

# NEDO水素・燃料電池成果報告会2023

発表No.B2-6

グリーンイノベーション基金事業

／再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造

水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X大規模実証

大規模アルカリ水電解水素製造システムの開発

およびグリーンケミカルプラントの実証

発表者名 旭化成株式会社 磯部 安秀

団体名 旭化成株式会社

日揮ホールディングス株式会社

発表日 2023年7月14日

連絡先：旭化成株式会社

<https://ak-green-solution.com/>

## 1. 期間

開始 : 2021年10月  
終了 (予定) : 2031年3月

## 2. 最終目標

- ①設備コスト5.2万円/kWを見通せる大型水電解技術の実現
- ②カーボンニュートラルな基礎化学品を供給する商用規模のグリーンケミカルプラントの実用化

## 3. 成果・進捗概要

- ・パイロット試験設備の基本設計を完了。2023年度中の運用開始を目指し、工事に着工  
FH2Rの知見をベースに100MW水電解システムの基本仕様を決定  
基本設計およびコスト試算に着手
- ・浪江町FH2R隣接地において、中規模グリーンアンモニア検証プラントの基本設計を完了し、  
EPC（詳細設計・調達・建設）を開始  
統合制御システム開発の要件定義を完了、開発・実装を準備中

# 1. 事業の位置付け・必要性 / 背景や目的

## 【本事業の目的】

- 2050年のカーボンニュートラル目標に対し、エネルギー部門のみならず産業部門の脱炭素化も求められている。これまで化石資源に主要原料を依存してきた化学産業も例外ではなく、CO<sub>2</sub>フリーでサステナブルなグリーンケミカルプラントに移行していくことが求められる。
- 旭化成グループは、市場要求に適合した大規模水電解システムを開発するとともに、日揮グループと協業し、グリーンケミカル製造技術を確認し、グローバルに事業化することを目的として、共同でGI基金事業を実施する。

2050年カーボンニュートラル宣言

水素基本戦略

NEDO-PJ

「水素社会構築技術開発事業／水素エネルギーシステム技術開発／再エネ利用水素システムの事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発」  
(FH2R)

NEDO  
グリーンイノベーション基金事業

大規模アルカリ型水電解装置の開発、  
グリーンケミカル実証



事業規模 約750億円

事業期間 21~30年度

実施体制 旭化成、日揮HD

実施内容

- 世界で求められる100MW級の実証  
(40MW規模の大型装置を設置し実証)
- アルカリ水電解システムの低コスト化  
(2030年に5.2万円/kW)
- 最適運転制御  
複数モジュールを連結させた最適運転制御技術の確立  
ケミカル製造プロセスまでの統合制御システムの構築

# 1. 事業の位置付け・必要性 / 位置づけや意義

政策の後押しにより欧州を中心にエネルギー、各種産業などの幅広い分野で燃料や原料のサステナブル化が急拡大すると予想

## カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

- 再エネ導入量増加に伴うエネルギー貯蔵の観点で水素が注目
- 再エネからのグリーン水素製造および産業利用に期待

(経済面)

- 再エネを含むSDGs投資の増加
- 再エネコスト低下によるグリーン水素製造コストの経済性向上

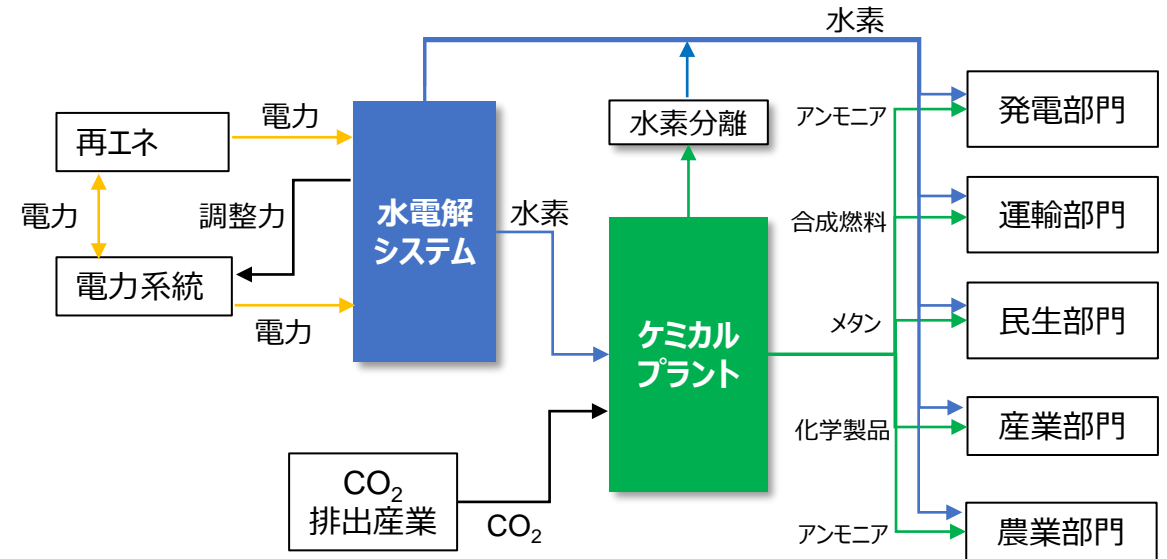
(政策面)

- 欧州グリーン政策、水素戦略の発表
- EU-ETSでの価格上昇なども水素利用機会を後押し

(技術面)

