

NEDO水素・燃料電池成果報告会2024

発表No.B2-12

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プロジェクト

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 河添 慎也

団体名 旭化成株式会社

日揮ホールディングス株式会社

委託先 日揮グローバル株式会社

発表日 2024年7月19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建設・試運転を2023年度末までに完了。2024年3月より運用開始。
- ・基礎評価で寿命4年以上を見通せた部材を実セルサイズにて耐久性評価（4,000時間以上）。
- ・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建設が進捗。
2024年度中に統合制御システムを実装し、運転開始予定。
- ・マレーシアにて、PetronasグループのGentari社と共に、60MW級大型アルカリ水電解システムにより年間8,000トン程度の水素をケミカルプラントへ供給する実証に取り組むことで合意。
現在、基本設計実施中（実証運転期間2027～2030年）

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、CO₂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

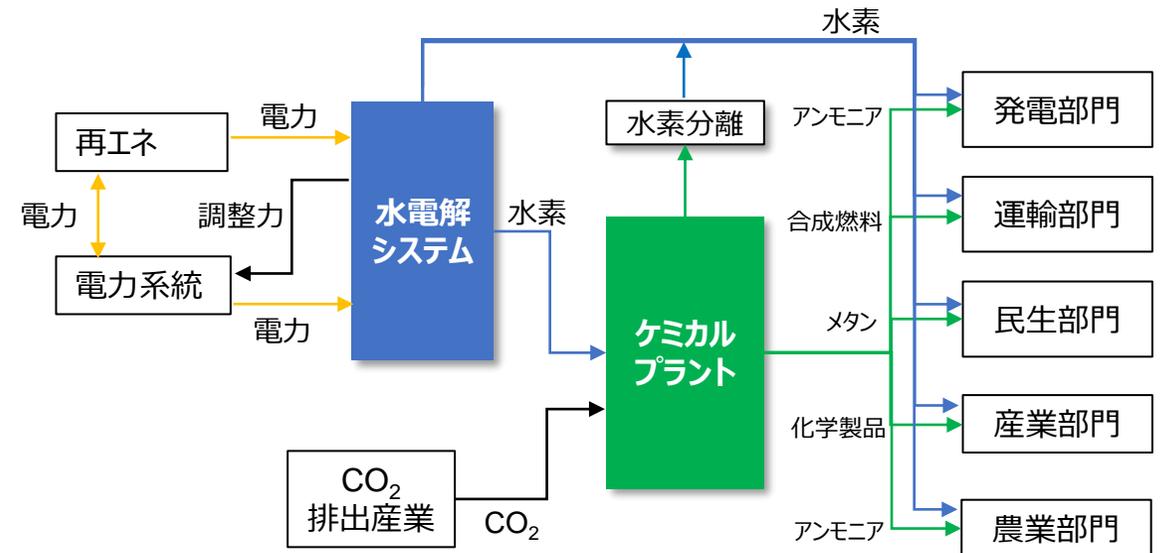
(政策面)

- 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CO₂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

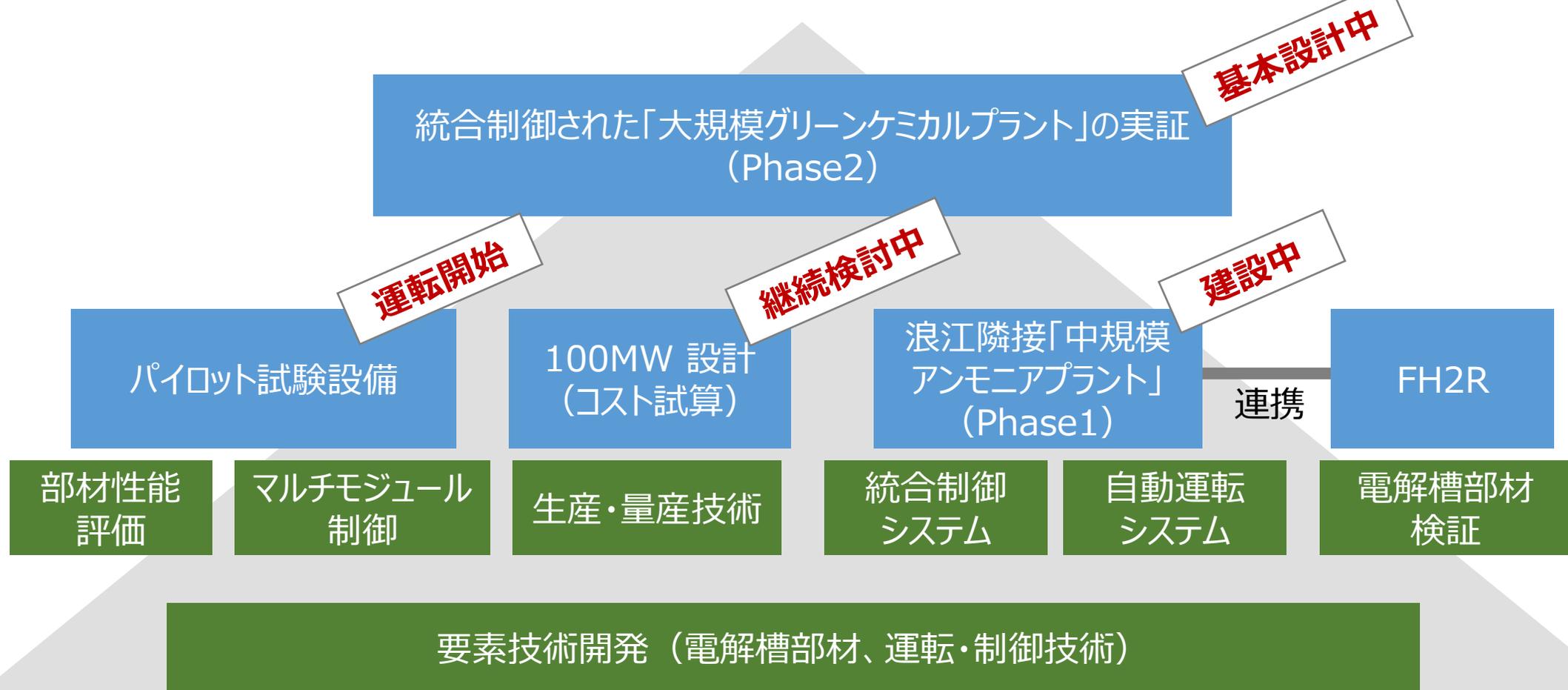


- マクロトレンドと将来の産業アーキテクチャを鑑み、技術の核となる
「大規模アルカリ水電解水素製造システム」
「グリーンケミカルプラント」
の開発・実証をグリーンイノベーション基金事業で取り組む

