

事業戦略ビジョン

'TORAY'

Innovation by Chemistry



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 : 東レ株式会社、代表名 : 代表取締役社長 大矢 光雄

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) 提案の詳細に関する参考資料

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。



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

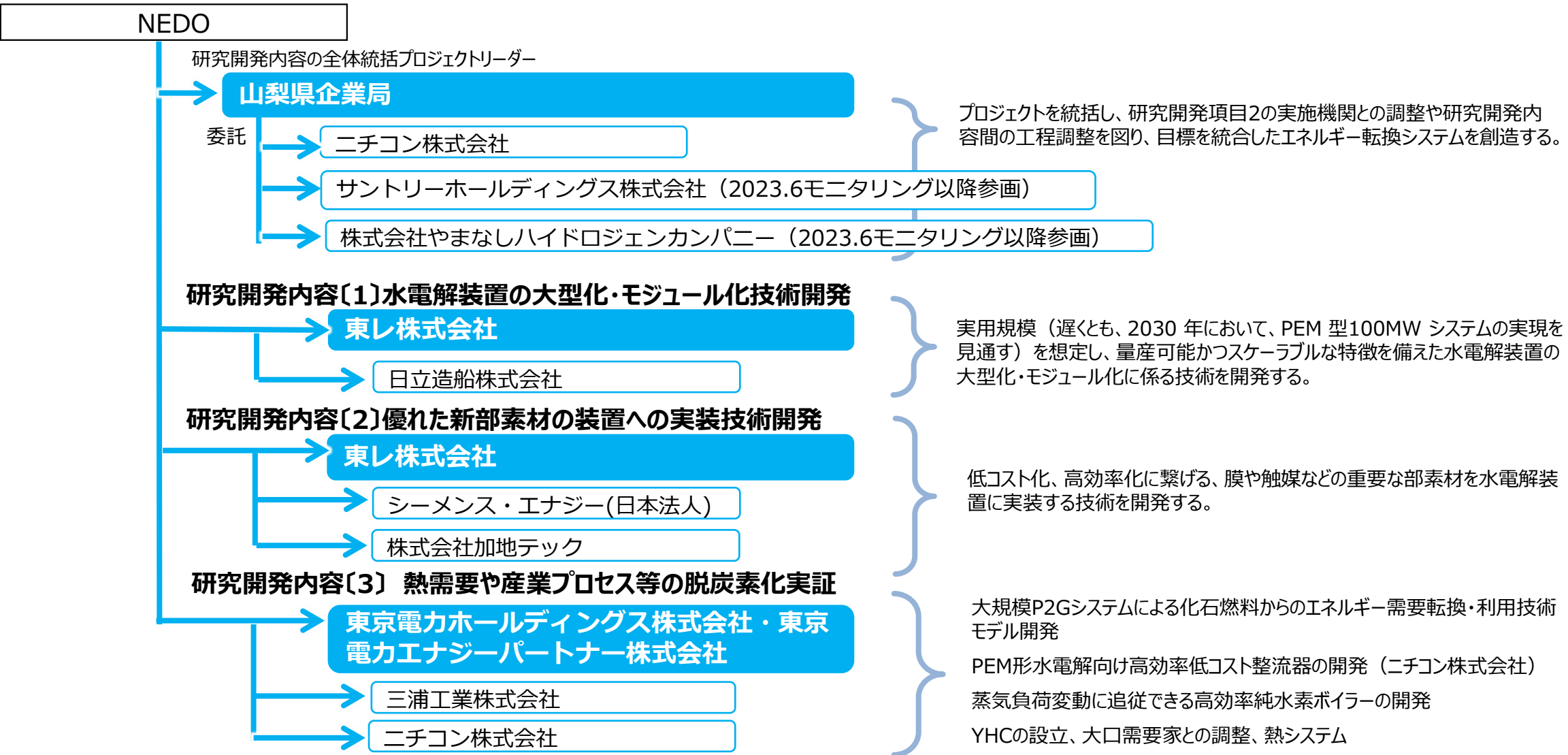
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

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

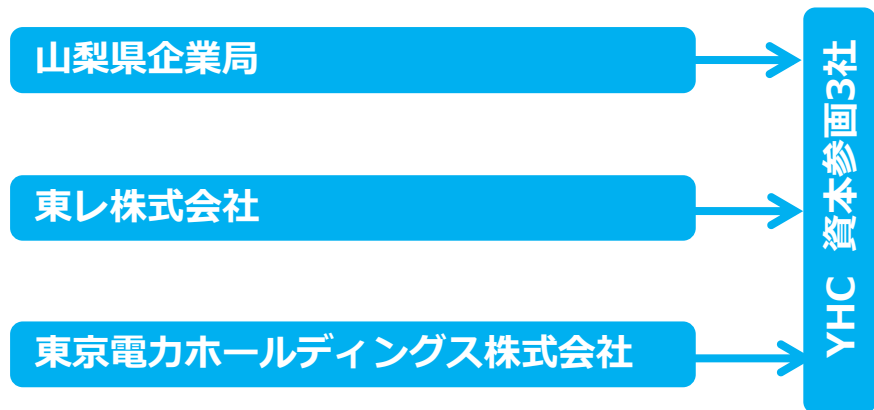
【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証



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

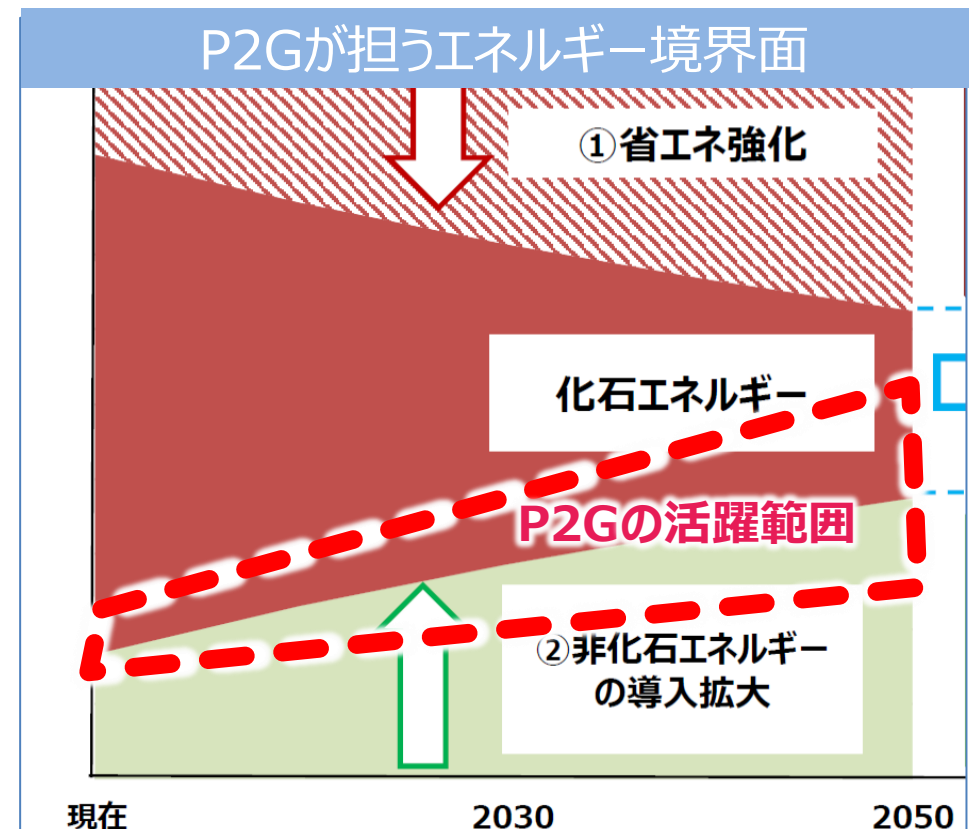
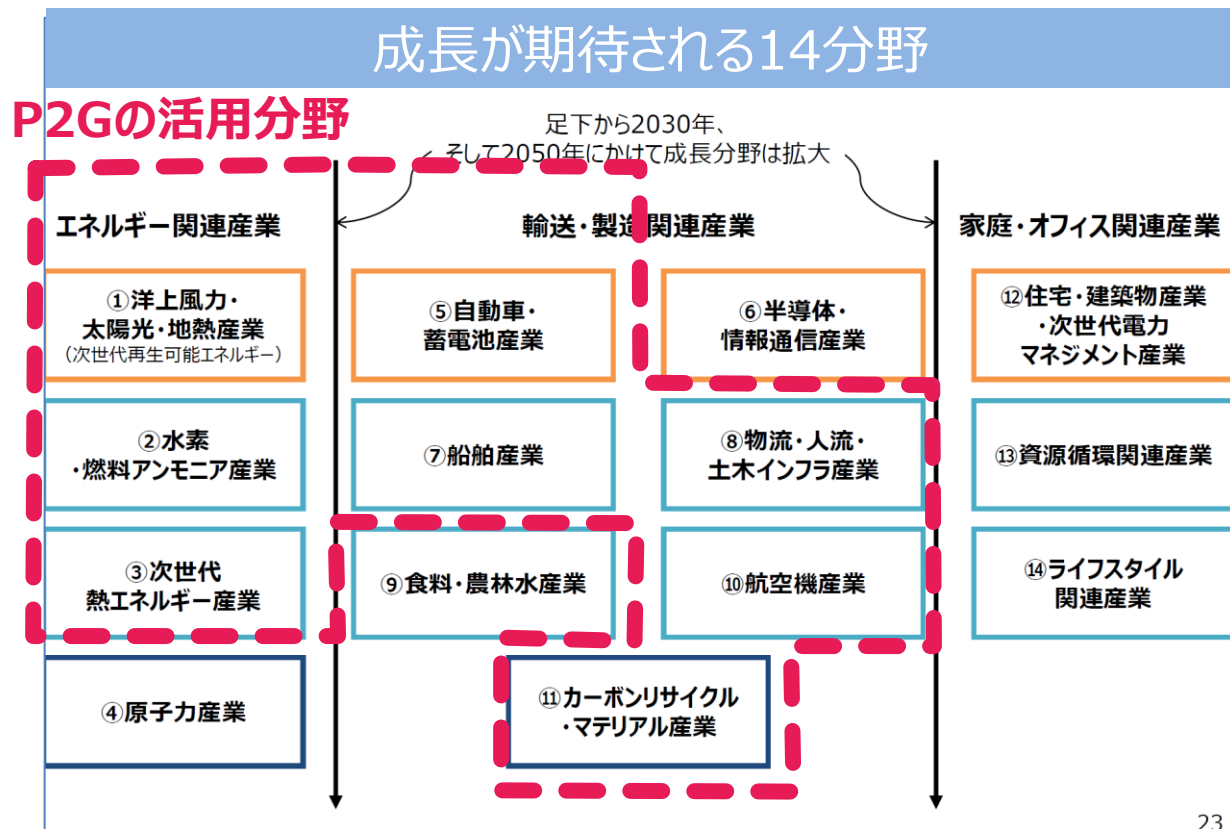
主要3社（山梨県・東京電力グループ・東レ）は我が国初のP2G事業会社である株式会社やまなしハイドロジェンカンパニー「YHC」を2022年2月28日に設立した、今後はプロジェクトの中核として活動していく。
今後コンソに参画（出資3社の事業のうち実証に関する部分を継承していく。）



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)

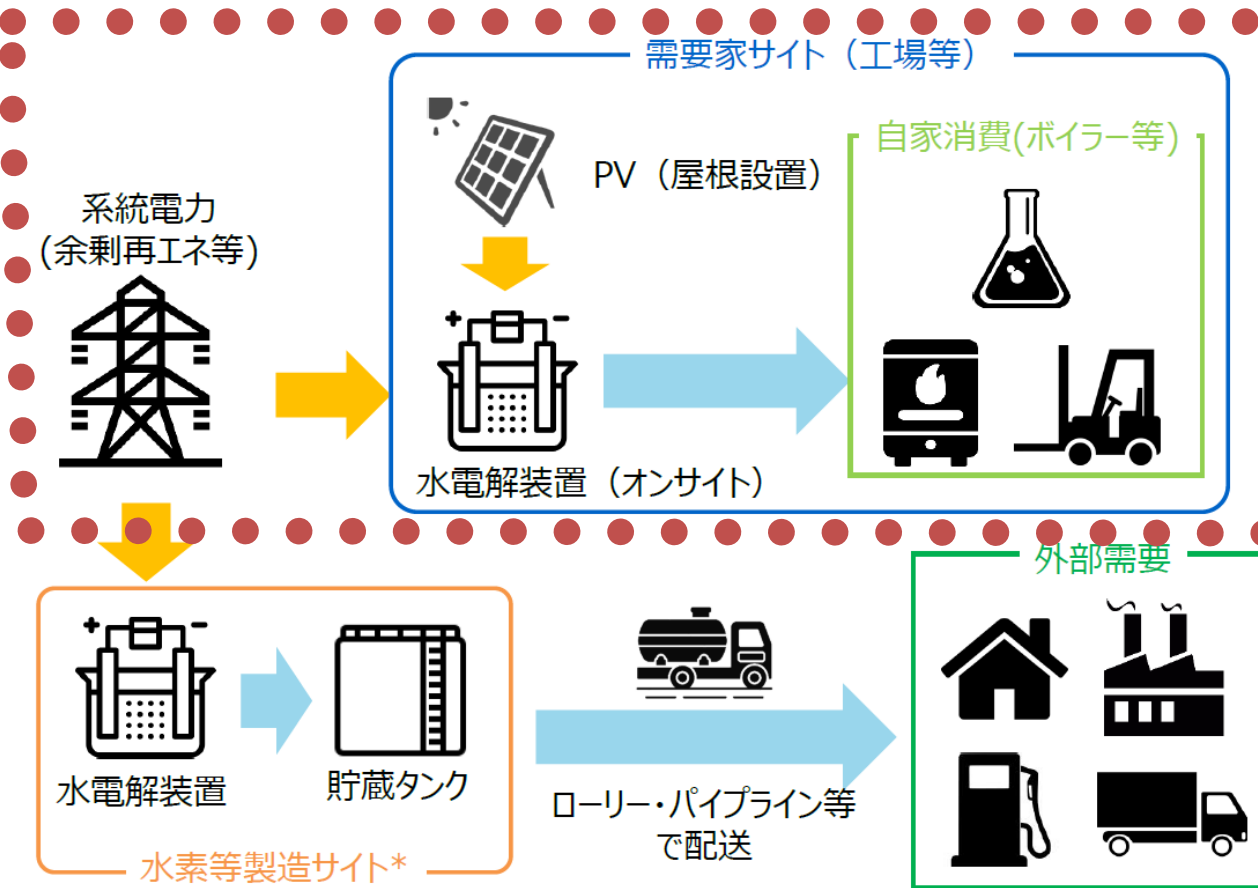
- ✓ P2Gシステムは、グリーン成長戦略において期待される成長分野のうち8つに関連
- ✓ 化石エネルギーの削減と非化石エネルギーの導入拡大の境界部分を担い、CN達成に必須の技術



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）

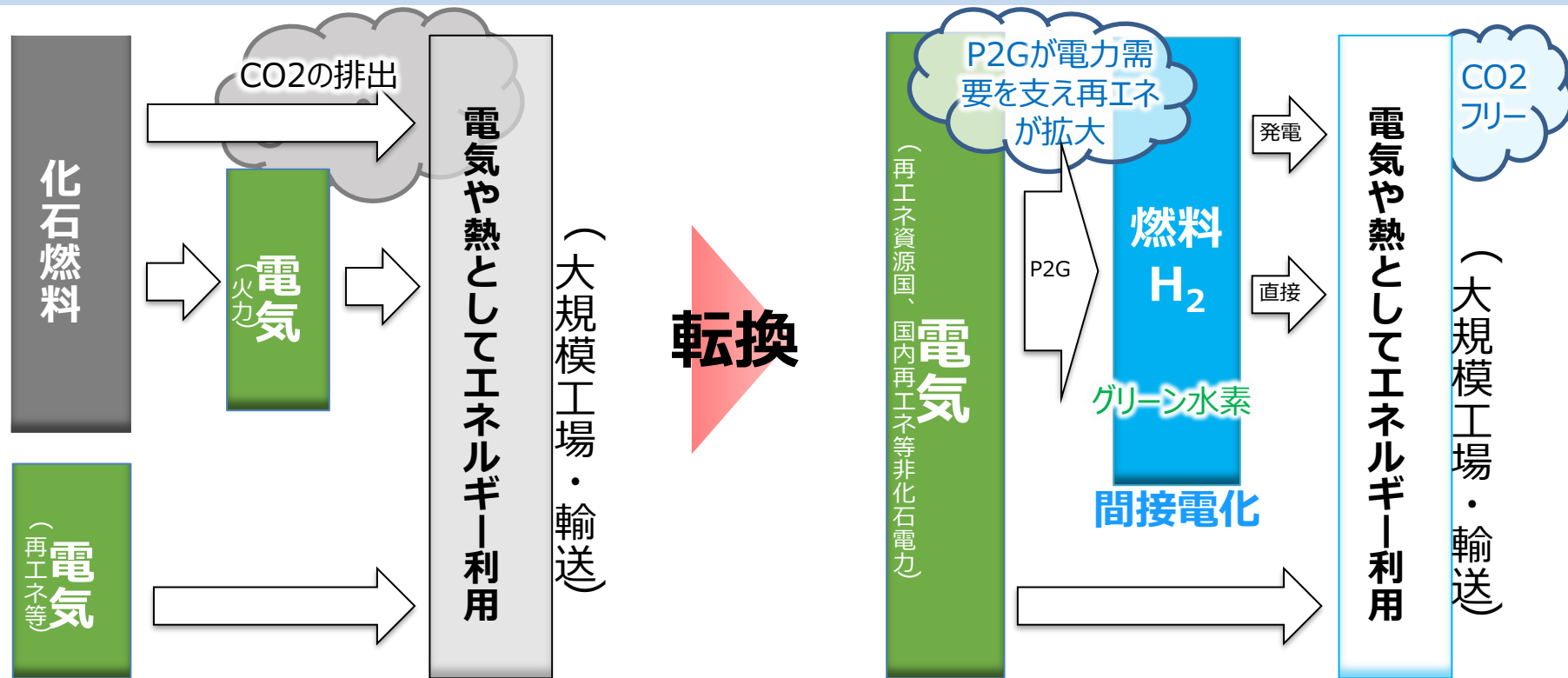


水素・燃料電池戦略協議会で示された今後の水素政策の方向性のうち、需要家オンサイトの水電解装置を提案する。

*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

東レ

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

カーボンニュートラル実現に向けた市場環境変化により、水素関連産業が急拡大すると予想

カーボンニュートラル実現に向けた水素関連市場環境変化 (社会面)

- 2020年は、EUやドイツ、豪州など多くの国で水素の国家戦略が策定されるなど、世界中で、2050年カーボンニュートラル実現に向けた取り組みが加速した。日本も、2020年12月に、グリーン成長戦略を発表し、カーボンニュートラルを目指す上で 不可欠な、水素、蓄電池、カーボンリサイクル、洋上風力を重要分野と位置づけた。
- 「世界のグリーン水素計画が加速、国内総電力需要を超える規模に」（日経エレクトロニクス記事、グリーン水素の大規模量産計画は、計1.62TWを超えるとの報告）

(エネルギー政策面)

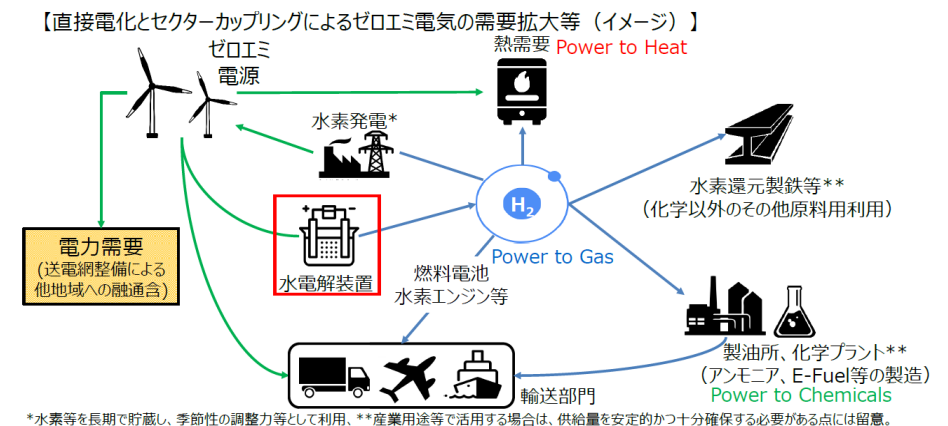
- 水素は直接的に電力分野の脱炭素化に貢献するだけでなく、余剰電力を水素に変換し、貯蔵・利用することで、再エネ等のゼロエミ電源のポテンシャルを最大限活用することも可能とする。加えて、電化による脱炭素化が困難な産業部門等の脱炭素化にも貢献できる。
- ウクライナ情勢により、エネルギーセキュリティの観点から化石燃料代替が加速

