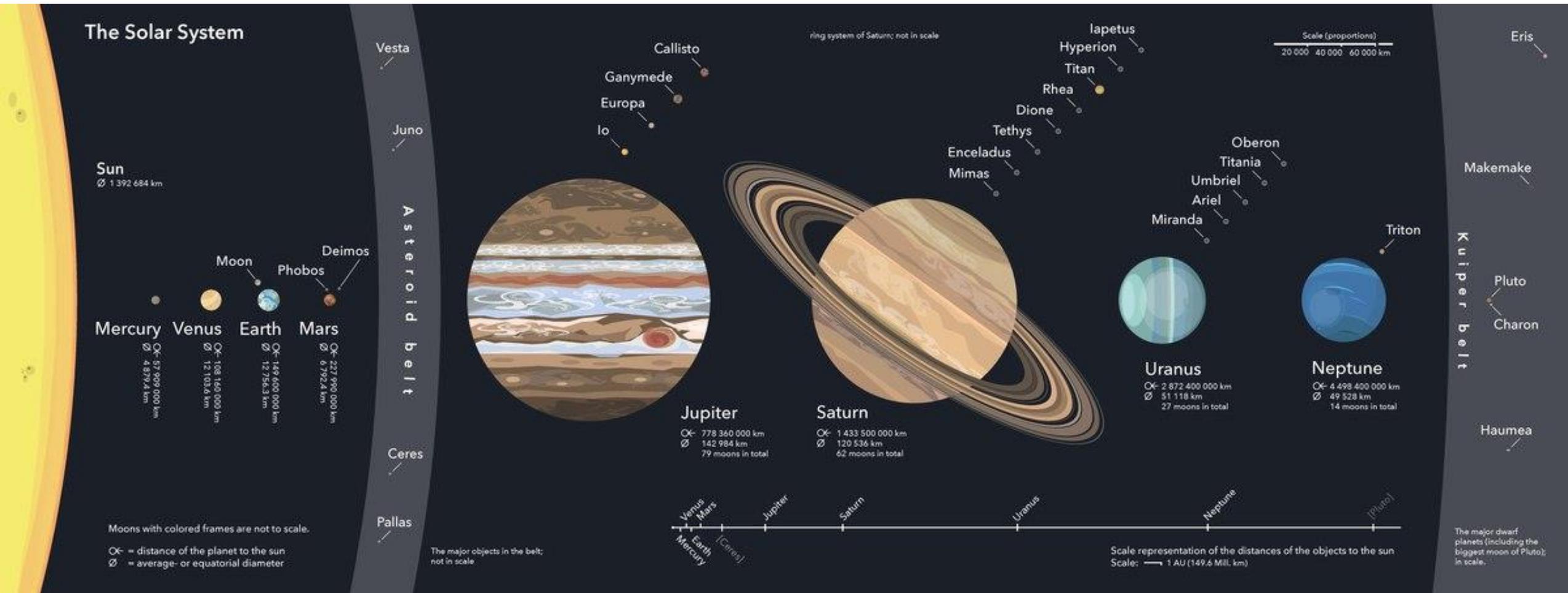
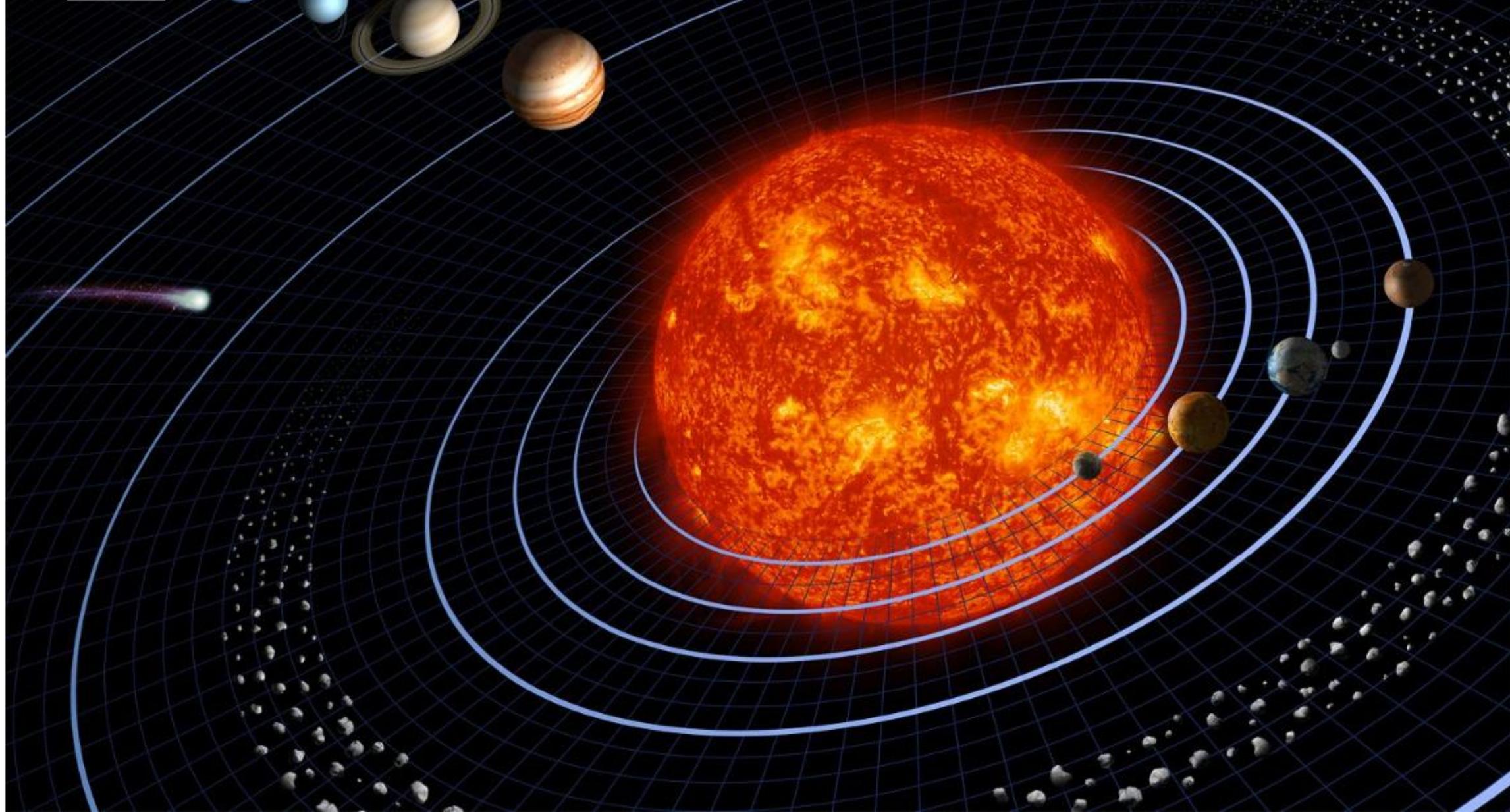


