

# 量子中継のための 光ファイバ型波長多重量子もつれ光子対発生と 量子もつれ配信技術

古河電気工業株式会社 サステナブルテクノロジー研究所 先端技術研究部  
味村 裕

## 1. はじめに

各種量子技術の進展とともに、通信分野においても量子性を利用した通信方式が提案されており<sup>1)</sup>、近年、高度な安全性を有する量子暗号通信や、量子情報そのものを通信できる量子情報通信などの開発が加速している。量子情報を遠隔で通信する場合、常温で量子情報が劣化しにくい光子を用い、光損失の少ない光ファイバを伝送路とすることが最良であり、これまでも多数の実証が行われてきた。伝送路だけでなく、量子もつれ光子対の発生にも光ファイバを使用することが可能であり、光ファイバ伝送路との親和性も高い。本稿では、それら光ファイバ技術を中心に利用した量子ネットワーク実現のために必要な量子もつれ光子対発生技術や量子もつれ配信技術の開発動向を解説する。

## 2. 量子通信における量子中継

量子光通信ネットワークにおいて、光子の持つ量子状態は複製できないため<sup>2)</sup>、伝送路の損失を補償する従来の光増幅器が使用できない。中継器を介した送受信ノード間で量子もつれ光子対を共有するのが一つの解決手段であり、量子もつれ光子対を送受信ノード間で共有することで、量子もつれの相関関係を用い、量子鍵の配送や量子データの送受信が可能となる<sup>1)</sup>。

量子中継においては、各量子中継器で量子もつれ光子対を発生させ、隣接する量子中継器間で量子もつれ交換を行うことで量子中継器間を結び、最終的に送受信ノード間での量子もつれ状態を共有する(図1(c))。特に量子中継が1回の場合(図1(b))には、量子もつれ光源を量子中継器部分に配置し、中継器から送受信ノードに量子もつれ光子対を配信するだけの構成で可能であり、例えば、スター状に配線された光ファイバ網により、多数ユーザ間の各リンクで量子もつれ光子対を共有することができる<sup>3)</sup>。なお、量子中継器の無い1スパンの場合(図1(a))には、必ずしも量子もつれ光子対を用いる必要はなく、量子情報を載せた光子を直接送受信する方法を用いることができ、量子暗号通信や量子情報通信が行える。

量子状態が複製できないことにより、伝送路の損失が量子情報の損失に直結するため、伝送路は特に伝送損失が小さいことが望まれ、伝送路として光ファイバを用いて損失の小さい波長  $1.5\mu\text{m}$  の光

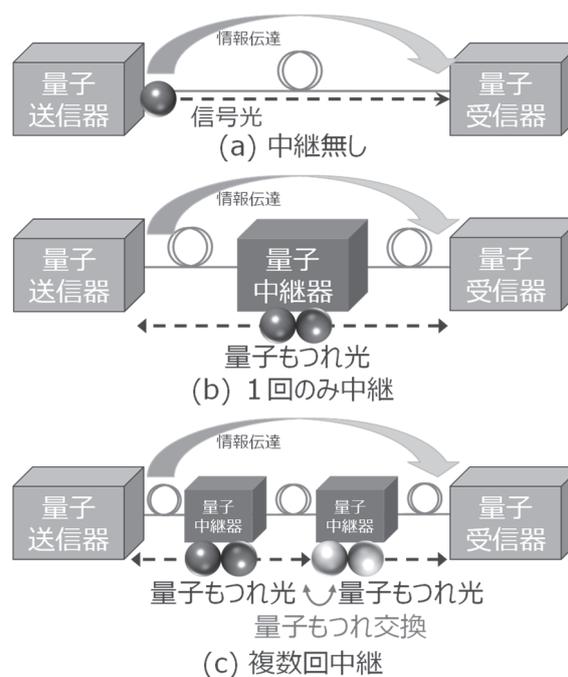


図1 量子情報通信の模式図  
(a)中継無し、(b)1回中継、(c)複数回中継