(経済・産業政策面)

- 現在、日本企業は水素分野で優れた技術・製品を有するが、今後、各国がエネルギー転換・脱炭素化を推し進めることになれば、世界的に水素関連製品の市場が拡大する見込み。技術開発や社会実装のための制度整備など、あらゆる政策を総動員し、日本企業の産業競争力を一層強化することは、産業政策的な観点から極めて重要。
- 日本政府は2023年6月に水素基本戦略を改訂、2030年までに国内外で15GW程度（世界シェア10%、含部素材メーカー）の水電解装置導入を目指す目標を設定し、日本企業の水電解装置及び部素材の製造能力増強を支援する水素産業戦略を発表した。

- 当該変化に対する経営ビジョン：東レG サステナビリティ・ビジョン※1
東レGは、革新技术と先端材料の提供により気候変動などの世界的課題の解決に貢献するという、東レグループの長期的な姿勢を示すため、「東レグループ サステナビリティ・ビジョン」を策定した。脱炭素・循環型社会の実現を目指し、水素製造、輸送・貯蔵、利用の全てで、幅広く基幹素材を開発している（長期経営ビジョン）。

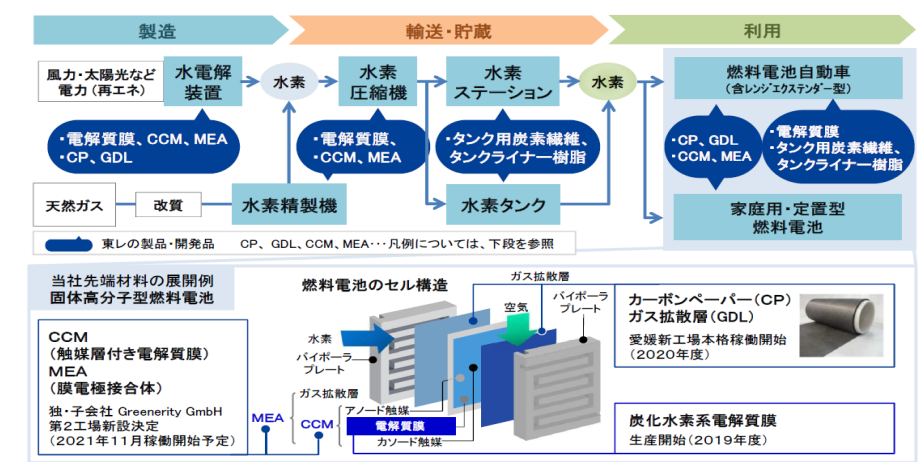
カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



研究・技術開発① 水素社会実現に向けた取り組み

出典：METI

低炭素・循環型社会の実現を目指し、様々な製品の研究・技術開発を推進



水素関連市場のうち、水電解による水素製造、特にPEM型水電解をターゲットとして想定

セグメント分析

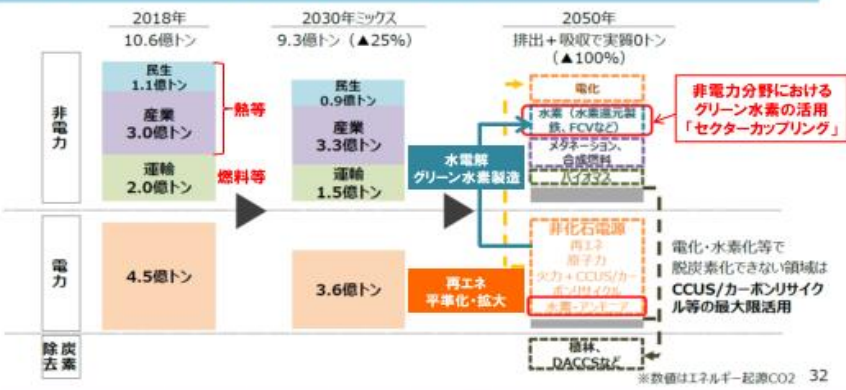
2050年CNに向けたグリーン成長戦略



（参考）カーボンニュートラルへの転換イメージ

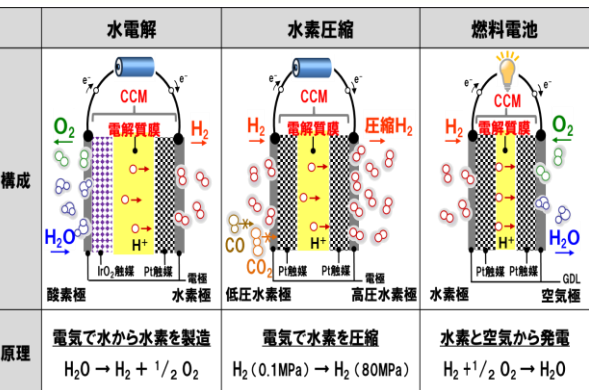
第18回水素・燃料電池戦略協議会

- 社会全体としてカーボンニュートラルを実現するには、電力部門では非化石電源の拡大、産業・民生・運輸（非電力）部門（燃料利用・熱利用）においては、脱炭素化された電力による電化、水素化、メタネーション、合成燃料等を通じた脱炭素化を進めることが必要。
- こうした取組を進める上では、国民負担を抑制するため既存設備を最大限活用するとともに、需要サイドにおけるエネルギー転換への受容性を高めるなど、段階的な取組が必要。

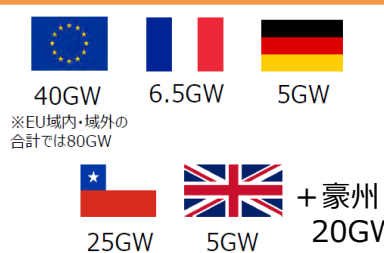


カーボンニュートラル転換に向けたコア技術は、水電解・グリーン水素製造

Copyright 2021 Toray Industries, Inc. All Rights Reserved.



各国等の導入目標(2030年時点)



IEA SDS*シナリオにおける2070年時点での導入容量は約3,300GWの見込み

*Sustainable Development Scenario

ターゲットの概要

出典：水素・燃料電池戦略協議会、IRENA、シーメンス資料

ターゲット：

- 再エネ由来の電力を活用した水電解による水素製造（P2G）、およびPEM型水電解装置
- 電解質膜・CCMの世界市場規模（想定）：
 - 膜：2030年までの累計 4200億円※1、2050年まで平均 2200億円/年（METI）※2
 - CCM：2030年までの累計 8400億円※1、2050年まで平均 4400億円/年（METI）※2
- ※1 公表値130GW、2030年目標設備6.5万円/kW、膜/CCM市場を設備5/10%で試算
- ※2 30年間世界平均88GW/年、設備5万円/kW、設備4.4兆円/年、同上で試算

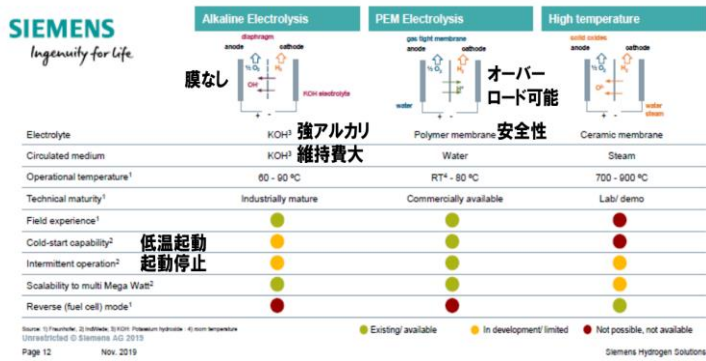
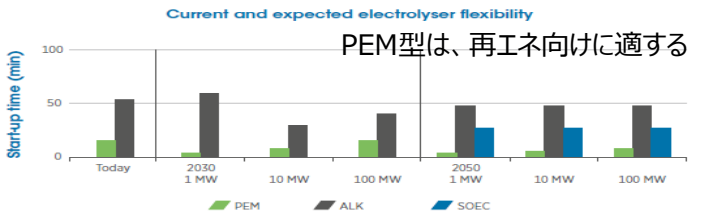


Figure 5: Start-up times for electrolyzers



（参考）水電解装置の種類と主な特徴（アルカリ形・PEM形）

- 現在実用化されているのはアルカリ形とPEM形の2種類。前者は高効率で低コスト、大型化が容易という特徴があり、後者は小型化しやすく、負荷追従性が高いため、調整力として活用が期待。

	アルカリ形	PEM形
主要製造企業	旭化成、Hydrogenics（加）、Thyssenkrupp(独)、Nel(ノルウェー)	日立造船、東レ（電解膜・MEA）、ITM Power（英）、Hydrogenics（加）、Siemens Energy（独）、Nel(ノルウェー)
NEDO実証の規模（参画企業）	10MW@福島（東芝エネルギーシステムズ、東北電力、東北電力ネットワーク、岩谷産業、旭化成）	2.3MW@山梨（山梨県企業局、東レ、東京電力ホールディングス、東光高岳）
電解効率（LHV, %）	63-70	56-60
資本コスト（USD/kW）	500-1400	1100-1800（使用する貴金属が高価）
製品寿命（時間）	60000-90000	30000-90000
電流密度（A/cm2）	-0.6	-2（セルスタックの小型化に寄与）
圧力（bar）	1-30	30-80（追加圧縮コスト低減可）
負荷追従性（調整力としての活用）	負荷変動範囲が狭い	負荷変動範囲が広い

（出典）The Future of Hydrogen, IEA等より資源エネルギー庁作成

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

東レ独自の電解質膜技術を用いて、安全・高効率なPEM型水電解技術・事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

「低ガス透過性」という強みを持つ東レ独自の炭化水素系膜技術により、PEM型水電解装置の高効率化、コスト低減、安全性・稼働率向上、CN社会の実現に貢献する。

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

出典：水素・燃料電池戦略協議会、シーメンス・エナジー資料

製品・サービス：

- 電解質膜、およびそれを用いた触媒層付膜（CCM）の製造・販売

ビジネスモデル：

- 水電解・グリーン水素のコスト低減には、再エネ電力の調達コスト低減と水電解装置の稼働率向上が重要。東レGは、EU、インド、豪州、中東、チリ、北アフリカなど、先行する海外市場の獲得を目指し、国内外パートナー（YHC、日立造船、シーメンス・エナジー他）とともに、海外事業展開を推進する。

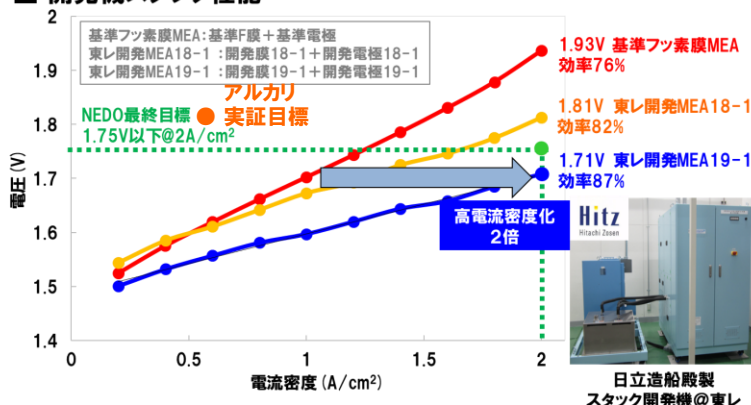
研究開発計画の関係性：

- パートナーのYHC、日立造船、シーメンス・エナジーと共同で、東レ膜・CCMを用いた安全・高効率なスタックの開発、大型スタックの性能・耐久信頼性の実証を推進し、設備コスト目標6.5万円/kWを見通す。



水電解・グリーン水素製造10kW開発機の実証状況

開発機スタック性能

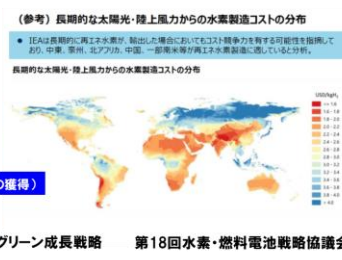


水電解10kW開発機において、東レ開発MEA19-1により、低ガス透過性を維持しながら、水電解電圧1.71Vを確認し、2020年度NEDOプロジェクト最終目標を達成した

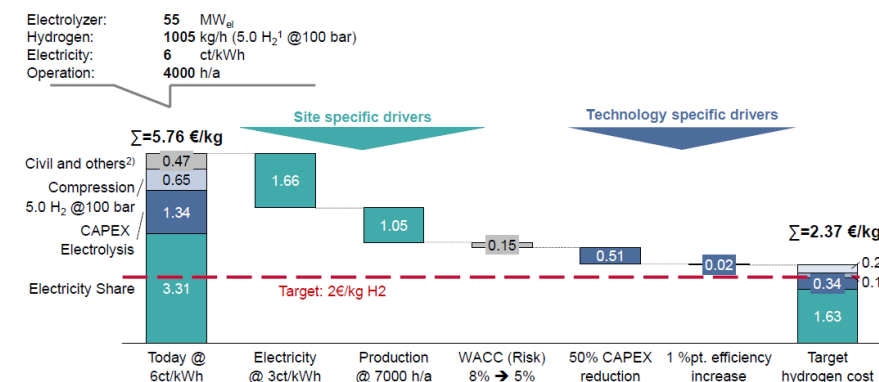
2050年CNに向けた東レの取り組み

国への要望（海外、研究）

- 水電解・グリーン水素のコスト低減には、再エネ電力の調達コスト低減と水電解装置の稼働率向上が重要。東レGは、EU、豪州、中東、北アフリカなど、先行する海外市場の獲得を目指し、国内外パートナーとともに、海外事業展開を推進します。
- （要望1）先行する海外市場獲得のために、官民共同で、国際連携プラットフォームを構築していく必要がある。水電解・グリーン水素製造を含めた国際連携プログラムと国際サプライチェーン構築に、国のリーダーシップとご支援をお願いしたい。
- （要望2）2050年目標達成に向けて、東レは、国内外パートナーとともに、キーマテリアルの開発・実証を推進するが、将来の日本の産業競争力強化の観点から、水電解要素研究の深化も必須と考えている。基礎研究から実証に至るまでの国の支援をお願いしたい。



Site specific operation conditions as main drivers to reach 2 € / kg H₂ production cost



Unrestricted © Siemens AG 2019
Page 16

SIEMENS
Ingenuity for Life

Siemens Hydrogen Solutions

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

（P2Gシステムの標準化）

- P2Gシステムは、水、電力、水素、熱の4つのエレメントからなるカップリング技術であり、各エレメントと電力と水素をつなぐ電解部分に、標準化、規格化が存在している。
- その細別は次ページ移行のページで検討

（エネルギー利用動向）

- 水素供給は、オンサイト型・オフサイト型が存在し、水素利用は、ボイラー・バーナーにより熱利用に対応でき、規模は多様であらゆる産業に渡る。
- 一方で、水素の原料となる産業向けの電力の利用は、電力網の基準により、6kV、66kVに大別され、受電できる電力の規模が大きく異なる。
- 6kVは、業務産業向けに84万件の契約が存在し、電力の60%を消費
- 66kVは、業務産業向けに1万件の契約が存在し、電力の40%を消費
- 海外の再エネ資源国では、これまでの例によらない大規模な再エネが導入される見通しであり、国内の電力網からの余剰電力を吸収するシステムとは異なる。
- 性能の評価方法は、IEC、ISOで定められており、これに基づく評価が必要
- 電力調整ツールとしてのP2Gシステムの定義・活用方法はあいまい。

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

1. 既存事業では、オフサイトP2Gシステムを活用し配送型モデルを追求

- 高圧ガス製造配送システムの国内デファクトシステムを構築すべくモデル化を推進
- 次世代の容器を多様な圧力・用途で利用可能なパッケージ化を推進
- 調整力市場の中で存在感を発揮するためのデータ取得を推進しルールメーカーと協業

2. 国内事業では、6kV系システムのパンパックモデルを創造

- 6kVの電力網の規格は、アンダー2000kW
- 既存の受電設備の改変が最小であり、構内のPVとの連動性から500kWのワンパックモデルを企画、開発しインバーターからアーリーアダプターまでの需要家をターゲットとして他者に選考する運用ノウハウをコアコンピタンスとして、市場ルールを創造

3. GI基金事業では、66kV系システムのモジュール連結モデルを創造

- 66kVの電力網の規格は、オーバー2000kW
- ボイラー運営において、資格者の要件が緩和されている小型貫流ボイラーの複数設置がスタンダードであることを踏まえ、2.0ton/hの蒸気量とマッチする2.0MW程度を単一モジュールとした連結式のモデルを創造
- 蒸気量10ton/hの工場をターゲットに、10MW規模のパッケージを確立し、カーボンフットプリントの指向の強い製品が生産される分野においてCO2フリー価値を提供することで100MWまでの市場において標準を獲得

4. 海外事業では、モジュール連結モデルと我が国の電化技術を統合し提供

- 熱の電化において、P2Gはガス、石油の代替として有効であるが、直接電力を利用できる高効率のヒートポンプ熱供給を併せることで、CN時代の工場熱システムを提案・実証していく。
- 海外工場での大規模な実証を経験し、GW規模が想定される輸入燃料としての水素製造につなげていく。



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



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）

- 市場の蓋然性が高いモデルを早期に構築・モデル化しデファクト化を押し進める。
- 事業を4階建ての構造として、土台となる米倉山の評価設備の運用から、エネルギーの利用動向に合わせて、モデル化する。
（1.既存事業、2.国内事業、3.GI基金事業、4.海外事業）
- 蓋然性の高いモデル化により、利用者を拡大させ、市場ルールを形成することで、電力調整ツールの検討など、電力分野における規格化では、当方の意向を反映させていく。

需要規模と電力網のレギュレーションのポイントを掴み標準化を活用し、水素の製造から利用までのルール形成を推進

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

東レ独自HC電解質膜を搭載したスタックシステムのデファクト化戦略を通じた優位性確保

FC分野における日本の競争優位と海外勢の追い上げ

- 我が国は世界に先駆けてFCVや定置用燃料電池（エネファーム）を商用化し、燃料電池分野の特許数（2010-2019年）で世界一を達成するなど、**世界をリード**。
- しかしながら、各国も燃料電池の市場拡大を見据え、**産業競争力を強化する動き**。
- 我が国の産業基盤を国内に守る観点からも、今後も継続して燃料電池のコスト削減や性能向上等、**競争力強化に資する取組を支援する必要がある**。

【欧州における産業競争力強化の取組（例：AutoStack Industrie）】

- 車載用の燃料電池の性能向上、コスト削減を目指し、自動車メーカー（BMW、ダイムラー、フォード等）、欧州系部材メーカーと共同でPower Cell(スウェーデン)が標準化された燃料電池システムを開発。当時世界最高レベルの出力密度(3.8kW/L)を達成。



日本経済新聞 記事利用について 印刷

半導体部材、欧米が規制へ 25年に有機フッ素化合物

2022/5/10 5:00 | 日本経済新聞 電子版



半導体の製造工程で有機フッ素化合物「PFAS」は多岐にわたって使われている。AP

米3M、有機フッ素化合物の生産・使用全廃へ 25年末

出典：「+」フォーカス

2022年12月21日 4:59



【ニューヨーク=西郷純子】工業製品・事務用品大手の米スリーエム（3M）は20日、2025年末までに「PFAS（パーフラス）」と呼ばれる有機フッ素化合物群の生産や使用を全廃すると発表した。有害物質として汚染が社会問題になる中、欧米当局による規制強化の動きに対応する。既に使用量の削減を進めており、代替品への切り替えなどを進める。

