

# 全国同時七夕講演会

「宇宙の話—われわれはどこからきてどこに行くのか—」

甲南大学理工学部物理学科

須佐 元

# 全国同時七夕講演会 2012

- 「全国同時七夕講演会」は、7月7日の七夕の日や、8月24日の伝統的七夕の日を中心とし、その前後の期間にわたり、全国各地で同時に天文や宇宙の講演会を実施するというイベントです。今年で第4回になります。
- 甲南大学でも初回から行ってきました。

# 話の予定

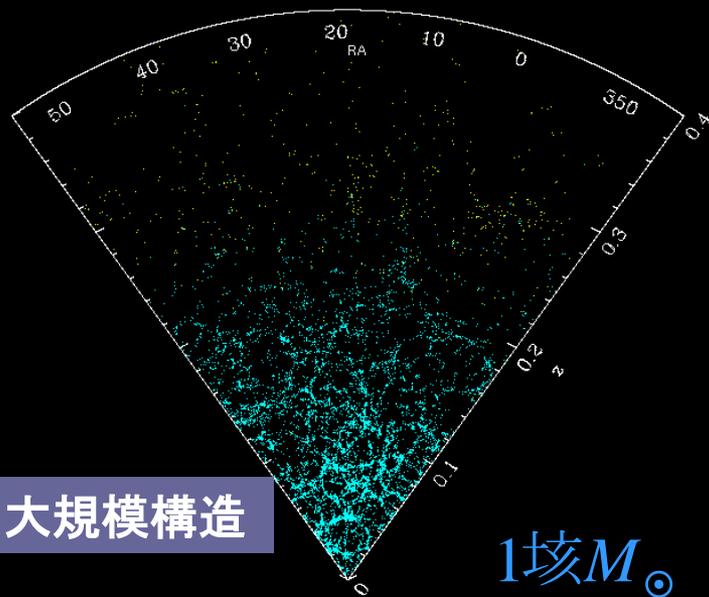
- 宇宙の階層・構造
- 宇宙の歴史
  - ビッグバン宇宙
  - 銀河の誕生
- 私たちはどこからきたのか？
- まとめ

<http://tpweb2.phys.konan-u.ac.jp/~susa/>

# さまざまな天体・さまざまな重さ



$2 \times 10^{-28} M_{\odot}$   
(=100kg)



大規模構造

1垓 $M_{\odot}$

ヒト

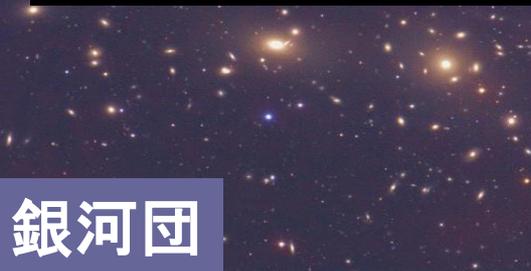


1 $M_{\odot}$  太陽



100万 $M_{\odot}$

球状星団



銀河団

1000兆 $M_{\odot}$



銀河

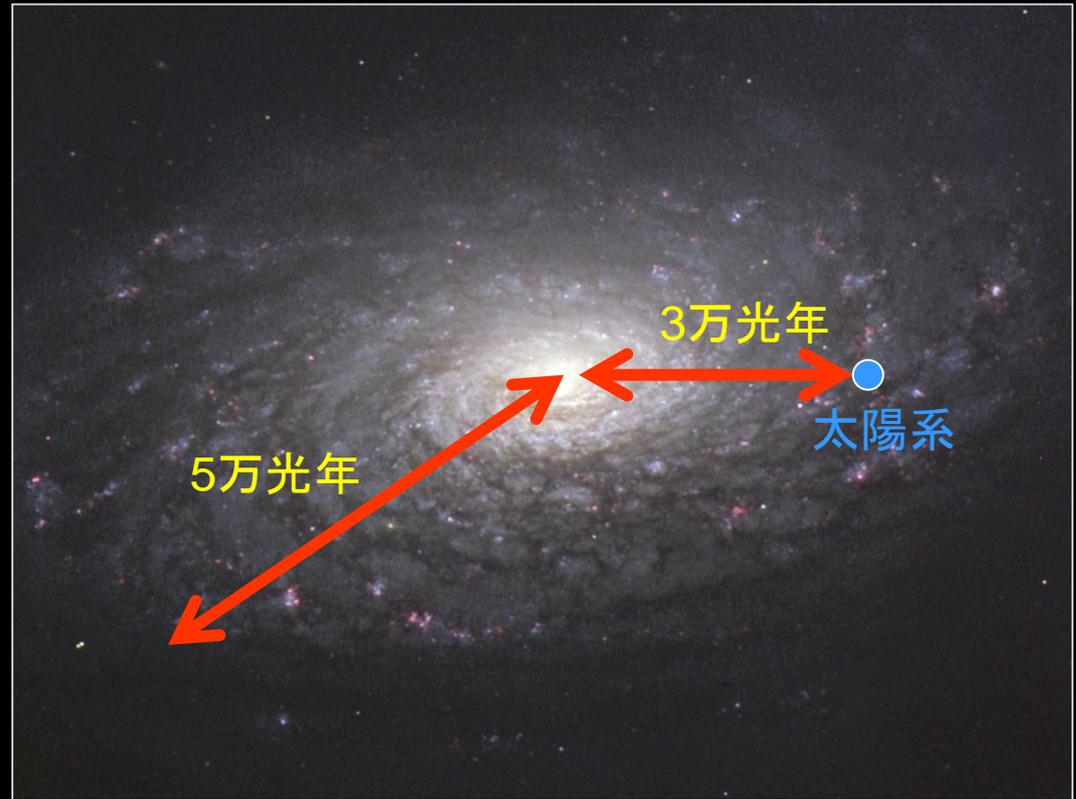


1億 $M_{\odot}$  ~ 10兆 $M_{\odot}$

# 巨大な銀河系(天の川)



想像図



M 63 (NGC 5055)

Suprime-Cam (B, V, H $\alpha$ )

