

自己評価報告書

平成23年 4月28日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2011

課題番号：20246104

研究課題名（和文） 固体高分子形燃料電池ナノネットワーク構造電極触媒の材料設計指針の確立

研究課題名（英文） Materials Design of Polymer Electrolyte Fuel Cell Nano-network Electrocatalysts

研究代表者

佐々木 一成 (SASAKI KAZUNARI)

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：80322296

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学、構造・機能材料

キーワード：燃料電池、水素、触媒・化学プロセス、セラミックス、無機工業化学

1. 研究計画の概要

本プロジェクトでは、革新的な高性能高耐久性の固体高分子形燃料電池の開発を目指して、当研究室オリジナルの研究成果である酸化物半導体や炭素ナノ繊維に担持した電極触媒を出発材料として、電気化学的安定性および形状安定性を付与した理想的なナノネットワーク構造を有する電極触媒材料を開発するとともに、その電子・イオン・ガス輸送パス設計と高耐久化に向けた材料設計指針を確立することを目指している。

2. 研究の進捗状況

平成22年度は、カーボンブラックの代わりに SnO₂ や価数の異なる金属元素を添加した SnO₂ 材料を担体に用いたカーボンフリー電極触媒を作製した。SnO₂ にドナーである Nb や Sb をドーピングすることで導電率を増加させ、白金有効表面積（ECSA）、酸素還元反応（ORR）活性を向上させることができた。また各担体には 3nm 程度の Pt 微粒子を高分散担持させることができた。Nb をドーピングした触媒は ECSA, ORR とともに向上した一方、耐久性は下がる傾向が見られた。逆に、Al をドーピングした触媒は ECSA, ORR はともに大きく減少し、特に ORR は無視できるほど低く、触媒としての機能を果たしていないことがわかった。

3. 現在までの達成度

これらの SnO₂ 担持カーボンフリー電極触媒においては、Pt/Vulcan 触媒と比べて、燃料電池の起動停止を模擬した高電位サイクルに対しての高い耐久性が確認された。特に、Pt/SnO₂ では 60,000 サイクルの電位変動をかけても大きな劣化は見られず、カーボン腐

食の課題を根本的に解決できる可能性を有する触媒であることがわかった。60,000 サイクルは、燃料電池自動車の起動停止を一日 8 回行っても、20 年以上の寿命を保証できる回数であり、少なくともその間、電極触媒の担体の酸化腐食に伴う劣化は起こらないと予想される。以上の結果より、Pt/SnO₂ のような酸化物担体を用いた電極触媒は、現在広く用いられている Pt/C 電極触媒に代わる alternative な電極触媒として期待できると結論づけられる。このように、本研究は計画通り進み、達成項目は当初の計画予定通りに達成されてきている。

4. 今後の研究の推進方策

これまで得られた高性能化と高耐久化を可能にする材料設計指針を体系化し、研究を総括する。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

① Kazunari SASAKI, Fumiaki TAKASAKI, Zhiyun NODA, Shingo HAYASHI, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO, “Alternative Electrocatalyst Support Materials for Polymer Electrolyte Fuel Cells.”, ECS Transactions, 33 (1), pp.473-482, 2010, 査読有

② Fumiaki TAKASAKI, Zhiyun NODA, Akihiro MASAO, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO and Kazunari SASAKI, “Carbon-free Pt Electrocatalysts Supported on SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.”, ECS Transactions, 25(1),

pp.831-837, 2009, 査読有

③ Akihiro MASAO, Zhiyun NODA, Fumiaki TAKASAKI, Kohei ITO and Kazunari SASAKI, "Carbon-Free Pt Electrocatalysts Supported on SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", Electrochemical and Solid-State Letters, 12(9), B119-B122, 2009, 査読有

〔学会発表〕(計 17 件)

①高崎文彰、高島悠真、野田志雲、谷口俊輔、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『SnO₂ 担体カーボンフリーPEFC 電極触媒の開発：1. 触媒活性とサイクル耐久性』、電気化学会第 78 回大会、平成 23 年 3 月 29 日、横浜国立大学（神奈川県横浜市）

