

高速点火核融合実験での爆縮プラズマ計測

大阪大学レーザーエネルギー学研究中心 L F グループ

多賀 正樹 ・ 服部 祥治

1. 爆縮コアプラズマ計測

我々は激光 XII 号による爆縮でコアプラズマを生成し、LFEX によって追加熱を入射する、2種類のレーザーを用いた高速点火方式で核融合点火・燃焼の実現を目指している。その為にはコアプラズマの時間的及び空間的なダイナミクスを観測する必要があるのだが、この手法でのコアプラズマは寿命が数百 ps 以下、空間スケールが数百 μm 以下という非常に高速かつ微小な現象であり、従来の計測器の分解能では詳細な診断を行うことが出来ない。そこで現在 10ps 以下の時間分解能を可能とするストリークカメラと、画像サンプリング法を組み合わせる手法を用いて観測を行っている。

2. MIXS 法による 2 次元画像計測

通常ストリークカメラによる計測は空間 1 次元、時間 1 次元の計測に限られる。しかし、複数のピンホール列とカソードスリットを組み合わせることで、2次元空間画像を得ることが可能となる。ピンホール列とカソードスリットの水平角をずらすことにより、光源からの異なる緯度の情報が画像サンプリングされる為、これを対応する時刻で配置しなおせばよい。本実験では X 線計測にこの手法を取り入れており、これを MIXS (Multi-Imaging X-ray Streak Camera) 法と呼ぶ。これを複数組み合わせることで、2次元電子温度分布を得ることもできる。本実験では、追加熱入射時にターゲットコーン先端が発光する現象が観測された。

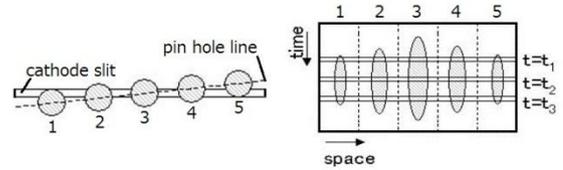


図1 MIXS 法における結像系構成と計測器デバイスの取得画像

3. コーン内面のプラズマ化対策

追加熱を加える際、ターゲットコーン内にプラズマが存在すると、加熱効率が低下してしまうという問題がある。この原因としてコーン内面に照射されるレーザーによってコーン内壁がプラズマ化してしまうことが挙げられる。ターゲットを爆縮する際、レーザーの波長を第 2 高調波に変換してからターゲットに照射するが、変換効率は 40% ほどであり、無変換光もそのまま照射される。長波長の光の方が焦点距離は大きくなるため、無変換レーザーは十分に集光できず、コーン内面にレーザーが照射されてしまう。これに対し、遮光板を挿入することで中抜けレーザーを作り、コーン内面に無変換光が照射されない状況で実験を行った。その結果、最大爆縮以前のコーン内部での可視発光が低減された。

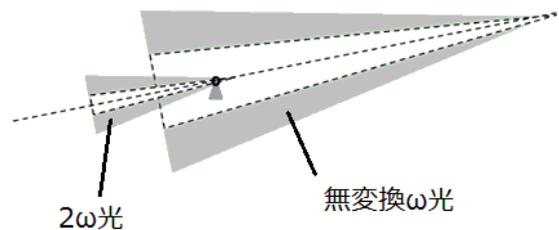


図2 レーザー照射条件 概略図