

NEDO水素・アンモニア成果報告会2025

発表No.A2-5

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／

高温低加湿作動を目指した革新的低白金化技術開発

発表者名 同志社大学 稲葉 稔

団体名 学校法人 同志社

石福金属興業株式会社

国立大学法人 東北大学

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

国立大学法人 千葉大学

発表日 2025年7月16日

連絡先：稲葉 稔
学校法人同志社 同志社大学
(e-mail: minaba@mail.doshisha.ac.jp)

事業概要

1. 期間

開始: 2020年7月 終了: 2025年3月

2. 最終目標

コアシェル触媒技術をベースとして、2030年以降に求められるFCV用スタック性能を実現可能な革新的高活性触媒を開発する。

- 回転ディスク電極：質量活性1500 A/g-PGM(@0.9 V)以上
- MEA評価：0.84 V以上(@ 0.2 A/cm²)、0.6 V以上(@3.0 A/cm²) (作動温度100℃以上、RH 30-60%、加圧条件1.5気圧以下)、
耐久性3倍以上

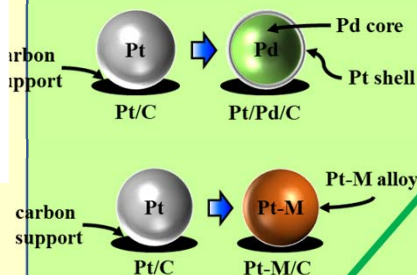
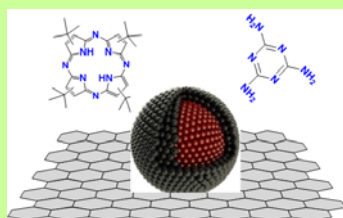
3.成果・進捗概要

委託先	成果進捗概要
① 学校法人同志社	・メソポーラスカーボン(MPC)担体の比表面積は従来のKB-300Jより大きく一次粒子径が約2 μmと大きいため、電池特性を高めるにはI/C比を増加させ、一次粒子径を800 nm以下に粉砕する必要があることがわかった。800 nmに粉砕したMPC担体を用い、ECSA 55 m ² /g, MA 1900 A/g@0.9 VのPtCo合金触媒が合成できており、I/C比を1.0以上でMEAを作製して低電流密度領域の電池電圧を高めていく。メラミン誘導体塩の修飾により、Pt/MPC触媒の電池特性が向上することがわかった。しかし、IFKとPF@山梨では結果に相違があり、修飾量、修飾法とMEA化技術の開発が急務となった。
② 石福金属興業	・量産に適用できるPt/MPCの製法を開発した。100 g/バッチで作製したPt/MPCは従来の少量生産に適用していた含浸熱分解法と同等のI-V特性が得られた。 ・Pt/Pd/Cの連続生産技術を開発、Pt/Cと比較して1.4倍のORR MA(@MEA, PGMベース)が得られた。 ・期間中に約800枚のMEAを評価し、開発したPt/MPCの性能をMEAで引き出すための条件を見出すことができた。 ・開発したPt/MPCはNEDO MEAに採用され、目標とするI-V特性の概ね達成に貢献することができた。
③ 東北大学	・Pt-HEA(hkl)モデル単結晶電極：ORR活性、サイクル負荷特性は合成時の熱処理温度、HEA構成元素種とその数に敏感。MnおよびCrの共添加が重要。 ・Pt-HEAの高活性化・高耐久化に向けて機械学習を活用し、合成条件（原子比率、焼成温度）を最適化。仕込み組成を等組成比HEAから積極的に制御し、とくにCrなど補助的に添加する元素組成を非等組成化（Cr組成比低下）した場合、さらにCr未添加でも等組成比HEAと同等以上の特性を達成。
④産業技術総合研究所	・電解質溶液中に微量(>10μM)のメラミンを溶解させることにより、ADT試験によるPt粒子径増大を大幅に抑制できることを見出した。 ・MEA特性についても、コンディショニング条件や供給方法の最適化等で触媒層中のメラミン量を適正化することにより、活性・耐久性の向上を両立しうることを確認。 ・DFT計算より白金－メラミン類の吸着構造を決定し、活性向上効果との関連を明らかにした。
⑤千葉大学	・カフェインおよびブチルメラミンがPt(111)電極の活性化に有効であること、メラミン修飾Pt ₃ Co(553)電極が最大の活性と耐久性を持つことを示した。 120℃[dema][TfO]中では(100)構造がORRに有利であることを明らかにした。電気化学環境下でメラミンが水の水素結合ネットワークを破壊してORRを活性化することを示した。メラミンはPtステップサイトに優先吸着し、ステップPt原子の安定化が耐久性向上につながっていることを示した。

1. 事業の位置付け・必要性

触媒金属内部構造および表面修飾

含窒素有機物修飾による高活性化(産総研、千葉大学)



合金系触媒、コアシェル触媒による高活性化(東北大学、同志社大学、石福金属)

カーボン担体中の物質移動促進

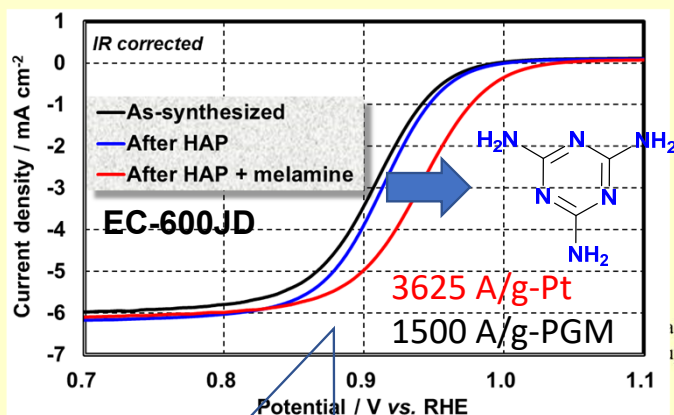
連通孔を有するカーボン担体による高速酸素輸送(同志社大学、石福金属)

Meso-porous carbon



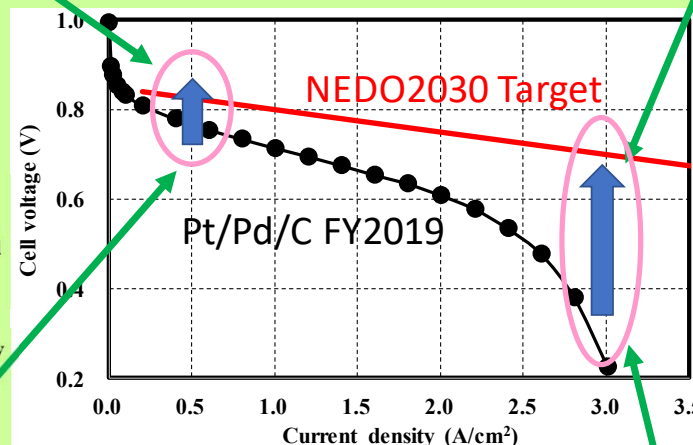
細孔内へのプロトン伝導性イオン液体含浸→高温(100℃)低加湿対応(同志社大学、千葉大学)

前プロジェクト成果(2019)
Pt/Pd/Cコアシェル触媒+メラミン修飾



標準Pt/Cの11倍(Ptベース)

S.Yamazaki et al., *ACS Catal.*, **10**, 14567-14580 (2020). DOI: 10.1021/acscatal.0c03124

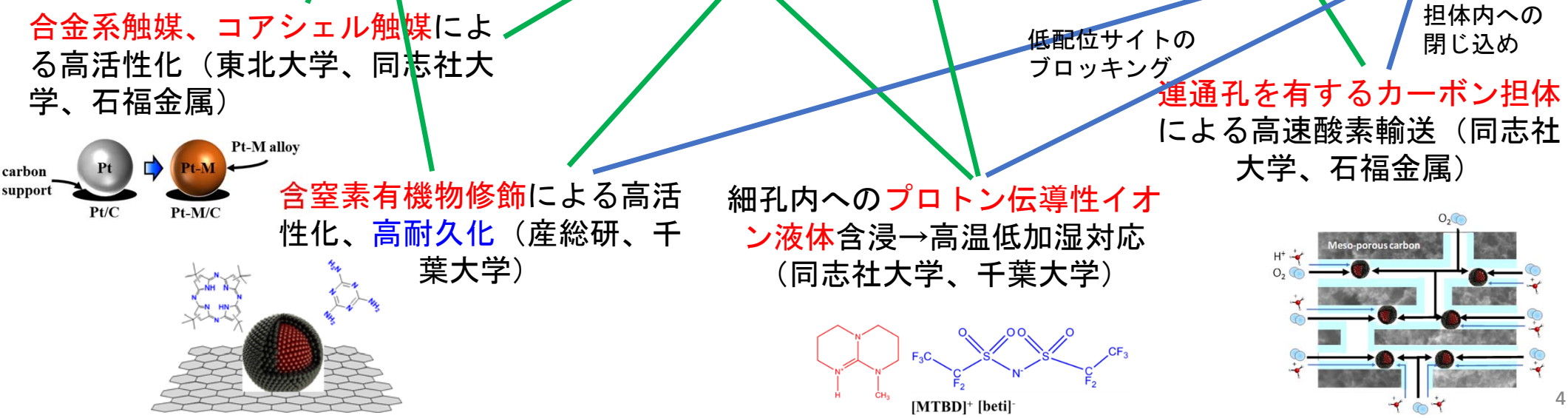


- MPCのメソ孔内に担持した触媒
- プロトン伝導性イオン液体含浸
- 有機物表面修飾

触媒の置かれる反応場を疎水化し、高活性化、高耐久化を狙う

2. 開発目標および研究開発マネジメントについて

年度	RDE質量活性 (A/g-PGM@0.9V)	MEA評価条件	MEA触媒活性 @0.2 A/cm2	MEA出力特性 @0.6 V	耐久性 0.6-0.95 V
2020年7月	750	80℃, RH100%	0.80 V	2.4 A/cm2	-
2022年6月	1000	80℃, RH100%	0.84 V	3 A/cm2	-
2023年度末	1200	80℃, RH30-60%	0.84 V	3 A/cm2	Pt/Cの2倍
2024年度末	1500	100℃, RH30-60%	0.84 V	3 A/cm2	Pt/Cの3倍



3. 研究開発成果について(2024年度最終目標の達成状況)

