

7-1 宇宙與太陽系



光年

以光速行走一年的**距離**

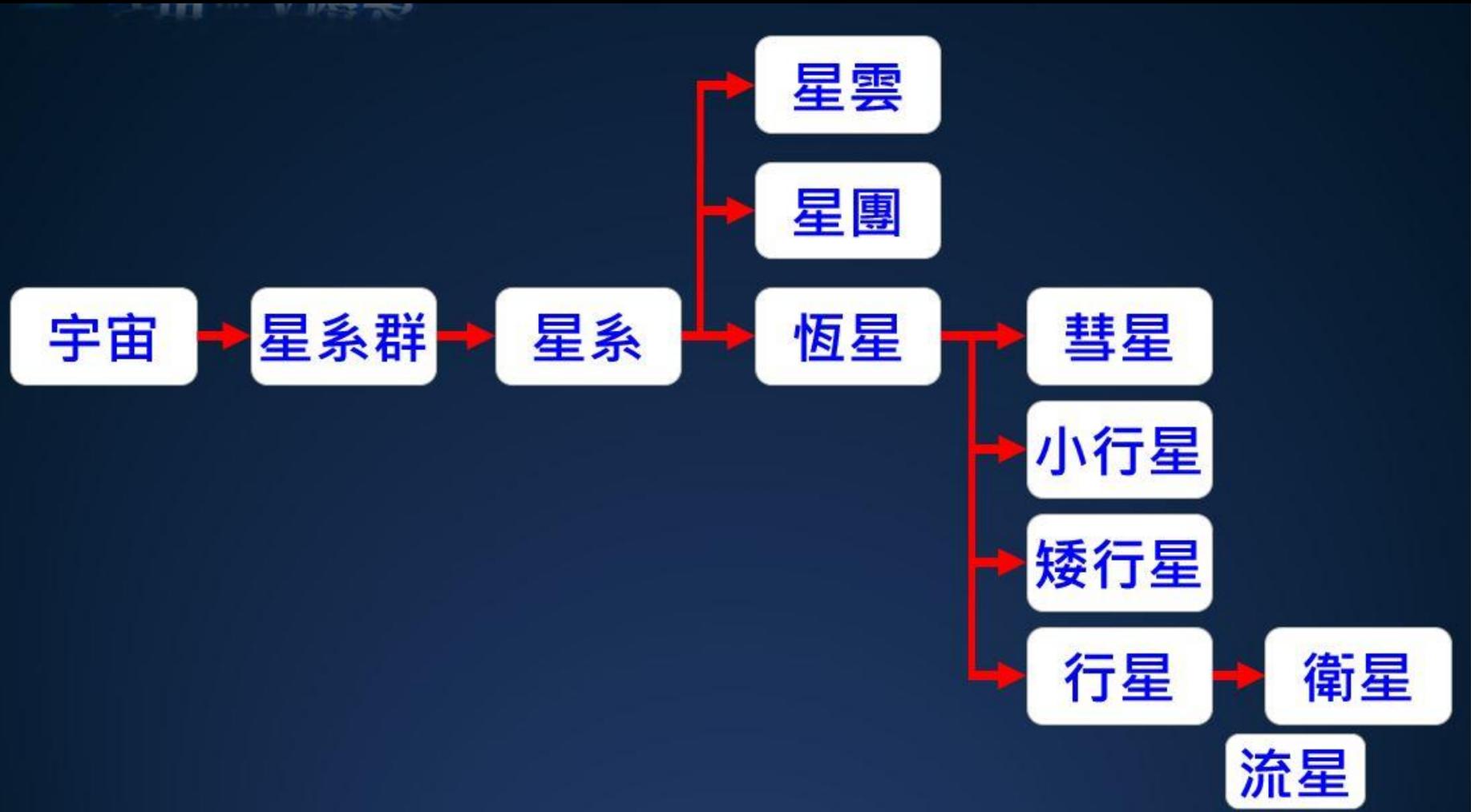
距離 \doteq 10 兆公里 (光速：30 萬公里/秒)



1. 光年適用於太陽系外，作為恆星或星系間的距離單位。
2. 肉眼可見的星星，除金木水火土等傳統行星及彗星外，與太陽距離最近的一顆恆星（比鄰星，半人馬座 α -C）在4.2光年之外，即光速需要花4.2年才能到達該星。
3. 例如：織女星是夏天夜空易見的亮星，距離地球約26光年，星光經過26年才到達地球，所以我們看到的是26年前的織女星。



宇宙的組織





宇宙誕生在約**138億年前**，仍持續**膨脹**中。
目前**可觀測的宇宙**中，星系的總數可能超過
一千億個以上



宇宙與太陽系

宇宙組織

本星系群

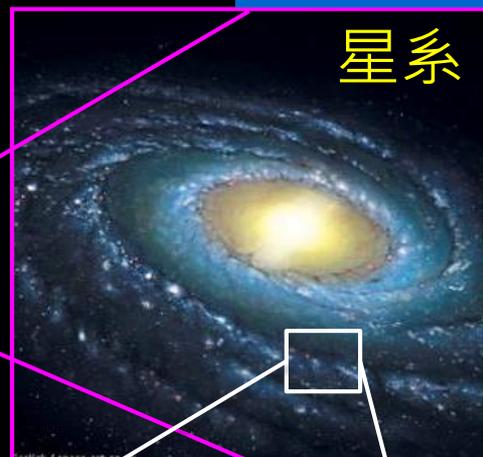
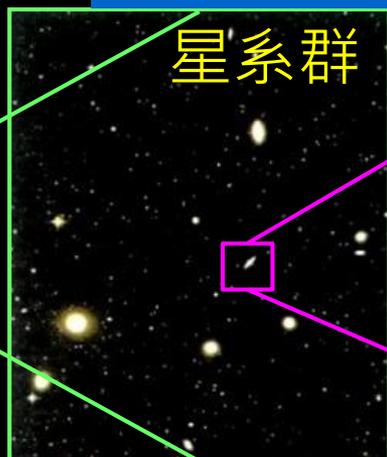
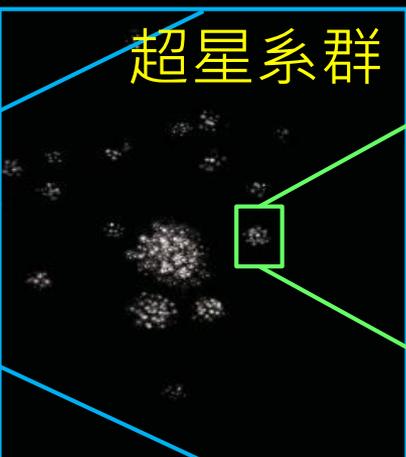
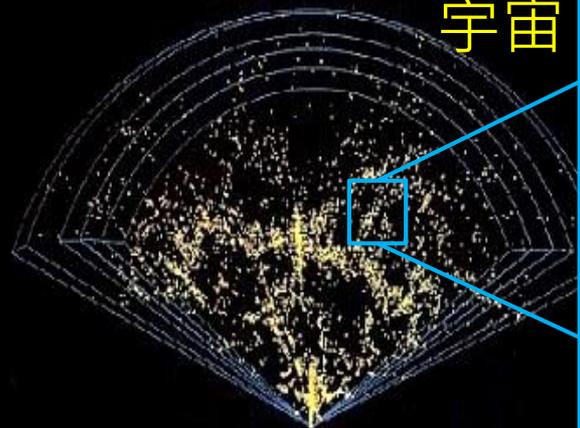
銀河系

