

研究奨励事業報告書

(理学研究科・研究科長裁量経費)

銀河進化を駆動する星形成活動は非常に非効率であることが観測的に知られており(典型的に数%),この非効率性の起源解明は銀河進化学における最重要課題の一つである. 本研究では, 星形成の母天体である分子雲の形成条件を, シミュレーション・半解析的モデル・最新の電波観測との比較から多様な銀河環境で明らかにすることを目標としている.

先行の分子雲シミュレーション研究では, 10pc スケールで平均化した分子雲の物理的性質を収束させるために必要な空間分解能やその初期条件依存性が解明されていなかった. そこで本年度は特に, 分子雲形成の分解能依存性・初期条件依存性に着目したシミュレーション研究を系統的に実施した. 主に得られた成果は以下の3点である.

- 1) 密度ゆらぎ分散が平均密度に対して<10%にとどまるような極めて均一な星間ガスを初期条件として, 衝撃波圧縮によって分子雲が形成される場合, 圧縮層の冷却を起源とする熱不安定性により質量の75%程度が冷たいHIガスに相転移し, この相転移の典型的な不安定波長である冷却長を充分分解することが分子雲の平均量を収束させるために必要とわかった.
- 2) 一方で>10%の大きな密度揺らぎを初期条件とする分子雲形成では, 密度非一様性と衝撃波の相互作用で大スケールの渦形成し, 毎秒2キロメートル以上の強い乱流が常に駆動されることがわかった. この場合, 冷却による収縮運動が妨げられるため, 冷却長を解像するか否かは平均量にの収束に直接的に現れないことがわかった.
- 3) これらの結果を, 一相流体の実効的な状態方程式として近似した場合, 等温過程よりも柔らかく振る舞う方程式として記述できることがわかった. 近年の銀河進化シミュレーションは進展が著しいが, 分子雲形成の熱不安定性を充分に分解するにはまだ一桁以上の空間的な開きがあり, 分解能以下のガスの進化は等温より硬い過程としてモデル化が頻繁にされている. したがって本研究の実効的な状態方程式は, このような銀河進化シミュレーションに分子雲形成を統合的に含める重要なモデルの第一歩である.

下図は Kobayashi et al., 2020, ApJ, 905, 95 として出版した内容を一部抜粋・改変.