ひとつの銀河に1億—1千億個の星々

# いろいろな銀河

楕円銀河



円盤銀河



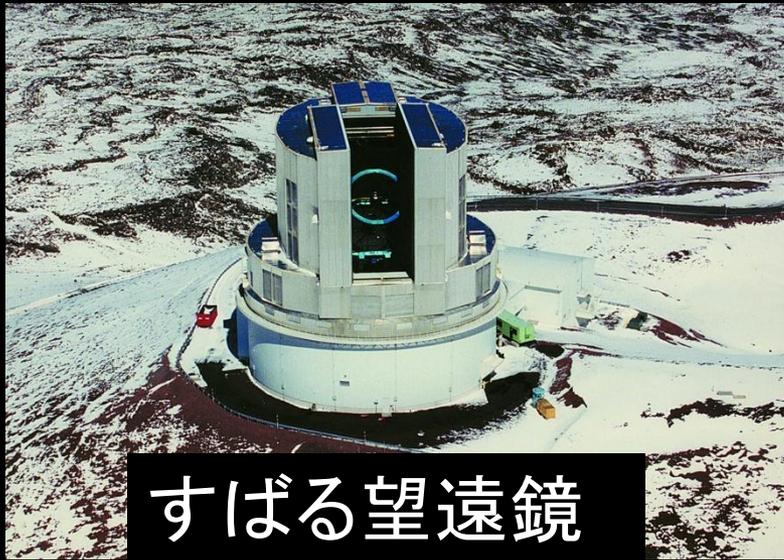
不規則銀河



衝突している銀河



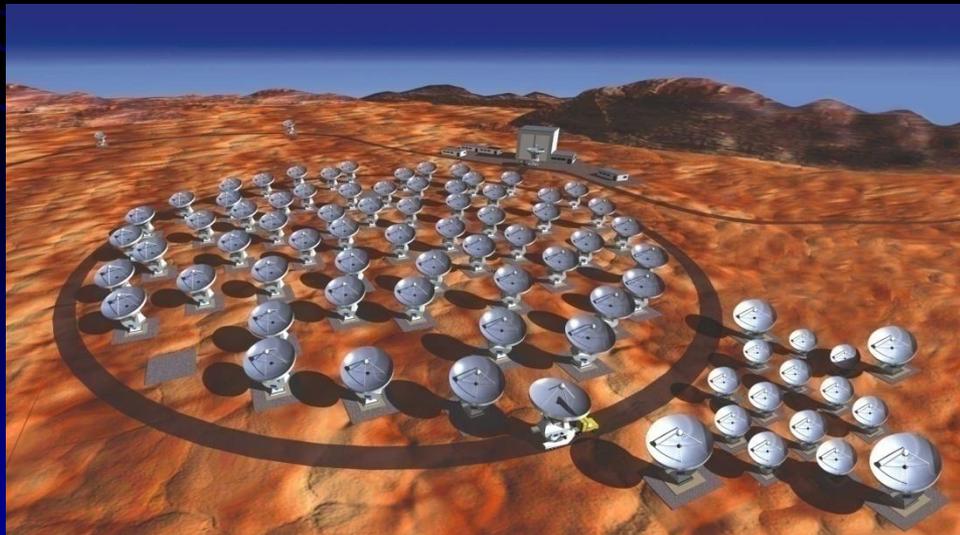
# 宇宙を見通す目



すばる望遠鏡



ハッブル宇宙望遠鏡

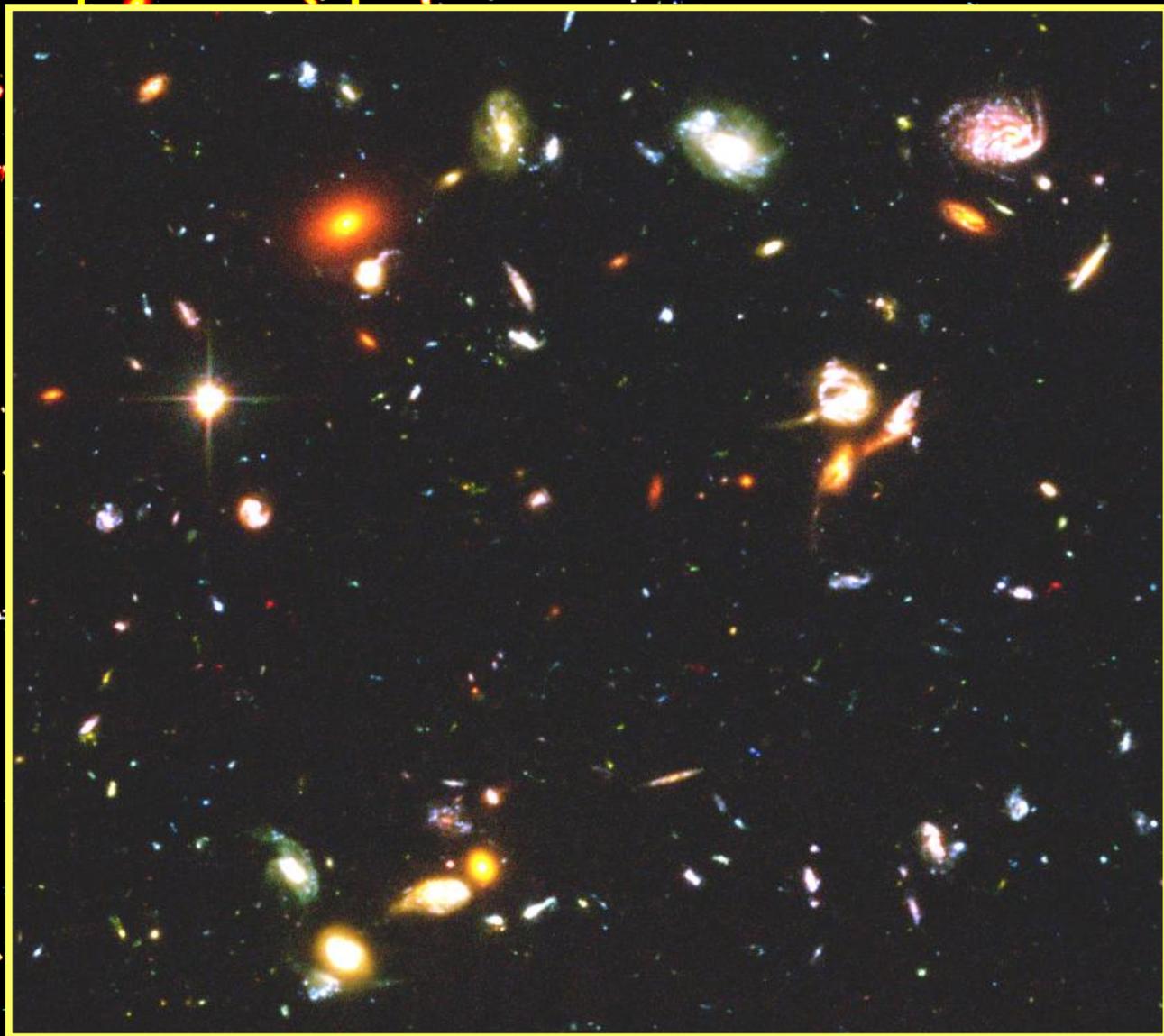


ALMA電波望遠鏡



# 無数の銀河

ハッブルウルトラディープフィールド



# ドップラー効果



ピーポーピーポー

低い音



ピーポーピーポー

高い音



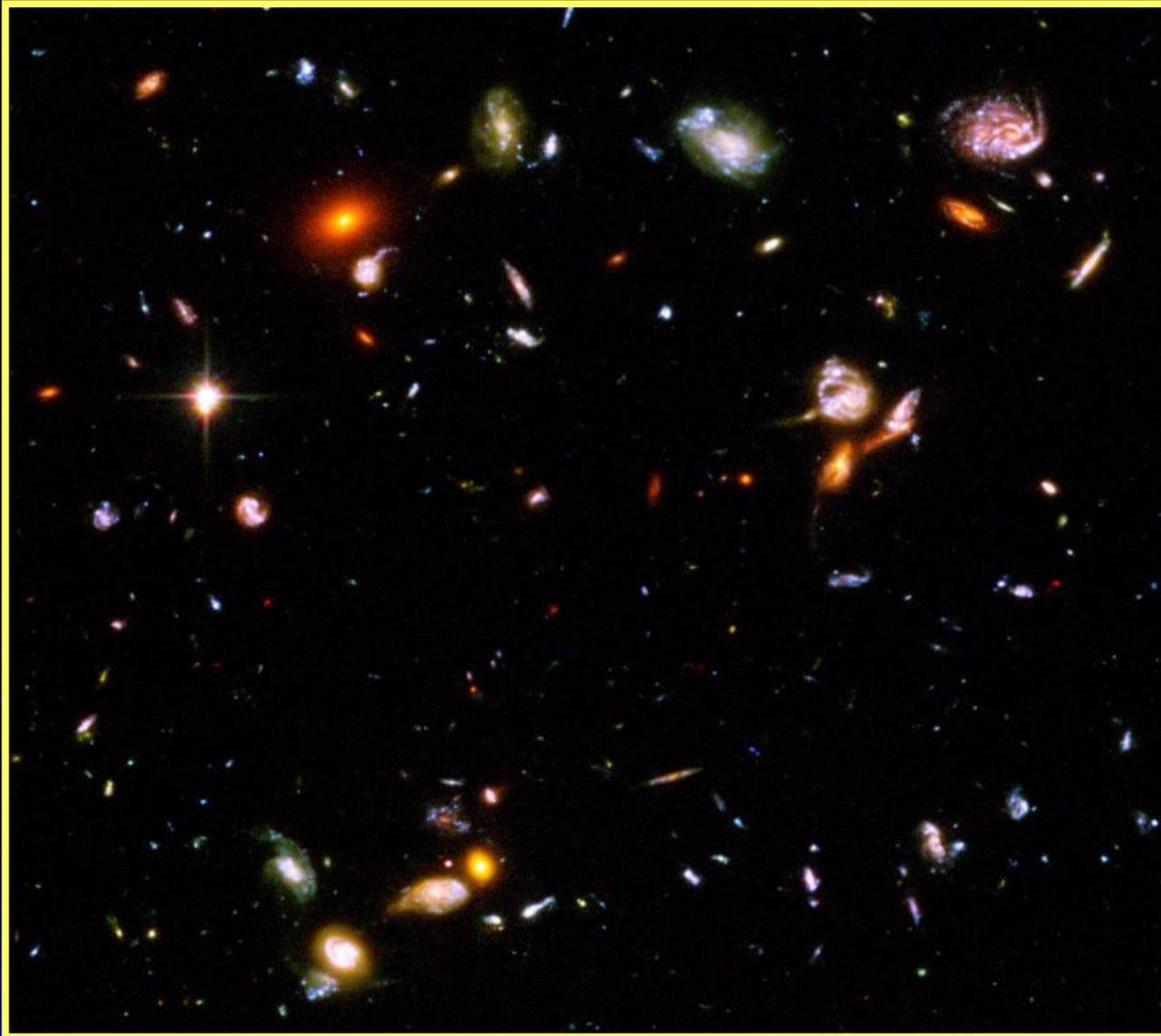
光では

赤い色

青い色

# 赤い銀河は遠ざかっている

ハッブルウルトラディープフィールド

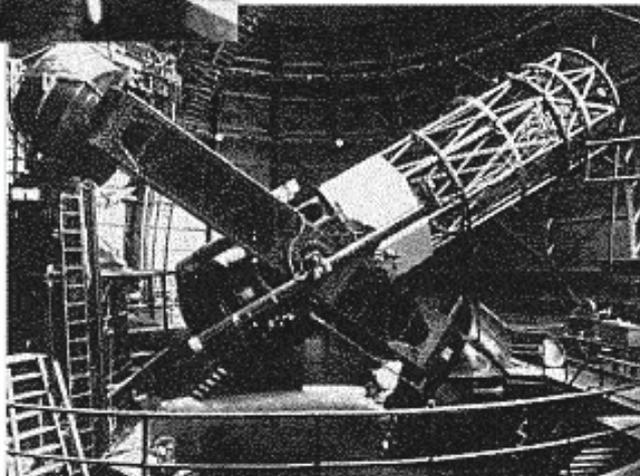
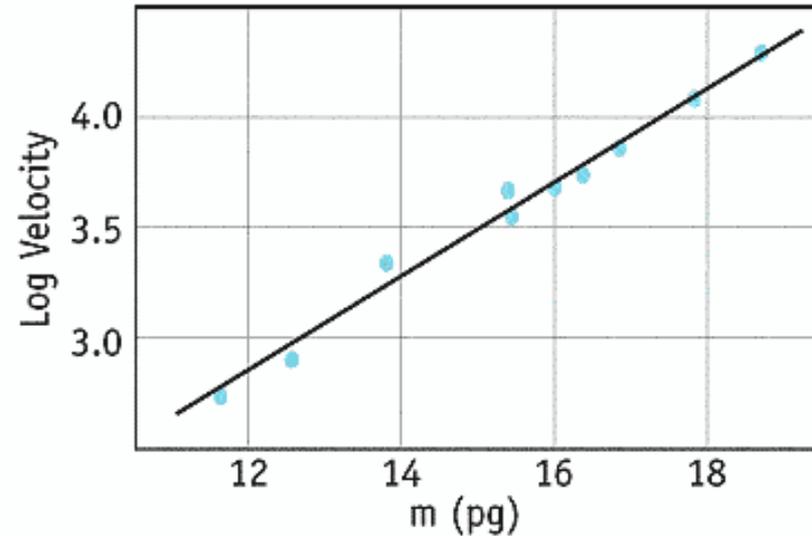


