

イオンビーム駆動高速点火レーザー核融合の特性評価 Potential study of ion beam driven fast ignition laser fusion

森川能匡¹, 城崎知至¹, 千徳靖彦², 須佐秋生¹, 遠藤琢磨¹
T. MORIKAWA¹, T. JOHZAKI¹, Y. SENTOKU², A. SUSA¹, T. ENDO¹

¹ 広大院工, ² ネバダ大レノ校

¹Hiroshima Univ., ²Univ. of Nevada Reno

1. 研究背景と目的

高速点火レーザー核融合の新たな手法として 10^{22} W/cm² 級の超強度レーザーによる光圧加速 (RPA) によって生成したイオンビームをコア加熱に用いる、イオンビーム駆動高速点火が提案され、ビーム生成やコア加熱に関する研究が行われている^{[2][3]}。しかし、ビーム生成からコア加熱まで一貫した研究は行われていない。本研究では、最初に、粒子-流体結合計算により、イオンビームによるコア加熱特性・点火条件を評価する。これにより点火に適したビーム条件を明らかにする。次に、相対論電磁粒子コードを用いて、要求されるビームを生成するレーザー並びにターゲット条件を評価する。更に、得られたビームプロファイルを用いて、粒子-流体結合計算を行う。これら一連の解析により、RPA 生成イオンビームによる高速点火核融合の点火条件やコア加熱から燃焼に至るダイナミクスを明らかにし、従来の電子ビーム駆動高速点火や他の点火方法と比較することで、その特性を評価する。本報告では、最初のステップとして、粒子-流体結合計算による加熱特性並びに点火条件評価について示す。

2. 計算手法

本研究では粒子ベースの高エネルギーイオン輸送コードを開発して、核燃焼コード FIBMET^[4] に結合し、コア加熱特性を評価した。イオン輸送計算においては、粒子の運動方程式を解く際に、バルクプラズマの情報から阻止能を評価し、バルク粒子とのクーロン衝突によるエネルギー損失のみを考慮し、衝突による散乱は無視している。得られたエネルギー付与率をバルクプラズマのエネルギー方程式に加熱項として加えることで、結合計算を行った。

3. 計算結果

計算は、半径 100 μ m、密度 300 g/cm³、面密度 3 g/cm²、温度 0.1 keV の静止 DT プラズマ球を燃料の初期状態とし、この燃料端から単色で

角度広がりのない C⁶⁺ ビームを入射した。入射ビームのパルス長 $\tau_p = 1$ ps、ビーム半径 $r_p = 15$ μ m とし、入射粒子エネルギー $E_p = 100 \sim 500$ MeV に対して、ビーム強度をパラメータとして計算を行い、点火に要する最低エネルギー E_{ig} を評価した。

図 1 に、得られた点火エネルギー E_{ig} のビームエネルギー依存性を示す。本条件の下では、 $E_p = 200$ MeV において、 E_{ig} が最も低くなった。

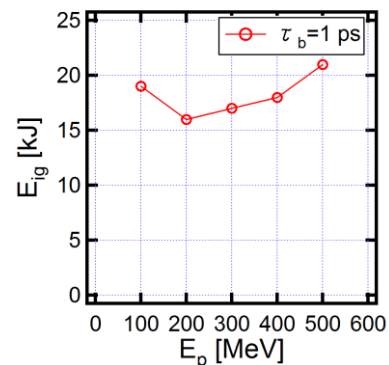


図 1 点火エネルギーのビーム粒子エネルギー依存性

4. まとめと今後の課題

本研究では、粒子-流体結合計算により、C⁶⁺ ビームによるコア加熱計算を行い、高速点火に要する点火エネルギーの評価を行った。講演では、点火のダイナミクスの詳細や、パルス長やビームの角度広がり依存性についても報告する。

参考文献

- [1] M. Roth, et al., *Phys. Rev. Lett.* **86**, 436 (2001).
- [2] T.V., Liseikina, et al., *Appl. Phys. Lett.* **91**, 171502 (2006).
- [3] A.P.L. Robinson, et al., *New J. Phys.* **10**, 013021 (2008).
- [4] T. Johzaki et al., *Proc. IFSA 2003*, ANS, 474 (2004).