OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Experimental Investigation of Ablative Rayleigh-Taylor Instability
Author(s)	境家, 達弘
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45627
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

氏名	境家達弘（さかいや たつひろ）
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 19192 号
学位授与年月日	平成17年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Experimental Investigation of Ablative Rayleigh-Taylor Instability （アブレーティブ レイリー・テイラー不安定性の実験的研究）
論文審査委員	（主査） 教授 疇地 宏 （副査） 教授 岸本 忠史　教授 常深 博　教授 西原 功修 助教授 白神 宏之

論文内容の要旨

レーザー核融合を実現させるためには、重水素と三重水素からなる燃料を高密度に圧縮することが必要である。しかし圧縮の過程でレイリー・テイラー（RT）不安定性が成長し、高密度の圧縮を妨げる。レーザー核融合におけるこのRT不安定性の成長率は、古典的なものと異なり、いくつかの抑制効果がある。理論的にはよく調べられていて、その成長率は以下の理論式で表される。

$$\gamma = \sqrt{kg/(1+kL)} - \beta k v_a \qquad (1)$$

kは擾乱の波数、gは加速度（重力）、Lは密度スケール長、v_aはアブレーション速度、βは熱輸送機構に依存する係数である。理論的には、ポリスチレンターゲットの場合、係数βは1.7と予測されている。

この理論式を実験的に検証し、抑制効果を伴ったRT不安定性をよく理解するために、RT不安定性の観測を行った。式(1)から予想されるように、擾乱波長が短いところで抑制効果は顕著に現れるので、アブレーションによる抑制効果を調べるためには、短波長領域（～12μm以下）でのRT成長を観測することが重要である。しかし、これまでは計測の分解能（10μm程度）の制限により、観測できていなかった。そこで新たに考案したモアレ干渉法を用いて、このような短い擾乱波長でのRT不安定性の観測に始めて成功した。その結果、このような短波長領域では、アブレーションによる抑制効果によってRT成長率が波長の減少とともに減少することが実験的に確認された。また、式(1)で$\beta=1.7$とした理論と1次元のシミュレーション結果とを組み合わせた予測によって実験がよく再現されることもわかった。さらにRT不安定性成長率の分散関係を計測し、その結果と理論予測との比較から中波長領域（波長50μm近傍）で新たな抑制効果を示唆する結果が得られた。

また、式(1)の係数βは今まで実験で計られていなかった。しかし近年、密度分布を計測する手法が開発され、式(1)のすべてのパラメーターの計測が可能になった。そこで、それらすべてのパラメーターを計測し、係数βの実験的な評価を行った。これまで、係数は1.7であると理論的に予測されていたが、中波長領域では大きな値を取ることがわかった。

この結果に対して、新たに密度擾乱によるRT不安定性の抑制効果を提案した。それはアブレーション流れによっ

てカット・オフ面（レーザー吸収面）が変調されることによるものである。さらにその密度変調によってレーザー光は収束し、その抑制効果をさらに増大させる。この抑制効果をモデル化し、実験との比較を行うことによって密度擾乱による RT 不安定性が抑制効果を示唆する結果が得られた。

論文審査の結果の要旨

レーザー核融合の最大の障害であるレイリーテイラー不安定性をよく理解し、これを抑制することが重要である。境家君はX線モアレ干渉という新しい方法を適用し、これまで測定が困難であった短い波長の擾乱の測定に成功した。この結果、擾乱の波長が短い場合には理論は実験を良く再現するが、擾乱の波長が長い場合には理論は過大評価であることが分かった。また、成長率を決める全ての物理量を初めて測定することにより、不安定性の抑制効果を示す係数を実験的に決定し、従来は一定であると考えられていた係数に波数依存性があることを明らかにした。さらに擾乱の波長が長い場合にはレーザープラズマ相互作用の領域にまで擾乱が伝播するためであると考えて新しい抑制機構を提案した。この研究はアブレーションを伴うレイリーテイラー不安定性の理論を初めて厳密にテストしたものであり、博士（理学）の学位論文として十分に価値のあるものと認める。