

銀河および銀河団を 用いた 観測的宇宙論の研究

the Lick Galaxy
Counts for the
Northern Galactic
hemisphere

須藤 靖
東京大学大学院理学系研究科

Seldner, Siebers,
Groth, and Peebles,
1977, AJ, 82, 249.

東辻・木原(1969): 銀河の2点相関関数

No. 3]

Distribution of Galaxies

227

$$r_0 = 4.7 \times 10^6 \text{ pc in } g(r) = (r_0/r)^{1.8}.$$

Vol. 21, No. 3

Publications of the Astronomical Society of Japan

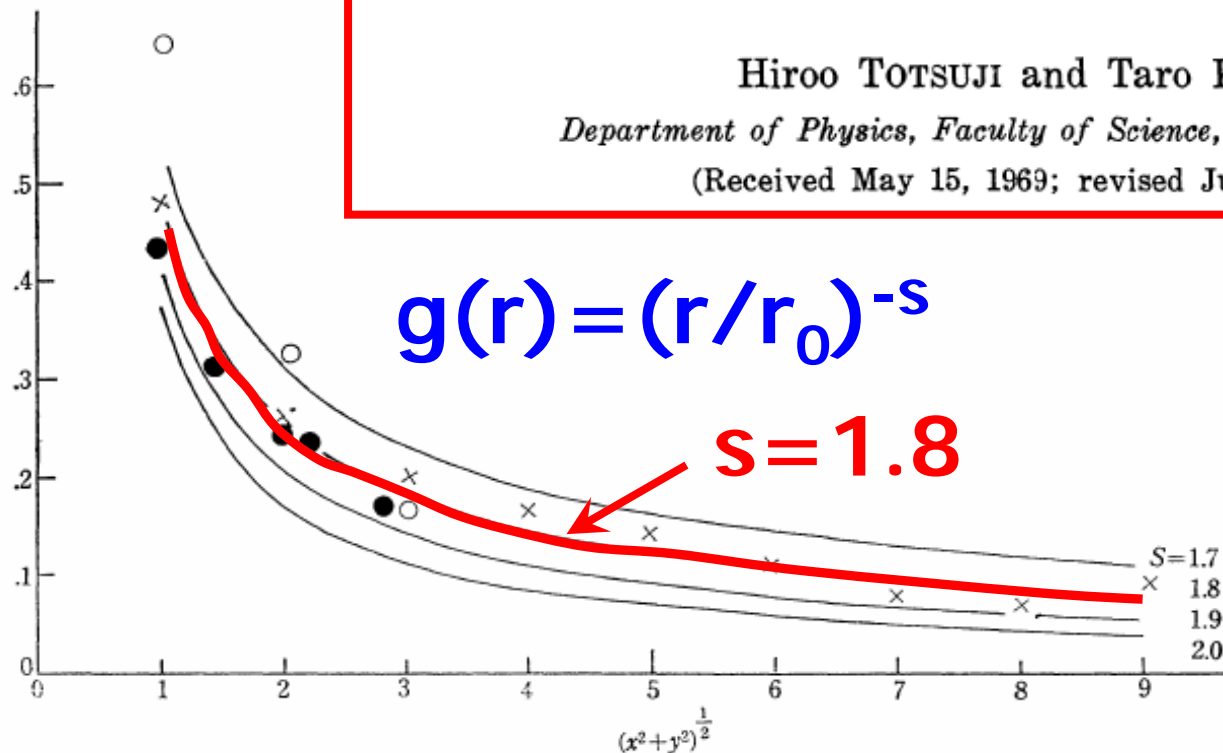
1969

The Correlation Function for the Distribution of Galaxies

Hiroo TOTSUJI and Taro KIHARA

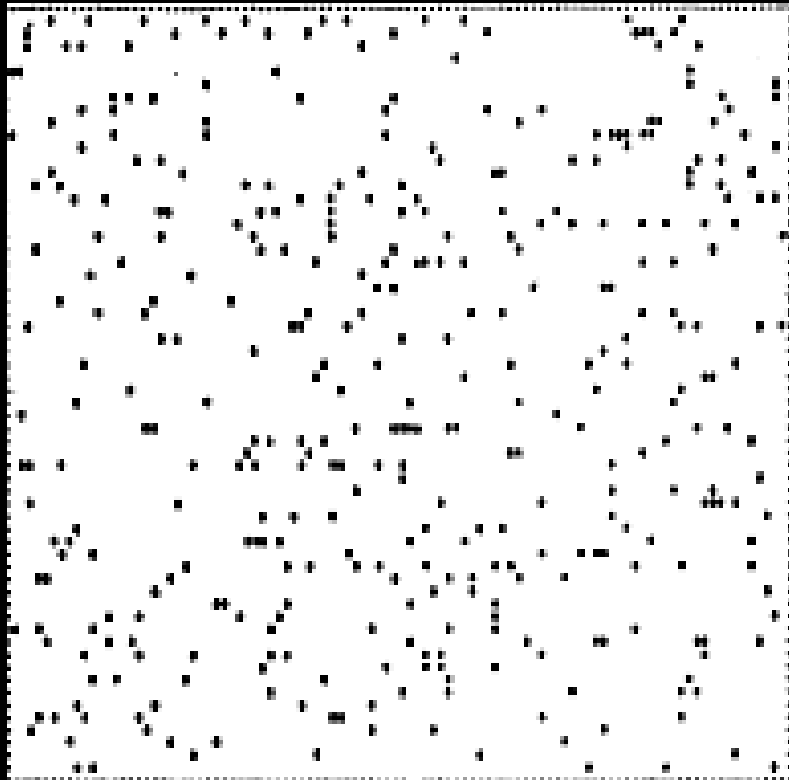
Department of Physics, Faculty of Science, University of Tokyo

(Received May 15, 1969; revised June 26, 1969)



Totsuji & Kihara
PASJ 21 (1969)
221

三好・木原(1975): 宇宙論的N体計算



← t/t_i (規格化された宇宙時刻)

- ADS スキャンから作成したGif アニメーション
- 粒子数 = 400
- ラインプリンター用紙に数字の8 (?)を印字して表現した宇宙の大構造の進化

Miyoshi & Kihara
PASJ 27 (1975)
333

Publ. Astron. Soc. Japan 27, 333-346 (1975)

Development of the Correlation of Galaxies in an Expanding Universe

Kazunori MIYOSHI* and Taro KIHARA

Department of Physics, Faculty of Science, University of Tokyo, Tokyo

(Received 1974 December 4)

Groth & Peebles (1977)

No. 2, 1977

CATALOGS OF EXTRAGALACTIC OBJECTS

403

redshift and curvature effects to express w_s in terms of ξ . We evaluate these equations with the standard parameters, $\gamma = 1.77$ and $hD_{\text{eff}}^* = 47.2$ Mpc. The result is

$$\xi(r) = (r_0/r)^{1.77},$$

$$hr_0 = 4.7 \text{ Mpc},$$

$$0.05 \text{ Mpc} \lesssim hr \lesssim 9 \text{ Mpc}.$$

(63)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, **217**: 385–405, 1977 October 15

© 1977, The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in U.S.A.

STATISTICAL ANALYSIS OF CATALOGS OF EXTRAGALACTIC OBJECTS. VII. TWO- AND THREE-POINT CORRELATION FUNCTIONS FOR THE HIGH- RESOLUTION SHANE-WIRTANEN CATALOG OF GALAXIES*

