

2024 年度
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	速水 賢
研究機関名	北海道大学
所属部署名	大学院理学研究院
役職名	教授
研究課題名	多極子表現論の深化と機能物性の開拓
研究実施期間	2024 年 10 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

相関電子系では、固体中での電荷・スピン・軌道といった電子がもつ内部自由度間の複雑な競合・協奏に由来して多彩な物性現象が現れるが、より広い視点から俯瞰すると、異なる研究領域にまたがる多くの事柄が多極子という概念によって統一的に記述されることが理解されつつある。本研究の目的は、様々な時空間スケールのもとで現れる電子自由度やそれらの秩序化により発現する新規量子相を、完全性を満たす正規直交基底である多極子基底を用いて系統的に分類・整理することでミクロな多極子に基づいた電子物性表現論を構築・深化することである。本年度においては、非従来型の高極子を伴う秩序状態の発現機構およびそれらが示す新奇な電磁気応答現象に関する知見を得ることを目指した。また、磁気スキルミオン相のような複雑な磁気構造を示す秩序状態において誘起される多極子モーメントについて詳細に調べた。具体的な研究成果を以下に示す。(1) 正方格子上の磁気スキルミオンおよび磁気渦の発現に伴う多極子モーメントの理論、(2) 機械学習を援用したトポロジカル磁性体の効率的探索手法の確立とそれを利用した正方格子型磁気スキルミオン相の新しい安定化機構の発見、(3) 摂動論と数値計算を用いた電気トロイダル双極子モーメントを伴うフェロアキシシャル秩序における電子秩序変数の微視的起源の解明、(4) 電気トロイダル単極子を伴うカイラル系が示す周波数が非対称な非線形光学応答の理論解析、(5) 体心立方格子上で発現する 4 重 Q 磁気スキルミオン相の安定化機構、(6) 交替的なジャロシンスキー・守谷相互作用を有する 2 層系において現れる磁気スキルミオン相の安定化機構、(7) フロッケ理論を用いた円偏光照射による双極子モーメントの空間パリティスイッチングの解析、(8) スピン軌道相互作用とスピン電荷相互作用の競合により発現するゼロ磁場下での正方格子型磁気スキルミオン相の安定化機構。