

光波の超精密制御が拓く応用の世界

New Frontier of Optics and Photonics Opened Up by Ultra-precision Control of Optical Waves

○美濃島 薫^{1,2} (1. 電通大、2. JST, ERATO 知的光シンセサイザ)

○Kaoru Minoshima^{1,2} (1. The Univ. of Electro-Communications (UEC), 2. JST, ERATO Intelligent Optical Synthesizer (IOS))

E-mail: k.minoshima@uec.ac.jp

超短パルスモード同期レーザーは時間軸上の超短パルス列であると同時に、フーリエ変換の関係で結ばれる周波数軸上においては多数の等間隔な光周波数モード列、すなわち光周波数の櫛(「光コム」、「光周波数コム」)である。1 台の光コムの出力する多数のモードは、各々が精密な CW レーザーに相当する。また、光コムの各光モード周波数は数百 THz などという大きな値であるが、モード間隔とオフセット周波数という 2 つのマイクロ波周波数のみで極めて正確に記述できる。すなわち、光コムは、何桁も離れたマイクロ波と光周波数との間のコヒーレントなリンクを実現し、現在マイクロ波領域にある時間・周波数の定義に基づく光周波数の「絶対計測」を可能とする。逆に、近年進展の著しい光格子時計などによるより精密な秒の定義への改定が実現すれば、多くの科学技術で利用が不可欠な絶対値の付与されたマイクロ波周波数を生成する手段を与える。このように、2005 年のノーベル賞受賞にみられるとおり、光コムは人類が手にした最も精密な「光のものさし」である。

しかし、光コム技術のポテンシャルは単なる「周波数のものさし」にとどまらない。光コム技術の誕生は、時間軸の超高速と周波数軸の超精密という、従来直交して進展してきた技術分野どうしが究極において融合するというドラマチックな出来事であり、両者の技術に革命的な変革をもたらした。また、「周波数」は、全物理量の中で最も精密で大きなダイナミックレンジを持ち、かつ成熟したエレクトロニクスの装置や手法によって扱うことができるため、光コムは、光技術とエレクトロニクスの垣根を取り払い、光波の自由自在な操作という光科学技術者の究極の夢をかなえるツール「光シンセサイザ」である。

このように、光コム技術により、光波の位相レベルの制御技術が革命的に進展し、光周波数計測のみならず、超高速技術、分光技術、精密長さ計測などにおいても画期的な進展をもたらし、従来の光源では実現できなかったレベルの精密さに加え、圧倒的なダイナミックレンジが実現されるようになってきた。これらの光コムのポテンシャルは、まだ周波数計測以外の分野で十分利用され尽くしているとは言えないが、特に、長さ計測分野では日本が世界を先導してきており、近年、環境、宇宙、バイオなども含めた広範な応用分野が急速に広がっている。本講演では、著者らの研究例を中心に、光コムの応用の新展開について紹介する。