

宇宙の果ての銀河を見たい

太田耕司

(京都大学 大学院理学研究科 宇宙物理学教室)

Spiral Galaxy NGC 3370



2013年10月15日

M31 (アンドロメダ大銀河と伴銀河)



1996年 8月15日, 25時12分 (JST)

渦巻き(円盤)銀河

Spiral Galaxy NGC 3370



Hubble
Heritage

NASA, The Hubble Heritage Team and A. Riess (STScI) • Hubble Space Telescope ACS • STScI-PRC03-24

Whirlpool Galaxy • M51



Hubble
Heritage

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)
Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC01-07

渦巻き(円盤)銀河を横からみたところ

NGC4565 (かみのけ座にあるエッジオン銀河)



1998年 5月21日, 23時20分 (JST)

口径50cmカセグレン式反射望遠鏡 (F12), 液体窒素式冷却CCDカメラ (Astromed 3200シリーズ)
露出時間: 6分×10, フィルタ: Iバンド, 疑似カラー処理, 画像範囲: 14.01×9.53'
観測場所: 国立天文台 (三鷹)

H. Fukushima

国立天文台 天文情報公開センター 広報普及室

NGC 891 (アンドロメダ座にあるエッジオン銀河)



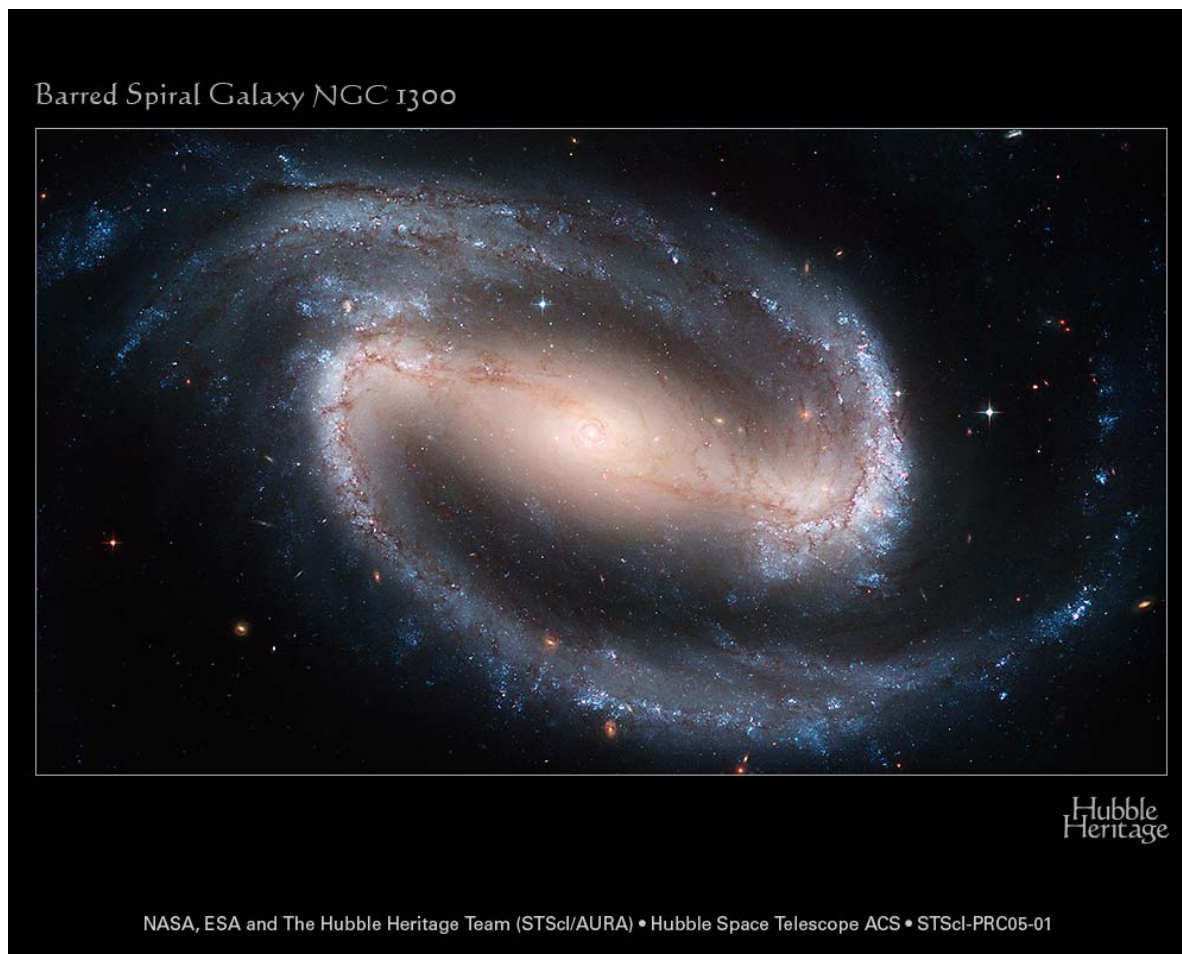
1996年 10月16日, 25時45分 (JST)

口径50cmカセグレン式反射望遠鏡 (F12), 液体窒素式冷却CCDカメラ (Astromed 3200シリーズ)
露出時間: 6分×8, フィルタ: Iバンド, 疑似カラー処理

