

事業戦略ビジョン

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

前回からの更新箇所

| 項目 | 頁数 | 更新内容の概要 |
|-------------------------------|-------------|----------------------|
| 1. 事業戦略・事業計画（3）提供価値・ビジネスモデル | P7 | 組織変更に合わせて一部組織名を修正 |
| 1. 事業戦略・事業計画（4）経営資源・ポジショニング | P8 | 現状に合わせて一部修正 |
| 2. 研究開発計画（3）実施スケジュール | P16 | 実績を追加 |
| 2. 研究開発計画（6）参考資料 | P19-34 | タイトルから「提案の詳細に関する」を削除 |
| 2. 研究開発計画（6）参考資料 | P21,25,29 | 進捗に合わせて更新 |
| 3. イノベーション推進体制（1）組織内の事業推進体制 | P36 | 組織変更、体制変更に合わせて修正 |
| 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 | P37, 38, 39 | 最新の情報に更新 |

目次

1. 事業戦略・事業計画

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

2. 研究開発計画

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

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

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

1. 事業戦略・事業計画

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（CN）実現に向けた取り組みが加速した。日本もグリーン成長戦略を発表、CNを目指す上で不可欠な水素等を重要分野と位置づけた。
- 航空分野におけるCO2排出量は、世界全体で9.4億トン（2016年、総CO2排出量の2.6%）。運輸部門が21%で、うち航空分野が運輸部門の12%を占める。

（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HD輸送部門等の脱炭素化にも貢献できる。
- 航空分野では、2021年IATA、2022年ICAOで、2050年CN達成の目標合意。日本も2022年ICAO会合内で、日本の国際航空分野でも2050年までにCN達成を公式に宣言、航空分野におけるCO2削減の動きが活発化。
- ウクライナ情勢により、エネルギーセキュリティの観点から化石燃料代替が加速

（経済・産業政策面）

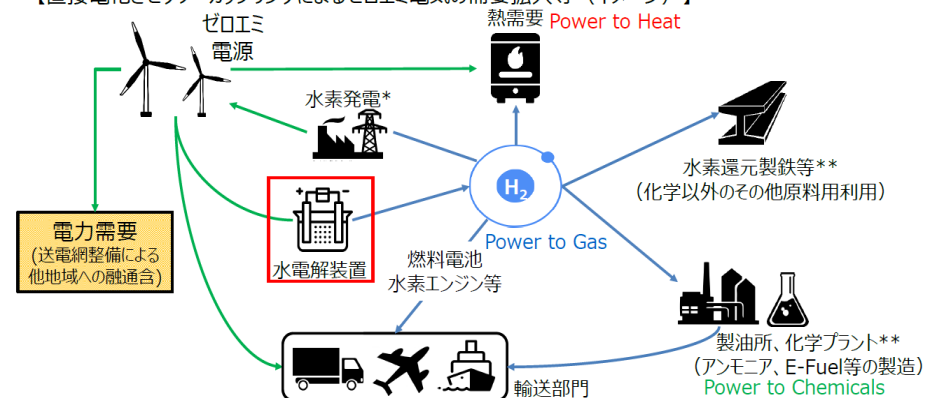
- 現在、日本企業は水素分野で優れた技術・製品を有するが、今後、各国がエネルギー転換・脱炭素化を推し進めることになれば、世界的に水素関連製品の市場が拡大する見込み。
- 日本政府は、2023年水素基本戦略を改定、技術的な強みを生かし、あらゆる水素ビジネスで、日本の水素コア技術（燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等）が活用される世界を目指す。日本企業の産業競争力を一層強化することは、産業政策的な観点から重要。

- 当該変化に対する長期経営ビジョン：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G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。

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

【直接電化とセクターカップリングによるゼロエミ電気の需要拡大等（イメージ）】



*水素等を長期で貯蔵し、季節性の調整力等として利用、**産業用途等で活用する場合は、供給量を安定的かつ十分確保する必要がある点には留意。

（出典）シーメンス等より資源エネルギー庁作成

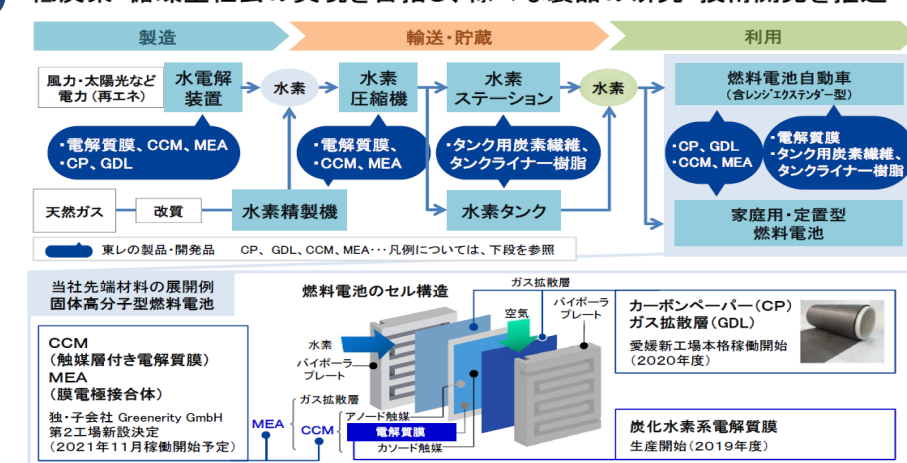
研究・技術開発①

水素社会実現に向けた取り組み

40

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



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

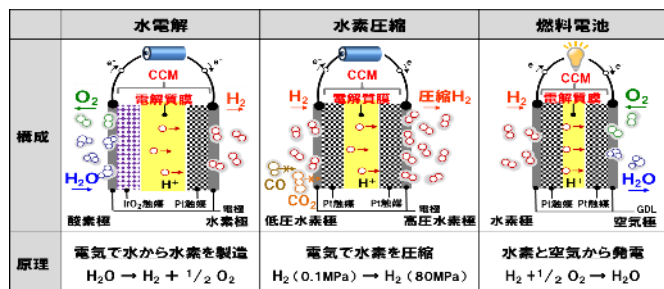
出典：東レ長期経営ビジョン https://www.toray.co.jp/ir/pdf/lib/lib_a552.pdf

1. 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

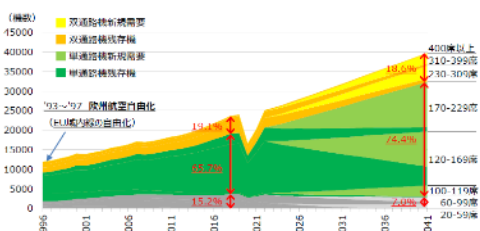


- 民間航空機市場は、年率3～4%での増加が見込まれ、双通路・単通路機（230席以下）ともに新造機需要も拡大していく。
- LCC認知や欧州航空自由化、アジア旅客需要の増加等から、単通路機需要が大きく拡大していくことが見込まれる。

