

レーザー核融合におけるプラズマ診断について

白神 宏之

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

Abstract

レーザー核融合では微小 (0.5~5 mm ϕ) な燃料ターゲットを、レーザー光照射による爆縮という手法で高密度に圧縮し、短時間の内に核融合反応を起こそうという方法である。従って、爆縮された核融合燃料プラズマは、さらに微小 (100 μ m オーダー) かつ高速 (100 ps オーダー) となり、その診断技術には高時間空間同時分解が要求される場合が多い。また、近年になって展開している高速点火核融合では、爆縮後に燃料を加熱するために注入照射される超高強度レーザーとプラズマの相互作用で大量の X 線 (MeV 領域にあるので γ 線と呼んでも良い) が発生し、これが X 線・中性子計測には強烈なノイズ源となる過酷環境下でのプラズマ診断が要求される [1]。

燃料プラズマのダイナミクスを観測するために、高時間空間分解 X 線分光画像計測法を開発してきた [2]。これは超高速 (時間分解能 2~10 ps) の X 線ストリークカメラに画像サンプリング技術を応用したもので、これにより、爆縮燃料プラズマの形成過程、非一様性、球対象爆縮シミュレーションとの差異の比較などの観測が可能となった。

爆縮の基礎過程であるターゲットのアブレーション加速時の研究においては、X 線バックライト法が用いられる。これは平板ターゲットを正面や横方向から X 線の影絵により時間空間分解撮影する手法 [3] で、レイリーテイラー不安定性などの物理解明に貢献した [4]。

核融合中性子の計測に関しては、上記の過酷環境下での稼働に耐えうるため、超高速の液体シンチレータ [5] を、また、微弱な散乱中性子信号を捉えるために Li ドープシンチレータを開発した。これらはシングルヒット ToF 法により使用される。さらに、液体シンチレータとゲート CCD カメラの組み合わせにより中性子画像計測を可能とした。

講演では、これらの診断技術と測定結果の例を紹介する。

[1] H. Shiraga, *et al.*, IAEA/FEC2014, IFE/P6-2 (2014); Y. Arikawa, *et al.*, RSI 83, 10D909 (2012).

[2] H. Shiraga, *et al.*, RSI 75, 3921 (2004), and references there in.

[3] H. Shiraga *et al.*, RSI 74, 2194 (2003).

[4] H. Azechi, *et al.*, PRL 98, 045002 (2007).

[5] T. Nagai, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 080208 (2011).