

# NEDO水素・燃料電池成果報告会2023

発表No.B1-14

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  
2023年7月13日

連絡先：  
株式会社ジェイテクト  
カーボンニュートラル戦略室 平野哲郎  
E-mail [tetsurou\\_hirano@jtekt.co.jp](mailto: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: 炉の温度分布同等レベル

### 2)水素インフラ技術の開発

つくる: 生成能力(50Nm<sup>3</sup>/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

水素実証評価に向けた基礎技術開発を推進中

### 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を推進中** (2022.9~2023.9予定)

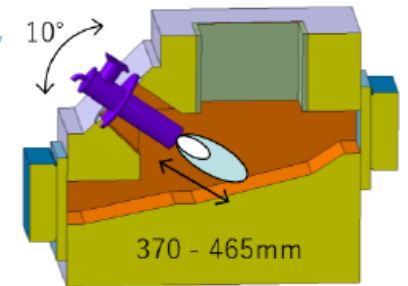
従来方式(都市ガス)バーナと水素バーナの燃焼比較を実施して溶解能力・溶湯品質を評価  
→水素バーナ仕様の目途付けを完了した。

### 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** (2022.12~2024.9予定)

工場での実証評価に向かうために1/50スケール規模で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の仕様を検討、仕様を決定して設備製作を着手した。

水素バーナ

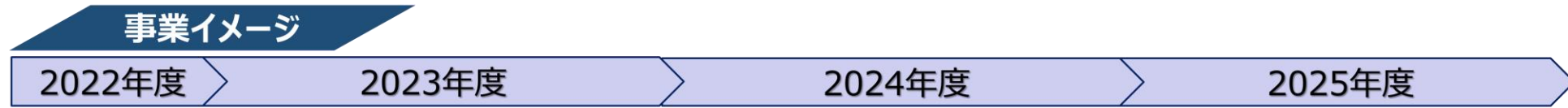


予備試験用溶解炉

# 1. 事業の位置付け・必要性

## 事業目的

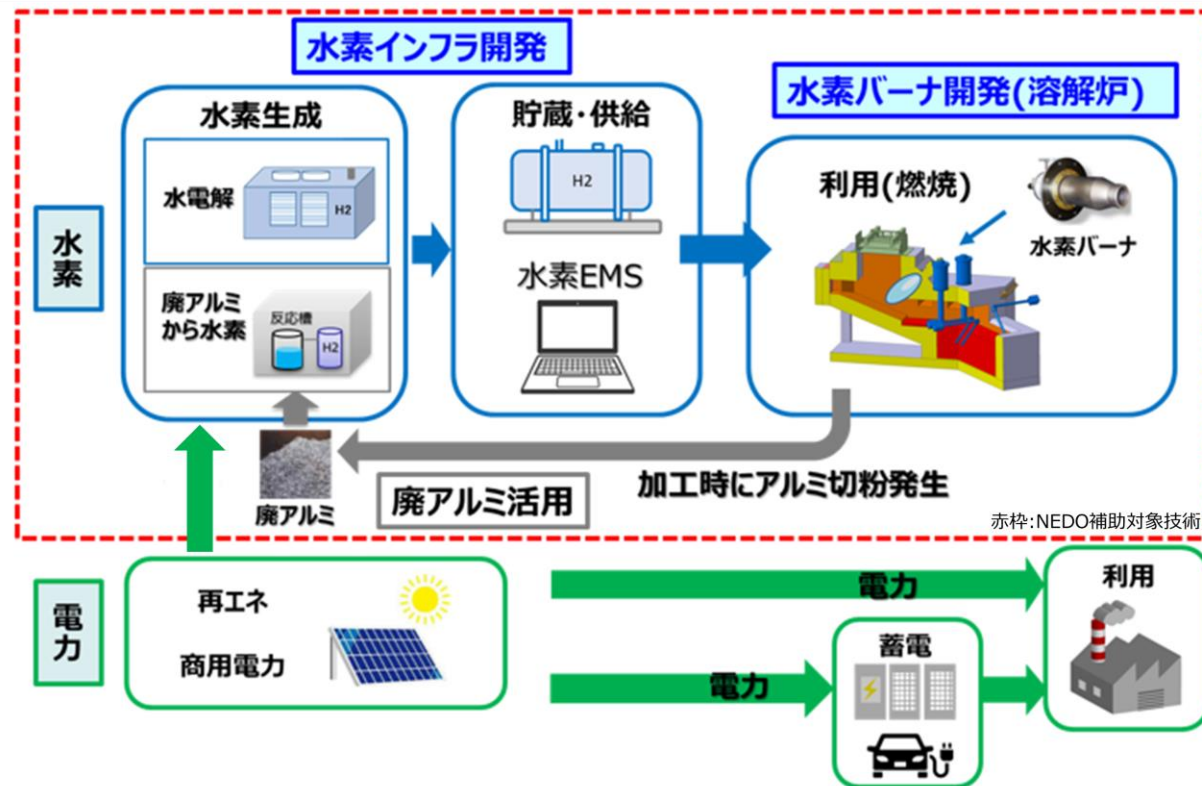
製造業のCNを実現にあたり、スコープ1のガス燃焼によるCO<sub>2</sub>排出量を削減することは大きな課題である。本事業では水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発とオンサイトでの水素インフラ技術開発に取り組む。