海外の標準化や規制等の動向分析

（標準化動向）

- 欧州を中心に、国家プロジェクトなどを通じて、燃料電池・水電解のシステム・部材メーカーを糾合することで、部素材も含めたデファクト化を軸とした標準化を推進

（規制動向）

- 半導体に続き、燃料電池や水電解分野でも、REACHによるフッ素膜などのPFAS規制が本格化。水電解用の膜は、「規制対象かつ猶予期間なし」になる可能性

標準化や規制等に対する取組方針

（標準化の検討体制の確立）

- CTO（技術センター所長）を標準化戦略責任者とし、事業ごとに標準化戦略担当者を配置
- 電解質膜事業の標準化戦略担当：H S 事業部門長／事業G L
- 国内外の標準化動向についての調査・分析担当：経営企画室S I 戦略G
- （国家プロジェクトへの積極的な参画）

- グリーンイノベーション基金に限らず、国家プロジェクトに積極的に参画し、国内外パートナーと協力しながら、東レの電解質膜のデファクト化を推進する

（規制関連の方針）

- 東レHC電解質膜搭載スタックシステムのデファクト戦略を推進しつつ、PFAS規制の動向に応じて、規制に対するソリューションとして訴求する。

（知財関連の方針）

- 水電解・燃料電池部素材について、強い特許網を構築済み。強化継続していく。

一企業にPFAS代替手段の確保を求める 欧州における永遠の化学物質「PFAS」の規制案

みずほリサーチ&テクノロジーズ サステナビリティコンサルティング第2部 徳島 直幸

（1）対象となる濃度

PFASは全ての物質の分析法が確立しているわけではないため、すでに分析法が定まっている個別のPFASの規制濃度および全PFASに対する濃度を定められている。

- 個別のPFASに対するターゲット分析の結果、個別物質ごとに25ppb以上（定量から除外された高分子PFASを除く）
- 個別のPFAS（前駆体はオプションとして測定）に対するターゲット分析の結果、PFASの合計濃度が250ppb以上（定量から除外された高分子PFASを除く）
- 全てのPFAS（高分子PFASを含む）について、50ppm以上、測定は、全フッ素分析が行われ、50mgF/kgを超える場合には、製造・輸入事業者または使用者は、当局からの要請に応じてPFASまたはPFASの対象ではないフッ素化合物それぞれの濃度の証明書を当局に提出するものとする。

（3）用途ごとの特例（猶予期間）

用途ごとの特例（猶予期間）は、化学品およびポリマーに於いて設置されており、またパブリックコンサルテーションの意見を踏まえて検討される用途が挙げられている。

ただし猶予期間が設定される用途であっても、報告が必要とされている多くの用途については、規制の施行後18カ月の移行期間の後、毎年3月31日までに以下の内容をECHAに届け出なければならない。

- 使用目的の対象となる登録要件
- 前年に市場に出された物質の識別情報および量

特例の対象として提案されているポリマー

バグラフ	番号	用途・製品	猶予期間	報告対象
6	a	工業的および専門的使用の食品・飲料生産を目的とした食品接触材料	6.5年	
6	b	埋め込み型医療機器（メッシュ、創傷治療製品、チューブ、カテーテルを除く）	13.5年	○
6	c	医療機器のチューブとカテーテル	13.5年	○
6	d	定置型吸入器（MDI）のコーティング	13.5年	○
6	e	プロトン交換膜（PEM）燃料電池	6.5年	
6	f	石油および鉱業におけるフッ素樹脂の用途	13.5年	○

出所：PFAS規制案¹⁴よりみずほリサーチ&テクノロジーズが複製

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

電解質膜技術の強みを活かして、水電解・グリーン水素のコスト低減という価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する東レ膜の提供価値

- ・ 高効率
- ・ スタックコスト低減
- ・ 安全性
- ・ 稼働率向上

東レGの強み（独Greenerity、TRC、TEK、TARCなど）

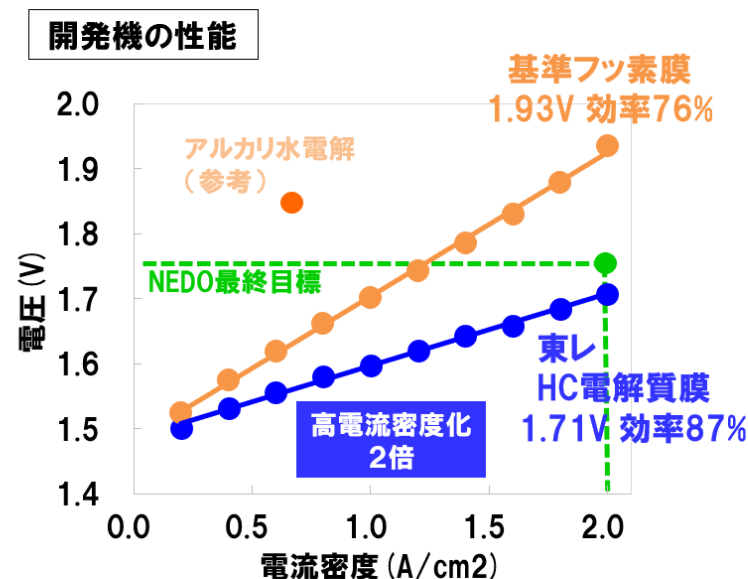
- ・ 電解質膜設計、ポリマー設計、相分離構造制御
- ・ フィルム技術・量産技術（PETフィルム世界シェアNo.1）
- ・ ポリマー重合技術・量産技術
- ・ 触媒・CCM・添加剤設計
- ・ 電気化学評価技術、分析力、評価実証設備
- ・ 海外拠点・事業展開、社外連携

東レGの弱み及び対応 → 本基金事業にて、対応予定

- ・ 新材料のため、実機での実用耐久信頼性確認必要
- ・ 新事業・新材料のため、量産技術・体制整備必要

他社に対する比較優位性

水電解装置における東レHC膜の付加価値



日立造船製開発機
@東レ滋賀



炭化水素系電解質膜

要求項目		基準 フッ素膜	東レ HC電解質膜
効率	%	76	→ 87
高電流 密度	A/cm ²	1	→ 2
低ガス 透過	a.u.	1	→ 1/3
			高効率 スタック コスト低減 安全性 高稼働率

水電解装置の飛躍的な高効率化により、グリーン水素コストの大幅な低減に貢献できる

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

YHCは5年間の研究開発の後、2026年頃の事業化、カーボンプライシングなどのサポートを受けて自立する

東レは、山梨県、東京電力HDと新会社YHCを設立しており、その事業計画を記載する（2022年2月設立）

- 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

<div><div>YHC</div><div>Yamanashi Hydrogen Company, Inc.</div></div>	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	
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	

G I 基金成果の事業化計画

～26年度

31年度

事業化

投資回収

開発・実証（基金事業を含む）

国内・グローバル事業展開

研究開発費	-	2.7億円	...	2.1億円	...	-	...	-	-	-
-------	---	-------	-----	-------	-----	---	-----	---	---	---

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	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"> 本基金事業では、シーメンス・エナジー、日立造船と共同で、東レ膜・CCMを用いた安全・高効率なスタックの摺合せ開発、大型スタックの性能・耐久信頼性の実証を推進し、設備コスト目標6.5万円/kWを見通す。 水素・燃料電池材料技術について、強い特許網を構築済み（100件以上）。強化継続していく方針。 	<ul style="list-style-type: none"> 自社設備投資に加えて、本基金事業を通して、ポリマー・電解質膜・CCMの少量生産設備・体制（原料調達・生産・品証等）、水電解の評価実証設備・体制を構築する。 本基金事業で開発実証する水電解装置について、開発パートナーと事業化/拡大計画を摺合せ、ポリマー製造設備増設、製膜設備増設を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> 電解質膜の世界市場規模（想定）は、2030年までの累計4200億円、2050年まで平均2200億円/年と大きい。 東レGは、EU、豪州など、先行する海外市場の獲得を目指し、開発パートナーのYHC、東電、シーメンス・エナジー（SE）、日立造船とともに、海外事業展開を推進する。 本社スタッフ・広報・宣伝・IR室等とも協力して、社内PRを推進する。
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"> シーメンス・エナジーとパートナーシップを締結し、スタックの摺り合わせ開発を開始した。 シーメンス・エナジー、日立造船両社と共同で、中型スタック開発・評価を推進し、性能耐久性目標を達成し、2024年度中間目標前倒し達成の見通しを得た。 	<ul style="list-style-type: none"> 中型スタック評価実証設備、実用規模を想定した電解質膜・CCM製造設備を導入し、製造技術開発を開始した。 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、原材料～ポリマー・電解質膜およびCCMまで一貫した製造技術の開発を進めていく。 	<ul style="list-style-type: none"> 国内地域モデル実証（山梨、福島）に加えて、インド（YHC、マルチスズキ）、スコットランド（丸紅、SE）、インドネシア（東電、YHC）等の国際実証を企画・推進している。 政府主催の国際連携政府間会議・視察に多数出席し、国際連携PJをリードしていく。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"> 本基金事業を通して、東レ独自の電解質膜技術が有する、社会・顧客に対する提供価値を実証し、新しい価値の創造・差別化により、CN社会の実現に貢献する。 開発パートナーとの摺合せ開発を通して、実機での課題・ニーズ、次世代のターゲットを先取りし、差別化により、国際競争力を向上、維持していく。 	<ul style="list-style-type: none"> スタックの摺合せ開発や、実機での耐久信頼性の確認には、かなりの時間と研究資源が必要である。 本基金事業を通して、東レ独自の電解質膜技術が有する、社会・顧客に対する提供価値を実証し、顧客との信頼関係構築、囲い込みを図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 山梨県・東電・SE・日立造船と共同で、欧州GNT、中国TARCなどの東レ海外拠点、東電・SE・日立造船海外拠点を活用し、海外事業拡大を図る。 先行する海外市場獲得のために、官民共同での国際連携フレームワーク構築が必要。国家間連携プログラムと国際サプライチェーン構築に、国・経産省のリーダーシップとご支援をお願いしたい。

着実に社会実装まで繋げられるように、国の支援に加えて、自社の経営資源を投入していく

東レは、山梨県、東京電力HDと新会社Y H Cを設立しており、その事業計画を記載する（2022年2月設立）

基金事業における東レの資金計画					YHCとして記載				
	2021 年度	2022 年度	...	2025 年度	...	2030 年度	...	2036 年度	2036年度まで合計
事業全体の資金需要	1.5億円	24.6億円	...	2.1億円	...	181億円	...	1,200億円	8,700億円
うち基金事業	1.5億円	24.6億円	...	2.1億円	...	0億円	...	0億円	
国費負担※ (2/3補助)	1.0億円	16.4億円	...	1.4億円	...	基金事業で モジュール化 を成し、新た な事業化実 証を提案し、 世界を一気 にリードして いく。	...	-	
自己負担 (A+B)	0.5億円	8.2億円	...	0.7億円	-	
A：自己資金	0.5億円	8.2億円	...	0.7億円	-	
B：外部調達	0円	0円	...	0億円	-	

※インセンティブが全額支払われた場合

1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

グリーンイノベーション基金採択、事業開始（8社共同記者会見）

グリーンイノベーション基金事業におけるカーボンニュートラル実現に向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発に係る事業の開始について

2021年9月1日
山梨県、東京電力ホールディングス株式会社、日立造船株式会社、シーメンス・エナジー株式会社、株式会社加地テック、三浦工業株式会社、ニチコン株式会社

山梨県（県庁：山梨県甲府市、知事：長崎幸太郎）、東京電力ホールディングス株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：日笠昭寅、以下「東電」という。）、東京電力エナジーパートナー株式会社（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：小早川智明、以下「東京電力HD」という。）、東京電力エナジーパートナー株式会社（本社：東京都中央区、代表取締役社長：秋本展秀、以下「東京電力EP」という。）、日立造船株式会社（本社：大阪府大阪市、代表取締役 取締役社長兼COO：三野慎男、以下「日立造船」という。）、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、以下「シーメンス・エナジー」という。）、株式会社加地テック（本社：大阪府堺市、代表取締役社長：鈴木博之、以下「加地テック」という。）、三浦工業株式会社（本社：愛媛県松山市、代表取締役 宮内大介、以下「三浦工業」という。）、及びニチコン株式会社（本社：京都府京都市、代表取締役社長：吉田茂雄、以下「ニチコン」という。）は、グリーンイノベーション基金事業における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）の助成事業の採択を受け（※1）、コンソーシアム「やまなし・ハイドロジェン・エネルギー・ソサエティ（H₂-YES）」を構成し、大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発に係る事業を、本日から開始します。

P2Gシステムは、再生可能エネルギー等由来の電力を活用し、水の電気分解から水素を製造する技術であり、カーボンニュートラル社会の実現に向け、再生可能エネルギーの導入拡大と温室効果ガスの削減において、世界的に期待されています。山梨県、東電及び東京電力HDは、NEDOの委託事業（※2）として、安全・安心にグリーン水素を利用できるP2Gシステムを、山梨県甲府市の米倉山電力貯蔵技術研究サイトに構築し、2021年6月から試運転を行っています。

今回の事業では、NEDOの委託事業における技術開発成果を活かし、2021年度から2025年度までの5年間で、再生可能エネルギーを安全・安心に水素エネルギーに転換できる固体高分子（PEM）形水電解を用いて、水電解装置の大型化・モジュール化に向けた設備設計や各種試験を行います。また、複数箇所において、モジュール化したP2Gシステムを16MW規模で導入し、大規模需要家におけるボイラー等による直接的な化石燃料の利用を水素エネルギーに転換する実証を計画しています。

今後、「水電解装置の大型化・モジュール化、及び優れた新部材の装置への実装技術開発」と、「熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証」を推進することにより、将来の再生可能エネルギーの大量導入に併せ、様々な地域や場所への当該システムの展開を目指して参ります。

山梨県は、本県で技術開発が進められたP2Gシステムのグローバルな展開により、カーボンフリー化を求める世界経済の大きな流れを背景に、今後更に価値が高まっていくグリーン水素へエネルギー利用を大きく転換させ、2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにするカーボンニュートラル社会の実現に向け、先頭立って取り組んで参ります。

東電は、優れた先端素材の力で「温室効果ガスの排出と吸収のバランスのとれた世界」など持続可能な社会の実現に取り組んでいます。本実証事業では当社開発の「炭化水素系電解質膜」を実装した高効率大型水電解装置を実現し、グリーン水素サプライチェーンの構築を通じて、水素社会・カーボンニュートラル社会の実現に貢献して参ります。

東京電力HD・東京電力EPは、本実証事業で再生可能エネルギー由来の電力も利用できる「水の電気分解による水素の製造」から、「工場等のお客さまが熱エネルギーや産業用ガスとして水素を利用する」までをサプライチェーンでサービス提供すること、電化の推進を通じてカーボンニュートラル社会の実現を目指して参ります。

日立造船は、再生可能エネルギーをグリーン水素へ転換する水電解装置の大型化・モジュール化の開発に取り組み、グリーン水素製造インフラの社会実装を目指すとともに、再生可能エネルギー電源の導入拡大、水素の燃料化サプライチェーン構築などのP2G製品・サービスの普及を通じて、脱炭素社会の実現に貢献して参ります。

シーメンス指して、日々事業に参画していきます。

加地テックはじめとした実証事業ではムで製造する

三浦工業はルギー由来の要の脱炭素化



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

大規模PEM型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証

参考②

事業の目的・概要

- 余剰再生エネルギー等を活用した国内水素製造基盤を確立し、先行する海外市場を獲得するために、PEM型水電解装置コストを2030年までに6.5万円/KWまで引き下げることを目指す。
- そのため、既存事業等の知見を活用しつつ、PEM型水電解装置の大型化・モジュール化や、耐久性と電導性に優れた膜の実装、水素ボイラーの燃焼効率向上等に関する技術開発を行う。
- また、16MW級の水電解装置を開発設備とともにモジュール化して、パッケージとして需要家に設置。水素ボイラーを用いて熱の脱炭素化に向けた実証を行う。

実施体制 ※本学・幹事企業

- 山梨県企業局、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、東レ株式会社、日立造船株式会社、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

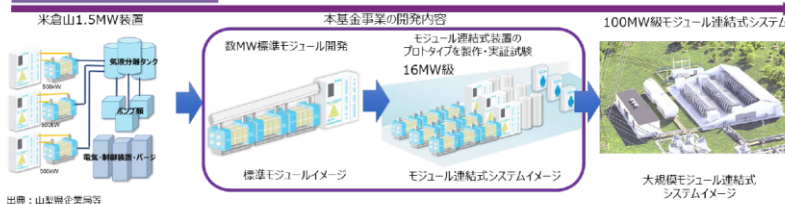
事業規模等

- 事業規模：約140億円
- 支援規模：約100億円
- *インセンティブ額を含む。今後ステップアップ等で事業進捗等に合わせて合理化見込み
- 補助率等：2/3 → 1/2（インセンティブは10%）

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業イメージ



出典：山梨県企業局等

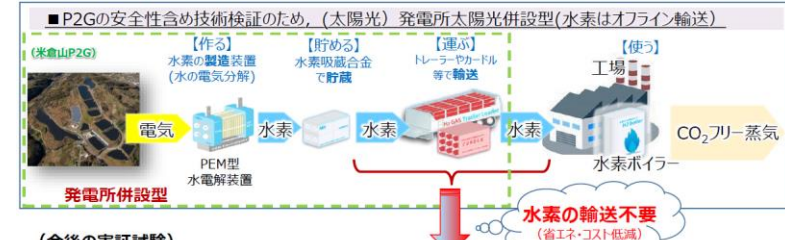
出典：2021年8月26日 NEDOニュースリリース「グリーンイノベーション基金事業、第1号案件として水素に関する実証研究事業に着手」（別紙2）事業概要資料 2-6



カーボンニュートラル実現に向けた大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発の事業開始について

参考①

（これまでの実証試験）



（今後の実証試験）



1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

シーメンス・エナジーとパートナーシップを締結（2社共同記者会見）

News Release



2021年9月6日
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:日覚昭廣、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、再エネ由来グリーン水素の導入拡大、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「再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造プロジェクト」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。

このグリーンイノベーション基金事業は、戦略的パートナーシップ構築の一環であり、基本合意に基づき、東レは、東レ独自の「炭化水素系電解質膜」をシーメンス・エナジーに供給し、両社で協力して、シーメンス・エナジーのPEM型大型水電解スタック・装置「Elyzer」への搭載・実証・事業化を推進するとともに、グリーン水素の利活用分野へのコラボレーション拡大についても検討します。

シーメンス・エナジーは、エネルギー技術を提供する世界的なリーディングカンパニーの一つです。将来のエネルギーシステムに向け顧客やパートナーと協力し、より持続可能な社会への移行を支援しています。製品、ソリューション、サービスのポートフォリオにより、シーメンス・エナジーは、発電から送電、蓄電まで、エネルギーのバリューチェーンのほぼ全体をカバーしています。

シーメンス・エナジー株式会社 広報

TEL: 03-6756-5300 (代表)

東レ株式会社 広報室

【東京】TEL:03-3245-5179 【大阪】TEL:06-7688-3085



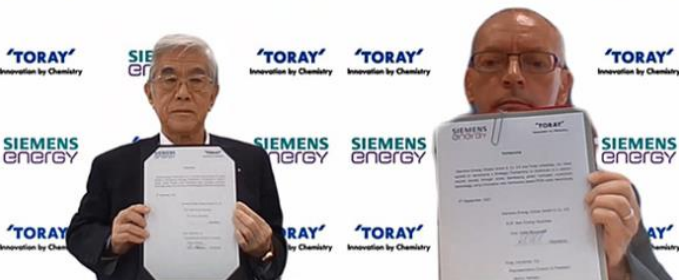
す。ポートフォリオには、ガスタービン、蒸気タービン、水素で稼働するハイブリッド発電所、発電機や変圧器といった従来型および再生可能エネルギー技術が含まれます。ポートフォリオの50%以上はすでに脱炭素化されています。シーメンス・エナジーは上場企業 Siemens Gamesa Renewable Energy (SGRE) の株式の過半数を保有し、再生可能エネルギーの世界的なマーケットリーダーです。世界で発電される電力の推定 1/6 は、シーメンス・エナジー社の技術に基づいています。シーメンス・エナジーは世界中で9万人以上の従業員を90か国以上で雇用しており、2020年度の売上高は約275億ユーロでした。

www.siemens-energy.com

東レは、有機合成化学、高分子化学、バイオテクノロジー、ナノテクノロジーをコア技術とし、繊維、機能化成品、炭素繊維複合材料、環境・エンジニアリング、ライフサイエンスといった様々な分野に素材を供給する総合化学企業です。創業以来、「事業を通じた社会貢献」を存在意義としており、2018年に策定した「東レグループ サステナビリティ・ビジョン」では、2050年に地球規模で温室効果ガスの排出と吸収のバランスが達成された世界などを目標とすることを宣言しました。地球環境問題や資源・エネルギー問題の解決に貢献するグリーンイノベーション事業の拡大によるGHG排出量削減と、GHGの吸収に貢献する技術・製品の開発を進めることで、社会全体の2050年カーボンニュートラル実現と同時に自社のカーボンニュートラル達成も目指しています。世界29の国と地域で事業を展開し、従業員数は約4万6,000人、2020年度の売上高は1兆8,836億円(約145億ユーロ)でした。

