

ナノ構造制御された新たな燃料電池用アイオノマーを開発

炭化水素系アイオノマー材料の合成と MEA の評価(III) -ジブロック共重合体の電気化学的評価-

(上智大理工) 三浦 諭・大島龍也・梅澤健輔・藤田 正博・竹岡 裕子・陸川 政弘

[3R09]

Tel: 03-3238-3451 E-Mail: m-rikuka@sophia.ac.jp

上智大学理工学部の大学院生の三浦諭、藤田正博准教授、竹岡裕子准教授、陸川政弘教授の研究グループは、触媒移動型重縮合法を用いることで、親水-疎水部位からなるジブロック構造を有する新たな炭化水素系アイオノマーを開発し、それを用いた高性能な高分子電解質形燃料電池 (PEFC) を見出した。このアイオノマーは、その組成により様々な相分離構造やナノ粒子構造等を形成することができ、市販アイオノマーよりも、低加湿条件において高い出力特性を示すことを明らかにした。低コストで低環境負荷な次世代型燃料電池に応用されることが期待される。

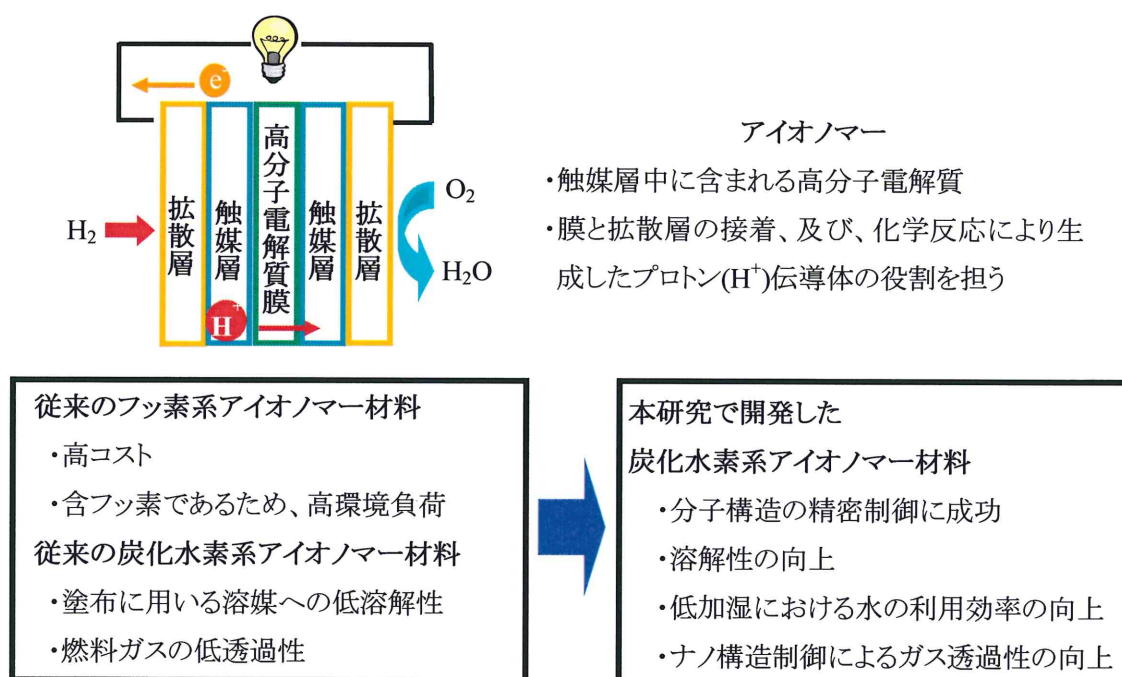


図. 固体高分子形燃料電池とアイオノマー材料の特性

燃料電池は水素と酸素(空気)の電気化学的な反応によって電力を得ており、排出物は主に水だけであるため、非常にクリーンなエネルギー源である。燃料電池には様々な種類が存在するが、中でも PEFC はその起動性の良さと高い出力密度から、自動車用電源、家庭用電源、携帯用電源など幅広い適用が期待され、多くの研究開発が行われている。燃料電池の中心部である膜電極接合体(Membrane Electrode Assembly: MEA)は、電解質膜、触媒層、拡散層で構成されている。アイオノマーは、触媒層中に含まれる高分子電解質であり、触媒の担持、膜と電極の接着、及び反応によって生じたプロトン(H⁺)の伝導体としての役割を果たす。今まで、アイオノマー材料にはフッ