水素活用に向けた基礎技術開発

実証機の製作・設置

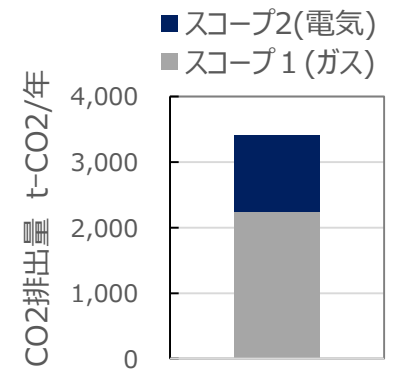
工場での実証・評価



基礎評価から  
スケールアップして  
実証評価を実施



技術を展開・共有  
地域社会のCNへ貢献



アルミ鋳造工場

実証工場のアルミ鋳造工程の  
スコープ別CO<sub>2</sub>排出比率

## 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> <li>③設備 炉の温度分布が現行炉と同等レベル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①水素生成技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>・水素生成能力：50Nm<sup>3</sup>/h以上（溶解炉1台分）</li> <li>・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</li> </ul> </li> <li>②水素貯蔵、供給技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>・低圧仕様(1.0MPa未満)の水素インフラを構築</li> <li>・生成圧と供給圧の最適化</li> </ul> </li> <li>③水素エネルギーマネジメント               <ul style="list-style-type: none"> <li>・実証設備への安定供給</li> <li>・水素の需要変動を想定した貯蔵・供給システム構築</li> </ul> </li> </ul>
技術課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>①溶解能力 燃烧速度の速い水素(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</li> <li>②溶湯品質               <ul style="list-style-type: none"> <li>・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）</li> <li>・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）</li> </ul> </li> <li>③設備 水素バーナでの炉内温度分布の安定化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>①水素生成技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>・水電解：効率的かつ安定的な水素生成</li> <li>・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</li> </ul> </li> <li>②水素貯蔵、供給技術               <ul style="list-style-type: none"> <li>・1.0MPa未満での貯蔵に効率的な生成圧の制御</li> <li>・安定的な供給のための貯蔵量</li> </ul> </li> <li>③水素エネルギーマネジメント               <ul style="list-style-type: none"> <li>・安定的な供給のための水素生成、貯蔵サイクル</li> <li>・休日のオンサイトの余剰再エネの活用</li> </ul> </li> </ul>

## 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

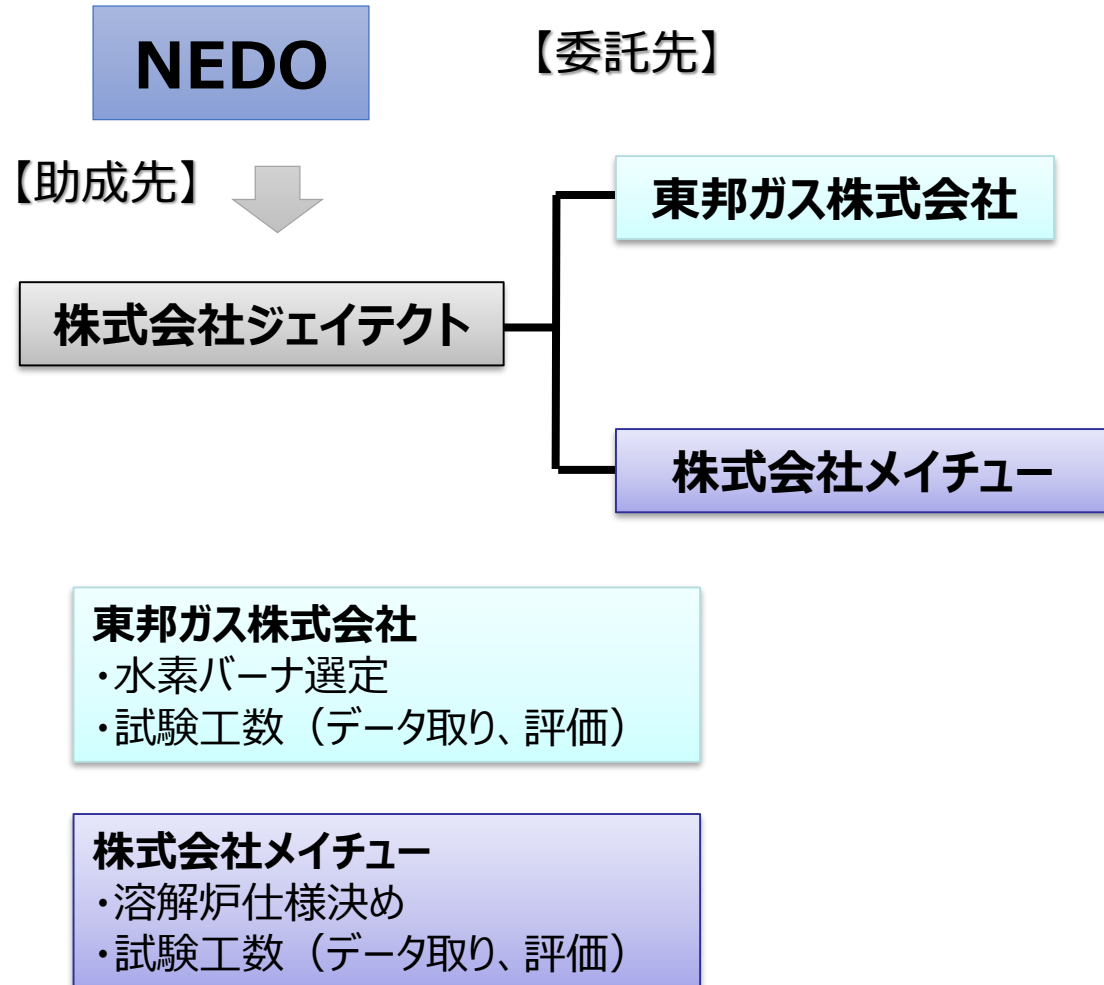
★採択      基礎技術開発      実証機の製作・設置      実証・評価

