

事業戦略ビジョン

提案プロジェクト名 : カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発
提案者名 : カナデビア株式会社、代表名 : 代表取締役 取締役社長 兼 CEO 桑原 道

コンソーシアム内実施者 :

山梨県企業局	(幹事企業)
東京電力ホールディングス株式会社・ 東京電力エナジーパートナー株式会社	(主要企業 1)
東レ株式会社	(主要企業 2)
カナデビア株式会社	(主要企業 3)
シーメンス・エナジー株式会社	
三浦工業株式会社	
株式会社加地テック	

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性
- (6) 参考資料

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) 経営者等の事業への関与
- (3) 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

実施組織

山梨県庁がプロジェクトリーダーのもと、東京電力グループがサプライチェーン全体を俯瞰して熱需要や産業プロセス等の脱炭素化に向けた事業モデルを検討し、東レが水電解装置の核となる大型化やモジュール化・効率向上に向けた技術開発を行う体制を敷く。

この3社をサポートする体制として、カナデビアとシーメンスエナジーが水電解装置のシステムアップを行い、加地テックが水素の品質を向上させ、三浦工業が水素を利用するボイラの開発を行う。

この申請7社によって「山梨水素エネルギーソサエティ」と称する基金事業コンソーシアムを組成する。



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

開発目標

カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換の実現させる。
水電解装置を2025年度に世界水準での普及モデルに仕上げるために3つの開発目標を設定する。

【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

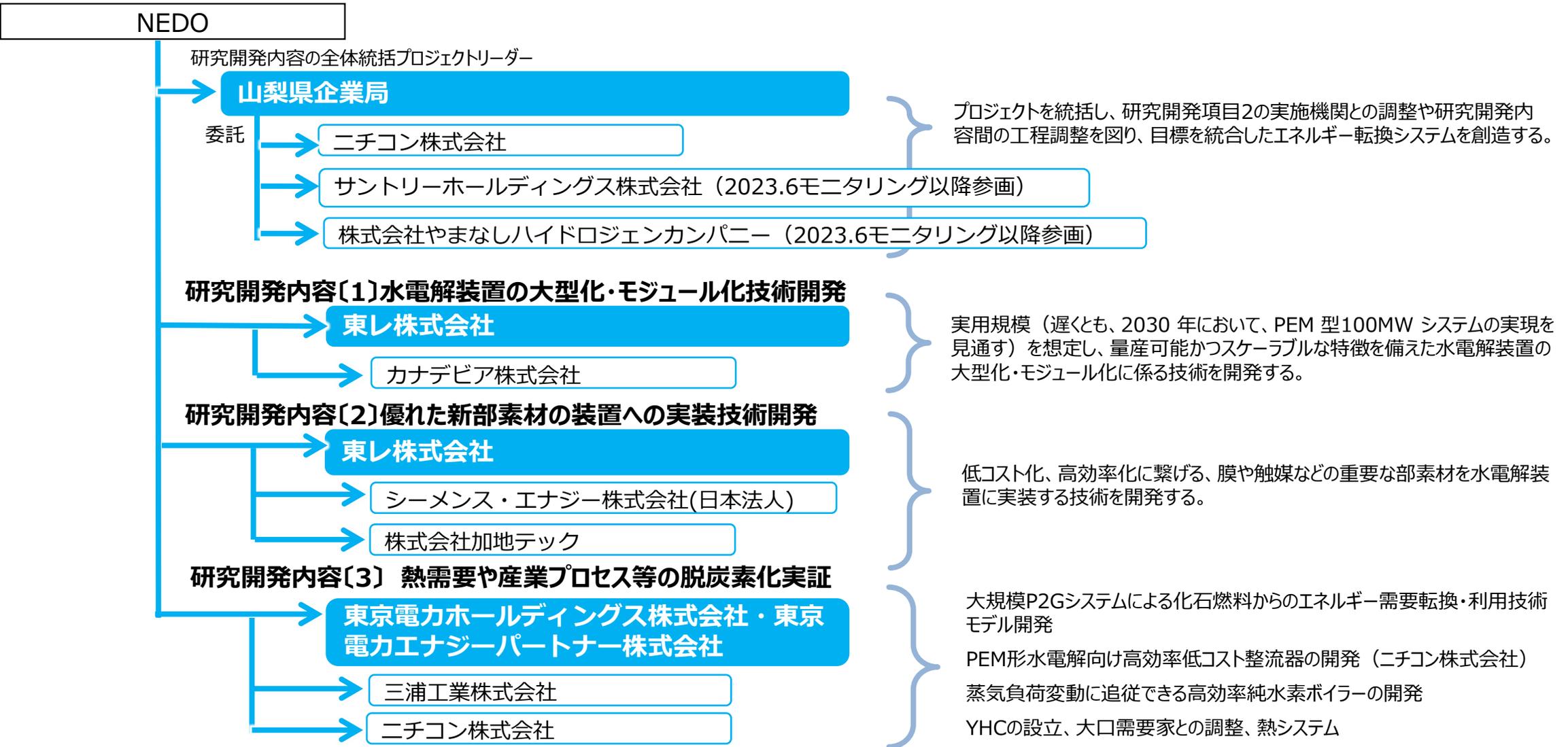
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

研究開発内容〔3〕 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

応募実施体制

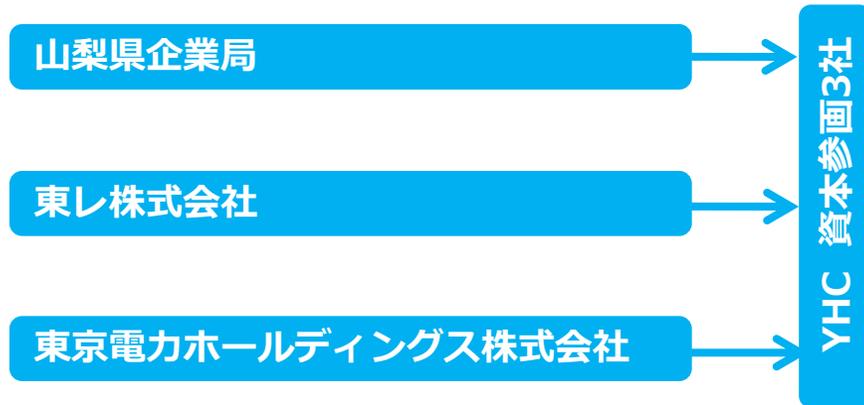
【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

特定目的会社の設立

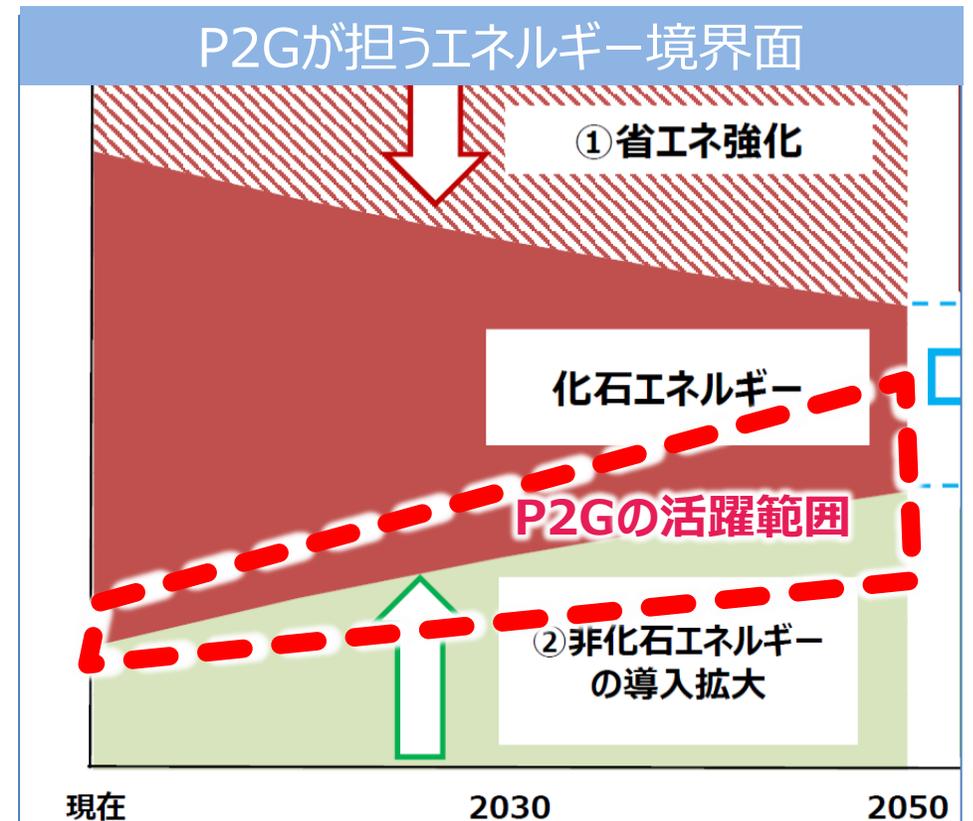
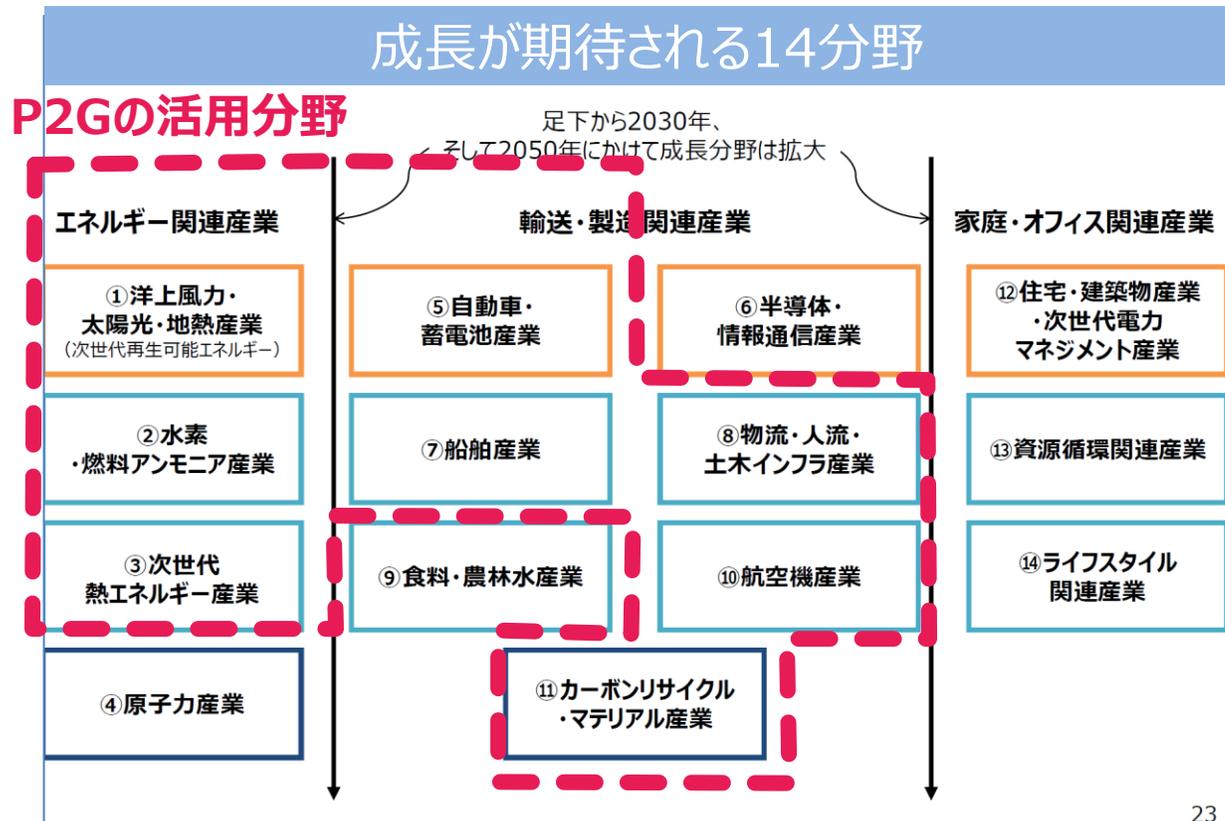
主要3社（山梨県・東京電力グループ・東レ）は我が国初のP2G事業会社である**株式会社やまなしハイドロジェンカンパニー「YHC」**を2022年2月28日に設立した、今後はプロジェクトの中核として活動していく。
今後コンソに参画（出資3社の事業のうち実証に関する部分を継承していく。）



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (2021/6/18)

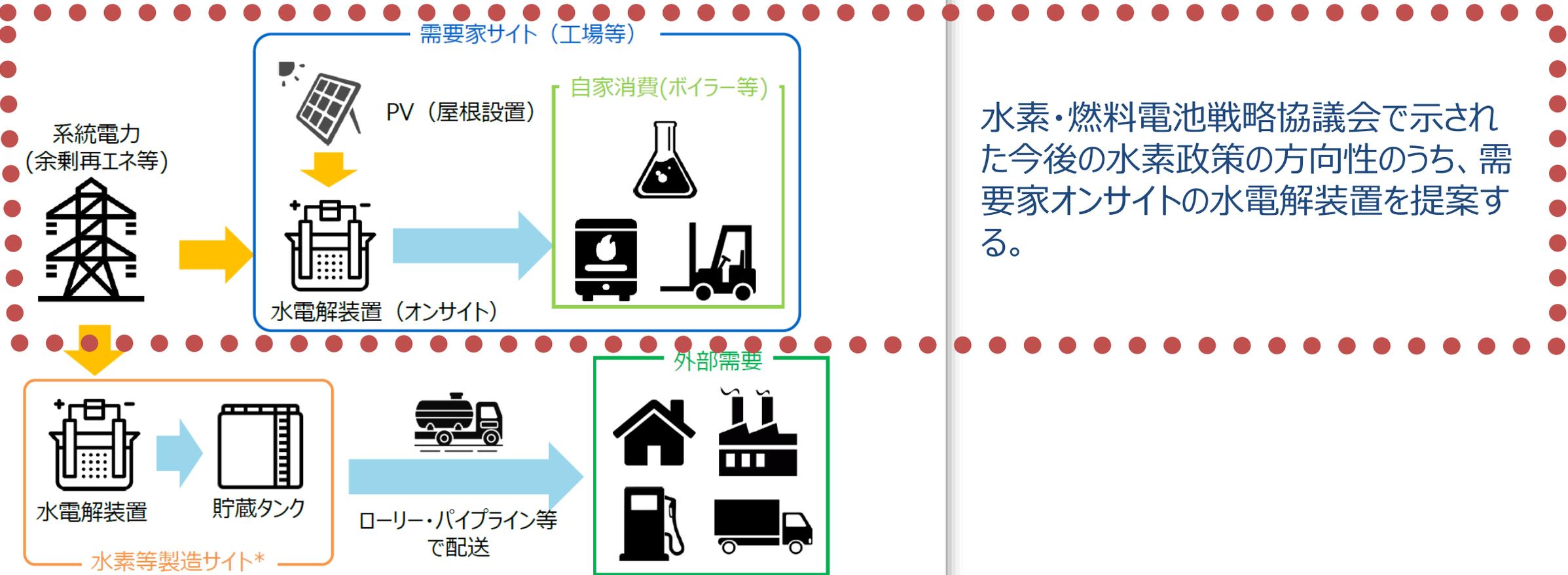
- ✓ P2Gシステムは、グリーン成長戦略において期待される成長分野のうち8つに関連
- ✓ 化石エネルギーの削減と非化石エネルギーの導入拡大の境界部分を担い、CN達成に必須の技術



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

水素・燃料電池戦略協議会（2021/3/22）「今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理」

社会実装モデル例②（水電解装置等を用いた自家消費、周辺利活用）

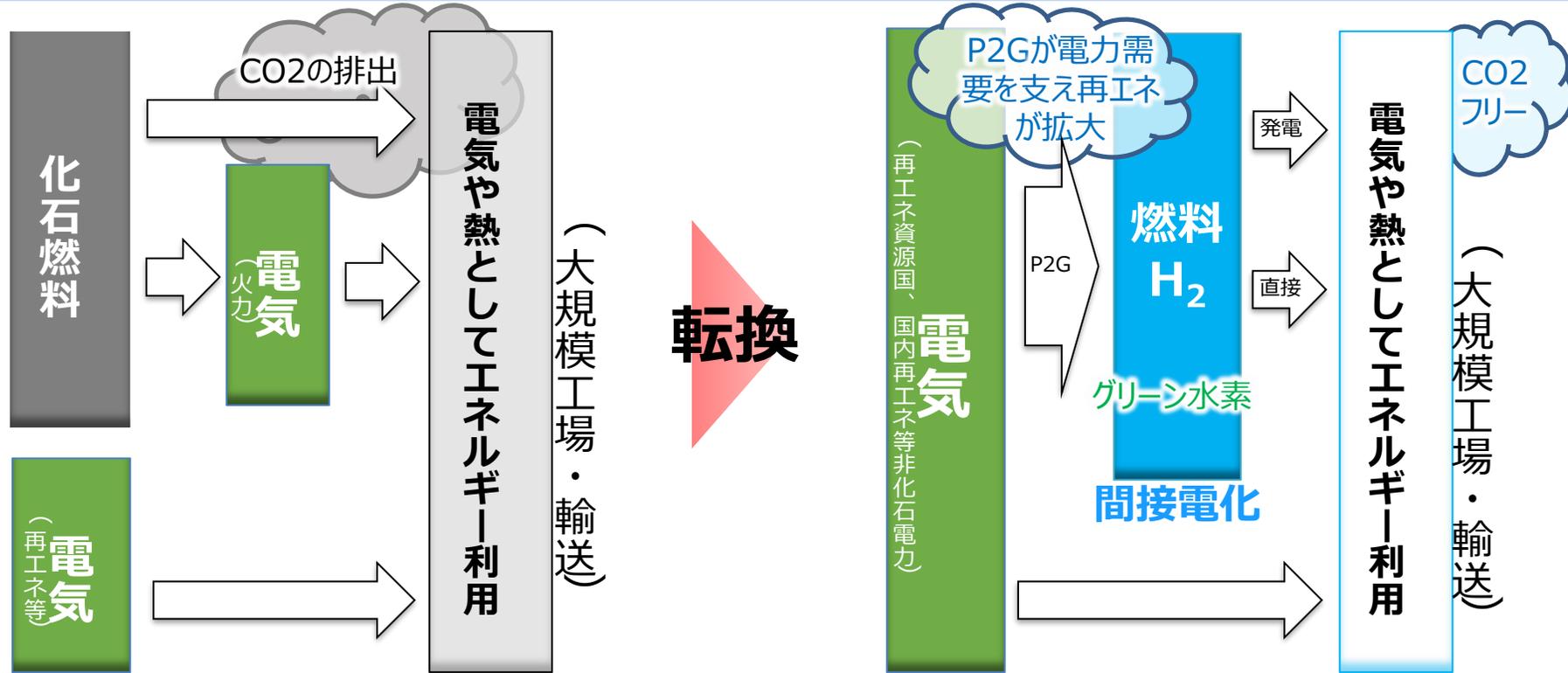


水素・燃料電池戦略協議会で示された今後の水素政策の方向性のうち、需要家オンサイトの水電解装置を提案する。

*アンモニア、メタン等の基礎化学品が水素から製造・配送される場合有

出典：第25回水素・燃料電池戦略協議会(2021/3/22)

P2Gシステムによる「カーボンニュートラルの実現」



今日のエネルギー供給構造

カーボンニュートラルのエネルギー供給構造

プロジェクトの目的：カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換の実現

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

研究開発内容〔1〕～〔3〕のサマリ

【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

- ✓ 電力と化石燃料の両方を大量に使用する大口需要家をターゲットに、地域の再エネを吸収し、効率的かつ直接的にCO2を削減するモデルを実証

実証内容

水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

優れた新材の装置への実装技術開発

熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

研究開発内容〔1〕～〔3〕のサマリ

【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証

研究開発内容〔1〕水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

(実用規模(遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す)を想定し、量産可能かつスケーラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。)

- ✓ 2026年12月にて1,050千円/Nm³/h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h (6.5万円/kW)を見通す
- ✓ 2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す
- ✓ 6MW級水電解装置を製作し、実用規模(遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す)を想定した、量産可能かつスケーラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

(低コスト化、高効率化に繋げる、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。)

- ✓ 2026年12月にて1,050千円/Nm³/h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h (6.5万円/kW)を見通す
- ✓ 2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す
- ✓ 実用規模(遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す)を想定し、膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。
- ✓ P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮システムの開発

研究開発内容〔3〕熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

(大規模P2Gシステムによる化石燃料からのエネルギー需要転換・利用技術モデル開発)

- ✓ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替パッケージ技術をモデルを確立させる。
- ✓ 地域の再エネ電気を有効活用するために、導入対象を地場産業に根付いた工場(省エネ法の第一種エネルギー管理指定工場等以上)をモデルケースとし、1工場当たり原油換算3,000kl/年(約7,900t-CO₂※)規模の化石燃料の使用を削減し得るモデルを実証する
- ✓ 大規模風力発電と連携した熱の脱炭素化に資するエネルギー転換システムを確立する
- ✓ 経済合理性と再エネからのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用のオペレーションシステムのパッケージ化

※原油体積当たり平均高位発熱量: 38.2[MJ/L]
排出係数: 69.0[g-CO₂/MJ]

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

役割分担表

	カナデビア	東レ	シーメンス エナジー	加地テック	山梨県企業局 (幹事会社)	東京電力HD・ EP	三浦工業
研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発	✓ 100MW システムの実現を見通す PEM形6MW級モジュール式連結水電解システム開発	✓ 2026年12月にてシステム効率77%、2030年にてシステム効率80%を見通す。			✓ 大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換のための事業者間調整・技術インテグレーション ✓ 水素利用、貯蔵、熱コントロールシステムの設計	✓ 電力設備、電解装置、補器、建築を総合的技術力で統合 ✓ 再エネの利用促進と水素の製造・利用における経済合理性を追求するEMSの導入	
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発		✓ 膜やCCMの重要な部素材を10MW級の水電解装置に実装する技術を開発する。	✓ 膜やCCMの重要な部素材を10MW級の水電解装置に実装する技術を開発する。	✓ P2Gから生産されるフルウエット水素の大規模除湿・圧縮システムの開発	✓ エネルギー需要家との調整並びにビジネスモデル検討 ✓ 共同事業体「YHC」の設立運営		
研究開発内容〔3〕 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証						✓ 大規模P2Gシステムによる化石燃料からのエネルギー需要転換・利用技術モデル開発	✓ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替向け水素ボイラー技術を確立させる。
社会実装に向けた取り組み内容	◆ 世界市場で活躍する国産大規模水電解装置の成立	◆ 高性能・高耐久PEM形水電解材料の開発・実装、世界展開	◆ 優れた部素材の導入による我が国の電解技術の世界展開	◆ 電解槽の圧力・湿度をよる需要の非適合性の解消技術の提供	◆ P2Gのやまなしモデル構築とその展開のための事業体の転換	◆ 電化が困難な工場の熱需要の化石燃料代替パッケージ技術をモデルを確立	◆ 化石燃料の併用から、水素単独へ変化していくボイラーシステムの提供

1. 事業戦略・事業計画

カナデビア株式会社

1. 事業戦略・事業計画 / (1) 産業構造変化に対する認識

再生可能エネルギーのグリーン水素製造を起点にしたPower to Gas関連産業の急拡大

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) ※以下、カーボンニュートラルをCN、Power to GasをPtG、グリーントランスフォーメーションをGXと表記

- 140カ国以上の国が期限付きCNを表明し、そのGDPは世界の約90%を占める。GXに対する大規模な投資競争が激化し、この成否が企業と国家の競争力に直結する時代となる。
- 消費者の環境意識の高まりを受け、製品やサービスに対するCN需要が増加し、社会的コストの内部化が容認される結果、エネルギー安定供給の要望からPtG関連産業の発展が後押しされる。

(経済面)

- GX経済移行債を原資とする20兆円規模の先行投資支援が実行され、官民150兆円超の産業競争力強化・経済成長と脱炭素を同時成立させる官民GX投資が加速し、エネルギー安全保障・脱炭素・経済成長の同時実現に寄与するPtG関連産業が発展する。

(政策面)

- 改定水素基本戦略にて、2030年までに水電解装置のグローバルサプライチェーンに対する日本関連企業製品の導入目標が15GWと設定され、この実現にも与するGX経済移行債による十全な投資促進策が執られている

(技術面)

- 国内外市場での大型水電解装置の需要が高まり、GI基金事業の成果が適切に活用される。
- 再エネ電力の調達が可能となり、グリーン水素の効率的な輸送・貯蔵技術と共に水素EMSやAI/IoTによる管理技術が確立され、PtG関連産業が発展する。

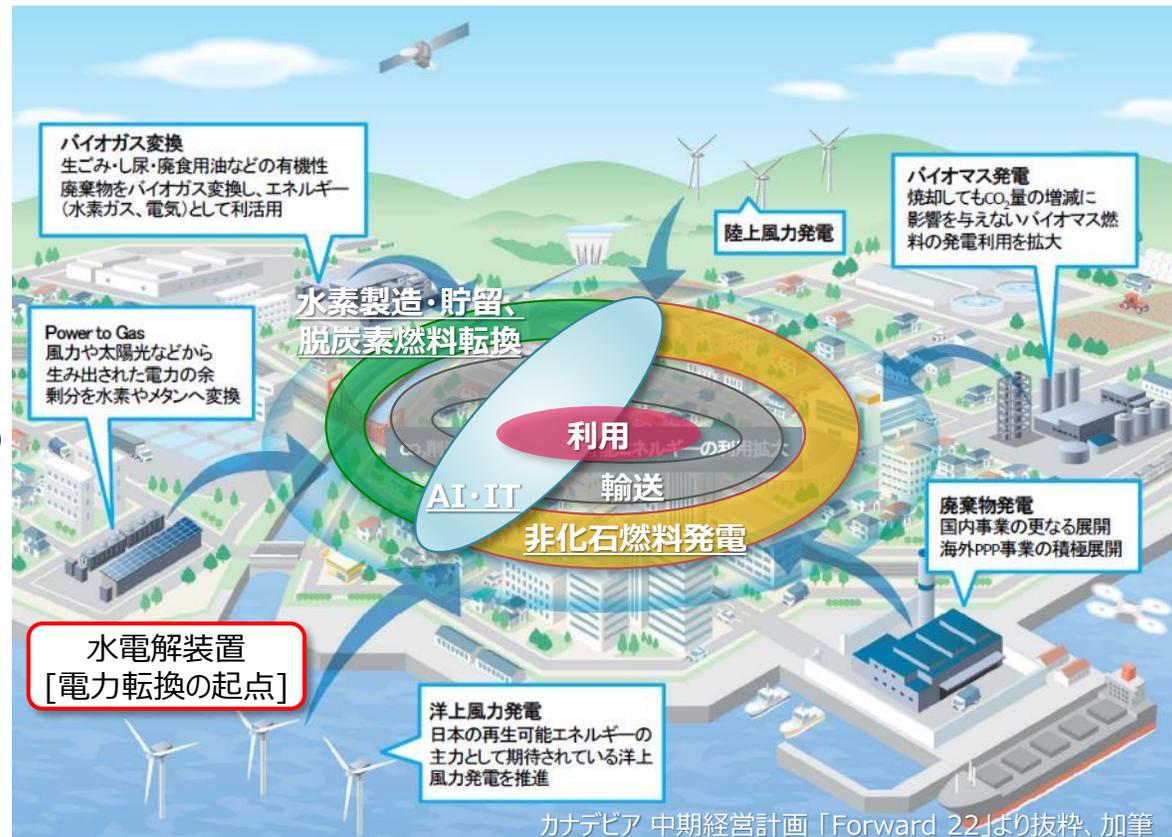
● 市場機会：

- 電力業界：再エネの導入拡大によって余剰電力の機会損失地域が顕在・偏在し、PtG技術と水素貯蔵・輸送・利用技術の組み合わせによる需給調整や地産地消の需要が興る。
- 非電力業界：調達燃料・調達原料の低炭素化・CN化を志向する国内外事業者が増加し、グリーン水素やこれを利用したe-Methane、e-Fuelの需要が拡大する。

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- 持続可能な社会実現に向け、全世界でCNの取組みが拡大することで、これまで外部化されていた社会的コストの内部化が許容、促進される。
- 実効的なGXを推進する日系企業の海外進出が顕著となり、獲得市場の拡大に伴う経済成長、雇用促進が見込まれる。