# 膨張する宇宙

## DISCOVERY OF EXPANDING UNIVERSE



Edwin Hubble

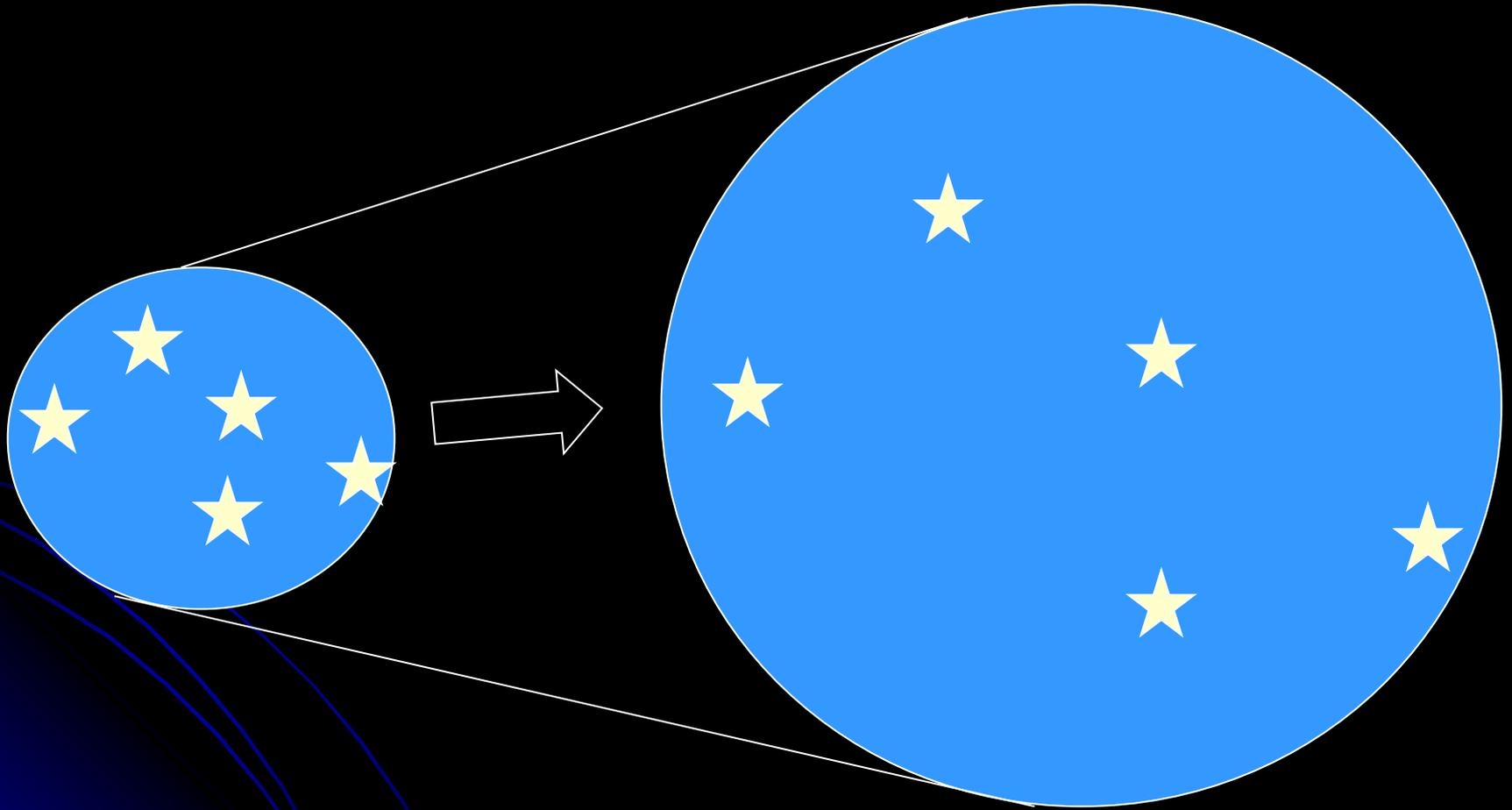


Mt. Wilson  
100 Inch  
Telescope

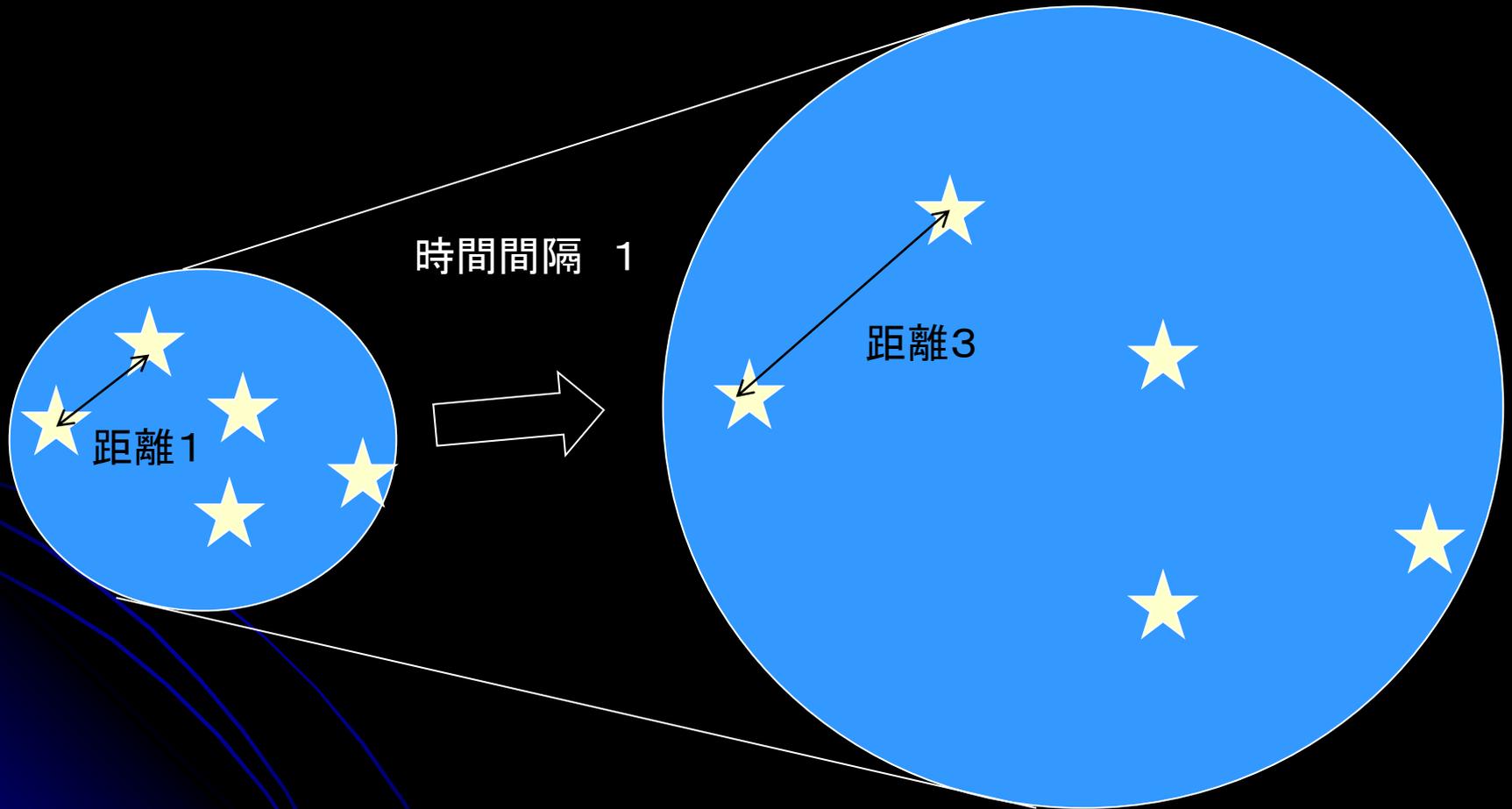
遠くの銀河ほど早く遠ざかっている

<http://map.gsfc.nasa.gov>

# 膨張する宇宙

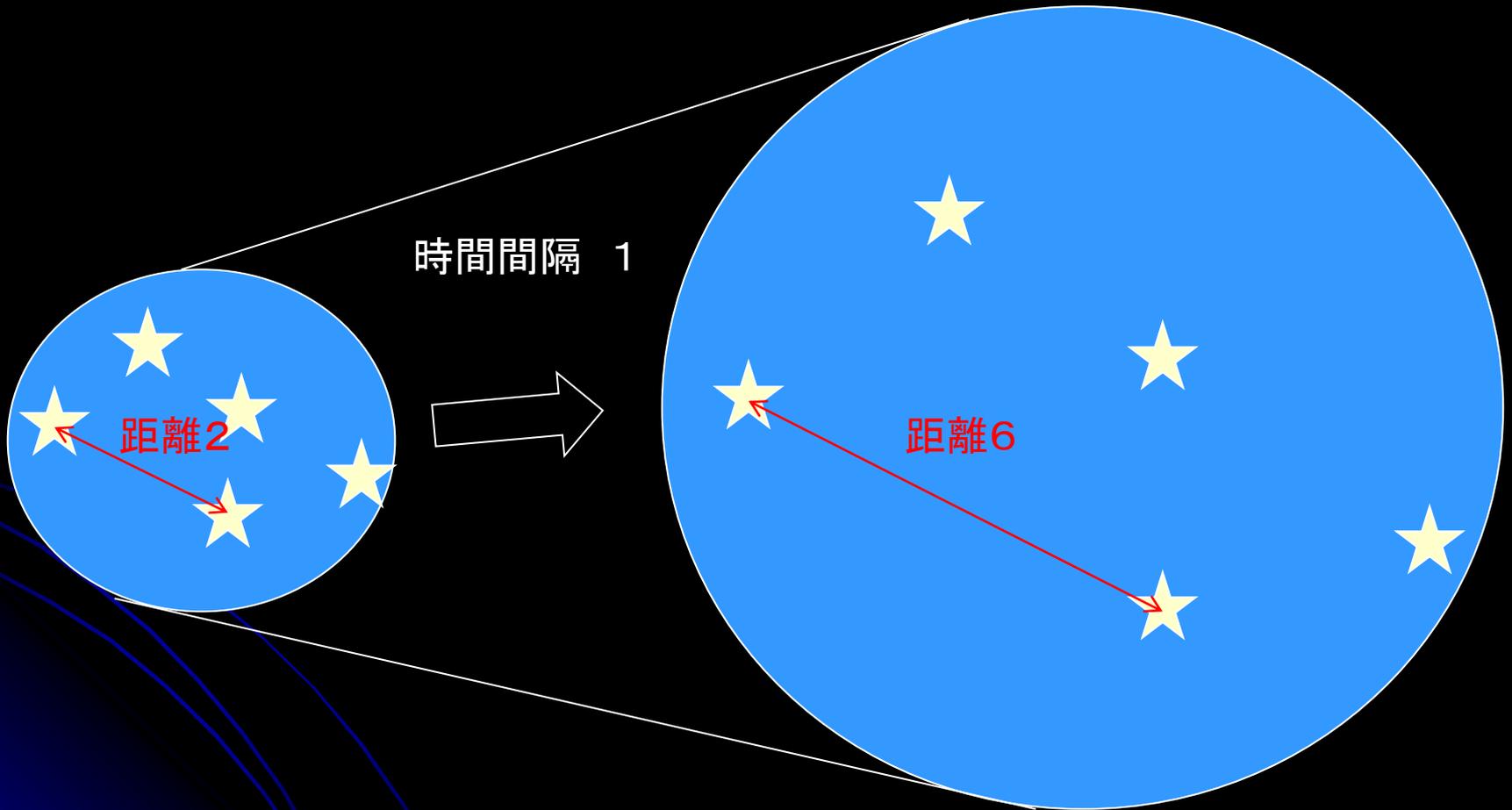


# 距離と遠ざかる速さ(1)



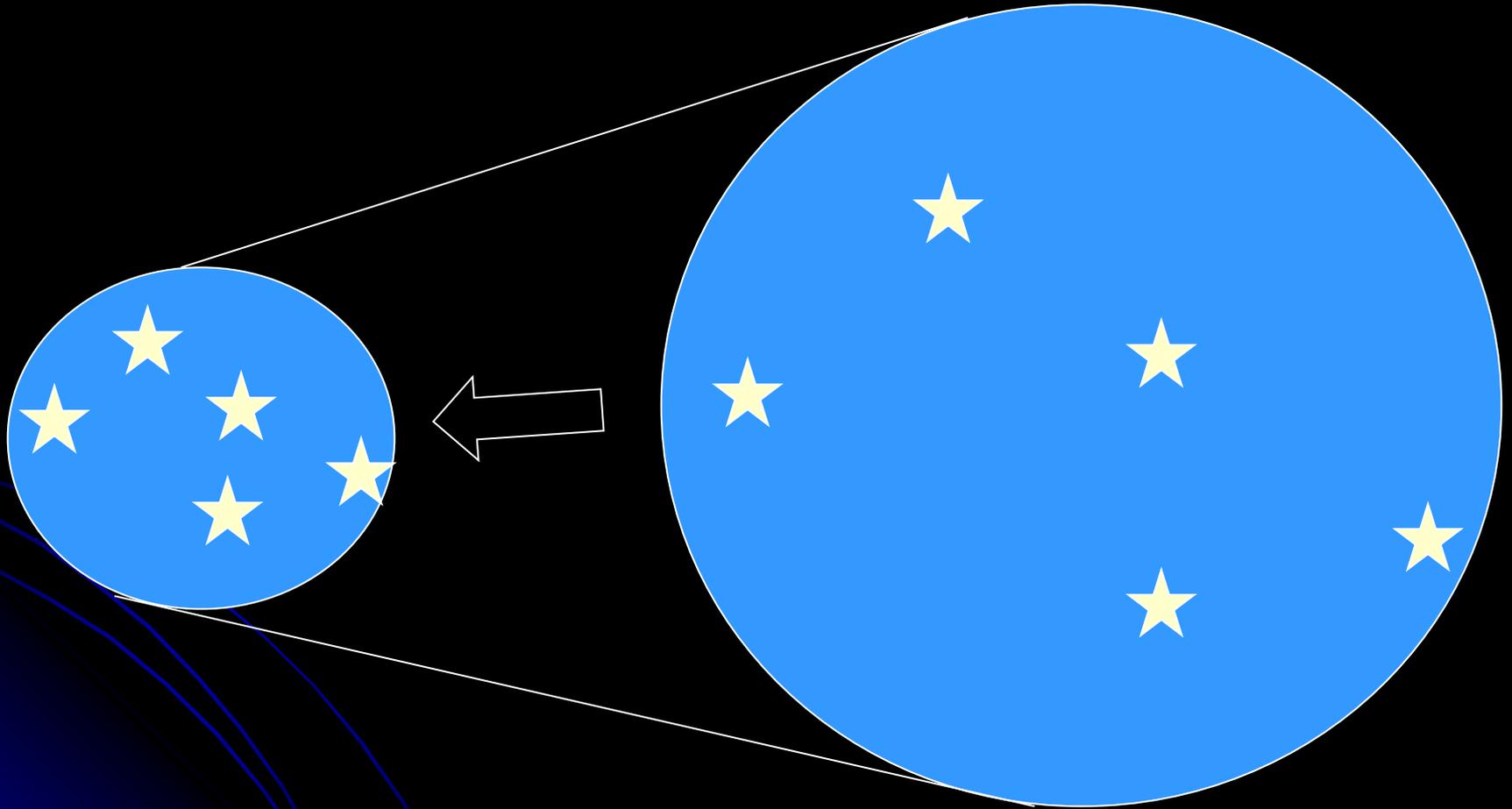
$$\text{速さ} = (3 - 1) \div 1 = 2$$

# 距離と遠ざかる速さ(2)



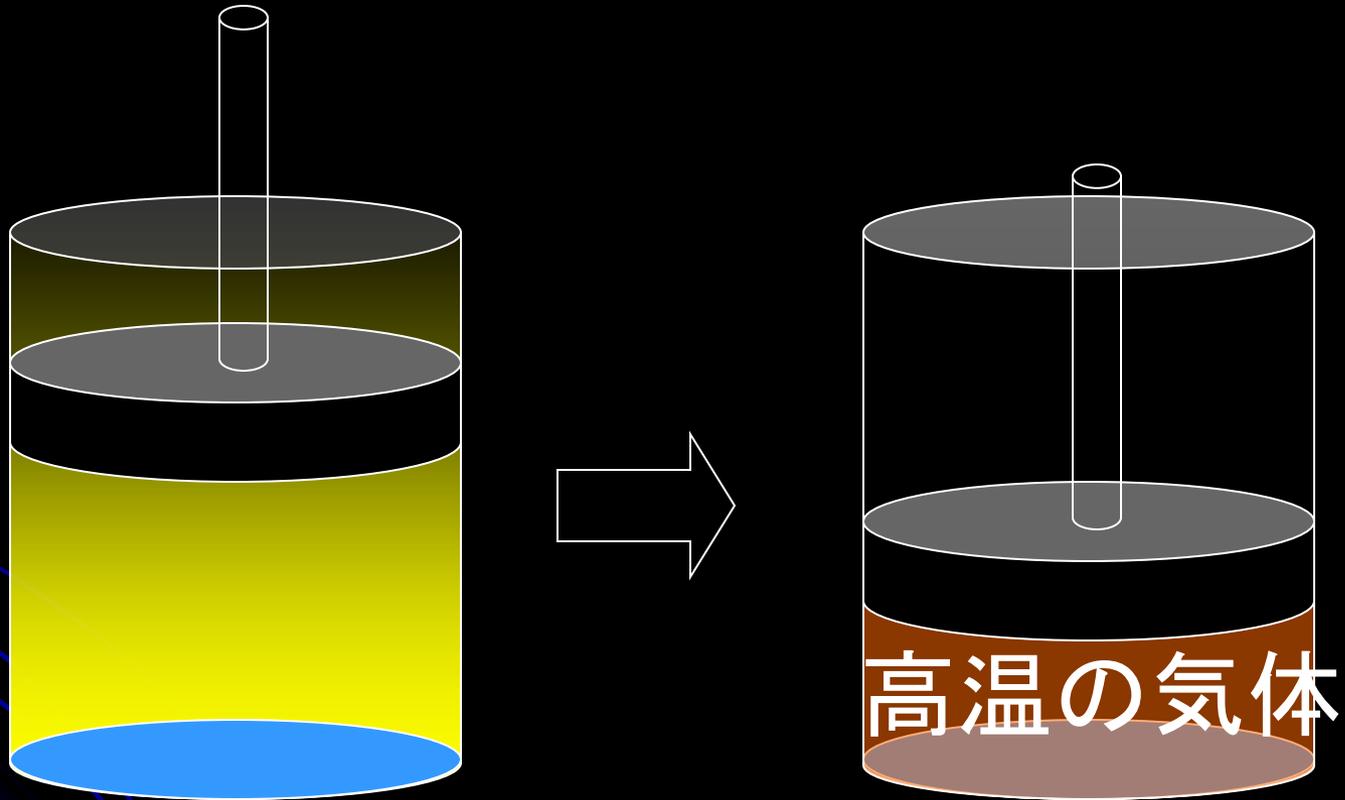
$$\text{速さ} = (6 - 2) \div 1 = 4$$

# 時間をさかのぼると、...



宇宙は過去にさかのぼるとどんどん小さくなり、**熱**くなっていく。

# 気体を縮めると熱くなる

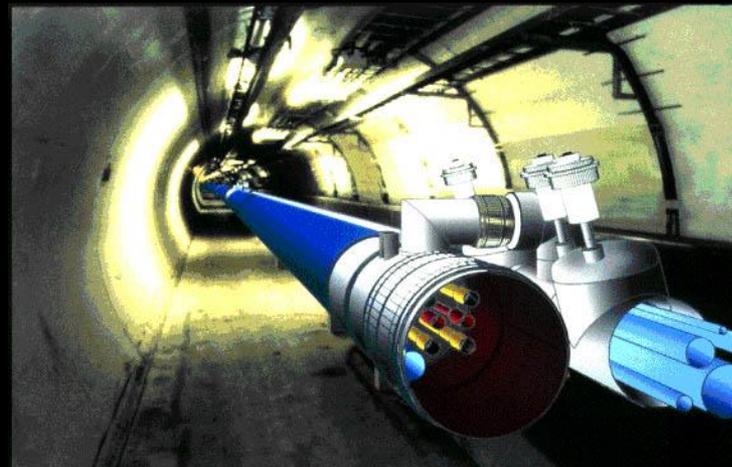


