「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」

終了時評価報告書

２０２６年３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 3 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。

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」

終了時評価報告書

２０２６年３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　1-13

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、「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」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「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）分科会において評価報告書案を策定し、第 82 回研究評価委員会（2026 年 3 月 17 日）に諮り、確定されたものである。

2026 年 3 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 12 月 3 日）

公開セッション

１．開会

２．プロジェクトの説明・詳細説明

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 82 回研究評価委員会（2026 年 3 月 17 日）

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」

（終了時評価）

分科会委員名簿

（2025 年 12 月現在）

	氏名	所属、役職
分科会長	たかはし　けんじ 髙橋　憲司	金沢大学 理工研究域 生命理工学系 教授（リサーチプロフェッサー）
分科会長代理	ふなはし　りゅうのすけ 舟橋 龍之介	株式会社三菱総合研究所 ビジネスコンサルティング本部 プロジェクトリーダー
委員	おかひさ　ようこ 岡久　陽子	京都工芸繊維大学 繊維学系　准教授
	きたおか　たくや 北岡　卓也	九州大学 大学院農学研究院 環境農学部門 副学長（教育関係担当）／教授
	たかはし　ゆうじ 髙橋　祐次	国立医薬品食品衛生研究所 安全性生物試験研究センター 毒性部 動物管理室　室長
	やまさき　ともお 山崎　智雄	株式会社エックス都市研究所 取締役／サステイナビリティ・デザイン部門長

敬称略、五十音順

研究評価委員会委員名簿

（2026 年 3 月現在）

	氏　名	所属、役職
委員長	木野（きの）　邦器（くにき）	早稲田大学　理工学術院　教授
委員	浅野（あさの）　浩志（ひろし）	東海国立大学機構　岐阜大学　特任教授
	稲葉（いなば）　稔（みのる）	同志社大学　理工学部　教授
	五内川（ごないかわ）　拡史（ひろし）	株式会社ユニファイ・リサーチ　代表取締役社長
	鈴木（すずき）　潤（じゅん）	政策研究大学院大学　政策研究科　教授
	原田（はらだ）　文代（ふみよ）	株式会社日本政策投資銀行　常務執行役員
	松井（まつい）　俊浩（としひろ）	東京情報デザイン専門職大学　情報デザイン学部　教授
	松本（まつもと）　真由美（まゆみ）	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
	吉本（よしもと）　陽子（ようこ）	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、脱炭素社会の構築という我が国の国家的目標に沿ってアウトカムが適切に設定されており、セルロースナノファイバー（CNF）の技術的課題克服に向けた取り組みを着実に進展させ、多くの成果をあげた点は高く評価できる。

アウトカム達成までの道筋については、NEDO のイニシアチブによるロジックモデルを導入したことでその道筋が明確となった。参画企業の役割も明確に示されており、幅広いステークホルダーを取り込むための努力も見られた。また、CNF の安全性評価や広報など、アウトカムの達成に向けて必要な取組も網羅され、事業終了後の自立化を見据えたロードマップも提示されており、持続可能性への配慮が感じられた。

オープン・クローズ戦略については、非競争領域である安全性評価や環境（LCA※）評価は積極的な情報発信を行い、一方で製造方法などのノウハウは秘匿するなど、適切に策定・実行されていた。各事業者の製品拡販には海外市場の取り込みも重要となる中、安全性評価書の海外版作成に取り組んだことも評価できる。

一方で、アウトカム目標は、その実現のためにバックキャストして、どのようなアウトプットを目指すのか、アセット・インプットが必要か、という考え方が要求されるが、そのような考え方で事業を進めている姿が十分ではなかった。CNF を普及させようとするならば、最終製品を使用する消費者をより意識したロジックモデルの検討などを行い、さらに多くの社会的インパクトがアウトカムに望まれる。

今後は、オープン・クローズ戦略の範囲を再検討し、本事業内の企業間でもう一段階踏み込んだ技術・情報共有が進めば、成果のさらなる拡大が期待できる。国際標準化機関への提案や業界団体との協調を強化し、国際競争力を高めるとともに、標準化戦略にもより積極的に取り組んでいただきたい。

※LCA：Life Cycle Assessment

１．２　目標及び達成状況

アウトカム目標及び達成見込みについては、2050 年のカーボンニュートラル達成を見据え、適切な根拠のもとでアウトカムが設定され、達成可能性も十分に見込まれる。特に、モビリティ分野や複合材料への展開は現実的かつ有望であり、アウトカム目標の達成に大きく寄与すると評価できる。また、LCA 分析により、潜在的な「未来の環境価値」の定量化が進められており、将来の外部環境変化を適切に織り込んだ技術課題・社会課題の抽出・検討が行われている点は、高く評価できる。

アウトプット目標については、各企業の開発目標と外部環境の変化（市場動向や社会的ニーズ）を踏まえ適切に設定・見直されていた。また、アウトカム目標達成に必要なアウトプット目標（技術スペック、TRL※、論文数、特許出願件数など）が明確に設定され、着実に達成されている。特に、LCA 評価での目標（学会・論文発表の件数）過達、また、早期事業化に向け前倒しで終了したテーマが見られたことは、顕著な成果として高く評価できる。

一方、アウトプット目標が各社製品の実用化・事業展開に偏重しているため、積み上げ式の事業構造に留まっている。CNF の社会実装が進んだ社会像を描き、その未来像からバックキャスティングによる社会変容や合意形成を進めることが必要と考える。

今後は、事業の進捗状況を踏まえ、アウトカムの数値およびその根拠を適宜アップデートできる環境の構築が望まれる。CNF 事業が形式的な環境配慮にとどまることのないよう、科学的根拠に基づく丁寧な検証と情報発信を進めていただきたい。また、次期事業では、国民に広く理解されるような社会価値・環境価値を反映したアウトカム目標の設定が期待される。将来の市場への適合性を鑑み、より多面的な検討を行うとともに、論文・社会広報活動・特許を事業化戦略とより強く結び付けることで、経済的価値のみならず、研究成果のソーシャルインパクト（社会的影響力）の最大化を目指していただきたい。

※TRL：Technology Readiness Level

１．３　マネジメント

実施体制については、NEDO と PL・SPL の適切なガバナンスのもと指揮命令系統や責任体制が明確に整備され、意思決定や進捗管理が円滑に行われており、各事業者は実用化・事業化に向けその能力を発揮し精力的に成果をあげていた。採択プロセスや採択された事業者も適切であったと評価できる。

研究開発計画は、アウトプット目標達成に必要な要素技術が適切に盛り込まれ、要素技術間の連携も確保されていた。また、早期事業化を果たした企業を円滑に卒業させ、新規テーマが追加されるなど柔軟な対応がなされ、研究開発の進捗を管理する手法は適切であったと評価できる。

一方で、成果の社会実装に向けた消費者の関与は不足しており、CNF 社会実装のフィードバックループは十分に機能しているとは言えないのではないか。今後は、実施者間の連携やユーザーの関与拡大など、広く国民に事業成果の社会的価値を理解してもらうため、共創型のフィードバック体制の構築が期待される。

また、各社の要素技術開発は明示されているものの、成果の相互補完や波及効果は限定的であった。バックキャスティングの視点を導入するなど、CNF が社会に浸透した理想像から逆算した研究開発計画の策定や企業間連携のさらなる強化、要素技術の相互補完や共同開発を促進することで、成果の社会実装を加速させていただきたい。CNF 安全性評価の推進に当たっては、専門家による計画的かつ組織的な評価体制を構築し、本事業期間だけに留まらず今後も継続していくことが望まれる。

（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＞

・ アウトカム達成のためにロジックモデルを導入した事は、とても良い。ロジックモデルによりアウトカム達成の「道筋」が、明確になる。参画企業の役割も、明確に示されている。また、幅広いステークホルダーを取り込むための努力が見える。
・ オープン・クローズシステムの考えはとても良い。個々の事業で「オープン」にして、どれくらいユーザーが増えたのか、ある程度示されている。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ていたと言える。
・ CNF の安全性評価や広報など、アウトカムの達成に向けて必要な取組は網羅されている。本事業で CNF の認知が大きく広がったことは特に評価すべき。本事業で課題の残った車載部品については引き続き先導研で検討を進めていることも、プロアクティブな取組として評価できる。
・ 非競争領域である安全性評価や環境（LCA）評価については積極的な情報発信を行う一方で、製造方法などのノウハウは秘匿し、オープン・クローズ戦略は適切に策定・実行されていた。各事業者の製品拡販には海外市場の取り込みも重要となる中、安全性評価書の海外版作成に取り組んだことも評価できる。
・ 実用化の目途が立った参画企業から卒業していくシステムはスピード感もあり有効である。本事業外の企業への情報発信も NCJ（ナノセルロースジャパン）と連携する等で CNF プレイヤーを増やす取り組みを継続してほしい。
・ オープン・クローズ戦略については、分かりやすく設定されている。参加者間での取り扱いに対する認識も共通していたと感じる。
・ 脱炭素社会の構築という我が国の国家的目標に沿ったアウトカムが適切に設定されており、国産ナノマテリアルであるセルロースナノファイバー（CNF）の技術的課題克服に向けた取り組みが着実に進展し、多くの成果を挙げている点は高く評価できる。技術進展、国際規制動向、社会的ニーズを的確に踏まえ、事業工程に反映している点は妥当性が高い。安全性基準の策定に向けたデータ収集から、将来的な標準化・国際連携に至るまで、必要な取り組みが体系的に整理されている。事業終了後の自立化を見据えたロードマップが提示されており、持続可能性への配慮が明確に示されている。広報・情報発信計画が多様なステークホルダーを対象に設計されており、社会的理解の醸成に資する。関連事業との連携体制が整備され、相乗効果を生み出す仕組みが構築されている。
・ 技術課題解決の主体である企業活動において、PL・SPL の尽力によりオープン・クローズ戦略は一定の成果を挙げている。事業化を見据えたクローズ領域と、社会的波及を意識したオープン領域のバランスは、概ね適切に設定されている。標準化戦略については必ずしも明確ではないが、デジュール（国際標準化機関への提案）やフォーラム（業界

団体との協調）において、一定の進展がみられる。
- 製品開発の観点から、アウトカム達成までの道筋は概ね妥当なものと判断します。LCA の研究開発発表において、本事業の社会実装のあり方と課題が明確に提示されていましたので、アウトカム達成までの道筋は提示されていると考えます。
- 製品開発の観点では、各事業者の利益に繋がる戦略として、オープン・クローズ戦略は適切であると評価します。
- 分科会の場においても、研究開発実施者の知的財産に配慮した対応がなされていた。一方、関係者が集まる会合もあった、との発言があったことから、実施者間の連携がなされていたものと考える。

＜問題点・改善点・今後への提言＞
- 第 5 期中長期計画期間（2023～）から評価基準が変わり、「バックキャスト指向によるシナリオ作成」が求められている。つまり「獲得する市場規模」「温室効果ガス排出削減量」などの社会的インパクトなどのアウトカムを目指して、バックキャストして考えて、どのようなアウトプットを目指すのか、そのためにはどの様なアセット・インプットが必要かという考え方が要求されている。しかしながら、全体を通して、そのような考え方で事業を進めている姿勢が見られない。シーズプッシュ、フォアキャスティング的に研究が進められていて、なぜそのような研究を進めているかが明確に示されていない。また、最終アウトカムが「CO_2 削減」だけとなっている。CNF を普及させようとするならば、CO_2 削減だけでなく、もっと多くの社会的インパクトがアウトカムとしてあっていいはずである。折角 LCA 評価を行ったのに、CO_2 削減だけのアウトカムというのは狭い範囲しかカバーしていないという印象である。例えば、最終製品を使う消費者から見て、CNF を使うことで「ワクワクする」「石油素材にはない、バイオマス由来の CNF の素晴らしさを感じる」などのアウトカムを目指すべきである。使う側の事を考えてロジックモデルを作らないと、CNF 普及は難しい。「CNF でなければ、この製品は作れない。この製品なら、喉から手が出るほど欲しいし、使ってみたい」と言う事を、もっと明確に示すべきである。
- 本事業に限らず、バイオマス分野全体の課題だが、国際的な認証策定の場に参加する取組は十分でないと明らかになった（ISCC PLUS（国際持続可能性カーボン認証プラス）など）。経済産業省など、国としての取組が必要である。
- 事業により得られた結果や状況に応じて、達成時期を柔軟に変更できるようにした方が良いのではないか。
- 今後は標準化戦略により積極的に取り組んでいただきたい。
- 評価軸がフォアキャスティング（現在起点）からバックキャスティング（未来起点）へと移行しているが、本事業は十分に対応しきれていない部分が見受けられる。CNF が紙のように身近な素材として社会に浸透する理想像を描き、その未来像から必要な技術課題を逆算する事業計画が求められる。国際規制強化（例：EU）や技術競合といった具体的なリスクシナリオへの対応策がやや不足している。リスクマネジメントの観点から、

複数のシナリオを想定した柔軟な戦略が必要である。広報戦略は示されているものの、ターゲット別（一般市民、産業界、政策担当者など）の発信手法の差別化が十分ではない。情報の受け手ごとに適切なチャネルとメッセージを設計する工夫が求められる。

- CNF は我が国の戦略物質として、資源安全保障、林産業再興、経済再成長など多方面で重要な役割を果たし得る。脱炭素にとどまらず、幅広いアウトカムを設定することで社会的意義をさらに高めることができる。次期事業においては、技術スペックの追求に加え、Society 5.0 で強調される「人と社会の Well-being」を目標としたアウトカム設定が期待される。これにより、技術開発と社会的価値創造の両立が可能となる。広報活動については、ステークホルダーごとに異なるチャネル・メッセージを設計し、双方向的なコミュニケーションを強化することが有効である。具体的には、テレビ・新聞・ウェブサイト・SNS（Twitter/X, Facebook, Instagram, YouTube）、学会やシンポジウム、パンフレット、メールニュースレター、対面イベントなどを組み合わせ、対象ごとに「どの経路で」「どのようなメッセージを」届けるかを戦略的に設計することが望ましい。
- オープン領域の範囲がやや狭く、競争優位性を確保するためのクローズ領域が広めに設定されている印象を受ける。事業内の企業間で、もう一段階踏み込んだ技術・情報共有が進めば、成果の拡大が期待できる。外部環境変化への対応の中でも、国際標準化競争への備えが十分とは言えず、より積極的な戦略的準備が必要である。知的財産の権利化対象国が我が国および主要市場に偏っており、新興市場や将来の成長市場への視点が不足している。グローバル展開を見据えた多様な市場戦略が求められる。
- オープン・クローズ戦略の範囲を再検討し、事業化に直結するコア技術やデータはクローズ領域に確実に位置付ける一方で、国の事業として CNF を成長産業化させるために必要なオープン戦略については、さらなる検討を期待したい。特に標準化戦略においては、国際標準化機関への提案や業界団体との協調を強化し、国際競争力を高めるとともに、新興市場への権利化・標準化の視点を取り入れることで、事業成果の持続的な社会実装につなげることが望ましい。
- 安全性評価に関して、数種類の製品の評価に留まっており、このデータで CNF すべての安全性が証明されたことにはなりません。安全性基準はしばしば「制約」としてネガティブに捉えられがちです。しかし、安全性評価は製品開発と並行して着実に進めるべき、きわめて重要な要素です。適切な安全性評価を実施することにより、製品の信頼性と社会的受容性が高まり、結果として製品価値の向上につながることをご理解いただきたいと考えます。LCA の議論の中では、森林資源の認証取得に関する話題が取り上げられていましたが、社会実装を目指す製品や化学物質にとって、安全性評価データは、これらの認証制度と同等の重みをもつ「社会からの信頼の証」と位置づけられるべきものです。
- 各事業者が研究開発において独自に構築した技術・ノウハウは、一般にクローズドな戦略のもとで運用されていますが、一定の範囲で情報共有を図ることで、事業全体の活性化にもつながると考えられます。本邦では、事業者によって特許戦略に大きな差があり、特許出願を機動的かつ継続的に行える事業者がある一方で、必ずしも十分な体制を整え

られていない事業者も存在します。知的財産権の取得は、個々の事業者の利益確保にとどまらず、技術を着実に社会実装していくうえでも重要な要素です。一方で、現場の研究者が技術開発と特許出願の双方を担うことは負担が大きいと想定されます。事業全体を通じて知的財産戦略を支援する枠組み、たとえば NEDO が横断的に知財面をサポートする体制が準備されているのか、あるいは今後そのような仕組みを検討されるのかについても、併せてご検討いただきたいと思います。

- 「アウトカム目標」について、事前質問への「CO_2 削減量だけでなく、循環経済を推進する新事業創生と地域経済活性化を追加させて頂きました」とあったが、当日配布資料では、CO_2 削減量だけであり、結果として何をベースに評価すべきかが曖昧になっていた。循環経済と地域経済活性化については、当日資料のロジックモデルには「静脈産業の育成」「地域経済活性化」が追記されていたが、結果として事業実施中のアウトカム目標が何だったのかが明確になっていなかった。このことはアウトカム目標の見直しが適切に行われておらず、関係者間でも共有されていなかった、と解釈できる。
- 実施者がよりオープンなスタンスで議論できる場があり、結果としての成果を分科会の場で示していただければ良かったと思う。

１．２　目標及び達成状況

＜肯定的意見＞

- オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画も踏まえて、必要な論文発表、特許出願等行っていたのは良いと思う。また、オープン・クローズ戦略や実用化・事業化の計画も踏まえて、必要な論文発表、特許出願等が行われていた。
- 本事業の開始当初は情報が乏しかった中、2050 年のカーボンニュートラル達成を見据え、適切な根拠のもとでアウトカムが設定されていた。本事業が呼び水となって各企業での投資が加速したことは明白。費用対効果は高かったと考える。
- 全ての研究開発項目で目標は達成された。LCA 評価での目標（学会・論文発表の件数）過達は特に評価できる。早期事業化のため、前倒しで終了したテーマが見られたことも顕著な成果。モビリティ分野での事業化は道半ばだが、先導研などでの今後の成果に大いに期待したい。
- 各事業者の努力により製品化や事業化推進中であり、CO_2 削減効果が期待できる。安全性評価と環境評価により利用促進に努めている。期待される費用対効果も高い。
- 根拠が明確な目標になっており、各事業者により得られた成果も良好である。
- 二酸化炭素排出量に基づくアウトカム指標について、設定根拠は明確かつ妥当であり、達成可能性も十分に見込まれる。モビリティ分野や複合材料への展開は現実的かつ有望であり、アウトカム指標の達成に大きく寄与すると評価できる。先制的 LCA 分析により、潜在的な「未来の環境価値」の定量化が進められており、将来の外部環境変化を適切に織り込んだ技術課題・社会課題の抽出・検討が行われている点は高く評価できる。
- 各企業の開発目標と外部環境の変化（市場動向や社会的ニーズ）を踏まえ、アウトプット指標・目標値が適切に設定・見直されている。アウトカム達成に必要なアウトプット

指標（技術スペック、TRL、論文数、特許出願件数など）が明確に設定され、着実に達成されている。最終目標の達成に向けて主要な技術的成果が得られており、副次的成果として新規手法の開発や関連分野への波及効果も認められる。論文発表や特許出願が計画通り進められており、オープン・クローズ戦略や事業化計画と整合している。技術的優位性・経済的優位性を確保するためのアウトプット指標が設定され、事業化に資する成果が蓄積され、一部は既に上市されている。

- アウトカム目標はNEDOが取り組むCNF事業としては、妥当なものと判断します。各事業者のアウトカム目標も、本事業においては妥当であり概ね達成していると判断します。環境意識への意識が事業者にも消費者にも浸透している現状は、CNF事業にとっては追い風であると思います。
- 事業に参加された企業で、すでに事業化を確立して卒業されている企業もあると伺いましたので、達成していると判断します。
- アウトプット目標については適切に設定され、成果も出ていたと評価する。特に製造コスト700円/kg（複合樹脂として）はCNFの普及において重要な要素であり、その達成の価値は大きい。この事業において、大王製紙殿が量産体制を構築したことも高く評価できる。特許・対外発表等については十分な数があった。CNF複合樹脂の耐衝撃性に関する課題が明らかとなり、その対策が検討されていることは、本事業の成果の一つと言える。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- アウトカムである「750万トン-CO_2削減」の半分は、CNF自動車タイヤとなっている。その普及の量的なものは、どの程度の市場を想定しているから377万トンとなるのかが、明確に示されていないし、達成の見込みも明らかでない。
- 本事業に限らず、NEDO事業全体として、事業の進捗状況を踏まえ、アウトカムの数字および根拠を適宜アップデートできる環境を整えてほしい。また、本質的には2050年に向けて取り組むべき内容（バイオマス分野の研究開発～事業化）の目標設定時期が事業終了後5年目（2030年）でよいかについては見直す余地があると考える。本事業に関しては、LCA等の結果を踏まえてアウトカムの検証を行い、2030～2050年に向けた取り組み事項を精査いただきたい。
- 本事業に限らず、バイオマス分野全体の課題だが、社会受容性の拡大は今後の検討事項として残った。ただし、これは研究開発が進展したからこそ明確になった課題であり、ポジティブに捉えるべき内容と考える。
- 今後は国際競争力の向上にもぜひ努めていただきたい。
- 製造技術はかなり確立されている印象なので、耐衝撃性向上に加えて今後はLCAにも影響するリサイクル性についても取り組んでほしい。
- CNFを軸とするマテリアル開発事業である以上、直接的なアウトカム指標（例：CNFの流通量や市場浸透度）が設定されていれば、成果の可視化がより明確になったと考えられる。CNFの優位性が期待されるリサイクル分野はまだ初期段階にあり、さらなる検討

が必要である。サーキュラーエコノミーに資する戦略策定が望まれる。

- 国産ナノマテリアルである CNF の価値は、素材のスペック競争や炭素固定にとどまらず、社会的・環境的価値の創出に広がり得る。次期事業では、国民に広く理解されるような社会価値・環境価値を反映したアウトカム目標の設定が期待される。特に、循環型社会や Well-being の観点を取り入れたアウトカム指標を設定することで、技術開発と社会的便益の両立を図り、事業成果の持続的な社会実装につなげることが望ましい。
- アウトプット指標の多くが実用化に必要な物性（スペック）に偏っており、個々の指標達成と社会課題解決が必ずしも一致していない可能性がある。最終目標の達成プロセスにおいて、企業間での情報共有が十分ではなく、技術成熟度の波及効果が限定的である。論文発表や特許出願は行われているが、事業化に直結する成果との関連性は認められる一方で、国際的評価や社会的反響は十分ではない。
- アウトプット指標が各社製品の実用化・事業展開に偏重しているため、積み上げ式の事業構造に留まっている。CNF の社会実装が十分に進んだ理想の社会像を描き、その未来像からバックキャスティングによる社会変容や合意形成を進めることが必要である。TRL 評価を形式的な数値や顧客要求性能の実証試験に限定せず、将来市場への適合性の観点を組み合わせ、多面的に評価することが望ましい。論文・社会広報活動・特許を事業化戦略とより強く結び付け、経済的価値のみならず、研究成果のソーシャルインパクトを最大化すべきである。
- 2030 年を達成目標として設定することについては、現時点ではやや性急な印象を受けます。CNF の製造プロセスにおける電力消費量の一層の低減や、国産の森林資源を CNF 事業に高い割合で（将来的には 100%に近い形で）活用できる体制が整って初めて、現実性をもった目標として検討すべきことと考えます。あわせて、CNF 事業が形式的な環境配慮にとどまる、いわゆるグリーンウオッシュと受け止められることのないよう、科学的根拠に基づく丁寧な検証と情報発信を進めていただきたいと存じます。
- 本事業について、現時点で費用対効果のみを求めるのはやや性急であるように思います。脱炭素社会への貢献をアウトカム目標とする以上、まずは CNF 関連技術・製品が市場で認知され、一定のプレゼンスを確立するまでの段階を支援することが重要のように思います。また、市場における CNF 製品の売上高といった指標だけで事業を評価することは避けるべきと思います。企業および消費者の環境意識が高まるなか、バイオマスを活用した製品を開発し、実際に利用していること自体が企業価値の向上につながり、結果として持続的な投資を呼び込む要因となると考えます。
- アウトカム目標の設定根拠が不明瞭だった。一部はタイヤの性能レベルアップ等を基に設定した、とのことであったが、EV 化が進めばどうなるのか、などの検討は見られなかった。説明を聞く中で、関係者間では「森林再生、産業再生、循環経済推進、それらを基盤とする地域創生があり、それらに付帯する形で CO_2 削減効果がある」をアウトカムに考えているという印象を受けた。直接それをアウトカム目標に設定するべきではなかったか（CO_2 削減量を前面に出すのは事業の特性上で必要、ということは分かるが）。仮にアウトカム目標が「CO_2 削減量のみ」であった場合、例えば大王製紙殿の CNF 量産が

進んで自動車部材に活用されればどの程度の CO_2 削減に繋がる可能性があるか、サッシ部材が実装されてさらに樹脂サッシが見直されればどれくらいの CO_2 削減ポテンシャルがあるか、などは提示できたのではないか、と思う。そのような検討がなされていない点は改善すべきと考えられる。

・ 研究開発項目 2-3 については研究開発項目名と実際の実施内容で若干の違和感があった。CNF のライフサイクル評価から、2030 年のあるべき社会シナリオを表現するなどできれば、ベターであった（今後の課題か）。

１．３　マネジメント

＜肯定的意見＞

・ 将来の CNF の普及に向けて、実施者は技術力及び実用化・事業化能力を発揮していた。
・ 研究開発の進捗を管理する手法は適切であった。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。
・ 25 もの機関が参加する大規模事業で、マネジメントの難易度は高かったものの、NEDO バイオ・材料部と PL・SPL の多大な貢献で確りと成果を出している。体制面に加え、採択プロセスや採択事業者も適切だったと評価できる。
・ アウトカム達成に向けた要素は網羅されており、WBS を通じて適切な進捗管理が行われた。事業の進捗状況や中間評価での指摘事項を踏まえ、開発促進財源の投入をプロアクティブに行ったことも評価できる。研究開発項目の中でも LCA 評価は、事業者間の調整ハードルが極めて高かったと推察される。バイオ・材料部のマネジメントで上手く推進できたことは、特に評価すべき内容である。

  WBS: Work Breakdown Structure

・ 事業者が多かったにもかかわらず、各事業者が精力的に成果をあげている。途中から SPL を追加したことも良い効果をもたらした。
・ 追加テーマが設定されるなど、柔軟な対応がなされている。
・ NEDO（官）と PL・SPL（学）が参画企業（産）に対して適切なガバナンスを発揮し、技術力強化や実用化・事業化支援を効果的に行っていた。指揮命令系統や責任体制は明確に整備され、意思決定や進捗管理が円滑に機能していた。実施者間の連携が良好であり、ユーザーの関与も確保されていて、事業化を意識した体制が構築されていた。公募および追加公募の戦略は明確であり、CNF 利用社会のステークホルダー拡大に資する運用がなされていた。京都プロセスなど前身事業の成果活用や中間評価での指摘事項が十分に反映され、見直しと改善が適切に図られていた。
・ アウトプット目標達成に必要な要素技術が適切に設定され、要素技術間の連携も確保されていた。スケジュールは現実的かつ段階的に計画され、進捗管理も適切に実施されていた。PL・SPL が進捗状況を常時把握できる体制が整備され、意見交換の機会も多く、タイムリーな対応が行われていた。計画全体がアウトプット目標と整合しており、事業化に向けた合理的なロードマップが描かれていた。早期事業化を果たした企業を円滑に卒業させるとともに、新規参入企業を適切に選定し、開発エコシステムを健全に維持・

強化することで、研究開発の効率性と透明性を確保していた。

- CNF 事業を進めるための技術開発への取り組みについては、すでに社会実装された製品が存在していることから、十分に実用化・事業化を見据えた体制であったと判断いたします。安全性評価にフォーカスすると、産総研における毒性評価の取り組み結果が評価書として公表されており、CNF の安全性および環境影響評価の全体像を十分に網羅していると考えられます。本評価書は、今後 CNF の評価を進めていくうえで、重要な情報源となることが期待されます。製品の安全性評価においては、過少評価も過大評価も望ましい態度ではありません。過少評価は有害物質を社会に放出するおそれを生じさせ、過大評価は有用な製品の享受機会を損なうことにつながるからです。本書の内容は複数の研究グループの成果に基づいており、OECD※1 テストガイドラインや ISO※2 規格の策定に関わる行政機関・標準化機関にとっても、科学的根拠と試験法を総合的に整理した包括的な参考資料として活用されることが期待されます。

  ※1 OECD：Organisation for Economic Co-operation and Development

  ※2 ISO：International Organization for Standardization
- 製品開発における各事業でのアウトプットから、研究開発計画は適切であると評価します。
- 各研究開発項目に関しては、適切な実施者が採択されていた。
- （説明を聞いた範囲内ではあるが）個々の実施者の熱意や CNF への愛着、成果へのこだわりを感じることができた。トータルの費用に対する効果（B/C（費用便益比））は十分に出ていると感じた。

＜問題点・改善点・今後への提言＞

- 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ない。特に、バックキャストして事業を進める体制ができていない。
- アウトカム達成のために、研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用は妥当であったとは言えない。
- 今後も実施者間、新規 CNF プレイヤー、公設試等を含めた連携が継続するように努めてほしい。
- 技術的な継続課題に加えて、現在までに得られた成果普及への取組の継続を期待する。事業後半の LCA 評価により明らかになった課題について各事業者への周知やフィードバックが望ましい。
- 産業界の交流促進は精力的に行われていたが、事業開発が進むにつれてクローズ戦略が前面に出て、取り組みが形式的になっている印象を受ける。自社製品の利用者としてのユーザーの関与は認められるが、成果の社会実装に向けた消費者の関与は不足しており、商品開発を超えた CNF 社会実装のフィードバックループが十分に機能していない。
- 個別の実用化・事業化に直結するビジネスモデルや出口戦略（プッシュ型）に加え、CNF の広範な社会実装に向けた分野横断的な取り組みを増やし、CNF 利活用社会の実現に向

けた国民運動（プル型）など、技術開発を超えた活動を展開することが期待される。現在のユーザーは CNF を利用するメーカーに限定されているが、ユーザーの概念を拡大し、B-to-B の先にある国民に事業成果の社会的価値を理解してもらう共創型のフィードバック体制を構築することが望ましい。

- 各社の要素技術開発は明示されているものの、企業間の連携は十分には行われておらず、成果の相互補完や波及効果が限定的であった。スケジュールは概ね適切であるが、B-to-B のユーザーリクエストへの対応に偏り、CNF が社会全体で広く受け入れられるための取り組みとしては不十分な印象を受ける。
- 研究開発目標は、①企業としての事業化と収益構造の最適化、②CNF 利活用社会に向けた要素技術開発と共有、の二つをバランスよく進める必要がある。NEDO の投資がより広く国民に還元される仕組みを検討し、社会的価値の最大化を目指すべきである。スケジュール管理やステージゲート方式に加え、バックキャスティングの視点を導入し、CNF が社会に浸透した理想像から逆算した研究開発計画を構築することが望ましい。企業間連携を強化し、要素技術の相互補完や共同開発を促進することで、成果の社会実装を加速させることが期待される。
- 日本の動物実験 CRO※1 の技術は世界的にも極めて技術水準が高く毒性専門家が多く在席していますので、CRO で実施された吸入曝露実験は問題ありません。一方、実施された動物実験については、有害性評価手法の開発に寄与する度合いは極めて限定的であると判断いたします。CNF の物理化学的性質を踏まえれば、有害性発現経路としてまず吸入曝露に焦点を当てることは、毒性専門家の立場からは自明のことと考えます。吸入曝露実験は技術的難易度が極めて高く、国内外を含めて実施可能な施設は限られております。なかでも CNF の特性を考慮すると、吸入曝露実験はとりわけ高度な技術と経験を要する試験です。毒性評価は、過少評価も過大評価も許されず、そのために毒性評価者は必要な技術の習得と経験の蓄積に努め、細心の注意を払って試験の実施と結果の評価を行っています。毒性試験は、試験の再現性および再構築性を担保するための方法として GLP※2 試験が実施されますが、GLP 試験はその目的に最適化された施設・組織・運用体制があって初めて成立するものです。本事業では吸入曝露装置を導入されていますが、短期間で十分な評価を実施できるような装置・実験方法ではありません。真に CNF の安全性評価を進めるのであれば、しかるべき専門家集団による計画的かつ組織的な評価体制を構築すべきと考えます。この点から、安全性評価事業に関して採択プロセスは適切ではないと判断します。

  ※1 CRO：Contract Research Organization、開発業務受託機関

  ※2 GLP：Good Laboratory Practice
- 安全性評価に関しては、一部の CNF しか評価されていません。基本的には、各 CNF 材料毎に評価をしなければなりません。そのため、安全性評価はこの事業期間だけに留まらず、今後も継続していく必要があります。
- アウトカム目標に関して、適切な見直し等がなされていなかった。

・ 今後の課題として、「CNF の耐衝撃性」や「循環資源としての価値」により着目することにより、より高い成果が期待できる。研究開発項目 2-3（LCA 評価）で、各々の要素技術がどのように繋がっていくのか、結果として森林再生、産業再生、地域活性化、循環経済推進、脱炭素に関してどのような効果を具現化していくのかについて、いくつかのシナリオで提示して事業者間で共有できれば、より円滑な連携ができるのではないかと考える。

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	A	B	B	C	C	2.0
	(2) 知的財産・標準化戦略	A	B	A	B	A	A	2.7
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	A	C	C	C	1.8
	(2) アウトプット目標及び達成状況	A	B	A	B	A	A	2.7
3. マネジメント								
	(1) 実施体制	A	A	A	C	B	B	2.3
	(2) 研究開発計画	A	A	B	B	A	B	2.5

≪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。

「炭素循環社会に貢献するセルロース
ナノファイバー関連技術開発」

事業原簿
（公開版）

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 バイオ・材料部

更新履歴

更新日	更新内容
2025 年 10 月 31 日	初版発行
2026 年 1 月 14 日	事業全体説明資料　分科会(2025 年 12 月 3 日)発表資料に改定

目次

1. 事業全体概要 1

1.1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋 1
1.2. 目標及び達成状況 2
1.3. マネジメント 8
1.4. その他 10

2. 事業全体説明資料 12

3. 目標及び達成状況の詳細 83

3.1. 研究開発項目①：革新的 CNF 製造技術の開発 83
3.1.1. ①-1 疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発 83
3.1.2. ①-2 塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立 85
3.1.3. ①-3 ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発 87
3.1.4. ①-4 伝動ベルトをターゲットとしたＣＮＦ複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発 89
3.1.5. ①-5 革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発 91
3.1.6. ①-6 高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発 94
3.1.7. ①-7 ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発 96
3.2. 研究開発項目②：CNF 利用技術の開発 98
3.2.1. ②-1-1 ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発 98
3.2.2. ②-1-2 自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発 100
3.2.3. ②-1-3 革新的ガス吸着再生ＣＮＦ複合フィルタを用いたデシカントフィルタシステムの開発 102
3.2.4. ②-1-4 炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および適用検証 104
3.2.5. ②-1-5 ＣＮＦ配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発 106
3.2.6. ②-1-6 水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用 108
3.2.7. ②-1-7 ＣＮＦを使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発 110
3.2.8. ②-1-8 ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発 112
3.2.9. ②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価 114
3.2.10. ②-3 セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ Ｃｙｃｌｅ Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価 116

●基本計画 119
「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」基本計画 119
●各種委員会開催リスト 127

1. 事業全体概要

プロジェクト名	炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発	プロジェクト番号	P20009
担当推進部/プロジェクトマネージャー（ＰＭｇｒ）または担当者	材料・ナノテクノロジー部ＰＭｇｒ氏名 山本　教勝（2020年4月～2022年3月） 材料・ナノテクノロジー部ＰＭｇｒ氏名 丸岡　啓子（2022年4月～2024年3月、2021年10月～2022年3月まで担当者） バイオ・材料部ＰＭｇｒ　氏名 松永　啓之（2024年4月～2026年3月、2020年4月～2024年3月まで担当者） 材料・ナノテクノロジー部 担当者 氏名 沖　和宏（2020年4月～2021年6月） 材料・ナノテクノロジー部 担当者 氏名 服部　隼人（2022年4月～2025年3月） 材料・ナノテクノロジー部 担当者 氏名 小野　幸胤（2022年7月～2024年6月） バイオ・材料部　担当者 氏名 木村　嘉伸（2025年4月～2026年3月）		
０．事業の概要	セルロースナノファイバー（CNF）は、軽量かつ高強度またガラスの1/50の低熱膨張性を有する力学特性の優れたバイオマス素材である。CNF利用製品は、カーボンリサイクルの一端を担うことができ、炭素循環社会の実現に貢献する。しかしながら、CNF関連技術の社会実装には製造コスト低減と製品用途の開拓による市場拡大が課題である。 本事業では、CNF製造プロセスの最適化よるコスト低減と、CNF複合樹脂や加工技術等の用途拡大との相乗効果を図った。また、安全性評価法および先制的ライフサイクルアセスメント(LCA)の開発により、CNF製品が安全かつカーボンネガティブであることを示した。今後、国内外に対してCNF普及拡大を促進し、事業機会の創出を推進する。		

1.1. 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

1.1.1　本事業の位置付け・意義	【背景】 セルロースナノファイバー（以下、「ＣＮＦ」という。）は、軽量かつ高強度またガラスの 1/50 の低熱膨張性を有する力学特性の優れたバイオマス素材である。ＣＮＦ複合樹脂を既存の繊維強化樹脂並みのコストまで低減出来れば、軽量・高強度の特性から、幅広い分野へのＣＮＦの活用が加速することが見込まれ、既存の石油由来の素材の代替となることが可能となる。さらに、大気中の二酸化炭素を植物が吸収・固着して得られるセルロースを用いることでカーボンリサイクルの一端を担うことができるため、温暖化対策にも資するものとなる。 【目的】 前プロジェクトの成果を踏まえ、ＣＮＦの実用化、用途拡大のためには、ＣＮＦの製造コスト低減が重要であるとともに、各製品用途に応じたＣＮＦの利用拡大への加速が必要である。製品用途拡大の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、二酸化炭素の排出量削減につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。ＣＮＦは新しい材料として多用な応用が期待されているが、実用化や普及を加速するためには、ＣＮＦの利用にあたっての安全性の確認を強化する必要があるので、安全性評価も実施する。
1.1.2　アウトカム達成までの道筋	・製造コスト低減（CNF材料1/10、CNF複合樹脂700円/kg） ・産業機器、建材、塗装、家電、スポーツ用品へのCNF利用拡大の加速、量産効果による低価格化 ・安全性評価書の作成、公開により実用化技術の普及を加速 ・先制的LCA評価手法の開発により、グリーンマテリアル製品の（将来製造技術）による炭素循環社会への貢献度の予測、普及活動 ・企業努力、顧客共創による低コスト化推進、モビリティ分野への採用
1.1.3　知的財産・標準化戦略	・助成事業：各社の戦略にて推進 ・委託事業：安全性評価およびＬＣＡは、広く共通基盤として使われることを目的としているため、基本的に知的財産権の確保を行わない方針

	・研究開発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、原則として助成事業は助成先、委託事業は、委託先に帰属されることとする。 ・標準化戦略として、ＩＳＯ　ＴＣ２２９（ナノテクノロジー）ＷＧ３（環境・健康・安全作業グループ）の国内審議委員及びエキスパート、ＯＥＣＤ工業ナノ材料作業部会（ＷＰＭＮ）のエキスパートとして活動し、関連する情報の収集及び事業の成果の発信を進めている。

1.2.　目標及び達成状況

<table>
<tr><td rowspan="2">1.2.1　アウトカム目標及び達成見込み</td><td colspan="3">CNF 複合樹脂の世界的な利用拡大や、CNF と複合化する石油由来の樹脂をバイオマス由来に置き換えも行うことで、２０３０年には７５０万トンーＣO2/年の削減を目指し、その結果、石油資源の枯渇リスクを大幅に減少させ、持続可能な低炭素社会の実現に大きく貢献する。</td></tr>
<tr><td>アウトカム目標</td><td>達成見込み</td><td>課題</td></tr>
<tr><td>１.2.2　アウトプット目標及び達成状況</td><td>２０３０年に７５０万トンーＣＯ２/年の削減</td><td>○</td><td>・CNF 利用製品の使用、リサイクルの促進が必要</td></tr>
<tr><td rowspan="4">1.2.2　アウトプット目標及び達成状況</td><td colspan="3">1.　ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024 年）に 700 円/kg 程度（樹脂により 500 円～900 円）まで低減。
2. 高機能性 CNF 材料として、従来コストの 1/4 以下で、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。</td></tr>
<tr><td>成果(実績)(2025 年 3 月)</td><td>達成度</td><td>達成の根拠/解決方針</td></tr>
<tr><td>研究開発項目① 革新的 CNF 製造技術の開発</td><td>総合判定
○</td><td>・ＣＮＦ粉末、ＣＮＦ複合樹脂（PP, PA6, PVC, CR, CFRP 等）の物性向上および、さらなる製造コスト低減を実証。</td></tr>
<tr><td>①-1 疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発</td><td>○</td><td>・樹脂をはじめとする疎水性媒体にシングルナノサイズレベルで CNF を複合化できる技術は国内外で唯一。
・熱的・化学的安定性の高い TOCN の高効率な疎水化技術は極めて独自性の高い高度な知見、重要なコア技術。
・安定性に優れた疎水化 TOCN を安価に製造するプロセスを確立。構造材料をはじめとする様々な用途への TOCN 複合材料の展開が期待。
・TOCN 溶媒分散体、TOCN 配合離型剤の製品化。</td></tr>
<tr><td>①-2 塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立</td><td>○</td><td>・押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練による CNF 解繊にて、目標値（ビカット軟化温度 100℃以上、線膨張係数 50ppm/K 以下、塩素化 PVC コンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成。
・実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度 500kg/h を達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立。</td></tr>
</table>

			・製品化向け窓枠挿入テストにて、低温条件下で割れが発生。シャルピー衝撃強度向上を推進中。 ・パイプ、雨樋をはじめとする硬質製品のみならず、電線など軟質製品へのCNF 適用において顧客訴求力があり、展開中。
	①-3 ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	○	・パルプの前処理法の検討により強度バランス（弾性率と衝撃強度）が向上 ・ 疎水化パルプが不要による低コスト化、シミュレーションにて妥当性を確認。 ・混練機中に、パルプに疎水性の付与、解繊、分散を一括で実施。低コスト化に寄与。 ・PA6：助剤・添加剤の検討により、目標物性達成を確認 ・数100t/年の効率（1000円/kg）実機試作にて確認。 ・PP：親和促進混練の最適化、各種材料開発 ・ 中型混練機の検討で300kg/h以上の吐出を確認。事業用大型機では1t/hを製造可能を確認。 ・ 事業用大型機の想定コストは、500円/kg未満（ PJ当初の原材料価格）となり、目標コストを達成(原材料高騰により2024年度価格では600円/kg程度)
	①-4 伝動ベルトをターゲットとしたＣＮＦ複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発	○	①CNF/CR(クロロプレンゴム)の実用量産化 ・CNF の量、分散度の評価法確立により量産時の工程分析による品質安定化、および製品規格として活用 ・量産スケールの試作を実施。期間中に 6 回の試作を行い生産性の目標を達成し、品質安定化条件の設定を完了。CNF を複合化した CR の実用量産化は世界で初。 ②高効率ベルトの実用量産化と適用品種拡大 ・車両負荷（排気量）に応じた伝動能力と耐久性の設計、最適化を実施。既存のCR製伝動ベルトでは達成不可能な優れた伝動効率を達成。 ・量産化されたCNF/CRにてベルトを作製し、品質確認済み。 ・2024年4月から高負荷向けダブルコグベルトを販売開始。CNF/CR を用いた伝動ベルトとしては世界初。
	①-5 革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発	○	・2025 年度に原料から複合樹脂ペレットまで一貫製造する商用プラントにて量産を開始。

			・抄紙技術を応用し、薬液が均一に浸込む紙設計（カルバメート化変性）を完成。 ・連続的かつ一貫的に製造可能な変性技術を確立するため、数十秒で変性できる条件を見出し、製紙技術を応用したロール to ロール方式による変性技術を確立。 ・二軸押出機によるＣＮＦ複合樹脂ペレットの生産において、原料形態の見直しと、スクリュ許容トルクの高い二軸押出機での条件調整により、ＣＮＦの凝集、着色を防ぎつつ、高濃度ＣＮＦマスターバッチを高い生産性で製造できる技術を見出した（φ48mm 装置でＣＮＦ66％マスターバッチを 250kg/h 生産）。
	①-6 高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	△	・各工程で目標とした生産速度をほぼ成 ・ CNF 複合材料の物性目標達成、及び衝撃強度と剛性を両立する新規相溶化剤を開発 ・自動車部品としての各種実用物性の取得と部品適用時の特性・課題を確認 意義： ・CNF 複合材料の製造プロセスの大幅な効率化を実現 ・生産性向上によるコスト低減の目途付け ・自動車部品としての実用化にはさらなる材料性能の向上と構造最適化が必要との課題も明確になった（材料物性と部品評価の序列が逆転する場合もあり）
	①-7 ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	○	・ 機械解繊 CNF 水分散液は国内外問わず、最も高濃度（乾燥品、濃縮品を除く）でありながら、CNF の繊維径の均一さは高いとの評価を獲得。 ・ 本 CNF 乾燥粉末は研究開発前の約 12 倍の生産量を達成。 ・ 本 CNF 乾燥粉末は未修飾において、多くの樹脂に均一に分散。 ・本 CNF の添加量は 1wt%以下が望ましいことが判明（コンピュータシミュレーション、実験結果による） ・本 CNF 乾燥粉末を PLA に少量添加することで PLA の耐衝撃性は 1.5 倍になり、引張や曲げ強度・弾性率も若干向上。 ・本 CNF をエポキシ樹脂に分散後、炭素繊維と複合化した CNF 添加 CFRP プリプレグも開発。ゴルフシャフトやテニスラケットなどの実用化も検討中。

	研究開発項目② CNF 利用技術の開発	○	建材（床材、窓枠、ゴムタイル）、自動車部品、デシカントフィルタ、小型家電、タイヤ、スポーツ用品（シューズ、ラケット、ゴルフクラブ）、接着剤、コーティング剤等の利用技術について、試作または製品化
	②-1-1 ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	○	・CNF 成形板への耐水性を付与するため、セルロースと相性の良いフェノール樹脂の含浸を試みた結果、硬化物は、未含浸材と比べて吸水性やそれに伴う水膨潤率が 98%以上低減、弾性率や強度も未含浸品よりも向上。 ・半屋外用耐傷性床材の開発と実装 木質ボードの表面に CNF 板を張り合わせることで、耐傷性床材としての品質を満たすことを確認。木質系フロアの非住宅用床材に適用し、樹脂含浸 CNF 板材を用いた耐傷性床材の実大試作および実装による実証評価を実施。
	②-1-2 自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発	△	・衝撃性向上として、PP 樹脂へのゴム分散、CNF とゴムの界面結合、相溶化材、ゴム添加方法などを検証した。開発の当初よりは物性向上はしつつも曲げ弾性率と衝撃の両立することは困難。 ・自動車部品への実装を加速させるため、基礎開発と並行して、新たに部品選定を追加し製品開発を推進。当初目標としていた 2030 年時点での内装、外装部品市場の 10%のシェア獲得を目指す。
	②-1-3 革新的ガス吸着再生ＣＮＦ複合フィルタを用いたデシカントフィルタシステムの開発	◎	・　デシカントフィルタシステムとして、ハニカム型・充填型・プリーツ型の各々について加熱再生試験を行った結果、ハニカム型において目標値を達成した。 ・　車載使用 400 時間(2～3 年分の使用期間)の連続試験を実施。目標値である 50gH2O/h の吸着量を維持、連続使用に問題がないことが確認。 ・ ハニカム型にて量産化の検討。フィルタユニットを 100 台分製作し、性能のバラつきが 10%以内に入っていることを確認。競合技術である活性炭、シリカゲルは水分吸着量が CNF の 1/4～1/2 程度であり、コストと性能のトータルバランスは CNF が最も優れている結論を得た。
		○	・連続生産 CeF70%-PP_8H以上の目標を達成し、歩留まりは目標の 95%を上回る 95.2%を達成。曲げ弾性率も目標

	②-1-4 炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および適用検証		の 3,400MPa を上回る 5,464MPa を達成。 ・ 天井扇ブレード体積 100%充填の目標を達成し、木質感実現のための色差⊿Ｅ：5 以上の目標を上回る⊿Ｅ：15.7 を達成、繊維浮き限度見本内を達成。 ・高濃度セルロース 70%の材料において、生産性、強度物性、成形性を確保できる技術を確立。 ・完全バイオ化として植物由来の BioPE、PLA との複合化開発。 ・ 課題として、材料コストがあ生産性を３倍に高める取り組みを行うことで材料コスト半減にも目途。汎用樹脂に対してはかなりの乖離があり、さらなるコストダウンを推進し、事業化を加速。
	②-1-5 ＣＮＦ配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発	△	・ 解繊度合いを適度に粗くすることで脱水加工性の向上を図りつつ、ゴム補強効果を両立する最適な解繊レベルの CNF を開発、目標を達成。 ・WMB、OMB の製造時間は、目標達成。 ・WMB の材料特性は目標達成。 ・製品コストを試算した結果、目標達成となる可能性あり。 ・試作した製品で社内耐久規格試験を実施したところ市場性適合を確認。 現状は社内でニーズある部材にて製品耐久性や適合性の検討を実施中。現在は製品適用の検討段階であるが、耐久品質悪化やゴムヤケが発生し易くなる方向に物性が変化するなど性能/品質面での課題に対して対策中。
	②-1-6 水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	○	・本 CNF 分散 CFRTP は、従来の熱硬化性 CFRP と比較して、曲げ強度を 10%向上。 ・炭素繊維不織布と CNF 複合 TPU 樹脂でシートを作製し、スポーツシューズのインソールに用いる Insole Plate を容易に成形できた。現行品に比べて薄く軽量、バネの反発性を示すエネルギーロスが小さかった。 ・熱可塑樹脂を用いることで成形時間の短縮が見込まれ、炭素繊維不織布を利用することでリサイクル炭素繊維を使用できカーボンニュートラルに貢献。
	②-1-7 ＣＮＦを使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発	◎	・ＣＮＦのゴムへの投入のタイミングや一緒に投入する薬品を検討をすることで、耐摩耗性が向上することが確認.設定した目標を比較的短期間で達成

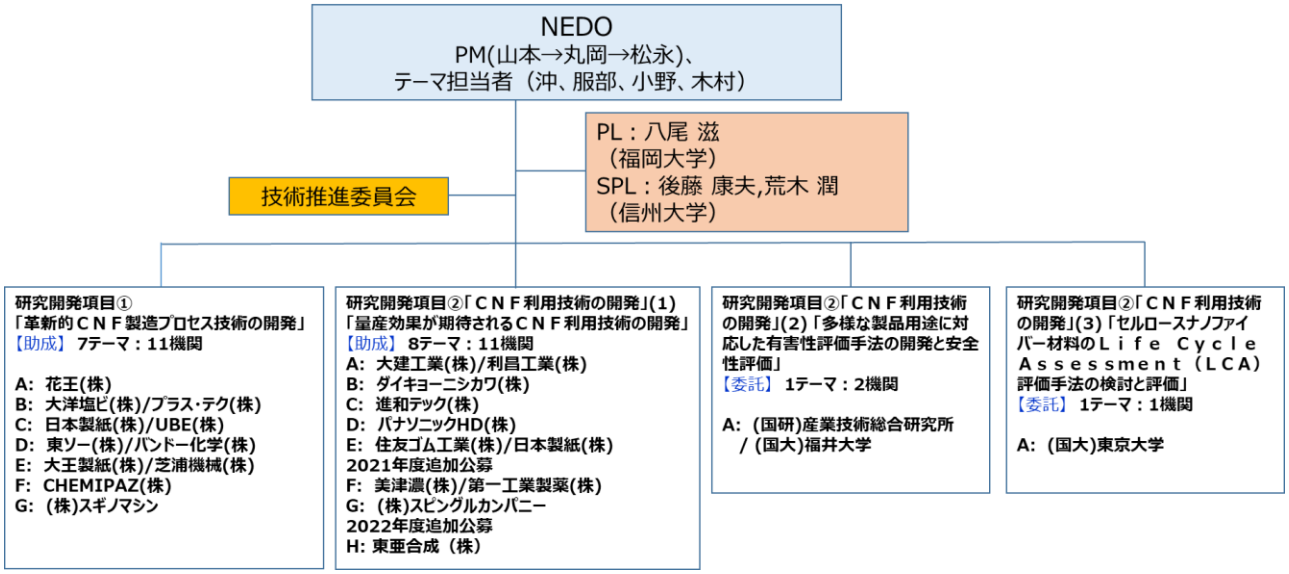
			・現段階ではゴムタイルの実用化・企業化には至っていないが、ゴム製靴底の配合をベースに検討し、現行のゴムタイルの摩耗、防滑性よりも良いタイル配合ができた。作業性・生産性に課題。実用化・企業化に向けて引き続き実用化に向け検討。
	②-1-8 ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	○	・PP 系接着剤と CNF を複合化によりアルミ板同士の接着力が 0.1N/mm から 0.7N/mm に上昇することを確認。 ポリオレフィン系接着剤は金属の接着力が弱いという短所があるが、本検討により接着力を約 7 倍に上げることができた。これによって車体組み立てなどに応用できる可能性が広がり、現在、金属向けホットメルト接着剤としての可能性を社内で検討している状況 ・CNF/ハードコート剤複合化では、塗膜鉛筆硬度と傷つき耐性が上昇しただけでなく、塗膜の屈曲性も向上するという効果を確認。 ・多数の顧客候補から問い合わせとサンプル供試の依頼があり、現在は先方で評価を進めている状況である。 ・実機設備の設計を計画中。
	②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	○	・簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価 ・中皮腫発生の検証 ・生態影響の評価 ・排出・暴露評価 ・生体安全性（動物実験）評価 ・安全性評価書の作成・公開 産業技術総合研究所・安全科学研究部門のウェブサイトからのダウンロードや展示会での配布の累計は約 2,000 部に達している。企業はこれを活用して、安全管理対策の立案、顧客説明、安全データシート（SDS）作成、市場化判断などを円滑に行えるようになった。この包括的な情報を公的機関が発信することにより、事業者の自主安全管理や用途開発を支援し、CNF 産業の健全な普及に貢献している。
	②-3 セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価	◎	・ LCA および IOA に関する評価要件を整理し、CNF 材料の環境影響評価に関する文献調査を実施した。 ・ CNF 関連技術の開発事業者 11 団体にヒアリングを実施し、うち 7 団体が具体的な LCA・IOA 分析に着手。複合樹脂や添加剤などを対象に 10 件以上のライフサイクル事例を選定。技術成熟度

			は TRL3～7 であり、既存手法による評価事例も見られた。将来性 LCA の実施に向けて、追加データの収集とインベントリ推定を進めた。 ・消費者のバイオプラスチック製品に対する支払い意思（WTP）と購入意向（PI）に関する仮説（H1・H2）を検証するため、2024 年 3 月にインターネット調査を実施。 ・LCA や CNF 評価の重要性を普及するための動画・パンフレットを作成し、東京大学未来戦略 LCA 連携研究機構 Web サイトで公開。日本 LCA 学会では「森林と資源のライフサイクル思考」セッションを開催し、研究成果を発表。国際学会への発表や、学術論文の投稿。 CNF は国産バイオマス由来であり、従来の化石資源系素材と比べて環境負荷が低く、地域経済への波及効果も高い。LCA/IOA を組み合わせた評価手法により、社会実装に向けた定量的な優位性が明瞭に示される。

1.3. マネジメント

1.3.1 実施体制

プロジェクトリーダー	ＰＬ　学校法人福岡大学　教授　八尾　滋 ＳＰＬ　国立大学法人信州大学　後藤　康夫（２０２３年～２０２６年） ＳＰＬ　国立大学法人信州大学　荒木　潤　（２０２３年～２０２６年）



1.3.2　受益者負担の考え方

1.3.2　受益者負担の考え方	受益者負担の考え方 **【助成】 企業の事業化に向けた研究開発は企業の積極的な関与により推進されるべきものとして、自己負担を伴う「助成」事業として実施** **【委託】 国立大学法人、国立研究開発法人　に関しては、共通基盤技術（安全性、LCA）開発を担う事業者のため、「委託」事業として実施**						
	主な実施事項	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	2025FY
	研究開発項目① 革新的CNF製造技術の開発	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	
	研究開発項目②-1 CNF 利用技術の開発	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	助成率 大企業 1/2、 中小企業 2/3	
	研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	委託 100%	委託 100%	委託 100%	委託 100%	委託 100%	
	研究開発項目②-3 セルロースナノファイバー材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価				委託 100%	委託 100%	委託 100%

1.3.3　研究開発計画

	主な実施事項	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
事業費推移 ［単位:百万円］	研究開発項目① 革新的CNF製造技術の開発	121	559	438	156	274
	研究開発項目②-1 CNF 利用技術の開発	170	192	187	22	19
	研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	150	150	350	202	186
	研究開発項目②-3 セルロースナノファイバー材料				120	143

	のＬＣＡ評価手法の検討と評価					
	事業費	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	会計（特別）	441	901	975	500	622
	追加予算	195	95	95	76	
	総 NEDO 負担額	636	996	1070	576	622

事業費推移 [単位:百万円]	主な実施事項	2025FY				総額
	研究開発項目① 革新的 CNF 製造技術の開発					1,548
	研究開発項目②-1 CNF 利用技術の開発					590
	研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価					1,038
	研究開発項目②-3 セルロースナノファイバー材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価	26				289
	事業費	205FY				総額
	会計（特別）	26				3,465
	追加予算					462
	総 NEDO 負担額	26				3,927
情勢変化への対応	2021 年度、2022 年度に(2)-②利用用途拡大　の追加公募を実施する際、早期に幅広い分野で国内での CNF のプレーヤーを増やすため、それまで採択されていない業種、分野を優先することを公募要領に明記。スポーツ用品、アパレル等のテーマを追加採択。					
中間評価結果への対応	開発項目③-3 は、中間評価により追加公募					
評価に関する事項	事前評価	2019 年度実施　　担当部　材料ナノテクノロジー部				
	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				

1.4.　その他

投稿論文	「査読付き」38 件
特　　許	「出願済」75 件

その他の外部発表（プレス発表等）	発表・講演 240 件、新聞雑誌等への掲載 102 件、その他（ニュースリリース）94 件	
基本計画に関する事項	作成時期	2025 年 10 月　作成
	変更履歴	

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）

2020年度～2025年度　6年間

プロジェクトの説明（公開版）

2025年12月3日

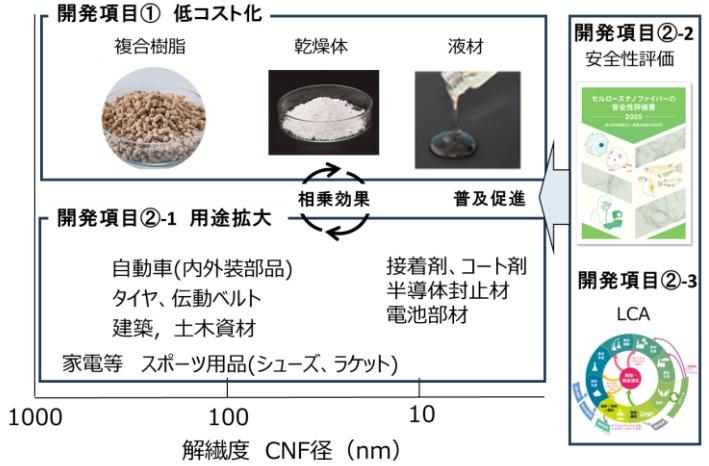
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

バイオ・材料部

炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発

事業の概要

セルロースナノファイバー（CNF）は、軽量かつ高強度またガラスの1/50の低熱膨張性を有する力学特性の優れたバイオマス素材である。CNF利用製品は、カーボンリサイクルの一端を担うことができ、炭素循環社会の実現に貢献する。しかしながら、CNF関連技術の社会実装には製造コスト低減と製品用途の開拓による市場拡大が課題である。
本事業では、CNF製造プロセスの最適化よるコスト低減と、CNF複合樹脂や加工技術等の用途拡大との相乗効果を図った。また、安全性評価法および先制的ライフサイクルアセスメント(LCA)の開発により、CNF製品が安全かつカーボンネガティブであることを示した。今後、国内外に対してCNF普及拡大を促進し、事業機会の創出を推進する。



プロジェクト類型：標準的研究開発

バイオ・材料部　松永啓之（PMgr）

関連する技術戦略：　バイオエコノミー戦略

前身プロジェクトとの関係

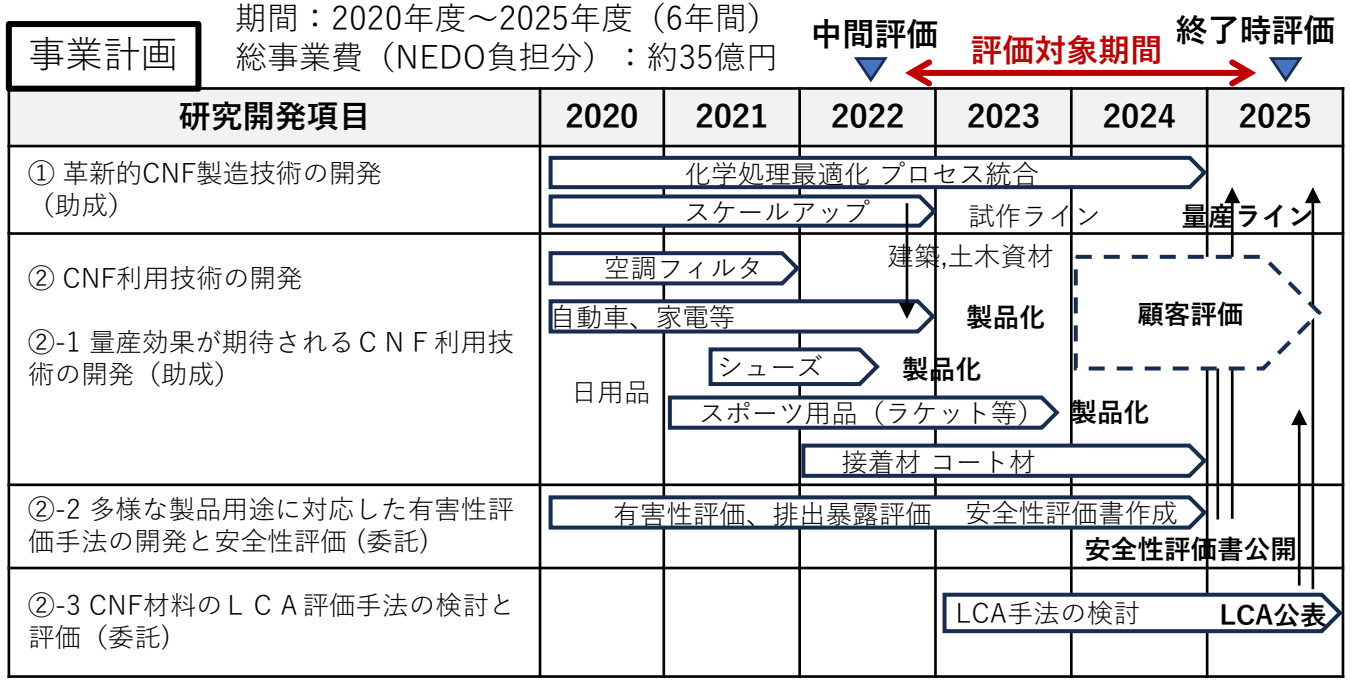
非可食性植物由来化学品製造プロセスの技術開発
（NEDO：2013-2019）
- CNF樹脂複合材の一貫製造プロセス（京都プロセス）を世界に先駆けて開発
- CNFの安全評価基盤技術を開発

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	開発項目①　低コスト化技術　CNF(乾燥体、液剤)　製造コスト1/4、CNF複合樹脂 1300円/kg → 700円/kg（母材樹脂相当）） 開発項目②-1　実用化の目途（5件） 開発項目②-2　安全性評価書を作成、公開 開発項目②-3　LCA評価手法の開発
アウトカム目標	2030年に750万トン－CO_2/年の削減
出口戦略 （実用化見込み）	・製造コスト低減（CNF材料 1/10、CNF複合樹脂 700 円/kg） ・ 自動車、建築資材、土木資材、家電等、日用品へのCNF利用拡大の加速、量産効果による低価格化 ・安全性評価書の作成、公開により実用化技術の普及を加速 ・先制的LCA評価手法の開発により、グリーンマテリアル製品の（将来製造技術）による炭素循環社会への貢献度の予測、普及活動推進 ・顧客共創(高付加価値、低コスト化)による、モビリティ分野への採用
グローバル ポジション	PJ開始時：DH PJ終了時：LD（日本発の低コスト化技術による多様な製品の上市）

事業計画

期間：2020年度～2025年度（6年間）
総事業費（NEDO負担分）：約35億円



報告内容

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

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

- 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

- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 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

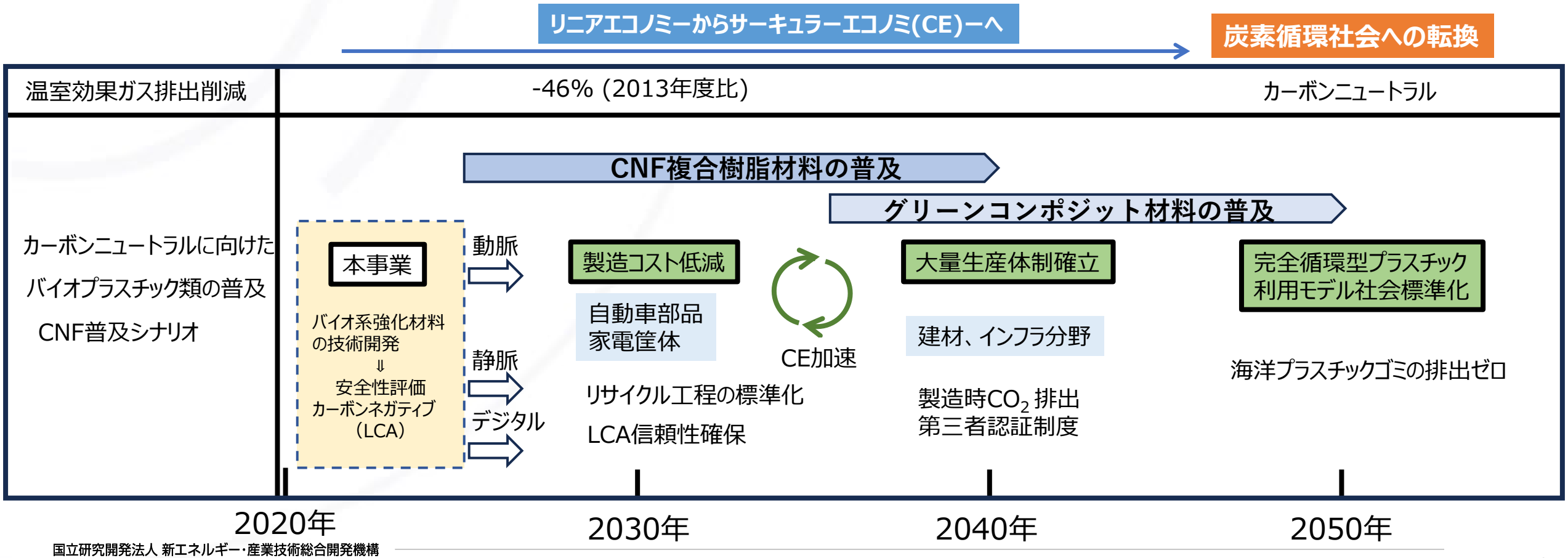
※　本事業の位置づけ・意義

（１）アウトカム達成までの道筋

（２）知的財産・標準化戦略

事業の背景・目的・将来像

- カーボンニュートラルに向け、化学業界（プラスチック、ゴム等樹脂）では、カーボンリサイクル、バイオ原料の活用が進展
- 母材にバイオプラスチック、強化材にをセルロース繊維を用いたグリーンコンポジット材料に期待
- 炭素循環社会への転換には、サーキュラーエコノミーへの移行を推進する新材料、デジタル技術、静脈プレーヤーの育成が必須



