Reliability Workshop (PVRW) 2024	2024/02
22	高森浩治	構造耐力評価機構	太陽光発電の安全性・信頼性向上に向けて	第18回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム セミナー	2024/02
23	千葉隆弘	北海道科学大学	Study on Snow Load acting on the Eaves of Photovoltaic Array Facilities Installed on Ground	9th ICSE (International Conference on Snow Engineering)	2024/06
24	高森浩治	構造耐力評価機構	地上設置型太陽発電設備の設計用風力係数	日本建築学会・年次大会	2024/08
25	三上大輝	大阪公立大学	基礎不良を考慮した太陽光発電システム架台の耐風性能～架台に簡易的な対処を施した場合～	日本建築学会・年次大会	2024/08
26	中井淑子	構造耐力評価機構	太陽光発電設備の雷害調査方法および雷保護対策に関する検討（雷保護対策の概要）	電気学会・高電圧研究会	2025/01

(b)その他（プレス発表等）

番号	発表者	所属	イベント名等	発表年月
1	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・八千代エンジニアリング株式会社・一般社団法人 太陽光発電協会	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・一般社団法人 太陽光発電協会	傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン（2021年版）セミナー	2021/12
2	高森浩治	一般社団法人 構造耐力評価機構	太陽光発電に係る林地開発許可基準に関する検討会（第2回）	2022/03
3	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・八千代エンジニアリング株式会社・デロイトトーマツコンサルティング合同会社・一般社団法人 太陽光発電協会	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・八千代エンジニアリング株式会社・デロイトトーマツコンサルティング合同会社・一般社団法人 太陽光発電協会	傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン（2023年版）セミナー	2023/07
4	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・八千代エンジニアリング株式会社・一般社団法人 太陽光発電協会	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・一般社団法人 太陽光発電協会	地上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドラインのセミナー	2024/03
5	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・八千代エンジニアリング株式会社・一般社団法人 太陽光発電協会	産業技術総合研究所・一般社団法人 構造耐力評価機構・一般社団法人 太陽光発電協会	傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン（2021年版）セミナー	2025/01

5.2.1.3 太陽光発電の安全性・信頼性評価、回復技術の技術情報基盤整備（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人構造耐力評価機構、SOMPO リスクマネジメント株式会社、一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	高島他	産業技術総合研究所	自己バイアス法による太陽電池ストリング絶縁抵抗測定装置の検出限界評価	2020 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2020/11
2	大関 崇	産業技術総合研究所	太陽光発電の事故分析（保険会社の事故情報）	一般社団法人日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第 33 回セミナー	2022/04
3	大関 崇	産業技術総合研究所	太陽光発電の事故分析（保険会社の事故情報）	太陽エネルギー	2022/09
4	奥地丈浩	構造耐力評価機構	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験（モジュール試験）	日本太陽エネルギー学会・太陽光発電部会 第 36 回セミナー	2024/01
5	高島他	産業技術総合研究所	PV ストリングの絶縁抵抗の時間短縮測定	2024 年 電気学会 B 部門大会	2024/09
6	大関崇	産業技術総合研究所	「建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2024 年版」～PVTEC ガイドラインとの差異紹介～	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催 「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01

(c) その他（プレス発表等）

番号	発表者	所属	イベント名等	発表年月
1	大関 崇、前田 泰宏、上坂 善孝	産業技術総合研究所、構造耐力評価機構、SOMPO リスクマネジメント株式会社	太陽光発電設備の評価・回復手法の技術情報および利用ガイド	
2	大関 崇、前田 泰宏、上坂 善孝	産業技術総合研究所、構造耐力評価機構、SOMPO リスクマネジメント株式会社	太陽光発電設備の評価・回復手法の技術情報および利用ガイド	

5.2.1.4 太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発（関西電力株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所(再)、一般社団法人構造耐力評価機構(再)、アジア航測株式会社、株式会社エクソル、株式会社 CO2O、日本地工株式会社）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	木村 堯	日本地工株式会社	太陽光アレイ用基礎杭の補強技術の開発	日本太陽エネルギー学会、jsesc.2023.123-126	無	2023/11
2	木村 堯	日本地工株式会社	太陽光発電設備の強風による基礎杭引抜き対策の検討	電気設備学会全国大会	無	2024/8

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	斉藤 聖司	日本地工株式会社	太陽光発電設備の構造安全関係のデモンストレーション（杭基礎の補強技術）	FREA 「太陽光発電の O&M 等の技術開	2023/12

				発・人材育成拠点の形成」事業	
2	斉藤 聖司	日本地工株式会社	太陽光発電設備用架台・基礎杭に関する引き抜き補強技術の開発	太陽光発電検査技術協会 会員交流会	2024/2

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	日本地工株式会社	開発秘話 太陽光発電設備架台・基礎補強用アンカー工法	新電気 第78巻第7号	2024/7

5.2.1.5 傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定（国立大学法人北海道、国立大学機構北見工業大学）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	中村 大	北見工業大学	太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定	太陽エネルギー, Vol. 50, No. 4, pp. 36-42	無	2024/07
2	門田峰典	北見工業大学	凍上による太陽光電池アレイ用鋼製架台の部材応答, 太陽エネルギー	太陽エネルギー, Vol. 51, No. 2, pp. 49-54	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a)学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	三浦直己	北見工業大学	ソーラーパネル架台の凍上被害に関する実物大模型実験	一般社団法人資源・素材学会北海道支部・2022年度資源・素材学会北海道支部春季講演会	2022/06
2	中村 大	北見工業大学	積雪寒冷地における土木構造物の凍上被害とその対策	北見土木技術協会講演会	2022/07
3	Dai Nakamura	Kitami institute of technology	Basic Study on Frost Heave Damage to Photovoltaic Power Generation Facilities in Snowy Cold Regions	11th International Symposium on Ground Freezing	2023/10
4	Kenta Nakai	Kitami institute of technology	Basic Study on Frost Heave and Thaw Behavior of Piles and Foundations Used in Photovoltaic Power Generation Facilities	13th Int. Conf. on Geotechnique, Construction Materials & Environment	2023/11
5	宇高優介	北見工業大学	凍結融解履歴が杭の引抜抵抗に与える影響に関する基礎的研究	一般社団法人資源・素材学会北海道支部・2023年度資源・素材学会北海道支部春季講演会	2023/06
6	中井健太	北見工業大学	実物大模型実験によるソーラーパネル架台の凍上被害発生メカニズムの解明	公益社団法人地盤工学会・第58回地盤工学研究発表会	2023/07
7	鍛冶元雅史	北見工業大学	傾斜地に設置された太陽光発電施設の凍上・融解沈下挙動の観察	公益社団法人日本雪氷学会・雪氷研究大会（2023・郡山）	2023/09

8	中村 大	北見工業大学	太陽光発電設備のガイドライン策定にかかる実証実験	一般社団法人日本太陽エネルギー学会・第36回太陽光発電部会セミナー	2024/01
9	門田峰典	北見工業大学	太陽電池アレイ用鋼製架台に生じる凍上と部材応答に関する解析的検討	令和5年度 土木学会北海道支部年次技術研究発表会	2024/02
10	門田峰典	北見工業大学	FEA NX, midas NFX を用いた鋼構造物の解析事例	2024 MIDAS 建設分野 WEB 技術講座	2024/05
11	藤田優作	北見工業大学	杭の引抜抵抗に与える凍結融解履歴の影響	公益社団法人地盤工学会・第59回地盤工学研究発表会	2024/07
12	門田峰典	北見工業大学	太陽光電池アレイ用鋼製架台の凍上時の部材応答を再現できるモデル化の検討	公益社団法人土木学会・土木学会第79回年次学術講演会	2024/09
13	門田峰典	北見工業大学	実物供試体を用いた太陽光電池アレイ用鋼製架台の凍上と部材応答の関係把握	公益社団法人土木学会・土木学会第79回年次学術講演会	2024/09
14	中井健太	北見工業大学	太陽光発電施設の建設に用いられる杭および基礎の凍上・融解沈下挙動	公益社団法人日本雪氷学会・雪氷研究大会（2024・長岡）	2024/09
15	藤田優作	北見工業大学	太陽光発電施設の建設に用いられる杭の水平抵抗に与える凍結融解履歴の影響	公益社団法人日本雪氷学会・雪氷研究大会（2024・長岡）	2024/09

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	北見工業大学	太陽光パネル 凍上被害抑制へ	北海道建設新聞, p.7	2024/11
2	北見工業大学	冬の太陽光パネル 破損防げ	読売新聞, p.31	2024/11
3	北見工業大学	「凍上」太陽光発電にどう影響	北海道新聞, p.9	2024/12
4	北見工業大学	北見工大アプローチ！ (3)	北海道建設新聞, p.9	2025/04

5.2.1.6 特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験（一般社団法人構造耐力評価機構、八千代エンジニアリング株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

該当なし。

5.2.1.7 次世代の O&M を支える発電電力量評価等の技術開発（株式会社エナジービジョン、一般社団法人新エネルギー O&M 協議会）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	大門 敏男	一般社団法人新エネルギー O&M 協議会	発電電力量と日射量データによる長期的傾向の解析に基づく発電阻害要因推定手法の開発	日本太陽エネルギー学会講演論文集 2022 P.289	無	2022/11
2	奥山 泰之	株式会社エナジービジョン	小規模太陽光発電所を対象とした発電電力量経年変化の傾向に基づく発電阻害要因の推定を活用した是正事例	日本太陽エネルギー学会講演論文集 2022 P.293	無	2022/11

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	大門 敏男	一般社団法人新エネルギーO&M協議会	発電電力量と日射量データによる長期的傾向の解析に基づく発電阻害要因推定手法の開発	日本太陽エネルギー学会 2022年度（令和4年度）研究発表会	2022/11
2	奥山 泰之	株式会社エナジービジョン	小規模太陽光発電所を対象とした発電電力量経年変化の傾向に基づく発電阻害要因の推定を活用した是正事例	日本太陽エネルギー学会 2022年度（令和4年度）研究発表会	2022/11

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	一般社団法人新エネルギーO&M協議会	太陽光、災害リスクを評価	日本経済新聞 朝刊 P.7	2023/08

5.2.1.8 建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドラインの策定（国立研究開発法人産業技術総合研究所、一般社団法人太陽光発電協会、一般社団法人構造耐力評価機構、大成建設株式会社）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	中嶋 立樹	大阪公立大学	木造住宅屋根に設置した太陽電池モジュールの実大耐風圧実験	2024年度日本建築学会大会（関東）	2024/08
2	植松 康	東北大学	大規模陸屋根平面に設置される太陽電池モジュールの風力係数 その1 実験概要および JIS C 8955:2017 との比較	2024年度日本建築学会大会（関東）	2024/08
3	相原 知子	大成建設	大規模陸屋根平面に設置される太陽電池モジュールの風力係数 その2 設計用風力係数の提案	2024年度日本建築学会大会（関東）	2024/08
4	中嶋 立樹	大阪公立大学	FULL-SCALE WIND PRESSURE RESISTANCE TESTING OF PHOTOVOLTAIC MODULES INSTALLED ON A WOODEN HOUSE ROOF	Proceedings for 14th International Conference on GEOMATE 2024	2024/11
5	中井 淑子	構造耐力評価機構	太陽光発電設備の雷害調査方法および雷保護対策に関する検討（雷保護対策の概要）	電気学会・高電圧研究会	2025/01
6	大関崇	産業技術総合研究所	「建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2024年版」～PVTEC ガイドラインとの差異紹介～	日本太陽光発電学会・太陽エネルギーデザイン研究会 合同開催 「壁面設置太陽光発電システムガイドライン」講演討論会	2025/01

(b)その他（プレス発表等）

番号	発表者	所属	イベント名等	発表年月
1	大関崇，高森浩治	産業技術総合研究所、構造耐力 評価機構	建物設置型太陽光発電システム の設計・施工ガイドライン (2024 年版) のセミナー	

5.2.2. 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発

5.2.2.1 太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発（株式会社トクヤマ）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	株式会社トクヤマ	2020-159533	国内	2020/09/24	公開	廃太陽光パネル熱処理釜と廃太陽光パネル熱処理方法	井上 大輔 片岡 誠
2	株式会社トクヤマ	2021-185122	国内	2021/11/12	公開	廃太陽電池の処理方法	山下 丈晴 井上 大輔
3	株式会社トクヤマ	2022-059581	国内	2022/03/31	出願	太陽電池モジュールリサイクルシステムおよび太陽電池モジュールリサイクル方法	山下 丈晴 井上 大輔
4	株式会社トクヤマ	2025-051565	国内	2025/03/26	出願	篩選別装置、選別方法	山下 丈晴 井上 大輔
5	株式会社トクヤマ	2025-055799	国内	2025/03/28	出願	太陽電池モジュールリサイクルシステム、太陽電池モジュールリサイクル処理方法	山下 丈晴 井上 大輔

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	笹井 優 山下 丈晴 井上 大輔	株式会社トクヤマ	Development of low-temperature thermal decomposition recycling technology from photovoltaic modules to flat glass applications	Jpn. J. Appl. Phys. P1043	有	2023/05

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	山下 丈晴	株式会社トクヤマ	太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発	NEDO 成果報告会	2021/11
2	笹井 優	株式会社トクヤマ	Photovoltaic recycle technology with	PVSEC-33	2021/11
3	山下 丈晴	株式会社トクヤマ	低温熱分解法を用いた太陽光パネルリサイクルの技術開発	北海道資源・素材フォーラム	2024/12
4	山下 丈晴	株式会社トクヤマ	Technological Development of PV Panel Recycling Using Low-Temperature decomposition	International Conference and Exhibition on Advanced Ceramics and Composites Focused Session 6、Innovative material processing for diverse resource circulation loops	2025/01
5	山下 丈晴	株式会社トクヤマ	南幌町における太陽電池モジュールの低温熱分解法によ	GX だヨ！全員集合 with NEDO	2025/03

			るリサイクル技術実証と道内 リサイクルチェーンの構築		

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	株式会社トクヤマ	処理後のガラス展示 太陽光パネル リサイクル	セメント新聞	2024/03
2	株式会社トクヤマ	高度熱分解技術の進化が加速 PV パネル水平リサイクル実現へ	化学工業日報	2024/04
3	株式会社トクヤマ	地球とずっと仲良くするために！ トクヤマの太陽光パネルリサイクル 技術	化学工業日報	2024/06
4	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による太陽光パネルリ サイクルの技術開発とその展望	「都市清掃」第 77 巻 第 380 号	2024/07
5	株式会社トクヤマ	使用済み太陽光パネル 加熱処理で リサイクル 再エネ適地の北海道で進む最先端技 術実証	産経新聞	2025/01
6	株式会社トクヤマ	低温熱分解技術の実証めど 北海道で許可申請へ	化学工業日報	2025/02
7	株式会社トクヤマ	PV リサイクル トクヤマ事業化を加速	石油化学新聞	2025/03

(c)その他

番号	所属	タイトル	展示会名	発表年月
1	株式会社トクヤマ	熱分解法による太陽電池パネルの高 度リサイクル技術	第 36 回北海道技術・ビジネ ス交流会	2022/11
2	株式会社トクヤマ	NEDO との共同プロジェクト・独 自の低温熱分解法の紹介	G7 札幌 気候・エネルギー・ 環境大臣会合実行委員会 北 海道プレスツアー	2023/03
3	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	PV EXPO [春] 2023	2023/03
4	株式会社トクヤマ	板ガラスへのリサイクル技術の開発	第 37 回北海道技術・ビジネ ス交流会	2023/11
5	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	PV EXPO [春] 2024	2024/02
6	株式会社トクヤマ	AGC 社の太陽光パネルカバーガラ ス リサイクル実証試験成功に貢献	HP にてプレスリリース	2024/03
7	株式会社トクヤマ	Advanced Technology for Recycling Photovoltaic Pnanel Ysing Low-Temperature Thermal Decomposition	HANNOVER MESSE 2024	2024/04
8	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	ケミカルマテリアル Japan 2024	2024/11
9	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	ビジネス EXPO 「第 38 回北 海道 技術・ビジネス交流会	2024/11
10	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	第 19 回再生可能エネルギー 世界展示会&フォーラム	2025/01
11	株式会社トクヤマ	低温熱分解法による廃太陽光パネル の高度リサイクル処理技術	PV EXPO 【春】～第 20 回 [国際] 太陽光発電展～	2025/02

5.2.2.2 結晶シリコン及び CIS 太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証（ソーラーフロンティア株式会社）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	ソーラー フロン ティア株 式会社	特願 20-00334	国内	2020/09/30	公開	有価金属の溶出方法	原田他
2		特願 20-00338	国内	2020/09/30	公開	有価金属の溶出方法	原田他
3		特願 20-00339	国内	2020/09/30	公開	リサイクル方法及びリサイクル装置	原田他
4		特願 20-00340	国内	2020/09/30	公開	リサイクル方法及びリサイクル装置	原田他
5		特願 2021-148856	国内	2021/09/13	公開	光電変換モジュールの解体方法	石丸他
6		特願 2021-148857	国内	2021/09/13	公開	光電変換モジュールの解体方法	石丸他
7		特願 2021-148858	国内	2021/09/13	公開	光電変換モジュールの解体方法、切断補助具及び切断システム	石丸他
8		特願 2021-148859	国内	2021/09/13	公開	光電変換モジュールの解体方法	石丸他
9		特願 2021-189943	国内	2021/11/24	公開	解体方法及び解体装置	飯島他
10		特願 2022-011587	国内	2022/01/28	公開	光電変換パネルの素材回収方法及び光電変換パネル用の素材回収システム	原田他
11		PCT/JP2021/035530	PCT	2021/09/28	公開	有価金属の溶出方法および溶液	原田他
12		PCT/JP2021/035584	PCT	2021/09/28	公開	有価金属の溶出方法および溶液	原田他
13		特願 2021-161981	国内	2021/09/30	公開	リサイクル方法及びリサイクル装置	原田他
14		PCT/JP2022/041879	PCT	2022/11/10	公開	解体方法及び解体装置	飯島他
15		PCT/JP2022/047552	PCT	2022/12/23	公開	光電変換パネルの素材回収方法及び光電変換パネル用の素材回収システム	原田他
16		特願 2023-001441	国内	2023/01/10	公開	光電変換モジュールの解体方法及び解体用器具	酒井他
17		特願 2023-009073	国内	2023/01/24	公開	解体器具及び解体方法	飯島他
18		特願 2023-019543	国内	2023/02/10	未公開	搬送具	戸浦他
19		特願 2023-043714	国内	2023/03/20	公開	配線を回収する方法、変形装置及び配線を回収するシステム	酒井他
20		PCT/JP2023/046328	PCT	2023/12/25	公開	配線を回収する方法、変形装置及び配線を回収するシステム	酒井他

21		2024-014534	国内	2024/02/02	公開	リサイクル方法及びリサイクル装置	原田他
22		2024-054074	国内	2024 年 3 月 28 日	出願	水ガラス、ジオポリマー、水ガラス及びジオポリマーの製造方法	原田他

(Patent Cooperation Treaty: 特許協力条約)

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	井上穂香	国立大学法人宮崎大学	酸処理とフライアッシュの有無が組成の異なる二種類の廃ガラスを用いたモルタルの膨張特性に関する研究	九州橋梁・構造工学研究会 (第 11 回) ジャーナル	無	2023/12
2	山之内涼	国立鹿児島工業高等専門学校	Expansion Control of Alkali-Activated Materials Using Waste Glass Cullet from Photovoltaic Panels as Fine Aggregates	Materias https://www.mdpi.com/journal/materials/special_issues/RLIRYIR0J8	有	2024/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	川畑勇輝	国立大学法人宮崎大学	太陽光パネル廃ガラスを利用したモルタルの性能評価	令和 2 年度土木学会西部支部研究発表会	2021/03
2	李春鶴	国立大学法人宮崎大学	異なる成分の太陽光パネル廃ガラスを用いたモルタルの性能評価	第 75 回セメント技術大会	2021/05
3	李春鶴	国立大学法人宮崎大学	廃ガラス細骨材とフライアッシュがモルタルの圧縮強度に及ぼす影響	第 76 回年次学術講演会	2021/09
4	原田秀樹	ソーラーフロンティア株式会社	太陽電池モジュールの材料リサイクル技術開発	地域資源活用分科会 (太陽光パネルリサイクル勉強会)	2021/12
5	井上穂香	国立大学法人宮崎大学	廃ガラスの物理的及び化学的作用がモルタルの圧縮強度に及ぼす影響	令和 3 年度土木学会西部支部研究発表会	2022/03
6	土手裕	国立大学法人宮崎大学	廃太陽光パネルを骨材としたコンクリートの環境安全性評価	第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会	2022/04
7	井上穂香	国立大学法人宮崎大学	酸処理が廃ガラスを用いたモルタルの ASR に及ぼす影響	令和 4 年度土木学会全国大会	2022/09
8	原田 秀樹	ソーラーフロンティア株式会社	結晶シリコン型太陽電池の材料リサイクルに関する研究	第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会	2022/09
9	井上穂香	国立大学法人宮崎大学	反応物及び生成物の組成分析による廃ガラスの酸処理効果の検討	令和 4 年度土木学会西部支部研究発表会	2023/03
10	井上穂香	国立大学法人宮崎大学	組成の異なる廃ガラスにおける酸処理がセメント硬化体に及ぼす影響	令和 5 年度土木学会全国大会	2023/09

11	原田秀樹	ソーラーフロンティア株式会社	太陽光パネルの資源循環に向けたソーラーフロンティアの取組	早稲田大学循環バリューコンソーシアム第14回セミナー	2023/12
12	大平悠貴	国立大学法人宮崎大学	蒸気養生における廃ガラスの粗粒率の相違によるモルタル供試体の膨張特性	令和5年度土木学会西部支部研究発表会	2024/03
13	鎌迫望	国立大学法人宮崎大学	廃ガラスのアルカリ環境におけるASR反応条件	令和5年度土木学会西部支部研究発表会	2024/03
14	山ノ内諒	国立鹿児島工業高等専門学校	反応物及び生成物の組成分析による廃ガラスの酸処理効果の検討	令和5年度土木学会西部支部研究発表会	2024/03
15	安井賢太郎	国立鹿児島工業高等専門学校	PVガラスを骨材に用いたジオポリマーについての基礎評価	コンクリート工学年次大会2024	2024/06
16	安井賢太郎	国立鹿児島工業高等専門学校	PVガラスをジオポリマーの骨材として用いた場合の基礎評価	Polymers	2024/07
17	安井賢太郎	国立鹿児島工業高等専門学校	PVガラスを骨材に用いたジオポリマーについての基礎評価	令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会	2024/09
18	安井賢太郎	国立鹿児島工業高等専門学校	PVガラスを骨材に用いたジオポリマーについての基礎評価	The 10th International Conference on Environmental and Civil Engineering Innovation 202	2024/10
19	猪狩秀斗	国立大学法人宮崎大学	PVガラス骨材を使用したプレキャストコンクリート製品評価	令和7年度土木学会西部支部研究発表会	2025/03
20	猪狩秀斗	国立大学法人宮崎大学	PVガラス骨材を使用したプレキャストコンクリート製品評価	第79回セメント技術大会	2025/05
21	大平悠貴	国立大学法人宮崎大学	蒸気養生によるASR抑制効果	第79回セメント技術大会	2025/05
22	原田秀樹	ソーラーフロンティア株式会社	太陽光パネルの材料リサイクル技術開発	令和6年度宮崎県工業技術センター・食品開発センター研究成果発表会	2025/02
23	安井賢太郎	国立鹿児島工業高等専門学校	PVガラスをジオポリマーの活性フィラーとして用いた場合の基礎評価	令和7年度土木学会西部支部研究発表会	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	ソーラーフロンティア株式会社	ソーラーフロンティアの太陽電池モジュールリサイクル技術実証、NEDO による採択が決定	ソーラーフロンティア株式会社	2020/08
2		ソーラーフロンティア、太陽電池リサイクル実証へ	石油通信	2020/08
3		ソーラーフロンティア、太陽電池リサイクル技術実証が NEDO に採択	石油化学新聞 日刊通信	2020/08
4		フィルム型太陽電池モジュール 出光、1/3 に軽量化	日刊工業新聞	2020/08
5		NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業共同研究事業として採択	日刊油業報知新聞	2020/08
6		太陽光パネルリサイクル実証 NEDO から採択	電気新聞	2020/08
7		太陽電池パネル再利用共同研究	宮崎日日新聞	2020/08
8		NEDO 事業で CIS 太陽電池モジュールのリサイクル技術開発へ	新エネルギー新聞	2020/08
9		さいたま市とゼロカーボンシティ実現に向けた共創推進の連携協定を締結	出光興産株式会社	2021/06
10		丸紅、中古太陽光パネルを流通 性能証明で取引しやすく	日本経済新聞	2021/08
11		出光興産とソーラーフロンティア、「脱炭素経営 EXPO」で ESG 経営を推進する企業様向けソリューションをご紹介	ソーラーフロンティア株式会社 web	2021/09
12		脱炭素推進とセットで考えたい、低環境負荷の太陽光パネルリサイクル技術開発	MONOist	2021/10
13		ソーラーフロンティア株式会社の事業構造改革について	ソーラーフロンティア株式会社 web	2021/10
14		ソーラーパネルリサイクル（出光統合レポート 2021）	出光興産株式会社	2021/10
15		ソーラーパネルリサイクル（出光サステナビリティレポート 2021）	出光興産株式会社	2021/10
16		太陽光パネル再利用 30 年代見据え技術開発	日経産業新聞	2021/11
17		出光系、太陽光パネル再資源化へ	産経新聞	2021/12
18		太陽光パネルの大量廃棄、各社リサイクル目指し研究開発	産廃メディア	2022/01
19		太陽光パネル"大量廃棄時代"がやってくる	NHK	2022/01
20		【記者の眼】“太陽光パネル大量廃棄問題”は技術で解決可能	日経クロステック	2022/01
21		太陽光パネル、迫る大量廃棄 2030 年代に寿命ピーク、リサイクル態勢急務	朝日新聞	2022/02
22		太陽光パネルの処分を適切に（社説）	日本経済新聞	2022/02
23		太陽光パネル廃棄問題、技術で解決	日経産業新聞	2022/03
24		ソーラーフロンティア国富事業所、新技術開発ラボ 来月新設	宮崎日日新聞	2022/07
25		太陽光パネル 再資源化に商機...大量廃棄見据え企業参入	読売新聞	2022/09
26		蘇る都市鉱山 資源を再生する先端企業 「出光興産」	インダスト	2022/12
27		【2023 年最新】太陽光パネルリサイクル業者 8 選！選び方や廃棄問題を徹底解説	マイナビニュース	2023/02
28		今こそ考え直す、太陽光発電システムを導入するメリットとは	アマタホールディングス株式会社	2023/04
29		将来に向けたマテリアルリサイクル用途開発	ソーラーフロンティア株式会社 web	2024/02

5.2.3. 系統影響緩和に資する技術課題の検討および実証

5.2.3.1 太陽光発電による調整力創出技術の実証研究（東芝エネルギーシステムズ株式会社、学校法人東京理科大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Jindan Cui1, Bo Jie1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Absorption of PV Power Prediction Errors with Headroom Control by Statistical, Machine Learning and Combined Models	IEEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	有	2023/12
2	Bo Jie1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Optimization Bidding Strategy on Day Ahead and Balancing Market of PV Generator Considering Battery Integration	IEEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	有	2023/06
3	Tetsuki Taniguchi1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	A Simple Strategy for Bidding to Balancing Market of Photovoltaic Power	IEEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering	有	2024/03
4	XUE FANG1, JINDAN CUI1, TAKASHI OOZEKI2, YUZURU UEDA1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Machine Learning-Based Japanese Spot Market Price Forecasting Considering the Solar Contribution	IEEE Access	有	2024/04
5	Shinji Hirota1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Forecasting Wholesale Electricity Market Prices Considering Bidding Conditions Using Price Sensitivity	Advanced Energy and Sustainability Research	有	2024/09

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	山田 航平 1, 崔 錦丹 1, 植田 譲 1, 大関 崇 2	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	電力スポット市場におけるインバランスリスクを考慮した PV 発電計画	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2021/10
2	皆井 健太 1, 崔 錦丹 1, 植田 譲 1, 大関 崇 2	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	需給調整に向けた太陽光発電の出力制御に伴う蓄電池運用	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2021/10
3	大関 崇 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 橋本 潤 1, 大谷 謙仁 1	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学	Quantile regression technologies for headroom control of photovoltaic power generation to create flexibility	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11

4	Jindan Cui1, Bo Jie1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Absorption of PV Power Prediction Error with Headroom Control by Integrating Statistical Analysis and Machine learning	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
5	Kenta Minai1, Jindan Cui1, Yuzuru Ueda1, Takashi Oozeki2	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Day-ahead planning of PV power plant with battery for the purpose of creating Power Reserve under uncertainty	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
6	Xue Fang1, Jindan Cui1, Bo Jie1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Electricity price forecasting method for the JEPX spot market based on ARIMA model	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
7	Yuyang Tu1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Estimation of GPV-GSM radiation forecast error range by cloud variation	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
8	Kurumi Itoi1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Forecast Error Estimation of PV Power Plants Based on Deep Reinforcement Learning	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
9	屠雨陽1, 方雪1, 崔錦丹1, 植田 譲1	1:東京理科大学	GPV 周辺雲状況及び日射量予測値変化による日射量予測誤差範囲の予測	2022 年度 日本太陽エネルギー学会講演論文集 (2022)	2022/11
10	Bo Jie1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	Optimization bidding strategy on day ahead and balancing market of PV generator considering battery integration	33rd International Photovoltaic Science & Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
11	Xue Fang1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	SPOT MARKET PRICE FORECASTING CONSIDERING THE IMPACT OF PV GENERATION AND ELECTRICITY DEMAND	Grand Renewable Energy 2022 International Conference (GRE2022)	2022/12
12	糸井 久瑠実1, 崔 錦丹1, 大関 崇2, 植田 譲1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	強化学習を用いた太陽光発電所における2次調整力の創出と調整力割合の決定手法	令和4年電気学会全国大会講演論文集	2022/03
13	小島 祐樹1, 崔 錦丹1, 大関 崇2, 植田 譲1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	蓄電池を持つPV発電所における調整力確保のための前日発電計画と当日修正手法の検討	令和4年電気学会全国大会講演論文集	2022/03
14	Xue FANG1, Yuyang TU1, Bo JIE1, Jindan CUI1, Yuzuru UEDA1, Takashi OOZEKI2	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	IMPACT OF SOLAR'S CONTRIBUTION ON THE ELECTRICITY SPOT MARKET PRICE IN JAPAN	The 8th Korea-Japan Joint Seminar on PV	2022/05
15	界波1, 崔 錦丹1, 方雪1, 大関 崇2, 植田 譲1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	PV 発電所における Headroom 制御によるスポット市場と需給調整市場への売電計画の最適化分析	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第2回日本太陽光発電学会学術講演会)	2022/06
16	崔 錦丹1, 界波1, 方雪1, 大関 崇2, 植田 譲1	1:東京理科大学,2:産業技術総合研究所	PV 発電予測誤差吸収のための Headroom 制御	第19回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第2回日本太陽光発電学会学術講演会)	2022/06

17	方 雪 1, 崔 錦丹 1, 界波 1, 屠 雨陽 1, 大関 崇 2, 植田 譲 1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	太陽光発電量とスポット市場価格の相関分析	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 2 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2022/06
18	Xue FANG1, Jindan CUI1, Bo JIE1, Takashi OOZEKI2, Yuzuru UEDA1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Electricity Price Forecasting Method for the JEPX Spot Market by Using Hierarchical Linear Regression	令和 4 年電気学会電力・エネルギー部門大会	2022/09
19	界 波 1, 崔 錦丹 1, 方 雪 1, 大関 崇 2, 植田 譲 1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	PV 発電所における調整力創出のための市場入札最適手法の分析	令和 4 年電気学会電力・エネルギー部門大会	2022/09
20	大関 崇 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 橋本 潤 1, 大谷 謙仁 1	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学	太陽光発電システムの上り調整力に利用するための Headroom 制御方法に関する基礎検討	令和 4 年電気学会電力・エネルギー部門大会	2022/09
21	Jindan Cui1, Fang Xue1, Tetsuki Taniguchi1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Absorption of PV Power Prediction Errors with Headroom Control by SVR Model Using Parameters Variation of Different Initial Values	34th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2023/11
22	Yuyang Tu1, Xue Fang1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Estimation of solar radiation forecast error range by cloud spatial distribution and time variation using Random Forest and Support Vector Machine	34th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2023/11
23	Kurumi Itoi1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Forecast Error Analysis for Optimal Operation of PV Power Plants	34th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2023/11
24	大関 崇 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 橋本 潤 1, 大谷 謙仁 1, 植田 譲 2, 坂内 容子 3	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学, 3:東芝エネルギーシステムズ	Headroom 制御を利用した太陽光発電による調整力創出のポテンシャル評価の検討	2023 年度 日本太陽エネルギー学会講演論文集 (2022)	2023/11
25	糸井 久瑠実 1, 屠 雨陽 1, 崔 錦丹 1, 植田 譲 1	1:東京理科大学	PV 発電量評価に向けた GPV(GSM)日射量 1 時間値の補間手法	令和 5 年電気学会全国大会講演論文集	2023/03
26	広田 慎治 1, 方 雪 1, 崔 錦丹 1, 大関 崇 2, 植田 譲 1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	価格感応度により入札状況を考慮した卸電力市場価格の予測モデル	令和 5 年電気学会全国大会講演論文集	2023/03
27	大関 崇 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 橋本 潤 1, 大谷 謙仁 1, 植田 譲 2, 大場 健史 3, 志賀 慶明 3	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学, 3:東芝エネルギーシステムズ	太陽光発電システムの Headroom 制御による上り調整力確保に関する実験結果	令和 5 年電気学会全国大会講演論文集	2023/03
28	方 雪 1, 崔 錦丹 1, 谷口 哲樹 1, 大関 崇 2, 植田 譲 1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	SVR 法を用いた需給調整力市場価格の推定モデル	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06
29	Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Absorption of PV Power Prediction Errors with Headroom Control by variable importance-considering SVR model with different initial values	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2023/09

