

# 天文学入門I (2013年度後期)

泉浦秀行(いずみうらひでゆき)

自然科学研究機構

国立天文台

岡山天体物理観測所



# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

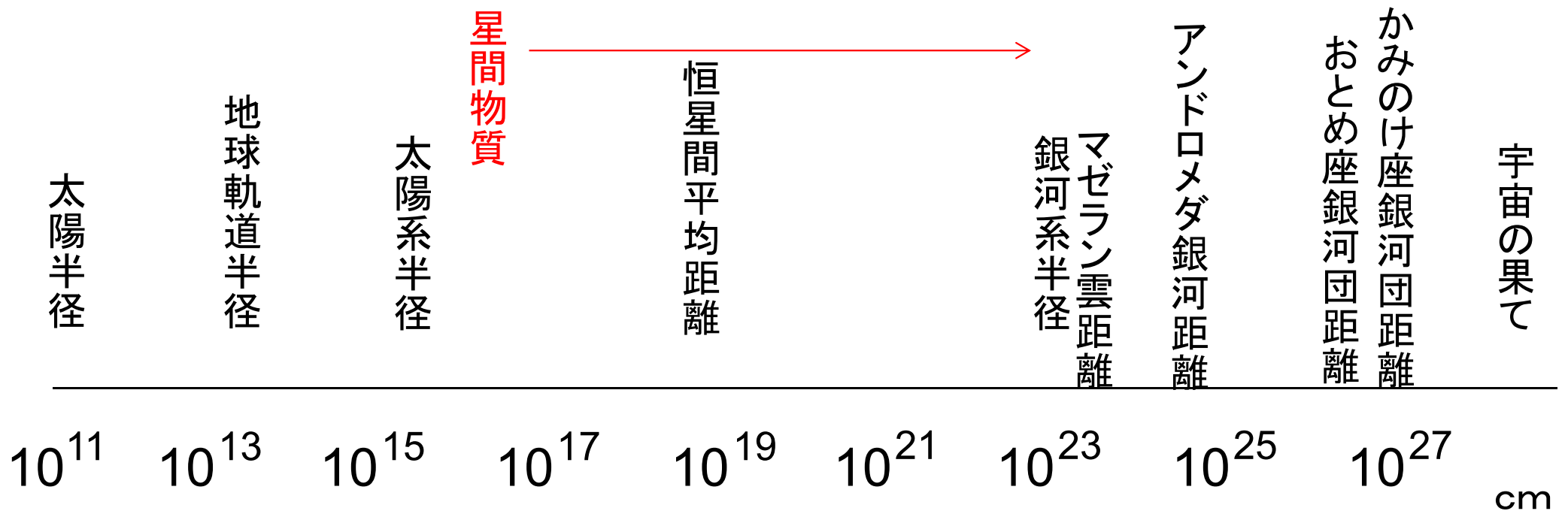
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$







一番身近な天体

地球

Credit: [Apollo 17 Crew](#), [NASA](#)



## 満月 (月齢 14.0)

2001年 7月5日, 21時 03分 (JST)

この画像を撮影した直後に部分月食が起きた。  
すなわち、この画像は、月面上に日陰が見えない  
本当の満月である。



口径 50cm カセグレン式反射望遠鏡 (三鷹光器 GNF-50, F 12)  
カメラ: ペンタックス 67, フィルム: フジクローム ベルビア  
露出時間: 1/8 秒 × 2  
画像処理: 2フレームを加算合成  
画像復元処理 (最大エントロピー法)  
アンシャープ・マスキング処理  
観測場所: 東京都三鷹市大沢 国立天文台

*H. Fukushima, Y. Yamamoto,  
M. Kamioka and Y. Utsumi*

国立天文台・天文情報公開センター・広報普及室



# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

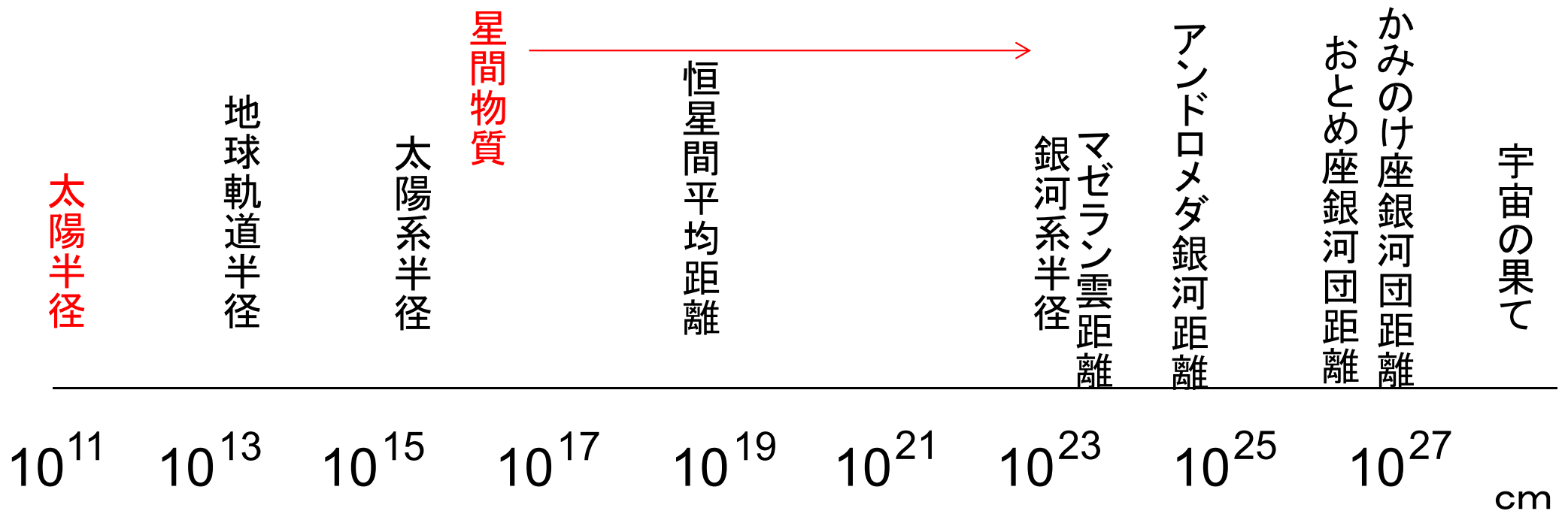
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$

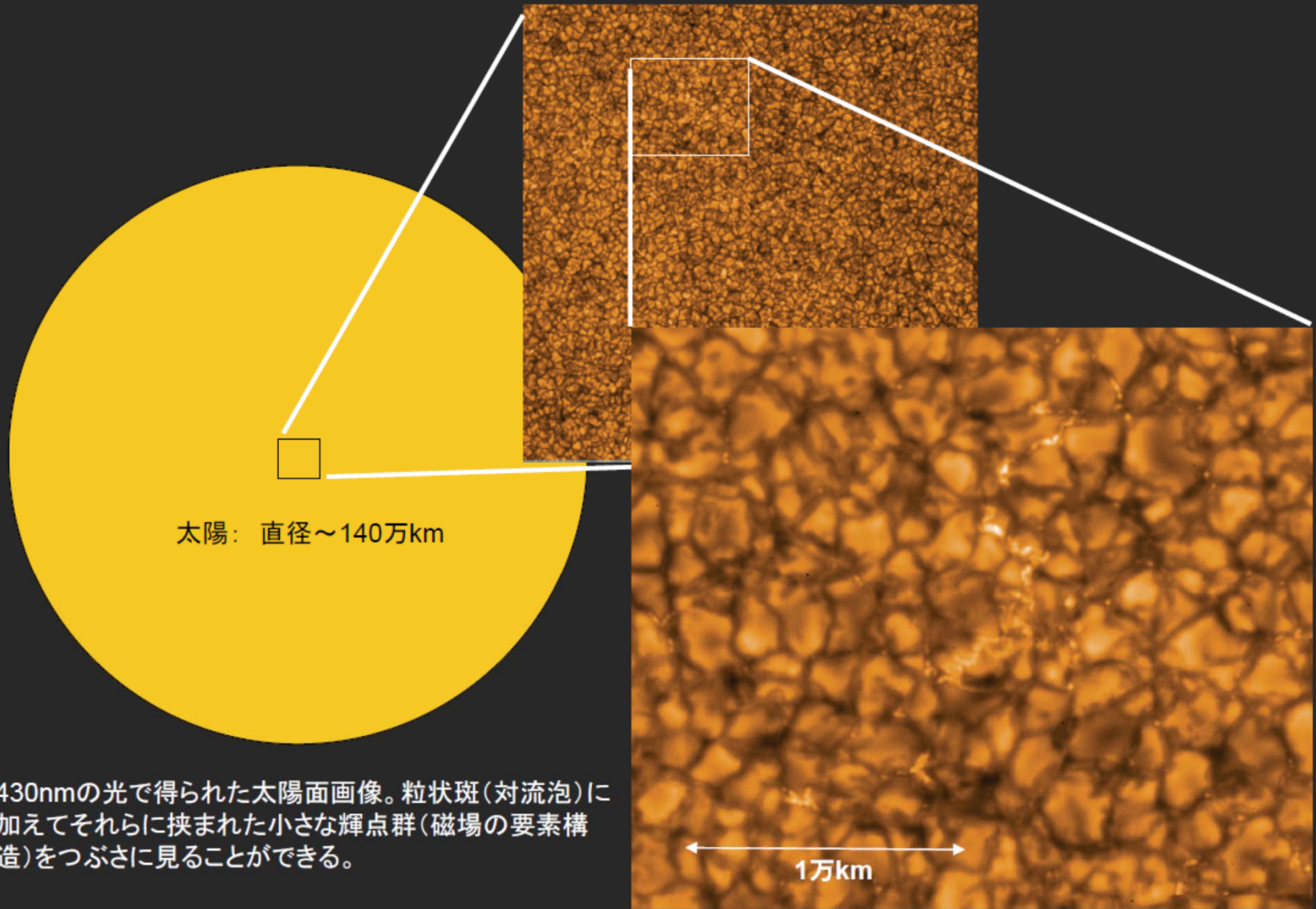




# 太陽

国立天文台・JAXA

ひので可視光望遠鏡のファーストライト





# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

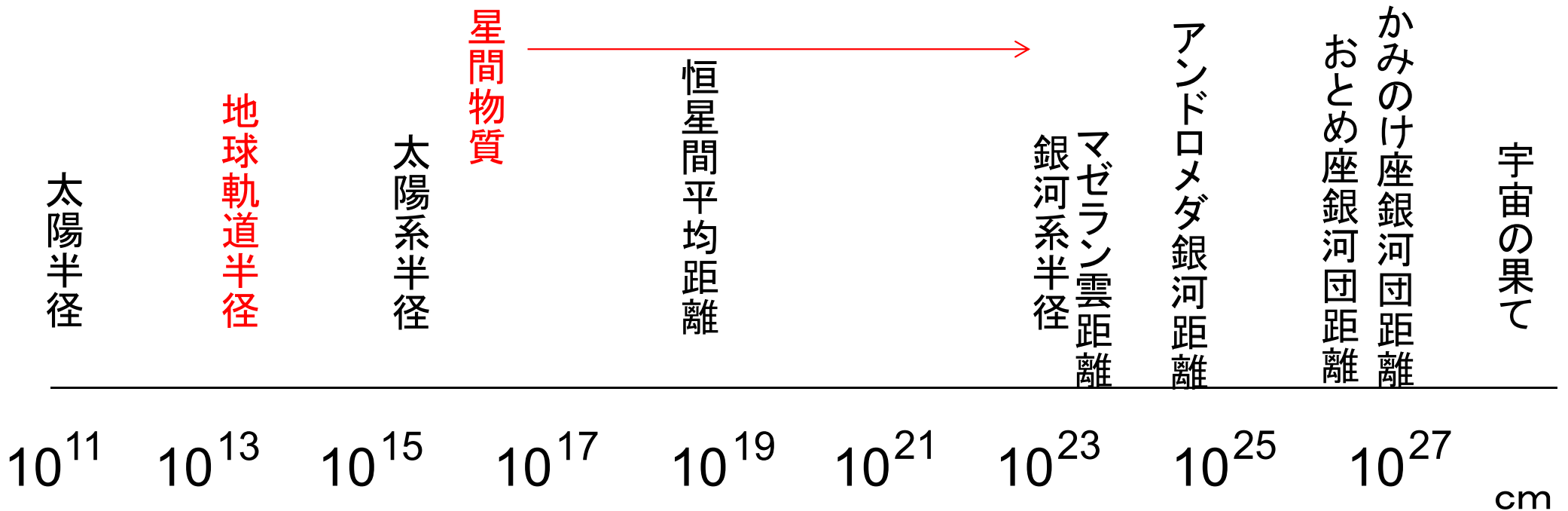
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

