

## 擬一次元鎖炭化物 YCoC の元素置換効果

## Effects of element substitutions in quasi-one-dimensional cobalt carbide YCoC

○櫻井渉<sup>1</sup>, 尾崎泰文<sup>2</sup>, 佐久間健一<sup>2</sup>, 渡辺忠孝<sup>3</sup>\*Wataru Sakurai<sup>1</sup>, Yasufumi Osaki<sup>2</sup>, Ken-ichi Sakuma<sup>2</sup>, Tadataka Watanabe<sup>3</sup>

Abstract: Cobalt carbide YCoC has a unique tetragonal crystal structure consisting of  $a$  ( $b$ )-axis Co-C chains stacked orthogonally along  $c$ -axis. In this compound, it is expected that the tuning of carrier concentrations gives rise to novel quantum phenomena due to the competition between weak ferromagnetic instability and antiferromagnetic spin fluctuations. We studied effects of Co-site substitutions in YCoC by investigating electric and magnetic properties of poly-crystalline  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{M}_x)\text{C}$  ( $M = \text{Fe}, \text{Ni}$ ).

## 1. はじめに

2008 年に発見された鉄砒素系高温超伝導体は、発見後の爆発的な研究から瞬く間に  $T_c$  が上昇し BCS 理論の予想を超え、銅酸化物に次ぐ高い  $T_c = 55 \text{ K}$  を記録した。鉄砒素系では、フェルミ面のネスティングによる反強磁性スピン揺らぎの存在と、量子臨界点近傍のスピン揺らぎが誘起する新奇な超伝導メカニズムの可能性が指摘されており、現在物性物理学における最も重要なテーマの 1 つとして盛んに研究が進められている。

我々は、強相関電子系における電子の遍歴性と局在性の競合に由来するスピン揺らぎの効果に着目し、全く新しい鉄族化合物における量子臨界性の探索を目的として、擬一次元鎖炭化物 YCoC の研究を行っている。YCoC は 1986 年に Gress, Jeitsko らによって発見された三元系炭化物である [1]。その結晶構造は Figure 1 に示すような正方晶 (空間群  $P4_2/mmc$ ) で、格子定数は  $a = b = 3.65 \text{ \AA}$ ,  $c = 6.8636 \text{ \AA}$  である。YCoC の結晶構造で注目すべき特徴は、 $a$  ( $b$ ) 軸方向に伸びた CoC 直鎖が  $c$  軸方向に互いに垂直に積層した擬一次元的構造を有している点であり、低次元電子物性の観点から大変興味深い。バンド計算からは、反強磁性スピン揺らぎと弱い強磁性不安定性の競合が示唆されており、キャリア制御 (ホールドーピング) による新奇な量子臨界性の発現を期待させる [2]。

我々は YCoC について、元素置換によるキャリア制御と量子臨界性の発現の可能性を探っている。これまでの研究では、 $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)\text{C}$  においてキャリア制御と量子臨界領域へのクロスオーバーを示唆する実験結果が得られている [3]。しかし、これまでの研究で作製、物性評価を行った試料は純良性の面でまだ改善の余地を残したものであった。量子臨界性の発現をより正確に検証するためには、結晶構造の乱れや不純物の散乱による影響が小さい純良な試料の作製と物性評価が必要不可欠である。我々は、より純良な  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{M}_x)\text{C}$  多結晶試料 ( $M = \text{Ni}, \text{Fe}$ ) の作製と物性評価を行ったので報告する。

## 2. 実験方法

アーク溶融法を用いて  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{M}_x)\text{C}$  ( $M = \text{Fe}, \text{Ni}$ ) 多結晶試料を作製した。原料には Y インゴット (99.9 %), Co 粉末 (99.9 %), C 粉末 (99.95 %), Fe 粉末 (99.9 %), Ni 粉末 (99.999 %) を用いた。Co, C, Fe または Ni の粉末を化学量論比で秤量し、瑪瑙鉢で 20 分間混合した。アーク放電時に粉末原料が飛散するのを防ぐために、Co, C および Fe 又は Ni の粉

