

第31回 グリーンイノベーションプロジェクト部会 産業構造転換分野WG発表資料

実施プロジェクト名 : 水素燃料電池コア技術開発

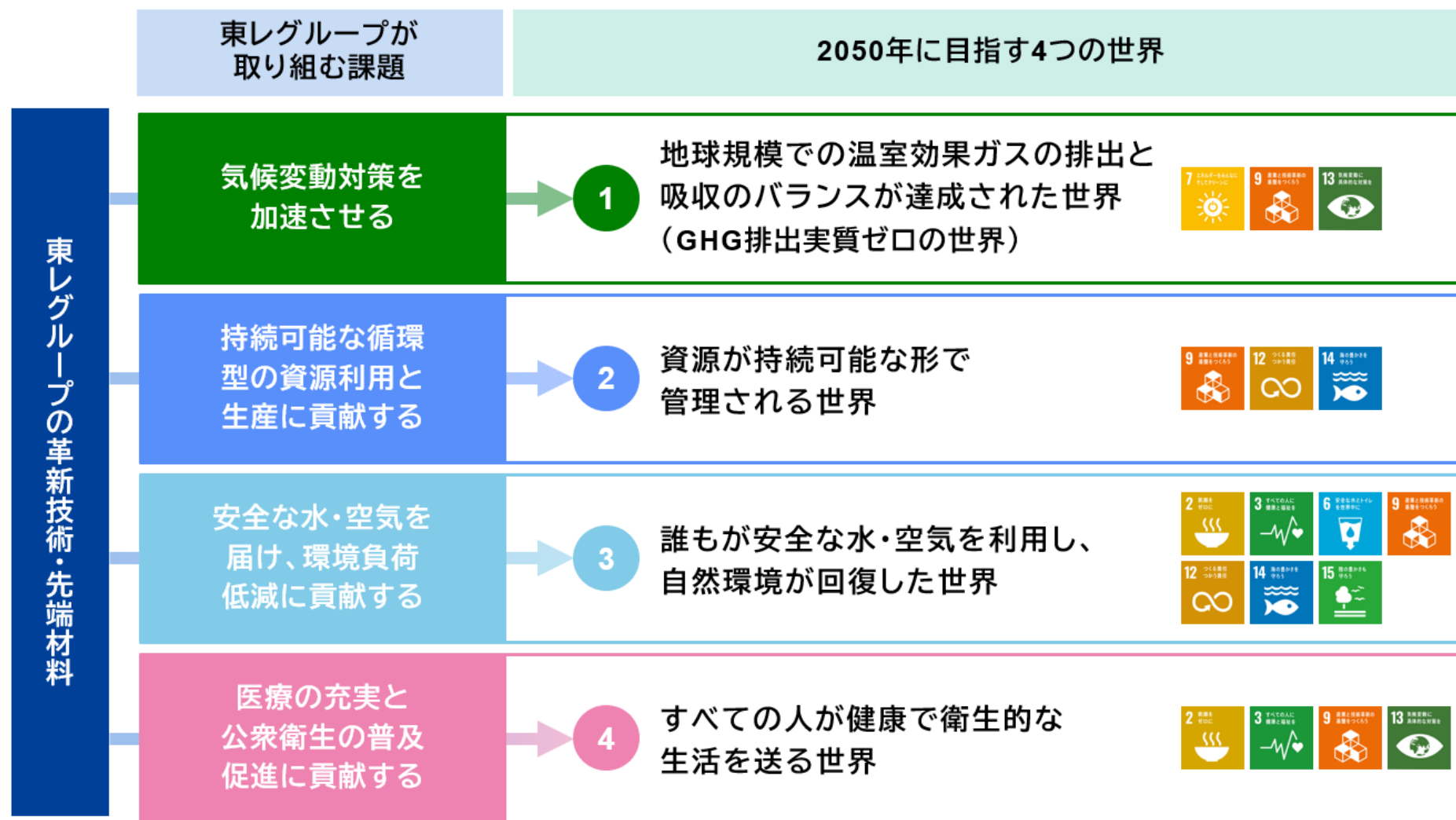
実施者名 : 東レ株式会社、 代表名 : 代表取締役社長 大矢 光雄

2025年5月26日

1. イノベーション推進体制

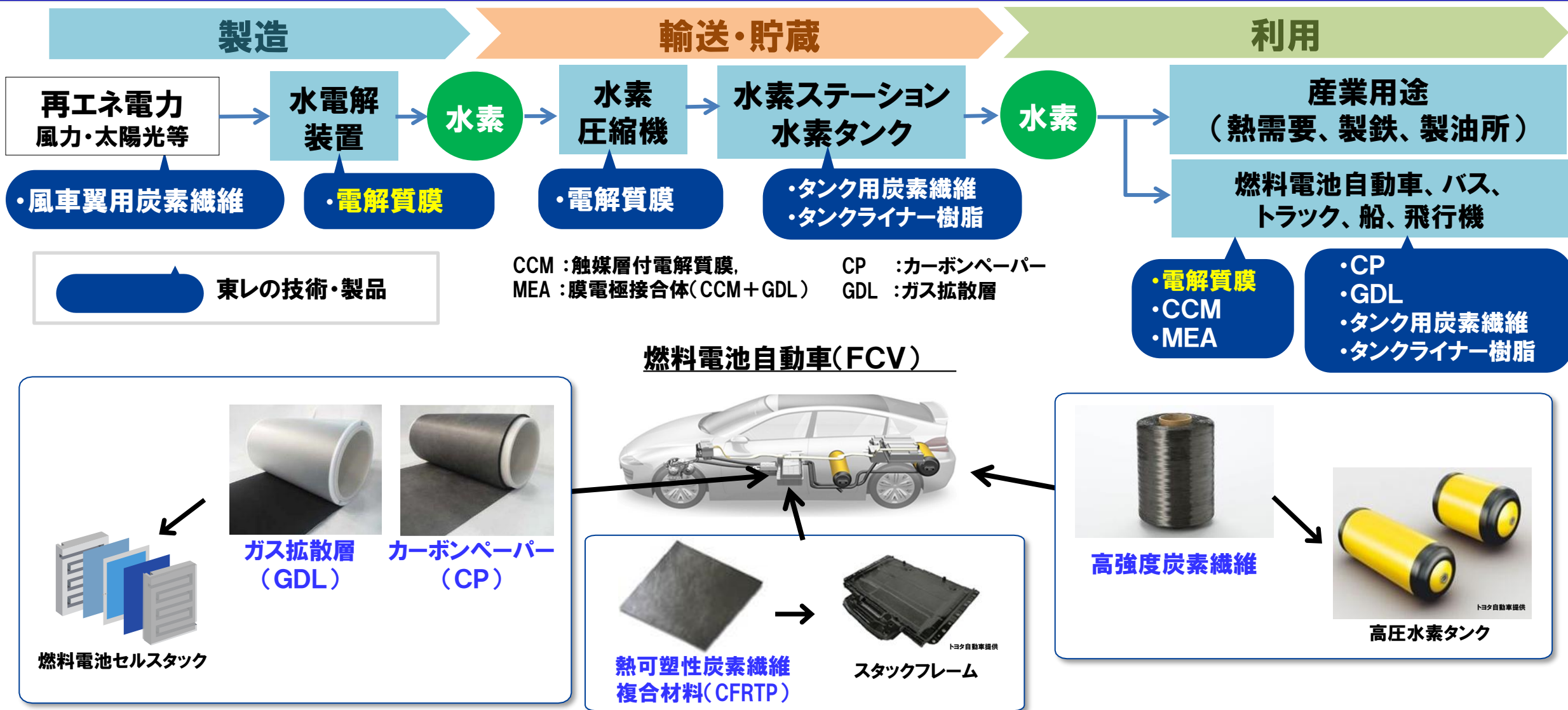
経営のコミットメント

東レ株式会社 H S 事業部門長
参事 豊崎 貴之



世界が直面する「発展」と「持続可能性」の両立をめぐる地球規模の課題に対し、
革新技术・先端材料の提供により、本質的なソリューションを提供します

水素社会実現に貢献する東レの先端素材



東レの先端素材は、水素の製造、輸送・貯蔵、利用の全てに、幅広く貢献

東レ独自の炭化水素系(HC)電解質膜

	製造	輸送・貯蔵	利用
	水電解	水素圧縮	燃料電池
構成	酸素極 水素極	低圧水素極 高圧水素極	水素極 空気極
原理	<u>電気で水から水素を製造</u> $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$	<u>電気で水素を圧縮</u> $\text{H}_2 (0.1\text{MPa}) \rightarrow \text{H}_2 (80\text{MPa})$	<u>水素と空気から発電</u> $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
東レ膜価値	低ガス透過性を活かした 高効率水素製造	低ガス透過性を活かした 高圧水素圧縮	高温駆動性を活かした 高出力密度化

電解質膜は、水電解、水素圧縮、燃料電池に共通のキーマテリアル

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「水素燃料電池基幹素材」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、新規売上創出を目指す。

