

NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026 プログラムNo. 603-2-02

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／燃料電池・水電解の共通基盤技術開発/ 電気化学的特性測定

発表：2026年7月22日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 篠原 和彦

*団体名 FC-Cubic、山梨県

問い合わせ先 一般社団法人FC-Cubic

E-mail:k-shinohara@fc-cubic.or.jp TEL:055-213-0360

事業概要

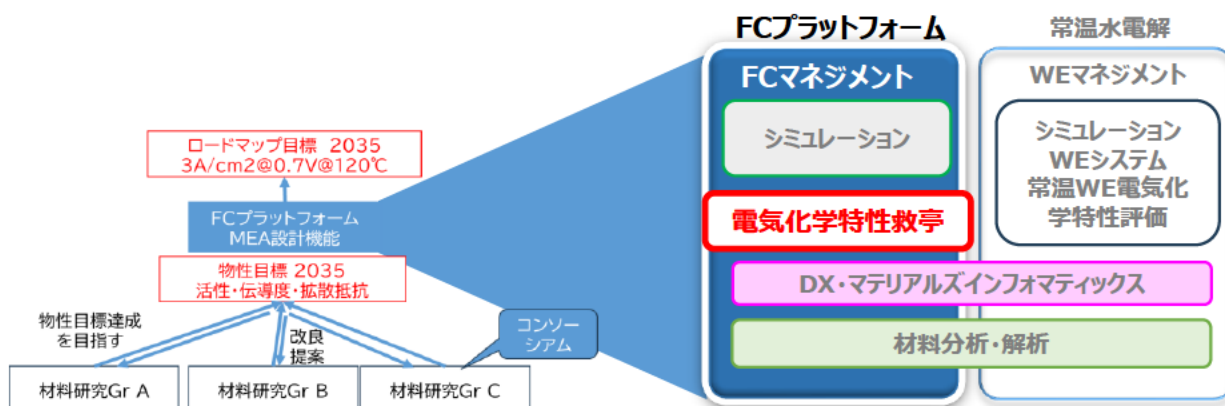
期間 開始 : (西暦) 2025年6月
終了 (予定) : (西暦) 2030年3月

FC・Platform

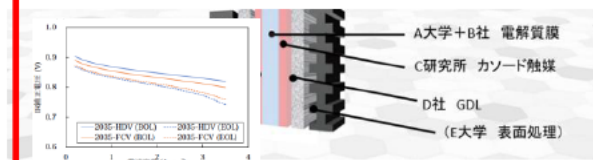


事業の目標

PF目標のNEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ記載の2035年HDV目標の達成に資するMEAを提案するため、①MEA特性解析技術を開発・活用し、②開発材料の課題及び改良提案を行うとともに材料開発サイクルの加速を実現する。さらに有望な材料開発を進めるため、③材料特性の評価プロトコル並びに加速試験法を開発し活用できるよう公開していく。

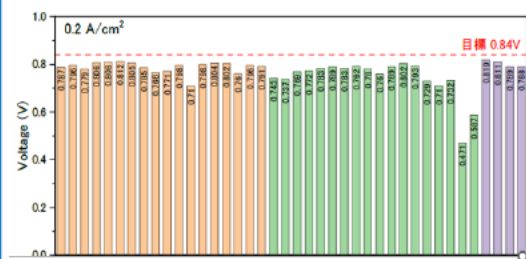


1. PF全体目標 NEDO-MEAでロードマップ 目標達成を目指す



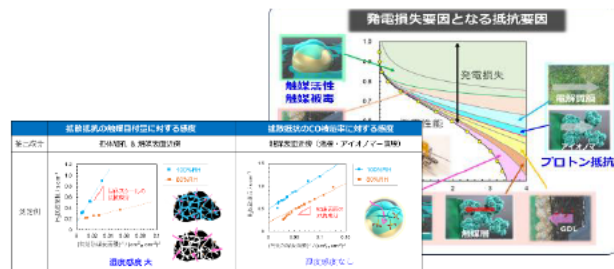
候補材料を用いたMEA試作・特性評価解析により達成度と課題を提示

2. 開発材料横並び評価



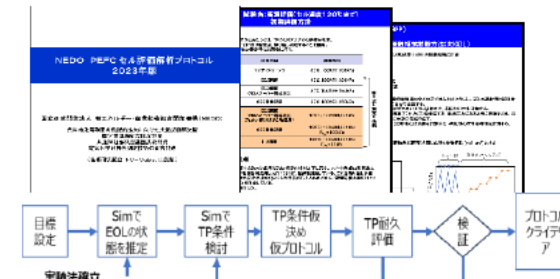
材料研究グループ開発サンプルの特徴を明確にし開発指針を提示する。

3. MEA分極特性解析法開発



性能低下要因を抽出する特性解析手法を開発する。

4. 評価プロトコル・AST開発



MEA特性・耐久性測定プロトコルを開発し広く開発者に展開する。

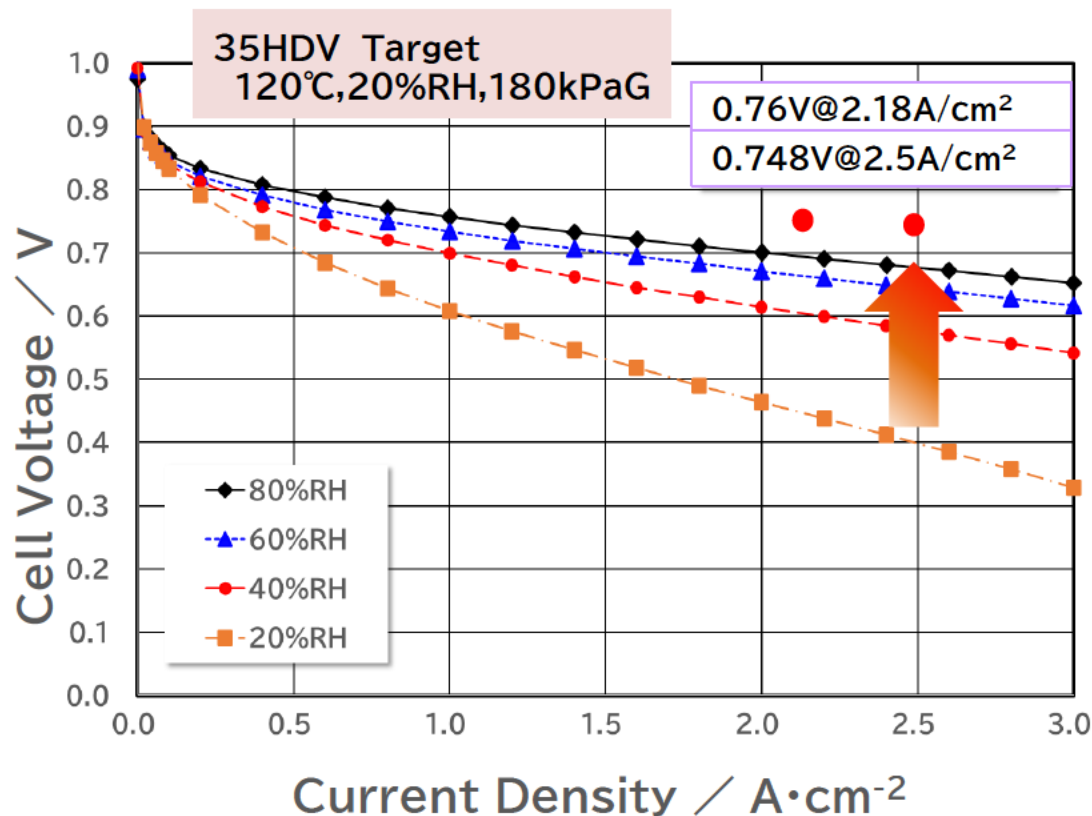
1. 事業の位置付け・必要性

NEDO燃料電池・水素技術ロードマップ記載の2035年以降の目指すべき値

FCV：スタック出力密度9kW/L、耐久 1万時間、白金0.03g/kW、最高運転温度120

HDV：システム出力密度0.65kW/L、耐久5万時間、白金0.15g/kW、最高運転温度 120℃

Components	
Cathode Cat	Pt/CNovel (Doshisha Uni, IFK)
Cathode Ionomer	HOPI (AGC)
Pt loading	0.18mg/cm ²
Appli process	Decal
Membrane	GORE SELECT M765.08 (GORE) 8μm
Anode Cat	PtCo/C (Yamanashi Uni)
Anode Ionomer	Nafion
Pt loading	0.05mg/cm ²
Appli process	Decal