宇宙も過去にさかのぼるとどんどん高温の熱い世界になっていく！！

# 137億年前の“ビッグバン”

- 膨張の様子から昔にさかのぼることができる。
- 過去に遡れば遡るほど、物凄く熱く・物凄くものが詰まった世界。
- すべての物は溶けてバラバラになってしまう。

# LHC実験～昔の熱い宇宙を実験する

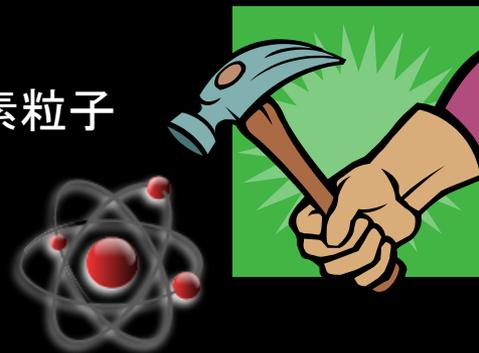


直径約10kmの巨大な地下トンネルの中で、水素原子(イオン)をほとんど光の速度まで加速し、ぶつける実験

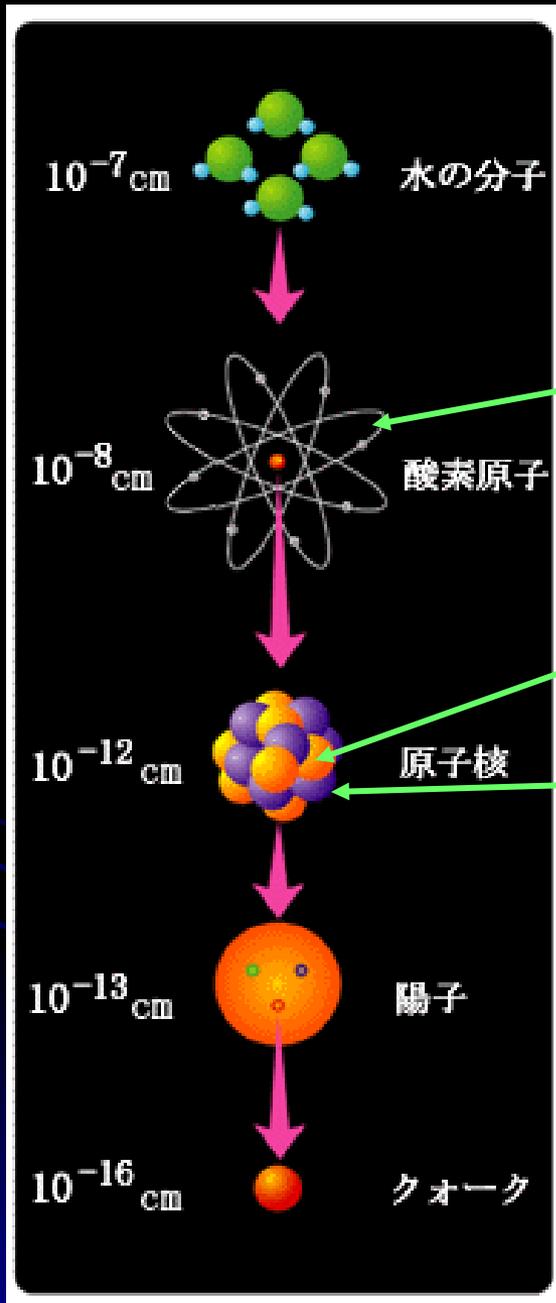
スイスジュネーブ

<http://public.web.cern.ch/>

素粒子



# 物質の階層



電子

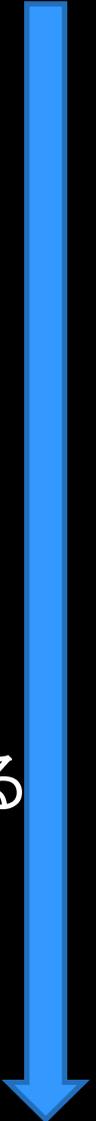
陽子

中性子

小さな構造ほどカッチリと固まっている  
(壊すのに大きな力が必要)

“柔らかい”

“固い”



# 宇宙の始まりを見るには？

遠くをみれば昔が見える

- 光の速さは一定(秒速30万km)

# 見てるのはいつも昔の姿

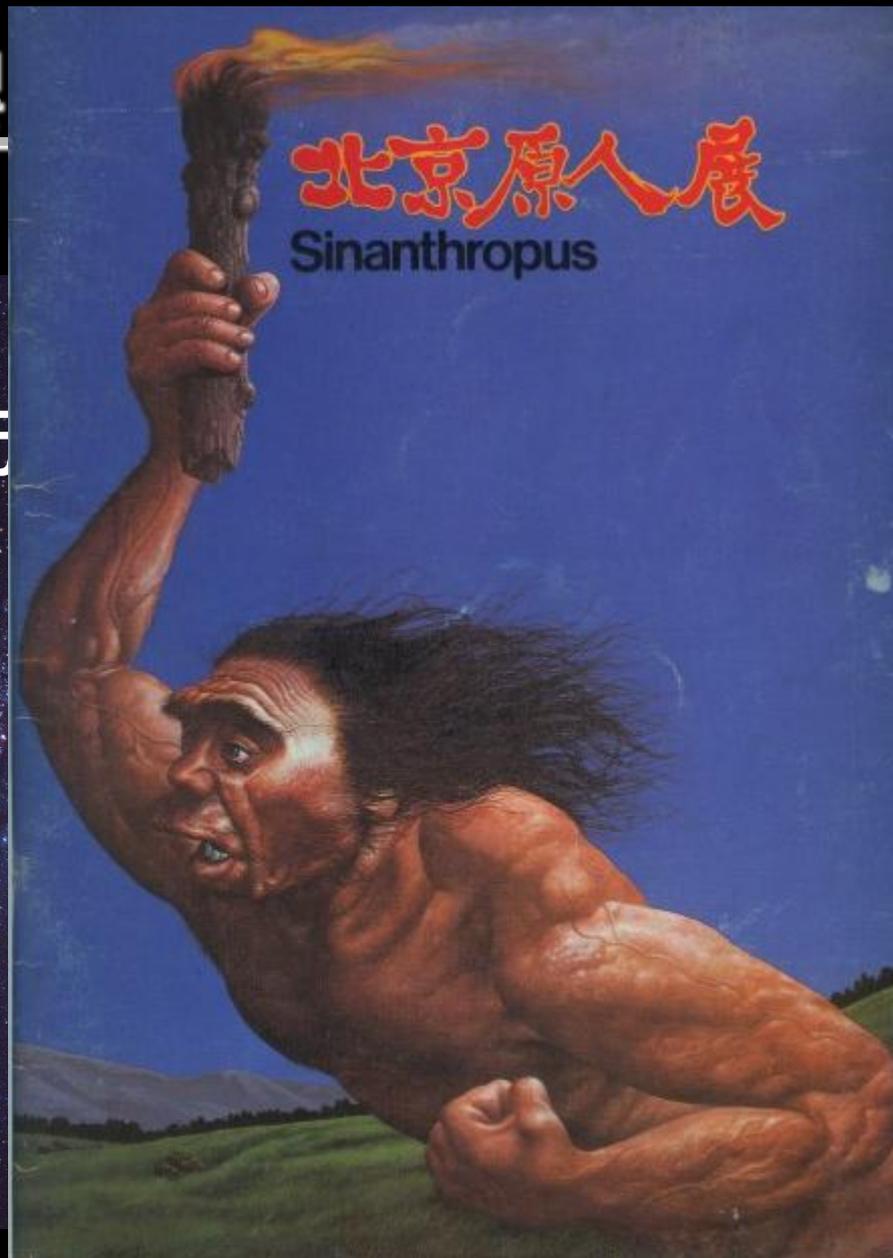
- 私： 一億分の一秒前
  - 月： 1.3秒前
  - 太陽： 8分前
  - 木星： 33分前
