

水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための 研究開発事業 “始動”

2025年9月26日（金）

FC-Cubicオープンシンポジウム

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

水素・アンモニア部 後藤 謙太

世界的に国家水素戦略策定と水素プロジェクト組成の動きが継続。
CNに向けた技術開発と国際競争力の確保を引き続き推進していく。



- 2020年から2024年5月時点で世界の水素関連プロジェクトが228件から1,572件へと**7倍**に増加。
- 2020年の**102件**のプロジェクトで**約100億米ドル**から、2024年には**434件**のプロジェクトで**約750億米ドル**に増加。
- IEAの2024年10月のレポートによれば、**19**の新たな国家水素戦略が発表され合計で**60**に達した。
- 世界のエネルギー関連CO2排出量の**84%以上**を占める国々をカバー。新たな戦略のほとんどは新興市場及び発展途上国が占める（アルゼンチン、エジプト、インドネシア、マレーシア等）。

● 228
Projects pipeline in
December 2020,
102 have passed FID

● 1,572¹
Projects pipeline as of
May 2024, 434 have
passed FID

7x
increase in the number of
projects in the pipeline

4 Mt p.a.
increase in 2030 hydrogen capacity
that has passed FID

出典：Hydrogen Insights 2024, Hydrogen Council
<https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2024/09/Hydrogen-Insights-2024.pdf>

近年の水素エネルギーに関する政策の流れ

- 日本は世界で初めての水素基本戦略を2017年12月に策定。これを皮切りに世界中で水素の国家戦略を策定され、水素戦略策定の動きが加速化、水素関連の取組を強化。
- 2020年、カーボンニュートラル宣言を受け、エネルギー基本計画において、初めて1%程度を水素・アンモニアとすることを目指すこととした。
- 2023年、6年ぶりに水素基本戦略を改定。技術の確立を主としたものから、商用段階を見据え、産業戦略と保安戦略を新たに位置づけ。
- 第7次エネルギー基本計画では、水素等は、幅広い分野での活用が期待される、カーボンニュートラル実現に向けた鍵となるエネルギーとして位置づけている。

水素等を巡るこれまでの流れ



導入量及びコストの目標

□ **年間導入量***：発電・産業・運輸などの分野で幅広く利用

現在（約200万t） → 2030年（最大300万t） → 2040年（1200万t程度） → 2050年（2000万t程度）

※水素以外にも直接燃焼を行うアンモニア等の導入量（水素換算）も含む数字。

□ **コスト**：長期的には化石燃料と同等程度の水準を実現

2030年（30円/Nm³*） → 2050年（20円/Nm³以下）
(334円/kg) (222円/kg)

※ 1Nm³≒0.09kgで換算。

※ Nm³(ノルマルリューベ)：大気圧、0℃の時の体積のこと

参考：改定版「水素基本戦略」のポイント

「水素基本戦略」の改定のポイントについて

水素基本戦略（アンモニア等を含む）を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

- ① 2030年の水素等導入目標300万トンに加え、2040年目標を**1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定（コスト目標として、現在の100円/Nm³を2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³とする）
- ② 2030年までに国内外における日本関連企業の水電解装置の導入目標を**15GW程度**と設定
- ③ サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備
- ④ G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行

水素産業戦略 ～「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現～

- ① 「技術で勝ってビジネスでも勝つ」となるよう、早期の量産化・産業化を図る。
 - ② 国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術（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。
- 脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。（官民合わせて**15年間で15兆円**のサプライチェーン投資計画を検討中）

つくる

- 水電解装置
 - 電解膜、触媒などの部素材
 - 効率的なアンモニア合成技術
- ・A社（素材）は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。
 ・B社（自動車）は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。
 ・C社（ベンチャー）は、GI基金を通じアンモニア製造の新技術を開発・実証。

はこぶ

- 海上輸送技術（液化水素、MCH等）
- ・D社（重工）は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。
 ・E社（エンジニアリング）は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。

つかう

- 燃料電池技術
 - 水素・アンモニア発電技術
 - 革新技術（水素還元製鉄、CCUS等）
- ・F社（自動車）は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。
 ・G社（重工）は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。
 ・H社（発電）は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。

水素保安戦略 ～ 水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備 ～

需給一体の国内市場の創出

規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

供給

- 既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援
 - S+3Eの観点からプロジェクト評価
 - プレferred・ファイナンスの活用
- 効率的な供給インフラ整備支援 - 国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- 低炭素水素等への移行に向けた誘導的規制の検討
- 保安を含む法令の適用関係を整理・明確化
- 上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保

需要

- 需要創出に向けた省エネ法の活用
 - 工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。
 - トップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- 燃料電池ビジネスの産業化（セパレーター等の裾野産業育成）
 - 国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- 港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援
- 地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解 ※特に「福島新エネルギー社会構想」の取組加速

世界市場の獲得

拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

- 規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援
- 大規模サプライチェーン構築支援の有効活用
- 海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画
- 『アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）』構想等の枠組みを活用したアジア連携
- 日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組（GI基金等も活用）
- 人材育成の強化・革新技術の開発

米国：インフレ削減法（IRA）により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定（約50兆円規模 ※水素以外も含む）
 欧州：グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表（約5.6兆円規模 ※水素以外も含む）
 英国：国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定（第一弾として約5,400億円規模）

- カーボンニュートラルを「制約」ではなく、経済成長の好機と位置付け、各種施策を盛り込む。
- 国内対策のみならず世界市場の獲得を目指す。重点領域を設定するとともに、様々なアプローチで海外事業への参画を果たす。
- 水素普及に向け「保安」を戦略的に推進。
- 水素の「色」ではなく「炭素集約度」で展開。

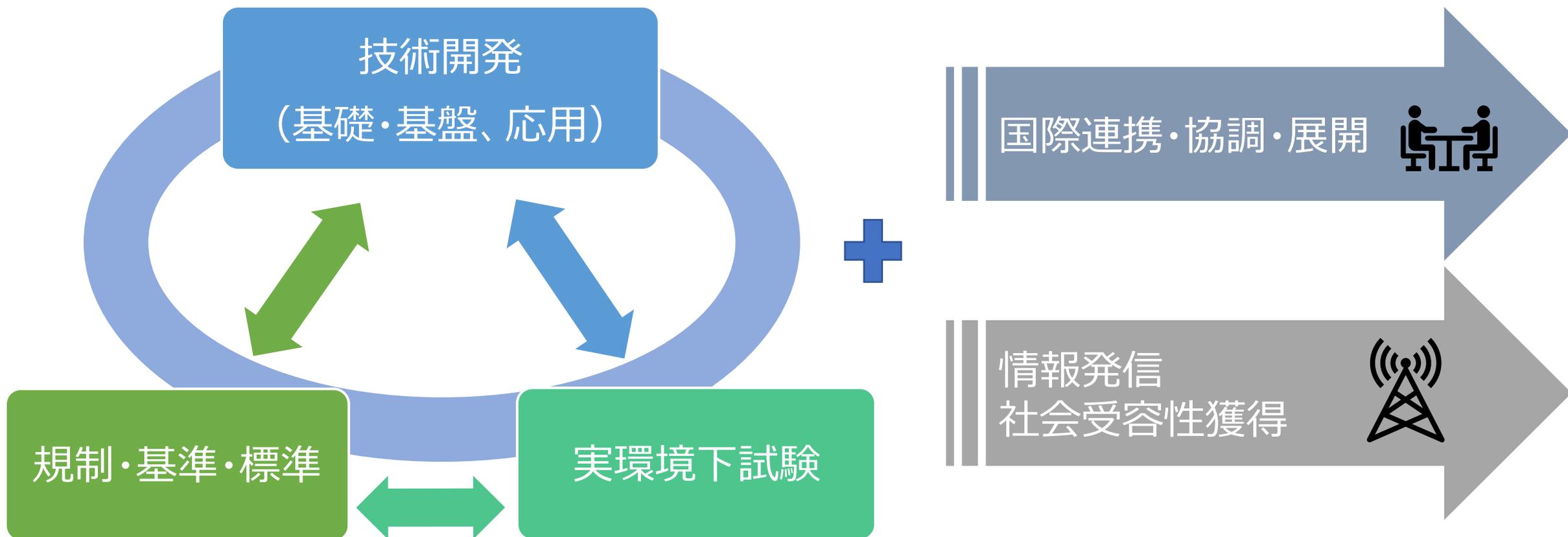
出典：内閣府HP「水素基本戦略」の改定のポイントについて
<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/yusikisha/20230622/siryu1.pdf>