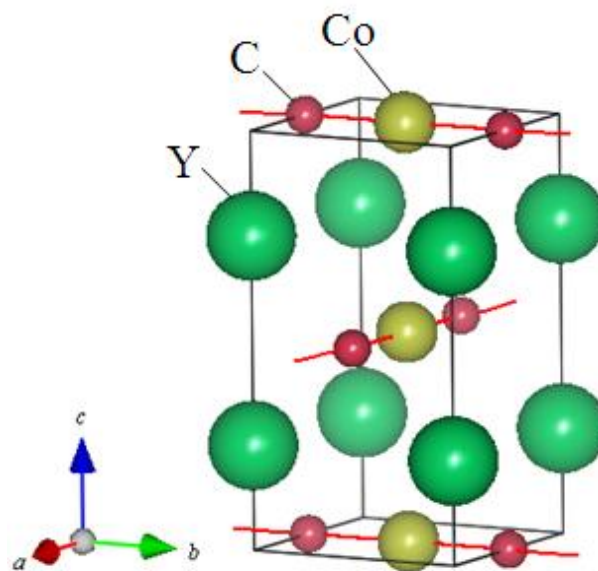


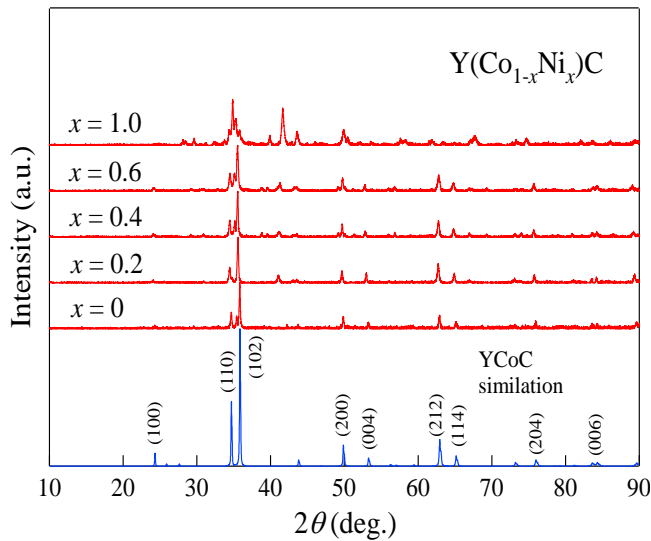
Figure 1. Crystal structure of YCoC

末は 7.5t - 20 分間で圧粉し、ペレット状に固めた。その後ペレット状の Co, C, Fe 又は Ni と Y インゴットのアーク溶融を 5 分間行い  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{C}$  ( $M = \text{Fe}, \text{Ni}$ ) 多結晶試料を作製した。作製した試料は粉末 X 線回析(XRD)測定、磁化率測定、電気抵抗率測定により物性評価を行った。

### 3. 実験結果

$Y(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{C}$  ( $x = 0, 0.2, 0.4, 0.6, 1.0$ ) 多結晶試料の粉末 XRD パターンを **Figure 2** に示す。YCoC 型構造の粉末 XRD パターンのシュミレーションとの比較を行った結果、 $x = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6$  の試料は YCoC 型構造が主相であることがわかった。しかし、Ni ドープ量  $x$  が増加するにしたがって  $40^\circ$  付近に不純物によるピークが発達しているのがわかる。この不純物ピークは同定分析の結果より  $\text{YNi}_2, \text{YCo}_2$  だと思われる。**Figure 2** の XRD パターンより最小二乗法で決定した YCoC 型構造の格子定数を **Table 1** に示す。

当日の発表では、 $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{C}$  ( $M = \text{Ni}, \text{Fe}$ ) の粉末 XRD、磁化率、電気抵抗率の測定結果を報告する。



**Figure 2.** XRD patterns of  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{C}$

**Table 1.** Lattice constants of  $Y(\text{Co}_{1-x}\text{Ni}_x)\text{C}$

化学式	$a = b$ (Å)	$c$ (Å)
YCoC	3.644824	6.876176
$Y(\text{Co}_{0.8}\text{Ni}_{0.2})\text{C}$	3.644864	6.876066
$Y(\text{Co}_{0.6}\text{Ni}_{0.4})\text{C}$	3.64406	6.87663
$Y(\text{Co}_{0.4}\text{Ni}_{0.6})\text{C}$	3.640737	6.875703

### 4. 参考文献

- [1] M. H. Gerss and W. Jeitschko, Z. Naturforsch. B **41**, 946 (1986).
- [2] D. J. Singh, Phys. Rev. B **66**, 132414 (2002).
- [3] 佐藤光馬, 日本大学大学院理工学研究科物理学専攻 2010 年度修士論文.