

LaO_{1-x}F_xBiS₂における高圧下の超伝導と結晶構造

Superconductivity and Crystal Structure under Pressure in LaO_{1-x}F_xBiS₂

富田崇弘^{1,2*}, 高橋博樹², 藤久裕司³, 後藤義人³, 水口佳一⁴, 高野義彦⁵

¹ 東京大学物性研究所 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

² 日本大学文理学部、〒156-8550 世田谷区桜上水 3-25-40

³ 産業技術総合研究所、〒305-8565, つくば市東 1-1-1

⁴ 首都大学、〒192-0397, 八王子市南大沢 1-1

⁵ 物質・材料研究機構 〒305-0047 つくば市千現 1-2-1

Takahiro Tomita^{1,2*} Hiroki Takahashi² Hiroshi Fujihisa³, Yoshito Gotoh³, Yoshikazu Mizuguchi⁴,
Yoshihiko Takano⁵

¹University of Tokyo, Institute of Solid State Physics, Kashiwanoha 5-1-5, Kashiwa, Chiba 277-8581, Japan

²Department of Physics, College of Humanities and Sciences, Nihon University, Setagaya, Tokyo 156-8550, Japan

³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305-8565, Japan

⁴Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Metropolitan University, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan

⁵National Institute for Materials Science, Tsukuba, Ibaraki 305-0047, Japan

1 はじめに

近年、高温超伝導体の仲間入りをした鉄系超伝導体は、50 Kを超える超伝導転移を持つものとして知られるようになった。また、その転移温度は結晶構造パラメータに依存している。この鉄系超伝導体の中で、FeAs層を持つ1111型超伝導と呼ばれる物質は、高い超伝導転移温度を有しているが、常圧の最高 T_c は55 Kと銅酸化物には及ばない。また、高圧下の1111型超伝導体の実験でも、この55 Kの壁は依然乗り越えられない。[1]このため、FeAs以外の超伝導層を持つ物質として、最近BiS₂層を持つ新しいタイプの超伝導物質LaO_{1-x}F_xBiS₂に注目が集まっている。[2-3] LaO_{1-x}F_xBiS₂は、1111型鉄系超伝導体[2]と同様の空間群(P4/nmm)をもち、同じLaO_{1-x}F_x層によりBiS₂層がサンドイッチされている超伝導構造を持つ。BiS₂層を持つ3次元化合物Bi₄O₄S₃では、すでに5 Kで超伝導が確認されており、高圧実験の報告例もある。

この物質は発見当初から常圧合成試料($T_c=2.5$ K)と高圧合成試料($T_c=8$ K)にて超伝導転移温度が異なる事が報告されている。[2]既に高圧合成試料の T_c は圧力下で大きく上昇する事が報告されており[3]、我々は常圧合成試料においても同様に T_c の圧力変化並びにその結晶構造についての確認を行った。

2 実験

今回、我々はピストンシリンダー型の圧力セル並びにダイヤモンドアンビルセルを使用して、低圧から30GPaほどの高圧下で超伝導転移と圧力の関係を

調べた。更に、この結晶構造を高圧で決定するために、日本大学の広領域研究センターならびに高エネルギー加速器研究機構(KEK)のフォトンファクトリー(PF)でシンクロトロン放射光(BL-18C)を利用して、高圧中のX線回折をダイヤモンドアンビルセルで行った。[5] (図1)

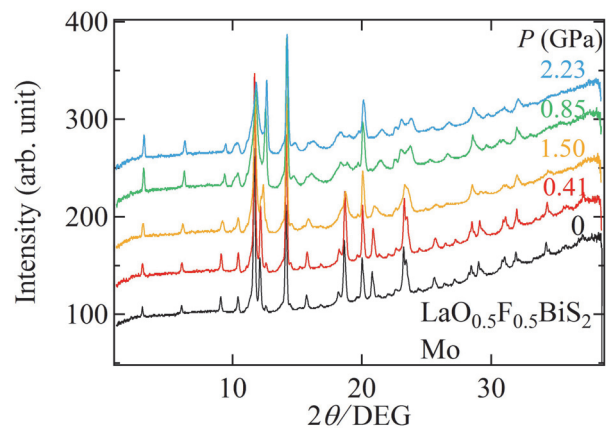


図1 : Pressure dependence of X-ray diffraction for LaO_{1-x}F_xBiS₂ (x=0.5)

3 結果および考察

我々は、常圧合成試料において高圧下で電気抵抗測定を行った結果、2.5 Kから10.7 Kへの一次転移と思われる超伝導転移の急激な上昇を0.8 GPaにて観測した。またX線実験において高圧下の室温での構造解析の結果から、一次転移の正方晶から単斜晶への一次の構造相転移が同じ0.8 GPaにて観測され

た。[5]これらの結果を基に、更に X 線回折と DFT 計算から、高压相の空間群と原子座標の解析も行った。

4 まとめ

我々は新しい BiS₂ 系の超伝導 LaO_{0.5}F_{0.5}BiS₂ における超伝導転移温度 T_c と圧力による相図を決定した。0.8 GPa での超伝導転移の急激な上昇は、正方晶 ($P4/nmm$) から単斜晶 ($P2_1/m$) への結晶構造による変化であると考えられ (図 2)、超伝導転移温度の上昇は BiS₂ 層のスライドによって起こっているものと推察される。

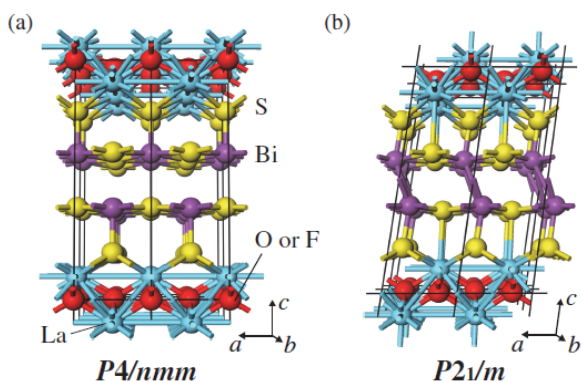


図 2 : Crystal Structure of LaO_{0.5}F_{0.5}BiS₂ for tetragonal ($P4/nmm$) and monoclinic ($P2_1/m$)

謝辞

中野智志博士には、PF での X 線使用に関してご指導頂きました。ここに深く感謝致します。

参考文献

- [1] T. Takahashi *et al.*, *Nature* **453** (2008) 376-378.
- [2] Y. Mizuguchi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **81** (2012) 114725.
- [3] H. Kotegawa *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **81** (2012) 103702.
- [4] 富田崇弘、江畑雅哉、高橋博樹：高圧力の科学と技術「低温高压下での X 線回折装置」**22** (2012) 222.
- [5] T. Tomita *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **83** (2014) 063704.

* ttomita@issp.u-tokyo.ac.jp