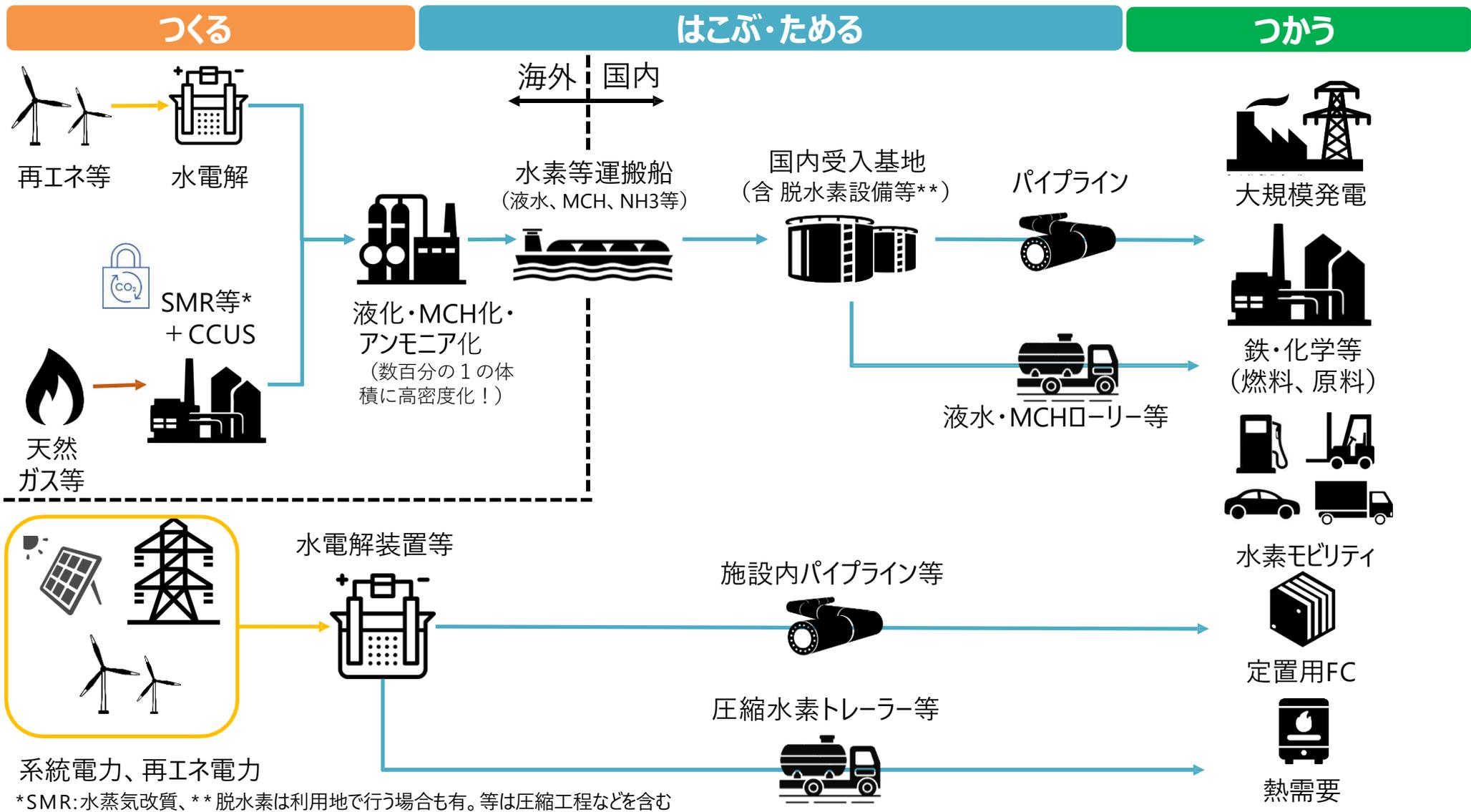
本部：神奈川県川崎市

名称：国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)
設立：2003年10月1日 (前身の特殊法人は1980年10月1日設立)
職員数：1,565名 (2025年4月1日現在)
予算：約1,464億円 (2025年度4月時点) + 基金事業 約10.4兆円
NEDO HP：<https://www.nedo.go.jp/index.html>

技術開発⇔実環境下試験⇔規制・基準・標準を連携させ、一体で実施。
水素市場の創出・拡大、日本企業の海外展開を見据えた国際連携を強化。
水素社会の受容性向上に向け、一般の認知向上に向けた取組を実施。



水素・アンモニアバリューチェーンの全体像



*SMR: 水蒸気改質、** 脱水素は利用地で行う場合も有。等は圧縮工程などを含む

水素・アンモニア関連事業における関係性

	共通基盤 技術開発	要素技術の研究開発～技術実証	大規模化・商用化実証
つくる	<p>水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業</p> <p>2035年以降の実装を目指した水電解分野の共通基盤・要素技術開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 生産技術・システム化技術等 <p>水素社会構築技術開発事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 再エネ由来電力等による水素製造技術開発 (FH2R) <p>燃料アンモニア利用・生産技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ブルーアンモニア製造技術 	<p>グリーンイノベーション基金事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 水電解装置の大型化技術等の開発、グリーンアンモニア製造実証 水電解装置の性能評価技術の確立
はじぶ・ためる		<p>競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素・アンモニアサプライチェーン構築に向けた要素技術の更なる高度化、低コスト化、多様化に向けた技術開発 「大規模水素サプライチェーンの構築」 「需要地水素サプライチェーンの構築」 「水素ステーションの低コスト化・高度化」 国内規制適正化、国際標準化 材料・製品の品質評価、安全評価等 	<ul style="list-style-type: none"> 水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証 革新的な液化、水素化、脱水素技術の開発 液化水素関連材料評価基盤の整備
つかう	<p>水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業</p> <p>2035年以降の実装を目指した燃料電池 & 水素貯蔵分野の共通基盤・要素技術開発</p>	<p>燃料アンモニア利用・生産技術開発</p> <ul style="list-style-type: none"> 工業炉における燃料アンモニア燃焼技術開発 <ul style="list-style-type: none"> 生産技術・システム化技術等 	<ul style="list-style-type: none"> 水素・アンモニア発電技術 (混焼、専焼) 水素・アンモニア燃料船、次世代航空機の開発、燃料電池商用車走行・運用実証 水素還元製鉄、CO2等を用いた燃料製造技術開発・プラスチック原料製造技術開発
モデル実証		<p>水素社会構築技術開発事業 (地域水素利活用技術開発)</p> <ul style="list-style-type: none"> 地域で水素を利活用するためのポテンシャル調査、水素社会のモデル構築実証 	
		<p>脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業</p>	

