

【BiCh₂系超伝導体のレシピに基づく新超伝導体合成】

BiCh₂系化合物をバルク超伝導体にするためには、①「BiCh₂層への電子ドーピング」と②「BiCh面内の化学圧力」が重要であることがわかってきた。②の面内化学圧力効果は、BiCh面内の局所乱れ抑制に対応することもわかってきた。これらの情報をもとに、次ページに示す「BiCh₂系超伝導体のレシピ」なるものを作成してみた。きっかけは、慶応義塾大学および東京理科大学で行った講義で使用するためである。講義後で、「レシピがあったら新超伝導体ではないのでは？」というよい指摘を受けたが、あくまで新超伝導体合成の「指針」としてのレシピである。普遍的と思われるこのレシピを用いることで、学部4年生の卒業研究でも新超伝導相を合成することができる。世の中でその新超伝導相を初めて目にするのは合成した本人であり、その喜びを味わうためのレシピである。

実際に、2016年度の卒業研究で、陣野さんが新超伝導体 $\text{Eu}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FBiS}_{2-x}\text{Se}_x$ を合成し、バルク超伝導化を達成した[1]。EuFBiS₂はBiS₂系母物質の一つである。Eu²⁺サイト（実際には+2.2価程度に価数揺動している）をLa³⁺で置換することで電子キャリアドーピングを行う。Eu_{0.5}La_{0.5}FBiS₂では超伝導発現に十分なキャリアがドーピングされているにもかかわらず、バルク超伝導は発現しない。そこで、面内化学圧力をSe置換により印加する。Eu_{0.5}La_{0.5}FBiS_{2-x}Se_xの超伝導相図を図1に示す。Se置換にともない電気抵抗の温度依存性が金属的になり、バルク超伝導が誘起されることがわかる。このような方針で合成できるBiCh₂系超伝導体はまだまだある。レシピに基づくと、新超伝導相を合成できる一方、ある程度期待される結果が得られる。しかし、何が起こるかかわからないのが物性実験の面白いところである。そのような期待ももちつつ、意欲のある学生さんたちに新超伝導体探索の面白さを味わってもらいたい。

[1] G. Jinno et al., J. Phys. Soc. Jpn. 85, 124708 (2016).