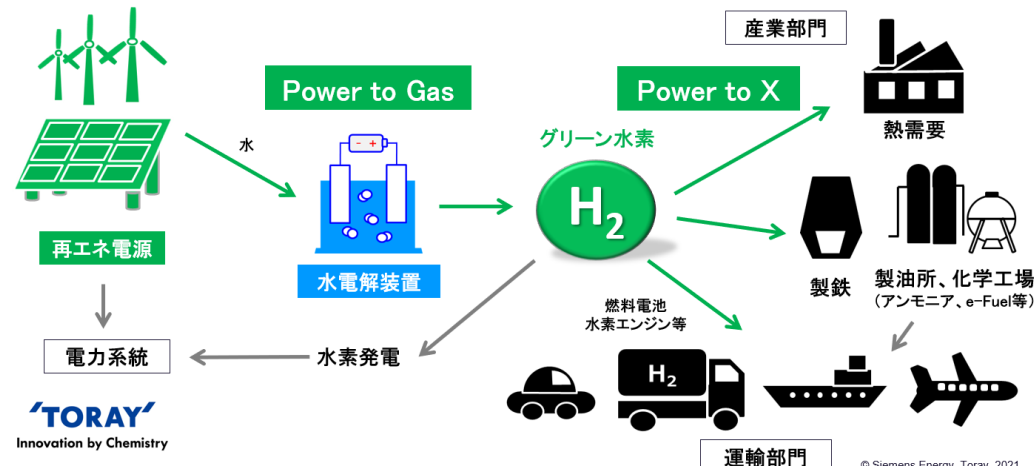
www.toray.co.jp

以上



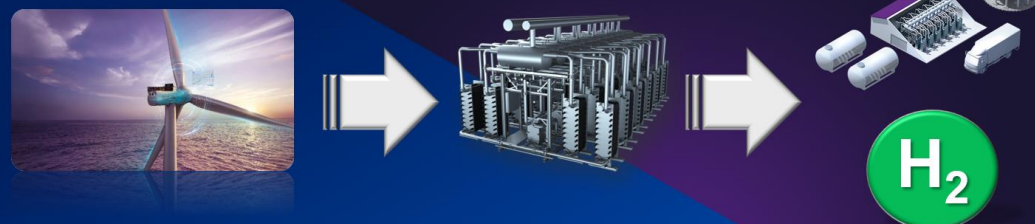
2021年9月、東レとシーメンス・エナジーはパートナーシップ締結を共同発表。左が東レ・日覚昭廣社長、右がシーメンス・エナジーAG エグゼクティブバイスプレジデント(当時)のアーミン・シュネッテラー氏。

カーボンニュートラル社会における水素の位置づけ
グリーン水素を熱・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、脱炭素化を実現



© Siemens Energy, Toray, 2021

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。



© Siemens Energy, Toray, 2021

1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

国内初のP2G事業会社「やまなし hidroジェンカンパニー」設立（3者共同プレスリリース）



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 > 国内初のP2G事業会社「やまなし hidroジェンカンパニー」の設立について

国内初のP2G事業会社「やまなし hidroジェンカンパニー」の設立について



2022.02.28

山梨県
東京電力ホールディングス株式会社
東レ株式会社

山梨県(県庁:山梨県甲府市、知事:長崎幸太郎)、東京電力ホールディングス株式会社(本社:東京都千代田区、代表執行役社長:小早川智明、以下「東京電力HD」)及び東レ株式会社(本社:東京都中央区、代表取締役社長:日覚昭廣、以下「東レ」)は、これまで培ってきたP2G(Power to Gas)システムの開発成果を更に発展させ、カーボンニュートラルの実現を共同で目指すため、国内初のP2G事業会社「やまなし hidroジェンカンパニー(以下「YHC」)を設立しました。

YHCでは「水素等の製造、供給、販売並びにエネルギーサービスに係る事業」「水素等の製造、貯蔵、輸送に係る技術開発並びに実証事業」「水素等の利用の普及、拡大に係る事業」等に取り組んで参ります。なお、本格的な業務は2022年4月から開始する予定です。

YHCを中心に、山梨県、東京電力HD及び東レは引き続き連携し、P2Gシステムの更なる技術開発により実用化を加速するとともに、システムそのものを国内外へ広く展開することにより、燃料の非化石化と電化を促進し、カーボンニュートラルの実現に向け、積極的に貢献していきます。

【新会社の概要】

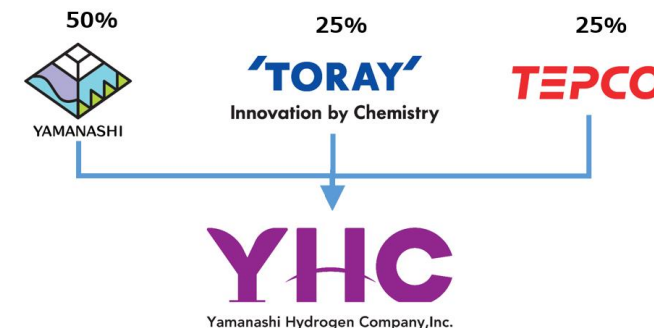
会社名	株式会社やまなし hidroジェンカンパニー
(英文)	Yamanashi Hydrogen Company, Inc.
所在地	山梨県甲府市下向山町3216(米倉山電力貯蔵技術研究サイト内)
代表者	代表取締役社長 中澤宏樹
設立日	2022年2月28日
資 本	2億円[山梨県:50%、東京電力HD:25%、東レ:25%]



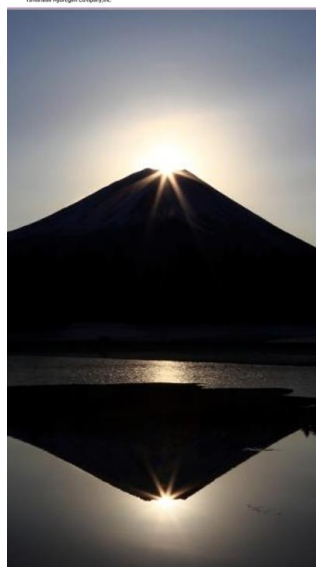
<https://www.toray.co.jp/news/details/20220228112316.html>



P2Gシステムを担当する株式会社やまなしカンパニーは、我が国初のP2Gシステム専門の会社であり、NEDO技術開発成果をもとに2022年2月に設立した。



6



YHCは、我が国で初めての
Power to Gasの専門企業。

事業目標

- 産業分野におけるカーボンニュートラル
- ✓ 電化が難しい領域における化石燃料からのエネルギー転換

1. 事業戦略・事業計画／将来の社会実装を見据えて行う、事業化面の取組内容に関する参考資料

NEDO地域モデル構築事業開始（5社共同プレスリリース）

HOME > ニュースルーム > 水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワーク「やまなしモデル」技術開発事業の開始について

水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワーク「やまなしモデル」技術開発事業の開始について



2022.03.02

山梨県

東京電力エナジーパートナー株式会社

株式会社巴商会

UCC上島珈琲株式会社

東レ株式会社

山梨県(県庁:山梨県甲府市、知事:長崎幸太郎)、東京電力エナジーパートナー株式会社(本社:東京都中央区、代表取締役社長:秋本展秀、以下「東京電力EP」という。)、株式会社巴商会(本社:東京都大田区、代表取締役社長:深尾定男、以下「巴商会」という。)、UCC上島珈琲株式会社(本社:兵庫県神戸市、代表取締役社長:朝田文彦、以下「UCC」という。)及び東レ株式会社(本社:東京都中央区、代表取締役社長:日覺昭廣、以下「東レ」という。))は、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)の助成事業(※)の採択を受け、新たに小規模パッケージ化したP2Gシステムを開発し、電化が困難な産業部門等の脱炭素化を目指す事業を開始しました。

P2Gシステムは、再生可能エネルギー等由来の電力を活用し、水を電気分解し水素を製造する技術であり、カーボンニュートラル社会の実現に向け、再生可能エネルギーの導入拡大と温室効果ガスの削減において世界的に期待されており、2021年6月からは、山梨県内でP2Gシステムでグリーン水素を製造し、工場やスーパーマーケットで利用する社会実証も行っているところです。

今回の事業では、2021年度から2025年度までの5年間で、「500kWワンプACK PEM(固体高分子)形P2Gシステムを開発し、国内の複数地点に導入」、「水素エネルギーの利用拡大を見据え、大容量輸送技術手段の確立に向けた次世代カードル・トレーラーを開発」、「既存インフラと水素エネルギーを最大限活用した脱炭素グランドマスター工場のモデル化」及び「コーヒーの焙煎など難易度の高い水素利用の技術を通じて、食品加工分野の脱炭素化の推進」に取り組めます。

山梨県、東京電力EP、巴商会、UCC及び東レの5者は相互に連携し、山梨県等が進めてきたP2Gシステムの開発成果を、水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワーク「やまなしモデル」として更に発展させ、新たな水素の利用モデルを開拓することにより、化石燃料の利用から水素エネルギーへの転換を推進し、カーボンニュートラル社会の実現に貢献して参ります。

(※)「水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発」における「地域モデル構築技術開発事業」(2021年12月採択決定)

水素社会構築技術開発事業/地域水素利活用技術開発/

水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワークやまなしモデルの技術開発

実施体制：山梨県企業局、東京電力エナジーパートナー(株)、(株)巴商会、UCC上島珈琲(株)、東レ(株)



事業の目的

- カーボンニュートラル社会の実現には非化石エネルギーが多く存在する電力エネルギー転換が必要であり、ガス等の燃料や蒸気を使用せざるを得ない産業は脱炭素化が困難になっている。
- 山梨県等が進めてきた既往の実証成果を発展させ、新たな水素の利用モデルを開拓し、化石燃料からのエネルギー転換を推進するための技術開発を実施する。

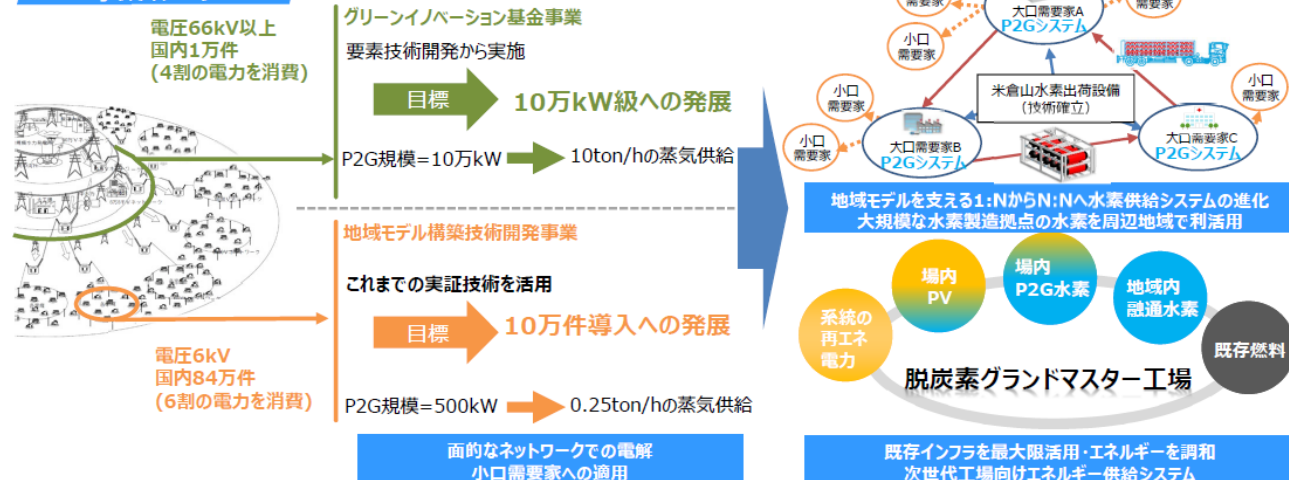
事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業内容概略

- 水電解装置を用いた分散型非化石燃料供給システムを実現するため、500kW級ワンプACK PEM形P2Gシステムを開発・実証する。
- GI基金による大規模な水素製造拠点の拡大を想定し、その周辺地域での、水素エネルギー利用拡大を促す次世代のカードル・トレーラーを開発し、大容量輸送技術手段の確立を目指す。また、マルチ圧力出荷受け入設備を開発・実証する。
- 既存インフラを最大限活用する社会実装モデル工場を創出に向け、脱炭素グランドマスター工場のモデル化を提案・実証する。
- カーボンニュートラル実現に向け、電化が困難な産業部門等の脱炭素化を指向し、コーヒーの焙煎など難易度の高い水素利用の技術開発を通じて、食品加工分野の脱炭素化を目指す。

事業イメージ



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 優れた新部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なため。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

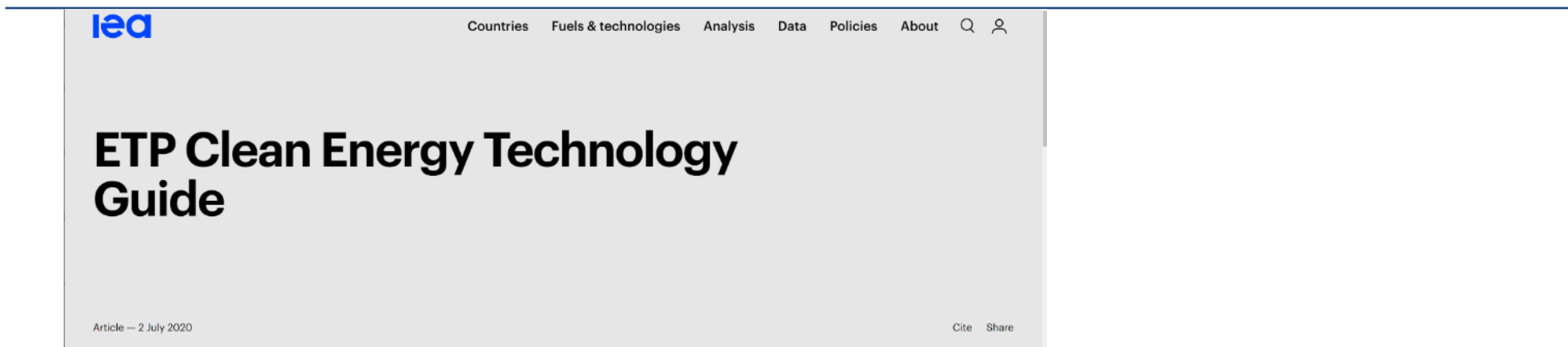
アウトプット目標

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	量産可能かつスケーラ 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） 量産可能かつスケーラ 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。

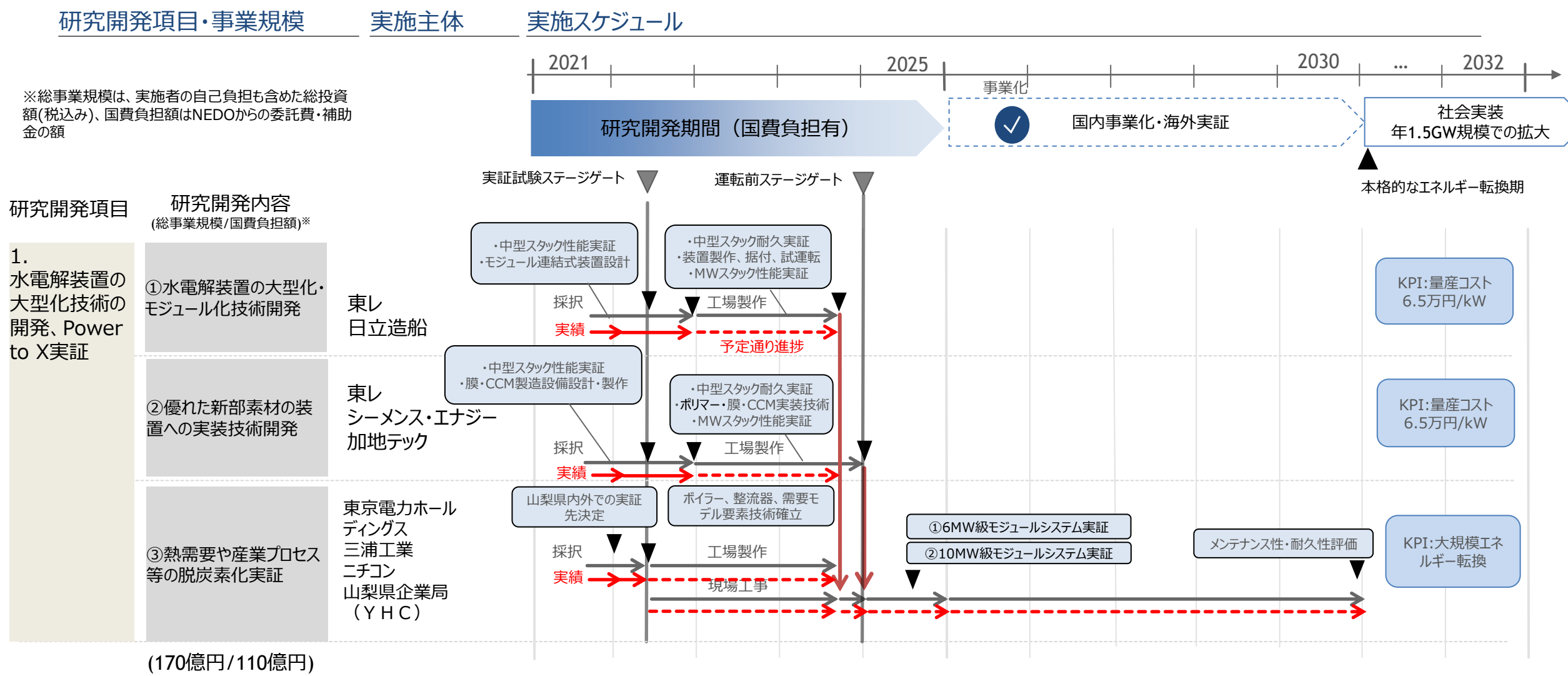
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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

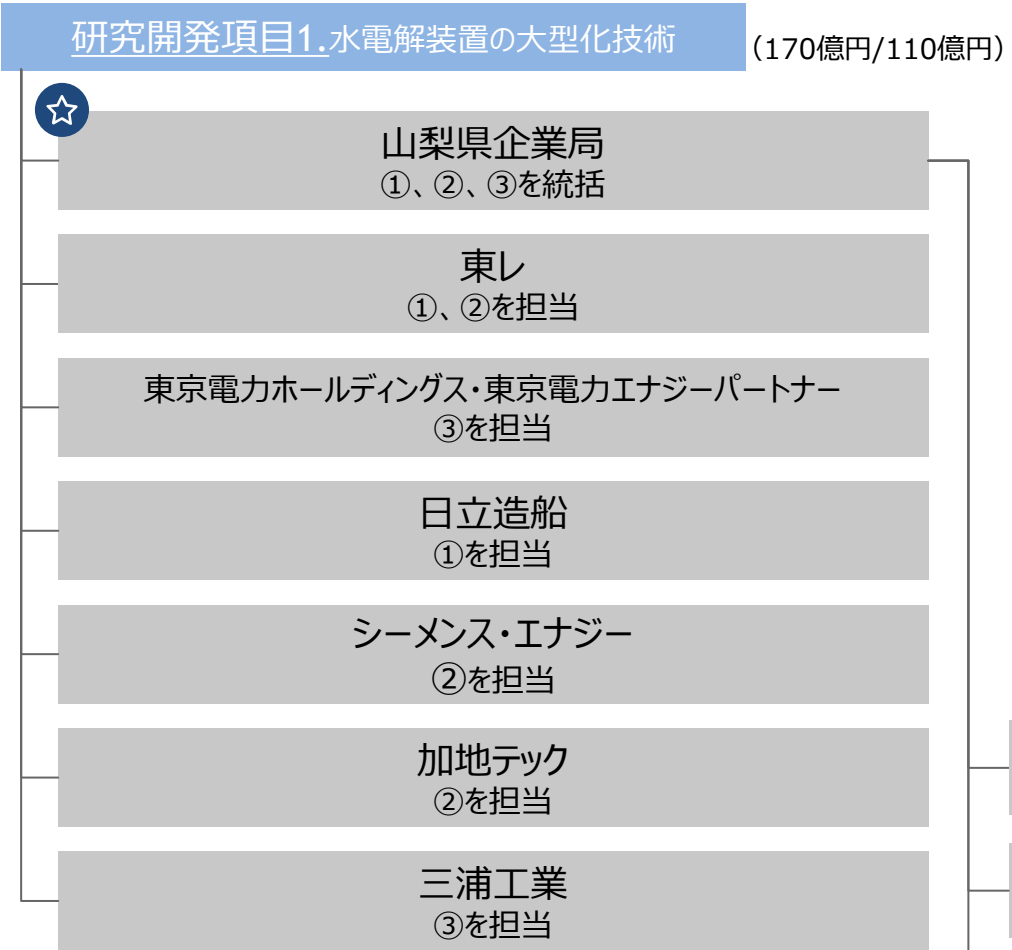
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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	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)	2025年にてシステム効率77%、2030年にてシステム効率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	<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

