メソ孔性マリモナノカーボンを用いた低白金 DMFC 電極触媒の開発

Development of Low Pt-loading DMFC Electrocatalyst using Mesoporous Marimo Nano Carbon

関西大学大学院 [1], HRC [2], NIMS [3]　°(M2) 齊藤 康祐 [1], 中川 清晴 [1,2], 安藤 寿浩 [3]

Kansai-Univ. [1], HRC [2], NIMS [3]　°Kosuke Saito [1], Kiyoharu Nakagawa [1,2], Toshihiro Ando [3]

E-mail: kiyoharu@kansai-u.ac.jp

【緒言】 直接メタノール燃料電池(DMFC)は、液体のメタノール燃料と酸素を反応させ発電する燃料電池である。課題として、カーボンブラックの持つマイクロ孔(2 nm 以下の細孔)に入り込んだ白金粒子とメタノールが接触しにくく、活性を得るために高担持量の白金触媒が必要となる[1)]。

本研究では、白金の使用量削減を目標に、メソ孔(2～50 nm の細孔)が多く発達した球状ナノ炭素繊維材料であるマリモナノカーボン(MNC)を触媒担体に応用した。また、アノード、カソードの白金担持量をそれぞれ変えて発電量に与える影響を検討した。

【実験内容】 触媒に Ni(5 wt%)/表面酸化ダイヤモンド、原料ガスに C_2H_4 を用い CVD 法により MNC を合成した。また、金属ナノコロイド法により MNC に白金を 5 wt%、10 wt%担持させた。導電性カーボンブラックである VULCAN XC72(Cabot 社製)を比較材料に用いた。調製した白金触媒を用い触媒シートを作成し、JARI 標準セル(㈱英和製)を用いて発電量を測定した。

【実験結果】 Fig. 1 に各触媒シートの電流密度－電圧特性を示した。Pt(5 wt%)/MNC では 0.59 mW/cm^2 の最大出力が得られ、Pt(10 wt%)/VULCAN XC72(0.30 mW/cm^2)のおよそ 2 倍の出力が得られた。Table 1 より、MNC は VULCAN XC72 に比べメソ孔容積が多く、Table 2 より、Pt/MNC の方が表面に存在する白金割合が多かった。メソ孔性 MNC を担体に用いることで、細孔内に担持された白金も有効に活用でき、発電量が向上したと考察した。カソードのみ Pt(10 wt%)/MNC とした場合、1.20 mW/cm^2 と Pt/VULCANXC72 の 4 倍の最大出力が得られた。本触媒ではカソードでの酸素還元反応が遅く、カソード側で多くの触媒を必要とすることがわかった。これより、カソード側の触媒活性を向上することで、白金の使用量を大きく低減できることが示唆された。

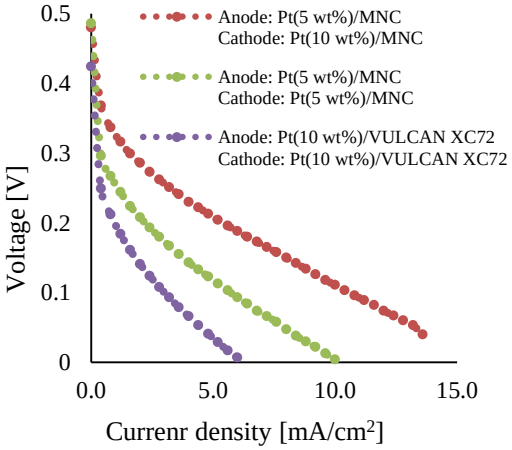

Fig. 1 I-V curves for MEAs prepared with each Pt loaded catalyst.

Table 1 Textural properties of each sample.

Sample	S_{BET} [m^2/g]	V_{total} [cm^3/g]	V_{micro} [cm^3/g]	V_{meso} [cm^3/g]	V_{macro} [cm^3/g]	V_{meso}/V_{total} [vol%]
MNC	189	0.49	0.073	0.36	0.063	72
VULCAN XC72	214	0.48	0.10	0.22	0.16	45

Table 2 XPS results from the analysis of surface Pt ratio and TGA results from the analysis of Pt loading ratio.

Sample	Surface Pt ratio [%]	Pt loading ratio [wt%]
Pt(10 wt%)/MNC	12.9	9.0
Pt(10 wt%)/VULCAN XC72	8.7	9.4

【参考文献】1) P. Y. You, S. K. Kamarudin, *Chemical Engineering Journal*, 309 (2017) 489-502

© 2018年 応用物理学会