

事業戦略ビジョン



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

共同提案者 : 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。



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

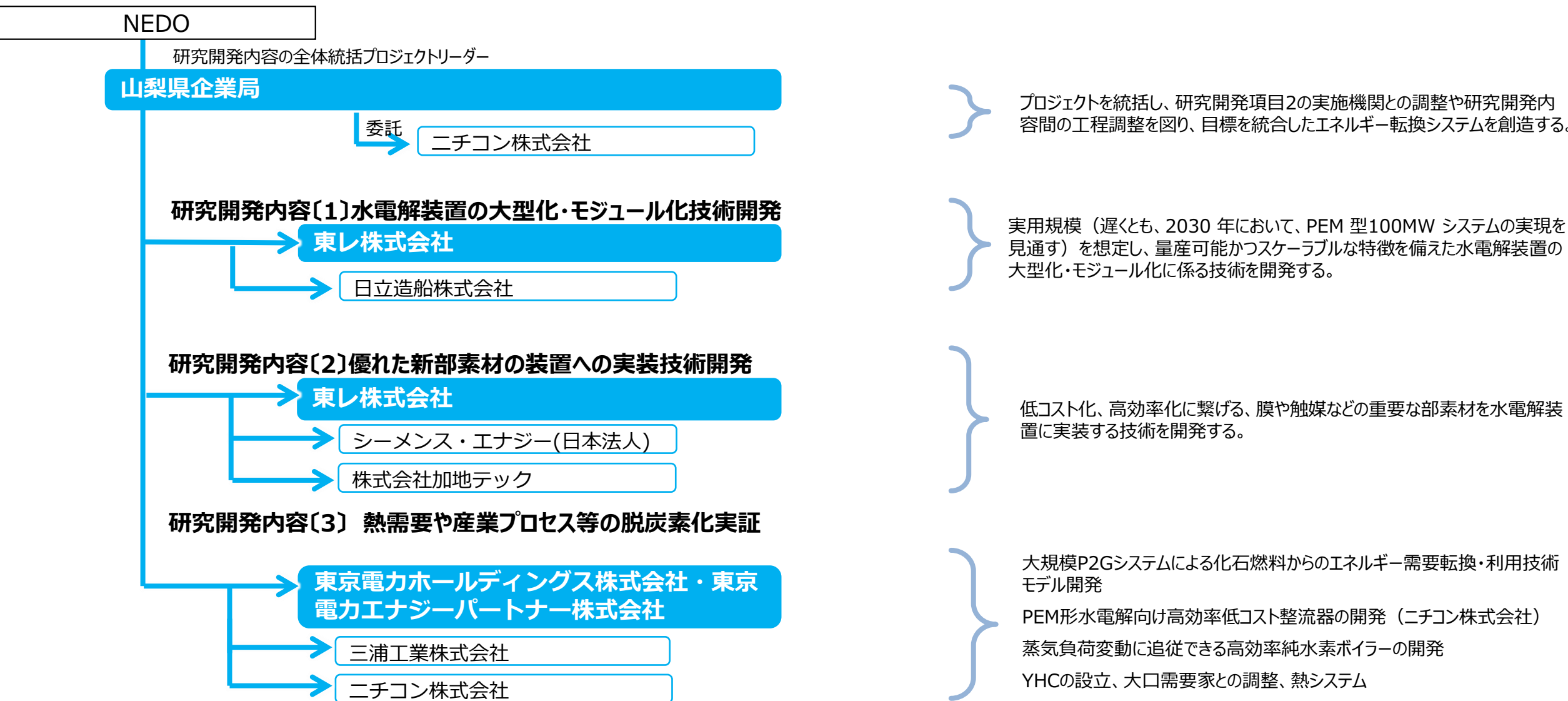
研究開発内容〔2〕 優れた新材の装置への実装技術開発

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

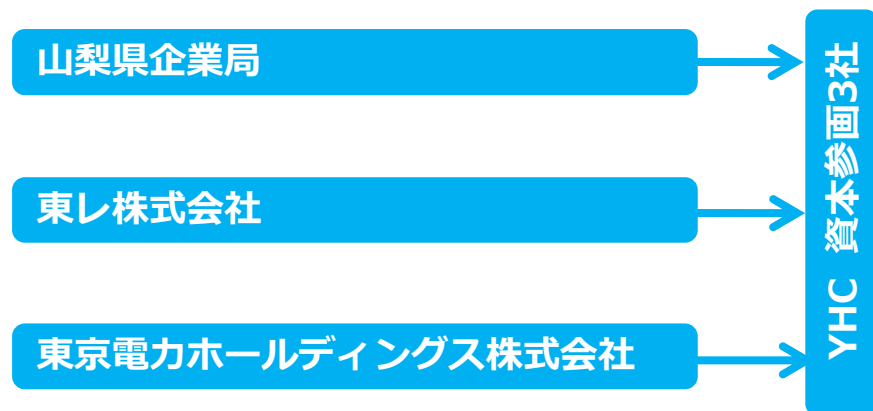
【研究開発項目】水電解装置の大型化技術等の開発、Power-to-X 大規模実証



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

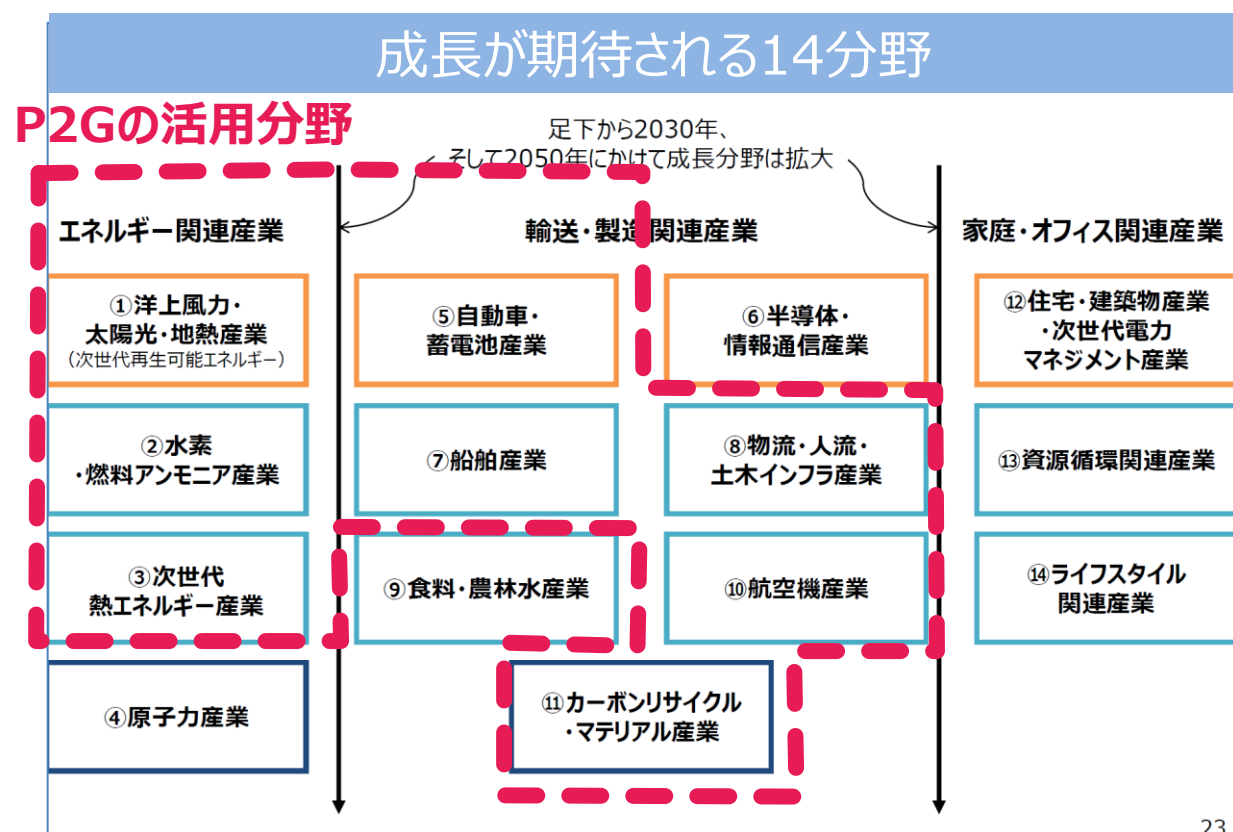
主要3社（山梨県・東京電力グループ・東レ）は我が国初のP2G事業会社である株式会社やまなしハイドロジェンカンパニー「YHC」(仮)を2021年度中に設立しプロジェクトの中核として活動することを予定している。
（2021年4月15日に山梨県知事、東京電力ホールディングス(株)、東レ(株)による協定締結済み）
年度内の設立後、コンソに参画予定（主要3社の事業を継承） 予定



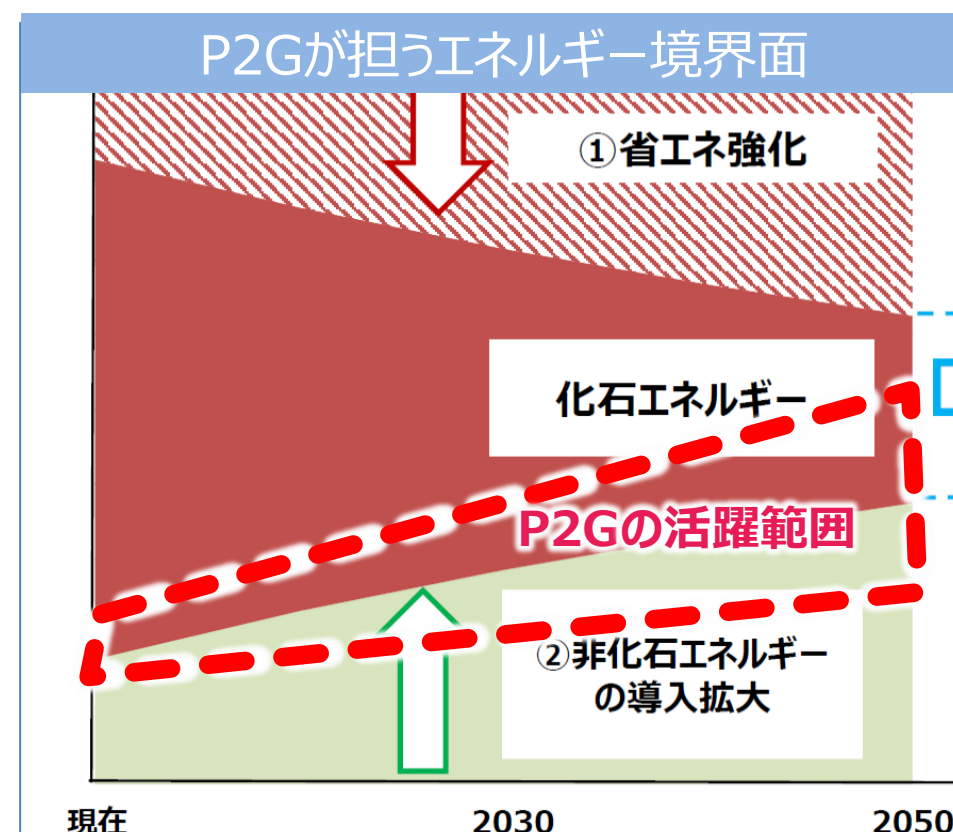
0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