航空機産業の成長予測

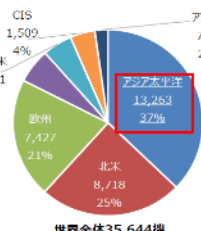
- 民間航空機市場は、年率3～4%での増加が見込まれる旅客需要を背景に、双通路機、単通路機ともに新造機需要も拡大していく見込み。
- これまで、LCCの認知や欧州での航空自由化を背景として単通路機の納入機数が年ごとに増加してきた。今後も、新興国の成長を背景にアジア地域内での旅客需要が増加していくこと、LCC等の利用がさらに拡大していくこと、航空機の性能向上に伴い小型の航空機の適用可能航路が増える中、そうした航空機の高頻度運航によりエアラインの資本効率が上がる（ハブ＆スポークからポイントtoポイントへの移行）こと等から、単通路機需要が大きく拡大していくことが見込まれる。

ジェット旅客機の運航機材構成の推移



出典：一般財団法人日本航空機産業協会

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（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

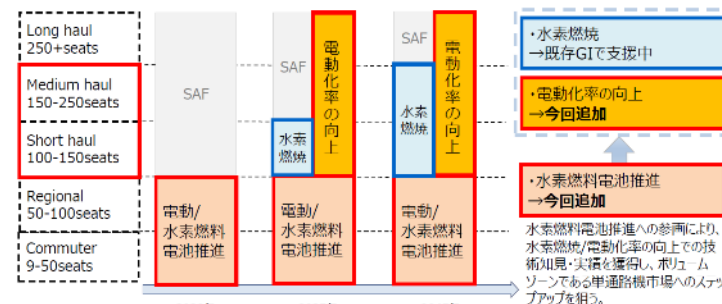
次世代航空機の実現に向けた技術的課題と海外の動向

- ポリマー/メタル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

- 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

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、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

| “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。

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）

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

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の規制基準は、PFASに対する基準が定められている。

- 個別のPFASに対するターゲット分析の結果、個別施設ごとに25ppb以上（定置から検出された高分子PFASを除く）
- 個別のPFAS（個別施設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、高濃度は、全PFAS成分で行われ、50mg/kgを超える場合には、試験・輸入事業者または使用者は、当該からの事業に際してPFASまたはPFASの対象でないフッ素化合物それぞれ別の書類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機会を捉えても対策が講じられている。

上記の制限が適用される用途であって、数量が定めら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に届け出る必要がある。

- 使用目的の対象となる発注要件
 - 毎年10月までに提出された数量の継続確認が完了
- 特別の対象として提示されているポリマー

| パラグラフ | 番号 | 用途・製品 | 移行期間 | 報告対象 |
|-------|----|-----------------------------------|-------|------|
| 6 | a | 工業的および専門的用途の食品・飲料生産を目的とした食品接触材料 | 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、リザーバーを除く） | 13.5年 | ○ |
| 6 | c | 医療機器のチューブとリザーバー | 13.5年 | ○ |
| 6 | d | 医療機器の吸入器（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 | 船舶および航海におけるフッ素樹脂の用途 | 13.5年 | ○ |

出所：PFAS規制案¹⁴より、ポリマー・モノマー・モノマー・モノマー

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。

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。有害物質として両国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。

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、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

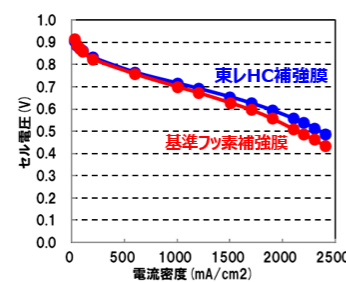
- 電解質膜設計、ポリマー設計、相分離構造制御
- フィルム技術・量産技術
- ポリマー重合技術・量産技術
- 触媒・CCM・添加剤・ガス拡散層設計
- 電気化学評価技術、分析力、評価実証設備
- 海外拠点・事業展開、社外連携