IV Performance under 120°C/180kPaG

1. 事業の位置付け・必要性

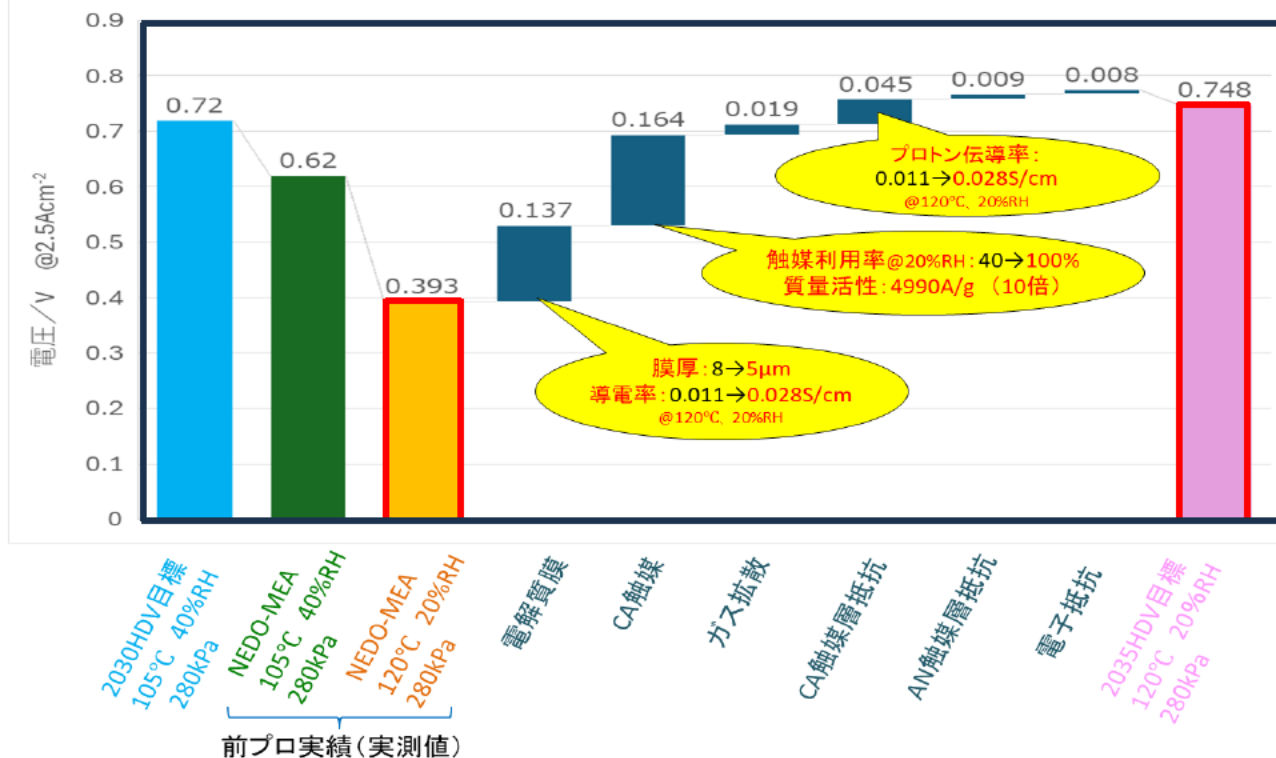
NEDO燃料電池・水素技術ロードマップ記載の2035年以降の目指すべき値

FCV：スタック出力密度9kW/L、耐久 1万時間、白金0.03g/kW、最高運転温度120

HDV：システム出力密度0.65kW/L、耐久5万時間、白金0.15g/kW、最高運転温度 120℃

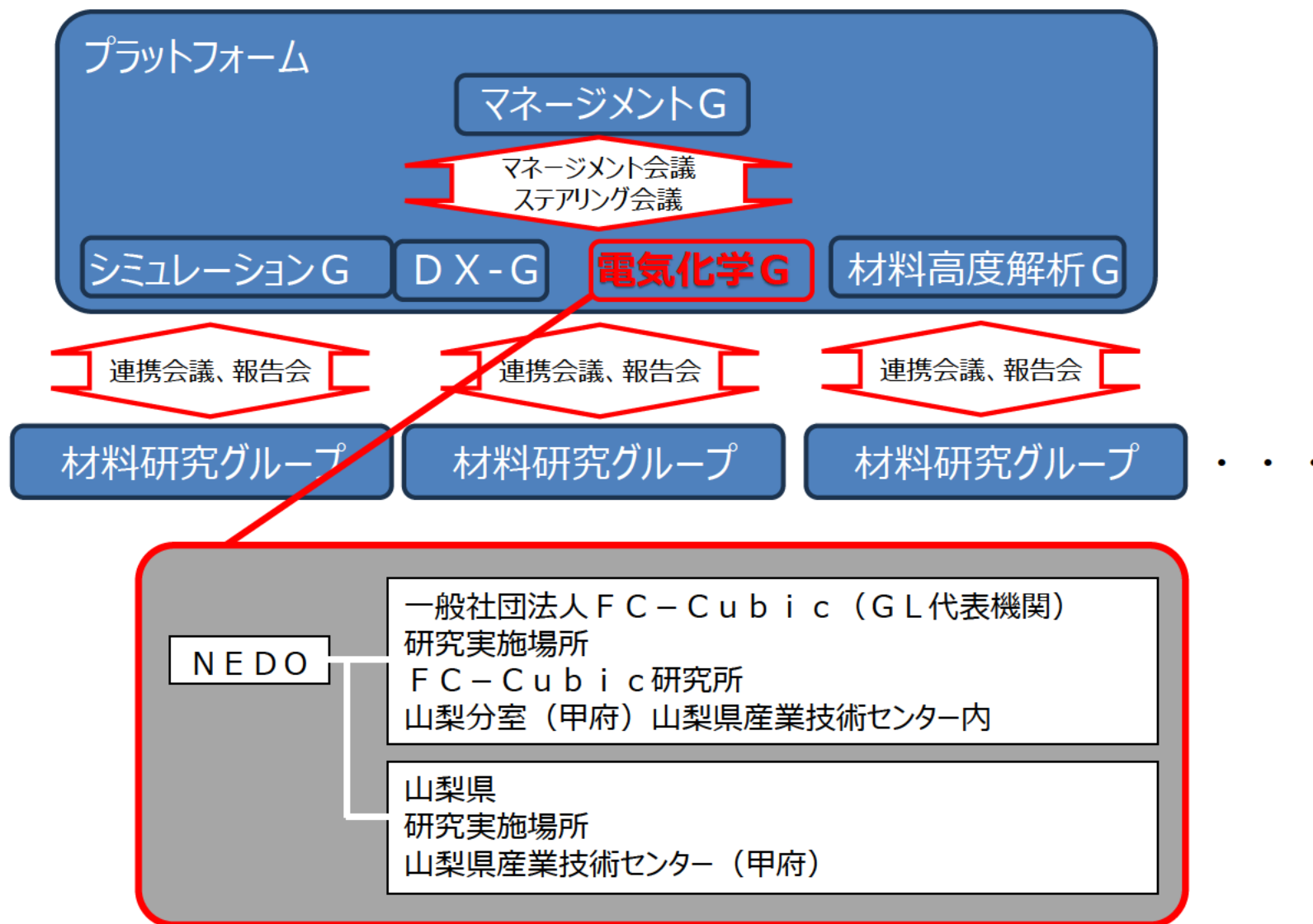
現状と大きなギャップがある2035年目標の達成に向け、多くの技術課題を解決するため、オールジャパンの体制で革新的な要素研究だけでなく、これら機構解明に必要となる基盤技術の更なる高度化に取り組むことが必要。

