

Title	レーザー爆縮における流体不安定性の二次元流体コードによる研究
Author(s)	砂原, 厚
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40166">https://hdl.handle.net/11094/40166</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

氏名	砂原厚
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第13180号
学位授与年月日	平成9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	レーザー爆縮における流体不安定性の二次元流体コードによる研究
論文審査委員	(主査) 教授 三間 圀興 教授 西原 功修    教授 中井 貞雄    教授 西川 雅弘 教授 権田 俊一    教授 堀池 寛    教授 飯田 敏行

### 論文内容の要旨

本論文は、レーザー爆縮の減速相における流体不安定性の二次元シミュレーションを行い、流体力学的不安定性の成長過程、及びその爆縮性能へ及ぼす影響を調べた結果をまとめたもので、以下の6章で構成されている。

第1章は緒論であり、レーザー核融合の原理、課題、及び爆縮過程における流体不安定性の概要を述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、リヒトマイヤー・メシュコフ不安定性の非線形発展について述べ、非線形過程における流れの構造を示し、非線形発展を特徴づける要素として、衝撃波が接触面を通過する際に生じる渦列による乱流発生と、非一様な波面を持つ透過衝撃波の伝搬により生じる流体乱流を解析し、爆縮への影響を調べている。

第3章では、界面重力不安定の非線形発展の特徴である「逆カスケード過程」について述べ、時間と共に長波長の擾乱が支配的となることを明らかにしている。また、多段衝撃波による流体不安定性の発展について述べ、多重衝撃波と乱れた接触面との相互作用により長波長の擾乱が生成され、混合領域の幅が成長する過程を明らかにしている。

第4章では、電子熱伝導を考慮したシミュレーションにより、爆縮減速相において電子熱伝導が流体不安定性の成長に及ぼす影響について調べている。電子熱伝導により主燃料とホットスパークの界面が平滑化及び物質のはがれが起こることにより、短波長擾乱が安定化され、高利得爆縮の条件下で流体不安定性の成長率が熱伝導を考慮しない場合に比べ、約20%減少することを見出している。

第5章では、電子熱伝導及び輻射輸送を考慮し、爆縮実験に対応した条件で減速相の二次元シミュレーションをおこない、流体不安定性の成長と燃料中のエネルギー輸送過程との関係を明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果を要約し、本研究の総括を行っている。

### 論文審査の結果の要旨

レーザー核融合研究において、流体不安定性は核融合点火の成否を左右するものであり、最も重要な研究課題となっている。流体不安定性は、レーザー照射初期における擾乱の発生と加速相でのアブレーション面での成長及び減速相における主燃料とホットスパークとの界面での擾乱の成長と乱流混合の過程を経て、爆縮プラズマの性能を決定して

いる。本論文は、減速相の流体不安定性に関し二次元流体コードにより計算機シミュレーションを行うことにより、減速相における流体不安定性の成長とその結果生じる乱流混合の物理過程及び爆縮過程に与える影響を調べた研究をまとめたもので、主な成果を要約すれば次の通りである。

- (1) レーザー爆縮の最終段階（減速相）で起こる流体不安定性の素過程の一つとして、接触面を通過する斜め衝撃波の問題（リヒトマイヤー・メッシュコフ不安定性）に注目し、衝撃波により接触面上に発生する渦列に伴う流体運動の時間発展を明らかにしている。また、非一様な衝撃波においては、衝撃波の衝突・反射が起こる結果マッハ波からなる三重点構造が発生し、それが乱流発生に重要な物理過程であることを示している。
- (2) 爆縮減速相での流体不安定に伴う擾乱のスペクトルの時間発展を解析し、小さいスケールの渦が合体し、より大きいスケールの渦へ逆カスケードすることを発見し、これが爆縮性能に重要であることを明らかにしている。
- (3) 高密度に圧縮された爆縮プラズマ中の流体不安定性に対する電子熱伝導の効果を計算機シミュレーションにより調べた結果、熱伝導より接触面の短波長擾乱の成長が抑制されることを見出している。
- (4) 爆縮実験結果を解析するため計算機シミュレーションを行い、減速相における流体不安定性による擾乱の成長が爆縮による中性子発生に及ぼす影響をエネルギー輸送の観点から定量的に評価している。その結果、現状の爆縮実験では中性子発生数が一次元シミュレーションの予測値よりも一桁小さくなることを理論的に説明している。

以上のように本論文は、レーザー爆縮における流体不安定性の物理過程に関する基礎研究をおこない、流体乱流のレーザー爆縮核融合に与える影響を明らかにし、レーザー核融合の実験的研究に指針を与えるもので、レーザー核融合工学、レーザープラズマ理工学及び電磁流体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。