宇宙

超星系群

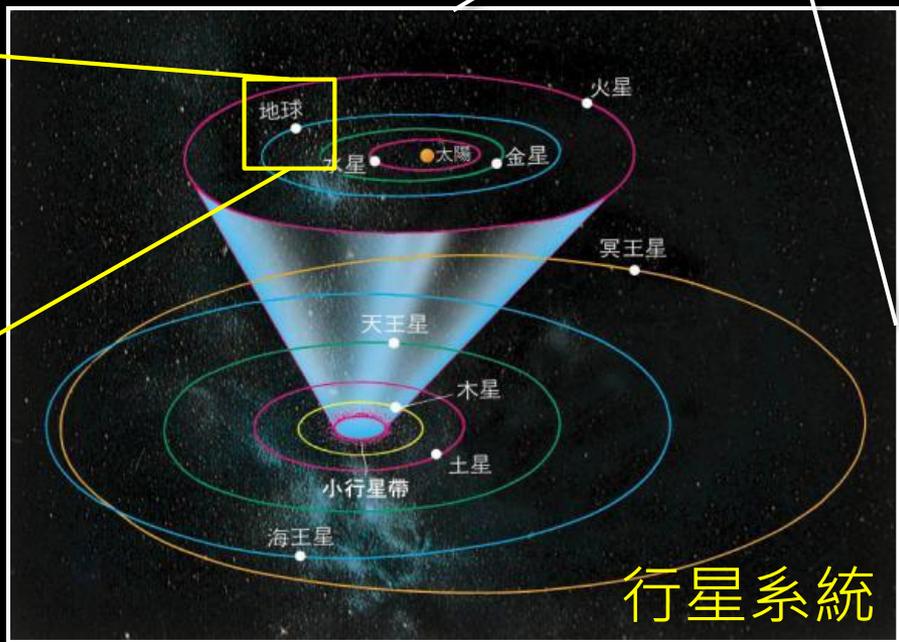
星系群

星系



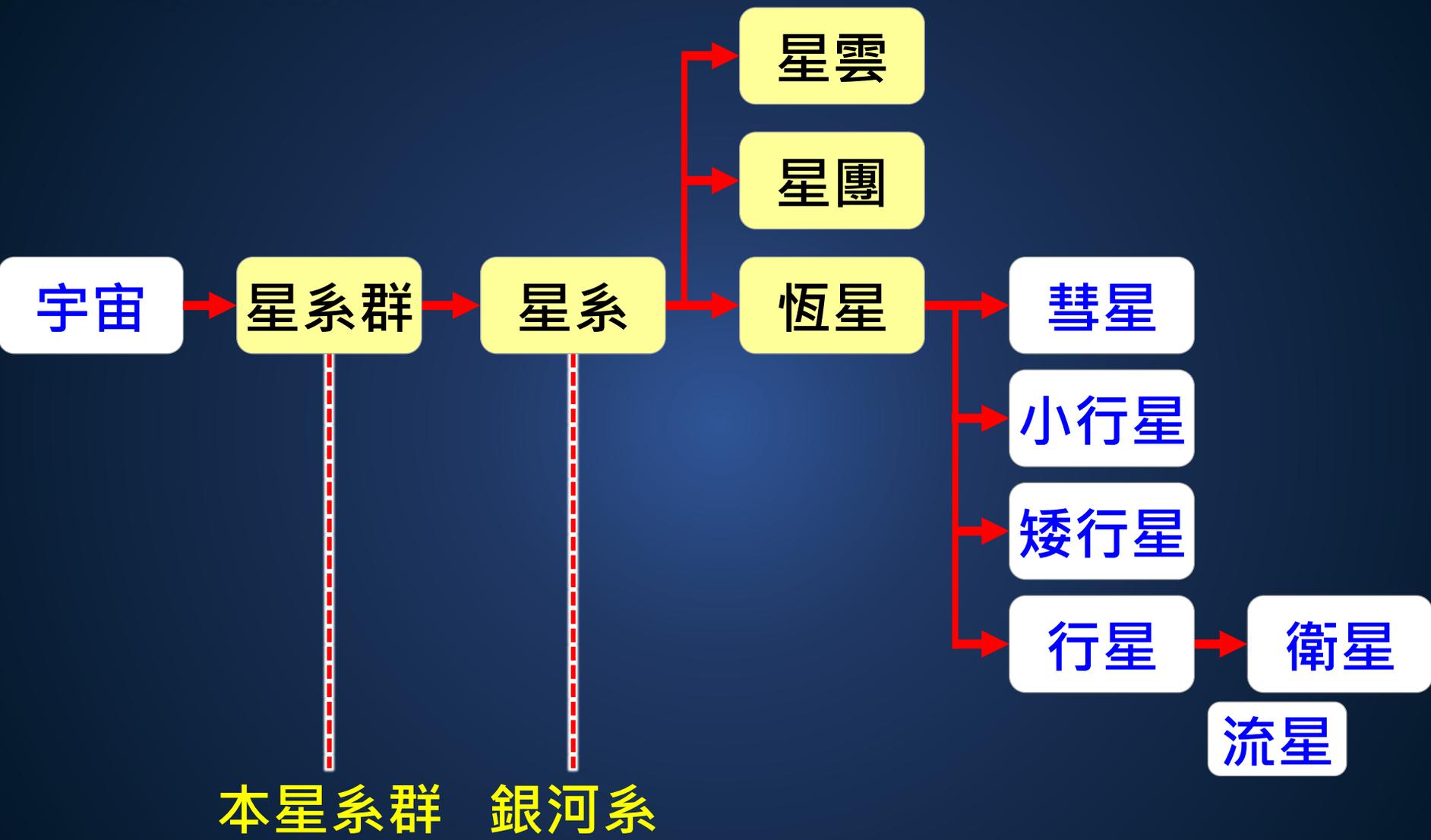
行星

地球



行星系統

太陽系



星系群

長蛇座星系群內有超過100個星系，大小約有一千萬光年。

星系群(團)：由多個星系所組成的系統，銀河系所屬的星系群稱為**本星系群**



宇宙與太陽系 星系

包含恆星、星雲、星團和星際物質，
受到重力束縛的巨大質量系統。

星系平均擁有約千億顆恆星。

螺旋星系



橢圓星系



棒旋星系



螺旋星系M31：仙女座大星系

直徑16萬光年、恆星數約有3000億顆



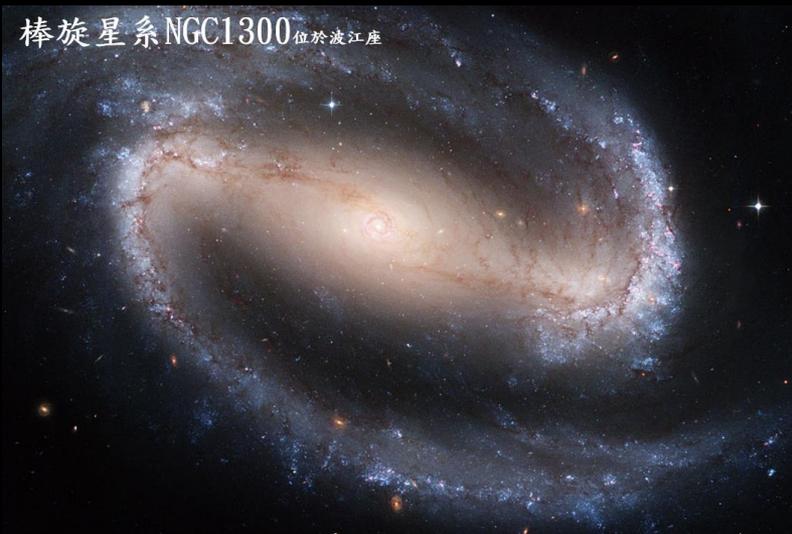
螺旋星系M83南風車銀河位於長蛇座

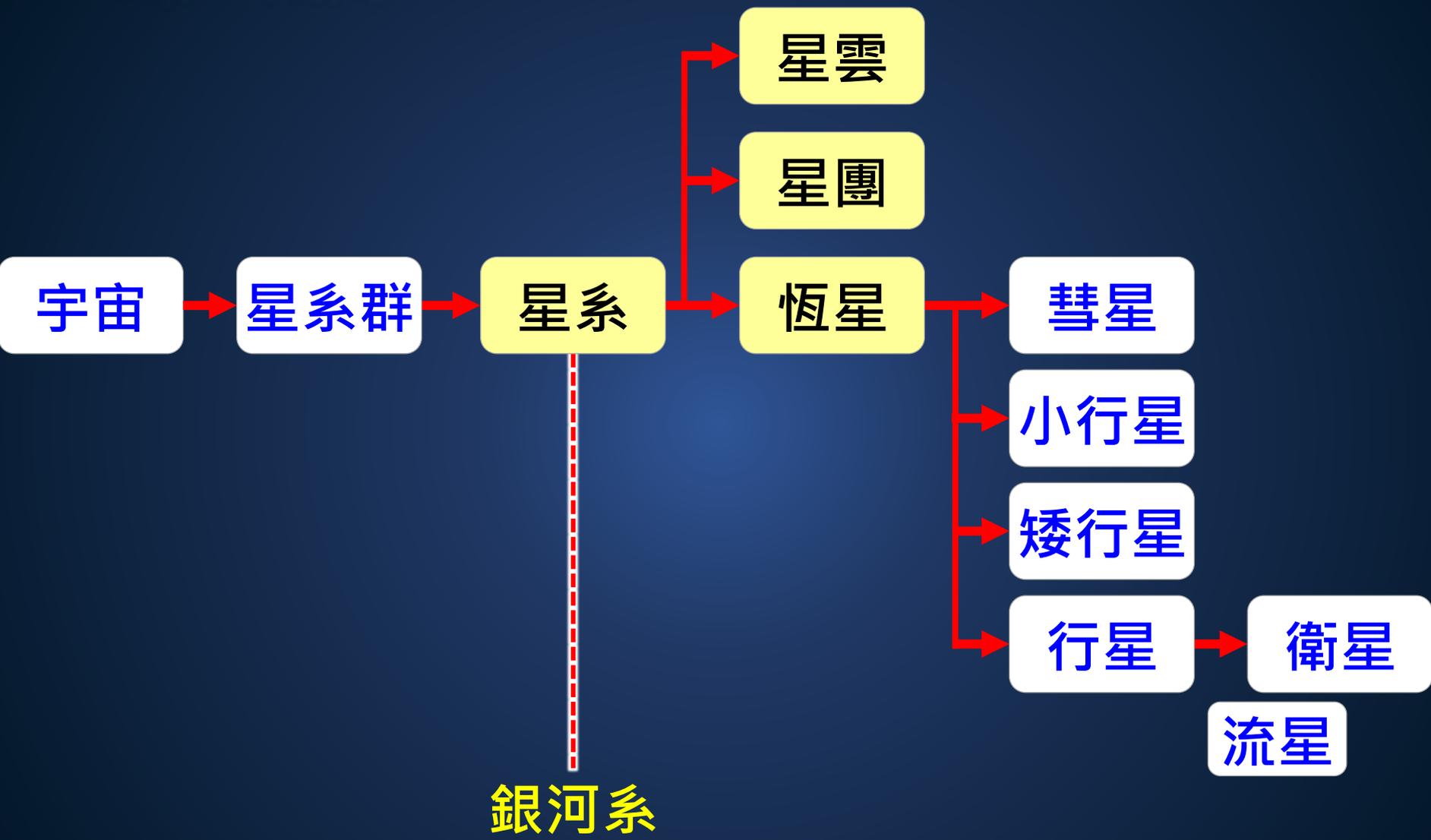


距地130億光年的A1689-zD1星系



棒旋星系NGC1300位於波江座







宇宙與太陽系

銀河

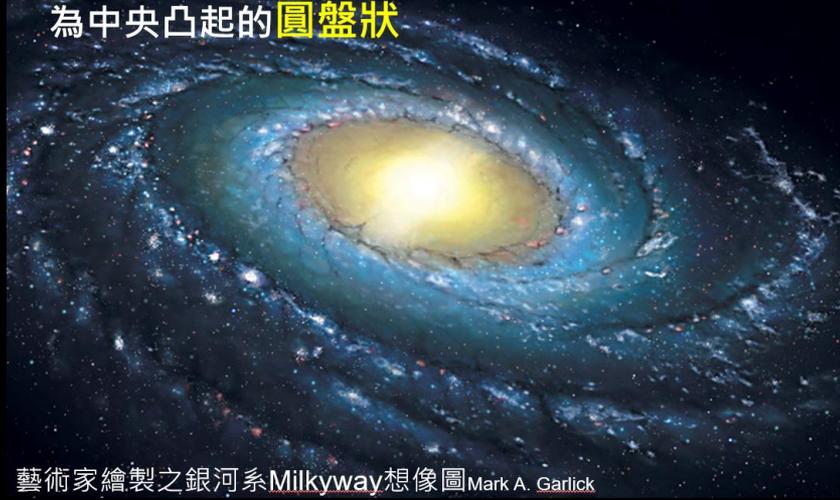




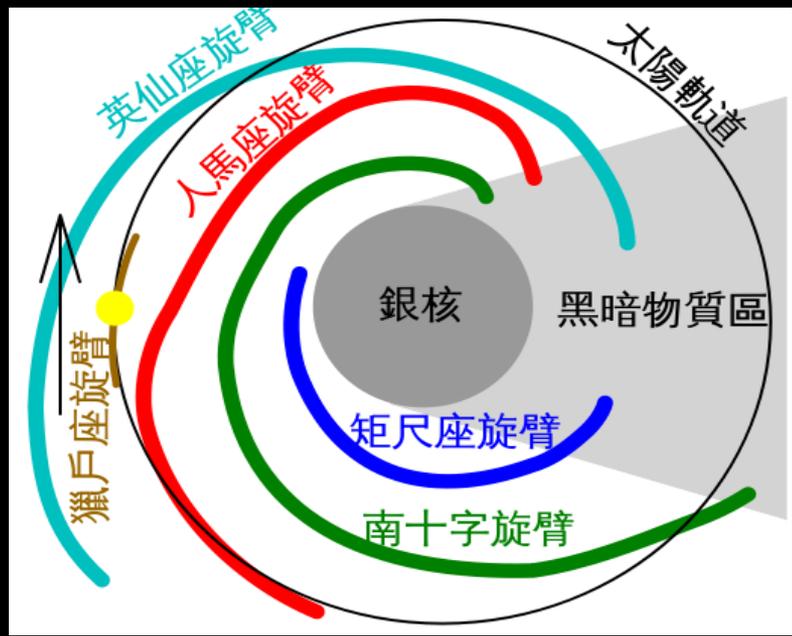
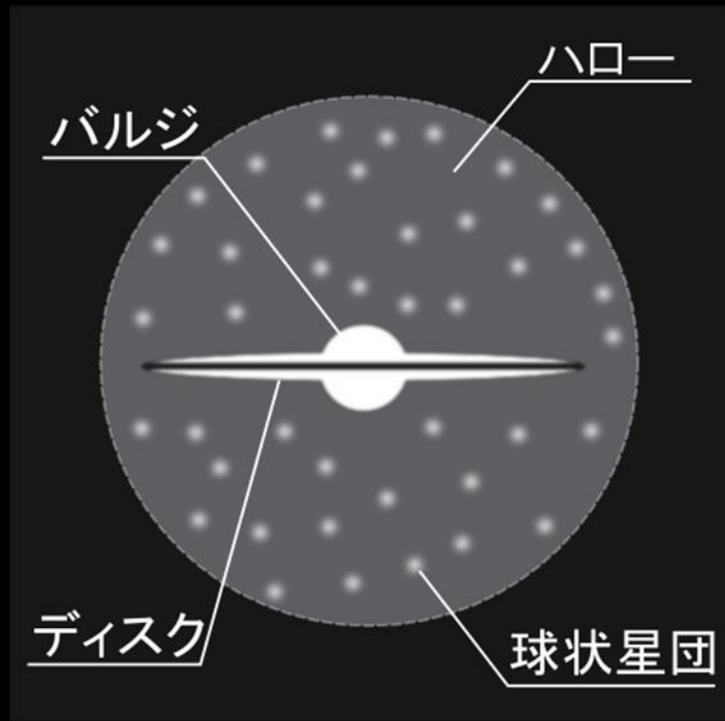
宇宙與太陽系

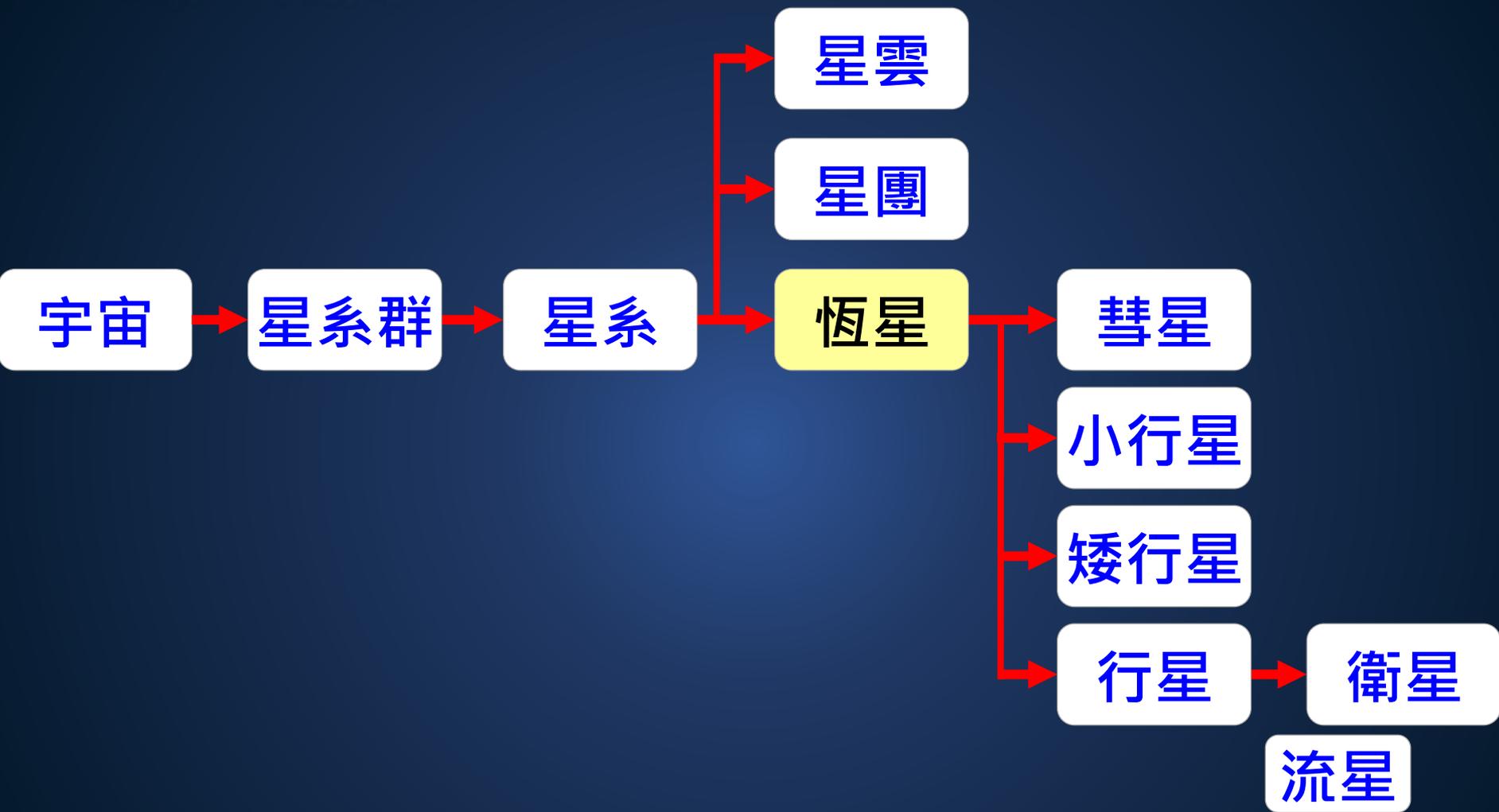
銀河系

直徑**10萬光年**，約有**2000億顆恆星**，
為中央凸起的**圓盤狀**



藝術家繪製之銀河系Milkyway想像圖 Mark A. Garlick







宇宙與太陽系

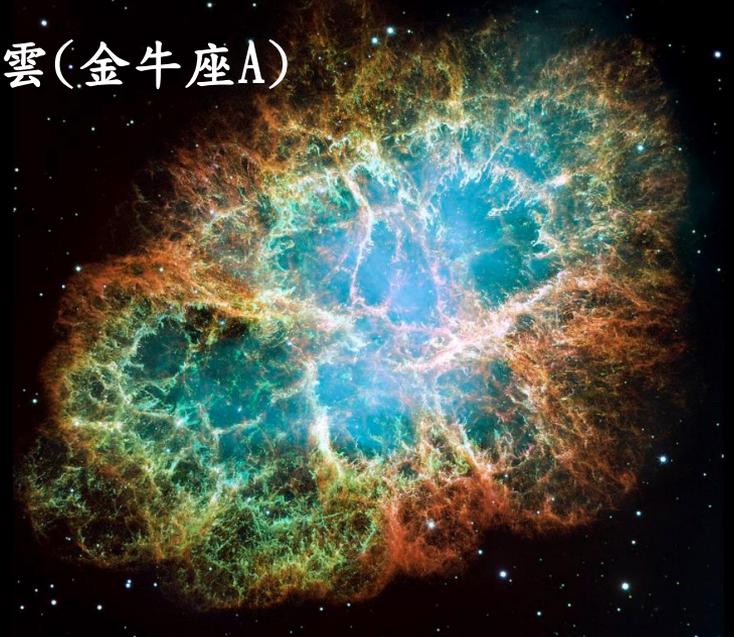
星團與星雲

M80天蠍座球狀星團

直徑大約是95光年，包含約數十萬顆的恆星。



蟹狀星雲(金牛座A)



M45金牛座昴宿星團

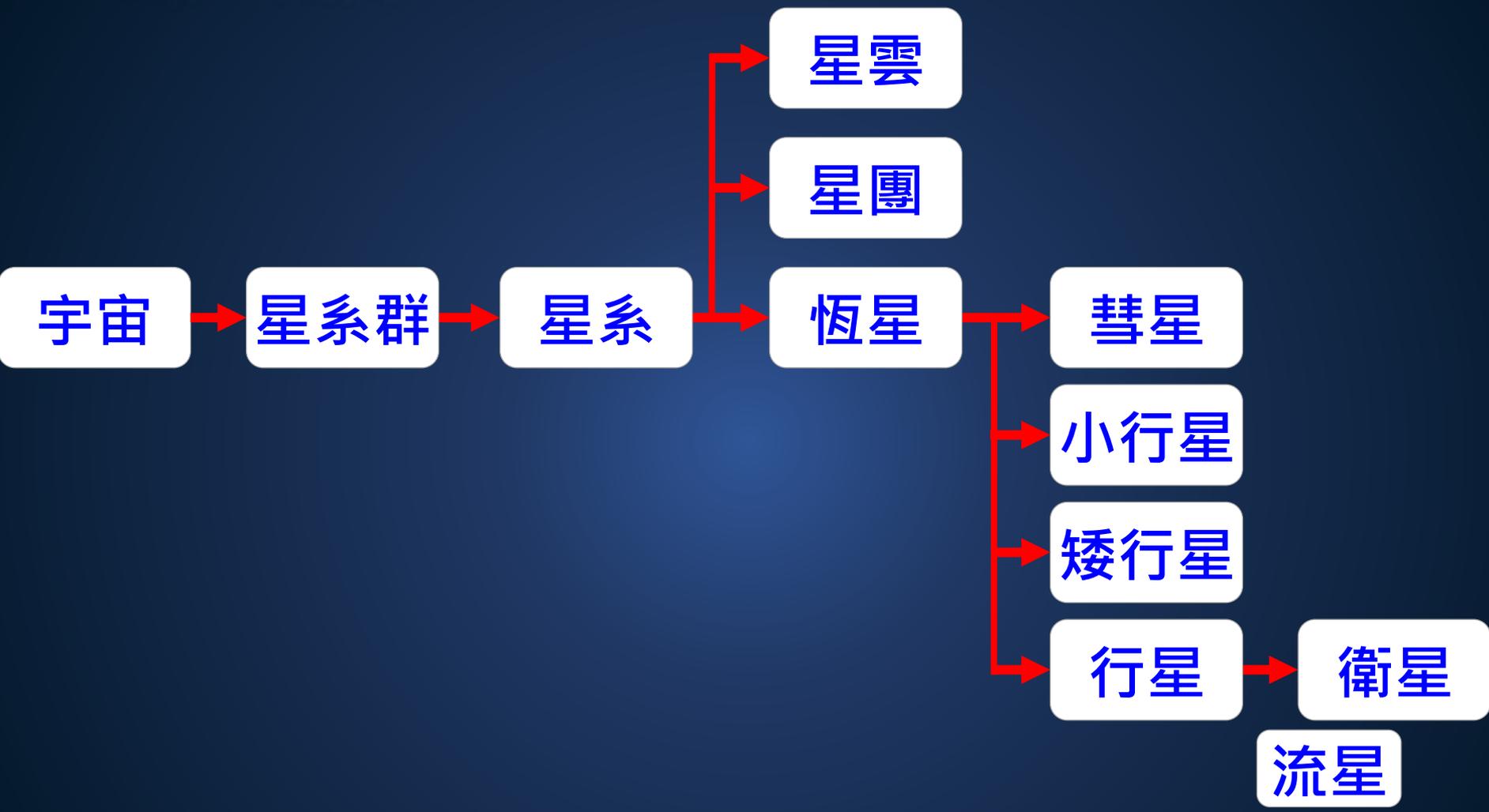
200個以上恆星的疏散星團



天龍座貓眼星雲NGC6543



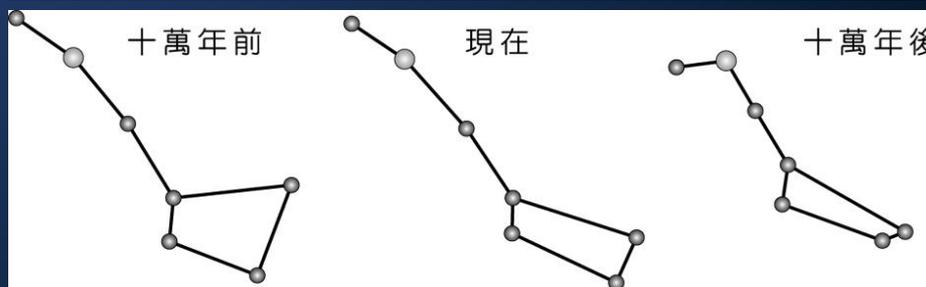
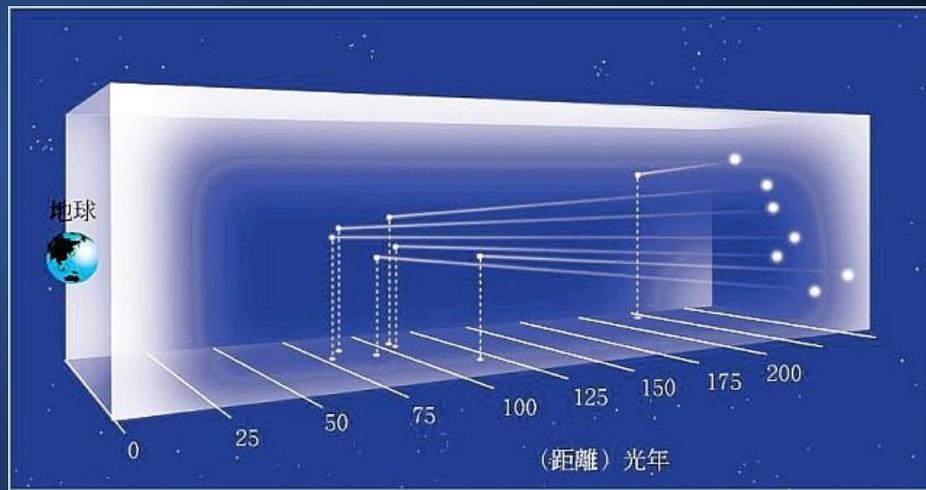
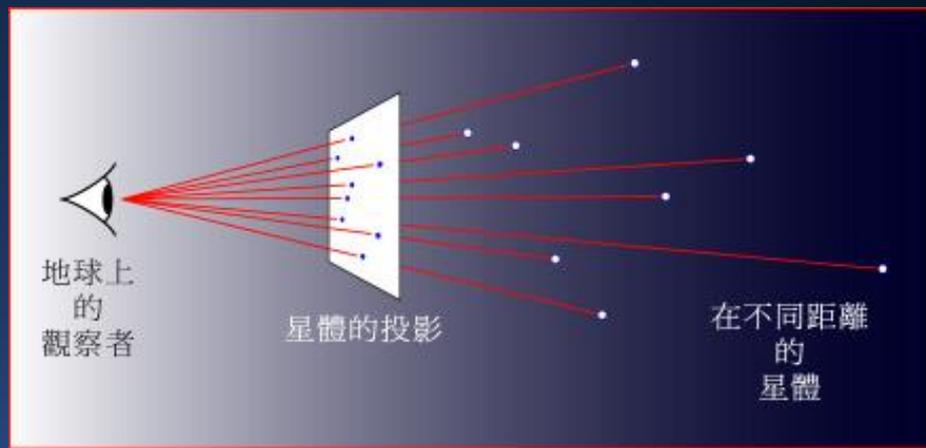
宇宙與太陽系 宇宙的組織