30	大関 崇 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 橋本 潤 1, 大谷 謙仁 1, 植田 譲 2, 大場 健史 3, 志賀 慶明 3	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学, 3:東芝エネルギーシステムズ	太陽光発電システムの上 げ調整力に利用するた めの Headroom 制御方 法に利用する期待発電出力 推定手法の検討	令和 5 年電気学会電力・ エネルギー部門大会	2023/09
31	Yihe Wei1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Day-Ahead plan revision utilizing the intraday market for securing reserve power in PV power plants with batteries	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
32	Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Development of error absorption headroom setting algorithm using bivariate polynomial surface to create reserve power in a PV power plant	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
33	Bo Jie1, Jindan Cui1, Xue Fang1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Optimization PV power bidding strategies on spot and balancing markets by applying genetic algorithm	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
34	Shinji Hirota1, Jindan Cui1, Takashi Oozeki2, Yuzuru Ueda1	1:東京理科大学, 2:産業技術総合研究所	Wholesale Electricity Market Prices Forecast Considering Bidding Conditions Using Price	Sensitivity 41th European Photovoltaic Solar Energy Conference	2024/09
35	大関崇 1, 大竹秀明 1, 高松尚宏 1, 橋本潤 1, 大谷謙仁 1, 植田譲 2, 坂内容子 3	1:産業技術総合研究所, 2:東京理科大学, 3:東芝エネルギーシステムズ	太陽光発電システムの上 げ調整力に利用するた めの Headroom 制御方法の 実証実験	令和 6 年電気学会 B 部門 大会	2024/09

(b)その他（プレス発表等）

番号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	大関崇 1、植田 譲 2、崔錦丹 2、宮地 祐樹 3	1：産業技術総合研究所, 2：東京理科大学, 3：東芝エネルギーシステムズ	太陽光発電による調整力創出技術の実証研究に関するワークショップ	太陽光発電による調整力創出技術の実証研究に関するワークショップ	2025/03

5.3. 研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発

5.3.1. 新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

5.3.1.1 新型太陽電池評価要素技術の高度化・高精度評価技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【特許】リスト

番号	出願者	出願番号	国内外 国 PCT	出願日	状態	名 称	発明者
1	国立研究開発法人産業技術総合研究所	特願 2023-116279	国内	2023/07/14	公開	センサ素子、ブリッジ回路、検出	猪狩真一 他

						器、及び検出システム	

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 57)	Prog Photovolt. Res. Appl., 29 (1), 3-15	有	2021/01
2	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Comparative study of power generation in curved photovoltaic modules of series- and parallel-connected solar cells	IEEE J. Photovoltaics, 11 (3), 708-714	有	2021/03
3	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 58)	Prog Photovolt. Res. Appl., 29 (7), 657-667	有	2021/07
4	Yoshihiro Hishikawa <i>et al.</i>	AIST 他	Precise performance diagnosis of photovoltaic string by operation voltage and current: Experimental verification	Solar Energy, 230, 704-713	有	2021/12
5	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Simulation of diffuse irradiance impact on energy yield of curved photovoltaic modules using climatic datasets	IEEE J. Photovoltaics, 12 (2), 526-532	有	2022/01
6	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 59)	Prog Photovolt. Res. Appl., 30 (1), 3-12	有	2022/01
7	菱川善博 他	産総研 他	Imp, Vmp 常時監視による PV 性能診断・動作診断技術	Journal of Japan Solar Energy Society, 48 (3), 45-50	有	2022/05
8	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 60)	Prog Photovolt. Res. Appl. 30 (7), 687-701	有	2022/07
9	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Impact of shunt resistance on the performance of curved thin-film photovoltaic modules with series-connected solar cells	IEEE J. Photovoltaics, 12 (6), 1527-1532	有	2022/09
10	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 61)	Prog Photovolt. Res. Appl., 31 (1), 3-12	有	2023/01
11	Yanqun Xue and Sanekazu Igari	Knowledge Foresight and AIST	Reference Solar Spectra and Their Generation Models	Journal of Science and Technology in Lighting, 46, 6-18	有	2023/03
12	Yasuo Chiba <i>et al.</i>	AIST 他	Annual trends of indoor output measurement results of high-efficiency crystalline silicon photovoltaic modules exposed outdoors in Tosu city, Japan	Japanese Journal of Applied Physics, 62, SK1036	有	2023/05
13	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 62)	Prog Photovolt. Res. Appl., 31 (7), 651-663	有	2023/07
14	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 63)	Prog Photovolt. Res. Appl., 32 (1), 3-13	有	2024/01

15	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 64)	Prog Photovolt. Res. Appl., 32 (7), 425-441	有	2024/07
16	Martin Green <i>et al.</i>	UNSW 他	Solar cell efficiency tables (version 65)	Prog Photovolt. Res. Appl., 33 (1), 3-15	有	2025/01
17	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Measurement of current-voltage characteristics of curved photovoltaic modules for vehicle integration	Solar Energy Materials and Solar Cells, 290, 113699	有	2025/09 (2025/05 online 公開)

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	菱川善博 他	産総研 他	MPPT 動作中の PV 性能リアルタイム診断技術	2020 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2020/11
2	菱川善博 他	産総研 他	MPPT 動作中の PV 性能リアルタイム診断技術	AIST 太陽光発電研究成果報告 2020	2021/02
3	猪狩真一 他	産総研	基準太陽電池校正技術の高度化	AIST 太陽光発電研究成果報告 2020	2021/02
4	千葉恭男 他	産総研 他	屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果の年次推移	AIST 太陽光発電研究成果報告 2020	2021/02
5	吉田正裕 他	産総研	新型太陽電池セル・モジュールの高精度性能評価技術開	AIST 太陽光発電研究成果報告 2020	2021/02
6	太野垣健 他	産総研	非平面型太陽電池ミニモジュールの試作と発電性能評価	AIST 太陽光発電研究成果報告 2020	2021/02
7	千葉恭男 他	産総研 他	佐賀県鳥栖市における屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果の年次推移	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
8	太野垣健 他	産総研	非平面型シリコン太陽電池ミニモジュールの性能評価	第 68 回応用物理学会春季学術講演会	2021/03
9	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Effect of solar cell interconnections on curved photovoltaic module performance	48th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC 48)	2021/06
10	吉田正裕 他	産総研	ペロブスカイト太陽電池の MPPT 法による性能評価測定	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
11	太野垣健 他	産総研	参照気候データセットを用いたエネルギー収量シミュレーション：タンデム太陽電池と曲面太陽電池について	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
12	菱川善博 他	産総研	各種薄膜太陽電池の屋外高精度測定とスペクトルミスマッチ補正	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
13	菱川善博 他	産総研 他	Imp, Vmp 常時監視による PV 性能診断・不具合検出技術	日本太陽エネルギー学会研究発表会講演論文集 (2021)	2021/11
14	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Energy yield simulation of silicon-based tandem solar cells: impact of spectral variations calculated using reference climatic datasets	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) (Poster)	2021/12
15	Masahiro Yoshita	AIST	Precise and reliable performance characterization of novel photovoltaic devices (Invited)	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12

16	Yoshihiro Hishikawa	AIST	Temperature correction formula of maximum output power Pmax: Assessment of Applicability and Precision	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31) (Poster)	2021/12
17	菱川善博 他	産総研 他	MPPT 動作中の PV 性能診断技術	AIST 太陽光発電研究成果報告 2021	2022/02
18	猪狩真一 他	産総研 他	キャビティに Vantablack をコーティングした国産絶対放射計による IPC 参加報告	AIST 太陽光発電研究成果報告 2021	2022/02
19	菱川善博 他	産総研	各種薄膜太陽電池の屋外 SMM 補正	AIST 太陽光発電研究成果報告 2021	2022/02
20	千葉恭男 他	産総研 他	屋外曝露された高効率系太陽電池モジュールの屋内測定 of 年次推移(II)	AIST 太陽光発電研究成果報告 2021	2022/02
21	千葉恭男 他	産総研 他	佐賀県鳥栖市における屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果 of 年次推移(II)	第 69 回応用物理学会春季学術講演会	2022/03
22	千葉恭男 他	産総研 他	鳥栖市において屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果 of 年次推移	第 19 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2022/06
23	Tetsuyuki Ishii <i>et al.</i>	CRIEPI 他	Annual degradation rates of five PV technologies based on over 11year measurements	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)(Oral)	2022/11
24	Yasuo Chiba <i>et al.</i>	AIST 他	Annual trends of indoor output measurement results of high-efficiency crystalline silicon photovoltaic modules exposed outdoors in Tosu city, Japan	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)(Oral)	2022/11
25	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Impact of shunt resistance on the performance of curved CIGS photovoltaic submodule	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)(Poster)	2022/11
26	Masahiro Yoshita	AIST	Progress in precise and reliable outdoor performance measurement of photovoltaic modules	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)(Invited)	2022/11
27	Masahiro Yoshita <i>et al.</i>	AIST	Towards performance characterization of curved photovoltaic modules with solar simulators	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC33)(Poster)	2022/11
28	千葉恭男 他	産総研 他	屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果 of 年次推移(III)	AIST 太陽光発電研究成果報告 2022	2023/02
29	吉田正裕 他	産総研	新型太陽電池の性能評価技術	AIST 太陽光発電研究成果報告 2022	2023/02
30	千葉恭男 他	産総研 他	佐賀県鳥栖市における屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋内測定結果 of 年次推移(III)	第 70 回応用物理学会春季学術講演会	2023/03
31	Masahiro Yoshita	AIST	Standardization Activities for PV Calibration and Testing	Tsukuba Conference 2023(Invited)	2023/09
32	Takeshi Tayagaki <i>et al.</i>	AIST	Measurement of curved photovoltaic modules for vehicle integration: Science to Standards	PVinMotion 2025	2025/03
33	千葉恭男 他	産総研 他	佐賀県鳥栖市において屋外曝露された高効率結晶 Si 系太陽	第 72 回応用物理学会春季学術講演会	2025/03

			電池モジュールの屋内測定結果の年次推移(IV)		

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	猪狩真一（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	太陽電池の性能評価	日刊工業新聞	2023/11

(c)その他

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	千葉恭男（国立研究開発法人産業技術総合研究所）	研究グループ紹介：国立研究開発法人産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター太陽光評価・標準チーム	電気学会論文誌 B(電力・エネルギー部門誌), Vol.141, No.8, p.2 (2021)	2021/08

5.3.2. 発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発

5.3.2.1 日射量の短期予測に関する研究開発（一般財団法人日本気象協会）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	Hybrid Modeling Approach using Cloud Dynamics and Deep Learning for Short-term Solar Forecasting	SCML2024 (International Conference on Scientific Computing and Machine Learning 2024) (Conference paper)	有	2024/03
2	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	A Physics-Informed Machine Learning Approach utilizing Multiband Satellite Data for Solar Irradiance Estimation	Machine Learning for Earth System Modeling Workshop in ICML2024 (Conference paper)	有	2024/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	ひまわり 8号を用いた日射量短時間予測～物理と AI のハイブリッド型モデルの開発～	2021 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11
2	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	ひまわり 8号と物理 AI による日射量短時間予測～多層系モデルへの拡張～	令和 4 年度電気学会全国大会	2022/03
3	佐々木潤	日本気象協会	大気力学と深層学習を組み合わせた日射量予測技術	応用物理学会インフォマティクス応用研究会 第 5 回研究会 / 日本太陽光発電学会 次世代太陽電池セル・モジュール分科会、次世代太陽光発電システム分科会 2022 年度第 1 回研究会	2022/06

4	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	Hybrid Modeling Approach Using Cloud Dynamics and Deep Learning for Solar Nowcasting	WCPEC-8 (8th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion)	2022/09
5	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	ひまわり 8 号を利用したデータ駆動型雲解像モデルによる日射量予測	日本気象学会 2022 年度秋季大会	2022/10
6	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	Estimation of solar radiation using satellite images and a data-driven radiative transfer model	PVSEC-33	2022/11
7	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	Hybrid Modeling Approach Using Cloud Dynamics and Deep Learning for Solar Nowcasting	PVSEC-33	2022/11
8	宇都宮健志,佐々木潤,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	ひまわり 8 号データと AI 手法による日射量推定モデルの開発	2022 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2022/11
9	宇都宮健志,佐々木潤,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	物理学的手法と AI を組み合わせた日射量短時間予測技術の開発	令和 5 年度電気学会全国大会	2023/03
10	山口浩司	日本気象協会	再エネ主力電源化に向けた気象予測のニーズと技術開発動向	電気学会誌 2023 年 143 巻 5 号 p.259-262	2023/05
11	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,吉川茂幸,山口浩司	日本気象協会	Improvement of Solar Nowcasting through Data-driven Modelling of Cloud Microphysics	PVSEC-34	2023/11
12	宇都宮健志,佐々木潤,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	気象衛星画像を用いた日射量の短時間予測技術の高度化	2023 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
13	岡田牧,宇都宮健志,佐々木潤,澤田真宏,山口浩司	日本気象協会	データドリブンによる日射量短時間予測技術の高度化	令和 6 年電気学会全国大会	2024/03
14	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	Hybrid Modeling Approach using Cloud Dynamics and Deep Learning for Short-term Solar Forecasting	SCML2024 (International Conference on Scientific Computing and Machine Learning 2024)	2024/03
15	山口浩司	日本気象協会	需給運用のための予測情報と昨今の開発課題	第 20 回 ESI Symposium 「電力システムの運用を支える予測技術の発展の方向性」	2024/03
16	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	雲力学と深層学習を用いた日射量短時間予測手法の開発	2024 年度人工知能学会全国大会 (第 38 回)	2024/05
17	佐々木潤	日本気象協会	機械学習 (深層学習) を日射量推定・予測に応用した研究	DX プラズマプロセス委員会 第 6 回研究会 「太陽電池×データサイエンス」	2024/06
18	佐々木潤,岡田牧,宇都宮健志,山口浩司	日本気象協会	A Physics-Informed Machine Learning Approach utilizing Multiband Satellite Data for Solar Irradiance Estimation	Machine Learning for Earth System Modeling Workshop in ICML2024	2024/07
19	佐々木潤	日本気象協会	深層学習と物理学を融合した日射量予測技術の開発	日本太陽エネルギー学会誌 「Journal of Japan Solar Energy Society (太陽エネルギー)」	2024/09

20	佐々木潤	日本気象協会	Advancements in Solar Radiation Forecasting using Deep Learning	PVSEC-35	2024/11
21	佐々木潤,宇都宮健志,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	Deep Learning-based Short-term Solar Forecasting Starting at Nighttime	PVSEC-35	2024/11
22	澤田 真宏,宇都宮健志,佐々木潤,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	Estimation of confidence intervals for short-term solar irradiance forecasts	PVSEC-35	2024/11
23	宇都宮健志,澤田 真宏,佐々木潤,岡田牧,山口浩司	日本気象協会	日射量の数時間先予測に関する信頼度情報作成方法の検討	2024 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2024/11
24	佐々木潤	日本気象協会	深層学習を活用した日射量の予測技術開発	第 22 回天気予報研究会	2025/02

(c)その他

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名	発表年月
1	宇都宮健志,植田 譲	日本気象協会,東京理科大学	発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発	オプトニュース Vol.16, No.2 (2021)	2021/09

5.3.2.2 発電量予測評価技術の研究開発（学校法人東京理科大学）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	佐々木 健人, 植田 譲	東京理科大学	物理モデルと k 近傍法による短期間学習を用いた翌日の太陽光発電電力量推定	令和 3 年 電気学会 電力・エネルギー部門大会, 論文集	2021/08
2	那須 宙, 宇都宮 健志, 佐々木 潤, 岡田 牧, 吉川 茂幸, 山口 浩司, 植田 譲	東京理科大学, 日本気象協会	LSTM を用いた住宅用 PV の短時間先発電量予測手法	令和 4 年電気学会全国大会講演論文集	2022/03
3	佐々木 健人, 植田 譲	東京理科大学	物理モデルと VI-SVR による短期間の気象データを用いた翌日の太陽光発電電力量推定	令和 4 年電気学会全国大会講演論文集	2022/03
4	佐藤 誠起, 宇都宮 健志, 佐々木 潤, 岡田 牧, 吉川 茂幸, 山口 浩司, 植田 譲	東京理科大学, 日本気象協会	物理モデルと勾配ブースティング決定木での短期間学習を用いた太陽光発電所の発電量推定	令和 4 年 電気学会 電力・エネルギー部門大会, 論文集	2022/09
5	Sora Nasu, Kenji Utsunomiya, Jun Sasaki, Maki Okada, Shigeyuki Yoshikawa and Yuzuru Ueda	東京理科大学, 日本気象協会	Day ahead Power Estimation of Residential PV using Random Forest and LSTM Neural Network	34th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2023/11
6	那須 宙, 植田 譲, 宇都宮 健志, 佐々木 潤, 岡田 牧, 吉川 茂幸, 山口 浩司	東京理科大学, 日本気象協会	LSTM を用いた住宅用 PV の短時間先発電量予測手法	令和 5 年電気学会全国大会	2023/03
7	戸田 朋孝, 宇都宮 健志, 佐々木 潤, 岡田 牧, 吉川 茂幸, 山口 浩司, 植田 譲	東京理科大学, 日本気象協会	晴天指数による時間別区分を用いた GRU による日射量の当日区間予測	第 20 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 3 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2023/06

8	Masaki Sato, Kenji Utsunomiya, Jun Sasaki, Maki Okada, Shigeyuki Yoshikawa, Koji Yamaguchi and Yuzuru Ueda	東京理科大学, 日本気象協会	Estimation of Next-Day PV Power and Prediction Error Range Using Physical Model and Short-Term Learning by Gradient Boost Decision Tree	40th European Photovoltaic Solar Energy Conference	2023/09
9	Xue Fang, Jindan Cui, Kenji Utsunomiya, Jun Sasaki, Maki Okada, Koji Yamaguchi, and Yuzuru Ueda	東京理科大学, 日本気象協会	Short-term fluctuations forecasting of photovoltaic power generation based on LSTM	35th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2024/11
10	Tomotaka Toda, Jindan Cui, Kenji Utsunomiya, Jun Sasaki, Maki Okada, Koji Yamaguchi, and Yuzuru Ueda	東京理科大学, 日本気象協会	Interval forecasting of solar radiation using non-parametric distribution and interval correction using random forests	35th International Photovoltaic Science & Engineering Conference	2024/11
11	中田湧也、崔錦丹、佐々木潤、山口浩司、宇都宮健志、岡田牧、植田譲	東京理科大学, 日本気象協会	晴天指数によるクラスタリングとニューラルネットワークを用いた PV 発電量のスポット内最低値推定	日本太陽エネルギー学会講演論文集(2024)	2024/11
12	横田鉄雄、崔錦丹、宇都宮健志、佐々木潤、岡田牧、山口浩司、植田譲	東京理科大学, 日本気象協会	ランダムフォレストを用いた短時間先 PV 発電量予測及び誤差範囲予測	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
13	中田湧也、崔錦丹、宇都宮健志、佐々木潤、岡田牧、山口浩司、植田譲	東京理科大学, 日本気象協会	日射量の変動量と変動範囲を用いた PV 発電量の変動量推定手法	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
14	戸田朋孝、崔錦丹、宇都宮健志、佐々木潤、岡田牧、山口浩司、植田譲	東京理科大学, 日本気象協会	晴天指数区分と太陽高度別区分を用いた非パラメトリック分布による太陽光発電量の当日区間予測	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07
15	檜森祥、崔錦丹、宇都宮健志、佐々木潤、岡田牧、山口浩司、植田譲	東京理科大学	物理統計モデルとアテンションニューラルネットワークによる短時間先太陽光発電電力量推定	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム(第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会)	2024/07

5.3.3. 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

5.3.3.1 翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発（一般財団法人日本気象協会、国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	T. Takamatsu, H. Ohtake, T. Oozeki	国立研究開発法人産業技術総合研究所	Support Vector Quantile Regression for the Post-Processing of Meso-Scale Ensemble Prediction System Data in the Kanto Region: Solar Power Forecast Reducing Overestimation	Energies 2022, 15(4), 1330	有	2022/02

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 中島 虹 1, 高松 尚宏 1, 仲江川 敏之 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所	メソアンサンブル予報による日射量予測—北海道エリアの事例—	日本気象学会 2022 年度秋季大会	2022/10
2	中島 虹 1, 大関 崇 1, 大竹秀明 1, 2, 高松尚宏 1, 仲江川 敏之 2, 山口浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	日射量予測大外れ事例の 全球アンサンブル予報の特徴	日本気象学会 2022 年度秋季大会	2022/10
3	高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 山口 浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	メソアンサンブル予報システム (MEPS) 予報データを入力とした機械学習モデルの日射予測大外れの分析の基礎検討	2022 年度 日本太陽エネルギー学会	2022/11
4	高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 山口 浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	二次計画法を用いた複数日射予測の統合モデル最適化に関する検討	日本気象学会 2023 年度秋季大会	2023/10
5	高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 山口 浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	複数予報データを用いた翌日日射予報の大外れ低減手法の検討	2023 年度 日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
6	高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 山口 浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	勾配ブースティング決定木を用いたエリア日射予測の過大大外れ低減の検討	令和 5 年 電力・エネルギー部門大会	2023/09
7	高松 尚宏 1, 中山俊太朗, 1 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 日本気象協会	Analysis of GEPS forecast characteristics in case TEPCO area solar irradiation forecast occurs serious error	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
8	中山 俊太朗 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 大関 崇 1	1: 産業技術総合研究所	Development of a MEPS forecasting method for creating large ensemble predictions based on the MEPS	The 35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
9	高松 尚宏 1, 中山俊太朗, 1 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 日本気象協会	全球アンサンブル予報システムにおける日射の予報大外れと大気鉛直層の予報誤差の関係性の分析	2024 年度 日本太陽エネルギー学会 研究発表会	2024/11
10	高松 尚宏 1, 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 2, 大関 崇 1, 山口 浩司 3	1: 産業技術総合研究所, 2: 気象研究所, 3: 日本気象協会	複数アンサンブル予報を使った統合予報による東京電力エリア前日日射予測の過大大外れ低減	令和 6 年 電気学会全国大会	2024/03
11	大竹 秀明 1	1: 産業技術総合研究所	日射量予測技術の最新動向と PV 出力予測の課題	電力技術懇談会	2024/07
12	中山 俊太朗 1, 大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 大関 崇 1	1: 産業技術総合研究所	Development of a Large Ensemble Predictions Creating Method Based on MEPS	EUPVSEC 2024	2024/09
13	大竹 秀明 1	1: 産業技術総合研究所	PV システムの需給一体運用に向けた予測技術	令和 6 年 電力・エネルギー部門大会	2024/09
14	高松 尚宏 1, 中山俊太朗, 1 中島 虹 1,	1: 産業技術総合研究所,	東京電力エリア日射予報大外れ時の GEPS 予報誤差についての分析	令和 6 年 電力・エネルギー部門大会	2024/09

	大竹 秀明 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	2: 日本気象協会			
15	大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 大関 崇 1	1: 産業技術総合研究所	気象予測に基づく太陽光発電出力予測技術	令和 6 年 電気学会 基礎・材料・共通部門	2024/09
16	高松 尚宏 1, 中山俊太朗, 1 中島 虹 1, 大竹 秀明 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 日本気象協会	ベンチマーク日射予報大外し事例におけるアンサンブル予報システムの誤差の分析	令和 7 年 電気学会全国大会	2025/
17	大竹 秀明 1, 高松 尚宏 1, 中山 俊太郎 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 日本気象協会	メソアンサンブル予報の前日日射量予測精度の変化傾向	令和 7 年 電気学会全国大会	2025/03
18	中山 俊太郎 1, 高松 尚宏 1, 大竹 秀明 1, 大関 崇 1, 山口 浩司 2	1: 産業技術総合研究所, 2: 日本気象協会	日射予測大アンサンブル生成に向けた最適な確率分布の選択	令和 7 年 電気学会全国大会	2025/03
19	久野 勇太 1, 宮崎聡 1, 井上 鷹矢 1, 志田 純哉 1, 吉川 茂幸 1, 山口 浩司 1, 大関 崇 2	1: 日本気象協会, 2: 産業技術総合研究所	翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発～気象モデル・複数モデル予測値の統合・信頼度予測に係る技術開発～	2022 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2022/11
20	宮崎 聡, 久野 勇太, 前田 剛宏, 吉川 茂幸, 山口 浩司	日本気象協会	海面更正気圧の主成分分析を利用した日射量予測大外し事例の分析	令和 5 年電気学会全国大会	2023/03
21	山口 浩司	日本気象協会	需給運用のための予測情報と昨今の開発課題	第 20 回 ESI Symposium「電力システムの運用を支える予測技術の発展の方向性」	2024/03
22	神崎 慎一郎, 宮崎 聡, 久野 勇太, 山口 浩司	日本気象協会	深層学習を利用した日射量予測の系統誤差補正手法の検討	2024 年度人工知能学会全国大会 (第 38 回)	2024/05
23	佐々木 潤	日本気象協会	深層学習と物理学を融合した日射量予測技術の開発	日本太陽エネルギー学会誌「Journal of Japan Solar Energy Society (太陽エネルギー)」	2024/09

(c)その他 (プレス発表等)

番号	発表者	タイトル	形式	発表年月
1	一般財団法人日本気象協会	日本気象協会、NEDO「翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発」に採択される～日射量予測の“大外し”低減に向けた新たな取り組みを開始～	Web	2021/09

5.3.4. PV 搭載商用車の実証と効果推定技術開発

5.3.4.1 A PV 搭載商用車の実証と効果推定技術開発 (株式会社システック、太陽光発電技術研究組合、国立大学法人宮崎大学)

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	Kenji Araki, Taiyou Niina, Takumi Konuma, Makoto Tanaka, Yasuyuki Ota, Shiro Sakamoto, Kensuke Nishioka	Univ. of Miyazaki, Systec, PVTEC	PV on Heavy Duty Vehicles(HDVS): Implementation Guidelines and Optimum Designs	35 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11

2	Kenji Araki, Takumi Konuma, Makoto Tanaka, Shiro Sakamoto, Kensuke Nishioka	Univ. of Miyazaki, Systec, PVTEC	PV on Heavy Duty Vehicles (HDVS) project in Japan	PV in Motion 2024	2024/03
3	Kensuke Nishioka, Kenji Araki, Taiyou Niina, Takumi Konuma, Makoto Tanaka, Yasuyuki Ota, Shiro Sakamoto	Univ. of Miyazaki, Systec, PVTEC	PV on Heavy Duty Vehicles(HDVS): Validation of the fuel-saving merits	PV in Motion 2025	2025/03

(b)新聞・雑誌等への掲載

番号	所属	タイトル	掲載誌名	発表年月
1	株式会社システック	商用車太陽光発電へ参入して	PVTEC ニュース	2024/03
2	株式会社システック、宮崎大学、太陽光発電技術研究組合	物流の脱炭素、探る現実解 セブンはトラックに太陽電池	日本経済新聞	2024/08

(c)その他

番号	所属	タイトル	掲載先	発表年月
1	株式会社システック	N E D O 委託事業「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（研究開発項目（II I）先進的共通基盤技術開発）ロジソーラー実証実験を開始	株式会社システック、ウェブサイト掲載	2024/03
2	株式会社システック	P V 搭載商用車に関する連携協力発表会	P V 搭載商用車に関する連携協力発表会	2024/01

5.3.5. PV 搭載 EV システム設計技術の開発

5.3.5.1 PV 搭載 EV システム設計技術の開発（国立研究開発法人産業技術総合研究所）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Shuai Pei、他	早稲田大学、産業技術総合研究所	Feasibility Study of Onboard PV for Commercial Vehicle Application	Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, 20-25	有	2024/01
2	水野 英範、他	産業技術総合研究所	Potential benefit and challenge analysis of photovoltaic-integrated electric vehicles applied in merchandise delivery services: a case study	Renewable Energy Focus, 100692	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	裴 帥、他	早稲田大学、産業技術総合研究所	商用車における車載太陽光発電システムの実現可能性に関する研究：EV コミュニティバス実証試験による PV システム	自動車技術会学術講演会 2023 年秋季大会	2023/10

			搭載のエネルギー消費削減効果		
2	大関 崇、他	産業技術総合研究所	GISを利用した車載PVシステムの発電電力量推定におけるDSMの解像度による影響評価	2023年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
3	水野 英範、他	産業技術総合研究所	PVEVの開発	2023年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
4	水野 英範、他	産業技術総合研究所	商品配送車としてのPVEVの有用性検討 その2：実運用上の課題	2023年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
5	水野 英範、他	産業技術総合研究所	A Case Study of PV-Integrated EVs Applied in a Merchandise Delivery Service in Japan: Part 2 – Challenges in Actual Operation	PVinMotion 2024	2024/03
6	水野 英範、他	産業技術総合研究所	大容量太陽光発電システム搭載EVの開発	自動車技術会学術講演会 2024年春季大会	2024/05
7	Bunme Pawita、他	産業技術総合研究所	VIPV: Urban Shading Effect to Solar Radiation Estimation Method Using GIS: Case study in Fukushima, Japan	EUPVSEC 2024	2024/09
8	裴 帥、他	早稲田大学、産業技術総合研究所	商用車における車載太陽光発電システムの実現可能性に関する研究（第2報）	自動車技術会学術講演会 2024年秋季大会	2024/10
9	水野 英範、他	産業技術総合研究所	太陽光発電システム搭載EVの有用性と課題分析	自動車技術会学術講演会 2024年秋季大会	2024/10
10	Bunme Pawita、他	産業技術総合研究所	GIS-based solar irradiance estimation method in VIPV using DSM and satellite observation data	PVSEC-35	2024/11
11	水野 英範、他	産業技術総合研究所	PVEVの開発（第2報）	2024年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2024/11
12	水野 英範	産業技術総合研究所	VIPV research at AIST	SAYURI-PV 2024	2024/11
13	水野 英範、他	産業技術総合研究所	Development and Evaluation of an EV with a 1.12 kW PV System	PVinMotion 2025	2025/03
14	彭 エイケン、他	早稲田大学、産業技術総合研究所	小型配送車における車載太陽電池システムの実現可能性に関する研究	自動車技術会関東支部 2024年度学術研究講演会	2025/03

(b)その他

番号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	彭 エイケン、他	早稲田大学、産業技術総合研究所	小型配送車における車載太陽電池システムの実現可能性に関する研究	自動車技術会関東支部 2024年度学術研究講演会ベストペーパー賞	2025/03

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月

1	Shuai Pei、他	早稲田 大学、 産業技 術総合 研究所	Feasibility Study of Onboard PV for Commercial Vehicle Application	Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan, 20-25	有	2024/01
2	水野 英 範、他	産業技 術総合 研究所	Potential benefit and challenge analysis of photovoltaic-integrated electric vehicles applied in merchandise delivery services: a case study	Renewable Energy Focus, 100692	有	2025/03

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	裴 帥、他	早稲田大 学、産業 技術総合 研究所	商用車における車載太陽光発電システムの実現可能性に関する研究：EV コミュニティバス実証試験による PV システム搭載のエネルギー消費削減効果	自動車技術会学術講演会 2023 年秋季大会	2023/10
2	大関 崇、他	産業技術 総合研究 所	GIS を利用した車載 PV システムの発電電力量推定における DSM の解像度による影響評価	2023 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
3	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	PVEV の開発	2023 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
4	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	商品配送車としての PVEV の有用性検討 その 2：実運用上の課題	2023 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2023/11
5	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	A Case Study of PV-Integrated EVs Applied in a Merchandise Delivery Service in Japan: Part 2 – Challenges in Actual Operation	PVinMotion 2024	2024/03
6	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	大容量太陽光発電システム搭載 EV の開発	自動車技術会学術講演会 2024 年春季大会	2024/05
7	Bunme Pawita、他	産業技術 総合研究 所	VIPV: Urban Shading Effect to Solar Radiation Estimation Method Using GIS: Case study in Fukushima, Japan	EUPVSEC 2024	2024/09
8	裴 帥、他	早稲田大 学、産業 技術総合 研究所	商用車における車載太陽光発電システムの実現可能性に関する研究（第 2 報）	自動車技術会学術講演会 2024 年秋季大会	2024/10
9	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	太陽光発電システム搭載 EV の有用性と課題分析	自動車技術会学術講演会 2024 年秋季大会	2024/10
10	Bunme Pawita、他	産業技術 総合研究 所	GIS- based solar irradiance estimation method in VIPV using DSM and satellite observation data	PVSEC-35	2024/11
11	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	PVEV の開発（第 2 報）	2024 年度日本太陽エネルギー学会研究発表会	2024/11
12	水野 英範	産業技術 総合研究 所	VIPV research at AIST	SAYURI-PV 2024	2024/11

