

激光XIIおよびLFEXレーザーによる高速点火核融合の進展 Progress of Fast Ignition Integrated Experiment with Gekko-XII and LFEX Lasers

白神宏之¹⁾, FIREXプロジェクト
 Hiroyuki Shiraga¹⁾, FIREX-1 Project

¹⁾ 阪大レーザー研

¹⁾ ILE, Osaka Univ.

阪大レーザー研では核融合科学研究所と連携し、高速点火核融合FIREX-1プロジェクトを推進している。

加熱用大出力超短パルスレーザーとしてLFEXレーザーを建設、稼動を開始し、今年度までに4ビーム中2ビームの出力を実験に供給している。これまでに、LFEXレーザー（波長 $1.05\ \mu\text{m}$ ）はパルス幅1–2 psで、出力最大1.6 kJ/ 2 beamsまでを達成した。また、軸外し放物面鏡により、ビームを集光径約30–60 μm （回折限界の約2倍程度）に集光し、ターゲットに設けたコーンに加熱注入した。今年度～来年度にかけて、LFEXレーザーの出力を最大10 kJ/ 4ビームまで増加して、加熱温度上昇の検証を行ってゆく計画である。

LFEXレーザーによるターゲット照射時に発生する硬X線/電磁パルスの過酷環境下で、加熱電子発生および燃料プラズマの状態を精度良く測定するため、高速X線分光画像計測、高エネルギーX線/ γ 線分光器およびイメージャー、高速電子分光器、中性子分光器、(γ , n) 中性子検出器などを開発した。

重要な物理課程として、高速電子発生量、高速

電子ビーム広がりと輸送についての実験的検証を進めている。

統合実験では、高速点火ターゲットとしてコーン付きシェル（重水素化ポリスチレン（CD）シェルターゲット（直径500 μm 、殻厚7 μm ））を用い、激光XII号（波長0.53 μm 、出力300J/ビームx（9～12）ビーム、パルス幅1.5ns）によりシェルを爆縮し、最大圧縮時にLFEXレーザーをコーン内に注入し、コアを加熱した。高速加熱により達成された中性子増加を図1に示す。これは0.5→0.8 keVの温度上昇に相当し、ここから評価される加熱効率は10–20%と見積もられた。

加熱効率をさらに向上する方策として、加熱レーザーのプリパルスを抑止しコーン内のプラズマスケール長を小さくし電子エネルギーが高くなりすぎないように制御すること、高速電子の散乱減衰を低下するため低Z物質であるダイヤモンドライクカーボン製のコーンの導入、高速電子流をコアに向かってガイドする外部生成磁場の印加について、研究を進めている。

研究の現状と今後の計画について報告する。

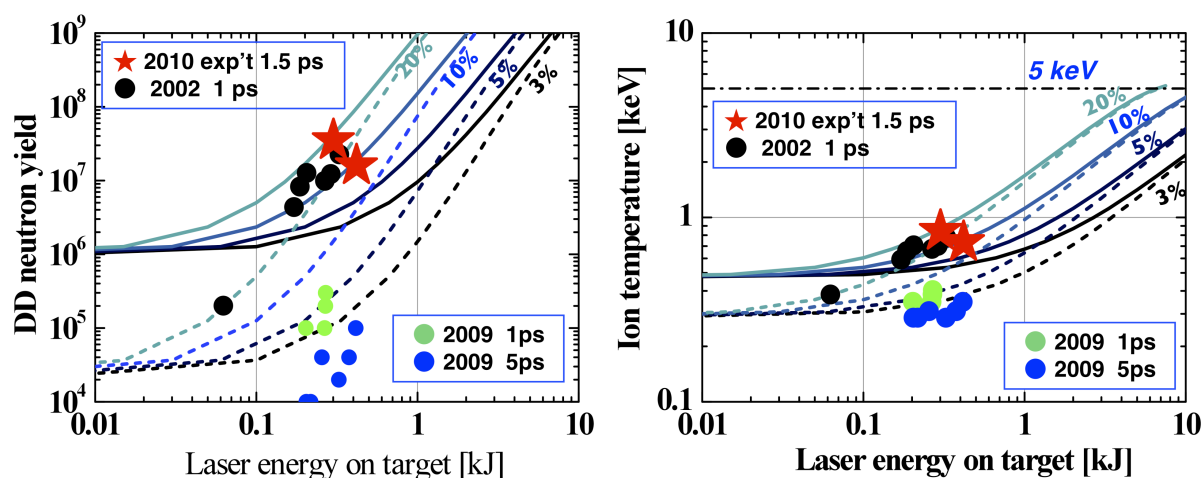


図1：(左) これまでの高速点火実験における中性子発生数の加熱レーザーエネルギー依存性。(右) 同様の換算されたイオン温度。いずれも曲線群は均一加熱モデルを仮定した加熱効率。