

発表No.A-12

# 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 篠原和彦

団体名 技術研究組合FC-Cubic  
山梨県

発表日 2022年7月28日



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

- ・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

2022年6月目標：進捗○

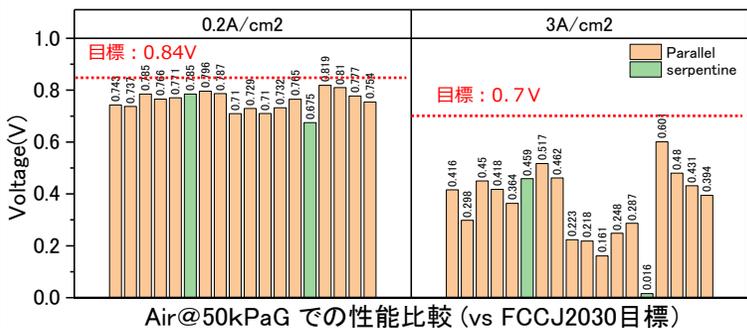
- ・新旧プロトコルを用いて新規開発材料の特徴を明らかにする。とともにプロトコルの課題を抽出
- ・実用化のための課題および材料技術の方向性を提示する。

MEA評価状況：16機関50材料

(PF全体：22事業者 282試料)

標準的な発電評価だけでなく、発電性能の加圧・湿度依存や負荷応答・長期の耐久試験を材料開発者の要望に応じて対応。

新規開発材料に比較用標準材料を含めると300以上のMEAを作製、評価し課題、開発の方向性を提示。

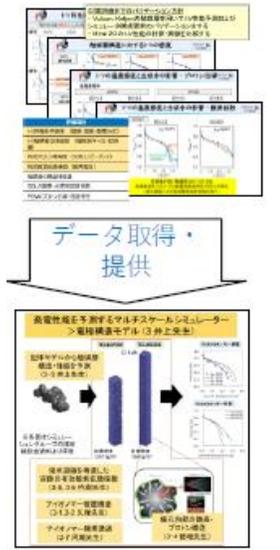


### ②シミュレーションバリデーション FC-Cubic

- ・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への対応

2022年6月目標：進捗○

- ・MEA性能、電解質膜信頼性予測シミュレーション用データを提供
- ・評価・解析技術および体制の整備完。
- ・評価解析結果のシミュレーションへの提供完。



### 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

- ・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開発

2022年6月目標：進捗○

- ・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。

・「NEDO PEFCセル評価プロトコル 2022年3月版を公開

・産業界の英知を入れたセルの図面公開

・RDE評価マニュアルの展開

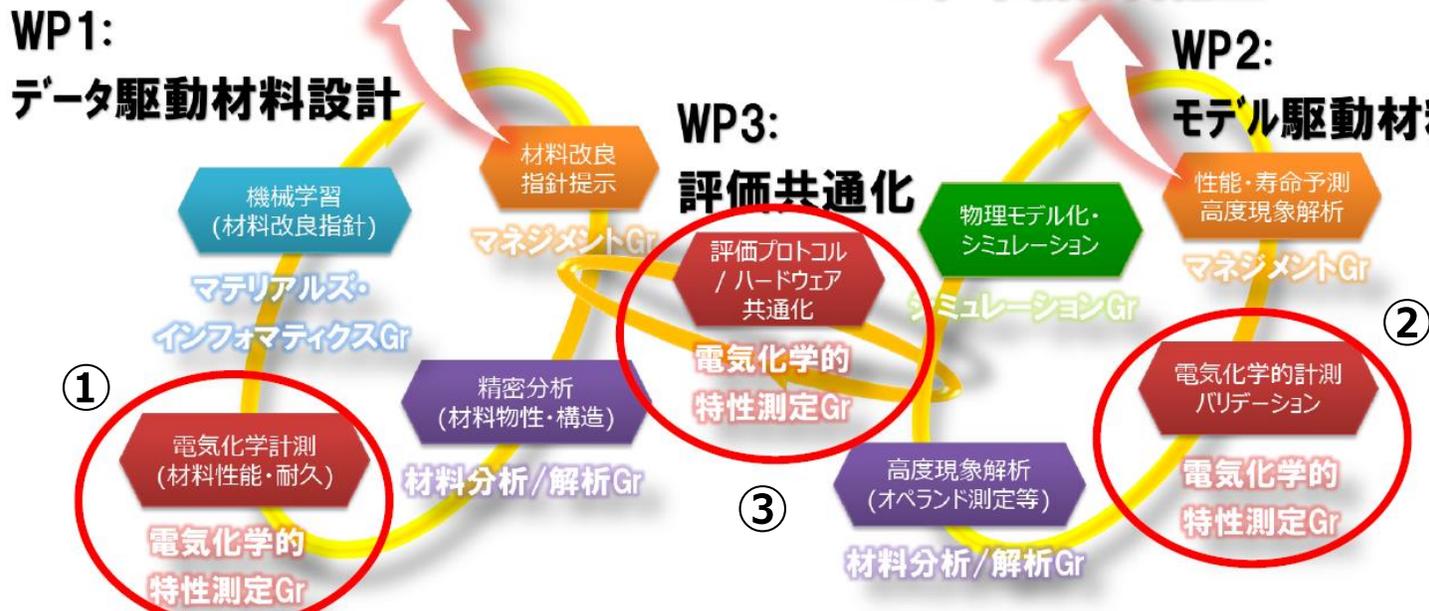


