



巻 頭 言

レーザーの極限性能と極限計測

矢 島 達 夫*

レーザー光がいろいろな面で従来の光に比べて桁違いの性能をもち、それを極限的に発展させることによって画期的な応用が開かれてきたことはよく知られている。この場合、極限を目指す物理量はきわめて多様であり、スペクトル幅、時間幅、ビーム拡がり、波長域とその可変範囲、出力、安定性、その他枚挙に暇がないほどである。レーザーは、そのなかの特定の性能だけが極限的に優れているだけでは実用にならず、他の性能についてもさまざまな条件が課せられるのが普通である。すなわち極限性能と同時に総合性能が要求されるわけである。この観点から見ると、高度に発展した現段階においても、実現されているレーザーは、多次元空間の中のまばらな点のようなもので、人間の多様な要求を満足させるにはほど遠く、いまだに開発の余地を多分に残している。

レーザー光の性能のなかで基本的なものは単色性、指向性、短パルス性、集束性など、光のエネルギーがそれぞれ周波数、波動ベクトル、時間、および空間の狭い領域に集中する性質である。その源はいずれもレーザーのいろいろな意味のコヒーレンス性にあるのであって、それぞれ時間、空間、周波数、波動ベクトル領域における高いコヒーレンス性が上記の性質をもたらす。よく、コヒーレンスのよいレーザーという言葉が、単色性の優れたレーザーという限定された意味で使われることが多いが、これは認識不足というものである。スペクトル幅の広い超短パルスレーザーもやはり一種の超コヒーレントレーザーである。結局、レーザーの基本的な極限性能を追求することは、一言でいえば、レーザーのコヒーレンス性の極限の追求にほかならない。

前記のエネルギー集中性は、レーザーを計測に利用した場合、対応する領域の分解能を高め、極限計測につながることは言うまでもない。かくして、より完全にコヒーレントなレーザーを目指す努力が、周波数、時間等の基本的物理量の関与する各種計測の極限化を推進してきた。しかし、このようなアプローチが極限計測の唯一の道であろうか。近年、“コヒーレントではない”レーザー光に対する認識も高まっている。たとえば最近の発展が著しいスクイーズ状態の光もその一種で、超高感度測定に威力を発揮する。また、スペクトル幅、時間幅ともに広いインコヒーレント光による超高時間分解分光法も開発されている。これらの場合、レーザー技術によってコヒーレンス性を自由に制御することが重要である。レーザーのもつ広い可能性に今後ますます期待したい。