

分散型量子計算のためのナノファイバー共振器 QED デバイス技術

Nanofiber cavity QED devices for distributed quantum computing

早稲田大¹, NanoQT² 青木 隆朗^{1,2}

Waseda Univ.¹, NanoQT² Takao Aoki^{1,2}

E-mail: takao@waseda.jp

誤り耐性型汎用量子コンピューターの実現には、量子誤り訂正が可能で、かつ、 $10^6 \sim 10^8$ 物理量子ビット規模まで量子ビット数を拡大できるハードウェア方式が求められる。しかし、超伝導方式をはじめとする既存の各ハードウェア方式では、数百～1,000 物理量子ビット程度以上への大規模化において大きな技術的課題を抱えている。また、いかなるハードウェア方式においても、単ユニットで $10^6 \sim 10^8$ 物理量子ビット規模まで拡大することは極めて困難であることが予想されるため、スケーラブルな分散型量子計算方式の開発が求められる。

共振器 QED 方式は量子情報科学分野の黎明期より量子計算の有望な動作原理として理論研究の主要な対象であった。特に、共振器に多数の原子を強く結合させ、さらに個々の原子を個別に操作・測定できれば、単一のユニットで他の物理系と比較して大きな規模の全結合型量子計算機が構築でき、さらに複数のユニットを光子で接続することで高効率な分散型量子計算が可能になることが期待されてきた。これは従来の空間光学共振器 QED 系では不可能であったが、我々が開発した低損失ナノファイバー共振器[1-3]に基づくナノファイバー共振器 QED 系[4-6]によって実現可能になると期待される[7] (Fig. 1)。本講演では、大規模な分散型量子計算の実現に向けたナノファイバー共振器 QED デバイス技術の研究開発状況と今後の展望について述べる。

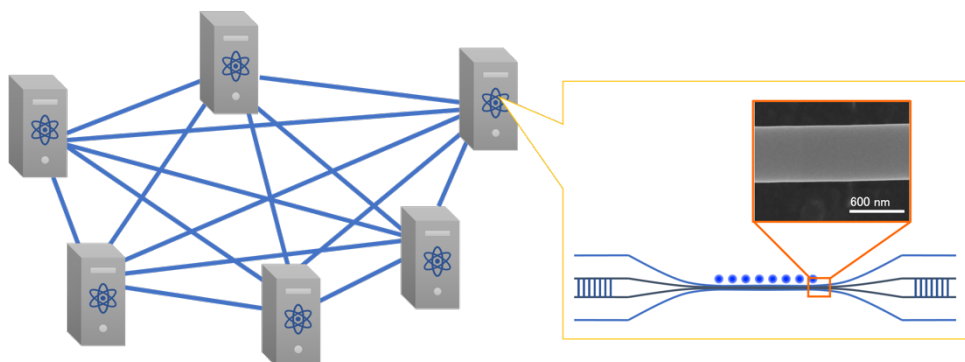


Fig.1: Schematic of distributed quantum computing system based on nanofiber cavity QED.

参考文献

- [1] R. Nagai and T. Aoki, Opt. Express **23**, 28427-28436 (2014).
- [2] S. K. Ruddell *et al.*, Opt. Lett. **45**, 4875 (2020).
- [3] S. Kato and T. Aoki, Opt. Express **30**, 6798 (2022).
- [4] S. Kato and T. Aoki, Phys. Rev. Lett. **115**, 093603 (2015).
- [5] S. Kato *et al.*, Nature Commun. **10**, 1160 (2019).
- [6] D. White *et al.*, Phys. Rev. Lett. **122**, 253603 (2019).
- [7] 青木隆朗, 日本物理学会誌 **76**, 339 (2021).