

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」/「II 水素利用等高度化先端技術開発」/「カーボンフリー白金合金ナノ粒子連結触媒とポリフェニレン系細孔ファイリング電解質膜の開発および高電圧・高出力MEAへの展開」

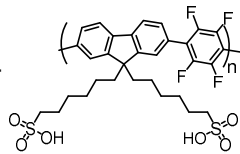
発表者名：東京工業大学 山口猛央、黒木秀記、宮西将史、田巻孝敬、アニル・ゴピナサン、大柴雄平、菅原勇貴

○事業概要

② 電解質膜開発

高耐久・高耐熱性電解質

ポリフェニレン型  
電解質



高温低湿度対応細孔ファイリング薄膜

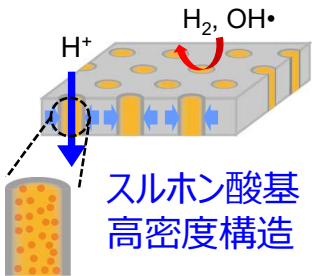
多孔基材

10 μm  
以下

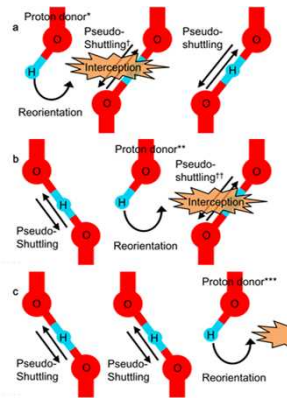
Packed acid  
機構

膨潤抑制

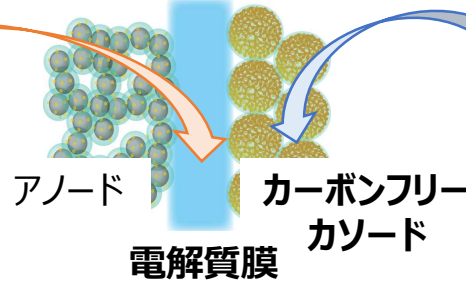
OHラジカル耐性  
低いH<sub>2</sub>クロスオーバー



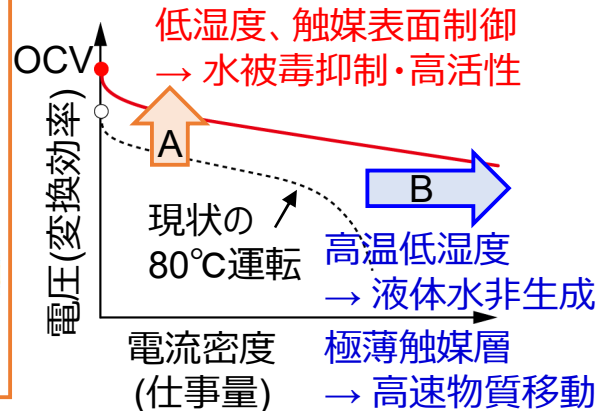
スルホン酸基  
高密度構造



③ 膜電極接合体(MEA)開発

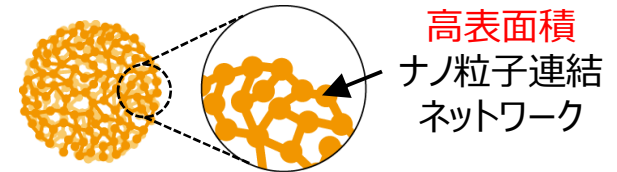


120~150 °C、低湿度対応  
高性能MEA

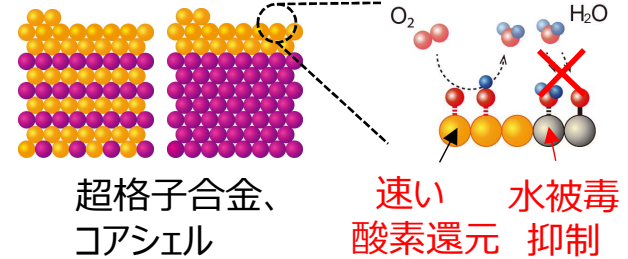


