

広 Q 範囲測定による燃料電池触媒層内の水分布の解析 Analysis of water distribution in the catalyst layer of a fuel cell by wide-Q observation of SANS

岩瀬 裕希¹⁾ 有馬 寛¹⁾ 原田 雅史²⁾

Hiroki IWASE Hiroshi ARIMA-OSONOI Masashi HARADA

¹⁾CROSS ²⁾豊田中研

(概要)

固体高分子形燃料電池 (PEFC) の心臓部とも言える膜電極接合体 (MEA) について、試料雰囲気湿度を変えた時の構造変化を解析した。MEAの構成要素の構造はサブナノからサブマイクロメートルに及ぶ。そこで、ピンホール型中性子小角散乱 (P-SANS) 測定に加え、集光型SANS (F-SANS) 測定を行った。

キーワード：固体高分子形燃料電池、膜電極接合体 (MEA)、集光型中性子小角散乱

1. 目的

固体高分子形燃料電池 (PEFC) の構成要素の一つである膜電極接合体 (MEA) は高分子電解質膜の両面に触媒層をプレスしたものである。MEAの構造はPEFCの性能に直結する。また、PEFCの性能は、発電に伴い生成され、MEAに滞留した水の量や分布にも強く依存する。そこで、本研究では、試料雰囲気湿度を系統的に変化させ、MEA内の水分布を変化させた時のMEAの構造変化を追跡した。

2. 方法

MEAはNEDO準拠の標準的な材料で構成されているものを用いた。測定には自作の湿度調節装置と調湿セルを用いた。最初に、乾燥ガスを試料に吹きかけて乾燥状態 (湿度数%以下) にし、そこから80%RHまでの範囲で湿度を変えながら測定を行った。試料温度は、燃料電池の運転条件である80°Cで固定した。SANS測定はSANS-J分光器を用い、試料-検出期間距離 (SDD) を9.6および0.8mにセットして測定を行った。さらに、 10^4 \AA^{-1} オーダーの Q 領域を測定するために、フッ化マグネシウム製の集光レンズを用いてF-SANS測定を行った。

3. 結果及び考察

図1にMEAの散乱プロファイルの湿度依存性を示す。MEAのSANSプロファイルは、低 Q 領域 ($Q < 0.02 \text{ \AA}^{-1}$) には主に触媒を構成するカーボン担体とその周りのイオノマーの構造を、中 Q 領域 ($Q > 0.02 \text{ \AA}^{-1}$) には、電解質膜内のイオンクラスターの構造をそれぞれ反映していることが知られている。そこで、 Q 範囲を分けて散乱プロファイルをそれぞれ評価した。低 Q 領域では、湿度が増加すると、 $Q \sim 0.0015 \text{ \AA}^{-1}$ 以下の範囲ではSANS強度は増加したが、それ以上 Q の範囲では減少した。これは、湿度が増加すると、触媒を構成しているカーボン担体を覆っているイオノマー内に水が滞留していることを示している。一方、中 Q 領域では、加湿した試料では、イオノマーピークとして知られているピークが観測されるが、湿度の増加に伴い、ピーク強度が増加し、ピーク位置が低 Q 側にシフトした。これは、電解質内のイオンチャンネル内に滞留している水の量が増え、その影響でチャンネルサイズが大きくなったことを示している。現在、イオノマーおよび、イオンチャンネルに滞留した水量を定量的に明らかにするために解析を進めている。

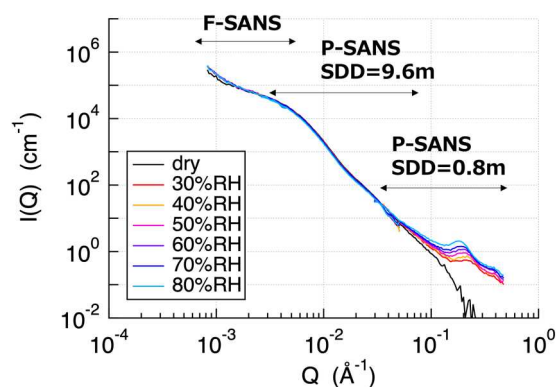


Fig. 1. 80°Cにおける膜電極接合体 (MEA) の散乱プロファイルの湿度依存性 (H₂O 加湿) .