

Yb 系固体レーザーへの期待

井澤 靖和

(大阪大学レーザーエネルギー学研究センター)

レーザー技術の進展により、出力エネルギー ~ 100 kJ やピーク出力 10^{15} W (=1 PW, ペタワット) がすでに達成され、MJ やエクサワット (EW) をめざした計画が進行している。このようなレーザーを集光することにより、 $\sim 10^{12}$ J/cm³ に達する高エネルギー密度や 10^{21} W/cm² を超える光強度など、超高密度フォトン状態を実験室で実現できるようになり、「高エネルギー密度状態の科学」や「高強度場科学」と銘打った新しい学術分野が開拓されてきた。

高強度レーザーとプラズマとの相互作用により電子は相対論的エネルギーにまで加速され、プラズマからは高エネルギーの粒子やテラヘルツから γ 線領域に至る強力な電磁波が放出される。すでに 1 GeV に達する単色電子ビームや最大エネルギー 100 MeV に近い陽子ビームの発生が報告されている。また、高エネルギー陽子や γ 線などと原子核との相互作用による核励起、核変換、核破砕、核融合などの研究が数多く行われ、「レーザー核科学」とでも称すべき新しい科学領域が創成されはじめている。これらの研究をもとにして、レーザー粒子加速、レーザープラズマ X 線源、 γ 線源、レーザー駆動中性子源、レーザー駆動イオン源や中性子源による癌治療、PET 用短寿命核種の生成、放射性廃棄物処理など、具体的な応用に向けた提案が行われ、その実用化に必要なレーザー性能も明らかになってきている。

超高密度フォトンを基盤とするこのような新しい応用を具現化するには、大きなパルスエネルギーと大きなピーク出力を併せもち、しかも高繰り返し動作が可能な新しいレーザー光源の開発が必要である。例えば、50 \sim 100 J, 1 \sim 10 PW, 0.1 \sim 1 kHz が、ひとつのレーザー開発目標値といえよう。この特集で取り上げられている Yb 系固体レーザーは、従来からの主流であった Nd 系固体レーザー材料に比べて、いくつもの優れた特性を有している。量子効率が高く、レーザー媒質内での発熱を抑制できるため、高繰り返し動作が可能となる。レーザー上準位の寿命が長く、励起エネルギーの蓄積効果に優れ、大きなパルスエネルギーを取り出せる。蛍光帯域幅も広く、短パルス化も期待できる。高繰り返し、高平均出力レーザー用の新しいレーザー媒質として期待される所以である。本特集が今後の高出力レーザー開発の一助となれば幸いである。