① 触媒開発

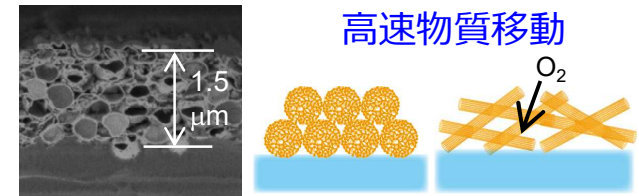
高表面積白金系ナノ粒子連結触媒



水被毒抑制 + 高活性表面



薄層・高空孔率カーボンフリー触媒層



連絡先  
東京工業大学 教授 山口猛央  
yamag@res.titech.ac.jp  
045-924-5254

(A) 高電位運転

電解質膜(低湿度対応) + 触媒(水被毒抑制 + 高活性)

(B) 高電流密度運転

電解質膜(高温低湿度対応) + 触媒(薄層・高空孔率触媒層)

# ①白金系ナノ粒子連結触媒

中間目標 (2022年6月)

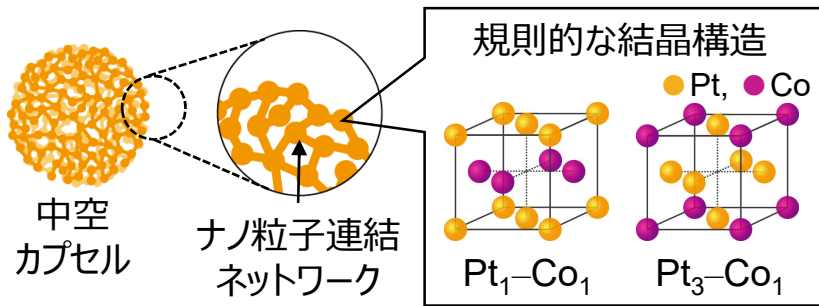
<①触媒開発> 白金合金ナノ粒子連結触媒を高温低湿度で使用し、水被毒を抑制できること、高い活性が発現することを実証  
白金合金ナノ粒子連結触媒において、

- ・ 触媒表面比活性として、3 mA/cm<sup>2</sup>-Pt 以上の達成、触媒電気化学表面積(ECSA) 30 m<sup>2</sup>/g-Pt 以上の達成
- ・ 異なる構造の白金合金ナノ粒子連結触媒が開発できることを実証

## ① カソード用酸素還元触媒の研究開発

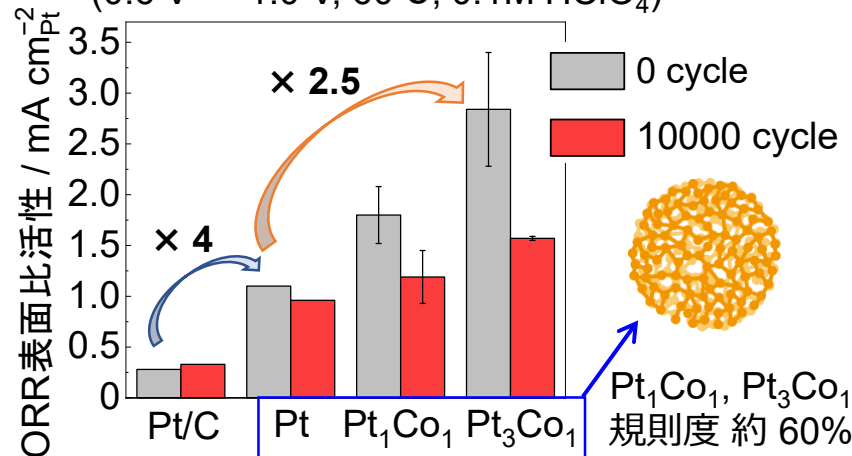
- <課題> ・ 酸素還元反応(ORR)活性向上、水由来のPt酸化被毒の抑制  
・ 耐久性(カーボン腐食、触媒金属溶出)の向上

