

宇宙する人生

東京大学大学院理学系研究科 物理学専攻 須藤 靖

2024年3月7日 13:00-14:30

略歴

■ 1958年高知県安芸市生まれ

- 1974 安芸市立清水ヶ丘中学校 卒業
- 1977 私立土佐高校 卒業

■ 大学入学以降高知県を離れる

- 1981 東京大学学部物理学科 卒業
- 1986 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 博士課程 修了
- 1986-1988 カリフォルニア大学バークレー校ミラーフェロー
- 1988-1990 茨城大学理学部物理学科助手
- 1990 (3/16-7/15) 広島大学理論物理学研究所 助教授
- 1990-1993 京都大学基礎物理学研究所 助教授
- 1993-2006 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 助教授
- 2006-2024 東京大学理学系研究科物理学専攻 教授

小学校から高校まで



高知県

子供の頃海を見て育っちゃーせん人間は 信用できん（西原理恵子）

伊尾木小学校の校庭の端から望む太平洋



安芸市出身の岩崎弥太郎

土佐高校 初代校長 三根円次郎

■ ウィキペディアより

- **三根 円次郎**（1873年 - 1935年3月18日）は長崎県旧西彼杵郡瀬戸町（現在の西海町）出身の日本の教育者。歌手ディック・ミネの父親で、ギタリスト三根信宏の祖父。
- 最後は高知県にある私立・旧制土佐中学校（現土佐中学校・高等学校）に、大正9年（1920年）、初代校長として赴任したが、昭和10年（1935年）3月18日、学内の校長宿舎で急逝した。ディック・ミネは「自分の教育方針を頑として通した父は、文部省であれ軍人であれ、岩のごとく動じなかった。父は学校で〈おはよう〉と、誰にも帽子をとって挨拶をするのが常だった。死の前日のこと、軍部の将校（土佐中学への配属将校）がこれを敬礼にせよと迫ったが、父は教育方針は変えぬと言い通した。腹を立てた将校は酒に酔って自宅に乗り込んできて、父と言い争った。この出来事が引き金となって、脳内出血を起こしたのであろう。父の教育は今の時代にも立派に通用する。私は父を誇りに思う」と、土佐中学の支部報『筆山』第9号に記している。

研究場所の軌跡

プリンストン大学

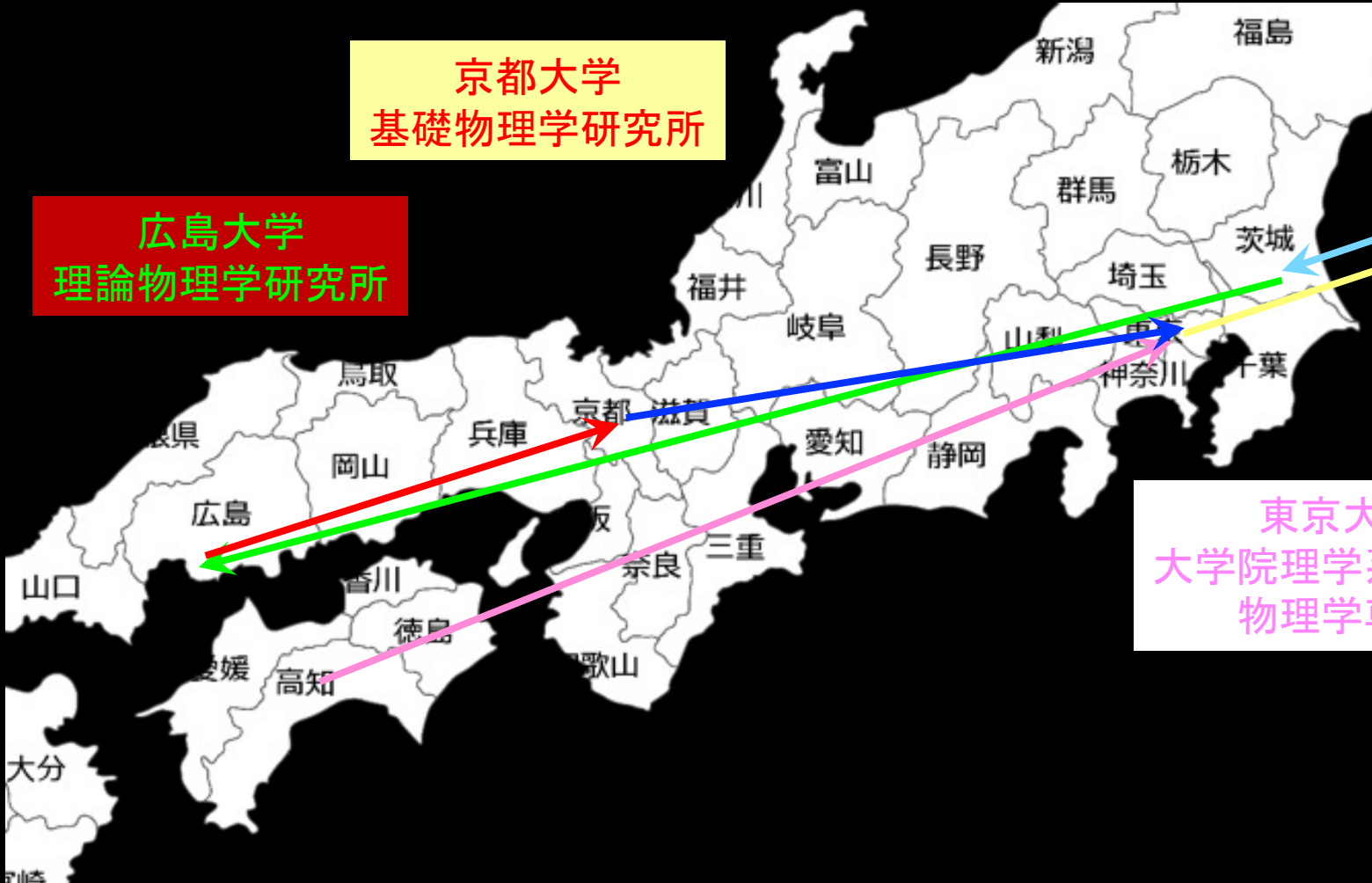
京都大学
基礎物理学研究所

茨城大学
理学部物理学科

広島大学
理論物理学研究所

カリフォルニア大学
バークレー校

東京大学
大学院理学系研究科
物理学専攻



リフシツツ先生 来日 (1983)



1. Кыранов	33	д	д	22. Баранов	54	к	д
2. Липин	34	д	ас	23. Веден	55	к	д
3. Ахисер	35	(из)	(ас)	24. Мехмед	55		д
4. Пенграхук	35	зк	ас	25. Пинакенин	55	к	ср
5. Мисса	35			26. Сардех	55	к	ас
6. Левие	37	зк	см	27. Бекрепур	55	к	с
7. Берестовский	39	д	д	28. Шарик	56	к	с
8. Сиродинский	40	д	д	29. Болер	57	к	д
9. Халачинков	41	д	см	30. Шарола	58		с
10. Хузунбин		д	(ас)	31. Фарсоловин	59		д
11. Тер-Маркроски	47	д	(см)	32. Айрап	59		см
12. Абрикосов	47	д	см	33. Кокранено	59		д
13. Цорфе	49	д	д	34. Рушид.	59		с
14. Харит	50	к	с	35. Марин	60		с
15. Ламбуз	50	к	д	36. Берко	60		
16. Сураев	51	к	д	37. Мелик-Бергударт	60		с
17. Кара	51	к	см	38. Мехмедко	61		с
18. Керимов	52	к	д	39. Чаролатар	61		
19. Зоргов	53	д	см	40. Будисо	61		с
20. Дюламанский	53	к	см	41. Марко	61		д
21. Арсланов	54	к	д	42. Марки	61		с
				43. Конабасов	61		д

『場の古典論』に リフシッツ先生の サインを頂く

Ясуси Суто

с самыми лучшими
пожеланиями успехов
и счастья

Е. Лифшиц

Yasushi Suto
with the very best
wishes for success
and happiness

E. Lifshitz

Ясуси Суто
с самыми лучшими
пожеланиями успехов
и счастья

Е. Лифшиц

Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц

ТЕОРИЯ ПОЛЯ

(Серия: «Теоретическая физика», том II)

издание шестое,
исправленное и дополненное

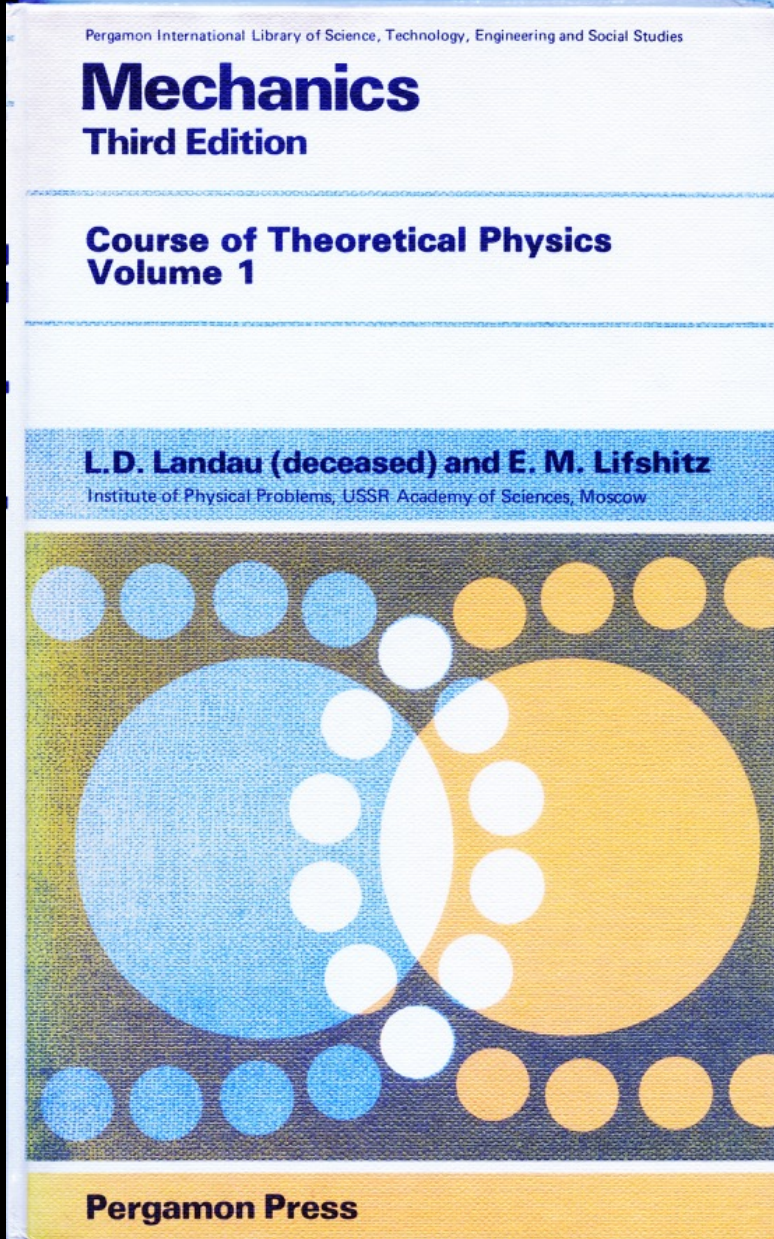
Издательство «Наука»

Главная редакция

физико-математической литературы

Москва 1973

リフシツ先生からの教え



MECHANICS
 THIRD EDITION
 by
L. D. LANDAU AND E. M. LIFSHITZ
 INSTITUTE OF PHYSICAL PROBLEMS, U.S.S.R. ACADEMY OF SCIENCES
 Volume 1 of *Course of Theoretical Physics*
 Translated from the Russian by
J. B. SYKES AND J. S. BELL

To Yasushi Suto
 with kind regards and
 gratitude, to remind of
 our meeting in Tokyo.
 E. Lifshitz

書物逍遙

須藤 靖



四〇年以上前のことである。数学か物理を専攻するつもりで大学に入ったものの、教養課程での物理の講義は、今ひとつ面白いとは思えなかった。一方で、私には理解不能なほど抽象的な数学を楽々とものできる人間が多くなることを知り、消去法的に物理学科に進学した。物理学科進学者の専門必修科目の一つが解析力学だ。そこでは、既に知っているはずの力学が、最小作用の原理という全く異なる視点から統一的に定式化できることを学ぶ。その講義に合わせて買った教科書が、ランダウ・リフシツ理論物理学教程第一巻「力学」だった。この理論物理学教程全一〇巻は、ロシアの天才物理学者ランダウとその高弟リフシツによって書かれた、物理屋ならだれでも知っている（+読み通した）世界的教科書である。

「力学」を読んで、質点系のエネルギー、運動量、及び角運動量の保存則が、それぞれこの世界が内在する時間並進対称性、空間並進対称性、そして空間回転対称性の帰結であることを知ったときの驚きと感動は今でも忘れられない。物理学は、世界の奥底に潜んでいる真理とそとの美しさを端的に記述する素晴らしい体系だ、と確信した。その後、大学院生となり、来日するリフシツ先生を

ランダウ・リフシツの『力学』

成田まで迎えに行くよう指導教員に頼まれた。上野に向かうスカイライナー車中で、当時勉強していた第三巻「場の古典論」にサインをお願いした。日本語訳ではあったが、リフシツ先生はその本にざっと目を通し、ある方程式を見つめながら「この式に赤線を引いたのは君か？」と聞いてきた。私はやや誇らしげに「はい、そうです」と答えた。すると彼は「この式は間違っている」とだけ述べ、静かにサインしてくれた。

後で聞いたところによると、真面目な彼は、来日中に出版社に教科書の誤植の一覧表を渡し、修正してもらった。徐々に関心を持ってもらえたようになった。帰国後、リフシツ先生から私宛に、御礼の言葉とサイン付きの英語版「力学」の教科書が送られてきた。そこからは、第一巻から勉強し直すようにとの無言のメッセージが強く感じられた。ちなみに私はそれ以来、教科書に赤線を引く習慣をきっぱりやめた。

そんな私も、気がついたら向学心に燃える物理学の学生に解析力学を教える立場となった。「ランダウ・リフシツの『力学』は必ず読め」と教卓上から偉そうにのたまうたびに、心の底に潜む昔の恥ずかしい記憶が呼び起こされ赤面する自分がある。

（東京大学教授）

Expansion of voids in a matter-dominated universe.

Yasushi SUTO, Katsuhiko SATO

Department of Physics, Faculty of Science
University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo 113

and

Humitaka SATO

Research Institute for Fundamental Physics,
Kyoto University, Kyoto 606,

Abstract

Evolution of voids in the Einstein-de Sitter universe is examined. Numerical calculation including matter pressure is performed in general relativistic method. It is shown that

observed voids require the fluctuations with $|\delta\rho/\rho| > 0.05$ and size of 6.0×10^{-3} Mpc at recombination. These values cannot be explained

by the adiabatic scenario. A dense ridge is formed in nonlinear

stage and its expansion law is approximated as $t^{0.3}$

for mass compensated δ and $t^{0.1}$ for true δ .

Independent of their size. If sizes of observed voids are

concentrated around $(20-100)h^{-1}$ Mpc, then it follows that the

fluctuations were also concentrated around $(6-30)$ Kpc at

recombination with the range of 6-30 kpc.



October 1983

最初の論文 (1983)

Yasushi Suto, Katsuhiko Sato and Humitaka Sato: *Expansion of voids in a matter-dominated universe* Progress of Theoretical Physics 71(1984)938

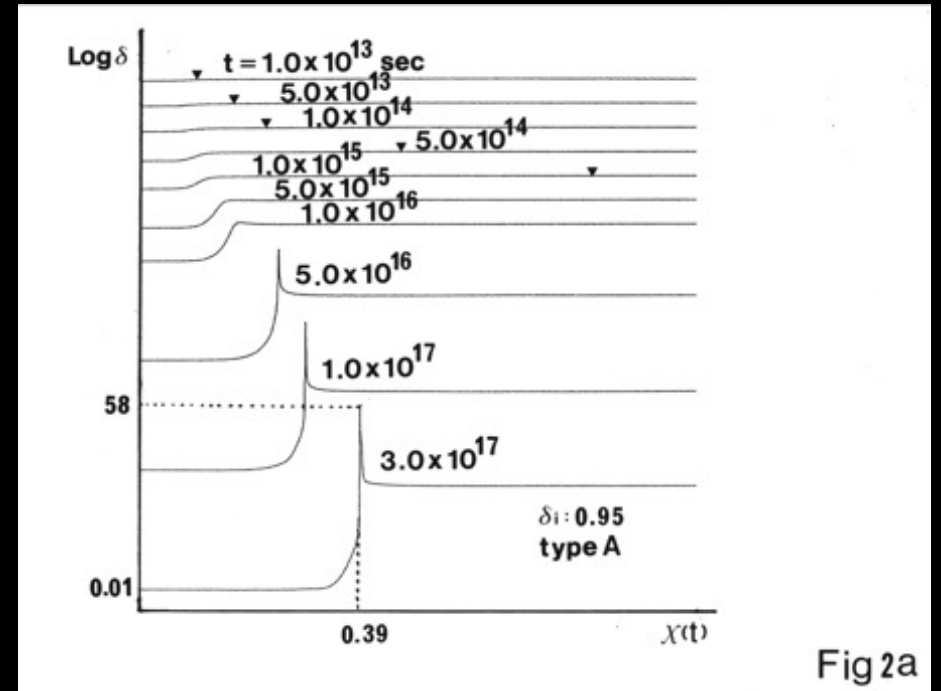


Fig 2a

ミラーフェロー@カルフォルニア大学 バークレー校 (1986-1988)



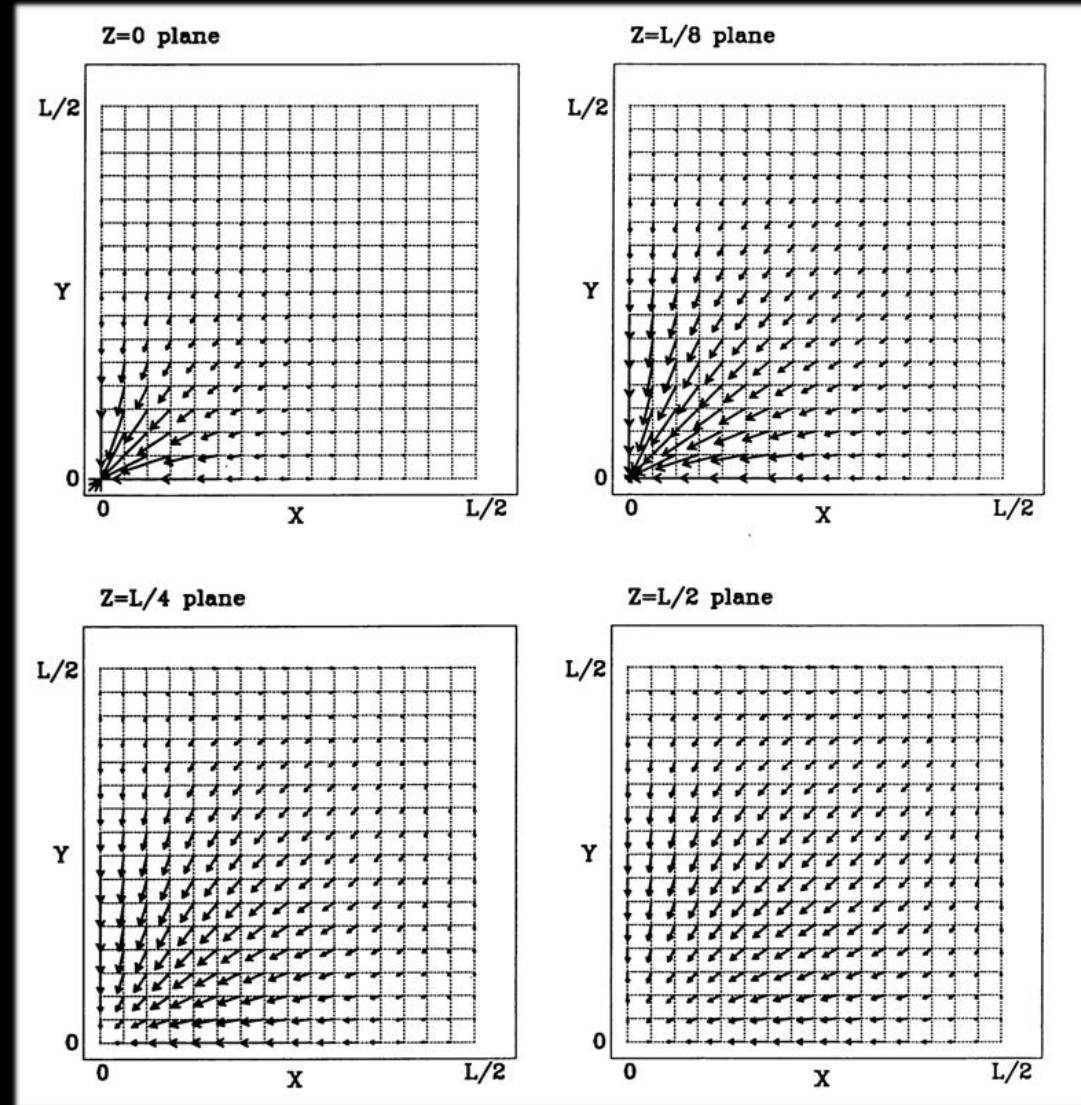
バークレーでの研究

Suto & Silk **Self-similar Dynamics of Polytropic Gaseous Spheres**
ApJ 326(1988)527

Suto, Gorski, Juskiewicz, & Silk
Probes of large-scale structure in the Universe Nature 332(1988)328

宇宙論的N体計算(tree法)に、化学や固体物理の分子動力学で用いられていたEwald法を応用して周期境界条件を実現

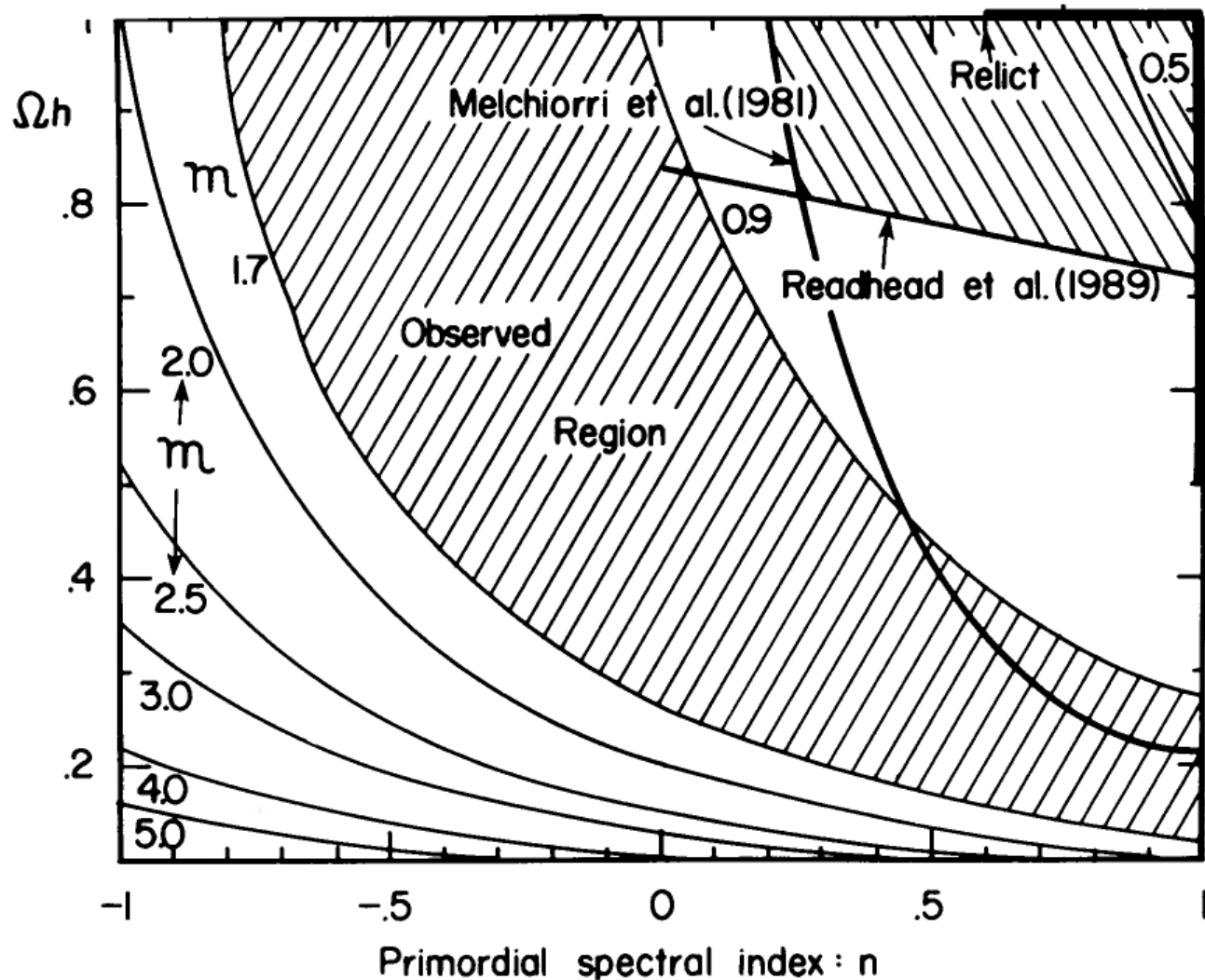
Hernquist, Bouchet & Suto **Application of the Ewald Method to Cosmological N-Body Simulations** ApJS 75(1991)231



プリンストン大学 (1988-)



プリンストンでの 最初の論文 (1990)



Jeremiah Ostriker &
Yasushi Suto:
The Mach Number of the
Cosmic Flow: A Critical
Test for Current Theories
ApJ 348(1990)378



2009年11月25日

広島大学理論物理学研究所 (1990)



理論物理学研究所閉所式



宇宙論的重力成長2次摂動解析的モデル

Suto & Sasaki

Phys.Rev.Lett 66(1991) 264

Makino, Sasaki & Suto

Phys.Rev.D 46 (1992) 585

Suto

Prog.Theor.Phys.Suppl.