2035年HDV目標達成の目論見



2. 研究開発マネジメントについて

実施体制

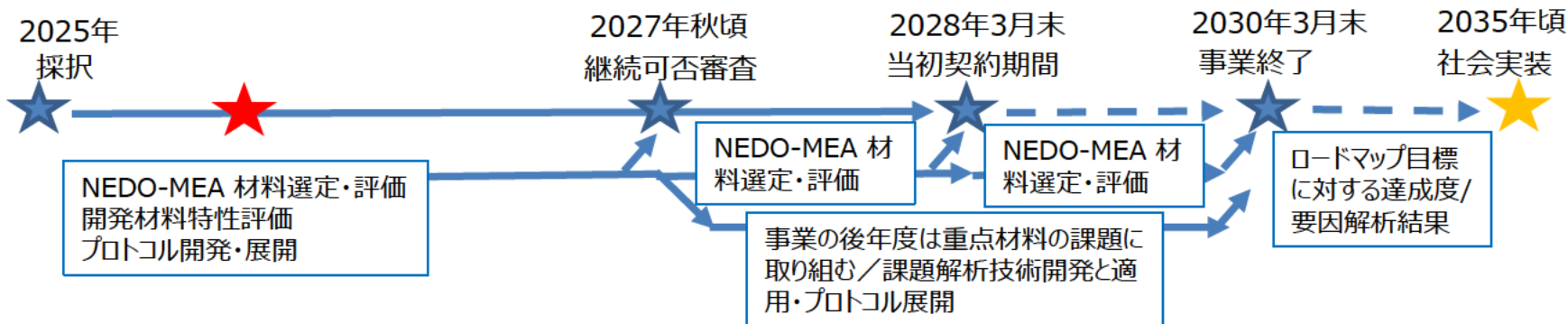


2. 研究開発マネジメントについて

研究開発の進捗管理

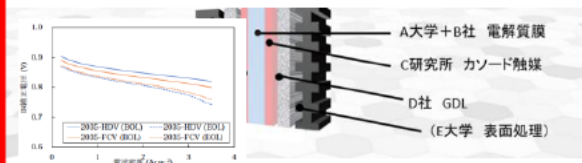
材料種別	材料番号	コメント	評価項目										実施状況				実施-終了日				実施担当者
			材料選定	材料評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	材料特性評価	開始	終了	開始	終了	開始	終了	開始	終了	
FC-Cubic	FC-Cubic-001	FC-Cubic-001	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-002	FC-Cubic-002	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-003	FC-Cubic-003	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-004	FC-Cubic-004	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-005	FC-Cubic-005	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-006	FC-Cubic-006	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-007	FC-Cubic-007	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-008	FC-Cubic-008	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-009	FC-Cubic-009	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Cubic-010	FC-Cubic-010	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
FC-Platform	FC-Platform-001	FC-Platform-001	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-002	FC-Platform-002	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-003	FC-Platform-003	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-004	FC-Platform-004	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-005	FC-Platform-005	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-006	FC-Platform-006	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-007	FC-Platform-007	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-008	FC-Platform-008	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-009	FC-Platform-009	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27
	FC-Platform-010	FC-Platform-010	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2025/3/25	2026/3/27							2026/3/27

研究開発のスケジュール



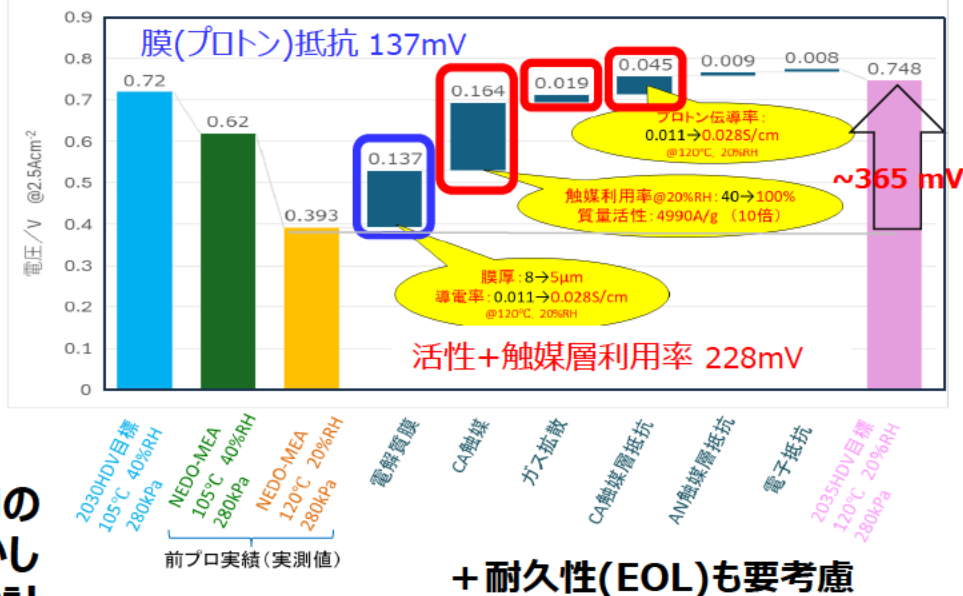
3. 成果・進捗概要 1. NEDO-MEA

1. PF全体目標 NEDO-MEAでロードマップ 目標達成を目指す



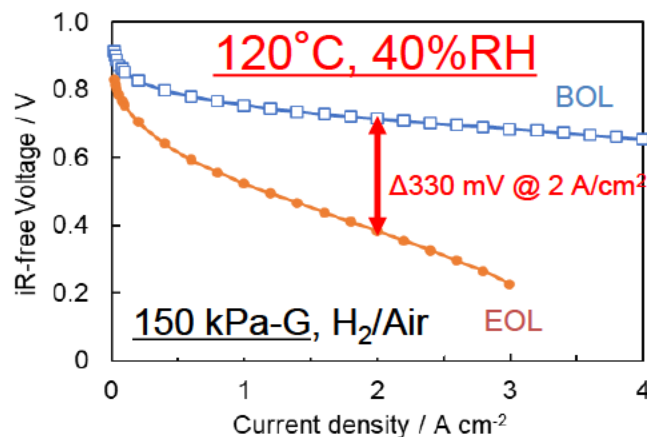
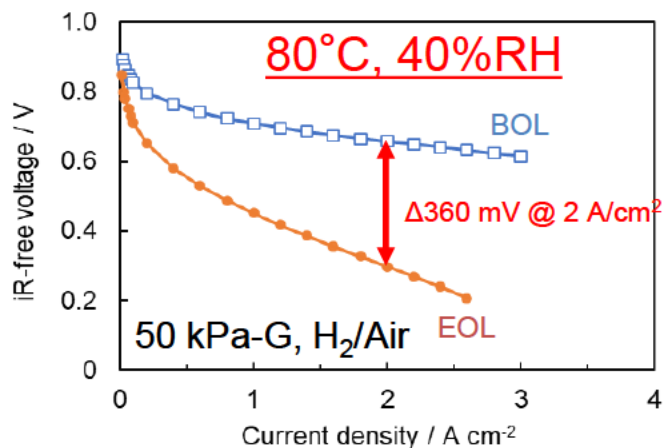
候補材料を用いたMEA試作・特性
評価解析により達成度と課題を提示

