

# 次世代望遠鏡検討：宇宙論

国立天文台理論天文学研究系

杉山直

# 宇宙論班メンバー

杉山直 (国立天文台: チーフ)

土居守 (東京大学: サブチーフ)

浅田秀樹 (弘前大学)

佐々木伸 (都立大学)

須藤靖 (東京大学)

千葉剛 (京都大学)

千葉柁司 (東北大学)

林野友紀 (東北大学)

松原隆彦 (名古屋大学)

山本一博 (広島大学)

横山順一 (大阪大学)

黄色は岡山より若い  
メンバー

# これまでの歩み

第一回検討会：3月5日

出席者：土居守、佐々木伸、須藤靖、千葉剛、千葉  
 葉柁司、松原隆彦、山本一博

学会での杉山の発表：3月25日

宇宙論報告書作成開始：5月

第一版作成：6月(締め切り6月13日)

第二版作成：締め切り8月8日

今後は、検討会を経て報告書を完成する予定

# 目次

1	はじめに: 杉山	2
2	基本定数の時間変化と宇宙論: 千葉剛	2
2.1	はじめに . . . . .	2
2.1.1	ディラックの大数仮説 . . . . .	2
2.1.2	現代的動機 . . . . .	3
2.2	微細構造定数 . . . . .	4
2.2.1	クエーサーの吸収線 . . . . .	4
2.2.2	Ia 型超新星 . . . . .	5
2.3	重力定数 . . . . .	6
2.3.1	位置天文学 . . . . .	6
2.3.2	Ia 型超新星 . . . . .	6
2.4	ダークエネルギーの状態方程式と宇宙論 . . . . .	6
2.5	ダークエネルギー: 千葉剛、土居 (加筆予定) . . . . .	6
2.6	Alcock-Paczyński テスト: 松原 . . . . .	9
2.6.1	Alcock-Paczyński テストとその拡張 . . . . .	10
2.6.2	次世代望遠鏡と Alcock-Paczyński テスト . . . . .	11

<b>3</b>	<b>ダークマター</b>	<b>15</b>
3.1	重力レンズを用いたダークマター検定 (sub-structure 他): 千葉 柁司	15
3.2	$\gamma$ 線バーストによる宇宙論: 横山 順一、井岡 邦彦	17
3.3	コスミックストリング探索: 林野 友紀、山本 一博	19
3.3.1	コスミックストリング探索の意義	19
3.3.2	背景	19
3.3.3	Cosmic string による重力レンズ現象	20
3.3.4	観測的検証	21
3.3.5	Technical Requirements	21
3.4	high z 大規模構造探索 (high z 銀河 3次元マッピング): 林野 友紀、山本 一博	22
<b>4</b>	<b>初期天体: 佐々木</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>構造形成</b>	<b>25</b>
5.1	Multilayered Redshift Survey (Hyper-SDSS?): 松原	25
5.2	Ly-alpha forest をもちいた密度揺らぎの測定:	27
<b>6</b>	<b>宇宙論的 Astrometry</b>	<b>27</b>
6.1	宇宙論的位置天文の可能性: 浅田	27
6.2	角動径距離の精密測定: 浅田	27
6.3	II型超新星を用いた距離の決定: 土居	28
<b>7</b>	<b>その他</b>	<b>28</b>
7.1	突発天体のモニター観測: 佐々木	28

# WMAP

Friedmann方程式=「宇宙論パラメター」は決まった

今後明らかにすべきこと: **scientific target**

- 宇宙論パラメターの値: その理由、及び起源

ダークエネルギー (特にその時間進化:  $w$ )、物質・輻射比、バリオン・輻射比、ダークマター

- Friedmann方程式を越えて

inflation, brane universe, baryon-asymmetry  
phase-transition, 物理定数の時間変化

- Perturbation

構造形成、初期天体形成

# 究極の仕様が**必要か**: 空間、時間、波長分解能etc

## ● 究極の空間分解能があったら: Space

### ■ 天体ダークマターの正体とBlack hole

$0.02\text{mas} \Rightarrow 100M_{\text{solar}}$ ,  $0.2\text{mas} \Rightarrow 10,000M_{\text{solar}}$

### ■ Cepheidで直接宇宙論的距離を測る: 30mならCOMAまで? space? Cepheidのcalibrationも重要(LMC)

### ■ 系外銀河のメーザーに相当するソース?

## ● 究極の時間分解能があったら:

### ■ 小質量天体によるmicro-lensing

### ■ 突発中天体のモニター観測: 広視野も要求される 重力波源、gamma-ray burst

## ● 究極の波長分解能があったら: Ground

### ■ $\alpha$ の時間変化 S/Nも重要(集光)、 $\alpha^2$ , $\alpha^4$

### ■ 宇宙膨張(加速)を多数の吸収線で、時間をあけて見る

### ■ 弱い金属の吸収線測定

### ■ Ly-alpha cloudsのサイエンス(1Mpc: 密度揺らぎ)

## ● 究極の広視野があったら: Ground?

- 重力レンズマッピング
- Hyper-SDSS
- Extremely high  $z$  SNIa探査

## ● 究極の集光力があったら: Ground

- 初期天体を見つける: $z=20$ では中間赤外?:  $H\alpha$ ,  $H_2$ 
  - Polarization測定: dustの形成、宇宙磁場への制限
- 遠方の重力レンズやSNIaを探査
- HDF、Subaru-DFのような、十分な深さでブランク・サーベイ、視野も重要
  - Follow upの分光は究極の集光力が必要になる
- SNIIのサーベイ ( $z > 0.5$ ): 独立な距離決め、進化効果

どちらかと言えば、

**地上の広視野巨大望遠鏡**

が望まれる？

Spaceはhigh  $z$ 天体であるがゆえの

**赤外線専用望遠鏡？**

SPICA

**理論の望遠鏡**

**計算機の活用**

# いずれにせよ宇宙論のテーマは 20年後もまだ問題かは まったく不明

- 1983年：杉山が大学院入学前！
- インフレーションのアイデア、誕生直後
- ダークマターはニュートリノ
- 平坦な宇宙項のない宇宙

今のアメリカ、 $w$ を語らないとお金が出ない

あまり、理論にまどわされず、目的に利用すべし

一つの提案は究極な仕様よりも

様々な目的に応じた機動的な望遠鏡群

