

半導体的な電気伝導の近傍で最適化される新しい Bi 系 2 次元超伝導

銅酸化物高温超伝導体や鉄系超伝導体を初めとして 2 次元的な層状結晶構造は興味深い超伝導が実現する格好の舞台となっている。2 次元的な結晶構造において増強された磁気揺らぎによって超伝導が誘起されるというメカニズムに限らず、2 次元構造が超伝導に有利に働く様々なメカニズムが活発に議論、研究されている。ごく最近、首都大学東京の水口らが BiS_2 層を含む結晶構造において実現する新超伝導を発見し、新たな 2 次元超伝導体として注目を浴びている。最初に発見された $\text{Bi}_4\text{O}_4\text{S}_3$ における約 5 K の超伝導に加えて、次いで $\text{La}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$ においても約 8 K の超伝導が発見された。図 1 に示すように両者とも同じ BiS_2 層を含んでおり、バンド計算からもこの BiS_2 層が超伝導の舞台になっていることが示されている。 $\text{La}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$ の La サイトを他の希土類元素に置換した系でも超伝導が確認されており、関連物質の豊富さもこの系の特徴となっている。现阶段では、この系の超伝導機構については通常のエレクトロン-格子相互作用で説明できるのか、磁気揺らぎによる超伝導であるのか、それとも他のエキゾチックな超伝導機構が潜んでいるのか謎に包まれている。

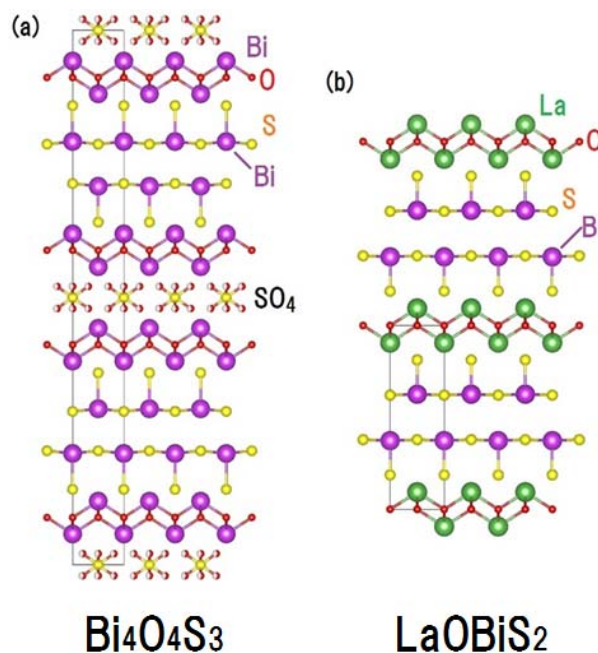


図 1. $\text{Bi}_4\text{O}_4\text{S}_3$ と LaOBiS_2 の結晶構造

新超伝導体の発見直後、神戸大学大学院理学研究科物理学専攻と首都大学東京電気電子工学専攻のメンバーを中心とする研究グループは、これら新超伝体の圧力下の振舞いを調べ、(1) $\text{La}(\text{O},\text{F})\text{BiS}_2$ で観測される半導体的振舞いは圧力に非常に敏感であり、この系のフェルミ面や電子状態は何らかの不安定性を伴っていること、(2) 圧力に対する電気抵抗の単調な変化とは対照的に超伝導転移温度は一度上昇した後、減少に転じることを明らかにした。図 2 は得られた圧力下における電気抵抗率の温度依存性であり、圧力下では 10 K を越える超伝導が確認され、これらの超伝導の最適条件は半導体的な振舞いを示す電子状態の近傍に存在することが示唆された。この成果は、日本物理学会が発行する英文誌 *Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ)* の 2012 年 10 月号に掲載された。

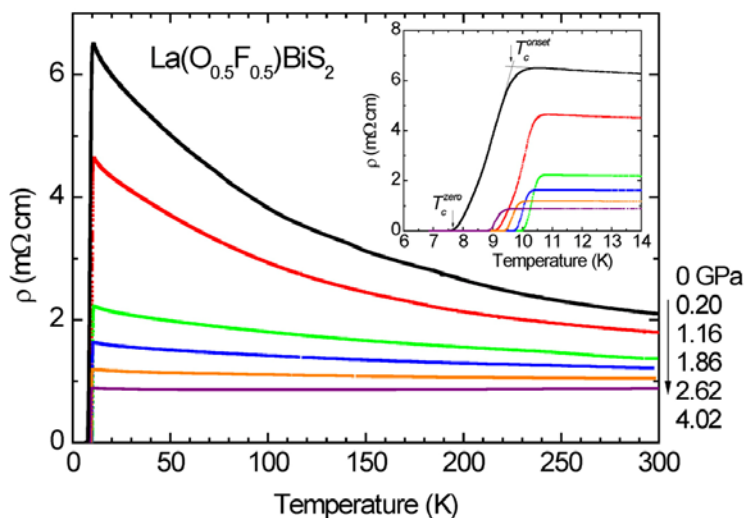


図 2. 電気抵抗の温度変化

現在のところ、この半導体的な電気

抵抗率の振舞いが低キャリアー状態から生じているのか、電子相関から生じているのか明らかではないが、この系の超伝導メカニズムを解明する上で重要な手掛かりとなることが期待される。また、今後、より高い超伝導転移温度をもつ類似の化合物の発見についても期待が高まっている。

原論文

[Pressure Study of BiS₂-Based Superconductors Bi₄O₄S₃ and La\(O,F\)BiS₂](#)

[Hisashi Kotegawa, Yusuke Tomita, Hideki Tou, Hiroki Izawa, Yoshikazu Mizuguchi, Osuke Miura, Satoshi Demura, Keita Deguchi, and Yoshihiko Takano, J. Phys. Soc. Jpn. **81** \(2012\) 103702](#)

情報提供

小手川 恒（神戸大学大学院理学研究科）

水口 佳一（首都大学東京電気電子工学専攻）