  - シリウス： 約8年前
- 

# オリオン座の星雲



# 大マゼラン星

約40万



# かみのけ座銀河団



# すばる望遠鏡が見つけた 最遠方の銀河

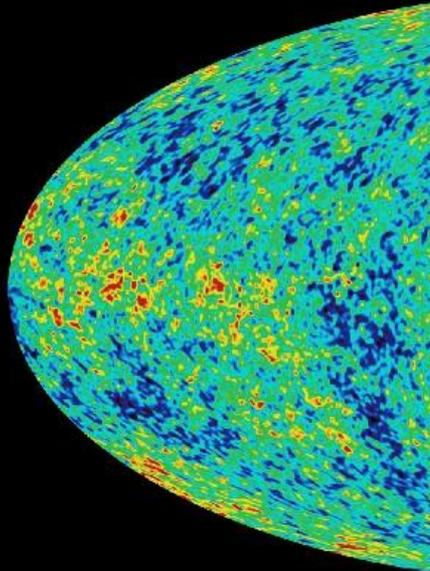


～129億光年のかなた

東京大、国立天文台、  
グループ

この銀河を光が出発したときには  
まだ太陽も地球もなかった、、、。

# 原始宇宙(127億年前)からの光



## The Nobel Prize in Physics 1978

"for his basic inventions and discoveries in the area of low-temperature physics"



**Pyotr Leonidovich Kapitsa**

🕒 1/2 of the prize

USSR

Academy of Sciences  
Moscow, USSR

b. 1894  
d. 1984



## The Nobel Prize in Physics 2006

"for their discovery of the blackbody form and anisotropy of the cosmic microwave background radiation"