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



● 当該変化に対する経営ビジョン：

- 現中期経営計画「Forward25」にて、脱炭素化事業を含む重点投資対象分野の設備や事業等に集中投資することを公表している。
- 2022年3月にGXリーグ基本構想への賛同を表明、2023年5月にGXリーグ参画。
- PEM型装置の国内リーディングカンパニーとして大型装置開発を遂行し、来る大型装置需要と共に、100 MW級水素製造設備の社会実装に応える。
- 国内外市場への展開を見据えたGW級の量産工場建設を投資決定している。

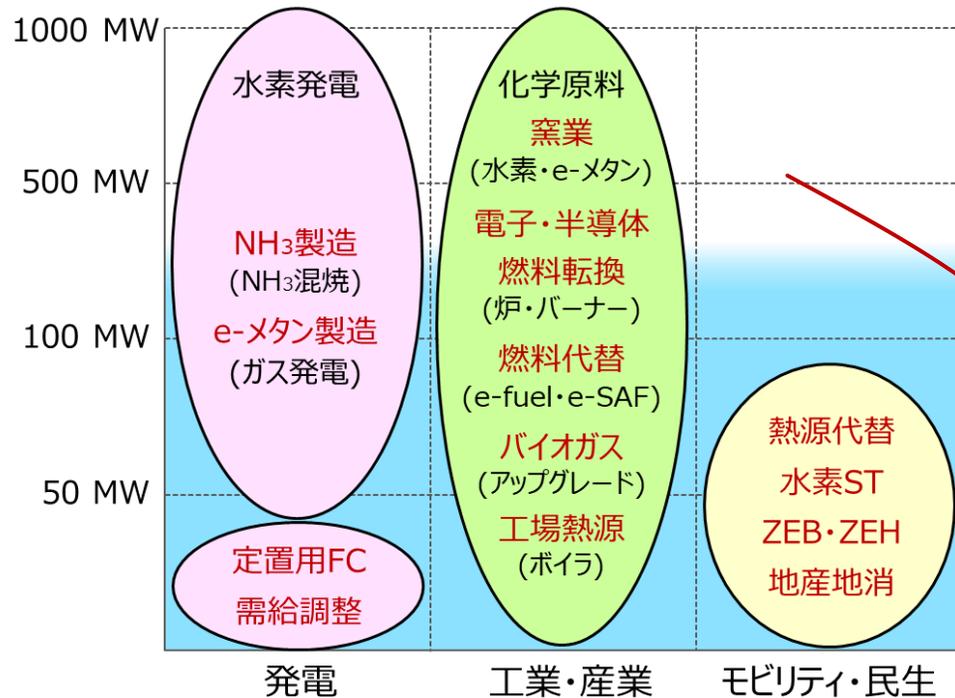
1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

グリーン水素製造・利用のシステム化、カーボンニュートラルガス燃料への転換需要がターゲット

セグメント分析 (市場軸×地域軸)

●市場軸

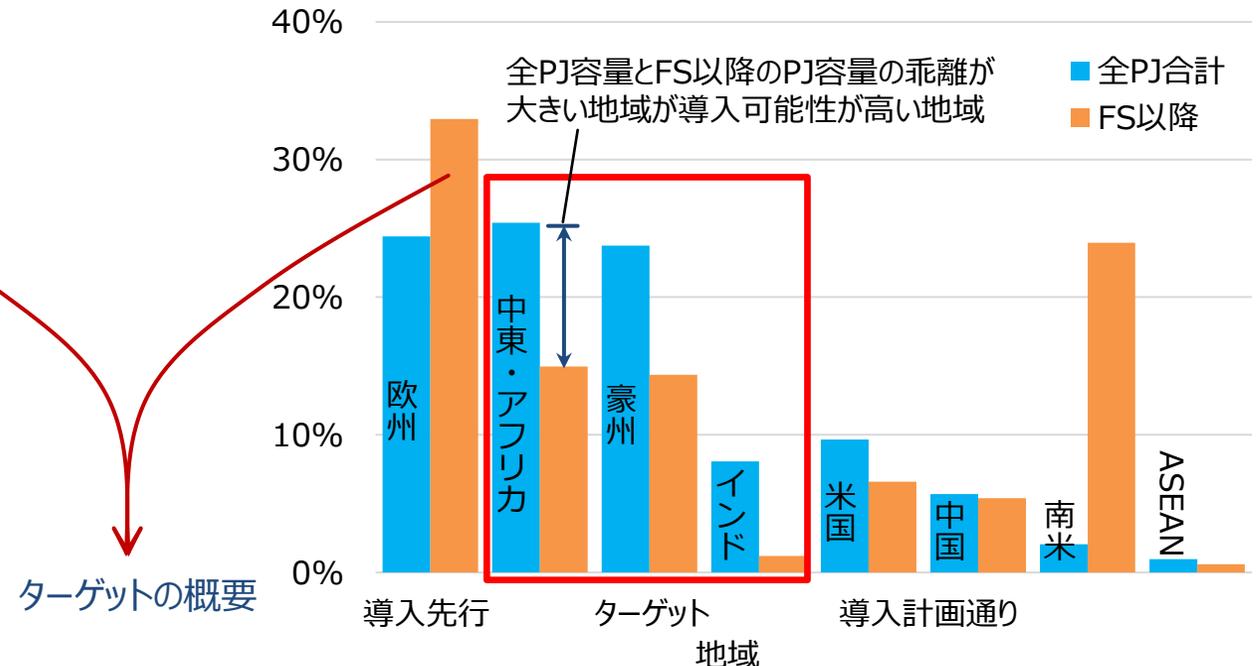
- 起点の水素製造であることから、市場機会は水素利用分野全般となる。PEM型の特長を踏まえ、300MW以下を閾値としてセグメントを設定する。
- 変動電力への追従性や高純度水素、腐食性薬品の非使用といった特長と、コンパクトな100 MW級の大型設備供給能力を活かし、下図に挙げる国内外分野、容量規模に注力する。
- 自社の既存事業やケイパビリティを活かし、廃棄物焼却発電での需給調整やe-メタン製造、バイオガス市場でのアップグレード事業も視野に入れる。



●地域軸

- 再エネの賦存量や既設の再エネ電源を背景に、水素の地産地消や輸出事業等の水素産業振興の政策が公表され、水素関連PJの計画値と実態に乖離が生じている国を対象とする。
- 対象国より、国産の水素製造装置メーカーが所在せず、当社が拠点を有する中東・インド・豪州を海外における対象セグメントに設定する。

地域別の水素製造PJ事業フェーズ



ターゲットの概要

1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

再エネ電力利活用の起点となるモジュール連結式PEM型水電解装置により事業を拡大

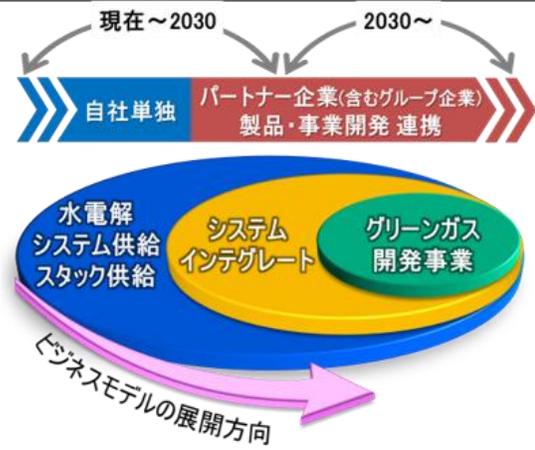
社会・顧客に対する提供価値

- ① 再エネ電源の変動に高い追従性を持つモジュール連結式PEM型水電解装置によって再エネ電力の機会損失を解消し、再エネ電源の導入機運を維持、促進する
- ② 純水利用による低環境負荷やコンパクトな装置特性を活かした都市部や住宅地等の人口密集地への導入容易性(導入規制の回避)
- ③ 燃料、原料のCN化や保有施設のCN化を志向する国内外の既存顧客・新規顧客、グリーン水素やグリーンアンモニア、e-メタン等の製造・供給事業を開発するエネルギー事業者、商社等のデベロッパに対するA)グリーン水素製造・利活用設備やB)グリーン水素を起点とするPtG関連設備のシステムインテグレートに統合運営システムを組み合わせたソリューション提案
- ④ 脱炭素化市場に資する製品群・技術を有し、且つシステム統合に必要なEPC能力等のケイパビリティをも有していることを背景に、合理的な運用や保守を可能とするターンキーシステムを提供する。
- ⑤ システムインテグレートでは、ハード面の価値提供に加えて、IoTによる運用サポートや開発中のEMSサービスといったソフト面のソリューションを組み合わせ、中長期の脱炭素化ソリューション・サービスを提供する。
- ⑥ 顧客の要求や事業環境に応じた、水電解装置を起点とする『上流・下流の機器供給』、『EPCサービス』、『システムインテグレートによるターンキーシステムの提供』、『アフターサービス・運転管理・保守メンテナンスサービス』の最適化した提案と実施能力
- ⑦ 導入地域のエネルギー事情やインフラ整備状況に応じた最適なCN転換のシステムとソリューションの提供

ビジネスモデルの概要 (製品、サービス、価値提供・収益化の方法)と研究開発計画の関係性

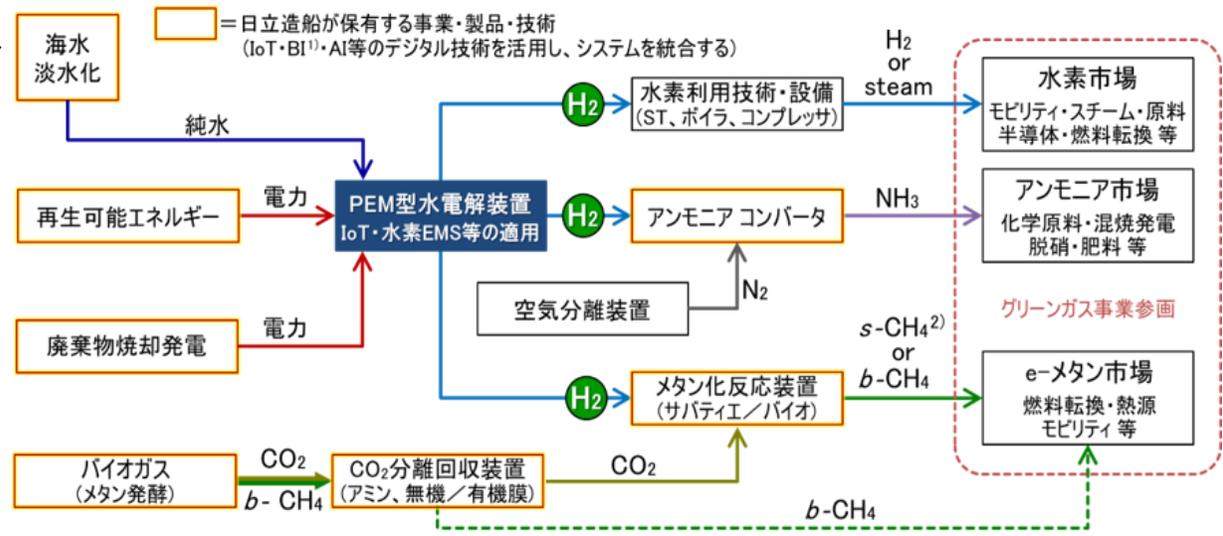
ビジネスモデルの展開方向

- 標準モジュールの確立とこれの連結により、規定し難い再エネ電源の導入規模に対し、最適容量のモジュール連結式PEM型電解装置を供給して、PtG事業の起点となる水電解システム・水電解スタックの製造・供給を収益の基盤とする。
- 自社グループのEPC能力とその他のケイパビリティを活かした自社保有のPtG関連製品・技術とのシステム化や同業他社とのアライアンスを通じて、システムインテグレート事業を国内外市場に展開する。
- 自社の既存事業へのシステムインテグレート事業の適用と共に、システムインテグレート事業の実績を基に、エネルギー事業者や産業ガス事業者、商社等が開発するグリーンガス事業への事業参画へと展開する。



- <水電解 システム供給/スタック供給>
- 水電解システムの供給@国内
 - 水電解スタックの供給@国外
 - 水電解システム製造のJV工場設立@国外
- <システムインテグレート>
- 海水淡水化装置とのシステム化
 - メタネーションプロセス・CO2分離回収装置とのシステム統合
 - グリーンアンモニア合成プロセス・空気分離装置とのシステム統合
 - 水素供給・輸送や水素ボイラ等の水素利活用設備とのシステム化
- <グリーンガス事業>
- グリーン水素製造・供給事業への参画
 - e-メタン製造・供給事業への参画
 - バイオガスアップグレード事業の展開
 - グリーンアンモニア製造・供給事業への参画

システムインテグレート外観図



1) BI=Business Intelligenceの略
⇒膨大なデータを収集・蓄積・分析・加工し、事業・経営戦略の意思決定に活用するデータドリブンな手法

2) s-CH4=サバティエメタン/b-CH4=バイオメタン

1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル (標準化の取組等)

市場導入(事業化)しシェアを獲得するために、ルール形成(標準化等)を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 再エネ電力の利活用最大化に最適なPEM型水電解装置を中核とし、アライアンス企業によるバリューチェーンの構築を行い、CN燃料製造から燃料製造利用までの製品・サービスを提供する。
- グリーン水素市場規模拡大および多種多様な脱炭素ニーズに対応するため、水電解の大型化、効率化、低コスト化、耐久性向上、海外仕様の適用に対する技術開発を行う。
- 国内における地域循環(地産地消)モデルの開発や海外関係会社と協働したマーケティングと事業の創出を行う。
- バリューチェーン構築と運用に向けた他社との連携を連携を行う。
- 当社の水電解システムならびにPtGシステムの使用・運用に関するデファクト化をめざしつつ、国際標準化と連携する。
- 水素保安に関する国内外の法規制に対応する



国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

(国内外の標準化や規制の動向)

- 水素製造装置に関する規格ISO22734-1:2019は、改定 (ISO/DIS 22734-1) 作業中。
- 電力系統利用のための試験法ISO22734-2はTS (技術仕様書) に変更。
- 高圧ガス保安協会にて、ISO22734および米国ASME Code Case 3078をベースとした、水電解装置、電解セルスタックに関する技術基準 (KHKS 0871-1、2) が2024年8月に制定。

(市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組)

- 大型水電解の市場導入・システムの量産化・コストダウンに向け、本事業にてモジュール型水電解装置の開発と併せて、設計・部材・構造・製作工程・検査・メンテナンス等の標準化に向けた取り組みを進めている。
- 水電解装置の標準化を行うために、水電解のみならず水電解の上流側・下流側(需要)の事業者と連携し、水電解装置の市場形成・規制緩和・標準化にむけた方法を計画している。
- 国際標準化の策定・改定について国内委員会に参画し、レビュー・提案を行っている。
- 海外展開については上記の標準化を進め、国際基準に対応した製品とする。

本事業期間におけるオープン戦略(標準化等)またはクローズ戦略(知財等)の具体的な取組内容(※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載)

(オープン戦略) 標準化等

- 2MWモジュールを標準化し、モジュール連結による大型化ならびに多様な規模に対応した水電解システムの構築を行う。山梨県での6MW実証を通じて技術検証ならびに2030年の社会実装に向けた課題抽出を行う。
- 水電解スタックを含めたシステムの量産化・コストダウンを行うため、設計・部材・構造・製作工程・検査・メンテナンスの標準化を行う。
- 展示会・講演会等で当社の技術開発の取り組みを発信し、産学マッチング会や課題共有会にて技術ニーズを発信し、アカデミアとの連携促進、およびサプライチェーン関係者が参入しやすいよう取り組んでいる。

(クローズ戦略) 機密情報の保護・知財化等

- オープンイノベーションにあたり、開発段階においては、秘密保持契約による自社の秘密情報の保護ならびに、特許出願を行った上対応している。
- システム設計およびコントロール思想など事業の骨格に関わり、ノウハウ的な部分で知財化が困難な部分においては、基本クローズ情報とし、社内で開示情報について協議の上、遂行上必要最低な情報開示にとどめる。

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング①

インテグラル型の開発・設計力とケイパビリティの強みを活かして、システムインテグレート観点から差別化を目指す

自社の強み、弱み (経営資源)

<ターゲットに対する提供価値>

- 再エネ電源特有の出力変動に対する追従性が高いPEM型水電解装置の提供による再エネ電力の機会損失の解消
- 最適設計された中核機器である水電解スタックの提供による製品開発リードタイムの短縮、市場参入力の向上
- 純水利用による低環境負荷やコンパクトな装置特性を活かした都市部や住宅地等の人口密集地への導入容易性
- 顧客の要求や事業環境に応じた、水電解装置を起点とする『上流・下流の機器供給』、『EPCサービス』、『システムインテグレートによるターンキーシステムの提供』、『アフターサービス・運転管理・保守メンテナンスサービス』の最適化提案と実施能力
- 燃料、原料のCN化や保有施設のCN化を志向する国内外の既存顧客・新規顧客、グリーン水素やグリーンアンモニア、e-メタン等の製造・供給事業を開発するエネルギー事業者、商社等のディベロッパに対する①グリーン水素製造・利活用設備や②グリーン水素を起点とするPtG関連設備のシステムインテグレートに統合運営システムを組み合わせたソリューション提案

他社に対する比較優位性

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他の経営資源
自社 (現在)	<ul style="list-style-type: none"> 50年以上に亘る海水電解事業を通じて培った全体最適設計技術と知見 MW級の水電解システムの導入実績 水素起点のCN化プロセス・システム統合に資するCO₂資源化等の技術を自社開発・製品化 	<ul style="list-style-type: none"> CN化志向が高く、且つ数百kW ~ MW規模相当の水電解システムを実証的に導入する国内企業 CN転換の実証事業を計画する既存事業の国内顧客群 海外顧客開拓は途上 	<ul style="list-style-type: none"> 水電解スタックを構成するMEA/CCM等の中核部材メーカーの探索と協調による育成 水電解システムの付帯機器サプライヤを開拓 水素転換、CO₂資源化に資する製品群を自社保有 	<ul style="list-style-type: none"> 環境、ICT、脱炭素分野の専門人材とこれら分野を跨ぐ学際的な研究・開発人材が所属 欧州、中東・アジア、北米を所管する海外事業統括本部を保有 欧州所在のグループ企業の環境・バイオガス事業の展開
自社 (将来)	<ul style="list-style-type: none"> モジュラー型の開発・設計による100MW級水電解システムの製品化 インテグラル型設計思想による水電解システムを起点とする水素利活用製品やPtG関連製品とのシステム統合 海外仕様の高圧化PEM型水電解装置の開発・製品化 	<ul style="list-style-type: none"> 自社グループのケイパビリティを活用した海外顧客基盤の形成と拡大 環境や原子力関連等の既存事業の国内外顧客群 燃料や原料のCN転換、保有施設のCN化を志向する事業者 グリーン水素やグリーンアンモニア、e-メタン等の製造・供給事業の開発を実行するエネルギー事業者、商社等のディベロッパ 	<ul style="list-style-type: none"> 水電解スタック製造におけるサプライチェーンマネジメント(SCM)の実行 水電解システムの付帯機器に対するグローバル・ソーシングの実行 JV工場のパートナー企業とのSCM、グローバル・ソーシングの実行 	<ul style="list-style-type: none"> 環境、ICT、脱炭素分野の専門人材とこれら分野を跨ぐ学際的な研究・開発人材によるシステムインテグレート 営業拠点の整備と事業開発・運営ケイパビリティの獲得 欧州グループ企業との製品・事業開発の連携と共同でのPtG事業への参画

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング②

インテグラル型の開発・設計力とケイパビリティの強みを活かして、システムインテグレート観点から差別化を目指す

自社の強み、弱み (経営資源)

<自社の強み>

- 構成部素材の性能を更に引き出し、コア・コンピタンスとなる水電解スタックを開発・製品化する全体最適設計技術(インテグラル型アーキテクチャ)
- MW級のPEM型水電解システムの製造・運転実績の保有
- 水素起点のCN化のプロセス構築やシステムインテグレートに資するエンジニアリング技術、CO₂資源化技術・製品
- システムインテグレートを補完し、ソリューション、サービス事業への展開に寄与するICT技術
- 環境や機械、社会・インフラ、脱炭素、ICT分野を跨ぐ、複合領域での事業活動やビジネスリレーション
- 欧州子会社の環境・脱炭素事業領域の実績、ビジネスリレーション、ケイパビリティ

<自社の弱み及び対応>

- 海外市場・顧客開拓の遅滞⇒政策と需要、プロジェクト組成の動向を注視し、グループ企業と海外支社を活用して開拓
- 標準化・高容量化・コストダウンの遅滞⇒製品性能を最適化した水電解スタックを標準化し、GI基金事業を通じたモジュラー型の開発・設計による高容量化を遂行、GW級の量産製造によってコストダウンを図る

<国内外の競合他社が保有する特長>

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他の経営資源
国内競合企業 (将来)	<ul style="list-style-type: none"> • 国内仕様に標準化した小型PEM型水電解システムをMW規模に製品展開 • 食塩電解技術を基盤にした10MW級の常圧アルカリ水電解装置を製品化 	<ul style="list-style-type: none"> • CN化志向が高く、且つMW規模の水電解システムを実証的に導入する既存事業の国内外顧客群 • 欧州、豪州、アジアを中心とした潜在顧客 	<ul style="list-style-type: none"> • 国内仕様に標準化するモジュラー型の設計思想のため、主要部材の集中購買が予想される • 中核部材を内製化し、付帯機器をターゲット市場でグローバル・ソーシングすることが予想される 	<ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物焼却発電やバイオガス等の事業への水電解システムの適用による知見と派生技術 • 設備エンジニアリングを基軸とした水素利活用のノウハウ
海外競合企業 (将来)	<ul style="list-style-type: none"> • 数10MWのPEM型水電解装置を標準化、GW級量産化工場を稼働済み。今後、インテグラル型の開発・設計を通じた性能向上に着手する可能性がある • IPCEIに承認され、政府の補助を受けた大型プロジェクトへの大規模導入実績、運転データを獲得する 	<ul style="list-style-type: none"> • 水素分野でIPCEIに承認されたプロジェクト • 自社のガス・発電事業のバリューチェーンにおけるCN化を志向する顧客群 • 水素製造ポテンシャルが高く、欧州への水素輸出に関心の高い地域で活動するエネルギー事業者やディベロッパ 	<ul style="list-style-type: none"> • in-house技術から高品質が見込める基幹部材の国産化への転換 • GW工場を基盤としたサプライチェーンマネジメントやグローバル・ソーシングの拡大と最適化 	<ul style="list-style-type: none"> • ガスタービンやガスエンジン、風力発電、高圧送電、オイル&ガス等の事業への水電解システムの適用による知見、派生技術、サービスのノウハウ • 産業アーキテクチャ全体のバリューチェーンに関与する広範な事業を有する関連会社との連携体制

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

5年間の研究開発の後、2027年以降の事業拡大、2033年頃の投資回収を想定

- 投資計画 (YHC) ✓ 26年から30年にかけては全国累計にて1GWを目指し、YHCのシェアを56%(560MW)を目標とする。
 ✓ 50年のCN時点において、15GWの累計導入



- カナデビア ✓ YHCの事業計画をベースに2027年以降の市場拡大を想定して、2030年までに累計100MW超の受注を目標とする。
 ✓ PEM型水電解装置の大型化・モジュール化技術開発と並行して取り組む電解スタックの量産化の両成果により事業規模の拡大を図る。
 ✓ 2027年以降、水電解装置事業において単年度売上高50億円規模を目指す。

	研究開発				事業拡大			投資回収	計画の考え方・取組スケジュール等
	2020年度	2024年度	… 2025年度	… 2027年度	… 2035年度	2035年度 まで合計	2033年度		
売上高	3億円		…	… ≥50億円	…	1,100億円 以上	150億円	<ul style="list-style-type: none"> 2026年度に開発した装置を上市。2027年度を事業拡大年度と設定し、海外事業の展開を開始。 	
研究開発費	0.4億円	13億円	… 7.6億円	… 0.5億円	…	30億円規模	-	<ul style="list-style-type: none"> 23年度まで東レと共同で実証機用大型スタックの開発に取り組み、大型実証機への東レ開発膜の搭載を決定。 量産型電解槽の開発も取り組み、低コスト化の成果を実装した装置として完成させた後は運用面の開発にシフトする。 	
取組の段階	MW級装置を上市	大型/高圧研究開発継続	…	開発成果、技術の製品実装	…	10MW規模装置を販売し、事業を拡大	PtG事業として装置販売比率を拡大	投資回収	<ul style="list-style-type: none"> GI基金による大型装置開発とGXサプライチェーン補助金による量産工場建設に伴う大幅なCDにより、電解装置の製品競争力向上と再生電源導入意欲拡大に貢献し、事業拡大を図る。 PtG事業における水電解装置の販売比率を高め、収益拡大を図る。
CO ₂ 削減効果	0.05万トン	-	…	-	…	≥1.2万トン	…	約50万トン	<ul style="list-style-type: none"> 装置価格目標より試算した電源容量(W)を基に、研究開発・社会実装計画記載のCO₂削減効果計算式より試算

1. 事業戦略・事業計画 / (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

研究開発・実証

取組方針

- PEM型水電解装置の大型化とCDを見据えた1.5MW装置を自社開発。山梨県米倉山の実証試験に参画し、装置の運転状況、実績から耐久性に関するデータを継続取得している。
- モジュール連結式6MW級装置で量産効果のCDを見据えた装置設計、製作、運転、実績取得まで一連の実証を経て、100MW規模の装置大型化の知見を獲得、装置実現に取り組む。
- 装置のコストレビューを実施し、電解モジュールの量産化によるCDと共通モジュールのスケールアップによるCDによって1,050千円/Nm3@ 6 MWを見通した。
- 構造改良した大型電解槽の運転データ、補器電力設計値から6MW規模でシステム効率77%以上を見通した。
- 大型電解槽の耐久性試験により、3,000時間で劣化のないことを確認した。

進捗状況

国際競争上の優位性

- 世界的にもあまり類の無い水電解装置の上流(陸上/洋上風力発電)、下流(メタネーション、CO₂回収など)の製品、事業を自社で保有。
- 自社技術・製品を組み合わせ、装置単独の事業からPtG事業へと早期の事業転換、拡大が可能。
- 電解槽量産化に向けてタクトタイム目標を設定した自動組立で製造する電解槽開発を開始。量産体制を整えることで部材のコスト低減を促進して国際競争力を獲得する。

設備投資

- MW級の大型装置製造を見据え、キー部材である大型電解セルスタックの組立・製造場、大型の性能評価試験装置を整備。
- 工場移転と併せ生産体制を再構築するとともに、2021年度は更なる生産設備増強のため、「PTG Square」を新設。
- MW～GW級の大型装置製造を見据え、装置の要である大型電解セルスタックの自動組立装置及び大型性能評価設備の導入および、既存のセルスタック組立設備を増強を計画。
- 大型電解セルスタックの生産効率向上を目指して製造治具や評価試験用装置の追加整備・自動化を計画。
- 欧州子会社HZ INOVA社と海外規格対応品の設計、製作について協議を実施。

- 水電解装置およびメタネーション装置を集約した「PtG Square」を水素製造からメタン化まで一連の運用が確認出来るショールームとして活用。水電解装置単独からPtG関連事業と組み合わせたシナジーをPR。

マーケティング

- 拠点整備事業・価格差支援事業を志向するエネルギー事業者等に対する大型水電解装置の提案、導入要件の協議を進め、国内の再エネ電源導入の機運醸成、グリーン水素需要の創出を図ることで開発製品の社会実装を推進する。
- 実証事業と並行して、CNガスの事業化提案など、カナデビアグループが保有する技術、製品、サービスと連携した事業拡大を図る。
- 本事業の実施サイトと共に、大型モジュール・実証装置の基本仕様を確定し、事業終了後に上市する大型水電解装置の導入実績確保に見通しをつけている。
- 大型PEM水電解装置を有する国内トップメーカーの地位確立に向け、GW級量産工場の設備投資を決定し、量産工場を橋頭保とする海外展開の戦略を策定中。
- 海外展開では、中東やインド、欧米等を対象に単体機器からシステム展開、製造拠点の増設やアフターサービス事業までを含めた事業拡大を図る計画としている。

