

2P059

自作熱量計による κ 型有機超伝導体の精密角度分解比熱測定

(阪大院理) ○今城周作, 福岡脩平, 山下智史, 中澤康浩

Angle-resolved specific heat measurements under in-plane magnetic field of κ -type organic superconductors

(Graduate School of Science, Osaka Univ.) ○Shusaku Imajo, Shuhei Fukuoka, Satoshi Yamashita, Yasuhiro Nakazawa

1. 序論

超伝導状態は抵抗ゼロの完全導体であり、かつマイスナー効果による完全反磁性が出現するため、学術的研究対象以外に応用面からも非常に興味を持たれている。超伝導状態への転移には電子同士が引力により対となる必要があり、多くの超伝導物質はBCS理論によって対形成が理解されている。しかし対形成機構が未解明な超伝導体で、運動量方向で依存したギャップ構造によりギャップが周期対称性を持ち、ゼロとなるノードを持つ異方的超伝導体と呼ばれる物質群が存在し、有機超伝導体も多くの物質が異方的超伝導体に分類される可能性が高い。これら異方的超伝導体の機構解明は超伝導研究の更なる発展に非常に重要と考えられる。有機超伝導体の物性測定は微小脆弱試料の扱いのため技術的に非常に困難ではあるが、結晶性の良さなどから本質的な量子現象の議論には重要な研究分野である。

本研究では、有機超伝導体の超伝導機構の解明を目的として、 κ -(BEDT-TTF)₂Xに属する物質系の測定を行った。この物質系では反強磁性相が隣接しているためスピン揺らぎを媒介した超伝導発現による四回対称性が期待される物質系を舞台にし、電子対形成の駆動力に強く影響されるギャップ構造の周期対称性をこうした系統的な測定によって理解するため、測定可能な熱量計の作成および κ 型塩の合成、低エネルギーの励起構造も観測可能な比熱測定を応用した精密角度分解比熱測定を行った。

2. 実験

・装置開発

超伝導ギャップの面内角度依存性の測定には試料の水平性、非常に高い熱容量測定精度が必要であり、従来型の熱量計では測定が不可能なため、試料ステージを水平制御し、バックグラウンドを削減した図1のような角度

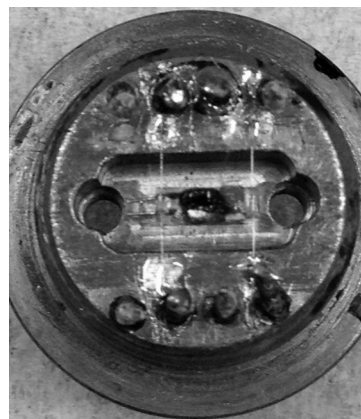


図1. 新型緩和型熱量計

分解比熱測定専用の熱量計の作成を行った。

- ・ 試料合成

対象物質系は電荷移動錯体であり、電解合成によって合成を行った。合成した結晶は X 線構造解析をして結晶同定を行い、 κ -(BEDT-TTF)₂I₃、 θ -(BEDT-TTF)₂I₃、(BEDT-TTF)Ag₄(CN)₅、 κ -(BEDT-TTF)₂Ag(CN)₂·H₂O などの結晶を得た。

- ・ 角度分解比熱測定

当研究室既設の横磁場 7 T マグネットを使用し、0 T~6 T の範囲において上記熱量計を使って κ -(BEDT-TTF)₂X 系の角度分解比熱測定を行った。

3. 結果および考察

- ・ 装置開発

作成した熱量計を使用し、熱緩和法によって熱容量の測定を行った。熱量計の熱緩和曲線が図 2 である。単緩和であることから、緩和型熱量計として測定できることがわかった。従来型熱量計と比較した結果、バックグラウンドが従来型緩和熱量計より約 50% 小さくなり、一方で磁場の角度に対する不定性が $\pm 2^\circ$ 以内に抑えられたため精度の良い絶対値で角度分解比熱測定が可能なが確認された。

- ・ 角度分解比熱測定

κ 塩の一つ、 κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ の角度分解比熱測定において、図 3 のような比熱の角度依存性が見られた。フェルミ面由来などの大きな二回対称成分が見られたが、対形成の駆動力が反映される角度依存性は、他の寄与による対称成分を差し引いたものが対象物質の電子対波動関数の対称性となる。

当日はこの緩和型熱量計を使用して測定を行った κ 型有機超伝導体の角度依存性について議論する予定である。

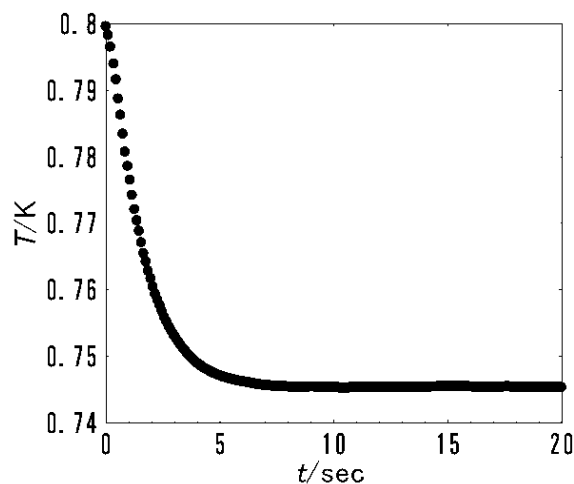


図 2. 1 T 磁場下の新型熱量計の緩和曲線

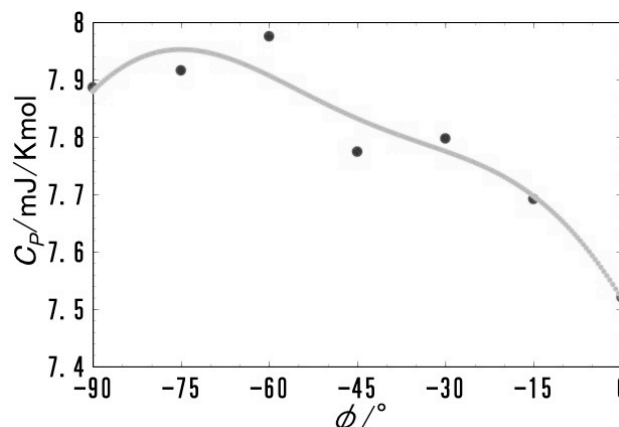


図 3. κ -(BEDT-TTF)₂Cu(NCS)₂ の面内磁場 6 T 下における比熱の角度依存性(実線はフィッティング)