研究開発 テーマ	最終目標	成果・状況	達成度
① 高温低加湿に対応可能な高酸素拡散性を有する高活性触媒の開発(学校法人同志社、共同実施先：SCREEN)	高活性触媒，MPC，プロトン伝導性ILを組み合わせ ・RDE: $\geq 1500 \text{ A/g-PGM@0.9 V}$ ・MEA: $\geq 0.84 \text{ V@0.2 A/cm}^2$, $\geq 0.60 \text{ V@3.0 A/cm}^2$ (100℃, 30~60% RH)見通し ・耐久性：同程度の粒径のPt/Cの3倍	・RDE Pt/MPC 741 A/g, PtCo/KB600JD+メラミン 4120 A/g-Pt ・MEA PtCo/MPC: $0.84 \text{ V@0.2 A/cm}^2$, $0.71 \text{ V@3.0 A/cm}^2$ (75% RH) Pt/MPC: $0.84 \text{ V@0.2 A/cm}^2$, $0.69 \text{ V@3.0 A/cm}^2$ (100% RH) Pt/MPC: $0.75 \text{ V@0.2 A/cm}^2$, $0.49 \text{ V@3.0 A/cm}^2$ (100℃ 35%) ・粒径約450 nmの球状MPC(メソ孔径6 nm)を合成。Pt/球状MPC触媒を用いたMEAで高酸素拡散性を確認。 ・ΔpK_aが大きいプロトン性イオン液体の添加により80℃ 35% RHの低湿度環境でPt/MPC触媒を用いたMEAの電池電圧向上を確認。	○
②新規触媒の少量生産技術およびMEA評価技術の開発（石福金属興業株式会社）	・新規触媒の50 g/バッチレベルの少量生産技術を開発する。 ・MEA(1 cm^2)、作動温度100℃以上、加圧条件(1.5気圧以下)でのMEA評価技術を開発する。	・量産に適用できる改良液相還元法を開発し、評価解析PFでの評価結果から最終的な作製方法を決定した。100 g/バッチでPt/MPCを作製し、NEDO MEAに採用された含浸熱分解法と同等のI-V特性が得られることを確認した。 ・Pt/MPC触媒層へのカーボン添加、インク溶媒、触媒層の乾燥方法によるアイオノマー分布によりI-V特性を向上できることを明らかにした ・触媒層の開発を優先したため当社では実施できなかったが、評価解析PFにて105℃、180 kPa条件で評価を実施し、高温運転での課題が明らかとなった。 ・開発したPt/MPCはNEDO MEAに採用され、2030年目標I-V特性の概ね達成に貢献することができた。	○
③酸化物ミクロ構造制御による高温対応モデル触媒開発（東北大学）	・回転ディスク電極により評価したモデル触媒のORR質量活性が1500 A/g-PGM以上。 ・Pt合金触媒の最表面Pt層および下層合金との界面が具備すべきナノ構造設計指針の材料科学的提示と高温対応触媒の表面・界面修飾技術の確立。	・Pt-HEA(hkl)比活性からナノ粒子質量活性を見積り、初期活性$\sim 3700 \text{ A/g-Pt}$、5000サイクル後$\sim 2000 \text{ A/g-Pt}$。 ・ORR活性、サイクル負荷特性は合成時の熱処理温度、HEA構成元素種とその数に敏感。MnおよびCrの共添加が重要。 ・Pt-HEA表面メラミン修飾は、(111),(100)テラスのORRを高活性化するとともに、サイクル負荷時の表面荒れを抑制し高耐久化。 ・Pt-HEAの高活性化・高耐久化に向けて機械学習を活用し、合成条件（原子比率、焼成温度）を最適化。仕込み組成を等組成比HEAから積極的に制御し、とくにCrなど補助的に添加する元素組成を非等組成化（Cr組成比低下）した場合、さらにCr未添加でも等組成比HEAと同等以上の特性を達成。 ・Pt-HEAの脱合金条件を検討し、分極曲線上の不動態化領域内でサイクル負荷を行うと表面Pt濃縮層が生成し高特性化する。	○

3. 研究開発成果について(2024年度最終目標の達成状況)

研究開発 テーマ	最終目標	成果・状況	達成度
④高温低加湿に対応可能な有機物修飾による触媒高活性化技術の開発 (産業技術総合研究所)	・RDE評価により1500 A/g-PGM以上の質量活性、及び作動温度100℃以上、1.5気圧以下のMEA評価において、0.84 V@0.2 A/cm²以上の発電特性。 ・高温作動条件下での高電流密度側のセル特性に対する有機物修飾の効果を明らかにする。	・RDE : 1077 A/g-Pt メラミン吸着Pt/C ・RDE : 2059 A/g-Pt tBuTAP修飾PtCo/MPC ・MEA (0.21 mg-PGM/cm², 80℃, 75% RH, 50 kPa-G) : オクチルメラミン修飾PtCo/F : 0.822 V@0.2 A/cm², 0.64 V@3.0 A/cm² ・メラミン修飾によりMEAでの白金粒径増大が大幅に抑制されることを実証。また、初期IV特性と耐久性が同時に上昇する修飾条件を見出した。 ・過剰障害を抑制するためにメラミン類をアノード触媒層から低量供給することにより、過剰障害を抑制しつつIV特性を向上できることがわかった。 ・適量メラミンを供給した場合は低電流密度域のみならず高電流密度側のセル特性も上昇し、高電流密度域にも効果があることがわかった。 ・メラミンがPtに吸着することにより、スルホン酸吸着が抑制されることがSTEMおよびSEIRAS分析より示された。 ・DFT計算によりメラミン吸着機構について検討した結果、トリアジン環置換基の電子供与能が白金への吸着力に大きく関係していること、テラスエッジ等不安定サイトには特に強く吸着することがわかった。	○
⑤高温で高ORR活性を発現する活性化因子の解析(千葉大学)	作動温度100℃以上で1500 A/g-PGM(@0.9 V)以上のORR質量活性に到達し得る構造規整電極触媒の組成・表面実構造とイオン液体・有機物の組み合わせを決定し、高温動作条件下でのORR活性化因子を解明する。	・カフェイン誘導体ではカフェイン修飾Pt(111)のORR活性増大率が11倍で最大。活性の絶対値はカフェイン修飾Pt(331)が最大。 ・メラミン誘導体ではフェニルメラミン修飾Pt(111)の活性増大率が2.8倍で最大。 ・メラミン0.1 μMで修飾したPt₃Co(553)が最大活性。2 nmサイズのPt₃Coナノ微粒子表面が(553)構造に規整されていると仮定すると、MA = 11×10⁴ A/g-PGM at 0.90 V。耐久性も6.2倍向上。 ・120℃[dema][TfO]中ではPtおよびPt₃Coの(100)面が最大活性。1.0 Vおよび0.6 VのORR電流密度は0.1 M HClO₄中より大。 ・ORRが活性化されるメラミン濃度でメラミンの吸着配向と水の構造変化を決定し、活性化機構を実証。 ・120℃の[dema][TfO]中で、TfOの分子軸がPt電極表面に対して斜めになるとORRが活性化することを実証。 ・真空中においてPt単結晶表面のメラミンおよび水分子の吸着構造を決定し、ORR活性への影響を明らかにした。	○

達成度『◎：大幅達成 ○：達成 △：一部達成 ×：未達』で記載

3-1-1 メソポーラス担体を用いる高活性高耐久性Pt系触媒開発(同志社大学, PF)

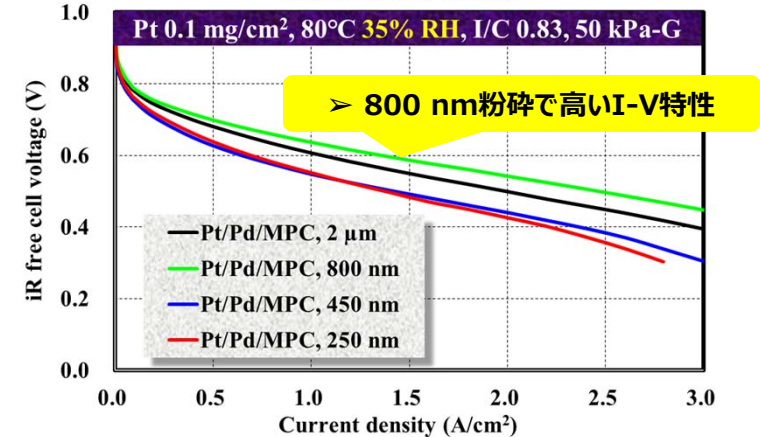
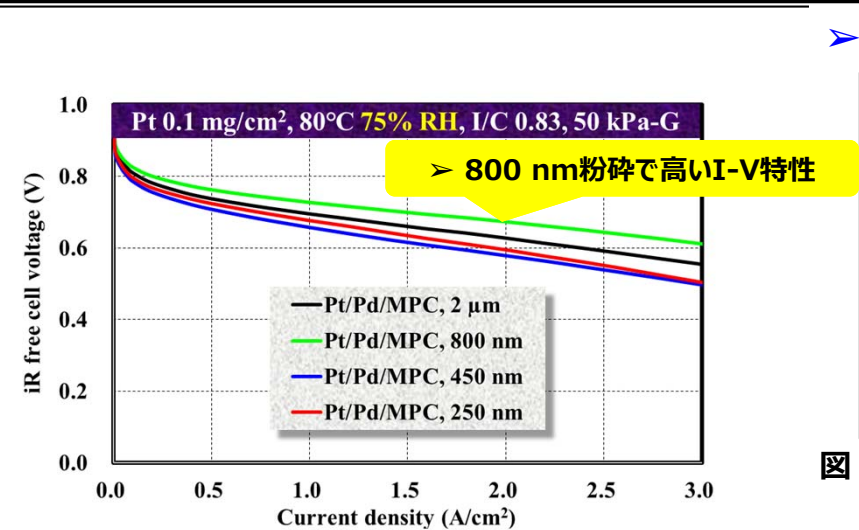


図 Pt/Pd/CNovel MH-18触媒を用いた面積1 cm² セルのI-V特性 (PF@山梨県産業技術センター)

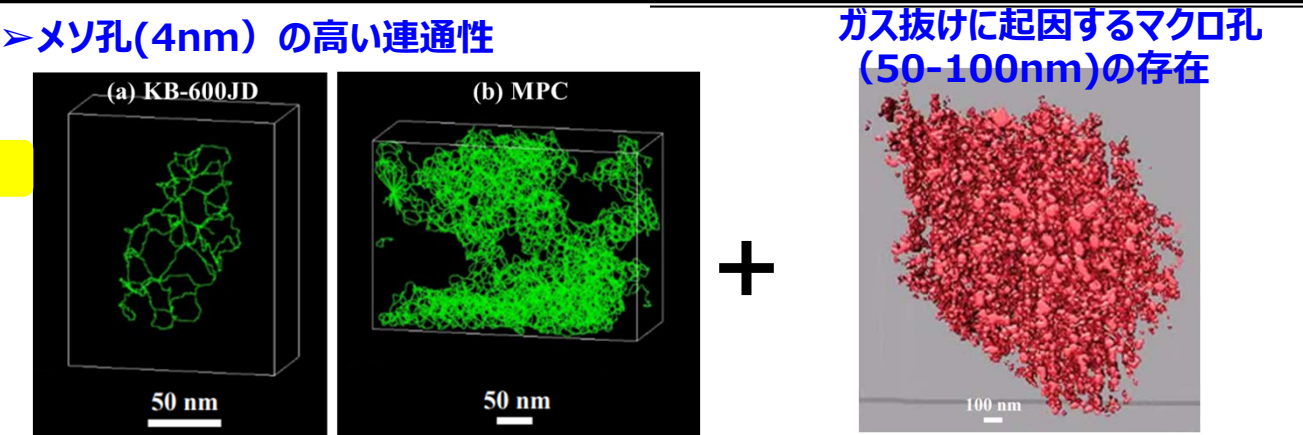


図 KB-600JDとCNovel MH-18のメソ孔(~ 4 nm)の連通性* *PF@日産アーケ

図 CNovel MH-18に存在するメソ孔 ~マクロ孔3D像** **日立ハイテク

➤ マクロ孔へのイオノマー侵入⇒ 高プロトン伝導性

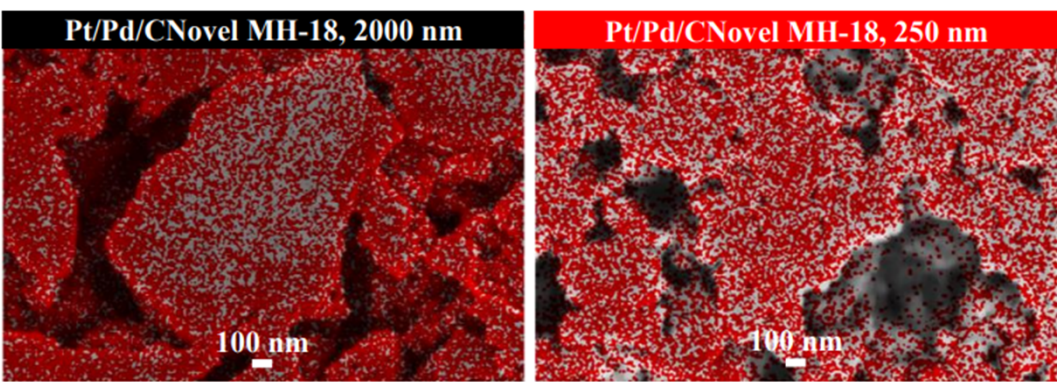


図 Pt/Pd/MPCカソード触媒層の断面SEM-EDX分析(フッ素)* *PF@日産アーケ

☆ 粒径800nmのMPC担体でも高いI-V特性
☆ 触媒層中でのイオノマーの被覆、存在状態の重要性

3-1-2 最終目標の達成状況 (MPC担体触媒開発)

