

論文内容の要旨

論文題目

ターンバックル式超小型 DAC の開発および擬一次元導体 TMTTF 塩の複合環境下輸送特性の研究

(Development of turnbuckle type micro DAC and study of transport properties on quasi – 1D conductor, TMTTF salt, under multi – extreme conditions.)

氏名 狩野みか

擬一次元有機導体(TMTCF)₂X (TMTCF = TMTSF, TMTTF, X: アニオンと呼ばれる 1 価の陰イオン)における輸送特性の研究は、常圧および圧力下で数多く行われている。(TMTCF)₂X の電子構造はアニオンのサイズにより大きく変化し、また物理的に外部圧力をかけることによりその基底状態を自在に操ることができることから(TMTCF)₂X 系は低次元物理のモデルとして長い間研究し続けられている。(TMTSF)₂X においては常圧および 1 GPa 以下の低圧力下で超伝導転移が数多く報告されているのに対し、(TMTTF)₂X における超伝導転移は臨界圧力 P_c が高い。最近我々のグループが報告した(TMTTF)₂SbF₆における超伝導転移は、 $P_c = 5.4$ GPa ($T_{conset} = 2.35$ K)であった。一般的に圧力装置として用いられているピストンシリンダーでは通常 3 GPa 程度の圧力発生が限界であり、10 GPa 程度の圧力発生が可能で高い静水圧性を誇るキュービックアンビル圧力発生装置はその冷却温度と発生磁場に限界があるためこの系の複合環境下における輸送特性の研究を行うためには新しい圧力発生装置の開発が不可欠であった。

そこで本研究では、10 GPa の高圧力発生が可能なターンバックル式小型ダイヤモンドアンビルセル (ターンバックル式 DAC) の開発を行った。この圧力セルは非常に小型化 ($\phi 6.4$ mm \times 6.7 mm) されており、市販の PPMS 装置や MPMS 装置に搭載することが出来る。更にこのセ

ルは、超伝導マグネットを備えたクライオスタット中での回転も可能である。本研究では開発を行ったターンバックル式DACを用いた4端子法による電気抵抗測定法及びそのセッティング技術の確立も行った。

次にこのDACを用いて $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$ および $(\text{TMTTF})_2\text{SbF}_6$ の磁場中電気抵抗測定を行った。これまでの $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$ および $(\text{TMTTF})_2\text{SbF}_6$ における圧力下電気抵抗測定において、超伝導転移は報告されているが、最低冷却温度または静水圧性に問題がありゼロ抵抗は観測されていなかった。本研究では今回開発したDACを用いることにより様々な問題を解決し、ゼロ抵抗の観測に成功した。 PF_6 塩において超伝導相は4.18 ~ 6.03 GPaの圧力領域で観測され、4.58 GPaの圧力点で最も高い $T_c = 2.25$ Kを示した。一方 SbF_6 塩においては超伝導状態が観測された圧力領域は4.99 ~ 9.12 GPaと非常に広い。また最も高い転移温度 $T_c = 2.96$ Kは6.14 GPaの圧力下で観測された。さらに、これらの電気抵抗測定で得られた転移点をもとにP-T相図も作成し、これまで報告された相図とほぼ一致することを確認した。

ところでTMTSF系の有機超伝導体において、低温(0.1 K)まで H_{c2} が測定されているが、BCSのパウリ超伝導極限の3~4倍の H_{c2} 値を示し、飽和現象がみられないと報告されている。本研究ではa軸、b'軸、c*軸の3軸に平行にかけた磁場中でそれぞれ電気抵抗測定を行い超伝導転移温度に対する影響を調べ、H-T相図を完成させた。またGLのコヒーレンス長を各軸に対して求め、その値からこの系は異方的三次元超伝導体であることが示唆された。