事業項目	2022年度				2023年度				2024年度				2025年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
<b>A:水素バーナを採用したアルミ溶解炉の開発</b>																
1)予備試験用溶解炉での評価、水素バーナ、評価炉の仕様検討			●	-----			△									
2)評価用溶解保持炉の製作							○	-----	△							
3)評価用溶解保持炉での評価									○	-----	△					
4)実証機の仕様検討・制作											○	-----	△			実証・評価
5)アルミ鋳造工場での実証評価																○
<b>B:水素インフラの技術の開発</b>																
プロトインフラ設備の製作・評価																
1) 水素生成技術の開発																
① アルミ水素技術の基礎評価			●	-----	▲											
② アルミ水素評価機の製作				●	-----			△								
③アルミ水素評価機の評価									○	-----	△					
④水電解装置の仕様検討		●	-----	▲												
⑤ 水電解装置の製作			●	-----				△								
⑥水電解装置の評価									○	-----	△					
2)水素貯蔵・供給技術の開発			●	-----	仕様検討・製作			△	○	-----	評価	△				
3)水素エネルギーマネジメント技術の開発(基礎工事含む)			●	-----	仕様検討・製作			△	○	-----	評価	△				
実証インフラ設備の製作・評価																
1)実証機の仕様決め									○	-----	△					
2)実証インフラ設備の制作・設置											○	-----	△			
3)生産工場での実証																○