EDWARD J. GROTH AND P. J. E. PEEBLES

Joseph Henry Laboratories, Physics Department, Princeton University

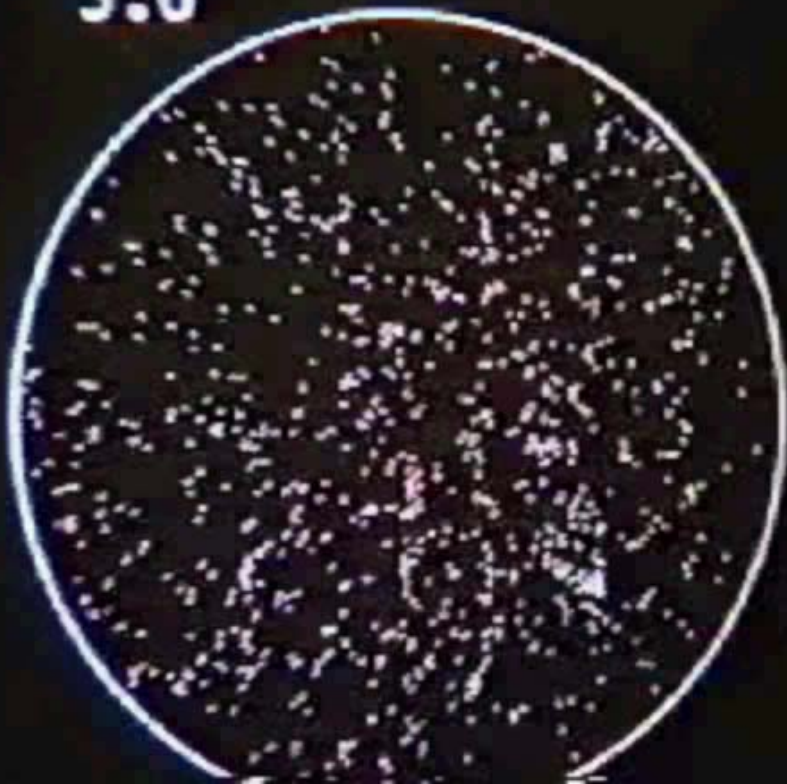
Received 1977 March 4; accepted 1977 April 7

see also, Peebles & Hauser ApJS 28(1974)19; Peebles A&A 32(1974)391

宇宙論的N体計算の世界最初の映画

スケールファクター

3.0



- 粒子数 = 1000
- プリンストン大学
エドターナー氏提供
(16ミリフィルムをデジタル化したもの)
- Aarseth, Turner &
Gott, ApJ
228(1979)664