・電気化学的特性評価技術をフルに新規材料開発、シミュレーション開発に活用し、他のPF内グループと連携し（下記の三つのWP）、新材料創出および性能・耐久シミュレーションの有効化により産業界の燃料電池性能・耐久性向上に資する材料創生につなげる。

## 評価解析プラットフォーム 3つのワークパッケージ（WP）

A) 材料改良方針  
D) 革新材料創生

B) 現象の可視化  
C) 現象の予測  
D) 革新材料創生



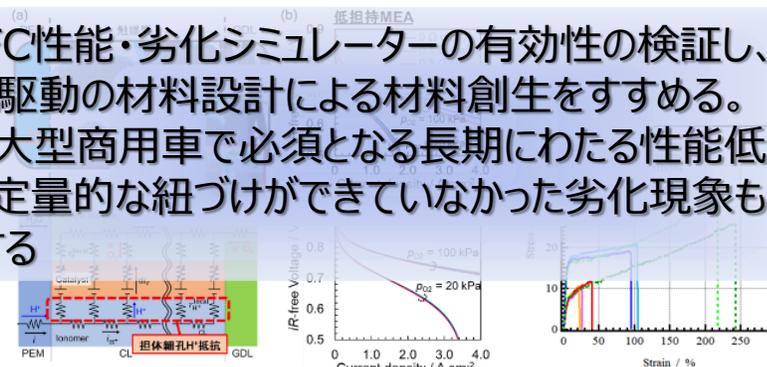
### ① 新規開発材料の特性評価・解析 (山梨県、FC-Cubic)

材料研究機関の開発材料の技術課題を明確にし、MIへのデータ提供を行い、データ駆動による材料設計を進める。



### ② シミュレーションバリデーション (FC-Cubic)

PEFC性能・劣化シミュレーターの有効性の検証し、モデル駆動の材料設計による材料創生をすすめる。また大型商用車で必須となる長期にわたる性能低下との定量的な紐づけができていなかった劣化現象も検討する



図②-2-2 劣化膜の応力歪み

### 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)

・ニーズが拡大している大型商用車 (HDV) 向けFCシステムで必要な長期の耐久性能、高耐久材料の開発や加速耐久試験 (AST)法の開発を加え、これまでの評価体系の整備を進める

## ・研究開発の実施体制



## ・研究開発の進捗管理

マネジメントGrメンバーを含めた週間連絡会にて各課題の進捗確認を実施

## ・知的財産戦略

投稿論文、発表等について知財運営委員会での審議を実施

## ・研究開発のスケジュール

	FY2020	FY2021	FY2022	FY2023	FY2024
		★ SG	★ 中間評価	★ SG	
① 新規開発材料の特性評価・解析		開発材料MEA評価	開発材料MEA評価 材料単味評価	MEA評価 材料評価	
② シミュレーションバリデーション		データ取得 フルサイズデータ取得準備 追加：材料課題検討	データ取得 発電性能への劣化感度定量化	データ取得 劣化感度定量化	
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		プロトコル改定	将来システムプロトコル	プロトコル	

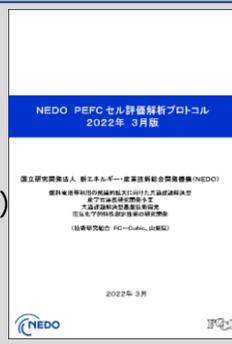
## ③燃料電池材料特性評価プロトコル、評価セルの開発と共通化 (FC-Cubic)