- 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CO₂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：
CO₂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	アウトプット目標		
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	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	KPI	KPI設定の考え方	
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	[1-1] 100MW規模の水電解システムの詳細設計完了(2025年度)	市場立ち上がり予測	
	[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)	経産省水素・燃料電池ロードマップ目標値	
② 大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発	[2] 消耗部材寿命: 4年以上(2023年度)	食塩電解槽消耗品寿命	
③ グリーンケミカルプラントのFSおよび技術実証	[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)	Phase 2 グリーンケミカルプラントEPC・実証着手の可否判断	
	[3-2] 現地運転人員の半減(2026年度)	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)	
	[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)	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	

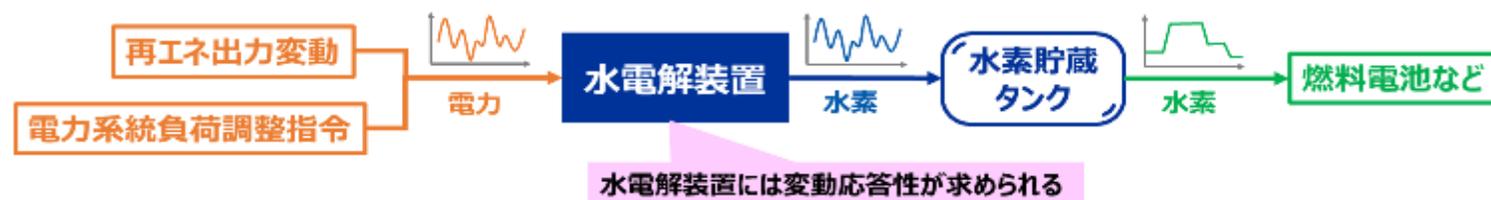
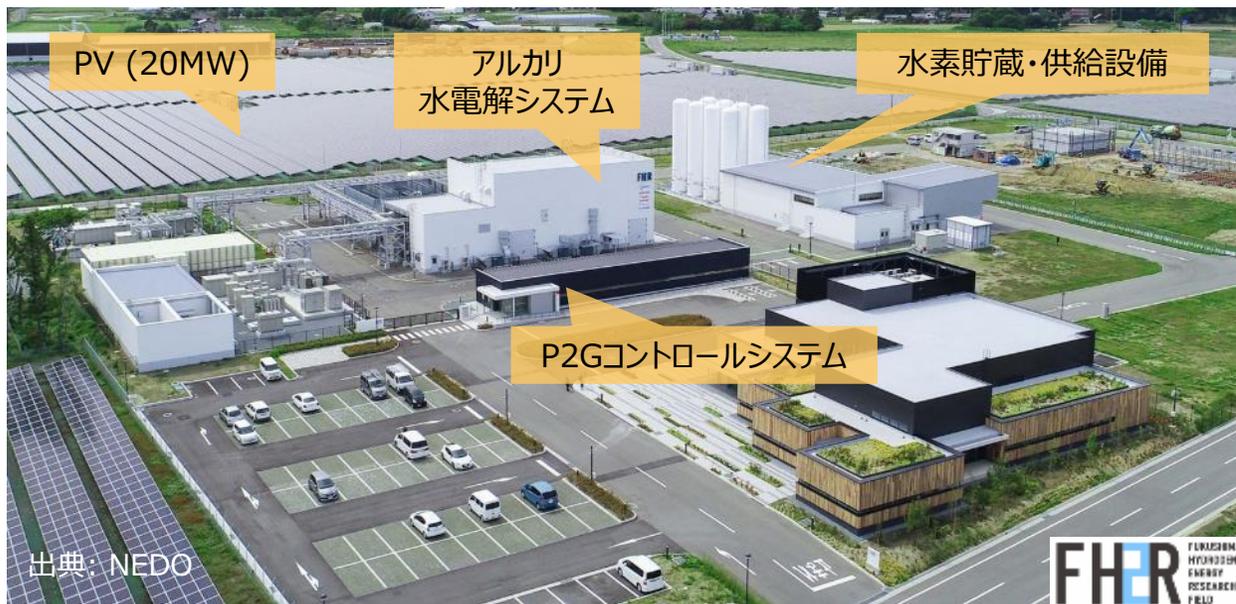
3. 研究開発成果について / 進捗状況

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建設を進め、運用を開始する ②コスト削減アイテムのリストアップと精査を実施する</p>	<p>これまでの開発進捗</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. パイロット試験設備が試運転を経て完成した（無事故・無災害）2024年3月より運用を開始 2. コスト削減を期待できるアイテムとして、電解槽の設計標準化を抽出。削減効果を精査中 	<p>計画通り進捗</p>
<p>2 大型アルカリ水電解槽向け要素技術開発</p>	<p>基礎評価で寿命4年以上を見通せる事を確認できた部材を実セルサイズで評価する</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基礎評価で寿命4年以上を見通せる事を確認済 2. 実セルサイズの部材を作製し、ベンチ評価設備および浪江FH2Rで長期耐久性試験を実施中 3. 4,000時間を超える通電実績を積み上げ、評価を継続中 	<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> <p>大規模グリーンケミカル実証プラントのFSと設計が完了している</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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EPC（詳細設計・調達・建設）が進捗 2. グリーンアンモニア検証プラント向け統合制御システム開発を完了 3. グリーンアンモニア検証プラント制御システムに自動運転システムの実装を完了 4. マレーシアGentari社敷地内に60MW級のアルカリ水電解システムを建設、年間8,000トン程度の水素をケミカルプラントへ供給する実証に取り組むことで合意。現在、基本設計実施中。 	<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



