

Dependence of Ignition and Burn Dynamics on Imploded Fuel Profiles in Fast Ignition Laser Fusion

城崎知至^{1,2}、長友英夫²、藤岡慎介²

JOHZAKI Tomoyuki^{1,2}, NAGATOMO Hideo², FUJIOKA Shinsuke²

¹広大院先進理工, ²阪大レーザー研

¹Grad. Sch. Adv. Sci. & Eng., Hiroshima Univ., ²Inst. Laser Eng., Osaka Univ.

高速点火方式レーザー核融合では、球殻燃料に比べて流体力学的に安定な中実球燃料の利用が検討されている。中実球爆縮では、多段レーザーで駆動される複数の求心衝撃波が中心にほぼ同時に到達することで燃料が圧縮される。中実球爆縮の一次元シミュレーションで得られた密度分布を図1に示す。高密度領域は燃料中心部に局在しており、その周囲を衝撃波伝播後の低密度燃料が取り囲む構造となる。

レーザー核融合燃料の燃焼率は、簡易理論モデルでは爆縮燃料の面密度に依存する。また、高速点火で点火に要するコア加熱エネルギーは点火領域=燃料コア端の密度に強く依存する。しかし、中心に高密度領域が局在する中実球爆縮での点火条件や燃焼率が従来の評価モデルに従うかは自明ではない。そこで、二次元核燃焼シミュレーションにより中実球爆縮燃料の点火燃焼特性を調べた。

図2に燃焼率 Φ の面密度 ρR 依存性を示す。一様圧縮燃料では面密度 $\rho R \geq 2 \text{ g/cm}^2$ で理論モデルとよく一致した。中実爆縮燃料の場合、燃料全体の面密度に対して燃焼率をプロットすると、同面密度での理論値や一様圧縮燃料の燃焼率よりも大幅に低い。密度 $\rho > 200 \text{ g/cm}^3$ で評価した面密度に対してプロットすると、一様圧縮燃料の値とほぼ一致した。この結果は、核燃焼に寄与するのが中心に局在する高密度領域の

みで、周辺部は燃焼にほとんど寄与しないことを意味する。

講演では、点火条件や燃焼のダイナミクスと合わせて詳細を報告する。

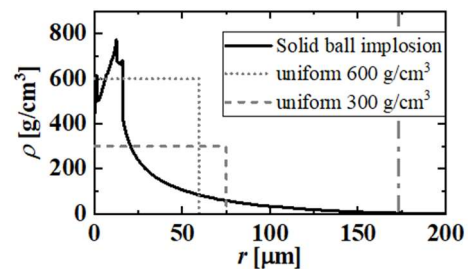


図1 一次元中実球爆縮シミュレーションで得られた燃料密度(ρ)の径方向(r)分布(実線). 点線、破線は同質量の燃料を密度 600, 300 g/cm^3 に一様圧縮した場合の分布.

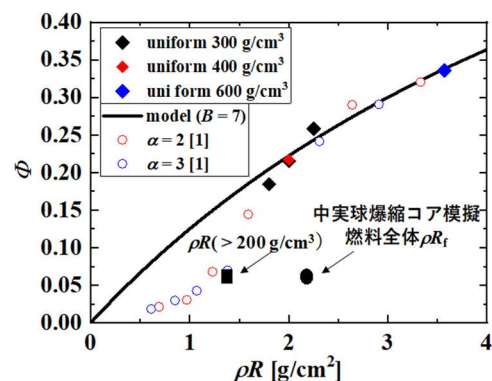


図2 燃焼率 Φ の面密度(ρR)依存性. 実線は簡易理論モデルの値. シミュレーションで得られた中実球爆縮コアの結果を●(燃料全体 ρR に対してプロット)と■($\rho > 200 \text{ g/cm}^3$ の ρR に対してプロット)、一様圧縮燃料の結果を◆で示す. 中抜き○は文献[1]の結果.

[1] T. Johzaki et al. Plasma Fusion Res. 2, 041 (2007).