

スピン三重項超伝導体 UPt_3 の準粒子低エネルギー励起構造の解明

井澤 公一 / 東京工業大学 大学院理工学研究科 准教授

これまで強相関電子系でみられる異常な金属状態や超伝導状態などの特異な量子現象に興味をもち研究してきました。特に超伝導では、従来のBCS理論で説明困難な超伝導（非従来型超伝導）のメカニズムの解明を目指し、熱輸送係数や比熱の磁場方向依存性の精密測定からクーパー対の“形”（対称性）を調べてきました。

近年、 UGe_2 、 $URhGe$ 、 $UCoGe$ にみられる強磁性超伝導や $CePt_3Si$ 、 $CeRhSi_3$ 、 $CeIrSi_3$ でみられる空間反転対称性の破れた超伝導など、興味深い非従来型超伝導体が数多く発見され、その多彩でエキゾチックな超伝導状態に多くの注目が集まっています。それに対して UPt_3 は発見から30年近い長い歴史をもつ超伝導体ですが、A相、B相、C相の少なくとも3つの明確な多重超伝導相をもつ奇パリティ超伝導体として他とは一線を画する存在で、超伝導研究において最も重要な物質の一つです。これまでの数多い研究の結果、 UPt_3 では既約表現 E_{2u} に属する超伝導対称性が実現していると長らく信じられてきました。しかしその一方で、この E_{2u} 対称性で期待されるギャップ構造は実験で直接的には確かめられてはいないことや、いくつかの UPt_3 に特徴的な実験事実を単純には説明することが出来ないといった問題点があり、実際には理解されているという状況ではありませんでした。そこで我々は UPt_3 の準粒子低エネルギー励起構造を調べ、C相で自発的に回転対称性を破った超伝導状態が実現していることを見出しました（図1）。そして UPt_3 における超伝導対称性が、これまで長らく信じられていた E_{2u} 表現ではなく、 E_{1u} 表現に属する f 波超伝導であること、さらにその対称性により UPt_3 で四半世紀以上謎であったいくつかの問題が自然に説明できることを明らかにしました [1]。

今後、従来の研究手法にとらわれず、新しい手法・概念を積極的に導入し、 UPt_3 で実現している3つの超伝導状態の詳細をさらに調べることで、スピン三重項超伝導や多重超伝導の一般的理解を深めたいと考えています。特に、 UPt_3 はトポロジカル超伝導体である可能性が理論的に指摘されていることから、上で述べた取り組みに加え、トポロジカルな性質がもたらす新奇現象を探索し、トポロジカルな特異性がどのように物性に具現化されるかを明らかにすることも目指したいと考えています。そして、これまで理解されなかった現象の理解だけでなく、新しい現象・概念を創出するような研究を展開してゆきたいと思っています。

[1] Y. Machida et al., Phys. Rev. Lett. **108**, 157002(2012).



いざわ・こういち

兵庫県出身。1998年広島大学で学位取得後、東京大学物性研究所助手。2005年フランス原子力庁 Marie-Curie フェロー研究員を経て、2007年東京工業大学准教授、現在に至る。新しい物好き。マニアックな実験が大好きで、簡単には真似の出来ないような実験をすることをモットーに研究しています。趣味はクラシック音楽、ラップ吹き。

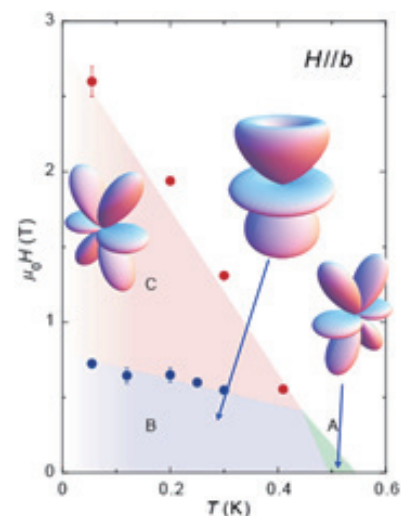


図1： UPt_3 の相図と角度分解熱伝導率測定により決定した各相での超伝導対関数。