政策・施策における位置づけ　– バイオエコノミー戦略 –

■ CNFの社会実装により、石油由来製品から(安全性、環境性を担保した）**バイオ由来製品への市場展開を促し**、社会課題の解決と持続可能な持続可能な経済成長の実現を推進

バイオエコノミー市場拡大を目指した取組の推進　2030年に国内外で100兆円規模

	バイオものづくり・バイオ由来製品	一次生産等（農林水産業）	バイオ医薬品・再生医療等、ヘルスケア
目指す姿	各産業のバイオプロセス転換の推進、未利用資源の活用による環境負荷低減やサプライチェーンの強靭性向上	持続可能な食料供給産業の活性化、木材活用大型建築の普及によるCO_2排出削減・花粉症対策への貢献	日本発のバイオ医薬品等のグローバル展開、医療とヘルスケア産業が連携した健康寿命延伸
技術開発	・バイオテクノロジーとAI等デジタルの融合による**微生物・細胞設計プラットフォーマーの育成**と**バイオファウンドリ基盤**の整備 ・強みとなりうる**水素酸化細菌、培養・発酵プロセス等**に注力 ・原料制約の解消に向けた**未利用バイオマスやCO_2直接利用**、生産・収集コストの低減、前処理技術　等	・**スマート農業**に適合した品種の開発・栽培体系の転換、農業者を支援する生成AIの開発等、ゲノム情報を活用した新品種の開発等**生産力向上と持続性を両立**する研究開発等 ・建築用木材(CLT等)や林業機械の技術開発・実証、**ゲノム編集による無花粉スギ**の開発等	・次世代の医療技術や創薬につながる革新的シーズ創出のための**基礎研究と橋渡し機能**の強化 ・革新的医薬品・医療機器等の開発を進めるための**薬価制度等におけるイノベーションの適切な評価**を検討
市場環境	・**バイオ由来製品**の市場化に向け、まずは**高付加価値品の市場化**に注力。低コスト化・量産等に向けた規制や市場のあり方の検討、段階的に汎用品の市場化。**官民投資規模を３兆円/年に拡大** ・**LCA等の評価や製品表示、国際標準化**等のルール形成、グリーン購入法等を参考にした**需要喚起策**の検討	・みどりの食料システム戦略に基づく環境負荷低減に向けた取組等の推進 ・**フードテック**等先端技術に対する**国民理解の促進**等。先進技術の**海外市場への展開、国際標準**等 ・木材利用の意義や効果の普及啓発	・**ヘルスケアサービスの信頼性確保**のため、医学界・産業界が連携したオーソライズの仕組みの構築を支援 ・安全保障上の観点も含め、CDMO等**製造拠点の国内整備**及び**現場での製造人材の確保** ・日本と諸外国の**エコシステムの接続の強化**による**創薬ベンチャー支援** ・ヘルスケア産業市場の特異性を踏まえた**スタートアップ支援**
事業環境	・**バイオファウンドリ拠点**の整備 ・バリューチェーンで求められる**人材の育成・確保、周辺産業も含めたサプライチェーン**の構築 ・省庁連携による規制・ルールの調整、国際議論への対応、バイオマス活用推進基本計画に基づいたバイオマスの活用推進	・農研機構等において産学官が**共同で活用できるインフラ**の充実・強化。品種の海外流出防止に向けた**育成者権管理機関**の取組の推進 ・大規模技術実証事業等による**農林水産・食品分野のスタートアップ**の育成 ・木材活用大型建築の設計者・施工者の育成	

出典：内閣府「バイオエコノミー戦略（概要）説明資料（ https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy-gaiyo.pdf ）

報告内容

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

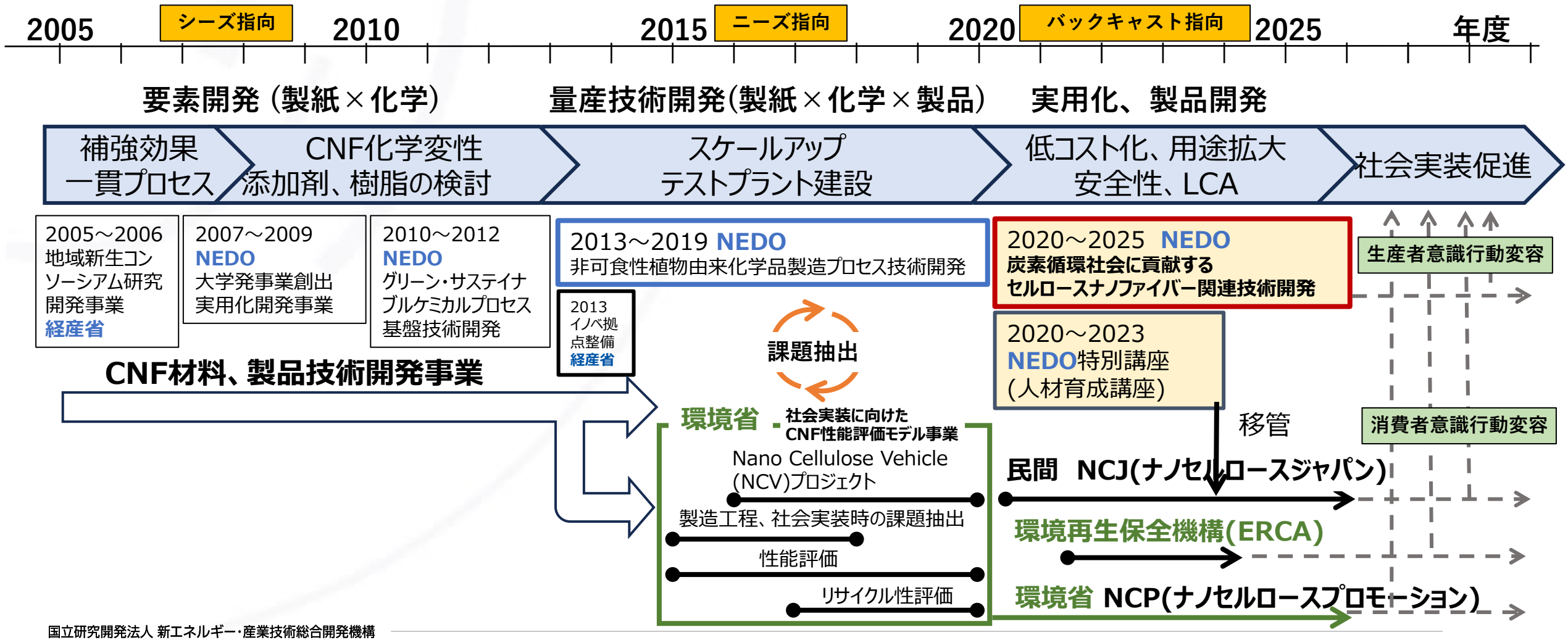
(1)実施体制
※受益者負担の考え方
(2)研究開発計画

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

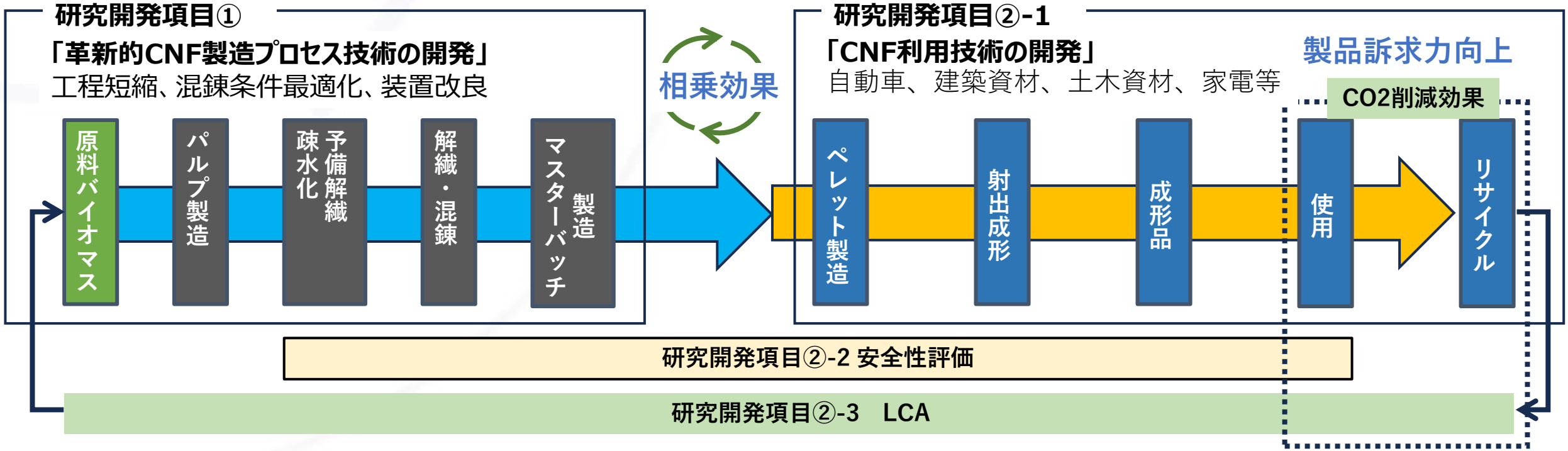
CNF複合樹脂開発と、本プロジェクトの位置づけ

■ **CNF複合樹脂は、2005年の要素開発に始まり、量産技術、製品化の検討を経て、社会実装のフェーズに至る**



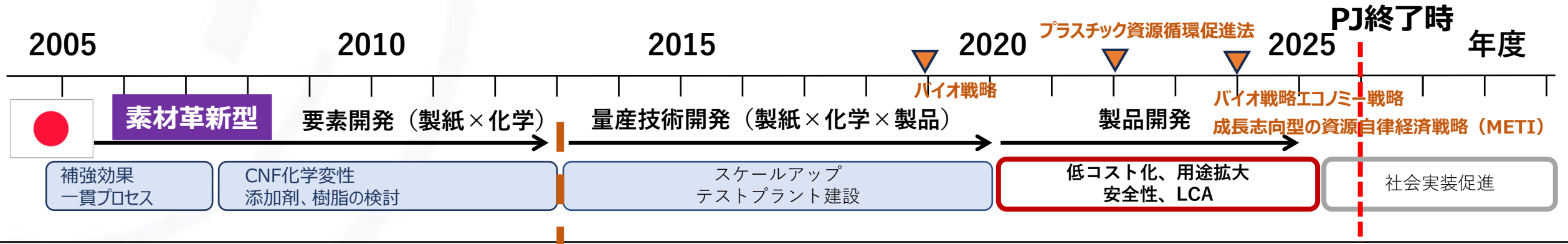
本事業の目的

- **CNF関連技術の社会実装を目的とした本事業では、CNFの製造コスト低減（既存繊維強化樹脂相当以下）**のみならず、各製品用途に応じた**CNFの利用拡大**との**相乗効果**が必要と考えた。
- CNFは新材料として多用な応用が期待されているが、実用化や普及を加速するためには、ナノ材料として製造および製品使用の安全性および環境への評価が必要。**安全性評価書の公開**、**LCAの公表**により、**製品訴求力のさらなる向上**を図る。



外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

- 海外：米国は、民間主導の技術革新、EUは制度主導によって推進
- 社会実装の取り組みは、日本が先行、産官学連携による素材革新とリサイクル法等の強化、経済戦略により推進



米国　**技術革新型（民間主導）**

P3Nano Project　ナノセルロース強化コンクリート、CNCを複合化したポリ乳酸の生分解性スナック包装容器、コンピューターチップ

EU　**制度主導型**

Scaling-Up Nanoparticles in modern PAPermaking　製紙産業が CNF, CNCを自社事業内での実用化を目指す

フィンランド

FinnCERES　先端材料研究中心

スウェーデン

Wallenberg Wood Science Center（WWSC)大学中心　木材資源の高度利用　先端研究中心

Digital Cellulose Center (DCC)　**RISE**（国研）中心
エネルギー、エレクトロニクス　デジタル通信への応用研究

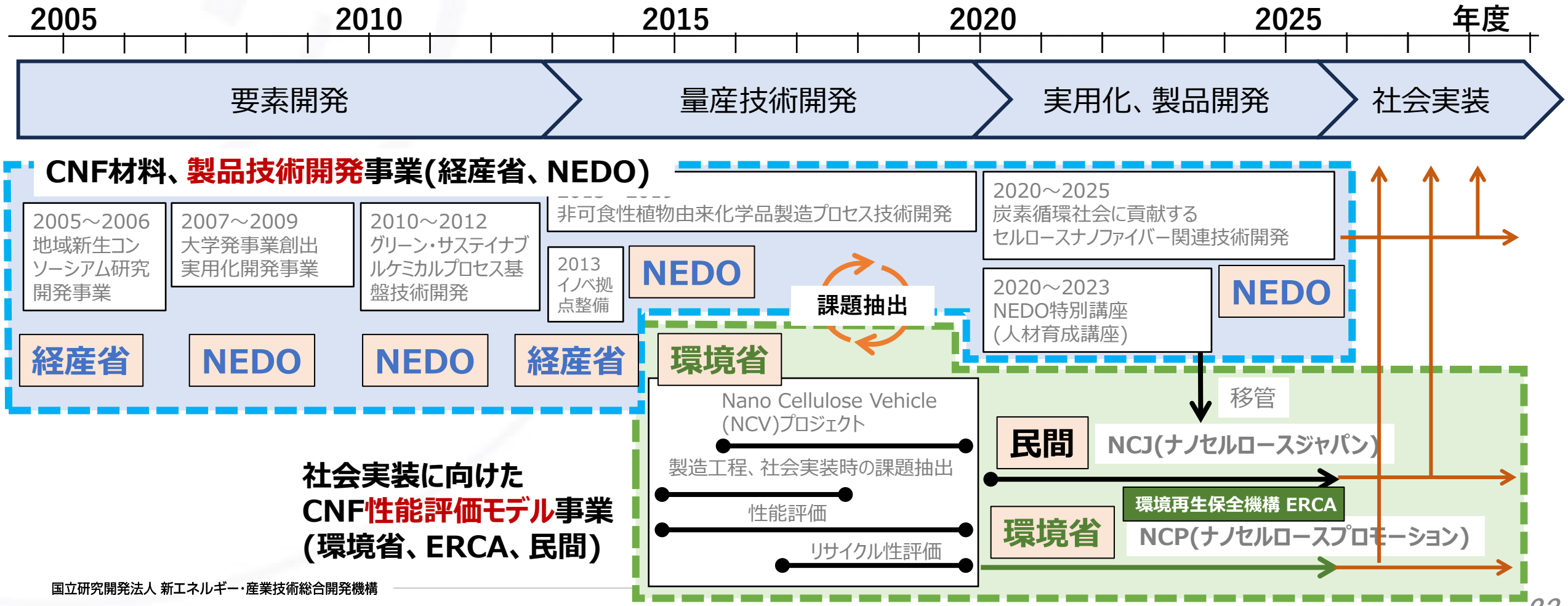
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

■ 海外の研究開発の動向：欧州、中国が活発。 事業は比較的小規模だが、環境意識の高まりにより、拡大の可能性有

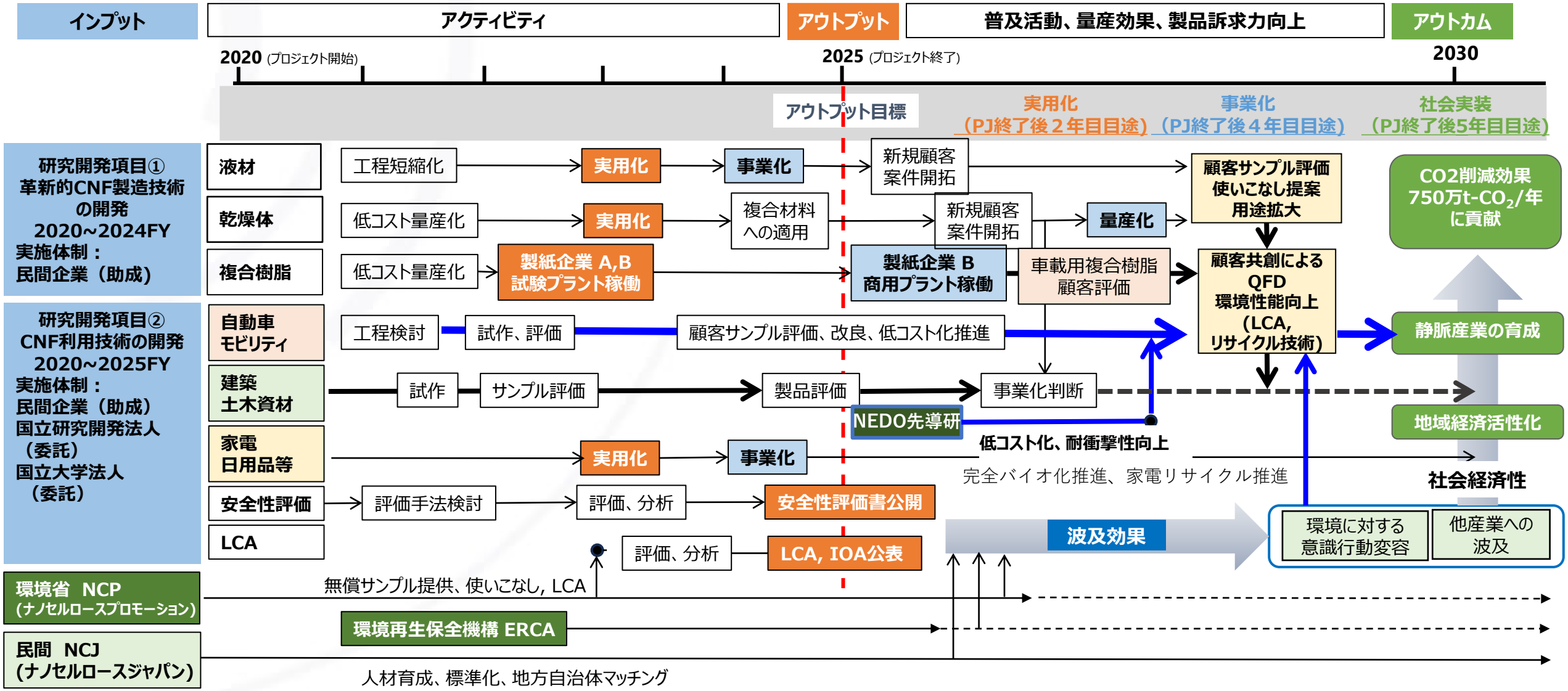
国・地域	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ/団体名	研究開発費	研究内容
米	P3Nano プロジェクト	**約2.6億円**（2012～）	ナノセルロース強化コンクリート、CNCを複合化したポリ乳酸の生分解性スナック包装容器、コンピューターチップなどの技術開発を検討。
EU	Scaling-Up Nanoparticles in modern PAPermaking	**約13.2億円**（2009～2013）	製紙産業が中心となって生産しているCNF、MFCの用途は、自社の事業内での実用化を目指すレベル
ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ	FinnCERES	**約30.9億円**（2018～2025）	CNFの実用化・製品化よりも先端的な材料研究を進めることで、世界のトップクラスの研究機関を目指す。CNF、CNCに大きな投資をしない傾向。
ｽｳｪｰﾃﾞﾝ	Wallenberg Wood Science Center (WWSC)大学中心	**約57億円**（2009～2018）	木材資源の高度利用と世界トップの大学研究機関を目指して、多くの論文が報告されている。実用化とスピンオフに至った例は少ない。
	Digital Cellulose Center (DCC) RISE（国研）中心	**約28億円**（2017～2027）	CNFを含む木材成分の高度利用（エネルギー、エレクトロニクス、デジタル通信等）を目指す。
中国	–	–	国内製紙産業が盛況であり、ナノセルロース関係の企業の事業化に関しての情報なし。大学・研究所ではナノセルロース関連の論文多数。
カナダ	–	–	CNCのパイロット生産を世界に先駆けて、2012年から複数の企業が開始。現在では縮小し、ブラジルに生産拠点を移転。CNC、MFCのセメント添加剤への適用のベンチャーが活動。

他事業との関係　-経産省、環境省との連携および民間への移管-

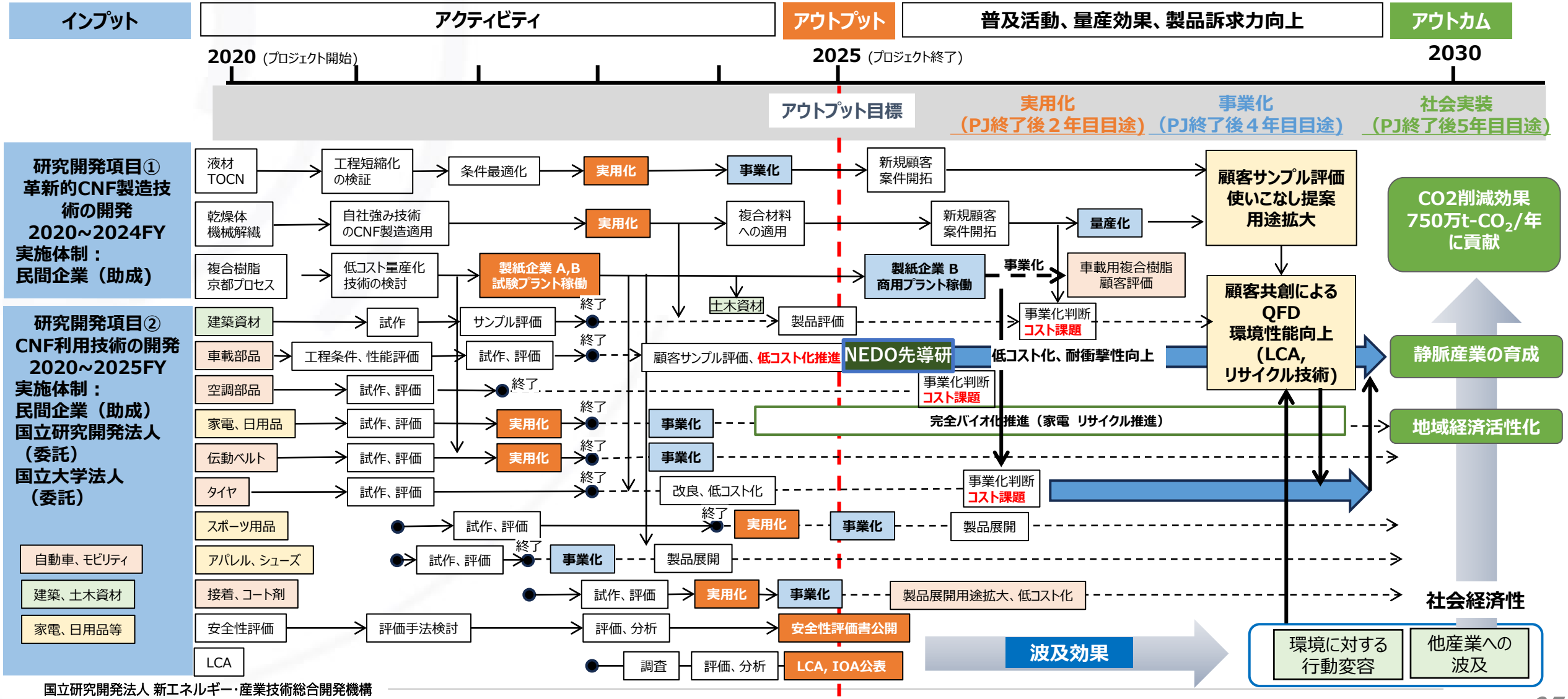
- NEDOおよび経産省の事業は、材料開発および、実用化に向けた製品技術開発
- 環境省、ERCA、民間は、社会実装モデル事業を推進、CO_2削減およびリサイクル評価



アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル (産官学)-



アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル（本事業詳細）-



知的財産・標準化: オープン・クローズ戦略

■ **実用化、事業化を見据えた上で、オープン・クローズ戦略を設定**
実施者は競合の知財出願状況等を確認しながら、実用化に向けて権利化等を検討

	非競争域	競争域
オープン	**広く利用してもらうことで、国内全体のCNF利用技術の促進に資するもの** （例） ・安全性評価書 ・環境(LCA)評価	**製品等から製造方法が判り、技術を守りたい場合、開発技術を利用してもらうことで市場獲得が期待できるもの** （例） ・複合樹脂ペレット（マスターバッチ） ・CNF複合樹脂成型品
クローズ		**得られた結果から途中行程が判らないand/or模倣されても区別がつかない技術** （例） ・TOCN複合材料製造法 ・TOCN溶媒分散体製造法 ・マスターバッチ製造法

共通基盤技術の利用促進の取組

・安全性評価書: 国内版：展示会での冊子（約1200部）配布、および電子版（約500ダウンロード）
海外版は、Springerにて電子出版

・環境評価(LCA)：順次アップデートし公開、積極的に国内外学会、論文発表

・オープンを想定する成果のうち、競争域に含まれるもので知財化を行うものは、特許出願後に学会、講演会、ニュースリリース等で公開

ノウハウとして秘匿

知的財産管理

＜助成事業＞

CNF製造法、利用技術：メーカー各社の戦略により推進

＜委託事業＞

安全性評価、LCA：基本的に知的財産権の確保は行わない方針

＜知的財産権の帰属、管理等取り扱いについて＞

研究開発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、委託事業は委託先、助成事業は助成先に帰属させることとする。（広く共通基盤として使われることを目的としているため）

＜標準化戦略＞

ISO TC229(ナノテクノロジー) WG3(環境・健康・安全作業グループ)の国内審議委員及びエキスパート、OECD工業ナノ材料作業部会(WPMN)のエキスパートとして活動し、関連する情報の収集及び事業の成果を発信

＜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

- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 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

アウトカム目標の設定及び根拠

● プロジェクト類型

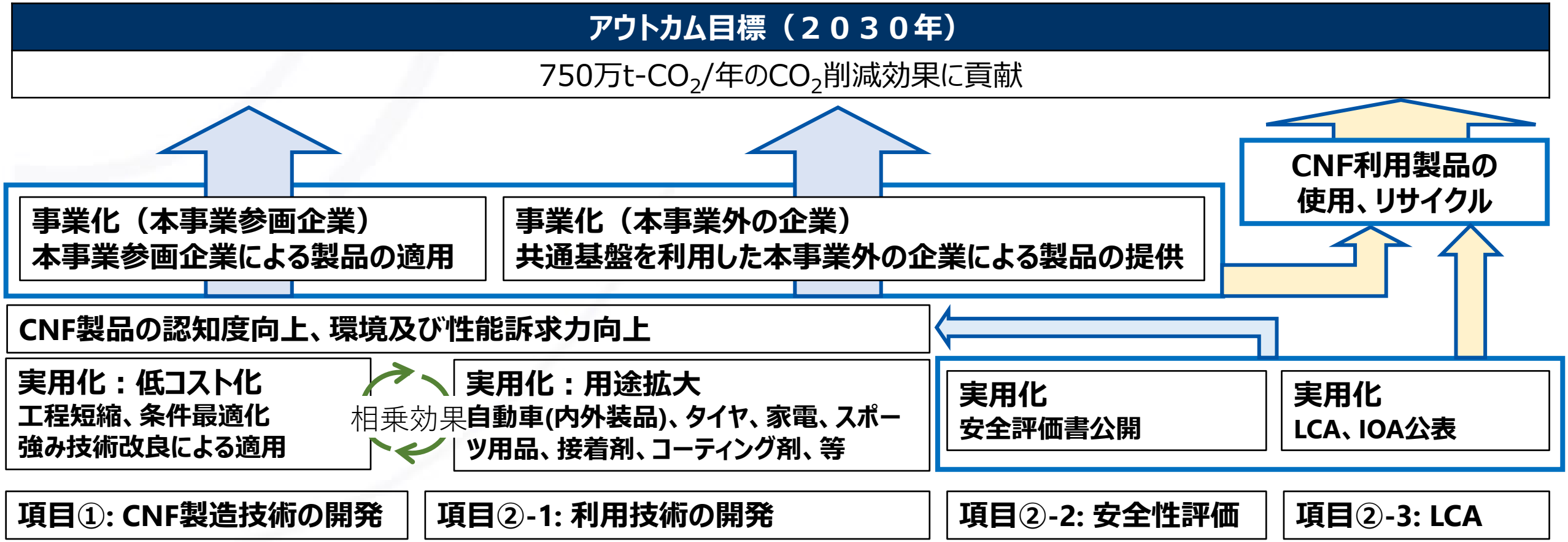
プロジェクト類型	実用化・事業化の考え方
標準的研究開発	**プロジェクト終了後5年**を目処に、**事業化**まで達することを目指す研究開発

アウトカム目標（２０３０年）	根拠
750万t-CO_2/年のCO_2削減効果に貢献 注：事業開始時の見積もり ・ モビリティ分野への適用を想定 ・ 廃棄量削減*、燃費向上**によるCO_2削減量を算出	母材樹脂としてプラスチック系とゴム系に対して、強化繊維にCNFを適用したことを想定。既存強化樹脂に対して、約30%置換えによる、CO_2削減効果を推定。 ・ 車体内装プラスティック部品(GFRP)をガラスからをCNFに置き換えることで、マテリアルリサイクルによるCO_2削減効果が期待でき、2030年には373万t－CO_2/年の削減* ・ ゴム系として、CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード→AAAになることによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上により、国内377万t以上の排出量削減効果が期待できる(自動車タイヤ工業会データより)** ・ 2030年CO_2削減効果は、実施計画書記載目標373万t（NEDO試算）に377万トンを加え、**750万t-CO_2/年**を目標とした。

*　https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf
**　https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

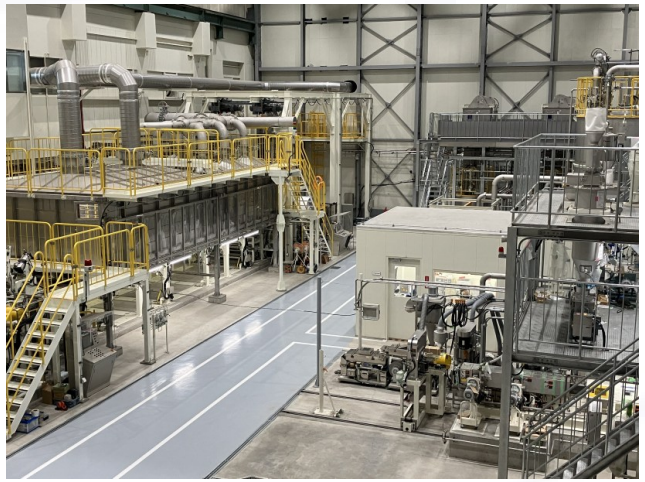
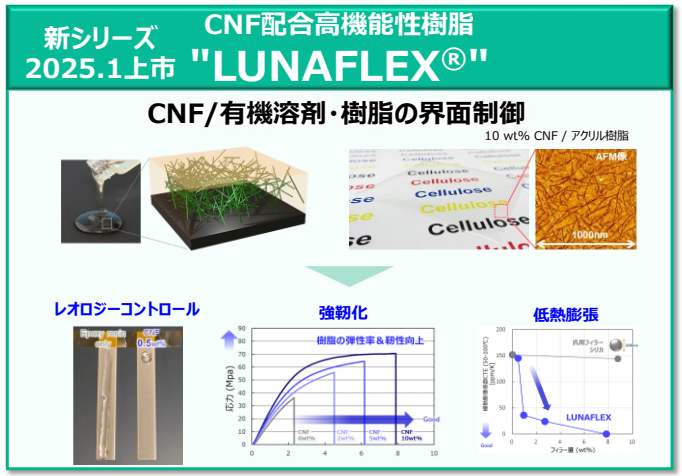
実用化・事業化の考え方

- CNF製造技術(研究開発項目①)とCNF利用技術の開発(研究項目②-1)の相乗効果により、コスト低減、性能向上
- 安全性(研究開発項目②-2)やLCA (研究開発項目②-3)の公表により、製品訴求力向上、普及拡大
- CNF強化(バイオ)プラスチックへの転換は、製品使用やリサイクル性向上、長寿命化により、CO_2削減効果大



アウトカム目標の達成の見通し（CNF製造技術の例）

- 各事業者、低コスト化と特性向上を両立した技術開発の製品化により、利用技術普及寄与
- CNF複合樹脂の利用拡大や、CNFと複合化する石油由来の樹脂をバイオマ ス由来に置き換えも行うことで、2030年には373万t－CO_2/年の削減*

複合樹脂　（CO_2削減効果大）	乾燥体	液材
・独自の変性処理、機械メーカとの共同開発により、低コスト、高品質化を実現 ・商用プラントを稼働，量産効果に寄与	・強み技術(WJ)のカスタマイズにより、高品質のCNFの生産性向上による低コスト化。 ・顧客共創により、複合材料への展開	・シングルナノサイズレベルCNFを低コストで生産 ・離型剤・滑液材、複合樹脂への応用展開 ・国内外の顧客評価により、用途拡大を推進
	 	
大王製紙株式会社殿、 芝浦機械株式会社殿	株式会社スギノマシン殿	花王株式会社殿

* https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf

アウトカム目標の達成の見通し（CNF利用技術の例）

■ 自動車、建築土木資材、家電等の利用技術を製品化、CNF低コスト化による相乗効果により、事業化推進中
■ CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード → AAAグレードによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上の結果、国内377万t以上の排出量削減効果が期待 (自動車タイヤ工業会データより)*

自動車　（CO_2削減効果大）

タイヤ



①CNF原料コスト（製造費＋輸送コスト）と②WMB製造コスト（脱水＋乾燥工程）での低コスト化が必須

CNFの特性を維持しながら、大幅なコストダウン可能なCNFエラストマー配合を目標に開発

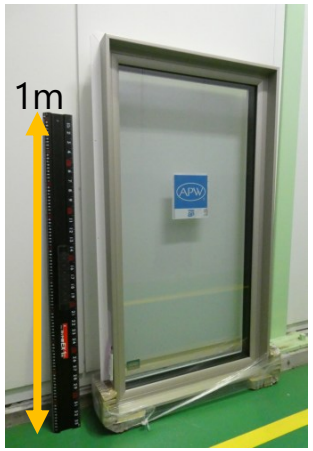
内装部品



CeF55%–PP　CeF55%–BioPE　CeF70%–PP

建築土木材（押縁、床材等）

樹脂サッシ押縁



床材



家電、日用品等

冷蔵庫部品



シューズ





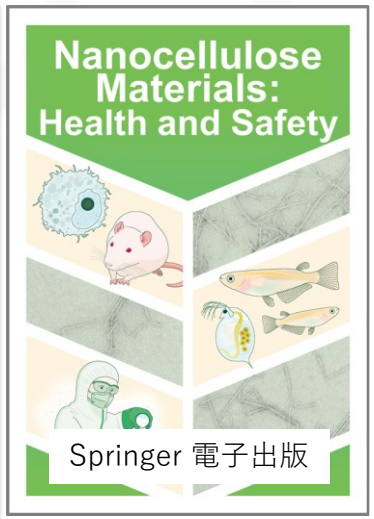
* https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

アウトカム目標の達成の見通し（安全性、LCAの例）

- CNFの安全評価書（日本語版、英語版）を公開、 CNFを対象とした先制的LCAの国内外で学会、論文発表
- 安全性評価、LCAの公開、公表により、本事業外の企業にも開発、事業化の障壁を下げ、普及拡大を促進

安全性評価書　（産総研、福井大）

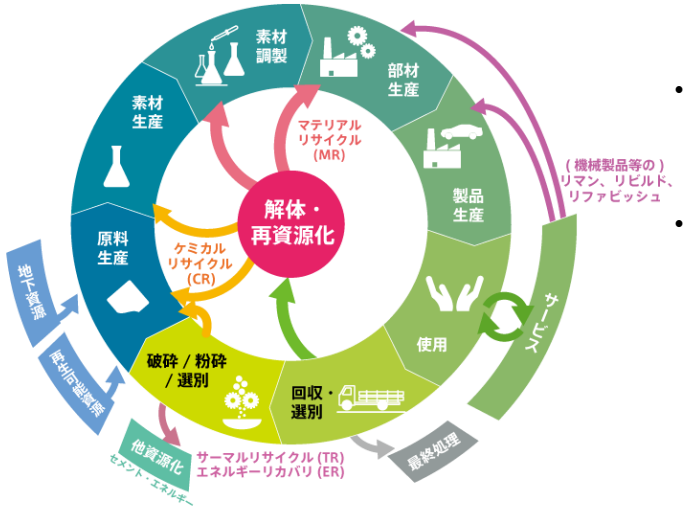




安全性に関する情報を集約し、
関連事業者に情報提供
↓
CNFの開発や普及を支援

- 簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価
- 中皮腫発生の検証
- 生体安全性（動物実験）評価
- 排出・暴露評価
- 生態影響の評価

環境評価　LCA（東京大学）



- CNF製品の環境性能向上むけたシナリオを提案
- CNFに関係した地域経済活性化施策を提言

論文投稿7件
国内外の学会発表35件
広報活動13件

- ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定
- CNFを対象としたLCAの実施
- 経済影響評価のための産業連関分析の実施
- 社会への評価手法ならびに結果の普及
- 学会・論文等における公表

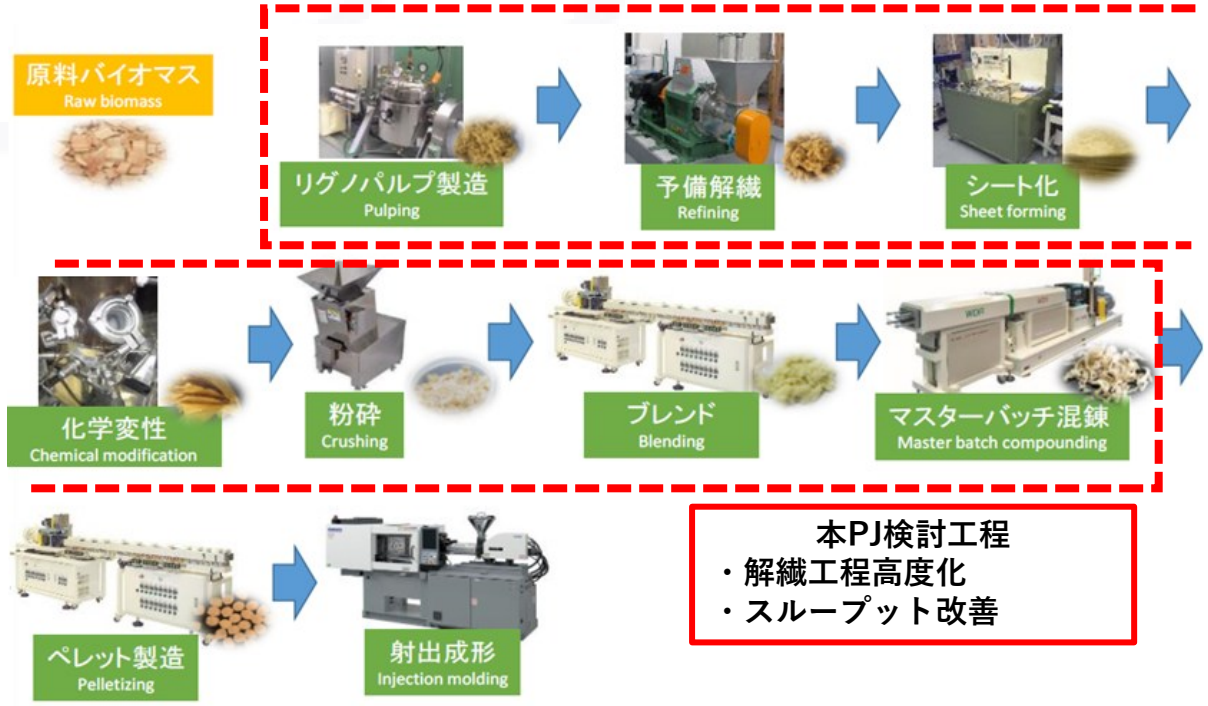
前身事業との関連性

補強効果 一貫プロセス → CNF化学変性 添加剤、樹脂の検討 → スケールアップ テストプラント建設 → 低コスト化、用途拡大 安全性、LCA → 社会実装促進

前身事業
2013～2019 **NEDO**
非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

2020～2025 **NEDO**
炭素循環社会に貢献する
セルロースナノファイバー関連技術開発

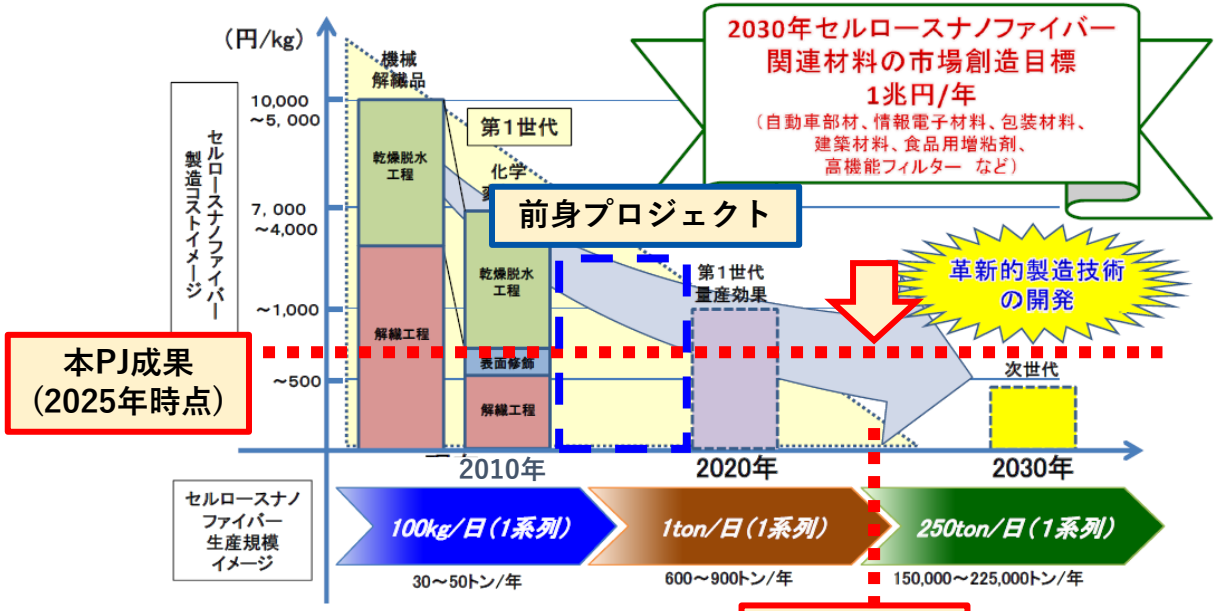
京都プロセス



本PJ検討工程
・解繊工程高度化
・スループット改善

セルロースナノファイバーによる新市場創造戦略

市場拡大には、革新的製造技術の開発による設備・製造コストの大幅な低減が望まれる



本PJ成果（2025年時点）

2000トン/年 製紙企業B社

費用対効果

■ インプット**約35億円**に対し、2030年には**1兆円規模**のセルロースナノファイバー市場形成及び**750万ton/年のCO_2削減効果**に貢献するため、費用対効果は極めて高い。

（単位：百万円）

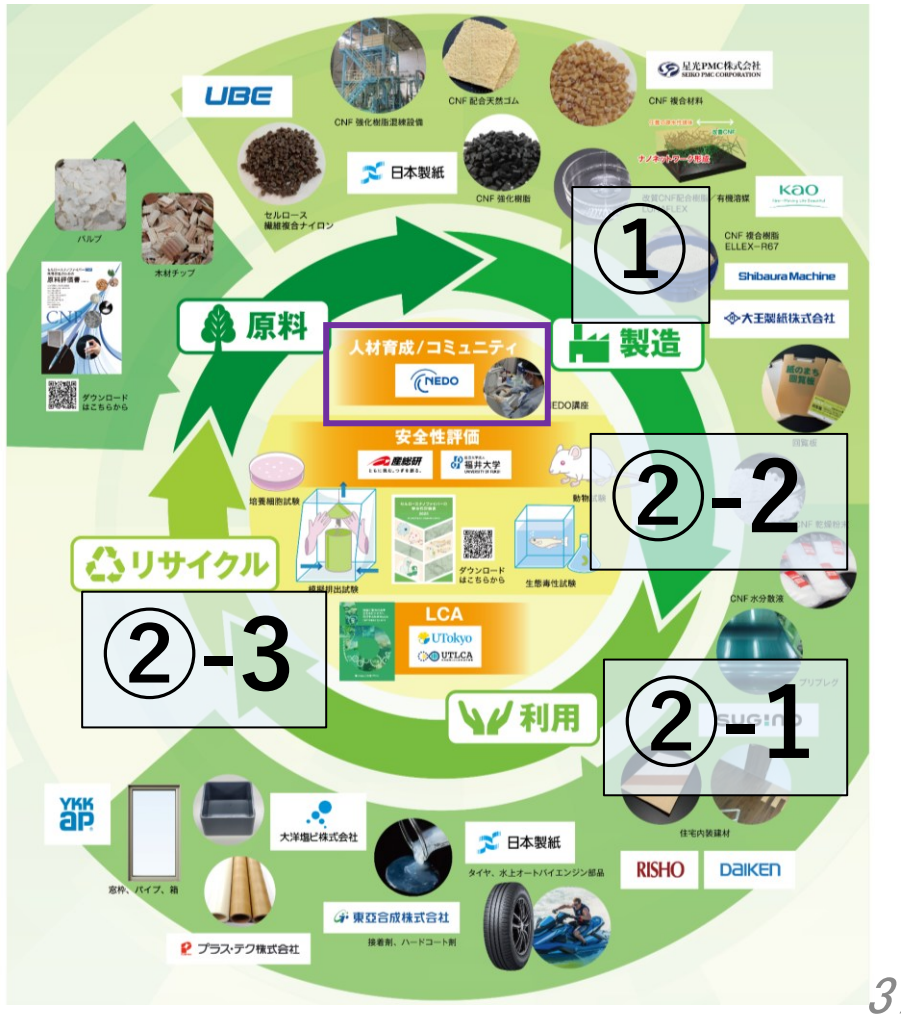
研究開発項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	合計
① 革新的CNF製造技術の開発	121	559	438	156	274		1,548
②-1 CNF利用技術の開発	170	192	187	22	19		590
②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	150	150	350	202	186		1,038
②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価				120	143	26	289
実績額　合計	441	901	975	500	622	26	3,465

プロジェクトの総費用　35億円
→総事業費　約60億円（助成事業の企業の自己負担分を含む）

本事業における研究開発項目の位置づけ

■ 炭素循環社会に貢献する各種CNF（液材、乾燥体、複合樹脂）の製造法,利用技術の拡大、安全性、LCAにより、普及拡大を促進

研究開発項目	内容
研究開発項目① 革新的CNF製造技術の開発	製造コスト低減
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	自動車、建築資材、土木資材、家電等の構造材への利用拡大
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	安全性や品質の更なる管理強化
研究開発項目②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価	CNF含有製品およびその利用による環境影響の可視化



アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	最終目標（2025年３月）	根拠
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1.ＣＮＦ複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、**ＣＮＦ複合樹脂の製造コスト**（ペレット価格）を、**プロジェクト終了時(2024年) に700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減する。 2.**高機能性CNF材料**として、**従来コストの1/4以下で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減する。	国内においては、ＣＮＦの製造プロセス、及び用途開発は進められているものの、実用化に達しているものは未だ多くない状況である。ＣＮＦの実用化、用途拡大のためには、**ＣＮＦの製造コスト低減が重要**であるとともに、各製品用途に応じた**ＣＮＦの利用拡大への加速**が必要である。
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	自動車、建築資材、土木資材、家電分野等の用途で新たに開発したＣＮＦ製品が、競合品に比べ、コスト、性能等の面で総合的に競争力があることを示すために、**5件の実用化の目途**をつける。	**製品用途拡大**の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、**二酸化炭素の排出量削減**につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	ＣＮＦの多様な用途拡大に対応した有害性評価手法の開発と評価、及び排出・暴露評価を行い、**安全性評価書**をまとめる。	ＣＮＦは新しい材料として多用な応用が期待されているが、**実用化や普及を加速するため**には、ＣＮＦの利用にあたっての安全性の確認を強化する必要がある

研究開発項目	最終目標（2026年３月）	根拠
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	材料代替効果を定量的に求める為に、材料の物質フローやリサイクル性等も加味し、時間的・空間的に拡張した材料のライフサイクル全体を評価できる評価手法を構築する。上記**先制的ＬＣＡ評価**を元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	新規な技術を社会へ導入することにより誘発される環境や社会経済などへの影響について、適切な技術評価によって可視化・論理化し、**当該技術の導入により影響を受けるライフサイクルの設計**において用いることができるようにする必要がある。

アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標（2025年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1．ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024年）に**700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減。 2.高機能性CNF材料として、**従来コストの1/4以下で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。	1．**700円/kg**まで低減 （但し、原料価格の上昇の影響有） 2 .高機能性CNF材料として、**従来コストの1/10で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減	○	工程短縮化、条件最適化、量産プラントの立ち上げによる 低コスト化推進
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	実用化の目途　**５件**	建築資材(押縁、床材)、土木資材(パイプ)、家電分野、化学製品（接着剤、コート剤）で**6件以上の実用化に目途（一部事業化）**	○	自動車、建材、家電、日用品等 利用拡大を実証、一部事業化を前倒しで推進
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**安全性評価書**の作成、公開	安全性評価書の作成、 **国内外での公開**	○	安全評価書の国内外公開

研究開発項目	目標（2026年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**先制的ＬＣＡ評価**を開発し、これをを元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	CNF導入による環境・経済評価手法の体系化、可視化 政策立案や地域展開の基盤整備 LCA、IOAの**国内外での公表**	◎	先制的LCAの国内外での学会、論文発表 目標件数過達 副次的効果として、**製品使用、リサイクルにおけるCO_2削減効果を提言**

◎　大きく上回って達成、○達成、△一部未達、　×未達

特許出願及び論文発表

■ **実用化・事業化の計画や外部環境の動向を踏まえ、適切なタイミングで必要な論文発表・特許出願を実施**

■ 基盤技術等の成果の利用促進のために、

・オープンを想定する成果：特許出願後に、学会、論文、講演会、ニュースリリースなどで発表

・クローズ戦略をとる成果：研究成果は発表できる形式で成果普及を行い、社会実装に向けて実施者による積極的に外部発信

	特許	論文	発表・講演	新聞雑誌等への掲載	その他（ニュースリリース）
研究項目① 革新的CNF製造技術の開発	50	3	124	83	42
研究項目②-1 CNF利用技術の開発	25	1	24	19	0
研究項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	0	24	55	0	38
研究項目②-3 セルロースナノファイバー材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価	0	10	37	0	14
合計	**75**	**38**	**240**	**102**	**94**

＜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

バイオマス由来の高性能素材であるセルロースナノファイバー（CNF)の製造コスト低減、利用用途拡大、安全性および環境への影響(LCA)の確認を強化する研究開発は、

○ 社会的必要性：**大**
- 製紙産業の競争力強化、地域産業活性化に貢献
- 既存の石油由来の素材の代替となり、経済安全保障の確保に資する
- 木材原料を用いることでカーボンリサイクルの一端を担うことができ、温暖化対策にも資する

○ 実用化に向けた研究開発の難易度：**高**
- 異分野連携(製紙、化学)による材料要素開発、多様な製品に対する事業機会を創出
- 新材料に対する安全性評価、環境評価(LCA)は社会実装の推進に必須

○ 実用化に向けた投資規模：**大**（開発リスク：**大**）

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

実施体制

NEDO
PM(山本→丸岡→松永)、
テーマ担当者（沖、服部、小野、木村）

PL：八尾 滋
（福岡大学）
SPL：後藤 康夫,荒木 潤
（信州大学）

技術推進委員会

研究開発項目①
「革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発」
【助成】 **7テーマ：11機関**

A: 花王(株)
B: 大洋塩ビ(株)/プラス･テク(株)
C: 日本製紙(株)/UBE(株)
D: 東ソー(株)/バンドー化学(株)
E: 大王製紙(株)/芝浦機械(株)
F: CHEMIPAZ(株)
G: (株)スギノマシン

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(1)
「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」
【助成】 **8テーマ：11機関**
A: 大建工業(株)/利昌工業(株)
B: ダイキョーニシカワ(株)
C: 進和テック(株)
D: パナソニックHD(株)
E: 住友ゴム工業(株)/日本製紙(株)
2021年度追加公募
F: 美津濃(株)/第一工業製薬(株)
G: (株)スピングルカンパニー
2022年度追加公募
H: 東亜合成（株）

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」
【委託】 **1テーマ：2機関**

A: (国研)産業技術総合研究所
/ (国大)福井大学

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(3)「セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価」
【委託】 **1テーマ：1機関**

A: (国大)東京大学

実施体制

- **NEDO**は、**PL**との間でプロジェクトの方向性や管理体制、問題点の解決にあたって指示・協議にて対応を決定。プロジェクト外の**有識者**の意見を積極的に取り入れて推進
- **NEDO**は、**実施者**との間で研究開発進捗状況、資産管理状況、予算執行状況、実用化検討推進状況等を都度確認し、**PLと連携**して必要な指示を行い活動を推進
- **各種委員会**にて、開発進捗、情報共有、普及拡大を推進

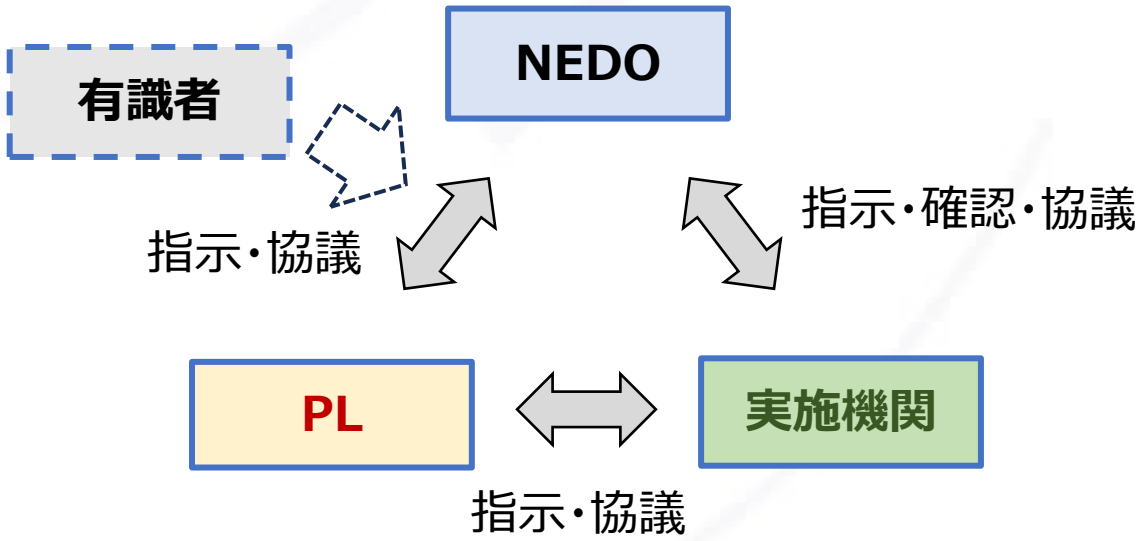


図　実施機関-PL-NEDO 連携

表　各種委員会

技術推進委員会（各テーマ）	専門家の意見、アドバイスをNEDO/実施機関が技術推進に積極的に取り入れ、研究開発を推進
事業者交流会（全体会議）	CNF研究第一人者による最新技術の講演、京都プロセス見学会、交流会等を通じてCNF事業内外のCNF研究者間の交流を促進
全体会議付設イベント NEDO人材育成講座	CNF事業機関の人材育成、受講企業との共同研究、受講企業からの公募申請などCNFプレイヤーの創出、充実

研究開発の実施体制　- 技術推進委員会 -

■ 専門家の意見、アドバイスをNEDO/実施機関が技術推進に積極的に取り入れ、研究開発を推進

研究開発項目	技術推進委員	委員からのアドバイス　例
開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発 【助成】	影山　裕史　委員 （学校法人金沢工業大学） 中村　嘉利　委員 （国立大学法人徳島大学） 西野　孝　　委員 （国立大学法人神戸大学） 松村　晴雄　委員 （株式会社旭リサーチセンター） 近藤　和博 （事業創出推進機構株式会社） 野田　浩二 （関西化学工業協会） 舟橋　龍之介 （(株)三菱総合研究所） 吉木　政行 （JX金属戦略技研（株）） 齋藤　継之 （国立大学法人東京大学大学院） 髙橋　祐次 （国立医薬品食品衛生研究所） 玄地　裕 （国立研究開発法人産業技術総合研究所） 能木　雅也 （国立大学法人大阪大学） 小野　博文 （旭化成（株）） 遠藤　貴士 （国立大学法人広島大学大学院）	・CNFを樹脂に混ぜて補強性を出す事業が主だが、出口を狭めずに自由に考えてもらい各社の特徴が出る展開を ・本事業は事業化がテーマなので、出口側（ユーザー）の存在、要求仕様についてしっかり各社の動向の確認を ・「安全」ということはもちろん良いが、それだけではなく、こういう使い方は良くない、といった視点での評価も必要では ・地域産業の連関分析から得られた成果は、将来的にも地場の経産局にも応用が可能になり有用性は高い。 ・ LCAの考え方、森林の考え方、ネイチャーポジティブなど最新の議論の出来る場をNEDOに作って欲しい
開発項目②-1 量産効果が期待されるCNF利用技術の開発 【助成】		
開発項目②-2 多様な製品用途に対応した 有害性評価手法の開発と全性評価 【委託】		

実施者間連携の取り組み- 全体会議: 事業者交流会 -

- CNF研究第一人者による最新技術の講演、京都プロセス見学会、交流会等を通じてCNF事業内外のCNF研究者間の交流を促進
- 2024年度は11月1日(金)@川崎商工会議所 で開催。（SUSMA展の翌日） 参加者は86名のうちオンライン24名、プレゼン発表は委託事業者から最新情報を、講演は主にユーザーとなる車載メーカーの開発状況と課題と産業局の取組について、ミニ展示会では同志社大の田中先生から樹脂混練技術の紹介



会議風景

技術課題解決のヒントや
その後の相談へ



講演

最新の成果や考え方を共有

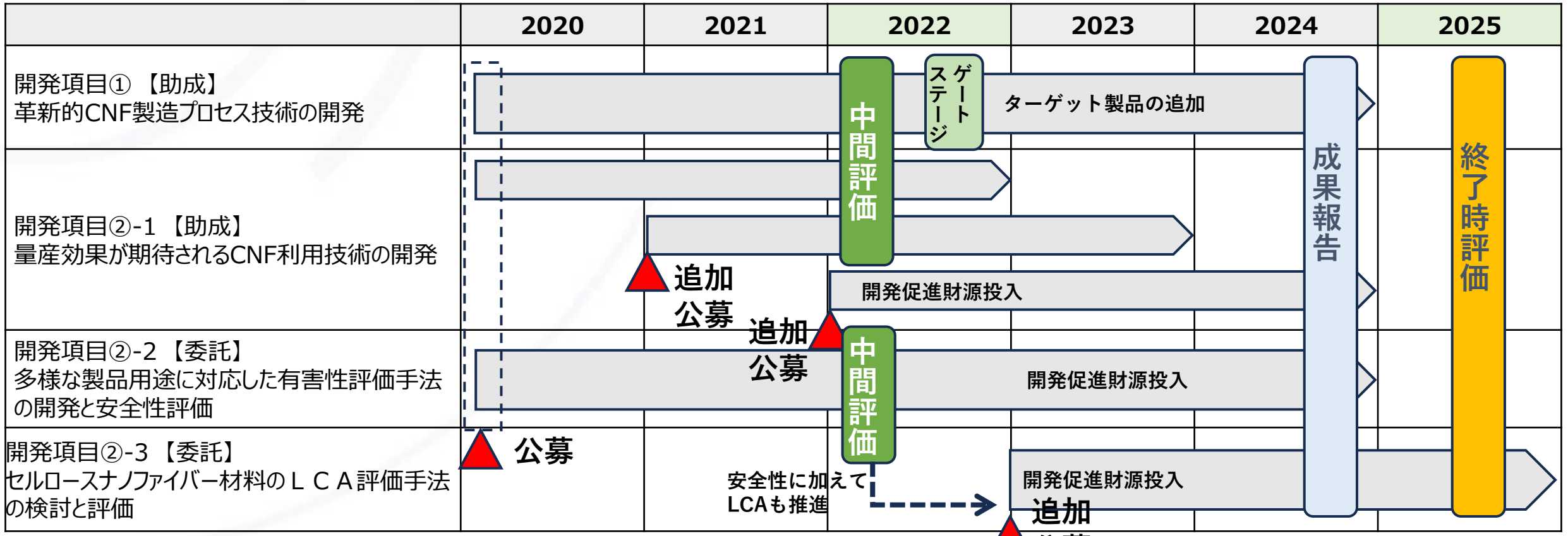


ポスターセッション

機微な情報交換やサンプル評価
など個別交流の場を提供

個別事業の採択プロセス

- 公募内容に応じた専門家を採択審査委員とし、NEDOで標準的に定められている公募、採択プロセスに沿って適切に実施
- 開発項目①：ステージゲート審査を実施、ターゲット製品の追加、開発促進財源を投入
- 開発項目②-1：利用技術拡大のため、2021年度、2022年度に追加公募
- 開発項目③-3は、中間評価により追加公募



予算及び受益者負担

■【助成】 企業の事業化に向けた研究開発は企業の積極的な関与により推進されるべきものとして、自己負担を伴う「助成」事業として実施

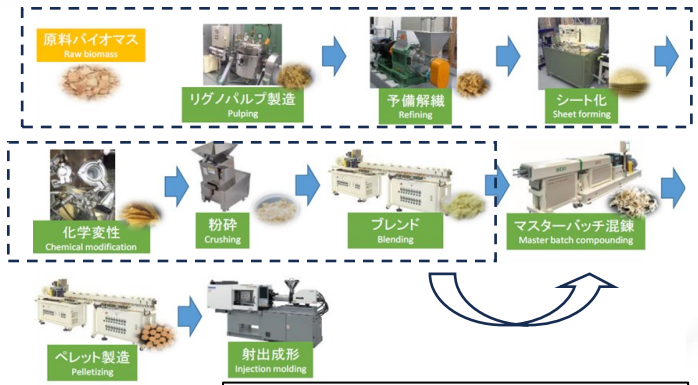
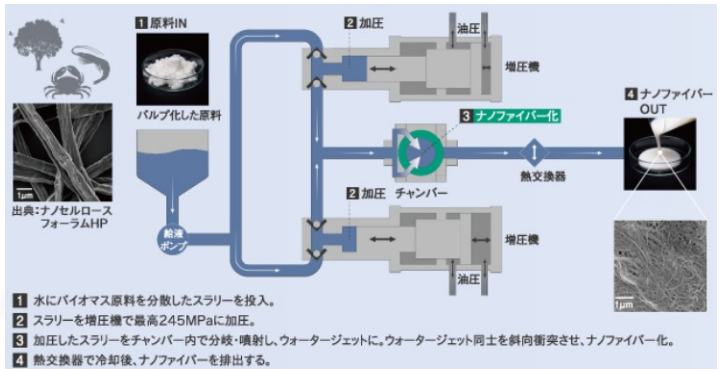
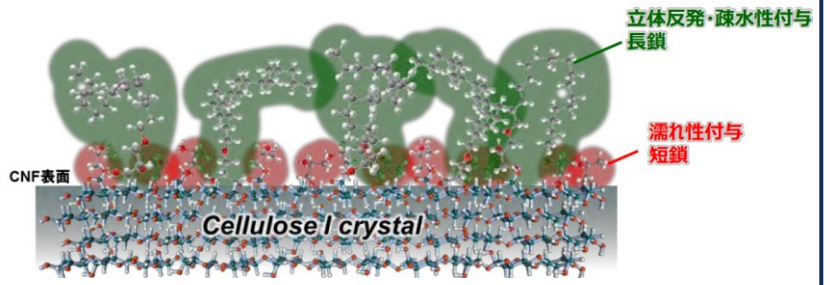
■【委託】 国立大学法人、国立研究開発法人　に関しては、共通基盤技術（安全性、LCA）開発を担う事業者のため、「委託」事業として実施

NEDO負担額（単位：百万円）

研究開発項目	位置づけ	委託/助成	年度						
			2020	2021	2022	2023	2024	2025	合計
① 革新的CNF製造技術の開発	**事業化**に向けて必要となる実用化技術	【助成】 大企業 1/2 中小ベンチャー 2/3	121	559	438	156	274		1,548
②-1 革新的CNF製造技術の開発			170	192	187	22	19		590
②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**共通基盤**となる要素技術の開発	【委託】 100％	150	150	350	202	186		1,038
②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価						120	143	26	289
合計			441	901	975	500	622	26	3,465

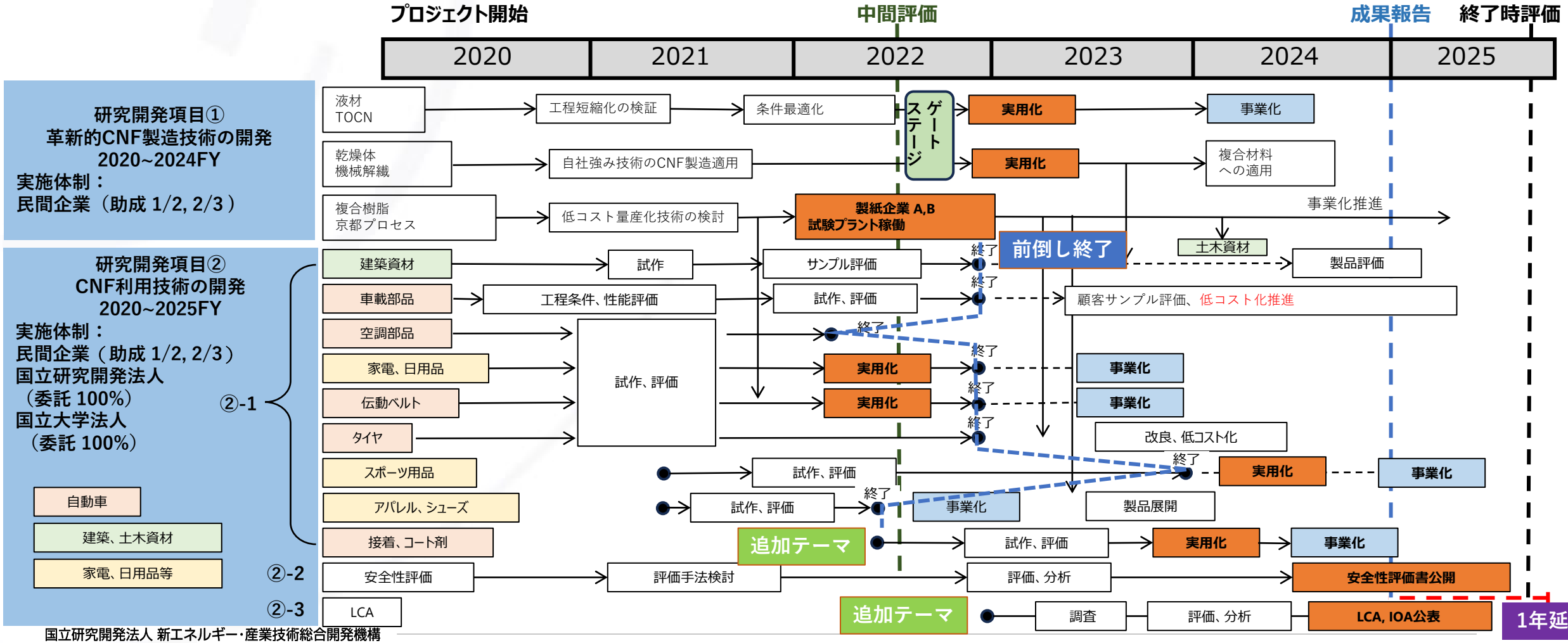
目標達成に必要な要素技術　- 各種CNF製造法 -

- 利用製品に応じたCNF(複合樹脂、乾燥体、液材)に製造法の要素技術のブラッシュアップ(低コスト化、物性向上)が必要
- 原材料選定、変性技術、スケールアップによる均一分散維持（製造条件）、工程自動化・簡素化を検討