Photo: P. Izzo

**John C. Mather**

🕒 1/2 of the prize

USA

NASA Goddard Space  
Flight Center  
Greenbelt, MD, USA

b. 1946



Photo: J. Bauer

**George F. Smoot**

🕒 1/2 of the prize

USA

University of California  
Berkeley, CA, USA

b. 1945

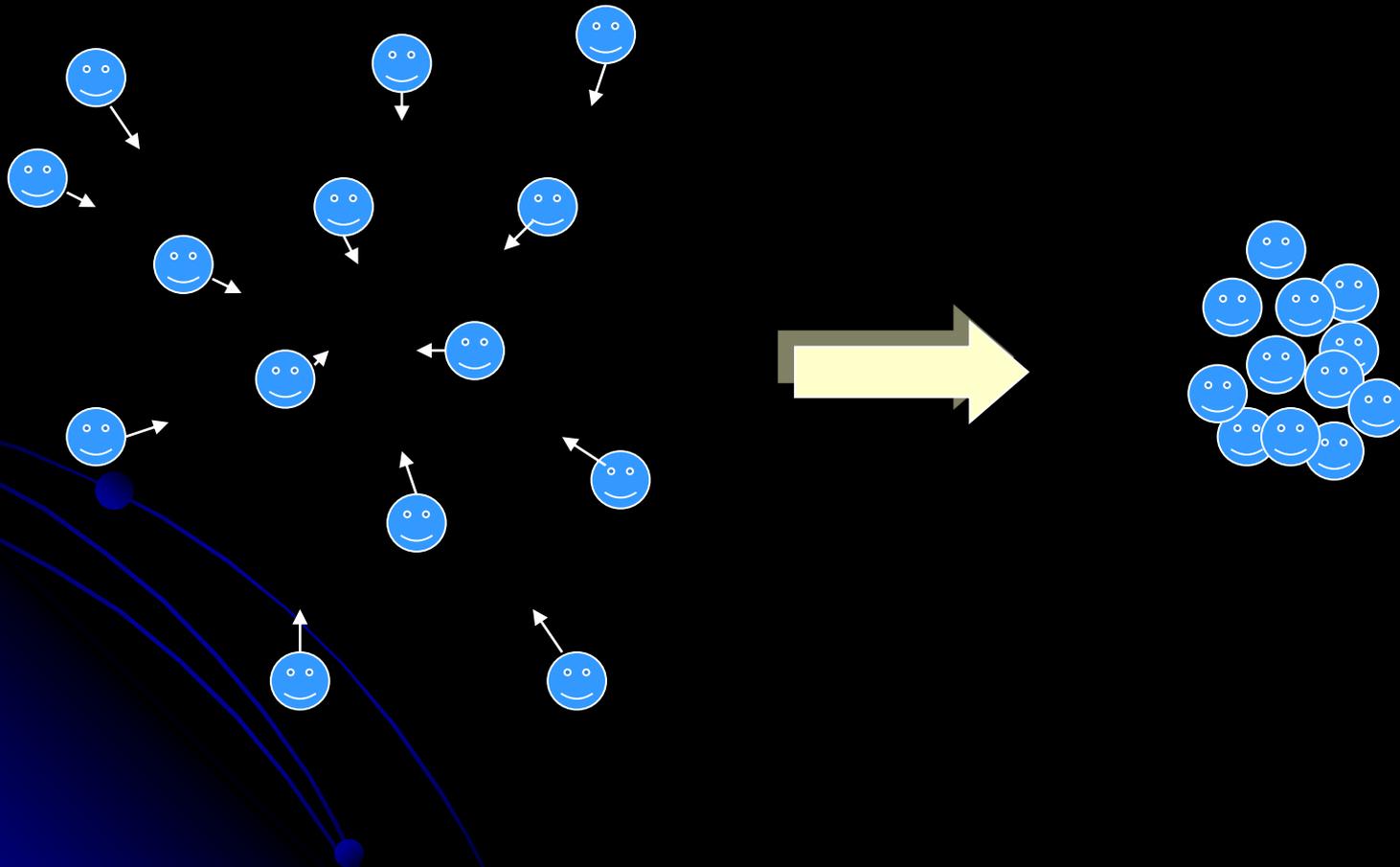
- ほとんど  
→ 昔の宇
- しかし僅か

# 銀河などの天体の種

- 宇宙初期(宇宙が約40万才)には物の濃淡の大きさは10万分の1。
- 「10万分の1のでこぼこ」とは、**およそ10km四方の土地で1cm程度のでこぼこがある状態。**
- 実はこの10万分の1のでこぼこ(濃淡)が星や銀河の種となる。

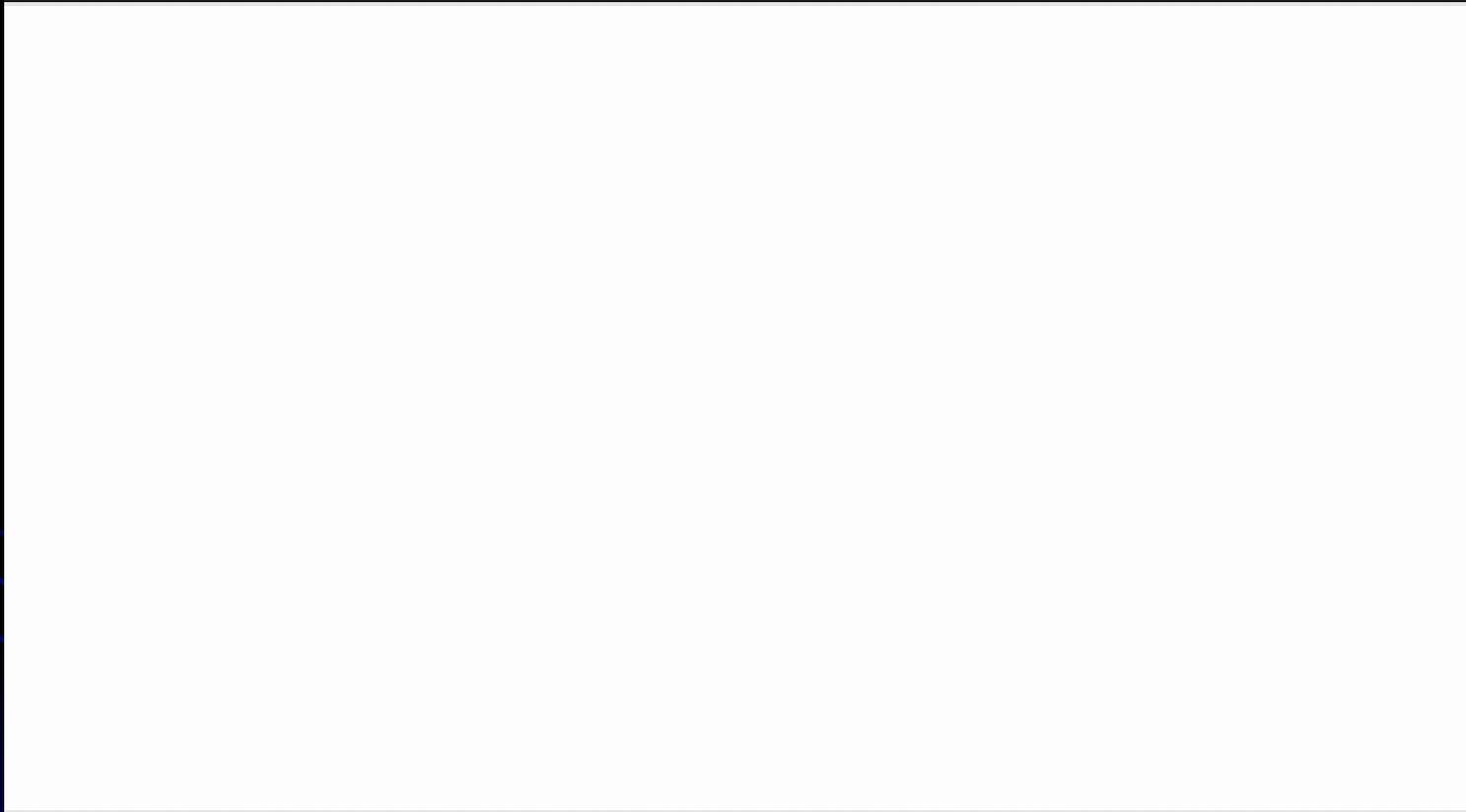
# 種の成長 ー重力ー

万有引力の法則  
(月と地球・地球とリンゴ)

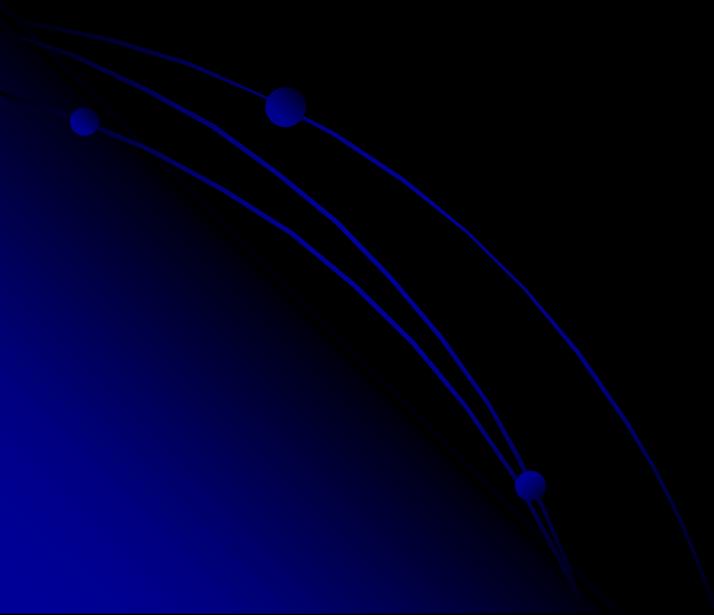


# 宇宙の構造形成

4D2U@国立天文台



私たちはどこから来たのか？

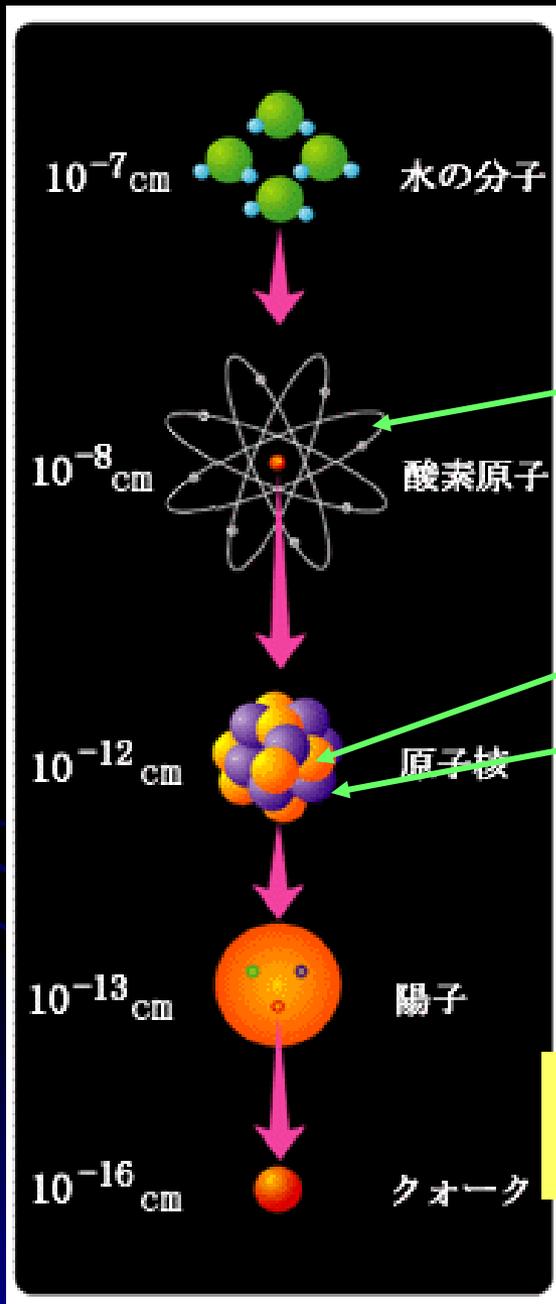


# 私たち生物

水 ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $\rightarrow$  酸素  
肉 ( $\text{C}, \text{H}$ )  $\rightarrow$  炭素