13	水野 英範、他	産業技術 総合研究 所	Development and Evaluation of an EV with a 1.12 kW PV System	PVinMotion 2025	2025/03
14	彭 エイケン、 他	早稲田大 学、産業 技術総合 研究所	小型配送車における車載太陽 電池システムの実現可能性に 関する研究	自動車技術会関東支部 2024 年 度学術研究講演会	2025/03

(b)その他

番 号	発表者	所属	タイトル	雑誌名・学会名・イベント名等	発表年月
1	彭 エイケン、 他	早稲田大 学、産業 技術総合 研究所	小型配送車における車載太陽 電池システムの実現可能性に 関する研究	自動車技術会関東支部 2024 年度 学術研究講演会ベストペーパー賞	2025/03

5.4. 研究開発項目Ⅳ：動向調査等

5.4.1. 移動体用太陽電池の動向調査

5.4.1.1 海外を中心とした調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社	IEA PVPS Task17 : PV and Transport (運輸部門における太陽光発電)	Journal of Japan Solar Energy Society, Page 40-46, Vol.47 No.4 (通巻 264号), 2021	無	2021/07

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	IEA PVPS Task17 & Recent Topics in Japan	Solar Mobility Forum	2020/09
2	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Expected Benefits of PV-Powered Vehicles	Solar Mobility Forum (38 th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition (EU-PVSEC-38))	2021/09
3	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	移動体太陽光発電の現状と動向	PVTEC Webinar 移動体太陽光発電第5回討論会	2021/10
4	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査 太陽光全体の動向調査 (超高効率モジュール)	NEDO 成果報告会	2021/11
5	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	PV-Powered Passenger Vehicles: Possible Contribution to CO2 Reduction for the Future	Conference & Exhibition on Solutions for Vehicle Integration 2021	2021/12
6	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	PV and Transport – Expected Benefits of PV-Powered Vehicles	31 st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
7	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	PV の EV 充電インフラ利用に向けた欧州等の取組・動向	PVTEC Webinar 移動体太陽光発電第7回討論会	2022/05
8	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Overview of IEA PVPS Task17: PV and Transport	ISA Webinar: Vehicle Integrated PV Sector: Technical and Regulatory Aspects	2022/09
9	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Vehicle Integrated PV: State-of-the-Art and Expected Benefits	PVPS workshop: Integrated Photovoltaics in Building and Transport Sectors (8 th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-8))	2022/09
10	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	VIPV Examples	Solar Mobility Forum (8 th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (WCPEC-8))	2022/09
11	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	IEA PVPS Task17: PV and Transport	Task17 Workshop: PV contribution to the transport sector (33 rd International Photovoltaic	2022/11

				Science and Engineering Conference (PVSEC-33))	
12	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	Expected Reduction of CO ₂ Emission and Charging Frequency by PV-Powered Passenger Vehicle	Conference & Exhibition on Solutions for Vehicle Integration 2023	2023/02
13	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	VIPV Activities in Japan	International Integrated-PV Workshop	2023/03
14	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	Demonstration and research on PV-powered vehicles in Japan	Conference & Exhibition on Vehicle Integrated PV	2024/03
15	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	Possible contribution to reduction of CO ₂ emission by PV-Powered Passenger Vehicle in Japan	Conference & Exhibition on Vehicle Integrated PV	2024/03
16	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	Saving charging electricity and frequency by VIPV: PV-powered passenger car	35 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
17	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	IEA PVPS Task17: PV and Transport	Task17 Symposium (Conference & Exhibition on Solution for Vehicle Integrated (PV in Motion 2025))	2025/03

(b)その他

番号	発表者	所属	タイトル	説明	発表年月
1	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジー	State-of-the-Art and Expected Benefits of PV-Powered Vehicles	IEA PVPS Task17 technical report (IEA-PVPS T17-01: 2021)	2021/07

5.4.1.2 国内を中心とした調査（太陽光発電技術研究組合）

【論文】リスト

番号	発表者	所属	タイトル	発表誌名、ページ番号	査読	発表年月
1	Yoshitaka Hayakawa, Masaaki Baba, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Effect of Bypass Diode on Power Generation of Three-Dimensional Curved Si Photovoltaic Module	IEEE Journal of Photovoltaics 12(2022)388-396	有	2022/1
2	山田昇	長岡技術科学大学	曲面へ適用可能な太陽電池モジュールの開発	応用物理 91(2022)285-289	有	2022/05
3	Yoshitaka Hayakawa, Daisuke Sato and Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Measurement of the Convective Heat Transfer Coefficient and Temperature of Vehicle-Integrated Photovoltaic Modules	Energies 15(2022)4818	有	2022/06
4	Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Development of 3D curved photovoltaic modules	JSAP Review (2022)220402	有	2022/07
5	Kenji Araki 1, Yasuyuki Ota 1, Anju Maeda 1, Minoru Kumano 2 and Kensuke Nishioka 1	1 Faculty of Engineering, University of Miyazaki, 2 Faculty of Regional	Solar Electric Vehicles as Energy Sources in Disaster Zones: Physical and Social Factors	Energies 16(2023)3580	有	2023/04

		Innovation, University of Miyazaki				
6	荒木建次	宮崎大学	EV および太陽電池搭載車によるレジリエンス	科学と工業 98(2024)	有	2024/11
7	Daisuke Sato a, Hayato Kobayashi b, Taizo Masuda c,d, Kenji Araki e, Yukio Miyashita b, Noboru Yamada b	a,b Nagaoka University of Technology, c Toyota Motor Corporation, d The University of Electro- Communications, e University of Miyazaki	Structural design and demonstration of three-dimensional curved photovoltaic modules using crystalline silicon solar cells	Solar Energy Materials and Solar Cells 279(2025)113258	有	2025/01

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	青木 優馬 1, 荒木 建次 2, 田中 誠 3, 山田 昇 1	長岡技術科学大学 1, 宮崎大学 2, 太陽光発電技術研究組合 3	単結晶 Si セルを用いた曲率半径 1 m の 3 次元曲面太陽電池モジュールの試作	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム	2021/10
2	青木優馬、小林勇人、山田 昇	長岡技術科学大学	曲面 PV モジュールの応力解析 ～平面 PV モジュールとの比較～	2021 年度（令和 3 年度）日本太陽エネルギー学会研究発表会	2021/11
3	Daisuke Sato1, Kenji Araki2, Makoto Tanaka3, Noboru Yamada1	1 Nagaoka University of Technology, 2 University of Miyazaki, 3 PVTEC	Review of reliability assessment for automobile components and terrestrial PV modules towards standardization of vehicle-integrated PV	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
4	Kenji Araki1, Yasuyuki Ota1, Makoto Tanaka2, Akira Terakawa2, Akira Nagaoka1 and Kensuke Nishioka1	1 University of Miyazaki, 2 PVTEC	The resilience of PV- powered Vehicles (VIPV)	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
5	Yoshitaka Hayakawa, Daisuke Sato, Masaaki Baba, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Thermal modeling of vehicle-integrated photovoltaic modules	31st International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-31)	2021/12
6	荒木建次	宮崎大学	移動体 PV この 1 年間のレビュー	PVTEC Webinar [M] 移動体太陽光 発電 第 3 回 講演 討論会	2021/04
7	山田昇、佐藤大輔	長岡技術科学大学	車載 PV と従来 PV は何が違うか ～ 3 次元曲面太陽電池の試作	PVTEC Webinar [M] 移動体太陽光 発電 第 4 回 講演 討論会	2021/04
8	Yoshitaka Hayakawa, Daisuke	Nagaoka University of Technology	Thermal measurement and modeling of vehicle-	11th SOLARIS 2021	2021/09

	Sato, Masaaki Baba, Noboru Yamada		integrated photovoltaic modules	(International Symposium on Solar Energy and Efficient Energy Usage)	
9	Daisuke Sato1, Hayato Kobayashi1, Kenji Araki2, Makoto Tanaka3, Noboru Yamada1	1 Nagaoka University of Technology, 2 University of Miyazaki, 3 PVTEC	Assessment of PV module reliability against automobile specific environment for design and standardization of vehicle-integrated PV	33rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
10	小林勇人 1、 PHAM PHUONG TRANG1、中村京太 郎 2、 大下 祥雄 2、 河津 知之 3、 小椋厚 志 4、 宮下幸雄 1、 山田昇 1	1 長岡技術科学大学, 2 豊田工業大学, 3 コマ ツ NTC, 4 明治大学	単結晶 Si 太陽電池セル およびウェハーの曲げ試 験	第 19 回「次世代 の太陽光発電シス テム」シンポジウ ム	2022/06
11	Pham Phuong Trang、宮下幸雄、 山田 昇	長岡技術科学大学	単結晶 Si 太陽電池セル の曲げ試験：IBC セルと PERC セルとの比較	2023 年度（令和 5 年度）日本太陽 エネルギー学会研 究発表会	2023/11
12	Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Exploring Si solar cell durability in curved configurations for vehicle applications	30th Workshop on Crystalline Silicon Solar Cells & Modules: Materials and Processes	2023/08
13	山田昇	長岡技術科学大学	単結晶 Si 太陽電池セル の機械強度把握と曲面モ ジュール化	応用物理学会「半 導体の結晶成長と 加工および評価に 関する産学連携委 員会」第 2 回研 究会	2023/08
14	Shunto Honda1, Tomoya Tanimoto1, Benjamin Lee2, Steffen Geißler2, Daisuke Sato1, Noboru Yamada1	1Nagaoka University of Technology, Japan, 2Hanwha Q CELLS GmbH, Germany	Bending tests and stress simulation of TOPCon solar cells cut by TLS technology: Advantages for curved PV modules	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
15	Kenji Araki1, Soma Kawate1, Yasuyuki Ota1, Kensuke Nishioka1	1. University of Miyazaki (Japan)	Resilience by Battery and Solar Electric Vehicles	35th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35)	2024/11
16	荒木建次	宮崎大学	EV 及び VIPV のレジリ エンス	PVTEC Webinar [M] 移動体太陽光 発電 第 9 回 講演 討論会	2024/02
17	山田昇	長岡技術科学大学	車載太陽電池モジュール の機械的負荷試験および シミュレーション	第 21 回「次世代 の太陽光発電シス テム」シンポジウ ム	2024/07
18	Soma Kawate, Kenji Araki, Yasuyuki Ota, Kensuke Nishioka	Faculty of Engineering, University of Miyazaki, Miyazaki(Japan)	Resilience Using Vehicle-Mounted PV: Required Number of Vehicles	41st European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition	2024/09
19	Shunto Honda1, Tomoya Tanimoto1,	1Nagaoka University of Technology,	Bending and torsion tests of TOPCon solar	PVinMotion	2025/03

	Benjamin Lee ² , Steffen Geißler ² , Daisuke Sato ¹ , Yukio Miyashita ¹ , Noboru Yamada ¹	Japan, 2Hanwha Q CELLS GmbH, Germany	cells cut by TLS technology: Advantages for vehicle-integrated photovoltaics		
20	Daisuke Sato, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Review of the environmental conditions and testing related to vehicle- integrated photovoltaics: Towards standardization of reliability assessment tests	PVinMotion	2025/03
21	Daisuke Sato, Shunto Honda, Tomoya Tanimoto, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Steel-ball drop tests on polymer-based Si solar cell submodules directly retrofitted to vehicle body	PVinMotion	2025/03
22	Kyosuke Shimada ¹ , Shunto Honda ¹ , Shuto Tsuchida ¹ , Yoshitaka Hayakawa ² , Daisuke Sato ¹ , Noboru Yamada ¹	1Nagaoka University of Technology, 2National Institute of Technology, Nagaoka College	Thermal characteristics of glass- and polymer- based 3D curved PV modules	PVinMotion	2025/03
23	Tomoya Tanimoto, Shunto Honda, Daisuke Sato, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Thermal shock tests and analyses of PV modules with different layer materials and geometries based on test standards for automobile components	PVinMotion	2025/03
24	Daisuke Sato, Tomoya Tanimoto, Haruto Watanabe, Shunto Honda, Noboru Yamada	Nagaoka University of Technology	Vibration and mechanical shock tests of polymer- and glass- based PV modules based on test standards for automobile components	PVinMotion	2025/03

(b)その他

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	受賞名
1	小林勇人 1、 PHAM PHUONG TRANG ¹ 、中村京 太郎 2、 大下 祥雄 2、 河津 知之 3、 小椋厚志 4、 宮下幸 雄 1、 山田昇 1	1 長岡技術科学大 学, 2 豊田工業大 学, 3 コマツ NTC, 4 明治大学	単結晶 Si 太陽電 池セルおよびウェ ハーの曲げ試験	第 19 回「次世代の 太陽光発電システ ム」シンポジウム	Innovative PV 奨励賞

5.4.2. リサイクル関連の動向調査

5.4.2.1 太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査（株式会社三菱総合研究所）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	森部昌一	株式会社三菱総合研究所	太陽光発電主力電源化推進技術開発／動向調査等／太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査	太陽光発電協会適正処理リサイクル研究会	2022/10
2	森部昌一	株式会社三菱総合研究所	太陽光発電主力電源化推進技術開発／動向調査等／太陽電池モジュールのリサイクルに関わる調査	2023 年度 NEDO 新エネルギー部成果報告会	2024/02
3	森部昌一	株式会社三菱総合研究所	太陽光発電の国内リサイクル・リユースの動向	第 21 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 4 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2024/07
4	森部昌一	株式会社三菱総合研究所	太陽光発電の国内リサイクル・リユースの動向	東京大学サステナブル未来社会創造プラットフォーム講演会	2024/11

5.4.2.2 スマート回収モデル調査（公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	今津穂香 叢 日超 藤山敦史 松本 亨	北九州市立大学	情報プラットフォームを活用した廃棄太陽光パネルの共同回収システムの効果推計	第 19 回日本 LCA 学会 研究発表会	2024/03

5.4.2.3 太陽電池モジュールのリサイクルに関する LCA の調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Life Cycle Assessment of c-Si Photovoltaic Module Recycling with Hot Knife Technology	33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33)	2022/11
2	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Current Status of PV Module Recycling in Task12 Countries	Task12 Workshop: PV recycling related research from IEA PVPS Task12: PV Sustainability (33 rd International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-33))	2022/11
3	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Recent Global Trends in PV Module Recycling	The 30 th International Workshop on Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices	2023/07
4	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Recent Trends in PV Module Recycling in Japan	IEA workshop on Solar PV supply chain diversification and international collaboration in India	2023/11

5	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	太陽光発電の持続可能性	第 18 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2024/1
6	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Recycling potential: PV sustainability/circularity and material supply	The 4 th Multi Terawatt Workshop	2024/06
7	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	Recycling potential: Challenges for PV sustainability & circularity	IEA PVPS Workshop: PV market and Sustainability (35 th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-35))	2024/11
8	河本 桂一	みずほリサーチ&テクノロジーズ	太陽電池モジュールリサイクル技術の動向	第 19 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム	2025/1

5.4.3. 太陽光発電の動向調査

5.4.3.1 太陽光発電の技術および産業・市場動向の調査（株式会社資源総合システム）

該当なし

5.4.3.2 国際技術協力プログラムへ参画（株式会社資源総合システム）

該当なし

5.4.3.3 次世代型太陽電池の新市場への導入・実装に向けての動向調査（みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社、株式会社資源総合システム）

【外部発表】リスト

(a) 学会発表・講演

番号	発表者	所属	タイトル	会議名	発表年月
1	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	太陽光発電市場の現状と見通し：サプライチェーン再構築の動向	第 18 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウム（第 1 回日本太陽光発電学会学術講演会）	2021/10
2	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	海外のペロブスカイト/シリコンタンデムの研究開発と太陽電池製造産業の動向	次世代太陽電池セル・モジュール分科会 2021 年度第 2 回研究会（日本太陽光発電学会）	2022/01
3	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	結晶シリコン太陽電池サプライチェーン：需要地での再構築の動向	日本太陽光発電学会、次世代太陽電池セル・モジュール分科会他、2022 年度第 2 回研究会	2023/03
4	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	海外における太陽光発電の政策動向	第 18 回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム（RE2024）、RE12 分野最新情報発表フォーラム（太陽光発電分野）	2024/01
5	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	次世代太陽電池技術・産業の国際潮流	太陽光発電技術研究組合 第 47 回 PVTEC 技術交流会	2024/05
6	貝塚 泉	株式会社資源総合システム	ペロブスカイト太陽電池の産業化動向	有機デバイス研究会 第 138 回研究会「ペロブスカイト太陽電池の進展」	2024/07

7	貝塚 泉	株式会社 資源総合 システム	太陽光発電の国際市場動向	第19回再生可能エネルギー フォーラム（RE2025 フォー ラム）	2025/01

5.4.4. 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査

5.4.4.1 次世代型太陽電池の社会実装に係る規制に関する動向調査（株式会社矢野経済研究所）

該当なし

2. 分科会公開資料

次ページより、推進部署・実施者が、分科会において事業を説明する際に使用した資料を示す。

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」 (終了時評価)

2020年度～2024年度 5年間

プロジェクトの説明（公開版）

2025年11月11日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

再生可能エネルギー部

太陽光発電主力電源化推進技術開発

プロジェクトの概要

<狙い>

本事業では太陽光発電の主力電源化を推進するため、需要地に近接しているが従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所を利用可能にするための技術開発や長期安定的電源化に向けて現在顕在化している課題解決とする技術開発を行う。上記と並行し、これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。

<プロジェクト実施概要>

I) 新市場創出技術開発

需要地に近接しているが従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所を利用可能とする、建物壁面、重量制約の屋根、移動体を対象とした太陽光発電システムの導入に資する技術を開発し、社会実装につなげる。

※一部ペロブスカイトの事業に関してはGI基金へ移行する。

II) 長期安定電源化技術開発

長期安定電源化に向けて現在顕在化している課題である安全ガイドラインの策定、系統制約の克服に資する技術開発実証を行う。また、太陽光発電設備のリサイクル技術や、小規模な事業用太陽光発電の適切なメンテナンスを確保し再投資を促すための技術開発・実証を行う。

III) 先進的共通基盤技術開発

「長期安定電源化」や「新市場創出」技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、先進的共通基盤技術の開発する。

IV) 動向調査

太陽電池関連の国内外の開発動向や政策動向等を把握し、開発を支援する

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	I) 新市場創出技術開発 ・重量制約のある屋根向けのフィルム型太陽電池の軽量化、高効率、低コスト化技術を開発する。 ・建築物へ組み込み可能な耐久性、経済性、意匠性を満たす壁面太陽光発電システムを開発する。 ・移動体設置での発電量を確保する3次元ベンダブルで超高率な太陽電池の技術を開発する。 ・多接合型等を対象とした太陽電池の技術開発を実施し、将来の実用化に向けセル、ミニモジュールの開発を行う。
	II) 長期安定電源化技術開発 ・傾斜地・営農・水上の3種類の設置形態について安全ガイドライン策定をする。 ・発電設備の安全性を確保する信頼性評価、回復技術を開発し、実証、評価を行う。 ・低コストかつマテリアルリサイクルに資する高い資源回収率を両立する分離処理技術を開発、実証プラントを構築し、実モジュールサイズで検証を行う。 ・太陽光発電による需給一体型システム構築上・系統連系における課題を抽出し、対応方法を検討。
アウトカム目標	III) 先進的共通基盤技術開発 ・新型太陽電池について、高精度測定技術を確立する。 ・1 m四方程度のエリアを想定し、数時間先の発電量の予測に向けた日射量予測を開発する。 ・年間レベルでの発電量等の太陽光発電効果を推定する技術を確立し、想定する市場（移動体等）への適合性を判断できる技術を開発する。
	・新市場創出による太陽光発電の累積導入量：2050年約320GW（うち新市場約170GW） ・太陽光発電によるCO ₂ 排出量削減：2050年約110百万t/年（うち新市場 約60百万t/年） ・リサイクルによる埋め立て処理量の削減約510万t（64GWを対象として試算） ・2030年までに導入された小規模発電設備（50kW以下）の導入量維持：20GWの導入量維持
出口戦略 (実用化見込み)	本事業で開発した技術は開発実施者、システムインテグレータ、自動車メーカー、建設会社等との連携を通じて、普及拡大を図る。また、安全設計施工ガイドラインを作成し、適切な技術で太陽光発電システムの普及促進を図る。 国際標準化活動予定：有（2023年度以降を予定）、委託者指定データ：無
グローバルポシジョン	現在：DH⇒PJ終了時：LD

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

再生可能エネルギー部
PMgr：鈴木チーム長代理
関連する技術戦略：太陽光発電分野の技術戦略



既存プロジェクトとの関係

2019年度までに実施していた「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」、「太陽光発電長期安定電源化基盤技術開発」を統合したものとなる。「高性能・高信頼性PJ」を踏まえ、セル・モジュールを対象とした技術開発のみではなく、立地制約解消・高付加価値化も加味し、従来技術では設置が困難とされている新たな市場創出・拡大に向けた目的とした技術開発を行う。「長期安定電源化PJ」を踏まえ、事業継続性を持った長期安定電源について、1年間での事業で抽出した課題を解決する技術開発・実証等を行う。

2021年度末から実施しているグリーンイノベーション基金事業/次世代太陽電池の開発に一部事業（ペロブスカイト）が移行した。

課題	2016年度 (H28)	2017年度 (H29)	2018年度 (H30)	2019年度 (H31)	2020年度	～	2024年度
立地制約解消	太陽光発電 多用途化実 証 プロジェクト				太陽光発電 主力電源化 推進事業		
高付加価値化							
発電コスト低減・ 信頼性向上 (セル・モジュール)	高性能・高信頼性太陽光発電の 発電コスト低減技術開発						
発電コスト低減・ 信頼性向上 (システム)	太陽光発電システム効率向上・ 維持管理技術開発						
リサイクル	太陽光発電リサイクル技術開発						
				太陽光発電 長期安定 電量化 技術開発			

事業計画

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
(Ⅰ) 太陽光発電の 新市場創造技術開発	各市場で要求される性能を満たす要素技術開発・実証					評価対象期間
				多接合型太陽電池開発		
(Ⅱ) 太陽光発電の 長期安定電源化技術開発	ガイドライン策定					
	信頼性評価・回復技術の開発					
	マテリアルリサイクル技術開発、実証					
	系統影響軽減2020年度FS、2021年度以降実証					
(Ⅲ) 先進的共通基盤 技術の開発等	日射量予測技術の開発					
	新型太陽電池の高精度性能評価					
(Ⅳ) 動向調査	動向調査					
評価				★ 中間評価		★ 終了時評価
予算（億円）	27	29	28	30	29	（合計）142

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋



2. 目標及び達成状況



3. マネジメント

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- ※費用対効果
- 前身事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：事前/中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

＜評価項目 1＞ 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※ 本事業の位置づけ・意義

（１）アウトカム達成までの道筋

（２）知的財産・標準化戦略

報告内容



ページ構成

- 事業の背景・目的・将来像
- 政策・施策における位置づけ
- 技術戦略上の位置づけ
- 外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）
- 他事業との関係
- アウトカム達成までの道筋
- 知的財産・標準化：オープン・クローズ戦略
- 知的財産管理

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

- ※本事業の位置づけ・意義
- (1)アウトカム達成までの道筋
- (2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

- (1)アウトカム目標及び達成見込み
- (2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

- (1)実施体制
- ※受益者負担の考え方
- (2)研究開発計画

事業の背景・目的・将来象

NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」基本計画より抜粋

■事業の背景

(1) 国内の状況

- 我が国における太陽光発電の導入は、F I T開始後に導入が急拡大したが、様々な事業者による参入する中で、安全面、防災面、景観や環境への影響、将来の設備廃棄等に対する懸念や、F I T事業認定者が、買い取り期間終了後も、持続的な導入・拡大が図れるのかといった懸念が高まっている。
- また、導入拡大により従来の系統運用の下で制約が顕在化しており、一部地域では出力抑制等が生じている。出力変動を調整するための調整力の確保を含め、電力系統へ受け入れるコストは増大している。そのため適地遍在性への対応や、大量導入を支えるネットワーク整備・運用が求められており、太陽光発電としての方策や系統接続要件の整備が必要とされている。

(2) 海外の状況：次のように、近年、世界的に直流送配電技術の開発は盛んである。

- 太陽光発電システムの発電コストはグリッドパリティを迎えており、過去と比較しても世界で最も低い水準になりつつある。そのため、各国政府が国家計画、戦略として再生可能エネルギーの導入を進めるなかで、太陽光発電の導入量は今後も継続的に増加していくことが予想されている。

事業の背景・目的・将来象

■事業の目的

NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」基本計画より抜粋

シリコン系の太陽光発電の導入が進む中で更なる太陽光発電の導入を進めるために、従来の技術では太陽光発電の導入が難しかった場所への導入を目指し、発電効率の向上、軽量化、曲面追従化等とコスト低減などの技術開発を行い、将来の太陽光発電の導入量拡大とともに新たなセル、モジュール、システム技術に関連した産業競争力の強化を図る。例えば、移動体を含め、より高効率かつ高耐久性を求められる条件下への太陽光発電の導入を見据えた技術開発の実施や、重量制約の有る屋根、建物壁面などへの太陽光発電の導入に向け研究開発を行う。

さらに、太陽光発電の主力電源化を推進するため、太陽光発電設備の長期安定電源化に向けた事業運営確保として現在顕在化している課題である安全の確保に資するガイドライン策定や小規模な事業用太陽光発電設備の適切なメンテナンスの確保や再投資を促すため必要となる信頼性に係る技術開発を行う。また、2030年代以降に急増が懸念される太陽光発電設備の廃棄物を回避するためのリサイクル技術や、出力抑制等の系統制約の克服に向けた太陽光発電側での対応方法の検討・実証等を行う。

上記と並行し、これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、発電量推定技術およびそれを基にした市場適合性評価技術などの先進的共通基盤技術の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。

事業の背景・目的・将来象

NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」基本計画より抜粋

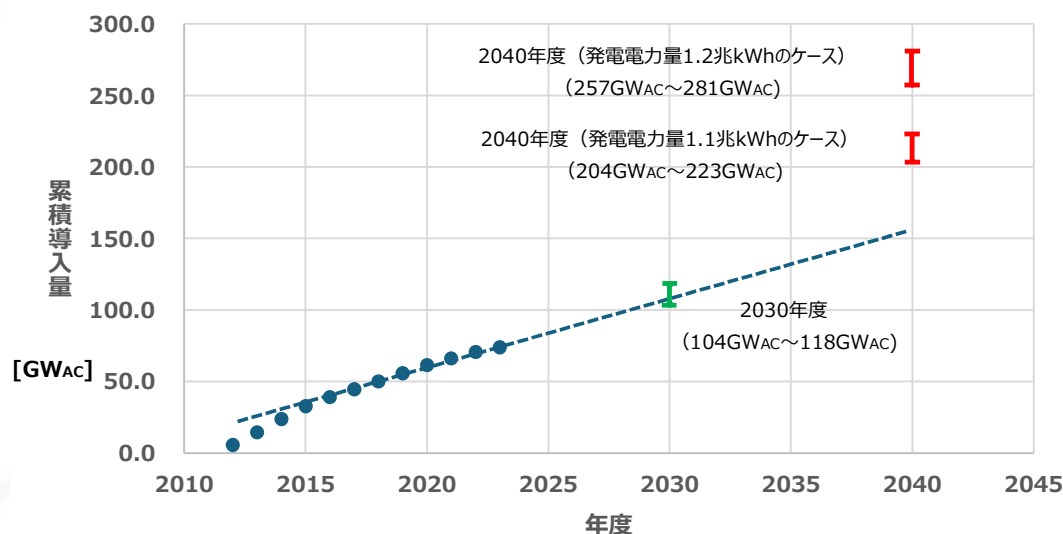
■事業の将来像

- 新市場創出に向けた太陽光発電の技術開発により、2050年時点での国内累積導入量として、約320GW（うち新市場 約170GW※）、太陽光発電によるCO₂排出量削減（系統電源との比較）として、約110百万t／年（うち新市場 約60百万t／年）を推計。
※重量制約のある屋根、建物壁面、移動体（車載）、営農、水上の合計
- 太陽光発電の長期安定的な技術開発により、2030年時点で導入が予想される小規模発電設備（50kW以下）を中心とした発電設備20GWの導入量維持容量）を期待。

政策・施策における位置づけ

第7次エネルギー基本計画（2025年2月18日に閣議決定）

- エネルギーの安定供給と脱炭素を両立させる観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限導入する。その際、①地域との共生、②国民負担の抑制、③出力変動への対応、④イノベーションの加速とサプライチェーン構築、⑤使用済み太陽電池モジュールへの対応などの課題に対応し、再生可能エネルギーの長期安定電源化に取り組む。
- 2040年度の再生可能エネルギーの電源シェアは、4割から5割程度、そのうち太陽光は23%から29%程度。
- 2040年度における電力需要は0.9から1.1兆kWh程度、発電電力量は1.1から1.2兆kWhと試算（NEDO試算）。これは、FIT導入から2030年度までの約20年で導入する量またはその倍の量を2030年度から2040年度の10年間で導入していくことになる。

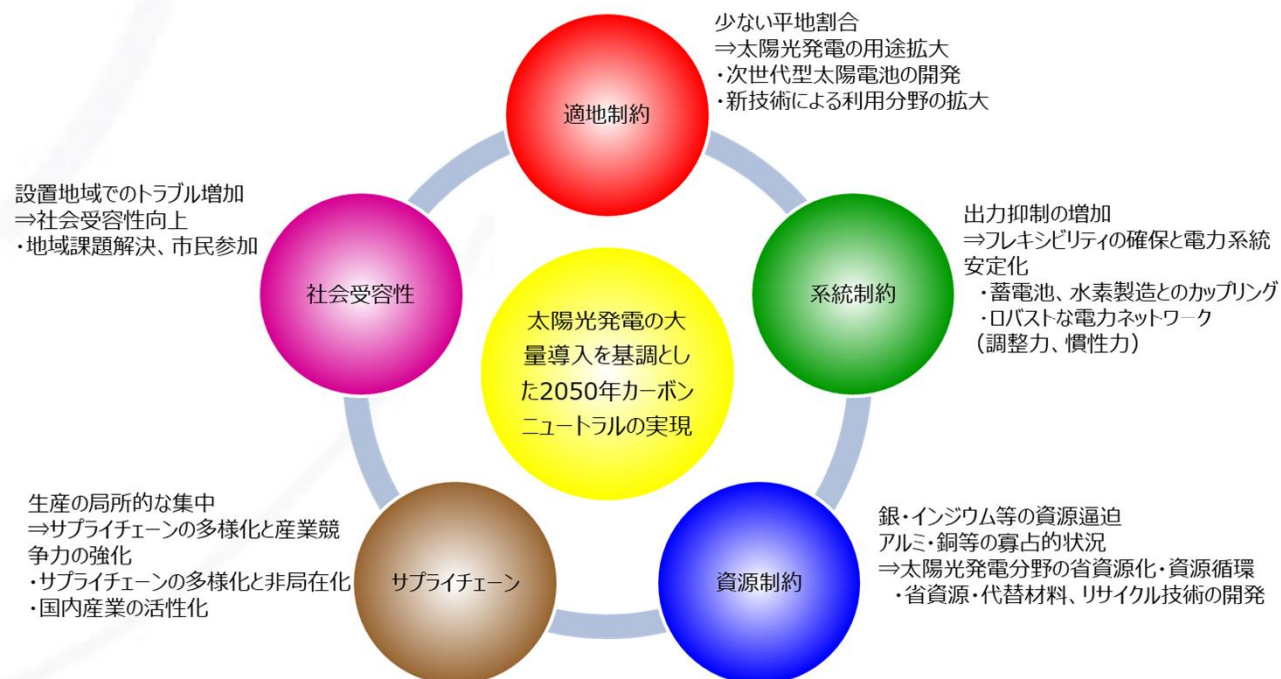


FIT/FIPによる太陽光発電累積導入量と2030年度、2040年度導入量見通し

技術戦略上の位置づけ

NEDOイノベーション戦略センターでは、持続可能な太陽光発電の導入拡大に向けた課題として、適地制約、系統制約、資源制約、サプライチェーン、社会受容性の5つに整理されている（下図参照）。本事業では、特に適地制約、系統制約、資源制約の解決に資する研究開発に取り組む。