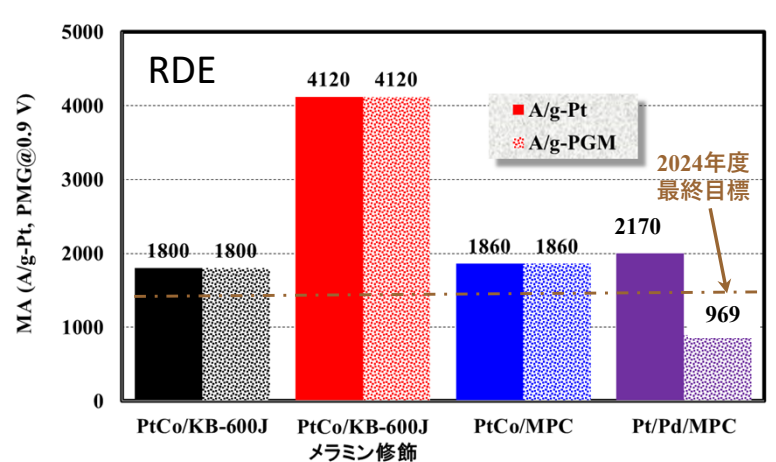


図 PtCo, Pd@Pt触媒のORR質量活性@0.9 V

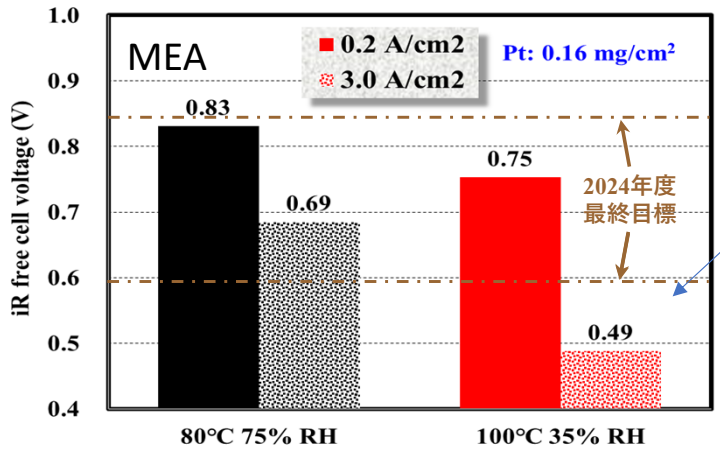


図 Pt/MPCの電池特性 (80°C 75% RH vs. 100°C 35% RH)*
*山梨県産業技術センターで評価 (I/C 1.2, 50 kPa-G).

➤ 100°C, 35%RHでは目標未達

- PtCo/MPC, Pt/Pd/MPCともに0.2mg/cm², 150kPaGで最終目標達成
- Pt/MPCもほぼ達成

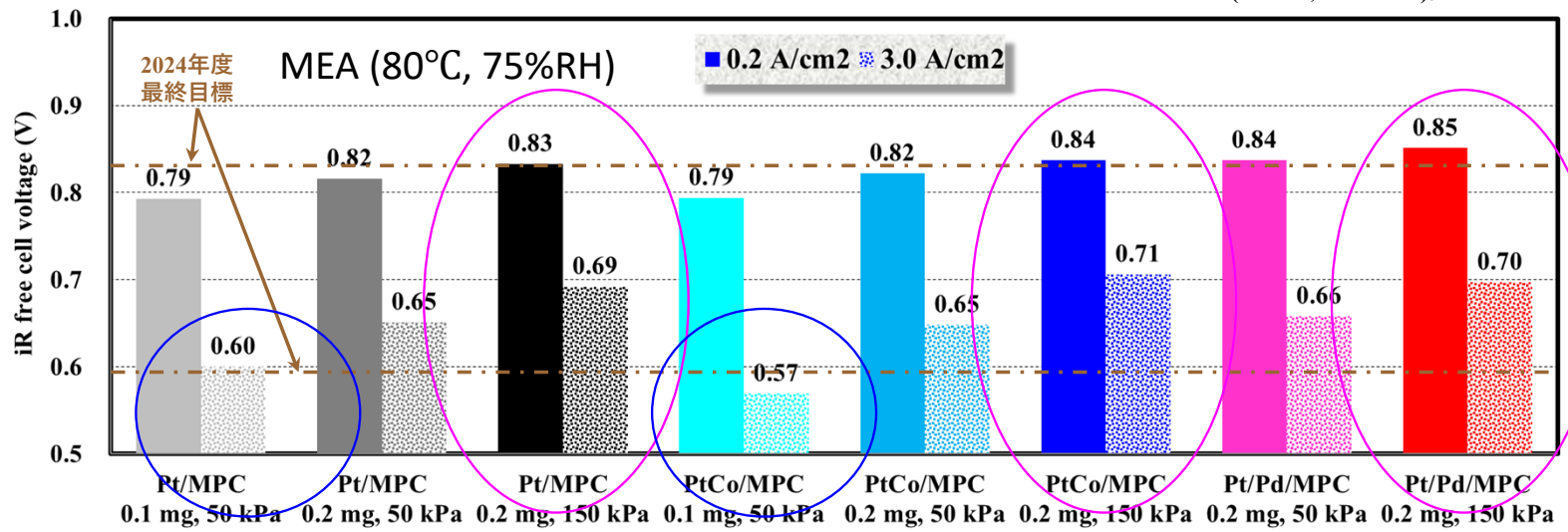


図 Pt, PtCoおよびPd@Pt触媒の電池特性 (Pt目付量はPGM当たり)*

*石福金属興業で評価 (I/C 1.2, 80°C 75% RH, 0.2 mg-PGM目付のPt/Pd/MPC触媒のPt目付量は0.089 mg/cm²).

- 比表面積の大きなPt/MPC (101m²/g)は、0.1mg/cm²ではPtCo/MPC (55m²/g)を凌ぐ性能

ラフネスファクターの重要性

3-1-3 高温低湿度環境での耐久性評価 (同志社大学)

❖ Pt/MPC (800 nm) 触媒の耐久性(0.6-0.95 V)を100°C 35% RHで評価し, 80°C 100% RHと比較.

ECSA, 出力の変化 (実データ)

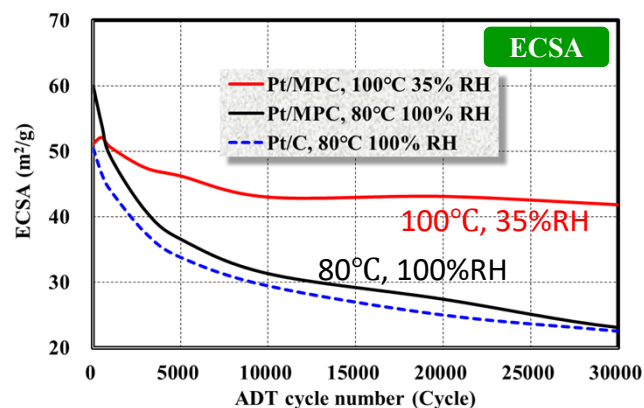


図 ADTによるPt/MPC触媒のECSEA変化 (MEA)

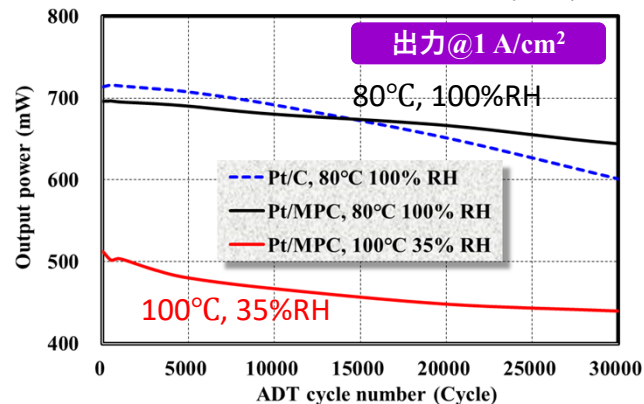


図 ADTによるPt/MPC触媒の出力変化@1.0 A/cm²

ECSEA, 出力の維持率(%)

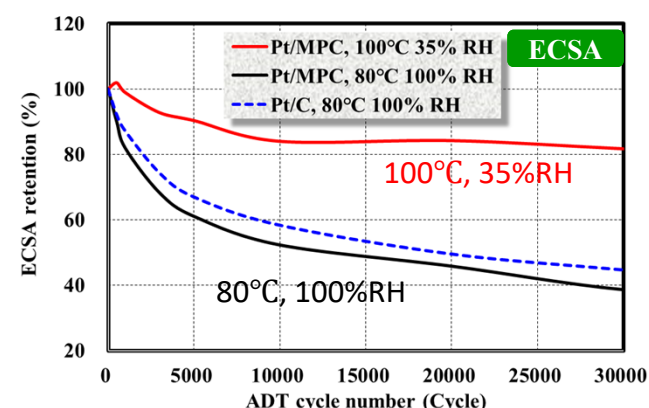


図 ADTによるPt/MPC触媒のECSEA変化 (MEA)

