

O-21

クロムスピネル ZnCr_2O_4 のスピン・ヤーン・テラー効果への Cr/Fe 置換効果 Cr/Fe substitution effect on spin-Jahn-Teller effect in chromite spinel ZnCr_2O_4

○篠田靖大¹, 遠藤将², 菅沼さくら子², 渡辺忠孝³*Yasuhiro Shinoda¹, Masasi Endou², Sakurako Suganuma², Tadataka Watanabe³

Abstract: Cubic chromite spinel ZnCr_2O_4 is a typical geometrically-frustrated magnet, which exhibits an antiferromagnetic transition at $T_N = 12$ K in coincidence with cubic-to-tetragonal lattice distortion. This magneto-structural transition at $T_N = 12$ K is considered to be so-called spin-Jahn-Teller transition, where the frustration is released by lowering the crystal symmetry. We study Cr/Fe substitution effect on the spin-Jahn-Teller effect in ZnCr_2O_4 by investigating structural, magnetic, and elastic properties of polycrystalline $\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$

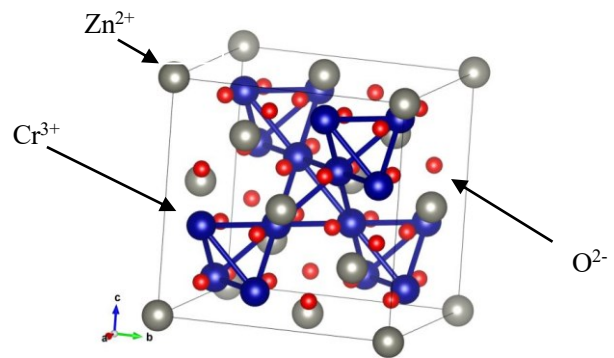
1. はじめに

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低温までエントロピーが残留するため、スピングラスやスピン液体などの新奇かつ多彩な物性が発現することが期待される。

クロムスピネル ZnCr_2O_4 は、磁化率から見積もられる Weiss 温度が $\theta_w = -390$ K であり強い反強磁性相互作用が働いていると考えられているが、 $T_N = 12$ K の低温まで反強磁性転移を示さず、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[1]。 ZnCr_2O_4 の $T_N = 12$ K での反強磁性転移は立方晶 (Figure 1) から正方晶への格子歪を伴うが、これは結晶の対称性を下げることでフラストレーションを解消しているものと考えられている[2]。このスピン・格子結合を介したフラストレーションの解消は、スピン・ヤーン・テラー効果と呼ばれている。鉄スピネル ZnFe_2O_4 は、磁化率から見積もられる Weiss 温度が $\theta_w = +120$ K と強磁性的であるが、 $T \sim 13$ K で反強磁性転移のような磁気転移を示す[3]。 ZnFe_2O_4 においては、 ZnCr_2O_4 とは異なり磁気転移に伴う格子歪、すなわちスピン・ヤーン・テラー効果は生じず、低温までフラストレーションが残存していると考えられている[4]。

我々は、 ZnCr_2O_4 のスピン・ヤーン・テラー効果への Cr/Fe 置換効果を研究するために、混晶 $\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$ の多結晶を作製し、結晶構造、磁気特性、弾性特性を

調べた。

Figure 1. Crystal structure of ZnCr_2O_4

2. 実験方法

$\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$ の多結晶試料は、原料として ZnO 粉末、 Cr_2O_3 粉末、 Fe_2O_3 粉末を使用して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 分間圧粉した後大気中で 800°C 40 時間 1050°C 24 時間焼成を行った。

作製した試料については、粉末 X 線回折 (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、超音波音速 (弾性率) 測定による弾性特性の評価を行った。

3. 実験結果

3-1. 粉末 XRD 測定

Figure 2 に $\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$ ($x = 0.3$) 多結晶試料にお

ける再焼成前(赤)と再焼成後(青)の粉末XRD測定結果を示す。いずれの試料においても主相として立方晶スピネル構造 (Figure 1) が得られた。発表では, $\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$ の粉末 XRD 測定, 磁化測定, 超音波音速測定の結果を報告する。

3.

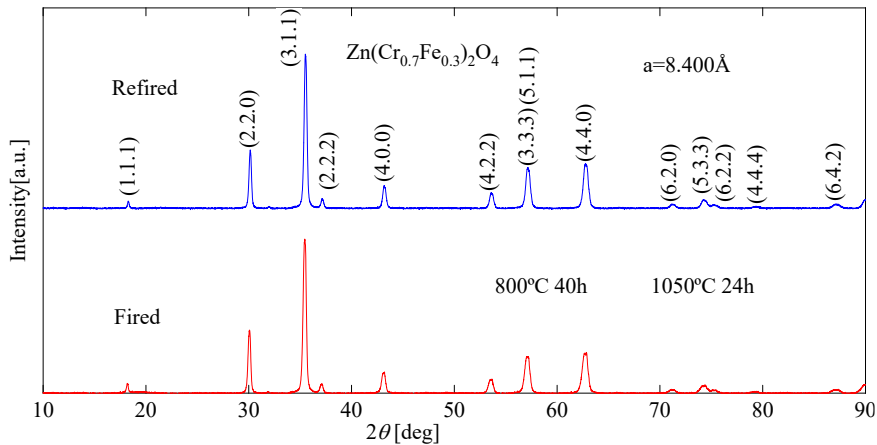


Figure 2. Powder XRD patterns of polycrystalline $\text{Zn}(\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x)_2\text{O}_4$ ($x = 0.3$)

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] K. Kamazawa *et al.*, Phys. Rev. B **68**, 024412 (2003).
- [4] T. Watanabe *et al.*, Phys. Rev. B **92**, 174420 (2015).