

イオン導電性高分子薄膜の創製とエネルギーデバイスへの応用

山梨大学 クリーンエネルギー研究センター 教授

宮武 健治

(お問い合わせ先) TEL : 055-220-8707 E-MAIL : miyatake@yamanashi.ac.jp



研究の背景

特定のイオンを選択的に導電する高分子薄膜は、燃料電池や二次電池など各種エネルギーデバイスの性能や耐久性を左右する主要な構成材料です。実用化されているイオン導電性高分子薄膜はいくつかありますが、イオン導電性と選択性、薄膜強度、耐久性などの複数機能を同時に発現させることは困難です。このため、エネルギーデバイス分野における革新的な技術として、高機能なイオン導電性高分子の設計指針を見いだすことが望まれています。

研究の成果

私たちは、構造の自由度が高く比較的簡単に合成ができる芳香族系の高分子に着目し、課題の解決を目指してきました。特に最近、高いポテンシャルが見込まれながらこれまで不可能と考えられてきたポリフェニレン系の高分子電解質において、ベンゼン環が結合する位置とその割合を正確に制御することにより、優れたイオン導電性高分子薄膜(図1)を得ることができました。

パラフェニレンとメタフェニレンの組成比を1:4にすると、一般的な屈曲性高分子と同じようなランダムコイル状の形態をとるため、丈夫な膜を形成させることができます。厚さが20 μ m程度の薄い膜でありながら酸性水溶液と同程度の高プロトン導電率を示すこと、水素や酸素など気体の透過率が著しく低いこと、過酷な加速試験条件でも構造や物性が変化せず安定性に優れていること、が大きな特徴です。そして、水素と酸素を用いた

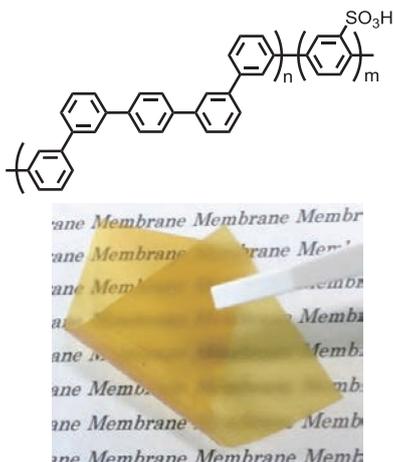


図1 ポリフェニレン系イオン導電性高分子薄膜

燃料電池発電試験において高い出力が得られ(図2)、また、1000時間を超える耐久性も確認できました。

このポリフェニレン系のイオン導電性高分子は、プロトンだけでなく反対の電荷をもつアニオンの導電体としても応用できることが分かってきました。現在、アルカリ形燃料電池や水電解システムにおける性能実証も進めています。

今後の展望

ポリフェニレン系高分子は分子構造が単純であるために、さまざまな置換基を導入したり他の分子と組み合わせることで物性を変化させることができます。これらの手法を組み合わせ、薄膜中でプロトンが高速移動する機能と高密度凝集する機能を融合(高次水素機能の発現)することが期待できます。従来の材料や技術では見通すことができないような、高出力密度と高エネルギー密度をあわせもつ次世代の創蓄電デバイスの実現に貢献したいと考えています。

関連する科研費

- 2014-2016年度 基盤研究(B)「フッ素フリー燃料電池の高性能化・高耐久化に関する研究」
- 2018-2019年度 挑戦的研究(萌芽)「ポリフェニレンイオンマーへの挑戦」
- 2018-2022年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「高速移動水素による次世代創蓄電デバイスの設計」

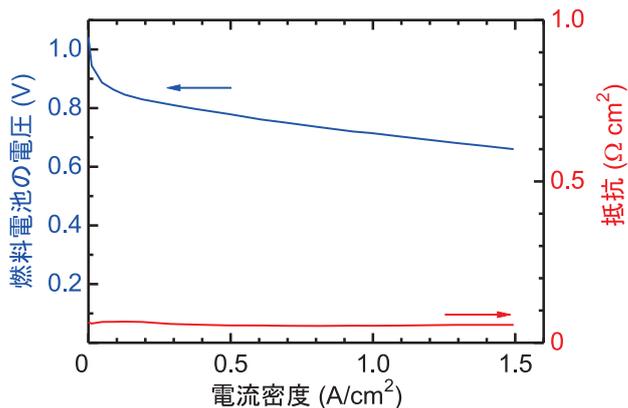


図2 燃料電池の発電特性