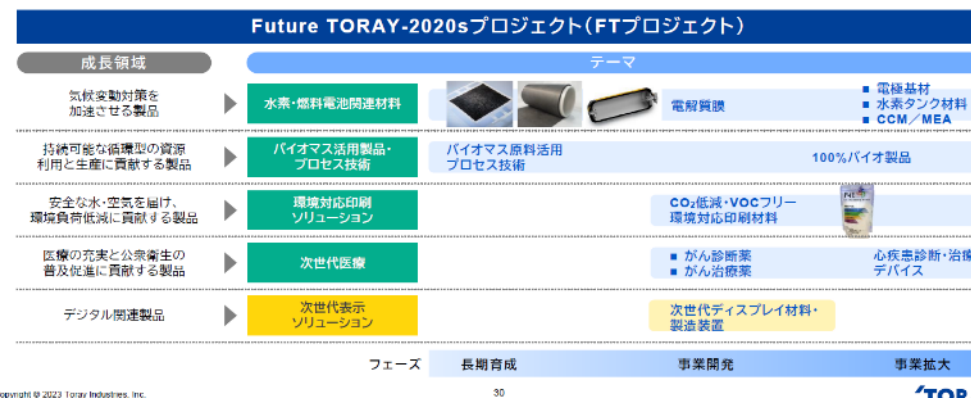
（4）水素社会実現に向けた取り組み ※4（TORAY IR セミナー、2023/9/5）

“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

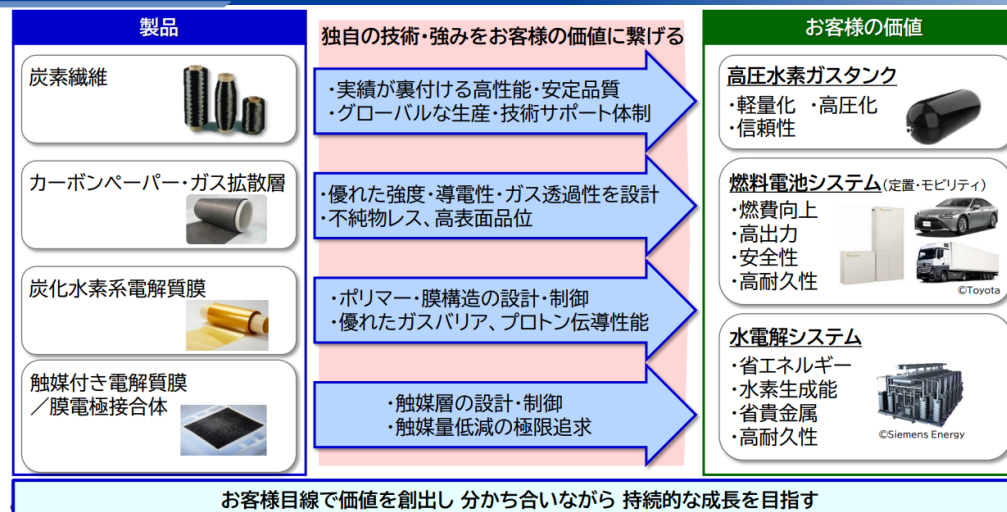
新事業創出 —FTプロジェクトの推進—

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



東レの強み



※1 <https://www.toray.co.jp/aboutus/vision/> ※3 <https://www.toray.co.jp/sustainability/vision/>
 ※2 <https://www.toray.co.jp/aboutus/project/> ※4 https://www.toray.co.jp/ir/pdf/lib/lib_a615.pdf

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

経営戦略の次期成長分野に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・インドネシア他国際実証FS開始※13
 - ・東レ水素IRセミナー
「水素社会実現に向けた東レグループの取り組み」※14
 - ・総理と日EU水素企業トップとの意見交換会※15

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※16、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・日印日埃・日ASEAN・日スパン・日タイ、日韓中エナジーパートナーシップ、東京都セミナー、専門誌等で発表多数

GI 基金採択 8社共同記者会見（2021/9）



総理と日EU水素企業トップとの意見交換会（2024/6）



- ※4 <https://www.toray.co.jp/ir/library/>
- ※5 <https://www.toray.co.jp/sustainability/stance/>
- ※6 <https://www.toray.co.jp/sustainability/tcf/>
- ※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

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）



西村前経産大臣の山梨サイト視察（2022/11）



西村やすとし NISHIMURA Yasutoshi
@nishy03

山梨県米倉山の水素製造・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、地元川車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。



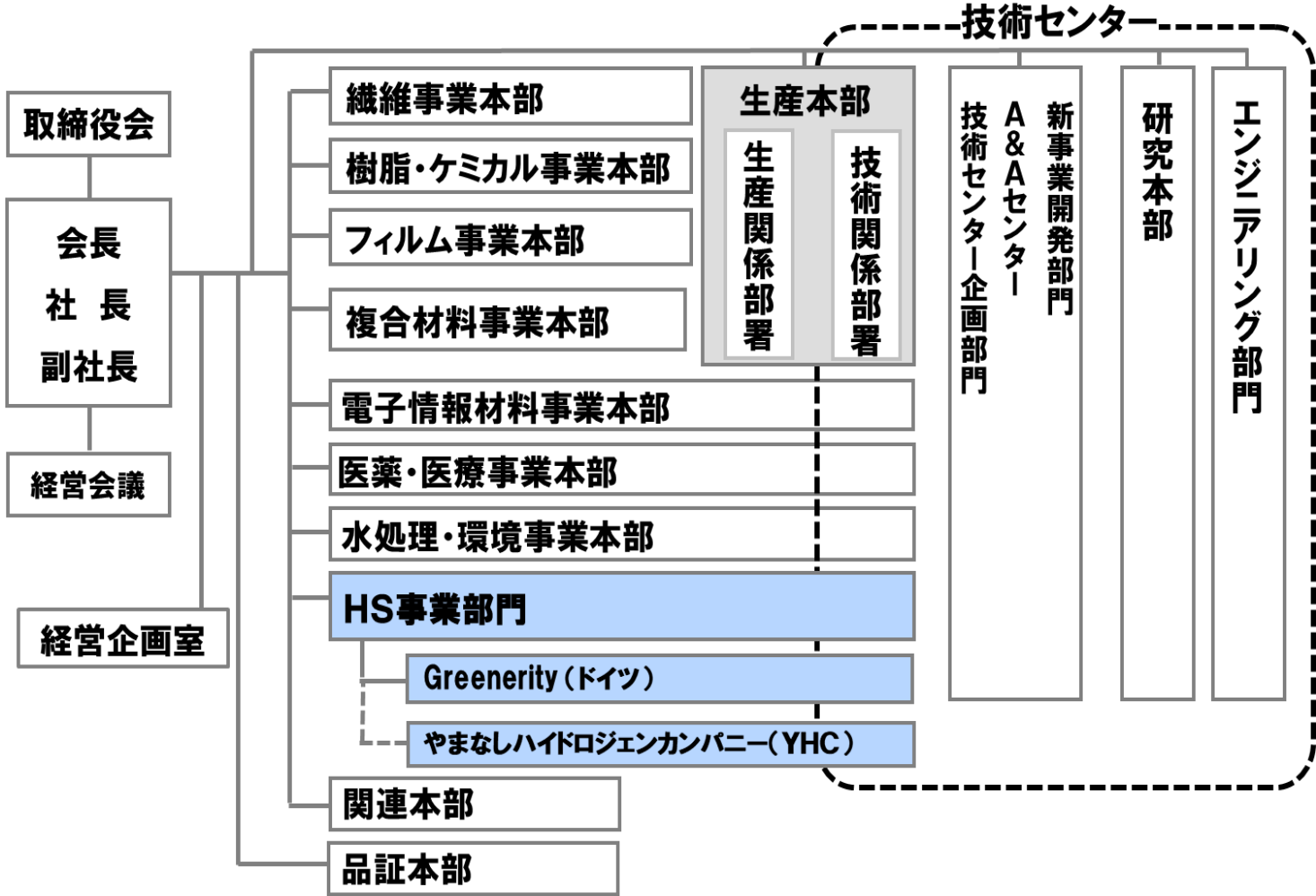
- ※10 同上/20220228112316.html
- ※11 同上/20220301151246.html
- ※12 同上/20220425170139.html
- ※13 同上/20221125102230.html
- ※14 https://www.toray.co.jp/ir/pdf/lib/lib_a615.pdf
- ※15 <https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240604004/20240604004.html>
- ※16 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/009.html