## 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2社と連携して開発を推進

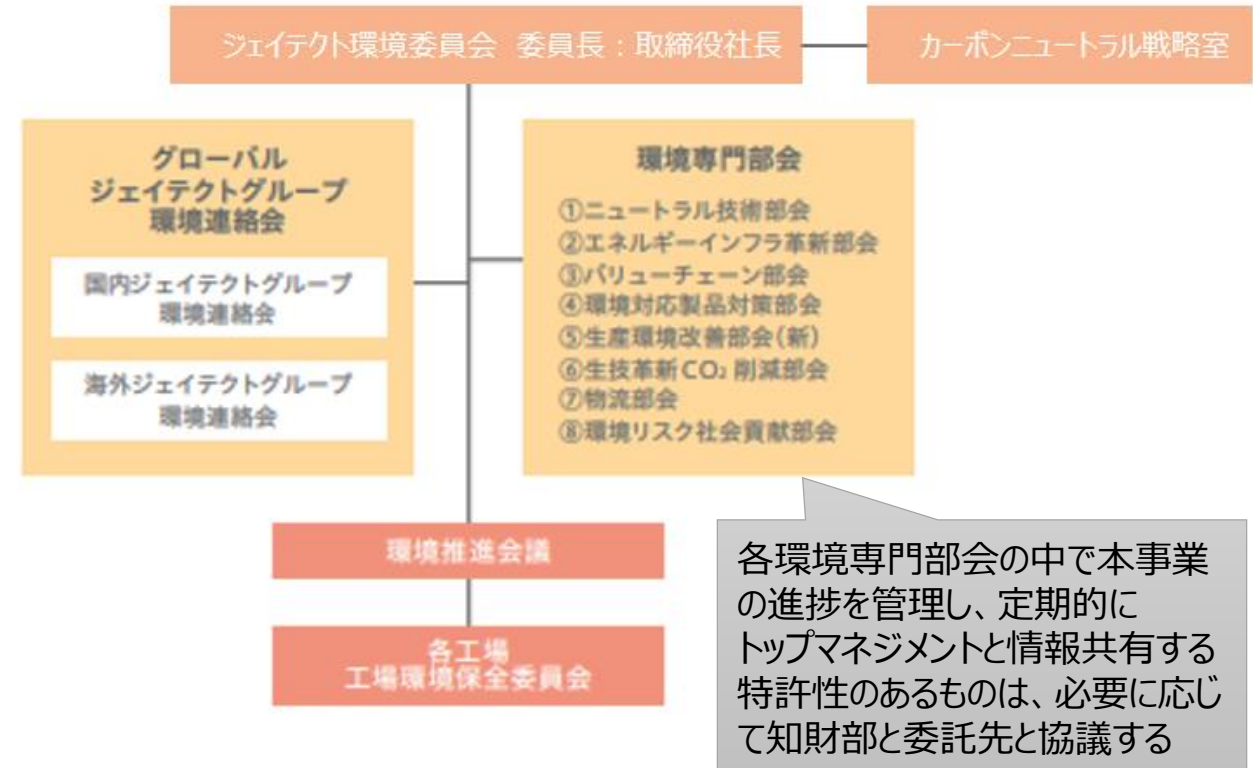


### 社内ガバナンス

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



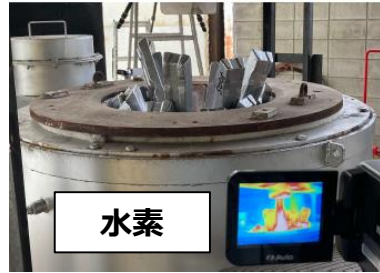


### 3. 研究開発成果について

#### 研究開発の目標及び進捗状況、目標達成に向けたアプローチ

##### 1) 水素バーナ式アルミ溶解炉の開発

基礎評価（採択前） 水素燃焼で発生する水分の溶湯への影響を評価 ⇒ 大きな影響はない事を確認



るつぼ炉による基礎評価

評価内容	都市ガス		水素		評価	
	溶解後	保持後	溶解後	保持後		
PoDFA分析	濾過率 (%)	93.2	93.1	93.0	85.1	○
	介在物量 (mm <sup>2</sup> /kg)	0.0083	0.0097	0.0083	0.0155	
	酸化被膜長 (mm/kg)	5.38	5.97	3.56	11.65	
ガス量 (cm <sup>3</sup> /100g)	0.689	0.505	0.544	0.517	○	
溶湯成分分析	規格内	規格内	規格内	規格内	○	

##### 予備試験用溶解炉での評価（2022.9～2023.9予定）

溶解部のみを製作した予備試験用溶解炉（サイズは評価炉と同等）を製作し、都市ガスと水素でのアルミ溶解評価を実施中  
溶解能力と溶湯品質を確認し、評価用溶解炉仕様を決定する

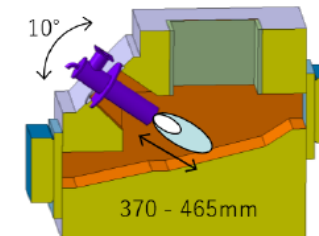


水素バーナ外観図

【条件】 バーナ角度、バーナ・材料間距離、火炎流速、燃料（H<sub>2</sub>, 都市ガス）

【確認項目】

- 溶解能力（毎時溶解重量）
- 温度（溶解室内、排熱、炉体外部）
- メタルロス（酸化物生成量）
- 溶湯成分（PoDFA、溶湯内ガス量）



予備試験用溶解炉概略図

# 3. 研究開発成果について

## 予備試験用溶解炉での評価 (2022.9~2023.9予定)

### 従来方式(都市ガス)と水素バーナの燃焼比較

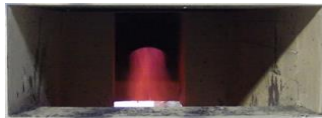
連続的に合計300kgのインゴットを溶解して比較(バーナ出力は10万kcal/hで共通)  
都市ガスと水素バーナにおいて溶解能力と溶湯品質を比較評価した。

