

擬一次元鎖炭化物 Sc_3CoC_4 における Sc サイトの元素置換効果

Effect of element substitution in quasi-one dimensional carbide Sc_3CoC_4

○佐藤希¹, 櫻井渉², 渡辺忠孝³

Nozomi Sato¹, Wataru Sakurai², Tadataka Watanabe³

Abstract: Transition metal carbides Sc_3TC_4 ($T = \text{Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Os, Ir}$) have Sc_3CoC_4 -type orthorhombic crystal structure ($Immm$ space group) which consists of TC_4 six-membered-ring chains running along b -axis. Thus we can expect the realization of low-dimensional electronic structure governed by the strongly correlated $3d$ electrons, and the resulting appearance of novel phenomena in these compounds. Indeed, for Sc_3CoC_4 , the possibility of charge-density-wave transition at ~ 140 K, Peierls-like structural transition at ~ 70 K, and superconducting transition at ~ 4.5 K was reported. We study effects of Sc-site substitutions in Sc_3CoC_4 by investigating electric and magnetic properties of poly-crystalline Mg_3CoC_4 and $\text{Sc}_{3-x}\text{CoC}_4$.

1. はじめに

2008 年に発見された鉄砒素系高温超伝導体は、発見以降短時間で BCS 理論の予想を上回る $T_c = 55\text{K}$ を記録したため、エキゾチック超伝導体であると考えられており、現在盛んに研究が行われている。最近の研究から、鉄砒素系においては、スピン密度波相近傍の量子臨界領域で高温超伝導が発現していると指摘されている。このことはパイエルス不安定性を内在した系において、量子臨界性とそれに由来するエキゾチック超伝導などの新奇物性が発現することを示唆するものである。

我々はパイエルス不安定性を内在した全く新しい物質系における新奇物性探索を目的として、超伝導転移とパイエルス構造相転移の共存する可能性が指摘されている擬一次元鎖炭化物 Sc_3TC_4 ($T = \text{Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Os, Ir}$) の研究を行っている。 Sc_3TC_4 は、 bc 面内の TC_4 六員環が b 軸方向に連結し一次元リボン鎖を形成する点特徴的な斜方晶の化合物である (Figure 1)。このうち Sc_3CoC_4 は、 $T \sim 143$ K で CDW 転移、 $T \sim 72$ K でパイエルス型構造相転移、 $T \sim 4.5$ K で超伝導転移を示すとの報告がなされている (Figure 2)。また、143K 以下の構造相転移では、Co 原子が上下 (a 軸方向) に歪むことが判明している。[1]本研究は、 Sc_3CoC_4 について、Sc サイトを Mg で置換する、もしくは Sc サイトに欠損を導入することで、ホールドープによる新奇物性発現の可能性を探るものである。

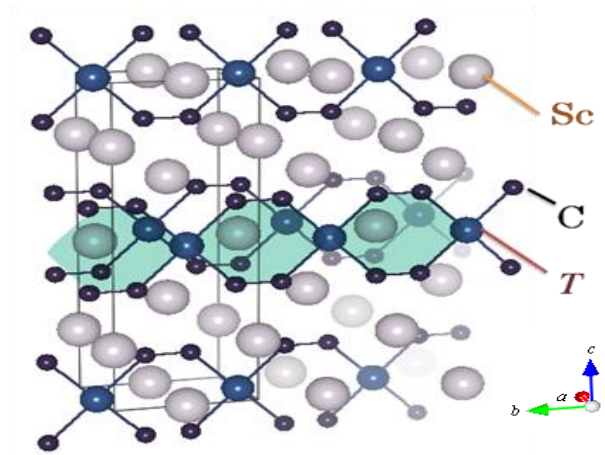


Figure 1. Orthorhombic crystal structure of Sc_3TC_4 .

