

重イオン慣性核融合燃料標的のプッシャー層の  
質量が爆縮効率に与える影響  
Effect of pusher layer mass on implosion efficiency  
in heavy-ion inertial fusion

渡邊直人, 高橋一匡, 佐々木徹, 菊池崇志

Naoto WATANABE, Kazumasa TAKAHASHI, Toru SASAKI, Takashi KIKUCHI

長岡技術科学大学

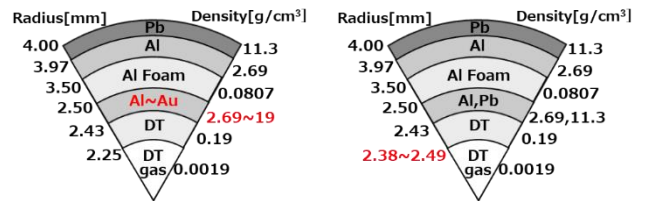
Nagaoka University of Technology

重イオン慣性核融合炉の実現に向けて、重イオンビーム (Heavy Ion Beam: HIB) の照射不均一に由来する不均一爆縮を、周方向の輻射輸送によって緩和し、均一に爆縮を行うための燃料標的の構造材料に、低密度の発泡金属を用いることが検討されている<sup>[1][2]</sup>。しかし、従来の燃料標的では、発泡金属層で閉じ込められた輻射が半径方向へ輸送されることにより燃料が先行加熱され、核融合反応に必要な燃料の圧縮率を得られない可能性がある。そこで、プッシャー層に光学的に厚い重元素金属を用いる<sup>[3]</sup>ことで、半径方向の輻射輸送を効果的に遮断することが出来る。しかし、同時に標的の質量増加によって爆縮速度が低下し、爆縮の効率が悪化することが懸念される。そのため本研究では、発泡金属層に輻射を閉じ込める役割を担うプッシャー層の質量が、燃料標的の爆縮過程に与える影響を検討する。

本計算に用いた燃料標的を図1に示す。発泡金属層と燃料層の間の層をプッシャー層と定義し、爆縮過程に対するプッシャー層質量の影響を調べるため、図1(a)では密度を、図1(b)では厚さを変化させ計算を行った。HIBパルスは、図2に示すように、フットパルスとメインパルスで構成され、総エネルギーは3.97MJとしている。

図3は、プッシャー層質量に対する燃料層の最大圧縮率(=ρ<sub>D,T</sub>/ρ<sub>s</sub>)、最高イオン温度を示している。図3(a)より、燃料層の最大圧縮率はプッシャー層質量の増加と共に増加していることが分かる。しかし、プッシャー質量が60mgを境に、同一の質量であってもより高密度かつ薄いプッシャー層を用いた燃料標的の方が高い圧縮率を得ることが出来る。このことから、プッシャー層の質量が大きい場合には、同一質量でも高密度かつ薄いプッシャー層を用いたほうが爆縮効率を高くすることができる。それに対し、図3(b)に示す最大イオン温度は、プッシャー層の密度ではなく質量に依存し、30mgの時に極大値を取り、質量の増加と共に減少することが分かる。

これは、プッシャー層の質量の増加によって爆縮速度が減少するためである。その結果、燃料層でのスタグネーション時の熱エネルギーへの変換エネルギーが低下していることが原因である。これらより、重イオン慣性核融合燃料標的の爆縮過程においてプッシャー層の質量は、爆縮効率に大きな影響を与えることが明らかとなった。



(a) Pellet 1 : 密度変化 (b) Pellet 2 : 厚さ変化  
Fig. 1 計算に用いた燃料標的構造

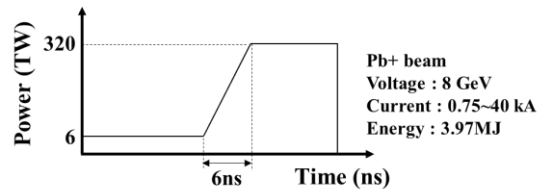
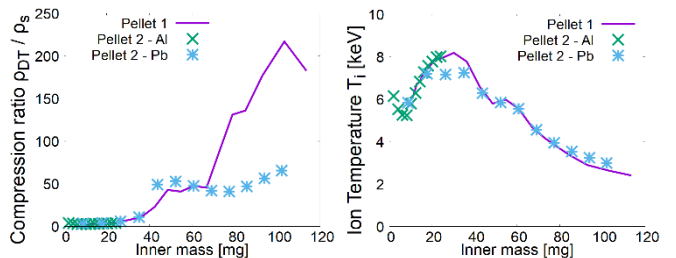


Fig. 2 HIBパルスの構成



(a)最大圧縮率 (b)最高イオン温度

Fig. 3 計算結果

文 献

[1] T. Someya, K. Miyazawa, T. Kikuchi, and S. Kawata, Laser and Particle Beams, 24, pp.359-369 (2006).  
[2] S. Kawata, T. Karino, and A.I. Ogoyski, Matter and Radiation at Extremes, Vol. 1, pp.89-113 (2016).  
[3] D. S. Montgomery, et al., Physics of Plasmas 25, 092706 (2018).