- 燃料電池や水電解技術の深化
- 水素とCCUでCO<sub>2</sub>からの化学転換技術開発の加速

## カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

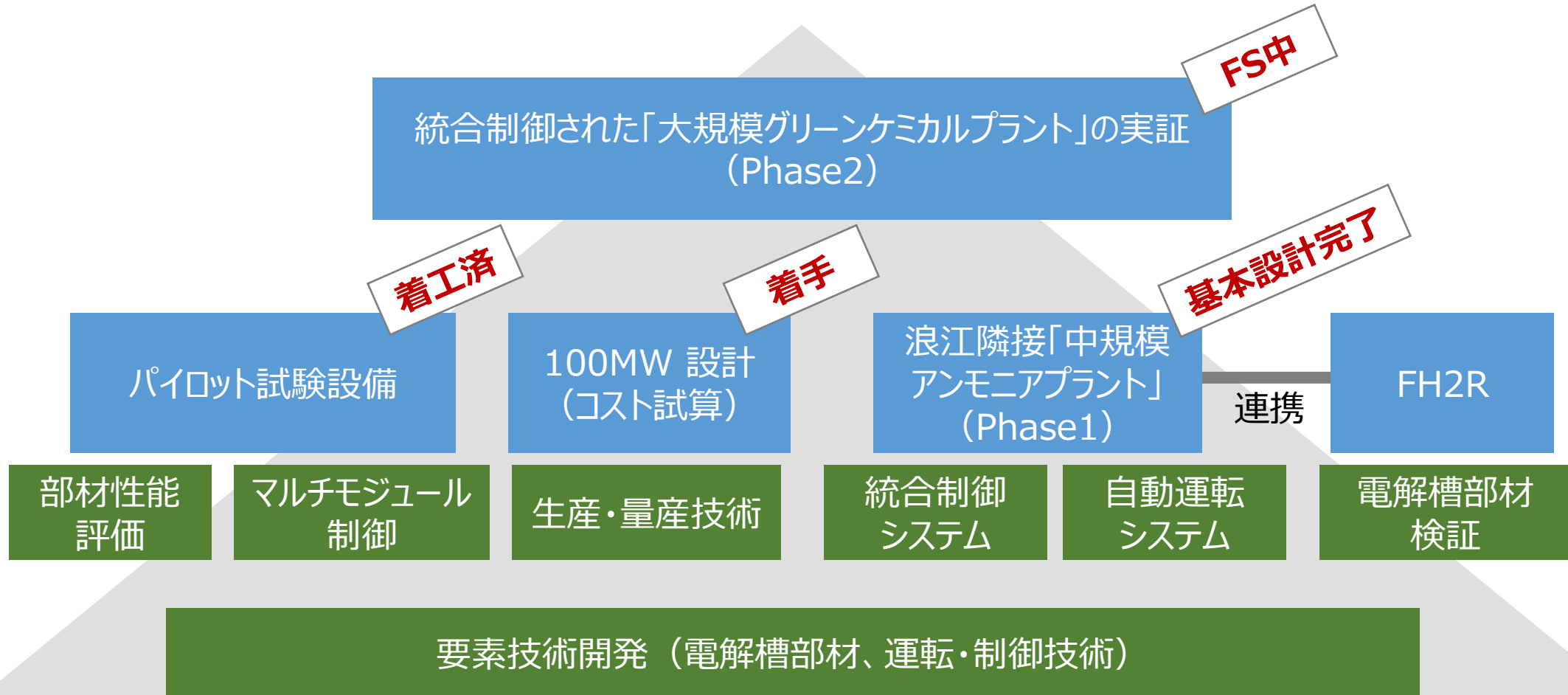


- マクロトレンドと将来の産業アーキテクチャを鑑み、技術の核となる  
「大規模アルカリ水電解水素製造システム」  
「グリーンケミカルプラント」  
の開発・実証をグリーンイノベーション基金事業で取り組む

- 市場機会：  
再エネを活用したグリーン水素製造の拡大、活用用途の拡大  
上記に伴いCO<sub>2</sub>からの燃料、化学品転換への事業機会の増加
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：  
CO<sub>2</sub>排出量削減による気候変動リスク、健康リスクの低減

## 2. 研究開発マネジメントについて / 目標と目標設定の考え方

- ①設備コスト5.2万円/kWを見通せる大型水電解技術の実現
- ②カーボンニュートラルな基礎化学品を供給する商用規模のグリーンケミカルプラントの実用化



## 2. 研究開発マネジメントについて / 目標と目標設定の考え方

### 研究開発項目

1. 大規模アルカリ水電解水素製造システムの開発およびグリーンケミカルプラントの実証

### アウトプット目標

- ① 設備コスト5.2万円/kWを見通せる大型水電解技術の実現
- ② カーボンニュートラルな基礎化学品を供給する商用規模のグリーンケミカルプラントの実用化

### 研究開発内容

① アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発

② 大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発

③ グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証

### KPI

[1-1] 100MW規模の水電解システムの詳細設計完了(2025年度)

[1-2] 設備コスト5.2万円/kWを見通せる技術の実現(2030年度)

[2] 消耗部材寿命: 4年以上(2023年度)

[3-1] 統合制御システムを含むグリーンケミカルプラントの設計完了(2025年度)

[3-2] 現地運転人員の半減(2026年度)

[3-3] カーボンニュートラルな基礎化学品の製造プロセスの実証完了(2030年度)

### KPI設定の考え方

市場立ち上がり予測

経産省水素・燃料電池ロードマップ目標値

食塩電解槽消耗品寿命

Phase 2 グリーンケミカルプラントEPC・実証着手の可否判断

自動運転の達成による必要運転人員の削減(グリーンケミカルの製造コスト低減)

大型水電解システムと連携したカーボンニュートラルなPower to Chemical技術の早期実用化/調整力の提供/再エネ変動への対応/グリーンケミカルプラントの安定運転

## 2. 研究開発マネジメントについて / 実施主体とスケジュール

研究開発内容	実施主体	年度										
		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031~
			SG1: Phase 1設計完了 ▼			SG2: Phase 2設計完了 ▼	SG3: Phase 2設備完成 ▼				KPI:水電解設備コスト5.2万円/kWを見通した技術 ▼	
①アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発	旭化成	パイロット試験設備導入		パイロット試験設備運用								
		大型水電解装置設計・量産体制構築			大型水電解装置 技術改良・コストダウン							
②大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発	旭化成	要素技術開発										
③グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証	旭化成 日揮HD	Phase 1 設計	Phase 1 設備投資	Phase 1 検証運転								
	旭化成	Phase 2 FS・設計			Phase 2 設備投資		Phase 2 実証運用					