他社に対する比較優位性

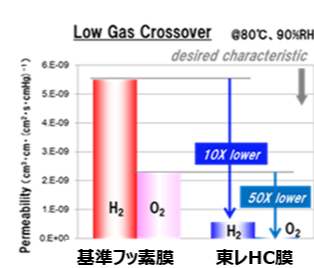
高温大型燃料電池における東レHC膜の付加価値（期待）

| 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 |

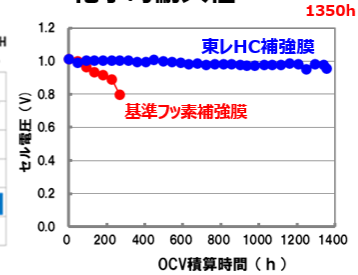
■ 発電性能（120℃）



■ 低ガス透過性



■ 化学的耐久性



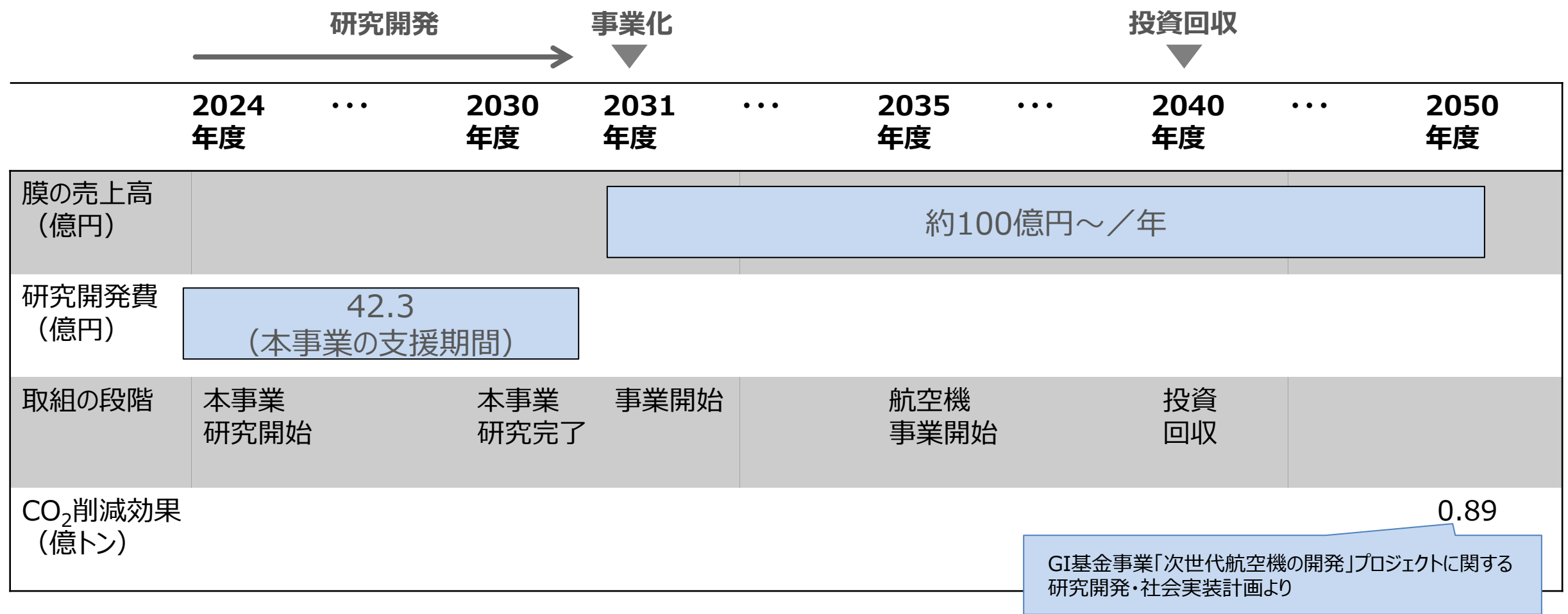
東レHC補強膜により、次世代高温駆動燃料電池の実現に貢献できる。

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

基金事業成果の燃料電池電解質膜の2031年頃事業化、2040年頃の投資回収を想定

投資計画

- ・航空機向け電解質膜の事業開始を2035年頃と想定。
- ・投資回収時期を 2040年度頃と想定。



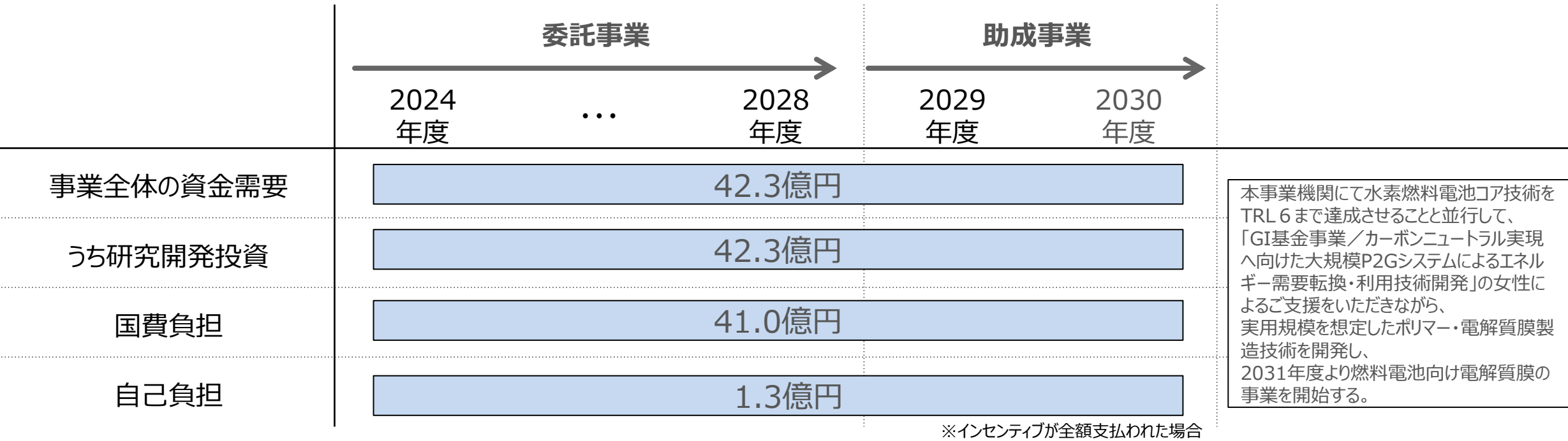
1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

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、顧客パートナーと共同で、東レ膜・CCM・MEA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、重量出力密度目標3kW/kg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、電解質膜・補強材の少量生産設備・体制（原料調達・生産・品証等）、大型燃料電池の評価実証設備・体制を構築する。 本基金事業で開発実証する燃料電池システムについて、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/MEAの世界市場規模（想定）は、2030年時点で1200億円/6300億円規模と大きい。 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。 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。 |
| 国際競争上の優位性 | <p>▼</p> <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。 | <p>▼</p> <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。 | <p>▼</p> <ul style="list-style-type: none"> 顧客パートナー、山梨県・YHCと共同で、欧州GNTなどの東レ海外拠点を活用し、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。 |

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

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

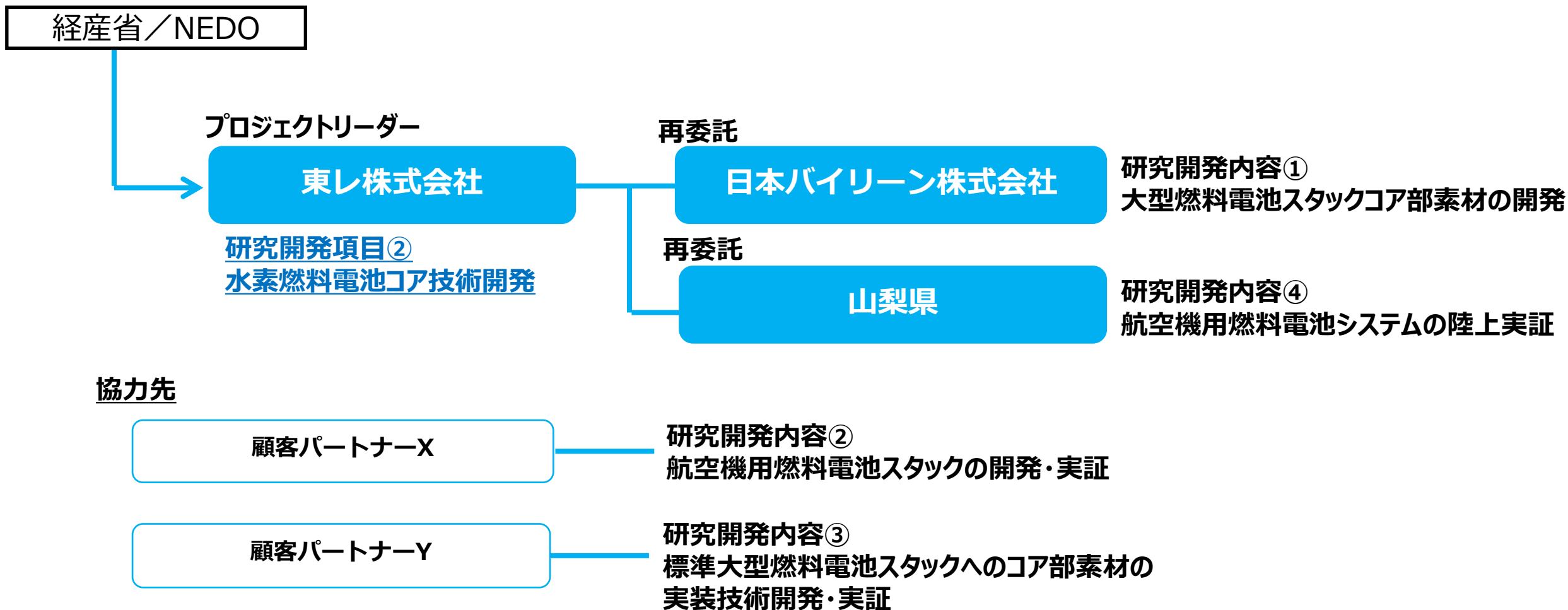


2. 研究開発計画

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





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 | | |
|---------------------------------|--|---|--|
| 3. 水素燃料電池コア技術開発 | 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。 | | |
| 研究開発内容 | KPI | KPI設定の考え方 | |
| ① 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 | 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。 | ・航空機用およびその他大型燃料電池に求められる高温発電性能・耐熱性・耐久性を飛躍的に改善するためには、電解質膜等の重要な新部素材の実装技術の開発が重要 | |
| ② 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 | 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。 | ・欧州プロジェクトを参考に設定 ・従来燃料電池技術に対しスタック重量出力密度ならびにスタック効率を大きく向上することで商用航空機への適用を推進 | |
| 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 | 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。 | ・欧州プロジェクトを参考に設定 ・従来燃料電池技術に対しスタック重量出力密度ならびにスタック効率を大きく向上することで標準大型スタックとしての性能を確立 | |
| ④ 航空機用燃料電池システムの陸上実証 | 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。 | ・開発したコア技術を適用した航空機用燃料電池システムを陸上で実証することで、商用航空機およびその他大型燃料電池用途への水素燃料電池適用を推進 | |