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



2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 令和3年6月18日

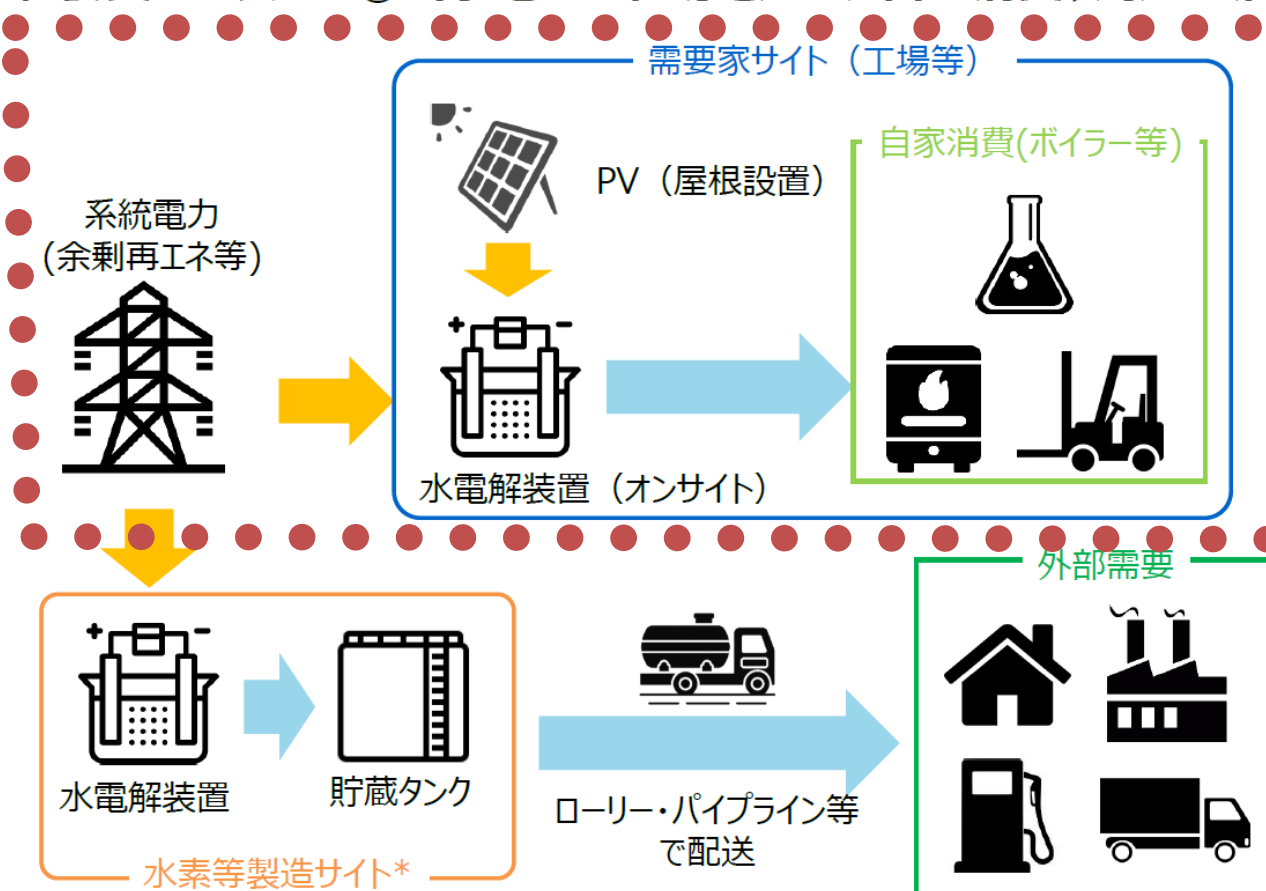


2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 令和3年6月18日

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

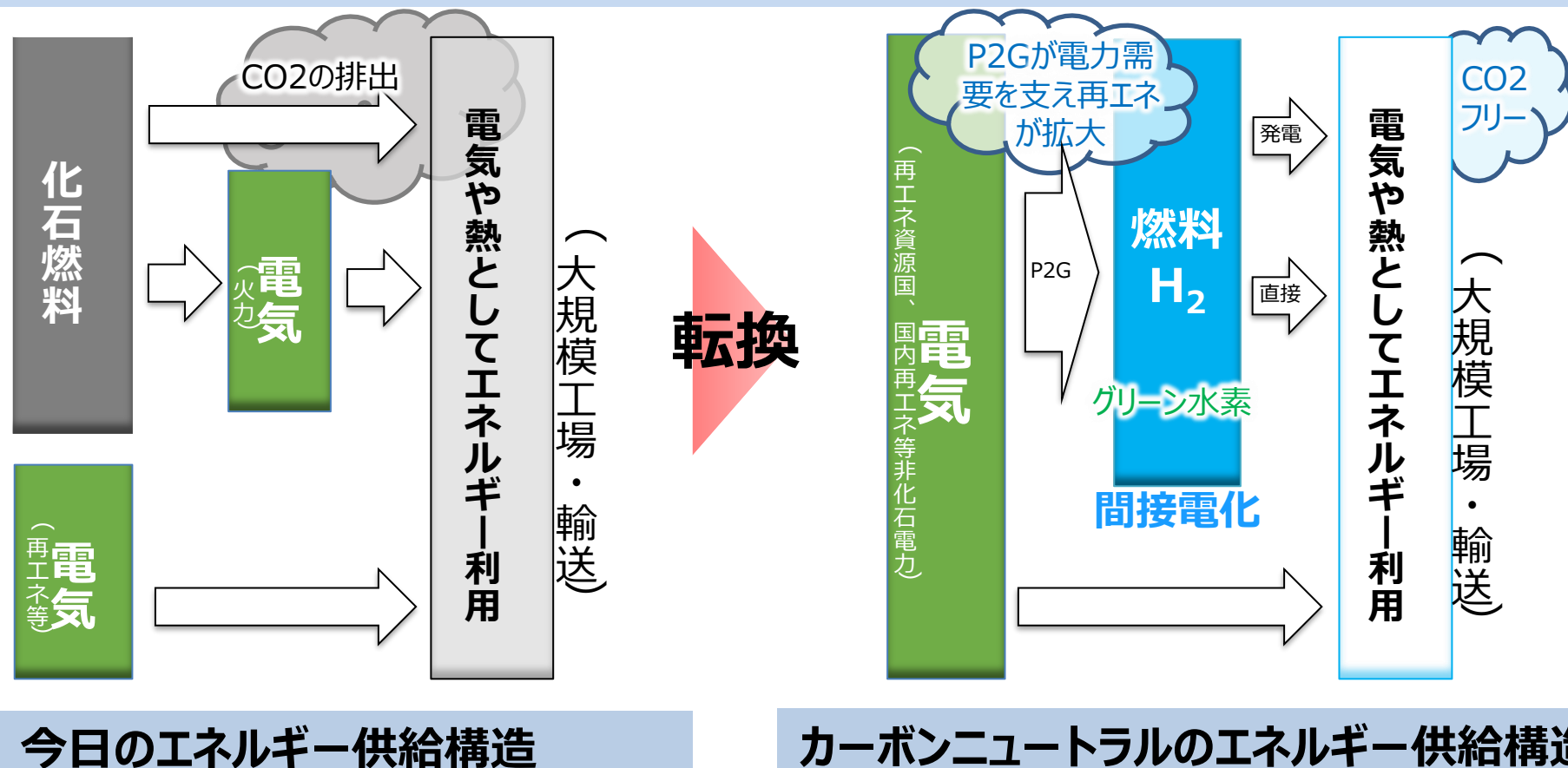
水素・燃料電池戦略協議会（2021/3/22）「今後の水素政策の課題と対応の方向性中間整理」

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。

P2Gシステムによる「カーボンニュートラルの実現」



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 を確立させる。
社会実装に向けた取り組み内容	◆ 世界市場で活躍 する国産大規模水 電解装置の成立	◆ 高性能・高耐久 PEM形水電解材 料の開発・実装、 世界展開	◆ 優れた部素材の導 入による我が国の 電解技術の世界 展開	◆ 電解槽の圧力・湿 度をよる需要の非 適合性の解消技 術の提供	◆ P2Gのやまなしモ デル構築とその展開 のための事業体の 転換	◆ 電化が困難な工 場の熱需要の化石燃 料代替パッケージ 技術をモデルを確 立	◆ 化石燃料の併用 から、水素単独へ 変化してくボイラー システムの提供

1. 事業戦略・事業計画

東レ

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。

（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(原料利用、熱需要)等の脱炭素化にも貢献できる。

（経済・産業政策面）

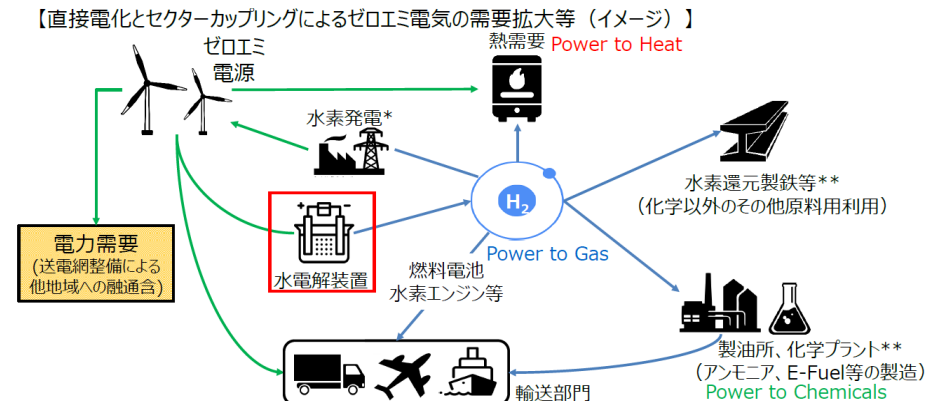
- 現在、日本企業は水素分野で優れた技術・製品を有するが、今後、各国がエネルギー転換・脱炭素化を推し進めることになれば、世界的に水素関連製品の市場が拡大する見込み。日本の技術・製品を国内外の市場で普及させることは、我が国の経済成長・雇用維持に繋げつつも、世界の脱炭素化にも貢献することに繋がる。技術開発や社会実装のための制度整備など、あらゆる政策を総動員し、日本企業の産業競争力を一層強化することは、産業政策的な観点から極めて重要。

● 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、革新技術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）。

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

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

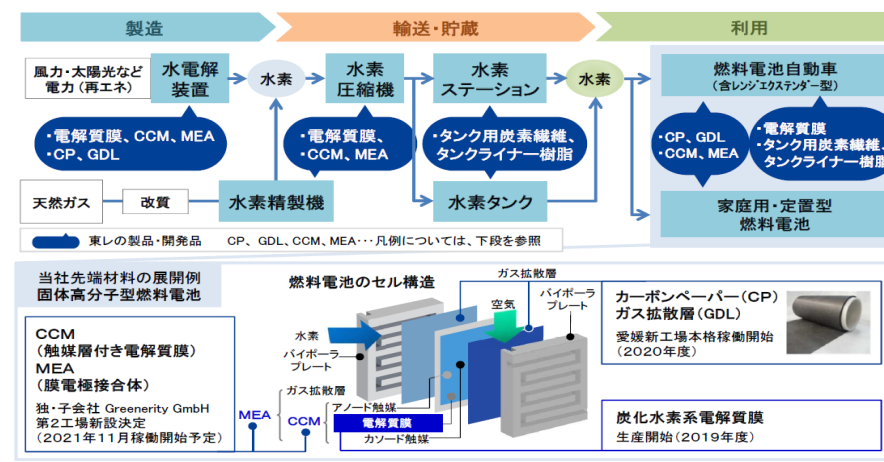


40

出典：METI

研究・技術開発① 水素社会実現に向けた取り組み

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



Copyright © 2020 Toray Industries, Inc.