水電解装置には変動応答性が求められる

本装置の性能

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

NEDO「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」により設置・運用
2020年3月に開所、2022年度まで実証

水電解パイロット試験設備の完工・運転開始 (2024/3～ 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

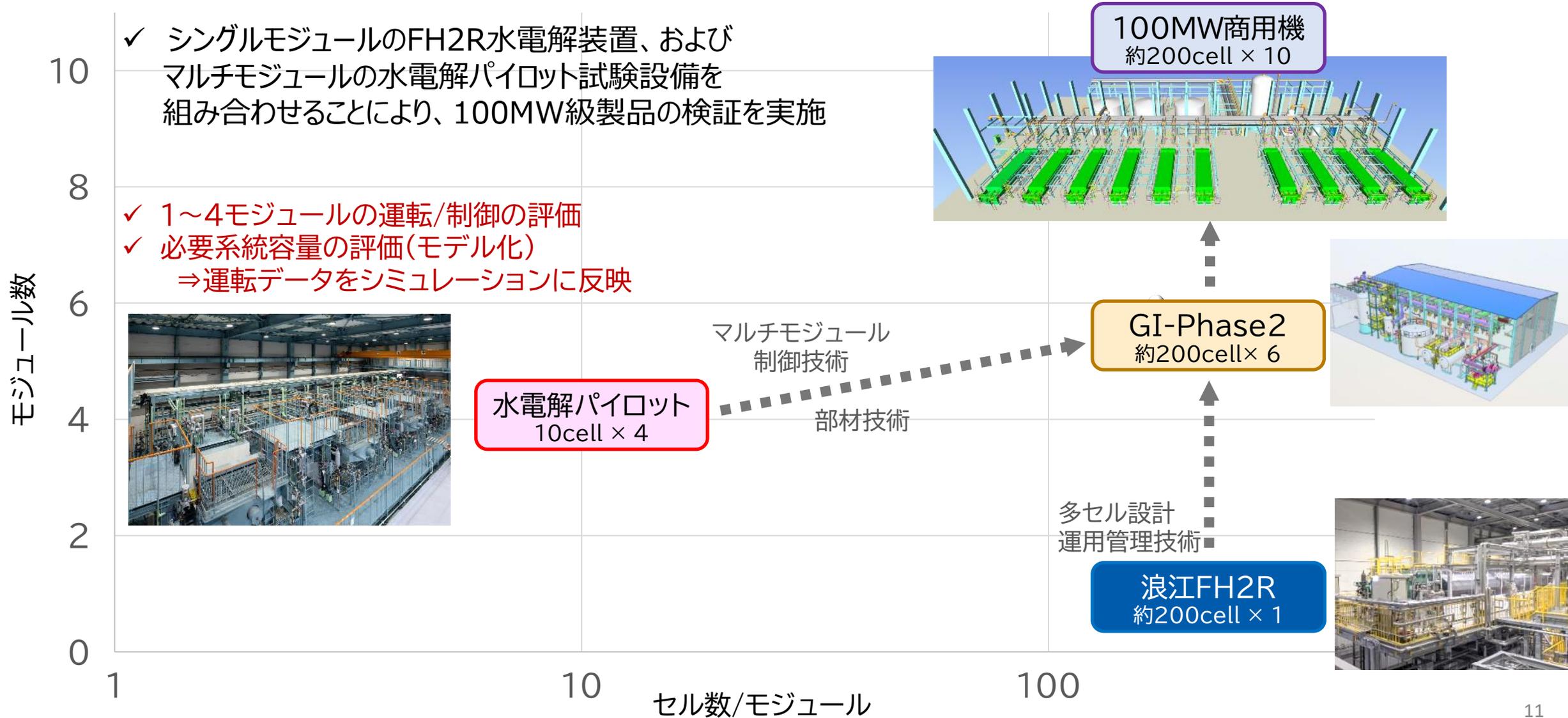
- 再生可能エネルギーは出力が不安定なため、水電解装置には高い変動応答性が必要
- 変動がシミュレートできる装置設計としているため、再生可能エネルギーとの連携や電力系統の調整力を検証可能

3. 設備仕様

- 電解槽数、セル数： 4モジュール、7～10 セル/モジュール
- 水素発生量： 最大 465 Nm³/h
- 水素出口圧力： 0.80 ± 0.08 MPa(G)