2035年HDV目標達成の目論見



低加湿条件(+劣化後)において、カーボン細孔内の白金がどれだけ有効に利用されているかを解き明かし
(計測手法+モデリング)、材料開発や触媒層設計
にFB。

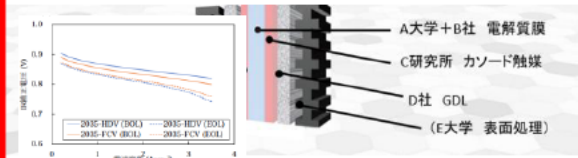
80°C, 100%RH, 0.6-0.95V 30000サイクル前後のI-V性能比較 低加湿の著しい性能低下



カソード:
Pt/Cnovel+HOPI
+東レGDL
アノード:
PtCo/C+東レGDL
電解質膜: Gore
8μm

3. 成果・進捗概要 1. NEDO-MEA

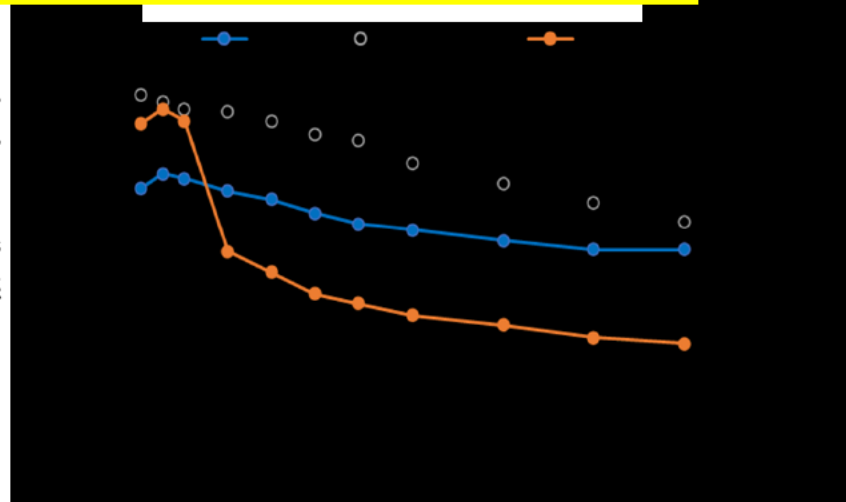
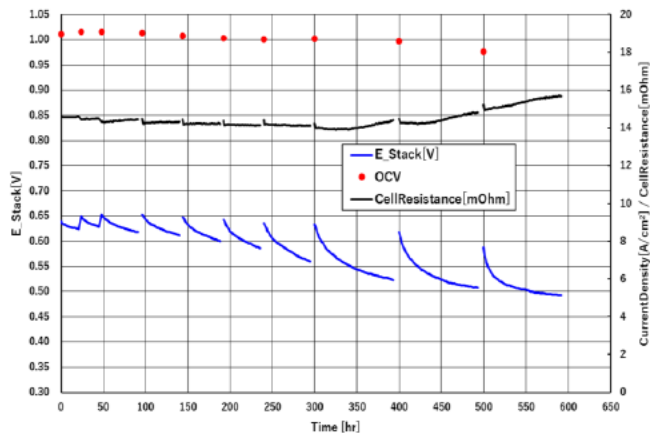
1. PF全体目標 NEDO-MEAでロードマップ 目標達成を目指す



候補材料を用いたMEA試作・特性
評価解析により達成度と課題を提示

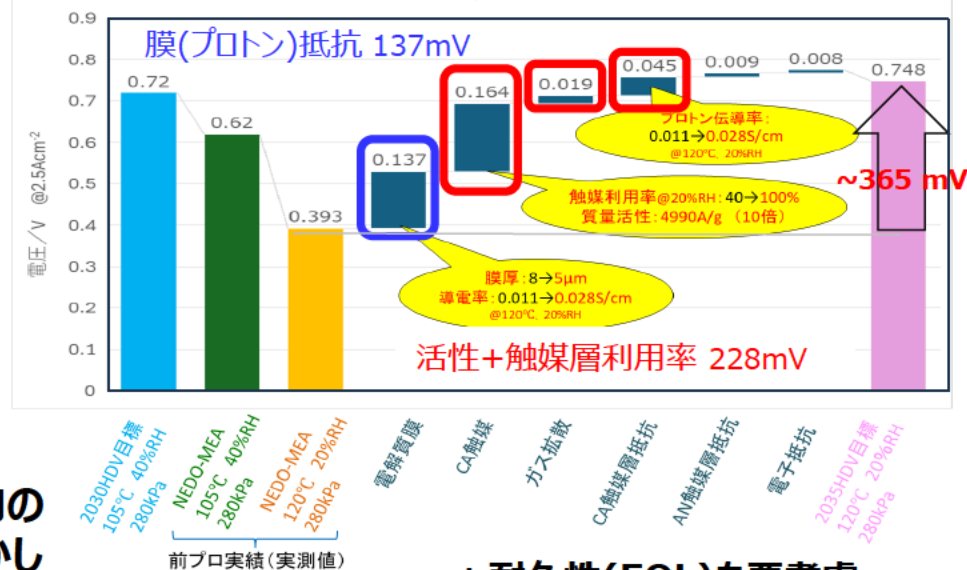
低加湿条件(+劣化後)において、カーボン細孔内の
白金がどれだけ有効に利用されているかを解き明かし
(計測手法+モデリング)、材料開発や触媒層設計
にFB。