GXサプライチェーン構築支援事業／価格差支援等

水素利用拡大に向けた共通基盤強化のための研究開発事業

- ◆ 事業期間：2025年度～2029年度(5年間)
- ◆ 事業規模：72億円程度（2025年度）
- ◆ 研究開発課題：

研究開発項目Ⅰ「燃料電池・水電解の共通基盤技術開発」（委託）

2035年以降の目標実現を目指して、燃料電池（主にHDV向け）開発および水電解開発に関する 共通基盤技術開発。

研究開発項目Ⅱ「次世代燃料電池・水電解の要素技術開発」（委託）

2035年以降の目標実現を目指して、燃料電池（主にHDV向け）および水電解、水素貯蔵タンクに関する 要素技術開発。

研究開発項目Ⅲ「燃料電池・水電解の実用化技術開発」（助成）

燃料電池（主にHDV向け）および水電解、水素貯蔵タンクに関する生産技術・システム化技術等の 実用化技術開発。

ロードマップの重要性

- ロードマップとは、目標達成までの道筋を時系列で可視化した計画表
- プロジェクトや製品開発、経営戦略などにおいて、「いつ」「何を」「どの順番で」実行するかを整理し、関係者間で共有するためのツール

メリット	内容
目標の明確化	ゴールが明確になる ことで、チーム全体の方向性が統一される
認識の共有	関係者間で計画の 全体像を共有 でき、認識のズレを防ぐ
進捗管理が容易	マイルストーンや工程が可視化され、進捗確認がしやすくなる
意思決定の支援	優先順位やリソース配分の判断材料として活用できる
柔軟な対応が可能	市場や技術の変化に応じて計画を更新しやすい
モチベーションの向上	道筋が見えることで、メンバーのやる気や達成意欲が高まる

ロードマップとは？



✓ 定義

「目標達成までの道筋を示す計画図」

✓ 特徴

- ・ゴールが明確
- ・ステップが順序立てて並ぶ
- ・時間軸に沿って進行
- ・関係者の共通理解を促進

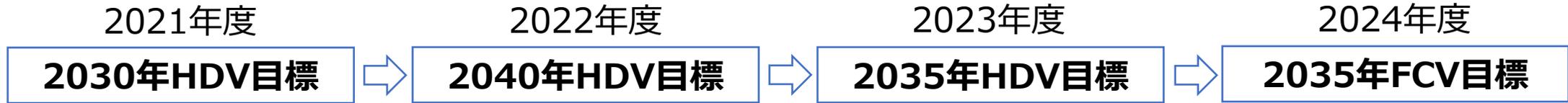


💡 **ロードマップは未来へのナビゲーションツール**

※Copilotにより作成

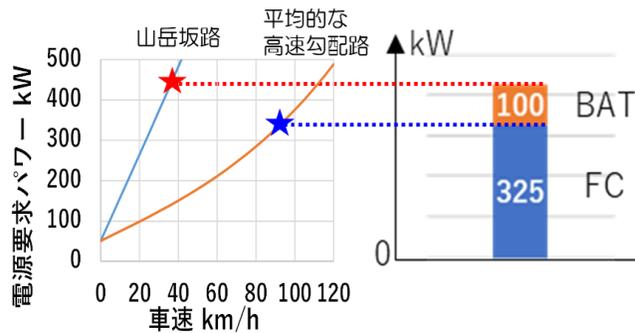
FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップの策定

- 2021年度から本格検討を開始し、2024年度まで一連の目標及び課題を導出



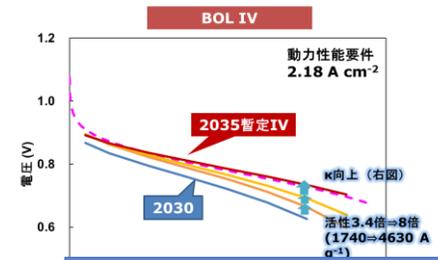
年代	2035年頃	2040年頃
位置づけ	中間目標	ディーゼルバリエティ
レイアウト		
システム最大出力 [kW]	4.7	3.5
耐久時間 [h]		
FCシステム許容体積		
FCシステム許容重量		
FCシステム数 [台]		
冷却性能 [kW/C]		

HDV（大型トラック等）の要求仕様を整理



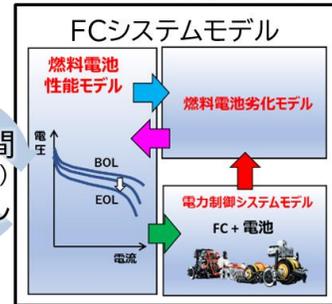
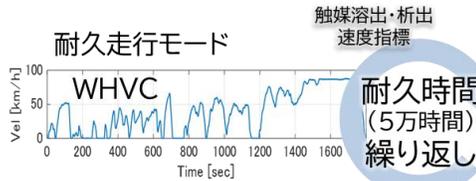
目標I-V特性候補群

要求を満たす燃料電池システム・スタック・セルの目標を導出



左記目標を満たす材料物性にブレークダウン

使われ方に応じたFC劣化を予測



要素	物性	Gen2	203X	2035	2040
空気触媒層	Pt目付 (mg cm ⁻²)	0.17	0.20	0.18	0.12
	触媒層厚さ (μm)	7.5	6.0	6.0	3.6
	BOL 質量活性 (A g ⁻¹ @80°C・100%RH)	500	1740 [×3.4]	4630 [×8]	39400
	EOL 質量活性 (A g ⁻¹ @80°C・100%RH)	-	348	1088*	9968
	BOL 酸素拡散抵抗 (sm ⁻²) [界面抵抗成分]	9.1 [×1]	10 [×1]	10 [×0.9]	8 [×1]
電解質膜	厚さ (μm)	8.5	8	5	1
	プロトン伝導率@120°C・30%RH (mS cm ⁻¹) ^a	18	32	50	150*
流路・GDL	酸素拡散抵抗 (sm ⁻²) ^c	58.3 ^d	18	16 [×0.9]	18
	GDL/セパ、セパ/セパ等：接触抵抗合計 (Ωcm ²)	-	0.0065	0.0065	0.0004

FCV・HDV用燃料電池技術開発ロードマップの策定

	NEDO (2030年頃) 	NEDO (2035年頃) 	NEDO (2040年頃) 	DOE※1 (2030) 	DOE※1 (Ultimate) 	M2FCT※2 (2025) 	IMMORTAL※3 
対象アプリケーション	大型トラック・船舶・鉄道・建機・農機・フォークリフト	大型トラック・船舶・鉄道・建機・農機・フォークリフト	大型トラック・船舶・鉄道・建機・農機・フォークリフト	大型トラック	大型トラック	大型トラック	大型トラック
冷却出口最高温度 [°C]	105	120	120	—	—	90	—
動作点I-V	(EOL)0.72V @1.77A/cm ²	(EOL)0.71V @2.37A/cm ²	(EOL)0.81V @2.44A/cm ²	0.769V @1.09A/cm ²	0.769V @1.09A/cm ²	(EOL)0.7V @1.07A/cm ²	(EOL)0.675V @1.2A/cm ²
Pt目付量 [mg/cm ²]	0.24	0.22	0.14	0.3	0.25	0.3	—
Pt量 [g/kW]	0.19	0.13	0.07	0.357	0.298	0.4	—
耐久時間 [hr]	50,000	50,000	50,000	25,000	30,000	25,000 (30,000@'30)	30,000

※1: DOE Program Record #19006, “Hydrogen Class 8 Long Haul Truck Targets”, Aug. 2019

※2: DOE Annual Merit Review 2021, “M2FCT: Million Mile Fuel Cell Truck Consortium” (Project ID: FC339)

