

フォトリック結晶レーザー

光をより遠くに送るためには、高いパワーの光を出力する必要があるが、一般的に光ファイバー増幅器など大型の装置が必要となる。また、光ファイバー増幅器を経て出力されるレーザー光は、そのまま空間伝搬させるとビームが極めて大きく拡がり ($>10^\circ$)、受信時の光強度は大幅に減少する。そこで、高出力であつ、光ファイバー増幅器やレンズを極力利用しない小型な光送信器を実現するため、フォトリック結晶レーザー (PCSEL: Photonic-Crystal Surface-Emitting Laser) に着目し、自由空間光通信への利用の研究開発を進めた。

2022 年 9 月、KDDI 総合研究所と京都大学はフォトリック結晶レーザーを用いた自由空間光通信の実証に世界で初めて成功した。これまで、フォトリック結晶レーザーを用いたレーザー加工や光の測距 (LiDAR) は実証されていたが、通信での実証は初めて。フォトリック結晶レーザーは、単一の半導体素子でありながら、極めて大きな領域で単一モード発振可能であり、これによって超高出力な光パワー ($\geq 1\text{W}$) が実現できる。また、 0.1° 程度以下と極めて小さな拡がり角で、空間に光を出力することが出来る。これらの特徴を有する小型な光送信器で自由空間通信の実証に成功した。

また実験では、周波数変調とコヒーレント受信方式を組み合わせることで、出力光の強度が 1 億分の 1 (-80dB) に減衰しても通信可能な、新たな自由空間光通信方式の実証にも成功した。通常、半導体レーザーに直接電流を注入すると、その電流に応じて出力光の強度が変調されるが、この過程において周波数も同時に変調される現象を今回積極的に活用した。これにより従来の強度変調よりも効率的に「周波数変調」し、受信側では本レーザーの狭線幅の特性を生かし、コヒーレント受信方式を取り入れることで、極めて弱い光信号でも受信できる、超高感度な自由空間光通信の実証に成功した。

これらの実験結果は光通信分野の世界最大級の国際会議 European Conference on Optical Communications (ECOC) 2022 並びに 2023 のポストデッドライン論文で発表した。