恆星的原始定義是因為此類星體在天空中的相對位置幾乎不會發生變化，不同於相對位置會改變的行星。

例如熟悉的北斗七星，其實彼此之間毫無關連性，與地球距離也各不相同，有各自的運行方向與速率，只要時間夠長久，從地球上所看到的相對位置也是會改變的。





織女星

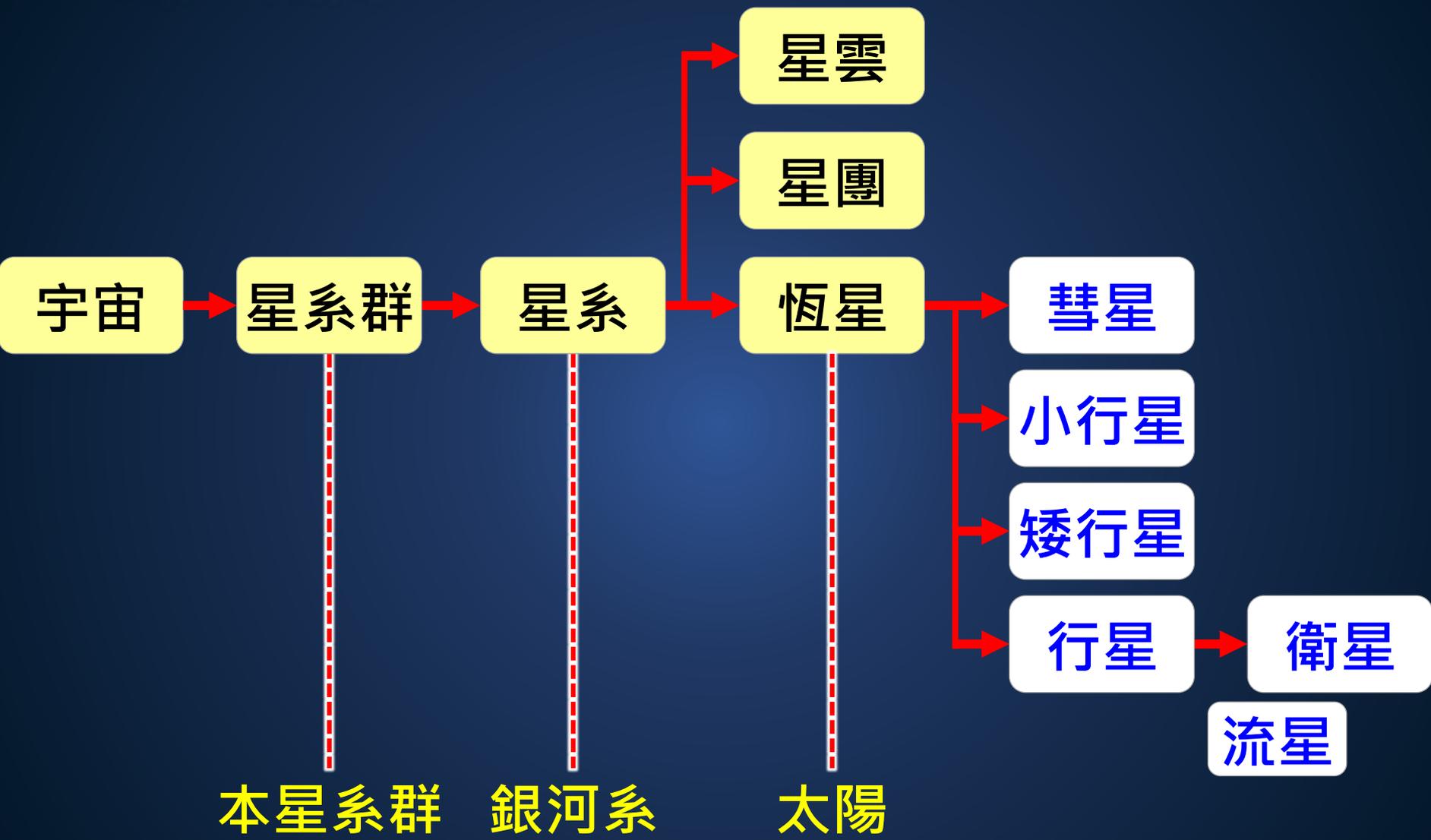


天津四

牛郎星
(河鼓二)

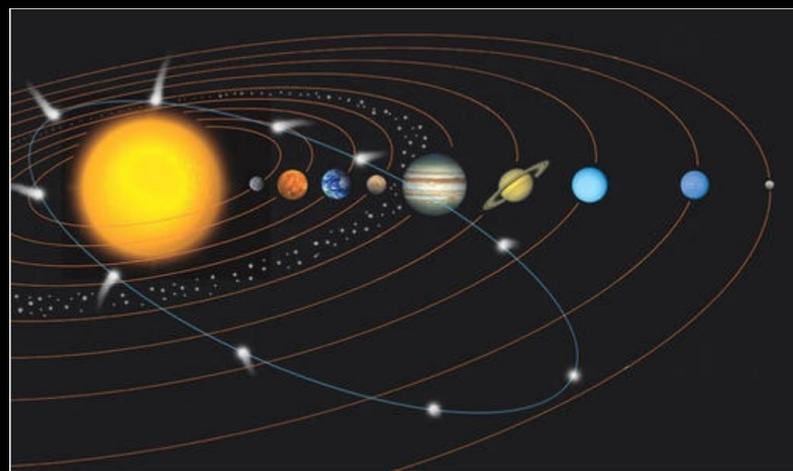
夏季大三角

肉眼可見的約6000多顆恆星，
主要亮星構成全天空**88個星座**。



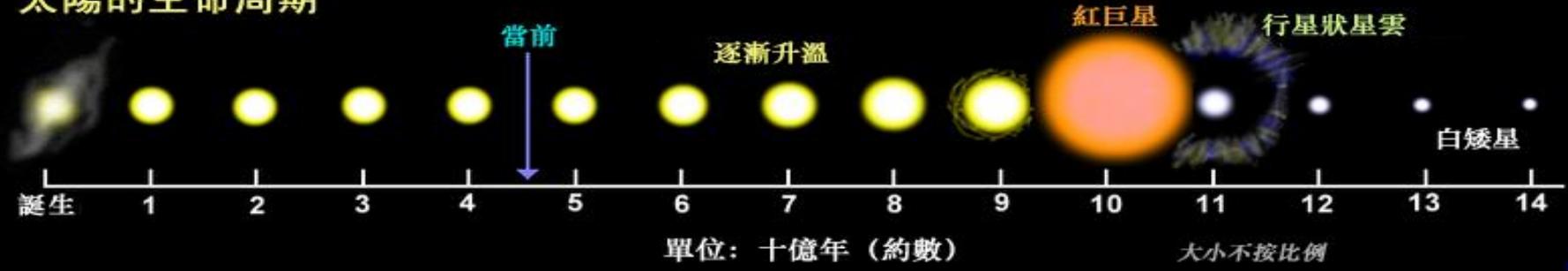
太陽

約46億年前形成，太陽周圍的天體受其萬有引力影響，以特定的軌道繞行太陽，形成行星系統稱為太陽系。



(運行方向：西向東、逆時針)

太陽的生命周期

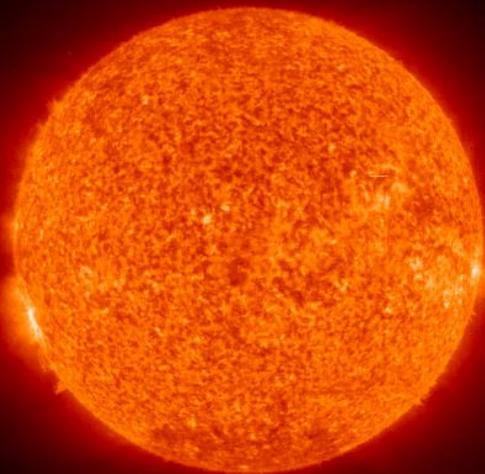




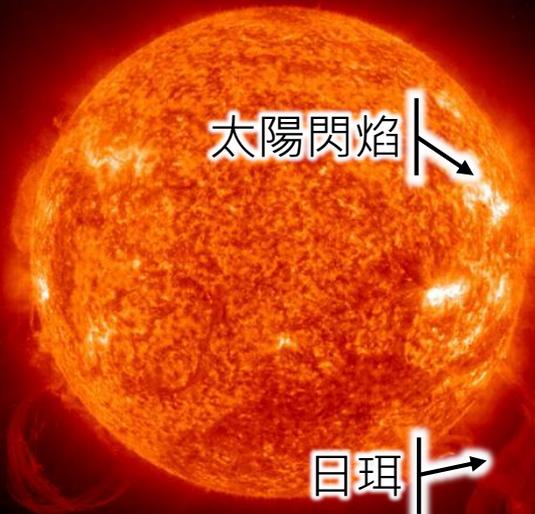
太陽

太陽主要由**氫**和**氦**組成，密度極大

太陽內部進行**核融合**反應，中央溫度高達**1500萬 $^{\circ}\text{C}$** ，表面溫度約為**5500 $^{\circ}\text{C}$** ，數十億年來持續的釋放出能量，其中有極少部分的能量被地球所吸收，成為地球上多數活動的原動力。



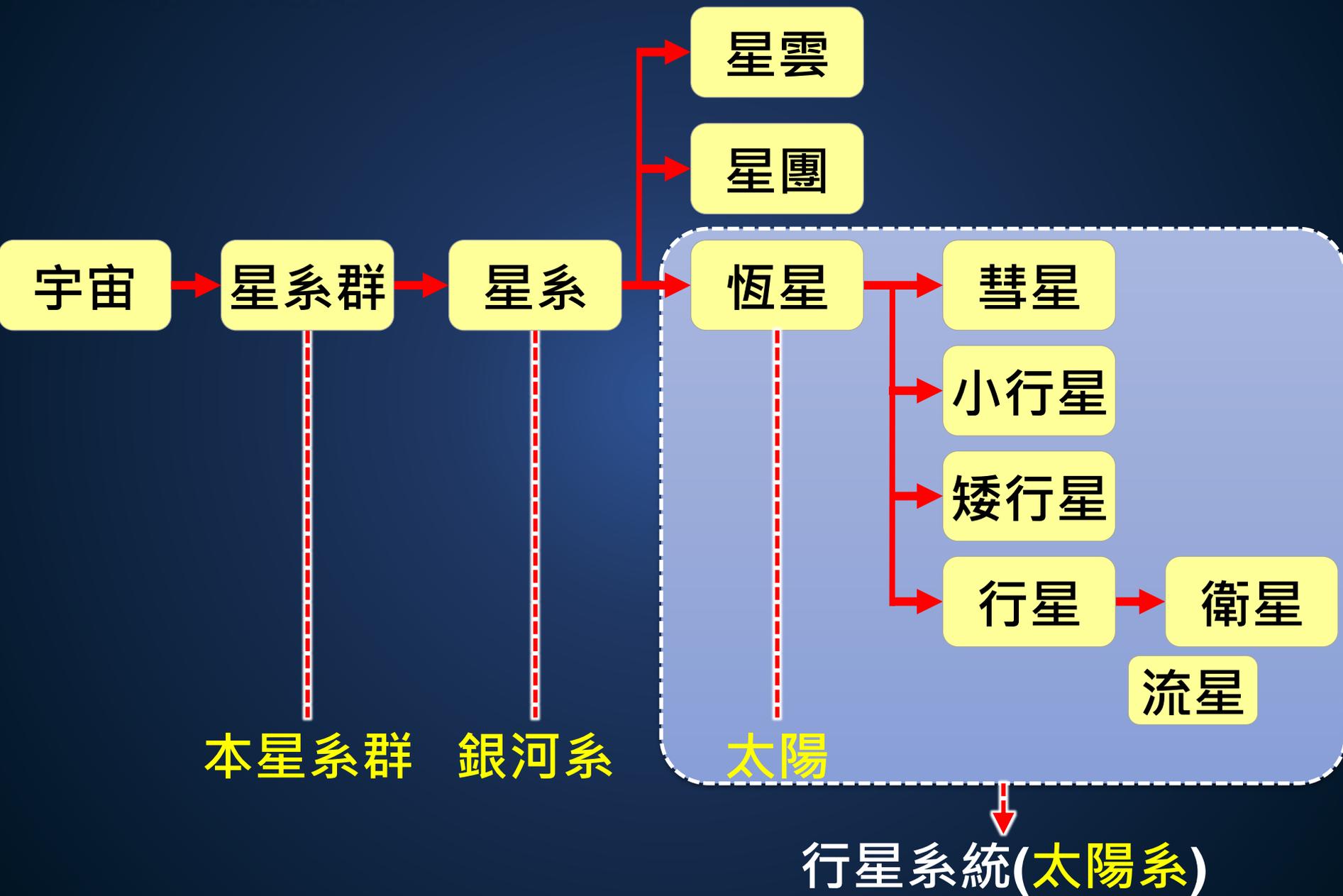
2006/02/12 01:19



2003/03/18 07:19



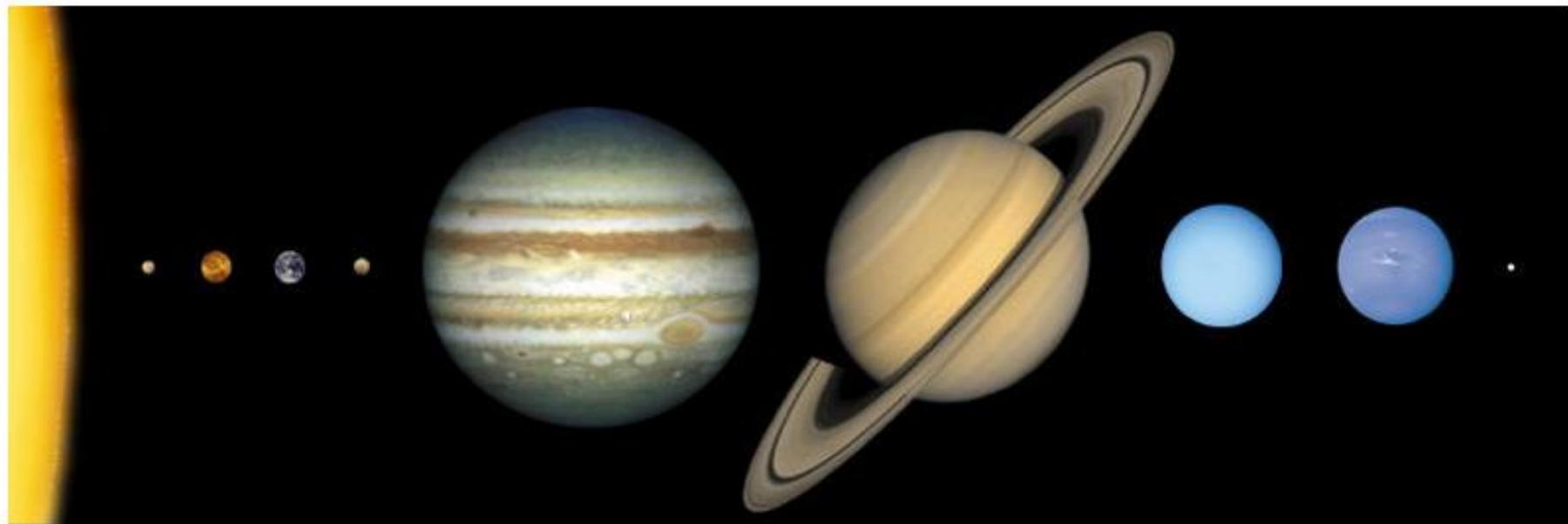
2010/11/16 13:37





八大行星

太陽



類地行星

1. 順序：水星、金星、地球、火星
2. 成分：岩石和金屬
(密度較大、體積較小)

