

ダブルペロブスカイト酸化物 $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ 薄膜の X 線磁気円二色性 X-ray magnetic circular dichroism of double-perovskite oxide $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ films

吉松 公平^{1*}, 野上 顕悟¹, 渡会 啓介¹, 大島 孝仁¹, 大友 明^{1,2}

¹東工大大院理工, 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

²東工大元素戦略, 〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

Kohei Yoshimatsu^{1*}, Kengo Nogami¹, Keisuke Watarai¹,

Takayoshi Oshima¹ and Akira Ohtomo^{1,2}

¹Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan

²MCES, 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 ($A_2B'B''O_6$) は二種類の BO_6 八面体が NaCl 型に秩序配列した自然超格子構造を取る。 $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ (LMFO) は Mn と Fe が共に磁性イオンであり、Mn/Fe 秩序構造に起因する高い磁気特性が予測される。この LMFO はバルク体での秩序構造の合成例はない。そこで本研究では、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 (PLD) 法を用いて、薄膜形状でのダブルペロブスカイト LMFO の合成を行ない、X 線磁気円二色性 (XMCD) により元素選択的な磁気状態を明らかにすることを目的とした。

2 実験

LMFO 薄膜の作製温度を 950°C と 750°C とし、Mn/Fe 秩序度を制御した 2 種類のサンプルを用意した。以降、 950°C で作製したサンプルを high-order、 750°C で作製したサンプルを low-order とする。SQUID 測定から、これらサンプルの飽和磁化は high-order が $1.3 \mu_B/\text{f.u.}$ 、low-order が $1.7 \mu_B/\text{f.u.}$ との結果が得られている。

XMCD 測定は、BL16A にて行なった。BL 下流に常設された 1.2 T 常伝導マグネット XMCD 装置を用い、サンプルを 10 K に冷却して測定を行なった。

3 結果および考察

図 1 に LMFO 薄膜の Mn 2p および Fe 2p XMCD スペクトルを示す。Mn 2p XMCD では high-order、low-order 両サンプルともに典型的な Mn^{3+} のスペクトルが得られている。Fe 2p XMCD についても、その形状自体は典型的な Fe^{3+} のスペクトルである。しかし、 L_3 吸収端で正のシグナルが得られており、このことは Fe 3d のスピンの反平行であることを示している。 $\text{Mn}^{3+}(d^4)$ に対して $3d$ 電子数が多い $\text{Fe}^{3+}(d^5)$ サイトで、スピンと磁場が反平行となることは単純な相互作用では説明できない。SQUID 測定で low-order のサンプルほど飽和磁化が大きいことから、無秩序 LMFO 成分中で、 $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ 由来の強磁性が発現しているものと考えられる。この Mn 3d スピンと秩序相 LMFO 中の Mn 3d スピンとが強磁性的に相互作用し、秩序相 LMFO 中の Fe 3d スピンは Mn 3d スピンと反強磁性的に相互作用しているものと考え

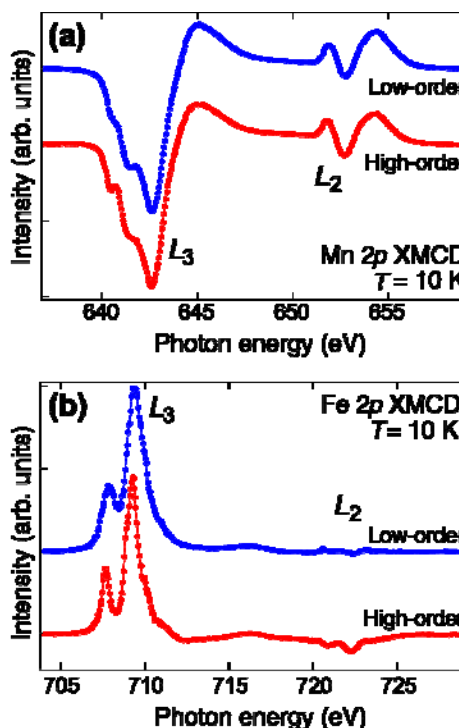


図 1. $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ 薄膜の (a) Mn 2p および (b) Fe 2p XMCD スペクトル。

られる。その結果、Fe 3d スピンと磁場が反平行になると結論付けた。

4 まとめ

PLD 法を用いて LMFO 薄膜を作製し、XMCD によりその磁気状態を明らかにした。その結果、Kanamori-Goodenough 則[1]による予測とは異なり Mn^{3+} の 3d スピンと Fe^{3+} の 3d スピンは反平行に配置していることが明らかとなった。

参考文献

[1] J. B. Goodenough, Phys. Rev. **100**, 564 (1955).

成果

1. K. Yoshimatsu *et al.*, "Synthesis and magnetic properties of double-perovskite oxide $\text{La}_2\text{MnFeO}_6$ thin films" Phys. Rev. B **91**, 054421 (2015).

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