

遍歴フラストレート磁性体($\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}\text{Mn}_2$)の単結晶作製

Single crystal growth of itinerant frustrated magnet ($\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}\text{Mn}_2$)

○加藤 勲¹, 小野拓海², 風間拓人², 村井亮太², 前田穂³, 高瀬浩一³, 高野良紀³, 渡辺忠孝³

*H. Kato¹, T. Ono², T. Kazama², R. Murai², M. Maeda³, K. Takase³, K. Takano³, T. Watanabe³

Abstract: C15-type Laves compound ($\text{Y}_{1-x}\text{Sc}_x$) Mn_2 is considered to be an itinerant geometrically-frustrated magnet. In order to study the frustrated magnetism of ($\text{Y}_{1-x}\text{Sc}_x$) Mn_2 , We synthesized poly-crystalline and single-crystalline ($\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}$) Mn_2 and investigated the structural, magnetic, and electrical properties.

1 はじめに

近年, 磁性物理学の分野では幾何学的フラストレート磁性体と呼ばれる物質群が注目を集め活発に研究がおこなわれている. 幾何学的フラストレーションとは, 磁性体において磁性イオン間に強い磁気相互作用が働くにも関わらず, 結晶構造の幾何学的制約により磁気相転移ができない状況を指す. このような幾何学的フラストレート磁性体では, 非常に強いスピン揺らぎが生じる為, 新奇かつ多彩な量子現象と基底状態が創出する. C15 型 Laves 化合物 AB_2 は, B サイトが頂点共有の四面体ネットワーク(パイロクロア構造)を形成している(Figure 1). このパイロクロア構造は最も強い幾何学的フラストレーションを生じる構造として知られており, C15 型 Laves 化合物 AB_2 において B サイトを磁性イオンが占める場合は, 幾何学的フラストレーションを生じることが期待される.

C15 型 Laves 化合物 YMn_2 は, 立方晶(空間群 $Fd\bar{3}m$)の金属間化合物であり(Figure 1), 約 100 K で一次の反強磁性転移を示す[1, 2]. しかし, YMn_2 の Y サイトをよりイオン半径の小さい Sc で微量だけ置換した($\text{Y}_{1-x}\text{Sc}_x$) Mn_2 は, 低温まで磁気相転移を示さず, スピン液体状態が実現している可能性が指摘されている[3]. さらに, ($\text{Y}_{1-x}\text{Sc}_x$) Mn_2 は, 3d 電子系金属としては異常に大きな電子比熱係数 $\gamma = 150 \text{ mJ/K}^2\text{mol}$ を示し, フラストレーション誘起の「重い電子」状態が実現している可能性も指摘されている[4, 5].

今回我々は, ($\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}$) Mn_2 の多結晶および単結晶を作製し, 粉末 X 線回折(XRD)測定による結晶構造評価と, 磁化率測定および電気抵抗率測定による物性評価を行ったので報告する.

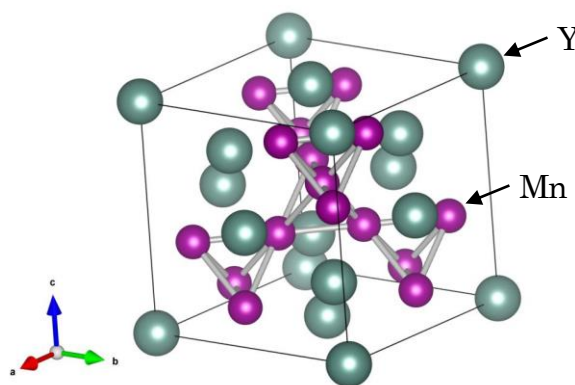


Figure 1. Crystal structure of YMn_2

2 実験方法

($\text{Y}_{0.97}\text{Sc}_{0.03}$) Mn_2 の多結晶試料はアルゴンガス雰囲気中でアーク溶融法により作製した. 原材料には Y:Ingot(99.9%), Sc:Chip(99.9%), Mn:Powder(99.9%)を使用した. 試料作製手順としては, まず化学量論比に従い Y, Sc, Mn を秤量し Sc, Mn の混合, 圧粉成形を行った. 次にこの Sc, Mn 圧粉体を Y とアーク溶融し凝固させた. 作製した多結晶試料は粉末 X 線回折(XRD)測定による結晶構造評価を行い, 磁化率の温度依存性を測定し物性評価を行った.

