

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
 - ・白金コバルトナノ粒子触媒の耐久性評価
 - ・新型電解質と電極触媒層の界面構造解析
 - ・アルカリ形燃料電池性能の評価

(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 先行技術開発室 主任)
- ② 研究項目
 - ・三相界面の三次元分布解析
 - ・ヒドラジン燃料での燃料電池特性評価

§ 2. 研究実施の概要

本研究は、白金などの貴金属触媒を使用しないアルカリ形燃料電池の高性能化を目指している。

①アニオン導電性高分子の合成と物性解析 親水部にエーテルなどのヘテロ結合を含まず高度にアンモニウム化したフェニレン構造、疎水部にフェニレンエーテルスルホンケトンを持つ新規なアニオン導電性高分子(QPE-bl-11a、図 1)を設計・合成し、製膜および物性解析を行った。

QPE-bl-11a 膜は、同程度のイオン交換容量(IEC)を有する我々の以前の膜(QPE-bl-9)よりも高いアニオン導電率を示した。導電率は概ね Arrhenius 型の温度依存性を示し、QPE-bl-11 膜

(IEC=2.47 meq/g)の導電率は、80°C において 130 mS/cm にも達した。QPE-bl-11a

膜は加速アルカリ安定性試験において優れた耐久性を示し、1000 時間後に導電率の低下はあるものの膜の脆化などは認められな

かった。

②白金コバルトナノ粒子触媒の耐久性評価 燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)が推奨する

評価法を参考にして、ナノカプセル法で調製した白金コバルトナノ粒子カーボン担持(Pt_{100-x}Co_x/AB800)触媒の耐久性試験をアルカリ水溶液中で実施した。電位サイクル試験により

Pt_{100-x}Co_x/AB800 の電気化学活性表面積と酸素還元反応の活性はともに低下し、粗粒化と脱合金化が示唆された。他方、30000 サイクル後も過酸化水素生成率は低く抑えられており、優れた4電子還元選択性を保持した。

③新型電解質と電極触媒層の界面構造解析 QPE-bl-11a 膜表面を、温度と湿度を厳密に制御した条件下で電流検出型原子間力顕微鏡を用いて解析した。IEC=1.95meq/g の QPE-bl-11a

膜では電流が均一に分布しており、平均電流値も 15pA と高い値が得られた。IEC の増大はアニオン導電性薄膜のバルク導電率だけ

ではなく、界面におけるイオン伝導パスの形成にも貢献することが明らかになった。

④アルカリ形燃料電池性能の評価 QPE-bl-11a 膜を用いて膜電極接合体を作成し、ヒドラジン水溶液を燃料

に用いた燃料電池発電試験を行った。図2に示すように出力密度は、エアで 350mW/cm²、酸素で 660mW/cm² にも達し、優れた発電特性が得られた。

図2に示すように出力密度は、エアで 350mW/cm²、酸素で 660mW/cm² にも達し、優れた発電特性が得られた。

1) R. Akiyama et al., *Macromolecules*, 49, 4480-4489 (2016)

(10.1021/acs.macromol.6b00408)

2) M. Hara et al., *Langmuir*, 32, 9557-9565 (2016) (10.1021/acs.langmuir.6b01747)

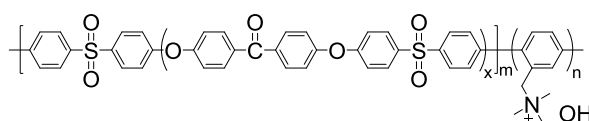


Figure 1 Chemical structure of QPE-bl-11a membrane.

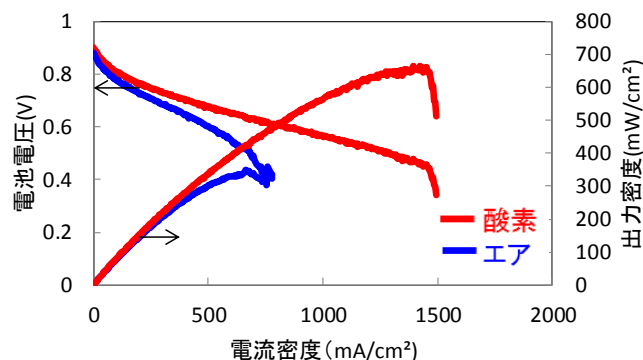


Figure 2 MEA performance using QPE-bl-11a membrane and binder. (Cell temp: 60 °C, Fuel: 10% hydrazine hydrate).

3) E. Nishino, Chem. Lett., 45, 664-666 (2016) (10.1246/cl.160161)