- カナデビアグループの事業実績、事業を通じたケイパビリティを基盤に、先行優位性・競争優位性を獲得できる国・地域で市場開拓・事業開発を推進する。

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、2026年度にかけて19億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

	2021 年度	2022 年度	...	2026 年度	...	2030 年度	...	2035 年度
事業全体の資金需要	約32億円							
うち研究開発投資	約32億円							
国費負担※ (委託又は補助)	約13億円							
自己負担	約19億円							

- 本事業期間にてPEM型水電解装置の大型化開発を完了させた後、引き続き装置のコストダウンや効率向上に向けた研究開発投資を実施予定。
- 製造能力増強に向けて、別途、経産省の補助金であるGXサプライチェーン構築支援事業によって電解スタックの量産工場の建設を計画。

※ インセンティブなしとした

2. 研究開発計画

コンソーシアム全社共通の内容

研究開発内容〔1〕〔2〕〔3〕のサマリ

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

公募内容の整理

（目標達成の評価方法）

提案者の柔軟性を確保する観点から、各目標の個別の評価方法については、現時点で特定せず、その方法についての考え方を示すのみに留め、今後案件の採択時により具体的に決定することとする。

① 水電解装置のコストについては、各実施者の事業終了年度が異なる可能性に鑑み、その時点での商用化時点で想定される生産設備で、複数のモジュールを連結させた水電解装置の製造を行う場合の単位容量当たりの設備コストを試算し、目標達成度を評価する。なお、上記コスト目標には、装置本体に加えて、変圧器や整流器の費用を含み、水素圧縮機、精製装置、建屋等に係る費用は含まないものとする。

【研究開発項目1】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証【補助】

➤ 目標：2030年までにアルカリ型水電解装置の設備コスト5.2万円/kW、PEM型水電解装置の設備コスト6.5万円/kWを見通せる技術の実現

➤ 研究開発内容：

① 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発【（2/3→1/2補助）+（1/10インセンティブ）】

先行する欧州等のプレイヤーは、複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさない設計とすることで、①組み立て工程の簡素化や、②単位容量当たりに必要な設備量の減少を通じたコスト削減を実施。その削減ポテンシャルは大きく、例えばIEAのレポート13では、PEM型の水電解装置で0.7MWのスタックを6つ並べることで、約40%の装置コストの低減が見込まれている。しかしながら、1モジュールの大型化は水素の漏洩や生産工程による不均一性といった難題を克服する必要がある他、モジュールと補機の最適配置についても様々な工夫の余地がある。このため、本プロジェクトでは、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

NEDO公募要領の記載

アルカリ型水電解装置及びPEM型水電解装置を対象とし、実用規模（遅くとも、2030年においてアルカリ型100MWシステム、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

② 優れた新材の装置への実装技術開発【（2/3→1/2補助）+（1/10インセンティブ）】

日本企業は、膜や触媒などの重要な部素材について、世界最高水準の要素技術を有しているが、大型の実機において基礎研究や小規模実証等と同程度の性能を発揮するためには、部素材メーカー及び水電解装置メーカー間等での摺り合わせも含めた、更なる技術開発を実施する必要がある。例えば、より高価な触媒利用量が少ない電極や、薄膜化などは装置コストの低減に貢献しうるが、そうした部素材は単一では効果を発揮できず、膜への触媒の塗布の方（PEM型の場合）や、スタッキングの手法なども最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮することが可能となる。このため、本プロジェクトでは、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。

NEDO公募要領の記載

低コスト化、高効率化に繋げる、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。

③ 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証【（2/3→1/2補助）+（1/10インセンティブ）】

電化が困難な熱需要や、基礎化学品の製造を含む化学分野等、脱炭素化のハードルが高い分野では、水素の利活用が見込まれる。しかしながら、再エネ等の変動電源と水電解装置を組み合わせる場合、その後工程の最適な運用方法（定格運転を行う代わりに、水素貯蔵タンクを設ける、水素製造工程に併せて出力を変動する等）については、解決すべき技術課題が残っている。このため、本プロジェクトでは、水素の需要家と緊密に連携しながら、水電解装置を用いた、産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替する最も効率的なシステム運用方法を確立する。特に、水電解装置をオンサイトで直接需要家の工場等に設置し、当該施設内で製造した水素を消費する場合は、そのモデル性を重視し、熱の脱炭素化や基礎化学品等の製造過程で水素の過半を燃料・原料として活用するものを実証対象とする。

NEDO公募要領の記載

水素の需要家と緊密に連携しながら、水電解装置を用いた、産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替する最も効率的なシステム運用方法を確立する。特に、水電解装置をオンサイトで直接需要家の工場等に設置し、当該施設内で製造した水素を消費する場合は、そのモデル性を重視し、熱の脱炭素化や基礎化学品等の製造過程で水素の過半を燃料・原料として活用するものを実証対象とする。

なお、本事業においては、事業終了後の速やかな社会実装を進める観点から、原則、研究開発内容①から③まで一体となって取り組む企業又はコンソーシアムを公募する

アウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目

アウトプット目標

1. 水電解装置の大型化技術の開発
Power-to-X 大規模実証

- ✓ 2030 年までにPEM 型水電解装置の設備コスト6.5 万円/kW を見通せる技術の実現
- ✓ 大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発

研究開発内容

KPI

KPI設定の考え方

※ 1 「FCHJU Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020」で目標を設定。

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

- 25万円/kW@2026年12月、量産コスト6.5万円/kW@2030年、
- システム効率77%@2026年12月、80%@2030年、を見通す。
- 6MW級水電解装置を製作し、PEM 型100MW システム@2030年の実現、を見通す。

- FCH-JUの2030 年設備コスト目標※ 1 を参考に設定 500€/kW、システム効率79%@2030
- 複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさないことで装置コスト削減を実施。

2 優れた新材の装置への実装技術開発

- 膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術、および大規模除湿・圧縮システムを開発し、
- 25万円/kW@2026年12月、量産コスト6.5万円/kW@2030年、
- システム効率77%@2026年12月、80%@2030年、を見通す。
- 10MW級水電解装置を製作し、PEM 型100MW システム@2030年の実現を見通す。

- FCH-JUの2030 年設備コスト目標※ 1 を参考に設定 500€/kW、システム効率79%@2030
- 大型実機において小規模同等の性能を発揮するためには、部素材及び水電解装置メーカー間での摺り合わせ開発が必要。部素材単一では効果を発揮できず、膜への触媒塗布方法や、スタッキング手法など最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮することが可能となる。

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

- 12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。
- 大規模風力発電によるオンサイト型P2Gシステムの開発をすること。
- エネルギー需要家がシステム運用をせずに効率的なシステム運用方法を電力市場や水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。
- 水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発し実証すること。
- 電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発すること。
- 複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。

- 設置コスト削減のためのパッケージ化が求められるから。
- 風力発電におけるランプ出力などを効率的に水素に変換し使用するシステムを確立することで、熱需要における化石燃料の置き換え、熱の脱炭素化につながるから。
- 既存設備からのシームレスな切り替えを進めるとともに、水素価格に直結する再エネ余剰電力を効率的に水素に変換する必要があるため。
- 従来の都市ガスボイラを置き換えていくためには、幅広い容量に対応できる蒸気システムを構築することが必要のため。
- 整流器は、変換効率の高さのみならず、電解槽の電圧や交流変圧器との最適化など専用設計でダイナミックにコストを低減する必要があるため。
- 実稼働する工場の生産を妨げぬようグリーン水素の活用を拡大するシステムを構築する必要があるため。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容①

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

アウトプット目標

実用規模（遅くとも、2030年においてPEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

目標	KPI (2025年目標)	現状レベル	2025年レベル	中間目標 2022年	中間目標 2024年	実現可能性 (成功確率)
低コスト化	<ul style="list-style-type: none"> 2026年12月にて1,050千円/Nm³/h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h (6.5万円/kW)を見通す。 	TRL3 米倉山 68万円/kW @1.5MW 、2020年	TRL8 量産コスト 6.5万円/kWを見通す	1,050千円/Nm ³ /hを見込む6MW装置の設計完了	1,050千円/Nm ³ /hを見込む6MW装置の製作完了	80%
高効率化	<ul style="list-style-type: none"> 2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。 			<ul style="list-style-type: none"> 中型スタック評価において、水電解性能1.75V@2A/cm²を見通す。 	<ul style="list-style-type: none"> モジュール試運転にて、システム効率77%を見通す。 中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。 	80%
大型化・モジュール化	<ul style="list-style-type: none"> 6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定した、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。 			<ul style="list-style-type: none"> 量産可能かつスケラブルなモジュール連結式装置の設計完了 	6MW級水電解装置の製作、据付、試運転完了	90%

■ SG改善要望への対応 1
公開版にも耐久性目標・進捗を追記した

- 1 Initial idea
Basic principles have been defined
- 2 Application formulated
Concept and application of solution have been formulated
- 3 Concept needs validation
Solution needs to be prototyped and applied

- 4 Early prototype
Prototype proven in test conditions Beyond the SDS ↑

- 5 Large prototype
Components proven in conditions to be deployed Scope of the SDS ↓
- 6 Full prototype at scale
Prototype proven at scale in conditions to be deployed

- 7 Pre-commercial demonstration
Prototype working in expected conditions
- 8 First of a kind commercial
Commercial demonstration, full-scale deployment in final conditions

- 9 Commercial operation in relevant environment
Solution is commercially available, needs evolutionary improvement to stay competitive
- 10 Integration needed at scale
Solution is commercial and competitive but needs further integration efforts

- 11 Proof of stability reached
Predictable growth

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容①

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案



Readiness level (TRL) ?	Sector	Technology	Step in value chain	Importance for net-zero emissions
8	Energy transformation > Hydrogen	Electrolysis > Polymer electrolyte membrane	Production	Very high Details

Polymer electrolyte membrane (PEM) electrolyzers use a polymer membrane permeable to protons that are transported towards the cathode where they accept an electron and recombine as H₂. While it is currently a commercially less-developed technology than alkaline electrolyzers, its cost-reduction potential is considerably larger while presenting other advantages such as higher flexibility, higher operating pressure (lower need for compression), smaller footprint (relevant for coupling with offshore wind), faster response and lower degradation rate with load changes so they have more potential to contribute to the integration of variable renewable energy generation. PEM electrolyzers need, however, expensive electrode catalysts (platinum, iridium) and membrane materials, and their lifetime is currently shorter than that of alkaline electrolyzers.

Cross-cutting themes: [Renewable electricity](#), [Systems integration](#), [Hydrogen](#), [Electrochemistry](#)

Key countries: [United Kingdom](#), [Germany](#), [China](#), [Japan](#)

Key initiatives:

- Germany: Shell and ITM are installing a 10MW PEM electrolyser in the Rhineland Refinery in Wesseling (Germany). ITM PEM technology installed at Shell hydrogen refuelling stations for vehicles. Japan: the Fukushima Hydrogen Energy Research Field is building a 10MW PEM electrolyser using grid electricity, which will become operative in March 2020 Canada: Air Liquide and Hydrogenics will build in Canada a 20 MW PEM electrolyser to generate 3,000 t H₂/year to both industry and mobility usage.

Announced development targets:

- France: 10% of low-carbon H₂ in industry by 2023 and 20-40% in 2028 (all low carbon H₂ technologies)

Announced cost reduction targets:

- FCH JU (Europe): CAPEX 500 EUR/kW, OPEX 21 EUR/(kg/d)/yr (2030) US DOE ultimate target:

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容②

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 優れた新材の装置への実装技術開発

アウトプット目標

低コスト化、高効率化に繋げる、膜や触媒などの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。

目標	KPI (2025年目標)	現状レベル	2025年レベル	中間目標 2022年	中間目標 2024年	実現可能性 (成功確率)
低コスト化	・2026年12月にて1,050千円/Nm ³ /h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm ³ /h (6.5万円/kW)を見通す。	TRL3 研究段階	TRL8 量産コスト 6.5万円/kWを見通す	—	—	80%
高効率化	・2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。			<ul style="list-style-type: none"> ■ SG改善要望への対応 1 公開版にも耐久性目標・進捗を追記した ・ 中型スタック評価実証設備を設計・製作する ・ 中型スタック評価において、電解電圧1.9V @2A/cm²を見通す。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ MW級システム効率77%を見通す。 ・ 中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。 	80%
社会実装	・ 実用規模 (遅くとも、2030年において、PEM型100MW システムの実現を見通す) を想定し、ポリマー・膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。			<ul style="list-style-type: none"> ・ 実用規模を想定した電解質膜・CCM 製造設備を設計・製作する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。 ・ 水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術を開発する ・ 10MW級水電解装置を設計・製作する。 	90%
	・ P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置を開発する。			<ul style="list-style-type: none"> ・ 要素技術の検証および、除湿・圧縮システム設計を完了する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1MPa×1,500Nm³/h級の圧縮機、除湿システムの実証機を製作する。 	90%

■ SG改善要望への対応 2 世界各国でGW級検討、水電解装置・部素材の国際競争が激化
 ・日本の国際競争力確保が大きな課題
 ・ポリマー (膜の原料) 製造技術開発を追加させて頂きたい

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容②

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

アウトプット目標

カーボンニュートラル実現へ向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発

目標	KPI (2025年目標)	解決方法	実現可能性 (成功確率)
モデル性	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法一種エネルギー管理指定工場をモデルケースとし、12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、経済合理性と再エネ由来の水素による化石燃料からのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。 	<ul style="list-style-type: none"> 東電グループとして従来より電力供給を行ってきた需要家との関係性を活かすことで、当該規模の需要家との交渉及び選定を行う。 既存の電力システムを用いて再エネを需要家へ供給する技術を開発する。 1.5MWオフサイトモデルで実現した水電解装置および需要先での設備構築知見を活かし、パッケージ化に向けたコンソーシアム内での最適化を行う。 	95%
風力発電との連携	<ul style="list-style-type: none"> 大規模風力発電のグリーン電力供給及び余剰電力利用による熱の脱炭素化を両立するエネルギー転換システムを水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。 	<ul style="list-style-type: none"> オンサイトで目づ、風力特有の余剰電力の変動に連動した、水電解装置及び水素ボイラ運転が必要であり、需要家側の既存設備とも協調、連携するP2Gシステムを開発する。 	80%
運用方法	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー需要家がシステム運用を必要としない効率的なシステム運用方法を開発すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 需給調整市場、容量市場、DR、再エネ変動吸収、卸市場価格との連動、非化石市場、熱FITなどの市場等を活用して、経済性を向上させる。 	80%
	<ul style="list-style-type: none"> 産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t / h 小型貫流水素専焼ボイラの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、蒸気システムを開発して実証すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱需要家先で多缶設置システム実証を行う。 負荷追従機能、分担制御機能、水素在庫監視機能にて燃焼効率通常モード η80.1%-HHV(95%-LHV)、潜熱回収モード η88.5%-HHV(105%-LHV)を達成、かつターンダウンレシオ5:1を達成する。 	80%
	<ul style="list-style-type: none"> 電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 交流電力を直流電力の接続を行う整流器に関して、電解スタックの電気的特性と効率のトレードオフ関係を把握し、変圧器と整流器並びにEMSを一体的設計しPEM形水電解に最適な電力設備を開発する。 EMSとの連携を図り、あらゆる調整力市場へ供給できる機能を得る。 	95%
	<ul style="list-style-type: none"> 複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。 	<ul style="list-style-type: none"> 実稼働する工場の生産を妨げぬようグリーン水素の活用を拡大するシステムを構築する。 	95%

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	進捗度
<p>1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発</p>	低コスト化	①1,050千円/Nm ³ /hを見込む6MW装置の製作完了	<ul style="list-style-type: none"> ・実証用電解モジュールについて、積層部材など構造変更、最適化を実施、さらに装置の大規模化によりまとめて部材購入することでの数量効果による調達時のコストダウンを実施した。また、装置機器の大型化によるコストダウンを実施した。 	○ (理由) 6 MW実証装置を製作開始。
	高効率化	②モジュール試運転にて、システム効率77%を見通す。 ③中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。	<ul style="list-style-type: none"> ・実証仕様の電解モジュールを試作し、差圧運転による初期性能を確認。システム効率77%達成を見通した。 ・中型スタック評価において、東レ開発MEATH21-3により、水電解性能1.74V@2A/cm²、および耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成した。 	○ (理由) 実証仕様の電解モジュールで初期性能を確認し、目標効率の達成を見通した。
	大型化・モジュール化	④6MW級水電解装置の製作、据付、試運転完了	<ul style="list-style-type: none"> ・6MW実証装置の機器、計器等の購入を進め、装置組立を開始した。 ・電解モジュールの部材購入を予定通り進めて、組立作業を開始。 ・スケジュールどおりに進捗しており、試運転は2025年8月末までに完了予定。 	○ (理由) 実証装置、電解モジュールともに予定通りに製作を開始。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	目標	KPI (2025年目標)	残された技術課題	解決の見通し
1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発	低コスト化	2026年12月に1,050千円/Nm ³ /h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm ³ /h (6.5万円/kW) を見通す。	・実証試験を経た2026年12月時点において、25万円/kWを見通す。	・6MW級装置製作時の実態コストに実証試験結果を加味したコストを反映させたものと、目標値1,050千円/Nm ³ /hを比較し、目標値達成を見込む。
	高効率化	2026年12月にシステム効率77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。	・6MW級水電解モジュールシステム実証運転により、システム効率77%を見通す。	・実証を通じて補機・整流器の損失の見通しを明らかにすることによりスタックに必要な効率水準を明らかにし、また四季を通じたEMS連動運転により実践環境での性能確認をおこなったうえで、KPI達成を見込む。
	大型化・モジュール化	6MW級水電解装置を製作し、実用規模 (遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す) を想定した、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。	・6MW級水電解モジュールシステム実証運転を行い、 ・インフラ設備にふさわしい高い可用性の保持を実証する。	・スケジュール通り実行する。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	進捗度
2 優れた新部材の装置への実装技術開発	高効率化	①MW級システム効率77%を見通す。 ②中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	<ul style="list-style-type: none"> ・システム効率77%達成見通しを得た。 ・中型スタック評価において、東レ開発MEATS22-Aにより、水電解性能1.78V@2A/cm²、および耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成し、2024年度中間目標達成を達成した。 	○（理由） 中型スタックでの性能・耐久性目標を達成した。
	社会実装	③実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。 ④水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000 m ² およびCCMまで一貫した製造技術を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・実用規模を想定したポリマー製造設備の設計、製作、据付を完了した。 ・水電解装置16MW級に実装する、原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術開発の達成見通しを得た。 	○（理由） スケジュール通り。
		⑤10MW級水電解装置を設計・製作する。	<ul style="list-style-type: none"> ・設計が完了し、製作や外注先への発注が進められている。 	○（理由） 若干の遅れは見られるものの全体工期への影響なし
		⑥1MPa×1,500Nm ³ /h級の圧縮機、除湿システムの実証機を製作する。 ⑦電気化学式水素ポンプ（PEMポンプ）の実証試験機を製作する。	<ul style="list-style-type: none"> ・フルウエット水素1MPa×1,500Nm³/h級の大規模除湿・圧縮装置の設計を完了、実証試験機を製作。 ・電気化学式水素ポンプの実証試験機の設計・製作を完了した。 	○（理由） 要素技術評価実施、詳細設計着手。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容

目標

KPI (2025年目標)

残された技術課題

解決の見通し

2 優れた新部材の装置への実装技術開発

低コスト化

- 2026年12月に1,050千円/Nm³/h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h (6.5万円/kW)を見通す。



- 実証試験を経た2026年12月時点において、25万円/kWを見通す。

- 10MW級装置製作時の実態コストに実証試験結果を加味したコストを反映させたものと、目標値 1,050千円/Nm³/hを比較し、目標値達成を見込む。

高効率化

- 2026年12月にシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。



- 10MW級水電解モジュールシステム実証運転により、システム効率77%を見通す。

- 実証を通じて単体スタック試験から見通したシステム効率が達成できるかを確認し、また四季を通じたEMS連動運転により実践環境での性能確認をおこなったうえで、KPI達成を見込む。

社会実装

- 実用規模 (遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す) を想定し、ポリマー・膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。



- 製造されたポリマー・電解質膜を用いたCCMを10MW級水電解装置に実装する。
- 10MW級水電解モジュールシステム実証運転を行う。

- スケジュール通り実行する。

- P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置を開発する。

- 1MPa級大規模除湿・圧縮装置の実証運転を行う。

- スケジュール通り実行する。

2. 研究開発計画／(2)研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	進捗度
3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	システムモデルの構築	①各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成 ②受電設備、カナデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了	<ul style="list-style-type: none">モジュール連結式の大型P2Gシステム向けのパッケージ化の検討を進め、設計完了。工場制作及び各機器の単体で性能を達成フィールド選定では需要場所から設置場所について合意取得連系制約がないことを確認完了自治体へ開発許可等の申請手続き完了。起工式実施した。カナデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事実施。	○（理由） 受電設備、カナデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事を実施した。
	風力発電との連携	③実証試験選定先および実証試験内容の検討を開始	<ul style="list-style-type: none">フィールド近郊の風力実績より、変動特性を把握した。選定先の蒸気使用量状況を確認し、基本構想に織こんだ。基本構想検討（概念設計）連系制約がないことを確認完了実証試験フィールドをサントリー白州工場に選定	○（理由） フィールド近郊の風力実績より実証試験内容を設定した。
	水素ボイラの開発	④ボイラ効率向上試験と燃焼範囲向上のための燃焼バーナ開発試験を開始する。	<ul style="list-style-type: none">水素ボイラの試験設備の準備が完了試験設備を建設し、開発試験を開始し、KPIの目標値を試験機において達成した。実証試験用ボイラおよび台数制御装置の製作完了。	○（理由） スケジュールどおり完了。
	高性能整流器の開発	⑤整流器設計完了および据付工事開始	<ul style="list-style-type: none">整流器の設計を完了した。据付工事を開始した。	○（理由） スケジュールどおり完了。

2. 研究開発計画／(2)研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	目標	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	進捗度
3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	システムモデルの運用方法	⑥EMSシステム構築	<ul style="list-style-type: none">システムの中核を担うEMS盤を製作した。経済性を視野に入れたEMSシステムを構築した。変動する水素製造量を蒸気需要を満たしながら利用するEMSを構築した。米倉山設備を活用して、電力卸市場との連動したシステムの予備試験を実施した。	○（理由） 制御方針を決定し、既存設備を活用した予備試験を開始した。
	水素ボイラーの既存設備との連携	⑦制御方針決定 ⑧既存システムの制御プログラム変更	<ul style="list-style-type: none">水素燃料「主」、化石燃料「従」の燃料利用システムを実現するため、水素ボイラーとLNGボイラーの協調制御方針を決定した。	○（理由） 制御プログラム変更仕様を決定し、4月に発注予定。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	目標	KPI目標	残された技術課題	解決の見通し
3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	システムモデルの構築	・省エネ法一種エネルギー管理指定工場をモデルケースとし、12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、経済合理性と再エネ由来の水素による化石燃料からのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ サントリー白州工場でのプラント工事、実証試験を安全第一にて進める。 ・ サントリー白州工場を核とした水素活用の推進 ・ 蒸留工程の利用技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 北杜市や山梨県の規制監督者との認識合わせを進める。 ・ サントリー白州工場の、既存設備との連携 ・ GI基金事業のみならず、他の助成事業等も検討の対象としていく。
	風力発電との連携	・大規模風力発電のグリーン電力供給及び余剰電力利用による熱の脱炭素化を両立するエネルギー転換システムを水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証試験フィールド（サントリー白州工場）の既存設備であるLNGボイラとの協調、連携。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当事業の全体工程を踏まえた上での実証試験の工程策定。
	水素ボイラーの開発	単体で性能を達成したボイラを活用して、熱需要家先で多缶設置システムの設置、試運転を開始する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱需要家先で水素ボイラ多缶設置システムによる実証試験を行い、安定した蒸気供給を実現する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実証先でのデータを用いて、台数制御運転の最適化を図る。
	高性能整流器の開発	開発した整流器の設置工事を完了、試運転を開始、評価を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全体システムと協調した試運転の実施 ・ フィールドにおける性能評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 評価試験を実施する

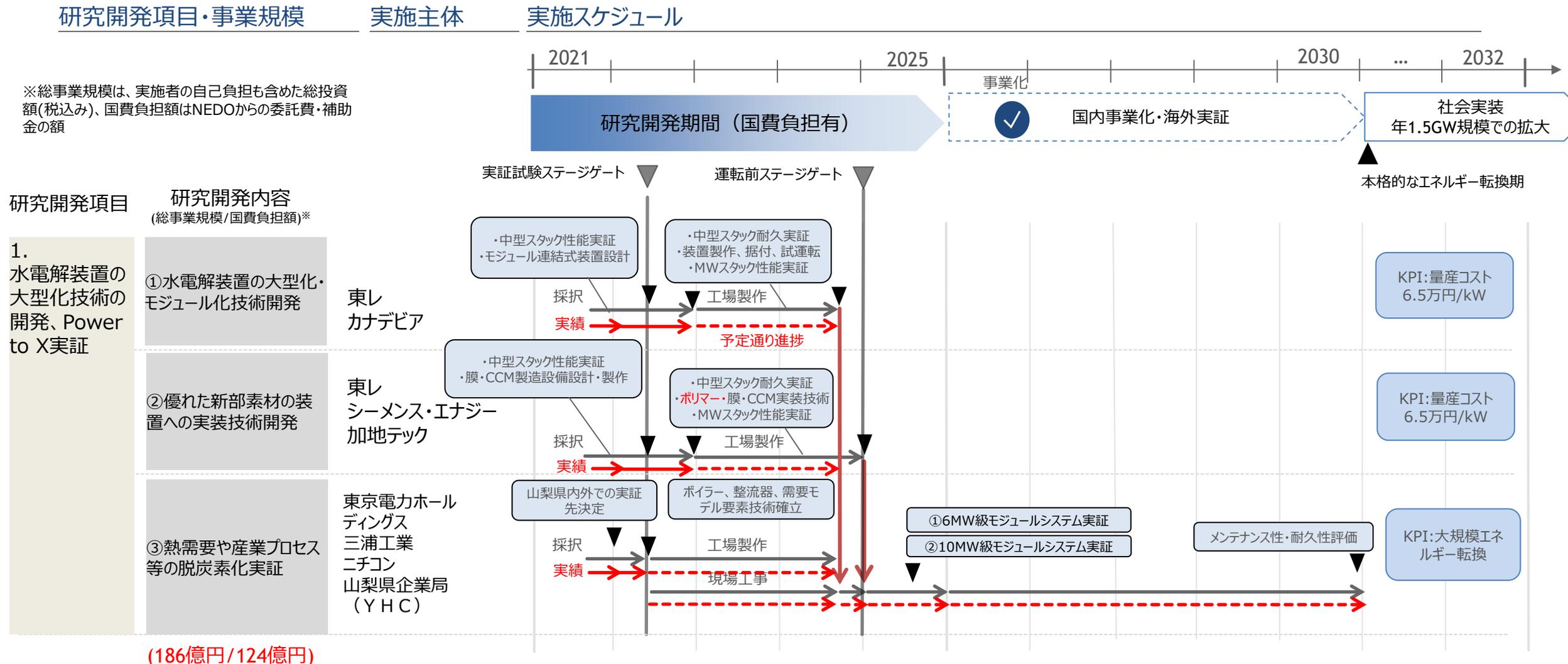
2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	目標	KPI目標	残された技術課題	解決の見通し
3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	システムモデルの運用方法	・省エネ法一種エネルギー管理指定工場をモデルケースとし、12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、経済合理性と再エネ由来の水素による化石燃料からのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。	・ サントリー白州工場における経済合理性のあるEMSの検証。 ・ 既存設備と連携した変動する水素製造量を蒸気需要を満たしながら利用するEMSの検証。	・ サントリー白州工場の、既存設備との連携して実証試験による検証を実施。
	既存設備との連携	・複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。	・ 実証試験においてLNGボイラの使用頻度（腐食度合い）を確認し、水素燃料「主」を目指した最適な運転台数・時間へ変更する。	・ 実証先でのデータを用いて、台数制御運転の最適化を図る。