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。
'21末 進捗	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロトコルを追加したマニュアル公開。</li> <li>・アノード触媒性能、耐久性評価法の手法決定。</li> <li>・高温評価装置導入し現状性能、高温評価・耐久の課題提示。</li> <li>・膜のAST検討内容立案、データ取得開始。</li> <li>・評価セル設計終了、図面等の情報開示実施。</li> </ul>

### 評価プロトコル開発 2021年3月版マニュアル公開

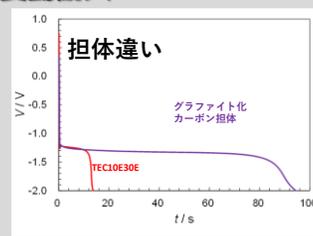
- 電解質膜 - プロトン輸送抵抗 (水素ポンプ法、EIS法)
- 触媒層 - 酸素拡散抵抗 (限界電流法) / プロトン輸送抵抗 (EIS法)
- GDL - 酸素拡散抵抗 (限界電流)



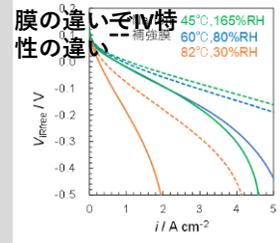
### 追加項目検討：アノード触媒

#### 1. 水素欠乏に対する触媒耐性評価

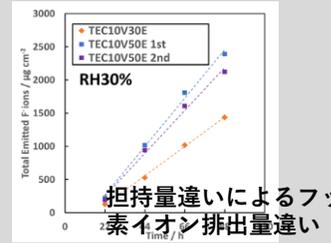
- ・アノード電位変動耐久
- ・水電解耐久



#### 2. HOR性能評価法



#### 3. 加圧OCV試験



### 共通セルの開発

従来のセルの課題と高温評価へ対応した共通セルの仕様を決め、情報開示  
2022年6月末時点 28機関に情報提供

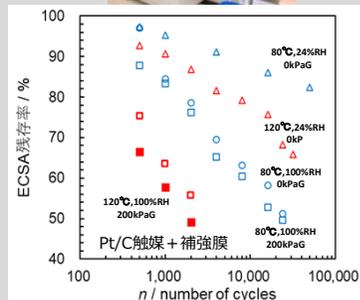


FC-Cubicセル

### 多用途向けの耐久・評価条件の検討

#### 高温評価のプロトコル開発

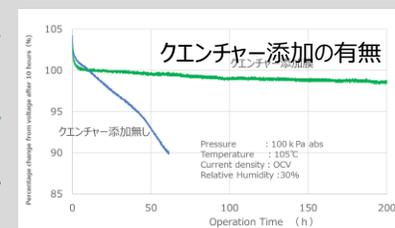
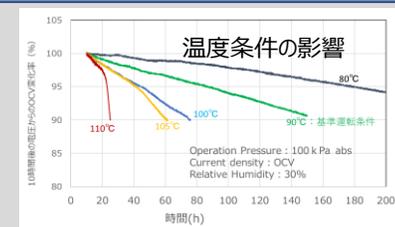
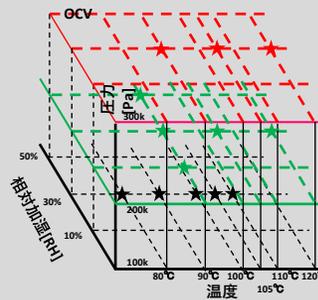
- ・高温用評価装置 (セル温度150°C-40%RHまでの評価、耐久可能) 導入・立上げ
- ・高温 (~150°C) 用の評価治具仕様決定
- ・現状MEAでの高温評価 (ORR活性、I-V特性等) 結果提示
- ・高温評価時の課題提示
- ・触媒の耐久性への加湿影響提示



#### 膜のAST条件の検討

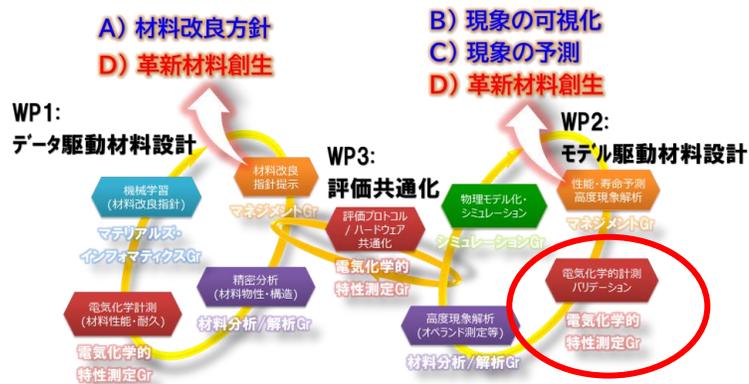
- ・HDV向け電解質膜のAST条件検討のための実験立案・測定開始
- ・各種運転条件が性能劣化・電解質膜劣化に与える影響を把握