120℃ 40%RH 2A/cm² 連続運転で、低加湿条件のI-V性能低下
ORR活性、カソード側のECSA、電気二重層容量の低下。



カソード：
Pt/Cnovel+HOPI
+東レGDL
アノード：
PtCo/C+東レGDL
電解質膜： Gore
8μm

2035年HDV目標達成の目論見

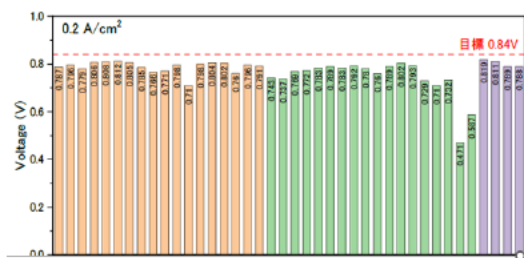


+ 耐久性(EOL)も要考慮

3. 成果・進捗概要

2. 開発材料横並び評価

2. 開発材料横並び評価

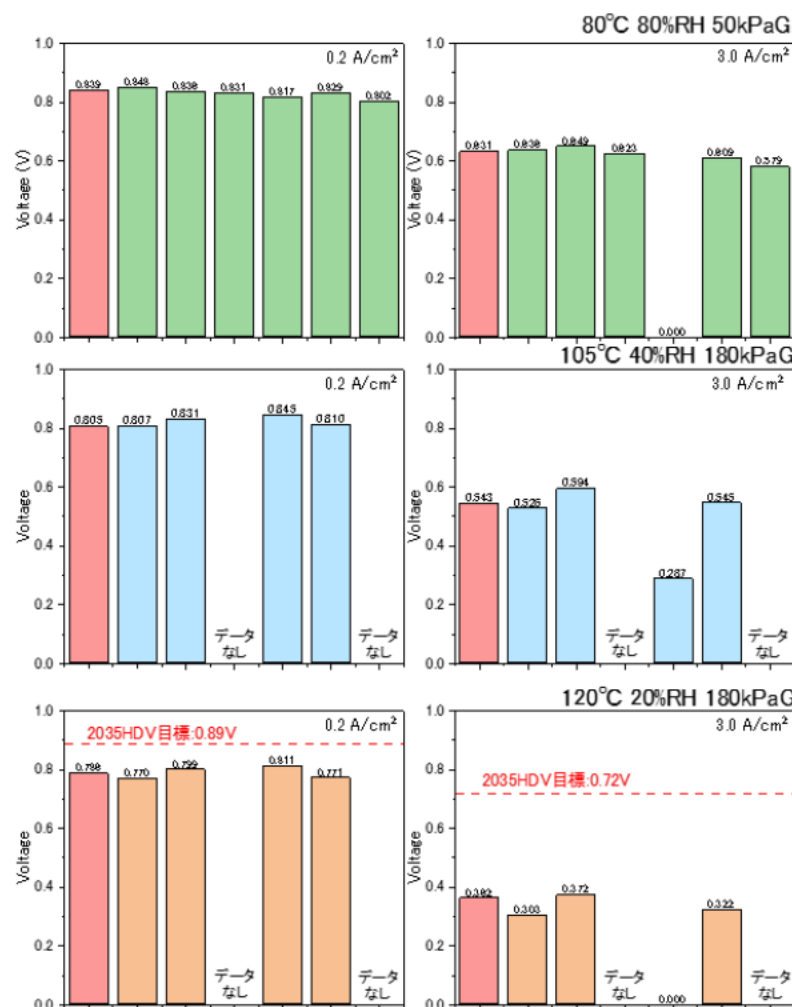


材料研究グループ開発サンプルの特徴を明確にし開発指針を提示する。

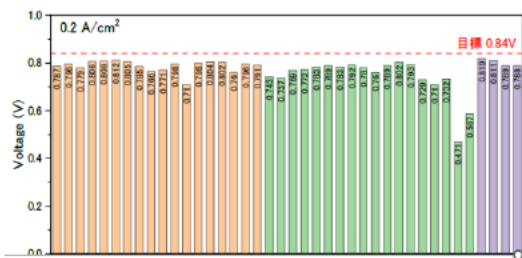
部材		詳細
流路	並行流路	1cm×1cm または 1cm×3cmセル
GDL	両極とも	東レ XGL-R-055CD0
カソード触媒層	触媒	開発触媒 0.18 mg/cm ²
	アイオノマ	AGC HOPI IA503
	I/C	材料に応じて設定 0.8~1.2程度
電解質膜		GORE-SELECT® Membrane M765.08 8μm
アノード触媒層	触媒	PtCo/Vulcan 0.04 mg/cm ²
	アイオノマ	Nafion DE2020
	I/C	1.0

前事業のNEDO MEAの部材をベースに評価MEA仕様を設定、担持量はNEDOロードマップ目標に合わせて0.18 mg/cm²で評価。

ロードマップHDV目標に対し大きな乖離



2. 開発材料横並び評価



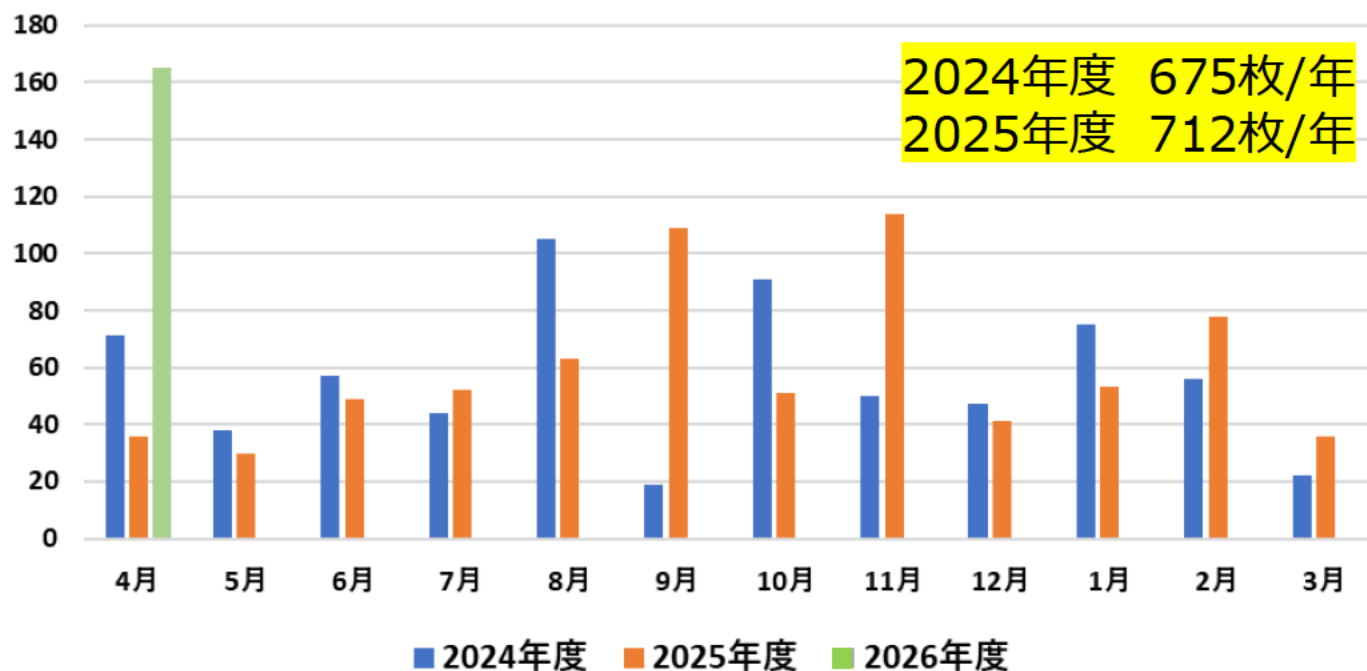
材料研究グループ開発サンプルの特徴を明確にし開発指針を提示する。

MEA試作量の加速が強く期待されている。

2024年度 → 2025年度で 10%試作数増加

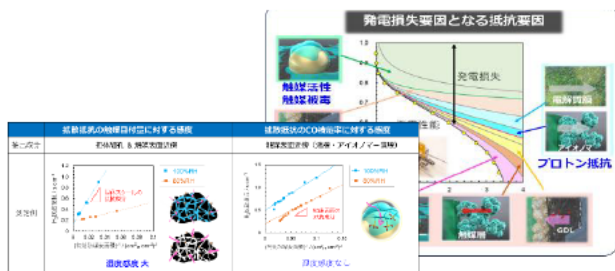
- ・試作スケジュールの見直し
- ・試作ノウハウの共有による歩留まり改善により効率を向上

