Science 2017 Issue Conce

Japanese Scientists in Science 2016

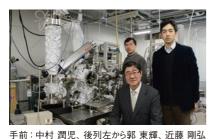
日本人研究はサイエンス誌に載った





モデル触媒で解明した酸素還元反応に対する 窒素ドープ炭素材料の活性点

Active sites of nitrogen-doped carbon materials for oxygen reduction reaction clarified using model catalysts



中村 潤児 Junji Nakamura

筑波大学 数理物質系 物質工学域 教授

筑波大学 学際物質科学研究センターおよび数理物質融合科学センター 教授

近藤 剛弘 Takahiro Kondo

筑波大学 数理物質系 物質工学域 准教授

筑波大学 学際物質科学研究センターおよび数理物質融合科学センター 准教授

郭 東輝 1 渋谷 陸 2 秋葉 千聖 2 佐治 俊輔 2

1 筑波大学 数理物質系 物質工学域 2 筑波大学大学院 数理物質科学研究科

ナ削・中州 润元、後州左が9邦 宋碑、江藤ド

中村 潤児 E-mail: nakamura@ims.tsukuba.ac.jp

所在地:305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1 **URL**: http://www.ims.tsukuba.ac.jp/~nakamura_lab/

Contact

レアメタル白金に代わる 燃料電池触媒開発への大きな発見

これまで窒素ドープ炭素材料が、燃料電池のカ ソード電極反応である酸素還元反応に対して高 い触媒性能を示すことは広く知られていたが、ど の部位で触媒反応が起きているかという触媒活 性点については様々な提案が出されており、明 らかにはされていなかった。本研究では特定の 窒素種だけを持つモデル触媒を複数調製し、そ れらの触媒特性を比較・解析することにより、触 媒活性点を形成する窒素種がピリジン型窒素と 呼ばれる窒素種であることを特定した。また、ピリ ジン型窒素が炭素材料に導入されると、ピリジン 型窒素の隣のπ共役系を形成している炭素原子 に局在化した電子準位が形成され、これがルイ ス塩基として機能するようになることが、二酸化 炭素の吸着実験などから示された。以上の結果 より、窒素ドープ炭素材料の酸素還元反応に対 する触媒活性点は、ピリジン型窒素の隣のルイ ス塩基となっている炭素原子であると結論付けら れた。触媒特性をもたらす窒素種を特定したこと で、安価で豊富なグラファイト系炭素材料を用い た燃料電池電極触媒の設計指針が明確になっ た。これは、高価で希少な白金を代替する触媒 開発の道筋が切り拓かれたことを意味しており、 今後の燃料電池の本格普及に大きく貢献するこ とが期待される。

Figure and Note

近藤 剛弘 E-mail: takahiro@ims.tsukuba.ac.ip

レアメタル白金に代わる燃料電池炭素触媒の 活性点を形成する窒素種を特定



~燃料電池の本格普及に大きく貢献~

ヒリング空至素

図1:レアメタル白金に代わる燃料電池炭素触媒の活性点を形成する窒素種を特定

現在、燃料電池のカソード電極触媒材料には高価で希少な白金が使用されている。白金の代替材料として窒素をドープしたグラファイト系炭素材料が有力な候補であるが、活性点を形成する窒素の種類が明らかとなっておらず論争となっていた。本研究によって触媒活性点を形成する窒素種がピリジン型窒素と呼ばれる窒素種であることが特定されたため、白金を代替する触媒開発の道が切り拓かれた。今後の燃料電池の本格的な普及に大きく貢献することが期待される。

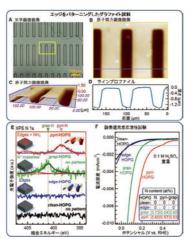


図2:窒素ドープグラファイトモデル触媒 の構造と電子状態および酸素還元反応

(A) エッジパターンをしたグラファイトモデル触媒の光学電子顕微鏡像、(B) 原子間力顕微鏡像、(C) 3D表示図、(D) 断面形状。(E) X線光電子分光のN1sコアレベルスペクトル(pyri-HOPG: ピリジン型窒素をエッジにドープしたグラファイト、grap-HOPG: グラファイト型窒素をドープしたグラファイト、edge-HOPG: エッジだけを導入したグラファイト、(clean-HOPG: 清浄なグラファイト)。(F) 酸素還元反応試験結果。



表面基礎化学と触媒開発の融合で社会に貢献

中村・近藤研究室では表面化学(科学)と触媒開発(技術)を融合し、社会的ニーズの高い環境エネルギー技術に貢献する研究を行っています。カーボンナノチューブやグラフェンなどの新しい炭素材料を用いて、二酸化炭素からメタノールに室温で変換する触媒の開発や固体高分子形燃料電池の白金代替触媒の開発に挑戦しています。表面化学においては、原子分解能での顕微鏡観察や電子分光計測など最先端計測を駆使して、炭素の化学的性質を原子レベルで調べています。これは新しい化学分野の開拓です。未来の環境に調和する社会に大きく役立つと考えています。