1. 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、HS事業部門を設置

・専門部署の設置・状況

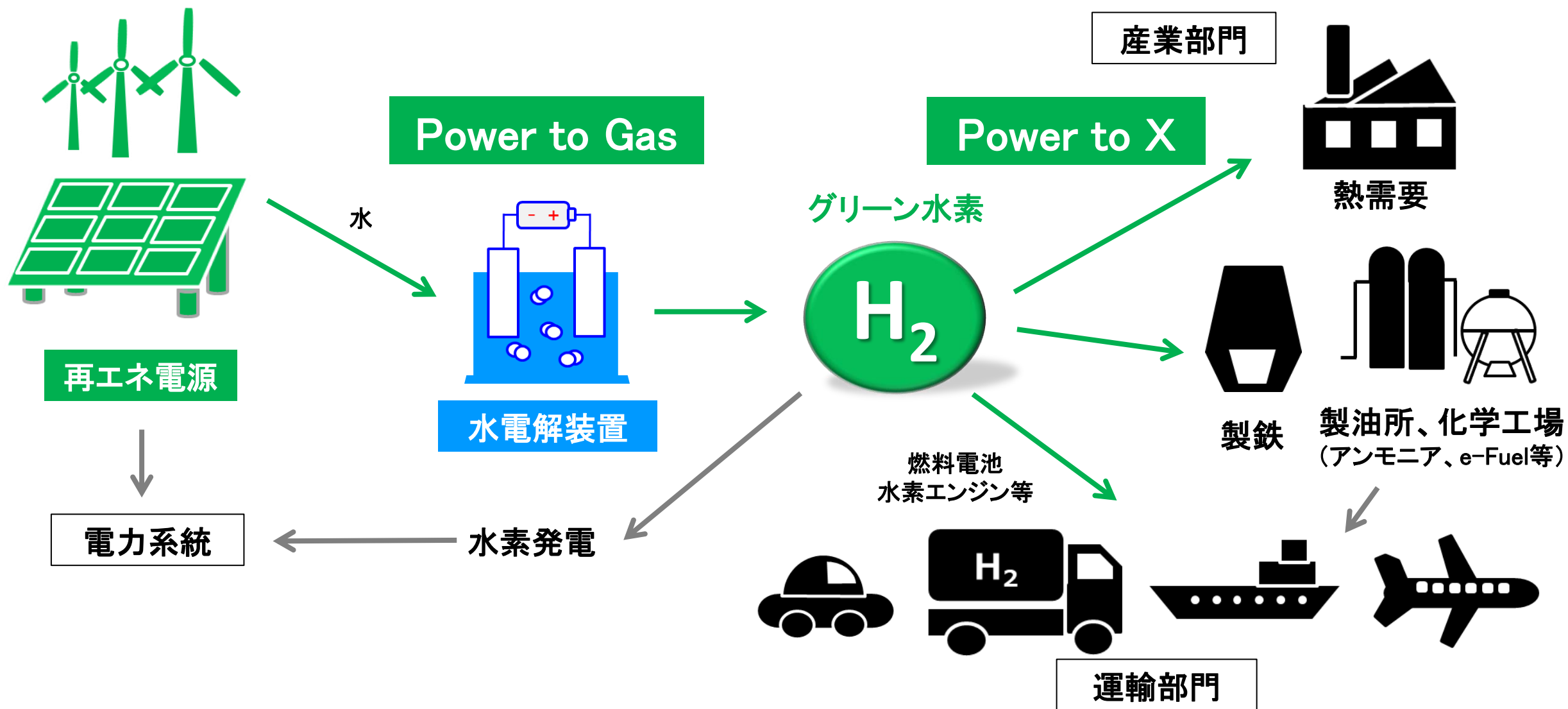
- （1）2017年に社長直轄の専門組織として、HS事業開発推進室を新設した。
（HS: Hydrogen Society）
- （2）2022年に国内初のP2G事業会社として、YHC（東レ出資比率25%）を設立した。
→ 取締役2名派遣、社員1名出向予定
- （3）2022年に新たな事業本部・部門（8番目）として、「HS事業部門」を新設、電解質膜および関連部材事業を関係会社を含めて一体運営している（2022/6/23付）。
→ 経営資源を重点的に投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備している。



2. 事業戦略・事業計画

東レ株式会社 H S 事業部門
主幹 出原 大輔

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

大規模PEM型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証



事業の目的・概要

- 余剰再エネ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級の水電解装置を関連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

※太字：幹事企業

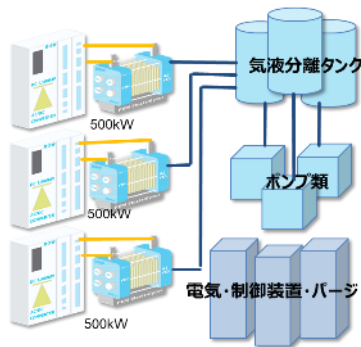
- **山梨県企業局**、東京電力ホールディングス株式会社・東京電力エナジーパートナー株式会社、**東レ株式会社**、日立造船株式会社、シーメンス・エナジー株式会社、三浦工業株式会社、株式会社加地テック

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

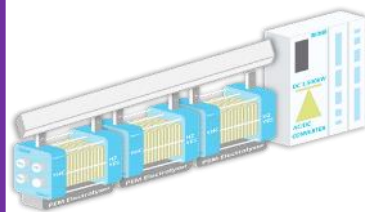
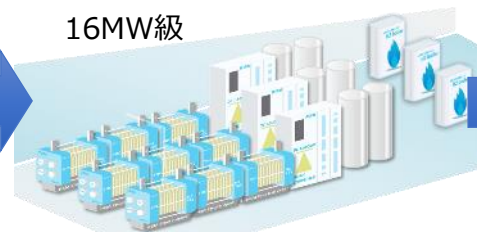
事業イメージ

米倉山1.5MW装置



本基金事業の開発内容

数MW標準モジュール開発

モジュール連結式装置の
プロトタイプを製作・実証試験
16MW級

100MW級モジュール連結式システム



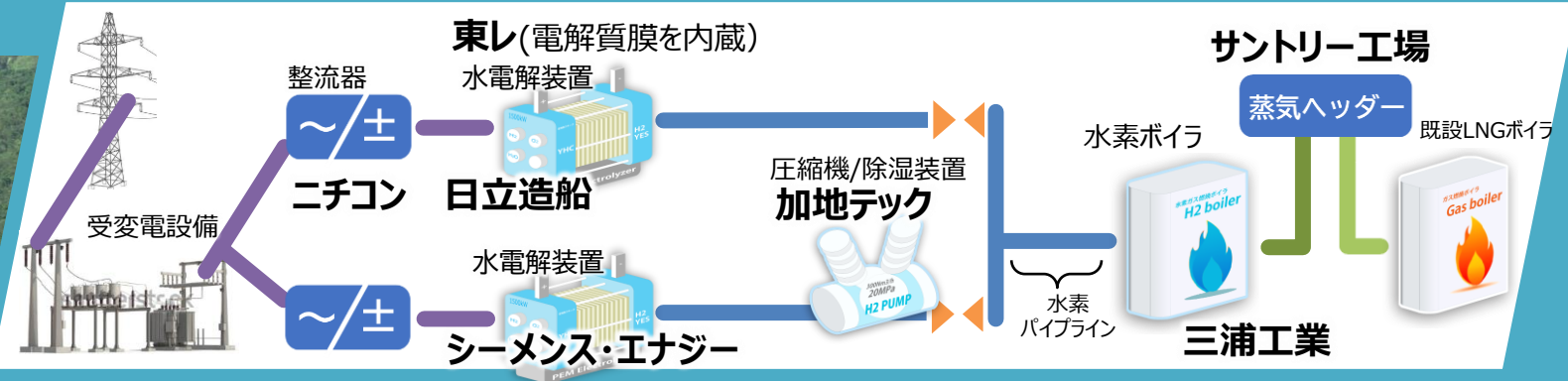
出典：山梨県企業局等

- ✓ 我が国最大！16MW 固体高分子形水電解システムをサントリー天然水 南アルプス白州工場・サントリー白州蒸溜所に隣接する県有地に設置
- ✓ 地域の再生可能エネルギーを集約し、大規模な工場で、次世代燃料「水素」に転換
- ✓ 天然水工場にて高性能水素ボイラーによる蒸気供給

TORAY

Innovation by Chemistry

全体システム

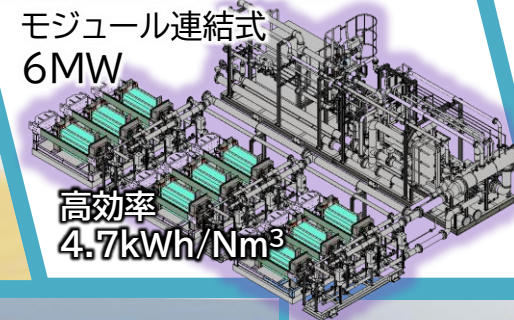


東レ炭化水素系電解質膜



高プロトン伝導性
低ガス透過性

日立造船水電解装置



モジュール連結式
6MW
高効率
4.7kWh/Nm³

三浦工業水素ボイラ

業界最高のボイラ効率
東京都低NOx認定取得
2,000kg/h x 3台

効率 105%
NOx 40ppm
TDR 1:5



水素製造規模	16MW(最大)
水素パイプライン	約2km
水素製造能力	2,500Nm ³ /h(2,200ton/年)
工事	東京電力グループ
設置場所	隣接の山梨県有地 3,000m ²
CO2削減量	16,000トン/年(見込)