CCM試作枚数実績



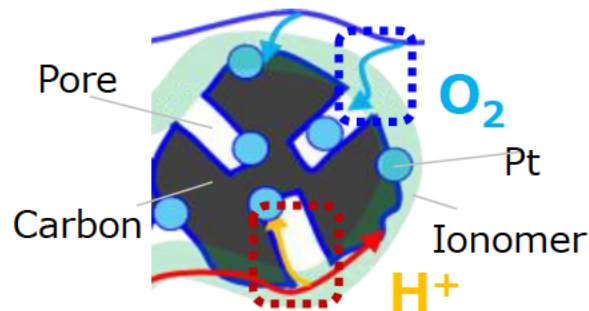
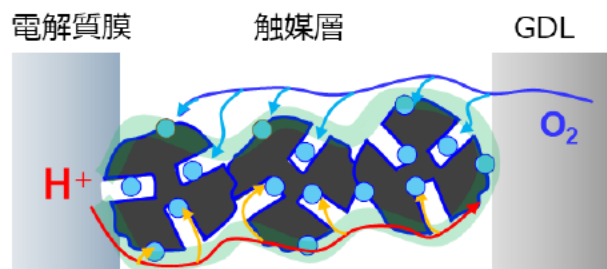
3. 成果・進捗概要 3. MEA分極特性解析法開発

3. MEA分極特性解析法開発



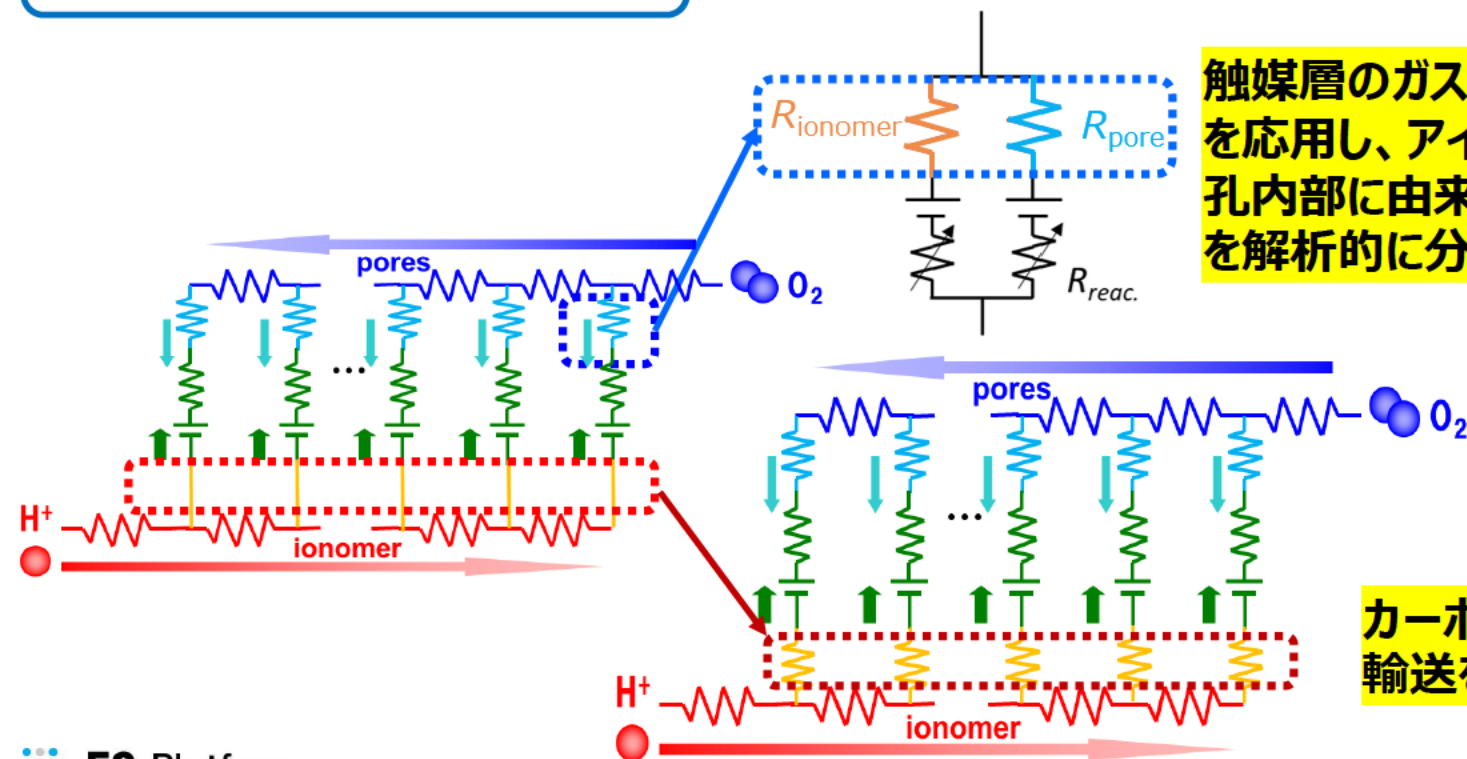
性能低下要因を抽出する特性解析手法を開発する。

触媒層カーボン細孔内の酸素輸送抵抗、プロトン輸送抵抗、および反応の計測・解析法の開発が課題。



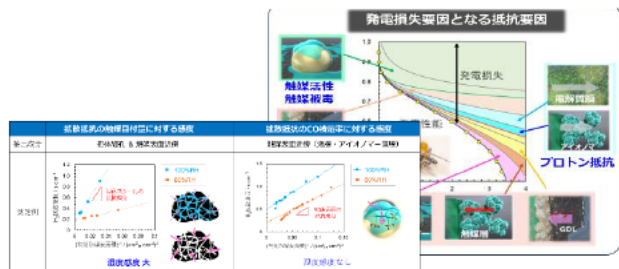
触媒層のガス輸送抵抗測定結果を応用し、アイオノマーとカーボン細孔内部に由来する酸素輸送抵抗を解析的に分離

カーボン細孔内のプロトン輸送を考慮する



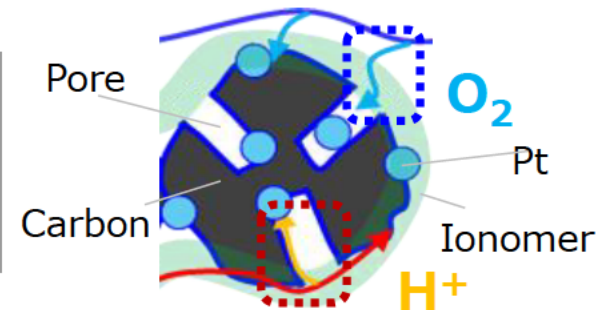
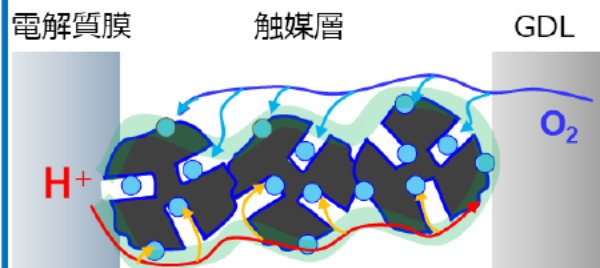
3. 成果・進捗概要 3. MEA分極特性解析法開発

