

夜空導覽



七夕

清澈璀璨的星空，常勾起人們無限的幽思與遐想，亮星與星座常有奇妙的傳說或神話附會。

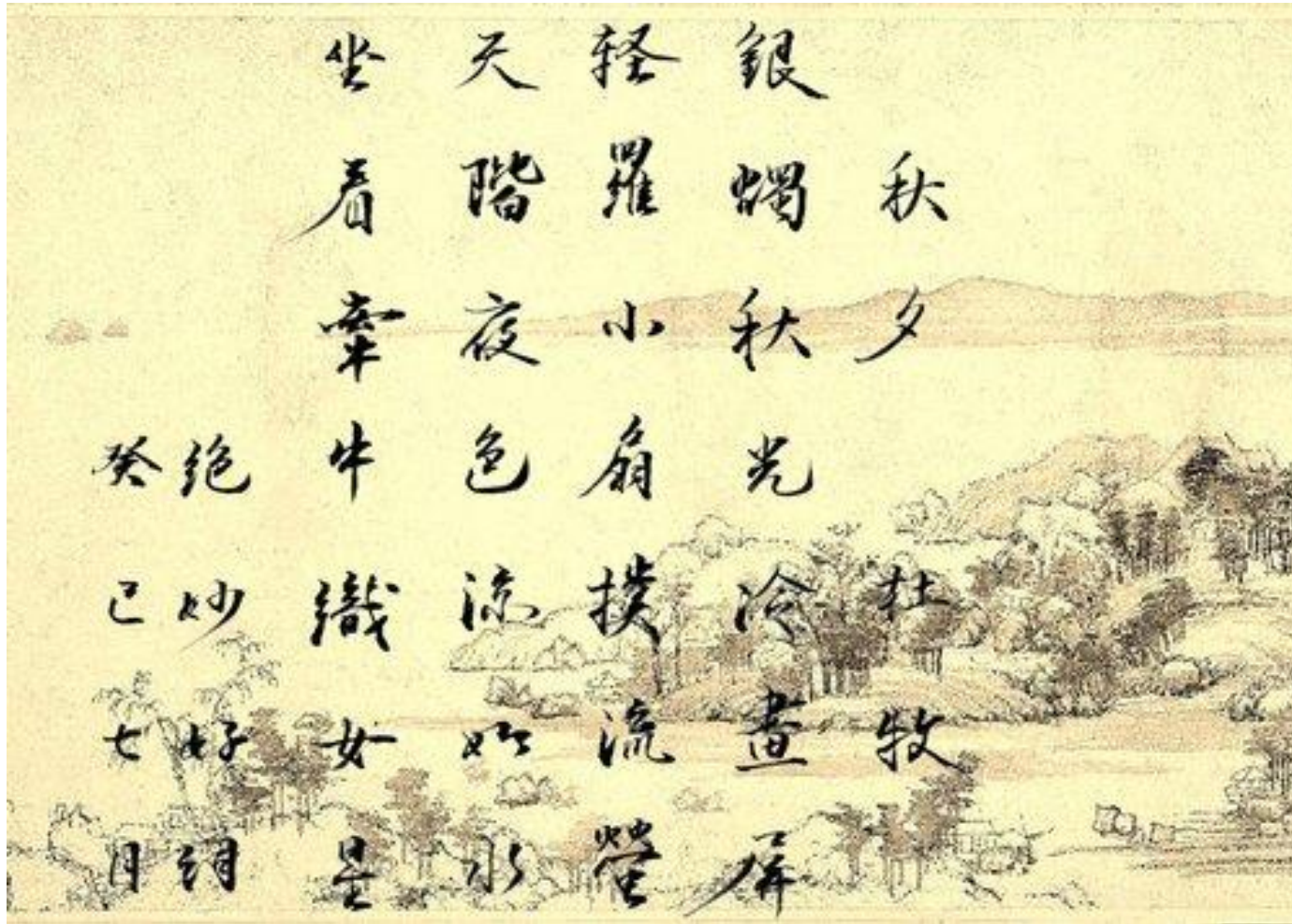
「牛郎與織女鵲橋七夕會」淒涼而美麗的神話，不知已經流傳了多少世代。



現在我們知道星座只是人類一廂情願的空想，恆星和凡人一樣有生老病死，人們對各種星體的基本性質已有相當的了解，但這些都無法減損星空的美麗。



在遠離都市光害的郊區，唐朝詩人杜牧的《秋夕》：「銀燭秋光冷畫屏，輕羅小扇撲流螢，天階夜色涼如水，臥看牽牛織女星。」的意境依舊不減。



在介紹天文學的知識之前，我們先對現在宇宙中的所見的各種天體作簡單巡禮，所謂「看」是裸視或透過天文望遠鏡所見。



恆星(star)：例如天狼星、織女星、牛郎星、天津四。



原恆星(Protostar)：例如獵戶座大星雲中的
原恆星。



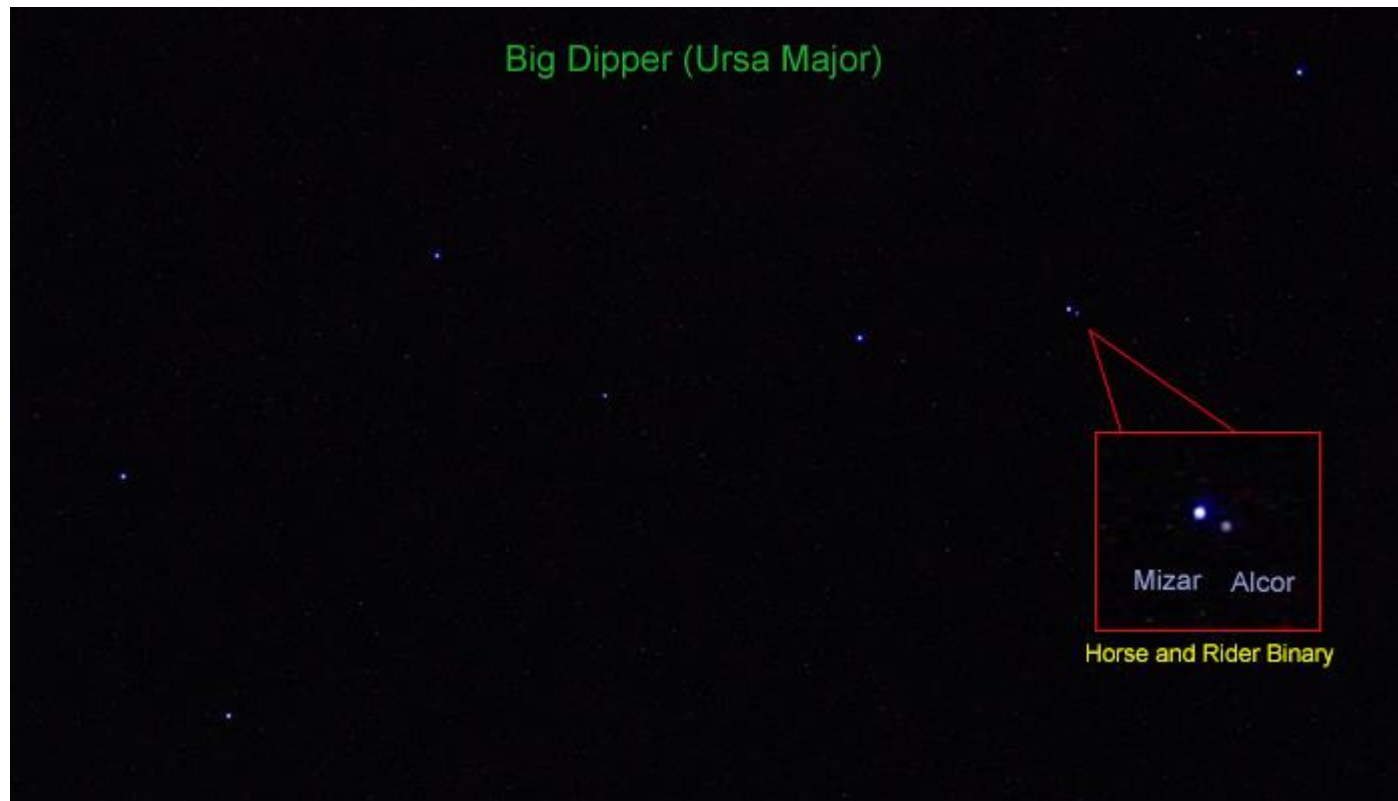
主序星(Main sequence star)：青壯時期的恆星，例如太陽和天狼星(Sirius A)。



雙星(Binary star)：例如開陽雙星(Mizar and Alcor)。

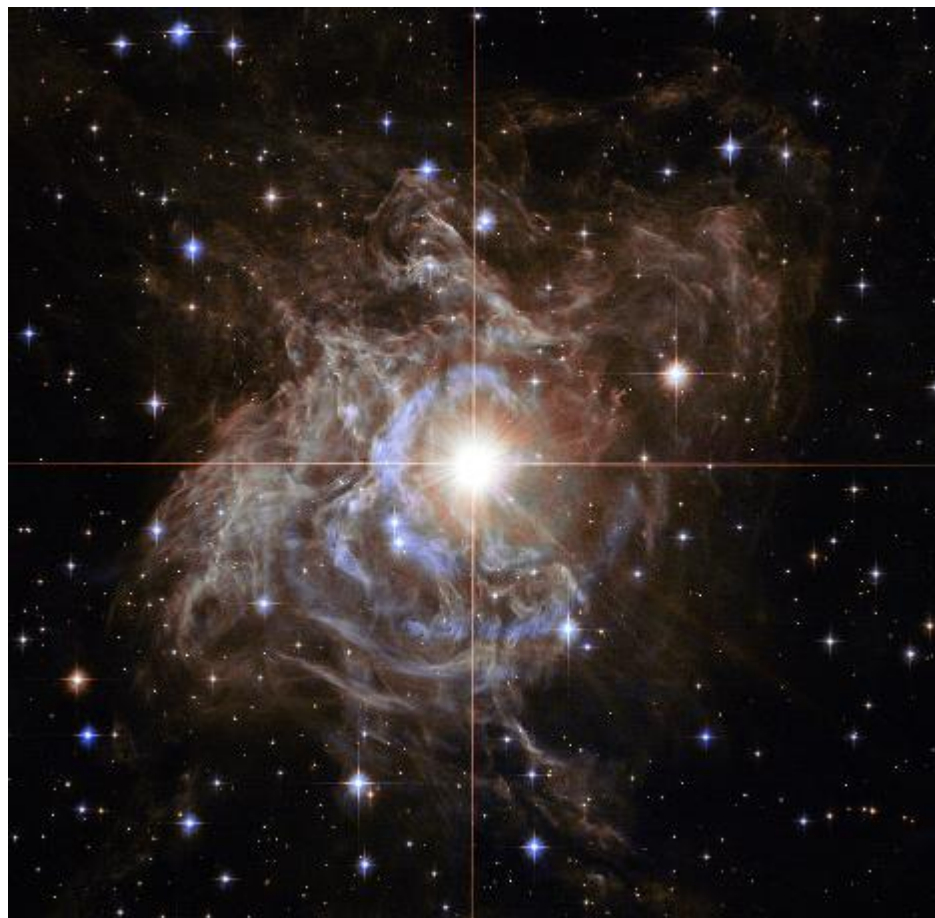


Binary star system HD 106906

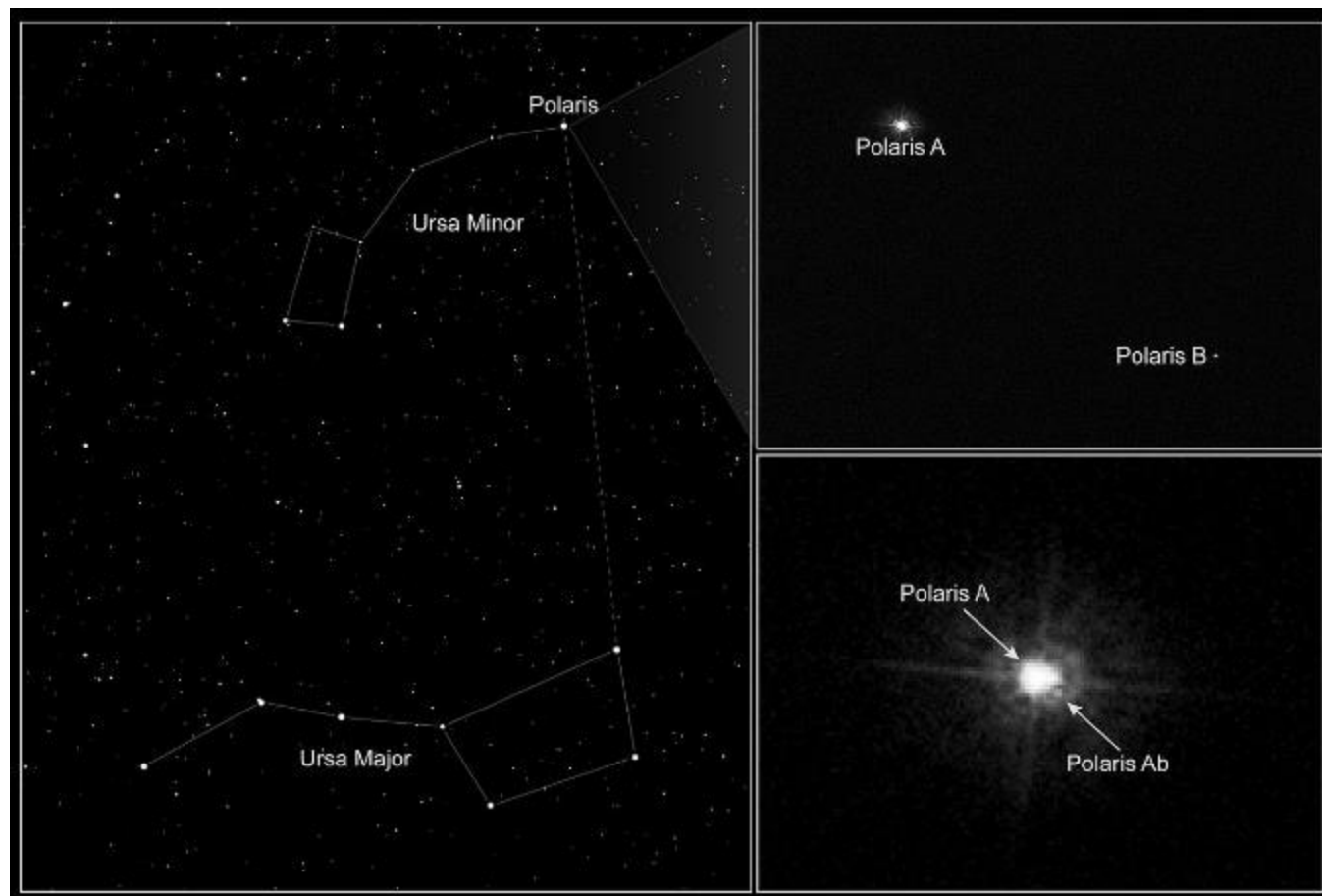


開陽雙星是由開陽(Mizar)和開陽增一(Alcor)兩顆星構成的裸眼雙星，位於大熊座北斗七星的柄上。

變星(Variable star)：亮度有週期變化的老年期恆星，例如造父變星(Cepheid)。北極星(勾陳一，Polaris)是周期3.9696天的造父變星，亮度變化只有0.15星等。



RS Puppis



Polaris

巨星(Giant star)：通常是老年期的恆星，例如畢宿五 (Aldebaran)、大角星 (Arcturus)和五車二(Capella)。



在畢宿星團中的畢宿五。



Arcturus



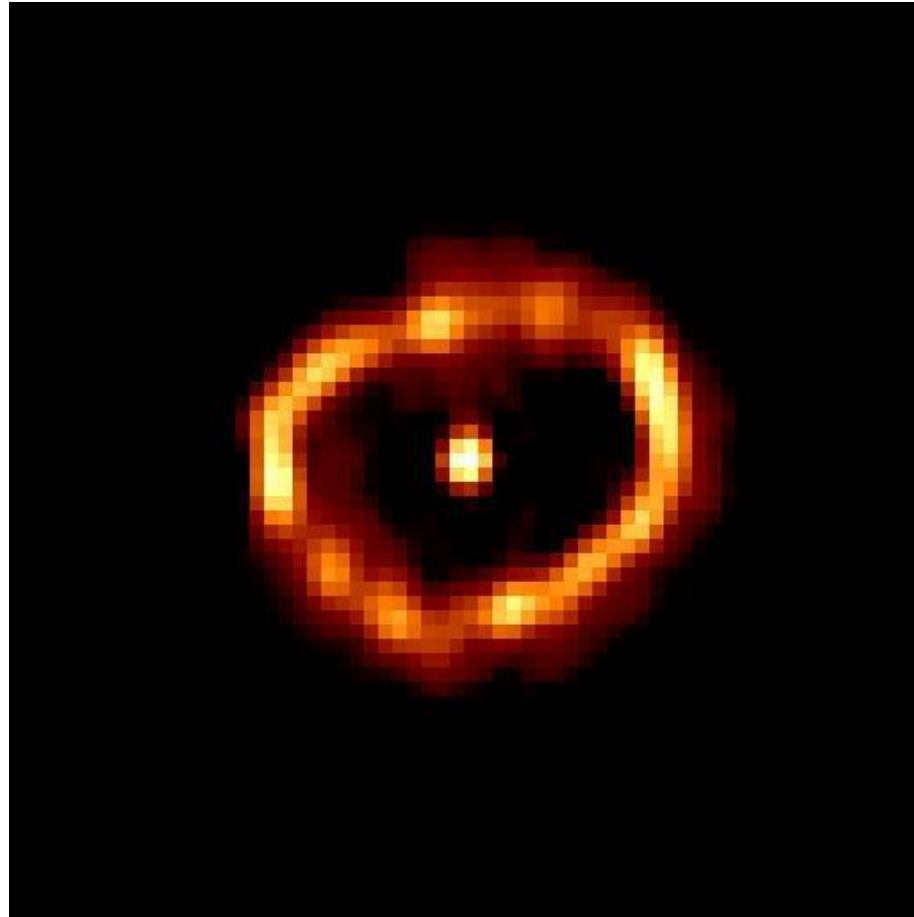
五車二 (御夫座 α)是御夫座最亮的恆星，也是全天第六亮星，在北半球僅次於大角星和織女星，是北天第三亮星。



