

量子コンピュータ実現に向けたブレイクスルー技術を提案  
— 実用規模の量子情報処理システムの実現手法 —

平成 17 年 7 月 25 日

国立情報学研究所

(要点)

国立情報学研究所（NII、所長：坂内正夫）の根本香絵（ねもと かえ）助教授は英国ヒューレットパッカード研究所のビル・マンロ（Bill Munro）博士とティム・スピラー（Tim Spiller）博士と共同で実用規模の光量子コンピュータ開発につながる新たな方式を提案、*New Journal of Physics*（英国の物理学誌、7月1日刊）に発表し、大きな反響を得た。

光量子コンピュータでは通信に不可欠な光が情報処理を担うため、量子コンピュータの中でも特に量子通信との相性が良い。実現化されれば量子コンピュータを量子通信でつなぐ量子情報処理ネットワークが容易になり、セキュリティの高い長距離量子通信が可能となる。

(背景)

光を用いた量子情報処理研究では、従来から、①単一光子を情報の基本単位とし線形光学を用いる方法と、②レーザー光を非線形光学素子と共に用いる方法の2つがある。①の方法は光量子情報処理の主流であり、信号の減衰がなく高速処理が可能だが、基本理論素子の構成が複雑になる。このため、素子レベルでの実証が困難で、しかも計算の量が増えるに従ってシステムが巨大化するという問題があった。②の方法は量子テレポーテーションの実証実験のようなことには向いているものの、量子計算には不向きだという弱点を持つ。

(研究成果・開発概要)

今回開発されたのは、①と②の2つの方法を合わせて使い、それぞれの弱点・問題点を克服する新しい方法であり、光量子情報処理研究にブレイクスルーをもたらす。これを可能としたのは、単一光子とレーザー光の長所を組み合わせ、量子ビット間の量子通信の役割を担う新しい量子非破壊測定法の提案である。これによって、単一光子を単位とした情報処理で決定的な問題となっていた論理素子を、レーザー光を介して処理するという、これまでとは全く異なった方法でシステムを構成することに成功した。新しい量子非破壊測定法を用いることによって、単一光子の量子情報処理系が最も不得意とする演算を、安定した動作で行え、また計算量が増えてもシステムが巨大化しない、という実用規模の光量子コンピュータ開発への道を拓いた。また、この方法は、量子コンピュータ間の量子通信や、量子コンピュータと光量子通信系のインターフェースにも応用できるという点でも、注目される。

URL:<http://www.nii.ac.jp/>

National Institute of Informatics

海外の専門家の反応やコメントについては、*NewScientist* (2005.7.4 <http://www.newscientist.com/channel/info-tech/dn7624>)、*The San Francisco Chronicle* (2005.7.1 <http://www.sfgate.com/cgi-bin/article.cgi?file=/c/a/2005/07/01/BUG4GDHFA31.DTL&type=printable>)、*New York Times*(July 1, 2005)などを参照。

□ 用語解説

量子コンピュータ：

量子力学的な重ね合わせと絡み合いの状態を使い、超並列計算ができる新しいコンピュータの概念。実現すれば、驚異的な処理能力によって、既存方式のコンピュータでは事実上計算不能と考えられている問題が、数秒にして解けると言われている。

量子ビット：

量子コンピュータの最も基本的な情報単位で、スピンなど量子力学的な自由度が二つの状態（通常 0, 1 と呼ばれる）を同時に取ることができることが特徴。quantum-bit から qubits：キュービットとも言われる。

量子非破壊測定：

論理素子を非線形性の弱い単一光子に対して構成するために、今回導入された測定法。単一の光子の偏光状態を、光子を吸収することなく、読み出すことができる。

□ 原論文

***“Weak nonlinearities: a new route to optical quantum computation”***

*W. J. Munro, K. Nemoto and T. P. Spiller* (New Journal of Physics vol7, 137)

<http://www.iop.org/EJ/toc/1367-2630/7/1>

□ 本件問合せ先

根本 香絵 (ねもと かえ) [http://research.nii.ac.jp/~nemoto/official/content\\_j.html](http://research.nii.ac.jp/~nemoto/official/content_j.html)

国立情報学研究所情報基盤研究系助教授

e-mail: [nemoto@nii.ac.jp](mailto:nemoto@nii.ac.jp)

取材窓口／その他問合せ

国立情報学研究所 (NII: エヌアイアイ)

国際・研究協力部 広報普及課 企画・広報係 担当：小野・早川

〒101-8430 東京都千代田区一ツ橋 2-1-2 (学術総合センター 18 階)

TEL: 03-4212-2135 (直通) FAX: 03-4212-2150

e-mail: [kouhou@nii.ac.jp](mailto:kouhou@nii.ac.jp)

WEB: <http://www.nii.ac.jp/>