複合樹脂	乾燥体	液材
京都プロセス技術 （一貫製造プロセス）	機械解繊技術 （ウォータージェット法、リファイナー）	TEMP酸化完全ナノ分散技術
パルプ利用（予備解繊）  混練時に変性・解繊	 自動化（供給・次工程搬送） 製造条件（圧力、流量、冷却）	短鎖と長鎖のデュアルグラフトCNF  化学変性、表面修飾、相溶化技術

研究開発スケジュール

- 2020～2024年の5カ年計画。一部の研究は、21、22、23年度開始。また、前倒しで終了の事業もあり。LCAは１年延長
- 各テーマはWBSを構築し、定例会議、技術推進会議にて、進捗確認、対策、開発促進投資をプロアクティブに推進



進捗管理：開発促進財源投入実績

件名	年度	金額(百万円)	目的	成果・効果
開発項目②-1【助成】 量産効果が期待されるCNF利用技術の開発公募・追加公募	2020年度	195	プロジェクト立ち上げ段階から予算を拡充することで、より多くの用途に向けた開発テーマを採択するため	より多くの用途に向けた開発テーマを、複数年度に渡って追加採択することで、幅広い分野で早期の実用化、事業化に向けた支援を実施。スピングルカンパニーなど早期に実用化した事業者を生み出した。
	2021年度	95	新規公募分が不足しており、各製品用途に応じたCNFの利用拡大への加速のため	
	2022年度	95	新規公募分が不足しており、各製品用途に応じたCNFの利用拡大への加速のため	
開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価【委託】	2023年度	52	中間評価の指摘と医食研のアドバイスを受け、ラットによる90days吸入暴露動物試験等、肺への継続的な影響評価を強化するため。	・持続的な炎症の継続が大きな問題であり、CNTと同様にOECD TG412、TG413に沿った評価を実施。 ・福井大学で吸入暴露試験装置を増強、事業後の評価にも対応。
開発項目②-3 CNF材料のLCA評価手法の検討と評価	2023年度	24	中間評価での指摘と2023年11月9日開催の技術推進委員会の議論を踏まえ、調査・解析人員の増強、再委託先機関での研究環境の整備を通じて、研究内容の深化を図るとともに、早期の成果公表を実現するため。	英論文投稿３件以上、対外活動（学会発表、プレスリリースなど）として10件以上を目標に変更。各種展示会、学会等と連携した成果の普及活動を行い、目標達成の見込み。
開発項目②-3 CNF材料のLCA評価手法の検討と評価	2025年度	26	得られた成果を広く海外にも情報発信し、先制的なLCA思考に基づく評価や、CNFの国際的な認知度向上につなげるため。	昨年度予算を繰り越し、１年延長契約し、隔年開催の国際学会（ISIES@6月シンガポール3件、LCM2025@9月パレルモ6件）にて発表。

進捗管理：定例の管理

■ 毎月の進捗確認で得られる情報、実施者からの相談事項、定期的な進捗確認から予見される個別リスクに応じて、問題解決のための打ち合わせや技術指導を行い、アウトプット目標達成に向けて研究の加速や遅れの挽回を対策

会議名等	概要	頻度	備考
研究開発目標の見える化 （達成指標の作成）	中間目標、最終目標に関して各研究開発テーマごとに具体的な達成指標を作成。	都度	研究開発15テーマについて2020年まで(追加2テーマは2021年まで)に達成指標を作成し、NEDOと事業者で共有。
実務者会議　（サイトビジット） （個別テーマ／チーム単位）	PM/PLによるテーマ/チーム単位での研究進捗確認、研究計画の軌道修正指示等。	1-2回／年度	毎年、各テーマについて進捗確認と軌道修正を実施。
個別ヒアリング	個々の検討課題に応じて、PM/PLによる個別ヒアリングを実施。研究現場確認、課題解決に向けた協議・指導等。	随時	2021年度までに全委託と助成の23機関とTeams会議を2～4回実施。うち、1回以上はPLミーティング。 （コロナ禍により現地訪問は自粛）
技術推進委員会	外部有識者による研究進捗確認及び委員コメントを受けて次年度計画に反映。	1回／年度	技術推進委員　4名がプロセスPJ、利用PJ、安全性PJの各委員会に参加 （複合材料設計および成形技術、バイオマス素材、高分子化学、バイオマス変換工学などに知見がある企業・アカデミアの外部有識者で構成）

進捗管理：中間評価結果への対応

指摘事項	課題解決状況（技術内容など＋α）
PJ全体に共通する課題として、弾性率は概ね目標達成見込みだが、衝撃強度は目標達成に苦労している。	・ゴム添加、分散性UP、相溶剤変更など各テーマ検討するも、改善効果が僅かで決定打に欠けている状況。 ユーザー企業とのコミュニケーションを積極的にすすめ、社会実装の加速のため、素材改良だけででなく、構造改良も組み合わせ、目標値クリアへ。 早期に社会に受け入れられる製品化を行う（星光PMC、大洋塩ビ等） ・2025年度先導研究にて課題設定し、構造材適用基盤技術開発を実施。
「CNF安全性評価手法」は、中間評価分科会で以下の指摘を受けている ・専門家のさらなるサポートが必要である ・ガイドライン等に準拠して取り組む必要がある	・ナノマテリアルの専門家として、炭素繊維（CNT）の安全性評価の経験豊富な国立安全衛生研究所の高橋先生をアドバイザリに加え、外部評価に耐えられる安全性データの取得を加速する。産総研・福井大を含めた定例進捗会議を行い、タイムリーにご助言を研究に活かす環境を整えた。 　安全性評価にあたっては、OECDをはじめとする国際的ガイドラインに準拠したプロトコールを採用し、国内CNFのデータの蓄積を予算を加速増額して実施。
PJ全体に共通する課題として、成果の要と考え得る事業化支援のため、NEDOとしてCNF市場を盛り上げていきたい	・広報活動の強化 　NEDO共同プレスリリースの積極活用。記者ブリーフィングの採用、SNS（Facebook,twitter）配信強化（12/5 産総研安全性評価書公開時） 　LCA広報動画、パネルディスカッション動画の公開 ・SASUMA展、nanotech展では、パネルディスカッション実施（2023年、2024年）100名以上 ・2/9おかやまCNFフォーラムにてNEDO事業紹介（PM）、地方のCNF展示会にもNEDO成果を出展

進捗管理：動向・情勢変化への対応

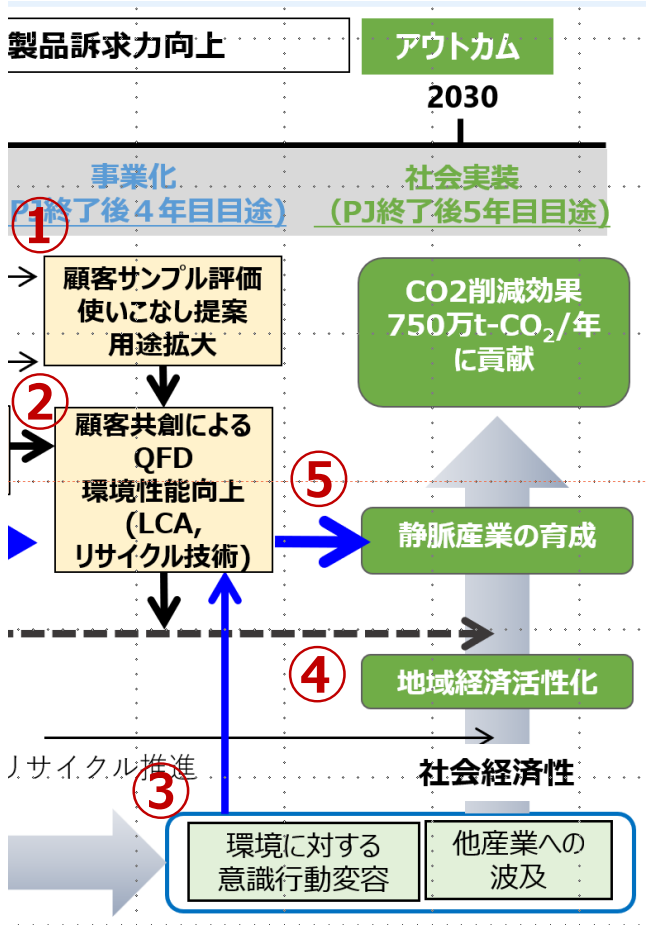
■ 外部の動向の変更や、役割に応じた研究開発体制の見直しを実施。助成テーマに関してもステージゲートを設け、延長可否を判断している。また調査事業等で社会動向の変化も捉えつつ、政策の変化に応じて技術開発のマネジメントを適切に実施

動向・情勢の把握	対応
政策動向の把握： PJ開始当初（2020年度）は利用用途について市場の比較的大きい自動車、建築資材、家電等分野での用途を中心に開発をしていたが、2020年10月に日本で表明された「2050年カーボンニュートラル」をはじめ、世界的な脱炭素の機運が強まり、日本としてCNFを早期に普及させ、市場を創出する必要性が増した。	2021年度、2022年度に(2)−②利用用途拡大　の追加公募を実施する際、早期に幅広い分野で国内でのCNFのプレーヤーを増やすため、それまで採択されていない業種、分野を優先することを公募要領に明記。スポーツ用品、アパレル等のテーマを追加採択。
NEDO調査事業により、国外政策動向・技術動向などを把握： 2019年度にNEDO「セルロースナノファイバーの市場及び技術動向調査」を実施している	2022年度後半にも調査事業を実施
コロナ禍の対応： コロナ禍における外出制限への対応、 納期等執行状況の早期の把握	・制限期間中は、進捗会議や技術推進会議など原則オンラインで実施、期間中以外は対面・オンラインのハイブリッド開催とした。全体会議は対面で実施できるよう開催時期を対面可能な日時を優先して決定した。 ・執行調査を行い、早期に設備導入時期を把握し、必要に応じ、目標達成時期に影響が出ないように後倒しの計画変更を行うことで対応した。

成果普及への取組

- アウトカムに向け、ニュースリリース、動画コンテンツ、広報誌、安全評価書などを作成し、広報活動を推進
- 展示会でNEDOブースを出展し、成果をPR。また、NEDO特別講座などを通じて、開発技術を広くユーザに普及

項目	媒体	対象	目的
安全性評価書　（国内版）	冊子、電子媒体	関連企業、アカデミア	①②
安全性評価書　（英語版）	電子出版	関連企業、アカデミア　（海外）	①②
NEDO講座	実習（４拠点）	一般企業（募集）	①
サステナブル マテリアル展	展示会	関連企業	①②③
ナノテク展	展示会	アカデミア、企業開発担当者	①②③
CNF最前線	展示会	関連企業、地方自治体	①④
ふじのくにセルロース循環経済国際展示会	展示会	関連企業、地方自治体	①④⑤
ニュースリリース	WEB	一般、関連企業、アカデミア	③
動画コンテンツ	WEB（YouTube）	一般、関連企業、アカデミア	③
広報誌	紙冊子、電子媒体	一般、関連企業、アカデミア	③



成果普及への取組

■ ニュースリリース、広報誌、動画コンテンツなどを作成し広報活動を推進している。毎年度サステナブルマテリアル展等の展示会でNEDOブースを出展し、成果をPR。また、NEDO特別講座などを通じて、開発技術を広くユーザに普及





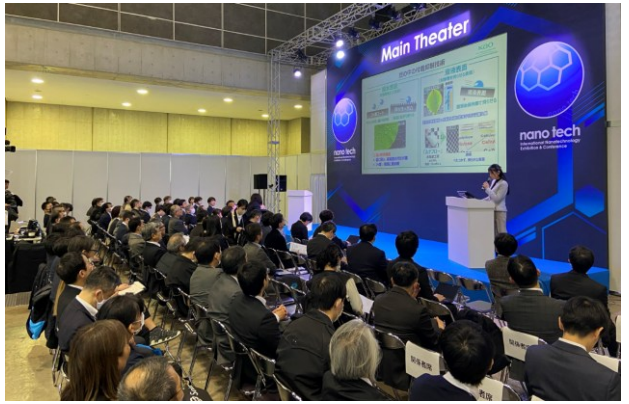
動画コンテンツ　NEDO チャネル



広報誌　focus NEDO



サステナブル マテリアル展



2025年ナノテク展　成果報告会

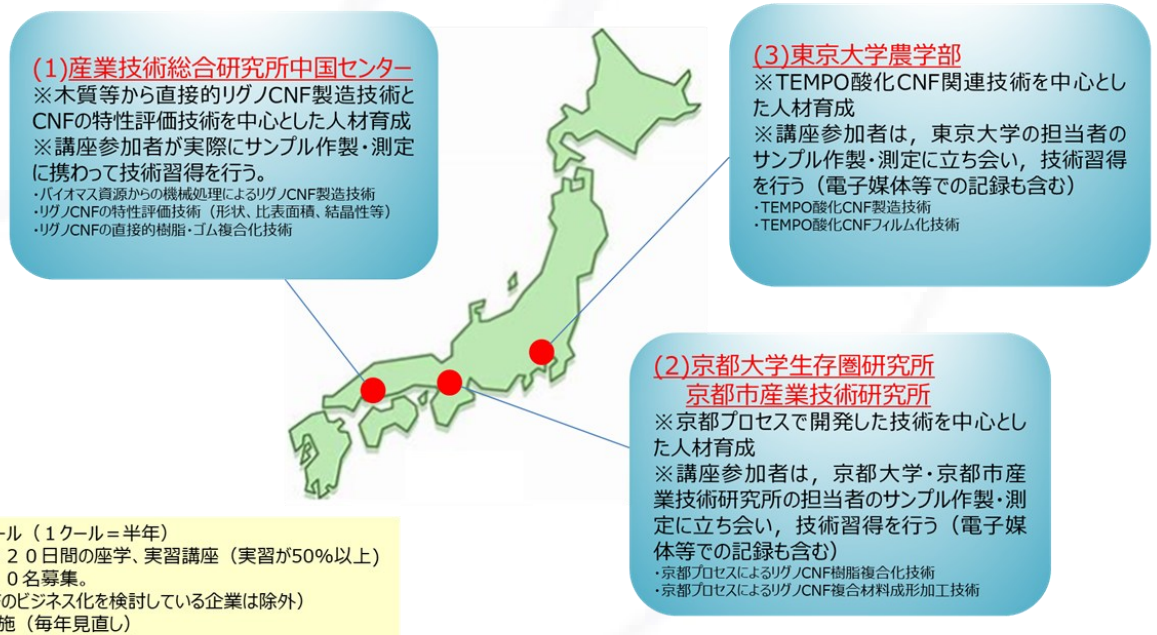




NEDO特別講座

成果普及への取組　- NEDO特別講座 -

- NEDO・リグノCNF参画事業者４機関（３拠点）が共同でCNFの社会実装を拡大・促進するための「場」（拠点）を構築
- 2024年度以降は、民間（NCJ：ナノセルロースジャパン　実習講座）に移管



・年間２クール（１クール＝半年）
・１クール＝２０日間の座学、実習講座（実習が50%以上）
・１クール２０名募集。
（既にCNFのビジネス化を検討している企業は除外）
・３年間実施（毎年見直し）
・予算額　4000万円/年以内

CNF研究主要拠点（東京、京都、広島の３拠点）



実習の様子



NCJに移管（2024年度～）

（共同研究は有償契約 他は無償）		東京大学	京都大学	京都市 産技研	産総研 中国センター	合計
2020年度 ～ 2023年度	技術相談	49件	29件	104件	84件	266件
	相互評価	0件	5 件	0件	0件	5件
	共同研究	7契約	6契約	4契約	30契約	47契約

成果普及への取組　- プレスリリース等-

パナソニックHD株式会社：2023年3月16日
　70%高濃度セルロースファイバー成形材料『kinari』のサンプル販売開始
　持続可能な社会へ向けた材料ソリューションを市場実証へ
https://news.panasonic.com/jp/press/jn230316-1

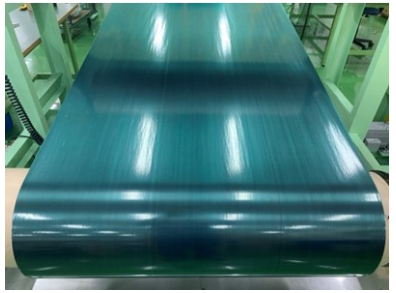

kinari 70のペレット


成形プロセス技術による
木質感デザイン


kinari70を用いた食器

天然由来の繊維を高濃度に複合した環境配慮型の成形材料

株式会社スギノマシン：2023年9月29日（NEDO同日リリース）
　少量のCNFを添加した炭素繊維強化プラスチックの中間材料（プリプレグ）を開発
　―プリプレグを成形材料として曲げや衝撃強度の約20%向上を実現―
https://www.sugino.com/news/news0929/
少量のCNFを添加した炭素繊維強化プラスチックの中間材料（プリプレグ）を開発 | ニュース | NEDO


CNFを添加したCFRP（CNF添加一方向CFRP※1）プリプレグ

株式会社スピングルカンパニー：2023年10月25日
　セルロースナノファイバー混ゴムシートを販売　摩擦軽減で靴底のリペアに
https://senken.co.jp/posts/spingle-231025
https://www.spingle.jp/pages/rubear-cnf



高耐久の「ルベアCNFソール」

成果普及への取組　- プレスリリース等-

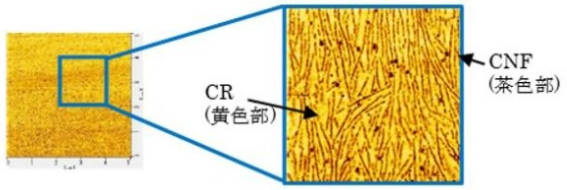
日本製紙株式会社：2022年11月16日
　CNF強化樹脂がヤマハ発動機の水上オートバイ部材に採用
　～輸送機器部品での量産品として世界初の採用事例～
　https://www.nipponpapergroup.com/news/year/2023/news230825005524.html


ウェーブランナー　2024 年モデル「FX CRUISER HO」


CNF 強化樹脂採用の新エンジンカバー

東ソー株式会社／バンドー化学株式会社：2024年3月29日
　スカイプレン®CNF複合化新規グレードの販売開始
　世界初※！セルロースナノファイバー複合化ゴムを適用した
　高負荷対応ダブルコグベルトを販売開始
　https://www.tosoh.co.jp/news/release/2024/20240329.html
　https://www.bandogrp.com/news/date/20240329_01.html

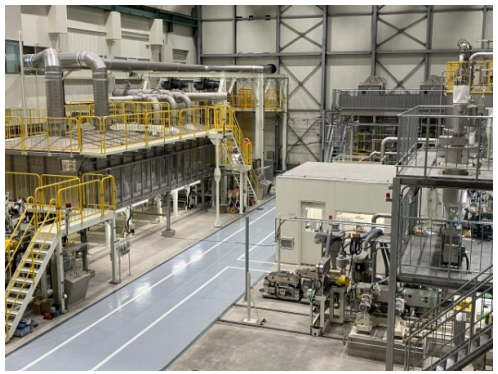


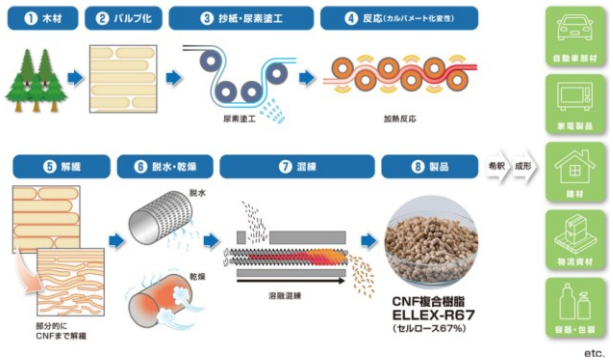


AFM観察画像による分散の状態


製品

大王製紙株式会社：2025年7月29日（NEDO同日リリース）
　CNF複合樹脂「ELLEX-R67」商用生産開始
　～日本最大※のCNF商用プラント稼働により社会実装を加速～
https://www.daio-paper.co.jp/news/cnf%e8%a4%87%e5%90%88%e6%a8%b9%e8%84%82%e3%80%8cellex-r67%e3%80%8d-%e5%95%86%e7%94%a8%e7%94%9f%e7%94%a3%e9%96%8b%e5%a7%8b/





「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）

2020年度～2025年度　6年間

プロジェクトの詳細説明（公開版）

2025年12月3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

バイオ・材料部

報告内容

２．目標及び達成状況（詳細）

研究開発項目●

(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

ページ構成

- アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- アウトカム目標達成の見込み
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業ごとの目標達成状況
- 個別事業の成果（アウトプット目標達成度）と意義

体制図（1）

NEDO

PL　：八尾 滋（福岡大）
サブPL　：後藤 康夫（信州大）、荒木 潤（信州大）

技術推進委員会

つくる

研究開発項目①
「革新的CNF製造プロセス技術の開発」
【補助】５テーマ、７機関

A:　花王(株)
B:　大洋塩ビ(株)/プラス･テク(株)
C:　日本製紙(株)/UBE(株)
D:　東ソー(株)/バンドー化学(株)
E:　大王製紙(株)/芝浦機械(株)
F:　星光PMC(株)
G:　(株)スギノマシン

つかう

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」
(1)「量産効果が期待されるCNF利用技術の開発」
【補助】1テーマ、1機関

A:　大建工業(株)/利昌工業(株)
B:　ダイキョーニシカワ(株)
C:　進和テック(株)
D:　パナソニックHD(株)
E:　住友ゴム工業(株)/日本製紙(株)

＜2021年度追加＞
F:　美津濃(株)/第一工業製薬(株)
G:　(株)スピングルカンパニー

＜2022年度追加＞
Ⅰ:東亞合成株式会社

安全性

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」
(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」
【委託】１テーマ、２機関

A:　(国研)産業技術総合研究所
B:　(国大)福井大学

見える化

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」(3)「CNF材料のLCA評価手法の検討と評価」
【委託】1テーマ、1機関
再委託先：10機関

A: (国大)東京大学

体制図（2）

	八尾　滋：プロジェクトリーダー（PL） 広島大学客員教授・福岡大学名誉教授　工学博士 京都大学大学院工学研究科高分子科学専攻 宇部興産株式会社、三菱総合研究所を経て現職 NEDO革新的プラスチック資源循環プロジェクト材料再生TL 研究テーマ：マテリアルリサイクル、成形加工
	後藤康夫：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学繊維学部化学・材料学科教授　博士（工学） 神戸大学大学院工学研究科工業化学専攻 研究テーマ：繊維・高分子材料の高機能化、高性能化 溶液紡糸による高性能繊維の創成
	荒木　潤：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学繊維学部化学・材料学科教授　博士（農学） 東京大学大学院農学生命科学研究科生物材料科学専攻 研究テーマ：セルロース／キチンナノクリスタル粒子の表面修飾による物性制御と機能性材料の創成

プロジェクトの概要・目的＜事業内容＞

研究開発項目①「革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発」【助成事業】

ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを３００円～５００円／ｋｇ程度まで低減させるためには、
①生産性の大幅な向上による労務費、原動費の削減
②樹脂との相溶性を高めるための化学処理での薬品コストの低減等を含む製造プロセスの見直し
が必要であり、コスト目標を実現するために、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発を行う。

つくる

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（１）「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」【助成事業】

広く普及出来る可能性のある自動車、建築資材、土木資材、家電分野等に適用させていくため、
各種用途に適した製造の開発、成形・加工技術の開発等を行う。

つかう

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（２）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、それら用途に対する安全性評価、及び企業が製品化の際に、各自で簡易的に評価可能な有害性評価手法の開発を行い、事業化支援につなげる。

安全性

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（３）「CNF材料のLCA評価手法の検討と評価」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、LCA解析手法の検討と評価、
CO2削減効果、産業連関影響の解析等を実施し、CNF市場の拡大につなげる。

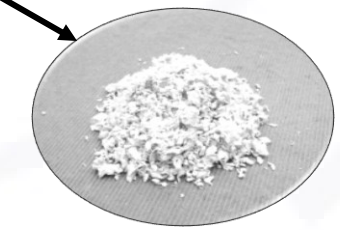
見える化

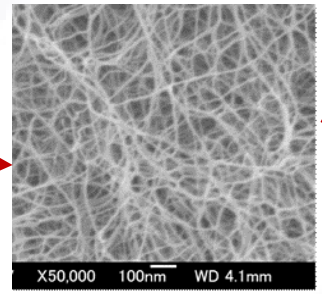
2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

2022年パネルテーマ
CNFで変える社会
～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界
～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待されるCNF利用技術の開発]


Wood


Pulp



Cellulose Nanofiber


Extruder


Composite Pellets

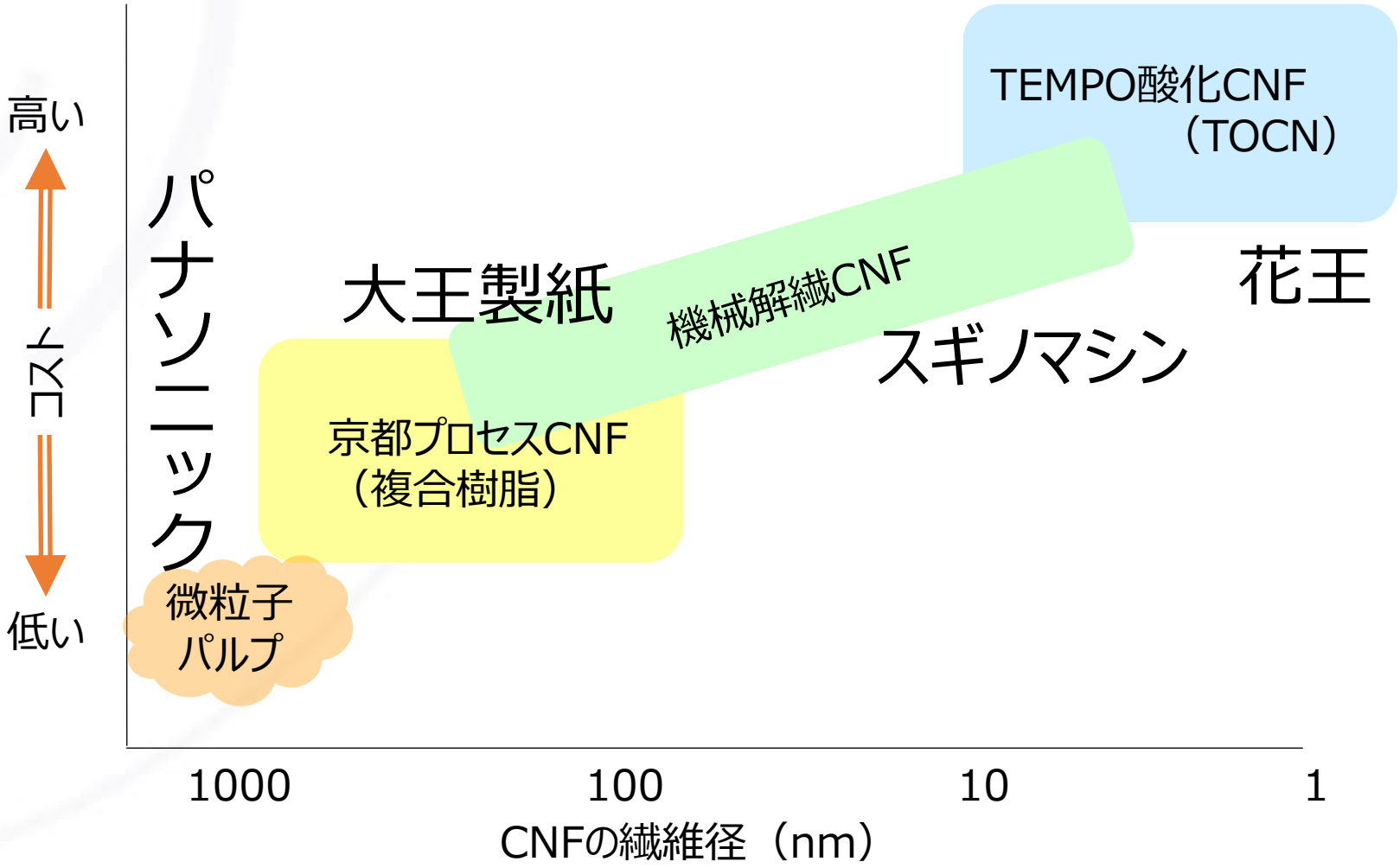

Molding machine


Products

[多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価、LCA評価]

2024年パネルテーマ
私たちがＣＮＦを使うワケ

CNFのサイズとコストの関係

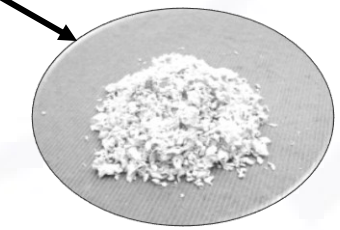


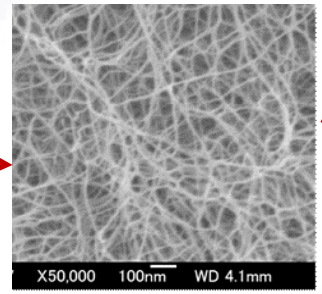
2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

2022年パネルテーマ
CNFで変える社会
～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界
～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待されるCNF利用技術の開発]


Wood


Pulp



Cellulose Nanofiber


Extruder


Composite Pellets


Molding machine


Products

[多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価、LCA評価]

2024年パネルテーマ
私たちがＣＮＦを使うワケ

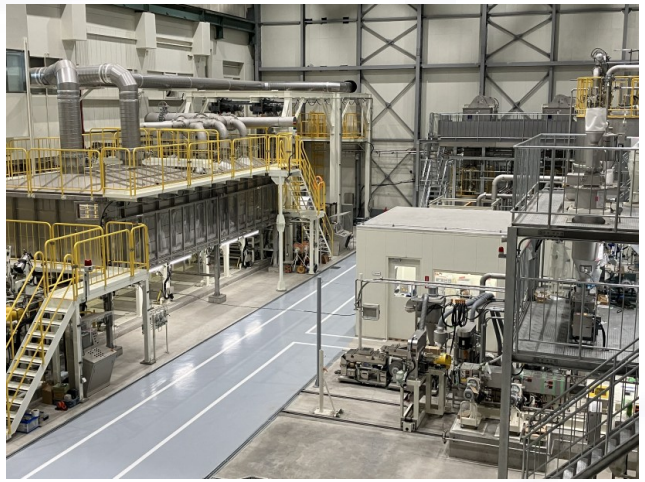
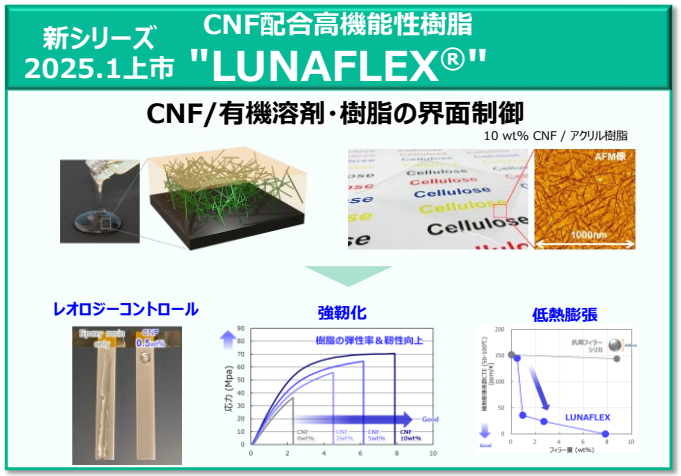
PLミーティング　一覧表

開催日時	テーマ名	場所	対象事業者（再委託先）
2022/4/21	自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発	東広島市 本社工場	ダイキョーニシカワ(株)
2022/6/3	ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	岡山市 R&Dセンター	DAIKEN(株)（秋田県立大学）／利昌工業(株)（筑波大学）
2022/6/20	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2022/9/8	全体会議＆見学ツアー＆マテリサ講演（翌日事業者交流会）	福岡県 福岡大学	全者対象（全24機関中22機関参加）
2022/10/3	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	東ソー四日市事業所	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2022/10/12	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ケ崎工場	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2022/11/25	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2023/2/24	水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ　複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	和泉市 大阪産技研	美津濃(株)／第一工業(株)（大阪産技研、広島大）
2023/3/30	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	茨城県 つくば	産総研、福井大学
2023/4/27	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）
2023/5/25	水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ　複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	Teams	美津濃(株)（大阪産技研、広島大）／第一工業(株)
2023/8/1	ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	静岡県 富士工場	日本製紙(株)（三井化学(株)、京大、京都市産技研）／(株)UBE
2023/8/29	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2023/8/30	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2023/10/3	全体会議＆ミニ展示会＆事業者交流会	幕張	全者対象（全25機関中19機関参加）
2023/10/20	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ケ崎工場	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2023/10/31	ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	名古屋市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2023/11/13	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	茨城県 筑波工場	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2023/12/8	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	福井大学	産総研、福井大学
2024/3/6	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）
2024/5/29	ＣＮＦのLife Cycle Assesment（ＬＣＡ）等評価手法の検討及び評価	東京駒場キャンパスII	東大UTLCA（福島大、立命館大、福岡女子大、電中研他）
2024/7/5	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	京都市産技研	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2024/7/19	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2024/9/5	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	千葉研究所	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2024/9/17	ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	UBE大阪開発センター	日本製紙(株)（三井化学(株)、京大、京都市産技研）／(株)UBE
2024/9/24	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	早月事業所	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2024/10/1	ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	川崎市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2025/3/17	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）

研究項目①　プロセス技術開発（つくる）　研究項目②-1　利用技術開発（つかう）　研究項目②-2　安全性評価　研究項目②-3　LCA評価（見える化）

アウトカム目標の達成見込み（CNF製造技術の例）

- 各事業者、低コスト化と特性向上を両立した技術開発の製品化により、利用技術普及寄与
- CNF複合樹脂の利用拡大や、CNFと複合化する石油由来の樹脂をバイオマ ス由来に置き換えも行うことで、2030年には373万t－CO_2/年の削減*

複合樹脂	乾燥体	液材
・独自の変性処理、機械メーカとの共同開発により、低コスト、高品質化を実現 ・商用プラントを稼働，量産効果に寄与	・強み技術(WJ)のカスタマイズにより、高品質のCNFの生産性向上による低コスト化。 ・顧客共創により、複合材料への展開	・シングルナノサイズレベルCNFを低コストで生産 ・離型剤・滑液材、複合樹脂への応用展開 ・国内外の顧客評価により、用途拡大を推進
	 	
大王製紙株式会社殿、 芝浦機械株式会社殿	株式会社スギノマシン殿	花王株式会社殿

* https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf

アウトカム目標の達成見込み（CNF利用技術の例）

■ 自動車、建築土木資材、家電等の利用技術を製品化、CNF低コスト化の相乗効果により、事業化推進中
■ CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード→AAAになることによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上により、国内377万t以上の排出量削減効果が期待できる(自動車タイヤ工業会データより)*

自動車（タイヤ、内装部品等）

タイヤ



①CNF原料コスト（製造費＋輸送コスト）と②WMB製造コスト（脱水＋乾燥工程）での低コスト化が必須

CNFの特性を維持しながら、大幅なコストダウン可能なCNFエラストマー配合を目標に開発

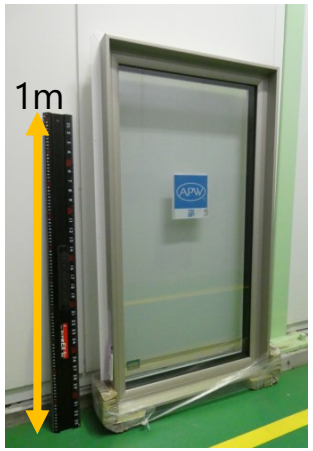
内装部品



CeF55%–PP　CeF55%–BioPE　CeF70%–PP

建築土木材（押縁、床材等）

樹脂サッシ押縁



床材



家電等(子家電、靴底、スポーツ品等)

冷蔵庫部品



シューズ

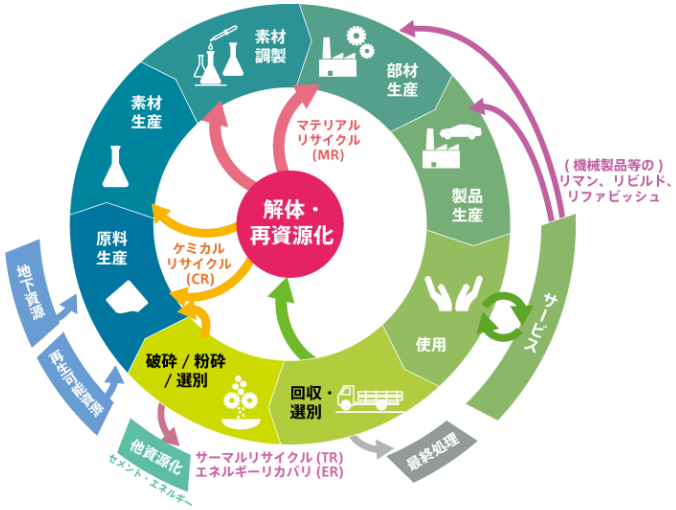




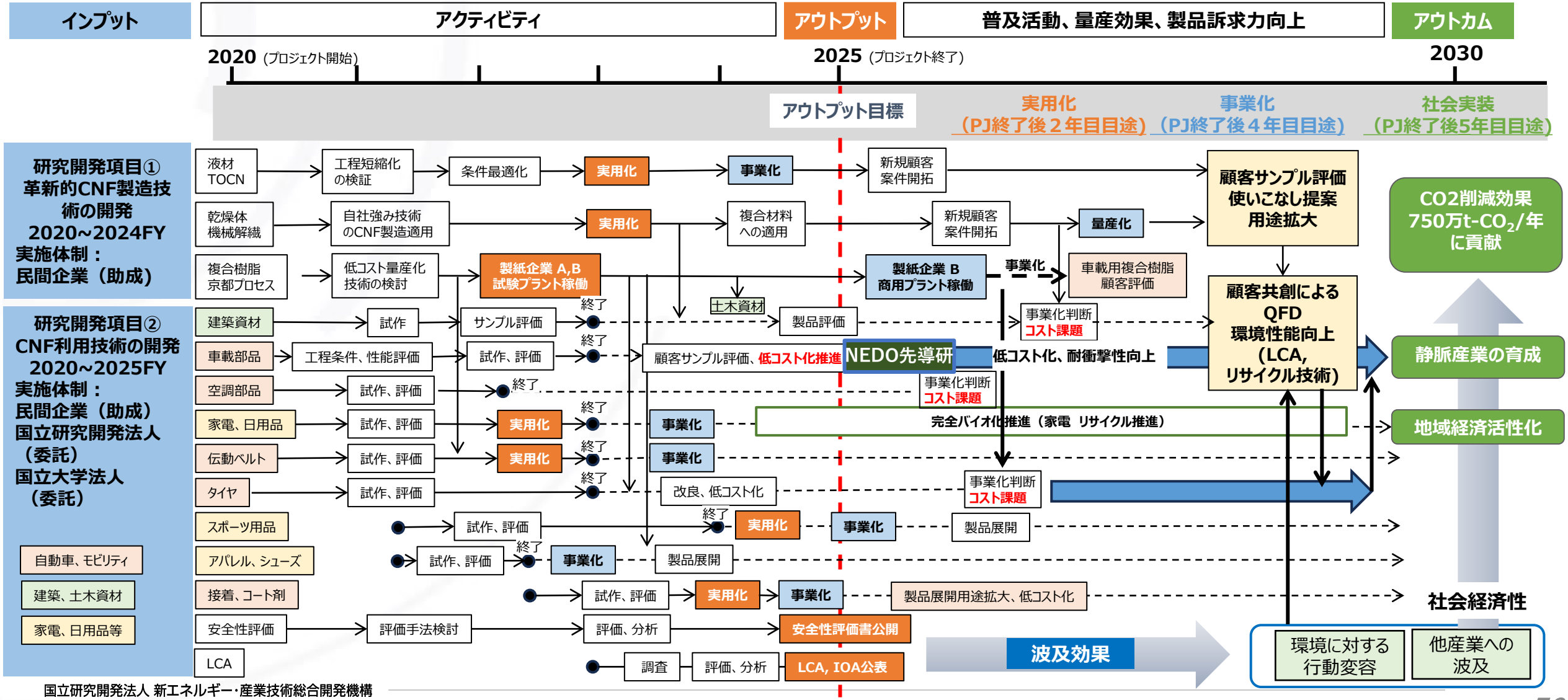
* https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

アウトカム目標の達成見込み（安全性、LCAの例）

- CNFの安全評価書（日本語版、英語版）を公開、 CNFを対象とした先制的LCAの国内外で学会、論文発表
- 安全性評価、LCAの公開、公表により、本事業外の企業にも開発、事業化の障壁を下げ、普及拡大を促進

安全性評価書　（産総研、福井大）	環境評価　LCA（東京大学）
 安全性に関する情報を集約し、 関連事業者に情報提供 ↓ CNFの開発や普及を支援	 論文投稿7件 国内外の学会発表35件 広報活動13件
・簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価 ・中皮腫発生の検証 ・生体安全性（動物実験）評価 ・排出・暴露評価 ・生態影響の評価	・ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定 ・CNFを対象としたLCAの実施 ・経済影響評価のための産業連関分析の実施 ・社会への評価手法ならびに結果の普及 ・学会・論文等における公表

アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル（本事業詳細）-



アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標（2025年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1．ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024年）に**700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減。 2.高機能性CNF材料として、**従来コストの1/4以下で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。	**1．700円/kg**まで低減 （但し、原料価格の上昇の影響有） 2 .高機能性CNF材料として、**従来コストの1/10で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減	○	工程短縮化、条件最適化、量産プラントの立ち上げによる低コスト化推進
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	実用化の目途　**５件**	建築資材(押縁、床材)、土木資材(パイプ)、家電分野、化学製品（接着剤、コート剤）で**6件以上**の実用化に目途（一部事業化）	○	自動車、建材、家電、日用品等利用拡大を実証、一部事業化を前倒しで推進
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**安全性評価書**の作成、公開	安全性評価書の作成、 **国内外での公開**	○	安全評価書の国内外公開

研究開発項目	目標（2026年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**先制的ＬＣＡ評価**を開発し、これをを元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	CNF導入による環境・経済評価手法の体系化、可視化 政策立案や地域展開の基盤整備 LCA、IOAの**国内外での公表**	◎	先制的LCAの国内外での学会、論文発表 副次的効果として、**製品使用、リサイクルにおけるCO_2削減効果を提言**

◎　大きく上回って達成、○達成、△一部未達、　×未達

アウトプット目標の達成状況



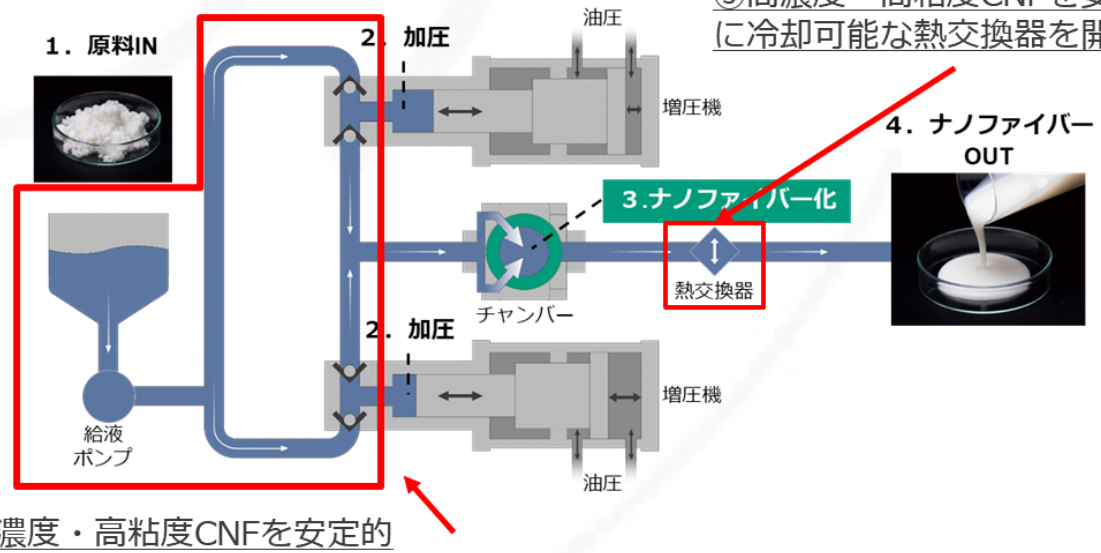
11月12日～14日幕張メッセで開催された展示会の様子



ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発の成果と意義

実施者名	株式会社スギノマシン	達成状況	○
達成状況の根拠	高濃度CNFを安定的に製造可能なシステムを構築した（自動化については、費用対効果を鑑みて一部のみ） CNF乾燥粉末については、研究開発前から約12倍の生産量を達成し、大幅なコストダウンも可能となった。 CNF乾燥粉末とポリ乳酸（PLA）の複合体の開発、CNF乾燥粉末添加炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の開発などより具体的で製品に近い材料の開発を行った。		

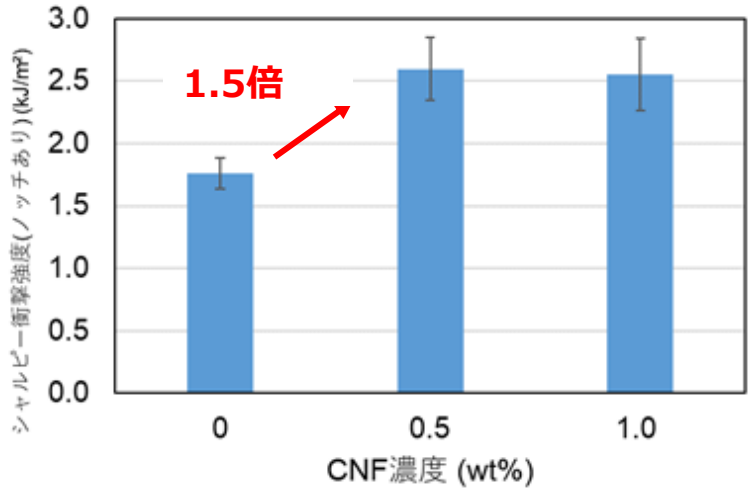
①投入から回収までの自動化



③高濃度・高粘度CNFを安定的に冷却可能な熱交換器を開発

②高濃度・高粘度CNFを安定的に送液可能な仕様を開発

開発したマシンでのCNFを用いたPLAコンポジットの物性



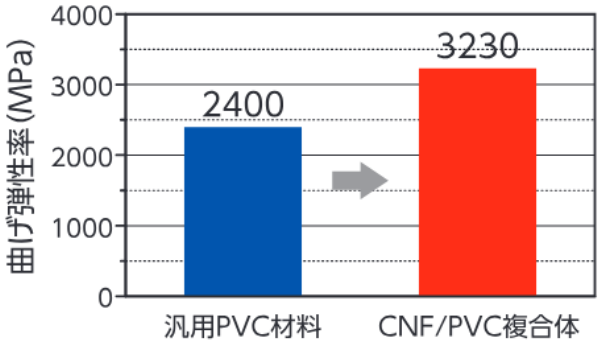
高付加価値CNF水分散液の製造コストを約60 %にし、
乾燥粉末の製造コストを約10 %にするという当初目標をほぼ達成

- ゴルフシャフトの試作など、実用化を展開中
- マインメーカーとしての設備の販売も検討

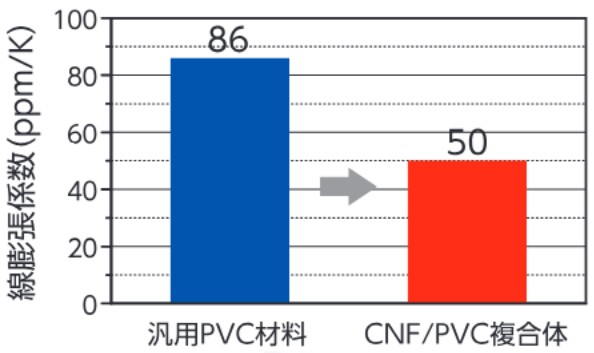
塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立の成果と意義

実施者名	大洋塩ビ株式会社、プラス・テク株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	①押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練でCNFに解繊することで、目標値（ビカット軟化温度100℃以上、線膨張係数50ppm/K以下、塩素化PVCコンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成 ②実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度500kg/hを達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立 ③樹脂サッシ部材（押縁）の実機成形テストでは、加工性や製品外観に問題がなく、合格が得られた。		

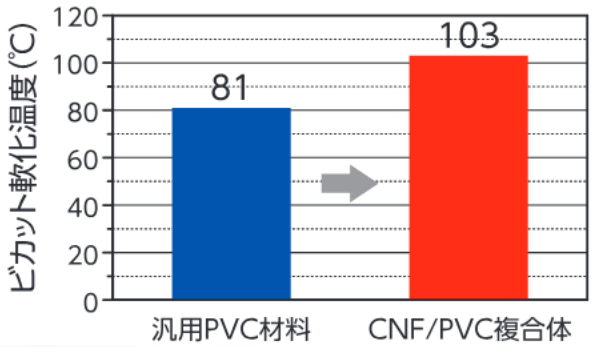
曲げ弾性率1.3倍



線膨張係数40%低減

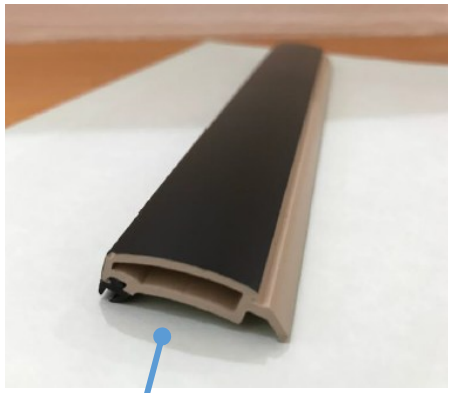


軟化温度22℃上昇



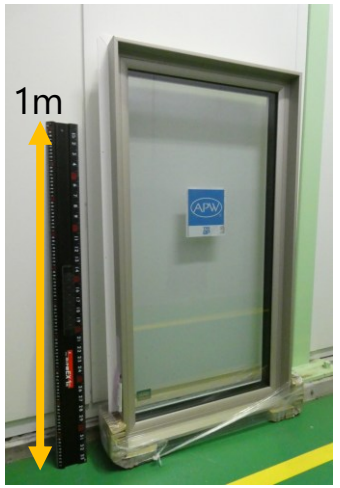
＜物性向上を確認＞

YKK AP(株)の押縁成形テストをクリア



CNF/PVC使用

樹脂窓の作製

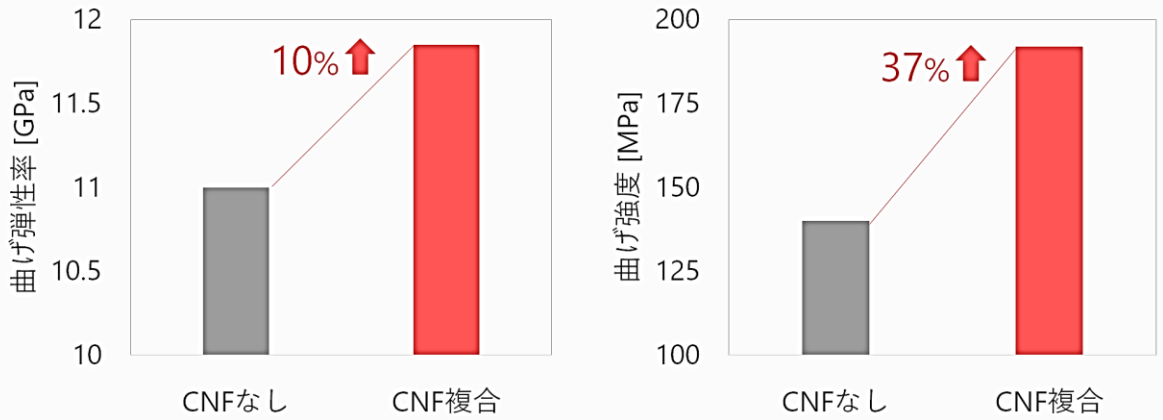


引き続き、押縁、雨どい、パイプなどへの実用化を目指しユーザーワークを実施中

水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用の成果と意義

実施者名	ミズノ株式会社、第一工業製薬株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	CNFを均一に分散させた熱可塑性樹脂（TPU）を用いたCFRTP（炭素繊維強化熱可塑プラスチック）の開発を行い、以下の目標を達成した。 • CNF分散技術の確立 • 脱水・シート化プロセスの確立 • CNF分散CFRTPにおいて強度１０％アップ • スポーツシューズ部品への適用と現行品に対する優位性の確認		

炭素繊維不織布×ウレタン×CNF複合材の物性



CNFとの複合化によって、曲げ弾性率と曲げ強度が向上

軽くて薄く、剛性、ばね性が高い特性が求められるインソールプレートへ応用



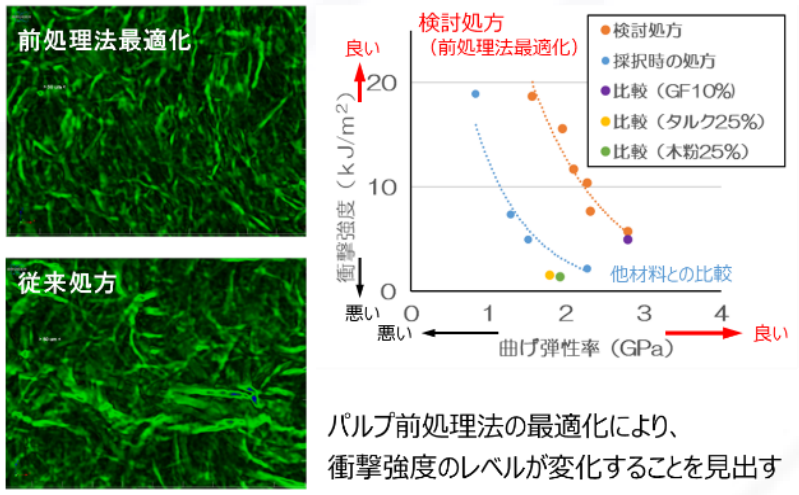
CFRTPインソールプレート

再生炭素繊維を利用したCNF複合TPU樹脂シートによるCFRTP部品の自動車・航空機分野へ展開を構想中

ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発の成果と意義

実施者名	日本製紙株式会社、UBE株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	CNF強化樹脂の目標とする物性およびコスト達成を確認 （PA樹脂）助剤・添加剤の検討により物性目標を達成。実機試作により目標コストでの実施可能を確認した。 （PP樹脂）パルプの検討を中心に物性目標達成を確認。導入機を用いて事業用の生産性があることを確認した。		

前処理法の検討



パルプ前処理法の最適化により、
衝撃強度のレベルが変化することを見出す

○パルプの前処理法の検討により強度バランス（弾性率と衝撃強度）が向上
○疎水化パルプが不要により、従来の製造工程から大きな簡略化が可能（コストダウン）
○シミュレーション技術を活用し、本結果の妥当性を確認。
○混練機中に、パルプに疎水性の付与、解繊、分散を一括で実施することで工程を大きく省略可能

		2020年度		2024年度
PA6 (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.5	➡	4.0
	衝撃強度(kJ/m²)	2.0	➡	4.0
	コスト (円/kg)	>30,000	➡	1,000
PP (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.0	➡	1.0~2.0
	衝撃強度(kJ/m²)	2.0	➡	10~15
	コスト (円/kg)	>20,000	➡	500

モビリティ用途では世界初となるCNF強化樹脂の製品販売に至り、複数の有望メーカーと共同研究を進展中→　成果の企業化、さらには輸出となるよう検討を行う

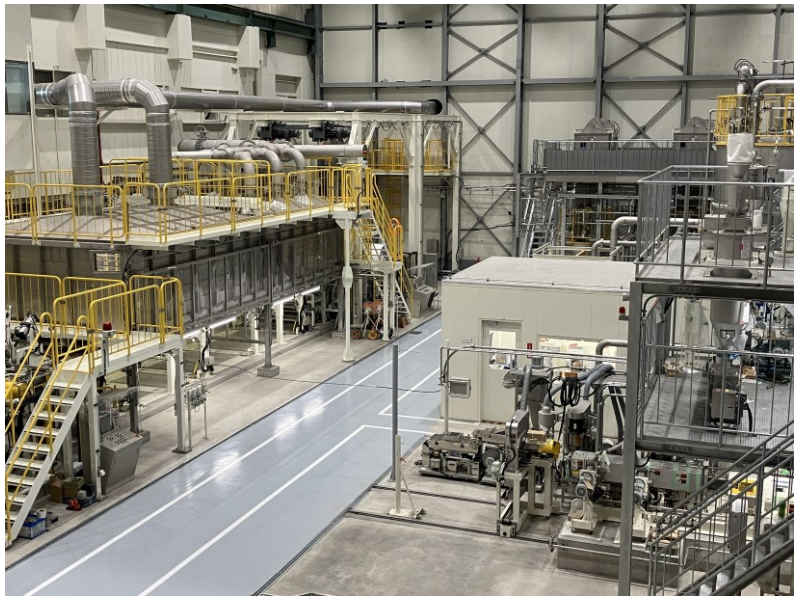
革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発の成果と意義

実施者名	大王製紙株式会社、芝浦機械株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	下記研究開発を実施し、予定通り2022年度に事業を修了し、2025年度から量産を開始 ・大王製紙が有する抄紙塗工技術を活かして、連続的かつ一貫的に製造可能な原料調製技術を確立。 ・芝浦機械が得意とする二軸混練押出機を用いた樹脂複合化技術と、そのフィードバックを受けた大王製紙（株）の原料調製プロセスの改良。		

NEDO助成事業　CNF複合樹脂一貫製造プロセスの開発



CNF複合樹脂「ELLEX-R67」商用プラント



■設備概要
・生産能力
　年産 2,000 トン　　国内最大※
・設置工場
　大王製紙(株)三島工場
・設備投資額　約 40 億円
・営業運転開始　2025 年 7 月

マテリアルリサイクル性にも優れており、自動車部材、家電製品、建材、物流資材、日用品、容器・包装等の分野での用途展開を積極的に進める。

多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価の成果と意義

実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人福井大学	達成状況	○
達成状況の根拠	多用なCNFについて各種の安全性評価を実施し、その成果を「セルロースナノファイバーの安全性評価書」にまとめ公開した。		

簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価

気管内投与試験と培養細胞試験を
組み合わせてCNFの吸入影響を評価



中皮腫発生の検証

腹腔内投与試験および培養細胞試験により、
CNFによる中皮腫誘発の可能性を評価



生体安全性（動物実験）評価

経口投与試験、遺伝毒性試験、吸入曝露
試験を実施

排出・暴露評価



作業環境測定や模擬排出試験
により、CNFの排出・暴露の実態
や可能性を評価

生態影響の評価



藻類、ミジンコ、メダカなどの水生生物に対する
CNFの急性影響や慢性影響を評価

安全性評価書



安全性に関する情報を集約
(本事業の成果＋国内外の論文)

包括的な安全性情報を関連事業者に提供し、CNFの開発や普及を後押し

セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価の成果と意義

実施者名	国立大学法人東京大学	達成状況	◎
達成状況の根拠	技術成熟度に応じたCNFのLCA・産業連関分析（IOA）評価を実施し、CNF強化樹脂等の事例分析により、社会実装に向けた環境・経済的優位性を定量的に示した。これら成果は、目標を大きく超える英語論文10報（採択済：3件 投稿済：4件　年度内投稿予定：3件）、加えて学会、展示会、Web等各媒体を通じた活発な広報活動51件により普及に努めた。		

①ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定

リグノセルロース資源のライフサイクルに固有の特徴に対処できるよう農林業プロセスの不確実性を考慮した評価範囲、機能単位、指標を特定し、CNFが他素材と比較して優位性をもちうる要件を解析できるようにした。産業連関分析では原料の国産/輸入の違いや、地域性、CNF添加率、リサイクル率を考慮することが社会経済性の解析に重要であることなどを特定できた。

②CNFを対象としたLCAの実施

複合樹脂や添加剤などに関する7団体・10件以上の事例（技術成熟度TRL3～7）を対象に、将来の技術開発と規模拡大を想定した将来性LCAケーススタディを実施した。

③経済影響評価のための産業連関分析の実施

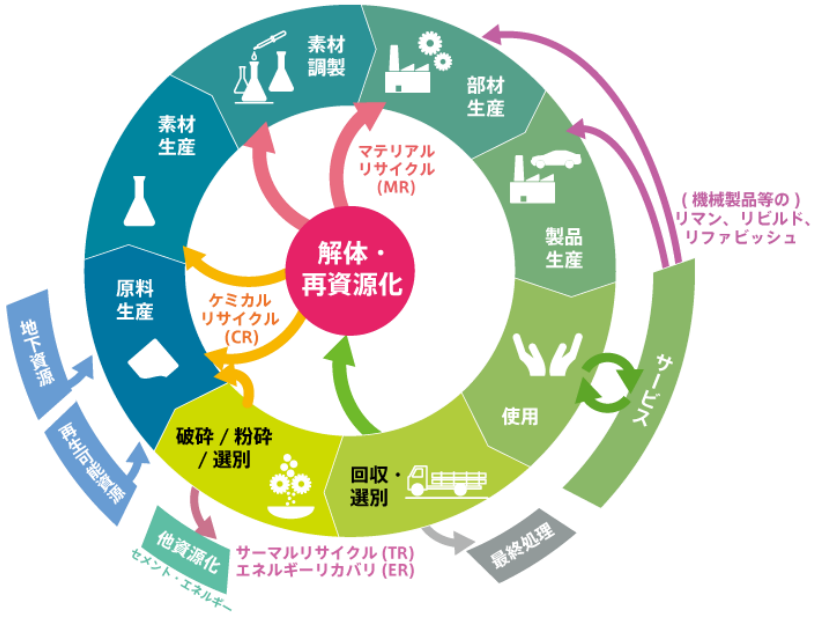
林業・パルプ・紙部門における経済波及効果の偏在性を可視化するとともに、CNFが代替する素材との比較を通じて導入効果を分析した。また製品寿命やストックフローを考慮した導入量・排出量の推計モデルを構築した。

④社会への評価手法ならびに結果の普及

消費者選好性のWeb調査を実施し、拡張規範活性化理論を用いて分析した。バイオマス由来製造に関する認知度が依然として低い一方、環境情報の提供が消費者の心理的過程を活性化し、行動意図に影響を与えることを示した。

⑤学会・論文等における公表

論文投稿10件（うち採択済みは3件、年度内投稿予定3件を含む）、日本LCA学会やInternational Conference on Life Cycle Managementなど国内外の学会における研究発表37件、学会企画セッション・展示会・Web等を通じた広報活動14件を実施し、広く成果を公表した。（2025年9月時点。予定を含む）



3.　目標及び達成状況の詳細

3.1.　研究開発項目①：革新的 CNF 製造技術の開発

3.1.1. ①-1　疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発

テーマ名	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	達成状況	○
実施者名	花王株式会社		
達成状況の根拠	本テーマの主目的である新規疎水化 TOCN の社会実装へ向けた製造プロセスおよび設備の確立を計画通り達成できた。また、プロセスの最適化によって低コスト化の目途も経ち、CO_2 排出量は従来プロセスに対し 80%以上削減見込みである。現在は展開へ向けて顧客ワークを推進している。 一部物性面での最終目標未達の項目もあったが、東京大学と協働し各種メカニズム解析を行うことにより、その物性発現因子がわかりつつある。得られたメカニズムに基づいた更なる処方改良を行い、2027 年までにはこれも達成する見込みである。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係
これまで花王は、コア技術である界面制御技術を利用した TEMPO 酸化 CNF （TOCN） 表面の疎水化および樹脂への複合化技術を開発し、業界唯一のシングルナノサイズレベル （3 nm~） での疎水性媒体への分散を達成した。本プロジェクトでは従来よりも熱的・化学的安定性に優れ、より高物性を発現可能な新規疎水化技術を用いた TOCN 複合材料の社会実装/展開をアウトカム目標とし、それを目指すための低コスト化製造プロセスの確立をプロジェクト目標とした。

●アウトプット目標
新規疎水化 TOCN の社会実装へ向けた製造プロセス最適化と製造設備の確立を主目的とし、付随して低コスト化の目標値や、得られた TOCN の分散性/樹脂複合化時の各種物性の目標値を定めた。
また、共同研究先である東京大学においては、得られた TOCN の構造解析や、複合材料における物性発現のメカニズム解析を実施した。

●実施体制

花王（助成先）と、東京大学 磯貝研究室（委託先）の二者間で実施した。

●成果とその意義
樹脂をはじめとする疎水性媒体にシングルナノサイズレベルで CNF を複合化できる技術は国内外含め、花王が唯一である。また、その中でも今回確立した熱的・化学的安定性の高い TOCN の高効率な疎水化技術は極めて独自性の高い高度な知見であり、今後の事業開発/展開において重要なコア技術となった。今回、安定性に優れた疎水化 TOCN を安価に製造するプロセスを確立できたことにより、構造材料をはじめとする様々な用途への TOCN 複合材料の展開が期待できる。
また、プロジェクトを通して得られた疎水化技術の副次的成果として、TOCN 溶媒分散体の標準品である LUNAFLEX STO-100 や、TOCN 配合離型剤である LUNAFLOW RA-200 の上市が達成された。

●実用化・事業化への道筋と課題

本プロジェクトのメインターゲットである構造材料用途における実用化・事業化へ向けては、現在、東京理科大と共同研究体制を構築し CFRP への複合化技術の開発および価値確認を推進している。また、構造接着に関しても各大学の著名な先生方と研究指導体制を構築し、技術確立やメカニズム解析を進めている。そして、それら基礎的検討と並行して顧客ワークも開始しており、国内外問わず様々な企業/用途に対して TOCN 複合サンプルを提供し、製品化を進めている。
顧客確保のためのマーケティングの一環としては、今年パリにて開催された JEC 2025 にも出展し、本成果をはじめ花王の技術・製品についてアピールを行った。また、名古屋大学が主催するナノコンポジットセンター (NCC) の会合にも本年度より加盟し、これらの活動を通して構造材料用途をはじめ、電子材料や離型・滑液用途など様々な用途において新規顧客案件を集めている。
また、本プロジェクトで扱った新規疎水化 TOCN 複合材の事業化の目標時期としては 2030 年を見越しており、更なる低コスト化や顧客採用の獲得などを課題とし、今後さらに検討を進めていく予定である。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	助成対象： 3.636 百万円 助成金額： 3.636 百万円	助成対象： 24.636 百万円 助成金額： 14.136 百万円	助成対象： 60.636 百万円 助成金額： 32.136 百万円	助成対象： 19.936 百万円 助成金額： 11.786 百万円	助成対象： 12.906 百万円 助成金額： 8.271 百万円