超巨星(Supergiant star)：老年期的大質量恆星，例如參宿四(Betelgeuse)，參宿七(Rigel)。

參宿四是全天第九亮星，也是獵戶座第二亮星，只比鄰近的參宿七暗淡一點。
參宿七是獵戶座中最亮的恆星，並且是全天第7亮星，它的視星等為0.12等。

新星(Nova)：例如Nova Cygni 1992。



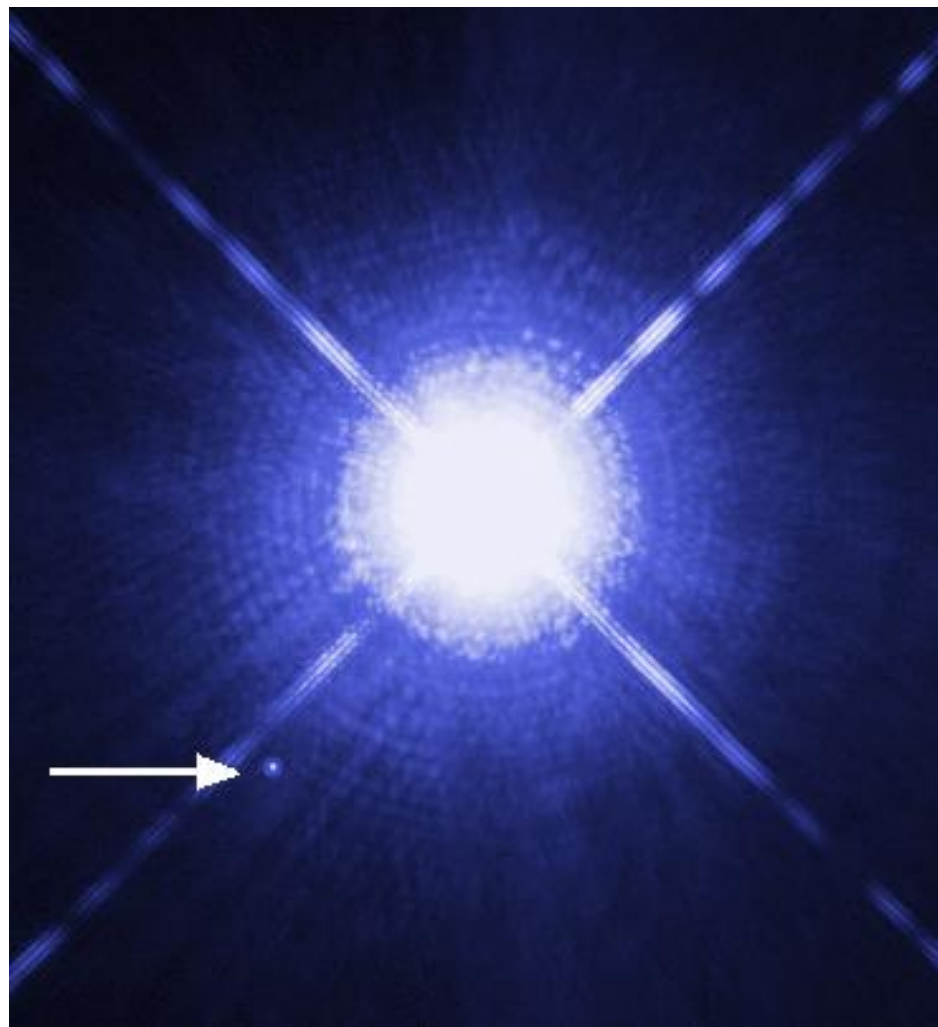
Cygni 1992, NASA (taken January 1994)

超新星(Supernova)：例如SN 1987A。



SN 1987A是1987年2月24日在大麥哲倫雲內發現的一次超新星爆發，是自1604年刻卜勒超新星(SN 1604)以來觀測到最明亮的超新星爆發，肉眼可見，位於蜘蛛星雲的外圍，距離地球約168,000光年。

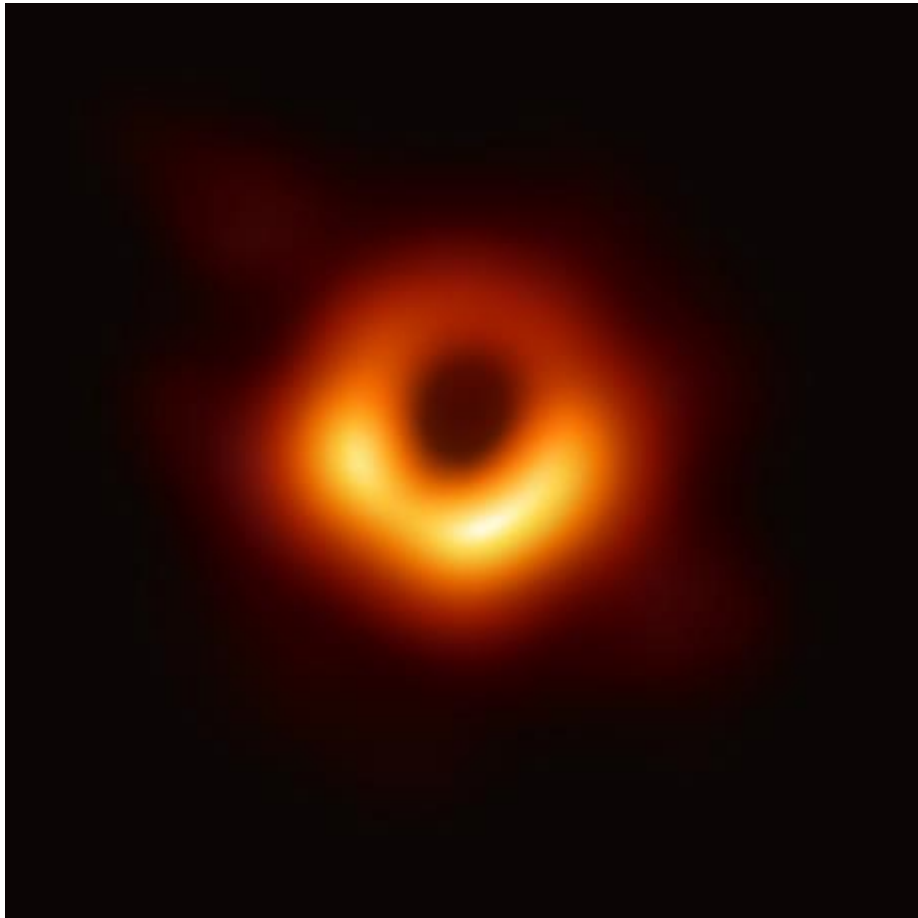
白矮星(White dwarf)：例如天狼伴星(Sirius B)。



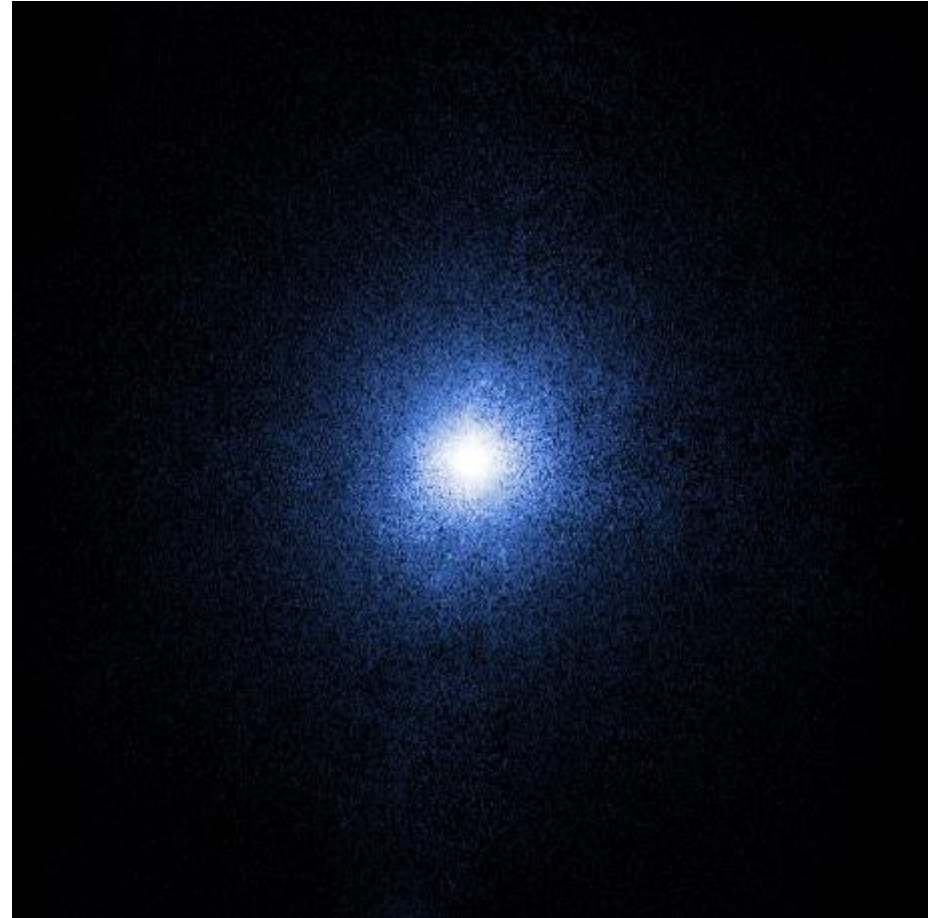
中子星(Neutron star)或脈衝星(波霎，Pulsar)：
例如蟹狀星雲(Crab Nebula)中心的中子星或
波霎。



黑洞(Black hole)：例如天鵝座X-1(Cygnus X-1)。



位於M87中心的超大質量黑洞，
推估質量達到太陽的數十億倍。



Cygnus X-1

星團(Star cluster)：又可分為**疏散星團**(**開放星團**，Open cluster) 例如昴宿星團(Pleiades)、**雙星團**(Double Cluster)例如英仙座 h& χ 雙星團(h Persei and χ Persei)和**球狀星團**(globular clusters)例如M13武仙座球狀星團。



昴宿星團是以高溫藍色恆星主導，使環繞的雲氣形成反射星雲的疏散星團。

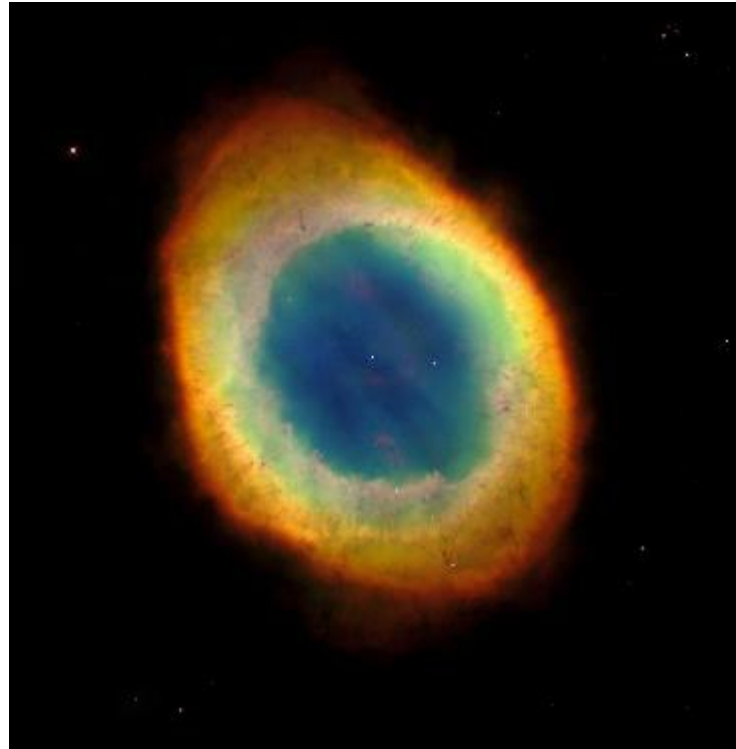


M13

星雲(Nebula)：例如獵戶座大星雲(Orion Nebula)、環狀星雲(Ring Nebula)和貓眼星雲(Cat's Eye Nebula)。



Orion Nebula

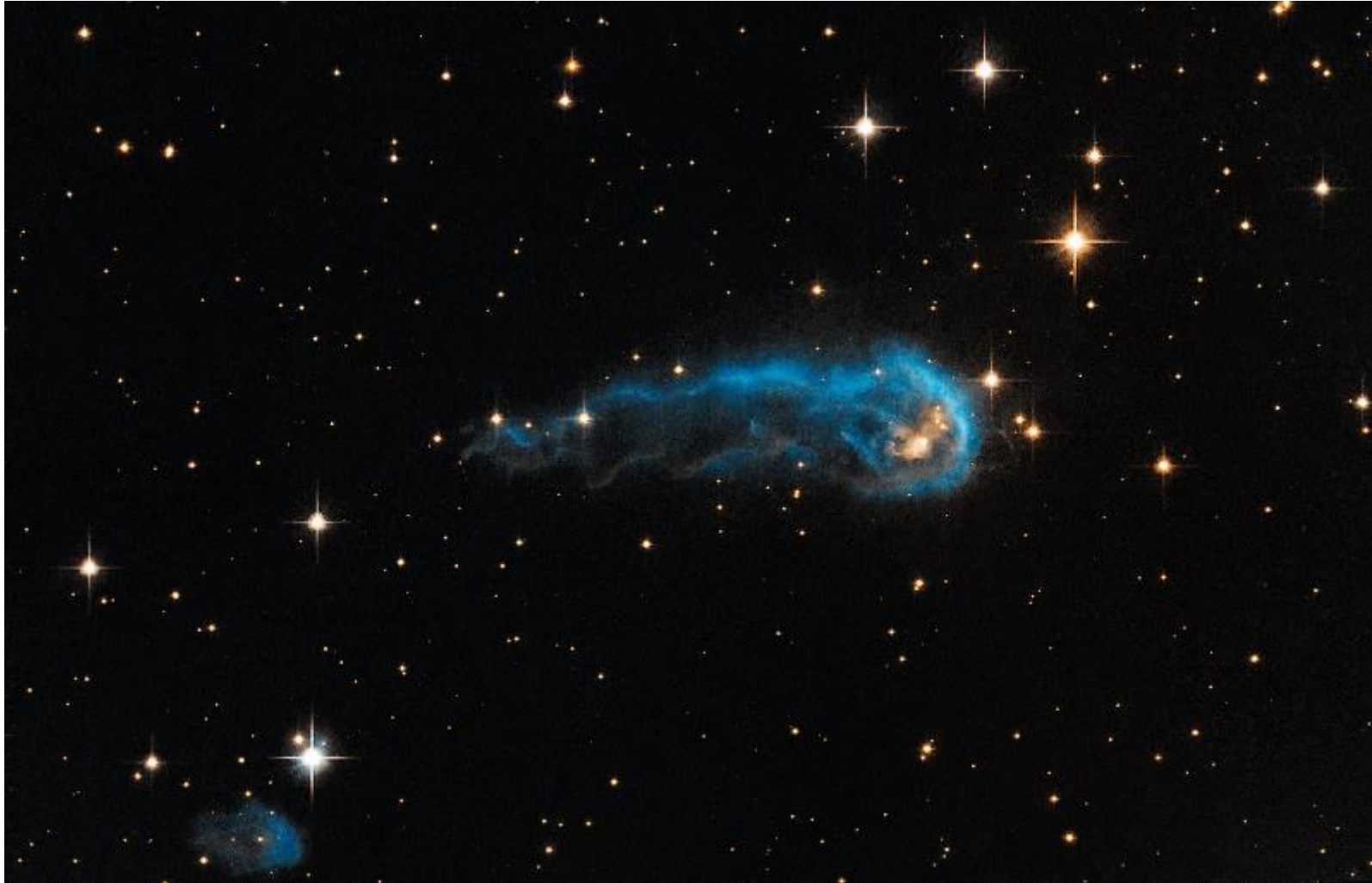


Ring Nebula

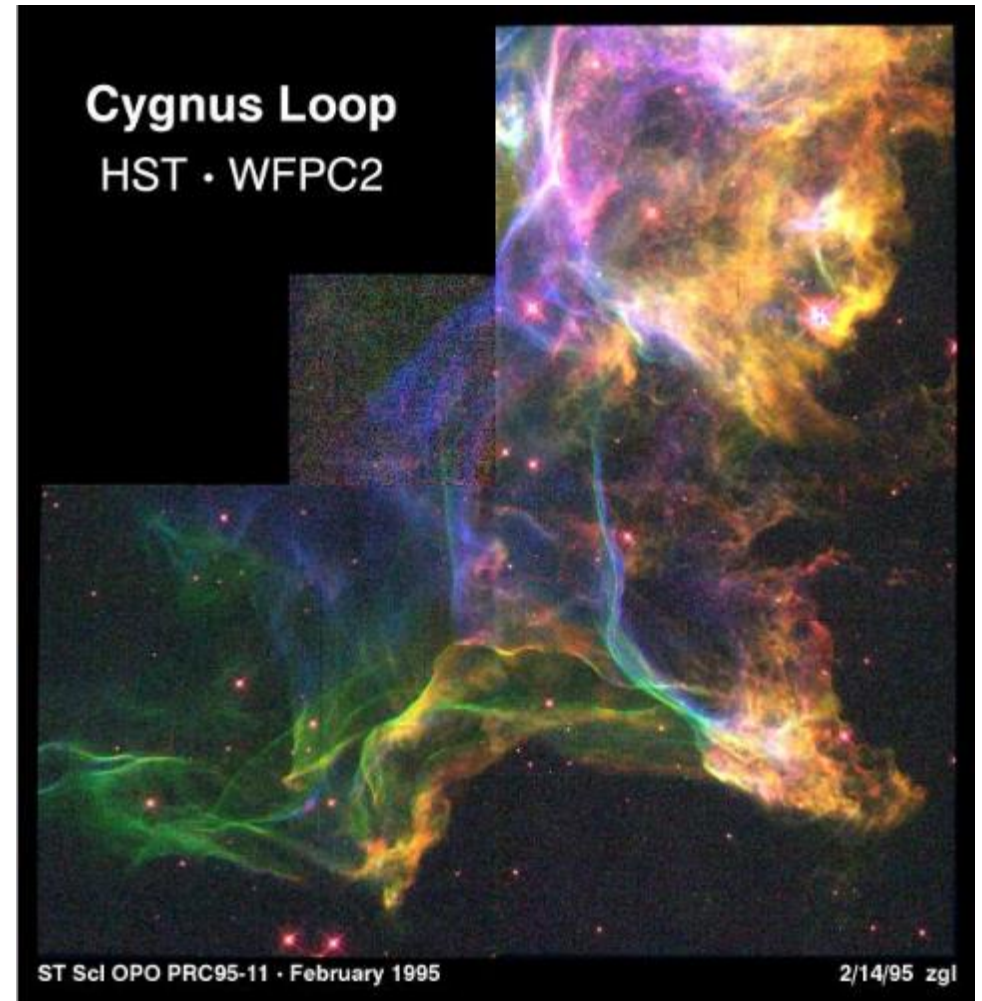
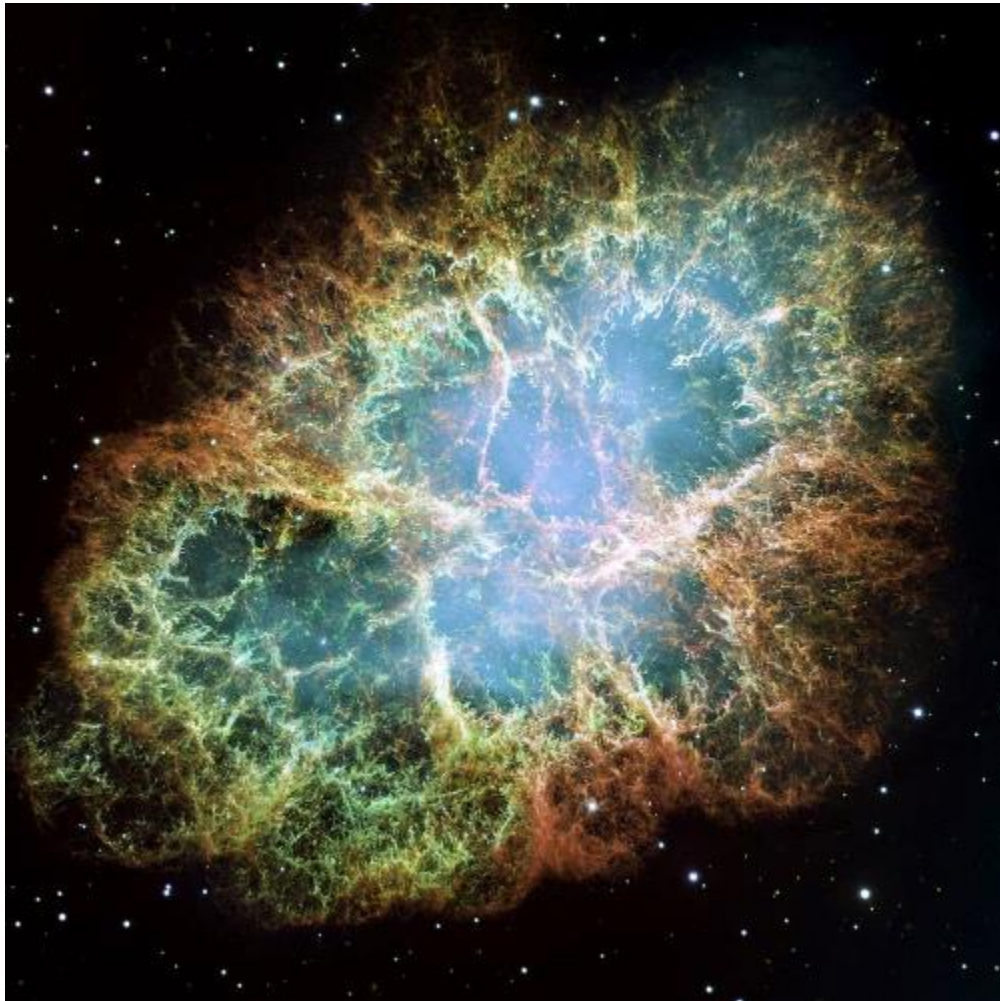