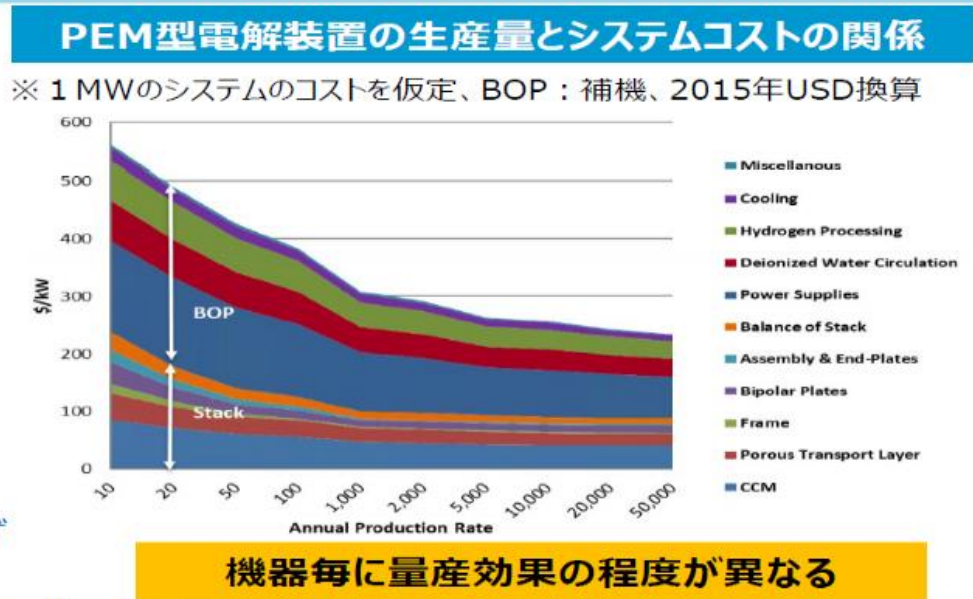
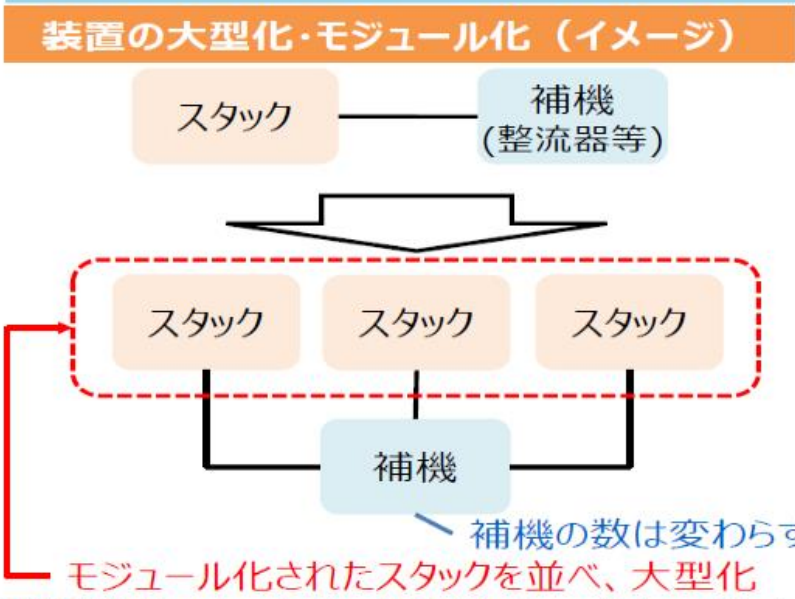
Table 2.2. State-of-the-art and future targets for hydrogen production from renewable electricity for energy storage and grid balancing using PEM electrolyzers

		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 (€/kW)	8,000 (~3,000)	2,900 (1,200)	2,000 (900)	1,500 (700)	1,000 (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

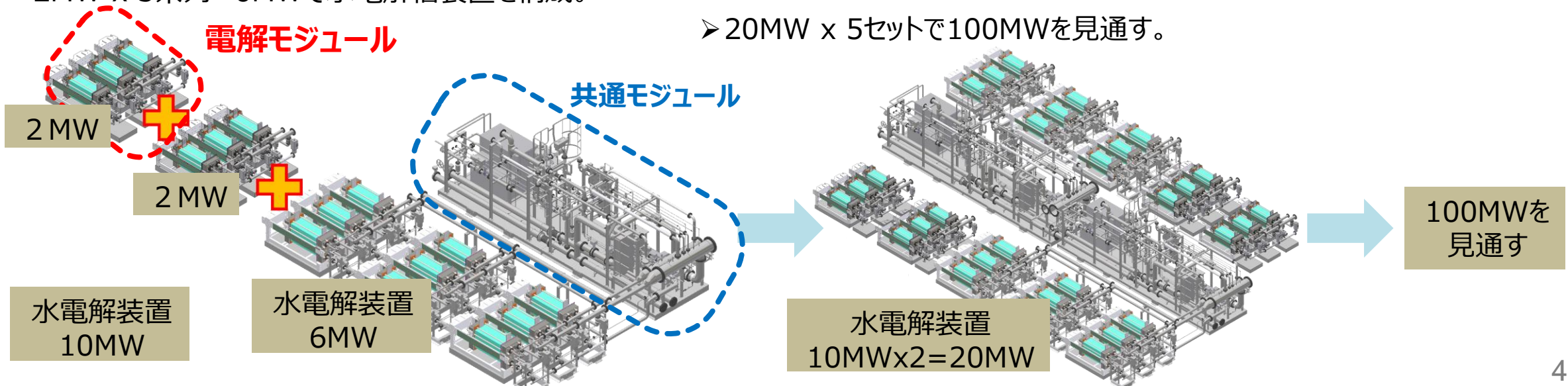
共通モジュール: 個別機器をスケールアップすることで大型化、コストダウン。

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。



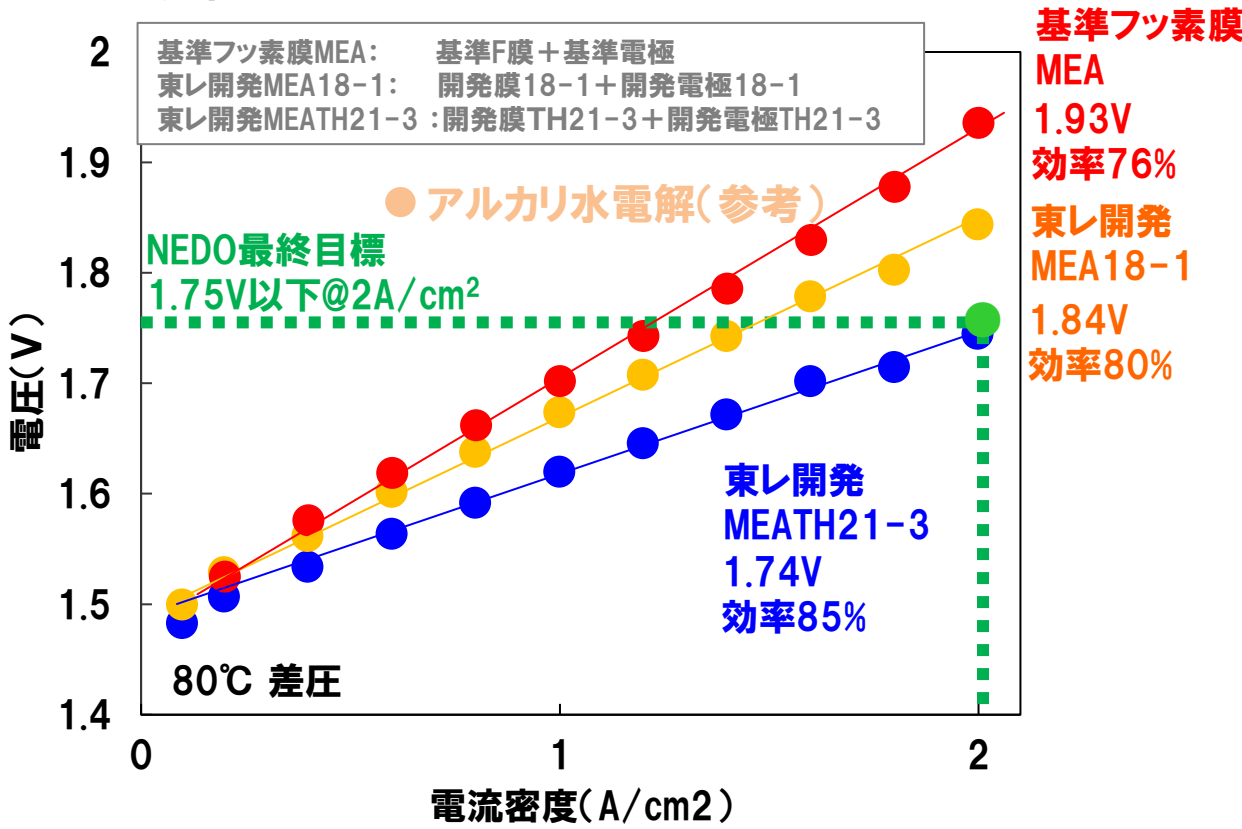
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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

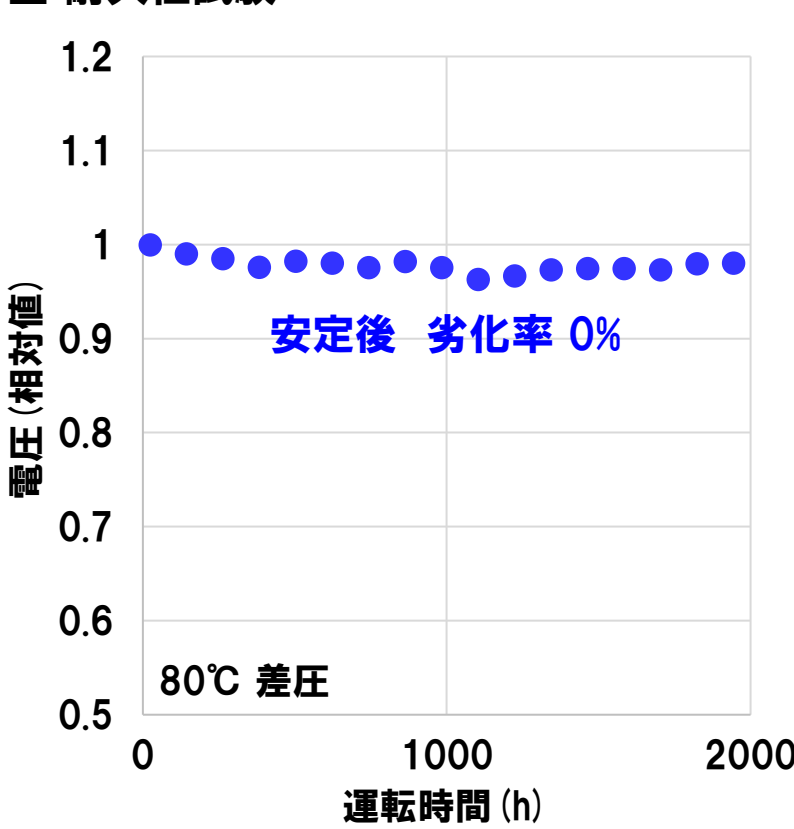
2022年度 中間目標	中型スタック評価において、電解電圧1.75V@2A/cm2を見通す。	2024年度 中間目標 (直近のマイルストーン)	中型スタック評価において、耐久性0.15%/1000hを見通す。	KPI	高効率化：2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。
-------------	------------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----	--

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	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)	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)	<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	<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」

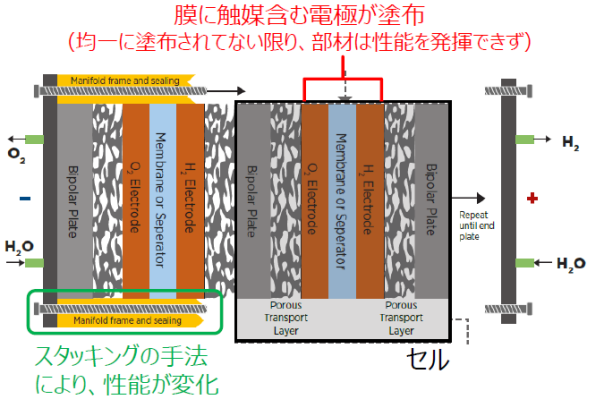
優れた新材の装置への実装技術開発

- 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

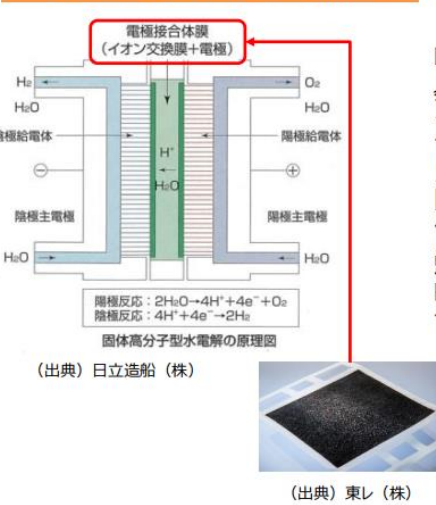


どれだけ優れた要素技術でも単一では効果を発揮することができず、
各種部材等との擦り合わせを通じて、はじめてシステムの中でその性能を発揮することが可能

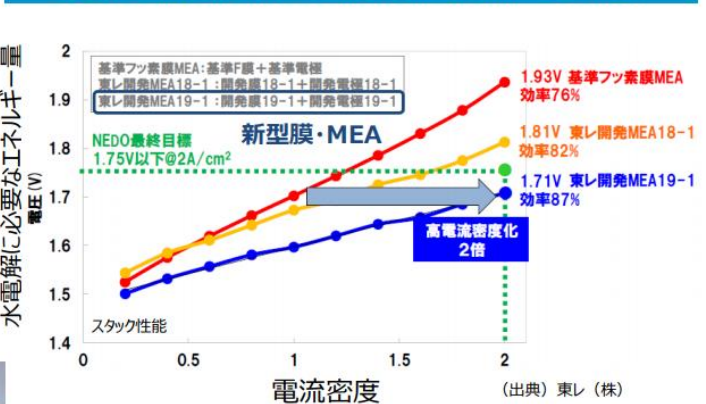
電解水素の製造コスト削減に向けた取組②(要素技術の開発・実装等)

- 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

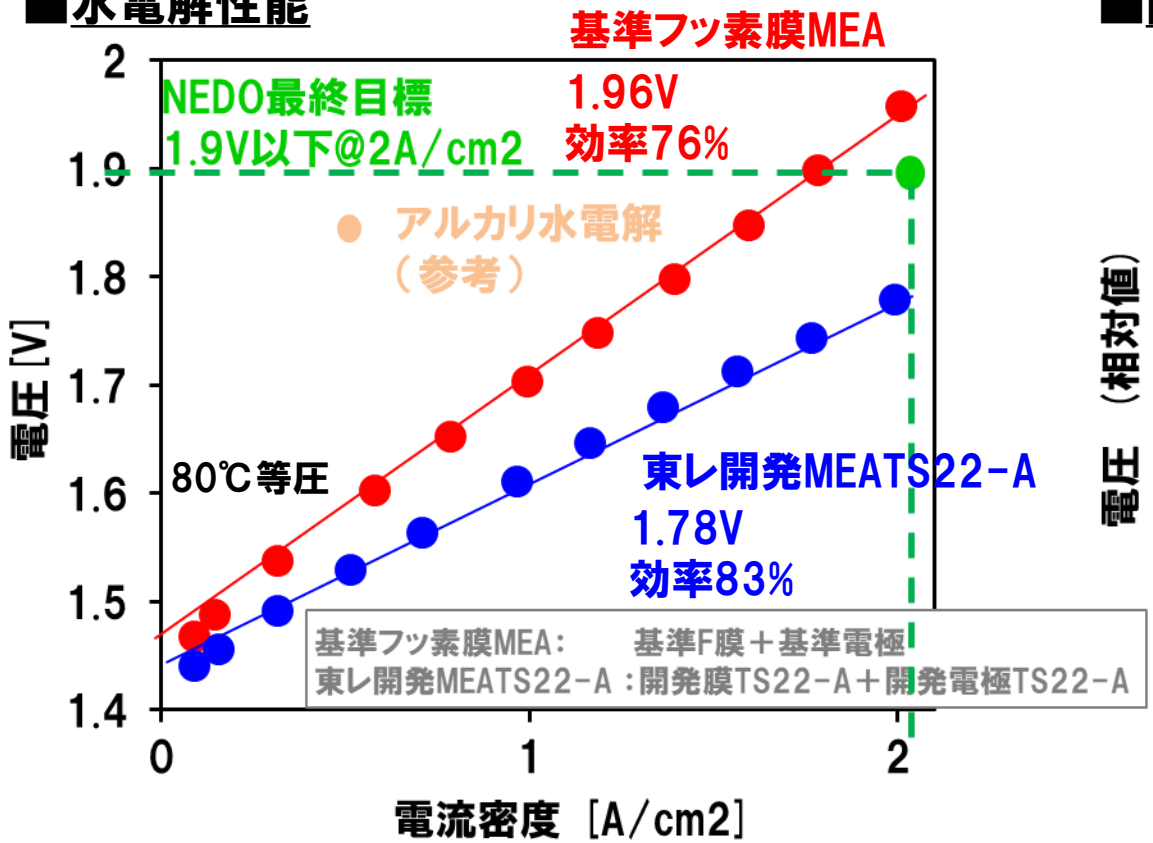
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