KPI: カーボンニュートラルな基礎化学品の製造プロセスの実証完了

### 3. 研究開発成果について / 進捗状況

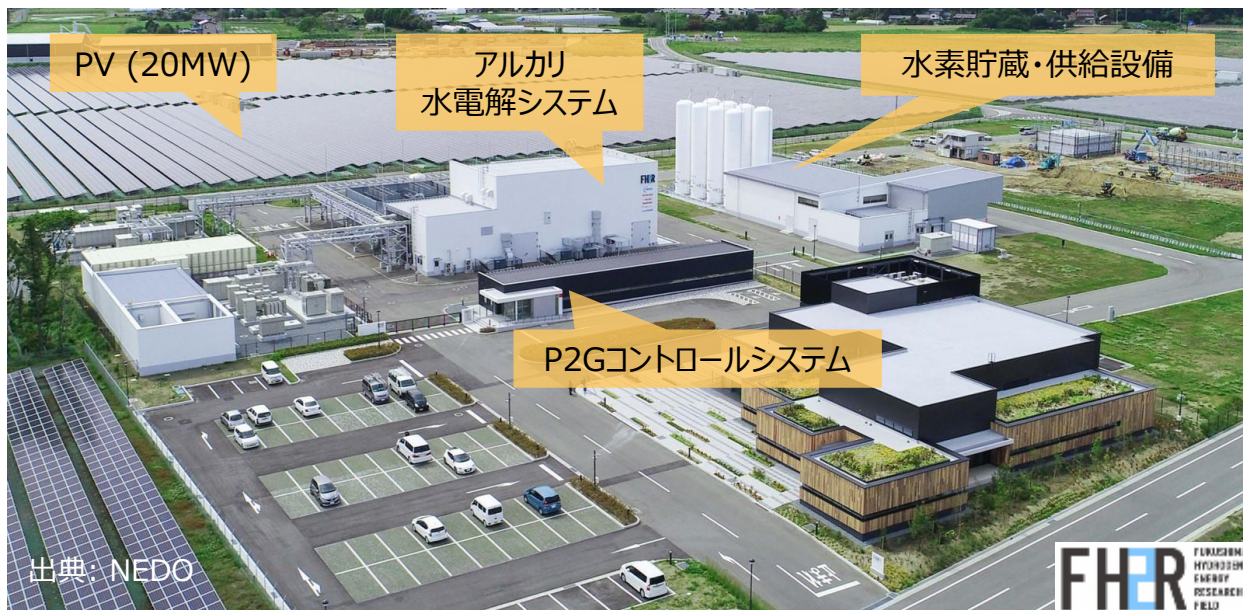
研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	
<p>1 アルカリ水電解システムの大型化・モジュール化技術開発</p>	<p>①パイロット試験設備の基本設計と投資決定を完了し、建設フェーズに移行している ②100MW水電解システムの現状コストを試算する</p>	<p>これまでの開発進捗</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パイロット試験設備の基本設計を完了し、2022年1月に社内の投資承認を得た。2023年度中の運用開始を目指し、工事に着工</li> <li>2. FH2Rの知見をベースに100MW水電解システムの基本仕様を決定。基本設計およびコスト試算に着手</li> </ol>	<p>パイロット試験設備の運転開始が2023年度末にずれ込む見込み</p>
<p>2 大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発</p>	<p>2022年度末までに製品寿命として4年以上を見通せる水電解槽部材を開発する</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基礎評価で寿命4年以上を見通せる事を確認</li> <li>2. 食塩電解で実績がある自社生産設備での生産技術開発に目途付け完了</li> <li>3. ベンチ評価設備での大型電解槽実証試験を開始</li> </ol>	<p>計画通り進捗</p>
<p>3 グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証</p>	<p>中規模グリーンアンモニア検証プラントの基本設計が完了している</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. アンモニアライセンサーの選定・契約完了</li> <li>2. 浪江町FH2R隣接地において、中規模グリーンアンモニア検証プラントの基本設計を完了し、EPC（詳細設計・調達・建設）を開始</li> <li>3. グリーンアンモニア検証プラント自動運転システムの適用範囲、および基本設計を完了、実装に向けて詳細仕様書を作成中</li> <li>4. 統合制御システム開発の要件定義を旭化成・日揮で完了、開発・実装の発注を準備中</li> </ol>	<p>計画通り進捗</p>



### 3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

## 世界最大級の水電解装置の立ち上げ

NEDO／水素社会構築技術開発事業の一環として、福島県浪江町の福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)に世界最大級の10MW級大型アルカリ水電解装置を設置。2020年3月より運用開始



#### 本装置の性能

水素製造量	300~2,000 Nm <sup>3</sup> /h
消費電力	12MW以下 @ 2,000Nm <sup>3</sup> /h
供給水素純度	99.97%以上 (ISO14687-2 Grade)

## 水電解パイロット試験設備の建設（旭化成・川崎製造所内）

### 1. 0.8MW×1～4モジュールでの水電解構成の変更が可能

複数のモジュールから構成

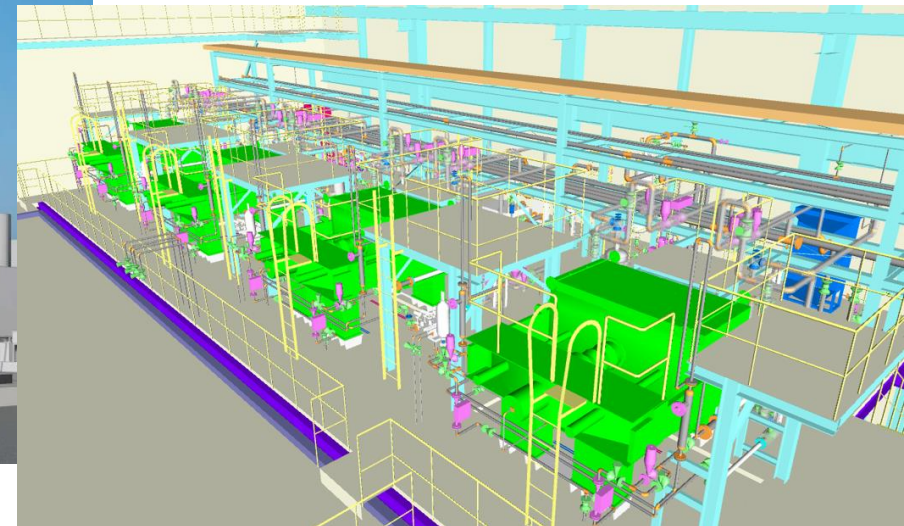
運転中に1モジュールが故障した場合や、夜間を想定した低出力運転など、様々な環境における装置挙動を再現  
機器設計や運用手法、制御技術の検証と改良に活用

