

量子インターネットと光学

武 岡 正 裕

(慶應義塾大学)

2025年はハイゼンベルグによる量子力学の定式化からちょうど100年目にあたり、ユネスコが「国際量子科学技術年」と定め、日本を含めた世界中でさまざまなイベントが行われている。この100年間で量子力学の理論と技術は目覚ましい発展を遂げ、特に物性分野はトランジスターとレーザーなど現代社会を根底から支えるさまざまな技術の基盤となっている。また最近では、量子コンピューターと量子センシング、量子暗号など、重ね合わせをはじめとする量子力学特有の原理を情報の処理や検出に直接活用する、いわゆる量子情報技術も発展し、その実用化に向けた国際的な研究開発競争が激化している。

この量子情報技術の発展の先にある将来像が、「量子インターネット」であると考えられている。個々の電子デバイスやストレージがインターネットで接続され社会を大きく変えたのと同様に、離れた場所にある量子コンピューターとさまざまな量子デバイスを「量子的に」接続したネットワークを実現し、量子情報技術のもつ究極的なポテンシャルを引き出そうというのである。「量子的な」の説明は各記事に譲るが、量子情報は多くの場合、熱雑音に弱いため、量子インターネットの物理基盤は（電波ではなく）光を用いた量子通信技術であると考えられている。本特集は、量子インターネット・量子通信の物理・光技術の側面を中心とした、分野の第一線で活躍する研究者の方々による解説であり、基礎から最先端技術まで俯瞰できる陣容になっている。

ところで「量子インターネット」という響きは全世界をつなぐようなグローバルなネットワークをイメージするかもしれない。一部の量子暗号技術はそうなりつつあるが、記事を見ていただければわかるように、「量子的な」接続の技術はまだ基礎研究のフェーズであり、ハードウェア的には光通信でいうところの光ファイバー発明前夜のような段階にあると考えられる。一方、これまでの通信の歴史と違うのは、光通信・インターネットというきわめて成熟したお手本がすでにあることであり、色々な将来を先走って想像できるような状況にあることかと思われる。こうした状況が分野を今後どのように導いていくのか、一研究者として興味は尽きないが、いずれにしてもさまざまな光技術がその根幹になることは間違いないことであり、本特集が最先端の光技術分野の方々の興味を少しでも惹きつけることを願っている。