

擬 1 次元鎖炭化物 Sc_3OsC_4 における電子ドーピングによる新奇物性探索Exploration for novel phenomena in quasi-one dimensional carbide Sc_3OsC_4 by electron doping○青沼快¹, 石川卓², 滝田将太², 前田穂³, 高瀬浩一³, 高野良紀³, 渡辺忠孝³
K. Aonuma¹, T. Ishikawa², S. Takita², M. Maeda³, K. Takase³, Y. Takano³, T. Watanabe³

Abstract: Transition metal carbides Sc_3TC_4 ($T = \text{Transition element}$) 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 electron doping in Sc_3OsC_4 by investigating electric and magnetic properties of poly-crystalline $\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$.

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 $T_c = 55$ 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 ($T = \text{遷移元素}$) 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が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) [1]。また、 $T \sim 143$ 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]。本研究では、 Sc_3OsC_4 について、Os サイトを Ir で置換することで、電子ドーピングによる新奇物性発現の可能性を探るものである。

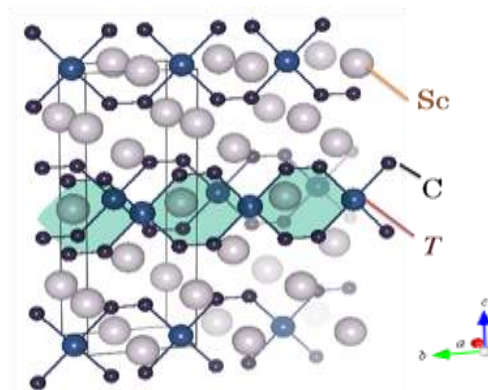


Figure 1. Orthorhombic crystal structure of Sc_3TC_4 .

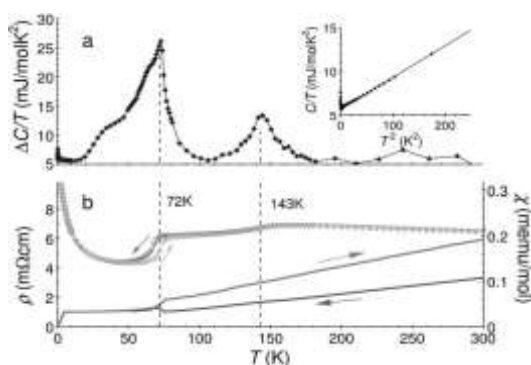


Figure 2. Temperature dependence of specific heat plotted as $\Delta C/T$ vs T (upper panel), and resistivity and magnetic susceptibility (lower panel) of Sc_3CoC_4 .

2. 実験手順

$\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$ について、アーク溶融法による多結晶作製を試みた。原材料は、Sc(99.95%)の塊、Os(99.9%)、Ir(99.9%)、C(99.999%)の粉末を用いた。試料作製手順としては、まず Os, Ir, C の粉末を化学量論比で秤量し、瑪瑙乳鉢で混合する。次に混合した粉末原料をアーク放電による飛散を防ぐためにペレット成型器によって加圧成型する。その後、アーク溶融炉に原材料を入れ放電して試料を作製した。

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、磁化率、そして比熱の測定で物性評価を行った。また、作製した試料の結晶性を向上させるためにアニール処理(1050°C, 336 時間)を行い、上記と同様の測定を行った。

3. 実験結果

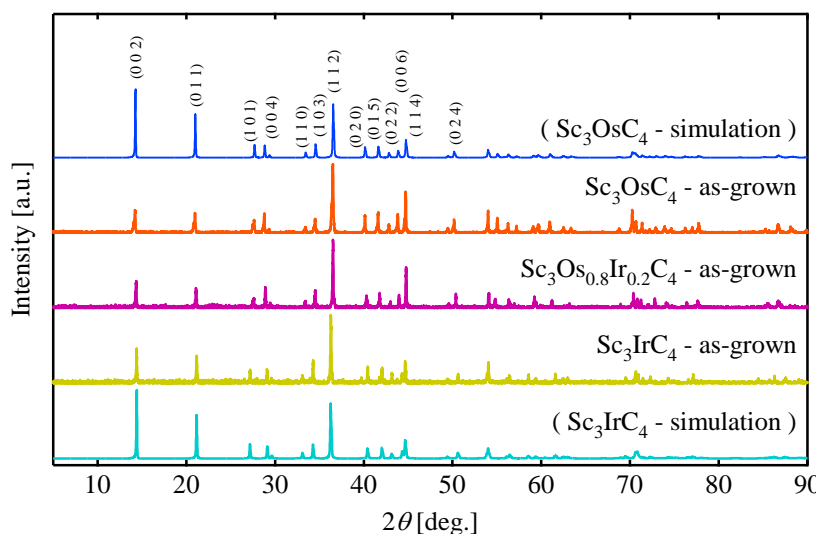


Figure 3. Powder XRD patterns of $\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$ ($x = 0, 0.2, 1$).

これまでに $\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$ ($x = 0, 0.2, 1$) 多結晶の作製を試みた。

Figure 3 にそれぞれ作製した試料の粉末 XRD パターンを示すが、すべての試料でほぼ単相の Sc_3CoC_4 型構造が得られた。Cohen の最小二乗法を用いて求めたこれらの試料の格子定数を **Table 1** に示す。Os を Ir で置換することで、格子定数に変化がみられた。

当日は、 $\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$ 多結晶の as-grown 試料とアニール試料について、粉末 XRD、電気抵抗率、磁化率、比熱の測定結果を報告する。

Table 1. Lattice constants of $\text{Sc}_3\text{Os}_{1-x}\text{Ir}_x\text{C}_4$ ($x = 0, 0.2, 1$)

	a [Å]	b [Å]	c [Å]
(Sc_3OsC_4 - simulation)	3.3284	4.4824	12.3560
Sc_3OsC_4 - as-grown	3.3276	4.4796	12.3592
$\text{Sc}_3\text{Os}_{0.8}\text{Ir}_{0.2}\text{C}_4$ - as-grown	3.3453	4.4668	12.3386
Sc_3IrC_4 - as-grown	3.3962	4.4502	12.2452
(Sc_3IrC_4 - simulation)	3.3397	4.4538	12.2350

4. 参考文献

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

1 : 日大理工・学部・物理 2 : 日大理工・院(前期)・物理 3 : 日大理工・教員・物理