#### ① 溶解能力の確認

・評価時の火炎の様子



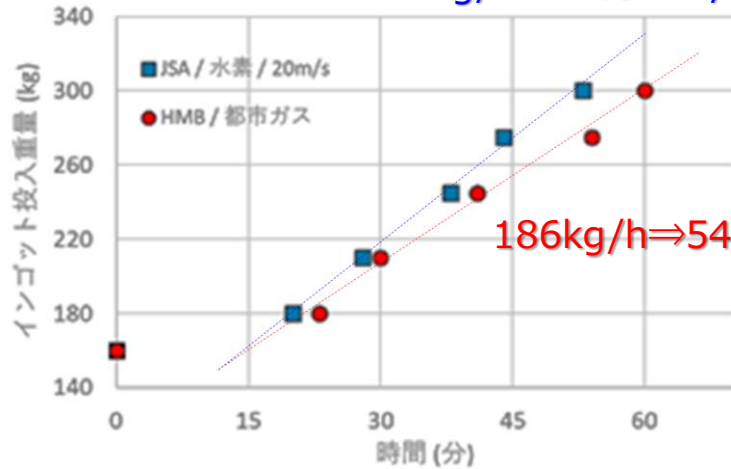
都市ガス火炎(輝炎)



水素火炎(無輝炎)

・連続溶解評価

222kg/h⇒45万kcal/ton

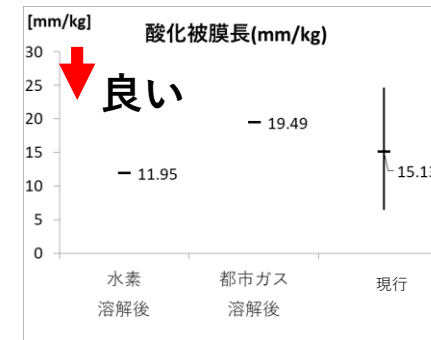
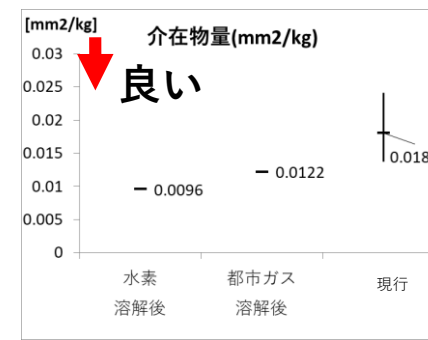
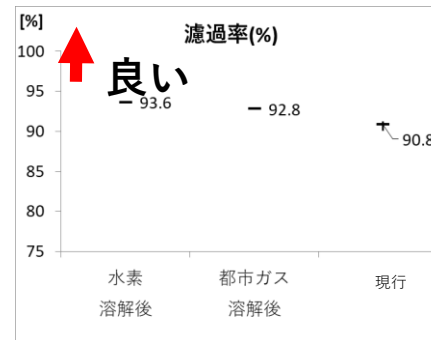


溶解能力同等レベル

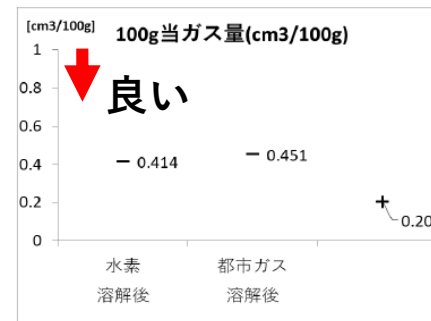
#### ② 溶湯品質の確認

※微細な多孔性フィルターディスクを通して所定量の液体アルミニウムを濾過しフィルター上の介在物や酸化被膜長を評価をする方法

溶湯清浄度調査(PoDFA評価※)