Cat's Eye Nebula

星際物質(Interstellar medium)：是存在於星系和恆星之間的物質和輻射場(ISRF)的總稱。星際物質在天文物理的準確性中扮演關鍵性的角色，因為它是介於星系和恆星之間的中間角色。



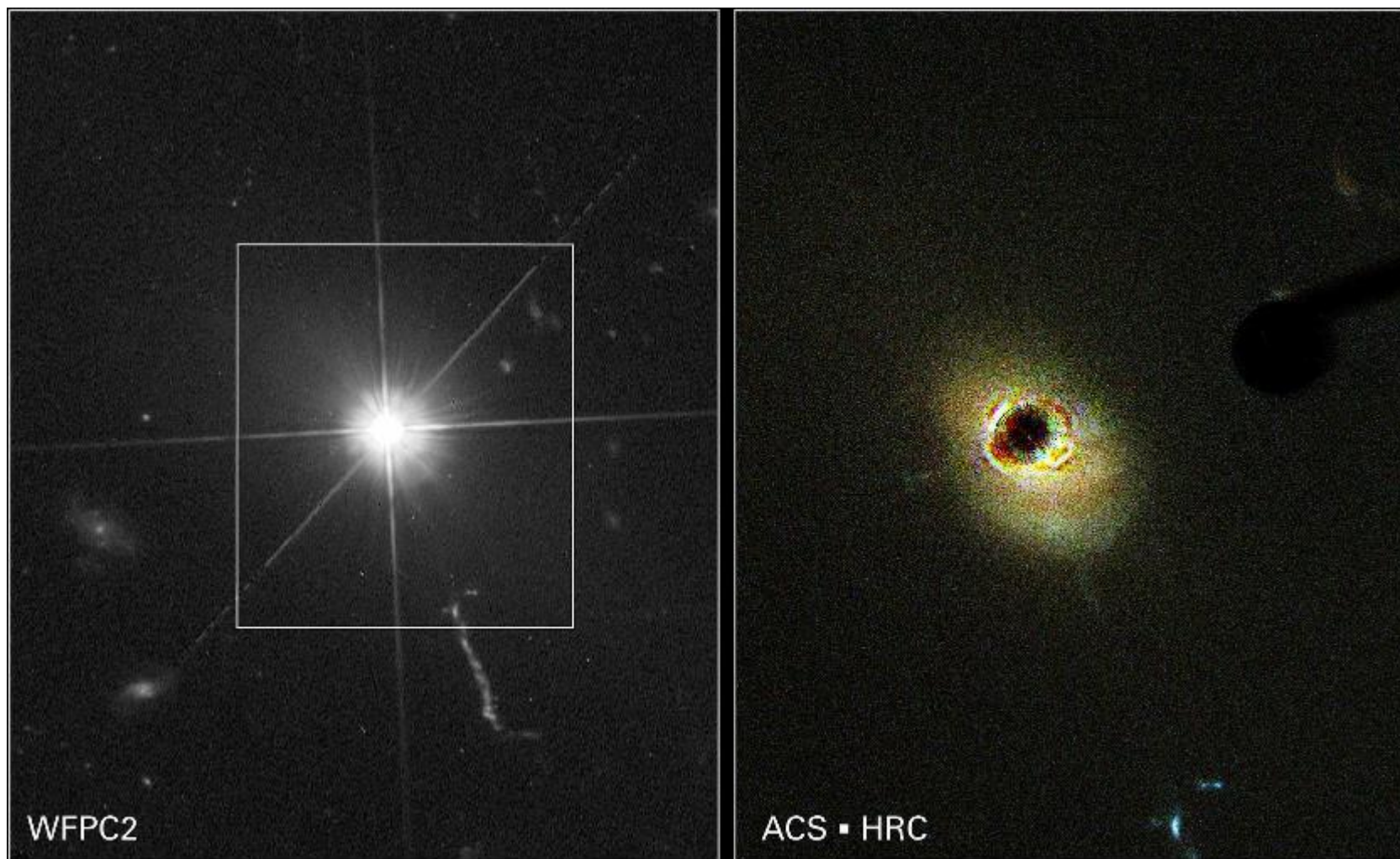
超新星殘骸(Supernova remnant)：例如蟹狀星雲(Crab Nebula)和天鵝圈(Cygnus Loop)



星系(Galaxy)：例如仙女座星系M31(Andromeda Galaxy)。

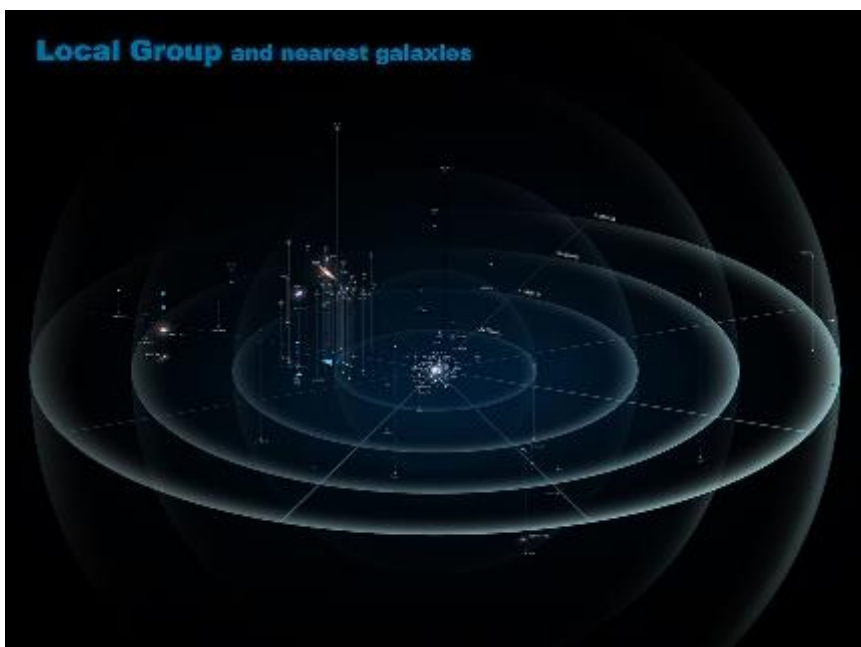


類星體(Quasar, QSO)：是極度明亮的活躍
星系核，例如3C 273。

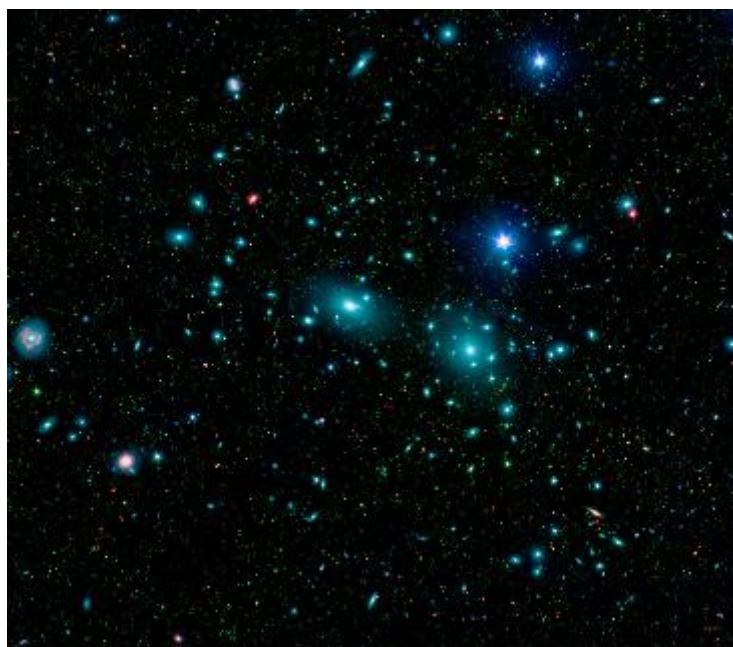


哈伯太空望遠鏡的3C 273影像。

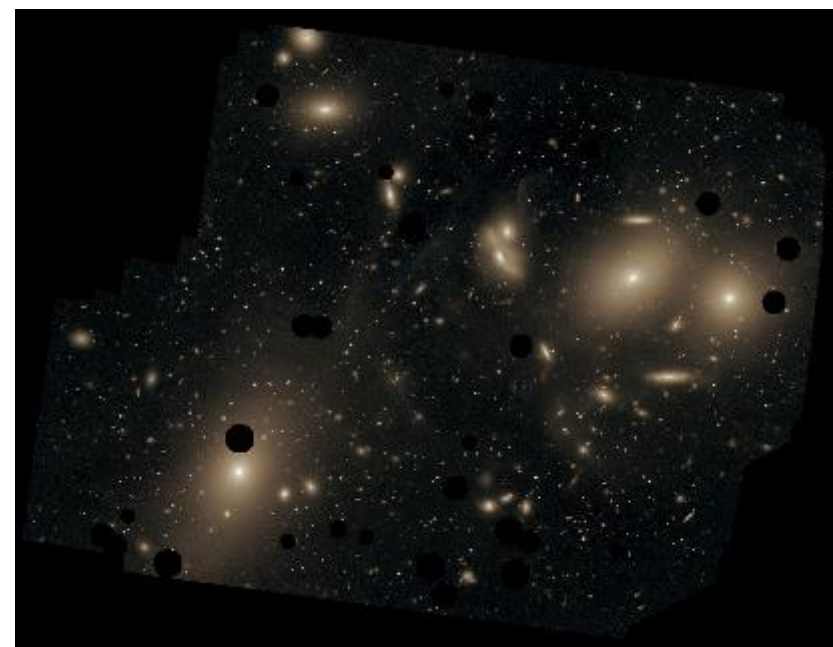
星系團(Galaxy cluster)：例如本星系群 (Local Group)、后髮座星系團 (Coma Cluster)和室女座星系團 (Virgo Cluster)。



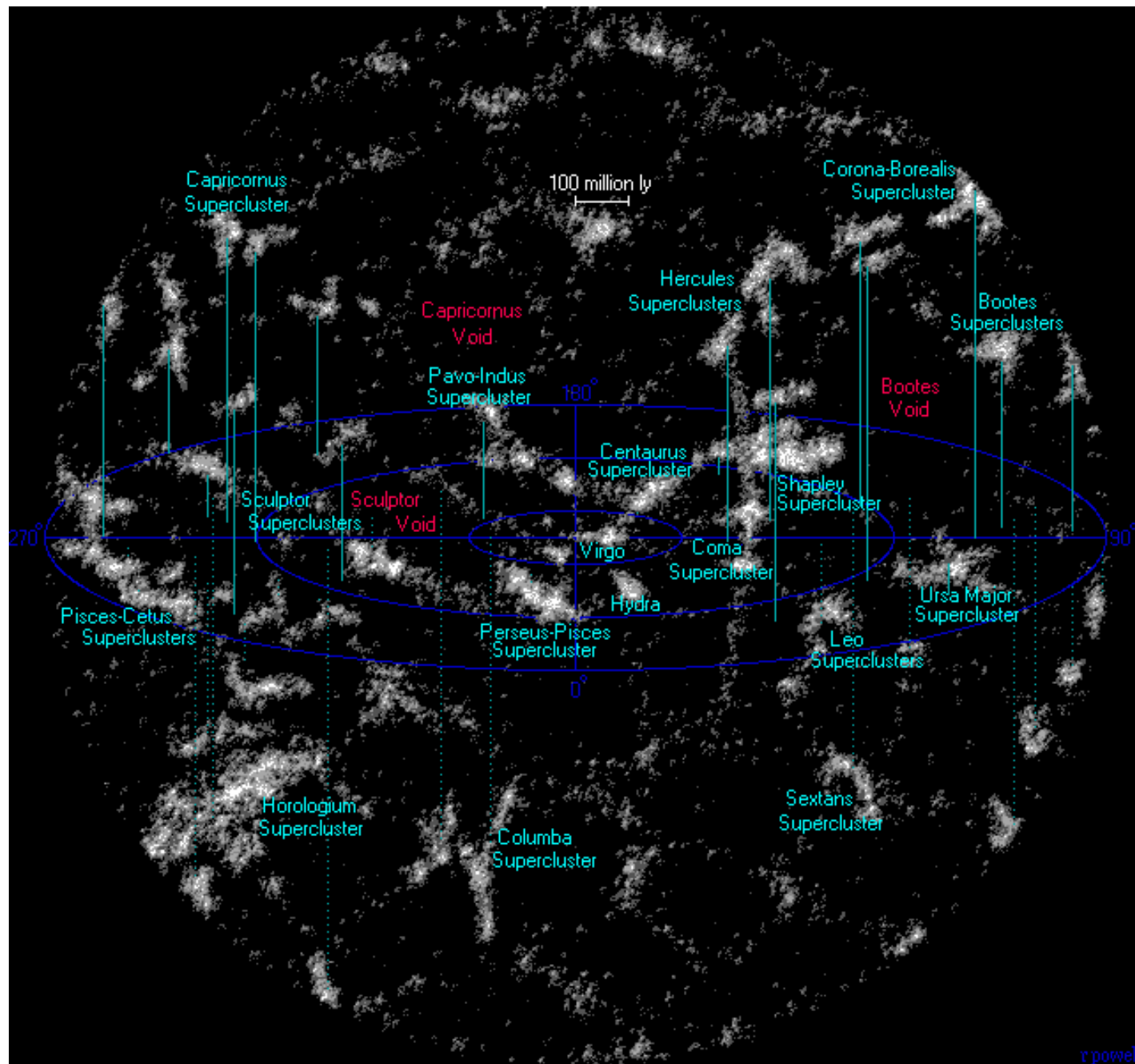
本星系群
(Local Group)



后髮座星系團
(Coma Cluster)



室女座星系團
(Virgo Cluster)