3 実験結果

3.1 粉末 X 線回折(XRD)測定

Figure 2 に $(Y_{0.97}Sc_{0.03})Mn_2$ 多結晶の粉末 XRD パターンを示す。主相として C15 型 Laves 相の結晶構造を得られたが、酸化イットリウム Y_2O_3 の不純物ピークが確認された。

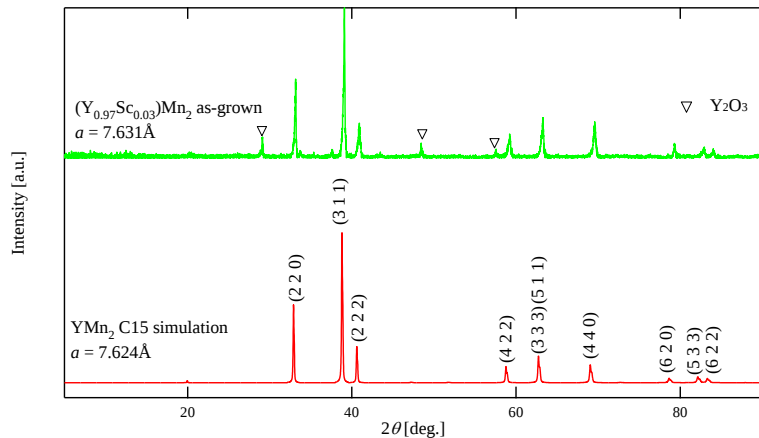


Figure 2. Powder XRD patterns of poly-crystalline $(Y_{0.97}Sc_{0.03})Mn_2$

3.2 磁化率測定

Figure 3 に $(Y_{0.97}Sc_{0.03})Mn_2$ 多結晶の $H = 100$ Oe での磁化率の温度依存性を示す。ゼロ磁場冷却(Zero-Field Cooling:ZFC)と磁場中冷却(Field Cooling:FC)のデータに履歴が生じていることがわかる。

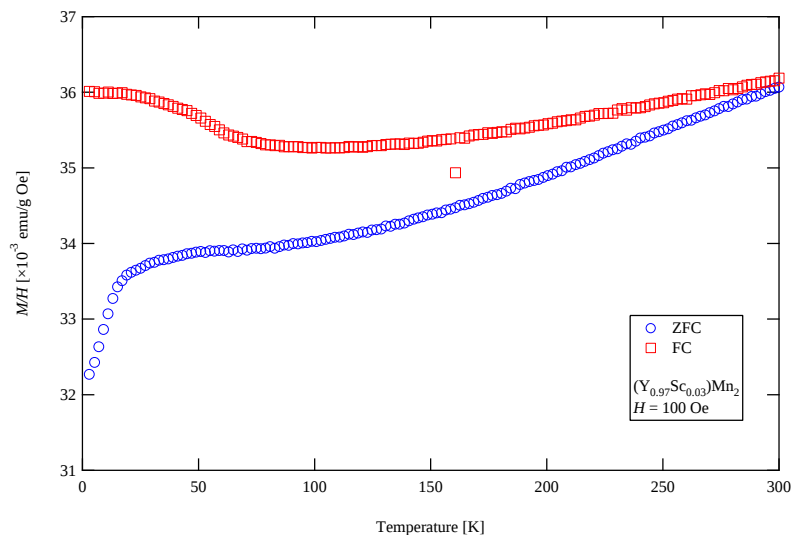


Figure 3. Temperature dependence of magnetic susceptibility in $(Y_{0.97}Sc_{0.03})Mn_2$

当日の発表では、フローティングゾーン法により作製した $(Y_{0.97}Sc_{0.03})Mn_2$ 単結晶の物性評価の結果についても報告する予定である。

4 参考文献

- [1] M.Shiga, Physica B **149**, 293(1988).
- [2] M.Shiga, J. Magn. Magn. Mater. **129**, 17(1994).
- [3] R. Ballou *et al.*, Phy. Rev. Lett. **76**, 2125 ,(1996).
- [4] H. Wada *et al.*, Physica B **76**, 197(1989).
- [5] R. A.Fisher *et al.*, Int. J. Mod. Phys. B **7**, 830(1993).