90(1993)1173

PHYSICAL REVIEW D

VOLUME 46, NUMBER 2

15 JULY 1992

Analytic approach to the perturbative expansion of nonlinear gravitational fluctuations in cosmological density and velocity fields

Nobuyoshi Makino

*Uji Research Center, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Uji 611, Japan
and Department of Physics, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima 724, Japan*

Misao Sasaki

Department of Physics, Kyoto University, Kyoto 606, Japan

Yasushi Suto

Uji Research Center, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Uji 611, Japan

(Received 5 February 1992)

Equations of self-gravitating systems in the Universe are solved by expanding as perturbation series in Fourier space. The formulas for the higher-order terms are given for density and velocity fields. We apply the formulas to several analytically integrable models whose linear density power spectra obey a single power law, and asymptotically approach the prediction of the cold-dark-matter scenario. We explicitly give the nonlinear gravitational evolution for the fields and its dependence on the initial spectrum.

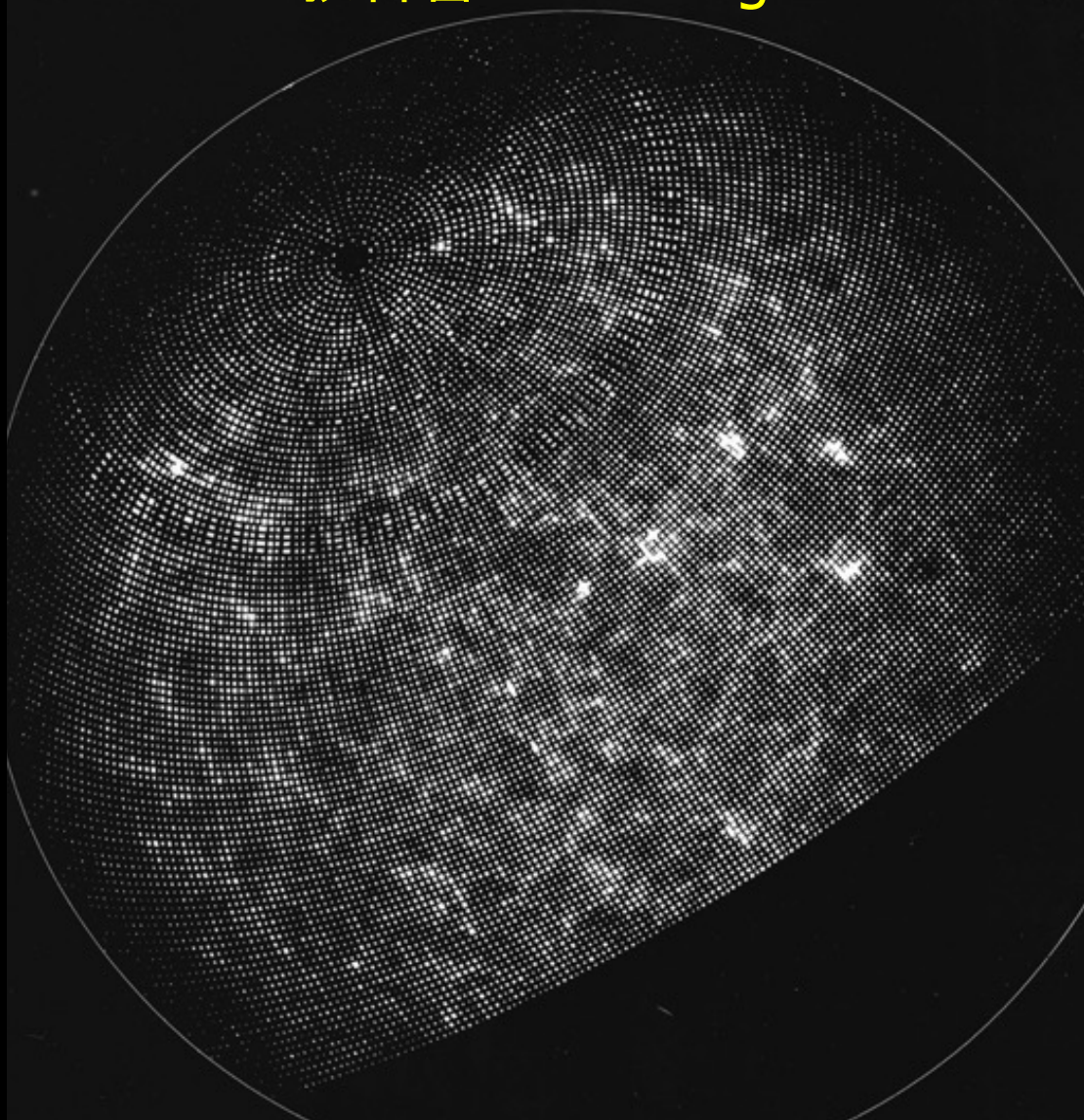
$$P_{22}(k) = \frac{1}{98(2\pi)^3} \int d^3p A^2(\mathbf{p}) A^2(\mathbf{k}-\mathbf{p}) J^2(\mathbf{k}, \mathbf{p}, \mathbf{k}-\mathbf{p})$$
$$= \frac{k^3}{98(2\pi)^2} \int_0^\infty dr P_{11}(kr) \int_{-1}^1 dx P_{11}[k(1+r^2-2rx)^{1/2}] \frac{(3r+7x-10rx^2)^2}{(1+r^2-2rx)^2},$$

where $r \equiv p/k$ and $x = (\mathbf{p} \cdot \mathbf{k})/(pk)$. Similarly, Eq. (2.12a) leads to

$$P_{13}(k) = \frac{k^3}{252(2\pi)^2} P_{11}(k) \int_0^\infty dr P_{11}(kr) \left[\frac{12}{r^2} - 158 + 100r^2 - 42r^4 + \frac{3}{r^3} (r^2-1)^3 (7r^2+2) \ln \left| \frac{1+r}{1-r} \right| \right].$$

宇宙の大構造（＝銀河空間分布パターン）の起源

Peeblesの教科書“The Large-scale Structure of the Universe”(1982)の口絵



Frame 3 Count by Ch. 1955 June 20 - June 21
Repeat RDS Original 100 stars at -112 -570 -112 11622, 11623, 11624
in 25 R 2 -112 -570 -112 11622, 11623, 11624

002203	022221	210002	011201	012010	123100
240022	204120	011100	121111	516102	120100
000111	453120	110000	020002	120100	010200
001101	242110	120100	044020	310120	001111
013110	053221	221400	040100	300100	112011
252111	110534	011111	101011	100120	021102
021212	110321	233230	227220	110011	121200
122116	352421	112032	231321	200011	100003
030132	169016	230351	121201	102201	103160
213433	253300	242125	521136	222130	020231
012341	123121	513424	122313	321222	310332
301231	021223	122214	112222	121463	131101
342120	123201	313431	330110	140010	021111
013525	011021	221413	001333	202010	011222
102322	110001	000200	202240	003010	002330
223151	111111	000010	100300	300100	021030
510202	453102	011000	101111	012614	013202
203611	144121	211111	222121	030475	144122
202103	113110	110303	120102	031320	121200
036310	304010	100010	100111	012340	011011
310031	010012	100010	020001	121211	111102
110002	104000	120000	010000	173311	200212
011201	421020	011130	414201	000231	101201
210012	221000	111120	212210	112311	121142
322011	141121	120130	114222	020312	001112
100302	231112	214114	120021	012613	112001
210102	011221	168022	020030	020610	310001
111201	114221	411403	202210	021023	113100
121312	102023	310102	111104	333300	013200
111021	210210	210221	000207	013010	021001
200202	201001	231212	100310	171201	101000
103232	101217	311110	131352	112122	210101
025210	000001	311110	010212	125413	021000
033101	022001	210001	100241	106203	101102
110300	120110	010110	011613	234930	420201
101000	010201	032102	100010	120101	280100

東辻・木原(1969)：銀河の2点相関関数のべき法則の発見

Vol. 21, No. 3

Publications of the Astronomical Society of Japan

1969

Totsuji & Kihara Publ.Astron.Soc.Japan 21 (1969) 221

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)

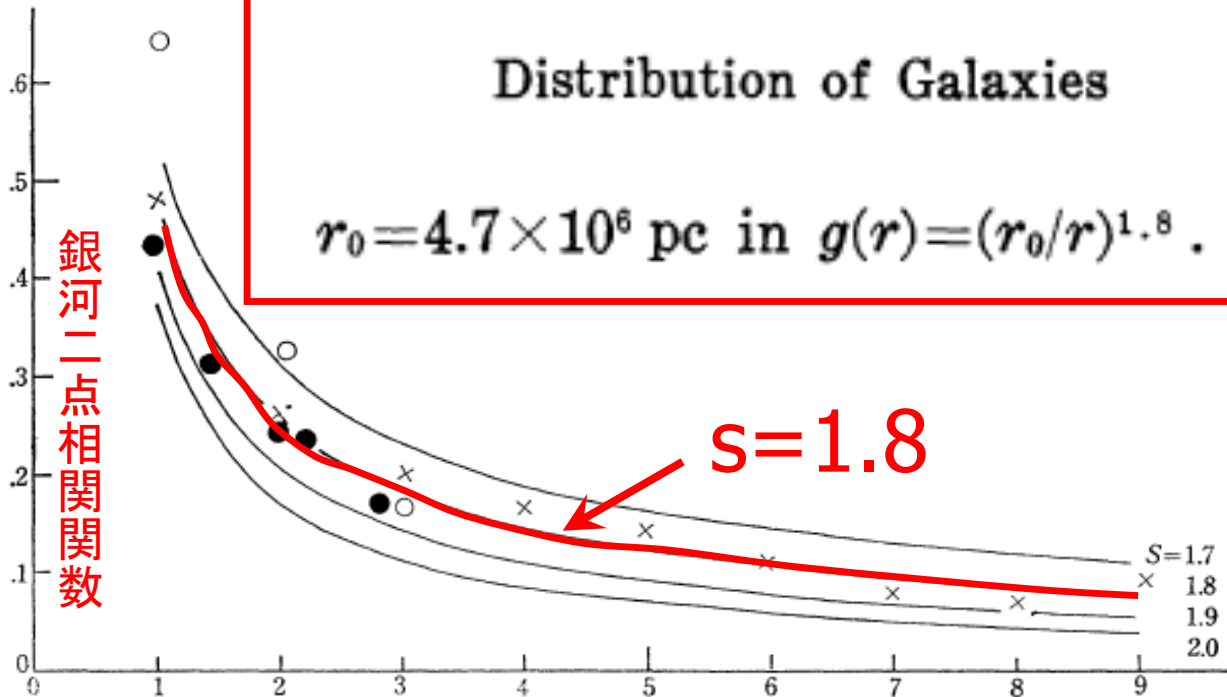
Distribution of Galaxies

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

$s = 1.8$

銀河間距離

銀河二点相関関数



Groth & Peebles ApJ 217(1977)385

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

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

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

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

三好・木原(1975)：世界初の「宇宙論的」N体数値計算

Development of the Correlation of Galaxies in an Expanding Universe

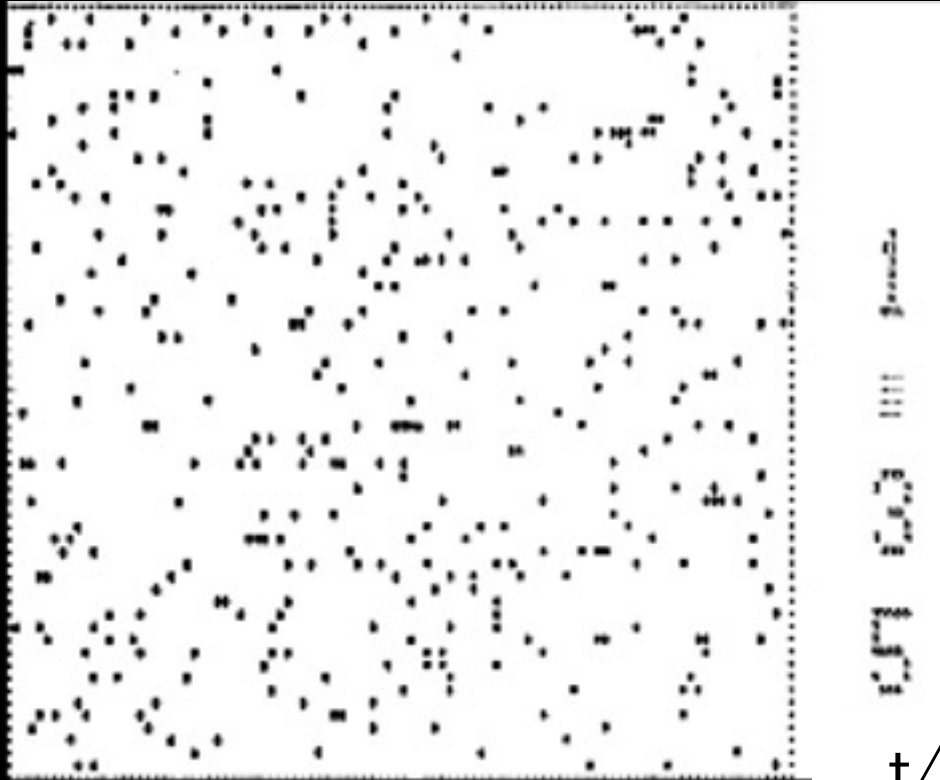
Miyoshi & Kihara *Publ.Astron.Soc.Japan* 27 (1975) 333

Kazunori MIYOSHI* and Taro KIHARA

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

(Received 1974 December 4)

- ラインプリンター用紙に0と*を重ね打ちして表現した宇宙の構造進化(粒子数=400)
- 彼らは「粒子=銀河」と仮定したが「粒子=ダークマター」とする現代的数値シミュレーションの嚆矢だったといえる



N-BODY SIMULATIONS OF GALAXY CLUSTERING. I. INITIAL CONDITIONS AND GALAXY COLLAPSE TIMES

SVERRE J. AARSETH

Institute of Astronomy, Cambridge University

J. RICHARD GOTT III*

Department of Astrophysical Sciences, Princeton University

AND

EDWIN L. TURNER

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

Received 1978 June 29; accepted 1978 September 8

ApJ 228(1979)664

ABSTRACT

N-body simulations are used to model galaxy clustering in an expanding universe. The starting point of an *N*-body simulation corresponds to the epoch of protogalaxy formation when the protogalaxies become density enhancements of order unity and begin to behave like point masses. This typically occurs at a redshift of 10–30. As the models expand, the galaxies cluster; the result is remarkably similar to the observed clustering. In addition to having reasonable covariance

t/t_0 (規格化された宇宙時刻)

三好和憲さんとのやり取り(2008)

須藤：当時のラインプリンターで粒子分布を描いた際には、印刷面積が最大となるフォントを印字したのではないかと想像するのですが、一体何をお使いなのでしょう？ 8, M, Wあたりかなと推察しているのですが

三好：確認しましたところ、"0" と "*" の重ね打ちでした。当時の物理教室は図書室、実験講座（理論講座の内、原子核の有馬先生だけは実験扱い）に積算校費を重点配分し、理論研は大型計算機センターの利用負担金も苦しい状況でしたから、名大のプラズマ研究所（当時）の HITAC8500（課題申請が認められると負担金なし）を夜間オペレーションで使わせて貰いました。プラズマ研究所で使っていたラインプリンタ用紙は、数字の列の対応を見易くするために1インチごとに鶯色の帯が入っており、夜間に紙を裏向きにセットして実行しました

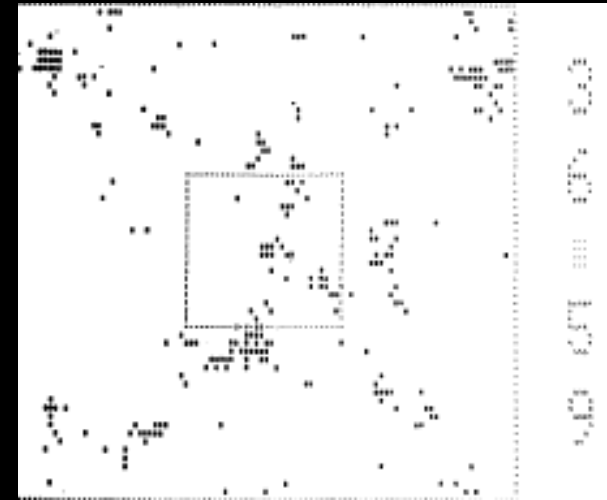
三好・木原(1975)の物理学的問題意識の先駆性

As regards the correlation function of the galaxy distribution, main points of interest are the following.

(i) Is the correlation function an inverse power function of the distance?
If so, what value do the power index and the characteristic length take?

(ii) How does the correlation function depend on time?

The first problem was analyzed by TOTSUJI and KIHARA (1969). Their results obtained by processing the data of galaxy counts (SHANE and WIRTANEN 1967) are $g(r)=(r_0/r)^s$ with $s=1.75\pm 0.05$ and $r_0=(4.4\pm 0.6)$ Mpc. PEEBLES (1974) also obtained the index $s=1.77$, mainly working with the same data. The second problem cannot be solved with the observational data, and the purpose of the present paper is to obtain some information by computer simulations.



- 東辻・木原(1969)が発見した銀河の2点相関関数のべき則は、膨張宇宙における重力的成長によって説明できるのか？
- 銀河の相関関数の時間発展、特にその振幅とべき指数の値はいくつか。さらには、平衡解に達するのか？

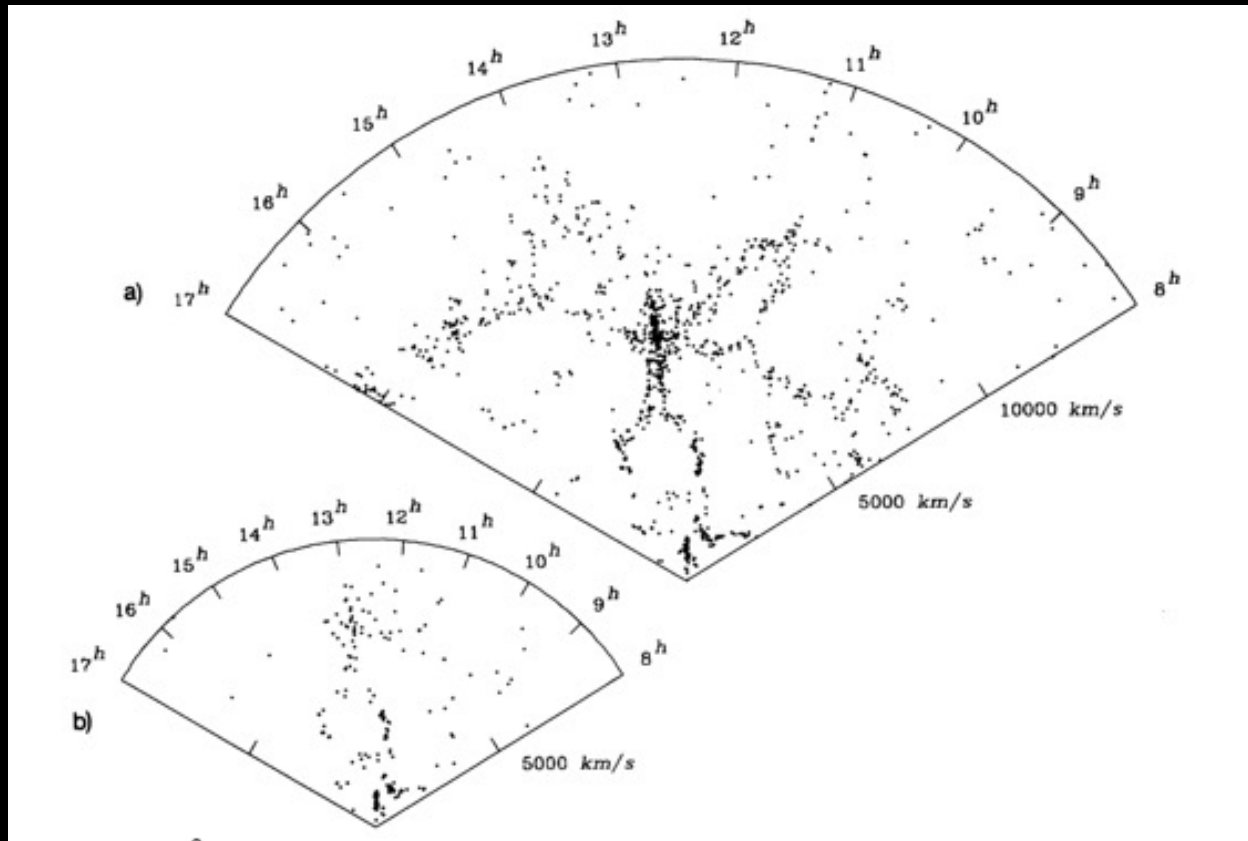
宇宙の大構造：銀河の空間分布パターン

A SLICE OF THE UNIVERSE¹

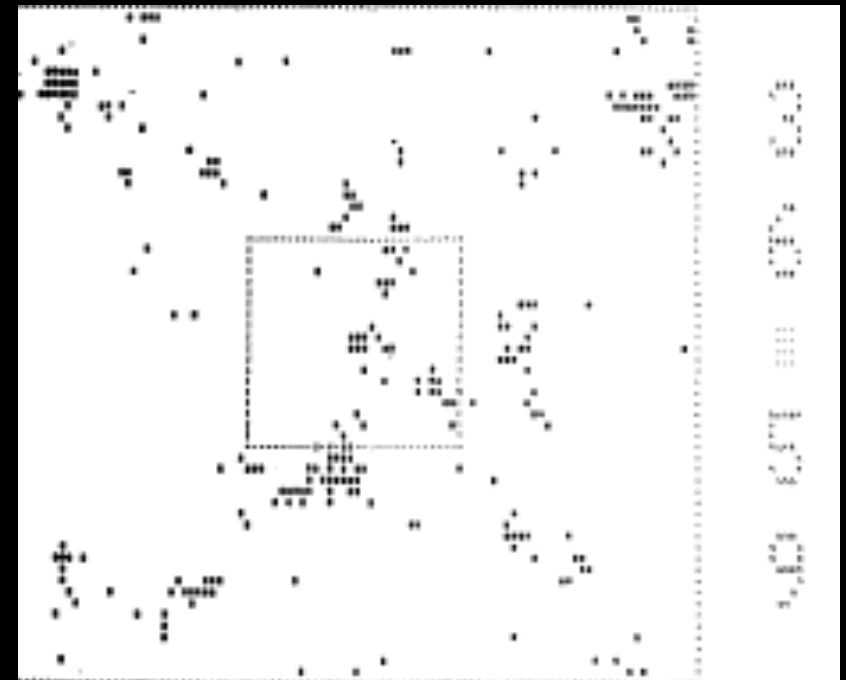
VALÉRIE DE LAPPARENT,^{2,3} MARGARET J. GELLER,² AND JOHN P. HUCHRA²

Received 1985 November 12; accepted 1985 December 5

銀河赤方偏移サーベイ
de Lapparent, Geller & Huchra
ApJ 302 (1986)L1

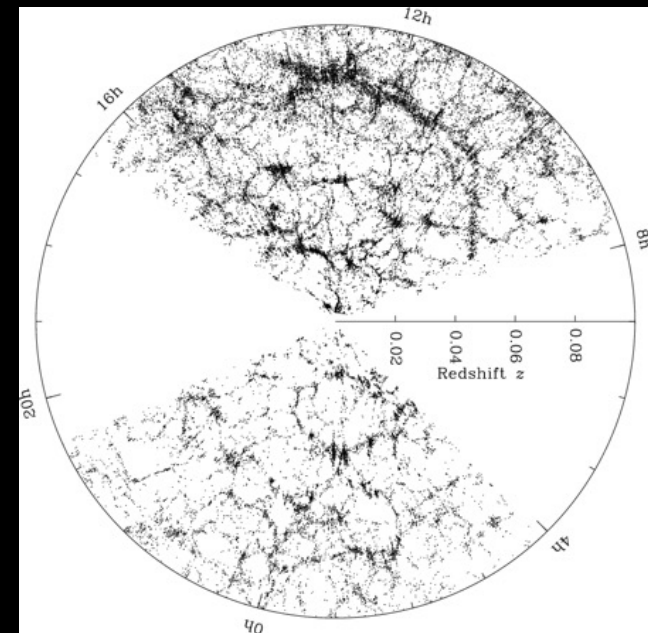


Miyoshi & Kihara (1975)
数値シミュレーション結果



宇宙の3次元地図作成：Sloan Digital Sky Survey

- プリンストン大学のジム・ガン教授が1980年代に提案した全天の約4分の1の広域サーベイ(2019年京都賞受賞)
- 1992年2月にアルフレッド・スローン財団からの資金を得て米国7研究機関とJPG (Japan Participation Group：当初は10名)の日米共同プロジェクトとして発足
- 1998年5月にファーストライト、2000年4月から本観測
- 米国ニューメキシコ州のアパッチポイント天文台にある口径2.5メートルの専用望遠鏡を用いて、撮像観測と分光観測を組み合わせ、宇宙の3次元地図(天の川銀河内の恒星・銀河・クエーサー)を作成
- その後、ドイツ、韓国、中国、イギリスなど世界中の約30研究機関が参加する本格的な国際共同プロジェクトとして現在も継続中



