

O-20

ハイエントロピー型クロムスピネル($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}$) Cr_2O_4 のハイエントロピーサイト置換効果

High-Entropy-Site Substitution Effect in High-Entropy-Type Chromite Spinel ($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}$) Cr_2O_4 .

○山田寛人¹, 遠藤将², 菅沼さくら子², 渡辺忠孝³*H. Yamada¹, M. Endo², S. Suganuma², T. Watanabe³

Abstract: High-entropy-type spinel chromite ($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}$) Cr_2O_4 is a new frustrated magnet, which exhibits an antiferromagnetic transition at $T_N \sim 30$ K. We study high-entropy-site substitution effect on frustrated magnetism of ($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Cd_{0.2}$) Cr_2O_4 by synthesizing polycrystalline samples and evaluating their structural and magnetic properties.

1. はじめに

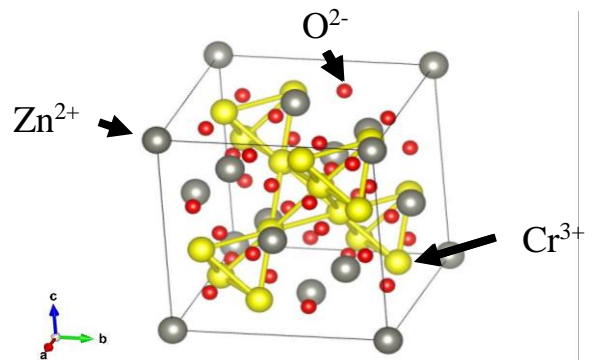
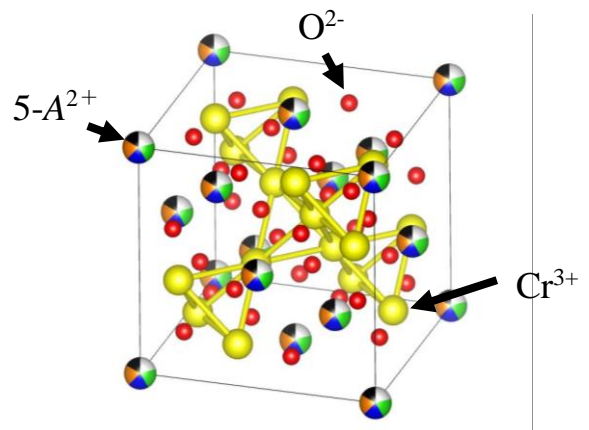
近年、物性物理学の分野では、幾何学的フラストレート磁性体の研究が活発に行われている。幾何学的フラストレーションとは、磁性原子間に強い反強磁性相互作用が働くにも関わらず、幾何学的制約により低温まで磁気秩序が形成できない状態のことを指す。幾何学的フラストレート磁性体においては、スピン液体などの新奇かつ多彩な物性の発現が期待される。

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。幾何学的フラストレート系スピネルの典型例としては、クロムスピネル $ZnCr_2O_4$ がある。この物質は、パイロクロア B サイトの Cr^{3+} が磁性を担っており（Figure 1）、 $T_N \sim 13$ K で立方晶から正方晶への格子歪を伴った反強磁性転移を示す [1]。この磁気構造相転移は、結晶の対称性を下げることによりフラストレーションを解消する転移（スピンヤーンテラー転移）であると考えられている [2]。

クロムスピネル ACr_2O_4 については、 A サイトが5種の等比組成の元素で構成されるハイエントロピー物質 ($5-A$) Cr_2O_4 の多結晶合成が最近になり報告されている（Figure 2） [3]。このうち ($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}$) Cr_2O_4 は、ワイス温度 $\theta_w \sim 500$ K よりもはるかに低温の $T_N \sim 30$ K で反強磁性転移を示すことから、非常に強いフラストレーションが生じていると考えられている [3]。

本研究は、ハイエントロピー型フラストレートスピネル ($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Zn_{0.2}$) Cr_2O_4 において、ハイエントロピーサイトの元素置換により発現する新奇なフラストレート物性を探索することを目的としている。実験としては、($Mg_{0.2}Co_{0.2}Ni_{0.2}Cu_{0.2}Cd_{0.2}$) Cr_2O_4 のハイエン

トロピーサイトを元素置換した物質の多結晶を合成し、結晶構造と磁気特性の評価を行っている。

Figure 1. Crystal structure of $ZnCr_2O_4$ Figure 2. Crystal structure of ($5-A$) Cr_2O_4

A : Mg, Co, Ni, Cu, Zn, Cd

2. 実験方法

多結晶試料は、原料として MgO 粉末, CoO 粉末, NiO 粉末, CuO 粉末, CdO 粉末, Cr_2O_3 粉末などを使用して空

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

気中での固相反応法によって作製した。原料粉末をそれぞれ秤量してから混合し、4t で 20 分間圧粉した後、真空封管をした試料を 900°C, 24 時間焼成を行った。

作製した試料については、粉末 X 線回析(XRD)測定による結晶構造の評価、磁化測定による磁気特性の評価を行った。

3. 実験結果

3-1. 粉末 XRD 測定

Figure 3 に、それぞれ 900°C と 1000°C で焼成した $(\text{Mg}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Cu}_{0.2}\text{Cd}_{0.2})\text{Cr}_2\text{O}_4$ 多結晶試料における粉末 XRD 測定の結果を示す。いずれの試料でもほぼ単相のスピンル構造が得られた。発表では、すべての研究対象物質の粉末 XRD 測定、磁化測定の結果を報告する。

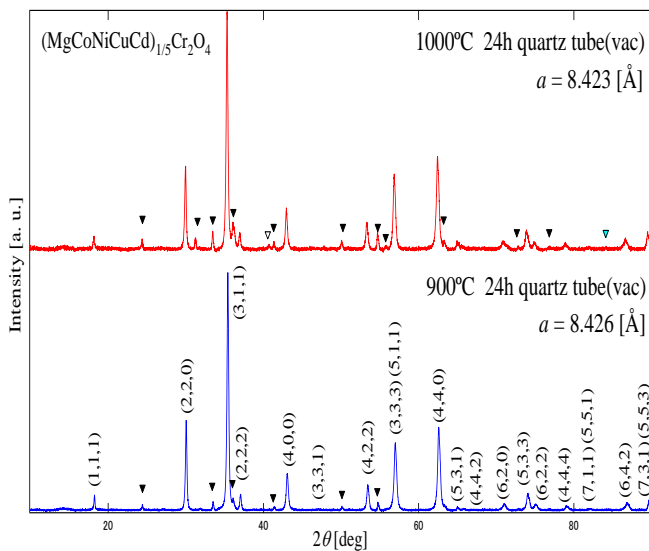


Figure 3. Powder XRD patterns of polycrystalline $(\text{Mg}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Cu}_{0.2}\text{Cd}_{0.2})\text{Cr}_2\text{O}_4$

4. 参考文献

- [1] H. Ueda *et al.*, Prog. Theor. Phys. **159**, 256 (2005).
- [2] T. Watanabe *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 144413 (2012).
- [3] B. Musicó *et al.*, Phys. Rev. Mater. **3**, 104416 (2019).