類木行星

1. 順序：木星、土星、天王星、海王星
2. 成分：氣體和冰(沒有岩石外殼)



類地行星與類木行星

分類	成員	體積	質量	組成	密度	公轉	自轉	衛星	環
類地行星	水、金、地、火	小	小	岩石、金屬	約5	較快	較慢	無或少	沒有
類木行星	木、土、天、海	大	大	氣體、冰	約1	較慢	較快	多	有



宇宙與太陽系

天文單位



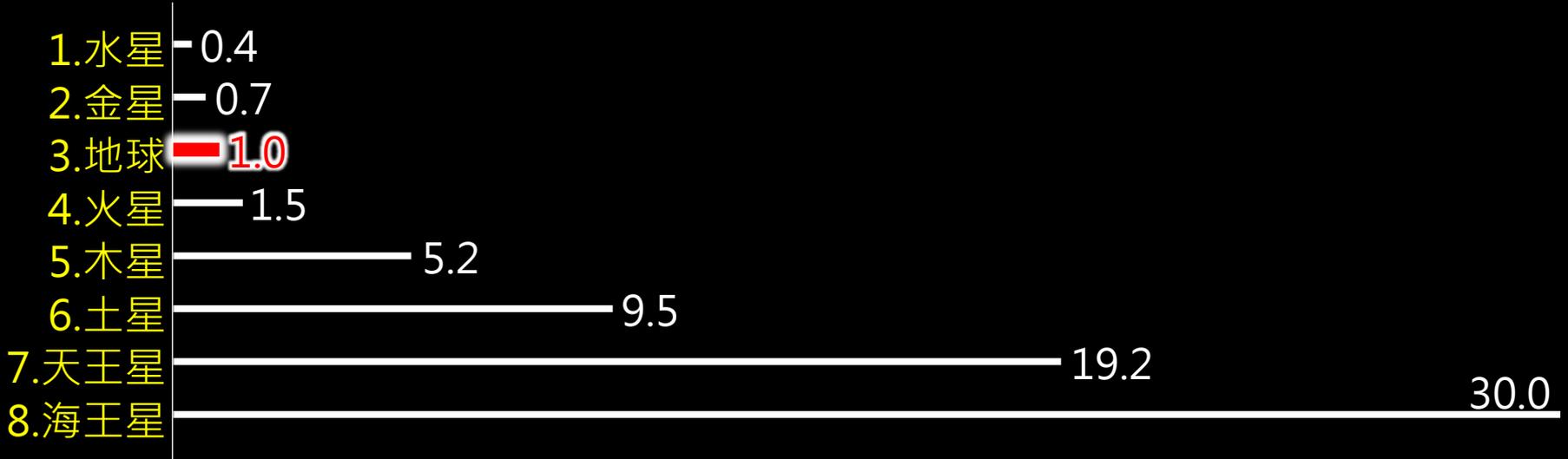
與 八大行星平均日距

1天文單位(AU)：地球與太陽的平均距離

$$= 1.5 \times 10^8 \text{ km} = \text{1億5千萬公里}$$

$$\text{陽光至地球需時} \frac{1.5 * 10^8 \text{ km}}{3 * 10^5 \text{ km/s}}$$

$$= 500 \text{ (秒)} = 8 \text{ (分)} 20 \text{ (秒)}$$



宇宙與太陽系 1 水星 Mercury



宇宙與太陽系

1 水星 Mercury



平均日距	(天文單位AU)	0.39
赤道半徑	(km)	2440
	(地球 = 1)	0.38
體積	(地球 = 1)	0.06
質量	(地球 = 1)	0.06
密度	(g/cm ³)	5.44
赤道重力	(地球 = 1)	0.38
公轉週期	(days)	87.97
自轉週期	(days)	58.65
自轉軸傾斜	(度)	0
組成		岩石、鐵
表面溫度	(°C)	-180 ~ 430
大氣壓力	(大氣壓atm)	幾近於0
大氣組成		
衛星數量	(個)	0

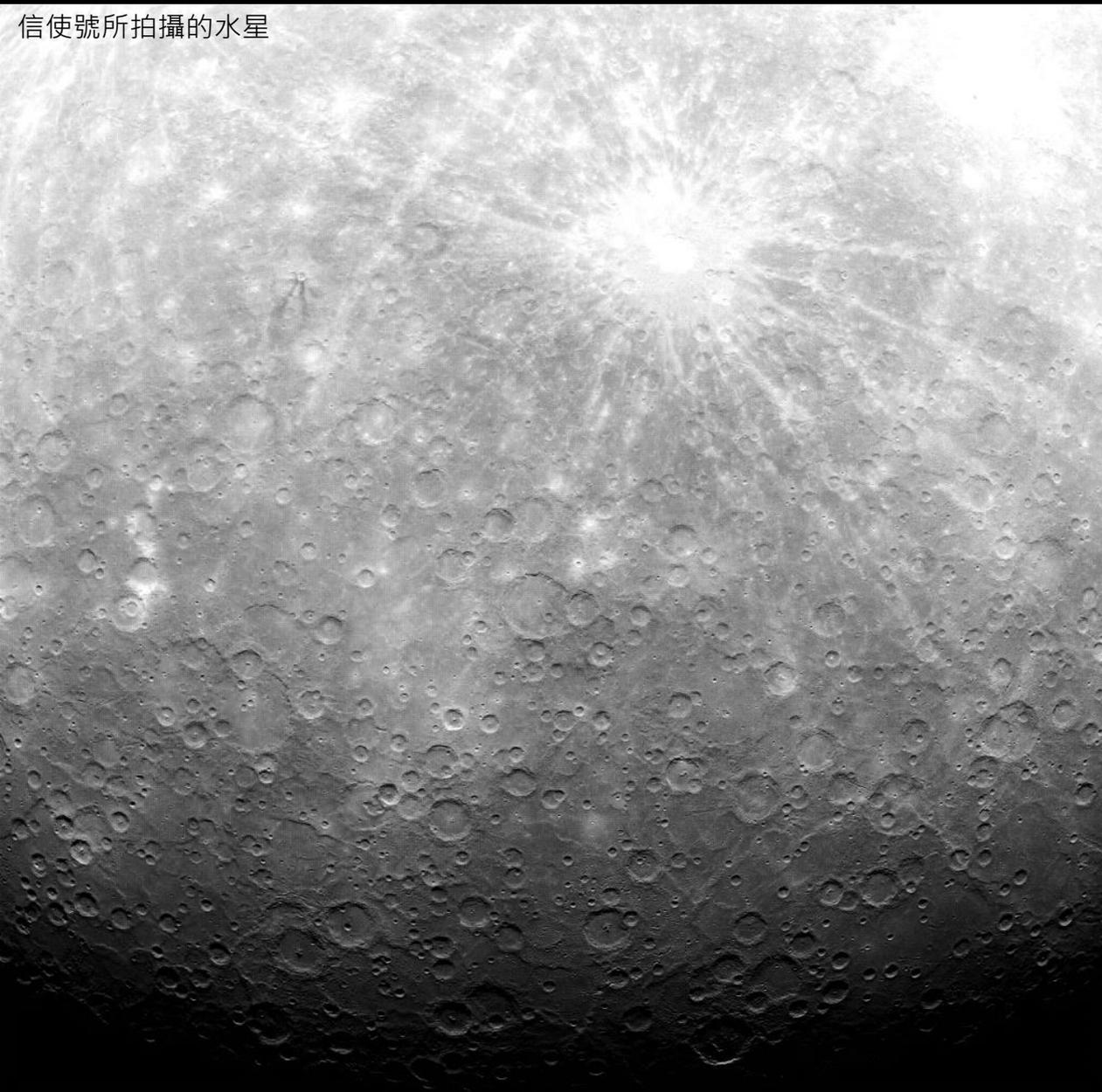


水手10號Mariner10 1974~75

水星在外觀上很像月球(表面有著許多的隕石坑)，沒有衛星，也沒有大氣層，日夜溫差極大，在其岩石外層下是巨大的鐵核。因水星是最接近太陽的行星，僅能利用日出前或日落後短暫時間觀察。

宇宙與太陽系 1 水星 Mercury

信使號所拍攝的水星

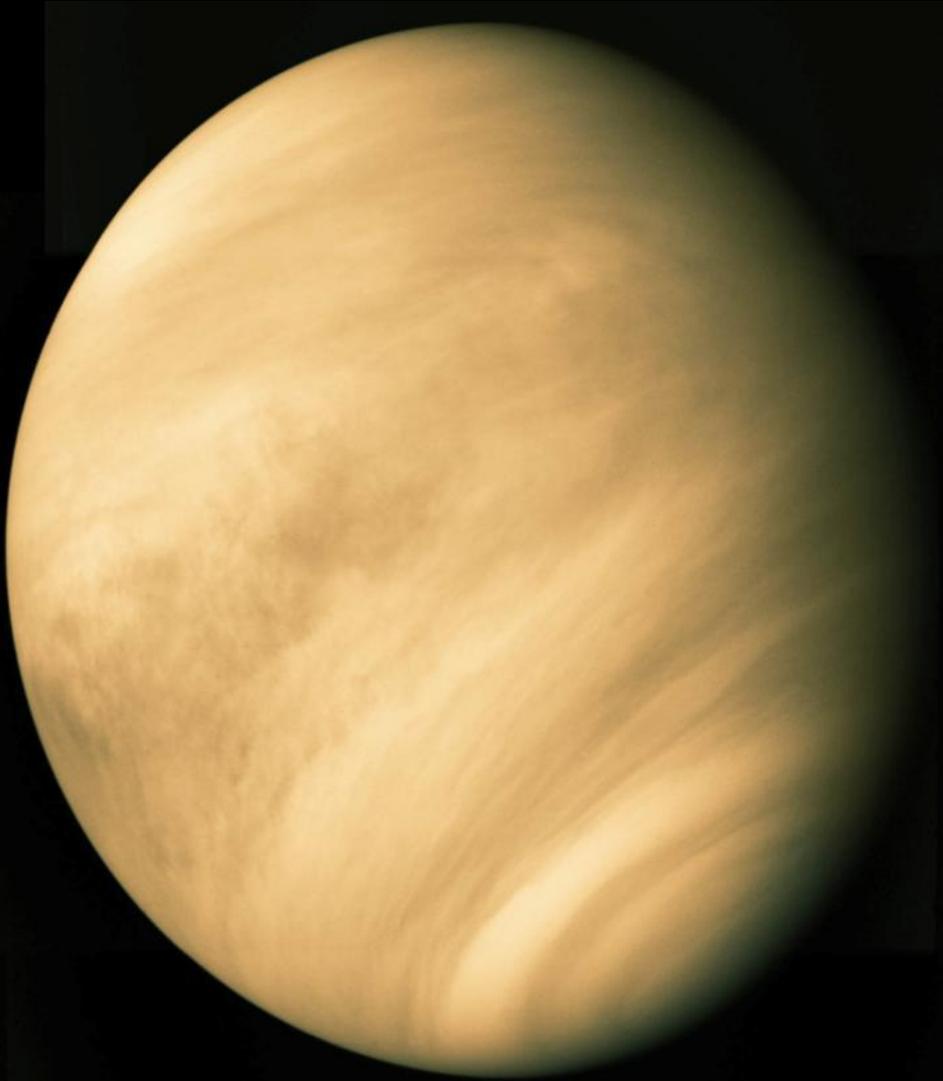


至今只有兩艘太空船曾拜訪過水星。第一艘是1974年的水手10號，第二艘是信使號 (Messenger)，在2008年1月14日掠過水星，信使號於2011年3月再度抵達水星，並且進入環繞軌道，對水星表面進行全面的探測。(2004出發~2015結束)



宇宙與太陽系

2金星 Venus



平均日距	(天文單位AU)	0.72
赤道半徑	(km)	6052
	(地球 = 1)	0.95
體積	(地球 = 1)	0.86
質量	(地球 = 1)	0.82
密度	(g/cm ³)	5.24
赤道重力	(地球 = 1)	0.91
公轉週期	(days)	224.70
自轉週期	(days)	243.02
自轉軸傾斜	(度)	177.4(順時針)
組成		岩石、鐵、鎳
表面溫度	(°C)	470
大氣壓力	(大氣壓atm)	92
大氣組成		CO ₂ (96%)
衛星數量	(個)	0



金星自轉軸幾乎是上下顛倒的，也就是其自轉方向為**順時針**，同時自轉緩慢，比公轉週期還長。近期的金星探測計畫是歐洲的Venus Express(2005~2014)、日本的破曉號(2010~)、歐洲的貝皮可倫坡號(2018~水星2028預計)



金星的大氣及地表



金星在體積或質量上都與**地球**最為相近，中國稱之為「太白」。Venus為希臘神話中愛與美的女神。

大氣層濃密，大氣壓力約為地球90倍組成近96%為**二氧化碳**，所以金星擁有整個太陽系行星中最強的**溫室效應**，地表溫度將近攝氏500度。

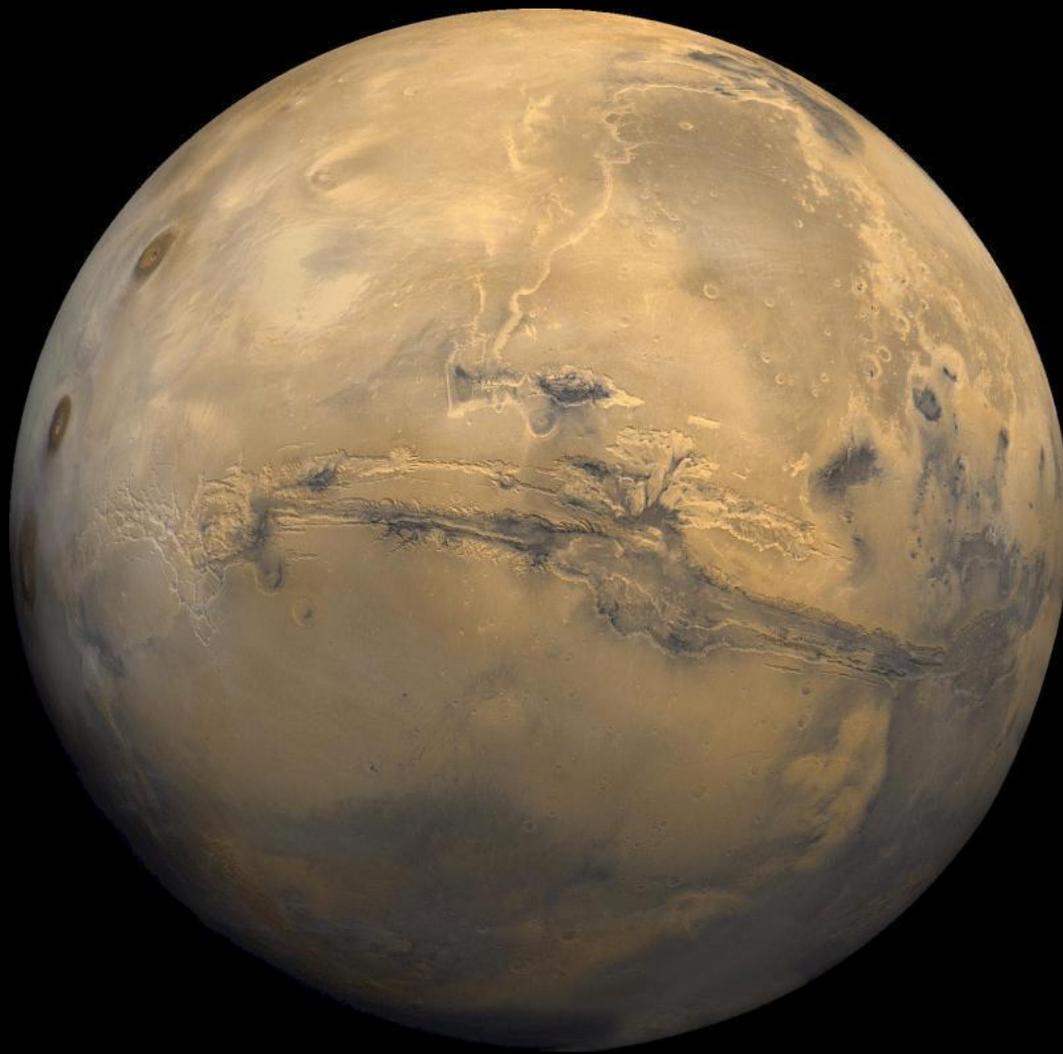


宇宙與太陽系

3地球 Earth



平均日距	(天文單位AU)	1.00
赤道半徑	(km)	6378
	(地球 = 1)	1.00
體積	(地球 = 1)	1.00
質量	(地球 = 1)	1.00
密度	(g/cm ³)	5.52
赤道重力	(地球 = 1)	1.00
公轉週期	(days)	365.26
自轉週期	(days)	0.9973
自轉軸傾斜	(度)	23.44
組成		岩石、鐵、鎳
表面溫度	(°C)	-89 ~ 57
大氣壓力	(大氣壓atm)	1.00
大氣組成		N ₂ (78%)O ₂ (21%)
衛星數量	(個)	1