素を含む高分子電解質が用いられており、環境負荷、高コスト、高温低加湿下での出力低下などの問題があった。近年、フッ素系高分子電解質と比較してコストが 1/10 程度であり、ハロゲン元素を含まない環境低負荷な炭化水素系高分子電解質に注目が集まっており、炭化水素系高分子電解質を PEFC の電解質膜に用いる研究が活発に行われている。その結果、従来のフッ素系電解質膜と同等の特性を有する炭化水素系高分子膜が開発されているが、アイオノマーを炭化水素系材料に置き換えることは困難であった。

そこで、我々の研究グループは、アイオノマー材料に適した炭化水素系高分子電解質の開発を検討した。アイオノマー材料には、塗布溶媒への溶解性、燃料ガスの透過性、優れたプロトン伝導性等の特性が必要であり、これらは、MEA 中の電解質膜として使用する際の必要特性と必ずしも一致しない。つまり、今まで MEA 中の電解質膜として開発されてきた炭化水素系電解質材料は、アイオノマーに必要な溶解性や燃料ガス透過性が低いという欠点があった。我々は、溶解性やガス透過性の向上を担う疎水部位と、プロトン伝導性と水移動を担う親水部位から構成される炭化水素系ジブロック共重合体を新規に合成し、アイオノマーへの応用を試みた。合成においては、分子量の制御が可能な触媒移動型重縮合法を適用し、初めて強酸基を有するモノマーを用いて、鎖長をコントロールした親水-疎水炭化水素系ジブロック共重合体の合成に成功した。その結果、従来の炭化水素系アイオノマー材料より溶解性が向上し、MEA 作製工程が大幅に改善された。新規アイオノマー材料を用いた MEA の発電試験の結果、従来型の炭化水素系アイオノマー材料を用いた場合よりも 2 倍近い出力特性が得られ、特に低加湿条件下では、市販のフッ素系アイオノマーを用いた場合よりも優れた性能が得られた。

燃料電池はクリーンで安定なエネルギーを提供することができるが、出力あたりのエネルギーコストが高いために、その本格的な普及が問題視されている。このアイオノマーは汎用性が高く、電解質膜の種類を問わない。また、高いガラス転移温度を有することから 100℃以上の高温運転も可能である。本材料により PEFC の高温、低加湿運転が可能になれば、高出力、低コスト化につながり、次世代型燃料電池の開発が加速すると予想される。さらには、これらは特異なナノ構造形成が可能であることから、本材料やコンセプトは次世代燃料電池材料のみならず、他の次世代電池材料、バイオセンサー、高精密分離材料への応用が期待できる。

<適応分野> 自動車用電源、家庭用電源、定置用電源(大型施設等)、携帯用電源

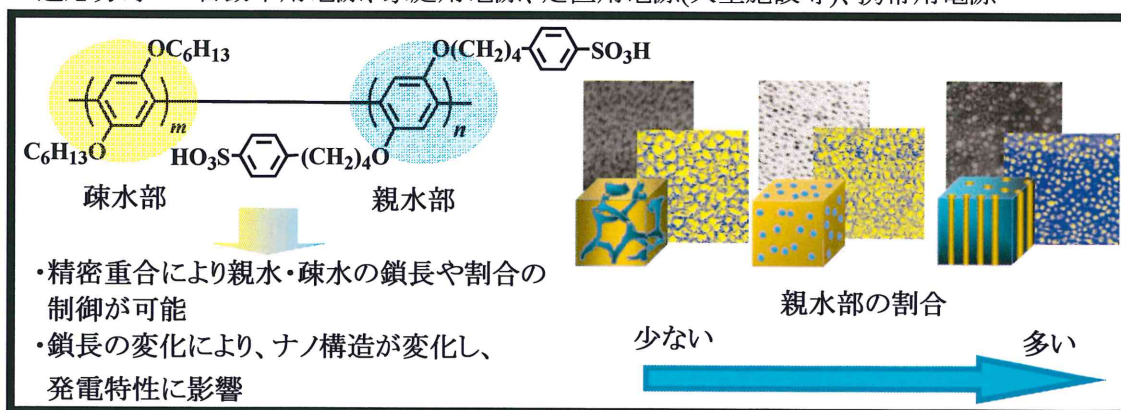


図. 新規炭化水素系アイオノマーと親水・疎水の割合による構造の変化