33

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

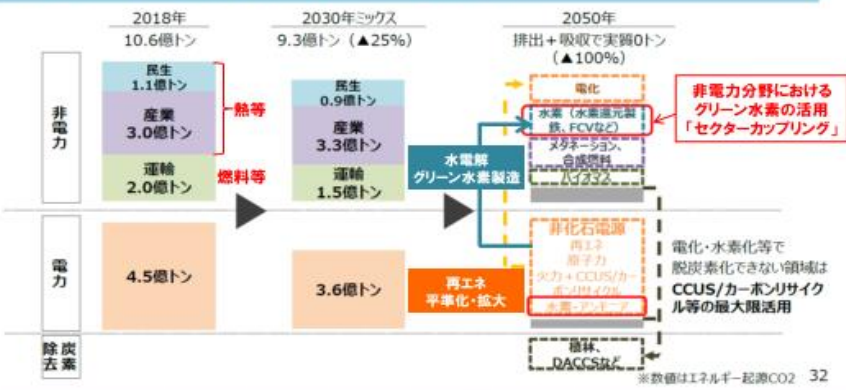
2050年CNに向けたグリーン成長戦略



（参考）カーボンニュートラルへの転換イメージ

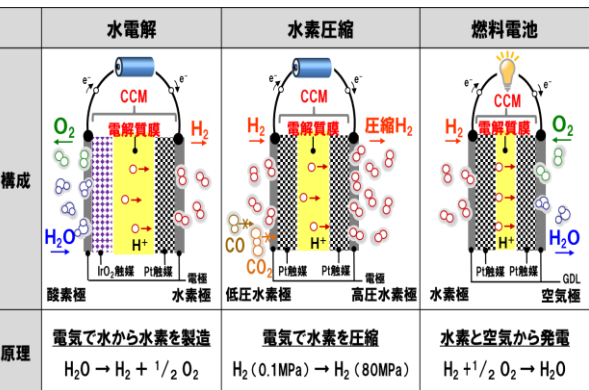
第18回水素・燃料電池戦略協議会

- 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。

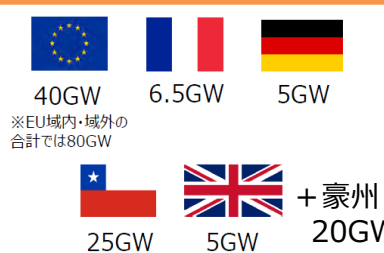


カーボンニュートラル転換に向けたコア技術は、水電解・グリーン水素製造

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

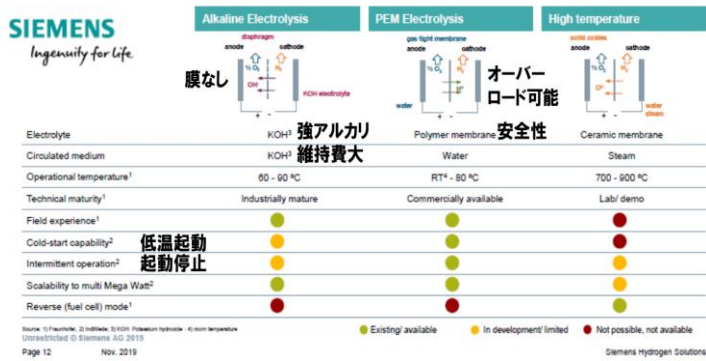
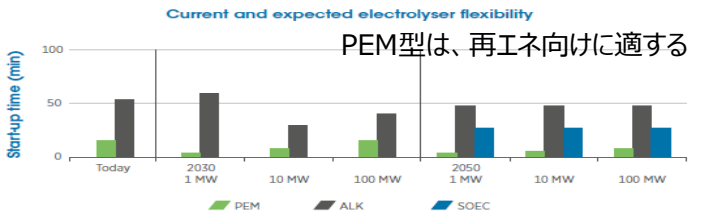


Figure 5: Start-up times for electrolyzers



（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

東レ独自の電解質膜技術を用いて、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。

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

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、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（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。

③ 水素産業の成長戦略「工程表」

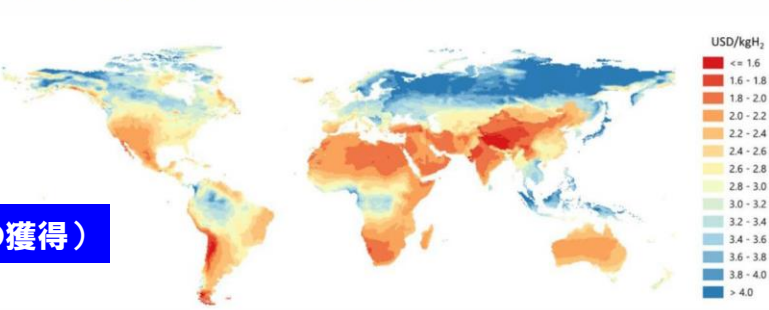
●地域	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
利用						★目標(2030年時) コスト:30円/Nm3 量:最大300万t		★目標(2050年時) コスト:20円/Nm3以下、 量:2000万t程度
●輸送	自動車、船舶及び、航空機産業の実行計画を参照							
●発電	FC技術の重荷の技術基盤・地上設備の性能要件明確化 大型専焼発電の技術開発 水素発電の実証（燃料電池、タービンにおける混焼・専焼） 国内外展開支援（燃料電池、小型・大型タービン） COURSE50（水素活用等CO2▲30%）の大規模実証 水素還元製鉄の技術開発 水素等からプラスチック原料を製造する技術の研究開発 革新的燃料電池の技術開発 多用途展開・生産設備の投資支援・導入支援							
●製鉄	国際輸送の大型化に向けた技術開発 商用車用の大型水素ステーションの開発・実証 水素ステーションへの規制改革等によるコスト削減・導入支援							
●化学	水素還元製鉄の技術開発 水素等からプラスチック原料を製造する技術の研究開発							
●燃料電池	革新的燃料電池の技術開発 多用途展開・生産設備の投資支援・導入支援							
輸送等	国際輸送の大型化に向けた技術開発 商用車用の大型水素ステーションの開発・実証 水素ステーションへの規制改革等によるコスト削減・導入支援							
製造	水電解装置等の大型化等支援・性能評価環境整備 海外展開支援（先行する海外市場の獲得） 余剰再エネ活用のための国内市場環境整備（上付DR等）等を通じた社会実装促進							
●水電解	水電解装置等の大型化等支援・性能評価環境整備 海外展開支援（先行する海外市場の獲得） 余剰再エネ活用のための国内市場環境整備（上付DR等）等を通じた社会実装促進							
●革新的技術	革新的技術（光触媒、固体酸化物形水電解、高温ガス炉等の高温熱源を用いた水素製造等）の研究開発・実証							
分野横断	福島や発電所等を含む港湾・臨海部、空港等における、水素利活用実証 再エネ等の地域資源を活用した自立分散型エネルギーシステムの実証・移行支援・普及 グリーン水素の定義等の国際標準化に向けた国際連携 資源国との関係強化、需給国の積極的な開拓を通じた国際水素市場の確立 洋上風力、燃料アンモニア、カーボンサイクル及び、ライフスタイル産業の実行計画と連携							

海外展開支援（先行する海外市場の獲得）

（参考）長期的な太陽光・陸上風力からの水素製造コストの分布

- IEAは長期的に再エネ水素が、輸出した場合においてもコスト競争力を有する可能性を指摘しており、中東、豪州、北アフリカ、中国、一部南米等が再エネ水素製造に適していると分析。

長期的な太陽光・陸上風力からの水素製造コストの分布



（出典）IEA, The Future of Hydrogen



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

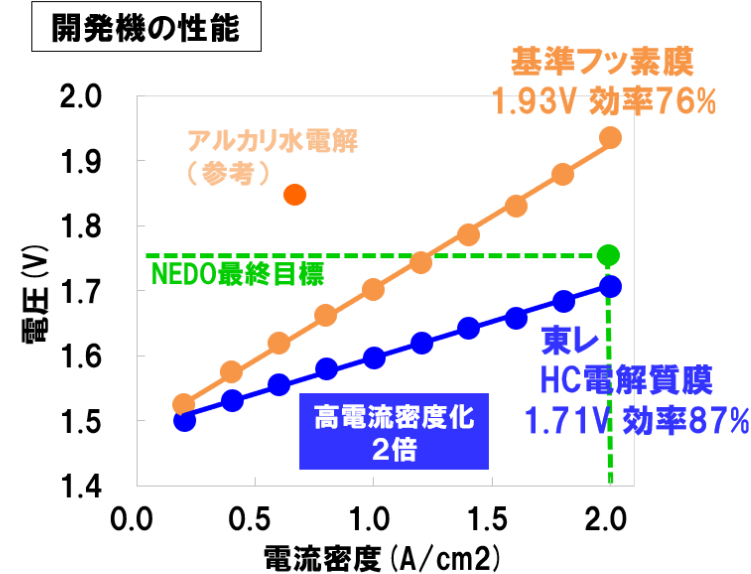
- ・ 電解質膜・ポリマー技術
- ・ 触媒層・CCM技術
- ・ 電気化学評価・実証技術
- ・ グローバル事業展開、パートナーシップ

東レGの弱み及び対応（本事業）

- ・ 実機での耐久信頼性実証
- ・ 電解質膜・CCM生産技術（欧州実用規模を想定）

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/cm²	1	→ 2
低ガス 透過	a.u.	1	→ 1/3

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の設立を検討することで基本合意しており、その事業計画を記載する（2021年4月プレスリリース）

- 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)		計画の考え方・取組スケジュール等
	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	
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

	開発・実証（基金事業を含む）					事業化			投資回収	
						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	- 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。 - 将来の日本の産業競争力強化の観点から、水電解の要素基盤研究の深化も必須と考えている。	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、水電解の評価実証設備・体制を構築し、量産基本技術の確立と、徹底的なコスト低減を進める。	- 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、開発パートナーとともに、海外事業展開を推進する。
国際競争上の優位性	- 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。	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、顧客との信頼関係を構築する。	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の設立を検討することで基本合意しており、その事業計画を記載する（2021年4月プレスリリース）

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	2.7億円	23.2億円	...	2.1億円	...	181億円	...	1,200億円	8,700億円
うち基金事業	2.7億円	23.2億円	...	2.1億円	...	0億円	...	0億円	
国費負担※ (2/3補助)	1.8億円	15.5億円	...	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)	0.9億円	7.7億円	...	0.7億円	...		...	-	
A：自己資金	0.9億円	7.7億円	...	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

2. 研究開発計画

研究開発内容〔1〕〔2〕〔3〕のサマリ

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

公募内容の整理

（目標達成の評価方法）

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

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

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

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

➤ 研究開発内容：

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

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

NEDO公募要領の記載

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

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

日本企業は、膜や触媒などの重要な部素材について、世界最高水準の要素技術を有しているが、大型の実機において基礎研究や小規模実証等と同程度の性能を発揮するためには、部素材メーカー及び水電解装置メーカー間等での摺り合わせも含めた、更なる技術開発を実施する必要がある。例えば、より高価な触媒利用量が少ない電極や、薄膜化などは装置コストの低減に貢献しうが、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

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

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	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。	※ 1 「FCHJU Multi - Annual Work Plan 2014 - 2020」で目標を設定。 - FCH-JUの2030 年設備コスト目標※ 1 を参考に設定 500€/kW、システム効率79%@2030 - 複数のモジュール化されたスタックを並べ大型化するとともに、システムに必要な補機（整流器等）の数を増やさないことで装置コスト削減を実施。	
2 優れた新材の装置への実装技術開発	- 膜やCCMの重要な部素材を水電解装置に実装する技術、および大規模除湿・圧縮システムを開発し、 25万円/kW@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。	- FCH-JUの2030 年設備コスト目標※ 1 を参考に設定 500€/kW、システム効率79%@2030 - 大型実機において小規模同等の性能を発揮するためには、部素材及び水電解装置メーカー間での摺り合わせ開発が必要。部素材単一では効果を発揮できず、膜への触媒塗布方法や、スタッキング手法など最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮することが可能となる。	
3 熱需要や産業プロセス等の脱炭素化実証	12MW規模の水電解装置のオンサイトモデルを構築し、水素製造・利用装置のパッケージ化をすること。 - 大規模風力発電によるオンサイト型P2Gシステムの開発をすること。 - エネルギー需要家がシステム運用をせずに効率的なシステム運用方法を電力市場や水素の需要家と緊密に連携しながら開発すること。 - 水素専焼ボイラーの多缶設置システムで、ボイラ単体効率向上と、ターンド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。	- 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。	

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290千円/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	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。	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、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。	・ 水電解装置16MW級に実装する電解質膜、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。	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%

