

# 白金微粒子担持カーボンナノウォールを用いた 燃料電池用触媒電極における分極特性の解明

Elucidation of polarization characteristics of fuel cell catalytic electrodes using  
Pt-nanoparticles supported carbon nanowalls

名大院工<sup>1</sup>、名城大理工<sup>2</sup>、名大未来社会創造機構<sup>3</sup>

○今井 駿<sup>1</sup>、内藤 建一<sup>1</sup>、近藤 博基<sup>1</sup>、石川 健治<sup>1</sup>、平松 美根男<sup>2</sup>、関根 誠<sup>1</sup>、堀 勝<sup>3</sup>

Nagoya Univ. Eng.<sup>1</sup>, Meijo Univ.<sup>2</sup>, Nagoya Univ. Inst. Innovation for Future Society<sup>3</sup>

○Imai Shun<sup>1</sup>, Kenichi Naito<sup>1</sup>, Hiroki Kondo<sup>1</sup>, Kenji Ishikawa<sup>1</sup>, Mineo Hiramatsu<sup>2</sup>, Makoto Sekine<sup>1</sup>,  
Masaru Hori<sup>3</sup>

E-mail: [imai.shiyun@c.mbox.nagoya-u.ac.jp](mailto:imai.shiyun@c.mbox.nagoya-u.ac.jp)

**1. はじめに：**固体高分子形燃料電池 (PEFC) は車載用電源として、二酸化炭素排出量の低減に寄与することが期待されている。一般的な PEFC の電極触媒層には、カーボン材料の一種であるカーボンブラック (CB) と白金 (Pt) 微粒子との複合材料が利用されている。しかし CB の結晶性の低さに起因する耐久性能の低さ、Pt 触媒の価格の高さと現有埋蔵量の限界がその実用化を妨げている。我々は、多層グラフェンが基板に対し垂直に成長した構造であり、比表面積が大きく、また化学的にも物理的にも安定なカーボンナノウォール (CNWs) に着目した。超臨界流体有機金属化学堆積法を用いることで、CNWs の表面全体への高密度 ( $10^{13} \text{ cm}^{-2}$  以上) な Pt ナノ微粒子の担持に成功している<sup>[1]</sup>。また  $\text{CH}_4/\text{H}_2$  プラズマを用いて成長した CNWs では、30,000 サイクル以上の高電位サイクル試験後においても、触媒性能を半分以上に保持することを見出している。しかし CNWs における抵抗分極や拡散分極などの電荷移動抵抗は明らかになっていない。本研究では、密度の異なる CNWs において、インピーダンス解析からそれぞれの分極特性を明らかにした。

**2. 実験内容：**ラジカル注入型プラズマ化学気相堆積 (RI-PECVD) 装置を用い、 $\text{CH}_4/\text{H}_2$  プラズマにおいて、圧力を 1, 2 および 3 Pa に変化させることで、密度の異なる CNWs を Ti 基板上に成長した。超臨界流体有機金属化学堆積装置を用いて Pt ナノ微粒子を CNWs 表面に高密度に担持し、三電極式の電極を用いたインピーダンス測定によって Pt 担持 CNWs の分極特性評価を行った。

**3. 結果と考察：**Fig. 1 は、Pt 担持  $\text{CH}_4$  CNWs の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像である。成長時の圧力を変化させることで、密度の異なる CNWs を実現した。Fig. 2 は、印加電圧 0.2 V におけるインピーダンス測定の結果である。図中、いずれの曲線も大きさの異なる 3 つの部分円が重畳していると見なすことができ、3 つの寄生抵抗が存在すると考えられる。特に 150 から 600  $\Omega$  の範囲に見られる最も大きな部分円が、成長時の異なる圧力に対して顕著に変化している。印加電圧 0.2 V は酸素還元電流が飽和した供給律速領域と考えられることから、この部分円は拡散分極を反映した電荷移動抵抗と考えられる。すなわち CNWs の密度の小くなるほど、酸素の拡散が阻害されるものと考えられる。CNWs のナノ構造制御が、触媒効率に本質的であることがわかった。

[1] K. Mase *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 193108 (2011).

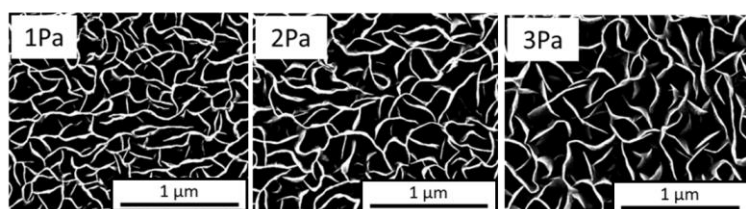


Fig. 1 SEM images of CNWs grown at different pressures

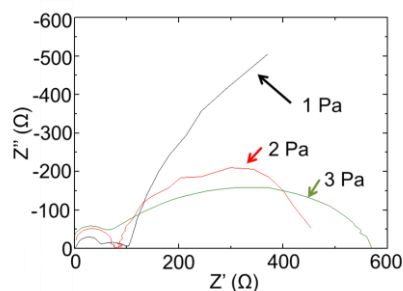


Fig. 2 Polarization curve of Pt supported CNWs