### 2. 再生可能エネルギーの出力変動が再現できる装置設計

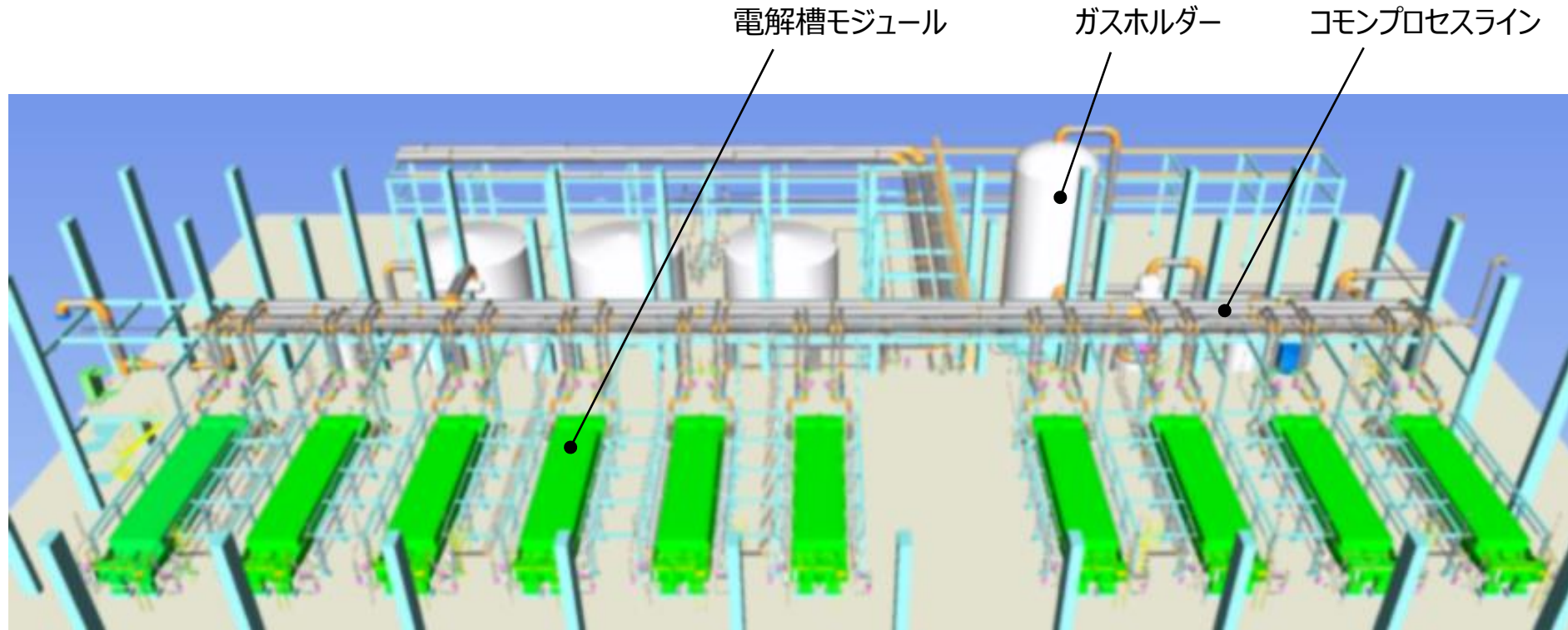
再生可能エネルギーは出力が不安定なため、水電解装置には高い変動応答性が必要

変動がシミュレートできる装置設計としているため、再生可能エネルギーとの連携や電力系統の調整力を検証可能

【設備イメージ】



## 100MW級 アルカリ水電解システムイメージ



### 【100MWシステムの実現への課題】

- 10MWの運転実績： FH2Rにて、変動電源に対応できる運転ノウハウの蓄積
- マルチモジュールの運用： パイロット試験設備を活用したマルチ電解槽の制御ノウハウの蓄積
- 設備コスト： EPCメーカーとの協働による設計・周辺機器の最適化

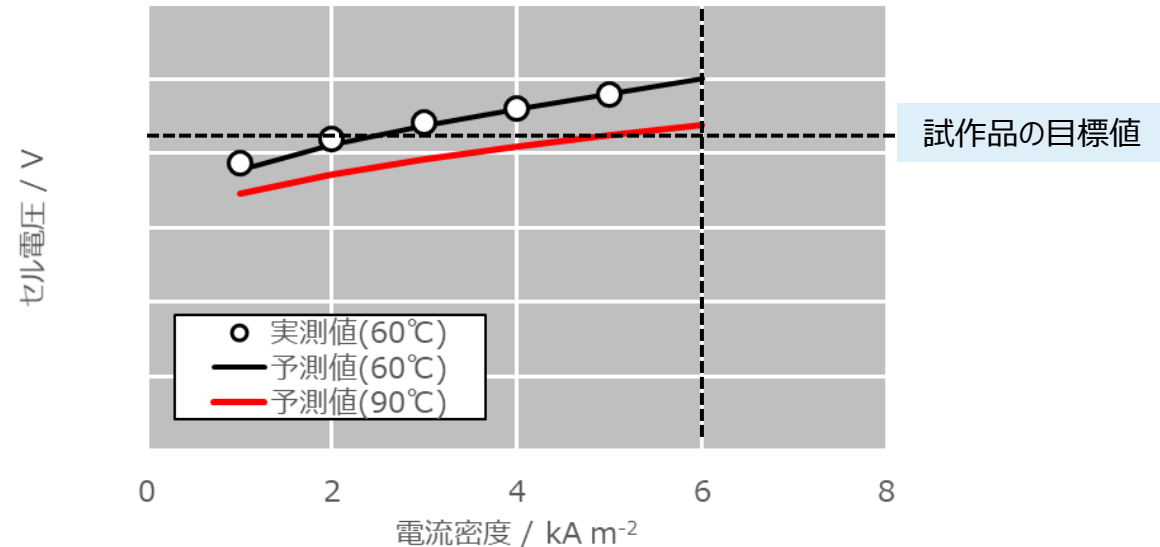
### 3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

- ・製品寿命として4年以上を見通せる水電解槽向けの要素技術を開発
- ・40年以上の実績がある食塩電解の生産設備にて大型電解槽を試作
- ・2021年12月、ベンチ評価設備に上記試作品を導入