ガス量測定



※ガス量測定

内部に介在するガス含有量とその放出全ガス成分より  
鑄巣の原因を推測する分析方法

溶湯品質は同等レベル

予備試験の結果により水素バーナ設置位置・角度等の設備仕様の目途付け完了、評価用溶解保持炉へ反映



### 3. 研究開発成果について

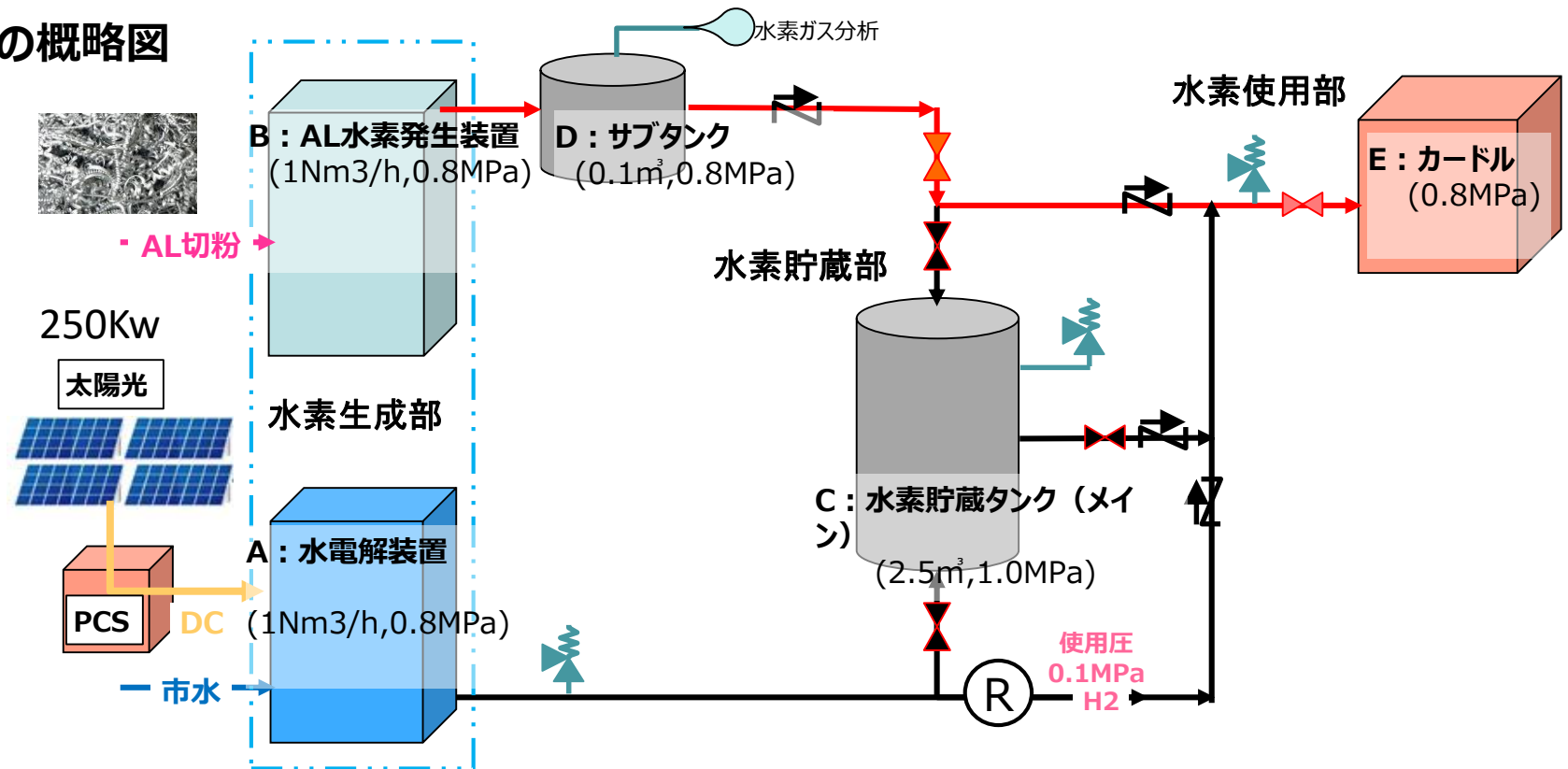
#### 2) 水素インフラ技術の開発 プロトインフラ設備の製作・評価 (2022.12~2024.9予定)

##### プロトインフラ仕様を決定、製作中

工場実証にむけて1MPa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、製作中

- 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
- 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とする
- ③ 水素エネルギーシステム：安定供給と再エネ電力によるグリーン水素生成を評価

#### 水素プロトインフラの概略図



# 3. 研究開発成果について

## アルミ水素の基礎評価 (2022.9~2023.3)

基礎評価では、水素生成方法として自社のアルミ切粉からの水素生成し、反応の基礎評価を実施した。

**基礎評価**

- ・水素生成量の確認
- ・生成時の反応条件を確認
- ・反応による副生成物を確認

評価機の仕様検討

アルミ水素評価機を製作  
アルミ水素の循環の可能性を評価  
(2023.4~2024.9)

### 基礎評価の内容

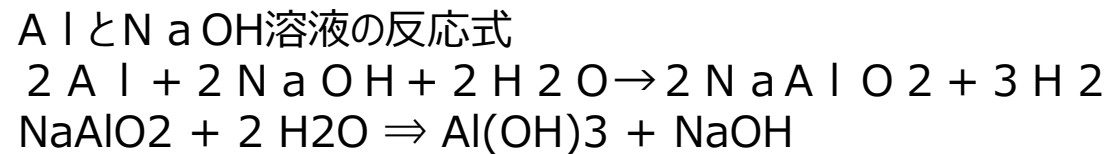
アルミ切粉とモル比が1 : 1になるようにNaOH溶液を投入、  
反応における時間当たりの水素発生量、温度、圧力の関係性を評価

### 評価課題

水素発生量から反応効率約63%程度  
(ADC12の成分比率より、80%を想定)