太陽系的成員與主要特性



太陽系(Solar System)主要成員有太陽、八大行星、古柏帶(Kuiper belt)與歐特雲(Oort cloud)。





太陽系的行星可分為兩大類：
類地行星與類木行星。



類地行星成員包括有**水星**、**金星**、**地球**和**火星**。

類地行星是小而密的岩石世界，具有比較稀少的大氣。

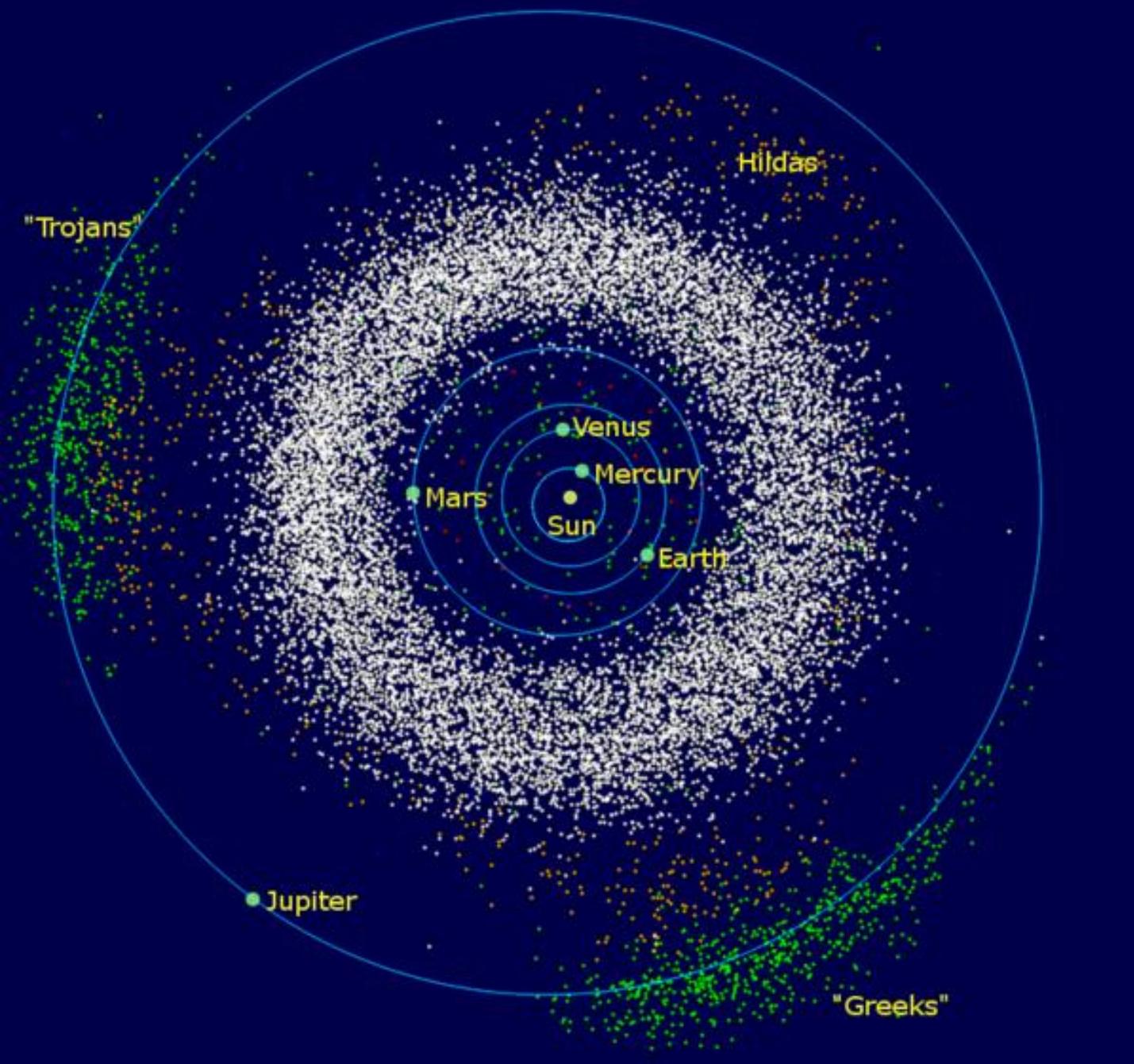
內部結構：中心有金屬核心，外為石質的地殼所包圍，表面有相當多的坑洞，平均密度約為 $3-5\text{g/cm}^3$ 。



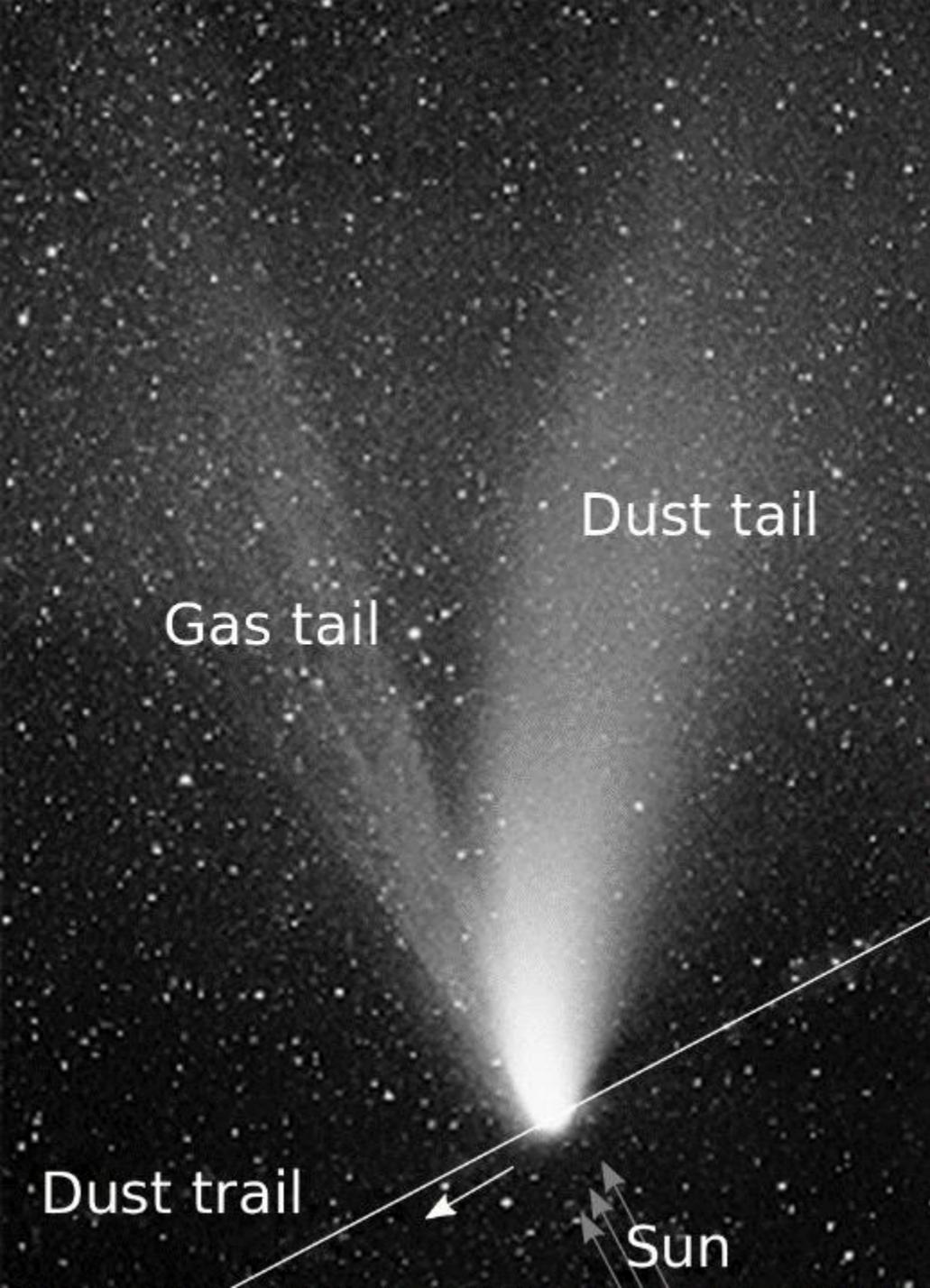
類木行星成員包括有木星、土星、天王星、海王星。

類木行星是體積大、質量大、但是密度小的氣體世界，具有濃密的大氣。平均密度約 $\leq 1.75\text{g/cm}^3$ ，土星的密度約為 0.7g/cm^3 ，木星質量約為地球的318倍。

結構：由內而外，中心有岩石核心、液態金屬氫、液態分子氫、充滿氣體的大氣層，表面有漩渦狀的雲層。另有行星環及為數眾多的衛星環繞著。



小行星帶(Asteroid belt)是微小的岩石世界，是由一些無法形成行星的物質所組成，大部份散佈在距離太陽2.8AU處，也就是**火星**與**木星**之間。



彗星(Comets)主要分為**彗核**與**彗尾**兩部分：
彗核由**冰**、**二氧化碳**與**塵埃**所組成「**髒雪球**」
(dirty snowball)，直徑約數十公里。

