

光波と多重技術

矢嶋 弘 義

(電子技術総合研究所)

情報のキャリアーとしてコヒーレントな光を、その潜在能力の隅々まで利用できる技術を開発することは研究者にとって長年の夢である。

普段、われわれが使い慣れている電子技術が原理的に時間軸上での制御性をベースとしているのに対し、光波には時間、空間、波長の3つの自由度がある。これらはいずれも光の周波数が既存のエレクトロニクスで利用される周波数に比べて圧倒的に高いことから導かれることである。特に、光波の空間および波長域での制御性は、電子技術の時間制御性をベースに光のもつ物理的な並列性、多重性を利用するもので、早くからその利用が期待されてきた。

光の空間並列性・多重性はカメラ等の結像効果からホログラム応用、光演算に至るまで、また、光通信等多岐の分野にわたり、その潜在能力が極限的にまで活用されており、これだけでも情報のキャリアーとしての光の優位性が明らかである。

光の波長並列性・多重性については、光通信の観点から光ファイバーの実効利用波長域内での、スペクトル資源を有効活用すべくこれまで研究開発が行われてきた。しかし、光源の安定性の問題や、合波、分波技術が伴わず、これまで数波程度の多重度しか実用化されていなかったが、最近の分合波に関する技術的な進展は著しく、100波程度の合、分波器が試作されるまでに至っている。一方、それに見合う波長多重光源の実用化については、現状の半導体光源の技術レベルに問題があり、実用化に向けて今後いっそうの研究開発の努力が要求されるだろう。

時間軸上での多重技術は電子技術の分野でこれまで様々な形で実現されてきたし、今後さらに高周波帯域まで拡張し、最終的には光の周波数領域までつなげてゆくの夢である。しかし、現状では数十GHzが実用化の限界とされ、さらなるブレークスルーを求めて、光エレクトロニクス技術の新たな展開を待たねばならない。それへの足がかりを求める研究開発プロジェクトが「フェムト秒テクノロジー」である。

時間軸上で、光パルスを極限的に短パルス化すると、その波長スペクトルは広がり、コヒーレントな白色光源が得られることが実証されている。これを利用して高品質な波長多重光源が実現できそうなことも見えてつある。

このように時間軸上の極限を追い求めてゆくと、一方で波長資源の有効活用につながる技術の可能性が見えてくることは、光波技術の時間軸と波長軸の究極的な技術の統合がその先に控えていることを暗示しているのではなかろうか。

これまで個別の自由度として個別に開発されてきた光の時間、空間、波長域での並列性・多重性を利用した技術が、将来的にはひとつの技術コンセプトとして取り扱われる時代がそろそろ見えてきそうである。その道筋に関与することがわれわれ光技術研究者の究極の課題のひとつといえる。