2026 年 5 月 11 日

高分子電解質燃料電池（PEMFC）の実使用環境下における高効率発電材料:メソポーラスカーボン白金触媒の劣化抑制機構を解明

～高い活性と耐久性の両立により、定置式燃料電池や燃料電池車のさらなる普及に貢献～

エヌ・イー ケムキャット株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長　遠藤晋）は、高分子電解質燃料電池(PEMFC)について、空気の導入・遮断・閉じ込めを伴う起動/停止時 (SU/SD)におけるメソポーラスカーボン（MPC）に担持した白金触媒の劣化メカニズムを解明しました。さらに、MPC の特性を活用した微小発電による制御手法を用いることで、業界標準品(中空担体使用)と同等以上の性能を、長期間維持できる劣化抑制機構を明らかにしました。本研究内容は、4 月 27 日発行の米国化学会（ACS: American Chemical Society）誌「ACS Applied Energy Materials」に掲載されました。

多くの規則的なメソ細孔構造を有する MPC は、高い比表面積と構造制御性から、近年、高出力 PEMFC のカソード用の白金触媒担体として注目されている炭素材料です。一方、その耐久性に関する研究は、主に一般的な電位変動型の加速耐久試験に限定されていました。そのため、MPC 電極触媒特有の構造を考慮した、実使用環境下、特に起動や停止時の劣化挙動とメカニズムは、十分な検証が行われていませんでした。

今回、当社の研究チームは、空気の起動／停止条件下において、二酸化炭素（CO_2）の発生とセル電圧の関係に着目し、MEA 出口から排出されるガスを直接捉える解析手法を用いました。さらに、三次元電子顕微鏡解析（STEM トモグラフィー）により、触媒担体の内側と外側に存在する白金ナノ粒子を区分して分析し、実運転条件下での劣化挙動とその詳細なメカニズムを明らかにしました。加えて、微小発電によって運転中の電圧を常時 0.88 V 以下に精密に制御することで、実践的なシステム制御を想定した劣化抑制効果を確認しています。これにより、停止時の空気消費が促進されるとともに、使用されている白金の酸化レベルも低減され、炭素腐食と白金の溶出の双方を抑制できることが明らかとなりました。

本研究により、燃料電池の高寿命化につながる電極触媒および燃料電池システム設計への示唆が得られ、その成果は、MPC 白金触媒の実用化に向けた条件最適化や次世代材料創出への指針を与えるものです。

研究の詳細につきましては、以下より是非ご確認ください。

■発表誌：「ACS Applied Energy Materials」（2026 年 4 月 27 日発行号）*WEB 版は 4 月 13 日発行
■論文タイトル：Degradation Mechanism and Mitigation Strategy of Mesoporous Carbon-Supported Pt Catalysts during Realistic Startup and Air Confinement Shutdown in Polymer Electrolyte Fuel Cells
■DOI 番号: 10.1021/acsaem.6c00624
■論文詳細(PDF 版) https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsaem.6c00624?ref=article_openPDF

本研究は、当社エヌ・イー　ケムキャット(株)と国立大学法人 山梨大学　水素・燃料電池ナノ材料研究センター 内田誠教授らの研究グループとの共同研究成果になります。

■共同執筆者
内田　誠（山梨大学教授　水素・燃料電池ナノ材料研究センター　金属研究部門長）

■執筆者

青木　智史　(研究開発センター基礎開発部)
池川　真弓　(研究開発センター基礎開発部)
永森 聖崇　(研究開発センター基礎開発部　グループ長)
関　安宏　(研究開発センター基礎開発部長)

■共同執筆者　山梨大学 内田誠教授コメント

高分子電解質燃料電池（PEMFC）にとって、高性能と耐久性の両立は極めて重要です。MPC 白金触媒は、その高い活性から、高効率システム向けの有望な材料として大きな注目を集めています。

本研究が訴求する画期的な点は、以下の 3 点が挙げられます。

1) 発電と空気閉じ込めを伴う現実的 SU/SD 条件下における MPC 白金触媒の耐久性を評価しました。

2) CO_2 発生量と Pt 溶解量の時間分解モニタリングを含む包括的な分析の結果、MPC 白金触媒は深刻な性能劣化を起こしやすいことが明らかになりました。特にプロトンアクセスが制限された領域では、SU/SD 条件によって MPC が炭素腐食を起こし、物質輸送の問題だけでなく、Pt 粒子の深刻な成長も引き起こすことが分かりました。

3) この劣化現象を抑制する手段として、微小発電により酸素消費を促進し上限電位を制御することで、Pt 酸化を抑制、炭素腐食を制限し劣化を効果的に軽減できることを示しました。

本研究は、多孔質担体を用いた触媒の長期運転に関する重要な課題を明らかにし、実環境における劣化を抑制するための実用的な戦略を提供することができました．今後の触媒並びに触媒層構造設計に大きな示唆を与えます。

■エヌ・イー ケムキャット株式会社について：

エヌ・イー ケムキャットでは、プロセス触媒・自動車排出ガス浄化触媒　燃料電池触媒等の研究開発・製造・販売や貴金属触媒の回収精製を行っています。

【本社】〒105-5127 東京都港区浜松町二丁目４番 1 号　世界貿易センタービルディング南館 27 階
【沼津事業所】〒410-0314 静岡県沼津市一本松 678
【つくば事業所】〒306-0608 茨城県坂東市幸神平 25 番 3 号
【代 表 者】 代表取締役社長　遠藤 晋
【設立年月】 1964 年４月　【資 本 金】 34 億 2,350 万円
【Ｕ Ｒ Ｌ】 https://www.ne-chemcat.co.jp/

■本リリースに関するお問合せ：

エヌ・イー ケムキャット株式会社　広報担当　E-mail: info-pr@ne-chemcat.co.jp