#### 大型電解槽試作品の電解性能



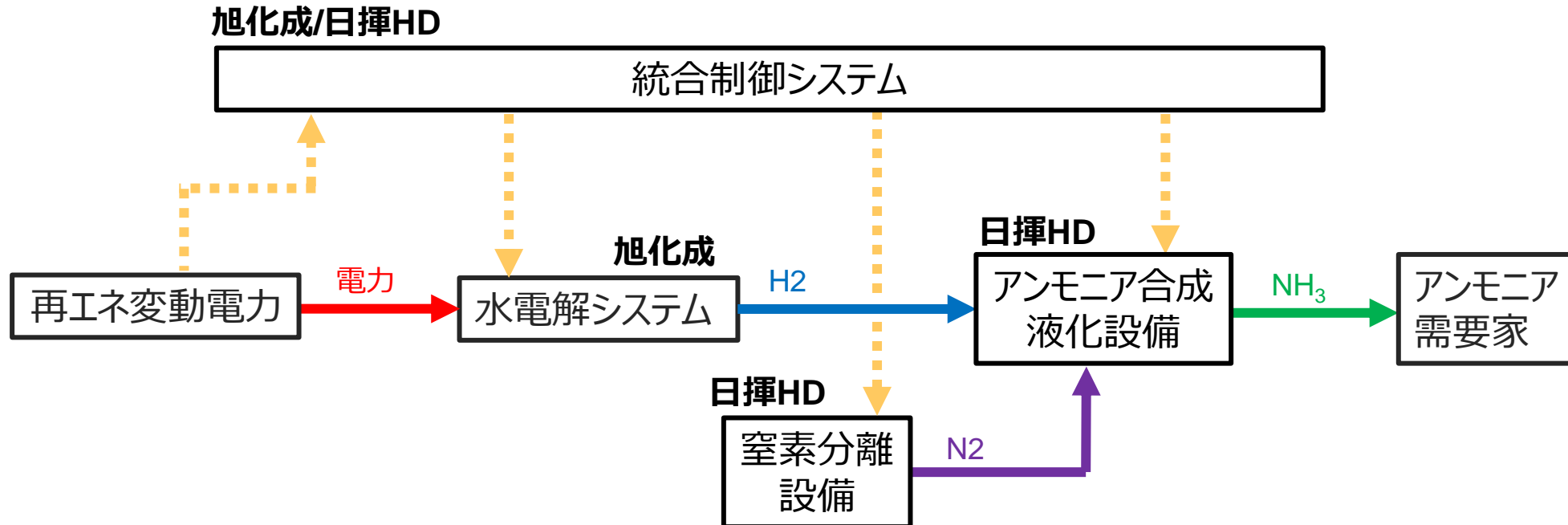
ベンチ評価設備



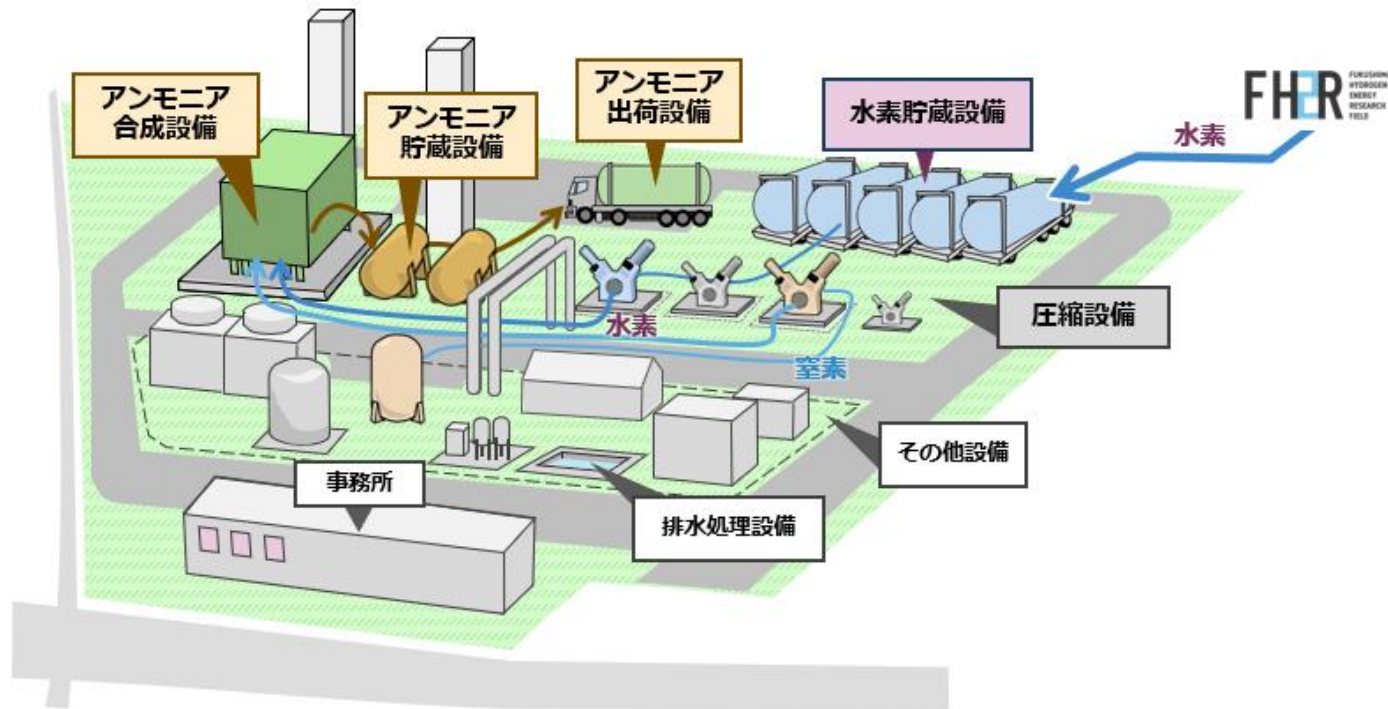
- ・ 初期性能として、基礎評価試験から想定した性能が発現

## 中規模水電解－ケミカルプラント（2024年度～検証運転；Phase1）

- 旭化成の水電解システム(10MW規模)に日揮HDの窒素分離設備およびアンモニア合成・液化設備を接続したシステムを構築。水電解システムとしては福島水素エネルギー研究フィールドの既存設備を検討中
- 再エネ由来の変動電力に対応したシステム構成とするとともに、各種設備を効率的に運用管理する「統合制御システム」を両社で共同開発
- 2024年度より運用開始予定。製造したアンモニアは脱硝用や肥料向けなどに実供給し、サプライチェーンも併せて検証



