



Title	レーザープラズマにおける非線形相互作用及びエネルギー輸送に関する研究
Author(s)	加道, 雅孝
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38213
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	加 道 雅 孝
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 6 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科電磁エネルギー工学専攻
学 位 論 文 名	レーザープラズマにおける非線形相互作用及びエネルギー輸送に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中井 貞雄 (副査) 教 授 西川 雅弘 教 授 三間 罔興 教 授 青木 亮三 教 授 三宅 正宣 教 授 井澤 靖和 教 授 権田 俊一 教 授 西原 功修

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、レーザープラズマにおける非線形相互作用及び、エネルギー輸送に関する研究の成果をまとめたもので、5章より構成されている。

第1章は緒論であって、一様なターゲット爆縮の重要性、ならびに低エントロピー爆縮について述べる。高効率爆縮におけるフィラメンテーション不安定性、二電子プラズマ崩壊不安定性、誘導ラマン散乱等の影響について述べ、さらにレーザー照射不均一の緩和の有用性について述べ、本研究の意義を示している。

第2章では、シュバルツシルト型X線顕微鏡の開発とその性能評価について述べている。更に、開発されたシュバルツシルト型X線顕微鏡によるプラズマ診断について述べるとともに、ランダム位相板をレーザービームに挿入した際のプラズマの吹き出しの計測について述べ、その特徴を明らかにしている。

第3章では、レーザー照射不均一によるアブレーション圧力不均一を測定し、その緩和機構を定量的に調べた結果について述べ、熱平滑化の物理モデルを明らかにしている。

第4章では、レーザーとプラズマの非線形相互作用である二電子プラズマ波崩壊不安定性と誘導ラマン散乱の基本的特性を実験的に調べるとともに、高速電子との相関、抑制機構について調べ、物理機構を明らかにしている。

第5章は結論であり、以上の研究をまとめ、本論文の総括を行っている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

レーザープラズマでは、コロナ領域において種々の非線形相互作用が起こり、レーザーによるターゲット爆縮効率を左右する。臨界密度より上では、不均一なレーザー吸収は主に熱電子によって緩和されて均一なアブレーション面を形成する。

本論文は不均一レーザー光をターゲット照射した際の物理的問題点を調べ、低エントロピー、対称で安定な爆縮を実現するための方法を検討することを目的として、レーザープラズマにおける非線形相互作用と、エネルギー輸送に関する研究をまとめたものである。主な成果は以下の通りである。

(1) 照射レーザー光の空間パターンを測定するとともにフィラメンテーション等不安定性を調べるためのシュバルツ

シルト型X線顕微鏡の開発を行い、その特性を評価し、実験に応用している。

- (2) X線用垂直入射鏡の製作を行い、ニッケルとカーボンの層を夫々、 20\AA と 10\AA の厚みで約30層コーティングを行い波長 60\AA のX線に対して反射率1%を得ている。蒸着時のニッケルとカーボン間の熱的な拡散を防ぐため石英の鏡基板を液体窒素で冷却し、反射率を約2倍向上させることに成功している。
- (3) 製作されたシュバルツシルト型X線顕微鏡の性能評価をレーザープラズマX線を用いて行い、試作機の空間分解能は $0.5\mu\text{m}$ であることを示している。
- (4) レーザーにより作られたプラズマの吹出しの様子をシュバルツシルト型X線顕微鏡で観測している。ランダム位相板をレーザー光に挿入した際のプラズマの吹出しの模様を初めて μm オーダーの空間分解能で観測し、予測された通り、ランダム位相板に特徴的なスペックルから発生する数 μm サイズのプラズマの吹出しの観測に成功している。
- (5) 意図的に不均一に照射されたターゲット内を伝播する衝撃波の空間速度分布を測定している。この結果により初めてアブレーション圧力の不均一の緩和現象を定量的に評価している。
- (6) レーザー光は臨界密度面で吸収され、さらに吸収されたレーザーエネルギーは熱電子によってアブレーション面まで運ばれる。熱電子は方向性をもたないのでレーザー光の照射不均一性はこの間隔(D)で熱緩和される。衝撃波はアブレーション面から発生するので衝撃波の空間分布の観測が熱緩和の評価に結びつく。アブレーション面でのアブレーション圧力不均一の緩和には電子による熱伝導と流体運動による圧力波の寄与が考えられる。先の間隔(D)が小さいときには熱伝導のみが寄与し、間隔(D)が充分大きくなると熱伝導と圧力波両方からの寄与が効くことを実験データを用いて説明し、物理過程を明らかにしている。
- (7) ターゲットプラズマからのレーザー散乱光のうち誘導ラマン散乱と二電子プラズマ波崩壊不安定性による散乱光を計測し、ターゲットを先行加熱する高速電子は主に二電子プラズマ波崩壊不安定性によるものであることを明らかにしている。

以上のように、本論文は高空間分解能X線顕微鏡の開発、アブレーション圧力の熱緩和の定量評価、レーザーとプラズマの非線形相互作用による高速電子の観測に関し、数々の新しい知見、成果を得ている。レーザー核融合の物理的理解の進歩に貢献するだけでなく、レーザー核融合から派生する応用研究にも可能性を示している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。