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
2 件	3 件	34 件	4 件	4 件 *HP ニュースリリース

3.1.2. ①-2　塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立

テーマ名	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	達成状況	○
実施者名	大洋塩ビ株式会社 プラス・テク株式会社		
達成状況の根拠	①押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練で CNF に解繊することで、目標値（ビカット軟化温度 100℃以上、線膨張係数 50ppm/K 以下、塩素化 PVC コンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成。 ②実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度 500kg/h を達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立できた。 ③樹脂サッシ部材（押縁）の実機成形テストでは、加工性や製品外観に問題がなく、合格が得られた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

近年、環境に配慮した住宅用建材として注目されている樹脂サッシには、優れた難燃性と断熱性、異形押出加工性を有する PVC が主に使用されているものの、PVC は耐熱性（熱変形温度）が低い点、さらに従来のアルミ材と比べ、線膨張係数が大きいといった欠点を有することから、樹脂サッシ用途での更なる普及には課題がみられている。

PVC の耐熱性改良のため、塩素化 PVC が使用されているが、PVC と比べ 2 倍以上高価であり、また熱分解しやすく加工しづらいといった欠点がある。さらに、サッシの密閉性に重要な線膨張係数についても特段の優位性を有していない。

そこで、CNF/PVC コンパウンドを塩素化 PVC コンパウンド以下のコストまで低減できれば、高い耐熱性・低い線膨張性の特性から、建材分野での活用、特に樹脂サッシ部材（押縁）への活用が見込まれる。

当事業では、「配合設計技術」と「低コスト量産化技術」をキーテクノロジーとして、押縁向け CNF/PVC コンパウンドの低コスト量産化技術を確立し、CNF 材の樹脂サッシ部材への実用化を目指した。

●アウトプット目標

表. 樹脂サッシ部材（押縁）の市場規模とシェア見込み

年度	プラス・テク株式会社（CNF/PVC ｺﾝﾊﾟｳﾝﾄﾞ）		大洋塩ビ株式会社（PVC）	
	市場規模[百万円]	シェア見込み	市場規模[百万円]	シェア見込み
1 年目（2025 年度）	700.0	0%	162.0	0%
2 年目（2026 年度）	700.0	0%	162.0	0%
3 年目（2027 年度）	700.0	10%	162.0	10%
4 年目（2028 年度）	700.0	20%	162.0	20%
5 年目（2029 年度）	700.0	40%	162.0	40%

●実施体制

【助成先】

大洋塩ビ株式会社

プラス・テク株式会社

【共同研究先】

YKK AP 株式会社

地方独立行政法人　京都市産業技術研究所

国立大学法人　京都大学

●成果とその意義

①押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練で CNF に解繊することで、目標値（ビカット軟化温度 100℃以上、線膨張係数 50ppm/K 以下、塩素化 PVC コンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成。成形性においても既存の塩素化 PVC コンパウンドより優位性がある。

②実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度 500kg/h を達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立できた。

③窓枠部材の実機押出テストの結果、押出成形性、成形品外観、切断加工性問題なし。また、成形品物性でビ

カット軟化点温度は JIS 基準値をクリア、線膨張係数も良好な値であった。ただし、押縁成形品の窓枠への挿入テストにて、低温条件下で割れが発生。実用化に向けて必要な条件として「シャルピー衝撃強度=45kJ/m^{2}以上」を設定した。

④押縁以外の用途展開も進めたところ、パイプ、雨樋をはじめとする硬質製品や電線などの軟質製品メーカーもCNF の複合化による物性向上に興味を示していることも明らかとなった。これらのメーカーで評価を受けつつ、今後も用途展開を進めていく。

●実用化・事業化への道筋と課題

現在、実用化・事業化に向けてサンプルワークを進めており、複数の企業が興味を示している。サンプルワークの過程で新たに発生した技術課題については、京都市産技研との共同研究により検討を継続している。最短で 2026 年度から CNF/PVC コンパウンドの実生産・販売を開始する予定。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	48	120	111	45	187

●特許出願及び論文発表

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

3.1.3. ①-3　ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発

テーマ名	ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	達成状況	○
実施者名	日本製紙株式会社 UBE 株式会社		
達成状況の根拠	2024 年度末時点で、CNF 強化樹脂の目標とする物性およびコスト達成を確認 （PA 樹脂）助剤・添加剤の検討により物性目標を達成。実機試作により目標コストでの実施可能を確認した。 （PP 樹脂）パルプの検討を中心に物性目標達成を確認。導入機を用いて事業用の生産性があることを確認した。		

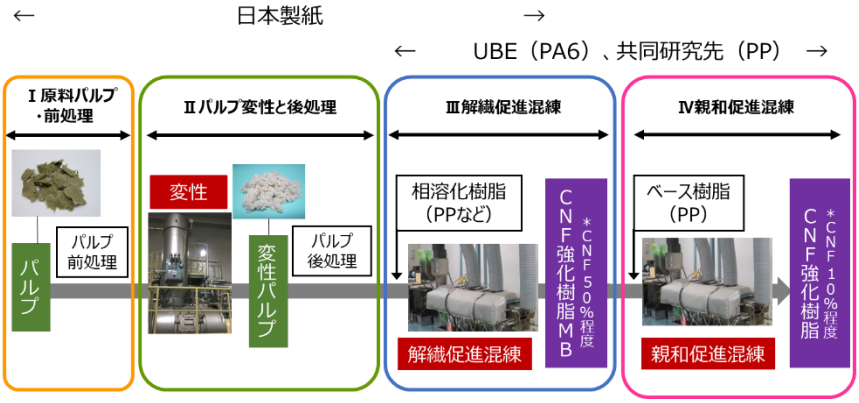
●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

再生可能な天然素材を強化材として用いるＣＮＦ強化樹脂について、先行して開発した京都プロセスをベースに改良・進化させながら、低コスト製造プロセス技術を開発することであり、異業種であるＣＮＦの最大供給メーカーである日本製紙と大手樹脂メーカーであるＵＢＥの協業および日本製紙の共同研究先とこれを実施する。またパルプ・ＣＮＦに関する要素技術の検討成果、混練・装置に関する要素技術の検討成果を取り入れ、低コスト製造プロセスにおける課題解決を図る。さらにはＰＡ６についてはＵＢＥの、ＰＰや相溶化樹脂については共同研究先の技術や経験と組み合わせることで、早期事業化に向けての精度を高め、検討を加速させる。

●アウトプット目標：研究開発目標

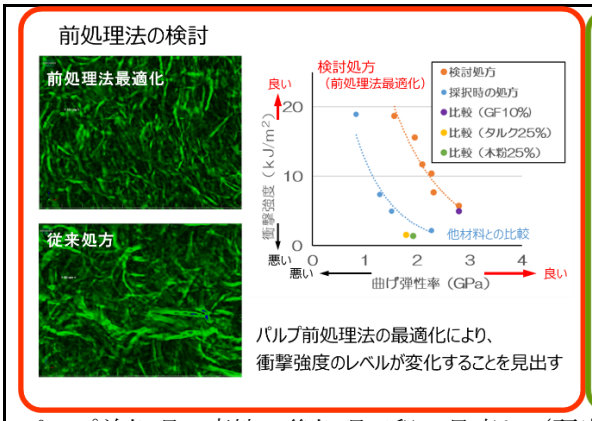
	項目		2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
目標	曲げ弾性率（GPa）	PA6（CNF 10%）	3.5	3.7	4.0	4.0	4.0
	衝撃強度（kJ/m^2）		2.0	3.0	4.0	4.0	4.0
	コスト（円/kg）		＞30,000	＞30,000	15,000	5,000	1,000
	曲げ弾性率（GPa）	PP（CNF 10%）	3.0	1.5	1.0～2.0	1.0～2.0	1.0～2.0
	衝撃強度（kJ/m^2）		2.0	6.0	10～15	10～15	10～15
	コスト（円/kg）		＞20,000	＞20,000	20,000	5,000	500

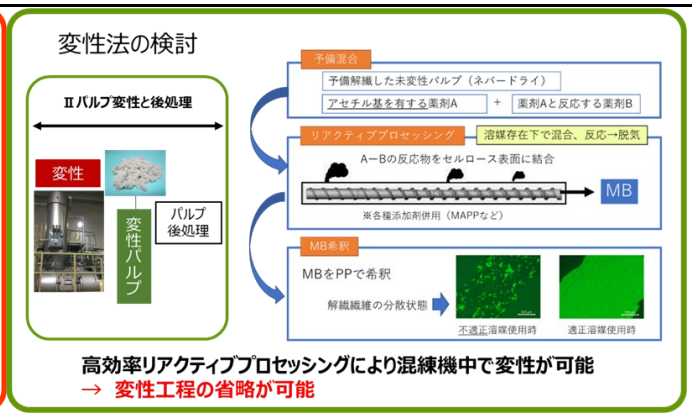
●実施体制



・研究項目①CNF強化樹脂用MBの低コスト製造プロセス技術の開発
・研究項目②CNF強化PA6の低コスト製造プロセス技術の開発
・研究項目③CNF強化PPの低コスト製造プロセス技術の開発
・研究項目④京都プロセス用変性パルプの改良
・研究項目⑤CNF解繊混練技術の改良
・研究項目⑥繊維と樹脂の状態確認とメカニズム構築

●成果とその意義





パルプ前処理、変性、後処理工程の見直し（研究項目①⑤⑥）

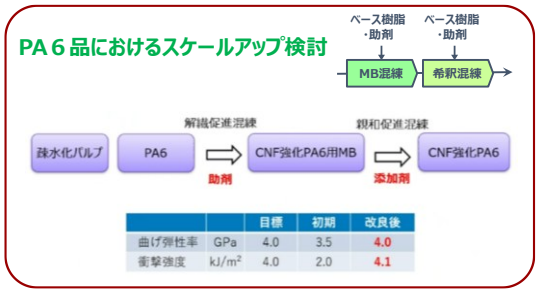
○パルプの前処理法の検討により強度バランス（弾性率と衝撃強度）が向上

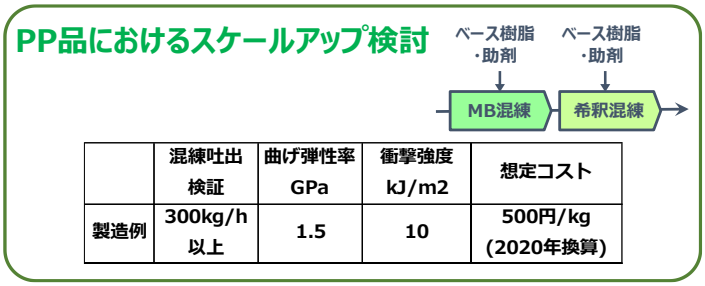
○疎水化パルプが不要により、従来の製造工程から大きな簡略化が可能（コストダウン）

○シミュレーション技術を活用し、本結果の妥当性を確認。

パルプ疎水化法の検討（研究項目①④）

○混練機中に、パルプに疎水性の付与、解繊、分散を一括で実施することで工程を大きく省略可能





	混練吐出検証	曲げ弾性率 GPa	衝撃強度 kJ/m2	想定コスト
製造例	300kg/h 以上	1.5	10	500円/kg (2020年換算)

PA6 における親和促進混練の最適化、各種材料開発（研究項目①②⑤）

○　助剤・添加剤の検討により、目標物性達成を確認

○　実機試作を実施し、数 100t/年の効率（1000 円/kg）での実施可能を確認

PP における親和促進混練の最適化、各種材料開発（研究項目①③⑤⑥）

○　中型混練機の検討で 300kg/h 以上の吐出を確認。事業用大型機では 1t/h を製造可能を確認

○　事業用大型機の想定コストは、500 円/kg 未満（ PJ 当初の原材料価格）となり、目標コストを達成
ただし原材料高騰により 2024 年度価格では 600 円/kg 程度となった。

●実用化・事業化への道筋と課題

・本事業において、製造プロセスの検討とサンプルワークは並行して実施し、所定の前提の中で製造プロセスの構築を進め、概ね目標を達成できるレベルに到達していることを確認した。

・一方、サンプルワークを実施した用途開発において、要求される品質は多様のため各製品レベルでカスタマイズする必要があり、実製品の製造量やコストレベルは各用途の製品毎に考慮する必要がある。そのため、本プロジェクトの成果を成果通りに発揮するためには、ある程度まとまった需要量がある部材で、本 PJ の目標物性に近しい設定の場合に限定されることになる。

・幸い日本製紙は 2023 年 8 月にモビリティ用途では世界初となる CNF 強化樹脂の製品販売に至り、複数の有望メーカーと共同研究を進めている。モビリティ用途では安全性評価等で採用に時間を要するが、まとまった年間需要量が期待できため、本事業の成果をこの用途に展開し、成果の企業化、さらには輸出となるよう検討を進めていく。

・モビリティ用途以外では総じて年間需要量のレンジが小さいが、早期に販売・実用化に至ることから、並行して取り組み、需要喚起のアピールの場として活用していく。

●期間・予算 (単位:百万円) 上段：日本製紙 下段：ＵＢＥ	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	15.45 ※11.086 (※決算 4.037)	243.668 19.26	155.362 49.28	86.34 25.05	113.64 27.514

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
8 件	0 件	30 件	42 件	1 件

3.1.4. ①-4　伝動ベルトをターゲットとしたＣＮＦ複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発

テーマ名	伝動ベルトをターゲットとしたＣＮＦ複合化クロロプレンゴムの低コスト製造技術開発	達成状況	◎
実施者名	東ソー株式会社 バンドー化学株式会社		
達成状況の根拠	・当初計画を１年前倒しして 2022 年で助成事業を終了 ・事業化を推進し、2023 年 6 月より販売を開始 ・N1 年度（2023 年度）より NEDO への納付を開始（詳細は企業化状況報告に記載）		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係
独自技術により CNF をクロロプレンゴム（CR）にナノ分散し、複合化し、これを伝動ベルトの高効率化に適用することで従来技術では成しえない特性を見出し実用化に目途をたてたが、その量産化に課題があった。そこで、本助成事業では、東ソー株式会社では、CNF を複合化した CR（CNF/CR）の量産化技術開発を検討、バンドー化学株式会社では、量産化された CNF/CR を用いた配合設計とその性能評価を実施し、CNF/CR の実用量産化と高効率伝動ベルトの実用量産化達成を検討した。
　CNF/CR が量産化により量産化された高効率化伝動ベルトはエネルギーの伝達効率向上、省燃費化に貢献し、これを実装した車両が増加することで、二酸化炭素排出量の削減が達成できる。

●アウトプット目標
①CNF/CR の実用量産化、生産効率向上、他用途展開。
②高効率ベルトの実用量産化と適用品種拡大

●実施体制
①担当：東ソー株式会社
②担当：バンドー化学株式会社

●成果とその意義
①CNF/CR の実用量産化
・CNF の量、分散度の評価法確立により量産時の工程分析による品質安定化、および製品規格として活用
・量産スケールの試作を実施。期間中に 6 回の試作を行い生産性の目標を達成し、品質安定化条件の設定を完了。 CNF を複合化した CR の実用量産化は世界で初。

②高効率ベルトの実用量産化と適用品種拡大
・車両負荷（排気量）に応じた伝動能力と耐久性の設計、最適化を実施。既存の CR 製伝動ベルトでは達成不可能な優れた伝動効率を達成。
・量産化された CNF/CR にてベルトを作製し、品質確認済み。
・2024 年 4 月から高負荷向けダブルコグベルトを販売開始。CNF/CR を用いた伝動ベルトとしては世界初。

●実用化・事業化への道筋と課題
①CNF/CR の実用量産化
・設備投資を実施し、生産を自動化。フルスケール（最大生産量）での連続生産実施。
・各種ゴム製品に展開。物性は概ね良好で、実用化に目途がついたものもあるが、既存製品との差別化、コストアップに対する顧客（ユーザー）メリットに課題。

②高効率ベルトの実用量産化と適用品種拡大
・生産自動化設備、フルスケール生産品の品質確認
・顧客へのサンプルワークを通じた適用品種拡大に向けた採用活動の継続

・既存仕様からのコストアップに対する課題。コストダウン、他用途製品への適用。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	10.86 百万円	28.59 百万円	5.18 百万円	-	-

●特許出願及び論文発表

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

3.1.5. ①-5　革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発

テーマ名	革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発	達成状況	○
実施者名	大王製紙株式会社 芝浦機械株式会社		
達成状況の根拠	・当初計画通り 2022 年度で事業を終了し、事業終了後の計画に沿って進行しているため(2025 年度より量産開始)。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

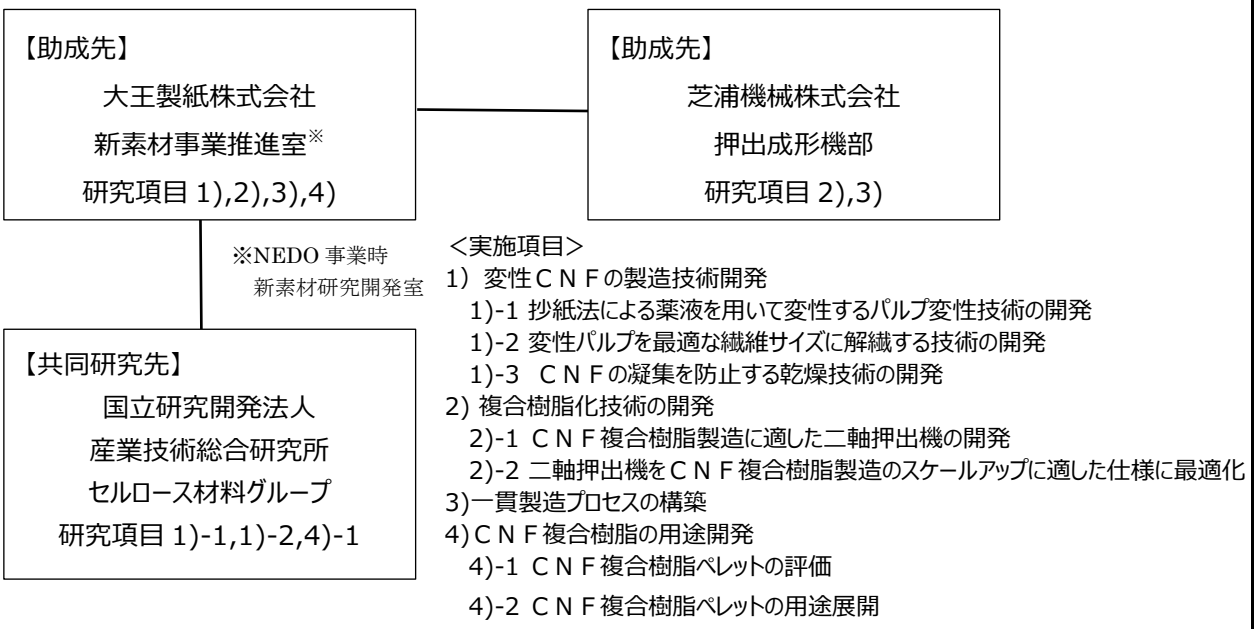
国内においては、ＣＮＦの製造プロセス及び用途開発は進められているものの、実用化に達しているものは未だ多くない状況である。ＣＮＦの実用化、用途拡大のためには、ＣＮＦの製造コスト低減が重要であるとともに、各製品用途に応じたＣＮＦの利用拡大への加速が必要である。そして、製品用途拡大の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、二酸化炭素の排出量削減につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。

本事業で実用化したＣＮＦ複合樹脂ペレットの普及およびスケールアップの効果により、数年後に原料から複合樹脂ペレットまで一貫製造する商用プラントを立ち上げて量産を開始し、事業拡大により 2030 年度末にＣＮＦを 10%配合した時のＣＮＦ複合樹脂の製造コスト目標以下での供給を達成する。

●アウトプット目標

本技術開発では、①安価な薬液を用いたパルプを変性する技術(下図 1)-1)、②部分的にＣＮＦ化する程度にまで解繊する技術(下図 1)-2)、③ＣＮＦの凝集を防止する乾燥技術の開発(下図 1)-3)は大王製紙株式会社が、④二軸押出機によるスケールアップ可能な条件で複合樹脂を製造する技術の開発(下図 2))は、大王製紙株式会社と芝浦機械株式会社が共同で取り組む。原料からＣＮＦ複合樹脂ペレットまでを一貫生産することで、従来の方法よりも中間品製造やその移動時に発生するコストとＣＯ2 を削減できる技術開発を行う(下図 3)、4))。

●実施体制



●成果とその意義

実施の効果の概要は下記の通りである。CNF の社会実装・市場拡大を早期に実現するため、2025 年度に原料から複合樹脂ペレットまで一貫製造する商用プラントを立ち上げて量産を開始した。

・薬液を紙に塗工する開発において、次工程の変性を均一に進行させるため、大王製紙は、製紙会社が持つ抄紙技術を応用しつつ、様々な塗工方式を検討し、薬液が均一に浸込む紙設計を過去の知見や様々な紙物性の調査から完成させた。

・薬液塗工した紙の変性技術の開発において、これまで変性に長時間要していたため、バッチ方式での検

討を進めていたが、大王製紙は、連続的かつ一貫的に製造可能な変性技術を確立するため、数十秒で変性できる条件を見出し、製紙技術を応用したロール to ロール方式による変性技術を確立した。

・二軸押出機によるＣＮＦ複合樹脂ペレットの生産において、これまで生産性が低いことが課題であったが、大王製紙による原料形態の見直しと、芝浦機械と大王製紙によるスクリュ許容トルクの高い二軸押出機での条件調整により、ＣＮＦの凝集、着色を防ぎつつ、高濃度ＣＮＦマスターバッチを高い生産性で製造できる技術を見出した（φ48㎜ 装置でＣＮＦ66％マスターバッチを 250kg/h 生産）。

・大王製紙は産業技術総合研究所の協力を得て、複合樹脂中の繊維形態の確認やＣＮＦ化率の確認、ペレット着色度合いの数値化、ＣＮＦ複合樹脂のリサイクル性評価といった分析を行い、開発を加速させた。

従来のＣＮＦ複合樹脂では、ＣＮＦの特徴を活かして樹脂を高強度化するための品質改善は各種検討されているが、社会実装するために必要な量産化のための検討は少なく、不十分であるためコスト低減が難しく、ＣＮＦ複合樹脂の実用化検討が進まない課題となっている。また、ＣＮＦ複合樹脂の製造では、押出機内での十分な混練が必要で、それによる生産性の低下や着色・臭いが発生する課題がある。本技術開発では、紙の製造プロセスを活用した安価な薬液を用いた変性ＣＮＦの量産化と、大王製紙株式会社と芝浦機械株式会社が共同で二軸押出機の最適化を行うことにより、着色・臭いの問題を改善するとともに、ＣＮＦを 50％以上配合するＣＮＦ複合樹脂ペレットを、ＣＮＦを 10％配合時のＣＮＦ複合樹脂の製造　コストが目標以下で供給できる、原料からＣＮＦ複合樹脂までの一貫製造プロセスを確立する。この一貫製造プロセスにより、ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを大幅に低減できると見込んでいる。

また、競合技術では生産性が混練機の設備能力の 10 分の 1 程度とされているのに対し(φ48㎜ 混練機では 50kg/h 程度に相当)、この一貫製造プロセスではφ48㎜ の二軸押出機で 250kg/h と従来の 5 倍の生産性を達成している。これらの技術開発により日本最大※の年産 2,000 トンのＣＮＦ複合樹脂製造設備の導入に至った。

※当社調べ：(地独)京都市産業技術研究所「セルロースナノファイバー関連サンプル提供企業一覧(第 19 版)」掲載の国内ＣＮＦメーカーの製造設備の年間生産能力について公表されている範囲で最大（2025 年 6 月末時点）

●実用化・事業化への道筋と課題

本技術研究で開発する一貫製造プロセスの生産性の目標は達成できており、従来の 5 倍程度の生産性を達成できる見込みである。さらに、バイオ素材配合 90％以上を目指し、本研究で開発した変性ＣＮＦとバイオマス樹脂を組み合わせた複合材料の検討も可能である。

ＣＮＦ複合化で剛性向上により材料の薄肉化が可能となり、軽量化や減プラスチックへの貢献が可能である。さらに、繊維が破断しにくいことから物性低下が小さく、マテリアルリサイクルが期待でき、特に、現在社会課題となっている再生プラスチックの利用促進に向けて、質の低下を補う素材としての利用拡大も期待できる。これらの特性を活かして、自動車部材、家電製品、建材、物流資材、日用品、容器・包装等の分野での用途展開を積極的に進めていく。

品質課題である①耐衝撃性と②ドライブレンド適性について、処方を見直すことで、①耐衝撃性を両立するグレードや②ドライブレンドに適用するグレードのラインナップを拡充し対応する。

●期間・予算 (単位:百万円) (上段:大王製紙) (下段:芝浦機械)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	22.8	168.2	39.8		
	8.3	23.6	15.0		

●特許出願及び論文発表(上段：大王製紙、下段：芝浦機械)

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
15 件	0 件	15 件	18 件	27 件
2 件	0 件	1 件	1 件	6 件

3.1.6. ①-6　高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発

テーマ名	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	達成状況	△
実施者名	CHEMIPAZ 株式会社（旧星光 PMC 株式会社）		
達成状況の根拠	○：生産性向上目標について ・前処理工程：目標処理速度を達成 ・変性工程：目標生産速度を大きく上回って達成 ・複合化工程：目標生産速度に対し高い達成率を実現 ×：実用化検討について ・自動車部品での評価では、想定部品単体での要求物性クリアが困難 ・構造補強で性能達成は可能だが、軽量化効果が小さく実用化メリットが不十分 総合的に、製造プロセスの改善は達成したものの、実用化に向けてはさらなる材料性能の向上が必要な段階である。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

背景

・ CNF 複合材料は低比重かつ高剛性な材料として、自動車部品の軽量化に期待されている
・ しかし従来の製造プロセスでは生産性が低くコストが高いため、実用化が進んでいない

目的

・ CNF 複合材料の製造プロセスを 3 つの工程(前処理、変性、複合化)に分け、各工程の抜本的な見直しによる製造コストの大幅低減
・ 高品質・高生産性を両立する CNF 複合材料の開発
・ 自動車部材としての実用物性評価とフィードバック、最適な部品形状・利用法の開発

プロジェクトアウトカム目標との関係

・ 生産性向上による CNF 複合材料の製造コスト低減
・ 自動車部品への実用化検討を通じた市場開拓と CNF 複合材料の社会実装推進
・ 石油由来樹脂の低減や燃費改善等による CO2 排出量の削減、及び持続可能な低炭素社会実現への貢献

●アウトプット目標

研究開発項目 1～3：

・ 前処理、変性、複合化の各工程で定めた生産速度目標の達成
・ 新規相溶化剤の開発による物性向上

研究開発項目 4・5：

・ 定めた強度や弾性などの目標値の達成
・ 自動車部品としての実用物性評価と最適形状・利用法の開発

●実施体制

助成事業者：CHEMIPAZ 株式会社
共同研究先：京都大学（研究開発項目３）トヨタ車体株式会社（研究開発項目４、５）

CHEMIPAZ 株式会社

・ CNF 複合材料の製造プロセス開発全般を担当
・ 前処理工程、変性工程、複合化工程の改善
・ 新規相溶化剤の開発

京都大学

・ CNF 複合材料の評価・解析
・ 最適な相溶化剤の設計・開発を CHEMIPAZ 株式会社と共同実施

トヨタ車体株式会社

・ 自動車部材としての実用物性評価

・評価結果のフィードバック
・CNF 複合材料を活用した部品形状設計や利用法開発

この 3 者の連携により、基礎研究から実用化までの一貫した開発体制を構築して進めた。



「 *STARCEL*® 」使用シューズの一例
(株) アシックス　GEL-KAYANO 25

図 1　事業開始前の成果

●成果とその意義

主要な成果：
・各工程で目標とした生産速度をほぼ達成
・CNF 複合材料の物性目標達成、及び衝撃強度と剛性を両立する新規相溶化剤を開発
・自動車部品としての各種実用物性の取得と部品適用時の特性・課題を確認

意義：
・CNF 複合材料の製造プロセスの大幅な効率化を実現
・生産性向上によるコスト低減の目途付け
・自動車部品としての実用化にはさらなる材料性能の向上と構造最適化が必要との課題も明確になった（材料物性と部品評価の序列が逆転する場合もあり）



図 2　研究開発体制

●実用化・事業化への道筋と課題

実用化への道筋：
1. 顧客と共同で、自動車部品や各種発泡材料など様々な用途での CNF 複合材料の適用を目指す
2. 変性パルプや CNF 複合材料だけではなく、開発した疎水化剤、相溶化剤等の販売を通じ、開発成果の幅広い社会実装を目指す

課題：
1. 技術面
   ・さらなる材料性能(剛性、衝撃性、流動性)の向上が必要
   ・自動車部品構造の最適化検討が必要
   ・量産時の品質安定性、連続操業性（プロセス全体の効率化）の改善
   ・新規疎水化剤／相溶化剤のスケールアップ検討と用途開発
2. 事業面
   ・コスト競争力のさらなる向上
   ・用途開発の継続
   ・市場ニーズとのマッチング

今後は、これらの課題解決を進めながら、自動車部品以外の用途も含めた市場開拓を行う必要がある。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	非公開	非公開	非公開	非公開	非公開

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
非公開	0 件	6 件	3 件	0 件

3.1.7. ①-7　ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発

テーマ名	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	達成状況	○
実施者名	株式会社スギノマシン		
達成状況の根拠	高濃度 CNF を安定的に製造可能なシステムを構築した。予定していた自動化については、費用対効果を鑑みて一部のみ達成した。 CNF 乾燥粉末については、研究開発前から約 12 倍の生産量を達成し、大幅なコストダウンも可能となった。 CNF 乾燥粉末とポリ乳酸（PLA）の複合体の開発、CNF 乾燥粉末添加炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の開発などより具体的で製品に近い材料の開発も行った。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

ウォータージェット法は、現在の機械処理による CNF 製造方法の中で最も高効率で低コストな手法の一つである。図 1 に模式図を示す。しかしながら、経済産業省がロードマップとして示した「2030 年に 500 円/kg」を達成するためにはまだ高コストであり、ブレイクスルーが必要である。

そこで、ウォータージェット法を進化させて、高品質で低コストな CNF 水分散液を製造し、得られた CNF 水分散液を CNF の特性を損なうことなく乾燥させる当社独自の乾燥方法も進化させる必要がある。

また、高品質で低価格な CNF を製造しても使えなければ意味はない。CNF を各種材料の機能性添加剤と位置付けて CNF を少量添加した各種複合材料の開発も目標とした。

それらの効果により本プロジェクトのアウトカム目標である「2030 年には 373 万トン－CO_2/年の削減を目指し、その結果、石油資源の枯渇リスクを大幅に減少させ、持続可能な低炭素社会の実現に大きく貢献する。」の達成に貢献する。

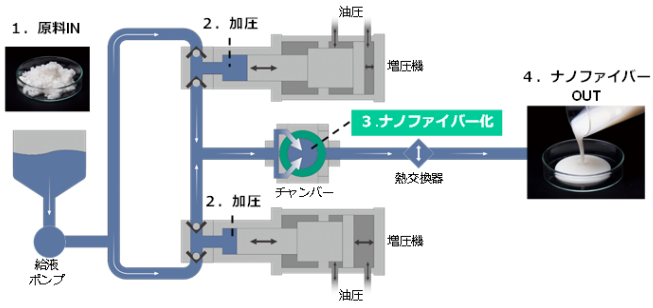


図 1　ウォータージェット法の模式図

●アウトプット目標

①高付加価値 CNF 水分散液の製造コストを約 60 %にする（大量製造時）

②高付加価値 CNF 乾燥粉末の製造コストを約 10 %にする（大量製造時）。

③高機能 CNF/ポリ乳酸複合体の開発、高機能 CNF 添加 CFRP の開発。

●実施体制

実施者：株式会社スギノマシン

共同研究先：公立学校法人　富山県立大学

●成果とその意義

・当社の機械解繊CNF水分散液は国内外問わず、最も高濃度（乾燥品、濃縮品を除く）でありながら、CNFの繊維径の均一さは高いとの評価を頂いている。また、本プロジェクトの成果により、大量製造時のコストは目標近くまで達成することができた。

・高付加価値 CNF 乾燥粉末は研究開発前の約 12 倍の生産量を達成した。また、本 CNF 乾燥粉末は化学的に処理されていない未修飾のセルロースにも関わらず、多くの樹脂に均一に分散する。図 2 に CNF 乾燥粉末の写真を示す。

・富山県立大学のコンピュータシミュレーションにて、CNF の添加量は1 wt%以下が望ましいことが分かった。また、実験結果とも一致している。

・高付加価値 CNF 乾燥粉末を生分解性樹脂である PLA に少量添加することで PLA の耐衝撃性は 1.5 倍にな

り、引張や曲げ強度・弾性率も若干向上させることに成功した。図 3 に CNF/PLA のシャルピー衝撃強度試験結果を示す。
・高付加価値 CNF をエポキシ樹脂に分散させた後に、炭素繊維と複合化することで CNF 添加 CFRP プリプレグも開発した。それを用いてゴルフシャフトやテニスラケットなどの実用化も検討中である。



図 2　CNF 乾燥粉末

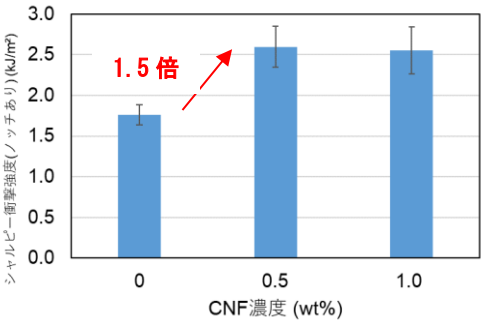


図 3　CNF/PLA のシャルピー衝撃強度

●実用化・事業化への道筋と課題
・ウォータージェット設備のスペシャリスト企業として、CNF 水分散液の製造設備をさらに進化せていく。
・CNF 乾燥粉末については、CNF 乾燥粉末のみならず、CNF/PLA 複合体や CNF 添加 CFRP などのアウトプットも含めて開発を継続し、事業の拡大を目指す。
・それに伴い設備投資（2027 年度頃を目途）や CNF 人材の雇用・育成も推進していく。
・当社は、海外（9 か国）に 100 %子会社を有しており、グローバルな販売ネットワークを構築している。そのネットワークを活用し CNF ビジネスも広く海外展開していく。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	15.036	43.487	10.727	14.949	25.405

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
8 件	0 件	37 件	13 件	2 件

3.2.　研究開発項目②：CNF 利用技術の開発

3.2.1. ②-1-1　ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発

テーマ名	ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	達成状況	○
実施者名	DAIKEN 株式会社 利昌工業株式会社		
達成状況の根拠	CNF の原料価格という課題に対して、利昌工業で製造した積層板を DAIKEN にて床板用の無機繊維板や木質繊維板と練り合わせていたが、利昌工業で木質繊維板に樹脂含浸基材を積層して加熱加圧成形することで、続く練り合わせ工程を省くことができ、製造工程の簡略化に伴う低コスト化が見込めるようになった。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

ＣＮＦはバイオマス由来の持続・循環可能な低環境負荷素材として知られており、それを成形体として用いることで従来の木質系材料では実現できなかった高い剛性、強度を占めるようになるため、建築資材としても新しい付加価値を創出する可能性を秘めた素材として着目した。

本事業では、ＣＮＦを主成分とするＣＮＦの高強度成形板を用い、内装建材分野での新規用途の開拓とともに従来材の置換により新しい付加価値を創出し、社会実装することでＣＮＦの大量需要の創出を目的とした。さらに、資材の軽量化により建材製造時や資材運搬並びに施工時に起因するＣＯ２排出量の総合的な削減にも寄与できると期待できる。

●アウトプット目標

本事業では、ＣＮＦの成形板の強度や高度を活かし、木質材料が主体の建材の補強材や化粧面材の置換、薄肉化などを目指し、付加価値の大きな内・外装の建材の創出と社会実装を目標とした。

●実施体制

代表申請者：DAIKEN 株式会社
共同研究機関：公立大学法人秋田県立大学

共同申請者：利昌工業株式会社
共同研究機関：国立大学法人筑波大学

●成果とその意義

①CNF 板材の寸法安定性の向上

CNF の成形板は、セルロースの吸水性が高いため容易に膨潤して強度の著しい低下と寸法が大きく変化する。CNF 成形板への耐水性を付与するため、セルロースと相性の良いフェノール樹脂の含浸を試みた結果、前処理をすることでレゾール系フェノール樹脂が CNF 成形板に均一に含浸することを見出し、その硬化物は、未含浸材と比べて吸水性やそれに伴う水膨潤率が 98%以上低減した。また、弾性率や強度も未含浸品よりも向上した。

②ドア面材への適用検討

小片での試作検証では、強度面の要求品質は満たすことが分かった。しかしながら、住宅用木質ドアの軽量化効果は現状と同程度であり、優性は見られなかった。一方で、非住宅用の鋼板ドアと比較すれば軽量化の優位性はあったが、不燃性能、強度の不足などが課題として見出された。

③半屋外用耐傷性床材の開発と実装

木質ボードの表面に CNF 板を張り合わせることで、耐傷性床材としての品質を満たすことが確認でき、木質系フロアの非住宅用床材に適用できることが判明した。そこで、樹脂含浸 CNF 板材を用いた耐傷性床材の実大試作および実装による実証評価を実施した。

●実用化・事業化への道筋と課題

事業終了後である 2023 年 4 月から 3 年間を企業化検討期間として設け、2025 年度末にそれまでの検討結果をもとに企業化を判断する。

本事業では CNF の原料価格が現実的でないことが大きな課題であり、経済産業省の予測に基づき 2030

年ごろには CNF 価格が一般化することを想定していた。しかしながら、CNF の価格は横ばいのままであり、本事業には現状の CNF 価格では適応が困難であることが明らかであった。価格面での課題解決のため、市販の紙を選定し、既存設備による樹脂含浸工程を適用することで、樹脂含浸 CNF 板材と同等以上の寸法安定性と強度の樹脂含浸積層板を開発することができたが、既存の建材に対しての価格優位性が十分に見いだされず、工程で有利になるような製法の開発を進めることとなった。

これまでは、利昌工業で製造した積層板を DAIKEN にて床板用の無機繊維板や木質繊維板と練り合わせていたが、利昌工業で木質繊維板に樹脂含浸基材を積層して加熱加圧成形することで、続く練り合わせ工程を省くことができ、製造工程の簡略化に伴う低コスト化が見込めるようになった。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	41	177	51	-	-

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
1 件	1 件	15 件	15 件	0 件

3.2.2. ②-1-2　自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発

テーマ名	自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発	達成状況	△
実施者名	ダイキョーニシカワ株式会社		
達成状況の根拠	外観の未達		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

世界的に地球環境保護が大きく叫ばれている中、自動車を含む運輸部門からの CO2 排出量は、全排出量の約 20%を占め、自動車業界にとって CO2 削減は非常に大きな課題となっている。

そのため、燃費向上や電動化が進んでおり、ダイキョーニシカワも双方に共通するニーズとして部品の軽量化開発を進めている。CNF は木材などから採れる天然由来のグリーン材料であり、軽くて強い（鋼鉄の 1/5 の軽さで 5 倍の強度）特徴を有している事で、以前より有効的な素材として着目していたが、耐熱性と樹脂との相溶性に優れた材料、高効率で連続的に製造する安価な革新技術が開発された事をきっかけに、セルロースナノファイバー活用に関する研究開発を実施した。

自動車業界では車両重量▲10%軽量化を目指した環境省主導の NCV（Nano Cellulose Vehicle）プロジェクトが発足し（ダイキョーニシカワも所属）、各社、部品毎への検討も加速している。

但し、車両搭載を実現するには、大幅物性向上、寸法や外観品質安定性、安全性、生産性の改良が必要な状況で、各社、実装に向けて、利用技術の開発を実施している状況である。

ダイキョーニシカワとしては、競合他社に対して一早く実装に向けた技術確立を目指し、今まで培ってきた、エンジン部品（オイルストレーナー、インテークマニホールド）やボディ部品（フェンダー、バックドア）の樹脂化開発、内製複合材料設計、コンパウンド技術、成形技術を基に、部品や自動車としての性能評価を実施し、自動車部品への課題解決、早期実装と採用拡大を実現させる。

●アウトプット目標

自動車の CO2 削減に向けて、電気自動車・燃料電池自動車の開発が加速してきているが、低コスト化や充電装置インフラ整備などの課題は多く、当面、内燃機関の燃費向上が急務となっており、強くて軽い特徴を兼ね備えたセルロースナノファイバーによる軽量化効果に期待が出来る。

CO2 削減に向けた自動車部品の軽量化を狙い、従来複合材料（タルク・ガラス繊維）、エンプラに代わる樹脂補強材として、軽くて高強度な CNF 複合材の材料設計、成形・加工技術の開発を実施し、自動車部品への課題解決、早期実装と採用拡大を実現させる。

1.軽量化目標

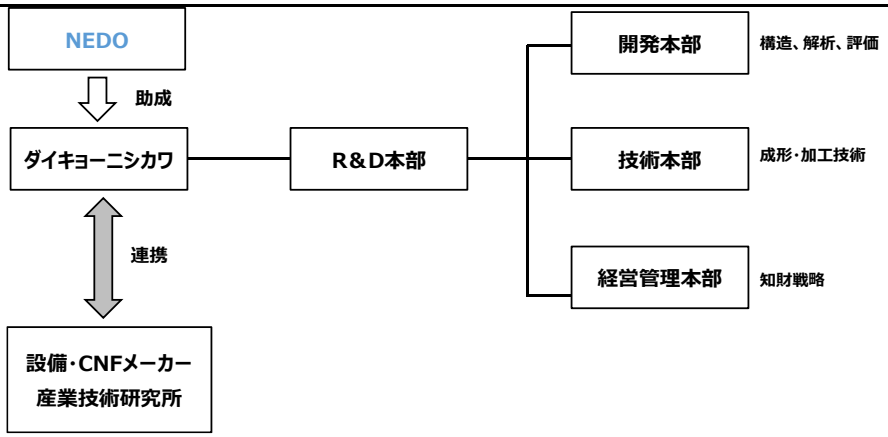
自社製造の自動車部品全てに対し、軽量化▲20%を目標として設定。

目標物性、製品スペックの難易度毎に実装し、走行時の CO2 削減は、2030 年：10%低減の効果が得られると推定。

2.目標物性

PP/CNF 材の実装を狙い、内洞部品、外装部品に適用可能は物性設定。

●実施体制



●成果とその意義

基礎物性向上については、CNF の均一分散を狙った CNF の疎水変性、分散助剤、膨潤剤の検討、コンパウント工程の条件、材料投入位置、スクリュ形状などの検証を行った。又、衝撃性向上として、PP 樹脂へのゴム分散、CNF とゴムの界面結合、相溶化材、ゴム添加方法などを検証した。開発の当初より、繊維の分散、基礎物性は向上しつつあるが、曲げ弾性率と衝撃の両立することは困難であった。

自動車部品への実装を加速させるため、基礎開発と並行して、新たに部品選定を追加し製品開発を進めた。以上で得られた結果をもとに、実用化・事業化を実現することで、カーボンニュートラル推進、SDGs への貢献を通して、当初目標としていた 2030 年時点での内装、外装部品市場の 10%のシェア獲得を目指す。また、CNF 複合材を自動車部品へ順次採用することで、部品の軽量化による走行時の CO2 削減は、10%低減が期待できる。

●実用化・事業化への道筋と課題

CNF 技術の確立及び社会実装を他社に先行して実現する為、これまでに培った内製複合材料設計技術、コンパウンド技術、成形技術（事例：エンジン部品の樹脂化→オイルストレーナー／インテークマニホールド、ボディ部品の樹脂化→フェンダー／バックドア）をもとに、部品や自動車としての性能評価を実施し、自動車部品へ展開する上での課題解決、早期実装と採用拡大を実現させる。目標物性、製品スペックの難易度毎に、内装部品（インパネコア、コンソールパネル、グローブ BOX）、外装部品（サイドステップ、Re/スポイラー）、ボディ（フェンダー、バックドア）、エンジン部品（バッテリーケース）と開発ステップを設定し、順次、従来材から CNF 複合材への材料置換を展開していく。主たる取引先であるマツダ・ダイハツ工業を筆頭に、国内全自動車メーカー（トヨタ、日産、ホンダ）各社への提案を行う。

又、当初の計画から追加した活動内容である PP/CNF 複合材の自動車製品への実用化については、対象部品をインストルメントパネル、スポイラーに設定しており、量産型を用いて成形性検証、客先のスペック評価を実施し、課題抽出と対策に取り組む。

実用化に向けた課題としては、樹脂との相溶性、均一分散、吸水・吸湿による物性低下や寸法変化、成形性、熱安定性（200℃以上で熱分解）などがあるが、最大の課題は材料コストである。

CNF 製造コストは下がりつつあるが、自動車部品の多くは、安価の PP/タルク材や PP/GF 材であり、採用拡大を実現するためには、更にコスト低減が必須である。

●期間・予算 （単位:百万円）	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	15	20	20	15	15

●特許出願及び論文発表

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

3.2.3. ②-1-3　革新的ガス吸着再生ＣＮＦ複合フィルタを用いたデシカントフィルタシステムの開発

テーマ名	革新的ガス吸着再生ＣＮＦ複合フィルタを用いたデシカントフィルタシステムの開発	達成状況	◎
実施者名	進和テック株式会社		
達成状況の根拠	CNF 基材での H2O 絶対吸着量で 250mg/g（30min）　⇒307.7mg/g フィルタエレメントでの通気抵抗 100Pa 以下　⇒92Pa 400 時間の連続使用後に 50gH2O/h の吸水機能を維持　⇒66.3gH2O/h 400 時間の実寸大連続実働運転試験後に 50gH2O/h の吸水機能を維持　⇒50gH2O/h 100 台分のエレメントの水分吸着能力が 50gH2O/h の 10%以内　⇒10%以内		

●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、CNF の高い比表面積と吸湿性の特性を湿度管理に活用する、車載用デシカントフィルタシステムの製品化を目指す。現状、フロントガラスの曇り防止方法としては、車内への外気の導入、カーエアコン（デフロスター）によるフロントガラスへの熱風の吹き付け等が行われている。しかしながら、いずれの方法もエネルギーのロスが大きく、密閉された車内で長時間運転する際は不向きである。
そこで、CNF を活用したデシカントフィルタを車に搭載し、車内で当該フィルタを経由しての空気循環を行うことで湿度管理を行える空調システムを提供する。

●アウトプット目標

車内空間をおよそ 4 ㎥、温度 23℃、相対湿度 50%、車外温度を 0℃とした場合、フロントガラスの曇り防止のためには室内の水分を 50gH2O/h 削減する必要がある。
それを達成するため、研究開発の第一段階として、CNF 素材ベースで 250mg/g(30min)の除湿効果の達成を目標とする。第二段階として、得られた CNF 素材をもとに形状等を検討し、フィルタエレメントを成型して評価する。その後、フィルタエレメントを組み込んだデシカントフィルタシステムを設計試作し、400 時間の連続使用後に 50gH2O/h の吸水機能を満たすことを目指す。第三段階として、量産化を想定して除湿性能の均一性が 10%の範囲内であるデシカントフィルタエレメントの製造工程を確立する。

●実施体制

【助成先】進和テック株式会社
【共同研究先】国立大学法人東京工業大学（現・東京科学大学）松本英俊教授
国立研究開発法人産業技術総合研究所　遠藤貴士博士、榊原圭太博士

●成果とその意義

［1］CNF 素材、各種基材の選定と性能評価

CNF 材料は、産総研が参画していた NEDO 委託事業「木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価」での評価結果、および産総研の遠藤博士が持つノウハウより選定した。これを、産総研においてグラインダー法にて CNF 化した。このスラリー状の CNF サンプルを東工大に送付し、フィルタ用素材として用いるために凍結乾燥処理を施した。サンプルを遠心分離にかけ、t-BuOH 置換を行い凍結乾燥処理した。また、サンプルの比表面積測定を実施した。凍結乾燥したサンプルを進和テックに送付し、CNF 単体での水分吸着量を測定した。種々の条件で選定を行い、目標値を達成した。

［2］フィルタエレメントの形状検討、加工評価

CNF を活用するにあたり、積層密度、あるいは繊維量が過剰である場合、通風時の抵抗が増えて車載用送風機の消費エネルギーも増すこととなる。逆に、CNF の量が少なすぎる場合、十分な除湿機能を発揮することができないだけでなく、エレメントの破損の原因にもなりうる。これらの課題を解決するために、進和テックが長年商材として扱っているフィルタのノウハウをもとに、フィルタエレメントの加工試作を行った。 CNF 素材性能測定用のワンパス性能測定装置を用いることとし、装置に取り付け可能なサイズのサンプルを製作した。フィルタ性能を確認し、目標値を達成した。

［3］デシカントフィルタシステムとしての性能評価

製品として長期的な使用を可能にするためには、フィルタエレメント自体の吸着性能の向上と合わせて、一度吸着した水分を加熱再生により脱離させ連続的に機能を回復させることが必須である。進和テックにて性能評価用に模擬したデシカントフィルタシステムを設計製作し、項目②にて開発したフィルタエレメントを組み込んでシステムとしての除湿機能、加熱条件の検討、加熱時の再生機能を行った。ハニカム型・充填型・プリーツ型の各々について加熱再生試験を行い、車載を想定したユニット寸法でフィルタ質

量を換算し、ハニカム型において目標値を達成した。
［4］実寸大デモ機での実働評価
長期的に連続使用するには、デシカントフィルタシステムを 2 系統準備し、流路を切り替えながら除湿と加熱再生を同時に行う必要がある。項目③で確立したデシカントフィルタシステムの諸条件を用い、進和テックにて再生が可能となる加熱条件を設定して、流路切替弁を備えた実車への搭載を想定した実寸大でのデモ機の設計・製作を行った。実際に車載使用した際に 2～3 年分の使用期間として想定した 400 時間の連続試験を実施した。一時的な水分吸着量の増減は見られたものの、目標値である 50gH2O/h の吸着量を維持しており、連続使用に問題がないことが確認できた。
［5］本空調システムの量産化検討
製品化を目指した量産化検討にあたり、フィルタエレメントの効率的な生産と性能の均一性の制御が課題となってくる。まず、各フィルタエレメント形状について、原材料及び製造コストの評価を行った。その結果、凍結乾燥工程が不要で最もコストが安価であり、かつ製造のしやすさにおいても工数をかけずに製造可能である、ハニカム型にて量産化の検討を行うこととした。フィルタユニットを 100 台分製作し、それらの性能のバラつきを確認した。材料ロット各々で水分吸着量を測定し、性能のバラつきが 10%以内に入っていることを確認した。

競合技術である活性炭、シリカゲルは水分吸着量が CNF の 1/4～1/2 程度であり、CNF と同等の性能を得るには 2～4 倍の量が必要となる。車載用としてコンパクト化が必要であり、コストと性能のトータルバランスは CNF が最も優れている。

●実用化・事業化への道筋と課題
事業化にあたっては、CNF の製造コストが最大の制約となる。車載用デシカントフィルタの商流としては、CNF 及び各種基材を進和テックが購入して自社にてフィルタエレメントの製作、加工を行い、デシカントフィルタシステムに組み込む形で納入することを想定しているが、現時点でコスト的にネックとなりうる CNF グラインダー工程について、より最適化・省略化ができないか産総研・東工大と今後も討議検討していく。
本事業の実施当時、進和テックと某自動車メーカと共同で基礎研究に取り組んでおり、仮に量産化が実現した場合は 2024 年度において年間 3.5 万台、関連機種すべてに派生した場合は年間 400 万台に対して、開発品であるデシカントフィルタの販売が見込めていた。しかし、某自動車メーカの体制の変更があり車載用デシカントフィルタの採用が頓挫してしまい、量産効果を見越した他分野への横展開もコストがネックとなり進んでいないのが現状である。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	130	150			

●特許出願及び論文発表

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

3.2.4. ②-1-4　炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および適用検証

テーマ名	炭素循環社会に貢献するセルロースエコマテリアル開発および適用検証	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	開発目標として設定した数値目標を全て達成した。 ＜１＞ セルロース濃度の高濃度化：セルロース 70%、歩留まり、強度等目標達成 ＜２＞ 完全バイオ化：バイオ比率 95%以上、歩留まり、強度等目標達成 ＜３＞ パイロットモデル検証：天井扇充填、外観評価、強度試験等目標達成		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

近年、世界的に石油消費量が拡大する中、非石油由来原料への転換が急務となっている。しかし、従来のバイオマス樹脂は強度、耐久性の面で課題があり、長期使用が前提となる家電等の部材へは適用が限定されている。

セルロースファイバーを樹脂に高濃度に複合化することで、高性能の樹脂でありながら、石油使用量を削減することができる。本事業において、高性能かつ石油使用量削減可能な複合材料を開発し、家電等へ適用することで、炭素循環社会実現に貢献することを目的とする。

●アウトプット目標

開発課題として、下記の３項目を挙げ、それぞれに製品適用に必要な目標を設定した。

＜１＞セルロース濃度の高濃度化：セルロース 70%において歩留まり、強度等を達成すること

＜２＞完全バイオ化：バイオ比率 95%以上において歩留まり、強度等を達成すること

＜３＞パイロットモデル検証：天井扇ブレードをターゲットとして、強度試験等を達成すること。

●実施体制

パナソニックホールディングス(株)　単独実施

●成果とその意義

＜１＞セルロース濃度の高濃度化

セルロースファイバー(CeF)高濃度材として、CeF70%-PP 材料の複合化開発を行い、流動性改善手段と、改善した場合の物性の変化について、把握することができた。流動性改善手段としては、可塑剤等の添加剤の添加、高流動タイプの樹脂種への変更、プロセス面（温度）での対応があることを確認した。

連続生産 CeF70%-PP_8H以上の目標を達成し、歩留まりは目標の 95%を上回る 95.2%を達成。曲げ弾性率も目標の 3,400MPa を上回る 5,464MPa を達成した。

また、CeF70%-PP 材料の成形開発を行い、難流動性材料の成形手法として部分圧縮成形工法の検証を実施した。圧縮位置と樹脂だまりの形状による流動性向上効果を明らかにした。

天井扇ブレード体積 100%充填の目標を達成し、木質感実現のための色差⊿E：5 以上の目標を上回る⊿E：15.7 を達成、繊維浮き限度見本内を達成した。

以上により、高濃度セルロース 70%の材料において、生産性、強度物性、成形性を確保できる技術を確立した。一般な複合材料においてセルロース濃度は 10%程度が多く、高くても 50%前後であるため、より石油使用量削減が可能なエコマテリアルの実用化に目途が立った。

＜２＞完全バイオ化

一般に広く流通している PP などの石油由来樹脂に替えて、完全バイオ化として植物由来の BioPE、PLA との複合化開発を行った。材料の選定と溶融粘度の検証により、最適な材料レシピを見極めた。

セルロース 70%以上の目標を達成し、材料歩留まり 95%以上（BioPE ベース 95%、PLA ベース 98.5%）を達成した。曲げ弾性率目標の 3,400MPa を上回り（ BioPE ベース 6,239MPa、PLA ベース 8,155MPa）、バイオ比率目標の 95%以上を達成（ BioPE ベース 97%、PLA ベース 99.9%）することができた。

また、完全バイオ化の成形開発を行い、新規材料の流動性向上手法として、流動解析精度の向上に取り組んだ。バーフロー成形型での流動特性、圧力分布実測により、完全バイオ化材料の流動解析モデルをチューニングし、流動長などの解析精度を向上した。これにより、製品形状に対してあらかじめ充填可否判定や成形条件の改善が可能となり、適用検討を高速化できるようになった。

この結果、製品形状 100%充填の目標を達成（BioPE ベース：天井扇ブレード、PLA ベース：カップ）し、BioPE ベースの天井扇ブレードにおいて、木質感実現のための色差⊿E：5 以上の目標を上回る⊿E：5.8 を達成、繊維浮き限度見本内を達成した。

以上により、完全バイオ化材料は石油由来材料をほとんど使用せずに、実製品に適用可能な物性を実現

することができたため、従来の植物由来樹脂では適用できなかった製品への適用可能性が広がった。
＜３＞パイロットモデル検証
パイロットモデル検証として、天井扇ブレードをターゲットとし、具体設計を実施した。
耐荷重試験で目標 70kgf/2 枚の試験をクリアして目標を達成した。
パイロットモデルの試作評価を行い、開発材料での成形検証と、金型改造による充填性の向上に取り組んだ。最終製品形状においては、３種の材料 (CeF55%-PP/CeF70%-PP/CeF55%-BioPE) で体積100％充填の目標を達成した。また組立後ソリ量バラつき 2mm 以下/5 枚の目標に対し、ソリ量バラつき 1mm 以下で目標を達成した。
材料および物性最適化として、外観および信頼性試験を実施し、課題対策を行った。
最終形状において、木質感実現のための色差⊿Ｅ：5 以上の目標を上回る⊿Ｅ：19.5 を達成、１H 連続成形における繊維浮き限度見本内を達成した。ただし、耐光性試験では実試験で NG となり、耐光性添加剤と着色剤を用いることで耐光性を改善した。試験片形状で耐光性試験 100H を実施し、⊿Ｅ：3 以下の目標に対し、⊿Ｅ：1.27 で目標を達成した。
このように材料物性のコントロールと、製品形状、金型構造の最適化により、幅広い製品に必要な特性を確保することが可能となり、適用可能製品群が広がった。
次なる課題として、材料コストがあり、本事業外の取組ではあるが、コストダウンにも取り組んでいる。材料コストの多くを占める混練加工費について、生産性を３倍に高める取り組みを行うことで材料コスト半減にも目途を付けた。それでも汎用樹脂に対してはかなりの乖離があるため、引き続きコストダウンに取り組むことで、事業化を加速する。

●実用化・事業化への道筋と課題
研究開発成果の企業化について、自社製品への適用を目指して活動している。
当社のセルロースファイバー（部分的にナノ化するまで解繊したセルロースの繊維）複合樹脂は、原料となるパルプを、水等の溶液を使わない乾式プロセスでベース樹脂（ＰＰ、石油由来）に複合化させている。この乾式プロセスは、完全にセルロースをナノファイバー化させる湿式プロセスに比べ、低エネルギーで実施できるため、比較的低コストであり、セルロース成分の熱劣化を抑制できる。このとき、セルロース成分は部分的にナノレベルまで解繊した、ミクロンオーダの繊維となっており、樹脂への補強効果は他社のセルロースナノファイバーと同等を実現できている。繊維の解繊が不十分な木粉複合樹脂（ウッドプラスチック）に比べて強度が高い。また、工程数が少なく、一般に入手可能な原材料を用いることができるため、材料コストも競争力のあるレベルに低減できる見込みである。
開発成果の材料ではないが、高濃度化、完全バイオ化の技術進化と、製品適用検証のノウハウ蓄積により、さまざまな製品適用事例を生み出してきている。製品適用事例として、アパレル向けのボタンでの採用と、ソープディスペンサー、ソープディッシュへの採用が決定し、リリースを実施している。また、福知山市と連携協定を締結し、市内の小中学校に向けて、「人と環境に優しい小中学校の給食食器」として適用を開始している。
今後も適用検証を進め、様々な分野で展開を拡大していくことができる見込みである。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	１２０	１２０	１２０	０	０

●特許出願及び論文発表

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

3.2.5. ②-1-5　ＣＮＦ配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発

テーマ名	ＣＮＦ配合エラストマーの製造プロセス低コスト化による製品実装技術開発	達成状況	△
実施者名	住友ゴム工業株式会社 日本製紙株式会社		
達成状況の根拠	・CNF 製造コスト：目標を超えて達成 ・繊維径測定時間：目標を超えて達成 ・MB 製造時間：WMB は目標未達、OMB はラボ、外注ともに目標達成 ・MB エラストマー材料特性：WMB、OMB ともにラボで目標達成、外注では目標未達 ・エラストマー製品コスト：タイヤ製品では目標未達、産業用製品は目標達成 ・エラストマー製品耐久性：適合性を確認し、目標達成		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

住友ゴムは 2019 年、世界初の CNF 使用タイヤ「エナセーブ NEXTⅢ」を発売。タイヤ市場の 85%を占める低燃費タイヤにおいて、CNF は高機能だが材料コストが課題。CNF 配合部品は従来の 2 倍以上のコストで、その 8 割が CNF 材料コストとなっており、材料コスト削減は重要課題である。

一方、CNF は従来補強剤のカーボンブラック(CB)のみを配合した場合と比較すると低燃費性に優れ、タイヤ使用時の乗り心地性も良好であり、高機能性材料として有望である。

そこでタイヤ分野で 85%以上を占める低燃費タイヤをメインターゲットとして日本製紙製セレンピア TC-01A よりも低コストでかつ、CB よりも低燃費性に優れた CNF を開発する。目標値は、①CNF 材料コスト削減(コスト 60%減)、②MB 条件検討(製造時間 65%減)、③製品への実装検討(製品耐久性、適合)とした。

●アウトプット目標

本事業の最終目標は事業化検討に向け、表記載の目標のコスト目標をはじめ、住友ゴムの製品群に適用可能な材料物性値を満たし且つ、市場耐久規格を満たす CNF 配合エラストマーを開発することである。実現に向けた技術課題を図に示す。日本製紙は課題①に、住友ゴムは、課題②、③に取組む。

表　本事業での開発目標一覧

目標値一覧背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係		現行 CNF	2020 年度	2021 年度	2022 年度
1) エラストマー向け CNF 材料コスト削減技術開発					
目標 1.	CNF 材料コスト	100	75	55	40
目標 2.	繊維径測定時間	100	80	75	50
2) 高生産性 WMB 条件検討					
目標 3.	MB 製造時間	100	75	55	35
目標 4.	MB エラストマー材料特性				
	材料強度	100	80	90	90
	低燃費性	100	95	95	95
3)製品への実装検討					
目標 5.	エラストマー製品コスト				
	タイヤ製品	100	-	100	100
	産業用製品	100	-	-	105
目標 6.	エラストマー製品耐久性				
	タイヤ製品　新品耐久性	-	-	適合	適合

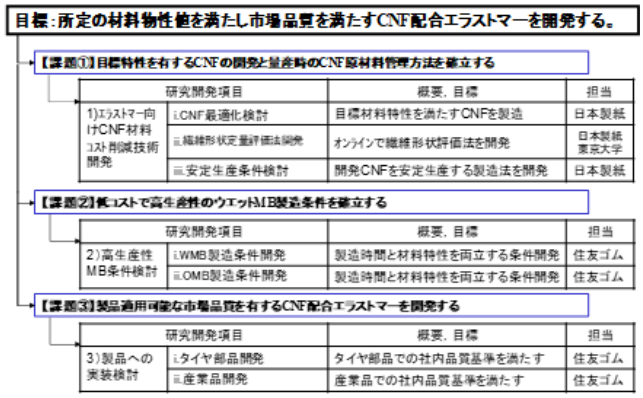


図　技術課題と達成手段一覧

●実施体制

・住友ゴム工業株式会社：開発責任者。高生産性条件の検討、製品への実装検討
・日本製紙株式会社：CNF 製造コスト削減。タイヤ/エラストマーに最適な CNF 開発
・国立大学法人東京大学：繊維形状の定量的評価方法開発

●成果とその意義

目標 1　CNF 材料コスト

・解繊度合いを適度に粗くすることで脱水加工性の向上を図りつつ、ゴム補強効果を両立する最適な解繊レベルの CNF を開発した。

目標項目		基準 既存CNF	開発目標	実績
1) エラストマー向けCNF材料コスト削減技術開発：研究項目①、②、③				
目標1.	CNF材料コスト	100	40	20
目標2.	繊維径測定時間	100	50	10

・この CNF は新規開発した簡易な解繊機で製造できるため、新たな現地解繊ビジネスモデルを構築することが可能であり、CNF 材料コストは 20 となり目標を達成した。

目標項目		基準 既存 CNF	開発目標	ラボ 実績	外注試作 実績
2) 高生産性ｳｴｯﾄMB 条件検討；研究開発項目④、⑤、⑥、⑦、⑧					
研究開発項目④、⑤；WMB 検討　※ラボ実績は開発 CNF①の結果					
目標 3.	MB 製造時間	100	35 以下	55	55
目標 4.	WMB エラストマー材料強度	100	90 以上	103	100
	WMB エラストマー低燃費性	100	95 以下	77	99
研究開発項目⑥、⑦；OMB 検討					
目標 3.	MB 製造時間	100	35 以下	15	25
目標 4.	OMB エラストマー材料強度	100	90 以上	97	88
	OMB エラストマー低燃費性	100	95 以下	79	75
3)製品への実装検討　※目標 5 はテニスボールでの実績					
目標 5.	エラストマー製品コスト				
	タイヤ製品	100	100	－	89
	産業用製品	100	105	－	158
目標 6.	エラストマー製品耐久性				
	タイヤ製品　新品耐久性	－	適合	－	適合
	タイヤ製品　劣化耐久性	－	適合	－	適合

目標 2　繊維径測定時間

・動的光散乱法の平均粒子径により繊維形状が分析できることを明らかにした。測定時間は目標 100 に対して 10 となり大幅に短縮した。

目標 3　MB 製造時間

・WMB の製造時間は、ラボスケールでは 55 で未達、外注試作では簡略設備で製造可能なことを確認でき、生産性は量産可能な水準まで改良できる見込みが立った。(詳細未開示)

・開発した OMB の製造時間は、ラボスケールで 15、外注試作で 25 となり目標達成できた。

目標 4　MB エラストマー材料特性

・WMB の材料特性はラボスケールで材料強度 103、低燃費性 77 で目標達成できた。外注試作では CNF 減量の組成調整込みで、材料強度 100 で目標達成。低燃費性は 99 で目標未達だが既存 CNF と同等の低燃費性を確保した。

・開発した OMB の材料特性はラボスケールで材料強度 97、低燃費性 79 で目標達成できた。外注試作では材料強度は 88 で目標未達、低燃費性は 75 で目標達成だった。

目標 5 エラストマー製品コスト

・開発した OMB をもちいてタイヤ用インナーライナーに採用した場合の製品コストを試算した。

・単純に配合した場合、コスト 133 で目標未達であったが、寸法安定性向上分を軽量化できたと仮定するとコスト 89 となり目標達成となる可能性がある。

目標 6　エラストマー製品耐久性

・試作した製品で社内耐久規格試験を実施したところ市場性適合を確認した。

製品への実装検討(製品耐久性、適合)

・当初は、インナーライナー配合への適用を目標としていたが、現状は社内でニーズある部材にて製品耐久性や適合性の検討を実施している。

●実用化・事業化への道筋と課題

・2025 年　タイヤ適用先部材の検討、品質課題の解消、配合設計 CNF 製造プロセスの仕様検討
・2025 年　CNF の製造プロセスの仕様決定、および適用可能性検討
・2026 年　事業性の精査、および事業化判断
・2027 年　量産設備設置・稼働

現在は製品適用の検討段階であるが、耐久品質悪化やゴムヤケが発生し易くなる方向に物性が変化するなど性能/品質面での課題が出てきており、MB の仕様最適化、配合設計などでの調整を通じて品質課題の解決を目指す。19 年当時の仕様と比較して MB 価格は低減できたが、タイヤ原材料としての汎用化するには非常に高額な部類となるため、製造プロセスの最適化を目指す。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	2.4 4.5	18.7 3.1	9.6 11.4	－ －	－ －

