

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名 : 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
実施者名 : シーメンス・エナジー株式会社、 代表名 : 代表取締役社長 大築 康彦

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)
	日立造船株式会社	(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) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (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
- (4) マネジメントチェック項目③ 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、日立造船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「山梨ハイドロジェン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。



基金事業コンソーシアム

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

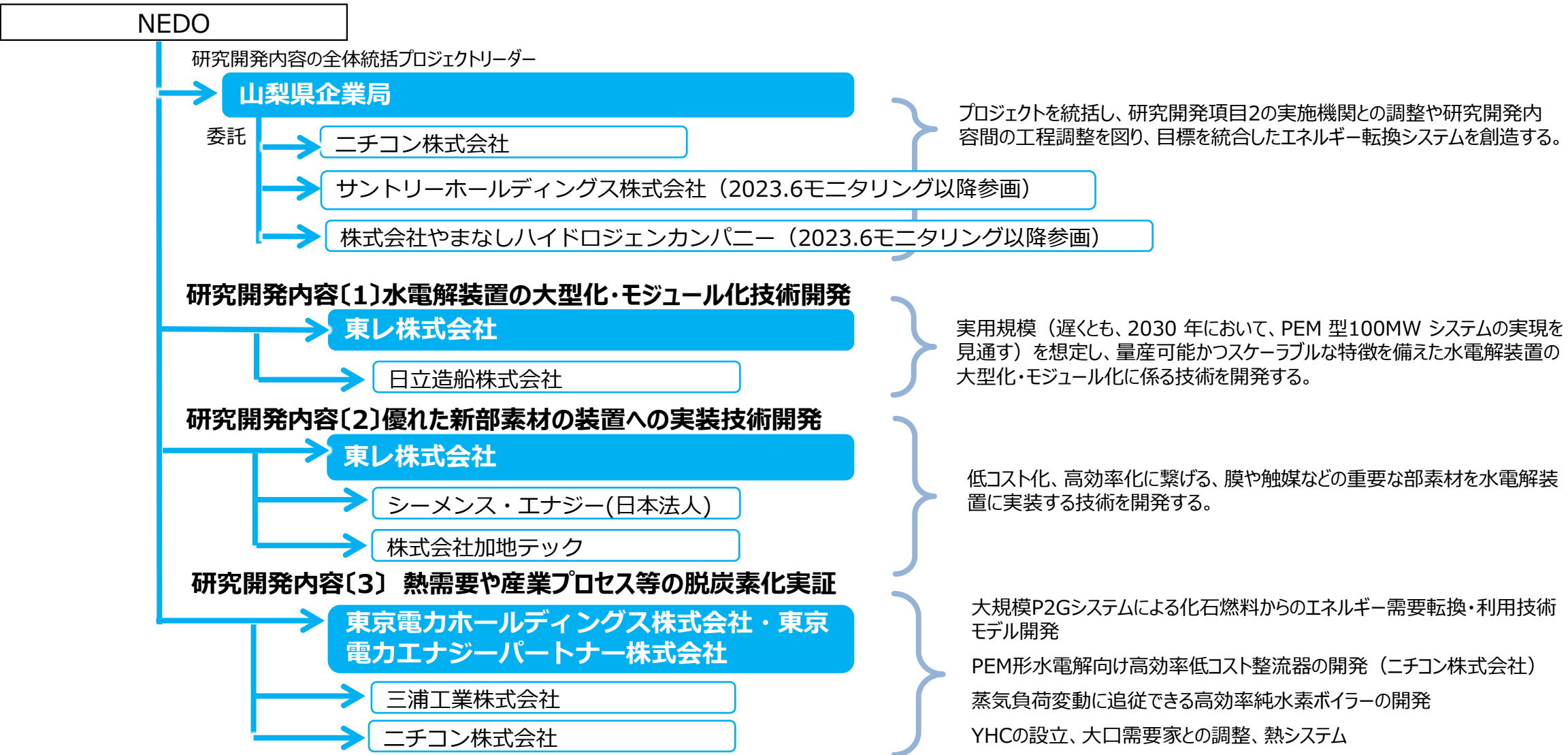
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

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

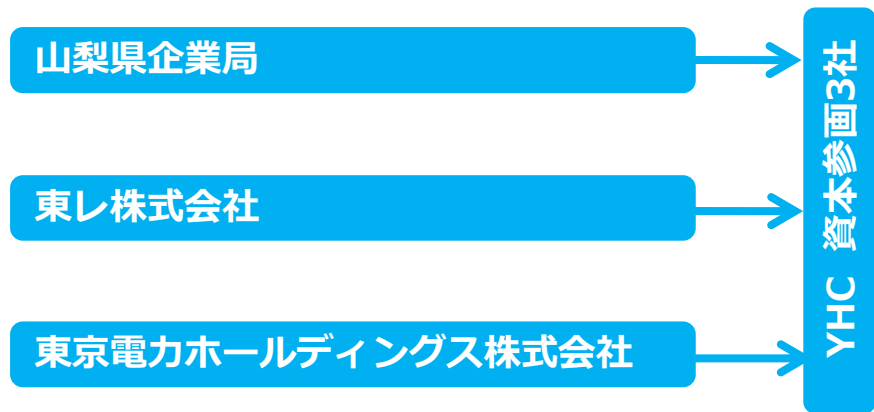
【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証



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

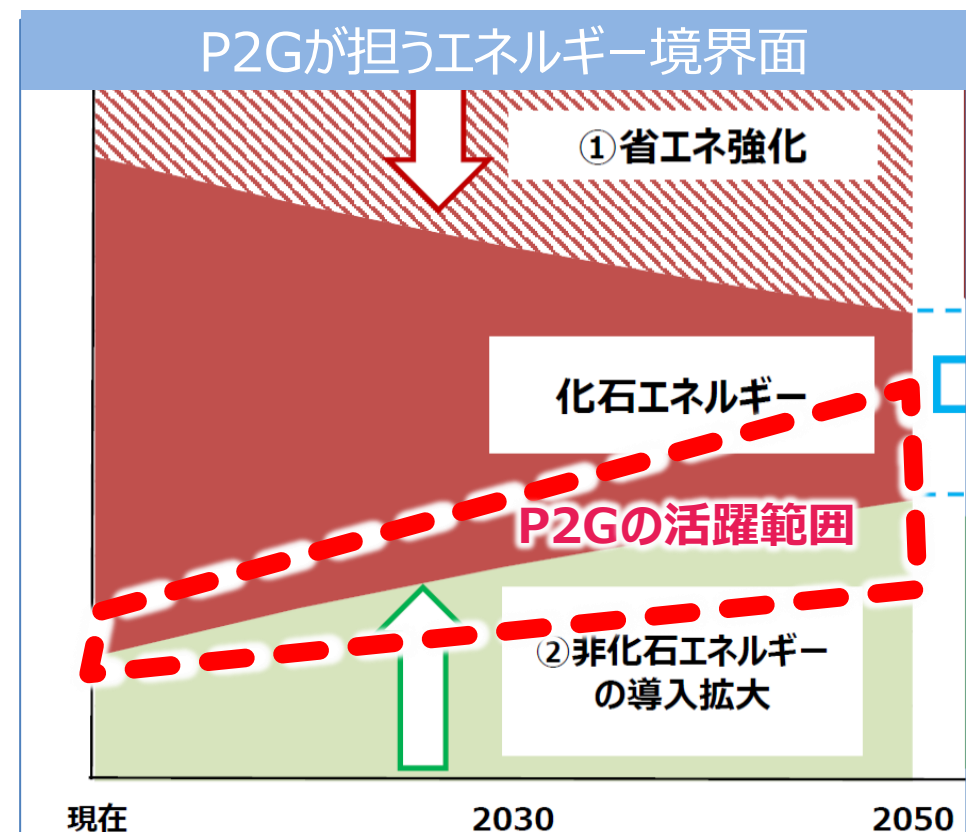
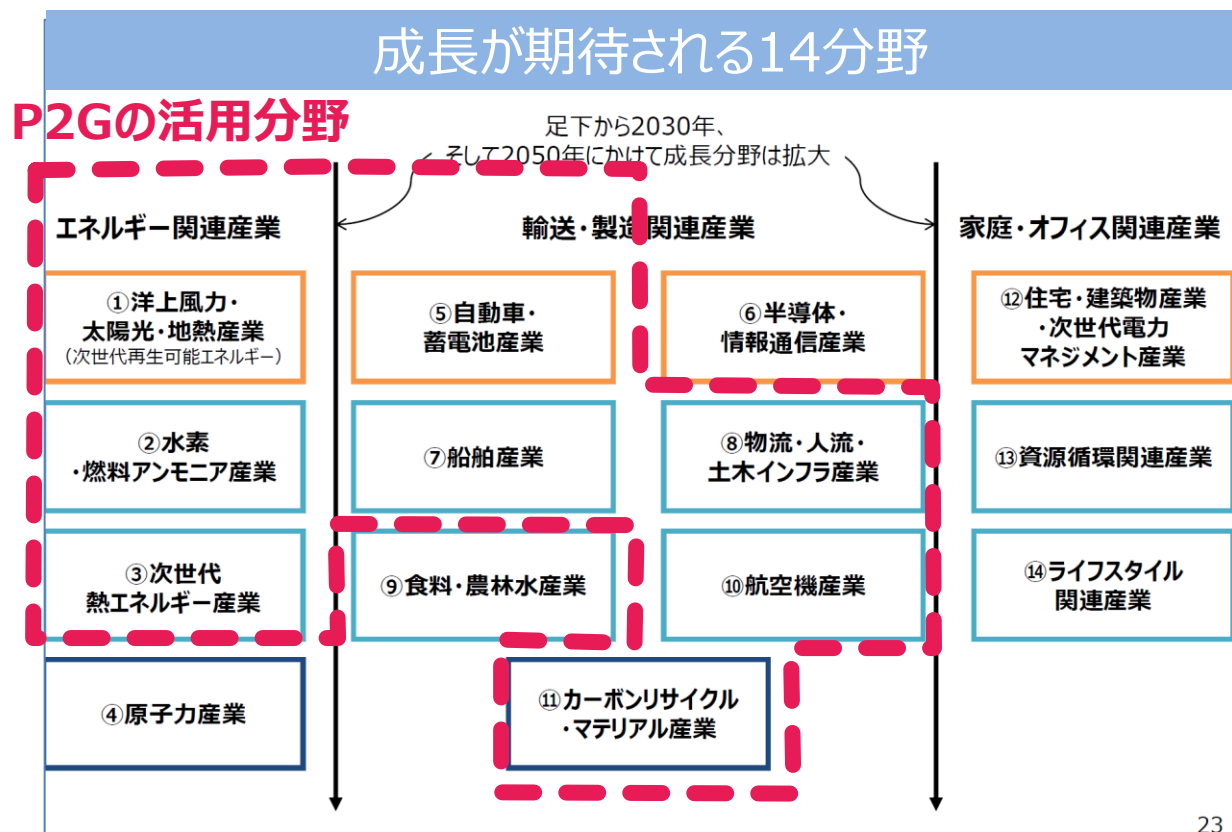
主要3社（山梨県・東京電力グループ・東レ）は我が国初のP2G事業会社である株式会社やまなしハイドロジェンカンパニー「YHC」を2022年2月28日に設立した、今後はプロジェクトの中核として活動していく。
今後コンソに参画（出資3社の事業のうち実証に関する部分を継承していく。）



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)

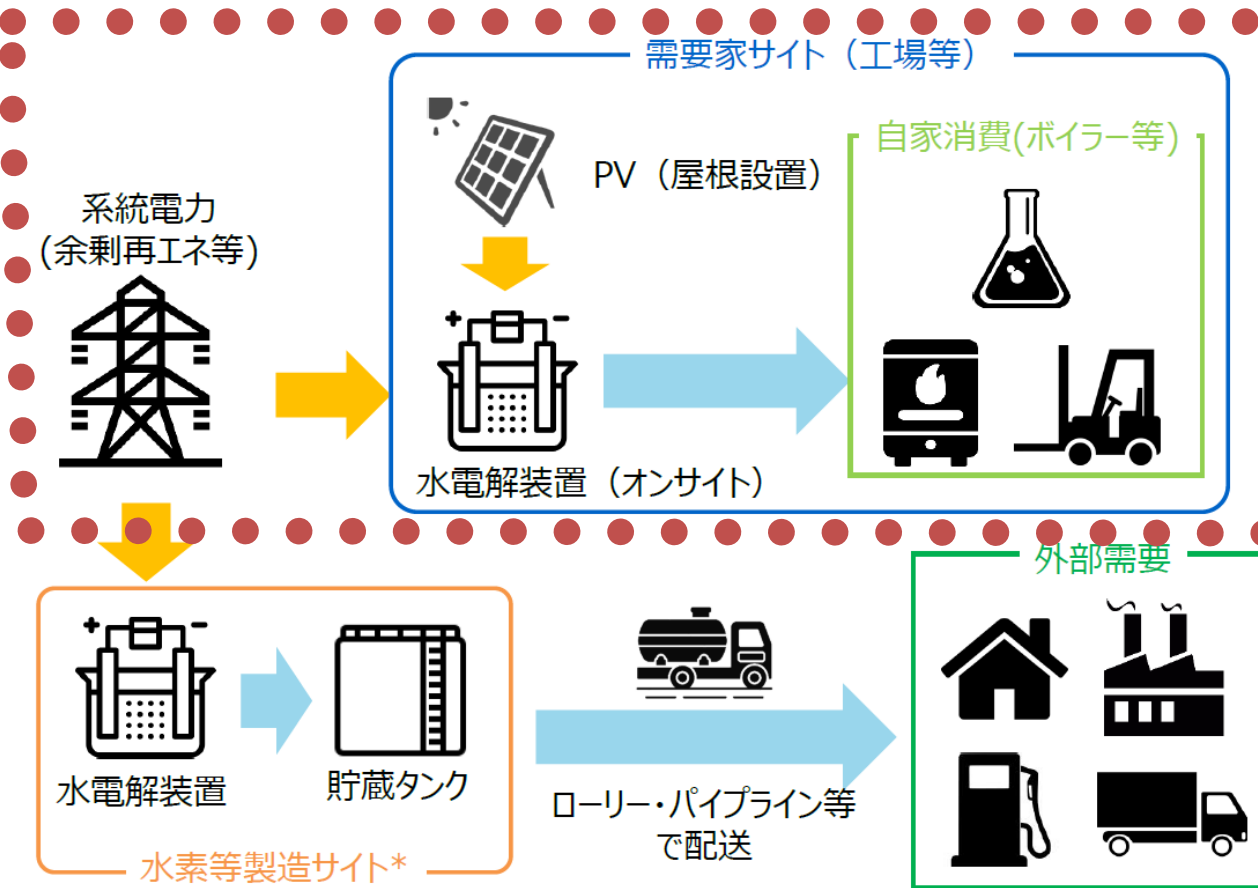
- ✓ P2Gシステムは、グリーン成長戦略において期待される成長分野のうち8つに関連
- ✓ 化石エネルギーの削減と非化石エネルギーの導入拡大の境界部分を担い、CN達成に必須の技術



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）

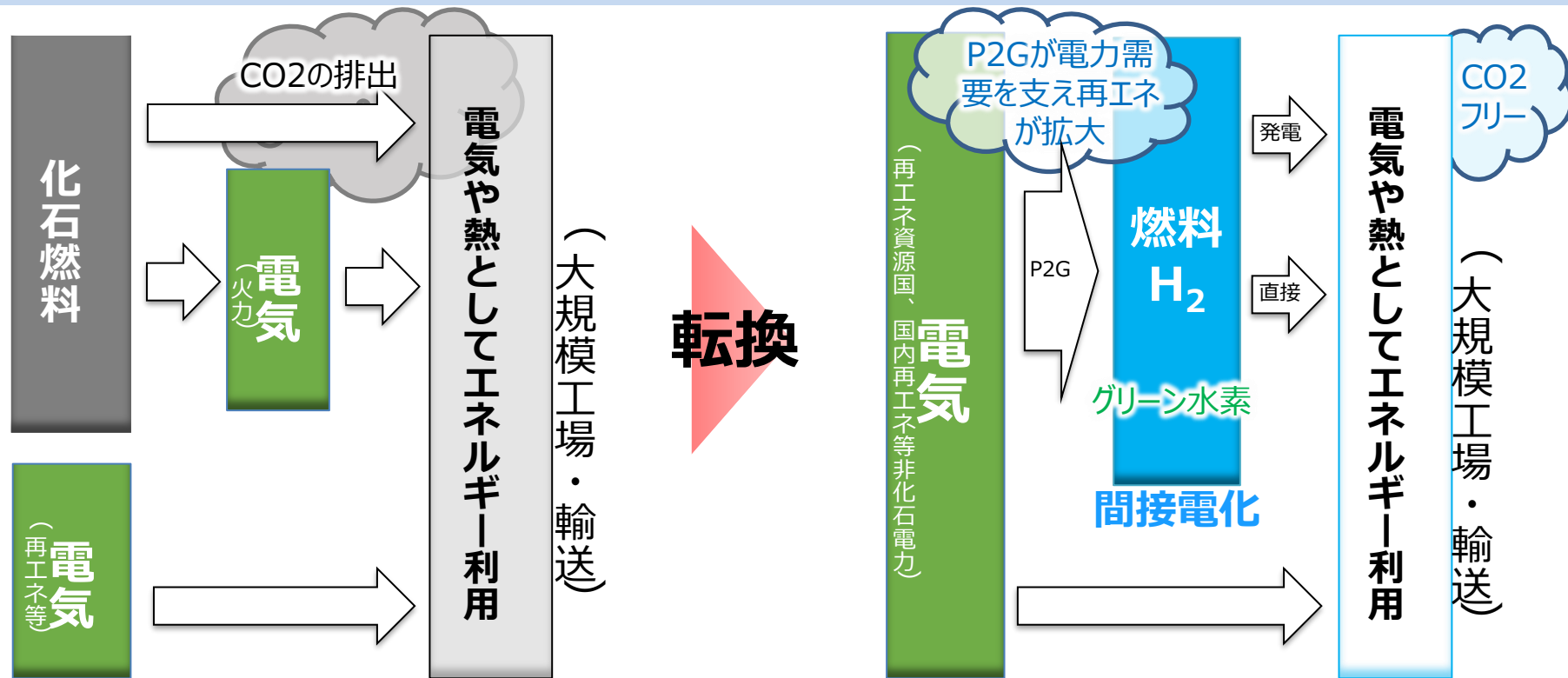


水素・燃料電池戦略協議会で示された今後の水素政策の方向性のうち、需要家オンサイトの水電解装置を提案する。

*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。）

- ✓ 2025年にて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
- ✓ 2025年にてシステム効率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。）