1980年代末頃の私の知識の全て

- 銀河は点 (=テスト粒子) である
- 観測された銀河分布を利用して
宇宙論をすることができる

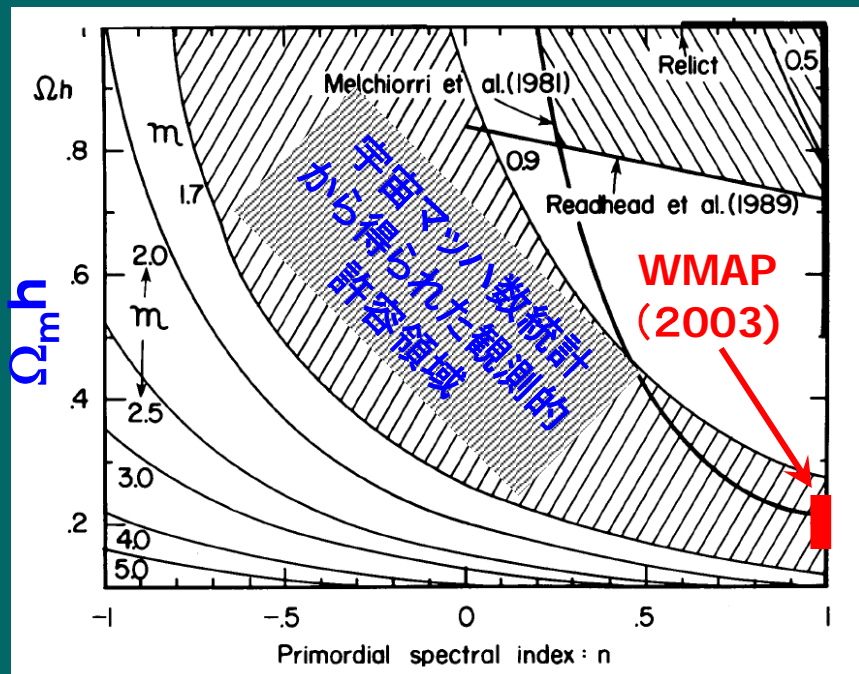
今まで行ってきた研究の一覧

観測的宇宙論＝理論＋数値シミュレーション＋観測

- **宇宙マッハ数と暗黒物質密度パラメータ**
 - Ostriker & Suto (1990), Suto, Cen & Ostriker (1992)
- **宇宙論的構造形成シミュレーション**
 - Suginozaki et al. (1991), Suto (1993), Yoshikawa et al. (1998,2000,2001)
- **宇宙論的赤方偏移歪み・光円錐効果と宇宙論パラメータ**
 - Matsubara & Suto (1996), Yamamoto & Suto (1998), Suto et al. (1999)
- **X線銀河団個数密度の統計と密度ゆらぎの振幅**
 - Kitayama & Suto (1997), Kitayama, Sasaki & Suto (1998)
- **SZ効果を用いたサブミリ波・ミリ波帯での銀河団マッピング観測**
 - Komatsu et al. (1998,1999), Kitayama et al. (2004)
- **暗黒物質ハローの密度プロファイルと非球対称性**
 - Jing & Suto (2000, 2002), Lee & Suto (2002), Oguri, Lee & Suto (2003)
- **SDSS銀河・クエーサーカタログを用いた観測的宇宙論**
 - Hikage et al. (2002,2003), Kayo et al. (2004), Yahata et al. (2005)

宇宙マツハ数と暗黒物質密度パラメータ

Ostriker & Suto, ApJ 348(1990)378



記号	意味	WMAP + α
h	無次元ハッブル定数	0.72 ± 0.05
Ω_m	宇宙の質量密度パラメータ	0.27 ± 0.04
n	原始密度ゆらぎのスペクトル指数	0.99 ± 0.04

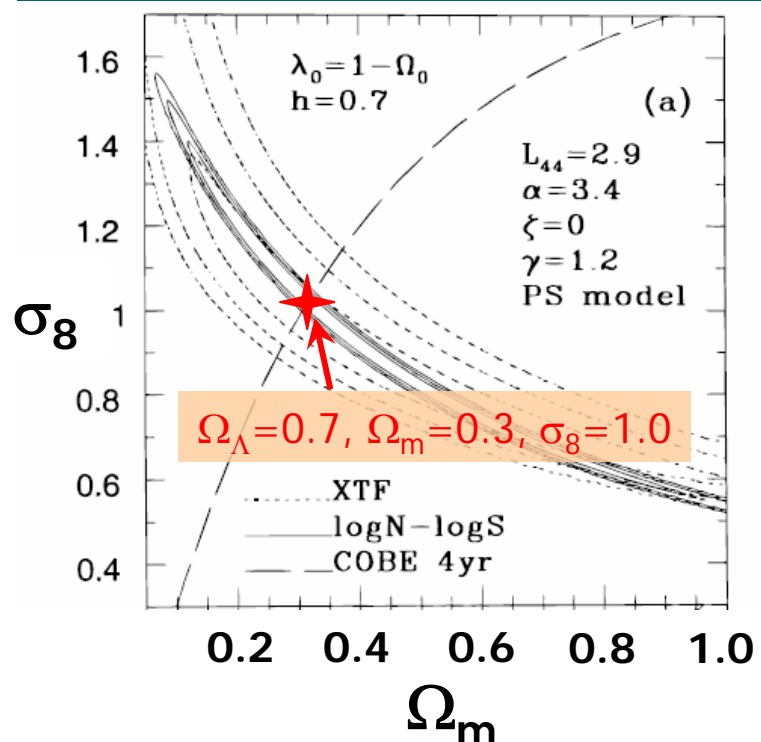
- 銀河の速度場データから宇宙の密度パラメータを推定する「宇宙マツハ数」という統計量による宇宙論テストを提唱
- 暗黒物質だけで平坦な宇宙を実現することの困難を指摘し、冷たい暗黒物質による低密度宇宙モデルを結論

X線銀河団個数密度の統計と密度ゆらぎの振幅

[Kitayama & Suto, ApJ 490\(1997\)557](#)