●特許出願及び論文発表

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

3.2.6. ②-1-6　水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用

テーマ名	水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	達成状況	○
実施者名	ミズノ株式会社 第一工業製薬株式会社		
達成状況の根拠	本事業では、セルロースナノファイバー（CNF）を均一に分散させた熱可塑性樹脂（TPU）を用いた CFRTP（炭素繊維強化熱可塑プラスチック）の開発を行い、以下の目標を達成した。 • CNF 分散技術の確立 • 脱水・シート化プロセスの確立 • CNF 分散 CFRTP において強度１０％アップ • スポーツシューズ部品への適用と現行品に対する優位性の確認		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

近年、軽量・高強度な CFRTP の需要が自動車・航空機・スポーツ用品分野で拡大している。従来の熱硬化性樹脂ではリサイクル性に課題があったため、熱可塑性樹脂（TPU）と CNF を組み合わせることで、環境負荷低減と高性能化を両立する新材料の開発を目的とした。

本事業のアウトカム目標は、CNF 分散技術の確立、効率的な脱水・シート化プロセスの開発、スポーツ用品への実用化、現行品に対する優位性の実証である。実際に Insole Plate（インソール部品）を試作し、現行品よりも薄く軽量でエネルギー効率に優れることを確認した。

●アウトプット目標

- CNF 分散技術の確立
- 脱水・シート化プロセスの確立
- CNF 分散 CFRTP において強度１０％アップ
- スポーツシューズ部品への適用と現行品に対する優位性の確認
- 関連特許 2 件の出願

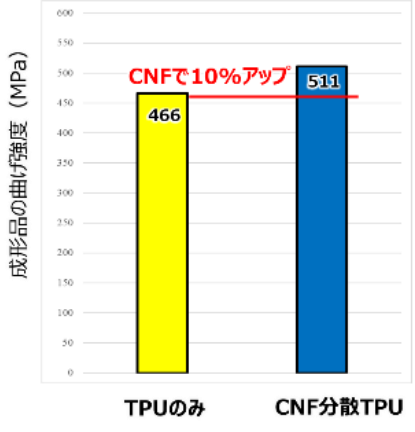
●実施体制

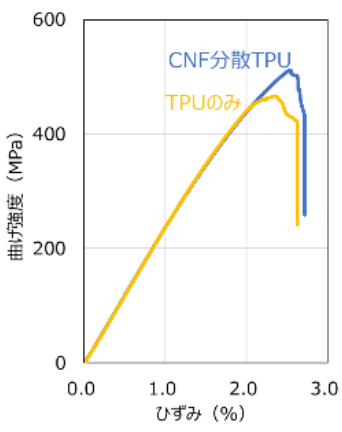
- ミズノ株式会社
  地方独立行政法人大阪産業技術研究所
  国立大学法人広島大学
- 第一工業製薬株式会社

●成果とその意義

本事業で開発した CNF 分散 CFRTP は、従来の熱硬化性 CFRP と比較して以下の優位性を有する。

- 熱硬化樹脂に CNF を分散させるには工程が複雑になるが、熱可塑樹脂である TPU 樹脂エマルジョンを用いると CNF 分散液を容易に混合することができた。
- CNF 分散 TPU エマルジョンは、炭素繊維不織布に簡単に塗工することができ、水分を除去するために 70℃で乾燥するだけでシートを作製できた。
- CNF を複合することで曲げ強度を 10%アップすることができた。





- 炭素繊維不織布と CNF 複合 TPU 樹脂でシートを作製し、スポーツシューズのインソールに用いる複雑な形状である Insole Plate を容易に成形できた。現行品に比べて薄く軽量であるにも関わらず、バネの反発性を示すエネルギーロスが小さかった。インソールに装着したスポーツシューズを実際に着用してもらっても反発性については同等以上の結果が得られ、厚みがあると損なわれるフィット感も問題なかった。
- 熱可塑樹脂を用いることで成形時間の短縮が見込まれ、熱可塑樹脂であるので再利用することも可能になり、炭素繊維不織布を利用することでリサイクル炭素繊維を使用することも可能となり、カーボンニュートラルに貢献できる。

●実用化・事業化への道筋と課題

- スポーツシューズへの展開
  まずは、スポーツシューズのインソールで CNF を複合することで１０％反発性が向上することをアピールできる Insole Plate で製品化を目指して、CNF 複合 TPU 樹脂シートを連続的に製造する技術を確立する。製造技術が確立して量産化が可能になればコストも下がり、シューズで使用されている他の CFRP 部品への展開を目指すことができる。
- 自動車・航空機分野への応用拡大
  炭素繊維の再利用が課題となっており、再生炭素繊維の不織布への再生利用が進んでいる。コスト面のメリットも生じることになれば、再生炭素繊維を利用した CNF 複合 TPU 樹脂シートによる CFRTP 部品が自動車・航空機分野への応用拡大も進むと考えられる。
- 実用化への課題
  現在、CNF 複合 TPU エマルジョンを炭素繊維不織布に含侵させたシートは、大きさの決まった容器での製造はできるが、製造コストは非常に高くなっている。製品化を目指すには連続的にシートを製造する技術を確立する必要がある。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	0	15	15	15	0

●特許出願及び論文発表

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

3.2.7. ②-1-7　ＣＮＦを使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発

テーマ名	ＣＮＦを使用したゴム製靴底及びゴムタイルの量産化技術の開発	達成状況	◎
実施者名	株式会社スピングルカンパニー		
達成状況の根拠	研究項目（①②③④⑤）について、ゴム製靴底やゴムタイルに設定した機能面・性能面の検討を行い、ほぼすべての目標に到達することができた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

【ゴム製靴底】

革靴は靴自体が高価なため、底材を修理しながら長く履かれるのに対して、スニーカーは安いものを履き潰して、廃棄するというのが一般的であった。しかしながら、自分のお気に入りのスニーカーの靴底を修理しながら長く履きたい（サステナブル）という動きへと変わってきている。そのため、これまで革靴の靴底修理の市場はあったが、スニーカーの靴底修理の市場は、今後大きな成長が見込まれており、実際にスニーカー修理店は増加している。スニーカーの補修用の靴底では、現状では海外製の靴底が国内で流通しているが、今後、ファッショナブルかつ耐久性のあるスニーカー用の靴底のニーズが増加することが予想されるため、これら分野に対応した製品を投入することで新たな市場を確立できる。

【ゴムタイル】

公共の建築物や駅舎、空港などの使用者の多い場所では、頻繁に補修ができないため耐久性の高い床材が望まれている。また、安全面では雨天時などスリップ等による転倒防止のため、防滑性の高い床材が求められている。タイル表面にエンボス（凹凸）を付けることで防滑性は改善できるが、タイル表面のエンボスはメンテナンス性が悪く、躓きなど転倒の心配があり、表面が平滑なタイルで防滑性の高い床材が求められている。特に駅舎や高速道路のサービスエリアのトイレなどの床が濡れるような場所では、管理側から非常に厳格な防滑性能が独自に設定されている。ゴムタイルは基本的には防滑性能が高い床材ではあるが、今後さらに高齢化が進み、公共施設等での人の転倒事故が増えることが予測されるため、タイル表面が平滑でかつ防滑性能の高いゴムタイルが開発できれば、転倒事故の防止ができ、これまでに利用されている建物以外にも展開でき、市場の拡大が見込める。

●アウトプット目標

【ゴム製靴底】

靴底に求められる性能として、耐摩耗性とグリップ性があるが、両者はトレードオフの関係にある。ＣＮＦ配合によりゴム材料の硬度を向上させれば耐摩耗性も向上するが、この値のみを指標として開発を進めると、反対に防滑性が低下し、靴としての安全性が低下する。そのため、これまでの靴業界の視点から、靴底用ゴムの性能を向上させるＣＮＦの選択と配合プロセスの最適化により、靴底の摩耗耐久性を弊社の現行の靴底より１．５～２倍を目標とし、摩耗耐久性は、ウイリアムス摩耗試験（JIS K 6264-2）により評価する。具体的な目標値は、ソリッドで摩耗体積 V1000　５００㎣/1000 回　以下、比重は１．３以下とする。

また、ＣＮＦ配合靴底の発泡成型などによる軽量化として、摩耗体積 V1000　８００㎣/1000 回 以下（弊社の現行ゴム靴底と同レベル）、比重は１．０以下を目標とする。また、防滑性（グリップ性）については、耐滑試験　ISO 13287 法（床面：ステンレス板　湿潤条件：イオン交換水）により、摩擦係数０．４以上を目標とする。また、製品化時の製造プロセスを効率化する指標として、ＣＮＦの配合比は 10phr（ゴム重量 100 に対する各種配合剤の重量部）以下で、数値目標を達成させる。

【ゴムタイル】

ゴム製靴底に求められる性能は、ゴムタイルに求められる性能と相関性がある。ＣＮＦ配合によるゴム材料の性能の目標は、ウイリアムス摩耗試験（JIS K 6264-2）による摩耗体積 V1000　５００㎣/1000 回 以下とする。また、防滑性については、滑り性試験（JIS A 1454）により、表面状態：水＋ダストにおいてＣＳＲ値の目標値を０．５以上（東京都条例、駅舎など）とする。サービスエリアのトイレの床は現状では、弊社の特殊仕様ゴムタイル 1 種のみが基準を満たしているが、本提案におけるＣＮＦ配合ゴムタイルは、汎用性の高いゴム製靴底の高性能化技術を相互に活用するものであり、量産化できる汎用性のＣＮＦ配合ゴムタイルのトイレ床への適応も視野に入れる。ゴムタイルは、床に張り合わせて使用されるため、重量への要求は高くないが、施工時の作業性や運搬の負担軽減から、比重１．８以下を目標とする。また、ゴム製靴底と同様に、製品化時の製造プロセスを効率化する指標として、ＣＮＦの配合比は 10phr（ゴム重量 100 に対する各種配合剤の重量部）以下で、数値目標を達成させる。

●実施体制

事業を行っていくうえで、試作品の材料物性や生産プロセスにおいて発生した問題・トラブルに関しては、共同研究先である産業技術総合研究所と情報を共有して、新たな評価手法の導入や原料・添加剤の最適化により問題を解決していく。また、必要に応じて有識者からの指導、助言を仰ぐとともに、産学官連携組織「なのセルロース工房」参画機関との意見交換等を通じて、問題を共有し事業を推進していく。

研 究 項 目	担　当
① 靴底、ゴムタイルに適したＣＮＦの検討	ニチマンラバーテック＊ 産業技術総合研究所
② 靴底、ゴムタイルへのＣＮＦの 配合プロセスの検討	ニチマンラバーテック＊
③ ＣＮＦ配合ゴムの特性評価１（物性）	ニチマンラバーテック＊ 産業技術総合研究所
④ ＣＮＦ配合ゴムの特性評価２（防滑性）	ニチマンラバーテック＊
⑤ シューズ試作品の作製及び製品性能評価	ニチマンラバーテック＊ スピングルカンパニー

＊ニチマンラバーテック・・・スピングルカンパニーに統合され、現在はスピングルカンパニー

●成果とその意義

【ゴム製靴底】

事業開始以前より、ＣＮＦを配合したゴム製靴底の配合を確立していたが、この配合をベースとして産総研のラボプラストミルを使用することで少量で効率良く試験を行うことができた。耐摩耗性に効果があるＣＮＦの調査とともに、ＣＮＦのゴムへの投入のタイミングや一緒に投入する薬品を検討をすることで、耐摩耗性が向上することが確認でき、設定した目標を比較的短期間で達成することが可能であった。

【ゴムタイル】

現段階ではゴムタイルの実用化・企業化には至っていないが、ゴム製靴底の配合をベースに検討し、現行のゴムタイルの摩耗、防滑性よりも良いタイル配合ができた。作業性・生産性に問題があるため、実用化・企業化に向けて引き続き実用化に向け検討していく。

●実用化・事業化への道筋と課題

【ゴム製靴底】

第 1 ステップとして、スピングルカンパニーのスニーカーの靴底として実装し、「ルベアソール」という靴底ブランドを定着していく。第 2 ステップとして、靴底の補修についてスピングルカンパニーのリペア（修理）部門への底シートの提供だけでなく、靴底の修理業者にもアプローチし販路を開拓していく。

【ゴムタイル】

実用化・企業化に向けて、引き続き生産性・コストダウンについて検討していく。タイル表面が平滑で、防滑性の高い床材の要望は根強くあるため、、実用化・企業化に向けて引き続き実用化に向け検討していく。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	－	8	3	－	－

●特許出願及び論文発表

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

3.2.8. ②-1-8　ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発

テーマ名	ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	達成状況	○
実施者名	東亞合成株式会社		
達成状況の根拠	・多官能アクリレートとアセチル化CNFを複合化して硬度と屈曲性を両立したハードコート剤を作ることができた。このサンプルの社外供試を進め顧客候補での性能評価を開始した。また、アセチル化反応の効率化を検討し、使用溶媒を低減できる見通しを得た。 ・ホットメルト接着剤に疎水化CNFを添加し、金属同士の接着力アップを達成した。 ・生産性向上として固液分離に遠心デカンタを適用し、連続処理ができることを見出した。廃水処理では電気透析による脱塩処理検討を完了。新規処理法としてオゾン処理と生物処理を組み合わせた新規方法を検討中である。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

背景：東亞合成が開発した短繊維CNFの特徴を活かせば、従来の長繊維CNFでは難しかった用途にCNFを展開できる可能性がある。

目的：東亞CNFを使って効率的な疎水化プロセスを確立する。さらに、この疎水化CNFと東亞製品であるアクリル樹脂・接着剤を複合化して新しい機能を持った製品を創出する。

アウトカム目標：これまでの手法では困難な硬度と屈曲性を両立したハードコート剤や金属に対して高い接着力を持つホットメルト接着剤などを顧客に提供する。また、これらの製品を市場に提供することによりバイオマスの産業利用に寄与する。

●アウトプット目標

CNFとの複合化対象としたホットメルト接着剤では、①接着力の向上（0.1N/mmから0.6N/mm以上）と②固化温度の上昇（10℃上昇）、③線膨張係数の低減（100ppmオーダーから20ppm）をアウトプット目標として設定した。

アクリル樹脂製品としてはハードコート剤を選択し、①硬化収縮の低減と②ガスバリア性のアップ（5倍にアップ）の2点をアウトプット目標とした。

生産性向上ではホットメルト接着剤およびハードコート剤へ適用した際の増高費用の低減(+100 円/kg)を目標とした(CNF添加量は1%と想定)。

●実施体制

東亞合成㈱が単独で実施。委託先、再委託先はありません。

●成果とその意義

まずCNF/接着剤の複合化テーマについて述べる。本テーマでは複合化対象としてポリプロピレン（PP）を主成分とするホットメルト接着剤を選択した。PP系接着剤とCNFを複合化するには無水マレイン酸変性PPによる疎水化が有効であった。この疎水化CNFを接着剤と複合化（CNFが5重量%）することでアルミ板同士の接着力が0.1N/mmから0.7N/mmに上昇することが確認できた。この複合化接着剤の熱分析を行ったところ、結晶化温度が5℃上昇していることが見出された。また、CNF添加によりPPの結晶加速度が早くなっていることも分かった。この結晶加速度の上昇はCNFがPPの結晶核剤として働いたためだと考えられる。ポリオレフィン系接着剤は金属の接着力が弱いという短所があるが、本検討により接着力を約7倍に上げることができた。これによって車体組み立てなどに応用できる可能性が広がった。現在、金属向けホットメルト接着剤としての可能性を社内で検討している状況である。

次にCNF/ハードコート剤複合化テーマについて説明する。この検討では東亞合成製品群から多官能アクリレートを複合化対象として選択した。CNF疎水化法は水酸基のアセチル化とし、選択したアクリレートに適したアセチル化度を決定した。このアセチル化CNFをモノマーに5重量%添加して塗工し、UV硬化で得られた塗膜を評価した。その結果、塗膜鉛筆硬度と傷つき耐性が上昇しただけでなく、塗膜の屈曲性も向上するという効果が確認できた。

一般的にハードコート塗膜の硬度を上げると屈曲性は低下して簡単に割れるようになるというトレードオフの関係にあったが、適切に疎水化したCNFを複合化することで塗膜の硬度と屈曲性の両立が可能になるという結果が本検討で得られた。「硬くて曲げても割れない塗膜」はフォルダブルディスプレイなどで

強く求められている材料であり、この結果は大きなインパクトがある。硬化収縮も多官能アクリレートを減らしてアセチル化 CNF を添加することで低減できることが分かった。ガスバリア性については 5 倍アップには至らなかったが、アセチル化 CNF の展開先に想定している用途ではあまり求められていないことが顧客候補からの情報聴取によって判明した。

本結果を公開の成果発表会や東亞合成発行の技術年報で報告したところ、多数の顧客候補から問い合わせとサンプル供試の依頼があり、現在は先方で評価を進めている状況である。さらに、初期に選択した多官能アクリレートモノマー以外にも、東亞製品群にある種々のアクリレートモノマーとの複合化も検討しており、これらでもアセチル化 CNF の複合化効果を確認できている。

生産性向上における最大の課題は固液分離工程の改善であった。本検討では各種機器・条件の検討により連続的処理ができることを確認できた。また、発生する廃水に含まれるセルロース由来成分は微生物分解性が低く、その処理法が課題であったが本助成事業の検討により自治体の放流基準を満たすレベルまで COD を低減できることを確認した。ここまでの実績を踏まえた、接着剤・ハードコートへ適用した際の増高費用の低減できる実機設備の設計を行う計画である。

●実用化・事業化への道筋と課題

接着剤・アクリル樹脂への CNF 複合化は、nanotech（NEDO ブース）、接着接合展、サステナブルマテリアル展等で技術発表し、顧客反響は大きく多数の問い合わせがあった。

①接着剤複合化では、当社製品への工業的製造方法について継続検討中。顧客からは異種材料接着要望が大きく、新たな変性 CNF の開発に着手（2026 年）。

②アクリル樹脂複合化では、コストダウン製法を継続検討中。顧客であるコーティング剤メーカーに対して、当社アクリレートモノマー分散品を供試し採用検討中。拡販活動を加速する為、中量試作機を導入しタイムリーな供給体制を構築（2026 年）、種々のアクリレートモノマー分散体をラインナップし、顧客配合に適合した製品の提案（2026 年）を計画。

本技術の早期事業には種々の顧客ニーズを的確に把握する事が必要だが、まずは事業の軸となり得るコーティング剤用途向けアクリレートモノマー分散体のコストダウン製法検討に注力する予定。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	―	―	17,960	23,172	38,540

●特許出願及び論文発表⇒

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
7 件	0 件	5 件	1 件	0 件

以上

3.2.9. ②-2　多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価

テーマ名	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	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 国立大学法人福井大学		
達成状況の根拠	セルロースナノファイバー（CNF）の開発と普及を後押しするために、多用な CNF について各種の安全性評価を実施し、その結果を「セルロースナノファイバーの安全性評価書」にまとめ公開した。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

CNF は、植物由来の新素材として幅広い分野への応用が期待されている。一方、新規材料が社会で広く利用されるためには、安全性の確認が不可欠であり、これは国際的な潮流ともなっている。そこで本テーマでは、CNF の産業化と普及を後押しするため、多様な CNF を対象に各種の安全性評価を実施した。

●アウトプット目標

事業者が自主的な安全管理や用途開発に活用できるよう、安全性情報を分かりやすく整理した「セルロースナノファイバーの安全性評価書」を作成・公開することを目標とした。

●実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所
国立大学法人福井大学
国立大学法人香川大学（再委託）

●成果とその意義

＜簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価＞

工業ナノ材料の安全性評価においては、吸入による肺への影響が主要な懸念事項である。本研究では、TEMPO 酸化 CNF および機械解繊 CNF など複数種類の CNF を対象とし、ラット気管内投与試験と培養細胞を用いた簡易・迅速な吸入影響評価手法を組み合わせることで、多角的な評価を実施した。その結果、CNF は肺に長期残留する可能性があるものの、急性毒性や全身性免疫毒性は認められず、炎症応答もベンチマーク材料である多層カーボンナノチューブと比較して軽度であることが明らかとなった。影響の程度は、繊維径・長さ・表面特性などに依存し、CNF の種類ごとに異なる反応を示すことから、個別評価の必要性が示唆された。従来の研究が短期影響や単一素材に限定されていた中、本研究は世界で初めて、**多手法・多素材による体系的な吸入影響評価**であり、企業の製品開発や国際的な規制対応に資する科学的基盤情報を提供する成果である。

＜中皮腫発生の検証＞

繊維状ナノ材料にはアスベスト類似の健康影響が懸念されてきたが、CNF について中皮腫発生を直接検証した研究はこれまで存在しなかった。本研究では、3 種類の CNF（機械解繊 CNF、TEMPO 酸化 CNF、リン酸エステル化 CNF）を対象に、マウス腹腔内投与試験（2 年間観察）を実施した。その結果、いずれの CNF においても中皮腫の発生は確認されず、炎症やマーカーの異常上昇も認められなかった。本成果は、**CNF の中皮腫発生の有無を実験的に検証した世界初の事例**であり、CNF の繊維状物質としてのリスクを評価する上で重要な知見となる。

＜生態影響の評価＞

CNF の実用化にあたり、環境中での安全性評価は不可欠であるが、水生生物への影響に関する知見は限られており、特に慢性影響に関する研究はほとんどなかった。本研究では、CNF の濃度測定法を確立し、分散安定性や分析干渉を考慮したうえで、藻類・甲殻類・魚類を対象とする急性・慢性影響試験を体系的に実施した。CNF の濃度や分散状態を適切に管理したうえでの生態毒性試験は前例がなく、さらに**ヨコエビ亜慢性試験や魚類慢性試験は世界初**である。本研究で得られた包括的なデータは、CNF の生態リスク評価や基準値設定に資する重要な知見となる。また、本研究で確立した試験方法は、今後、各事業者が生態毒性試験を実施する際の有用な指針となる。

＜排出・暴露評価＞

CNF の適切な管理には、排出量や作業者の暴露に関する情報が不可欠である。本研究では特に吸入暴露

に着目し、排出・暴露の評価を行った。従来の報告は限られ、簡易的なエアロゾル計測にとどまっていたが、本研究では熱分解 GC-MS による CNF 分析手法を新たに確立し、**作業環境での気中濃度を初めて定量的に評価した。**さらに、乾燥 CNF 粉体の飛散性試験（移し替え模擬試験、小型回転ドラム試験）や、CNF 複合材料の切削・摩耗試験を実施し、飛散性や粒子サイズ・形態を明らかにした。これらの知見は、事業者が現場で CNF を適切に管理・計測するための有用な基盤情報となる。

＜生体安全性（動物実験）評価＞

CNF の社会実装を進めるにあたって、生体安全性の評価は不可欠であるが、先行報告は限られており、本研究では OECD テストガイドライン(TG)に基づき、機械解繊 CNF を対象として経口投与試験(TG407)・遺伝毒性試験(TG474)・吸入曝露試験(TG412,TG413)を実施した。まず経口投与・遺伝毒性試験では、いずれも毒性変化は認められなかった。さらに吸入曝露の安全性に関して、亜急性期(TG412)および慢性期(TG413)での吸入影響を検証した結果、濃度依存的な免疫応答は認めたが、その程度は軽度の炎症にとどまっており、肺の線維化や腫瘍化は認められなかった。今回の**国際基準に準拠した CNF の吸入曝露試験の検証は世界初の事例**であり、CNF の生体安全性をサポートする重要な基盤情報となる。また今後、形状や特性の異なる CNF の安全性評価を実施する上での有用な指針となる。

＜安全性評価書の作成・公開＞

本事業の成果と国内外の知見を体系的に整理した「セルロースナノファイバーの安全性評価書」を 2022 年に公開し、2025 年には改訂版を公開した。産業技術総合研究所・安全科学研究部門のウェブサイトからのダウンロードや展示会での配布の累計は約 2,000 部に達している。企業はこれを活用して、安全管理対策の立案、顧客説明、安全データシート（SDS）作成、市場化判断などを円滑に行えるようになった。この包括的な情報を公的機関が発信することにより、事業者の自主安全管理や用途開発を支援し、**CNF 産業の健全な普及に貢献**している。

●実用化・事業化への道筋と課題

本事業で得られた CNF の安全性に関する知見は、今後の CNF の安全設計指針や産業応用に活用されることが期待される。安全性評価書については、事業終了後も展示会や講演等を通じて関連事業者への普及を進めている。これまでは公的事業として特定事業者の支援は難しかったが、今後は技術相談やコンサルティング等を通じて、個別の事業者における自主安全管理の取り組みを支援する予定である。本事業で得た安全性評価結果については国際誌での発表を行ってきたが、安全性評価書についても、英文書籍化を計画している。今後も国内外に向けて安全性情報の発信を継続していく。

●期間・予算 (単位:百万円)	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY
	産総研 130 福井大 20	産総研 130 福井大 20	産総研 179.4 福井大 170.2	産総研 130 福井大 72	産総研 130 福井大 55.7

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	24 件	55 件	0 件	38 件

3.2.10. ②-3 セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価

テーマ名	セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価	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	技術成熟度に応じたCNFのLCA・産業連関分析（IOA）評価を実施し、CNF強化樹脂等の事例分析により、社会実装に向けた環境・経済的優位性を定量的に示した。これら成果は、目標を大きく超える英語論文10報の投稿、加えて学会、展示会、Web等各媒体を通じた活発な広報活動51件により普及に努めた。		

●背景・目的・プロジェクトアウトカム目標との関係

カーボンニュートラルへ向かう社会において今後の普及が期待される国産原料由来の素材となるセルロースナノファイバー（CNF：Cellulose Nanofiber）は、開発段階にあり、社会への導入量は限定的であるため、それらが社会実装されることによる環境・社会・経済に波及する影響が十分に定量されてこなかった。本事業では、CNFに関しライフサイクルアセスメント（LCA：Life cycle assessment）を中心とする技術評価手法を組み合わせて適用し、社会実装の加速を図ることを目的とする。また、特定のCNF技術に関するケーススタディを実施して得られたLCA評価手法や分析結果等の成果は公表し、広く活用できるようにする。

●アウトプット目標

・２０２４年度までに得られてきているCNF関連技術の開発事業者のデータ・情報を、秘匿性を担保しながら対外発表できるような形に変換する。
・各種展示会、学会等と連携した成果の普及活動を行う。
・具体的には、各研究開発項目と合わせた２０２３年度～２０２５年度通算で、英論文投稿６件以上（含CNF関連技術の開発事業者における最終原稿の社内稟議へ付議の状態）、対外活動（学会発表、プレスリリースなど）として２０件以上を目標とする。

●実施体制

実施者名：国立大学法人 東京大学
再委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所
一般財団法人電力中央研究所
国立大学法人福島大学
国立大学法人東京農工大学
公立大学法人滋賀県立大学
公立大学法人　尾道市立大学
公立大学法人福岡女子大学
学校法人東京農業大学
学校法人五島育英会東京都市大学
学校法人立命館

●成果とその意義

研究開発項目①では、LCAおよびIOAに関する評価要件を整理し、CNF材料の環境影響評価に関する文献調査を実施した。2024年度には、CNF以外のバイオマス由来化成品の将来性評価の必要性も明らかとなり、将来性LCAにおいては電源構成や燃料などのバックグラウンドプロセスの変化を考慮したインベントリデータの扱いが重要であることが示された。また、GHG排出量だけでなく、リサイクルによる炭素資源の循環性など新たな指標の検討も進められている。

CNFの適用事例については、製造プロセスや用途、代替可能な素材を含めたライフサイクルモデルを構築し、物性値から複合材料の特性を推計する関係式を用いて機能単位の検討を行った。技術成熟度（TRL）に応じたLCA手法の検討では、TRL3（技術コンセプト段階）とTRL7（システムレベル実証）を対象とし、企業ヒアリングに基づきこれらの段階での情報ニーズが高いことが確認された。

リサイクル評価では、カットオフ法と負荷回避法を中心に既存LCA手法を精査し、CNFへの適用可能性を検討。リサイクルには廃棄物処理と原料供給の二面性があり、評価視点に応じて手法が変化する。社会全体の環境負荷削減効果を漏れなく配分する発展的手法の理解も重要であるとされた。

森林資源由来のCNFについては、土地利用や生態系保全の観点からの評価が必要であり、IPBESやTNFD

など国際枠組みとの連携も求められる。企業の自然資本への依存や影響を評価する LEAP アプローチなどの実務的ガイダンスも整理された。
IOA では、CNF の社会経済性評価に必要な要件として、域内付加価値創出力と資源リスク低減力を定量化する必要があるとされた。評価期間は複数年度とし、耐久消費財のリサイクルによる影響を考慮。地理範囲は日本国内を基本としつつ、世界規模での資源循環構造の分析も必要であるとされた。これに対応するため、全国・地域・多地域間産業連関表の整備とデータ収集を実施した。

研究開発項目②・③では、CNF 関連技術の開発事業者 11 団体にヒアリングを実施し、うち 7 団体が具体的な LCA・IOA 分析に着手。複合樹脂や添加剤などを対象に 10 件以上のライフサイクル事例を選定。技術成熟度は TRL3〜7 であり、既存手法による評価事例も見られた。将来性 LCA の実施に向けて、追加データの収集とインベントリ推定を進めた。
IOA では、地域産業構造の差異を考慮した政策支援のため、基礎自治体レベルの地域産業連関表作成アルゴリズムを開発し、試作表を作成。パルプ・紙部門における経済波及効果の偏在性を可視化し、地域特性指標との関連性を検討。CNF が代替する素材との比較から導入効果を分析し、製品寿命やストックフローを考慮した導入量・排出量推計モデルも構築した。

研究開発項目④では、消費者のバイオプラスチック製品に対する支払い意思（WTP）と購入意向（PI）に関する仮説（H1・H2）を検証するため、2024 年 3 月にインターネット調査を実施。情報提供群（B 群）と非提供群（A 群）に分け、n=2152 の有効回答を得た。分析には拡張規範活性化理論を用い、情報提供が消費者の心理的過程を活性化し、行動意図に影響を与えることが示された。

研究開発項目⑤では、LCA や CNF 評価の重要性を普及するための動画・パンフレットを作成し、東京大学未来戦略 LCA 連携研究機構 Web サイトで公開。日本 LCA 学会では「森林と資源のライフサイクル思考」セッションを開催し、研究成果を発表。国際学会への発表や、学術論文の投稿も行った。
CNF は国産バイオマス由来であり、従来の化石資源系素材と比べて環境負荷が低く、地域経済への波及効果も高い。LCA/IOA を組み合わせた評価手法により、社会実装に向けた定量的な優位性が明瞭に示される。

●実用化・事業化への道筋と課題
本研究により、CNF 技術の環境・経済評価手法が体系化され、TRL3〜7 の技術段階における LCA・IOA の実施が可能となった。地域産業連関表の整備により、導入による経済波及効果の可視化が進み、政策立案や地域展開の基盤が整備された。今後の実用化には、製造プロセスの最適化、リサイクル評価手法の標準化、生態系保全との整合性確保が課題である。また、消費者の受容性向上には情報提供による意識変容が不可欠であり、WTP・PI の向上が市場形成の鍵となる。技術・社会・経済の統合的評価と関係者間の連携強化が、事業化への道筋を支える。

●期間・予算 (単位:百万円)	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	2025FY
	-	-	119.8	143	26

●特許出願及び論文発表

特許出願	論文発表	発表・講演	雑誌掲載	その他
0 件	10 件 (採択済：3 件 投稿済：4 件 執筆中：3 件)	37 件 (うち予定 2 件)	0 件	14 件 (うち予定 1 件)

添付資料

●基本計画

Ｐ２０００９

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」基本計画

バイオ・材料部

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

我が国の化学品の多くは石油由来の原料から製造され、現状では石油消費量の約２４％を化学用原料として使用しており、依然として化学産業では化石資源を大量に消費している（石油連盟「今日の石油産業２０１９」）。

一方、世界的に石油消費量が拡大する中、輸入に頼る石油の価格上昇や枯渇リスク、CO_2排出量の増大に伴う温暖化問題に直面しており、化学品製造の革新的イノベーションの実現により、こうした課題を乗り越えていくことが急務となっている。将来的に石油資源の供給リスクを克服し、かつ持続可能な低炭素社会を実現していくためには、バイオマスなど様々な非石油由来原料への転換が必要である。

このような背景から、第５次エネルギー基本計画においても２０５０年に向けた対応として、温室効果ガス８０％削減を目指し、エネルギー転換・脱炭素化への挑戦を謳っており、２０５０年に向けて化石燃料の利用に伴う二酸化炭素の排出量を大幅に削減する必要があり、あらゆる技術的な選択肢を追求する必要がある。

セルロースナノファイバー（以下、「ＣＮＦ」という。）は、鋼鉄の１／５の軽さで鋼鉄の５倍以上の強度を有するバイオマス由来の高性能素材である。ＣＮＦ複合樹脂を既存の繊維強化樹脂並みのコストまで低減出来れば、軽量・高強度の特性から、幅広い分野へのＣＮＦの活用が加速することが見込まれ、既存の石油由来の素材の代替となることが可能となる。さらに、大気中の二酸化炭素を植物が吸収・固着して得られるセルロースを用いることでカーボンリサイクルの一端を担うことができるため、温暖化対策にも資するものとなる。

②我が国の状況

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「ＮＥＤＯ」という。）では、２０１３年度より「非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発」において、木質系バイオマスから化学品までの一貫製造プロセスとして、「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発」、「ＣＮＦ安全性評価手法の開発」、「木質系バイオマスの効果的利用に向けた特性評価」を行い、非可食系バイオマスから得られるＣＮＦを活用するための技術開発を推進した。

③世界の取組状況

非石油由来原料として、非可食性バイオマスを活用したセルロースナノファイバーを含む化学品製造プロセス開発が世界的に活発化してきている。例えば、２０１１年にスウェーデンにてパイロットプラントでセルロースナノファイバーの生産が始まって以来、米国、カナダ、欧州で本格量産化の前段階のデモンストレーションプラントの建設が進んでおり、また、フィンランド、ノルウェーの企業が商業化に向けた投資を行っている状況である。

④本事業ねらい

国内においては、ＣＮＦの製造プロセス、及び用途開発は進められているものの、実用化に達しているものは未だ多くない状況である。ＣＮＦの実用化、用途拡大のためには、ＣＮＦの製造コスト低減が重要であるとともに、各製品用途に応じたＣＮＦの利用拡大への加速が必要である。そして、製品用途拡大の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、二酸化炭素の排出量削減につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。本事業では、ＣＮＦを本格的に普及させるため、幅広い分野で応用可能な、用途に合ったＣＮＦの更なる製造コストの低減を行う。また、ＣＮＦは新しい材料として多様な応用が期待されているが、実用化や普及を加速するためには、ＣＮＦの利用にあたってのさらなる安全性の確認、及び二酸化炭素排出量を定量的に可視化するＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）等評価を強化する必要があるので、安全性評価及びＬＣＡ評価も実施する。

（2）研究開発の目標

①アウトプット目標

２０１３年度～２０１９年度に実施した「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術の開発事業」では主に家電筐体や自動車用部素材をターゲットとするＣＮＦ複合樹脂の製造コスト1，３００円／ｋｇ（２０１９年度末）を達成したが、これらの分野で、ＣＮＦを本格的に普及させるため、本事業終了時には工業化スケールでの製造が検討可能なコストである７００円／ｋｇを目標とし、２０３０年度末での事業化レベル相当である５００円／ｋｇ以下までの低減を目指す。また、ＣＮＦのなかでも構造部材等において高機能、高付加価値化の領域を狙う高機能性ＣＮＦ材料は、２０１９年度末においてＣＮＦ複合樹脂に比してはるかに高コストであり、事業化、普及のための技術的課題が多く残されている。そのため本事業終了時には事業化の見通しを得るために、サンプル提供可能とされるコストである従来コストの 1/4 以下を目標とし、２０３０年度末までの事業化を可能とするコスト削減を目指す。本プロジェクトでは、高コストの原因となっている生産性や化学処理のプロセスの飛躍的な改良により、大幅にコストを削減する革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発を行う。

また、樹脂、ゴム等の基材とＣＮＦの複合化材料を、広く普及させていくために市場の比較的大きい分野での用途開発を促進する、量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発を行う。新しい複合材料の実用化や普及を加速し支援するため、長期的な利用における信頼性向上や品質管理強化を目的とする安全性評価を実施し、多様なＣＮＦ製品用途に対する有害性評価手法と評価結果、及び排出・暴露評価結果をまとめた安全性評価書を作成する。また、環境素材としての信頼性向上を図るためＬＣＡ評価を実施する。

それぞれの具体的目標は、別紙１で示す。

②アウトカム目標

ＣＮＦ複合樹脂の世界的な利用拡大や、ＣＮＦと複合化する石油由来の樹脂をバイオマス由来に置き換えも行うことで、２０３０年には３７３万トン－CO_2/年の削減を目指し、その結果、石油資源の枯渇リスクを大幅に減少させ、持続可能な低炭素社会の実現に大きく貢献する。

③アウトカム目標達成に向けての取組

ＣＮＦ複合樹脂は新しい素材であるため、サプライチェーンを構成する川上から川下までの企業間の連携が重要となってくる。ＮＥＤＯは、多くの企業の参入が活発に行われるように、オールジャパン体制の産学連携組織であるコンソーシアム等と連携し、プロジェクト成果の普及を行う。また、ＣＮＦを安心して利用

できるよう、安全性や品質管理の強化を目的とした安全性評価及び二酸化炭素削減量を定量化/可視化するＬＣＡ評価を行い、プロジェクト成果を社会実装に取り組む企業に提供する。また、国際展開に向けて、産学連携組織であるコンソーシアム等の知財・標準化戦略分科会と連携し、当該技術の我が国の国際競争力向上を目的とした国際標準獲得に向けた戦略及び活動計画の策定を支援する。

（３）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙１の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

研究開発項目①「革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発」

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」

（１）「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」

（２）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

（３）「ＣＮＦ材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価」

研究開発項目①、研究開発項目②（１）ともに、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する（ＮＥＤＯ負担率：大企業１／２助成、中堅・中小・ベンチャー企業２／３助成）が、研究開発項目②（２）及びＬＣＡ評価（研究開発項目②（３）については、委託事業として実施する。

２．研究開発の実施方式

（１）研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャー（以下、「ＰＭｇｒ」という。）にＮＥＤＯバイオ・材料部　松永　啓之を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理を担当させ、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、公募により研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（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、国外の団体の特別の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限り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。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、ＮＥＤＯは研究開発責任者（プロジェクトリーダー、サブプロジェクトリーダー（以下、「ＰＬ等」という。））を選定し、各実施者はＰＬ等の下で研究開発を実施する。

（２）研究開発の運営管理

①研究開発の進捗把握・管理

ＮＥＤＯは、研究開発全体の管理、執行に責任を負い、ＰＭｇｒは、経済産業省及びＰＬや研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、本プロジェクトの目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置されるプロジェクト推進委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させる他、随時、プロジェクトの進捗について報告を受けること等により進捗の確認及び管理を行うものとする。また、必要に応じて、ユーザーとの連携を促す等、成果目標の早期達成が可能になるよう努める。早期実用化が可能と認められた研究開発については、期間内であっても研究を完了させ、実用化へ向けた実質的な研究成果の確保と普及に努める。

②技術分野における動向の把握・分析

ＰＭｇｒは、本プロジェクトで取り組む技術分野について、必要に応じ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、技術開発の方向性や技術の普及方策等を分析、検討する。なお、国際標準化戦略の策定などで調査等を行う場合には、効率化の観点から、本プロジェクトにおいて委託事業として実施する。

３．研究開発の実施期間

２０２０年度～２０２４年度までの５年間とする。

４．評価に関する事項

ＮＥＤＯは、技術評価実施規程に基づき、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。

評価の時期は、中間評価を２０２２年度、終了時評価を２０２５年度とし、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、前倒しするなど、適宜見直すものとする。

また、中間評価結果を踏まえ必要に応じて研究開発の加速・縮小・中止等の見直しを迅速に行う。

５．その他重要事項

（１）研究開発成果の取扱い

①成果の普及

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。ＮＥＤＯは、研究開発実施者による研究成果の広範な普及を促進する。

②標準化施策との連携

本研究開発で得られた成果については、標準化等との連携を図るため、標準案の提案等を必要に応じて実施する。

③知的財産権の帰属、管理等取扱いについての方針

研究開発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、委託事業は委託先、助成事業は助成先に帰属させることとする。なお、プロジェクトの初期段階から、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

「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

「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

ＰＭｇｒ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などの対応を行う。

（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号ニ、第３号及び第９号に基づき実施する。

６．基本計画の改訂履歴

（１）２０２０年2月　原案制定
（２）２０２２年8月　プロジェクトマネージャーの変更、アウトプット目標の補足追記に伴う改訂
（３）２０２３年1月　サブプロジェクトリーダーの追記、研究開発項目の補足追記に伴う改訂
（４）２０２３年１２月　プロジェクトマネージャーの変更、字句修正に伴う改訂
（５）２０２４年7月　部署名変更に伴う改訂

（別紙１）研究開発計画

研究開発項目①「革新的 CNF 製造プロセス技術の開発」[助成事業（ＮＥＤＯ負担率：大企業１／２助成、中堅・中小・ベンチャー企業２／３助成）]

１．研究開発の必要性

ＣＮＦを本格的に普及させるためには、幅広い分野で応用可能な、用途に合ったＣＮＦの更なる製造コスト低減が必要である。２０１３年度～２０１９年度に実施した「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術の開発事業」では主に家電筐体や自動車用部素材をターゲットとするＣＮＦ複合樹脂について、製造コスト１，３００円／ｋｇ（２０１９年度末）を達成したが、これらの分野でＣＮＦを本格的に普及させるためには、工業化スケールでの製造コストまで低減する必要がある。また、ＣＮＦのなかでも構造部材等において高機能、高付加価値化の領域を狙う高機能性ＣＮＦ材料は、２０１９年度末においてＣＮＦ複合樹脂に比してＣＮＦ単体で高コストであり、事業化、普及のための技術的課題が多く残されている。そのため本事業終了時には製造コストを従来コストからサンプル提供可能なコストまで削減し、２０３０年度末までの事業化の見通しを得る必要がある。このコスト目標を実現するには、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発が必要であるが、実用化に向けて企業の積極的な関与により推進されるべき研究開発であり、助成事業として実施する。

２．研究開発の具体的内容

ＣＮＦの製造コストを低減させるためには、①生産性の大幅な向上による労務費、原動費の削減、②樹脂との相溶性を高めるための化学処理での薬品コストの低減等を含む製造プロセスの見直しが必要であり、コスト目標を実現するために、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発を行う。

３．達成目標

【最終目標】（２０２４年度）

（１）ＣＮＦ複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、ＣＮＦ複合樹脂の製造コスト（ペレット価格）を、プロジェクト終了時（２０２４年）に７００円／ｋｇ程度（樹脂により５００円～９００円）まで低減する。

（２）高機能性 CNF 材料製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、従来コストの 1/4 以下で、サンプル提供可能なコストまで低減する。

【中間目標】（２０２２年度）

（１）ＣＮＦ複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、ＣＮＦ複合樹脂の製造コスト（ペレット価格）を１，０００円／ｋｇまで低減するとともに、プロジェクト終了時（２０２４年）に７００円／ｋｇ程度（樹脂により５００円～９００円）まで低減する技術見通しを得る。

（２）高機能性 CNF 材料製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、従来コストの 1/2 以下まで低減するとともに、サンプル提供可能なコストまで低減する技術見通しを得る。

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」[委託事業、及び助成事業（ＮＥＤＯ負担率：大企業１／２助成、中堅・中小・ベンチャー企業２／３助成）]

１．研究開発の必要性

親水性のＣＮＦは、化粧品、紙おむつの吸収剤、ボールペン用インク、和菓子等で実用化が行われているが、コストが高いため、添加剤として少量使う方法に限定されており、ＣＮＦの利用量の増加に繋がっていない。自動車、建築資材、土木資材、家電等の構造材用途としての利用が進めば、軽量かつ高強度のＣＮＦのメリットを最大限活かすことができ、生産量も飛躍的に増大する。更に、研究開発項目①にてコストダウンが進めば、自動車、建築資材、土木資材、家電分野において、現在世界で６００万トン／年以上使われている強化樹脂素材での代替採用が期待される。また、自動車、建築資材、土木資材、家電分野では、国民生活に身近な製品として使われることが想定されるため、安全性や品質の更なる管理強化が必要となる。さらに、用途別、製造方法別に既存樹脂とＣＮＦ複合樹脂を比較して、ＣＮＦ含有製品のＬＣＡ評価を行うことで、より環境影響が少ないものを可視化し、ＣＮＦ複合樹脂の市場への導入を促進させることが期待できる。

２．研究開発の具体的内容

（１）「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」[助成事業]

広く普及出来る可能性のある自動車、建築資材、土木資材、家電分野等に適用させていくため、各種用途に適した製造技術の開発、成形・加工技術の開発等を行う。

（２）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」[委託事業]

多様な用途への拡大が見込まることから、それら用途に対する安全性評価、及び企業が製品化の際に、各自で簡易的に評価可能な有害性評価手法の開発を行い、事業化支援につなげる。

（３）「ＣＮＦ材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価」【委託事業】

広く企業に利活用され、ＣＮＦ複合材料開発の加速・裾野の拡大につなげるため、二酸化炭素削減量を定量化するＬＣＡ評価を行い、その解析手法及び結果を公開する。

３．達成目標

（１）「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」[助成事業]

【最終目標】

自動車、建築資材、土木資材、家電分野等の用途で新たに開発したＣＮＦ製品が、競合品に比べ、コスト、性能等の面で総合的に競争力があることを示す。

（２）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」[委託事業]

【最終目標】（２０２４年度）

ＣＮＦの多様な用途拡大に対応した有害性評価手法の開発と評価、及び排出・暴露評価を行い、安全性評価書をまとめる。

【中間目標】（２０２２年度）

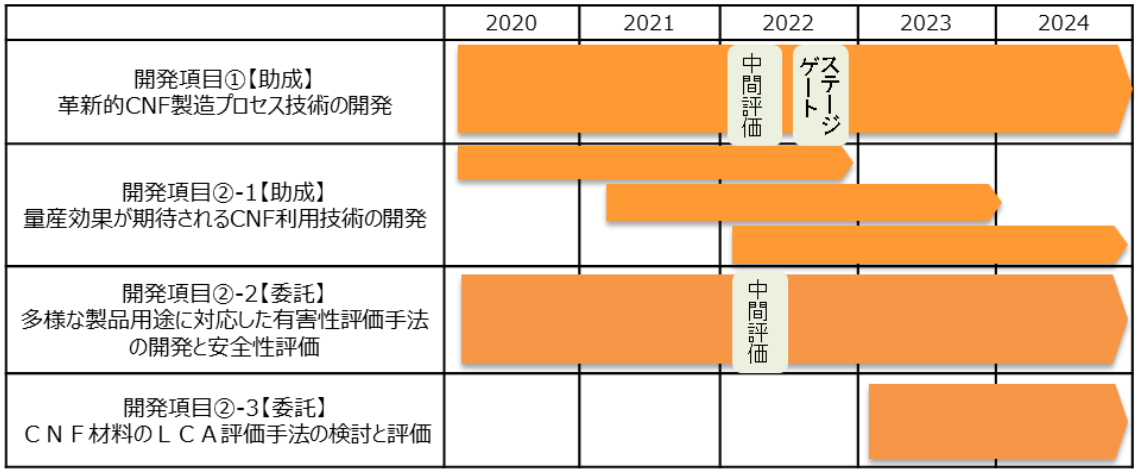
有害性評価手法を確立し、代表的なＣＮＦの用途に対して、有害性評価及び排出・暴露評価を行い、短期の安全性評価結果をまとめる。

（３）「ＣＮＦ材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価」【委託事業】

【最終目標】（２０２４年度）

ＣＮＦ関連製品の原料調達から製造、輸送、使用、廃棄、リサイクルまでのサプライチェーン全体を通じたＣＯ２削減効果の解析と、国内産業への影響を評価することにより、手法の有効性を確認したうえで、公開する。

（別紙２）研究開発スケジュール



●各種委員会開催リスト

採択審査委員会		
件名	内容	実施日
第１回 「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」採択審査委員会	2020 年度新規公募 研究項目①　革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発 （研究項目②　ＣＮＦ利用技術の開発） 研究項目②-1　量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発 研究項目②-2　多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	2020-6-4 2020-6-5 2020-6-5
第２回 「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」採択審査委員会	2021 年度追加公募 研究項目②-1　量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発	2021-6-8
第３回 「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」採択審査委員会	2022 年度追加公募 研究項目②-1　量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発	2022-4-28
第４回 「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」採択審査委員会	2023 年度新規公募 研究項目②-3　Life Cycle Assessment(LCA)評価手法の検討と評価	2023-4-26

ステージゲート委員会		
件名	内容	実施日
炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」ステージゲート審査委員会	研究項目①革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発	2023-1-17

技術委員会		
件名	内容	実施日
第１回 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	研究項目①　革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発 実施計画変更（技術的妥当性について）	2021-3-24
第２回 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	研究項目①　革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発 実施計画変更（設備選定結果の妥当性について）	2021-7-26
２０２１年度 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	研究項目①　革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発 （７テーマ１１者） 研究項目②-1　量産効果が期待されるＣＮＦ利用 技術の開発（５テーマ７者、２テーマ３者） 研究項目②-2　多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価（１テーマ２者）	2021-10-27 2021-11-26 2022-2-1 2022-2-1
２０２２年度	研究項目①　革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発	2022-11-9

炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	（６テーマ９者） 研究項目②-1　量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発（５テーマ７者） 研究項目②-2　多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価（１テーマ２者）	2022-12-6 2022-12-23
２０２３年度 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	研究項目②-3　Life Cycle Assessment(LCA)評価手法の検討と評価	2023-11-9
２０２４年度 炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発技術推進委員会	研究項目②-2　多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価（１テーマ２事業者） 研究項目②-3　Life Cycle Assessment(LCA)評価手法の検討と評価	2024-10-8 2024-10-22

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。

「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）

2020年度～2025年度　6年間

プロジェクトの説明（公開版）

2025年12月3日

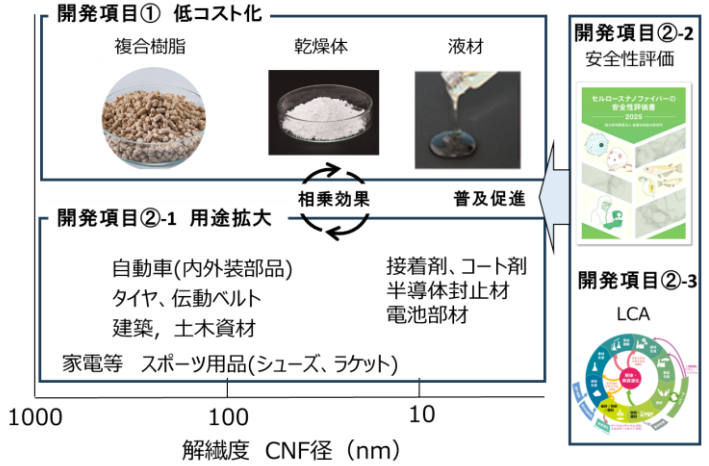
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

バイオ・材料部

炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発

事業の概要

セルロースナノファイバー（CNF）は、軽量かつ高強度またガラスの1/50の低熱膨張性を有する力学特性の優れたバイオマス素材である。CNF利用製品は、カーボンリサイクルの一端を担うことができ、炭素循環社会の実現に貢献する。しかしながら、CNF関連技術の社会実装には製造コスト低減と製品用途の開拓による市場拡大が課題である。
本事業では、CNF製造プロセスの最適化よるコスト低減と、CNF複合樹脂や加工技術等の用途拡大との相乗効果を図った。また、安全性評価法および先制的ライフサイクルアセスメント(LCA)の開発により、CNF製品が安全かつカーボンネガティブであることを示した。今後、国内外に対してCNF普及拡大を促進し、事業機会の創出を推進する。



プロジェクト類型：標準的研究開発

バイオ・材料部　松永啓之（PMgr）

関連する技術戦略：　バイオエコノミー戦略

前身プロジェクトとの関係

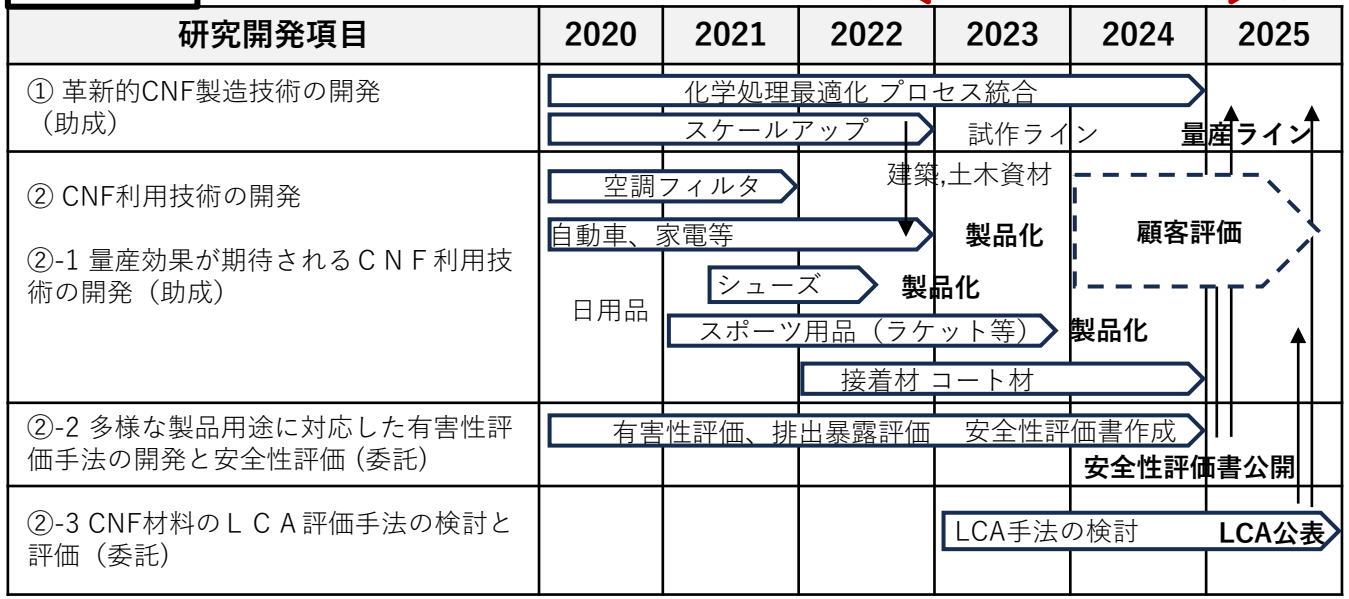
非可食性植物由来化学品製造プロセスの技術開発（NEDO：2013-2019）
- CNF樹脂複合材の一貫製造プロセス（京都プロセス）を世界に先駆けて開発
- CNFの安全評価基盤技術を開発

想定する出口イメージ等

アウトプット目標	開発項目①　低コスト化技術　CNF(乾燥体、液剤)　製造コスト1/4、CNF複合樹脂 1300円/kg → 700円/kg（母材樹脂相当）） 開発項目②-1　実用化の目途（5件） 開発項目②-2　安全性評価書を作成、公開 開発項目②-3　LCA評価手法の開発
アウトカム目標	2030年に750万トン－CO_2/年の削減
出口戦略 （実用化見込み）	・製造コスト低減（CNF材料 1/10、CNF複合樹脂 700 円/kg） ・ 自動車、建築資材、土木資材、家電等、日用品へのCNF利用拡大の加速、量産効果による低価格化 ・安全性評価書の作成、公開により実用化技術の普及を加速 ・先制的LCA評価手法の開発により、グリーンマテリアル製品の（将来製造技術）による炭素循環社会への貢献度の予測、普及活動推進 ・顧客共創(高付加価値、低コスト化)による、モビリティ分野への採用
グローバル ポジション	PJ開始時：DH PJ終了時：LD（日本発の低コスト化技術による多様な製品の上市）

事業計画

期間：2020年度～2025年度（6年間）
総事業費（NEDO負担分）：約35億円



報告内容

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

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

- 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

- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 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

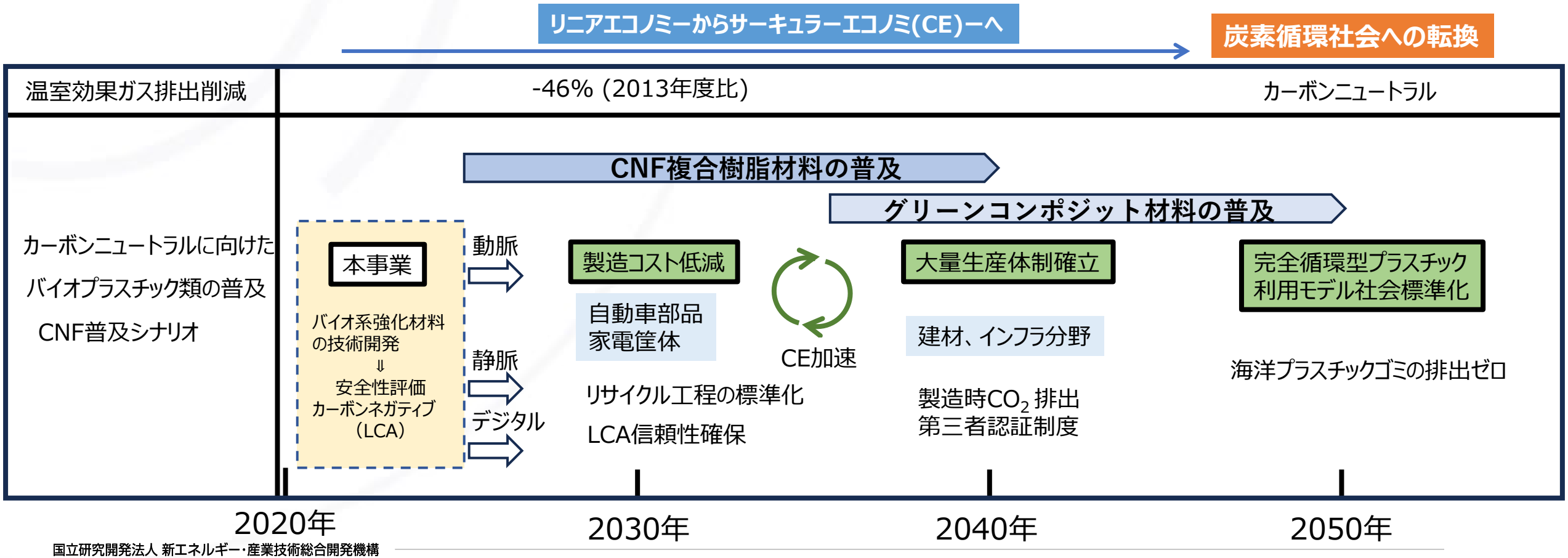
※　本事業の位置づけ・意義

（１）アウトカム達成までの道筋

（２）知的財産・標準化戦略

事業の背景・目的・将来像

- カーボンニュートラルに向け、化学業界（プラスチック、ゴム等樹脂）では、カーボンリサイクル、バイオ原料の活用が進展
- 母材にバイオプラスチック、強化材にをセルロース繊維を用いたグリーンコンポジット材料に期待
- 炭素循環社会への転換には、サーキュラーエコノミーへの移行を推進する新材料、デジタル技術、静脈プレーヤーの育成が必須



政策・施策における位置づけ　– バイオエコノミー戦略 –

■ CNFの社会実装により、石油由来製品から(安全性、環境性を担保した）**バイオ由来製品への市場展開を促し**、社会課題の解決と持続可能な持続可能な経済成長の実現を推進

バイオエコノミー市場拡大を目指した取組の推進　2030年に国内外で100兆円規模

	バイオものづくり・バイオ由来製品	一次生産等（農林水産業）	バイオ医薬品・再生医療等、ヘルスケア
目指す姿	各産業のバイオプロセス転換の推進、未利用資源の活用による環境負荷低減やサプライチェーンの強靭性向上	持続可能な食料供給産業の活性化、木材活用大型建築の普及によるCO_2排出削減・花粉症対策への貢献	日本発のバイオ医薬品等のグローバル展開、医療とヘルスケア産業が連携した健康寿命延伸
技術開発	・バイオテクノロジーとAI等デジタルの融合による**微生物・細胞設計プラットフォーマーの育成**と**バイオファウンドリ基盤**の整備 ・強みとなりうる**水素酸化細菌、培養・発酵プロセス等**に注力 ・原料制約の解消に向けた**未利用バイオマスやCO_2直接利用**、生産・収集コストの低減、前処理技術　等	・**スマート農業**に適合した品種の開発・栽培体系の転換、農業者を支援する生成AIの開発等、ゲノム情報を活用した新品種の開発等**生産力向上と持続性を両立**する研究開発等 ・建築用木材(CLT等)や林業機械の技術開発・実証、**ゲノム編集による無花粉スギ**の開発等	・次世代の医療技術や創薬につながる革新的シーズ創出のための**基礎研究と橋渡し機能**の強化 ・革新的医薬品・医療機器等の開発を進めるための**薬価制度等におけるイノベーションの適切な評価**を検討
市場環境	・**バイオ由来製品**の市場化に向け、まずは**高付加価値品の市場化**に注力。低コスト化・量産等に向けた規制や市場のあり方の検討、段階的に汎用品の市場化。**官民投資規模を３兆円/年に拡大** ・**LCA等の評価や製品表示、国際標準化**等のルール形成、グリーン購入法等を参考にした**需要喚起策**の検討	・みどりの食料システム戦略に基づく環境負荷低減に向けた取組等の推進 ・**フードテック**等先端技術に対する**国民理解の促進**等。先進技術の**海外市場への展開、国際標準**等 ・木材利用の意義や効果の普及啓発	・**ヘルスケアサービスの信頼性確保**のため、医学界・産業界が連携したオーソライズの仕組みの構築を支援 ・安全保障上の観点も含め、CDMO等**製造拠点の国内整備**及び**現場での製造人材の確保**
事業環境	・**バイオファウンドリ拠点**の整備 ・バリューチェーンで求められる**人材の育成・確保、周辺産業も含めたサプライチェーン**の構築 ・省庁連携による規制・ルールの調整、国際議論への対応、バイオマス活用推進基本計画に基づいたバイオマスの活用推進	・農研機構等において産学官が**共同で活用できるインフラ**の充実・強化。品種の海外流出防止に向けた**育成者権管理機関**の取組の推進 ・大規模技術実証事業等による**農林水産・食品分野のスタートアップ**の育成 ・木材活用大型建築の設計者・施工者の育成	・日本と諸外国の**エコシステムの接続の強化**による**創薬ベンチャー支援** ・ヘルスケア産業市場の特異性を踏まえた**スタートアップ支援**

出典：内閣府「バイオエコノミー戦略（概要）説明資料（ https://www8.cao.go.jp/cstp/bio/bio_economy-gaiyo.pdf ）

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

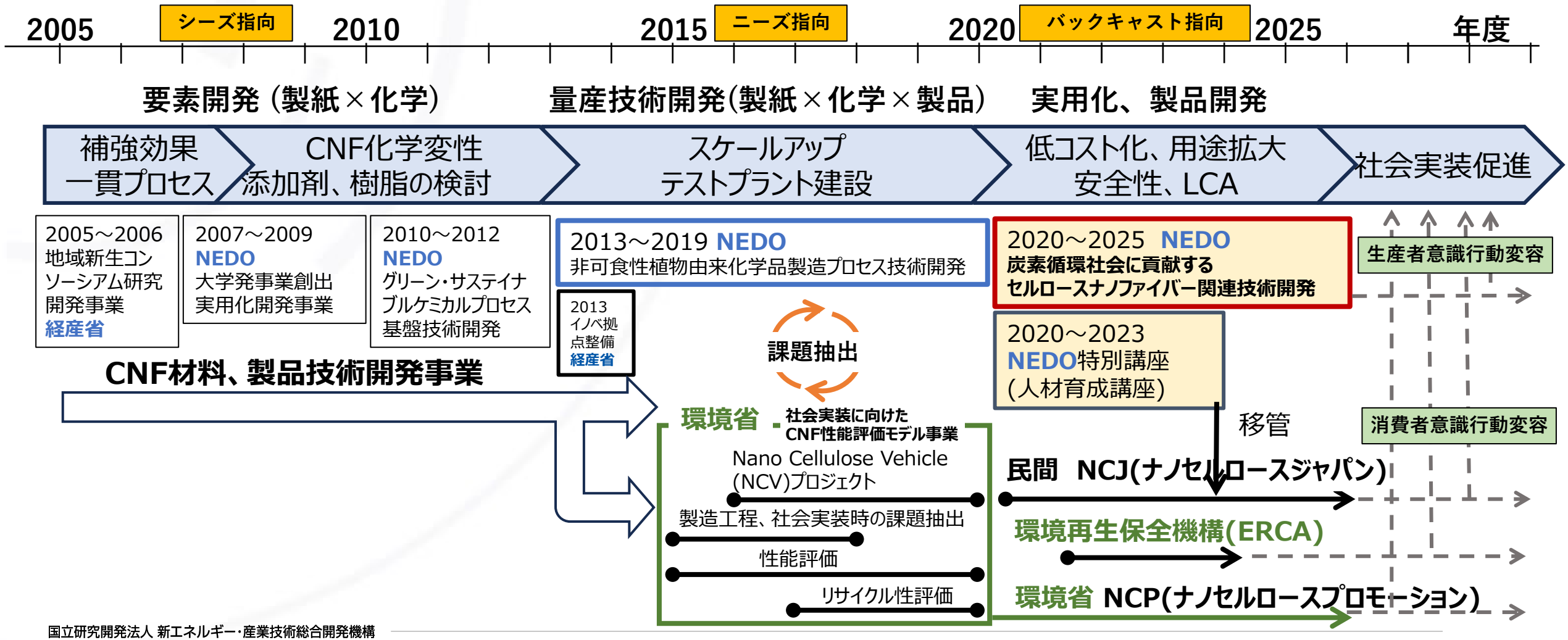
(1)アウトカム目標及び達成見込み
(2)アウトプット目標及び達成状況

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

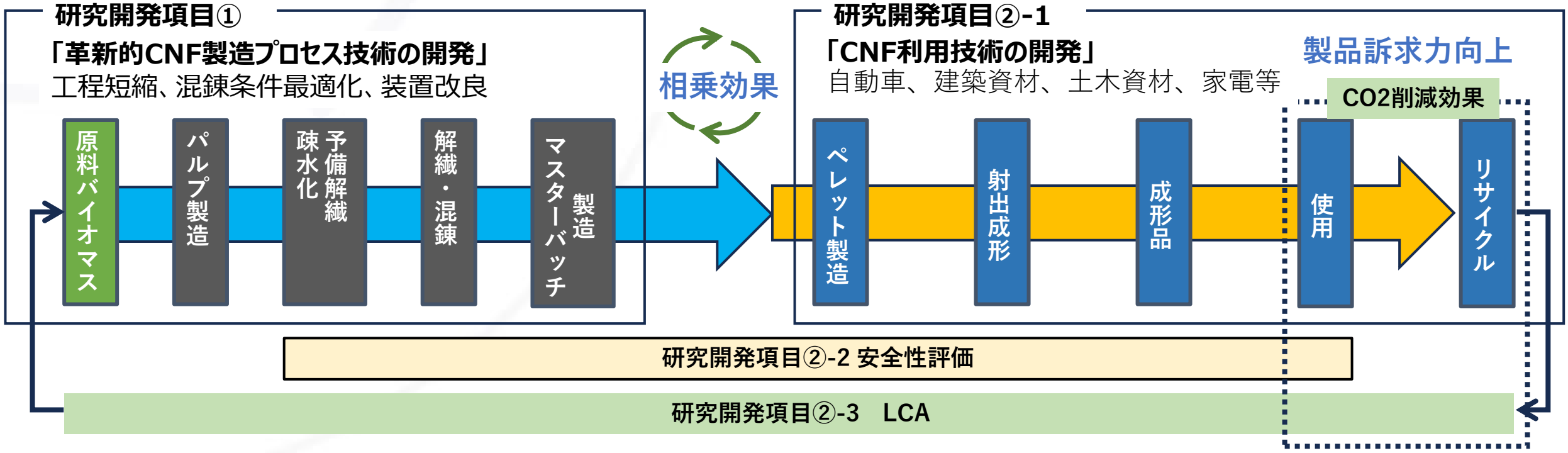
CNF複合樹脂開発と、本プロジェクトの位置づけ

■ **CNF複合樹脂は、2005年の要素開発に始まり、量産技術、製品化の検討を経て、社会実装のフェーズに至る**



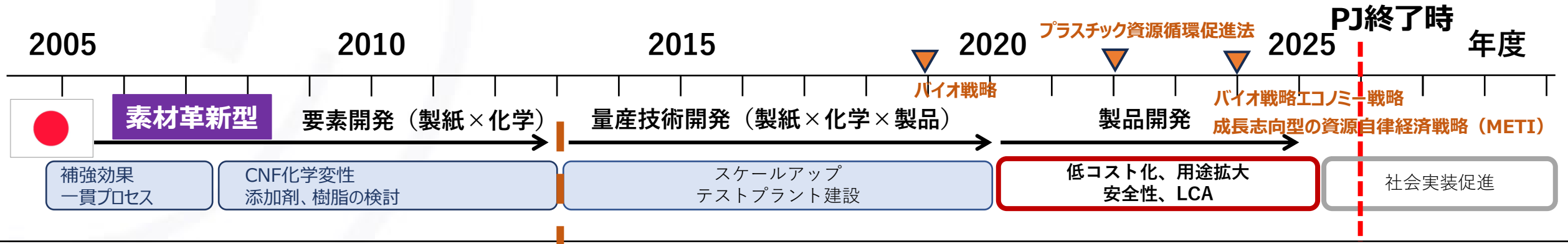
本事業の目的

- **CNF関連技術の社会実装を目的とした本事業では、CNFの製造コスト低減（既存繊維強化樹脂相当以下）**のみならず、各製品用途に応じた**CNFの利用拡大**との**相乗効果**が必要と考えた。
- CNFは新材料として多用な応用が期待されているが、実用化や普及を加速するためには、ナノ材料として製造および製品使用の安全性および環境への評価が必要。**安全性評価書の公開**、**LCAの公表**により、**製品訴求力のさらなる向上**を図る。



