

2022 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	2022 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

磁性ワイル半金属では、磁性とトポロジーの相互作用により、巨大な異常ホール効果をはじめとする興味深い磁気輸送現象が現れる。この内因性異常ホール効果は、電子が占有するバンドにおけるベリー曲率の積分で決まるため、フェルミエネルギーの位置に強く依存する。特に、磁性ワイル半金属では、理想的にはワイル点に対応するエネルギーで異常ホール伝導度が最大になると期待される。一方で、従来の磁性ワイル半金属の多くは複雑なバンド構造を持ち、キャリア密度も高いため、そのようなエネルギー依存性は明らかにされていなかった。

そこで、本研究では、磁性ワイル半金属 EuCd_2Sb_2 に着目した。本物質は、フェルミエネルギー近傍で単純なバンド構造を持ち、キャリア密度も低いため、ワイル点に由来した内因性異常ホール効果のフェルミエネルギー依存性を実験的に調べるのに理想的な系であると考えられる。しかしながら、薄膜成長が極めて難しいため、そのようなフェルミエネルギー依存性の研究はこれまで行われていなかった。本研究では、分子線エピタキシー法による EuCd_2Sb_2 単結晶薄膜の作製に初めて成功し、異常ホール効果の系統的な測定を行った。成膜時のフラックス条件を調節し、さらにゲート電界効果の実験を行うことで、非常に広い領域でキャリア密度を制御しながら異常ホール効果を測定することに成功した。その結果、異常ホール伝導度が EuCd_2Sb_2 バルクと比べて大幅に増大し、特にワイル点に対応すると考えられるフェルミエネルギーにおいて鋭いピーク構造を示す振る舞いが明らかになった。