- ✓ 2025年にて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
- ✓ 2025年にてシステム効率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規模の化石燃料の使用を削減し得るモデルを実証する
- ✓ 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

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

	日立造船	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	✓ 2025年にてシステム効率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 ✓ 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	✓ 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			
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確立	◆ 化石燃料の併用から、水素単独へ変化してくボイラーシステムの提供

1. 事業戦略・事業計画

シーメンス・エナジー株式会社

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

脱炭素・CNへの社会環境の変化により水素産業が拡大すると想定

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）

- 国民の環境意識の変化、SDGsの認知度の高まり
- COP/IPCC PanelなどのGlobalな脱炭素への気運

（経済面）

- 公的年金基金等のSDGs企業への選別
- 金融機関の化石燃料を用いたプロジェクトへの融資撤退
- ESG投資の呼び込み（再エネ賦課金の限界）

（政策面）

- 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略
- これに伴う、水素・再エネ・送電網への経済的支援(値差支援)
- (世界) IEA「Net zero by 2050」

（技術面）

- 10MW級洋上風力/ギガソーラーと言った大容量再生可能エネルギー技術の確立とその送電網受け入れ技術
- 水素・アンモニア等製造/輸送技術のスケールアップ・コスト

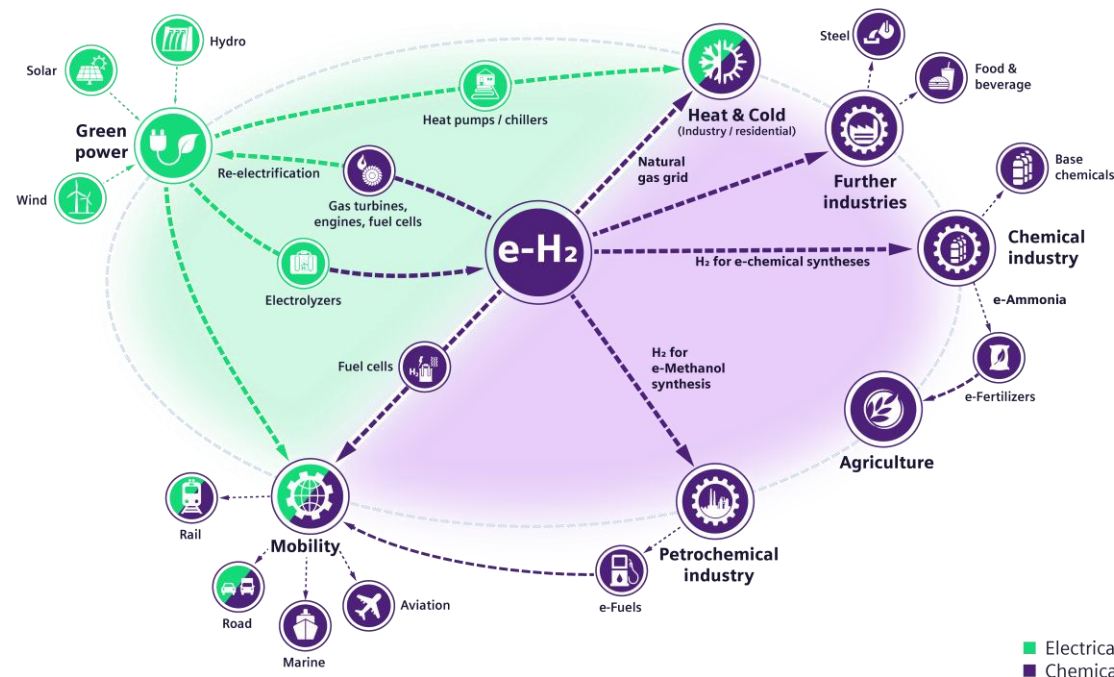
● 市場機会：

- * 電化できない多様な産業のグリーン水素による脱炭素化（間接電化）
- * ウクライナ情勢により、エネルギーセキュリティの観点から化石燃料代替とエネルギー国産化が加速

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- * 化石燃料を軸にしたエネルギーValueChainからグリーン水素を軸にしたエネルギーValueChainへ移行させることによる産業構造のパラダイムシフト

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：セクターカップリング



● 当該変化に対する経営ビジョン：脱炭素化＋分散化

弊社が賛同する産業アーキテクチャ：セクターカップリングのコアとなるグリーン水素製造への貢献

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

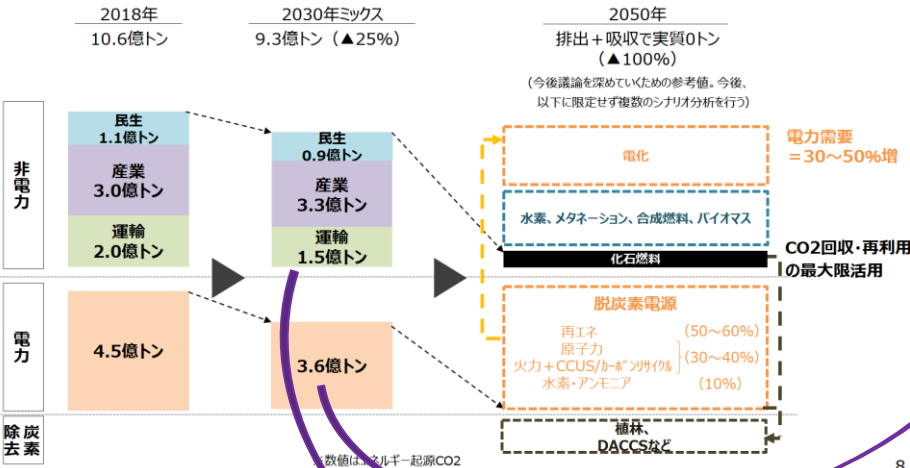
CN市場のうち大規模産業用スケールをターゲットとして想定

セグメント分析

- 以下3点をターゲット設定における基軸に設定
- ① セクターカップリング(水素による間接電化)+水素発電
 - ② 電化の困難さ
 - ③ 産業界の求めるスケール

(参考) 2050年カーボンニュートラルの実現 (イメージ)

● 水素は電力・非電力の双方の脱炭素化に貢献。また、一部国内ゼロエミ電源を使って水素を製造し、非電力部門の脱炭素化を行うセクターカップリングも推進。



+αとして水素タービンでの貢献

ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 製鉄業 ➡ 2035~の市場活性化：欧州での実績が強み
- 発電事業 ➡ 2030~の市場活性化：発電機器メーカーとしての強み
- HRS(ガス)、石油・化学事業 ➡ 2025~の市場活性化：大型化に強み

需要家	消費量 (2030年)	課題	想定ニーズ
製鉄業	25万トン@2030	<ul style="list-style-type: none">水素還元製鉄技術開発サプライチェーン確立水素コスト	<ul style="list-style-type: none">還元・錯化剤
発電事業 (IEA: 系統安定性を考慮した場合、畜エネソリューションなしの60%以上の再エネ化は困難)	250万トン@2030	<ul style="list-style-type: none">水素燃焼燃焼器開発サプライチェーン確立水素コスト	<ul style="list-style-type: none">ガス火力発電所における水素混焼・専焼石炭火力発電所におけるアンモニア混焼
HRS(ガス) 石油・化学 (特にHeavy dutyな運輸、熱需要、基礎化学品需要は電化が困難)	25万トン@2030	<ul style="list-style-type: none">水素コスト水素ステーション拡大	<ul style="list-style-type: none">ハイドロクラッキングオイル脱硫水素のグリーン化HRS(FCV, FCバス・トラック)

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

水電解技術開発を用いて、脱炭素を実現する事業・サービスを創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- 信頼性の高い機器提供
 - 80,000hメンテナンスフリーのスタック自社開発
 - トランス、整流器、PLC等基幹製品の社内調達
 - “実績”から得られた“劣化”に対する広範な知見
- 安定したエネルギー貯蔵形態としての蓄エネルギー
- グリッド安定化・グリッド系統連携再エネの最大化
 - 再生可能エネルギーの発電状況に合わせて送電網から電力を大きく吸収
 - 負荷応答性の高いPEM型水電解装置による電力系統へのDRとしての貢献（電力調整力市場）

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

- 産業アーキテクチャの基盤となる水電解技術を高度成熟化させるために、R&Dから販売、特にメンテナンス（市場で得られる運転実績データ）までを三位一体管理する事で、水素利用産業へのPositiveな貢献を進めていく
- 市場動向の変化：ウクライナ情勢により、エネルギーセキュリティの観点から化石燃料代替とエネルギー国産化が加速
- 規制動向等：REACHによるPFAS規制の検討が本格化しているため、東レの炭化水素系電解質膜の採用を進めることで、水電解メーカーとして他との差別化を図る



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）

PFAS規制を先見し、東レの炭化水素系電解質膜の採用を進める

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

- PFAS規制後（あるいはPFAS規制前であっても、本規制に関心があるお客様の）のPFASフリーの水電解装置への需要を囲い込む。規制をいち早く予見し、PFASフリーの水電解装置を世界に先駆けて市場投入することで他との差別化を図る

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）

- 2023年2月7日に欧州化学品庁（ECHA）は約10,000種もの物質を対象としたPFAS類の制限提案文章を公表
- 米国でも同様の動きがみられ、日本でも環境省主導で「PFASに対する総合戦略検討専門家会議」が開催され、2023年中に指針が示される予定
- PFAS規制の余波として3MはPFAS製造を2025年末で撤退を表明

（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）

- PFASの生命・環境への負荷を尊重し、その規制の影響を受けないPFASフリーの水電解装置を世界に先駆けて市場投入する。しかしながら、本規制により水素社会に遅れが生じないよう、例外規定の設定には適切に応じる
- ガス透過性が低い東レ製炭化水素系電解質膜により、酸素ガス中の水素量2%制限を順守することができるため、それを安全性の指標としてグローバルのルールとして標準化する。



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）

標準化戦略

- PFASフリーの水電解装置に向けて、まずはメンブレンをPFASフリー化する

知的財産

- PFASフリーの水電解装置に関する知的財産をいち早く獲得・保護し、東レとの協議により、特許化が望ましいと判断される場合には対応を行う

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

海外実績と国産新材への信頼を活かして、高付加価値製品を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- ・ シーメンスエナジーの装置自体の海外実績
- ・ 国産電解膜（東レHC膜）の信頼性と安全性
- ・ 日独技術融合シナジーによる高品質化
- ・ 水電解装置の上下流ValueChainに対する技術提案





自社の強み

- ・ MW級水素製造装置の海外実績
- ・ 海外におけるセールス・サービスネットワーク

自社の弱み及び対応

- ・ 日本国内における販売力・ネームバリュー

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	その他経営資源
自社	<ul style="list-style-type: none">・ 欧州製技術 	<ul style="list-style-type: none">・ 弱い国内顧客基盤 	<ul style="list-style-type: none">・ 100%海外製・ ギガファクトリー構想発表 	<ul style="list-style-type: none">・ 水電解装置+電気設備+水素需要設備 
	<ul style="list-style-type: none">・ パートナーシップを締結した東レ（国産）の基幹部材の導入	<ul style="list-style-type: none">・ 国内メーカ・事業者とのパートナーリングによる顧客基盤の強化	<ul style="list-style-type: none">・ 高品質が見込める基幹部材の国産化→国内経済への波及効果	<ul style="list-style-type: none">・ 産業アーキテクチャ全体のバリューチェーンへの広範な関与
競合	<ul style="list-style-type: none">・ >10MW級の大型機の開発に注力しているのは数社に限られる	<ul style="list-style-type: none">・ パートナーシップを活用しているが、既存顧客基盤が強い会社もある	<ul style="list-style-type: none">・ 各社確立に向けて準備中である	<ul style="list-style-type: none">・ 水電解装置に限ったポートフォリオの企業が多い

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、2026年頃の事業化、その後自立化を目指す

弊社投資計画 ✓ YHC事業計画の獲得市場のうち、水電解装置部分のシェア50%を目標とし、YHCと共に2026年に事業化、2032年の投資回収を目指す

YHC投資計画 ✓ 26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

	研究開発 → 事業化									投資回収(連続的に成長するため、投資が継続し具体的な投資回収年 を算定できないため2050年を置く)	
	20年度	21年度 YHC	...	25年度 YHC	...	26年度 YHC	...	30年度 YHC	30年度 まで合計	50年度 YHC	計画の考え方・取組スケジュール等
売上高	-	-	...	-	...	20億円	...	114億円	327億円	4,357億円	・26年には、まずは国内市場での導入を図り、30年度には560MW 程度、その後2050において15GWの導入を想定
研究開発費	3.0	1.1		7.6							
取組の段階	会社準備	設立	...	実証完了	...	事業化	...	耐久完了		-	
CO ₂ 削減効果	-	-	...	-	...	50kトン		285kトン	821kトン	16,000 kトン	・省エネ法重油換算(69g/MJ)での計算

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を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none">水電解装置開発において、今後のコスト削減が見込まれるのはスタックとスケールメリットとして得られるBoPの共通化である。前者はスタック製造の自動化と部材の選定で達成が可能である予定通り東レ様とのすり合わせ研究開発を推進中	<ul style="list-style-type: none">パートナー、シーメンス・エナジー（ドイツ工場）を最大限活用する事で投資の最適化を行う	<ul style="list-style-type: none">日本国内においては、東レ様、YHCの営業基盤を活用する。日本に水素を輸送する輸出国での案件は、客先である日本に如何に経済貢献できるかを問われるものと認識しており、日本製品（東レHC等）を供給する事で他競合との差別化を図りたい
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">予定通り東レ様とのすり合わせ研究開発を推進中	<ul style="list-style-type: none">グローバルな取り組みとしてGiga Factoryへの投資を発表	<ul style="list-style-type: none">YHCとさらなるプロジェクトの組成を検討
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">海外拠点の大型化ノウハウと、東レ様のHC膜を活用する事でPEM型水電解装置においても、他との差別化（大型化、高効率化、低コスト化、安全性）が図れるものとする本事業は将来のPFAS規制へのソリューションとなりえる	<ul style="list-style-type: none">水素関連特許数世界一である日本で技術コラボレーションを実施する事は大変重要で、本事業で体制を構築する	<ul style="list-style-type: none">日本ー水素輸出国（豪州、インド、中東等）を結ぶ、国家間プロジェクトにおいて、海外拠点が活用できる事から、弊社は優位性があるとする

1. 事業戦略・事業計画／参考資料

東レとのパートナーシップ締結（1）

- 水電解装置開発のような先進技術開発を推し進めるうえで、踏み込んだ強固なパートナーシップは不可欠
- 国内外へのトップマネジメント（代表取締役社長-東レ・シーメンスエナジー-EVP）による発信で水電解装置市場へコミットを示す

日本経済新聞

トップ 速報 オピニオン 経済 政治 ビジネス 金融 マーケット マネーのまなび テック 国際

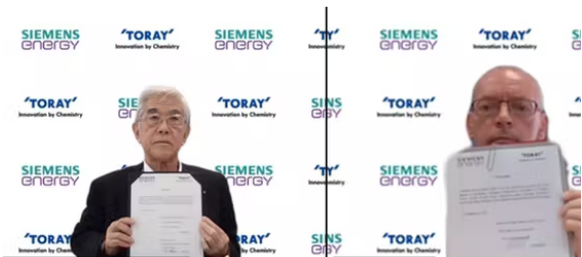
東レ、シーメンス系とグリーン水素技術で提携 新型水電解装置を共同開発

サービス・食品 +フォローする

2021年9月6日 21:46

保存

東レは6日、再生可能エネルギーを使って二酸化炭素（CO2）を排出せず「グリーン水素」技術で独シーメンス・エナジーと戦略的パートナーシップを結んだと発表した。グリーン水素の製造装置を共同開発するとともに水素の供給網の構築でも協力する。



独シーメンス・エナジーとグリーン水素技術で戦略的パートナーシップ契約を締結したと発表する東レの（写真③、6日）

Joint press release

Munich/ Tokyo, September 6, 2021

Press release by Siemens Energy and Toray

Siemens Energy and Toray to develop partnership through PEM water electrolysis based on a new membrane technology

- Contributing to a carbon-neutral society through green hydrogen production
- Both companies to cooperate on R&D and Demonstration project adopted by the Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) and the New Technology Development Organization (NEDO). The two companies will work together with six other companies including the Yamanashi Prefectural Government