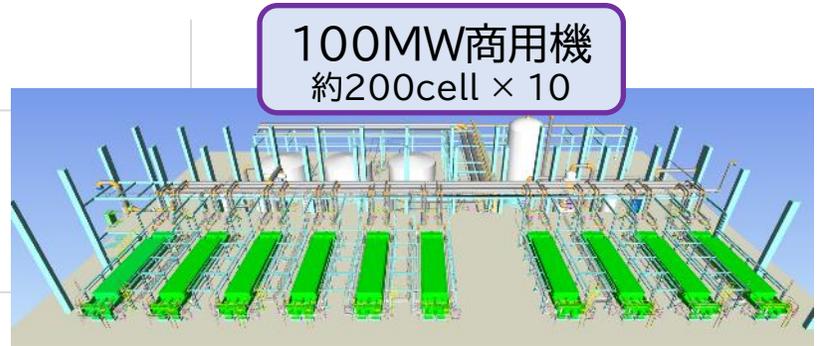


水電解パイロット試験設備の位置づけ



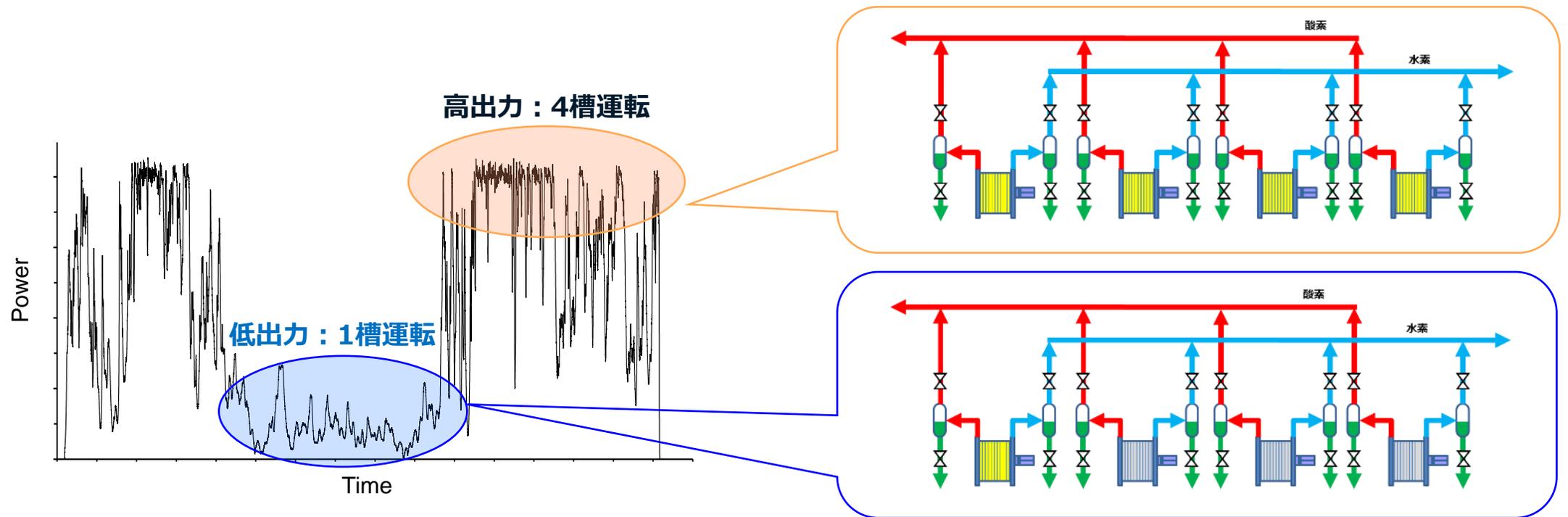
✓ シングルモジュールのFH2R水電解装置、およびマルチモジュールの水電解パイロット試験設備を組み合わせることにより、100MW級製品の検証を実施

✓ 1~4モジュールの運転/制御の評価
 ✓ 必要系統容量の評価(モデル化)
 ⇒運転データをシミュレーションに反映



マルチモジュールコントロールシステム

- ✓ 所与の指令（水素製造指令値や消費電力指令値）に対して、効率的に複数モジュールへ電力分配する制御システム



水電解パイロット試験設備を活用した実証計画

- ✓ ①変動運転、②シャットダウン耐性、③マルチモジュール運転の実証を進める
- ✓ 4モジュールを活かし、多様な部材組合せを評価する
- ✓ 遠隔監視・支援システムの実証も併せて実施する

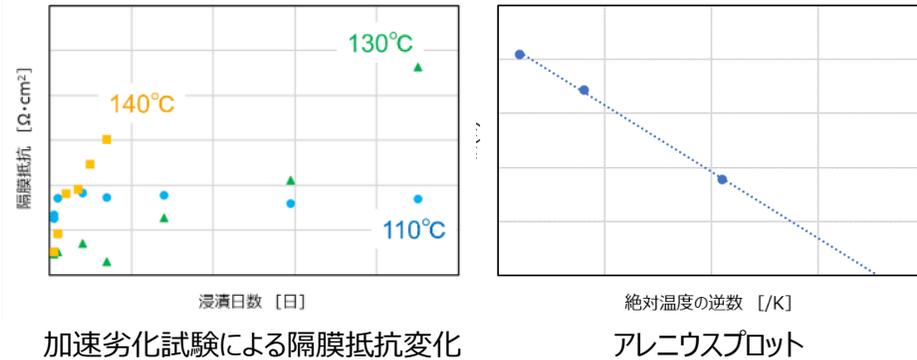
年度	2022	2023	2024	2025	2026	2027		
実証	設計		建設		試運転	システム実証	実セルサイズ（約3m ² ）での部材の長期試験	
試験項目			<ul style="list-style-type: none"> ・マルチモジュール運転 ・切替シーケンス 		<ul style="list-style-type: none"> ・変動追従性 ・シャットダウン耐性 ・長期連続運転（耐久性） 		<ul style="list-style-type: none"> ・DXによる遠隔監視・支援システムの実証 	

3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

消耗部材の寿命評価

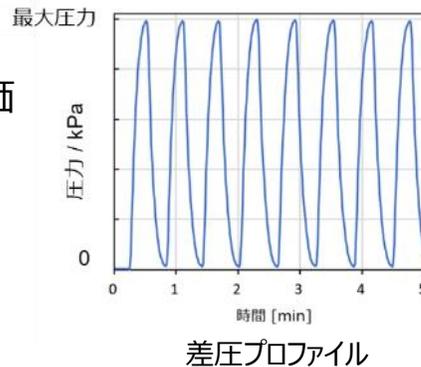
A) 隔膜の熱アルカリによる化学劣化

- ✓ 手法：電解液組成のアルカリ液にて、高温での加速劣化を評価
アレニウスプロットから化学劣化を予測
- ✓ 結果：アレニウスプロットから求めた90℃・4年間での隔膜抵抗の増加量は数%程度
熱アルカリ耐性に問題なし

