

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.B3-3

水素社会構築技術開発事業／地域水素利活用技術開発／
水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発とオンサイト水素インフラ技術開発

平野 哲郎

株式会社ジェイテクト

委託先：東邦ガス株式会社

東邦ガスエナジーエンジニアリング株式会社

株式会社メイチュー

2025年7月17日

連絡先：
株式会社ジェイテクト
CN・CE戦略室 平野哲郎
E-mail tetsurou_hirano@jtekt.co.jp

事業概要

1. 期間

開始 : (西暦) 2022年12月 終了(予定) : (西暦) 2026年3月

2. 最終目標

基礎技術開発後に太陽光・水素を活用するCNモデル工場として実証・評価を行う

1)水素バーナ式アルミ溶解炉の開発

効率: 100万kcal/ton以下 品質: 溶湯品質を満足 設備: 溶解室の耐久性 (現行同等)

2)水素インフラ技術の開発

つくる: 生成能力(50Nm³/h以上) ためる: 生成圧と供給圧の最適化 はこぶ: 実証設備への安定供給

3.成果・進捗概要: CNモデル工場での水素実証に向けた**基礎技術開発～実証設備の仕様検討・製作**

1)水素バーナ式アルミ溶解炉の開発

予備試験溶解炉の評価完了 (2022.9～2023.9)

評価用溶解保持炉の制作・評価 (2023.11～2025.2)

水素燃焼時の火炎特性を考慮した溶解室に仕様変更、評価用溶解保持炉を製作・評価

実証機の仕様検討・製作 (2024.12～)

2)水素インフラ技術の開発

プロトインフラ設備の製作・評価を推進中 (2022.12～2025.4)

水素インフラの基礎評価を実施 (水素生成技術としてアルミ水素技術を評価)

再エネを活用して水素をつくる、ためる、はこぶ事が可能なプロトインフラ設備を製作、評価中

実証インフラ設備の制作 (2024.2～)

工場実証用インフラ設備の仕様検討、製作中

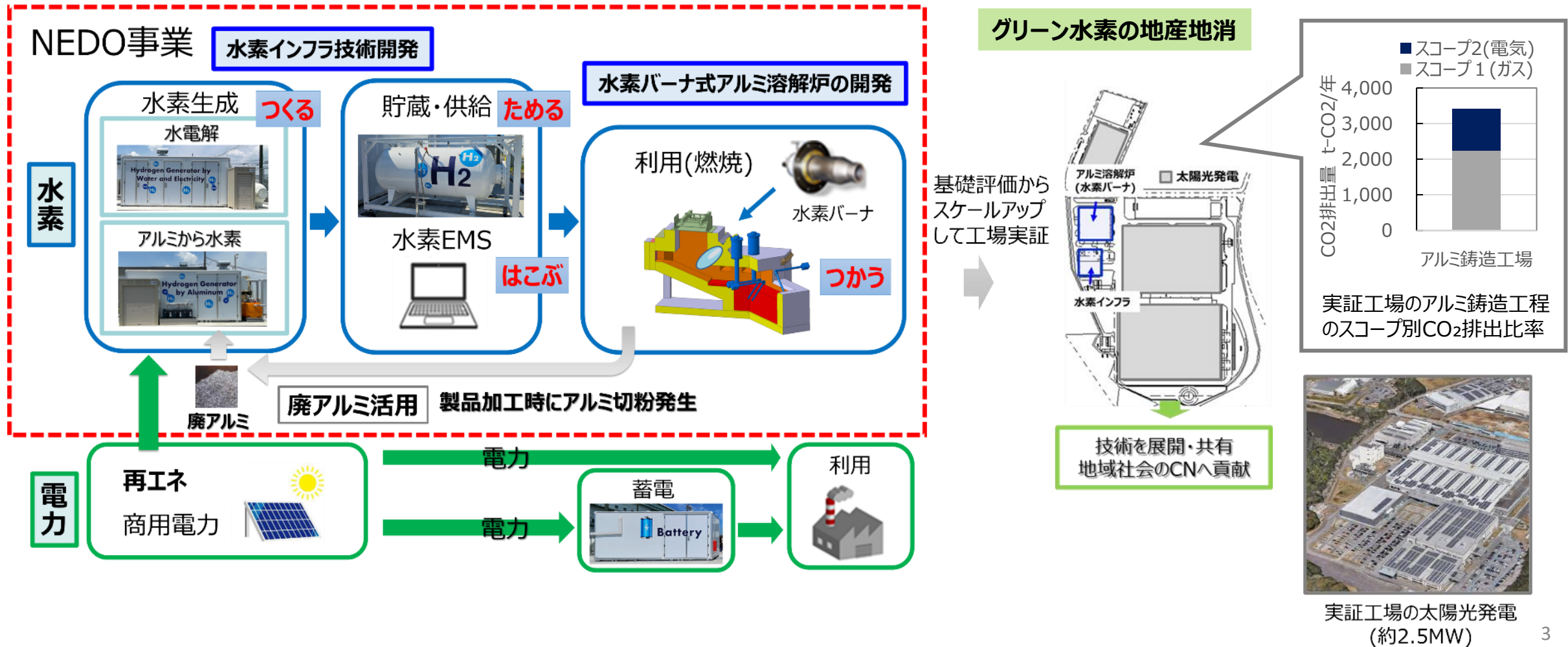


評価用溶解保持炉

1. 事業の位置付け・必要性

事業目的

製造業のCNを実現にあたり、スコープ1のガス燃焼によるCO₂排出量の削減は大きな課題であり、本事業では水素バーナを採用したアルミ溶解炉と再エネを活用するオンサイト水素インフラ技術の開発に取り組む



