

高エントロピー型スピネル $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ の多結晶合成 Synthesis of Polycrystals of High-Entropy-Type Spinel $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$

○杉山豪¹, 遠藤将², 菅沼さくら子², 渡辺忠孝³
* G. Sugiyama¹, M. Endo², S. Suganuma², T. Watanabe³

Abstract: Spinel oxide AB_2O_4 with magnetic B sites is a typical geometrically-frustrated magnet, where the B sites form a lattice of corner-sharing tetrahedra (pyrochlore lattice). To explore novel frustrated magnets, we synthesize polycrystals of high-entropy-type spinel $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ and evaluate its structural and magnetic 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の研究が盛んに行われている. 幾何学的フラストレート磁性体とは, 磁性原子のスピ間に強い反強磁性相互作用が働くにも関わらず, 結晶格子による幾何学的な影響を受けるため, 低温でも磁気秩序が形成されない磁性体であり, その不安定性から新奇かつ多彩な振る舞いを示すことが知られている.

スピネル酸化物 AB_2O_4 は, 立方晶の結晶構造 (空間群 $Fd-3m$) を有し, B サイトが頂点共有の正四面体から構成されるパイロクロア構造を形成していることにより, 強い幾何学的フラストレーションを生じる構造となっている (Figure 1). 例えば, A サイトが非磁性 Zn , B サイトが磁性 Cr の ZnCr_2O_4 は, ワイス温度 $\theta_w \sim -390 \text{ K}$ よりもはるかに低温の $T_N \sim 12 \text{ K}$ で反強磁性転移を示す典型的な幾何学的フラストレート磁性体である[1].

スピネル酸化物 AB_2O_4 については, A サイト, B サイトがそれぞれ 5 種以上の等比組成の元素からなるハイエントロピー型磁性体 $(n \cdot A)_2B_2O_4$ と $A(n \cdot B)_2O_4$ ($n = 4, 5, 6$) の合成が可能であることが最近の研究で見出されている

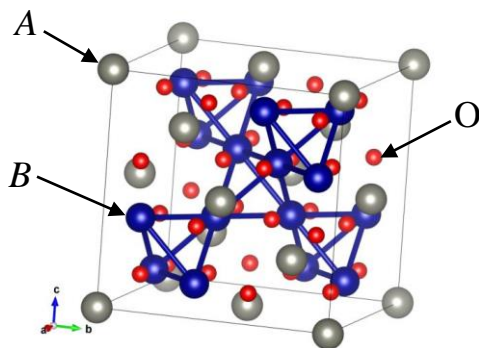


Figure 1. Crystal structure of cubic spinel AB_2O_4 .

[2,3,4]. 本研究では, ハイエントロピー B サイトスピネル $A(n \cdot B)_2O_4$ の一種である $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ の多結晶作製を行い, 結晶構造と磁気特性の評価を行ったのでその結果を報告する.

2. 実験方法

$\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ 多結晶は固相反応法により作製した. 原料には, ZnO 粉末(99.9%), Al_2O_3 粉末(99.9%), Ga_2O_3 粉末(99.99%), Mn_2O_3 粉末(99.99%), CoO 粉末(99.99%), Fe_2O_3 粉末(99.99%)を使用した. 原料を化学量論比に従い秤量し, メノウ乳鉢を用いて混合, その後 4 t で 20 分間圧粉してペレット状に固め, 大気開放, 大気封管により焼成を行った. 作製した試料は砕いて粉末状にした後, 粉末 X 線回折 (XRD) 測定により結晶構造の評価を行った. また, 試料の磁気特性を評価するために磁化の温度依存性を測定した.

3. 実験結果

3-1. 粉末 XRD 測定

Figure 2 に $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ 多結晶試料における粉末 XRD 測定の結果を示す. 大気開放焼成, 大気封管焼成のいずれの試料とも, 不純物ピークはみられるものの主相としてスピネル結晶構造を得られていることがわかった.

当日の発表では, $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Fe}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Ga}_{1/5})_2\text{O}_4$ の多結晶作製と物性評価についてより詳細に報告する予定である.

1 : 日大理工・学部・物理 2 : 日大理工・院 (前)・物理 3 : 日大理工・教員・物理

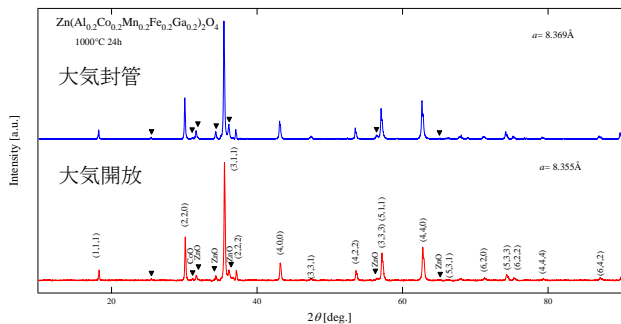


Figure 2. Powder XRD patterns of polycrystalline $\text{Zn}(\text{Al}_{1/5}\text{Ga}_{1/5}\text{Mn}_{1/5}\text{Co}_{1/5}\text{Fe}_{1/5})_2\text{O}_4$.

5.参考文献

- [1] H. Ueda *et al.*, Prog. Theor. Phys. **159**, 256 (2005).
- [2] B. Musicó *et al.*, Phys. Rev. Mater. **3**, 104416 (2019).
- [3] 大塚啓量: 「ダイヤモンド格子をハイエントロピー化したクロムスピネル酸化物の多結晶合成」 2023年度修士論文
- [4] 渡辺竜也: 「パイロクロア格子をハイエントロピー化した亜鉛スピネル酸化物の多結晶合成」 2023年度修士論文