

フィラー充填高分子による新しいプロトン伝導膜を開発

汎用高分子とシリカ微粒子からなる高プロトン伝導膜の創製

(山形大院理工) 志藤慶治、(山形大院理工・有機エレクトロニクス研究センター)

増原陽人、(山形大理) 松井淳、(東北大多元研) ○有田稔彦

[1PB20]

(Tel: 022-217-5629)

東北大多元研の有田稔彦助教および山形大院理工の増原陽人准教授、大学院生の志藤慶治、山形大理の松井淳准教授らの研究グループは、主に汎用の安価な材料を用い、ナノ構造を仔細に設計・製作することで、低酸性、高ガスバリア性、高プロトン伝導性等、燃料電池用電解質膜に求められる性能をバランスよく保持した膜を開発した。従来の電解質膜と異なり、多孔体を用いないためバリア性に優れ、また、シリカ表面のナノ空間に配列された水素結合ネットワークによる高プロトン伝導性を保持している膜である事から、電池用電解質膜に必要な性能をバランスよく有しており、固体高分子形燃料電池 (PEFC) や二次電池などの電解質膜 (セパレータ) としての応用が期待される。

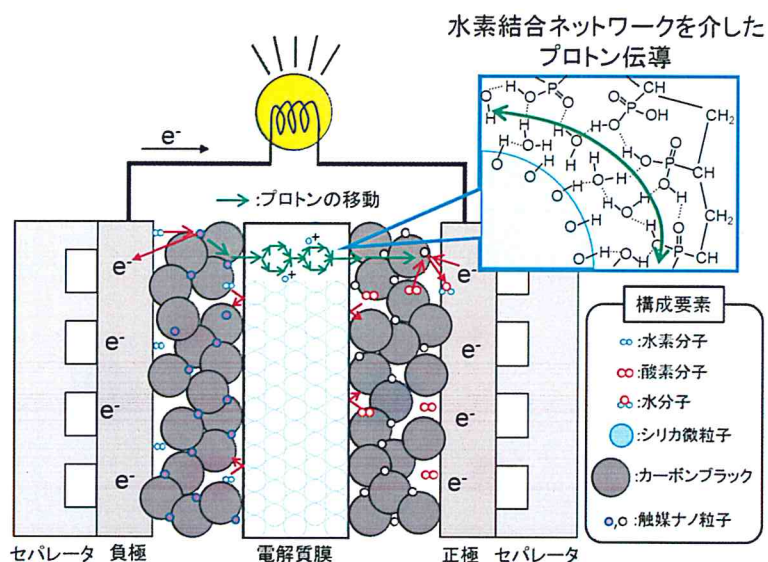


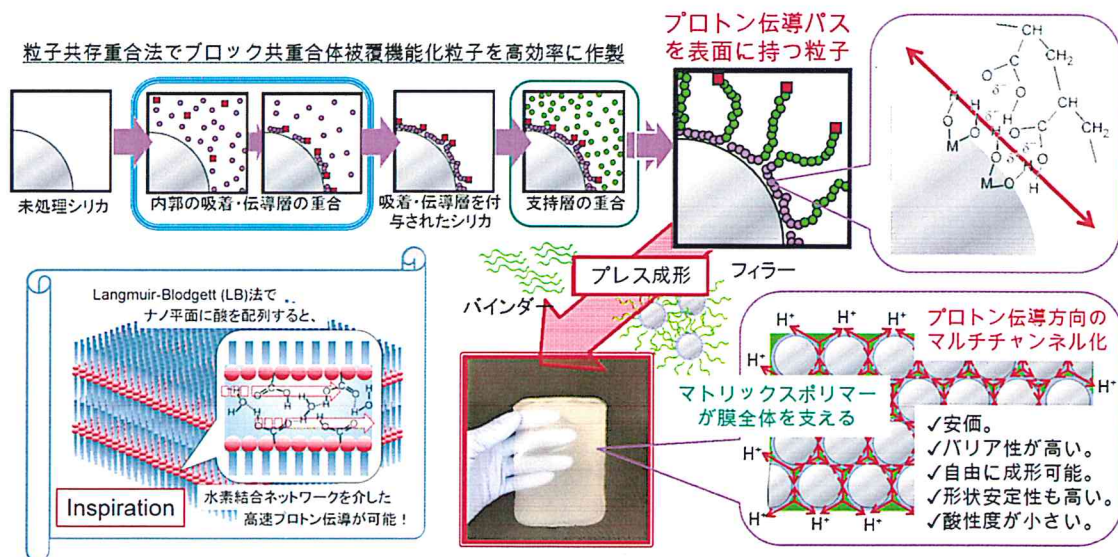
図1 本研究によるシリカフィラー高充填電解質膜を用いた固体高分子形燃料電池の新設計 (電解質膜のバリア性・形状安定性が高く、耐久性の向上も期待できる)

固体高分子形燃料電池 (PEFC) は、小型で低温作動が可能のため、自動車や家庭用発電機等で実用化がなされ、今後普及の拡大が期待されている。現在、PEFCの普及へ向けては、高価な白金触媒とパーフルオロカーボン系電解質膜の使用に起因する高製造コストという

難題がある。我々は、電解質膜の酸性度を下げる (=pHを大きくする) ことで、これら二つの課題を一度に解決できるのではないかと考えている (図1)。酸性度を下げることができれば、電池内部腐食をはじめ多くの問題を解決でき、白金触媒を安価な触媒へ代替可能になるからである。そこで本研究では、柱となる電解質膜の開発を行った。

汎用で安価な材料を用いても、なおかつ低酸性材料でも高プロトン伝導性と高ガスバリア性を両立する電解質膜の新設計は大きく分けて2つの核技術を基に行った。1つ目は、松井らが見出しているナノ平面に規則的に酸が配列され、水素結合ネットワークを形成できれば、弱酸の場合でも配列平面内のプロトンの移動度が、バルクの弱酸よりも数桁大きくなる現象[T. Sato, J. Matsui, et al., *Langmuir*, **31**, 5174 (2015).]である (図2左下囲み)。これを参考に、2つ目の有田が開発した様々なフィラー粒子の表面に超高効率に吸着状態を制御したポリマーを付与することのできる粒子共存重合法 [T. Arita, *Chem. Lett.*, **42**, 801 (2013).]で、表面にプロトン伝導ネットワークを持つシリカフィラーを作製した (図2上段)。得られた表面機能化フィラーを、バリア性の高い汎用高分子材料と混合しホットプレス成形することで、シリカ表面のプロトン伝導チャンネルを接合し、目標の電解質膜に求められる性能をバランス良く有する膜を得た (図2下段右側)。

本技術により作製した膜は、電解質膜内部のナノ構造を制御できているため、プロトン伝導性高分子の含有量が非常に少ないにもかかわらず、低活性化エネルギーで高プロトン伝導度が得られている。以上のように、PEFCの製造コスト削減に直結する新奇電解質膜作製法を提案する。これにより、電池全般、特にPEFCの分野において、日本の国際競争力向上に役立てるものと考えている。



粒子共存重合法による表面機能化フィラーを含む新奇電解質膜の作製法

<適用分野>

固体高分子形燃料電池 (PEFC)、二次電池、キャパシタ、電池デバイス、