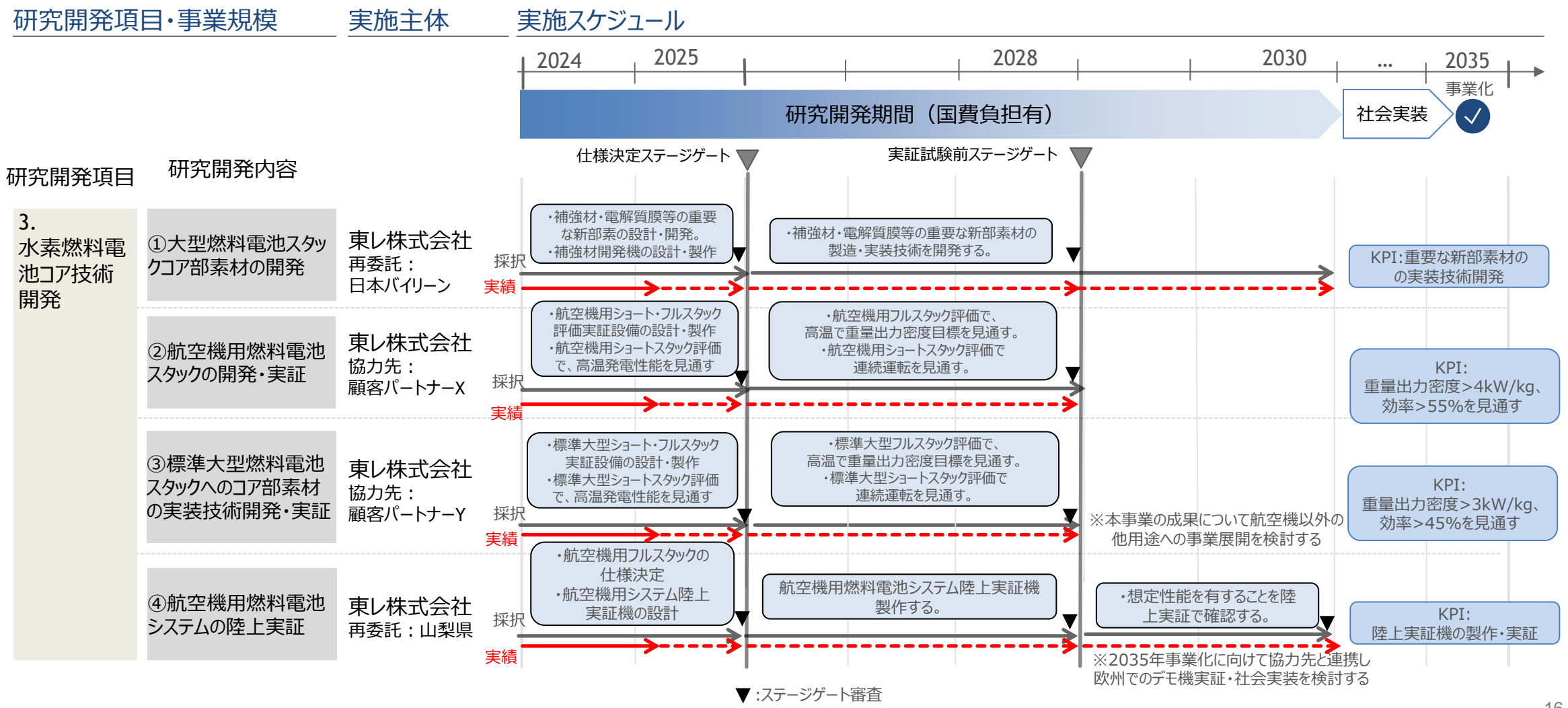
3. 研究開発計画／（2）研究開発内容

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 | <ul style="list-style-type: none"> 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) | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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 | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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% |

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

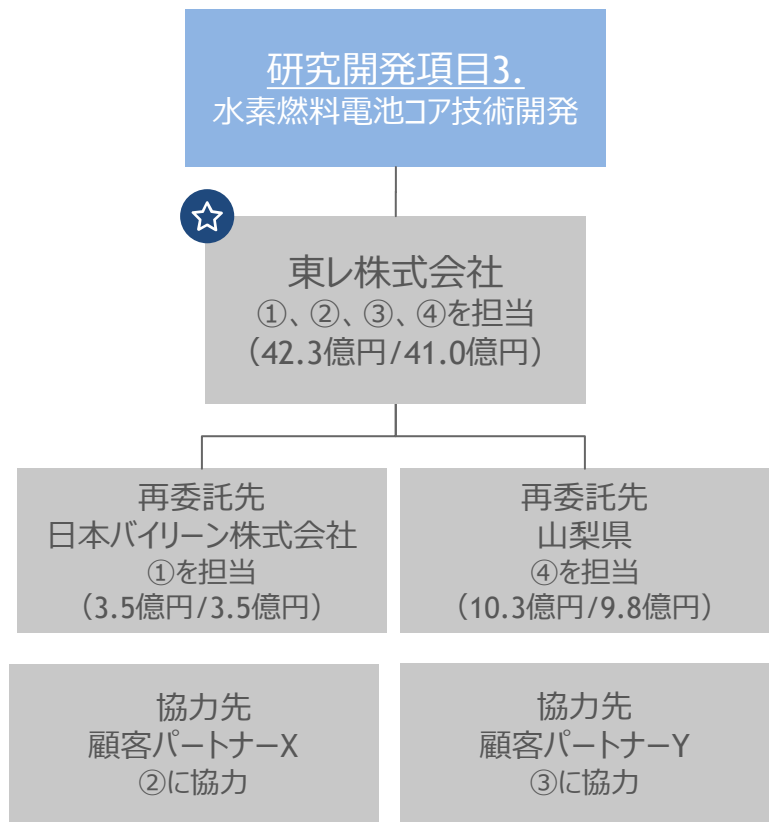
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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



☆ 幹事企業

研究開発内容

- ①大型燃料電池スタックコア部素材の開発
- ②航空機用燃料電池スタックの開発・実証
- 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
- ④航空機用燃料電池システムの陸上実証

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、東レ株式会社が行う
- ・ 東レ株式会社は、①②③④の技術開発、技術検討、評価実証を担当する
- ・ 日本バイリーン株式会社は、①大型燃料電池スタックコア部素材の開発を担当する
- ・ 山梨県は、④航空機用燃料電池システムの陸上実証を担当する
- ・ 顧客パートナーXは、②航空機用燃料電池スタックの開発・実証において技術開発、技術検討、評価実証に協力する
- ・ 顧客パートナーYは、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・実証において、技術開発、技術検討、評価実証に協力する

