

「エネルギー高効率利用のための相界面科学」
平成 24 年度採択研究代表者

H25 年度
実績報告

宮武 健治

山梨大学 クリーンエネルギー研究センター
教授

革新的アニオン導電性高分子を用いた三相界面の創製と
アルカリ形燃料電池への展開

§ 1. 研究実施体制

(1)「山梨大学」グループ

- ① 研究代表者:宮武 健治 (山梨大学 クリーンエネルギー研究センター 教授)
- ② 研究項目
 - ・アニオン導電性高分子の合成と物性解析
 - ・卑金属ナノ粒子触媒の調製と物性評価
 - ・新型電解質と電極触媒を組み合わせた電極触媒層の調製
 - ・アルカリ形燃料電池性能の評価条件検討

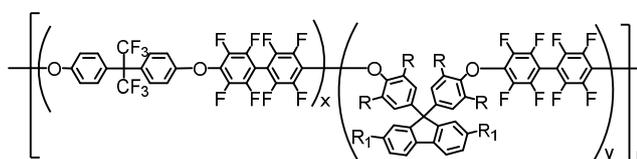
(2)「ダイハツ工業」グループ

- ① 主たる共同研究者:朝澤 浩一郎 (ダイハツ工業株式会社 開発部 主任)
- ② 研究項目
 - ・アニオン導電性高分子の物性解析
 - ・卑金属ナノ粒子触媒の基礎物性解析
 - ・電極触媒層の調製
 - ・ヒドラジン燃料でのセル評価

§ 2. 研究実施の概要

①アニオン導電性高分子の合成と物性解析

芳香族系アニオン導電性高分子電解質(QPE)膜におけるアンモニウム基の置換位置と置換数の効果を検討した。Figure 1 に示す 3 種の QPE 膜(QPE-bl-3, QPE-bl-3 M2, QPE-bl-3 M4) を合成し、電解質膜としての物性を比較した。透過型電子顕微鏡によりモルフォロジーを観察したところ、親水部繰り返し単位当たりアンモニウム基を四置換有しアンモニウム基密度が高い QPE-bl-3 M4 において、親水部と疎水部の界面が明確な相分離構造が観察された。アンモニウム基の局所密度が相分離構造形成に有効であることが示唆された。IEC を考慮したアニオン導電率は QPE-bl-3 が最も高く、次いで QPE-bl-3 M4、そして QPE-bl-3 M2 の順であった。相分離構造がよく発達してイオンチャンネルの連結性が高い QPE-bl-3 M4 膜中において、水分子が効果的にアニオン導電に利用されるものと考えられる。アニオン導電性高分子電解質膜の化学的安定性を評価した。主鎖を部分フッ素化したアニオン導電性高分子電解質膜 QPE-bl-3 膜が従来の電解質 QPE-bl-2 膜に比べて高いヒドラジンおよびアルカリ耐性を有することを確認した¹⁾。



QPE-bl-3 (R = CH₂N⁺(CH₃)₃·OH⁻, R₁ = R₂ = H)
QPE-bl-3 M2 (R₁ = CH₂N⁺(CH₃)₃·OH⁻, R = R₂ = H)
QPE-bl-3 M4 (R₁ = R₂ = CH₂N⁺(CH₃)₃·OH⁻, R = H)

Figure 1 Structure of QPE-bl-3, QPE-bl-3 M2, and QPE-bl-3 M4.

②卑金属ナノ粒子触媒の調製と基礎物性評価

昨年度に提案したナノカプセル法による卑金属ナノ粒子触媒の調製法を、銀に展開して検討した。溶解性を向上させた長鎖脂肪酸銀を用いることにより、5nm 程度の粒径を持つ銀ナノ粒子がカーボン担体上に高分散担持した銀ナノ粒子(Ag/C)の合成に成功した。また、ニッケル系触媒のヒドラジン酸化活性、鉄系標準触媒の酸素還元活性を測定した。SPring-8 において、触媒の発電中における組成変化を調べる手法の開発を進めた。

③電極触媒層の調製

電流検出原子間力顕微鏡(CS-AFM)を用いて様々な温度や湿度における空気雰囲気下での電解質膜表面上のアニオン伝導領域の分布状態の観察を行い、QPE-bl-3 膜の分子構造や温度・湿度変化とアニオン伝導特性の関係を明らかにした。QPE-bl-3 膜およびその溶液を用いて電極触媒層の調製方法を検討し、新規設計セルでの発電性能評価を行った。燃料としてヒドラジン(水溶液)、酸化剤として空気を用いて 203mW/cm² の出力性能を得た(Figure 2)。

④アルカリ形燃料電池性能の評価条件検討

性能評価によって新規設計セルの動作確認を進めた。また、ヒドラジン燃料を用いた燃料電池発電における分極特性を評価し、発電抵抗成分の分離を行った。

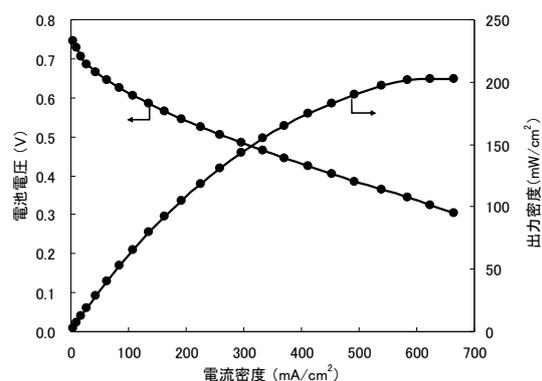


Figure 2 Alkaline fuel cell performance of QPE-bl-3 membrane with hydrazine as a fuel and air as an oxidant at 80 °C.

§ 3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国際)

1. Junpei Miyake, Keita Fukasawa, Masahiro Watanabe, and Kenji Miyatake, “Effect of Ammonium Groups on the Properties and Alkaline stability of Poly(arylene ether)-based Anion Exchange Membranes”, *J. Polym. Sci., A: Polym. Chem.*, 52, 383-389, 2014 (DOI: 10.1002/pola.27011)

(3-2) 知財出願

- ① 平成 25 年度特許出願件数 (国内 1 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 1 件)