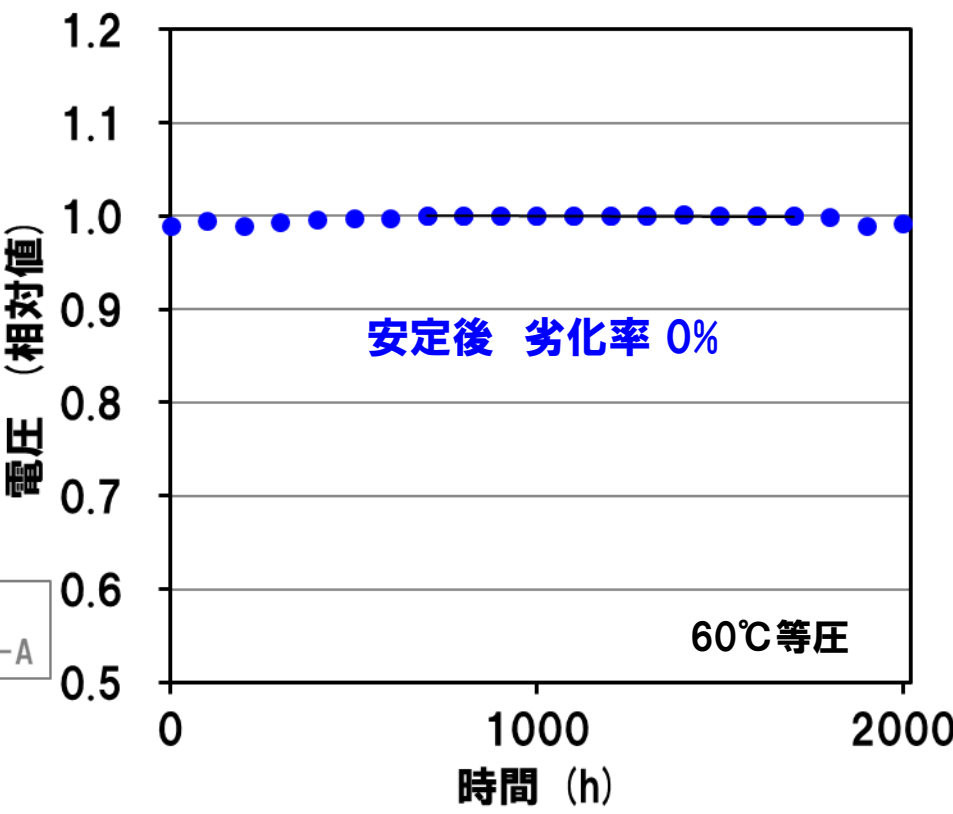
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	中型スタック評価において、 電解電圧1.9V @2A/cm2を見通す。	直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	中型スタック評価において、耐久性0.15% /1000hを見通す。	KPI	高効率化：2025年にてシステム効率77% (4.6kWh/Nm3)、2030年にてシステム効 率80%(4.4kWh/Nm3)を見通す。
-----------------------------	---	-----------------------------	--------------------------------------	-----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

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

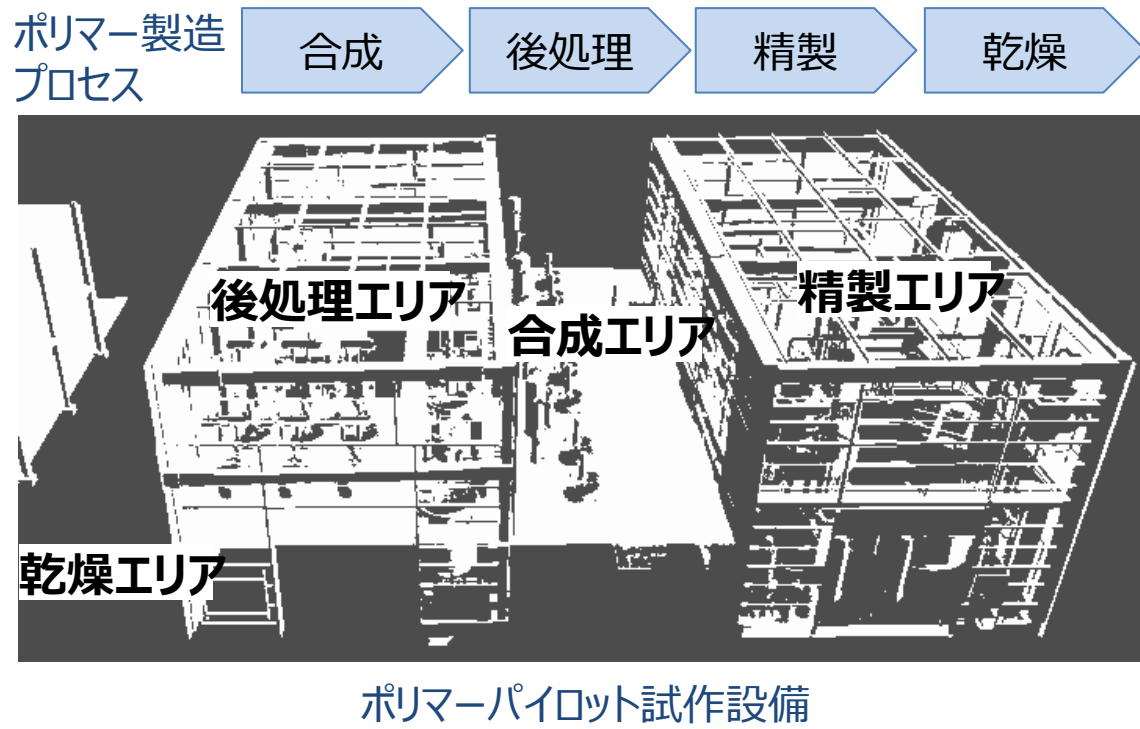
直近のマイルストーン (2024年度 中間目標)	<ul style="list-style-type: none">・実用規模を想定したポリマー製造設備を設計・製作する。・水電解装置16MW級に実装する原材料～ポリマー・電解質膜5000m2およびCCMまで一貫した製造技術を開発する・10MW級水電解装置を設計・製作する。	KPI	実用規模（遅くとも、2030 年において、PEM 型 100MW システムの実現を見通す）を想定し、ポリマー・膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術を開発する。10MW級水電解装置を製作する。
-----------------------------	---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

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。

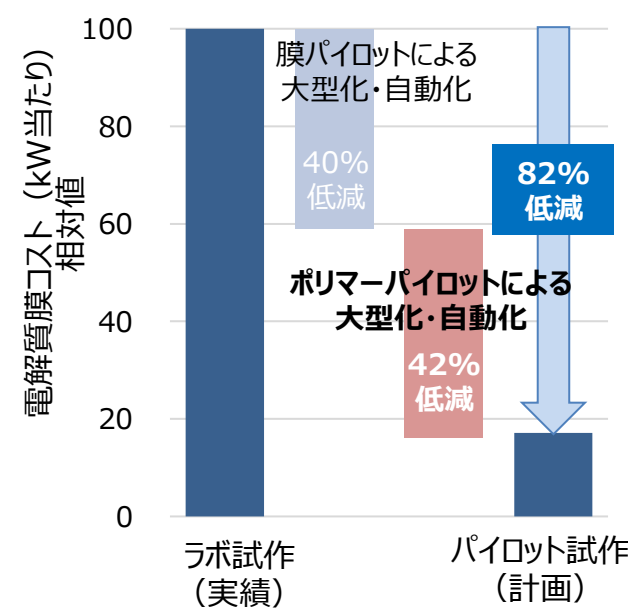
ポリマーパイロット試作設備の位置づけ

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

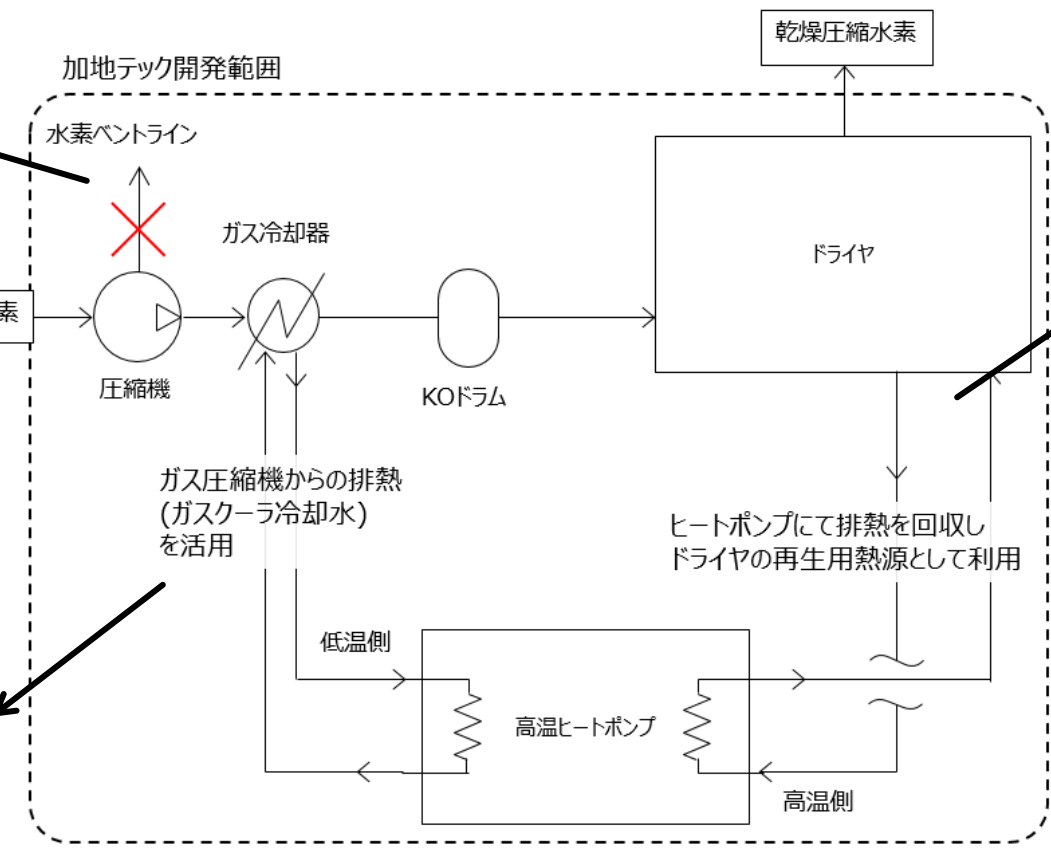
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	要素技術の検証および、除湿・圧縮システム設計を完了する。	KPI	P2Gから生産されるフルウェット水素の1MPa級大規模除湿・圧縮装置を開発する。
-----------------------------	------------------------------	-----	--

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 >

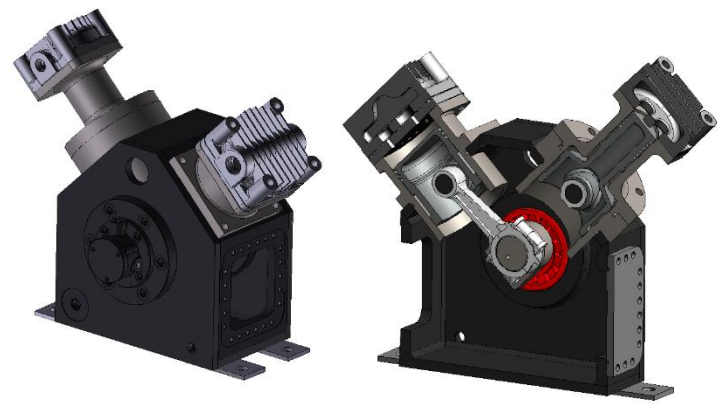


- 圧縮機からの水素ベントをなくし、ノンリーク構造とすることで圧縮機の効率を改善
⇒2022年度は要素試験機的设计を実施し、手配、製作を進めている。2023年6月に検証試験データを収集、報告予定。
- 本技術により、電解槽に負担が少ない水素製造圧力においても高効率に加圧・除湿が可能となる。
- 通常は捨てられる水素圧縮機からの排熱(ガスクーラ冷却水からの熱)をヒートポンプにて回収し、ドライヤ吸着材の再生熱源として利用



< 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

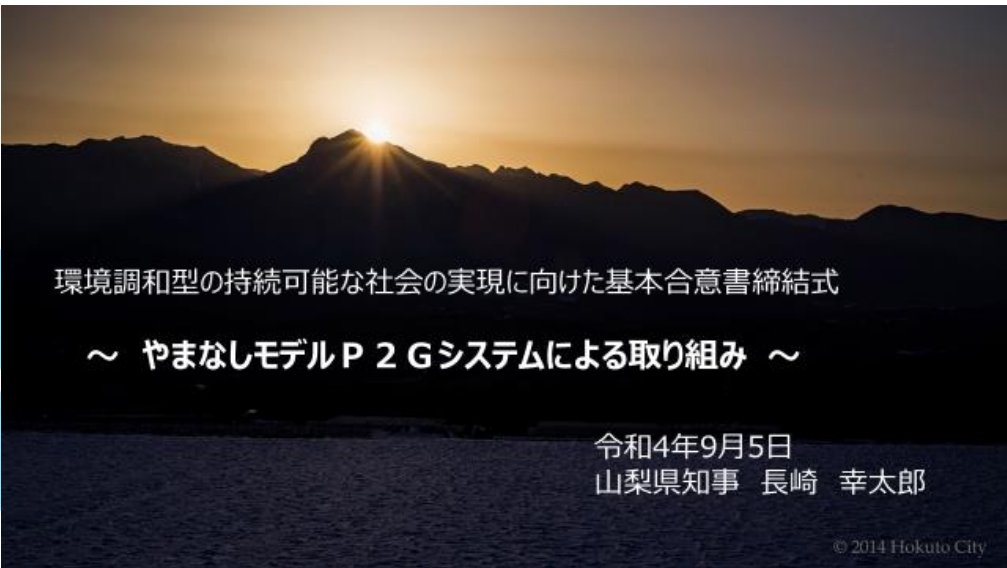
KPI

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

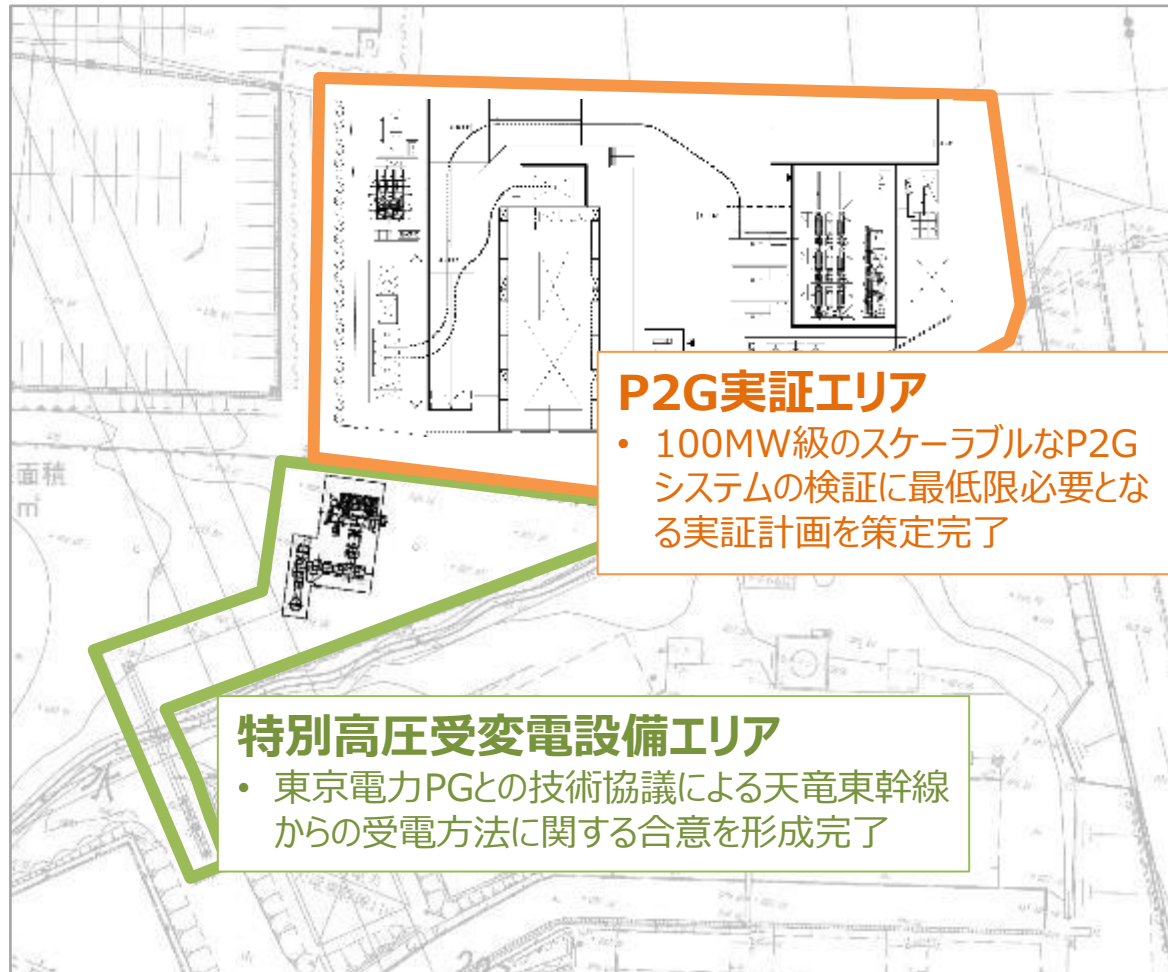
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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
- ✓ 設計を元にスケーラブルな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）
<ul style="list-style-type: none">・化石燃料のみの蒸気供給	<ul style="list-style-type: none">・水素と化石燃料による蒸気供給・風力発電の再生エネ余剰によるオンサイト水素製造	<ul style="list-style-type: none">・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。	<ul style="list-style-type: none">・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

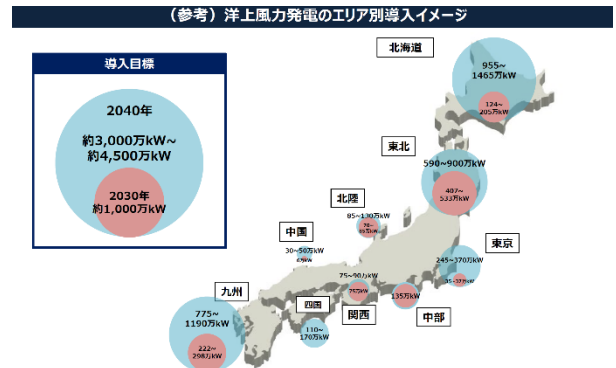
電气的特性

運用技術

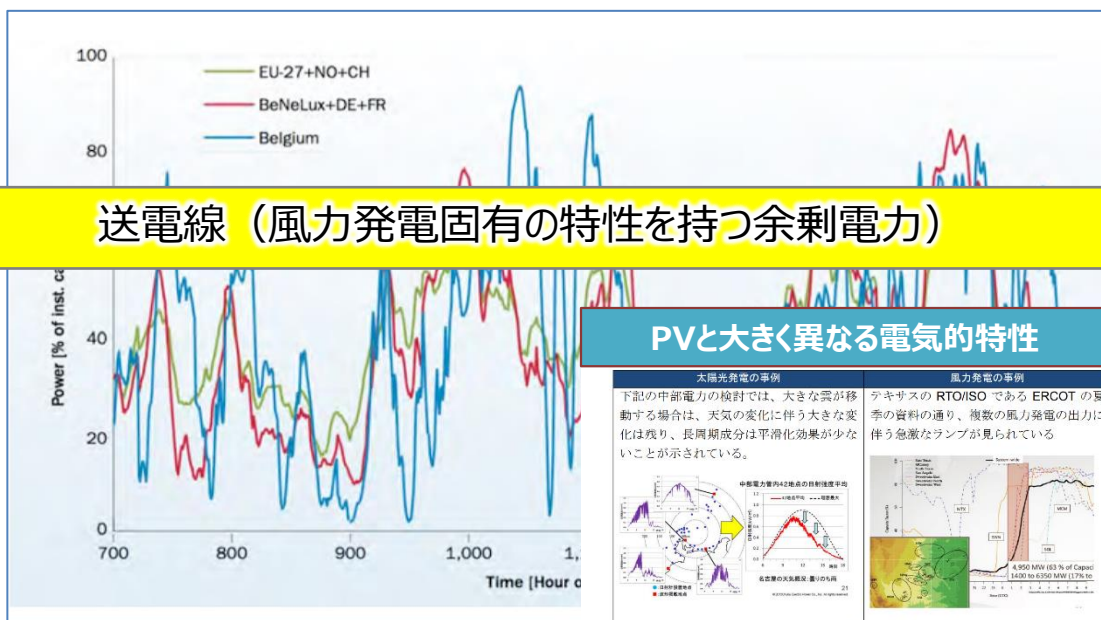
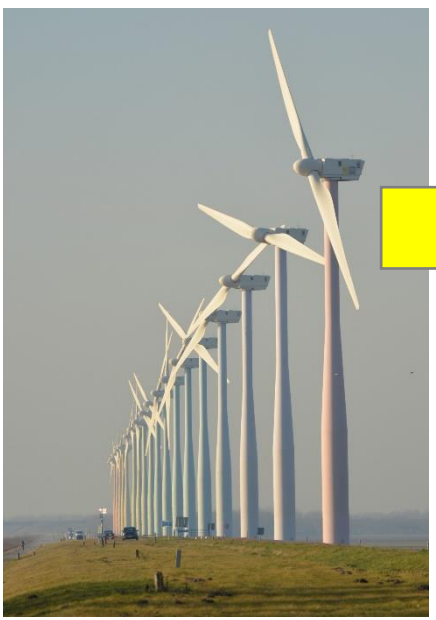
PVより穏やかな出力変動(余剰がある程度長時間動く)とランプ変動によるカットオフ)

