

氏名	岩崎 義己	
学位の種類	博士 (理学)	
学位記番号	第 6181 号	
授与報告番号	甲 3486 号	
学位授与年月日	平成 27 年 6 月 30 日	
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者	
学位論文名	Determination of the Superconducting Gap Structure of (DMET)₂I₃ by Thermal Conductivity Measurement in Magnetic Fields (磁場中熱伝導度測定による (DMET)₂I₃ の超伝導ギャップ構造の決定)	
論文審査委員	主査 教授 手木 芳男	副査 教授 小栗 章
	副査 准教授 吉野 治一	

論文内容の要旨

擬一次元有機超伝導体(DMET)₂I₃ (DMET = dimethyl(ethylenedithio)diselenadithiafulvalene)は常圧で超伝導転移($T_c = 0.47$ K)を起こす。また、(DMET)₂AuI₂は圧力誘起超伝導体($T_c = 0.55$ K, $p_c = 0.5$ GPa)であり、常圧下ではSDW転移($T_{SDW} = 16$ K)を起こす。DMET塩は直線型アニオンを変えることによる化学圧で金属・SDW・超伝導など、常圧下の基底状態が変化する興味深い系である。

本論文では三つの研究について述べる。(1) (DMET)₂I₃は類似物質である(TMTSF)₂ClO₄ (TMTSF = tetramethyltetraselenafulvalene)と異なり低温まで構造相転移がないため、超伝導転移温度直上でも単純な一對のフェルミ面が実現される、良質な電子物性研究の舞台である。本研究では、擬一次元有機超伝導体(DMET)₂I₃における超伝導ギャップ構造の解明を目的とした、定常絶対法熱伝導度測定システムの作成に成功した。本論文では、装置開発の詳細と室温から約 10 K までの(DMET)₂I₃の熱伝導度について述べる。(2) (DMET)₂AuI₂は過去の熱電能測定において、約 100 K という高温から T_{SDW} (= 16 K)にかけて、金属的な温度依存性からずれる熱電能増加の振る舞いが報告されていた。一方、類似塩(TMTSF)₂PF₆では、 T_{SDW} (= 12 K)直上の熱電能増大が報告されており、これはSDWゆらぎと考えられていた。本研究では、(DMET)₂AuI₂の熱電能における非常に高温からの前駆現象が、SDWゆらぎ、もしくは、他の機構によるものかを調べるために、熱伝導度測定を行った。その結果、フォノン熱伝導度において 100 K 付近に異常は見られなかった。このことは熱電能における高温からの前駆現象がSDWゆらぎのような電子系に起因することを支持している。さらに、本研究によって初めて、70 Kにおけるフォノン熱伝導度の異常が観測された。本論文では、有機伝導体におけるドナーとアニオンのそれぞれの副格子に由来するフォノンの寄与を仮定することで、この特徴的な熱伝導度の振る舞いを解析した。(3) これまでに報告のなかったTMTSFと直線型アニオンI₃から構成される新規低次元有機導体の合成に成功した。本論文では、これら新物質の合成方法と結晶構造解析の結果について述べる。

論文審査の結果の要旨

本研究の最終的な目標は、擬一次元有機超伝導体(DMET)₂I₃の熱伝導度を超伝導状態の0.5 K以下で測定し、その磁場方位依存性から超伝導ギャップの構造を明らかにすることであり、これに向けて測定システムの開発および関連物質の熱伝導度測定を行った。(DMET)₂I₃などの有機伝導体の単結晶の多くは、長さが約 1 mm かつ脆いため、金属や酸化物などの無機物と比較して、熱伝導度測定の難易度が非常に高い。熱伝導度決定のためには、試料上の温度勾配を測定する必要があるが、従来は2対の熱電対を用いて測定を行っていた。しかし、熱電対は低温で感度が急激に小さくなることと、磁場中では熱起電力が較正テーブルと著しく異なる値を示すことから、本研究の目的には適さない。そこで、本研究では、商用としては最小クラスの微小チップ抵抗($0.4 \times 0.2 \times 0.013$ mm³)を温度計として利用して絶対法で熱伝導度を決定するシステム(試料ホルダーおよび測定用ソフトウェア)を開発した。さらに、このシステムを用いて、(DMET)₂I₃および同様の結晶構造を持ちながら 16 K 以下で絶縁体となる(DMET)₂AuI₂について、熱伝導度の温度依存性の測定に成功した。従来型の試料ホルダーも必要に応じて併用することで、特に(DMET)₂AuI₂については、相転移が起きる 16 K とは異なる 25 K および 70 K に、電気物性(電気抵抗率や熱電能)には見られない特異な異常が生じることを初めて見だし、これをDMETおよびAuI₂それぞれからなる副格子のモデルに基づいて説明することに成功した。(DMET)₂I₃のギャップ構造の決定には至らなかったが、類似物質についての新規で重要な知見を明らかにすることができた。本論文によって示された研究内容は、固体化学・固体物理学の発展に寄与するものである。よって、博士(理学)の学位に値するものと審査した。