

MERIT 企業インターンシップ（国内）報告書

工学系研究科電気系工学専攻

7期生

瀧口耕介

採用期間

2019年5月—2020年3月

受け入れ先

NTT 物性科学基礎研究所 機能物質科学研究部 低次元構造研究グループ

概要

上記の期間において、神奈川県厚木市の NTT 物性科学基礎研究所において超高品質強磁性酸化物薄膜の伝導特性に関して研究インターンシップを行った。受け入れ先は同研究所所属の若林勇希博士である。若林氏は MERIT プログラム 2 期生であるとともに、ペロブスカイト酸化物結晶成長の専門家である。

研究内容

近年トポロジカル物質と呼ばれる物質群が物性科学分野で特に注目を集めている。「トポロジカル」という用語は日本語で言うところの「位相幾何学の」という意味にあたるが、物性分野では材料中のエネルギーバンドにこの幾何学的な性質を当てはめる。このトポロジカルな性質をうまく電気伝導中で使うことができた場合、きわめて低い消費電力でかつ超高速の電子デバイスを実現できるのではないかと考えられている。

本研究では、トポロジカル物質のなかでもワイル半金属と呼ばれる物質に着目した。ワイル半金属中では、そのエネルギー分散が線形な領域が存在し、かつそこをフェルミレベルが横切っている。この領域の電子あるいは正孔は質量を 0 とみなせるため、超高速の（正確に言うときわめて高い移動度の）電気伝導を生じさせることができる。

強磁性ペロブスカイト酸化物 SrRuO_3 は、1950 年ごろから研究されてきた長い歴史を持つ材料である一方で、近年理論、実験の両方からワイル半金属ではないかという予測がなされてきた。しかしながらこれまで、その直接的な証拠はなかった。これは、結晶成長中における外因的な要因、例えば不純物や欠陥がそのワイル半金属の証拠の観測を妨げていたためである。そこで本研究では分子線エピタキシー法において、機械学習と電子衝撃発光分光法を用いることで、最適な結晶成長条件ときわめて安定したソースフラックスを実現することで、世界で最もよいクオリティの単結晶薄膜を得ることに成功した。この試料を

ホールバー形状に加工し、磁気伝導測定を行った。その結果、非飽和の正の線形な磁気抵抗、高い量子移動度、軽い有効質量、カイラル異常、ベリー位相による量子振動の π 位相シフトといったワイル半金属固有の伝導現象を観測することに成功した。これにより SrRuO₃ がワイル半金属の一つであることが示されたといえる。酸化物磁性体がワイル半金属であることと示された例は世界初であり、酸化物を用いたトポロジカル物性という点でも非常に重要な研究成果となった。

謝辞

本インターンシップを実施する機会をくださった NTT 物性科学基礎研究所に感謝申し上げます。特に、NTT 物性科学基礎研究所機能物質科学研究部長 山本秀樹博士及び同部 低次元構造研究グループリーダーである谷保芳孝博士、受け入れ研究員である若林勇希博士、他グループメンバーの皆様には大変お世話になりました。また、本インターンシップを実施するきっかけを与えてくださった MERIT プログラム、本インターンシップを実施することを快諾してくださった指導教員の田中雅明教授、本インターンシップの実施を承認してくださった副指導教員の石坂香子教授に感謝いたします。