

光量子コンピュータの心臓部を開発

様々な種類の汎用型量子コンピュータの研究開発が世界中で進んでいるが、その中でも最近注目を集めているのが、光を使った量子コンピュータ。量子ビットに超伝導素子やイオンを使ったものは、極低温冷却や真空などの周辺装置に多くの電力を必要とするが、光を量子ビットにすれば、常温・常圧で動作するためだ。東京大学大学院工学系研究科の武田俊太郎特任講師、古澤明教授らは2017年、これほど大

最小限の光回路で量子もつれ合成

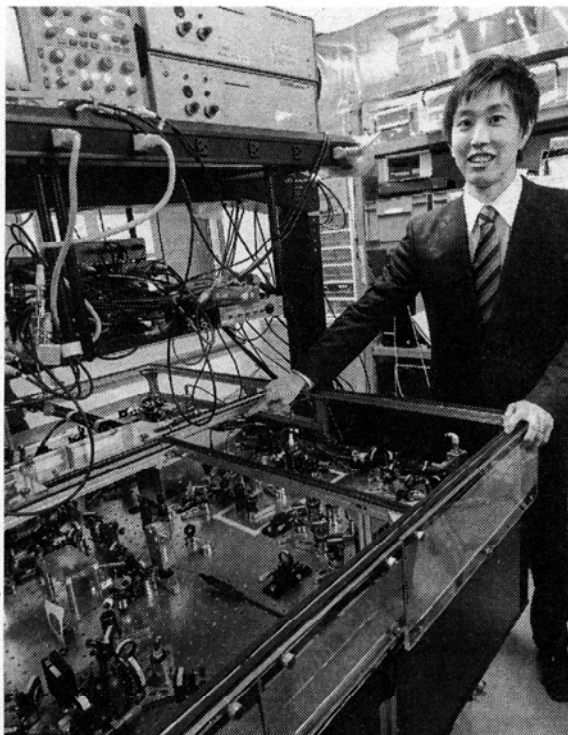
規模な計算も最小規模の回路構成で効率よく実行できる独自の大規模光量子コンピュータ方式を提案。今回、その光量子コンピュータの心臓部である、機能切り替えが可能な量子テレポーテーション回路の基本構造を開発した。この回路を使って、最小限の回路で様々な量子もつれの光パルスを自在に合成するという、効率的・汎用的な量子もつれ合成を実証した。Science Advancesに掲載された。

東大が成果

これまで光量子コンピュータを実現するためには、量子ビットの情報を載せた多数の光パルスを多数の光路上に同時に準備し、光路にそって光学部品を並べて光回路を構成することで、量子ビットを処理していく方式が考えられてきた。しかし、この方法だと、多数の量子ビットで何ステップもの大規模計算を行おうとすると、光回路の規模が増大し、実用レベルの計算を行うには、膨大なスペースと莫大な光学部品が必要になるため、大規模化は難しいと考えられていた。そこで研究グループが考案したのが、時間的に一列に並べた多数の光パルスが、計算の基本単位になる1アロックスの量子テレポーテーション回路を何度もループする方式で、ループ内で光パルスを

周回させてためておき、1個の量子テレポーテーション回路の機能を切り替えながら繰り返し使うことで、大規模計算を小規模回路で実現できるというものだ。この量子テレポーテーション回路で計算1ステップを行うには、光パルスと光パルスの間に、行いたい計算の種類に応じた量子もつれを作り出す動作が必要だ。この時、量子テレポーテーション回路を構成するミラーの透過率や光位相シフタの設定が異なれば、異なる種類の量子もつれが作り出され、異なる種類の計算1ステップが実行できる。つまり、一つの量子テレポーテーション回路で、ミラー透過率や光位相を切り替えながら、多数の光パルスを必要な規模や種類の量子もつれに変換できるようになる。今回、この方式の心臓部である機能切り替えが可能な量子テレポーテーション回路の基本構造を開発した。また光の速

度で次々とやってくる光パルスのタイミングにあわせて、ミラーの透過率、位相シフタの設定を数ナ秒の時間精度で高速に切り替える制御システムを開発した。



光量子コンピュータの心臓部について説明する武田特任講師

さうに、この回路を使って、2パルスEPR状態、3パルスGHZ状態、1000個までの様々なクラスター状態の量子もつれを実現した。光量子コンピュータの実現に向けた大きな一歩だ。武田特任講師は「結晶に電圧を加えると屈折率が変わる、ポッケルス効果を使うことで、60ナ秒レベルでのスイッチングを実現した」という。古澤教授は「量子コンピュータ全体について、実用化に向けた大きな課題が誤り訂正。これには大量の量子ビットが必要だが、今回、1000個の量子を重ね合わせた量子もつれもつれることができた。より多くの量子重ね合わせを持つ量子ビットを使えば、誤り訂正が可能になる。光量子コンピュータの大きな優位性の一つだ」と話す。