Toray Industries, Inc. and Siemens Energy K.K., the Japanese subsidiary of adopted by the Green Hydrogen Project under the Green Innovation Fund the Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) and the New Technology Development Organization (NEDO). The two companies will work together with six other companies including the Yamanashi Prefectural Government



企業情報 サステナビリティ 製品・サービス 研究・技術開発 株主・投資家情報 採用情報 ニュースルーム

HOME > ニュースルーム > シーメンス・エナジーと東レ パートナーシップを締結 ～PEM型水電解を用いたグリーン水素製造により、カーボンニュートラル社会実現に貢献～

シーメンス・エナジーと東レ パートナーシップを締結 ～PEM型水電解を用いたグリーン水素製造により、カーボンニュートラル社会実現に貢献～



2021.09.06

シーメンス・エナジーAG
東レ株式会社

シーメンス・エナジーAG（本社：ドイツ・バイエルン州ミュンヘン、CEO: クリスチャン・ブルフ、以下「シーメンス・エナジー」）と東レ株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：日覺昭廣、以下「東レ」）は、この度、革新的なPEM型水電解を用いたグリーン水素製造技術の創出により、カーボンニュートラルな社会の実現に貢献すべく、両社の「戦略的パートナーシップの構築」に係る基本合意書を締結しました。

今後、飛躍的に拡大が予想される世界市場獲得に向けて、両社の水素・燃料電池関連技術・事業、グローバルネットワークを活かして世界各国・地域の顧客に最適なソリューションを提供し、再生可能エネルギーの導入拡大、および戦略的なグローバル事業展開を共同で推進してまいります。

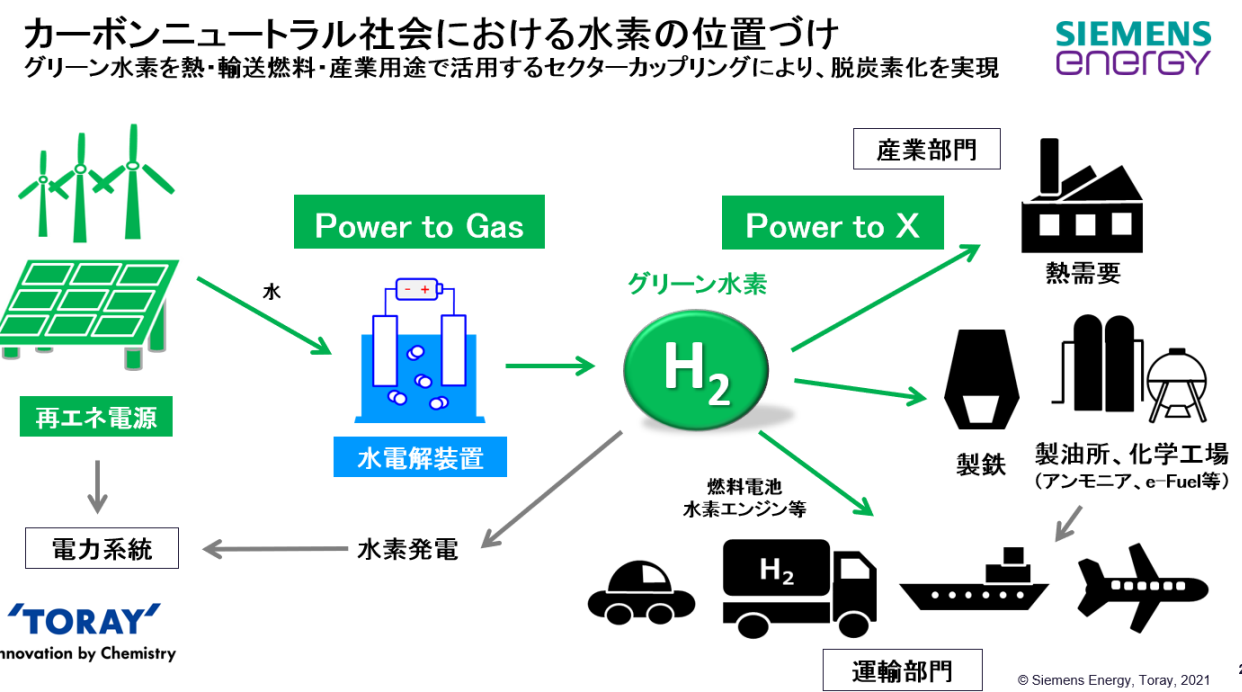
シーメンス・エナジーと東レは、再生可能エネルギー等由来の電力を用いて、水の電気分解からグリーン水素を製造し、得られたグリーン水素を、大規模発電等の電力用途のみならず、熱・輸送燃料・産業用途で活用するセクターカップリングにより、脱炭素・カーボンニュートラルな社会の実現、および地球環境の課題解決に貢献することを共通のビジョンとして掲げています。

また、東レとシーメンス・エナジー日本法人のシーメンス・エナジー株式会社（本社：東京都品川区、代表取締役社長: 大塚康彦）は、山梨県企業局、東京電力など8者共同で応募し、8月に採択された、経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金事業「再生可能エネルギー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」において、国内最大級10メガワットクラスのPEM型大型水電解装置の技術開発、建設、実証を共同で推進してまいります。

出典）日本経済新聞（2021年9月6日）、東レプレスリリース（2021年9月6日）

東レとのパートナーシップ締結(2)

- ・ 技術開発のみならずビジョン：セクターカップリングを共有
- ・ 水電解装置を中心とした、カーボンニュートラル・水素社会におけるさらなる協業も開始



シーメンス・エナジーと東レ パートナーシップを締結
PEM型水電解を用いたグリーン水素製造により、カーボンニュートラル社会実現に貢献

東レ「炭化水素系電解質膜」を実装した、革新的なシーメンス・エナジー水電解装置「Elyzer」を実現し、グローバルなグリーン水素サプライチェーンの構築を目指します。

Logos: SIEMENS energy, TORAY Innovation by Chemistry

Giga Factoryへの投資

- 今後のコストダウンに向けて不可欠な量産化を成し遂げるべく、年産1GW以上の工場の本格稼働を2023年に開始

掲載日: 2022年05月06日, 面名: 産業・技術, 記事ID: K1J20220506_A1004000103000006

独シメンス・エナジーは、水素を作り出す水電解装置の量産工場をベルリンに建設すると発表した。約3千万円（約40億円）を投じて、1時間当たり300キロワットの容量を製造する水電解装置を生産する。新工場の稼働は2023年の予定。シメンス・エナジーは、水電解装置を製造する初の拠点となる。新工場の稼働で、ここに水素関連機器市場でのシェア拡大を目指す。

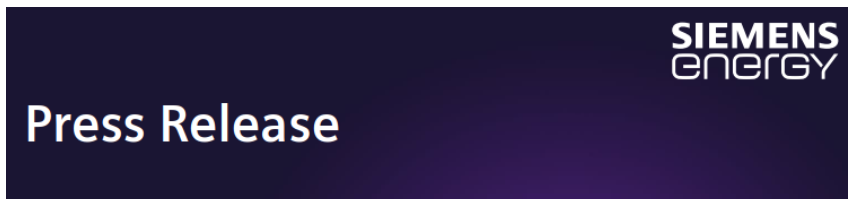


新工場で量産する水電解装置「スライザー300」

シメンス・エナジー

水電解装置 量産へ拠点
容量1.75メガワット級 独で23年稼働

新工場は、ベルリン中心部のモアビット地域にある拠点内に設ける。3月1日に着工した。モアビット地域では六フッ化硫黄（SF₆）ガスを使用しない遮断器などの送電電機も製造する。新工場の稼働で、世界の水素供給事業者が水素をドイツ向けに水電解装置を提供する。シメンス・エナジーは水素燃料が可能なガスタービンも開発する。



Berlin, March 31, 2022

Siemens Energy to start production of hydrogen electrolyzers in Berlin

- Industrial-scale production of electrolyzers for green hydrogen
- In 2023 start of the first Gigawatt production at the multi-Gigawatt factory

Siemens Energy will locate the industrial production of electrolysis modules in Berlin and is thus taking the centerpiece of its hydrogen technology to the capital. Start of production at the location Huttenstrasse in Berlin's Moabit locality is scheduled for 2023. At this site the complete infrastructure of an existing production hall can be used. New production lines for the electrolyzers are being set up on 2,000 square meters at a cost of around 30 million euros. Today, the site mainly manufactures gas turbines, which are among the most powerful and efficient in the world. These can already be operated with up to 50 percent hydrogen, and by 2030 complete hydrogen operation should be possible. Siemens Energy is now pooling its expertise in both these areas in Berlin to ensure a reliable and successful energy transition to a new energy mix. This also includes the business field of energy transmission: At the Siemens Energy Switchgear Plant Berlin innovative high voltage products are manufactured, ensuring that electricity reaches consumers reliably.

Christian Bruch, President and CEO of Siemens Energy, comments: "With the new production facility for hydrogen electrolyzers, we are reinforcing our claim to play an active role in shaping the energy transition. To this end, we are pooling our knowledge in the field of various energy technologies in Berlin. For us, hydrogen is an important component of the future energy world. For this to be

1. 事業戦略・事業計画／参考資料

NEDO水素製造・利活用ポテンシャル調査事業での採択

- 豊富な再エネ・インフラが整う北九州・響灘地区での安価な水素・E-fuel製造
- カーボンニュートラルポート形成における水素・人工合成メタンの船舶燃料での活用



出典）NEDOプレスリリース(2021年12月3日)

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、4億円規模の自己負担を予定

資金調達方針		単位:百万円							
		2020 年度	2021 年度 (実績値)	2022 年度 (実績値)	...	2025 年度	...	2030 年度	2021-2032年度合計
事業全体の資金需要		20	70 (25.3)	240 (120)	...	1,164	...		1,700
うち研究開発投資		0	5.7 (2.2)	11.3 (7.1)	...	12.3	...		51
うち設備投資		0	0	0		1,129		国家間連携プロジェクト	1,129
基金事業	国費負担※ (委託又は補助)	0	47(2/3助成) (16.9)	160(2/3助成) (80)	...	776+170=946 (2/3助成+インセンティブ)	...	・コンソーシアムパートナーと共同で、 2026年以降の大規模及び国家間 連携プロジェクト等を推進する	1300
	自己負担 (A+B)	20	23 (8.4)	80 (40)	...	218	...		400
	A：自己資金	20	23 (8.4)	80 (40)	...	218	...		400
	B：外部調達	0	0	0	...	0	...		0

(外部調達の場合、想定される資金調達方法を記載)

- プロジェクト事業者ではなく、メーカの弊社としては外部調達は実施しない経営に努める
- (上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響)
- 当面はシーメンス・エナジー（親会社）含めた資金融通を考慮に入れつつ、社会実装段階に至った場合にはプロジェクトの受益者からの資金の割り当てを活用する事で、キャッシュフローの悪化を最小限に留める

※インセンティブが全額支払われた場合

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。

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。

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 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発	<ul style="list-style-type: none">25万円/kW@2025年、量産コスト6.5万円/kW@2030年、システム効率77%@2025年、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。	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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@2025年、量産コスト6.5万円/kW@2030年、システム効率77%@2025年、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。	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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。	<ul style="list-style-type: none">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。	

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

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。

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	2025年にて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/Nm3/hを見込む6MW装置の設計完了	1,050千円/Nm3/hを見込む6MW装置の製作完了	80%
高効率化	2025年にてシステム効率77%（4.6kWh/Nm3）、2030年にてシステム効率80%（4.4kWh/Nm3）を見通す。			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。	・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	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。			量産可能かつスケー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%

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 優れた新部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	・2025年にて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 研究段階	TRL8 量産コスト 6.5万円/kWを見通す	—	—	80%
高効率化	・2025年にてシステム効率77%（4.6kWh/Nm3）、2030年にてシステム効率80%（4.4kWh/Nm3）を見通す。			・ 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。	・ 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。			・ 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。	・ 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。			・ 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。	・ 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%

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、る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 （2022年度 中間目標）	これまでの開発進捗 （2023年度現時点 研究開発成果）	進捗度
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	1,050千円/Nm3/hを見 込む6MW装置の設計完 了	・機器数量低減などのコストダウンにより目標を達成し、6MW装置 設計を完了した。 ・装置のフロー、電解モジュールを設計完了し、コストダウンを見込んだ。	○（理由） コストダウン目標を見込ん だ6 MW装置設計を完了 した。
	高効率 化	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。	・差圧運転対応の中型スタック評価装置の改造を完了した。 ・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、2024年度中間目標達成の 見通しを得た	○（理由） 中型スタックでの性能・耐 久性目標を達成した。
	大型化・ モジュ ール化	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	・3Dモデリングを使用したモジュール配置案の検討、改善レビューによ り連結式装置の設計を計画通りに完了した。	○（理由） 量産可能かつスケラブルなモジュール連結式装 置の設計を完了した。

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	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	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	1,050千円/Nm3/hを見込む6MW装置の製作完了	・装置製作部材、機器購入時のコストダウン ・6MW級装置製作時のコスト評価	・電解槽積層部材について数量効果によって調達コスト削減を図る。 ・6MW級装置製作時の実態コストと目標値1,050千円/Nm3/hを比較し、目標値達成を見込む。
	高効率化	・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	・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	・差圧運転対応の水電解セルを用いたモジュール製作を計画通りに実施、2024年度中間目標の達成を見込む。 ・耐久性の目標については前倒し達成。
	大型化・モジュール化	6MW級水電解装置の製作、据付、試運転完了	・電解槽製作、電解装置製作部材、機器購入品の工務管理、製作工程管理、試運転の遂行	・電解装置製作、据付、試運転を計画通りに実施、2024年度中間目標の達成を見込む。

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 （2022年度 中間目標）	これまでの開発進捗 （2023年度 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	・ 中型スタック評価実証設備を設計・製作する	・ 中型スタック評価実証設備を設計・製作・据付を完了した。	○ （理由） スケジュール通り完了。
		・ 中型スタック評価において、電解電圧1.9V @2A/cm2を見通す。	・ 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	○ （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	・ 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。	・ 実用規模を想定した電解質膜・CCM製造設備の設計・製作・据付が完了し、実用規模を想定した電解質膜、およびCCM製造技術の開発を開始した。	○ （理由） スケジュール通り完了。
		・ 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。	・ 要素試験機の製作を完了した。 ・ 水素圧縮機、及びドライヤ全体のシステム設計を完了した。 また、システム効率改善値の目途を得た。	○ （理由） 除湿・圧縮システム設計完了。

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	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	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	高効率化	• MW級システム効率77%を見通す。	• 中型スタック評価実証設備の製作と立ち上げ。	• スケジュール通り実行する。
		• 中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000h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。	• 前倒し達成
	社会実装	• 水電解装置16MW級に実装するポリマー・電解質膜5000m2、およびCCM製造技術を開発する。 • 10MW級水電解装置を設計・製作する。	• <u>実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。</u> • 水電解装置16MW級に実装する原料～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。	• スケジュール通り実行する。
		• 1MPa×1,500Nm3/h級の圧縮機、除湿システムの実証機を製作する。	• 消耗部品(ピストンリングなど)の長寿命化技術。 • 大容量水素圧縮機のベントフリー技術。 • ヒートポンプを採用した全体効率に優れた除湿技術	• マイクロレベルの摺動面分析により、長寿命化を見通せる見込み。 • 要素試験機により確立できる見込み。 • ミニチュアモデルでの実証試験機で確立できる見込み。

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 (2022年度 中間目標)	これまでの開発進捗 (2023年度 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	フィールド選定完了、詳細設計完了	<div>➤</div> <ul style="list-style-type: none">現行PJの米倉山P2Gシステムの課題の洗い出し作業を実施スケーラブルなP2Gシステムプラント詳細設計が完了した。P2Gシステム実証フィールド決定電力系統連系制約がないことを確認完了	○（理由） スケジュールどおり進捗。
	風力発電との連携	フィールド選定完了、詳細設計開始	<div>➤</div> <ul style="list-style-type: none">フィールド近郊における風力特有の余剰電力の変動把握需要量に応じて供給側の水素製造の需給バランスを試算し、需給バランスの不一致を埋める設備容量を算出完了基本構想検討（概念設計）完了	○（理由） スケジュールどおり進捗。
	水素ボイラーの開発	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。	<div>➤</div> <ul style="list-style-type: none">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。	○（理由） スケジュールどおり完了。
	高性能整流器の開発	2022年度 整流器のモジュール評価を開始	<div>➤</div> <ul style="list-style-type: none">整流器の試験設備が完成し、プロトタイプ整流器の運転開始プロトタイプ整流器の試験結果により、目標の性能の達成を見通した。	○（理由） スケジュールとおり完了。