どこから来たのか？

# 物質の階層



電子

陽子

中性子

ヘリウム: 中性子2個、陽子2個

炭素C: 中性子6個、陽子6個

酸素O: 中性子8個、陽子8個

最初原子核はバラバラなので、大きなCやOなどの原子核を作ろうと思うと加熱する“炉”が必要

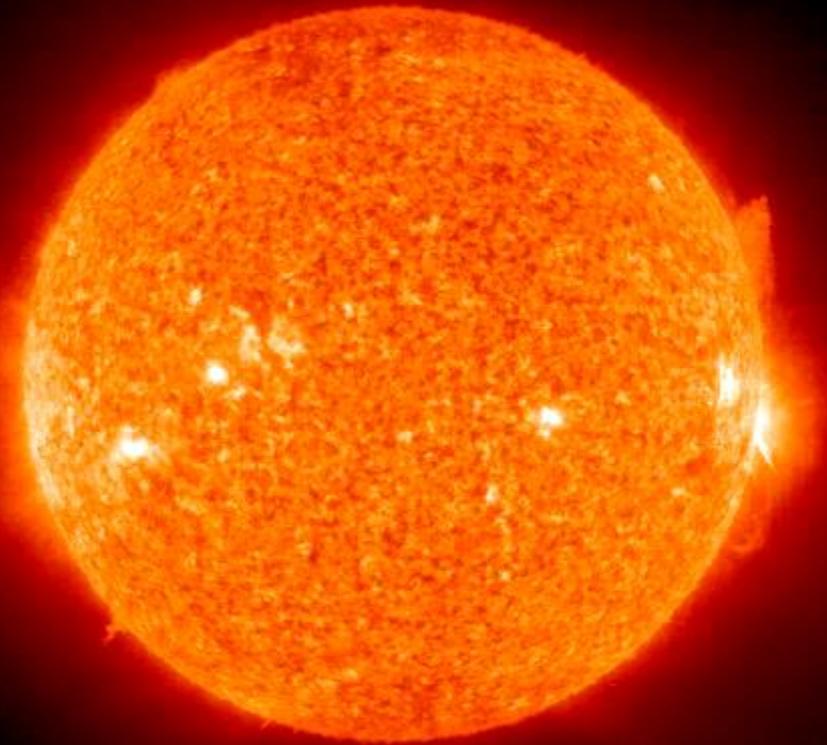
# 星の中～核融合炉～

SOHO website

- 星はその中でより重い元素を作ることによってエネルギーをつくりだす。

水素→ヘリウム→炭素  
→酸素……

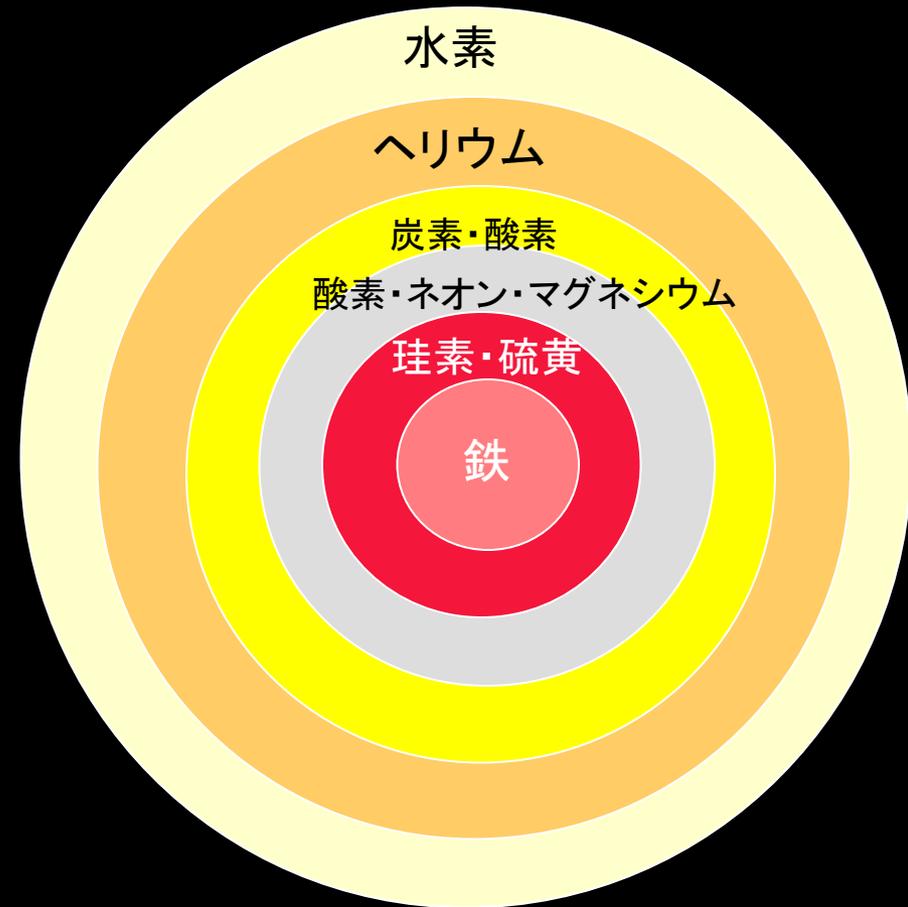
炭素や酸素はここで初めて作られる！



2006/06/16 13:19

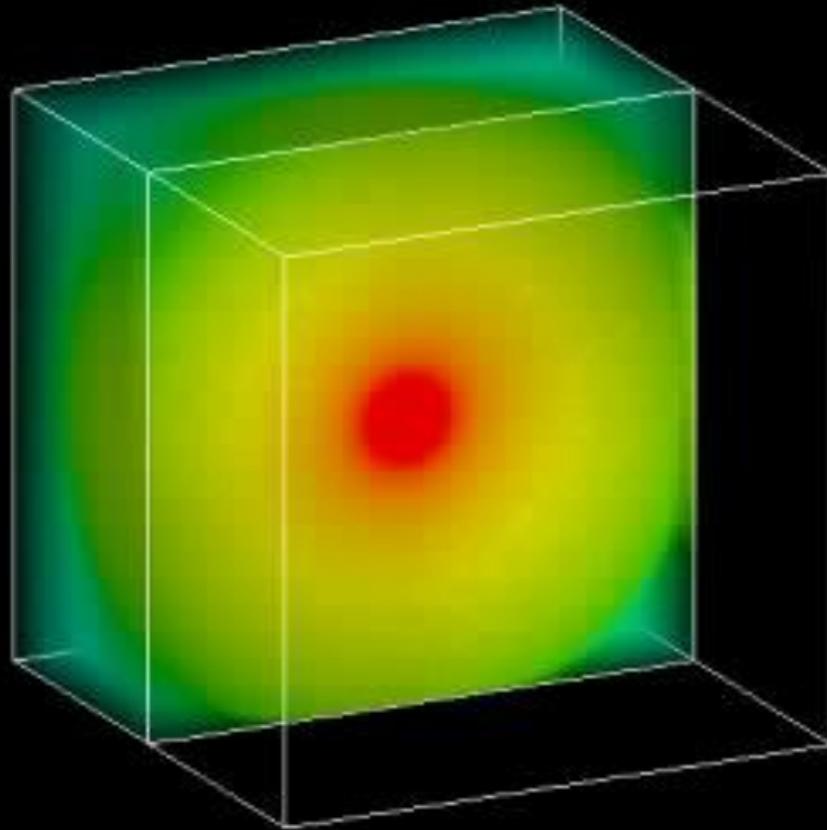
# 星の中のたまねぎ構造

- 星が燃料が燃えて進化していくといろいろな元素をもったたまねぎのような構造になる



# 星の死～重い元素の拡散

- 大きな星はそこに当たって大する。
- 星の中で作っい元素を宇宙に撒き散らす

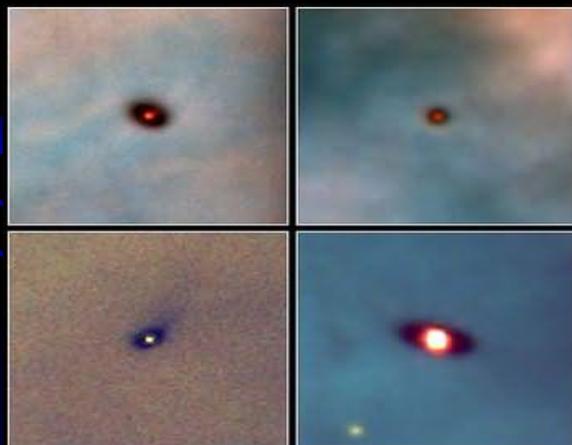
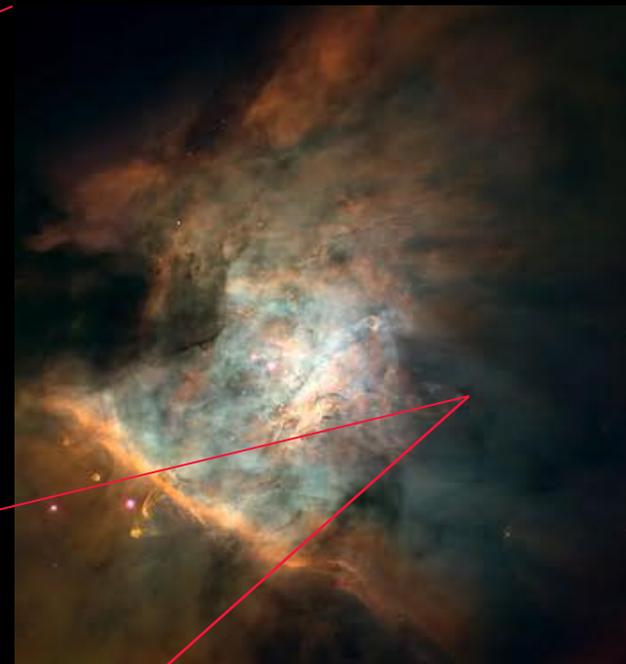
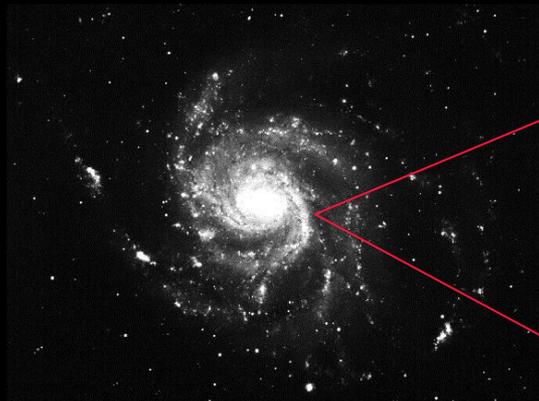


