

2021年度 各務記念材料技術研究所共同研究報告書

研究課題名	トポロジカル熱電変換材料の探索
重点課題	III-C 省エネルギー物性
新規・継続	継続
研究代表者	スズキ タケヒト
氏名	鈴木 健士
所属機関・ 部局・職名	東邦大学理学部物理学科 講師

研究目的

結晶において実現する運動量空間における電子バンドの交差は、その交差点近傍が創発的な準粒子として振舞い、種々の特異的な物性を示す事が知られている。その中でも、高い効率の熱電変換特性は、省・創エネルギーの応用的観点から重要となるが、先行する理論的研究に対し、実験的な手法による研究や物質開発については僅かな進展しか得られていない。本研究では、特徴的な電子バンド交差を持つ物質の純良単結晶試料の育成と熱電変換特性量の測定までを一貫して行う実験的研究を展開し、当該物質群の熱電変換材料実現に向けた知見を得る事を目的とする。

実験内容と研究成果

(応募時の申請で掲げた予想成果に対し、どこまで達成できたかを明記してください。)

本研究では、三方晶の対称性を持つ層状 γ -PtBi₂を対象物質として、実験的な手法による熱電変換特性の解明に取り組んでいる。 γ -PtBi₂はその結晶対称性により、2重縮退したバンドと非縮退のバンドが交差する点を運動量空間に持つ事が知られている。これまでに、線形分散するバンドの交差を持つディラック半金属やワイル半金属では、僅かな研究例しか未だ報告されていないものの、特に磁場下において高い熱起電力を示す事が明らかになりつつある。本研究で対象とする γ -PtBi₂においても同様に高い熱起電力を有する事が期待され、その熱電変換効率をバンド交差点の物理の観点から明らかにする研究を展開している。

これまでに PtBi₂ 単結晶試料の育成に成功しており、その磁化測定で得られた量子振動の解析から、バンド交差点の物理を最も顕著に観測するためには、系に電子をドーピングする必要がある事が明らかになっていた。これを踏まえ、本年度は化学置換により電子ドーピングを行った試料の育成を行った。その中で、Pt を電子数が 1 つ多い Au で置換する事により系に電子がドーピングされる事をねらった (Pt_{1-x}Au_x)Bi₂ については大型単結晶試料の育成に成功し、磁場中における電気抵抗率の測定から、Pt と Au の固溶によると考えられるキャリア移動度の低下が観測された。当初はドーピングされた電子の定量的評価まで行う事を想定していたが、その為には現有装置に含まれるノイズを低減する必要がある事が分かり、現在測定装置系の改良を行っている。

また、本年度中に行う事を計画していた PtBi₂ の単結晶試料の熱電変換特性の測定については、測定に用いるクライオスタットの試料ホルダー部を新たに作製し、現在標準試料を用いた動作チェックにむけた準備を行っているところであり、動作確認後直ちに育成した PtBi₂ 及びその化学置換系の測定を行う予定である。

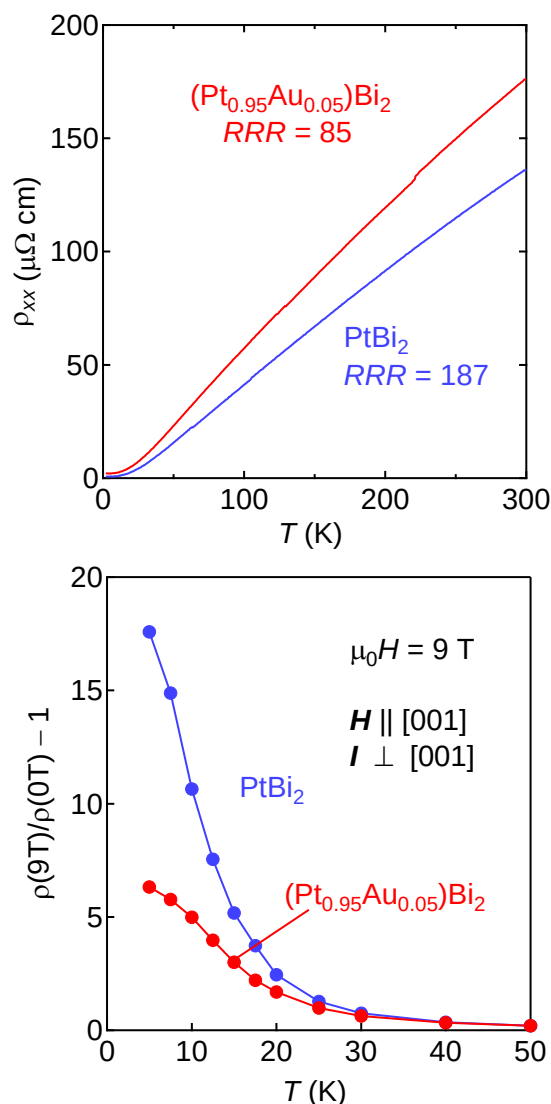


図. (Pt_{1-x}Au_x)Bi₂ の(上)電気抵抗率温度依存性及び(下)9 T の磁場中における磁気抵抗の温度依存性

研究成果の公表状況 (論文、国際・国内会議、学会発表、特許等の知財)

[学会発表]

1. 服部央弥, 福原迅士郎, 赤星大介, 勝藤拓郎, 鈴木健士 “三重縮退点を有する PtBi₂ における輸送特性” 日本物理学会第 77 回年次大会, 15pPSH-33, 2022 年