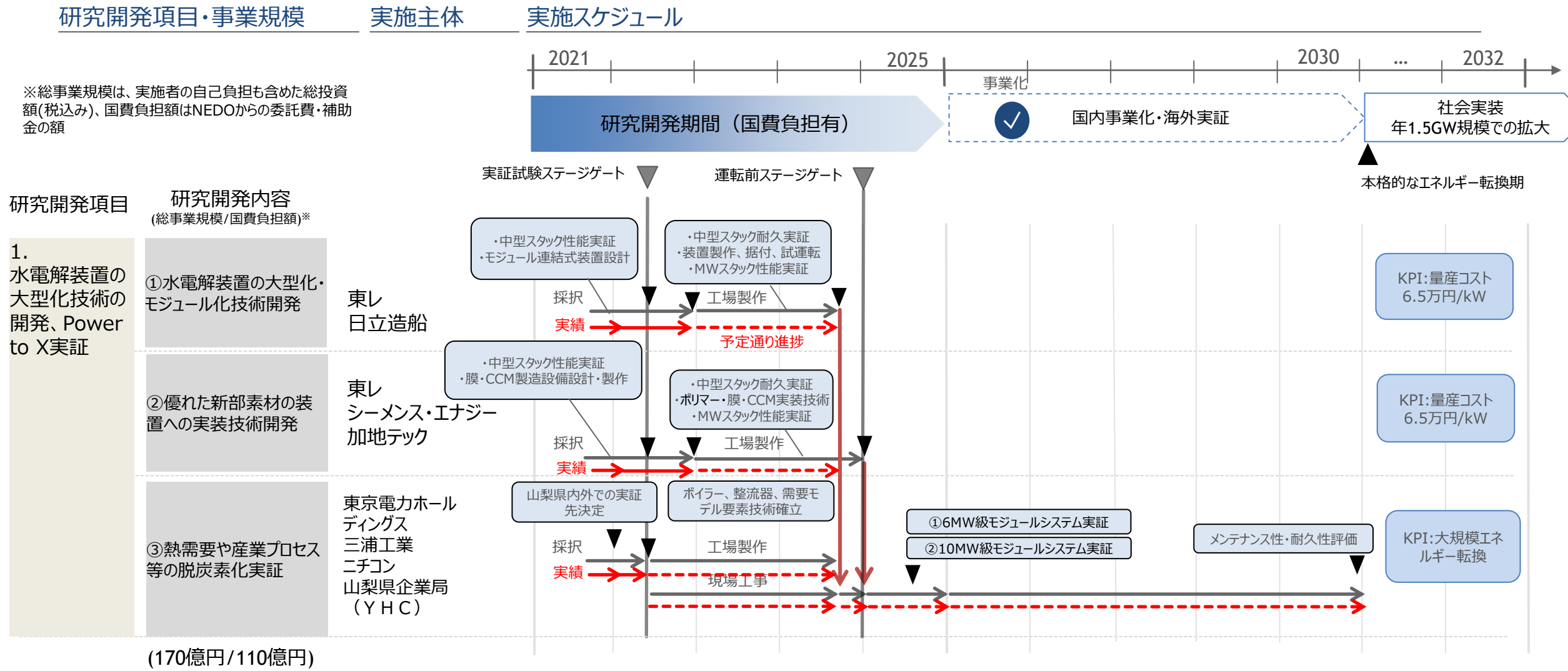
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	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	据付工事完了及び試運転開始	<ul style="list-style-type: none">サントリー白州工場でのプラント工事を着工し安全第一にて工事を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	工場制作完了及び据付工事開始	<ul style="list-style-type: none">フィールド選定先である工場から正式な承諾の受領設備発注手続きの開始	<ul style="list-style-type: none">設計完了及び提案済みのプラントに対し運用保守面まで含めた理解を得る。当事業の全体工程を踏まえた上での当該工事の工程策定
	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">プロトタイプボイラによる成果をもとに24年の中間目標に向けて製作を開始する。	<ul style="list-style-type: none">プロトタイプボイラでのデータを用いての計画的な製造
	高性能整流器の開発	設備製作完了・据付・試運転	<ul style="list-style-type: none">プロトタイプ整流器による成果をもとに24年の中間目標に向けて製作を開始する。	<ul style="list-style-type: none">プロトタイプ整流器でのデータを用いての計画的な製造

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

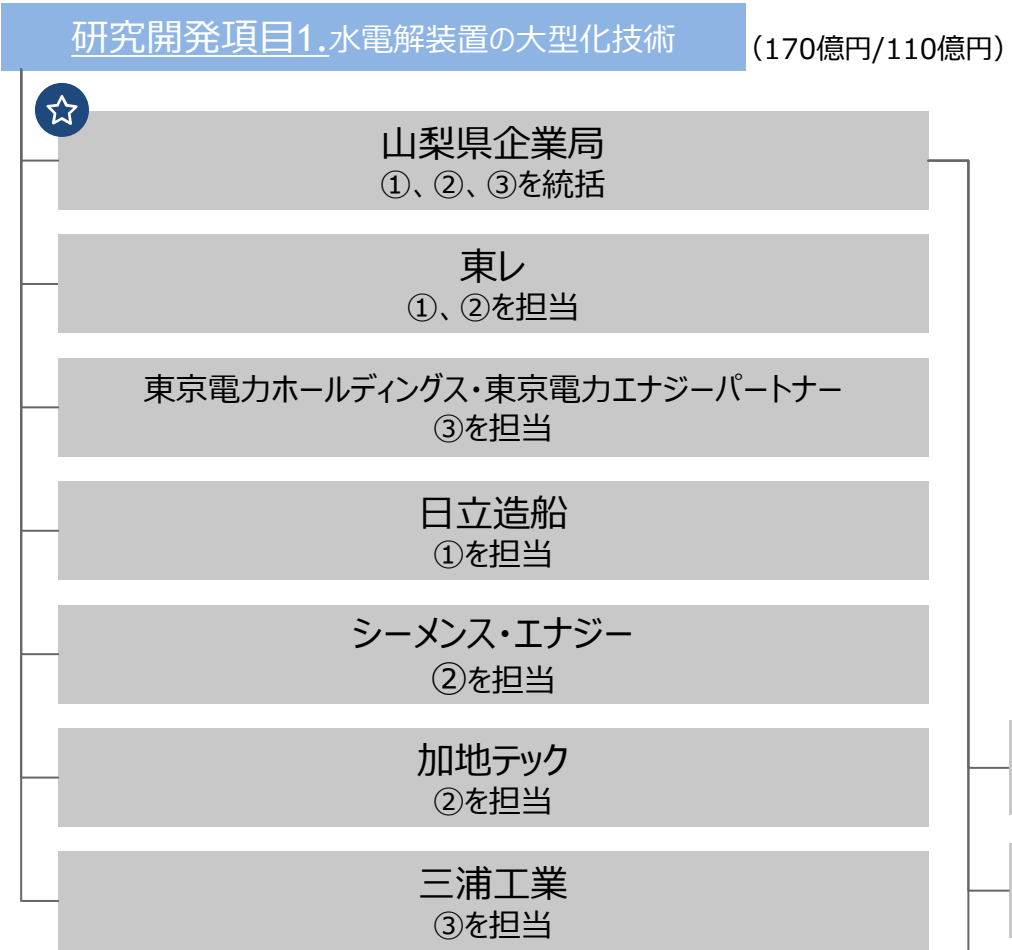
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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
- 日立造船は、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	<ul style="list-style-type: none">日立造船の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	<ul style="list-style-type: none">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、低メンテナンス費日立造船 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。日立造船 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
	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	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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

2025年にて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	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）
米倉山1.5MW 比例計算にて 68万円 (TRL3)	2030年で量産 コスト280千円 /Nm3/h（6.5 万円/kW）達 成を見通す。 (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">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2024年に1,050千円/Nm3/hを見込む6MW装置の製作完了2025年までに15億円(25万円/kW)を見通す <p>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</p>	<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。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%)</p> <ul style="list-style-type: none">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)変圧器・整流器のコスト分担は適切か。

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

2025年にてシステム効率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
- 2024年にモジュール試運転にて、システム効率77%を見通す
- 2024年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)	<div>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</div> <ul style="list-style-type: none">2022年モジュール基本設計完了2024年度の装置制作、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：2025年にて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

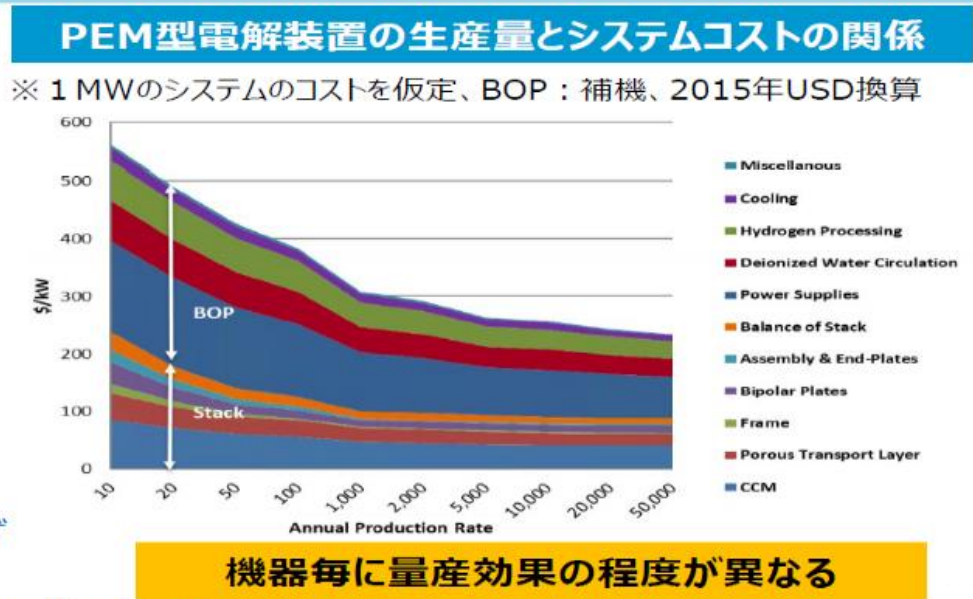
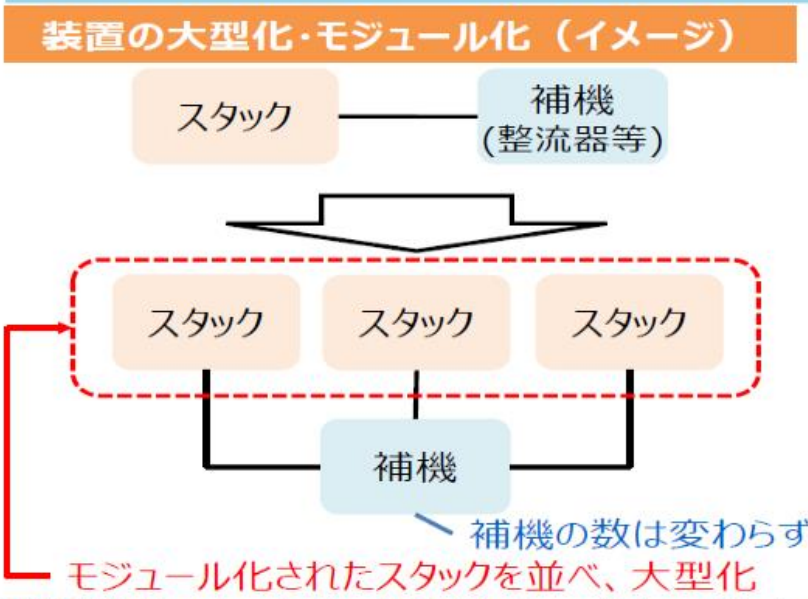
Table 2.2. State-of-the-art and future targets for hydrogen production from renewable electricity for energy storage and grid balancing using PEM electrolyzers

		Unit	State of the art		FCH 2 JU target		
No.	Parameter		2012	2017	2020	2024	2030
Generic system							
1	Electricity consumption @nominal capacity	kWh/kg	60	58	55	52	50
2	Capital cost	€/kg/d	8,000	2,900	2,000	1,500	1,000
		(€/kW)	(~3,000)	(1,200)	(900)	(700)	(500)
3	O&M cost	€/kg/d/yr	160	58	41	30	21

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単位容量あ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。



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

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：2025年にて1,050千円/Nm3/h（25万円/kW）、2030年で量産コスト290千円/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。

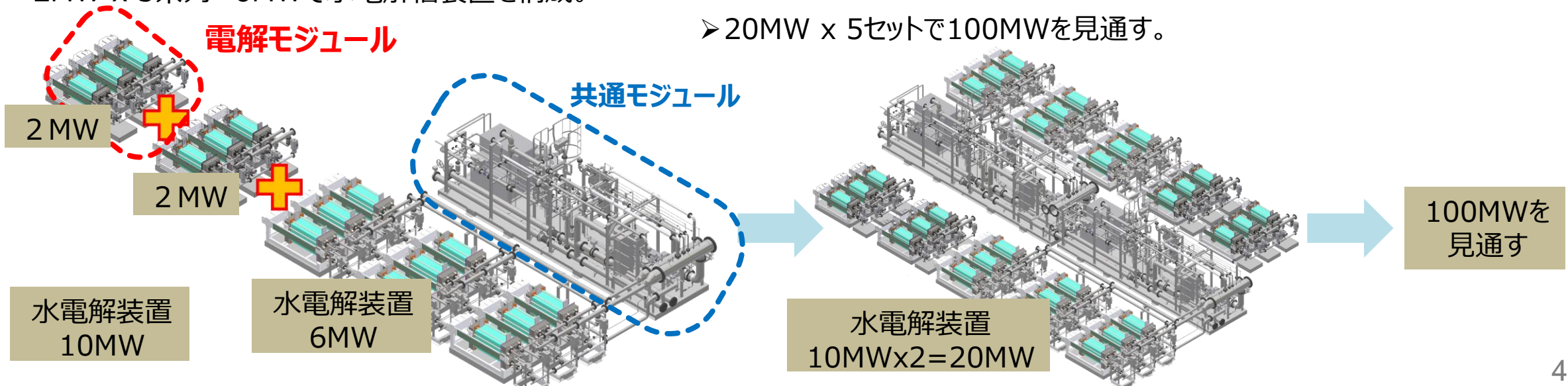
直近のマイルストーン（2022年度 中間目標） 量産可能かつスケラブルなモジュール連結式装置の設計完了

- 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。



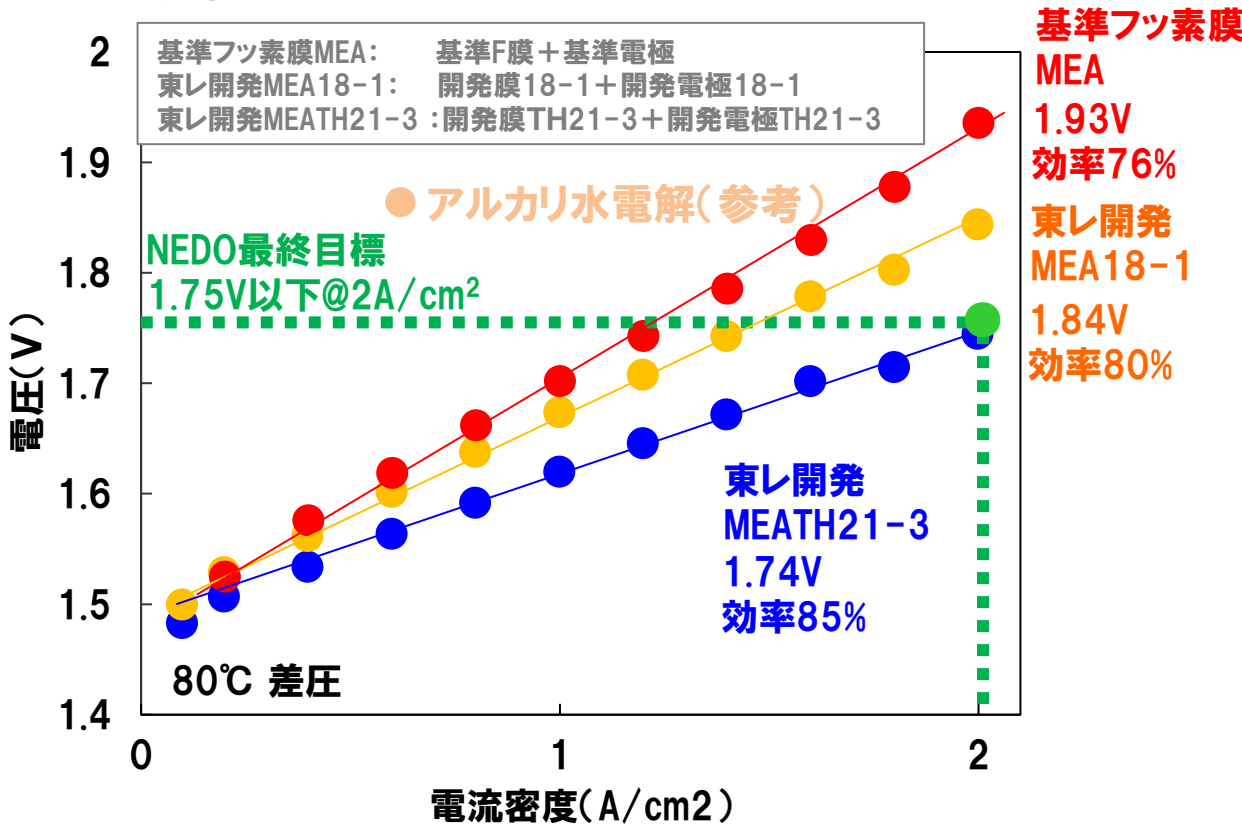
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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

