

# 自発的に配向する高分子材料の開発と高分子薄膜の構造評価



北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科  
長尾 祐樹 准教授

## 研究分野

## 高分子化学

### 研究テーマの狙いとその成果

高分子の強度や伝導性等の物性値は高分子の配向性と強い相関が認められることがあり、延伸やラビング処理等により高分子鎖の配向性や配列制御を行うことで、様々な機能の高性能化がなされている。高分子膜を下地となる基板や材料の上で作成する場合、高分子膜は厚さが薄くなるとその下地の影響を強く受けることがあるため、同じ高分子を用いたとしても膜厚を薄くするだけで求められる物性値が期待できなくなることに直面することがある。燃料電池や太陽電池はその代表例であり、異種材料同士の界面構造の理解と制御が高性能化のカギを握っている場合が多い。(図1)我々の研究室では、その異種材料同士の界面に着目し、高分子鎖を配向制御や配列制御を行うための技術を蓄積しながら、その高分子構造を同定するための技術も蓄積することで、実験によって得られる物性値と配向性や配列状態との相関を明らかにする研究を進めている。本調査レポートでは我々の最近の成果を以下に紹介する。

燃料電池の電解質膜である Nafion® は厚膜の場合は高いプロトン(H<sup>+</sup> イオン)伝導度を有する。この Nafion® は燃料電池の反応が生じる電極触媒周りにおいても、触媒とのプロトンの授受のために利用されており、この部分はアイオノマーと呼ばれている。アイオノマーの厚さは数 nm 程度が良いとされており、様々な作成方法が検討されてきた。ところが、電極触媒である白金上における Nafion® は厚さが薄くなるにつれてプロトン伝導度が低くなることが明らかにされた。(図2左)またプロトン伝導度の低下の起源を調べた結果、アモルファスと考えられてきた Nafion® が配向膜となることが明らかにされた。さらに我々は、燃料電池の高性能化のために、アイオノマーの代替材料として、薄い状態でも10<sup>-2</sup> S cm<sup>-1</sup>を超える高いプロトン伝導度を有するポリイミドの開発にも成功している。(図2右)この高分子材料は水を取り込むと1-2nmの幅の水のナノチャンネルが自発的に多数形成され、配向膜となることが明らかにされており、この水のナノチャンネル内をプロトンが移動すると考えられる。

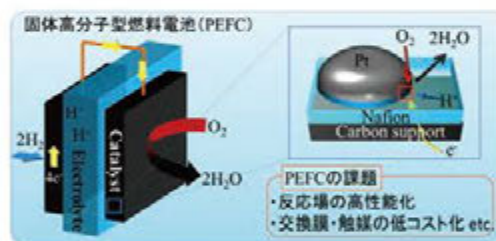


図1：燃料電池の課題

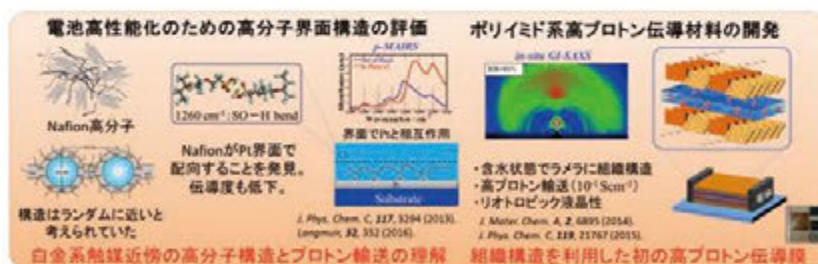


図2：燃料電池高性能化のためのNafion®の界面構造評価例とNafion®代替材料の開発

## 応用分野

燃料電池、有機太陽電池、有機半導体、高性能フィルム、接着剤・透過膜など

## 連携を希望する企業の業種・技術

高分子の界面構造でお困りの企業