

放射光を利用した高温作動型燃料電池のその場計測

雨澤 浩史

東北大学多元物質科学研究所 サステナブル理工学研究センター

燃料電池は、水素に代表される燃料の燃焼反応にともなう化学エネルギー変化を直接電気エネルギーに変換するシステムであり、その高いエネルギー変換効率から、次世代の環境調和型発電システムとして期待されている。なかでもイオン導電性セラミックスを電解質に用いる固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) は、700~1000°Cという高い動作温度を活かすことにより、電極反応に伴うエネルギーロスの低減が可能である、燃料適応性に優れる、高品位の排熱を利用したコンバインドサイクルやコージェネレーションシステムの構築が可能である、とされる。SOFCの研究・開発は世界中で活発に行われており、わが国でも2011年秋から一般向けに0.7 kW 家庭用 SOFC コージェネレーションシステムの市販が開始された。

今後 SOFC の本格的普及を実現させるには、SOFC スタック・セル・部材のさらなる高性能化、高効率化、長寿命化が必要とされるが、そのためには、電池を構成する電解質、電極などの、作動下における化学・物理状態を正確に把握することが必要不可欠である。しかしながら、SOFC は、高温、特殊雰囲気 (酸素、水素雰囲気)、通電状態という、通常の実験手法にとっては苛酷な条件で作動する。そのため、これまで SOFC 作動時の各構成材料の状態を正確に評価する手法は非常に限定されていた。これに対し、我々の研究グループは、測定に真空や極低温といった特殊環境を要しない硬 X 線吸収分光 (XAS) 法に着目し、京都大学、高輝度光科学研究センター (JASRI) との共同研究を通し、高温、制御雰囲気、通電状態における測定が可能で、各種その場 XAS 測定法の可能性について検討してきた。その結果、高温、制御雰囲気、通電状態において、nm~ μm の位置分解能あるいは msec の時間分解能を有するその場 XAS 測定法の開発に成功し、SOFC 各種材料の物理・化学状態や SOFC 電極反応の直接評価にこれらを適用してきた。さらに最近では、高温、制御雰囲気における SOFC 材料の軟 X 線吸収分光測定にも成功し、SOFC 作動条件下における材料の電子状態を明らかにした。本講演では、これらその場 XAS 測定法により得られた結果のいくつかについて紹介する。

(メモ)