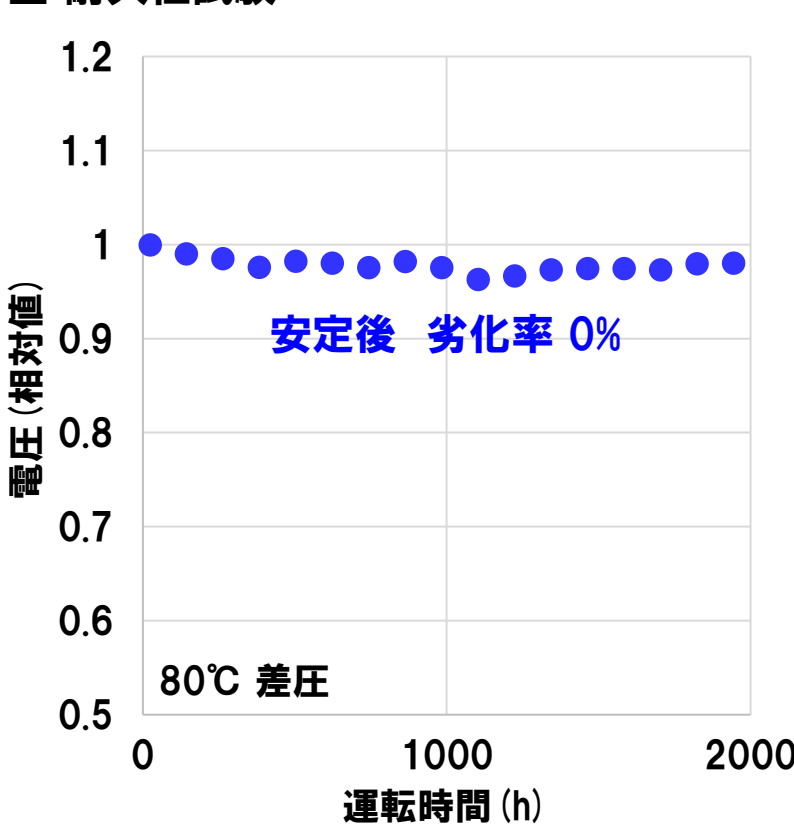
2022年度 中間目標	中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm2を見通す。	2024年度 中間目標 (直近のマイルストーン)	中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。	KPI	高効率化：2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。
-------------	------------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----	---

日立造船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



日立造船殿製
スタック開発機@東レ

研究開発内容〔2〕

優れた新部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5000m2、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・製作するセルのアッセンブリの影響(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。2024年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。2024年度のスタッキング開始2024年度の据付工事完了、試運転開始2024年に水電解装置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。2025年から10MW級モジュールシステム実証開始	<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

2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。

現状

研究段階
(TRL3)

達成レベル

2025年にてシステム効率77%、
2030年システム効率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
- 2024年にMW級システム効率77%を見通す
- 2024年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、 $(\text{整流器電の電荷量(水素量)}(\text{Ah})) / (\text{低圧交流のトータルインプット(kWh)}) = 77\% \text{ 以上とする。}$
- 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2025年に大気圧の露点30℃の水素1,500Nm³/hを、0.8MPaに圧縮し、露点-20℃に調整する技術開発を実施する。 <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2024年度実証機製作2025年度実証試験	<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ベ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：

東レは、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組み合わせも含めた、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：2025年にて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：2025年にてシステム効率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

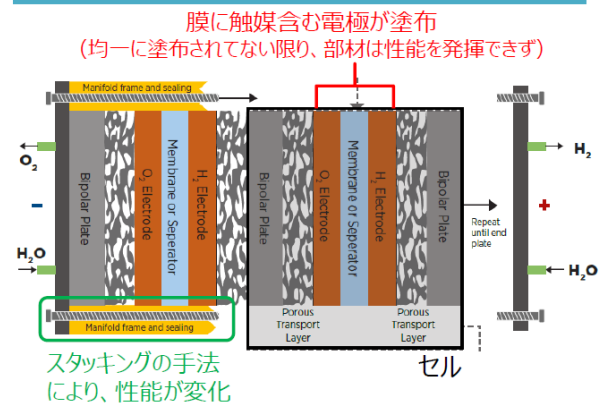
- 膜や触媒などの要素技術の改良は、**電解効率向上等を通じたコスト削減**などにも寄与。
- そのため、日本の部素材メーカー等の要素技術の基礎研究だけでなく、**水電解装置への実装に向けたすり合わせも含めた技術開発から実証等までを支援**していくことが重要。

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

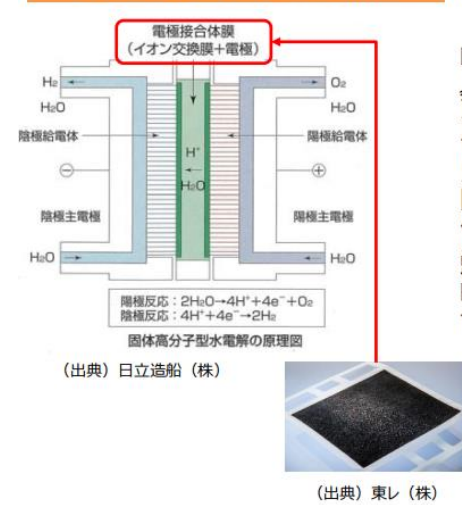


どれだけ優れた要素技術でも単一では効果を発揮することができず、
各種部材等との擦り合わせを通じて、はじめてシステムの中でその性能を発揮することが可能

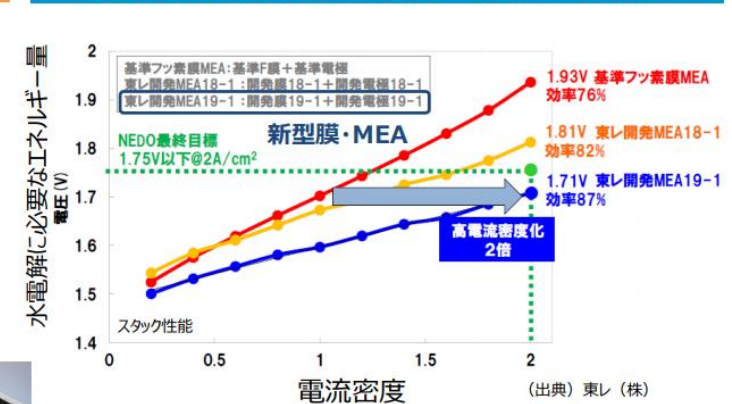
電解水素の製造コスト削減に向けた取組②(要素技術の開発・実装等)

- 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



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

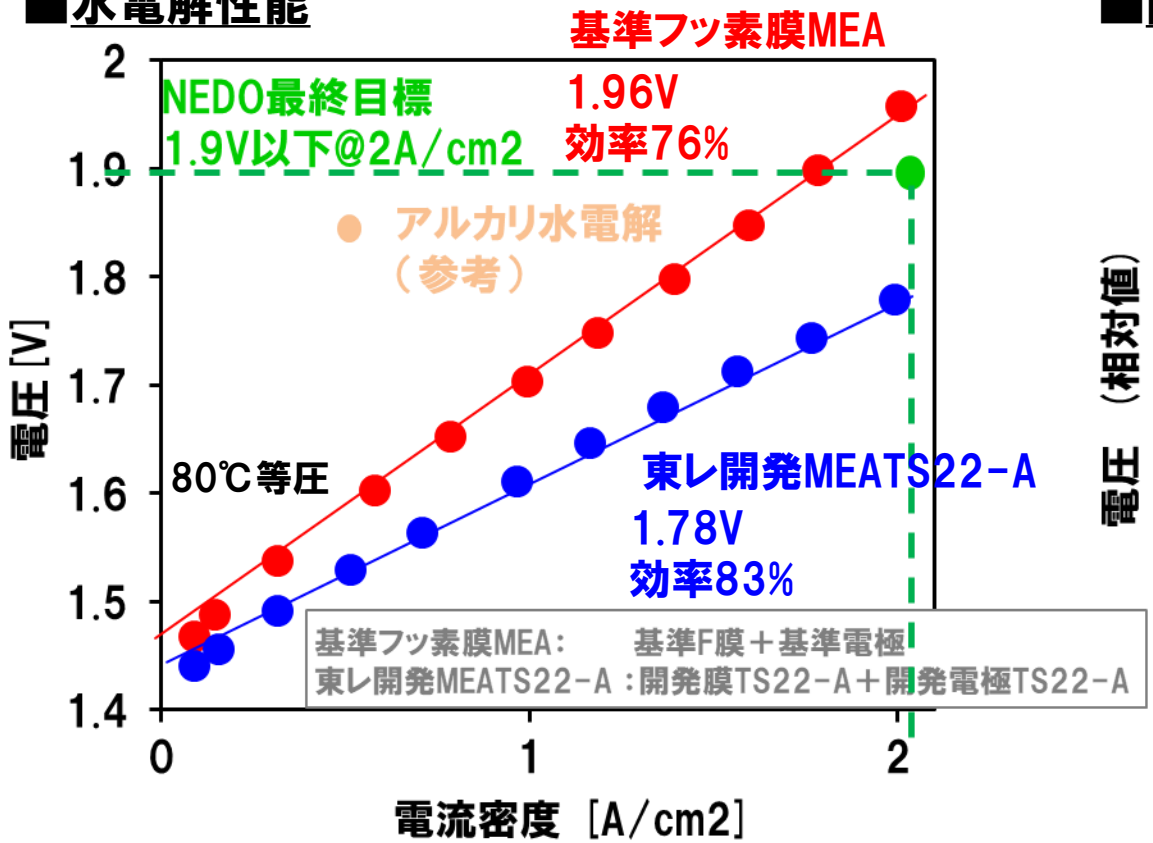
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

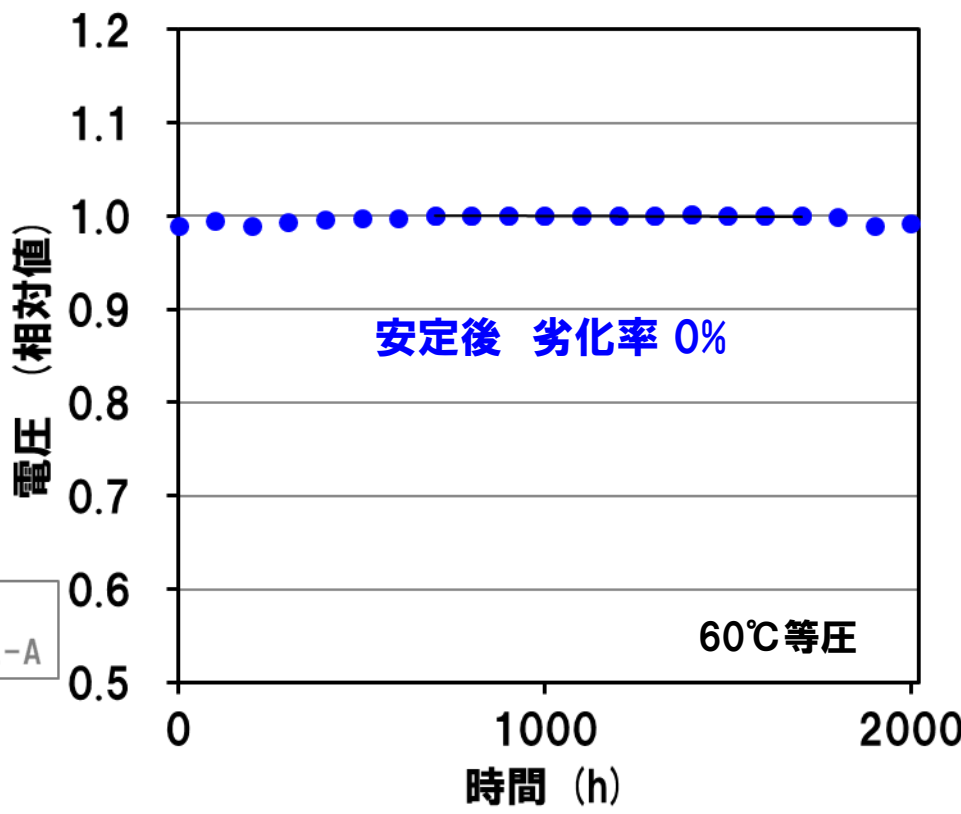
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	中型スタック評価において、 電解電圧1.9V @2A/cm2を見通す。	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	KPI	高効率化：2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効 率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。
-----------------------------	---	-----------------------------	--------------------------------------	-----	---

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

KPI

高効率化：2025年にてシステム効率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 /Nm3)	79 (4.5kWh /Nm3)	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/Nm3	4.9	4.5
	設備コスト	万円/Nm3/h (万円/kW)	57.5 (11.7)	29.0 (6.5)
	メンテナンスコスト	円/(Nm3/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/cm2	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	m2/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

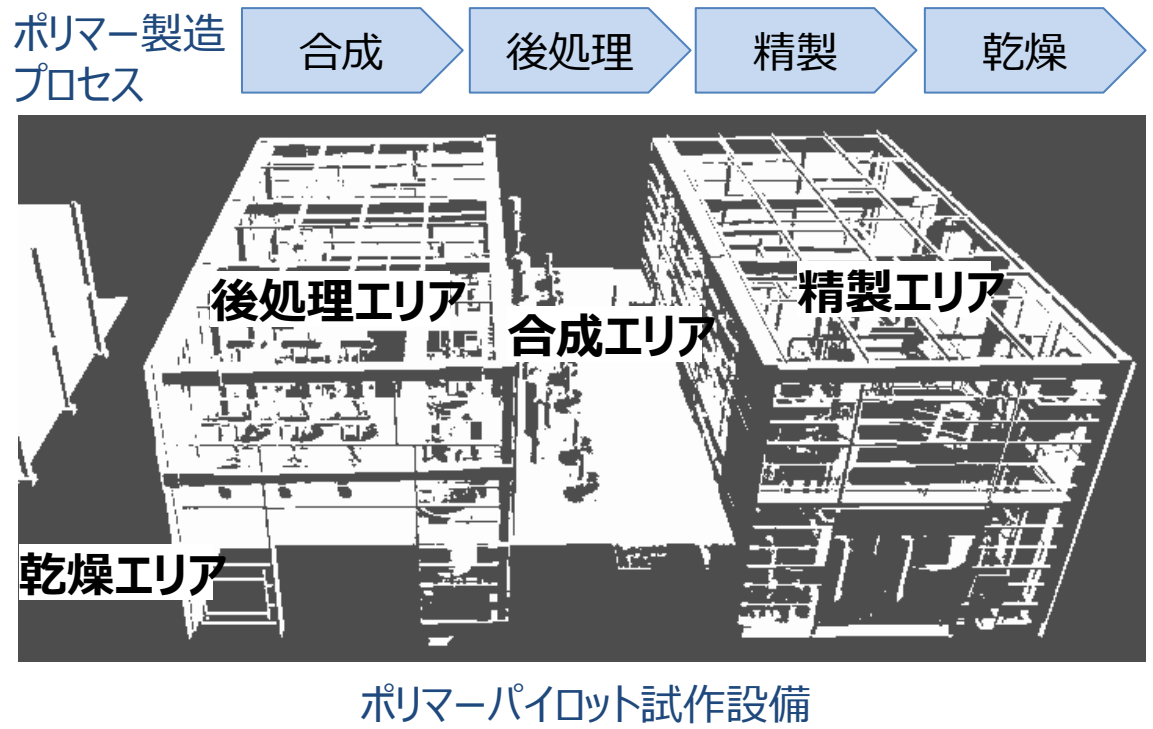
直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	<ul style="list-style-type: none">・実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。・水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m2およびCCMまで一貫した製造技術を開発する・10MW級水電解装置を設計・製作する。	KPI	実用規模（遅くとも、2030 年において、PEM 型 100MW システムの実現を見通す）を想定し、ポリマー・膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。
-----------------------------	---	-----	--

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しており、日本の国際競争力確保が大きな課題である。2024年度中間目標として、実用規模を想定したポリマー製造設備の設計・製作を追加し、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の開発を進めたい。

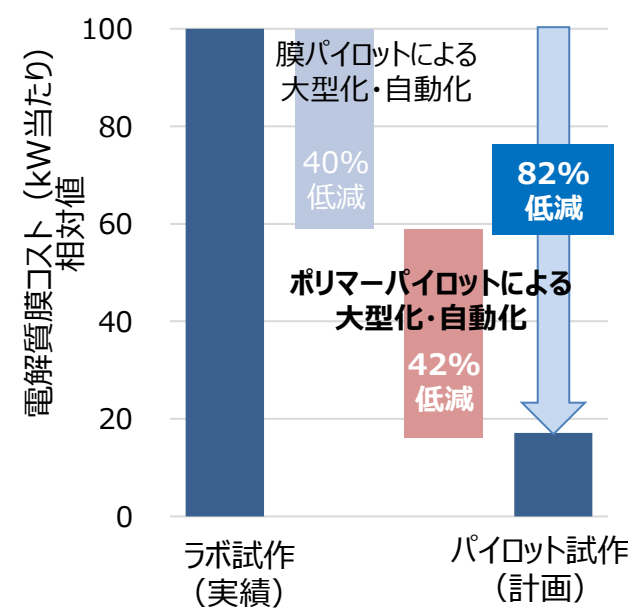
ポリマーパイロット試作設備の位置づけ

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	—	日立造船
パイロット 試作設備	本プロジェクト (GI基金追加)	GI基金 (実施中)	NEDO 多用途 (実施中)	日立造船 SE
量産工場	今後、設備投資検討			日立造船 SE