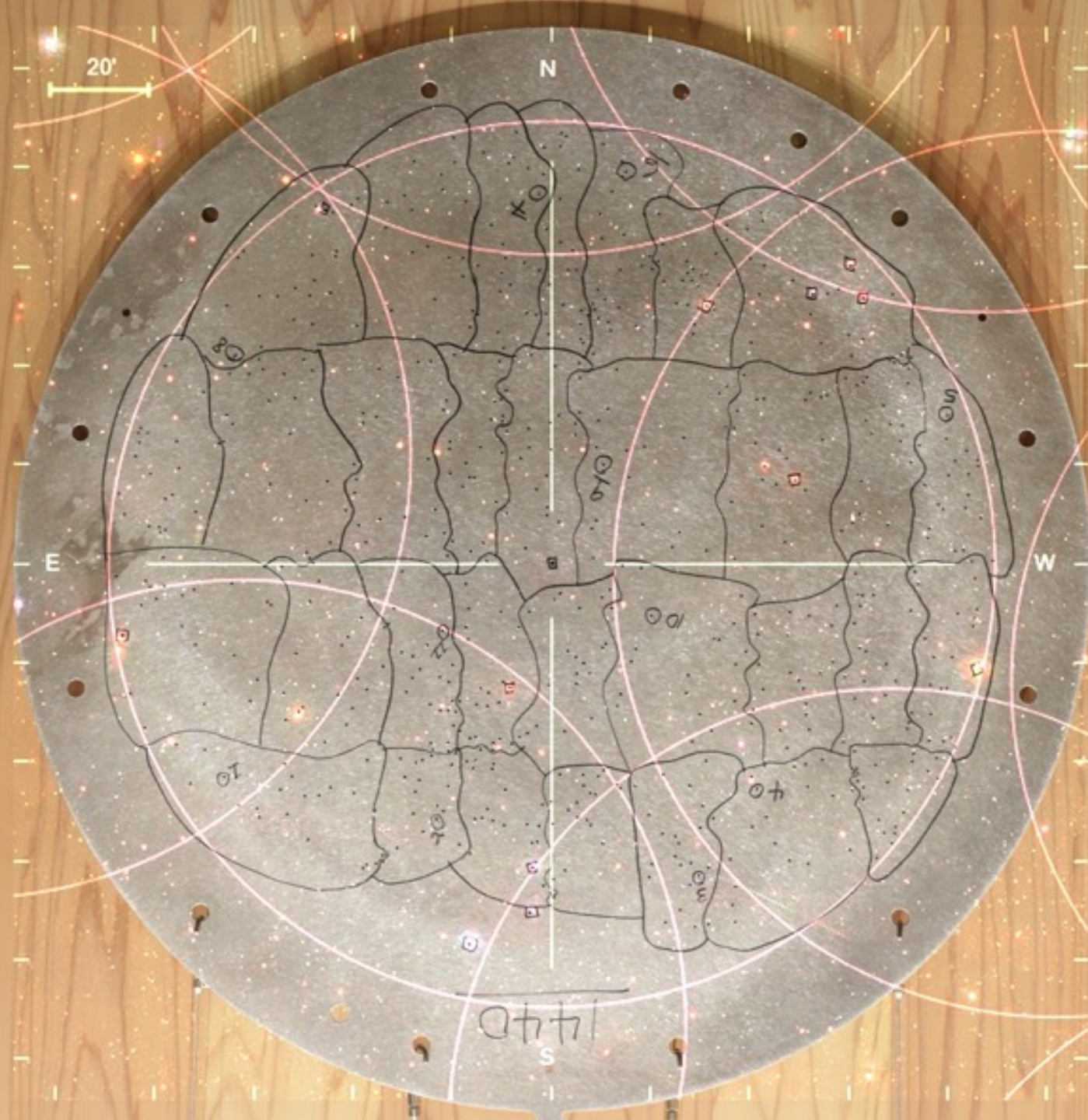
SDSS: スローンデジタルスカイサーベイ



NHK教育TV “サイエンスゼロ” 2003年6月11日放映

高知みらい
科学館の
1440番
アルミ板

アルミ板の
穴越しに見
た宇宙の大
構造



ビッグバンセン
ターの運営費で
100枚のアルミ板
を日本中の教育
機関に配布

天球上での位置
赤経 170.32度
赤緯 41.45度

高知みらい科学館
主査(学芸員)
前田雄亮氏作成

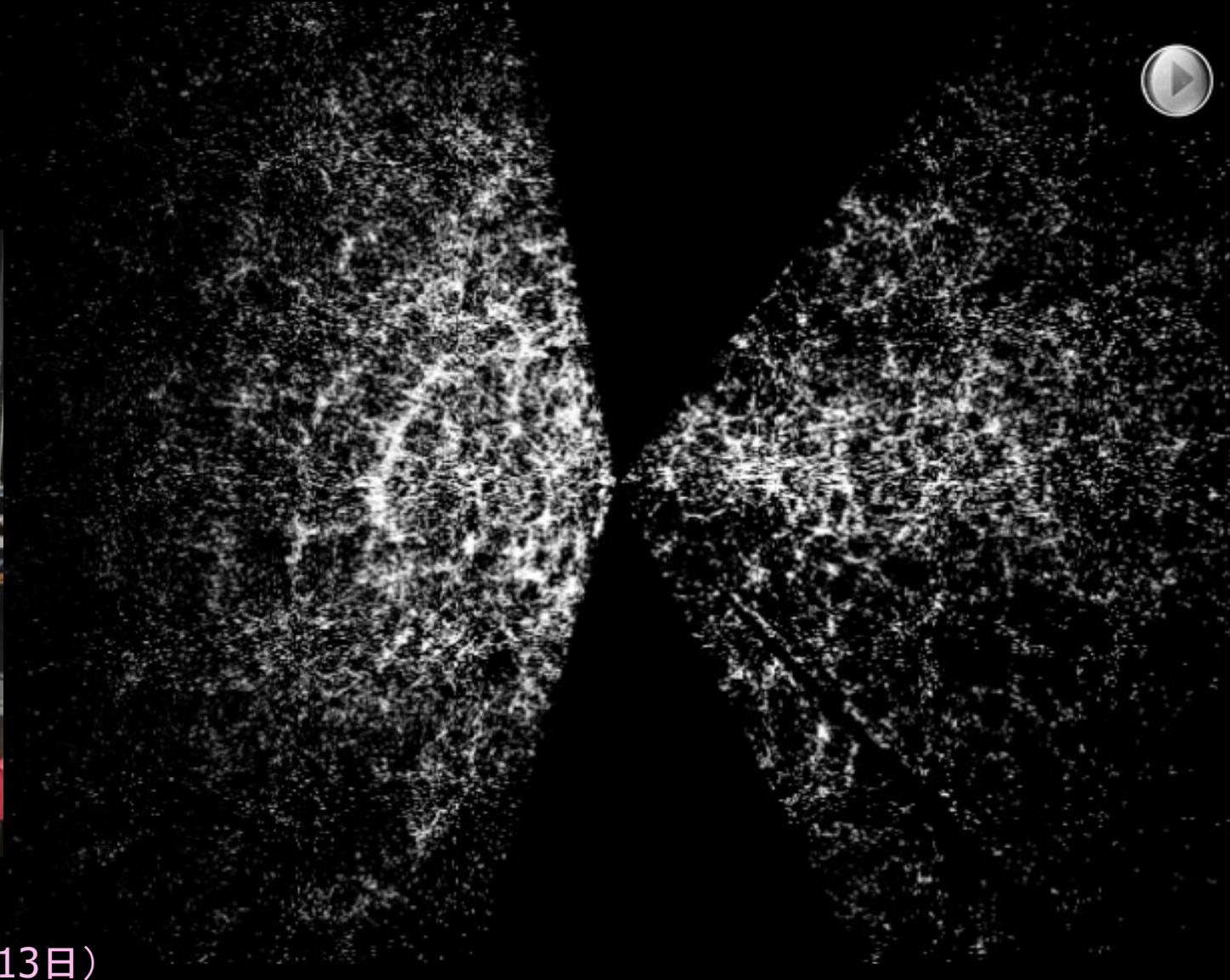


80万個の銀河の3次元地図

初期宇宙に刻まれた
微視的ゆらぎが生み出した
巨視的銀河分布パターン！



ガン教授京都賞受賞記念研究会@東京大学
SDSS日本初期メンバーと共同研究者(2019年11月13日)



理学部ニュース

東京大学 03 月号 2024

未来へのとびら 数への興味からの進路選択

理学の研究者図鑑
杉村 薫

理学エッセイ
異分野協働と
トランスサイエンス

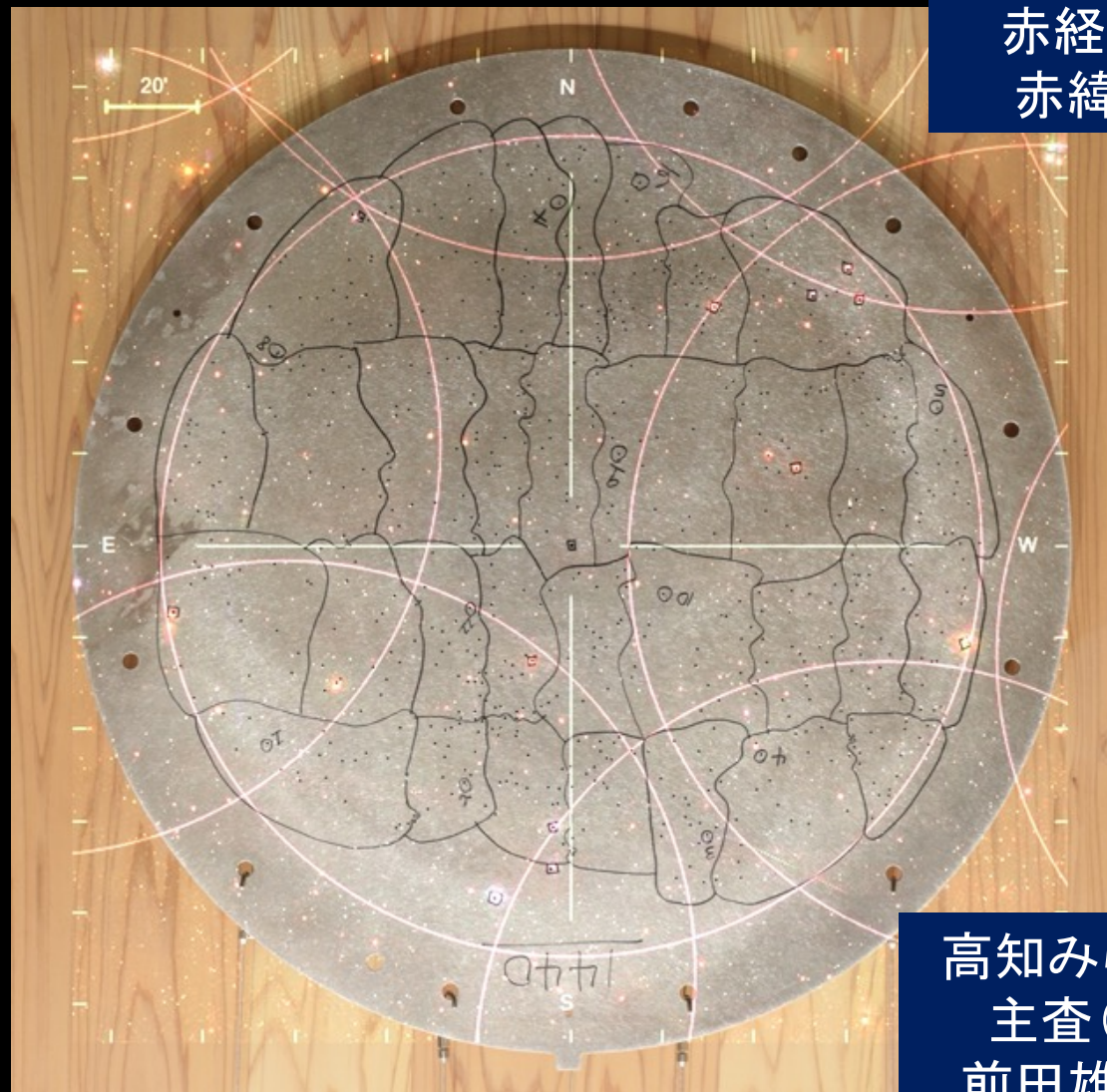
理学のススメ
不変的な面白さを
追い求めて

理学の謎
エルニーニョ現象に絡む相互作用

学部生に伝える研究最前線
環形動物シリスの類いまれな繁殖方法と発生機構

高知みらい科学館の 1440番アルミ板

天球上での位置
赤経 170.32度
赤緯 41.45度



高知みらい科学館
主査(学芸員)
前田雄亮氏作成

宇宙定数理論研究に関して日本は先進国だった

宇宙定数の存在が銀河観測に与える影響を議論した研究は日本に多くの先駆的な例がある。例えば

The Cosmical Constant and the Age of the Universe

Kenji TOMITA and Chushiro HAYASHI

Department of Nuclear Science, Kyoto University, Kyoto

(Received July 26, 1963)

The present investigation deals with a question how much the age of an expanding universe can be lengthened by the introduction of the cosmical constant in the relativistic cosmology. The age and the redshift-magnitude relation of galaxies are calculated for various values of the deceleration parameter and the cosmical constant, which characterize the universe models. The comparison with the observational data on the redshift-magnitude relation indicates that, if the effect of the evolution of galaxies is neglected, the age is not beyond 13×10^9 years and the cosmical constant can not be greater than $6 \times 10^{-55} \text{ cm}^{-2}$.

Tomita & Hayashi
Prog.Theor.Phys.
30 (1963)691

さらに、福来正孝氏（とピーブルズ）の影響で、1990年代初めには、日本の観測的宇宙論研究者の間では、宇宙定数が0でないことはほぼ当然であるとみなされていた。したがって、パールムターが1997年IAU京都総会で宇宙定数はないとする初期成果を発表をした際、私は「それは本当か？」と念押しの質問をしたほど

日本では1990年以降すでに宇宙定数を推定する方法論と $\Lambda > 0$ を支持する論文が多く発表されていた

Suginohara & Suto
PASJ 43 (1991) L17

Galaxy Clustering in Cold Dark Matter Scenario with Nonvanishing Cosmological Constant

Tatsushi SUGINOHARA

Department of Physics, Faculty of Science, The University of Tokyo,
Bunkyo-ku, Tokyo 113

and

Yasushi SUTO

Uji Research Center, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University,
Uji, Kyoto 611

(Received 1990 December 25; accepted 1991 January 9)

COSMOLOGICAL REDSHIFT DISTORTION OF CORRELATION FUNCTIONS AS A PROBE OF THE DENSITY PARAMETER AND THE COSMOLOGICAL CONSTANT

TAKAHIKO MATSUBARA AND YASUSHI SUTO

Department of Physics and Research Center for the Early Universe, School of Science, University of Tokyo, Tokyo 113, Japan;
matsu@phys.s.u-tokyo.ac.jp, suto@phys.s.u-tokyo.ac.jp

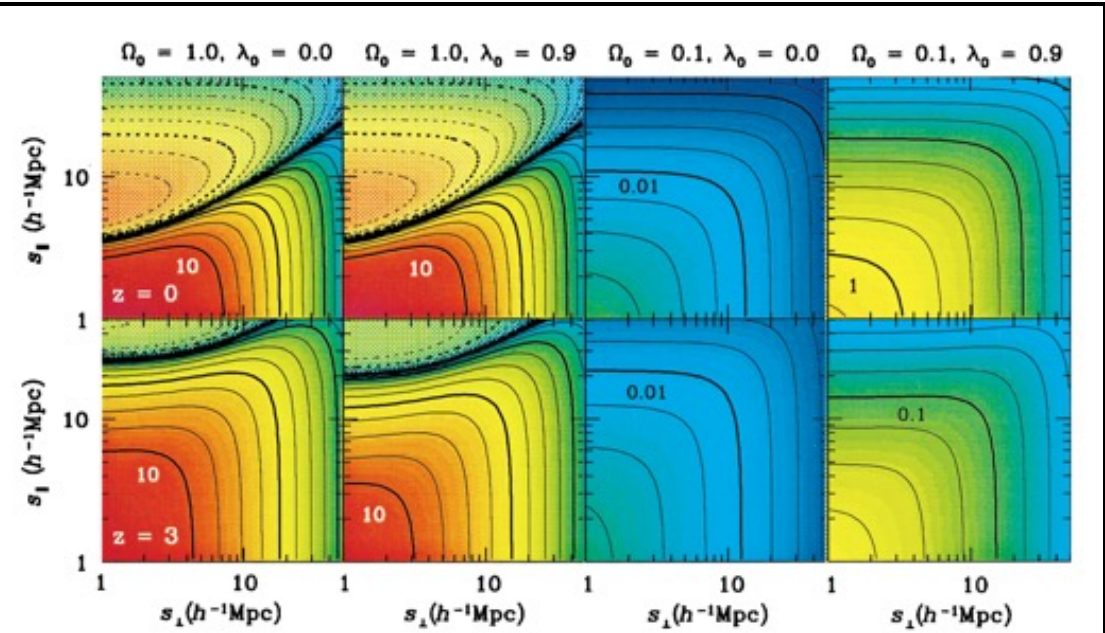
Received 1996 April 11; accepted 1996 July 26

ABSTRACT

We propose cosmological redshift-space distortion of correlation functions of galaxies and quasars as a probe of both the density parameter Ω_0 and the cosmological constant λ_0 . In particular, we show that redshift-space distortion of quasar correlation functions at $z \sim 2$ can in principle set a constraint on the value of λ_0 . This is in contrast to the popular analysis of galaxy correlation functions in redshift space which basically determines $\Omega_0^{0.6}/b$, where b is the bias parameter, but is insensitive to λ_0 . For specific applications, we present redshift-space distortion of correlation functions both in cold dark matter models and in power-law correlation function models, and discuss the extent to which one can discriminate between the different λ_0 models.

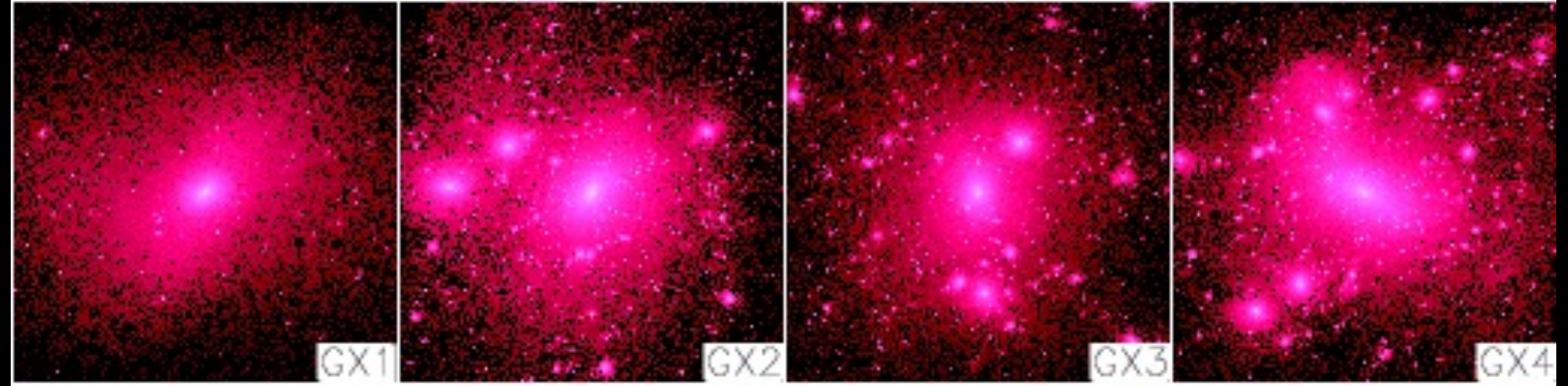
決して我々に限らず日本では $\Lambda \neq 0$ は常識だった

Matsubara & Suto
ApJL 470 (1996) L1

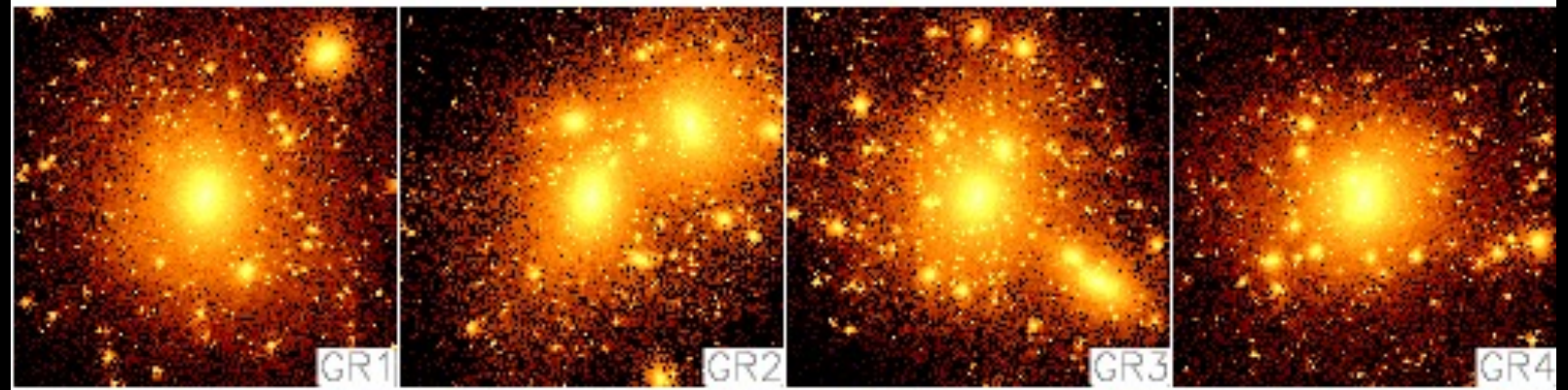


ダークマターハローの形状の普遍性と多様性

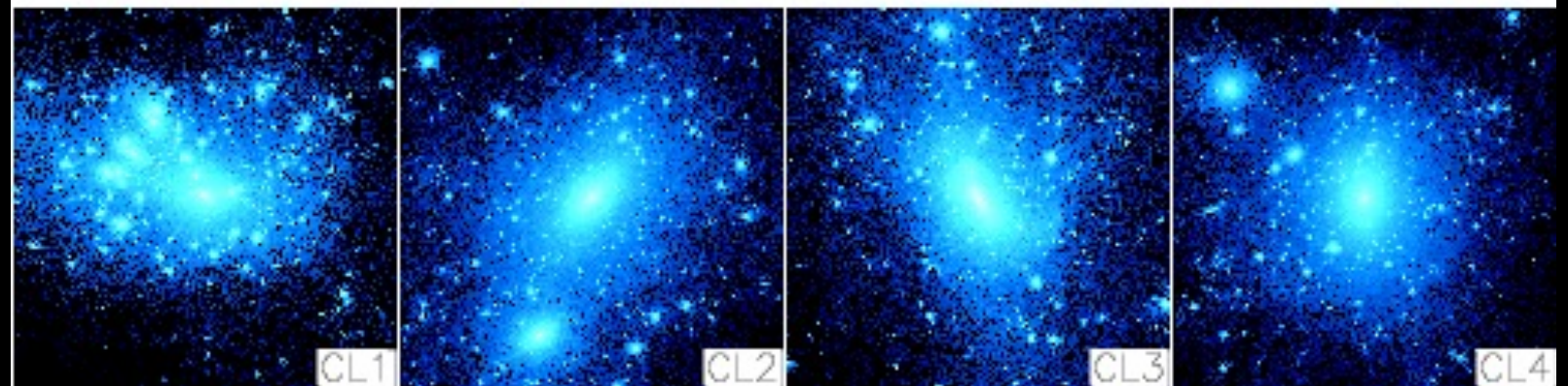
galaxies $\sim 5 \times 10^{12} M_{\text{sun}}$



groups $\sim 5 \times 10^{13} M_{\text{sun}}$



clusters $\sim 3 \times 10^{14} M_{\text{sun}}$

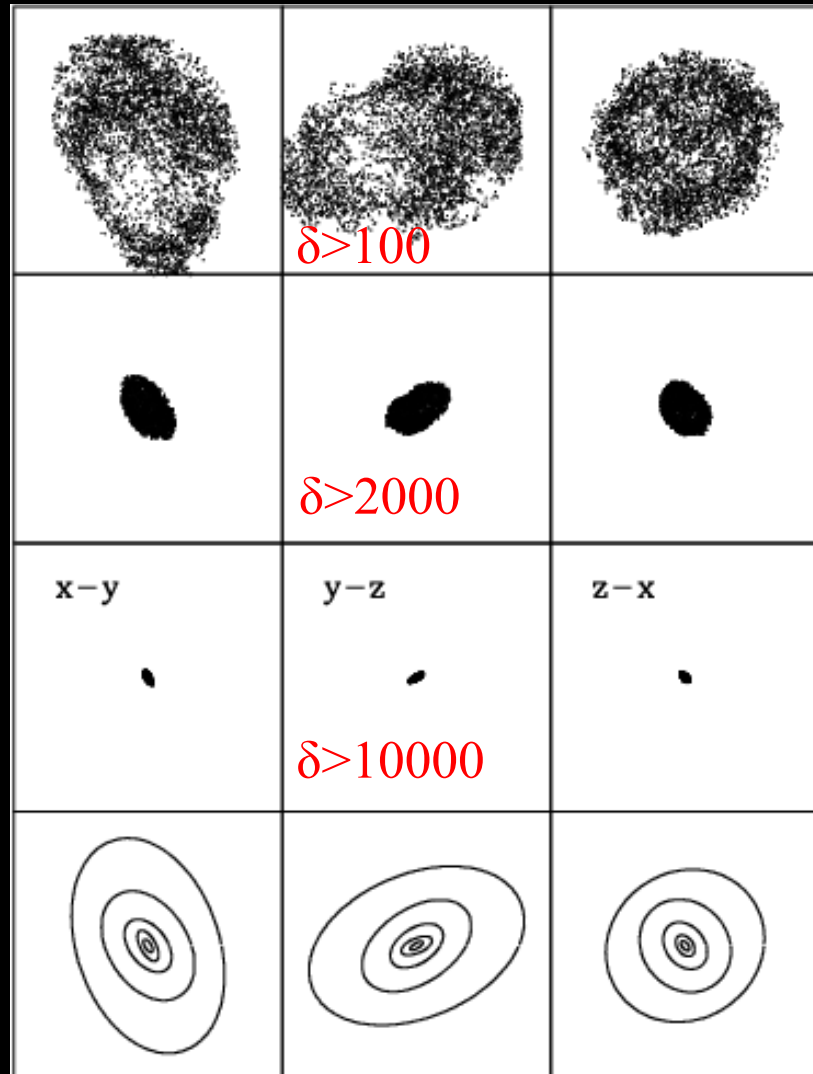


Jing & Suto

ApJ 529(2000)69

ダークマターハローの3軸不等楕円体モデル

Isodensity of dark matter halos



$$\rho(R) = \frac{\delta_c \rho_{crit}}{(R/R_s)^\alpha (1 + R/R_s)^{3-\alpha}}$$
$$R^2(\rho) \equiv \frac{X^2}{a^2(\rho)} + \frac{Y^2}{b^2(\rho)} + \frac{Z^2}{c^2(\rho)}$$

- widely applied for a variety of cosmological problems, even if it is fairly simplified
 - concentric, self-similar (axis ratio is independent of radius)

