

高速点火核融合のための高密度半径積燃料コアプラズマの 形成法に関する研究

Formation of high-areal-density fuel core plasma for fast ignition

長友 英夫¹, 城崎 知至^{2,1}, 瀧澤 龍之介¹, 藤岡 慎介¹
H. NAGATOMO¹, T. JOHZAKI^{2,1}, R. TAKIZAWA¹, S. FUJIOKA¹
¹阪大, ²廣大

¹Osaka Univ., ²Hiroshima Univ.

レーザー核融合の高速点火方式では高密度半径積の燃料コアプラズマを形成する必要がある。従来の中心点火方式のように中空シェルターゲットで高密度燃料コアを形成しようとすると流体力学的不安定性の影響を受けやすい。一方、シェルの中に燃料を充填する中実球を用いるとその影響を小さく抑えることができる。そこで中実球による爆縮で、効果的な燃料圧縮手法を探索する。

中実球の圧縮では理論的にはKidderの提案した手法[1]が最適とされている。これはレーザーの照射強度を徐々に高めエントロピの増加を抑えながら圧縮する。実用上、照射強度を滑らかに増加させると圧縮の状態を把握できないため、階段状に照射強度を増加させ、衝撃波が中心に到達する時刻を一致させる。照射強度とアブレーション圧力の関係、Rankine-Hugoniotの関係から1ステップ当たり照射強度が約8倍以下になるように定めた。この手法に基づき、レーザーエネルギー250kJ以下、照射強度を6段、密度半径積 $\rho R=2 \text{ g/cm}^2$ 以上を目標に1次元シミュレーションによって最適化を図った。なお、本解析では加熱用レーザーの導波路確保のための金コーン、および最終段の高強度照射においてはLPIの影響は考慮していない。今後の検討課題とする。その結果、最適化された密度分布のRT図を図1に示す。6段の衝撃波がすべて同時に中心に到達することによって最大密度を達成していることが分かる。このとき、半径密度積は $\rho R=2.1 \text{ g/cm}^2$ と点火に必要な数値を達成している。

Kidderの手法では衝撃波が集まった中心点で最大密度を達成するものの、核融合の燃焼条件である密度半径積については必ずしも最適化されていない。また、高速点火方式では加熱用の電子ビームが広がりをもっているため、電子

ビーム径程度の高密度領域を形成することが望ましい。さらに、図1から中心で反射した衝撃波は一つになるため、さらなる密度上昇に寄与するだけでなくエントロピも大きく増大させる。そこで、反射衝撃波も含めた最適化を行うことによって密度半径積の向上と燃料の高密度領域の半径の拡大化について検討した。

その結果、半径密度積は $\rho R=2.24 \text{ g/cm}^2$ と5%以上改善し、高密度領域の半径も大きくなることが明らかになった。本発表ではその最適化手法の詳細と形成される燃料コアの特性について、加熱用ビームの特性を考慮しながら議論する。

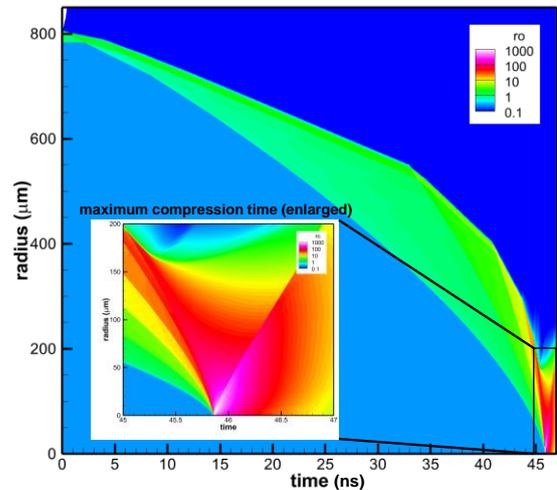


図1. Kidderの手法で最適化した場合の密度分布のRT図(左下図: 最大圧縮時の拡大図) 全ての衝撃波が同時に中心に到達している。

本研究はJSPS科研費 JP20H01886b, JP22K035670の助成を受けたものです。

[1] R.E. Kidder, *Nuclear Fusion* **14**, 53-60 (1974)