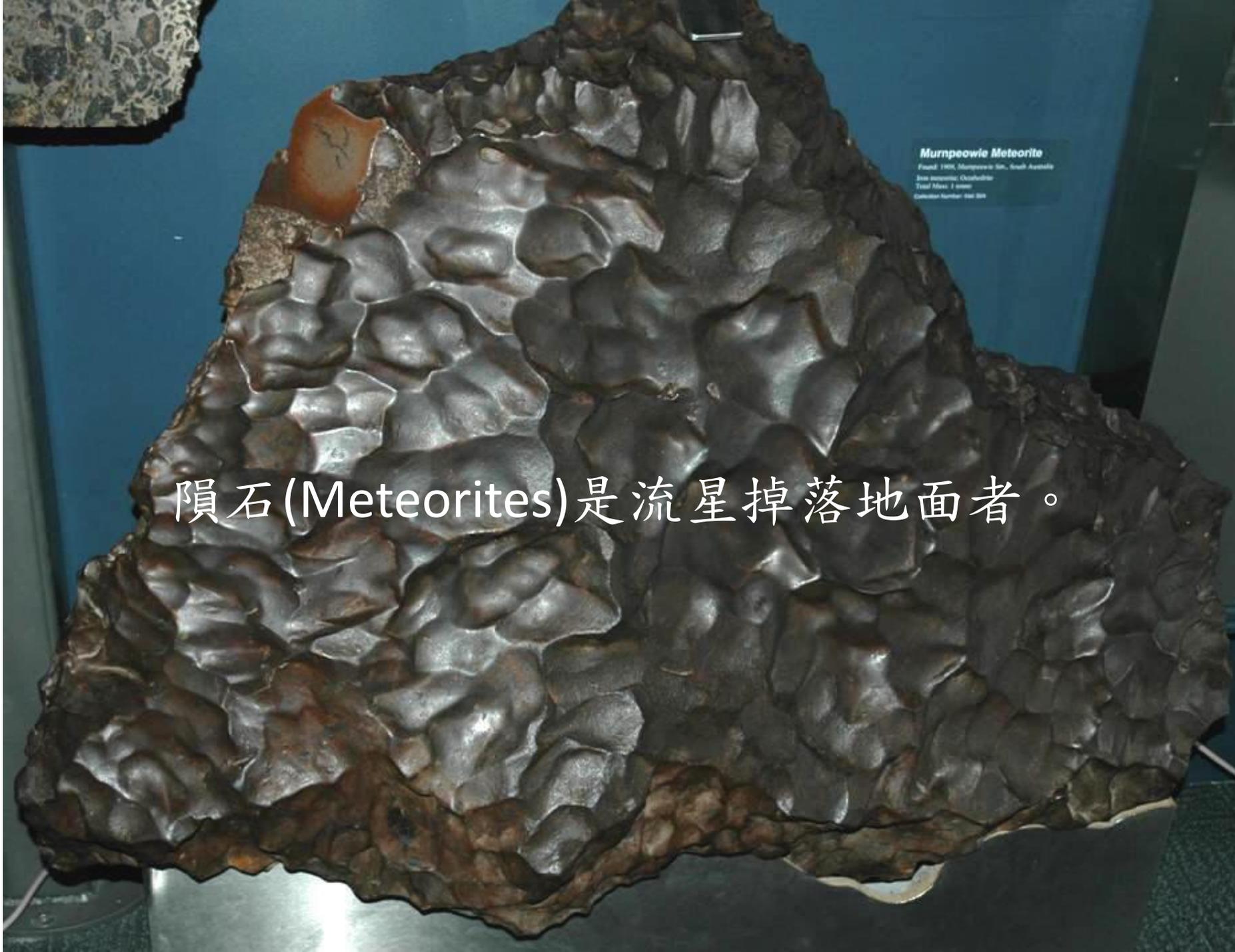
彗尾由太陽的輻射蒸發冰，放出氣體與塵埃，
再經太陽風與太陽光壓的推送而形成。



流星體(Meteoroid)是在太陽系的太空中飄遊的微小行星。



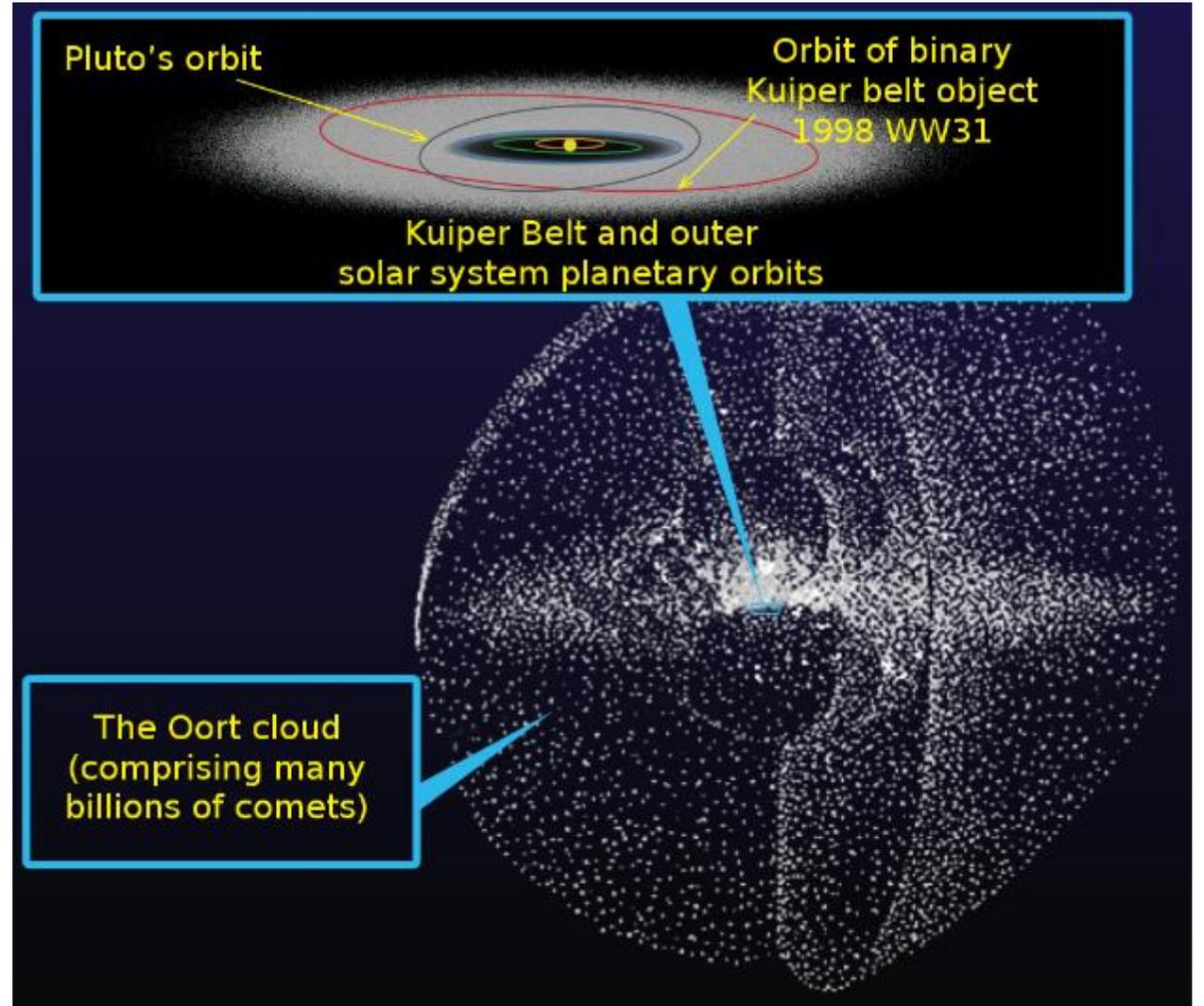
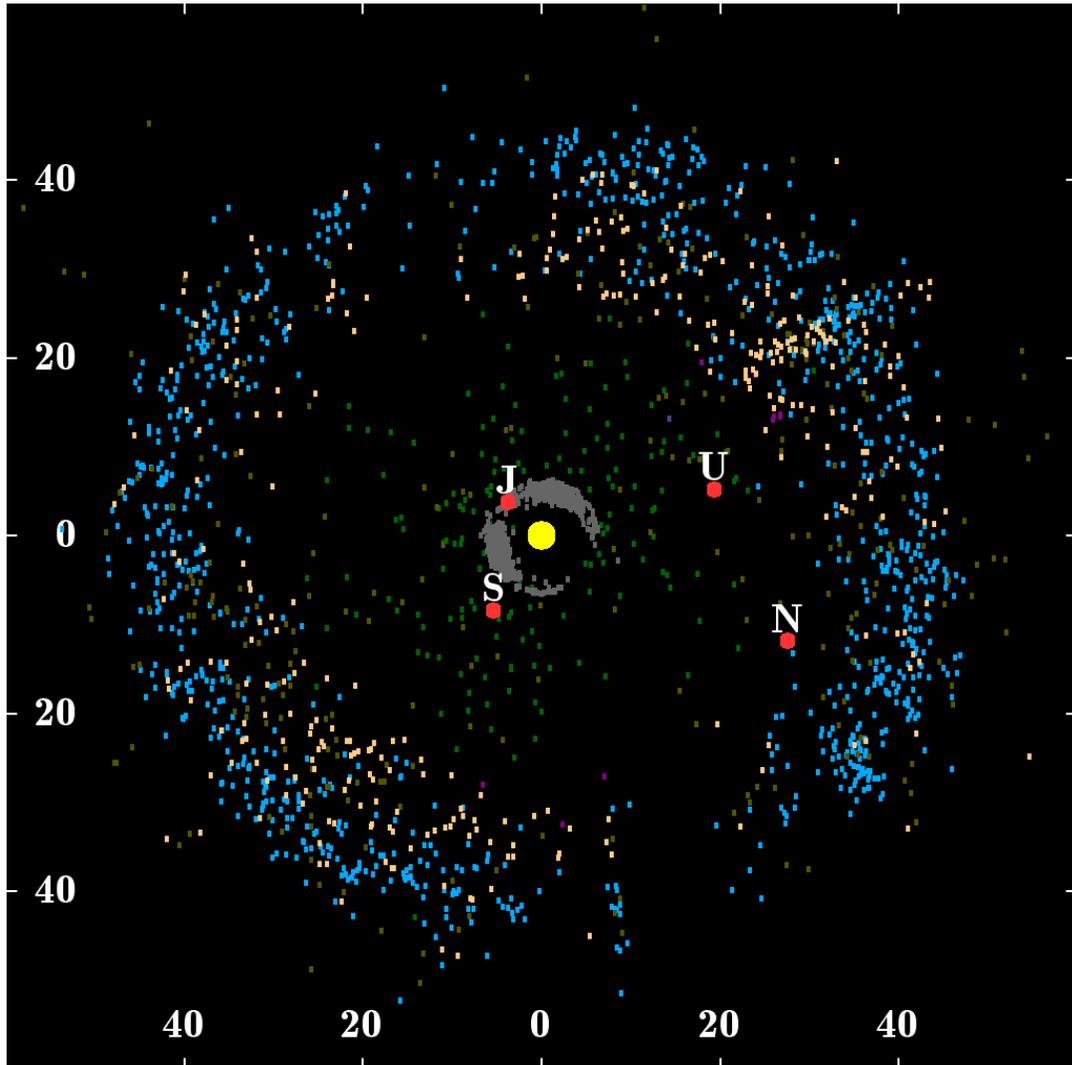
流星(Meteors)是流星體經過大氣時，因為與空氣摩擦而發出短暫的光芒。



