

燃料電池系での電気化学オペランド計測

山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター 犬飼潤治

概要

水素を燃料とする固体高分子形燃料電池（PEFC）は、エネルギー効率および出力密度が高く汚染物質の排出が非常に少ないことから、自動車や定置用コージェネレーションシステムへの実用化が進んでいる。

PEFCの発電には、膜電極接合体（MEA）と呼ばれる構造体が用いられる。MEAにおいては中心に厚さ約20 μm の電解質膜が存在し、その両側に厚さ数 μm の触媒層が塗布される。触媒層の両側は、さらに厚さ約100 μm の多孔質のガス拡散層（GDL）で挟まれる。こうして作製されたMEA 1枚は、厚さ約0.3 mm、面積数100 cm^2 程度の大きさを持ち、酸素・水素をそれぞれ両側に供給して発電すると1 V弱の電圧を発生する。MEAを数十枚から数百枚スタックしてできた燃料電池が、自動車や家庭用電源として使用されている。触媒としては、通常直径数nmの白金合金ナノ粒子を数100 nmのカーボン担体上に担持されたものが使用される。電解質膜はイオン導電性を持ち、浸水部及び疎水部が数nmの大きさで相分離した高分子で構成される。

燃料電池は、このように階層的な構造を持つ電気化学的反応系である。それぞれの部材・構成体にあったマルチスケールでの静的な解析とともに、反応中・発電中あるいは劣化中のオペランド計測が必須である。さらに、それらの解析を組み合わせなければその本質は理解されない。計算シミュレーションを用いることが系の全体像把握に有効であるが、ナノスケールの量子化学的シミュレーションとマイクロスケールでの電気化学あるいは流体シミュレーションを橋渡しするには、工夫が必要である。

本講座においては、燃料電池系でのオペランド計測の例として、燃料電池用の触媒表面、電解質表面および内部、ガス拡散層表面および内部の反応について解説を行う。さらに、これらの情報がどのように組み合わせうるか考察する。