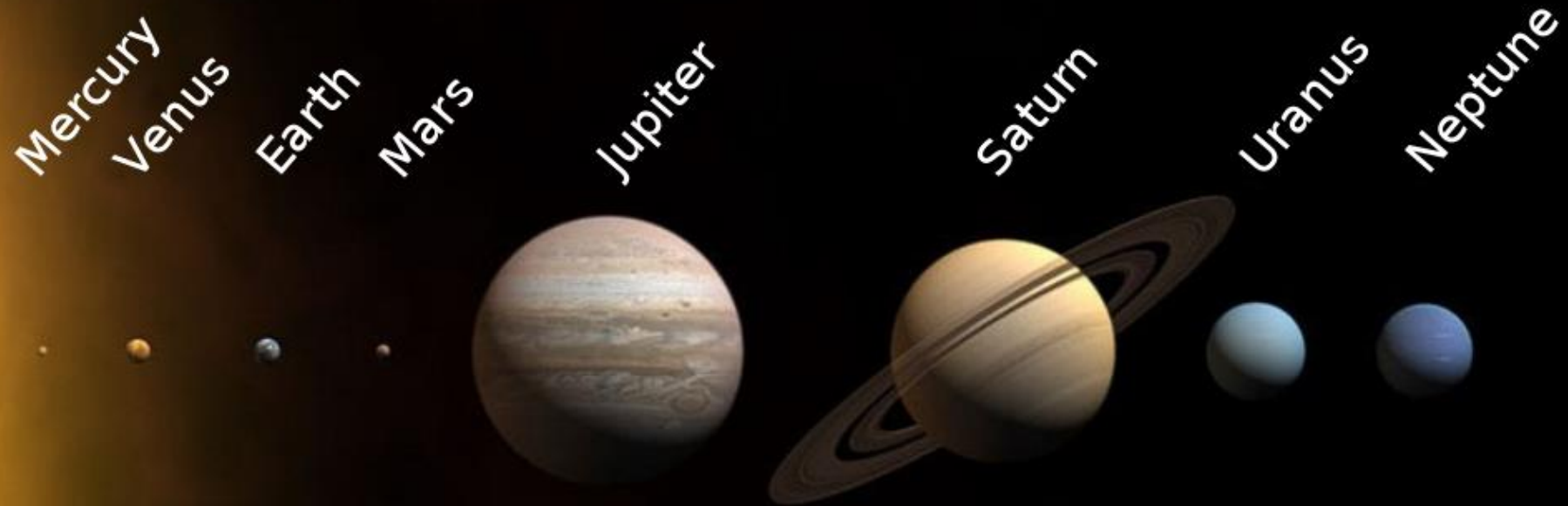


超星系團(Supercluster)：
是在宇宙的大尺度結構中，
比星系團和星系群更大的
結構，可觀測宇宙中的超
星系團約有1000萬個。

長城與空洞(Great Wall and void)：是現知宇宙中最大的結構體。

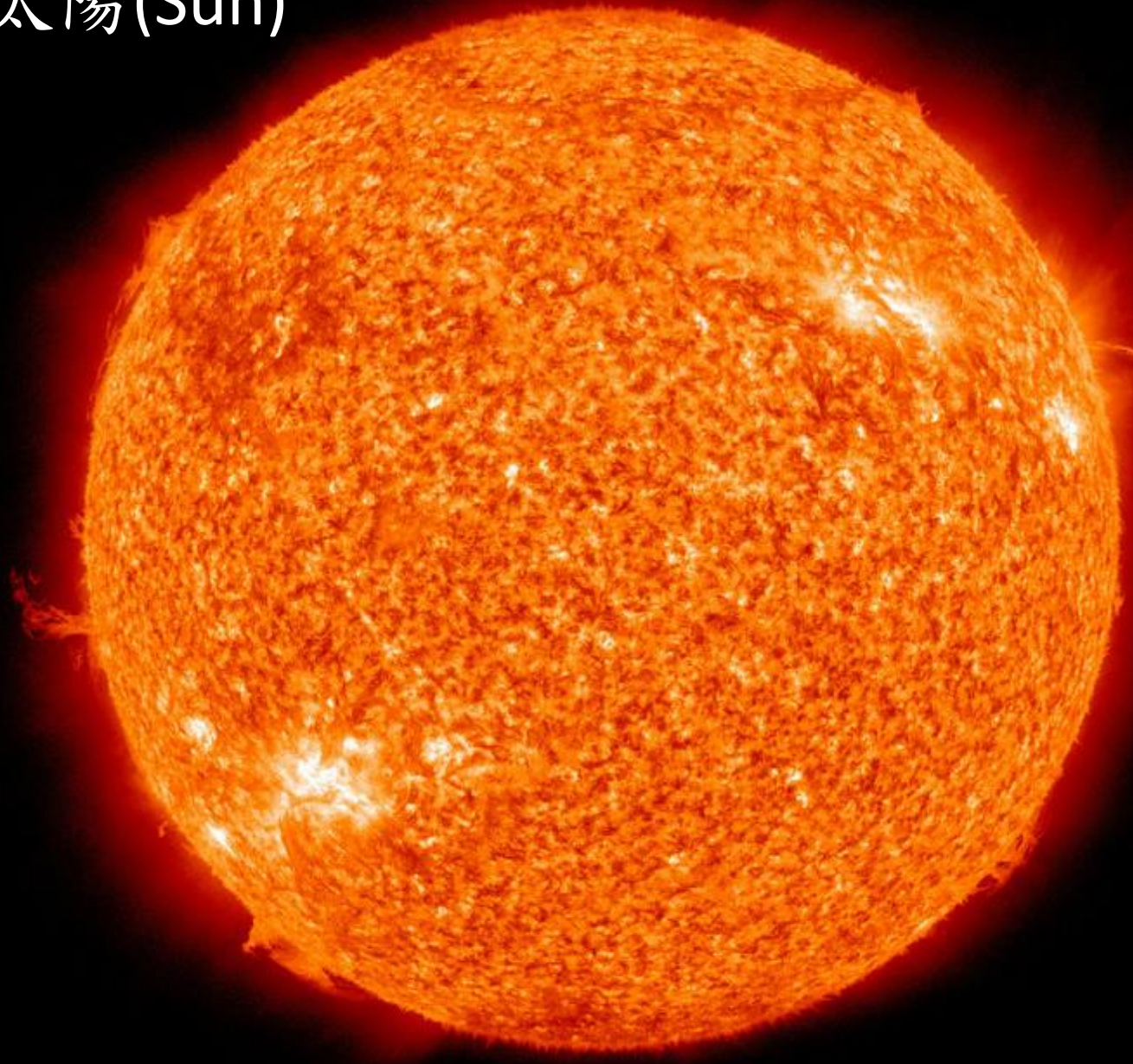


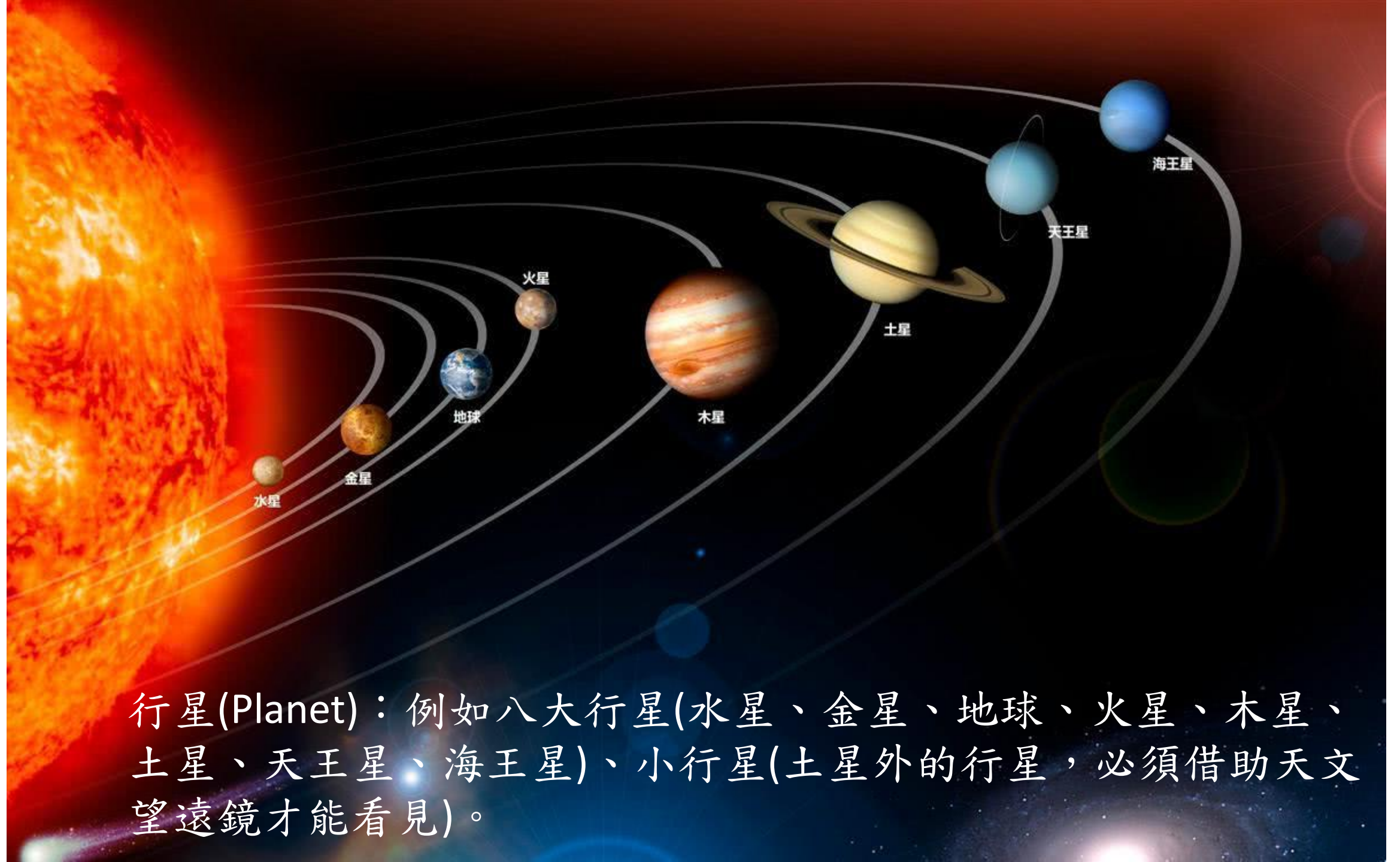
Hercules–Corona Borealis Great Wall



太陽系 (Solar System)

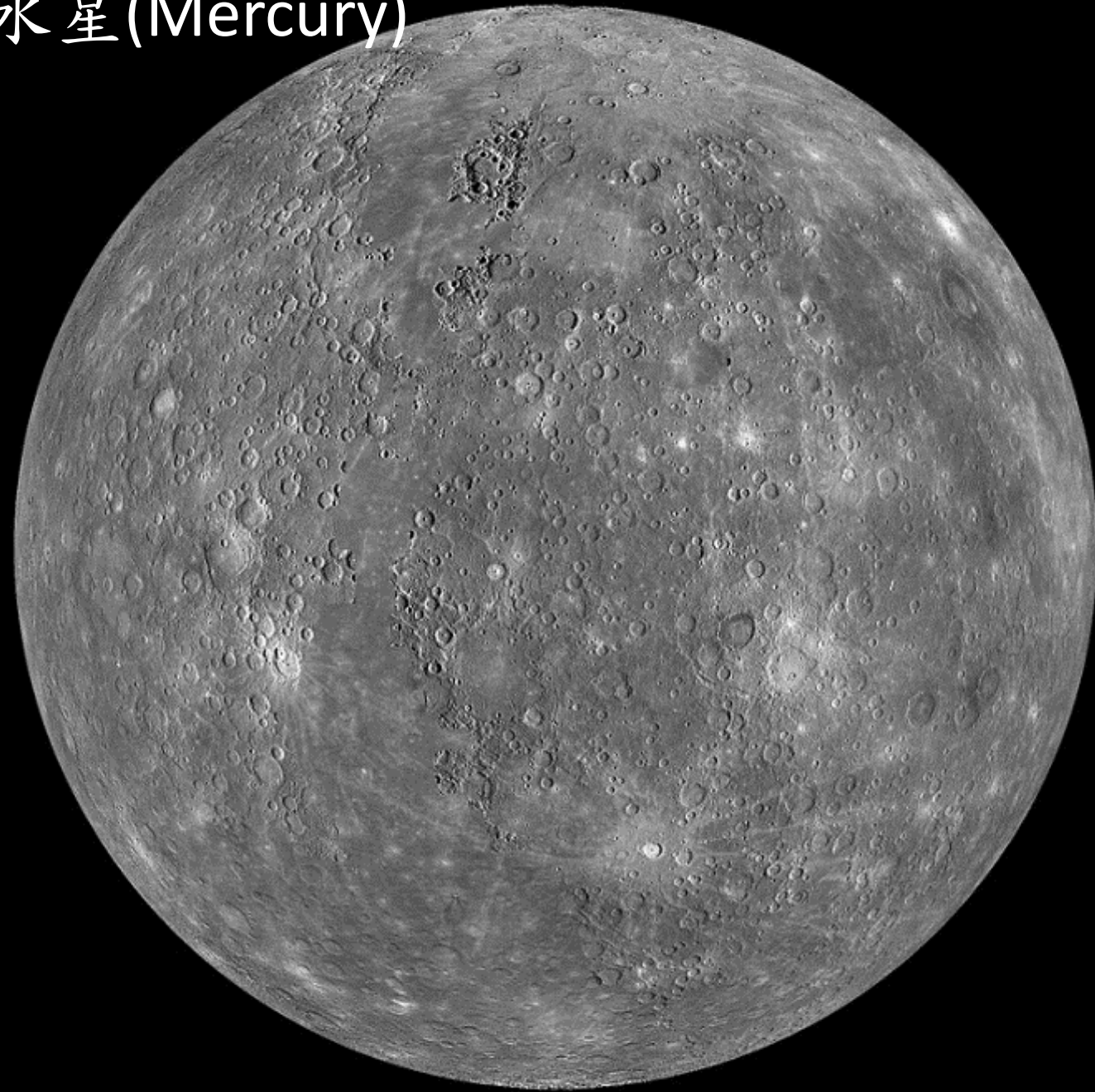
太陽(Sun)



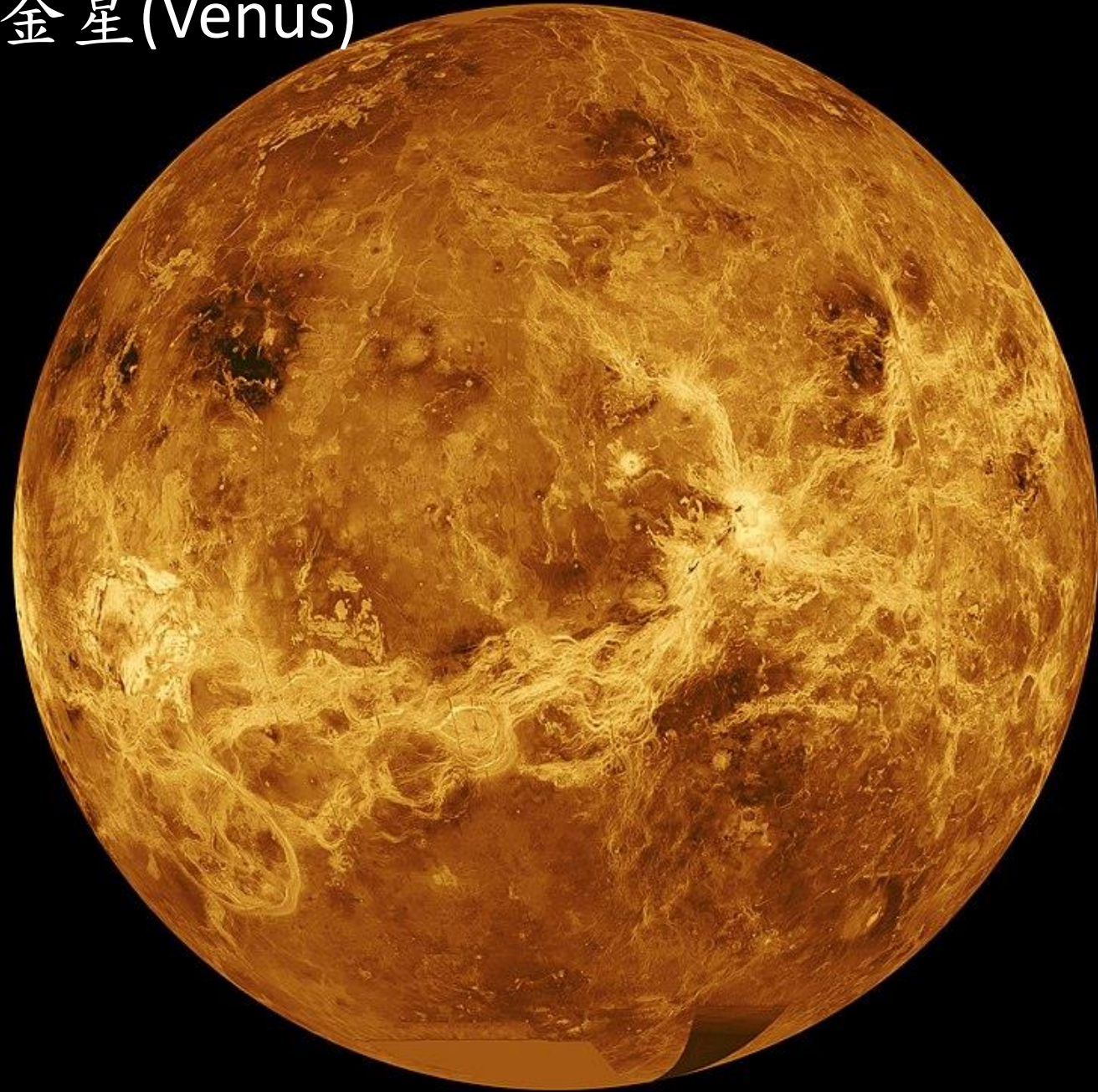


行星(Planet)：例如八大行星(水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星)、小行星(土星外的行星，必須借助天文望遠鏡才能看見)。

水星(Mercury)



金星(Venus)



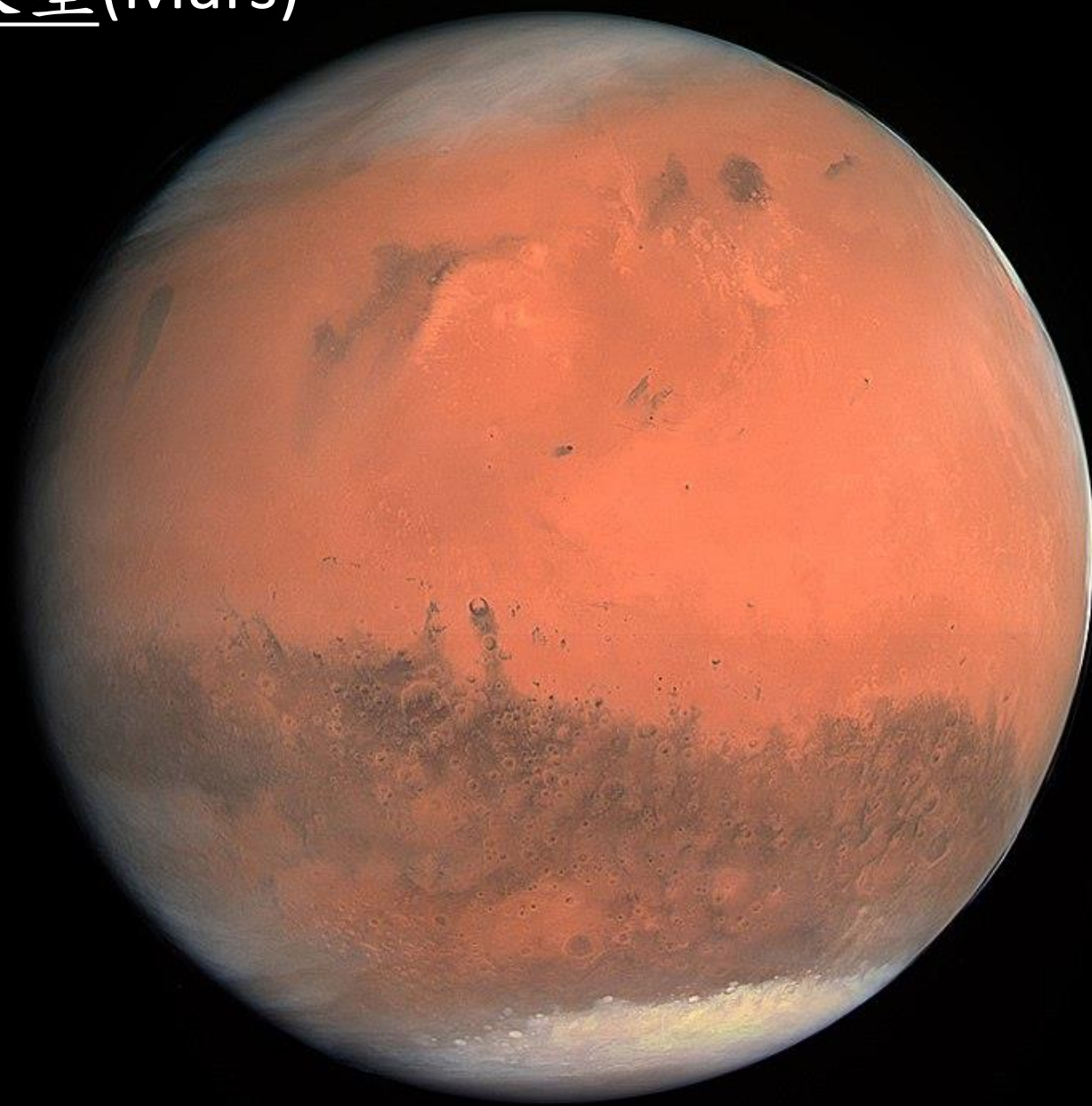
地球(Earth)