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

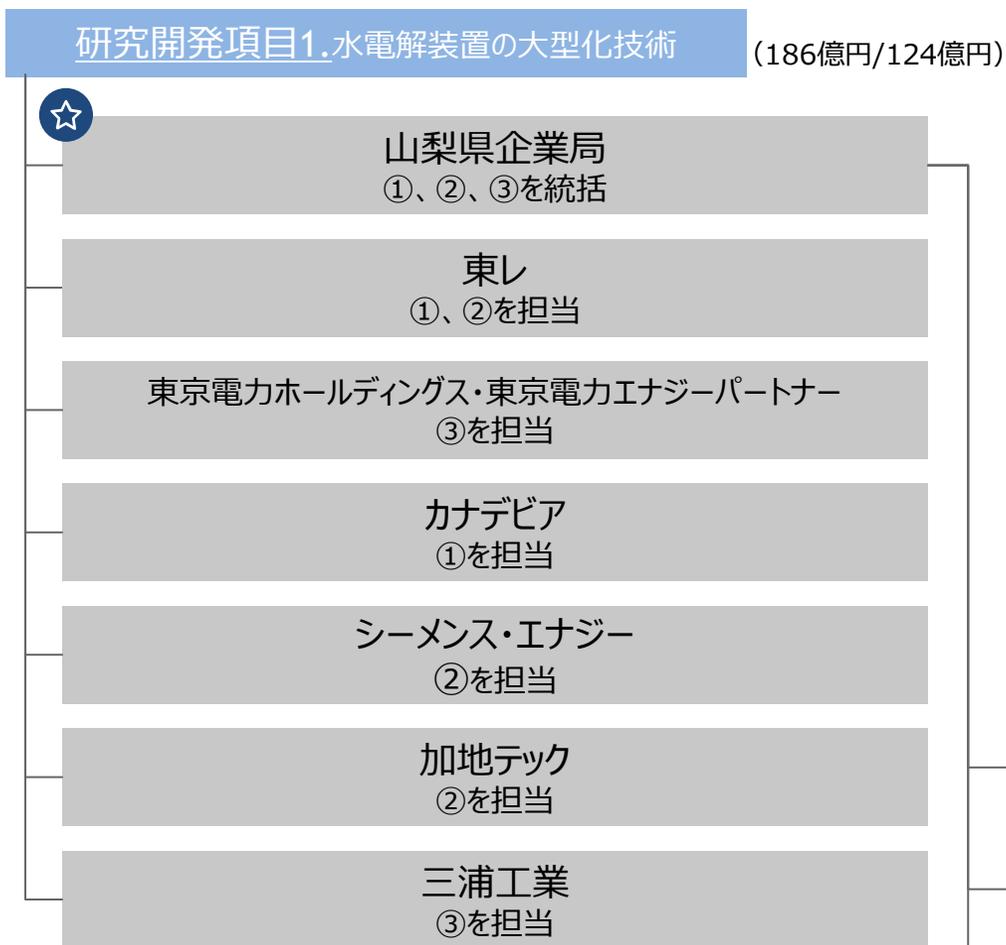


2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額



- ①研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発
- ②研究開発内容〔2〕 優れた新部素材の装置への実装技術開発
- ③研究開発内容〔3〕 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、山梨県企業局が行う
- 東レは、①水電解装置の大型化・モジュール化技術開発、②優れた新部素材の装置への実装技術開発のリーダーを担当する。
- 東京電力ホールディングス・東京電力エナジーパートナーは、③熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証のリーダーを担当する
- カナデビアは、①水電解装置の大型化・モジュール化技術開発を担当する。
- シーメンス・エナジーは、②優れた新部素材の装置への実装技術開発を担当する。
- 加地テックは、②優れた新部素材の装置への実装技術開発を担当する。
- 三浦工業は、③熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証を担当する。

研究開発における連携方法

- コンソーシアム「H2-YES」の設置
- 水素事業体「YHC」の設立
- 米倉山次世代エネルギーシステム研究開発ビレッジにて特設オフィスを開設



2. 研究開発計画 / (5) 技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目

研究開発内容

活用可能な技術等

競合他社に対する優位性・リスク

1. 水電解装置の大型化技術の開発、Power-to-X大規模実証

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

2 優れた新部素材の装置への実装技術開発

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

- カナデビアのMW級PEM型水電解装置技術
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/022.html
- 東レの炭化水素系電解質膜・触媒・CCM技術
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/022.html
- シーメンス・エナジーの10MW級PEM型水電解装置技術
<https://www.siemens-energy.com/global/en/offerings/renewableenergy/hydrogen-solutions.html#Portfolio>
- 加地テックの水素圧縮装置技術
http://www.kajitech.com/pdf/04/etc_20210331_02.pdf
<https://www.mes.co.jp/solution/img/TR3-12.pdf>

- 山梨県企業局の電力貯蔵技術研究サイトの知見を活用できる。
<https://www.pref.yamanashi.jp/newenesys/index.html>
https://www.pref.yamanashi.jp/newenesys/powre_to_gas_system.html
https://www.pref.yamanashi.jp/newenesys/fly_wheels_system.html
https://www.pref.yamanashi.jp/newenesys/hybrid_h2_system.html
https://www.pref.yamanashi.jp/newenesys/yumesolar_yamanashi.html
- 東京電力グループの火力発電所の建設運用や需要家へのエネルギーサービスならびに電力網の運用に関する高い知見は、P2Gシステムの導入に活用できる。
<https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/company/rd/superconduct/DR.html>
- 三浦工業の水素ボイラの技術
<https://www.miuraz.co.jp/news/newsrelease/2017/831.php>
- ニチコンの電力変換技術ならびに再エネ追従制御の知見を活用できる

- PEM型優位性：再エネ負荷変動に強い、高い稼働率、高い安全性、低メンテナンス費
- カナデビア 優位性：国内初のMW級実績、再エネ向け納入実績。海外拠点・ネットワーク。
- カナデビア リスク：将来コスト、10MW超実績無し
- 東レ優位性：独自膜技術による高効率化、高電流密度化、安全性の向上
- 東レリスク：膜・CCMの製造能力、量産品質
- SE優位性：10MW超級実績・高い世界シェア、世界販売・メンテナンス網
- SEリスク：将来コスト
- 加地テック優位性：水素ステーション向け水素圧縮装置の国内トップシェア、水素圧縮に関する高い技術力
- 加地テックリスク：将来コスト、国際的知名度

- H2-YESの優位性：1.5MW規模での実証試験での経験
- 山梨県の優位性：電気事業の経験による質量共に豊富なリソース
- 東電
- 三浦工業の優位性：小型貫流ボイラの分野で業界トップシェア、貫流型ボイラでの水素燃料蒸気ボイラを業界に先駆けて商品化
- ニチコン優位性：PEM型水電解用MW級高効率整流器で先行
- ニチコンリスク：将来コスト

研究開発内容〔1〕

水電解装置の大型化・モジュール化技術開発・POWER to X

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI

2026年12月にて1,050千円/Nm³/h (25万円/kW)、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h (6.5万円/kW) 達成を見通す。

現状

米倉山1.5MW
比例計算にて
68万円
(TRL3)

達成レベル

2030年で量産
コスト272千円
/Nm³/h (6.5
万円/kW) 達
成を見通す。
(TRL8)

解決方法(アクションプラン)

最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施

- 基金事業にてモジュール式の構成を習得し、17.4億円/6MWベース
- 2022年に1,050千円/Nm³/hを見込む6MW装置の設計完了
- 2025年3月に1,050千円/Nm³/hを見込む6MW装置の製作完了
- 2026年12月までに15億円(25万円/kW)を見通す

標準構成: 高圧変圧器、整流器、電解槽、純水製造設備、水電解制御装置(露点-20°C、水素圧力0.8MPa、主回路DC6MW、水素生産量1,433Nm³/h)

実現可能性 (成功確率)

これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。なお、定置FCなど経験特性から2030年の量産コスト4億円に向けて15億円は適切なベンチマークである。(経験・量産効果など)
(80%)

- 変圧器や整流器、純水製造、ガス処理、制御の費用を含む設計か(車上渡し条件)
- 純度99.97%、圧力0.8MPa、露点-20°Cを満たすか
- 変圧器・整流器のコスト分担は適切か。(17%以下)システム項再掲
- 実証試験を経た2026年12月時点において、年産5台想定時の装置金額が15億円/台を下回っているか。

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI

2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。

現状

米倉山実証にて大面積化システム効率74%を越える水準の技術 (TRL3)

達成レベル

2025年にてシステム効率77%、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。
(TRL8)

解決方法(アクションプラン)

最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施

- 補機・整流器の損失の見通しを明らかにし、スタックに必要な効率水準を明らかにする。
- ステップごとにスタックメーカーとの摺り合わせ作業を東レ・メーカーともに技術を提供していく。
- 2022年に中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm²を見通す
- 2025年3月にモジュール試運転にて、システム効率77%を見通す
- 2025年3月に中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す
- 四季を通じたEMS連動運転により、実践環境での性能確認

実現可能性 (成功確率)

これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。(80%)

- 効率の計算において重要となる水素量の計測は電荷量にて導くものとし、(整流器の電荷量(水素量)(Ah)) / (低圧交流のトータルインプット(kWh)) = 77% 以上とする。
- 中型スタックにおける基本性能は設計を満たすものか。
- 単一モジュールでの性能は設計を満たすものか。
- 連結モジュールでの性能は設計を満たすものか。

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI

6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定した、量産可能かつスケーラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する

現状	達成レベル	解決方法(アクションプラン)	実現可能性 (成功確率)
500kW(max 750kW)シングルスタック (TRL3)	1~2MWモジュール×3 (TRL8)	<p>最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施</p> <ul style="list-style-type: none">2022年モジュール基本設計完了2025年12月の装置製作、据付工事完了、試運転開始2025年度から6MW級モジュールシステム実証開始インフラ設備にふさわしい高い可用性の保持を実証	<p>これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。(90%)</p> <ul style="list-style-type: none">整流器とのトレードオフ条件を加味したものか。水素・酸素・純水の配送管路は必要量に適応しているか。騒音、振動は想定基準内か。電源喪失時に安全停止を実現できるか。100MWまでを見通すことが可能なスケーラブルな連結方式を見据え、モジュールごとの部品点数および故障につながる駆動部を減らし、モジュールごとの停止点検が可能な可用性の高いシステムか単一モジュールでの動作は設計を満たすものか。連結モジュールでの動作は設計を満たすものか。

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI

低コスト化：2026年12月にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す

大型化・モジュール化：6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定した、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する

Table 2.2. State-of-the-art and future targets for hydrogen production from renewable electricity for energy storage and grid balancing using PEM electrolyzers

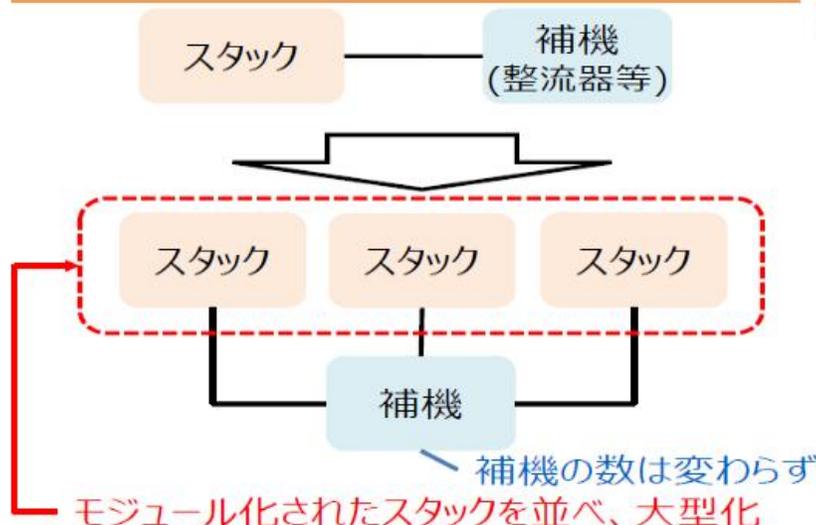
No.	Parameter	Unit	State of the art		FCH 2 JU target		
			2012	2017	2020	2024	2030
Generic system							
1	Electricity consumption @nominal capacity	kWh/kg	60	58	55	52	50
2	Capital cost	€/kW	8,000	2,900	2,000	1,500	1,000
3	O&M cost	€/kg/d/yr	~3,000	(1,200)	(900)	(700)	(500)

FCHJUでは
500€/KW@2030年、を目標値として設定。

(出典) FCHJU Multi – Annual Work Plan 2014 - 2020

- 先行する欧州等のプレイヤーは、複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさないことで、①組み立て工程の簡素化や、②単位容量当たりに必要な設備量の減少を通じて、装置コストを削減。
- 更に長期的には大量生産を通じ、更なる装置コストの低減が見込まれるため、量産効果を高める観点からも、今後の需要増大も見越し、日本の水電解装置メーカーの大型化・モジュール化の取組を支援することは重要。

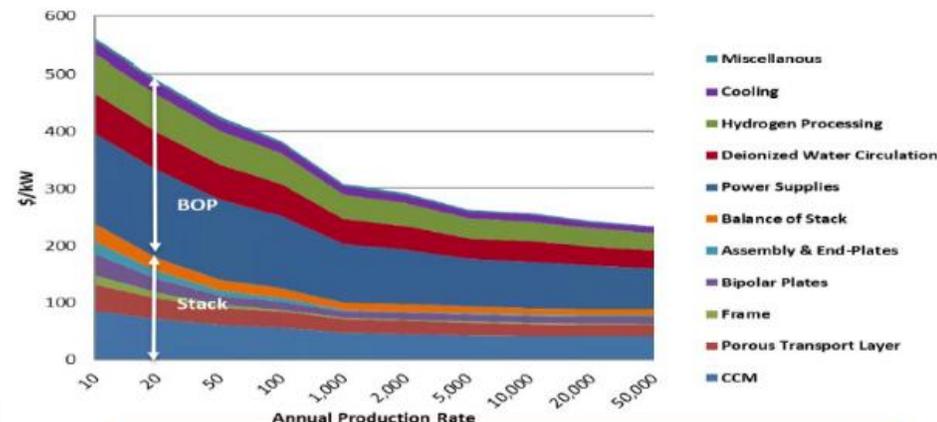
装置の大型化・モジュール化（イメージ）



(出典) NREL, Manufacturing Cost Analysis for Proton Exchange Membrane Water Electrolyzers

PEM型電解装置の生産量とシステムコストの関係

※ 1 MWのシステムのコストを仮定、BOP：補機、2015年USD換算



機器毎に量産効果の程度が異なる

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI 低コスト化：2026年12月にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す。

直近のマイルストーン（2022年度 中間目標） 1,050千円/Nm³/hを見込む6MW装置の設計完了

電解モジュール: 量産化によるコストダウン

共通モジュール:

個別機器をスケールアップすることで大型化、コストダウン。

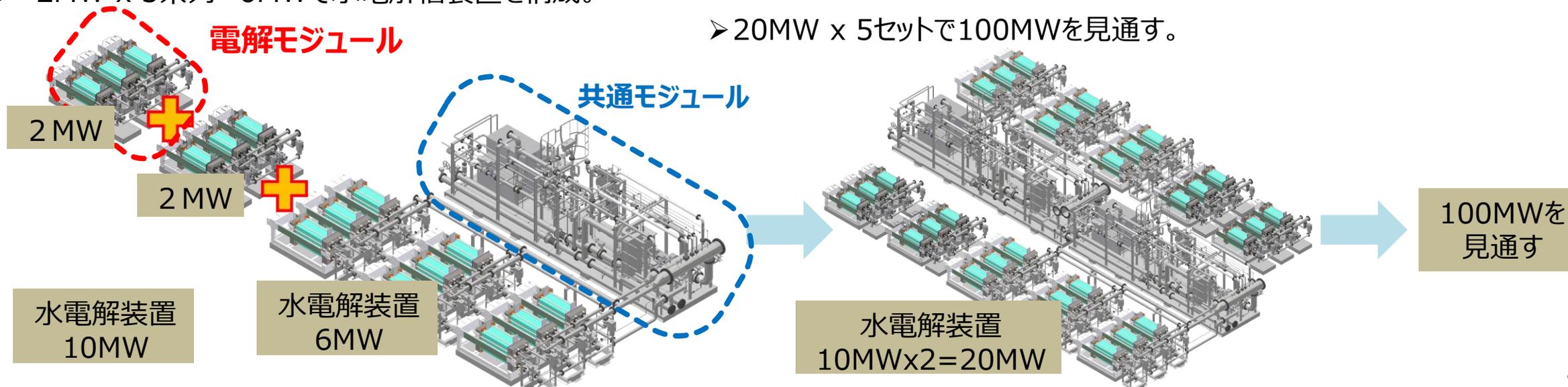
1,050千円/Nm³
@ 6 MWの見通し

KPI 大型化・モジュール化：6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定した、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

直近のマイルストーン（2022年度 中間目標） 量産可能かつスケラブルなモジュール連結式装置の設計完了

- 2MWを電解槽の単位モジュールとして構成。
- 2MW x 3系列=6MWで水電解槽装置を構成。

- 10MWまでを共通機器のユニット単位とする。
- 10MWを点対象として配置 → 省スペースで20MWにスケールアップ。
- 20MW x 5セットで100MWを見通す。



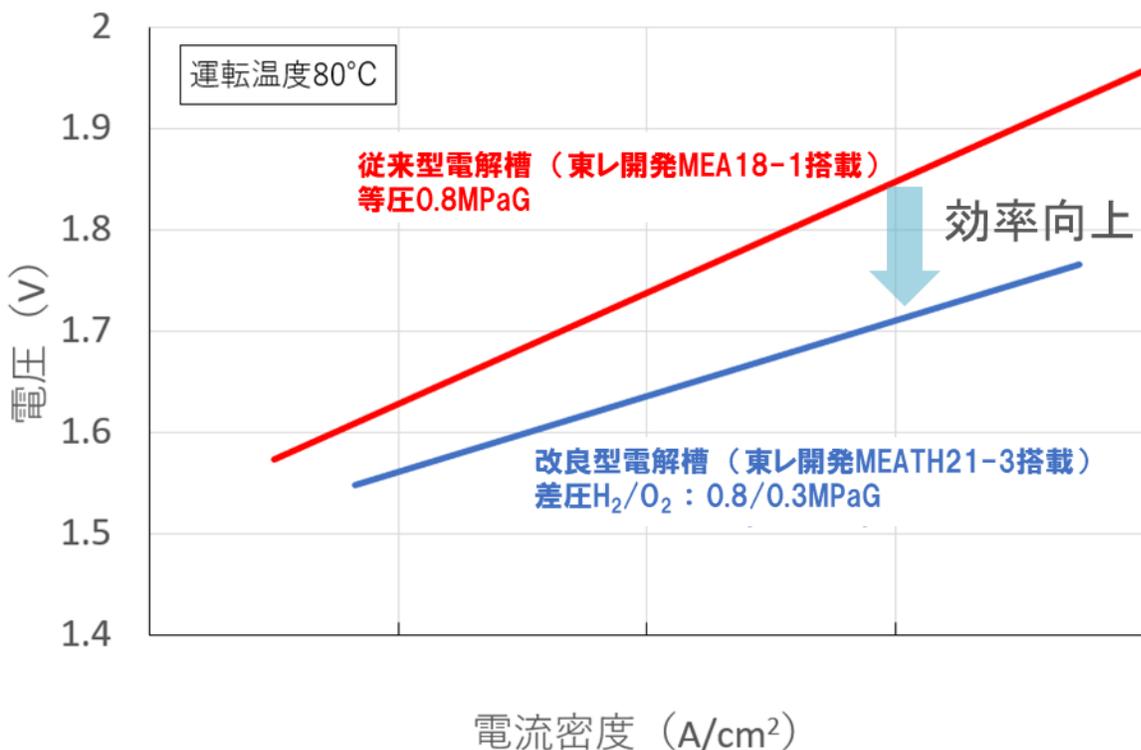
2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

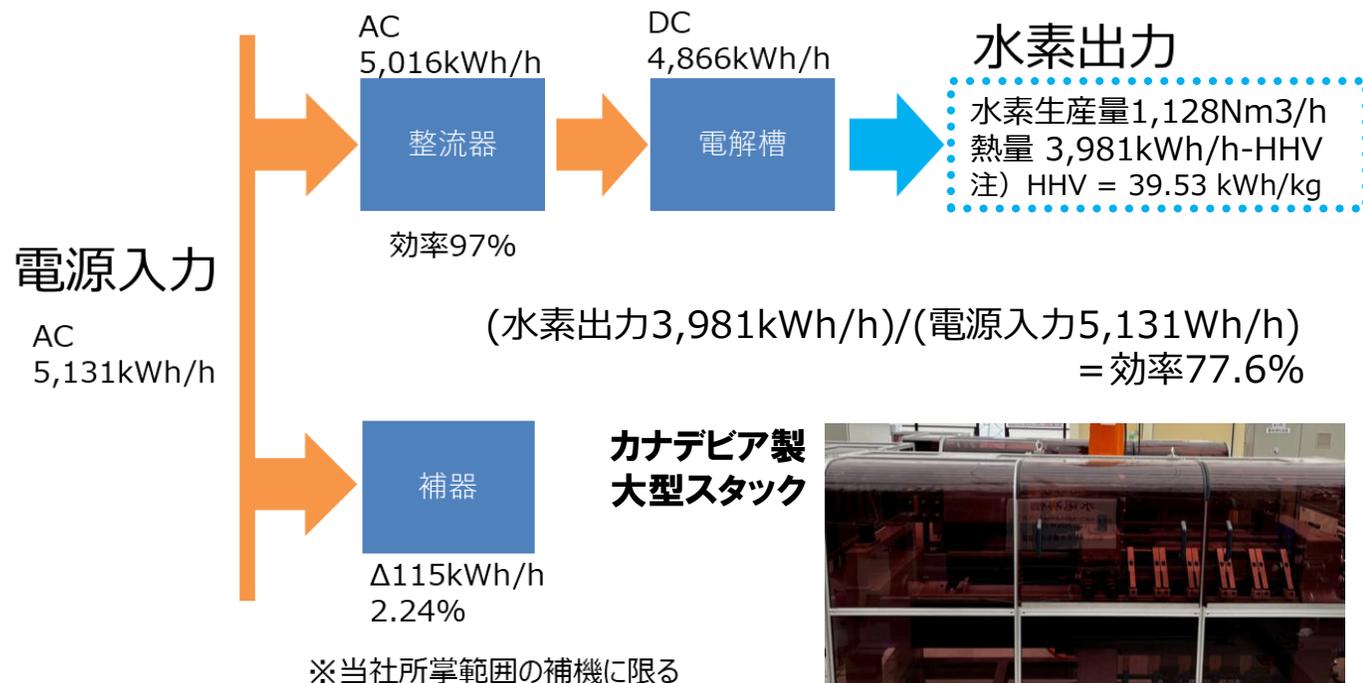
2022年度 中間目標	中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm ² を見通す。	2024年度 中間目標 (直近のマイルストーン)	②モジュール試運転にて、システム効率77%を見通す。	KPI	高効率化：2026年12月にシステム効率77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。
--------------------	---	---------------------------------	----------------------------	------------	--

カナデビアで改良した大型スタックにおいて、東レ開発MEATH21-3を搭載した初期性能評価により実証システムの効率77%達成を見通した。

■ 水電解性能



■ システム効率



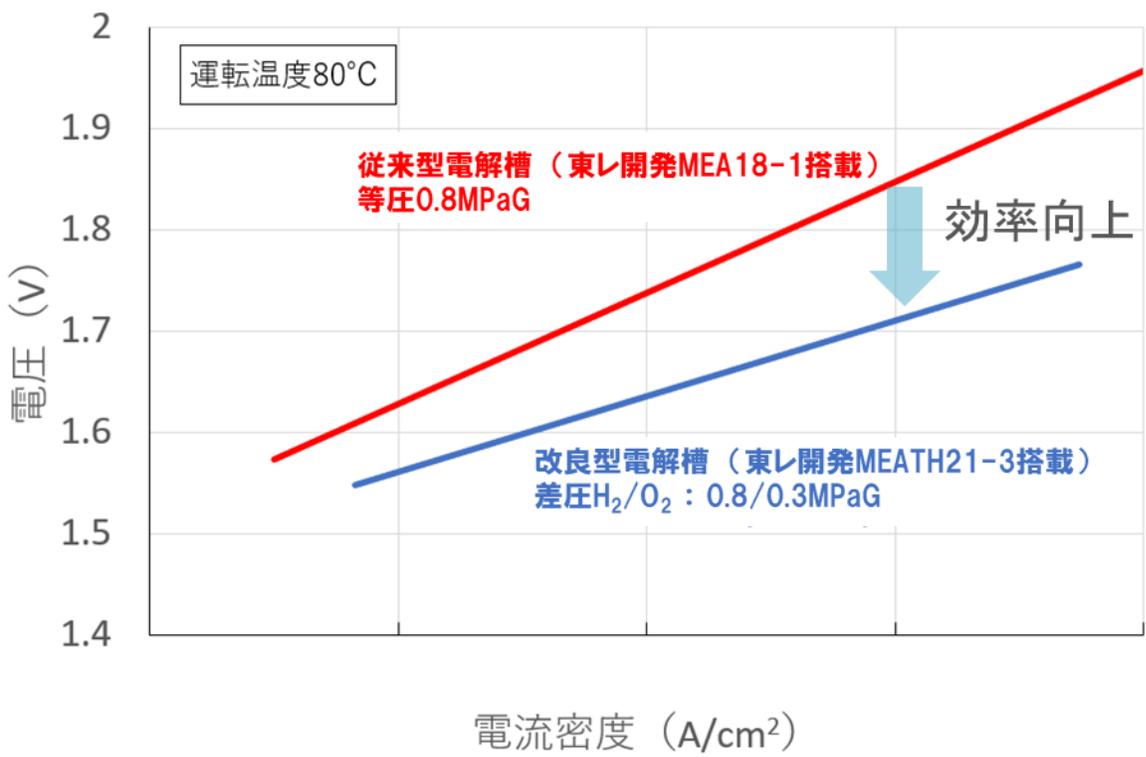
2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

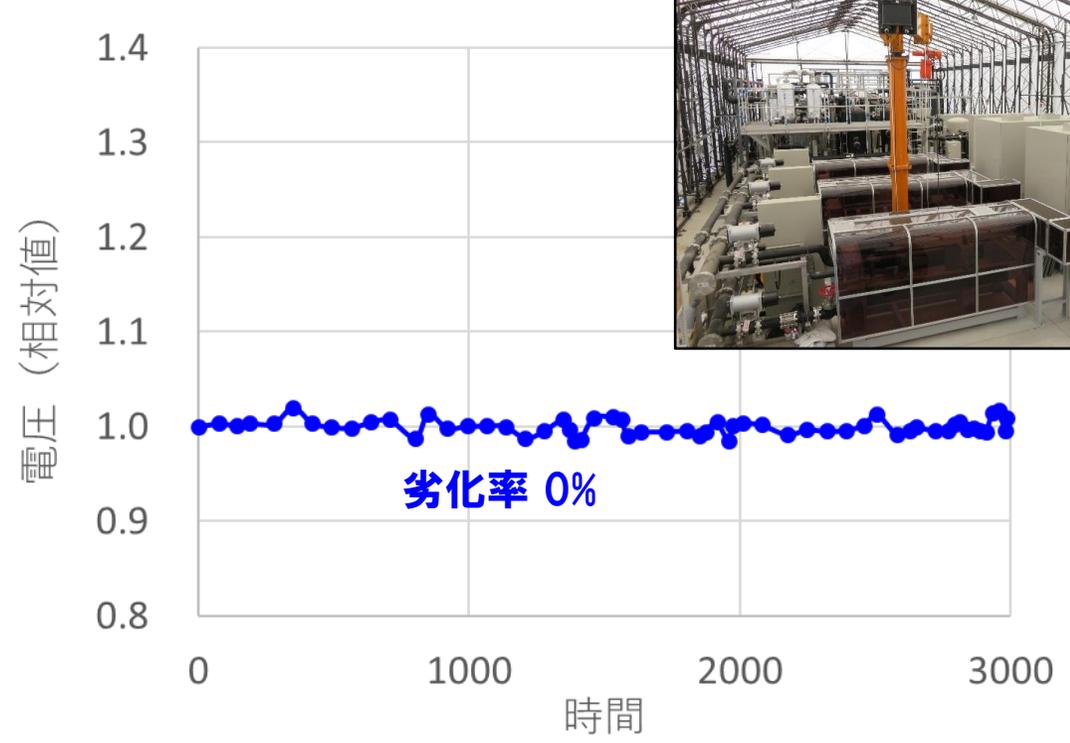
2022年度 中間目標	中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm ² を見通す。	2024年度 中間目標 (直近のマイルストーン)	③中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	KPI 高効率化：2026年12月にシステム効率77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。
--------------------	---	---------------------------------	------------------------------------	--