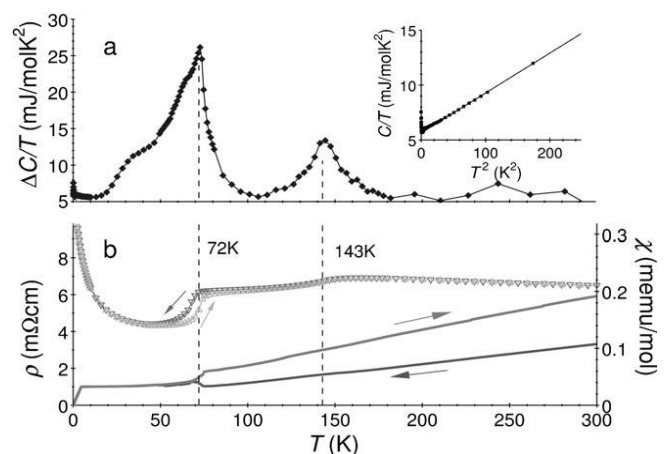


Figure 2. Temperature dependence of specific heat plotted as $\Delta C/T$ vs T (upper panel), and resistivity and magnetic susceptibility (lower panel) of Sc_3CoC_4 .

2. 実験方法

Mg_3CoC_4 について、固相反応法による多結晶の作製を試みた。原料は、Mg(99.9%), Co(99.998%), C(99.999%)の粉末を用いた。試料作製手順としては、まず Mg, Co, C の粉末を化学量論比で秤量し、玛瑙乳鉢で 40 分間混合する。次に混合した粉末原料の飛散を防ぐためにペレット状に圧粉する。その後、Ta 箔に包み、石英管に封管をし、様々な焼成条件での作製を試みた。作製した試料は、粉末 X 線回折 (XRD) 測定で構造評価を行い、電気抵抗率測定、磁化率測定、比熱測定で物性評価を行った。

3. 実験結果

これまでに **Figure 3** に示す焼成条件で、 Mg_3CoC_4 多結晶試料の作製を試みた。**Figure 4** にそれぞれの焼成条件で作製した試料の粉末 XRD パターンを示すが、いずれの焼成条件でも Sc_3CoC_4 型構造は得られないことがわかった。焼成温度が高いと Mg と Co が気化してしまい (**Figure 4** (a), (b)), 焼成温度を 350°C, 450°C と低くすると各々の原料が反応せずに単体として残っていると考えられる (**Figure 4** (c), (d))。現在、より最適な焼成条件を探索中である。当日の発表では、より最適な焼成条件で作製した Mg_3CoC_4 多結晶、および $Sc_{3-x}CoC_4$ 多結晶について、粉末 XRD、電気抵抗率、磁化率、比熱の測定結果を発表する予定である。

4. 参考文献

[1] W. Scherer *et al*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **49**,1578 (2010).

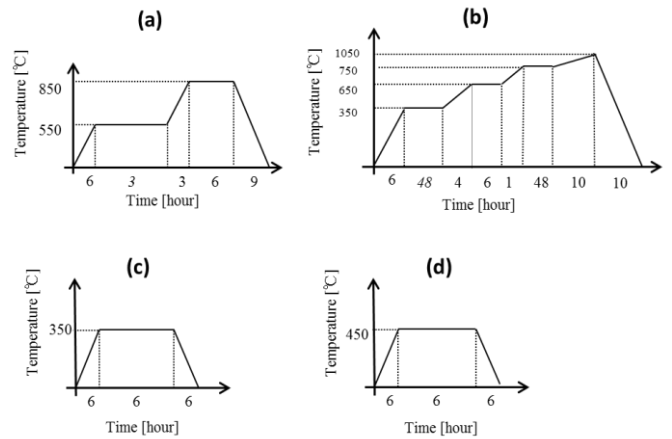


Figure 3. Calcination conditions for Mg_3CoC_4 preparation.

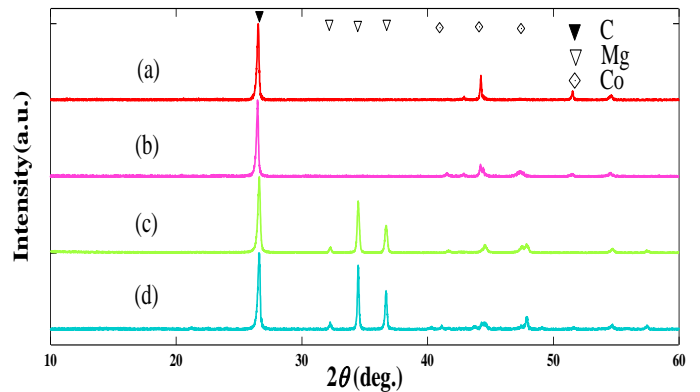


Figure 4. Powder XRD patterns of Mg_3CoC_4 calcined with different conditions shown in **Figure 3** (a)-(d).