Jing & Suto ApJ 574 (2002) 538

銀河団のスニャーエフ・ゼルドビッチ効果地図

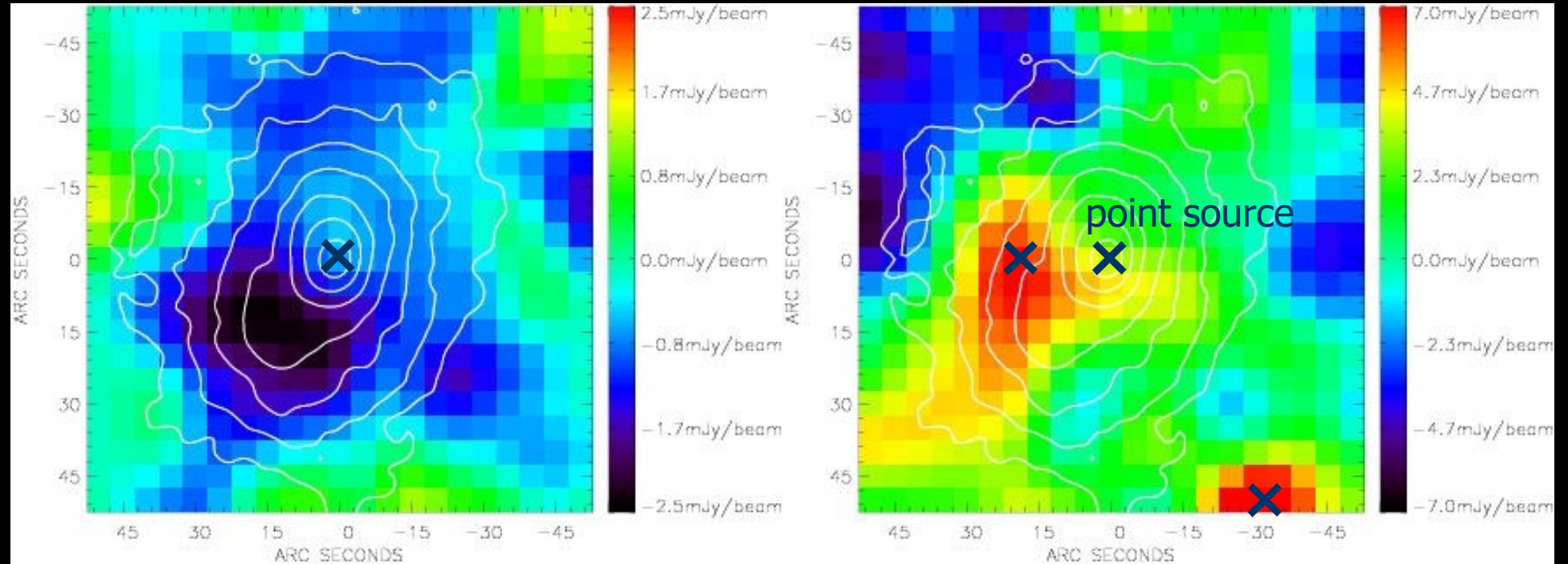
100"~600 kpc

X-ray cluster of galaxies: RX J1347-1145

Cosmology with galaxy clusters

Kitayama & YS
ApJ 469 (1996) 480

Makino, Sasaki & YS
ApJ 497(1998)555



SZE decrement @ 2.0mm Nobeyama/NOBA
13" FWHM, 16" smoothing

SZE increment @ 0.85mm JCMT/SCUBA
15" FWHM, 16" smoothing

- highest resolution (13"FWHM) image @ 2.0 mm → discovery of the SE excess (confirmed later by X-ray)
- the 1st submm map of the SZE (0.85mm)

Komatsu, Kitayama, YS, et al. ApJL 516 (1999) L1

Komatsu et al. PASJ 53 (2001) 57 Kitayama et al. PASJ 56 (2004) 17

共同観測研究はどこか体育会的で楽しい

Y川君の回想談



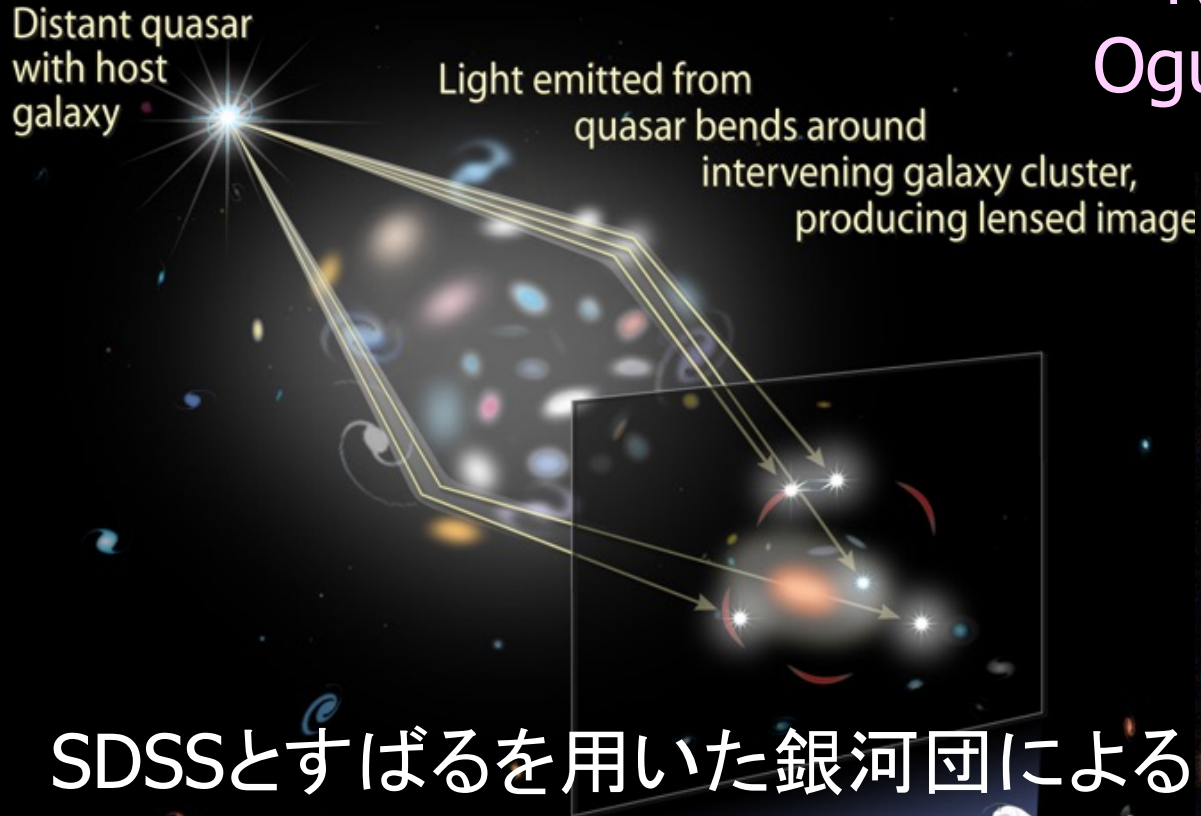
1997年9月の野辺山での研究会のときは、野辺山に行く前に東大で須藤さんと前日まで研究打ち合わせをしていて、野辺山に向かう当日の朝に大学に行くと須藤さんがたいそう辛そうな顔をして「朝食のカップラーメンを食べ終わってソファから立ち上がろうとしたら、ぎっくり腰になってしまった...」というよくわからないことを言われて、更に追い打ちをかけるように「僕は今回は行けないので代わりに発表してくれる？」ということで当時まだM1の私が須藤さんの代役を務めることになったのでした。



高山病になってハレポハクに降りるときに須藤さんが「僕が付き添いでいきます」と頼もしくついてきてくれたのですが、車に乗る段になって「あ、僕、マニュアルは運転できないから、、」と助手席に座ってしまい、内心「この人は何しについてきたんだ」と思いつつフラフラになりながら運転しました。

途中で、須藤さんが「大丈夫？大丈夫？」と励ましてくれて、私も最初は「大丈夫です」と返事をしていました。しかし、こっちは頭痛と吐き気が酷くてだんだん返事をするのもつらくなってきて何回か無視していたら、須藤さんが私の意識が遠くなったと勘違いして私の腕と肩をつかんで大きく揺さぶったので危うく車が道を外れそうになったのでした。

Gravitational Lensing Splits Quasar Light into Five Images



SDSSとすばるを用いた銀河団による
クエーサー多重像の発見

**The red crescents represent lensing arcs.
Smear red images of background galaxies.*

Inada et al. Nature 426(2003)810

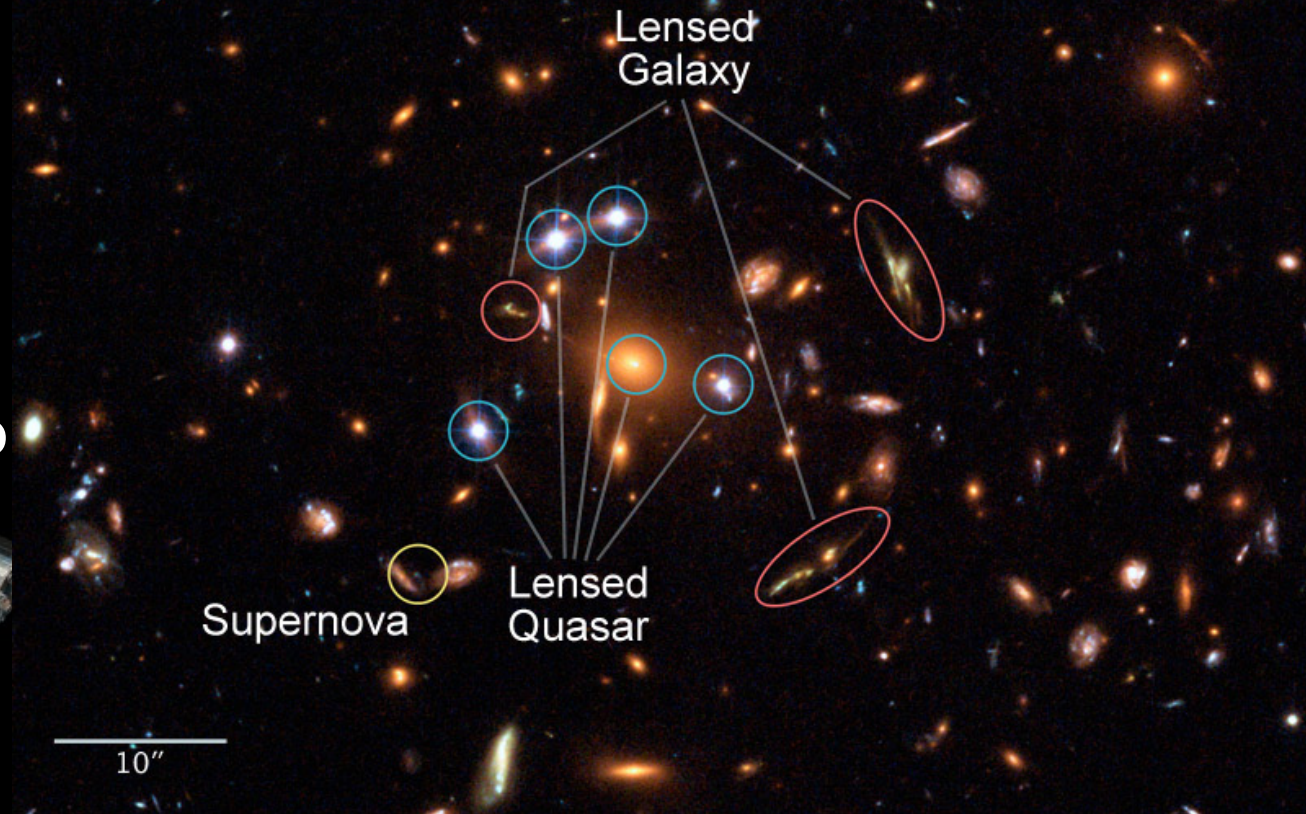
Oguri et al. ApJ 605(2004) 78

強い重力レンズと宇宙論

Nakamura & Suto, PTP 97(1997)49

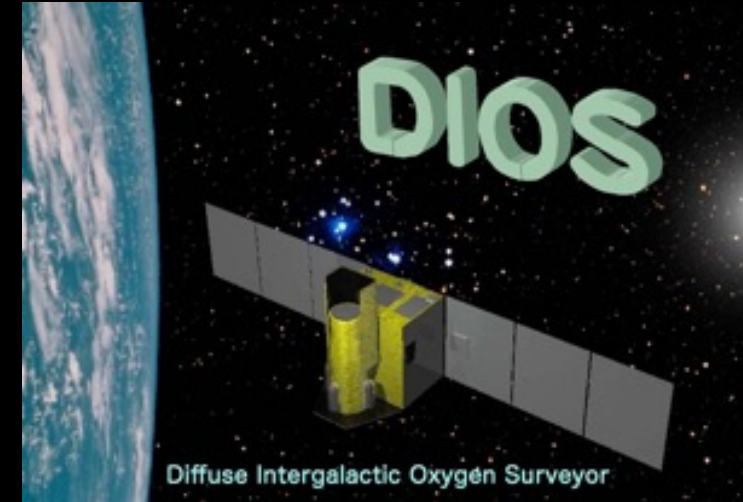
Oguri, Suto & Turner, ApJ 583(2003)584

Galaxy Cluster SDSS J1004+4112
HST ACS/WFC



Unknowns vs knowns in the universe

- **Dark energy** = unknown unknown(s)
- **Dark matter** = known unknown(s)
- **Baryon** = known knowns ?
 - Stars + hot gas = known knowns
 - Dark baryon = unknown knowns = **WHIM**
(**Warm-Hot Intergalactic Medium**) ?



Fukugita, Hogan & Peebles: ApJ 503 (1998) 518, Cen & Ostriker: ApJ 514 (1999) 1

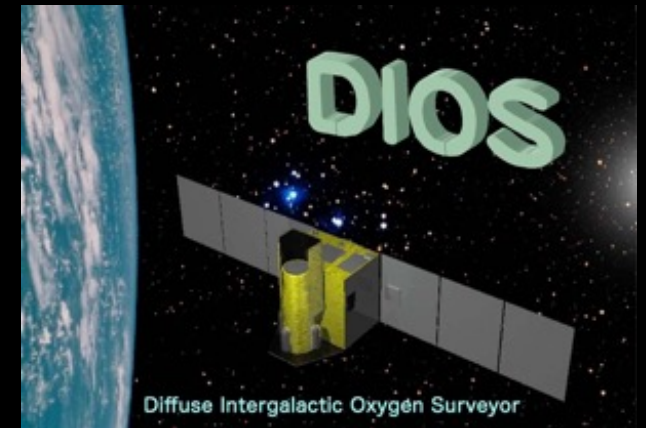
Diffuse Intergalactic Oxygen Surveyor

A Japanese proposal of a dedicated X-ray mission
to search for dark baryons

Diffuse Intergalactic Oxygen Surveyor

A Japanese proposal of a dedicated X-ray mission to search for dark baryons

- **PI: Takaya Ohashi** (Tokyo Metropolitan Univ.)
 - + Univ. of Tokyo, JAXA/ISAS, Nagoya Univ., Tokyo Metro. Univ.
- A dedicated small satellite with cost < 40M USD
- Proposed launch in **2010** (not yet approved; looking for international collaboration)
- Unprecedented energy spectral resolution: **$\Delta E=2\text{eV}$ in soft X-ray band (0.3-1.5keV)**
- Aim at unambiguous detection of WHIM via **Oxygen emission lines**
- Estimate the dark baryon (WHIM) density contribution to the total cosmic baryon budget



(My presentations at several conferences in 2005)

宇宙論的流体力学シミュレーション

dark matter halos
⇒ X-ray gas
⇒ galaxies

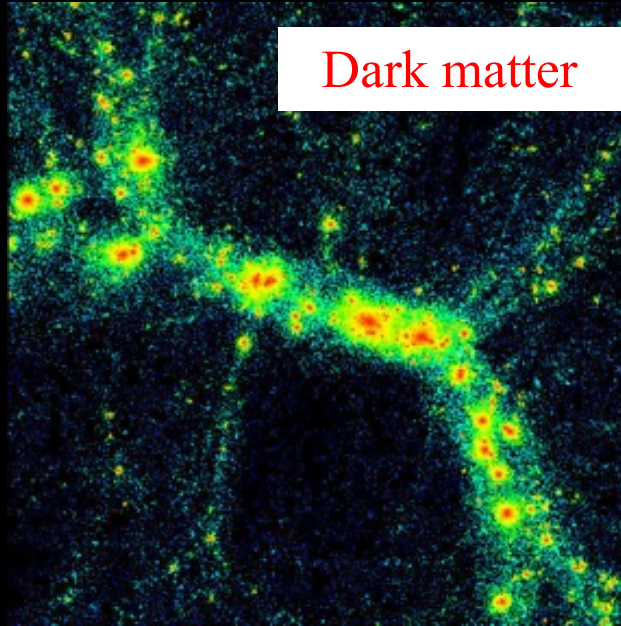
evolution in a box
of $(75h^{-1} \text{ Mpc})^3$

Yoshikawa, Taruya,
Jing & Suto
ApJ 558(2001)520

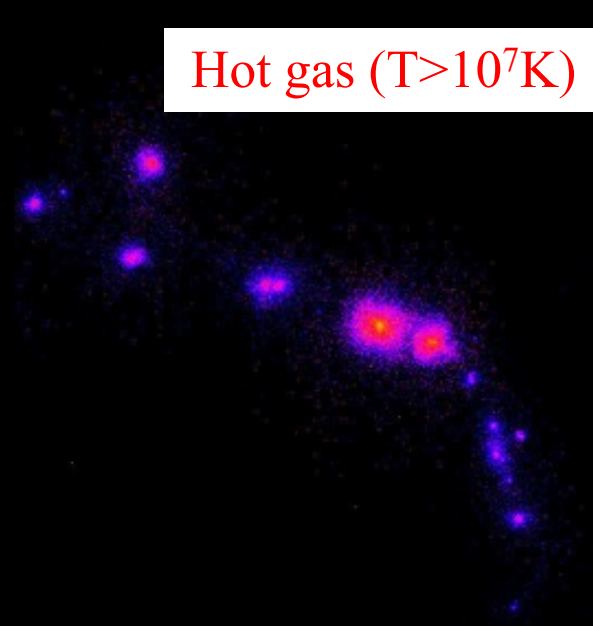


4つの成分でトレースする宇宙の構造 (シミュレーション)

($30h^{-1}\text{Mpc}$)³
box around a
massive cluster
at $z=0$
Snapshots
from ΛCDM
SPH simulation



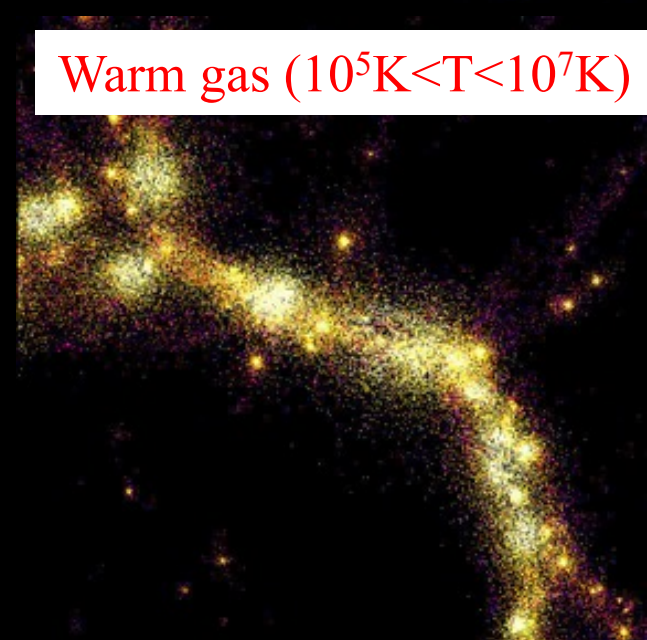
Dark matter



Hot gas ($T > 10^7\text{K}$)



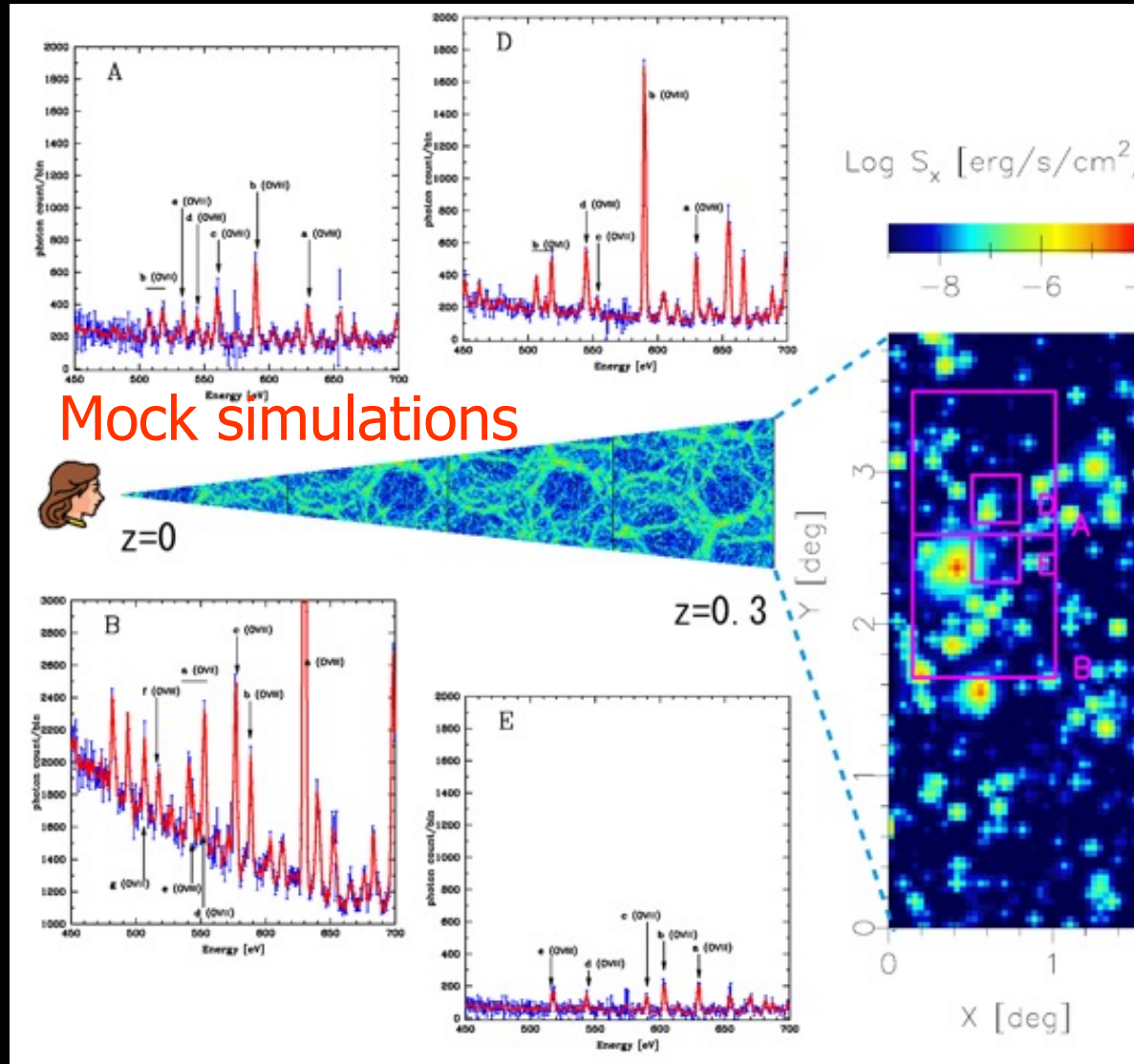
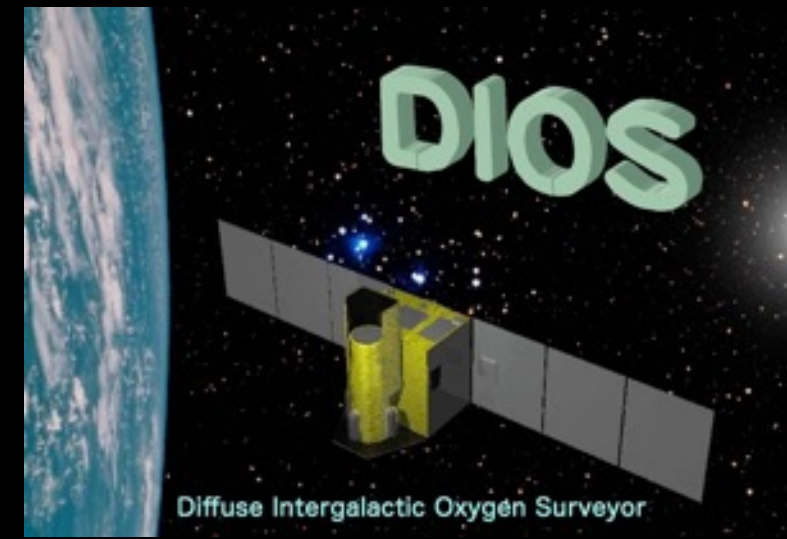
Galaxy (cold clump)



Warm gas ($10^5\text{K} < T < 10^7\text{K}$)

*Yoshikawa,
Taruya, Jing &
Suto ApJ
558(2001)520*

Searching for dark baryons with DIOS (**D**iffuse **I**ntergalactic **O**xygen **S**urveyor)



Mock simulations

Univ of Tokyo:

K. Yoshikawa, Y.Suto

JAXA/ISAS:

N. Yamasaki, K. Mitsuda

Tokyo Metropolitan Univ.:

T. Ohashi

Nagoya Univ.:

Y. Tawara, A. Furuzawa

Yoshikawa et al. PASJ 55 (2003) 879

HSC (Hyper-Suprime Cam) in the making (1)

- From: aihara <aihara@phys.s.u-tokyo.ac.jp>
 - *Date: Tue, 16 Mar 2004 14:32:54 +0900*
 - Large Synoptic Survey Telescope (LSST) project というのをご存知ですか？SNAP もそうですが、LSST のカメラは高エネルギー屋さんがやっています。きょう、Steve Kahn（ご存じかどうかしりませんが）と話して、もし私が入る気ならば、日本のastronomerにも声をかけたらどうかと言われました
- From: Yasushi Suto <suto@phys.s.u-tokyo.ac.jp>
 - *Date: Tue, 16 Mar 2004 15:04:03 +0900 (JST)*
 - 重力レンズ関係で、日本でもっとも興味をもちそうなのは、宮崎さん（釜江研出身！）@すばる観測所ですね。

HSC in the making (2)