東レ開発MEATH21-3を搭載した、0.5MW大型フルスタックで、米倉山で3000時間の耐久性試験を実施。中型スタックと同様に、0.15%/1000h以下の耐久性を実証した。

■ 水電解性能



■ 耐久性試験



0.5MW大型フルスタック@米倉山



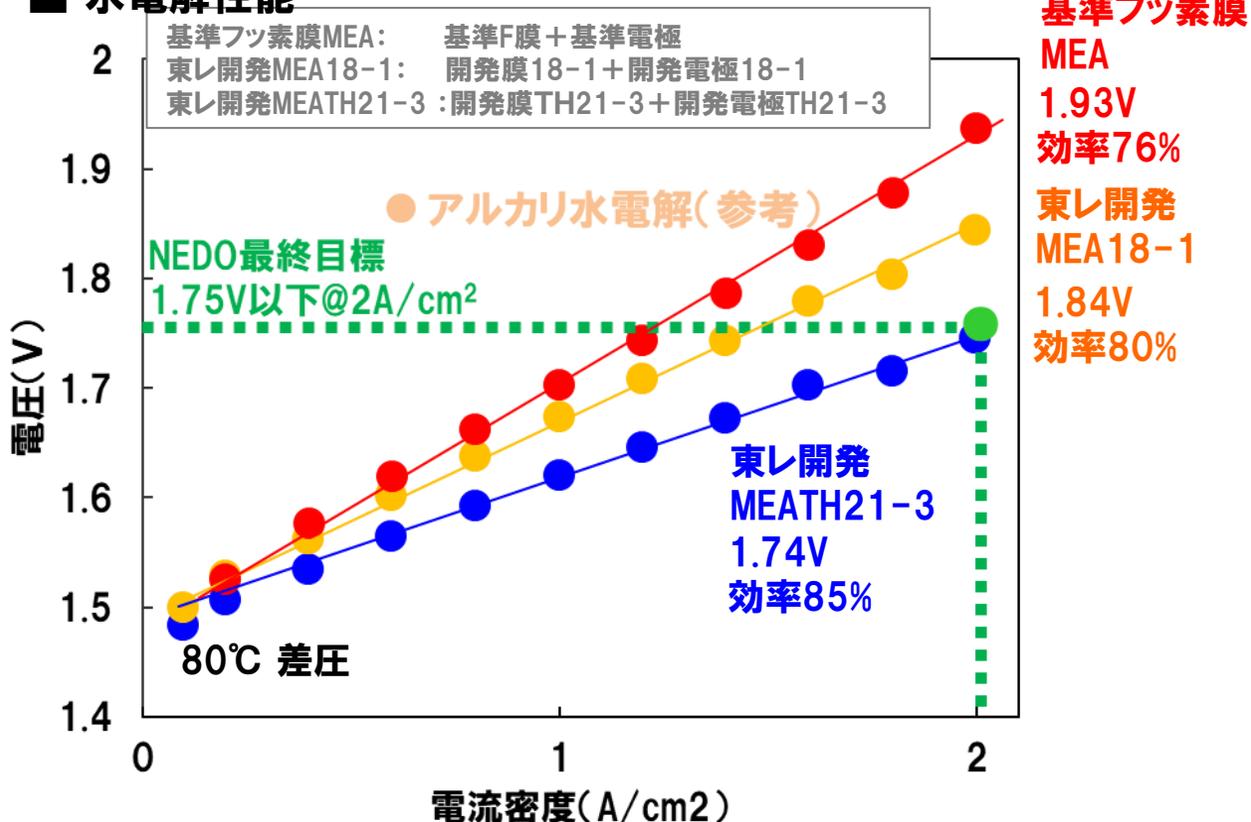
2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

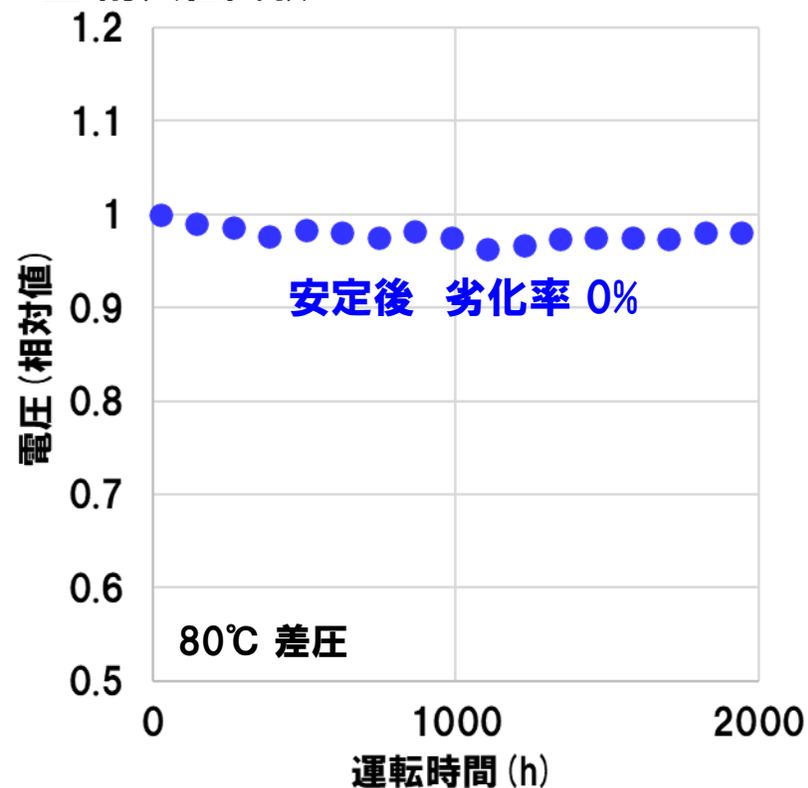
2022年度 中間目標	中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm ² を見通す。	2024年度 中間目標 (直近のマイルストーン)	③中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	KPI	高効率化：2026年12月にシステム効率77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。
--------------------	---	---------------------------------	------------------------------------	------------	--

カナデビアの中型スタック評価において、東レ開発MEATH21-3により、水電解性能1.74V@2A/cm²、および、耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を確認し、2024年度中間目標を達成した。

■ 水電解性能



■ 耐久性試験



カナデビア殿製
スタック開発機@東レ

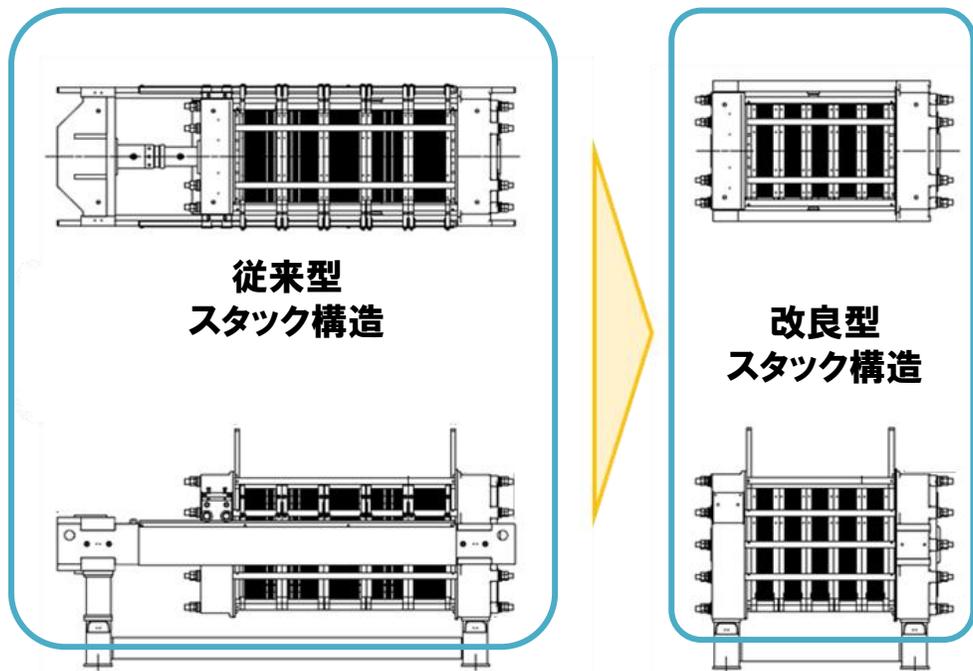
2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

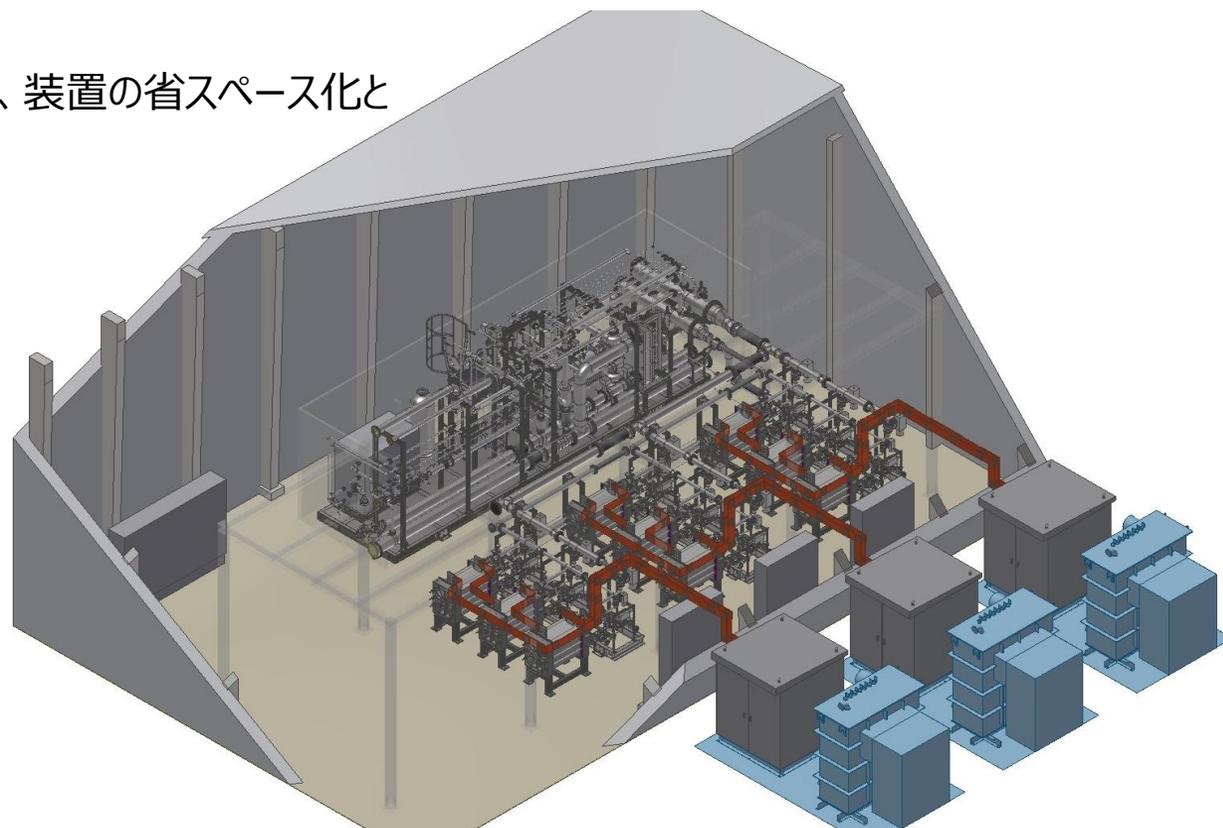
KPI 大型化・モジュール化：6MW級水電解装置を製作し、実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定した、量産可能かつスケラブルな特徴を備えた水電解装置の大型化・モジュール化に係る技術を開発する。

直近のマイルストーン（2024年度 中間目標） ④6MW級水電解装置の製作、据付完了

- 6MW実証装置について、東京電力HD所掌の建物やユーティリティ設備、ニチコン（株）所掌の整流器との整合性を取ってスキッドベースや制御盤、ブスバーを含む電解モジュール等のレイアウトを決定。
- 電解モジュールの構造改良により、1スタックの長手寸法を大幅に短縮し、装置の省スペース化とメンテナンススペース確保を実現した。（フロア面積従来比 1/3）



6MW級水電解実証装置
配置図



研究開発内容〔2〕

優れた新材の装置への実装技術開発

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 優れた新部素材の装置への実装技術開発

KPI

・実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。

現状	達成レベル	解決方法(アクションプラン)	実現可能性 (成功確率)
生産規模年産400枚 (TRL3)	2025年にてポリマー・電解質5000m ² 、およびCCM製造技術を開発 (TRL8)	<p>最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施</p> <ul style="list-style-type: none">2022年に実用規模を想定した電解質膜・CCM製造設備を設計・製作するセルのアセンブリの影響(材料と構造の接続領域の技術)の擦り合わせ開発を実施する。2025年3月までに実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。2025年度中に実スケールスタッキング完了2025年3月までに水電解装置16MW級に実装する、<u>原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術を開発する。</u>2025年12月の据付工事完了、試運転開始2025年12月から10MW級モジュールシステムの実証開始	<p>米倉山実証にて大面積化の技術(生産規模年産400枚)を得た。モジュール連結式のシステム向けに、東レはより量産に近い生産技術を導入しつつ、スタックメーカーとの摺り合わせ作業を実施し品質の均一化とコストの低減を図る。小ロットではできる技術であるので、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。(90%)</p> <ul style="list-style-type: none">部素材メーカー及び水電解装置メーカー間等での摺り合わせも含めた実施体制を構築膜への触媒の塗布等MEAの製造製造工程は適切か。材料にマッチしたスタッキングの手法なども最適化されているか。

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 優れた新部素材の装置への実装技術開発

KPI

2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。

現状	達成レベル	解決方法(アクションプラン)	実現可能性 (成功確率)
研究段階 (TRL3)	2026年12月にてシステム効率77%、2030年システム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。(TRL8)	<p>最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施</p> <ul style="list-style-type: none">補機・整流器の損失の見通しを明らかにし、スタックに必要な効率水準を明らかにする。ステップごとにスタックメーカーとの摺り合わせ作業を東レ・メーカーともに技術を提供していく。2022年に中型スタック評価実証設備を設計・製作する2022年に中型スタック評価において、電解電圧1.9V@2A/cm²を見通す2025年3月にMW級システム効率77%を見通す2025年3月に中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す四季を通じたEMS連動運転により、実践環境での性能確認	<p>これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。(80%)</p> <ul style="list-style-type: none">効率の計算において重要となる水素量の計測は電荷量にて導くものとし、(整流器電の電荷量(水素量)(Ah)) / (低圧交流のトータルインプット(kWh)) = 77% 以上とする。小規模での基本性能は設計を満たすものか。中規模での基本性能は設計を満たすものか。実用スタック性能は設計を満たすものか。

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 優れた新部素材の装置への実装技術開発

KPI

P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置の開発

現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
ドライ水素の圧縮装置の製造。ドライヤーが必要な場合は購入。	フルウエット水素 1MPa×1,500Nm ³ /h級大規模除湿・圧縮装置の製造	<p>最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施</p> <ul style="list-style-type: none">ユーザーにより異なる水素圧力、残留水分を総合的に調整するため、除湿・圧縮技術開発を行う。国内においては2026年12月に大気圧の露点30°Cの水素1,500Nm³/hを、0.8MPaに圧縮し、露点-20°Cに調整する技術開発を実施し、機器コスト0.9億円@6MW水電解を見通す。P2Gから生産されるフルウエット水素と相性の良い電気化学式水素ポンプの大容量化 0.8MPa×50Nm³/hを達成する。 <p>研究開発内容</p> <ul style="list-style-type: none">2021-2022年度要素開発完了2022-2023年度詳細設計完了2025年7月実証機製作完了2025年9月から実証試験開始	<p>開発課題に対しては、各々要素開発を行った上で実証機を設計するため、高い確率で成功できる。(90%)</p> <ul style="list-style-type: none">大容量除湿・圧縮システム (90%)<ul style="list-style-type: none">機器コストおよび全体効率に優れた除湿・圧縮技術水素圧縮の省エネ化 (80%)<ul style="list-style-type: none">大流量水素圧縮機では適用が困難であったバントフリー技術を開発し、ノンリーク構造を確立国際的な競争の中において優位性を向上させる技術 (90%)<ul style="list-style-type: none">消耗部品の長寿命化技術 (ピストンリング, ロッドパッキンなど)圧縮水素の高品質技術 (サルファーフリーリングなど)

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

研究開発内容：

東しは、膜や触媒などの重要な部素材について、世界最高水準の要素技術を有しているが、大型の実機において基礎研究や小規模実証等と同程度の性能を発揮するためには、部素材メーカー及び水電解装置メーカー間等での摺り合わせも含めた、更なる技術開発を実施する必要がある。例えば、より高価な触媒利用量が少ない電極や、薄膜化などは装置コストの低減に貢献するが、そうした部素材は単一では効果を発揮できず、膜への触媒の塗布の方法（PEM型の場合）や、スタッキングの手法なども最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮する

KPI

低コスト化：2026年12月にて1,050千円/Nm³/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト272千円/Nm³/h（6.5万円/kW）を見通す。

高効率化：2026年12月にてシステム効率77%（4.6kWh/Nm³）、2030年にてシステム効率80%（4.4kWh/Nm³）を見通す。

実装：実用規模（遅くとも2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。

（出典）経産省「水素関連プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性」

優れた新材の装置への実装技術開発

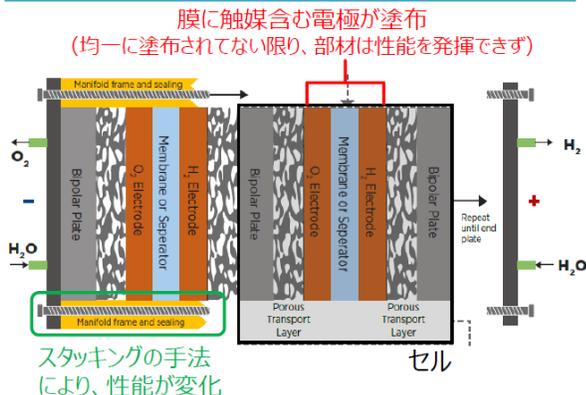
- 膜や触媒などの要素技術の改良は、**電解効率向上等を通じたコスト削減**などにも寄与。
- そのため、日本の部素材メーカー等の要素技術の基礎研究だけでなく、**水電解装置への実装に向けたすり合わせも含めた技術開発から実証等までを支援**していくことが重要。

要素技術開発の例（PEM型の場合）

□ 電極等における触媒量の低減
→ 電極等で触媒等として使われる希少金属（Pt, Ir等）の使用量を電解効率等を維持して低減できれば、装置コスト削減に繋がる

□ 膜の薄膜化
→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができる。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

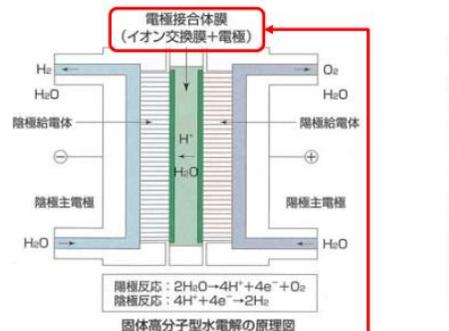
PEM型スタックの構造と擦り合わせの例



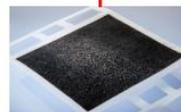
電解水素の製造コスト削減に向けた取組②(要素技術の開発・実装等)

- 膜や触媒などの要素技術の改良は、**電解効率向上等を通じたコスト削減**などにも寄与。
- そのため、日本の部素材メーカー等の要素技術の基礎研究だけでなく、**水電解装置への実装に向けた技術開発から実証等までを評価基盤の整備も含めて支援**していくことが重要。

PEM型の水電解装置の構造

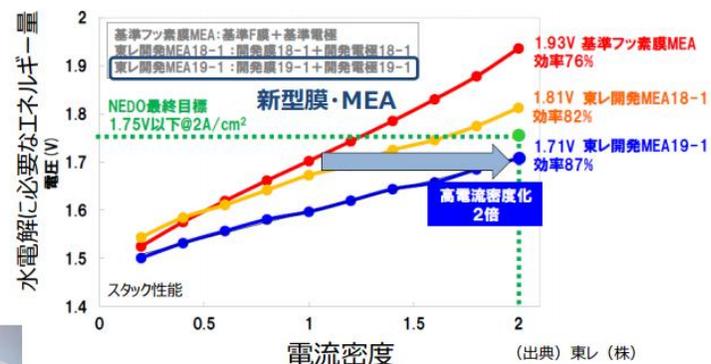


（出典）日立造船（株）



（出典）東し（株）

異なる電解質膜・MEAによる電圧と電流密度の関係



電圧が低い程、抵抗が小さく電解効率が高い

どれだけ優れた要素技術でも単一では効果を発揮することができず、各種部材等との擦り合わせを通じて、はじめてシステムの中でその性能を発揮することが可能

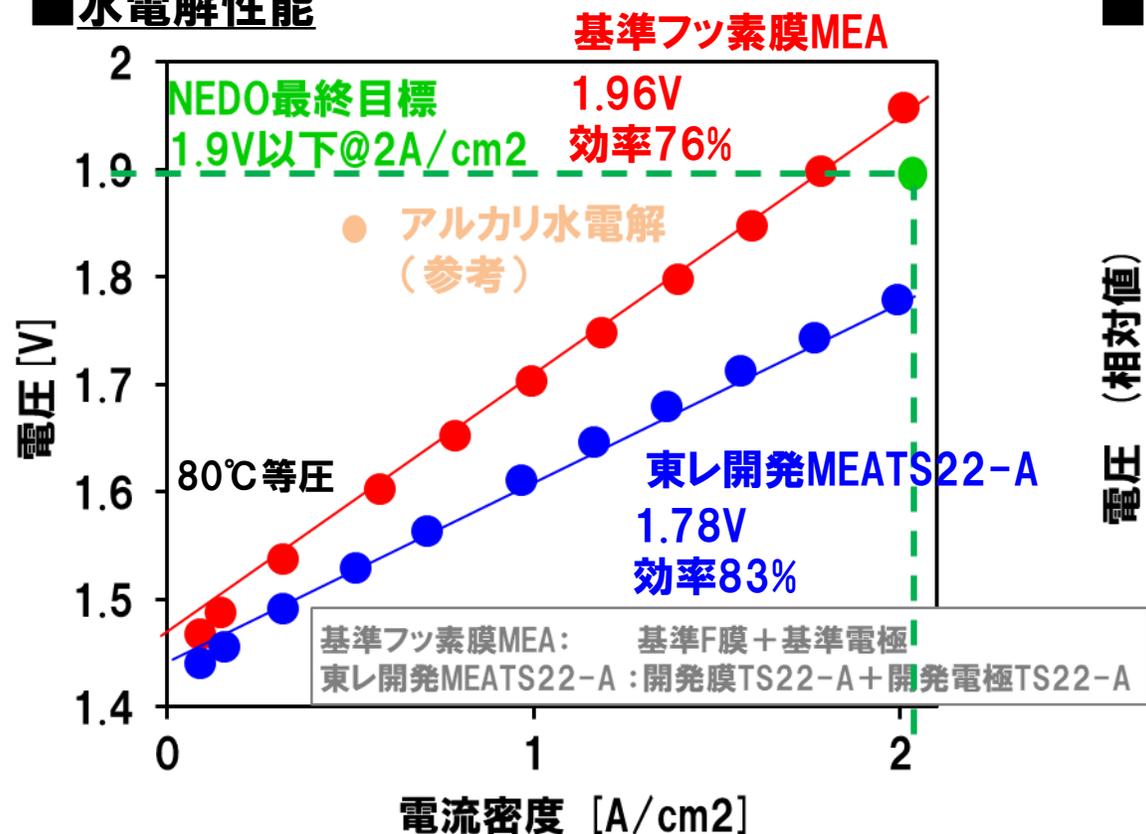
2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

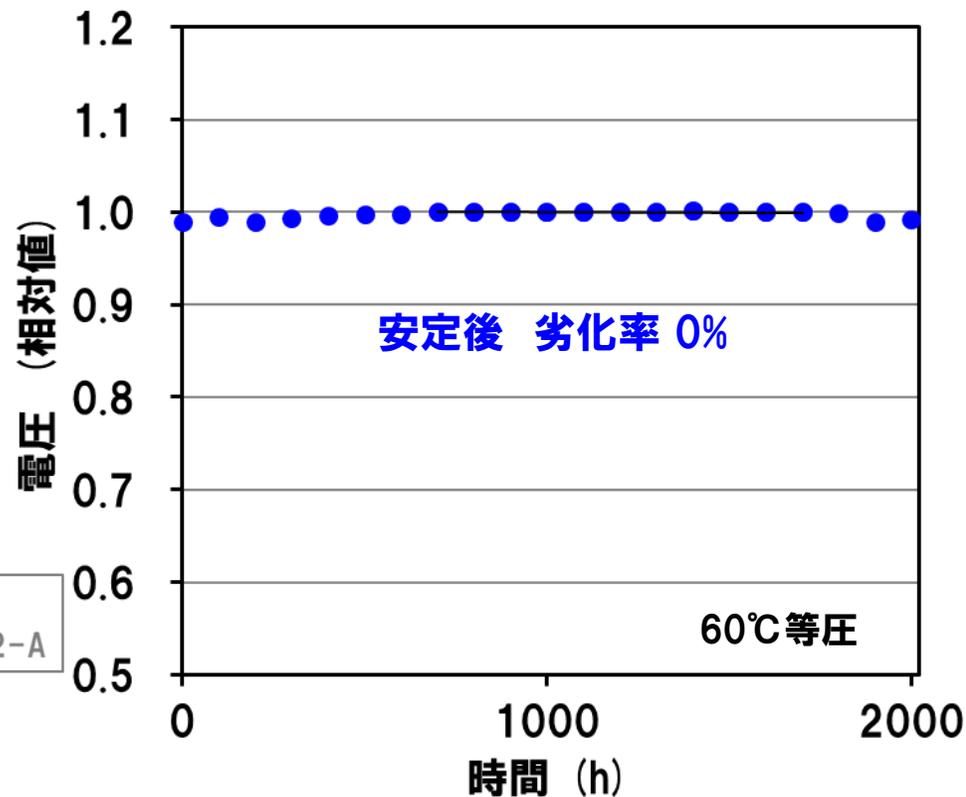
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	中型スタック評価において、 電解電圧1.9V @2A/cm ² を見通す。	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	KPI	高効率化：2026年12月にてシステム効率 77% (4.6kWh/Nm ³)、2030年にてシ ステム効率80%(4.4kWh/Nm ³)を見通す。
-----------------------------	--	-----------------------------	--------------------------------------	-----	---

シーメンス・エナジーの中型スタック評価において、東レ開発MEATS22-Aにより、水電解性能1.78V@2A/cm²、および、耐久性（劣化率）0.15%/1000h以下を達成し、2024年度中間目標達成の見通しを得た

