

絶対セキュリティの「量子ネットワーク」を実現する鍵は、ダイヤモンドの中継器。

2014年着任、2014年より現職。これまで企業や国内外の大学・研究所で研究・開発を行ってきた。企業との共同研究も多数、積極的に進めている。世界的に開発が急速に進んでいる量子通信技術の研究分野において、日本のトップランナーのひとり。

横浜国立大学
工学研究院／先端科学高等研究院
教授 小坂 英男 Hideo Kosaka

量子の性質を応用した、究極の暗号

私が研究しているのは、「量子通信」という次世代の情報通信技術です。これは、一言でいえば「絶対に盗聴されない通信方式」です。原子よりも小さな物理現象の最小単位である量子は、「観測される瞬間まで値が確定しない」という奇妙な性質を持ちます。これを暗号技術に応用することで、盗聴を必ず検知・遮断できる通信技術が可能になります。何十年も前から理論的には可能だとされてきた量子通信技術ですが、さまざまな周辺分野の発展や、軍事機密を始めとした重要な情報を狙うサイバーテロの巧妙化を背景に、この10年ほどで世界的にも研究が進んできています。とはいえ、きわめて小さく不安定な量子を、いかに制御し、通信に応用するかは大きな課題です。量子の一種である光子を用いた通信は、せいぜい数十kmが限界。100km以上の大規模な量子ネットワークを実現するには、量子の特徴を維持したまま通信をつなぎ合わせる「中継器」の存在が欠かせません。アメリカや中国で開発中の量子通信も、中継器だけは従来の脆弱な通信技術のままです。絶対的な安全性を得るために量子通信を用いているのに、中継器が穴になっては意味がありません。私は量子ネットワーク実現のために、この中継器の研究・開発に力を注ぎました。

最適な素材は、ダイヤモンド

中継器に必要なのは、きわめて減衰の速い量子情報を「量子メモリー」に転写し一定時間保持させることです。具体的には、100km先に送信するなら1ミリ秒保持できる素材が必要になります。従来の半導体では、せいぜい1マイクロ秒が限界です。この数値をどう高めればいいのか、研究者はみな頭を悩ませました。そこで私が着目したのは炭素の結晶、ダイヤモンドでした。試行錯誤の結果、2019年にダイヤモンド中の炭素同位体を量子メモリーとして用い、量子テレポーテーションの原理を応用して、光子の量子状態を維持したまま情報漏えいによる盗聴の可能性なく量子メモリーに転写することに世界で初めて成功しました。これにより多数の量子メモリーに光子の量子状態を個別に転写・一時保存でき、量子中継の処理能力を格段に向上できます。量子コンピューターに不可欠な中継器の基礎理論を開発することができました。次なる課題は、通信速度を実用レベルまで高めることです。まだまだ道のりは長いですが、量子ネットワークの実現に向け、着実に研究を加速させていきたいと考えています。