平均日距	(天文單位AU)	1.52
赤道半徑	(km)	3397
	(地球 = 1)	0.53
體積	(地球 = 1)	0.15
質量	(地球 = 1)	0.11
密度	(g/cm ³)	3.93
赤道重力	(地球 = 1)	0.38
公轉週期	(days)	686.98
自轉週期	(days)	1.03
自轉軸傾斜	(度)	25.19
組成		岩石、金屬鐵
表面溫度	(°C)	-153 ~ 20
大氣壓力	(大氣壓atm)	0.01
大氣組成		CO ₂ (95%)
衛星數量	(個)	2



火星上的愛心火山口

Mars Global Surveyor 1999.06.17



地表的沙塵主要成份是**氧化鐵**呈紅褐色，南北極的極冠存在著**水冰**，土壤中也含有水分的存在。稀薄的大氣組成幾乎均為**二氧化碳**擁有微弱的**溫室效應**。

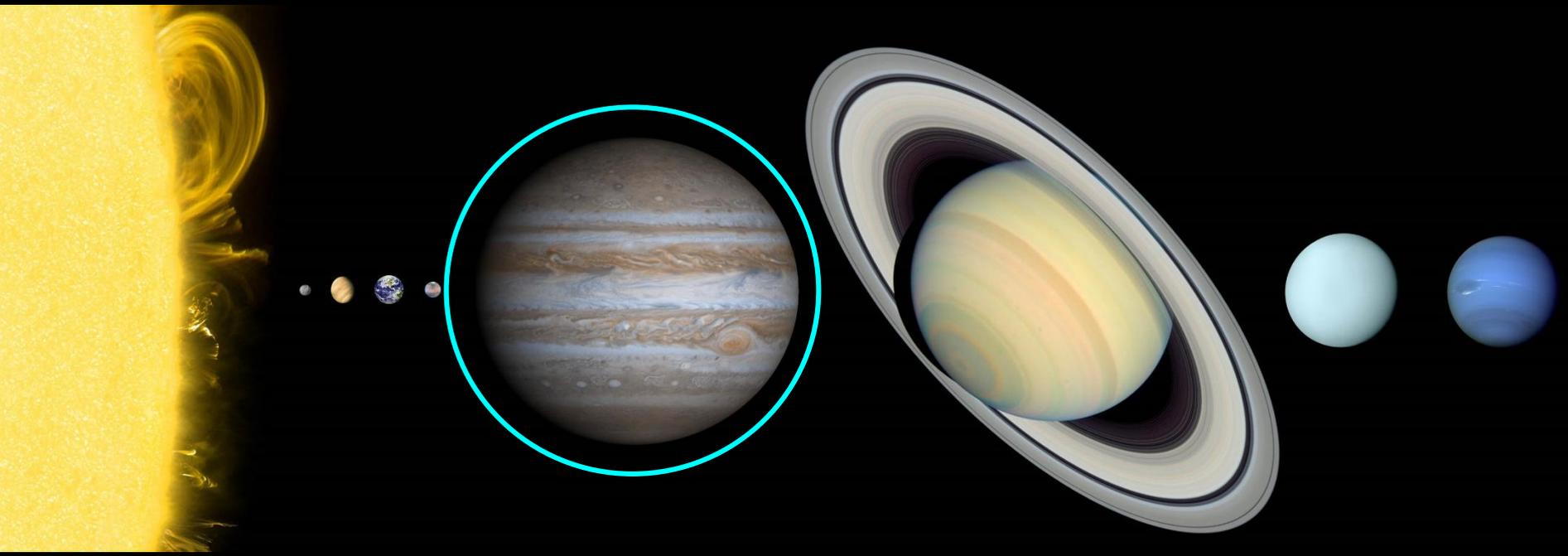
近期探測計畫：歐洲火星快車(2003~)、中國天問一號(2020~)、美國毅力號(2020~)

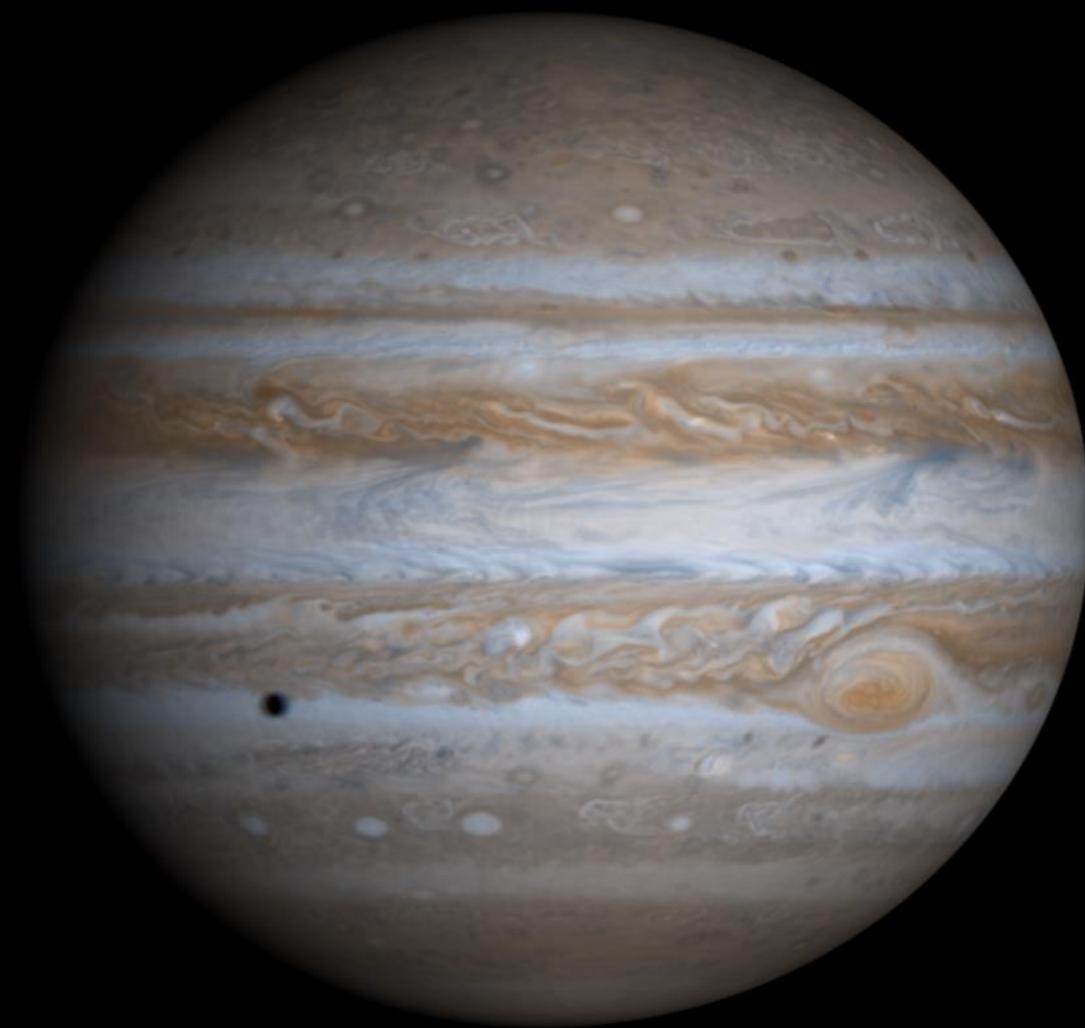
 宇宙與太陽 4 火星 Mars 近期探測任務

好奇號所拍攝之火星地表全景圖



宇宙與太陽系 5木星 Jupiter

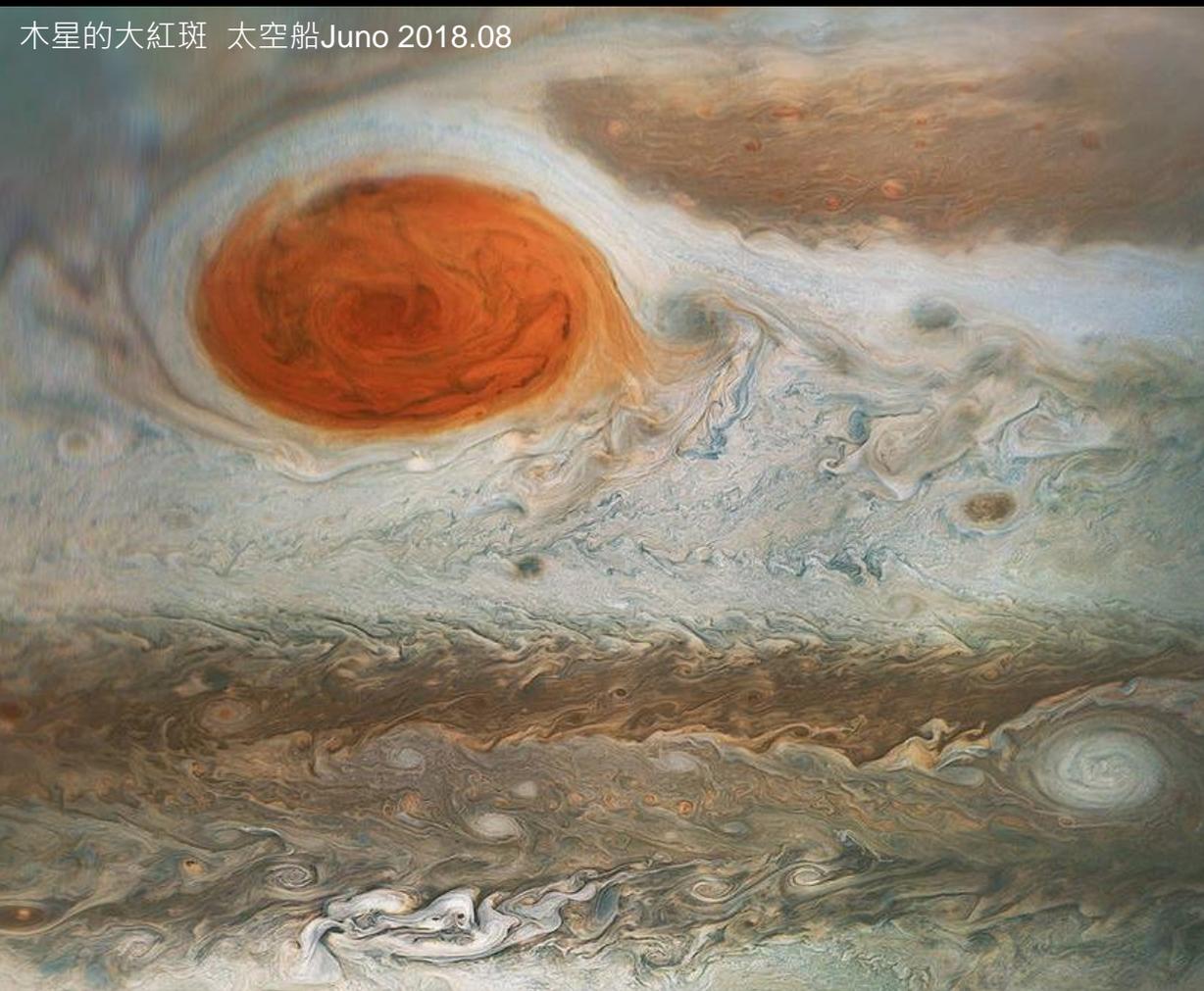




平均日距	(天文單位AU)	5.20
赤道半徑	(km)	71492
	(地球 = 1)	11.19
體積	(地球 = 1)	1321
質量	(地球 = 1)	317.83
密度	(g/cm ³)	1.33
赤道重力	(地球 = 1)	2.37
公轉週期	(years)	11年315天
自轉週期	(hours)	9小時55分
自轉軸傾斜	(度)	3.08
組成		液態氫
表面溫度	(°C)	-148
大氣壓力	(大氣壓atm)	0.7
大氣組成		H ₂ (90%)He(10%)
衛星數量	(個)	67

宇宙與太陽系 5木星 Jupiter

木星的大紅斑 太空船Juno 2018.08



木星是太陽系中體積質量**最大**的行星，主要成分：**氫**、**氦**。大氣中有平行的高速風帶，組成及溫度略有差異，呈現**帶狀**的外觀。表面有**一大紅斑**，是高速旋轉的風暴，目前面積縮小中。

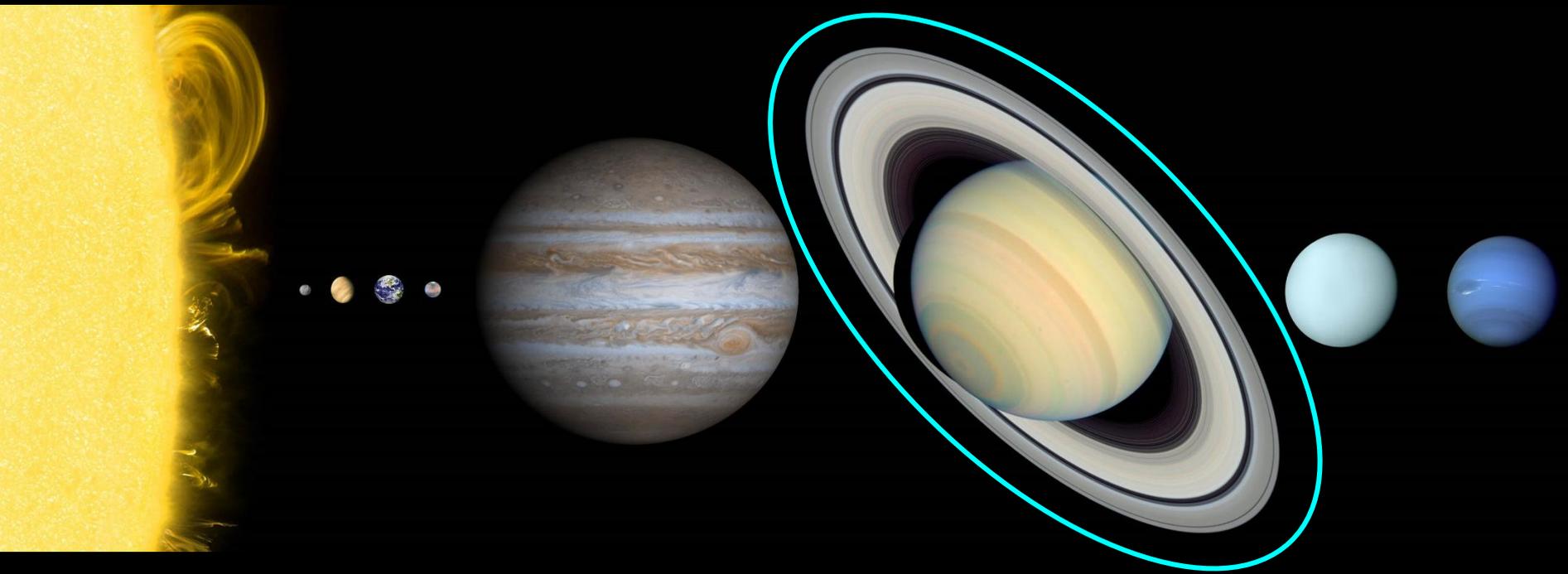
宇宙與太陽系 5木星 Jupiter

木星的四大衛星(伽利略衛星)