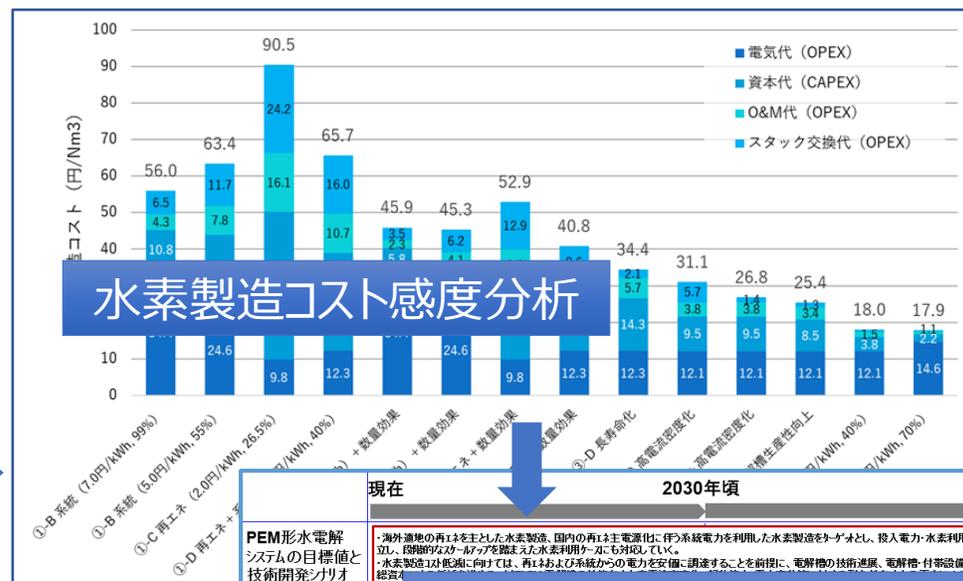
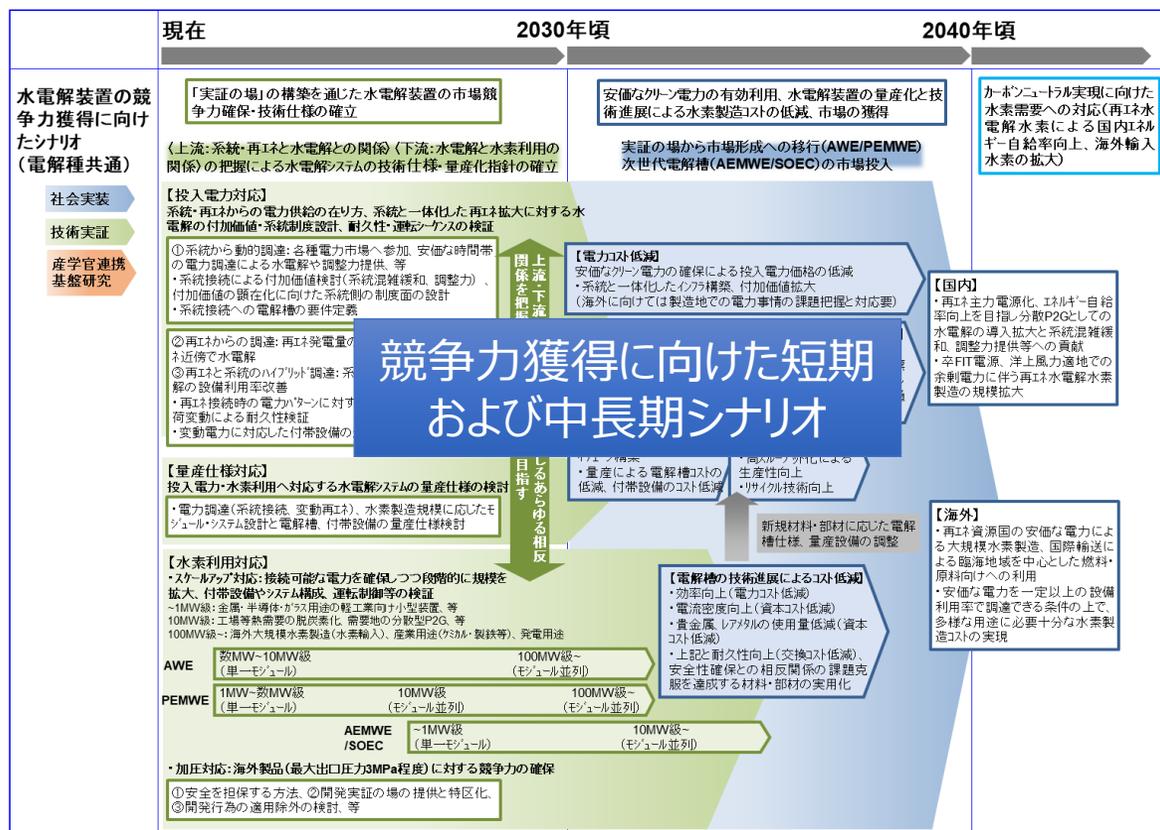
※3: IMMORTAL Website, <https://immortal-fuelcell.eu/index.php/about-immortal/overview#ftn3>

幅広いアプリケーションに対する共通目標として海外と比べて高い性能・耐久目標を設定

水電解技術開発ロードマップの策定

- 水電解の競争力獲得に向けた短期・中長期のシナリオを策定するとともに、AWEおよびPEMWEを対象として、国の水素コスト目標を前提に2040年頃の技術目標・課題を導出

https://www.nedo.go.jp/library/battery_hydrogen.html



AWE・PEMWEの中長期的な目標と技術開発課題

項目	現在	2030年頃	2040年頃
総資本コスト	40.7	20.0	18.0
エネルギー消費量	4.66kWh/Nm ³	2.0	1.8
システム耐用年数	20年	20年	20年
スタック性能	1.82V @ 2.0A/cm ²	1.8V @ 4.0A/cm ²	1.8V @ 4.0A/cm ²
スタック交換時間	40,000h (定常運転)	40,000h (定常運転)	90,000h (含. 変動運転)
Ir目付量(触媒層)	0.4mg/cm ²	<0.10mg/cm ²	<0.10mg/cm ²
Pt目付量(触媒層)	0.4-1.0mg/cm ²	<0.1mg/cm ²	<0.1mg/cm ²
Pt目付量(PTL)	1.0-2.0mg/cm ²	<0.1mg/cm ²	<0.1mg/cm ²
質量活性	1,350A/g @ 1.5V ⁵	32,000A/g @ 1.5V ⁸	32,000A/g @ 1.5V ⁸
抵抗	0.137Ωcm ² ⁶	0.07Ωcm ² ⁸	0.07Ωcm ² ⁸
運転温度	50°C ⁶	80°C ⁹	80°C ⁹
運転圧力	~0.8MPa	最大3MPa	最大3MPa

技術開発課題

- ①変動運転や高圧化・加圧運転を考慮した性能評価・耐久評価手法の確立
- ②劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ③劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ④劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑤劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑥劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑦劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑧劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑨劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立
- ⑩劣化メカニズムの解明・特性評価手法の確立