H. Fukushima

国立天文台 広報普及室

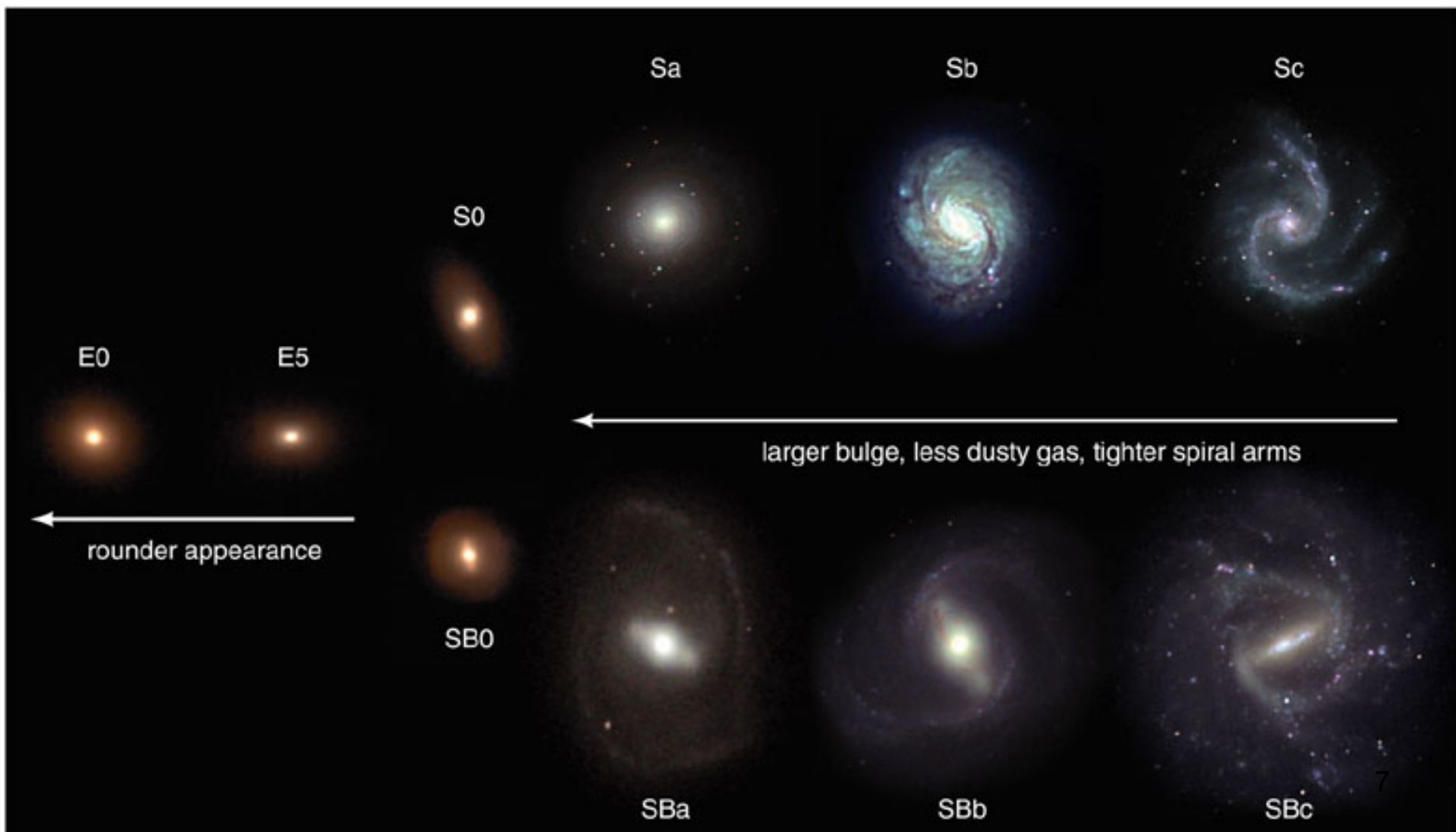
棒渦巻き銀河



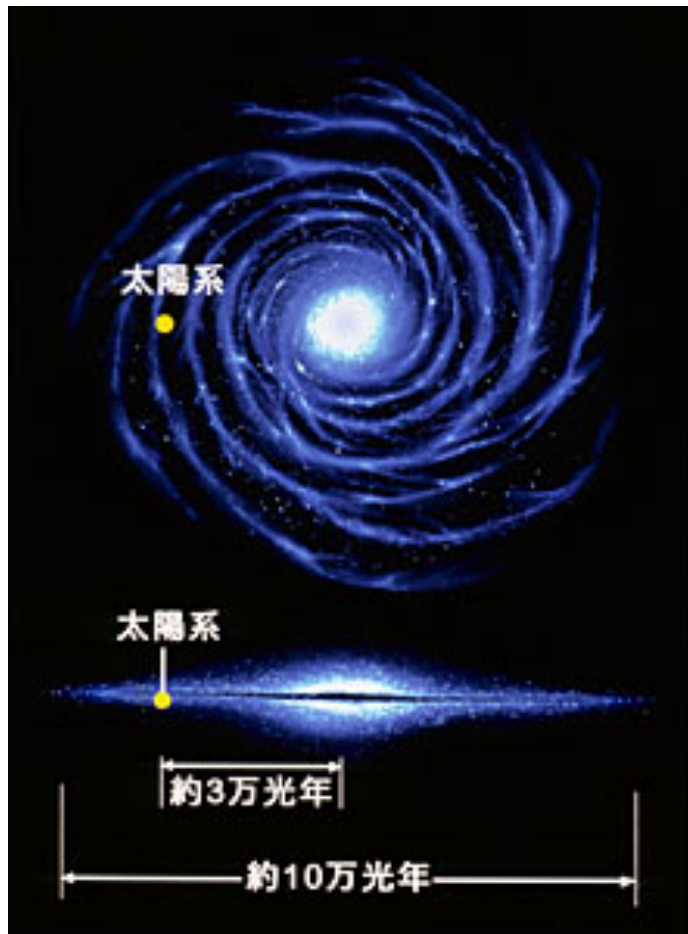
橢円銀河



いろいろな銀河



銀河：星の大集団

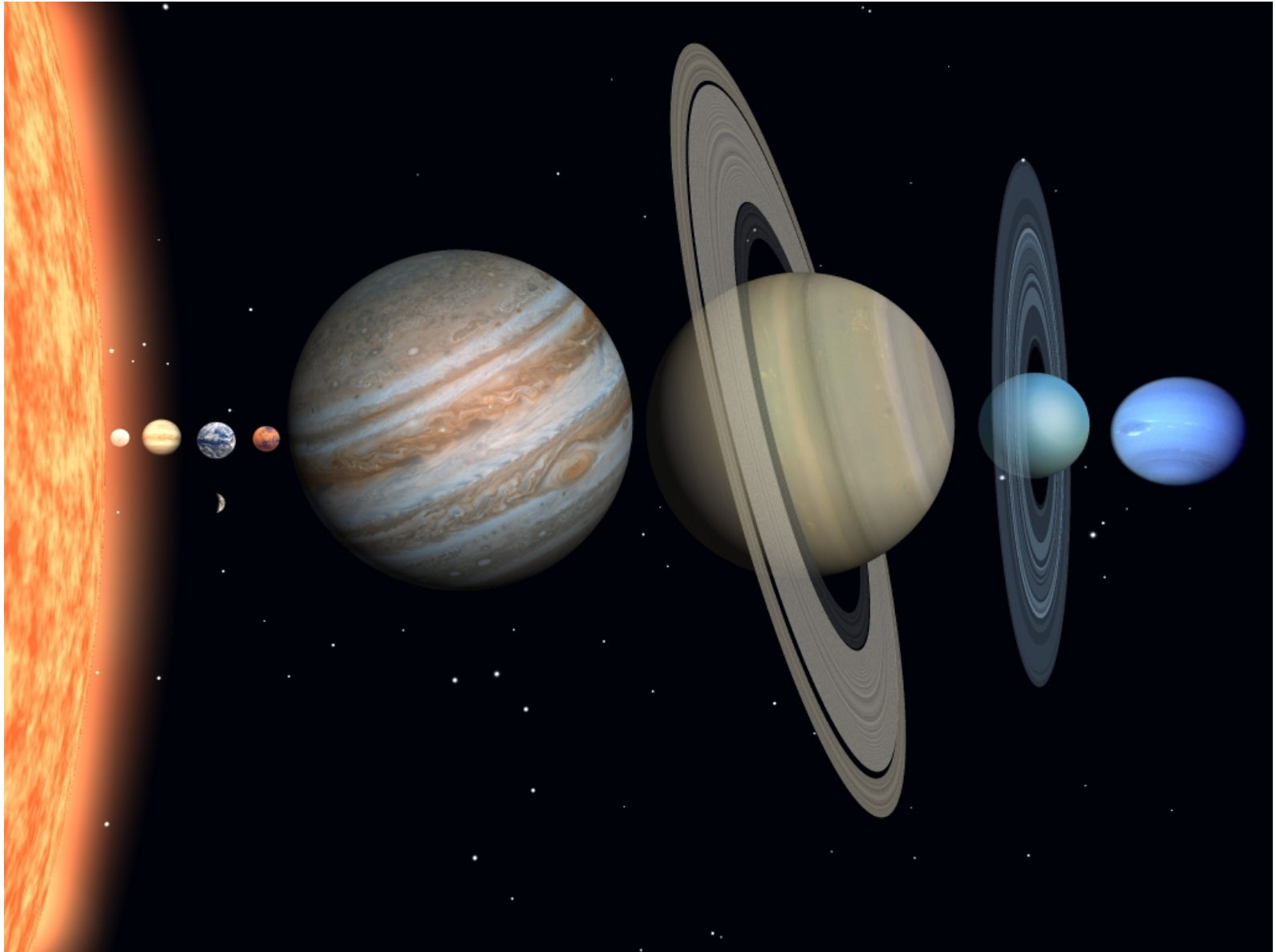


大きさは、約10万光年

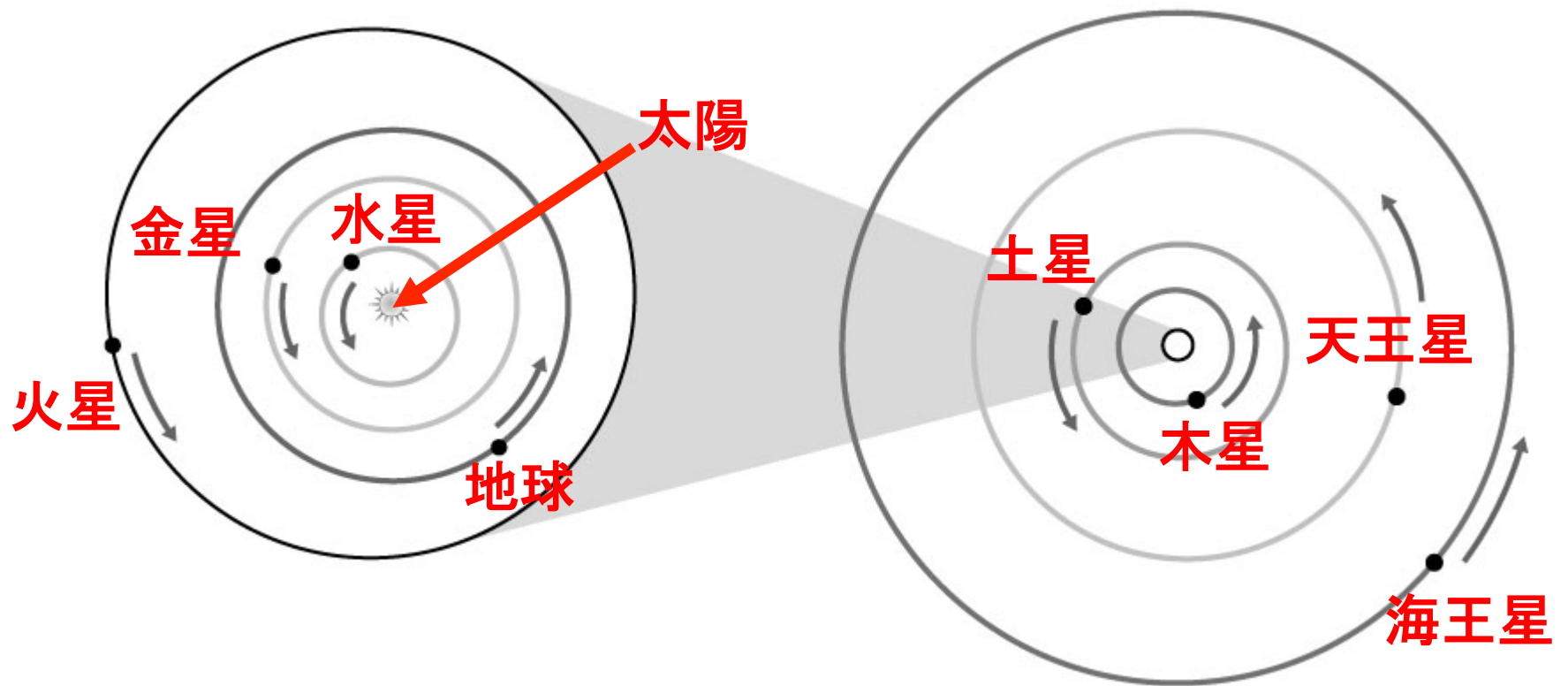
太陽のようにみずから輝く星が、
約1000億個集まっている

10万光年のサイズの銀河と、
言われても、、、

太陽系：太陽と惑星



太陽系の姿



太陽系はスカスカ？

太陽の大きさを、直径30cmのすいか玉に縮めると、、、

	太陽からの距離	惑星の大きさ
水星	12m	1mm
金星	23m	3mm
地球	32m	3mm
火星	49m	1.5mm

太陽系はスカスカ？

太陽の大きさを、直径30cmのすいか玉に縮めると、、、

	太陽からの距離	惑星の大きさ
木星	168m	3cm
土星	308m	3cm
天王星	619m	1cm
海王星	971m	1cm

太陽に一番近い恒星までの距離は？

- 1: 京都駅くらい
- 2: 東京くらい
- 3: 地球の反対側(ウルグアイとかアルゼンチン)くらい

正解: 3 地球の裏側より少し手前

9, 000km

(この縮尺では、銀河内の遠い星は: 太陽-地球間程度～
太陽系くらいの広がり)

もっとちぢめて

太陽系の大きさを
500円玉位とすると
星のいる範囲は日本位

太陽は数ミクロン

おりひめ星(25光年)は
1km先



太陽系

本当の星の数は
1000億くらい



太陽系

想像しにくいのでさらにずっと、小さくして：
銀河をピザ(Lサイズ：直径30cm)とすると
となりの銀河(M31, アンドロメダ銀河)
までの距離は？

- 1: 6－7m先のピザ
- 2: 6－7km先のピザ
- 3: 6000－7000km先のピザ
(地球の裏側)

正解： 意外なことに 1

宇宙に点在する銀河



一番遠い銀河は？

- 125億光年とすると、約100km先のピザ
(昔なのでサイズはLサイズより小さい)