- 劣化促進要因：温度上昇、加圧
- 劣化抑制要因：クエンチャー添加、加湿



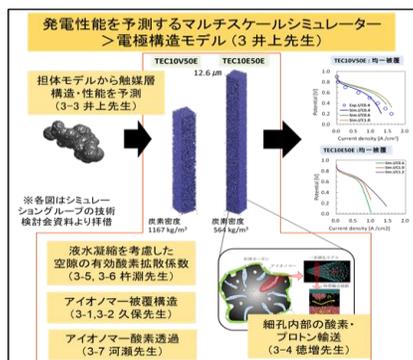
FC-Cubicセルのマニュアル

## ②シミュレーションバリデーション：FC-Cubic



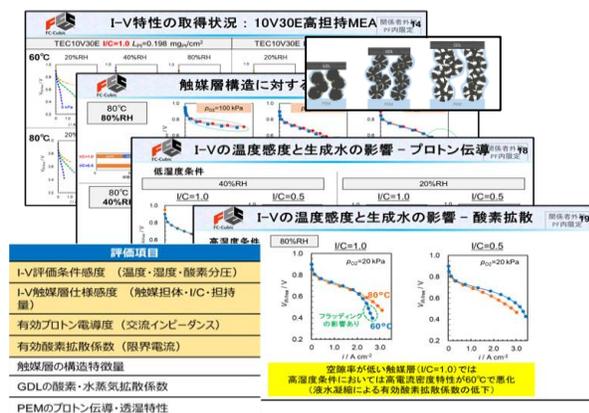
Challenge	・担体構造、ラジカルエンチャー等の新たな要素についての解析課題
Goal	・MEA性能、電解質膜劣化の予測シミュレーションの検証を行い、有効化する。
21年度末状況	・発電性能Sim、電解質膜劣化Simのバリデーションのための、MEAの電気化学データおよび構造データ、劣化電解質膜の特性および物性データの取得。シミュレーションGrへデータ提示完。

### MEA性能シミュレーション



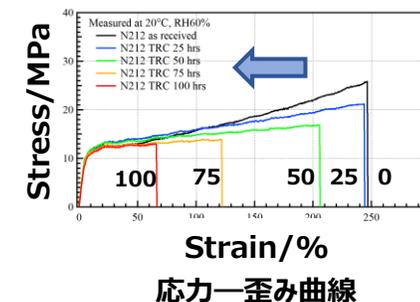
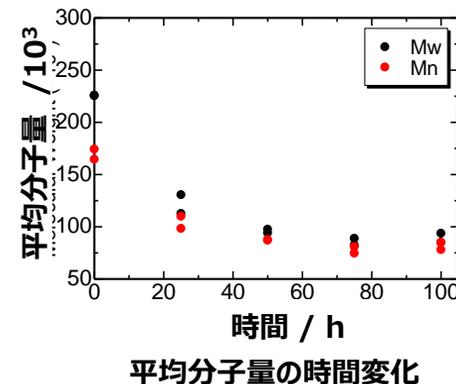
構造・性能シミュレーション  
@シミュレーションGr

### 電気化学データ取得 @電気化学Gr



検証データの取得・提供

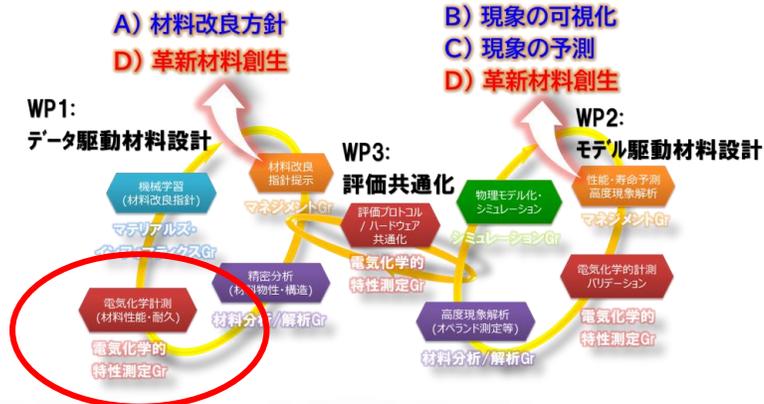
### 電解質膜劣化シミュレーション



・種々の触媒層仕様（担体種・I/C比）のMEA性能・触媒層特性のデータベースを作成し、電極構造・性能シミュレーションの有効性検証に必要な電極構造と発電特性のデータとして共有。

