

Title	レーザー光とプラズマの非線形相互作用に関する理論的研究
Author(s)	大須賀, 敏明
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35360">https://hdl.handle.net/11094/35360</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

【28】

氏名・(本籍)	お 須 が とし あき 大 須 賀 敏 明
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 7 3 4 号
学位授与の日付	昭 和 6 2 年 3 月 2 6 日
学位授与の要件	工学研究科電磁エネルギー工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	レーザー光とプラズマの非線形相互作用に関する理論的研究
論文審査委員	(主査) 教 授 三 間  罔 興  教 授 山 中 千 代 衛  教 授 渡 辺  健 二 教 授 横 山  昌 弘  教 授 石 村  勉  教 授 中 井  貞 雄 教 授 山 中  龍 彦  教 授 井 澤  靖 和  教 授 加 藤  義 章 教 授 三 宅  正 宣  教 授 権 田  俊 一  教 授 西 原  功 修 教 授 望 月  孝 晏  教 授 平 木  昭 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、レーザー核融合に関連する高強度レーザー光とプラズマの相互作用における非線形過程についての理論的研究をまとめたもので、次の5章より構成されている。

第1章は緒論で、レーザー光をプラズマに照射した場合の物理現象を、密度ごとに分類して述べ本研究の概要を示している。

第2章では、高密度レーザー光とプラズマの非線形相互作用のうち、誘導ラマン散乱に着目して研究をおこない、高強度レーザー光により励起されるプラズマ波の高電場を高エネルギー加速器に応用する可能性を提案している。すなわち、励起されたプラズマ波の非線形過程を数値解析するためのシミュレーションコードが開発され、励起効率、加速粒子の位相安定性、及び加速エネルギーの最大値を評価している。

第3章では、プラズマでの高強度レーザーの吸収機構のうち、レーザー光からプラズマ波へのモード変換を利用する共鳴吸収の過程を取り上げ、その非線形過程を解析している。すなわち、プラズマ密度の変調が解析され、それらの吸収過程に与える影響が調べられている。

第4章では、慣性核融合での爆縮の流体力学を解析するための二次元ラグランジアン流体コードの開発を取り上げている。爆縮により発生した核融合プラズマの中心部は、照射不均一のため強いシェアフローを伴い、二次元ラグランジメッシュのひずみを生じる。そこで、リゾーニングによりメッシュ形状の復元を企り、さらに運動量・エネルギー等の保存量がリゾーニングの過程で一定に保たれるような数値計算法を開発している。

第5章は結論であり、以上の研究において得られた結果をまとめ、本論文の総括を行っている。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、レーザーとプラズマの相互作用における非線形現象に関連し、高エネルギー電子の発生と粒子加速、レーザーの吸収過程及び流体運動の計算機シミュレーションの問題について理論的研究を行ったものである。得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 高強度レーザー光照射プラズマでの誘導ラマン散乱過程を解析するため、多数の電磁波とプラズマ波が非線形に結合した波動方程式を解く数値計算手法を開発している。この手法を用いて、二波長レーザー光のビートによるプラズマの波の励起過程を明らかにし、加速位相の安定性を調べている。
- (2) レーザー光により励起されたプラズマ波と加速粒子との位相整合を制御するため、プラズマ壁を持つ導波管（プラズマファイバー）中でのレーザーによるプラズマ波の励起を提案している。すなわち、導波管モードの解析により、プラズマ波の位相を光速に制御すること、及び二次元的な加速電場分布と加速される粒子軌道の様子を明らかにしている。
- (3) レーザー光のビートにより励起されるプラズマ波は航跡として取り残され、エネルギー損失及びプラズマの乱れの原因となる。プラズマ中にプラズマ波の航跡をつくらないためレーザーとプラズマ波の結合したトリプルソリトンを提案し、効率的なレーザーによる粒子加速の可能性を示している。
- (4) レーザー光からプラズマ波へのモード変換は共鳴吸収と呼ばれ、プラズマ中での高強度レーザー光の主要な吸収機構となっている。共鳴吸収はプラズマの密度勾配及び磁場に依存する。そこで、密度分布及び磁場と共鳴吸収過程を連立させた非線形方程式を数値解析する手法を開発し、共鳴吸収のレーザー強度及び外部磁場依存性を明らかにしている。
- (5) レーザー核融合の爆縮の流体過程は激しい圧縮・膨脹を伴うため、流体要素とともにメッシュが移動するラグランジュ法が爆縮の計算機シミュレーションに適切である。ラグランジュ法を二次元、三次元のシミュレーションに拡張するには、シアフローに伴うメッシュのヒズミが問題となり、リゾーニングの手法の開発が不可欠である。そこで、タイムステップごとにメッシュの流速からのずれを制御して、リゾーニングを行うシミュレーションのアルゴリズムを開発している。その結果、爆縮プラズマの中心部で起こるシアフローのシミュレーションが可能になっている。

以上のように本論文はレーザープラズマにおけるレーザーと物質の相互作用に関し多くの知見と提案を含み、レーザー核融合研究及びプラズマ理工学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。