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	蘆田祐人
研究機関名	東京大学
所属部署名	理学系研究科
役職名	准教授
研究課題名	量子多体物理と量子光学の融合で探る強結合開放系の物理
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

研究成果の概要

2 年度目となる 2024 年度は、昨年度に得られた成果をベースに研究を発展させつつ、次年度以降のフェーズで行う予定の研究に向けた準備期間も兼ねた。特に、今年度に予定していた課題を進めるとともに、今後を見据えたサーベイにも重点をおきながら研究を進めた。この過程で、具体的には以下に挙げる成果を得た。(1)対称性に守られた 2 次元トポロジカル相におけるデコヒーレンスの影響を解析的に評価した。特に、デフェージングノイズを受けたクラスター状態の密度行列を量子情報量の観点から特徴づけ、あるノイズ強度で相転移を示すことを明らかにした。(2) hBN に代表される双曲分散を持つファンデルワールス物質で形成された「誘電体共振器」を、モアレ物質の物性制御へ応用する可能性を理論的に検討した。特に、ツイスト角や共振器における光物質強度を調整することで、スピン液体相などが実現できる可能性を指摘した。(3)共振器閉じ込めが近藤効果に与える影響を理論的に検討した。特に、磁性体不純物がプラズモニック共振器に閉じ込められた系をモデル化し、変分計算と摂動的繰り込み群により共振器により近藤効果が増強されることを明らかにした。(4) 非線形系の運動方程式を一般化された固有値方程式とみなすことで、従来のバンドトポロジーの概念を非線形問題に拡張する理論研究を行った。(5)局所的な測定下の量子臨界状態において、系と環境の間の量子もつれが示す普遍的な性質を、場の理論を用いて明らかにした。(6) 東大の小林研介研究室と協力して、NV センターの実験系に機械学習を応用することで、温度測定の精度を向上する研究を行った。(7)開放量子系の分野で発展している混合状態相の考え方を、フォノン環境と強く相互作用する電子系に拡張した。特に、フォノン環境との結合強度がある閾値を超えると、電子系の縮約密度行列が相転移を示すことを明らかにした。以上の成果は複数の論文としてまとめ、国際誌から出版された。また国内外での招待講演やセミナーなどを通しても発表された。特に、2 月にカブリ理論物理学研究所（KITP）で開かれた Cavity QED materials に関する滞在型研究会では、招待講演を行うとともに、本課題と密接に関係する研究コミュニティーの研究者と議論・交流を活発に行い、当該分野の研究者ネットワーク構築につとめた。