

燃料電池電極触媒へ向けた Fe-N 添加カーボンナノウォールの作製

Synthesis of Fe-N-doped Carbon Nanowalls for Fuel Cell Electrode Catalysts

横浜市大院¹, 株式会社 IHI², °(M2) 吉江 亮¹, 谷口 萌花¹, 村田 秀信¹, 秋久保 一馬²,
原崎 修², 河口 紀仁², 橘 勝¹

Yokohama City Univ.¹, IHI corp.², °Ryo Yoshie¹, Moeka Taniguchi¹, Hidenobu Murata¹, Kazuma
Akikubo², Osamu Hrasaki², Norihito Kawaguchi², Masaru Tachibana²

E-mail: n165223c@yokohama-cu.ac.jp

カーボン材料に金属 (M) と窒素 (N) を添加した材料は、燃料電池の電極反応において律速である、酸素還元反応 (ORR) に対して触媒活性を示すことが知られている。特に鉄 (Fe) と N を添加したカーボン材料は、高い触媒活性を示すことから、白金を用いない低コスト燃料電池用触媒として期待されている。しかし、触媒活性のメカニズムが未解明である。燃料電池用触媒は一般に Fe、N とカーボンナノチューブの様なカーボン材料を混ぜ、加熱することで得られる。しかし、この手法では Fe と N の量を制御することは難しい。本研究では、直流化学気相蒸着法 (dc-PECVD) にスパッタリングを複合した装置[1]を用いた。本装置では、Fe はスパッタリング、N はプラズマの条件をそれぞれ独立して制御した添加が可能である。そこで、Fe と N を添加するカーボン材料に、添加サイトとなるドメイン境界という欠陥が多いにもかかわらず、高い結晶性を保持しているカーボンナノウォール (CNWs)[2]を用いた。この装置で Fe と N を添加した CNWs (Fe-N-CNWs) を評価することで、Fe と N の効果を理解することが本研究の目的である。

CNWs は、dc-PECVD/スパッタリング複合装置を用いて、カーボンペーパー上に作製した。作製した CNWs に対して同装置を用いて、Fe パルススパッタリングと N プラズマを 600°C で 30 分間施した。Fe パルススパッタは、スパッタ電圧 600 V、周波数 100 kHz、パルス幅 496 ns、Duty 比 5 で行い、N プラズマは、アルゴンガス、水素ガス、窒素ガスを 60、10、40 sccm で発生させた。作製した Fe-N-CNWs の ORR 活性を評価するために、HClO₄ 溶液下でサイクリックボルタメトリー (CV) 測定を、走査速度 10 mV/s で 1.2 – 0.2 V の範囲に対して行った。

Fig. 1 に作製した試料の SEM 像を示す。Fe-N-CNWs は、Fe と N の添加により CNWs のエッジに微細な形状が生じた。Fe-N-CNWs の ORR 活性を評価するために、CV 測定を行った。Fe-N-CNWs の ORR 活性に関する開始電圧は、添加処理を施していない CNWs よりも向上した。このことから、Fe と N の添加により ORR 活性が向上したといえる。

発表では、ORR 測定前後における XPS の測定結果などから、ORR 活性に必要な Fe の量は微量であることを議論していきたい。

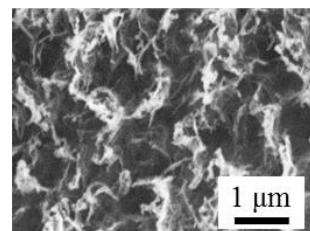


Fig. 1. SEM image of Fe-N-doped CNWs

[1] A. Ashikawa *et al.*, J. Appl. Phys. **118**, 214303 (2015).

[2] K. Hotozuka *et al.*, Chem. Phys. Lett. **679**, 71 (2017).