

# 論文審査の結果の要旨

氏名 狩野 みか

本論文は、小型超高压セルの開発とそれを用いた有機超伝導体テトラメチルテトラシアフルバレン (TMTTF) 塩の高磁場・低温下での輸送特性の研究に関するものであり、5章から構成されている。

第1章は序論である。本研究の対象である TMTTF 塩および硫黄をセレンに置き換えたテトラメチルテトラセレナフルバレン (TMTSF) 塩は、強い異方性をもつ有機導体であり、BEDT-TTF 塩と並ぶ代表的な有機超伝導体である。TMTSF 塩に関しては、パウリ限界を超える上部臨界磁場が先行研究で観測されており、スピン・トリプレット超伝導体の可能性が示唆されている。これに対して、TMTTF 塩に関しては、化学圧力の違いから超伝導相の出現に必要な圧力が高く、磁場中での測定が行われていなかった。本章では、こうした研究背景に関する記述とともに、物理圧力と化学圧力が必ずしも等価でないことに由来する本研究の意義と目的が述べられている。

第2章では、実験技術について述べられている。これまで主として用いられてきた圧力発生装置であるピストンシリンダーは発生圧力が 4GPa 程度と低く、またキュービクアンビル高压発生装置はその大きさのため高磁場や低温下での測定に不向きである。そのため、本研究ではターンバックル式超小型ダイヤモンドアンビルセル (DAC) の開発が行われた。オリジナルはフロリダ州立大学の Tozer 氏によるものであり、論文提出者も同氏の指導を受けているが、論文提出者を中心とした工夫の結果、発生圧力を 10GPa 近くまでに引き上げることができた。また、試料空間が小さいことから試料のセッティングは困難を極めるが、論文提出者は非常に高い水準の技術開発を行い、有機導体試料の4端子電気抵抗測定技術を確立させた。これらの技術は、汎用性が非常に高く、今後の研究の発展に大きく貢献するものとして高く評価できる。

第3章では、 $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$  および  $(\text{TMTTF})_2\text{SbF}_6$  の高压下における電気抵抗測定の結果が述べられている。温度領域が 0.5 ケルビンまで拡張されたため、超伝導のオンセットだけではなく、 $(\text{TMTTF})_2\text{SbF}_6$  では初めてとなるゼロ抵抗の観測に成功した。また、a 軸方向、b' 軸方向、c\* 軸方向の3方向に対して超伝導転移温度が磁場の増加とともに減少することを  $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$  と  $(\text{TMTTF})_2\text{SbF}_6$  のそれぞれについて観測した。

第4章では、第3章の測定結果に基づいた考察が述べられている。 $(\text{TMTTF})_2\text{PF}_6$  に対して得られた温度圧力相図を、キュービクアンビル高压発生装置を用いた先行研究の結果と比較することにより、本測定における高い静水圧性が確認されている。上部臨界磁場に関しては、超伝導を壊す機構およびクーパー対のスピン状態に対していくつかの可能性を考慮して議論が行われている。最も大きい a 軸方向の上部臨界磁場は、スピ

ン・シングレット状態を仮定した場合にパウリ限界から期待される値と同程度になるが、パウリ限界に基づく破壊機構だけでは、圧力依存性などが説明できない。また、軌道効果による破壊機構を仮定してコヒーレンス長を3つの方向に対して見積もり、異方性に関する議論も行われている。現段階では統一的な理解には至っていないが、本研究により大きな前進が得られたと評価できる。

第5章では、以上のまとめと今後の課題が述べられている。

なお、本論文は上床美也氏、糸井充穂氏、森初果氏、中村敏和氏との共同研究であるが、画期的な圧力装置の開発、高度な技術を要する電気抵抗用試料のセッティング、高磁場・低温下での電気抵抗測定、データ解析は全て論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上の理由により、博士（理学）の学位を授与できると認める。