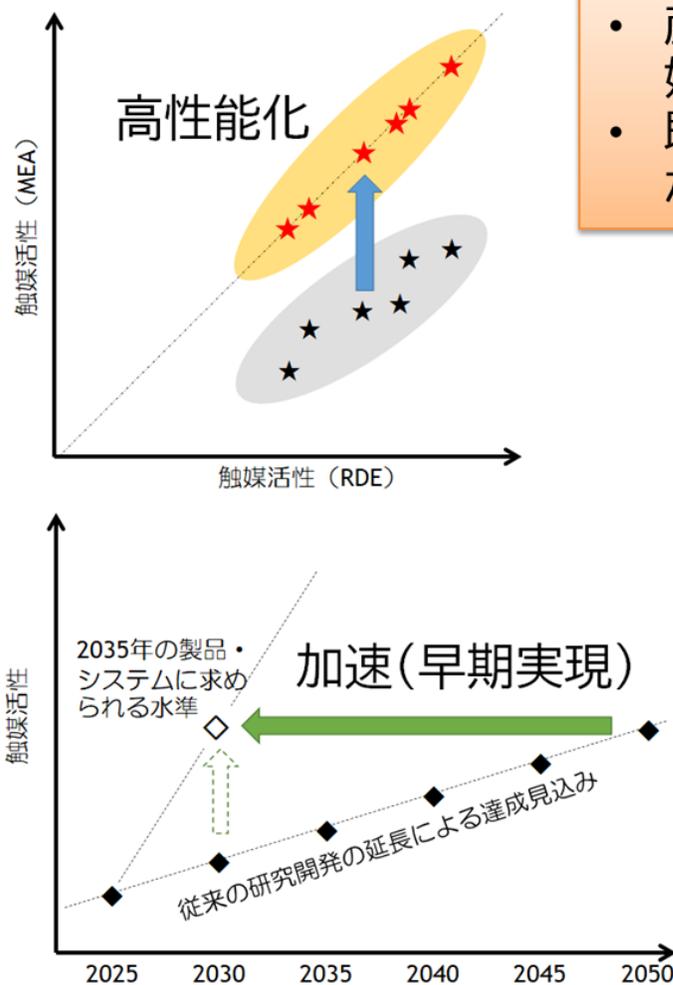
水電解技術開発ロードマップの策定

- 2040年頃の技術目標は、電力価格2.5円/kWh・設備利用率40%または電力価格3.0円/kWh・設備利用率70%において、水素製造コスト18円/Nm³を満たす水準とし、これを実現する各要素の目標を設定

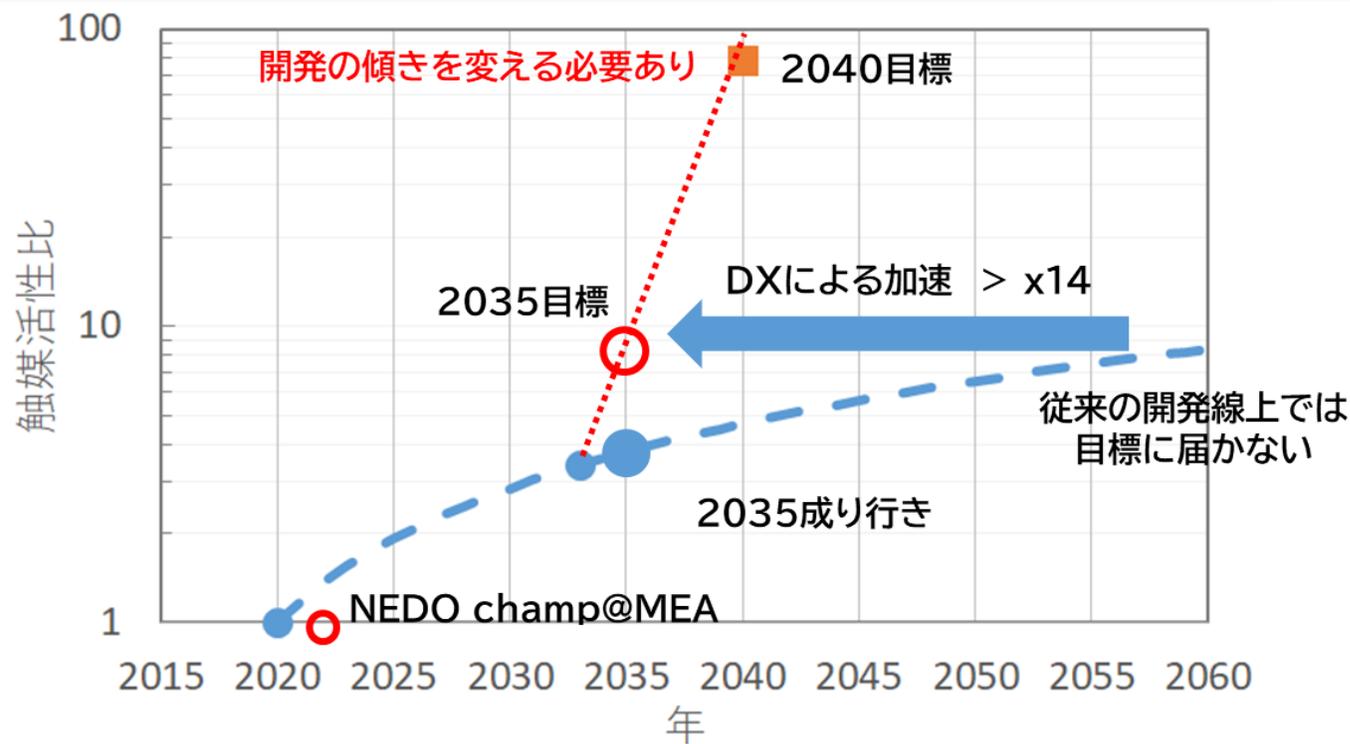
項目	PEMWE		AWE	
	現在値	2040年頃	現在値	2040年頃
システム耐用年数	20年	20年	20年	20年
システム総資本コスト※1 (コスト総額)	40.0万円/kW※2 (430百万円)	5.7万円/kW (122百万円)	37.0万円/kW※2 (4,108百万円)	6.6万円/kW (1,150百万円)
年間O&Mコスト率※2	システム総資本の2%	システム総資本の2%	システム総資本の2%	システム総資本の2%
交換時間(交換回数)※3	40,000 h (4回) ※4	90,000 h (1回) ※5	60,000 h (2回) ※4	90,000 h (1回) ※5
交換コスト率※6	システム総資本の15%	システム総資本の15%	システム総資本の6%	システム総資本の6%
電解槽・システム仕様				
システムエネルギー消費量 (BOL) ※7	4.68 kWh/Nm ³	4.62 kWh/Nm ³	4.77 kWh/Nm ³	4.51 kWh/Nm ³
システムエネルギー消費量 (平均) ※8	4.91 kWh/Nm ³	4.85 kWh/Nm ³	5.01 kWh/Nm ³	4.73 kWh/Nm ³
システム容量 (BOL)	1.074 MW (AC)	2.123 MW (AC)	11.10 MW (AC)	17.48 MW (AC)
補機エネルギー損失※9	5%	5%	8%	8%
整流器変換効率	98%	98%	98%	98%
水素製造量	230 Nm ³ /h	459 Nm ³ /h	2,326 Nm ³ /h	3,876 Nm ³ /h
出口水素圧力	常圧 (~0.8MPa程度)	最大3 MPa	常圧⇒後段圧縮 (3 MPa)	常圧⇒後段圧縮 (3 MPa)
電解槽容量	1 MW (DC)	1.976 MW (DC)	10.01 MW (DC)	15.76 MW (DC)
電解槽動作点 (BOL) ※10	1.82 V at 2.0 A/cm ²	1.8 V at 4.0 A/cm ²	1.8 V at 0.6 A/cm ²	1.7 V at 1.0 A/cm ²
電解セルの反応面積	1,500 cm ²	1,500 cm ²	30,000 cm ²	30,000 cm ²
電解槽のセル数	183	183	309	309

ロードマップ目標の実現に向けた重要領域（燃料電池RMより）

■ 製品・システムなどの高性能化などに向けた**研究開発を加速し、目標を早期に実現**することを期待



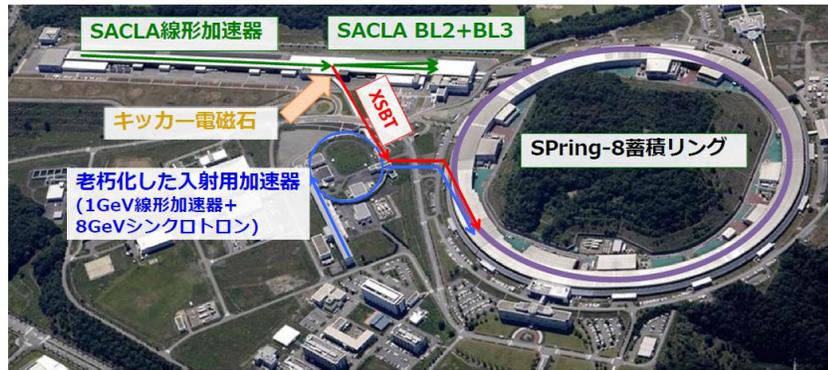
- 産業側・アカデミア側の双方により、製品・システムの目標を実現するため触媒・膜などの材料に求められる性能を詳細に検討
- 既存技術をベースとして、30~40年に向けて性能向上の傾きを変える必要があり、DXにより従来に比べ開発を14倍以上加速させることが必要



