

# 卒業論文概要書

2009年 1月提出

CD  
学籍番号 1G03M033-7

所属学科	物理学科	氏名	鈴木 裕	指教員	勝藤 拓郎	印
研究題目	Eu-Ti-O 系の物質開発					

$\text{Eu-Ti-O}$  系化合物のうち、本研究では 2 倍の Eu と 4 倍の Ti からなる  $\text{EuTiO}_3$ 、 $\text{Eu}_2\text{TiO}_4$ 、 $\text{Eu}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$  を対象とした。

本研究初期において  $\text{Eu}_2\text{TiO}_4$  と  $\text{Eu}_3\text{Ti}_2\text{O}_7$  を作製しようとしたが、単相にならなかった。Eu 化合物の試料の作製が難しいのは、試料作製段階において Eu が非常に揮発しやすいためである。そこで、どのような作製方法が有効であるのかを  $\text{Eu}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$  を例に検証した。

$\text{Eu}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$  の母物質である  $\text{EuTiO}_3$  は simple cubic perovskite 構造をとり、 $T_N = 5.5 \pm 0.2 \text{ K}$  以下で antiferromagnetic となる。また、Eu は 2 倍で 4f spins ( $S=7/2$ ) をもつが、Ti は 4 倍( $3d^0$ ) で伝導電子はもたず、band 絶縁体となる。この  $\text{EuTiO}_3$  の Eu<sup>2+</sup> を La<sup>3+</sup> で置換することで、Ti 3d 軌道に電子がドープされ、Eu 4f spins と Ti 3d 伝導電子の coupling による二重交換相互作用によって ferromagnetic となることが知られている[1]。

$\text{Eu}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$  の作製方法について説明する。なお、すべて Floating Zone 装置を用い、シャフト回転速度 15~20 rpm、Ar ガス雰囲気中で行った。

方法 1：試料が溶融する温度で成長速度約 5 mm/h (できるだけ遅く) で作製する (一般的な Floating Zone 法。以下 FZ と呼ぶ。)

方法 2：試料が溶融する温度から十分低い温度で試料の先端部分を約 3 h 加熱する。速度は 0 mm/h。(この方法を Satoh method と呼ぶ。) これは  $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$  の作製において有効な方法であることが確立されている[2]。

方法 3：試料が溶融するぎりぎりの温度で速度 40 mm/h で作製する。(この方法を Suzuki method と呼ぶ。)

上述の方法で作製した  $\text{Eu}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{TiO}_3$  の逆帯磁率の温度依存性と抵抗率の温度依存性を測定した結果を図 1、2 に示す。図 1 の逆帯磁率の結果では、Suzuki method において強磁性転移が 7.0 K 付近で見て取れる。また図 2 では、最も長時間加熱した Satoh method で抵抗率が高くなり、一方 Suzuki method では非常に小さくなっている。これは、Suzuki method によってキャリアードープされた良質な  $\text{Eu}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{TiO}_3$  が作製できることを示している。すなわち、Eu 化合物の作製には Eu の蒸発をできるだけ減らすために、短時間のうちに作製するのが有効であることがわかった。

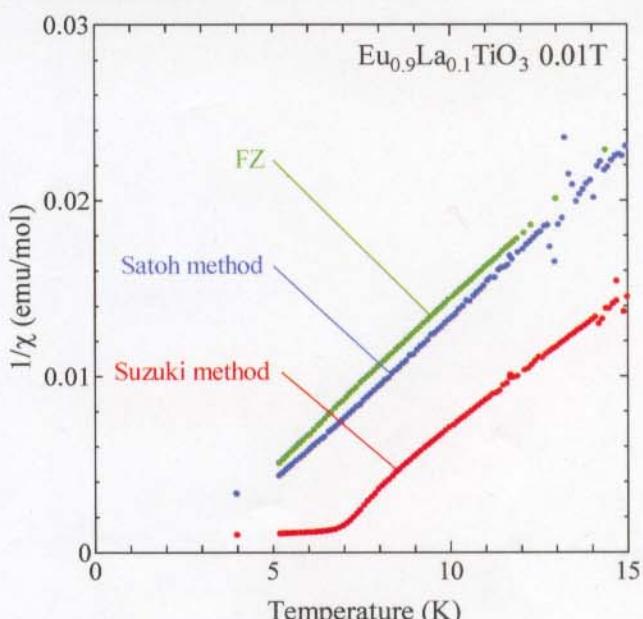


図 1 逆帯磁率の温度依存性

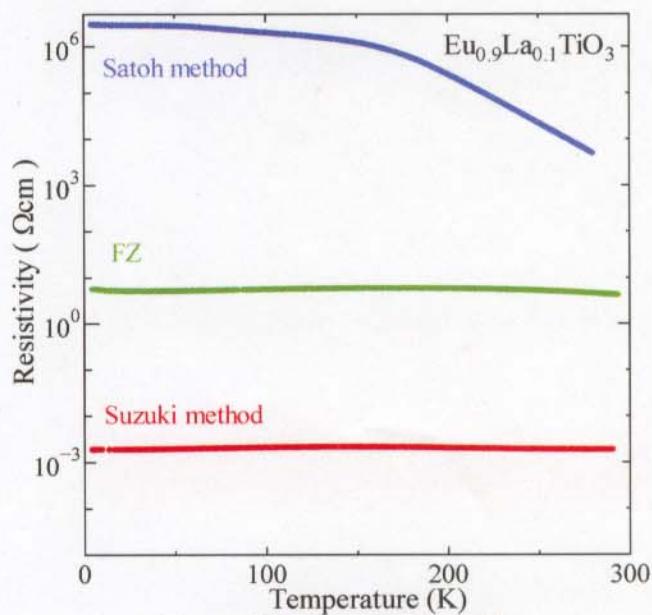


図 2 抵抗率の温度依存性

[1] T. Katsufuji, Y. Tokura, Phys. Rev. B 60, R15021 (1999)

[2] D. Satoh, K. Okamoto, and T. Katsufuji, Phys. Rev. B 77, 121201 (2008)