

2024 年度年次報告書

光でつなぐ情報と物理の融合分野の開拓

2024 年度採択研究代表者

森 亮

東京大学 物性研究所

助教

光トポロジカルスピンエキシトニクスの開拓

研究成果の概要

本研究は、光照射下における非平衡条件で強相関電子系を自在に操り、トポロジカル電子状態やスピン・磁性自由度が織り成す複合量子現象を広く開拓することを最終目標としている。具体的には、超短パルス光でキャリア・スピン・格子を同時励起し、時間分解分光でその協奏的ダイナミクスを可視化することで、従来の熱平衡物性では得られない量子相転移や輸送特性を引き出す研究基盤を構築する。その一環として、光による非平衡条件下でのエキシトン状態の生成と、トポロジカル電子状態との相互作用により生じる新奇な光誘起量子相の実現を目指す。

今年度は、 Bi_2Te_3 トポロジカル絶縁体を対象に、光励起条件(温度・フルエンス)の最適化と時間・角度分解光電子分光(trARPES)を用いた詳細なバンド構造解析を行い、トポロジカル表面状態(TSS)のバンドフラットニングやバックベンディング、バルクバンド分散の **Mexican-hat** 形状への変化といった特徴的なバンド再構成を観測した。これらの現象は、光誘起によって引き起こされたエキシトニック効果、特に電子と正孔ペアの凝縮状態に由来する可能性が考えられる。これは光による量子凝縮状態の実現に向けた重要な進展であると考えられる。これらの成果は今年度に査読論文として投稿し、来年度早期に掲載される。

今後は、こうした成果を起点として、光による強相関電子系の動的制御を推進し、トポロジカル状態やスピントロニクス、情報デバイス応用への展開を視野に入れ、さらに磁性体との相互作用を含む多体系の光制御という新たな方向性にも挑戦していく。これらの研究を進めるためには、既存の装置では実現不可能な計測精度・制御性が必要であり、必要な実験系をゼロから立ち上げる体制を構築し、光誘起多体効果の新展開に挑戦する。