

光周波数コムの応用展開へ

小林 洋平
(東京大学)

2000年に米国JILAとNIST、ドイツマックスプランク研究所で、光周波数コムのオフセット周波数制御に成功した。光周波数の超精密制御が可能となり、マイクロ波から光周波数を結びつけるダイレクトギアができたことになる。これにより、光原子時計の研究が大きく進展した。光周波数コムを時間領域でとらえると、超短パルスのキャリアエンベロープ位相制御ができたことになる。パルスの時間包絡線に対する光電場の位相が制御できたということであり、数サイクルパルスの光電場波形を固定することができたことで、アト秒パルス発生へとつながった。周波数領域での応用は早い段階から進み、2005年にはJ. HallとT. Hanschがノーベル賞を受賞した。アト秒科学の展開ではF. Krauszらが2023年にノーベル賞を受賞したのは記憶に新しい。

光周波数コム技術はチタンサファイアレーザーで始まったが、ファイバーレーザーへと受け継がれ、コム生成技術が成熟するとともに応用研究が広がった。特に2台のレーザーを用いるデュアルコム分光は、フーリエ変換赤外分光法に替わる新たな精密分光法として研究のすそ野が広がっていった。また、マイクロ共振器を用いたコム技術も研究が進み、光周波数コムをチップスケールに落とし込む技術開発も行われている。光周波数コムがデバイスとして用いられるようになれば、さらなる応用も期待されるだろう。

われわれも、光周波数コムの制御技術、真空紫外コム、デュアルコム、天文用超高繰返しコムの開発を行ってきた。20 GHzを超える超高繰返し光周波数コムでは、通常の分光器でも縦モードが見える。コムの一本でガスの分光なども行った。最近では中赤外領域での呼気分析に向けた研究を行っている。

光周波数コムの出現からすでに20年経っているが、これからも新しい分光法開拓やデバイス化、波長領域の拡大など、さまざまな研究開発が行われていくと期待している。