銀河は、いつ、どのようにでき、 どのようにして現在の姿に なったのだろうか？

- 4回生の頃までに知ったこと

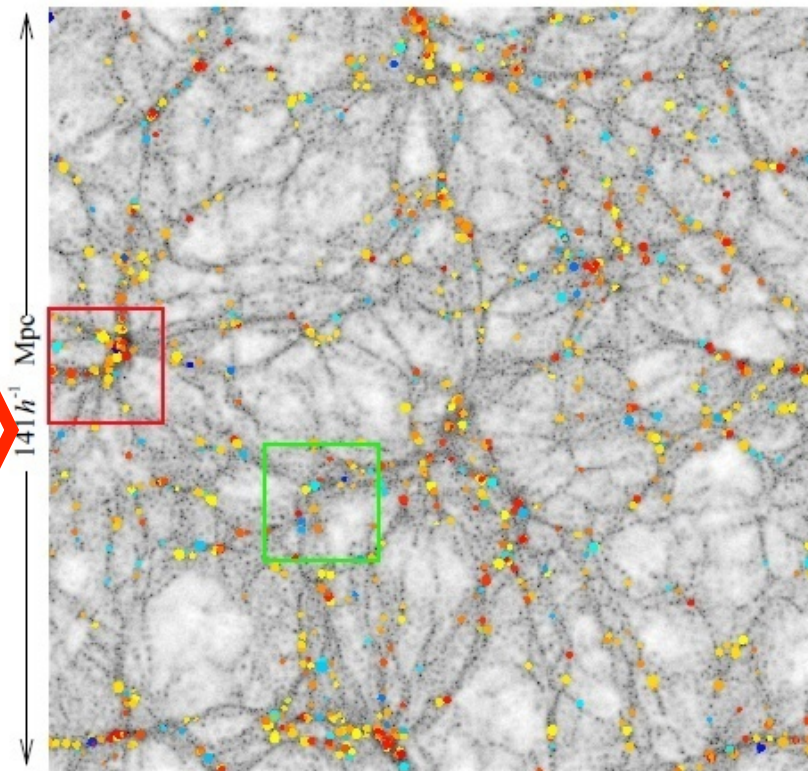
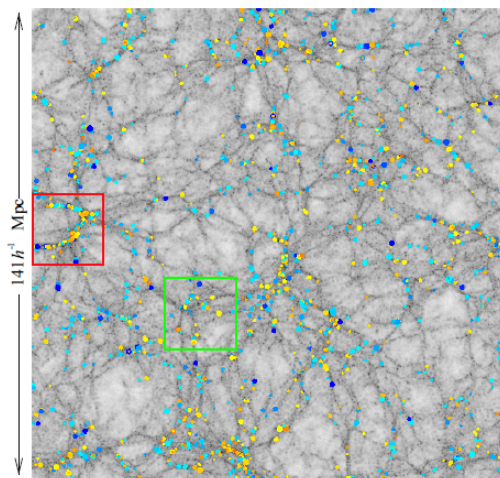
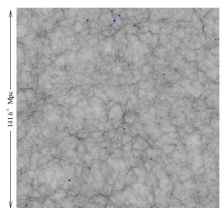
宇宙は、初期にはガスのみ（正確にはダークマターがあるが）
ガスには密度揺らぎがあり
密度の高いところが重力的に成長して
星をたくさんつくって、銀河となる
と、いう理論（シナリオ）

銀河形成シミュレーションの例

宇宙年齢
137億年 (現在)

