

平成 30 年 2 月 8 日

学位論文の審査要旨

学位論文申請者氏名： 井上 秀男

論文題目： 燃料電池用触媒における白金とカーボン担体との相互作用に関する研究
(Interactions between platinum and carbon supports in fuel cell catalysts)

論文の概要及び判定理由

本研究は、燃料電池用カソード触媒としての白金担持カーボンの触媒活性を、カーボン担体と白金触媒の相互作用を利用して高性能化（高活性化、高耐久化）を図るための基礎研究である。具体的には、熱処理によってカーボン担体の表面状態を変化させることで、その上に担持される白金触媒の活性に及ぼす影響を検討することで進められた。白金をカーボン上に担持する方法として、白金錯体をカーボン担体に吸着させて低温で液相還元させる方法を採用し、この方法に適した白金錯体として $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2$ を選定した。ORR 面積比活性は、カーボンの熱処理温度に依存して変化し、 1500°C の熱処理で最大の活性を得た。この ORR 面積比活性は CV で 0.12 V 付近に出現した Pt(110)由来と推定される水素吸着波の電気量と良い相関があることを明らかにした。より詳細にカーボンの白金への影響を検討するため白金担持率を下げた白金担持カーボンを作製した。熱処理をしたカーボンを用いた白金担持カーボンは、原子状白金が担持されていることが確認され、この原子状白金が高活性化、高耐久化の原因と推定した。カーボンは熱処理によって含酸素官能基と水素の消失と炭素六角網面の成長が起きており、 1500°C の熱処理では炭素六角網面の成長過程で形成された欠陥が残っていると考えられる。以上の内容は、カーボン担体の熱処理による燃料電池用カソード触媒の高性能化できることを示しており、博士（工学）の学位に値するものと判断した。

博士（工学）の学位に値するものと判定した。

審査年月日 平成 30 年 2 月 1 日

審査委員

主査	群馬大学学術研究院	教授	中川紳好	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	白石壮志	印
副査	群馬大学学術研究院	教授	鳶島真一	印
副査	群馬大学学術研究院	准教授	佐藤和好	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 Hideo Inoue, Kazuhisa Hosoya, Naokatsu Kannari, Jun-ichi Ozaki
論文題目 Influence of heat-treatment of Ketjen Black on the oxygen reduction reaction of Pt/C catalysts (白金担持触媒の酸素還元活性に対するケッチェンブラックの熱処理の影響)
雑誌名 *J. Power Sources* 220 号 173 頁～179 頁 2012 年 7 月
2. 著者名 Hideo Inoue, Takafumi Ishii, Naokatsu Kannari, Jun-ichi Ozaki
論文題目 Influence of heat-treatment of Ketjen Black on the oxygen reduction reaction (熱処理したカーボンに分散担持された原子状白金の電気化学特性)
雑誌名 *ChemistrySelect* 1 巻 1 頁～10 頁 2016 年 7 月

参考論文

1. 著者名 Xiaoming Wang, Yuki Orikasa, Yuki Takesue, Hideo Inoue, Masashi Nakamura, Taketoshi Minato, Nagahiro Hoshi, Yoshiharu Uchimoto
論文題目 Quantitating the Lattice Strain Dependence of Monolayer Pt Shell Activity toward Oxygen Reduction (モノレイヤー白金シェルの酸素還元特性に対する格子歪み依存性の定量化)
雑誌名 *J. Am. Chem. Soc.* 135 巻 16 号 5938 頁～5941 頁 2013 年 4 月
2. 著者名 Naoya Aoki, Hideo Inoue, Akira Shirai, Shunya Higuchi, Yuki Matsui, Hideo Daimon, Takayuki Doi, Minoru Inaba
論文題目 Electrochemical and Chemical Treatment Methods for Enhancement of Oxygen Reduction Reaction Activity of Pt Shell-Pd Core Structured Catalyst (パラジウムコア白金シェル触媒の酸素還元活性に対する電気化学および化学処理による高活性化)
雑誌名 *Electrochim. Acta* 244 巻 146 頁～153 頁 2017 年 5 月
3. 著者名 Naoya Aoki, Hideo Inoue, Takashi Okawa, Yuta Ikehata, Akira Shirai, Hideo Daimon, Takayuki Doi, Yuki Orikasa, Yoshiharu Uchimoto, Hiroshi Jinnai, Shin Inamoto, Yuji Otsuka, Minoru Inaba
論文題目 Enhancement of Oxygen Reduction Reaction Activity of Pd Core-Pt Shell Structured Catalyst on a Potential Cycling Accelerated Durability

Test (パラジウムコア白金シェル触媒の電位サイクル耐久試験による酸素還元活性向上)

雑誌名 *Electrocatalysis* 2017年7月 <https://doi.org/10.1007/s12678-017-0399-1>