

Title	レーザー核融合における照射非一様性による擾乱の熱平滑化に関する理論的研究
Author(s)	紫牟田, 康志
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40240
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	紫 幸 田 康 志
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 3 2 0 9 号
学位授与年月日	平成 9 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	レーザー核融合における照射非一様性による擾乱の熱平滑化に関する理論的研究
論文審査委員	(主査) 教授 西原 功修 (副査) 教授 小林 哲郎 教授 小林 猛 教授 三間 圀興

論文内容の要旨

レーザー核融合を達成するには、燃料を十分に均一に圧縮する事が必要不可欠である。しかし爆縮の過程には、これを妨げる様々な要因が存在する。「照射レーザーの空間的な非一様性に起因する摂動（イニシャルインプリント）」もその一つである。イニシャルインプリントは、レーザーを照射した際に生じる燃料球の表面の剥離の前面（アブレーション面）が流体力学的に不安定であるため、ターゲットが加速された時に指数関数的に成長し燃料球の崩壊を引き起こす。本論文では、照射非一様性によって生じるレーザーアブレーションプラズマの音速点での擾乱とアブレーション面でのそれとの関係を解明するために理論モデルを構築し、数値シミュレーションによってその正当性を示した。

理論モデルの構築に際して新たに、「アブレーション面を通過する流体の流れを考慮する」、「従来考慮されることのなかった音速点よりアブレーション面にむかって増大するモード、およびエントロピーモードを考慮する」、「レーザー照射初期段階で生じるアブレーション面付近の非一様性を示す新たな指標の考案」等を試みた。

熱平滑化現象を解析する手段として従来「Cloudy day」と呼ばれるモデルが用いられてきた。同モデルによると音速点で生じた温度擾乱は指数関数的に単調減少しアブレーション面に至るが、今回考案したモデルによると温度擾乱は音速点付近では「Cloudy day」と同様に減衰するものの、アブレーション面付近でピーク値を持つ。またこれに関係してアブレーション面近傍に局在する密度擾乱も観測された。これらの理論モデルより明らかになった事柄を検討するために流体コードを用いた数値シミュレーションを行った。その結果、アブレーション面近傍に局在する密度擾乱の存在、およびその大きさが両者で一致する事等が確認された。さらにこのアブレーション面付近での非一様性を今回考案した指標で評価した結果、非一様性はその波数の増加とともに指数関数的に減少し、波数に関して広範囲にわたって熱平滑化させる事が可能である事を示した。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合研究において、燃料の圧縮過程の一様性と安定性は最も重要な研究課題となっている。本論文は、レーザーアブレーション領域での熱平滑化によって、照射レーザー光の不均一性に伴う流体運動の擾乱の緩和過程を明らかにすることを目的として行った研究の成果をまとめたものである。主な成果を要約すると、次の通りである。

- (1) アブレーション領域、圧縮領域での熱波、音波、エントロピー波を考慮した熱平滑化の波長依存性を明らかにしている。
- (2) 長波長領域では、レーザー吸収の非一様性に伴う温度摂動がアブレーション面近傍で著しく増大することを見出し、2次元シミュレーションによってその解の存在を確認している。
- (3) 熱平滑化については、これまで圧力摂動のみが議論されてきたが、照射レーザー光の不均一性に伴うアブレーション面での密度摂動が圧力摂動より大きいこと、また、密度摂動が圧縮過程で生じるレイリー・テラー不安定性の種として重要となることを見い出している。

以上のように本論文は、照射レーザーの不均一性に伴う密度摂動の熱平滑化過程を解析する理論モデルを提案し、新しい解の存在を明らかにしたものであり、レーザー核融合研究、プラズマ物理に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。