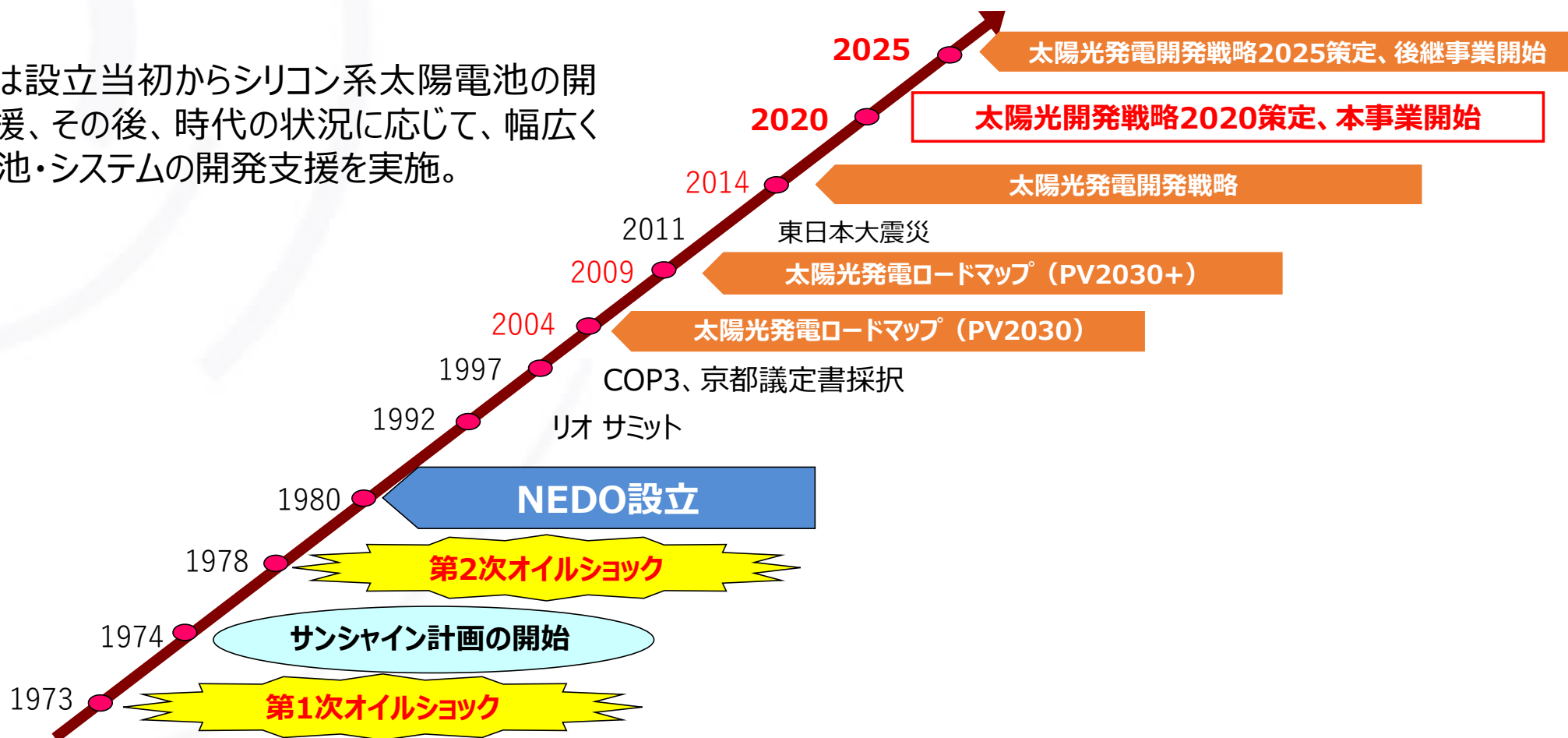
持続可能な太陽光発電の導入拡大に向けた課題と解決手段



（出典）太陽光発電分野の技術戦略, NEDOイノベーション戦略センター

技術戦略上の位置づけ

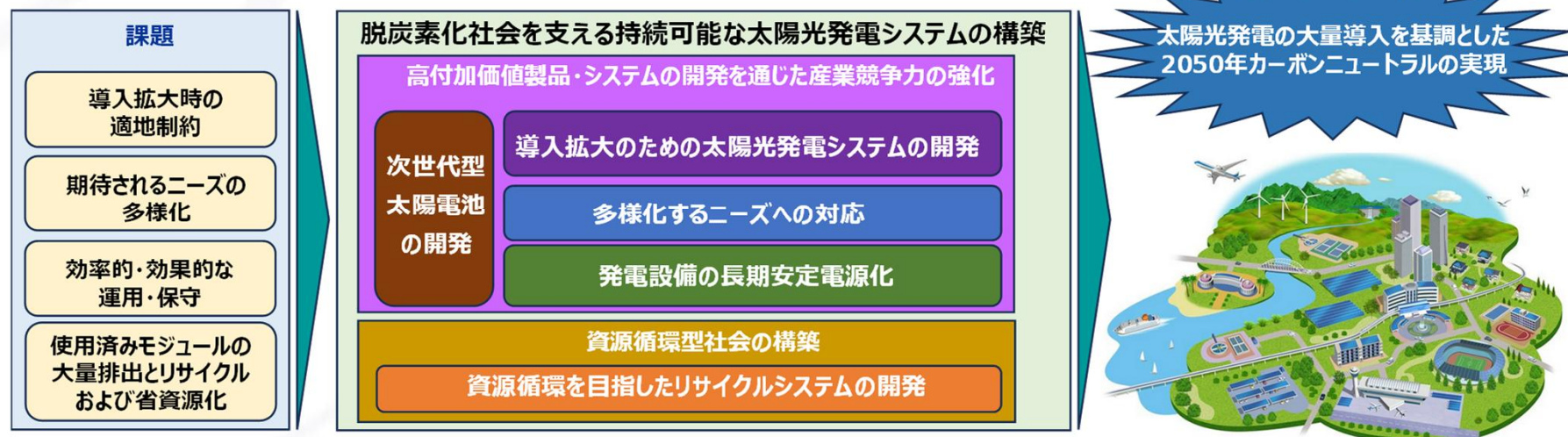
NEDOは設立当初からシリコン系太陽電池の開発を支援、その後、時代の状況に応じて、幅広く太陽電池・システムの開発支援を実施。



技術戦略上の位置づけ（参考）

「太陽光発電開発戦略2020」を公表してから5年経過し、地球温暖化の進展、ウクライナ戦争などによるエネルギー安定供給の懸念など、エネルギーを取り巻く状況は大きく変化。日本でも第7次エネルギー基本計画が閣議決定されるなど、再生可能エネルギー特に太陽光発電に対する期待はさらに高まっている。

そうした状況を踏まえ、NEDOとして今後太陽光発電として取り組むべき内容を取りまとめた「太陽光発電開発戦略2025」を公開（2025年3月28日）。太陽光発電に関する課題を整理するとともに、今後取り組むべき技術開発の方策を提示。



「太陽光発電開発戦略2025」における目指すべき姿

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

2024年 世界累積導入量：2,247GW_{DC}

第1位：中国（1,048GW）

第2位：米国（224GW）

第3位：インド（125GW）

第4位：ドイツ（100GW）

第5位：日本（97GW）

※日本は昨年4位（91GW）からダウン。

2024年 世界年間導入量：456.0GW_{DC}

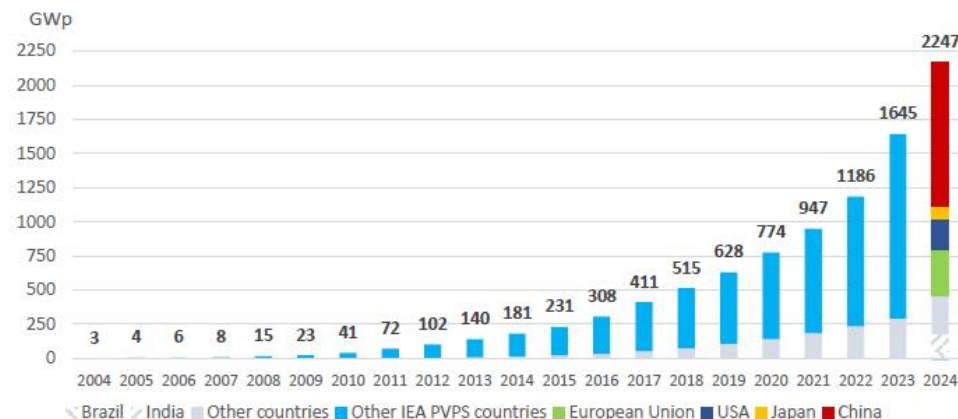
第1位：中国（235.0GW）

第2位：米国（33.9GW）

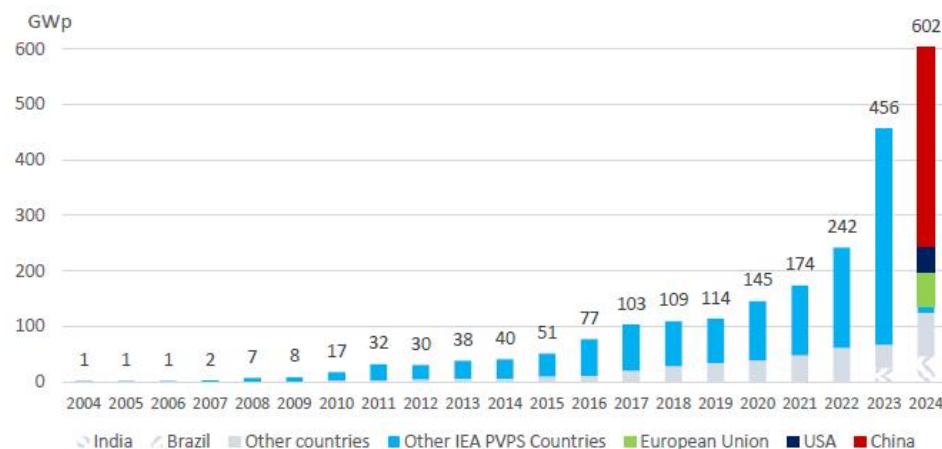
第3位：インド（31.9GW）

※日本は第10位（5.5GW）

出典：IEA PVPS Snapshot 2024



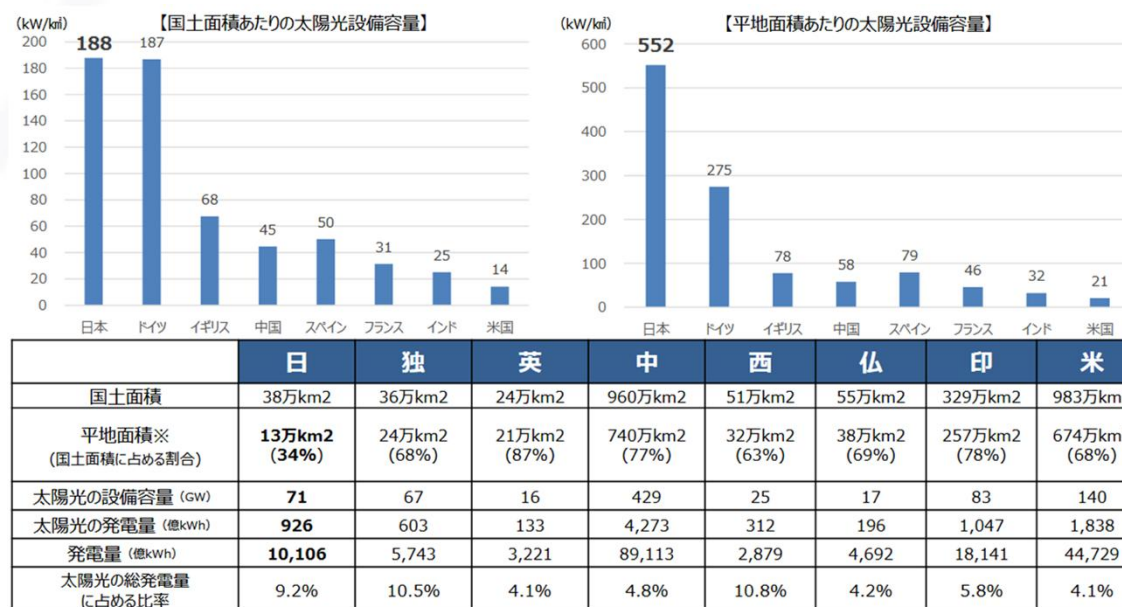
世界の太陽光発電累積導入量の推移（DCベース）



世界の太陽光発電年間導入量の推移（DCベース）

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

日本は、国土面積あたりの太陽光発電の設備容量が主要国の中で第1位。
特に平地の割合が少なく、平地面積あたりの太陽光設備容量は既に主要国の2倍以上。
そのため、太陽光発電設備を設置するための適地不足に直面。

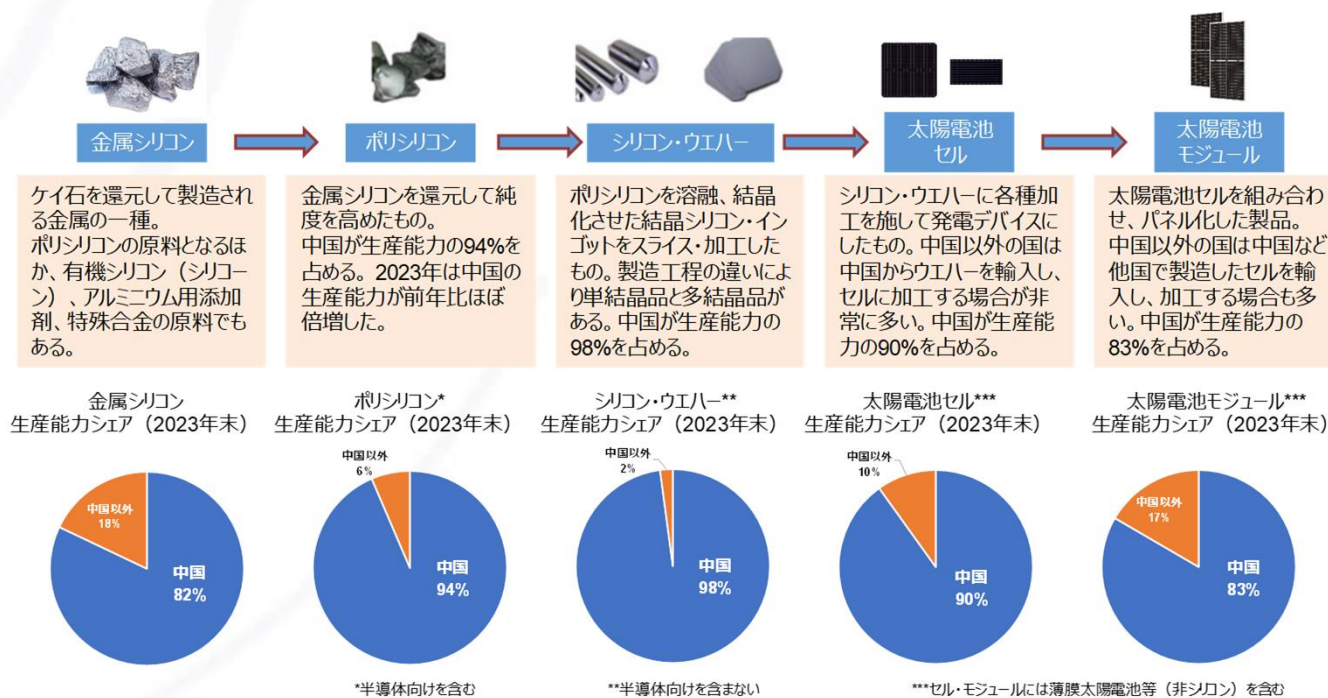


(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、Global Forest Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)
IEA Renewables 2023、IEAデータベース、2022年度エネルギー需給実績(確報)、FIT認定量等より作成
※平地面積は、国土面積から、Global Forest Resources Assessment 2020の森林面積を差し引いて計算したもの。

国土面積あたりの太陽光発電設備容量および平地面積あたりの太陽光発電設備容量

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

結晶シリコン太陽電池は、金属シリコンを原料とし、ポリシリコン、結晶シリコン・インゴット、結晶シリコンウエハー、太陽電池セル、太陽電池モジュールへ加工されるが、サプライチェーン全体で中国が大きな割合を占めている。



結晶シリコン太陽電池産業のサプライチェーン（製造）の動向

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

サプライチェーンの一極集中回避のため、欧米インドなどでは、国内生産の太陽電池にインセンティブを付与。

	米国	欧州	インド	中国	オーストラリア
概要	・2035年電力部門の脱炭素化 ・2050年までに米国の経済全体における温室効果ガス排出量ゼロの実現を目指す。（第2次トランプ政権では、見直される可能性が高い。）	・温室効果ガス排出量ネットゼロに寄与する製品需要の40%を欧州連合域内製品で賄う。（ネットゼロ産業法）	・2070年カーボンニュートラル実現を掲げ、2030年までに再生可能エネルギー比率50%を目指す。 ・国内プロジェクトに使用される太陽光発電関連製品はインド製であるべきとの考えの下、生産連動型優遇策（PLI）を導入	・2060年カーボンニュートラル実現を掲げ、2025年までに再生可能エネルギー比率33%前後を目指す。	・2050年カーボンニュートラル実現に向け、2030年までに発電量の82%を再生可能エネルギーを目指す。 ・長期排出削減計画 ①コストの低減 ②制度・インフラ・市場の展開 ③グリーン水素、蓄電池用のレアメタルの輸出拡大による市場の獲得 ④二国間・多国間協力推進
導入目標	・2035年：800GW ・2050年：1,000GW（太陽光未来調査報告書）	・2025年：320GW_{AC} ・2030年：600GW_{AC}（ソーラー・エネルギー戦略）	・2030年：300GW	・2060年：4,800GWが必要（中国エネルギー研究所分析）	・オーストラリア・エネルギー市場オペレーター（AEMO）の目標 ・電力事業用太陽光発電システムと風力発電の合計容量：2030年までに44GW、2050年までに141GW ・分散型太陽光発電システムの導入量：2030年までに35GW、2050年までに69GW
太陽電池生産能力（目標、計画）	・モジュール生産能力 53GW（2025年1月現在）	・2030年：30GW/年（ネットゼロ産業法）	・2026年モジュール生産能力：110GW/年（見込み）	・生産能力過剰のため、盲目的な拡張を抑制する方針	・モジュール製造能力の拡大、サプライチェーン全体の支援を目的として、「ソーラー・サンショット・プログラム」を設立
コスト（LCOE）目標	・住宅用：2030年：5セント/kWh ・業務用：2030年：4セント/kWh ・電力事業用：2030年：2セント/kWh（米国エネルギー省・太陽エネルギー技術局）		・結晶シリコン：25ユーロ/Mwh（電力事業用） ・タンデム：<25ユーロ/MWh（EU ETIP PV:Strategic Research and Innovation Agenda on Photovoltaics, 2024年8月）		・2030年電力事業用太陽光発電システム設置コスト：0.3豪ドル/W（オーストラリア再生可能エネルギー局（ARENA））
再生可能エネルギー比率	・28州＋ワシントンDCが独自の目標を設定 - カリフォルニア：2040年100%、 - ニューヨーク：2040年100%など、	・2030年：42.5%（奨励目標45%）（改定再生可能エネルギー指令（RED III））	・2030年：50%	・2025年：33%前後（第14次5カ年再生可能エネルギー発展計画）	・2030年：82% ・州による目標： - 南オーストラリア州：2030年100%、 - ビクトリア州：2035年95%、 - クイーンズランド州：2035年80%、 - タスマニア州：2040年200%

主要国における太陽光発電分野の政策動向のまとめ

外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）



日本では、経済産業省や環境省において、世界に先駆けてペロブスカイト太陽電池の普及を進めるべく、生産設備や設備設置に対する補助事業が開始しており、NEDO事業で開発された技術を基に、事業化が加速されていくことが期待。

② 生産体制整備について

- 2030年を待たずにGW級の生産体制を構築するべく、GXサプライチェーン構築支援事業にて、フィルム型ペロブスカイト太陽電池、レーザー加工装置を対象とし、2024年末に2社を採択。
- 積水化学工業では、新会社を設立の上で、5年間で3145億円の投資を行い、GW級のライン構築を目指していく。大阪府堺市にて、2027年度には、100MW級の製造ラインが稼働予定。

<積水化学工業>

シャープ堺本社工場を譲り受け、100MWの生産ライン新設を決定。2030年まで追加投資を行いGW級のライン構築を目指す。

堺工場 全貌



出所：積水化学工業HP



ロールtoロールでの生産

<片岡製作所>

2026年までに年間190MW、2029年までに年間500MW級の発電量に相当するレーザーバタニング装置の生産体制の構築のため、京都に工場を増設。



ペロブスカイト太陽電池レーザーバタニング装置
出所：片岡製作所HP

20

ペロブスカイト太陽電池の社会実装モデルの創出に向けた導入支援事業

（経済産業省連携事業）



【令和7年度予算 5,020百万円（新規）】

ペロブスカイト太陽電池の国内市場立ち上げに向け、社会実装モデルの創出に貢献する自治体・民間企業を支援します

1. 事業目的

軽量・柔軟などの特徴を有するペロブスカイト太陽電池は、これまで太陽電池が設置困難であった場所にも設置を可能とするとともに、主な原料であるヨウ素は、我が国が世界シェアの約30%を占めるなど、再エネ導入拡大や強靱なエネルギー供給構造の実現にもつながる次世代技術である。ペロブスカイト太陽電池の国内市場立ち上げに向け、その導入を支援することで、導入初期におけるコスト低減と継続的な需要拡大に資する社会実装モデルの創出を目指す。

2. 事業内容

ペロブスカイト太陽電池の導入初期における発電コストの低減のため、将来の普及フェーズも見据えて拡張性が高い設置場所（同様の建物への施工の横展開性が高い場所、需要地と近接した場所や自家消費率が高い場所、緊急時の発電機能等が評価される場所等）への導入を支援することで、社会実装モデルの創出に貢献する。

<対象>

・従来型の太陽電池では設置が難しい場所に導入する事業であり、一定の要件を満たすもの

<主な要件>

- ・導入するフィルム型ペロブスカイト太陽電池が性能基準を満たすこと
- ・同様の屋根等がある建物への施工の横展開性が高いこと
- ・導入規模の下限、補助上限価格
- ・施工・導入後の運用に関するデータの提出

等

3. 事業スキーム

- 事業形態 間接補助事業（補助率：2／3、3／4）
- 補助対象 地方公共団体、民間事業者・団体
- 実施期間 令和7年度～

環境省 大臣官邸 地域防災推進推進官グループ 地域防災事業推進課 電話：03-5521-8233
お問合せ先： 環境省 地球環境局 地球気候政策課 地球気候政策推進室 電話：0570-028-341
資源エネルギー庁 新エネルギー部 新エネルギー課 電話：03-3501-4031

4. 補助事業対象の例



フィルム型ペロブスカイト太陽電池の導入イメージ

23

出典：第9回 次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会

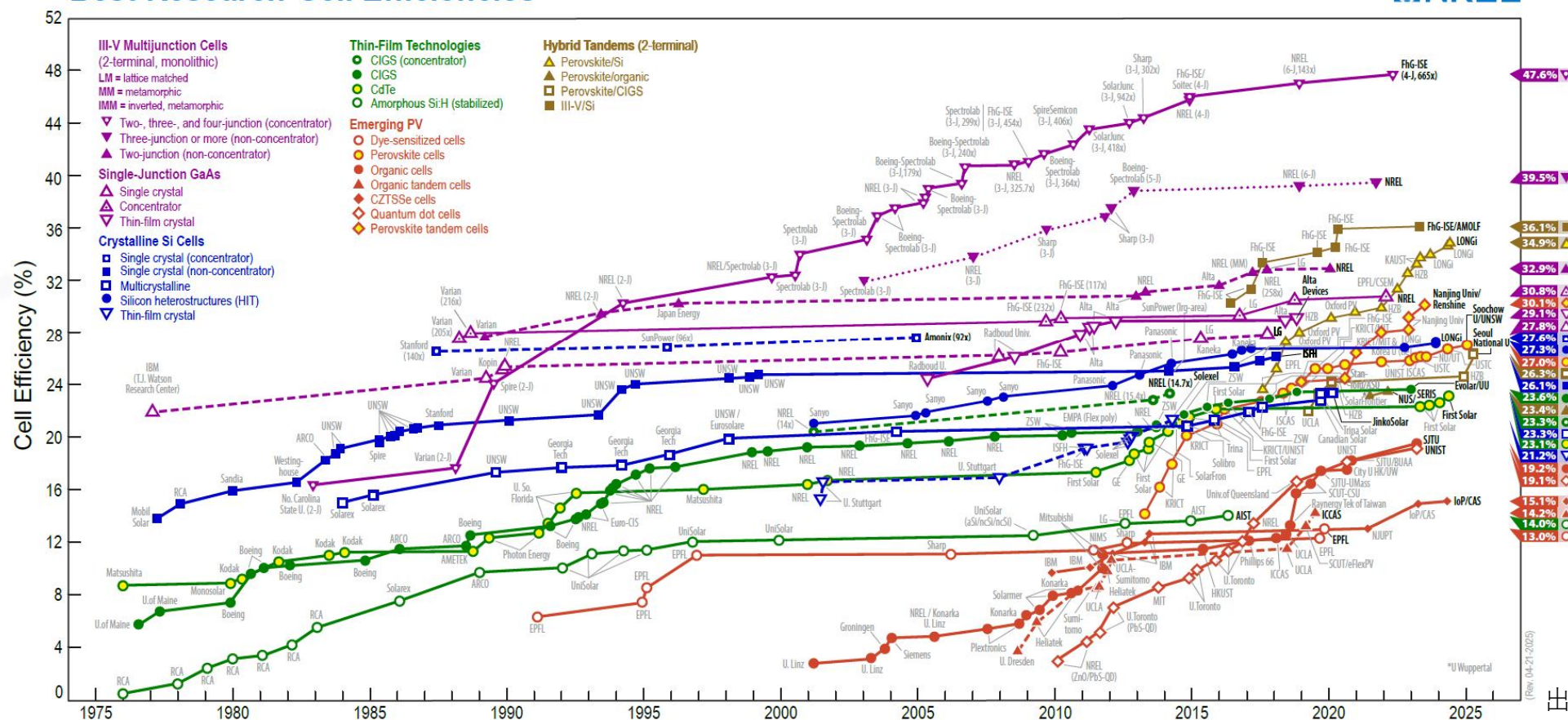
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）



近年、ペロブスカイト太陽電池や複数の太陽電池を組み合わせたタンデム型太陽電池の変換効率が大きく伸びている。

Best Research-Cell Efficiencies

NREL



出典：NREL

他事業との関係

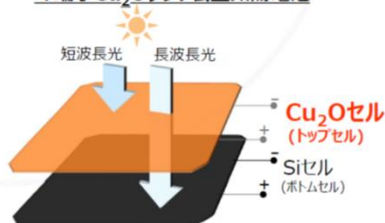
「Cu₂Oタンデム型太陽電池の開発」（実施者：東芝、産業技術総合研究所、物質・材料研究機構）については、2021年度～2022年度にエネルギー・環境新技術先導研究プログラムで開発した要素技術（トップセルの高効率化）を基に、本事業の追加公募により2023年度に採択し、タンデム化・長寿命化に取り組んだ。これにより、電気自動車（EV）をはじめとするモビリティ向けの太陽電池に活用できる次世代太陽電池の開発を加速。

4端子Cu₂Oタンデム：高効率発電の仕組み

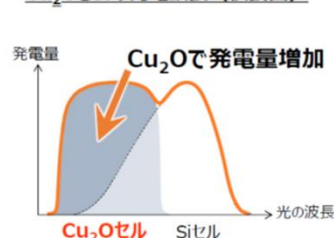


- ✓ 発電波長がCu₂OとSiで相補的。Siボトムセル効率～20%
- ✓ Cu₂Oセル効率10%で、タンデム効率30%が実現可能と予想

4端子Cu₂Oタンデム型太陽電池



Cu₂OとSiの発電波長（模式図）



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

4 / 15



これまでの開発経緯



- ✓ Cu₂Oトップセルと4端子タンデムの研究開発を、東芝社内開発と国プロ(NEDO先導研究プログラム)で取り組んできた
- ✓ 以降のスライドで、本国プロの進捗と合わせて説明

	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
主要成果	・Cu ₂ Oセル透明化 ・効率4.4%		世界最高 効率8.4%	同 10.3%	同 10.5%	
東芝社内開発	トップセル大型化					
NEDO先導研究Pg			トップセル高効率化			
本国プロ					・タンデム化 ・長寿命化	

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

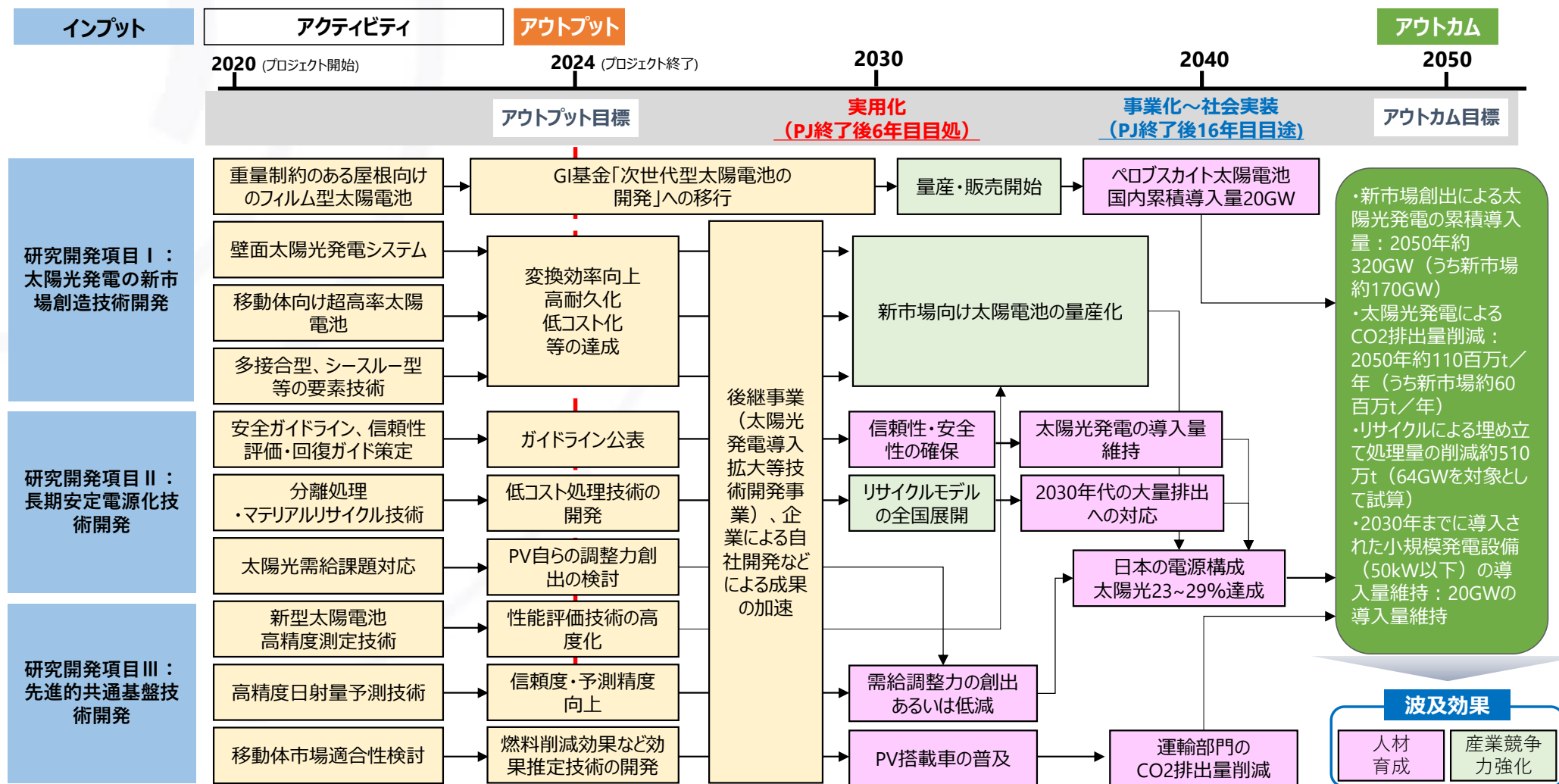
6 / 15



1. 意義・アウトカム（社会実装）までの道筋 (1)アウトカム達成までの道筋



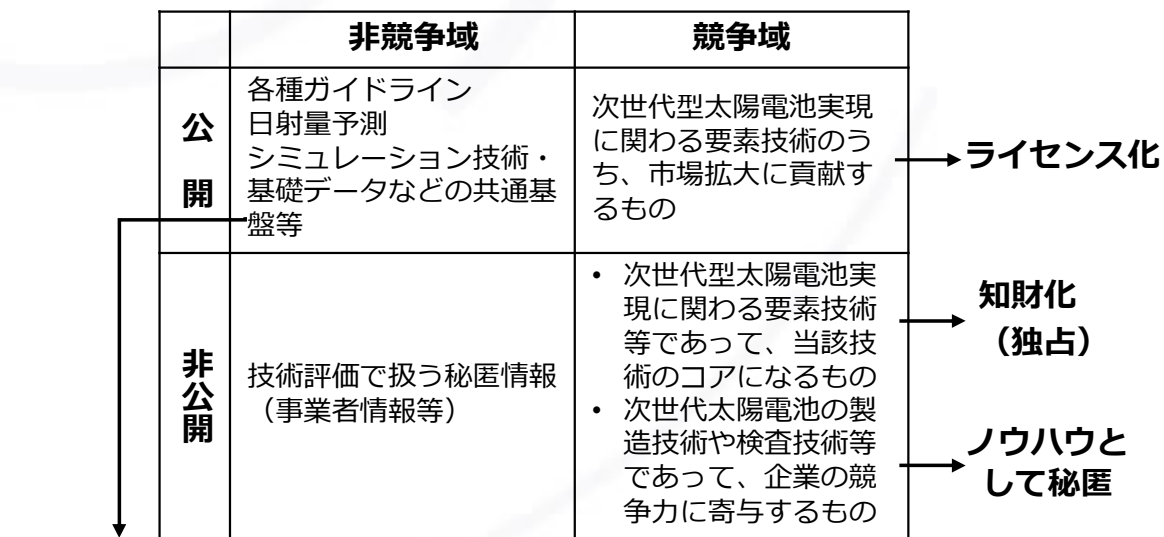
アウトカム達成までの道筋



知的財産・標準化:オープン・クローズ戦略

- 事業者間での知的財産の取扱い等（事業終了後の権利・義務、体制変更への対応、研究データの利用許諾、技術情報の流出防止）は、「**NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針**」に従って、コンソーシアム毎に**知財運営委員会**を設置し、NEDO及び事業者間で協議の上決定する。
- 太陽電池セル・モジュールや太陽光発電システムやリサイクル技術の開発については、要素技術開発及び実証中心。製品化・事業化に直結する開発成果は**特許取得により権利化**、それ以外で市場拡大に貢献するものはライセンス化。また、太陽電池の製造や検査技術については、**ノウハウとして秘匿**。
- 高精度な日照予測技術や設置・施工の安全ガイドライン等は、**成果が公に広く裨益する内容であり、オープン領域**。論文投稿やNEDOや業界団体等が行うセミナー等で公表することで、事業後もアクセス可能な状況を確保。
- 新型太陽電池の性能評価は、**標準化や規格化を推進する観点から、必要に応じて成果を公開する**。

