

O-22

クロムスピネル( $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x$ ) $\text{Cr}_2\text{O}_4$ の超音波音速測定と焼成条件依存性Ultrasound velocity measurement and sintering condition dependence in chromite spinel ( $\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x$ ) $\text{Cr}_2\text{O}_4$ ○木村太郎<sup>1</sup>, 遠藤将<sup>2</sup>, 菅沼さくら子<sup>2</sup>, 渡辺忠孝<sup>3</sup>\*T. Kimura<sup>1</sup>, M. Endo<sup>1</sup>, S. Suganuma<sup>2</sup>, T. Watanabe<sup>3</sup>

Abstract: Spinel chromite  $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$  is a geometrically-frustrated magnet exhibiting an antiferromagnetic transition at  $T_N \sim 13$  K in coincidence with cubic-to-tetragonal lattice distortion. This magnetostructural transition in  $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$  is sensitively suppressed by substituting Cd for Zn, and spin glass behavior emerges in  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$ . We study contribution of spin-lattice coupling to the frustrated magnetism of  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$  by performing ultrasound velocity measurements in the polycrystalline samples.

## 1. 初めに

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ションとは、磁性体内のスピン間に反強磁性的な相互作用が働くにもかかわらず、結晶構造の幾何学的制約により低温でも磁気秩序を示さない状態の事である。この不安定性から新奇かつ多様な物性が発現すると期待されている。

スピネル酸化物  $\text{AB}_2\text{O}_4$  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（Figure 1）。このような対称性の高い構造を有することから、スピネル酸化物は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。

クロムスピネル  $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$  は、パイロクロア  $B$  サイトの  $\text{Cr}^{3+}$  が磁性を担っており（ $A$  サイトの  $\text{Zn}^{2+}$  は非磁性）、ワイス温度  $\theta_W \sim -390\text{K}$  よりもはるかに低温の  $T_N \sim 13\text{K}$  で立方晶から正方晶への格子歪を伴った反磁性転移を示す[1]。  $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$  の  $T_N \sim 13\text{K}$  での磁気構造相転移は、結晶の対称性を下げることにより幾何学的フラストレーションを解消するスピニャーンテラー転移であると考えられている[2]。  $\text{ZnCr}_2\text{O}_4$  の  $T_N \sim 13\text{K}$  での磁気構造相転移は、非磁性  $\text{Zn}$  サイトをイオン半径の大きい非磁性  $\text{Cd}$  で数%だけ置換した  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$  においてスピングラス挙動に変化することが分かっており、スピニャーンテラー転移が局所格子歪によって強く抑制されることが示唆されている[3,4]。

本研究では、 $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$  におけるフラストレート磁性へのスピン・格子結合の寄与を研究するために、多結晶作製と結晶構造、磁気特性、弾性特性の評価を

行ったので報告する。

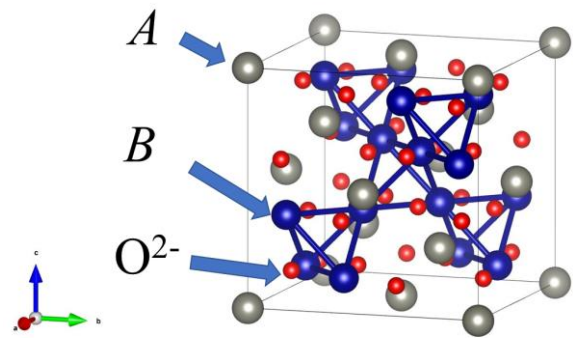


Figure 1. Crystal structure of  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$ .

## 2. 実験方法

$(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$  多結晶試料は、原料として  $\text{ZnO}$  粉末、 $\text{CdO}$  粉末、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  粉末を使用して空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、5t で 30 分間圧粉した後空気中で  $900^\circ\text{C}$ 、24 時間焼成を行った（Figure 2）。

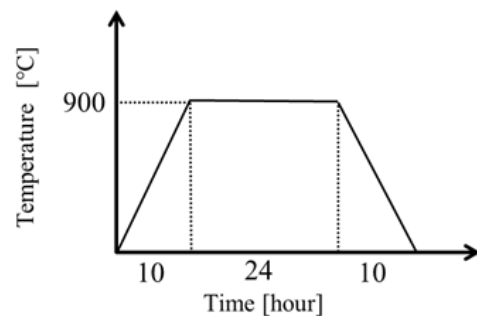


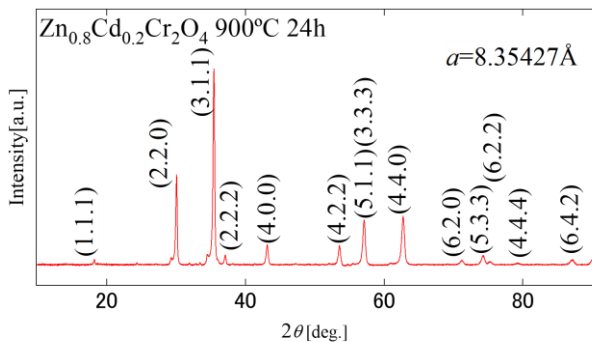
Figure 2. Sintering condition for polycrystalline  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$

作製した多結晶試料については、粉末 X 線回折 (XRD)測定により結晶構造を評価、磁化測定により磁気特性を評価した後に、超音波音速（弾性率）測定により弾性特性を評価した。

### 3. 実験結果

Figure 3 に  $\text{Zn}_{0.8}\text{Cd}_{0.2}\text{Cr}_2\text{O}_4$  多結晶の粉末 XRD 測定の結果を示す。格子定数は過去の文献値より小さいものの、ほぼ単相のスピネル構造が確認された。

発表では、磁化測定と超音波音速測定の結果についても報告する。



**Figure3.** Powder XRD patterns of polycrystalline  $(\text{Zn}_{1-x}\text{Cd}_x)\text{Cr}_2\text{O}_4$  ( $x=0.2$ )

### 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] H. Martinho *et al.*, Phys. Rev. B **64**, 024408 (2001).
- [4] W. Ratcliff II *et al.*, Phys. Rev. B **65**, 220406(R) (2002).