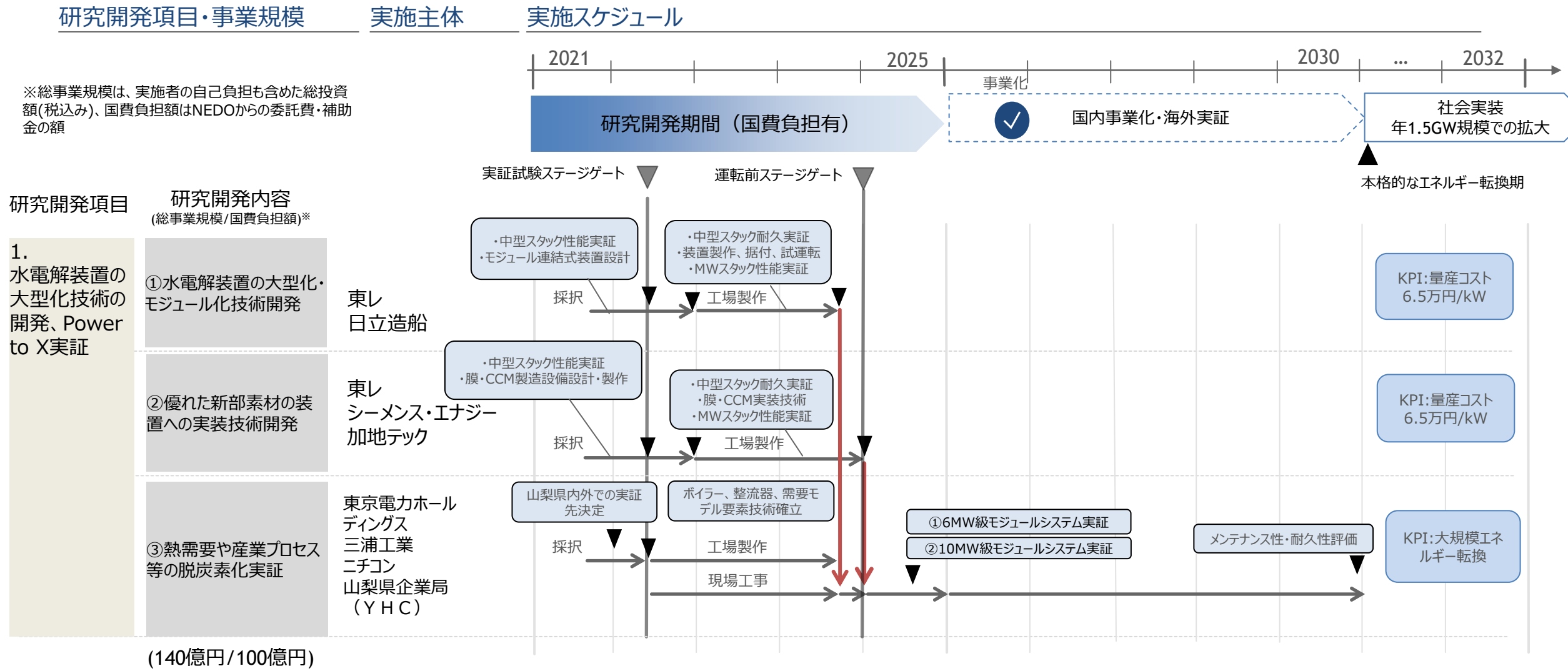
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容②

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	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。	- 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	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。	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システムを開発する。	80%	
運用方法	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。	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%	
	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。	- 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、運転台数最適化制御、水素残量監視機能にて高効率運転、高ターンダウンレシオを達成する。	80%	
	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。	- 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%	

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

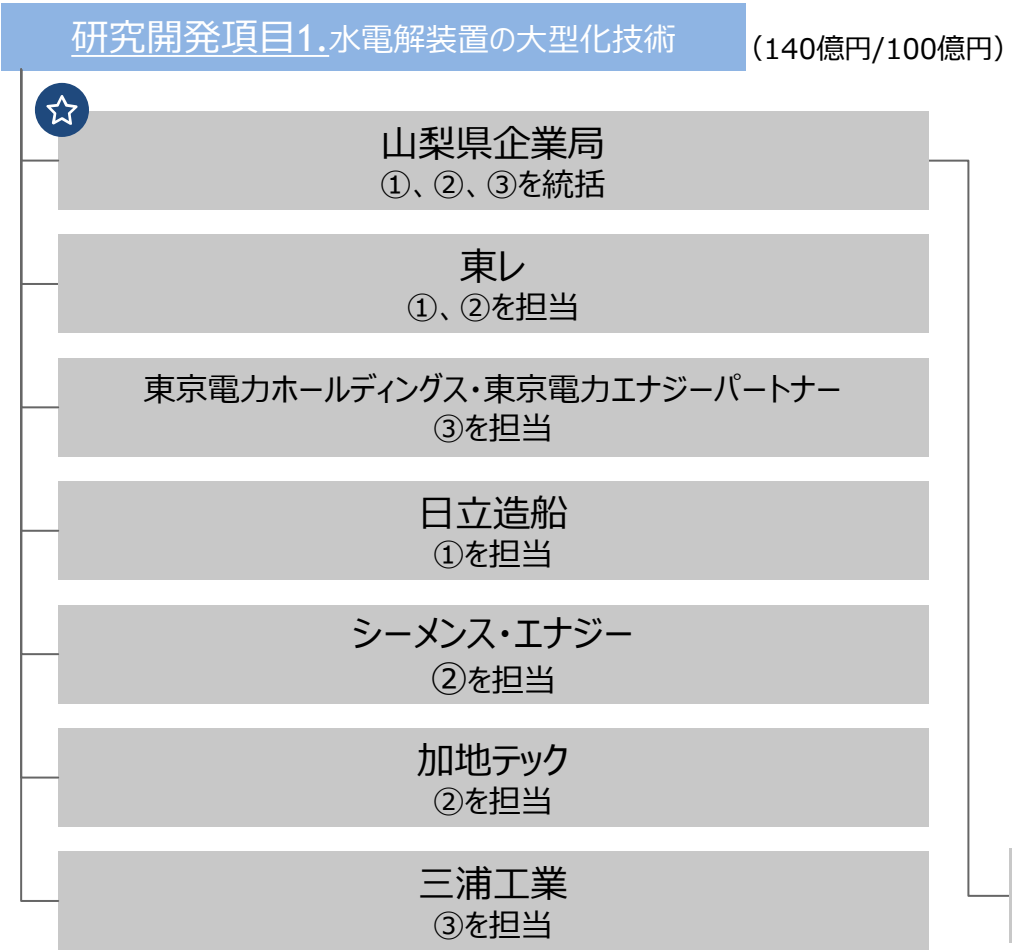
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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

委託先 ニチコン
①、③を担当

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	- 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	- 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	- 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	- 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 - 東電優位性：グループ大で発電から需要までをカバー - 東電リスク：料金メニューの自由度、自由化と規制分野での行為規制 - 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)	最終ユーザーであるYHCの視点においてメーカーと協働して次の技術開発をステップにて実施 - 基金事業にてモジュール式の構成を習得し、17.4億円/6MWベース 2022年に1,050千円/Nm3/hを見込む6MW装置の設計完了 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 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	これまでの開発において大面積セルの技術を獲得しつつあるため、細別のステップ確認条件を設け実証を進めることで高い確率で成功できる。なお、定置FCなど経験特性から2030年の量産コスト4億円に向けて15億円は適切なベンチマークである。(経験・量産効果など) (80%) - 変圧器や整流器、純水製造、ガス処理、制御の費用を含む設計か(車上渡し条件) - 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
- 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、 $(\text{整流器の電荷量(水素量)}(\text{Ah})) / (\text{低圧交流のトータルインプット(kWh)}) = 77\%$ 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)	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 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	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%） - 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		58	55	52	50
			60				
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。

装置の大型化・モジュール化（イメージ）

スタック 補機（整流器等）

スタック スタック スタック

補機

補機の数は変わらず

モジュール化されたスタックを並べ、大型化

PEM型電解装置の生産量とシステムコストの関係

※ 1 MWのシステムのコストを仮定、BOP：補機、2015年USD換算

Annual Production Rate

機器毎に量産効果の程度が異なる

（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

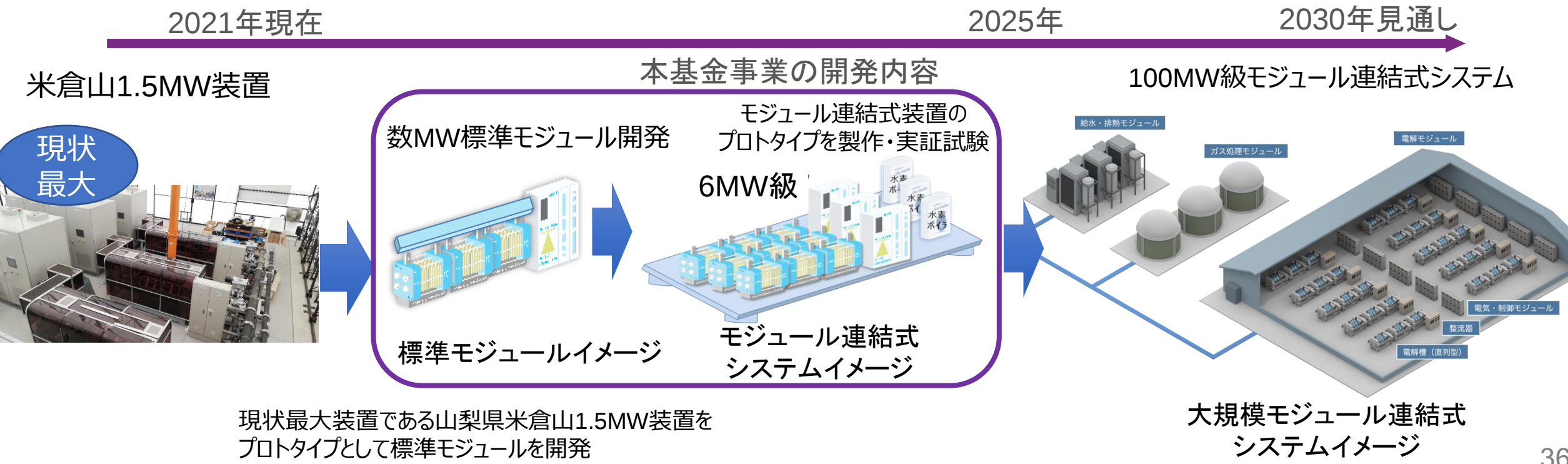
研究開発内容〔1〕 水電解装置の大型化・モジュール化技術開発

KPI

100MW システムの実現を見通す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

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。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し、モジュールと補機の最適配置についても様々な工夫することで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。

2030 年における100MW システムの実現を見通すため、2025年までに数MW級の標準モジュール開発およびこれを用いた6MW級での実証を行ない、数10MW規模に展開可能な技術確立する。



