

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

小川 和久

大阪大学 量子情報・量子生命研究センター
講師

常在 ZZ 相互作用を用いた大規模超伝導量子計算

研究成果の概要

超伝導量子コンピュータを 1,000qubit 以上に大規模化するにあたっては、①希釈冷凍機内の配線の混雑、②周波数衝突による qubit チップの歩留まりの低下、③室温マイクロ波制御装置の大容量化が問題となることが予想される。ここで 2qubit ゲートとして従来の交差共鳴ゲートではなく、siZZle と呼ばれるオンデマンドで ZZ 相互作用を増強する手法を用いることで、周波数衝突要件の緩和、室温マイクロ波装置への要求の緩和、周波数多重化の実現が連鎖的に起こり、上記 3 点の問題に対して効果的に対処できると予想される。そこで本研究ではこれを実験的に検証し、実験結果を元に、提案手法が 10,000qubit 規模の系を実現できる有効な手法となる事を示すことを目的としている。

本年度はまず、siZZle による 2qubit ゲートを高い忠実度で実現するためのパラメータ設計手法を考案した。siZZle による 2qubit ゲートは、先行研究では孤立した 2qubit に対するデモンストレーションは報告されているが、集積量子ビットチップでの主たる 2qubit ゲートとして用いるための設計方法は議論されていない。本研究では集積系で必ず存在する周辺 qubit との周波数衝突と常在 ZZ 相互作用の影響を考慮して、高い忠実度が実現するパラメータ設計法を見出した。

また、予備実験として現有する超伝導量子系を用いて siZZle による CZ ゲートを実現し、現在の系のコヒーレンス時間から算出されるコヒーレンス限界近い忠実度が実現できることを確かめた。

さらに、siZZle を周波数多重化するための配線割り当て方法を考案し、この理論は特許申請を行なった[特願 2023-194774].