

所属・資格 物理学科・教授

申請者氏名 石田 浩

研究課題		異なるトポロジカル物質相界面でのエッジ状態の研究
報告の概要	研究目的 および 研究概要	本研究の目的は、2つの異なるトポロジカル物質相を考え、その境界に出現するエッジ状態の振舞いを理論的に調べることである。例えば、ワイル半金属表面では、正負のワイル点を表面ブリルアン域に射影した2点間にフェルミアークが形成することが知られているが、2つの異なるワイル半金属の界面においては、左側の物質のワイル射影点と右側の物質のワイル射影点を結ぶフェルミアークが出現する可能性もある。研究の方法としては、平成29年度に開発した局在基底関数を用いたエムベディングポテンシャルを利用する。2物質相界面での1電子Green関数を計算することにより、界面に局在したエッジ状態の振舞いを解明する。
	研究の結果	トポロジカルな物質群の一つであるワイル半金属では、伝導バンドと価電子バンドが、3次元ブリルアン域内の有限個の点（ワイル点）でのみ接する。ワイル点付近の電子準位は3次元ディラックコーンで近似でき、正または負カイラリティを持つ。ワイル半金属の表面・界面においては、界面準位の2次元フェルミ面が、2次元ブリルアン域内で閉曲線を作らず、正負のカイラリティを持つワイル射影点を結ぶ弧（フェルミアーク）を形成する。本研究では、2つの異なるワイル半金属の界面に生じるフェルミアークのトポロジーを理論的に調べた。その結果、「研究目的」で記したとおり、それぞれのワイル半金属のワイル射影点の位置とカイラリティに依存して、フェルミアークが、一方の物質の2ワイル射影点を結ぶ場合と、2物質のワイル射影点をつなぐ場合があることを示した。前者では2物質間に電流は流れず、後者では界面フェルミアーク状態を通じて2物質間に伝導チャンネルが形成される。
	研究の考察・反省	本研究では、簡単な強結合2バンドモデルでワイル半金属を表した。今後は、第一原理計算により、TaAsなどの現実の物質に対して、2物質界面におけるフェルミアーク状態を調べる必要がある。また、2物質間にバイアス電圧を加えたときに、フェルミアークを介して2物質間を流れる電流、スピン流に関する理論を構築したい。
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所  研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	<p>※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。</p> <p>研究成果物（論文リスト）</p> <p>(1) R. Arafune, N. Takagi, and H. Ishida, "Spin-orbit interaction in unoccupied surface states", <i>Progress in Surface Science</i>, 査読有, Vol. 93, 2018, 177-188.</p> <p>(2) H. Ishida, "Bulk versus surface contributions to the Rashba spin splitting of Shockley surface states", <i>Phys. Rev. B</i>, 査読有, Vol. 98, 2018 205412 [1-8].</p> <p>(3) H. Ishida and A. Liebsch, "Fermi arc engineering at the interface between two Weyl semimetals", <i>Phys. Rev. B</i>, 査読有, Vol. 98, 2018, 195426 [1-6].</p>	