2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の目標と技術課題

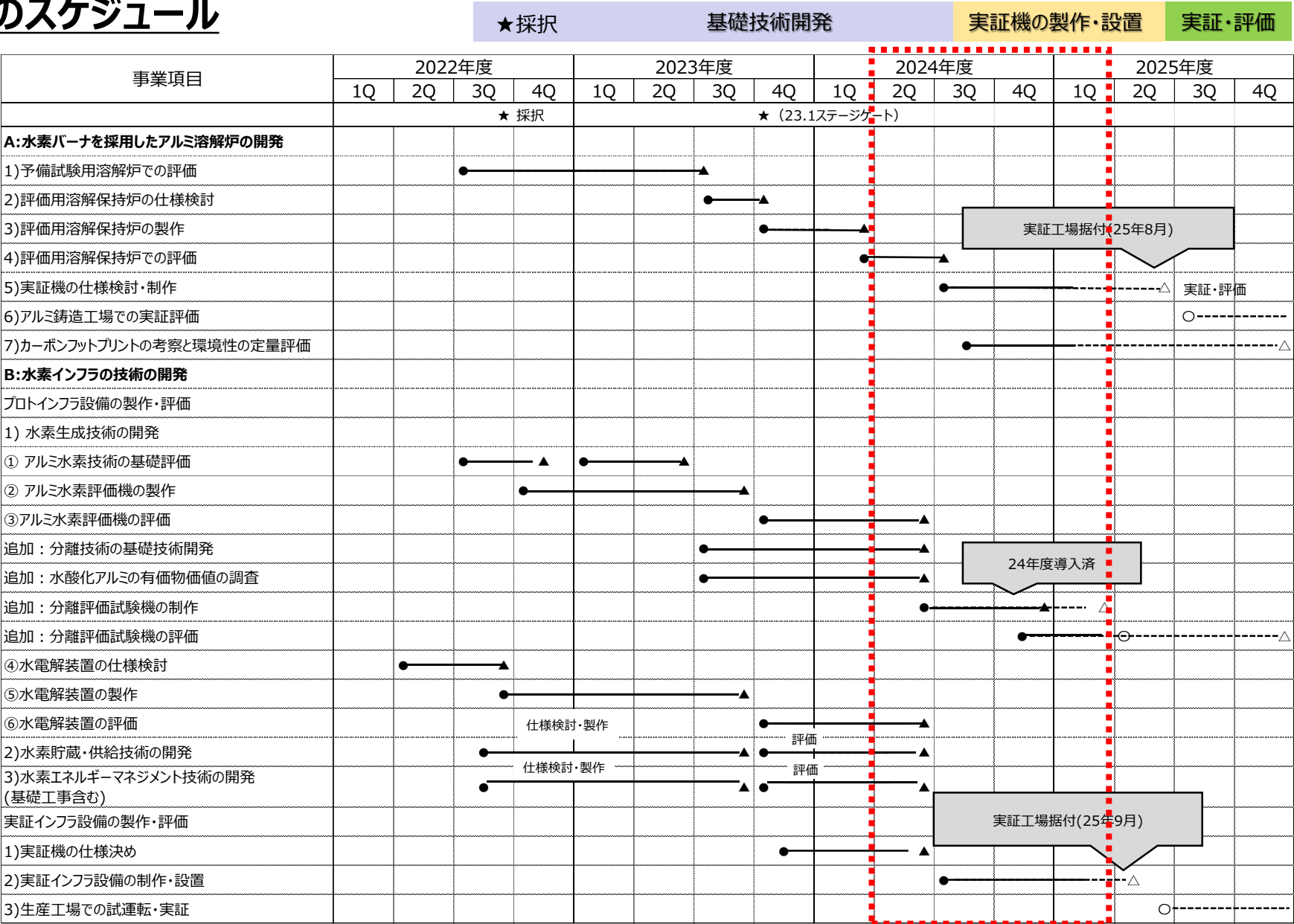
つかう

つくる、ためる、はこぶ

アイテム	A)水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発	B)水素インフラ技術の開発
目標値	①溶解能力 100万kcal/ton以下 ※都市ガス使用時の同等レベルの溶解能力 ②溶湯品質 濾過率、介在物量、酸化被膜長が 都市ガス利用時の溶湯と同等の品質レベル ③設備 溶解室の耐久性が現行レベル	①水素生成技術 ・水素生成能力：50Nm³/h以上（溶解炉1台分） ・水電解とアルミ水素生成技術を評価 アルミ水素生成技術の実証可否を検討 ②水素貯蔵、供給技術 ・低圧仕様(1.0MPa未満)の水素インフラを構築 ・生成圧と供給圧の最適化 ③水素エネルギーマネジメント ・実証設備への安定供給 ・水素の需要変動を想定した貯蔵・供給システム構築
技術課題	①溶解能力 燃焼速度の速い水素(都市ガスの約7倍)による 効率的なアルミインゴットの溶解技術 ②溶湯品質 ・水素吸収量（溶湯へ水素が溶け込みが多いと凝固時にピンホール欠陥が発生） ・酸化スケール量（溶解時の水蒸気との反応で酸化物となる懸念あり） ③設備 水素バーナに火炎特性に適した設備仕様決め	①水素生成技術 ・水電解：効率的かつ安定的な水素生成 ・アルミ水素：アルミ切粉からの安定的な水素生成 水電解に対してのコスト、品質は課題 ②水素貯蔵、供給技術 ・1.0MPa未満での貯蔵に効率的な生成圧の制御 ・安定的な供給のための貯蔵量 ③水素エネルギーマネジメント ・安定的な供給のための水素生成、貯蔵サイクル ・休日のオンサイトの余剰再エネの活用
経済性課題 環境性課題	電気炉又はガス・電気のハイブリッドとの経済性・環境性を比較し、水素利用の優位性を評価	アルミ水素製造の有効性を含めた全体プロセスの妥当性を検証