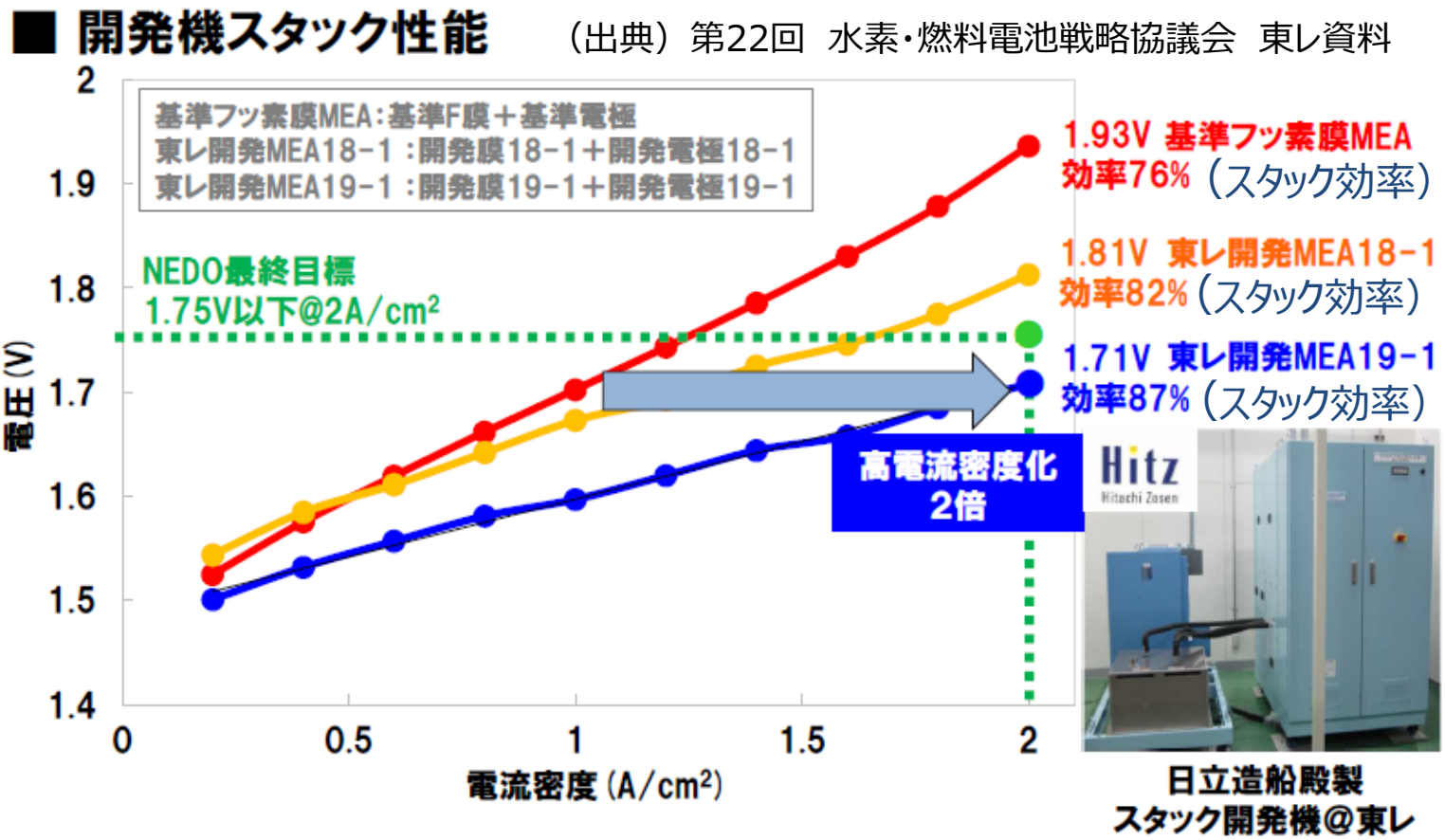
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔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。

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。



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

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）
パイロット生産（TRL3）	2025年にて電解質膜、およびCCM製造技術を開発（TRL8）	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 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、電解質膜、およびCCM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	米倉山実証にて大面積化の技術を得た。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擦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%） - 部素材メーカー及び水電解装置メーカー間等での擦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
 - 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	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 - 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。 研究開発内容 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	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%） - 大容量除湿・圧縮システム（90%） - 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%） - 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%） - 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摺り合わせも含めた、更なる技術開発を実施する必要がある。例えば、より高価な触媒利用量が少ない電極や、薄膜化などは装置コストの低減に貢献するが、そうした部素材は単一では効果を発揮できず、膜への触媒の塗布の方法（PEM型の場合）や、スタッキングの手法なども最適化することではじめて、システムの中でその性能を発揮する

- KPI
低コスト化：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」

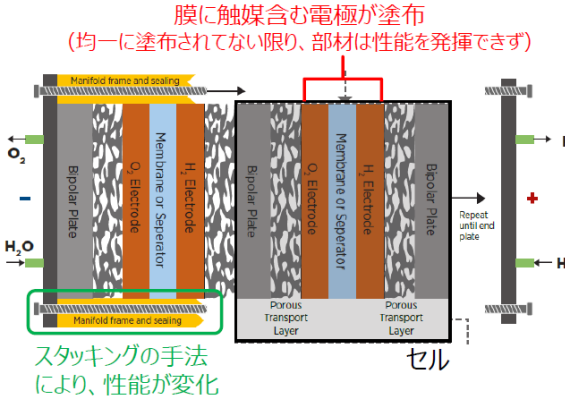
優れた新材の装置への実装技術開発

- 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摺り合わせの例

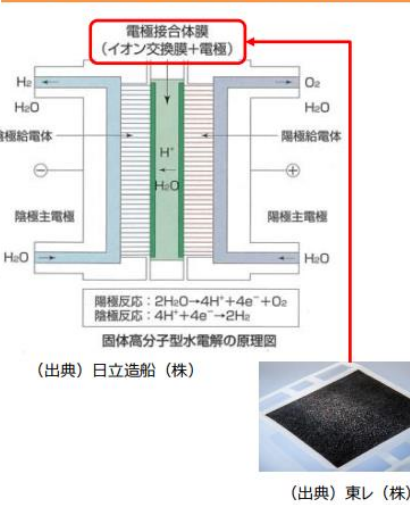


どれだけ優れた要素技術でも単一では効果を発揮することができず、
各種部材等との摺り合わせを通じて、はじめてシステムの中でその性能を発揮することが可能

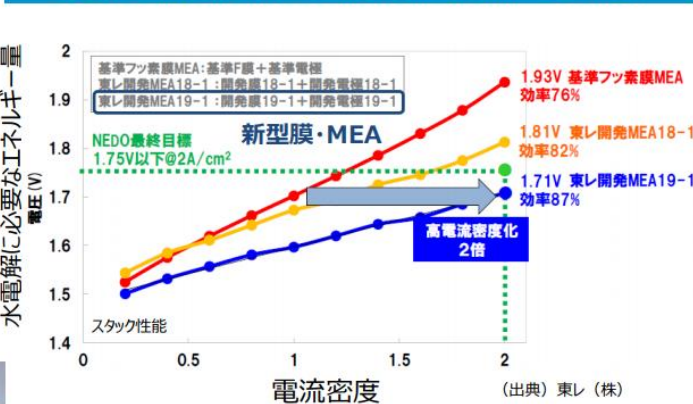
電解水素の製造コスト削減に向けた取組②(要素技術の開発・実装等)

- 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

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

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・圧縮システムを開発する

- 水電解の水素は、原料が純水であるため、用途によっては除湿することが必要であり、1.0MPaの標準タンクならば大気圧下露点換算-20℃、MHタンクは-40℃、FCV向けは-66℃まで除湿する必要がある。国内外の低圧ガス水準、パイプラインの必要圧力を得て、かつ除湿を行うシステムを構築する必要がある。
- 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。

＜開発課題＞

- 大容量除湿・圧縮システム
 - 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
 - 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
 - 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）



参考写真：中流量圧縮機

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。	➡ ・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。 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	・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%）

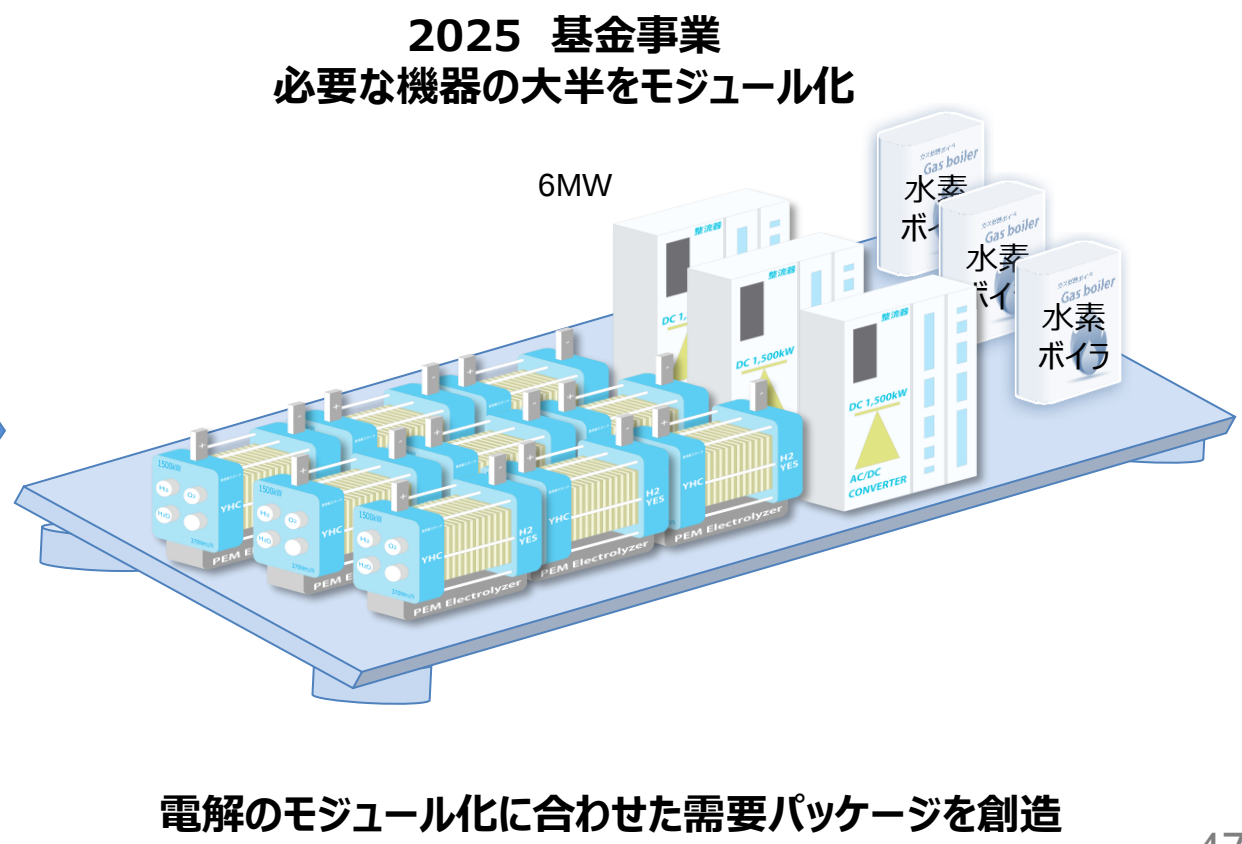
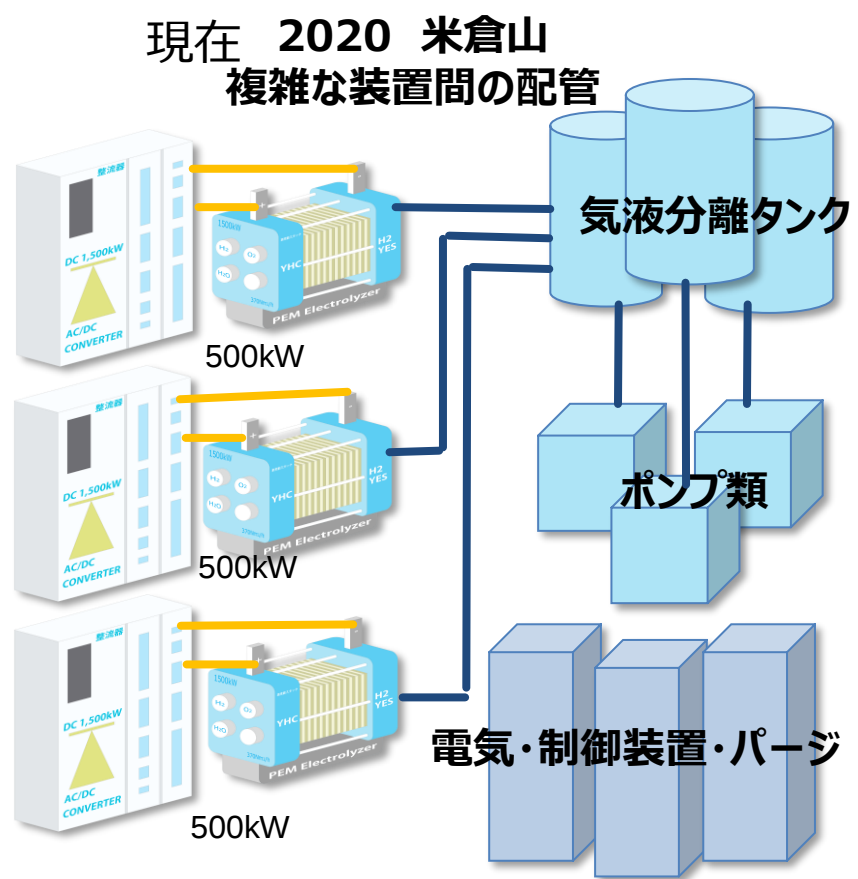
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 P2Gの水素需要モデル