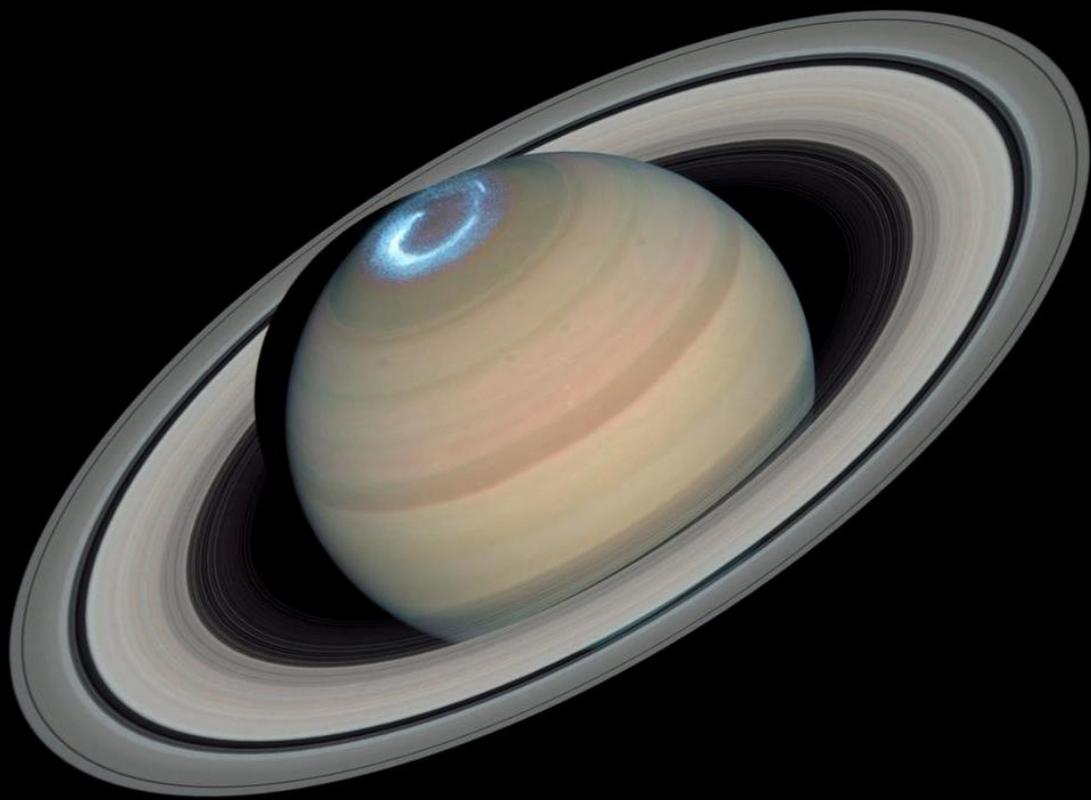


1610年，**伽利略**首先發現木星的**四大衛星**，這是人類首度發現絕對不可能繞著地球運轉的星體，是當時支援哥白尼的日心說最有力的證據之一。

宇宙與太陽系 6土星 Saturn



宇宙與太陽系 6土星 Saturn

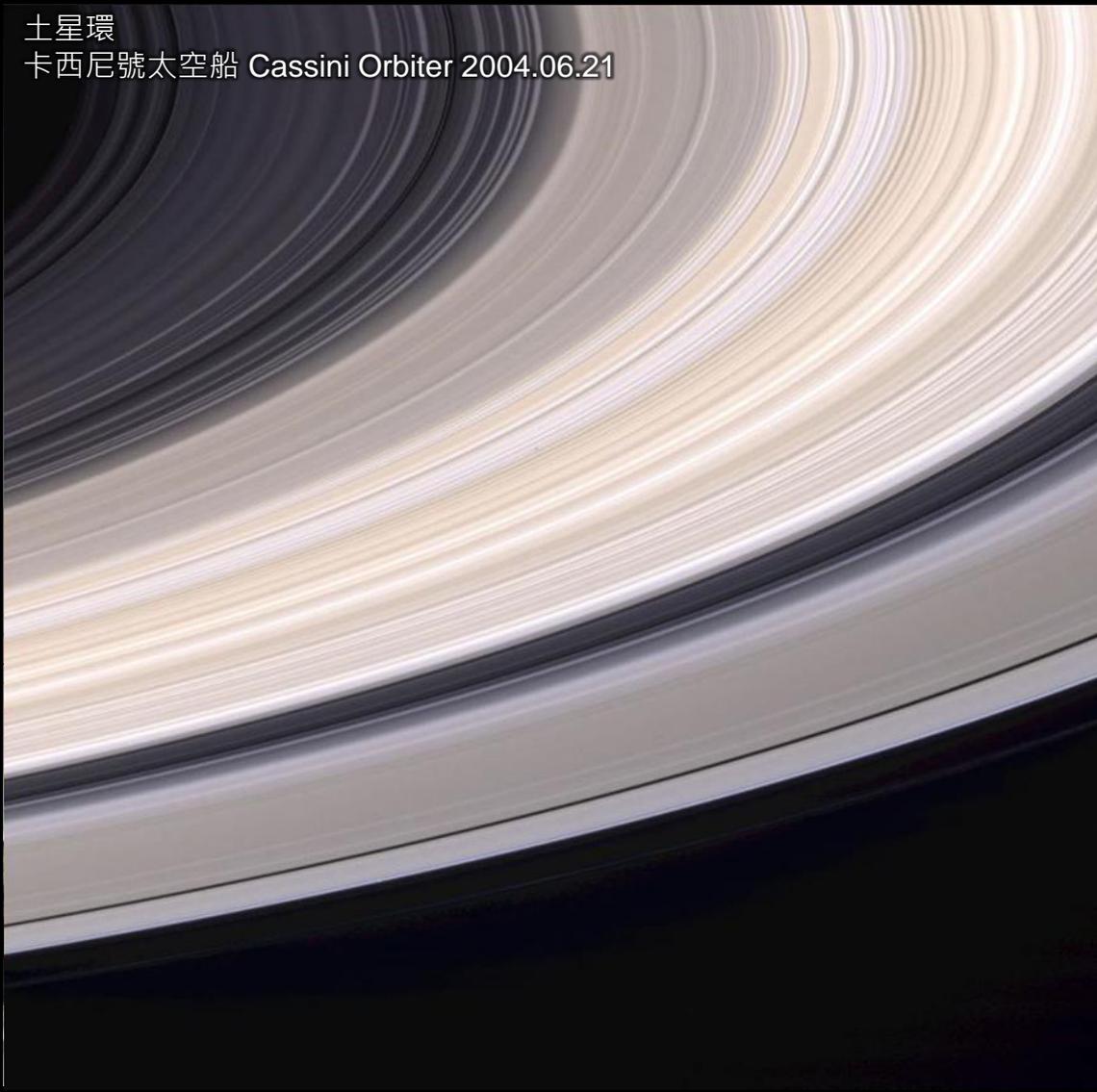


平均日距	(天文單位AU)	9.54
赤道半徑	(km)	60268
	(地球 = 1)	9.41
體積	(地球 = 1)	755
質量	(地球 = 1)	95.16
密度	(g/cm ³)	0.69
赤道重力	(地球 = 1)	0.94
公轉週期	(years)	29年167天
自轉週期	(hours)	10小時14分
自轉軸傾斜	(度)	26.7
組成		液態氫
表面溫度	(°C)	-178
大氣壓力	(大氣壓atm)	1.4
大氣組成		H ₂ (96%)He(3%)
衛星數量	(個)	62



土星環

卡西尼號太空船 Cassini Orbiter 2004.06.21

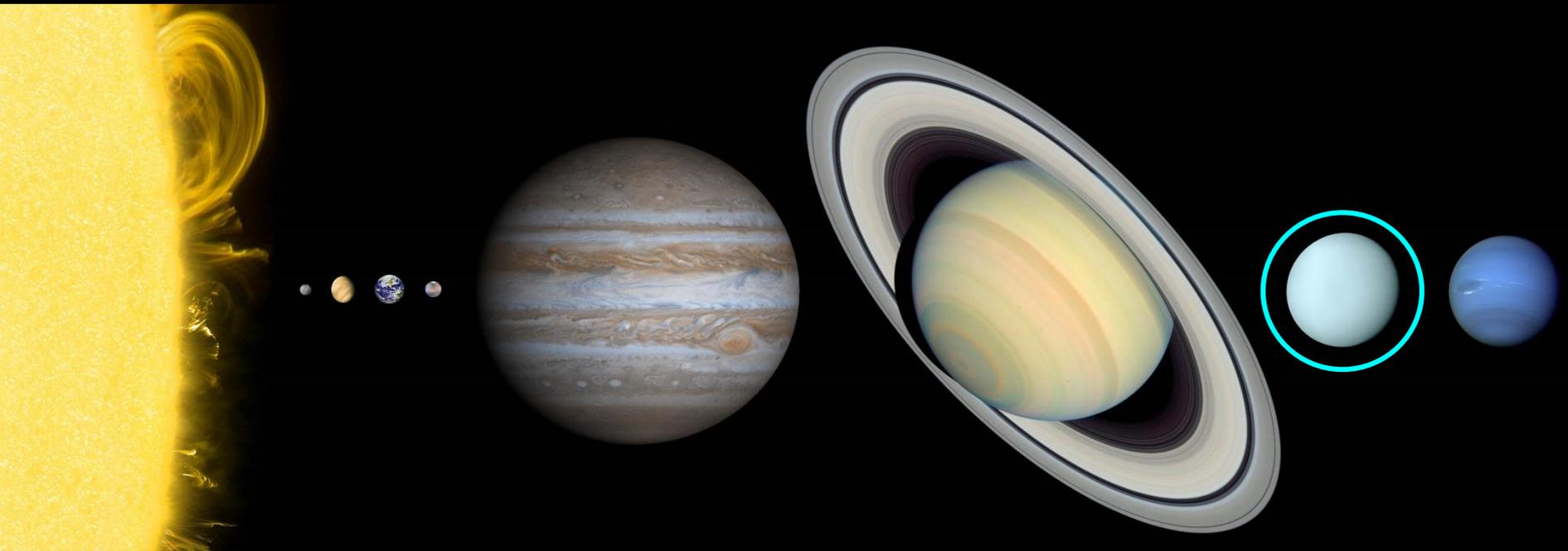


土星是太陽系中體型**次大**的行星，僅次於木星。土星主要由氫組成，並且擁有一個顯著的**行星環**系統，主要的成分是**冰**的微粒和較少數的**岩石**殘骸以及塵土已經確認的土星衛星有62顆，最大的**泰坦Titan**，是唯一擁有大氣的衛星。（卡西尼－惠更斯號1997~2017）



宇宙與太陽系

7天王星 Uranus





平均日距	(天文單位AU)	19.18
赤道半徑	(km)	25559
	(地球 = 1)	4.01
體積	(地球 = 1)	63.00
質量	(地球 = 1)	14.54
密度	(g/cm ³)	1.28
赤道重力	(地球 = 1)	0.89
公轉週期	(years)	84.02
自轉週期	(hours)	17小時14分
自轉軸傾斜	(度)	97.9
組成		冰、氣體
表面溫度	(°C)	-216
大氣壓力	(大氣壓atm)	1.2
大氣組成		H ₂ (83%)He(15%)
衛星數量	(個)	27



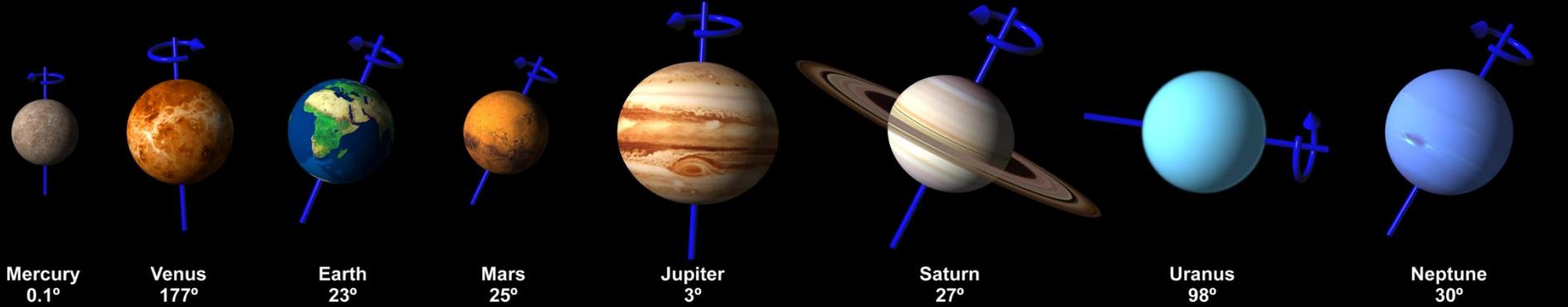
宇宙與太陽系

7天王星 Uranus

太陽系裡的第 3 大

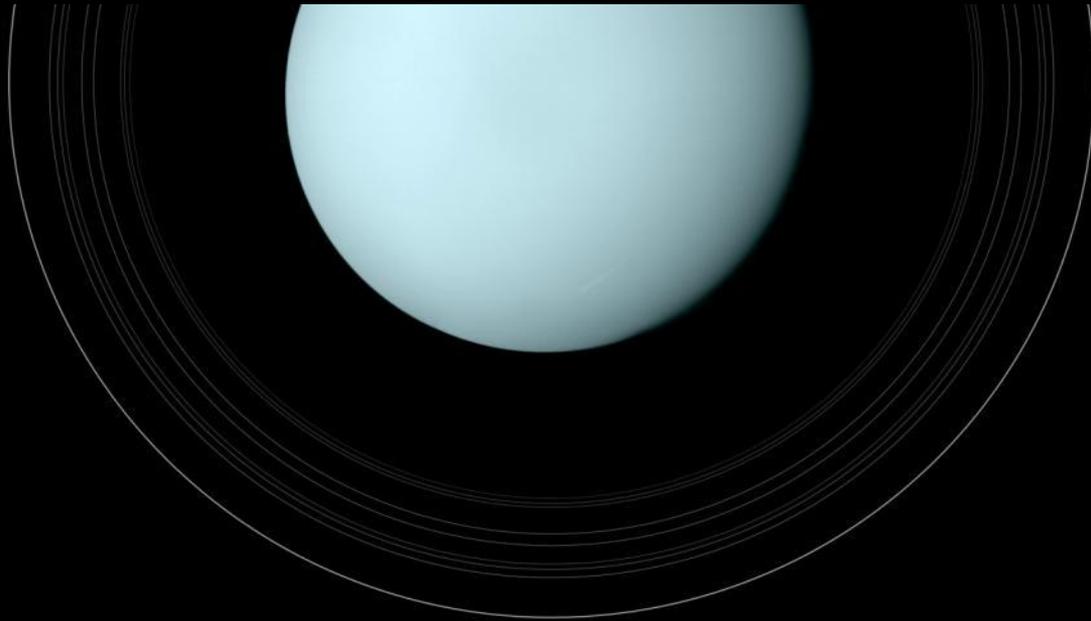
行星

天王星-躺著公轉的行星



Obliquity of the Eight Planets

Copyright © 2008 Calvin J. Hamilton



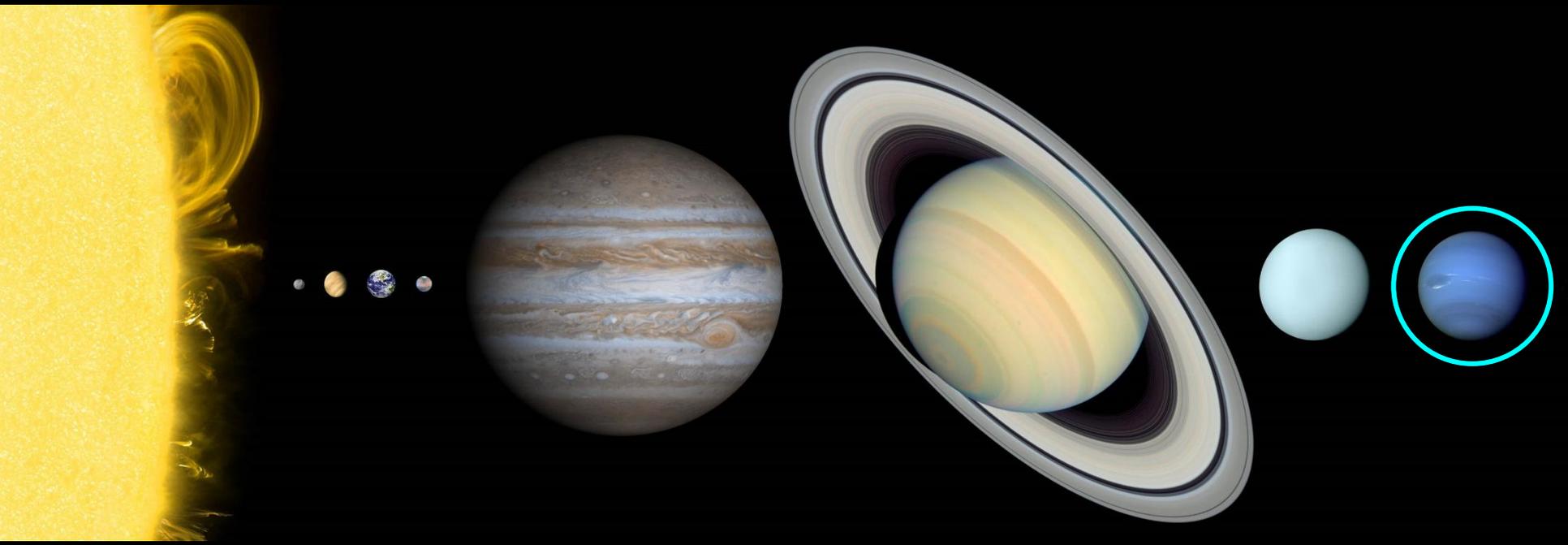
甲烷會吸收紅光，
使得天王星看起來
是**藍色**的。

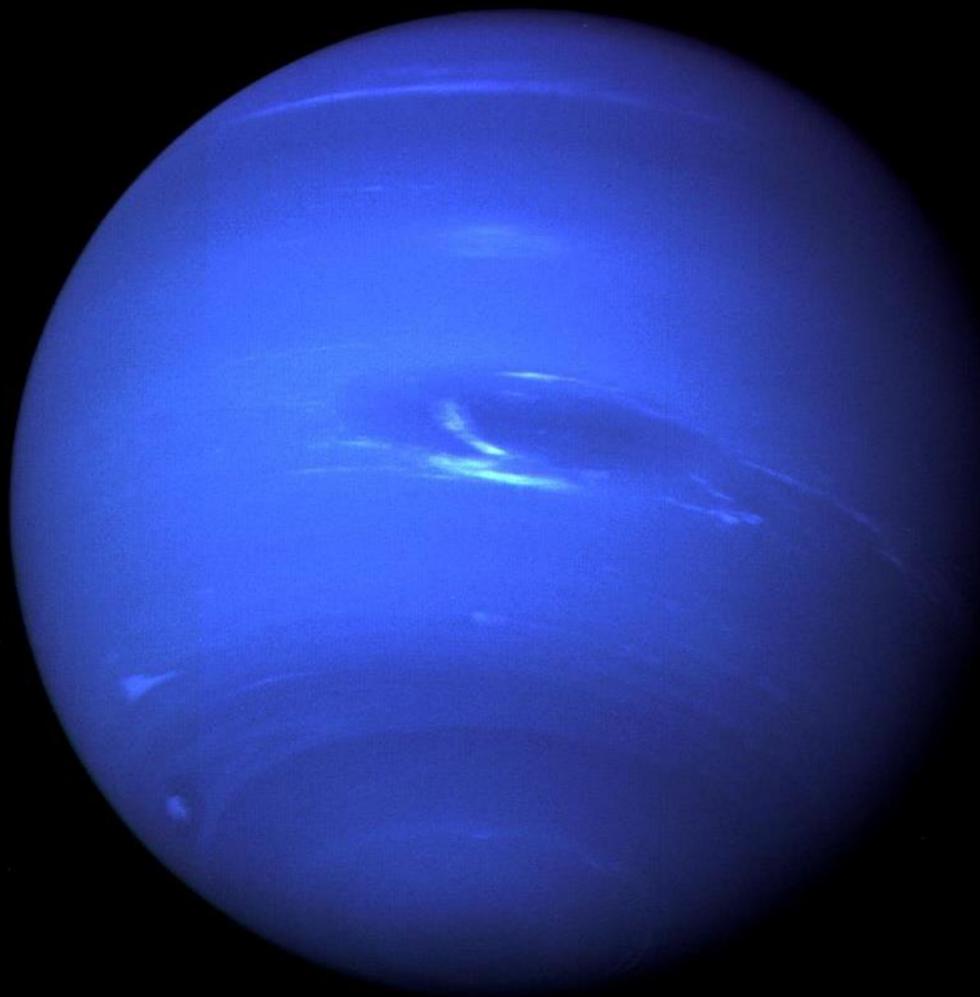
自轉軸傾斜角度超
過90°，形同**躺著**
自轉。



宇宙與太陽系

8海王星 Neptune





平均日距	(天文單位AU)	30.03
赤道半徑	(km)	24764
	(地球 = 1)	3.88
體積	(地球 = 1)	58.00
質量	(地球 = 1)	17.15
密度	(g/cm ³)	1.64
赤道重力	(地球 = 1)	1.11
公轉週期	(years)	164年288天
自轉週期	(hours)	16小時6分
自轉軸傾斜	(度)	27.8
組成		冰、氣體
表面溫度	(°C)	-214
大氣壓力	(大氣壓atm)	1 ~ 3
大氣組成		H₂(85%)He(13%)
衛星數量	(個)	14



