高速点火レーザー核融合実験の進展

Progress of the Fast Ignition Laser Fusion Experiment

○長井隆浩，中井光男，有川安信，波元拓哉，小島完興，坂田匠平，
多賀正樹，井上裕晶，服部祥治，藤岡慎介，白神宏之，猿倉信彦，乗松孝好，嚊地宏，
および FIREX グループ
大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

Takahiro NAGAI, Mitsuo NAKAI, Yasunobu ARIKAWA, Takuya NAMIMOTO, Sadaoki KOJIMA,
Shohei SAKATA, Masaki TAGA, Hiroaki INOUE, Shoji HATTORI, Shinsuke FUJIOKA,
Hiroyuki SHIRAGA, Nobuhiko SARUKURA, Takayoshi NORIMATSU, Hiroshi AZECHI,
and FIREX group
Intstitute of Laser Engineering, Osaka University
E-mail: nagai-t@ile.osaka-u.ac.jp

高速点火レーザー核融合とは、500 μm 径の重水素置換プラスチック球殻をレーザー(数 ns, ~3 TW)により爆縮し、その最大圧縮時に超高強度レーザー(~10^{20} W/cm^2)により追加熱を行い点火燃焼に至らしめる、圧縮・加熱分離型レーザー核融合方式である。現在、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにおいて行われている高速点火原理実証実験(FIREX)では、点火温度(5-10 keV)への加熱の達成(第 I 期)が進行中である。しかし、高速点火実験において、追加熱レーザーの照射により生成する高速電子の制動放射により発生する高エネルギーX 線(γ線)が深刻な計測障害となっていた。

γ線による計測障害を克服した計測手法の開発によって、有効な計測データが取得されてきた。中性子計測において、遮蔽計算を行ったコリメータを設置し、低残光液体シンチレータ計測器を開発することにより、高エネルギーX 線と光核反応により発生する高線量中性子のバックグラウンドノイズを低減し、S/N 比を向上したイールド計測が可能になった。(図 1)また、X 線計測において、高エネルギーX 線を遮蔽することにより、高時間・空間分解(10 ps 程度, 20 μm 程度)したプラズマ計測や追加熱レーザーのスポット径計測が実現している。(詳細は多賀・服部の発表を参照)そして、現在開発中である高エネルギーX 線スペクトル計測及び画像計測により、制動放射の元となっている高速電子スペクトルを求めつつある。(詳細は坂田・井上の発表を参照)

現在までの解析により、イオン温度 0.5 keV 程度、加熱効率が数%程度と概算され、高速点火レーザー核融合の物理を明確に理解できるまでに至った。今後は、この低加熱効率の原因の究明と対策を考案する予定である。

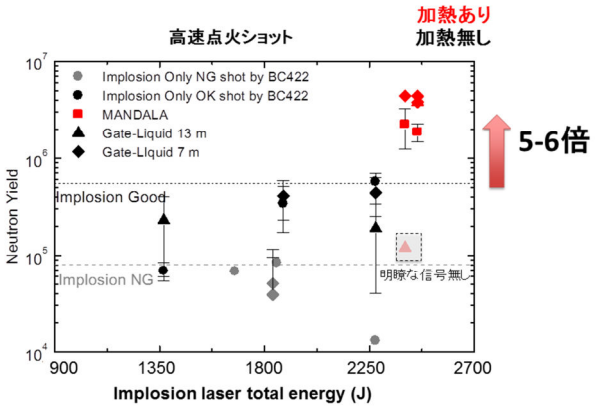

図 1. 追加熱レーザーによる中性子イールドの向上.