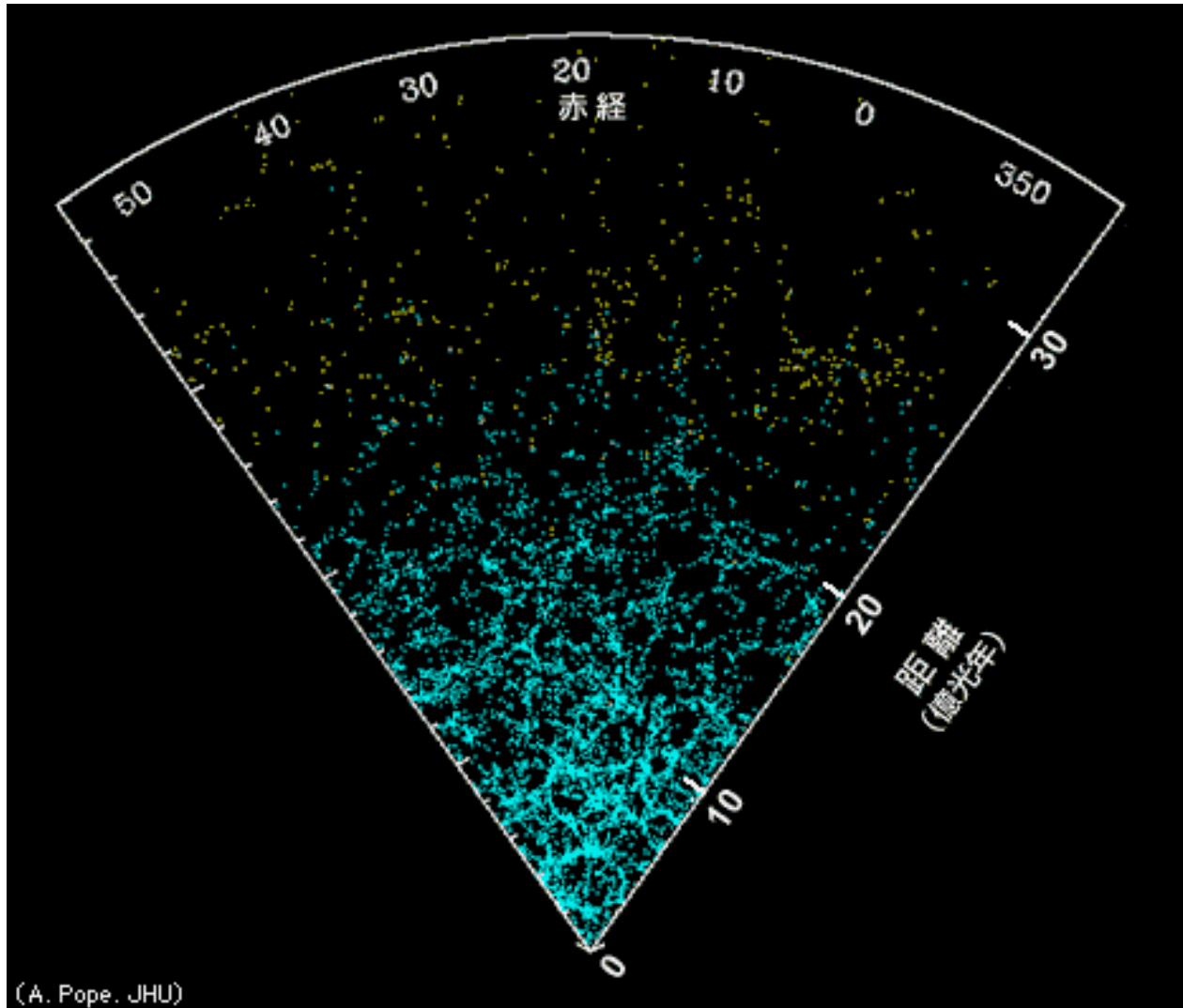
宇宙年齢
60億年

宇宙年齢
10億年



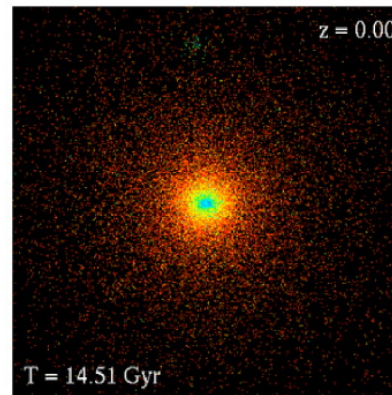
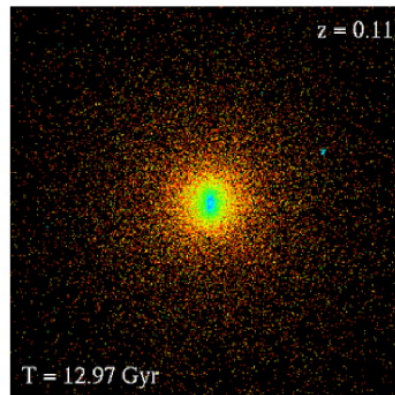
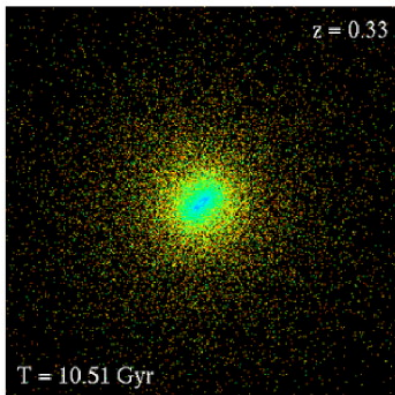
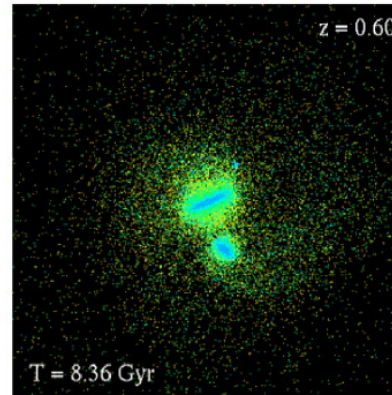
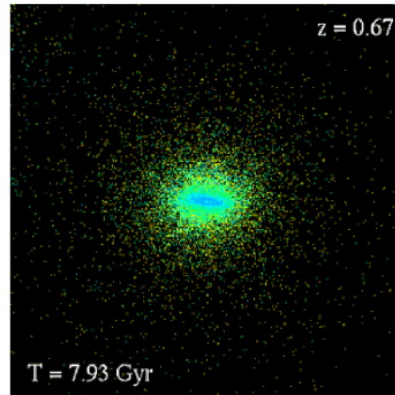
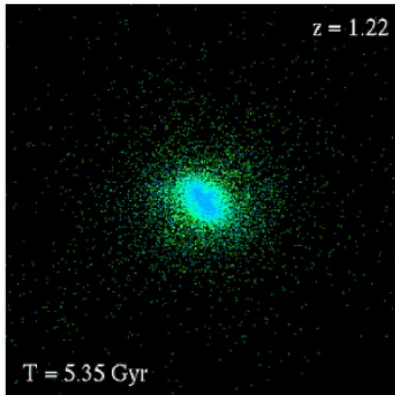
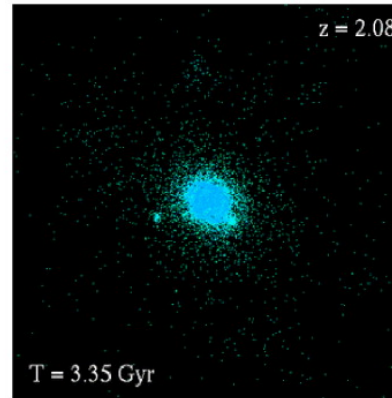
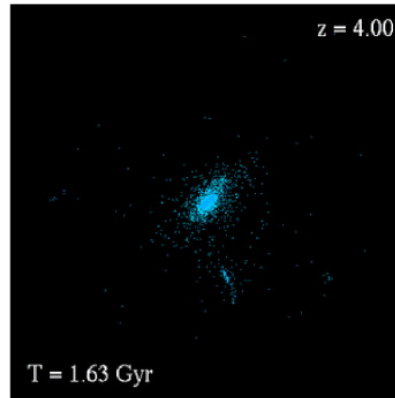
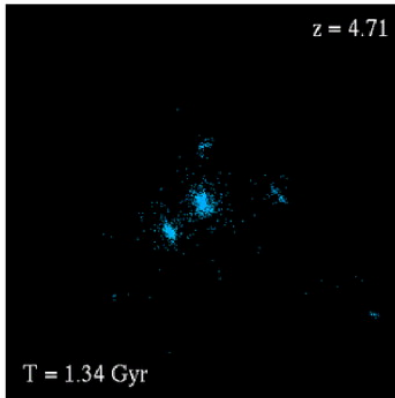
宇宙における実際の銀河の分布

宇宙の一部をスライスして銀河分布を描くと・・・



大局的には
一様だけど
むらむらした分布

コンピュータ シミュレーション による銀河の進化



Meza et al. ApJ 519,
619, 2003

銀河形成の現場を見たい！

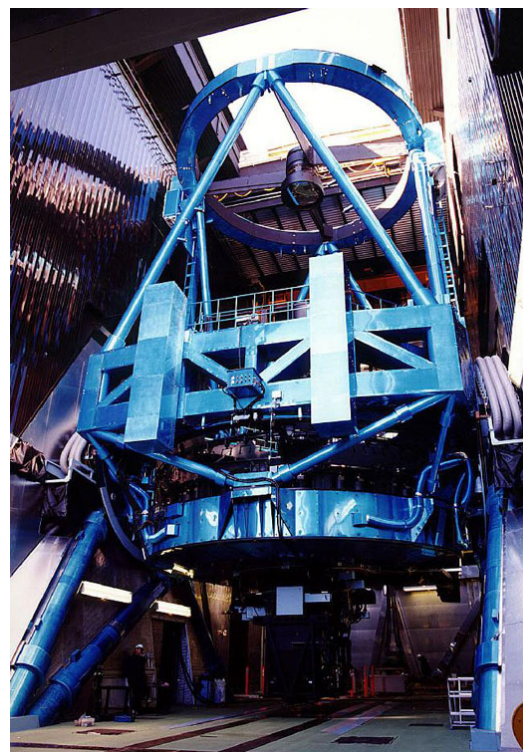
- 遠くの宇宙を見ることは、昔の宇宙を見ること
- 宇宙の果ての銀河を見れば、生まれたての銀河を見ることになる！
- しかし、大学院生の頃には夢物語
- 近くの銀河の研究、特に生まれたての銀河に似た性質を持つ銀河の研究等
- 1990年頃から電波望遠鏡による探査を開始
昔のガスの塊を探査 等

銀河形成の現場を見たい！

- 1996年頃
110億光年の銀河（宇宙年齢が20億年頃の時代の銀河）が可視域で、たくさん見えてきた
- 2000年頃から
125億光年の銀河（宇宙年齢が10億年頃の時代の銀河）の可視域での探査が可能に
（可視域でちゃんと探せる最遠方）

125億光年の銀河を探す！ (宇宙年齢10億年頃の宇宙)

すばる望遠鏡@ハワイ島
マウナケア山山頂(4200m)