3. MEA分極特性解析法開発

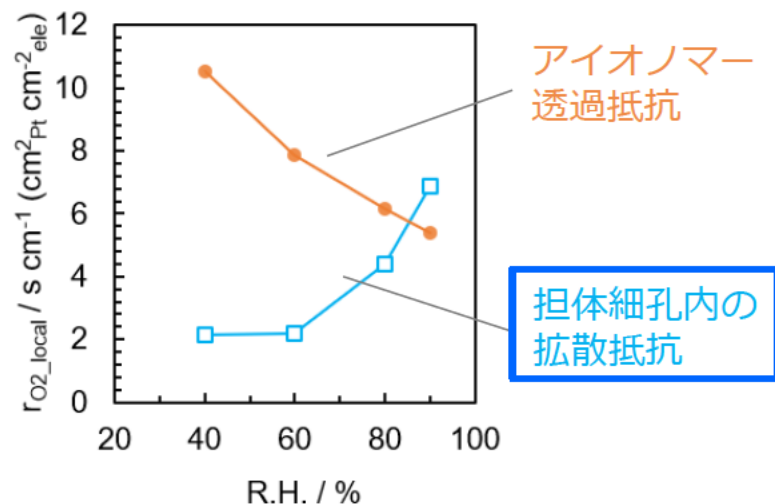


性能低下要因を抽出する特性解析手法を開発する。

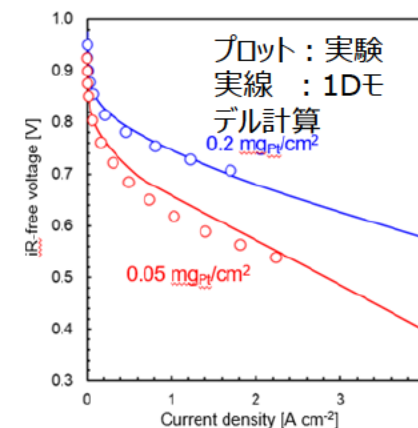
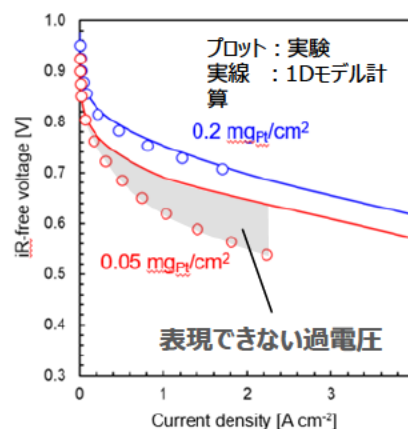
触媒層カーボン細孔内の酸素輸送抵抗、プロトン輸送抵抗、および反応の計測・解析法の開発が課題。



酸素輸送抵抗を解析的に分離



カーボン細孔内のプロトン輸送を考慮することで、MPC・低白金・ドライ条件での過電圧を表現

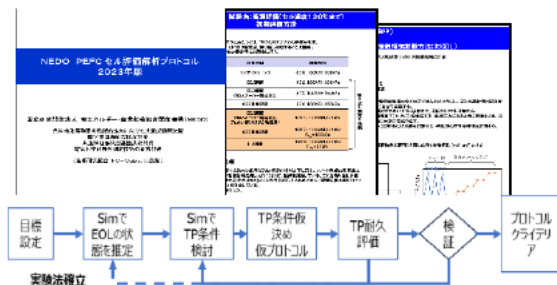


50kPa_G, 80°C, 40%RH

3. 成果・進捗概要 4. 評価プロトコル・AST開発

◆成果・進捗概要

4. 評価プロトコル・AST開発

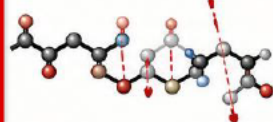


MEA特性・耐久性測定プロトコルを開発し広く開発者に展開する。

電解質膜の劣化要因

化学劣化 (主に化学構造の変化)

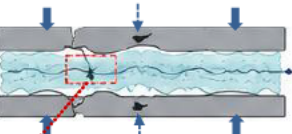
ラジカル攻撃 ($\text{OH}\cdot$, $\text{HO}_2\cdot$)
加水分解 (側鎖・主鎖切断)
過酸化水素による酸化分解
金属イオン触媒作用



スルホン酸基の脱離・
減少・分子量低下・構造崩壊

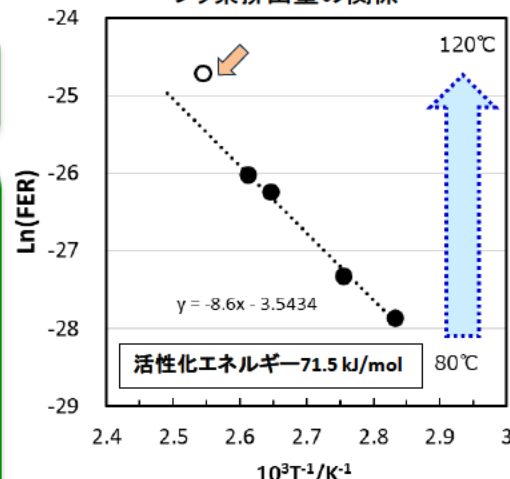
機械劣化 (物理的損傷・変形)

