

衝撃波圧縮領域の安定性解析による誘発的星形成過程の解明 星間媒質の物理に基づいた誘発的星形成過程の研究

岩崎一成 (名古屋大学)

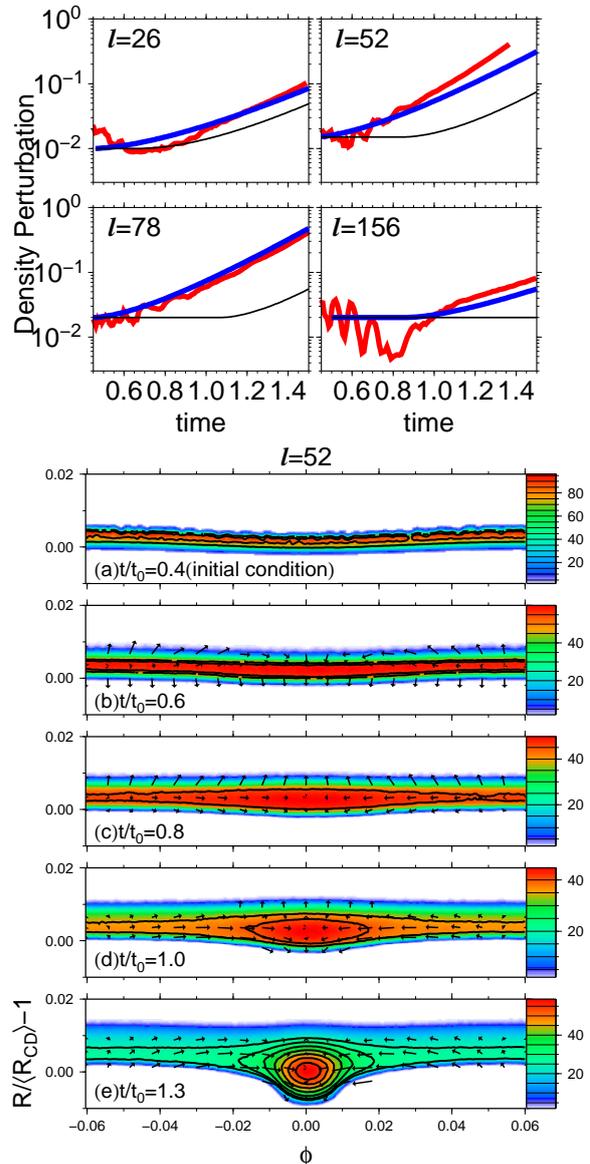
利用カテゴリ XT4B・XT4C

1 膨張シェルにおける誘発的星形成過程の研究

誘発的星形成過程は、電離領域の膨張、星風、超新星爆発等の高エネルギー現象により発生する衝撃波が周囲の分子雲を圧縮し、星形成を誘発する現象である。本研究では、Smoothed Particle Hydrodynamics 法を用いて、初めて衝撃波圧縮領域を適切に分解した 3次元計算を行い、膨張シェルの重力不安定性による分裂過程の詳細な物理過程を明らかにした。この計算では簡単のため状態方程式は等温と仮定した。

右図は、シェル内部の密度摂動の時間進化を表している。赤線が、三次元計算の結果で、黒線が過去の線形解析 (Elmegreen 1994[1]) の結果である。各 panel は、初期摂動の波数の違いである。図より、Elmegreen による線形解析の結果よりも、早い時刻に重力的に不安定となり、大きい成長率で成長することが分かった。Elmegreen による線形解析は、多くの不正確で大胆な近似を行っていた。本研究では、初めてほとんど近似のない線形解析を行った。その結果が青線で示してある。我々の線形解析の結果は、良く三次元計算結果を表している事が分かった。

右図は、初期条件 ($l = 52$) の場合のシェル断面図を表す。各々の panel は、各時刻でのシェルの拡大図である。色マップは密度、矢印は速度場を表す。縦軸は、中心からの距離、横軸は、方位角方向の角度を表す。シェルの伝播方向は各 panel で上方向である。上の panel から下の panel への方が時間方向である。これを見ると、シェルを分解した計算ができていることが分かる。図でシェルの上の境界は衝撃波面で、下の境界が接触不連続面である。重力不安定性が成長するにつれ、接触不連続面が大きく変形する事が分かった。本研究で行っ



た線形解析により、これは、これまで知られていなかった新しい重力不安定性のモードが深く関係している事が分かった。これらの三次元計算と線形解析の結果を基にして、膨張シェルの分裂時刻とスケールを見積もった。

この三次元計算と線形解析の結果は、Iwasaki et al. 2011 [2], [3] で発表した。

参考文献

- [1] Elmegreen 1994, ApJ, 427, 384
- [2] Iwasaki, Inutsuka & Tsuribe, 2011, ApJ, 733, 16
- [3] Iwasaki, Inutsuka & Tsuribe, 2011, ApJ, 733, 17

2 Smoothed Particle Hydrodynamics 法の磁気流体への応用

Smoothed Particle Hydrodynamics 法は、ラグランジュ法であるために、大きな密度比が存在する問題 (例えば、星、惑星形成過程、宇宙論的シミュレーション) に広く用いられている。星間空間で磁場が重要である事は、周知の事実であるため、SPH 法を磁気流体に応用する試みが、Price & Monaghan 2005[1] によって行われた。しかし、Alfvén 波の伝播が正しく追えないなどの問題があり、成功しているとは言えない。

本研究では、Riemann 問題の結果を、数値流束の計算で用いるという、Godunov 法の考え方を SPH 法に応用した。運動方程式のガス圧と磁気圧による項は、磁気圧を考慮した非線形 Riemann 問題の解を用いて評価し、磁気長力の項は、Alfvén 波の特性曲線法を用いて評価した。これにより、磁気流体における不連続面 (衝撃波、回転不連続面) を精度良く解く事ができるスキームが完成した。

下の図は、テスト計算の例 (magnetized rotor) の結果である。近似 Riemann 解法 (HLLD) を用いた有限体積法との詳細な比較 (断面など) を行い、良く一致する事を確かめた。

この研究結果は、MNRAS に投稿中である [2]。

参考文献

- [1] Price & Monaghan, 2005, MNRAS, 364, 384
- [2] Iwasaki & Inutsuka, 2011, submitted to MNRAS, arXiv:1106.3389