② Fumiaki TAKASAKI, Satoshi MATSUIE, Akihiro MASAO, Zhiyun NODA, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO, Kazunari SASAKI, "Durability and Electrochemical Properties of Carbon-free Pt Electrocatalysts Supported on Doped SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", International Hydrogen Energy Development Forum, 平成 23 年 2 月 3 日、稲盛財団記念館（福岡県福岡市）

③Fumiaki TAKASAKI, Zhiyun NODA, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO, Kazunari SASAKI, "Electrochemical and Electrical Properties of Carbon-free Pt Electrocatalysts Supported on Doped SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", MRS 2010 Fall Meeting, 平成 22 年 11 月 30 日, Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel (Boston, Massachusetts)

④高崎文彰、松家聡史、野田志雲、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『ドーブ SnO₂ を用いた PEFC カーボンフリー電極触媒の耐久性』、第 51 回電池討論会、平成 22 年 11 月 10 日、愛知県産業労働センター（愛知県名古屋市）

⑤ Kazunari SASAKI, Fumiaki TAKASAKI, Zhiyun NODA, Shingo HAYASHI, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO, "Alternative Electrocatalyst Support Materials for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", 218th ECS Meeting, 平成 22 年 10 月 15 日, Riviera Hotel (Las Vegas, Nevada) (主要会議。日本から唯一の招待講演)

⑥高崎文彰、松家聡史、野田志雲、正生明宏、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『ドーブ SnO₂ 担体を用いた PEFC 電極触媒の耐久性と導電性』、電気化学会第 77 回大会、平成 22 年 3 月 29 日、富山大学（富山県富山市）

⑦林信吾、高崎文彰、野田志雲、白鳥祐介、

伊藤衡平、佐々木一成、『固体高分子形燃料電池の酸化スズ担持電極触媒の多孔構造制御』、電気化学会第 77 回大会、平成 22 年 3 月 29 日、富山大学（富山県富山市）

⑧Fumiaki TAKASAKI, Zhiyun NODA, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO, Kazunari SASAKI, "Carbon-free Pt Electrocatalysts Supported on Doped SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", International Hydrogen Energy Development Forum, 平成 22 年 2 月 4 日、稲盛財団記念館（福岡県福岡市）

⑨高崎文彰、松家聡史、野田志雲、正生明宏、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『SnO₂ 担体を用いた PEFC カーボンフリー電極触媒の電気化学特性と導電性』、第 50 回電池討論会、平成 21 年 12 月 2 日、国立京都国際会館（京都府京都市）

⑩ Fumiaki TAKASAKI, Akihiro MASAO, Zhiyun NODA, Yusuke SHIRATORI, Kohei ITO and Kazunari SASAKI, "Carbon-free Pt Electrocatalysts Supported on SnO₂ for Polymer Electrolyte Fuel Cells.", 216th ECS Meeting, 平成 21 年 10 月 6 日, Austria Center Vienna(オーストリア・ウィーン)

⑪高崎文彰、野田志雲、正生明宏、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『SnO₂ を担体に用いた PEFC カーボンフリー電極触媒の開発』、第 16 回燃料電池シンポジウム、平成 21 年 5 月 13 日、タワーホール船堀（東京都江戸川区）

⑫竹内翔、野田志雲、大嶋敏宏、白鳥祐介、伊藤衡平、佐々木一成、『新規担体材料を用いた PEFC アノード電極触媒に関する研究』、第 28 回水素エネルギー協会大会、平成 20 年 12 月 11 日、タワーホール船堀（東京都江戸川区）（ほか、6 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1 件）

名称：燃料電池用電極材料及び該燃料電池電極材料を含む燃料電池用電極並びに燃料電池

発明者：正生明宏、野田志雲、高崎文彰、伊藤衡平、佐々木一成

権利者：九州大学

種類：PCT

番号：JP2008/003155

出願年月日：平成 20 年 10 月 31 日

国内外の別：国内（PCT 出願）

（本特許を基に、米国、カナダ、インド、中国、韓国、EU（フランス、ドイツ）に出願中。