2. 研究開発マネジメントについて

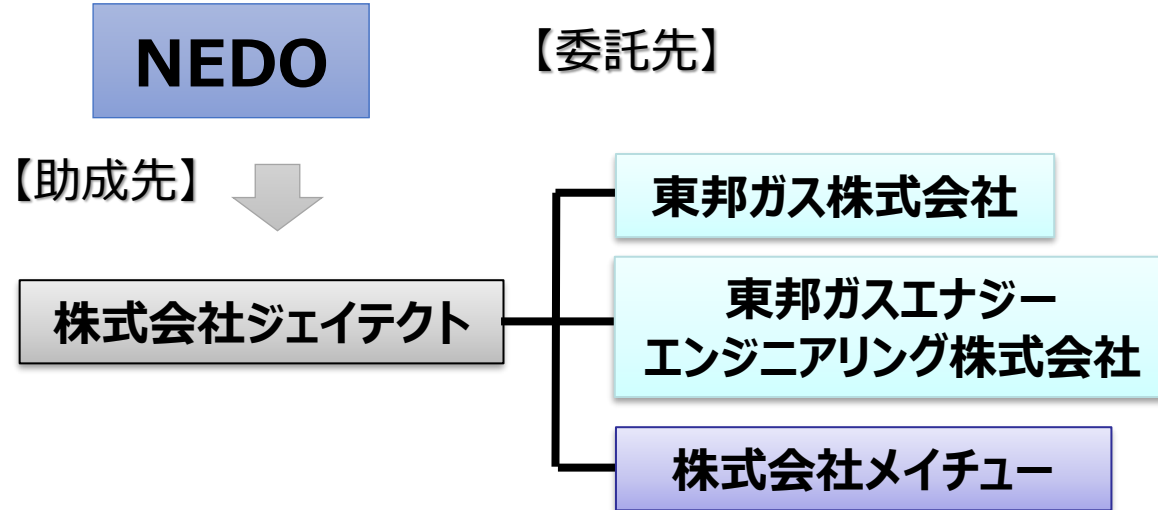
研究開発のスケジュール



2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の実施体制

委託先3社と連携して開発を推進



**東邦ガス株式会社
/ 東邦ガスエネルギーエンジニアリング株式会社**

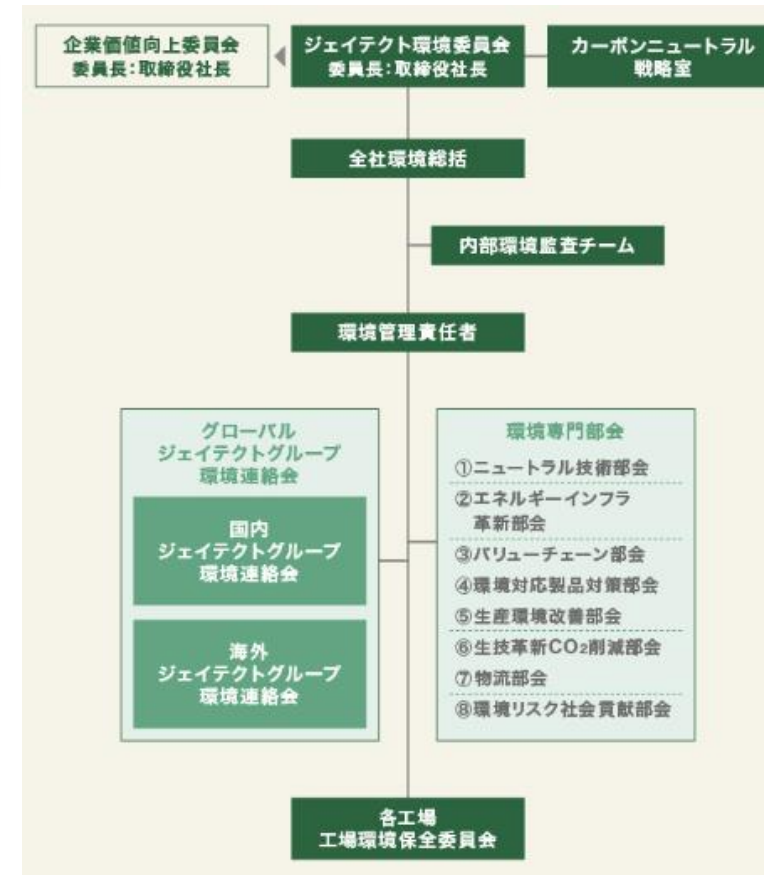
- ・水素バーナ選定
- ・試験工数（データ取り、評価）

株式会社メイチュー

- ・溶解炉仕様決め
- ・試験工数（データ取り、評価）

社内ガバナンス

本プロジェクトを社長が議長のジェイテクト環境委員会で進捗報告してマネジメントを強化
水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発の進捗は生産技術本部長が担当
水素インフラ技術の開発は生産本部長が担当



2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の目標と技術課題

つかう

つくる、ためる、はこぶ

アイテム	A)水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発	B)水素インフラ技術の開発
目標値	①溶解能力 100万kcal/ton以下 ※都市ガス使用時の同等レベルの溶解能力 ②溶湯品質 濾過率、介在物量、酸化被膜長が 都市ガス利用時の溶湯と同等の品質レベル ③設備 溶解室の耐久性が現行レベル	①水素生成技術 ・水素生成能力：50Nm³/h以上（溶解炉1台分） ・水電解とアルミ水素生成技術を評価 アルミ水素生成技術の実証可否を検討 ②水素貯蔵、供給技術 ・低圧仕様(1.0MPa未満)の水素インフラを構築 ・生成圧と供給圧の最適化 ③水素エネルギーマネジメント ・実証設備への安定供給 ・水素の需要変動を想定した貯蔵・供給システム構築
技術課題	①溶解能力 燃焼速度の速い水素(都市ガスの約7倍)による 効率的なアルミインゴットの溶解技術 ②溶湯品質 ・水素吸収量（溶湯へ水素が溶け込みが多いと凝固 時にピンホール欠陥が発生） ・酸化スケール量（溶解時の水蒸気との反応で酸化 物となる懸念あり） ③設備 水素バーナに火炎特性に適した設備仕様決め	①水素生成技術 ・水電解：効率的かつ安定的な水素生成 ・アルミ水素：アルミ切粉からの安定的な水素生成 水電解に対してのコスト、品質は課題 ②水素貯蔵、供給技術 ・1.0MPa未満での貯蔵に効率的な生成圧の制御 ・安定的な供給のための貯蔵量 ③水素エネルギーマネジメント ・安定的な供給のための水素生成、貯蔵サイクル ・休日のオンサイトの余剰再エネの活用
経済性課題 環境性課題	電気炉又はガス・電気のハイブリッドとの経済性・環境性を 比較し、水素利用の優位性を評価	アルミ水素製造の有効性を含めた全体プロセスの妥当性を検証

3. 研究開発成果について

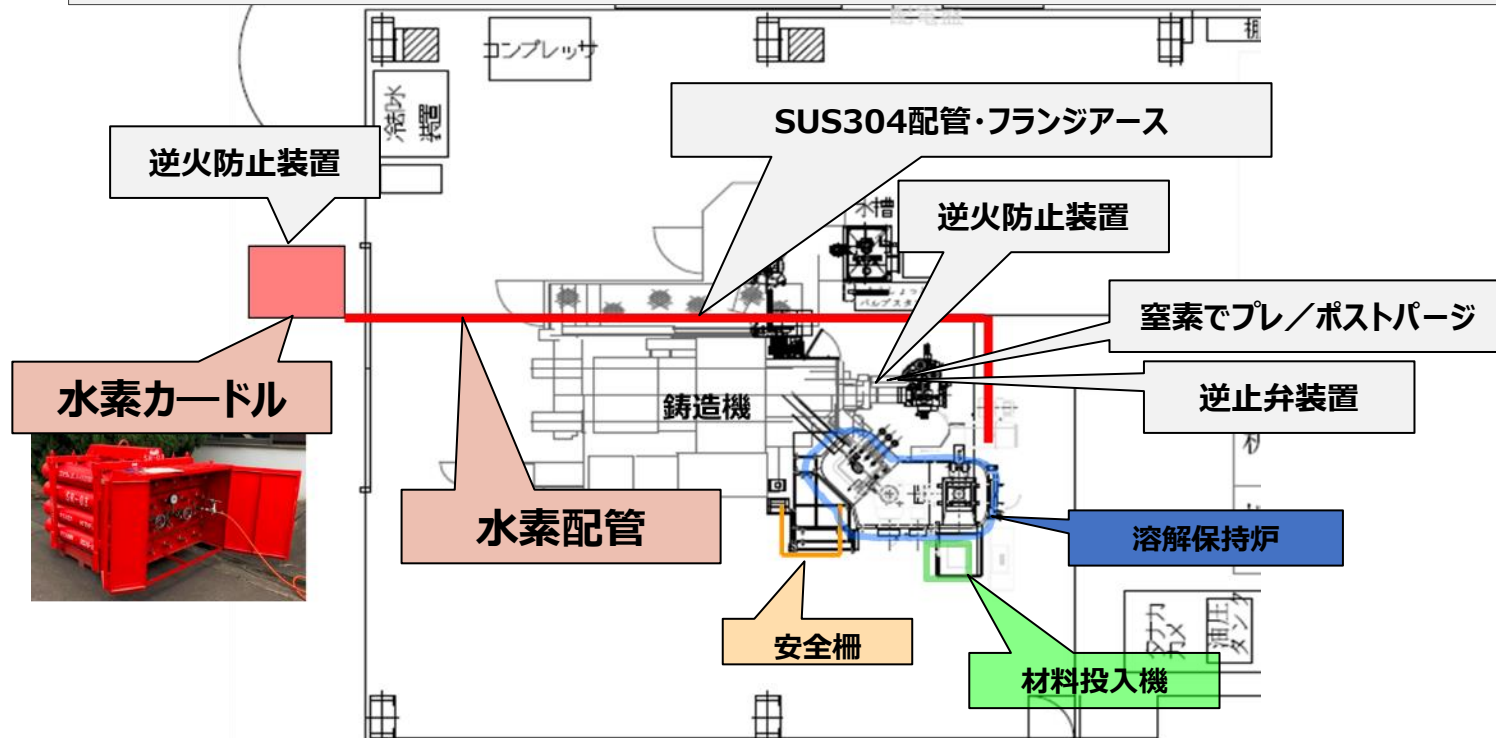
予備試験溶解炉の評価、評価用溶解保持炉の仕様検討 (前回報告)

