

事業名：燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/共通課題解決型基盤技術開発

/電気化学的特性測定技術の研究開発

発表者名：技術研究組合FC-Cubic 山梨県

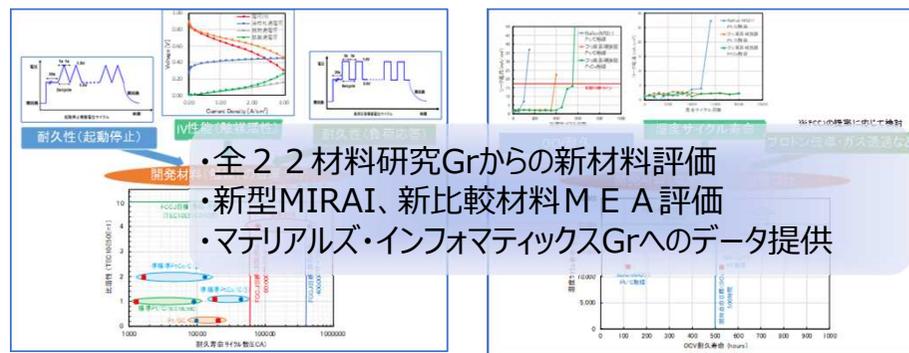
○事業概要

・電気化学的特性評価技術をフルに新規材料開発、シミュレーション開発に活用し、他のPF内グループと連携し、新材料創出および性能・耐久シミュレーションの有効化により産業界の燃料電池性能・耐久性向上につなげる。

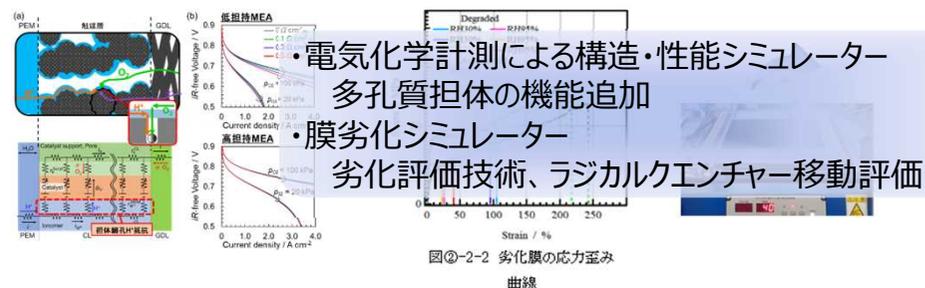
評価解析プラットフォーム 3つのワークパッケージ (WP)



① 新規開発材料の特性評価・解析 (山梨県)



② シミュレーションバリデーション (FC-Cubic)



③ 燃料電池材料特性評価プロトコル、評価セルの開発と共通化 (FC-Cubic)



連絡先
技術研究組合FC-Cubic
E-mail: a-aoki@fc-cubic.or.jp
TEL:03-3599-2357

①新規開発材料の特性評価・解析 (山梨県)