## 中規模アンモニアプラント設計・建設、統合制御システム開発・実証 (Phase 1)



### 1. アンモニアプラント設計・建設

- ・ 4トン/日のアンモニアプラントの設計・建設を行い、FH2Rで生産された水素を活用しアンモニアを製造する計画
- ・ アンモニアは火力発電所での脱硝用などに利用予定
- ・ 福島県浪江町住民説明会などを開催し、浪江町役場と立地協定を締結済み

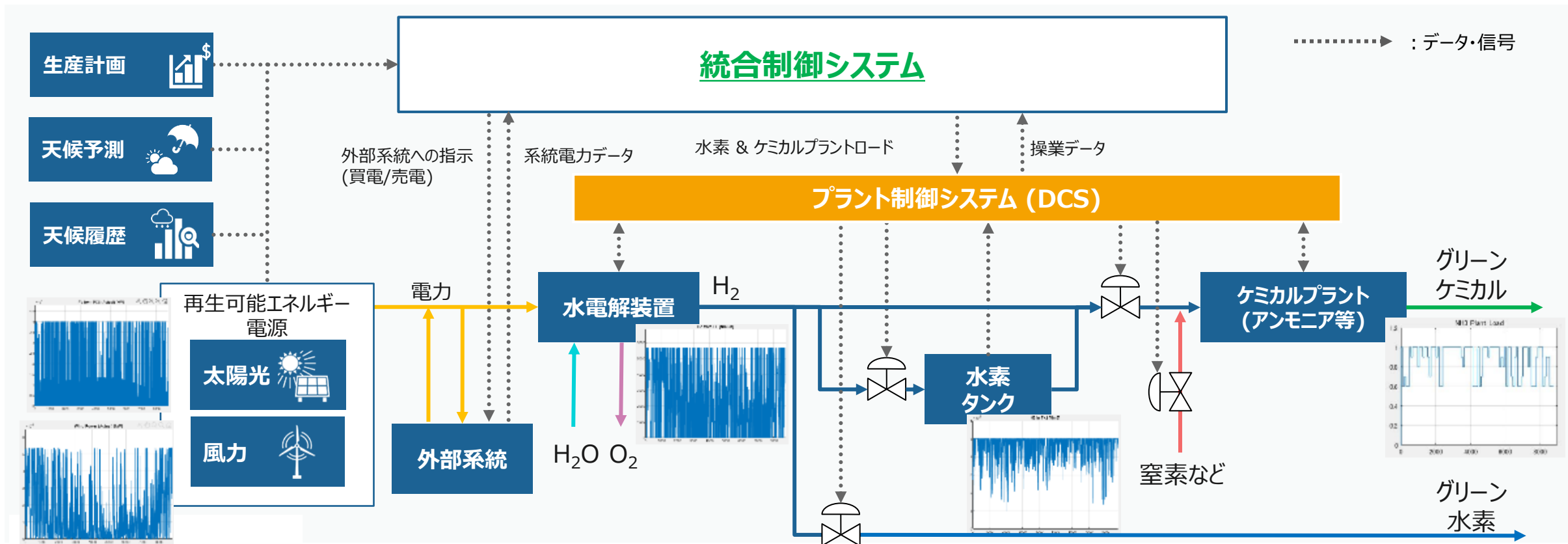
### 2. 統合制御システム開発・実証

- ・ 水電解システム・アンモニアプラントを統合制御するシステムを開発・実装し、変動再エネを利用しながらアンモニアプラントを安定稼働させる実証運転を行う

アンモニアプラントイメージ

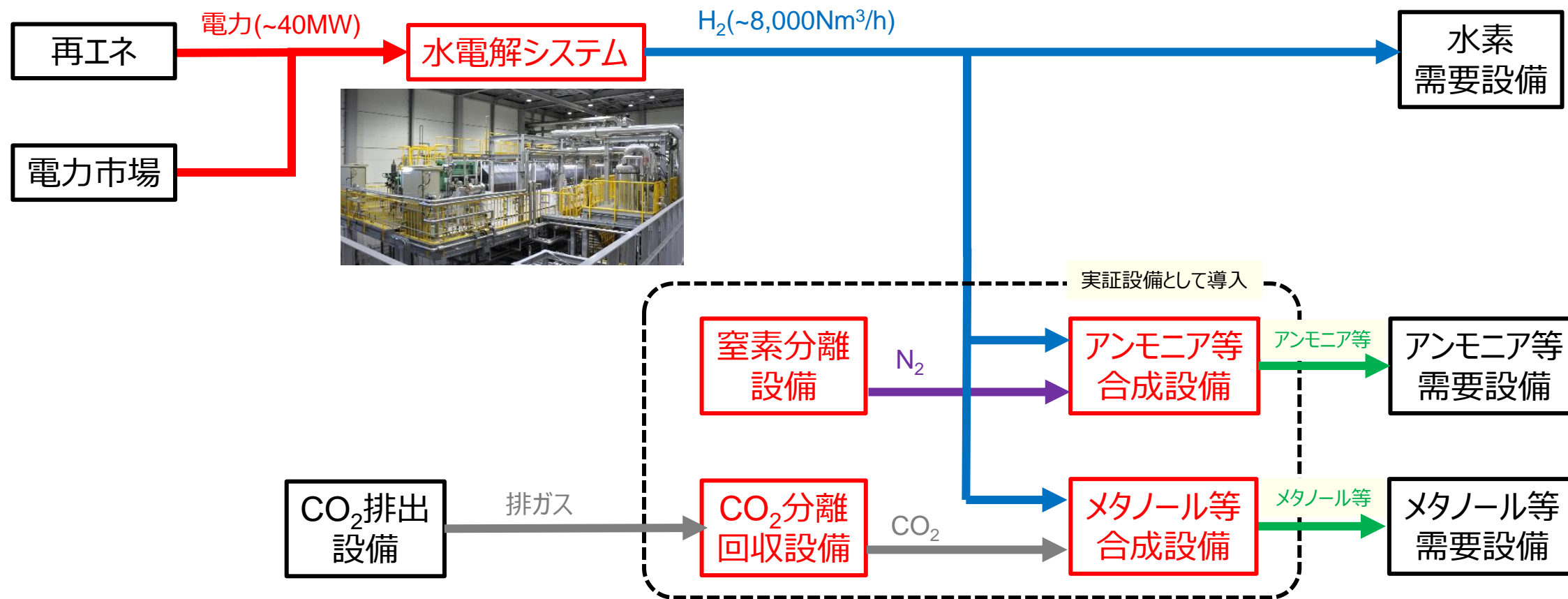
## グリーンケミカルプラント統合制御システム

変動する再生可能エネルギー由来の水素を原料としたアンモニアなどのケミカルプロセスで、水素供給量を制御し、運転最適化を実現する「**統合制御システム**」を開発し、実証運転をおこなう