■ From: Satoshi Miyazaki <satoshi@anela.mtk.nao.ac.jp>

■ *Date: Sun, 21 Mar 2004 18:31:27 -1000*

■ 相原様 ご無沙汰しております、釜江研でお世話になっていた宮崎です。今、天文学会に出るために名古屋大学に來ていますが、そこで東大の須藤さんとお会いして、相原さんがLSSTに興味をお持ちだと聞きました。これまでに、私たちのグループではすばる用のSuprime-Camというカメラを作り実際にWeak Lensing Surveyをはじめています。より広い視野のカメラを求めて、技術検討を始めました。これはすばる用のカメラのため実はLSSTは我々のライバルとなります。相原さんが広視野の望遠鏡に興味をお持ちと聞き、何か一緒に仕事をさせていただけないかと、メールさせていただきました。いつかお時間のある時にお話を聞いていただけないでしょうか？

HSC in the making (3)

- From: Satoshi Miyazaki <satoshi@anela.mtk.nao.ac.jp>
 - *Date: Wed, 31 Mar 2004 14:16:36 -1000*
 - 須藤様 3/25に相原さんと釜江さんに会って話を聞いてきました。釜江さんはLSSTに関しては今から入って行っても、ただの下働きになってしまうからやめたほうがよいという意見を言っていました。そのふたりの話が一段落した後、「私は **HyperSuprime**というLSSTを打ち負かすことができる計画を持っています」と、我々のSuprime-Camアップグレード計画を紹介したところ、釜江さんや相原さんは非常に興味を持ってくれました。**相原さんは「15億円の科研費を出すのだ」と言い始めました。**この先どうなるか分かりませんが、須藤さんから教えていただいた情報により、いろいろ可能性が開けてきました。

HSC in the making (4)

- From Ed Turner elt@astro.princeton.edu

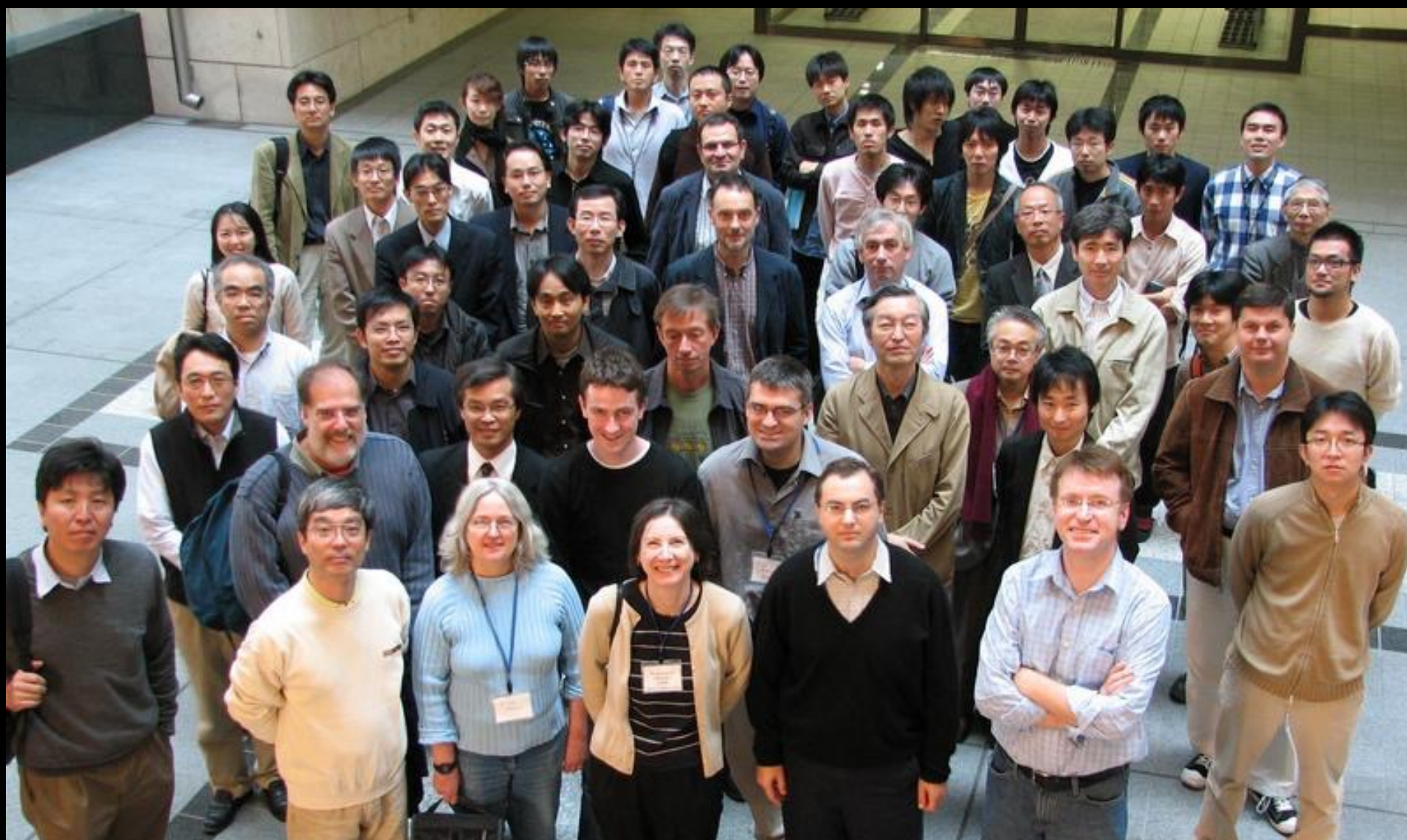
- Fri, 28 Jul 2006 23:07:03 -0400 (EDT)

- *Dear Yasushi,*

It is of much more direct interest to me than it was when we talked in June. The reason is that in Princeton we have recently had some discussions about the possibility of approaching you (Subaru) re the possibility of some type of collaboration or joint project or perhaps a pair of projects. I should emphasize that at this point the whole situation is very uncertain, and this idea is a rather vague one, but it seems to David Spergel (copied on this message) and me that it might be a good time to see if it is totally unrealistic or if it seems to you worth looking into the possibility a bit more. What do you think?

HSC in the making (5)

- Mon, 31 Jul 2006 07:43:52 +0900 (JST)
- *Dear Ed, . . .* I believe that a possible joint project between Subaru and Princeton is definitely welcome by the Subaru community.
- In case you are interested in proceeding a bit further, I am happy to approach several people very informally at this point to see their personal feeling.
- I understand that the possibility would involve many uncertainties in both sides and thus be fairly unpredictable, but I believe it is really worthwhile to explore more.



Cosmology with wide-field photometric and spectroscopic galaxy surveys
November 9-10, 2006 @ University of Tokyo

東京大学基金 プリンストン大学との戦略的基金

2015年7月25日プリンストン便りより抜粋

しかし、いざ正式に共同研究を開始するにあたり、ひとつ問題が生じました。アメリカでは、共同プロジェクトに参加する際には必ず詳細な契約書を作成します。ところが、すばる望遠鏡は他の観測プロジェクトにも利用されており、この時点ではHSCプロジェクトの観測日数を確約することができなかつたのです。

「アメリカは契約の国だけれど、日本は信頼の国だ。日本人は、やると言ったらやる。信じてほしい」という須藤先生の言葉をペイトンのメンバーは信頼し、アメリカの常識では考えられない曖昧な契約書で、プリンストン大学の運営陣や顧問弁護士を説得しました。HSCの契約成立は、ペイトンのメンバーの理解と努力のおかげだったと須藤先生は言います。

この時のことを尋ねると、Turner教授は「須藤さんも宮崎さんも相原さんも、洗練された国際人でした。確かにアメリカ流の契約ではなかったけれど、100%日本流だったわけでもなかった。私たちは、日本流とアメリカ流のちょうど中間で話し合いができたと思っています」と話していました。須藤先生とTurner教授とは別々にお話を伺ったのですが、お二人とも、いかに相手が努力してくれたかを話しておられたのが印象的でした。

■ HSCプロジェクト協定を通じてEd Turnerから学んだこと

- 合意できていないからこそ会議をする必要がある
- 忠臣蔵のあとに赤穂浪士が切腹する理由が全く理解できない。アメリカ人なら夜通し盛大なパーティーを繰り広げて祝うことだろう

高エネルギー実験の先生方から人生を学ぶ

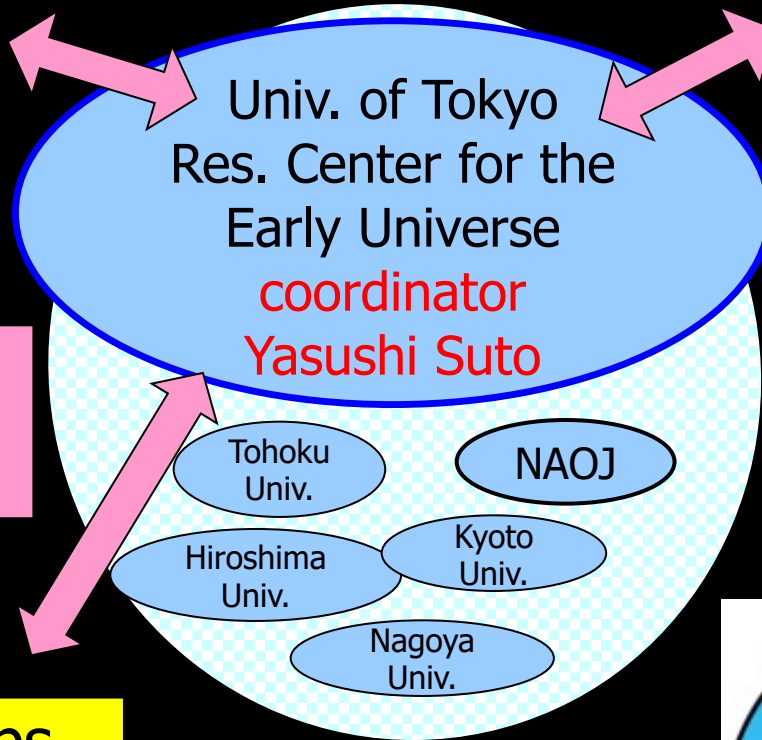
- 折T先生「須藤君、世の中に善悪なんてないんだよ。あるのは強弱だけ」
 - ちっぽけな倫理観に縛られるのではなく、大型予算を勝ち取ることなくして科学は進歩しない
- AI原先生「私の人生に向かい風なし、いつでもすべて追い風」
 - 人生もまた運動方程式（あるいは測地線方程式）に支配されている以上、それに歯向かうことはできない
- K宮先生「先生（せんせーい）、最近なんか景気のいい話ないの？」
 - 高エネルギー実験の先生方は、〇〇先生でなく単に先生と呼びかけてから話し始める、つまり、先生 = 旦那 = 社長の意味である

International Research Network for Dark Energy
(JSPS, core-to-core program 2007-2012)

DENET

Princeton U.
Dept. of Astrophys. Sci.
coordinator
Edwin Turner

Institut d'Astrophysique
de Paris
coordinator
Jerome Martin

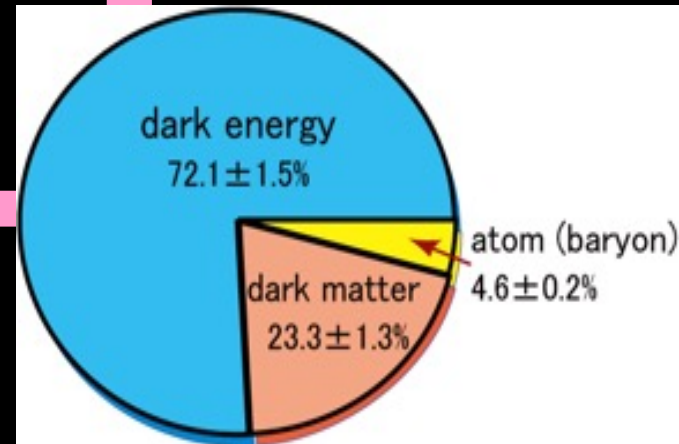


CMB
Gravitational lens
Baryon oscillation

Modified gravity
Extra-dimension
backreaction

Edinburgh U. Royal Obs.
coordinator
John Peacock

Theoretical model
Baryon oscillation
Weak lens mapping





$$k^2 \frac{1}{\sqrt{k^2 + m_b^2(\bar{z})}} \left(\frac{1}{2} + n_b \right) dk$$

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} + V'(\phi) = 0$$

$$= 8\pi G T_{\nu\nu}$$

$$\left(\frac{T_c}{10^{14} \text{ TeV}} \right)^4 \left(\frac{m_{\nu}}{10^{16} \text{ GeV}} \right)$$

$$\frac{\delta I(\theta, \phi)}{T_0} = \sum_{l,m} a_{lm} Y_{lm}(\theta, \phi)$$



JSPS 日本学術振興会
Core-to-Core Program
DENET
 International Research
 Network for Dark Energy

JSPS core-to-core program workshop

Cosmology with wide-field imaging surveys of galaxies

June 7 - 8, 2007, Koshiba Hall

The University of Tokyo

Invited Speakers

Hiroaki Aihara (Tokyo)

Jim Gunn (Princeton)

Takashi Hamana (NAOJ)

Robert Lupton (Princeton)

Takahiko Matsubara (Nagoya)

Satoshi Miyazaki (NAOJ)

David Spergel (Princeton)

Michael Strauss (Princeton)

Masahiro Takada (Tohoku)

Tomonori Totani (Kyoto)

Edwin Turner (Princeton)

Toru Yamada (Tohoku)

Kazuhiro Yamamoto (Hiroshima)

Scientific organizing committee

Hiroaki Aihara (Tokyo)

Hiroshi Karoji (NAOJ)

Satoshi Miyazaki (NAOJ)

David Spergel (Princeton)

Yasushi Suto (Tokyo)

Edwin Turner (Princeton, chair)

Local organizing committee

Takashi Hiramatsu (Tokyo)

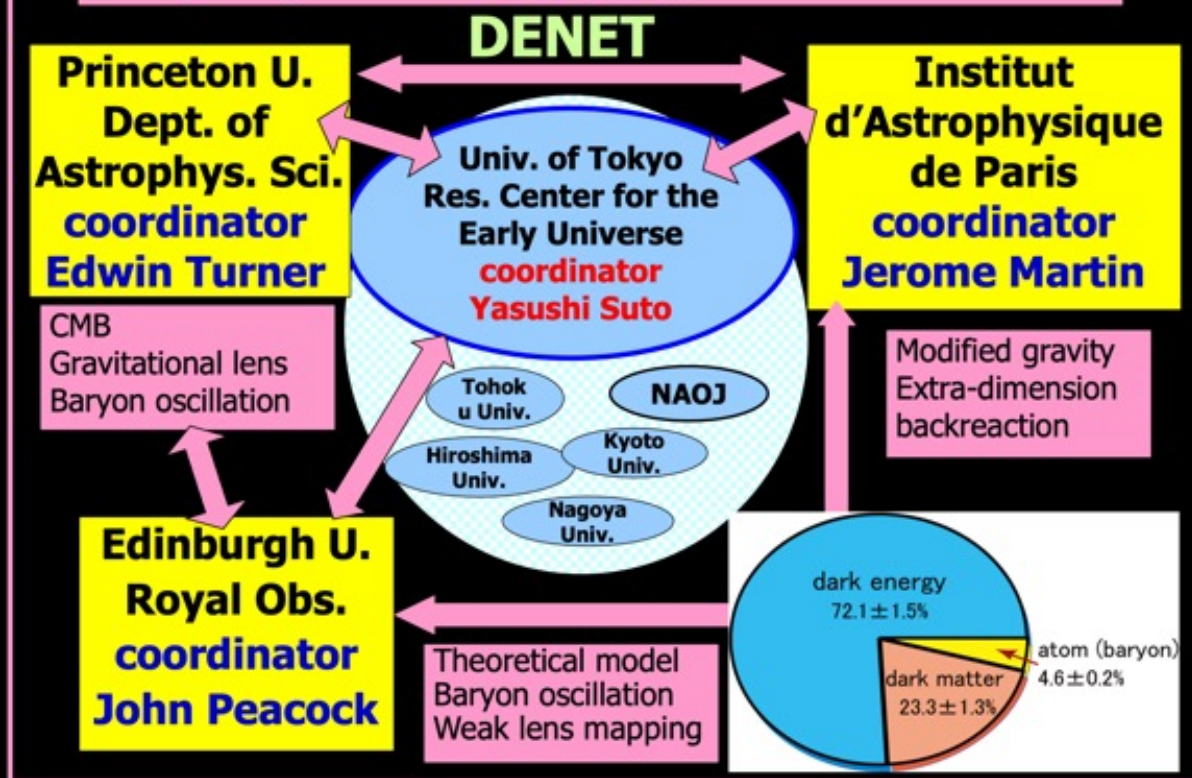
Erik Reese (Tokyo)

Yasushi Suto (Tokyo, chair)

Atsushi Taruya (Tokyo)

Jun'ichi Yokoyama (Tokyo)

International Research Network for Dark Energy (JSPS, core-to-core program 2007-2012)



Decrypting the Universe

Large Surveys for Cosmology

Invited Speakers

D. Spergel

S. Cole

E. Copeland

M. Doi

A. Helmi

O. Lahav

R. Maartens

Y. Mellier

S. Miyazaki

A. Murphy

M. Takada

24th-26th October 2007

Edinburgh, Scotland

Joint Royal Observatory Edinburgh / JSPS

Core-to-Core Program Workshop

www.roe.ac.uk/roe/workshop/2007

Local Organising Committee

A. Heavens

R. Ivison

A. Nicol

P. Norberg (Chair)

P. Simon

F. Simpson

A. Taylor





COSMOLOGY NEAR & FAR: SCIENCE WITH WFOS

May 19-23, 2008@Kona, Hawaii

A JOINT CONFERENCE BY SUBARU • GEMINI • JSPS • NOAO • UK STFC • AAL



DENET and Princeton joint conference:
*Science Opportunities with Wide-Field Imaging
and Spectroscopy of the Distant Universe*
November 9-11, 2009@Princeton Univ.



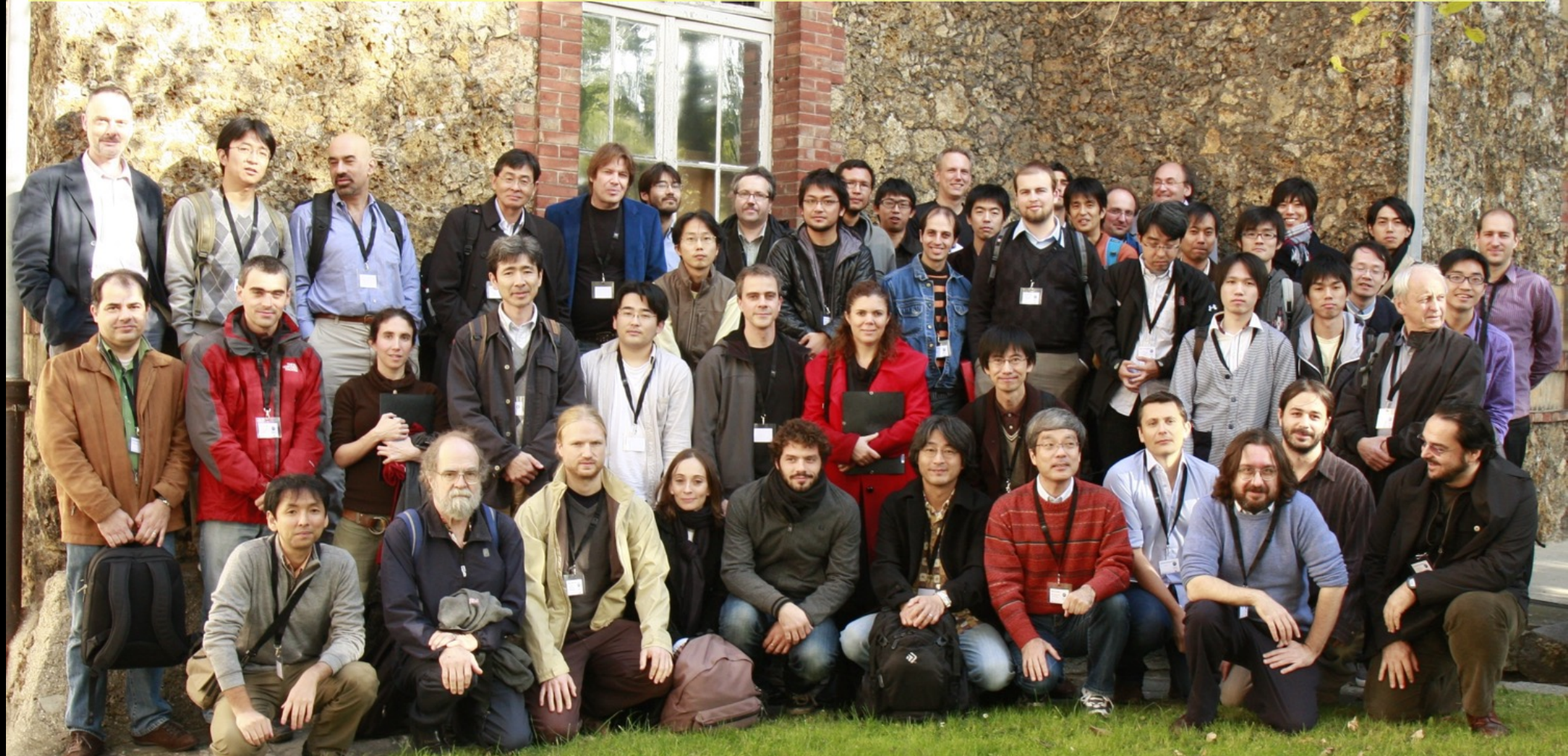
DENET and Caltech joint conference: October 6-9, 2010@Caltech



OBSERVATIONAL PURSUIT OF DARK ENERGY AFTER ASTRO2010



IAP-Denet International Conference on
"The Accelerating Universe" October 24-26, 2011
@Institut d'astrophysique de Paris





知の際 [Chi no Kiwa] 2011
Todai Forum
Paris/Lyon in France 28 Sep. ▶ 26 Oct.

東京大学物理学教室談話会 2000年11月10日



**THE DETECTION AND
CHARACTERIZATION
OF EXTRASOLAR PLANETS**

Ed Turner

Princeton University Observatory

私の系外惑星に関する最初の論文

A Search for H α Absorption in the Exosphere of the Transiting Extrasolar Planet HD 209458b

Joshua N. WINN,^{1*} Yasushi SUTO,² Edwin L. TURNER,³ Norio NARITA,²
Brenda L. FRYE,^{3*} Wako AOKI,⁴ Bun'ei SATO,^{4,5} and Toru YAMADA⁴

¹*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden St. MS-51, Cambridge, MA 02138, USA*
jwinn@cfa.harvard.edu

²*Department of Physics, School of Science, The University of Tokyo, Tokyo 113-0033*
suto, narita@utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp

³*Princeton University Observatory, Peyton Hall, Princeton, NJ 08544, USA*
bfrye, elt@astro.princeton.edu

⁴*National Astronomical Observatory of Japan, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588*
aoki.wako@nao.ac.jp, bunei.sato@nao.ac.jp, yamada@optik.mtk.nao.ac.jp

⁵*Graduate School of Science and Technology, Kobe University, 1-1 Rokkodai, Nada, Kobe 657-8501*

(Received 2004 April 16; accepted 2004 May 6)

Abstract

There is evidence that the transiting planet HD 209458b has a large exosphere of neutral hydrogen, based on a 15% decrement in Lyman- α flux that was observed by Vidal-Madjar et al. during transits. Here we report upper limits on H α absorption by the exosphere. The results are based on optical spectra of the parent star obtained with the Subaru High Dispersion Spectrograph. Comparison of the spectra taken inside and outside of transit reveals no exospheric H α signal greater than 0.1% within a 5.1 Å band (chosen to have the same $\Delta\lambda/\lambda$ as the 15% Ly α absorption). The corresponding limit on the column density of $n = 2$ neutral hydrogen is $N_2 \lesssim 10^9 \text{ cm}^{-2}$. This limit constrains proposed models involving a hot ($\sim 10^4 \text{ K}$) and hydrodynamically escaping exosphere.