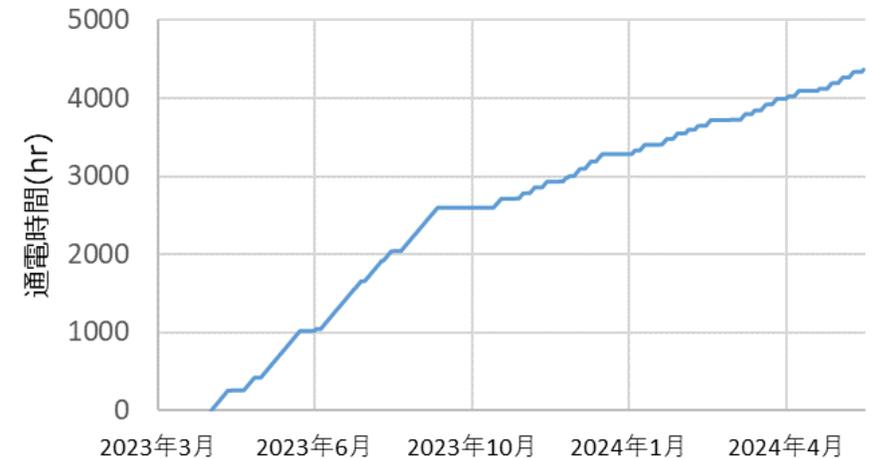


B) 隔膜の差圧耐性の評価

- ✓ 手法：最大圧力 ⇔ 0kPaの繰り返し差圧を印可
膜のピンホール観察およびリーク試験で評価
- ✓ 結果：10,000回の繰り返し差圧に合格

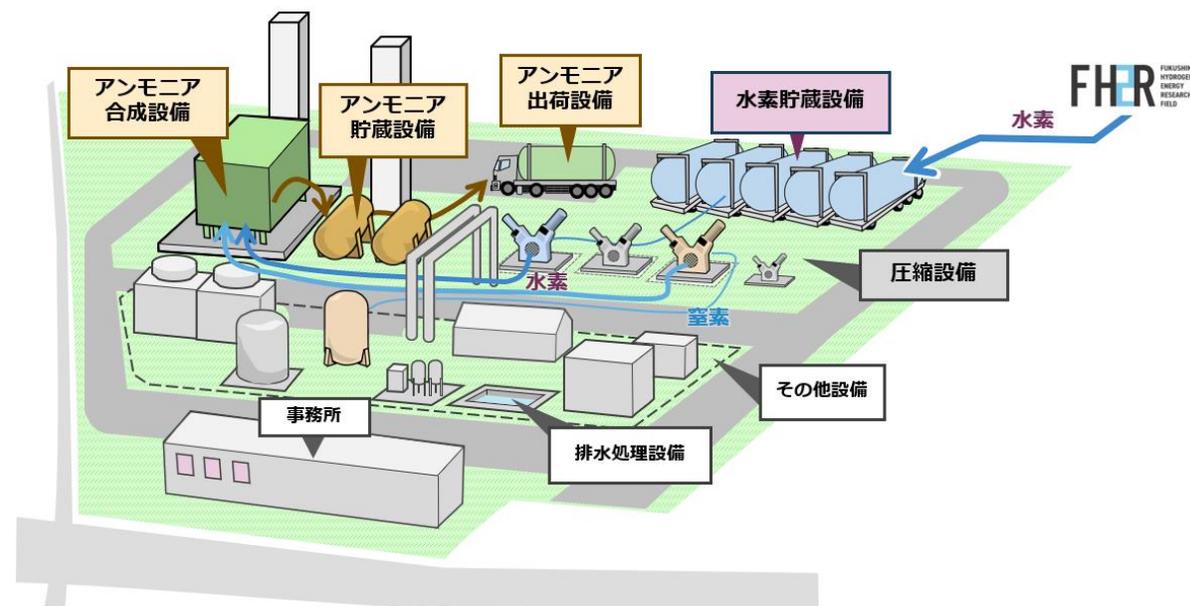


- ✓ 浪江FH2Rで長期耐久性試験を実施中
- ✓ 4,000時間を超える通電実績を積み上げ、評価を継続中



Phase1の進捗状況と実証計画

- アンモニアプラント建設状況
 - プラント設計完了
 - 工事は順調に進捗中
 - 2025年3月に実証運転開始予定



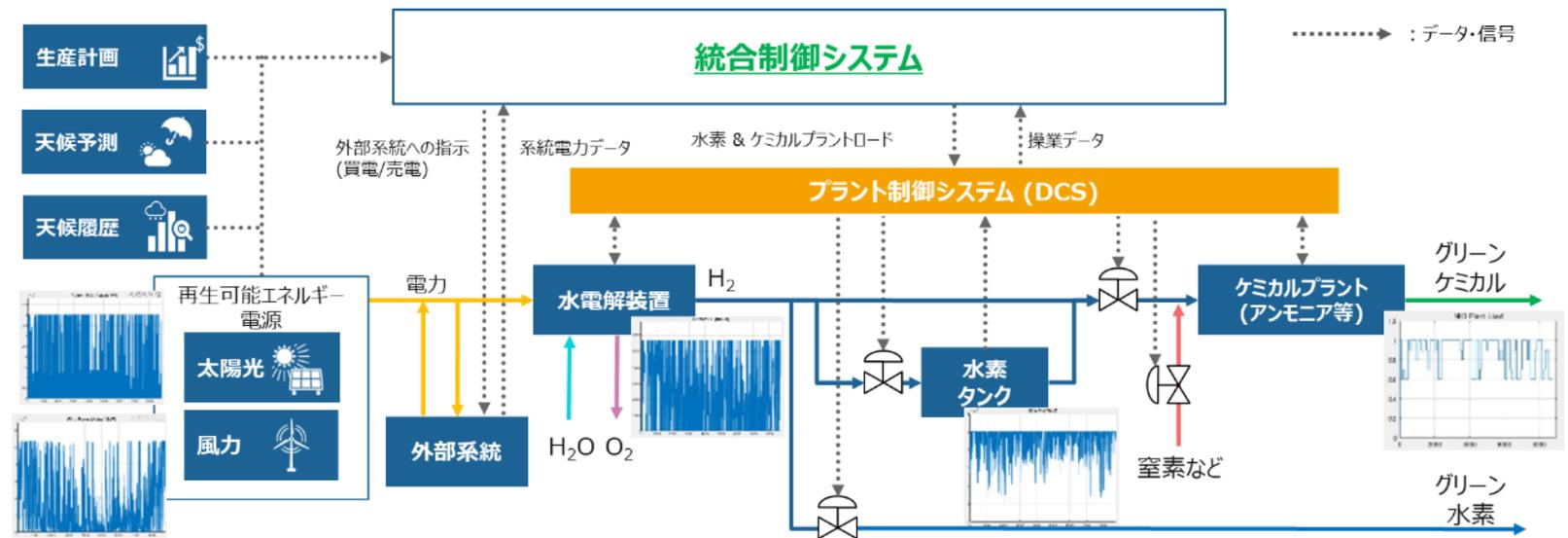
3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