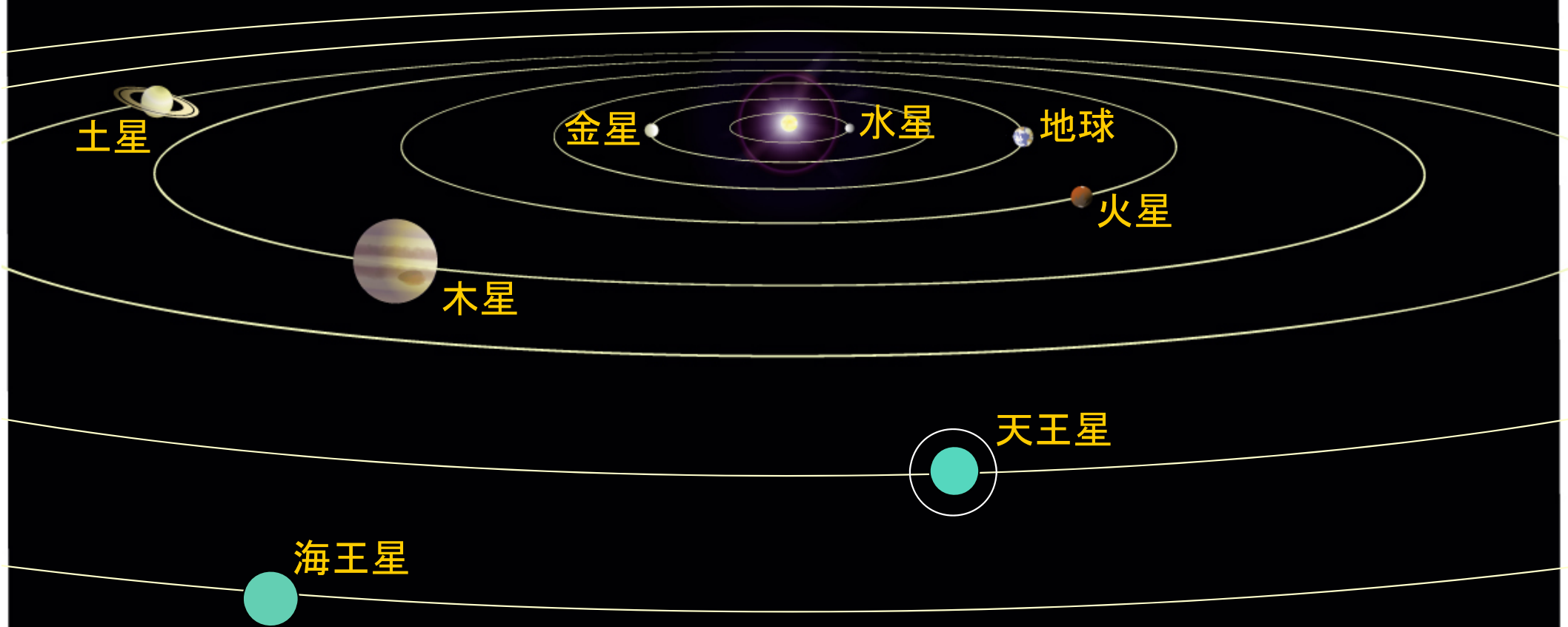
かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

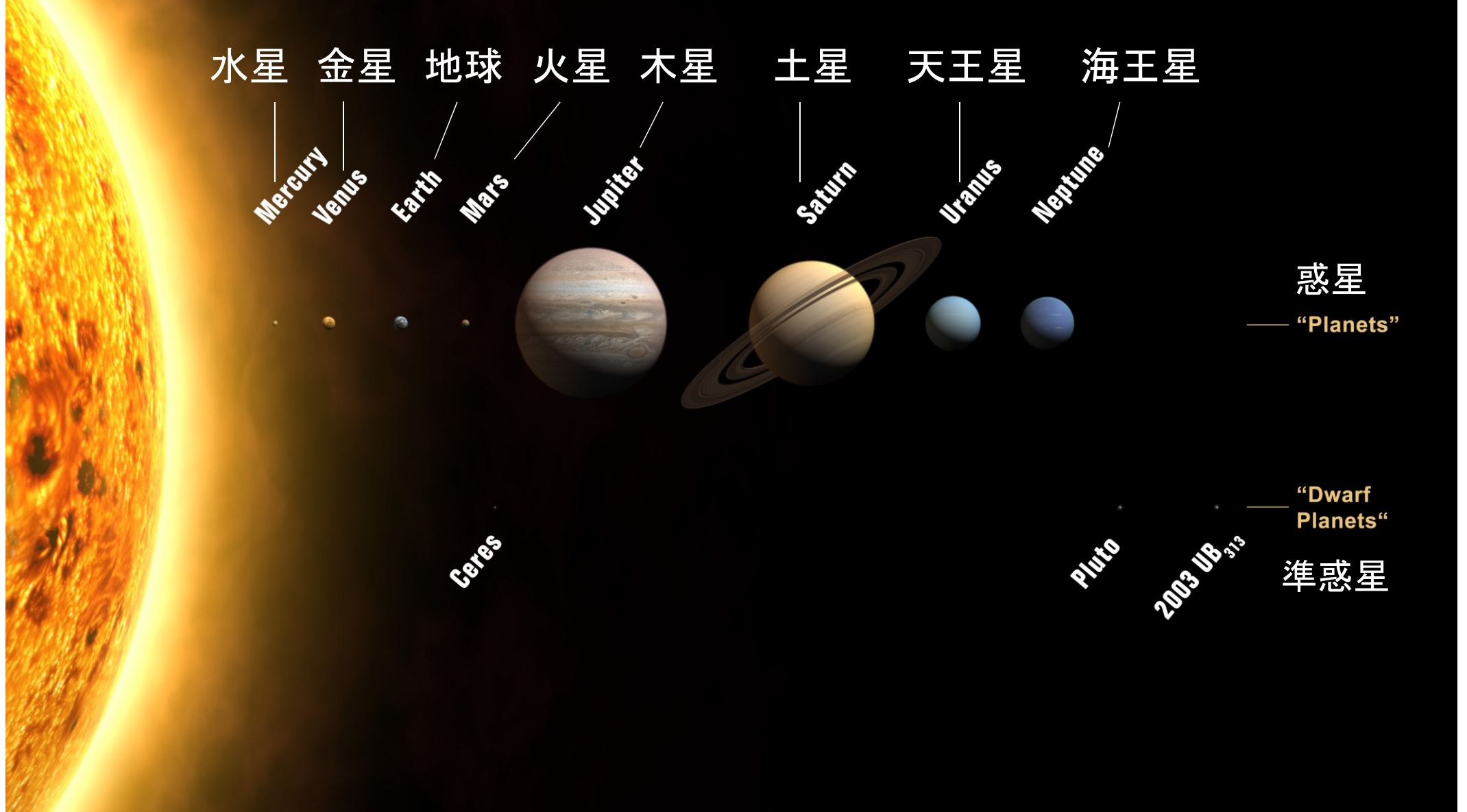
宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$