外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

- 海外：米国は、民間主導の技術革新、EUは制度主導によって推進
- 社会実装の取り組みは、日本が先行、産官学連携による素材革新とリサイクル法等の強化、経済戦略により推進



米国　**技術革新型（民間主導）**

P3Nano Project　ナノセルロース強化コンクリート、CNCを複合化したポリ乳酸の生分解性スナック包装容器、コンピューターチップ

EU　**制度主導型**

Scaling-Up Nanoparticles in modern PAPermaking　製紙産業が CNF, CNCを自社事業内での実用化を目指す

フィンランド

FinnCERES　先端材料研究中心

スウェーデン

Wallenberg Wood Science Center（WWSC)大学中心　木材資源の高度利用　先端研究中心

Digital Cellulose Center (DCC)　**RISE**（国研）中心
エネルギー、エレクトロニクス　デジタル通信への応用研究

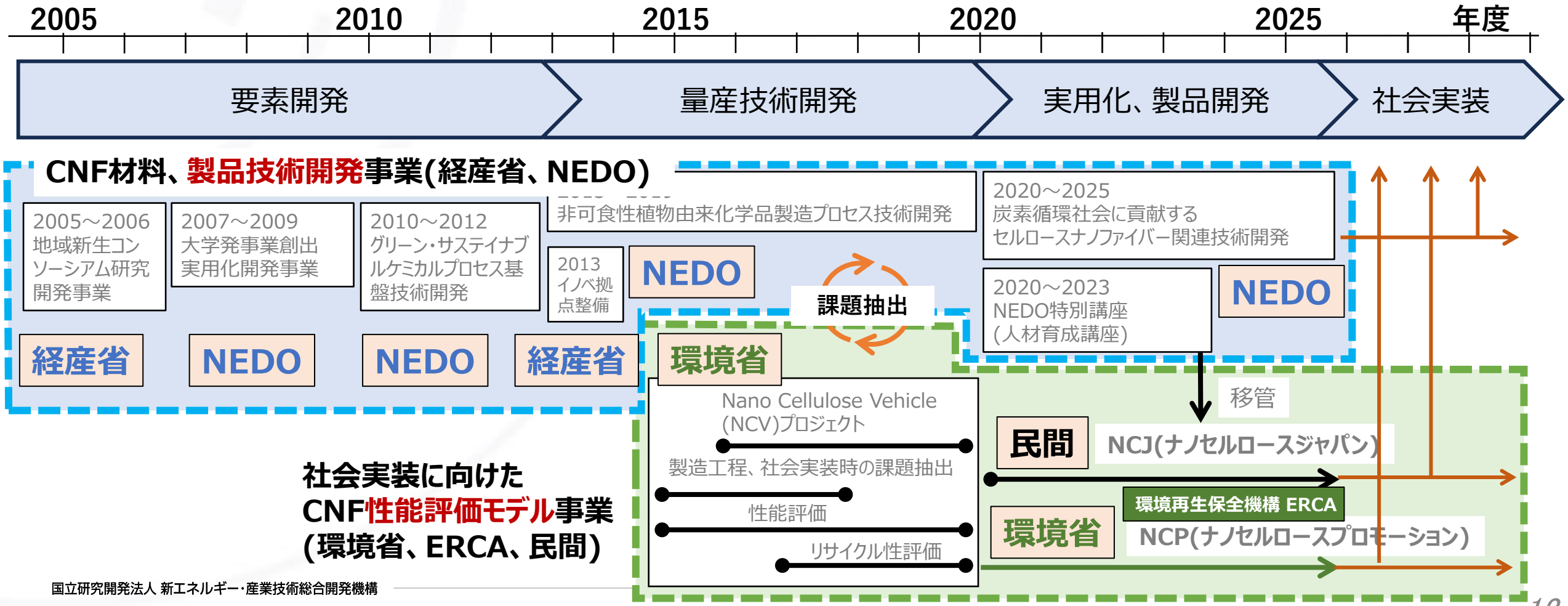
外部環境の状況（技術、市場、制度、政策動向など）

■ 海外の研究開発の動向：欧州、中国が活発。 事業は比較的小規模だが、環境意識の高まりにより、拡大の可能性有

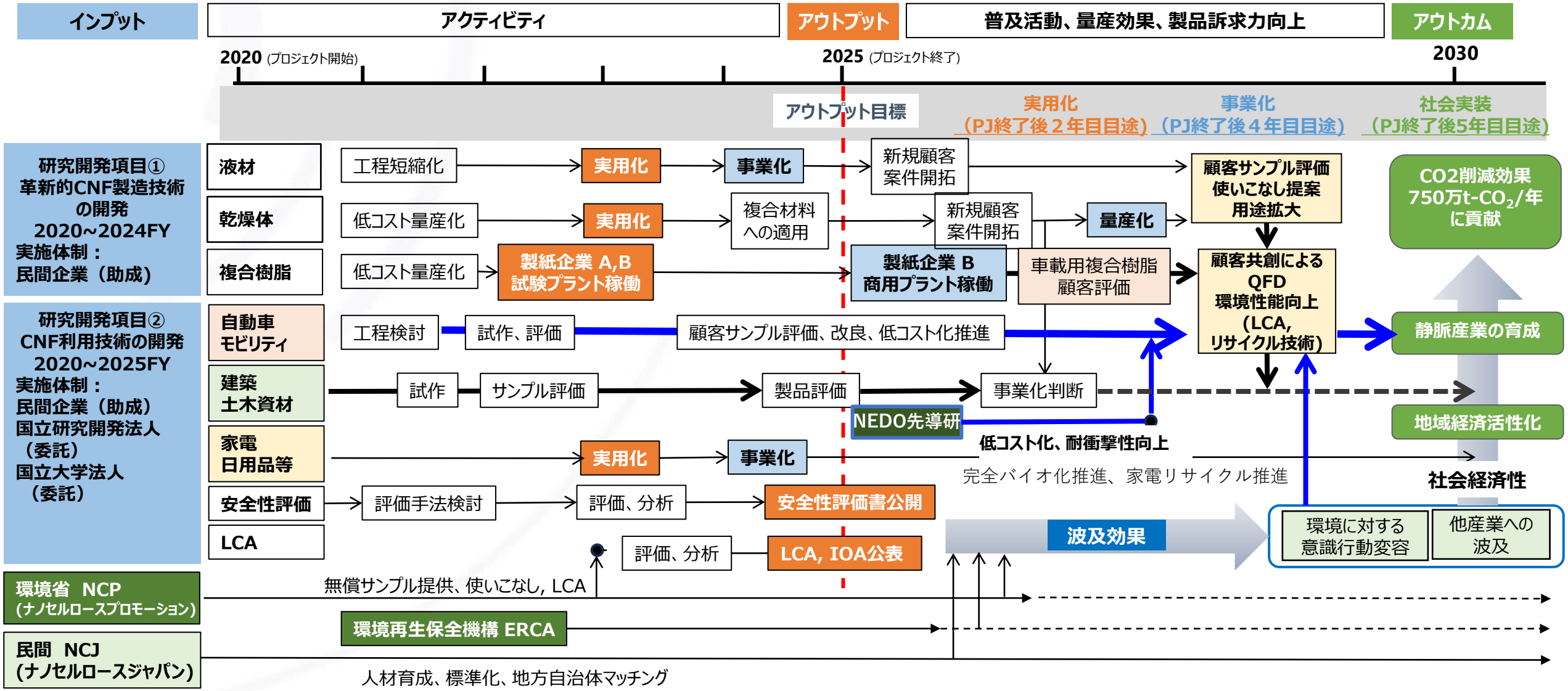
国・地域	ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ/団体名	研究開発費	研究内容
米	P3Nano プロジェクト	**約2.6億円**（2012～）	ナノセルロース強化コンクリート、CNCを複合化したポリ乳酸の生分解性スナック包装容器、コンピューターチップなどの技術開発を検討。
EU	Scaling-Up Nanoparticles in modern PAPermaking	**約13.2億円**（2009～2013）	製紙産業が中心となって生産しているCNF、MFCの用途は、自社の事業内での実用化を目指すレベル
ﾌｨﾝﾗﾝﾄﾞ	FinnCERES	**約30.9億円**（2018～2025）	CNFの実用化・製品化よりも先端的な材料研究を進めることで、世界のトップクラスの研究機関を目指す。CNF、CNCに大きな投資をしない傾向。
ｽｳｪｰﾃﾞﾝ	Wallenberg Wood Science Center (WWSC)大学中心	**約57億円**（2009～2018）	木材資源の高度利用と世界トップの大学研究機関を目指して、多くの論文が報告されている。実用化とスピンオフに至った例は少ない。
	Digital Cellulose Center (DCC) RISE（国研）中心	**約28億円**（2017～2027）	CNFを含む木材成分の高度利用（エネルギー、エレクトロニクス、デジタル通信等）を目指す。
中国	–	–	国内製紙産業が盛況であり、ナノセルロース関係の企業の事業化に関しての情報なし。大学・研究所ではナノセルロース関連の論文多数。
カナダ	–	–	CNCのパイロット生産を世界に先駆けて、2012年から複数の企業が開始。現在では縮小し、ブラジルに生産拠点を移転。CNC、MFCのセメント添加剤への適用のベンチャーが活動。

他事業との関係　-経産省、環境省との連携および民間への移管-

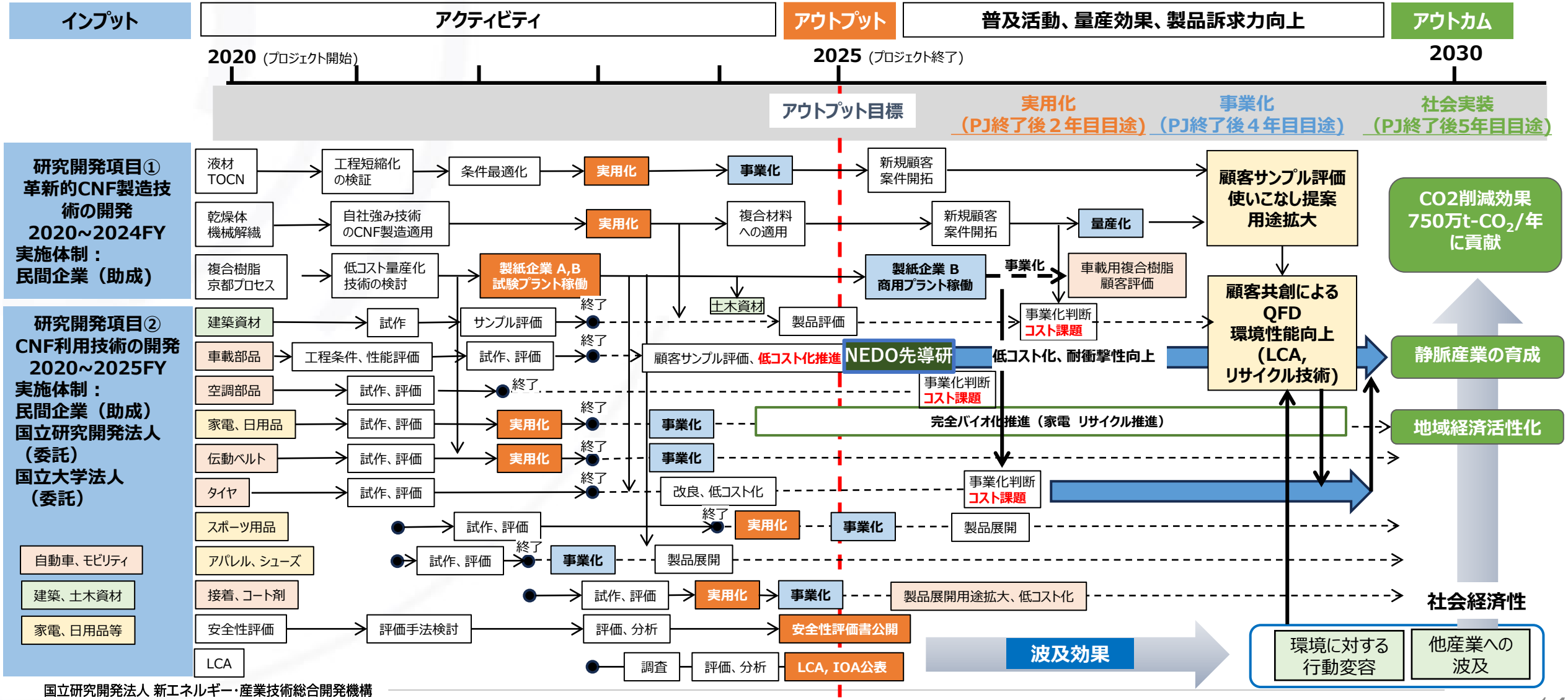
- NEDOおよび経産省の事業は、材料開発および、実用化に向けた製品技術開発
- 環境省、ERCA、民間は、社会実装モデル事業を推進、CO_2削減およびリサイクル評価



アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル (産官学)-



アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル（本事業詳細）-



知的財産・標準化: オープン・クローズ戦略

■ **実用化、事業化を見据えた上で、オープン・クローズ戦略を設定**
実施者は競合の知財出願状況等を確認しながら、実用化に向けて権利化等を検討

	非競争域	競争域
オープン	**広く利用してもらうことで、国内全体のCNF利用技術の促進に資するもの** （例） ・安全性評価書 ・環境(LCA)評価	**製品等から製造方法が判り、技術を守りたい場合、開発技術を利用してもらうことで市場獲得が期待できるもの** （例） ・複合樹脂ペレット（マスターバッチ） ・CNF複合樹脂成型品
クローズ		**得られた結果から途中行程が判らないand/or模倣されても区別がつかない技術** （例） ・TOCN複合材料製造法 ・TOCN溶媒分散体製造法 ・マスターバッチ製造法

共通基盤技術の利用促進の取組

・安全性評価書: 国内版：展示会での冊子（約1200部）配布、および電子版（約500ダウンロード）
海外版は、Springerにて電子出版

・環境評価(LCA)：順次アップデートし公開、積極的に国内外学会、論文発表

・オープンを想定する成果のうち、競争域に含まれるもので知財化を行うものは、特許出願後に学会、講演会、ニュースリリース等で公開

ノウハウとして秘匿

知的財産管理

＜助成事業＞

CNF製造法、利用技術：メーカー各社の戦略により推進

＜委託事業＞

安全性評価、LCA：基本的に知的財産権の確保は行わない方針

＜知的財産権の帰属、管理等取り扱いについて＞

研究開発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、委託事業は委託先、助成事業は助成先に帰属させることとする。（広く共通基盤として使われることを目的としているため）

＜標準化戦略＞

ISO TC229(ナノテクノロジー) WG3(環境・健康・安全作業グループ)の国内審議委員及びエキスパート、OECD工業ナノ材料作業部会(WPMN)のエキスパートとして活動し、関連する情報の収集及び事業の成果を発信

＜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

- 非連続ナショプロに該当する根拠
- 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

アウトカム目標の設定及び根拠

● プロジェクト類型

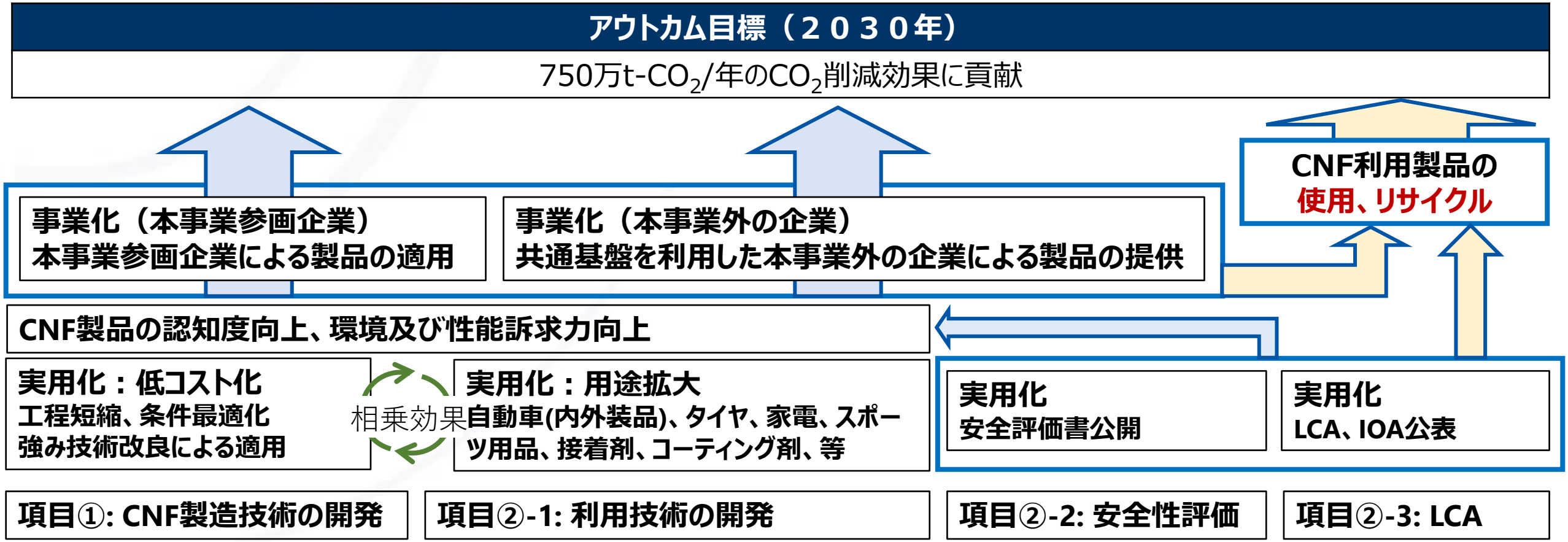
プロジェクト類型	実用化・事業化の考え方
標準的研究開発	プロジェクト終了後5年を目処に、事業化まで達することを目指す研究開発

アウトカム目標（２０３０年）	根拠
750万t-CO_2/年のCO_2削減効果に貢献 注：事業開始時の見積もり ・ モビリティ分野への適用を想定 ・ 廃棄量削減*、燃費向上**によるCO_2削減量を算出	母材樹脂としてプラスチック系とゴム系に対して、強化繊維にCNFを適用したことを想定。既存強化樹脂に対して、約30%置換えによる、CO_2削減効果を推定。 ・ 車体内装プラスティック部品(GFRP)をガラスからをCNFに置き換えることで、マテリアルリサイクルによるCO_2削減効果が期待でき、2030年には373万t－CO_2/年の削減* ・ ゴム系として、CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード→AAAになることによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上により、国内377万t以上の排出量削減効果が期待できる(自動車タイヤ工業会データより)** ・ 2030年CO_2削減効果は、実施計画書記載目標373万t（NEDO試算）に377万トンを加え、**750万t-CO_2/年**を目標とした。

*　https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf
**　https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

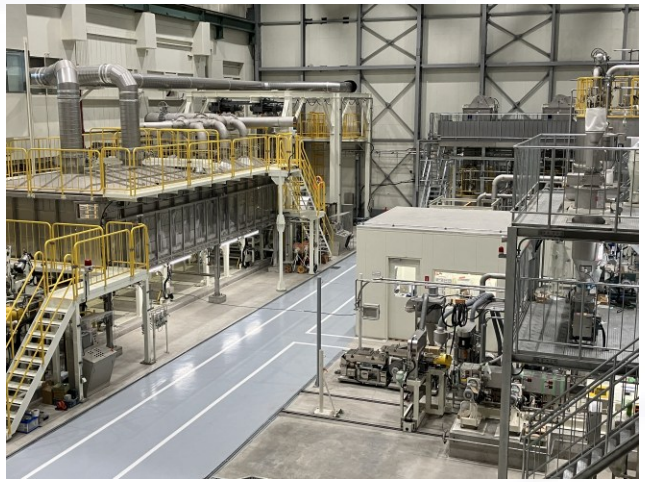
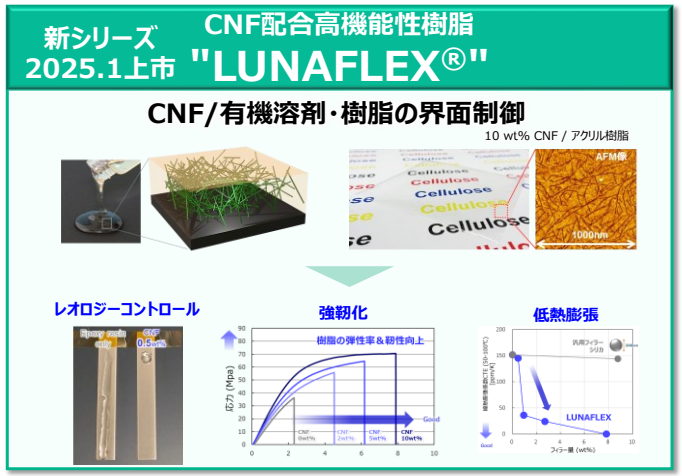
実用化・事業化の考え方

- CNF製造技術(研究開発項目①)とCNF利用技術の開発(研究項目②-1)の相乗効果により、コスト低減、性能向上
- 安全性(研究開発項目②-2)やLCA (研究開発項目②-3)の公表により、製品訴求力向上、普及拡大
- CNF強化(バイオ)プラスチックへの転換は、製品使用やリサイクル性向上、長寿命化により、CO_2削減効果大



アウトカム目標の達成の見通し（CNF製造技術の例）

- 各事業者、低コスト化と特性向上を両立した技術開発の製品化により、利用技術普及寄与
- CNF複合樹脂の利用拡大や、CNFと複合化する石油由来の樹脂をバイオマ ス由来に置き換えも行うことで、2030年には373万t－CO_2/年の削減*

複合樹脂　（CO_2削減効果大）	乾燥体	液材
・独自の変性処理、機械メーカとの共同開発により、低コスト、高品質化を実現 ・商用プラントを稼働，量産効果に寄与	・強み技術(WJ)のカスタマイズにより、高品質のCNFの生産性向上による低コスト化。 ・顧客共創により、複合材料への展開	・シングルナノサイズレベルCNFを低コストで生産 ・離型剤・滑液材、複合樹脂への応用展開 ・国内外の顧客評価により、用途拡大を推進
	 	
大王製紙株式会社殿、 芝浦機械株式会社殿	株式会社スギノマシン殿	花王株式会社殿

* https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf

アウトカム目標の達成の見通し（CNF利用技術の例）

■ 自動車、建築土木資材、家電等の利用技術を製品化、CNF低コスト化による相乗効果により、事業化推進中
■ CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード → AAAグレードによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上の結果、国内377万t以上の排出量削減効果が期待 (自動車タイヤ工業会データより)*

自動車　(CO_2削減効果大)

タイヤ



①CNF原料コスト（製造費＋輸送コスト）と②WMB製造コスト（脱水＋乾燥工程）での低コスト化が必須

CNFの特性を維持しながら、大幅なコストダウン可能なCNFエラストマー配合を目標に開発

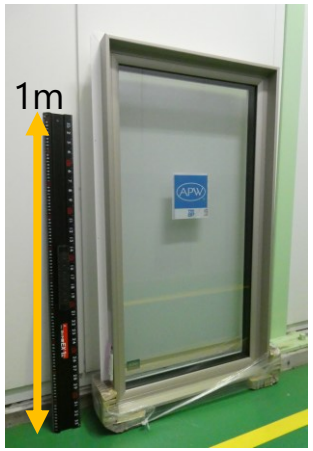
内装部品



CeF55%–PP　CeF55%–BioPE　CeF70%–PP

建築土木材（押縁、床材等）

樹脂サッシ押縁



床材



家電、日用品等

冷蔵庫部品



シューズ





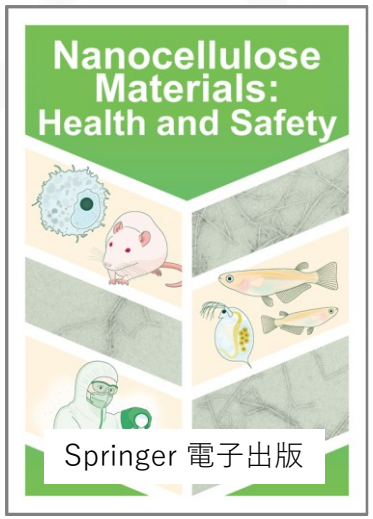
* https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

アウトカム目標の達成の見通し（安全性、LCAの例）

- CNFの安全評価書（日本語版、英語版）を公開、 CNFを対象とした先制的LCAの国内外で学会、論文発表
- 安全性評価、LCAの公開、公表により、本事業外の企業にも開発、事業化の障壁を下げ、普及拡大を促進

安全性評価書　（産総研、福井大）

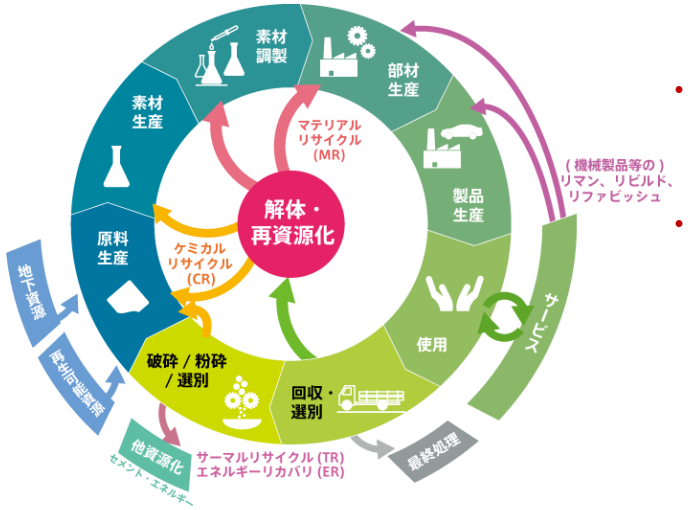




安全性に関する情報を集約し、
関連事業者に情報提供
↓
CNFの開発や普及を支援

- 簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価
- 中皮腫発生の検証
- 生体安全性（動物実験）評価
- 排出・暴露評価
- 生態影響の評価

環境評価　LCA（東京大学）



- CNF製品の環境性能向上むけたシナリオを提案
- CNFに関係した地域経済活性化施策を提言

論文投稿7件
国内外の学会発表35件
広報活動13件

- ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定
- CNFを対象としたLCAの実施
- 経済影響評価のための産業連関分析の実施
- 社会への評価手法ならびに結果の普及
- 学会・論文等における公表

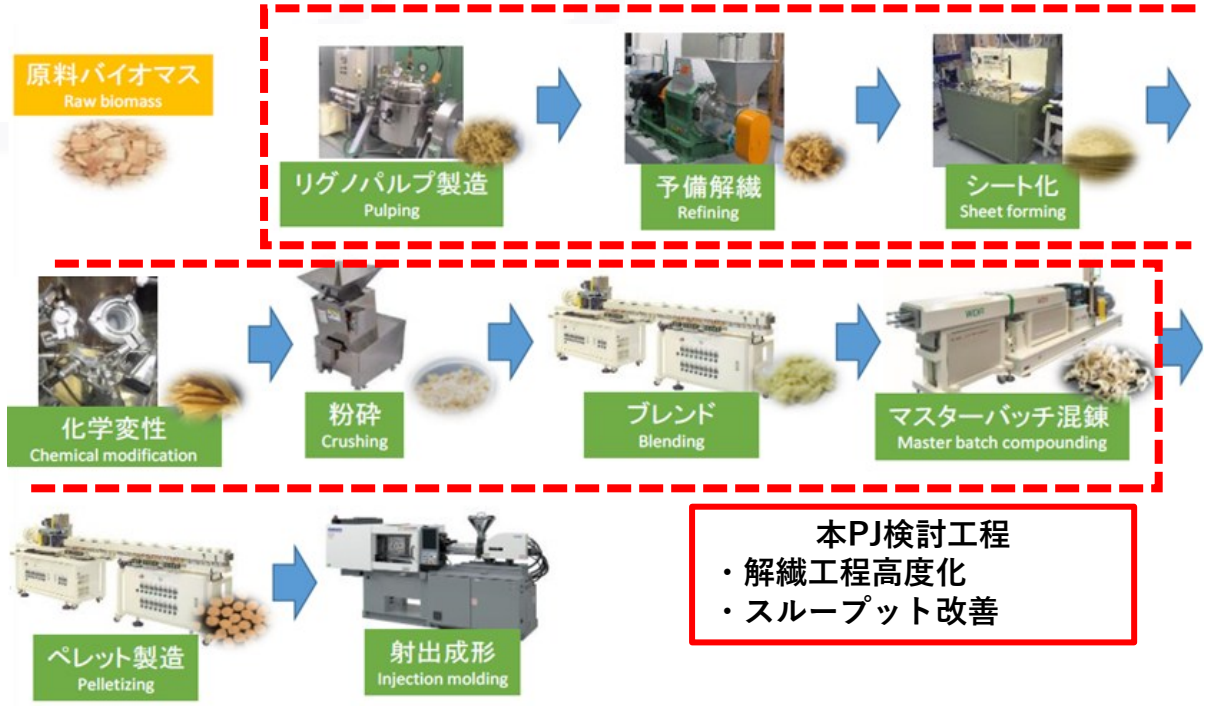
前身事業との関連性

補強効果 一貫プロセス → CNF化学変性 添加剤、樹脂の検討 → スケールアップ テストプラント建設 → 低コスト化、用途拡大 安全性、LCA → 社会実装促進

前身事業
2013～2019 **NEDO**
非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発

2020～2025 **NEDO**
炭素循環社会に貢献する
セルロースナノファイバー関連技術開発

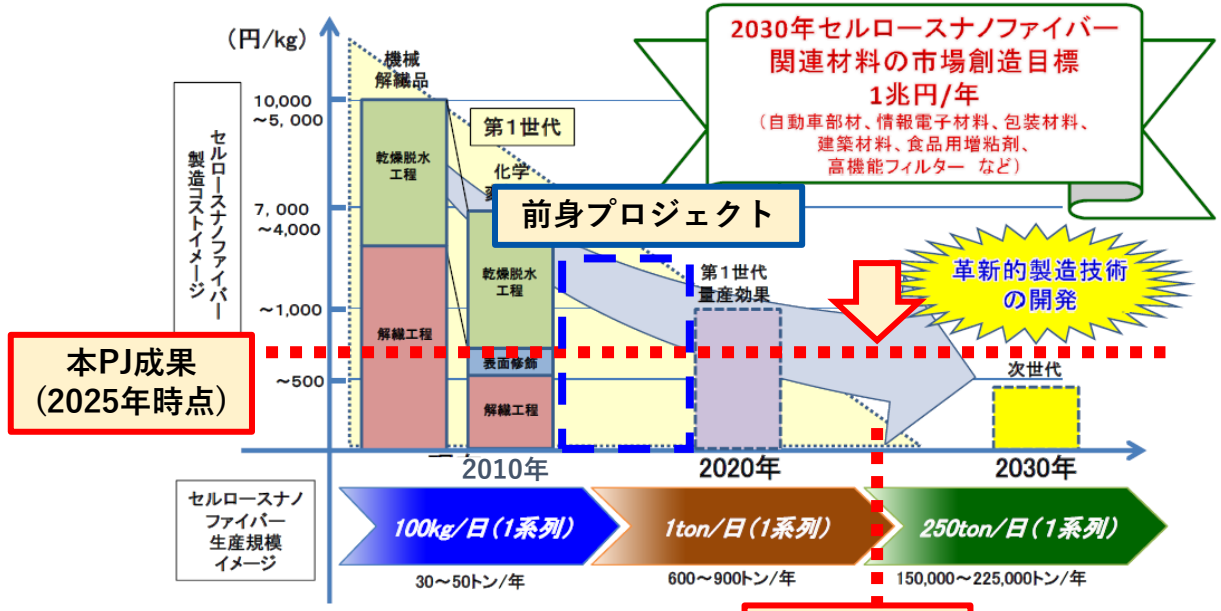
京都プロセス



本PJ検討工程
・解繊工程高度化
・スループット改善

セルロースナノファイバーによる新市場創造戦略

市場拡大には、革新的製造技術の開発による設備・製造コストの大幅な低減が望まれる



2000トン/年
製紙企業B社

費用対効果

■ インプット**約35億円**に対し、2030年には**1兆円規模**のセルロースナノファイバー市場形成及び**750万ton/年のCO_2削減効果**に貢献するため、費用対効果は極めて高い。

（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	2025年度	合計
① 革新的CNF製造技術の開発	121	559	438	156	274		1,548
②-1 CNF利用技術の開発	170	192	187	22	19		590
②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	150	150	350	202	186		1,038
②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価				120	143	26	289
実績額　合計	441	901	975	500	622	26	3,465

プロジェクトの総費用　35億円
→総事業費　約60億円（助成事業の企業の自己負担分を含む）

本事業における研究開発項目の位置づけ

■ 炭素循環社会に貢献する各種CNF（液材、乾燥体、複合樹脂）の製造法,利用技術の拡大、安全性、LCAにより、普及拡大を促進

研究開発項目	内容
研究開発項目① 革新的CNF製造技術の開発	製造コスト低減
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	自動車、建築資材、土木資材、家電等の構造材への利用拡大
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	安全性や品質の更なる管理強化
研究開発項目②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価	CNF含有製品およびその利用による環境影響の可視化



アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠

研究開発項目	最終目標（2025年３月）	根拠
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1.ＣＮＦ複合樹脂製造プロセスの抜本的見直し、及び生産性の向上、及び薬品コスト低減により、**ＣＮＦ複合樹脂の製造コスト**（ペレット価格）を、**プロジェクト終了時(2024年）に700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減する。 2.**高機能性CNF材料**として、**従来コストの1/4以下で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減する。	国内においては、ＣＮＦの製造プロセス、及び用途開発は進められているものの、実用化に達しているものは未だ多くない状況である。ＣＮＦの実用化、用途拡大のためには、**ＣＮＦの製造コスト低減が重要**であるとともに、各製品用途に応じた**ＣＮＦの利用拡大への加速**が必要である。
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	自動車、建築資材、土木資材、家電分野等の用途で新たに開発したＣＮＦ製品が、競合品に比べ、コスト、性能等の面で総合的に競争力があることを示すために、**5件の実用化の目途**をつける。	**製品用途拡大**の技術開発を促進し、社会実装・市場拡大を早期に実現することは、**二酸化炭素の排出量削減**につながり、エネルギー転換・脱炭素化社会を実現するために、重要である。
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	ＣＮＦの多様な用途拡大に対応した有害性評価手法の開発と評価、及び排出・暴露評価を行い、**安全性評価書**をまとめる。	ＣＮＦは新しい材料として多用な応用が期待されているが、**実用化や普及を加速するため**には、ＣＮＦの利用にあたっての安全性の確認を強化する必要がある

研究開発項目	最終目標（2026年３月）	根拠
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	材料代替効果を定量的に求める為に、材料の物質フローやリサイクル性等も加味し、時間的・空間的に拡張した材料のライフサイクル全体を評価できる評価手法を構築する。上記**先制的ＬＣＡ評価**を元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	新規な技術を社会へ導入することにより誘発される環境や社会経済などへの影響について、適切な技術評価によって可視化・論理化し、**当該技術の導入により影響を受けるライフサイクルの設計**において用いることができるようにする必要がある。

アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標（2025年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1．ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024年）に**700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減。 2.高機能性CNF材料として、**従来コストの1/4以下**で、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。	1．**700円/kg**まで低減 （但し、原料価格の上昇の影響有） 2 .高機能性CNF材料として、**従来コストの1/10**で、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減	○	工程短縮化、条件最適化、量産プラントの立ち上げによる 低コスト化推進
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	実用化の目途　**５件**	建築資材(押縁、床材)、土木資材(パイプ)、家電分野、化学製品（接着剤、コート剤）で**6件以上の実用化に目途（一部事業化）**	○	自動車、建材、家電、日用品等 利用拡大を実証、一部事業化を前倒しで推進
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**安全性評価書**の作成、公開	安全性評価書の作成、 **国内外での公開**	○	安全評価書の国内外公開

研究開発項目	目標（2026年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**先制的ＬＣＡ評価**を開発し、これをを元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	CNF導入による環境・経済評価手法の体系化、可視化 政策立案や地域展開の基盤整備 LCA、IOAの**国内外での公表**	◎	先制的LCAの国内外での学会、論文発表 目標件数過達 副次的効果として、**製品使用、リサイクルにおけるCO_2削減効果を提言**

◎　大きく上回って達成、○達成、△一部未達、　×未達

特許出願及び論文発表

■ **実用化・事業化の計画や外部環境の動向を踏まえ、適切なタイミングで必要な論文発表・特許出願を実施**

■ 基盤技術等の成果の利用促進のために、

・オープンを想定する成果：特許出願後に、学会、論文、講演会、ニュースリリースなどで発表

・クローズ戦略をとる成果：研究成果は発表できる形式で成果普及を行い、社会実装に向けて実施者による積極的に外部発信

	特許	論文	発表・講演	新聞雑誌等への掲載	その他（ニュースリリース）
研究項目① 革新的CNF製造技術の開発	50	3	124	83	42
研究項目②-1 CNF利用技術の開発	25	1	24	19	0
研究項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	0	24	55	0	38
研究項目②-3 セルロースナノファイバー材料のＬＣＡ評価手法の検討と評価	0	10	37	0	14
合計	**75**	**38**	**240**	**102**	**94**

＜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

バイオマス由来の高性能素材であるセルロースナノファイバー（CNF)の製造コスト低減、利用用途拡大、安全性および環境への影響(LCA)の確認を強化する研究開発は、

○ 社会的必要性：**大**
- 製紙産業の競争力強化、地域産業活性化に貢献
- 既存の石油由来の素材の代替となり、経済安全保障の確保に資する
- 木材原料を用いることでカーボンリサイクルの一端を担うことができ、温暖化対策にも資する

○ 実用化に向けた研究開発の難易度：**高**
- 異分野連携(製紙、化学)による材料要素開発、多様な製品に対する事業機会を創出
- 新材料に対する安全性評価、環境評価(LCA)は社会実装の推進に必須

○ 実用化に向けた投資規模：**大**（開発リスク：**大**）

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

実施体制

NEDO
PM(山本→丸岡→松永)、
テーマ担当者（沖、服部、小野、木村）

PL：八尾 滋
（福岡大学）
SPL：後藤 康夫,荒木 潤
（信州大学）

技術推進委員会

研究開発項目①
「革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発」
【助成】 **7テーマ：11機関**

A: 花王(株)
B: 大洋塩ビ(株)/プラス･テク(株)
C: 日本製紙(株)/UBE(株)
D: 東ソー(株)/バンドー化学(株)
E: 大王製紙(株)/芝浦機械(株)
F: CHEMIPAZ(株)
G: (株)スギノマシン

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(1)
「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」
【助成】 **8テーマ：11機関**
A: 大建工業(株)/利昌工業(株)
B: ダイキョーニシカワ(株)
C: 進和テック(株)
D: パナソニックHD(株)
E: 住友ゴム工業(株)/日本製紙(株)
2021年度追加公募
F: 美津濃(株)/第一工業製薬(株)
G: (株)スピングルカンパニー
2022年度追加公募
H: 東亜合成（株）

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」
【委託】 **1テーマ：2機関**

A: (国研)産業技術総合研究所
/ (国大)福井大学

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」(3)「セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価」
【委託】 **1テーマ：1機関**

A: (国大)東京大学

実施体制

- **NEDO**は、**PL**との間でプロジェクトの方向性や管理体制、問題点の解決にあたって指示・協議にて対応を決定。プロジェクト外の**有識者**の意見を積極的に取り入れて推進
- **NEDO**は、**実施者**との間で研究開発進捗状況、資産管理状況、予算執行状況、実用化検討推進状況等を都度確認し、**PLと連携**して必要な指示を行い活動を推進
- **各種委員会**にて、開発進捗、情報共有、普及拡大を推進

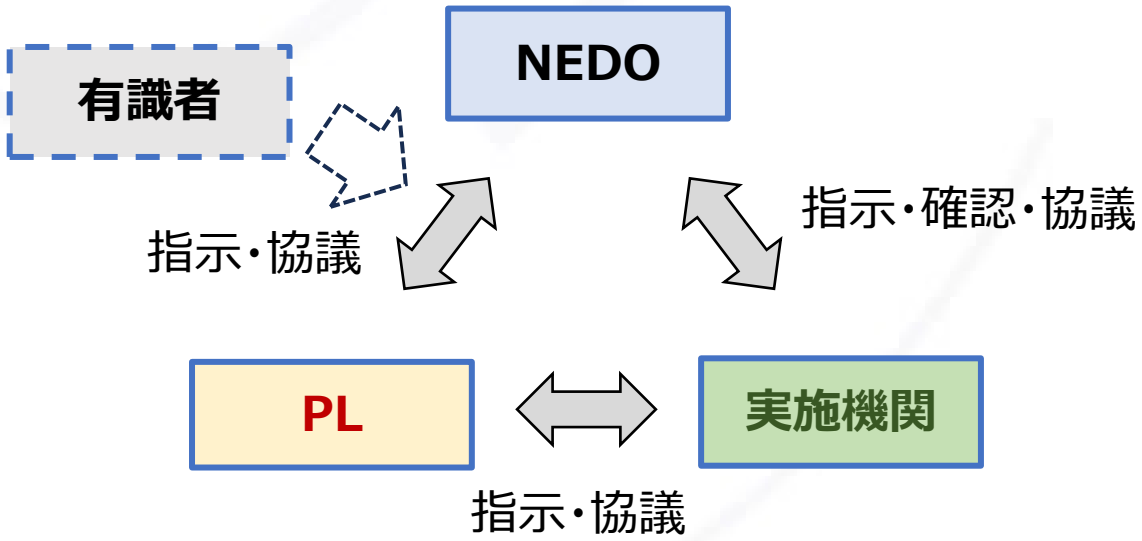


図　実施機関-PL-NEDO 連携

表　各種委員会

技術推進委員会（各テーマ）	専門家の意見、アドバイスをNEDO/実施機関が技術推進に積極的に取り入れ、研究開発を推進
事業者交流会（全体会議）	CNF研究第一人者による最新技術の講演、京都プロセス見学会、交流会等を通じてCNF事業内外のCNF研究者間の交流を促進
全体会議付設イベント NEDO人材育成講座	CNF事業機関の人材育成、受講企業との共同研究、受講企業からの公募申請などCNFプレイヤーの創出、充実

研究開発の実施体制　- 技術推進委員会 -

■ 専門家の意見、アドバイスをNEDO/実施機関が技術推進に積極的に取り入れ、研究開発を推進

研究開発項目	技術推進委員	委員からのアドバイス　例
開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発 【助成】	影山　裕史　委員 （学校法人金沢工業大学） 中村　嘉利　委員 （国立大学法人徳島大学） 西野　孝　　委員 （国立大学法人神戸大学） 松村　晴雄　委員 （株式会社旭リサーチセンター） 近藤　和博 （事業創出推進機構株式会社） 野田　浩二 （関西化学工業協会） 舟橋　龍之介 （(株)三菱総合研究所） 吉木　政行 （JX金属戦略技研（株）） 齋藤　継之 （国立大学法人東京大学大学院） 髙橋　祐次 （国立医薬品食品衛生研究所） 玄地　裕 （国立研究開発法人産業技術総合研究所） 能木　雅也 （国立大学法人大阪大学） 小野　博文 （旭化成（株）） 遠藤　貴士 （国立大学法人広島大学大学院）	・CNFを樹脂に混ぜて補強性を出す事業が主だが、出口を狭めずに自由に考えてもらい各社の特徴が出る展開を ・本事業は事業化がテーマなので、出口側（ユーザー）の存在、要求仕様についてしっかり各社の動向の確認を ・「安全」ということはもちろん良いが、それだけではなく、こういう使い方は良くない、といった視点での評価も必要では ・ 地域産業の連関分析から得られた成果は、将来的にも地場の経産局にも応用が可能になり有用性は高い。 ・ LCAの考え方、森林の考え方、ネイチャーポジティブなど最新の議論の出来る場をNEDOに作って欲しい
開発項目②-1 量産効果が期待されるCNF利用技術の開発 【助成】		
開発項目②-2 多様な製品用途に対応した 有害性評価手法の開発と全性評価 【委託】		

実施者間連携の取り組み- 全体会議: 事業者交流会 -

- CNF研究第一人者による最新技術の講演、京都プロセス見学会、交流会等を通じてCNF事業内外のCNF研究者間の交流を促進
- 2024年度は11月1日(金)@川崎商工会議所 で開催。（SUSMA展の翌日） 参加者は86名のうちオンライン24名、プレゼン発表は委託事業者から最新情報を、講演は主にユーザーとなる車載メーカーの開発状況と課題と産業局の取組について、ミニ展示会では同志社大の田中先生から樹脂混練技術の紹介



会議風景

技術課題解決のヒントや
その後の相談へ



講演

最新の成果や考え方を共有

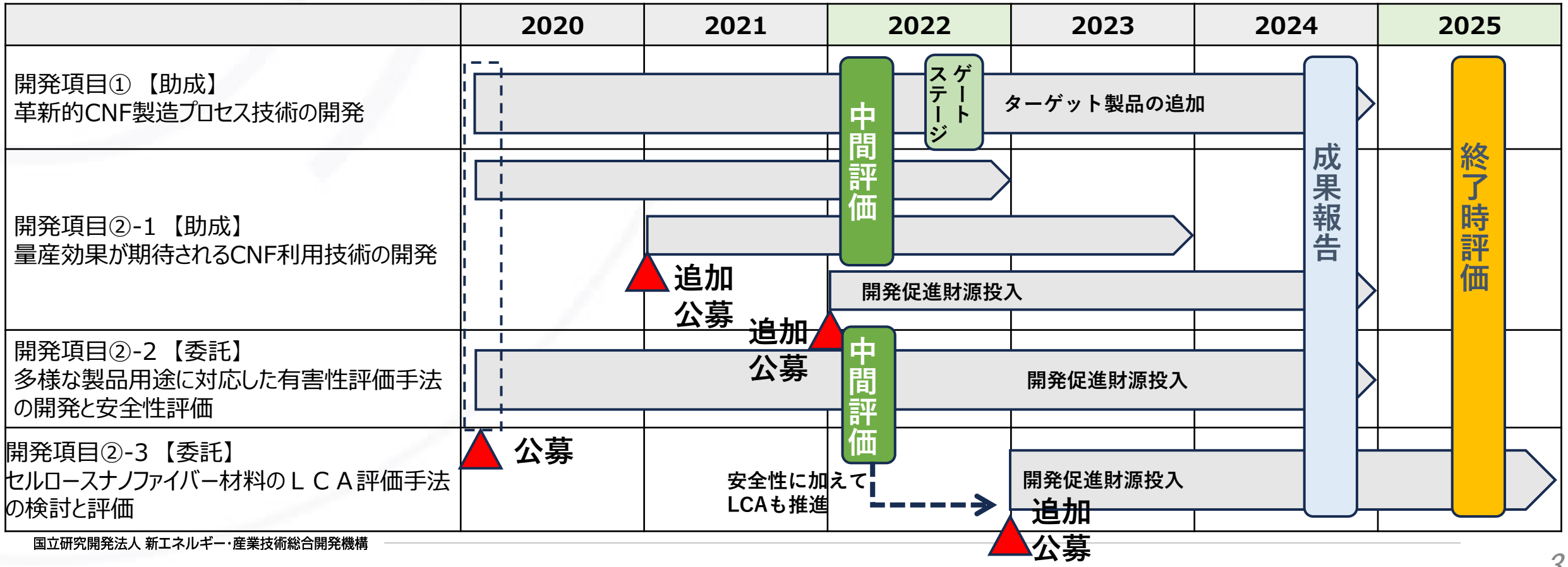


ポスターセッション

機微な情報交換やサンプル評価
など個別交流の場を提供

個別事業の採択プロセス

- 公募内容に応じた専門家を採択審査委員とし、NEDOで標準的に定められている公募、採択プロセスに沿って適切に実施
- 開発項目①：ステージゲート審査を実施、ターゲット製品の追加、開発促進財源を投入
- 開発項目②-1：利用技術拡大のため、2021年度、2022年度に追加公募
- 開発項目③-3は、中間評価により追加公募



予算及び受益者負担

■ 【助成】 企業の事業化に向けた研究開発は企業の積極的な関与により推進されるべきものとして、自己負担を伴う「助成」事業として実施

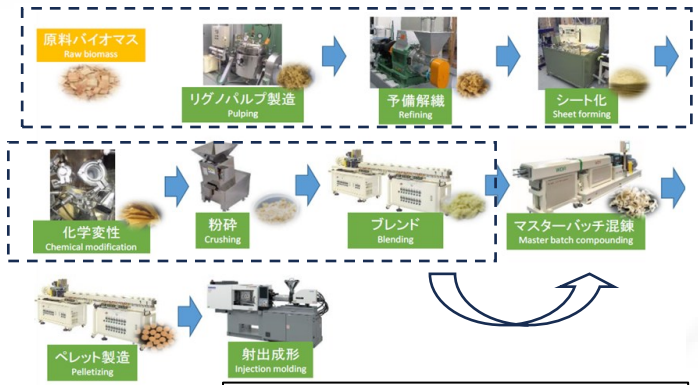
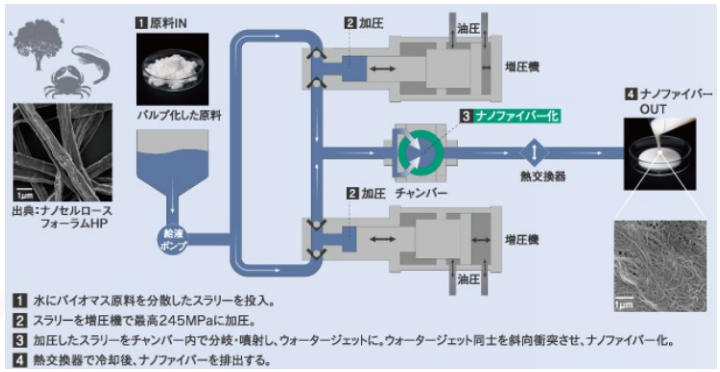
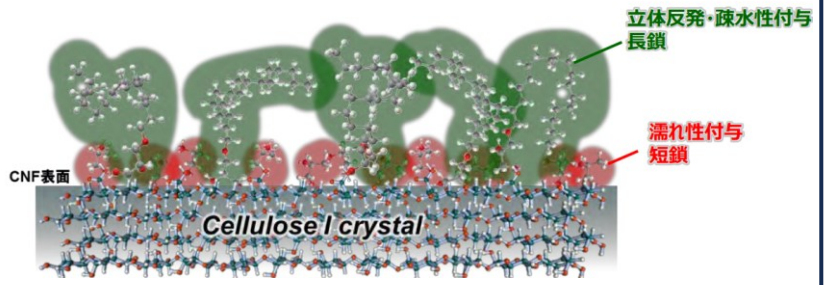
■ 【委託】 国立大学法人、国立研究開発法人　に関しては、共通基盤技術（安全性、LCA）開発を担う事業者のため、「委託」事業として実施

NEDO負担額（単位：百万円）

研究開発項目	位置づけ	委託/助成	年度						
			2020	2021	2022	2023	2024	2025	合計
① 革新的CNF製造技術の開発	**事業化**に向けて必要となる実用化技術	【助成】 大企業 1/2 中小ベンチャー 2/3	121	559	438	156	274		1,548
②-1 革新的CNF製造技術の開発			170	192	187	22	19		590
②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**共通基盤**となる要素技術の開発	【委託】 100％	150	150	350	202	186		1,038
②-3 セルロースナノファイバー材料のLCA評価手法の検討と評価						120	143	26	289
合計			441	901	975	500	622	26	3,465

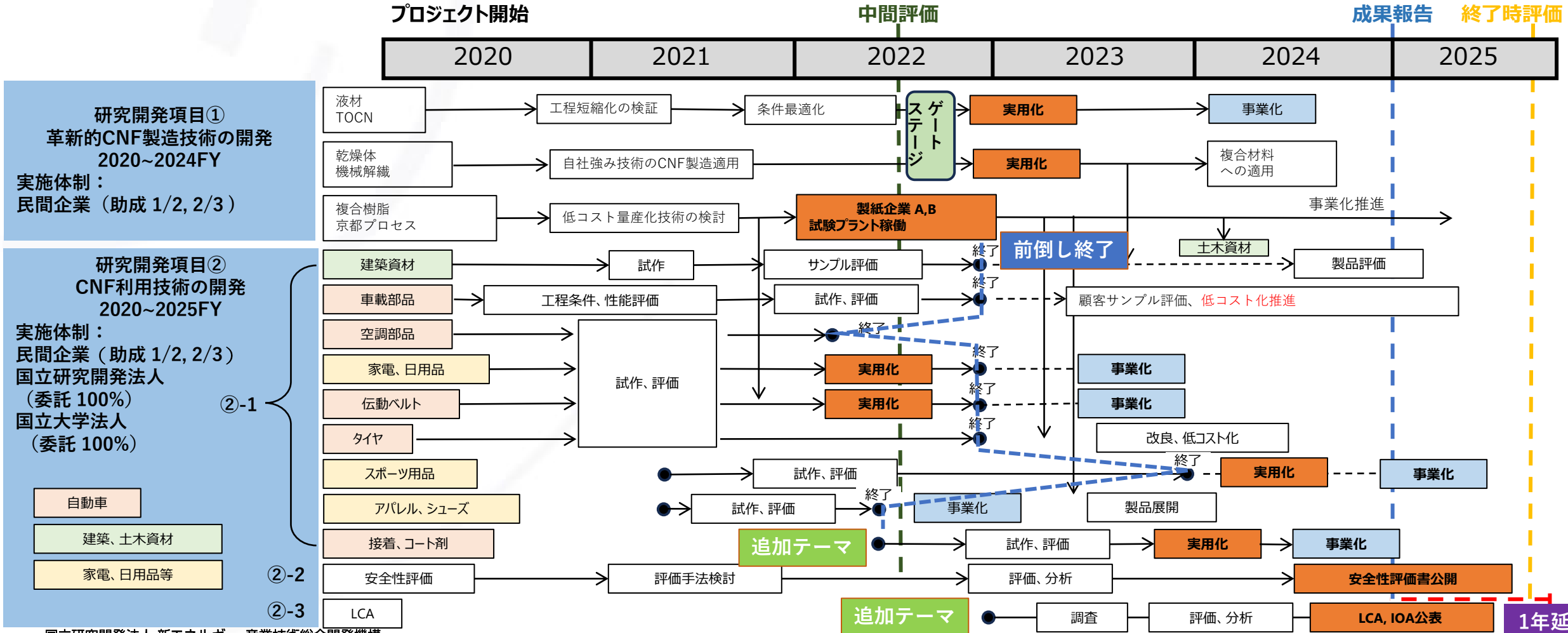
目標達成に必要な要素技術　- 各種CNF製造法 -

- 利用製品に応じたCNF(複合樹脂、乾燥体、液材)に製造法の要素技術のブラッシュアップ(低コスト化、物性向上)が必要
- 原材料選定、変性技術、スケールアップによる均一分散維持（製造条件）、工程自動化・簡素化を検討

複合樹脂	乾燥体	液材
京都プロセス技術 （一貫製造プロセス）	機械解繊技術 （ウォータージェット法、リファイナー）	TEMP酸化完全ナノ分散技術
パルプ利用（予備解繊）  混練時に変性・解繊	 自動化（供給・次工程搬送） 製造条件（圧力、流量、冷却）	短鎖と長鎖のデュアルグラフトCNF  化学変性、表面修飾、相溶化技術

研究開発スケジュール

- 2020～2024年の5カ年計画。一部の研究は、21、22、23年度開始。また、前倒しで終了の事業もあり。LCAは１年延長
- 各テーマはWBSを構築し、定例会議、技術推進会議にて、進捗確認、対策、開発促進投資をプロアクティブに推進



進捗管理：開発促進財源投入実績

件名	年度	金額(百万円)	目的	成果・効果
開発項目②-1【助成】 量産効果が期待されるCNF利用技術の開発公募・追加公募	2020年度	195	プロジェクト立ち上げ段階から予算を拡充することで、より多くの用途に向けた開発テーマを採択するため	より多くの用途に向けた開発テーマを、複数年度に渡って追加採択することで、幅広い分野で早期の実用化、事業化に向けた支援を実施。スピングルカンパニーなど早期に実用化した事業者を生み出した。
	2021年度	95	新規公募分が不足しており、各製品用途に応じたCNFの利用拡大への加速のため	
	2022年度	95	新規公募分が不足しており、各製品用途に応じたCNFの利用拡大への加速のため	
開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価【委託】	2023年度	52	中間評価の指摘と医食研のアドバイスを受け、ラットによる90days吸入暴露動物試験等、肺への継続的な影響評価を強化するため。	・持続的な炎症の継続が大きな問題であり、CNTと同様にOECD TG412、TG413に沿った評価を実施。 ・福井大学で吸入暴露試験装置を増強、事業後の評価にも対応。
開発項目②-3 CNF材料のLCA評価手法の検討と評価	2023年度	24	中間評価での指摘と2023年11月9日開催の技術推進委員会の議論を踏まえ、調査・解析人員の増強、再委託先機関での研究環境の整備を通じて、研究内容の深化を図るとともに、早期の成果公表を実現するため。	英論文投稿３件以上、対外活動（学会発表、プレスリリースなど）として10件以上を目標に変更。各種展示会、学会等と連携した成果の普及活動を行い、目標達成の見込み。
開発項目②-3 CNF材料のLCA評価手法の検討と評価	2025年度	26	得られた成果を広く海外にも情報発信し、先制的なLCA思考に基づく評価や、CNFの国際的な認知度向上につなげるため。	昨年度予算を繰り越し、１年延長契約し、隔年開催の国際学会（ISIES@6月シンガポール3件、LCM2025@9月パレルモ6件）にて発表。

進捗管理：定例の管理

■ 毎月の進捗確認で得られる情報、実施者からの相談事項、定期的な進捗確認から予見される個別リスクに応じて、問題解決のための打ち合わせや技術指導を行い、アウトプット目標達成に向けて研究の加速や遅れの挽回を対策

会議名等	概要	頻度	備考
研究開発目標の見える化 （達成指標の作成）	中間目標、最終目標に関して各研究開発テーマごとに具体的な達成指標を作成。	都度	研究開発15テーマについて2020年まで(追加2テーマは2021年まで)に達成指標を作成し、NEDOと事業者で共有。
実務者会議　（サイトビジット） （個別テーマ／チーム単位）	PM/PLによるテーマ/チーム単位での研究進捗確認、研究計画の軌道修正指示等。	1-2回／年度	毎年、各テーマについて進捗確認と軌道修正を実施。
個別ヒアリング	個々の検討課題に応じて、PM/PLによる個別ヒアリングを実施。研究現場確認、課題解決に向けた協議・指導等。	随時	2021年度までに全委託と助成の23機関とTeams会議を2～4回実施。うち、1回以上はPLミーティング。 （コロナ禍により現地訪問は自粛）
技術推進委員会	外部有識者による研究進捗確認及び委員コメントを受けて次年度計画に反映。	1回／年度	技術推進委員　4名がプロセスPJ、利用PJ、安全性PJの各委員会に参加 （複合材料設計および成形技術、バイオマス素材、高分子化学、バイオマス変換工学などに知見がある企業・アカデミアの外部有識者で構成）

進捗管理：中間評価結果への対応

指摘事項	課題解決状況（技術内容など＋α）
PJ全体に共通する課題として、弾性率は概ね目標達成見込みだが、衝撃強度は目標達成に苦労している。	・ゴム添加、分散性UP、相溶剤変更など各テーマ検討するも、改善効果が僅かで決定打に欠けている状況。 ユーザー企業とのコミュニケーションを積極的にすすめ、社会実装の加速のため、素材改良だけでなく、構造改良も組み合わせ、目標値クリアへ。 早期に社会に受け入れられる製品化を行う（星光PMC、大洋塩ビ等） ・2025年度先導研究にて課題設定し、構造材適用基盤技術開発を実施。
「CNF安全性評価手法」は、中間評価分科会で以下の指摘を受けている ・専門家のさらなるサポートが必要である ・ガイドライン等に準拠して取り組む必要がある	・ナノマテリアルの専門家として、炭素繊維（CNT）の安全性評価の経験豊富な国立安全衛生研究所の高橋先生をアドバイザリに加え、外部評価に耐えられる安全性データの取得を加速する。産総研・福井大を含めた定例進捗会議を行い、タイムリーにご助言を研究に活かす環境を整えた。 　安全性評価にあたっては、OECDをはじめとする国際的ガイドラインに準拠したプロトコールを採用し、国内CNFのデータの蓄積を予算を加速増額して実施。
PJ全体に共通する課題として、成果の要と考え得る事業化支援のため、NEDOとしてCNF市場を盛り上げていきたい	・広報活動の強化 　NEDO共同プレスリリースの積極活用。記者ブリーフィングの採用、SNS（Facebook,twitter）配信強化（12/5 産総研安全性評価書公開時） 　LCA広報動画、パネルディスカッション動画の公開 ・SASUMA展、nanotech展では、パネルディスカッション実施（2023年、2024年）100名以上 ・2/9おかやまCNFフォーラムにてNEDO事業紹介（PM)、地方のCNF展示会にもNEDO成果を出展

進捗管理：動向・情勢変化への対応

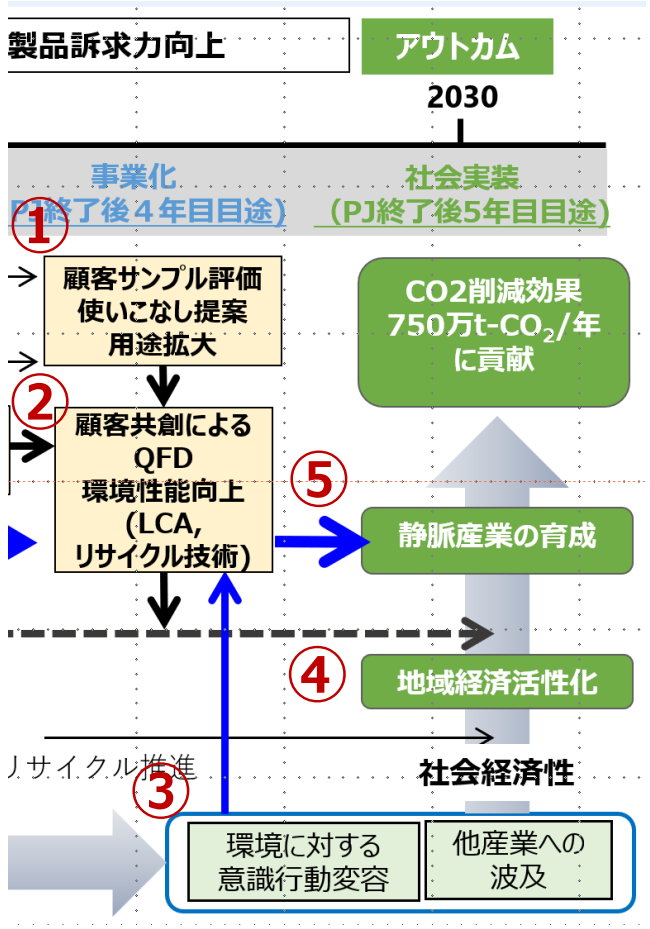
■ 外部の動向の変更や、役割に応じた研究開発体制の見直しを実施。助成テーマに関してもステージゲートを設け、延長可否を判断している。また調査事業等で社会動向の変化も捉えつつ、政策の変化に応じて技術開発のマネジメントを適切に実施

動向・情勢の把握	対応
政策動向の把握： PJ開始当初（2020年度）は利用用途について市場の比較的大きい自動車、建築資材、家電等分野での用途を中心に開発をしていたが、2020年10月に日本で表明された「2050年カーボンニュートラル」をはじめ、世界的な脱炭素の機運が強まり、日本としてCNFを早期に普及させ、市場を創出する必要性が増した。	2021年度、2022年度に(2)−②利用用途拡大　の追加公募を実施する際、早期に幅広い分野で国内でのCNFのプレーヤーを増やすため、それまで採択されていない業種、分野を優先することを公募要領に明記。スポーツ用品、アパレル等のテーマを追加採択。
NEDO調査事業により、国外政策動向・技術動向などを把握： 2019年度にNEDO「セルロースナノファイバーの市場及び技術動向調査」を実施している	2022年度後半にも調査事業を実施
コロナ禍の対応： コロナ禍における外出制限への対応、 納期等執行状況の早期の把握	・制限期間中は、進捗会議や技術推進会議など原則オンラインで実施、期間中以外は対面・オンラインのハイブリッド開催とした。全体会議は対面で実施できるよう開催時期を対面可能な日時を優先して決定した。 ・執行調査を行い、早期に設備導入時期を把握し、必要に応じ、目標達成時期に影響が出ないように後倒しの計画変更を行うことで対応した。

成果普及への取組

- アウトカムに向け、ニュースリリース、動画コンテンツ、広報誌、安全評価書などを作成し、広報活動を推進
- 展示会でNEDOブースを出展し、成果をPR。また、NEDO特別講座などを通じて、開発技術を広くユーザに普及