Phase1の進捗状況と実証計画

- ・ グリーンケミカル統合制御システムの開発
 - システム開発を完了
 - 実証運転前に、シミュレーション・改良開発を行い、アンモニアプラント完成前に完成度を高める
 - 24年度中に実証運転を開始予定

統合制御システムの概要：

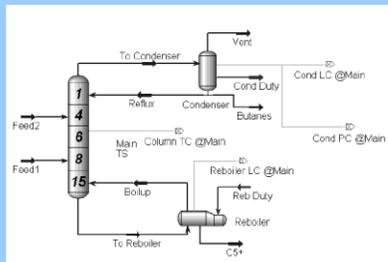
1. 変動する再生エネを主電源とするグリーンケミカルプラントの安定生産を実現する運転計画を立案、生産量をプラント制御システムに指示する
2. 出荷契約（水素・アンモニア）に基づく生産計画を満足するように、指示生産量を適宜補正する



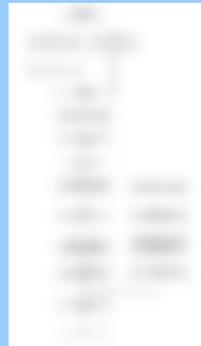
統合制御システム構成図

Phase1の進捗状況と実証計画

- ・ グリーンケミカル運転自動化システムの開発
 - ケミカルプラントの起動・停止操作を自動化
 - プラント制御システムに実装済
 - 24年度に実証運転で機能検証予定



