

2023 年度年次報告書
物質と情報の量子協奏
2023 年度採択研究代表者

佐々木 遼

理化学研究所 量子コンピュータ研究センター
基礎科学特別研究員

集積フォノンニック回路によるカイラル量子ネットワークの創出

研究成果の概要

本研究ではさまざまな物理系と結合するフォノン回路の開発を目指している。2023 年度はまず本研究課題全体の基本となるフォノン導波路構造の高品質化をめざした加工手法の改善を行なった。研究開始時に試験的に作製したデバイスでは、導波路構造の側壁表面が粗かったため、これがフォノン導波路の損失の原因の一つと想定した。滑らかな側壁を持つ導波路を作製するために、加工条件の見直しを行なった。導波路構造を作る際のエッチング条件やサンプル固定方法が構造の粗さに寄与することがわかり、より良い条件の探索を行なった。またエッチング後の処理工程なども見直すことで、従来よりも滑らかな側壁を持つ導波路を作れる条件を明らかにした。

また超伝導体の非相反効果とフォノンを結合させることを想定して、超伝導体の電流磁場応答に関する形状効果を調べた。非対称な構造をもつ超伝導細線の磁場印加下での電流応答を有限要素法をもちいてシミュレーションすると、形状の非対称性を反映した非相反性を持つことがわかった。これらは近年研究が盛んに行われている超伝導ダイオード効果の一つと見ることができる。このような非相反効果とフォノンとの結合を実験的に測定するために、冷凍機を導入し、低温でのマイクロ波測定系を準備した。

作製したフォノンデバイスの評価のためにフォノンの光学イメージング系を構築した。この系ではマイクロ波によってフォノンデバイスを駆動した際に表面に生じるフォノンの振動を、表面に集光したレーザーの反射の変調信号として読み出すことで、デバイス上のフォノンの空間分布を測定することができる。これによって導波路構造のフォノンの分布を調べることができ、損失の原因の解明を行うことができる。