

## ダブルペロブスカイト酸化物 $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ 薄膜の X 線吸収分光 X-ray absorption spectroscopy for double-perovskite oxide $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ films

吉松公平<sup>1,\*</sup>, 野上顕悟<sup>1</sup>, 渡会啓介<sup>1</sup>, 堀場弘司<sup>2,3</sup>, 組頭広志<sup>2,3</sup>, 大島孝仁<sup>1</sup>, 大友明<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>東京工業大学大学院理工学研究科, 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

<sup>2</sup>放射光科学研究施設, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

<sup>3</sup>東京工業大学元素戦略センター, 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

Kohei Yoshimatsu<sup>1,\*</sup>, Kengo Nogami<sup>1</sup>, Keisuke Watarai<sup>1</sup>, Koji Horiba<sup>2,3</sup>,

Hiroshi Kumigashira<sup>2,3</sup>, Takayoshi Oshima<sup>1</sup>, and Akira Ohtomo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552, Japan

<sup>2</sup>Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

<sup>3</sup>Materials Research Center for Element Strategy Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuda-cho, Midori-ku, Yokohama, Kanagawa, 226-8503, Japan

### 1 はじめに

ダブルペロブスカイト酸化物 ( $\text{A}_2\text{B}'\text{B}''\text{O}_6$ ) は二種類の  $\text{BO}_6$  八面体が(111)方向に交互積層した秩序構造を取る。この物質は異種遷移金属間の超交換相互作用により特異物性を示すことから、新機能材料として期待されている。本研究で対象とする  $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$  (LMFO) は B サイトが共に磁性イオンであり、秩序構造に起因する高い磁気特性が予測される。しかしながらダブルペロブスカイト相の合成例はなく、その物性は明らかとなっていない。そこで今回、速度論的平衡により準安定相が形成可能なパルスレーザー堆積法を用いて、薄膜形状でダブルペロブスカイト LMFO の合成を行ない、その電子状態を調べた。

### 2 実験

ダブルペロブスカイト LMFO 薄膜は、無秩序固溶体ターゲットを用いて、酸素分圧 100 mTorr、基板温度 950°C で  $\text{SrTiO}_3(111)$  基板上に作製した。X 線回折測定により Mn/Fe オーダーに起因する超格子反射を観測し、ダブルペロブスカイト相の形成を確認した。磁気特性は磁気特性測定装置 (カンタム・デザイン社, MPMS) を用いて評価し、飽和磁化がおおよそ  $1 \mu_B/\text{f.u.}$  との結果が得られている。

Mn および Fe 2p の X 線吸収分光は PF の BL2C で全電子収量法により測定を行なった。

### 3 結果および考察

図 1 にダブルペロブスカイト LMFO 薄膜の Fe 2p および Mn 2p の X 線吸収スペクトルを示す。図 1(a) の Fe 2p 吸収スペクトルの形状を  $\text{Fe}^{2+}(\text{FeO})$  と  $\text{Fe}^{3+}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  のスペクトルと比較したところ、LMFO 中の Fe は +3 価 ( $d^5$ ) であり、高スピン配置 ( $t_{2g}^3 e_g^2$ ) を取ることが明らかとなった。また、Mn 2p 吸収スペクトルも同様の比較を行い、 $\text{Mn}^{3+}(d^4)$  の高スピン配置 ( $t_{2g}^3 e_g^1$ ) であることが明らかになった。この X 線吸収分光による価数評価と磁気特性による飽和磁化の値 ( $1 \mu_B/\text{f.u.}$ ) から、 $\text{Fe}^{3+}$  と  $\text{Mn}^{3+}$  のスピンは超交換

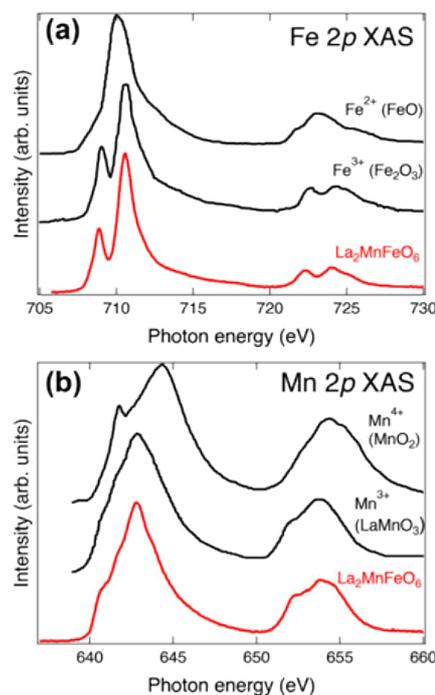


図 1.  $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$  薄膜の電子状態。(a) Fe 2p および (b) Mn 2p XAS スペクトル。

相互作用により反強磁性的に相互作用し、フェリ磁性により LMFO の磁化が生じていると考えられる。

### 4 まとめ

X 線吸収分光によりダブルペロブスカイト LMFO 薄膜の Fe, Mn イオンの価数を評価し、飽和磁化の大きさと合わせて、電子状態を明らかにした。その結果、Fe, Mn イオンともに +3 価の高スピン配置を取り、Fe と Mn 間の  $d$  電子のスピン配置は反強磁性的であることが明らかとなった。

\* k-yoshi@apc.titech.ac.jp