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。

モジュール化によってスケーラブルになる電解装置に合わせた、整流器やトランス、補器、建築などモジュール化のメリットを最大限発揮するパッケージ技術に関して、火力発電所の系列設計の技能を投入することによりあらゆる規模のプラント設計を一元化を提案



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）
・化石燃料のみの蒸気供給	・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	・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。 2021年度 基本構想検討完了、フィールド選定 2022年度 フィールド選定完了、詳細設計開始 2023年度 詳細設計完了、工場制作及び据付工事開始 2024年度 据付工事 2025年度 据付工事完了、試運転開始 四季を通じた運転	・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。

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

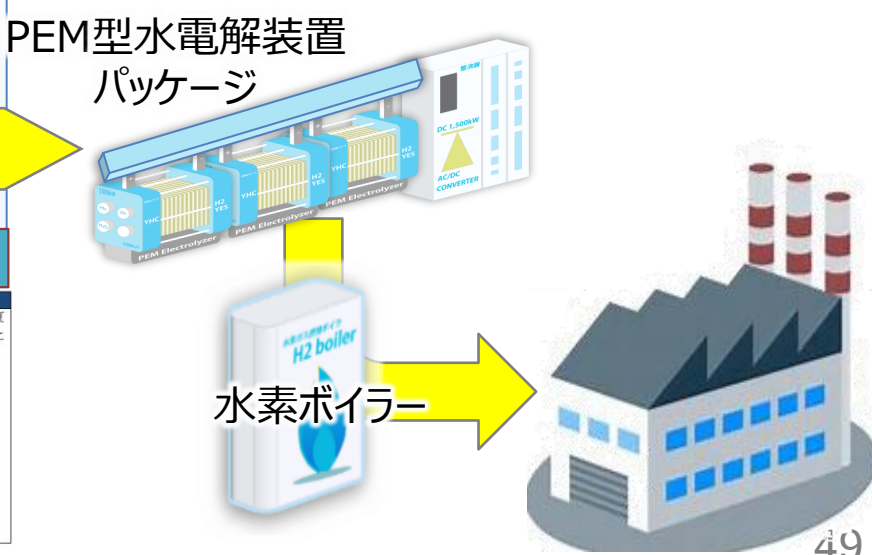
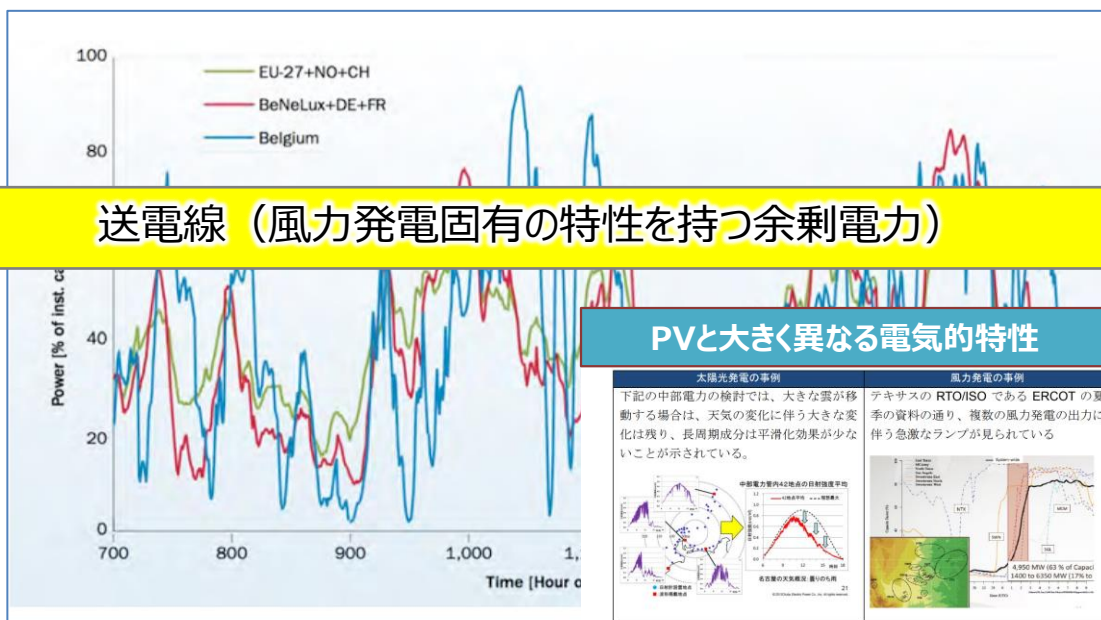
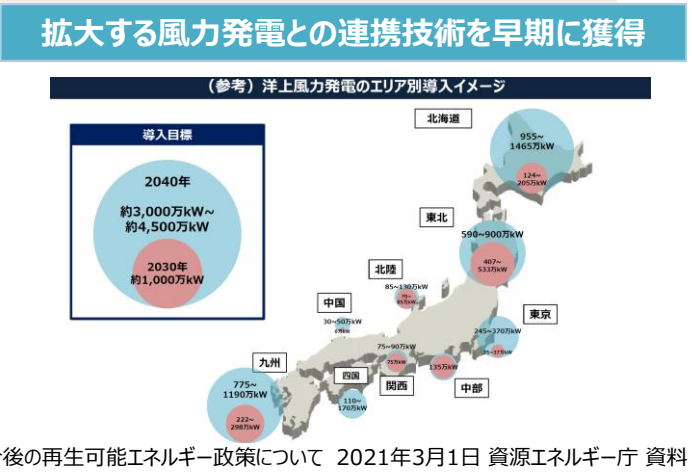
電氣的特性
運用技術

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

大規模化が進行する風力において系統連系する前の生電気を切出しと系統電力の切り分け

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



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	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。 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	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%） ただし、市場価格など外部起因による不確実性あり。

2. 研究開発計画／（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

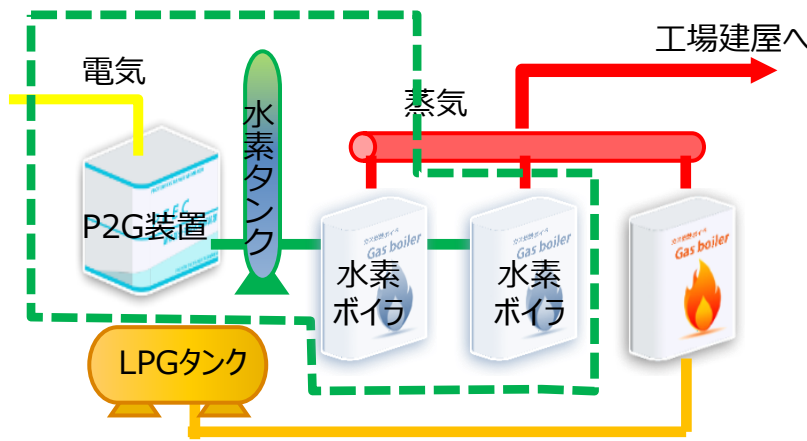
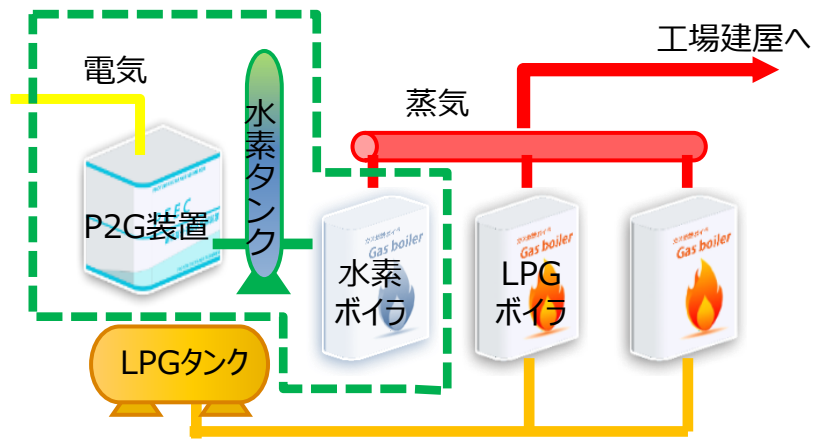
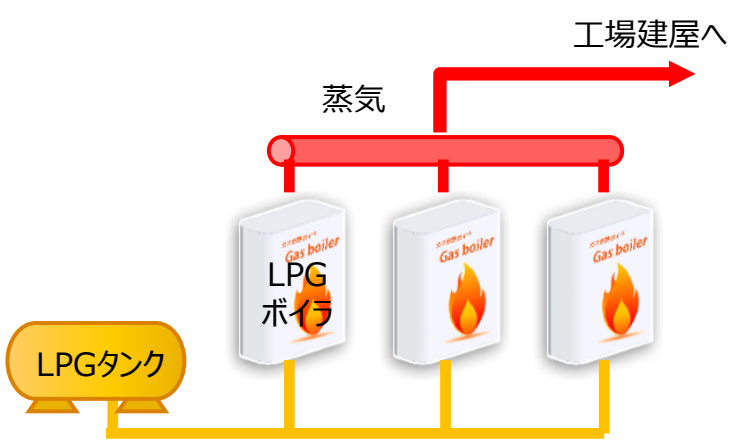
産業用蒸気ボイラの主流となる小型貫流ボイラーの多缶設置システムを想定して、ボイラ単体効率向上と、ターンダウンレシオの拡大により実運転効率を高め、水素から熱への変換効率の高い蒸気システムを開発して実証する。

従来（LPG）モデル

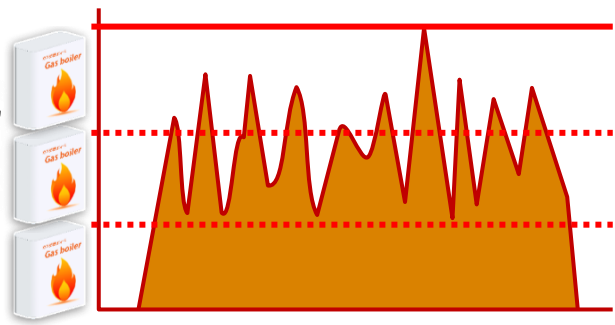
ベース運転モデル

ターンダウンモデル

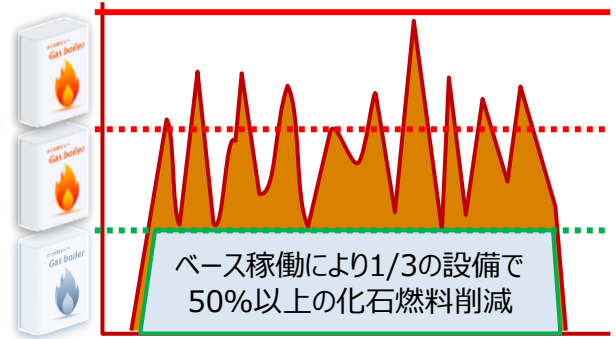
システム構成



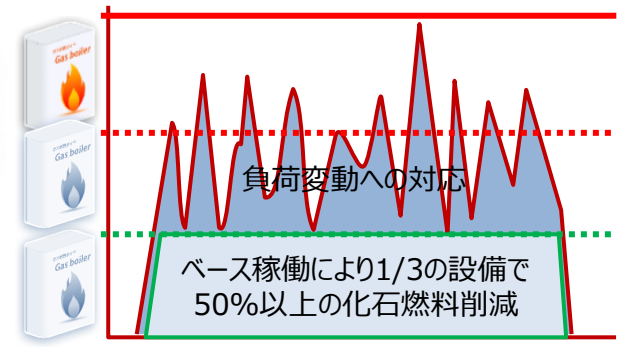
運用熱需要



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

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	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	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。

