

量子情報科学に向けた 光・原子・機械インターフェース

<スタッフ> 井元 信之 教授、山本 俊 准教授、生田 力三 助教

量子情報科学において、情報は量子系(量子ビット)に符号化され、その下での情報処理が議論される。そのため、物理限界の情報処理を自然に議論することが可能となる。超並列計算を可能にする量子コンピューターやセキュリティ通信である量子暗号は、その発見当時から研究が加速し、実用化フェーズの研究が主要な先進国を中心に立ち上がっている。当研究室はこの量子情報科学をいち早く理論・実験の両面から進めてきた。

光領域では熱雑音が無視できるほど小さく、光は室温で量子効果を観測することができる数少ない量子系である。その意味で、極限的に冷却された物理系として捉えることができる。この光の特性は室温環境で様々な量子情報処理を可能にする。また、極低温下にある物質系の量子情報を室温環境に取り出し、遠くへ運ぶためのキャリアとして唯一の選択肢といってよい。また、物質系を冷却するためにも、光はその威力を発揮する。

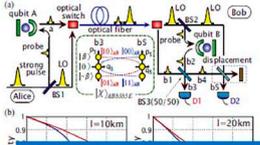
これまで、その光の量子性を最大限に利用した量子情報処理を追求し、多くの知見を積み上げている。これを更に推し進めるためには、物質系との量子情報の相互リンクを実現するインターフェースが必要となる。以下に、その最新の研究を紹介する。

Quantum information processing against noise



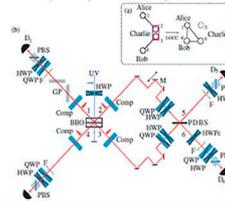
Nature 2003
Nature Photonics 2008
Physical Review Letters 2011

Quantum communication and cryptography



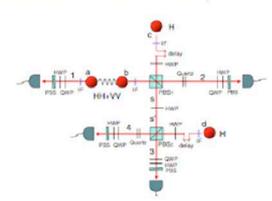
Physical Review Letters 2007
Physical Review A 2012
Scientific Reports 2014

Multi-party entanglement



Physical Review Letters 2009
Physical Review Letters 2010

Cluster state Q. Comp



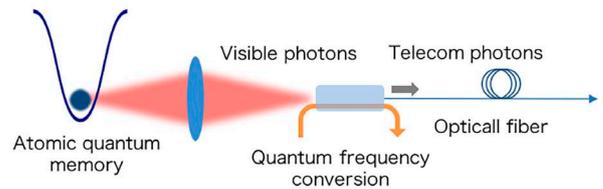
Physical Review Letters 2008

TOPICS 1
最新研究トピックス

光と原子の量子インターフェース

長距離量子情報通信を実現するには光ファイバー通信を利用した効率的な光子の伝送方法が必要となる。その実現のために原子量子メモリを利用した量子中継の研究を行い、Rb原子と通信波長帯光子の量子相関を実現している。現在、更に進めて量子中継の基本ノードを実現する研究をJST-CRESTプロジェクトとして行っている。

Quantum interface for photons and atoms



Nature Photonics 10, 441 (2016).
Optica 3, 1279 (2016).

TOPICS 2
最新研究トピックス

光と機械振動の量子インターフェース

原子と同様に固体の機械的な振動を利用した量子メモリを実現することも原理的には可能である。しかし、そのためには機械振動を冷却し、基底状態に準備する必要がある。現在、微小共振器に閉じ込められたレーザーの輻射圧を利用した機械振動のレーザー冷却の研究を行っている。これまで、150Mhz程度の高い周波数の機械振動を観測することに成功している。

Quantum interface for photons and mechanical oscillator



Laser & Photonics Reviews 10, 603 (2016).