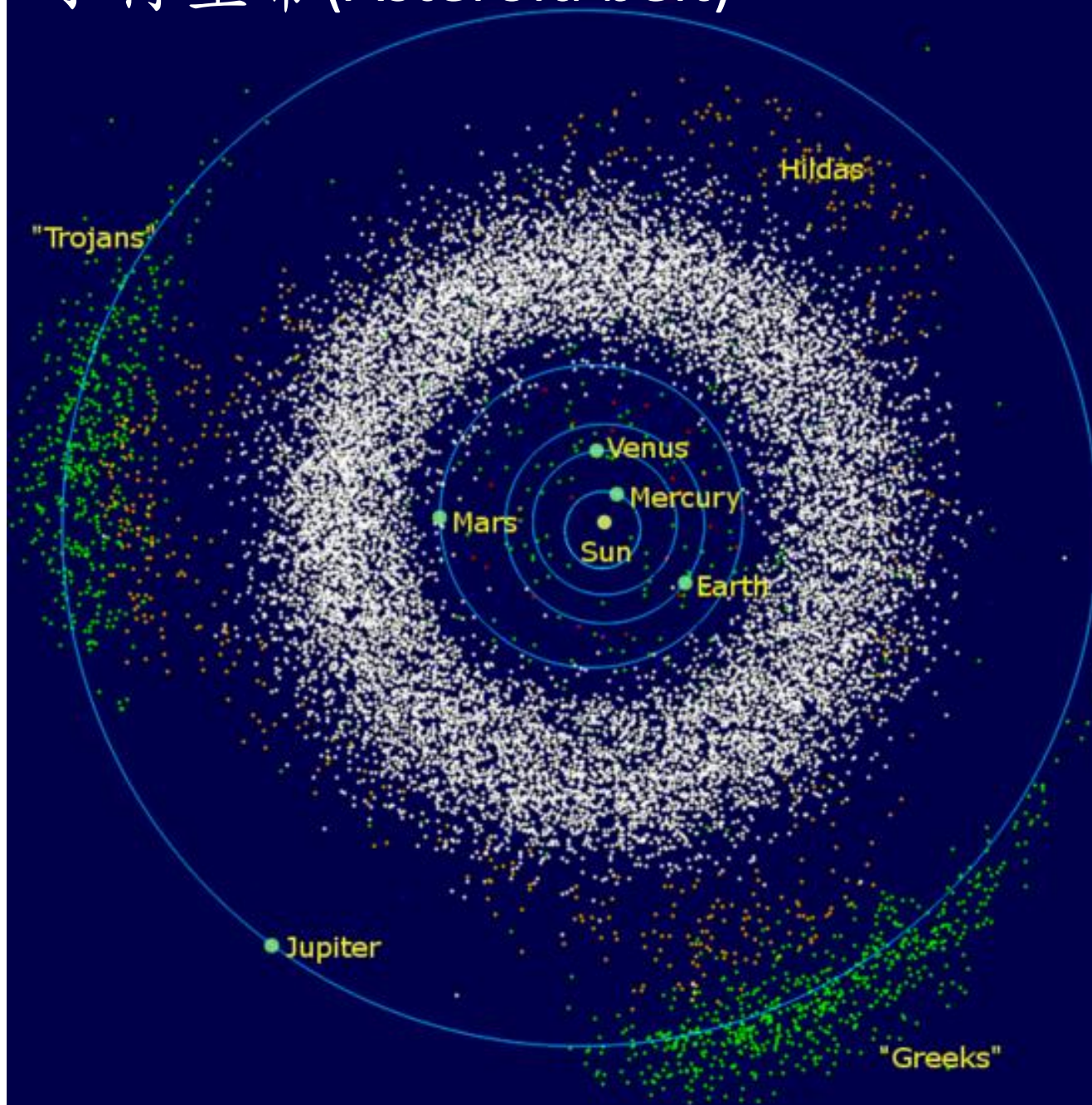
地球的衛星一月球(Moon)



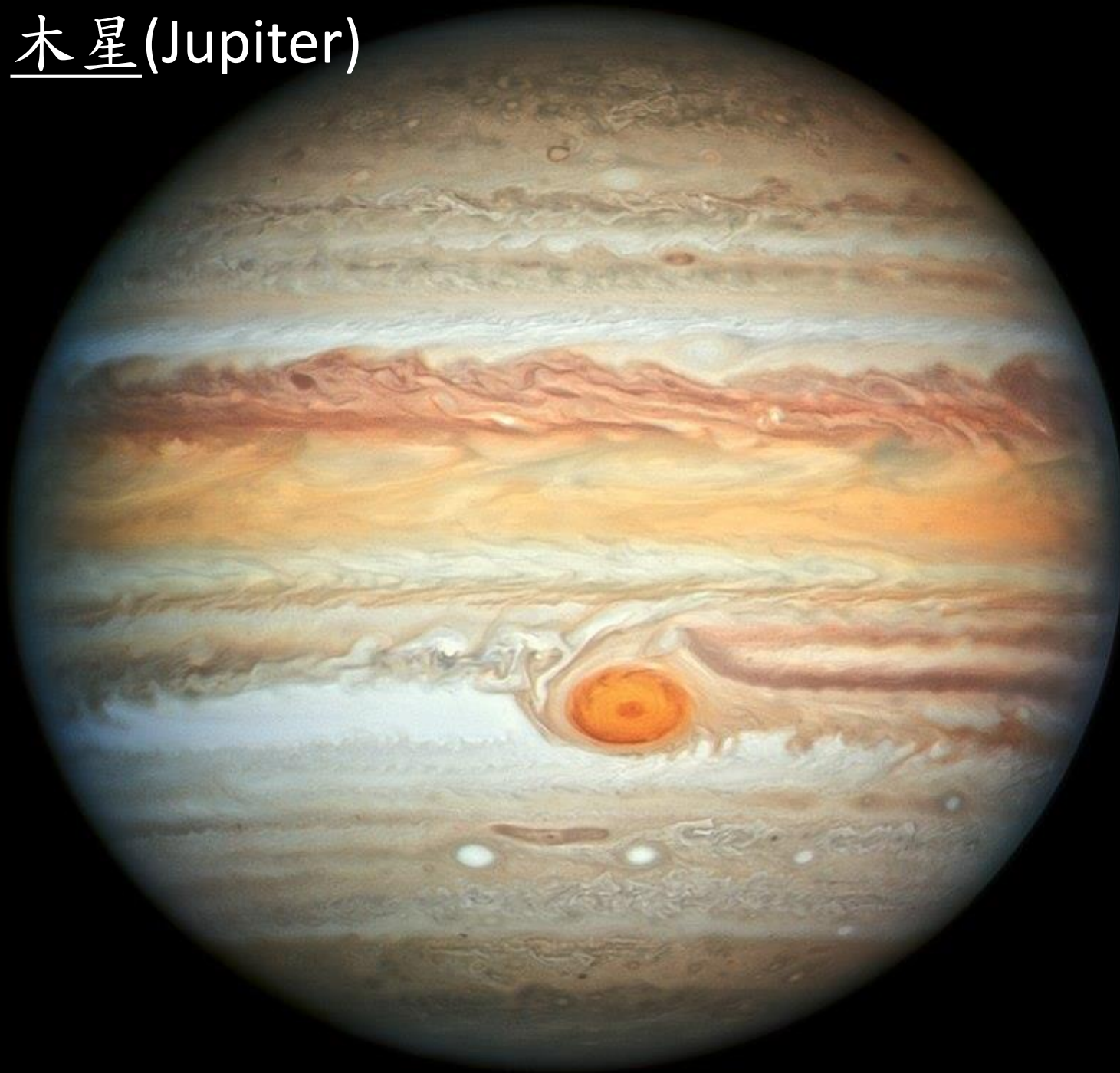
火星(Mars)



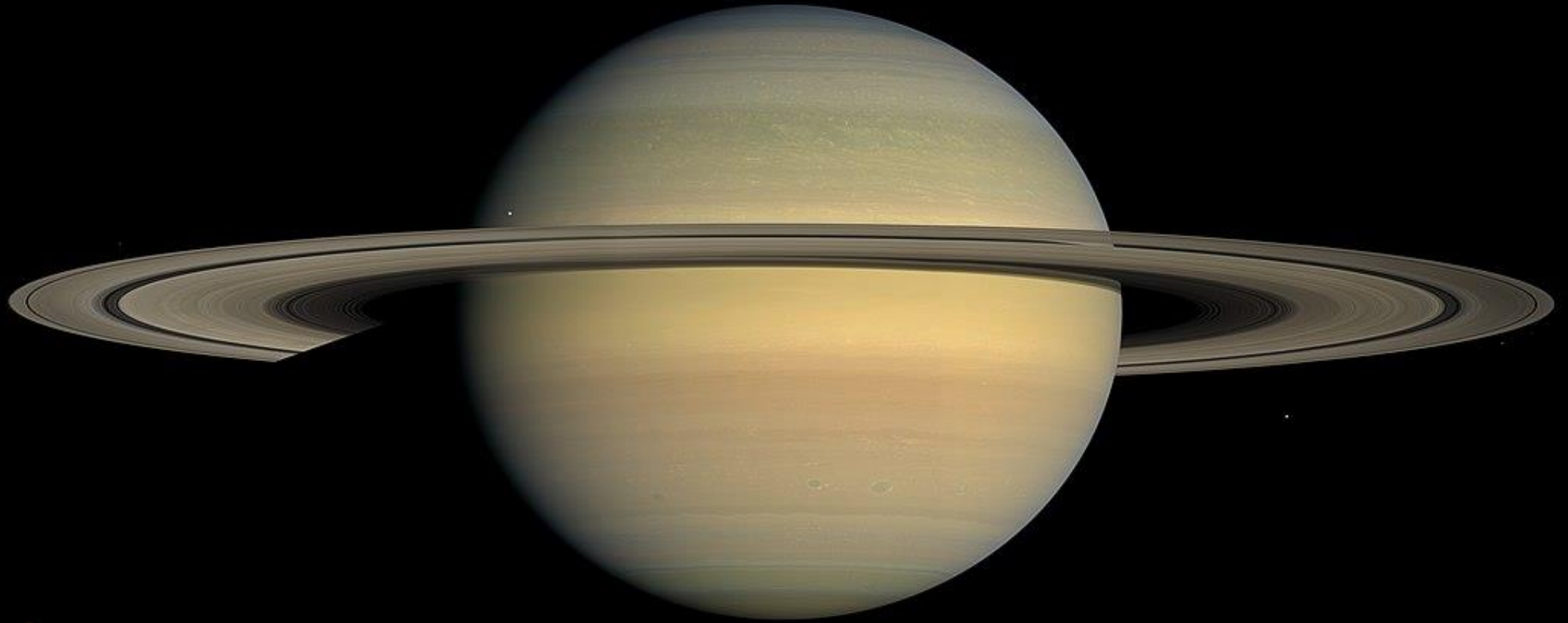
小行星帶(Asteroid belt)



木星(Jupiter)



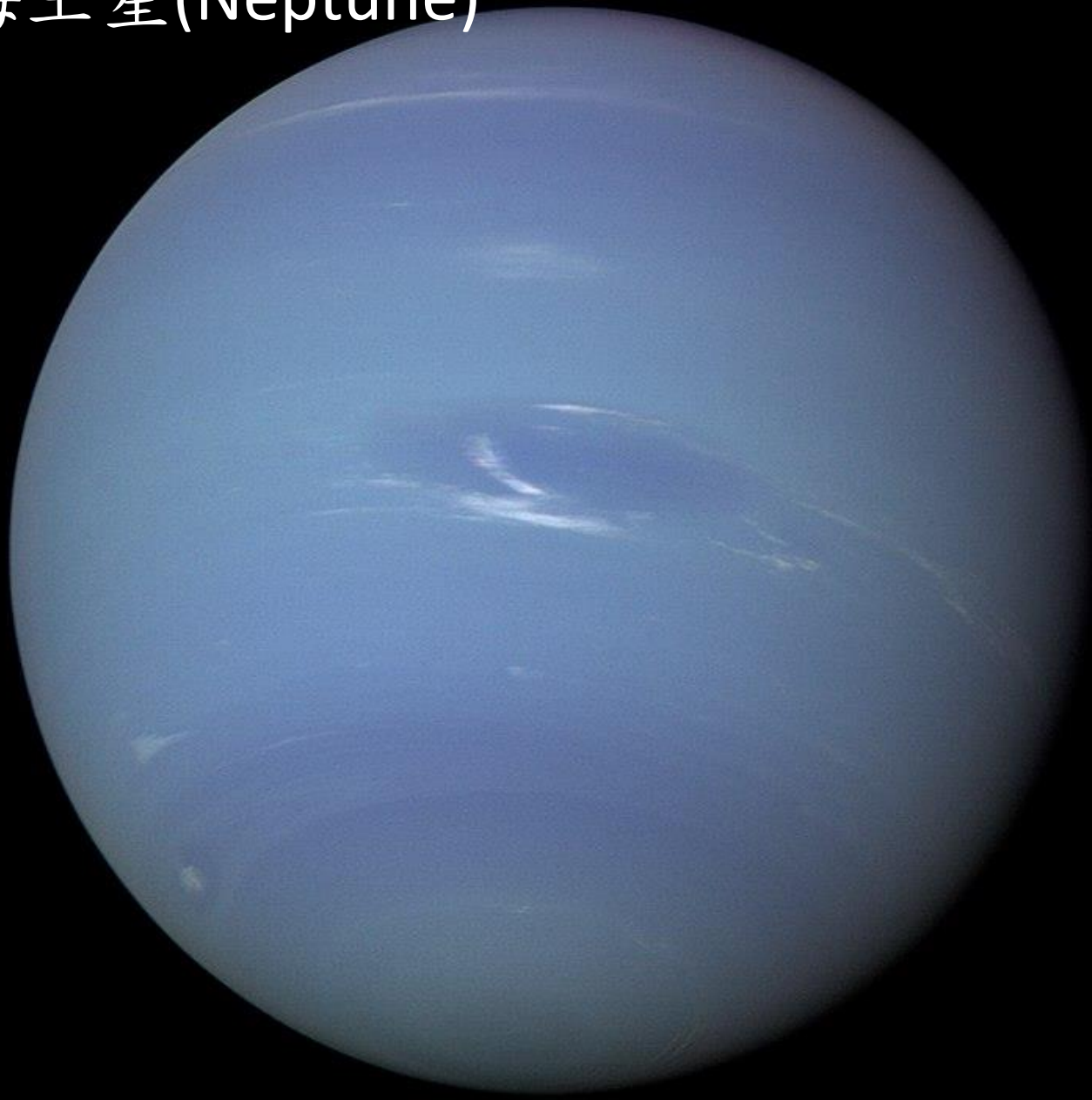
土星(Saturn)



天王星(Uranus)



海王星(Neptune)



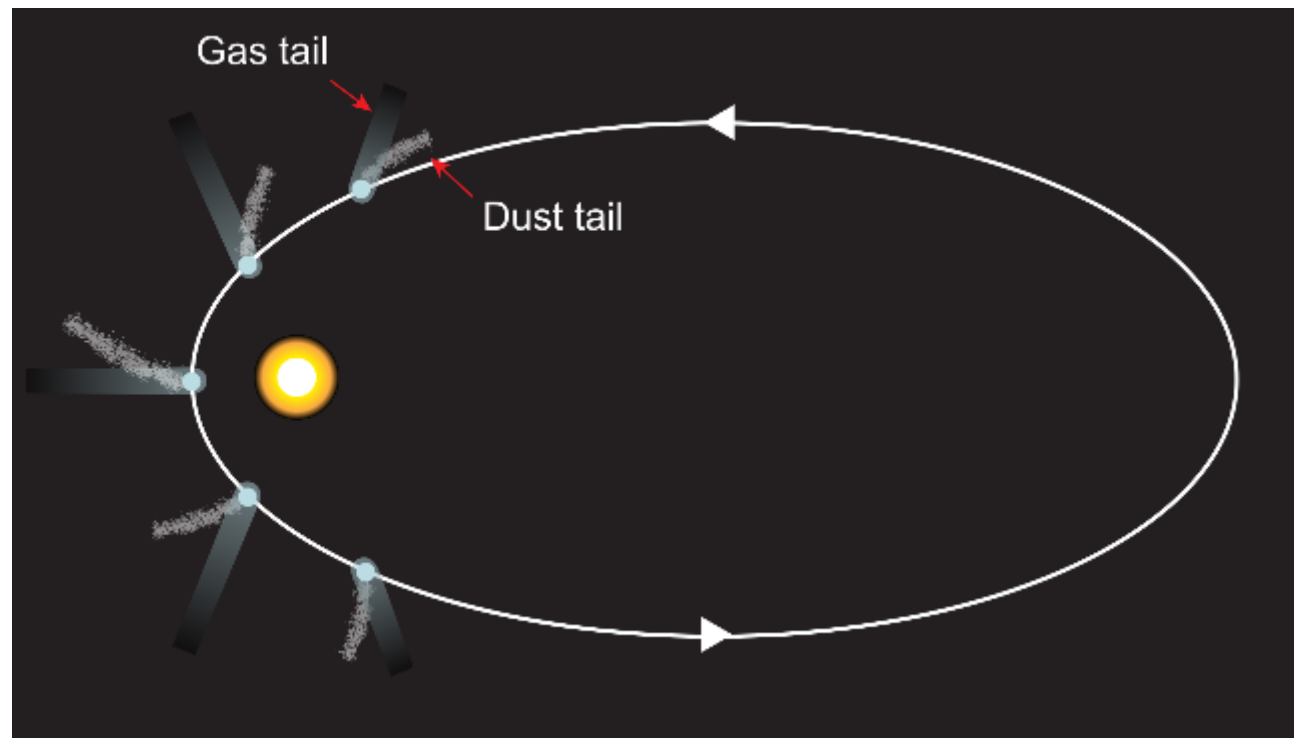
冥王星(Pluto)是古柏帶(Kuiper belt)中的矮行星。



彗星(Comet)

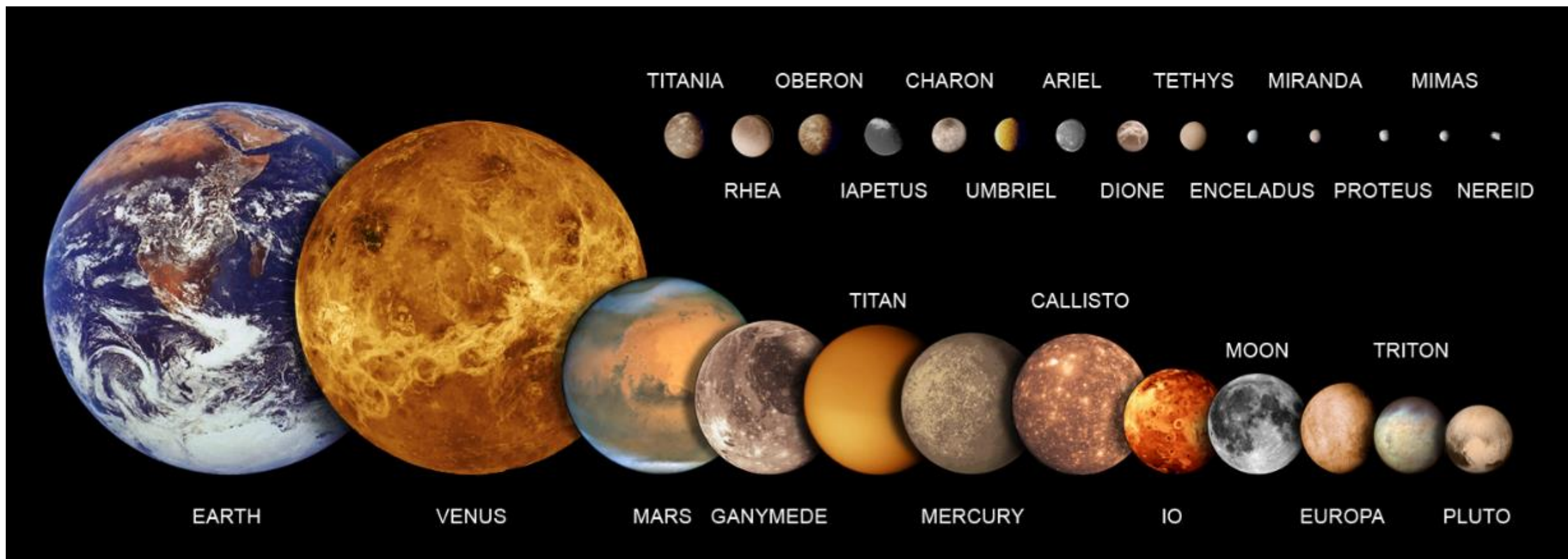


Comet 17P/Holmes



多數彗星都是細長橢圓軌道的太陽系小天體，它們的軌道只有一小部分接近太陽，剩餘的大部分都在深遠的太陽系外緣。

衛星(Natural satellite)