### カーボンフリーPt<sub>x</sub>-Co<sub>1</sub>ナノ粒子連結触媒

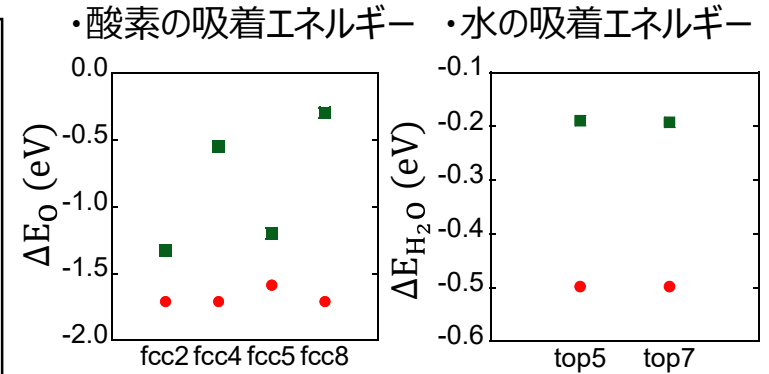
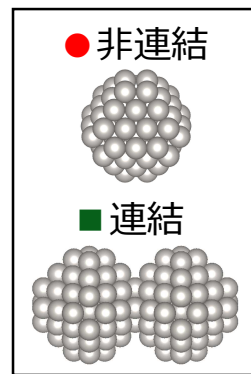


- 高表面積・高触媒活性化の実現
- カーボン腐食の回避、金属溶出抑制(高耐久化)

・ 負荷応答サイクル(触媒金属溶出加速)試験  
(0.6 V ⇔ 1.0 V, 60°C, 0.1M HClO<sub>4</sub>)

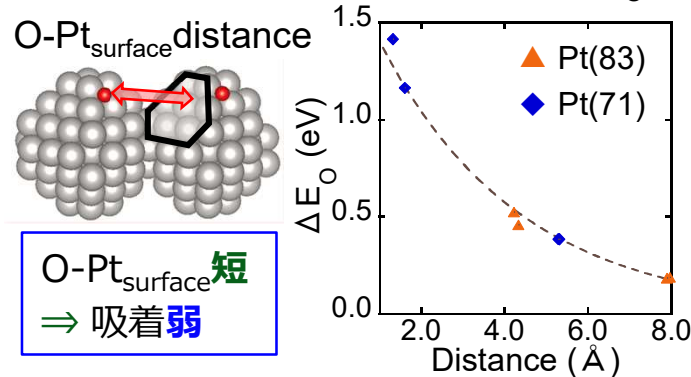


### <量子化学計算> Ptナノ粒子連結構造の効果



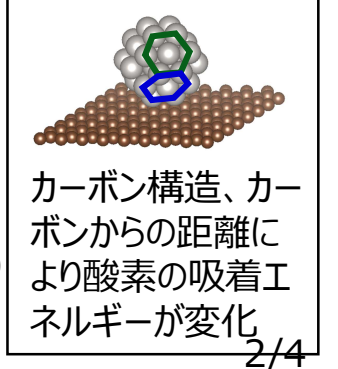
ナノ粒子連結 ⇒ 酸素・水の吸着弱

・ 酸素-隣接Pt粒子表面との距離 vs ΔE<sub>O</sub>



連結部分近傍 ⇒ 酸素の吸着弱

### カーボンフリー構造の効果



## ②ポリフェニレン型電解質膜および③膜電極接合体(MEA)

中間目標 (2022年6月)