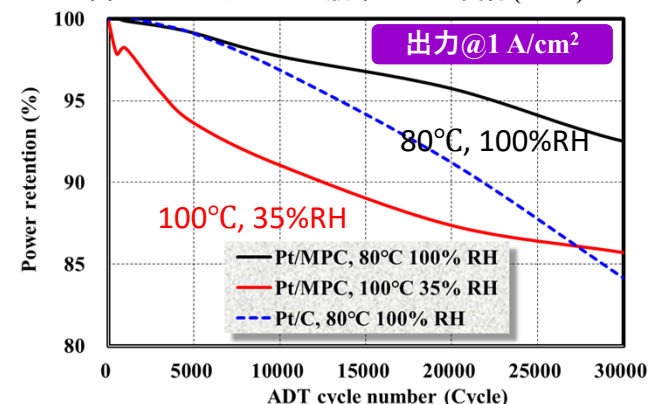


図 ADTによるPt/MPC触媒の出力変化@1.0 A/cm²

*山梨県産業技術センターで評価

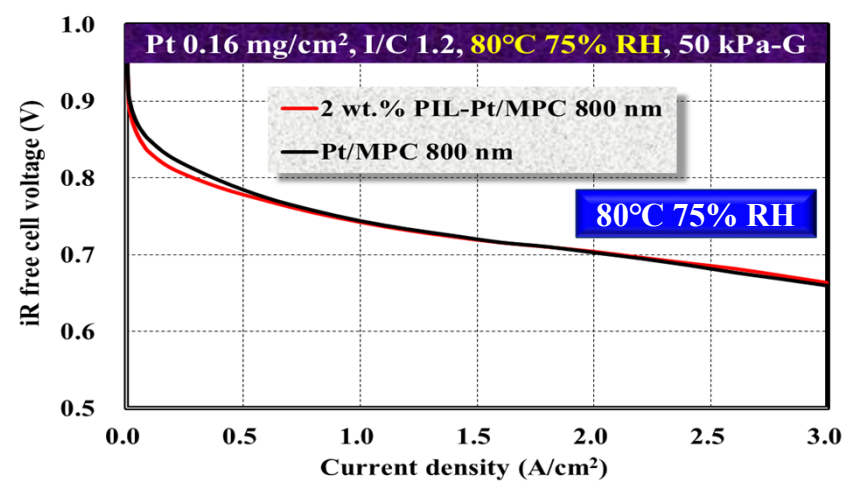
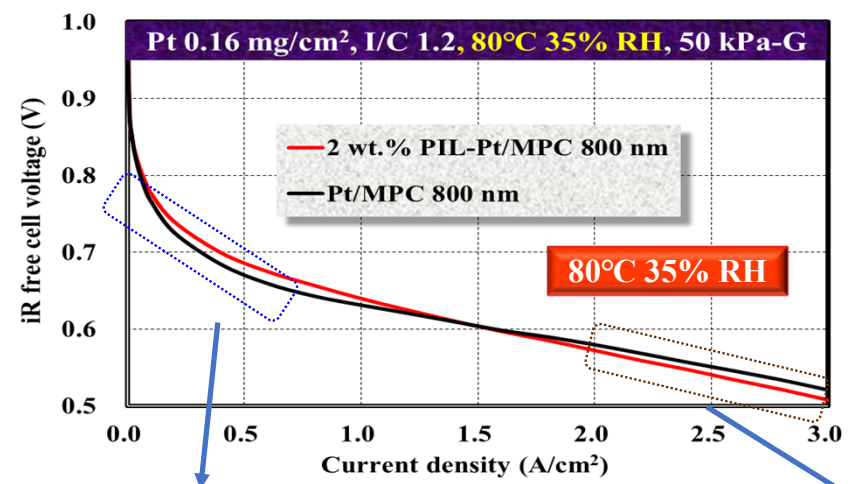
Pt/MPC触媒のECSEA減少は高温低加湿環境で大きく緩和され, 高加湿環境ではPt/C触媒と同等.

高温低湿度環境はでECSEA減少が抑えられたが、Pt/MPC触媒の出力(@1 A/cm²)は、悪化傾向

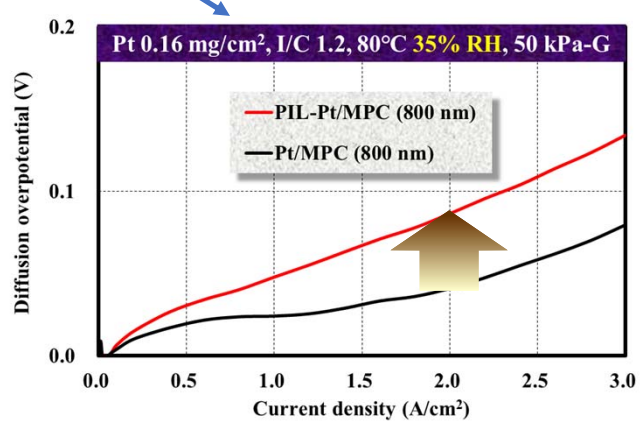
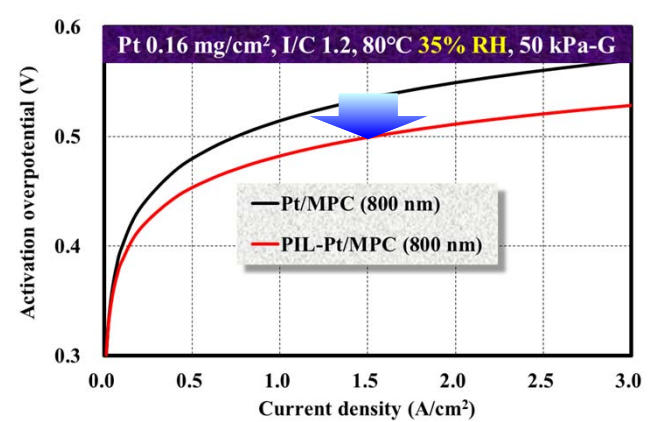
100°C35%RHでの出力低下はイオノマーの不可逆的な劣化 (あるいは形態変化) が原因

3-1-4 プロトン性イオン液体添加による低湿度環境でのプロトン伝導性向上 (同志社大学)

❖ プロトン性イオン液体(PIL)をPt/MPC触媒層に添加し、低湿度環境でのプロトン伝導性を向上、



*山梨県産業技術センターで評価



- PILを添加したPt/MPC触媒では 80°C 35% RHの低湿度環境下、低電流密度領域で電池電圧が向上.
- 一方、PILを添加したPt/MPC触媒では拡散過電圧が増加し、高電流密度領域で電池電圧が低下.
- 高加湿条件下での活性向上効果はみられない。

図 H₂-空気を供給した有効面積1.0 cm² MEAの活性化過電圧*

図 H₂-空気を供給した有効面積1.0 cm² MEAの拡散過電圧*

3-2 新規触媒の少量生産技術およびMEA評価技術の開発(石福金属興業)

3-2-3 MEA評価技術の開発

- 山梨県産業技術センター、評価解析PFの協力を得て、安定して新規開発触媒のMEA評価が実施可能となった
(委託期間中に約800枚のMEAを評価)

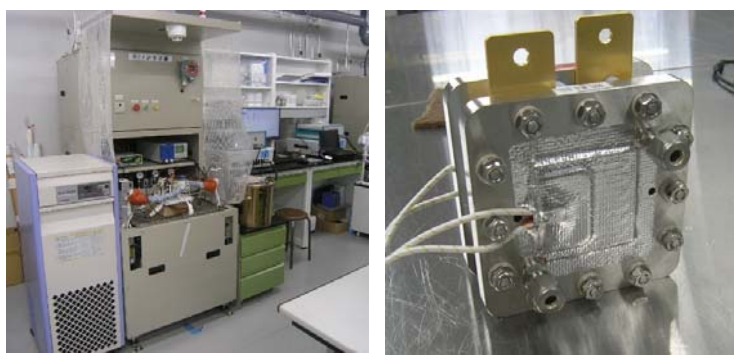


図 導入したMEA評価装置とJARIセルの外観

MEAに使用した触媒以外の材料
固体高分子膜：Chemours社製Nafion™ NR211
イオノマー：Chemours社製Nafion™ DE2020
CS type
GDL/MPC：SGL Carbon社製
SIGRACET®GDL 22BB
ガスケット：180 μmテフロンシート
セル：JARIセル2(電極面積1 cm²、並行溝流路)

触媒層構造の最適化とそのMEA評価

- 微細カーボン添加によってイオノマー凝集を抑制、0.1 mg/cm², 150 kPa条件下で5 A/cm²を達成

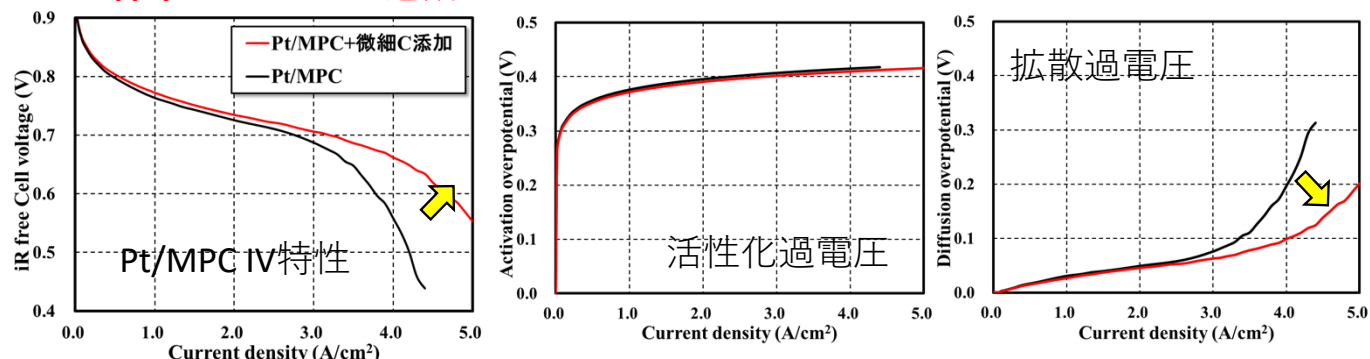
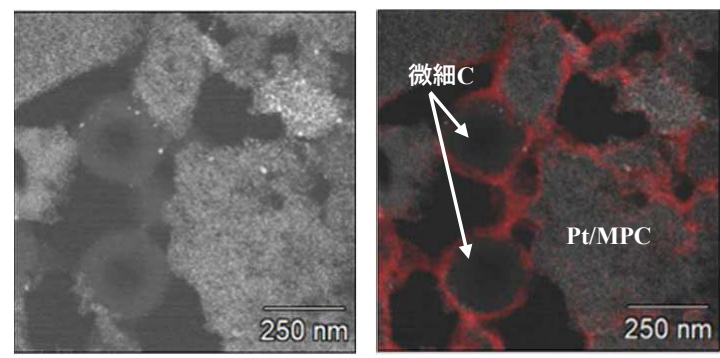
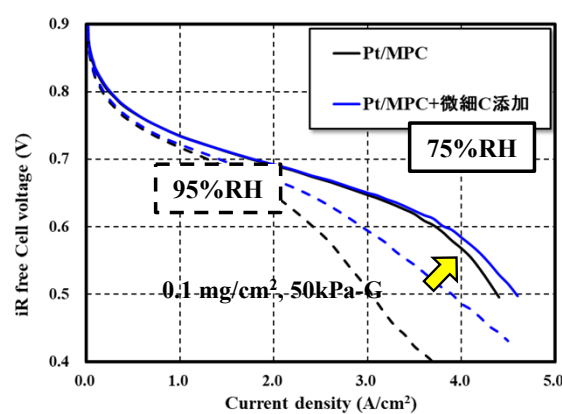


図 微細C添加によるI-V特性の向上

- Pt/MPCの課題であった高湿度条件下でのIV特性を改善



MPC空隙のイオノマー凝集を抑制

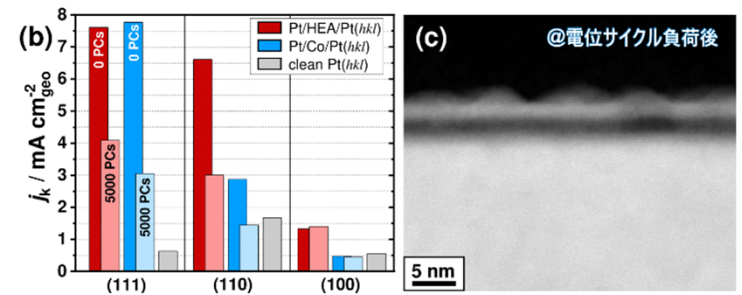
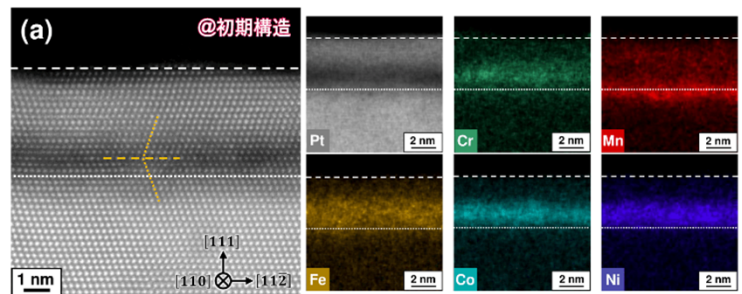
図 Pt/MPC+微細C添加のI-V特性とカソード触媒層のTEM-EDX分析結果*