研究開発における連携方法

- ・ 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実証機能を導入

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 |
|-----------------|---------------------------------|--|--|
| 3. 水素燃料電池コア技術開発 | 1 大型燃料電池スタックコア部素材の開発 | <ul style="list-style-type: none"> 東レの炭化水素系電解質膜・触媒・CCM技術、 https://www.toray.co.jp/ir/pdf/lib/lib_a617.pdf https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/022.html 東レの大規模PEM型水電解実証知見 https://www.toray.co.jp/news/details/20210901112303.html https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/028_06_00.pdf 日本バイリーンのナノファイバー不織布技術とそれを用いた複合電解質膜 https://www.vilene.co.jp/product/technology/pdf/nanofiber.pdf https://www.vilene.co.jp/product/technology/pdf/membrane.pdf | <ul style="list-style-type: none"> 東レ優位性： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 独自炭化水素系電解質膜技術による高効率化、高耐熱化、高耐久化 ✓ 水電解・燃料電池向け電解質ポリマー・膜生産技術 ✓ NEDO PJを活用した水電解大型実証実績 東レリスク： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃料電池用膜・CCMの製造能力、量産品質 日本バイリン優位性： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 独自エレクトロスピニング技術による超極細ナノファイバー不織布 ✓ NEDO PJにおけるナノファイバー不織布複合化電解質膜の開発知見 日本バイリンリスク： <ul style="list-style-type: none"> ✓ ナノファイバー不織布の製造能力、将来コスト |
| | 2 航空機用燃料電池スタックの開発・実証 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客パートナーXの水素推進航空機設計技術 顧客パートナーXの航空機向け燃料電池スタック設計技術 | |
| | 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 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客パートナーYの燃料電池スタック設計技術 | |
| | 4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 | <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実証知見 https://www.pref.yamanashi.jp/newene-sys/index.html https://www.pref.yamanashi.jp/newene-sys/powre_to_gas_system.html https://www.pref.yamanashi.jp/newene-sys/fly_wheels_system.html https://www.pref.yamanashi.jp/newene-sys/hybrid_h2_system.html https://www.pref.yamanashi.jp/newene-sys/yumesolar_yamanashi.html | <ul style="list-style-type: none"> 山梨県優位性： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 電気事業の経験による質量共に豊富なリソース ✓ 電力貯蔵・P2G事業における豊富な実証実績 ✓ 電力貯蔵技術研究サイト、Nesradの充実した実証インフラ |

研究開発内容〔1〕

大型燃料電池スタックコア部素材の開発

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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：  | ・ 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% |

2. 研究開発計画／（6）参考資料

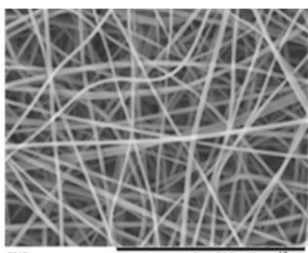
大型燃料電池スタックコア部素材の実装技術開発

- 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

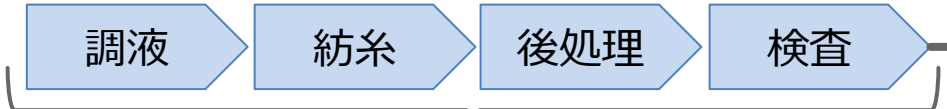
| 設備 | 原材料～ ポリマー製造 | 補強材 製造 | 電解質膜 製造 | CCM 製造 | スタック 製造 |
|---------------|----------------|---|--|----------------------|----------------|
| ラボ 試作設備 | NEDO 実用化 | — | NEDO 実用化 | — | 顧客パートナー X、Y |
| パイロット 試作設備 | GI基金 (実施中) | 本プロジェクト (設備投資＋ プロセス開発、 日本バイリーン 再委託) | NEDO 実用化 (既存設備 活用＋プロセ ス開発) | NEDO 多用途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



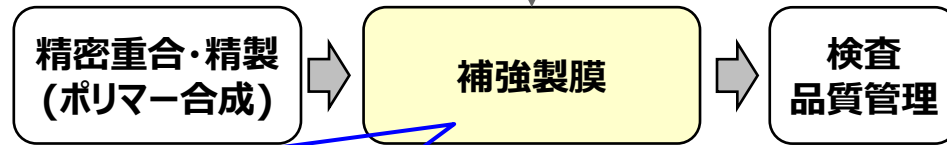
各工程について、航空機用燃料電池に求められる補強材の品質、品位向上、安定生産を実現する製造技術開発を行う

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

2. 研究開発計画／（6）参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1 大型燃料電池スタックコア部素材開発

KPI

補強材・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。



| 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) |
|-----------------------|--|--|--|
| <p>コンセプト検証 (TRL3)</p> | <p>補強材・電解質膜等の製造技術、ならびに航空機用および標準大型燃料電池への実装技術を開発し、陸上実証用燃料電池システムへの適用を見通す。(TRL6)</p> | <p>顧客パートナーの視点を踏まえ、コア部素材の要求特性に落とし込み、コア部素材メーカーと協力して、次の技術開発をステップを設けて実施。</p> <ul style="list-style-type: none"> 2025年コア部素材の要求特性に基づき補強材・電解質膜の設計・開発完了 2025年補強材開発機を設計・製作完了 2028年大型燃料電池へ実装する補強材・電解質膜の製造技術開発完了 2030年電解質膜の大型燃料電池スタックへの実装技術開発完了 | <p>これまでの検討で得られた、コア部素材同士のシナジーを引き出すための各種知見を活かし、コア部素材メーカーと共同で組み合わせ開発を推進、細別のステップ確認条件を設け開発・実証を進めることで高い確率で成功できると考える（80％）。</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価装置は、目標とする運転条件を妥当に再現できているか 小型セル、ショート・フルスタックにおける性能は設計を満たすものか コア部素材の性能を引き出す評価条件はスタック運転条件として妥当に適用可能か 開発した補強材・電解質膜は設計を満たすものか 開発した製造・実装技術は量産プロセスに適用可能か |

研究開発内容〔2〕

航空機用燃料電池スタックの開発・実証

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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。 | | |
|--|-------------------------------------|--|------------------------------------|--|---|-------|
| 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 |
| 3. 水素燃料電池コア技術開発 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 | 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 | • 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% |
| | | • 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% |
| | | • 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% |
| | | • 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 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 | | | | | | |
| 4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI | | | | | | |

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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】

