The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	レーザープラズマにおけるエネルギー輸送に関する理論的研究
Author(s)	岸本, 泰明
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33893
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

【12】

氏名・（本籍）	岸（きし） 本（もと） 泰（やす） 明（あき）
学位の種類	工　学　博　士
学位記番号	第　6448　号
学位授与の日付	昭和59年3月24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	**レーザープラズマにおけるエネルギー輸送に関する理論的研究**
論文審査委員	（主査） 教授　山中千代衛 教授　横山　昌弘　教授　犬石　嘉雄　教授　中井　貞雄 教授　木下　仁志　教授　山中　龍彦　教授　藤井　克彦 教授　加藤　義章　教授　鈴木　胖　教授　井澤　靖和

論文内容の要旨

本論文は，レーザー生成高温・高密度プラズマ中でのエネルギー輸送に関する諸問題の中で，特に，非線形波動伝播，高速イオン生成，電子の熱伝導，プラズマ中の電子状態に関して理論的解析を行ったものであり，次の6章より構成されている。

第1章は緒論で，レーザー核融合プラズマの全体的な視野から，この論文で取り扱うエネルギー輸送問題の役割を明らかにしている。

第2章では，高強度のレーザー照射下のプラズマ中で問題となる非線形波動伝播についての，新しい数値計算法の開発を行っている。この手法を，レーザーとプラズマとの相互作用の一つである構造共鳴の問題に適用して，プラズマ中での電磁波の非線形透過の現象を解析し，この数値計算法の有用性を示している。

第3章では，吸収されたレーザーエネルギーの大きな損失過程の一つである高速イオン生成の問題が取り扱われている。特に，高温電子の分布に最大エネルギーが存在する場合の高速イオンの速度分布やエネルギー損失率が，レーザープラズマの真空中への等温膨張の数値解析を行うことにより評価されている。

第4章では，高密度領域へのエネルギー輸送の一つである電子の熱伝導の問題が取り上げられている。レーザープラズマのような温度勾配の急峻なプラズマにおいては，通例のSpitzer－Härm の熱輸送の表式は適用できなくなる。そこでそれらを拡張して，温度急勾配下のプラズマにおいても適用できる新しい熱伝導に対する表式を得ている。またこの表式が，そのような状況下での熱流の抑制や非局所性によるさまざまな熱輸送に関連した現象を説明することを示している。

第５章では，高密度，高温プラズマ中における電子状態を，ランダム系の理論を用いて解析し，爆縮コアーから観測されるＸ線スペクトルとの対応を行なっている。特に高密度圧縮の下では，原子の波動関数の重なりによる状態密度の広がりやイオン揺動の効果が無視できないことを示している。

第６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，本論文の総括を行なっている。

論文の審査結果の要旨

本論文は，レーザー生成プラズマ中でのエネルギー輸送に関する諸問題，特に吸収エネルギー分配及びプラズマ診断の立場から重要な問題の理論的解析を行なったものである。得られた主な成果は次の通りである。

(1) 空間的不均一性と非線形性とを同時に有するプラズマ中での波動伝播に関する新しい数値計算法を開発した。この計算法は，非線形方程式をシューティング法とニュートン法類似の繰り返し法を用いて解く手法である。この手法を用い，多価性の解とそれに附随したヒステリシス特性を有する非線形方程式を効率よく解くことができる。この手法は，一般の非線形固有値問題への拡張も容易であり，線形固有値問題もこの手法の特殊な場合として含まれる。

(2) 高強度レーザー光照射プラズマにおいて，共鳴電場加速により高エネルギー電子群が生成され，コロナ領域で発生する両極性電場により，イオンが高エネルギーに加速される。本論文では高エネルギー電子に最大エネルギーが存在する場合，高速イオンのエネルギースペクトルを求めている。

(3) 高エネルギー電子の最大エネルギーが熱電子温度の３～５倍程度の場合は，イオンの先端速度は短時間に飽和して最大速度に達し，その最大速度は電子の最大エネルギーにほぼ比例する。この研究の結果，高速イオンの速度分布を計測することにより，高エネルギー電子の最大エネルギー，及び高速イオンへの損失率を評価することが可能となった。

(4) プラズマ中での電子の熱伝導は，通常Spitzer－Härmの表式が用いられているが，本論文では温度勾配の急峻なプラズマを取り扱うことを目的として，熱流に温度勾配の高次の項を含む表式を用いて解析を行なった。この非局所的表示を用い，平均熱速度より数倍大きい速度を有する高速電子が熱流に大きく寄与する様子を明らかにしている。

(5) この表式を適用することにより，古典的なクーロン散乱理論だけから，温度急勾配下での熱流抑制が得られることが明らかとなり，従来用いられていた異常熱輸送係数の概念を使用する必要がなくなることを示している。

(6) 高温・高密度完全電離プラズマ中での電子状態をランダム系で用いられるグリーン関数により初めて解析した。

(7) 強結合プラズマ状態中での束縛電子はバンドを形成し，状態密度は広がりを持つ。この広がりの大きさはシュタルク効果による広がりよりも大きいことを明らかにした。

(8) 高密度プラズマ中のイオンの揺動により自由電子がゆらぎ，負のエネルギー状態にバンドが形成さ

れることを定量的に示した。このバンド形成は電子の束縛エネルギーの低下をもたらし，従来考えられていた遮蔽効果によるデータと対応をつけるべきであることを明示している。

以上のように本論文はレーザープラズマにおけるエネルギー輸送に関し多くの新しい知見と提案を含み，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。