

長倉三郎初代学長からの奨学寄付金をもとに、優秀な学生の研究を奨励し、先導的な学問分野を開拓するために1995年に設置された。2003年3月までに18名が受賞。

物理学と情報科学の接点で息づく若い感性

科学技術振興事業団 (JST) CREST 研究員
(受賞当時は光科学専攻3年)

やまもと たかし
山本 俊



山本さんの受賞研究は、「線形光学素子を用いたエンタングルメント操作」である。この題名を見て、「意味不明のことを延々と話す人だったらどうしよう」と、インタビュー前は不安だった。しかし、実際の山本さんはひょうひょうとした青年で、「いろいろな人に説明したから、難しいのはよくわかっています」とやさしく解説してくれた。

原子のような微視的レベルの世界で物理現象を支配しているのは量子力学だ。その大きな特徴の1つは、対象とする系の物理量が測定するまで決まらないということである。例えば、原子核のスピン

はいくつかの値を取りうるが、測定するまでは、どの値の状態も重なり合っている。測定したとたんに、そのうちの1つに決まるのである。

このような量子状態を利用して演算や通信を行おうというのが、量子情報科学という分野である。「0か1」という従来のビットの代わりに、原子核のスピンや光子の偏光といった量子状態を用いる。このアイデア自体は1980年代からあったが、実証されたのは1990年代に入ってからである。将来は、超高速計算機や絶対に安全な暗号通信が実現する可能性もある。

まったく新しい通信法

量子状態を利用するときに大きな役割を果たすのが「量子エンタングルメント (連結)」だ。2つの量子状態が、どんなに離れていても一定の関係を保つことをいう。「例えば、2個のサイコロが連結しているとしましよう。東京にいる人と熊本にいる人が、そのサイコロを1個ずつもち、東京の人がサイコロを振ると、いつもそれと同じ目が熊本でも出る。そういうイメージですね」

2つの量子状態が連結していると、それを利用してこの2つとは別の量子状態を相手に伝えられる。連結したサイコロと別のサイコロを東京で振ったとき、その目ではなく、「連結したサイコロとの目の和」を熊本に送る。その和から連結したサイコロの目を引けば、熊本側でも「別のサイコロ」の目がわかる。量子状態は、普通の通信回線で送ると壊れてしまうが、「量子状態と連結の相互作用の結果」を伝えるだけなら大丈夫である。

葉山から世界へ

では、通信に先立って東京と熊本とで連結した量子状態をもつにはどうしたらよいか。例えば、特殊な結晶を使って高エネルギーの光子1個から低エネルギーの光子2個を作ると、2個が連結することがある。これを光ファイバーで2カ所に送ればよい。しかし、送ると連結が弱くなってしまふ。

「連結が弱くなるということは、データの誤りになるし、盗聴された可能性も示しています。だから、弱くなった連結を強くするための方法を考え、装置を作って実証しました」

弱く連結した光子対を2つ作り、山本さんが考えた回路に通したところ、強く連結した光子対が1つできた。数は減るが連結が強くなるので、このような操作を「抽出」と呼ぶ。通信に限らず、量子情報科学を実用化するときには必須の技術だ。これを世界で初めて実現した山本さんの研究は“Nature”に掲載された。

井元信之教授と小芦雅斗助教授の指導があったとは言え、山本さんが「ゼロから作り上げた」装置は、抽出実験以外にもさまざまな研究に使えるスケレモノだ。萌芽期に量子情報科学の分野に飛び込んだ山本さんは、この装置で光子を使った研究を極めるべく奮闘中である。その上で、原子のような別の量子状態にも挑戦したいという。

(取材構成: 青山聖子)