Challenge

- ・新規材料に対応したMEA試作・評価
- ・改訂プロトコルによる材料評価

Goal

- ・新規開発材料の特徴を明らかにする。
- ・実用化のための課題および材料技術の方向性を提示する。

20年度末状況

- ・新規材料評価体制更新、材料評価開始。比較材料（市販材料・MIRAIなど）のデータ取得。

NEDO事業 材料開発テーマ一覧

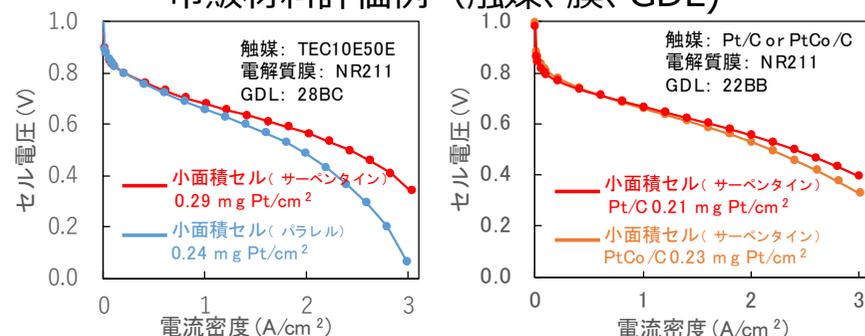
テーマ名	GL機関
高温低加湿動作を目指した革新的低白金化技術開発	同志社大学
未結合金カソード触媒の創製	京都大学
高効率・高出力・高耐久PEFCを実現する革新的材料の研究開発事業	山梨大学
大型モビリティに適応する多用途型燃料電池モジュールの研究開発	東芝エネルギーシステムズ株式会社
ラジカル低減機能と燃料欠乏耐性を有するアノード触媒の研究開発	山梨大学
高耐久性を目指したラジカルエンチャータの研究開発	上智大学
配位高分子を用いた中温作動燃料電池の研究開発	株式会社デンソー
硫黄化合物等の吸着脱離メカニズム解明と触毒予防・回復技術開発	物質・材料研究機構
三次元反応場制御	州大学
高分子形と酸化物	州大学
カーボンフリー	東京工業大学
広温湿度作動PEFCを実現する先進的材料コンセプトの創出	山梨大学
高性能・高耐久・低コストMEAに向けた先端要素技術の研究開発	東海国立大学機構名古屋大学
超高電位を目指した酸化物カソードの開発・超機能発現のための表面/界面解析と制御	横浜国立大学
超高電位を目指した酸化物カソードの開発・理論起電力達成のための触媒合成	福岡大学
超高電位を目指した酸化物カソードの開発・先端計測と理論解析による触媒能発現機構の解明	物質・材料研究機構
十四員環型活性点の高活性化・高密度化による革新的非白金触媒の研究開発	国立大学法人東京工業大学
PEFC用イオン液体含浸型Pt/MPC高活性・高耐久カソード触媒合成技術の研究開発	奈良工業高等専門学校
イオン液体構造を有するアイオノマーによる革新的低白金技術の研究開発	福岡工業高等専門学校
機能性ナノファイバーフレームワークを基本骨格とする低コスト・高耐久性電解質複合膜の研究開発	東京都立大学
150°C運転可能な高耐久超薄コンポジット電解質膜/電極接合体の研究開発	豊橋技術科学大学
高伝導無水系電解質膜の研究開発	東海国立大学機構名古屋大学

22テーマ中18テーマの材料を評価予定

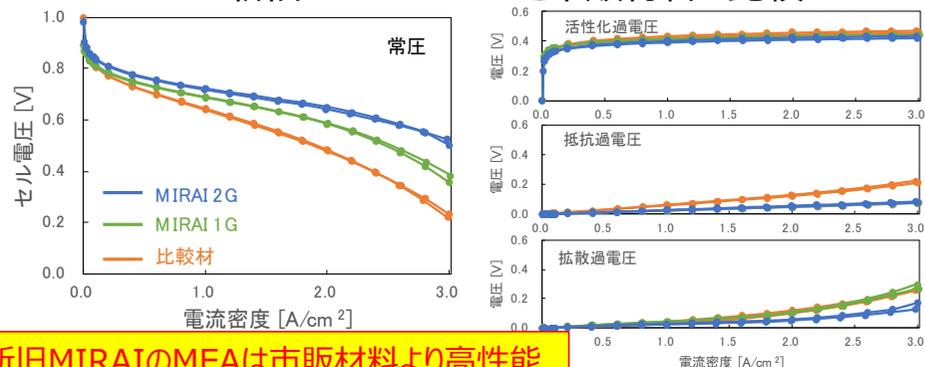
開発機関	材料
同志社大学	Pt/Pd/C系コアシェル触媒、PtCo合金触媒
産業技術総合研究所	有機物修飾PtCo合金触媒
山梨大学	アノード触媒評価用MEA
九州大学	酸化物被覆担体触媒
東京工業大学	非白金系カーボン触媒

4テーマ 5機関の材料評価を開始

市販材料評価例 (触媒、膜、GDL)



新旧MIRAIのMEAと市販材料の比較



新旧MIRAIのMEAは市販材料より高性能

②シミュレーションバリデーション (FC-Cubic)