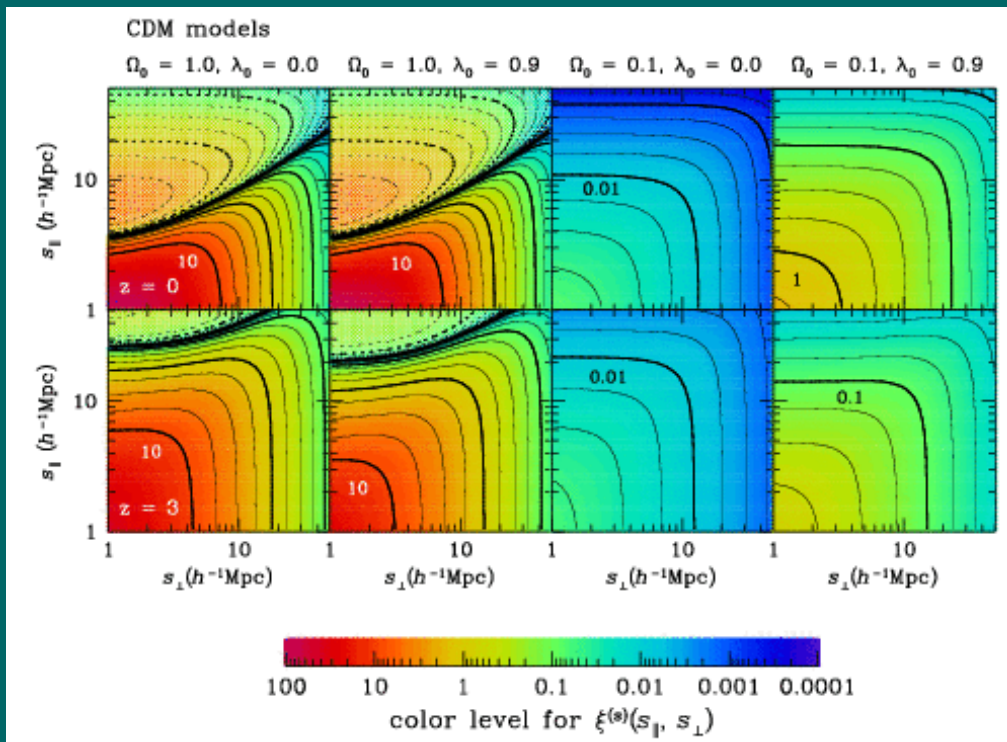
[Kitayama & Suto, ApJ 469\(1996\)480](#)



記号	意味	WMAPによる推定値 (Spergel et al. 2003:Table 2)
σ_8	8h ⁻¹ Mpcにおける密度ゆらぎの振幅	0.9 ± 0.1
Ω_m	宇宙の質量密度パラメータ	0.29 ± 0.1

- X線銀河団の個数密度(温度関数、光度関数)を予言する理論的方法論を確立
- 観測データとの比較から暗黒物質の密度ゆらぎの振幅と宇宙の密度パラメータが満たすべき関係を導出し、低密度宇宙モデルを結論

宇宙論的赤方偏移歪みと宇宙論パラメータ



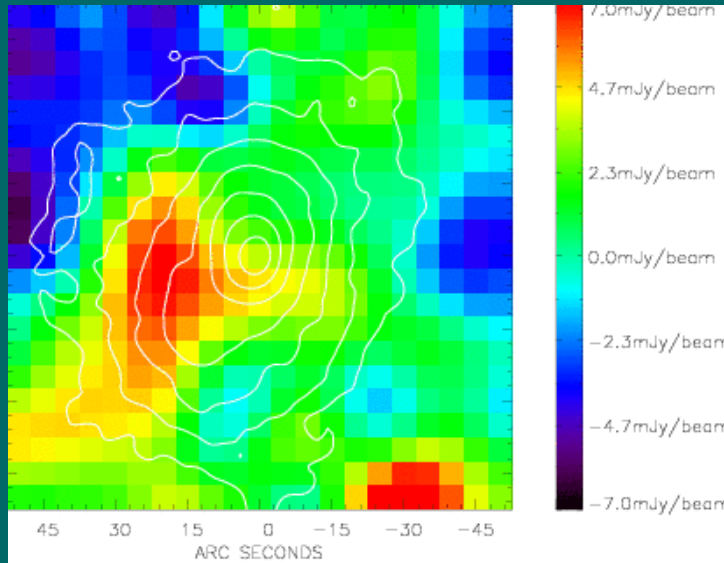
[Matsubara & Suto](#)
[ApJ 470\(1996\)L1](#)

視線に対する垂直成分と平行成分の2次元に分けて計算した2点相関関数の振幅の等高線(CDMモデルを仮定)。 $z=0$ (上図)、 $z=3$ (下図) 左から右へ: $(\Omega_m, \Omega_\Lambda) = (1, 0)$, $(1, 0.9)$, $(0.1, 0)$, 及び $(0.1, 0.9)$ の場合

