

Ca₂RuO₄ のナノ結晶化による格子と磁性の変調

Modulation of lattice and magnetism by nanocrystallization of Ca₂RuO₄

北海道大¹, °棚橋 慧太¹, 延兼 啓純¹, 迫田 将仁¹, 丹田 聡¹, 能村 貴宏¹

Hokkaido Univ.¹, °K. Tanahashi¹, H. Nobukane¹, M. Sakoda¹, S. Tanda¹, T. Nomura¹

E-mail: tabinan-18@eis.hokudai.ac.jp

【背景】高温超伝導体の研究対象として、銅酸化物をはじめとする二次元層状物質が注目されてきた。層状ペロブスカイト構造の Ca₂RuO₄ (CRO)は 357 K で構造転移を伴う金属絶縁体転移を起こす。その高温側は格子 *c* 軸長 (積層方向) の長い金属相、低温側は *c* 軸長の短い絶縁相である。従来、この金属絶縁体転移が注目され、様々な研究が行われてきた。今までに、酸素アニールした酸素過剰 CRO における金属絶縁体転移温度の低下[1]、圧力印加による金属相への転移と反強磁性の消失、強磁性相及び超伝導相の出現[2]、電圧や電流の印加による金属相への転移などが知られている。近年、劈開薄膜化試料において常圧下にも関わらず金属的抵抗を維持し超伝導が観測された[3]。これには結晶の積層数減少による *c* 軸長伸長の効果が示唆された。一方薄膜の結晶構造の詳細な解明はされていない。本研究は薄膜同様積層数が少ないナノ CRO の合成を試み、その結晶相及び磁気相を中心に調査を行った。

【実験方法】硝酸塩を出発物質とし、液相燃焼法にて CRO の前駆体を作製した。得られた前駆体を様々な熱処理条件 (温度 1350~1500 °C, 雰囲気 Air または N₂-2%O₂) で合成した。評価は XRD による結晶相同定、MPMS3 による磁気測定等を行った。

【結果】Fig 1 は 5 min の熱処理にて合成したナノ CRO の X 線回折パターンを示す。室温ながらいずれも金属相のピーク位置を示した。また合成条件の違いによりピークがシフトし、合成温度が低温であるほど結晶格子 *c* 軸長 (積層方向) の伸長及び *a*, *b* 軸長 (面内) の縮小がみられた。また低酸素分圧下での合成は *c* 軸長縮小に作用した。Fig. 2 は、Fig. 1 に示した試料のうち *c* 軸長が最長及び最短の試料について磁化率 (FC) の温度依存性を示す。*c* 軸長が最長の「1350 °C, Air」試料は 20 K 以下で強磁性を示した一方、「1350 °C, 2%O₂」試料は 160 K 以下で遍歴強磁性的振る舞いを見せた。転移温度と格子定数を過去の報告と比較すると、前者は高压下の強磁性金属相とよく一致する。また後者は金属絶縁体転移温度が低下した酸素過剰 CRO にて報告された磁気相と酷似する。

【参考文献】

- [1] M. Braden, *et al.*, *Phys. Rev. B* **58** (1998) 847-861
- [2] P. L. Alireza, *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter* **22** (2010) 052202
- [3] H. Nobukane, *et al.*, *Scientific Reports*, **10** (2020) 3462

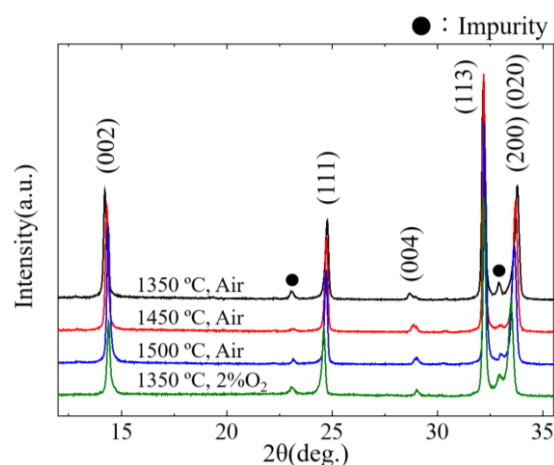


Fig. 1 XRD patterns of Ca₂RuO₄ synthesized by heat treatment for five minutes.

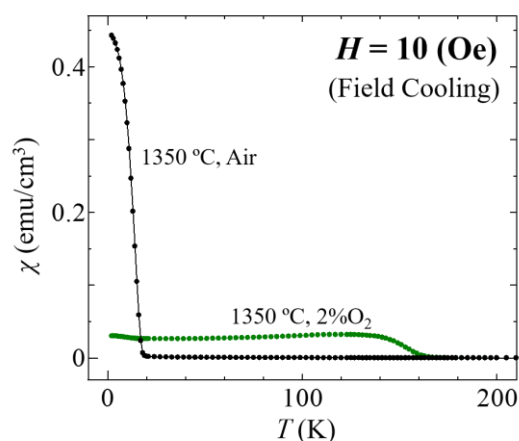


Fig. 2 *M-T* characteristics of the two samples in Fig. 1.