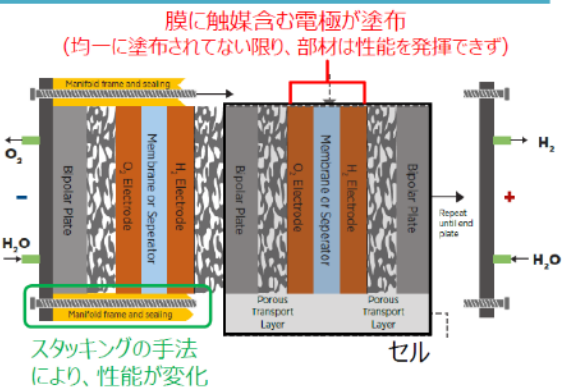
優れた新材の装置への実装技術開発

- 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）

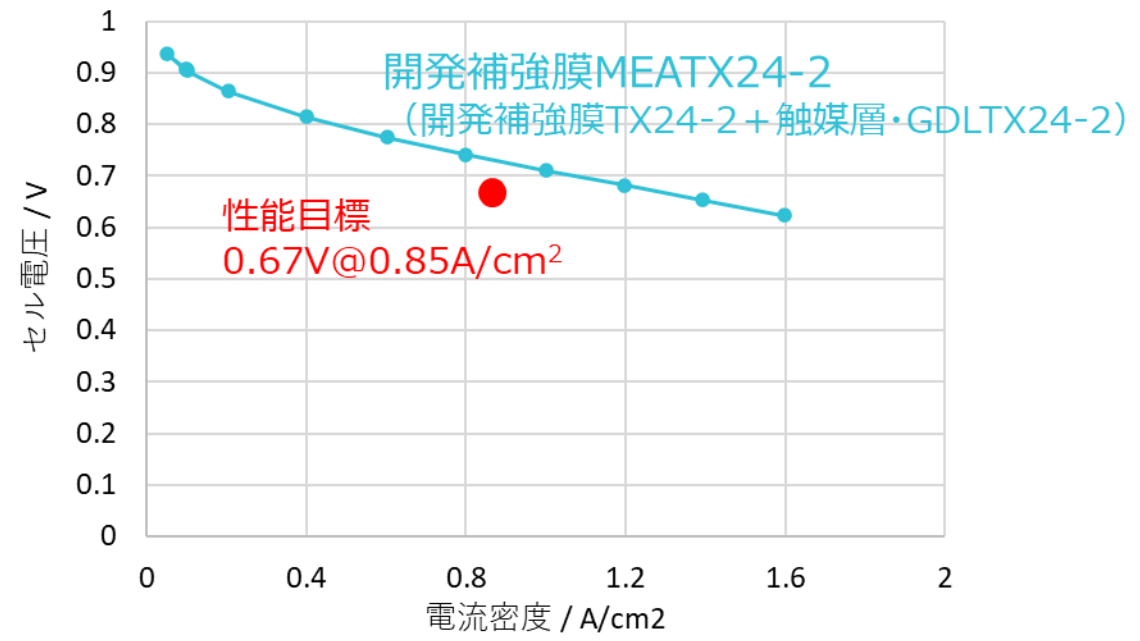
- 電極等における触媒量の低減
→ 電極等で触媒等として使われる希少金属（Pt, Ir等）の使用量を電解効率等を維持して低減できれば、装置コスト削減に繋がる
- 膜の薄膜化
→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができる。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

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

燃料電池小型セルX性能（105℃）



(出典) IRENA, Green Hydrogen Cost Reduction

2. 研究開発計画／（6）参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

2 航空機用大型燃料電池スタック・システム開発・実証

KPI

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、スタック効率55%以上を見通す。

現状

～1kW/kg

達成レベル

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。
(TRL6)

解決方法(アクションプラン)

顧客パートナーXの視点を踏まえ、次の技術開発をステップを設けて実施。

- 2025年航空機用燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備の設計製作完了
- 2025年航空機用燃料電池ショートスタック評価において、100℃以上で、発電性能0.67V以上@0.85A/cm²を見通す
- 2028年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
- 2028年航空機用燃料電池ショートスタック評価において2000hの連続運転の見通しを得る

実現可能性（成功確率）

これまでの検討で得られた、コア部素材の性能を引き出すための各種知見を活かし、パートナーと摺り合わせ開発を推進、細別のステップ確認条件を設け開発・実証を進めることで高い確率で成功できると考える（70%）。



- 評価・実証装置は、目標とする運転条件を妥当に再現できているか。
- ショートスタック評価で得られる性能は目標とする性能を妥当に再現できているか。
- フルスタック評価で得られる性能は目標とする性能を妥当に再現できているか。
- コア部素材に最適化した運転条件は、航空機へ妥当に適用可能か。
- ショートスタックにおける性能は設計を満たすものか。
- フルスタックにおける性能は設計を満たすものか。

研究開発内容〔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

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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% |

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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Y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】

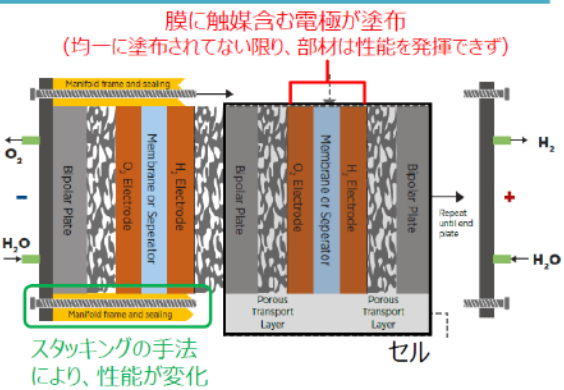
優れた新材の装置への実装技術開発

- 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）

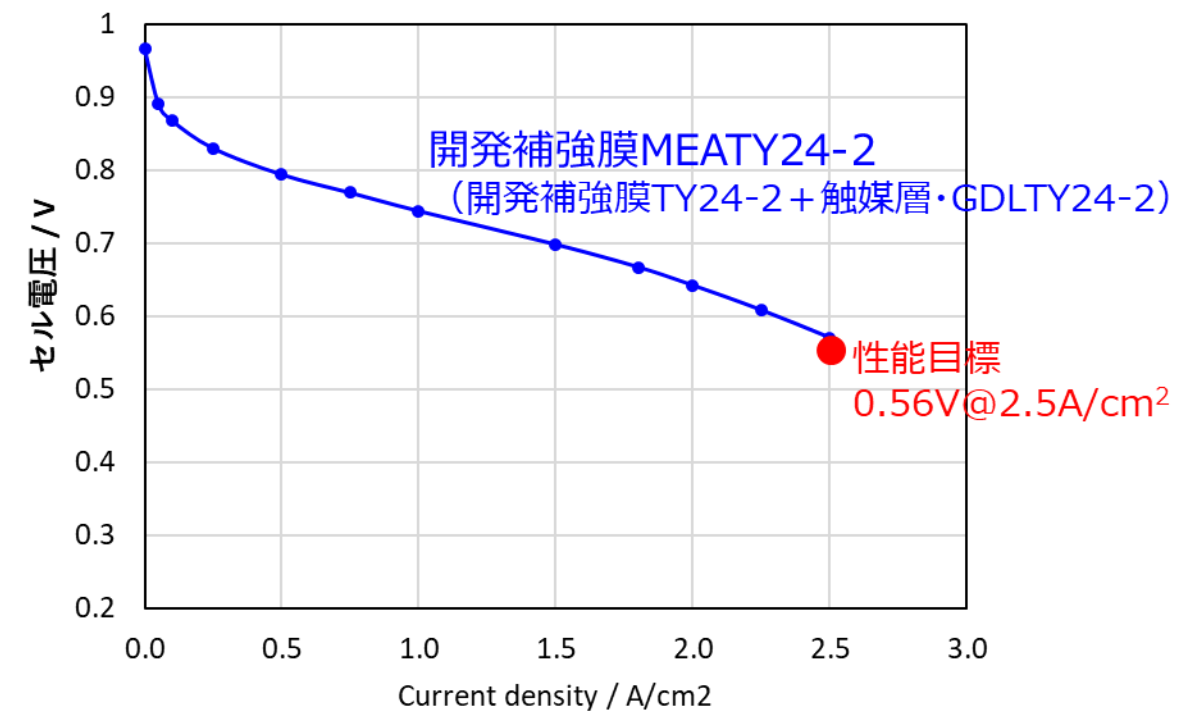
- 電極等における触媒量の低減
→ 電極等で触媒等として使われる希少金属（Pt, Ir等）の使用量を電解効率等を維持して低減できれば、装置コスト削減に繋がる
- 膜の薄膜化
→ 耐久性やガス透過性を維持しつつ、膜を薄くすることができれば、抵抗を少なくすることで、高電流密度を効率良く実現することができる。結果、必要な設備量の減少を通じ、装置コスト削減に繋がる

