



Title	レーザー核融合プラズマの理論的解析
Author(s)	Malak, N. Makar
Citation	大阪大学, 1982, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33210
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	マラク エヌ マカール Malak N. MAKAR
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5655 号
学位授与の日付	昭和 57 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	レーザー核融合プラズマの理論的解析
論文審査委員	(主査) 教授 山中千代衛 教授 木下 仁志 教授 犬石 嘉雄 教授 藤井 克彦 教授 鈴木 育 教授 横山 昌弘 教授 中井 貞雄

論文内容の要旨

本論文は、レーザー核融合におけるプラズマ現象を理論的に研究し、実験結果との対比により、レーザープラズマ現象の物理を解明した成果の大略をまとめたものである。

第 1 章は、緒論であって、慣性核融合研究における本研究の重要性を述べ、論文の位置づけを行っている。

第 2 章では、固体ターゲットにレーザー光を投射したときに発生するアブレーション圧力を導出する理論解析、数値解析の手法を開発し、これをもちいてアブレーション圧力、流体力学的効率等をレーザー波長、強度、熱伝導制限因子等の関数として求めている。さらに、この結果を実験結果と比較することにより、モデルの正当性を検証している。さらにレーザー波長を $1\mu\text{m}$ より $0.25\mu\text{m}$ に短かくすると、流体力学的効率は 1.7 ~ 4 倍の範囲で改善されることを示している。

第 3 章では、プラズマ中の電子が 2 温度成分からなるときの分散式を詳細に解析し、レーザー光の吸収、散乱に寄与する各種パラメトリック不安定性の特性、励起しきい値、成長率等を明らかにし、電子音波の位相速度が高温電子の熱速度に近くなると、パラメトリック不安定の励起により、高温電子の温度が上昇すること、および、このような 2 温度プラズマでは、電子によるラマン散乱の寄与が重要となることを示している。

第 4 章では、質量対電荷比の異なるイオンを含んだプラズマの等温膨張の過程を解明している。異なるイオンの膨張速度は、その質量対電荷比に依存すること、2 温度プラズマでは、各イオン種の速度分布にディップが形成されること、このイオン速度分布より高温電子および低温電子の温度比、密度比が求められることを解析的に示している。

第5章は結論であり、得られた結果をまとめ総括としている。

論文の審査結果の要旨

レーザー核融合において、団体ターゲットに投射されたレーザー光と、表面に発生したプラズマとの相互作用、アブレーションによる圧縮力の発生は、ペレット爆縮の基礎過程であり、この解明は、レーザー爆縮核融合の最も重要な研究課題である。

本論文は、レーザー光とプラズマとの相互作用に関して、レーザー発生プラズマに特徴的な、2電子温度成分プラズマ、あるいは、異なる質量対電荷比のイオンよりなるプラズマについて吸収、散乱過程、特に、パラメトリック不安定性について解明を行っている。

さらにこのようなプラズマの等温膨張過程、アブレーションによる圧力発生について、理論解析を行ない、これを実験結果と比較することにより、レーザープラズマ現象を解明し、多くの成果を得ている。

主なものを要約すると次の通りである。

- (1) レーザー光をターゲットに投射したとき発生するアブレーション圧力の波長の比例則を確立し、レーザー光強度、波長、熱伝導制限因子に対する依存性を明らかにしている。
- (2) 低温プラズマの膨張により、ターゲット加速の流体力学的効率が上昇することを示し、これより短波長レーザーの有効性を指摘している。波長を $1\mu\text{m}$ より $0.25\mu\text{m}$ とすることにより、流体力学的効率が1.7～4倍の範囲で改善されることを示している。
- (3) 2電子温度成分プラズマにおけるパラメトリック不安定性の解析を行ない、高温電子の加熱機構がパラメトリック励起された電子音波によることを述べ、電子プラズマ周波数より低い領域ではランダム散乱が発生することを示している。
- (4) 2電子温度でかつ異なる質量対電荷比のイオンを含んだプラズマの等温膨張過程を解明し、プラズマパラメータとイオン速度分布の関連を求めていている。
- (5) イオン速度分布に観測されるディップの機構が、高温電子による膨張と低温電子による膨張、およびその間の空間電荷による相互作用であることを明らかにしている。
- (6) 高温、低温のプラズマ電子温度、電子密度の比を膨張プラズマのイオン速度分布より求める理論的な手法を考察し、これを実験結果に適用し、その有効性を検証している。

以上のように本論文は、レーザープラズマ相互作用、アブレーション過程に関して重要な多くの知見を得ており、核融合工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。