項目	媒体	対象	目的
安全性評価書　（国内版）	冊子、電子媒体	関連企業、アカデミア	①②
安全性評価書　（英語版）	電子出版	関連企業、アカデミア　（海外）	①②
NEDO講座	実習（４拠点）	一般企業（募集）	①
サステナブル マテリアル展	展示会	関連企業	①②③
ナノテク展	展示会	アカデミア、企業開発担当者	①②③
CNF最前線	展示会	関連企業、地方自治体	①④
ふじのくにセルロース循環経済国際展示会	展示会	関連企業、地方自治体	①④⑤
ニュースリリース	WEB	一般、関連企業、アカデミア	③
動画コンテンツ	WEB（YouTube）	一般、関連企業、アカデミア	③
広報誌	紙冊子、電子媒体	一般、関連企業、アカデミア	③



成果普及への取組

■ ニュースリリース、広報誌、動画コンテンツなどを作成し広報活動を推進している。毎年度サステナブルマテリアル展等の展示会でNEDOブースを出展し、成果をPR。また、NEDO特別講座などを通じて、開発技術を広くユーザに普及





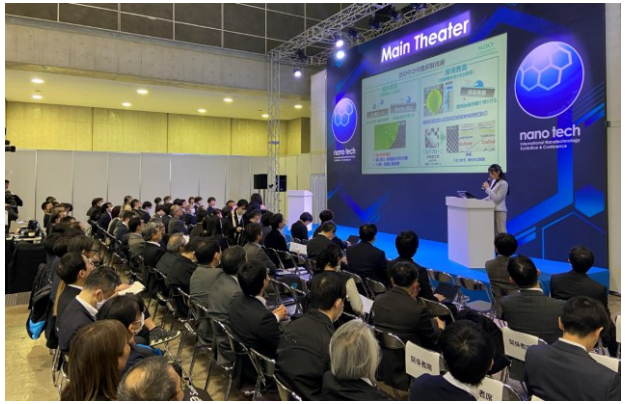
動画コンテンツ　NEDO チャネル



広報誌　focus NEDO



サステナブル マテリアル展



2025年ナノテク展　成果報告会





NEDO特別講座

成果普及への取組　- NEDO特別講座 -

- NEDO・リグノCNF参画事業者４機関（３拠点）が共同でCNFの社会実装を拡大・促進するための「場」（拠点）を構築
- 2024年度以降は、民間（NCJ：ナノセルロースジャパン　実習講座）に移管



(1)産業技術総合研究所中国センター
※木質等から直接的リグノCNF製造技術とCNFの特性評価技術を中心とした人材育成
※講座参加者が実際にサンプル作製・測定に携わって技術習得を行う。
・バイオマス資源からの機械処理によるリグノCNF製造技術
・リグノCNFの特性評価技術（形状、比表面積、結晶性等）
・リグノCNFの直接的樹脂・ゴム複合化技術

(3)東京大学農学部
※TEMPO酸化CNF関連技術を中心とした人材育成
※講座参加者は，東京大学の担当者のサンプル作製・測定に立ち会い，技術習得を行う（電子媒体等での記録も含む）
・TEMPO酸化CNF製造技術
・TEMPO酸化CNFフィルム化技術

(2)京都大学生存圏研究所
京都市産業技術研究所
※京都プロセスで開発した技術を中心とした人材育成
※講座参加者は，京都大学・京都市産業技術研究所の担当者のサンプル作製・測定に立ち会い，技術習得を行う（電子媒体等での記録も含む）
・京都プロセスによるリグノCNF樹脂複合化技術
・京都プロセスによるリグノCNF複合材料成形加工技術

・年間２クール（１クール＝半年）
・１クール＝２０日間の座学、実習講座（実習が50%以上）
・１クール２０名募集。
（既にCNFのビジネス化を検討している企業は除外）
・３年間実施（毎年見直し）
・予算額　4000万円/年以内

CNF研究主要拠点（東京、京都、広島の３拠点）



実習の様子



NCJに移管（2024年度～）

（共同研究は有償契約 他は無償）		東京大学	京都大学	京都市 産技研	産総研 中国センター	合計
2020年度 ～ 2023年度	技術相談	49件	29件	104件	84件	266件
	相互評価	0件	5 件	0件	0件	5件
	共同研究	7契約	6契約	4契約	30契約	47契約

成果普及への取組　- プレスリリース等-

パナソニックHD株式会社：2023年3月16日
　70%高濃度セルロースファイバー成形材料『kinari』のサンプル販売開始
　持続可能な社会へ向けた材料ソリューションを市場実証へ
https://news.panasonic.com/jp/press/jn230316-1

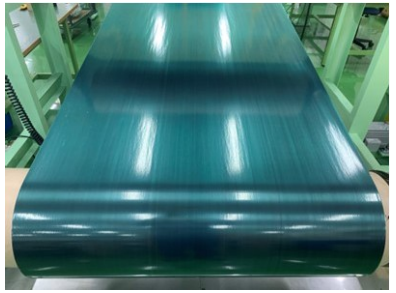

kinari 70のペレット


成形プロセス技術による
木質感デザイン


kinari70を用いた食器

天然由来の繊維を高濃度に複合した環境配慮型の成形材料

株式会社スギノマシン：2023年9月29日（NEDO同日リリース）
　少量のCNFを添加した炭素繊維強化プラスチックの中間材料（プリプレグ）を開発
　―プリプレグを成形材料として曲げや衝撃強度の約20%向上を実現―
https://www.sugino.com/news/news0929/
少量のCNFを添加した炭素繊維強化プラスチックの中間材料（プリプレグ）を開発 | ニュース | NEDO


CNFを添加したCFRP（CNF添加一方向CFRP※1）プリプレグ

株式会社スピングルカンパニー：2023年10月25日
　セルロースナノファイバー混ゴムシートを販売　摩擦軽減で靴底のリペアに
https://senken.co.jp/posts/spingle-231025
https://www.spingle.jp/pages/rubear-cnf



高耐久の「ルベアCNFソール」

成果普及への取組　- プレスリリース等-

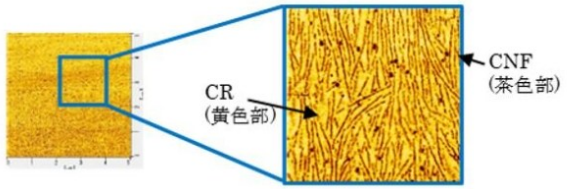
日本製紙株式会社：2022年11月16日
CNF強化樹脂がヤマハ発動機の水上オートバイ部材に採用
～輸送機器部品での量産品として世界初の採用事例～
https://www.nipponpapergroup.com/news/year/2023/news230825005524.html


ウェーブランナー　2024 年モデル「FX CRUISER HO」


CNF 強化樹脂採用の新エンジンカバー

東ソー株式会社／バンドー化学株式会社：2024年3月29日
スカイプレン®CNF複合化新規グレードの販売開始
世界初※！セルロースナノファイバー複合化ゴムを適用した
高負荷対応ダブルコグベルトを販売開始
https://www.tosoh.co.jp/news/release/2024/20240329.html
https://www.bandogrp.com/news/date/20240329_01.html

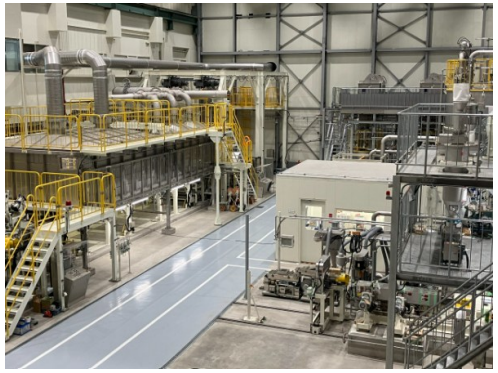


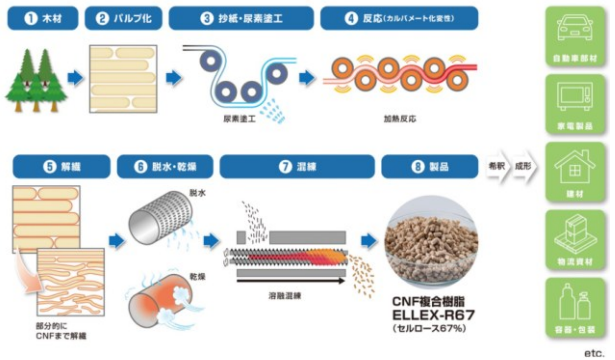


AFM観察画像による分散の状態


製品

大王製紙株式会社：2025年7月29日（NEDO同日リリース）
CNF複合樹脂「ELLEX-R67」商用生産開始
～日本最大※のCNF商用プラント稼働により社会実装を加速～
https://www.daio-paper.co.jp/news/cnf%e8%a4%87%e5%90%88%e6%a8%b9%e8%84%82%e3%80%8cellex-r67%e3%80%8d-%e5%95%86%e7%94%a8%e7%94%9f%e7%94%a3%e9%96%8b%e5%a7%8b/





「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）

2020年度～2025年度　6年間

プロジェクトの詳細説明（公開版）

2025年12月3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

バイオ・材料部

報告内容

２．目標及び達成状況（詳細）

研究開発項目●

(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

ページ構成

- アウトカム達成に向けた戦略・具体的な取組
- アウトカム目標達成の見込み
- 個別事業ごとの目標と根拠
- 個別事業ごとの目標達成状況
- 個別事業の成果（アウトプット目標達成度）と意義

体制図（1）

NEDO

PL　：八尾 滋（福岡大）
サブPL　：後藤 康夫（信州大）、荒木 潤（信州大）

技術推進委員会

つくる

研究開発項目①
「革新的CNF製造プロセス技術の開発」
【補助】５テーマ、７機関

A:　花王(株)
B:　大洋塩ビ(株)/プラス･テク(株)
C:　日本製紙(株)/UBE(株)
D:　東ソー(株)/バンドー化学(株)
E:　大王製紙(株)/芝浦機械(株)
F:　星光PMC(株)
G:　(株)スギノマシン

つかう

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」
(1)「量産効果が期待されるCNF利用技術の開発」
【補助】1テーマ、1機関

A:　大建工業(株)/利昌工業(株)
B:　ダイキョーニシカワ(株)
C:　進和テック(株)
D:　パナソニックHD(株)
E:　住友ゴム工業(株)/日本製紙(株)

＜2021年度追加＞
F:　美津濃(株)/第一工業製薬(株)
G:　(株)スピングルカンパニー

＜2022年度追加＞
Ⅰ:東亞合成株式会社

安全性

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」
(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」
【委託】１テーマ、２機関

A:　(国研)産業技術総合研究所
B:　(国大)福井大学

見える化

研究開発項目②
「CNF利用技術の開発」(3)「CNF材料のLCA評価手法の検討と評価」
【委託】1テーマ、1機関
再委託先：10機関

A: (国大)東京大学

体制図（2）

	八尾　滋：プロジェクトリーダー（PL） 広島大学客員教授・福岡大学名誉教授　工学博士 京都大学大学院工学研究科高分子科学専攻 宇部興産株式会社、三菱総合研究所を経て現職 NEDO革新的プラスチック資源循環プロジェクト材料再生TL 研究テーマ：マテリアルリサイクル、成形加工
	後藤康夫：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学繊維学部化学・材料学科教授　博士（工学） 神戸大学大学院工学研究科工業化学専攻 研究テーマ：繊維・高分子材料の高機能化、高性能化 溶液紡糸による高性能繊維の創成
	荒木　潤：サブプロジェクトリーダー（サブPL） 信州大学繊維学部化学・材料学科教授　博士（農学） 東京大学大学院農学生命科学研究科生物材料科学専攻 研究テーマ：セルロース／キチンナノクリスタル粒子の表面修飾による物性制御と機能性材料の創成

プロジェクトの概要・目的＜事業内容＞

研究開発項目①「革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発」【助成事業】

ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを３００円～５００円／ｋｇ程度まで低減させるためには、
①生産性の大幅な向上による労務費、原動費の削減
②樹脂との相溶性を高めるための化学処理での薬品コストの低減等を含む製造プロセスの見直し
が必要であり、コスト目標を実現するために、従来の技術の延長ではなく、抜本的な見直しを行った新しい製造プロセス技術の開発を行う。

つくる

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（１）「量産効果が期待されるＣＮＦ利用技術の開発」【助成事業】

広く普及出来る可能性のある自動車、建築資材、土木資材、家電分野等に適用させていくため、
各種用途に適した製造の開発、成形・加工技術の開発等を行う。

つかう

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（２）「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、それら用途に対する安全性評価、及び企業が製品化の際に、各自で簡易的に評価可能な有害性評価手法の開発を行い、事業化支援につなげる。

安全性

研究開発項目②「ＣＮＦ利用技術の開発」（３）「CNF材料のLCA評価手法の検討と評価」【委託事業】

多様な用途への拡大が見込まれることから、LCA解析手法の検討と評価、
CO2削減効果、産業連関影響の解析等を実施し、CNF市場の拡大につなげる。

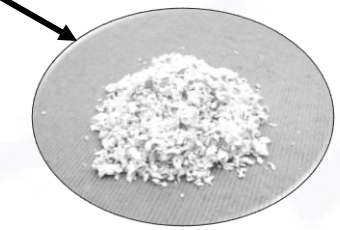
見える化

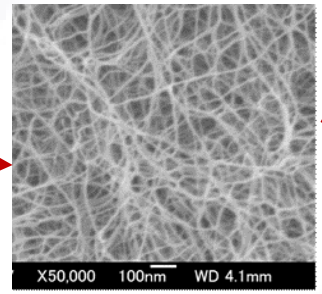
2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

2022年パネルテーマ
CNFで変える社会
～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界
～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待されるCNF利用技術の開発]


Wood


Pulp



Cellulose Nanofiber


Extruder


Composite Pellets

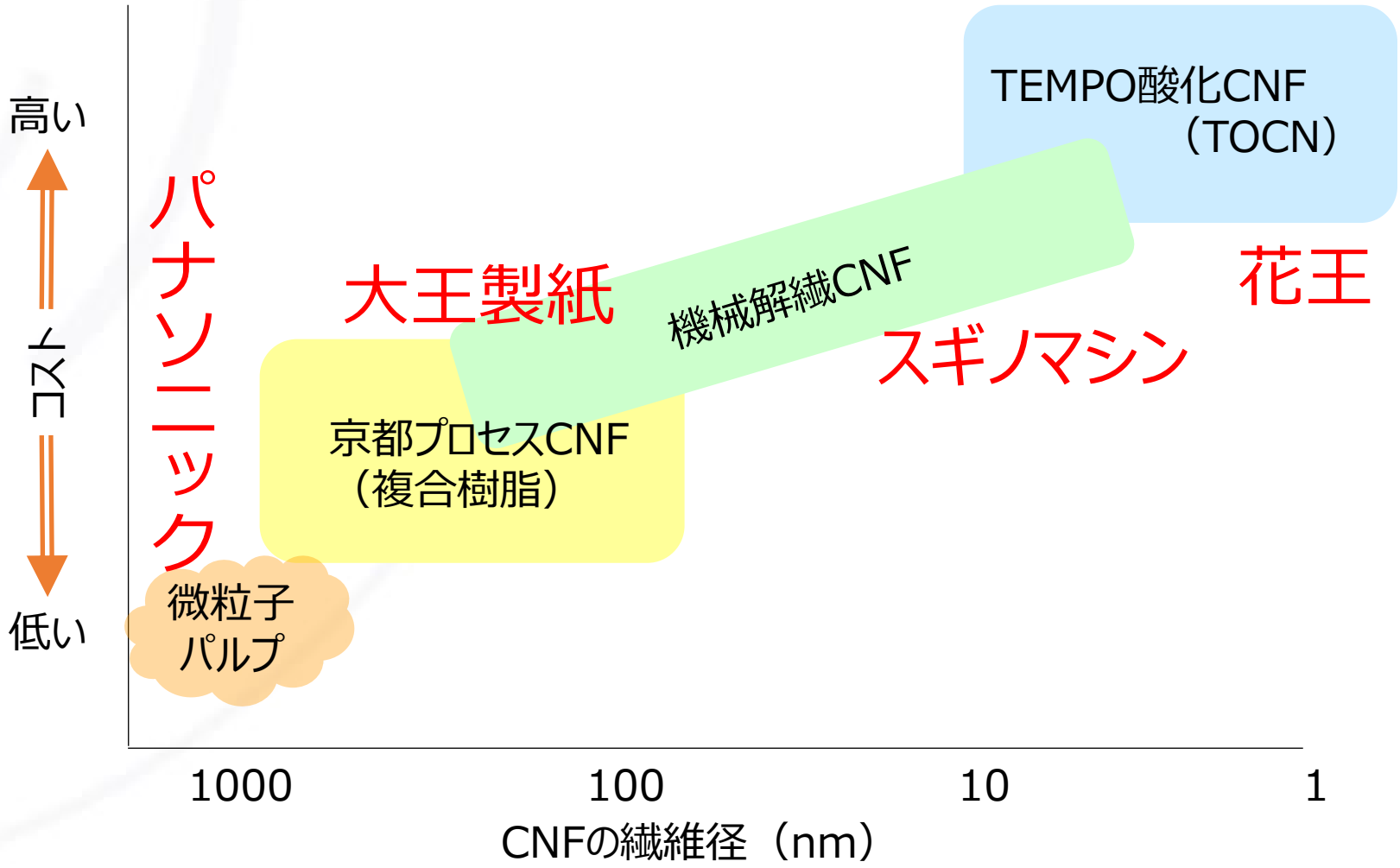

Molding machine


Products

[多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価、LCA評価]

2024年パネルテーマ
私たちがＣＮＦを使うワケ

CNFのサイズとコストの関係



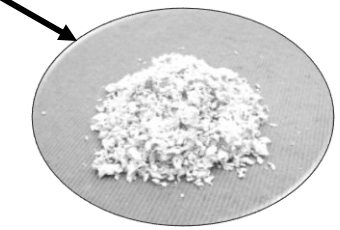
2022年～2024年ナノテク展でのパネルテーマ

2022年パネルテーマ
CNFで変える社会
～2050カーボンニュートラル実現に向けて～
[革新的CNF製造プロセス技術の開発]

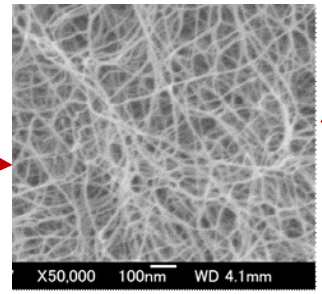
2023年パネルテーマ
発展・拡張する“CN”Fの世界
～セルロースナノファイバーの社会実装を進める先駆者たちの戦略～
[量産効果が期待されるCNF利用技術の開発]



Wood



Pulp



Cellulose Nanofiber



Extruder



Composite Pellets



Molding machine



Products

[多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価、LCA評価]

2024年パネルテーマ
私たちがＣＮＦを使うワケ

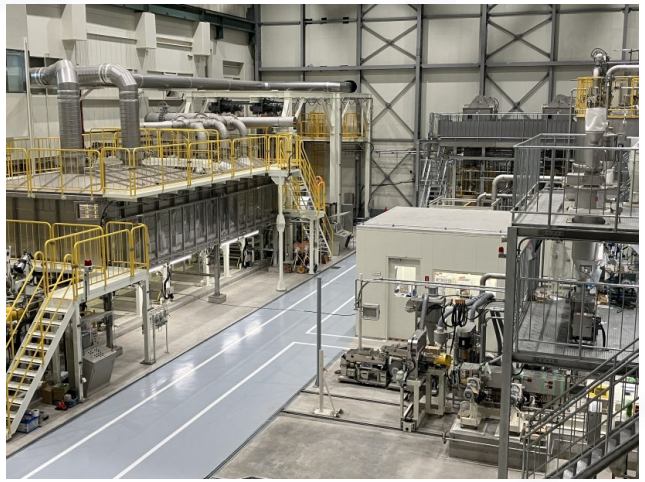
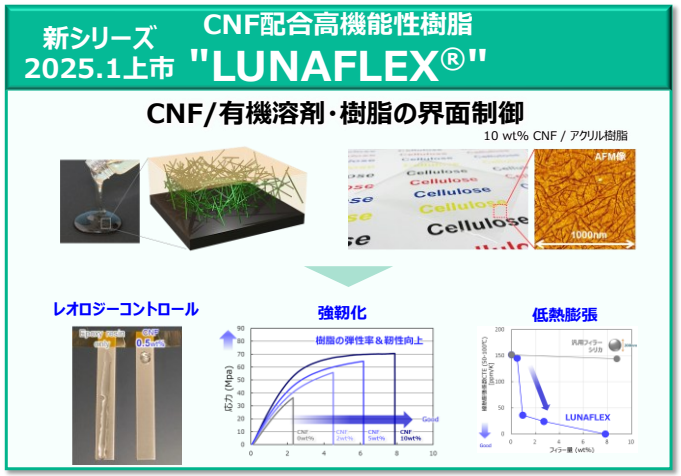
PLミーティング　一覧表

開催日時	テーマ名	場所	対象事業者（再委託先）
2022/4/21	自動車部品実装に向けたＣＮＦ複合材料開発、成形・加工技術開発	東広島市 本社工場	ダイキョーニシカワ(株)
2022/6/3	ＣＮＦ技術を利用した住宅・非住宅用内装建材の開発	岡山市 R&Dセンター	DAIKEN(株)（秋田県立大学）／利昌工業(株)（筑波大学）
2022/6/20	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2022/9/8	全体会議＆見学ツアー＆マテリサ講演（翌日事業者交流会）	福岡県 福岡大学	全者対象（全24機関中22機関参加）
2022/10/3	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	東ソー四日市事業所	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2022/10/12	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ケ崎工場	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2022/11/25	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2023/2/24	水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ　複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	和泉市 大阪産技研	美津濃(株)／第一工業(株)（大阪産技研、広島大）
2023/3/30	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	茨城県 つくば	産総研、福井大学
2023/4/27	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）
2023/5/25	水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ　複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用	Teams	美津濃(株)（大阪産技研、広島大）／第一工業(株)
2023/8/1	ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	静岡県 富士工場	日本製紙(株)（三井化学(株)、京大、京都市産技研）／(株)UBE
2023/8/29	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	富山県 滑川工場	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2023/8/30	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2023/10/3	全体会議＆ミニ展示会＆事業者交流会	幕張	全者対象（全25機関中19機関参加）
2023/10/20	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	茨城県 龍ケ崎工場	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2023/10/31	ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	名古屋市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2023/11/13	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	茨城県 筑波工場	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2023/12/8	多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	福井大学	産総研、福井大学
2024/3/6	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）
2024/5/29	ＣＮＦのLife Cycle Assesment（ＬＣＡ）等評価手法の検討及び評価	東京駒場キャンパスII	東大UTLCA（福島大、立命館大、福岡女子大、電中研他）
2024/7/5	塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立	京都市産技研	大洋塩ビ(株)／プラス・テク(株)（京大、京都市産技研）
2024/7/19	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	和歌山事業所	花王(株)（東大）
2024/9/5	高性能、高生産性セルロースナノファイバー複合材料の革新的製造プロセスの開発	千葉研究所	CHEMIPAZ(株)（京大、京都市産技研）
2024/9/17	ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発	UBE大阪開発センター	日本製紙(株)（三井化学(株)、京大、京都市産技研）／(株)UBE
2024/9/24	ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発	早月事業所	(株)スギノマシン（富山県立大学）
2024/10/1	ＣＮＦを使用した接着剤・アクリル樹脂製品の実用化技術開発	川崎市 R&Dセンター	東亞合成(株)
2025/3/17	疎水化ＴＯＣＮ及び樹脂複合化の製造プロセス技術の開発	Teams	花王(株)（東大）

研究項目①　プロセス技術開発（つくる）　研究項目②-1　利用技術開発（つかう）　研究項目②-2　安全性評価　研究項目②-3　LCA評価（見える化）

アウトカム目標の達成見込み（CNF製造技術の例）

- 各事業者、低コスト化と特性向上を両立した技術開発の製品化により、利用技術普及寄与
- CNF複合樹脂の利用拡大や、CNFと複合化する石油由来の樹脂をバイオマ ス由来に置き換えも行うことで、2030年には373万t－CO_2/年の削減*

複合樹脂	乾燥体	液材
・独自の変性処理、機械メーカとの共同開発により、低コスト、高品質化を実現 ・商用プラントを稼働，量産効果に寄与	・強み技術(WJ)のカスタマイズにより、高品質のCNFの生産性向上による低コスト化。 ・顧客共創により、複合材料への展開	・シングルナノサイズレベルCNFを低コストで生産 ・離型剤・滑液材、複合樹脂への応用展開 ・国内外の顧客評価により、用途拡大を推進
	 	
大王製紙株式会社殿、 芝浦機械株式会社殿	株式会社スギノマシン殿	花王株式会社殿

* https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/bionanomat/wp-content/uploads/2021/05/chousa2018.pdf

アウトカム目標の達成見込み（CNF利用技術の例）

■ 自動車、建築土木資材、家電等の利用技術を製品化、CNF低コスト化の相乗効果により、事業化推進中
■ CNFの自動車タイヤ使用の効果：Aグレード→AAAになることによる、軽量化、転がり性能の改善、燃費向上により、国内377万t以上の排出量削減効果が期待できる(自動車タイヤ工業会データより)*

自動車（タイヤ、内装部品等）

タイヤ



①CNF原料コスト（製造費＋輸送コスト）と②WMB製造コスト（脱水＋乾燥工程）での低コスト化が必須

CNFの特性を維持しながら、大幅なコストダウン可能なCNFエラストマー配合を目標に開発

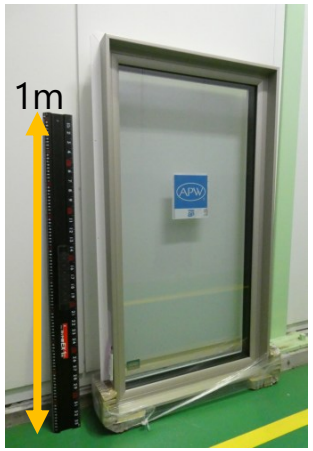
内装部品



CeF55%–PP　CeF55%–BioPE　CeF70%–PP

建築土木材（押縁、床材等）

樹脂サッシ押縁



床材



家電等(子家電、靴底、スポーツ品等)

冷蔵庫部品



シューズ

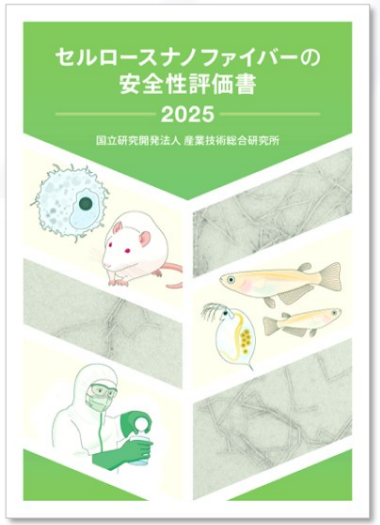
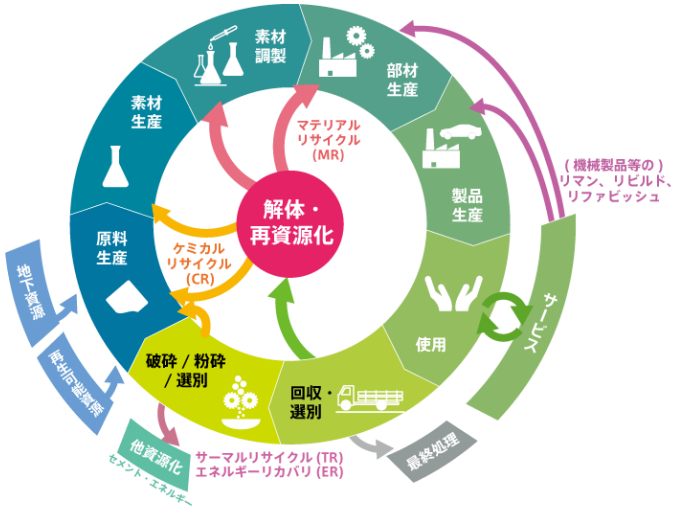




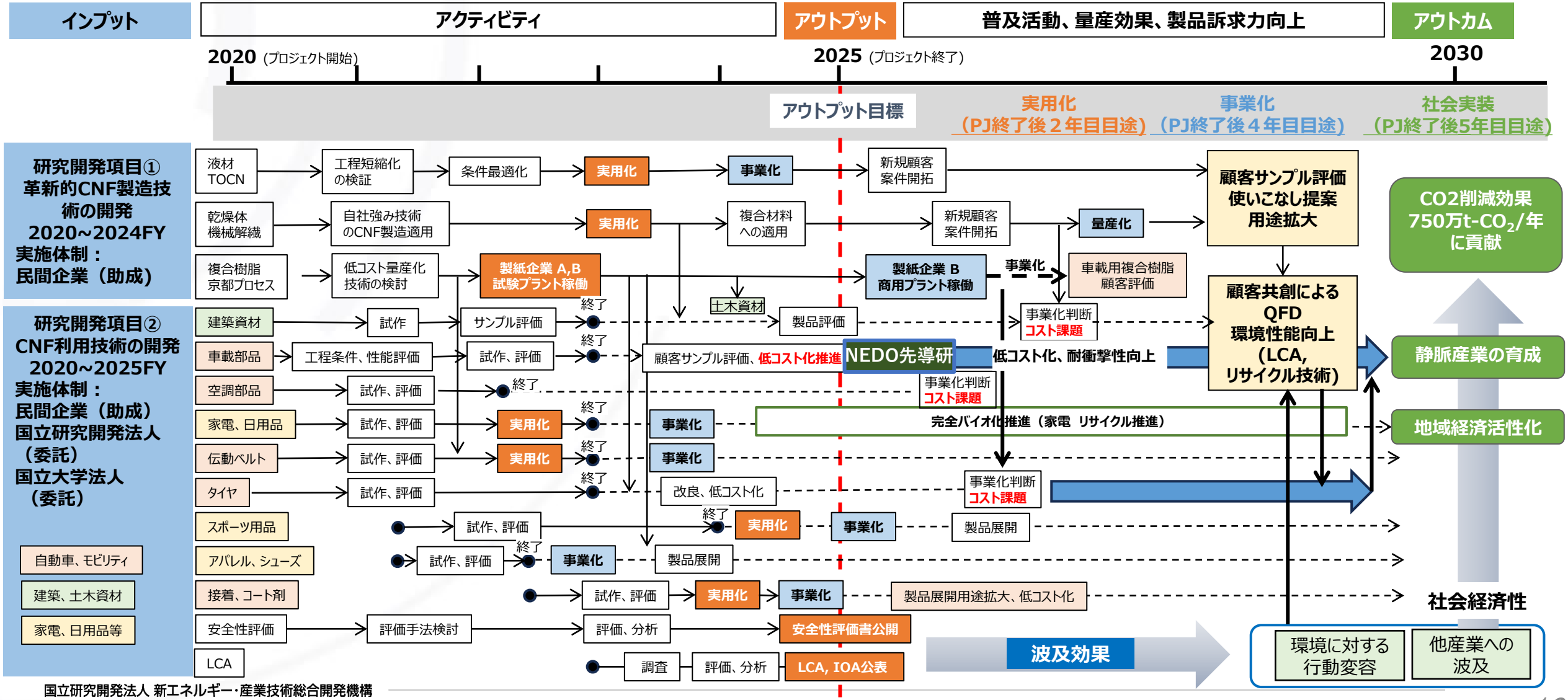
* https://www.jatma.or.jp/environment_recycle/aboutlabelingsystem.html

アウトカム目標の達成見込み（安全性、LCAの例）

- CNFの安全評価書（日本語版、英語版）を公開、 CNFを対象とした先制的LCAの国内外で学会、論文発表
- 安全性評価、LCAの公開、公表により、本事業外の企業にも開発、事業化の障壁を下げ、普及拡大を促進

安全性評価書　（産総研、福井大）	環境評価　LCA（東京大学）
 安全性に関する情報を集約し、 関連事業者に情報提供 ↓ CNFの開発や普及を支援	 論文投稿7件 国内外の学会発表35件 広報活動13件
・簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価 ・中皮腫発生の検証 ・生体安全性（動物実験）評価 ・排出・暴露評価 ・生態影響の評価	・ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定 ・CNFを対象としたLCAの実施 ・経済影響評価のための産業連関分析の実施 ・社会への評価手法ならびに結果の普及 ・学会・論文等における公表

アウトカム達成までの道筋　-ロジックモデル（本事業詳細）-



アウトプット目標の達成状況

研究開発項目	目標（2025年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目① 革新的CNF製造プロセス技術の開発	1．ＣＮＦ複合樹脂の製造コストを、プロジェクト終了時(2024年）に**700円/kg程度**（樹脂により500円～900円）まで低減。 2.高機能性CNF材料として、**従来コストの1/4以下で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減。	**1．700円/kg**まで低減 （但し、原料価格の上昇の影響有） 2 .高機能性CNF材料として、**従来コストの1/10で**、かつ、サンプル提供可能なコストまで低減	○	工程短縮化、条件最適化、量産プラントの立ち上げによる 低コスト化推進
研究開発項目②-1 CNF利用技術の開発	実用化の目途　**５件**	建築資材(押縁、床材)、土木資材(パイプ)、家電分野、化学製品（接着剤、コート剤）で**6件以上**の実用化に目途（一部事業化）	○	自動車、建材、家電、日用品等 利用拡大を実証、一部事業化を前倒しで推進
研究開発項目②-2 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**安全性評価書**の作成、公開	安全性評価書の作成、 **国内外での公開**	○	安全評価書の国内外公開

研究開発項目	目標（2026年３月）	成果	達成度	達成の根拠／解決方針
研究開発項目②-3 多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価	**先制的ＬＣＡ評価**を開発し、これをを元に、他事業との関連、原材料等の国内循環等を考慮した**産業連関分析（ＩＯＡ）**を行う。	CNF導入による環境・経済評価手法の体系化、可視化 政策立案や地域展開の基盤整備 LCA、IOAの**国内外での公表**	◎	先制的LCAの国内外での学会、論文発表 副次的効果として、**製品使用、リサイクルにおけるCO_2削減効果を提言**

◎　大きく上回って達成、○達成、△一部未達、　×未達

アウトプット目標の達成状況



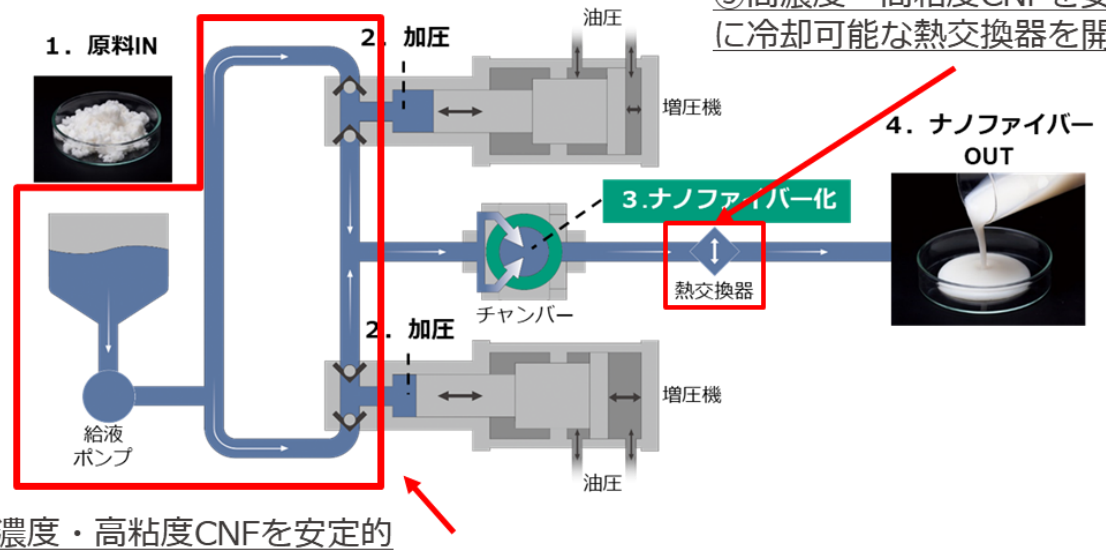
11月12日～14日幕張メッセで開催された展示会の様子



ウォータージェット技術を用いた革新的ＣＮＦ製造プロセス技術の開発および乾燥技術の開発の成果と意義

実施者名	株式会社スギノマシン	達成状況	○
達成状況の根拠	高濃度CNFを安定的に製造可能なシステムを構築した（自動化については、費用対効果を鑑みて一部のみ） CNF乾燥粉末については、研究開発前から約12倍の生産量を達成し、大幅なコストダウンも可能となった。 CNF乾燥粉末とポリ乳酸（PLA）の複合体の開発、CNF乾燥粉末添加炭素繊維強化プラスチック（CFRP）の開発などより具体的で製品に近い材料の開発を行った。		

①投入から回収までの自動化

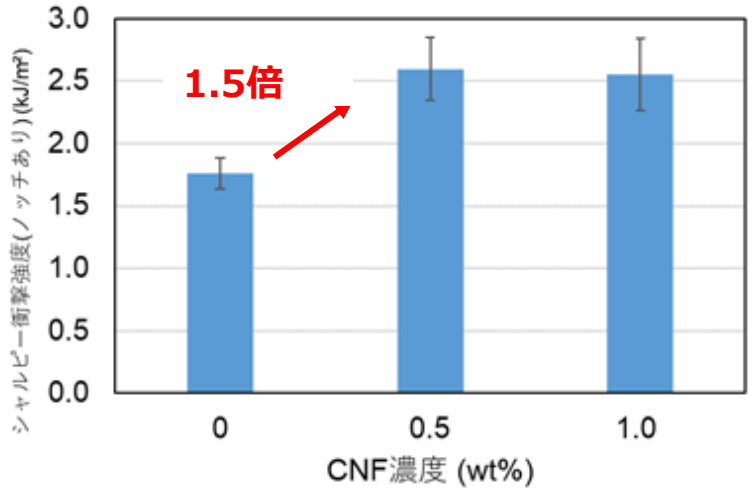


③高濃度・高粘度CNFを安定的に冷却可能な熱交換器を開発

②高濃度・高粘度CNFを安定的に送液可能な仕様を開発

高付加価値CNF水分散液の製造コストを約60 %にし、
乾燥粉末の製造コストを約10 %にするという当初目標をほぼ達成

開発したマシンでのCNFを用いたPLAコンポジットの物性

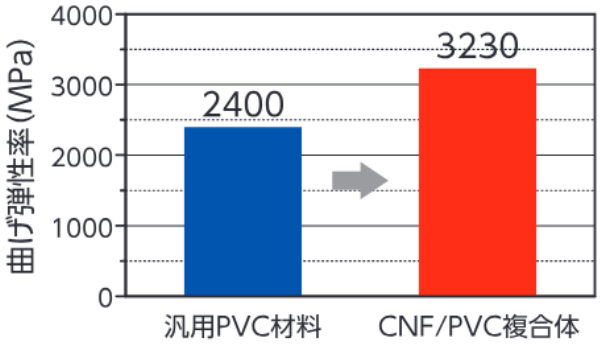


- ゴルフシャフトの試作など、実用化を展開中
- マインメーカーとしての設備の販売も検討

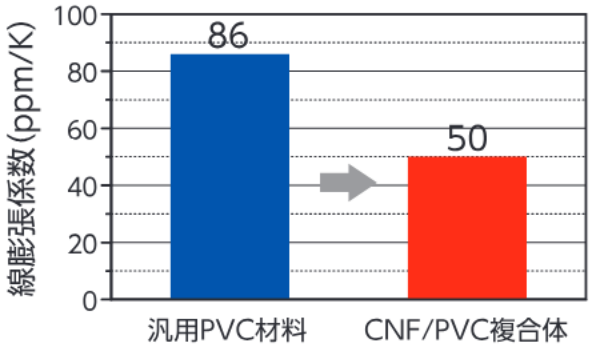
塩化ビニル系樹脂複合体の低コスト化技術の確立の成果と意義

実施者名	大洋塩ビ株式会社、プラス・テク株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	①押縁をターゲットとして、未変性パルプを押出混練でCNFに解繊することで、目標値（ビカット軟化温度100℃以上、線膨張係数50ppm/K以下、塩素化PVCコンパウンドと同等以下の価格）をすべて達成 ②実機スケール押出機を使い、当初目標のコンパウンド生産速度500kg/hを達成し、上記の目標物性を満たすコンパウンド量産化技術を確立 ③樹脂サッシ部材（押縁）の実機成形テストでは、加工性や製品外観に問題がなく、合格が得られた。		

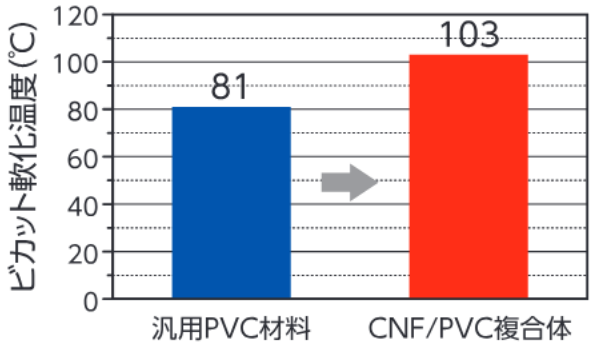
曲げ弾性率1.3倍



線膨張係数40%低減

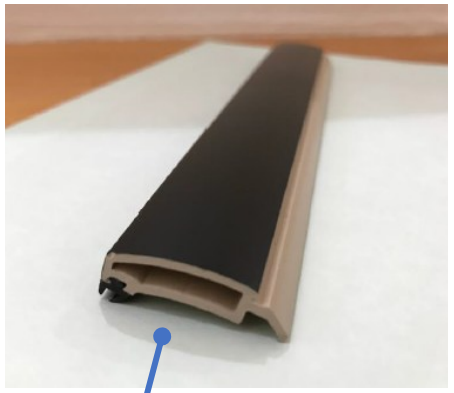


軟化温度22℃上昇



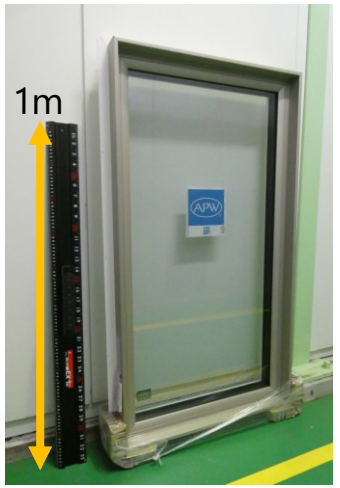
＜物性向上を確認＞

YKK AP(株)の押縁成形テストをクリア



CNF/PVC使用

樹脂窓の作製

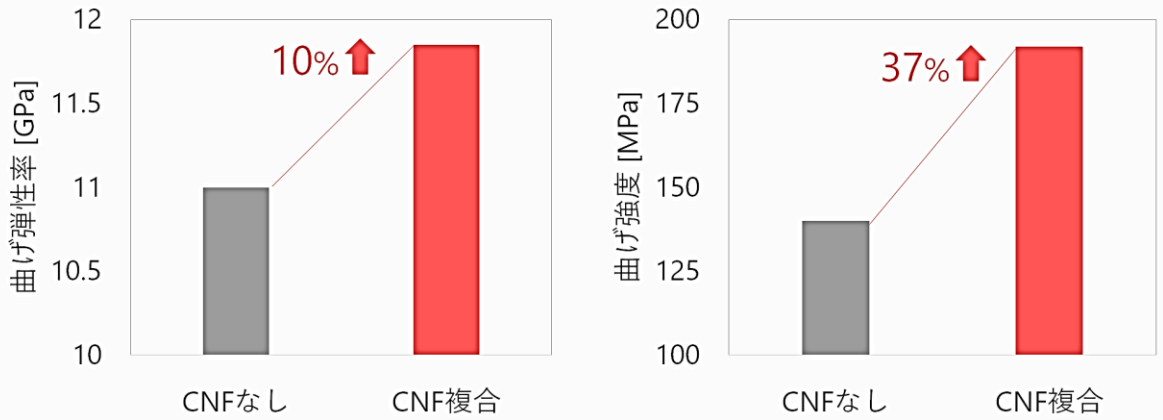


引き続き、押縁、雨どい、パイプなどへの実用化を目指しユーザーワークを実施中

水性樹脂を用いた環境適合型ＣＮＦ複合樹脂の製法開発とＣＦＲＰへの適用の成果と意義

実施者名	ミズノ株式会社、第一工業製薬株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	CNFを均一に分散させた熱可塑性樹脂（TPU）を用いたCFRTP（炭素繊維強化熱可塑プラスチック）の開発を行い、以下の目標を達成した。 • CNF分散技術の確立 • 脱水・シート化プロセスの確立 • CNF分散CFRTPにおいて強度１０％アップ • スポーツシューズ部品への適用と現行品に対する優位性の確認		

炭素繊維不織布×ウレタン×CNF複合材の物性



CNFとの複合化によって、曲げ弾性率と曲げ強度が向上

軽くて薄く、剛性、ばね性が高い特性が求められるインソールプレートへ応用



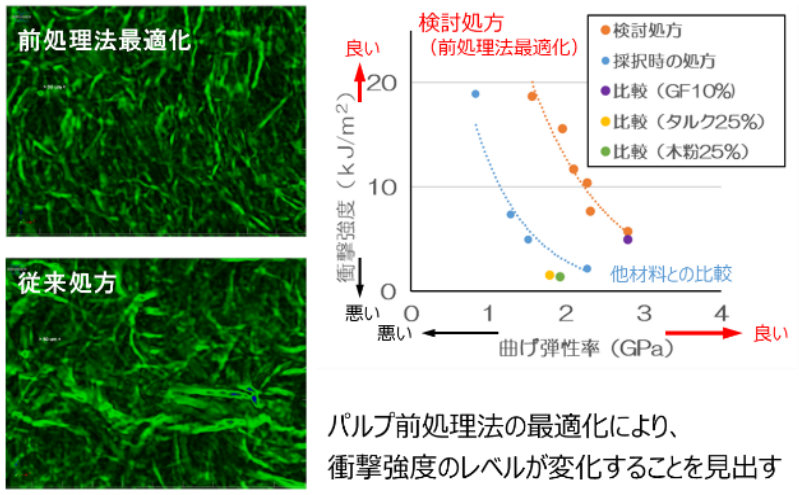
CFRTPインソールプレート

再生炭素繊維を利用したCNF複合TPU樹脂シートによるCFRTP部品の自動車・航空機分野へ展開を構想中

ＣＮＦ強化樹脂（ＰＡ６、ＰＰ）の低コスト製造プロセス技術の開発の成果と意義

実施者名	日本製紙株式会社、UBE株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	CNF強化樹脂の目標とする物性およびコスト達成を確認 （PA樹脂）助剤・添加剤の検討により物性目標を達成。実機試作により目標コストでの実施可能を確認した。 （PP樹脂）パルプの検討を中心に物性目標達成を確認。導入機を用いて事業用の生産性があることを確認した。		

前処理法の検討



パルプ前処理法の最適化により、
衝撃強度のレベルが変化することを見出す

○パルプの前処理法の検討により強度バランス（弾性率と衝撃強度）が向上
○疎水化パルプが不要により、従来の製造工程から大きな簡略化が可能（コストダウン）
○シミュレーション技術を活用し、本結果の妥当性を確認。
○混練機中に、パルプに疎水性の付与、解繊、分散を一括で実施することで工程を大きく省略可能

		2020年度		2024年度
PA6 (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.5	➡	4.0
	衝撃強度(kJ/m²)	2.0	➡	4.0
	コスト (円/kg)	>30,000	➡	1,000
PP (CNF 10%)	曲げ弾性率 (Gpa)	3.0	➡	1.0~2.0
	衝撃強度(kJ/m²)	2.0	➡	10~15
	コスト (円/kg)	>20,000	➡	500

モビリティ用途では世界初となるCNF強化樹脂の製品販売に至り、複数の有望メーカーと共同研究を進展中→　成果の企業化、さらには輸出となるよう検討を行う

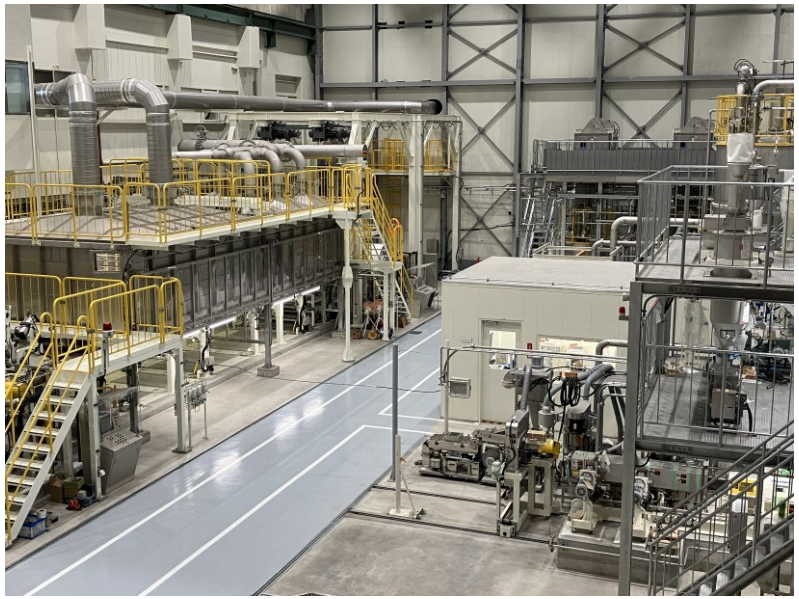
革新的ＣＮＦ複合樹脂ペレットの製造プロセスの開発の成果と意義

実施者名	大王製紙株式会社、芝浦機械株式会社	達成状況	○
達成状況の根拠	下記研究開発を実施し、予定通り2022年度に事業を修了し、2025年度から量産を開始 ・大王製紙が有する抄紙塗工技術を活かして、連続的かつ一貫的に製造可能な原料調製技術を確立。 ・芝浦機械が得意とする二軸混練押出機を用いた樹脂複合化技術と、そのフィードバックを受けた大王製紙（株）の原料調製プロセスの改良。		

NEDO助成事業　CNF複合樹脂一貫製造プロセスの開発



CNF複合樹脂「ELLEX-R67」商用プラント



■設備概要
・生産能力
　年産 2,000 トン　　国内最大※
・設置工場
　大王製紙(株)三島工場
・設備投資額　約 40 億円
・営業運転開始　2025 年 7 月

マテリアルリサイクル性にも優れており、自動車部材、家電製品、建材、物流資材、日用品、容器・包装等の分野での用途展開を積極的に進める。

多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価の成果と意義

実施者名	国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人福井大学	達成状況	○
達成状況の根拠	多用なCNFについて各種の安全性評価を実施し、その成果を「セルロースナノファイバーの安全性評価書」にまとめ公開した。		

簡易迅速な吸入影響評価手法の開発と評価

気管内投与試験と培養細胞試験を
組み合わせてCNFの吸入影響を評価



中皮腫発生の検証

腹腔内投与試験および培養細胞試験により、
CNFによる中皮腫誘発の可能性を評価



生体安全性（動物実験）評価

経口投与試験、遺伝毒性試験、吸入曝露
試験を実施

排出・暴露評価



作業環境測定や模擬排出試験
により、CNFの排出・暴露の実態
や可能性を評価

生態影響の評価



藻類、ミジンコ、メダカなどの水生生物に対する
CNFの急性影響や慢性影響を評価

安全性評価書



安全性に関する情報を集約
(本事業の成果＋国内外の論文)

包括的な安全性情報を関連事業者に提供し、CNFの開発や普及を後押し

セルロースナノファイバー材料のＬｉｆｅ　Ｃｙｃｌｅ　Ａｓｓｅｓｓｍｅｎｔ（ＬＣＡ）評価手法の検討と評価の成果と意義

実施者名	国立大学法人東京大学	達成状況	◎
達成状況の根拠	技術成熟度に応じたCNFのLCA・産業連関分析（IOA）評価を実施し、CNF強化樹脂等の事例分析により、社会実装に向けた環境・経済的優位性を定量的に示した。これら成果は、目標を大きく超える英語論文10報（採択済：3件 投稿済：4件　年度内投稿予定：3件）、加えて学会、展示会、Web等各媒体を通じた活発な広報活動51件により普及に努めた。		

①ライフサイクル思考に基づく評価要件の設定

リグノセルロース資源のライフサイクルに固有の特徴に対処できるよう農林業プロセスの不確実性を考慮した評価範囲、機能単位、指標を特定し、CNFが他素材と比較して優位性をもちうる要件を解析できるようにした。産業連関分析では原料の国産/輸入の違いや、地域性、CNF添加率、リサイクル率を考慮することが社会経済性の解析に重要であることなどを特定できた。

②CNFを対象としたLCAの実施

複合樹脂や添加剤などに関する7団体・10件以上の事例（技術成熟度TRL3～7）を対象に、将来の技術開発と規模拡大を想定した将来性LCAケーススタディを実施した。

③経済影響評価のための産業連関分析の実施

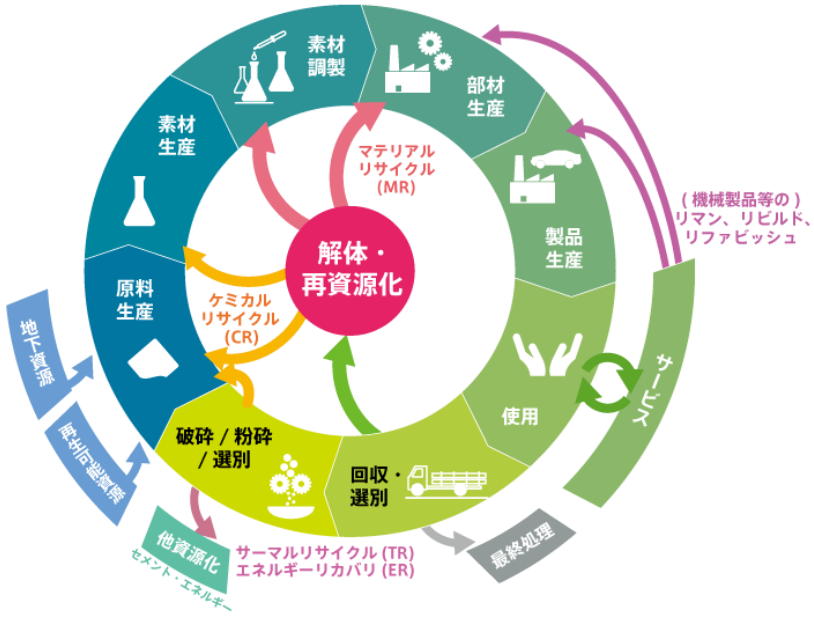
林業・パルプ・紙部門における経済波及効果の偏在性を可視化するとともに、CNFが代替する素材との比較を通じて導入効果を分析した。また製品寿命やストックフローを考慮した導入量・排出量の推計モデルを構築した。

④社会への評価手法ならびに結果の普及

消費者選好性のWeb調査を実施し、拡張規範活性化理論を用いて分析した。バイオマス由来製造に関する認知度が依然として低い一方、環境情報の提供が消費者の心理的過程を活性化し、行動意図に影響を与えることを示した。

⑤学会・論文等における公表

論文投稿10件（うち採択済みは3件、年度内投稿予定3件を含む）、日本LCA学会やInternational Conference on Life Cycle Managementなど国内外の学会における研究発表37件、学会企画セッション・展示会・Web等を通じた広報活動14件を実施し、広く成果を公表した。（2025年9月時点。予定を含む）



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
「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（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12月3日（水）10：00～15：35
場　所：NEDO川崎本部2301会議室～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	高橋　憲司	金沢大学　理工研究域 生命理工学系　教授（リサーチプロフェッサー）
分科会長代理	舟橋　龍之介	株式会社三菱総合研究所　ビジネスコンサルティング本部 プロジェクトリーダー
委員	岡久　陽子	京都工芸繊維大学　繊維学系　准教授
委員	北岡　卓也	九州大学　副学長（教育関係担当）/大学院農学研究院 環境農学部門　教授
委員	高橋　祐次	国立医薬品食品衛生研究所　安全性生物試験研究センター 毒性部 動物管理室 室長
委員	山崎　智雄	株式会社エックス都市研究所　取締役/サステイナビリティ・デザイン部門長

＜推進部署＞

金子 和生	NEDO バイオ・材料部 部長
甲村 長利	NEDO バイオ・材料部 チーム長
松永 啓之(PM)	NEDO バイオ・材料部 専門調査員
木村 嘉伸	NEDO バイオ・材料部 主査
原田 俊宏	NEDO バイオ・材料部 チーム長

＜実施者＞

八尾 滋(PL)	福岡大学 研究推進部 教授
後藤 康夫(SPL)	信州大学 繊維学部 教授
荒木 潤(SPL)	信州大学 繊維学部 教授
小倉 孝太	株式会社スギノマシン 経営企画本部 マーケティンググループ長
奥川 直紀	大洋塩ビ株式会社 技術研究センター 副主任研究員
榎本 真久	大洋塩ビ株式会社 技術研究センター センター長
浦濱 宗徳	プラス・テク株式会社 東京オフィス営業本部 グループリーダー
小倉 勇	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 グループ長
藤田 克英	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 健康医工学研究部門 シニアスタッフ
菊池 康紀	東京大学 未来ビジョン研究センター 教授
尾下 優子	東京大学 未来ビジョン研究センター 特任講師
稗貫 峻一	一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所 主任研究員

＜オブザーバー＞

池田 秀俊	経済産業省　製造産業局 素材産業課 課長補佐（総括担当）
敷中 一洋	経済産業省　製造産業局 素材産業課 研究開発専門職

酒井 花	経済産業省	製造産業局 素材産業課 係長
山中 悠揮	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課 課長補佐
金子 貴光	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課
三浦 ヨヒアム	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課
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
根上 友美	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課 課長補佐
木村 貴之	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課
白木 茜	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課 係長
菱本 貴康	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課 研究開発専門職
柴尾 優一	経済産業省	イノベーション・環境局 研究開発課

＜評価事務局＞

薄井 由紀	NEDO 事業統括部 研究評価課 課長
松田 和幸	NEDO 事業統括部 研究評価課 専門調査員
中島 史夫	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・詳細説明

2.1 プロジェクトの説明

2.1.1 意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

2.1.2 目標及び達成状況

2.1.3 マネジメント

2.2 プロジェクトの詳細説明

2.3 質疑応答

休憩（昼食）CNF 及び CNF 加工品等展示（2304 会議室）

（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①「革新的 CNF 製造プロセス技術の開発」

低コスト化

CNF 複合材料

3.2 研究開発項目②-(2)「多様な製品用途に対応した有害性評価手法の開発と安全性評価」

3.3 研究開発項目②-(3)「CNF 材料の LCA 評価手法の検討と評価」

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）

【高橋分科会長】　分科会長を仰せつかりました金沢大学の高橋と申します。私のバックグラウンドは広い意味で化学工学となり、様々な分野をやっております。今回の CNF プロジェクトは 6 年間だったと思われますが、日本を代表する世界に誇るようなアウトプットをぜひとも出していけるよう今回で終わらずに、次に向けて何か日本の製紙産業に関わるところなどいろいろな部材材料開発において、日本がリードできるような形に持っていければよいと思っております。よろしくお願いします。

【舟橋分科会長代理】　三菱総研の舟橋と申します。私は事業戦略の策定支援を専門としております。2050 年に向けて、この CNF 含めバイオマスをいかに活用していくかが非常に大きなポイントだと考えております。本日はよろしくお願いいたします。

【岡久委員】　京都工芸繊維大学の岡久と申します。私はセルロースナノファイバーを研究しており、主に草本植物からの製造をやっておりました。最近は CNF の製造手法をシルク（絹）の繊維に転用し、そういう別のナノファイバーの研究というものも始めております。今日はよろしくお願いいたします。

【北岡委員】　九州大学の北岡と申します。私の専門は農学の中でも林産学と言われる分野であり、セルロースナノファイバーの研究もかれこれ 20 年ぐらい携わっています。そうした中、私の研究対象はマスとしての利用というよりは結構ニッチな利用に注目しており、最近ではバイオメディカルの分野で応用できないかという研究をしています。この CNF の取組は非常に裾野の広いものであると感じており、もっともっとステークホルダーを広げていく取組が必要ではないかと考える次第です。そのような議論を本日行えればよいと思っておりますので、よろしくお願いします。

【高橋委員】　国立衛研毒性部の高橋と申します。私のバックグラウンドは獣医になりますが、医薬品開発を製薬企業でやっており、今の場所に転じてからは、一般化学物質、農薬、食品に加え吸入毒性ということで、ナノマテリアル等の吸入毒性のことをずっとやっております。セルロースナノファイバーもそういう意味ではナノマテリアルの 1 つですので、その安全性の面から注目しているところです。本日はどうぞよろしくお願いいたします。

【山崎委員】　エックス都市研究所の山崎です。弊社は環境省様の仕事を非常に多くやっておりまして、その関係で先ほど調べていたのですが、ちょうど 10 年前にセルロースナノファイバーの推進計画をつくる業務を担当していました。それ以来、推進計画を 3 年間つくり、その後、性能評価事業が個別に動き出しまして、それらのまとめを行うということで 5 年前にガイドライン作成業務に弊社のほうで担当し、その管理技術者としてやってきたところです。まさにセルフロスナイファイバーの最初、本当に車を造れるのかどうかといった検討から、どんな車だったら造れるのかなどといったところを検討していき、その後、家電系や建材系、性能評価を種々やってきた形となります。そういう意味では、5 年前にガイドライン作成したところが一番最後になりますので、その間少し離れているため、その辺において少し足りないところもありますが、何とか以前培った知見等でお手伝いできればと思っております。ちなみに、今回、一応環境省様にこの場に出ることに関して了解をいただいていますので、基本的には問題ございませんが、当然ながら守秘義務に関しては注意するようにとの話でした。ただ、私の報告書は全て環境省のホームページに出ておりますので、その範疇であれば全く問題ないところです。そして、プラス環境コンサルとしての一般的な知見において話ができればと思います。こういう委員会には普段からよく出るのですが、いつも事務局側に出ておりまして、こちら側に出るのは滅多にないことから少し緊張しております。よろしくお願いします。

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3-1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。

（２）プロジェクトの詳細説明

PLより資料3-2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。

【高橋分科会長】　御説明ありがとうございました。

これから事業全体について議論を行います。評価項目にしたがいまして、まずは１の意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋に関する内容から始めます。多分このあたりに長けている方もいらっしゃると思いますので、少し私のほうから指名をさせていただきます。舟橋委員、こちらの観点について、口火を切っていただけないでしょうか。

【舟橋分科会長代理】　はい。三菱総研の舟橋です。まず資料 3.1 の 25 ページ、費用対効果のところになります。こちらでインプットが約 35 億円と御紹介いただきましたが、民間企業様の事業化を支援している立場としては、これは非常に費用対効果が高かったのではないかと考えています。思い返しますと、2020 年度はどのような状況にあったかというと、CNF と言えば「カーボンナノファイバーですか」という声が多くありましたし、よく話があったのが「人体への影響がどうなのか」という不安の声が大きかったです。これは、つながりのある企業様もそうですし、わざわざ当社の全社窓口に意見交換をお願いしますという声も多々いただきました。それが今ではどうなっているかというと、2025 年度、実際にその実用化を達成できたものもあれば、製品化には至っていないけれども、実は自社で検討したことがありますと。それも、当初は思いもよらなかった分野でも、そういう声が聞こえてきたという点では、非常に意義が大きかったのかと思っています。これを踏まえ、14 ページに移っていただきまして、左のほうにある建築資材と土木資材から接着コート材ですが、松永様の御説明では、早期に事業化が見込まれるので早期に終了したものもあったと御紹介いただいたと思うのですが、とはいえ、実際にはなかなか課題が残ったテーマもあるかと思っています。こういったものに対しては、今後実際に 2030 年、そして 2050 年のカーボンニュートラルの達成に向けてどのように達成していく道筋なのかというところをもう少し具体的に補足いただければと思いますが、いかがでしょうか。

【松永 PM】　松永です。いわゆる事業終了後の展開としまして、アウトカム達成というところのポイントになってくるのはモビリティへの適用だと考えております。そこの部分が大きく牽引しなければいけない。ここにはやはり裾野の拡大と、モビリティメーカー側の性能要求、コストの合致が必要です。まだ耐衝撃性が低く脆いというのがバイオマス材料の宿命にもなっております。CNF だけではなく、バイオマス全体としてのいわゆる構造材適用に対する基盤技術という形で、今年 2025 年度から先導研究においてテーマを立ち上げております。そこから先、モビリティに関してはどのように進出していくべきか。１つポイントになるのは、当然ながら国の支援もありますが、先ほどもありましたように地域産業、つまり地域経済との連携、地域連携というのも鍵となっています。１つは課題に対してどう取り扱っていくのかということと、それからリサイクルです。この材料自体をアップサイクルだったり、水平リサイクルだったり、要するにマテリアルリサイクルに対しての材料として事業化に結びつけていくのか。社会変革というところで何かをしなければいけないと感じております。そういったところで、どの事業が一番望まれているのかというところは、もう少し一度カーボンニュートラルという目標に対して NEDO が何をすべきなのか、どういう事業につなげていくべきなのかという議論を進めていけたらと思っております。もう１つは地域連携という形での関与の仕方です。NEDO 事業といいますの

はどちらかというと技術開発事業になりますので、地域連携に直接入っていけるわけではないのですが、そこは環境省様も今、より信頼性の高いLCAを個別に対してやっておられます。そこにどうやってその連携していくのかというのは、いま一度ディスカッションしなければなりません。NEDOが答えを持っているわけではなく、一番効率がよいとか、必要な事業とは何だろうというのを検討している状況かと思っています。

【舟橋分科会長代理】　ありがとうございます。この事業の特性上、アウトカムは終了から5年後に設定しなければならなかったのではないかと拝察しているのですが、そもそもCNF含めバイオマスが2050年に向けて何とか活用を頑張っていこうという分野だと思っていますし、例えば、短期間の中でできたものもあれば、なかなか難しかったものもあるというのは当然のことだと思っています。これで後はもう民間企業様によろしくではなく、国のほうでも引き続きぜひ御支援いただくのがよいと思っている次第です。私からは一旦以上とします。

【高橋分科会長】　ありがとうございました。それでは引き続き指名という形で恐れ入りますが、山崎委員からもお願いできますか。

【山崎委員】　はい。エックス都市研究所の山崎です。意義・アウトカム達成までの道筋から少し広がってしまうかもしれません。事前の質問にも出したところで、今一番違和感を持っているものとしてはCO_2削減効果に最後集約しているところです。実は環境省の事業をやっていたときはエネルギー特別会計を使っているため、使用時のエネルギーCO_2しか最後ターゲットにできなかったという話はあります。この事業に関してもそういう要素が入っているのか。実際にはやられていることは非常によくて、まさに産業再生ですし、それによる地域活性化だとかそちらがあって結果的にCO_2もよくなる、サーキュラーにも貢献するなど、何か流れとしてはそちらのほうが普通ではないのかなと思いながら、どうしても最後にCO_2に持ち込むところです。なおかつ、CO_2の算定の方法に関して、非常にこれも実は違和感があります。こちらも事前質問に出していますが、化石燃料素材がバイオマス由来に変わるのだと。しかし、そうするとなかなかプラに混ぜるCNFだと5%ぐらいしか変わらない部分もあるので、そんなにはないものの、でもそれはそれで1つあると。それはよいとして、もう1つのほうが全部タイヤに集約されていて、それでホームページにあるという話ですけれども。今どんどんEV化が進んでいく中で燃費も当然変わっていきますし、タイヤによってエナセーブでしたか、非常に性能がよくて燃費が上がると。それは非常によいですが、何かそこだけで評価といいますか、そこだけで設定されているというのが非常に違和感を持ちます。環境省の事業は、結局ガソリン車でとにかく重量が減る、それによっての燃費削減、それはエネルギーCO_2しか見られなかったからであり、その頃はLCA的視点も見られなかったので、あくまでも使用時のガソリンで見るしかない。それで皆EVを造りたいと言ったものの、EVだとなかなかそれが見えないので、結局NCVはガソリン車で造っているなどといった状況があります。それらを踏まえた場合、やられていることは非常によいと思っていますし、世の中的には35億円というのは非常に安い買い物だとも思います。アウトプットのところはある程度合っていると思うものの、最後に本当にこのアウトカムへの道筋というところは何か直球ではないというような思いがあります。そのあたり、まさにやられているトップの方がどのように考えられて動いていたのかをお聞かせいただきたいです。それからもう1つ、今回この絵の中にリサイクルが入っています。いわゆる循環系ですが、それに関して今のところまだプロジェクトとしてどういうことをやられてきたのかが見えておりません。それはまだやっていないとか、それは対象ではなかったとか、そうした部分を教えてください。