# 太陽系（太陽と惑星など）

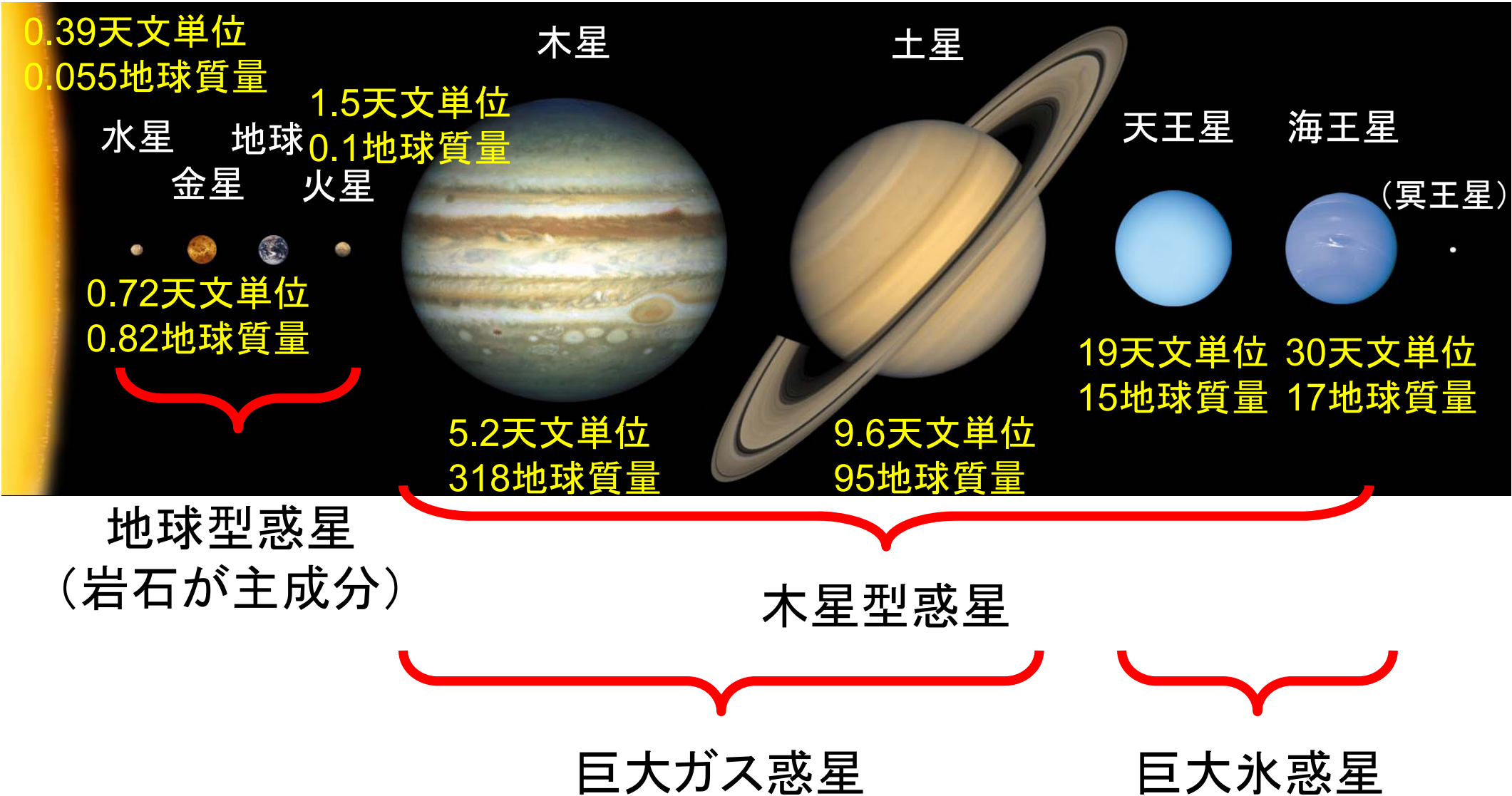




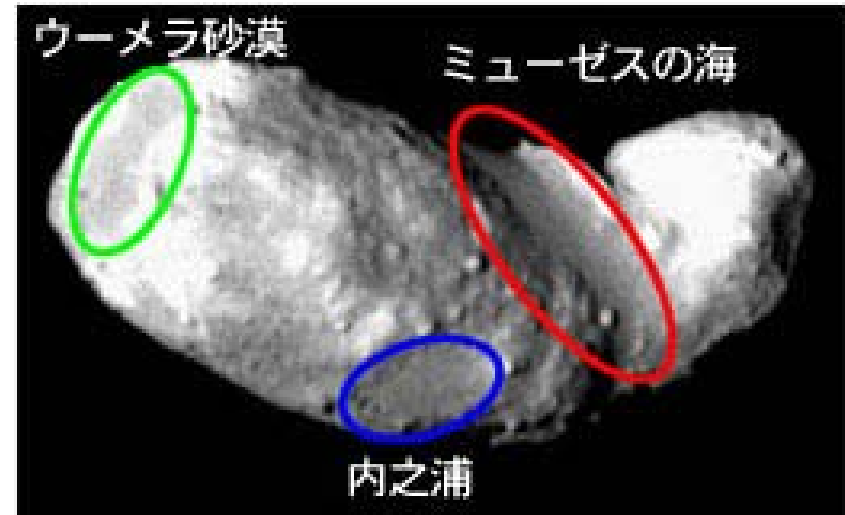
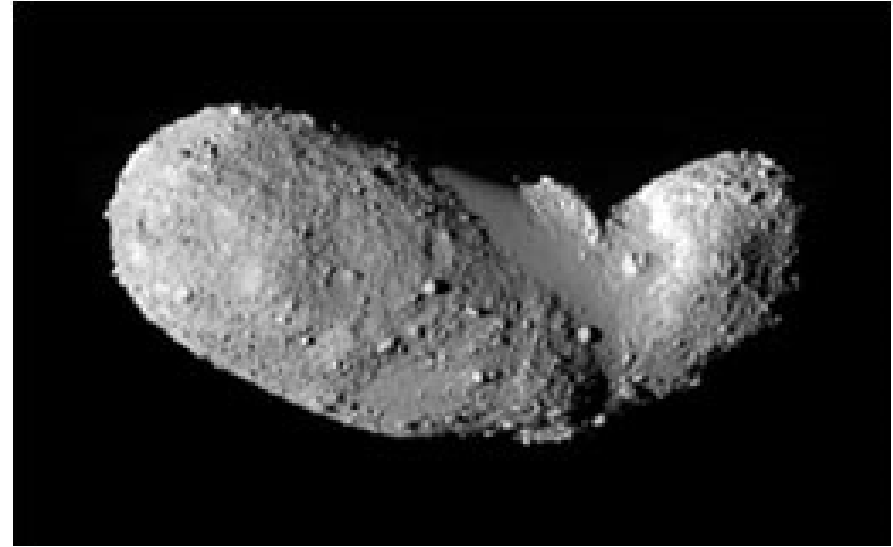
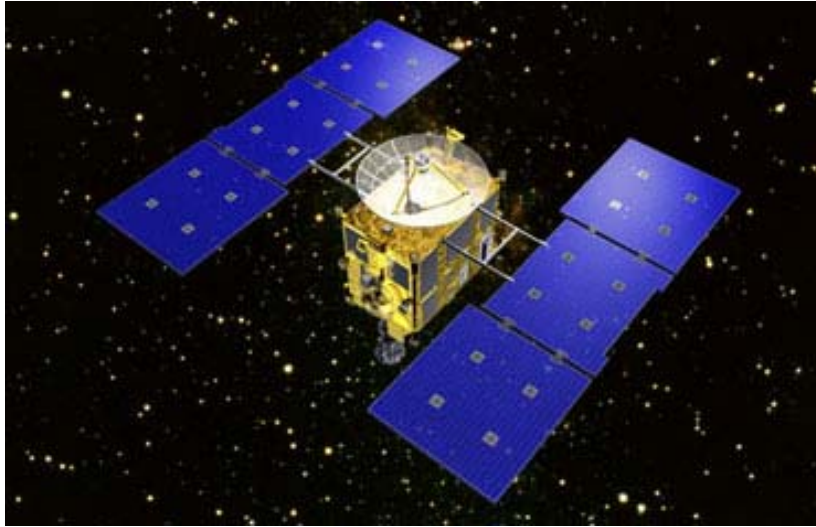
太陽系： 圧倒的に大質量の太陽の周りを、質点とみなせる惑星たちが、ほぼ同一平面内を、ほぼ同心円状に、周回（公転）運動をしている系。他にも多数の小天体が同様に周回しているが、その軌道面は惑星に比べ傾きや円からのずれが大きいものが多い。



# 太陽系

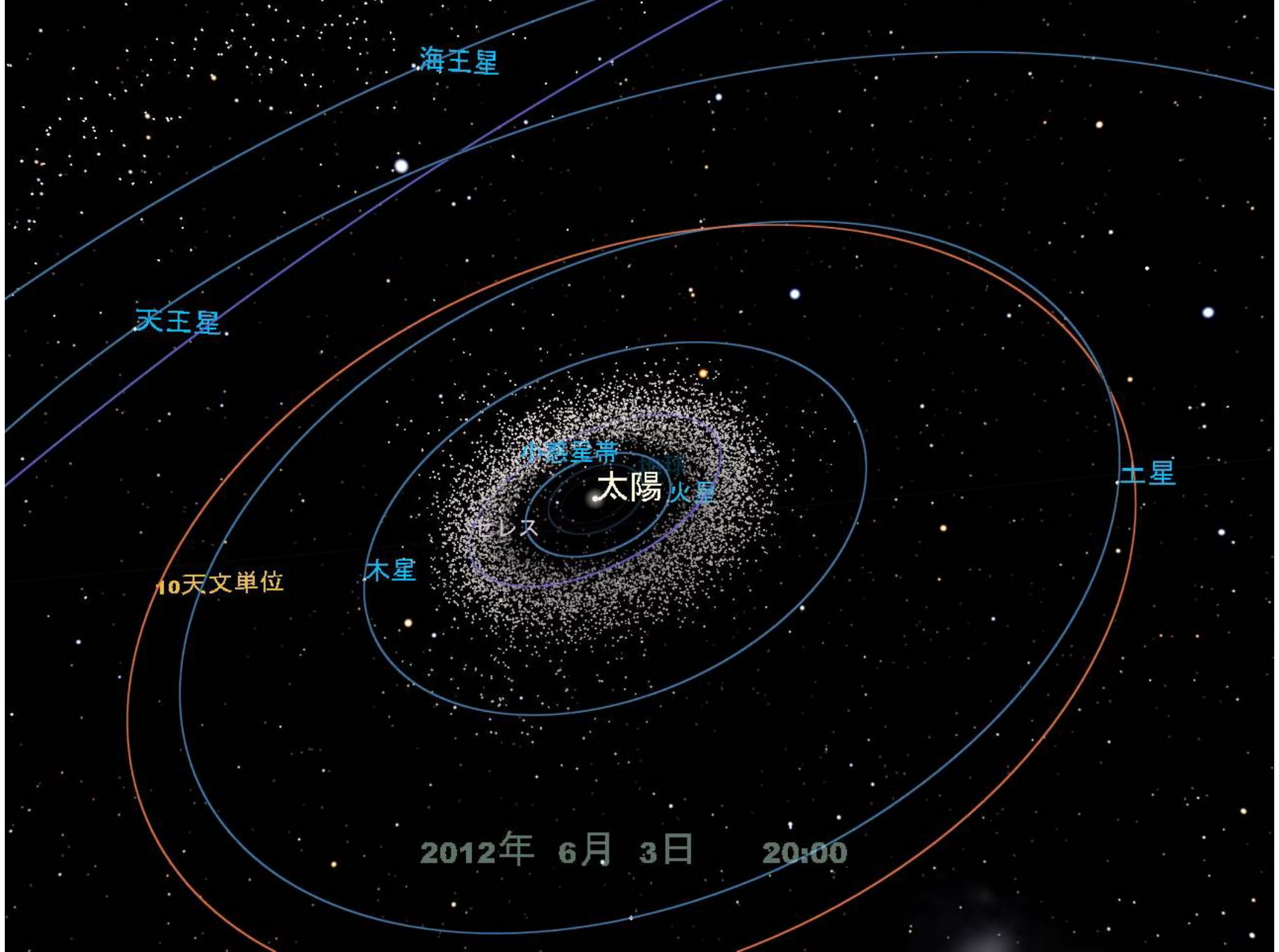


# 小惑星探査機はやぶさ



JAXA homepage より





# 宇宙にある物体の尺度

原子  $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト  $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間  $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径  $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径  $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位)  $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径  $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離  $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径  $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

