

金属空気電池の実用化に向けた新規触媒の開発

○立花 直樹^{*1)}、湯川 泰之^{*1)}

1. 目的・背景

酸素還元触媒は、金属空気電池や燃料電池の空気極に使用され、特に金属空気電池は、リチウムイオン電池の数倍から数10倍を超すエネルギー密度を持つため、電気自動車や携帯端末への応用が期待されている。白金を使った触媒は、高い活性を示すが、コストが高い。そこで、本研究では、 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ と窒素ドーパカーボンを組み合わせた希少金属を使用しない新規触媒を開発し、その酸素還元活性を評価した。

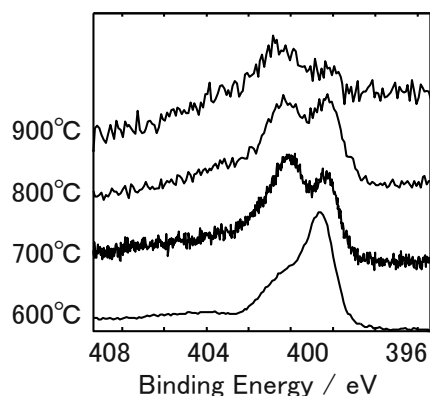


図 1. 窒素ドーパカーボンの C-N 結合状態

2. 実験方法

窒素ドーパカーボンは、市販のカーボンブラックにシアナミド溶液を含浸して蒸発乾固し、得られた粉末を 600~900°C で窒素フロー中で熱処理して得た。

窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、逆ミセル法により調製し、得られた前駆体を 700°C で窒素フロー中で焼成した。

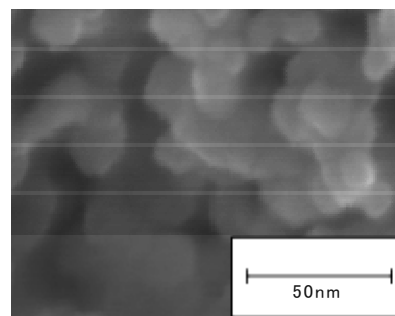


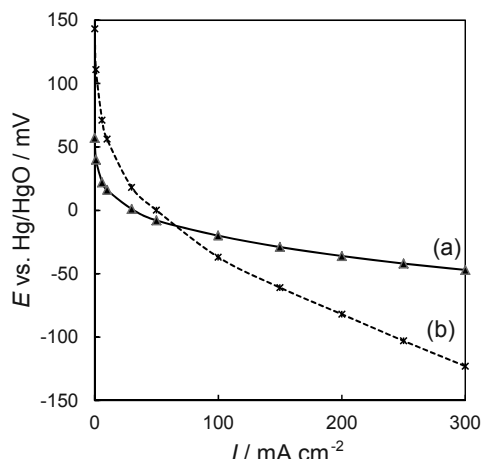
図 2. $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ の SEM 像

3. 結果及び考察

図 1 から、窒素ドーパカーボンは、熱処理温度が上がるにつれて、Pyrrolic-N (398.4–398.5 eV) は大きく減少するが、触媒活性に寄与する Pyrrolic-N (400.1–400.4 eV) の減少は緩やかであることが分かった。

また、図 2 より調製した $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、10–30 nm ほどの粒子径を持つことが分かった。

図 3 より、調製した窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ ナノ粒子は、およそ 65 mA cm^{-2} 以上の電流密度域で、市販の白金担持カーボン触媒を超す優れた酸素還元活性を有することが分かった。



(a) 窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$
(b) 白金担持カーボン触媒

図 3. 分極性の比較

4. まとめ

本研究で開発した窒素ドーパカーボン担持 $\text{La}_{0.4}\text{Ca}_{0.6}\text{Mn}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{O}_3$ は、市販の白金担持カーボン触媒を超す極めて高い触媒活性を持つことが分かった。調製条件や触媒担体の検討により、さらに高活性かつ安定性の高い酸素還元触媒の開発が求められる。

*1)城南支所