室温強磁性酸化物 $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_4O_{10.5}$ の元素置換による磁気転移制御

Magnetic transition control by elemental substitution in room temperature ferromagnetic oxide $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_4O_{10.5}$

産総研 [1]，名大理 [2]　○川崎 修史 [1,2]，鶴田 彰宏 [1]，三上 祐史 [1]，
杵鞭 義明 [1]，増田 佳丈 [1]，藤田 麻哉 [1]，寺崎 一郎 [1,2]
AIST [1], Nagoya Univ. [2], °Shuji Kawasaki[1,2], Akihiro Tsuruta[1], Masashi Mikami[1],
Yoshiaki Kinemuchi[1], Yoshitake Masuda[1], Asaya Fujita[1], and Ichiro Terasaki[1,2]
E-mail: kawasaki.shuji@e.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

A サイトが秩序化した酸素欠損型ペロブスカイト酸化物 $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_4O_{10.5}$ は、340 K における強磁性転移と、150 K 付近における Co^{3+}スピン状態の転移（スピンクロスオーバー：HS($t_{2g}^4e_g^2$, S=2)/IS($t_{2g}^5e_g^1$, S=1)→LS($t_{2g}^6e_g^0$, S=0)）の２つの磁気転移を持つ物質である。この物質におけるスピンクロスオーバーは、Sr-Ca 置換による化学圧力で、LS が安定化し転移温度が高温にシフトすることが報告されている[1]。また、磁性を担う Co サイトに非磁性元素を置換することで、強磁性転移温度が低下すると予想され [2]、各サイトの元素置換により、独立に２つの磁気転移を制御できると期待される。この２つの磁気転移を制御し重ね合わせることで、室温付近に大きな磁気転移点を持つ物質を設計することができ、例えば磁気冷凍などに応用できる可能性がある。

本研究では、Sr-Ca 置換及び Co-M(M= Al, Ga)置換の共置換による２つの磁気転移点の同時制御を試みた。

2. 実験方法

$Sr_{3.1-x}Ca_xY_{0.9}Co_{4-y}M_yO_{10.5}$(M = Al, Ga)は x = 0, 0.2、y = 0, 0.2, 0.4 となるように $SrCO_3$, $CaCO_3$, Y_2O_3, Co_3O_4, Al_2O_3 及び Ga_2O_3 を原料として固相反応法により作製した。Co は合成・焼結時の蒸発を加味して、化学量論比から 5%増やして作製を行った。

作製した試料は粉末 XRD 測定、2 K から 350 K の温度範囲での磁化測定、及び 7 K から 350 K の温度範囲で電気抵抗率及びゼーベック係数を測定し、元素置換による物性変化の評価を行った。

3. 実験結果

作製した全ての試料は XRD 測定の結果から単相であり、置換したそれぞれの元素のイオン半径に応じた格子定数の変化を確認したため、目的の元素置換ができていると考えられる。

Figure 1 に Co サイトを Al, Ga で置換した $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_{4-y}M_yO_{10.5}$ における磁化の温度依存性を示す。Al, Ga 置換に伴って強磁性転移温度が低下し、10%の置換(y = 0.4)で 300 K 程度まで強磁性転移温度が低下した。

Figure 2 に Co サイトに Al, Ga を 5%置換し(y = 0.2)、かつ Sr サイトを Ca で置換した $Sr_{2.9}Ca_{0.2}Y_{0.9}Co_{3.8}M_{0.2}O_{10.5}$ における磁化の温度依存性を示す。$Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_4O_{10.5}$ に比べて強磁性転移と図中に矢印で示したスピンクロスオーバーが生じる温度が近づいており、各元素置換量を調整することによって２つの磁気転移を重ねられることを示唆する結果を得た。当日の発表では、元素置換による詳細な磁気状態の変化に加えて電気輸送特性についても議論する。

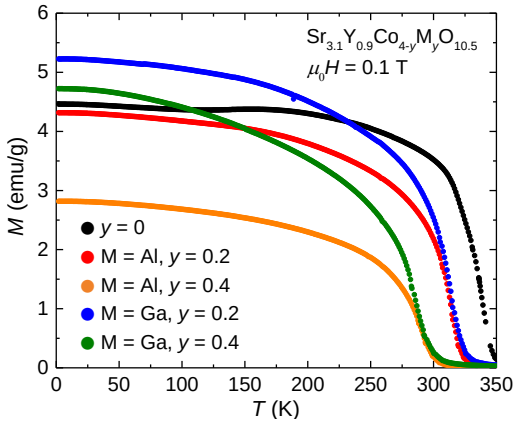

Fig. 1 Temperature dependence of magnetization of the $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_{4-y}M_yO_{10.5}$ (M=Al,Ga).

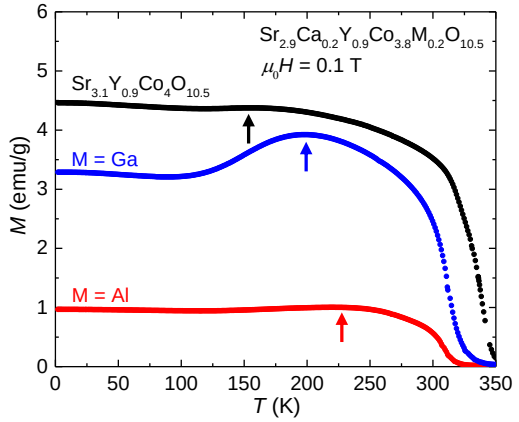

Fig. 2 Temperature dependence of magnetization of the $Sr_{2.9}Ca_{0.2}Y_{0.9}Co_{3.8}M_{0.2}O_{10.5}$ (M=Al, Ga) and $Sr_{3.1}Y_{0.9}Co_4O_{10.5}$. The arrows indicate a broad peak in the magnetization curve where occurs spin-state crossover.

参考文献

[1] S. Yoshida *et al.*: *J. Phys. Soc. Jpn.* **78** (2009) 094711.
[2] I. Terasaki *et al.*: *Crystals* **8** (2018) 411.

© 2019年 応用物理学会