- ・膨潤/収縮の繰返し
- ・差圧による引張応力
- ・クリープ・リラクゼーション
- ・乾湿サイクル



膜の変形(しわ・波打ちなど)
局所的な応力集中・損傷の進行

OCV耐久(化学劣化)時の温度とフッ素排出量の関係

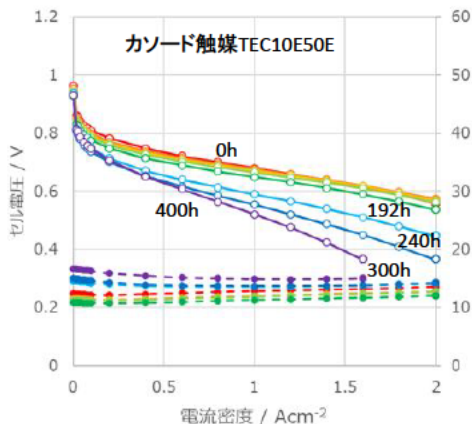


120°Cはアレニウスプロットからずれる

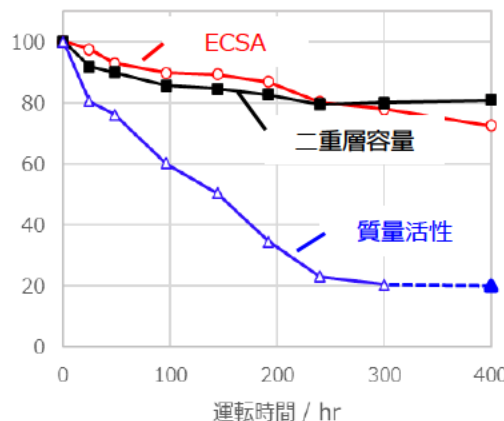
高温一定負荷耐久による劣化

運転時間によるIV特性変化

耐久条件
セル温度: 120°C
加湿条件: 40%RH
一定負荷 2A/cm²
ガス種: An-H₂, Ca-Air

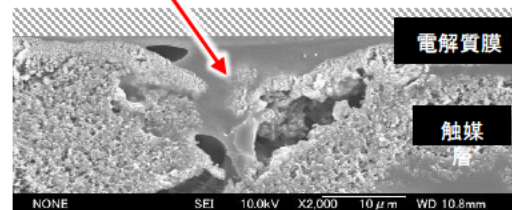


運転時間による各種特性変化



高温一定負荷耐久後の電解質膜界面の様子

電解質膜の溶け出し

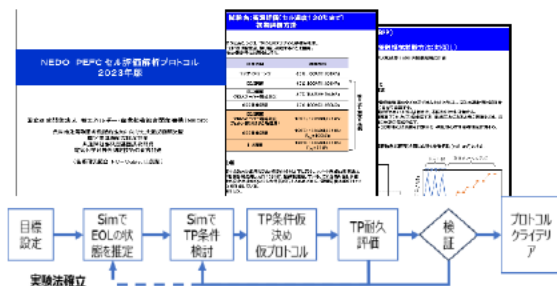


耐久後に電解質膜の溶け出した様子が
見られる

3. 成果・進捗概要 4. 評価プロトコル・AST開発

◆成果・進捗概要

4. 評価プロトコル・AST開発



MEA特性・耐久性測定プロトコルを開発し広く開発者に展開する。

Dry-Wet耐久による電解質膜耐久性比較

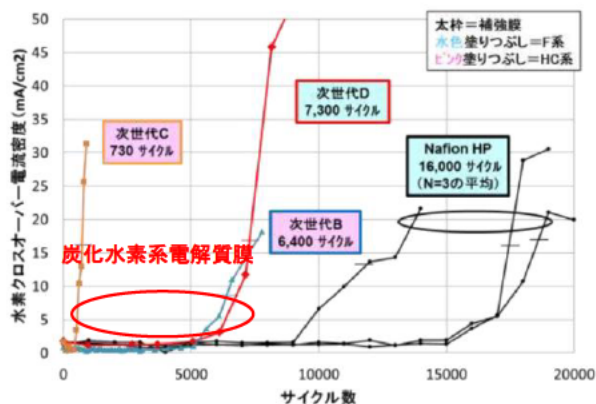
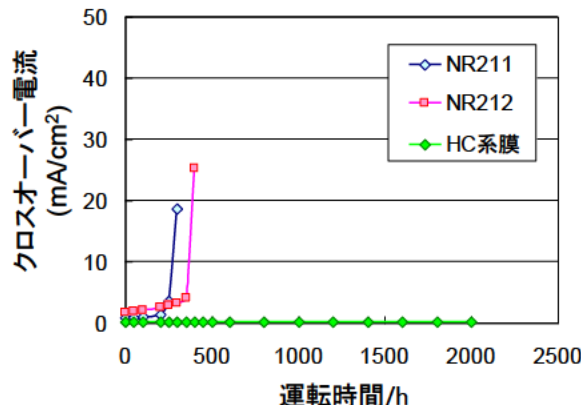


図6. 1-2-2 次世代技術開発電解質膜の湿度サイクル試験結果

固体高分子燃料電池実用化推進技術開発/基盤技術開発「セル評価解析の共通基盤技術」平成22年度～平成26年度成果報告書(平成27年3月)から引用

炭化水素系電解質膜は、OCV耐久では劣化状態の判断が難しくDry-Wetサイクル耐久で劣化が大きい

OCV耐久でのCOC変化



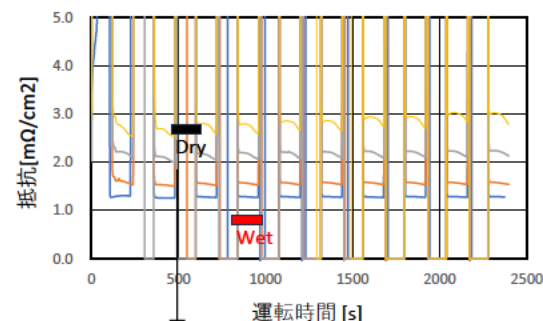
* NEDO PEFC評価解析プロトコルから引用

炭化水素系電解質膜はOCV試験にDry-Wetサイクルを追加した複合モードに変更することを検討中

OCV耐久+Dry-Wet耐久の検討

モード	試験条件			
	セル温度	負荷	ガス	加湿温度
① OCV耐久	100℃		H ₂ (138 Nccm)	80℃
			O ₂ (455 Nccm)	80℃
				45時間
② Dry-Wetサイクル	90℃		H ₂ (2000 Nccm)	90℃
			N ₂ (2000 Nccm)	90℃
				10サイクル
				10サイクル
③ LSV測定	90℃		H ₂ (200 Nccm)	90℃
			N ₂ (200 Nccm)	90℃
				10サイクル
				10サイクル

Dry-Wetサイクル時の抵抗変化



Dry時は抵抗計がレンジオーバー

① ⇒ ② ⇒ ③をCOCが大幅増大するまで、繰り返す

4. 今後の見通しについて

- ・本評価解析プラットフォームの成果は、今後の燃料電池事業の拡大に対して**日本の産業的競争力**の観点で有益と考えられる。**アプリケーション用途拡大**が見込まれる本事業分野において、ユーザー企業は本プラットフォームの研究開発成果を活用する。
- ・アプリケーション分野：**乗用車・商用車など移動体、船舶、鉄道、航空・宇宙、定置型等**



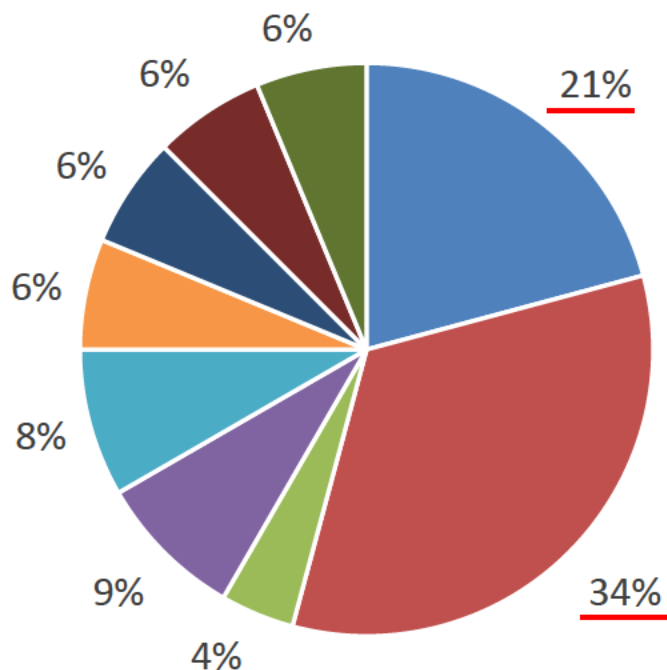
ハイブリッド車両（燃料電池）試験車両 イメージ図（JR東日本）



5. その他

実習+技術相談

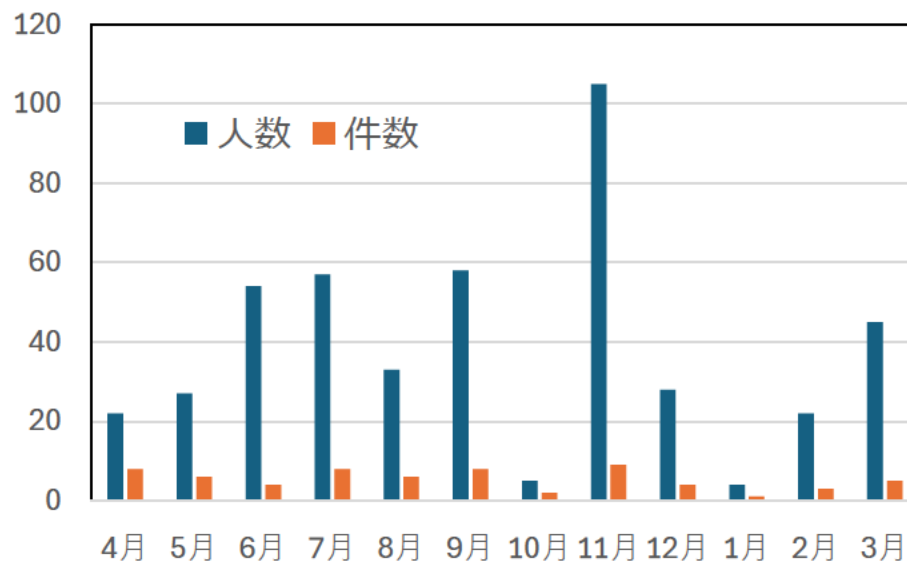
2025年度：52件(7+45)



- MEA試作
- BPP
- GDL
- 触媒
- セル評価
- RDE
- 電解質膜
- 水電解

施設見学

2025年度：64件 460名



評価法、プロトコルの展開

内容	件数
学会発表・講演	15
論文等	2

END