Murpeowie Meteorite
Found: 1904, Murpeowie Sm., South Australia
Iron meteorite, Octahedrite
Total Mass: 2.000g
Collection Number: 100-104

隕石 (Meteorites) 是流星掉落地面者。

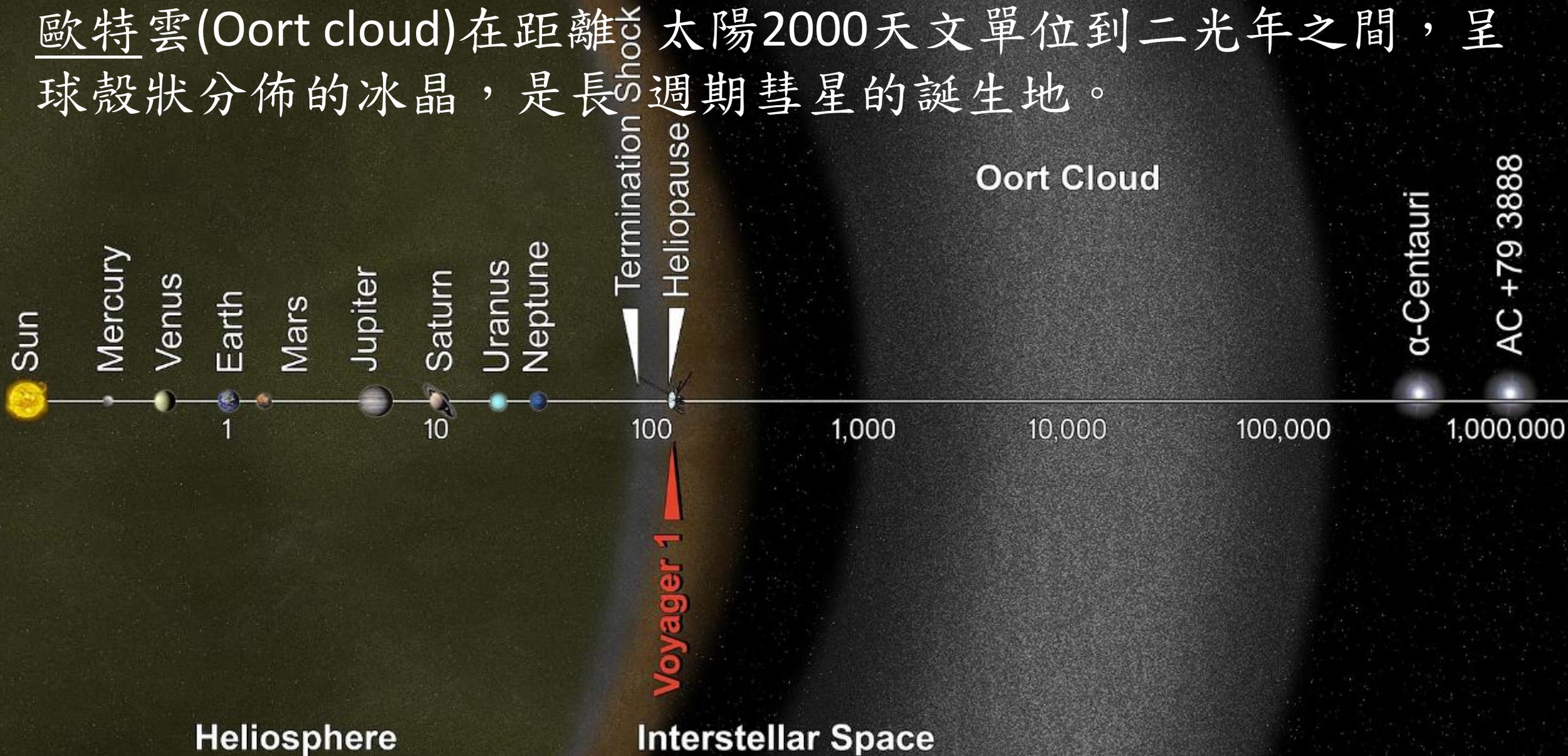
古柏帶(Kuiper belt)與歐特雲(Oort cloud)都是彗星的出生地。