評価用溶解保持炉の制作・設置・評価

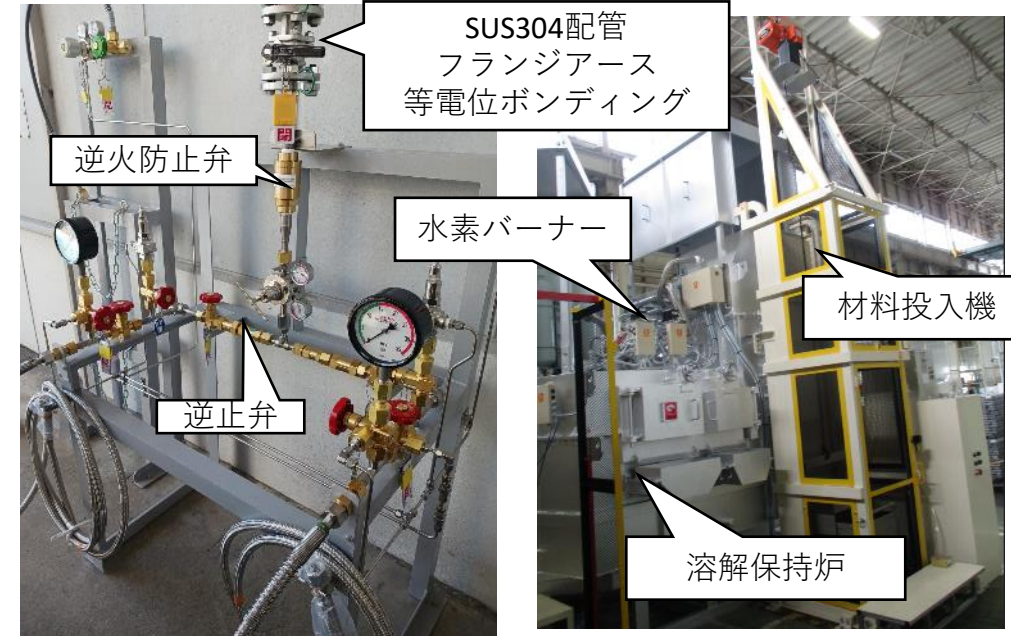
ダイカスト試作ラインに評価炉を設置・評価を実施

【水素対応】

- ・高圧側配管: SUS304及びフランジアース設置
- ・逆火防止装置: 供給ユニット側、バーナー近傍各1個設置
- ・プレ／ポストパージ
エアパージに加え不活性ガス(窒素)のパージも実施(逆火対策) 逆止弁設置



【水素バルブスタンド】



【都市ガス・水素溶解比較】



都市ガス火炎と水素ガス火炎の比較

5分以内に都市ガス ⇄ 水素は切り替え可能



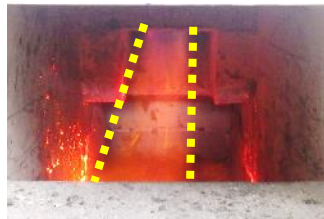
都市ガス火炎



水素ガス火炎

3. 研究開発成果について（A:水素バーナ式アルミ溶解炉の開発）

評価用炉では主に以下の評価を実施して、開発目標にむけてトライした

①材料投入方法 材料投入方向・速度調整  改善前 材料が右側に偏り、 炎が当たらず溶けない  改善後 材料が均一に投入され 炎が均一にあたる	②火炎の偏り バーナ角度の調整  火炎が左に偏り、 炉壁が赤熱  火炎の偏り改善、 炉壁の赤熱も良化	③溶解能力の評価 対策前：148kg/h ⇒ 対策後：226kg/h  材料のとけ残りなく溶解																										
④材料形状の改善 分割インゴットによる充填率改善 水素は都市ガスよりも溶解効率向上  5kg塊を3分割  均一に投入・充填率向上	更にバーナ出力と溶解能力の関係性も評価して、溶解原単位改善 溶湯品質を含めて開発目標は達成できた 開発目標と評価結果 <table><tr><th colspan="2">評価項目</th><th>開発目標</th><th>評価結果</th><th>判定</th></tr><tr><td>溶解能力</td><td>kg/h</td><td>≥200kg/h</td><td>284kg/h</td><td>○</td></tr><tr><td>溶解原単位</td><td>万kcal/ton</td><td>≤100万kcal/ton</td><td>38.3万kcal/ton</td><td>○</td></tr><tr><td>溶湯品質</td><td>PoDFA、Kモールド等</td><td>既設同等</td><td>既設同等</td><td>○</td></tr><tr><td>CO2排出量</td><td>ton-CO2/年</td><td>▲98 ton-CO2/年 グリーン水素利用</td><td>▲108 ton-CO2/年</td><td>○</td></tr></table>			評価項目		開発目標	評価結果	判定	溶解能力	kg/h	≥200kg/h	284kg/h	○	溶解原単位	万kcal/ton	≤100万kcal/ton	38.3万kcal/ton	○	溶湯品質	PoDFA、Kモールド等	既設同等	既設同等	○	CO2排出量	ton-CO2/年	▲98 ton-CO2/年 グリーン水素利用	▲108 ton-CO2/年	○
評価項目		開発目標	評価結果	判定																								
溶解能力	kg/h	≥200kg/h	284kg/h	○																								
溶解原単位	万kcal/ton	≤100万kcal/ton	38.3万kcal/ton	○																								
溶湯品質	PoDFA、Kモールド等	既設同等	既設同等	○																								
CO2排出量	ton-CO2/年	▲98 ton-CO2/年 グリーン水素利用	▲108 ton-CO2/年	○																								

