

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13年度成果報告書

宇宙論的密度ゆらぎの普遍的密度プロファイルと確率密度分布関数

Group ID hys22a: 須藤 靖、景 益鵬、吉田 直紀、浜名 崇、日影 千秋、桑原 健

平成13年度申請書で列挙した具体的な研究テーマは以下の3つであった。

- a) 普遍的密度プロファイルと stable condition の検証 孤立した非線型自己重力系は時間がたてばビリアル平衡に落ち着くと考えられるが、実際の宇宙ではハローは連続的に合体を経験しながらさらに大きな構造へと進化する。この意味においても、やや逆説的ではあるが 普遍的密度プロファイルおよび stable condition がいったん成り立ったとしてもそれが時間的に安定であるかどうかは自明ではない。これを検証するためには、従来のハロースケールのみを切り出した条件での計算ではなく、今回の規模の分解能と計算体積をあわせ持つ統計サンプルが必要である。
- b) 非線形パワースペクトルの近似公式 非線型進化したダークマターの密度ゆらぎスペクトルは宇宙論的理論予言において頻繁に必要となる最も基本的な概念である。これを受けて5年ほど前からこれに関する近似式がいくつか提案され、広く用いられている。一方、普遍的密度プロファイルと線形理論を組み合わせた別の方法で近似公式を再現する試みも始まっている。これらの整合性を精密に検討することは、冒頭で述べた初期条件の情報が非線形領域にどのような形でとどまっているかを調べる上で重要である。さらに、今回のシミュレーション結果を用いて、最も信頼性の高い実用的な近似公式を構築することを目指す。
- c) 確率密度分布関数とジーナス統計 パワースペクトルの関数形といわば直交した重要な概念がその確率分布関数である。標準モデルではランダムガウシアン分布を仮定するが、それが非線型進化によってどのように変形するかはよく知られていない。我々は、対数正規分布という現象的モデルを出発点として、確率分布関数自体の非線型進化を探る。また、その結果は、宇宙の大構造のジーナス統計という方法によって観測的にも検証可能であり、今回のシミュレーション結果は理論と観測の比較において重要な役割を果たす。

実際、平成13年度はかなりこの計画に準拠して研究がすすんだ。我々が計算機センターを利用した成果をもとに今年度出版/投稿した論文のリスト(次頁)と対応させると、

a): 論文 2, 9, 10

b): 論文 7, 8, 5

c): 論文 1, 4, 11

その他(平成12年度の申請課題の成果): 論文 3, 6

となっている。詳しくはこれらの論文あるいはユーザズミーティングでの発表原稿:

[http://www-utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~suto/mypresentation\\_2001j.html](http://www-utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~suto/mypresentation_2001j.html)

を参照されたい。

1. Chiaki Hikage, Atsushi Taruya, & Yasushi Suto (2001)  
“ *Genus Statistics for Galaxy Clusters and Nonlinear Biasing of Dark Matter Halos* ”  
*The Astrophysical Journal*, **556**, 641-652 (astro-ph/0104013).
2. Toshiyuki Fukushige & Yasushi Suto (2001)  
“ *The mean pairwise peculiar velocity in cosmological N-body simulation: time variation, scale dependence and stable condition* ”  
*The Astrophysical Journal (Letters)*, **557**, L11-L14 (astro-ph/0107011).
3. Kohji Yoshikawa, Atsushi Taruya, Y.P. Jing, & Yasushi Suto (2001)  
“ *Nonlinear Stochastic Biasing of Galaxies and Dark Halos in Cosmological Hydrodynamic Simulations* ”  
*The Astrophysical Journal*, **558**, 520-534(astro-ph/0104361).
4. Issha Kayo, Atsushi Taruya & Yasushi Suto (2001)  
“ *Probability Distribution Function of Cosmological Density Fluctuations from Gaussian Initial Condition: Comparison of One- and Two-point Log-normal Model Predictions with N-body Simulations* ”  
*The Astrophysical Journal*, **561**, 22-34 (astro-ph/0105218).
5. Takashi Hamana, Naoki Yoshida, Yasushi Suto, & August E. Evrard (2001)  
“ *Clustering of dark matter halos on the light-cone: scale, time, and mass dependence of the halo biasing in the Hubble volume simulations* ”  
*The Astrophysical Journal (Letters)*, **561**, L143-L146 (astro-ph/0110061).
6. Y.P. Jing, Gerhard Börner & Yasushi Suto (2002)  
“ *Spatial correlation functions and the pairwise peculiar velocity dispersion of galaxies in the PSCz survey: implications for the galaxy biasing in cold dark matter models* ”  
*The Astrophysical Journal*, **564**, 15-22(astro-ph/0104023).
7. Tatsushi Sugihara, Atsushi Taruya, & Yasushi Suto (2002)  
“ *Quasi-Self-Similar Evolution of the Two-Point Correlation Function: Strongly Non-linear Regime in  $\Omega_0 < 1$  Universes* ”  
*The Astrophysical Journal*, **566**, 1-8 (astro-ph/0110239).
8. Takashi Hamana, Naoki Yoshida, & Yasushi Suto (2002)  
“ *Reliability of the dark matter clustering in cosmological N-body simulation on scales below the mean separation length of particles* ”  
*The Astrophysical Journal*, **568**, April issue, in press (astro-ph/0111158).
9. Y.P. Jing, & Yasushi Suto (2002)  
“ *Triaxial Modeling of Halo Density Profiles with High-resolution N-body Simulations* ”  
*The Astrophysical Journal*, , submitted (astro-ph/0202064).
10. Takeshi Kuwabara, Atsushi Taruya, and Yasushi Suto (2002)  
“ *Modeling Pairwise Peculiar Velocity Distribution Function of Dark Matter from Halo Density Profiles* ”  
*Publications of the Astronomical Society of Japan*, , submitted.
11. Chiaki Hikage, Atsushi Taruya, Naoki Yoshida, and Yasushi Suto (2002)  
“ *Biasing and Genus Statistics of Dark Matter Halos in the Hubble Volume Simulation* ”  
*Publications of the Astronomical Society of Japan*, , submitted.