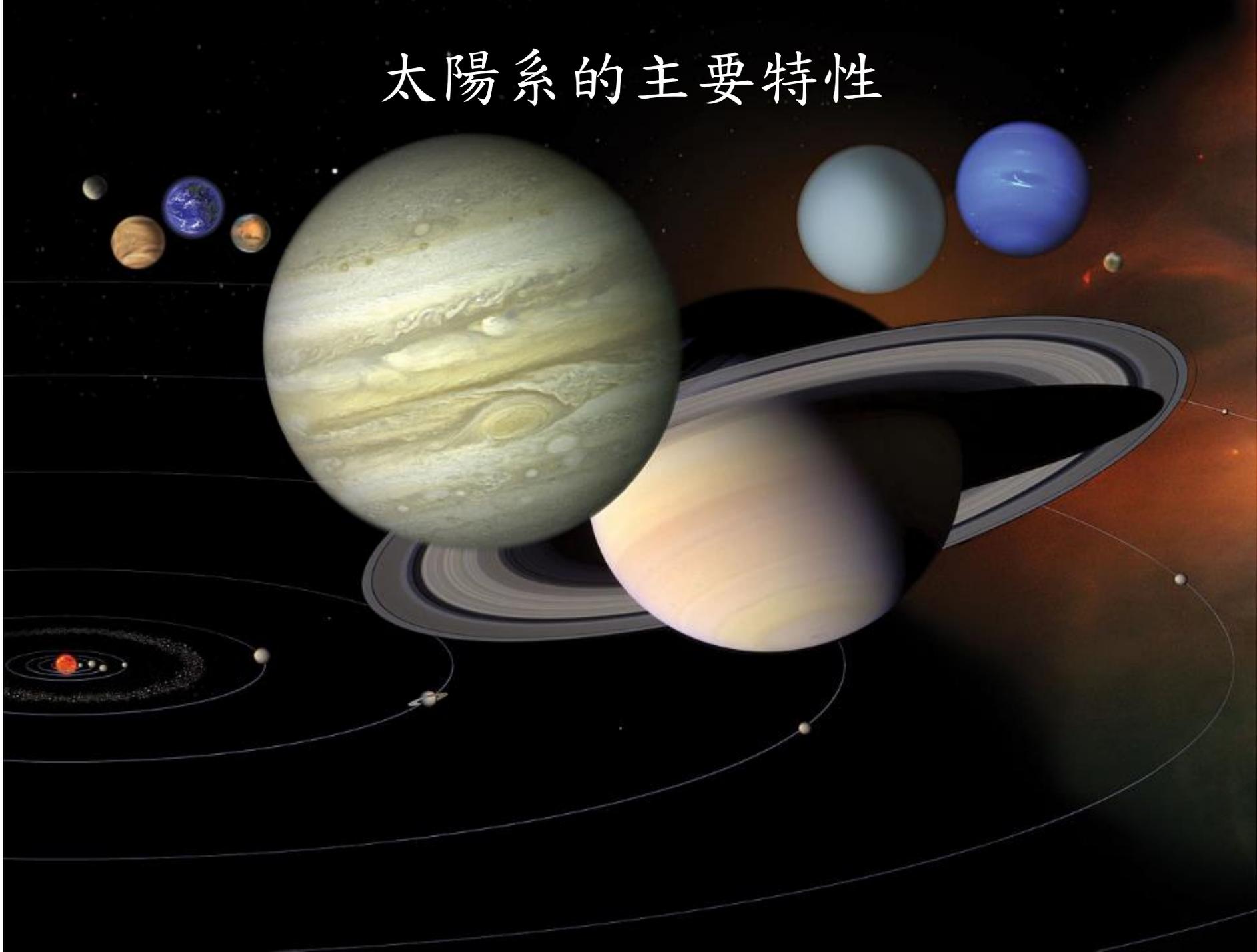


古柏帶(Kuiper Belt) 介於冥王星
與歐特雲之間，呈帶狀分佈的
冰晶，是短週期彗星的誕生地。

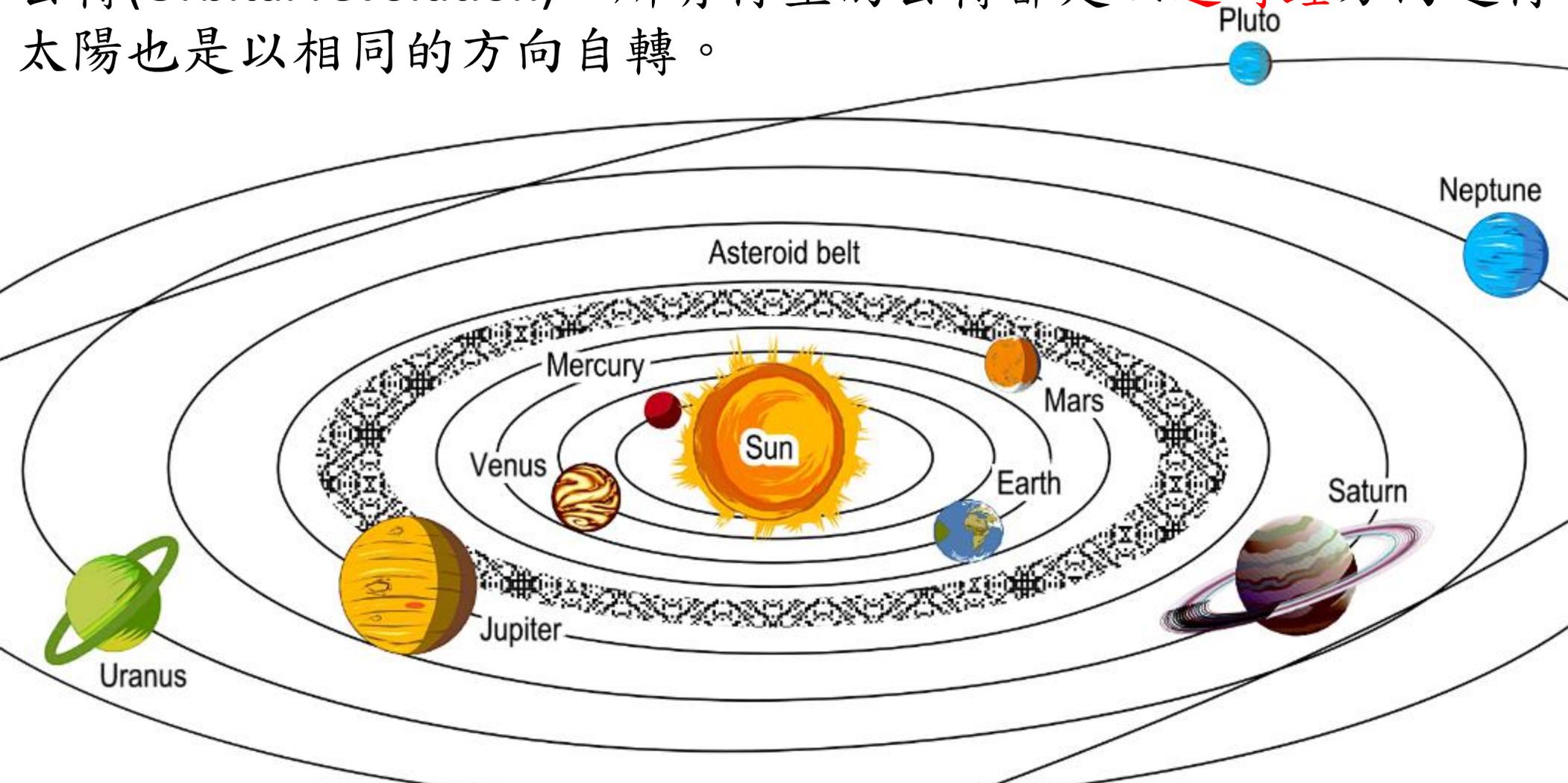
歐特雲(Oort cloud)在距離太陽2000天文單位到二光年之間，呈球殼狀分佈的冰晶，是長週期彗星的誕生地。



太陽系的主要特性

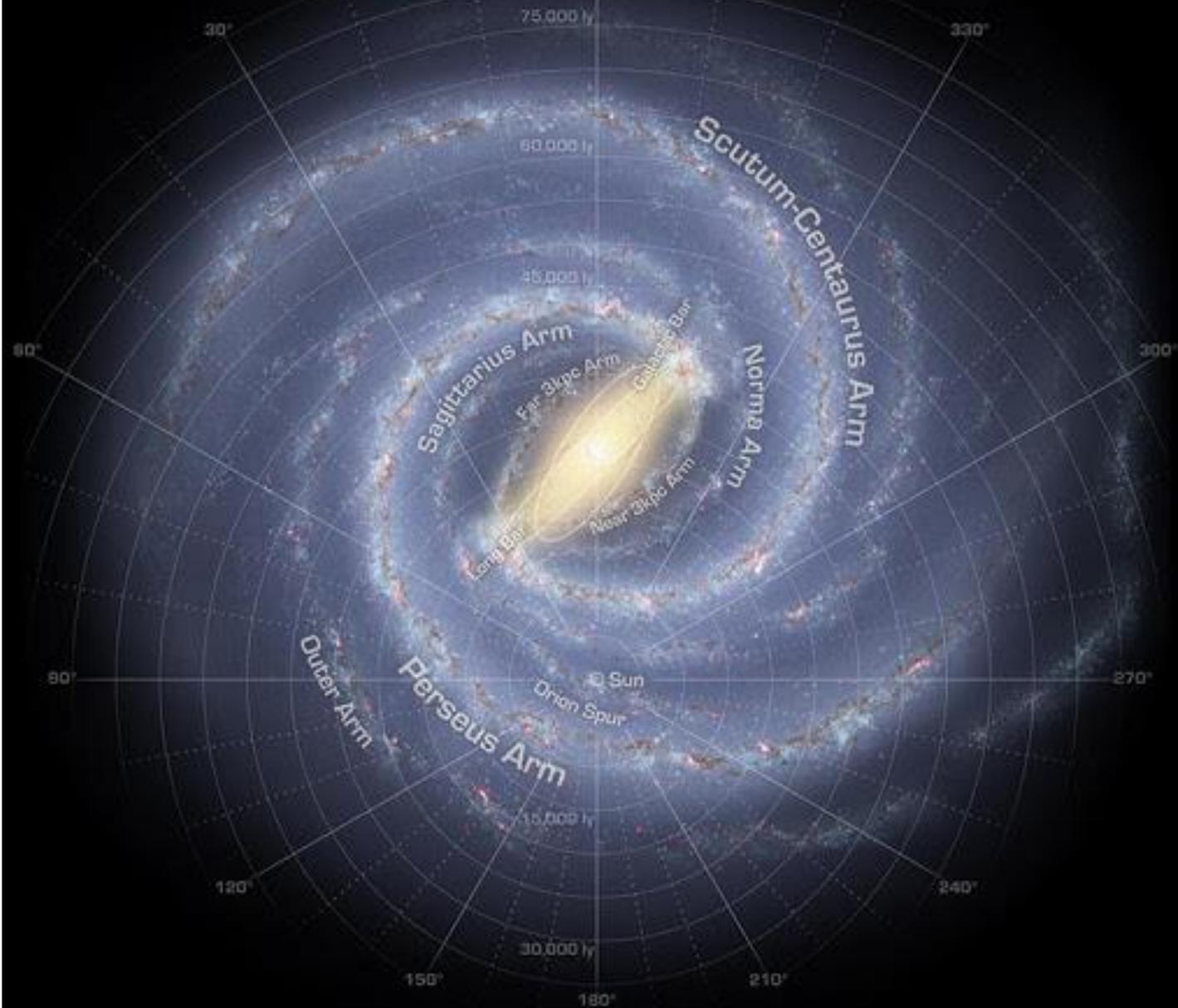


公轉(Orbital revolution)：所有行星的公轉都是以**逆時鐘**方向運行，而中央的太陽也是以相同的方向自轉。



除了水星、冥王星的公轉軌道與黃道面的夾角分別為 7° 、 17.2° ，其他行星的公轉軌道與黃道面的夾角都小於 3.4° 。除了水星、冥王星外，其餘行星的公轉軌道都很接近圓形。