*東レリサーチセンターの好意による分析

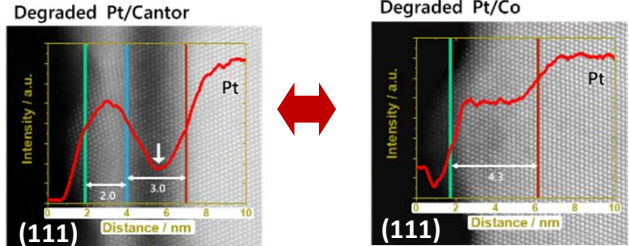
3-3-1 酸化物マイクロ構造制御による高温対応モデル触媒開発 (東北大,再委託島根大)

Pt-HEA(Cr,Mn,Fe,Co,Ni ; Cantor合金)(hkl)単結晶モデル触媒

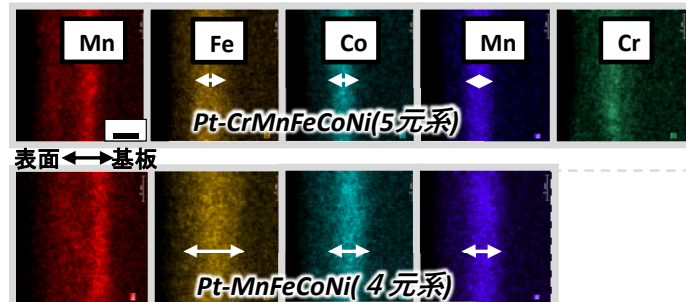
Y. Chida et al., Nat. Commun. 14 4492 (2023).



Pt-Co(hkl) モデル触媒との比較し活性・耐久性とも高い

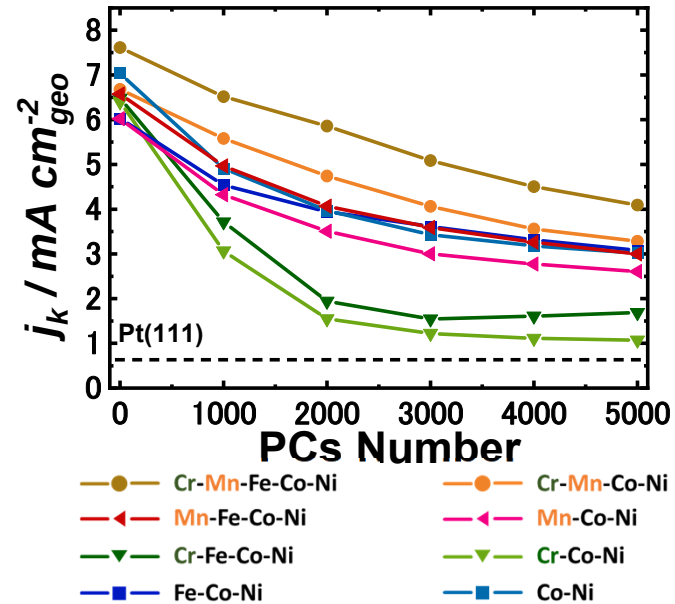
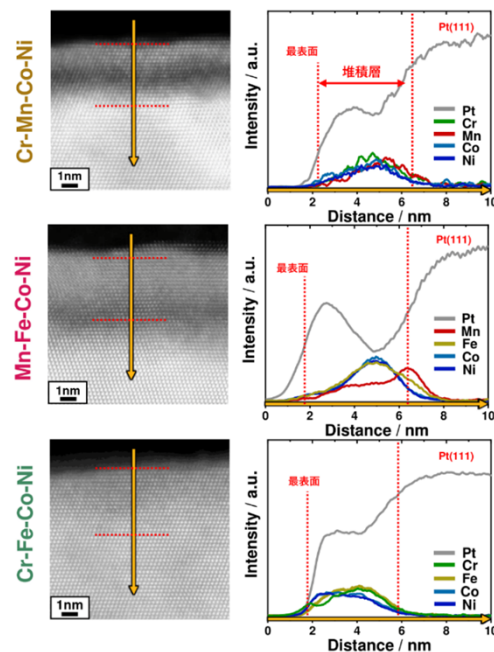


サイクル負荷後：HEA層厚は不変、表面PtとHEAに分離し
“疑似的コアシェル”化、表面荒れを抑制
(Pt-Coでは合金層が溶解・消失)
構造安定なHEA下層がPt表面層を安定化



合金化元素種とその数が
表面元素分布を決定
5元系の合金化元素の拡散は4元系に比較し
遅い → Pt表面の構造安定化

Y. Chida et al., Electrochem. Commun. 159 107657 (2024).

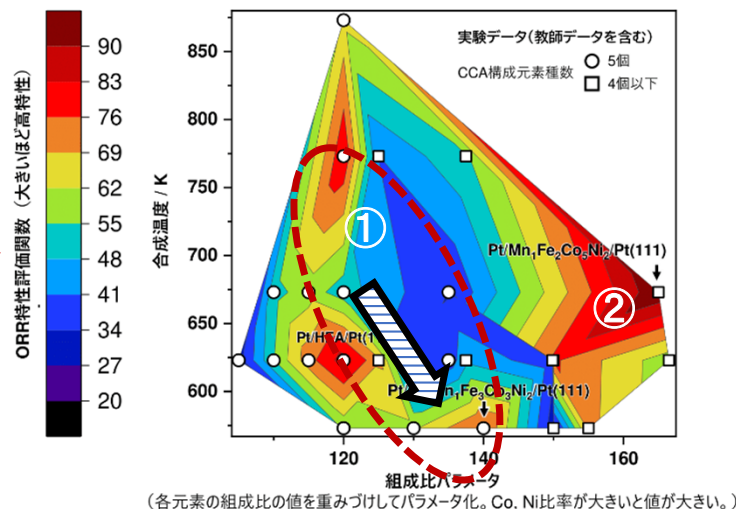
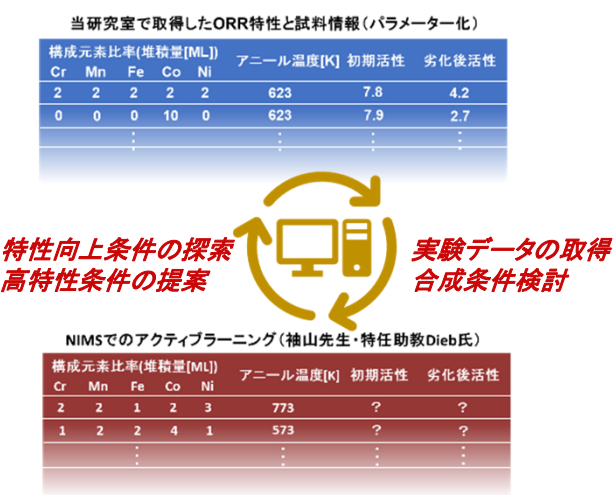


Cr単独添加の場合ORR特性は大幅低下
高特性化（活性、耐久性の向上）に向けて
Cr,Mnの共添加が重要

Cr,Mnの共添加により疑似コアシェル化
(表面Pt/下層HEAの相分離) が促進

3-3 酸化物ミクロ構造制御による高温対応モデル触媒開発 (東北大,再委託島根大)

機械学習支援による合成条件探索

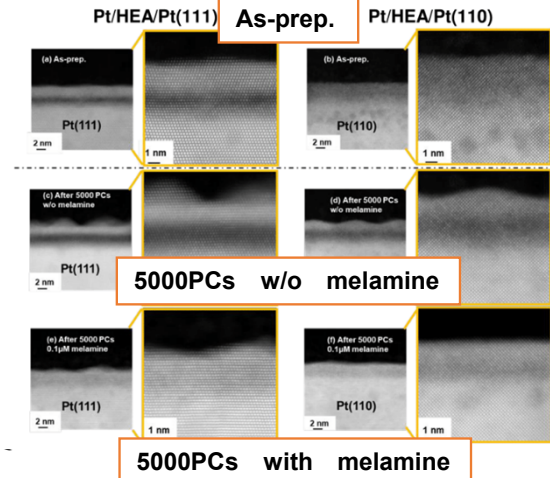
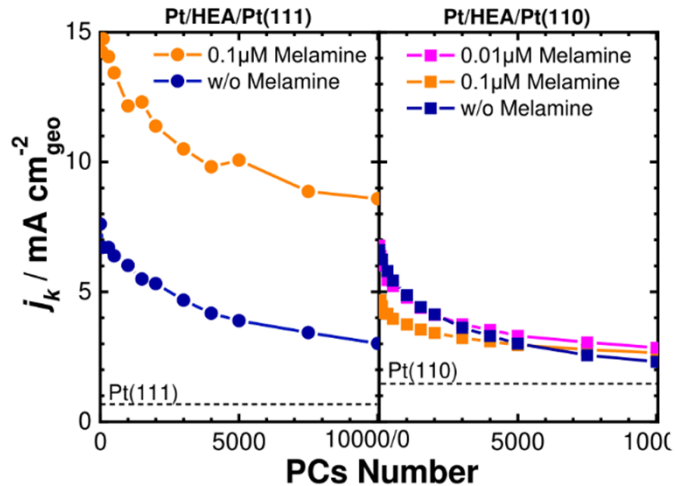
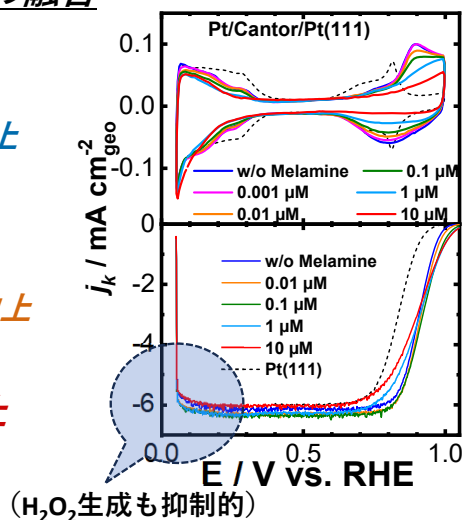
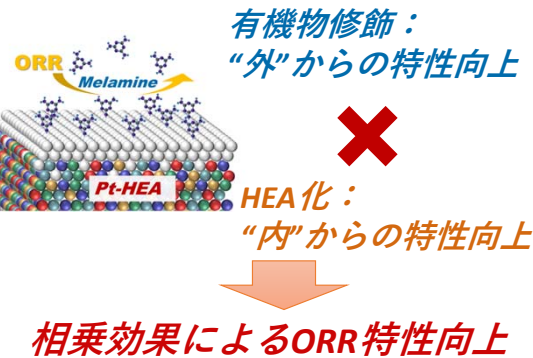


