

界面遷移層による Richtmyer-Meshkov 不安定性の抑制

^A石樽 一貴, ^BFrancisco Cobos-Campos, ^A佐野 孝好

^A大阪大学 レーザー科学研究所 ^BUniversity of Castilla-La Mancha

研究背景・目的

Richtmyer-Meshkov(RM)不安定性は宇宙空間の超新星残骸や慣性核融合の爆縮過程で発生する流体力学的不安定性である。後者の場合、RM不安定性はターゲット内の低-高密度との間にミキシングを起こし爆縮を阻止してしまう。この不安定性を抑制させる方法の一つとして、なだらかな勾配をもつ密度界面を指す、界面遷移層を利用する方法が考えられている。しかしその具体的な抑制条件は導出されていない。したがって本研究では、この界面遷移層によるRM不安定性の抑制条件を2次元の流体計算によって明らかにした。

方法

有限の遷移層を持つRM不安定は界面擾乱の振幅と波長の比 A_0/λ 、遷移層の厚さ L 、2つの流体の密度比 d_2/d_1 、入射衝撃波のマッハ数 M のたった4つのパラメータで特徴付けられる。これらのパラメータを変化させながら抑制の効果を確認する。抑制の効果を定量的に扱うために、界面上に現れる渦度に着目をした。RM不安定は入射衝撃波が界面に当たった直後に分かれる、斜め透過衝撃波と斜め反射衝撃波が流体の速度変化を生み、そしてその変化に起因する渦度によって引き起こされる。したがって抑制の効果を渦度から探ることは合理的である。

シミュレーション結果

図1は各遷移層の厚さ L による空間的な渦度 ω の最大値の時間発展を示している。遷移層が厚いほど渦度の大きさのピークは減少した。また $L = 0.1\lambda$ (右上)、 $L = 3\lambda$ (右下)における十分時間が経過したときの密度のスナップショットも示している。このピークの高さが安定、不安定を決めていることは明らかである。

図2は各モデルにおける渦度の最大値と遷移層の厚さの関係を示している。渦度の最大値は、遷移層の厚さが大体波長程度になると遷移層が十分薄い場合と比べ、1桁下がっている。さらにこの関係はRM不安定の初期パラメータが異なる場合でも、同じ傾向をもつことから遷移層による抑制条件は、 $L \sim \lambda$ のように遷移層の厚さのみで決定される。

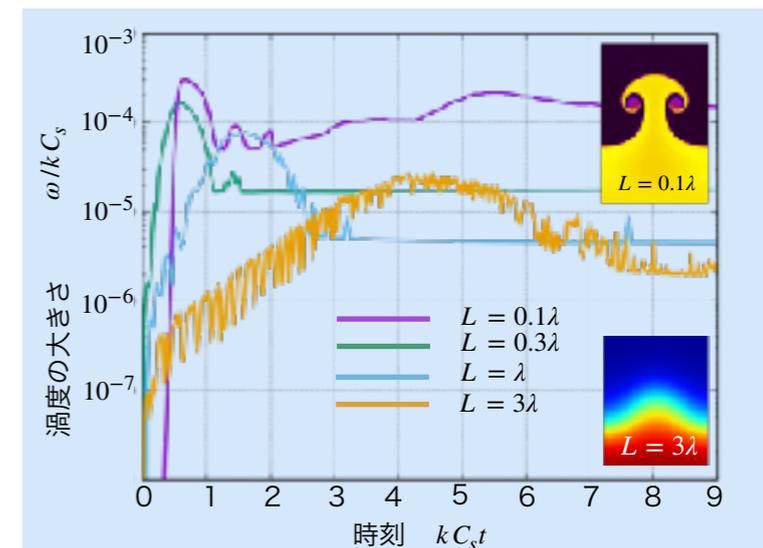


図1. 渦度の大きさの時間発展

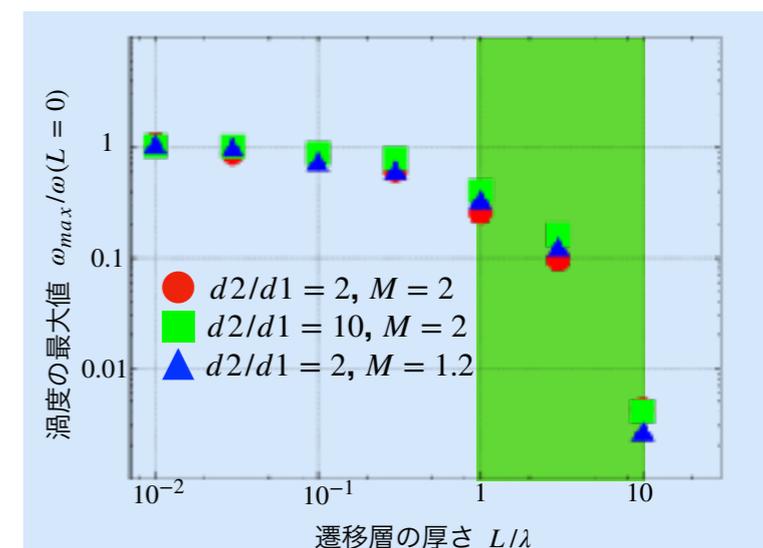


図2. 各モデルにおける渦度の最大値と遷移層の関係