

液中プラズマで合成したナノグラフェンを用いた 燃料電池用白金触媒電極における分極特性

Polarization characteristics of fuel cell catalytic electrodes using nanographene materials synthesized by in-liquid plasma

○天野智貴¹、近藤博基¹、竹田圭吾¹、石川健治¹、太田貴之²、伊藤昌文²、平松美根男²、
加納浩之³、関根誠¹、堀勝¹ (1.名大院工、2.名城大理工、3.NU エコエンジニアリング)

○Tomoki Amano¹, Hiroki Kondo¹, Keigo Takeda¹, Kenji Ishikawa¹, Takayuki Ohta²,
Masafumi Ito², Mineo Hiramatsu², Hiroyuki Kano³, Makoto Sekine¹, Masaru Hori¹

(1.Nagoya Univ. , 2.Meijo Univ. , 3.NU EcoEngineering.)

E-mail: amano.tomoki@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

背景 近年、燃料電池は温室効果ガスを排出しないエネルギー源として自動車等へ利用が期待されている。従来の触媒層には、カーボンブラック (CB) に白金 (Pt) を担持した複合体が使用されているが、CB の耐久性の低さが問題となっている。一方、我々は液中プラズマを用いて、高い結晶性を有するナノグラフェンを高速かつ低コストに合成可能な技術確立した [1]。また同ナノグラフェンを用いた燃料電池触媒電極での酸素還元反応 (ORR) において、CB に比べて拡散分極が小さいことが示唆された [2]。今回、交流法によるインピーダンス測定から界面の反応抵抗と電気二重層容量を明らかにしたので報告する。

実験方法 エタノール、1-プロパノール、1-ブタノールを合成原料に用いた液中プラズマ法によってナノグラフェンを合成した。120℃、120 分の過酸化水素水処理を行った後、8 wt% の H_2PtCl_6 水溶液を還元させてナノグラフェンに Pt を担持させた。回転電極装置を用い、回転数 1600 rpm、周波数 0.01 Hz から 20000 Hz の範囲で交流インピーダンス測定を行った。

実験結果 Fig.1 は、異なるナノグラフェンを用いた場合における酸素還元電流の分極曲線である。0.6 V vs. RHE 付近における酸素還元電流密度が、ナノグラフェン合成にエタノール、1-プロパノールおよび 1-ブタノールを用いた場合でそれぞれ 4.66、4.61 mAcm^{-2} および 3.61 mAcm^{-2} であった。一方、Fig.2 は交流法によって得られたインピーダンススペクトルのナイキストプロットである。等価回路を用いて分離した反応抵抗および電気二重層容量は、エタノール、1-プロパノールおよび 1-ブタノールに対してそれぞれ 15.0、17.6 および 35.0 Ω 、0.017、0.017 および 0.010 F であった。一方、これまで

に、ナノグラフェンのドメインサイズがエタノール > 1-プロパノール > 1-ブタノールの順で大きくなるのに対し、Pt 微粒子の粒径にはほとんど変化が無いことがわかっている。すなわち本実験より、ナノグラフェンのドメインサイズ制御が、触媒電極の特性の最適化に対して重要であることが示唆された。

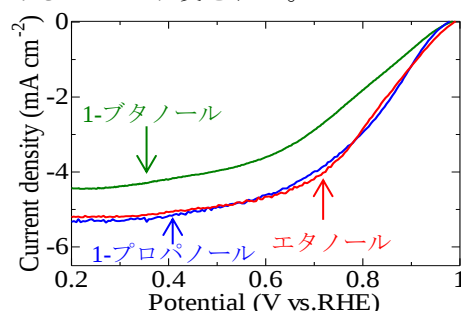


Fig.1 Polarization curves for the ORR on the Pt/nanographene electrocatalysts at a sweeping rate of $10 \text{ mV} \cdot \text{s}^{-1}$ in O_2 -saturated $0.1\text{-mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HClO}_4$ electrolyte.

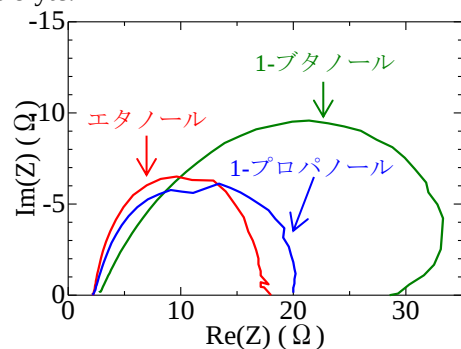


Fig.2 Nyquist plot in the impedance measurement on Pt/nanographene electrocatalysts.

[1] T. Hagino, *et al.*: Applied Physics Express, 5 (2012) 035101.

[2] 天野、他: 2015 年 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 13p-A27-7 (2015).