

「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

H27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
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 科学技術創成研究院、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 (株式会社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ー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、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、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(図 1)の触媒・触媒層および MEA の開発基盤を構築する。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。

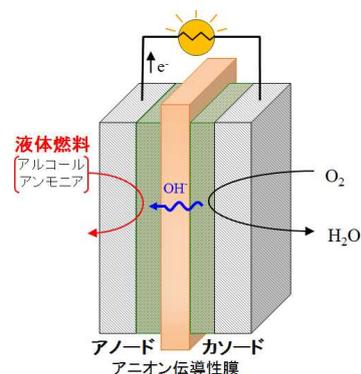


図 1. 液体燃料直接型固体アルカリ燃料電池の概念図

平成 27 年度は、1) カーボンフリー金属ナノ粒子連結触媒、および 2) ヘテロ元素高密度コードープグラフェン触媒に関する研究、3) 触媒開発基盤の構築へ向けた検討、4) 固体アルカリ燃料電池用膜電極接合体(MEA)に関する基礎的検討を行った。1) 中空カプセル構造を有するカーボンフリー金属ナノ粒子連結触媒について、酸型で高性能を示す PtFe ナノ粒子連結触媒のアルカリ水溶液中の酸素還元活性および耐久性評価を行った。PtFe ナノ粒子連結触媒は、市販の Pt 触媒担持カーボンブラックに対して高い酸素還元活性を示すこと、および、市販触媒が大幅に性能劣化をおこす起動停止耐久性試験に対して、アルカリ溶液中でも高い耐久性を示すことを明らかにした。また、固体アルカリ燃料電池に適した触媒の開発へ向けて、異なる金属種を用いた合成条件の検討に着手し、高い液体燃料酸化特性が期待される合金種についても、ナノ粒子連結触媒の合成が可能であることを示した。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、金属有機構造体(MOF)の一種である Zeolitic imidazolate framework (ZIF-67)を出発原料として、600°C以上の熱処理により得られた非白金触媒について、酸素還元活性を評価した。得られた非白金触媒について粉末 X 線回折測定を行ったところ、酸洗浄前は CoO と Co₃O₄ のピークを示したが、酸洗浄後は Co₃O₄ のピークのみを示したことから、Co₃O₄ がカーボン等の酸洗浄に対して耐久性を有する層により覆われた構造を取ることが示唆された。また、熱処理温度が酸素還元活性へ与える影響を評価したところ、800°Cの熱処理で最も高い活性を示した。3) 触媒開発基盤の構築へ向けて、アルカリ溶液中での電気化学 ESCA 計測システムの立ち上げに着手した。4) 固体アルカリ燃料電池用 MEA に関する基礎的検討として、含水率が異なる 2 つのポリマーを触媒層のアイオノマーとして用いた MEA を作成し、発電性能へ与える影響を評価した。含水率の低いアイオノマーを用いた場合には、含水率の高いアイオノマーを用いた場合と比較してアノードにおけるフラッドイングが抑制されることが示唆された。今後は、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研究を進めるとともに、触媒・触媒層開発基盤の構築へ向けてアルカリ溶液中での燃料電池反応解析手法等の構築を進める。また、固体アルカリ燃料電池用 MEA については、高性能・高耐久アイオノマー・電解質膜に関する研究を行うとともに、液体供給型 MEA の設計・開発を進める。