

小スケールダークマターハローの統計的性質に関する研究

石山智明 (筑波大学)

利用カテゴリ XT4A

2008年度から続いている「Cosmogrid Project」の進展状況について報告する。Cosmogrid Project とは、

(i) 異機種混合グリッドコンピューティングの技術開発、超大規模宇宙論的 N 体シミュレーションへの応用

(ii) 小スケールのダークマターハローの統計的性質の解明

を目的として推進されている、日本やオランダの研究者を中心とする国際プロジェクトである。2010年度は2009年度から実行していた銀河や矮小銀河サイズのダークマターハロー形成の超大規模高分解能シミュレーションが終了し、ハローの統計的性質について調べた。

シミュレーションモデルは標準的な Λ CDM で、粒子数 2048^3 、領域 30Mpc (1 ダークマター粒子あたりの質量は $1.3 \times 10^5 M_{\odot}$) である。計算には日本、オランダ、イギリスにある3つの大型計算機用い、1年近い歳月を費やした。またこの計算は、複数の大型計算機を用いて同時にシミュレーションを行う、異機種混合グリッドコンピューティングの実験にも用いられた。(Portegies Zwart et al. 2010, Groen et al. 2011)。

図1にシミュレーション全領域のスナップショットを示す。中心の銀河群はおよそ5億粒子で構成される。また分解できる最小のハローは $10^7 M_{\odot}$ に達した。これから $10^7 M_{\odot}$ 以上のハローを取りだし、統計的性質を調べた。得られた主要な成果は

1. ハローの質量関数は $10^7 M_{\odot}$ 程度から Sheth & Tormen (1999) のフィッティング関数で良く表される。これまでは $10^9 M_{\odot}$ 程度までしか検証されていなかった。
2. ハローの中心集中度はハロー質量に弱く依存するが、小さいハローほど依存性が徐々に弱くなっていく。これは銀河や銀河団サイズのハローで得られた中心集中度の質量依存性を使って、矮小銀河やそれより小さいハローの中心集中度を見積もると、ハローの中心密度を過剰に見積もってしまうことを意味する。この依存性はプレスシェヒター質量関数を用いて中心集中度を見積もる、簡単な理論モデルの描像とも一致する (図2)。

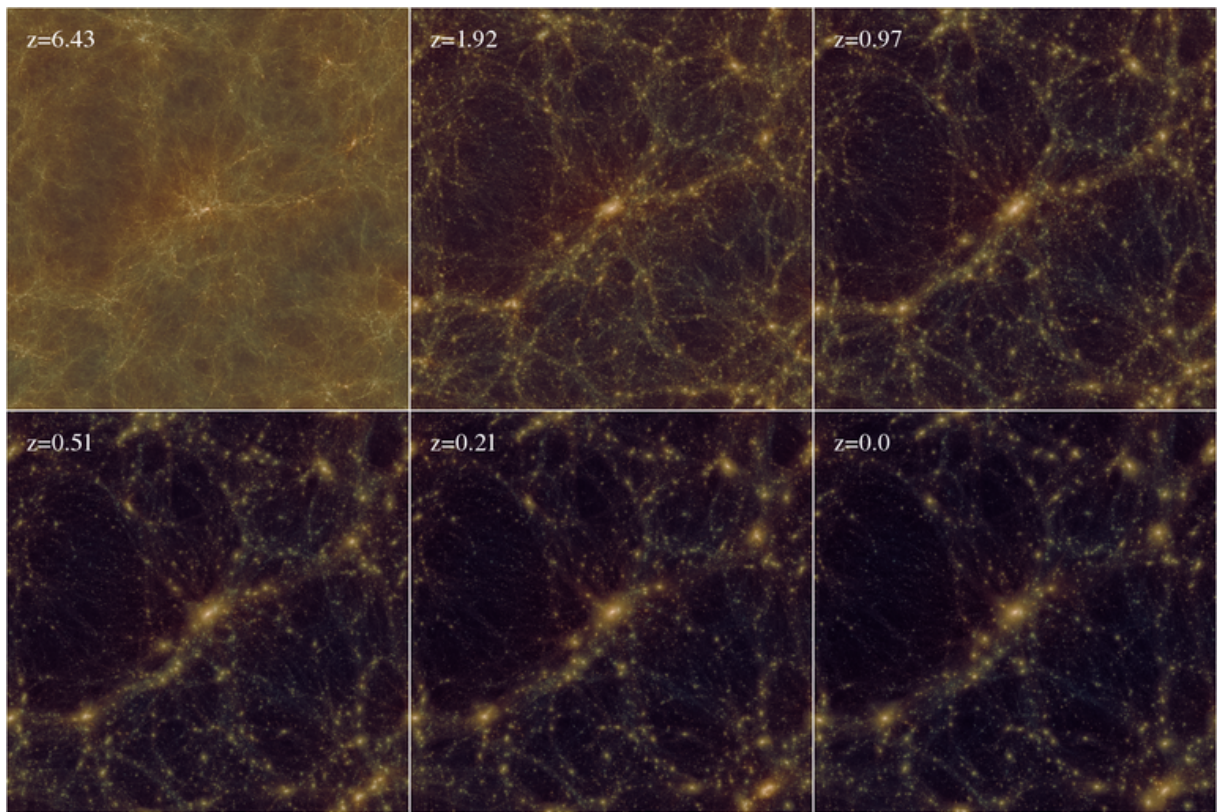


図 1: シミュレーション全領域のスナップショット

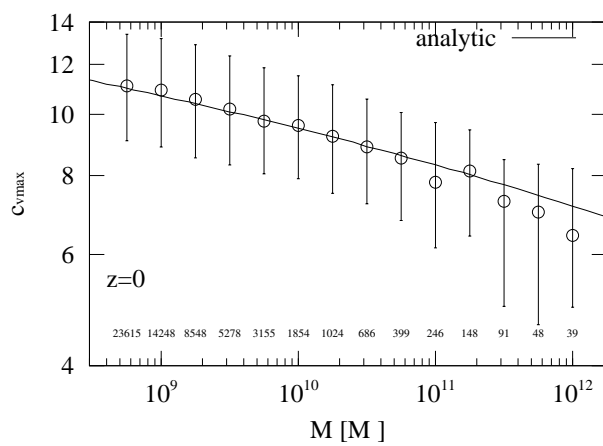


図 2: (左図) ハローのハロー質量 M 、中心集中度 c の関係 ($z=0$)。丸は中央値、上下線は 25%と 75%値を表す。