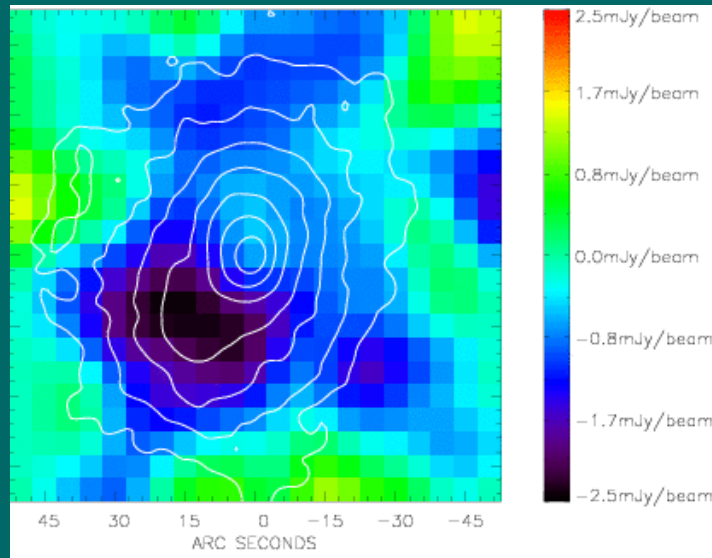
- 宇宙論的な距離にある銀河やクエーサーの空間分布が宇宙の曲率や宇宙定数の存在量によって見かけ上歪められることに注目し、逆にそれらの観測量から宇宙論パラメータを推定する方法を提案

銀河団RX J1347.5-1145のSZ効果マップ

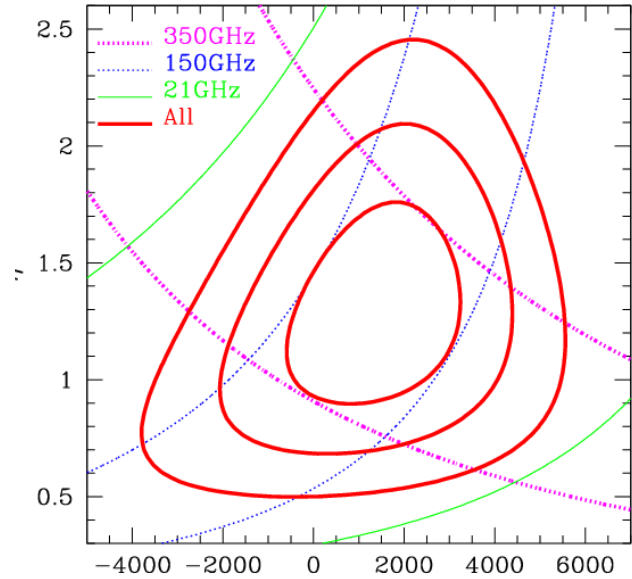
サブミリ波帯
における世界
初のスニャー
エフェルドビッ
チ効果地図



ミリ波帯におけ
る世界最高角度
分解能のス
ニャーエフェル
ドビッチ効果地
図。左下に高温
成分を発見



視線方向の長さ／横方向の長さ



銀河団の視線方向特異速度 [km/s]

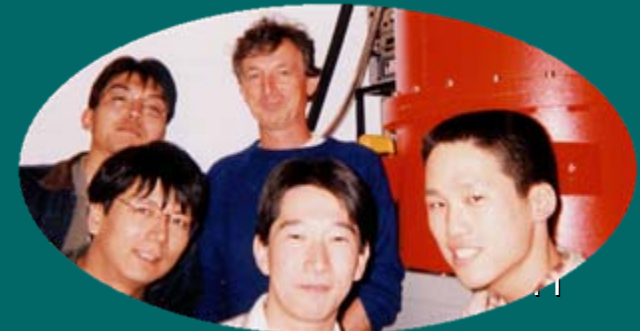
Komatsu et al.

[ApJ 516 \(1998\) L1](#)

[PASJ 53 \(2001\) 57](#)

Kitayama et al.