■水電解性能



■耐久性試験



中型スタック
評価実証設備@東レ



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

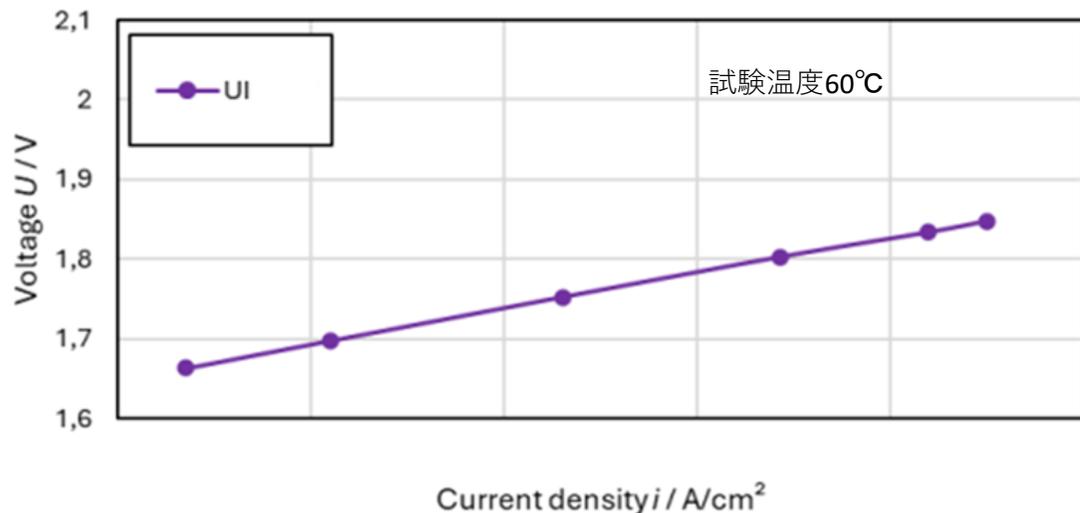
①MW級システム効率77%を見通す。

KPI

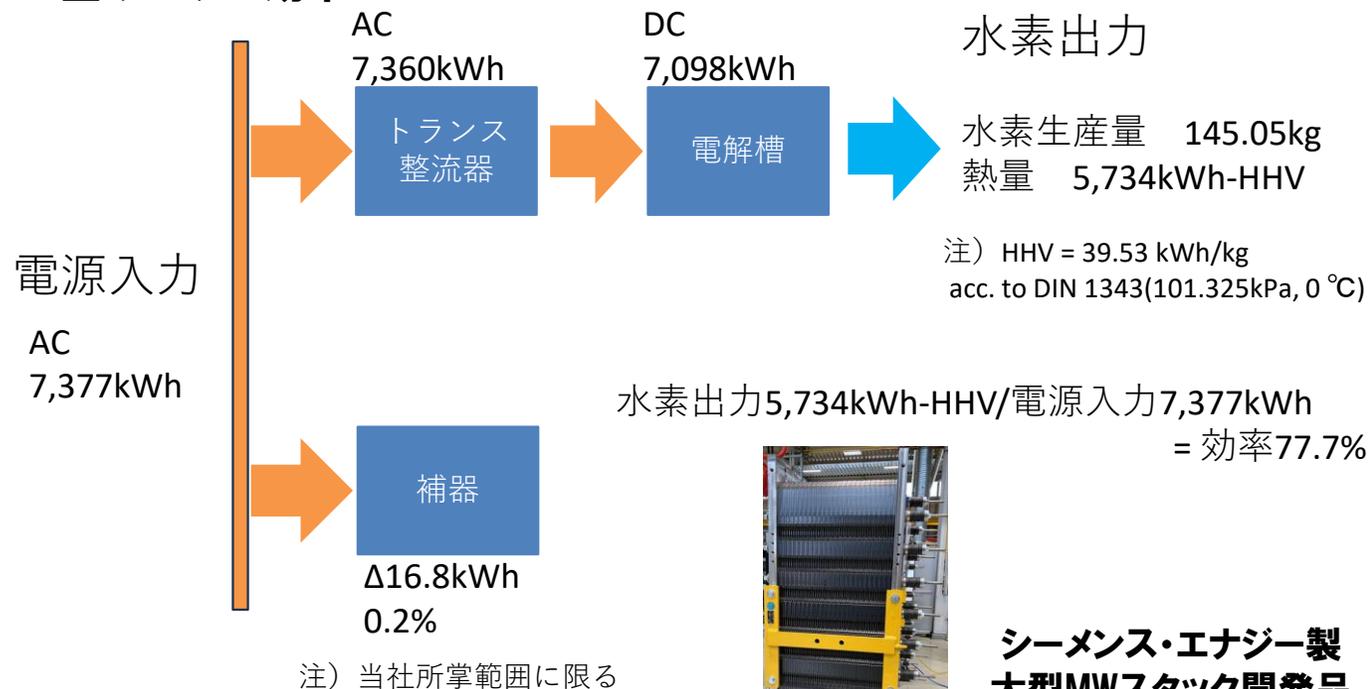
高効率化：2026年12月にシステム効率77%
(4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率
80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。

MW級システム効率77%を見通すべく、大型水電解性能評価設備および東レ開発材料を搭載した大型スタックを設計・製作・据付を完了し、評価を実施した。

■ 水電解性能



■ システム効率



シーメンス・エナジー製
大型MWスタック開発品

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

KPI 高効率化：2026年12月にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm³)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm³)を見通す。

提案基金事業の目標値の妥当性

	METI目標		提案基金事業	
	2020年 目標	2030年 目標	2025年 目標	2030年 目標
システム効率 [%]	71 (4.9kWh /Nm ³)	79 (4.5kWh /Nm ³)	77	80
耐久性 [%/1000h]	0.19	0.12	0.15	-

目標値として妥当と考える

○固体高分子(PEM)形水電解装置

項目		単位	2020年	2030年
システム	エネルギー消費量	kWh/Nm ³	4.9	4.5
	設備コスト	万円/Nm ³ /h (万円/kW)	57.5 (11.7)	29.0 (6.5)
	メンテナンスコスト	円/(Nm ³ /h)/年	11,400	5,900
スタック	劣化率	%/1000時間	0.19	0.12
	電流密度	A/cm ²	2.2	2.5
	触媒貴金属量(PGM ^{※1})	mg/W	2.7	0.4
	触媒貴金属量(白金)	mg/W	0.7	0.1
その他	ホットスタート ^{※2}	秒	2	1
	コールドスタート ^{※3}	秒	30	10
	設置面積	m ² /MW	100	45

※1 PGM (Platinum Group Metals) : 白金族金属

※2 即時に起動できる準備状態から、公称出力に達するまでの時間。外気温 15℃で測定。

※3 外気温-20℃で起動し、公称出力に達するまでの時間

「FCHJU Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020」を参考に作成

1ユーロ=130円で計算

(出典) 水素・燃料電池戦略ロードマップ 2019年3月12日

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕 優れた新材材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

- ③ 実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。
- ④ 水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術を開発する
- ⑤ 10MW級水電解装置を設計・製作する。

KPI

実用規模（遅くとも、2030年において、PEM型100MWシステムの実現を見通す）を想定し、ポリマー・膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。

実用規模を想定したポリマー製造設備の設計、製作、据付を完了した。水電解装置16MW級に実装する、原材料～ポリマー・電解質膜5000m²およびCCMまで一貫した製造技術開発の達成見通しを得た。

ポリマーパイロット試作設備の位置づけ

設備	原材料～ポリマー製造	電解質膜製造	CCM製造	スタック製造
ラボ試作設備	NEDO 実用化	NEDO 実用化	—	カナデビア
パイロット試作設備	本プロジェクト (2023年度 GI基金追加)	GI基金 (実施中)	NEDO 多用途 (実施中)	カナデビア SE
量産工場	今後、設備投資検討			カナデビア SE

ポリマー製造プロセス

合成

後処理

精製

乾燥



ポリマーパイロット試作設備建屋

ポリマーパイロット試作設備



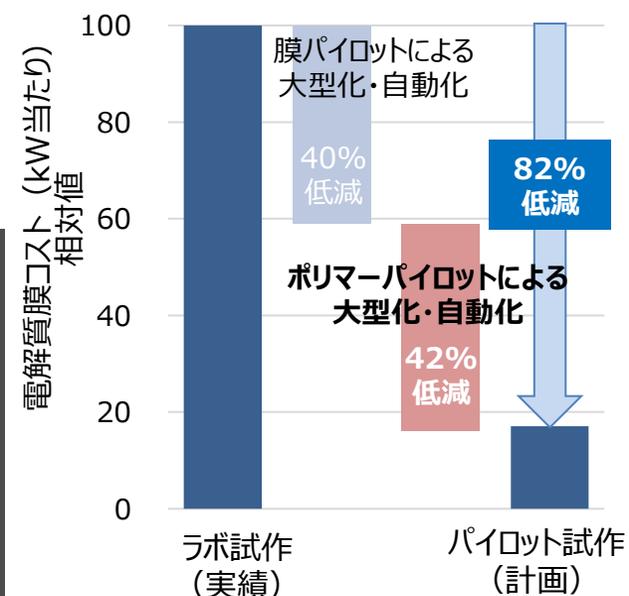
後処理エリア

合成エリア

精製エリア

乾燥エリア

電解質膜の製造コスト低減



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕優れた新材の装置への実装技術開発

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

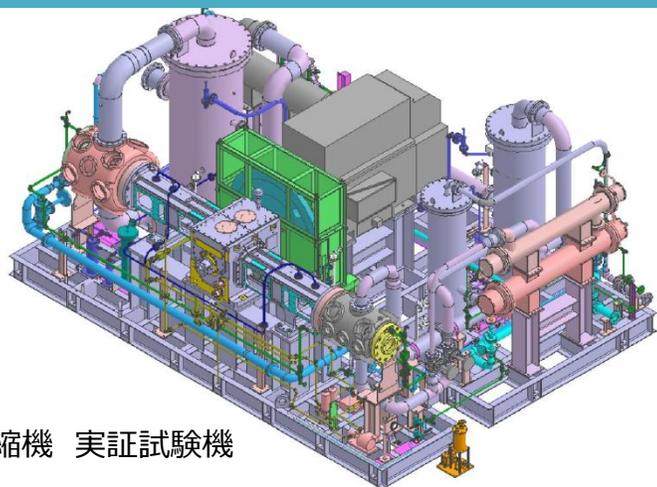
⑥ 1MPa×1,500Nm³/h級の圧縮機、除湿システム
の実証機を製作する。

KPI

P2Gから生産されるフルウエット水素の1MPa級大規模除
湿・圧縮装置を開発する。

- フルウエット水素1MPa×1,500Nm³/h級の大規模除湿・圧縮装置の設計を完了、実証試験機を製作。

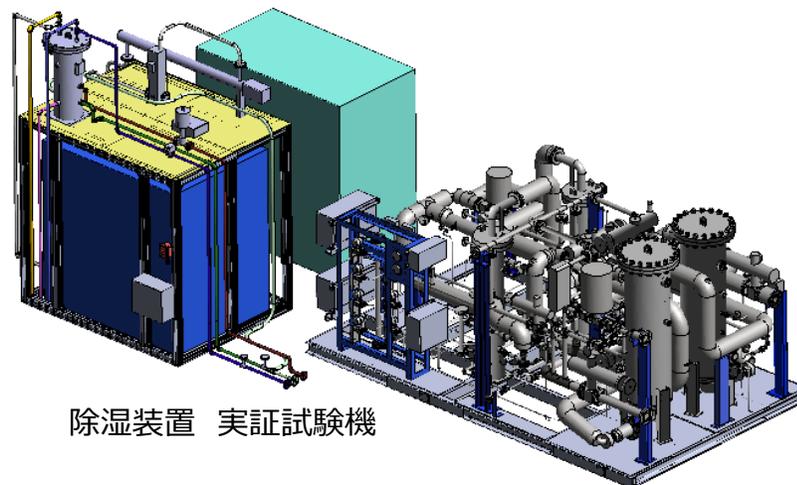
< 圧縮機 実証試験機 >



圧縮機 実証試験機

- ノンリーク構造を採用した水素圧縮機の設計を完了
- 実証試験に向け実証試験機を製作。

< 除湿装置 実証試験機 >



除湿装置 実証試験機

- 水素圧縮機からの排熱(ガスクーラ冷却水からの熱)をヒートポンプにて回収し、ドライヤ吸着材の再生熱源として利用するシステム設計を完了、実証試験機を製作。
- 除湿装置の要素試験機で除湿性能を確認。



除湿装置の要素試験機

研究開発内容〔3〕

熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

省エネ法一種エネルギー管理指定工場をモデルケースとし、12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、経済合理性と再エネ由来の水素による化石燃料からのエネルギー転換を両立させる水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。

現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1.5MW オフサイト 水電解装置は パッケージ化され ていない。	12MW規模 オンサイト 水電解装置の パッケージ化する。	<ul style="list-style-type: none">・東電G需要家との関係性を活かすことで、当該規模の需要家との交渉及び選定を行う。・既存の電力システムを用いて再エネを需要家へ供給する技術を開発する。・1.5MWオフサイトモデルで実現した水電解装置および需要先での設備構築知見を活かし、パッケージ化に向けたコンソーシアム内での最適化を行う。 <p>2021年度 基本構想検討完了、フィールド選定 2022年度 フィールド選定完了、詳細設計完了 2023年度 工場制作及び据付工事開始 2024年度 据付工事継続 2025年12月 据付工事完了、試運転完了 実証試験開始</p>	<ul style="list-style-type: none">・多くの需要場所との関係性を持つ東京電力としての強みがあり、実証に最適なフィールドを選定することが十分可能である。(95%)・多くの再エネを取り扱っている東電Gの強みや関係Gの電力システムに係る技術力を活かし、再エネを効率よくオンサイト（水素製造・利用場所）に供給する手法の開発が可能。(95%)・1.5MWでの実証の知見を活用できることと、全ての主要機器の技術開発を並行して行うため、共通部分の共有化など、単独では難しいシステム一体で無駄を最小限にした設計開発を行うことが可能である。(95%)

南アルプスのふもと、雄大な自然に囲まれた

サントリー天然水 南アルプス白州工場

サントリー白州蒸溜所

に、大規模水素燃料供給・利用システムが誕生します。



2024年

グリーンイノベーション基金事業

2月20日起工



SUNTORY



TEPCO



Kanadevia



MIURA



nichicon



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

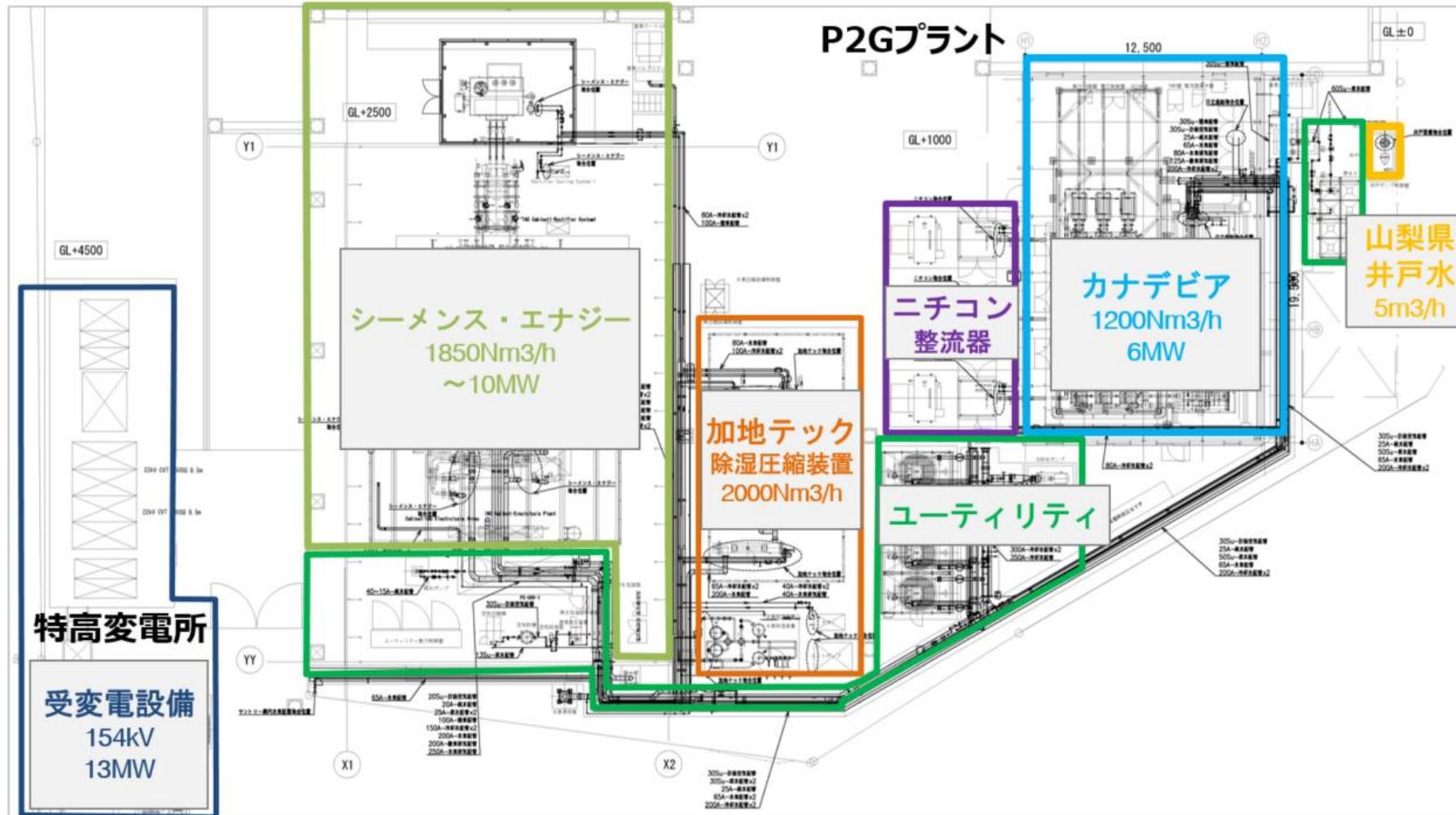
主要機器の用地内における詳細な配置設計

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
受電設備、カアデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了

KPI

・12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

主要機器の用地内における詳細な配置設計

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

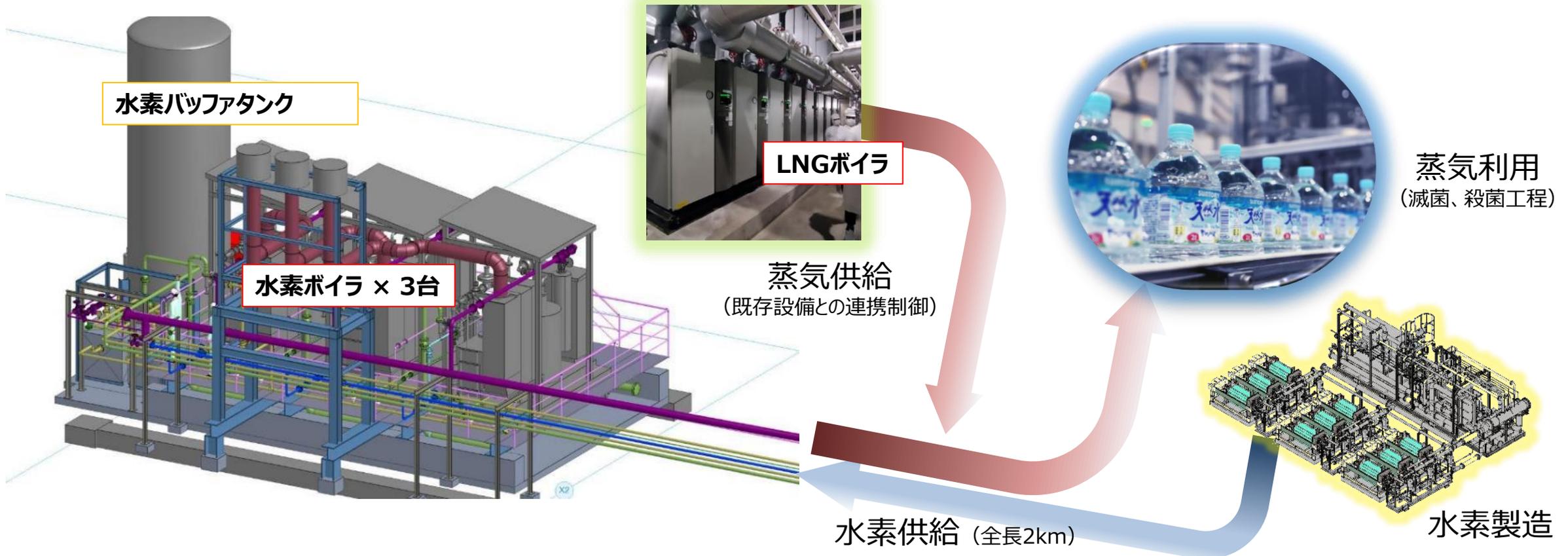
各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
受電設備、カアデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了

KPI

・エネルギー需要家がシステム運用をせずに効率的なシステム運用方法を
電力市場や水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。

複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた連携制御システム運用の検討ならびに水素利用設備設計を完了。水素需要家と緊密に連携しながら開発を進めている。

< 水素利用設備配置計画 >



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

主要機器の用地内における詳細な配置設計

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
受電設備、カナデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了

これまでの開発進捗
(研究開発成果)

- 各機器の設計完了
- 建屋建設(カナデビア棟完成)
- 水素需要設備設置完了
- 受電開始
- P2G一部機器据付開始

- カナデビア棟の建設と、一部機器の搬入設置開始
- 配管・電気計装工事継続中

< 建設進捗状況：P2G製造全体 >



定点カメラ
11月



3月



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

主要機器の用地内における詳細な配置設計

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成
受電設備、カアデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了

これまでの開発進捗
(研究開発成果)

- ・各機器の設計完了
- ・建屋建設(カナデビア棟完成)
- ・水素需要設備設置完了
- ・受電開始
- ・一部機器据付開始

- ・特別高圧受変電設備の据付工事完了
- ・4月5日 受電開始

< 建設進捗状況: 特高受変電設備 >



特高設備の設置完了



連系碍子架台組立作業



サントリー来場者に配慮した
夜間のTr設置作業

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

主要機器の用地内における詳細な配置設計

直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	各機器の設計完了、工場制作及び各機器の単体で性能を達成 受電設備、カアデビアP2G、水素配管、水素ボイラ等設備の据付工事完了	これまでの開発進捗 (研究開発成果)	・各機器の設計完了 ・水素需要設備設置完了
-------------------------------------	---	-----------------------	--------------------------

・水素ボイラ、水素バッファタンクの設置完了。水素配管(P2G→水素ボイラ/約2km)の施工完了

建設進捗状況：水素利用設備



水素タンク設置作業



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

大規模風力発電のグリーン電力供給及び余剰電力利用による熱の脱炭素化を両立するエネルギー転換システムを水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。

現状

・化石燃料のみの蒸気供給

達成レベル

・水素と化石燃料による蒸気供給
・風力発電の再エネ余剰によるオンサイト水素製造

解決方法

・オンサイトで目づ、風力特有の余剰電力の変動に連動した、水電解装置及び水素ボイラ運転が必要であり、需要家側の既存設備とも協調、連携するP2Gシステムを開発していく必要がある。

2021年度 基本構想検討完了、フィールド選定
2022年度 フィールド選定完了、詳細設計開始
2023年度 詳細設計完了、工場製作及び据付工事開始
2024年度 据付工事
2025年12月 据付工事完了、試運転開始
四季を通じた運転

実現可能性 (成功確率)

・1.5MWの実証においては太陽光発電での変動に対して水電解装置を制御した実績と、オフサイトなため安定した水素であるが需要家設備との連携をシームレスに行うシステムを実現しており、それぞれの技術を統合制御することで実現は可能である。(80%)

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 風力発電連携大規模P2Gシステム技術開発

KPI

大規模風力発電のグリーン電力供給及び余剰電力利用による熱の脱炭素化を両立するエネルギー転換システムを確立する。

拡大する風力発電との連携技術を早期に獲得

風力発電の固有の事象に対応するP2Gシステム技術の開発

電气的特性

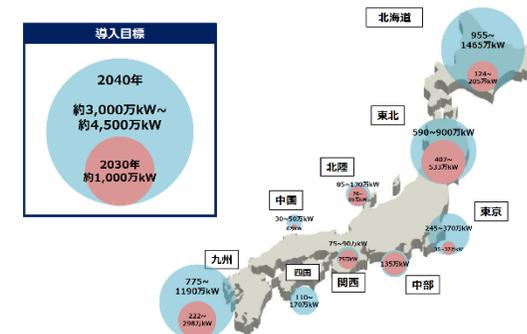
PVより穏やかな出力変動(余剰がある程度長時間動く)とランプ変動によるカットオフ)

PVとの組み合わせと比較して高稼働運転が想定される水電解システム耐久性

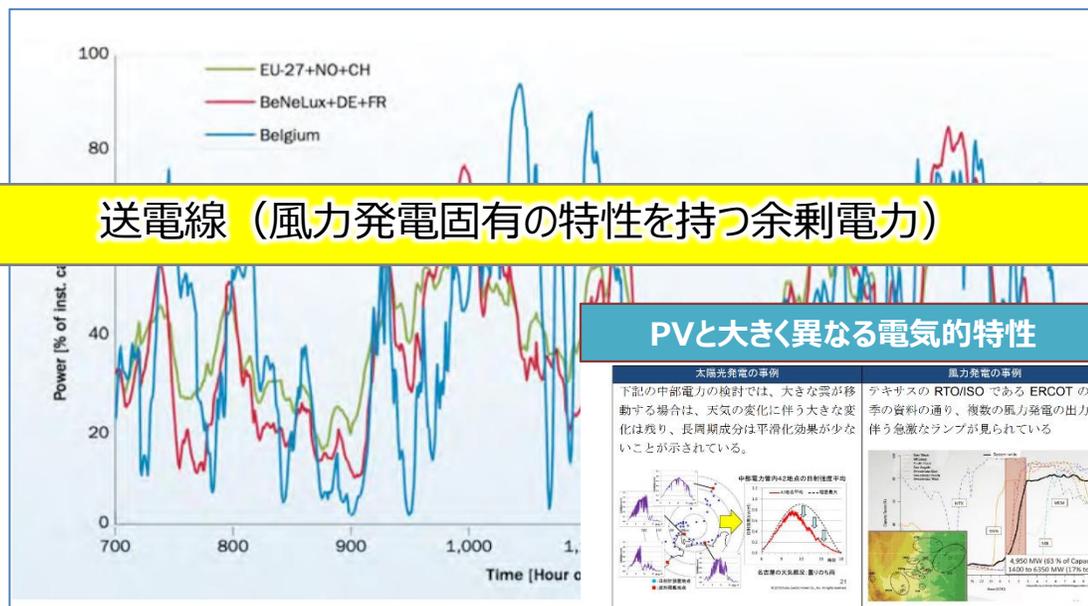
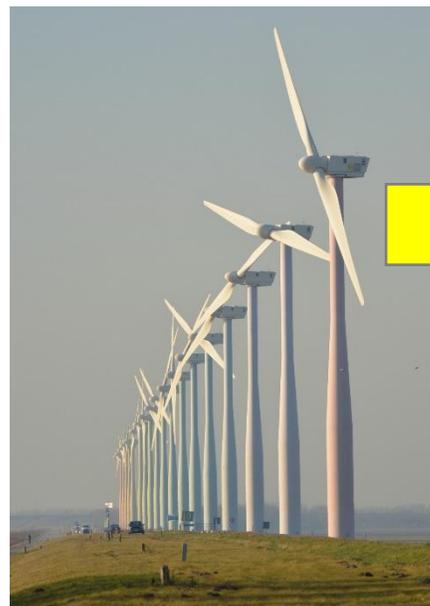
運用技術

無人での運用と地域の工場での生産工程とのマッチング

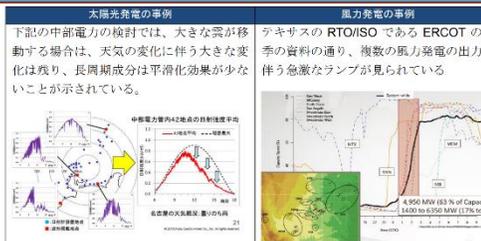
(参考) 洋上風力発電のエリア別導入イメージ



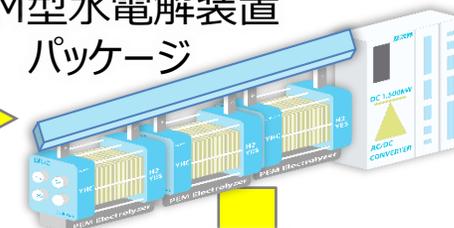
今後の再生可能エネルギー政策について 2021年3月1日 資源エネルギー庁 資料



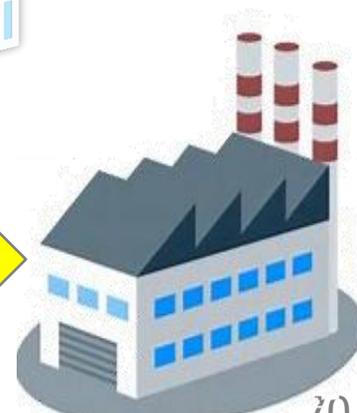
PVと大きく異なる電气的特性



PEM型水電解装置パッケージ



水素ボイラー



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

エネルギー需要家がシステム運用を必要としない効率的なシステム運用方法を電力市場や水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。