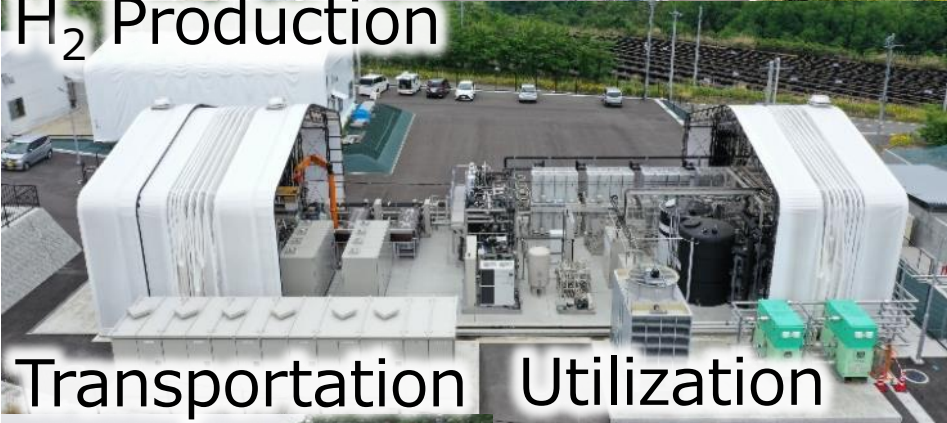
CGベース(イメージ) 実際と異なる場合があります。

国内初のP2G事業会社「やまなしハイドロジェンカンパニー」設立

Overview



H₂ Production



Transportation

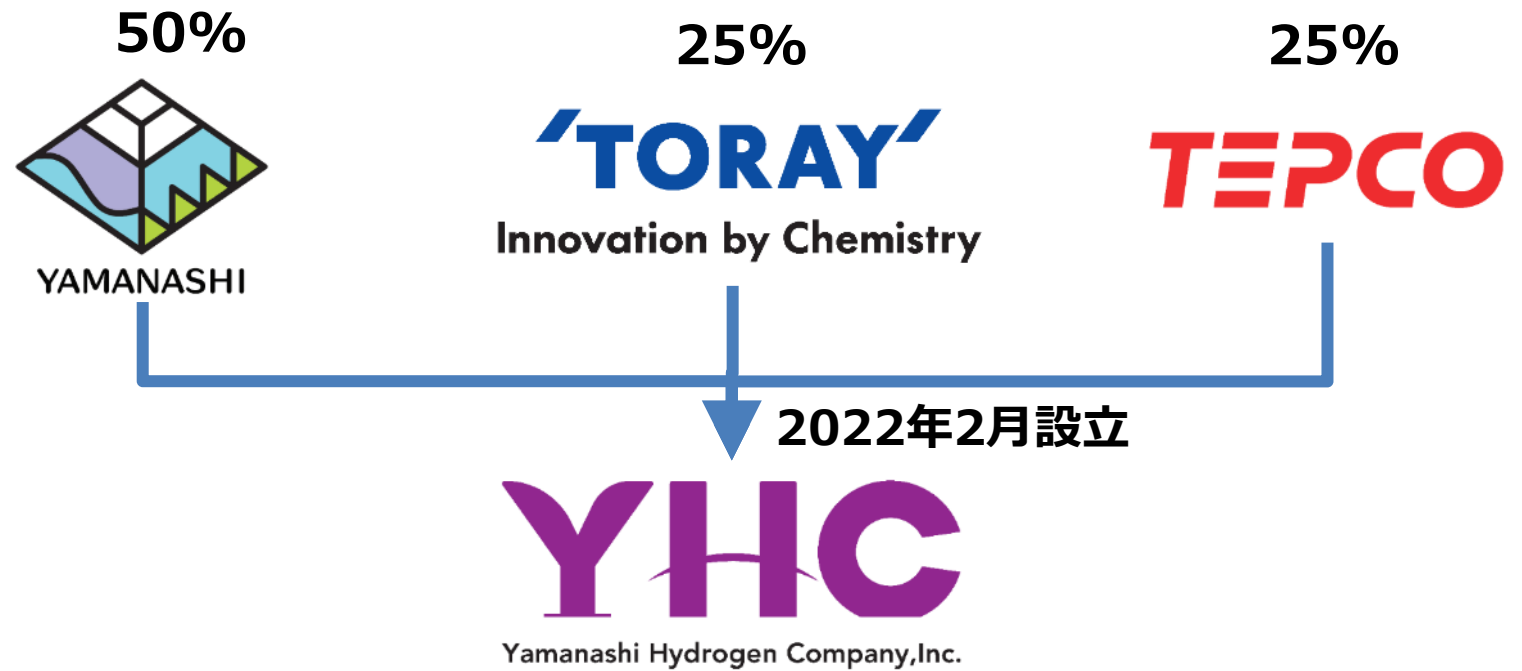


Utilization



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

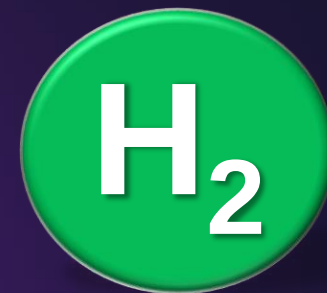
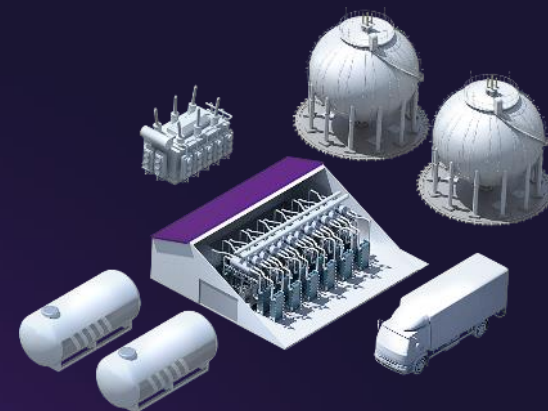
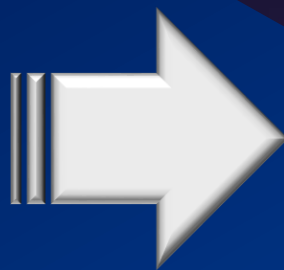


✓ 2022年8月 国産初のグリーン水素を販売開始

シーメンス・エナジーと東レ パートナーシップを締結

PEM型水電解を用いたグリーン水素製造により、カーボンニュートラル社会実現に貢献

SIEMENS
ENERGY



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。

TORAY

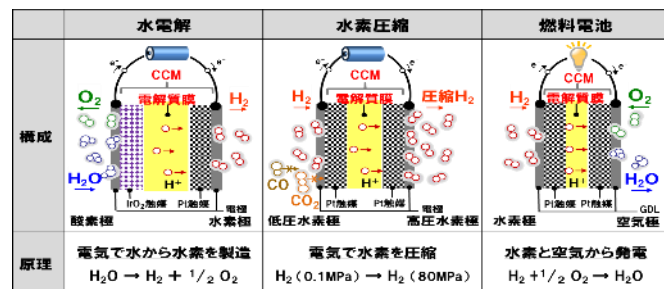
Innovation by Chemistry

2. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

水素関連市場のうち、水素燃料電池、特に次世代航空機用途をターゲットとして想定

セグメント分析

- 電解質膜は、水電解、水素圧縮、燃料電池に共通のキー素材。
水素燃料電池、特に次世代航空機用途をターゲットとして想定

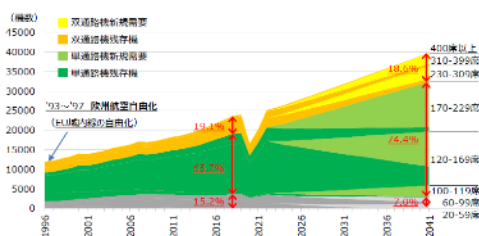


- 民間航空機市場は、年率3～4%での増加が見込まれ、双通路・単通路機（230席以下）ともに新造機需要も拡大していく。
- LCC認知や欧州航空自由化、アジア旅客需要の増加等から、単通路機需要が大きく拡大していくことが見込まれる。

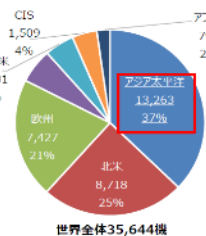
航空機産業の成長予測

- 民間航空機市場は、年率3～4%での増加が見込まれる旅客需要を背景に、双通路機、単通路機ともに新造機需要も拡大していく見込み。
- これまで、LCCの認知や欧州での航空自由化を背景として単通路機の納入機数が年ごとに増加してきた。今後も、新興国の成長を背景にアジア地域内での旅客需要が増加していくこと、LCC等の利用がさらに拡大していくこと、航空機の性能向上に伴い中小型の航空機の適用可能航路が増える中、そうした航空機の高頻度運航によりエアラインの資本効率が高まる（ハブ＆スポークからポイントtoポイントへの移行）こと等から、単通路機需要が大きく拡大していくことが見込まれる。

ジェット旅客機の運航機材構成の推移



地域別新造旅客機需要見込み



出典：一般財団法人日本航空機産業協会

出典：一般財団法人日本航空機産業協会（予測）※航空機需要予測は2022-2041年

ターゲットの概要

ターゲット：

- コピューター/リージョナル機（～100席）向け燃料電池電動推進システム
- 短中距離の単通路機（100～250席）向け水素燃焼/燃料電池による電動化率向上

出典：METI、2022水素基本戦略、2020富士経済

燃料電池システム・スタック、および電解質膜・MEAの世界市場規模（想定）：

- 次世代航空機向けに開発した高性能な燃料電池コア技術は、バストラック・定置・船舶等の全てのHDアプリケーションに展開可能
- 2030年の燃料電池システム市場：4兆9581億円/96GW、PEFCスタック市場：7749億円
- 2030年の燃料電池電解質膜/MEA市場：1192億円/6300億円

次世代航空機の実現に向けた技術的課題と海外の動向

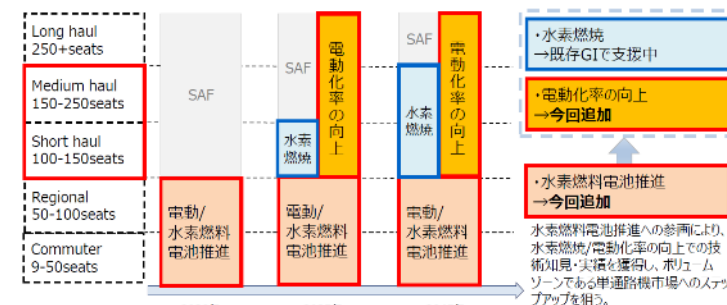
- ポリ・ムソンである単通路機においては水素燃焼、電動化率の向上に係る技術開発について主要なOEMを中心に取り組まれている。特に電動化率の向上に係る技術開発は今後使用される燃料がSAF、水素のいずれの場合においても必須となる燃費改善に大きく貢献するため非常に重要。
- 一方で、100席以下の小さいサイズの航空機においては、水素燃料電池推進の適用に関する開発実証が海外スタートアップ企業を中心に取り組まれている。これらの技術は、単通路機サイズへ直接適用するには出力密度等にギャップがあるためハードルが高いものの、水素燃焼、電動化率の向上を航空機システムとして成立するうえでの技術課題は共通しているため、単通路機市場への参画を目指すうえでも、水素燃料電池航空機関連技術に対する知見を国内において獲得しておくことが重要。