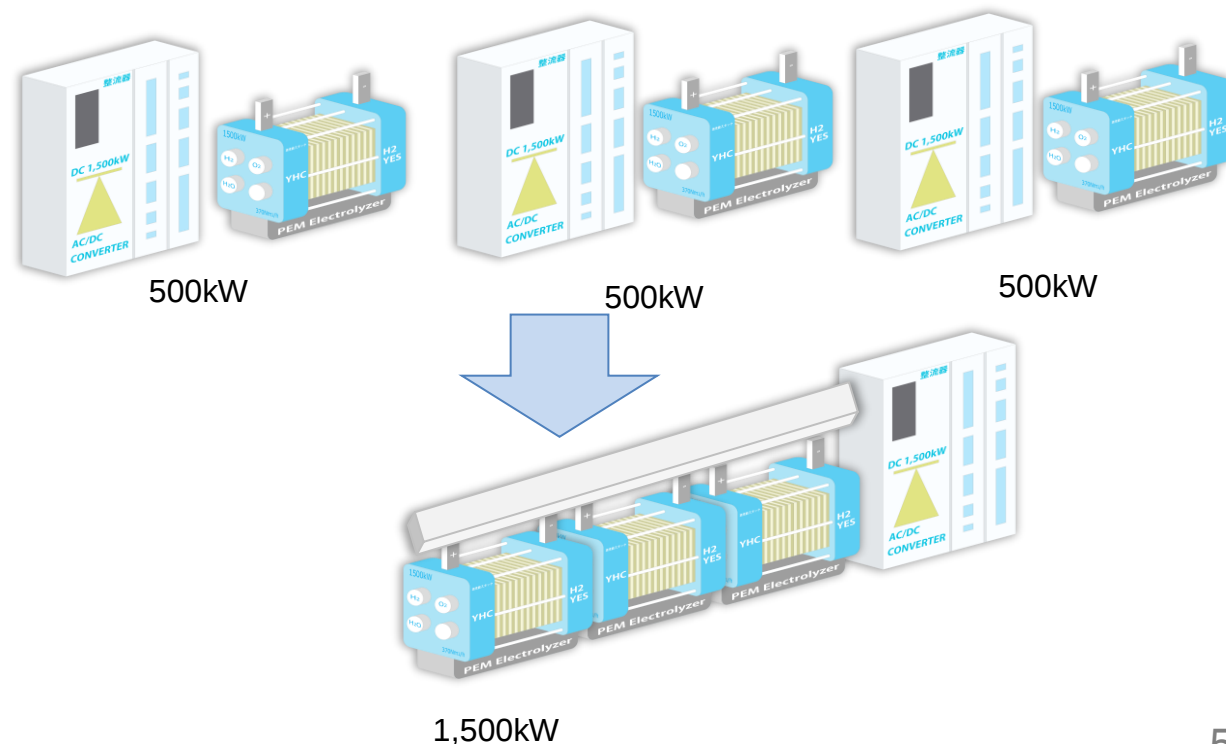
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

研究開発内容〔3〕 PEM形水電解向け高効率低コスト整流器の開発

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。

- 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%（変圧器二次側から直流出力までの効率）を得る。
- 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。
- 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。
- 2025年において2.5億円/6MWのコストを達成し、2030年においては、1.0億円/6MWを見通す。



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)

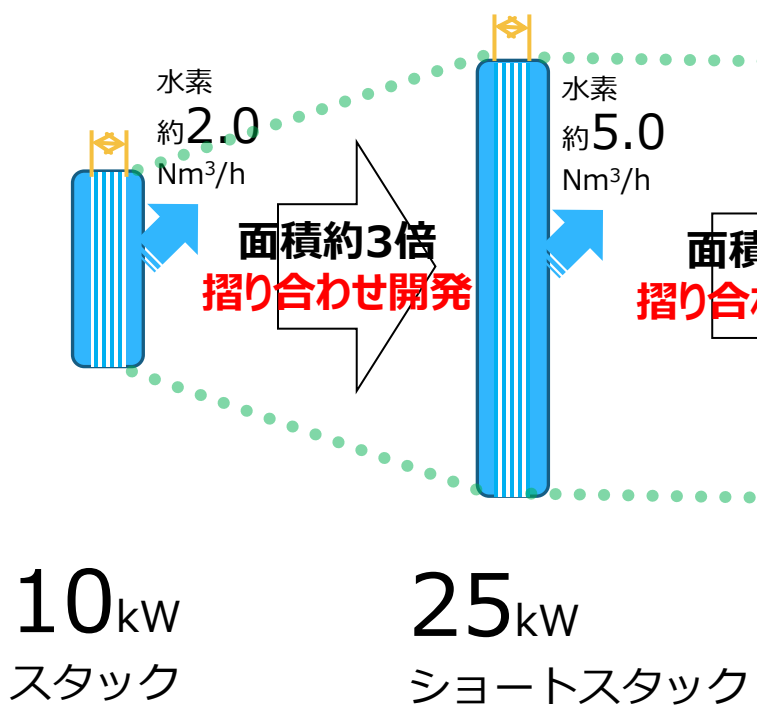
2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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。

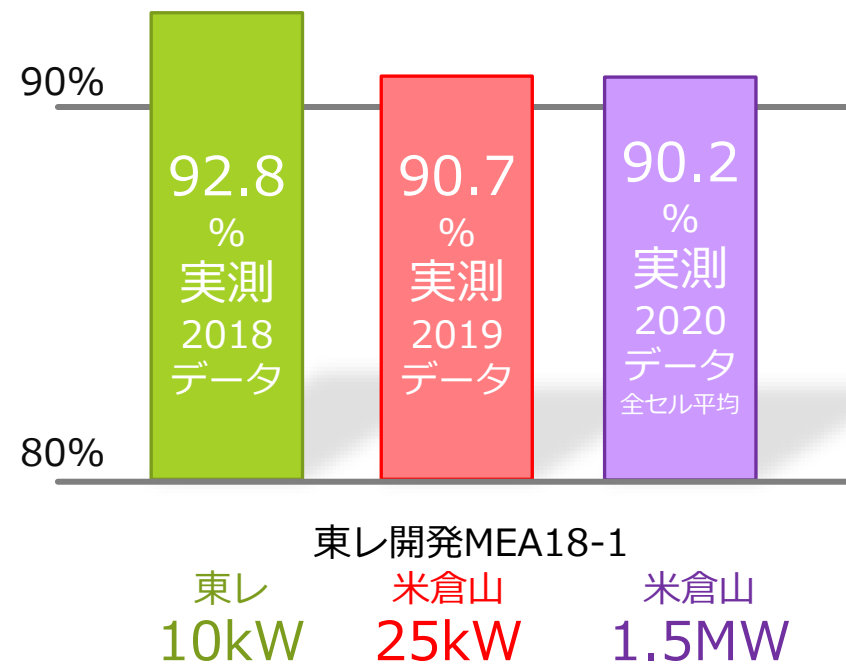
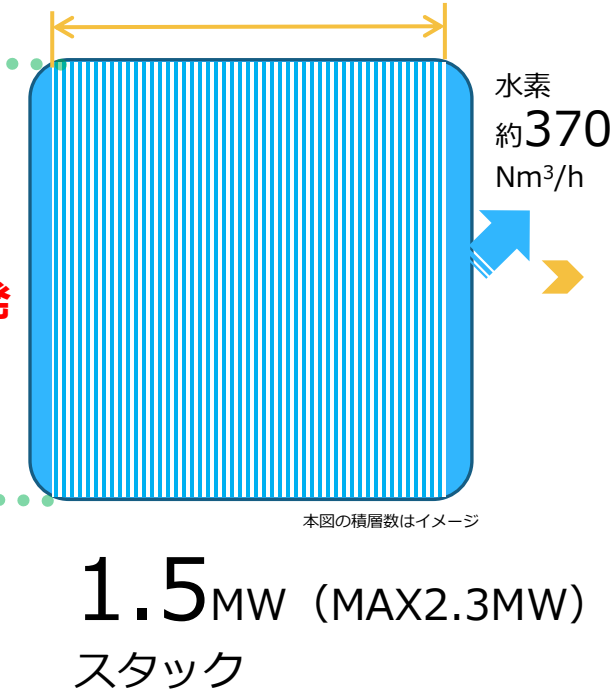
2018年度～