オープン／クローズ戦略の考え方



標準化を推進

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

戦略的な特許取得

周辺		周辺
	基本特許	
周辺		周辺

- ✓ 基本特許：積極的に権利化
使用する材料や電池の構造等、権利侵害の確認が容易なもの
- ✓ 周辺：非公開
製造ノウハウや検査技術、コストダウン等に繋がる技術等

知的財産・標準化戦略

IEAの技術連携プログラム（TCP）において太陽光発電システムプログラム（PVPS）に参画し、国際連携拡大に向けた取り組みを実施。特に、建材一体型太陽電池の日射熱取得率（SHGC）に関するレポート執筆（Task 15）、車載太陽電池モジュールの発電量推計方法の検討及び国際会議（PV in Motion）での議論（Task17）など標準化に向けたアクションを実施。



＜評価項目 2＞ 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

- 実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠
- アウトカム目標の達成見込み
- ※費用対効果
- 前身事業との関連性
- 本事業における研究開発項目の位置づけ
- アウトプット目標の設定及び根拠
- アウトプット目標の達成状況
- 研究開発成果の副次的成果等
- 特許出願及び論文発表



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

実用化・事業化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

アウトカム目標	根拠
・新市場創出による太陽光発電の累積導入量： 2050年約320GW（うち新市場 約170GW）	各市場における開発成果を実用化し、2030年に市場投入と仮定。その結果、導入ポテンシャルを踏まえた2050年時点の導入可能量と累計導入量を試算。 （2050年のCO2排出係数0.3kg-CO2/kWhとして算出）
・太陽光発電によるCO2排出量削減： 2050年約110百万t／年（うち新市場約60百万t／年）	
・リサイクルによる埋め立て処理量の削減：約510万t	2020年の太陽光発電導入量64GWを対象とし、全ての埋立が回避されるとして試算。IRENAレポート（※）を参考に、出力重量比率を約80t/MWとして換算。 * IRENA, ITRPV（International Technology Roadmap for Photovoltaic）
・2030年までに導入された小規模発電設備（50kW以下）の導入量維持：20GWの導入量維持	過去実績などから、小規模発電設備（50kW以下）の2030年導入量を推定。低コストで発電設備の評価・回復を行うことでセカンダリー市場創出を促し、導入量維持したものとする。



（事業化～社会実装から10年後）

事業化～社会実装

- ・GI基金事業、後継事業などによる開発成果の実用化・事業化の推進
- ・太陽光発電導入拡大に向けた、エネルギー基本計画などに基づく関連政策

アウトカム目標の達成見込み

	達成見込み	課題
製品イメージ (市場やユーザーの ニーズに合致してい るか)	2025年3月に発表した「太陽光発電開発戦略2025」においても太陽光発電のポテンシャルや導入見通しの傾向は変わらず、耐荷重の小さい屋根や壁面などの新市場はさらに拡大する見通し。 - 太陽光発電設備のリサイクル義務化に向けた法制化議論中であり、リサイクルの重要性は益々増加。 - 自然災害による太陽光発電設備への被害や地域共生などの課題が顕在化。設置場所に応じた設置施工の安全ガイドラインを作成・公表。	- 様々な環境での実証が進むことで、新たなニーズが判明する可能性がある。 - リサイクル法制化がとん挫した場合、現状ではリサイクルせず埋立処理したほうがコストが低いため、リサイクルが広まらない恐れがある。 - 太陽光発電の広がりにより、新たな設置環境での安全面の懸念が生じる可能性がある。
競合技術に対する 優位性（性能面、 コスト面）	市場毎に求められると考えられる性能（発電コスト、変換効率、耐久性、意匠性など）を有する太陽電池を開発し、見通しを得た。	- 開発した技術を実用化するため、継続的な開発が必要。 - 世界での次世代型太陽電池の開発が激化、シリコン太陽電池をベースとした太陽電池開発は中国企業がリード。
量産化技術を確立 する見通し	次世代型太陽電池の普及拡大に向け、ペロブスカイト太陽電池に関する一部テーマをGI基金事業へ移管することで、量産化を目指した開発が加速。	生産設備や需要家導入に係る国や自治体の支援施策が拡充しているが、施策に寄らない自律的な普及までには時間を要する。

費用対効果

●インプット

- プロジェクト費用の総額 **約142億円** (2020～2024年度の5年間)

●アウトプット

- 太陽光発電の導入量拡大： FIT制度により、導入量は90GWを超えているが、これまでの地上設置等は立地制約に直面している。新たな用途開拓を通じた設置面積の拡大により、**2030年104～118GW**という普及見通しに貢献する。さらには**2040年の電源構成比率23%～29%**という見通しに繋げる。
- また、ペロブスカイト等の新型・次世代太陽電池の世界市場規模は2025年時点では約1476億円だが、**2040年には3兆9480億円**にまで拡大すると予測（富士経済）され、将来の市場のポテンシャルは大きい。
- 再エネ変動対応に関わる調整力調達コストは**2025年度見込みで300億円程度**（資源エネルギー庁）。日射量予測の高度化による発電量予測精度の向上により、**調達コストの低減に貢献**。

前身事業との関連性

太陽光発電開発戦略課題	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
政府予算	太陽光発電のコスト低減や信頼性向上等に向けた技術開発事業						太陽光発電の導入可能量拡大等に向けた技術開発事業				
発電コスト低減		高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発					太陽光発電主力電源化技術開発 中間評価2022年 事後評価2025年				
信頼性向上		太陽光発電システム効率向上・維持管理技術開発プロジェクト									
リサイクル技術確立		太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト									
立地制約解消 高付加価値事業創出		太陽光発電多用途化実証プロジェクト									

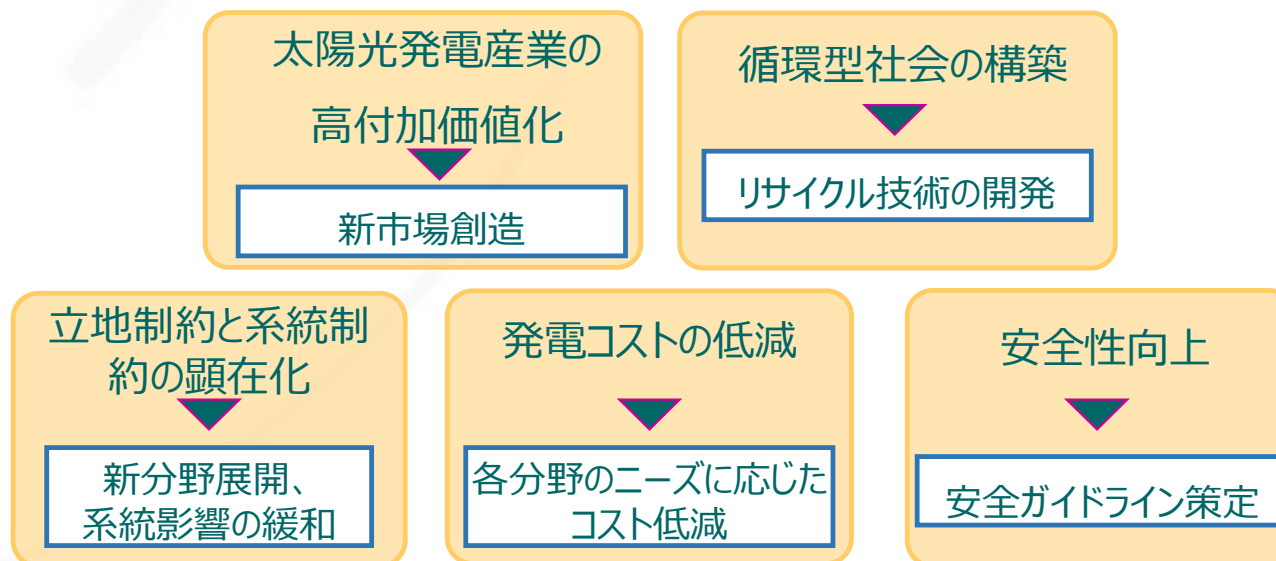
太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発

別途、グリーンイノベーション（GI）基金事業(2021-2030)、ペロブスカイト太陽電池の開発について、同基金にて実施。

本事業における研究開発項目の位置づけ

- 事業開始に先立ち、太陽光発電開発戦略2020を策定。その中で5つの課題とそれに対する技術的方策を整理。
- これに基づき、「研究開発項目（Ⅰ）新市場創出技術開発」では、太陽光発電の高付加価値化や立地制約克服、発電コストの低減に向けた技術開発を実施。
- 「研究開発項目（Ⅱ）長期安定電源化技術開発」では、循環型社会の構築のためのリサイクル技術開発、系統影響を緩和する技術開発、設置・施工における安全性・信頼性向上に向けたガイドライン策定を実施。
- これらに加え、「研究開発項目（Ⅲ）先進的共通基盤技術開発」で太陽電池評価技術や日射量予測精度向上に取り組んだほか、「研究開発項目（Ⅳ）動向調査」において太陽光発電を取り巻く最新動向調査や国際連携に関する取り組みを実施。

「太陽光発電開発戦略2020」の課題認識



アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

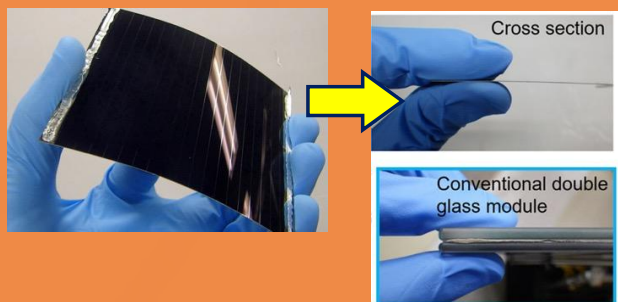
最終目標（2025年3月）	根拠
従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所で必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発すること、および推定発電量による市場導入検討で、太陽光発電の新市場の創出につなげる。具体的には移動体や、重量制約のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入では課題がある場所での基盤技術について、研究開発を促進し上記の目標を加速する。	シリコン系の太陽光発電の導入が進む中で更なる太陽光発電の導入を進めるために、従来の技術では太陽光発電の導入が難しかった場所への導入を目指し、発電効率の向上、軽量化、曲面追従化等とコスト低減などの技術開発を行い、将来の太陽光発電の導入量拡大とともに新たなセル、モジュール、システム技術に関連した産業競争力の強化を図る。
既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。	太陽光発電の主力電源化を推進するため、太陽光発電設備の長期安定電源化に向けた事業運営確保として現在顕在化している課題である安全の確保に資するガイドライン策定や小規模な事業用太陽光発電設備の適切なメンテナンスの確保や再投資を促すため必要となる信頼性に係る技術開発を行う。また、2030年代以降に急増が懸念される太陽光発電設備の廃棄物を回避するためのリサイクル技術や現在、出力抑制等の系統制約の克服に向けた太陽光発電側での対応方法の検討・実証等を行う。
上記の分野に資する共通基盤技術を開発する。	これらの技術を支える測定評価技術、日射量予測技術等、発電量推定技術およびそれを基にした市場適合性評価技術などの先進的共通基盤技術の開発や国内外の開発動向を把握し、開発を支援する動向調査等も実施する。

アウトプット目標の達成状況

目標 (2025年3月)	成果(実績) (2025年3月)	達成度
従来の技術では太陽光発電の導入が進んでいない場所で必要とされる性能を満たし、各市場の創出・拡大に資する要素技術を開発すること、および推定発電量による市場導入検討で、太陽光発電の新市場の創出につなげる。具体的には移動体や、重量制約のある屋根、建物壁面など、従来技術での導入では課題がある場所での基盤技術について、研究開発を促進し上記の目標を加速する。	「研究開発項目Ⅰ：太陽光発電の新市場創造技術開発」 - 重量制約のある屋根は、フィルム型の超軽量モジュール太陽電池を開発。事業途中で積水化学工業などの事業者はGI基金事業に移行し、開発を継続・加速。本事業では、タンデム型太陽電池の開発に注力。その結果、オールペロブスカイトタンデム型太陽電池では、<u>2端子2接合型で世界最高値となる光電変換効率が29.7%を達成</u>。 - 壁面では、0.1cm²セルで25.0%を実現し、大面積化によるロス抑制により達成に目途。また、<u>モデルハウスのバルコニーにおいて国内初のガラス建材一体型ペロブスカイト太陽電池の実証</u>や、30cm角モジュールの認証効率値の更新(18.1%)など実用化に向けた取り組みも実施。 - 移動体では、1cm²サイズの2端子型ペロブスカイト/シリコンタンデム太陽電池セルにおいて、変換効率32.6%を達成。3D曲面を有するガラスに太陽電池セル(ストリング)を封止することで曲面太陽電池モジュールを試作(約80cm×65cm)。これらにより、車載用太陽電池モジュール等の情報も参考にコスト計算を実施し、<u>モジュール価格70円/W以下を達成できる目途を得た</u>。 - また、さらなる市場創出を目指し、大幅な変換効率向上、透過性と変換効率のトレードオフ解消を目指した開発を実施。ペロブスカイト(トップ)/ペロブスカイト(ミドル)/結晶シリコン(ボトム)三接合タンデム太陽電池の開発において、変換効率35%を超える太陽電池実現の見通しを得た。<u>有機薄膜太陽電池ミニモジュールにて光透過率20%・変換効率13%の両立を達成</u>。	○

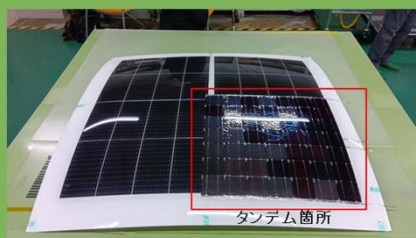
アウトプット目標の達成状況

重量制約のある屋根



軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発
(東京科学大学、産業技術総合研究所)

移動体 (自動車等)



超高効率モジュール技術開発 (シャープエネルギーソリューション)

壁面 (BIPV・BAPV)



ZEB達成に向けた同時同量を実現する
太陽光発電システムの実証 (カネカ)



開口部向けペロブスカイトBIPVモジュールの開発
(パナソニック、早稲田大学)

アウトプット目標の達成状況

目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度
既に導入されている太陽光発電の長期安定的な事業の運営確保として、安全性信頼性の確保、系統制約の克服等の現在顕在化している課題解決や発電設備の廃棄対策等の適切な事業環境整備に資する技術を開発する。	「研究開発項目Ⅱ：太陽光発電の長期安定電源化技術開発」 - 本事業で取り組んだ実証試験や調査、シミュレーション結果などを踏まえ、太陽光発電の信頼性・安全性向上に資するガイドラインを作成または改定。 ▶地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン ▶特殊な設置形態（傾斜地設置型・営農型・水上設置型）の太陽光発電システムの設計ガイドライン ▶建物設置形態太陽光発電設備の設計・施工ガイドライン ▶太陽光発電設備の評価・回復技術の技術情報と利用ガイド - 触媒を担持したセラミックフィルター低を用いた低温熱分解法や、割れカバーガラスに対応した加熱スクラッチ法などを開発。分離したカバーガラスを原料としたフロート板ガラス製造の実証試験に日本で初めて成功。これらの成果を通じて、3円/W以下の分離処理コスト達成に目途。 - 日射強度から期待発電電力を推定する技術を開発、回帰式及び機械学習手法により、PV自らの調整力創出について、国内の需給調整市場を想定した検討を国内で初めて実施。	○

アウトプット目標の達成状況

太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発 (トクヤマ)



また、AGCの協力により、トクヤマが分離したカバーガラスを原料としたフロート板ガラス製造の実証試験に日本で初めて成功。

特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のためのガイドライン策定ほか (産業技術総合研究所など)



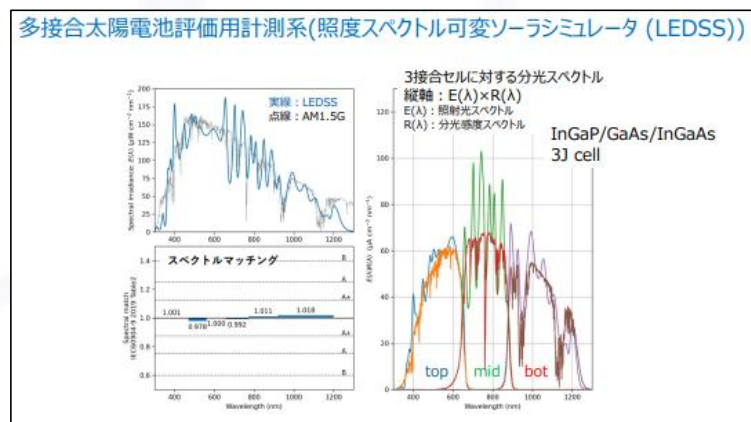
実証試験や調査、シミュレーション結果などを踏まえ、太陽光発電の信頼性・安全性向上に資するガイドラインを作成または改定。作成したガイドラインはNEDOウェブサイトやセミナー等を通じて発信。

アウトプット目標の達成状況

目標 (2025年3月)	成果（実績） (2025年3月)	達成度
上記の分野に資する共通基盤技術を開発する。	「研究開発項目Ⅲ：先進的共通基盤技術開発」 - 曲面形状太陽電池セル・モジュールの発電性能（I-V特性）について、光源特性評価も含めた計測法の要素技術開発し、NEDO開発品等の<u>新型太陽電池の性能評価測定を実施、測定結果をフィードバック</u>。MPPT動作する屋外設置太陽電池アレイシステムの発電出力リアルタイム計測技術を開発、<u>屋外環境下における性能評価測定再現性±1%以内を実証</u>。 - 日射量予測について、複数モデルの統合予測により、信頼度が高いと予測した場合の±3σ誤差が23.0%低減、最大誤差が29.8%低減。 - 様々なユースケースの商用車189台にPVを設置し、得られたデータから、効果予測技術を開発。燃料削減効果については予測精度±12%を達成。 「研究開発項目Ⅳ：動向調査等」 - 市場、産業、政策動向やポテンシャル、導入見通しなどを幅広く分析。調査結果に基づき太陽光発電に係る課題と技術的方策を取りまとめた「<u>太陽光発電開発戦略2025</u>」を2025年3月に公表。	○

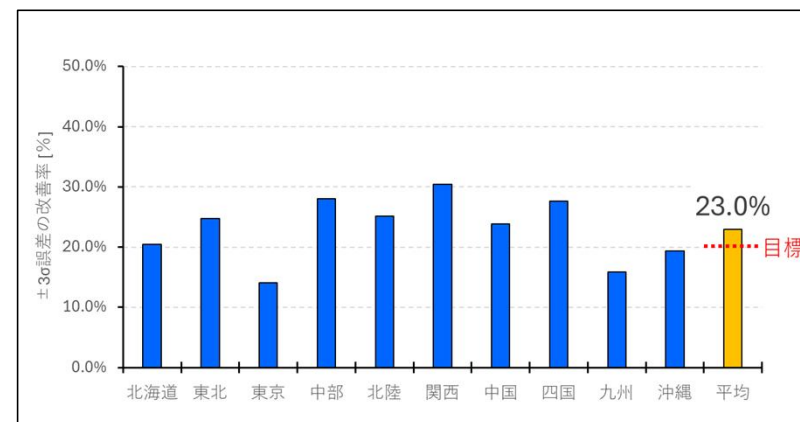
アウトプット目標の達成状況

新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発 (産業技術総合研究所)



NEDO開発品等の新型太陽電池の性能評価測定を実施し、測定結果をフィードバックすることで新型太陽電池開発に貢献。また、MPPT動作する屋外設置太陽電池アレイシステムの発電出力リアルタイム計測技術を開発した。高効率系を含む結晶Si系太陽電池の屋外測定に適用し、屋外環境下における性能評価測定再現性 $\pm 1\%$ 以内を実証。

翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発 (日本気象協会、産業技術総合研究所)



日射量予測が大きく外れる課題を改善するため、日射量予測に特化した気象モデル、複数機関の気象モデル予測値の統合、アンサンブル予報を活用した信頼度予測に係る技術などを開発。開発した複数モデルの統合予測において、信頼度が高いと予測した場合の $\pm 3\sigma$ 誤差が23.0%低減、最大誤差が29.8%低減した。

アウトプット目標の達成状況

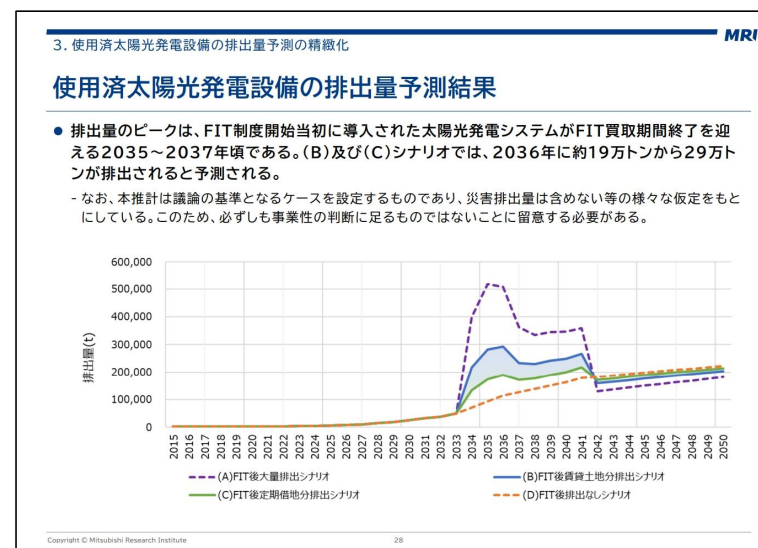


PV搭載商用車の実証と効果推定技術開発 (システック、宮崎大学、太陽光発電技術研究組合)



様々なユースケースの商用車189台にPVを設置、走行実証データを取得。大型車、特に地場輸送のウィング車や保冷車の燃料削減効果が大きいことなどを明らかとなった。また、得られたデータを用いて燃料削減量等の予測技術を開発し、予測精度 $\pm 12\%$ (目標 $\pm 20\%$) を達成。

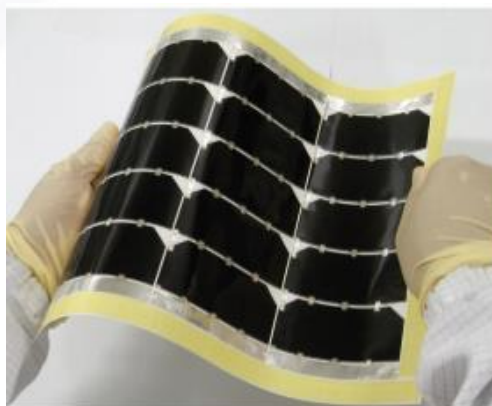
太陽電池モジュールのリサイクル動向調査 (三菱総合研究所)



使用済み太陽光発電設備から太陽電池モジュールが大量排出されることで、産業廃棄物増大などの環境負荷が懸念。リサイクル事業者などの事業予見性を高めるため、太陽電池モジュールの排出量予測を実施。その結果、2035～2037年頃にピークを迎え、2036年に約19万トンから29万トンが排出されると予測。

研究開発成果の副次的成果等

- シャープエネルギーソリューションが実施した「超高効率モジュール技術開発」では新市場として移動体、特に車載を念頭に置いた超高効率太陽電池モジュールの開発を実施。車のボンネットやルーフトップなど限られた面積に設置した場合でもより多く発電されるため、充電を必要としない電気自動車の実現が期待されている。
- これらの開発成果を活用した薄膜3接合型化合物太陽電池がJAXAの小型月着陸実証機「SLIM」搭載され、月面での発電に成功した。



開発した軽量フレキシブル太陽電池モジュール
(変換効率32.65%)



開発成果を活用した太陽電池モジュールが搭載された
小型月着陸実証機「SLIM」

特許出願及び論文発表

研究科発項目毎の成果件数・実績

研究開発項目	研究発表・講演	論文	プレス発表	受賞実績	特許	合計
I 太陽光発電の新市場創造 技術開発	1,360	340	294	57	161	2,212
II 太陽光発電の長期安定電 源化技術開発	130	17	55	2	43	247
III 先進的共通基盤技術開発	75	19	3	3	1	101
IV 動向調査等	77	8	1	1	0	87
合計	1,642	384	353	63	205	—

※2025年7月31日現在

＜評価項目 3＞ マネジメント

（１）実施体制

※ 受益者負担の考え方

（２）研究開発計画

報告内容



ページ構成

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

※本事業の位置づけ・意義
(1)アウトカム達成までの道筋
(2)知的財産・標準化戦略



2. 目標及び達成状況

(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況



3. マネジメント

(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

- NEDOが実施する意義
- 実施体制
- 個別事業の採択プロセス
- 研究データの管理・利活用
- ※予算及び受益者負担
- 目標達成に必要な要素技術
- 研究開発のスケジュール
- 進捗管理
- 進捗管理：事前/中間評価結果への対応
- 進捗管理：動向・情勢変化への対応
- 進捗管理：成果普及への取り組み
- 進捗管理：開発促進財源投入実績
- モティベーションを高める仕組み

NEDOが実施する意義

マネジメントプロセス

NEDOの強み

企画・立案

体制構築

事業推進

- ✓産学官を取り纏めてロードマップを策定（事業環境の変化に即して改訂）
- ✓国策を盛り込んだ企画が可能

- ✓産学官を組み合わせた柔軟な体制を構築可能
- ✓30年以上に亘るコーディネート経験

- ✓公的機関としての中立性
- ✓運営費交付金制度を最大限に活かして柔軟に推進

NEDOがもつこれまでの知識、実績を活かして推進すべき事業

マネジメントのポイント

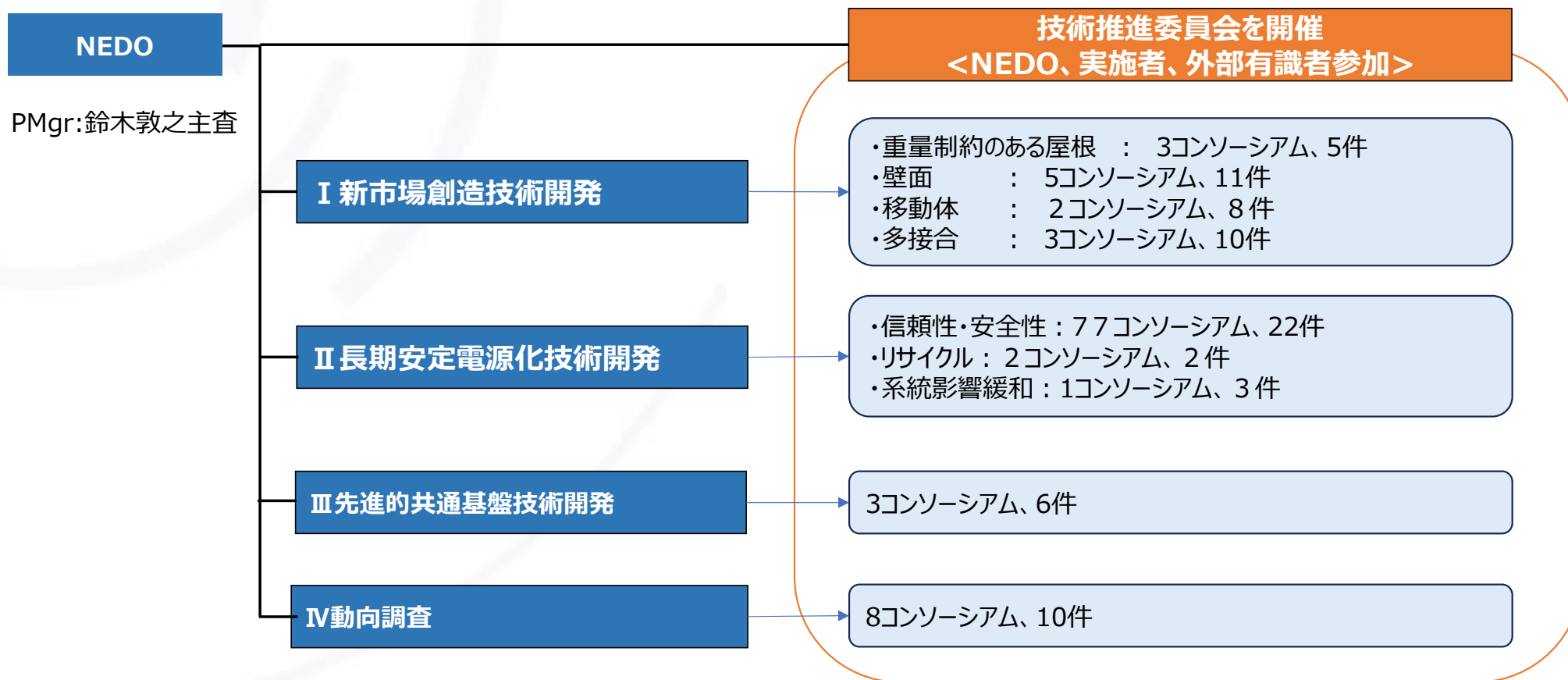
- ✓業界全体のニーズを把握するために産学官のヒアリングを実施
- ✓開発戦略を踏まえた目標設定

- ✓複数の競合企業を、コンソーシアムに纏め上げ、共通の技術目標に向けて研究開発を推進
- ✓企業、大学、公的研究機関でコンソーシアムを形成

- ✓大学及び公的研究機関の基礎研究成果を企業の事業化に活かせるように調整
- ✓必要に応じて加速資金を投入
- ✓事業環境の変化に即して追加公募を実施GI基金との連携

実施体制

分野毎に有識者による技術推進委員会を実施。また、コンソーシアム内では開発責任者が進捗管理を実施



個別事業の採択プロセス

- 当初公募（2020年度）
 - ✓ 59件の応募に対し、50件のテーマを採択。
- 追加公募（2021年度）
 - ✓ 研究開発項目Ⅱで3回・5件、研究開発項目Ⅳで1回・1件を採択。
- 追加公募（2022年度）
 - ✓ 研究開発項目Ⅱで1回・1件、研究開発項目Ⅳで1回・1件を採択。
- 追加公募（2023年度）
 - ✓ 研究開発項目Ⅰで1回・3件、研究開発項目Ⅲで1回・2件を採択。
- 追加公募（2024年度）
 - ✓ 研究開発項目Ⅳで1回・1件。

プロジェクト費用及び受益者負担

プロジェクト費用（NEDO負担額）

単位：百万円

研究開発項目		2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	合計
Ⅰ 太陽光発電の新市場創造技術開発	委託	1,910.7	1,917.3	1,572.7	1,735.1	1,973.3	9,109.1
	助成	73.9	80.3	105.5	109.2	45.5	414.4
Ⅱ 太陽光発電の長期安定電源化技術開発	委託	375.4	502.8	605.4	472.9	280.7	2,237.2
	助成	42.0	37.3	36.8	34.3	—	150.5
Ⅲ 先進的共通基盤技術開発	委託	180.4	156.0	314.0	432.1	367.7	1,450.2
Ⅳ 動向調査等	委託	119.3	176.3	181.2	175.8	194.3	846.9
合計	—	2,701.8	2,870.1	2,815.5	2,959.4	2,861.5	14,208.2

※研究開発項目Ⅰ及びⅡでは、企業については委託（共同研究）でNEDO負担率2/3、助成でNEDO負担率1/2として実施。

目標達成に必要な要素技術

開発項目（事業目標）	要素技術	実施内容	該当テーマでの取り組み
I 新市場創造技術開発 （太陽電池）	軽量性・フレキシブル性を持つ材料・セル・モジュール・システム開発、タンデム化基盤技術（接合技術等）、設置・施工技術など	・太陽光発電の導入が期待される新市場（壁面・屋根・移動体）向けのモジュール・システム開発 ・モジュール効率30%超Ⅲ-V族太陽電池を低コスト化 ・低製造コストのペロブスカイト太陽電池を開発 ・更にタンデム太陽電池についても開発 ・建物壁面や移動体では実証（データ検証） ・多接合型太陽電池の開発（2023年度以降）	・壁面分野：BIPVやビル壁面への設置における高効率化、耐久性の向上、低コスト化、設置・施工技術等の開発 ・移動体分野：車載等の移動体へ向け超高効率太陽電池のセル開発、例コスト化技術の開発。
II 長期安定電源化技術開発 （システム）	事象事例、風洞実験、応力試験分析、太陽光システムモニタリング技術、モジュール部材分離・回収技術（ガラスの分離技術）など	・安全・廃棄物・系統接続等の現行の発電設備の課題解決を技術開発により支援 ・農地・水上・傾斜地向け安全信頼性ガイドライン ・建物設置向け安全性信頼性ガイドライン ・低コスト太陽光モジュールリサイクル技術の開発 ・系統影響緩和技術の開発と実証	・安全性・信頼性ガイドライン 特殊設置・建物設置ガイドライン策定。 ・太陽光モジュールのリサイクル技術開発 ガラスの分離技術・低コスト化へ向けた技術開発。 ・系統影響緩和技術 実証等から主力変動を制御し系統影響を緩和する技術開発。
III 先進的共通基盤技術開発	多様な特性を持つ太陽電池評価技術、気象モデルの解析技術など	・太陽光発電の信頼性を高め、確実に社会定着を実現 ・次世代電池の評価 ・日射量予測技術の開発	・次世代電池の評価技術では新たな太陽電池における評価を実施。 ・衛星から取得した気象データをもとに気象モデルの解析による日射量予測技術の開発。
IV 動向調査		・情勢変化を把握し、マネジメントに反映	・日本国内での太陽光発電の技術動向の他、モジュールのリサイクルに関する動向調査、移動体に関する動向調査、国際的な技術動向に関する動向調査を実施

