

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	打田 正輝
研究機関名	東京工業大学
所属部署名	理学院 物理学系
役職名	准教授
研究課題名	極限エピタキシー技術が拓く量子輸送の物理
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

研究成果の概要

酸化物分子線エピタキシー技術の進展は、 Sr_2RuO_4 におけるエキゾチック超伝導状態や SrRuO_3 における量子振動現象に代表されるように、ルテニウム酸化物をはじめとする遷移金属酸化物について、電子相関が強く関与した量子輸送状態の研究を可能にしてきた。一方で、 Sr_2RuO_4 及び SrRuO_3 は Ruddlesden-Popper 型ルテニウム酸化物の両極限に位置しており、その間にはさらに多様な量子相を示す物質が報告されている。本研究では、その間の典型物質に相当する $\text{Sr}_3\text{Ru}_2\text{O}_7$ について、分子線エピタキシー成長により高品質薄膜を作製し、基板からのエピタキシャル歪みが誘起する強磁性基底状態の観測に成功した。第一原理計算で評価した交換相互作用の変化からも、 c 軸長の圧縮と強磁性の誘起に密接な関係があることが示された。

また、磁性ワイル半金属 EuCd_2Sb_2 薄膜の磁気輸送特性を広いキャリア濃度範囲にわたって系統的に測定することにより、ベリー曲率の効果が磁気抵抗にも現れることを明らかにした。 EuCd_2Sb_2 薄膜においては、反強磁性基底状態から強制強磁性状態に向かってスピンの傾きが徐々に傾く単純な磁化過程を示すにも関わらず、異常ホール抵抗及び磁気抵抗において非単調な磁場依存性が観測されていた。本研究では、ベリー曲率を含む一般化された磁気伝導度の式を用いることで、磁気抵抗における正のハンプ構造が、ベリー曲率と磁場に線形に依存する項に由来していることを明らかにした。この項の寄与は通常小さいがタイプ II の磁性ワイル半金属のようにワイルコーンが大きく傾いている場合に顕著になると期待され、実際にそのような分散を持つ EuCd_2Sb_2 において強く現れることが示された。