

2024 年度年次報告書

物質と情報の量子協奏

2024 年度採択研究代表者

橋本 顕一郎

東京大学 大学院新領域創成科学研究科

准教授

カイラル超伝導体の検証と異常音響電気効果の開拓

研究成果の概要

2024 年度は、誘電体ルチルを用いた GHz 帯の高 Q 値円偏波共振器を開発し、マイクロ波領域におけるホール伝導度の高感度かつ非接触な測定手法を確立した。具体的には、ハイブリッドカプラと呼ばれる位相差を導入できる結合器を用いて直線偏波から円偏波を生成し、さらに、誘電体を銅製共振器内に配置することで電磁場を共振器中央に閉じ込め、銅壁でのエネルギーロスを低減することにより、Q 値が 50 万に達する円偏波共振器を構築した。この共振器を用いて Bi 単結晶試料に対する測定を行い、マイクロ波領域におけるホール伝導度の計測に成功した(論文 1))。

さらに当該年度は、一般的に超伝導転移温度の低いカイラル超伝導体候補物質において、時間反転対称性の破れに伴う自発磁化の検出を目指し、希釈冷凍機温度で動作する円偏波共振器の構築を進めた。極低温下ではマイクロ波入力による発熱の影響が無視できず、入力強度を極限まで低減する必要があるため、信号をノイズに埋もれず取り出すための工夫が不可欠である。近年、超伝導量子ビットを扱う量子情報分野では、希釈冷凍機下で、微弱マイクロ波信号の高精度検出技術が高度に発展しており、低温アンプの活用により発熱を最小限に抑えつつ高感度な測定が可能である。このような背景を踏まえ、当該年度は量子情報分野の研究者と連携し、無冷媒冷凍機の各冷却ステージにアッテネータ、サーキュレータ、ローパスフィルタ、低温アンプを適切に配置した円偏波共振器システムを設計した。今後はこのシステムの構築と動作確認を行い、超伝導転移温度の低い Al をテストサンプルとして用い、マイクロ波照射による発熱の有無を評価する。発熱が十分抑えられていることを確認でき次第、カイラル超伝導体候補の測定を順次進め、自発磁化の検出を目指す。これらの取り組みにより、円偏波共振器を用いたカイラル超伝導体の自発磁化検出手法の確立を目指す。

【代表的な原著論文情報】

- 1) M Roppongi, T Arakawa, Y Yoshino, K Ishihara, Y Kinoshita, M Tokunaga, Y Matsuda, K Hashimoto, T Shibauchi, Microwave Hall measurements using a circularly polarized dielectric cavity. Rev. Sci. Instrum. **95**, 124704 (2024).