

国立天文台天文学データ解析計算センター
大規模シミュレーションプロジェクト（平成12年度）
成果報告書

nts33: 銀河団の形成および進化と X 線基準面

研究代表者: 杉之原立史（東大理）
研究分担者: 藤田裕（国立天文台）

Fujita & Takahara (1999a, ApJ, 519, L51) は、銀河団高温ガスの温度 T 、中心密度 ρ_0 、コア半径 r_c によって張られる 3 次元のパラメータ空間 ($\log \rho_0, \log r_c, \log T$) に銀河団の観測データをプロットすると、それが 1 平面上によく乗ることを見だし、この平面を X 線基準面 (X-ray fundamental plane) と名付けた。また Fujita & Takahara (1999b, ApJ, 519, L55; 2000, ApJ, 536, 523) は、この基準面上での個々の銀河団の位置が、その質量と形成時期を反映していると解釈できることを示し、さらに基準面の傾きが銀河団の熱史を反映していることを指摘した。ただし、この解釈は単純な球対称モデルを用いておこなわれたものであり、その妥当性は数値シミュレーションによる検証を必要とする。そのための第 1 ステップとして、本研究では、1 個の銀河団の ($\log \rho_0, \log r_c, \log T$) 空間における時間的な進化の様子を、smoothed particle hydrodynamics (SPH) 法を用いた流体シミュレーションによって詳しく調べた。

宇宙論モデルとしては物質の密度パラメータ $\Omega_m = 0.3$ 、宇宙定数の密度パラメータ $\Omega_\Lambda = 0.7$ の冷たいダークマターモデルを採用した。まず、宇宙論的な重力 N 体計算をおこない、1 辺 200 Mpc の立方体の中の現在の質量分布を約 26 万個の粒子により再現した。この分布において同定された銀河団のうち 1 個を選んだ。次に、その銀河団を構成している物質が初期に占めていた領域を同定し、その領域を、より質量の小さい多数の粒子で置き換えた。また、銀河団から十分離れた領域は最初よりも大きい質量をもつ粒子で表した。ガスには、観測から示唆されている preheating の大きさに相当するエントロピーを初期に与えた。このようにして、初期条件をつくりなおした上で、重力 N 体 + SPH 法によるシミュレーションをおこなった。

Figure 1 は、

$$\begin{aligned}\log X &= 0.47 \log \rho_0 + 0.65 \log r_c - 0.60 \log T \\ \log Y &= 0.39 \log \rho_0 + 0.46 \log r_c + 0.80 \log T \\ \log Z &= 0.79 \log \rho_0 - 0.61 \log r_c - 0.039 \log T\end{aligned}$$

で定義される ($\log X, \log Y, \log Z$) 空間における銀河団の進化の軌跡を表している。このように、 ρ_0, r_c, T は、現在に至るまで時々刻々その値を変化させた（一定値に落ち着く様子はみられなかった）。また、 $z \lesssim 1$ ではほぼ $X = Y = \text{const}$ の線にそって進化し、 $z = 0$ において、観測されている X 線基準面上に到達した。

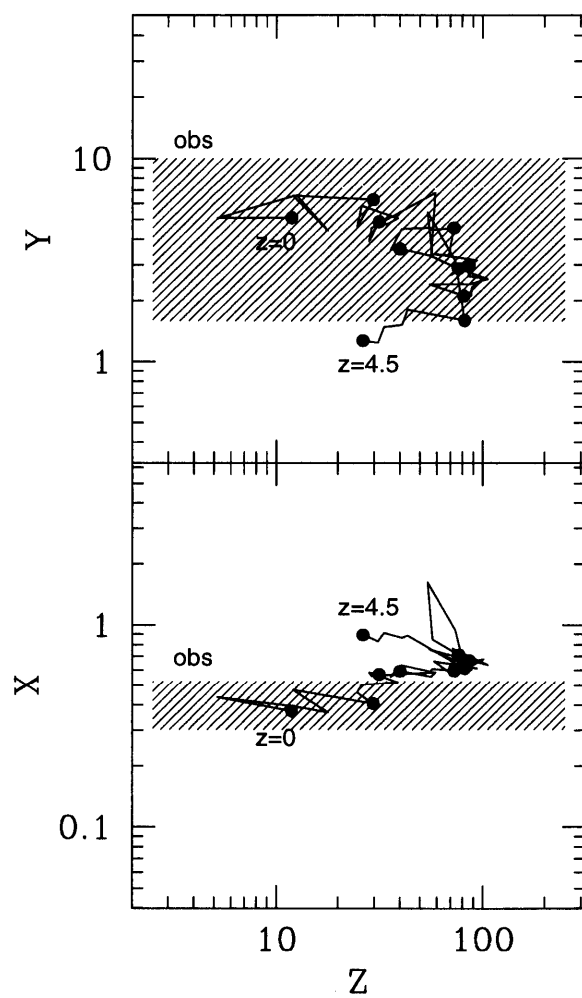


Figure 1: $(\log X, \log Y, \log Z)$ 空間における銀河団の進化の軌跡