

研究課題名：SPH モデルによる銀河の形成と進化の研究 (g01a01)

研究代表者 中里直人, 研究分担者 P.Berczik & C.Boily

本プロジェクトでは、Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) 法を応用したシミュレーションモデルによって、銀河の形成と進化 (銀河進化) について、国立天文台の GRAPE システムを使用した研究をおこなってきた。銀河進化の過程には、暗黒物質の重力場、放射冷却、ガス雲からの星形成、星による星間ガスへのフィードバック等、さまざまな物理過程が複雑に関係しており、その研究にはシミュレーションモデルによる詳細な研究がかかせない。さまざまな手法の中でも、SPH 法は銀河進化をモデル化する際に最もよく使われている手法である。それは以下のような利点があるからである：(1) 3次元モデルの構築が容易であること、(2) 銀河進化のようなガス密度に大きなコントラストがある系に適していること、(3) 特に GRAPE との親和性がよいこと。我々は、上記物理過程をできるだけ精密にモデル化し SPH 法と組み合わせたコードを自身で開発し、そのコードを利用して銀河進化のモデルを構築し、本年度は以下のような結果を得た。

1 ディスク銀河進化のモデル

典型的なディスク銀河である、天の川銀河のモデル構築をおこなった。天の川銀河についてはさまざまな観測事実があるため、それらをモデルとくらべることで、コードの検証をおこなうとともに、得られた3次元化学力学進化モデルを調べ、天の川銀河進化について推測することができる。主要な結果として、ディスク銀河の中心部にあるバルジの詳細な形成過程を解明できた (Nakasato & Nomoto 2002)。このようなモデルを、赤方偏移が 25 から現在まで進化させるためには、約 100-150 時間の計算時間が必要である。

2 銀河形態の起源

天の川銀河モデルの構築によって、国立天文台の GRAPE システムを使うことで、数十モデル計算をすることが現実的であることがわかったので、異なる初期条件の銀河モデルを数十例計算し、個々のモデルにおけるガス雲の衝突合体の様子を調べることで、銀河の形態について調べている。本年度は、約 40 例のシミュレーションを終了することができた。結果として、様々な種類のディスク銀河や楕円銀河がみられ、形態によって分類すると、大きなバルジを持つ銀河を含む楕円的な銀河が観測よりも多いことがわかった。この原因としては、孤立系のモデルという境界条件のため、宇宙進化後期における外部よりのガスの降着が少なくなるためと考えられる。この解決は来年度以降の課題である。

3 Multi-Phase-SPH 法

銀河進化の研究に SPH 法を適用する際に、超新星爆発などの短時間にエネルギーが開放される現象 (爆発現象) をどう取り扱うかが、モデルの中で最も不確定かつ不正確な部分である。爆発現象を正確にモデル化するためには、高温低密度ガスの進化を精密に解く必要があり、通常の SPH 法では爆発現象をうまくモデル化することは困難である。本プロジェクトでは、星間ガスを、高温低密度ガスと低温高密度ガスという二相からなるとし、SPH 法によりモデル化することで、SPH 法の弱点を克服するコードを開発してきた。実際に観測されている星間ガスは、多相構造を持つことが知られているので、我々が研究している Multi-Phase-SPH 法は従来の SPH 法より、現実 に即したモデルとなっている。テスト計算によって、我々の新手法は、矮小銀河の形成時における爆発現象をよくモデル化できることがわかった (Berczik et al 2002)。

- Nakasato, N. & Nomoto, K., 2002, ApJ submitted
- Berczik, P., Hensler, G., Spurzem, R., & Theis, Ch., 2002, A&A in preparation