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

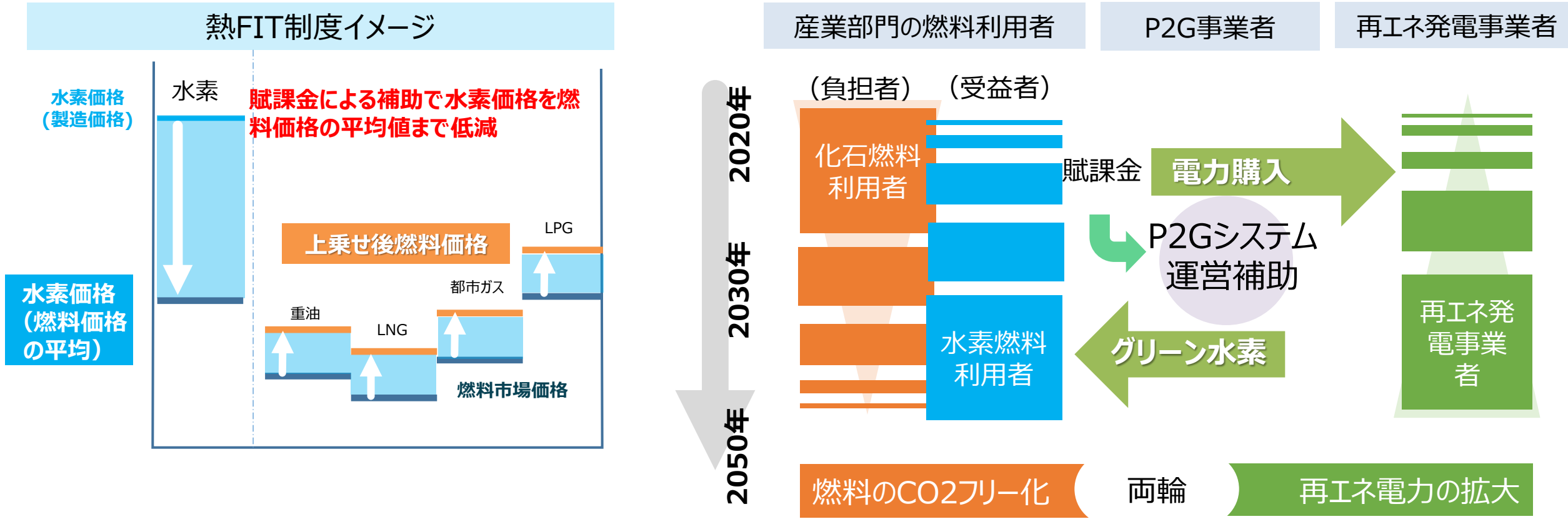
◎基金事業P2Gプロジェクト



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

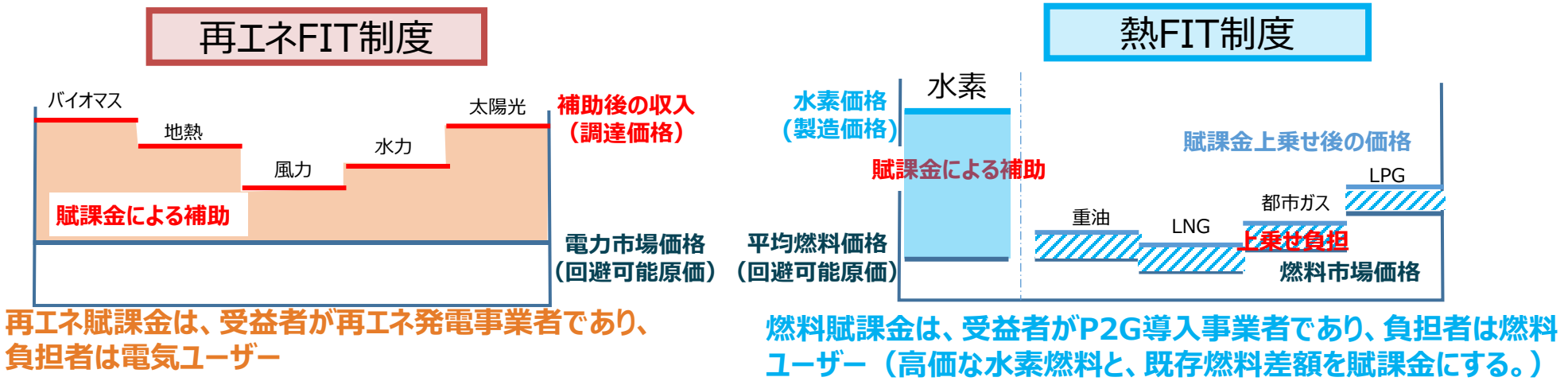


2. 研究開発計画／（6）提案の詳細に関する参考資料

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

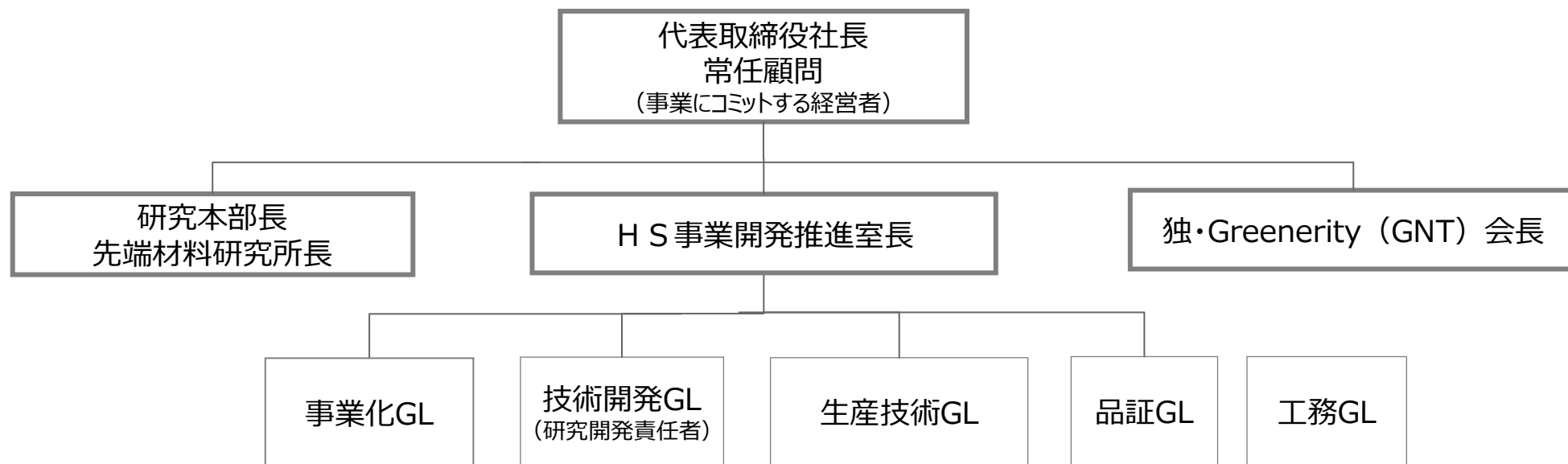
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

東レ

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

- 2017年に、社長直轄の専門組織として、HS推進室を新設（事業化・技術開発・生産技術・品証機能を持つ）
- HS推進室、研究、GNTが一体運営

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・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・担当役員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 2022” ※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カーボンニュートラルの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) グリーンイノベーション事業拡大（GR）プロジェクト

「気候変動など地球環境問題の解決」に貢献する

(3) Future TORAY-2020s（FT）プロジェクト

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1兆円規模の売上創出を目指す。

(4) 水素社会実現に向けた取り組み

FTプロジェクトに選定し、脱炭素・循環型社会の実現を目指した素材技術の研究・開発推進

経営者・担当役員による事業モニタリング・管理

(1) 経営者・担当役員

事業モニタリング・管理を実行する。

(2) 経営者への報告

経営者に四半期ごとを目安に報告し、事業の進め方の指示を得る。

(3) 顧客・開発パートナー連携

顧客・開発パートナー、社内支援部署から幅広い意見を取り入れ、事業の進捗を判断する。

東レグループ サステナビリティ・ビジョン

2050年に向け東レグループが目指す世界と取り組む課題



Copyright © 2020 Toray Industries, Inc.

5

TORAY

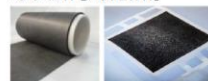
成長を支える取り組み(2)
新事業創出

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、開発・ビジネスモデル構築を加速、2020年代に1兆円規模の売上創出を目指す

Future TORAY-2020sプロジェクト(FTプロジェクト)

“AP-G 2022”におけるテーマ例

「水素・燃料電池関連材料」



「バイオマス活用製品・プロセス技術」



「環境対応印刷ソリューション」



「衛生・ヘルスケア製品」



「センシングデバイス関連部材」



Copyright © 2020 Toray Industries, Inc.

31

TORAY

サステナビリティ・ビジョン実現に向けた成長モデル



- 「地球環境とそこに暮らす人の健康と安全のために」貢献するGR・LI事業で収益拡大を牽引
- 次の成長ステージを担う大型テーマは、新事業創出のための全社横断プロジェクト Future TORAY-2020sプロジェクト(FTプロジェクト)で開発・ビジネスモデル構築を加速

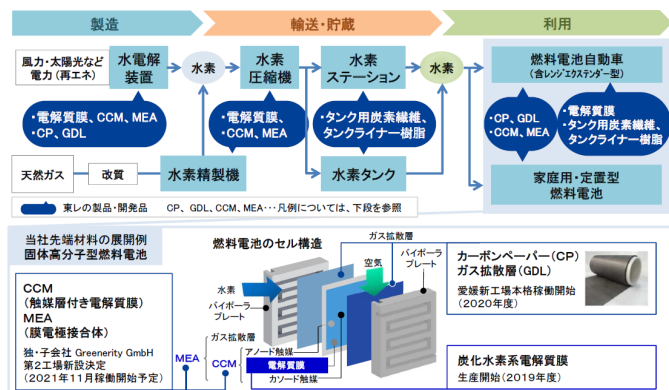
Copyright © 2020 Toray Industries, Inc.

7

TORAY

研究・技術開発① 水素社会実現に向けた取り組み

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



Copyright © 2020 Toray Industries, Inc.

33

TORAY

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

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

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

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

経営戦略の中核において「水電解によるグリーン水素製造」を位置づけ、広く情報発信

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 2022” ※2
- (2) IR資料・報告書※4、CSRLレポート※5、TCFDレポート※6

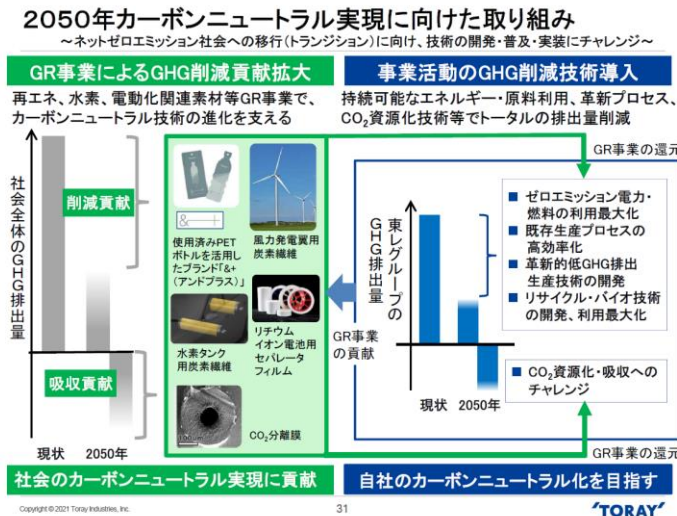
・ステークホルダーへの説明

- (1) 決算説明会等で、事業の将来の見通し・リスクを投資家や金融機関等のステークホルダーに対して説明している。

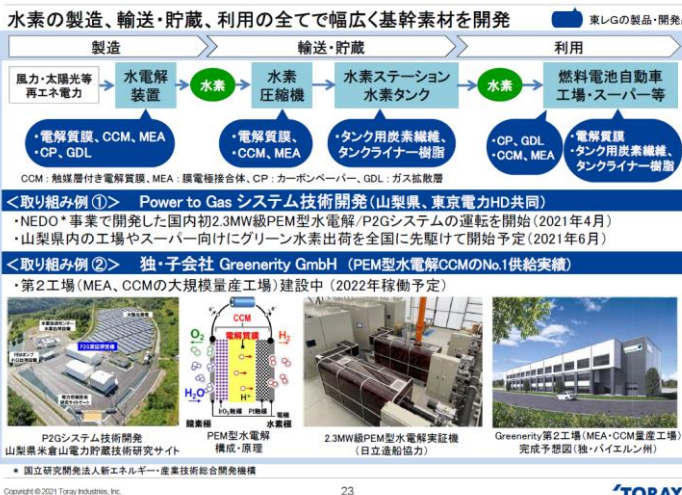
水素・燃料電池戦略協議会、国際会議での発信

・情報開示の方針

- (1) 水素・燃料電池戦略協議会報告※7や、国際会議等の場で、水素社会実現に向けた東レの取り組み、技術・材料の価値や社会的貢献について、幅広く情報発信を継続していく。



水素社会実現に向けた取り組み

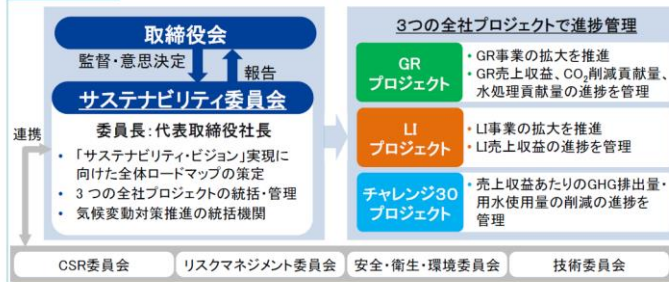


気候変動問題に関するガバナンス体制

東レグループの地球環境問題への取り組み

1990年代	・地球環境研究室を設立 ・全社委員会として地球環境委員会を設置
2000年代	・「環境3カ年計画」の策定 ・地球環境事業戦略推進室を設立
2010年代	・GR事業拡大への取り組み ・「サステナビリティ・ビジョン」の策定

2021年4月 サステナビリティ委員会を設置し、従来の取り組みを強化・加速

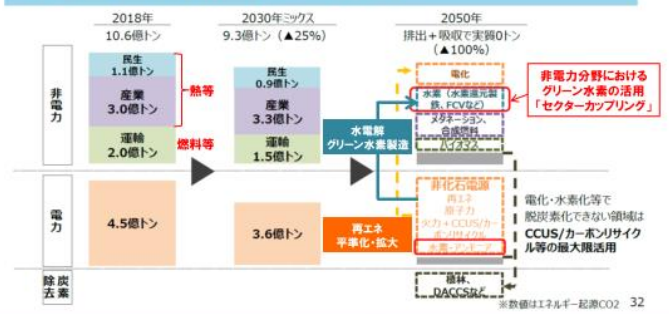


2050年CNに向けたグリーン成長戦略

(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

※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/022.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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - (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
若手人材を社内関連部署、新入社員等から確保を検討する。
 - (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等の既存設備・土地の活用を検討する。
 - (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。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - (1) HS事業開発推進室の設置（HS：Hydrogen Society）
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。事業化・技術開発・生産技術・品証機能に移管・新設し、研究は先端材料研究所にて継続している。
 - (2) HS事業開発推進室の事業化G
自社のビジネスモデルを構築する体制を既に構築している。
- 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

- 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

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 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。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 大規模地震
 - ベタ基礎、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



- 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。