

UPt₃の圧力下磁場中比熱

阪大基礎工
阪大極限セ

幸田章宏、天谷喜一
小林達生

重い電子系超伝導体であるUPt₃は、多重超伝導相 (A, B, C相) が四重臨界点で常伝導相と接する異方的超伝導として従来から注目されている。この多重相図の起源については、何らかの内部自由度がSymmetry Breaking Field (SBF) を受け縮退が解かれているというモデルが提唱されており、中性子散乱実験において5K以下で観測される反強磁性ゆらぎがSBFの有力な候補であると考えられている。

圧力下では約3kbarにおいて反強磁性ゆらぎがなくなり、それに伴うようにA相が消失する。¹⁾N. H. van Dijkらは彼らの常圧下熱膨張測定 of 熱力学的な考察から、このA相の消失する圧力 p_c 以上で再び縮退が解け、圧力下においてC相が安定となる事を主張している。²⁾M. Boukhnyらは一軸圧力下 ($p \parallel c$) の弾性定数測定により p_c 以上で縮退が解け零磁場下でB, C相の存在する事を実験的に示した。³⁾しかし一方で静水圧下の比熱を測定したM. Sieckらは p_c 以上の比熱に T_c の分裂を示すような逐次相転移が見られない事などから、縮退は解けておらず零磁場下では唯一B相が存在すると主張している。⁴⁾

この様にUPt₃の磁場-圧力-温度複合相図に関しては相反する結果が報告されている現状であり、内部自由度の縮退を解くものが何であるか、という点にも関連して興味深い問題である。また重い電子系の物質に特有の試料依存性の面からもキャラクターゼーションのはっきりした純良な試料について測定を行う必要がある。そこで我々のグループは阪大理学部大貫研において作成された純良単結晶試料 (RRR~690) を用いて複合極限条件下の比熱および磁気熱量効果の測定を行い、磁場-圧力-温度相図の完成を目標としている。

実験はCu-Be製ピストンシリンダ式圧力セルを希釈冷凍機に取り付けて行った。磁場については現在のところ単結晶のc軸に平行な方向の測定のみである。

まず比熱の測定結果について述べる。現在までの測定範囲 ($T > 0.2K, p$

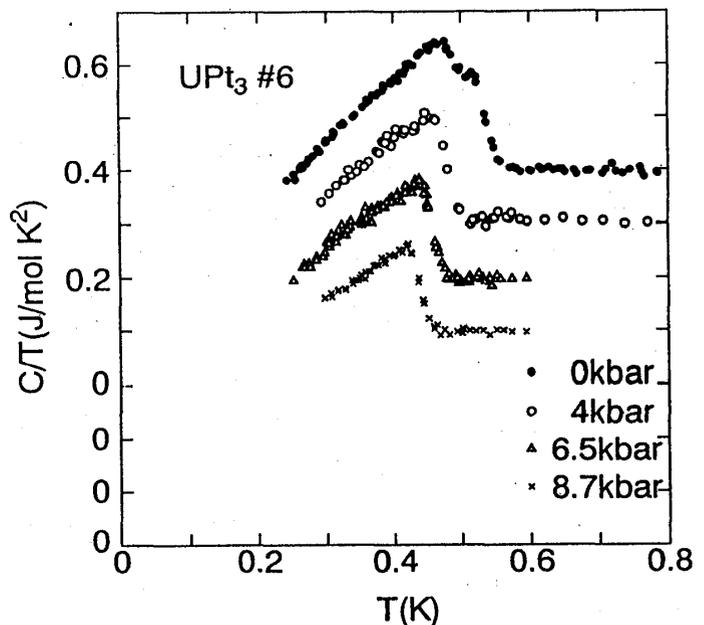


図1 UPt₃の圧力下比熱 (C/T-T² プロット)

8. 7kbar, $H \parallel c$)において p_c 以上で比熱には逐次相転移を示す異常は見られていない。圧力下での超伝導状態の比熱は温度の2次に比例し、また p_c 前後で比熱の温度依存性および残留電子比熱係数ともに明らかな変化は見られなかった。