太陽系像是一個逆時針自轉的盤子。





自轉(Rotation)：行星的自轉大都是以**逆時鐘**方向運行，和太陽類似，只有金星和天王星是以順時鐘方向運行。

行星的自轉軸與黃道面法線的夾角小於 30° ，只有天王星的 98° 比較特殊。

地球的自轉週期是0.99726968天，約23小時56分4.0910秒。

Titius–Bode law：德國的Johann Daniel Titius(1766)與Johann Elert Bode(1772)找出行星與太陽之間距離的規則、其中包括小行星帶，但是不包括海王星。這些資料告訴我們：行星的形成是來自於一些有序的過程。



Johann Daniel Titius



Johann Elert Bode

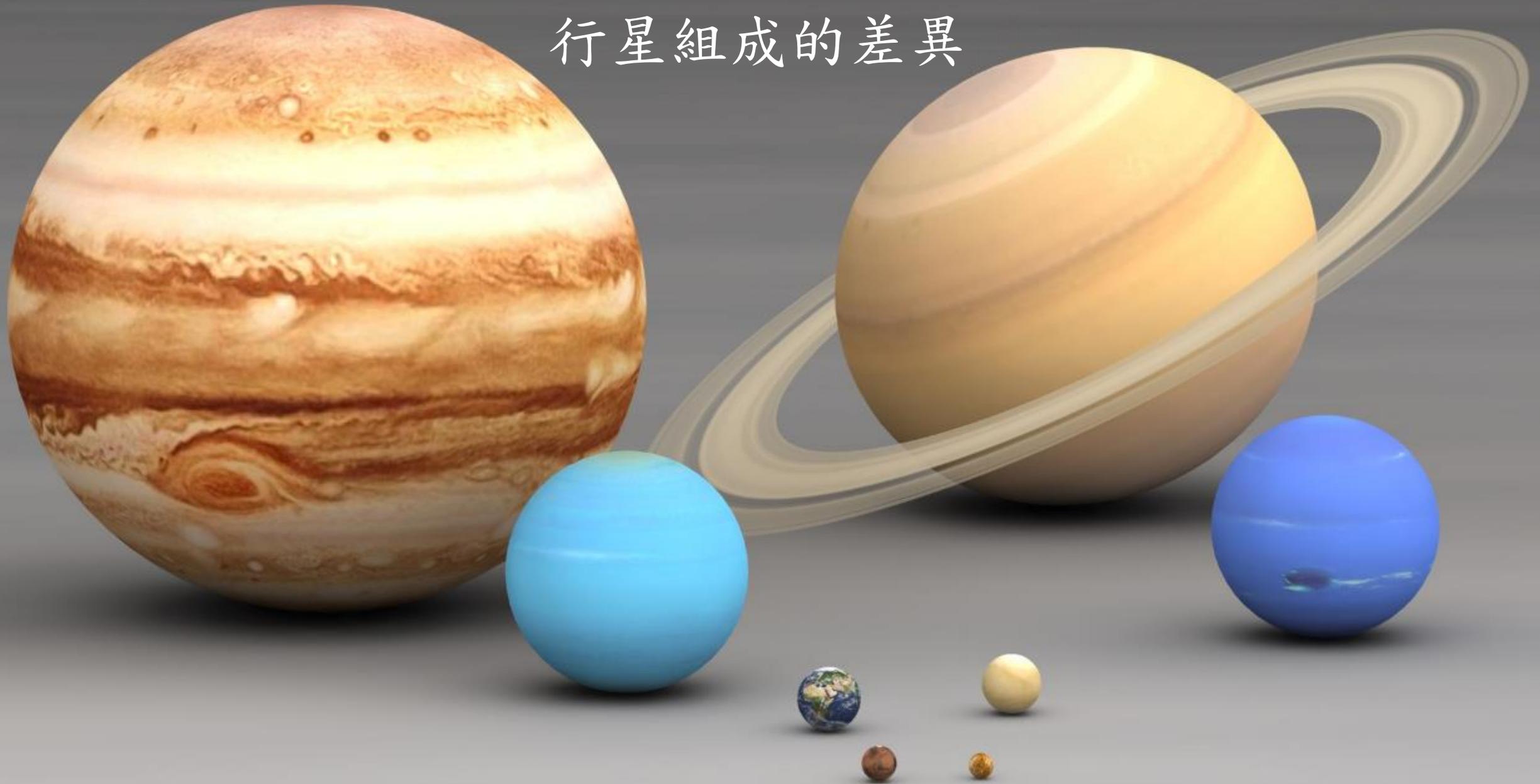
| 定律 | | 天體 | |
|-----------|---------|-------|-------|
| n | 距離 / au | | 名稱 |
| $-\infty$ | 0.4 | 0.39 | 水星 |
| 0 | 0.7 | 0.72 | 金星 |
| 1 | 1.0 | 1.00 | 地球 |
| 2 | 1.6 | 1.52 | 火星 |
| 3 | 2.8 | 2.77 | Ceres |
| 4 | 5.2 | 5.20 | 木星 |
| 5 | 10.0 | 9.54 | 土星 |
| 6 | 19.6 | 19.19 | 天王星 |
| | | 30.06 | 海王星 |
| 7 | 38.8 | 39.44 | 冥王星 |
| | | | |
| 8 | 77.2 | 67.71 | Eris |

衛星系統(Satellite system)：除了水星與金星外，其餘的行星都有一個以上的衛星，衛星繞行星運行與自轉，與太陽系大約一致，這些行星—衛星系統像是具體而微的小太陽系。