## 大規模水電解－ケミカルプラント（2027年度～実証運転；Phase 2）

- 大規模水電解システム(**40MW規模**)および基礎化学品合成設備を設置  
再エネ電源や電力市場から調達した電力で水素を製造し、**アンモニア and/or メタノール等**の基礎化学品を合成。脱炭素化モデルプラントとして**実証運用**

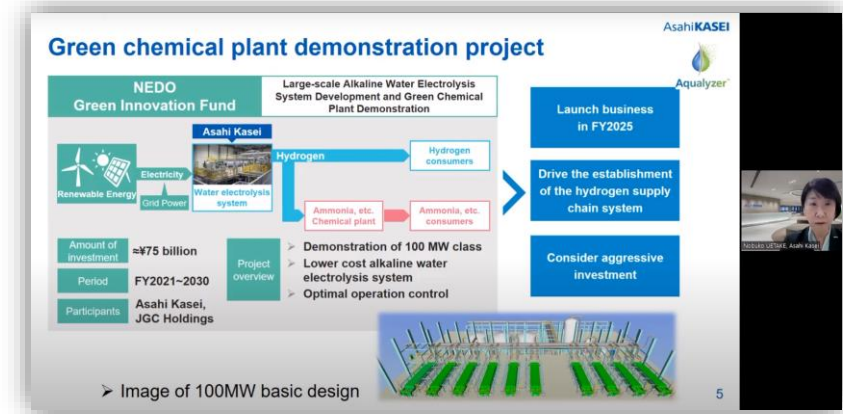




### 3. 研究開発成果について / 論文、学会発表、広報等の取り組み

#### ➤ 対外発表件数（事業開始～2022年度）

	研究発表・講演 (口頭発表を含む)	論文
旭化成株式会社	26	1
日揮HD株式会社	10	4
合計	36	5



#### 第5回水素閣僚会議でのプレゼンの様子

NEDOホームページ：<https://hem-2022.nedo.go.jp/>より引用

#### ➤ プレスリリース：4件

【旭化成】【日揮HD】大規模水素製造システムを活用したグリーンケミカルプラント実証プロジェクトを開始（2021.8.26）

<https://www.asahi-kasei.com/jp/news/2021/ze210826.html>

<https://www.jgc.com/jp/news/assets/pdf/20210826j.pdf>

【旭化成】水素製造用アルカリ水電解パイロット試験設備の着工について（2022.11.7）

<https://www.asahi-kasei.com/jp/news/2022/ze221107.html>

【日揮HD】再生可能エネルギー由来のグリーンアンモニア製造技術の実証が進展

－福島県浪江町と実証プラントの立地に関する基本協定を締結－（2023.3.22）

<https://www.jgc.com/jp/news/2023/20230322-3.html>

# 4. 今後の見通しについて / 事業化のイメージ

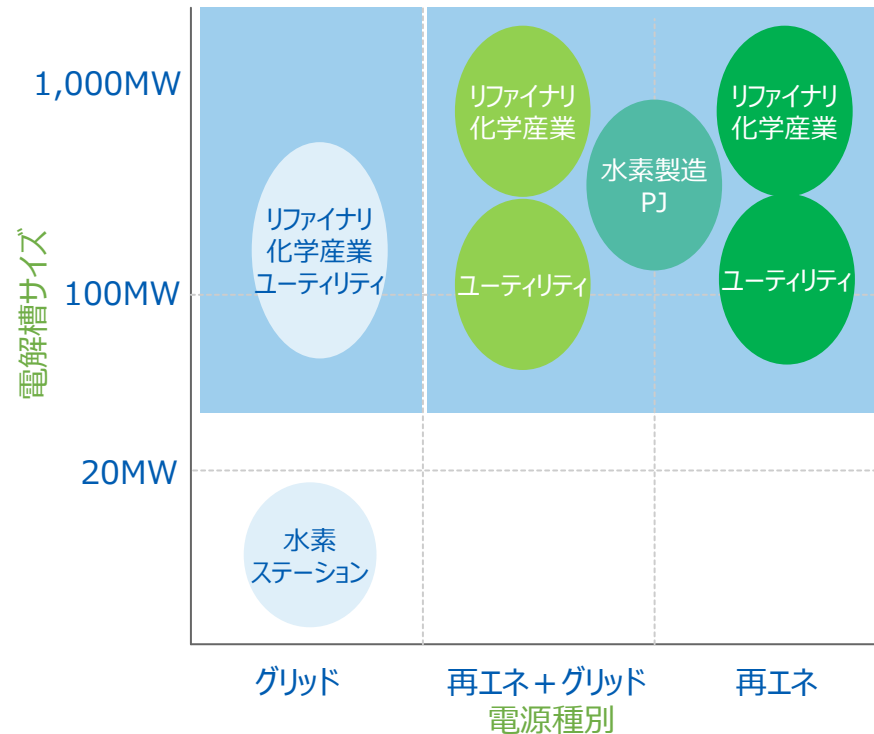
## 市場のセグメント・ターゲット

水電解による水素製造市場のうち、変動電源等のグリーンな電力を利用しながら安定的に大量の水素を必要とする市場をターゲットとして想定

### セグメント分析

- 変動対応可能・大型の強みを活かし、下記ブルーのエリアに注力
- グリッドからの電力を活用した安定的な水素供給が求められるケース（後段にケミカルプロセスのあるケース等）にも注力
- 2030年以降、再エネ発電の増加に伴い本格的に高まると想定する Grid Balancing 需要への対応も視野に入れる

(水素製造市場のセグメンテーション)



### ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 2025年頃 大型水電解槽市場 参入
- 2030年頃 大型水電解槽市場 シェア約20%獲得目標
- 2035年頃 大型水電解槽市場 シェア20%以上獲得目標

