

ペロブスカイト型遷移金属酸化物ヘテロ界面における電荷移動の 発現メカニズム

Mechanism of charge transfer at heterointerfaces between perovskite transition-metal oxides

北村未歩^{1,*}, 小林正起¹, 簗原誠人¹, 坂井延寿¹, 湯川龍¹, 藤岡洋², 堀場弘司¹, 組頭広志^{1,3},
¹高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

²東京大学 生産技術研究所, 〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1

³東北大学 多元物質科学研究所, 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

Miho KITAMURA^{1,*}, Masaki KOBAYASHI¹, Makoto MINOHARA¹, Enju SAKAI¹,
Ryu YUKAWA¹, Hiroshi FUJIOKA², Koji HORIBA¹, and Hiroshi KUMIGASHIRA^{1,3}

¹ Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research
Organization, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

² Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo,
153-8505, Japan

³ Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, Tohoku University, 2-1-1 Katahira,
Aoba-ku, Sendai, 980-8577, Japan

1 はじめに

ペロブスカイト型遷移金属酸化物のヘテロ構造は、バルク相では発現しない特異な電子・磁気状態を示すことから、盛んに研究が行われている。この特異な界面電子・磁気状態の発現には、ヘテロ界面における遷移金属イオン間の電荷移動が重要な役割を果たしていると考えられる。そこで本研究では、ヘテロ界面における電荷移動の発現メカニズムを調べるために、酸素の $2p$ 準位と遷移金属の $3d$ 準位の位置関係が異なる2種類の界面を作製し、放射光光電子分光(PES)、共鳴光電子分光(RPES)、及びX線吸収分光(XAS)を行った。

2 実験

BL-2A MUSASHIに設置されたその場 (*in situ*) 光電子分光—レーザー分子線エピタキシー複合装置を用いて、Nb:SrTiO₃ (Nb = 0.05 wt. %) (001)基板上にLaNiO₃ (LNO) /LaMnO₃ (LMO)、LaFeO₃ (LFO) /LaMnO₃ (LMO) ヘテロ構造をエピタキシャル成長させた。作製した試料は超高真空中を搬送し、*in situ*でのPES、RPES、及びXAS測定を行った。

3 結果および考察

図1にLNO/LMO及びLFO/LMOヘテロ構造における遷移金属イオンの $L_{2,3}$ XASスペクトルを示す。左図に示したLNO/LMOヘテロ構造では、バルク相の $3+$ 状態からそれぞれ $Mn^{3+} \rightarrow Mn^{4+}$ 、 $Ni^{3+} \rightarrow Ni^{2+}$ と価数変化しており、界面においてMnからNiへの電荷移動が起こっていることが見て取れる[1]。一方で、LFO/LMOヘテロ構造では、スペクトルがほとんど変化してない。このことは、LFO/LMOヘテロ構造では、バルク相の $3+$ 状態がそのまま保たれており、

界面電荷移動は起こっていないことを示している。この界面電荷移動の違いを理解するために、PESとRPESを用いて構成材料の酸素 $2p$ 準位と遷移金属の $3d$ 準位の位置関係を決定した。その結果、界面電荷移動現象は、酸素の $2p$ 非結合準位を基準とした遷移金属の $3d$ 準位のエネルギー位置関係とその電子配置によって支配されていることが明らかになった。

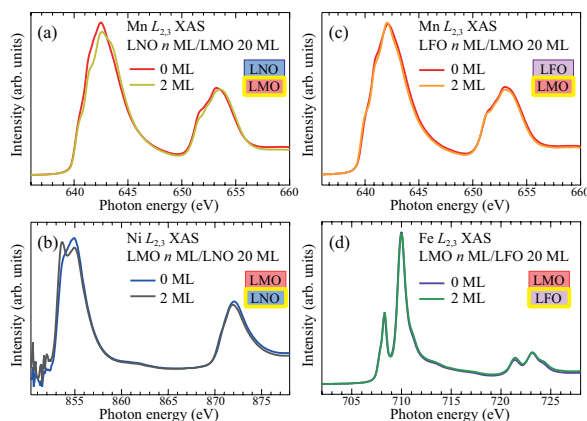


図1 (a) LNO n ML/LMO 20 MLヘテロ構造のMn $L_{2,3}$ XASスペクトル、(b) LMO n ML/LNO 20 MLヘテロ構造のNi $L_{2,3}$ XASスペクトル、(c) LFO n ML/LMO 20 MLヘテロ構造のMn $L_{2,3}$ XASスペクトル、(d) LMO n ML/LFO 20 MLヘテロ構造のFe $L_{2,3}$ XASスペクトル ($n = 0, 2$)。

参考文献

[1] M. Kitamura *et al.*, Appl. Phys. Lett. 108, 111603 (2016).

* mkita@post.kek.jp