青木　隆朗
Aoki　Takao

Waseda University

http://www.qo.phys.waseda.ac.jp/

トップレベルの研究およびデータ

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
（代表論文）
Observation of strong coupling between one atom and a monolithic microresonator.
Aoki, T. et al., *Nature*, 2006, 443(7112), pp.671–674

キーワード

- ナノファイバー共振器QED
- 量子光学
- 量子エレクトロニクス
- 微小共振器
- 量子コンピュータ
- 量子通信

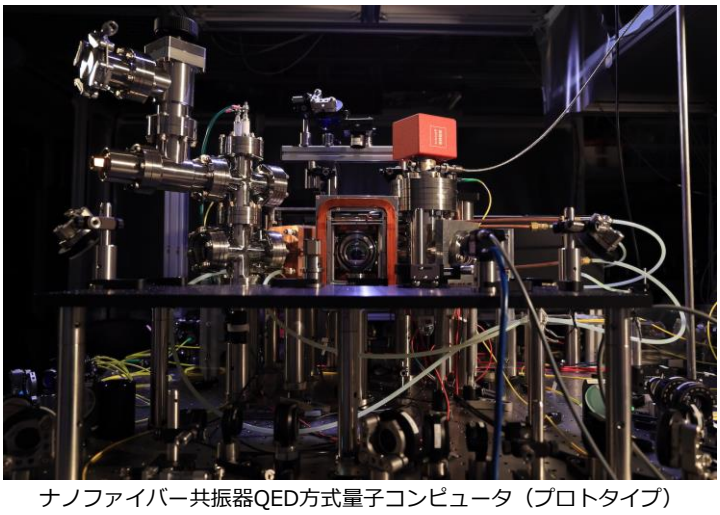
展開対象（場、材料等）

量子コンピュータ、量子暗号、量子通信

特徴（実現手段等）

理学（物理学）としての量子光学研究と工学（応用物理学）としてのナノフォトニクスデバイス開発を融合し、量子状態の極限的な生成・測定・操作技術を開拓することで、光の量子性に起因する特異な現象の観測と量子情報・量子計測への応用を研究。その中心となるのが、共振器量子電気力学(QED)の研究である。共振器QED系は、光共振器に閉じ込められた光と、それと相互作用する原子からなる系で、光共振器の閉じ込め性能が大きいほど、光と物質の量子性がより純粋な形で顕在化する。 このため、共振器QED系は量子光学の理想的な実験対象であると同時に、光と原子の量子性を活用したさまざまな量子技術の基盤となり得る。最近のトピックスは以下である。

- ムーンショット型研究開発事業・目標6において、PMとして研究開発プロジェクト「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」を推進中
- ネットワーク分散型の新機軸量子計算技術を社会実装するスタートアップ「株式会社Nanofiber Quantum Technologies（NanoQT）」を設立
- 事業化に当たり、早稲田大学ベンチャーズ（WUV）より1号ファンド1号案件として2億円を調達、さらに850万米国ドルという大きな資金調達を実現。



ナノファイバー共振器QED方式量子コンピュータ（プロトタイプ）

分散型量子コンピューター開発

NanoQT 早大VCから資金調達

ナノファイバークオンタムテクノロジーズ（NanoQT、東京都新宿区、廣瀬雅社長）は、日本独自の分散型量子コンピューターの開発に乗り出す。ナノファイバー上で1万個ほどの量子ビットを作製し、この量子計算ユニットを光ファイバーでつないでネットワーク化する。他方式では拡張性が課題で米IBMは2025年に4158量子ビットを目標に掲げている。新方式は自在に規模を拡大できる潜在能力がある。

NanoQTは、早稲田大学の青木隆朗教授らが開発したナノファイバー型共振器量子ハードウエアを事業化する。ユニットを事業化に当たり早稲田大学ベンチャーズ（WUV）から2億円を調達した。WUVによる投資の1号案件。量子計算機は数百万ビット（ナノは10億分の1）まで細分化する。光ファイバーを用いるため、隣のユニットとの接続と数十キロメートル先のユニットとの接続も同じ技術基盤を利用できる。エラーのない計算には100万量子ビットが必要とされ、従来研究とは桁違いの規模を目指す。量子操作と通信を低損失に接続できるため規模を拡大が課題となっている。

▲ナノファイバー型共振器量子ユニットを説明する青木教授

ファイバーを伝う光で行うため、複数のユニットを連結させ大規模化しやすい。量子ユニットと通信容器の中に収まるサイズに制限されるため規模拡大が課題となっている。他方式は冷凍機や真空化が求められている。

NanoQTは独自方式を採用しており、基本原理からシステムまで技術を囲い込む。2023年、複数ユニットをつなぎ、5年内に数千量子ビットのネットワークと長距離通信を実証する。

世界では超伝導方式は米IBMや米グーグルなどの大企業、イオントラップ方式や光量子方式などはベンチャーが投資ファンドからリスクマネーを集めて開発を進めている。日本では量子ソフトウエアなどのベンチャーはあったが、コストのかかるハード開発は富士通やNECなどの大企業が中心だった。

2022年8月29日　日刊工業新聞

関連する保有技術

- 超低損失テーパー光ファイバー（ナノ光ファイバー）
- 超高Q値微小光共振器
- 超低閾値ファイバーブリルアンレーザー
- 「ナノ光ファイバー共振器 QED」を用いた量子コンピュータ・量子ネットワーク

想定する出口･応用

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す

関連するSDGs目標