次世代航空機の実現に向けた技術開発の方針

RS.7.21WG
09-05-2024

- 需要の伸びが大きい単通路機も含めたより大きな機体サイズへの導入に向けた取組が加速している水素燃焼、電動化率の向上に関する技術の社会実装を目指すことで、我が国航空機産業の成長を目指す。
- 導入時期の早い水素燃料電池電動推進システムの開発実証に取り組むことで、100席以下の小さいサイズの航空機の推進システムの市場を獲得するとともに、極めて高い安全性を求められる航空機における水素の活用や大電力の管理・制御等に関する技術的知見と実績の獲得を通じた水素燃焼、電動化率の向上における競争力強化を狙う。なお、自動車業界における蓄電池技術等、他産業の技術動向も注視していく。



22

2. 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、燃料電池の高温作動化・重量出力密度向上という価値を提供

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

- 高温作動化
- 高重量出力密度
- 高化学的耐久性
- 燃費向上
- PFASフリー

“HC電解質膜”の特長		（従来膜比）
高プロトン伝導性		（同等）
低ガス透過性		（1／10）
高強度		（4倍）
耐熱性 >150℃		（+60℃）
非フッ素ポリマー		（PFAS対象外）

東レGの強み

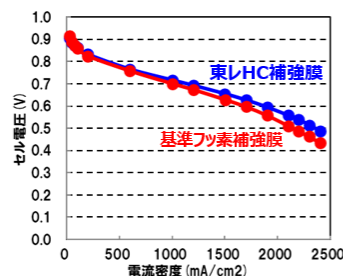
- 電解質膜設計、ポリマー設計、相分離構造制御
- フィルム技術・量産技術
- ポリマー重合技術・量産技術
- 触媒・CCM・添加剤・ガス拡散層設計
- 電気化学評価技術、分析力、評価実証設備
- 海外拠点・事業展開、社外連携

他社に対する比較優位性

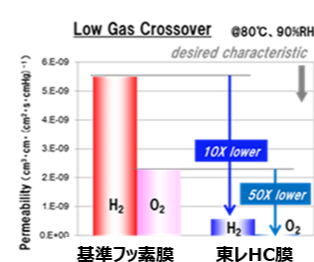
高温大型燃料電池における東レHC膜の付加価値（期待）

要求特性		基準フッ素補強膜	東レHC補強膜	付加価値
発電性能	V	0.63	0.66	
低ガス透過性	a.u.	1	1/10	○燃費向上
化学的耐久性	h	225	>1350	○耐久性
耐熱性	℃	90	>150	○高温運転
非フッ素	—	×	○	○PFASフリー

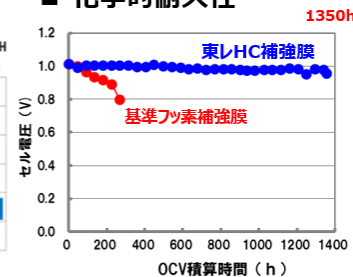
■ 発電性能（120℃）



■ 低ガス透過性



■ 化学的耐久性



東レHC補強膜により、次世代高温駆動燃料電池の実現に貢献できる。

2. 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、高性能・高効率な高温燃料電池技術・事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

「耐熱性」、「低ガス透過性」、「PFASフリー」という強みを持つ東レ独自の炭化水素系電解質膜技術により、PEM型燃料電池の高温作動化・大型化・軽量化によるシステム重量出力密度（kW/kg）向上、高効率化による燃費向上、環境低負荷、およびカーボンニュートラル社会の実現に貢献する。

東レ独自の炭化水素系電解質膜



東レ独自のポリマー設計、精密重合技術、ナノレベル構造制御技術から生まれた炭化水素系電解質膜



“HC電解質膜”の特長

（従来膜比）

高プロトン伝導性

（同等）

低ガス透過性

（1/10）

高強度

（4倍）

耐熱性 > 150℃

（+60℃）

非フッ素ポリマー

（PFAS対象外）

Copyright 2022 Toray Industries, Inc. All Rights Reserved. 15

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

製品・サービス：

- 電解質膜、およびそれを用いた触媒層付電解質膜（CCM）、膜電極接合体（MEA）の製造・販売

ビジネスモデル：

- 次世代航空機への燃料電池電動推進システム搭載、あるいは水素燃焼/燃料電池による電動化率向上には、PEM型燃料電池の高温作動化・大型化・軽量化によるシステム重量出力密度（kW/kg）向上（補機の簡素化）、高効率化による燃費向上が重要。東レGは、世界市場の獲得を目指し、顧客パートナーとともに、グローバルに事業展開を推進する。

研究開発計画の関係性：

- 顧客パートナー、再委託先の山梨県、日本バイリーンと共同で、東レ膜・CCM・MEAを用いた高性能・高効率な高温大型スタックの摺合せ開発、高温大型スタックの性能・耐久信頼性の実証を推進し、スタック重量出力密度目標3kW/kg以上を見通す。

2. 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）

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。



【出典】PowerCell AB: Hydrogen Fuel Cells in Transport Applications(2017) 50

日本経済新聞 2022/5/10 5:00 日本経済新聞 電子版

半導体部材、欧米が規制へ 25年に有機フッ素化合物



半導体の製造過程で有機フッ素化合物（PFAS）は多量に使われているとAFP

米3M、有機フッ素化合物の生産・使用全廃へ 25年末



【ニューヨーク 西田純子】工業製品・事業用器具大手の米3M（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の生産や使用を全廃すると発表した。有害物質としても再評価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。



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の調査担当：サステナブル経営推進室、技術 C 企管室

（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

2022/5/10 5:00 日本経済新聞 電子版

（1）対象となる施設

PFASは全ての用途の分析が確立しているわけではない。すでに分析法が定まっている種類のPFASの規制は、PFASに対する規制が定められている。

- 特定のPFASに対するターゲット分析の結果、施設ごとに25ppb以上（定置から検出された高分子PFASを除く）
- 特定のPFAS（樹脂体はオプションとして対象）に対するターゲット分析の結果、PFASの合計量が250ppb以上（定置から検出された高分子PFASを除く）
- 全てのPFAS（高分子PFASを含む）について、500ppb以上、施設は、全フッ素化が行われ、500mg/kgを配する場合には、試験・輸入・製造または使用数は、当該からの事業に際してPFASまたはPFASの対象ではないフッ素化合物それぞれ別の量の証明書を当局に提出するものとする。

（3）用途ごとの特別（若干制限）

用途ごとの特別（若干制限）は、化学物質のポリマーに於いて設定されており、主にパブリックコンサレーションの場を踏まえ、規制が適用される。

上記の制限が適用される用途であっても、規制が適用されるものである。規制の施行は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に届け出る必要がある。

- 使用目的の対象となる施設
- 毎年10月までに提出された規制の履行状況

特別の対象として提案されているポリマー

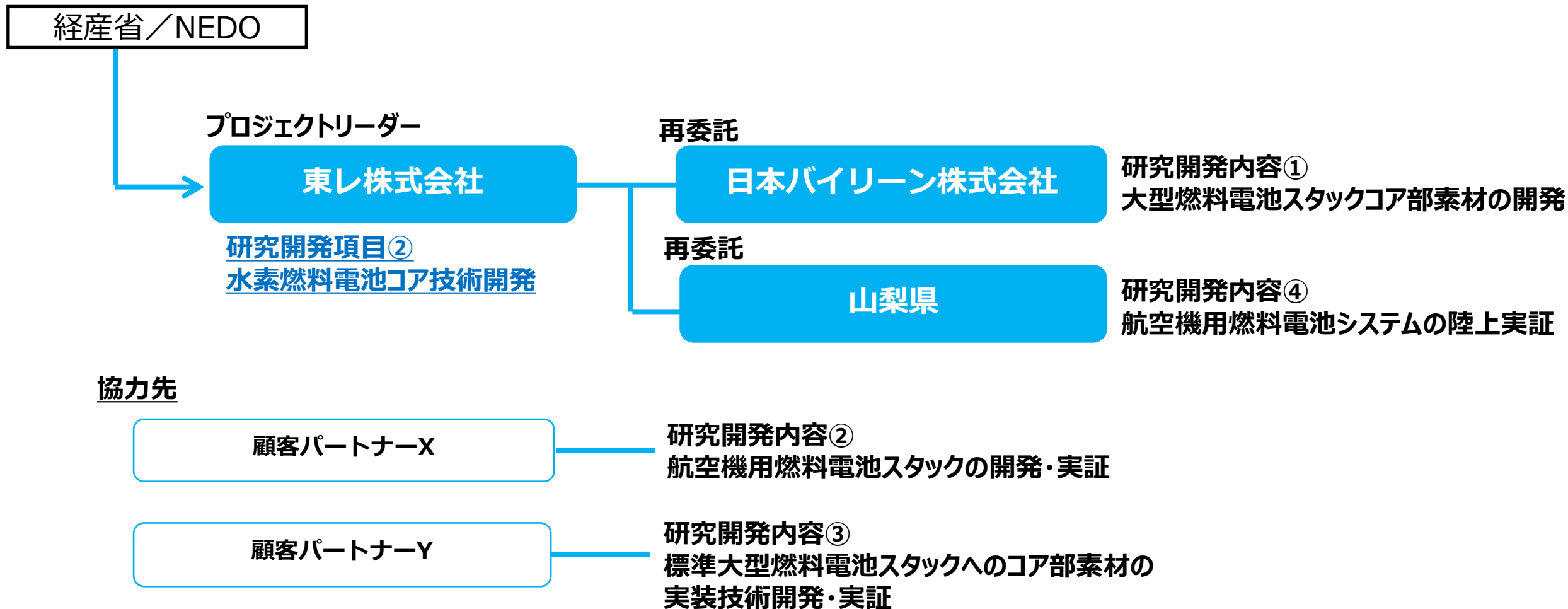
パラグラフ	番号	用途・製品	規制期間	報告対象
6	a	工業的および専門的用途の製品・材料生産を目的とした製品 建築材料	6.5年	
6	b	地盤の汚染調査（メッシュ、調査用製品、チューブ、 リサーチ用等）	13.5年	○
6	c	気象観測のチューブとリサーチ用	13.5年	○
6	d	空軍機用エンジン（HDI）のコーティング	13.5年	○
6	e	プロトン交換膜（PEM）燃料電池	6.5年	
6	f	船舶および航空機におけるフッ素樹脂の塗布	13.5年	○

