

多くの小塊を持つガス中での銀河形成

齋藤 貴之 (北海道大学)、幸田仁 (国立天文台)

銀河の形成・進化過程は重力と流体力学、そして放射冷却、星形成、超新星爆発などが複雑に絡み合う非線形現象であるため、数値シミュレーションを用いた研究が盛んにおこなわれてきた。しかし、これまでの銀河形成の数値シミュレーションでは、典型的な銀河の質量 $10^{11} M_{\odot}$ にたいして 10^4 程度の粒子数で銀河を表して、その進化を論じてきた。これは典型的な質量解像度として $10^7 M_{\odot}$ 程度ということになる。しかし、次の3点により銀河形成における特徴的な質量として $\sim 10^6 M_{\odot}$ という質量を考慮することが重要であるといえる。それらは、1) 宇宙の晴れ上がりのジーンズ質量、 $\sim 10^6 M_{\odot}$ 、2) その名残としての球状星団の質量、 $\sim 10^6 M_{\odot}$ 、3) 現在観測される巨大分子雲の質量、 $\sim 10^6 M_{\odot}$ 、である。とくに、球状星団は非常に古い天体であり、銀河形成初期に誕生したものである。そのため、球状星団の種となったと予想される $10^{6-7} M_{\odot}$ のガス塊の存在は、それを十分に分解できる解像度が銀河形成初期の力学的進化を理解するためには重要になる。また、こうした高密度ガス塊が銀河形成初期に形成されれば、ガスの運動が衝突系から非衝突系にかわる「力学的相転移」が起こると期待され、銀河の進化のタイムスケールが変化し、銀河形成の描像そのものが新たなものに置き換わる可能性がある。そこで、現行で分解能の高いとされる計算 (質量解像度 $\sim 10^6 M_{\odot}$) と、さらにそれよりも解像度の高い計算 ($\sim 10^5 M_{\odot}$) をおこない、高解像度銀河形成シミュレーションから得られる銀河形成初期の描像を調べた。

宇宙モデルとして Λ CDM 宇宙を採用、 $z = 55$ から密度揺らぎの進化を Tree+GRAPE SPH 法を用いたシミュレーションによって解いた。比較のために Gas13万粒子+DM36万粒子、Gas107万粒子+DM130万粒子の異なる二つの粒子数を用いたシミュレーションをおこなった。また、状況を簡略化するため、ガスの冷却とガスから星への星形成過程のモデルのみを考慮した。

$z = 3.6$ の高解像度、低解像度シミュレーションのスナップショットが図 1, 2。それぞれのシミュレーション結果に対して、形成されている小質量の塊をピックアップし、円を重ねた。塊の分布は、高解像度と低解像度で著しく異なる。この形成される塊の個数やその個数分布の違いから、シミュレーションの解像度が上がれば単に構造がより細かく見えるようになるだけでなく、我々が予想した、「力学的相転移」により、銀河の進化の描像も変わってくる可能性がある。今後さらなる高解像度シミュレーションをおこなうことにより、どのスケールの構造が銀河進化に決定的な影響を与える下限になるのかを明らかにしていく必要がある。

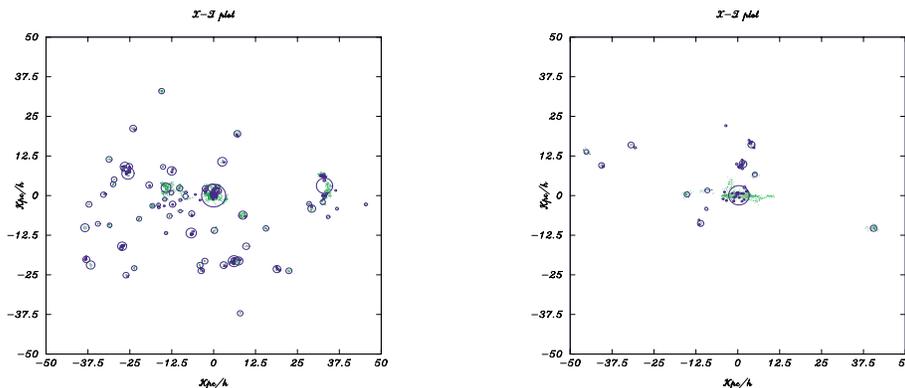


図 1: 高解像度計算の低温高密度粒子のスナップショット。一边は 100kpc。粒子の色は密度の低高により緑 白になっている。青い円は抽出された塊、半径は塊を作る粒子数 N の $1/3$ 乗に比例。

図 2: 低解像度計算の低温高密度粒子のスナップショット。一边は 100kpc。粒子の色、青い円については図 1 と同じ。