Challenge

・担体構造、ラジカルエンチャー等の新たな要素についての課題

Goal

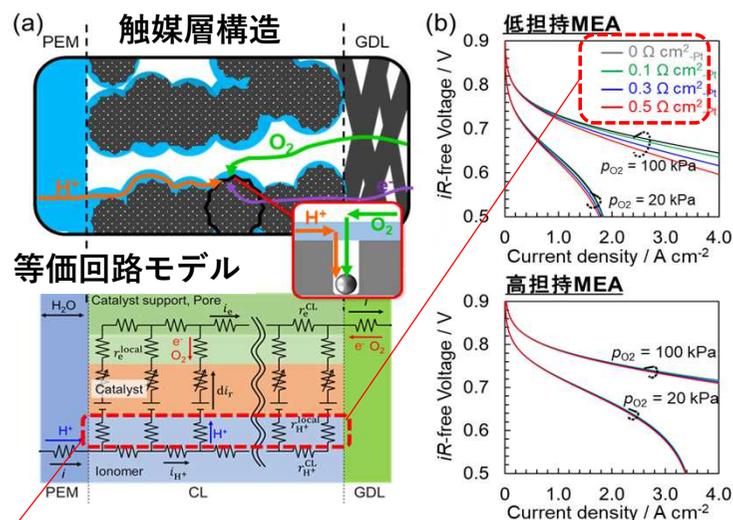
・MEA性能、電解質膜劣化の予測シミュレーションの検証を行い、有効化する。

'20末 進捗

・発電性能Sim、電解質膜劣化Simのバリデーションのための、評価・解析技術および体制の整備完了。

MEA性能シミュレーション

②-1 電気化学計測による構造・性能シミュレーターのバリデーション



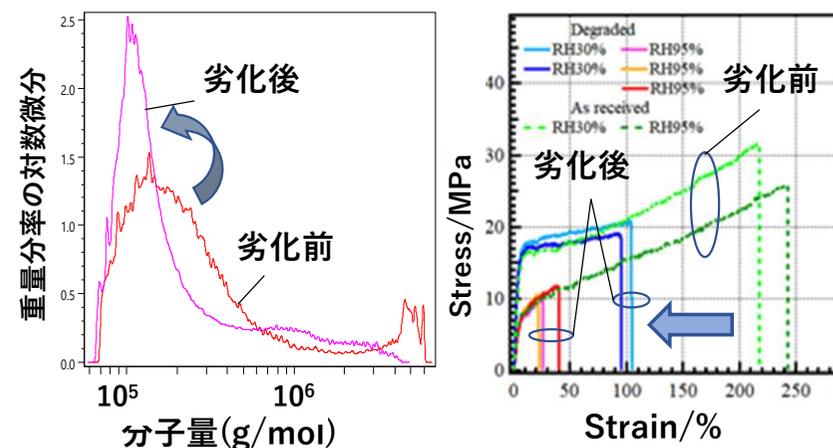
担体細孔内のH⁺抵抗、O₂拡散抵抗を織り込んだモデルフィッティングでMEA特性抽出を可能に。

触媒担体の細孔構造を反映した物質移動抵抗の評価技術を確立。

電解質膜劣化シミュレーション

②-2 膜劣化シミュレーターのバリデーション

②-3 フルサイズMEAによる劣化シミュレーターのバリデーション



劣化試験⇒分子量分布・交換容量・化学構造・高次構造・形態観察・引張試験の手法にめどをつけた。

化学劣化、高次構造変化に着目した評価指標を決定し、手法を確立。

③燃料電池材料特性評価プロトコル、評価セルの開発と共通化 (FC-Cubic)

Challenge	・新たな産業界ニーズに基づく新規材料評価へ対応する評価プロトコル
Goal	・材料の特性を適切に評価するためのFCCJプロトコルをアップデートし展開する。
'20末 進捗	<ul style="list-style-type: none"> ・水素ポンプ法、EIS、限界電流法は、評価方法を決定、120℃の高温評価・耐久検討開始。 ・評価セルの設計開始。

新規追加項目

●FCCJの主要評価項目の比較表(FCCJ標準、旧)

