

分子雲衝突の数値シミュレーションへの準備

木下真一 (東京大学 理学系研究科 天文学専攻/国立天文台 科学研究部)

利用カテゴリ XC-Trial

近年, 分子雲衝突がトリガーとなって大質量形成が誘発される可能性が観測的にも理論的にも示唆されている. Inoue et al. (2013) では 3 次元 MHD シミュレーションによって, 分子雲同士の衝突によって大質量星を生みうる大質量コアが形成されることが示された. また 50 以上の観測例において若い O 型星は分子雲衝突の境界面で形成されていることが明らかにされている (e.g., Fukui et al. 2018). このように分子雲衝突は大質量星形成に大きく寄与している可能性があり, 非常に重要な天体現象である. 現在, 三次元磁気流体シミュレーションコード Enzo を用いて磁場, 乱流, 加熱/冷却過程などを含めた数十 pc スケールの仮想空間内で分子雲衝突を再現し, シミュレーション結果を模擬観測することで分子雲衝突の観測的特徴を探ることを目標として研究を行っている. 2019 年度 2 月以降の採択期間中は, その前段階として Enzo の扱い方を学ぶと共に, 星形成に関係する基本的な現象を再現することを目的として Enzo の Test problem に取り組んだ.

1 ガス雲の重力収縮進化

今回, Enzo の test problem の 1 つ "CollapseTestNonCosmological" について取り扱った. "CollapseTestNonCosmological" はガス雲の重力収縮を追跡する Test problem である. 初期条件として, 圧力平衡の状態にある一様密度の等温ガス球を仮定した. このような条件で重力収縮するガス球の動径密度プロファイルは外周部において r^{-2} に漸近する, いわゆる自己相似的な解を持つ事が理論的に知られている (Richard B. Larson 1969). パラメーターファイルを適切に設定し適当な初期条件を与えることで, 自己相似的な解を持つ密度プロファイルを再現することを目標とした.

2 シミュレーション結果

図 1 は初期条件を適切に設定した際の動径密度プロファイルの時間進化を示している. 時間が経過するに従って, プロファイルの外周部が r^{-2} の直線に漸近している事がわかる. この時の各物理量は, ガス球温度 10K, 半径 0.1pc, 初期密度 $\sim 10^{-19} \text{g/cm}^{-3}$ である. ガス球及び周囲のガスの各物理量の値は圧力平衡が成立, 等温のガス球 ($\gamma = 1$) がジーンズ質量を上回るように設定した. また異なるパラメータでもシミュレーションを実行したが, ジーンズ質量を下回るガス球を設定すると密度プロファイルが rebound したり, 圧力平衡が保たれていないと r^{-2} に漸近しない様子なども確認できた.

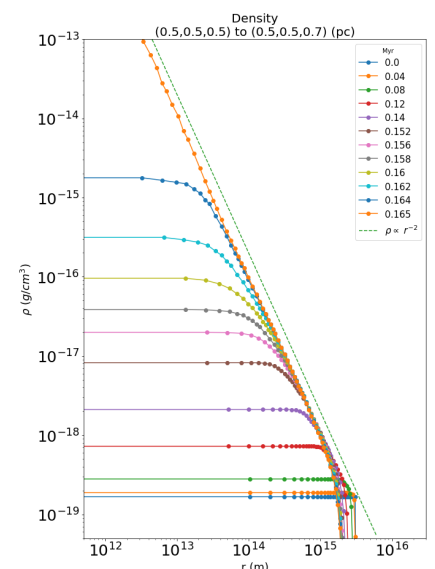


図 1: 密度プロファイルの時間推移