

高速点火方式に適した高密度半径積燃料コアプラズマ形成法 Formation of high-areal-density fuel core optimized for fast ignition scheme

長友英夫¹、城崎知至²、瀧澤龍之介¹、藤岡慎介¹
H. NAGATOMO¹, T. JOHZAKI², R. TAKIZAWA¹, S. FUJIOKA¹

¹阪大、²広大
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爆縮を行うと流体力学的不安定性の影響が避けられず、初期の擾乱を抑えることができなければシェルが破断し高密度燃料コアの形成が困難になることが知られている。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られることから、中実球を用いたレーザー爆縮で、効果的に燃料を圧縮する手法を探求する。

中実球の圧縮では理論的にはKidder¹の提案した手法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手法である。しかしながら、実際の実験において、この手法に従って照射強度を滑らかに増加させても圧縮の状態を把握することは困難であることから、階段状に照射強度を増加させ、すべての衝撃波が中心に到達する時刻を一致させる手法を考え、最適化を試みてきた。

これまでの最適化の結果では、最大圧縮時の密度分布は、中心近傍が高密度になるものの周辺プラズマは比較的低密度の長い裾が広がる分布になり、必ずしも高速点火の加熱プロセスにとっては最適であるとはいえないことが明らかになった。そこで、本研究では最大圧縮時の密度分布を変化させ加熱プロセスに適した燃料コアの形成できないかを調べた。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。

Kidderの解析では反射衝撃波を取り扱うことができないため、衝撃波が中心へ到達するまでの最適化であったが、今回は、中心で反射した衝撃波は反射後も強い強度を保っていることから、最適化においてはその影響が無視できない。これを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、レーザー波形などはKidder解から少しずれた場合に最大となる解があることが分かった。また、最大 ρR のときの密度の空間分布は、今回得られた最適解は、Kidder解と比べ内部が埋まっており、高速点火に適した分布になっている。さらに、最大 ρR 以後もプラズマは膨張を続け、約70 ps 後に $\rho R = 2.0 \text{ g/cm}^2$ となる。このときの $\rho < 200 \text{ g/cm}^3$ の領域の半径は $33 \mu\text{m}$ まで大きくすることができる。これは、加熱用電子ビームの広がりを見れば適切な大きさになっている。最大 ρR の到達時刻以前ではコア半径が極端に小さいことから最大 ρR 達成時刻+70ps 程度が加熱に適した時間帯で、Kidder解に比べ長くなり、その分加熱に適した時間帯も長くなる。

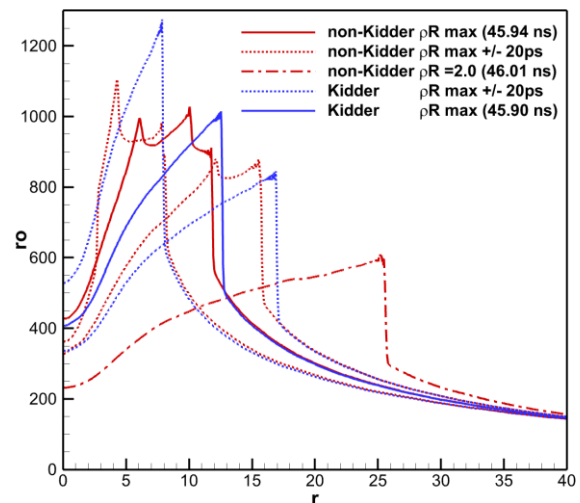


図. 今回得られた最適解とKidderの解の場合の密度半径積 ρR が最大になる時間の空間の密度分布をそれぞれ赤と青の実線で示す。また、密度半径積 ρR が最大になる時間の前後20psの密度分布も同様に赤と青の破線で示す。

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