

論文 / 著書情報  
 Article / Book Information

題目(和文)	強いスピン軌道相互作用を持つ層状ビスマス化合物の単結晶における超伝導および磁気輸送特性
Title(English)	Study on Superconducting and Magnetotransport Properties in Single Crystals of Layered Bismuth Compounds with Strong Spin-orbit Coupling
著者(和文)	大川顕次郎
Author(English)	Kenjiro Okawa
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10422号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:笹川 崇男,東 正樹,中村 一隆,舟窪 浩,吉本 護
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10422号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	大川 顕次郎	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	笹川 崇男		准教授	吉本 護	教授
	審査員	東 正樹		教授		
		中村 一隆		准教授		
舟窪 浩			教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on Superconducting and Magnetotransport Properties in Single Crystals of Layered Bismuth Compounds with Strong Spin-orbit Coupling (強いスピン軌道相互作用を持つ層状ビスマス化合物の単結晶における超伝導および磁気輸送特性)」と題して英文で書かれ、全7章から構成されている。

第1章の「General Introduction」では、スピン軌道相互作用が強く働くトポロジカル絶縁体を代表とする相対論電子系において、これまでビスマス化合物を中心に物質開拓が発展してきた背景をまとめている。本研究の目的である金属相におけるトポロジカル電子相の開拓の現状と課題を踏まえ、新たに半金属ベースの物質開拓指針を提案し、3種類の層状ビスマス化合物を対象とした経緯を説明している。

第2章の「Theoretical Background」では、本研究で扱う強いスピン軌道相互作用が誘起する物性、特に超伝導と磁気輸送特性について、基礎的な理論背景をこれまでの候補物質と共にまとめている。

第3章の「Experimental Techniques」では、本研究に用いた単結晶育成法と諸物性測定法を説明している。

第4章の「Noncentrosymmetric Superconductor with Large Rashba Split Bands,  $\alpha$ -PdBi」では、空間反転対称性の破れた結晶構造を持つ超伝導体 $\alpha$ -PdBiについて、精密組成制御した単結晶を用いた極低温物性測定、電子構造評価の結果をまとめている。結晶構造の再検討から $\alpha$ -PdBiがランジュバ型極性層状構造を持つ稀な超伝導体であることに着目し、電子構造評価からはフェルミレベル近傍での顕著なランジュバ分裂の存在を確認している。極低温での磁場下抵抗率測定から超伝導磁気相図を決定し、 $T_c$ 近傍に現れるキングの振る舞いが試料への僅かな乱れの導入により消失することを明らかにして、非従来型超伝導の可能性を議論している。

第5章の「Centrosymmetric Superconductor with Topological Surface States,  $\beta$ -PdBi<sub>2</sub>」では、層状超伝導体 $\beta$ -PdBi<sub>2</sub>についての結果をまとめている。スピン軌道相互作用により波数空間全面にバンドギャップが開くことに注目し、電子構造評価からトポロジカル表面状態の存在を確認している。 $\beta$ 相の単相単結晶の育成に成功し、不純物置換効果などからバルク超伝導状態の検証を行い、議論している。 $\alpha$ -PdBiと合わせて半金属ベースのトポロジカル超伝導体の新たな候補物質であることから、Appendixに同様の視点から見出した層状超伝導体PdTe<sub>2</sub>の結果についてもまとめている。

第6章の「Compensated Semimetal with Hidden 3D-Dirac Bands, InBi」では、非磁性半金属InBiの磁気輸送特性と電子構造についてまとめている。低温において10000%を超える巨大磁気抵抗を観測し、その起源について、two-band modelを用いた試料依存性の考察から、高いキャリア移動度の寄与を明らかにしている。さらに電子構造評価から、強いスピン軌道相互作用により特定の結晶対称点に現れる3D-Dirac分散が高移動度をもたらすことを見出し、新たな3D-Dirac半金属の設計指針となることを述べている。

第7章の「General Conclusions」では、本論文を通して得られた結果に関して総合的な議論を行い、本論文を総括するとともに、この分野における将来展望を述べている。

以上を要するに、本論文は新たに半金属ベースの物質設計指針を掲げることで、トポロジカル金属相における物質の多様性の拡張を、層状ビスマス化合物を用いて実験的に明らかにした点で、理学上ならびに科学技術上貢献するところが大きい。よって博士(理学)の学位論文として十分価値があるものと認められる。