次に磁気熱量効果の結果について述べる。磁気熱量効果は断熱系にある試料の磁場に対する試料温度の応答として観測される。測定方法はM. Sieckらと同じ手法であるが、我々はさらに温度変化を可逆的な成分と非可逆的な成分に分離して解析した。

可逆的な成分はB相-C相、C相-常伝導相の相境界付近で従来知られているようなステップ状の変化を示す。非可逆的な成分は低磁場側において著しい発熱を示すが、磁場をかけるにつれて急激に発熱は抑えられる。そして H_{c2} の直下において再び発熱を示す領域がある。この結果をK. Tenyaらによる常圧下の磁化測定⁵⁾の結果と比較すれば、ちょうど磁化ヒステリシスの大きい領域で発熱も大きくなる事がわかる。非可逆的な発熱を磁束のピン止めによる効果と解釈すれば、すなわち H_{c2} 直下に見られる異状はピーク効果によるものと考えられる。

圧力下で多重相図を作成する目的に対しては、到達最低温ではB相-C相の相境界を観測できたが、高温側に移ると非可逆的な発熱が大きくなり、相境界を確定することができなかった。この非可逆的な発熱は磁場掃引を行う以上、不可避なものであり、今後複合相図の完成を目指す上で測定精度の改良が必要であると考えている。また c 軸に垂直な磁場方向の測定を行う予定である。

著者の内の一人(幸田)は日本学術振興会より研究援助を受けています。

References

1. S. M. Hayden *et al.*, Phys. Rev. B46(1992)8675.
2. N. H. van Dijk *et al.*, J. Low. Temp. Phys. 93(1993)101.
3. M. Boukhny *et al.*, Phys. Rev. B50(1994)8985.
4. M. Sieck *et al.*, Physica B206&207(1995)603.
5. K. Tenya *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. 64(1995)1063.

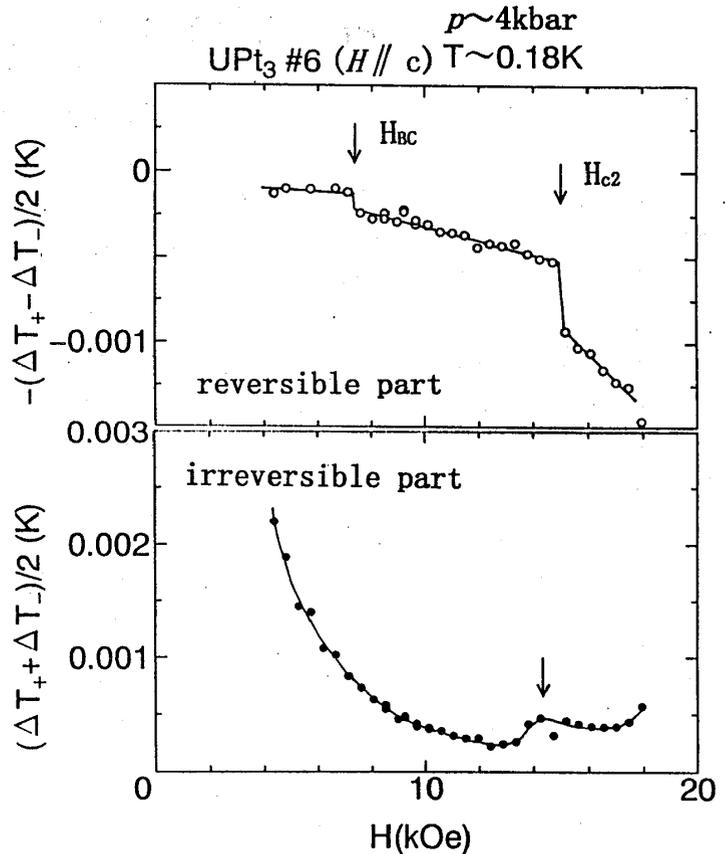


図2 圧力下UPt₃の磁気熱量効果
実線はアイガイドのため