3. 研究開発成果について（A:水素バーナ式アルミ溶解炉の開発）

実証用溶解保持炉の設備仕様を決定、製作開始 '25/4～'25/7

溶解室レイアウト

テーパ形状
炉床面積▲28%

水素火炎が当たる場所に
確実に材料を供給

材料投入

分割インゴット 5kg塊3分割
インバーター制御 投入速度制御
高充填による溶解効率UP
材料投入の偏り低減

中長期評価（製品・炉体寿命評価）
を実施していく

溶解

水素、都市ガス共用バーナー
最大出力：20万kcal/h、
実用条件：10万kcal/h

炉体放熱

高効率断熱材
断熱塗装

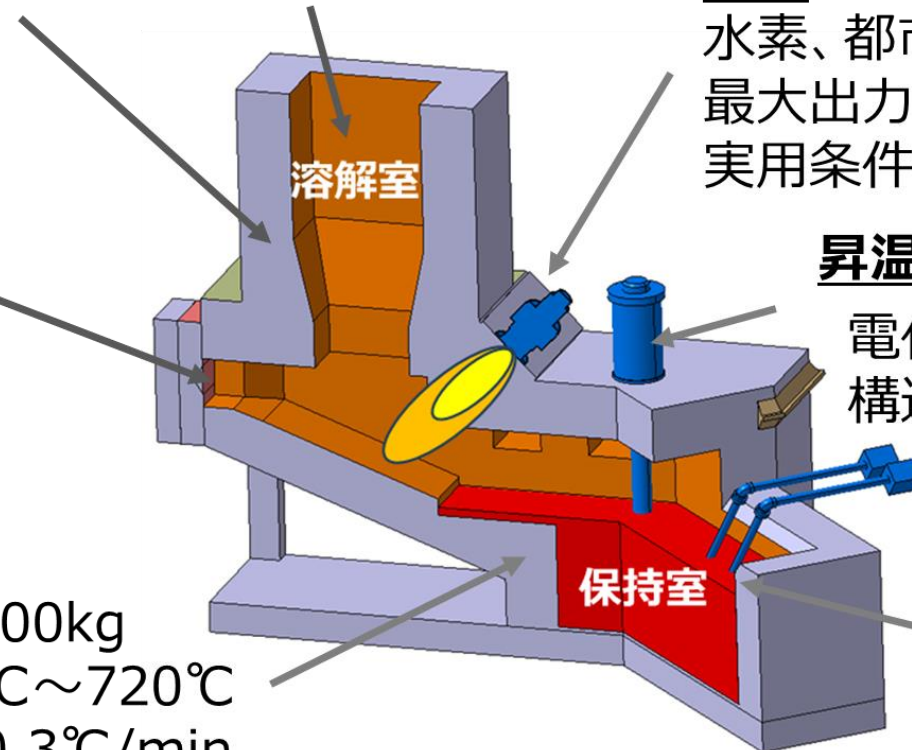
断熱材の見直し、
炉体放熱低減▲21%

昇温・保持

電化検討中、対応可能な
構造で設計・製作

溶湯

保持溶湯量：1200kg
溶湯温度：660℃～720℃
保持昇温能力 $\geq 0.3^{\circ}\text{C}/\text{min}$



湯面レベル

レーダーセンサ

3. 研究開発成果について（A:水素バーナ式アルミ溶解炉の開発）

経済性検討

設備費用の比較

※HYBは保持室は電気

	従来式バーナ炉	都市ガスHYB炉	水素バーナHYB炉	電気炉
設備価格比	1	1.2	1.3	1.5

⇒ 省エネ仕様の都市ガスHYB炉から水素バーナに切り替わる部分がコストアップする、オール電化より安価

溶解炉のエネルギーコストの比較
溶解と保持の合計のコスト

・電力、都市ガス単価は弊社の24年度の平均単価
・グリーン水素の単価は自社太陽光の電力単価で算出

	従来式バーナ炉	都市ガスHYB炉	水素バーナHYB炉	電気炉
溶解コスト比	1	0.6	1	0.8

⇒ エネルギーコストは水素が高い。電気炉はコールドスタート等の生産性の課題がある
経済性と水素の将来性を考えて水素バーナと電気のハイブリッド仕様がよい
水素単価をさげるためにグリーン電力のEMSが重要であり、これはインフラ側の課題となる