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



送電線（風力発電固有の特性を持つ余剰電力）

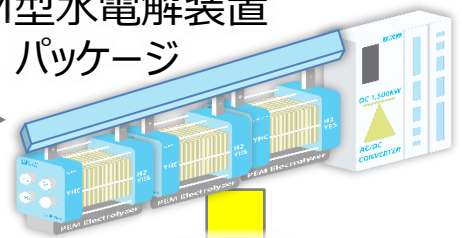
PVと大きく異なる電气的特性

太陽光発電の事例

風力発電の事例

図 2-13 ならし効果の長周期上の課題

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	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



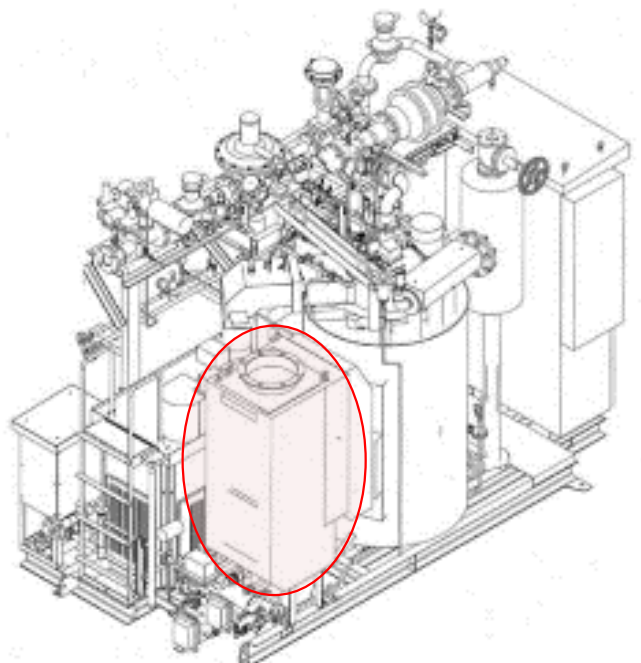
直近のマイルストーン (2022年度 中間目標)	<ul style="list-style-type: none">ボイラ単体開発評価用の試験設備の整備を行う。ボイラ効率向上試験と燃焼範囲向上のための燃焼バーナ開発試験を開始する。 KPI	産業用蒸気ボイラの主流となる相当蒸発量2 t/h 小型貫流水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。
-------------------------------------	---	---

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。

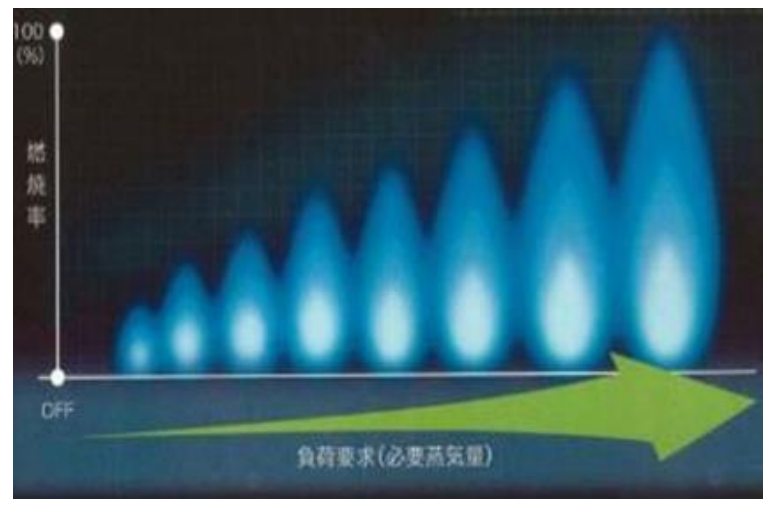
- 2021年度より進めていた試験に使用する水素の貯蔵設備の完成検査を終え、4月11日より設備を使用開始。
- ボイラ効率向上試験をスタートし、節炭器3次試作品において目標のボイラ効率を達成。
- 燃焼バーナ開発試験を開始し、目標のターンダウンレシオを達成。品質安定化の評価を継続中。
- 要素試験で得られた技術を元に試作機を設計中であり、今年度製造を完了し、次年度から評価試験を開始する予定。



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	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
<ul style="list-style-type: none">化石燃料ボイラのみで蒸気供給	<div>→</div> <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蒸気供給工場の安定操業の維持	<div>→</div> <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。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。	<ul style="list-style-type: none">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%）
		<p>2024中間目標（アクションプラン）</p> <ul style="list-style-type: none">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

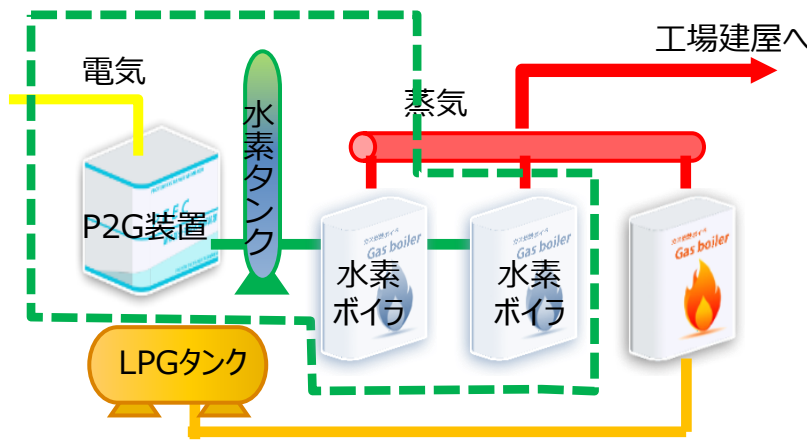
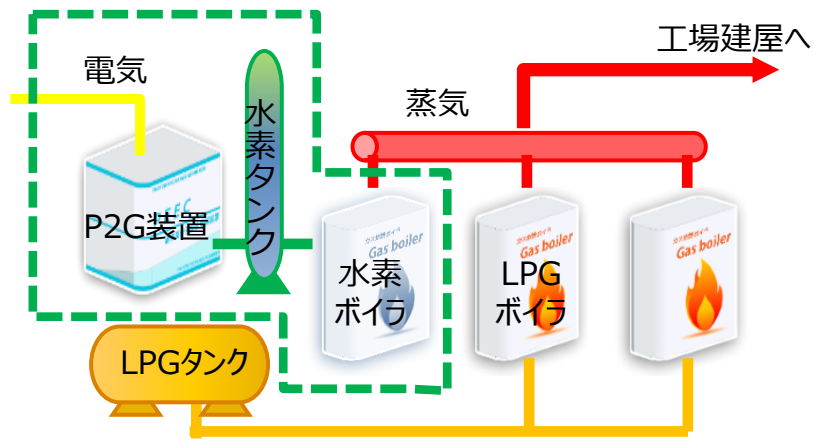
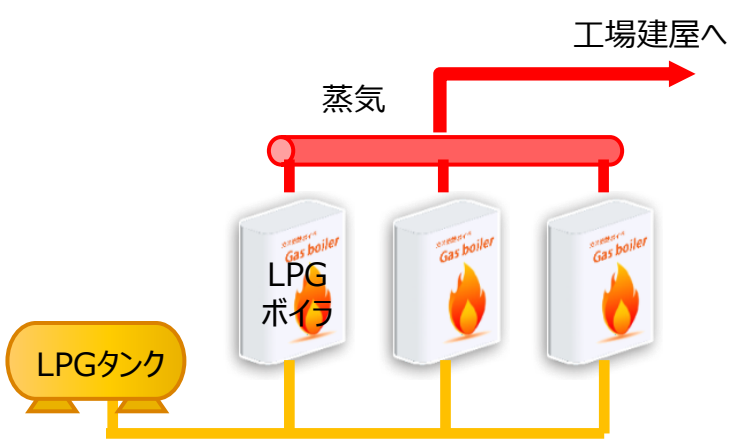
- 産業用蒸気ボイラの主流となる小型貫流ボイラーの多缶設置システムを想定して、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

従来（LPG）モデル

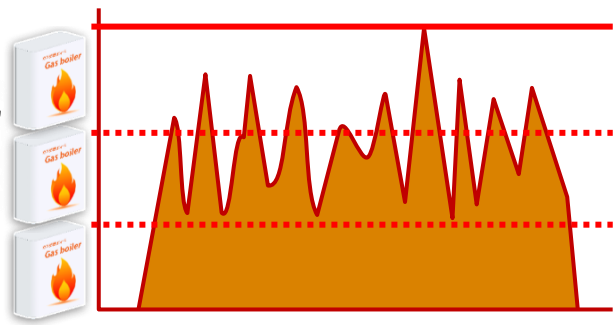
ベース運転モデル

ターンダウンモデル

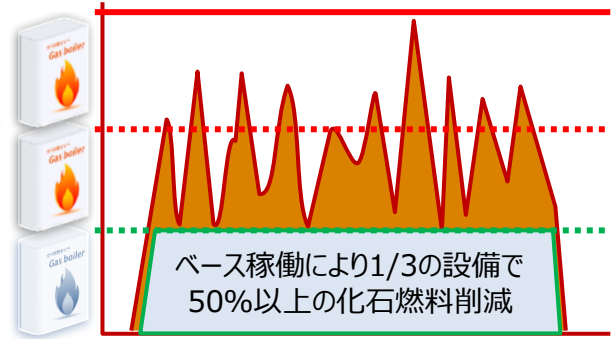
システム構成



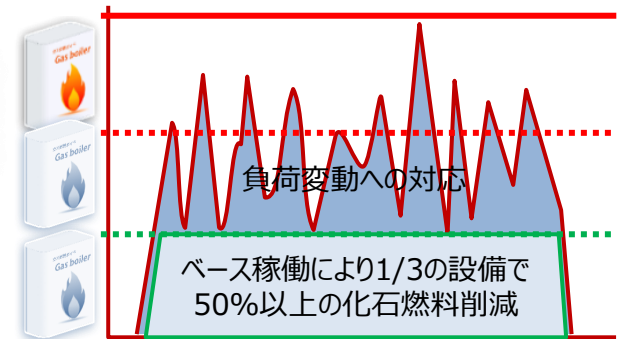
運用熱需要



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

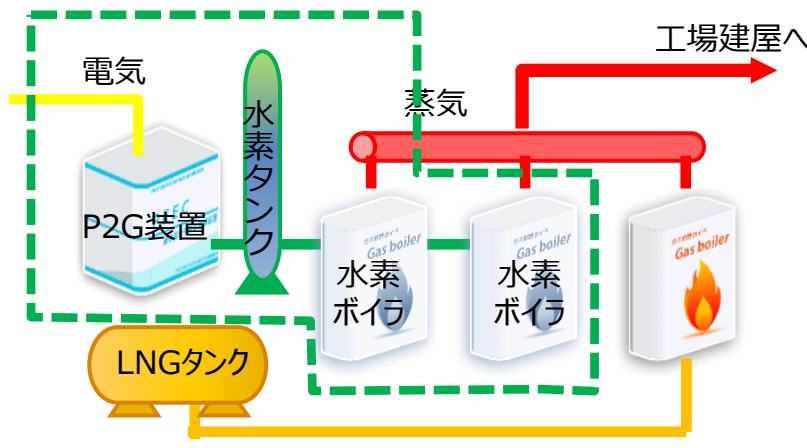
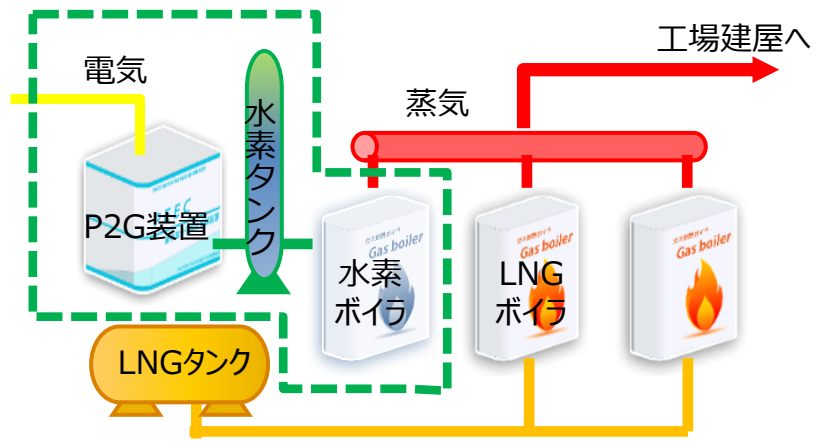
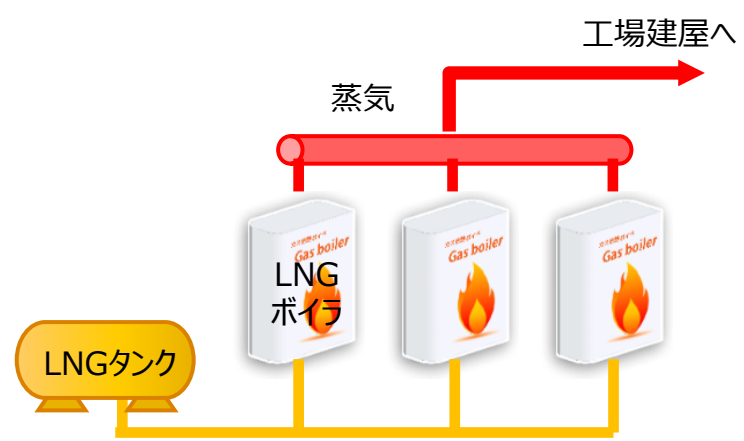
複数台の既存ボイラと複数台の純水素ボイラによる水素製造量に応じた統合制御システムを実現する。

従来（LNG）モデル

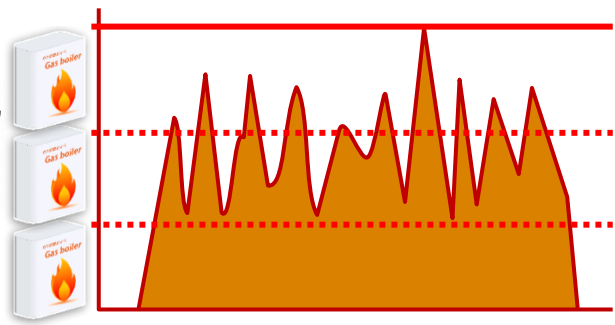
ベース運転モデル

ターンダウンモデル

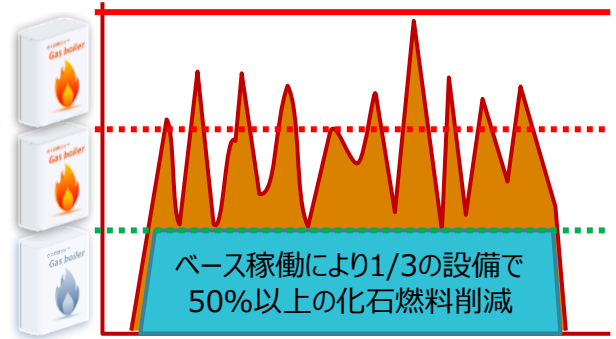
システム構成



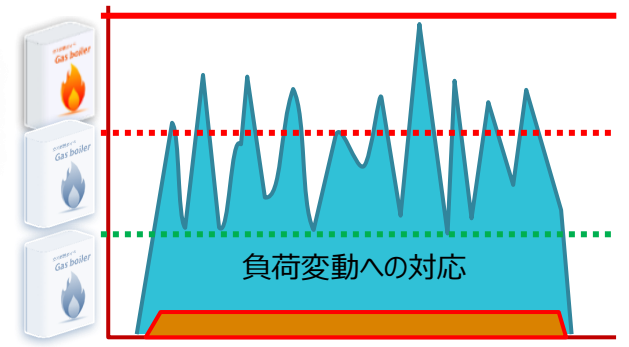
運用 熱需要



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

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2024年度：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
(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

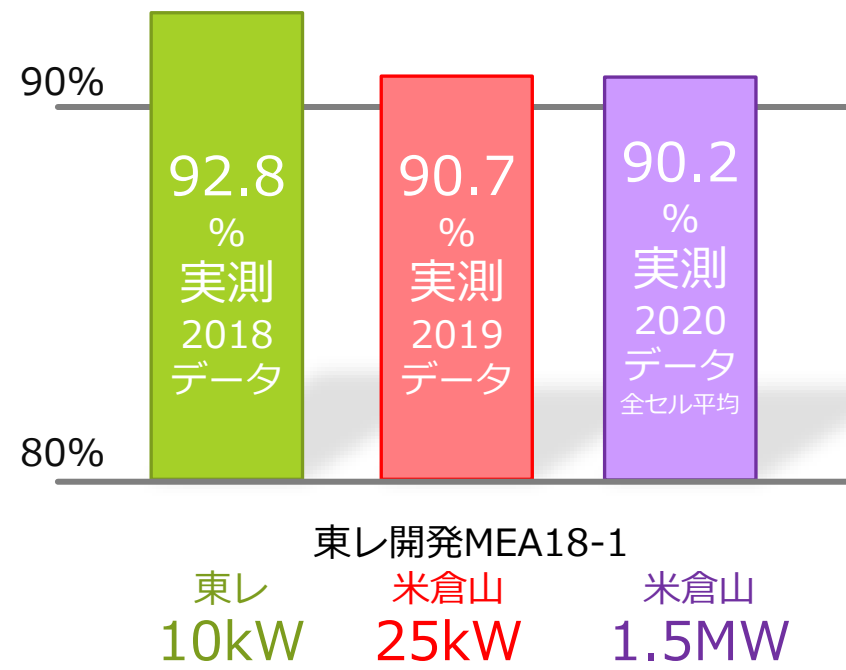
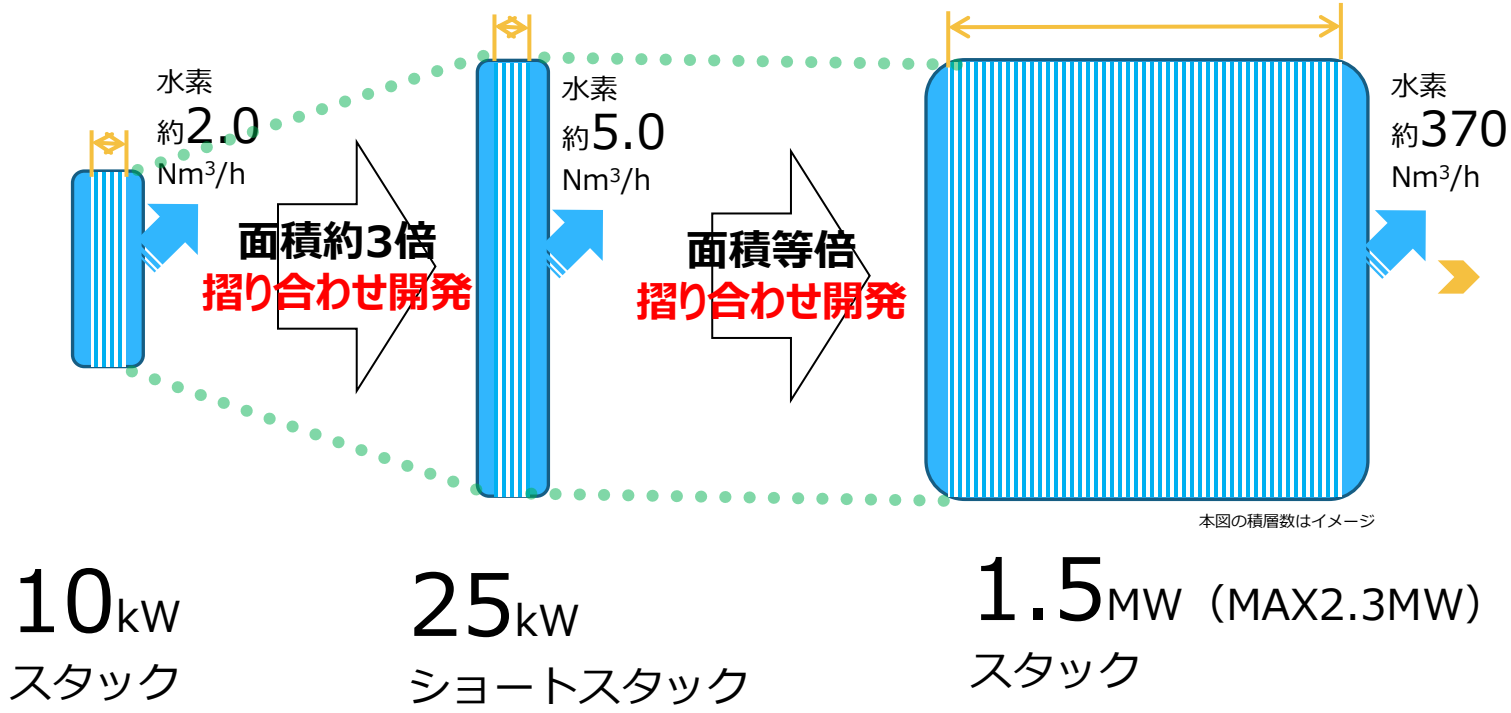
- ✓ メーカーと一体となった摺り合わせの技術開発により当初の目的の効率を達成
- ✓ モジュール式では、MEAの量産技術と中規模セルと大面積セルの間の変化も踏まえての開発に焦点があたる。