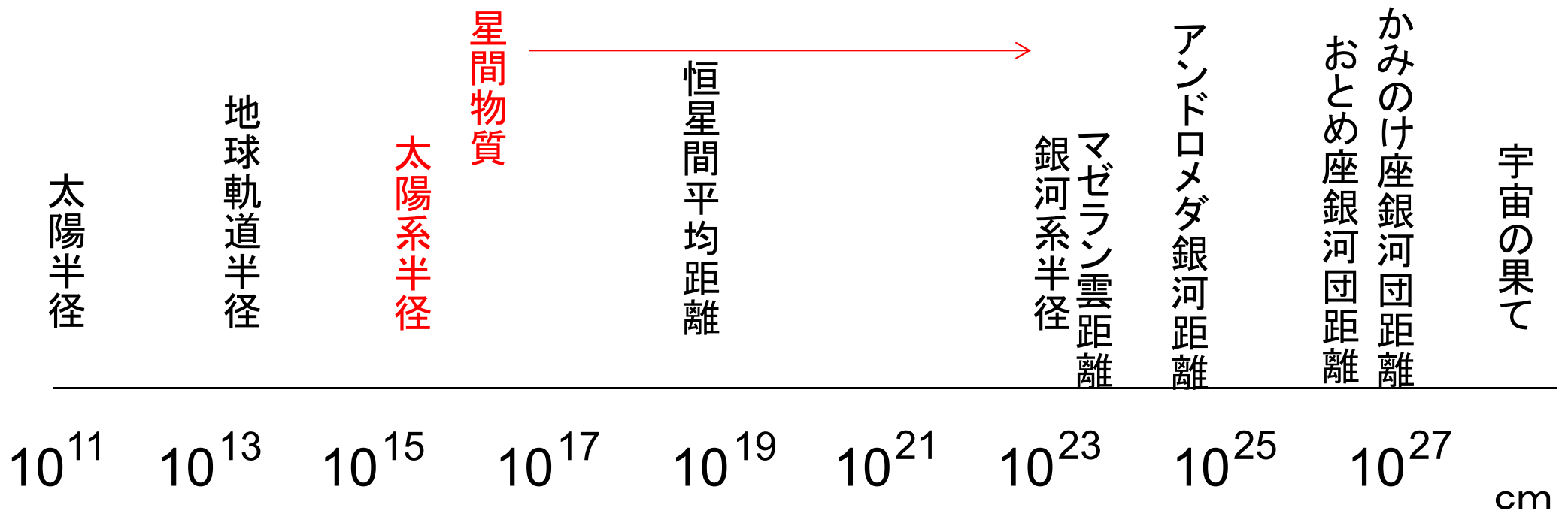
大マゼラン雲  $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河  $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団  $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

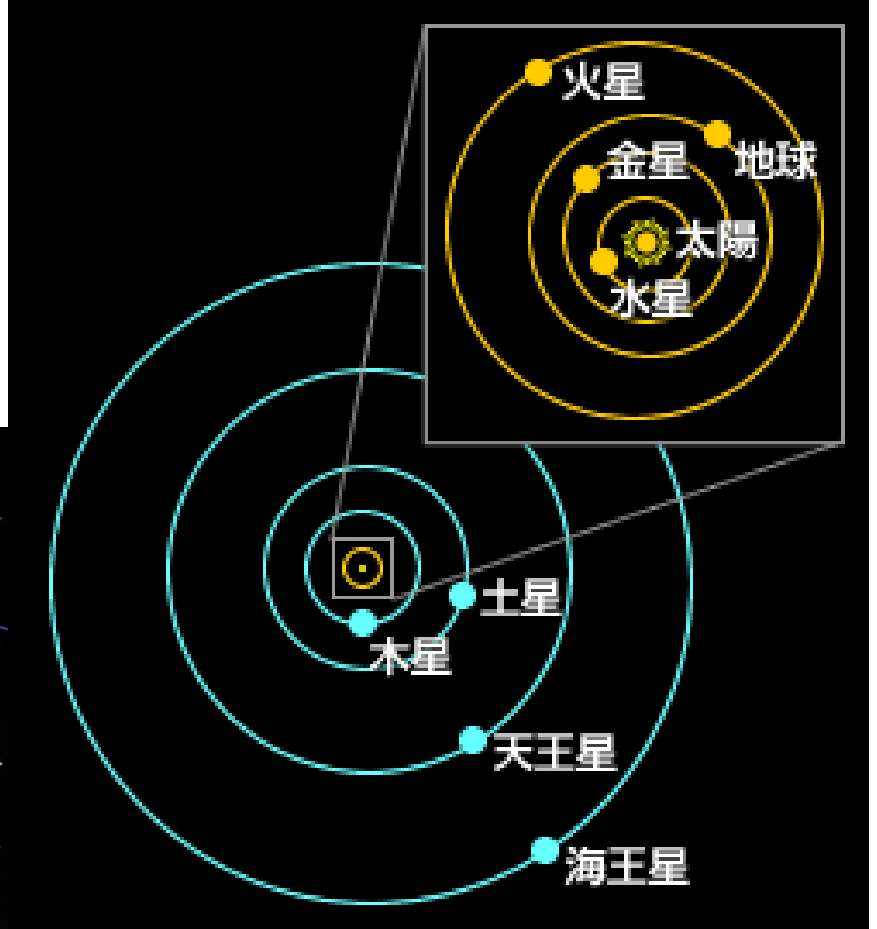
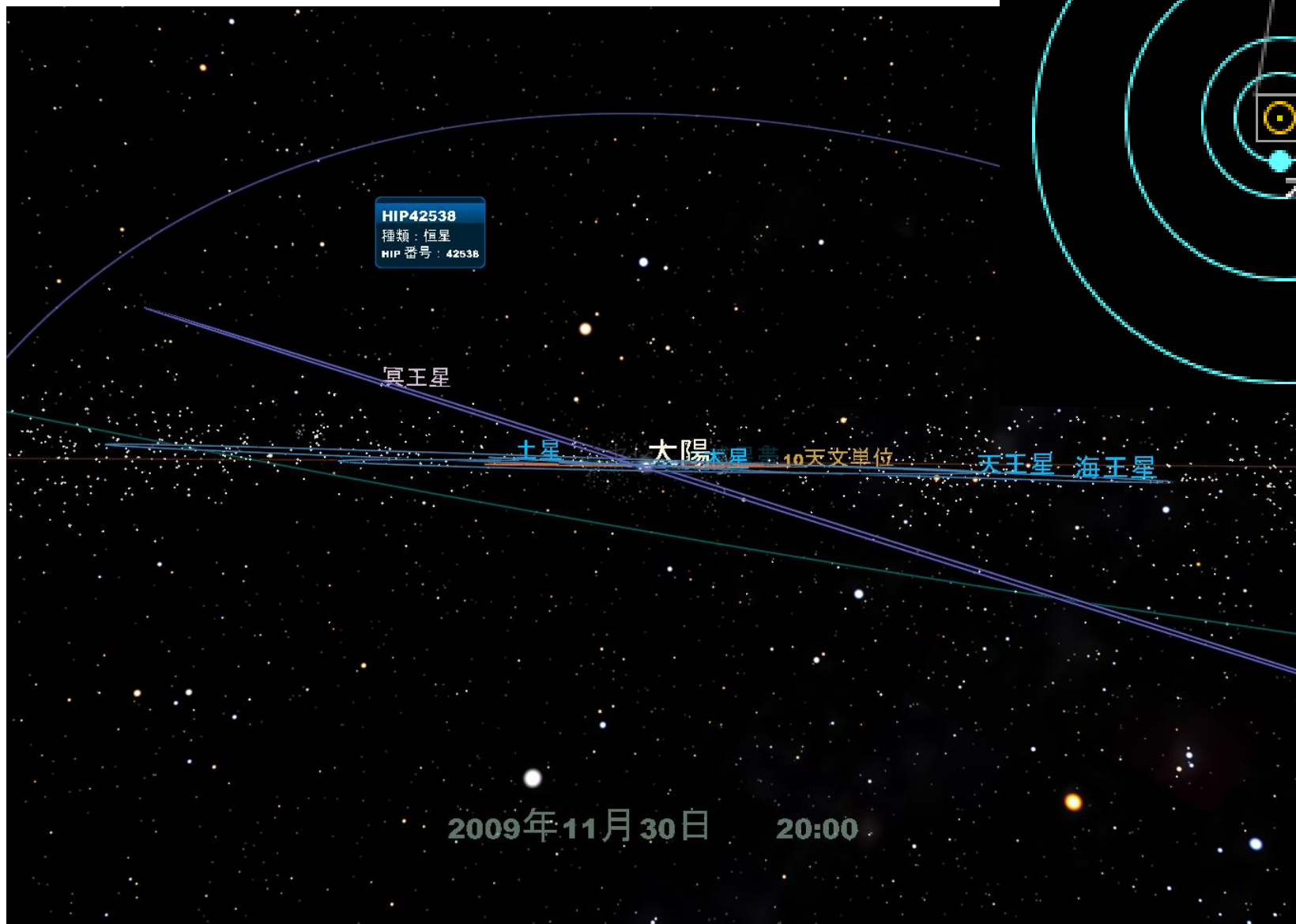
かみのけ座銀河団  $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て  $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$



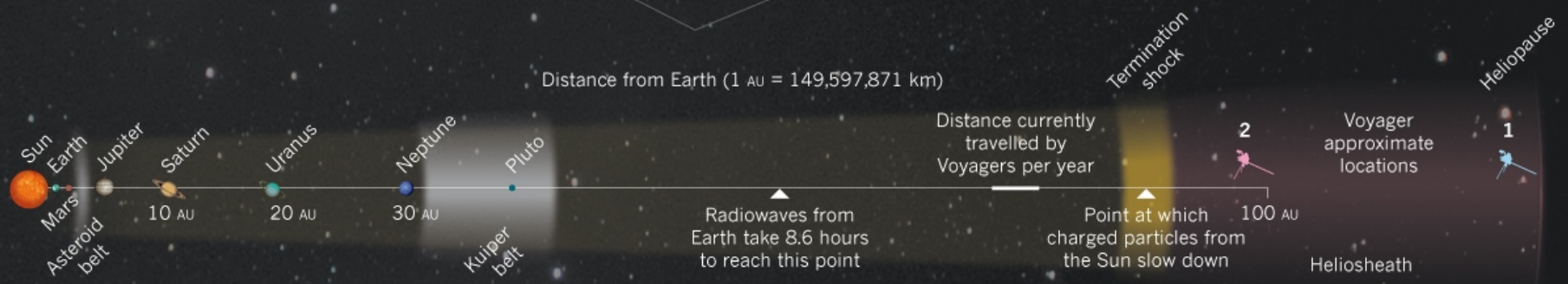
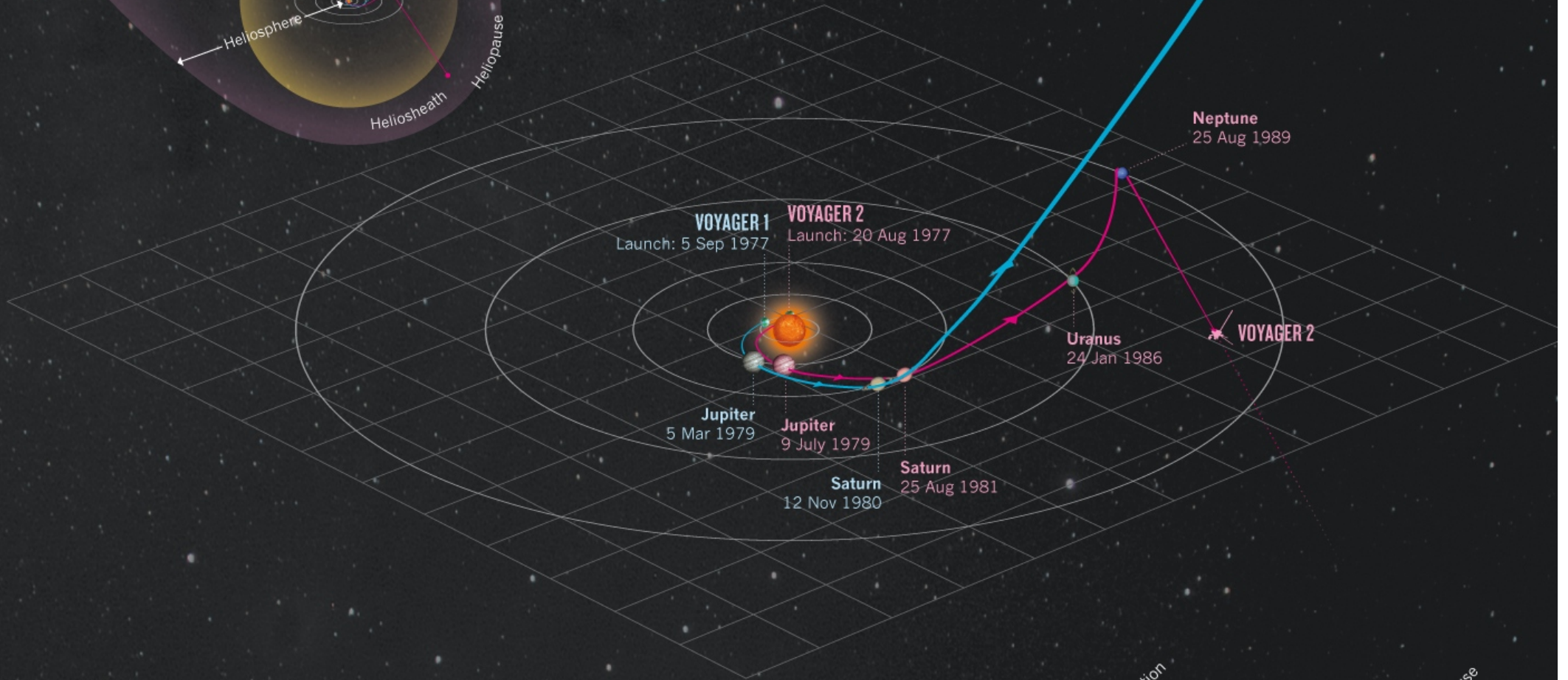
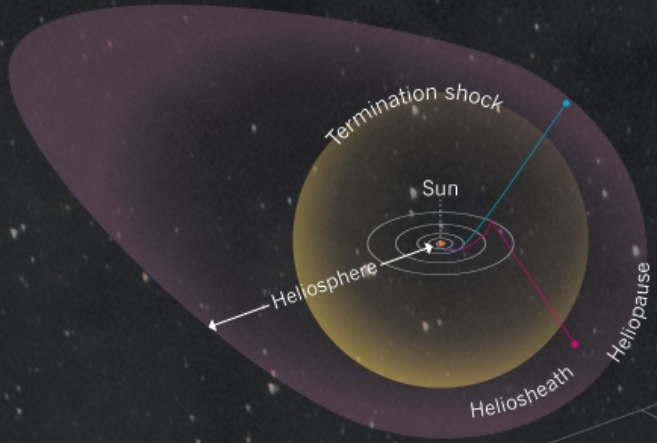