追加事業規模：33.5億円（2/3助成）



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

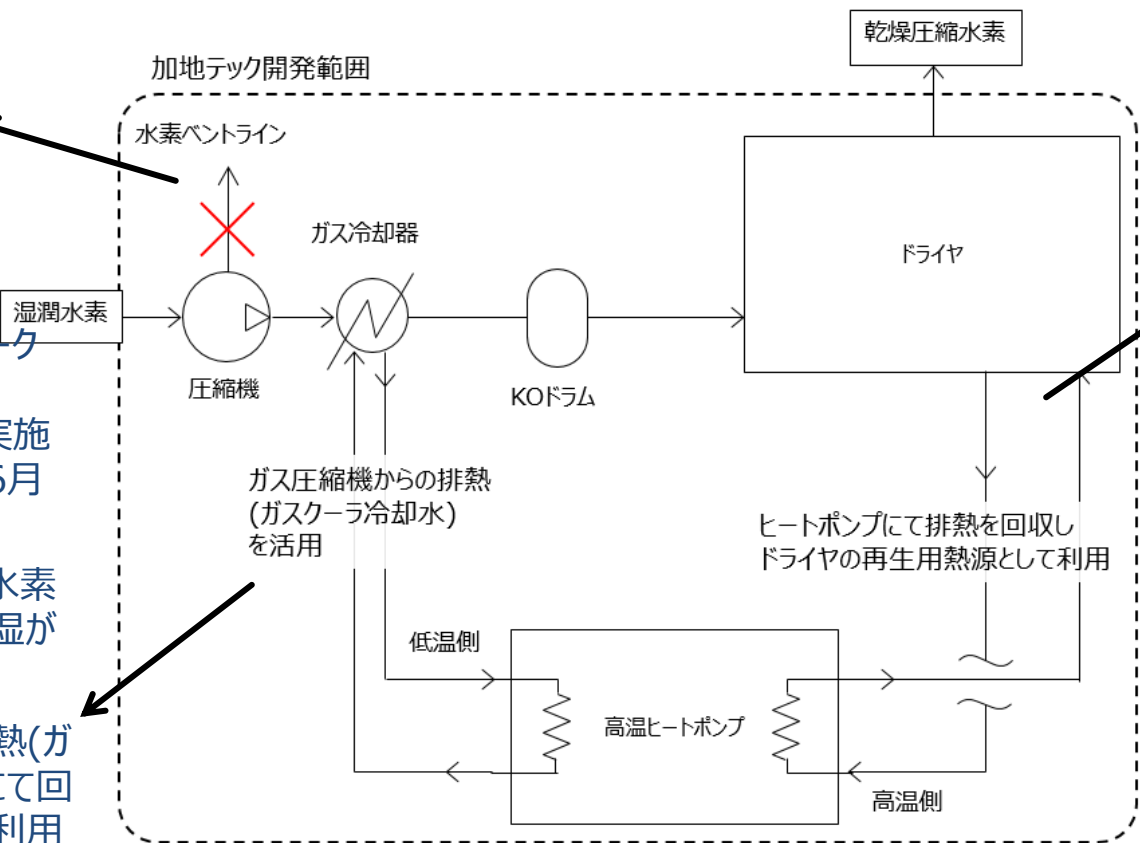
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	要素技術の検証および、除湿・圧縮システム設計を完了する。	KPI	P2Gから生産されるフルウェット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置を開発する。
-----------------------------	------------------------------	-----	--

要素試験機的设计完了し、水素圧縮機、及びドライヤ全体のシステム設計を完了した。

< 圧縮機 要素技術検討 >

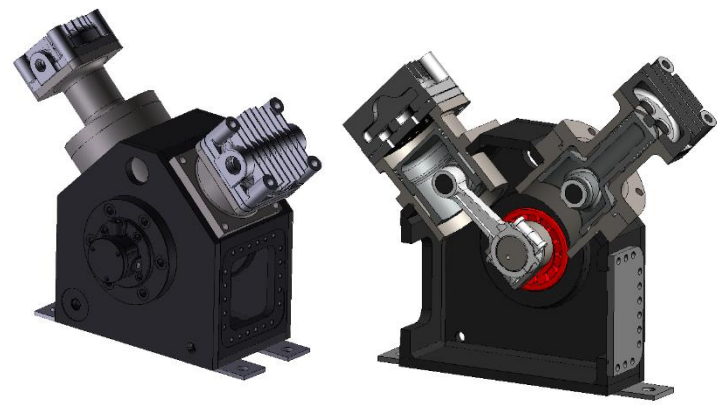


- 圧縮機からの水素ベントをなくし、ノンリーク構造とすることで圧縮機の効率を改善
⇒2022年度は要素試験機的设计を実施し、手配、製作を進めている。2023年6月に検証試験データを収集、報告予定。
- 本技術により、電解槽に負担が少ない水素製造圧力においても高効率に加圧・除湿が可能となる。
- 通常は捨てられる水素圧縮機からの排熱(ガスクーラ冷却水からの熱)をヒートポンプにて回収し、ドライヤ吸着材の再生熱源として利用



< 除湿装置 要素技術検討 >

ヒートポンプ専用の圧縮機を制作し、検証試験を実施中。



ヒートポンプ用圧縮機試験機

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

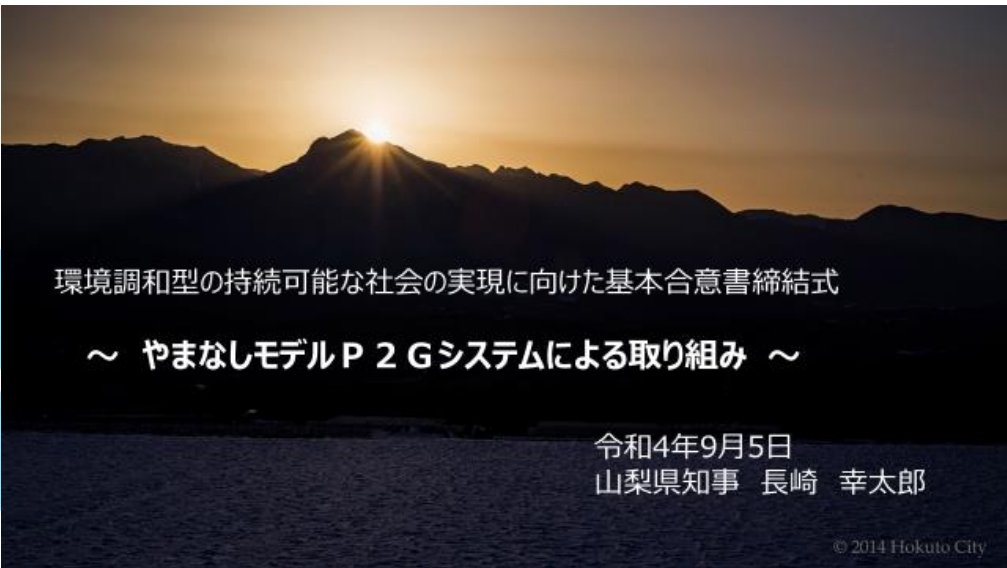
KPI

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。	<div>➡</div> <ul style="list-style-type: none">・東電グループと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。・既存の電力系統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 据付工事完了、試運転開始 四季を通じた運転 ループとして従来より電力供給を行ってきた</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の電力系統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%）

山梨県知事とサントリーは合意書を締結

山梨県・サントリーホールディングス株式会社 環境調和型の持続可能な社会の実現に向けた基本合意書締結 ーやまなしモデルP2Gシステムによる取り組みー



環境調和型の持続可能な社会の実現に向けた基本合意書締結式

～ やまなしモデルP2Gシステムによる取り組み ～

令和4年9月5日
山梨県知事 長崎 幸太郎

© 2014 Hokuto City

環境調和型の持続可能な社会の実現に向けた基本合意書締結式

サントリーの取り組み

SUNTORY

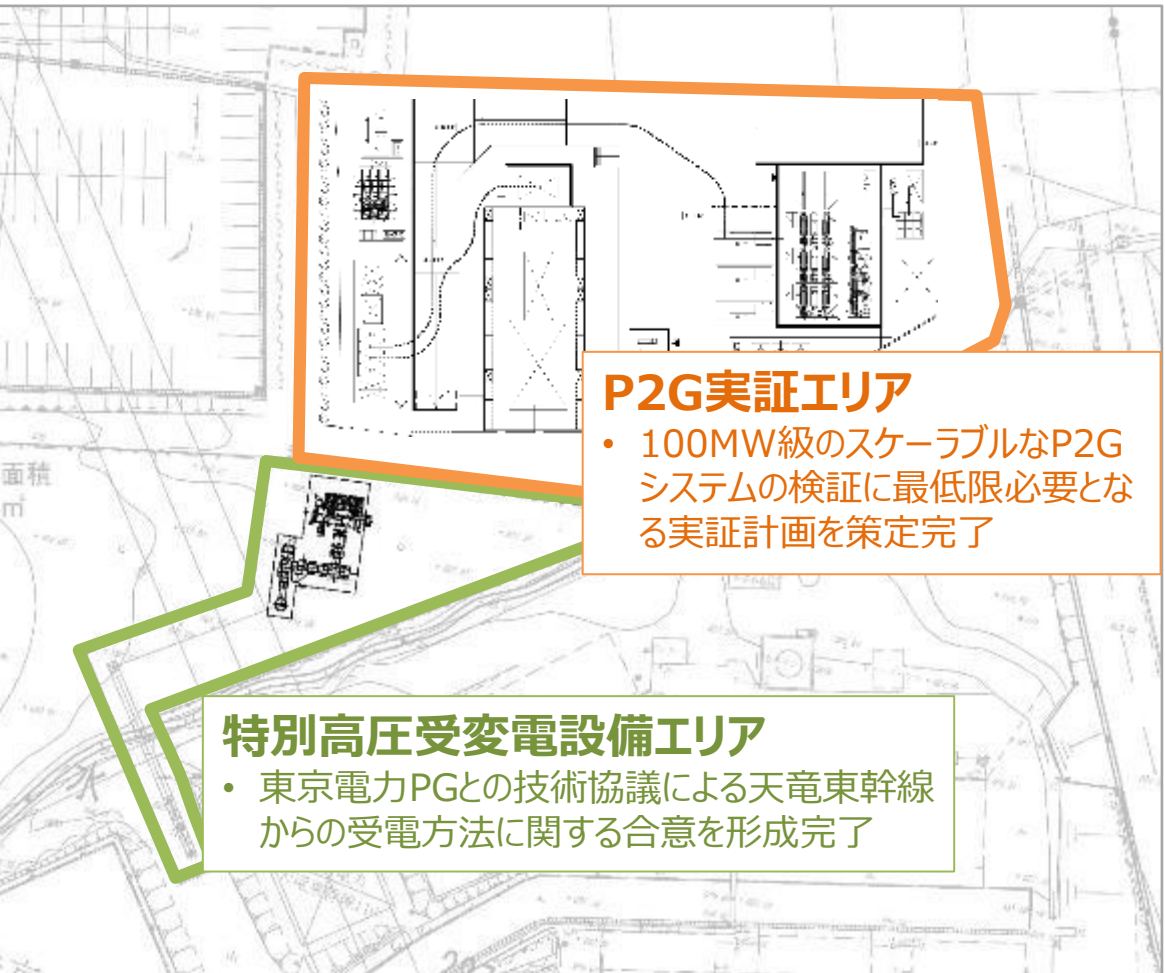
サントリーホールディングス株式会社
常務執行役員 サステナビリティ経営推進本部長
小野真紀子

2022年9月5日

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（2022年度 中間目標）	フィールド選定、詳細設計を完了する。
-------------------------	--------------------



- ✓ 詳細設計をステージゲート審査までに完了
- ✓ 設計を元にスケールブルなP2Gシステムの簡易な模型を製作し視覚圧迫や場内の取り回しを確認



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	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
<div>・化石燃料のみの蒸気供給</div>	<div>・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</div>	<div>・オンサイトで且つ、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。</div>	<div>・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%）</div>

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

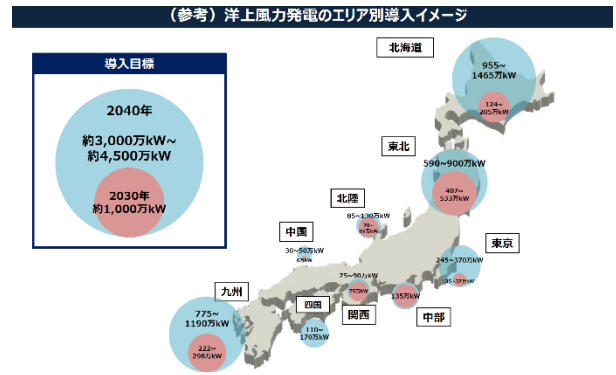
電氣的
特性

運用技
術

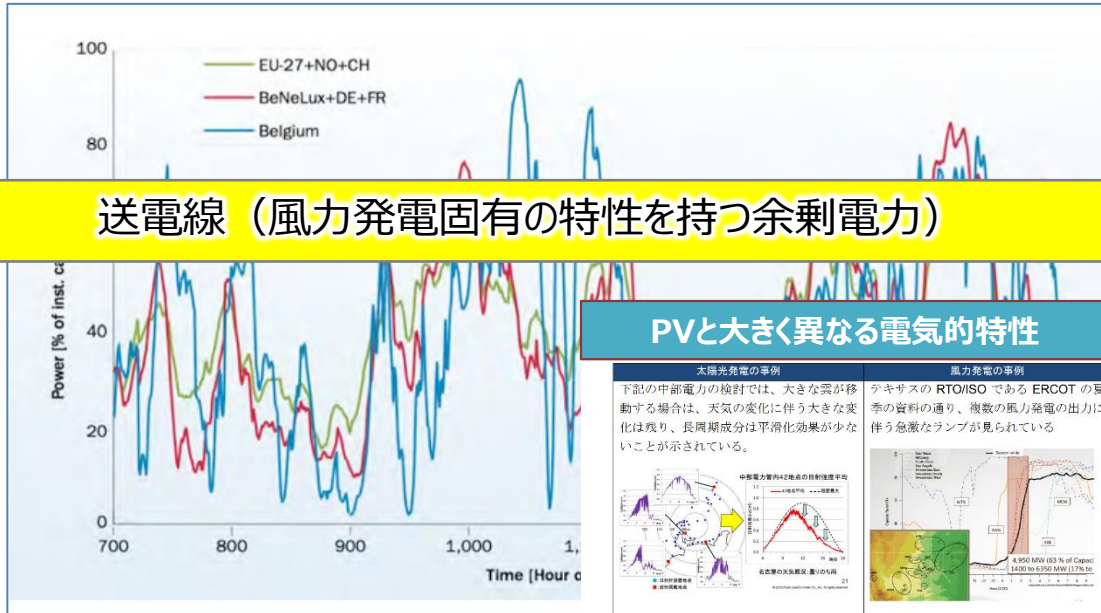
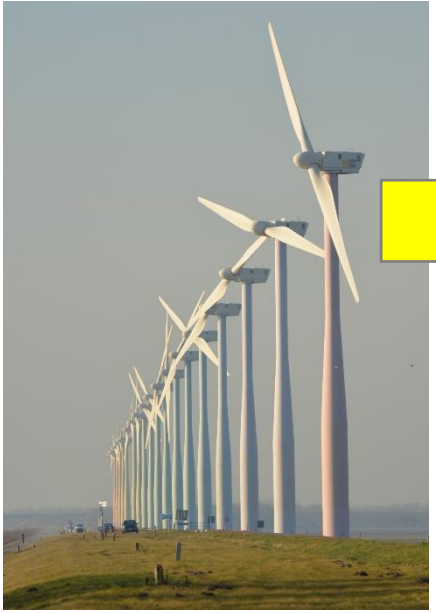
PVより穏やかな出力変動(余剰がある程度長時間動く)とランプ変動によるカットオフ

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

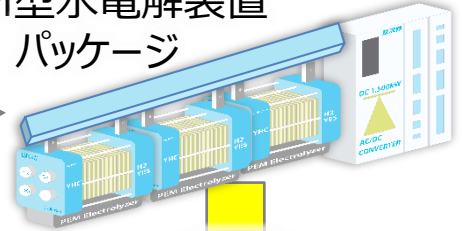
無人での運用と地域の工場での生産工程とのマッチング



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



PEM型水電解装置 パッケージ



水素ボイラー



図 2-13 ならし効果の長周期上の課題
出典) 中部電力資料、及び ERCOT 資料より作成

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	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
PV発電量に合わせたEMS	経済性を視野に入れたグリーン水素による熱利用	<p>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。</p> <p>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</p>	<p>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高い経験値から実現可能性は高い。（80%）</p> <p>ただし、市場価格など外部起因による不確実性あり。</p>

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



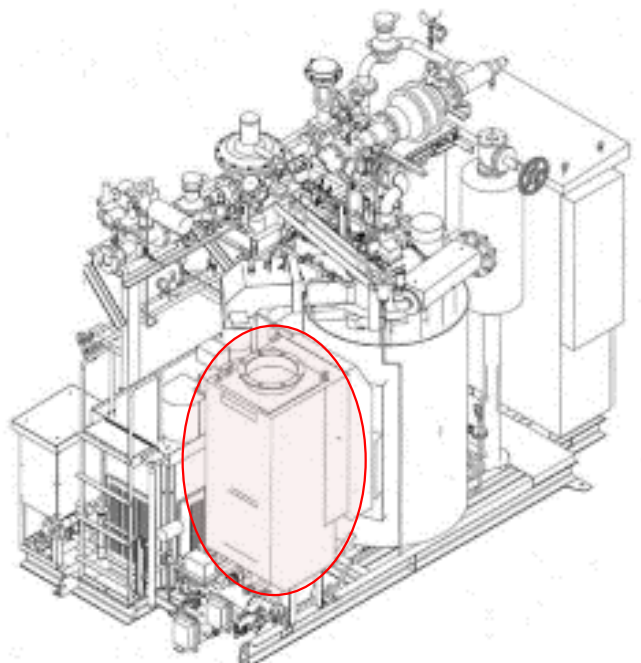
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	<ul style="list-style-type: none">ボイラ単体開発評価用の試験設備の整備を行う。ボイラ効率向上試験と燃焼範囲向上のための燃焼バーナ開発試験を開始する。 KPI	産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t / h 小型貫流水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。
-------------------------------------	---	---

