

擬一次元鎖炭化物  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  における新奇物性探索Exploration for novel phenomena in quasi-one dimensional carbide  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$ 

○通清水智<sup>1</sup>, 石川卓<sup>2</sup>, 滝田将太<sup>2</sup>, 前田穂<sup>3</sup>, 高瀬浩一<sup>3</sup>, 高野良紀<sup>3</sup>, 渡辺忠孝<sup>3</sup>  
 S.Torishimizu<sup>1</sup>, T. Ishikawa<sup>2</sup>, S. Takita<sup>2</sup>, M. Maeda<sup>3</sup>, K. Takase<sup>3</sup>, Y. Takano<sup>3</sup>, T. Watanabe<sup>3</sup>

Abstract: Transition metal carbides  $\text{Sc}_3\text{TC}_4$  ( $T = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Ru}, \text{Rh}, \text{Os}, \text{Ir}$ ) have  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$ -type orthorhombic crystal structure ( $Immm$  space group) which consists of  $\text{TC}_4$  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  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  the possibility of charge-density-wave transition at  $\sim 140$  K, Peierls-like structural transition at  $\sim 70$  K, and superconducting transition at  $\sim 4.5$  K was reported. We perform purification of poly-crystalline  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  to verify the realization of novel phenomena in this compound.

## 1. はじめに

2008 年に発見された鉄砒素系高温超伝導体は、発見以降短期間で 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、スピン密度波相隣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  $\text{Sc}_3\text{TC}_4$  ( $T = \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Ru}, \text{Rh}, \text{Os}, \text{Ir}$ ) の研究を行っている。 $\text{Sc}_3\text{TC}_4$  は、 $bc$  面内の  $\text{TC}_4$  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が特徴的な斜方晶の化合物である (Figure 1). このうち  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  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) [1]. また、 $\sim 143$  K の構造相転移では、Co 原子が  $a$  軸方向に歪むことが判明している [1]. しかし、 $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  における新奇物性の発現については、これまでの研究で作製された試料の純良性が不十分であるため、まだ確証が得られていない。そこで我々は、 $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  の純良多結晶の作製を試み、新奇物性発現の可能性を検証したので報告する。

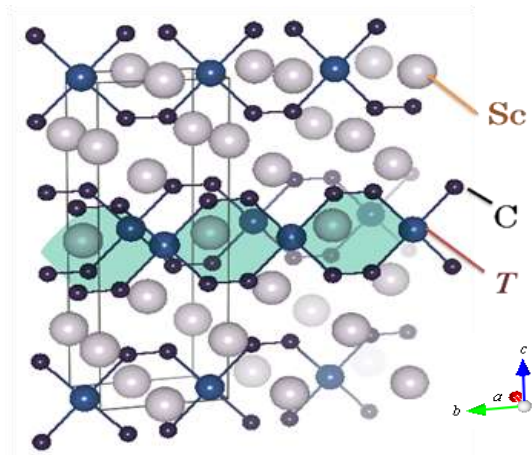


Figure 1. Orthorhombic crystal structure of

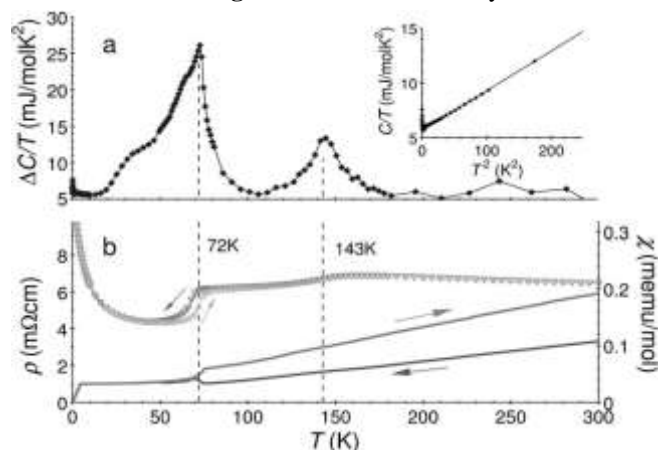


Figure 2. Temperature dependence of specific heat plotted as  $\Delta C/T$  vs  $T$  (upper panel), and resistivity and magnetic susceptibility (lower panel) of  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$ .