土星的衛星系統

行星組成的差異



內行星 (Inner planets) 包括 **水星**、**金星**、**地球** 和 **火星**，是體積小而密度高的岩石世界，大氣稀薄。



外行星(Outer planets)包括木星、土星、天王星和海王星，
是體積大、質量大、密度小的氣體世界。



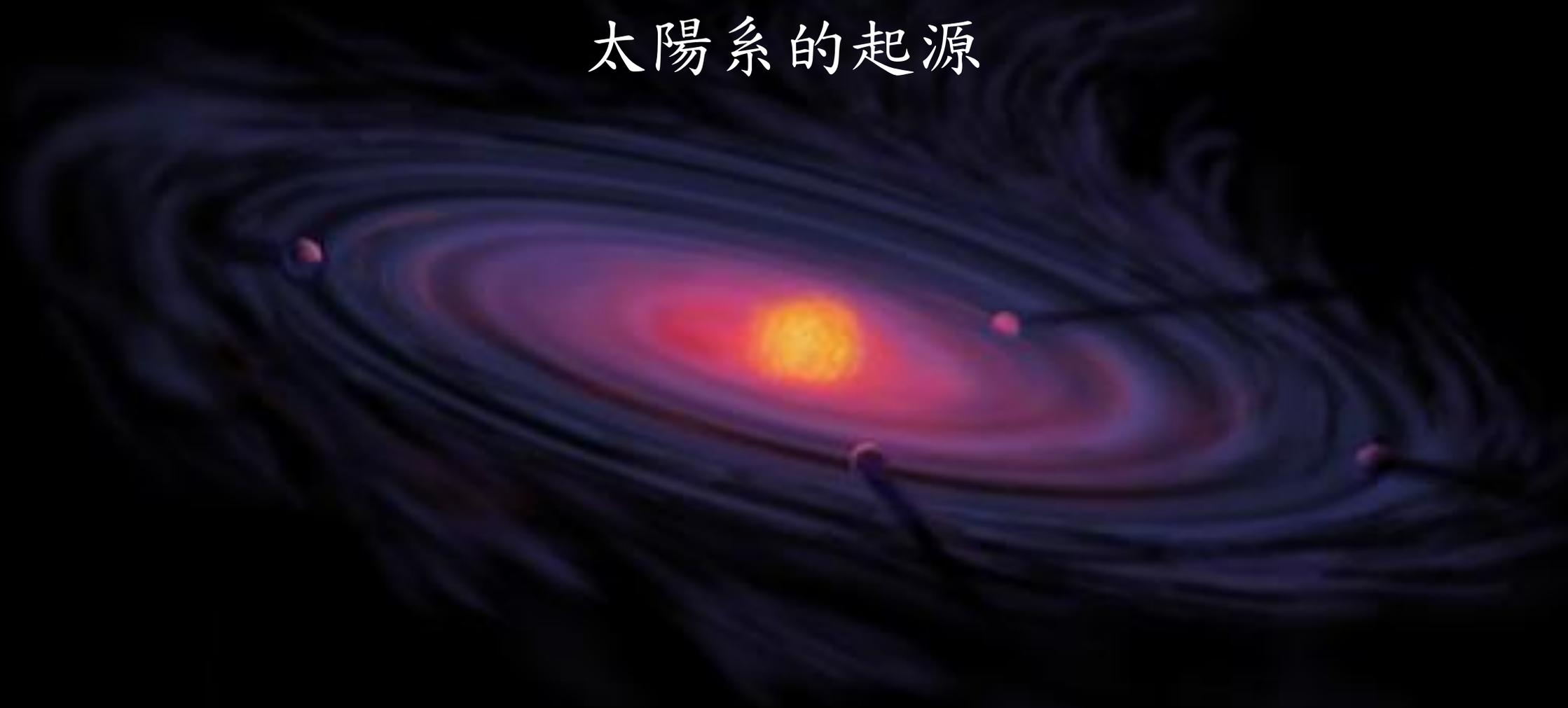


殘渣是太陽系的外圍彗星的來源。

太陽系的年齡

- 最古老的地球岩石，年齡約39億年。
- 最古老的月球岩石，年齡約45億年。
- 隕石的年齡約46億年。
- 根據恆星演化理論推斷太陽的年齡約46億年。
- 這些資料告訴我們：太陽系的成員大致有相同的年齡～50億年。