海王星的大黑斑

航海家太空船 Voyager 2 1989.08.21



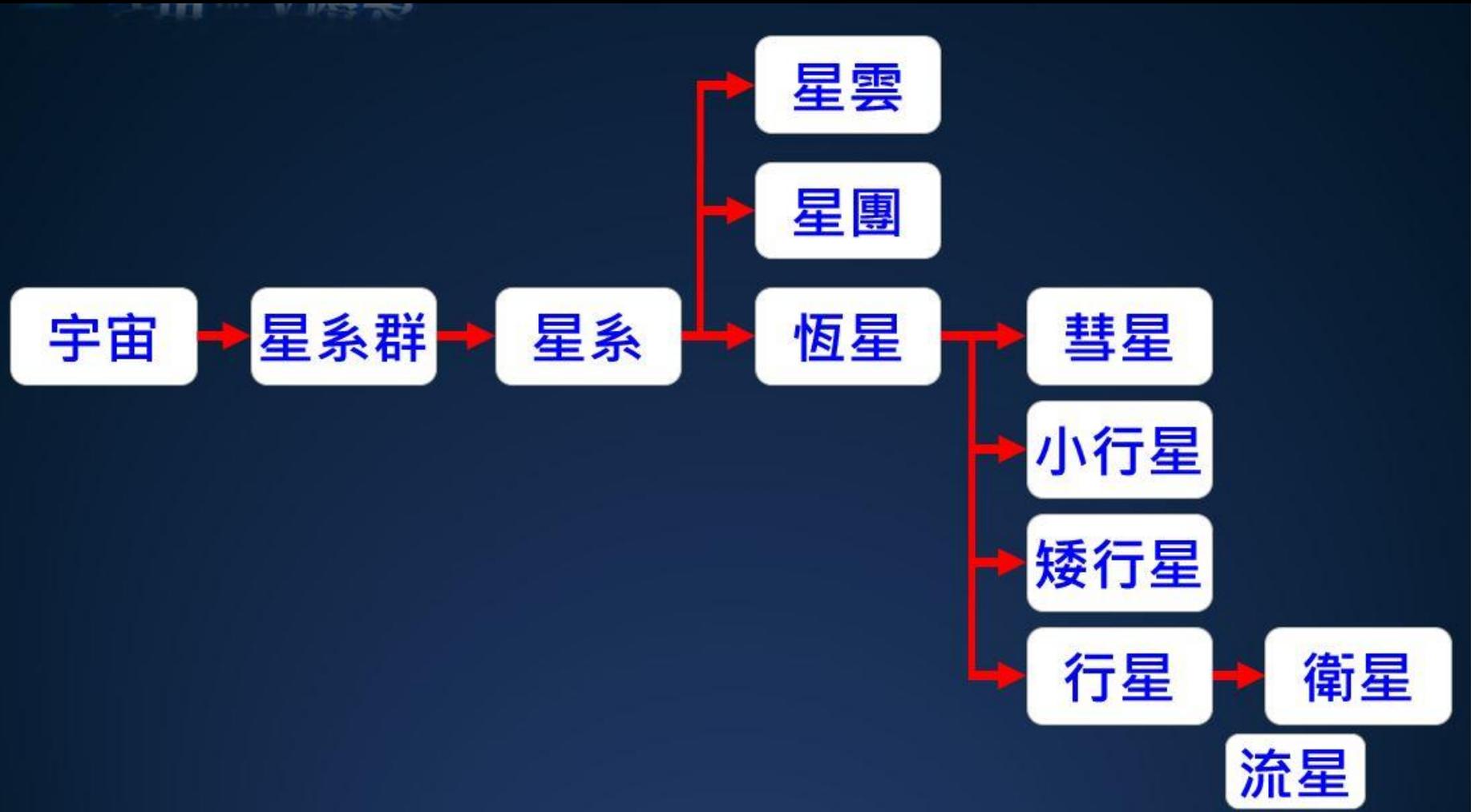
海王星體型大小與天王星相近，是唯一利用**數學預測**而非有計畫的觀測發現的行星。

離太陽遠，**公轉軌道極大**(30AU)，需費時近165年才能繞行太陽一週。

也有風暴雲，稱之為**大黑斑**容得下整個地球，目前已消失。



宇宙的組織



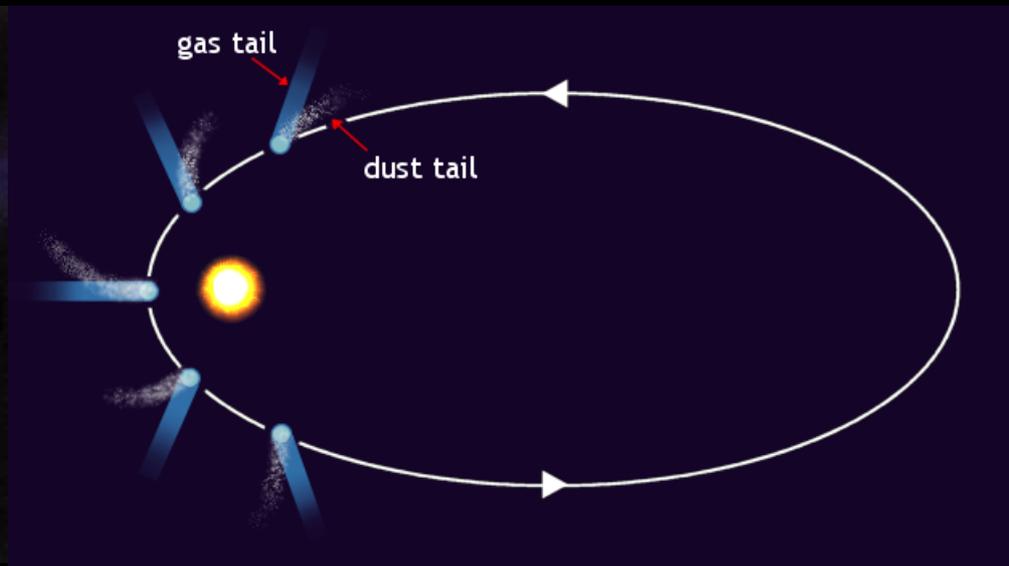


彗星

由**冰雪**和**灰塵**組成，通稱**髒雪球模型**。

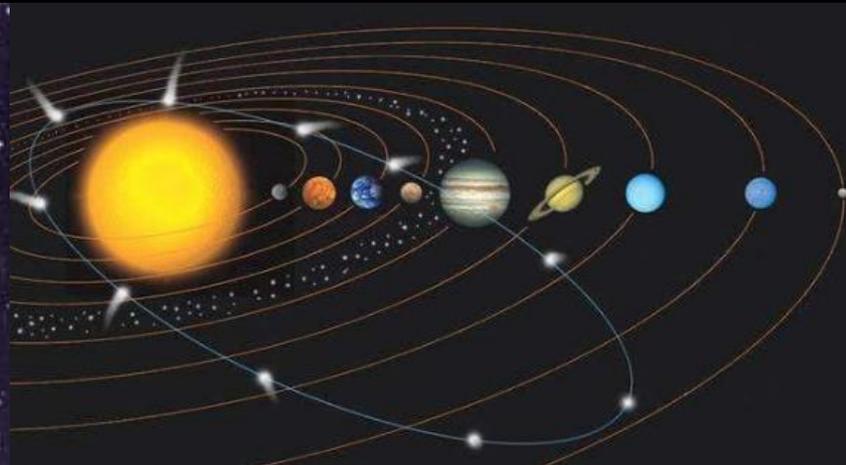
彗星的固體部份稱為**彗核**，其主要組成為塵埃、石塊、冰塊及凝結成固態的氨、甲烷、二氧化碳等化合物。

昔稱為**掃把星**，主要是受太陽輻射影響，冰雪融化形成**彗尾**，**背向**太陽。愈近太陽，彗尾愈**長**。



彗星

哈雷彗星 Comet Halley



1986年03月09日哈雷彗星回歸近日點，
彗尾在天空伸展超過6度。

(1986年03月05日 Mauna Kea 觀測台攝)

下次見面是2061年7月28日囉~



百武彗星1996
Comet Hyakutake



海爾波普彗星 1997
Comet Hale-Bopp





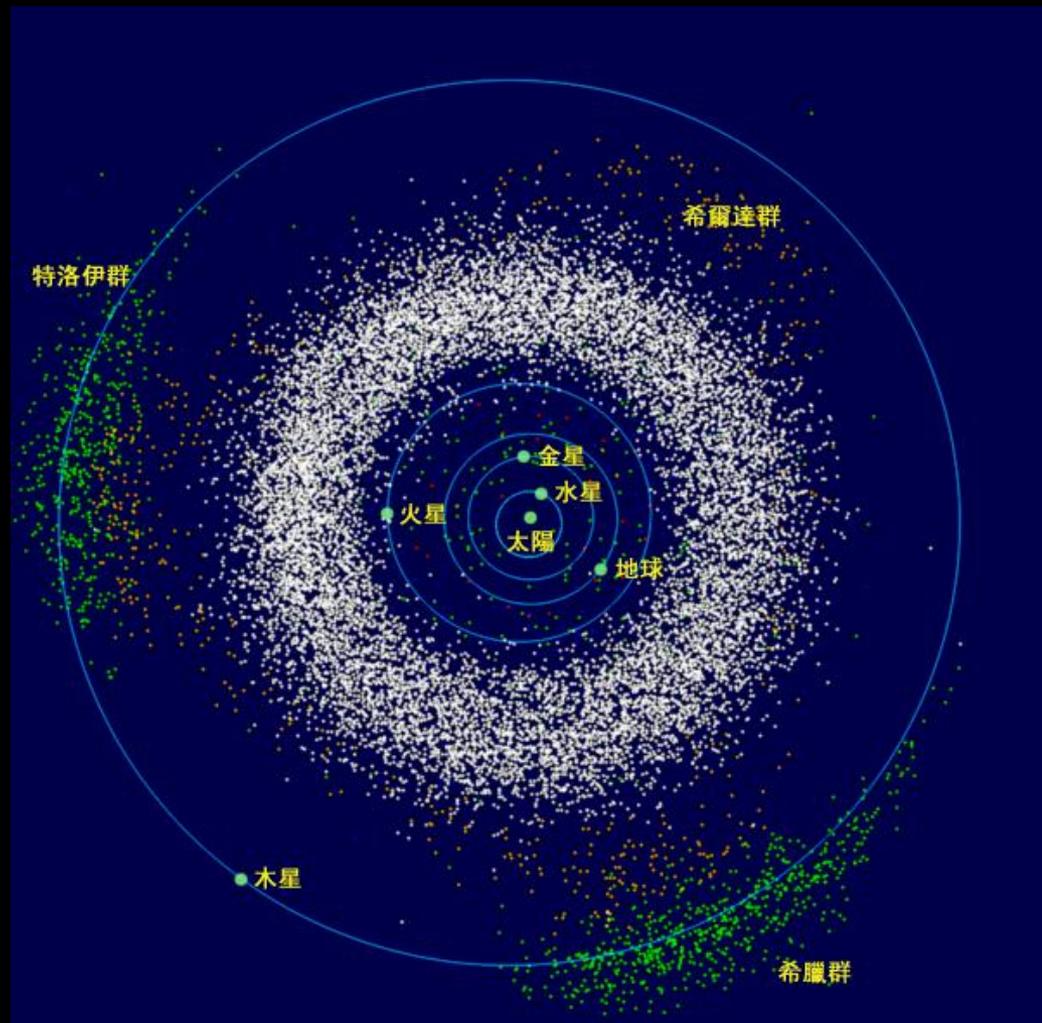
宇宙與太陽系 小行星

主要分布在⁴火星與⁵木星之間的主小行星帶。

小行星主要組成為**岩石**及**金屬**。

是太陽系形成時所遺留下來的殘骸，數量應有百萬顆以上。

最大直徑約1,000公里，多數直徑為數公里，甚至小於1公里。絕大多數為不規則形狀。





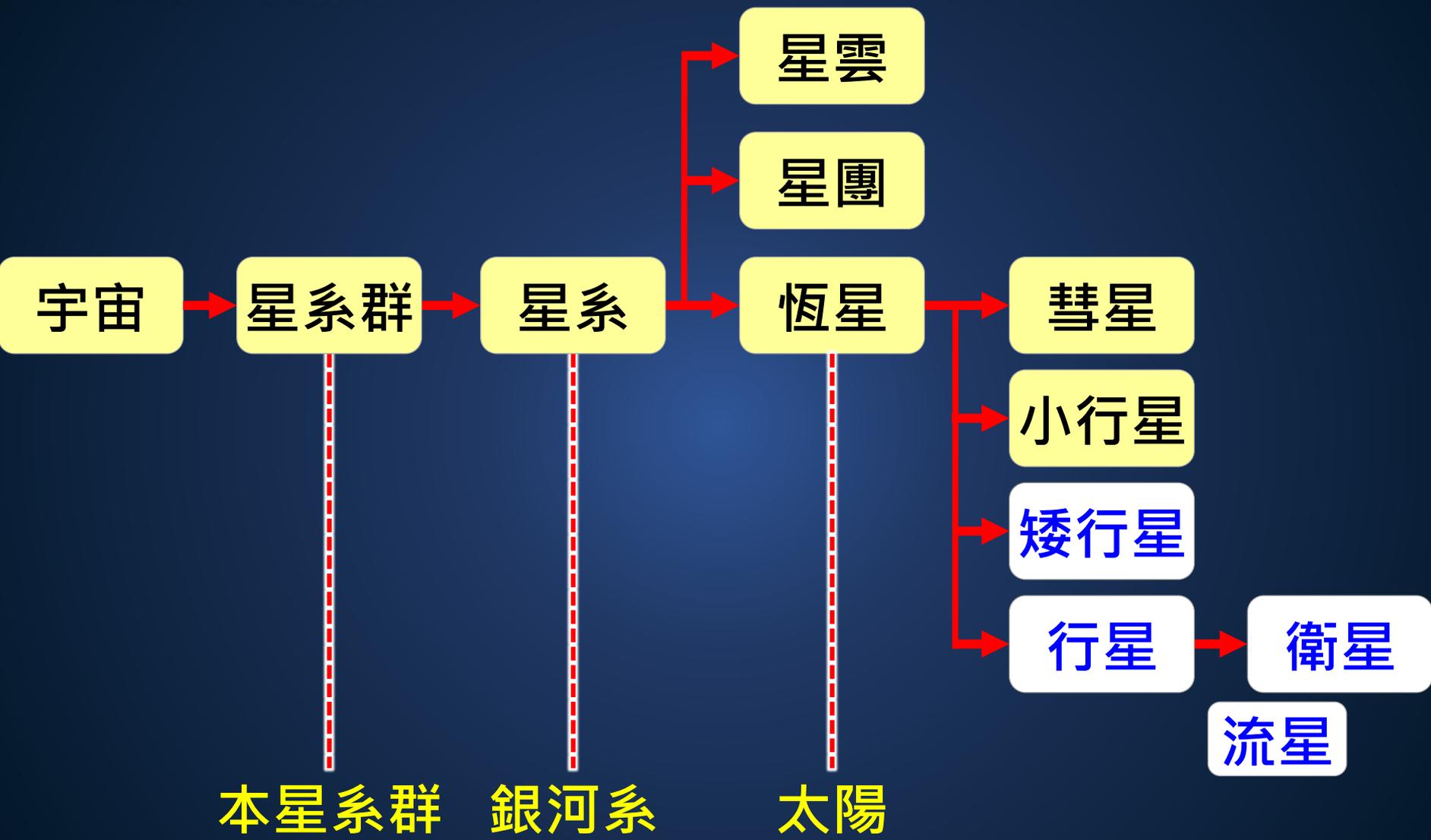
太空船伽利略號所觀測的小行星

小行星Ida和 Dactyl 組成「雙小行星系統」

size : 58 x 23 km ◦ size : 1.6km



images were taken by the camera system on the Galileo spacecraft, about 14 minutes before its closest approach to the asteroid on August 28, 1993.



