

燃料電池用電解質膜の現状と展望について

1. はじめに

近年、固体高分子型燃料電池 (PEFC) に関する研究が活発に行われており、携帯電話やノートパソコン用電源から自動車用、家庭用まで幅広い利用が期待されています。これまでの研究・実証実験から、実用化に向けた課題が明確になってきました。そこで、NEDO では、2020 年代を本格普及期とし、表に示すような数値目標を掲げています。

表 本格普及期の数値目標 (電解質膜) ¹⁾

耐久性	4 万時間
価格	3 ~ 5 千円
プロトン伝導性	>0.1 S/cm

ここでは、PEFC の主要部分である電解質膜についての現状と、今後の展望について紹介します。

2. 電解質膜の現状

PEFC 用電解質膜の特性として、プロトン (H^+) 伝導性、ガスバリアー性、電子絶縁性、機械的強度、耐熱性などが求められています。

例として、パーフルオロスルホン酸 (PFSA) 膜の 1 つであるナフィオンの化学構造を図 1 に示します。スルホン酸基 ($-SO_3H$) がプロトンもしくはヒドロニウムイオン (H_3O^+) の供与体として働いています。PFSA 膜のプロトン伝導性は、約 0.1 S/cm (80 , 60% R.H.) であり、本格普及期に求められる性能をほぼ達成しています。その他の物理的性質も優れています。しかし、耐久性は 1 万時間程度であり、また、原料価格や合成の煩雑さにより、現在の価格は 7 ~ 10 万円 / m^2 程度と、NEDO 目標とは大きくかけ離れています。さらに、PFSA 膜は、湿潤状態でなければ良好なプロトン伝導性を示さないため、燃料電池システムとしての加湿器の導入や、その制御が必要となります。

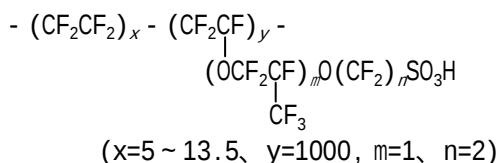


図 1 ナフィオンの化学構造

現在、PFSA に替わる安価、無 (低) 加湿で良好なプロトン伝導性を示す膜材料の研究が進められています。その中で有力なのが、ポリベンゾイミダゾール/ H_3PO_4 (PBI / H_3PO_4) 膜です。これは、耐熱性に優れたエンジニアリングプラスチックの PBI (図 2) に、リン酸がドーピングされています。

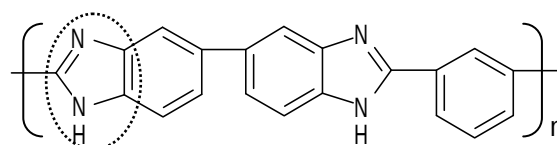


図 2 PBI の化学構造 (○はイミダゾール基)

イミダゾール基およびリン酸がプロトン供与体として働くため、水分子が不要であり、無 (低) 加湿かつ 180 程度の中温域でも動作します。開発段階ですが、原料価格が比較的安く、合成が容易であるため、低コスト膜として期待されています。しかし、PFSA 膜に比べてプロトン伝導性が低く (<0.1 S/cm、160 、無加湿) 低温動作時にリン酸が遊離して性能低下を引き起こしてしまいます。

3. 今後の展望

電解質膜の開発は、その他燃料電池部材およびシステムと連携して行わなければなりません。例えば、燃料である水素ガス中の微量一酸化炭素による白金触媒の被毒は、急激な電池性能の低下をもたらしますが、150 以上ではその影響がほとんど見られません。また、廃熱利用の観点から、家庭用では中温 (150 程度) が求められています。PFSA 膜、PBI / H_3PO_4 膜ともに中温における NEDO 目標は達成されていませんが、PFSA 膜の合成簡素化や膜構造の改良、PBI / H_3PO_4 膜の薄膜化やリン酸脱ドーピングの対応などの研究開発が加速すると考えられます。

当研究所では、高分子鎖にリン酸を化学結合させ、リン酸が遊離されにくい電解質膜を開発しました。中温域での試験・評価を行い、さらなる膜構造の改良を行っています。

参考文献

- 1) NEDO 技術開発機構, 2006 燃料電池・水素技術開発ロードマップ



工業技術部 機械電子室 鈴木 正史 (0566-24-1841)

研究テーマ: 固体高分子型燃料電池の新規・高機能電池材料の研究開発

担当分野: 材料化学、電気化学