Y. Chida et al., ACS Appl.Mater.&Interfaces. 17 22557 (2025).



- 条件①、②はPt/Cantor合金(等組成比)と同等(ただし、高特性化因子は両者で異なる)
- ①Pt-Cr(1)Mn(1)Fe(3)Co(3)Ni(2) 焼成温度573K
- ・疑似コアシェル構造(不均一)形成による高特性化(Pt/Cantor系に類似)
- ②Pt-Cr(0)Mn(1)Fe(2)Co(5)Ni(2) 焼成温度673K
- ・非コアシェル構造(Coの割合が高い)(Pt/Cantor系とは異なる高特性化)

Pt-HEAとMelamine修飾技術の融合



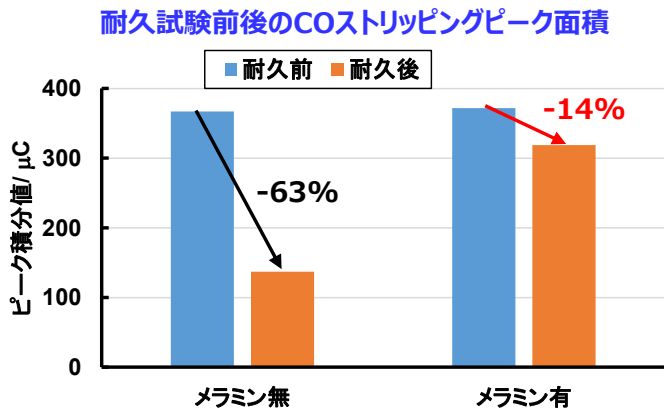
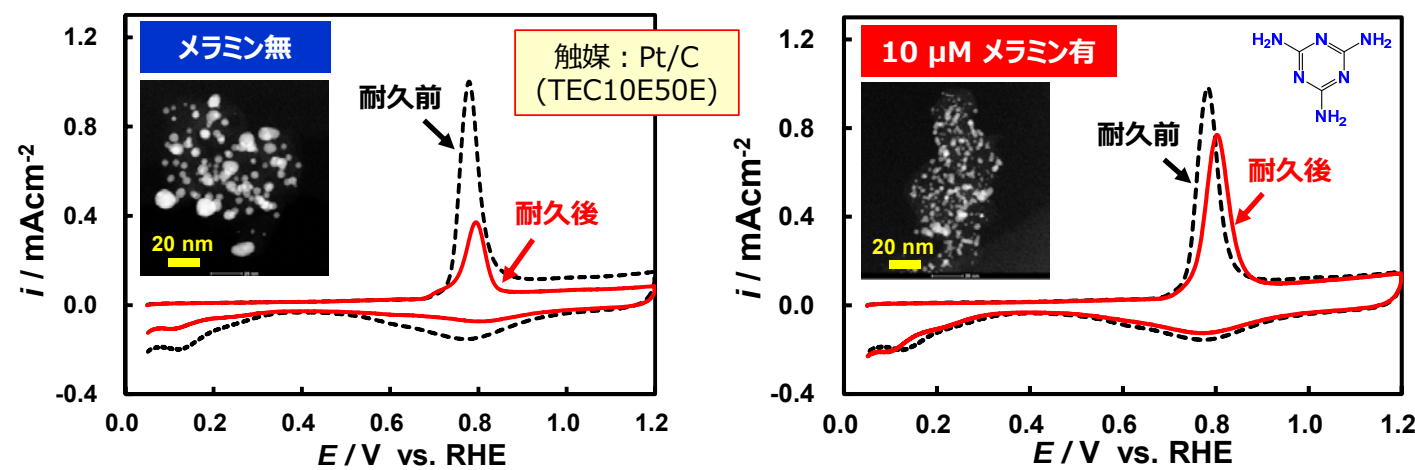
メラミン修飾により初期活性の2倍 表面荒れが原子レベルで抑制し高耐久化

3-4-1 メラミン添加によるPt/Cの耐久性向上（産総研・同志社大学）

メラミンの耐久性に対する効果を確認するため、メラミンを電解液中に入れて耐久試験を実施

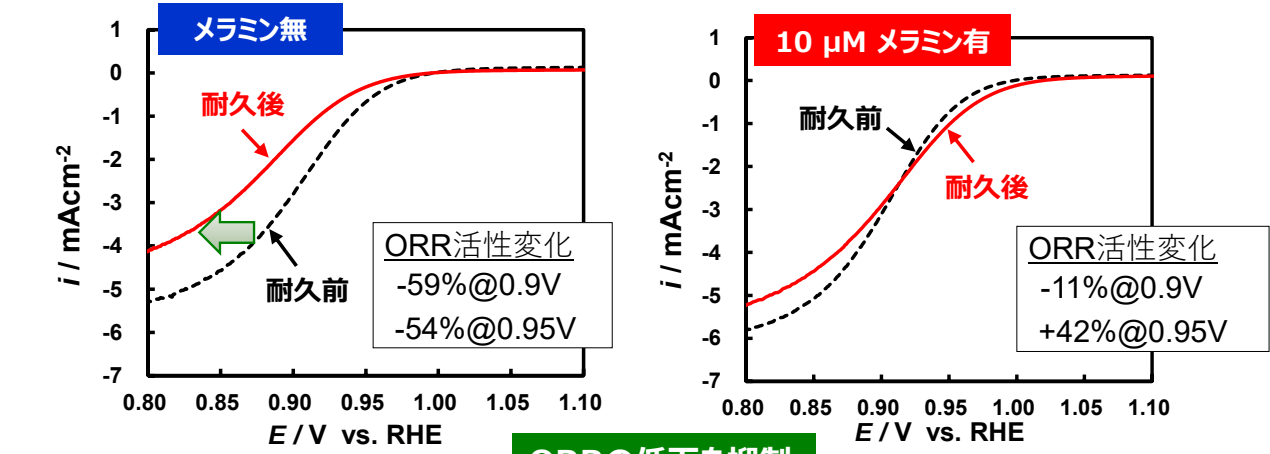
耐久試験条件：0.6V(3s)-1.0V(3s), 10000cycles, 79°C

■ CO ストリッピング法による耐久試験前後の白金表面積



メラミンの存在により耐久試験後のPtの粒径増大が抑制され、ECSAの低下も抑制される

■ ORR活性変化



ORRの低下を抑制

- 溶液中へのメラミン10μM添加によりADT後のECSA低下を大幅に抑制。メラミン分子に耐久性向上効果があることがわかった
- PtCo/C合金触媒からのCo溶出も大幅低減

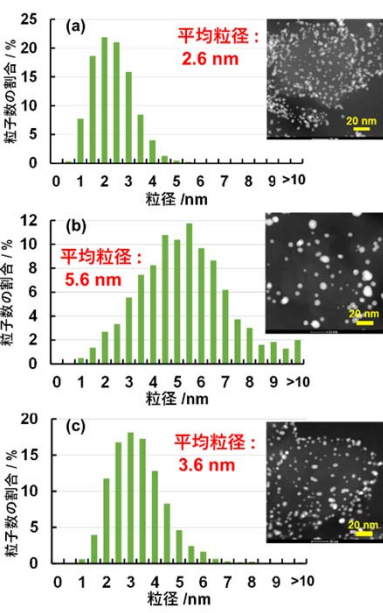
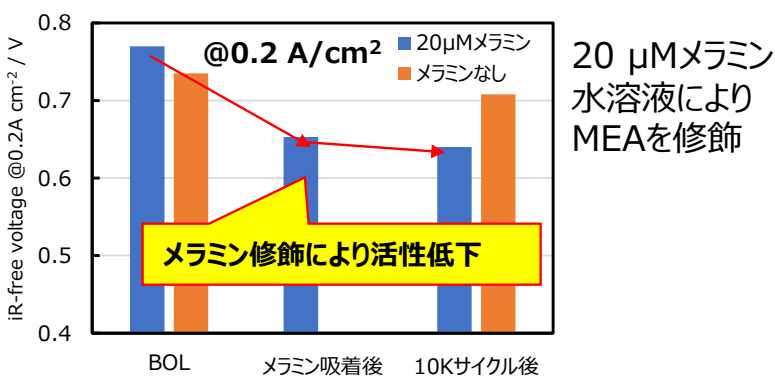
→ 耐久性が低くてこれまで使いこなせなかった高活性触媒利用の可能性

特許出願済：「電解質」PCT/JP2022/046410
H. Daimon et al., ACS Catal. (2022) 12, 8976–8985

3-4-2 MEAにおけるメラミンの効果の実証 (産総研)

■ MEAの耐久性評価 by 産総研

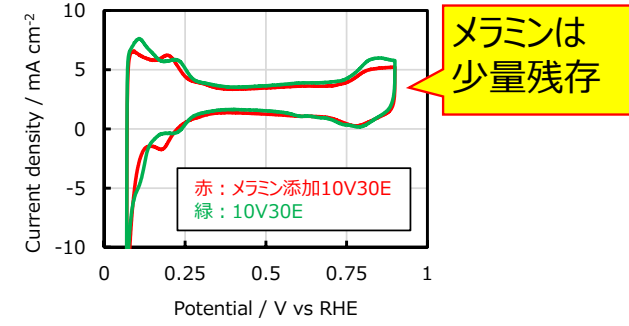
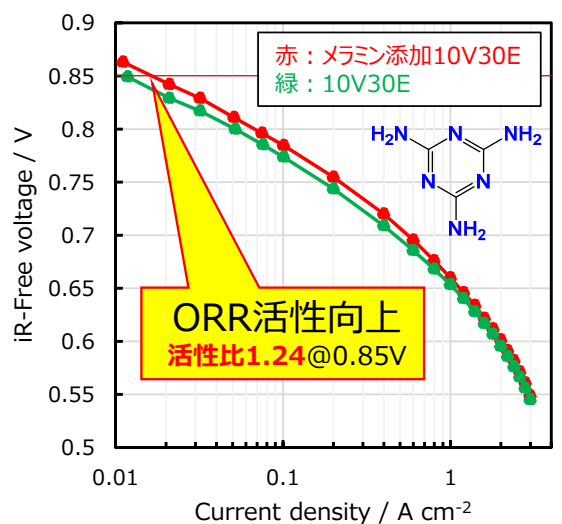
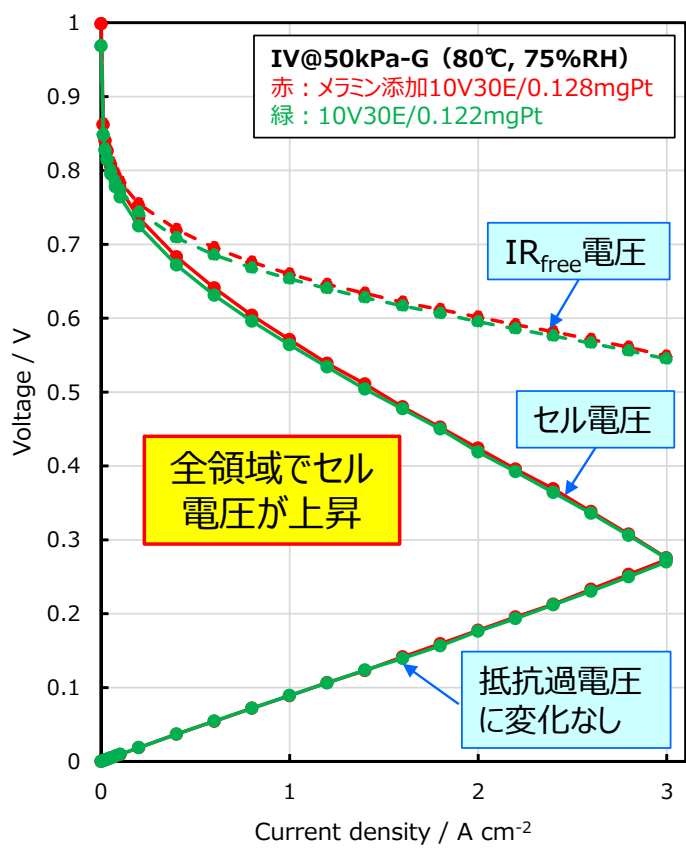
多量のメラミンで修飾した場合のセル電圧