現状

PV発電量に合わせたEMS

達成レベル

経済性を視野に入れたグリーン水素による熱利用

解決方法

電力システム改革の進展により、電力は従来のkWh価値に加えて様々な機能に応じた価値にてそれぞれ取引することが可能となりつつある。下記の市場等を活用して、経済性を向上させる。

- DR、容量市場などの需給調整市場
- 再エネ変動吸収(系統連系レギュレーション対応)
- 電力卸市場価格との連動

また、需要家の熱需要に合わせた電力需給と熱利用を俯瞰するグリーン水素による熱利用システムの構築

2024中間目標

- EMSシステム構築完了

実現可能性 (成功確率)

東京電力においては、これらほとんどの市場等においてそれぞれを個々に活用する技術的なノウハウを持ち合わせており、経済的な観点で統合制御していく上では知見を活用できる優位性がある。また、熱利用の部分においてもESの幅広い実績と現行NEDO実証において実施した、水素利用システムの築造からエネルギーマネジメントに至る我が国初の水素ESPサービスの模擬的な実践による高い経験値から実現可能性は高い。(80%)
ただし、市場価格など外部起因による不確実性あり。

2. 研究開発計画／参考資料

PV発電量に合わせたEMS

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

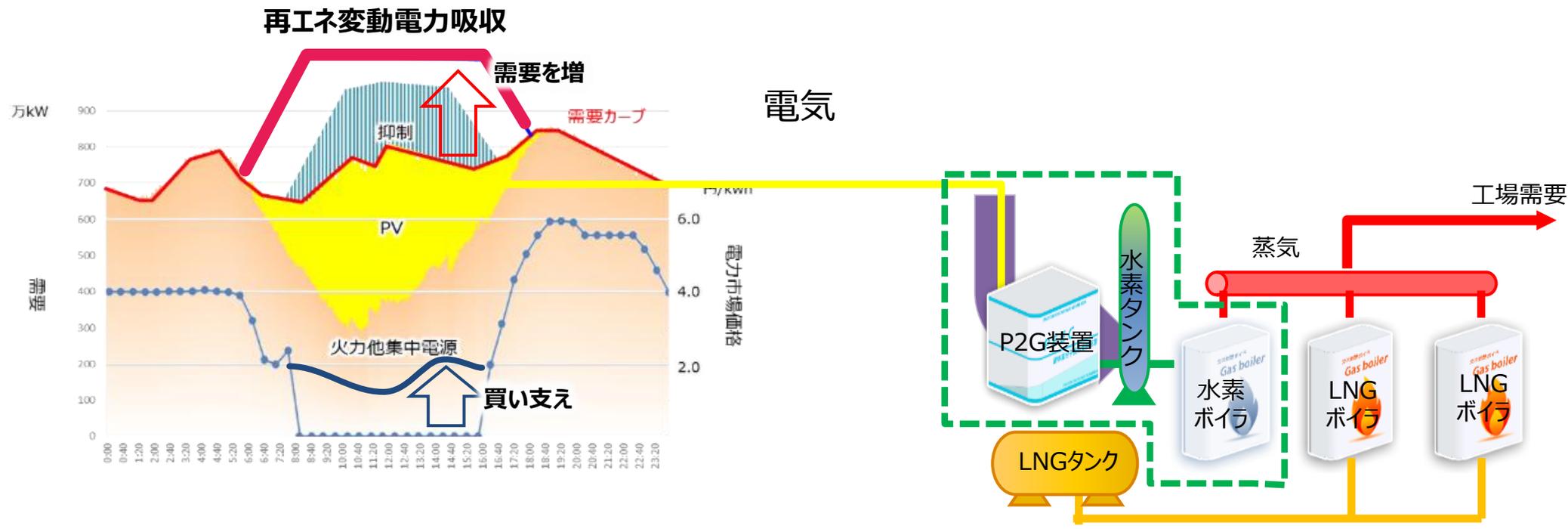
⑥EMSシステム構築完了

KPI

エネルギー需要家がシステム運用を必要としない効率的なシステム運用方法を電力市場や水素の需要家と緊密に連携しながら開発する

< 水素製造～水素利用の全体EMS >

- DR、容量市場などの需給調整市場を基に最適な運用をするEMSを開発し、マスターコントローラーとEMSの接続テストを実施し、米倉山でのプレテストを実施済み。白州での実装にむけた最終確認を実施中
- 変動する水素製造量を蒸気需要を満たしながら利用するEMSを開発（次ページに詳細を記載）



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t / h 小型貫流水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
ボイラー機器効率 95% (LHV) ターンダウンレシオ 4 : 1	ボイラー機器効率 105% (LHV) ターンダウンレシオ 5 : 1	<ul style="list-style-type: none">2021年度にボイラ単体開発評価用の試験設備の整備を行う。2022年度にボイラ効率向上試験と燃焼範囲向上のための燃焼バーナ開発試験を開始する。2023年度に負荷追従機能、分担制御機能、水素在庫監視機能をもつ水素ボイラーにて燃焼効率通常モードη80.1%-HHV(95%-LHV)、潜熱回収モードη88.5%-HHV(105%-LHV)を達成、かつターンダウンレシオ5:1を達成する。2025年8月に単体で性能を達成したボイラを活用して、熱需要家先で多缶設置システムの設置、試運転を開始する。2025年度に実証運転を開始する。	<ul style="list-style-type: none">効率は都市ガス仕様と同レベルの効率であり、理論上は成立する。三浦工業のボイラとエコマイザー（給水予熱器）の設計技術と開発評価技術を活用して、凝縮水分量が多いことが特徴の排ガスから適切な熱回収機器開発をスピーディに行うことがポイントで高い確率で達成が可能といえる。(80%)ターンダウンレシオの拡大は、現状の4 : 1 (25%~100%のΔ75%範囲) から、一般的な都市ガス仕様の5 : 1 (20%~100%のΔ80%範囲) に引き上げることが目標であり、拡大率は7%程度となっている。低負荷になると低エミッションでの燃焼が難しくなるため、この低負荷7%の改善が重要でバーナの開発により高い確率で達成が可能といえる。(80%)

2. 研究開発計画／参考資料

水素から熱への変換効率の高い蒸気供給システム



直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)

要素試験での技術を元の実証試験機を設計、製作、設置する。
 ・ 既存システムとの連携制御を設計、製作、設置する。

KPI

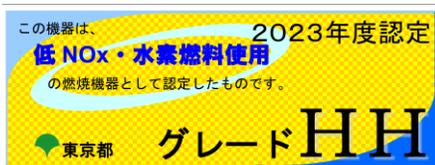
産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t / h 小型貫流水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

性能目標を達成した要素試験技術を活用し、実証試験機を設計、製作、設置する。

- 要素試験で確認をしたボイラ性能を、ボイラ製品レベルにおいても達成できることを確認した。開発目標を満足する開発が完了
 > ボイラ効率 105% (LHV)、ターンダウン比5:1
- さらなる改良として、燃焼バーナの低NOx化に取り組み、ターンダウンレシオ5:1の全負荷領域において、O₂=0%換算で、NOx=40ppm以下を達成 (この技術により東京都の低NOx認定・グレードHHを取得)
- 水素ボイラ実証機3基の製作完了し2025年2月に実証先へ設置。水素ボイラと既設ボイラとの連携制御システムは2025年3月に実証先へ設置。

実証用ボイラの仕様

項目	単位	内容
ボイラ種類	-	小型ボイラ (多管式貫流ボイラ)
取扱資格	-	事業主による「特別教育」受講者以上
最高圧力	MPa	0.98
相当蒸発量	kg/h	2,000
ターンダウン比	-	5:1
メイン燃料	-	水素
ボイラ効率 (LHV基準)	%	105
排ガスNOx濃度	ppm	40以下 (O ₂ =0%換算)



実証用ボイラ (寒冷地仕様) の製作完了

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。

現状

・化石燃料ボイラのみで蒸気供給

達成レベル

- ・複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる蒸気供給
- ・工場の安定操業の維持

解決方法

- ・ 実稼働する工場の生産を妨げぬようグリーン水素の活用を拡大するシステムを構築する。
- ・ 産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t / h 小型貫流水素専焼ボイラの多缶設置システムで、少なくとも3台の水素ボイラを水素圧力と蒸気需要に応じて既存ボイラと共に統合制御する。
- ・ 2050年に必要となる水素燃料「主」、化石燃料「従」の燃料利用システムを実現する。

実現可能性 (成功確率)

- ・ 不定期に供給される水素を既存ボイラからシームレスに水素ボイラに切り替える制御は1:1の構成であれば実績があるがN:N未経験であるものの、ガス・蒸気の圧力を綿密に把握し、熟練したオペレーターの経験も踏まえることで実現は可能である。(95%)

2024中間目標 (アクションプラン)

- ・ 制御方針決定
- ・ 既存システムの制御プログラム変更

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替

KPI

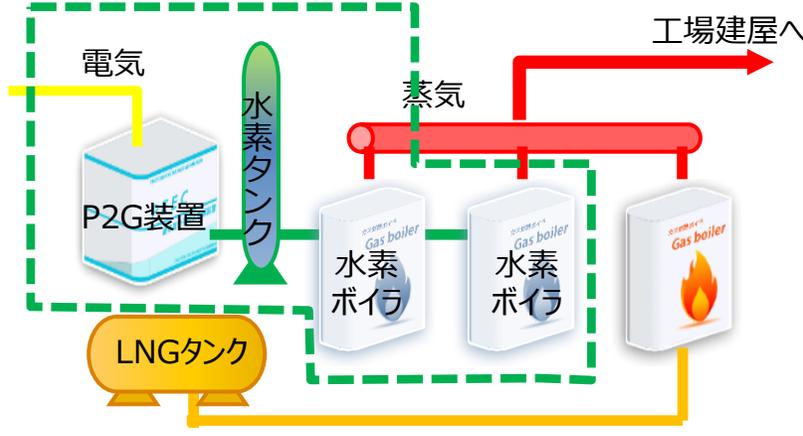
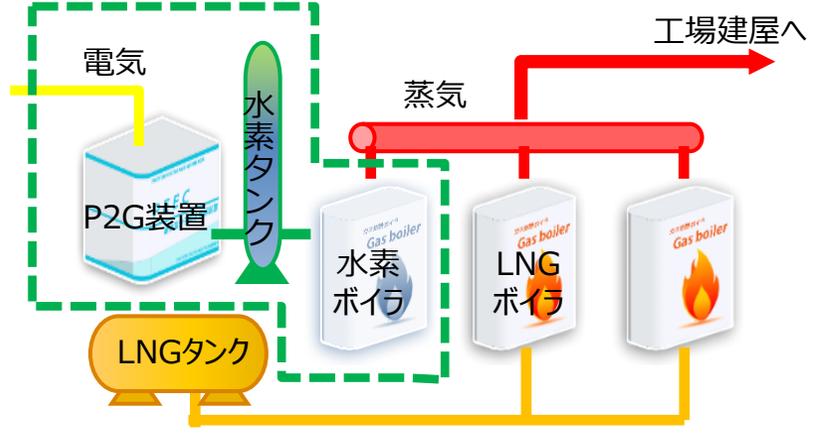
複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。

従来（LNG）モデル

ベース運転モデル

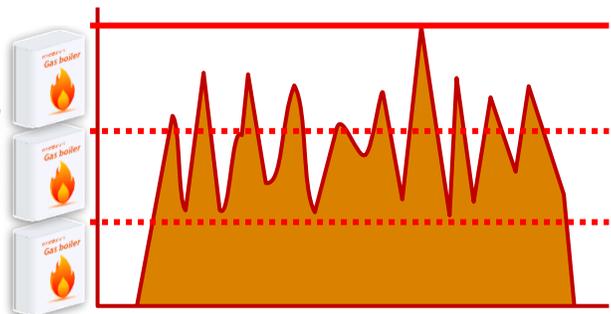
ターンダウンモデル

システム構成

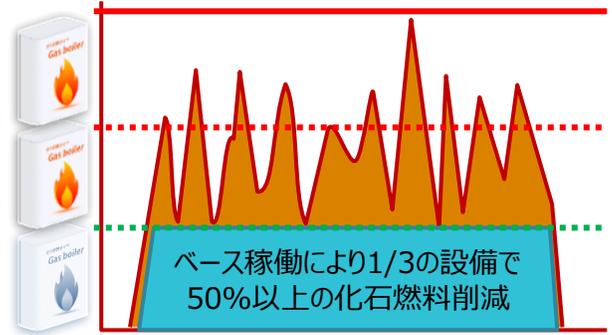


運用

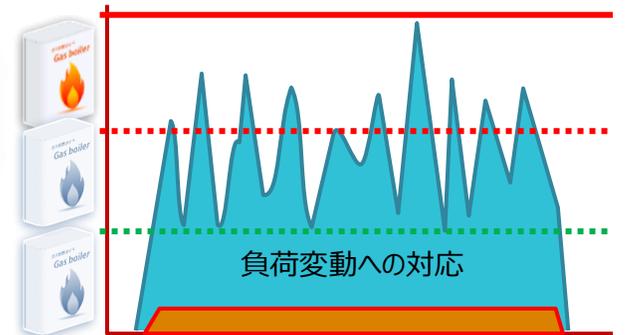
熱需要



熱需要



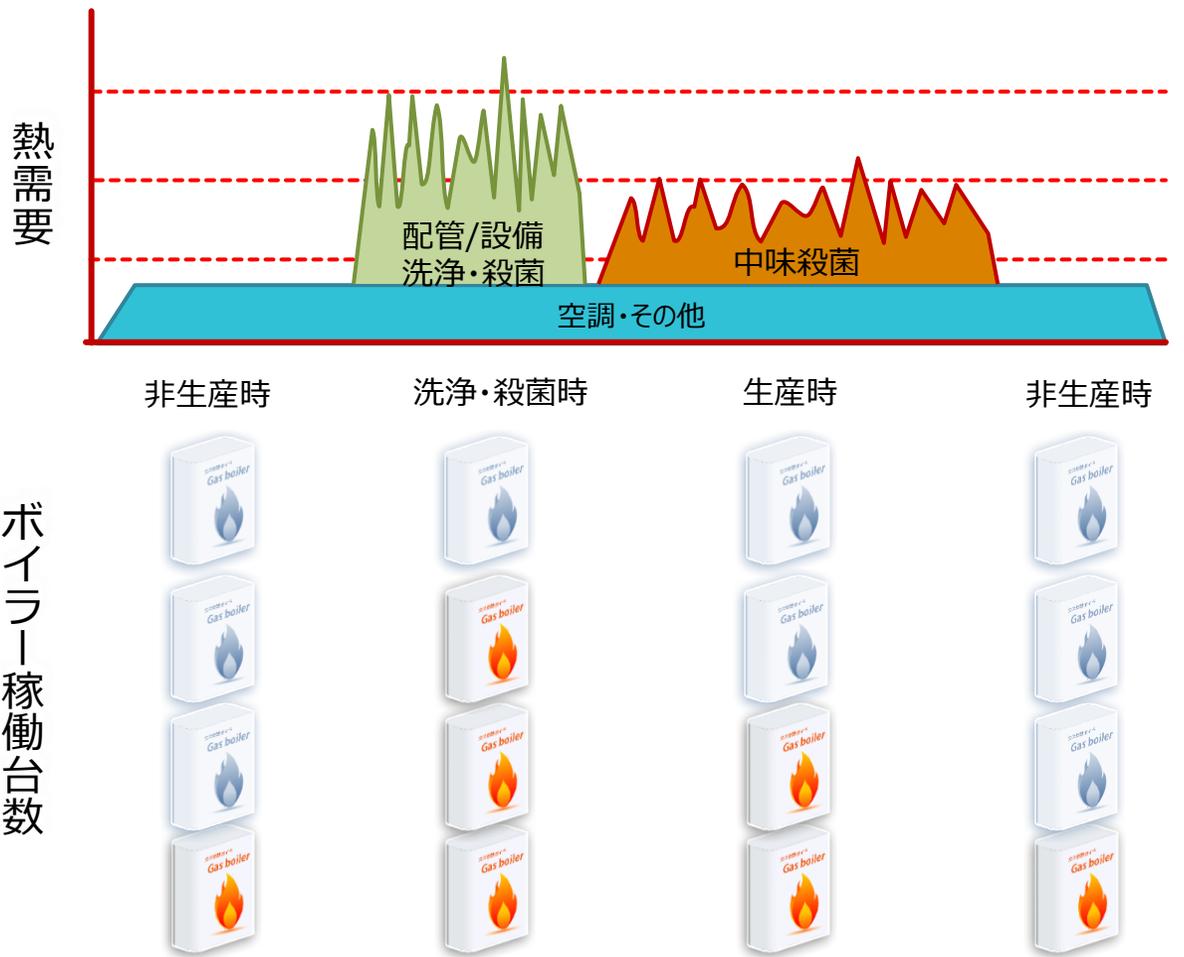
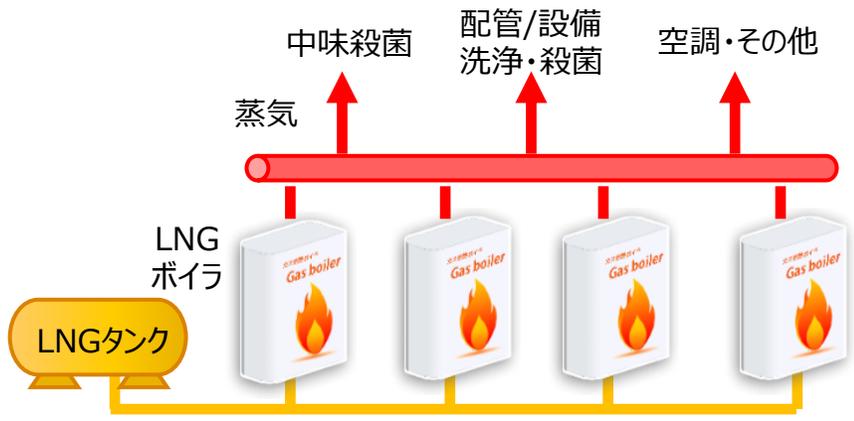
熱需要



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替

- ✓ 負荷変動に応じて、出力を制御し圧力を安定させる
- ✓ 蒸気の要求量に応じて、最適な台数を稼働させて高効率な運転を実現する



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

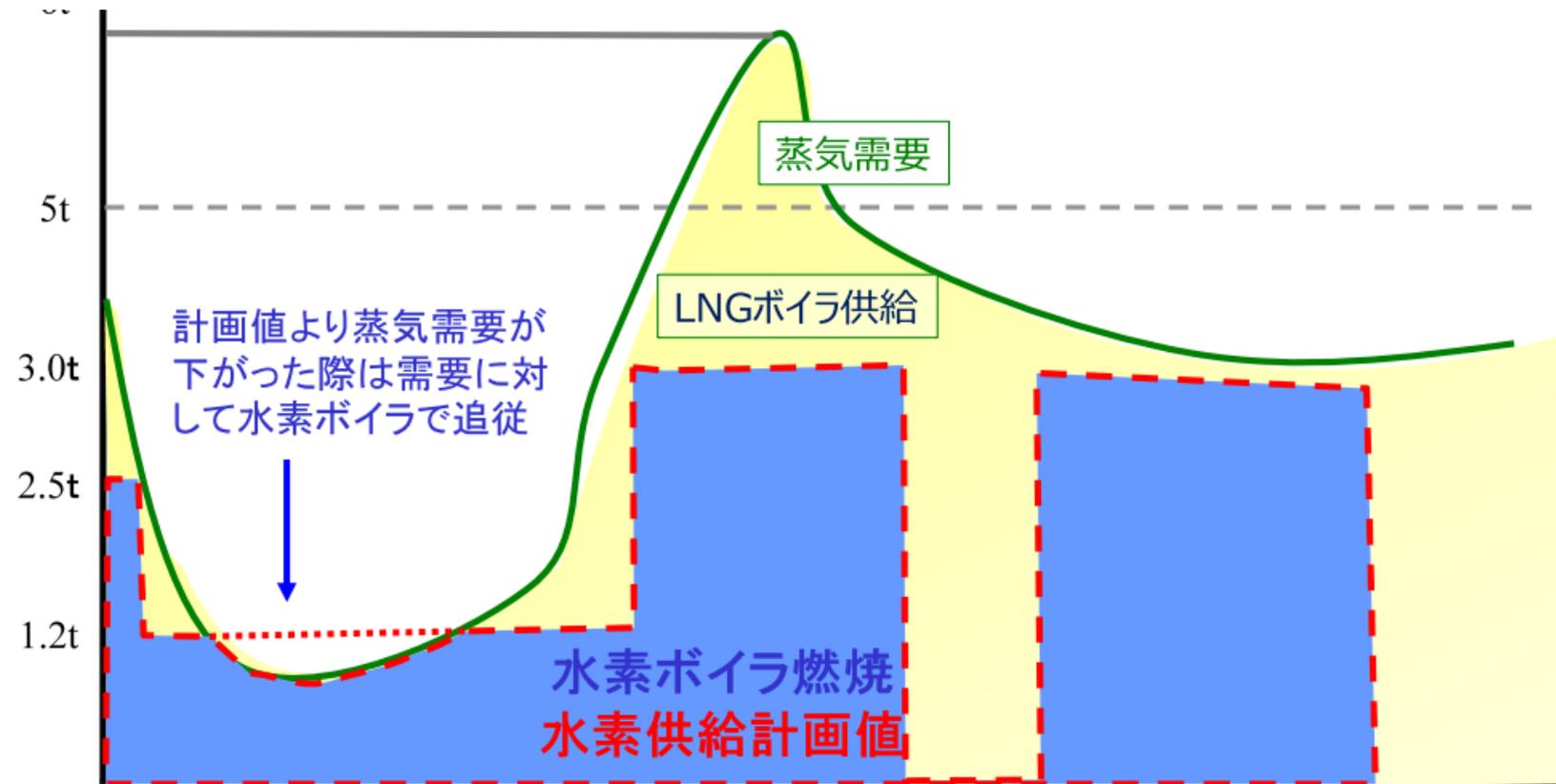
研究開発内容〔3〕 産業プロセス等における化石燃料・原料等を水素で代替

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

制御方針決定
既存システムの制御プログラム変更

KPI

・複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

3-1 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証

KPI

電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発する。

現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
変換効率 96% コスト 1.7億円/ 2250kW	変換効率 97.5% コスト 2.5億円/ 6MWを見通す	<p>最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施</p> <ul style="list-style-type: none">交流電力を直流電力の接続を行う整流器に関して、電解スタックの電気的特性と効率のトレードオフ関係を把握し、変圧器と整流器並びにEMSを一体的設計しPEM形水電解に最適な電力設備を開発する。EMSとの連携を図り、あらゆる調整力市場へ便益を供給できる機能を持たせる。 <p>アクションプラン</p> <ul style="list-style-type: none">2021年度：基本設計・モジュール試作2022年度：モジュール評価・設備設計開始2023年度：設備設計完了・製作開始2025年5月：設備製作完了・据付・試運転2025年度：実証試験開始	<p>これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。(80%)</p> <ul style="list-style-type: none">電解スタックの電気的特性と効率のトレードオフ関係を把握し、変圧器と整流器並びにEMSを一体的に設計PEM形水電解向けに高圧変圧器と整流器を一体的に設計し、変換効率97.5%を得る。2025年において2.5億円/6MW(システム構成価格の17%以内)のコストを達成し、2030年においては、1.0億円/6MWを見通す。

2. 研究開発計画／参考資料

PEM形水電解向け高効率低コスト整流器の開発

直近のマイルストーン
(2024年度 中間目標)

設備設計完了・製作開始
・ 設備製作完了・据付

KPI

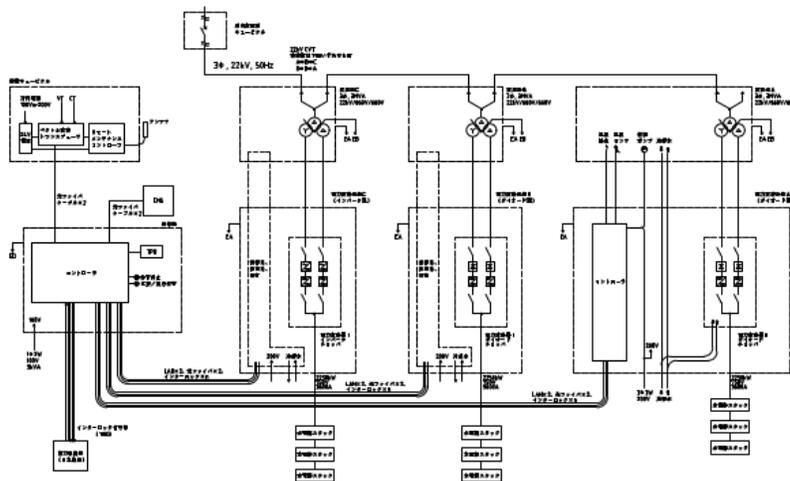
電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発する。

モジュールを試作し、評価を開始し、計画を前倒しし詳細設計を完了した。

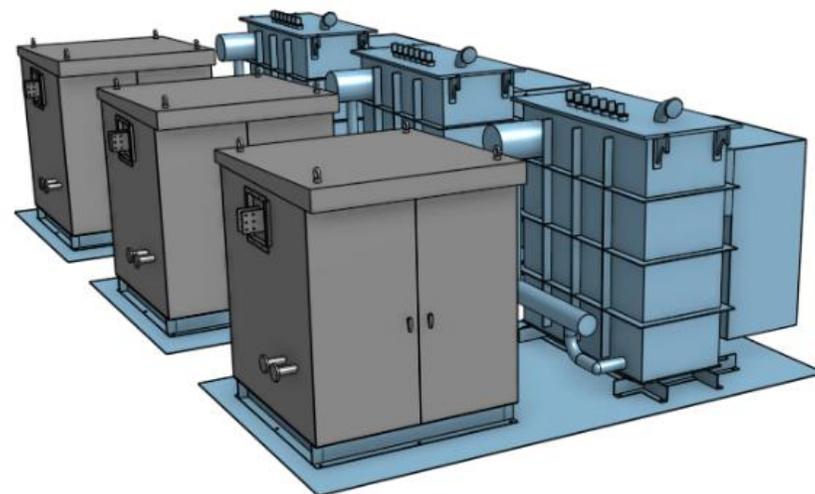
- ・ 最大効率99%のDCDC変換器を試作し、実運転における97.5%（変圧器二次側交流から直流出力までの変換効率）の目途を立てた。
- ・ 各種電力変換器と水電解装置の性質を吟味し、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器の設計手法を見出した。
- ・ 上位制御系となるEMSと連携し、幅広い市場要求に対応できる設計とした。
- ・ 2025年において2.5億円/6MWのコストに目途を立てた。また、フットプリント6分の1、屋外別置きを可能としたことで、建築コストの大幅な低減を図ることができた。



試験装置



電気回路「構成図



整流器3D図

研究開発内容〔1〕〔2〕〔3〕

共通事項

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

現行NEDO事業での技術開発状況

- ✓ 1.5MWの大規模電解装置を用いて、太陽光発電と連動した水素製造・貯蔵・輸送及び利用技術を実証
- ✓ 2021年6月から試運転を開始し、大型スタックに関する技術と運用に関わる要素技術を取得



