

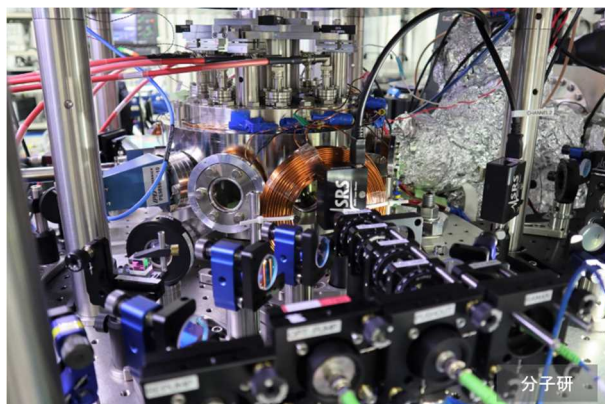
目標6 2050年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現

大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータ

1. プログラムにおける位置づけ

超伝導方式、イオントラップ方式、シリコン方式、光方式など様々なハードウェアによる誤り耐性型汎用量子コンピュータ研究開発が進められるなかで、本プロジェクトでは、冷却原子*1個1個を量子ビットに用いた量子コンピュータの開発を実施します。冷却原子型量子コンピュータは、室温で動作し大規模化が比較的容易、かつ、量子ビットの波の性質が長く続く（高コヒーレンスである）など際立った特徴を有しており、近年世界中で急速に研究開発競争が進んでいます。

*冷却原子：レーザー冷却という冷却手法などによって絶対零度付近まで冷却された中性原子。冷却された原子1個1個を整列させ、それぞれ量子ビットとして使うことができます。

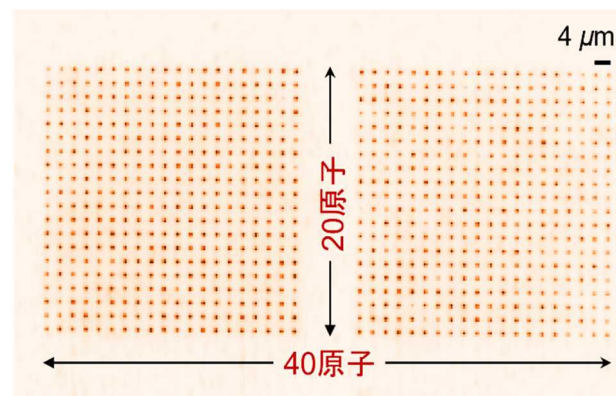


冷却原子型量子コンピュータハードウェア

2. 研究開発の概要及び挑戦的な課題

本プロジェクトでは、レーザー光によって原子を個別に捕まえる「光ピンセット」という技術を用いて、冷却原子量子ビットを大規模に配列させた、実用的な冷却原子型・誤り耐性量子コンピュータを開発します。特に、計算途中で各々の原子量子ビットを自在かつ高速に移動させ、ゲート操作、誤り検出・訂正を行う動的な量子ビットアレーを実装します。さらに、一流のアカデミアと産業界の緊密な連携の下に、真空容器、レーザー光源、光学系、電子機器、イメージングデバイス等の全ての構成要素を統合・パッケージ化し、従来に無い高い安定性とユーザビリティを達成します。

これらのイノベーションにより、大規模な原子量子ビット配列を安定かつ高精度に制御し、2050年までに経済、産業、安全保障に革新をもたらす誤り耐性量子コンピュータを実現します。

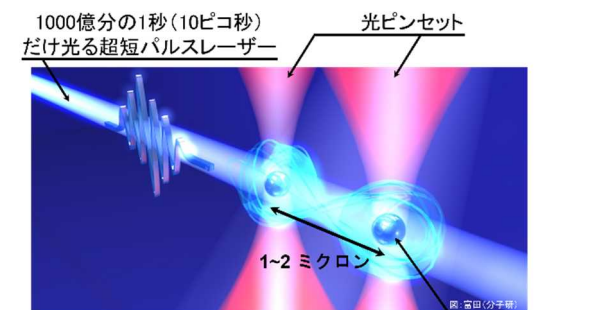


大規模原子配列

3. 今後の展開

大規模・高コヒーレンスな動的原子アレー型・誤り耐性量子コンピュータの実現に向けて、今後は4つの項目について研究開発を進めていきます。

原子量子ビットを収める真空容器の開発、および量子ビット配列の大規模化を通じたスケラブルな冷却原子型量子コンピュータプラットフォームを実現していきます。また、エラーの少ない高コヒーレンス・高精度な量子ゲート操作の開発を進めます。特に、私たちが世界で初めて実現した独自技術である「超高速量子ゲート操作」をさらに発展させ、高度化に取り組みます。加えて、冷却原子の持つ特徴を活かした新たな量子誤り検出・訂正アーキテクチャの開発を理論・実験の両面から進めていきます。このような技術は、全てレーザーを用いて実現されます。したがって、上記の研究開発の基盤となる、冷却原子型量子コンピュータ専用のレーザーシステムの開発も並行して実施していきます。



わずか6.5ナノ秒で動作する超高速2量子ビットゲートの実行に成功
ルビジウム原子 ※ ナノ = 10億分の1

[Nature Photonics 16, 724 (2022)]

私たちが世界で初めて実現した超高速量子ゲート操作の概念図