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

ネットワーク型量子コンピュータによる量子サイバースペース

Project manager

(2020 年度採択)

山本 俊

大阪大学 大学院基礎工学研究科/量子情報・量子生命研究センター 教授

代表機関

大阪大学

研究開発機関

大阪大学、沖縄科学技術大学院大学、情報通信研究機構、浜松ホトニクス(株)、早稲田大学

プロジェクト概要

本研究開発プロジェクトは必ずしも単体では「誤り耐性型汎用量子コンピュータ」を実現するほどではない NISQ 規模(中小規模)の量子計算機を量子接続し、大規模化するためのネットワーク化技術を開発します。それと同時にネットワーク化することにより分散型量子コンピューティングを含む任意の量子アルゴリズムを実装可能にするとともに、「誤り耐性型汎用量子コンピュータ」により顕在化する情報セキュリティの脅威も同時に解決することを目標に研究を進めています。現在の技術から NISQ 規模量子コンピュータの候補となるハードウェアとして、超伝導、光、原子・イオン、半導体の各物理系が想定されています。これらの量子コンピュータをネットワーク接続することでネットワーク型量子コンピュータを実現し、光と協調して動作する NISQ 規模量子プロトコルを実装する計画です。

2030年までのマイルストーン

モジュール化された量子コンピュータを接続し大規模化することで、誤り訂正可能な規模のネットワーク型量子コンピュータを実現します。量子インターネットに接続された遠隔量子コンピュータ間プロトコルを実証します。

2025年までのマイルストーン

誤り訂正に必要な規模まで量子ビット数の拡張が可能であることを示すため、離れた量子ビットや量子メモリ間のネットワーク接続を実証します。遠隔の基本量子プロトコルを実証します。

研究開発体制 (2024 年 4 月時点)

本プロジェクトでは、各物理系に対応した研究開発項目を「原子ネットワーク型技術」、「光子ネットワーク型技術」、「半導体ネットワーク型技術」、「超伝導ネットワーク型技術」として研究開発を推進します。また、ネットワーク化に共通して用いられる光子検出技術の研究開発を「原子ネットワーク型技術」において実施し、その研究成果を各研究開発項目に水平展開するとともに、他のプロジェクトへも展開する計画です。各課題推進者を以下の図にまとめています。「原子ネットワーク型技術」では、原子と光子の量子もつれを大規模に用意してネットワーク接続することに取り組んでいます。「光子ネットワーク型技術」では、光子量子ビット間の相互作用を共振器 QED の技術で実現し、光子量子ビットの量子もつれを大規模に用意してネットワーク化することに取り組んでいます。「半導体ネットワーク型技術」では、半導体量子ドット中の電子や正孔の持つスピンを量子ビットとして用いて構成した半導体量子コンピュータをネットワーク化するための光子とシリコン量子ビットの量子インターフェース技術、シリコン量子ビット間結合技術、半導体量子ビットによる大規模光ネットワーク化技術に取り組んでいます。「超伝導ネットワーク型技術」では、極低温においてマイクロ波周波数で動作する超伝導量子ビットをネットワーク接続するための量子インターフェース(トランスデューサー)に取り組んでいます。最終的には本プロジェクトの研究成果を他のプロジェクトに積極的に展開して、ムーンショット目標 6 全体の達成に貢献します。

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