

平成 28 年 1 月 25 日

学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名：真家 卓也

論文題目：ナノシェルカーボンの構造とその酸素還元活性に関する研究

Studies on the Structure of Nanoshell-Containing Carbons and their Electrocatalytic Activities for Oxygen Reduction Reactions

論文の概要及び判定理由

固体高分子形燃料電池（PEFC）は、持続可能な社会の実現のために必要不可欠なエネルギーデバイスである。しかし、カソードでの酸素還元反応（ORR）速度が低いことが問題となっている。現在では、この問題に対し、希少かつ高価な白金触媒を多量に用いることで対応している。これは燃料電池の価格を増加させ、普及を妨げる一因となっている。当研究室では、白金代替触媒としてカーボンをベースとしたカーボンアロイ触媒の開発を行っている。カーボンアロイ触媒の中でも、炭素前駆体ポリマーと遷移金属錯体の混合物を熱処理することにより、ナノシェル含有カーボン（NSCC）が高い ORR 活性を示す。これまで、このカーボン触媒の活性点は、その表面に存在する黒鉛網面のエッジもしくは湾曲においてもたらされていると考えられてきた。本研究では、ORR 活性に寄与する構造的因子を明らかにすることを目的とした。具体的には、NSCC の調製工程に、次の処理を加え、得られたカーボンの構造および ORR 活性を検討した。①ナノシェル形成能を有さない金属（Cu）の添加、②カーボンブラック等の粉末試料の添加、③低温熱処理した NSCC 原料へのメカノケミカル処理である。その結果、湾曲した網面を有する NSCC が高い ORR 活性を示すことを明らかにした。また、この結論はモデル物質であるオニオン状カーボンを用いた検討により支持された。以上の結果から、湾曲した網面が ORR 活性を示すと結論した。本研究の結果は、PEFC の実用化とカーボンをベースとした触媒化学の発展に大きく貢献するものである。そこで、博士（理工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 平成 28 年 1 月 25 日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	山延 健	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	森 勝伸	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	森本 英行	印
副査	群馬大学学術研究院	名誉教授	大谷 朝男	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	尾崎 純一	印

関連論文

- 1 著者名 真家卓也、坪井沙樹、尾崎純一
論文題目 固体高分子形燃料電池カソード用カーボンアロイ触媒の酸素還元反応活性に及ぼす酸化黒鉛の添加効果
雑誌名 炭素 第 265 巻 159 頁～164 頁 2015 年 11 月

- 2 著者名 Takuya Maie, Jun-ichi Ozaki
論文題目 Mechanochemical Treatment of Precursors of Carbon-Nanoshell-Containing Catalysts for the Oxygen Reduction Reaction
和訳題目 メカノケミカル処理を用いて調製したナノシェル含有カーボンの酸素還元活性
雑誌名 Journal of Electrochemical Society 第 163 巻 H223 頁～H227 頁 2016 年 1 月

参考論文

- 1 著者名 Naokatsu Kannari, Machiko Takigami, Takuya Maie, Hiroyuki Honda, Sayaka Kusadokoro
論文題目 Nanoshell-Containing Carbon Cathode Catalyst for Proton Exchange Membrane Fuel Cell from Herbaceous Plants Lignin
和訳題目 植物由来のリグニンから調製したプロトン交換膜燃料電池カソード用ナノシェル含有カーボン触媒
雑誌名 Smart Grid and Renewable Energy 第 4 巻 10 頁～15 頁 2013 年 4 月

※ 掲載決定のものも記載すること

平成 28 年 1 月 25 日