<②電解質膜開発> 低湿度環境においてパーフルオロスルホン酸基の高密度構造の有効性、高いプロトン伝導性を実証

- ・ 電解質膜 (キャスト膜または細孔フィリング膜) において、
- ・ ガラス転移温度 150℃以上の材料で、プロトン伝導抵抗が 30% RHにおいて 100 mΩ cm<sup>2</sup> 以下の実現
- ・ 80℃のフェントン試験 2 時間後にプロトン伝導度 90%以上を維持

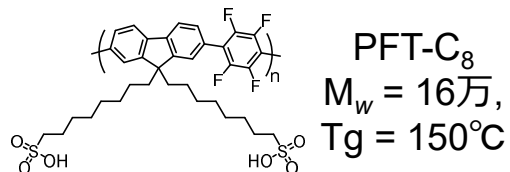
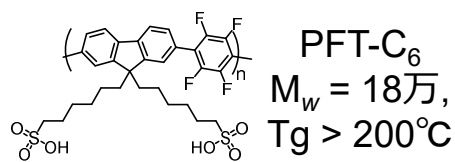
<③膜電極接合体(MEA)開発>

- ・ 開発した触媒および電解質膜を用い、MEA としての燃料電池運転から材料開発に情報をフィードバックできることを実証

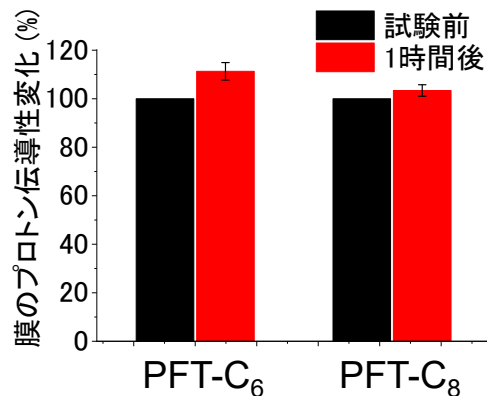
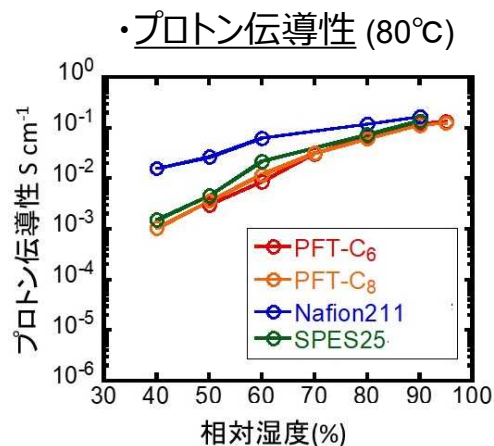
### ② ポリフェニレン型電解質の研究開発

- <課題>
- ・ 化学的・機械的耐久性の向上
  - ・ 高温低湿度での高いプロトン伝導性の実現

高分子量・高耐久PFT-Cxポリマー

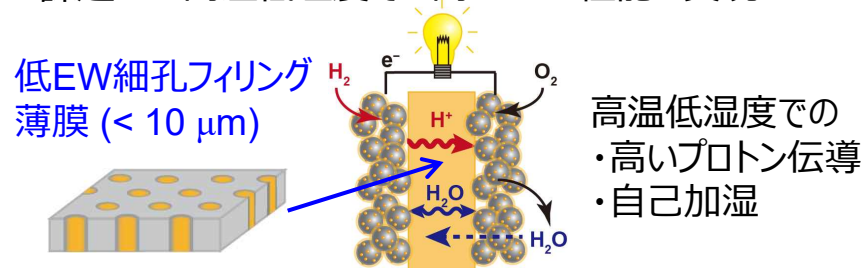


・ラジカル耐性 (80℃, 1h,  
3 wt% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 2 ppm FeSO<sub>4</sub>)



### ③ 高温低湿度対応MEAの研究開発

<課題> ・ 高温低湿度での高いMEA性能の実現



・高温低湿度MEA運転 (80℃, 20% RH, H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, 常圧)

