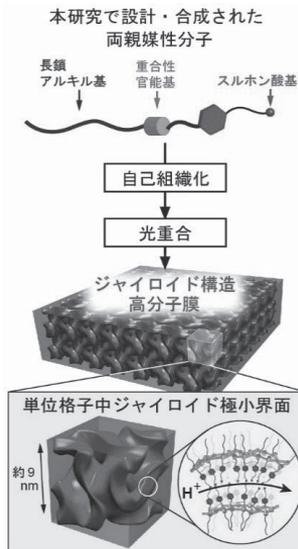




三次元プロトン伝導パスを有する 高分子膜の開発

燃料電池の発電効率の向上に向けて、高いプロトン伝導性を示す高分子電解質膜の開発が求められている。高速なプロトン伝導を実現する上で、水分子の水素結合ネットワークにおけるO-H結合の形成・切り離しによる伝導機構（グロータス機構）が不可欠であるため、水分子を引き寄せるスルホン酸基を如何に高分子膜中に配列するかが鍵となる。

ジャイロイド極小界面は、三次元に無限に連続した立方周期曲面であり、幾何学的に非常に興味深い構造を有している。東京農工大学の一川尚広准教授らの研究グループ（大学院生の小林翼）およびシェフィールド大学のXiang-bing Zengは、スルホン酸基をジャイロイド極小界面に沿って配列することができれば理想的なプロトン伝導パスの設計に繋がるのではないかと着想した。双性イオン（Zwitterion）骨格を頭部として有する独自の両親媒性分子を設計したところ、これらの



分子は自己組織的に格子長が約9 nmのジャイロイド構造を形成することを見いだした。この状態のサンプルに光照射して分子同士を

重合していくと、ジャイロイド構造を保持したまま高分子膜化することができた。この膜に適切な水を染み込ませると、ジャイロイド極小界面上のスルホン酸基に沿って水分子が取り込まれ、厚みが1 nmよりも薄い三次元に無限に広がる水分子のシート（三次元アクアシート）を形成した。イオン伝導特性を調べたところ、この膜は極めて高速なプロトン伝導度（約 $10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$ ）を示した。

一般的なプロトン伝導性高分子膜中におけるスルホン酸基の配列と比較して、本研究の高分子膜中のスルホン酸基の配列は極めて精緻であるため、非常に少量の水の添加によって長距離的に連続した水分子の水素結合ネットワークを創ることができた。このような、高分子膜中の構成分子の配列を制御する材料設計は、有機物質のポテンシャルを最大限に引き出す最新の分子技術として期待できる。

（東京農工大学大学院工学府 生命工学専攻 特任准教授 一川尚広・博士後期課程2年 小林翼 連絡先 〒184-0012 東京都小金井市中町2-24-16, E-mail: t-ichi@cc.tuat.ac.jp）

URL <http://web.tuat.ac.jp/ichikawa/>

[2019年7月16日]