Winn et al.
PASJ 56
(2004) 655

トランジット惑星サーベイの先駆的論文！

2006PASJ...58..869U

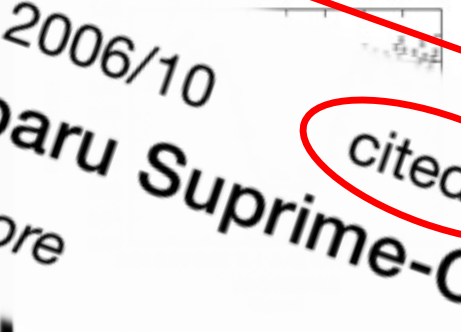
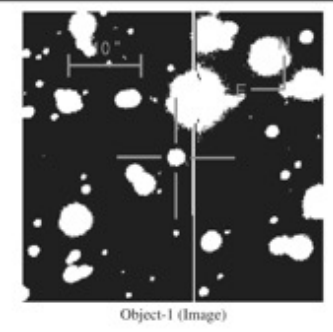
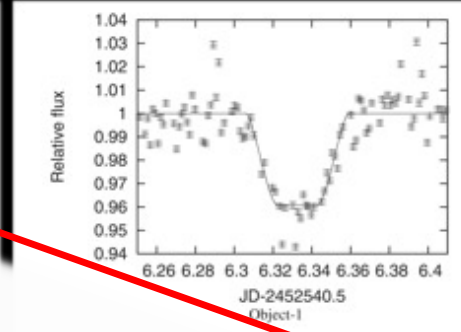
An Extrasolar Planet Transit Search with Subaru Suprime-Cam*

Urakawa, Seitaro; Yamada, Toru; Suto, Yasushi and 5 more

- ¹Bisei Spaceg...
- ²National Astronomical Observatory...
yamada@optik.mtk.nao.ac.jp
- ³Department of Physics, School of Science, The University of Tokyo...
suto@utap.phys.s.u-tokyo.ac.jp
- ⁴Princeton University Observatory, Peyton Hall, Princeton, NJ 08542...
elt@astro.princeton.edu
- ⁵Graduate School of Science and Technology, Kobe University, 1-1 Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe 650...
yitoh@kobe-u.ac.jp, mukai@kobe-u.ac.jp
- ⁶Purple Mountain Observatory, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China
ypwang@pmo.ac.cn

Urakawa et al. PASJ 58 (2006)869

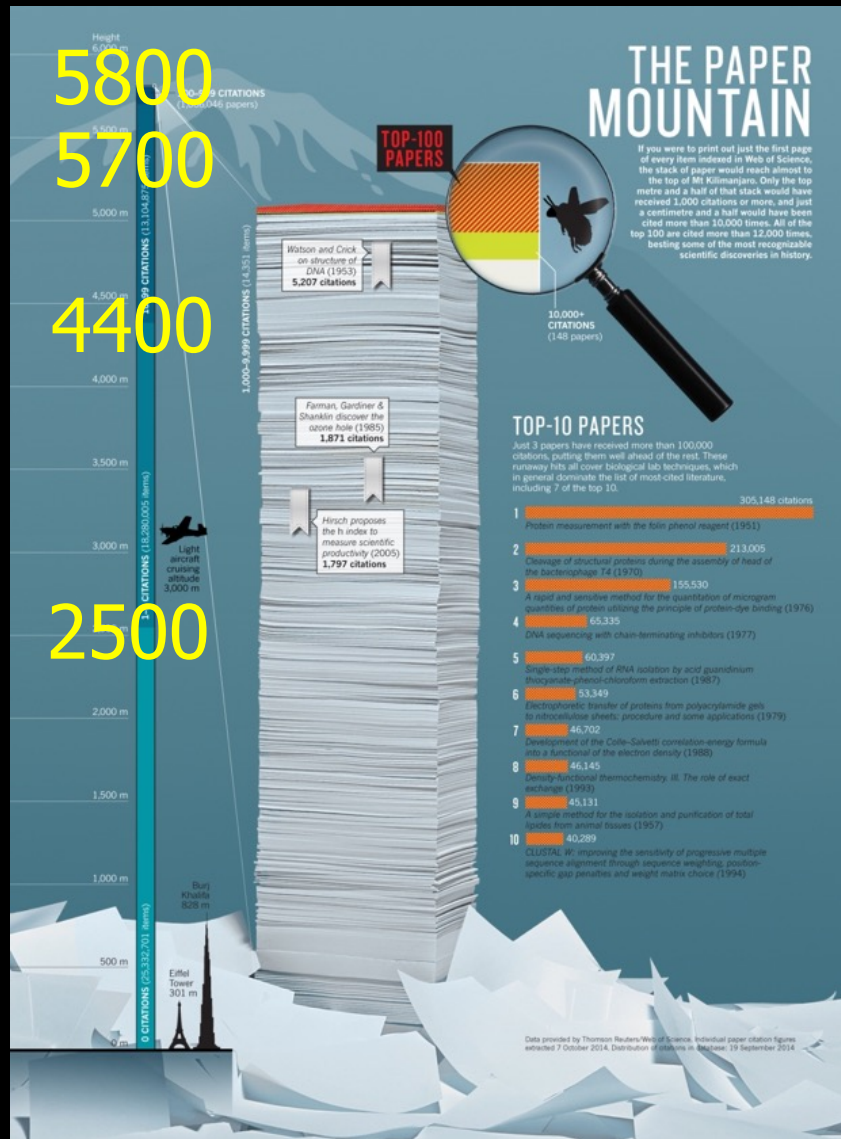
We report the results of a prototype photometric search for transiting extrasolar planets using Subaru Suprime-Cam. Out of about 100000 stars monitored around the Galactic plane ($l = 90^\circ$, $b = 0^\circ$), we find that 7700 show photometric precision better than 1% for 60 s exposures, which is required to detect extrasolar planets by the transit method. Thus, Suprime-Cam has the photometric stability and accuracy necessary for a transiting planet survey. During this observing run, we detected three objects (around 18.5 mag for i' -band) that exhibit a single full transit-



cited: 1

transit candidates

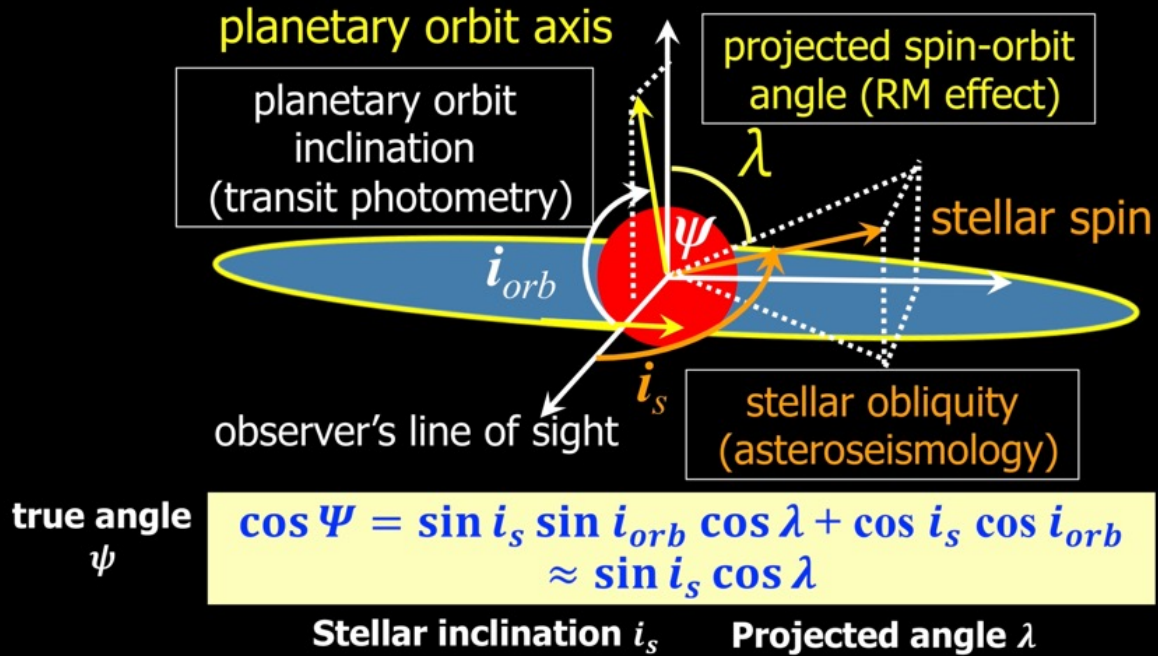
Nature 514(2014) 550-553, Oct. 30 issue



- Stacking the first page of all published papers almost reaches the top of Mt. Kilimanjaro (h=5800m)
- Only the top 1.5m (1.5cm) has citations >1000 (10000)
 - 0 citations at h=2500m
 - 1-9 citations at 4400m
 - 10-99 citations at 5700m
- the mountain is dominated by a completely invisible component
- これらの無数の無名の研究こそ、将来の科学の種である (過度の選択と集中の愚)

トランジット惑星の自転公転角測定

Spin-orbit architecture of a planetary system

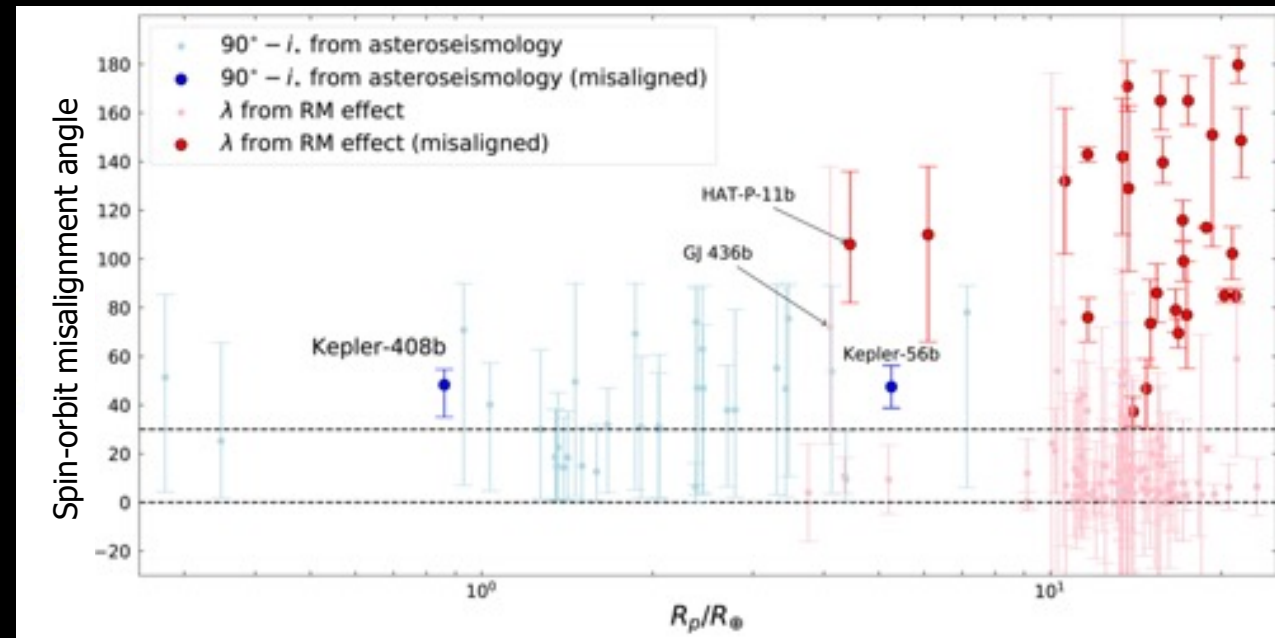


ロシター・マクローリン効果

Ohta, Taruya & YS ApJ 622 (2005) 1118

Winn et al. ApJ 631(2005)1215

Hirano, YS, Winn, et al. ApJ 742 (2011) 69



星震学と恒星自転傾斜角

Benomar et al. PASJ 66 (2014) 94

Kamiaka et al. MNRAS 479 (2018) 391

Kamiaka et al. AJ 157 (2019) 157

THE ROSSITER-McLAUGHLIN EFFECT AND ANALYTIC RADIAL VELOCITY CURVES FOR TRANSITING EXTRASOLAR PLANETARY SYSTEMS

YASUHIRO OHTA, ATSUSHI TARUYA,¹ AND YASUSHI SUTO¹

Ohta, Taruya + YS: ApJ 622(2005)1118

effect; if its planetary orbit and the stellar rotation share the same direction as discovered for the HD 209458 system, it would be an important confirmation of the current view of planet formation out of the protoplanetary disk surrounding the protostar. If not, the result would be more exciting and even challenge the standard view, depending on the value of the misalignment angle λ .

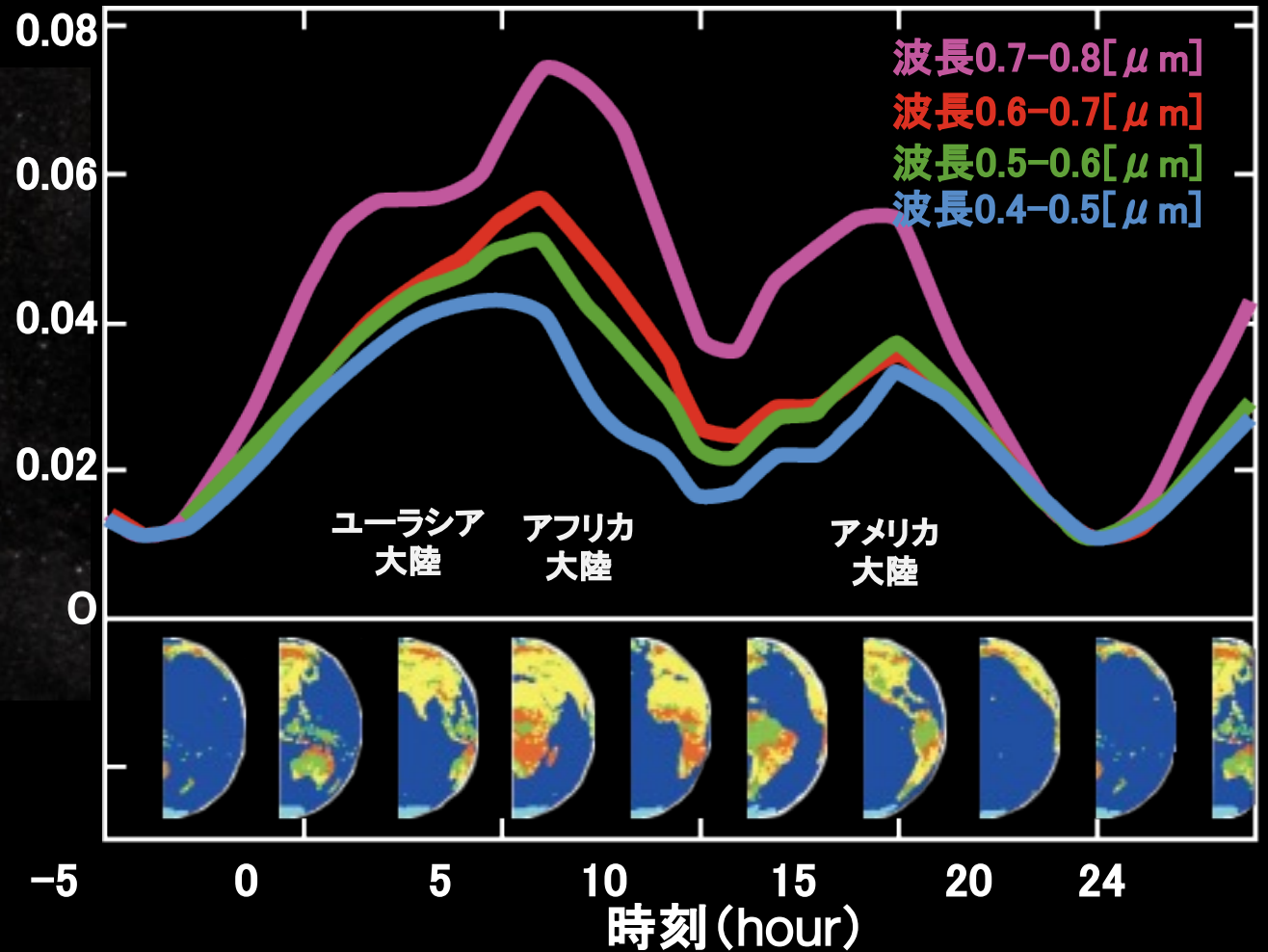
First perturbative analytic formula for the Rossiter-McLaughlin effect
We introduced the symbol λ to denote the projected spin-orbit angle
⇒ Hirano et al. (2010,2011)

系外惑星表面地図：もうひとつの地球の色

地球の自転にともなう反射光の色変化シミュレーション



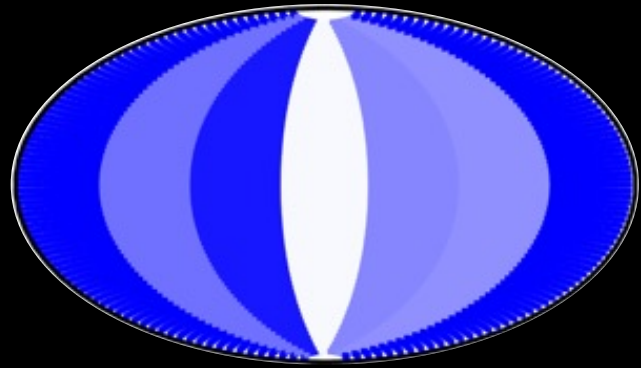
反射率



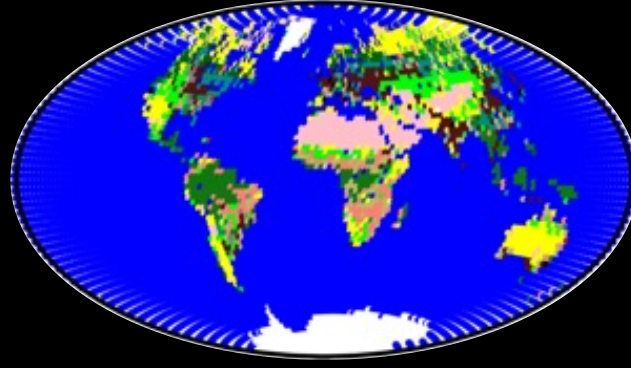
Fujii, Kawahara, Suto, et al.

ApJ 715(2010) 866

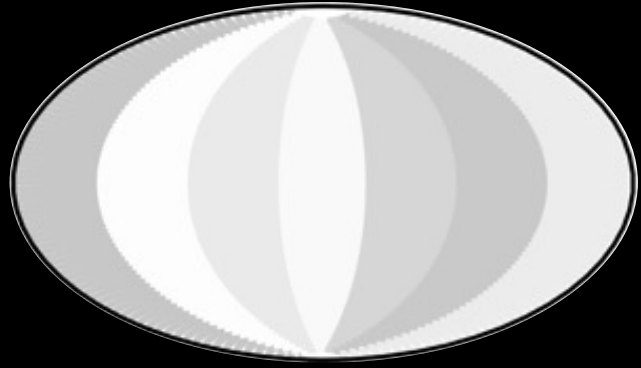
推定された地表面成分の経度分布地図



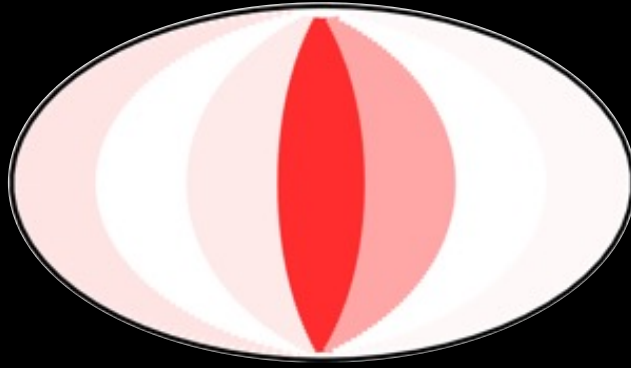
海



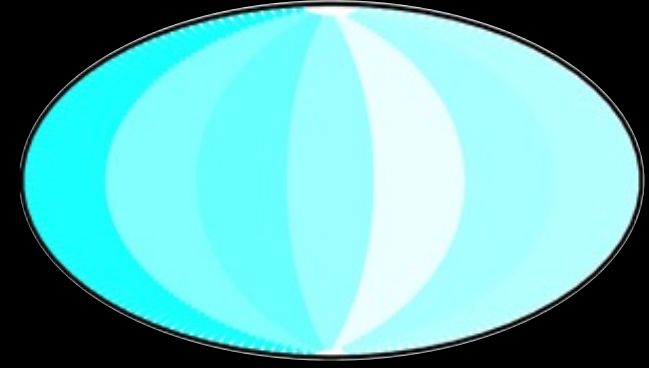
植生



雲

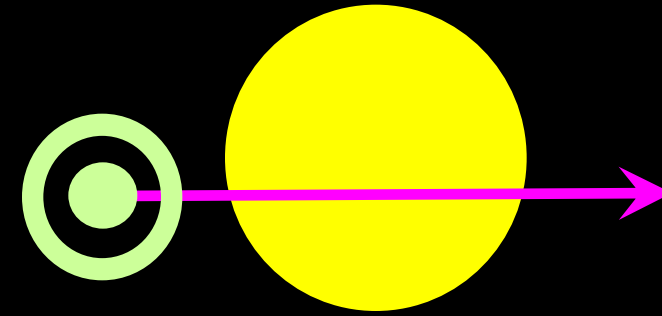
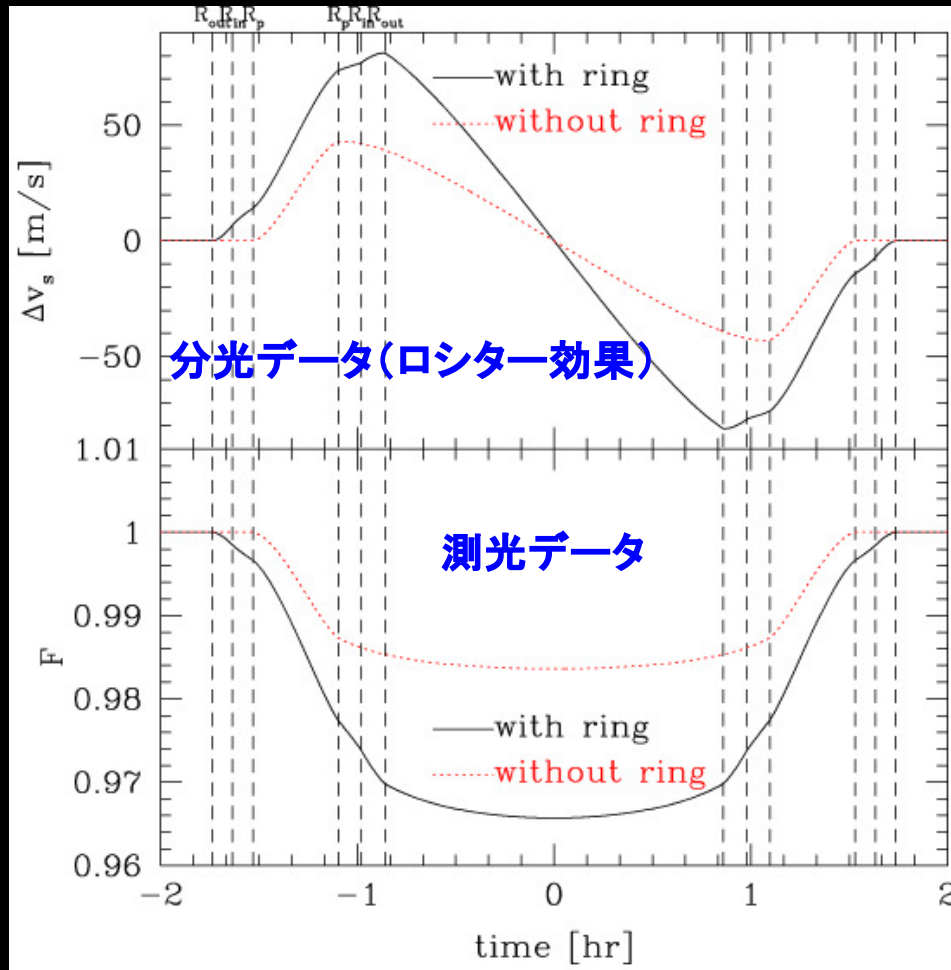


土



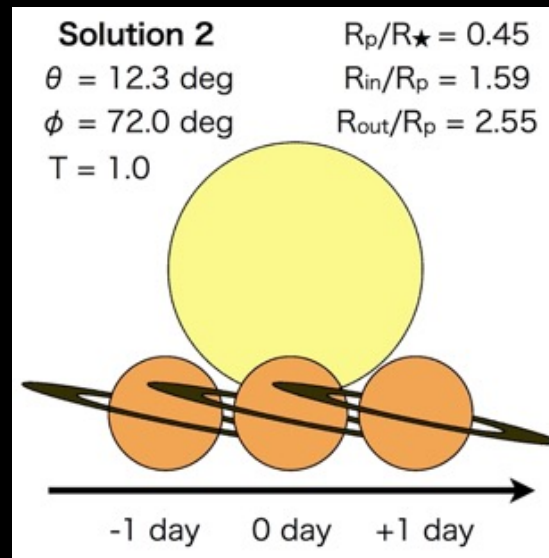
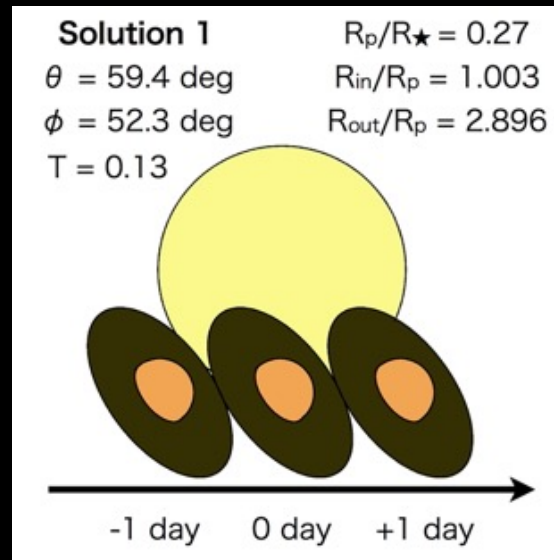
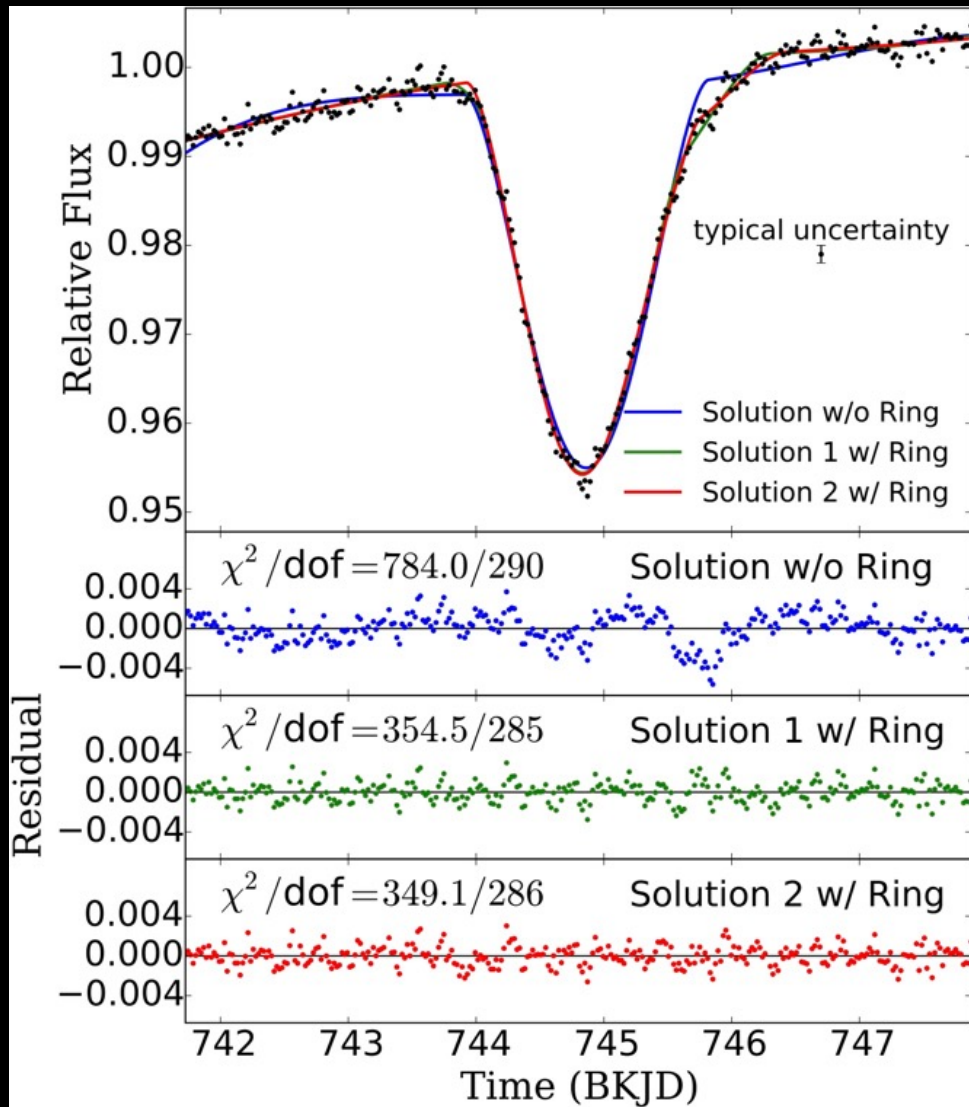
雪