研究開発のスケジュール

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
(Ⅰ) 太陽光発電の新市場創造技術開発	各市場で要求される性能を満たす要素技術開発・実証					
				多接合型太陽電池開発		
(Ⅱ) 太陽光発電の長期安定電源化技術開発	ガイドライン策定					
	信頼性評価・回復技術の開発					
	マテリアルリサイクル技術開発、実証					
	系統影響軽減2020年度FS、2021年度以降実証					
(Ⅲ) 先進的共通基盤技術の開発等	日射量予測技術の開発					
	新型太陽電池の高精度性能評価					
(Ⅳ) 動向調査	動向調査					
評価				★ 中間評価		★ 終了時評価

評価対象期間

進捗管理



事業内における主要な進捗管理方法は以下のとおり

会議名	主なメンバー	対象・目的	頻度	主催
NEDO技術推進委員会	- 外部有識者 - PMgr、PT	各研究開発項目ごとに設置し、個別の技術開発の進捗状況等について外部有識者が確認。また、事業における目標の見直しなども必要に応じて確認。 →外部有識者からの助言を踏まえ、再委託先の追加や実施項目の追加など実施計画の見直しを実施。	研究開発項目や分野ごと計9個の委員会を年に1~2回程度	NEDO
ステージゲート審査委員会	- 外部有識者 - PMgr、PT	公募要領および仕様書においてステージゲートを設けている事業にて実施。個別の技術開発の進捗状況等について中間目標の達成状況を外部有識者が確認。事業における目標の見直しや終了・延長判断などを必要に応じて行う。	公募要領および仕様書に記載されているタイミングで実施。 (2020年度開始の新市場分野では3年目に実施。)	NEDO
ガイドラインWG	- 外部有識者 - 実施者 - NEDO、METI等	コンソ内の会議を定期的に開催し、開催単位ごとに技術開発の進捗に係る重要事項を議論。	年に1~2回程度	実施者（産総研）
知財運営委員会	知財運営委員会のメンバー	研究開発の成果についての権利化・秘匿化等の方針決定や実施許諾に関する調整を行う。知財に係る進捗管理を実施。	必要に応じて実施	実施者
中間・年度末中間検査	- 実施者 - NEDO契約検査課、NEDO担当者	研究開発における進捗確認と共に導入した機械装置などの確認。また、費用計上の内訳やその正当性を確認すると共に予算執行状況についても確認。	年に2回程度	NEDO
NEDO内会議	PMgr、PT	PMgr等のNEDO内関係者で定期的にプロジェクト全体の進捗を確認し、今後の方向性を議論。	週次	NEDO

進捗管理：事前/中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応状況
1	「第6次エネルギー基本計画」によってさらなる太陽光発電システムの導入拡大スピードやカーボンニュートラルへの取り組みが求められているため、より一層の社会ニーズにマッチした対応が望まれる。	事業者や自治体等のヒアリング、経済産業省とも相談の上で、政策ニーズに合わせて項目等の追加やスケジュールの前倒し等を行った。具体的には、政策動向に合わせて基本計画の変更を行い、2023年に多接合型の太陽電池モジュールに関する追加公募を実施した他、建物設置の太陽光発電の設置・施工に関するガイドラインの追加公募を実施する等の対応を行った。
2	新モジュール開発において参加実施者が多いため、テーマによっては実施者の成果が相互にどのように反映されているか不明瞭な点もあることから、コンソーシアム内の連携と目的・目標との関係をさらに明確化できるような実施体制構築、進捗管理を期待する。	コンソーシアム内連携と目標達成との関係は、コンソーシアム内の技術推進委員会等の進捗管理にて、最終評価に向けて、研究開発責任者が目標達成に重点を置いてPDCAを素早く回せるよう進捗管理を行った。公開成果については成果報告会の他、展示会において実際のモジュールを展示する等、共有に努めた。
3	開発目標・コスト目標において、市場ニーズ、社会情勢の変化や制度変更による影響を精査し、適切な目標が設定されているかを適宜見直すことを期待する。	太陽光発電に係る動向調査を行い、世界市場動向、技術動向、支援制度について常時把握を行うとともに必要に応じて、プロジェクトの実施内容への精査や反映を行った。また、技術推進委員会等も活用し反映を行った。例えば、社会情勢の変化に伴いより重要性を増しているリサイクル分野においては、最終目標について技術推進委員会での精査の下、分離後にガラスの活用に関する項目を追加した他、タンデム技術など多接合型の太陽電池について基盤技術における最終目標の追加および追加公募を行う等の実施内容への反映を行った。

進捗管理：事前/中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
4	技術開発においては、c-Si（結晶シリコン）新型太陽電池（窓用）での製造プロセスのブレークスルー、ペロブスカイト新型太陽電池での、更なる効率向上とともに耐久性の向上が望まれる。	ビル壁面設置用のSi太陽電池に関して量産時の低コスト化に係る目標を設定した開発を継続する。Si等をベースとしたより効率が高いタンデム型太陽電池の追加開発も行うよう見直しを行った。耐久性についても実使用を考慮した開発を行う。また、ペロブスカイト太陽電池（単接合型）についてはグリーンイノベーション基金において開発を行った。
5	安全性ガイドライン、日射量予測技術、リサイクル技術など、本事業の成果を想定ユーザーが活用しやすい形で周知させていくことが望まれる。	安全性ガイドライン、日射量予測技術、リサイクル技術について「第19回再生可能エネルギー世界展示会＆フォーラム」への出展や、成果報告会等での発表による周知を行い、想定ユーザー（ガイドラインは発電事業者、日射量予測技術は発電事業者、一般送配電事業者、リサイクル技術はリサイクルガラスの事業者等）との意見交換も実施した。 特殊設置形態に関する安全性ガイドラインは2023年度に公開を行ったほか、2025年度版としてアップデートしたガイドラインを公開した。また、各ガイドラインにおいては発電事業者等の想定ユーザーへのセミナー及び動画共有サイトでの公開等を通じて周知を行った。
6	成果の国際標準化へ向け、安全性やリサイクル性などの基準がさらに強化されることで、国産製品の付加価値が相対的に向上するような取り組み、マテリアルリサイクルについては国内だけでなく海外も視野に入れ、ニーズに応じた柔軟性を持たせることが望まれる。	安全性ガイドラインについては活用に向けて経済産業省とも情報共有を図っていく。マテリアルリサイクルのテーマについてはIEAの活動等を通じて、海外の情報収集を行うとともに、実施者に共有して海外動向も留意した開発を行った。具体的にはIEA PVPSへ調査委託先と共に参加をするなどし、そうした結果を調査に関する成果報告会でプロジェクト実施者へ共有する等の対応を行った。

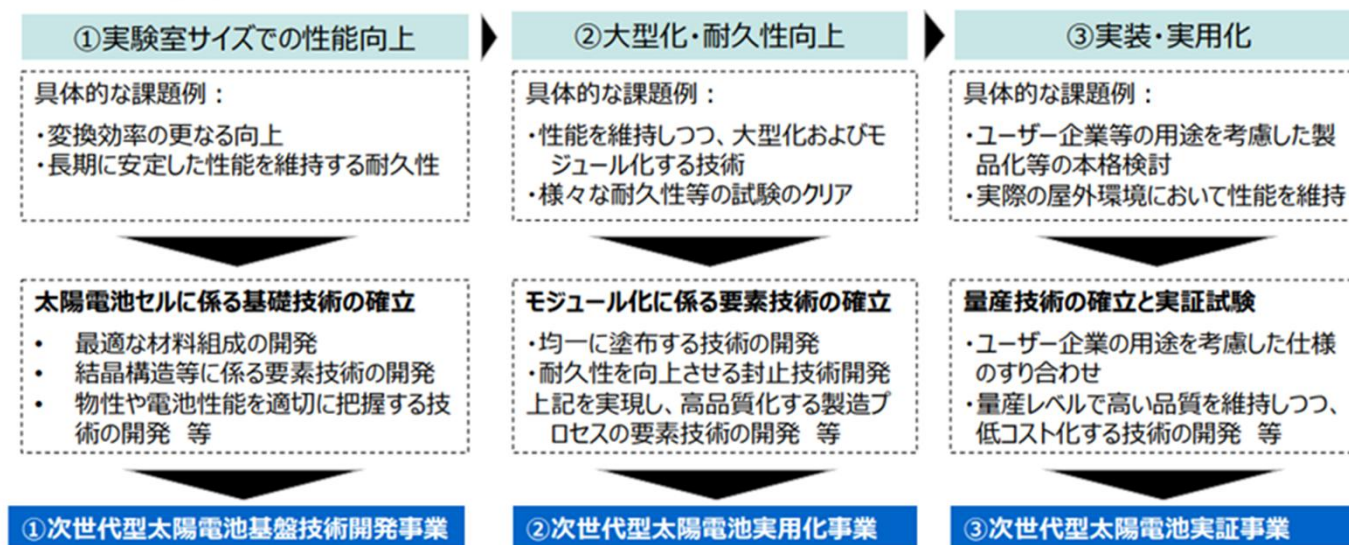
進捗管理：事前/中間評価結果への対応

	問題点・改善点・今後への提言	対応
7	ZEBへの技術適用、PV（建材一体型太陽電池）製造のスケールアップ等も含め、効率的な普及へ向け現場の状況を加味した事業化展開を検討することが期待される。	太陽光発電のビル壁面設置の実証のテーマにおいては、ゼネコン等との連携を元に市場ニーズや施工性等を踏まえたテーマの一部改変、拡充を行う。また、展示会等を通じた広報を行うとともに、適宜、市場ニーズを調査して事業者へフィードバックする。
8	FIP制度の導入、需給調整市場の見直し等、事業環境の変化に合わせ事業化の計画を適宜見直していくことが期待される。	本項目との関連が深い日射量予測や系統影響緩和の開発では、政策状況や想定ユーザー（発電事業者や一般送配電事業者）との意見交換を実施して、必要に応じて実施内容の反映を行う。
9	大量導入を実現させるために、将来の電力システムを考慮し必要な制度のあり方を太陽電池開発側から積極的に提言していくことが期待される。	現在、既存のシリコン系太陽電池の設置が難しい場所に設置できる太陽電池の開発を行い、実証を通じて発電量や課題の検証を行っていく。壁面設置に向けた施策の参考の一助となるように、経済産業省とも情報共有を行っていく。
10	自動車などの移動体用太陽電池の早期実用化を図るために、曲率半径等と低コスト化の達成目標を調整し、次世代太陽電池の段階的な普及を検討することが期待される。	NEDO事業において、過去に作成した太陽光パネル搭載自動車の走行データの分析評価や海外動向等を通じ、必要に応じて、目標値は精査する。更に移動体用太陽電池の普及を見据えて、自動車メーカーの参画も得ながら計画を進める。

進捗管理：動向・情勢変化への対応

グリーンイノベーション基金の成立と役割分担（1）

菅元総理のカーボンニュートラル宣言（2020年10月）を受けて、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援することとなった。18分野が選定され、次世代太陽光としてペロブスカイトを対象に公募を実施。



進捗管理：動向・情勢変化への対応

グリーンイノベーション基金の成立と役割分担（2）

実用化開発はペロブスカイトの製造方法毎に企業が大学等と連携し、技術開発を進める。

※積水化学、東芝、エネコートテクノロジーズ、東京大（一部）、京都大（一部）は主力電源化事業のテーマから移行。

次世代型太陽電池の開発プロジェクト

次世代型太陽電池実用化事業

事業の目的・概要

ペロブスカイト太陽電池の実用サイズモジュール（900cm² 以上）の作製技術を確認するとともに、一定条件下で発電コスト20円/kWh以下を実現する要素技術を確認するため、製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセス（例えば塗布工程、電極形成、封止工程など）の個別要素技術の確認に向けた研究開発を行う。また、これら研究開発を行う事業者の目標達成に必要なセルや材料に係る基盤技術開発を行う。

実施体制

- ① 積水化学工業株式会社、国立大学法人東京大学、学校法人立命館立命館大学
- ② 株式会社東芝、国立大学法人東京大学、学校法人立命館立命館大学
- ③ 株式会社エネコートテクノロジーズ、国立大学法人京都大学
- ④ 株式会社アイシン、国立大学法人東京大学
- ⑤ 株式会社カネカ

※太字は幹事企業である研究開発項目〔2〕の実施者
その他は研究開発項目〔1〕-Bの実施者

事業規模等

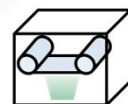
- 事業規模：約191億円
- 支援規模*：約154億円
- *インセンティブ額を含む。採択予定額であり、契約などの手続により変更の可能性あり。
- 補助率など：〔2〕 2/3補助（インセンティブ率は10%）
〔1〕-B 委託

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業イメージ

ナノレベルで均一に塗布する技術など、各製造プロセスにおける要素技術を開発



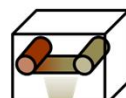
電極形成



発電層塗布



パターンニング



電極形成



ペロブスカイト
太陽電池

進捗管理：動向・情勢変化への対応

グリーンイノベーション基金の成立と役割分担（3）

基盤技術開発は産業技術総合研究所が実施し、前述の実用化開発の企業に貢献を図る。

※産総研（一部）は主力電源化事業のテーマから移行。

次世代型太陽電池の開発プロジェクト

次世代型太陽電池基盤技術開発

事業の目的・概要

ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けて、企業などが共通して利用可能な変換効率や耐久性を両立する要素技術および分析・評価にかかる技術確立するため、製造から分析・評価までを一気通貫で、実用化に取り組む企業などが共同で実施可能な研究基盤の整備および基盤技術の開発を行う。

実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業規模等

- 事業規模：約39億円
- 支援規模*：約39億円
*採択予定額であり、契約などの手続により変更の可能性あり。
- 補助率など：委託

事業イメージ

製造から分析・評価までを一気通貫かつ実用化に取り組む企業などが共同で実施可能な研究基盤整備および基盤技術を開発

1. 結晶構造などの技術開発

【技術開発要素】

- ・劣化を抑えつつ、性能を向上させる結晶構造などの要素技術開発

2. 材料組成の開発

【技術開発項目】

- ・マテリアルインフォマティクス技術などを活用した最適材料の探索

3. 分析・評価技術開発

【技術開発要素】

- ・劣化要因の分析や電池性能を測定可能とする技術などの開発

進捗管理：動向・情勢変化への対応

ペロブスカイト太陽電池の加速や政策動向からタンデム化へ向けた取り組みを追加

導入(2023年度追加公募) ※グリーンイノベーション基金事業WG (2022/11/29) 資料から抜粋

ペロブスカイト太陽電池の市場分類別の考え方

- ペロブスカイト太陽電池の市場は**目的・用途により大きく3つに大別される。**
- 軽量・フレキシブル型**については、**開発に一定の進展が見られ、エネルギー政策・産業競争力強化の観点からもよりスピーディな開発実現に向けた取組を進めることが不可欠。**また、**屋内・小型**についてもペロブスカイトの特性を活かした利用ニーズが聞かれているところ、従来太陽電池が使用されなかった**新市場への展開が期待される。**
- なお、**超高効率型**については、**高いエネルギー密度が求められる分野（交通・航空等）での利用が想定され、これらの市場ニーズに対応できるよう開発することが必要。**他方、**ペロブスカイト単体の技術開発に加え、接合技術等の様々な技術要素があることから、GI基金とは別に取り組む。**

屋内・小型

IoTデバイス等、特定用途の比較的小型な機器類に貼る太陽電池



(出典) エネコテクノロジーズ

- 短寿命の機器への用途であれば、**耐久性の課題は発電用途に比べてハードルが低く、大面積生産技術が確立されることで、小型・高付加価値といった展開が期待される。**
- ユーザー等との連携による、独自性・高付加価値を追求することが市場獲得に不可欠。**

軽量・フレキシブル型

既存の太陽電池では設置が困難な場所（壁面、耐荷重が小さい屋根等）に設置

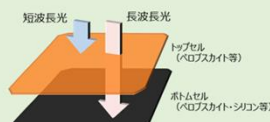


(出典) 積水化学工業

- 高い耐久性と高い歩留まりが求められることから、**量産化へのハードルは高いものの、既存の太陽電池ではアプローチできなかった場所に設置でき、太陽光の導入量の増加に寄与。**
- 量産可能な製造技術が鍵。**日本は**耐久性に関する特許でリードしており、特許化に適さない製造ノウハウの蓄積が不可欠。**

超高効率型

高いエネルギー密度が求められる分野



タンデム型太陽電池のイメージ

- 設置面積の制限などから、**高いエネルギーが求められる分野（交通・航空等）では、従来よりも超高効率なタンデム型の開発が必須。**
- 超高効率のメリットに合う価格を実現可能な低コスト化が鍵。**高い耐久性と高い歩留まりが求められることから、**量産化へのハードルは高い。**

進捗管理：成果普及への取り組み 1

■2024年度再生可能エネルギー一部成果報告会の開催

開催日時：2025年7月15日（火）～7月17日（木）
（水）会場：パシフィコ横浜 ノース4階（YouTube Liveによる配信を併用）
冒頭にて本事業に関する概要を説明。太陽光発電技術における全18テーマに関する講演を実施。成果報告会全体でオンライン出席者含めて3日間で延べ3400名を超える方々にご参加



■「第19回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム」への出展

出展会期：2025年1月29日（水）～1月31日（金）
会場：東京ビッグサイト東1・2ホール
太陽光発電事業における成果物として、実際のモジュールやリサイクルに関する展示を全10件展示。ポスターやキャプションボードなどによる事業紹介を行い、**3日間で14,735名**がブースを来訪。



進捗管理：成果普及への取り組み 2

■ PMgrによるプロジェクト紹介動画のYouTube公開

**NEDO PR Channel NEDOが支える未来の技術
『さらなる普及を目指す次世代の「太陽電池」』**

NEDOの取り組みとしてこれまで導入が難しかった場所への設置を可能にする「太陽光発電普及拡大への取り組み」、「次世代型太陽電池」として期待されるペロブスカイト太陽電池についてご紹介する動画をYouTubeにて公開。
(2025年5月29日)。



PJ紹介動画



■ 導入拡大のための信頼性・安全性ガイドラインや日射量DBの公開

太陽光発電の導入拡大および長期安定電源化へ向けNEDOホームページにて地上設置型、特殊設置形態、建物設置におけるガイドランを技術資料と共に公開。また日射量データベースを公開しており2024年度だけで310件/年のアクセス。



ガイドライン



日射量DB



進捗管理：開発促進財源投入実績（１）

事業の進捗（計画の具体化に伴う予算精査、開発成果等）に応じて、予算の再配分を実施。そのうち主な拡充は以下の通り。特に、実用化に向けた技術開発および次世代型太陽電池等の基盤技術開発等に加速を行った。※以下は主な事例。

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目Ⅰ 新市場創造 (フィルム型超軽量モジュール)	2020年	40	原子層堆積装置を導入し、ペロブスカイト多接合型太陽電池の技術開発を加速。	ペロブスカイト多接合型太陽電池の変換効率向上に繋げることができる。
	2020年	9	ペロブスカイト太陽電池の劣化原因を解析するため、インピーダンス解析装置を改造。	耐久性改善のための要因を明確にする基盤技術を確立することができる。
研究開発項目Ⅰ 新市場創造 (壁面設置太陽光発電システム)	2020年	20	屋外発電量の評価並びに推定を高精度化するため、屋外での垂直設置モジュールの発電量計測システムを導入。	中間目標のガイドライン作成の目途を得た。
	2020年	30	モジュール製造装置及び評価装置を導入し、既築向けPVモジュールの構造設計を加速。	東京大学での実証事業につなげることができた。
	2022年	5	壁面設置PVの色調制御技術開発で必要となる装置を導入。	実用化に向けた低コストプロセス開発の検討を推進することが可能となった。

進捗管理：開発促進財源投入実績（2）

事業の進捗（計画の具体化に伴う予算精査、開発成果等）に応じて、予算の再配分を実施。そのうち主な拡充は以下の通り。特に、実用化に向けた技術開発および次世代型太陽電池等の基盤技術開発等に加速を行った。※以下は主な事例。

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果・効果
研究開発項目Ⅰ 新市場創造技術開発 (多接合分野)	2023年	377	既存Si系太陽電池等の将来の置き換えと適地拡大を目指し、高変換効率と耐久性および低コストを達成可能な多接合型太陽電池の実現に資する研究開発としてCu ₂ Oトップセルを用いたモジュールの開発を実施。	トップセルとしてCu ₂ Oのミニモジュールの開発を行い、耐久性と発電効率が向上。また、タンデム化時の低コスト化へ向けた課題を整理。
	2023年	337	既存の太陽電池の変換効率を大幅に上回る多接合型太陽電池として、ペロブスカイト、シリコン太陽電池からなる三段タンデム太陽電池の高変換効率と耐久性および低コスト化の実現に資する研究開発を実施。	三段タンデム型太陽電池のミドルセルとトップセルとしてバンドギャップエネルギーが異なる2種類のペロブスカイト太陽電池と、ボトムセルとして結晶シリコン太陽電池とを用いた構造を開発し耐久性と発電効率を向上させると共に設計指針を得た。
	2023年	236	太陽電池の光透過率と変換効率のトレード・オフ解消を目指し有機薄膜太陽電池のセルおよびミニモジュールの開発を実施。	一定の可視光透過率の中でミニモジュールでの発電効率が向上。窓の代替として用いる際の耐久性について、既存の太陽電池からの置き換えを見据えて20年相当の寿命達成に向けた課題と改善策を得た。
研究開発項目Ⅱ 長期安定電源 化技術開発 (安全性信頼性)	2023年	91	今後導入拡大が見込まれる設置環境（建物壁面、屋上、屋根等）における太陽光発電設備の設置について設備自身と周辺環境の安全確保のために考慮する項目を調査し、安全に関する設計・施工のガイドラインを策定。	公開済みの「特殊な設置形態の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」に加えて、現在主流の結晶シリコン型太陽電池を中心とした従来型太陽光発電システムの建物の屋根・壁面設置に対応した「建物設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン2025年版」を策定、公開。

参考資料 1 分科会議事録及び書面による質疑応答

研究評価委員会
「太陽光発電主力電源化推進技術開発」(終了時評価) 分科会
議事録及び書面による質疑応答

日 時 : 2025 年 11 月 11 日 (火) 10 : 00 ~ 17 : 25

場 所 : NEDO 川崎本部 2301、2302、2303 会議室 (オンラインあり)

出席者 (敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	倉持 秀敏	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環領域 副領域長
分科会長代理	加藤 丈佳	名古屋大学 未来材料・システム研究所 教授
委員	佐藤 厚範	一般社団法人 再生可能エネルギー長期安定電源推進協会 代表理事
委員	西戸 雄輝	株式会社トーエネック 技術研究開発部 研究開発グループ エネルギーマネジメントチーム 研究副主査
委員	野瀬 嘉太郎	京都大学 大学院工学研究科 材料工学専攻 准教授
委員	八太 啓行	一般財団法人 電力中央研究所 グリッドイノベーション研究本部 ENIC 研究部門 研究推進マネージャー
委員	和田 一樹	株式会社竹中工務店 技術研究所 社会価値創造研究部 社会システムグループ グループ長

<推進部署>

山本 佳子	NEDO 再生可能エネルギー部 ユニット長
鈴木 敦之(PM)	NEDO 再生可能エネルギー部 主査
永田 重陽	NEDO 再生可能エネルギー部 主任
宮川 康陽	NEDO 再生可能エネルギー部 専門調査員
真壁 義正	NEDO 再生可能エネルギー部 専門調査員

<実施者>

松井 太佑	パナソニックホールディングス株式会社 課長
山本 憲治	株式会社カネカ 常務理事 所長
宇津 恒	株式会社カネカ 基幹研究員
寺下 徹	株式会社カネカ 基幹研究員
山口 浩司	一般財団法人日本気象協会 部長
久野 勇太	一般財団法人日本気象協会 技師
大関 崇	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 研究チーム長
高森 浩治	一般社団法人 構造耐力評価機構 代表理事
山下 丈晴	株式会社トクヤマ 主席

<オブザーバー>

立花 福久	経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課 課長補佐
堀 宏行	経済産業省 イノベーション・環境局 研究開発課 課長補佐

<評価事務局>

薄井 由紀	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
川原田 義幸	NEDO 事業統括部 研究評価課 主査
須永 竜也	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
有若 正彦	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
板倉 裕之	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員

議事次第

(公開セッション)

1. 開会
2. プロジェクトの説明
 - 2.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋
 - 2.2 目標及び達成状況
 - 2.3 マネジメント
 - 2.4 質疑応答

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明
 - 3.1 研究開発項目Ⅰ 新市場創造技術開発
 - (1) 壁面設置太陽光発電システム技術開発
 - (2) 移動体用太陽電池の研究開発、多接合型等を対象とした太陽電池の開発
 - 3.2 研究開発項目Ⅲ 先進的共通基盤技術開発
 - (1) 翌日及び翌々日程度先の日射量予測技術開発
 - 3.3 研究開発項目Ⅱ 長期安定電源化技術開発
 - (1) 安全性・信頼性確保技術開発
 - (2) 太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発
4. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

5. まとめ・講評
6. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、出席者紹介

- ・開会宣言（評価事務局）
- ・出席者の紹介（評価委員、評価事務局、推進部署）

【倉持分科会長】 国立環境研究所の倉持です。専門は、入所以来リサイクルに関する技術開発とその技術を実装するため、技術システムとして捉え、技術システムの設計評価というところまで研究としてやっております。対象は有機から無機と幅広く資源性のあるもの、もしくは有害性のあるもの、そういうものを回収したり除去したりするといった技術開発、そして、その技術システムの構築評価を行っております。よろしくお願いいたします。

【加藤分科会長代理】 名古屋大学の加藤です。私の専門は電力システム工学になりますが、太陽光や風力といった多くのものが入った際の系統運用、それからその予測に関して研究しています。よろしくお願いいたします。

【佐藤委員】 再生可能エネルギー長期安定電源推進協会の代表理事をしている佐藤です。この団体については、再生可能エネルギーの推進を目指し様々な課題をクリアしていくといったところで、どちらかというと事業者団体の立ち位置となります。本日は、先生方のような科学的見地はないものの、経済的なところで、事業目線からのお話ができればと思います。よろしくお願いいたします。

【西戸委員】 トーエネックの西戸です。弊社は総合設備企業ということで、配電から情報通信電気設備までやっております。私の専門は、太陽電池の劣化診断から始まり、今はマイクログリッドや需要家様のエネルギーマネジメントシステムの開発に携わっております。本日はよろしくお願いいたします。

【野瀬委員】 京都大学の野瀬と申します。私の専門は、主に太陽電池に関わる無機の材料開発であり、新しい材料を開発するだけでなく、セルにおける材料と材料の界面の反応であるとか、そういったところを専門に研究しております。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【八太委員】 電力中央研究所の八太です。私の研究分野は配電システムであり、特に太陽光発電や蓄電池EV など様々な分散型のエネルギー資源が入ってきた場合の配電システムについて研究しております。本日はよろしくお願いいたします。

【和田委員】 竹中工務店技術研究所の和田です。私のグループは、建設分野のカーボンニュートラルの中でもオペレーショナルカーボンの削減、つまり ZEB の普及に資するような技術開発、研究開発を進めております。そういった要素技術の開発から、またプロジェクトへの導入の支援ということで、設計者と一緒になりながらプロジェクトを進めていく立場にあります。そういった中で、今回実際に開発いただいている技術を適用する際のユーザー視点でのコメントができればと考えております。どうぞよろしくお願いいたします。

2. プロジェクトの説明

(1) 意義・社会実装までの道筋、目標及び達成度、マネジメント

推進部署より資料に基づき説明が行われ、その内容に対し質疑応答が行われた。

【倉持分科会長】 御説明いただきありがとうございました。

ここから質疑応答となりますが、事前に説明のあったとおり、評価項目 3 つに分けて議論を進めていきます。まずは1つ目の項目、意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋に関して、御意見、御質問等があればお受けします。それでは、野瀬委員よろしくお願いいたします。

【野瀬委員】 まず資料の16ページになります。ここで、例えばインドや欧米では国内生産の太陽電池にインセンティブを付与ということで、これは恐らくシリコンが対象となっているのだと思いますが、我が国ではシリコンを対象としていないという点はどうお考えなのか。そして、これからペロブスカイト太陽電池も国際競争が激しくなってくるので同じような状況になりかねませんが、そこに対するインセンティブなどはどのようなお考えかを教えていただきたいです。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。まず1点目です。海外ではシリコンといったものを対象としたこういったインセンティブ付与を行っているところですが、日本ではそういったところがまだされていないという点に関しては御指摘のとおりでして、日本において、こういった太陽電池産業に関して、今、中国等に非常に接近されている中において、改めて産業を立ち上げていくということに関しては、非常にそこは大きな方針転換が伴うものと考えています。そういったところに関して、もちろんそのようなお声があることは私も、それから、もちろんこういった政策等を決めている経済産業省様も重々理解いただいていると思うものの、やはりそういった周辺環境を含め、まだなかなかそこまで踏み切る段階に至れていないように思っています。また、ペロブスカイトに関しても、日本は、フィルム型などにおいてはまだ国際的にも競争力が高いものを有していると考えております。中国などにおいてはガラス型の太陽電池、それから結晶シリコンの太陽電池の上に重ね合わせるタンデム型といったものに関して、こういったシリコンの太陽電池をベースとしながら開発を加速化させていこうといった狙いがあると認識しておりますが、そういったところとしっかりすみ分けながら、日本独自の競争力を持たせていくことが必要です。とはいえ、ガラパゴス化しないようしっかりと国際的に競争力があるような形でのコストや性能達成というものを目指していくことが日本として目指しているところにあると思っています。

【倉持分科会長】 それでは、和田委員お願いします。

【和田委員】 竹中工務店の和田です。御説明ありがとうございます。アウトカム目標について伺います。20ページでも構いませんが、事前の質問でも新市場での太陽光の導入量170ギガワットの内訳等を御説明いただきました。質問としては、ギガワットという太陽光発電設備の容量で目標値を設定されていると思うのですが、これまでの太陽光発電ですと屋根面や主に水平面に近い部分で発電をしていたものが多い中、新市場である建物の壁面や常にひなたにいるわけではない移動体は、容量当たりの年間の発電量としては少なくなってしまうのではないかと思います。年間の発電量も見据えた上で、こういった発電容量として目標を設定されているのかということを確認させてください。

【鈴木 PM】 御質問いただきありがとうございます。御指摘のとおり、新市場においては垂直の設置形態や、それから設置場所といったものが今までに比べて条件的には悪くなることによりまして、いわゆる設備利用率といったものも低下してくることは懸念されているところです。一方で、そういったところの新市場に関しては、こういったところに設置がされていくのかというところでいけば、従来型の系統への接続というよりは、需要地の近くに置き、実際の需要家の下で発電し、そのまま現地で使っていくといったことが念頭に置かれるような発電のされ方になると考えております。NEDOにおきましても、例えば壁面向けといったものの設置に関しては、カネカ様に実証いただいたようなテーマにおいて、東京大学の西向きのビル面に実際太陽電池を設置し、将来的にはZEB化といったところを需要に合わせた形で発電をしていくといったことが狙えないかということも目指した取組を進めてきたところです。そういった形で、なかなか将来的な発電、実際の量といったものに関していえば、御指摘のとおり見劣りする面もあるかと思っておりますが、そこは実際の需要と合わせながら発電をしていくといったことで、対応はこの面では進めていくことになるかと思っています。

【和田委員】 ありがとうございます。需要に合わせてということで、今現在GHGプロトコルの改定でも議論されているようなアワリーマッチングであるとか、そういうのにもマッチしたような技術開発と

