

■山本 喜久 情報学プリンシプル系 教授

【タイトル】

新タイプの量子コンピューターの開発を目指す

【本文】

量子コンピューターで未解決問題に挑戦

私が長年にわたり取り組んでいるのは「量子光学」です。これは理論と実験を通して光の量子力学的な性質を解明しようという研究分野で、1950年代に誕生しました。現在、量子光学における中心的なテーマは「光量子情報処理」です。わかりやすく言えば、光を使った量子コンピューターの実現です。

現在、コンピューターの集積回路は半導体素子で作られています。集積回路を高密度化したり、並列分散処理を行ったりすることでデータの計算処理の高速化を図っていますが、物理的な限界があります。そこで期待されているのが量子コンピューターです。

量子コンピューターができれば、「NP コンプリート」問題に代表されるコンピューターにとって手ごわい問題が解けるようになるかもしれません。NP コンプリートとは、理論的には計算によって答えを出すことができるにもかかわらず、膨大な計算量とそれに伴う時間が必要となるため、実質的に計算が困難な問題のことです。

私は現在、スタンフォード大学でも教えており、NII とスタンフォード大学の学生が一緒になって、量子コンピューターの実現に向け、日々理論と実験の両方からアプローチしています。もちろん、われわれだけでなく、世界中の多くの科学者が独自の切り口を模索しながら取り組んでいます。しかしながら、現在のところ「量子コンピューターの実現に結びつくようなアイデアを持っている人はこの地球上に誰 1 人いない」というのが現状です。

量子コンピューターの実現はなぜこんなにも難しいのか。それは一言で言えば「われわれが住む自然界において存在しない不自然なものを作ろうとしているから」です。現在、物理学の基礎には「量子力学」という理論が存在しています。量子力学は分子、原子、素粒子といった物質を構成する極小の要素とそこに働く力を扱う理論です。ところが、この理論をマクロレベルで、実験によって実証、実現するのは容易なことではありません。

従来の量子コンピューターが直面している問題もここに 있습니다。量子ビットと呼ばれる単位で情報を扱うことを目指しているのですが、量子ビットは実験で実現するのが難しく、数理モデルにとどまっています。

今後 5 年以内の実現を目指す

そこで私は、従来とはまったく異なる方法として、「ボーズアインシュタイン凝縮」を用いて数学的な問題を解くという新しいアプローチに着目しました。ボーズアインシュタイン凝縮とは、水素原子などの多数のボーズ粒子がある限界密度と限界温度の下でエネルギーのもっとも低い基底状態に落ち込む現象です。2007年11月、このボーズアインシュタイン凝縮体をシミュレートできる光半導体素子を開発することに成功しました。この光半導体素子を使うと、光の情報を入出力することによって、これまでスーパーコンピューターでも解明の進まなかった液体ヘリウムや冷却原子気体などの多粒子系が示す複雑なふるまいを、高速で解き明かすことが可能になります。そのため、現在、新タイプの量子コンピューターとして期待が寄せられています。今のところ 5 年以内には実験レベルで実現したいと思っています。ぜひ成功させたいですね。

(取材・構成 山田久美)