隕石 (Meteorite)

HOW LARGE IS THE UNIVERSE

宇宙到底有多大？

SCIENCE
INSIDER



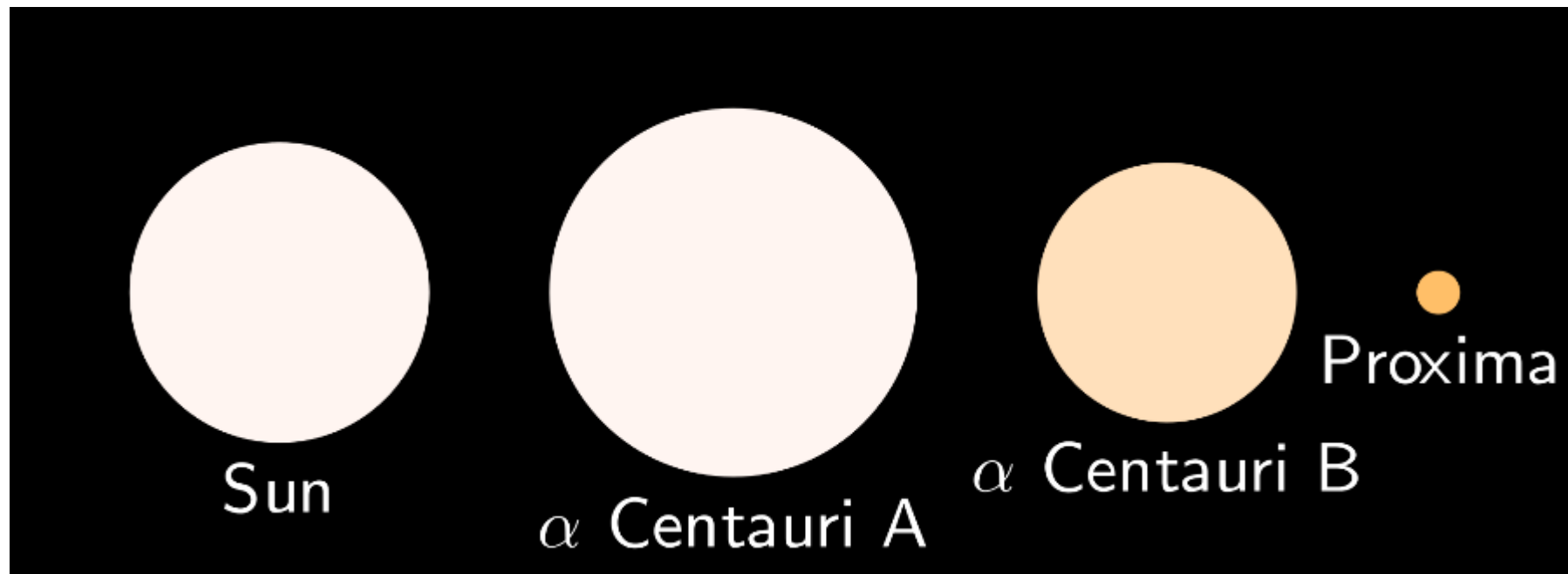


宇宙有約數千億個星系 $\sim 10^{12}$ 個，平均每個星系約包含一千億個星星 $\sim 10^{11}$ ，以目前所「觀測」到整個宇宙約包含有 $10^{11} \times 10^{12} = 10^{23}$ 個恆星。
 $100,000,000,000,000,000,000,000 = 1$ 千億兆，假設每個恆星都有一顆行星伴隨著，亦即整個宇宙約有 10^{23} 個行星。

距離太陽最近的一個恆星是 Proxima Centauri(半人馬座的比鄰星)，距離約 4.22 光年，半人馬座 α A、B 約 4.39 光年，比鄰星和半人馬座的 α A、B 是一個三合星系統。



Proxima Centauri
(半人馬座的比鄰星)

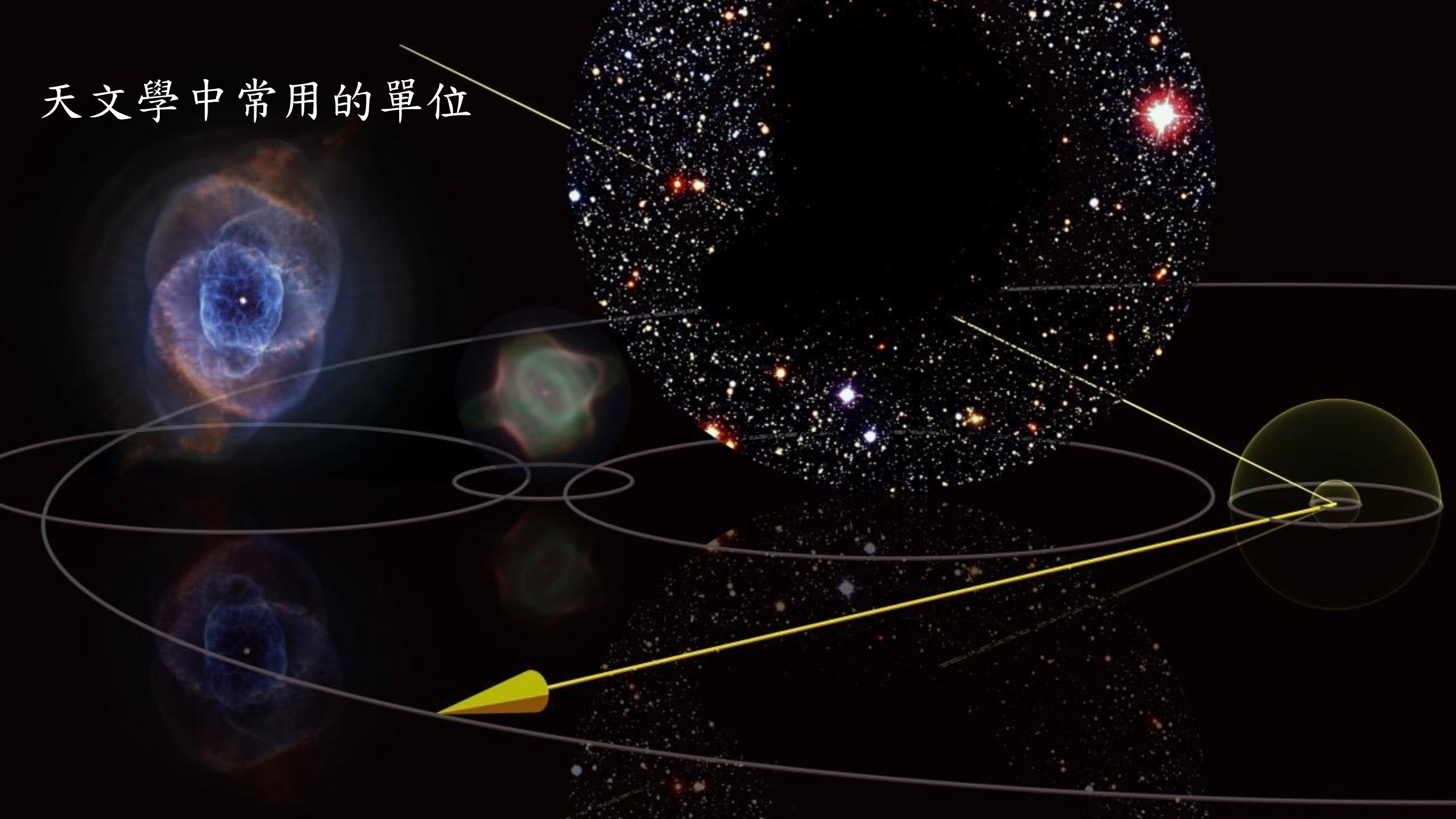


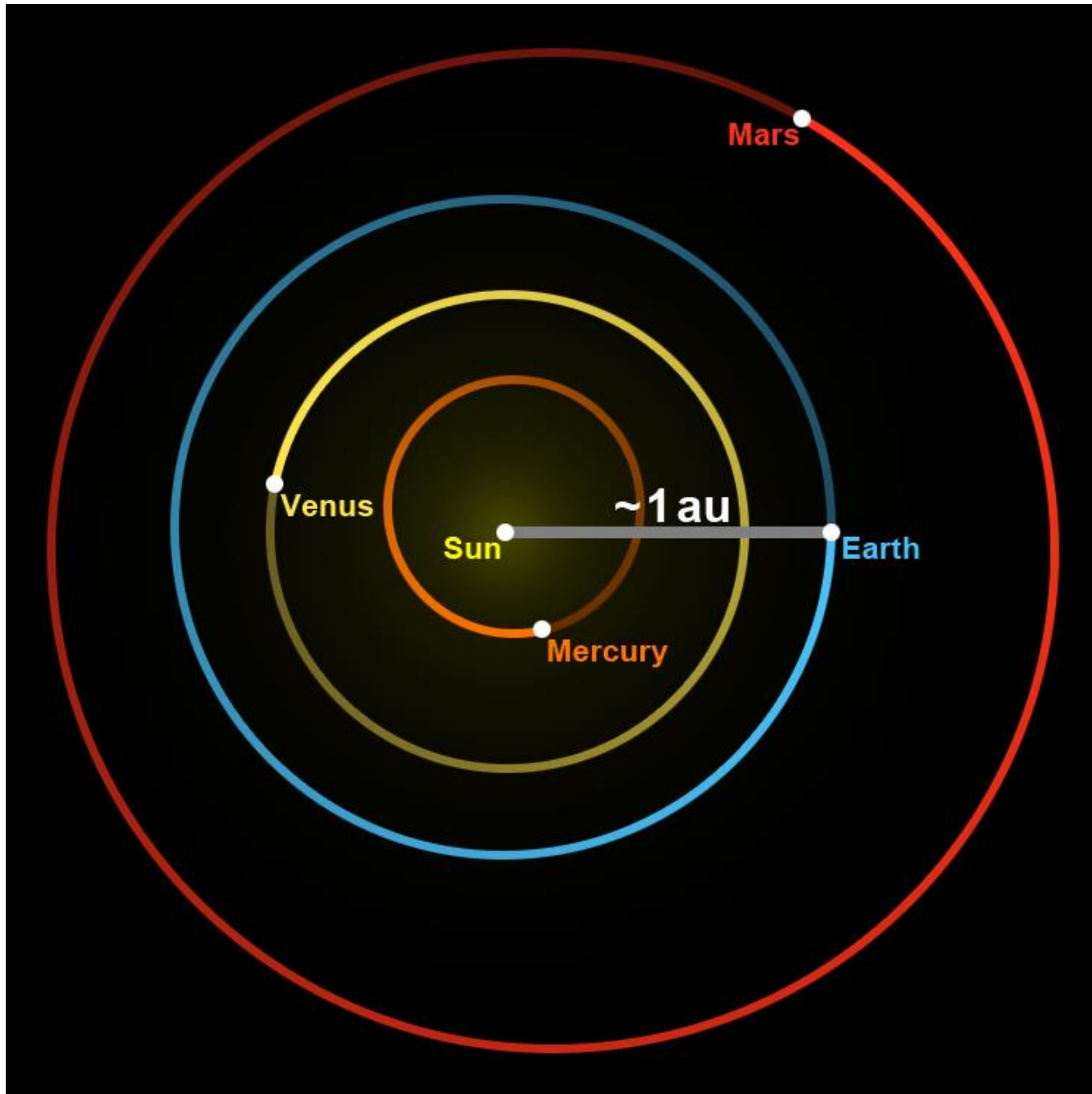
比鄰星(最右)與其鄰星的大小比較



目前所觀到最遠的星系約100~150億光年，所以目前觀測的宇宙體積約為 $(4/3) \cdot \pi \cdot (10^{23})^3 = 10^{70}$ (立方公里)

天文學中常用的單位





AU (Astronomical Unit，天文單位)是指地球與太陽之間的平均距離。

1天文單位= 1.495×10^8 公里
(149,597,870,700公尺)。

Sun to Earth Distance



1 Astronomical Unit (AU)

The diagram illustrates the distance from the Sun to Earth. On the right side, a large, bright yellow sphere represents the Sun. A thin yellow line extends from the left edge of the Sun towards the left, ending in an arrowhead. Above this line, the text '1 Astronomical Unit (AU)' is written in white. The background is a solid black, representing space.

$$1 \text{ AU} = 149,599,000 \text{ km}$$

地球直徑約12742 公里，地球赤道周長約40075 公里
在探討或研究行星系統，最常用「天文單位」作為
距離的基本量度單位。

光年(Light-year)是指光波於真空中傳遞一年所歷經的距離，大約9.46兆公里。
 $365.24219(\text{日}) \times 24(\text{小時}) \times 60(\text{分鐘}) \times 60(\text{秒}) = 365.24219(\text{日}) \times 86400(\text{秒})$ ，得出 30×10^4
公里/秒 $\times 365.25(\text{日}) \times 86400(\text{秒})$ ，所以光年大約9,460,528,177,426.821公里。

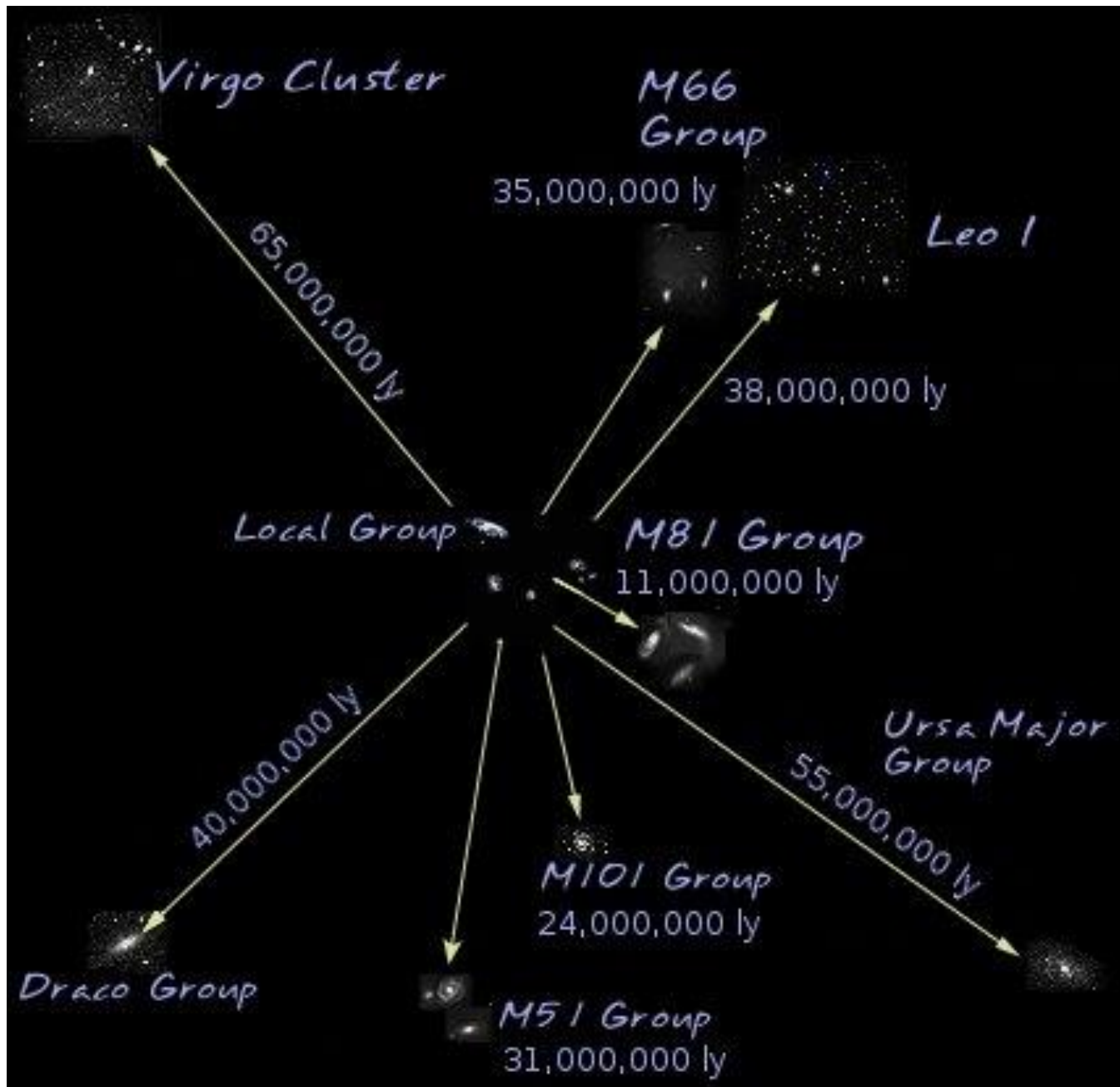


光年是天文上描述距離的重要單位之一，但是常被誤認是計時的單位。在浩瀚的宇宙裡，光年是一個微小的距離，更常見的是千光年(Kly，1000 light-years)和百萬光年 (Mly，1000000 light-years)。



秒差距(Parsec)是一個宇宙距離尺度，用以測量太陽系以外天體的長度單位。
1秒差距定義為某一天體與1天文單位的對角為1角秒時的距離= 3.09×10^{13} km=3.26 ly (造成視差角為1弧秒之距離)
1 Kpc = 1 kilo parsecs= 10^3 PC，1 Mpc = 1 mega parsecs= 10^6 PC。

長度單位	縮寫	表示	備註
秒差距	pc	3.261光年(近似值)	可用於測量鄰近恆星之間的距離。
千秒差距	kpc	1000秒差距	可用於測量星系或星系團內部天體之間的距離。
百萬秒差距(兆秒差距)	Mpc	1,000,000秒差距	用於測量鄰近星系或星系團之間的距離。
十億秒差距(吉秒差距)	Gpc	1,000,000,000秒差距	可用於測量大尺度纖維狀結構(例如CfA2長城)的距離和長度或類星體的距離。