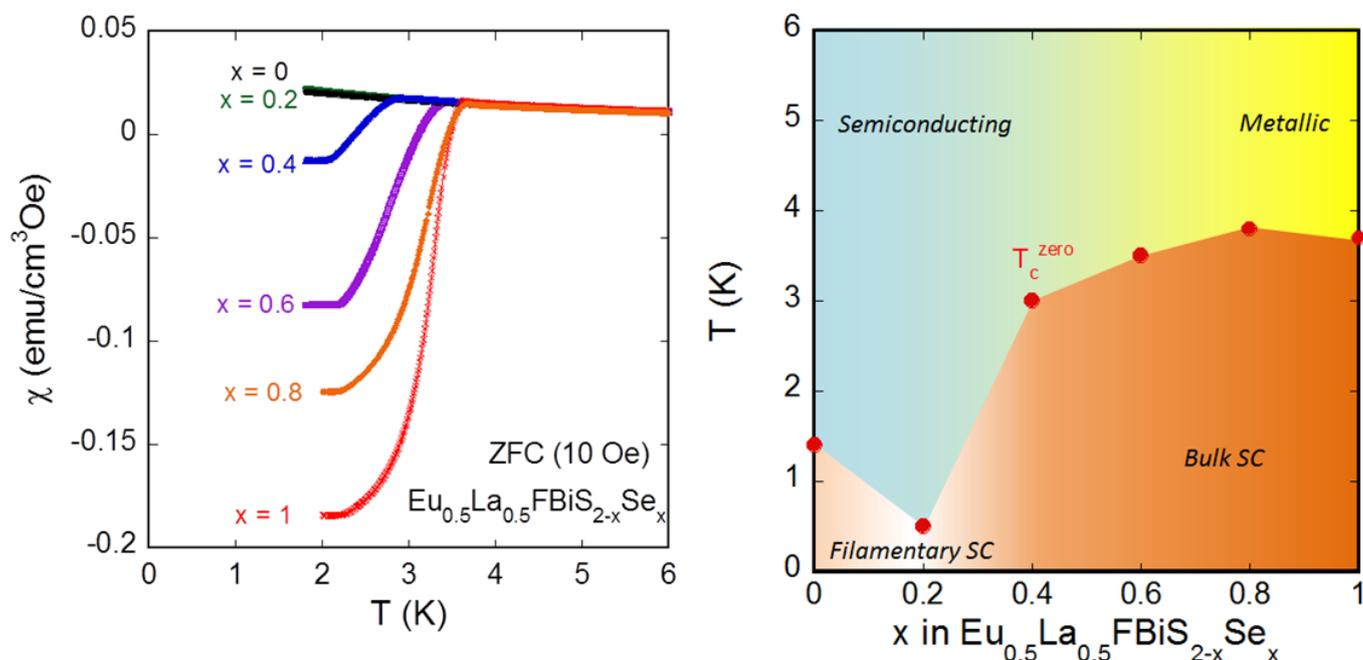
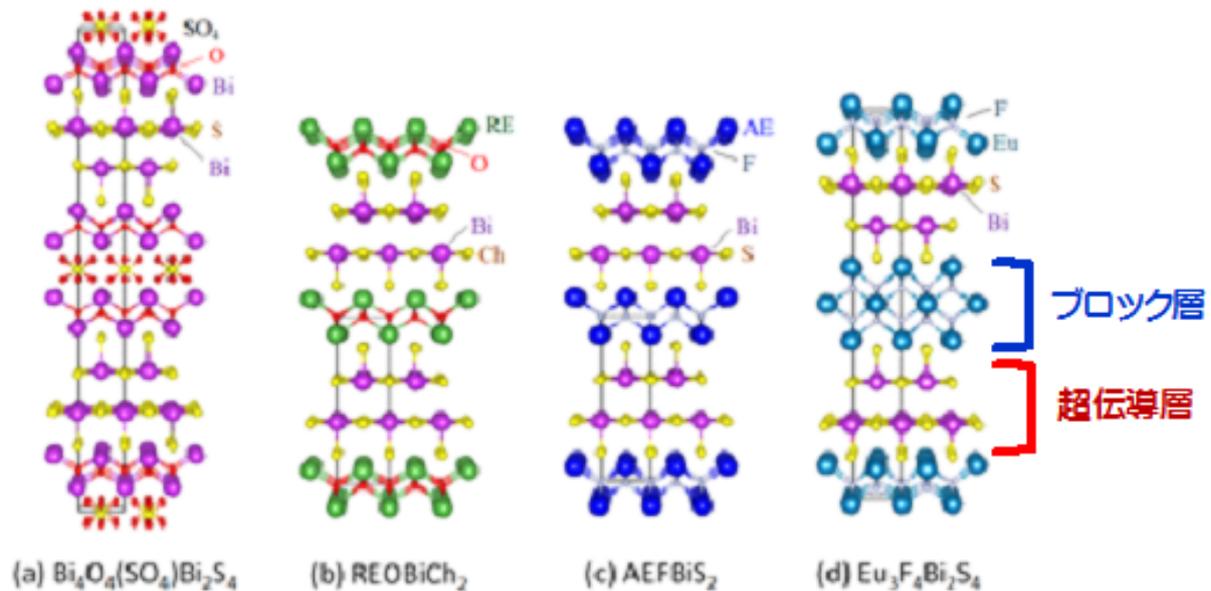


図1. $\text{Eu}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{FBiS}_{2-x}\text{Se}_x$ の磁化率の温度依存性と超伝導相図.

新しい BiCh₂ 系超伝導体合成のレシピ



材料

- ・ RE_2S_3 または AEF_2 粉末
(RE: 希土類)
(AE: アルカリ土類)
- ・ BiF_3 粉末
- ・ Bi_2O_3 粉末
- ・ Bi 単体
- ・ S または Se 単体

※ 石英管, 真空封入システム, 電気炉は各自ご準備ください。

※ 合成中の爆発に十分ご注意ください。

問い合わせ先
首都大理工・水口佳一
(mizugu@tmu.ac.jp)

作り方

- ① 上の(a-d)の中でお好みのブロック層をお選びください。(これまでに報告の無いものをお選びください。)
- ② 材料を秤量し, よく混ぜてください。石英管に真空封入し, お好みの温度で焼いてください。(2回繰り返す)
- ③ 電気が流れない場合, キャリアドープをしてください。ブロック層に O がある場合は F で, AE がある場合は RE で 50%置換してください。
- ④ それでも超伝導にならない場合, 化学圧力を印加してください。S を Se で置換すると効果的です。または, RE や AE サイトをイオン半径の小さい同族元素で置換してもOKです。
- ⑤ 新超伝導体を見つけたら論文を書きましょう。