いうことで理解いたしました。

【倉持分科会長】 それでは、加藤委員お願いします。

【加藤分科会長代理】 名古屋大学の加藤です。御説明ありがとうございます。今のところの質問にも関連すると思いますが、事業の将来像で新市場 170 ギガワットなどという数字が出ています。これは皆様から事前質問があったと思いますけれども、その根拠となる数字というところで行くと、ハードとして太陽光の技術は開発できたものの、実際に入れようとなれば、受入れ側のほうの体制やそこでの見積りというのは非常に大事だと思います。そのあたりについて、本日は、それぞれおおよそ 20 ギガワットという説明でしたが、やや言い方が失礼かもしれませんが、どの程度の期待感を持ってといいますか、そこが楽観的になっていないかどうかなど、そのあたりを少し補足で説明いただきたいです。よろしくお願いします。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。御指摘のとおり、では実際にそれがどれくらい入っていくのかといったところに関しては、やはりシビアに見ていかなければいけない点もあると思っております。私どもにおいても、そういった導入の見通しを分析する際に、まずポテンシャルといったことでそれに該当するような用地や部分がどれくらい国内にあるのかを洗い出し、その上で、そこに対して実際どれくらい入っていきそうなのかということ、それから例えば建物であれば東西南北面がありますので、そういったところのどこに入っていくのかといったところなど、シナリオを分けながら分析なども行っているところです。ただ一方で、それが実際本当に入るのかというところは正直まだまだ課題は多いと思っており、我々としてはそういったものがしっかり入っていくことを目指すために、需要家側で課題となるような点をしっかりとニーズ確保をした上で、その解決のため不足するようなテーマは本事業の中でも取組を進めてきたところです。これからも継続的にそういった課題であるとか、あるいは需要家側が導入しやすい環境をつくっていく取組は進めていきたいと思っております。

【加藤分科会長代理】 御説明ありがとうございます。雑な言い方をしますと、技術ではないところで結構大変だと思います。そういう意味では、例えば自治体の方の協力であるとか、そういうことが多分これから必要になってくるのではないかと、ますます必要になるかと思っておりますので、後継の事業などといったところで、ぜひこれが身のある成果としてなるようにぜひ頑張っていただきたいです。よろしくお願いします。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。

【倉持分科会長】 それでは、佐藤委員お願いします。

【佐藤委員】 再生可能エネルギー長期安定電源推進協会の佐藤です。御説明ありがとうございます。皆様と同じ点ですが、やはり 170 ギガワットというところの考え方について、確かに新しい場所に、今既存のないところに追加していくという考え方もあると思います。しかし、非常にメガソーラーを含め既設のものも相当ございます。これが 20 年たって FIT 切れた後であるとか、過去のものに対してリパワリングなんかというものも進んでいくことが日本という面積の少ない国の中の 1 つの政策ではないかと私は考えております。その中で、目標としての新市場の 170 というのは 1 つの目安、目的なのだと思いますが、やはりギガワットアワーとかいうところで少し目標をつくってもいいのではないかと考えます。そういったリパワリングのところを含めた既存のものをどうしていくかといった議論は今後されていく予定があるかどうかを教えてください。

【鈴木 PM】 御質問いただきありがとうございます。御指摘のとおり、この新市場といったところ以外の部分を含め、既存の部分に対しての対応というものも当然必要になると思っております。こちらに関しては、先ほど例えば御紹介したようなタンデム型といわれる太陽電池について、今最も有望視されているのはペロブスカイトをシリコン型太陽電池の上に重ね合わせたタイプとなっておりますが、こちらに関しては、従来これまで FIT で降入ってきたようなものに比べれば、それに置き換えることによ

り変換効率でいっても2倍ぐらいの高い効率が期待されるものとなります。ですので、こういったものへの置き換えを進めていくことができれば、今現状導入されている環境を維持しつつ、かつ発電する電力量を増やしていくようなことにも資するものになるかと思っています。こちらは系統接続との問題等もありますので、一概にそれがただちに増えるものではないかもしれませんが、太陽光発電としての調整力の確保などにも貢献し得る部分だと考えており、こういったものをしっかりと導入が進んでいくべきかと思っています。また、目標の部分にギガワットでなくギガワットアワーをしっかりと盛り込んでいくべきという御指摘も重々理解しているところです。現段階でそこまで目標に取り込めているものではありませんが、今後はそういった実際の需給市場の中で、どれくらい太陽光がちゃんと使われていくの、実際に貢献しているのかというところを定量的な形で見える化を図っていくことが求められますので、今後そのあたりも含めて検討していければと思います。

【倉持分科会長】 ほかにございませんでしょうか。特になければ、時間も限られていますので次に進みたいと思いますが、私から1つだけ申し上げます。先ほど加藤委員から説明があったように、周辺部分は非常に重要と思っています。今回のプロジェクトもライフサイクルを通してその支援というのは厚く対応されていると思うものの、そういうところは引き続きうまくアウトカムの道筋チャートに入れていただければと思います。あと、標準化における戦略です。国際の話もそうですが、ここは非常に重要であり、私の関わる分野でも結構EUなどに標準化を主導されてしまう面がございます。したがって、この辺の優先順位をしっかりと考え、日本がイニシアチブを取っていくという形で資料等も作っていただけるとありがたいです。ぜひよろしくお願いします。

それでは2つ目の項目、目標及び達成状況に関する御意見、御質問をお受けいたします。いかがでしょうか。

なければ、私のほうから少し質問をいたします。まず、費用対効果の27ページですが、御説明においても費用効果が高いといった発言がありました。特にどの点について非常に費用対効果が高かったのかを1つ教えてください。それから33ページになります。ガイドラインをたくさん作っておられ、これは先ほど私が申し上げた下支えをするという点では非常に重要だと思っています。作ったのはいいですが、それが改定され、質の高いものになっていくことが普及に向けては重要かと思っています。その点に関して、どうやって質の高いところまで持っていくようにしていったのかを伺います。そして、37ページ目の右の図になります。この予測というのは、私はこの前身のプロジェクトから評価をやっておりますけれども、この計算はずっと試算されているという印象があります。これまでの評価の違いを簡単に説明いただければと思います。以上です。

【鈴木PM】 ありがとうございます。それでは、順番にお答えしていきます。初めに費用対効果の点です。こちら也大ざっぱに「高い」というような御説明の仕方になってしまい申し訳ございませんでした。こちらに関して、具体的にどういった点がというところでは、特に市場の獲得、太陽電池に関して国内の企業等が開発するものに関しては、先ほどのグリーンイノベーション基金事業なども通じて、早急に事業の立ち上げを目指しているところです。そちらとしては、早い段階で1ギガワットの生産規模を、それから2040年までに国内において20ギガワットといった量を導入していく、それが政府としても目標を示されているところです。こういったところをしっかりと導入、それから市場を獲得していくことができれば、そういった面で市場は大きいものが期待されてくるかと考えている次第です。また、33ページ目のガイドラインになります。こちらに関しては、御指摘のとおり作成して終わりというものではありません。しっかりと作成したものに関して社会に実装していき、実際に使用される方々の御意見であるとか、不足する部分が何なのか。それから新しい太陽電池の種類とか設置の形態などが次々と増えてきているため、そういったものへの対応をしっかりと進めていくということで、本事業中にも何度も改定等を行っているところです。そして、後継となる事業の中でもガイドラインの改定、そ

れから新規の作成など、特に後継事業においては、今後普及が期待されるペロブスカイトの太陽電池といったものはフィルム型のフレキシブル形状のものが想定されますから、そういったものへの対応したガイドラインの作成というものを実施いただく予定です。最後に 37 ページ目のリサイクルの関係となります。太陽光パネルの排出量予測に関して、おっしゃるとおり、これまでもこういった分析はして発表してきているところですが、こちらに関して、これまで従来あまり考慮されていなかったような例えば過積載率といったものを盛り込むことにより、実際の系統接続されている容量以上の量が設置されるようなケースも増えてきているところですので、そういった場合においてどれぐらい排出量が伸びていくのか。そうしたところについて、この中に取り込みながら分析のアップデートをさせていただいたというような状況です。

【倉持分科会長】 分かりました。そういった点も分かりやすく示していただければと思います。ほかはいかがでしょう。では、和田委員よろしくお願いします。

【和田委員】 和田です。26 ページになります。アウトカム目標の達成見込みということで、右側の課題の位置づけについて教えていただきたいのですが、この課題というのは、左側の達成見込みはあるけれども、こういったリスクがあるので達成できない可能性がありますということをおっしゃりたいのか、それともこの課題に対して今何か対応することを考えられているのか。そうした位置づけを教えてください。

【鈴木 PM】 御質問ありがとうございます。こちら、非常に分かりにくい説明になってしまい申し訳ございませんでした。こちらに関しては今言っていた前者となります。達成見込みは十分あると考えているものの、ただ、先ほど来から道筋でもお示ししているような周辺の課題等があると考えております。そういったものをしっかり対応していく必要が今後あるということで申し上げております。

【和田委員】 ありがとうございます。

【倉持分科会長】 それでは、野瀬委員お願いします。

【野瀬委員】 京都大学の野瀬です。私も倉持分科会長と同じようなところですが、まず 27 ページの費用対効果のところ、ペロブスカイトであるとか新型太陽電池の世界市場が今年の段階で 1,476 億円というのはどういう数字か。そして、先ほどの質問にも関連しますが、やはり日本はペロブスカイトの中でもフィルム型は特に優位性があるということで、今この 2040 年の 3 兆 9,480 億円のうち、その内訳というのは分かっているのか。例えばガラス封止とフィルム型でどのくらいの市場があるかというのはいかがでしょうか。

【鈴木 PM】 御質問ありがとうございます。まず、今年度時点でのペロブスカイトの市場の見方及び考えですが、少なくとも今日本においてこういったペロブスカイトの製品というものの実用化、事業化に関しては、まさに積水化学工業様などが今年にも事業化をしていく方針にあると理解しております。その他企業等の皆様方におきましても、事業化の早期化を目指していただいているところですが、まだこういった市場を取っていくところまでには至っていないのではないかと。ですので、この中には、主に中国であるとかそういった海外のものが主に占めるものと思っております。また、3 兆 9,480 億円に関しても、なかなか内訳まで承知し切れていませんが、先ほど少し触れたとおり、国、経済産業省様の示されているような戦略でも、2040 年時点で 20 ギガワットといったところもございますが、一方で先ほどありましたようなリパワリング等で入っていくようなものに関しては、非常にさらに規模としては大きくなっていく可能性はあると思っております。必ずしもこういったものの、例えば半分であるとかそういう大きい割合を占めるものまでにはなかなか至らないとは思いますが、それでもしっかりと日本としての立ち位置、規模というものは確保していく形を目指していけるかと思っています。

【野瀬委員】 ありがとうございます。もう 1 点だけよろしいですか。

【倉持分科会長】 どうぞ。

【野瀬委員】 先ほどのガイドラインの件ですが、こちらのガイドラインを公開する前後で設置状況がどのようになっているか。そうしたものを追いかける検討はされていないのでしょうか。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。本ガイドラインに関しては、また午後のセッションでも具体的に御紹介いただく予定ですが、作成したものを公表して終わりではなく、そういったものをしっかりと JPEA 様や、あるいは経済産業省様等のそういった実際の設置等の管理・監督等をされていく方々も含めて作成していくものとなります。そういった部分ともしっかり連携を取りながら発信しているものと理解しております。

【野瀬委員】 ちょっと担当が違うという理解でしょうか。

【鈴木 PM】 そうですね。

【野瀬委員】 分かりました。ありがとうございます。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。

【倉持分科会長】 ほかにいかがでしょうか。それでは、八太委員お願いします。時間が押してきていますので、すみませんが手短にお願いできればと思います。

【八太委員】 分かりました。スライド 31 から 32 のアウトプット、成果になります。こちらに要素技術開発のみならず実証も行われていると書かれており、非公開のほうでも説明があるのかもしれませんが、具体的に今どの程度の規模感、あるいは系統連系のようなところまでやられたのか、自立で太陽電池単体での実証をされたのか。その辺を少し御説明いただければと思います。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。今回実証として取り組んだのは、先ほど申し上げましたとおり、新市場向けといったところが主なターゲットですので、いわゆる系統接続するような大規模なものというよりは、その場での需要家側で使うような、現地で使うような規模感のものでの実証になっております。大きいものとしては建物への設置という形になりますので、先ほど御紹介したような東京大学様においてカネカ様に実証いただいたようなものなどが代表的なものとなります。どちらかといえば屋外の実環境下でしっかり性能が出せるというものを確認することがメインであり、実際の社会システムまでを見越したような大規模な実証まで行ったものではございません。

【八太委員】 ありがとうございます。

【倉持分科会長】 それでは、最後の項目、マネジメントに関する御意見、御質問をお願いいたします。いかがでしょうか。加藤委員よろしく申し上げます。

【加藤分科会長代理】 名古屋大学の加藤です。マネジメントになるか分かりませんが、今回のプロジェクトは非常に大きなプロジェクトで、多数の実施者がいる中、午後の発表の御説明においては主な成果が出てくると思いますけれども、いろいろと細かなところがあると思います。そういったところがどのように全体の中に寄与しているのか。これは、なかなか答えにくい質問だと思いますが、具体例でもあればよいですが、何かシナジー効果みたいなものがあつた、新しい発見に結びついたというものがあれば教えてください。あるいは、そういうことをエンカレッジするようにマネジメント側でどのようにやられたか。そのあたりも併せてお願いいたします。

【鈴木 PM】 御質問いただきありがとうございます。なかなか正直難しい面もございまして、それぞれのテーマごとに採択したテーマに関して、先ほど申し上げたような委員会の中での御意見であるとかマネジメントを行ってきたというところでは、このテーマ間での例えば連携であるとか、その全体としてのビジョン、絵姿といった面でどうかということに関しては、なかなか整理し切れていない、あるいはテーマ間連携まで十分できなかった面が正直ございます。そういった中でも、国の部分で求められているような技術開発の課題などに合致をさせながら、不足するテーマ等に関しては、先ほど申し上げたような加速等をしながら、テーマの中での重複がないようになど、そういったバランスは NEDO のほうで全体を見ながら調整してきております。

【倉持分科会長】 ありがとうございます。今の点ですが、横串を刺していただくと新たな気づきが生じるかと思うので、その辺はやっていただけるとありがたいです。そのほか、いかがでしょうか。

特にないようでしたら、私のほうから伺います。56 ページ、57 ページ、成果の普及への取組になりますが、いろいろと実績は出ているものの、そこからどのような成果を得て、どう発展させていくのか、そのような点が極めて重要と思っております。できれば、何名参加ではなく、どういう問合せがあり、どのような発展があったのか、また、ユーチューブのアクセスにしても、どういう層がアクセスしているとか等も分かればよいかと思います。そのあたりは、どのように考察されているかを教えてください。

【鈴木 PM】 ありがとうございます。おっしゃるとおりで、やっておしまいではなく、そこによってどういった効果を得られたのかというのは非常に重要かと思っています。すみません、現時点において、それらに関してお答えできる材料をなかなか持ち合わせていないところにはなりますが、例えば成果報告会に関しては、先ほど御紹介したように、今年 7 月に行ったものに関しては、パネルの展示において事業者間でのマッチングということで、太陽光のみならず広く再生可能エネルギー全般、さらには同時開催で水素であるとか、あるいはサーキュラーエコノミーといった分野のプロジェクトのイベントの成果発表会も同時開催したものであり、そういった異業種間での交流の場にもなったものと思います。数値的なものを持ち合わせておらず恐縮ですが、そういった機会創出というものは我々としても今後も続けていくとともに、そういった具体的な中身もこれからモニタリングしていければと思っています。

【倉持分科会長】 こういったイベントにおいて、アンケートなどを取ったりされないのですか。

【鈴木 PM】 アンケートも取っております。

【倉持分科会長】 そのようなデータをうまく使って、よりよい成果普及につなげていただければと思います。ほかにいかがでしょうか。すみません、私の進行が悪く、項目 1 と 2 で多く質問を受けてしまったので、最後に何かあれば、まだあと 3 分ほどお許しいただけるということです。では、西戸委員お願いします。

【西戸委員】 トーエネックの西戸です。いろいろと御報告ありがとうございました。太陽電池とか系統連系の系統側の取組などもされていますが、システム全体、太陽光発電システムとして捉えたときに、発電側のパワーコンディショナーであるとか蓄電システム、あと実際に取り付けようとすると、壁面であれば架台ですよね。そういうものが実際サブコンで設計するときにも必ず必要になっていきますが、今すぐに導入したいとなったときに、実際に壁面に置こうとすると架台がないであるとか、パネル自体も軽量なもので取り付けられるものがないなどといった状況に今あります。今、その目標の年 5 ギガワットをもっと増やしていきたいとなったときに、なかなか貢献しづらい状況にあるという認識を持っています。これは、5 年間で終わり事業としては完了していますので、今後取組を進めるに当たっても、そういうシステムとして捉え、実際導入するときには何が必要なのかをもう少し足していただけるとよいと思います。以上、コメントです。

【倉持分科会長】 ありがとうございます。今のコメントに対して何かございますか。

【鈴木 PM】 ただいま御指摘いただいたような点について、我々としてもしっかり取組を加速化させていかなければいけないと思っています。後継事業等におきましても、そういったフィルム型のような軽量なものに関しても、どのように設置をしていけばいいのかということを実際の施工方法の検証、開発をするといったテーマの採択もしております。また、先ほど少し触れたような新しいガイドラインの作成なども進めていながら、そういった面を御支援できればと思っています。ありがとうございます。

【倉持分科会長】 そのほかいかがでしょうか。特になければ、時間も 2、3 分超過しておりますので、以上

で議題2における質疑応答を終了といたします。

(非公開セッション)

3. プロジェクトの補足説明

省略

4. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

5. まとめ・講評

【和田委員】 竹中工務店の和田です。本日は長時間にわたり丁寧な御報告と活発な議論の機会をいただきまして、誠にありがとうございました。まず、NEDO 様の的確なマネジメントと各事業者の皆様による目標達成に向けた真摯な研究開発の取組を多くお聞かせいただき、深く敬意を表しております。今回、各事業においてアウトプット目標がおおむね達成されていることは確認できたと思っています。また、事業間の単純な比較は困難という御説明もございましたけれども、特許出願件数が同規模の他事業と比較して2倍程度あるという中で、積極的に知的財産化に取り組まれている様子も伺うことができたと感じています。また、NEDO 様のマネジメントに関しては、時代の変化に応じて太陽光発電の開発戦略を定期的に見直されていて、それに基づいて課題や目標を設定していることや、計画的に各種委員会、会議を通じて進捗管理を行っていることも理解できました。さらに、本プロジェクトで開発された技術の一部をGI基金等に移行して事業化を加速されていることなど、太陽光発電の主力電源化に向けて柔軟かつ戦略的な取組をされていたと評価しております。私の専門分野に関連する点では、ZEB 普及の観点からBIPVによる壁面での発電というのは重要な技術と認識しております。今回御説明いただいたBIPVの成果も、コストを含め、ZEBの普及に貢献できる成果であると感じておりますし、今後の展開にも大いに期待する次第です。一方、今後BIPVのさらなる普及に向けては、意匠設計者のニーズに応じてデザインの自由度を確保することや、お客様にとっては、ペロブスカイトの耐久性に不安を感じていますから、メンテナンスの容易性や、そういった点でも検討が必要ではないかと感じています。太陽光発電の新たな市場として、従来の水平面に設置するよりも発電量が制約される可能性がある中、設置方位によって発電時間をずらせる、調整できるという利点、つまりアワリーマッチングや動的CO₂排出係数の視点といった付加価値も含めた導入支援策の検討が今後のカーボンニュートラルへの貢献に資するものと期待いたします。本日は貴重な御報告をいただきまして、誠にありがとうございました。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。次に、八太委員よろしく願いいたします。

【八太委員】 電力中央研究所の八太です。本日は長い時間にわたり、いろいろと幅広い研究取組について報告いただきましてありがとうございました。本事業、5年間という長丁場の事業の中で適切な目標設定、それから研究マネジメントを実施いただいていたということが確認できたと思っております。そうしたところで、特に途中GI基金事業とのすみ分けや、あとは新たな項目を追加で実施しているなど、マネジメントをしっかりとされているという印象を持ちました。また追加項目、短期間の中でこの事業内でしっかり結果まで出されている点はすばらしい成果だったのではないかと思います。本事業このように多くの成果も得られておりますし、比較的順調に終わっているところ、それから後

継事業もあるということです、今後にもつながる貴重な研究プロジェクトだったのではないかと
思っているところです。一方で、事業のアウトカム目標は結構中長期的な長い目線のものになってお
りまして、最終的にはやはり太陽光発電の大量導入につながっていくような社会実装に向けたところ
が必要になってくると思います。今回は、事業の中ではどちらかというと要素技術の開発が多かった
印象ですが、今後は発電システムとしての実証面、それから具体的な製品開発につながっていくよう
なところを、もう少し今後も引き続き開発を行っていただきたいと思っておりますし、今後の研究開
発、技術開発に期待いたします。私からは以上です。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。次に、野瀬委員よろしくをお願いします。

【野瀬委員】 京都大学の野瀬です。本日は長丁場にわたりまして、いろいろ御発表いただきありがとうござ
いました。この5年間という中で、素晴らしい成果が得られているということはすごく実感できまし
て、本当に実用化に向けて道筋が見えてきたと感じております。特に、世界最高効率などを成果として
出されており、本当に世界をリードするような技術が得られていることから、ぜひ海外展開について
NEDO 様を含め積極的に考えていただければと感じております。それから、成果の普及という点は、
今年は幸い万博がありまして、その中でもペロブスカイトを中心とした太陽電池が積極的に取り上げ
られ、テレビコマーシャルなんかもよく拝見するようになりました。そうしたところで、日本全体が新
しい太陽電池において、一般社会も含めてそういった認識が広がり、開発機運が高まっていると私は
感じています。ぜひこの機運に乗りかかって実用化まで突っ走っていただけるよう NEDO 様の支援も
ぜひお願いしたいと考えております。以上です。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。次に、西戸委員よろしくをお願いします。

【西戸委員】 トーエネックの西戸です。多くの報告をいただきまして、本当に NEDO 様のマネジメントに
よって成果がしっかりと出されているのではないかとということで、本日いろいろ聴講させていただきました。
発表者の方々の熱量というの、実際に発表を聞きますと、すごい真剣に取り組んでおられた
ことを感じられて大変よい時間でした。太陽光発電システムは、モジュールの効率化もそうですけれ
ども、ペロブスカイトの要素技術もそうで、実際導入していく設備工事などを考えれば、コストをはじ
め、どうやってどこに入れようというのが大変悩むところです。こういう中長期的な目線で開発を進
めていただいて、今後、脱炭素に向けて再生可能エネルギーが増えていくのではないかと。その一端が見
られたのではないかとということで大変に期待をしております。今後、限られたマンパワーといいま
すかりソース、限られた予算の中で成果を出していくというのは大変難しいことかと感じておりますの
で、国の研究予算ももっとつけていただいて、どんどんこの研究開発が進むように皆様で押し上げて
いければよいと感じております。本日はありがとうございました。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。次に、佐藤委員よろしくをお願いします。

【佐藤委員】 一般社団法人再生可能エネルギー長期安定電源推進協会の佐藤です。長い時間にわたり御説
明と活発な議論をありがとうございました。5年間という長期にわたる目標に対し、技術としては非常
に大きく進捗していることが本日確認でき、この点は非常によかったのではないかと思います。技術
の場合、個別・単品の技術だけで普及につながるかというと、これはなかなか難しい部分もあります。
今後は各種技術を少し組み合わせるようなことも視野に、横串を NEDO 様のほうで音頭を取ってい
ただきながら進めていただければと思います。また、技術があっても最後はニーズとなります。それも
日々変化しておりますので、ある日、突然爆発的にこういったものが普及するということは十分あり
ますし、先ほど厳しい部分で、コストの部分はまだ追いつかないのではないかと御意見もありま
した。もちろん技術革新もありますが、ニーズにおいても変化していくと思いますので、そこは適宜技
術評価の見直しする前提で開発をしていただきたいです。そして、ぜひ実装化まで頑張ってもらえ
らと思います。以上です。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。次に、加藤会長代理よろしくお願いします。

【加藤分科会長代理】 名古屋大学の加藤です。本日は、皆様お疲れさまでした。段々と話す内容もなくなってくるのですが、本日御発表いただいた内容に関しては、中間評価からの指摘を受け、改善等々されながら非常にすばらしい成果が多々上がっていることを確認できましたので、大変よかったと思っております。皆様がおっしゃられたことと一緒にすけれども、この事業自身、太陽光の主力電源化というのがテーマになっており、そういう意味では、本日御紹介いただいた技術というのがもちろん主力電源化の非常に大きなパートを占めるとは思うものの、一方で既存の技術もございます。そういうものを総合していかないとなかなか主力電源化というのは難しいかと思います。そういう意味では、ここで得られた知見を、ぜひ従来の技術のほうにも反映するというのが適切か分かりませんが、そういういったところにも広げていただく。特にガイドラインや予測技術というところは、そういうところにももちろん使われる話ですし、ぜひ主力電源化に資するような形で広げていただけたらと思います。主力電源化は、そういう意味では電力供給の主力電源ということも当然ながら、先ほども言われていたように、産業を支えるという意味でも主力になっていく。そういう強い部分をここで出していくというのはありますので、ぜひそこも含め、裾野の広い産業化として伸ばしていただきたいと思います。海外に出ていくということもあると思いますが、逆に、そういうところを海外に売り込まないとか、つけ込まれないような形でぜひしっかりやっていただくということもあると思いますので、その辺もしっかり考えながら今後も進めていただければと思います。以上です。ありがとうございました。

【板倉専門調査員】 どうもありがとうございました。最後に、倉持分科会長お願いします。

【倉持分科会長】 倉持です。本日は朝 10 時から始まりまして、今はもう 17 時を過ぎているという長い時間にわたりまして、大変お疲れさまでした。先ほどから委員の方々からの的確な御講評をいただいております、私が述べることはほとんどございません。本日は、発電技術の開発から、施工、安全面でのガイドラインの作成、さらには太陽光を利用するための日照予測技術の開発、最後はリサイクル技術ということで、太陽光の発電普及に向け、NEDO が全方位的にしっかりと進めていることが分かりました。その点は高く評価したいと思っています。そして、各事業者のアウトプットも明確に達成されているということで、事業者の皆様に関しても非常に頑張っていたいただき、その点についても敬意を表したいと思っています。よい成果が多く出され、また、しっかりとしたアウトカムに向けた道筋も拝見しましたが、一方で、各委員からそれぞれの立場で今後に向けた御助言をいただいたと思います。それを踏まえ、GI 基金への展開というようなところもあるでしょうし、今後の後継プロジェクトというようなところもありますので、ぜひそれを有用に生かしていただき、よりよい成果につないでいただければ幸いです。これからの発展に期待しております。ありがとうございました。

【板倉専門調査員】 委員の皆様、御講評いただき本当にありがとうございました。それでは、ただいまの委員の皆様からの御講評を受け、推進部及び経済産業省の担当課より御挨拶をいただきたいと思います。まず、推進部の山本ユニット長からお願いいたします。

【山本ユニット長】 NEDO 再エネ部の山本です。本日は朝から長時間にわたり御審議いただきまして、誠にありがとうございました。今、御講評をいただいたとおり、本プロジェクトは大変多岐にわたっており、新市場をつくることを目指した技術開発から共通基盤となるような日射量予測、安全性、信頼性のためのガイドライン、リサイクルと多角的に取り組んでまいりました。皆様からは、成果について一定の御評価をいただいたということで、今後より一層社会実装に向け、後継事業などを含め進めてまいりたいと思いますとともに、御指摘いただきましたとおり、NEDO といたしましても、今後より調査結果なども活用しながら横串を通して進めていければと思っております。お伝えしているとおり、NEDO では今年「太陽光発電開発戦略 2025」を発表し、それを踏まえた形で改めて後継事業を進め

ております。本日いただいた御提言を踏まえ、後継事業また経済産業省様とのGI基金による次世代型太陽電池の開発とも一体となって今後の太陽光発電事業をしっかりと進めてまいりたいと思います。

本日は、貴重な御意見を多々いただきましてありがとうございました。

【板倉専門調査員】 ありがとうございました。続いて、経済産業省資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課の立花課長補佐、よろしくお願いいたします。

【立花課長補佐】 資源エネルギー庁 新エネルギー課の立花です。本日は、朝から長時間になりまして、委員の皆様、事務局の皆様にも感謝申し上げます。ありがとうございます。また、事業者の皆様からはすばらしい成果を御報告いただき、委員の先生の皆様からいただいた御指摘に対しても的確にお答えいただいたところです。そうした成果をもって様々な形で社会実装へ移っていただいているということは、委員の皆様にも御理解いただいたかと思いますので、その点はよかったと考えております。午前中の御説明の段階で鈴木PMから、政策・施策における位置づけとして、エネルギー基本計画の説明があったとおり、太陽電池というのは非常に期待されているものです。本日御報告いただいた事業者様だけでなく、ほかの事業者様も参加しております。後継プロジェクトにおいても、本日御発表いただいた方々は、後継プロジェクトでも引き続き研究を進めていただき、社会実装に進めていただくことを大変期待しているところです。我々としても、本日委員の皆様から御指摘いただいた点を踏まえ、NEDO様の皆様とも適宜打合せをしながら、太陽電池の導入に関して推進できるよう頑張っていきたいと思いますので、引き続き御協力のほど、よろしくお願いいたします。

【板倉専門調査員】 ありがとうございました。以上で議題5を終了いたします。

6. 閉会、今後の予定

配布資料

資料1	分科会委員名簿
資料2	評価項目・評価基準
資料3	プロジェクトの説明資料（公開）
資料4	プロジェクトの補足説明資料（非公開）
資料5	事業原簿（公開）
番号無し	評価コメント及び評点票
番号無し	評価スケジュール