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

燃料電池小型セルY性能（105℃）



（出典）IRENA, Green Hydrogen Cost Reduction

2. 研究開発計画／（6）参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

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

KPI

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。

現状

～1kW/kg

達成レベル

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。
(TRL6)

解決方法(アクションプラン)

顧客パートナーYの視点を踏まえ、次の技術開発をステップを設けて実施。

- 2025年標準大型燃料電池ショート・フルスタック評価実証設備の設計製作完了
- 2025年標準大型燃料電池ショートスタック評価において、100℃以上で、発電性能0.56V以上@2.5A/cm2を見通す
- 2028年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
- 2028年標準大型燃料電池ショートスタック評価において2000hの連続運転の見通しを得る

実現可能性（成功確率）

これまでの検討で得られた、コア部素材の性能を引き出すための各種知見を活かし、パートナーと摺合わせ開発を推進、細別のステップ確認条件を設け開発・実証を進めることで高い確率で成功できると考える（70%）。







- 評価・実証装置は、目標とする運転条件を妥当に再現できているか。
- ショートスタック評価で得られる性能は目標とする性能を妥当に再現できているか。
- フルスタック評価で得られる性能は目標とする性能を妥当に再現できているか。
- コア部素材に最適化した運転条件は、航空機へ妥当に適用可能か。
- ショートスタックにおける性能は設計を満たすものか。
- フルスタックにおける性能は設計を満たすものか。

研究開発内容〔4〕

航空機用燃料電池システムの陸上実証

2. 研究開発計画／（6）参考資料

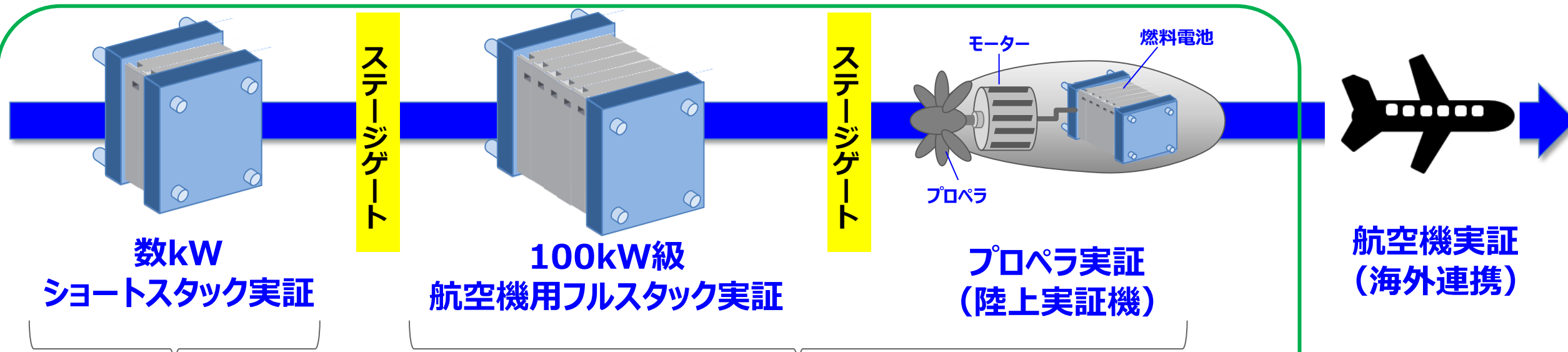
各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

| 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。 | | |
|--|--|--|------------------------------------|---|---|-------|
| 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 |
| 3. 水素燃料電池コア技術開発 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 |     | <ul style="list-style-type: none"> 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) | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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% |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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% |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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% |
| | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | | <ul style="list-style-type: none"> 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。 | <ul style="list-style-type: none"> 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% |
| 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 | | | | | | |
| 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 | | | | | | |
| 4 航空機用燃料電池システムの陸上実証 再委託：  YAMANASHI | | | | | | |

2. 研究開発計画／（6）参考資料

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



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



2. 研究開発計画／（6）参考資料

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

4 航空機用燃料電池システムの陸上実証

KPI

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。開発した陸上実証機について、②の想定性能を有することを陸上実証で確認する。

現状

研究段階
(TRL3)

達成レベル

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。開発した陸上実証機が、100℃以上で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上の想定性能を有することを確認する。
(TRL6)

解決方法(アクションプラン)

顧客パートナーXの視点を踏まえ、燃料電池スタック開発パートナーおよび山梨県と協働して、次の技術開発をステップを設けて実施。

- 2025年 陸上実証設備設計を完了。
- 2028年 航空機用燃料電池システム陸上実証機を設計製作完了。
- 2030年 陸上実証機が100℃以上で、スタック重量出力密度4kW/kg以上、スタック効率55%以上の想定性能を有することを確認。

実現可能性（成功確率）

実証機製造において、開発した電解質膜実装技術を適用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を図る。米倉山ではこれまでのMW級水電解実証にて、大規模電気化学装置実証の各種知見を得ており、細別のステップ確認条件を設け開発・実証を進めることで高い確率で成功できると考える（60%）。

- 評価・実証装置は、目標とする運転条件を妥当に再現できているか。
- 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実施体制を構築
- 材料にマッチした製造工程、スタッキングの手法なども最適化されているか。