化学劣化、高次構造変化に着目した評価指標を決定し、化学劣化に伴う分子量分布・交換容量・化学構造・高次構造・機械特性のデータを取得し関連を考察。

## ①新規開発材料の特性評価・解析：山梨県



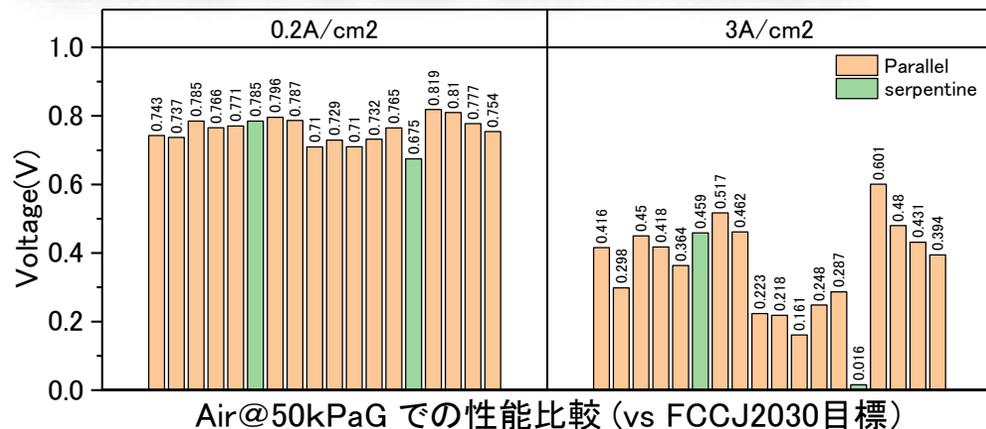
Challenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規材料に対応したMEA試作・評価</li> <li>改訂プロトコルによる材料評価</li> </ul>
Goal	<ul style="list-style-type: none"> <li>新規開発材料の特徴を明らかにする。</li> <li>実用化のための課題および材料技術の方向性を提示する。</li> </ul>
21年度末状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>評価解析PF標準材料を用いた開発材料評価を実施。</li> <li>PF標準MEAや市販材料・MIRAIなどの比較データ取得。</li> <li>追加プロトコル（EISによる触媒層抵抗・触媒層の酸素拡散抵抗など）への対応。</li> </ul>

### MEA評価状況：16機関50材料

(PF全体：22事業者 282試料)

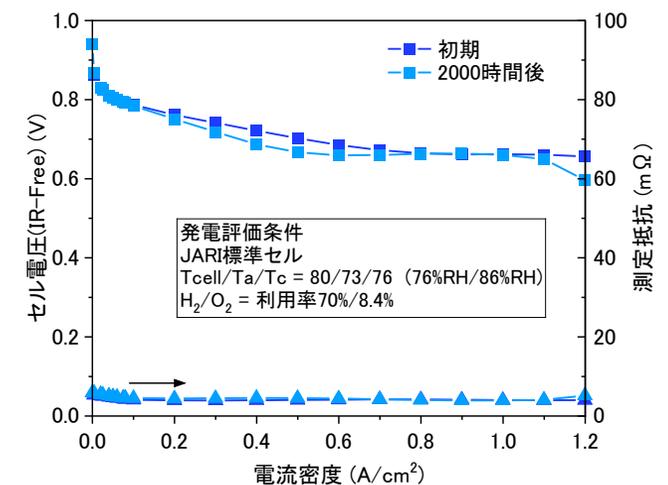
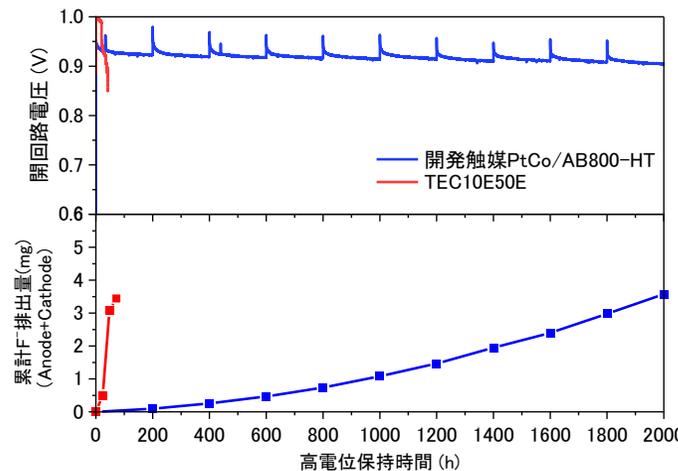
標準的な発電評価だけでなく、発電性能の加圧・湿度依存や負荷応答・長期の耐久試験を材料開発者の要望に応じて対応。