過剰量のメラミンはIV特性を低下させるが、白金粒径の増大は抑止する。

過剰障害の抑制による活性と耐久性の両立が重要

■ MEA評価 by PF (山梨県産技センター)



コンディショニング条件の適正化によって過剰に吸着したメラミン類を白金から除去することでMEA特性が改善し、RDEと同様なメラミン修飾効果をMEAでも確認した

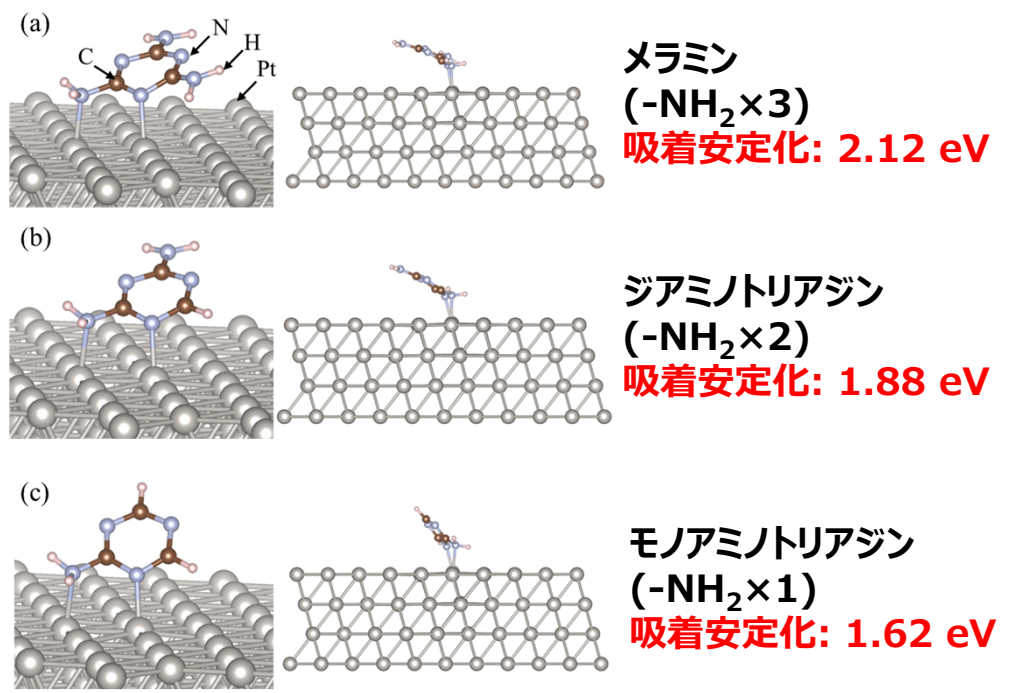
→ 過剰吸着の抑制が特性上昇の鍵と考えられる

3-4-3 高濃度でも阻害しにくい修飾剤の開発(産総研)

メラミン系修飾剤を過剰に吸着させると効果とともに阻害（特に活性面）が生じる

➡ 過剰障害を抑制して活性を引き出すため、高濃度条件下でも悪影響の少ない修飾剤の開発を目指した

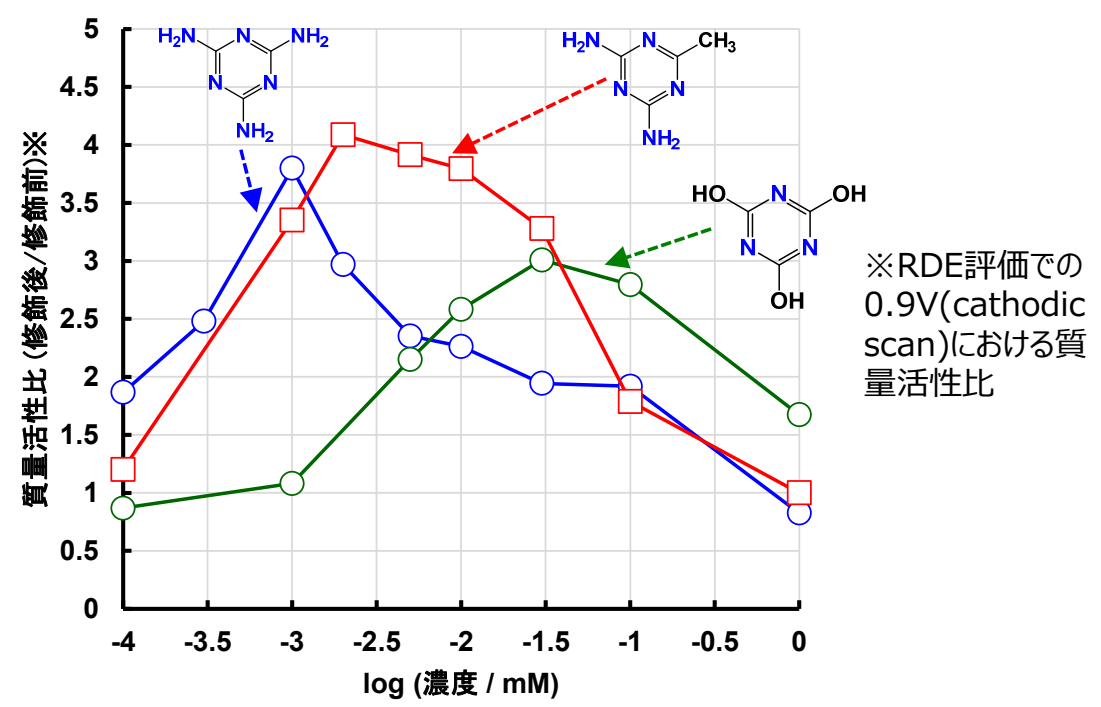
■ トリアジン誘導体-Pt界面のDFT計算



アミノ基の数を減らせば弱い吸着になることがわかった

➡ 置換基を工夫することで過剰障害が出にくい可能性

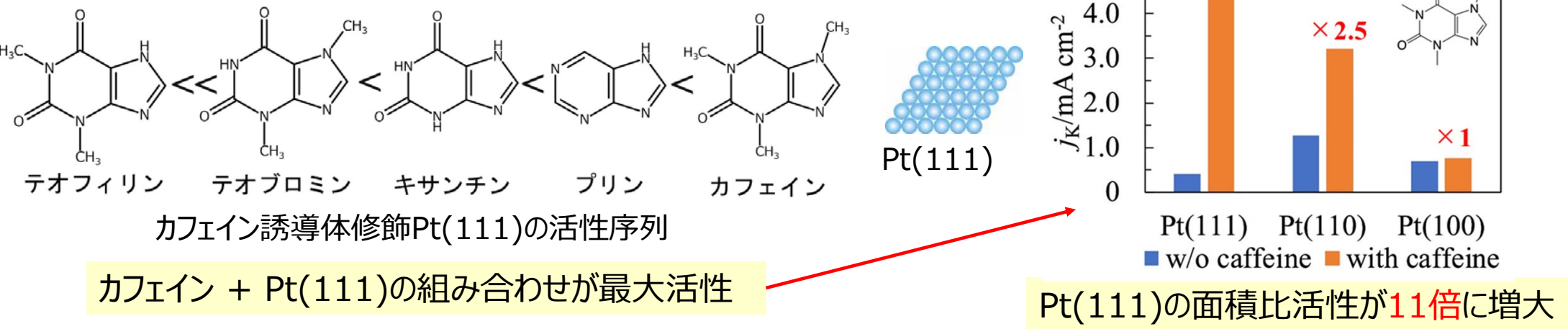
■ 各トリアジン誘導体の活性化効果の濃度依存性



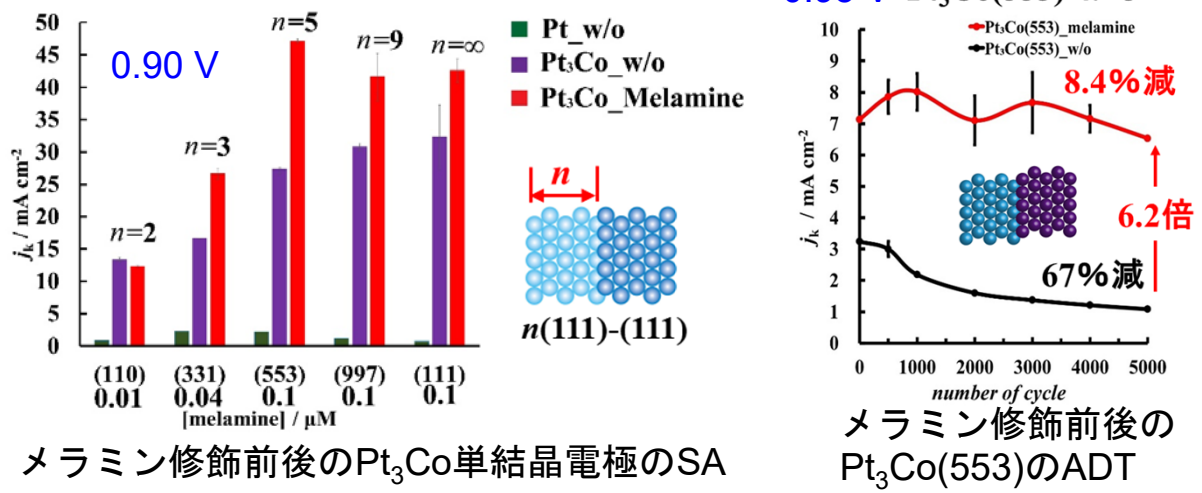
アミノ基の数が少ないトリアジンは高濃度側の活性低下が緩やかで、効果の現れる濃度範囲が広い

3-5-1 ORRを活性化させる構造規整電極と有機物の組合せ (千葉大学)

カフェイン誘導体修飾Pt単結晶電極



メラミン修飾Pt₃Co単結晶電極



メラミン修飾後

活性・耐久性ともにPt₃Co(553) n=5が最大

活性：Pt(553)の**23倍**

(MA = 110,000 A/g-PGM)

耐久性：**6.2倍**

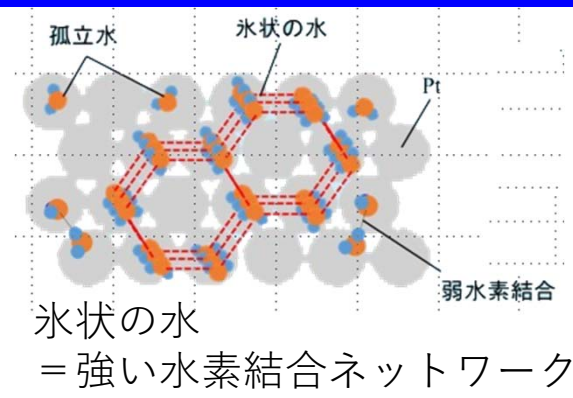
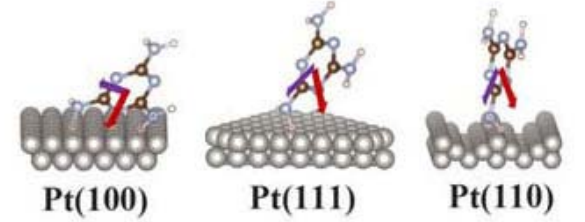
Cf: 2040年目標 39,000 A/g