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。

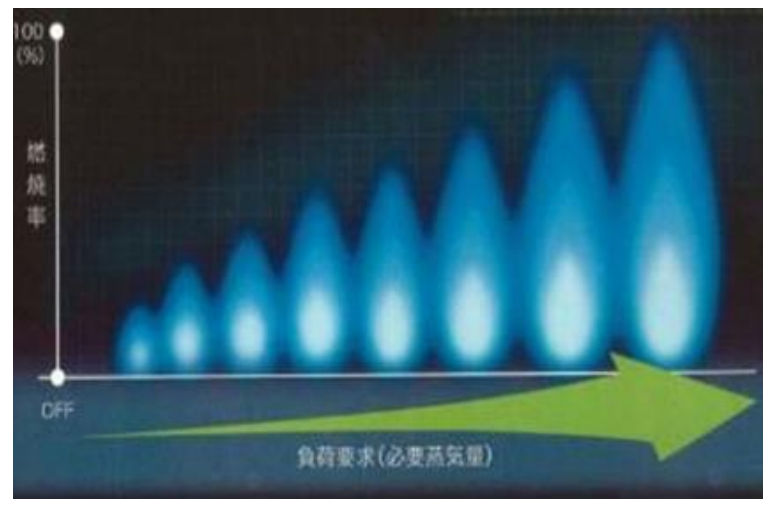
- 2021年度より進めていた試験に使用する水素の貯蔵設備の完成検査を終え、4月11日より設備を使用開始。
- ボイラ効率向上試験をスタートし、節炭器3次試作品において目標のボイラ効率を達成。
- 燃焼バーナ開発試験を開始し、目標のターンダウンレシオを達成。品質安定化の評価を継続中。
- 要素試験で得られた技術を元に試作機を設計中であり、今年度製造を完了し、次年度から評価試験を開始する予定。



水素貯蔵設備は計画通り完成検査を終えて使用開始



節炭器試作試験にて目標効率達成



目標ターンダウンを達成

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

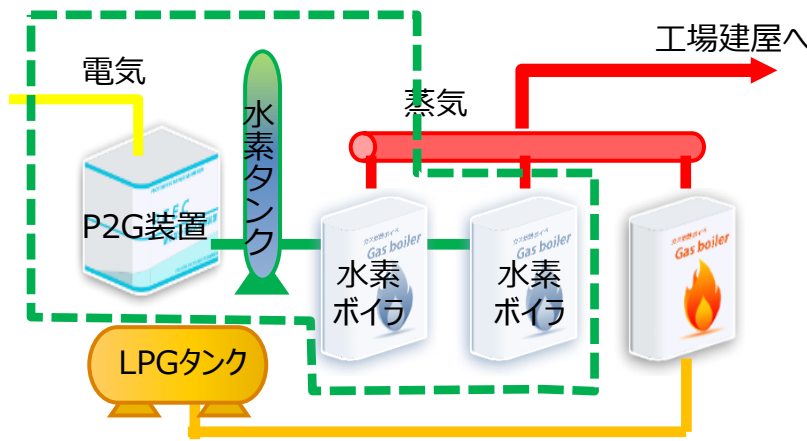
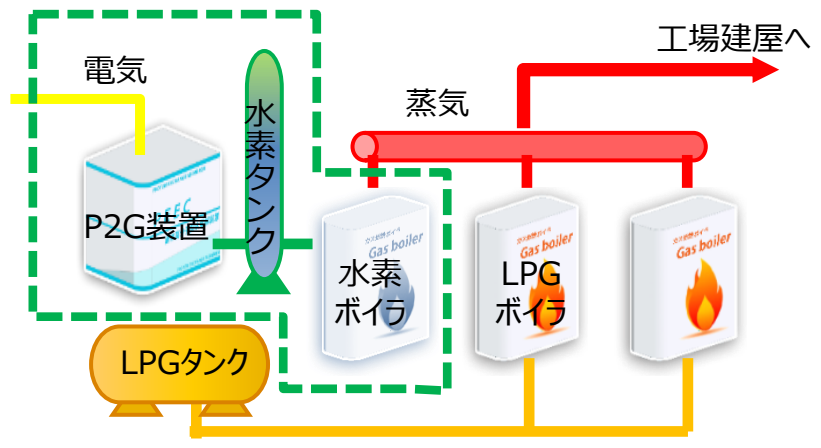
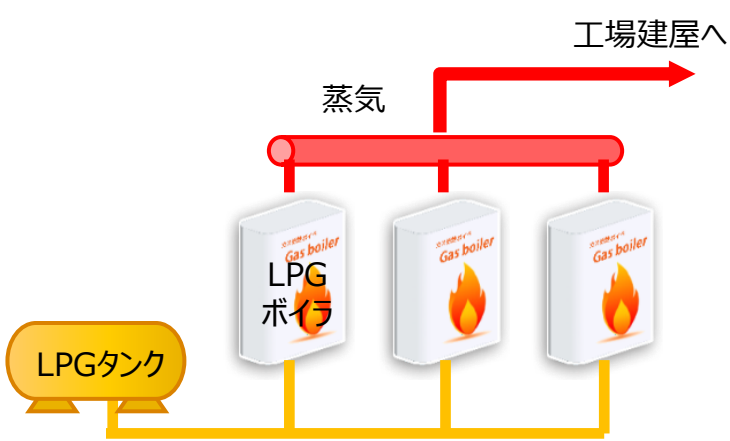
- 産業用蒸気ボイラの主流となる小型貫流ボイラーの多缶設置システムを想定して、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

従来（LPG）モデル

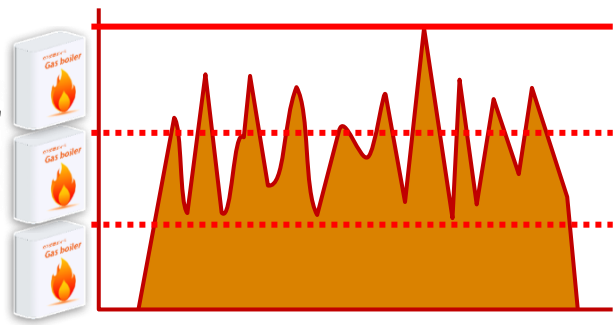
ベース運転モデル

ターンダウンモデル

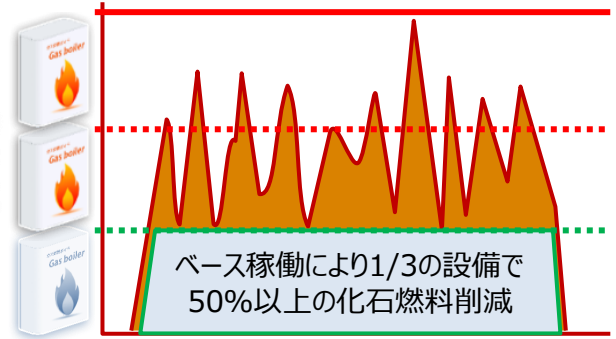
システム構成



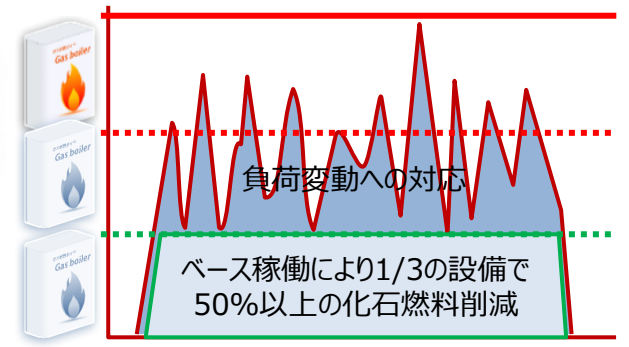
運用
熱需要



熱需要



熱需要

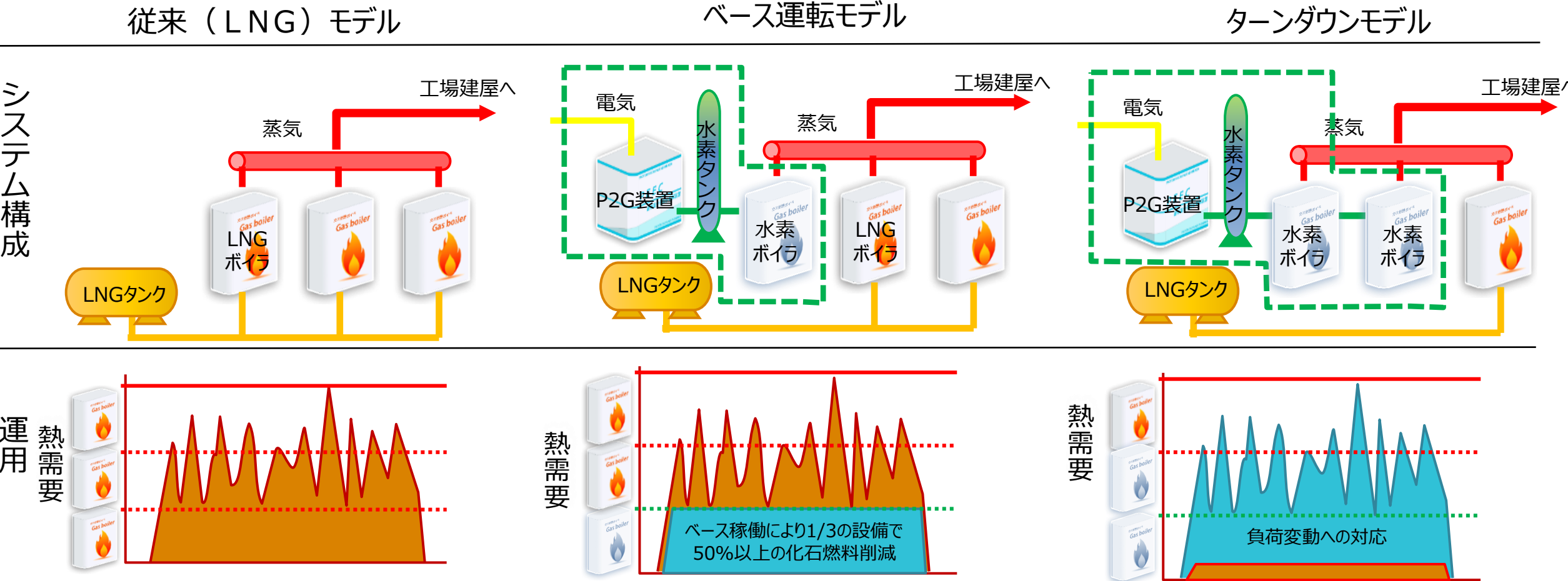


2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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

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

変換効率
96%
コスト
1.7億円／
2250kW

達成レベル

変換効率
97.5%
コスト
2.5億円／
6MWを見通す

解決方法

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

- 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。

アクションプラン

- 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
- 2024年度：設備製作完了・据付・試運転
- 2025年度：実証試験開始

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%）

- 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
(2022年度 中間目標)

- 基本設計・モジュール試作
- モジュール評価・設備設計開始

KPI

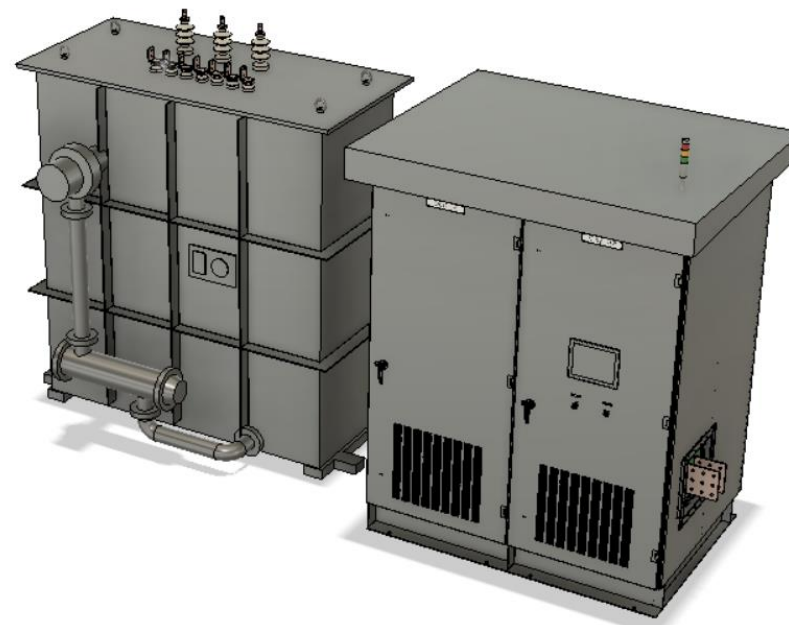
電解槽のモジュール式連結システムに最適となる、変換効率とコストのトレードオフの最適点を得るPEM形水電解向けの整流器を開発する。

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



詳細設計を踏まえた3D図
(3台中の1台)

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)

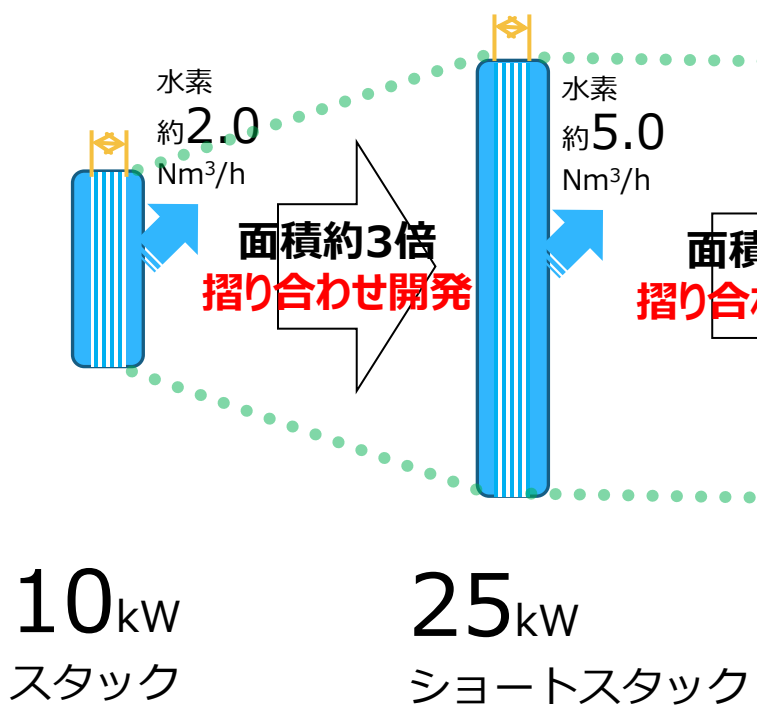
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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。

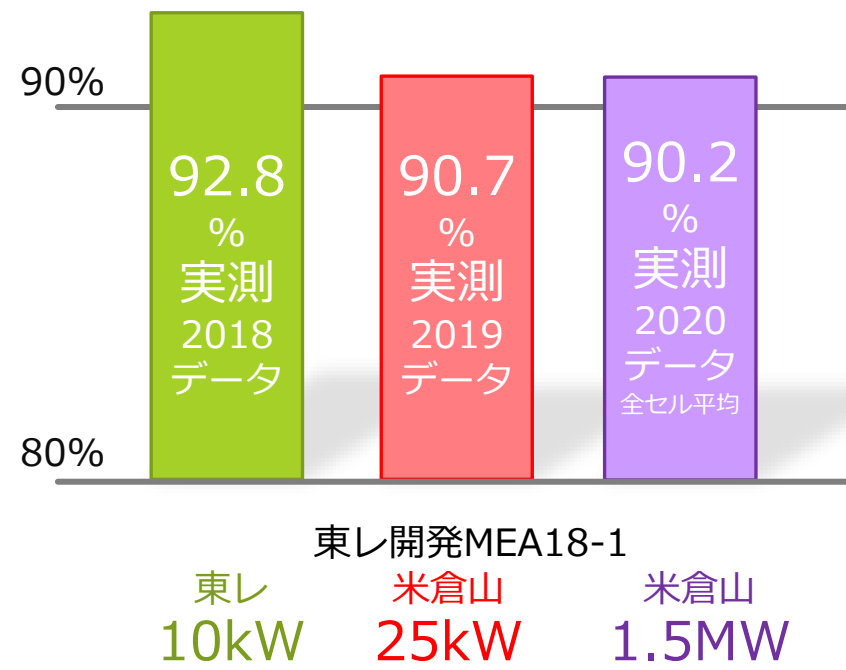
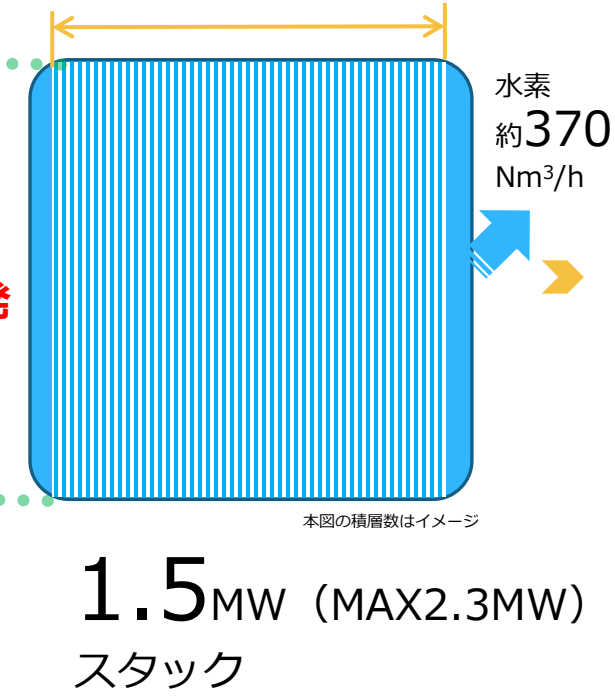
2018年度～