- ✓ ほぼ円軌道
- ✓ 公転面がほぼそろっている



# GOING, GOING...

Launched in 1977, the twin Voyager spacecraft have toured the outer planets (centre) and are now hurtling towards interstellar space (bottom). At nearly 19 billion kilometres from the Sun, Voyager 1 is in the process of leaving the heliosphere, the region protected by the Sun's magnetic field (left).



# 宇宙にある物体の尺度

原子  $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト  $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間  $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径  $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径  $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位)  $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径  $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離  $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径  $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

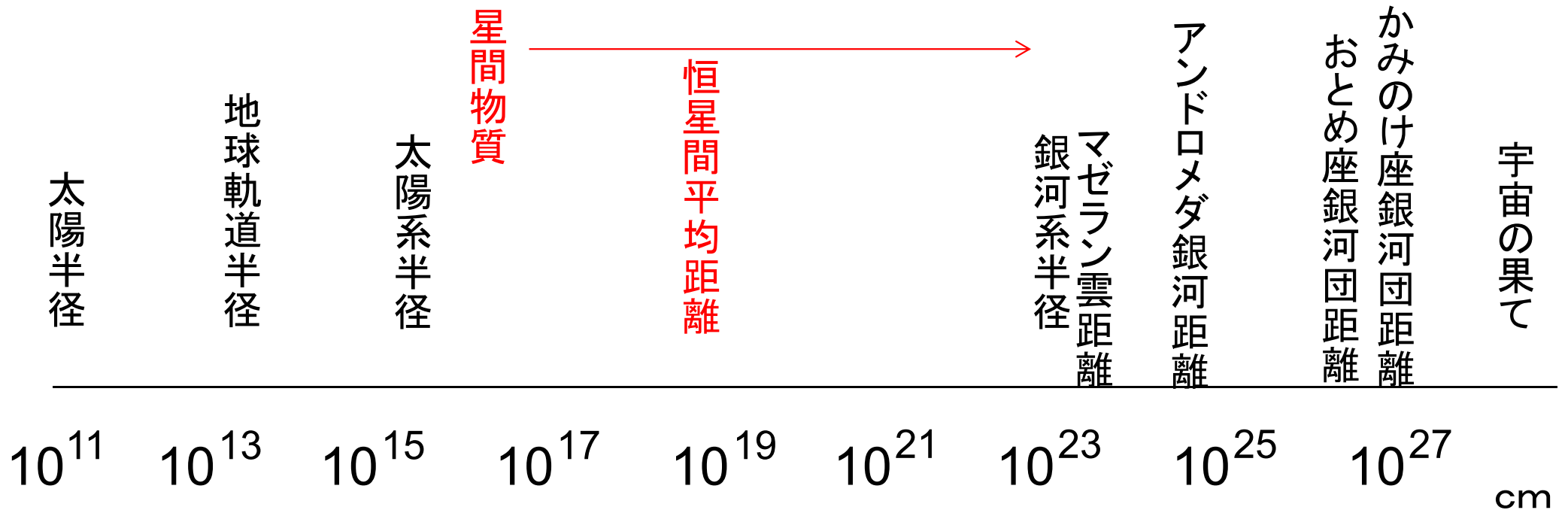
大マゼラン雲  $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河  $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団  $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団  $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て  $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$





## Sagittarius Star Cloud



夜空に輝いている星とは？

太陽系

太陽 →自分で光っている

惑星 →太陽光の反射

小惑星 →太陽光の反射

彗星 →太陽光の反射

太陽のように自分で  
光り輝く巨大な高温の  
ガスのかたまり

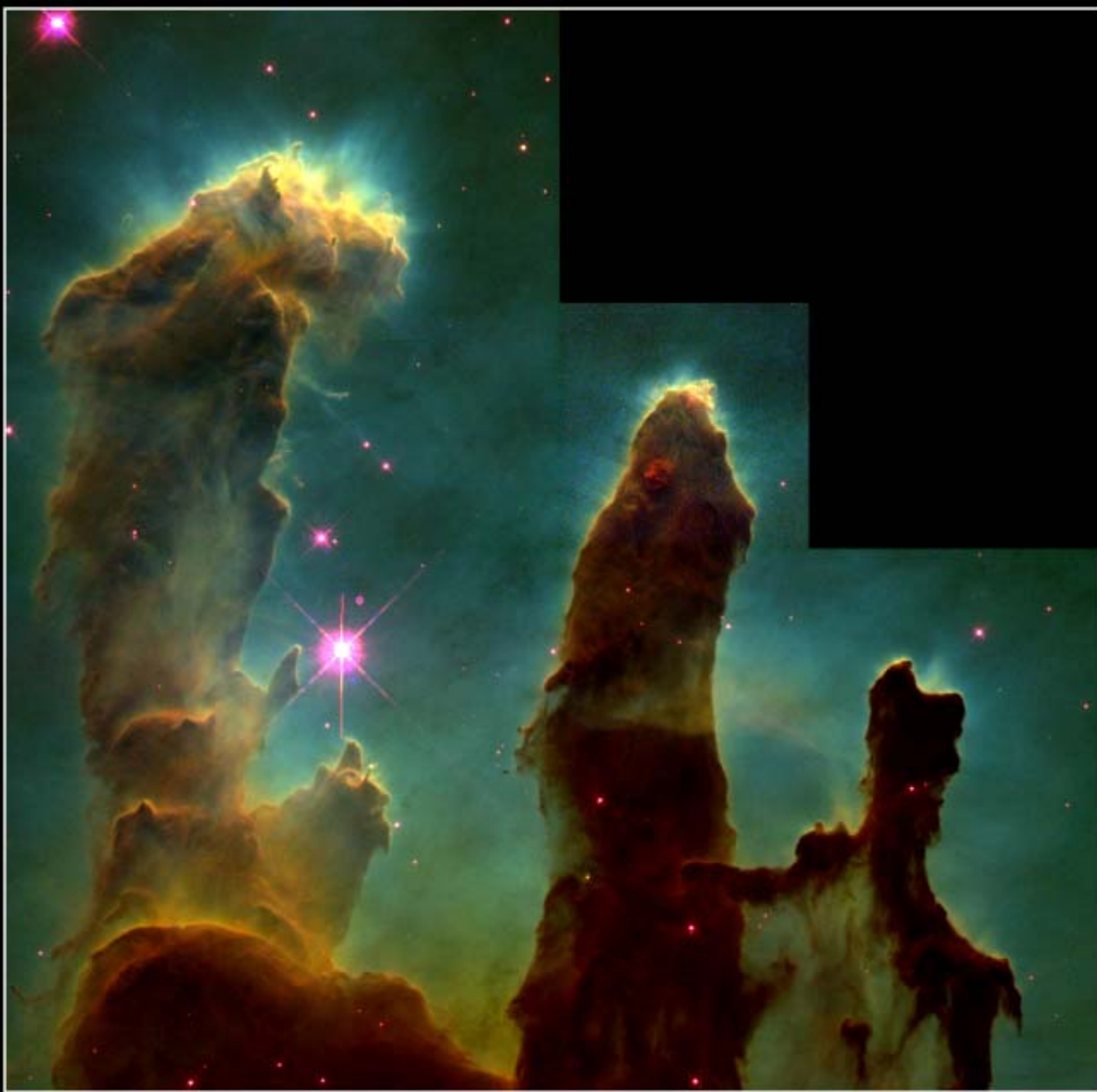
それが夜空に見える  
一つ一つの小さな星





南天の暗黒星雲 B68.  
ガスとちりが濃集して  
背景の星を隠している.