3-5-2 有機物の吸着配向・水構造とORR活性の相関解析 (千葉大学)

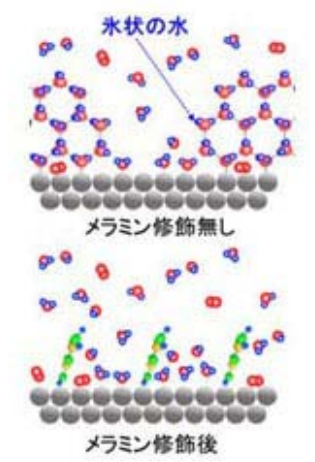
メラミンによるPt単結晶電極のORR活性化機構 (赤外スペクトル)

メラミンによるORR活性増大率
 $\text{Pt}(100) \ll \text{Pt}(110) < \text{Pt}(111)$

メラミン吸着角度
 $\text{Pt}(100) < \text{Pt}(111) < \text{Pt}(110)$



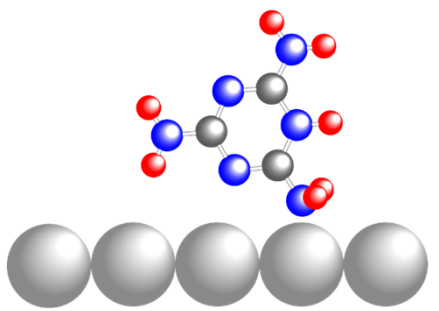
メラミン修飾後の氷状の水
Pt(111) 消失
Pt(110) 消失
Pt(100) 変化無し



メラミン吸着角度大 → 水素結合ネットワーク破壊 → PtOH減 → ORR活性化

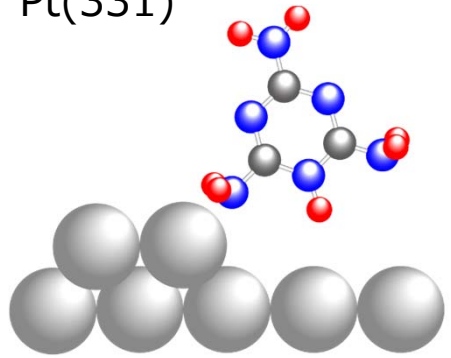
超高真空中におけるメラミンと水の共吸着

Pt(111)



小さなドメインサイズの吸着水
→メラミンが吸着水の水素結合ネットワーク形成を阻害

Pt(331)



・ステップに優先的にメラミン吸着
→Pt原子の溶出を防止し耐久性向上
・テラス上の水吸着を阻害
→ORR活性の向上に寄与

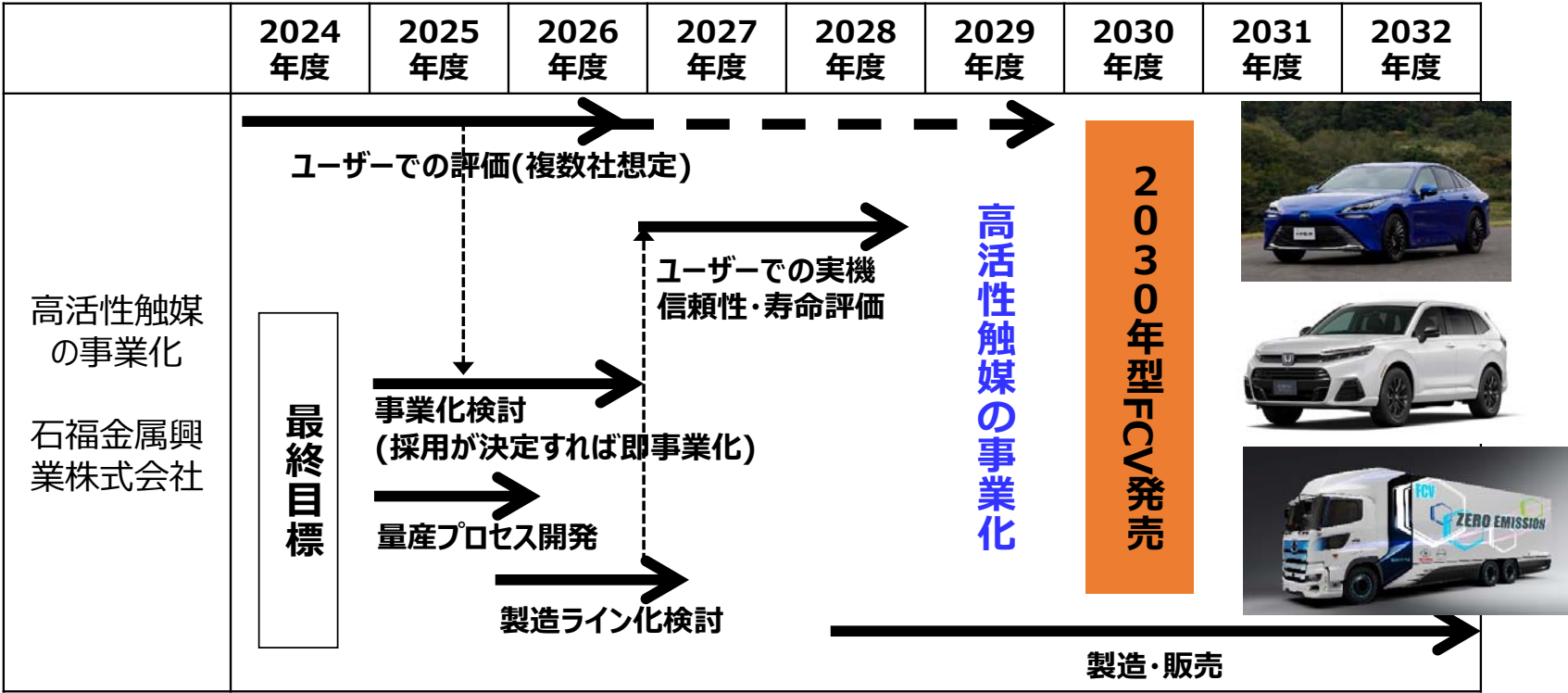
4. 今後の見通しについて（外部発表および事業化計画）

・ 外部発表（5年間）

学会講演	論文文献	特許	プレス発表	受賞
202	35	26	8	15

・ 実用化計画

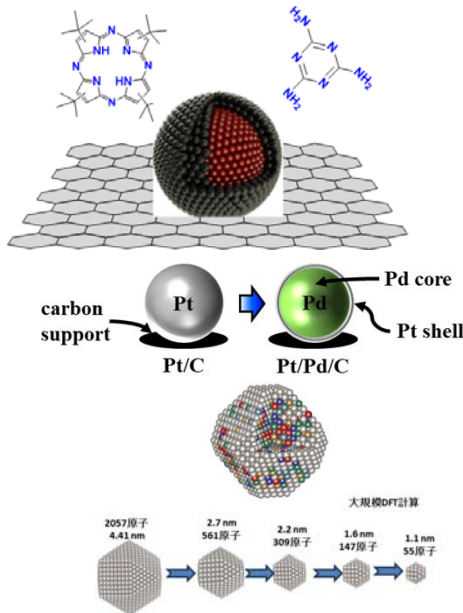
Pt/MPC触媒：2030年型FCVへの搭載に向けて事業化を進める。
 有機物修飾：次期プロ5年で実用化に向けた開発を進め、2035年FCV, HDVへの搭載を目指す。



4. 今後の見通しについて（今後の計画）

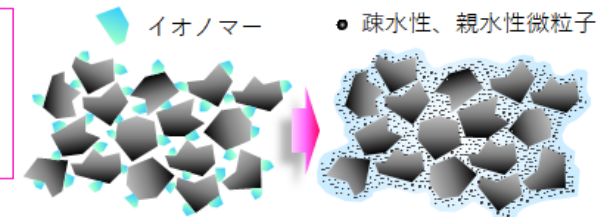
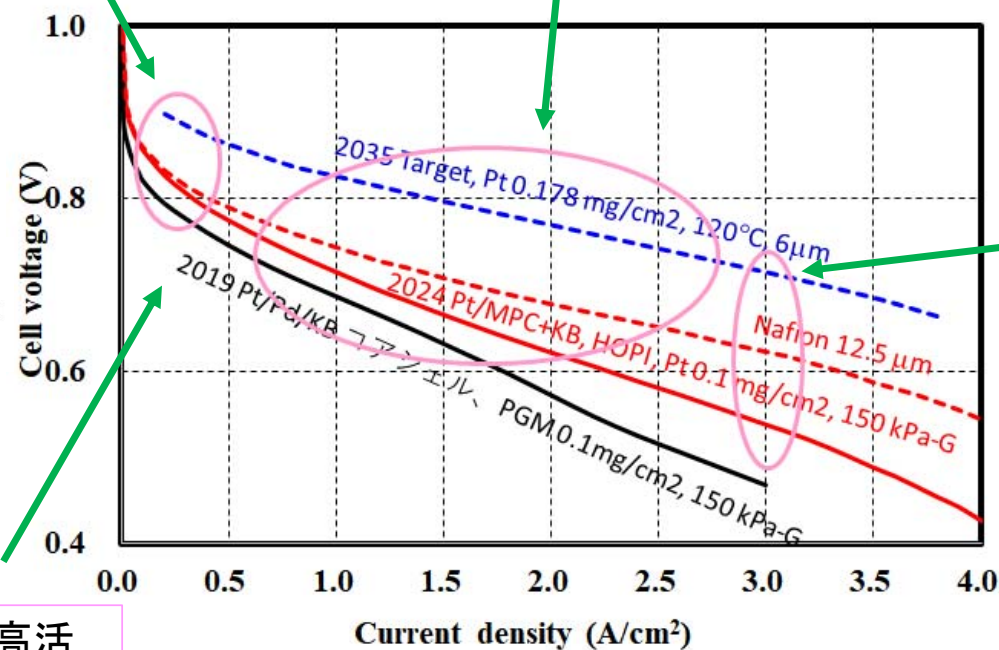
有機物修飾による高活性化、高耐久化（産総研、千葉大学、パナソニック）

MEAでの使いこなし手法開発



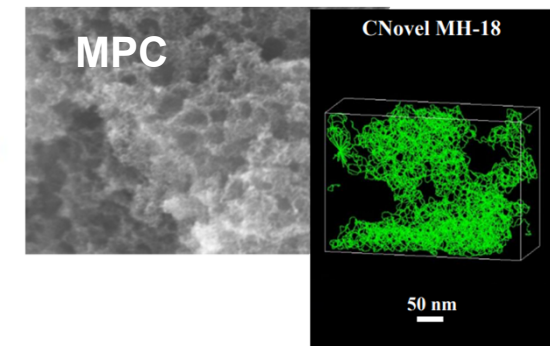
HE合金、小粒径触媒による高活性化（東北大学、同志社大学、石福金属）

触媒層構造最適化による中電密および高温低加湿特性向上（石福金属、同志社大学）



カーボン担体中の物質移動促進

メソポーラスカーボン担体による高速酸素輸送（同志社大学、石福金属）



メソポーラスカーボン担体、有機物修飾によるメリットを最大限に生かして、高活性化、高耐久化、120°C 高温低加湿対応を狙う

2020-2024年度

NEDO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／

高温低加湿作動を目指した革新的低白金化技術開発



Doshisha U.



TOHOKU
UNIVERSITY



CHIBA
UNIVERSITY



AIST



Ishifuku Metal

ご静聴どうもありがとうございました。