

球心衝撃波による中実核融合燃料球の高密度圧縮  
**High density compression of solid fusion fuel sphere  
 with spherically converging shock wave**

李昇浩<sup>1</sup>, 澤田寛<sup>2</sup>, 白戸高志<sup>3</sup>, 有川安信<sup>1</sup>, 小島完興<sup>1</sup>, 坂田匠平<sup>1</sup>, 安部勇輝<sup>1</sup>, 加藤弘樹<sup>1</sup>,  
 松尾一輝<sup>1</sup>, Law King Fai<sup>1</sup>, 砂原淳<sup>4</sup>, 弘中陽一郎<sup>1</sup>, 重森啓介<sup>1</sup>, 長友英夫<sup>1</sup>,  
 村上匡且<sup>1</sup>, 藤岡慎介<sup>1</sup>, 疇地宏<sup>1</sup>  
 Seungho Lee<sup>1</sup>, H. Sawada<sup>2</sup>, T. Shioto, Y. Arikawa<sup>1</sup>, S. Kojima<sup>1</sup>, S. Sakata<sup>1</sup>, Y. Abe<sup>1</sup>, H. Kato<sup>1</sup>,  
 K. Matsuo<sup>1</sup>, Law King Fai<sup>1</sup>, A. Sunahara<sup>4</sup>, Y. Hironaka<sup>1</sup>, K. Shigemori<sup>1</sup>, H. Nagatomo<sup>1</sup>,  
 M. Murakami<sup>1</sup>, S. Fujioka<sup>1</sup>, H. Azechi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>阪大レーザー研, <sup>2</sup>ネバダ大リノ, <sup>3</sup>東北大, <sup>4</sup>レーザー総研  
<sup>1</sup>ILE Osaka Univ., <sup>2</sup>Reno Univ. Nevada, <sup>3</sup>Tohoku Univ., <sup>4</sup>ILT

高速点火核融合方式では加熱レーザーから高密度燃料へのエネルギー結合効率が10%以上であることが求められる。高い結合効率を得るためには高密度の核融合燃料の密度半径積を実現することが必要である。

従来の球殻状燃料の爆縮による高密度燃料部の生成過程では、燃料表面の擾乱やレーザー照射強度の非一様性が原因となって、レイリー・テイラー不安定性等の流体力学的不安定性が成長していく。その結果、圧縮途中で球殻燃料の破断や混合現象が起こるため燃料を高密度に圧縮することが容易ではない。

本研究では、流体不安定性に強い核融合燃料として中実球を提案した。中実燃料球にレーザーを照射すると、燃料の中心に向かって収束する球心衝撃波が生成される。圧力分布が非一様な場合でも、衝撃を受けた物質内では衝撃波速度分布の平滑化が起こり、衝撃波面が安定化していく性質がある。このように衝撃波による圧縮を使うことで、球殻燃料より安定的に高密度燃料部を生成することが可能である。

さらに、テーラード・レーザーパルスを用いると、準静的に中実球を圧縮出来るため、点火に必要な高密度圧縮も実現可能である。高速点火方式においては燃料の圧縮と加熱過程を分離しているため、圧縮過程において燃料が高温部を生成する必要は無く、球心衝撃波による中実球圧縮は、理想的である。

本研究は実験とシミュレーションを通じて中実燃料球の点火ターゲットとしての可能性やその有用性を検証することが目的である。まず、典型的な波形であるガウシアン・レーザーパルスにより生成できる高密度燃料部の密度

をX線バックライト法により計測を行った。爆縮プラズマやその周囲の高温プラズマからのX線発光がバックライト画像に重畳するのを防ぐために、球面湾曲クォーツ結晶を結像に用い、ブラッグ角をチタンの特性X線(4.51keV)に合わせた。バックライト光源生成用の超短パルス高強度レーザーの照射時刻を変えることにより観測時間を変更した。

実験により得られた透過率画像(Fig. 1)を、輻射流体シミュレーション及び衝突輻射輸送シミュレーションにより予測される密度分布解析を行った。さらに、理論やシミュレーションに基づいて設計したテーラード・レーザーパルスを用いて中実燃料球を準静的に圧縮し輻射流体シミュレーションから予測される結果について報告する。

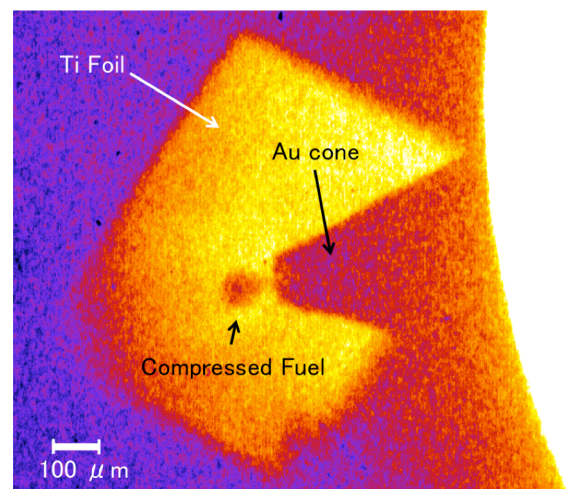


Fig.1 : Ti-K $\alpha$  backlight image of solid fusion fuel sphere compressed by 1.3ns Gaussian laser pulse.