環境性検討

従来炉、都市ガスHYB炉ではカーボンニュートラル実現にむけてスコープ1の課題が残る
水素バーナ、電気炉は再エネ由来の電力とセットでエネルギーのグリーン化が可能

2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の目標と技術課題

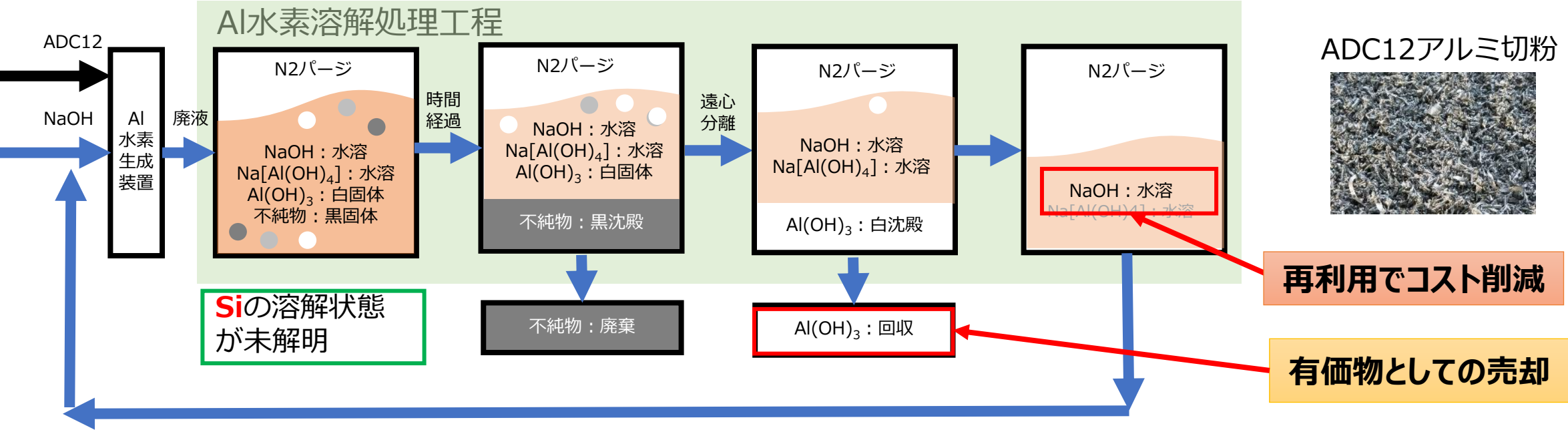
つかう

つくる、ためる、はこぶ

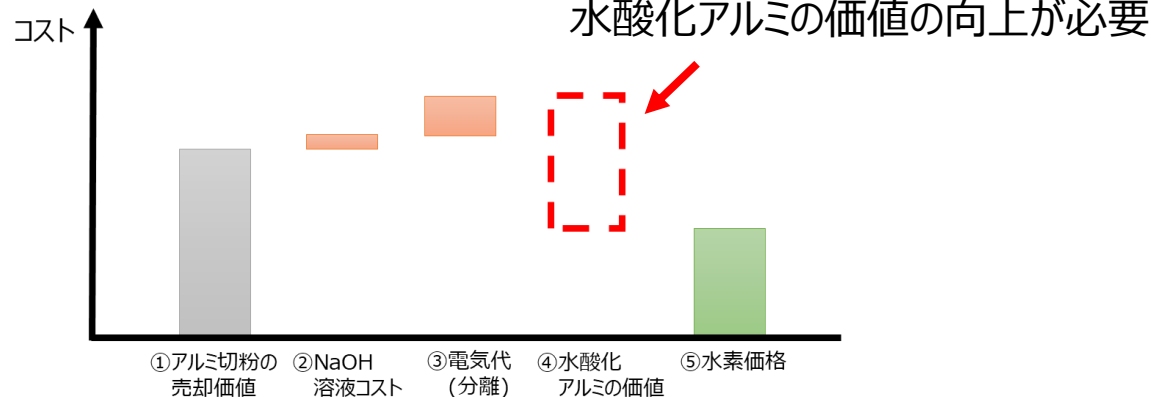
アイテム	A)水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発	B)水素インフラ技術の開発
目標値	①溶解能力 100万kcal/ton以下 ※都市ガス使用時の同等レベルの溶解能力 ②溶湯品質 濾過率、介在物量、酸化被膜長が 都市ガス利用時の溶湯と同等の品質レベル ③設備 溶解室の耐久性が現行レベル	①水素生成技術 ・水素生成能力：50Nm³/h以上（溶解炉1台分） ・水電解とアルミ水素生成技術を評価 アルミ水素生成技術の実証可否を検討 ②水素貯蔵、供給技術 ・低圧仕様(1.0MPa未満)の水素インフラを構築 ・生成圧と供給圧の最適化 ③水素エネルギーマネジメント ・実証設備への安定供給 ・水素の需要変動を想定した貯蔵・供給システム構築
技術課題	①溶解能力 燃焼速度の速い水素(都市ガスの約7倍)による 効率的なアルミインゴットの溶解技術 ②溶湯品質 ・水素吸収量（溶湯へ水素が溶け込みが多いと凝固時にピンホール欠陥が発生） ・酸化スケール量（溶解時の水蒸気との反応で酸化物となる懸念あり） ③設備 水素バーナに火炎特性に適した設備仕様決め	①水素生成技術 ・水電解：効率的かつ安定的な水素生成 ・アルミ水素：アルミ切粉からの安定的な水素生成 水電解に対してのコスト、品質は課題 ②水素貯蔵、供給技術 ・1.0MPa未満での貯蔵に効率的な生成圧の制御 ・安定的な供給のための貯蔵量 ③水素エネルギーマネジメント ・安定的な供給のための水素生成、貯蔵サイクル ・休日のオンサイトの余剰再エネの活用
経済性課題 環境性課題	電気炉又はガス・電気のハイブリッドとの経済性・環境性を比較し、水素利用の優位性を評価	アルミ水素製造の有効性を含めた全体プロセスの妥当性を検証

3. 研究開発成果について（B:水素インフラ技術の開発）

ADC12のアルミ切粉を使った場合の反応と副生成物



水素のコストイメージ



課題

酸化アルミニウム単体として分離が難しい

ADC12の合金成分Si、Zn、SnがNaOHの強アルカリに溶ける

記号	化学成分 (%)							
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Sn
ADC12	1.5 ~3.5	9.8 ~12.0	0.3以下	1.0以下	1.0以下	0.5以下	0.5以下	0.3以下
								Al
								残部

