The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	レーザー核融合における高利得ターゲットの数値流体シミュレーションによる研究
Author(s)	武田, 哲史
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44995
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

【20】

氏　　名	武　田　哲　史（たけだ　てつじ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１８１２０　号
学位授与年月日	平成 15 年 9 月 30 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電子情報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高利得ターゲットの数値流体シミュレーションによる研究**
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　三間　圀興 （副査） 教　授　田中　和夫　　教　授　堀池　　寛　　教　授　朝日　　一 教　授　西原　功修　　教　授　西川　雅弘　　教　授　飯田　敏行 教　授　粟津　邦男

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、レーザー核融合研究における直接照射爆縮による点火・燃焼過程に関する計算機シミュレーションの研究成果及び高速点火における加熱用レーザーの条件に関する簡易モデルによる理論的研究成果をまとめたものであり、10 章より構成されている。

第１章は緒論であり、核融合の意義と原理をまとめている。

第２章はレーザー核融合の原理を紹介するとともにその重要な物理過程である吸収されたレーザーエネルギーの輸送モデルを説明している。

第３章は本論文の研究を進めるために用いられた爆縮流体シミュレーションコード「HIMICO」を紹介している。

第４章は爆縮の安定化とクライオ燃料のペレット入射における熱絶縁のためのフォームバッファターゲットを提案し、その爆縮特性をシミュレーションコード「HIMICO」により解析している。

第５章はフォームバッファターゲットでの核融合点火と燃焼についてのシミュレーションをおこない、その結果により最適なパルス形状と到達しうる核融合利得を明らかにしている。

第６章は高速点火の原理について説明している。

第７章は高速点火における短パルスレーザーによる加熱過程と α 粒子加熱過程及び膨張損失などの冷却効果について簡略化したモデルを提案している。また、簡易化モデルと Atzeni らの２次元シミュレーションや HIMICO による点火・燃焼のシミュレーションを比較し、簡易化モデルの精度を評価している。

第８章は簡易モデルにより高速点火の条件を明らかにしている。

第９章は点火・燃焼の加熱パルス形状依存性を明らかにして、次期高速点火実証実験のためのペタワットレーザー設計への指針を与えている。

第 10 章は結論であり、本論文の総括を行っている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、レーザー核融合研究に於けるメガジュール級レーザーや10 kJ級のペタワットレーザーを用いた中心点火や高速点火の実証に向けたターゲット設計研究の成果をまとめたものであり、得られた主な成果は以下の通りである。

1) フォームバッファ・ハイブリッドターゲットに対するSpitzer-Harm（SH）の熱伝導モデルによるによるシミュレーションをおこない、Fokker Planck（FP）モデルでは利得が大幅に減少することを明らかにしている。
2) プラスチック燃料容器の表面に直接レーザーを照射する“ノーマルターゲット”とプラスチック容器の表面にフォームをコートした“フォームバッファターゲット”を比較し、チャンバー中心への入射時のクライオ燃料層の熱絶縁が有効である場合についても利得の減少がないことを明らかにしている。
3) フォームバッファターゲットでは、Stand-off distanceがノーマルターゲットに比べて有意に大きくなり、爆縮安定性が良くなることを明らかにしている。
4) フォームバッファターゲットのFPモデルシミュレーションとSHモデルシミュレーションをおこない、FPモデルではStand-off distanceがより大きくなり、爆縮がより一層安定化されることを明らかにしている。
5) 10 kJのペクワットレーザーによる爆縮プラズマの加熱と核融合点火過程に関する簡易モデルを構築し、その精度をHIMICOによる1次元爆縮・核融合反応シミュレーションの結果を用いて評価している。
6) 簡易モデルから求めた点火に必要なペタワットレーザーパルスのエネルギーと、Atzeniの結果とを比較し、電子ビームの阻止能が0.6 g/cm^{2}までの範囲で一定になることを明らかにしている。
7) ペタワットレーザーのパルス波形に対する点火に必要なパルスエネルギーの依存性を明らかにし、立ち上がりの急峻なパルス形状が点火に有効であることを明らかにしている。

以上のように、本論文はレーザー核融合研究において、理論・シミュレーションにより高利得ターゲット設計の基盤の充実に寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。