需要家	水素需要量* (2030年)	顧客課題	想定ニーズ
化学産業	75Mt/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定大量生産</li> <li>信頼性</li> <li>OPEX低減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料</li> <li>アンモニア</li> <li>メタノール</li> </ul>
リファイナリ	26Mt/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>安定大量生産</li> <li>信頼性</li> <li>電解槽コスト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>脱硫</li> <li>合成燃料</li> <li>金属、ガラス加工</li> </ul>
ユーティリティ (ガス、電力)	44Mt/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性</li> <li>変動運転対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>熱</li> <li>地域産業</li> <li>物流、その他</li> <li>発電用燃料</li> </ul>
水素製造 PJ		<ul style="list-style-type: none"> <li>大規模化 (能力確保)</li> <li>信頼性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素</li> <li>アンモニア</li> <li>MCH</li> </ul>

\*Global hydrogen demand by sector in the Net Zero Scenario, 2020-2030 IEA [Hydrogen - Analysis - IEA](#)

# 4. 今後の見通しについて / 事業化のイメージ（旭化成①）

安定的な**グリーン水素**を顧客に提供するビジネスの構築を目指す  
 事業についての精査を進め、最適なビジネスモデル・体制の構築を図る

## 社会・顧客に対する提供価値

### <社会>

- グリーン水素製造システムの活用拡大により、社会の脱炭素を推進する
- 再エネ由来電力を活用した水素の製造を通じて、余剰再エネの水素転換、熱需要の脱炭素化や基礎化学品の製造なども含めて、Power to Xという形で再エネの最大限の導入促進に貢献する

### <顧客>

- グリーン水素の安定確保
- グリーン水素を活用した事業の脱炭素化
- 蓄積した運転データをベースとした、システムの最適運転とトラブルの事前回避
- システムのメンテナンスからの解放による、関連コストの低減
- CAPEXを抑えたシステムの導入

## ビジネスモデルの概要

大型の水素製造システムによる水素の安定供給を核とし、以下のビジネス構築を計画。今後精査を進めていく



想定モデル（例）	マネタイズ
システム販売・消耗品交換 + O&M	<ul style="list-style-type: none"> <li>• システム販売売上</li> <li>• 消耗品売上</li> <li>• O&amp;M受託収入</li> </ul>

## 4. 今後の見通しについて / 事業化のイメージ（旭化成②）

グリーン水素・回収したCO<sub>2</sub>を活用した**グリーンケミカル製造**の統合システムを構築し、社会・顧客のGHG削減につなげる

### 社会・顧客に対する提供価値

#### <社会>

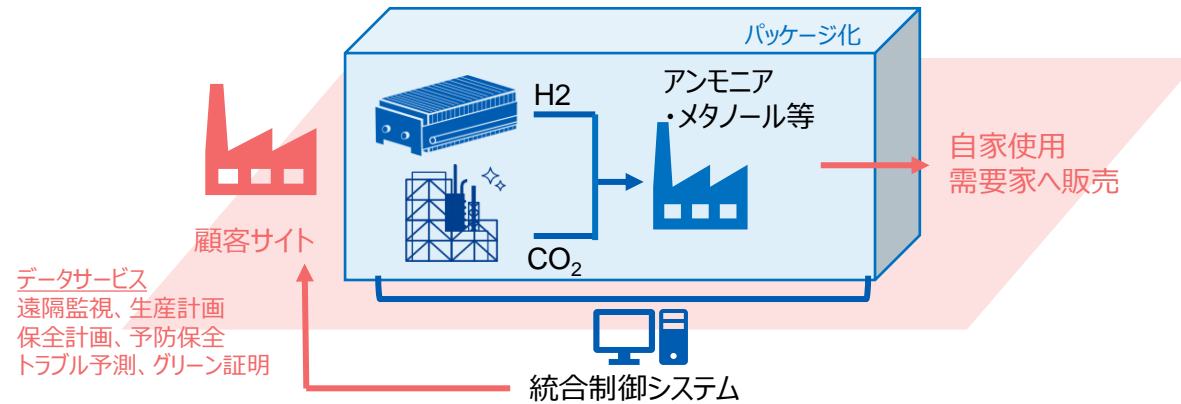
- グリーン水素の有効利用先として、回収したCO<sub>2</sub>等とともに既存の石油ベースの基礎化学品を、グリーン素材化する技術の実証により、グローバルなGHG削減に貢献する

#### <顧客>

- 既存原材料を、グリーンな原材料へ転換し、GHG削減につなげる
- 水素製造・CO<sub>2</sub>回収から化成品の合成までを統括して制御するシステムの活用により、最適な運転条件・効率的なメンテナンスの実行を行い、収率向上とコスト低減を実現できる

### ビジネスモデルの概要

大型の水素製造システムによる水素の安定供給を核とし、以下のビジネス構築を計画。今後精査を進めていく



想定モデル（例）	マネタイズ
システムライセンス + O&M	・ライセンス収入 ・消耗品売上 ・O&M受託収入

## 4. 今後の見通しについて / 事業化のイメージ（日揮ホールディングス）

### 安定・安価なグリーンケミカル製造を可能にするサービスを提供する事業を創出/拡大

#### 社会・顧客に対する提供価値

- 原料(再エネ)の変動対応・調整力にも貢献する安定運転の実現  
(統合制御システム)
- 自動運転の実現  
(Process Twin)
  - 現地運転員削減による製造コスト削減
- 低コスト・短納期でのEPC遂行（パッケージ化）
  - パッケージ化された設計による設計・プラントのコストダウン、納期短縮

#### ビジネスモデルの概要と研究開発計画の関係性

サービス・製品	サービス・製品 概要	研究開発
基本設計（FEED）	<ul style="list-style-type: none"><li>• FSによって決定された事業設備計画に沿ったプラントの基本設計</li><li>• EPCに向けた技術仕様書の作成</li></ul>	大型化コストダウン検討、大型グリーンケミカルプラント設計
プラント建設（EPC）	<ul style="list-style-type: none"><li>• 設計(Engineering)、調達(Procurement)、建設(Construction)の一括請負</li></ul>	同上
運転制御システム	<ul style="list-style-type: none"><li>• 再エネ変動・調整力対応且つ安定運転を実現する統合制御システム</li><li>• グリーンケミカルプラントの自動運転システム</li></ul>	統合制御システム、運転自動化

## 4. 今後の見通しについて / 課題と対応方針

NEDOグリーンイノベーション基金事業での実証を活用して事業基盤の構築を加速し、立ち上がる世界各地のプロジェクトへの参画を通じた早期の市場参入を図る