プロセスシミュレーション



システム仕様の確定



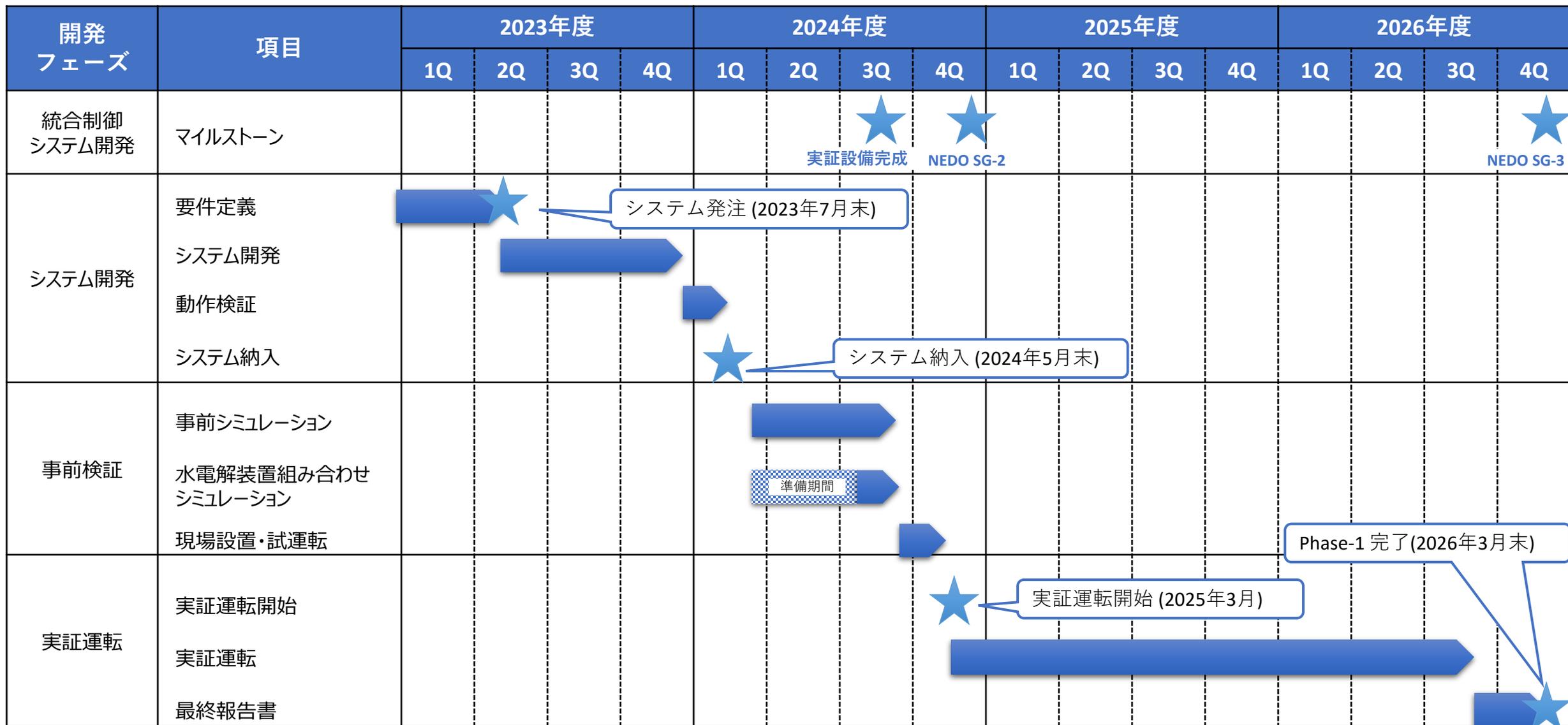
制御システムへの実装



実運転での検証

3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

Phase1の進捗状況と実証の計画

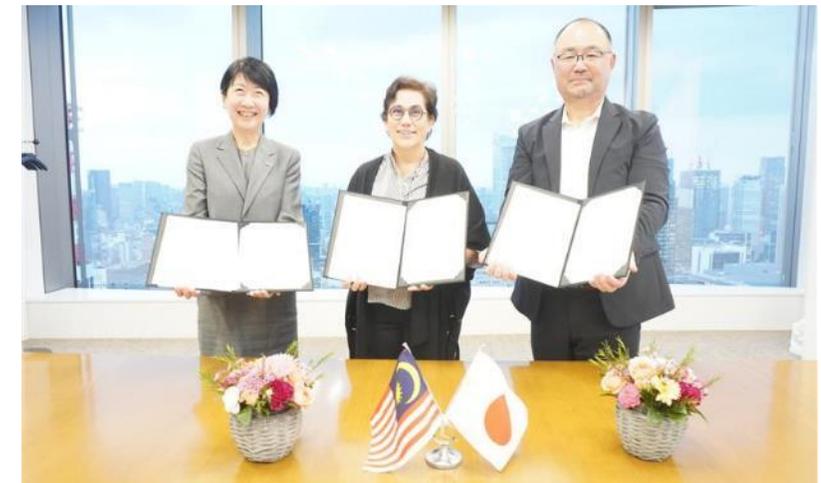


3. 研究開発成果について / 目標達成に向けたアプローチ

Phase2（大型グリーンケミカルプラント実証）の概況

- ✓ FSを実施し、**Petronasグループの100%子会社であるGentari社**をパートナーとして選定、現在、**基本設計実施中**
- ✓ **60MW**規模の水電解システムを導入し、既設の**ケミカルプラントと連携した実証**を計画

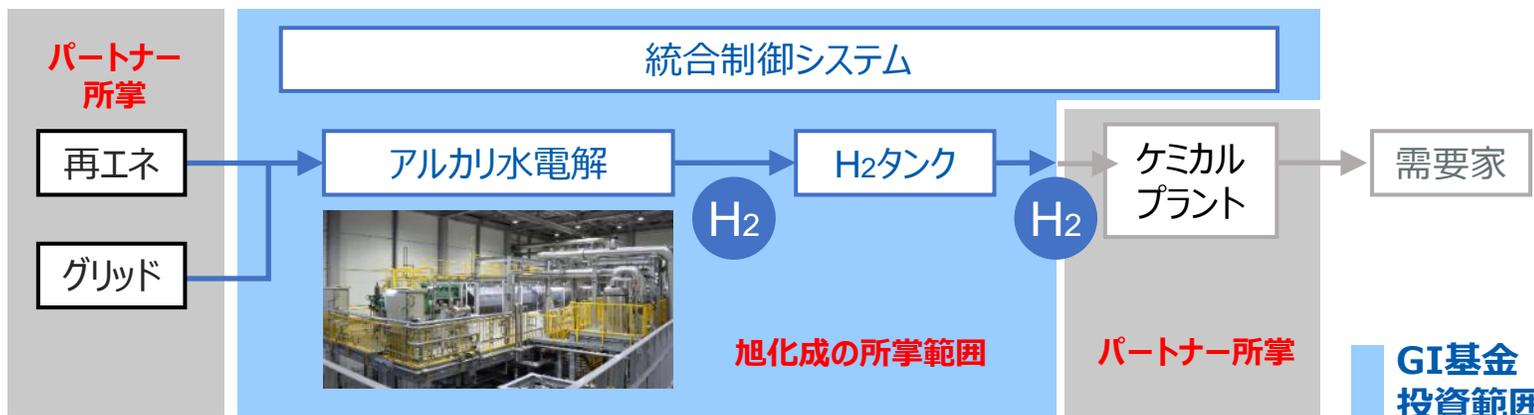
スケジュール	実証運転開始: 2027 ~ 2030
電解システム規模	約60MW (6 Module)
電力	再エネ (グリッドも併用)
場所/パートナー	マレーシア / Gentari (Petronasの100%子会社)
水素利用	既設のケミカルプラントに原料水素として水電解水素を8,000t-H ₂ /年程度供給予定
実証項目	<ul style="list-style-type: none">✓ 変動運転のためのマルチモジュール制御技術の開発✓ 運転最適化のための統合制御システムの開発



2023.11.15 3社MOU調印式

写真左から (敬称略)

- 旭化成株式会社
上席執行役員 植竹伸子
- Gentari Hydrogen Sdn. Bhd., CEO,
Michele Azalbert
- 日揮ホールディングス株式会社
常務執行役員 秋鹿正敬



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（2023年度以降）

	研究発表・講演 (口頭発表を含む)	論文
旭化成株式会社	33	1
日揮HD株式会社	8	2
合計	41	3

➤ プレスリリース：3件

【日揮HD】福島県浪江町でグリーンアンモニア製造技術の 実証プラント起工式を実施（2023.10.31）

<https://www.jgc.com/jp/news/2023/20231031.html>

【旭化成】【日揮HD】旭化成・Gentari・日揮HD、マレーシアでの60MW級アルカリ水電解システムの建設を含む水素製造プラントの基本設計に関する覚書を締結（2023.11.15）

