

アブレイティブ レイリー・テイラー不安定性の 実験的研究

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター 境家達弘

論文の概要

レーザー生成プラズマにおけるレイリー・テイラー (RT) 不安定性の成長率は古典的なものと異なり、噴出 (アブレーション) や密度分布による抑制効果がある。その成長率は理論式: $\gamma = \sqrt{kg/(1+kL)} - \beta kv_a$ で表される。 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。

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。理論式から予測されるように、擾乱波長が短いところでアブレーションによる抑制効果は顕著に現れるので、短波長領域 ($\sim 12\mu\text{m}$ 以下) でのRT成長の観測が重要である。これまでは計測の分解能 ($10\mu\text{m}$ 程度) の制限により観測できていなかったが、新たに考案したモアレ干渉法を用いて、短い擾乱波長でのRT不安定性の観測に始めて成功し、短波長領域ではその抑制効果により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。また実験結果は理論式によってよく再現されることもわかった。さらにRT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 $50\mu\text{m}$ 近傍) で新たな抑制効果を示唆する結果が得られた。

近年、密度分布を計測する手法が開発され、理論式のすべてのパラメータの計測が可能になったので、係数 β の実験的な評価を始めて行った。中波長領域では、予測されていた値よりも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不安定性の抑制効果を示した。