

2024 年度年次報告書

量子・古典の異分野融合による共創型フロンティアの開拓

2024 年度採択研究代表者

日置 友智

東京大学 大学院工学系研究科

助教

マグノン量子光学による新奇量子系の創成

## 研究成果の概要

今年度は、マグノンの連続変数量子状態の実現を目指し、縮退・非縮退パラメトリック励起に必要なマイクロ波パワーの低減条件を室温下で探索した。また、マグノン間の量子エンタングルメントを生成するため、異なるマグノンモード間での相関の形成を実験的に確認した。これらの成果を翌年度以降、極低温環境下で再現するために、希釈冷凍機へのマイクロ波システム導入と周辺機器のセットアップを進めている。

まず、パラメトリック励起に必要なマイクロ波パワーを低温実験に向けて低減するため、試験用の単結晶薄膜試料を調達し、マイクロ波アンテナを形成して印加実験を行った。その結果、低入力パワー領域で励起が立ち上がる外部磁場条件が見いだされた。この結果は現時点で 1 つの試料においてのみ確認されており、今後、再現性の検証を行う予定である。さらに、低温実験に向けて、希釈冷凍機内にマイクロ波通過路、低雑音アンプ、適切なケーブルを設置し、サンプルパッケージの最終調整を完了した。来年度には、極低温環境下でのパラメトリック励起を実施し、室温での知見を適用して実験を行う。

次に、量子エンタングルメント獲得の鍵となる「マグノン伝搬の非相反性」と「二つのモード間相関」の形成を検証するため、代表的な磁性薄膜を用いた原理実証実験を実施した。マグノンは薄膜磁性体試料中では薄膜の上下面に局在する性質がある。この実験では、薄膜表裏に局在する二つのモードを同時に励起し、磁場依存性測定を通じて非局所相関を測定した。今後は、得られた実験手法を希釈冷凍機内に移行し、縮退・非縮退パラメトリック励起によって生じる量子相関を定量的に評価する。また、極低温実験を実施する予定の理化学研究所における量子科学研究をレビューする論文の共著者と一人となり、現在行っている研究に関連してマグノンの寿命を非線形相互作用によって延長する研究成果について報告した。