電力貯蔵技術研究サイト全景



750kW×3列大型スタック
評価設備



25kW大面積
セルスタック評価設備



10kW中規模
スタック評価設備



水素出荷設備 19.6MPa 400Nm³/h



水素トレーラー 2800Nm³



水素ボイラー 250kg/h
純水素燃料電池 5kW



開閉式実証棟
300m²



統合型熱コントロールシステム



MHタンクシステム
3500Nm³



大型スタック
500kW(Max750kW) 82

2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

現行NEDO事業での技術開発状況

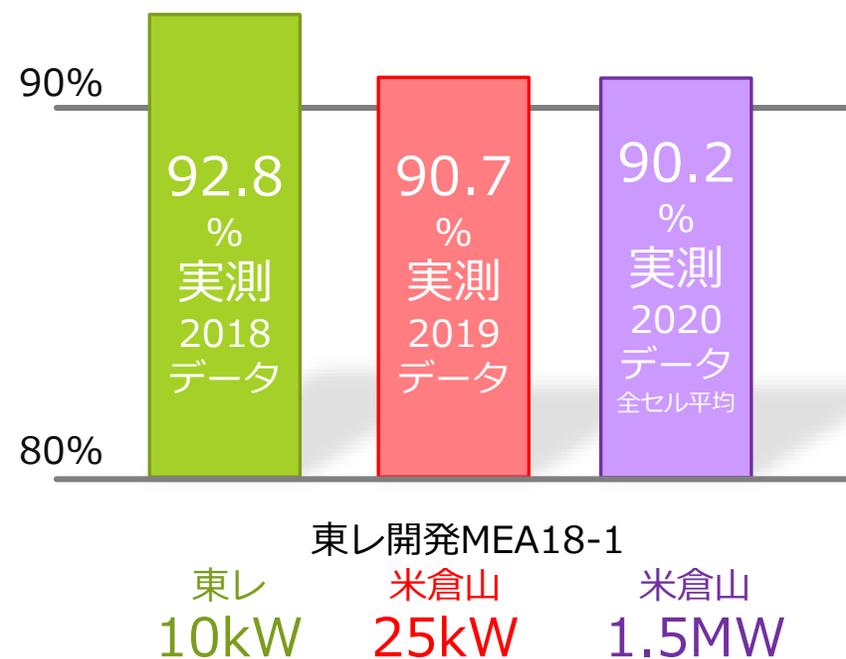
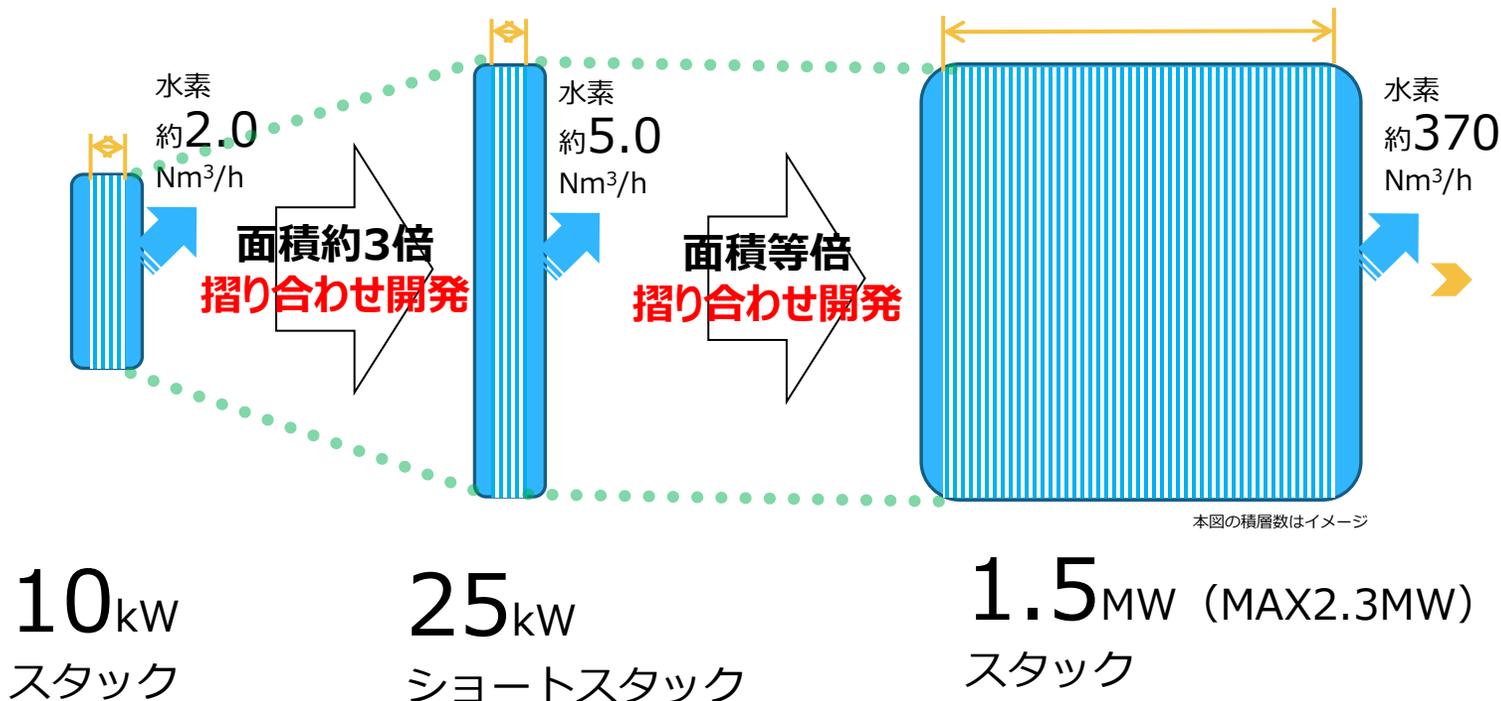
- ✓ メーカーと一体となった摺り合わせの技術開発により当初の目的の効率を達成
- ✓ モジュール式では、MEAの量産技術と中規模セルと大面積セルの間の変化も踏まえての開発に焦点があたる。

2018年度～

電圧 = 10V以下
(数セル)

2020年度～

電圧 = 約210V
フルスタック×3



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

実証のバージョンアップの必要性

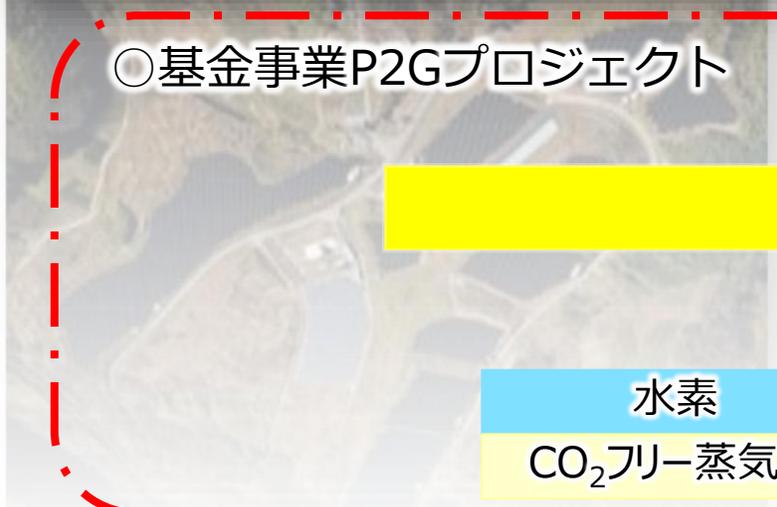


2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 運搬システムによるコストの課題の解決



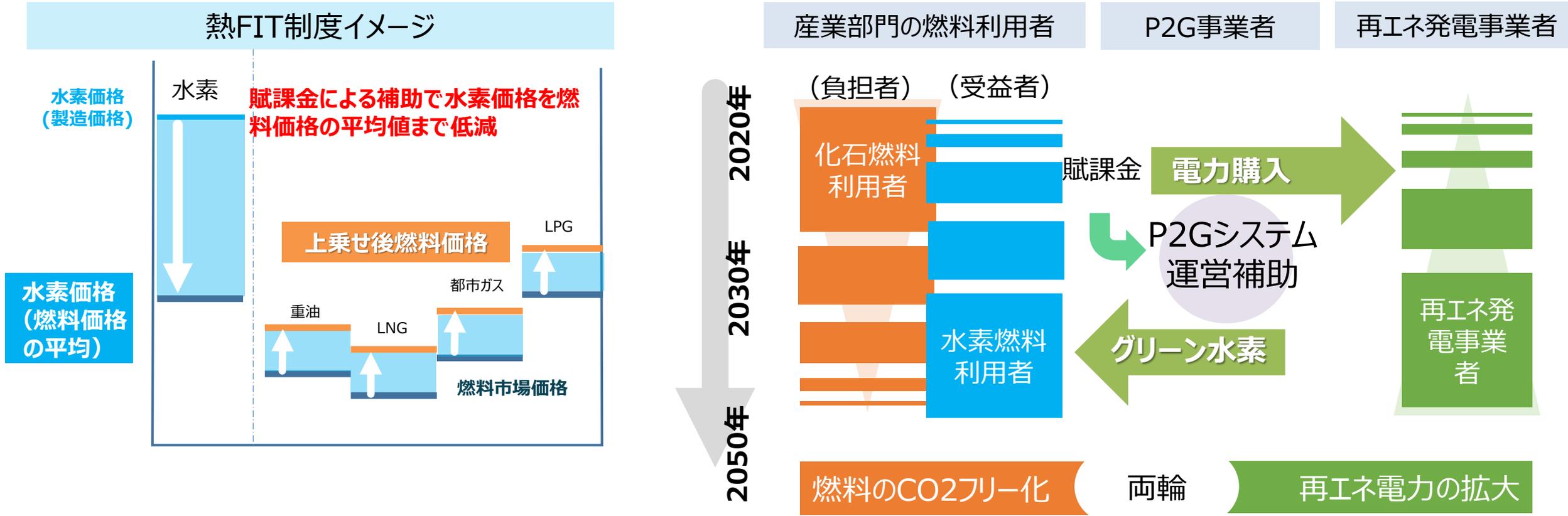
- ✓ 「運ぶ」から「工場で作る」への転換
- ✓ 地域の再エネを送配電網から大きく吸収



2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

共助制度の提案

1. エネルギーの脱炭素化加速に向け化石燃料直接消費需要家から広く遍く賦課金を徴収し水素利用需要家の導入支援に引き当てる熱FITを創設
2. ポイントは、P2Gの運営補助に充てる点。これにより、電力調達を通じて、市場の値崩れを防ぐとともに再エネ電力事業に資金を提供でき、再エネの拡大と、燃料の脱炭素化を同時に実現

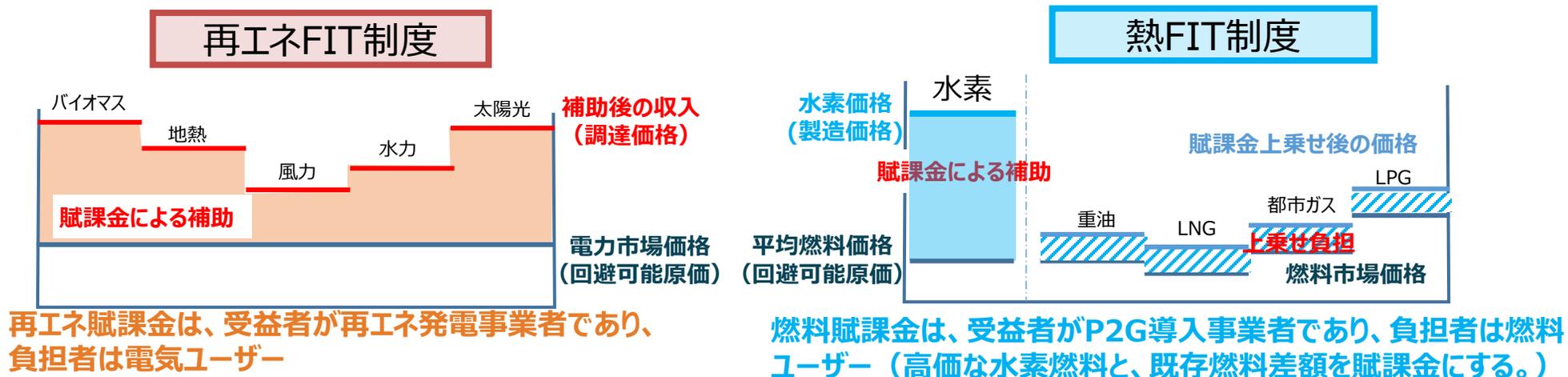


2. 研究開発計画 / (6) 提案の詳細に関する参考資料

政策・制度上の課題

1. ガス体エネルギーの脱炭素化加速に向け化石燃料直接消費需要家から広く遍く賦課金を徴収し水素利用需要家の導入支援に引き当てる熱FITを創設
2. 省エネ法では同じ水素でも製造場所・供給方法によって評価が異なっている。

○ 熱FITイメージ



○ 省エネルギー法ではシステムを活用した再エネ電気によるP2Gは評価されない

	原料	製造	輸送	製造	需要家	省エネ法の評価
グリーン水素	再エネ	—	送配電網	電気 → 水電解	工場事業所	✗ 消費電力がすべて火力発電とみなされてしまう
グレー・ブルー水素	化石等	改質・副生	トラック 水素配管	水素 → —	工場事業所	○

3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制 / (1) 組織内の事業推進体制

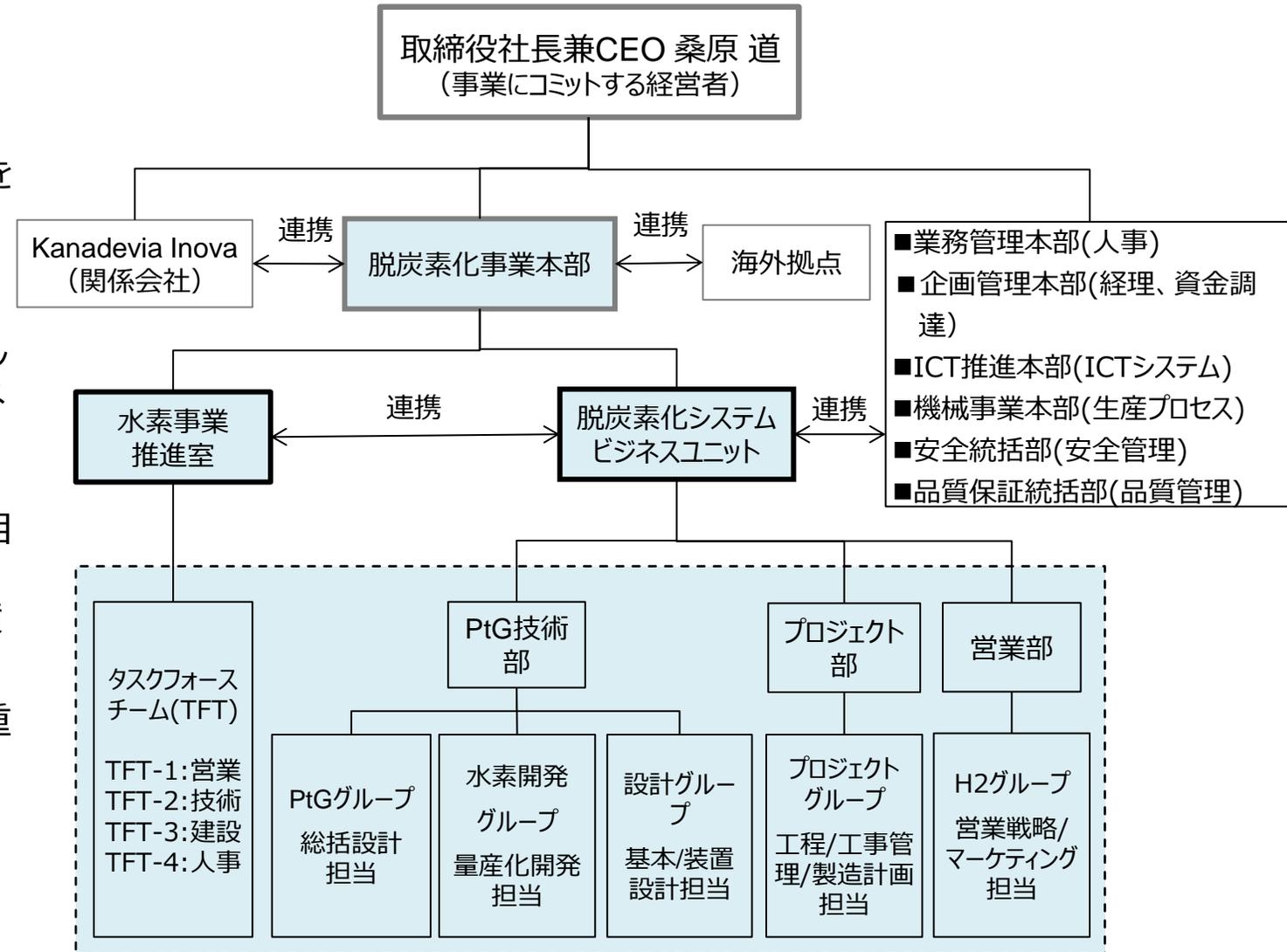
組織の設置状況

(1)2016年に水素・PtGの技術開発と事業化のスピードアップを図るため、社長直轄組織として地球環境ビジネス開発推進室を設置した。2017年には事業化、製品化を促進するため、同推進室を機械事業本部産業装置ビジネスユニットの傘下に置いた。

(2)2022年に脱炭素化事業本部を設立し、専門組織として電解・PtGビジネスユニット(現 脱炭素化システムビジネスユニット)を設置。

(3)2025年に水素量産化事業に対する機動性を高め、目標達成させるために本部直下に特命組織化させた水素事業推進室を設置。営業、技術、建設、人事の組織横断型タスクフォースチームを組成。

→水素量産化事業の事業戦略を策定し、経営資源を重点的に投入して着実に社会実装に繋がられる体制を整備している。



3. イノベーション推進体制 / (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 事業方針の社内外への発信
長期ビジョンおよび中期経営計画をはじめ、経営環境の変化に伴う最適な経営方針や事業体制の変更等について、ホームページにて発信している。2022年4月1日の脱炭素化事業本部の新設に伴い、Power to Gasの事業化を加速する目的を明記し公表している。
 - ステークホルダーへの発信
中期経営計画説明会や決算説明会において、経営層より新事業/新技術への取り組みとして、Power to Gas事業(以下、本事業)を含む脱炭素化部門の事業/開発に関する進捗状況や方針について報告している。
 - リスクへの対応
経営層は本事業に関連するリスクが発生した場合、もしくは予想される場合は、直ちにリスク管理部門等と協議の上、業務担当部門に対し問題点の是正を指示する体制を整備している。併せて、問題点を指摘しやすい企業風土の醸成に努めている。
- 事業のモニタリング・管理
 - 事業進捗の経営層への報告と指示
1か月に1回以上、開発部門長も参加する連絡会を開催し、本事業の進捗を報告して事業の進め方や課題解決について指示を受ける体制を構築している。また、経営戦略会議において、定期的に経営層全体への進捗報告と指示を受ける体制を確立している。
 - 事業進捗に対するグループ内外からの意見収集
本事業を構成する各社との間で、事業進捗状況について定期的に情報交換するとともに、適宜、学会等において事業進捗状況を発表し幅広く意見をいただいている。
 - 本事業の事業戦略フォロー
本事業に関する事業戦略は、当社脱炭素化システムビジネスユニットにおける電解事業として策定している。受注件数等をKPIに設定し、年間を通じたフォロー等で事業化状況をモニタリングしている。2030年代に1,000億円規模を目指し、事業環境の変化に合わせ適宜事業戦略の見直しを行っている。

経営者等の評価および報酬への反映

- 経営者等の評価および報酬
取締役(社外取締役を除く)の報酬は、定額報酬、業績連動型賞与、および業績連動型株式報酬で構成される。定額報酬は役位別に設定したものである。業績連動型賞与は各事業年度の業績を反映したものであり、その指標は取締役の業績向上に対する貢献意欲を一層高めるため、各事業年度における親会社株主に帰属する当期純利益としている。業績連動型株式報酬は、中長期的な業績向上と企業価値の最大化への貢献意識の向上を目的にしており、その指標は経営戦略上重視する各事業年度における連結営業利益率および連結売上高の業績達成度ならびに非財務価値等の評価としている。

事業の継続性確保の取組

- 経営層における事業継続
当社はコーポレート・ガバナンス重視の姿勢のもと経営および業務を遂行しており、経営層が交代となった場合にも、経営戦略会議等において事業継続の重要性を認識し、レビューを行う体制を確保している。
- サステナビリティ・気候変動対応の推進
2021年度には、環境・社会・ガバナンスの観点からサステナビリティ全般に関するグループ戦略を推進するため、取締役会の監督のもと、取締役社長を委員長として当社グループのサステナビリティ推進にかかる方針、戦略、諸施策を決定するサステナビリティ推進委員会、および同委員会で決定した事項を実施・フォローするサステナビリティ推進室を設置し、体制を整備した。
2022年3月にサステナブル経営に関する基本方針を制定し、2023年4月、新たにサステナブルビジョンを設定した。また、中長期的な視点からビジネスモデルの持続性や戦略の実行に影響を与える「リスクと機会」のうち、特に重要性の高いものをマテリアリティとして設定した。
今後も当社グループが持続的に成長するため、サステナビリティ推進に係る諸施策を継続して実施する。

3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核に脱炭素化事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 中長期ビジョンの見直し

2023年3月の中期経営計画「Forward 25」の公表に合わせて、2020年5月に策定した「Hitz 2030 Vision」について、新たに「2030 Vision」として事業分野の見直しを行い、「脱炭素化」、「資源循環」、「安全で豊かな街づくり」を当社グループの事業分野と定義した。
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 技術・研究開発に関する基本方針

2050年カーボンニュートラル実現に向けた技術・研究開発に関する基本方針および全社研究開発予算および計画について、「経営戦略会議」の事前審議を経て、「取締役会」で決議する体制を構築している。
 - 脱炭素化事業本部の設立

温暖化対策技術のイノベーションを推進し、CO₂削減に貢献するために、当社の脱炭素化に関わる事業組織を再編・統合し、2022年4月1日付で脱炭素化事業本部を設立することについて、2022年2月取締役会で決議した。これにより、当社グループ内の多様な知見を活用し、事業機会を捉えた成長と利益の拡大を図っていく。
 - 重要な研究開発のフォロー

重要な研究開発および新製品・新事業について、「経営戦略会議」、「開発フォロー会議」における議論を経て、事業環境の変化等に応じた見直し・フォローを行う体制を構築している。
- コーポレート・ガバナンスとの関連付け
 - 経営陣幹部・取締役候補者の選定方針

経営陣(取締役、執行役員)については、当社グループを率いて企業理念を実現するのにふさわしい発想・能力・行動力を有する人物であることが求められており、選定にあたっては、社外役員が構成委員である指名・報酬諮問委員会における審議を経て、取締役会にて審議決定している。

ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
 - 中期経営計画「Forward 25」

長期ビジョン「2030 Vision」のもと、2023年3月に中期経営計画「Forward 25」を公表し、2025年度までの基本方針と重点施策を明示し、各施策について説明している。
 - 統合報告書などのホームページでの開示

当社の事業とSDGsの方向性の一致や、経営戦略、新製品・新事業創出の重要性について、統合報告書をホームページを通じて発信している。
統合報告書では、温暖化対策技術のイノベーションを推進することを示している。
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
 - 資本コストや株価を意識した経営

東京証券取引所の要請をふまえて、2023年12月に当社の取組み状況を公表。投資家との対話を踏まえて、2024年5月の決算説明会から、株主資本コスト・WACC・ROE・ROICの実績および見通し、さらには、高いレベルで株主・投資家の期待に応えていく方針を開示している。
 - TCFDおよびTNFD

2021年3月にTCFD(気候関連財務情報開示タスクフォース)へ賛同表明を行うとともに、当社の現状分析、気候関連のリスクと機会の特定と評価、さらには気候関連問題が事業に及ぼす中長期的なインパクトを把握するためのシナリオ分析を実施した。また、情報開示や情報の活用方法について議論するTCFDコンソーシアムへも参加している。
さらに、2023年12月に、TNFD(自然関連財務情報開示タスクフォース)の情報開示提言に賛同を表明し、TNFD Early Adoptersとして登録した。2024年10月には、エンジニアリング業界では初めてとなるTNFDレポートを発行した。

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
 - 事業の取り組みに対する開発サポート
2023年4月に脱炭素化事業本部 脱炭素化システムビジネスユニット PtG技術部内に水素開発グループを新設。社内の各研究センターとの連携を強化し、本事業における全社的な開発サポート体制を構築している。
 - 設備・土地の活用
2021年11月に築港工場内に機器・設備を集約し、製造効率化と対外的な宣伝効果を狙った製造/開発拠点である「PtG Square」を開設した。
 - 開発投資
本プロジェクトに対応する社内開発テーマを設定して資金を投入している。さらに、高圧水電解装置の開発テーマを新設し、別途資金を投入して圧力増強、装置大型化、セルスタック自動組立等の開発を行っている。
 - 設備・資金の投入
2024年11月にPEM型水素発生装置の水電解スタックの量産工場を山梨県都留市に建設することを決定。新工場での水電解スタックの生産能力は年産1GW規模となる。
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
 - 開発体制等の見直し
事業進捗や事業環境の変化に応じて開発体制の見直し、追加的なリソース投入が必要な場合、脱炭素化システムビジネスユニット長が人事部と連携してグループの新設あるいは改編などが可能な体制を構築している。
 - 社外との連携
本事業においても最適な社外連携による研究開発体制を構築しており、今後も不足するリソースを社内外問わず、臨機応変に活用する。
 - 早期の事業化
研究開発の進捗に伴い、機器および設備の実用化に向けて協力頂ける社外企業等と連携し、プロトタイプを活用含め早期の事業化に必要な対応を行った実績があり、本事業においても必要に応じて適宜対応する。

専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
 - 脱炭素化事業本部の新設
2022年4月にカーボンニュートラル事業のさらなる加速と創出を目的に、脱炭素化事業本部を設置してPtG事業担当部署を集約した。
2023年4月に水素事業の社会実装を加速させるために、同事業本部 脱炭素化システムビジネスユニット PtG技術部内に水素開発グループを新設した。
2025年4月に水素量産化事業に対する機動性を高め、目標達成させるために本部直下に特命組織化させた水素事業推進室を設置して、営業、技術、建設、人事の組織横断型タスクフォースチームを組成した。
 - 事業環境変化への対応
経営企画部および財務部、営業企画部、開発企画統括部といった投資・営業・開発の各部門の相互連携により、事業環境変化に対して適切に対応する体制を構築している。また、脱炭素化事業にかかる業務状況および事業戦略を企画立案する事業戦略部を脱炭素化事業本部内に設置してビジネスモデルを含めた検証を行っている。さらに、欧州子会社でPtG事業を推進しているKanadevia INOVAとの連携によってグローバルでの事業環境の把握に努めている。
- 人材の育成
 - 社内での育成
社内公募制度等による水素事業推進室の人員拡充を図りつつ、OJTを中心に当該分野の人材育成を促進している。また当該分野においてKanadevia INOVAと月1回の実務者間ミーティングを行い、グローバルビジネスとしての連携強化ならびにグローバル人材の育成を図っている。
 - 社外との連携による育成
PtG分野の研究機関・大学との共同研究および学会発表、水素バリューチェーン推進協議会や水素・燃料電池戦略協議会などへの参画や参画企業間の連携等を通じて、俯瞰的かつ広範囲な視点からイノベーション推進を行える人材を育成している。

4. その他

4. その他 / (1) 想定されるリスク要因と対処方針

安全の維持等でリスク対策が十分に出来ない事態に陥った場合は事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 開発進捗の遅れに関するリスク
→電解セルの耐久性、効率の両面でマイルストーンを定め、実証試験に採用する電解槽セル構造を2022年ステージゲート時に判断した。
- 実証試験中の電解性能劣化に関するリスク
→23年度からの長期フィールド試験の結果から実証試験に最適な運転条件を割り出し、25年度ステージゲート前までに運転条件を決定。
- 実証試験中の装置故障に関するリスク
→1年間の実証試験での故障等、不稼働な事態発生に備えた予備部材保有を2022年ステージゲート時に判断し、必要数を予算に反映した。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 装置の安全性を確保出来ない場合
→装置運用上の安全維持が明確に実証出来ない場合、解決まで開発製品の販売は見合わす。
- 再エネ電力調達に関するリスク
→国内の再エネ電力調達の価格が下がらない場合、海外からの水素、脱炭素燃料の輸入サプライチェーン構築への関与に注力。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 大規模地震によるリスク
→装置に地震計を設置し、地震検知後の安全停止モード、機構を導入。
- 落雷等による停電リスク
→装置停電時に安全停止ができるように予備の制御用電源を用意。
- 電解セルおよび配管の凍結リスク
→低温時に自動で作動する凍結防止運転モードを装置に具備するとともに、停電時の凍結防止用ヒーターを備える。



- 事業中止の判断基準：
 - PEM形水電解装置の連結式モジュール化開発において、安全維持に不可欠な仕様を満たすことができない課題が生じた場合。
 - 急激なインフレや新たな社会的な材料規制等により、実証事業で開発する装置に不可欠な部材および資金の調達ができなくなった場合。