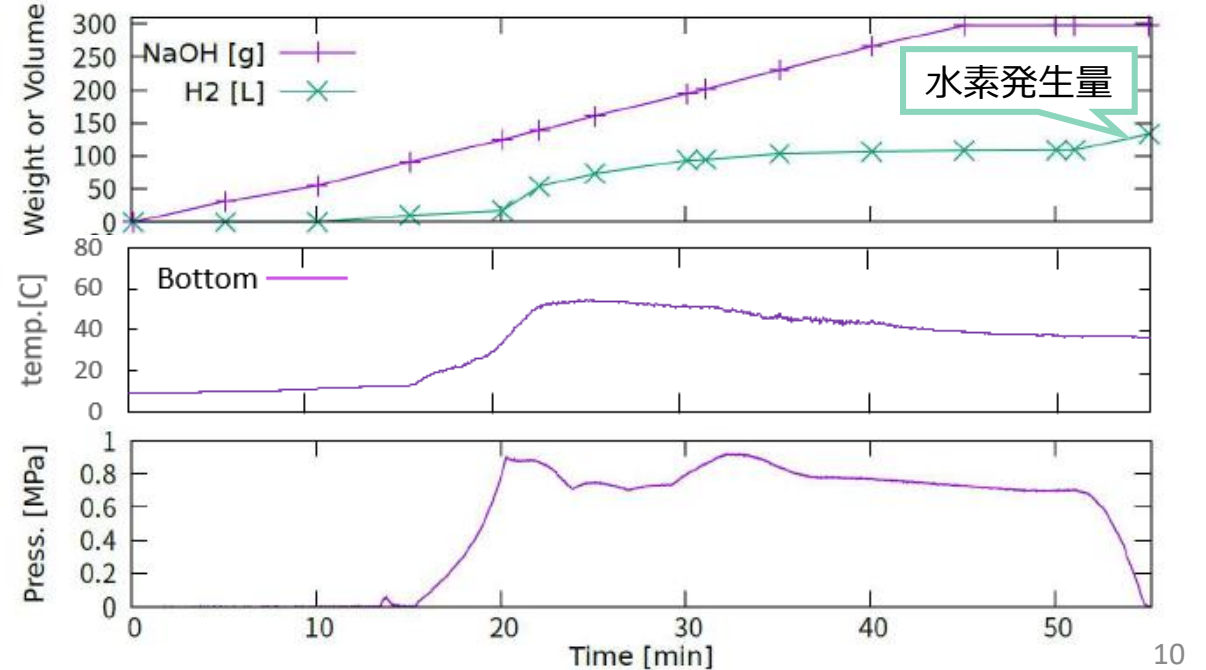
反応時のNaOH溶液温度が低かった可能性あり  
(60℃以下で制御)  
溶液温度を見直して評価、効率的な条件を見極めていく

### ※参考



### ・水素発生時の水素生成量と圧力、温度の変化

評価で反応時間別の水素発生量、圧力、温度等データを入力  
反応の制御方法を設備仕様へ反映



## 4. 今後の見通しについて

実用化に向けて：再エネを活用した水素実証に向けて、再エネの導入を推進中

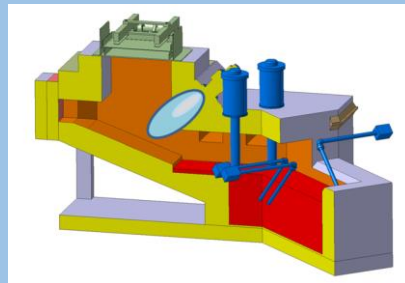
### 再エネの導入

実証工場の太陽光の導入：2 MW  
(2023.6時点)



### 水素バーナを採用したアルミ溶解炉の導入

溶解炉1台を導入  
(2025年)



### 水素インフラの導入

水素生成

水素貯蔵・供給

水素EMS



## 4. 今後の見通しについて

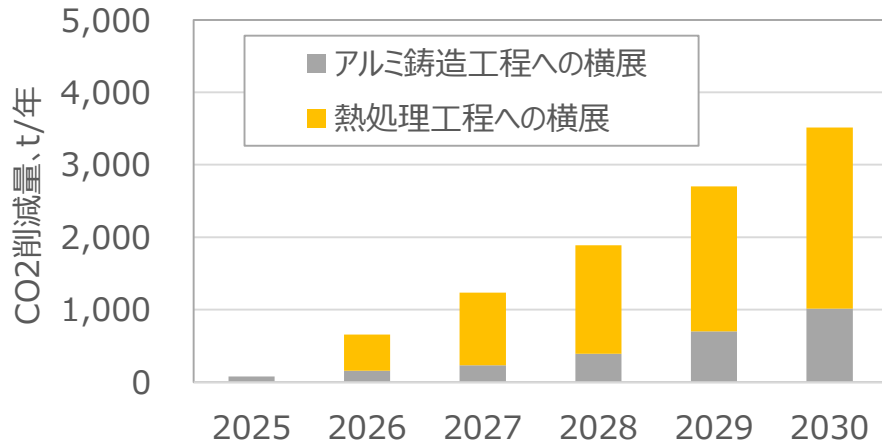
水素の利用拡大：実証工場での評価後に社内展開を推進、本事業で得られた水素の知見はアルミ鋳造だけでなく熱処理での利用可能