ハワイ島 マウナケア山



マウナケア山

ヒロ



ヒロから見たマウナケア山

ヒロのダウンタウン

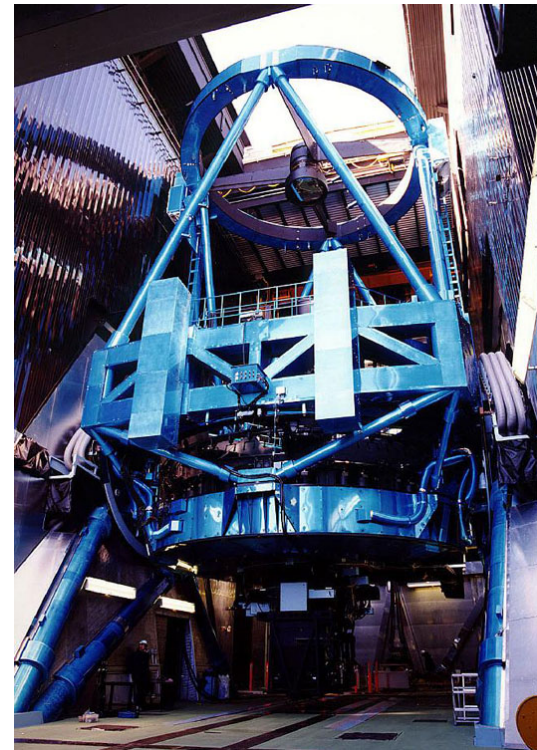


マウナケア山天文台群

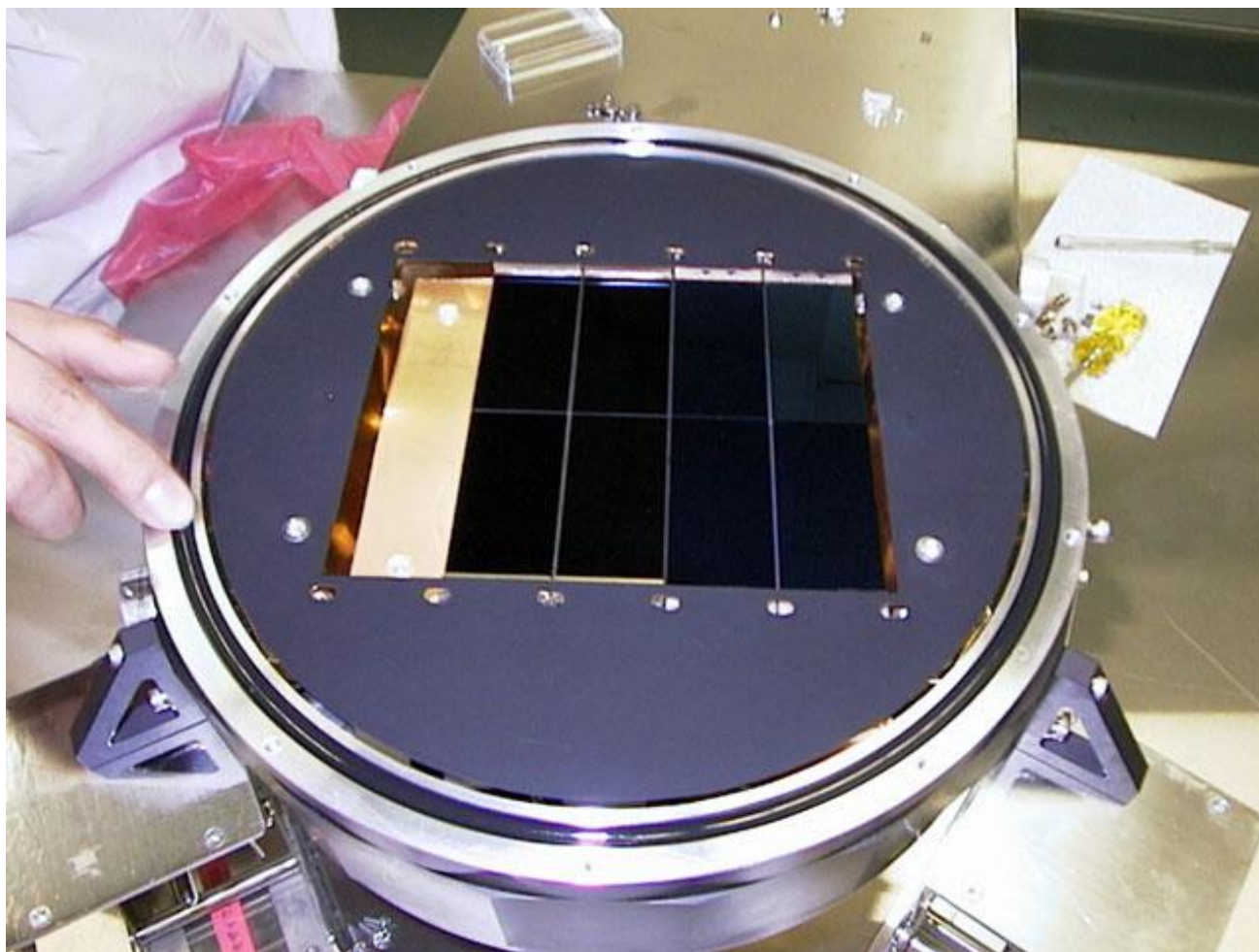


すばる望遠鏡@ハワイ島 マウナケア山山頂(4200m)

観測棟 (エンクロージャー) ドーム (エンクロージャー) ドームの中の望遠鏡



特大CCDカメラ



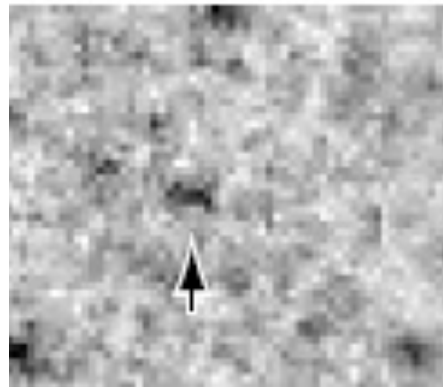
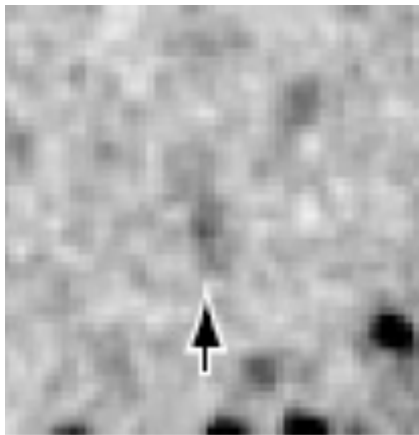
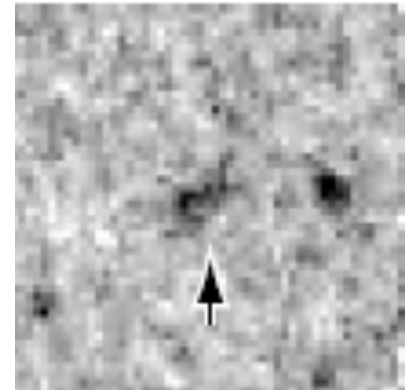
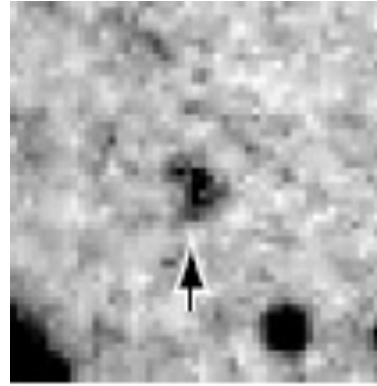
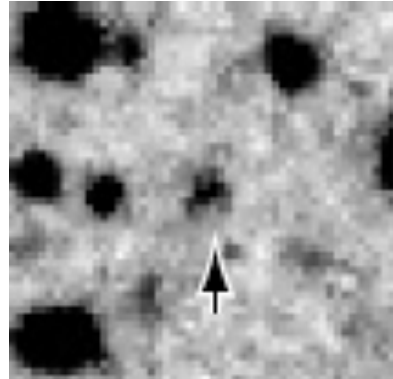
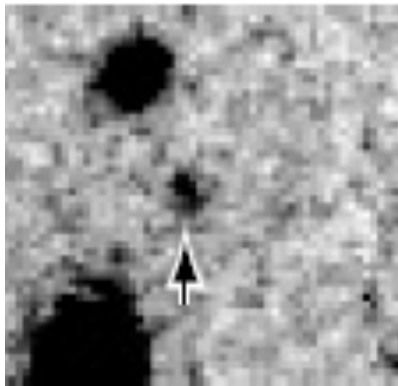
観測風景