以上

以下、分科会前に実施した書面による公開情報に関する質疑応答について記載する。

研究評価委員会

「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（終了時評価）分科会

質問・回答票（公開）

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3_P9	NEDOなので、政策の位置付けでエネルギー基本計画を重視するのは理解できるが、他の政策への貢献という説明はない。一方で、技術戦略上の位置付け（参考）には政策上重要なCEやCNに関連する記載がある。技術戦略で広く政策貢献を包含しているということか？	倉持 分科会長	ご理解のとおりです。例えば、太陽光リサイクルについては、現在、経済産業省と環境省においてリサイクルの制度化に向けた検討が始まっており、リサイクルを確実なものとするために、低コスト分離処理やマテリアルリサイクルを高度化する技術開発が求められており、これらに対応する取り組みを実施しています。
資料3_P20	アウトカム達成の道筋であるが、後発の新規技術についても、評価技術、ガイドライン、リサイクル技術等の確立が必須であり、そのような道筋は図にないように思われるが、どうか？	倉持 分科会長	例えば、ペロブスカイトに関しては、GI基金側で包括的に取り組むとともに、2025年度より開始する後継事業でリサイクル技術の研究開発を支援します。アウトカム達成の道筋には記載しきれていない内容も後継事業等を通じて支援を継続的に実施します。
資料3_P22	国際的取り組みについて、いくつか具体が記載してあるが、優先順位をどうつけて進めたのか？	倉持 分科会長	まず、NEDOが日本代表として参画するIEA PVPSを活用して国際連携拡大に向けた取り組みを推進することを最優先としました。具体的には本事業の個々の事業から派生して建材一体型太陽電池の日射熱取得率（SHGC）に関するレポート執筆（Task 15）、車載太陽電池モジュールの発電量推計方法の検討及び国際会議（PV in Motion）での議論（Task17）が本格化したことを受け、実施者の参画、派遣による活動推進を図りました。このほか、産総研が実施するラウンドロビン試験や国際標準化への取り組みなど、参画する事業者のネットワークを活用した取り組みも支援しています。
資料3_P42	コンソーシアムは産官学のような形になっているのが理想と思うが、資料5を読むとそうでないケースも多々あり、それはなぜか？	倉持 分科会長	実用化、事業化に向けたケースに関しては、ご指摘のとおり産官学のコンソーシアムが理想的です。一方で、タンデム太陽電池等、将来的に必要と想定されるが実用化には時間がかかる技術に関しては、実用化・事業化に向けた基盤技術を確立する観点で、官学のみを体制を許容しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3_P48	アウトプット達成が一部未達の事業もあるが、推進・管理側としてどうテコ入れしてきたのか？今後のマネジメントの改善につながった点はあるか？	倉持 分科会長	研究開発推進委員会の指導内容を踏まえたフィードバック会議を開催してマイルストーン／KPI管理を実施するとともに、必要に応じて実施体制の増強（例：再委託先の追加、登録研究員の増員）を行いました。
資料3_P58	広報活動が少ない事業もあるが、広報に対する支援はどうなっているのか？	倉持 分科会長	再生可能エネルギー世界展示会への出展や成果報告会の開催などNEDOが事業者に対し成果を発信する場を提供しています。また、ガイドラインのWebinar等での説明会、建築等関連学会での発表など事業者が主体的に取り組む活動も事業の一部として実施することを認めており、双方向で活動を支援しています。
資料5_P20	新市場170GWの導入形態の内訳（ビル壁面、窓、重量制約のある屋根等）は？	加藤分科 会長代理	2019年時点で太陽電池の耐久性、効率性、軽量性等が向上した場合に設置が拡大する場所としては、住宅への更なる拡大の他、水上、農地、ZEB、倉庫等の強度が弱い建物屋根、車載を想定して、2050年の推定面積に対する設置率等を仮定し、2050年で各々20-30GW、合計で約170GWを推計しました。
資料5_P20	新市場開拓のためには、建築業等の他業種との連携が必要ではないか？市場開拓の方策について、どのように考えているか？（個々の技術のアウトプットに関する質問でもある（特に移動太陽電池に関して））	加藤分科 会長代理	ご指摘のとおりです。企業が実施する委託（共同研究）、助成事業に関しては、ユーザー企業との連携を採択の重要なポイントとしています。特に、移動体向け太陽電池開発に関しては、先行するシリコン太陽電池を凌駕するための性能向上、コスト低減を重点的に取り組みました。
資料5_P20	CO2排出削減量の算定に用いた現状の電力供給におけるCO2排出原単位は？	加藤分科 会長代理	CO2排出係数0.3kg-CO2／kWhとして算出しました。
全般	上記の質問と同種の質問として、「見通しを得る」、「要素技術を開発する」などの表現が散見されるが、具体的に実用化までのスケジュール感をどのように考えているか？	加藤分科 会長代理	資料3_P20に記載のとおり2030年度頃を実用化時期としています。本事業の後継事業「太陽光発電導入拡大等技術開発事業」に参画する案件に関しては、NEDOにて実用化までのマネジメントを継続して実施します。参画しない案件に関しては、NEDOプロジェクト推進部側が実施した事業終了時の研究開発推進委員会で設定した計画を定期的にチェックする予定です。
資料5_P25 2.3.1.1 1)～5)	超軽量ペロブスカイト系における非開口部向け、開口部向けの用途区分のように、各種太陽電池の使い分けをどのように想定しているか？	加藤分科 会長代理	ペロブスカイト太陽電池については、フィルム型など軽量で柔軟な特徴を活かし、従来では設置そのものが困難であった重量制約のある屋根（工場等）や建物壁面等への設置を想定しています。また、化合物半導体やタンデム太陽電池に関しては、より高効率求められる市場（移動体、屋根／屋上など）を想定しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料5_P28 2.3.2.1 2), 4), 8)	それぞれのセミナーにはどのような業種からの参加者があったか？聴講者からの主な質疑は？	加藤分科 会長代理	聴講者は、すべての申し込みで確認はしていませんが、第1回目では発電事業者17%、機器メーカー13%、販売・施工17%、設計・施工建築関係25%でした。聴講者からは法令との関係、構造関係の質問などが主な質問でありました。また、ガイドラインについての問い合わせはNEDO、JPEA経由で問い合わせが入りますが、それら問い合わせにおいても構造設計、特に風関係の設計の質問が相対的に多いです。
資料5_P30 2.3.2.2	分解処理コスト2.7円/Wは、従来手法と比較してどの程度の改善か？大規模工場における操業において想定される課題は？	加藤分科 会長代理	従来手法は8円から12円/W(*)と報告されており、今回の手法は65%以上の改善効果があると試算されます。 課題としては、試算の根拠となる工場を構成する設備の大半はPVパネル分解用に開発されたものではなく、他の業種および用途の流用であり、今回その安定稼働に係るロバスト性の確認は一部の設備にとどまっています。したがって大規模工場にて操業される際には、全ての設備に対する確認が必要と考えています。 (*)中央環境審議会循環型社会部会太陽光発電設備リサイクル制度小委員会・産業構造審議会イノベーション・環境分科会資源循環経済小委員会太陽光発電設備リサイクルワーキンググループ 合同会議（第3回）
資料5_P31 2.3.3.2 2)	短期予測はどのような目的で誰がどのように利用することを想定しているか？特に、個々の発電事業者への予測情報の提供方法はどのように行う想定か？	加藤分科 会長代理	日射量の短期予測は、インバランスリスクの低減を目的として、太陽光発電事業者や太陽光発電を取り扱う小売電気事業者による日々の発電計画や電力の調達計画の作成に利用されたり、調整力の効率的な確保等を目的として、一般送配電事業者による調整力調達量の算出に利用されたりします。 また、個々の発電事業者様への予測情報の提供は、日本気象協会からの予測情報のオンライン配信（例：APIサービスなど）によって実施する想定です。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料5_P32 2.3.4.2 1)	海外の動向は？海外と比較して、今回の開発技術の得失は？	加藤分科 会長代理	欧州では、リサイクルによる資源循環をサプライチェーンの一部と位置づけ、ガラスや金属、ポリマーの回収率を個別に設定した技術開発を実施しており、回収したガラスやシリコンを使って太陽電池を製造するリサイクルも目指しています。また、米国や中国、豪州も、シリコンセルからの金属の分離回収を手掛け、太陽電池向けリサイクルも視野に入れており、中国では既に回収シリコンの太陽電池利用を始めています。 一方で、日本はガラス分離（構造分解・デラミネーション）の技術が多様で、回収したガラスの用途も様々な可能性が検討されています。ガラス分離後の残存物は、ポリマー分離を行っている企業が一部あるものの、主流はそのまま非鉄金属事業者へ送られており、自発的な金属回収には至っていないのが現状です。今回の技術開発ではここまで踏み込んでいませんので、本事業の後継事業等を通じて、さらなるリサイクルの高度化を目指します。
資料5_P32 2.3.4.2 2)	ライフサイクルの各段階（ただし、発電時の火力代替による排出削減を除く）におけるCO2排出の内訳は？	加藤分科 会長代理	本調査では、太陽電池モジュールリサイクル技術（モジュール分解技術）に焦点をあて、開発技術によるリサイクル工程に関するCO2排出量等の評価を行っています。（太陽電池モジュールのライフサイクルや、発電によるCO2排出削減量等を対象とするものではありません） 開発技術を用いて太陽電池モジュール構造を分解し構成材料の回収する工程に伴うCO2排出量等と、それらの構成材料を通常の工程により製造することに伴うCO2排出量等の比較を行っています。
資料5_P34 2.3.4.2 1)	各種法令等の内容を把握・整理した結果をどのように社会還元するのか？（誰がどのような目的で利用する情報として整理されているのか？）	加藤分科 会長代理	NEDOが実施した調査事業については、セミナー形式のイベント（成果報告会）や報告のウェブ公開サービス（成果報告データベース）等を通じて社会に情報発信を行っています。ご質問のあった調査事業「太陽光発電の社会実装に係る法令等の把握・整理」については、上記の情報発信に加え、本事業の後継事業「太陽光発電導入拡大等技術開発事業」やグリーンイノベーション基金事業のマネジメントにも活用しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料5 P47,P48	壁面設置タンデム太陽電池モジュールの構造最適化と屋外性能評価技術の開発(新潟大学); 40年使用の前提条件として、どのような暴露試験等を実施しているのか、設置する建物のメンテナンス方法は考慮されているのか、ご教示いただけますでしょうか。	佐藤委員	新潟大学で作製したタンデムモジュールの屋外曝露試験はコンソーシアム内の青山学院大学の建屋屋上で実施しました。日射量は照度計で、モジュール温度は温度センサで測定しました。太陽電池特性は2分毎にデータを取得し、制御用パソコンに保存しました。データ取得時以外は、MPPTを模擬するため、100Ωの抵抗を接続した状態を維持しました。設置する建物のメンテナンス方法そのものは検討していませんが、外観変化しないことが前提であり、封止材の変色や剥離等の外観変化が生じないことや防汚コートの有効性は、屋内加速試験（高温高湿試験、温度サイクル試験、光照射試験）で確認しています。
資料5 P51,P52	壁面設置太陽発電システムの生涯発電量最大化技術の研究開発(青山学院); 実用化に向け建物壁面の意匠性については今後具体的な取り組み方針は検討されていますでしょうか。	佐藤委員	本プロジェクトで得られた結果を参考に、青山学院大学でタンデム太陽電池の試作および信頼性評価を進めていく方針です。その中で意匠性を意識した構造にも展開できればと考えています。
資料5 P53,P54	壁面設置太陽電池モジュール(非開口部、開口部)の開発(産総研); 実用化に向けて壁面非開口部へ建材一体型太陽電池設置後の建物側のメンテナンス方法は検討されていますでしょうか。	佐藤委員	非開口部向け建材一体型太陽電池の設置後のメンテナンス法は、本事業の範囲では具体的検討は出来ていませんが、汚れは通常のビル壁面と同様に清掃する、発電特性についてはドローンによるEL撮像等で不具合検出を行う、等が考えられます。 一方、太陽光発電システムの安全性の担保を大前提として発電コストを抑制する観点で、メンテナンスを含めた保守・点検方法の検討が必要であると認識しており、後継事業で上記技術の研究開発、実用化等に取り組んで参ります。
資料3_P6(2)	海外では「直流送電技術の開発が盛んである」という背景に対して、本事業ではどのようにアプローチしておりますでしょうか。	西戸委員	本事業では直流送電技術には取り組んでいませんが、NEDO全体としては「多用途多端子直流送電システムの基盤技術開発」（2020年度～2025年度）等の関連事業を実施しています。なお、本事業においては、移動体、ロールスクリーンなど個別の用途での直流給電は検討しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料5_P20	アウトカム目標の設定根拠について明示していただきたい。（累積導入量、CO2排出量、リサイクル処理量）特に、新市場170GWの内訳はどのようになっていますでしょうか？また、CO2排出量は導入量とリサイクルの効果から自動的に算出されるのでしょうか？リサイクルによる埋め立て削減量約510万トン、は、2050年までにという意味でしょうか？	野瀬委員	2019年時点で太陽電池の耐久性、効率性、軽量性等が向上した場合に設置が拡大する場所としては、住宅への更なる拡大の他、水上、農地、ZEB、倉庫等の強度が弱い建物屋根、車載を想定して、2050年の推定面積に対する設置率等を仮定し、2050年で各々20-30GW、合計で約170GWを推計しました。リサイクルについては太陽電池の寿命次第のため、明確に期限は定めていませんが、おおむね2050年までには2020年までに導入された量がすべて廃棄に回ると考えています。
資料5_P48	シリコン封止材を用いた真空ラミネータによるモジュール化は、壁面設置用に開発されたものと考えてよいのでしょうか？また、特許出願がないようですが、この技術について特許性はないのでしょうか？	野瀬委員	本研究で開発したモジュールは建物壁面の建材として使用できるように、2枚の強化ガラスで封止しています。もちろん、他の用途にも転用できますが、壁面設置用に開発しています。また、シリコン封止材は協力機関の信越化学工業から提供されたものであり、本プロジェクト開始前も含め材料特許として同社から出願され、既に特許として登録されています（特許6540560号、特許6512113号、特許6589701号、特許7637646号）。材料開発そのものには関わっていませんが、同社の特許により本テーマで開発した内容も十分に保護されていると判断しています。
資料5 P51,P52	色調均一というアウトプット目標に対する成果はどのあたりになりますでしょうか？一方で、劣化挙動予測モデルの構築は産業的にも学術的にも意義深いものと考えます。このモデル構築の成果は、「寿命40年以上を達成する要素技術開発」という目標に対して一定の貢献があるように思われますが、いかがでしょうか。また、具体的にどのような形で貢献し得るとお考えでしょうか。	野瀬委員	色調均一は、本コンソーシアム全体の共通構造として開発に取り組みました屈折率変化が少ないSiNx膜を光入射面側に有した太陽電池構造による効果を想定しています。本テーマでは、本構造で出力が最大化するタンデム太陽電池設計をしました。劣化挙動予測モデルについては、寿命40年以上を見据えるうえで、重要な要素技術になるものと考えています。今回は数値解析によって得られたデータを基に、25年間の挙動を1年程度の特性変化から予測しました。しかし、実測データを用いた場合の検証は必要不可欠であると考えています。また、現状では劣化率の少ない太陽電池に対する劣化挙動予測精度があまり高くありません。これら課題を解決することで、短期間の特性劣化挙動の観察で40年間の劣化挙動を推定する手法に展開していくことができるかと期待しています。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料5_P58	今後の普及が期待される壁面設置型PVに特化したガイドラインの策定は、実用的な観点から極めて重要であるとともに、日本の国際的プレゼンス向上にも大きく貢献していると考えます。 その一方で、この取り組みを国内のみならず海外にも効果的に浸透させるためには、どのような方策が有効とお考えでしょうか。従来のセミナー等による情報発信のみでは、十分とは言い難い面もあるように思われます。	野瀬委員	本ガイドラインは、国内のBIPV普及促進を目的として作成したもので、国内のPV系業界と建築系業界の対話促進のために双方がお互いのノウハウを開示しています。国際的な取り組みとしては、BIPVの世界的な普及促進を目指した技術論議を推進してをいるIEA PVPS Task15の枠組みで、日本版ガイドラインを例示した上で、海外主要国からも情報提供してもらうことができれば、国際的なガイドライン編集プロジェクトに繋がられる可能性があります。
資料5 P59,60	10cm角ミニモジュールの変換効率向上、および実用化に向けた大面積化に対して塗布技術の向上が鍵になると考えますが、既存技術の発展で対応可能でしょうか。それとも、新たな技術開発が必要になるとお考えでしょうか。現時点での見通しをお聞かせください。	野瀬委員	タンデムセルに関しては、トップセルはシングルセルと近い材料組成であるため、既存技術の発展で対応可能と考えています。一方、ボトムセルは製造時に酸素に触れると劣化するという性質があるため、量産に向けては低コストでこの問題を解決可能なプロセス技術を構築する必要があると考えています。 シングルセルに関しては、技術的には既存技術の発展で大面積化が可能と考えていますが、塗布～乾燥の面内均一性が重要であり、量産設備の設計が非常に重要であると考えています。
全体	タンデム太陽電池の開発においては、トップセルのペロブスカイト材料のワイドギャップ化が重要な課題になっているかと思えます。複数の機関で開発が進められてきましたが、ボトムセルの種類によって特性制御の方針が異なる一方で、安定性など共通の課題も多いように感じます。こうした状況の中で、全体としてどのようにマネジメントを進めてこられたのでしょうか。	野瀬委員	ボトムセルとの界面制御を含む変換効率向上と耐久性・安定性をコンカレントに向上させる必要があるところ、本事業の期間内においては、ペロブスカイト・トップセルに共通の課題（Vocロスの低減、電流密度の向上、セグリゲーションの抑制など）の解決に向けた研究開発に取り組む実施計画を作成し、研究開発推進委員会等を通じてマネジメントを行いました。
資料3_P20	「アウトカム達成までの道筋」において、プロジェクト終了から実用化までの間での後継事業や企業による自社開発の具体的な計画や見込みはあるのでしょうか？	八太委員	本事業の後継事業（太陽光発電導入拡大等技術開発事業）の採択審査において、実用化や事業化の計画を重要なポイントとしています。採択されたテーマにおいても進捗確認の委員会等を通じて、実用化等の目標に向けて研究開発がされていくようフォローアップを実施する予定です。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3_P35	「研究開発項目Ⅲ」の成果において、燃料削減効果の予測精度とは、どのような定義なのかが分かりませんでした。車載PVの発電量予測精度とは異なるのでしょうか？車両の走行条件などを考慮した予測なののでしょうか？	八太委員	元々の事業目標は発電量のみでしたが、燃料削減効果も重要であるといった認識から、①発電量→②燃料削減効果→③実際に削減された燃料の算定といった因果関係から、③の算定制度という目標に自主的に目標を上げて研究開発を行いました。つまり、①の誤差に加え、①→②の算定誤差、②→③の算定誤差を加えて、より高いゴールとなる燃料削減量算定の精度を満たす目標としました。ただし、①→②は蓄電池やエネルギーマネジメント、チャージコントローラ特性、②→③は内燃機関およびその制御特性に依存するため、①→②、および②→③の計測誤差やモデル誤差は考慮せず、あくまで、100%精度で算定に必要な定数が計測されるといった前提で誤差を定量評価しました。
資料3_P58,P59	進捗管理に関して、予算の追加により加速を行った項目のみが記載されていますが、精査の結果、予算の削減（減速）をした項目はなかったのでしょうか？	八太委員	中間評価を踏まえたステージゲート審査により、継続不可の措置や実施内容の縮減も実施しています。
資料3_P20	新市場向けの太陽電池は垂直面の壁面設置やシースルー型など、電池面積あたりの年間発電量が少なく、導入の費用対効果が得られにくくなると考えられます。国としてアウトカム目標を達成するための支援策などは検討されていますでしょうか。	和田委員	本事業で開発した新市場向け太陽電池については、昨年11月に経済産業省が発表した「次世代型太陽電池戦略」に重なるものと考えています。その中でペロブスカイト太陽電池を中心として、強靱なサプライチェーン構築に向けた投資支援や需要家向け導入補助、国際標準化の検討、設置施工に関するガイドラインの策定、適切な廃棄・リサイクルの検討などに取り組む予定です。
資料3_P21	知的財産のオープン・クローズ戦略において、「太陽電池の製造や検査技術については、ノウハウとして秘匿」とありますが、他社が権利化してしまい、公的資金を投入して開発したものが使えなくリスクはないのでしょうか。	和田委員	ノウハウとすることで、他社に権利化されてしまうリスクは生じますが、例えば太陽電池の製造時の装置稼働条件など秘匿化しやすい領域に絞ってノウハウにする方針で各事業者で検討されています。また、委託事業においては、事業者内での知財管理のため合意書を作成するとともに、知財運営委員会において権利化について関係者での議論のうえで進めています。
資料3_P25	アウトカム目標として、2050年に新市場の太陽光発電累積導入量約170GWを設定していますが、重量制約のある屋根、壁面、移動体など、開発対象とされている分野毎の内訳を教えてください。	和田委員	2019年時点で太陽電池の耐久性、効率性、軽量性等が向上した場合に設置が拡大する場所としては、住宅への更なる拡大の他、水上、農地、ZEB、倉庫等の強度が弱い建物屋根、車載を想定して、2050年の推定面積に対する設置率等を仮定し、2050年で各々20-30GW、合計で約170GWを推計しました。

資料番号・ ご質問箇所	質問	委員名	回答
資料3_P25	リサイクルによる埋め立て処理量の削減のアウトカム目標の根拠として、全ての埋立が回避されるとしています。各メーカーから発売している多くの太陽電池を対象としたリサイクル技術を開発したと考えてよろしいでしょうか。	和田委員	例えば、トクヤマが開発している低温熱分解法による処理において、様々なメーカーが販売する結晶シリコン太陽電池に対応できることを確認しています。ただし、両面受光型、建材一体型など、高度なリサイクル処理が難しいタイプも存在すること、大型化やタンデム化など太陽電池自体も多様化が進むことから、対応する太陽電池の種類を増やすため継続的なリサイクル技術の開発は必要と考えています。
資料3_P39	特許出願及び論文発表の成果件数・実績について、他事業と比較して助成金当たりの件数はどのような状況でしょうか。	和田委員	ご承知のとおり、本事業においてはNEDO支援額142.1億円で特許出願196件の成果となっています。実施者の知財戦略が同じとは限らず、単純な比較が適切でない可能性はありますが、同等の事業期間、事業規模で3桁の特許出願件数のプロジェクトは見当たりませんでした。 例えば、以下を参照してください。 (https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/ZZBF_100731.html#shuryo)
資料3_P58	事業の進捗（計画の具体化に伴う予算精査、開発成果等）に応じ、予算再配分を実施とありますが、再配分する候補や優先順位は具体的にどのように決定されたのでしょうか。	和田委員	年に1～2回程度開催する技術推進委員会を通じて進捗状況を確認する際に、予算増額を希望するテーマについてはその必要性や妥当性を審議した上で再配分を実施しました。また、中間評価結果や経済産業省との議論を踏まえ、テーマの拡充すべきテーマを選定し、追加の公募を実施しました。

参考資料 2 評価の実施方法

NEDO における技術評価について

1. NEDO における技術評価の位置付けについて

NEDO の研究開発の評価は、プロジェクト/制度の実施時期毎に事前評価、中間評価、終了時評価及び追跡評価が行われ、研究開発のマネジメントにおける PDCA サイクル（図 1）の一角と位置づけられています。さらに情勢変化の激しい今日においては、OODA ループを構築し、評価結果を計画や資源配分へ適時反映させることが必要です。

評価結果は、被評価プロジェクト/制度等の資源配分、事業計画等に適切に反映させることにより、事業の加速化、縮小、中止、見直し等を的確に実施し、技術開発内容やマネジメント等の改善、見直しを的確に行っていきます。

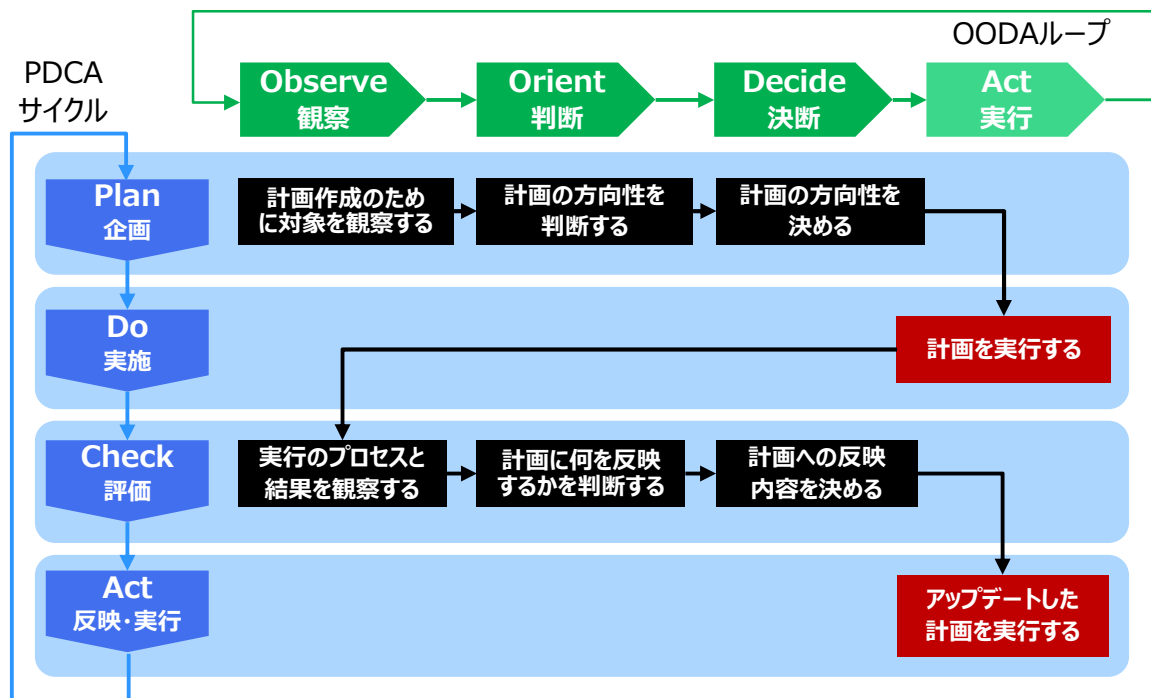


図 1 研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

2. 技術評価の目的

NEDO では、次の 3 つの目的のために技術評価を実施しています。

- (1) 業務の高度化等の自己改革を促進する。
- (2) 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む。
- (3) 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する。

3. 技術評価の共通原則

技術評価の実施に当たっては、次の 5 つの共通原則に従って行います。

- (1) 評価の透明性を確保するため、評価結果のみならず評価方法及び評価結果の反映状況を可能な限り被評価者及び社会に公表する。なお、評価結果については可能な限り計量的な指標で示すものとする。
- (2) 評価の明示性を確保するため、可能な限り被評価者と評価者の討議を奨励する。
- (3) 評価の実効性を確保するため、資源配分及び自己改革に反映しやすい評価方法を採用する。
- (4) 評価の中立性を確保するため、可能な限り外部評価又は第三者評価のいずれかによって行う。
- (5) 評価の効率性を確保するため、研究開発等の必要な書類の整備及び不必要な評価作業の重複の排除等に務める。

4. プロジェクト評価/制度評価の実施体制

プロジェクト評価/制度評価については、図2に示す実施体制で評価を実施しています。

- (1) 研究開発プロジェクト/制度の技術評価を統括する研究評価委員会を、NEDO内に設置。
- (2) 評価対象プロジェクト/制度毎に当該技術の外部の専門家、有識者等からなる分科会を研究評価委員会の下に設置。
- (3) 同分科会にて評価対象プロジェクト/制度の技術評価を行い、評価（案）を取りまとめる。
- (4) 研究評価委員会の上を承を得て評価が確定され、理事長に報告。

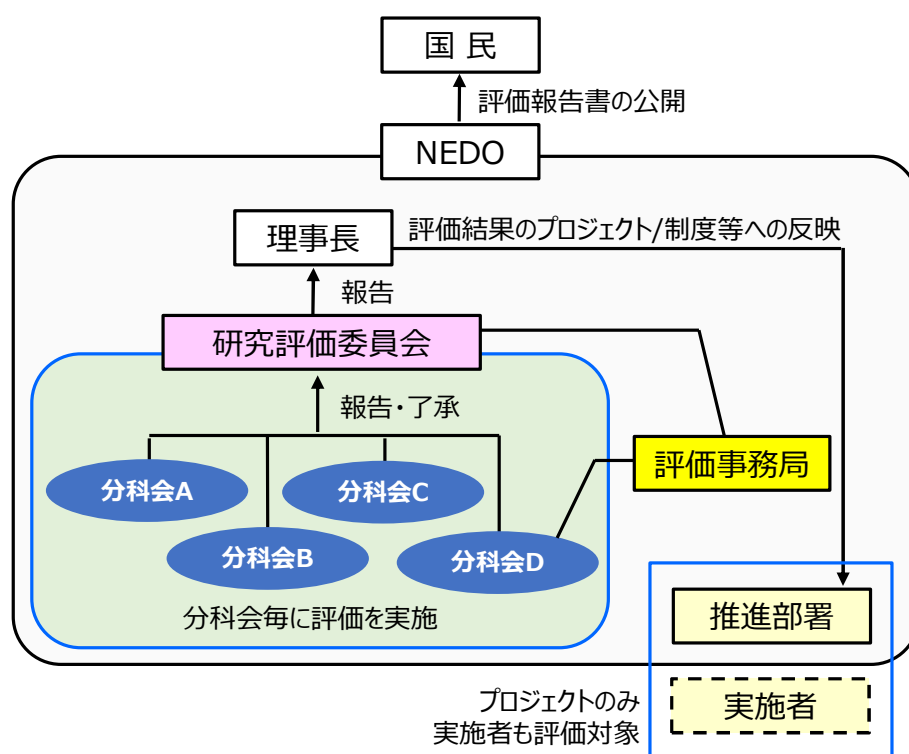


図2 評価の実施体制

5. 評価手順

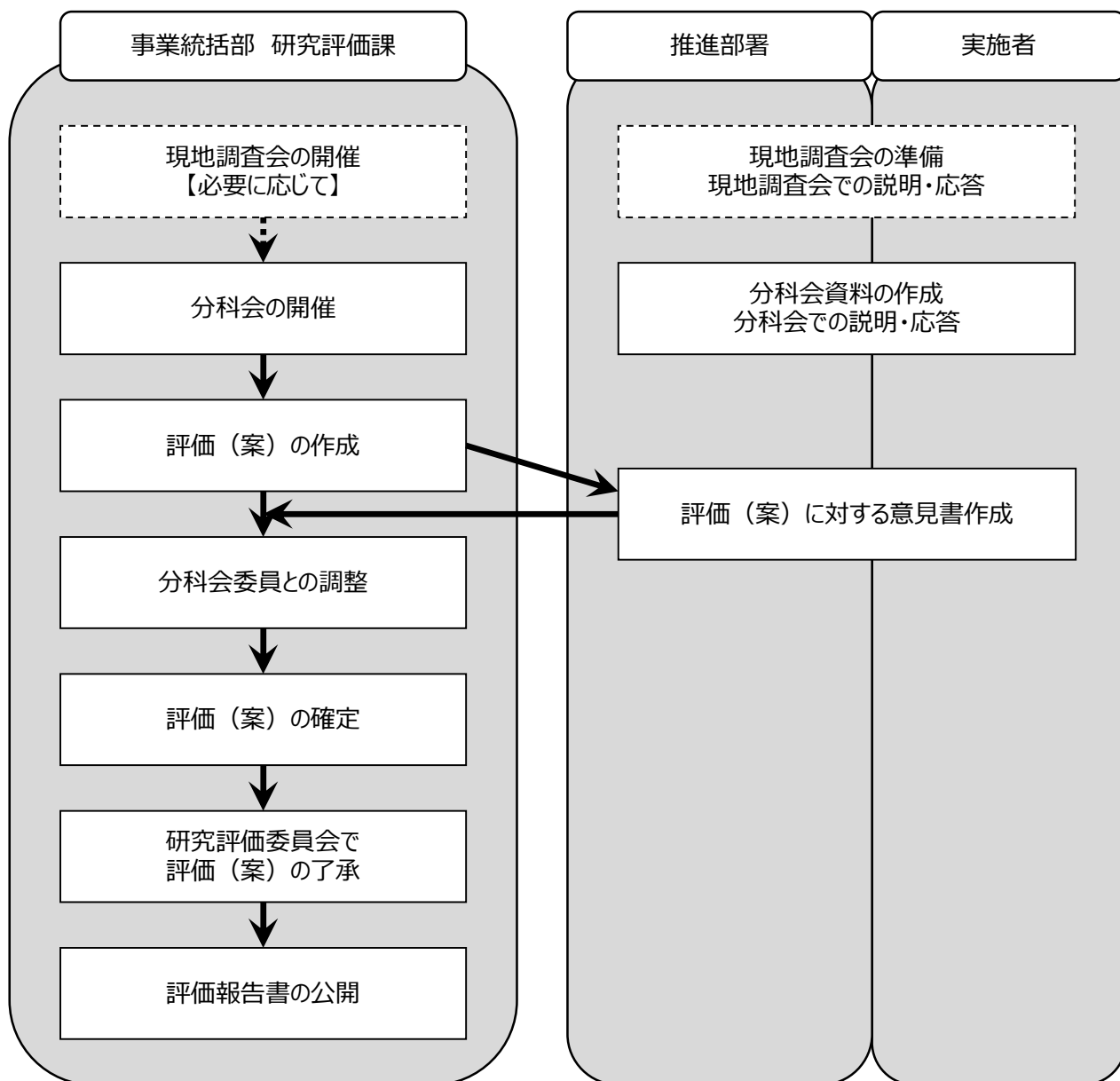


図3 評価作業フロー

研究評価委員会
「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（終了時評価）分科会に係る
評価項目・評価基準

1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

(1) アウトカム達成までの道筋

- ・「アウトカム達成までの道筋」※の見直しの工程において、外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を考慮したか。

※ 「アウトカム達成までの道筋」を示す上で考慮すべき事項

- ・将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、安全性基準の作成、規制緩和、実証、標準化、規制の認証・承認、国際連携、広報など、必要な取組が網羅されていること。
- ・官民の役割分担を含め、誰が何をどのように実施するのか、時間軸も含めて明確であること。
- ・本事業終了後の自立化を見据えていること。
- ・幅広いステークホルダーに情報発信するための具体的な取組が行われていること。

(2) 知的財産・標準化戦略

- ・オープン・クローズ戦略は、実用化・事業化を見据えた上で、研究データも含めた上で、クローズ領域とオープン領域が適切に設定されており、外部環境の変化等を踏まえてもなお、妥当であったか。
- ・本事業の参加者間での知的財産の取扱い（知的財産の帰属及び実施許諾、体制変更への対応、事業終了後の権利・義務等）や市場展開が見込まれる国での権利化の考え方は、オープン・クローズ戦略及び標準化戦略に整合し、研究開発成果の事業化に資する適切なものであったか。
- ・標準化戦略は、事業化段階や外部環境の変化に応じて、最適な手法・視点（デジュール、フォーラム、デファクト）で取り組んでいたか。
- ・国際標準の制定の計画において、制定までの役割分担が示されていたか。

2. 目標及び達成状況

(1) アウトカム目標及び達成見込み

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトカム指標・目標値を適切に※見直していたか。
- ・アウトカム目標の達成の見込みはあったか（見込めない場合は原因と今後の見通しは妥当であったか）。

※ アウトカム目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・本事業が目指す将来像（ビジョン・目標）と関係のあるアウトカム指標・目標値（市場規模・シェア、エネルギー・CO₂削減量など）及びその達成時期が適切に設定されていること。
- ・アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果が優れていること。
- ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標が設定されていること。

(2) アウトプット目標及び達成状況

- ・外部環境の変化及び当該研究開発により見込まれる社会的影響等を踏まえてアウトプット指標・目標値を適切に※見直していたか。
- ・最終目標は達成しているか。未達成の場合の根本原因分析や今後の見通しの説明は適切だったか。
- ・副次的成果や波及効果等の成果で評価できるものがあったか。
- ・オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画を踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていたか。

※ アウトプット目標を設定する上で考慮すべき事項

- ・アウトカム達成のために必要なアウトプット指標・目標値及びその達成時期が設定されていること。
- ・技術的優位性、経済的優位性を確保できるアウトプット指標・目標値が設定されていること。
- ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当であること。
- ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL※の併用）により設定されていること。

※TRL：技術成熟度レベル（Technology Readiness Levels）の略。

3. マネジメント

(1) 実施体制

- ・実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮したか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能していたか。
- ・実施者間での連携、成果のユーザーによる関与など、実用化・事業化を目指した体制となっていたか。
- ・個別事業の採択プロセス（公募の周知方法、交付条件・対象者、採択審査の体制等）は適切であったか。
- ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等は、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものであったか。また、研究者による適切な情報開示やその所属機関における管理体制整備といった研究の健全性・公正性（研究インテグリティ）の確保に係る取組をしたか。

(2) 研究開発計画

- ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発は網羅され、要素技術間で連携が取れており、スケジュールは適切に計画されていたか。
- ・研究開発の進捗を管理する手法は適切であったか（WBS^{※1}等）。進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応していたか。

※1 WBS：作業分解構造(Work Breakdown Structure)の略。

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）事業統括部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 事業統括部 研究評価課

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。
(https://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー
TEL 044-520-5160