

レーザー性能の果てしない向上

宅 間 宏

(日本原子力研究所)

ルビーレーザーが1960年初めてピンクのビームを放ってから現在に至るまで、レーザーはいくつかの飛躍的性能向上を行うことによって、常に斬新さを失うことなく発展を遂げてきた。レーザーの性能の飛躍に伴って応用分野も飛躍的に進歩する。そのような状況がレーザー誕生以来、36年を経過した現在まで続いているのは素晴らしいことである。

最近の大きな飛躍のひとつは、CPA (chirped pulse amplification: 超短パルスを非線形効果で幅を広げ、増やしてから再び圧縮することによって高いピーク出力を発生する方法) 方式による極短パルス・超高出力レーザー (T-cube laser) である。このようなレーザーを集光することによって 10^{20} W/cm² に近い照射密度がすでに実現している。この前人未踏の領域では、相対論的效果によって電子の質量が見かけ上非常に重くなることが予測されていたが、実験的にもこのような相対論的效果が明確に観測され始めている。またすでに強力な光電場による原子の多重電離が広範囲の原子に対して観測されている。

これらの現象は、基礎物理学の立場から興味深いのみでなく、応用と深い関係をもっている。相対論的效果は、高出力レーザービームの伝搬に直接かかわって、超高強度領域での自己収束の主要な原因となる。また、今まで十分短いと考えられてきたピコ秒の領域と、最近開拓されたフェムト秒の領域が、意外な面で大きく異なっていることがだんだんとわかってきた。例えば、医療(手術)を含めての生体の切断という一見ピコ秒もフェムト秒も大して影響なさそうな課題でも、実験的にその差が歴然と現れることがわかってきた。レーザー光による加熱の物理の違いがここにも顕著に現れるのである。このように、基礎物理学と応用との距離がきわめて近づいたのも最近みられる傾向である。

基礎研究の重要性が、最近になってようやくわが国において認められてきたのは大変喜ばしいことである。目先の応用に振り回されずにしっかりと学術の基盤を構築し、新しい展開を図ることは最先端技術の分野を主たる舞台として活躍する宿命を負う今後の日本の光学にとって大変重要なことである。

しかし、それは応用と全く関係のない研究が重要ということとは異なっている。技術が極度に発達すると、高度な基礎研究が応用ときわめて近い位置にくる。基礎研究に携わるものは常に応用への関心を持ち、また応用分野の研究者は新技術の基礎に深い理解をもつ状態が実現できなければ、今後最先端の技術分野で勝ち残ることは難しいといえるのではなかろうか。