



九州大学

九州大学広報室

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL:092-642-2106 FAX:092-642-2113

MAIL:koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

URL:http://www.kyushu-u.ac.jp

**PRESS RELEASE (2013/02/21)**

## カーボンナノチューブを利用した高性能燃料電池触媒の作製に成功

### 概要

燃料電池は発電効率が高く二酸化炭素排出量も少ないことから次世代の発電装置として期待されています。しかし、実用化には使用する材料と構造の最適化による効率や耐久性の向上が必要です。特に触媒を担持(※1)するカーボンブラック(CB)の低い耐久性は解決すべき課題とされていました。工学研究院・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所(I<sup>2</sup>CNER)の中嶋直敏教授、藤ヶ谷剛彦准教授らの研究グループは、CBより遥かに強固な構造を持つカーボンナノチューブ(CNT)に触媒を担持する新たな方法を開発しました。この手法によりCNTの強固な構造を壊すことなく、さらに反応がスムーズに進行する構造で触媒を担持することが可能になりました。本研究に関する一連の成果が2013年2月20日、Wiley社の『Advanced Materials』オンライン版で発表されました。

### 背景

クリーンで効率の良い発電システムに対する需要はますます高まりつつあり、多くの研究開発が行われています。中でも燃料電池はエネルギーロスが小さく、また副生成物は水だけであることから、非常にクリーンな発電システムです。我が国では2015年に自動車の燃料電池の本格普及を目指しています。

しかし、反応触媒として高価な白金を使用しているために、普及のためには効率と耐久性を向上させる必要があります。白金上での反応効率を高め、かつ長持ちさせるためには、ナノサイズ化した白金粒子を電極の上に均一にかつ長時間担持させる必要がありました。電極に現在はカーボンブラック(CB)という炭素でできた粉末を用いています。しかし、CBは動作中に溶解してしまうため、白金を長時間担持することができず、結果として電池の寿命を短くしてきたのです。

### 内容

燃料電池の耐久性向上を目指し、CBより強固な構造を持つカーボンナノチューブ(CNT)が注目されていました。しかし、その特徴的な構造は白金を担持しにくい性質を持っているため、多くの研究では白金を担持する際に構造に欠陥部を導入して担持を行っています。この方法ではCNTが本来持つ耐久性を失ってしまいます。

研究グループでは2009年にCNTの表面を白金担持の「のり」となる高分子をコーティングし、白金担持を行う手法を開発しました。「ポリベンズイミダゾール(PBI)」と呼ばれるポリマーがCNT表面を均一にコーティングし、白金を付きやすくできることを発見しました(図1)。添加した白金のほぼ100%が担持される極めて高効率な担持法で、白金のサイズ均一性や分布の均一性に優れることが明らかとなりました(図1)。PBIは電子を通さないため、コーティング厚を数ナノメートルに制御することでCNTと白金の間で触媒反応に必要な電子の受け渡しが行えるように工夫してあります。

もう一つのポイントはPBIが酸をドーピング(※2)することで触媒反応に必要な水素イオンを運搬する能力を持つ点です。従来の触媒構造では水素イオンを触媒表面に運ぶ物質(電解質)は白金表面を厚く覆っているために、反応に必要な燃料ガス(水素や酸素)が白金表面に到達しにくくなってしまうという弱点がありました(図2点線囲み)。研究グループの成果により、耐久性に優れたCNTの構造を維持しつつ、触媒反応を有利にする構造(図2、三相界面構造)も作り込む画期的な触媒作製法が確立されました。この手法を「ボトムアップナノ集積法」と名付けました。

従来用いられていた水素イオン運搬高分子が加湿を必要とし、低温(80℃以下)の発電であったのに対し、PBIは加湿を必要とせず、触媒反応に有利なより高温(100℃以上)でも水素イオンを運搬できることから、より安価かつ高効率な発電システムが実現できます。実際に、2011年に120℃無加湿条件下での高効率な発電に成功しています。このユニークな触媒を幅広く展開しており、これらの成果をまとめた論文が高く評価されました。

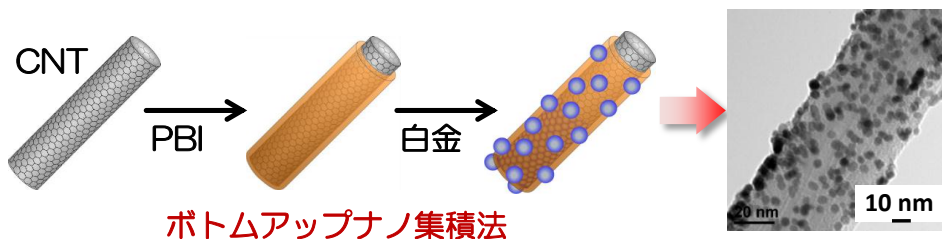


図1. 新しく開発した触媒担持法スキームで作製した触媒の電子顕微鏡写真

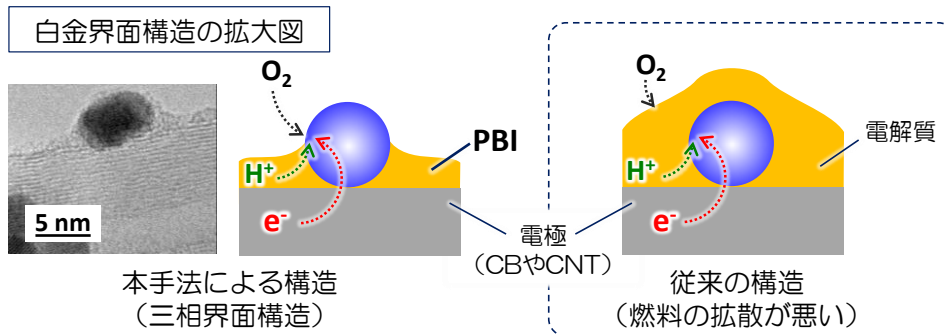


図2. 従来法と本手法により作製される触媒界面構造の比較

## ■効果、今後の展開

現在、燃料電池の実用化には高価な白金を大量に使用することが問題となっています。しかし、燃料電池の長寿命化や単位白金あたりの活性を向上させることで、白金使用量の低減が可能となるため実用化の可能性が高まります。今後は本格的な実用化を視野に入れて実証試験を行っていきます。

## ■用語解説

(※1) 担持

付着した状態を保持すること。

(※2) ドープ

物質の性質を変えるために少量の添加物を加えること

### 【お問い合わせ】

(研究に関わること)

九州大学大学院工学研究院、

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

教授 中嶋 直敏 (なかしま なおとし)、准教授 藤ヶ谷剛彦 (ふじがや つよひこ)

電話：092-802-2840

FAX：092-802-2840

Mail：[nakashima-tcm@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp](mailto:nakashima-tcm@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp) (中嶋)

[fujigaya-tcm@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp](mailto:fujigaya-tcm@mail.cstm.kyushu-u.ac.jp) (藤ヶ谷)

※お問い合わせはできるだけメールでお願いします。

(I<sup>2</sup>CNERに関わること)

九州大学カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

支援部門渉外グループ 藍谷・高田

電話：092-802-6935

FAX：092-802-6939

Mail：[wpisyogai@jimu.kyushu-u.ac.jp](mailto:wpisyogai@jimu.kyushu-u.ac.jp)