

Reactor driver for laser fusion energy

河仲 準二

阪大レーザー研

Institute of Laser Engineering, Osaka University (ILE/OSAKA)

kawanaka@ile.osaka-u.ac.jp

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターでは、これまで大出力ナノ秒パルスレーザー「激光XII」(6kJ@12beams, 2 ω)を開発し核融合研究に供与してきた。近年、新しい核融合方式として激光XIIとピコ秒加熱レーザーを組み合わせた高速点火方式を提案し、点火に向けて大出力ピコ秒レーザー装置「FIREX-I」(10kJ@4beams, ω , 10ps)を現在建設中である。これらのレーザー装置は大口径、高パルスエネルギーの観点からレーザーガラスを増幅媒体としたフラッシュランプ励起固体レーザーである。レーザーガラスの低い熱耐力のため単一ショット動作であるが、今後、実用炉研究への展開を図るためには、大出力短パルスレーザーの高繰り返し化は不可欠である。

高繰り返し化によって発生する多量の熱は光学系に複屈折や熱レンズ、歪み、破壊など様々な悪影響を及ぼす。一般的に結晶はガラスに比べて熱伝導率や熱衝撃係数が高いため高平均出力動作に適しているが、大型化が困難であることから大口径の kJ 級レーザーの実用化に至らなかった。近年、セラミクス技術の進歩により光学特性や硬度などの物性値が単結晶とほぼ変わらない高品質 YAG セラミクスが実現され、大出力レーザーの高繰り返し化を実際に検討できるようになった。加えて、発光種に対しても従来のネオジウム(Nd)系材料に加え、イッテルビウム(Yb)系材料が次世代半導体レーザー(LD)励起高

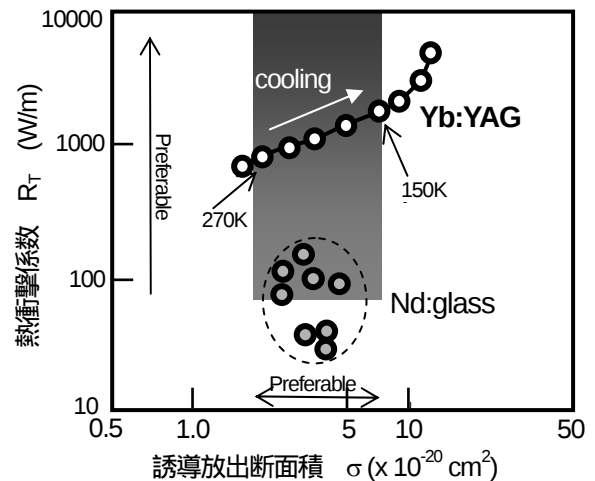


図1 誘導放出断面積と熱衝撃係数

出力レーザー材料として登場した。加えて、我々はレーザー材料の温度を制御することで所望の物性値を得ることに着目した(図1)。以上のことから、実用炉用レーザー材料として低温冷却 Yb:YAG セラミクスについて評価している。現在までのところ、高効率、高平均出力、高エネルギー密度動作を実証し、[1] 繰り返し可能な大出力レーザー材料としての高い可能性を明らかにした。今後、炉用レーザーシステムの設計には低温での屈折率や非線形屈折率、熱衝撃係数などの正確な物性測定は不可欠である。さらに商用炉用ドライバーとして使用するには、レーザー材料以外に半導体レーザーや冷却装置等の総合的な効率向上に必要な技術開発や光学系のダメージ耐力向上等の低メンテナンスに必要な基盤技術開発が必要と考えている。

[1] J. Kawanaka et al., Laser Physics **15**, pp. 1306-1312 (2005).