

研究課題名: 高解像度数値シミュレーションによる銀河系考古学

利用者氏名 (所属機関): 河田 大介 (Mullard Space Science Laboratory,
University College London)

利用カテゴリ XT4B ・ 汎用 PC

銀河系は我々が最も詳細に観測できる円盤銀河の一つであり、我々は銀河系内の様々な年齢をもつ個々の星を観測することができる。このような星の運動や化学的性質は、銀河形成期の情報を含んだ化石といえ、これに基づいた研究は、しばしば“ 銀河系考古学 ”と呼ばれる。銀河系考古学の観測的な研究は現在、地上望遠鏡や観測衛星を駆使した多くの計画が進行しており、約 10 億もの銀河系の星の 6 次元の位相空間情報に加え、その化学組成まで明らかになることが期待されている。しかし、このような膨大な観測データから銀河系形成史を解明するための有益な情報を抽出するためには、理論モデルによる預言や仮説が必要不可欠である。そこで本プロジェクトでは、超高解像度の銀河系形成数値シミュレーションを XT4 システムに最適化された銀河化学力学進化コードを用いて行う。

本年度は初期段階として XT4 システムでのコードの最適化やテスト計算を行った。現在までの改良点としては、SPH 法では Kelvin- Helmholtz 不安定性 (KHI) を追うことはできないとされていた問題を解決するために、Price (2008, J. Comp. Phys., 227, 10040) や Rosswog & Price (2007, MNRAS, 379, 915) によって提案された方法を、我々独自の銀河化学力学進化コードである GCD+に導入した点である。さらに Price & Monaghan (2007, MNRAS, 374, 1347) で提案された adaptive softening length とエネルギー保存のための補正も導入した。今年度の成果として輻射冷却を含まない断熱的な計算でのテストは成功し、この成果を投稿論文としてまとめた (Kawata et al. MNRAS 投稿中)。図 1 に改良されたコードでの KHI テストの結果をあげる。初期条件では、中心の層だけ密度が 9.6 倍高く、右方向に動いており、密度の低い上下の領域は左方向に動いている。また、 $1/6$ の波長の小さな速度揺らぎも境界上に加えた。図は、解析的に予想される KHI が発達するタイムスケール後の、密度と圧力の分布である。従来の SPH コードでは不可能だった KHI の状態をうまく解けていることがわかる。さらに、改良されたコードと従来のコードを宇宙論的銀河団形成シミュレーションでも比較した。その結果を図 2 にあげる。従来のコードでは、エントロピーは中心部に行くに従い下がるが、新しいコードではガスの温度が中心部で高くなり、エントロピーが中心部でも高く保たれるという結果になった。この新しいコードの結果はメッシュ法で計算されたシミュレーションの結果と似た結果であり、以前から知られていた SPH コードとメッシュコードの不一致 (e.g. Frenk et al. 1999, ApJ, 525, 554) を解消することができた。今後、コードのさらなるテストや改良を行い、より独自性のあるコードを完成させたい。

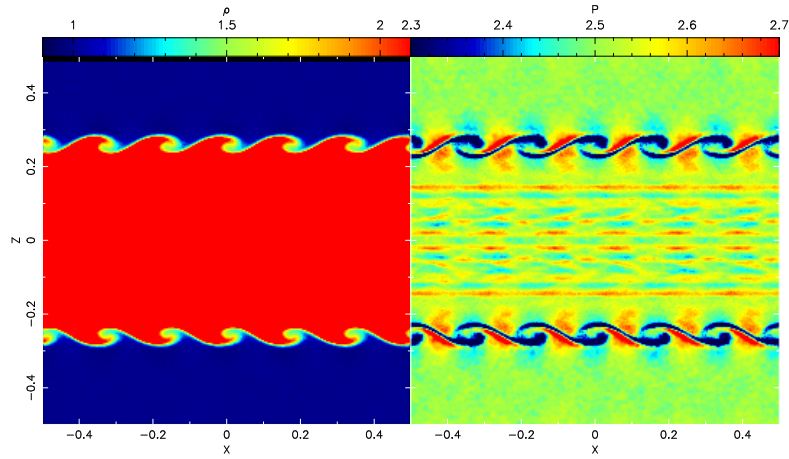


図 1: KHI テストの結果。解析的に予想される KHI が発達タイムスケール後の密度（左）と圧力（右）の分布。

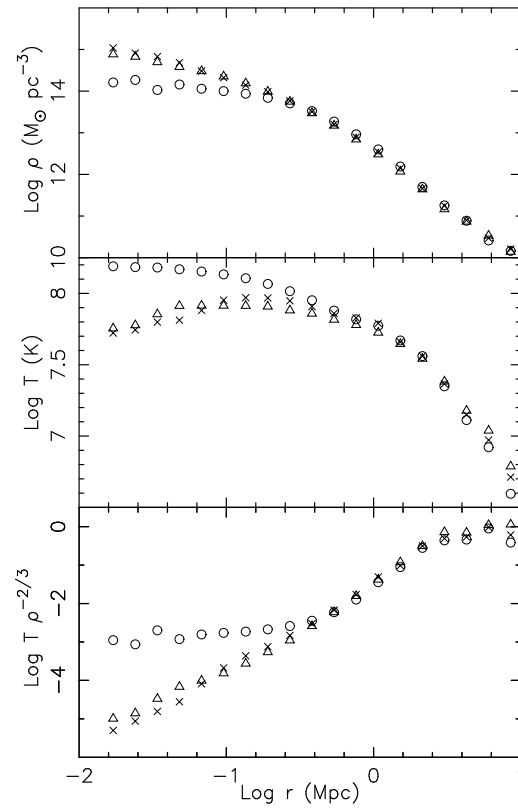


図 2: 銀河団シミュレーションでのシミュレーションでのガス密度（上段）、温度（中段）、エントロピー（下段）プロファイル。三角が従来のコード、丸が改良されたコード、×印は改良されたコードの一部の機能を無視した場合の結果。