

受領者投稿

「恋文」から始まる量子コンピュータ開発

理化学研究所 量子コンピュータ研究センター ユニットリーダー 田 渕 豊
(2016 年度受領者)

人々の大切な想いの伝達を守りたい。例えば恋文を、どんな手段を使ったとしても決して覗き見ることのできない安全を確保する一つの手段として、量子力学を用いた暗号通信の研究を申請し支援頂きました。覗き見ると壊れてしまうという量子力学の性質は、通信の安全性確保に用いられる一方で雑音に弱く、通信可能距離に制約が生じています。私は通信距離の改善に向けた超伝導量子コンピュータを内蔵する量子中継器の研究をしており、2016 年から 2 年間にわたり立石財団より支援頂きました。中継器に関する成果は以前に報告書に記載させて頂いたため、本稿では装置開発とその後の展開についてご紹介いたします。

財団より支援頂き開発した量子コンピュータの制御装置部分は、バラックで組み立てたマイクロ波回路でした。ミキサ、増幅器、自作を含むマイクロ波フィルタ、回路基板などを組み合わせる 2 量子ビットの量子コンピュータの作りこみを学生と一緒に行っておりました。設計・はんだづけ・コーディングな日々であった一方で、制御装置の雑音が量子ゲートのエラー率に影響を与えているという面白い発見もありました。ここから量子ビットの制御装置と量子ビットチップ設計との関係を徹底的に調べる研究を始めます。この知見を活かして、厳しい要求性能の第一世代制御装置仕様が完成し、協力企業さんと一緒に試作を始めます。4 ビットから集

積をはじめて 2020 年には 16 ビットが集積され、第一世代の装置により試験と評価が進められました。

次なる課題は超伝導量子ビットの集積化に伴う問題でした。とくに装置間の漏話や不要輻射の影響は大きく、つぶさに解析して第二世代として技術を確認します。さらなる課題は複数装置の位相同期や小型化です。量子力学は位相の科学であり、発振器の位相揺らぎは許されません。短期ゆらぎ・長期ゆらぎと領域を分けて細かく設計を進めます。この頃には量子ビットチップ設計と装置設計を共に行う協調設計を行い、要求仕様を相互に融通できるようになりました。第三世代の装置開発は大阪大学に依頼するほど規模が大きくなり、事業の一部がスピンアウトされベンチャー企業として活躍しています。これらの装置開発の集大成が、理化学研究所が 2023 年春に公開した 64 量子ビットの量子コンピュータです。

残念ながら恋文の伝達を守れるほど量子技術は成熟しておりません。しかし振り返ってみると立石財団の支援によるバラックの回路は、私たちの技術の礎を築いたものとなりました。あらためて感謝申し上げます。