矮行星

在2006年8月24日第26屆國際天文聯合會的大會中確認了矮行星的稱謂與定義。

1. 以軌道繞行太陽的天體。
2. 有足夠的質量以自身的重力克服固體應力，使其達到流體靜力學平衡的形狀（幾乎是球形的）。
3. 但未能清除在近似軌道上的其他小天體。
4. 不是行星的衛星，或是其他非恆星的天體。

矮行星

閼神星

Eris
2,400km
柯伊柏帶

冥王星

Pluto
2,300km
柯伊柏帶

鳥神星

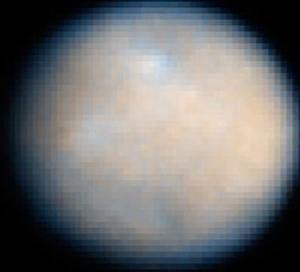
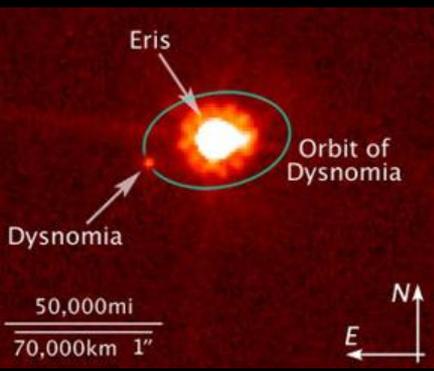
Makemake
1,500km
柯伊柏帶

妊神星

Haumea
1,440km
柯伊柏帶

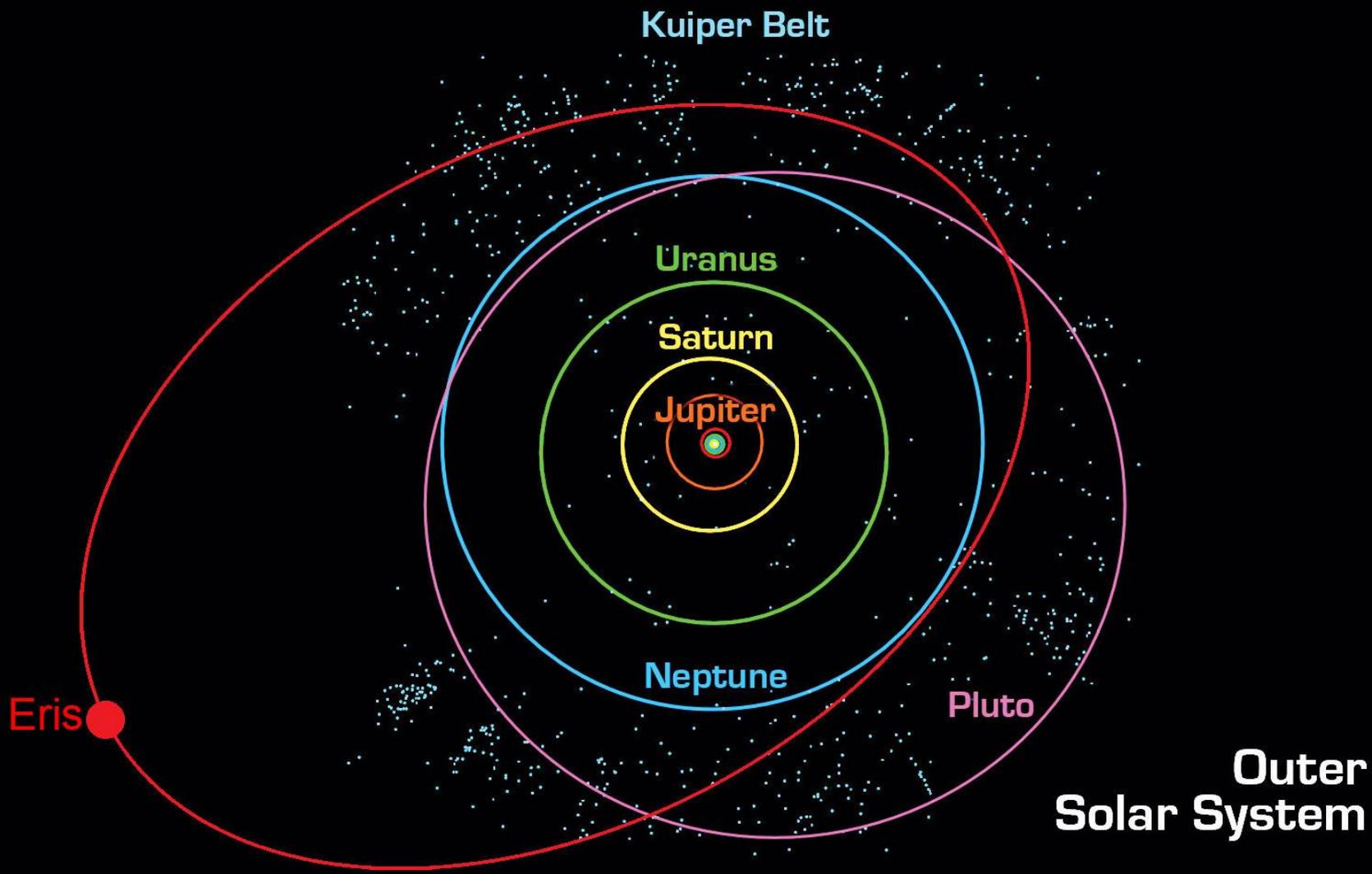
穀神星

Ceres
940km
小行星帶





冥王星 Pluto



Kuiper Belt

Uranus

Saturn

Jupiter

Neptune

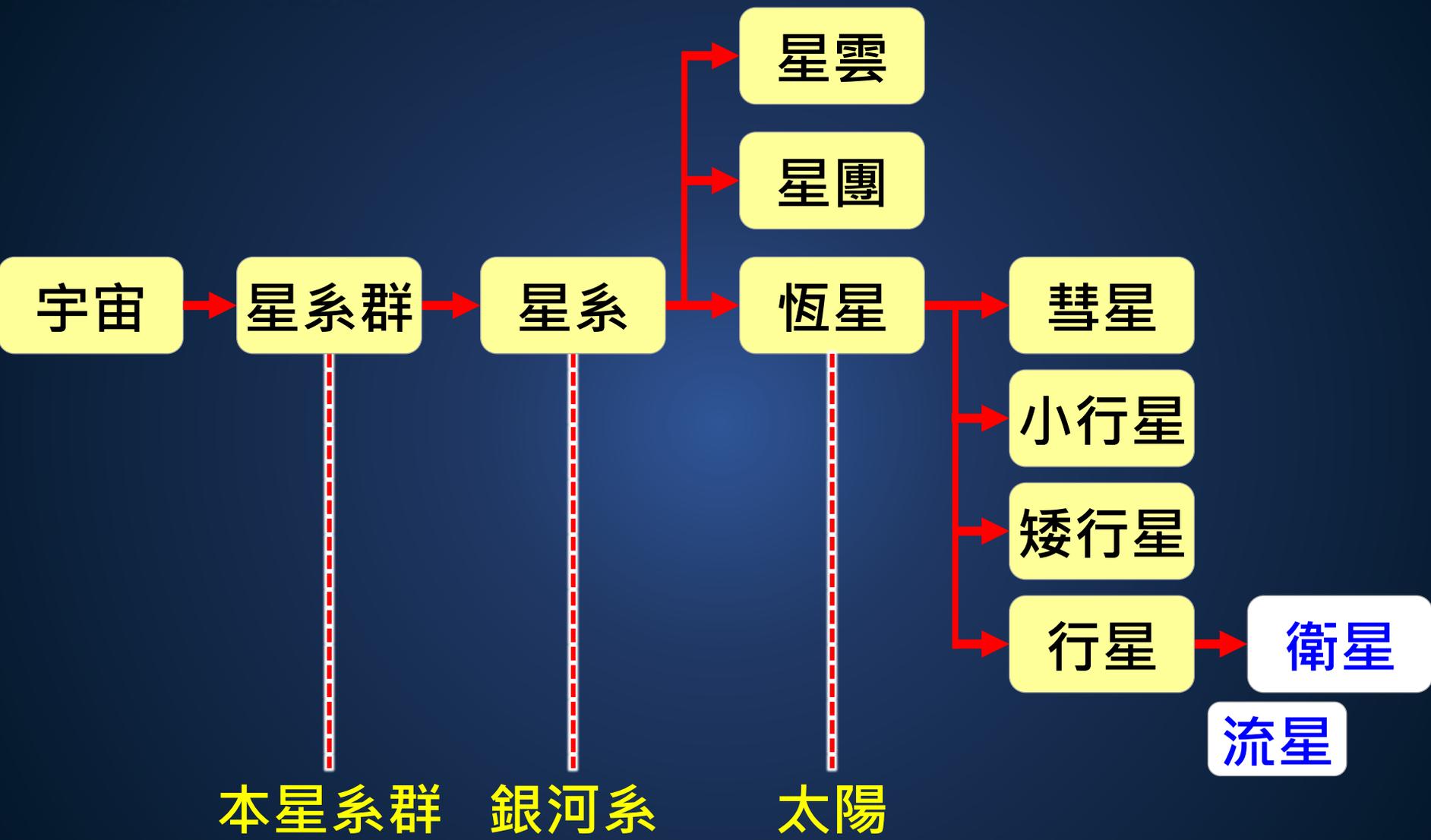
Pluto

Eris

Outer
Solar System

宇宙與太陽系 冥王星 Pluto







環繞行星公轉的天體



1969年

月球

月亮與星星

合成影像版權: T.A. Rector, I.P. Dell'Antonio, NOAO, AURA, NSF



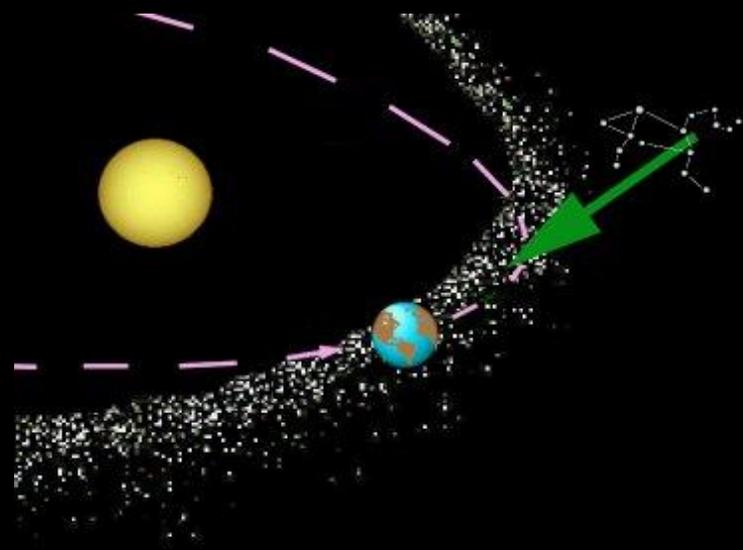
流星體受地球引力吸引進入大氣層高速墜落，與大氣摩擦燃燒而發光，若未完全燒盡則為**隕石**。



1998年獅子座火流星



當地球公轉至某一**彗星**軌道附近時，吸引彗星殘骸進入大氣層，形成**流星雨**。



2001獅子座流星雨



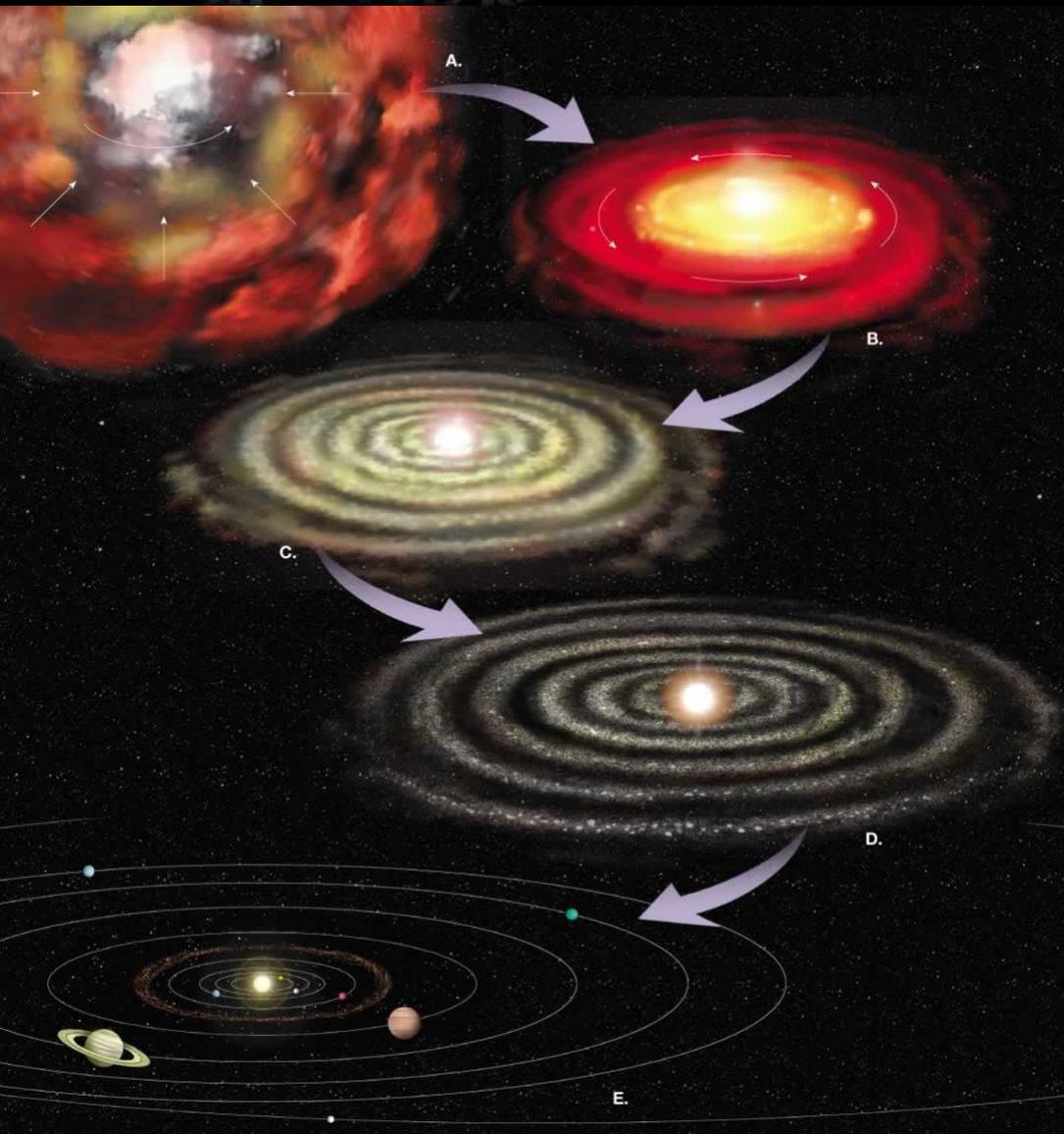
項目	彗星	流星
主要組成	冰雪、灰塵	岩石、金屬
發光方式	反射太陽光	大氣層內摩擦燃燒
與地球距離	較遠	較近（大氣層內）
出現時間	持續	稍縱即逝



獅子座流星雨(1997)

主要流星雨	最活躍日期	流星雨來源
天琴座流星雨	四月二十一	彗星1861 I
英仙座流星雨	八月十二日	彗星1862 III(Swift-Tuttle)
天龍座流星雨	十月十日	Giacobini-Zinner彗星
獵戶座流星雨	十月二十一日	哈雷彗星
金牛座流星雨	十一月七日	Encke 彗星
獅子座流星雨	十一月十六日	彗星1866 I

宇宙與太陽系 太陽系的形成



大約在**46億年前**，一團星際雲氣與微塵逐漸凝聚盤旋，形成一個扁平的圓盤系統。在中心的太陽誕生時，圍繞太陽的各類天體也逐漸成形，構成了太陽系。

當位於中心的太陽開始發光發熱，強大的**太陽風**(帶電粒子)及太陽輻射將周圍的氣體與微塵往外吹送。



密度較**大**的物質留在**內**圈

類地行星



- 岩石外殼
- 內部有鐵、鎳等重元素
- 體積小、質量小
- 密度大(約為水的五倍)

水金地火

帶電粒子

密度較**小**的物質吹到**外**圍

類木行星

- 無岩石外殼
- 主要組成是氣體和冰
- 體積大、質量大
- 密度小(約與水相當)

木土天海