ロードマップ目標の実現に向けた重要領域（燃料電池RMより）

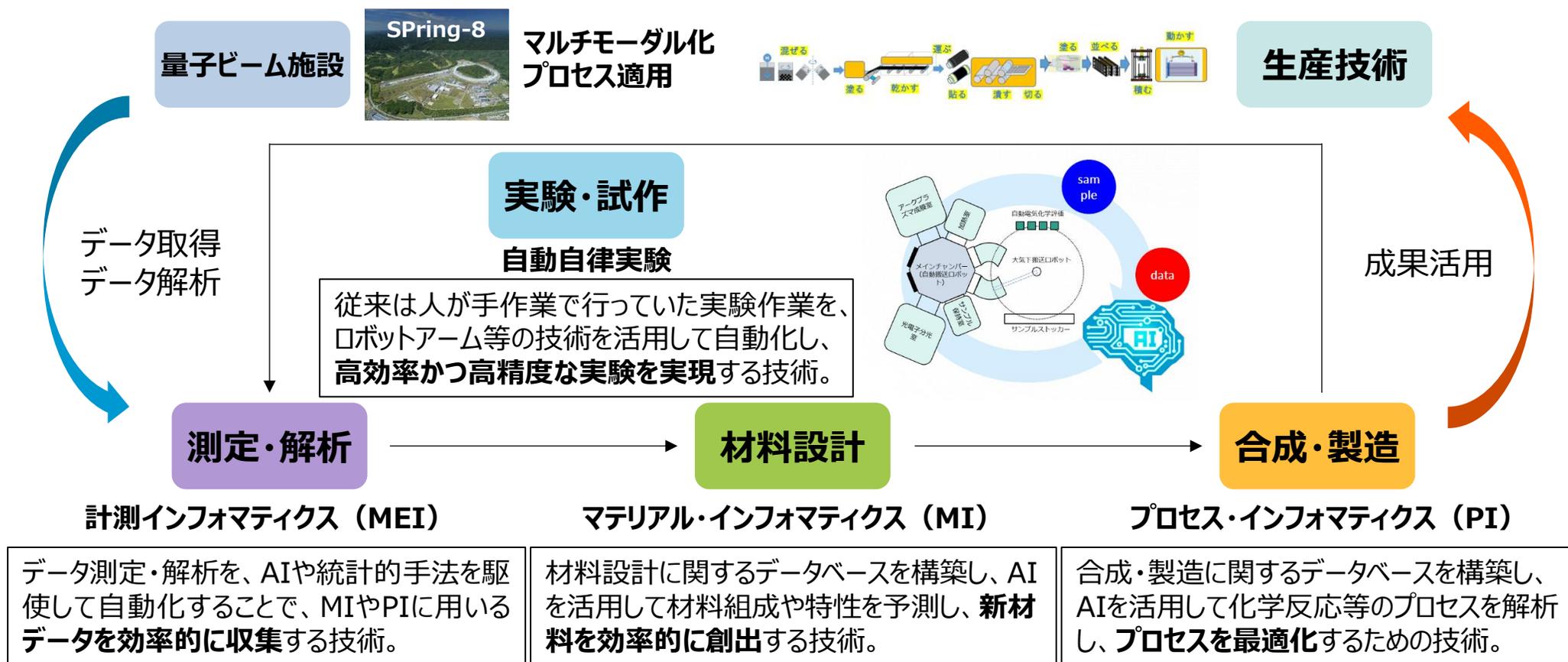


	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030以降	
解析シース	SPring-8- II / SACLA	<ul style="list-style-type: none"> ●既存解析の提供、活用手法の拡大 汎用構造解析(XRD、XAFS、SAXS、HAXPES、PDF) 高分解能XAFS、XAFS-CT、Operando HAXPES ●CITIUS/AKB導入による高感度SAXS、高速XAFS計測 ●生産技術課題への対応 ●高温現象解析 	<ul style="list-style-type: none"> ●試料調整の自動化、リモート計測 ●マルチモーダル計測/解析 	<ul style="list-style-type: none"> ●触媒表面反応解析のその場解析技術基盤の構築 ●触媒層/プロセス解析技術基盤の構築 ●材料・触媒層解析への対応 ●アイオノマ・電解質膜の構造解析 			<ul style="list-style-type: none"> ●ビームライン増強 ●プロセスの自動解析 ●プロセス解析への対応 	<ul style="list-style-type: none"> ●自動計測・自動解析(触媒材料、触媒層、電解質膜)
	NanoTerasu	<ul style="list-style-type: none"> ●供用手法のPF化 ●発光分光イメージング、オペランド計測 ●生産技術課題への対応 ●高温現象解析 	<ul style="list-style-type: none"> ●自動計測 ●Opeando計測基盤構築 	<ul style="list-style-type: none"> ●触媒表面反応解析のその場解析技術基盤の構築 ●軽元素分析(水)、真空中でも大気圧その場観察 		<ul style="list-style-type: none"> ●自動計測・自動解析(触媒材料、触媒層、電解質膜) 		
	J-PARC	<ul style="list-style-type: none"> ●既存解析のPF化 ●CV-SANS、反射率。準弾性散乱等のオペランド化 	<ul style="list-style-type: none"> ●水・プロトンの構造と移動現象解析 ●ユーティリティ機能増強による大容量セルの計測 	<ul style="list-style-type: none"> ●イメージングデータのDXによる解析 	<ul style="list-style-type: none"> ●BL整備によるラジオグラフィの高度化 	<ul style="list-style-type: none"> ●ビームライン増強 		



水素基盤事業で目指す方向性

- 新素材の開発において**世界最先端の量子ビーム施設**を活用しつつ、「測定・解析」、「材料設計」、「合成・製造」の各工程において、AIやロボット自動制御といった**DX技術を導入することで、研究開発の高速化を目指す。**
- さらに、合成・製造プロセスの成果等を活用し、新たな生産技術の開発にもつなげる。



