

トンネル現象を用いた重い電子系の多重超伝導相の研究

住山 昭彦 / 兵庫県立大学 大学院物質理学研究科 教授

私がこれまで研究してきた、重い電子系超伝導体と呼ばれる Ce 化合物や U 化合物では、超伝導電子対が従来型のスピン 1 重項 s 波とは異なる状態にあると考えられており、その中には本研究で扱う UPt_3 や UBe_{13} のように、スピン 3 重項状態である可能性が高く、かつ複数の超伝導相を示す物質があります。私は、ジョセフソン効果と点接合分光という 2 つのトンネル現象を利用して、この多重超伝導相の解明を目指しています。前者のジョセフソン効果は、調べたい超伝導体と従来型の超伝導体との間に薄い常伝導金属を挟んだジョセフソン接合を流れる超伝導電流を測定するもので、秩序変数の位相やスピン 3 重項電子対のスピンの向きの情報が得られます (図 1 (a))。また、後者の点接合分光は、ピエゾ素子を用いて試料に常伝導金属の針を接触させ、その微分抵抗を測定するもので、エネルギー・ギャップの情報が得られます (図 1 (b))。

UPt_3 については、温度と磁場に依存して A(高温低磁場)相、B(低温低磁場)相、C(低温高磁場)相の 3 つの相に分かれ、秩序変数として、 E_{1u} と E_{2u} 対称性を持つ候補が提案されています。我々の B 相におけるジョセフソン効果の結果は E_{1u} を支持していますが [1]、本研究では他の相、特に C 相の研究をするため、高圧を印加することにより低磁場で C 相を出現させ、磁場に弱いジョセフソン効果の研究を実現させます。

一方、 UBe_{13} については、 $U_{1-x}Th_xBe_{13}$ が x のある範囲で 2 つの超伝導相を示すことが報告されていましたが、比熱の測定では UBe_{13} でも 2 つの相転移の可能性が示唆されており [2]、本研究ではその検証を目指しています。最近の研究で、点接合の微分抵抗は、 UBe_{13} の転移温度 $T_c \sim 0.9$ K 以下と 0.6 K 以下で減少する 2 段階の転移を示しており、第 2 の超伝導転移が検出できたのではないかと考えております。

[1] J. Gouchi et al.: J. Phys. Soc. Jpn. **81** (2012) 113701.

[2] F. Kromer et al.: Phys. Rev. Lett. **81** (1998) 4476.



すみやま・あきひこ

大阪府出身、1986 年東京大学大学院 理学系研究科 博士課程修了。三菱化成工業(株) 総合研究所所員、姫路工業大学理学部 講師を経て、2008 年より現職の兵庫県立大学大学院 物質理学研究科 教授。

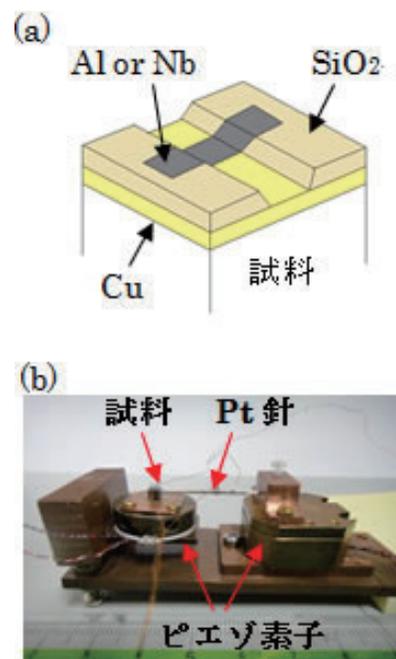


図 1 (a) ジョセフソン素子の概略図と (b) ピエゾ素子を用いた点接合形成器具。