惑星リング存在の兆候を探れるか？



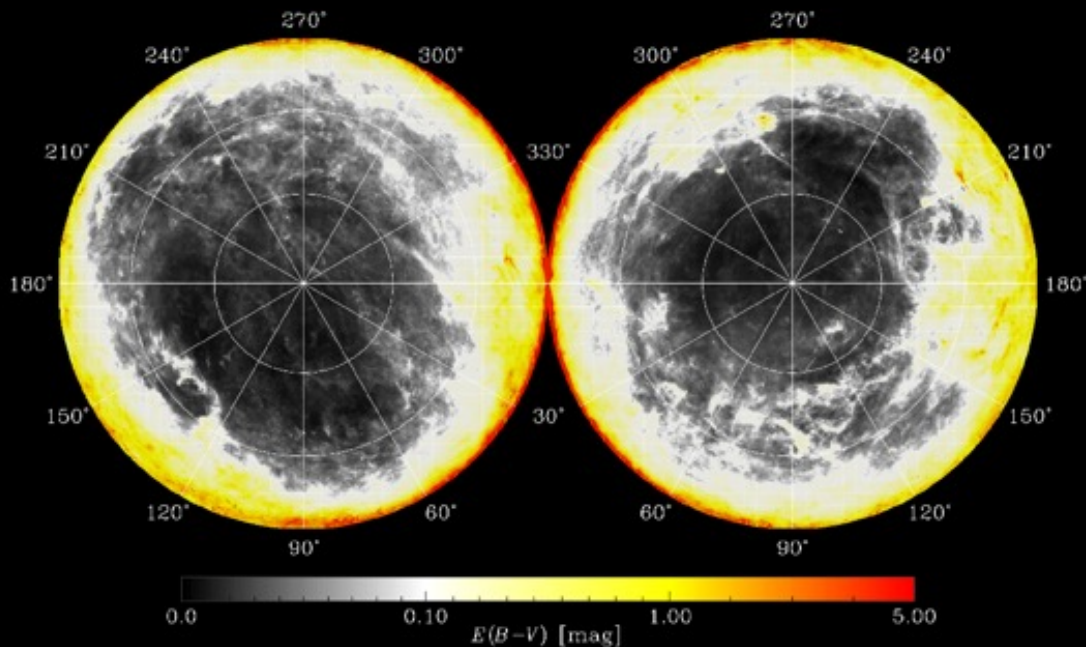
- リングの外径・内径、間隙、惑星本体の通過時に不連続な変化が見えるはず
- リングなしでフィットしたモデルとの残差を統計解析

ケプラー惑星候補天体KIC 10403228に リングがあるかも？ (かなり怪しい)



Aizawa, Uehara,
Masuda, Kawahara
& Suto
AJ 153 (2017) 193

ダストを通してみる宇宙： SFD 銀河系内ダスト減光地図



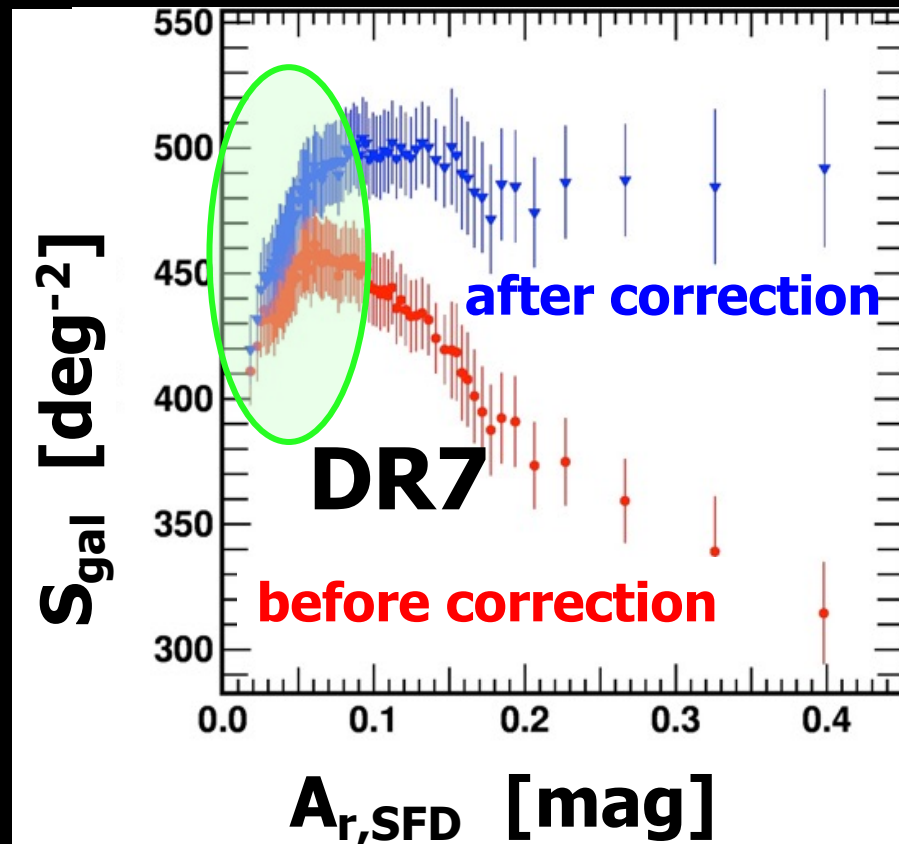
Galactic extinction $E(B-V)$ map
(Schlegel, Finkbeiner & Davis
1998; SFD)

- The most fundamental dataset for all astronomical observations
- True large-scale structures revealed only after the extinction correction
- Its reliability is of vital importance in precision cosmology

銀河系内ダスト減光地図に謎の振る舞いを発見

■ If A_{SFD} is perfect, we expect that

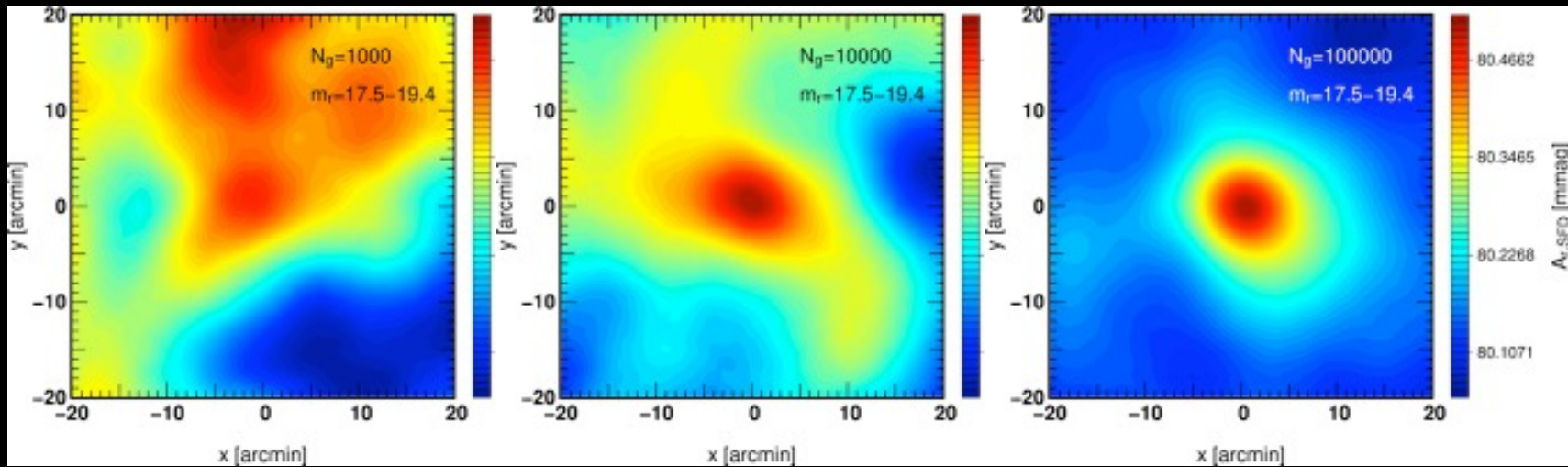
- Before correction: S_{gal} should monotonically decrease against A_{SFD}
- After correction: S_{gal} should be constant (**cosmological principle!**)



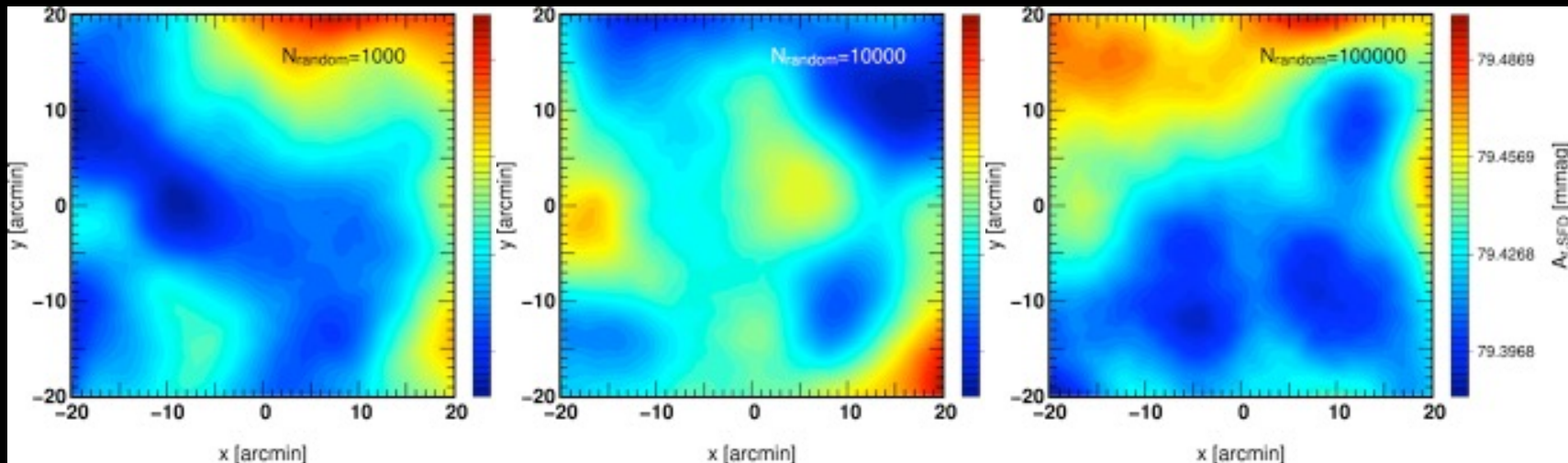
- OK for $A_{SFD} > 0.1$, but quite the opposite for $A_{SFD} < 0.1$
 - $\sim 70\%$ of the SDSS survey area has $A_{SFD} < 0.1$!
- First pointed out by Yahata et al. (2007) for DR4, and confirmed by Kashiwagi et al. (2013,2014) for DR7

銀河系内ダスト減光地図中に遠方銀河の痕跡が！

galaxy



random



$N = 10^3$

$N = 10^4$

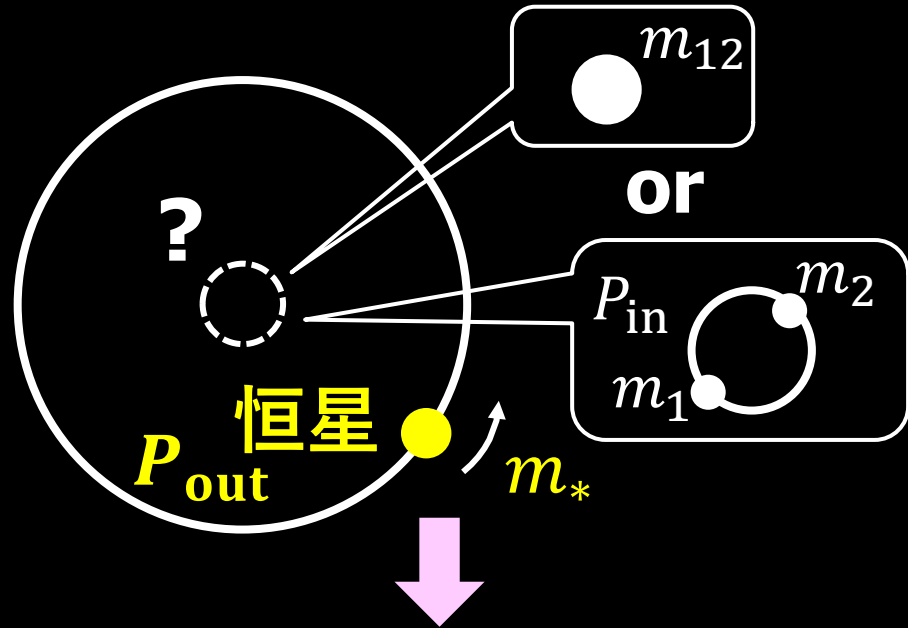
$N = 10^5$

Kashiwagi, Yahata
& YS
PASJ 65(2013) 43

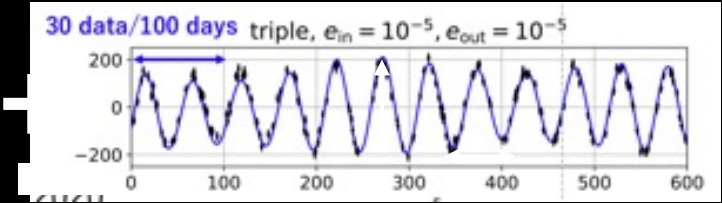
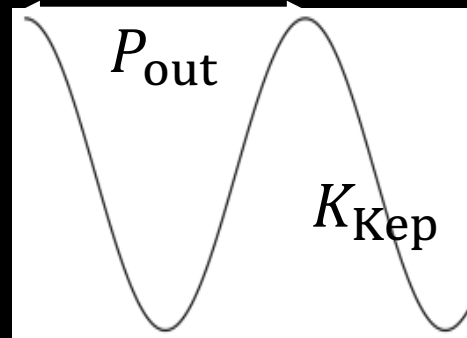
Okabe et al.
PASJ 68(2015)17

Chiang
ApJ
958(2023)118

長周期連星ブラックホールを探す



(i) 同一軌道面 3 体系 振幅 $\sim K_{\text{Kep}} \left(\frac{P_{\text{in}}}{P_{\text{out}}} \right)^{\frac{7}{3}}$



ケプラー運動

周期 $\sim P_{\text{in}}/2$

+ 短周期動径速度変動
(BH連星による摂動の効果)

高精度動径速度モニター観測

BH連星の重心に対するケプラー運動

+ BH連星による短周期摂動項

解析近似モデル + N体数値計算 (N=3)

永年摂動近似は用いていない

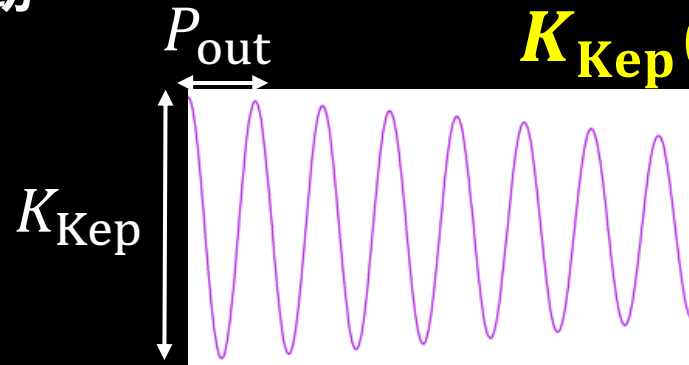
Hayashi, Wang & YS 2020

Hayashi & YS 2020

(ii) 斜交軌道面 3 体系

公転面傾斜角 $I_{\text{out}}(t)$ が ZKL 効果で時間変化

$$K_{\text{Kep}}(t) = K_0 \sin I_{\text{out}}(t)$$

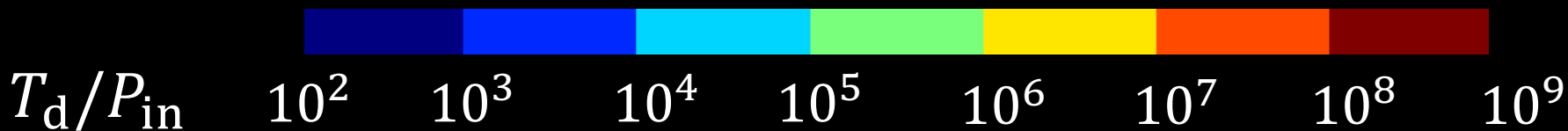
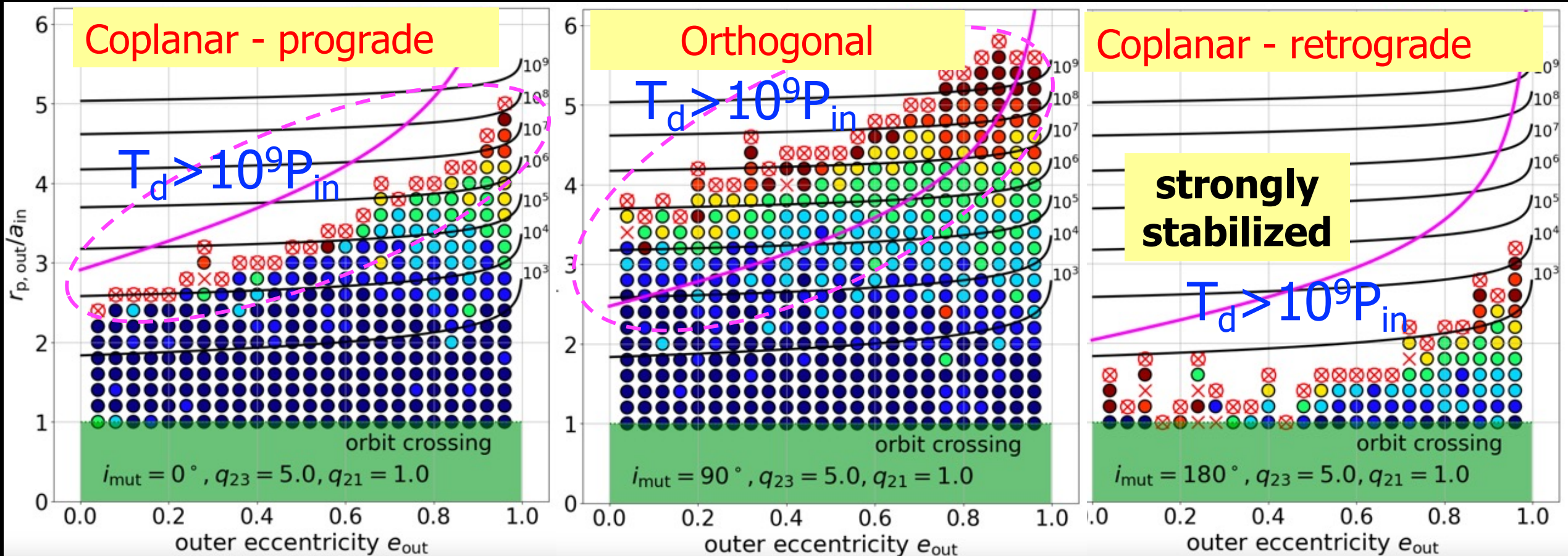


公転面が大きく変化するためケプラー運動そのものが変動する

重力3体系の力学的不安定性

$$m_1 = m_2 = 5m_3$$

Dynamical stability boundary by Mardling & Aarseth (2001)

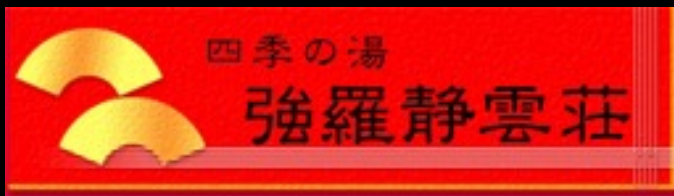


Hayashi, Trani & YS
ApJ 939(2022)81, 943(2023)58

7th SS: 2007@Gora, Hakone



JSPS 日本学術振興会
Core-to-Core Program
DENET
International Research
Network for Dark Energy



- Nemanja Kaloper (UC Davis)
- David Parkinson (Univ. of Sussex)
- Mamoru Doi (IoA, Univ. of Tokyo)



8th SS: 2008@Asamushi, Aomori



- Kazuya Koyama (Univ. of Portsmouth)
- Alan Heavens (Univ. of Edinburgh)
- Andrei Frolov (Simon Fraser Univ.)



9th SS: 2009@Ginowan, Okinawa



- Alexei Starobinsky (Landau Institute)
- Michael Seiffert (JPL)
- Will Percival (Univ. of Portsmouth)



JSPS 日本学術振興会
Core-to-Core Program
DENET
International Research
Network for Dark Energy

10th RESCEU Summer School in 2010 @Kochi



JSPS 日本学術振興会

Core-to-Core Program

DENET

International Research

Network for Dark Energy

- Dragan Huterer (University of Michigan)
- Jerome Martin (Institut d'Astrophysique de Paris)
- Massimo Meneghetti (Universita di Bologna)



高知工科大学
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

11th SS: 2011@Aso, Kumamoto



- Roy Maartens (University of Portsmouth)
- Shirley Ho (Berkeley/ Carnegie Mellon University)
- Toru Yamada (Tohoku University)
- Alexei Starobinsky (Landau Institute)

JSPS 日本学術振興会

Core-to-Core Program

DENET

International Research

Network for Dark Energy

12th SS: 2012@Urabandai, Fukushima



- Shirley Ho (Berkeley/ Carnegie Mellon University)
- Bernard Carr (Queen Mary, University of London)

13th SS: 2013@Zao, Yamagata



- Tomonori Totani (University of Tokyo)
- Liyi Gu (University of Tokyo)

14th SS: 2014@Matsumoto, Nagano



- Christophe Ringeval (Universite catholique de Louvain)
- David Polarski (Université Montpellier II)
- Bernard Carr (Queen Mary, University of London)
- Kiyotomo Ichiki (Nagoya University)

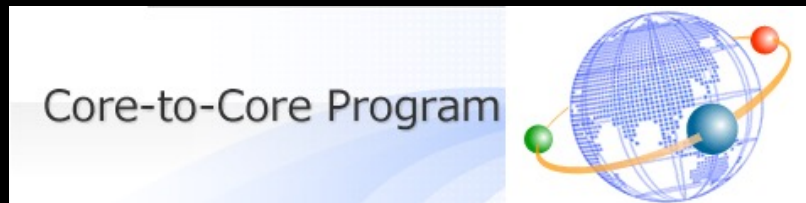
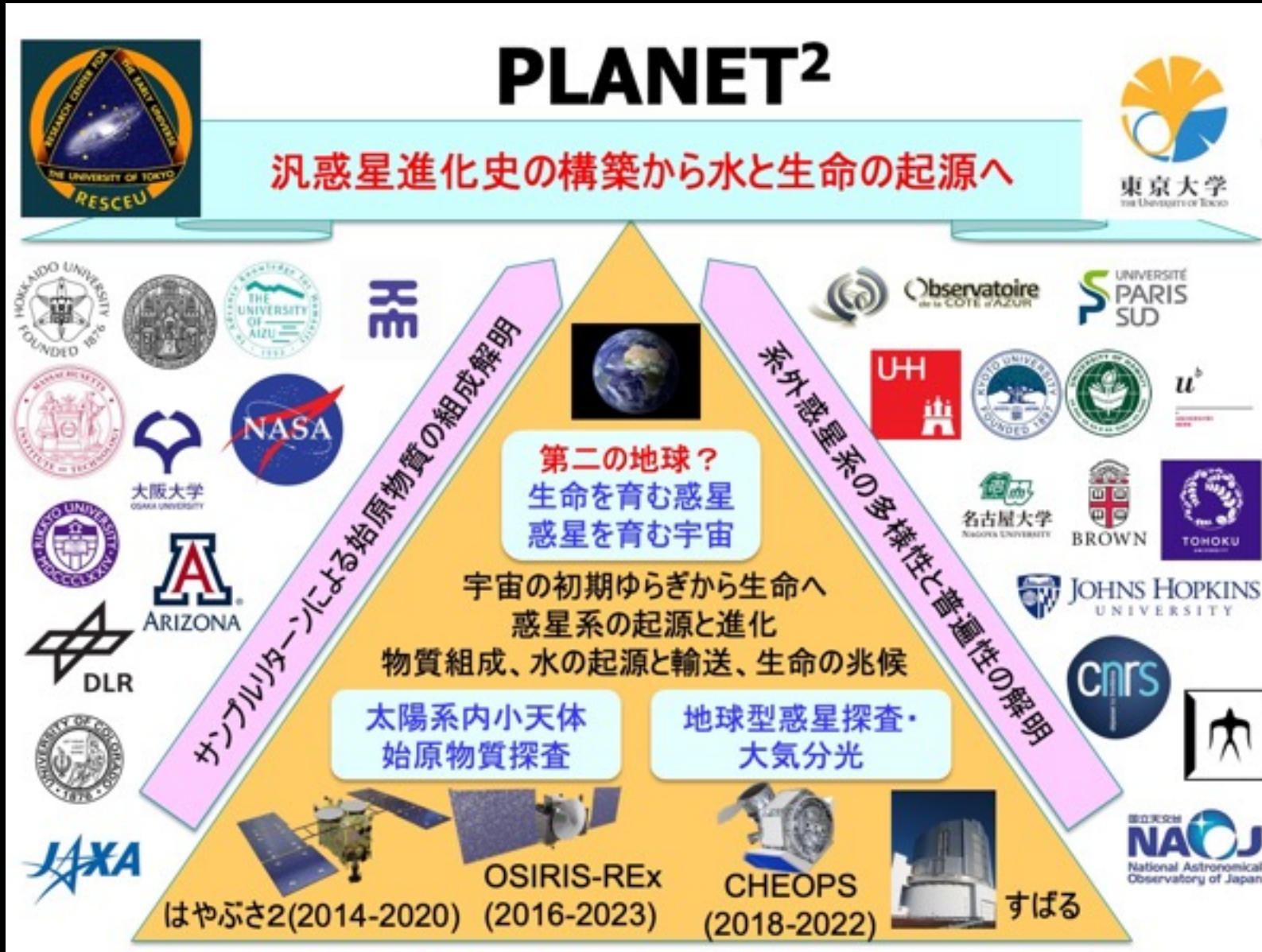
15th SS: 2015@Nikko, Tochigi



