

パワーフォトリクスの構築

中 塚 正 大

(大阪大学レーザー核融合研究センター)

極限科学はその折々で常に先端科学であった。物性や状態パラメーターの極限を迫って科学技術は進展し、小さい極限と大きな極限は相補的に発展してきた。量的極限はその質の限界で、高次効果の出現や相変化により質的新領域へと導いてくれる。光の科学でも極限的電磁物質の現実を地上実験でも手にできる時代が到来しつつある。

情報とエネルギーの流れ密度の増大が素粒子宇宙から生命までの自然世界の進化を方向づけているとすると、その意味でもパワーフォトリクスは新しい段階の科学技術的手段をわれわれに与えてくれる。情報の科学が複雑系の科学、統計的科学へと進み、エネルギーの科学が輻射と物質の高エネルギー的共存状態の科学へと進展していく。

パワーフォトリクスは高平均・高ピーク出力光の発生と制御、伝搬と集中、物質との相互作用を体系的に扱う新しい光工学である。従来のくくりと異なって材料科学、光学素子技術、熱工学、光制御学、線形コヒーレンス学、非線形光学、シミュレーション光学などを集大成し直す必要がある。その特徴は、レーザーの広帯域コヒーレンス性、超高周波性、超高輝度性、高エネルギー性などにあり、その結果として精密制御、高速制御、遠隔制御、高密度エネルギー発生と新規の相互作用などを生み出す。光子の性質のようなマイクロな世界の性質が直接マクロな技術要素としても現れる。光装置の複雑化や多次元化と小型化は集積化によって矛盾なく達成されなければならない。ここにも突破不可欠のブレークスルーがある。

レーザー工学も成熟期を迎え、要素としてのレーザー設計だけでなく、単一ニーズを満たすトータルシステムの提供が望まれている。とりわけ集積化・小型化が必要不可欠であり、応用面の広がりにつれて、もしくはその拡張のために、技術の成熟が望まれている。成熟した技術は「先端技術」の定義から離れてゆくが、成熟が質的新規性を生み出してゆくなら技術の成長は持続的になる。集積化のキーワードは、光の発生・制御面では光の閉じ込めに尽き、装置製造側からは超精密・自動補正・複雑から単純・自動組織化などで、利用側からはブラックボックス化・維持作業不要化・小型化・自由連結などとなろうか。「高輝度全固体レーザー」はこの分野の旗手となり得る。

パワーフォトリクスに対応する応用科学領域は「レーザーエネルギー学」といえる。超高出力・超高強度レーザーの集光が新たな物質状態を作り得る。時間的に急速な輻射場の立ち上がりは物質の各種応答速度をはるかに超えたところに新物質状態の生成やその応用の起源がある。すでに X 線発生とレーザー化、粒子加速、核融合研究、実験宇宙天文学などエネルギースケールの大きな新科学領域が立ち上がりつつあり、新世紀を迎えるにあたってすでに芽は出ている。超短パルスの物質処理など、この分野の生み出す新技術の産業応用への展開はまだよくは見えていないが、新しいものを予感させる。