2010年11月23日 FMOSによる観測：左から、Letawsky、田村、秋山、矢部 32

125億光年の銀河をたくさん検出！

(宇宙年齢10億年頃の銀河)



他、多数

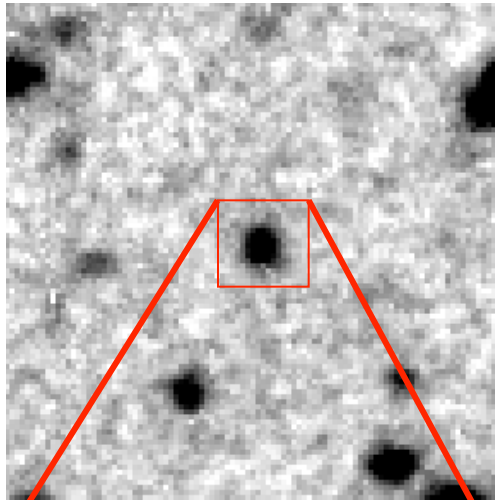
Iwata, Ohta, et al. 2003,
PASJ 55, 415

Iwata, Ohta, et al. 2007,
MNRAS 376, 1553

誕生後間もない銀河のクローズアップ例

144200

すばる望遠鏡による画像



スピッツァー宇宙望遠鏡による
中間赤外線撮像観測等から

推定年齢 1000万年

推定星の数 約60億

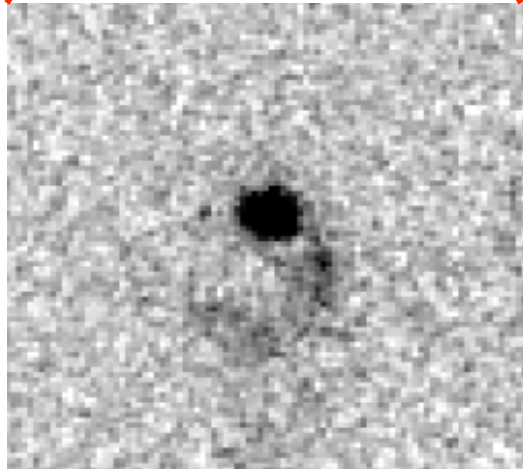
激しく星形成中

星の数は、現在の銀河の
20分の1くらい

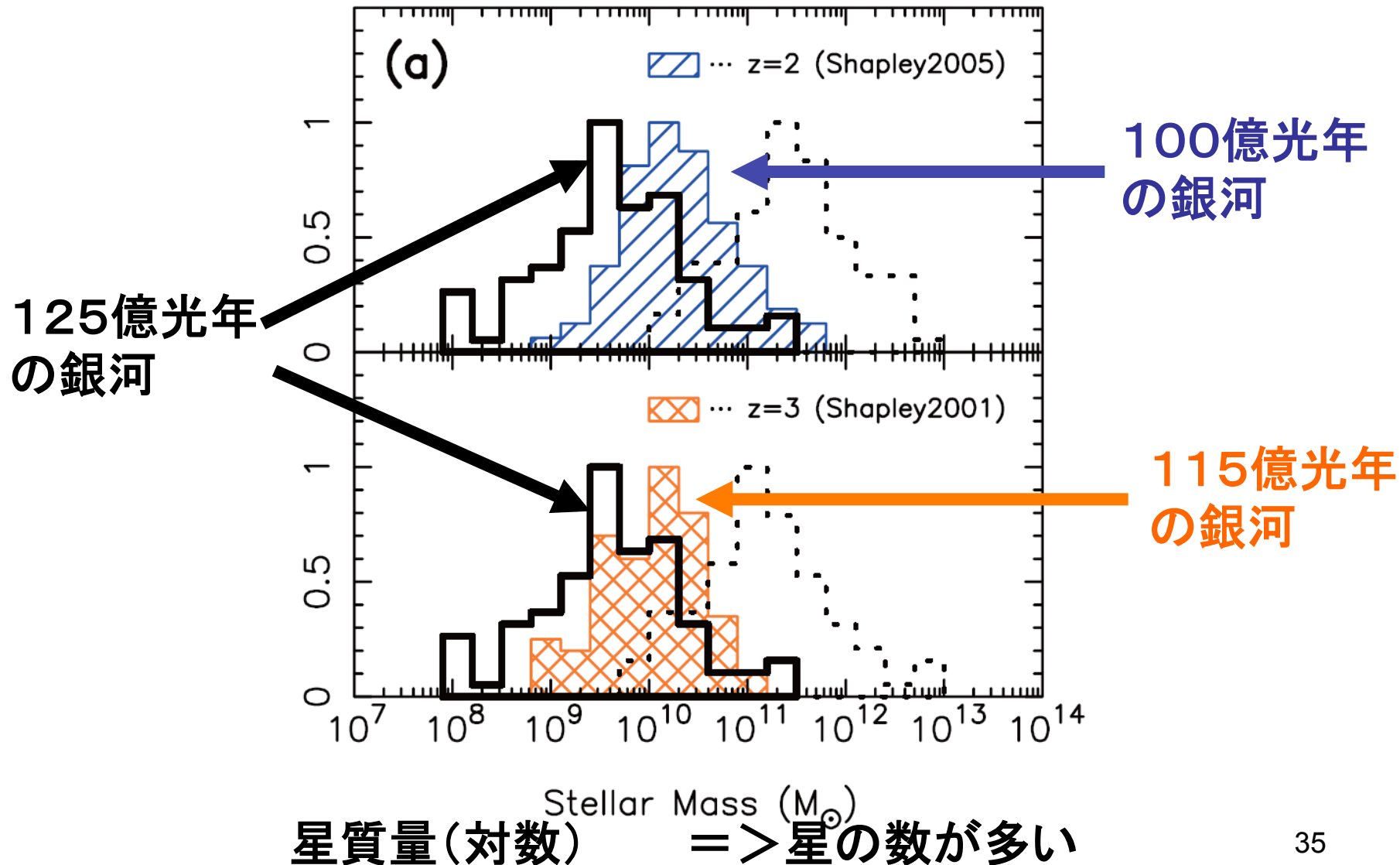
サイズは5分の1くらい

人間でいえばまさに赤ん坊くらい

ハッブル宇宙
望遠鏡による
拡大写真。
しっぽのような
形が見える。
衝突後の銀河
かも！



