

ジョセフソン効果による時間反転対称性の破れた超伝導状態の検証

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、超伝導電子対が時間反転対称性の破れた状態にある可能性が示唆されているものがあります。時間反転対称性の破れの検証では、 μ SR による自発磁場の検出に関するものが多いですが、私はこれらの超伝導体と従来型超伝導体間のジョセフソン効果を用いた検証を目指しています。

ジョセフソン効果は 2 つの超伝導体間の位相差を直接的に感知するため、良質の素子ではスリットによる光の回折現象と同様に、ジョセフソン臨界電流が磁場に対してフラウンホーファー回折図形を描いて増減しますが、時間反転対称性の破れがある場合は、時間反転に対応する磁場方向の反転に対し非対称で、複雑な磁場依存性を示すことが予想されます。実際の研究では、地球磁場の影響等で見かけ上の時間反転対称性の破れが見られることが多いですが (図 1 (a))、素子の構造、磁場遮蔽等の改善により、フラウンホーファー回折図形の磁場依存性が得られれば、時間反転対称性は破れていないと解釈できます (図 1 (b))。

本研究で対象としている UPt_3 , URu_2Si_2 は時間反転対称性の破れの可能性が議論されていましたが、ジョセフソン効果で見える限りは時間反転対称性の破れていない結果が得られてきています。特に UPt_3 では、3 つの直交する結晶軸方向について良質の素子が得られるようになり、最近提案された E_{1u} の対称性を持つ、時間反転対称性を破らない秩序変数で結果を説明できることが明らかになりました [2]。一方、空間反転対称性のない超伝導体の $LaPt_3Si$ で見られた、非対称な磁場依存性の原因はまだ分かっておらず、時間反転対称性の破れのような本質的な原因によるのかについては、今後の研究課題であると考えております。

[1] A. Sumiyama *et al.*: Phys. Rev. B 72 (2005) 174507.

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

図 1 UPt_3 のジョセフソン効果。
(a) 以前の素子 [1]、(b) 本研究で改善された素子 [2]。



すみやま・あきひろ

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。
最近、すっかり細かい作業が学生任せになってしまいました。