筑波大・森氏提供

# 星の残骸からの星の誕生

星間分子雲

銀河



Protoplanetary Disks  
Orion Nebula

HST · WFPC2

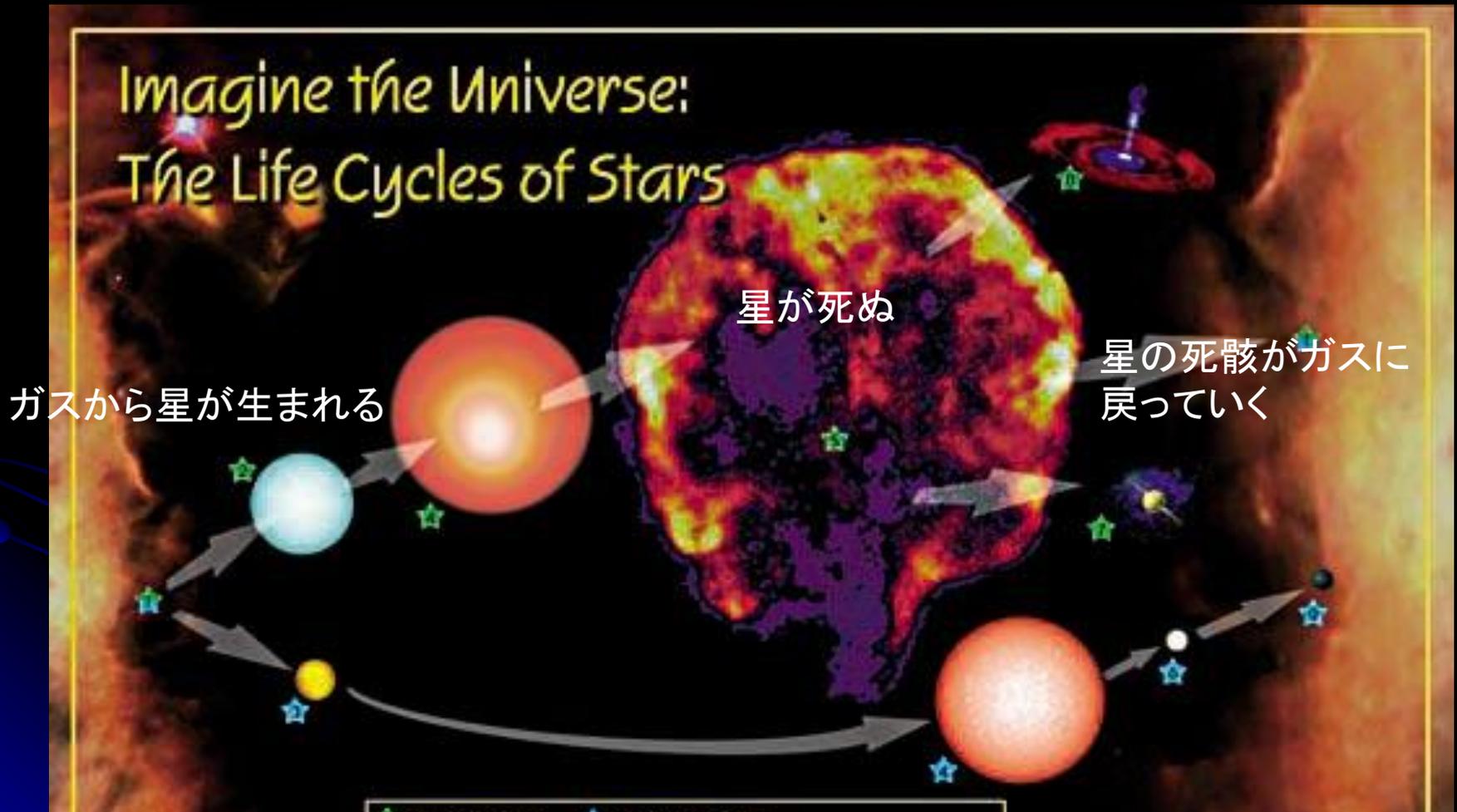
PRC95-45b · ST ScI OPO · November 20, 1995  
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

星の残骸がまた自分の重さ  
で固まる

原始星

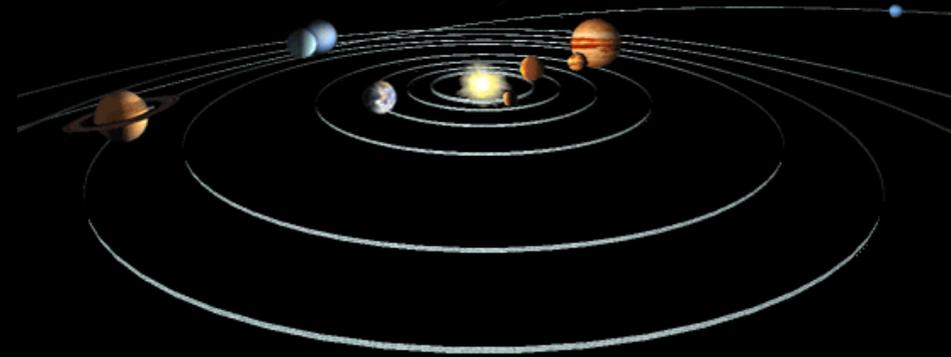
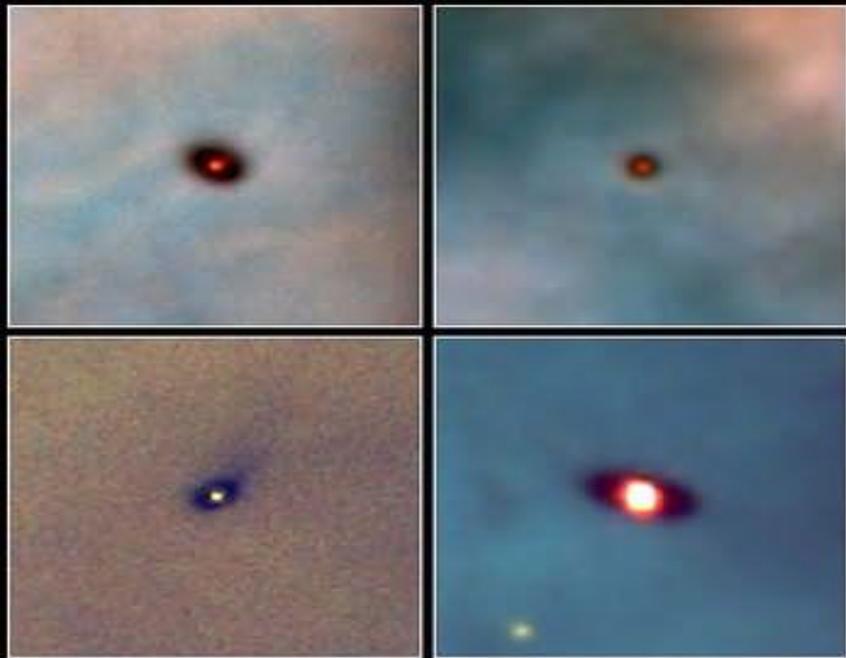
Ref: <http://hubblesite.org/gallery/>

# 星たちの誕生と死のサイクル



炭素や酸素はぐるぐる星のライフサイクルを回り続ける。

# 惑星の誕生—生命の舞台へ—



Protoplanetary Disks  
Orion Nebula

HST · WFPC2

PRC95-45b · ST ScI OPO · November 20, 1995  
M. J. McCaughrean (MPIA), C. R. O'Dell (Rice University), NASA

# 生命へ





宇宙人は？



# 天の川に何個知的生命が住む星があるか？

そのうち知的生物  
が生まれる割合  $\approx 0.01$

ドレイクの公式

$$N = N_G \times f_p \times f_e \times f_l \times f_i \times f_c \times f_L = 1000 \text{個}$$

銀河中の太陽の数  
=2000億個

惑星を持つ太陽の割合  
 $\approx 1$

そのうち実際に  
生命が誕生した  
割合  $\approx 0.01$

惑星の寿命のうち、  
通信技術持つ期  
間の割合  $\approx$   
50億年/100億年=0.5

そのうち地球のような  
惑星を持つ太陽の割合  
 $\approx 0.01$

そのうち通信技術  
を持つにいたる割合  
 $\approx 0.01$

☆実際にこれまで太陽系以外で1000を超える惑星が見つかった

# 生命？へ



# 私たちの起源

- 私たちを形作るモノは過去に輝いていた**星の中で作られた**。→皆さんの体を作る肉や骨、建物の木材も皆、昔は絶対にどこかの星の中にあった
- それらの元素が長い長い輪廻の旅を経て地球に取り込まれ、われわれの体となった。
- したがって**私たちは**文字通り「星屑」から生まれたのであり、**宇宙の営みの一部**であるといえる。

# さらに遡れば

- われわれの起源である星々は、銀河の中で生死を繰り返してきた
- その銀河は宇宙の始まりにあったわずかな揺らぎ(物質の濃淡)が成長して生まれた
- 少なくとも物質としての我々の起源は、宇宙の始まりにあったわずかな物質の濃淡まで遡ることができるのである

ご清聴どうもありがとうございました。