出典：PFAS規制案（1）よりリサーチ用ポリマー（HDI）燃料電池

プロジェクト体制：各主体の特長を生かせる実施体制と役割分担

【研究開発項目3】 液体水素燃料を用いた燃料電池電動推進システムとコア技術開発

研究開発項目②：水素燃料電池コア技術開発



3．研究開発の取り組み状況

東レ株式会社 H S 事業部門
主幹 出原 大輔

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		アウトプット目標		座席数80席以上等、水素燃料電池推進の適用が可能な航空機の範囲を野心的に広げるために必要なコア技術を開発する。		
3. 水素燃料電池コア技術開発						
研究開発内容	KPI(2030年目標)	現状	達成レベル	中間目標(2025年)	中間目標(2028年)	実現可能性
1 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 再委託：  日本バイリーン	・ 実用規模(遅くとも2035年において次世代MW級水素航空機への搭載を見通す)を想定し、電解質膜等の重要な新部素材の航空機用および標準大型燃料電池への実装技術を開発する。	コンセプト検証 (TRL3)	プロトタイプ陸上実証 (TRL6)	・ 航空機用および標準大型燃料電池向けに補強材・電解質膜等の重要な新部素材を設計・開発する。 ・ 補強材の開発機を設計・製作する。	・ 実用規模を想定し、航空機用および標準大型燃料電池への実装する補強材・電解質膜等の重要な新部素材の製造技術を開発する。	80%
2 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 協力：顧客パートナーX	・ 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上を見通す。			・ 航空機用燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 ・ 航空機用燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能>0.67V@0.85A/cm2を見通す。	・ 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、効率55%以上を見通す。 ・ 航空機用燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
3 標準大型燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発・実証 協力：顧客パートナーY	・ 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、スタック効率45%以上を見通す。			・ 標準大型燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 ・ 標準大型燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能>0.56V@2.5A/cm2を見通す。	・ 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、効率45%以上を見通す。 ・ 標準大型燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI	・ 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計・製作・実証する。 ・ ②の想定性能を有することを陸上実証で確認する。			・ 航空機用燃料電池フルスタックの仕様を決定する ・ 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計する。	・ 航空機用燃料電池システム陸上実証機を製作する。 ・ 航空機用燃料電池システム陸上実証機用のマルチスタックを設計製作する。	60%

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

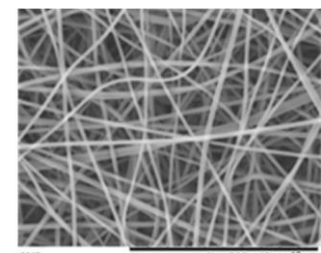
大型燃料電池スタックコア部素材の実装技術開発

- 東レ独自の炭化水素系電解質膜とナノファイバー不織布を組み合わせた燃料電池用HC補強電解質膜について、航空機向け燃料電池用電解質膜として求められる品質、品位、生産性を実現するための製造技術開発と、航空機用および標準大型燃料電池への実装技術開発を行う。
- 補強材の各製造工程における技術開発のため補強材開発機の導入を、電解質膜の製膜プロセスにおけるナノファイバー不織布対応のため電解質膜開発機の機能増強をそれぞれ実施する。
- 日本バイリーンが試作したナノファイバー補強材と東レHC電解質ポリマーとの複合化による補強膜試作を行い、表面品位良好な補強膜の試作に成功した。

補強材・電解質膜開発機の位置づけ

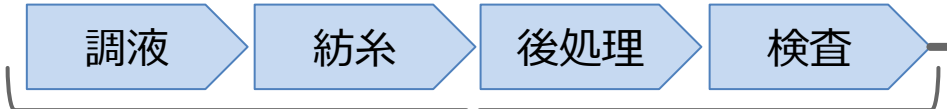
設備	原材料～ ポリマー製造	補強材 製造	電解質膜 製造	CCM 製造	スタック 製造
ラボ 試作設備	NEDO 実用化	—	NEDO 実用化	—	顧客パートナー X、Y
パイロット 試作設備	GI基金 (実施中)	本プロジェクト (設備投資＋ プロセス開発、 日本バイリーン 再委託)	NEDO 実用化 (既存設備 活用＋プロセ ス開発)	NEDO 多用途 (実施中)	顧客パートナー X、Y
量産工場	今後、設備投資検討				顧客パートナー X、Y

補強材開発（日本バイリーン再委託）



ナノファイバー不織布

ナノファイバー不織布製造プロセス



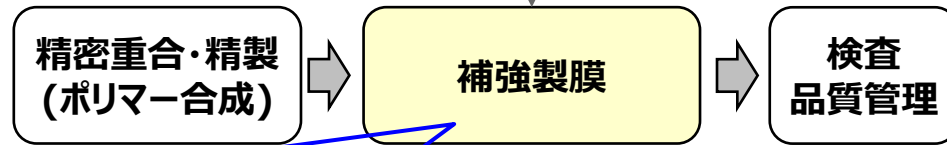
各工程について、航空機用燃料電池に求められる補強材の品質、品位向上、安定生産を実現する製造技術開発を行う

電解質膜開発（東レ）



炭化水素系電解質膜

電解質膜（補強膜） 製造プロセス



ナノファイバー不織布との複合化に対応するための設備増強と併せ、航空機用燃料電池に求められる電解質膜の品質、品位向上、安定生産を実現する製造技術開発を行う

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		アウトプット目標		座席数80席以上等、水素燃料電池推進の適用が可能な航空機の範囲を野心的に広げるために必要なコア技術を開発する。		
3. 水素燃料電池コア技術開発						
研究開発内容	KPI(2030年目標)	現状	達成レベル	中間目標(2025年)	中間目標(2028年)	実現可能性
1 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 再委託：  日本バイリーン	• 実用規模(遅くとも2035年において次世代MW級水素航空機への搭載を見通す)を想定し、電解質膜等の重要な新部素材の航空機用および標準大型燃料電池への実装技術を開発する。	コンセプト検証 (TRL3)	プロトタイプ陸上実証 (TRL6)	• 航空機用および標準大型燃料電池向けに補強材・電解質膜等の重要な新部素材を設計・開発する。 • 補強材の開発機を設計・製作する。	• 実用規模を想定し、航空機用および標準大型燃料電池への実装する補強材・電解質膜等の重要な新部素材の製造技術を開発する。	80%
2 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 協力：顧客パートナーX	• 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上を見通す。			• 航空機用燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 • 航空機用燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.67V@0.85A/cm2を見通す。	• 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、効率55%以上を見通す。 • 航空機用燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
3 標準大型燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発・実証 協力：顧客パートナーY	• 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、スタック効率45%以上を見通す。			• 標準大型燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 • 標準大型燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.56V@2.5A/cm2を見通す。	• 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、効率45%以上を見通す。 • 標準大型燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI	• 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計・製作・実証する。 • ②の想定性能を有することを陸上実証で確認する。			• 航空機用燃料電池フルスタックの仕様を決定する • 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計する。	• 航空機用燃料電池システム陸上実証機を製作する。 • 航空機用燃料電池システム陸上実証機用のマルチスタックを設計製作する。	60%

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

航空機用燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発

- 燃料電池用途においても、大型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燃料電池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、薄膜化などはスタック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や、スタッキングの手法なども最適化することで初めて、スタック、システムの中で性能を発揮する。
- 顧客パートナーXの小型セルを用いて、開発補強膜MEATX24-2が100℃以上の高温条件において性能目標を達成することを確認した。

【水電解の例】

優れた新材の装置への実装技術開発

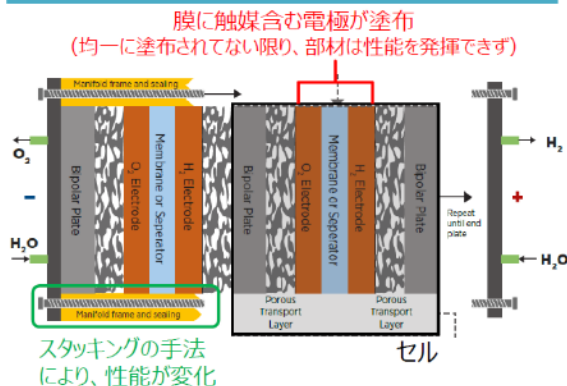
- 膜や触媒などの要素技術の改良は、電解効率向上等を通じたコスト削減などにも寄与。
- そのため、日本の部素材メーカー等の要素技術の基礎研究だけでなく、水電解装置への実装に向けたすり合わせも含めた技術開発から実証等までを支援していくことが重要。

