

新規超伝導体の母物質 CeOBiS₂ における非従来型量子臨界状態の発見

首都大学東京大学院 理工学研究科 物理学専攻 電子物性研究室

最近発見された BiS₂ 系層状超伝導体は、強相関電子系超伝導体の典型物質である銅酸化物系や鉄系超伝導体と類似して、伝導層とブロック層が交互に積層した結晶構造を持ちます (図 1: 結晶構造) [1]。その超伝導特性や超伝導の発現メカニズムの解明を目指して、世界中で精力的に研究が行われています。伝導キャリアのない絶縁体 (母物質と呼ばれる) において、元素置換により BiS₂ 層に伝導キャリアを注入すると、それが低温でクーパ対を形成し、超伝導が現れます。よって、超伝導発現の舞台となっている母物質の電子状態を理解することは重要です。我々は、母物質 CeOBiS₂ の単結晶育成に成功し (図 1: 得られた単結晶試料の写真)、Ce イオンが持つ *f* 電子の特異な電子状態を世界で初めて明らかにしました。

まず、CeOBiS₂ の磁化と比熱の測定から、Ce イオンの価数が 3+ であり、4*f* 電子が局在的状态にあること、全角運動量 $J=5/2$ の多重項が結晶場効果により分裂し、結晶場基底状態が $J_z=\pm 1/2$ の状態を取ることを明らかにしました。これにより、CeOBiS₂ における *f* 電子状態がおおまかに理解されました。

次に、極低温領域で比熱を測定したところ、比熱が 4K 以下で「 $-\log T$ に比例した特異な発散を示すこと」を発見しました。この振る舞いは、絶対ゼロ度に特異点 (量子臨界点) が存在することを示唆しています。同様な振る舞いは、近藤効果と RKKY 相互作用が拮抗する強相関電子系金属においてしばしば観測されてきましたが、本系は非金属であり、同様な解釈は適用できません。図 1 に示した結晶構造の特徴を考慮して考

えると、Ce 磁気モーメント間の超交換相互作用が持つ幾何学的フラストレーションがこの異常の起源となっている可能性があります。CeOBiS₂ が「幾何学的フラストレーションに基づく量子臨界点を有する世界で初めての磁性体」である可能性があり、さらに詳しく調べています。

参考文献

- [1] Y. Mizuguchi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 114725 (2012).
- [2] R. Higashinaka *et al.*: J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 023702 (2015).

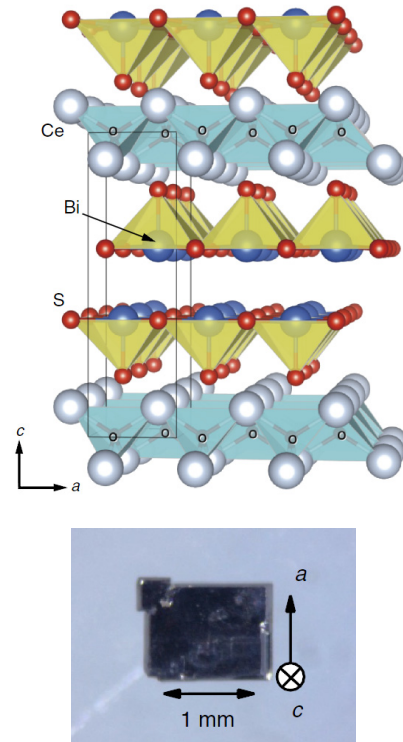


図 1 CeOBiS₂ の結晶構造と、育成された単結晶の写真[2]

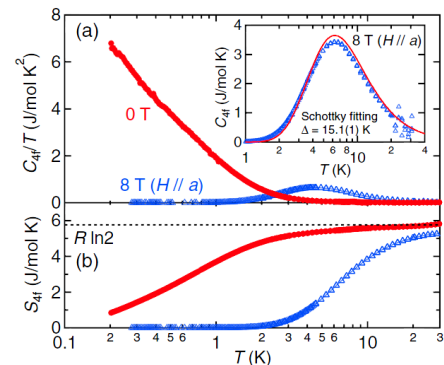


図 2 CeOBiS₂ の比熱と磁気エントロピーの温度依存性[2]。