星の生まれている場所

**Gaseous Pillars · M16**

**HST · WFPC2**

PRC95-44a · ST Scl OPO · November 2, 1995  
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA





**Credit & Copyright:** [Robert Gendler](#)





**NGC 2392 • “Eskimo” Nebula** HST • WFPC2  
NASA, ESA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI) • STScI-PRC00-07

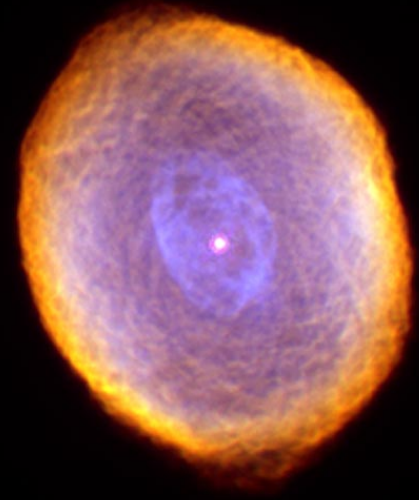


# 軽い星たちの最期

**Henize 1357 • Stingray Nebula**  
Hubble Space Telescope • WFPC2

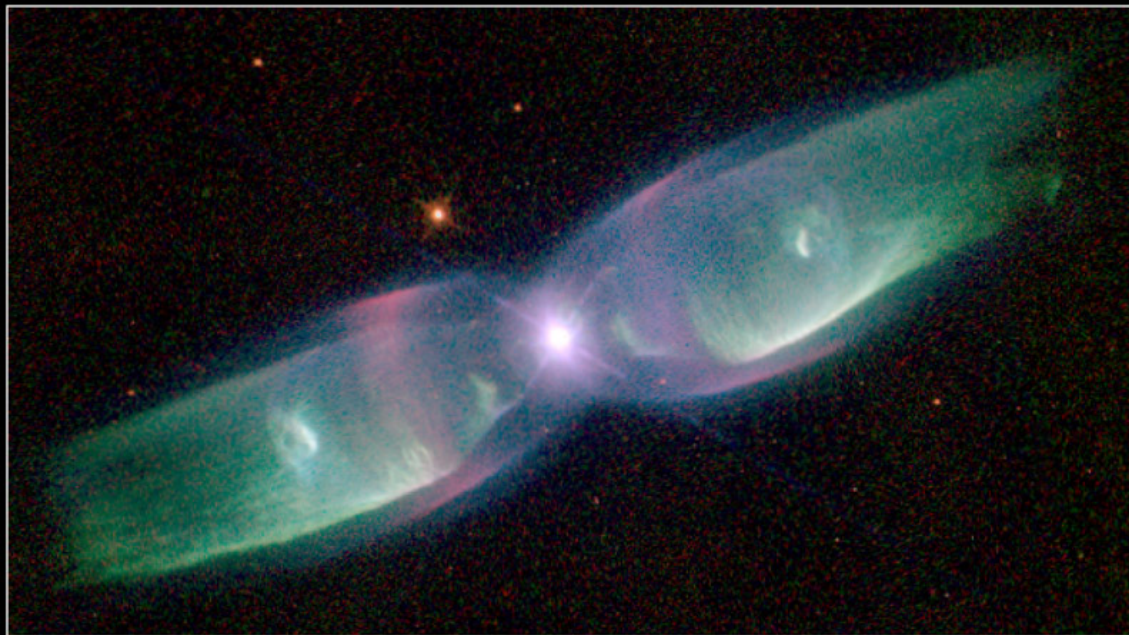
PRC98-15 • ST ScI OPO • April 2, 1998 • M. Bobrowsky (Orbital Sciences Corp.) and NASA

Planetary Nebula IC 418



Hubble  
Heritage

PRC00-28 • NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) • HST/WFPC2



**Planetary Nebula M2-9** HST • WFPC2  
PRC97-38a • ST ScI OPO • December 17, 1997  
B. Balick (University of Washington) and NASA



# CRAB NEBULA 重い星の最期

[HTTP://CHANDRA.HARVARD.EDU](http://chandra.harvard.edu)

# 宇宙にある物体の尺度

原子  $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト  $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間  $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径  $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径  $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位)  $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径  $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離  $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径  $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

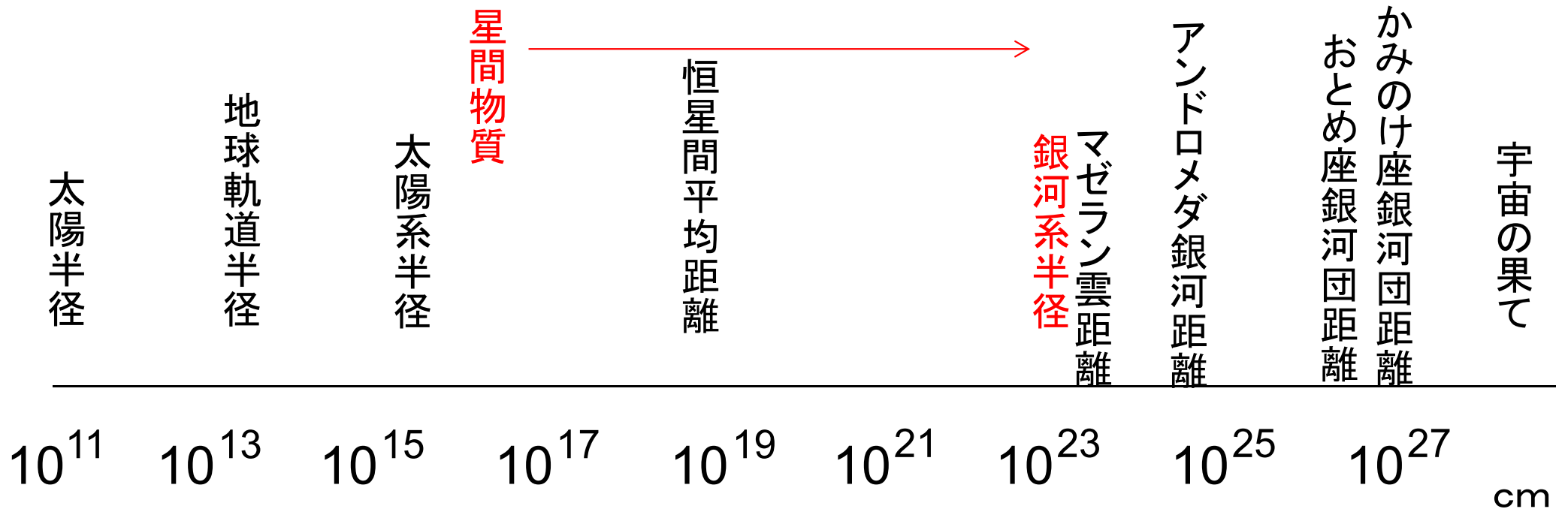
大マゼラン雲  $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河  $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団  $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団  $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て  $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$



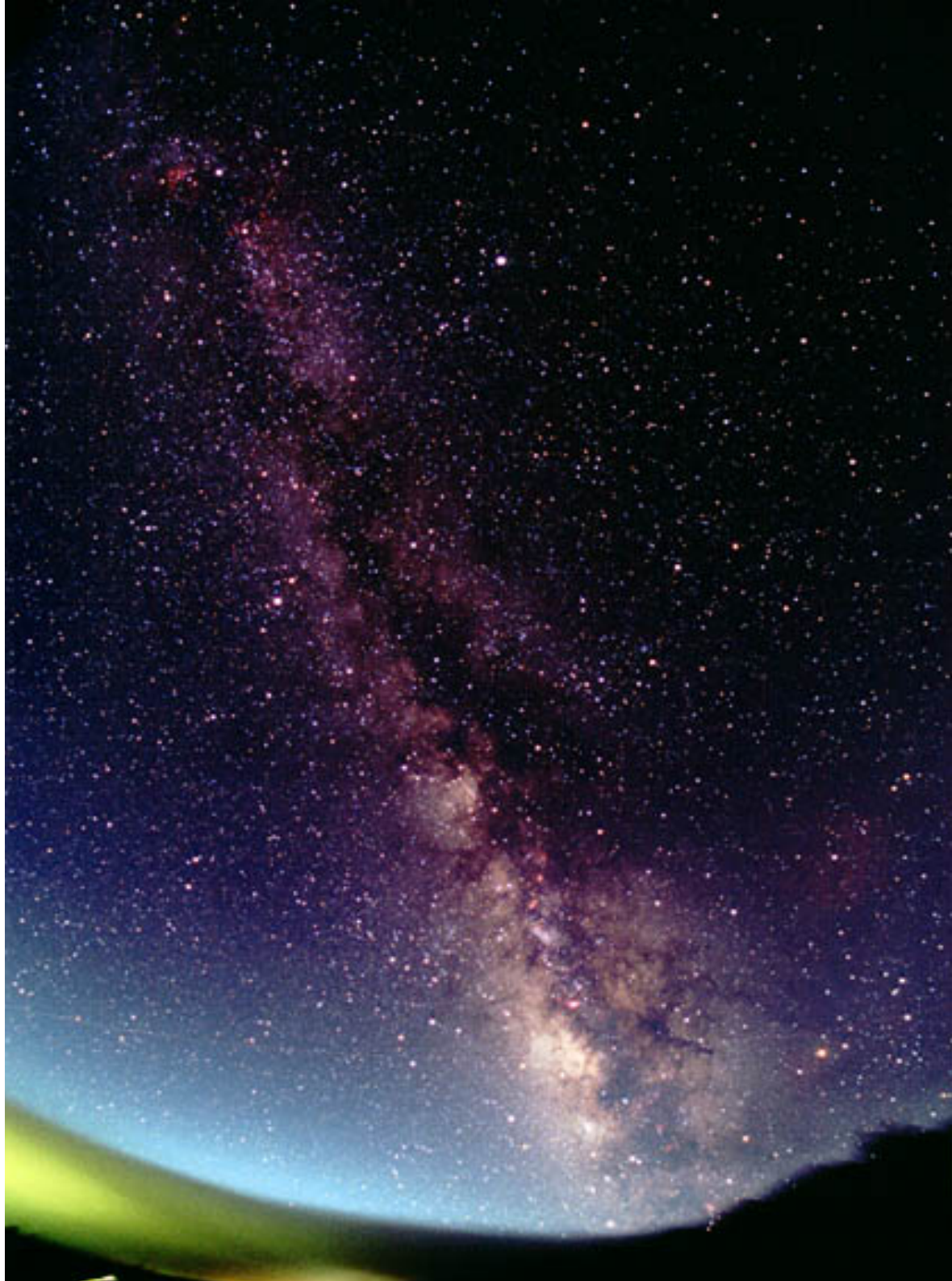


天の川  
銀河系

Copyright(c) 1997 – 2012  
by Naoyuki Kurita,  
All rights reserved.