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

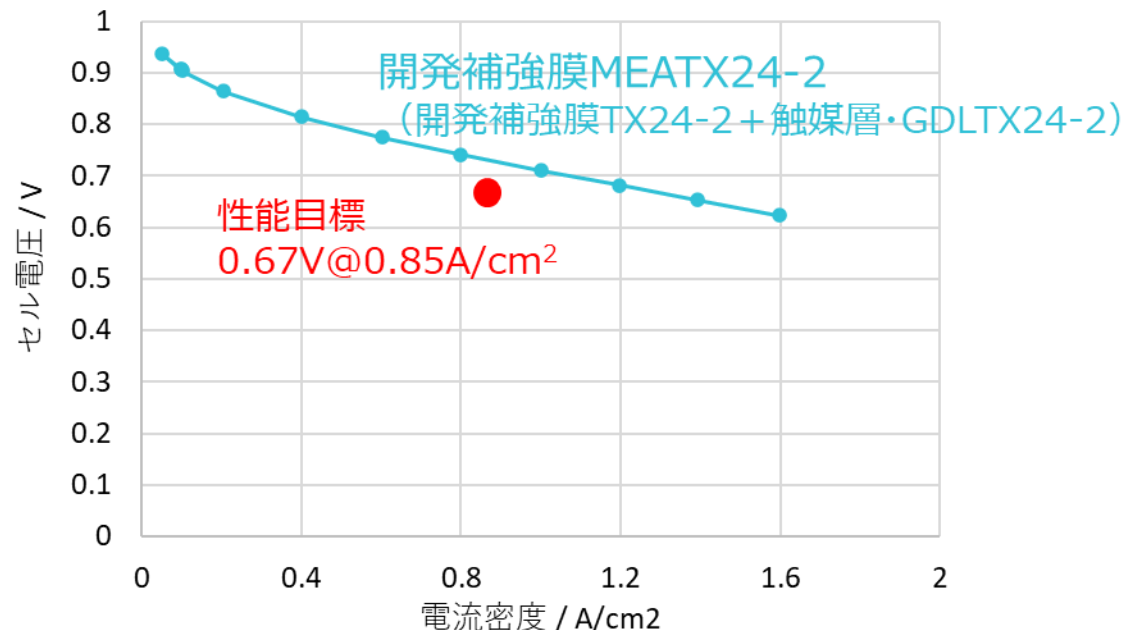
□ 膜の薄膜化
→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができます。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

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

燃料電池小型セルX性能（105℃）



3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		アウトプット目標		座席数80席以上等、水素燃料電池推進の適用が可能な航空機の範囲を野心的に広げるために必要なコア技術を開発する。		
3. 水素燃料電池コア技術開発						
研究開発内容	KPI(2030年目標)	現状	達成レベル	中間目標(2025年)	中間目標(2028年)	実現可能性
1 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 再委託：  日本バイリーン	• 実用規模(遅くとも2035年において次世代MW級水素航空機への搭載を見通す)を想定し、電解質膜等の重要な新部素材の航空機用および標準大型燃料電池への実装技術を開発する。	コンセプト検証 (TRL3)	プロトタイプ陸上実証 (TRL6)	• 航空機用および標準大型燃料電池向けに補強材・電解質膜等の重要な新部素材を設計・開発する。 • 補強材の開発機を設計・製作する。	• 実用規模を想定し、航空機用および標準大型燃料電池への実装する補強材・電解質膜等の重要な新部素材の製造技術を開発する。	80%
2 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 協力：顧客パートナーX	• 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上を見通す。			• 航空機用燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 • 航空機用燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.67V@0.85A/cm2を見通す。	• 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、効率55%以上を見通す。 • 航空機用燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
3 標準大型燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発・実証 協力：顧客パートナーY	• 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、スタック効率45%以上を見通す。			• 標準大型燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 • 標準大型燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.56V@2.5A/cm2を見通す。	• 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、効率45%以上を見通す。 • 標準大型燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI	• 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計・製作・実証する。 • ②の想定性能を有することを陸上実証で確認する。			• 航空機用燃料電池フルスタックの仕様を決定する • 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計する。	• 航空機用燃料電池システム陸上実証機を製作する。 • 航空機用燃料電池システム陸上実証機用のマルチスタックを設計製作する。	60%

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

標準大型燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発

- 燃料電池用途においても、大型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燃料電池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、薄膜化などはスタック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や、スタッキングの手法なども最適化することで初めて、スタック、システムの中で性能を発揮する。
- 顧客パートナーXの小型セルを用いて、開発補強膜MEATY24-2が、100℃以上の高温条件において性能目標を達成することを確認した。

【水電解の例】

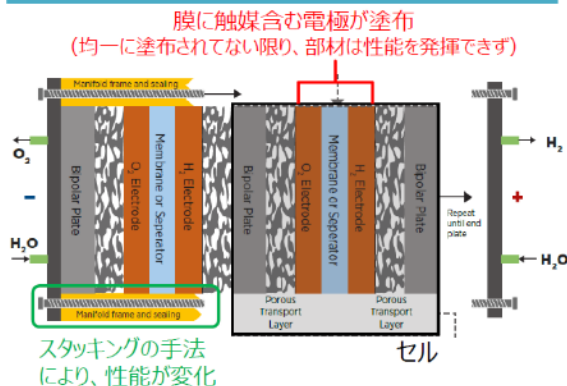
優れた新材の装置への実装技術開発

- 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）

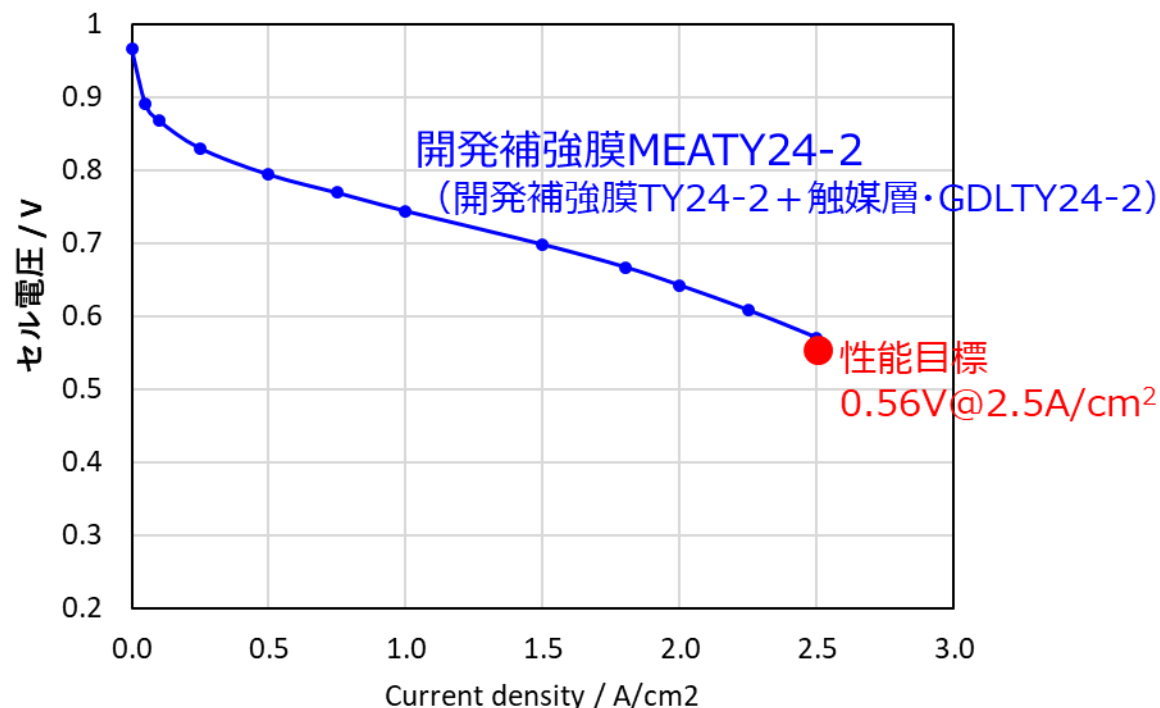
- 電極等における触媒量の低減
→ 電極等で触媒等として使われる希少金属（Pt, Ir等）の使用量を電解効率等を維持して低減できれば、装置コスト削減に繋がる
- 膜の薄膜化
→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができます。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

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

燃料電池小型セルY性能（105℃）



3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

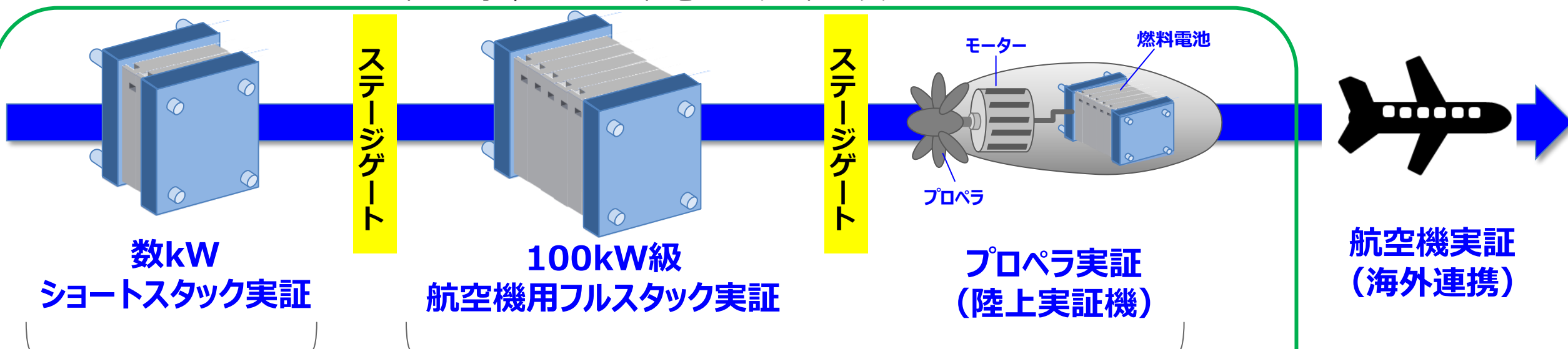
各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