燃料電池・水電解評価解析プラットフォーム

PEFC評価解析プラットフォーム

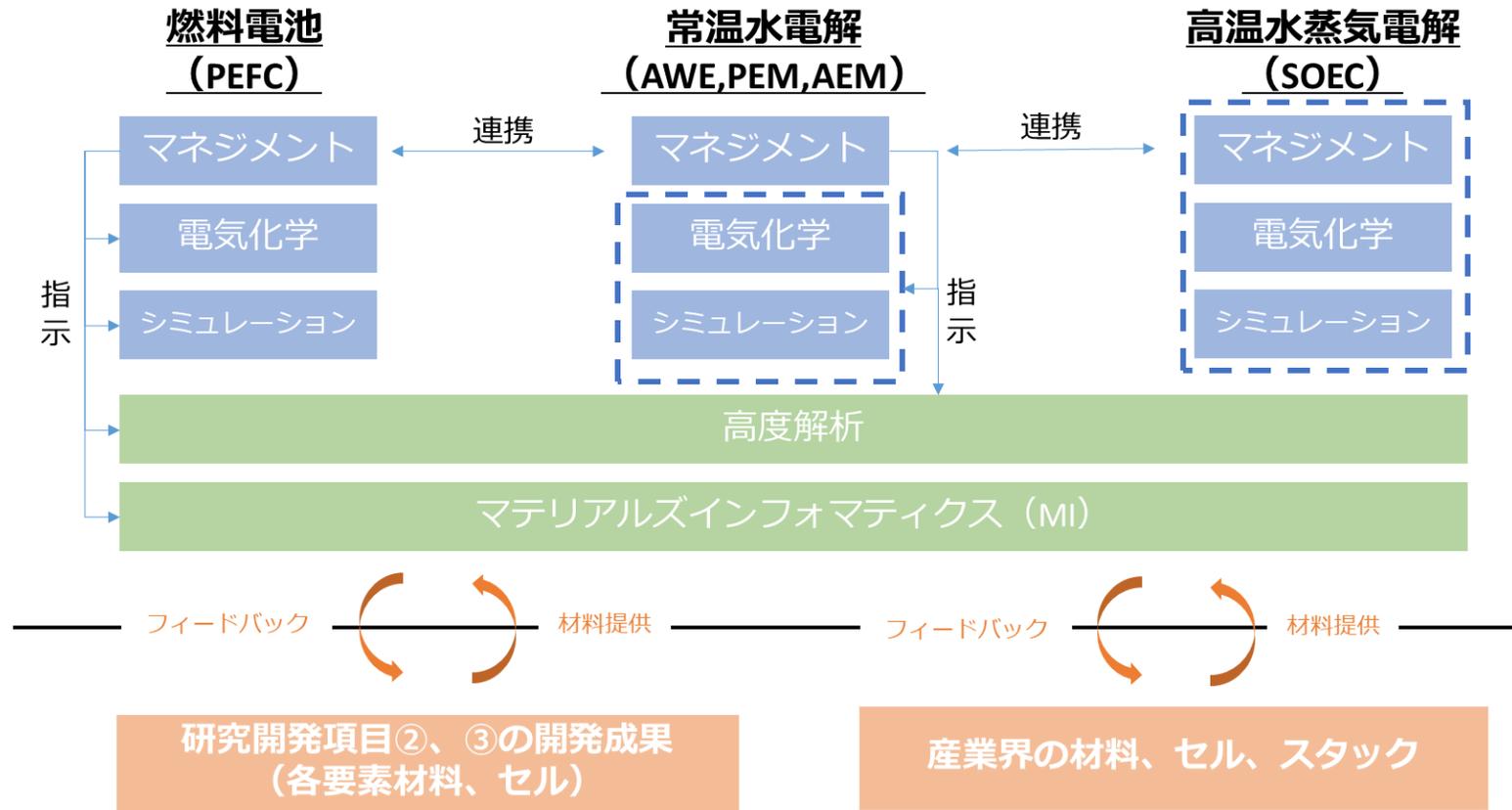
- ◆ 技術研究組合FC-Cubic
- ◆ みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
- ◆ 他7機関

常温水電解評価解析プラットフォーム

- ◆ 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- ◆ 国立大学法人横浜国立大学
- ◆ 技術研究組合FC-Cubic
- ◆ みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社
- ◆ 他6機関

高温水蒸気電解評価解析プラットフォーム

- ◆ 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- ◆ 一般財団法人電力中央研究所
- ◆ 国立大学法人東北大学
- ◆ 他3機関



➤ 高度な評価解析技術の構築、性能発現・劣化メカニズム解明、評価プロトコル・加速劣化試験法の策定等を推進

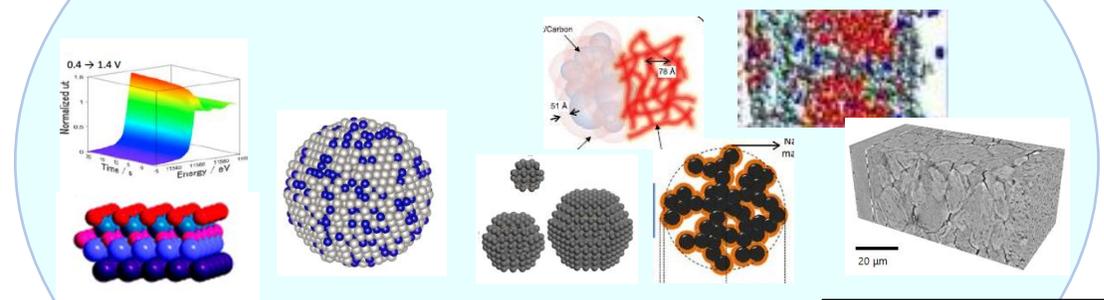
燃料電池および水電解の材料解析共通基盤プラットフォームの構築と高度化

- ◆ 技術研究組合FC-Cubic
- ◆ 国立大学法人京都大学
- ◆ 国立大学法人東京大学
- ◆ 公益財団法人高輝度光科学研究センター
- ◆ 株式会社豊田中央研究所
- ◆ 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
- ◆ 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

SPring-8 BL34XU

2028年完成 世界最高
2040年 オペランドMM計測世界最高レベル維持

燃料電池、水電解の**マルチモーダル解析**
触媒粒子表面～セル (nm～100 μ mスケール)の階層に対し
構造・化学状態・劣化過程を一気通貫で分析
材料解析にとどまらず、プロセス解析にも特徴



**XAFS/
HERFD-XANES**
時間分解能: **20 ms**
触媒粒子化学状態
局所構造
表面吸着化学種

XRD/PDF
100 keV放射光
触媒粒子構造
コアシェル構造
合金構造
表面構造

**SAXS/WAXS
/USAXS**
触媒粒径分布
アイオノマー/
担体凝集構造
触媒層構造

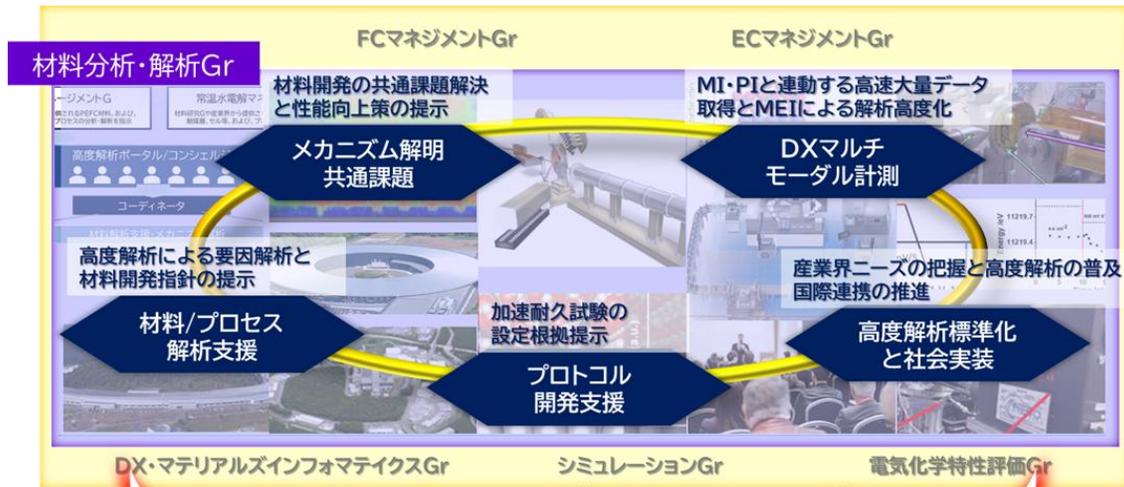
**結像型XAFS-CT
3Dイメージング**
空間分解能: **100 nm**
MEAモルフォロジー
触媒金属種分布
触媒金属化学状態分布