北半球(日本国内)の  
魚眼全天カメラによる  
天の川の眺め





北半球(日本国内)  
の天の川の眺め

Credit & Copyright: [Naoyuki Kurita](#)





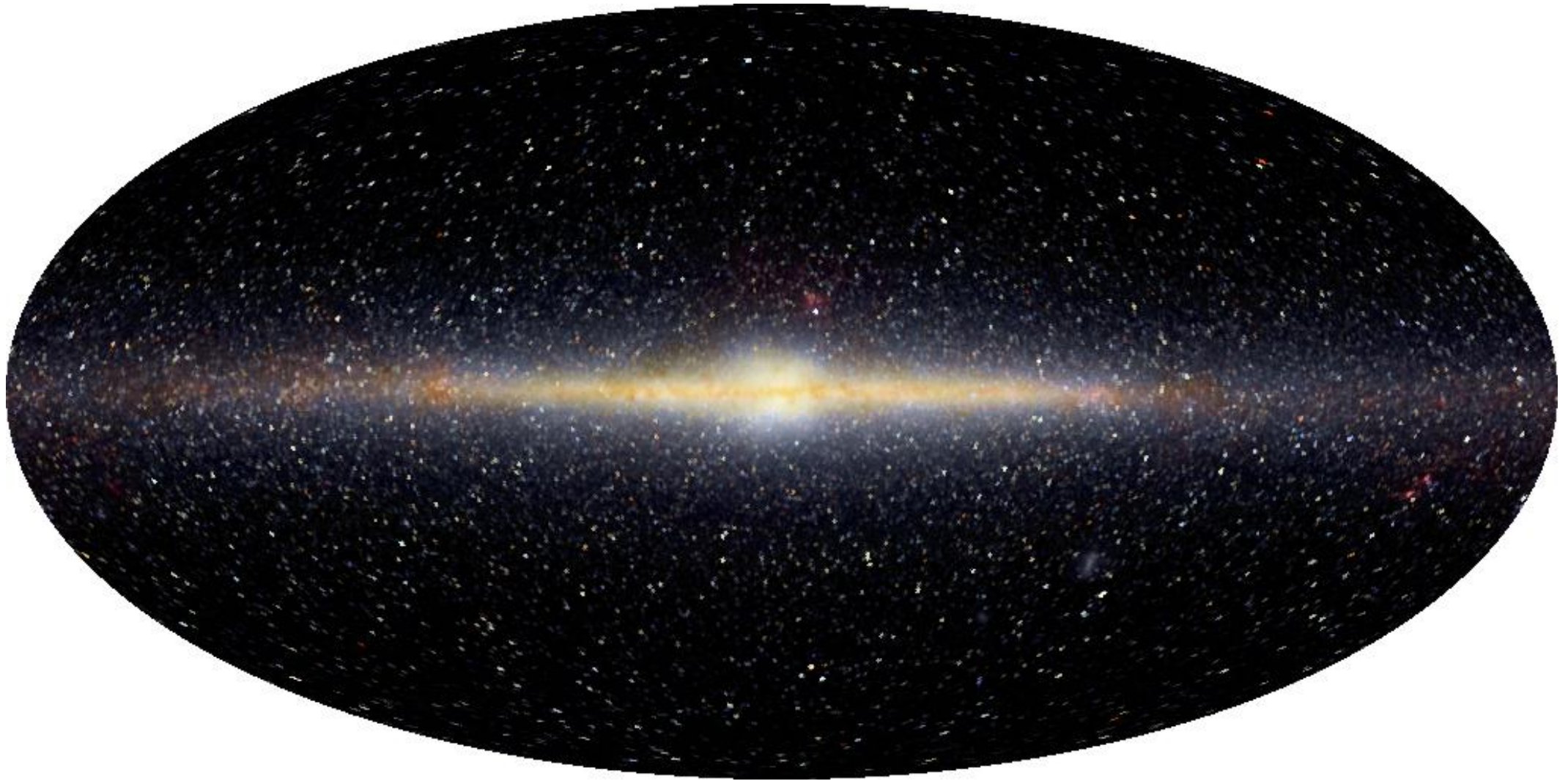
**Credit & Copyright:** Serge Brunier  
Obtained from APOD

南半球からの  
天の川の眺め





Image Credit & [Copyright](#): Nick Risinger ([Photopic Sky Survey](#))



NASA COBE DIRBE

ちりの減光をあまり受けず遠くまで見通せる  
近赤外線で見えた天の川(我らの銀河系)の姿



# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

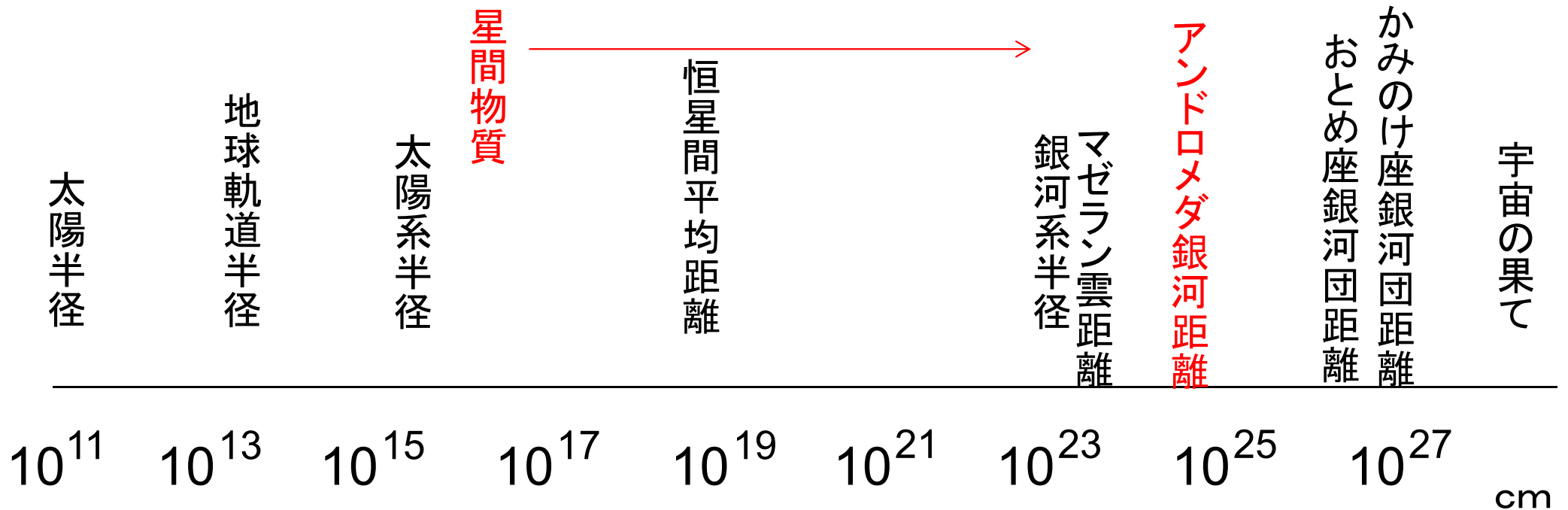
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$







渦巻銀河(あるいは円盤銀河)M31  
我々の銀河系に最も近い渦巻銀河

Credit & Copyright: Robert Gendler (robgendlerastropics.com)




## Sombrero Galaxy • M104



星とガスとチリが円盤状に集まった銀河を、横から見ている。  
円盤面に含まれるチリが背後の星の光を吸収し暗く見えている。

Hubble  
Heritage



A detailed view of the Whirlpool Galaxy (M101) showing its spiral structure and dust lanes. The galaxy is seen from an edge-on perspective, revealing its characteristic spiral arms and the dark dust lanes that separate them. The central region is bright and dense, while the outer arms are more diffuse and contain many small stars. The overall color palette is dominated by blues and greys, with some warmer tones in the central region.

渦巻銀河 M101 (NASA, ESA, CFHT, NOAO)  
横から見ると円盤銀河に見えるだろう。  
チリの濃いところが黒い筋となって見えている。  
そこにやがて新たな星が生まれるだろう。  
渦巻の成因の統一見解はまだ得られていない。





衝突しつつある二つの渦巻銀河

The Colliding Spiral Galaxies of Arp 274 (NASA, ESA, M. Livio)



衝突して互いの形が激しくゆがめられ、また、  
活発な星生成活動(赤い箇所)が起きている。

The Antennae Galaxies in Collision (NASA, ESA, & B. Whitmore)



# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

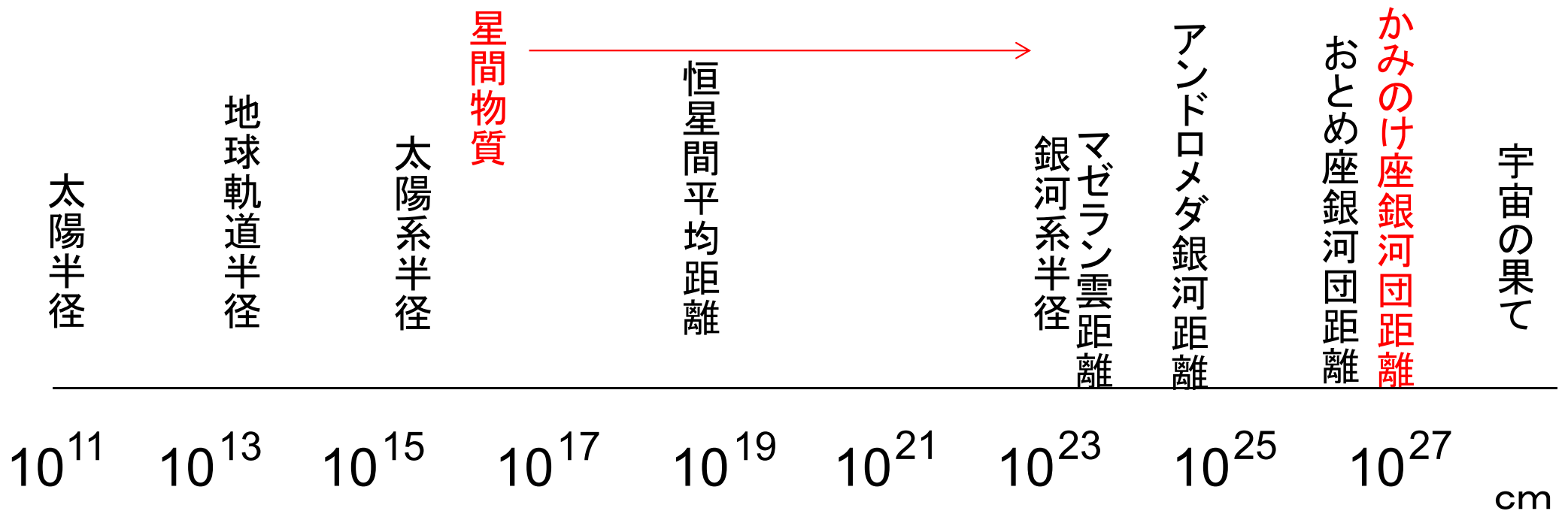
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$



