

宮武 健治

国立大学法人 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
  - ・ナノカプセル法による白金コバルト粒子の調製と構造・物性解析
  - ・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

### (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
  - ・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

### ①アニオン導電性高分子の合成と物性解析

アニオン導電性高分子の安定性と導電性の両立を達成するため、柔軟で化学安定性に優れるパーフルオロアルキル基とアンモニウム基を高密度に導入したオリゴフェニレン骨格を組み合わせた新規な共重合体(QPAF)を開発した。QPAF膜は水中で優れたアニオン導電性とその温度特性を示し、Nafion(プロトン導電性膜のベンチマーク)に匹敵する高いアニオン導電率(80°Cで 95 mS/cm)を達成した。

### ②卑金属ナノ粒子触媒の調製と物性評価

有機溶媒中で金属前駆体を還元するナノカプセル法により、組成、粒径、担持量を厳密に制御した PtCo/C 触媒を調製した。アルカリ水溶液中における酸素還元触媒活性を評価したところ、PtCo/C の質量活性は Co 含有量の増加に従って向上し、40 atom%において最大値(800A/g, 市販 Pt/C 触媒の約 6 倍)を示した。PtCo 合金が酸性溶液中で Pt 単味触媒に比べて高い酸素還元触媒活性を示すことはよく知られているが、アルカリ溶液中でも同様な効果が認められることを実証した。

### ③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

アニオン導電性高分子の共重合配列が電解質表面におけるアニオン電流分布に及ぼす影響を検討した。親水部と疎水部の配列がブロックからランダムになるにしたがって伝導領域分布が均一になり、伝導・非伝導領域のサイズも小さくなることを見出した。ランダム構造の QPAF 膜では、電流分布の断面プロファイルでも伝導領域の連結性がよく電流値の幅も低く抑えられている(ca. 2-8pA)ことを確認した。

### ④ヒドラジン燃料での燃料電池特性評価

QPAF を電解質膜およびバインダーとして用い、卑金属触媒と組み合わせた膜電極接合体のヒドラジン燃料電池連続発電(耐久性試験)を行った(Figure 1)。発電時間に伴って出力密度は低下したが、開回路電圧は高い値を保持しており QPAF 膜の優れた耐久性が認められた。1000 時間以上の連続発電が可能であり、卑金属触媒とアニオン導電膜を用いたアルカリ形燃料電池としては世界トップレベルの耐久性を実証した。耐久試験後のセルを解体して電解質膜を観察したところ、明確な破膜やピンホールなどは認められなかった

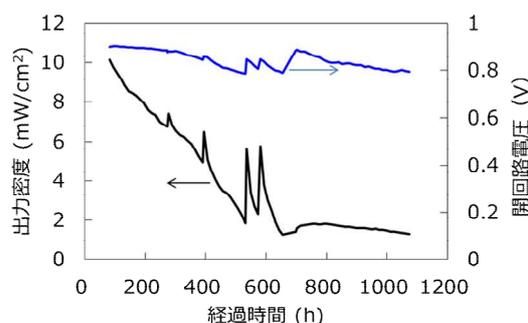


Figure 1 Durability of platinum-free alkaline fuel cell of QPAF membrane and ionomer with hydrazine as a fuel and air as an oxidant at 40 °C.

1) H. Ono et al., *J. Mater. Chem. A*, 3, 21779-21788 (2015) (DOI: 10.1039/c5ta06454f)

2) M. Shimada et al., *J. Polym. Sci., A: Polym. Chem.*, 54, 935-944 (2016) (DOI: 10.1002/pola.27928)

3) T. Sakamoto et al., *Electrochim. Acta*, 163, 116-122 (2015) (DOI: 10.1016/j.electacta.2015.02.156)