[PASJ 56 \(2004\) 17](#)



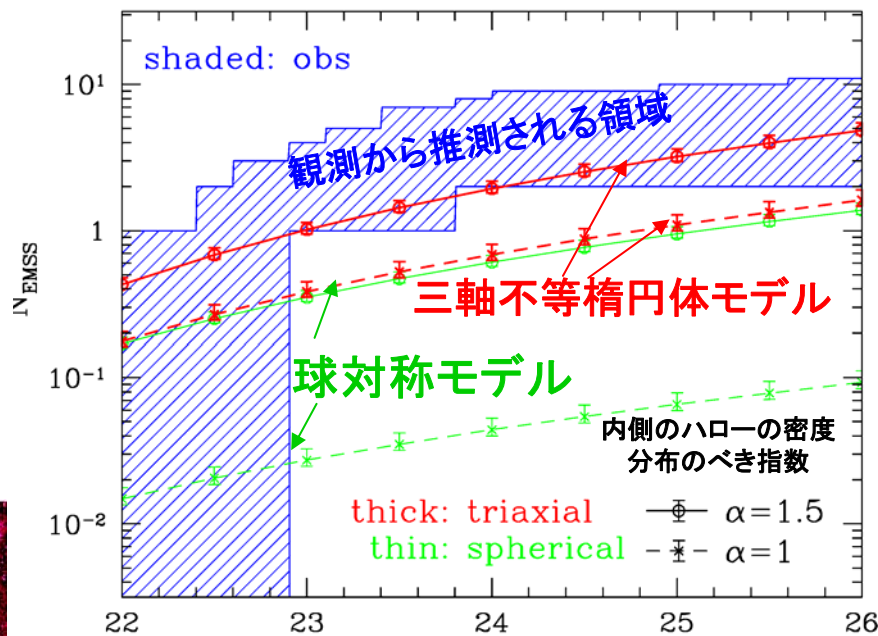
暗黒物質ハロー の密度プロファイル と非球対称性

[Jing & Suto, ApJ 574\(2002\)538](#)

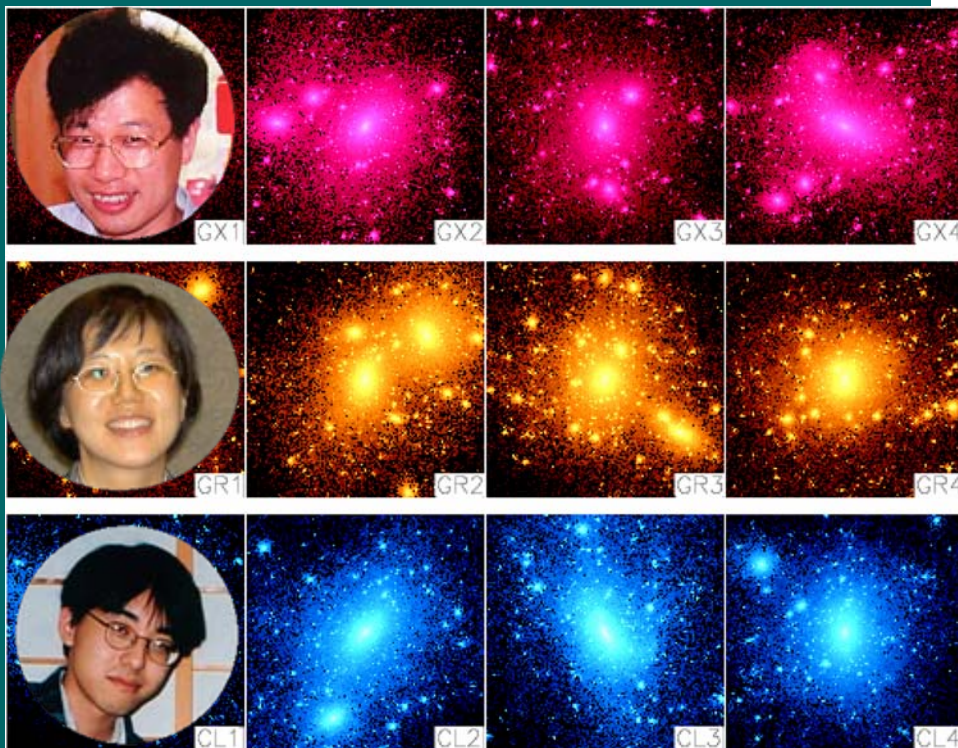
[Jing & Suto, ApJ 529\(2000\) L69](#)