# Coma Cluster of Galaxies



渦巻銀河や楕円銀河など色々な銀河が集まっているかみのけ座銀河団。 



# 重力レンズ現象

手前の銀河団の作る重力場がレンズの働きをして、背後にある銀河(群)を、同心円状に散らばる細い筋状の光芒として見せている。

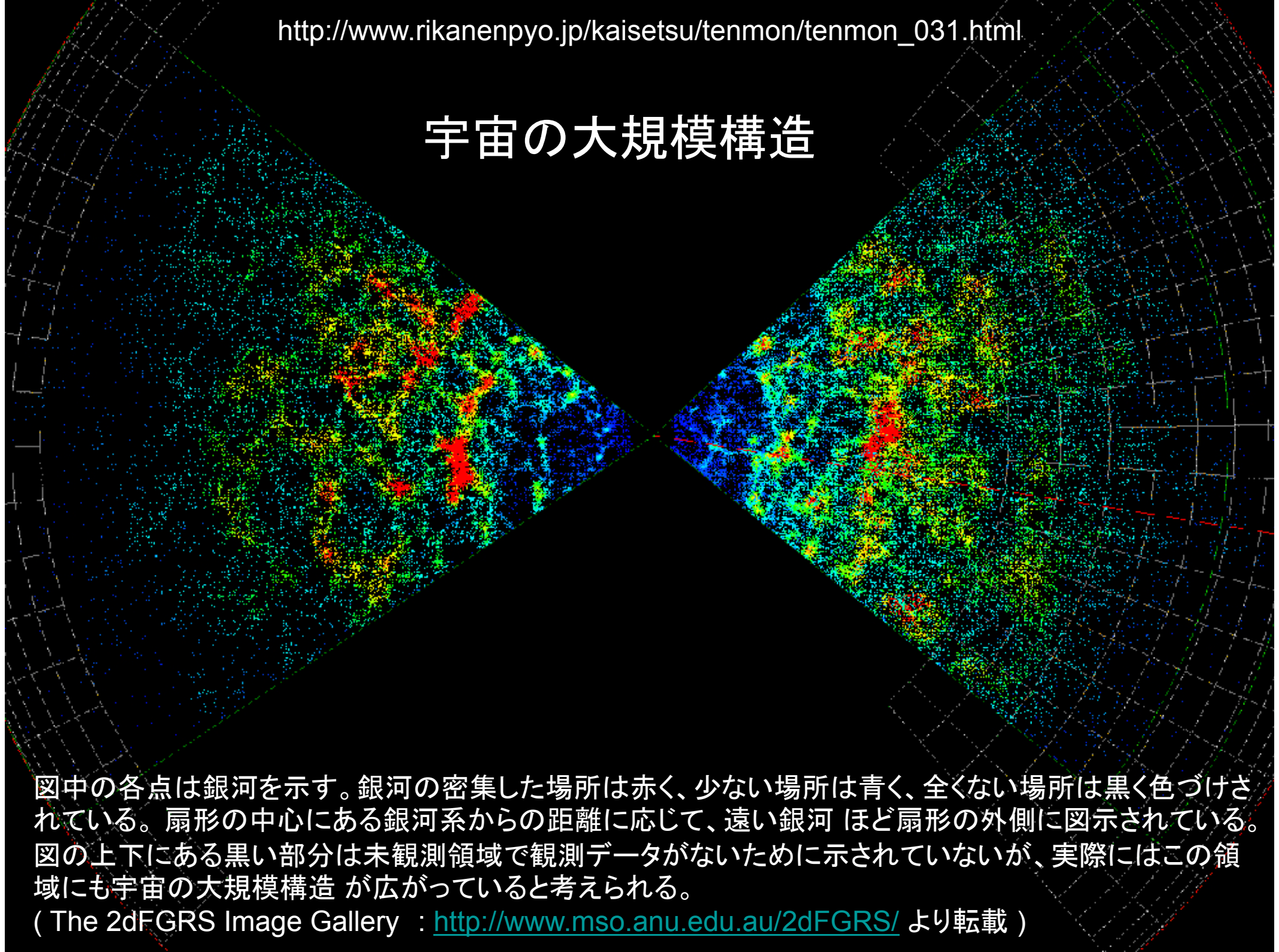


**Galaxy Cluster Abell 2218**

**HST • WFPC2**

NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI) • STScI-PRC00-08

# 宇宙の大規模構造



図中の各点は銀河を示す。銀河の密集した場所は赤く、少ない場所は青く、全くない場所は黒く色づけされている。扇形の中心にある銀河系からの距離に応じて、遠い銀河ほど扇形の外側に図示されている。図の上下にある黒い部分は未観測領域で観測データがないために示されていないが、実際にはこの領域にも宇宙の大規模構造が広がっていると考えられる。

( The 2dFGRS Image Gallery : <http://www.mso.anu.edu.au/2dFGRS/> より転載 )



# 宇宙にある物体の尺度

原子 $\sim 1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$

星間ダスト $\sim < 1 \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm}$

人間 $\sim 10^2 \text{ cm}$

地球直径 $\sim 1.3 \times 10^9 \text{ cm}$

太陽直径 $\sim 1.4 \times 10^{11} \text{ cm}$

地球軌道半径(天文単位) $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}$

太陽系半径 $\sim 100 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{15} \text{ cm}$

恒星間平均距離 $\sim 1 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{18} \text{ cm}$

銀河系半径 $\sim 20 \text{ kpc} = 6.2 \times 10^{22} \text{ cm}$

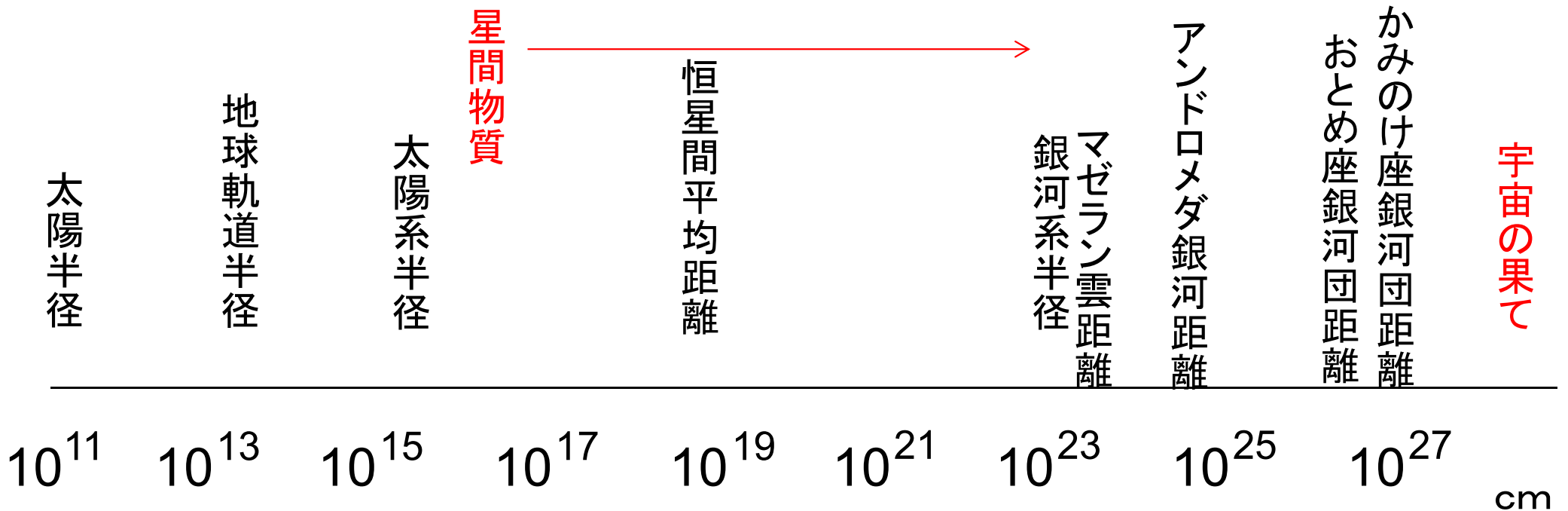
大マゼラン雲 $\sim 50 \text{ kpc} = 1.6 \times 10^{23} \text{ cm}$

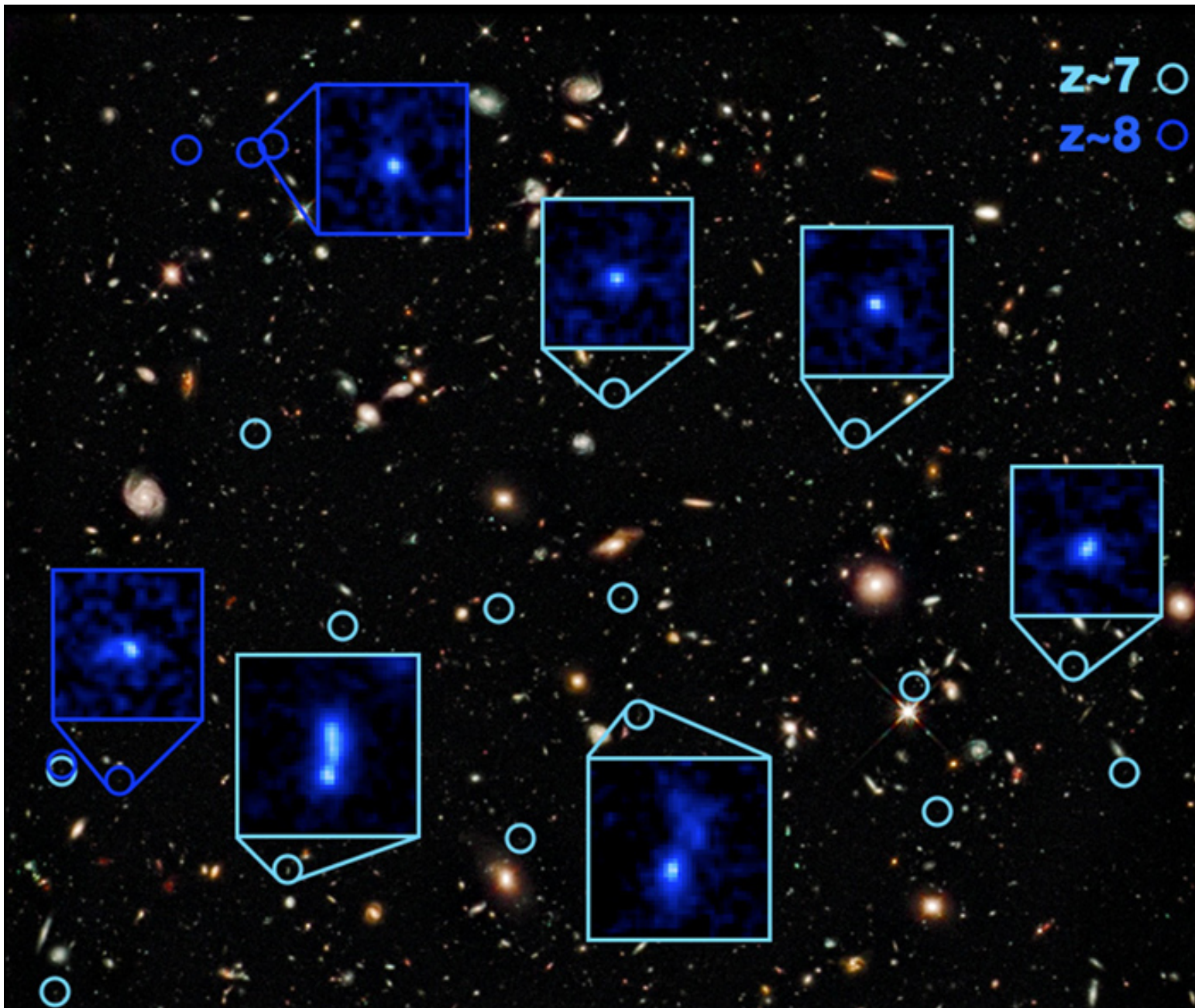
アンドロメダ銀河 $\sim 705 \text{ kpc} = 2.2 \times 10^{24} \text{ cm}$

おとめ座銀河団 $\sim 18 \text{ Mpc} = 5.6 \times 10^{25} \text{ cm}$

かみのけ座銀河団 $\sim 90 \text{ Mpc} = 2.8 \times 10^{26} \text{ cm}$

宇宙の果て $\sim 137 \text{ 億光年} = 1.3 \times 10^{28} \text{ cm}$





最遠方の銀河団。その手前の銀河団も重なって見えている。

## HUDF09 WFC3/IR Image with $z\sim 7$ and $z\sim 8$ Galaxies

Credit: NASA, ESA, G. Illingworth, R. Bouwens (University of California, Santa Cruz), and the HUDF09 Team.



ここまで