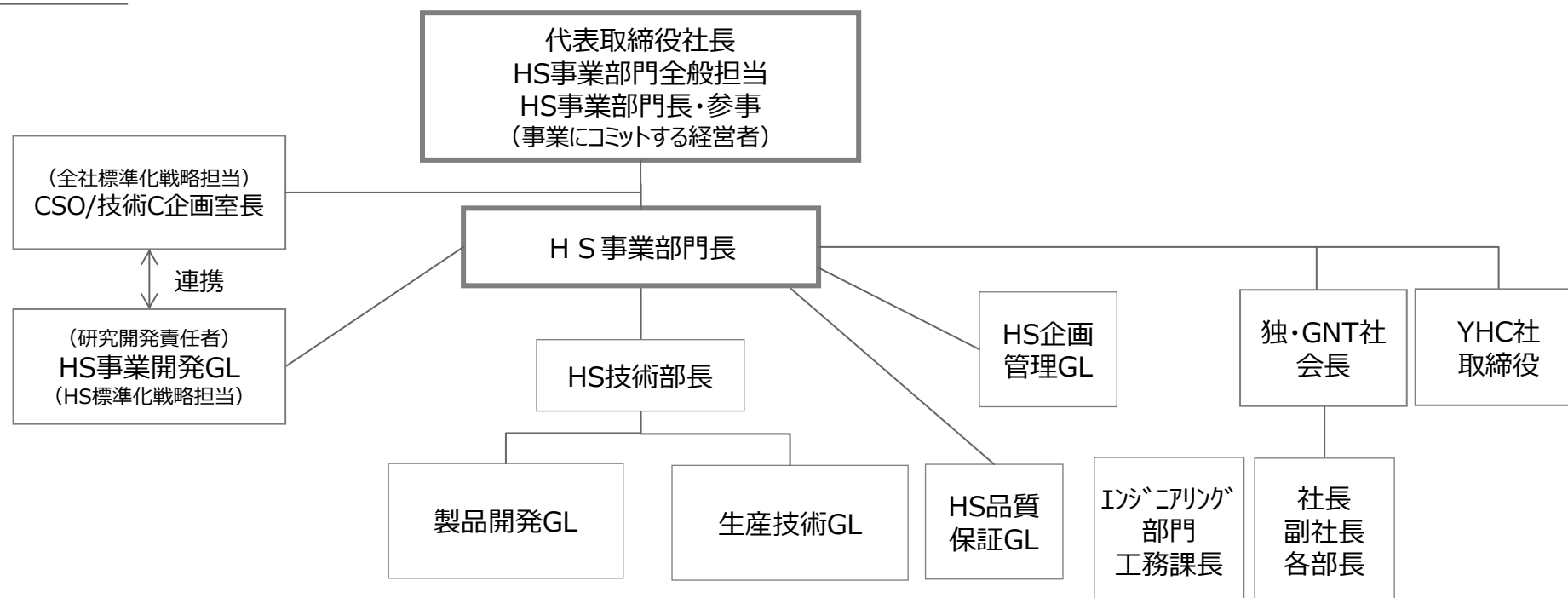
3. イノベーション推進体制

(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

- 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）。

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。

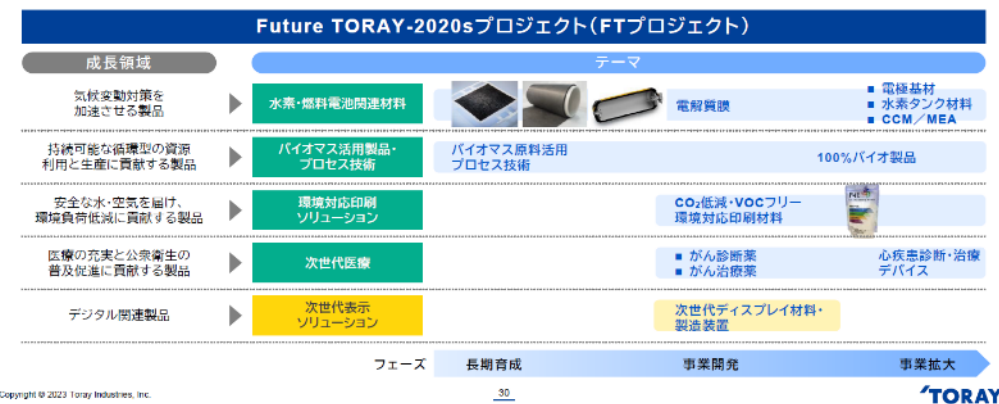
(3) Future TORAY-2020s（F T）プロジェクト
水素関連など次の成長ステージを担う大型テーマにリソースを重点的に投入し、新規売上創出を目指す。

(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



※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

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HS事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

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活用。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。



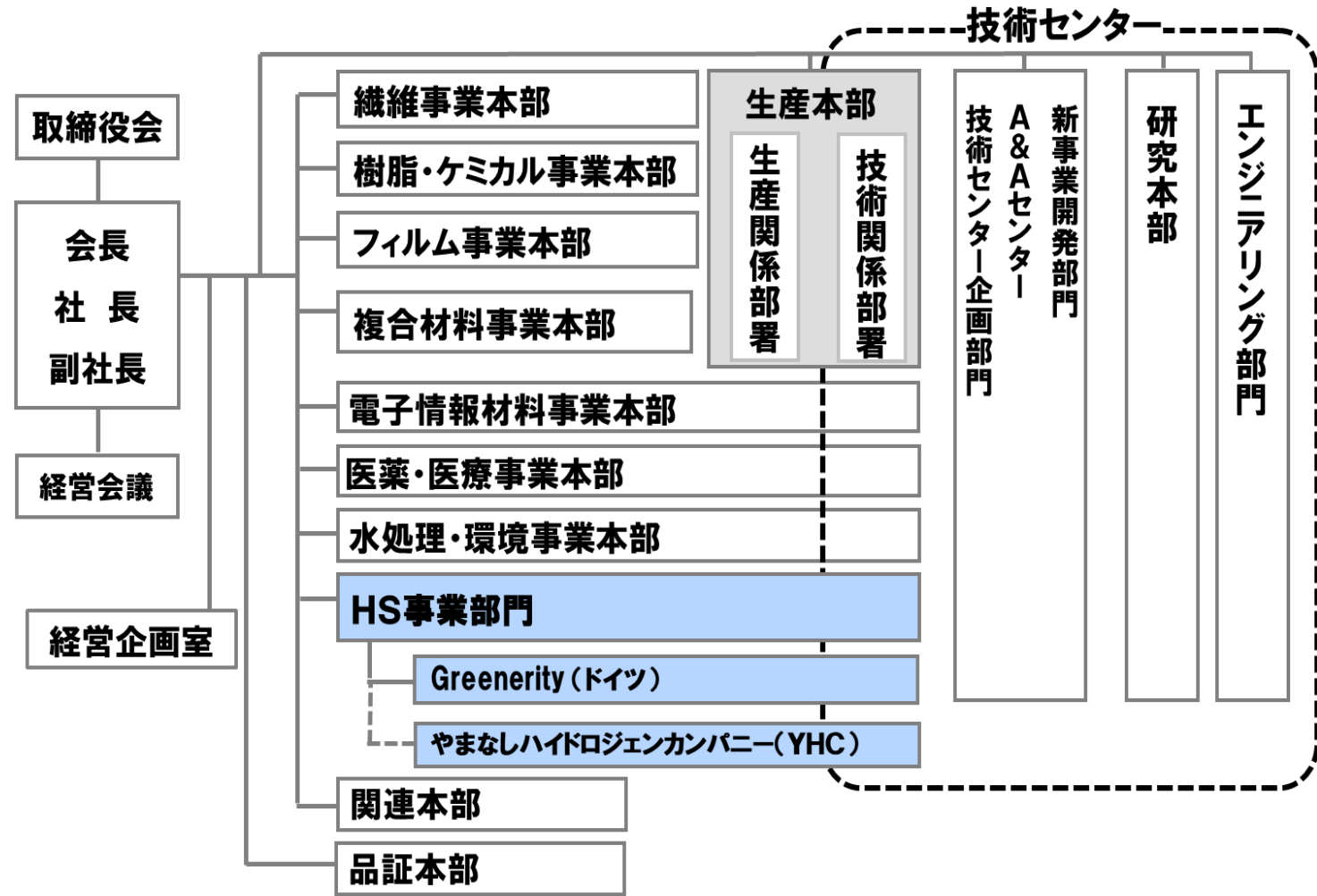
- ※10 同上/20220228112316.html
- ※11 同上/20220301151246.html
- ※12 同上/20220425170139.html
- ※13 同上/20221125102230.html
- ※14 https://www.toray.co.jp/ir/pdf/lib/lib_a615.pdf
- ※15 <https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240604004/20240604004.html>
- ※16 https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/009.html

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

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。



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

- 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
 - 燃料電池技術を応用し他用途へ移行
- 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：燃料電池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。
 - ：水素エンジン技術の著しい発展により、航空機エンジン代替技術の主流となった場合