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

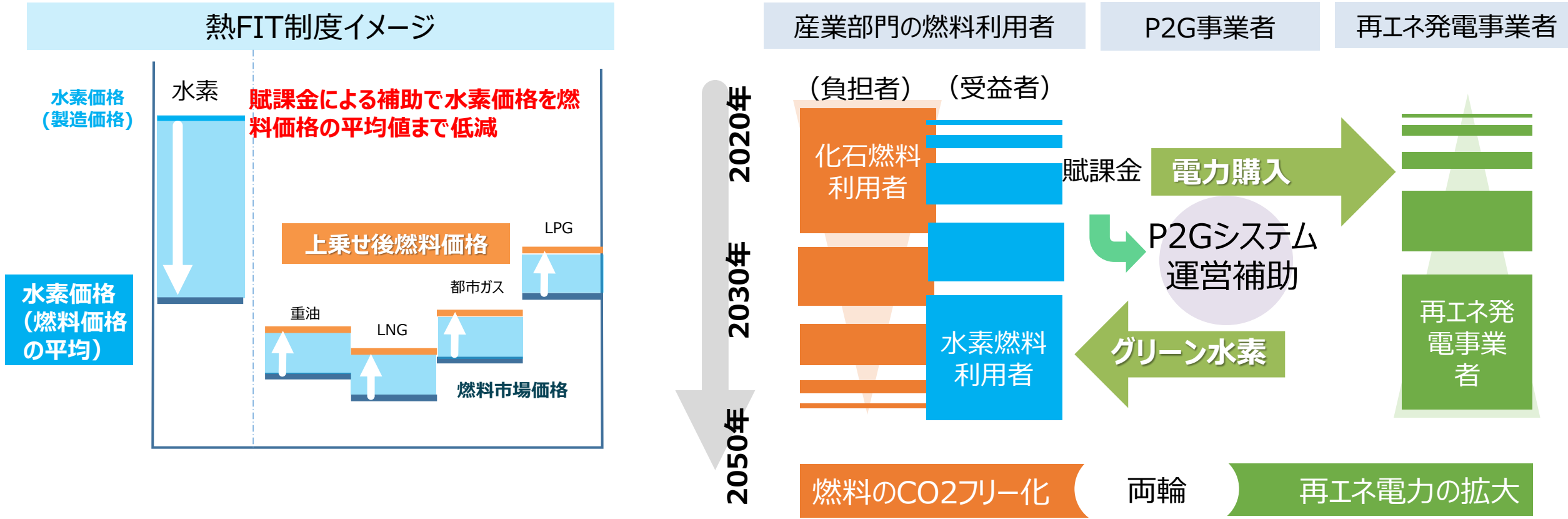
◎基金事業P2Gプロジェクト



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

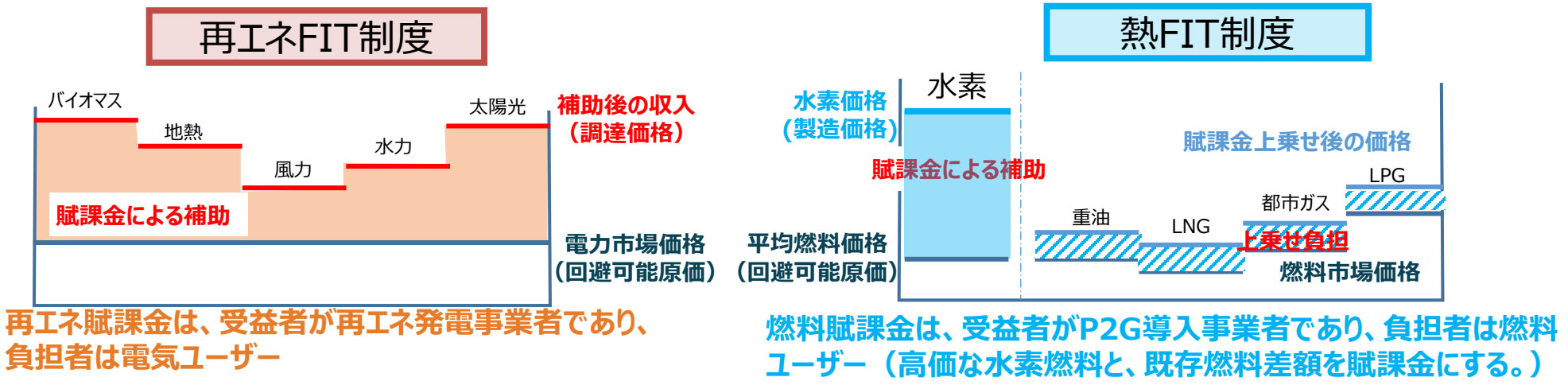


2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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	○

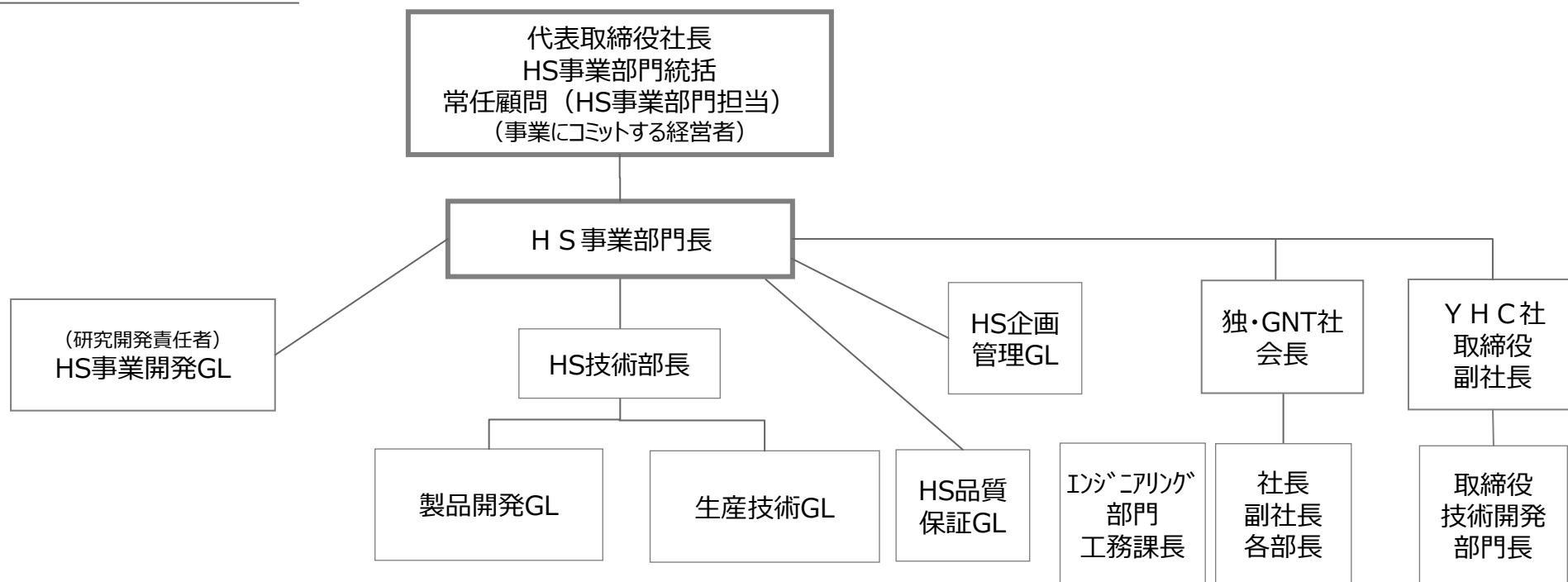
3. イノベーション推進体制

(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、専門部署に複数チームを設置

プロジェクト体制図



部門間の連携方法

- 2022年に新たな事業本部・部門（8番目）として、「HS事業部門」に格上げ、電解質膜および関連部材事業を関係会社を含め一体運営している（2022/6/23付）。

1. 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・担当役員の「水電解によるグリーン水素製造」事業への関与の方針

経営者による具体的な施策・活動方針

● 経営者・担当役員のリーダーシップ

■ 長期経営ビジョン “TORAY VISION 2030” ※1

■ 中期経営課題“プロジェクトAP-G 2025” ※2

(1) 東レグループ サステナビリティ・ビジョン ※3

2050年に向け東レグループが目指す持続可能な世界像とその実現のために取り組むべき課題を示した。

(2) サステナビリティイノベーション事業拡大（S I）プロジェクト 気候変動問題の解決等、持続可能性に貢献する製品の供給拡大。

(3) Future TORAY-2020s（F T）プロジェクト 水素関連など次の成長ステージを担う大型テーマにリソースを重点的に投入し、2020年代に1兆円規模の新規売上創出を目指す。

(4) 水素社会実現に向けた取り組み “H C 電解質膜”をFTプロジェクトに選定し、水素社会の実現を目指した素材・技術の技術開発・事業開発を推進

新事業創出 —FTプロジェクトの推進—

基本戦略2 価値創出力強化

社会課題解決に貢献し、東レグループの成長ドライバーとなることが期待される大型テーマへのリソース重点投入により、対象テーマ全体で2020年代に1兆円規模の売上創出を目指す



Copyright © 2023 Toray Industries, Inc.

30

TORAY

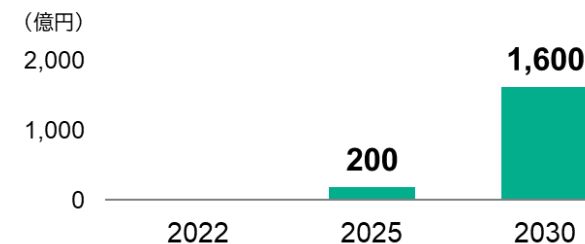


東レHC電解質膜



CCM

水電解装置用電解質膜の市場規模（当社推定）



※1 <https://www.toray.co.jp/aboutus/vision/> ※3 <https://www.toray.co.jp/sustainability/vision/>

※2 <https://www.toray.co.jp/aboutus/project/>

1. 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HS事業を位置づけ、情報発信と企業価値向上を推進

ステークホルダーに対する公表・説明

・情報開示の方法

- (1) 中期経営課題“プロジェクトAP-G 2025”
- (2) IR資料・報告書※4、CSRレポート※5、TCFDレポート※6
- (3) 経営者記者会見・プレスリリースなど
 - ・GI 基金採択、事業開始（8社共同）※8
 - ・シーメンス・エナジーとのパートナーシップ締結（2社共同）※9
 - ・YHC設立※10、地域モデル構築事業開始（5社共同）※11
 - ・「日印経済フォーラム」で岸田・モディ両首相に末永代表発表※12
 - ・インド・インドネシア・スコットランド国際実証FS開始※13

戦略協議会、国際会議等での公表・説明

・情報開示の方針

- (1) 水素・燃料電池戦略協議会※7、産業構造審議会※14、日経社会イノベーションフォーラム、水素議連、国際会議等の場で、東レの取組、社会的貢献について、幅広く情報発信継続。地球環境大賞2022、日経優秀製品賞2023を受賞した。

※水素国際会議、閣僚会議、日EU・日独・日波・日智亜・日埃・日ASEAN・日ス・日印、日韓中エナジーパートナーシップ、東京都セミナー、専門誌等で発表

GI 基金採択 8社共同記者会見（2021/9）



「日印経済フォーラム」で両首相に発表（2022/4）



- ※4 <https://www.toray.co.jp/ir/library/>
- ※5 <https://www.toray.co.jp/sustainability/stance/>
- ※6 <https://www.toray.co.jp/sustainability/tcfd/>
- ※7 https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/028_06_00.pdf
- ※8 <https://www.toray.co.jp/news/details/20210901112303.html>
- ※9 [同上/20210906111732.html](https://www.toray.co.jp/news/details/20210906111732.html)

シーメンス・エナジー社とのパートナーシップ締結
2社共同記者会見（2021/9）



西村経産大臣の山梨実証サイト視察（2022/11）



西村やすとし NISHIMURA Yasutoshi
@nishy03

山梨県倉山の水素製造・供給施設を視察。今まで福島県浪江町のアルカリ型製造装置、地元川重の水素発電なども視察。こちらは太陽光の出力変動に対応できるPEM型の生産システム。水電解装置の膜は東レの高い技術を採用。水素はGXに重要な技術。水素社会実現へ既存燃料との価格差支援も検討急ぐ。



- ※10 [同上/20220228112316.html](https://www.toray.co.jp/news/details/20220228112316.html)
- ※11 [同上/20220301151246.html](https://www.toray.co.jp/news/details/20220301151246.html)
- ※12 [同上/20220425170139.html](https://www.toray.co.jp/news/details/20220425170139.html)
- ※13 [同上/20221125102230.html](https://www.toray.co.jp/news/details/20221125102230.html)
- ※14 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/009.html

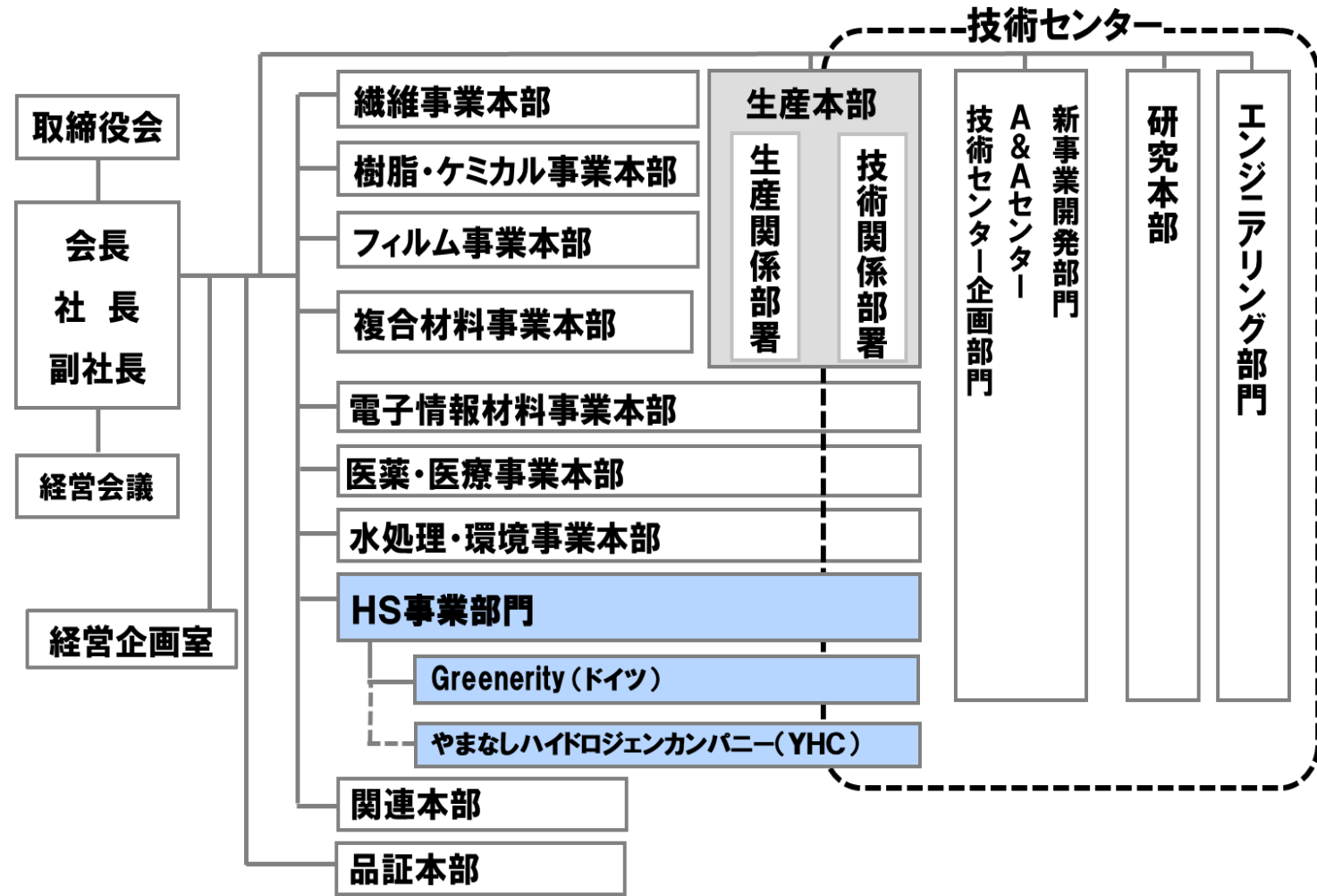
3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、社会実装・企業価値向上まで繋ぐ組織体制を整備



・専門部署の設置・状況

- (1) 2017年に社長直轄の専門組織として、HS事業開発推進室を新設した。
(HS: Hydrogen Society)
- (2) 2022年に国内初のP2G事業会社として、YHC（東レ出資比率25%）を設立した。
→ 副社長を含む取締役2名を派遣している。
- (3) 2022年に新たな事業本部・部門（8番目）として、「HS事業部門」に格上げ、電解質膜および関連部材事業を関係会社を含めて一体運営している（2022/6/23付）。
→ 経営資源を重点的に投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備している。



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・企業価値向上まで繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保、機動的な経営資源投入
 - (1) 開発体制の見直し検討
必要に応じて、開発体制見直し、追加リソース等を検討する。
 - (2) 外部リソース活用検討
躊躇なく外注先などの外部リソース活用を検討する。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - (1) 人材確保
若手人材の社内関連部署、新入社員等からの確保を進めている。
 - (2) 既存設備・土地活用
東レ滋賀事業場、山梨県米倉山実証サイト、および外注先の既存設備・土地の活用を検討している。
 - (3) 開発費（設備の減価償却費・人件費を含む）
短期的な経営指標に左右されず、資源投入を継続する方針。

若手人材の育成

- 若手人材の育成
 - (1) 人材育成
カーボンニュートラルや水素・燃料電池分野を中長期的に担う若手優秀人材の育成を継続強化する方針。
 - (2) 学会・社外連携活動
国際会議、学会・セミナー、社外連携等の機会を通じて、若手優秀人材の抜擢・育成を継続強化する方針。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

安全の維持ができない等の事態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">技術開発設備設計の設計不具合 → 社内の設計照査を複数人で実施 → 施工部門や運転部門を担う社による承諾技術開発工程の遅れ → やや目標に達しなくても全体システムとして実証可能な、安定技術を得た後に、高い目標の技術開発へ移行する。 → 進捗状況の報告会の実施	<ul style="list-style-type: none">資金調達不能 → 複数のプレイヤーの参加によるリスクの分担競合技術の進展 → P2G技術を応用し競合技術へ移行騒音問題 → 有圧換気扇の採用、ポンプ類の防音化石燃料からの転換マインド欠如 → 安価な化石燃料に水素が価格面で競争力を持つことは当面難しく、勇気を持って水素利用する需要家をバックアップする制度の必要性を訴える。	<ul style="list-style-type: none">大規模地震 → べた基礎、軽量建屋の採用による被害の軽減落雷被害 → 放散経路へのアレスタの設置暴風雨被害 → 土砂崩れ危険地域、ハザードマップの確認
<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none">事業中止の判断基準：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 ：急激なインフレ等により、資金の調達ができなくなった場合。 ：再エネ資源国からの輸入も含め、電化技術の著しい発展により、輸送、貯蔵、利用のすべてにおいて電化によりエネルギー需要を満たせる技術が生じた場合。		