[Oguri, Lee & Suto, ApJ 599 \(2003\) 7](#)

重カレンズを
うけた銀河の数



レンズアークサーベイ銀河の限界等級



- 宇宙論的暗黒物質ハローの密度プロファイルに対して初めて3軸不等楕円体モデルを確立
- 銀河の重カレンズアーク統計の問題を解消

Expanding the *expanding* universe

0th order	一様等方宇宙モデル	宇宙論パラメータ
1st order	密度揺らぎの線形摂動論	宇宙の大構造 マイクロ波背景輻射
2nd order	非線型重力進化	ダークマターの構造形成
3rd order	バリオンガスの進化	第一世代天体と元素の起源
4th order	銀河、星、惑星の形成進化	光り輝く銀河宇宙の誕生
...		
L-th order	生命の起源・進化	宇宙論的生物発生学
M-th order	知的生命体への進化	宇宙論的生物進化学
N-th order	文化・文明・宗教	宇宙論的社会学
...		

宇宙論
 究極の宇宙論

WMAP



値から理解へ :

本当の宇宙論研究はいよいよこれから!

現在行いつつある3つの研究テーマ

■ SDSSデータを用いた観測的宇宙論

- 東大・矢幡和浩＋名古屋大学・松原グループ＋SDSS LSS グループ 他
- クエーサーを用いた1Gpcスケールでの宇宙の大構造、銀河の高次相関、銀河系・銀河団ダストマップ

■ ダークバリオン探査専用軟X線衛星DIOS

- 東大・吉川耕司、河原創＋都立大・大橋隆哉 (PI)、佐々木伸＋宇宙研・満田和久、山崎典子＋名古屋大・田原譲＋東工大・河合誠之 他
- 10万度から1000万度の暖かいガスを酸素輝線・吸収線を用いて宇宙の新しい窓にするDiffuse Intergalactic Oxygen Surveyorの提案

■ 太陽系外トランジット惑星の精密分光観測

- 東大・成田憲保、太田泰弘、樽家篤史＋天文台・山田亨、青木和光、田村元秀＋神戸大・佐藤文衛＋Princeton大・Ed Turner＋Harvard大・Josh Winn＋St.Andrews大・Chris Leigh、Andrew Cameron 他
- すばるHDSによるトランジット惑星HD209458b, TrES-1の精密分光による大気組成の解明および中心星の自転軸・惑星の公転軸間の角度の決定

ちなみに、「観測的宇宙論」で、ググってみた



[ウェブ](#) [イメージ](#) [ニュース](#) [グループ](#) [ディレクトリ](#)

観測的宇宙論

Google 検索

[検索オプション](#)

[表示設定](#)

ウェブ全体から検索 日本語のページを検索

ウェブ

観測的宇宙論 の検索結果 約 11,800 件中 1 - 10 件目 (0.07 秒)

[Observational Cosmology Group at University of Tokyo](#)

Welcome to the Observational Cosmology Group at Department of Physics, University of Tokyo.

utapen4.phys.s.u-tokyo.ac.jp/obscosm/ - 3k - [キャッシュ](#) - [関連ページ](#)



*Welcome to the Observational Cosmology Group
at Department of Physics, University of Tokyo*



実はさらに、「太陽系外惑星探査」でも、ググってみた

ウェブ [イメージ](#) [ニュース](#) [グループ](#) [ディレクトリ](#)

Google™

太陽系外惑星探査

Google 検索

[検索オプション](#)
[表示設定](#)

ウェブ全体から検索 日本語のページを検索

ウェブ

太陽系外惑星探査 の検索結果 約 10,800 件中 1 - 10 件目 (0.59 秒)

太陽系外惑星探査

... 太陽系外惑星に関する解説 不惑の宇宙論 日本惑星学会 遊星人 11(2002)94 p d f
究極の宇宙論 「宇宙を見る新しい目」 第10章 日本評論社 太陽系外惑星探査：現状と
展望 日本物理学会2004年春季大会 p d f ...

www.utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp/~suto/extrasolar_planet.htm - 4k - [キャッシュ](#) - [関連ページ](#)

太陽系外惑星探査