<https://www.asahi-kasei.com/jp/news/2023/ze231115.html>

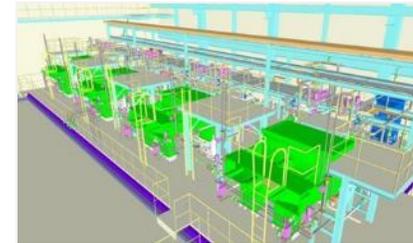
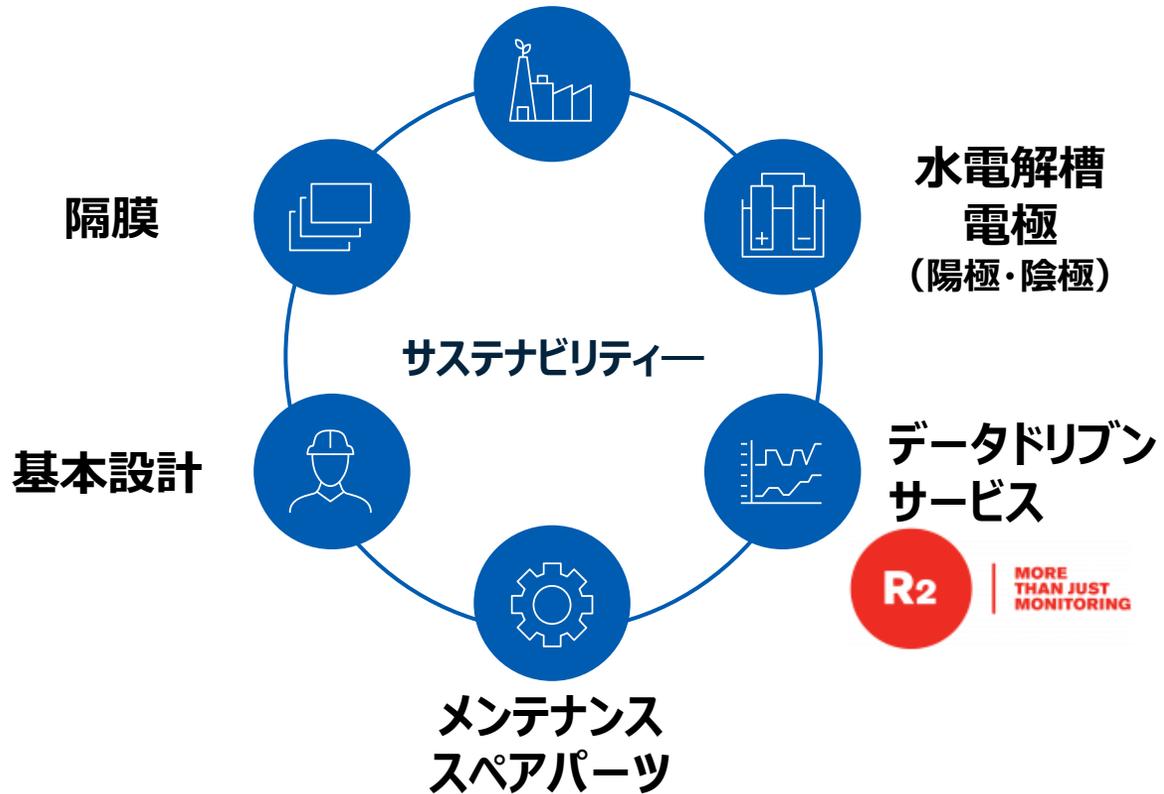
<https://www.jgc.com/jp/news/assets/pdf/20231115j.pdf>

【旭化成】川崎製造所における水素製造用アルカリ水電解パイロット試験設備を本格稼働（2024.5.14）

<https://www.asahi-kasei.com/jp/news/2024/ze240514.html>

“One-stop Solution”を柱としたビジネスモデルの構築

遠隔監視による
運転管理・予兆保全



お客様



自社における
研究開発・実証



高精度な食塩電解用モニタリング装置および安全・安定運転に特化したシステムの開発・製造会社。2020年2月に旭化成株式会社が買収。

食塩電解事業領域での、45年以上に渡る世界28カ国、167のプラントへの導入実績をベースに事業展開を目指す

4. 今後の見通しについて / 事業化のイメージ（旭化成②）

2025年に水電解システムを事業化し、2030年近傍にリーディングサプライヤーとして1,000億円規模の売上を目指す

① グリーン水素 市場創出・案件組成

- GI基金等の実証プロジェクトを軸に、プロジェクト立ち上げやオペレーションに関するノウハウを蓄積
- 国内・アジアを中心に2025年度の事業化（設備受注）を目指し、納入・運転実績を積み上げる

② 規模拡大・ コンソーシアムへの参画

- 大規模再生エネルギーの供給、水素の最終需要の観点から、欧州・北米を主要ターゲットとし、2030年近傍に1,000億円規模の売上を目指す
- オペレーション&メンテナンスソリューションビジネスを展開

③ さらに グローバル展開へ

- 水素事業のキープレーヤーとして、サプライチェーン体制構築を牽引



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">• 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• EPCに向けた技術仕様書の作成	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">• 設計(Engineering)、調達(Procurement)、建設(Construction)の一括請負	同上
運転制御システム	<ul style="list-style-type: none">• 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• グリーンケミカルプラントの自動運転システム	統合制御システム、 運転自動化

AsahiKASEI

昨日まで世界になかったものを。

私たち旭化成グループの使命。

それは、いつの時代でも世界の人びとが“いのち”を育み、

より豊かな“暮らし”を実現できるよう、最善を尽くすこと。

創業以来変わらぬ人類貢献への想いを胸に、

次の時代へ大胆に応えていくために一。

私たちは、“昨日まで世界になかったものを”創造し続けます。

