The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	レーザー核融合における電子熱輸送に関する理論的研究
Author(s)	本田, 満
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40586
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

【49】

氏　　名	本田　満（ほんだ　みつる）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　13854　号
学位授与年月日	平成10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	**レーザー核融合における電子熱輸送に関する理論的研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　三間　圀興 （副査） 教　授　西原　功修　　教　授　高部　英明　　教　授　中井　貞雄 教　授　西川　雅弘　　教　授　権田　俊一　　教　授　飯田　敏行 教　授　堀池　　寛

論文内容の要旨

本論文は，レーザー核融合プラズマにおける電子熱輸送と電磁流体力学に関する理論・シミュレーション研究の成果をまとめたもので，緒論，本論6章及び結論の全8章からなっている。

第1章では，プラズマと核融合反応過程，熱核融合制御のためのプラズマ条件，レーザー爆縮核融合の原理，レーザー生成プラズマのパラメータ領域，及び他分野とのつながりについて述べ，本研究の意義と目的を明確にしている。

第2章は，レーザープラズマのアブレーション構造と電子熱輸送について研究の現状を明らかにし，爆縮過程で生じる流体力学的不安定性への高強度レーザー照射下における電子熱輸送の運動論的効果について研究課題をまとめている。

第3章では，高いアブレーション圧力を利用する高速レーザー爆縮の概念を取り上げ，非局所電子熱輸送による先行加熱の定量評価，及び先行加熱と核融合利得との関係につき計算機シミュレーションをおこない，核融合点火のための安定な爆縮モードを提案している。

第4章では，爆縮初期過程における非一様衝撃波伝播の線形理論解析の概要を示し，その研究の現状を明らかにしている。

第5章は，2次元流体シミュレーションコードの作成とCIP法（Cubic－Interpolated Pseudoparticle Scheme）による2次元フォッカープランクコードの作成について述べ，本コードを利用することにより，爆縮加速相におけるレーリー・テーラー（RT）不安定性の解析をおこない，RT不安定性の噴出安定化への非局所熱伝導の効果を明らかにしている。

第6章では，流体の噴出がある場合の逆制動輻射過程における電子分布関数の自己相似解について述べ，逆制動輻射による吸収が支配的である場合の電子分布関数を決定している。

第7章では，超高強度超短パルスレーザーを用いたプラズマの追加熱に関連して，超高温プラズマにおける相対論的電子の輸送過程を解析している。相対論的な輸送係数の計算と電磁流体力学の方程式の導出をおこなっている。

第8章は結論であり，本論文の総括をおこない，将来への展望と課題について論じている。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合の研究の進歩より，高密度爆縮が実現し，核融合燃焼の点火及び高利得へ向けた研究が次の段階の課題となっている。このような状況において，爆縮過程の流体力学的不安定性の解明と超高強度レーザーを用いた高速点火方式の基礎に関する研究が世界各国でおこなわれている。

本論文は，レーザー核融合プラズマの電子熱輸送と爆縮流体力学に関する理論及び計算機シミュレーションによる研究成果をまとめたもので，その成果を要約すると次のとおりである。

(1)フォッカープランクコードにより電子熱伝導を記述する1次元爆縮シミュレーションコードを開発し，流体力学的により安定である高速レーザー爆縮の点火のシミュレーションをおこない，ペレット形状及び時間パルス波形の最適化とその時の先行加熱の評価に成功している。

(2)燃料ペレットをレーザーで照射した時の初期過程に関連して，アブレーション面からの非一様衝撃波の伝播に関する線形理論解析をおこない，アブレーション面の擾乱と非一様衝撃波面の擾乱との関係を明らかにしている。

(3)2次元のフォッカープランクコードを作成し，2次元流体シミュレーションコードに組み込むことにより非局所熱伝導を伴うレーリー・テーラー不安定性を解析することを可能にしている。その結果，非局所熱伝導を含むシミュレーションでのレーリー・テーラーモードの線形成長率がSpitzer－Härmの熱伝導モデルを用いた時の成長率に比べ60%～70%程度に低減されることを発見している。

(4)逆制動放射によるレーザー加熱を受けるプラズマ中での電子のエネルギー分布関数を解析し，その形状を明らかにするとともに，流体運動が存在するプラズマ中での熱伝導を調べて，熱流制限因子と流体運動との関係を明らかにしている。

(5)超高強度短パルスレーザーによる高速点火方式に関連して，相対論的電子によるエネルギー輸送について，相対論効果による熱流の制限で加熱率及び中性子発生数が減少することを発見している。

以上の様に，本論文はレーザー核融合プラズマの研究において，重要な課題である爆縮の安定性と点火に関連する電子熱輸送の問題について多くの理論的知見を与えている。この研究成果及び開発されたシミュレーションコードはプラズマ理工学のみならず，宇宙科学やレーザー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。