研究開発項目		アウトプット目標		座席数80席以上等、水素燃料電池推進の適用が可能な航空機の範囲を野心的に広げるために必要なコア技術を開発する。		
3. 水素燃料電池コア技術開発						
研究開発内容	KPI(2030年目標)	現状	達成レベル	中間目標(2025年)	中間目標(2028年)	実現可能性
1 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 再委託：  日本バイリーン	実用規模(遅くとも2035年において次世代MW級水素航空機への搭載を見通す)を想定し、電解質膜等の重要な新部素材の航空機用および標準大型燃料電池への実装技術を開発する。	コンセプト検証 (TRL3)	プロトタイプ陸上実証 (TRL6)	- 航空機用および標準大型燃料電池向けに補強材・電解質膜等の重要な新部素材を設計・開発する。 - 補強材の開発機を設計・製作する。	実用規模を想定し、航空機用および標準大型燃料電池への実装する補強材・電解質膜等の重要な新部素材の製造技術を開発する。	80%
2 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 協力：顧客パートナーX	航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上を見通す。			- 航空機用燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 - 航空機用燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.67V@0.85A/cm2を見通す。	- 航空機用燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、効率55%以上を見通す。 - 航空機用燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
3 標準大型燃料電池スタックへのコア部素材の実装技術開発・実証 協力：顧客パートナーY	標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、スタック効率45%以上を見通す。			- 標準大型燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備を設計製作する。 - 標準大型燃料電池ショートスタック評価で100℃以上で、発電性能 >0.56V@2.5A/cm2を見通す。	- 標準大型燃料電池フルスタック評価で、100℃以上の運転で、スタック重量出力密度3kW/kg以上、効率45%以上を見通す。 - 標準大型燃料電池ショートスタックで連続運転2000hを見通す。	70%
4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI	- 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計・製作・実証する。 ②の想定性能を有することを陸上実証で確認する。			- 航空機用燃料電池フルスタックの仕様を決定する - 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計する。	- 航空機用燃料電池システム陸上実証機を製作する。 - 航空機用燃料電池システム陸上実証機用のマルチスタックを設計製作する。	60%

3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

本事業におけるスタック・陸上実証計画

本基金事業における燃料電池スタック・陸上実証



ショートスタック評価設備 @ 東レ滋賀



設備イメージ
(既存設備)

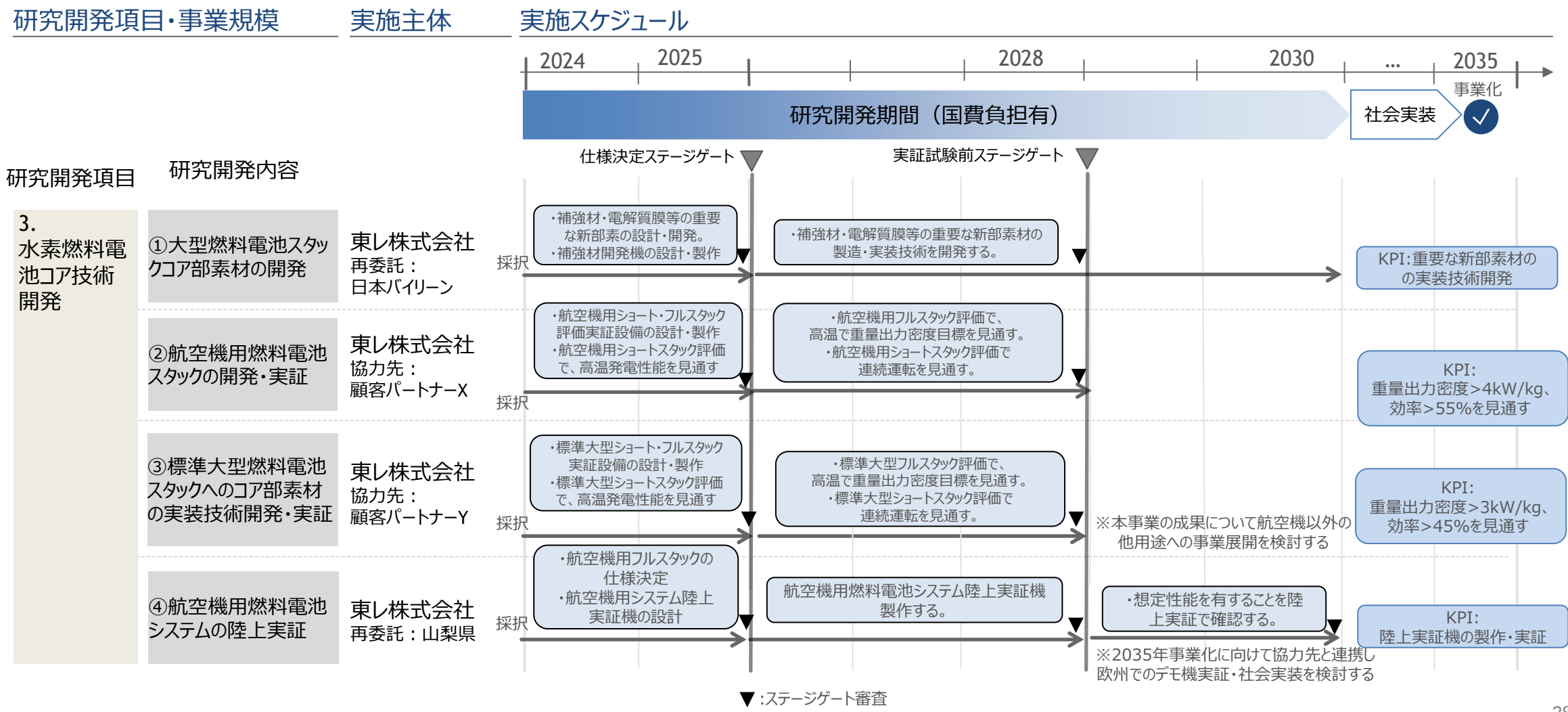
高温、大型化、高
出力対応にカスタ
イズ

フルスタック評価設備、陸上実証設備 @ 山梨



3. 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



前回指摘事項（各実施企業等の共通）への対応

前回指摘事項	対応
各社がプロジェクトを推進するに当たっては、技術開発マターに留めずに、自社の強みを念頭においた取引先開拓・事業開発はもとより、知財戦略や標準化戦略を含め全社マターとして取り組むことでスピードとスケールを重視した、社会実装につながる取組とすること。	東レ独自電解質膜の強みに基づき、顧客パートナーと共同で事業開発・実証を推進するとともに（P15、17）、標準化や知財への取組方針を策定し、デファクト化戦略を通じた優位性確保を進めている（P16）。
海外O E Mやスタートアップの動向について、より具体的に現状把握に努めること。	顧客パートナーと共同で本プロジェクトを推進しており、海外O E Mやスタートアップの動向の現状把握に取り組んでいる（P18）。
O E Mメーカーとの関係を構築する上では、技術だけでなくO E Mメーカーの持つ社会構想への理解に加え、サプライチェーン、エンジニアリングチェーン、規制及び認証などの様々な視点から検討した事業構想を深めることが必要。仮に技術で推す場合には、競争力を発揮するために、前倒しによる事業計画の見直しを含め、圧倒的な開発スピードを目指すこと。	顧客パートナーと共同で本プロジェクトを推進しており、技術面だけでなく顧客パートナーの社会、事業構想への理解を深めながら、世界市場の獲得を目指してグローバル事業展開を推進している（P15）。
常に国際的な競争と協業を視野に収めて、機動的に目標設定を見直すことやリソースを重点投入するなどして、プロジェクトの成功に最大限の注力すること。将来的な需要の成長性やビジネス面での協力の可能性なども念頭に、ターゲットとするO E Mメーカーやリソースを投入する技術の多様化・複線化、勝ちパターンを実現するための標準化戦略など、複数の戦略シナリオを持って取り組むこと。	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、2022年には国内初のP2G事業会社としてYHCを設立すると共に、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。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きた（P7）。
さらには、どのような状況が顕在化した場合には、事業の中止を含む見直しを行うのかという点も、よりクリアに整理するよう常に努めること。	想定されるリスクと対処方針を検討し、事業中止の判断基準をよりクリアにするよう努めている。
各社の研究開発を後押しできるよう、情報をプロジェクト内で集約するとともに、航空機産業界各社のもつ技術構想を共有して、一丸となってO E Mメーカーやコンポーネントメーカー等も巻き込んだサプライチェーン全体において対話するなど、企業間の連携をもっと進めること。	顧客パートナーと共同で、サプライチェーン全体での対話や企業間の連携を強化しながら本プロジェクトを推進している（P18）。
新しい材料や構造に対する長期的な性能・劣化評価を十分実施して、高い耐久性と安全性を有することを示すこと。	顧客パートナーと共同で本プロジェクトを推進しており、実機を想定したスタックや運転モードにおける性能・耐久性評価を進める計画である（P19）。



'TORAY'

Innovation by Chemistry

**MATERIALS CHANGE OUR LIVES.
素材には、社会を変える力がある。**