

TmFe₂O₄ への電場印加に伴う鉄イオン間の電荷移動 : STEM-EELS による直接観察

京大院工¹, 北大院工², 東大新領域³

○小西 伸弥¹, 大多 亮², 有馬 孝尚³ 田中 勝久¹

STEM-EELS study of electric field-induced charge transfer between iron ions in TmFe₂O₄

○Shinya Konishi¹, Ryo Oota², Takahisa Arima³, Katsuhisa Tanaka¹

Graduate School of Engineering, Kyoto University¹, Faculty of Engineering, Hokkaido University²,

Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo³

E-mail: konishi@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

[諸言]

強誘電体デバイスの多くは結晶格子中で陽イオンと陰イオンの相対的な変位により自発分極が生じる変位型の強誘電体である。一方、本研究で対象とする TmFe₂O₄ は 2 価と 3 価の鉄イオンからなる混合原子価系であり、価数の異なる鉄イオンの分布状態が誘電分極の生成と関係すると考えられている。この化合物では *c* 軸方向に Tm 層-Fe 層-Fe 層がこの順に規則的に積層しており、層間で価数の異なる鉄イオンの分布に差が生じるため *c* 軸方向に誘電分極が形成され、電場印加に伴うキャリアの移動により層間で 2 価、3 価の分布が反転して強誘電性が生じるとする機構が提案されている。しかし、電場印加による鉄イオンの価数の変化を直接とらえた研究はない。本研究では STEM-EELS 法により、電場の大きさと向きに伴う二層間の Fe³⁺ と Fe²⁺ の分布の変化を観察することに成功した。

FIB 法により TmFe₂O₄ 単結晶を加工し、電場を印加できる MEMS チップへマウントした。6 V/mm の電場を印加した後、0 V/mm に戻した状態、及び -1 V/mm の電場を印加した後、0 V/mm に戻した状態で EELS により鉄の価数を評価した。モノクロメーターを搭載した TitanG2 を用いて 300 kV の加速電圧で STEM-EELS 測定を実施した。電子線の集束半角は 20.3 mrad、EELS 取込角は 26.1 mrad、エネルギー分解能は 0.3 eV の条件下で評価した。[110] 入射により観察したときに得られる Fe 層における L_{2,3} 吸収端の EEL スペクトルを比較したところ電場の向きに伴い *c* 軸方向に沿って鉄イオン間で

電荷移動が生じることが明らかとなった (Fig. 1)。

[謝辞]

本研究は、文部科学省委託事業

ナノテクノロジープラットフォームの課題として物質・材料研究機構微細構造解析プラットフォームの支援を受けて実施されました。

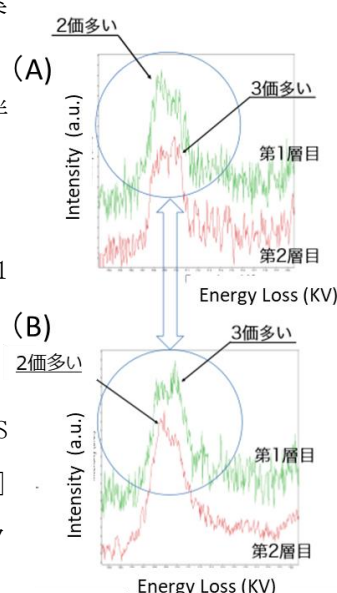


Fig.1 EEL spectra of Fe³⁺ and Fe²⁺ obtained for neighboring Fe-layers. The electric field was applied along the *c*-axis and it was altered (A) from +6 to 0 V/mm and (B) from -1 to 0 V/mm.