

創発的研究支援事業

終了報告書

研究担当者	安藤 和也
研究機関名	慶應義塾大学
所属部署名	理工学部
役職名	准教授
研究課題名	角運動量流電子技術
研究実施期間	2021年4月～2022年6月10日

研究成果の概要

スピン軌道相互作用とスピン流を中心とした近年のスピンエレクトロニクス（スピントロニクス）の基盤としてスピンホール効果がある。スピンホール効果は、電流と直交する方向にスピン流が誘起される現象であり、スピン流に起因する新現象・新機能発現の鍵となっている。スピンホール効果の微視的な起源は、古くから知られる強磁性体中の異常ホール効果と同様にスピン軌道相互作用にある。これまでの長い物性研究の歴史の中で膨大な実験データが蓄積されてきた異常ホール効果に関しては、ホッピング伝導領域からバンド領域に及ぶ極めて広範囲の伝導領域において、電気伝導度に対する異常ホール伝導度の物質に依存しない普遍的なスケールリングの存在が見出されてきた。このことは、物質のバンド構造に起因する内因性機構と不純物散乱に起因する外因性機構によるスピン依存伝導現象の本質的理解へとつながった。一方、スピンホール伝導度に関してもバンド伝導領域で同様のスケールリング則の存在が近年示唆されはじめたが、ホッピング伝導が支配的となる絶縁領域まで含めたスピン流の一般的振る舞いは未解明であった。本研究は、代表的なスピンホール物質であるPtの酸化レベル制御により、これまで未開拓であったホッピング伝導領域におけるスピンホール効果の振る舞いを明らかにした。これにより、バンド伝導領域からホッピング伝導領域にわたる広範囲の伝導領域において、異常ホール効果と同様のスケールリング則がスピンホール効果に対しても成り立つことが初めて明らかになった。これまでのスピン流研究は実験・理論ともに電気伝導度の高いバンド伝導領域に集中しており、スピントロニクス現象の理解はこの領域に限られてきた。本成果は、バンド伝導・ホッピング伝導と本質的に異なる伝導機構が支配的となる系におけるスピン流物性に関する系統的知見を初めて与えたものであり、今後、スピン流量子物性の体系的理解の基盤となることが期待される。