

# In-situ XAFS 測定による固体酸化物形燃料電池の空気極反応機構の解明

○伊奈稔哲<sup>A</sup>, 折笠有基<sup>A</sup>, 福塚友和<sup>A</sup>, 雨澤浩史<sup>B</sup>, 川田達也<sup>B</sup>, 内本喜晴<sup>A</sup>  
(京都大学大学院人間・環境学研究所<sup>A</sup>, 東北大学大学院環境科学研究科<sup>B</sup>)

**1. 緒言** 固体酸化物形燃料電池(SOFC)は、高効率エネルギー変換デバイスとしてその実用化が期待されている。SOFC の更なる高性能化、低温作動化のためには、作動時における電極・電解質の物理・化学状態を理解する必要がある。本発表では、ポスターP-UG01-23 で報告する高温、制御雰囲気下、通電状態で XAFS 測定をおこなうことができる高温電気化学 *in situ* XAFS 測定用試料ホルダーを用いて、SOFC 作動条件下における、酸化物空気極材料の電子・局所構造評価を行った。また、得られた結果をもとに、酸化物空気極における電極反応機構について考察した。

**2. 実験方法** 空気極モデル材料として、(La,Sr)(Co,Fe)O<sub>3</sub>(LSCF)、Nd<sub>2</sub>NiO<sub>4</sub>(NNO)、(La,Sr)MnO<sub>3</sub>(LSM)の緻密多結晶薄膜をそれぞれ用いた。LSCF は酸素空孔を介した酸化物イオン-電子混合導電性を、NNO は格子間酸素による酸化物イオン-電子混合導電性を、LSM は電子導電性を有する材料である。電解質には YSZ(LSM, NNO)および YDC(LSCF)をそれぞれ用いた。

**3. 結果** 結果の一例として、開回路 (OCV) 及び電圧印加状態にある LSCF 電極で測定された Co K吸収端エネルギーのシフト量を酸素分圧に対してプロットしたものを **Fig. 1** に示す。ここで、電圧印加時の結果は、次式によって算出される、電圧印加の影響を含めた実効酸素分圧  $p(\text{O}_2)_{\text{eff}}$  に対してプロットした。

$$p(\text{O}_2)_{\text{eff}} = \exp\left\{\frac{2\mu_{\text{O},\text{eff}}}{RT}\right\} = p(\text{O}_2)\exp\left\{\frac{4F\eta}{RT}\right\}$$

$R$  は気体定数、 $\eta$  は印加電圧から電解質のオーム損を差し引いた過電圧をそれぞれ表す。開回路状態での  $p(\text{O}_2)$  を減少、一定の  $p(\text{O}_2)_{\text{eff}}$

(10<sup>5</sup>Pa) での電圧印加のいずれの場合にも吸収端が低エネルギー側へシフトし、その変化量はほぼ同じであった。この結果より、YDC 電解質上の LSCF 緻密薄膜電極では、分極によって電極内の酸素ポテンシャルが変化し、その変化量が対応する  $p(\text{O}_2)$  変化によるものと等しいことが分かった。これは、分極時の酸素ポテンシャルが電極表面と電極 - 電解質界面で等しいことを示しており、YDC 電解質上の LSCF 緻密電極における、電気化学酸素還元反応が表面反応律速であることを見出すことができた。

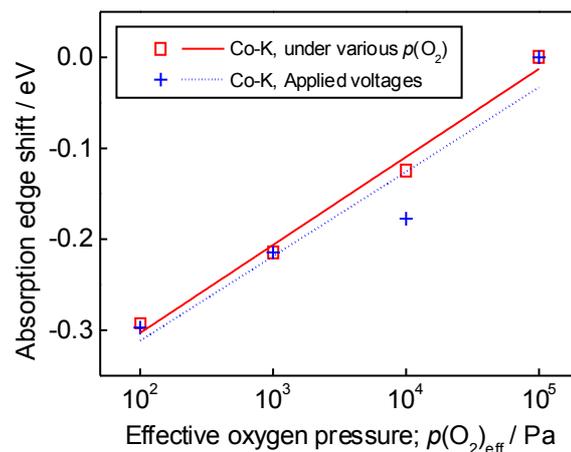


Fig. 1. Absorption edge shift of *in situ* Co K-edge XANES as a function of effective oxygen pressures.