

12ビーム爆縮による高速点火爆縮コアプラズマ制御 Control of imploded core plasma in fast ignition

古賀麻由子¹, 石井圭憲², 十河雄大², 白神宏之², 長友英夫², 藤岡慎介², 疇地宏²,
FIREXプロジェクトチーム²

KOGA Mayuko¹, ISHII Yoshinori², SOGO Takehiro², SHIRAGA Hiroyuki², NAGATOMO Hideo²,
FUJIOKA Shinsuke², AZECHI Hiroshi², FIREX project team²

¹兵庫県立大学, ²阪大レーザー研

¹University of Hyogo, ²Institute of Laser Engineering, Osaka University

1. はじめに

慣性核融合の手法の1つである高速点火方式は、ナノ秒パルスレーザーで燃料ターゲットを爆縮し、最大圧縮に至った瞬間にピコ秒パルスレーザーで追加熱を行うというものである。高速点火方式は中心点火方式に比べてより小さなレーザー装置でより高い利得が期待できるという利点がある。大阪大学ではFIREX-1 (Fast Ignition Realization EXperiment: 高速点火核融合原理実証実験) プロジェクトとしてプラズマ温度5 keVへの加熱を目指し、研究が行われている。

爆縮コアプラズマを効果的に加熱するには爆縮コアプラズマを制御することが不可欠である。これまで激光12号レーザーを用いた爆縮追加熱実験では、コーンへのレーザー照射を避けるため、コーン側3ビームは使用されていなかった。その結果、ターゲットへのレーザー照射が不均一となり、爆縮コアプラズマが変形する、コーン側へ流れてしまうといった現象が指摘されていた。そこで我々はコーン側3ビームも爆縮に用いることができるレーザー配置およびターゲットを考案し、実験を行った。

2. 12ビーム爆縮のコンセプト

図1は爆縮追加熱実験で用いられるコーンシェルターゲットとコーン側のレーザー配置の模式図である。点線は通常のレーザー配置を示す。図1を見れば明らかなように、通常のレーザー配置ではレーザー光がコーンに照射されてしまい、その後の追加熱レーザー入射に影響する。そこで12ビーム爆縮では図1の実線で示されるようにコーン側3ビームの集光位置をオフセットすることでコーンへのレーザー照射を防ぐこととした。しかしコーン側3ビームの基本波成分は高調波成分よりも長い焦点距離を持つため、この配置でもコーン内部に照射されてしまう。そのため、通常

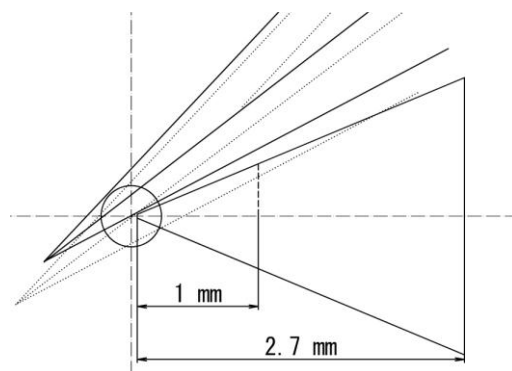


図1. Schematic diagram of a target and configurations of 3 laser beams near the cone.

のコーン (長さ1 mm) よりもコーンの全長を長くする (長さ2.7 mm) ことでコーン先端近傍へのレーザー光の照射を遮蔽するようにした。燃料シェルは通常の爆縮追加熱実験で用いられるものと同様の重水素化プラスチックシェル (直径500ミクロン、厚さ7ミクロン) を使用した。コーン先端とシェル中心部の距離は50ミクロンとした。

3. 実験内容および実験結果

実験は激光12号レーザーおよびLFEXレーザーを用いて行われた。激光12号レーザーの波長は0.53ミクロン、パルス幅は1.5 ns、総エネルギーは約2 kJである。LFEXレーザーの波長は1.95ミクロン、パルス幅は1~5 ps (可変) である。爆縮コアプラズマの時間空間分解計測にはX線フレーミングカメラおよびX線ストリークカメラを使用した。

爆縮画像の解析結果から9ビーム爆縮より12ビーム爆縮の方が爆縮コアプラズマの球対称性が向上していることがわかった。また、9ビーム爆縮に比べ、12ビーム爆縮では爆縮コアプラズマの重心移動速度が半分程度に抑制されていることがわかった。詳細は講演にて報告する。