

## 20年を経た光の量子状態制御

井元信之

(総合研究大学院大学)

約20年前、マンデルの二光子干渉の話を知ったとき、そんな馬鹿なことがあるかと思った。しかし理論からは確かに「ビームスプリッターの両側から同じモードの光子を1つずつ同時に照射すると、必ず2つ揃ってどちらかに出力し、両側に1つずつ出力することはない」ことが容易に導かれる。マンデル自身の実験結果もそうなっていることにさらに驚かされる。今となっては量子光学の常識になっているが、当時はびっくり仰天のものであった。

この現象は、「干渉とは波が強めあったり弱めあったりすること」という普通の感覚を超えて「2つ以上の事象の可能性のどれが起こったか原理的に区別がつかない場合、その可能性たちは干渉する」という一般的な考えに導く。あるいは「光子はそれ自身と干渉する」(ディラック)という一光子干渉の感覚を超えて「複合系は全体がひとつの系としてそれ自身と干渉する」という考えに至らしめる。この意味で、このことは量子力学という原理を書き換えるものでも未知の自然法則の発見というものでもなかったにもかかわらず、新しい概念の扉を開くという重要な意味をもっていたと思う。

個々の系が2つの可能性を有するとき—たとえばダブルスリットや二準位系がそうであるが—それが $N$ 個集まった複合系は $2^N$ 乗通りの可能性をもつ。その可能性たちの干渉は、その膨大な可能性のすべてが試された結果の情報をなにがしか含んでいる。そして複合系の「それ自身の干渉」から、エンタングルメントという概念が自然に導かれる。量子情報処理は大体においてまさにこれらの性質を利用している。

光の量子状態制御という言葉自体は光のスクイーミングの研究が盛んだった20年以上も前から使われているが、当時は量子雑音制御という意味合いであった。上記のような量子情報処理研究の進展を反映して、この特集号での意味合いはエンタングルメント制御や光の多様な自由度の制御など、複合的なものをめざすキーワードに様変わりしている。そもそも制御という言葉は便利である。時代の変遷に応じて、そのときどきの最先端の分野で人間が研究対象を自家薬籠中のものにするという意味での「制御」を自動的に意味しうる。

この特集号のような使われ方が20年前の量子雑音制御の時代には予測し得なかったように、20年後の「光の量子状態制御」が何を意味することになるのか予想できない。しかし、原理はわかっている量子論が「情報」など他の分野と結びついたらどうなるか、その新しい扉は全部開けられきってはいない。これまでの進展状況からして、早晚開けられきってしまうとは思えず、この状況はしばらく続くと思われる。将来また「光の量子状態制御」の特集が組まれるのであろうか。先走り過ぎるが20年後の「光学」がどうなっているか、楽しみである。