目標6 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現

ナノファイバー共振器 QED による大規模量子ハードウェア

ここから、新・未来へ
MOONSHOT RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM

Project manager

(2022 年度採択)

青木隆朗

早稲田大学　理工学術院　教授

代表機関

早稲田大学

研究開発機関

早稲田大学、日本電信電話株式会社、産業技術総合研究所、株式会社 Nanofiber Quantum Technologies

プロジェクト概要

独自のナノファイバー共振器 QED 技術に基づき、大規模化と分散化が可能な新方式の量子コンピュータハードウェアを開発するとともに、社会実装を推進します。それにより、2050 年には、圧倒的に大規模な量子ビット数を持つ分散型の誤り耐性型汎用量子コンピュータと量子インターネットの実現を目指します。

共振器量子電気力学（共振器 QED）系は原子と光子のハイブリッド量子系であり、量子情報科学分野の黎明期より量子コンピュータの有望な動作原理として理論研究の主要な対象でした。特に、個々の原子と共振器の結合を強く保ったまま共振器内に多数の原子を配置し、それらに個別にアクセスできれば多量子ビットの量子コンピュータとして機能すること、また、複数の共振器 QED 系を低損失に接続できれば分散型量子コンピュータが可能になることが期待されていました。これらは空間光学共振器に基づく従来の共振器 QED 系では困難でした。

これに対し、本プロジェクトでは、世界で唯一の独自技術により開発したナノファイバー共振器 QED 系を用いて新方式の量子コンピュータハードウェアを開発します。ナノファイバー共振器 QED 系は、直径が光の波長よりも細い「ナノファイバー」を中央部に持つ光ファイバー共振器（ナノファイバー共振器）に閉じ込められた光子と、ナノファイバーの表面近傍に一列に並べられた原子とが量子力学的に相互作用する系です。個々の原子と共振器の結合を強く保ったまま共振器内に多数の原子を配置し、それらに個別にアクセスでき、また、複数の共振器 QED 系を低損失に接続できます。これらの特長により、大規模化と分散化が可能になると期待されます。

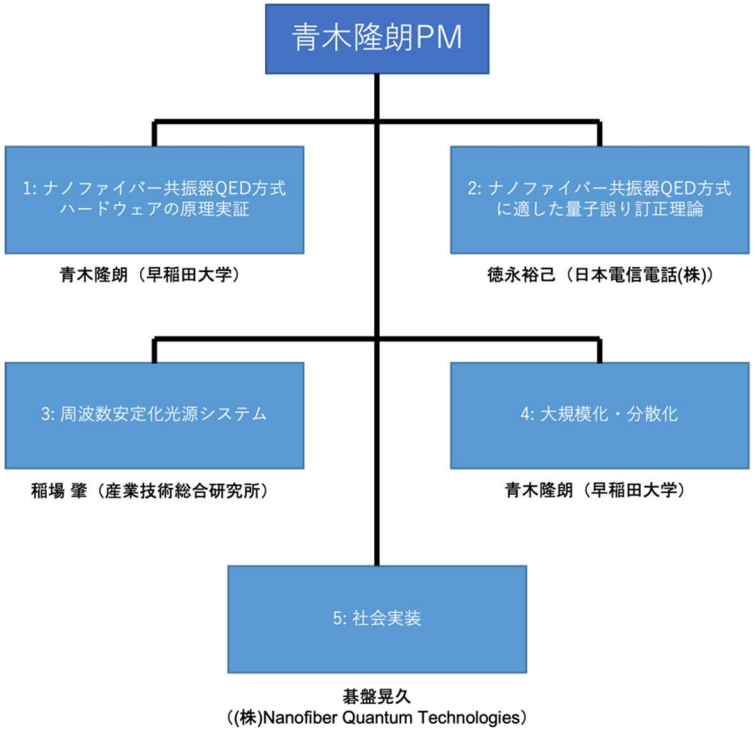
2030年までのマイルストーン

ナノファイバー共振器 QED 方式量子コンピュータハードウェアの大規模化と分散化を実現するとともに、量子誤り訂正の有効性を実証する。

2025年までのマイルストーン

ナノファイバー共振器QED方式量子コンピュータハードウェアのPoCを確立し、分散化に向けた要素技術を実現する。

研究開発体制（2024 年 4 月時点）



国立研究開発法人 科学技術振興機構 Japan Science and Technology Agency