## 2. 実験方法

$\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  多結晶はアーク溶融法により作製した。原材料には Sc インゴット (99.95%) と C(99.999%), Co(99.998%)の粉末を用いた。試料作製手順としては、まず、C, Co の粉末を化学量論比で秤量し、瑪瑙乳鉢で 30 分間混合する。次に、アーク放電時に粉末原料が飛散するのを防ぐために混合粉末を 5 トンの圧力で 20 分間圧粉し、ペレット状に固める。最後に、ペレット状の圧粉体と Sc インゴットにアーク放電を行い  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  多結晶試料を作製した。作製した試料はアーク放電後に Ta 箔に包み、石英管に真空封入し、電気炉で  $1050^\circ\text{C}$  で 2 週間アニール処理を行った。作製した試料は粉末 X 線回析(XRD)測定、電気抵抗率測定および磁化率測定により物性評価を行った。

## 3. 実験結果

これまでに、アーク溶融法を用いて  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  多結晶試料の作製を試みた。Figure 3 に作製した試料の粉末 XRD パターンを示すが、 $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  型構造は得られていないことがわかった。原因として、アーク放電時に Co が気化してしまうことや、一様に放電が出来なかったため、各々の原材料の反応残りがあることが考えられる。現在、作製回数を増やすことで、より最適な溶融条件を探索中である。また、作製した試料にアニール処理を行い、as-grown 試料の実験結果と比較することでアニール処理の効果を検証する予定である。

当日は、より最適な作製条件で作製した  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$  多結晶について、粉末 XRD、電気抵抗率、磁化率の測定結果を報告する。

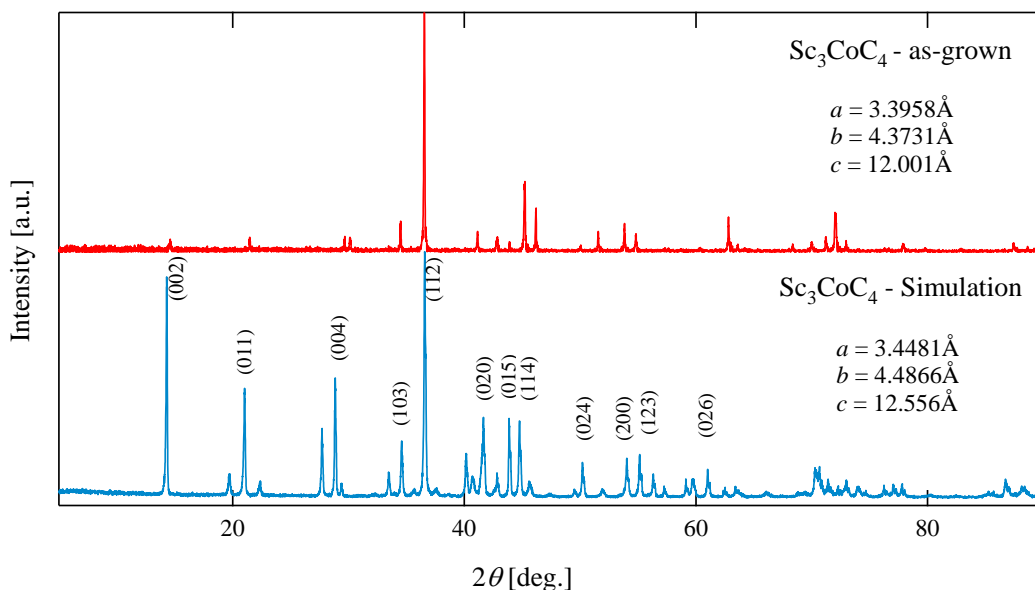


Figure 3. Powder XRD pattern of  $\text{Sc}_3\text{CoC}_4$ .

## 4. 参考文献

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