

第33回（平成27年度）大阪科学賞受賞者の横顔

竹内 繁樹（たけうち しげき）（47歳）

現職：京都大学 大学院工学研究科

<http://qip.kuee.kyoto-u.ac.jp/index.html>

略歴：

1991年 3月 京都大学理学部 卒業

1993年 3月 京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻修了

1993年 4月 三菱電機株式会社中央研究所 研究員

1999年 10月 北海道大学電子科学研究所 講師

2000年 9月 北海道大学電子科学研究所 助教授

2007年 6月 北海道大学電子科学研究所 教授

2008年 4月 大阪大学産業科学研究所 招へい教授（常駐、兼任）

2014年 3月 京都大学大学院工学研究科 教授、現在に至る。



研究業績：光子を用いた量子情報通信処理・量子計測の先駆的研究

量子力学の基本的な原理を情報処理や通信に応用する、量子情報技術の研究が近年急速に発展しています。例えば量子コンピュータは、重ね合わせ状態を用いた超並列計算により、これまでのコンピュータには決して解けない問題を解決すると期待されています。量子情報の担体は様々提案されていますが、光子は、重ね合わせ状態を長時間保てること、量子状態の長距離伝送が可能であることから、とりわけ鍵となる量子です。

受賞者である竹内繁樹氏は、三菱電機（尼崎市）在籍時に光子を用いた量子計算を世界で初めて提案（1996年）、実現（1998年）しました。北海道大学への移籍（1999年）後も、光子間の「スイッチ」を開発するなど、光子を用いた量子情報の研究を展開しました。その後2008年に大学間連携事業の一環として研究室ごと大阪大学に常駐を開始するとともに、飛躍的に研究を発展させ、2009年世界最大級の光量子回路「量子もつれフィルター」などを実現しました。さらに光量子技術を駆使した計測へと研究を展開、2013年に通常の光の感度限界を超える「量子もつれ顕微鏡」を提案、実現に成功しました。また、光子を制御する量子デバイスの研究も推進、世界最高の効率をもつファイバ結合単一光子源の実現などに成功しています。

このように受賞者は、光子を用いた量子情報処理の分野を実験、理論の双方にわたって世界的に先導・開拓し続け、めざましい成果を上げています。これらの成果は、光子や電子などの個々の量子を操る究極の情報通信・処理の実現にむけた大きな成果であるとともに、自然を形作る量子の本質的な理解に対する学術的に貢献するものです。基礎・応用の両面において、今後の発展が期待されます。

用語集

光子

光のエネルギーの最小単位で、素粒子の1つ。1ワットの光（可視光）は、毎秒約10の19乗個の光子から出来ています。

量子情報通信処理

量子の性質を利用することで、従来の光や電気信号を用いた方法の限界や機能を超えた情報通信や情報処理です。後述する量子コンピュータのほか、物理学の原理にもとづき盗聴を防ぐ量子暗号通信、従来の容量限界を超える量子通信などが提案されています。

量子計測

量子の性質を利用する事で、従来法の限界や機能を超えた感度や機能をもつ計測方法です。たとえば、従来のレーザー光を用いた場合、光干渉計による位相の測定精度は、その光に含まれる光子数（＝光強度） n に対して $1/\sqrt{n}$ が限界であり、標準量子限界と呼ばれ、従来はこれが物理学的な限界と考えられていました。しかし、量子もつれ合い（後述）にある光子を用いると、この限界を超えられることが分かってきました。

量子コンピュータ

量子力学的な重ね合わせの原理を利用して、莫大な数の並列演算を実施する、まったく新しい原理に基づく計算機です。因数分解など、既存のスーパーコンピュータでは時間がかかりすぎて全く解けない問題を解くことができるとして、注目されています。

光量子回路

古典的な情報処理では、0または1の値をとる「ビット」に対して、「ゲート」と呼ばれる素子を組み合わせた「回路」により処理を行います。一方、量子情報処理では、0と1の重ね合わせ状態をとる「量子ビット」に対して、「量子ゲート」操作を行う素子を組み合わせた「光量子回路」が用いられます。

量子もつれあい

量子もつれあい（Quantum Entanglement）とは、2つの異なるシステム間で相関した状態が2つ以上あり、それらが（量子において複数の状態が同時に成立する）量子重ね合わせ状態にあることを言います。例えば2光子もつれ合い状態とは、「干渉計の一方の経路に2光子状態が存在し、他方の経路には光子がない」という状態と、「干渉計の一方の経路には光子がなく、他方の経路に2光子状態が存在する」という、全く異なる2つの状態の量子重ね合わせ状態です。