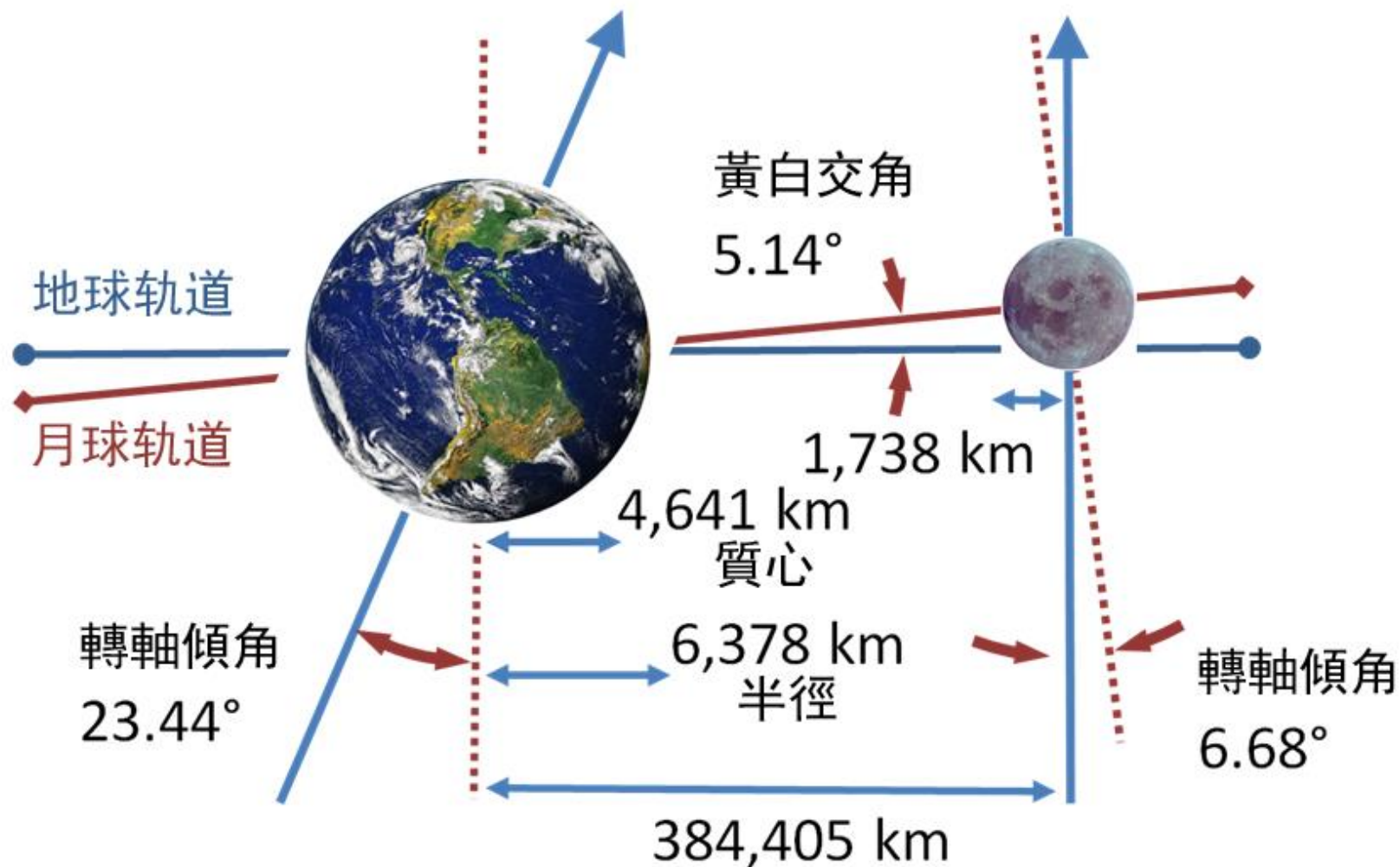


例如太陽距離本銀河系的中心約 8 Kpc，室女座超星系團 (Virgo Supercluster) 距離地球約 17 Mpc。

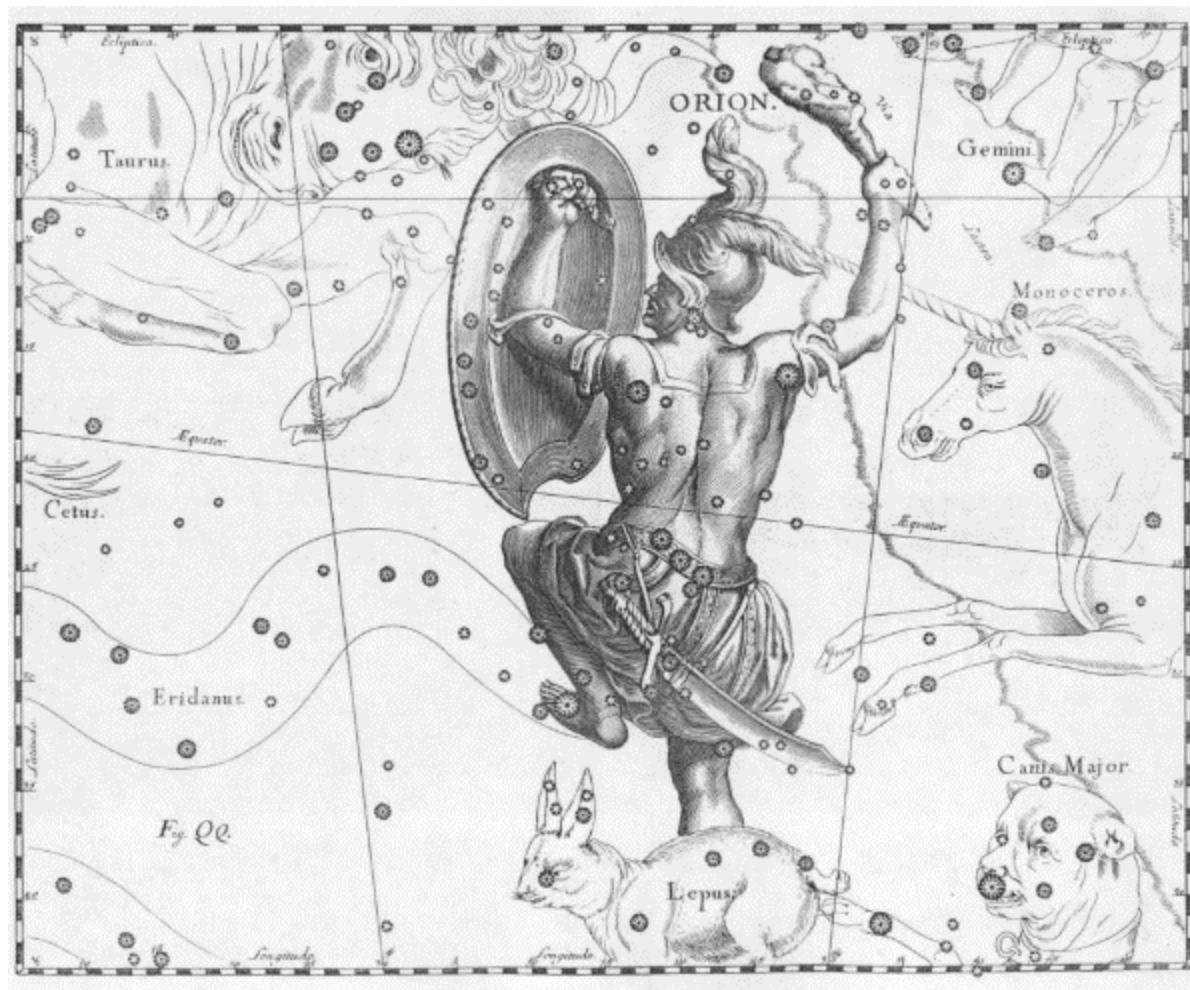
如何描述星體的大小與位置？



大小或延伸範圍的描述通常是用視角來描述，例如月球在夜空中所張開的角度約 $1/2^\circ$ ，大熊星座的兩顆用以找北極星的恆星之間的張角大小約 5° 。



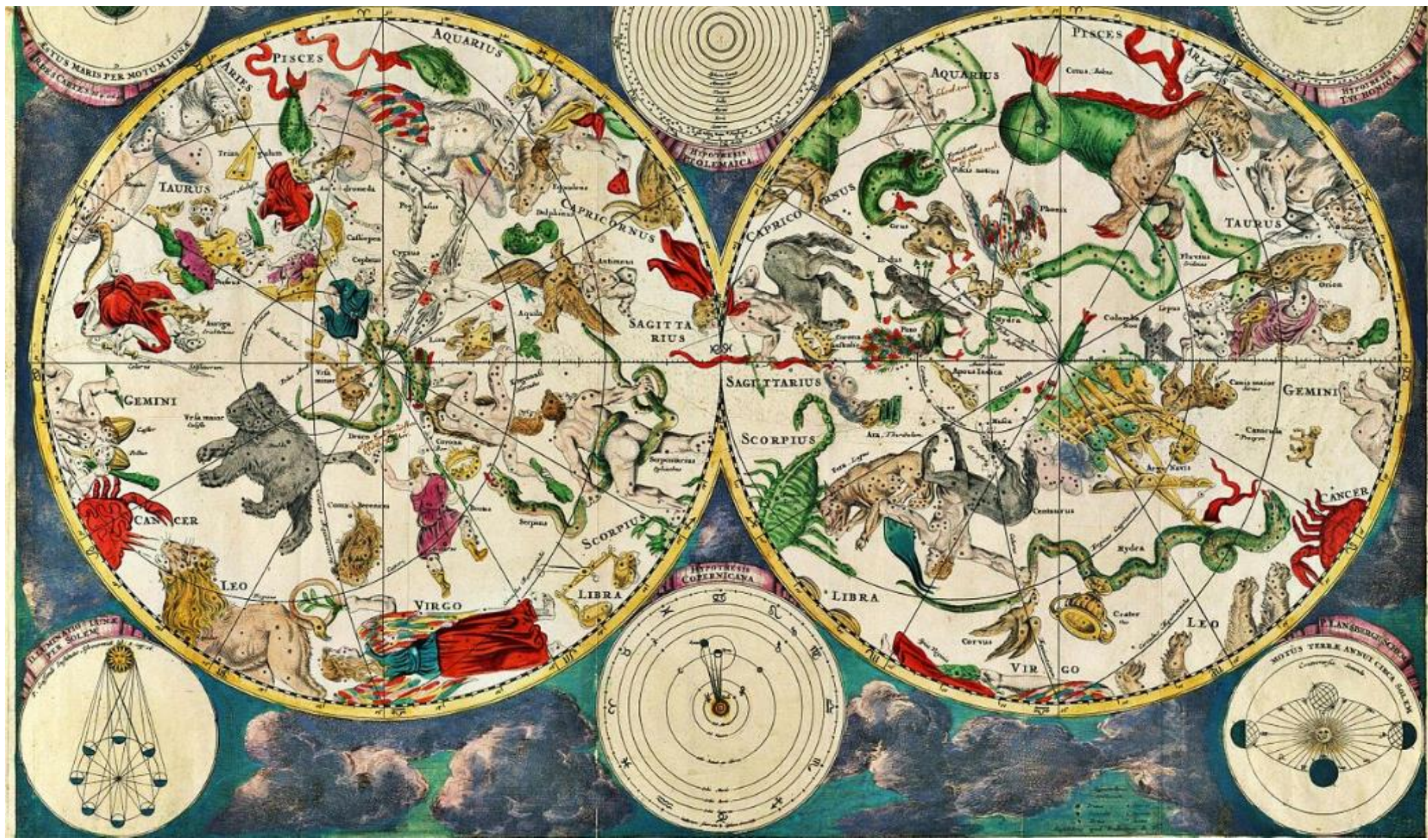
星座(Constellation)是一群天體的組成。



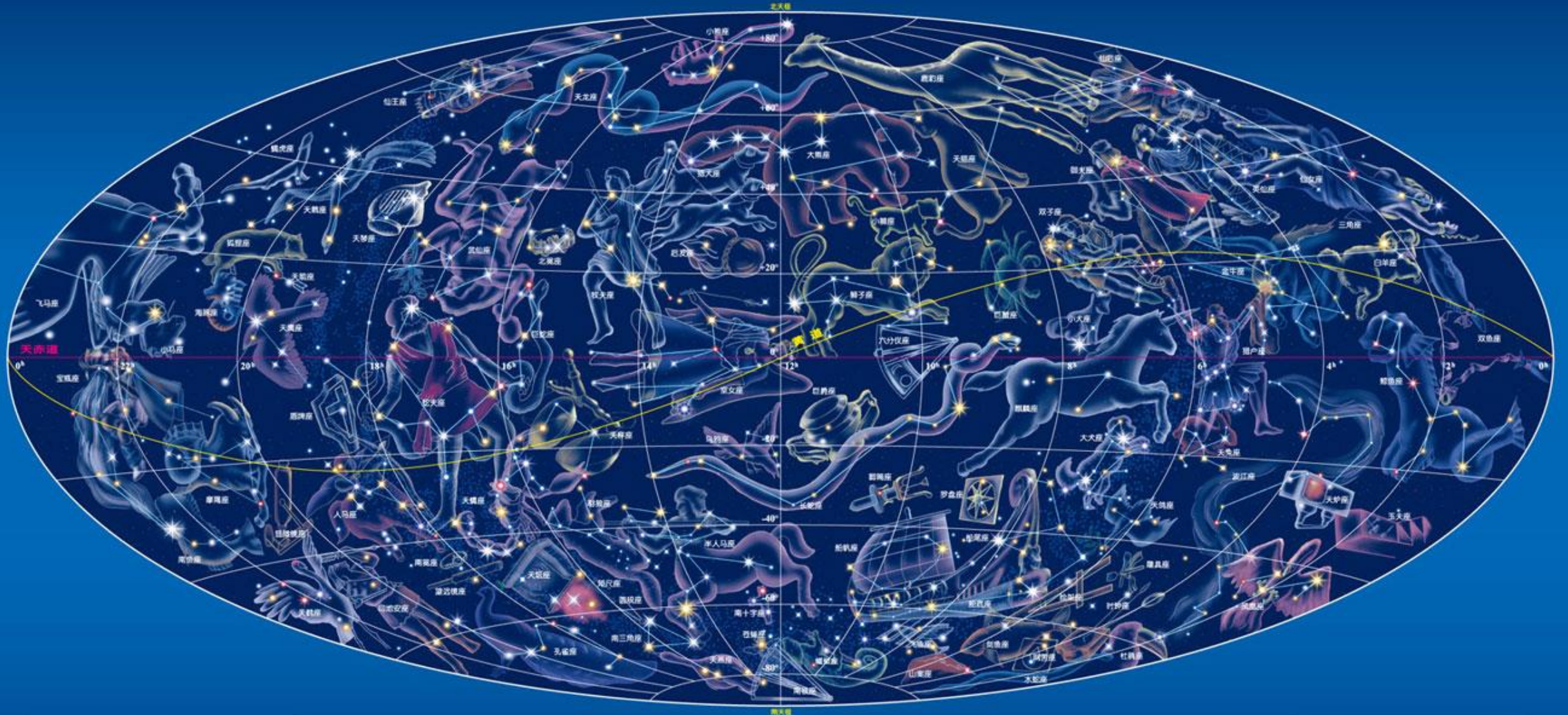
獵戶座(Orion)



國際天文學聯合會將全球四季夜空劃分成88個大小不一的天區，分屬於88個星座。屬於同一星座的天體，可能只是恰好在同一區，彼此之間毫無關係。



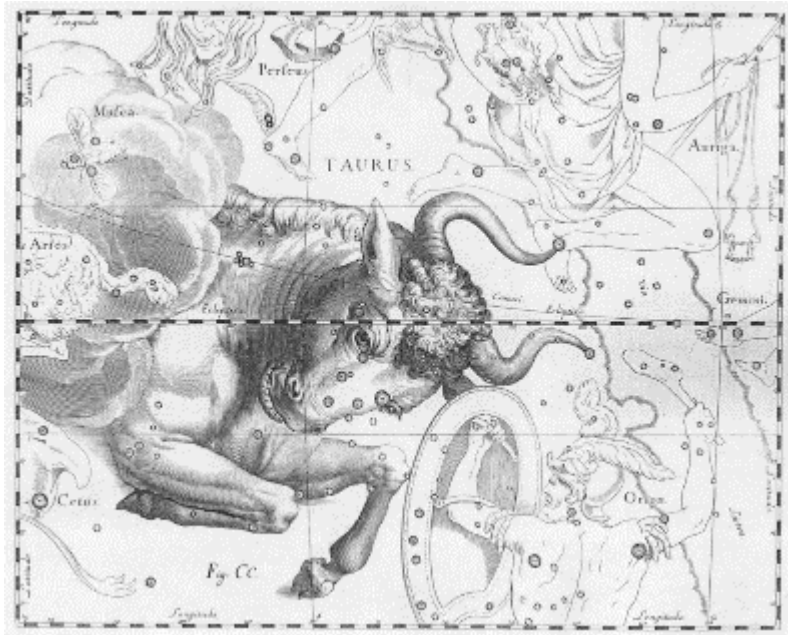
目前共有88個星座，皆由國際天文聯合會所定義，名字多數來源於希臘神話中的人物和動物。



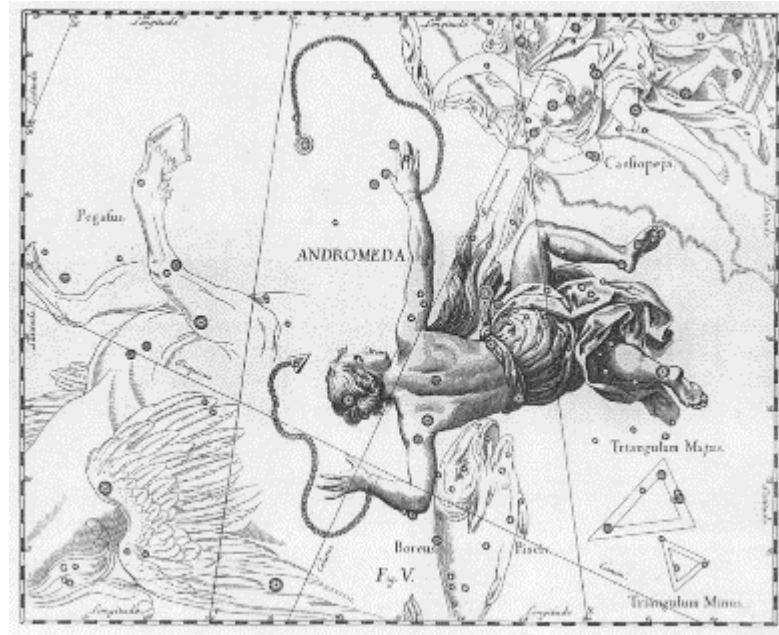
全天88個星座列表

仙女座	巨蟹座	圓規座	天龍座	蝎虎座	蒼蠅座	南魚座	金牛座
唧筒座	獵犬座	天鴿座	小馬座	獅子座	矩尺座	船尾座	望遠鏡座
天燕座	大犬座	后髮座	波江座	小獅座	南極座	羅盤座	三角座
寶瓶座	小犬座	南冕座	天爐座	天兔座	蛇夫座	網罟座	南三角座
天鷹座	摩羯座	北冕座	雙子座	天秤座	獵戶座	天箭座	杜鵑座
天壇座	船底座	烏鴉座	天鶴座	豺狼座	孔雀座	人馬座	大熊座
白羊座	仙后座	巨爵座	武仙座	天貓座	飛馬座	天蠍座	小熊座
御夫座	半人馬座	南十字座	時鐘座	天琴座	英仙座	玉夫座	船帆座
牧夫座	仙王座	天鵝座	長蛇座	山案座	鳳凰座	盾牌座	室女座
雕具座	鯨魚座	海豚座	水蛇座	顯微鏡座	繪架座	巨蛇座	飛魚座
鹿豹座	蠍蜓座	劍魚座	印第安座	麒麟座	雙魚座	六分儀座	狐狸座

