

$\text{Ce}_{0.7}\text{R}_{0.3}\text{OBiS}_2$ ($\text{R}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}$) 単結晶の育成と超伝導特性

Growth and superconducting properties of

$\text{Ce}_{0.7}\text{R}_{0.3}\text{OBiS}_2$ ($\text{R}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}$) single crystals

山梨大¹, 物材機構²

○(M2)花田 祐二¹, 長尾 雅則¹, 丸山 祐樹¹, 綿打 敏司¹, 高野 義彦², 田中 功¹

Univ. Yamanashi¹, NIMS²

○Yuji Hanada¹, Masanori Nagao¹, Yuki Maruyama¹, Satoshi Watauchi¹,

Yoshihiko Takano², Isao Tanaka¹

E-mail: g18tg003@yamanashi.ac.jp

[緒論] ROBiS_2 ($\text{R}=\text{希土類元素}$)は、主に RO 層の O^{2-} サイトの一部を F で置換することで電子がキャリアとしてドーピングされ、超伝導が発現する[1]。しかし、 CeOBiS_2 ($\text{R}=\text{Ce}$)では Ce の価数揺動によってキャリアが誘起され、 F を置換することなく超伝導が発現する[2]。我々は CeOBiS_2 の Ce サイトへの元素置換効果を調査しており、 Ce よりイオン半径の大きい La を置換すると超伝導転移温度(T_c)の低下が確認された[3]。一方、 Ce よりイオン半径の小さい Pr や Nd の置換により T_c の上昇が確認された[4–6]。そこで本研究では、 Ce サイトに様々な希土類元素を 30 at.%置換した単結晶をフラックス法により育成し、置換した各希土類元素による超伝導特性の変化を調査した。

[実験方法] 出発原料 Ce_2S_3 , R_2S_3 ($\text{R}=\text{La}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}$), Bi_2O_3 , Bi_2S_3 ($\text{R}=\text{Eu}$ では Ce_2S_3 , EuS , Bi_2O_3 , Bi , S)を $\text{Ce}_{0.7}\text{R}_{0.3}\text{OBiS}_2$ の仕込み組成になるように合計 0.8 g 秤量し、フラックスとして $\text{CsCl}:\text{KCl}=5:3$ (mol) または CsCl 単体を 5 g 加えて混合したものを石英管に真空封入した。これを 850–1000 °C で 8–10 h 保持し、600–650 °C まで 1.0 °C/h で徐冷することで単結晶を育成した。熱処理後、石英管を開封して蒸留水でフラックスを溶解し、ろ過・乾燥することで単結晶を得た。得られた単結晶は走査電子顕微鏡(SEM)による形状観察、エネルギー分散型 X 線分析(EDS)による組成分析を行い、X 線回折(XRD)により c 軸の格子定数を算出した。また、超伝導量子干渉計(SQUID)による磁化測定から T_c の評価を行った。

[実験結果] 得られた結晶は、EDS と XRD の結果から R 元素が 30 at.%置換した $\text{Ce}_{0.7}\text{R}_{0.3}\text{OBiS}_2$ 単結晶であることを確認した。Fig.1 に置換した各希土類元素による(a) T_c と(b) c 軸格子定数の変化を示す。置換元素のイオン半径が小さいほど T_c が上昇する傾向が確認された。一方、 c 軸格子定数は R^{3+} イオン半径にはあまり依存しないことが明らかとなった。これは、希土類元素の価数揺動が影響している可能性があるため、今後は希土類元素の価数を評価する予定である。

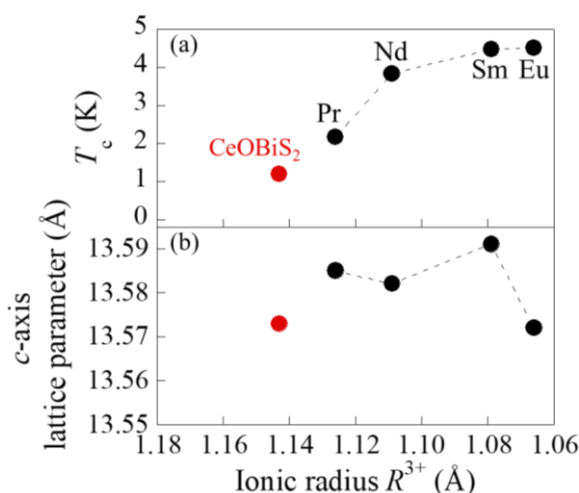


Fig.1. R^{3+} radius dependence on (a) T_c and (b) c -axis lattice parameter in $\text{Ce}_{0.7}\text{R}_{0.3}\text{OBiS}_2$ single crystals.

- [1] Y. Mizuguchi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **81** (2012) 114725.
- [2] M. Nagao *et al.*, *Solid State Commun.*, **245** (2016) 11.
- [3] Y. Hanada *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58** (2019) 063001.
- [4] A. Miura *et al.*, *Inorg. Chem.*, **57** (2018) 5364.
- [5] 花田祐二ら, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 11aPS-80.
- [6] N. Kase *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.*, **88** (2019) 103703.