

再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造とその利用のための
革新的基盤技術の創出

平成 27 年度採択研究代表者

H28 年度 実績報告書

山口 猛央

東京工業大学 科学技術創成研究院 化学生命科学研究所
教授

液体燃料直接型固体アルカリ燃料電池用触媒層
および MEA 基盤技術の構築

§ 1. 研究実施体制

(1)「山口」グループ

- ① 研究代表者:山口 猛央 (東京工業大学資源化学研究所、教授)
- ② 研究項目
 - ・カーボンフリー中空ナノカプセル触媒および MEA の開発と評価

(2)「Anilkumar」グループ

- ① 主たる共同研究者:G.M. Anilkumar (ノリタケカンパニーリミテド 開発・技術本部 研究開発センター、研究員)
- ② 研究項目
 - ・ヘテロ元素高密度コドープグラフェン触媒の開発と評価

(3)「今井」グループ

- ① 主たる共同研究者:今井 英人 (株式会社日産アーク デバイス機能解析部、部長)
- ② 研究項目
 - ・触媒の構造・電子状態および反応解析

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、性能が高く、耐久性の高い固体アルカリ燃料電池を開発するための基盤を構築することを目標に、1) アノードで用いる液体燃料酸化触媒、カソードで用いる酸素還元触媒の開発を行うとともに、2) 電解質膜を組み合わせた膜電極接合体(MEA)の設計開発を行い、液体燃料直接型アルカリ燃料電池の触媒・触媒層および MEA の開発基盤

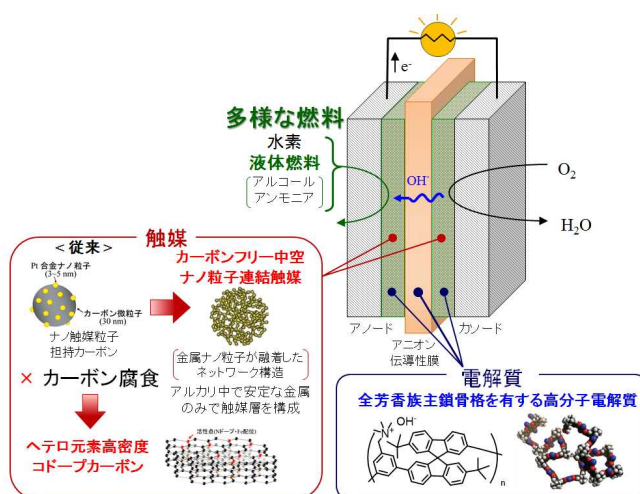


図 1. 本研究の概念図

を構築する(図 1)。触媒材料については、アルカリ環境での重要な課題として、従来型触媒のカーボン担体表面の腐食による触媒粒子の脱離が挙げられるため、カーボンフリー中空ナノカプセル触媒(金属ナノ粒子連結触媒)、およびヘテロ元素高密度コードープグラフェン触媒を開発する。

平成 28 年度は 1) 液体燃料直接型固体アルカリ燃料電池の触媒・触媒層の開発基盤の構築については、1-1) カーボンフリー金属ナノ粒子連結触媒の開発へ向けて、従来開発してきた PtFe だけでなく、PtRu、および PtFeCo、PtFeNi、PtFeCu で構成されるナノ粒子連結触媒を合成した。アルカリ環境下でのメタノール酸化活性を評価した結果、PtRu は市販の PtRu/C に比べて約 5 倍高い CO 被毒耐性を示した。また、PtFeCo などの 3 元系触媒は市販 Pt/C 触媒に対して、約 5 倍高い酸素還元活性を示した。1-2) ヘテロ元素高密度コードープグラフェン触媒については、Metal Organic Framework (MOF) の一種である Zeolitic imidazolate framework (ZIF) を焼成することにより得られた N、Fe、Co を含有する非貴金属触媒が、市販 Pt/C 触媒を僅かに上回る高活性・高耐久性を示すことを明らかにした。さらに、1-3) 高活性を示したヘテロ元素高密度コードープグラフェン触媒について、X 線光電子分光法(ESCA)を用いた分析を行い、活性種に関する検討に着手した。2) 液体燃料直接型固体アルカリ燃料電池の MEA 開発基盤構築については、2-1) 平成 28 年度から、高性能・高耐久アイオノマーおよび電解質膜として、全芳香族主鎖骨格を有する高分子電解質の合成に着手した。スピロビフルオレン構造(SBF)を主鎖に持つ高分子電解質は、膜形成において重要となる溶解性が高く、また主鎖にエーテルなどヘテロ元素を含有しないことからアルカリ耐久性に優れたアニオン伝導材料であることを示した。また、2-2) カーボンフリー金属ナノ粒子連結触媒と SBF ポリマーを用いた MEA を開発して、80°C においてメタノールを供給した液体燃料直接型燃料電池の発電試験を行い、安定して高い性能が得られた。

今後は、これまでに開発した金属ナノ粒子連結触媒およびヘテロ元素高密度コードープグラフェン触媒の高性能化を図るとともに、アルカリ溶液中での燃料電池反応解析手法等についての検討を進めて、触媒・触媒層開発基盤を構築する。また、固体アルカリ燃料電池用 MEA については、アイオノマー・電解質膜の高性能・高耐久性に関する研究を引き続き行うとともに、開発した触媒・電解質膜を用いた液体供給型 MEA の開発および評価を進める。