

2023 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

2023 年度採択研究代表者

新田 龍海

東京大学 素粒子物理国際研究センター

特任助教

超伝導量子センサーと暗黒物質探索の共創的融合

## 研究成果の概要

2023 年度は、(1) 超伝導量子ビットの寿命の改善、(2) 高い Q 値を持つ共振空洞の開発、(3) 共振空洞の変調機構の開発の三点において研究を遂行した。(1) に関して、本さがけ採用前は超伝導量子ビットの構造を全てアルミニウムで作成していたが、現在主流であるキャパシタをニオブやタンタルなど異種金属で作製するプロセスを試した。スイス連邦工科大学ローザンヌ校の CMi 及び、沖縄科学技術大学院大学の共同利用装置を利用して、寿命(熱緩和時間: $T_1$ )は  $10\ \mu\text{s}$  程度とそれほど高くなく引き続き次年度も開発を必要とするが、安定した量子ビットの作製が可能なプロセスを確立したと言える。(2) に関して、同軸型共振空洞と呼ばれる電磁場に対して継ぎ目のない構造を持つ共振空洞を純度 99.999% のアルミニウム塊から削り出し、東京大学低温科学研究センターの極低温量子プラットフォームにてテストした。超伝導量子ビット及びそれを保持するサファイア基板を挿入した状態で共振の鋭さを表す Q 値は 100 万程度と、以前の 100 倍程度の性能を達成したことを確認した。(3) に関して、(2) で作製した同軸型共振空洞に金属の円環を挿入することで変調する機構を開発した。動作には極低温動作可能なピエゾアクチュエータを用い、円環はサファイアロッドで保持することにより、電磁場の漏れを抑えた。同プラットフォームでの測定により、4-7 GHz の周波数領域を変調できることを確認した。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Shion Chen, Hajime Fukuda, Toshiaki Inada, Takeo Moroi, Tatsumi Nitta, and Thanaporn Sichanugrist, Phys. Rev. Lett. 131, 211001, (2023)