触媒反応
機構

触媒粒子
構造

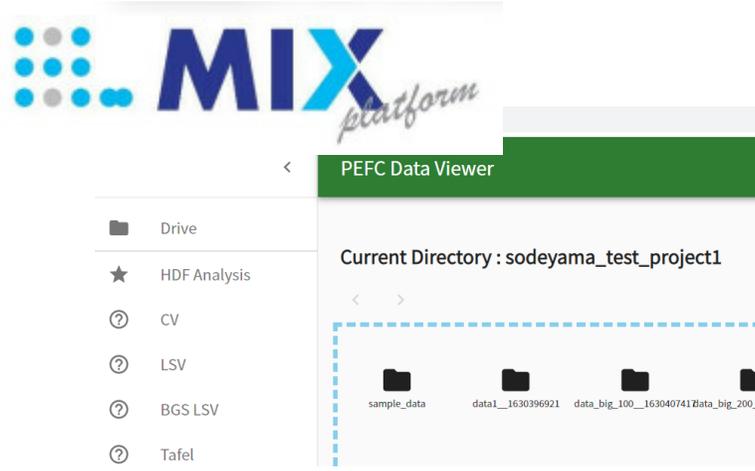
電解質／触媒層
プロセス解析

セル



DXおよびマテリアルズ・インフォマティクスを用いた燃料電池・水電解材料の研究開発

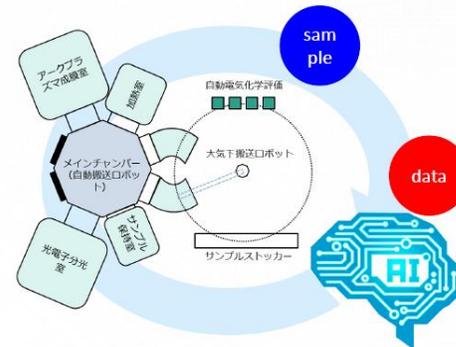
- ◆ 国立研究開発法人物質・材料研究機構
- ◆ 国立大学法人北海道大学
- ◆ 国立大学法人京都大学
- ◆ 東海国立大学機構名古屋大学
- ◆ 学校法人トヨタ学園 豊田工業大学



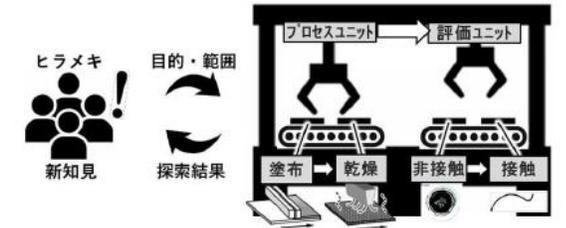
自然言語処理によるデータ拡充

自動自律実験に関する研究開発（主に以下6つの研究開発テーマ）

- ◆ 触媒探索の自動自律化（NIMS）
- ◆ 触媒層・MEA形成の自動自律化（山梨大学）
- ◆ 高分子合成の自動自律化（NIMS）
- ◆ 電解質膜の成膜自動自律化（東京都立大学）
- ◆ 接着剤合成の自動自律化（NIMS）
- ◆ 触媒層生産プロセスの自動自律化（東京大学）



触媒の自動探索



ROPEs Robotic Objective Process Exploration System
“ロープス”（ロボット駆動プロセス探索システム）

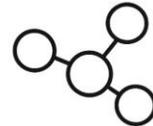
混合分散～塗布乾燥プロセス探索

➤ 燃料電池ロードマップで掲げる2035年目標の実現に向けて、各分野の革新的な技術開発に挑戦

触媒・担体

10テーマ

- 高活性化・高耐久化の両立
 - 触媒金属の微粒子化
 - 有機物修飾
 - 酸化物との複合
 - 多元系合金触媒 等



有機物修飾

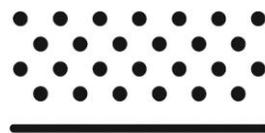


多元系合金

セパレータ

3テーマ

- 極低接触抵抗 & 低コストプロセスの実現
 - ミストCVD & 導電性酸化物
 - コンポジットフィルム 等

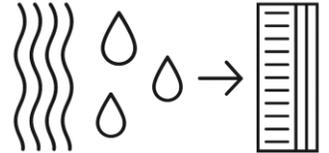


ミストCVD

電解質膜・アイオノマ

8テーマ

- 高温低加湿下での高伝導電解質
- 電解質膜の薄膜化（～5 μm）
- PFASフリー



GDL

2テーマ

- 高ガス透過・排水機能、機械特性の両立

生産技術

3テーマ

- プロセスインフォマティクス、エージング短縮

接着シール

1テーマ

- 生産タクトタイムの短縮、低コスト化

➤ 燃料電池ロードマップ掲げる貯蔵密度の向上、コストの低減に資する高圧水素タンクの要素技術開発に挑戦。また液体水素タンクの実用化を見据えた基盤を構築

高圧タンク／材料の革新

2テーマ

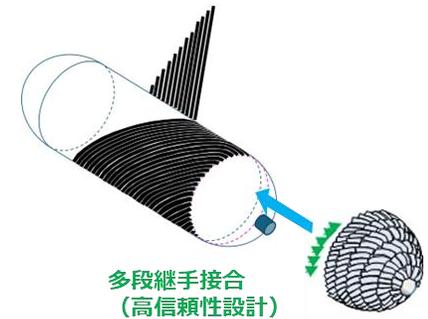
- ・ 低コスト・サステイナブル炭素繊維
- ・ 高水素バリア材料によるライナー薄膜化



高圧タンク／構造・プロセスの革新

4テーマ

- ・ 脱FWハイレート製造プロセス
- ・ 高信頼性接合構造
- ・ 連装マルチロードパス構造
- ・ セルフシール構造の最適設計
- ・ デジタルツイン設計ツール 等



高圧タンク／基準・標準合理化

2テーマ

- ・ 試験方法の合理化
- ・ ヘルスモニタリングによる安全率最適化

液体水素タンク

2テーマ

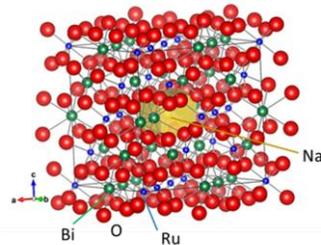
- ・ 極低温流体マネジメント
- ・ 軽量複合材料の極低温検証

➤ 水電解ロードマップで掲げる2040年頃の目標の実現に向けて、各分野の革新的な技術開発に挑戦

AWE

1テーマ

- 逆電流耐性、低過電圧触媒せ径
- 基材又は隔膜への触媒形成方法の開発と最適化 等

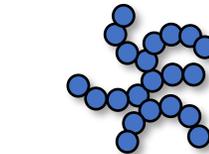


パイロクロア酸化物酸素触媒

PEM

4テーマ

- アノード触媒のイリジウム削減／フリー化
- PTLの低貴金属化 等



多孔性酸化物担体

+



最表面&界面
原子レベル制御



アモルファス
IrO₂
結晶性IrO₂

AEM

3テーマ

- アニオン交換膜・アイオノマの高機能化（低pH）
- 非貴金属カソード触媒
- AEMセル・スタック設計 等

SOEC

2テーマ

- プロトン伝導形セラミック電解セル
- 変動電源による劣化機構解明

水素基盤事業の始動（実用化技術）

- 燃料電池・水素貯蔵タンク・水電解システムの普及拡大に資する高度な実用化技術開発テーマを6件採択（1 / 2助成）

テーマ名	実施者
H D V 及び定置用への適用を可能とする多用途型燃料電池スタックの研究開発	東芝エネルギーシステムズ株式会社
高水素バリア性樹脂材料と回転成形法による / 大型・薄肉高圧水素貯蔵タンクライナーの研究開発	株式会社タカギセイコー
P E M W E 向け高圧対応 C C M 技術開発	株式会社SCREENホールディングス
次世代全炭化水素系 C C M および 高性能大型水電解スタックの実用化技術開発	東レ株式会社、山梨県企業局
A E M 型水電解システムの開発と長期フィールド実証事業	住友電気工業株式会社
水素製造水電解用アニオン交換膜及び量産プロセス技術の研究開発	住友ベークライト株式会社

ご清聴ありがとうございました