

| | |
|--------------|---|
| Title | レーザー核融合における非一様衝撃波と流体力学的不安定性に関する理論的研究 |
| Author(s) | 石崎, 龍一 |
| Citation | 大阪大学, 1997, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/40241 |
| 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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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 | 石崎龍一 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第13207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 基礎工学研究科物理系専攻 |
| 学位論文名 | レーザー核融合における非一様衝撃波と流体力学的不安定性に関する理論的研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 西原 功修 (副査) 教授 小林 哲郎 教授 小林 猛 教授 三間 罔興 |

論文内容の要旨

本論文は、申請者が大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程において行ったレーザー核融合の爆縮の初期相における非一様衝撃波の伝搬と、これが引き起こす新しい流体力学的不安定性に関する研究成果についてまとめたものである。

レーザー核融合においては、燃料球(ターゲット)を圧縮加熱し、固体密度の千倍の密度と1億度の温度を達成する必要がある。燃料球に高強度レーザーを照射すると表面がプラズマ化し外側に噴き出す(アブレーション)。その反作用で中心に向かう衝撃波が誘起され燃料が加速、圧縮される。しかしながら、ターゲット表面の非一様性、あるいはレーザー照射の非一様性に起因する流体運動の摂動が燃料の圧縮過程において流体力学的不安定性を引き起し、高温高密度圧縮を妨げる。これらの非一様性に起因する流体運動の摂動を定量的に評価することにより、初めて初期非一様性が許容範囲にあるかどうかを知ることができる。従って、レーザーが照射されてから燃料全体が加速するまでの初期相において、初期の非一様性がいかに発展するかを評価することは重要である。

燃料が加速するまでの初期相における非一様性を解析するためには、レーザーアブレーション面と、アブレーションによって生じた衝撃波、およびその間の流体の運動が自己無撞着に記述されなければならない。そこで衝撃波面にはランキン・ユゴニオ条件、アブレーション面にはチャップマン・ジュゲ燃焼波条件を境界条件として用いて、非一様流体運動の時間発展を解析する手法を確立した。つまり、不安定性の種となる初期相における流体摂動の成長を、理論的に示すことができたのである。その結果、実験結果を説明し得る理論モデルの構築だけでなく、種々の興味深い新しい現象や比例則を発見した。このような問題を解析するには、爆縮コードを用いたシミュレーションに頼らなければならなかったが、本研究において申請者は、初めて理論的な手法により評価できることを示した。

また、初期相で生じた非一様衝撃波が接触面を通過すると、接触面が不安定になることを発見した。そして、この不安定性は、一様な衝撃波が引き起こすリヒトマイヤー・メシュコフ不安定性とは著しく異なる新しい不安定性であることが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合研究において、燃料の圧縮過程の非一様性と不安定性の成長は最も重要な研究課題となっている。本論文は、非一様レーザーアブレーションに伴う流体力学的擾乱の成長過程を明らかにすることを目的として行った研究の成果をまとめたものである。主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 非一様レーザーアブレーションに伴うリップル衝撃波の伝播とアブレーション面のゆがみの時間発展を解析する理論モデルを初めて構築している。
- (2) レーザーを照射するターゲット表面の初期不均一性に伴うリップル衝撃波面の減衰振動解の存在を明らかにし、また、その解が実験結果と一致することを示している。
- (3) 非一様レーザー照射に伴うリップル衝撃波の伝播、アブレーション面のゆがみについて解析解を求め、照射非一様性と流体擾乱との関係を定量的に明らかにしている。また、擾乱を抑制する方策の提案を行っている。
- (4) リップル衝撃波の通過に伴う接触面の新しい不安定性の存在を明らかにし、流体シミュレーションによる確認をおこなっている。

以上のように本論文は、レーザー核融合における燃料圧縮の初期相での流体擾乱の時間発展を明らかにしたものであり、本論文で構築した理論モデルは、レーザー核融合研究だけでなく、プラズマ物理、流体力学に新しい知見を与えるもので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。