3. 研究開発成果について（B:水素インフラ技術の開発）

水酸化アルミの析出・分離技術開発

条件①：純水を加水していき、加水分解の中で析出

条件②：水酸化アルミの種をつかい、攪拌して晶析を促進、その後遠心分離機にて析出物を分離

攪拌工程



攪拌器

温度計

水酸化アルミ
種子投入

温調器

保温容器

攪拌装置

攪拌条件

- ・ 溶液温度
- ・ 溶液処理量
- ・ 攪拌回転数
- ・ 攪拌処理時間



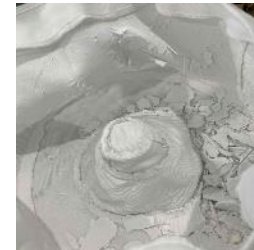
攪拌後の溶液

分離工程



遠心分離装置

分離後状態



水酸化アルミ粉
量と純度確認



分離液
NaOH回収

条件①の水酸化アルミの純度はかなり低く、析出も不十分
条件②で改善はするが、水酸化アルミの純度としては不十分

水酸化アルミの析出・分離技術の評価は継続

3. 研究開発成果について（B:水素インフラ技術の開発）

水素インフラ技術の開発

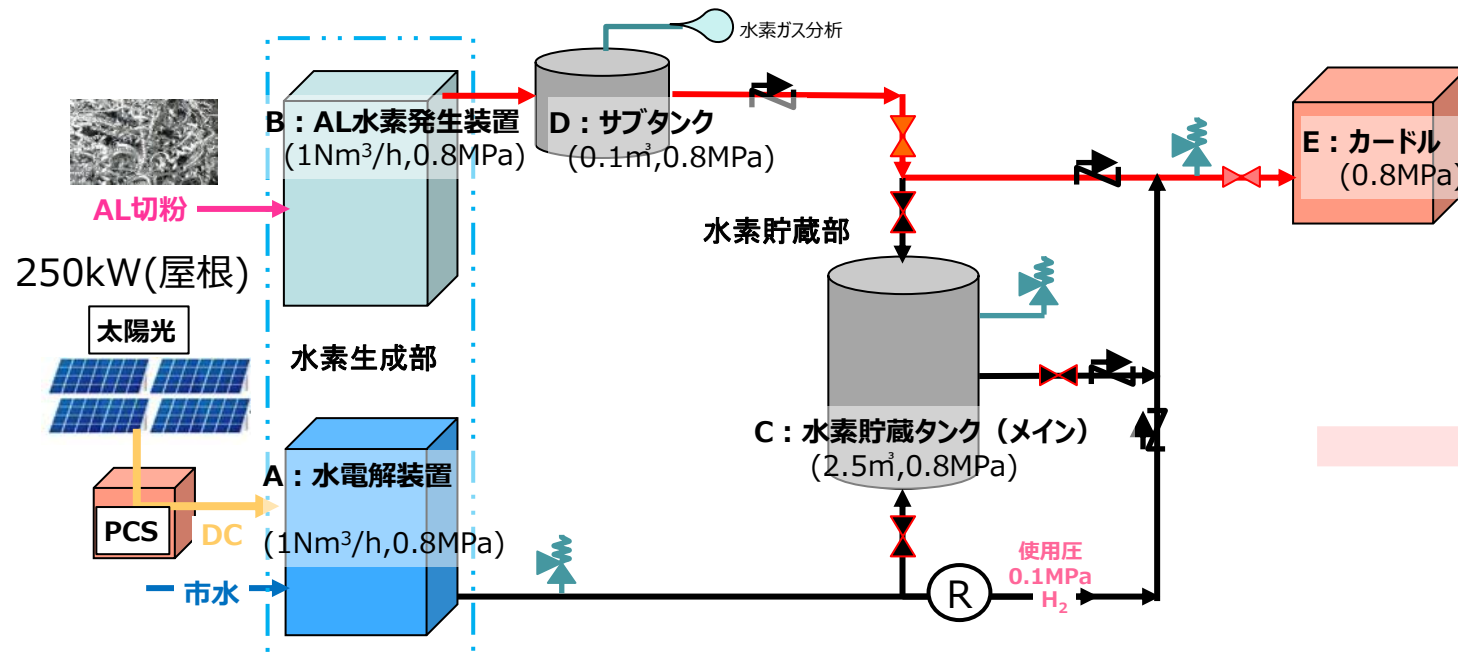
プロトインフラ設備（CNラボ）での評価 2024.6 ～

プロトインフラ仕様を決定、製作中

工場実証にむけて1.0MPa未満でオンサイトで再エネから水素を生成、貯蔵、供給するプロトインフラの仕様を検討し、製作

- ①水素生成技術：水電解装置(図中 A)・アルミ水素評価機(図中 B)の仕様を決定、反応圧を利用した貯蔵を評価予定
- ②水素貯蔵、供給技術：常用温度で1MPa未満となる水素貯蔵タンク(図中 C)、アルミ水素用サブタンク(図中 D)、カードル(図中 E)で構成、貯蔵圧は0.8MPaとし、グリーン水素を評価用溶解保持炉で評価
- ③水素エネルギーシステム：再エネを最大限活用し、水素を生成・貯蔵するエネルギーマネジメントを評価

水素プロトインフラの概略図



CNラボエリアは再エネ100%の自立化システム



3. 研究開発成果について（B:水素インフラ技術の開発）

プロトインフラでの電力需給データの分析

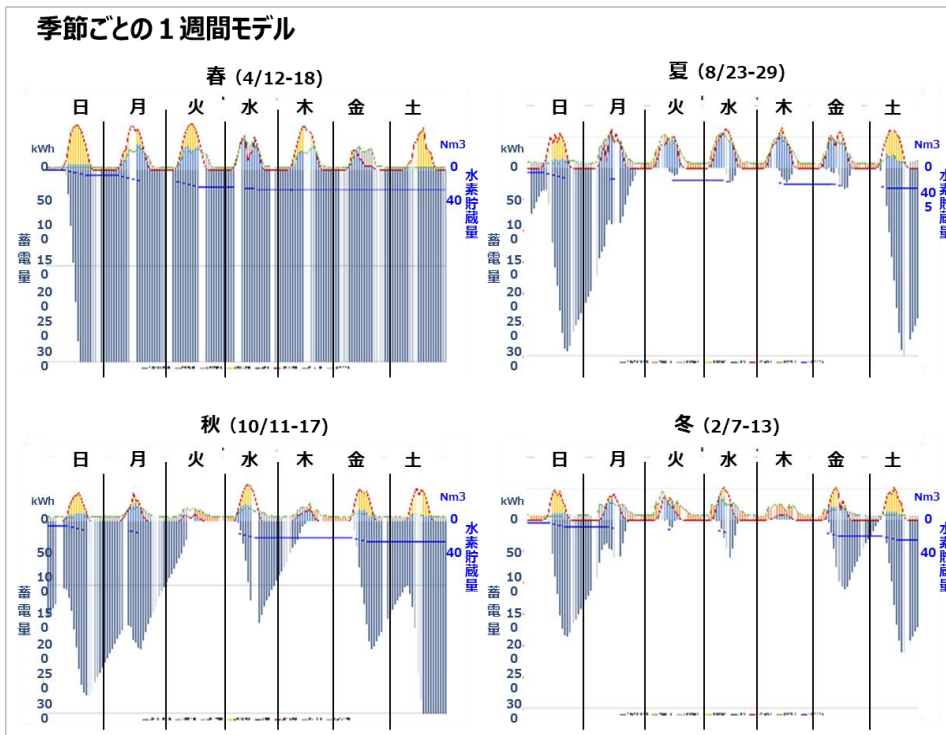
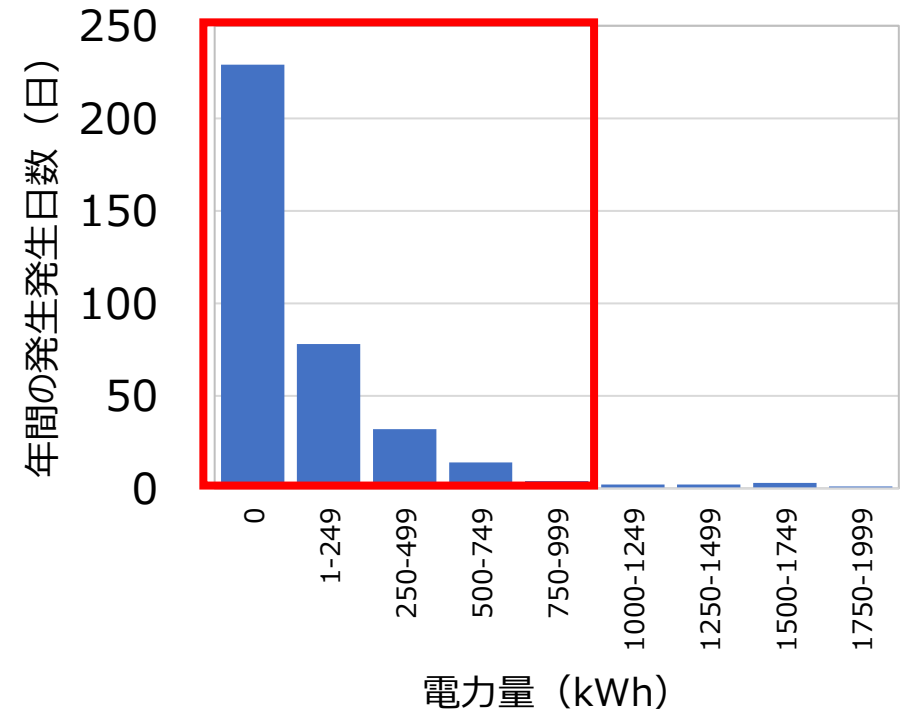
長期・短期的な需給パターンを分析してエネルギーマネジメントシステムを構築