新規開発材料に比較用標準材料を含めると300以上のMEAを作製、評価し課題、開発の方向性を提示。



### 開発材料評価のトピックス（山梨大学の開発材料）

山梨大学開発のアノード用PtCo触媒を加圧OCV試験（90℃、30%RH、150 kPaG）で評価。開発触媒は2000時間後もOCV0.9Vを維持し、フッ素排出量も低い。また2000時間後も初期と同程度のIV特性を示した。



NEDO実施のアンケートの結果、本事業は高い評価を得ている。  
一方、材料研究者から見て、今後に対する期待および要望が寄せられている。

## 材料研究Grヒアリング結果 電気化学特性測定Gr

### <総評>

	設 問	4段階評価
設問 1	測定にかかる期間は適切であった。	3.7
設問 2	測定方法は、標準化されたものであると同時に、材料研究グループからのニーズに対応したものであった。	3.7
設問 3	測定結果のアウトプットが要望通りのものであった。	3.6
設問 4	材料研究グループへフィードバックされた測定結果の内容は研究開発にプラスになるものであった。	3.9
設問 5	測定にかかわる評価項目のラインナップは適切かつ十分なものであった。	3.8
設問 6	電気化学特性測定Grで進められているプロトコル開発の取組みは材料研究グループにとって必要なものであると考える。	3.9
設問 7	PFで開発されている小型燃料電池セルは材料研究グループにとって必要なものであると考える。	3.9
要点・総評	利用実績のある事業者においては高評価。ただし利用事業者がやや少ない状況。 ⇒自前で設備を有しているという意見が多々あり。一方でPL定例などで共有されているPF側で測定した結果の比較も進んでいるため、今後の活動方針をどうしていくか要検討かと思われる。また、測定期間の短縮を求める声や測定者に要望が伝わっていないという意見も有り。	

利用実績のあるGL対象

全GL対象

### 期待および要望

- ・ 評価技術のレベルアップ
- ・ 評価機能の強化



**設備増強を含めた機能増強  
を22年度に集中して実施**

- ・ マニュアルの整備・公開



**RDE評価マニュアル、評価セル図面を公開**

### <ご意見>

既に多くのサンプルを非常に丁寧に評価していただいている。信頼性の高いデータが得られるので、得られたデータを研究開発にフィードバックしやすい。今後も評価をお願いしたいと思っている。	前向き意見
非常に重要な役割を果たされていますので、ぜひ強化していただきたいです。これから、高温作動特性の評価など、難度が上がっていくと思いますので、お世話になることも増えてくると思います。また、性能が良さそうな材料の評価だけでなく、性能が出ない新規材料の課題抽出にもお世話になればありがたいです。	
電気化学特性評価に関しては、導電率から触媒活性さらに膜評価試験装置など自前で有しているため、これまでは特に必要としなかったが、今後、利用する機会、相談事項などが増えると思われる。	改善してほしい部分
CCMに関して1cm×3cmでの解析もリクエストします。	
MEA評価において、マネジメントGrと打ち合わせた内容、こちらの要望が、実際の測定者に上手く伝わっていなかったと思われる事例がありました。	
測定Grのメンバー拡充が必要と思われます。	
電気化学特性測定Grが保有する開発材料評価するための前処理方法、加工方法、評価試験条件について、 <u>材料研究Grでも検討できるような標準化およびその情報交換を深めてほしい。</u>	

- ・新規材料評価対象増加への対応
- ・評価・解析技術の適用拡大（高温、商用車等）

評価設備	現状	FY2022	US (LANL+NREL)	独 (Fraunhofer+ZSW+ZBT)
小サイズ (基)	17	44	>46	>55
大面積 (スタック~kW) (基)	2	2	>4	>6

★山梨県新建屋（米倉山）  
2022年12月から移転開始

評価機能を集約・増強



単セル発電評価装置

・少数の評価装置がお台場と山梨県産業技術センターに分散配置されている  
・お台場では水素の供給が限界