項目	項目名	単位	標準	評価	評価	備考
電解質膜	膜厚 (平均値)	μm	100 ± 10	100 ± 10	100 ± 10	
	膜厚 (最大値)	μm	120	120	120	
	膜厚 (最小値)	μm	80	80	80	
	膜厚 (標準偏差)	μm	10	10	10	
触媒層	触媒層厚 (平均値)	μm	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	
	触媒層厚 (最大値)	μm	15	15	15	
	触媒層厚 (最小値)	μm	5	5	5	
	触媒層厚 (標準偏差)	μm	2	2	2	
電極	電極厚 (平均値)	μm	100 ± 10	100 ± 10	100 ± 10	
	電極厚 (最大値)	μm	120	120	120	
	電極厚 (最小値)	μm	80	80	80	
	電極厚 (標準偏差)	μm	10	10	10	

7項目

FCCJと論議し新規のプロトコル項目 (高温評価・アノード触媒) を追加

項目	項目名	単位	標準	評価	評価	備考
電解質膜	膜厚 (平均値)	μm	100 ± 10	100 ± 10	100 ± 10	
	膜厚 (最大値)	μm	120	120	120	
	膜厚 (最小値)	μm	80	80	80	
	膜厚 (標準偏差)	μm	10	10	10	
触媒層	触媒層厚 (平均値)	μm	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	
	触媒層厚 (最大値)	μm	15	15	15	
	触媒層厚 (最小値)	μm	5	5	5	
	触媒層厚 (標準偏差)	μm	2	2	2	
電極	電極厚 (平均値)	μm	100 ± 10	100 ± 10	100 ± 10	
	電極厚 (最大値)	μm	120	120	120	
	電極厚 (最小値)	μm	80	80	80	
	電極厚 (標準偏差)	μm	10	10	10	
新規項目	高温評価	℃	120	120	120	
	アノード触媒	μm	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	
	アノード触媒厚 (最大値)	μm	15	15	15	
	アノード触媒厚 (最小値)	μm	5	5	5	

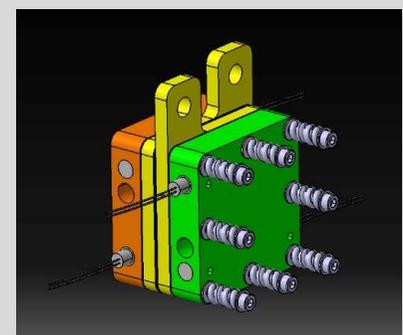
26項目に拡大

共通セルの開発

ユーザー情報を基にこれまでのセルの課題と今後の高温評価への対応

- ・簡便性
- ・再現性
- ・耐久性
- ・価格等

2021年10月ごろに情報を開示



共通セルのイメージ

電解質膜プロトン輸送抵抗 (水素ポンプ法)

・低湿度 (30%RH)で電解質膜のプロトン輸送抵抗以外の触媒層による抵抗が重畳されている可能性あり
⇒ 膜のプロトン輸送抵抗としてはEISや低抵抗計での計測を推奨

触媒層内プロトン輸送 (EIS)

・計測条件を設定
⇒ IC比、湿度依存性ともに適正な結果が得られている

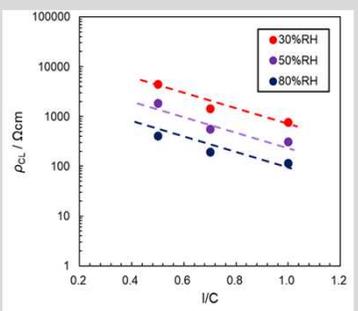


図 . 触媒層プロトン抵抗率のIC比依存性

高温評価のプロトコル開発

現行装置を用いて可能な120℃ 24%RHの条件で初期評価、負荷サイクル耐久実施し、装置及び手法の妥当性を判断
外部リーク、装置不具合はみられず、再現性が良いデータの取得が可能であることを確認

例) 負荷サイクル耐久: 1,000サイクル以降でECSA低下 (先行研究と同様な傾向確認)

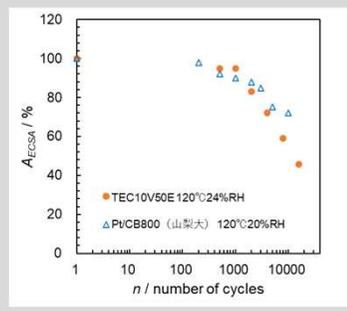


図 . 負荷変動サイクル後のECSA