プロトインフラ(CNラボ)仕様



太陽光発電規模：250 kW
蓄電池：336 kWh
キャパシタ：モジュール5直列×3並列
水素貯蔵：60 Nm³
水電解能力：1 Nm³/h

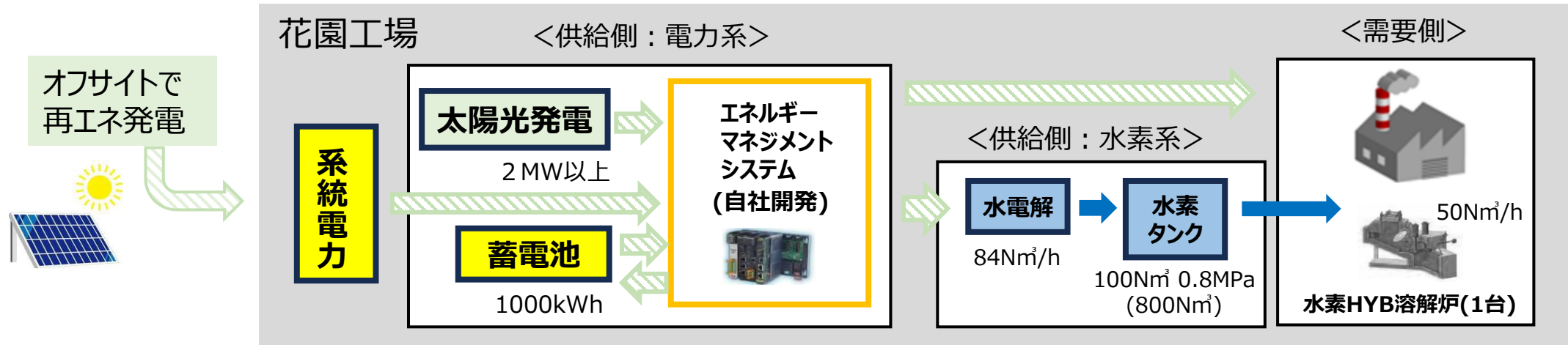
余剰電力データ（発電量－需要電力量）



グリーンエネルギーを有効的に使用し、
経済合理性を追求したインフラシステムを検討

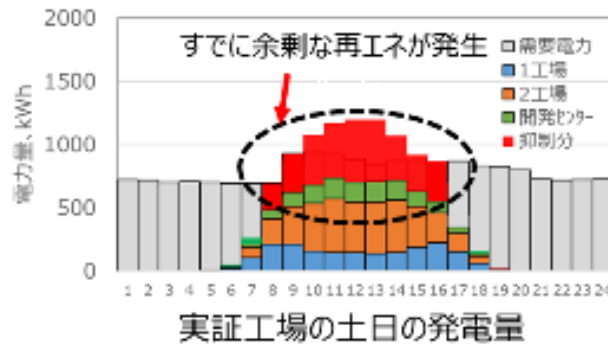
3. 研究開発成果について（B:水素インフラ技術の開発）

再エネを最大限活用し、CNモデル工場でグリーン水素製造、実証評価を行う



余剰電力の活用

- ①年間を通じた需要電力量
- ②年間を通じた太陽光発電量



水素EMS

- ①水素需要変動を把握
- ②水素の供給能力を検討
- ③水素在庫量を検討



蓄電システム

- ①余剰電力の有効活用
- ②キャパシタ活用の検討



経済合理性の検討

- ①太陽光発電の効率運用
- ②安価電力時間帯の活用
- ③ピークシフト
- ④デマンドレスポンス

・
・

再エネを有効活用する蓄電・水素を組合せた工場インフラシステムを実証、経済合理性を検証

4. 今後の見通しについて

水素の利用拡大：実証工場での成果がポイント、実証後は社内のアルミ鑄造へ展開を推進予定
本事業で得られた水素インフラ技術の知見も追加したエネルギーマネジメントシステムを構築

社内展開

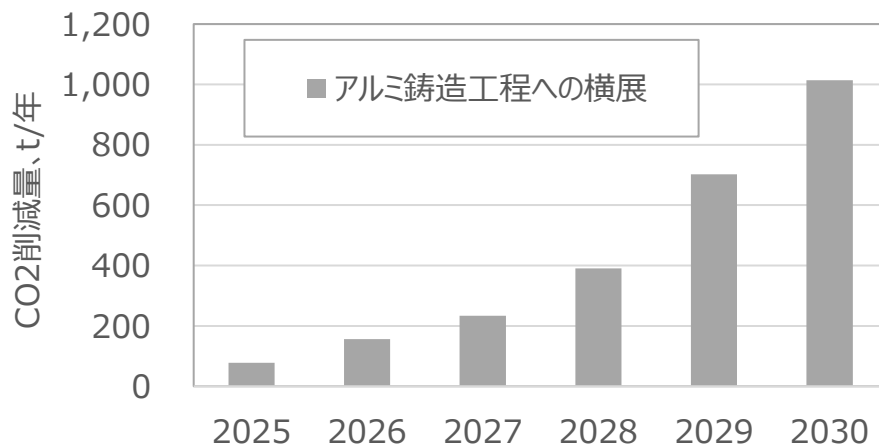
アルミ鑄造工程
社内展開溶解炉12台

+

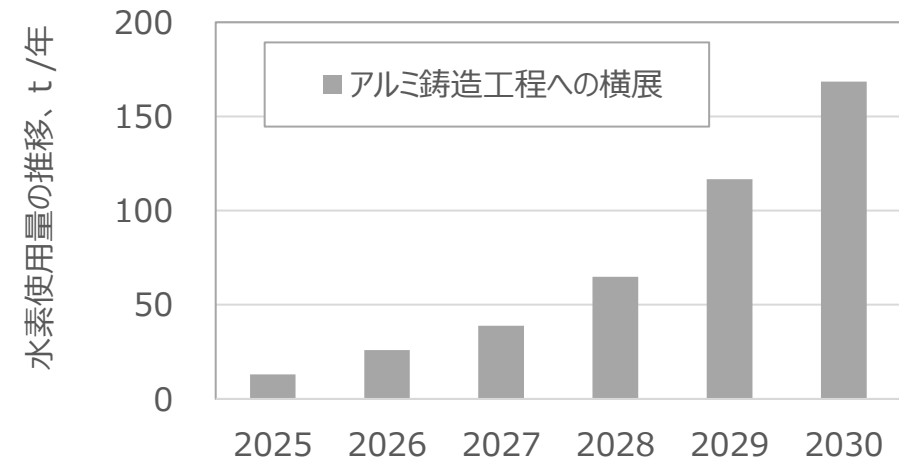
再エネを有効活用するエネマネとグリーン水素地産地消

社内展開での効果

1) 水素活用によるCO2削減量



2) 水素使用量の推移



社内で実証してDBを蓄積、経済合理性をふくめて提案できるエネマネシミュレーションを開発

4. 今後の見通しについて

CNラボ・水素バーナ式アルミ溶解炉に多くの企業から関心を頂いております

自動車・軸受・工作機械関係のお客様

連携企業様、再エネ・水素に関心のある企業様

官公庁様

JTEKT

CNラボ（刈谷）

水素バーナ(東刈谷)

CNラボエリアは再エネ100%の自立型システム

電気をつくる
太陽光発電

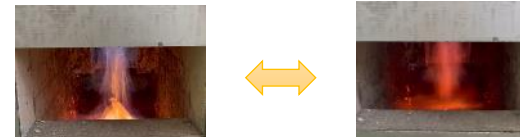
電圧を安定化
高耐熱リチウムイオンキャパシタ
Libuddy®

電気をためる
リチウムイオン電池



水素をつくる
廃アルミから生成
Aluminum Hydrogen

水素をつくる
水電解生成
Electrolyzed Generator



都市ガス・水素の切り替えを見学



130社、400名以上の方に見学を頂いている



水素を含めてCNに向けたソリューションを共創

以上が本事業の報告となります

ご清聴ありがとうございました