



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

スケーラブルで強靱な統合的量子通信システム

1. プログラムにおける位置づけ

本プロジェクトは、量子コンピュータ同士を通信させるためのネットワークアーキテクチャおよびプロトコルの研究開発を実証的に行っている。複数の量子コンピュータを量子通信によって連携させ、大規模な計算を共同で行う際、全体の計算能力は各量子コンピュータの計算能力と、それらをつなげる通信システム基盤の能力によって決定される。この通信システムを実現し、性能を引き出すためには、量子コンピュータネットワークの実現に必要な量子/古典、ハード/ソフトを跨る多面的なメカニズムや、中継機器・インターフェース機器・接続機器等の研究開発が必要である。本プロジェクトは、このような、分散型量子コンピュータを支える量子ネットワークシステムの研究開発と実証により、目標6の達成に貢献する。

-  本プロジェクトが取り組むエリア
-  他のプロジェクトと連携して取り組むエリア

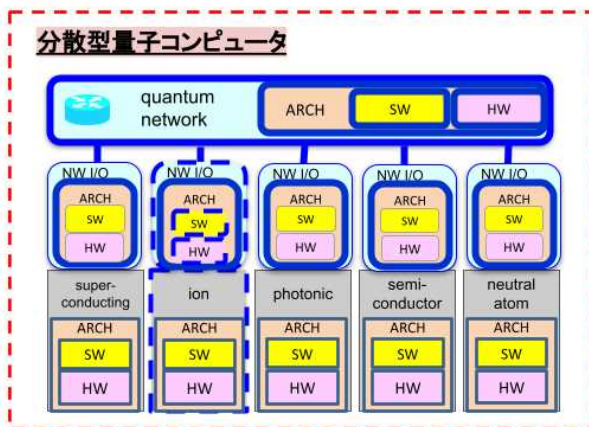


図1: 本プロジェクトが取り組む課題エリア。

2. 研究開発の概要及び挑戦的な課題

本プロジェクトの特徴は、量子コンピュータネットワークテストベッドでのプロトタイプ開発と原理・技術実証、そして、国際標準化を活用した世界戦略である。2010年代に量子コンピュータの実装が始まったように、量子ネットワークの実装を開始し、量子情報技術分野全体を活性化しつつ研究開発を推進することを狙う。本プロジェクトでは、具体的なプロトタイプの実証を行うテストベッドを活用しながら、以下の4つの主要な研究開発項目に注力している。

1. ネットワークアーキテクチャ・プロトコル
2. 量子光通信技術
3. 通信性能を引き出す量子メモリ技術
4. 量子コンピュータネットワーク上で実行可能なアプリケーション

これらの研究開発項目はそれぞれが単独での成果を生み出すだけでなく、量子ネットワークの具体的な実現を目指して互いに作用することにより、実用的な成果を創出する。量子ネットワークは未だシステム実証されておらず必要機能や課題が必ずしも明らかではない点が問題であるが、テストベッドでのプロトタイプ開発の活用により、予測不可能な課題や各研究開発物の原理的・技術的不整合等の問題点を確実に発見し、目標達成の確度を向上する。

また、今日の社会を支えるコンピュータネットワークの国際標準化団体である IETF(Internet Engineering Task Force)や IRTF(Internet Research Task Force)での活動において、量子ネットワークのアーキテクチャ・プロトコルや信号の入出力などの規格の提案を行なう。通信システムに関する仕様を作成し公開することにより、世界的な研究開発の方向性の決定に貢献するとともに、本プロジェクトの枠組みに世界の研究開発を巻き込むことを目指す。

3. 今後の展開

2023年6月現在、川崎市に設置したテストベッド開発拠点において、光技術量子ネットワークの1ノード分の送信機器部分の構築を行った。(図2) 今後は、このノードの改良、複数ノード化、中継ノードによるルーティングを伴う接続の実現や、ネットワークシステム化等に取り組み、多数の量子コンピュータ間を繋ぐ通信システムの実証を目指す。さらに、このシステムを拡大して、データセンターサイズの量子ネットワークの実証を目指す。(図3)



図2: テストベッドとして用いる量子光学系
光学定盤右手前に1ノード分の光学系を構築済

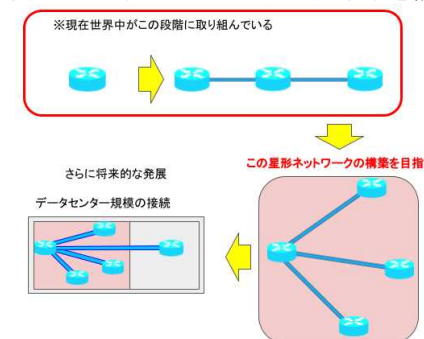


図3: 量子コンピュータネットワークの発展計画