星座有一半在古時候就已命名，命名的方式有依照古文明的神話與形狀的附會(包含美索不達米亞、巴比倫、埃及、希臘的神話與史詩)。另一半(大部是在南半球的夜空中)是近代才命名，經常用航海的儀器來命名。
例如：美索不達米亞命名的金牛座(Taurus)和獅子座(Leo)；希臘神話命名的獵戶座(Orion)和仙女座(Andromeda)；以航海儀器命名的六分儀座(Sextans)和羅盤座(Pyxis)。



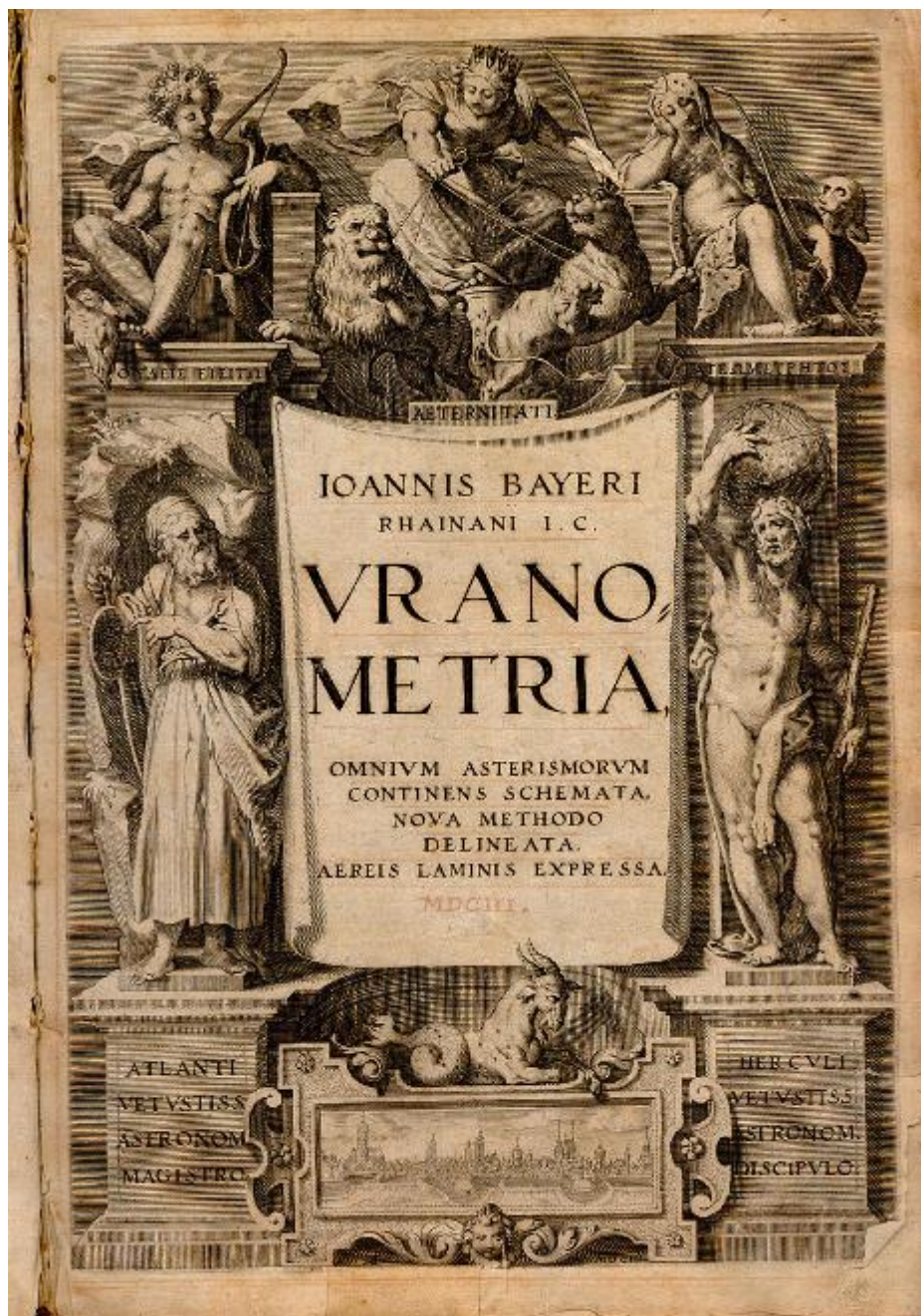
金牛座(Taurus)



仙女座(Andromeda)



六分儀座(Sextans)



恆星的命名：主要亮星大多有它專屬的星名，例如：Altair (牛郎星)、Vega (織女星)、Polaris (北極星)等。

但是記憶這些名字實在不方便，例如記誦 Zubenelgenubi (氐宿一) 和 Zubeneshamali (氐宿四)，就不有趣。

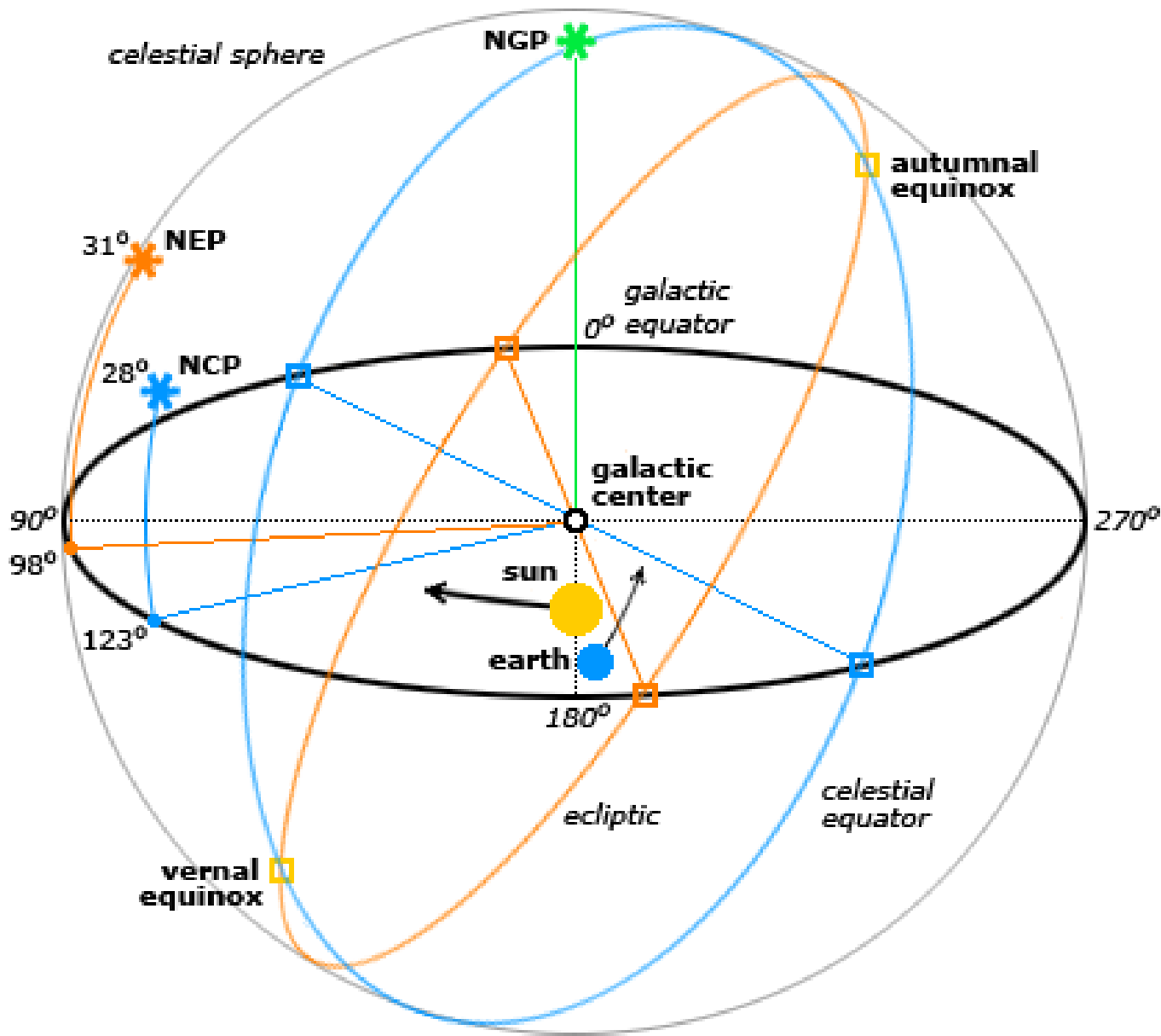
為了解決這個難題，Johann Bayer在1603引進以希臘字母來命名的方法。在星座中的恆星依其亮度，以24個小寫的希臘字母來命名。例如：牛郎星(Altair)是天鷹座(Aquila) α 星，記為(α Aql)，但是獵戶座 β (參宿七)卻比 α 星(參宿四)亮，這是當時目測法的疏失。

星座裡的恆星遠遠超過24個，那其他的恆星怎麼辦？為了解決這個問題，許多天文學家曾經做過恆星編錄，這些恆星目錄通常以人名或天文台名來命名。

例如：Bonner Durchmusterung(BD恆星目錄，以天文台命名) 編有325,000顆恆星，BD +5° 1688是麒麟座的一顆暗星。

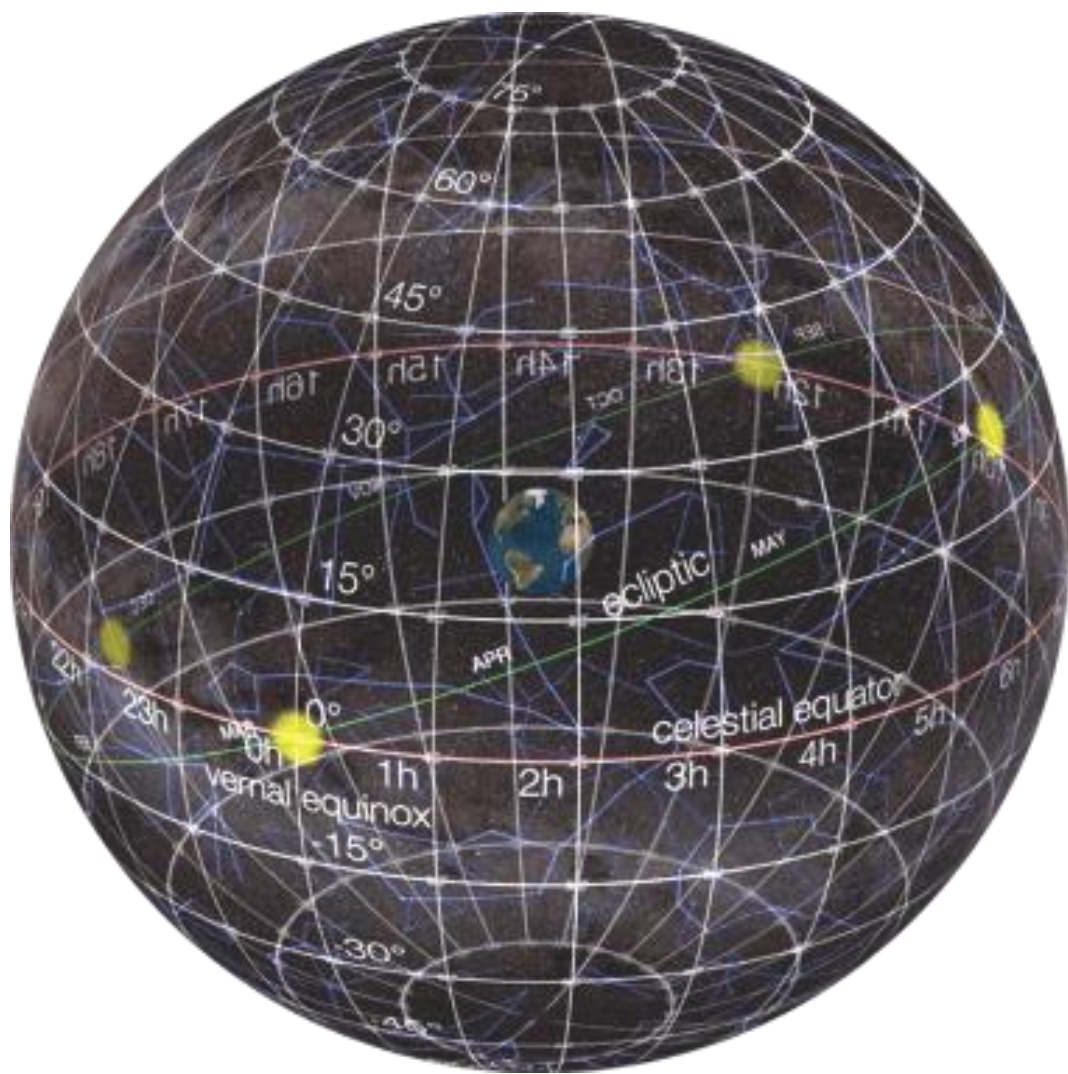
另一常見的恆星目錄為Henry Draper Catalogue(HD目錄)共收錄了225,300顆恆星，至2017年8月為止，HD星表總共記錄了359,083顆恆星。

現今最完整的恆星目錄是The Hubble Guide Star Catalog – Astrographic Catalog/Tycho (GSC-ACT) (哈伯太空望遠鏡導星目錄)，共收錄15,169,873顆肉眼看不到的暗星，恆星的編號型式為 GSC 1234 1132。Vega, α Lyrae, BD +38° 3238, HD 172167, β Lyrae, HR 7001, GC 25466, SAO 67174, ADS 11510都是指織女星，真是洋洋大觀。



天球座標：赤經 (Right ascension, RA)與赤緯 (Declination, Dec)是天文學中赤道座標系統中的兩個坐標數據，星座對描述某一天區的天體相當方便，但如果要進行天文觀測，又顯得不夠精確。

天球的座標提出如何畫分天球和替天球定下座標，在天文觀測上應用非常廣泛。



赤緯線是地球的緯度線在天球的投影。
北天球的緯度為0到 $+90^{\circ}$ ，南天球的緯度記為0到 -90° 。每度再分成60分，每分再細分成60秒。

地球的赤道面與天球的赤道面是重疊的，
天球的南、北極與地球的南北極是重合的。
地球經度線在天球的投影，成為天球的赤經線。

但是地球會自轉，所以選定春分中午十二時(格林威治時間)，通過格林威治上方的天球子午線為0時，往東每隔 15° 增加一小時，以此類推，赤經共分成24小時，每小時再細分為60分，每分又分成60秒，例如參宿四的位置是 $(5\text{h}55\text{m}10.3\text{s}, +07^{\circ}24'25'')$ 。

四個常見恆星的說明

恆星名稱	所屬星座	天球座標 (R.A.,Dec.)	英文名稱
天狼星 (α CMaA)	大犬座(Canis Major)	(7,-20)	Sirius
南河三 (α CMiA)	小犬座(Canis Minor)	(8,+5)	Procyon
織女星 (α Lyr)	天琴座(Lyra)	(19,+40)	Vega
牛郎星 (α Aql)	天鷹座(Aquila)	(20,+5)	Altair

恆星的亮度





從地球上看到獵戶座參宿四
視星等約為0.42。

視星等(Apparent magnitude)：星星按照亮度劃分為6個等級，即1等星到6等星。

1850年英國天文學家普森發現1等星比6等星亮100倍，星等每級之間亮度相差2.512倍。

一開始是以畢宿五(金牛座 α 星，Aldebaran)與牛郎星(天鷹座 α 星，Altair)，這二顆星為 $m_V=1.0$ 的標準星，後來改以織女星(Vega，天琴座 α 星)為 $m_V=0.0$ 的標準星來定義其它恆星的視星等。

星等的示例

恆星/望遠鏡	視星等或可見視星等 (m_v)
太陽	-26.5
滿月	-12.5
金星最亮時	-4.0
天狼星	-1.46
北極星	2.02
裸視極限	6.0
5米口徑望遠鏡	24.0
<u>哈伯</u> 太空望遠鏡	30

亮度比與視星等的關係：此亮度比為與織女星的比較。

視星等 (m_v)	亮度比
-10	$100^2=10000$
-5	100
0	1
5	$1/100$
10	$1/100^2$
15	$1/100^3$
20	$1/100^4$

恆星的視運動

- 恆星和其他的天體因為地球自轉的緣故，在地球上的人們視覺上會有東昇西落的周日運動。
- 地球的公轉運動，在軌道上地球每天會前進一度，造成恆星比前一晚提前大約4分鐘升起。
- 一年之後，在同一日期和時刻才能看到相同的星空，這種現象是恆星的周年運動。
- 所以恆星的視運動包含周日與周年兩種視運動。



宋代蘇軾的《六月二十日夜渡海》詩中有「**參橫斗轉欲三更**，苦雨終風也解晴。」的字句，是指北斗七星流轉而參宿(獵戶座)打橫了，這時已經快接近三更(約子夜)，這是指恆星的周日運動。

「閒雲潭影日悠悠，**物換星移幾度秋**」則是指恆星的周年運動。

為什麼夜空中的星斗會流轉？

- 從星跡攝影很容易就能看出來，夜空中的天體會東昇西落，我們稱為**恆星的周日運動 (Diurnal motion)**。
- 嚴格來說，天體並不會東昇西落，恆星和其他天體的周日運動只是人類的錯覺而已。因為地球對人類來說實在是很龐大，以至於我們感受不到地球的自轉和公轉。如果我們能遠離地球的拘絆，就能清楚的看到事實的真象。
- 天球是說明星斗流轉現象很理想的工具，如果我們從北極的上方往下看，將會發現地球是由西向東自轉。因為天體幾乎是固定在天球之上，隨著地球自轉，天球上的天體在地球人的視覺上，就由東向西流轉，產生周日運動。

恆星的周日運動 (Diurnal motion)



四季的星空為什麼會不一樣？

- 因為地球自轉同時也繞著太陽公轉，地球每天在軌道上約前進1度，導致恆星大約每天提前4分鐘升起。
- 經過一年之後，在同一地點又看到相同的星空，這是恆星的周年視運動。
- 經過15天後，恆星已經提前一小時升起。所以在天文書籍後面常附錄的每月星圖，常是每月1日晚上10時、15日晚上9時和30日晚上8時，共用一張簡易星圖。

大家一起來觀星吧！