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



○現在のP2Gプロジェクト



- ✓ 「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

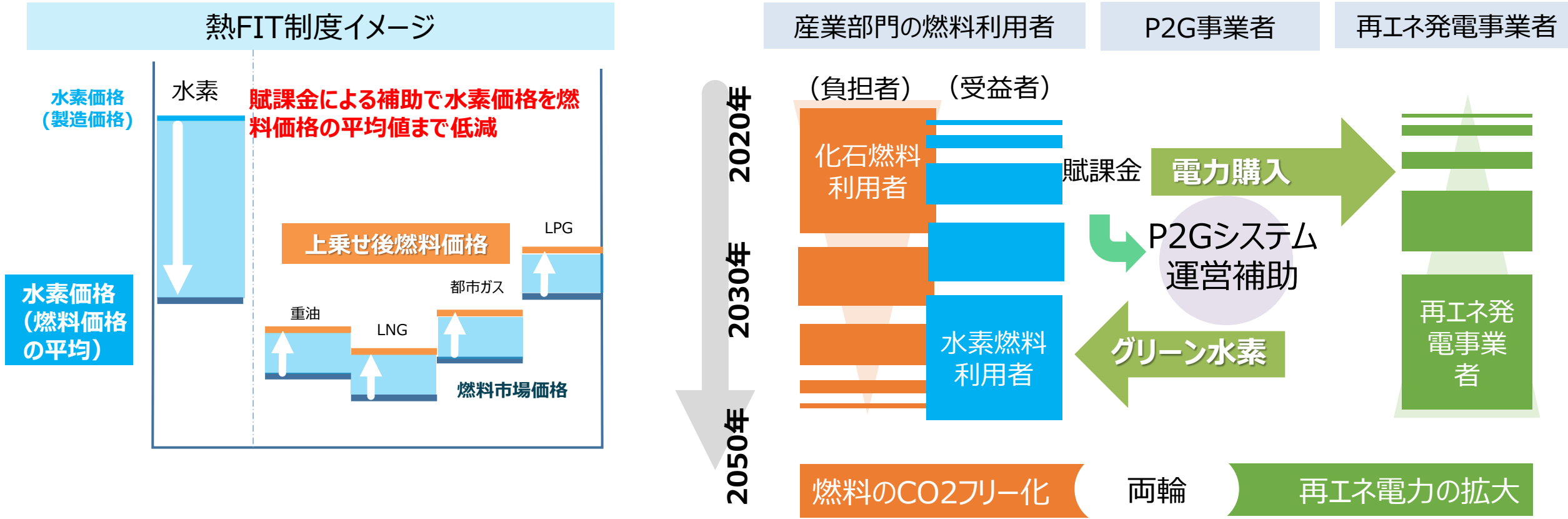
○基金事業P2Gプロジェクト



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

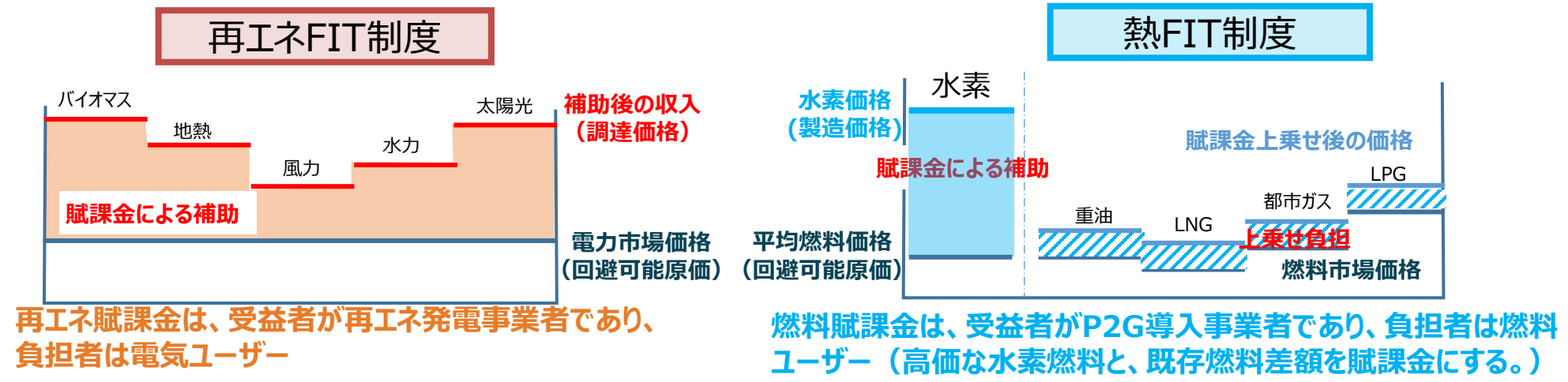


2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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	○

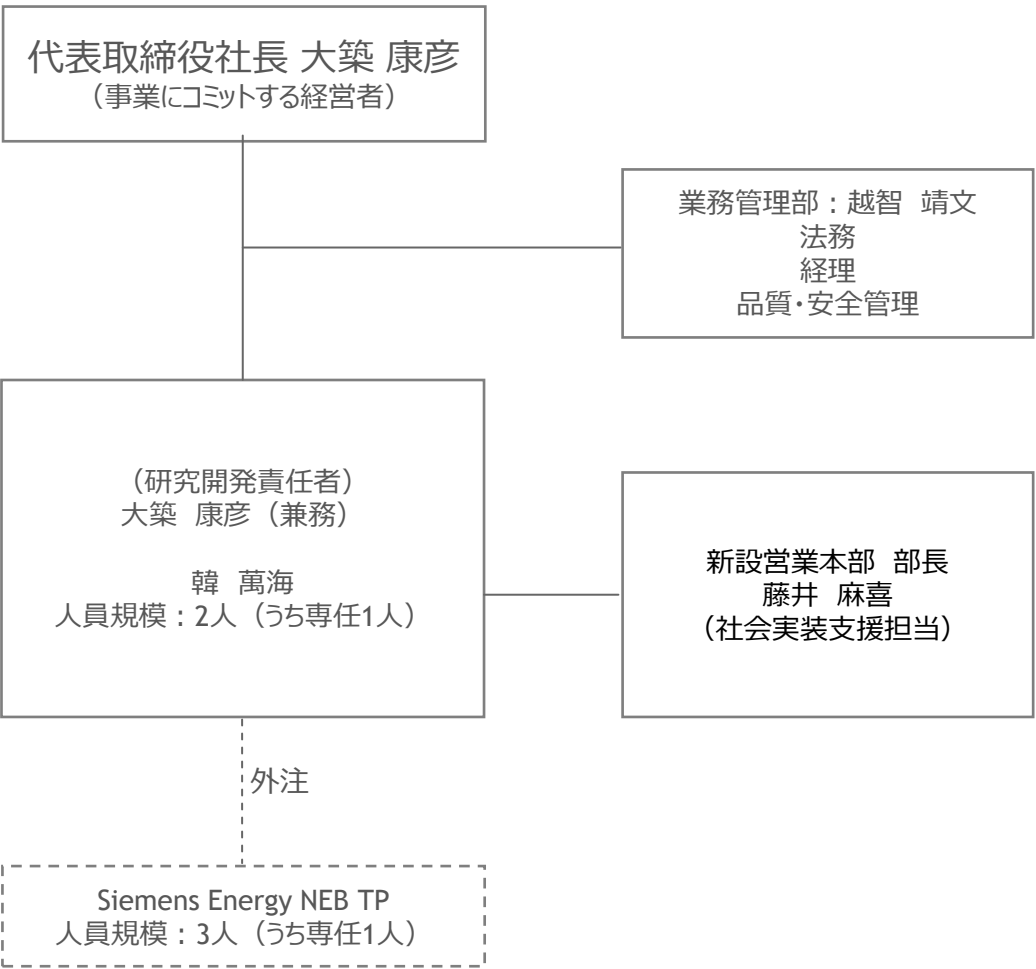
3. イノベーション推進体制

(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

経営者のコミットメントの下、直轄専門部署を設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者・チームリーダー兼務
 - 代表取締役社長：研究開発及びその統括を担当
- 担当チーム
 - 東レHC膜すり合わせ研究開発：（専任1人、併任1人規模）
- 社会実装支援担当
 - 本部長：藤井

部門間の連携方法

- 業務管理部が助成事業を統合的に管理する事で、本事業の研究開発から商用化を見越したサポートを行う。また、法務部が東レ様と綿密なすり合わせ開発によって得られるであろう知財を担当する。経理、品質・安全管理も含めた関係者会議を2回/月の定例で開催する事で、綿密に社内連携を図る
- 外注先としてシーメンス・エナジー（親会社）を活用し、東レ様と共同で得られた研究成果をショートスタック、スタック、実機にインテグレーションするエンジニアリングの提供を受ける

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

経営者等による水素産業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者方針
 - シーメンス・エナジー日本法人として、2025年までに水素含めた新エネルギー事業を日本においてリードしていく企業となることを経営目標に位置づけ
 - 今後のグローバル社会における日独・日欧プロジェクトの重要性を認識し、その推進に積極関与することで日本の経済・産業に貢献する（経済産業省がEU-Japan Centre, AHK Japan等々と共同で主催するイベント等においてモデルケースになりうる当該事業の重要性を発信している）
 - シーメンス・エナジー日本法人の経営者自らが本事業に参画している
 - GI基金採択に伴うコンソ全社による記者会見・プレスリリース、東レとのパートナーシップを発表する共同記者会見・プレスリリースを実施した
 - 各社紙面で事業・プロジェクト・工場設備投資計画を発表した
- 社会的責任
 - 脱炭素社会に向けた貢献を推進する
- 事業のモニタリング・管理
 - シーメンス・エナジー日本法人の経営者自らが本事業の推進役になる事で事業を管理している
 - 年度末までのデータ取得が間に合わなかった外注先へ、経営層からプランニングと予算案の改定を要求している

経営者等の評価への反映

- 本事業から得られる日本の優れた国産新部材の水電解装置への実装がでなかった場合、日本の水電解事業計画の維持は難しく、それにより直接的に日本法人の経営者等の評価に影響が及ぶ

事業の継続性確保の取組

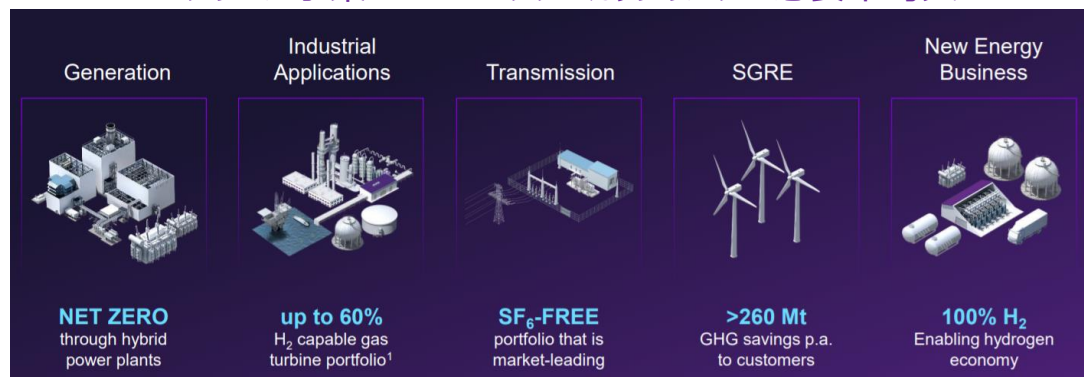
- シーメンスエナジー社としてSBTi(Science Based Targets initiative) ベースで2030年までにカーボンニュートラル実現を公表した為、本事業への取り組みは不可欠である

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

経営戦略の中核に水電解事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

（例 1）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
 - シーメンスエナジーとして、主幹となる5つの事業それぞれで脱炭素を成長の軸に位置付ける
 - 発電：水素混焼・専焼
 - オイル&ガス：石炭からの脱却
 - 送電：再エネ拡大に対応した柔軟性の拡大
 - 風力発電：再エネの柱
 - グリーン水素：CN・セクターカップリングに必要不可欠



- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
 - シーメンスエナジー社としてSBTi (Science Based Targets initiative) ベースで2030年までにカーボンニュートラル実現を約束した
- コーポレートガバナンスとの関連付け
 - 取締役自身が研究開発責任者としてプロジェクトに積極的に関与している

（例 2）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
 - 事業報告の「1. 株式会社の状況に関する重要な事項」において、本事業の進捗を報告している
 - 積極的なプレスリリースを通じてCN・水素産業への取り組みをPRする
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
 - 特に日本国内サプライヤー・パートナーと本事業の見通し・リスクを共有する事で、双方の社会実装への道筋を明確化している
 - 本事業の効果（社会的価値等）をプレスリリースを中心に幅広く情報発信することで、社会・市民の“水素”へのポジティブ(特に安全性、税金の利活用)な理解へ貢献する
 - 定期的な社内全体会議の場で、会社のビジョン・方向性を共有し、中長期的な企業価値向上への道筋を示している

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

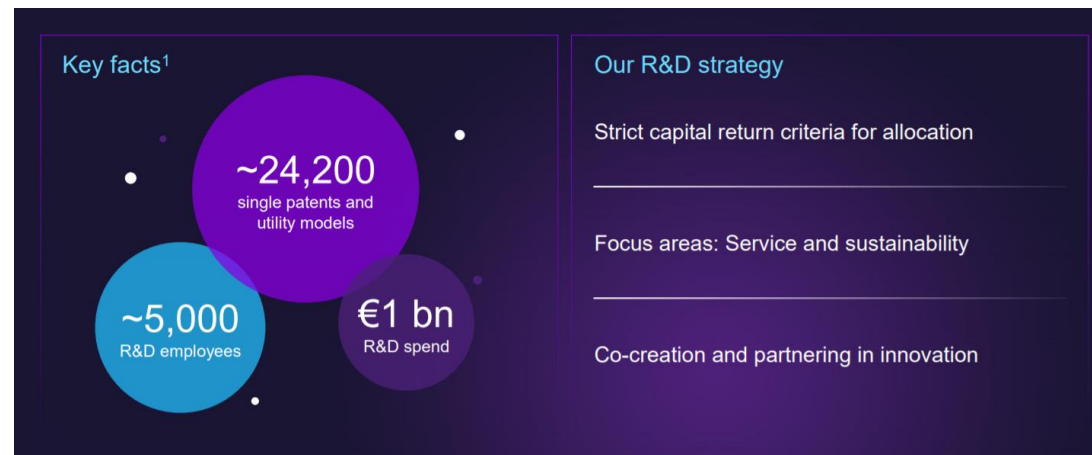
機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

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
 - グローバルで全5事業に対し、年間約1200億円の研究開発費を投下する事をコミットし、そのフォーカスは「持続可能性」であるとした
 - 本事業の研究開発状況・東レ様とのすり合わせ開発進捗・他競合の研究動向を踏まえ、開発体制の強化に向けた準備を進めている
 - 若手人材の採用を通してプロジェクトへの積極的な投資をおこなった
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
 - 東レ様のHC膜の実装技術開発は、研究開発の最重要項目の一つに据えて注力しており、予定通りの進捗である
 - 研究開発後のエンジニアリングを外注先であるシーメンス・エナジー（親会社）に発注する事で、社内資源の最適化と社会実装までのスピードアップを図っている

専門部署の設置と人材育成

- 専門部署の設置
 - 主幹5事業の一つにニューエナジービジネスを位置づけ、集中的に本事業に資本投下し、社会実装に向けて注力
 - 世界各国（欧州、オーストリア、中東、南米）で、選択的に水素製造の実証試験を進める中の一つに日本を定め、早急な社会実装に繋げる
- 人材育成(含む標準化戦略人材)
 - 将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、当該産業分野を中長期的に担う研究職若手人材を採用・育成を開始した
 - 脱炭素産業関連の製品ポートフォリオを全体の50%とすることで、企業価値の向上に繋げた



4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

社会ニーズに対して性能未達に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none">研究開発から想定される製品仕様の社会ニーズに対する未達成→ コスト含めて考慮したうえで再度最適化を実施する	<ul style="list-style-type: none">電気料金高騰によるリスク<ul style="list-style-type: none">→ 電気料金の低い海外での展開を最初に進め、さらなるコストダウン検討を実施水素需要伸び悩みによるリスク<ul style="list-style-type: none">→ 水素から派生付加価値材料(アンモニア、メタン等)の製造検討を進め、派生材料として、CO2削減に貢献する	<ul style="list-style-type: none">地震等による設置不可能リスク<ul style="list-style-type: none">→ 海外での実証試験を検討する→ ベタ基礎、軽量建屋の採用により、被害の軽減を図る
<div>● 事業中止の判断基準： 期待する製品仕様、および開発納期を大きく逸脱した場合 急激なインフレ等により、助成期間終了後の継続運転に支障が出ると思われる資金調達難に見舞われた場合 PEM形水電解装置の基盤技術において、安全の維持に不可欠であるが解決できない課題が生じた場合</div>		