超伝導体 Y_2O_2Bi における元素置換効果

Substitution Effect in Superconducting Y_2O_2Bi

東北大理 [1]，東北大 WPI-AIMR & Core Research Cluster[2]
寺門 恭兵 [1]，°河底 秀幸 [1]，松本 倖汰 [1]，福村 知昭 [1,2]
Tohoku Univ. [1], Kyohei Terakado[1], °Hideyuki Kawasoko[1], Kota Matsumoto, Tomoteru Fukumura[1]
E-mail: hideyuki.kawasoko.b7@dc.tohoku.ac.jp

$ThCr_2Si_2$ 型構造の R_2O_2Bi (R：希土類元素)は、電気伝導を担う Bi 正方格子と絶縁層である R_2O_2 層が交互に並んだ層状物質であり、R のイオン半径の大きさに依存した金属絶縁体転移を示す [1]。Y_2O_2Bi と Er_2O_2Bi では、過剰酸素の導入により c 軸長が伸長することで、超伝導が発現する [2, 3]。しかし、酸素と異なる元素添加による c 軸長の変化と超伝導発現の関係は明らかになっていない。そこで本研究では、超伝導体 Y_2O_2Bi に対し、Y^{3+}の一部を Ca^{2+}、O^{2-}の一部を F^-で元素置換、および Bi 正方格子と R_2O_2 層の間へ Li^+挿入により、超伝導発現における c 軸長変化の影響を調べた。

Y、Y_2O_3、Bi、CaH_2、YF_3、Li_2O の粉末を原料とし、真空封管した石英管中での固相反応により、$Y_2(O_{1.5-x}F_x)Bi_{1.5}$ (x = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3)、$Y_2O_{1.5}Bi_{1.5}$ + $(CaH_2)_y$ (y = 0.2, 0.5)、$Y_2O_{1.5}Bi_{1.0}$ + $(Li_2O)_z$ (z = 0, 0.25, 0.5, 0.75)の仕込み組成の多結晶試料を合成した。X 線回折により、すべての試料における主相が Y_2O_2Bi 相であることを確認した。Y_2O_2Bi の格子定数については、a 軸長は 3.87 Å 程度と一定だが、c 軸長は F^-置換により収縮し、Ca^{2+}置換と Li^+挿入により伸長した。超伝導転移温度は F^-置換で下がり、Ca^{2+}置換と Li^+挿入で上がった (Fig. 1)。F^-置換と Li^+挿入では電子キャリアドープ、Ca^{2+}置換ではホールキャリアドープが期待されるが、過剰酸素の導入の場合と同様に、c 軸長の伸長に伴って超伝導転移温度が上がっている (Fig. 2)。したがって、キャリア密度よりも c 軸長の変化が Y_2O_2Bi の超伝導発現を支配しているパラメータであると考えられる。

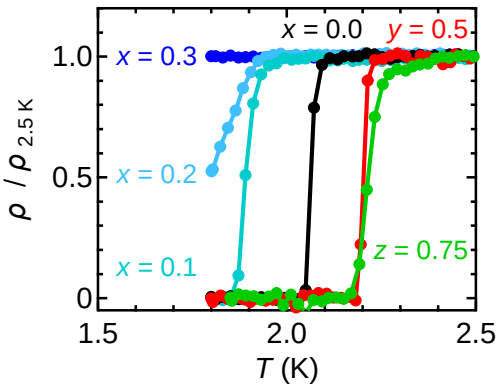

Fig. 1 Temperature dependence of normalized resistivity.

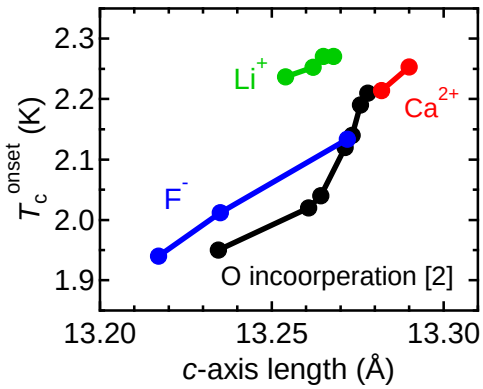

Fig. 2 Relationship between c-axis length and superconducting transition temperature.

【参考文献】

[1] H. Mizoguchi *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **133**, 2394 (2011).
[2] R. Sei *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **138**, 11085 (2016).
[3] K. Terakado *et al.*, *Inorg. Chem.* **57**, 10587 (2018).