- Martin Lemoine (IAP)
- Ruth Gregory (Durham University)
- Rennan Barkana (Tel Aviv University / Lagrange Institute, IAP)



JSPS core-to-core program (2016-2021)



- PI: Seiji Sugita (Dept. of Earth and Planet Sciences, Univ. of Tokyo)
- co-PIs: Masahiro Ikoma, Yasushi Suto

16th SS: 2016@Hida Takayama, Gifu



Core-to-Core Program



- David Ehrenreich (Geneve University)
- Tristan Guillot (Observatory of Cote d'Azur)
- Seth Jacobson (Observatory of Cote d'Azur)
- Olivier Barnouin (Johns Hopkins University)
- Stefan Schröder (German Aerospace Center)
- Gongjie Li (Harvard University)
- Alexei Starobinsky (Landau Institute/RESCEU)
- Robert Brandenberger (McGill University)
- Salvatore Vitale (MIT)



17th SS: 2017@Yamaguchi

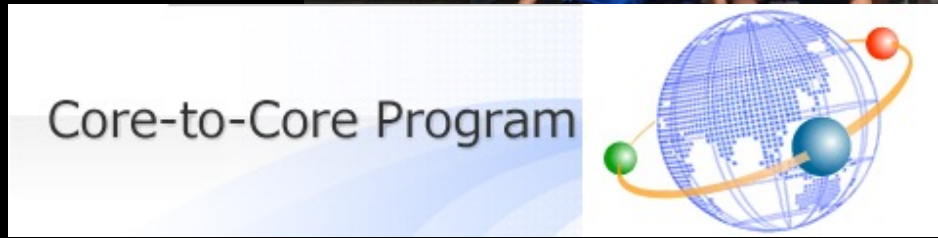
Core-to-Core Program



- Kei-ichi Maeda (Kyoto University)
- Kunihiro Ioka (Yukawa Institute for Theoretical Physics)
- Aaron Zimmerman (Canadian Institute for Theoretical Astrophysics)



18th SS: 2018@Hakodate, Hokkaido



- Re'em Sari (Hebrew University)
- Haibo Yu (University of California Riverside)
- Kohta Murase (Penn State University)

19th SS: 2019 @Kakunodate, Akita



- Konstantin Batygin (Caltech)
- Patrick Brady (University of Wisconsin-Milwaukee)
- Tanmay Vachaspati (Arizona State University)

日本物理学会 ⇒ 日本評論社 ⇒ 日本天文学会

第7章は、日本のすばる望遠鏡を用いた可視光観測の話です。すばる望遠鏡は、星の進化の最終段階である超新星爆発の遠方宇宙での観測記録を次々に塗り替えてきました。その結果、宇宙がダークエネルギーで満たされている、という驚くべき結論を確定する上で大きな貢献をしました。

第8、9章は、ニュートリノを用いて宇宙を見る話です。小柴昌俊先生がニュートリノ天文学の開拓に対して2002年10月にノーベル賞を受賞されたことからわかるように、ニュートリノ研究は日本が常に世界をリードしている研究分野です。

最終章は、太陽系外惑星探査という「新たな究極の宇宙論」を紹介します。有史以来の謎であった「我々の太陽系以外に惑星は存在するのか？」という疑問が、1995年に肯定的に答えられて以来、すでに110個を超える系外惑星が発見されています。10年前には夢物語であったような研究が進展しつつある太陽系外惑星探査の現状と展望について紹介します。

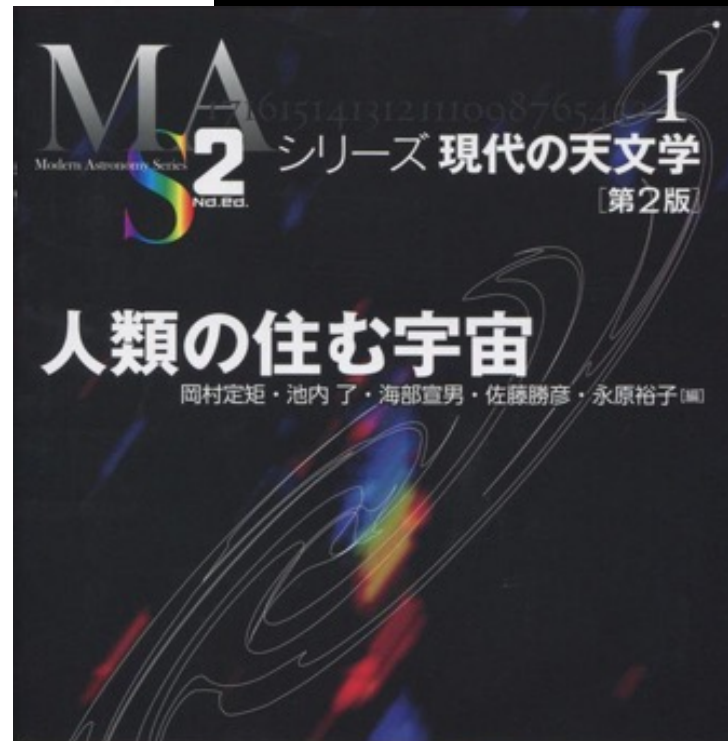
日本物理学会は、2003年8月22日(金)、23日(土)の2日間、科学セミナー「宇宙を見る新しい目」と題する講演会を開催しました。厳しい酷暑にもかかわらず、会場の東京大学弥生講堂・一条ホールにお集まり頂いた約200人の聴講者の方々からは活発な質問がなされ、非常に活気のある講演会となりました。本書は、この講演会をもとに各講演者に原稿をお願いして完成したものです。

ここ数年、「物理学が進歩するに伴って必然的にその内容が高度化し、結果的に一般の方々にとって物理学の醍醐味がなかなか伝わらなくなっているのではないか」、という危惧を物理学者は感じてきています。そのため、筆者の方々にはできる限り平易な執筆をお願いしてきました。おかげで理系の大学の学部生以上には専門知識を必要とせず理解してもらえる内容になったものと期待しています。

宇宙に興味を持つ学部生・大学院生や一般の人はもちろんですが、特に中学・高校の先生に読んでいただき、さらに若い世代に対して宇宙物理学の息吹を伝えるきっかけになれば私たちの望外の喜びです。

2004年1月

『宇宙を見る新しい目』編集委員会：須藤靖・梶田隆章・上羽牧夫



日本天文学会が総力を結集した100周年記念出版 第2版
いきいきとした
天文学の現在にふれる。
圧倒的な支持を得た旧版に、重力波の直接観測、太陽系外惑星など、この10年のトピックスを盛り込んだ【第2版】刊行開始!

UP (ゆーぴー) で物書きに目覚める



3
• Number 617, March 2024

東京大学出版会

「好意」よく聞く健康知識、どうなってるの? を振り返って(後編) 坪井貴司・寺田新 1
UPを向いて歩こう 注文の多い雑文 その六十五(最終回) 須藤靖 13
「論文の森のイグニ」51 時間認識という「葉」 小林洋美 20

ワイルドライフマネジメントとはなにか クマ問題を事例に 榎光一 22
SF skin fiction あるいは電子皮膚の夢 傳田光洋 27

大学入試の共通試験はなぜ

「書評205 批評の(実地検分)か
第一回 東京大学南原繁記念
すゝしろ日記 第227回 山口
学術出版 55 執筆者紹介

須藤靖先生

一七一年間にわたる連載、ありがとうございました。
深く御礼申し上げます。

東京大学出版会

丹の利香 拜

UT UNIVERSITY OF TOKYO Physics • 1

ものの大きさ

自然の階層・宇宙の階層

須藤靖 [著]



宇宙の存在は偶然なのか、必然なのか?

自然や宇宙に関心のあるすべての読者に——
物理学の魅力伝える新シリーズ刊行開始

東京大学出版会

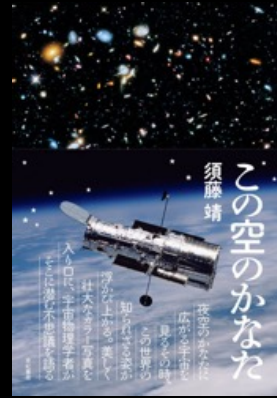
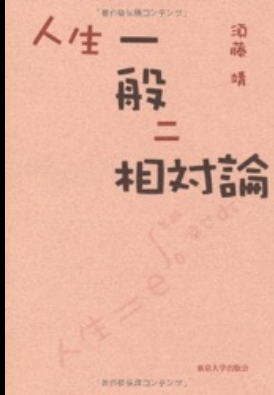
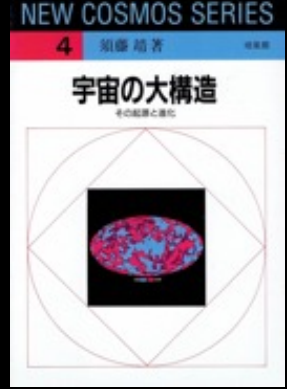
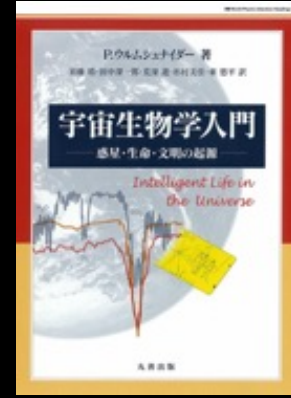
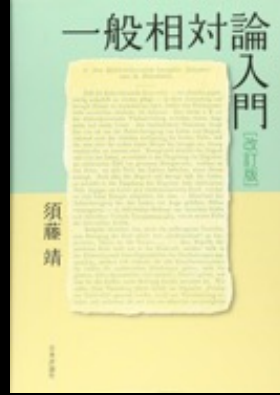
宇宙する頭脳

物理学者は世界をどう眺めているのか?

須藤靖
Suto Yasushi



Asahi Shinsho 949



世界を切り刻み、その究極の要素や法則を探る科学と、物の多様な形姿や生態を丹念に記述する科学。前者の道を歩んできた宇宙物理学者は、漱石の小説『それから』に描かれた花を特定するためその記述を飽くことなく何度も回す植物学者の仕事に圧倒され、世界の別の記述法に親しみだしたという。随想「世界を切り刻む科学とありのままに愛でる科学」(UP「9月号」)から。

非効率な記述法でなくては語の尽くせない世界も確実にある。

須藤靖

植物学者(T谷先生)に叱られる

牧野植物園で見つけた物理学では記述できない世界の美しさの例！



白黒印刷では視認性が出ないでしょうけれど、これは植物好きが見たら感動する牧野植物園らしい写真だと思います。



還暦隅田川クルーズ (2018/11/21)



第14回RESCEUシンポジウム@小柴ホール (2023/10/30-11/2)

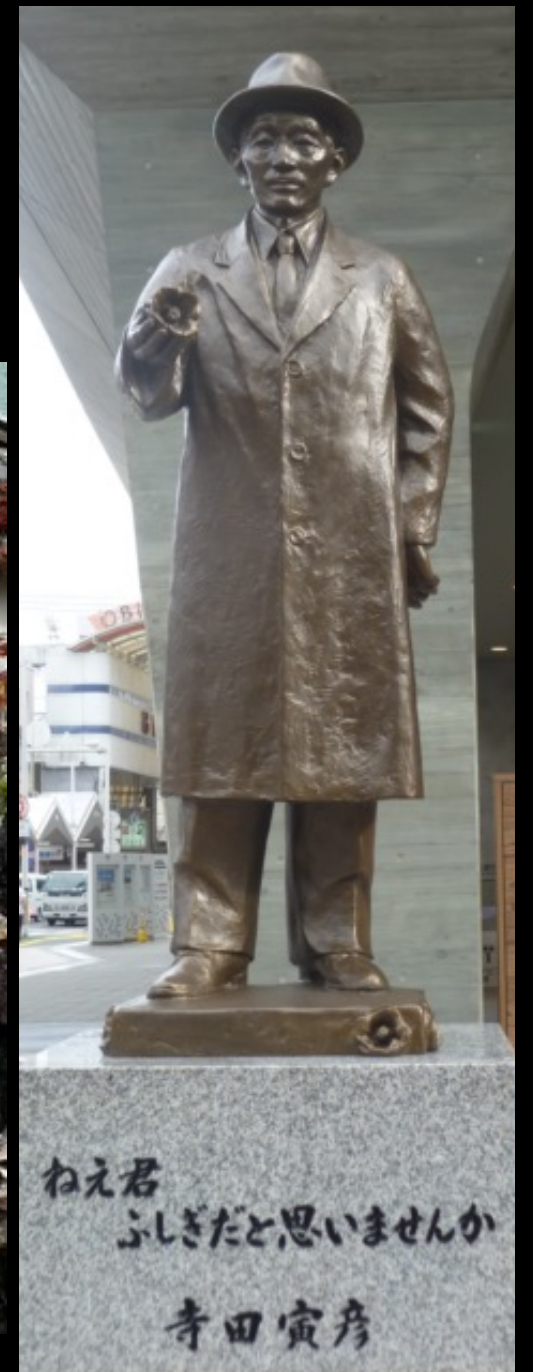
From Large to Small Structures in the Universe



高知工科大学



牧野富太郎と寺田寅彦



笠井献一著

科学者の卵たちに贈る言葉

評・須藤 靖 (宇宙物理学者)
東京大教授

「2位じゃダメなんですか?」
という発言が物議をかもし、トップ
研究者達がこぞって「もちろん研究
は一番でなくてはならない」と反論
した時代があった。その傍らで窓際

科学は勝ち負けじゃない

関係者の間だけの門外不
出無形文化財として伝承
されてきた江上語録を、

お弟子さんの一人である笠井氏が軽
妙洒落な文章で再現してくれた。

流行している研究などやらなくて
よい、人真似でかまわない、牛でこ
うだったから馬でもそうなるかどう
かはやってみる前から分かるはずが
ないでしょう、つまらない研究なん
てない、実験が失敗したら大喜びし
なさい、私と君たちとの差は経験が
多いか少ないかだけなのよ。

お会いした事のない江上先生が口
角泡を飛ばしながらマシンガント
クをしている様が目に浮かぶ。笠井
氏の秀逸な文章のお陰で、等身大の
江上科学観が胸に迫ってくる。

「卵たち」ところか、孵化した雛、
軍鶏、さらには割れてしまった卵ま
で、老若男女を問わず、繰り返し熟
読して欲しい本だ。すっかり江上教
に入信してしまっただけらしい。

◇かさい・けんいち 1939年生ま
れ。帝京大名誉教授。専門は糖鎖生物学
など。著書に『バイオファイニティ』。



岩波書店
1200円

科学者を自任する私は、(周囲に偉
い先生方がいないことを確認した上
で)「科学は勝ち負けではない、競
争のための競争なぞ無意味」という
講演を小声で繰り返して来た。

本書はいきなり「研究はスポーツ
競技じゃないんだから目的は他人に
勝つことじゃないよ」で始まる。嬉
しくて嬉しくてたまらなくなった。

日本学術会議会長まで務められた
生化学者、江上不二夫先生は、誰か
れかまわず目が合ったらこれ幸い、
相手の都合などおかまいなしに自分
の考えをしゃべりまくったという。

いったんしゃべりモードに入った
らトランス状態。神様が憑衣した

江上不二夫語録より

1 他人と戦わない



研究はスポーツ競技じゃない

研究はスポーツ競技じゃないんだから、目的は他人に勝つことじゃないよ。闘争心を研究の原動力にしたのでは、勝った、負けた、だけにこだわってしまう。他の人と争うような研究テーマにみんなが群がるのはやめて、なるべくみんなが違う課題をいろいろな角度から攻める方がいいんです。それぞれの研究者が、いろんな分野に貢献するからこそ、生命の全体がわかってくるのだから。

科学者の伝記などで見かける成功物語では、たくさんのライバルたちを出し抜いて、論文をタッチの差で早く発表して栄冠をものにしたりとよく書かれている。またマスコミも、科学者たちの研究活動を闘争のドラマに仕立て上げて報道することがよくある。そこでは勝者は褒め讃えられるが、敗者は無視されてしまう。これでは世の中の人々は、科学者が競争に

流行している研究などやらなくてよい

みんなが大事だと言っている研究分野や、今流行している研究分野に、あわてて参入しなかつた方がいいんだよ。たくさんの方が群がっているから大事な研究だと思ひ込み、乗り遅れないようにと慌てて参入したのでは、カズくて一番乗りを争わざるを得なくなるでしょう。それでは、人よりも一日でも早く結果を出すことだけが目的になってしまう。あるいは、流行している研究をやっていることで、自分は重要な仕事をしていると安心してしまいかねない。

その時々でいちばん目立つ研究、大事だと言われている分野に参入すれば、研究費も集めやすいし、成果を出せば注目される。しかしみんなが大事だと思っていたことが見当違いだった例は、自然界、とくに生命の世界にはいくらでもある。大事だと誰も言っていないことだあって、漏らさずに研究すべきで、それによって研究の裾野がひろがり、人類の知的財産が豊かになってゆく。その中のどれかが、ある日、美しい蝶に羽化するのだ。生物の多様性が地球の未来に重要であるように、研究分野の多様性も人類の未来に重要だ。話題になっている研究、流行している研究などにあわてて参入しなくてよい。過去の例をちょっと見てみよう。

岩波科学ライブラリー 210

科学者の卵たちに贈る言葉

江上不二夫が伝えたかったこと

笠井献一

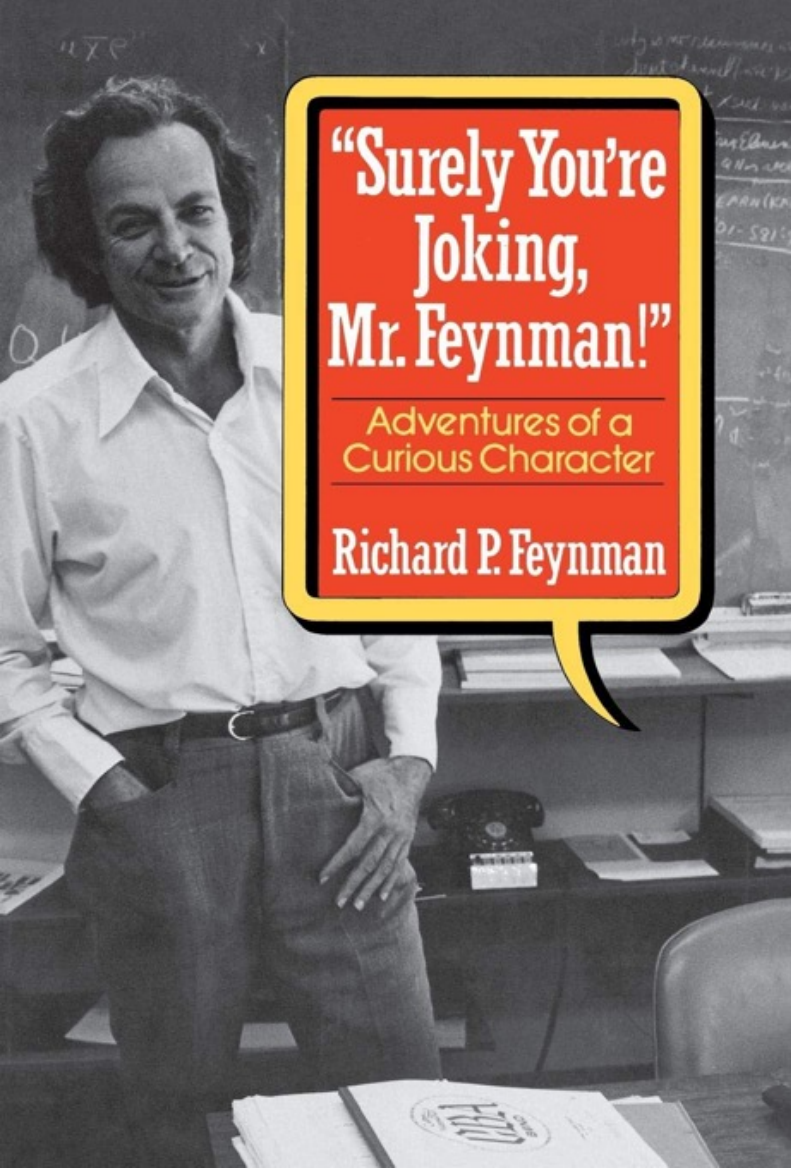
「実験が失敗したら大喜びしなさい」

「自然は人間の頭で考えられるよりもはるかに偉大で複雑だよ」



岩波書店

Surely You're Joking, Mr. Feynman!



“Surely You’re
Joking,
Mr. Feynman!”

Adventures of a
Curious Character

Richard P. Feynman

After the thing went off, there was tremendous excitement at Los Alamos. Everybody had parties, we all ran around. I sat on the end of a jeep and beat drums and so on. But one man, I remember, Bob Wilson, was just sitting there moping.

I said, “What are you moping about?”

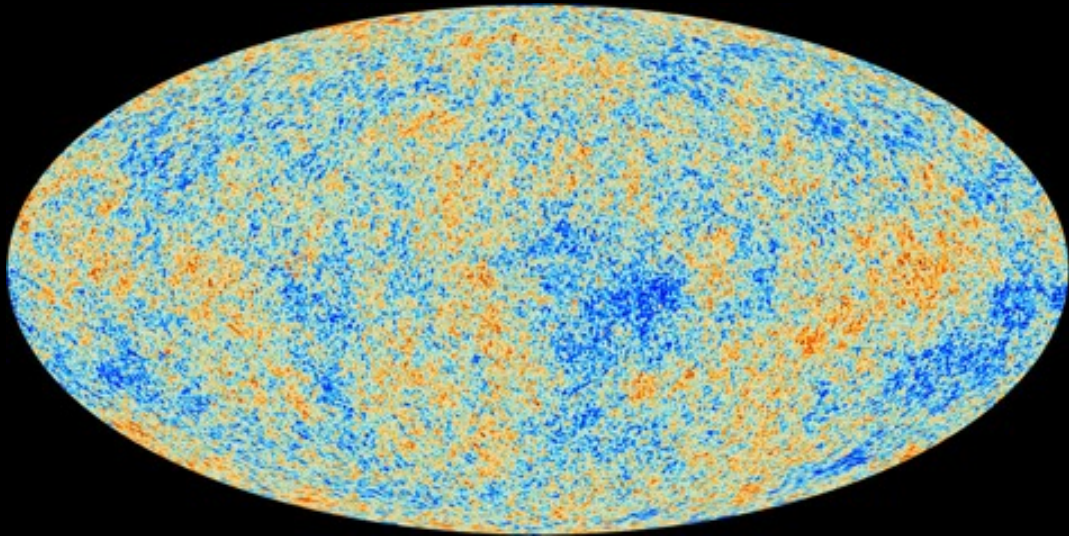
He said, “It’s a terrible thing that we made.”

I said, “But you started it. You got us into it.”

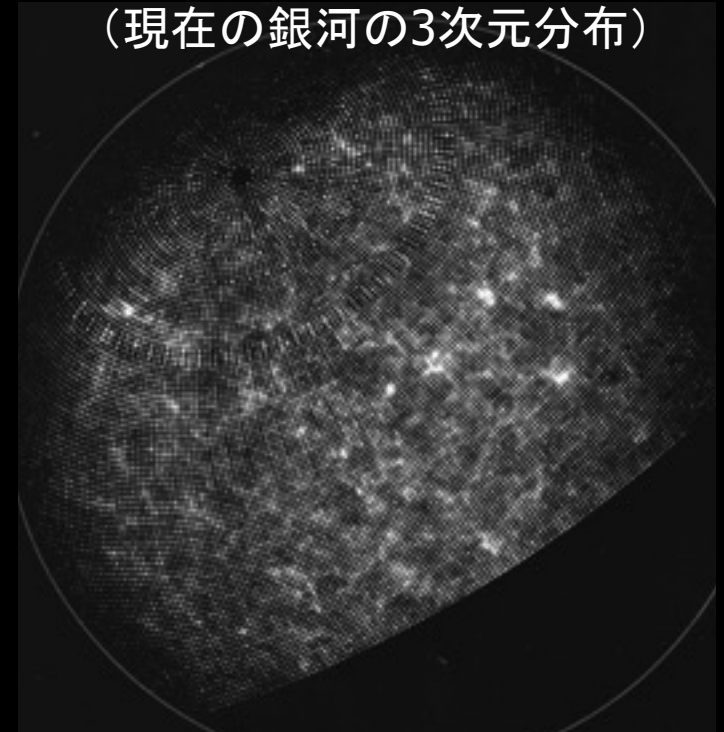
You see, what happened to me—what happened to the rest of us—is we *started* for a good reason, then you’re working very hard to accomplish something and it’s a pleasure, it’s excitement. And you stop thinking, you know; you just *stop*. Bob Wilson was the only one who was still thinking about it, at that moment.

宇宙の過去と未来に関する全情報が これらの地図のどこかに刻みこまれている

誕生後38万年の宇宙の「初期条件」
(宇宙マイクロ波背景放射)



宇宙の構造形成進化史
(現在の銀河の3次元分布)



物理法則

■ 宇宙論のセントラルドグマ

初期条件+(既知・未知の)物理法則 = 現在の宇宙

「宇宙そのものが物理法則に従っている」事実の確認こそが
現時点での宇宙論の最大の発見というべき

宇宙を学び世界を問う

- 果てのないホライズンの拡大
 - 高いところに登る = 「学」
 - 遠くを眺めてその先を考える = 「問」
- 天文学・宇宙物理学の進歩 ⇔ 科学の究極の謎に挑む
 - 宇宙の起源：宇宙は我々の宇宙だけなのか
 - 生命の起源：地球外にも生命は普遍的に存在するのか
 - 意識（知性）の起源：地球外に知的文明は存在するのか
 - そもそも答えがある問いなのか、仮に正解があるとしても、地球人ごときちっぽけな存在がたどり着ける（理解できる）かすらわからないほど魅力的な問い

Everything not forbidden by the laws of nature is mandatory
— Carl Sagan, *Contact*

平川浩正先生
佐藤勝彦先生

宇宙理論研究室の皆さん

ビッグバン宇宙国際研究センターの皆さん

物理学教室の皆さん

世界中の共同研究者の皆さん

長い間本当にお世話になりました

心から感謝の意を表させていただきます

ぜひ機会を見つけて高知にもおいでください