【松永PM】　最初の御質問に関しまして、事業を設定する際に何らかのCO_2に関する数値を設定しなければいけない状況があったのは事実です。その中で、試算可能なところというのが当時まだそんなにはっきりしていませんでした。1つは、ガラス繊維強化樹脂はリサイクルできないこと。しかし、これがバ

イオマスのセルロース繊維系で強化するとリサイクル可能になり燃やさずに済むのではないか。このときの廃棄時のエネルギーについて非常に大きいというのがポイントになりまして、そこを 1 つモデルとして考えました。要するに、一番の事業目標としてはガラス繊維強化樹脂を減らしたい。当然コストが下がればLCA 的にも CO_2 削減効果になるのですけれども、どちらかというと、その計算をするよりも燃やさないといったほうが実は大きく、その当時のLCA の試算が 1 つあったので、そこに少し頼ってしまったところがございます。タイヤに関しても同じであり、タイヤだけでなく、おっしゃるとおり小型軽量化だったりとか、それから長寿命化だったりとかそういったものも当然関係しますし、リサイクルに関しても、高度なリサイクルをすればするほど多分 CO_2 の削減効果が出てくるのですけれども、事業設定当時にはなかなか根拠となり得る計算措置として、NEDO が考え、これで妥当というものがなかなかありませんでした。その後どんどん事業が進むにつれてLCA のデータも少しずつ上がってきていますし、量産スケールでのLCA 効果であるとか、リサイクルに使ったとき、応用したときの削減効果というのが判ってきましたので、見直しというところもあったものの、なかなか途中から変えるというのも難しいところでした。また、おっしゃるとおり 2050 年のカーボンニュートラルを考えたときには、1 つの中間目標に過ぎないというところで、次の事業というときにどう捉えるのか。ここのロジックモデルが非常に大事かと思っています。本事業は事業化までいきましたので、今後2050 年のカーボンニュートラルに対して何をするのが最もよいのか。それは CO_2 削減効果に絞るほうがよいのか。あるいは経済の活性化、地域経済の活性化につながるほうがよいのか。もしくはサーキュラーエコノミーに資することが一番大事なのか。そのあたりのところも議論を踏まえながら、見極めていきたいと思います。それから 2 つ目の質問に関しては、リサイクルに関しては、八尾先生のところでもプラスチックのリサイクル事業を確かやられていたと思いますので、そのあたりについて少し御回答いただけたらと思います。

【八尾 PL】　八尾でございます。リサイクルに関しては、ただいま松永様からありましたように、ガラス繊維強化樹脂と比べればリサイクルできるというもので当初置いていたという形になるかと思います。それに関しては、個々の事業者のほうが実際に何回かやってみて、確かに物性は維持できるよねというところは明らかにしていました。ただ、先ほども少し述べましたが、LCA の評価をしていくと、そういう意味ではリサイクルというのを本格的に取り組む必要があると。あるいは、実際に作るところも徐々にプロセスというところの視点が非常に重要になってきているわけです。ですから、作るところ、リサイクルするところのプロセスが非常に重要になってくる。これは、逆に言えば、これからかなと私は考えています。そういう意味では、先ほども少し話があったように、これにとどまることなくというのは、これからが実際大事なところの局面に入っているのではないかと思う次第です。以上になります。

【高橋分科会長】　山崎委員、よろしいですか。私もほぼ同じような質問を送っていまして、多分こういう未来ビジョンを挙げてバックキャストを志向し、どういう未来ビジョンについて必要だからとアウトカムがあり、それを達成するためにどういうアウトプットが必要でしょうと。そして、我々はどういうリソースを持っているかという考え方でNEDO のこのプロジェクトを進めるのか。こういうのは、あまり多分得意でない人が結構いっぱいいると思います。そもそも始めがシーズプッシュで始まっていますから、それを途中で切り替えるというのはすごく難しいと思うのですが、そういう社会的インパクトとしてどのようなものを与えられるのか。CNF を使うことで、どういう社会的インパクトが与えられ、それでLCA は現状でなく将来どうあるべきかという視点でLCA をやったと言っていらっしゃるので、多分それをもう少し早めにやっていてくれれば、もう少しやり方が変わったかと思います。巻き込むステークホルダーも変わっていきますし、リサイクルにしても、では誰が回収するのか。どういうサプライチェーンネットワークができていて、消費者から、買ってくれた人が、あるいはBtoB でもい

いのですが、どういうリサイクルシステムを作るのですかといったそこのシステムづくりまでいかないと、単に物がマテリアルリサイクルできるだけでは絶対流通しませんので、そういうところまで踏み込んでもらえればよかったかと思っております。それでは、少し専門的でもいいので、北岡委員、何かコメントをいただけないでしょうか。

【北岡委員】　はい。今の議論の流れから、CNF が社会に受け入れられるかについて、どういう形があるかを考えた場合、まさに紙がお手本になるのではないかと思っています。紙は 2300 年くらい前には一応情報伝達用に作られましたが、その後いろいろな用途が次々と見つかって今に至るまで使われています。マテリアルリサイクルも日本は特にすごいのですが、古紙回収率は既に 80%を超え、利用率も 67%、世界に冠たるリサイクルプロセスを構築しているわけですが、そのような非常に身近な材料に CNF をしていくというのは大変重要ではないかと考えます。このスライドでいいますと、右下のほうに環境に対する行動変容という言葉があるのですが、この行動変容を誰がするかというと、最終的には国民全体に行動を変容してもらう必要があるのではないかと思います。CNF が入っている製品が身近にあふれ、それを回収し、そしてもう 1 回再利用するというところに国民の関与が必ず必要になると考えます。そういったようなことを踏まえたプロジェクトと言うべきか、事業設計が次の事業には求められるのではないでしょうか。シーズプッシュであるとか、あるいはプロダクトドリブンのような形でよいものを作り、それを国民が使ってもらえるようになってからそれを考えるのではなく、それは並行して事業展開していっていただければよいと思います。そのときに、ここから質問になりますが、途中で環境価値という言葉が出てきまして、非常に重要な概念だと思いますけれども、この環境価値の定量化について何か取組というのはございますか。

【松永 PM】　1 つ言えることが、どれだけ例えば地域経済に資するのか。そうしたものを 1 つモデル例として考えるなどして、では地元に落ちるお金がどのぐらいなのか。そういったところが産業連関分析からある程度解析できる。もちろん信頼性とか精度はいろいろあるかもしれませんが、例えば石油を買ってきまして、そこからプラスチックを作るというものに対し、例えば森林資源を使ってプラスチックを作っていく。あるいは一部 CNF を使うことによって、それぞれの産業における影響度合いというのを IOA で分析された事例というものがございます。そのあたりが 1 つの経済的な価値というのもありますし、それから環境価値としましては、CO_2 削減だけではなく、例えば水資源だったりとか、生物多様性だったりとか様々な観点というものが環境的にも世界中で言われています。そこに関する価値が新たに存在するというのも 1 つずつ言っていかなければいけないのではないかと。ただ、温暖化対策の CO_2 削減効果だけでなく、他のものに関しても見えるようにしてあげる。こういったところはこうですよというように見せることが大事と考えます。

【北岡委員】　その環境の価値を感じるのが誰か。これが非常に重要だと思っています。それは、やはり国民に感じてもらわなければいけません。今、紙などでも、しっかり管理された森林から作られた紙だと分かるように認証されているなど、そういうラベルがつけられています。それがよいかどうかはまだ分かりませんが、例えば商品を国民が買うときの選択の 1 つとして、環境によいと認証されたもので少し高いものと、環境に悪い安いものでどちらを選ぶか。そういうような社会実験とかもされていますし、そういったような材料にこの CNF は非常にマッチしているのではないかと思いますので、そこもお考えいただければよいと思います。

【松永 PM】　認証というのは NEDO だけでは考えられる問題でなく、全体としてのディスカッションだったりとか方針だったりとかというのはあると思います。ただ、そういったところの動きというのは、これからのバイオマス社会に変革するためには必要な施策だといったところでしょうか。一番いいのは安く作る。今のプラスチックより非常に安いのだからよいとなるのがベストですけれども、なかなかそういうわけにはいきません。そこの部分での環境の価値というのを、先ほど言いましたように、その

環境価値を誰が負担するのか。そういったところも 1 つ関係するのではないか。全てユーザーが負担するわけにいかないと思いますし、作る側が全部負担すれば、それはあまり公平ではないと思います。そういったところの視点にも先制的な LCA というのは、意味があることだと思っています。ちょっと答えになっておらず、申し訳ありません。

【高橋分科会長】　多分、北岡委員が言いたかったのは、もう少し社会科学的な視点も取り入れるといった観点だと思います。行動変容というのは、そんなに簡単ではなく、技術者ができる問題ではありません。しかし、国民が受け入れ、EV でも車でも何でもよいのですが、「ああ、こういう素材でこういうナラティブ、こういうストーリーがあって作られたものなのですね。だったら買いましょう」といった合意形成に持っていけるかどうかです。そこが大事であり、技術は技術でそれでよいのですが、受け入れる側がそれをしっかり理解してくれてワクワクするというところが必要だと言っているのだと思います。例えばキヤノン様なんかの宣伝を見ても、男性の人が女性社員に対して「キヤノンはこういう会社です」と説明し、「私、ちょっとやそっとでワクワクしません」と女性が言うのですけれども、説明を聞いて「おお、ワクワクします」となるのです。そういうところも必要だといったところと考えます。今の点に関連しまして、国民が受け入れるというところでいくと、高橋委員からいろいろ御意見があると思いますので、ぜひともお願いします。

【高橋委員】　国立衛研の高橋です。私は安全性の面から評価を行っていますので、事業推進という観点からいきますと、逆にゲートキーパーみたいなことを言わざるを得ませんが、そこは御承知おきいただきたいと思います。そうしたところで私が気になるのは、海外の動向がそれほど進んでいないというところです。もちろんそこには技術がないなどといったところもあるかもしれませんが、実はナノマテリアル等も一般にそうなのですが、安全であるという情報がないようなものは多分輸出入のときに非関税障壁になると思います。私は、安全性評価というのは、当然ながら製品の安全性を評価するための情報としてあるべきなのですけれども、それは悪いから駄目だという考え方ではなく、これは製品の取扱説明書であるといった考えで御理解いただきたいと思います。電化製品でも何でもこういうふうには使わないでくださいといったものがついています。ですから、素材に関しても、評価されたものは限られた数であり全てのものを評価しているわけではありませんので、セルロースナノファイバー全てが安全だとなっているわけでも、現状ではないと私は考えます。ですから、そういった意味で、こういう安全性評価を製品開発とともにやっているということは継続的にする必要があるのではないかと考えています。以上です。

【松永 PM】　安全性評価に関しましては御指摘のとおりです。安全対策を施して研究開発を推進してまいりましたが、これで安全性が保障できたわけでは全くございません。これはデータの収集といいますか、蓄積が一番大事だと思っております。その部分というのは事業者の方も含め皆様同じ認識です。これから先、どうやってそれを継続していかなければいけないのか。これもまた企業様だけに負担を強いるのも厳しく、そこに関してもどうしていくのかというのが議論すべきところではないかと。こういったデータが蓄積できる体制が整ったというところが今事業の成果であり、これをどう継続させていくのかが一番大きなポイントであると認識しております。

【高橋分科会長】　ありがとうございます。それでは最後に、岡久委員からお願いします。

【岡久委員】　私は地産地消というところの話に少し興味があります。それというのは、CNF のことは地場産業の方々も結構作る側のほうは、割と「こういうのを CNF にできないですか」などといった相談はよく受けます。それは、森林資源は多分日本全国どこでもあるからということがあるかと思うのですけれども。割と皆様が気にされているのは、どうやったら使えるのかというところはあまり見えていないような印象を強く受けます。そういうモビリティ、もちろん車を造っているなどというのは大変分かりやすく、皆様御存じであると思うものの、ほかのところです。小さなところでもどのように使え

るのかといった部分をもう少し宣伝できると広がっていく。すごく小さいところからかもしれませんが、マスは小さくとも、何かその辺のところがもう少し見えると、みんなもっと使えるのではないかというのを現場では感じている次第です。そういうこれからの動きみたいなところで何か具体的な話はあるでしょうか。

【松永 PM】　答えになっているかどうか分からないのですが、1 つの動きとしては、民間で今ナノセルロースジャパンという団体がありまして、その中で事業化推進ワーキンググループというものがございます。そこにいわゆる地方の公設試の方と、それから地本産技研の方、地方自治体の方もいらっしゃいまして、特にそういった地域連携といいますか、地産地消のようなところは、うまくそこに連携をかけていくと裾野が広がる事業になるという認識は持っております。NEDO もできるだけそこに関して、そういった場を提供するなどといった形では進めております。これから先というのはそういったところがすごく大事であると考えます。例えば小スケールでもビジネスになるというのを 1 つ作る。モビリティが大事であるものの、結局、山が大きくなるためには裾野もどんどん広がっていかないと山が高くなりませんから、そこの部分はいろいろと注目したいと思っております。

【高橋分科会長】　ありがとうございました。ちょっと私の進め方が悪く、実はここで行う議論は 3 つの項目に分かれており、初めにアウトカムなどを議論した後、目標達成状況、マネジメントと分けて行うところでした。今まで出た話の中で大体をカバーしていると思いますし、委員の皆様から非常に貴重な御意見をいただきましたので、NEDO のほうで参考にしていただければと思います。まだまだ意見は尽きないと思いますが、終了時刻が過ぎましたので、以上で議題 2 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

【山崎委員】　エックス都市研究所の山崎です。この事業に関して本当に多様な事業がある中、今日お聞きしたのはその一部分だと思いますけれども、いろいろな事業者が様々なことを考えて行い、それなりに成果を出されてきていることが非常によく分かりました。それに対するお金の面でも十分に元が取れるぐらいのイメージです。ただ一方で、最初にも話をしたように、アウトカムの設定が CO_2 オンリーになっています。それに対し、今の進捗状況として当然上のベクトルを向いていることは分かったものの、しかしながら、本当にそこに達成するのかに関しては 1 つ見えなかったところもございます。ただ、こういう事業を行うことによってどういうことを考えていくのか。今後のセルロースナノファイバーの価値をどこに置くのか。「森林再生・産業再生・地方創生×脱炭素」といった軸が何か 1 つ見えてきているのではないか。それを皆様が共有しつつ、いろいろな事業者も共有し、国民も共有していくことによって、よりプラスになっていくのではないかと思います。いずれにしろ、また技術開発課題に関しても幾つか見えてきていると思いますので、今後そういうことに進めるのであれば、進んでいただくのがよいのではないかと思いました。以上です。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。続きまして、高橋委員お願いいたします。

【高橋委員】　国衛研の高橋です。製品開発のほうの話をいろいろとお聞かせいただき、非常に進んでおり、森林資源を有効に利用するというところにもうまくいけば貢献できるのだということで御紹介いただいたと思います。私は安全性に絡むところですので、こういうようなものをするときには、どうしてもゲートキーパー的な発言になってしまうのですが、革新的なものであればあるほど、本来それがどういう健康影響を持っているか。そういう部分が環境への影響も含めて分かっていないことも多いのです。過去にはそういうような革新的物質、PCB なり DDT なりアスベストもそうですが、そういうものは安全であると言われていながら市場から撤退したということもあります。毒性の考え方としては、どのぐらい危ないといったハザードがあったとしても、それが曝露されなければリスクにはなりません。特に事業者の方々は、上流で一番吸入される可能性の高いところにおられるので、そこは気をつけていただければと思います。事業者の中でそういうような健康被害が起きるだけで、多分このセルロースナノファイバー全体へのイメージというものにも波及してしまうかもしれませんので、そうしたところは思った次第です。以上になります。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。続きまして、北岡委員お願いいたします。

【北岡委員】　九州大学の北岡です。本日いろいろな話を伺い、改めてセルロースナノファイバーという素材は我が国の戦略物質とも言える非常に重要な素材材料であると思いました。資源安全保障の観点もそうですし、林業再興の問題もありますし、そもそも経済を発展させ、我が国を再成長させるために今後どうやっていくのかを考える上で、この CNF というのは非常に重要な位置を占めているのではないかと思います。今回この NEDO 事業で様々な企業様が非常に難しい課題に取り組んでいただき、技術課題を次々と解決していただいたことに対して大いに敬意を表します。その一方で、技術課題を解決するのが目的ではありません。社会課題の解決であるとか、あるいは私が最初に言った紙のように、世界で広く受け入れられる素材に CNF がなるにはどうすればいいのかといった視点で次のステップを迎えるのがよいと考えます。もちろんこの材料には様々な価値があると思います。その価値というのは、誰かが決めて押し付けるようなものではなく、やはりステークホルダーそれぞれが CNF にはこういう価値がある、と思ってもらうのが大事です。その裾野の広さというか、CNF には様々な価値がもう乗っているので、そういったようなところを大きな特徴として、今後さらに CNF 研究、産業化、技術化、社会実装が進んでいくことを強く期待いたします。以上です。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。続きまして、岡久委員お願いいたします。

【岡久委員】　京都工繊大の岡久です。私も今日 1 日いろいろお話を伺い、セルロースナノファイバーに関して多くの企業の方を含め、本気になってといいますか、本当に使っていこうということを考えて動かされていたプロジェクトだと思い感動して伺っておりました。途中で前倒しを行い、よくできたところの卒業というシステムもすごくよいと思います。そして、先ほども上げられていたように、地方への波及についてもすごく期待が高まりましたし、あとは、行うことで LCA も含めてまた新しい課題が見えてきたというのもすごくよかったと思っています。技術開発という意味では耐衝撃性という話でしたが、最後に出されたリサイクル性のところなどでも、技術開発のところは結構やろうと思ったらすごくいっぱい出てくるのではないかという気がしています。やらなければいけないことはまだ多くあるというのは一方であるものの、社会的な波及という意味では、この動きのまま躍進していただきたいと思った次第です。以上になります。ありがとうございました。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。続きまして、舟橋分科会長代理お願いいたします。

【舟橋分科会長代理】　三菱総研の舟橋です。本日はありがとうございました。改めて考えますと、本事業で CNF に対する見方というのがこの 5 年間で大きく変わったと考えています。ユーザー企業様の認知が進んで研究開発に取り組み、それが製品として上市されたというのは、これ自体が非常にすごいこと

だと思います。これは事業者の皆様もそうですが、NEDO の皆様、PL、SPL の皆様の本当に多大な御貢献があったからではないかと確信しています。一方で、まだまだ研究開発と事業化の間には分野によって大きな溝があるということも明らかになってきたかと思います。特に私も、ユーザー企業の皆様からいただいた御意見としては、2030 年の CO_2 の排出削減目標は電化であるとか再エネの活用である程度いけるのだと、マテリアルに求めるのは 2030 年以降だというような声も聞かれます。残念ながら、これがまだまだ世の中の一般的な御意見かなという中で、CNF に限らず、バイオマス全般で高コストの部分がまだまだ壁として立ちはだかっていると考えます。さらに、最近ですとインフレの影響というのも見過ごせない課題になってきていると思います。こういった中では今取り組んでいるような低コスト化の技術開発に加え、高くても使ってもらうルール認証の整備や、また高くてもその価値を認めてもらうという社会受容性も重要だと思っています。ただ、大事なのは高くても使ってもらう環境ができたからそれでいいかというわけではないということです。安くていいものが作られれば皆様そちらのほうに流れてしまいます。この 3 つをバランスよく今後も進めていくことが一番のポイントではないかと考える次第です。以上になります。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。それでは最後に、高橋分科会長お願いいたします。

【高橋分科会長】　まずは、八尾 PL、この大きなプロジェクトを 6 年間率いていただき、お疲れさまでした。非常に個性的な技術も出てきており、十分成果があったかと思います。NEDO 様はテクノロジーで社会を変革するというそういう使命がまず中心であると思っております。一方で、そのテクノロジーは、研究者はよいなと思っているものの、消えていったテクノロジーは多くございます。なぜそれが消えたかというところを、NEDO もそのあたりを少し考えてみるとよいと思っております。私もそういう手種の本を、社会科学の人が書いたような本を随分読みましたが、なぜこんなにいい技術だったのに社会に普及しなかったのか、マーケットに受け入れられなかったのかというものは多々ありますよね。例えば携帯電話の i モードなんかもすごくいいなと思っていたのですが、あっという間に Apple に押されてしまいました。そうしたところでは、やはりそれを受け入れられる、使う側がうれしい、ワクワクするということが大事だと思います。CNF の材料を使うことで、消費者がすごくこれは便利で何かいいと感じてもらえるワクワク感をどう出すかというところで、CNF でしかできないところというのをもう少し突き詰めてもらいたいです。よく言われるのですが、風邪を引いた人は別にビタミン剤を飲まないですよね。やはり風邪薬を飲むと。風邪薬がないと困る。ですから、CNF は風邪に対して効くような風邪薬でなければ駄目で、ビタミン剤では普及しません。そこのあたりもよく考えながら今後の次の発展につなげていただければと思っています。以上です。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。それでは、これまでの委員の皆様からの御講評を受けまして、八尾 PL、金子部長から一言ずついただきたく存じます。最初に、八尾 PL お願いいたします。

【八尾 PL】　本日は、委員の皆様からサジェスチョンを様々いただきまして本当にありがとうございました。このプロジェクト自体は今年で終わりということで、私ももう少し続けるところはあるかと思ったのですが、終わりがあるから 1 つ区切りがあるとも思います。一旦区切りまして、整理してそのあたりは NEDO とまた御相談させていただき、いいものが立ち上げられるというようなものにしていければと思っておりますので、よろしくお願いいたします。ありがとうございました。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。続きまして、金子部長お願いいたします。

【金子部長】　NEDO の金子です。本日は朝から 1 日がかりの長時間にわたりまして、御示唆に富む助言等いただきましてありがとうございます。技術開発の状況については、今、先生方から進んでいるといった御意見もいただき、ほっとする一方で、またこれを社会実装するためにといった面では、非常に難しい宿題もいただいたと改めて認識したところです。我々NEDO でできるところもあればできないところもありますが、しかしながら何もしないというわけではありません。我々としては技術開発を行い、

それを社会につなげていくといったところが使命だと思います。そういった我々ができるところはしっかりとやっていきたいと思いますし、NEDO の所管を超えるような範囲のところは、やはり経済産業省の皆様にいろいろと御指導を仰ぎたいと思います。また、その進めるにあたっては皆様のような有識者の方々の御意見も踏まえながら進めてまいりたいと思いますので、引き続き御指導いただければと思います。本日はどうもありがとうございました。

【中島専門調査員】　ありがとうございました。それでは、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

番号無し	議事次第
資料１	分科会委員名簿
資料２	評価項目・評価基準
資料3-1	プロジェクトの説明資料（公開）
資料3-2	プロジェクトの詳細説明資料（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
「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」（終了時評価）分科会

質問・回答票（公開）

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
全体を通して	第５期中長期計画期間（２０２３～）から評価基準が変わり、「バックキャスト指向によるシナリオ作成」が求められている。つまり「獲得する市場規模」「温室効果ガス排出削減量」などの社会的インパクトなどのアウトカムを目指して、バックキャストして考えて、どのようなアウトプットを目指すのか、そのためにはどの様なアセット・インプットが必要かという考え方が要求されている。 しかしながら、全体を通して、そのような考え方で事業を進めている姿勢が見られない。シーズプッシュ、フォアキャスティング的に研究が進められていて、なぜそのような研究を進めているかが明確に示されていないので、コメントを頂きたい。特に以下についてもコメントをもらいたい。 ・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、必要な取組を網羅しているか。 ・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にしたか。 ・本事業終了後の自立化を見据えたか。 ・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を行なったか。	髙橋分科会長	アウトカム目標の達成に向けて最も重要なのは、今回の事業のアウトプットからバイオマスによる動脈産業化の目処が立ち、本技術により、静脈産業に繋がる土壌ができたと考えています。両者が繋がって、社会実装が進み、広くCNF材料が利用されることと考えています。 その将来像（ビジョン・目標）の実現に向けて、下記のように網羅的な取り組みをしております。 ･応用開発メーカーやユーザーに向けて、多様なCNF材料についての安全性評価と評価書の公開をしています。 ･規制緩和に関しては、ナノ材料に関する規制が考えられますが、安全性評価に関しても国際学会での発表や評価書の英文出版など進めて、その規制に対し緩和を促しています。 ･海外実証、国際連携については、海外に比べCNFの社会実装として先行しており、CNF事業としては実施しておりません。将来的には、国際標準化についてはNCJで継続して進められています。知財に関しては企業によって各自進められています。 ･標準化に関しては、NCJでの国際標準化WGで、I-CNFの定義と評価手法の標準化を進めています。ただし、標準化については課題感を持っています。 ･広報については、LCA紹介動画の作成･HP公開をはじめ、SASUMA展（主に企業の開発担当者や営業や企画担当者を対象とする展示会）やnanotech展（主に開発担当者とアカデミアを対象とする展示会）にてNEDOブースに事業者の出展を促し、成果の普及やマッチング等さらなるビジネスチャンスの機会を提供しています。また、ふじのくにセルロース循環経済国際展示会（主に製造･応用企業関係者を対象）、セルロースナノファイバー最前線in大阪（主に関西以西の企業を対象）にCNF-PJの成果展示を実施し、普及と情報発信を図っています。 ･終了後の自立化につきましては、個別テーマの進捗をウオッチし、事業化可能な成果が出たテーマは早期に本事業を卒業いただき、東ソー／バンドー化学やスピングルカンパニーなど製品上市につながりました。また、終了後も、先の展示会への出展を促し、事業化支援を行い、事業終了後も自立化を見据え、NCJとの技術連携会議の開催など、地方自治体との情報共有や連携も進めています。 ･助成事業のため秘匿情報もあり、NEDOとしては、直接の情報提供はできませんが、事業者交流会やパネルディスカッションなど企画し、マッチングや情報交換の場の提供を行ない、個々の企業同士や大学で自由にディスカッションができるように努めてきました。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P14	上記と関連するが、ロジックモデルを導入した事は、とても良いと思う。最近では多くの企業・政府機関でも導入されている。資料3-1, p.14では、「インプット」「アクティビティー」「アウトプット」「初期アウトカム」「中期アウトカム」「最終アウトカム」の典型的なロジックモデルの形式を取っているが、このロジックモデルもフォアキャスティングで作られていて、「最終アウトカム」を達成するために、なぜその様な研究・事業が必要かが明確でない。また、最終アウトカムが「CO2削減」だけとなっている。CNFを普及させようとするならば、CO2削減だけでなく、もっと多くの社会的インパクトがアウトカムとしてあっていいはずである。折角LCA評価を行ったのに、CO2削減だけのアウトカムというのは狭い範囲しかカバーしていないという印象である。例えば、最終製品を使う消費者から見て、CNFを使うことで「ワクワクする」「石油素材にはない、バイオマス由来のCNFの素晴らしさを感じる」などのアウトカムを目指すべきである。使う側の事を考えてロジックモデルを作らないと、CNF普及は難しい。 もう少しわかりやすく言うと、「CNFでなければ、この製品は作れないよね。この製品なら、喉から手が出るほど欲しいし、使ってみたい」と言う事を、もっと明確に示すべきである。 上記について、コメントをもらいたい。 また、以下についてもコメントをもらいたい。 ・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と言えるか。 ・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・事業化の計画も踏まえて、必要な論文発表、特許出願等を行なったか。 ・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と言えるか。 ・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と言えるか。 ・アウトプット指標・目標値の設定根拠が明確かつ妥当と言えるか。 ・達成状況の計測が可能な指標（技術スペックとTRL）により設定されていると言えるか。	髙橋分科会長	ご指摘いただき、アウトカムの目標として、CO2削減量だけでなく、循環経済を推進する新事業創成と、地域経済活性化を追記させていただきました。ご指摘のCNFならではの価値の訴求はNEDO側も重要と考えており、今後もNCJ事業化WGとの技術連携会議などで、事業化に向けたアウトカムとしてCNF価値の訴求については情報共有して議論を進めたいと考えています。 ･アウトプット目標については、例えば、大洋塩ビ／プラステクのテーマでは、YKK-APでの試作評価において、北海道など低温地域で製造すると割れが発生する問題がわかり、当初目標になかった低温耐衝撃性が必要であり目標変更とともに部品設計も見直しています。また、CHEMIPAZ(株)とトヨタ車体の評価で判明した耐衝撃性なども同様に目標を見直しています。東ソー／バンドーでは、PLミーティングなどでもターゲットを増やすなどして適宜目標を見直しています。 ･以上のような見直し含め、最終目標については概ね達成しています。一方、耐衝撃性に関しては、一部未達成な部分もあり、事業終了後も製品の性能要求に対し、各企業で改善を進めています。NEDOとしてはこの技術課題に対し、基盤技術研究開発として新たな事業も立ち上げています。 ･CNFならではの価値として、既存樹脂の水平リサイクルやアップサイクルなど、再利用を可能とする循環経済の基盤となる環境性能の高い材料であることだと考えています。また、フッ素不使用の離型剤の開発や、食品の食感改善など副次的な成果も一部の企業からは得られています。 ･各社の企業戦略に合わせて、事業原簿の記載にもありますように、各社で必要な特許は取得されているかと思います。 ･本事業のアウトカム目標（CO2削減）を達成するために、まずは事業化の見極め判断ができるコストと性能をアウトプット目標としています。CO2削減量に関しては量産前の試算値であり、バウンダリーの異なる試算値を単純に足しても、それが指標とはなりにくく、本事業では、先制的なLCAを実施し、分野におけるポテンシャルや評価手法の確立をすすめ、事業後の試算を各社で進めてもらうこととしています。当日LCAの説明の際に補足させていただきます。 ･各社でターゲットを明確にして、事業化見極め判断ができる目標値（コストと性能）を設定しており、そこには技術的経済的な優位性が考慮されていると考えており、設定根拠は前述の通りです。 ･アウトプット目標は事業化見極め判断ができる目標値（コストと性能）を設定していますので計測可能なものと考えています。
資料3-1 P15	オープン・クローズシステムの考えはとても良い。ただ、個々の事業で「オープン」にして、どれくらいユーザーが増えたのか明確でないので、何か事例があれば示して欲しい。 また、以下についてもコメントをもらいたい。 ・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。 ・また、市場展開が期待される地域での特許出願があれば示して欲しい。 ・さらに、CNF標準化に向けての取り組みがあれば示して欲しい。	髙橋分科会長	･安全性評価書のダウンロード数はウオッチしており、データを見る限り、CNF応用開発企業のダウンロード数が、頭打ちにならずに着実に増えていることがわかるかと思います。 ･各社の戦略に沿って事業化に向けて必要に応じて特許化しています。 ･標準化に関しては事業の基本計画には載せていませんが、NEDOとしてはNCJの知財WGと連携し、情報共有しながら取り組んでいます。 ･具体的な事例としましては、差し控えさせていただきますが、物質特許に関しては出願している事業者もあります。 ･CNFの標準化の取り組みとしては、NCJ標準化WGが主体となって、中国等の競合品との品質の差別化を図るため、フェアで客観的な評価基準を持つi-CNF（ナノ分散CNF）の定義や評価手法について標準化を進めています。具体的な規格としましては、ISO/DTS 20477：セルロースナノマテリアルの標準用語に関する規格。言葉の定義が更新、iCNFが追加。 ISO/WD TS 23361：結晶化度の評価に関する規格。規格案を用いて試験が実施、結果について協議中。などが一例として挙げられます。その他、機械解繊CNFについてもそのキャラクタリゼーションの手法について標準化を検討しています。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P19	アウトカムである「750万トン-CO2削減」の半分は、CNF自動車タイヤとなっている。その普及の量的なものは、どの程度の市場を想定しているから377万トンとなるのか? また、CNF複合樹脂により373万トンとなっているが、参照しているデータが平成31年なので少し古くないか？また、以下の点についてもコメントをもらいたい。 ・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以下の事項を考慮したか？ ・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か。 ・アウトカム目標の設定根拠は明確かつ妥当であるか。 ・達成状況の計測が可能な指標が設定されているか。	髙橋分科会長	･ご指摘の通りかと思いますが、アウトカムの試算に関しては、量産化前でのプロセスとなり、シミュレーションを活用するなど手法の確立中ということもあり、事業期間中に数値として見直して反映することはしませんでした。 ･アウトカム達成の見込みは、量が期待できるタイヤを含むモビリティへの製品適用が前提で考えています。したがって、事業終了後もそこに焦点を当てて、企業の自立化の推進とともに、事業化に向けた支援活動が必要と考えています。 ･CO2指標での達成時期については上述の通りなかなか明確にできないのが実情でこれ以上細かく指標化はしておらず、各テーマの事業化判断の可否を一つの指標としています。実績としては日本製紙のCNF売り上げ増加や大王製紙の商用プラント稼働が始まり、市場拡大が本格化することを期待しています。 ･先制的LCAでCNFの環境性能がある程度可視化でき、国内経済や地域経済の活性化が期待され、今後は地方自治体との連携が重要と考えています。
資料3-1 P19	上記と同じような質問ですが、アウトカムである「750万トン-CO2削減」が、どの様な意味を持つのかちょっとわからない。現在の日本でのCO2排出量は約10億万トン。そのうち、石油プラスチック由来のCO2排出量はどれくらいで、その何パーセントをバイオ由来で置き換えるという計算なのか？	髙橋分科会長	プラスチック材料のCradle-to-gate LC-GHGおよび焼却に伴うCO_2排出量は、合計約4,855万トン（うちPE：1,023万トン、PP：1,012万トン）。※プラスチック工業連合会統計（2024年実績値）およびIDEAv3.5.1から推計。 製品使用に伴う効果を積算している750万トン-CO_2削減は、その約16%に相当します。厳密には、石油由来PEをバイオPEに置き換えるだけでなく、ガラス繊維強化樹脂における製造プロセス負荷や、CNF強化樹脂にすることによる成型加工におけるプロセスの変化、軽量化等による性能向上や、他素材との代替を組み合わせることで得られている数値であるため、バウンダリーが異なり、正確な比較は個々の製品ごとに精緻化する必要があります。
資料3-2 P2など	力学強度などのデータに、エラーバーが示されていないが、試験数はどれくらい行なって、どれくらいのバラツキがあるか？	髙橋分科会長	･JISに沿って実施しており、n=5以上です。弾性率や軟化温度や線膨張係数につきましては、バラツキはほとんど生じていません。 詳しくは午後のプレゼンで補足説明いたします。
マネージメント	マネージメントで、以下の項目で工夫した事などあればコメントをもらいたい。 ・指揮命令系統及び責任体制かつ機能するように勤めた事。 ・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で工夫したこと。 ・本事業として、研究開発データの利活用・提供方針等を、オープン・クローズ戦略等に沿った適切なものとするために工夫したこと。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するために工夫した事。 ・アウトプット目標達成に必要な要素技術の開発を網羅し、要素技術間で連携を取り、スケジュールが適切に計画されるにために工夫した事。 ・研究開発の進捗を管理するために、進捗状況を常に関係者が把握し、遅れが生じた場合、適切に対応するために工夫した事 ・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用で工夫した事。	髙橋分科会長	･指揮系統は八尾PLを筆頭に、ことあるごとに八尾PLと相談して進め、広報活動に関しては、NEDOの広報部など関係部署とよく相談して進める様にしていました。 ･助成事業のため、個社データの利活用は難しいですが、全体会議や技術交流会を開催し、可能な範囲で企業同士~~で~~が議論できる場を提供しました。その際には安全性評価やLCAの最新成果を講演してもらい、また衝撃強度改善技術など山形大の伊藤先生や同志社大の田中先生を招くなどして、議論を深めるようにしました。 ･研究インテグリティの確保に係る取組みとしては、検査時に情報管理やデータ管理やコンプライアンスに関する規定類の確認や教育実績や第3者による通報制度の有無などの確認も都度行っていました。 ･事業開始当初は全体での技術推進委員会を開催しておりましたが、助成事業という側面もあり、事業開始から比べると、事業が推進していくつれ、秘匿技術情報が多くなり、各企業の進捗管理が困難になってきました。2022年度からは八尾PLやSPLと一緒にサイトビジットでのPLミーティングを各テーマごとに実施し、現地を見ながら、使いこなしや対策についてより深く議論できるように進捗管理の方法を見直してきました。 ･2022年度にステージゲート審査を行い、継続可否判断を個々のテーマで実施し、ターゲットを増やすなど、委員の助言に従って計画を見直しました。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 P19など	2030年のアウトカムは「750万t-CO2/年のCO2削減効果に貢献」とある。根拠を見ると、削減効果の半分が自動車タイヤでの利用由来となっている。一方、資料5-1によれば、タイヤでの利用は道半ばとの印象を受けた。本事業の結果を踏まえ、より確度の高い根拠となるよう更新できないか。 例えば、資料5-1　P.55には「2025年度先導研究にて構造材適用基盤技術開発を実施」とある。CNF導入によるCO2削減効果は車体軽量化などから算出してはどうか。	舟橋分科会長代理	ご指摘の通りで、当初は、ガラス繊維強化樹脂の代替での削減効果（特に、ガラス繊維強化樹脂に対し、廃棄時の燃焼エネルギーの低減が大きい）、その後製品使用時の削減効果が大きいことが明確になり、当時の試算でタイヤへの適用時の効果を見込みましたが、部品の軽量化や、建材の断熱性向上による削減効果も期待できるかと思います。個別のLCA評価については、平行して実施の環境省のNCP事業でも行われており、目標に向かって積み上がっていくことを考えています。 タイヤに関しては、技術的な課題はおおよそクリアできる見込みで、技術的な問題と言うよりは設備投資のタイミングを見ている状況です。
資料3-1 P28	研究開発項目②-2はwebサイトでのダウンロード数などを記載してはどうか。1回限りの公表ではなく更新をかけている、英訳版を作成した等の取り組みがあれば、明記しておくとよいと考える。	舟橋分科会長代理	ダウンロード数は応用開発メーカーに着実に層化しています。英語版は産総研より2026年度出版予定で進めています。
資料3-1 P28	研究開発項目②-3の達成度を「◎」とした理由はなにか。定量的に示すことは可能か。	舟橋分科会長代理	目標が論文数や発表数で設定しており、その情報発信の数が目標を大きく上回ったため、◎評価となっています。
資料3-1 P28	資料5-1　P.61に記載されている離型剤をweb検索すると、「フッ素フリー」と打ち出している。当初は予想していなかったCNF製品の提供価値を本事業を通じて開拓できた点をアピールしてはどうか。	舟橋分科会長代理	ご指摘いただきありがとうございます。PFASフリーや安全保障面でも国内資源の有効利用や地域産業の活性化など、CNFの新しい価値も見いだされていますので、言及するようにします。
資料3-1 P29	リード文2つ目の意図が読み切れず、当日に補足説明をお願いしたい。既存プラと同様、バイオマスプラもCNFの導入で高機能化が可能になるとの意味か。リサイクル性能も具体的に何を意味しているかを知りたい。	舟橋分科会長代理	ガラス繊維強化樹脂に比べ、複数回リサイクルで機械物性などの低下が少ない評価データが得られており、複数回のリサイクルで、新たな樹脂を製造するよりはCO2排出量は少なく、燃やさないことで炭素の固定が長期間に渡る点で、CNF材料はリサイクルによる環境性能が高いことがわかってきています。
資料3-1 P41	「前倒し終了」の背景・要因はなにか。例えば、早期事業化の目途がついたための「前倒し終了」は努力の賜物であり、非常にポジティブな話と考える。	舟橋分科会長代理	ご指摘の通りで、東ソー/バンドー化学やスピングルカンパニーなど早期事業化の目処がついたテーマは、前倒しで卒業して、事業化に向かって進め、現在製品上市に繋がっていますので言及するようにします。
資料3-1 P14	本プロジェクトを通じて事業化を達成できた用途もあるが、CNFの導入ハードルが高い用途では事業化に至らなかったものもあったと理解した。この中で、特にインパクトの大きい車載用複合樹脂などにつき、事業化に向けて今後どのように取り組んでいくか。その道筋について補足説明をお願いしたい。	舟橋分科会長代理	技術的課題については、新しく先導事業で構造部材適用基盤技術として、トヨタ紡織やコニカミノルタと利用メーカーが産学連携して技術開発をスタートさせ、コストだけでない環境価値などは環境省事業のNCP（ナノセルロースプロモション）でサンプル無償提供など進めており、事業化に向けて進めてもらう計画です。
資料3-1 P16	「標準化戦略」は活動内容の記載にとどまっているため、どのような目論見でWGに参加しているかなどの補足説明をお願いしたい。	舟橋分科会長代理	標準化の目的としては、物性の客観的な標準評価を可能にすることで、中国などの安い海外メーカーの粗悪品と品質面で差別化できるようにするためです。まず、NCJの標準化WGでi-CNFの定義と評価方法を提案、実績を積んでISO化を進めています。
資料3-1 P20	「事業化（本事業参画企業）」については資料内に言及がありましたが（P28）、「事業化（本事業外の企業）」への具体的な動きは現在までにありましたでしょうか。	岡久委員	本事業以外の事業者の製品上市が行われています。例えば、ブドウの茎を基にしたCNFを添加した化粧品メーカーの事例や、宝酒造の酎ハイにミカンの皮由来のCNFを添加し、のどごし味わいを変えた製品販売などが始まっています。本事業参画企業以外の動きも活発になっており、ふじのくに循環経済国際展示会や大阪セルロース最前線などの展示会でも多くの企業が出展し、自社製品へのCNF適用について紹介されています。
資料3-1 P29	「リサイクル性能向上」とありますが、ここでのリサイクルは「ケミカルリサイクル」「マテリアルリサイクル」の両方においてということでしょうか。資料3-2P8 LCA評価のイラストで「解体・再資源化」が中心に据えられており重要であるように思ったのですが、リサイクル性の検証は今後の課題ということになりますでしょうか。	岡久委員	現時点での評価はマテリアルリサイクルでのものです。 リサイクル性の検証は今後の課題でもあり、LCAについては今後は環境省のERCA（リサイクル関連事業）で継続され、CNF複合樹脂材などリサイクルの場合のバウンダリーの決定や具体試算など進められるかと考えています。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 スライド2	「鋼鉄の1/5の軽さ・5倍以上の強度」は誤解を招く表現です。正確には「鋼鉄の1/5の比重（密度）にもかかわらず鋼鉄と同程度以上の強度、すなわち単位重量当たりで5倍以上の比強度」かと。鋼鉄の5倍以上の強度を実材料で発現できるわけではありません。公開資料のどこかに明示してはと思います。	北岡委員	ご指摘いただきありがとうございます。誤解を与えないよう修正させていただきます。
資料3-1 スライド15	クローズ戦略の競争域の課題は、いわゆる「製造特許」の問題だと思いますが、当該複合材料や溶媒分散体を「物質特許」として取得することはできないでしょうか。	北岡委員	一部の事業者では物質特許を出願しています。具体的な事例としましては、差し控えさせていただきます。
資料3-1 スライド19	CNF複合樹脂の利用拡大によるCO2削減量と、CNF複合石油由来樹脂をバイオマス由来に置き換えることによるCO2削減量を分けて説明してください。後者の方がはるかに大きいなら、今後どのように置き換えを進めるかについて、取り組みとタイムラインを明示してください。	北岡委員	CNF複合樹脂の利用拡大によるCO2削減量は、ガラス繊維強化樹脂の3割代替によるCO2削減効果（埋め立てしない廃棄時の燃焼エネルギーが大きく、~~GF~~ガラス繊維強化樹脂では原理的に難しいリサイクル可能性によるCO2削減効果）が期待できることから試算しています。その他、小型軽量化やリサイクルなど、使用時のスコープ３でのCO2削減効果が先制的LCAでも明確になってきましたことを補足させていただきます。事業後の取り組みとしては、先導研究にて構造部材適用に関する研究開発プロジェクトを実施しており、環境省ではNCP（ナノセルロースプロモーション）事業を継続して実施しています。当初の計画では2030年度におけるアウトカム目標の設定はしましたが、事業終了年度以降のアウトカム達成に関するタイムラインは設定していません。 今後の取り組みに関しては、セルロースナノファイバー（CNF）の普及拡大に向けて、欧州を中心に高度化する認証制度との整合が重要な課題です。ISCC・RSBなどの国際認証では、原料由来の持続可能性、土地利用・生物多様性への影響、サプライチェーンのトレーサビリティ確保が求められ、CNF原料（森林資源、副産物等）の証明体制が不十分な場合、市場参入や環境価値訴求が難しいです。さらに、PPWR・ESPR等のEU規制では、包装材・製品設計に対してリサイクル性・循環性・再生材利用の要件が強化されており、CNF複合材がこれらの要件を満たす設計や回収ループの構築が必要です。国内の府省系事業では、技術支援と並行して、国際認証取得支援、原料管理の透明化、リサイクルインフラ整備を含む体系的な導入戦略が不可欠となると想定されます。
資料3-1 スライド19	自動車タイヤ使用の効果について、2030年度までにAグレードタイヤをすべてAAAグレードタイヤに置き換えるという意味でしょうか。これは国内限定か世界市場での話なのかも明示してください。	北岡委員	ゴム材料へのCNF適用拡大によるCO2削減量ついては、ご指摘のとおり、国内市場を想定して、日本自動車タイヤ協会のモデルを基に、CNF適用により40%をAAAグレードに置き換えるとして試算しました。 事業者としては、特殊タイヤから参入し、コストとの性能の訴求力を上げていきながら、従来車、HV含む次世代車への普及を視野に入れて考えています。
資料3-1 スライド21,22	6事業のうち、自動車タイヤのみCO2削減量が記載されていますが、他の5事業についても、CO2削減見込みを明示してください（373万トンの内訳となりますでしょうか）。	北岡委員	373万トンは事業開始に当たっての目標値で、ガラス繊維強化樹脂30%代替として概算ですが試算し、アウトカム目標として設定しました。したがって、そのうちのゴム製品を除くモビリティや家電筐体向けに使われるガラス繊維強化樹脂代替分のみが373万トンの内訳に含まれます。 その他、小型軽量化やリサイクルなど、使用時のスコープ３でのCO2削減効果が先制的LCAでも明確になってきましたことを補足させていただきます。
資料3-1 スライド25	2030年のセルロースナノファイバー市場見込みが1兆円となる根拠を明示してください。	北岡委員	モビリティへの広範囲な適用と市場拡大が大前提となっています。日本製紙での量産プラントや大王製紙での商用プラントが稼働し、低コストでの安定供給の体制が確立した状況です。量産品質のサンプルワークにて、現在車載メーカーで評価を進めている段階かと思います。採用には使いこなしや長期信頼性等、時間のかかる評価の最中と考えています。また課題となる技術についてはNEDOで新たな事業も立ち上げております。
資料3-1 スライド29	CNF-BioPEはCNFとバイオマス由来PEとの複合化だと思いますが、この材料についての商品化の取り組みやリサイクルの実績、LCA評価はありますか？	北岡委員	リサイクルの実績はなく、商品化も検討中の段階です。 将来的な適用技術として、CNFバイオPEは有力候補の一つとして、先制的LCAでも検討を始めています。詳しくは午後の東大UTLCAのプレゼンで補足説明をさせていただきます。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料3-1 スライド36	委員からのアドバイスを取り入れて実施した取り組みの内容を具体的に示してください。	北岡委員	具体的な事例としましては、技術推進委員会での認知度を上げ市場を盛り上げてほしいとの委員のアドバイスには、LCA動画の作成や、展示会への積極的な出展や、展示会でのオープンな場でのパネルディスカッションを企画し、NEDOのHPで公開しました。 PLミーティングでは、PL･SPLのアドバイスを受けて、混練条件や、切り分け試験としての長繊維の試験を追加したりや、汚れの原因調査として付着物のQ-MS分析による評価提案のアドバイスから、原因につながり製造条件を変更した事例などがあります。
資料3-1 スライド45	追加公募における新業種・分野での採択の際に、CO2削減量については考慮していますか。	北岡委員	追加公募採択の際に、CO2削減量についての見込みが示されているか確認されましたが、指標としての量的な評価はしていません。利用技術開発の研究項目での公募では、CO2削減効果を狙うというよりは、低コスト化と利用拡大の好循環が加速するよう、参入プレイヤーを増やし市場の裾野を広げる目的が主となります。個別には企業化計画でCO2削減効果についても検討して事業化を進めています。
資料3-2 スライド2～5	CNF分散技術や樹脂成形技術の開発において、企業間での連携や情報共有はあったのでしょうか。	北岡委員	企業間での連携や情報共有に関しては、NEDOとして各種展示会でのNEDOブース出展でのオープン場でのパネルディスカッションを開催し、マッチングの場を提供し、製造事業者と利用事業者間で、クローズな全体会議を開催し、安全性評価やLCAの最新成果の共有や技術課題の参考になる有識者の講演を行っています。また、その中で各企業からのポスターセッションも実施しており、企業者同士で機微な情報交換が可能な場の提供を積極的に仕掛けており、連携（別メーカーの原料の提供や評価）や技術情報等の共有、ディスカッションは進んだと考えています。
資料3-2 スライド6	「研究開発前から約12倍の生産量を達成し、大幅なコストダウンも可能」とありますが、研究開発前後の実際の生産量とコストを明示してください。	北岡委員	非公開情報のため、当日午後の事業者からのプレゼンにてご説明します。
資料3-2 スライド7	英語版は作成済みでしょうか。国際標準規格（ISOなど）に向けた取り組みについても、まとめて説明してください。	北岡委員	英語版は事業終了後にはなりますが、産総研で英文出版を進めており、2026年度に出版予定です。安全性評価に関する標準化については、CNFの普及と合わせて日本がリーダーシップを務めながら、ISO化進めていく必要があると考えています。
資料3-2 スライド8	LCAとは異なる視点かもしれませんが、「国内林産業の活性化による雇用創出」や「資源安全保障」の観点から、この事業を評価することは可能でしょうか。	北岡委員	国内林産業の活性化につきましては、重要な観点と認識していますが、今回の事業ではそこまでは含めておらず、現段階ではハードルが高いと考えています。 しかしながら、これらの観点から評価することは可能で、実際に材料選択による国内経済への波及影響はLCA-PJにて分析されています。詳しくは、午後の東大UTLCAのプレゼンで補足説明をさせていただきます。
資料5-2	1.1.2　①-2に関して、サンプルの提供先で発生した技術課題ついて、具体的な内容と対応状況についてご説明お願いします。	髙橋委員	低温での製造時に割れが発生し、事業開始時には想定しておらず、当初目標には設定されていませんでした。対応策としては、相溶剤や混練条件など見直しなど行っています。 今後の具体対応についてなど午後の事業者プレゼンで補足説明いたします。
資料5-1 P21	海外の研究開発動向についてですが、海外でCNFの事業が小規模に留まっている理由をどのように分析されていますか。	髙橋委員	スウェーデン、ノルウエーでは2025年現在も事業が行われていますが、CNFに特化していると言うよりは、木質資源の高度利用という形であり、CNFとしての社会実装に向けての開発は小規模と考えています。
資料5-1 P25	セルロースナノファイバーの人材育成講座はナノセルロース塾に移管されたそうですが、逆に、ナノセルロース塾からの本事業へのフィードバックはあるのでしょうか。	髙橋委員	ナノセルロース塾に関しては、移管後であり、本事業自体への直接的なフィードバックはありません。ただし、ナノセルロース塾の参加企業数などの情報を共有しており、今年度のnanotech展では人材育成講座の卒業者が㋮産学連携して共同開発などに進んだ事業者の講演をNEDOは予定しており、その直後に同会場でNCJの方ではナノセルロース塾の報告を予定しており、オープンな場で連携した形で実施の予定です。

資料番号・質問箇所	質問	委員名	回答
資料5-1 P30	CNFの自動車タイヤ使用の効果ですが、既にAグレードは達成していているという理解でよいでしょうか。	髙橋委員	その理解で良いかと思います。事業者からは、現在一般グレードへのCNF適用によるAAAグレード化を進めており、技術的な問題と言うよりは設備投資のタイミングの問題と伺っています。
資料5-1 P66	PVCの耐熱性の課題について記載されていますが、ナノセルロースファイバー自体の耐熱性はどの程度なのでしょうか。	髙橋委員	汎用樹脂よりは高い耐熱性を有しており、変色は200℃以上から始まり、それ以下では顕著な酸化劣化は生じないと考えています。また、長期耐久性も評価されています。
資料5-1 P73	ナノセルロースファイバーを混練した合成樹脂は、剛性が向上することが期待され、かつ、従来のガラス繊維強化プラスチックに比較してリサイクル性に優れているとのことですが、ナノセルロースファイバーの耐衝撃性に加えて、耐熱性・耐薬品性・難燃性については、どのように評価されているでしょうか。	髙橋委員	CNFのネットワーク構造により、荷重変形温度は上がる方向で、耐熱性はあがります。 難燃性に関しては、各種研究もされているようで、チャーの形成による難燃性UPの検討･評価が行われてはいますが、難燃性を必要としない部品への適用から始まると考えています。
資料5-1 P81	ナノセルロースファイバーを混練した合成樹脂を自動車部品に利用することの課題として製造コストをあげられていますが、現時点でセルロースナノファイバーの性能は、スポイラー、インストルメントパネルに必要な性能を満たしているということでしょうか。	髙橋委員	耐衝撃性以外は要求スペックを満たしていると考えています。必要十分な要求スペックでの部品から適用を開始していくことになるかと思います。なお、車載部品適用に対しては安全担保（飛び散らない、刺さらない）が一番要求されます。
資料5-1 P86	（1）本質的な質問ではありませんが、MB、WMB、OMBの略称とその意味についてご説明お願いします。（2）現状では、セルロースナノファイバーを混練することにより性能が低下するとされていますが、コストを要するが改善する可能性はあるのでしょうか。	髙橋委員	MBはマスターバッチのことで、高濃度添加複合樹脂ペレット材を指します。CNF製造メーカーは、利用メーカーに均一分散したMBを供給し、製品側で希釈混練した樹脂で製品を射出成形します。 WMB（Wet Master Batch）は、水分散タイプのマスターバッチで、OMB（Oil Master Batch）はオイルに分散させたマスターバッチとなります。OMBの方が、輸送コストも安くその後のゴム材料に均一に混ぜやすい傾向にあります。性能とコストに関しては、改善など技術的な問題と言うよりは設備投資のタイミングの問題と伺っています。
資料5-1 P94	（1）免疫系への影響について報告されていますが、感作性についての取り組みはいかがでしょうか （2）最終的に、何種類のCNFについて毒性評価をなされたのでしょうか。 （CNFの毒性評価はベンチマーク材料との比較は適切ではないと考えます）。	髙橋委員	感作性試験は実施しておりません。本研究では全身性免疫毒性の評価を目的として、脾臓および胸腺におけるリンパ球サブセット解析を通じて免疫系への影響を検討しました。皮膚感作性や呼吸器感作性に関する直接的な試験は行っていませんが、これらは今後の重要な検討課題と考えています。 毒性評価したCNFの種類は試験で異なり、例えば気管内投与試験のCNFは4種です。 詳しくは、午後の事業者の産総研から補足説明させていただきます。
分科会説明資料 P19 アウトカム目標	「750万t-CO2/年のCO2削減効果に貢献」というアウトカム目標の設定根拠について、分科会当日に説明して頂くことは可能でしょうか？ （燃費向上をタイヤでカウントしているところなど、若干違和感があります）	山崎委員	事業開始時に設定した削減量の試算は、母材を大きくプラスチックとゴムに分け、ガラス繊維強化樹脂とタイヤをモデルとして算出しています。いずれもモビリティ向けが主であり、量が期待できる製品から選定しています。 前者は環境省のCNF利活用による CO2 排出削減効果等評価・検証事業委託業務成果報告書と総括資料を基にしています。世界市場のガラス繊維強化樹脂の30%代替によるCO2削減効果（ガラス繊維強化樹脂では原理的に難しい廃棄時のサイクル可能性による効果が期待できる）を根拠としています。 後者はタイヤ協会の資料を試算根拠としています。
分科会詳細説明資料暫定版	上記とも関連しますが、CNFのCO2削減効果には、大きくは、化石資源由来材料のバイオマス代替による効果と、直接的なエネルギー削減（エネ起源CO2削減）が存在すると認識しています。各プロジェクトについて、どちらを主として狙っているか、について分科会までに整理して頂くことは可能でしょうか？　（参考：製造コストが下がるということは、使用エネルギーかつCO2排出量も下がる可能性が高い）	山崎委員	ご指摘のよう直接的なエネルギー削減（Scope1）として製造コスト削減分の効果はあり、樹脂よりも高機能材料としての液剤や乾燥体の方がコスト低減率は高く、CO2削減効果も大きいですが、量的にはCNF複合樹脂の方が大きいです。 主に、ガラス繊維強化樹脂の代替のターゲット製品では、上述のように、廃棄･リサイクルによるエネルギー低減効果が大きく、廃棄時のCO2削減効果を狙っています。 なお、追加で実施したLCAから、使用時、廃棄時、リサイクルによる削減効果が大きいこともわかってきて、それも反映して、アウトカム目標達成の見込みは高くなっていると考えています。ただし、モビリティへの適用と、量の拡大が前提にはなるかとは思います。

資料番号・ 質問箇所	質問	委員名	回答
分科会説明資料 P22 アウトカム目標 達成の見通し	社会実装と言う観点では、CNFの普及状況は重要なファクターと思います。 ついては、事業開始時点と、現時点でのCNFの普及状況を、（分科会当日に）教えて頂くことは可能でしょうか？ なお、全体を網羅するのは容易ではないと思いますので、部分的にでも構いません。	山崎委員	CNFの製造量と出荷金額においては矢野経済研究所の調査データ（2024年度）あります。2020年度から3-4倍に増えており、本事業ではシューズや伝動ベルトや家電筐体の一部 の上市が始まっており、車載への適用が始まると市場拡大が加速されると期待して、新しい基盤技術開発事業も始めています。

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。

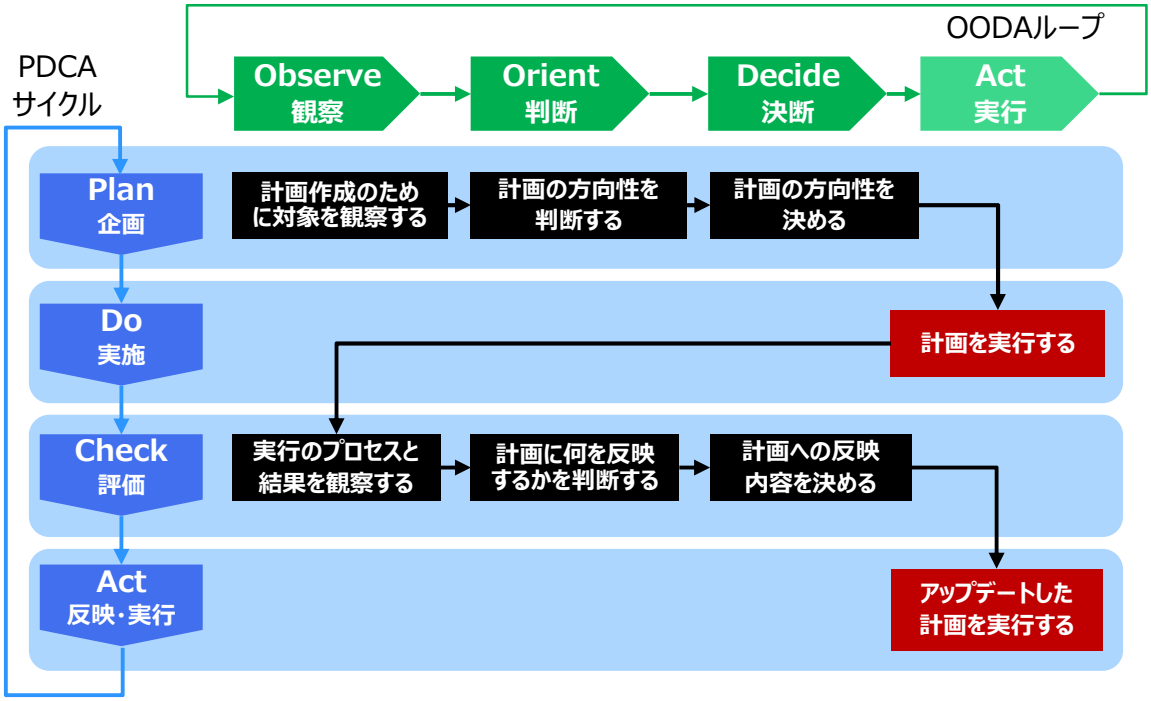


図 1　研究開発マネジメント PDCA サイクルと OODA ループ組み合わせ例

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) 研究評価委員会の了承を得て評価が確定され、理事長に報告。

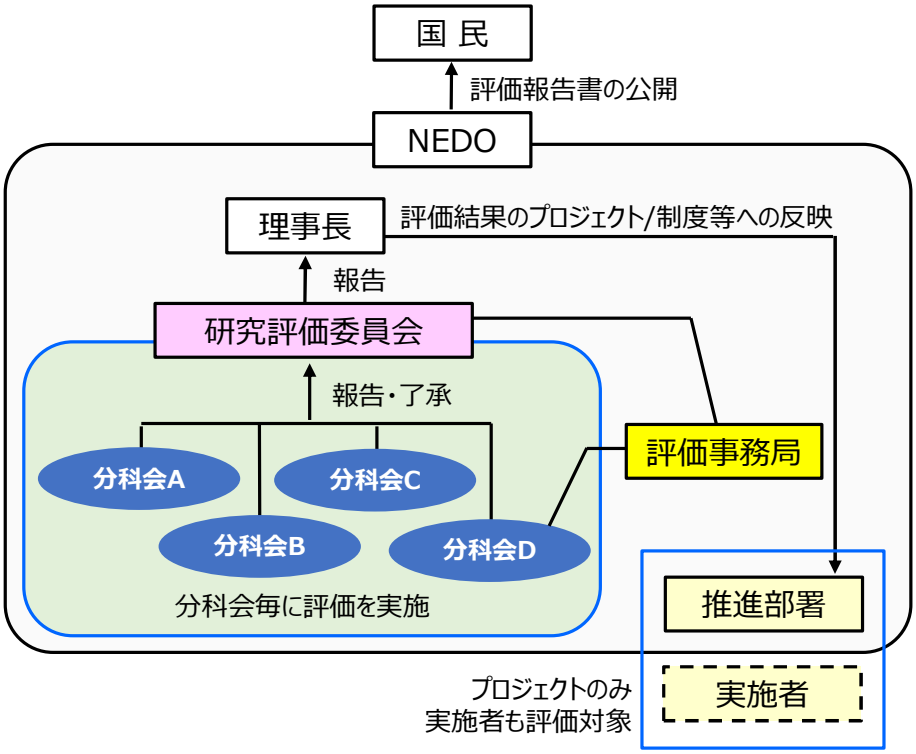


図 2　評価の実施体制

5. 評価手順

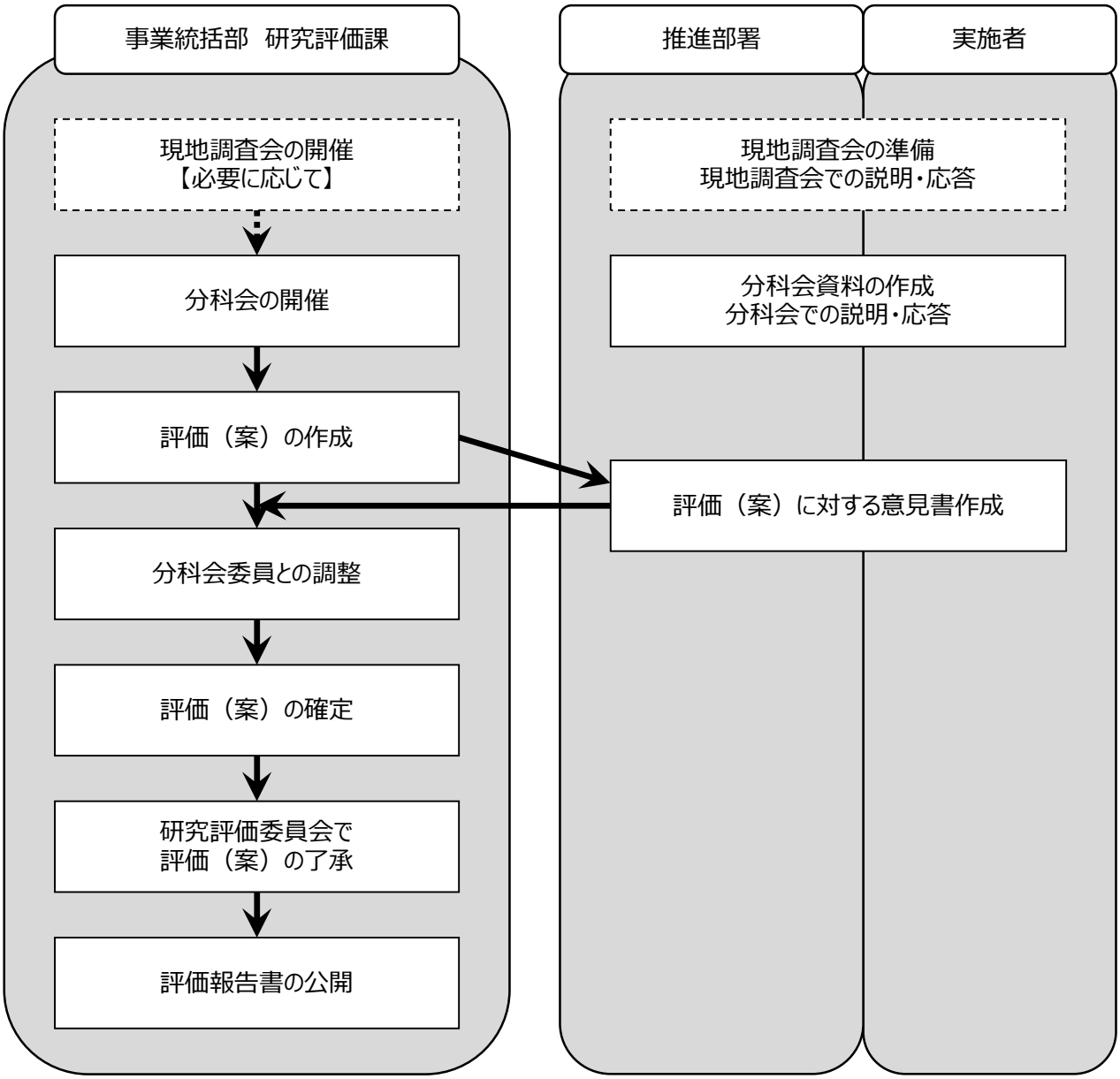


図 3 評価作業フロー

研究評価委員会
「炭素循環社会に貢献するセルロースナノファイバー関連技術開発」
（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。

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・CO_2 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。

・研究開発の継続又は中止を判断するための要件・指標、ステージゲート方式による個別事業の絞り込みの考え方・通過数などの競争を促す仕組みの運用は妥当だったか。

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