### 社内展開

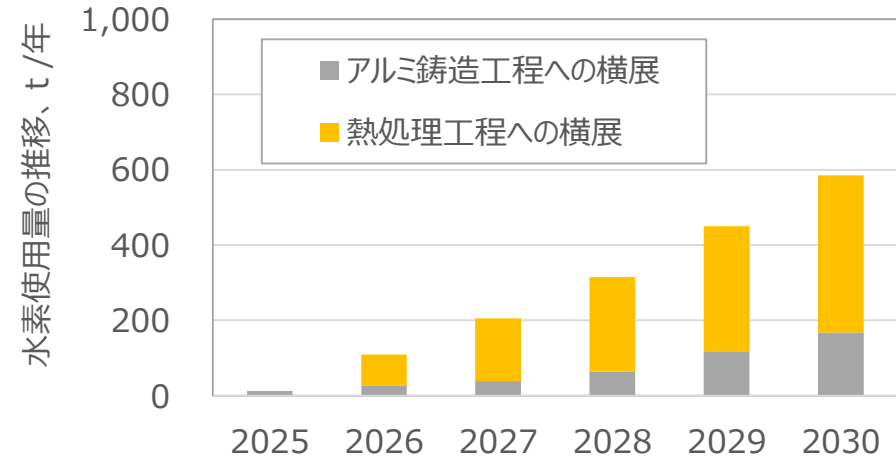


### 社内展開での効果

1) 水素活用によるCO2削減量



2) 水素使用量の推移

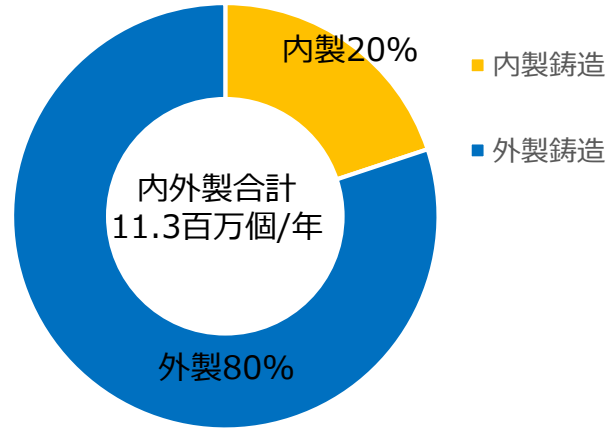


社内実績を積んだ後は社外への水素技術の展開（外製アルミ鋳造メーカー等）

## 4. 今後の見通しについて

水素の利用拡大：アルミ鑄造工程を有する仕入れ先様やアルミ素材メーカーへの水素技術を展開

仕入れ先様への展開効果：アルミ鑄造品も多く、本技術の展開が可能



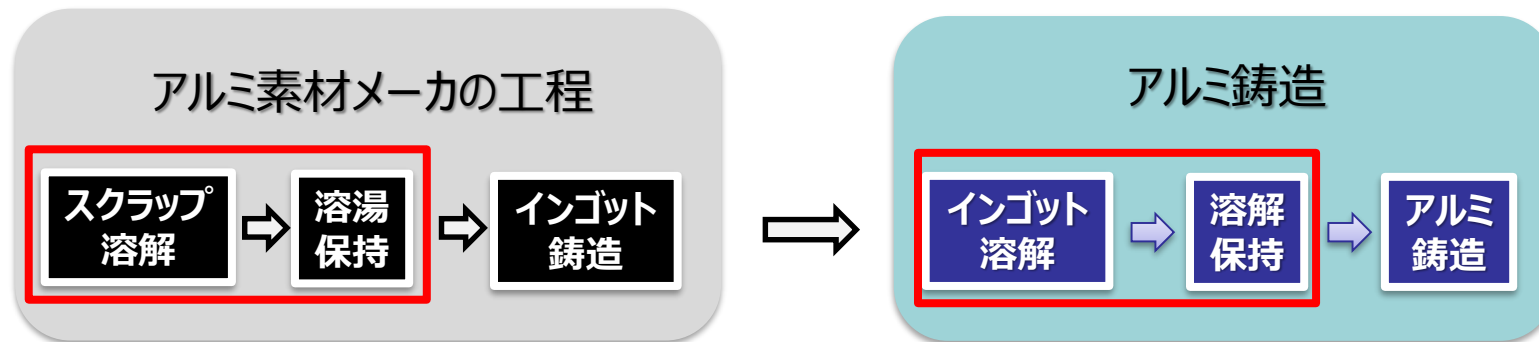
鑄造製品の内外製比率

鑄造製品の内製比率：20%



仕入れ先への展開は社内の4倍のボリューム

素材メーカーの展開：アルミ鑄造メーカーだけでなく、アルミ素材メーカーへの展開も可能





---

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