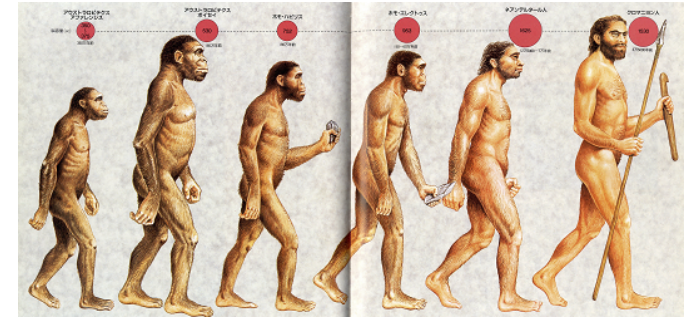
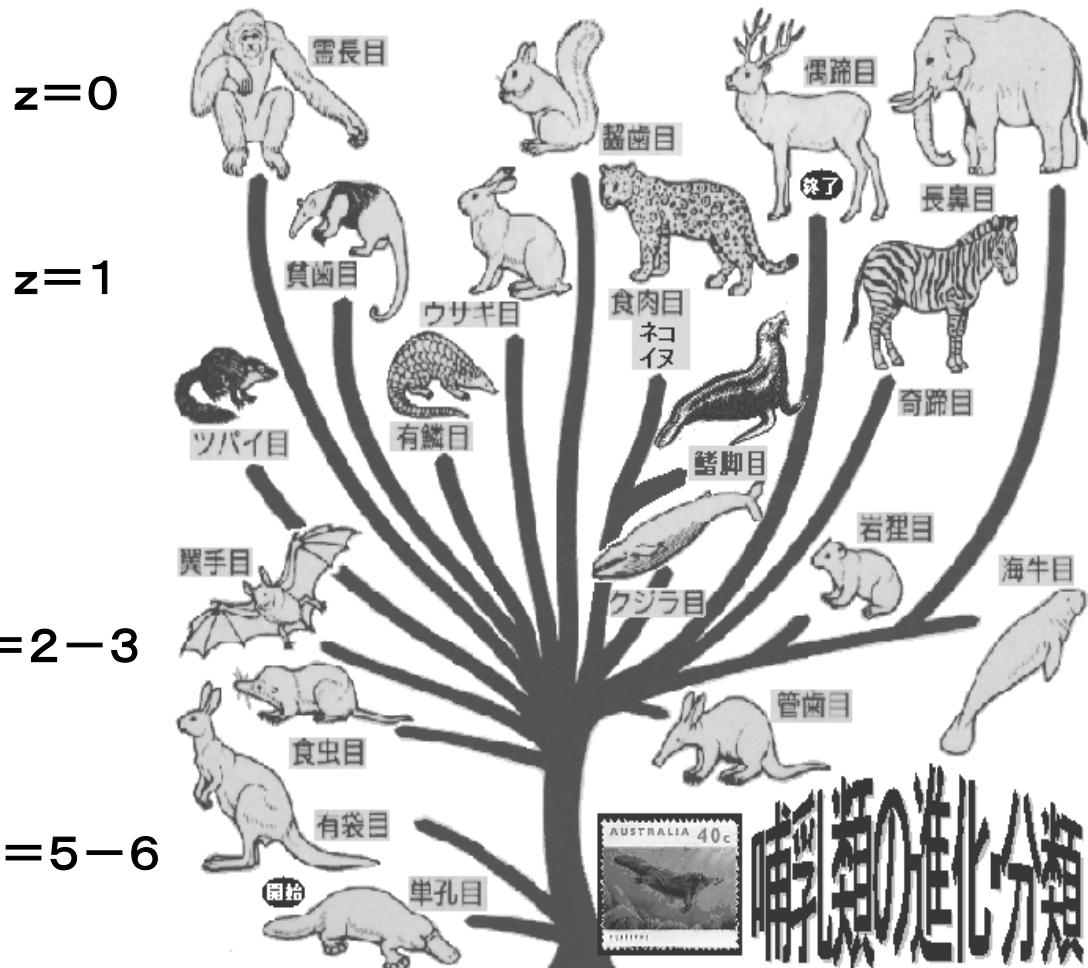
宇宙初期における銀河の成長： 銀河の体重の増加



125億光年の銀河の成長段階

- 星の数は、まだ太陽の100億程度まで
=>これから10倍くらい多くなる？
- 激しい星形成活動（現在の宇宙の100倍？）
- 現在より小さくて変な形のものも多い
=> 現在のどんな銀河に成長していくのか？
などなど

宇宙年齢10億年頃から 現在までの進化は??



今後の課題

- 10億年の時代の銀河の性質を明らかに！
- さらに昔の銀河を探して誕生に迫る！
 本当に生まれたての銀河はどこに？
- 現在の銀河への成長過程は？
- まだまだ謎だらけ、、、

世界の大型光赤外線望遠鏡計画

ミリ波サブミリ波望遠鏡 ALMA(稼働開始)@チリ



30m望遠鏡 TMT

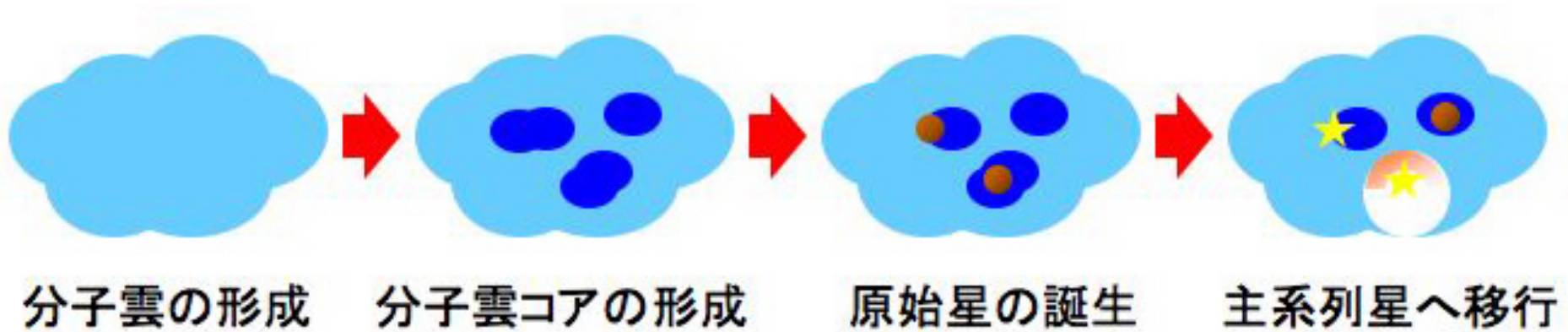


6.5m宇宙望遠鏡: JWST³⁹

終？

マンガ風に描くと

星間ガス(主成分は水素「原子」)



主成分は
水素「分子」