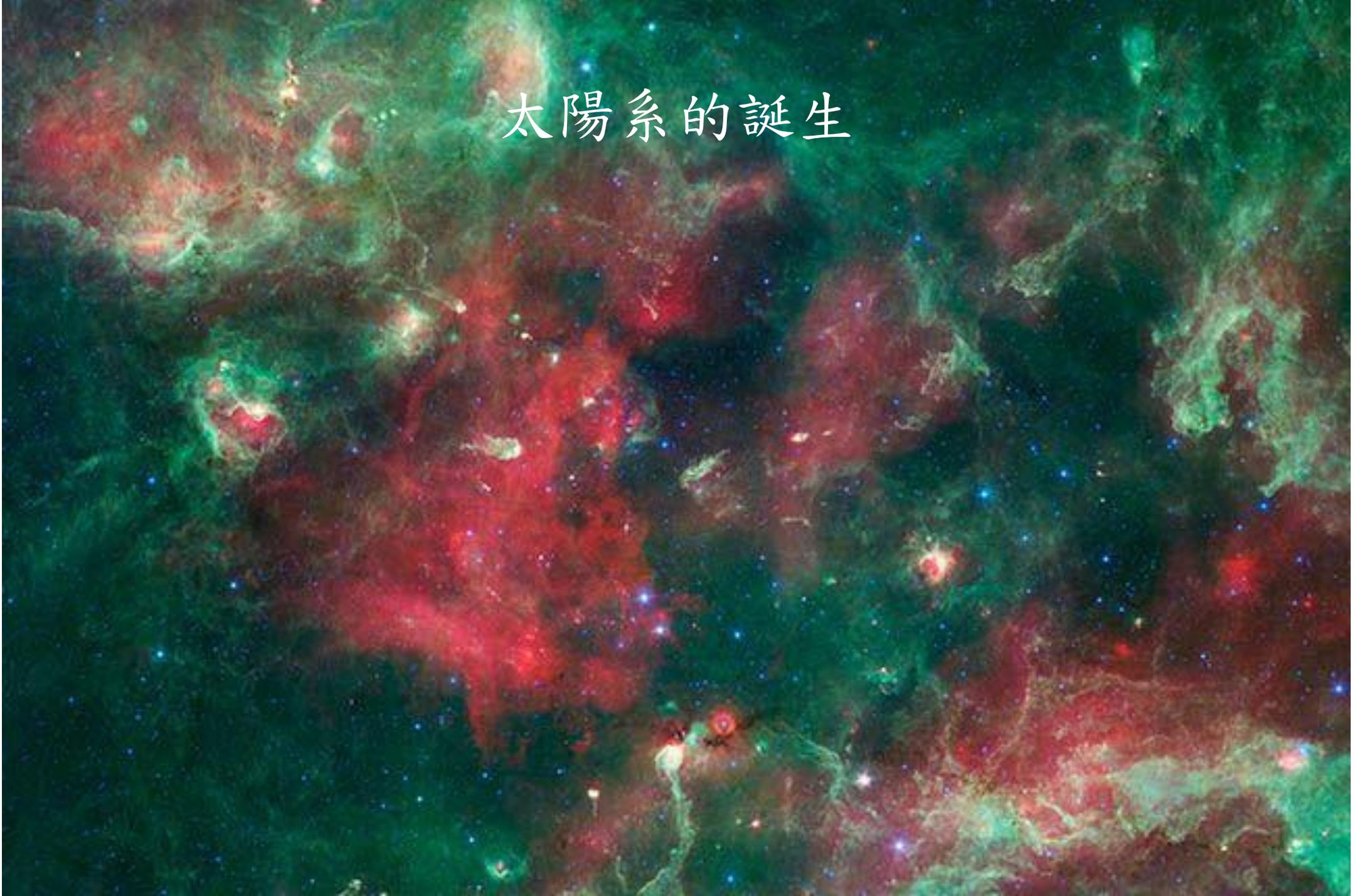
太陽系的起源

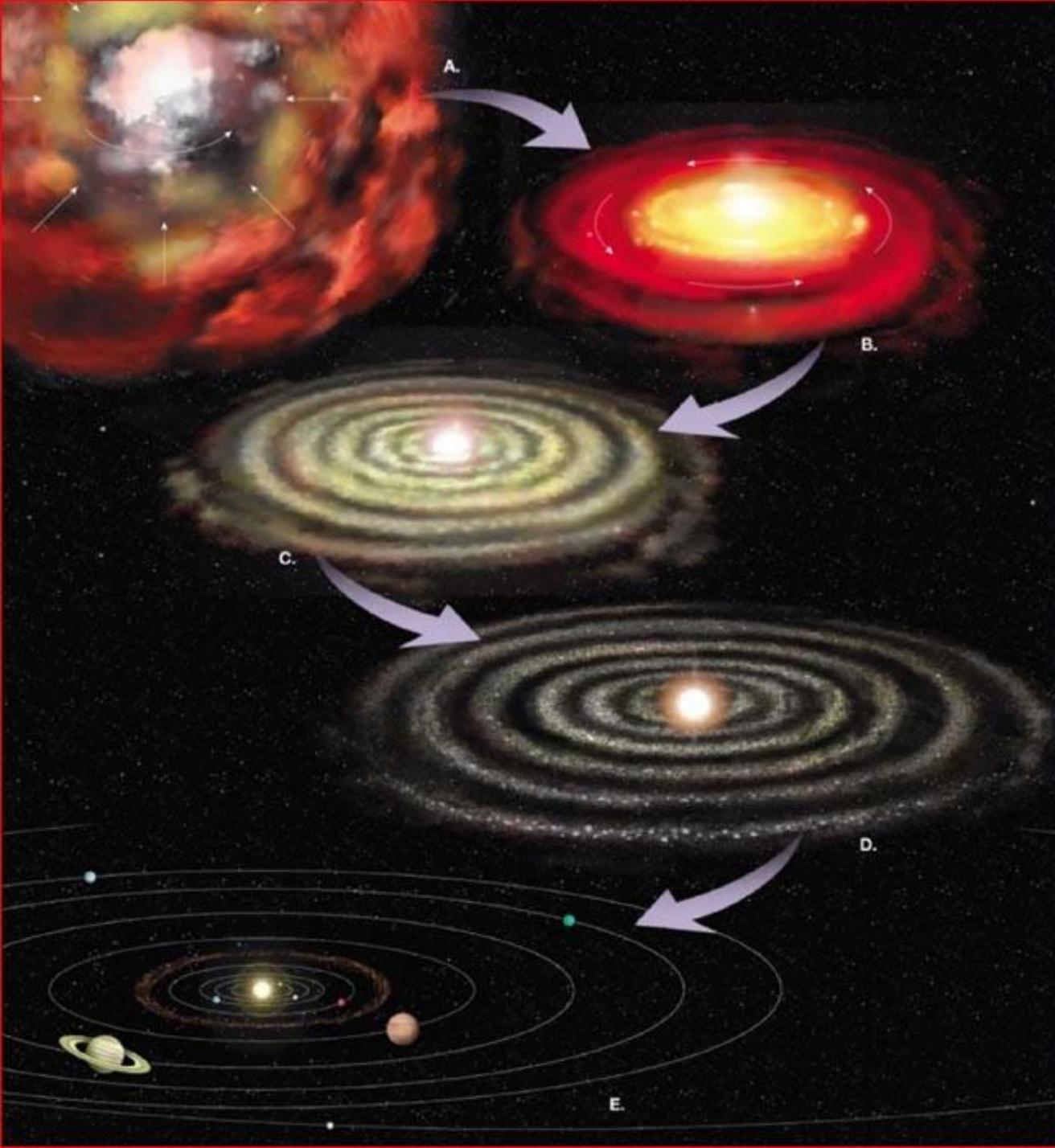


太陽系中物質的來源

- 較輕的元素(如氫與氦)是宇宙大爆炸之後所留下來的，約25%的氦、75%的氫與極少量的其它元素。
- 在霹靂爆炸(Big Bang)後，接著物質形成，物質再聚集一起，形成星系(galaxy)與恆星。
- 在恆星的內部產生核融合，輻射出能量並製造較重的元素。
- 經由超新星爆炸產生比鐵還重的元素，進而將重元素散佈到太空中。
- 這意味著：**Stars have died that we might live.**

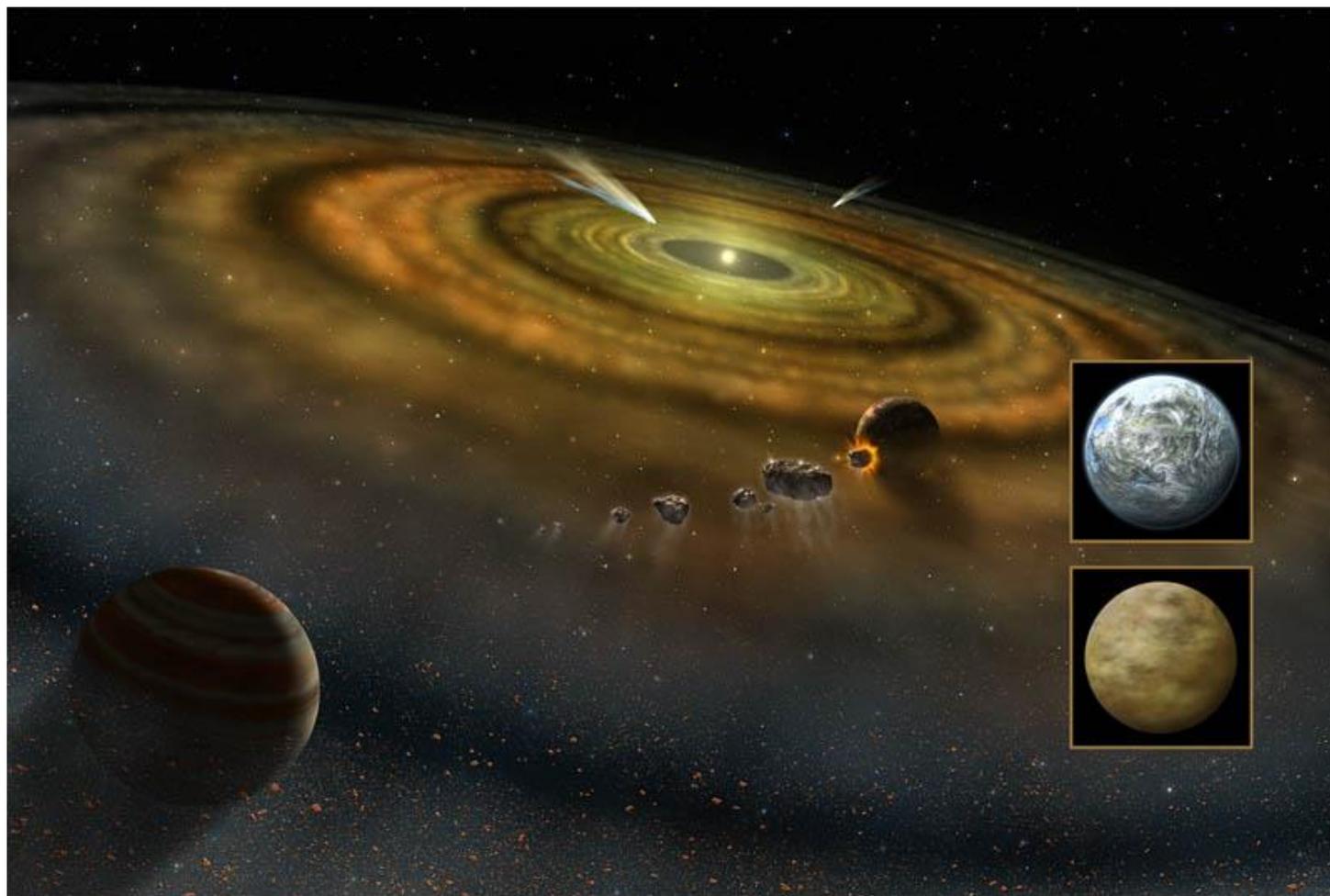
太陽系的誕生



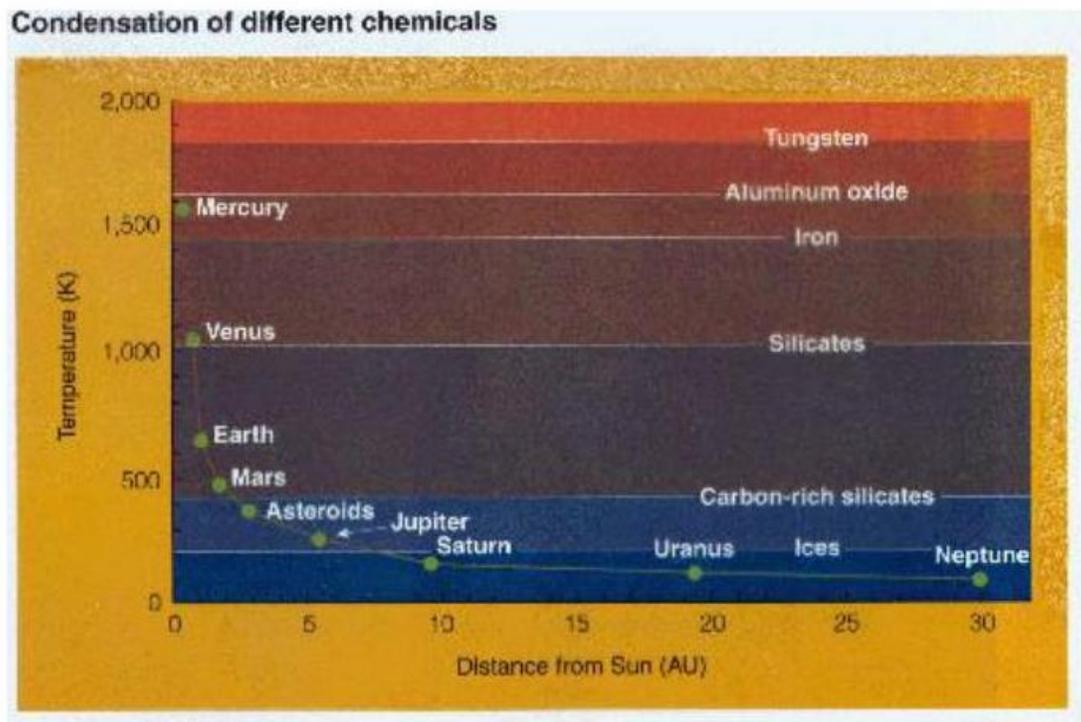


星際雲氣由於本身的重力影響開始塌縮，塌縮使得雲氣變得扁平而且轉速愈快，最後變成一個扁平而盤狀的雲氣繞著一開始發光的恆星(太陽)。

觀測證據包括IRAS測得織女星附近的恆星被球殼狀的雲氣(塵埃)所包圍著、智利的Las Campanas Observatory天文台測到Beta Pictoris被一盤狀的雲氣所包圍著、獵戶座大星雲的原恆星。



Condensation Sequence



凝結序列(condensation sequence)：不同的物質會在不同的溫度區域(離太陽遠近)凝結。例如金屬會在溫度較高處凝結，甲烷會被熱輻射吹到溫度較低處才凝結。

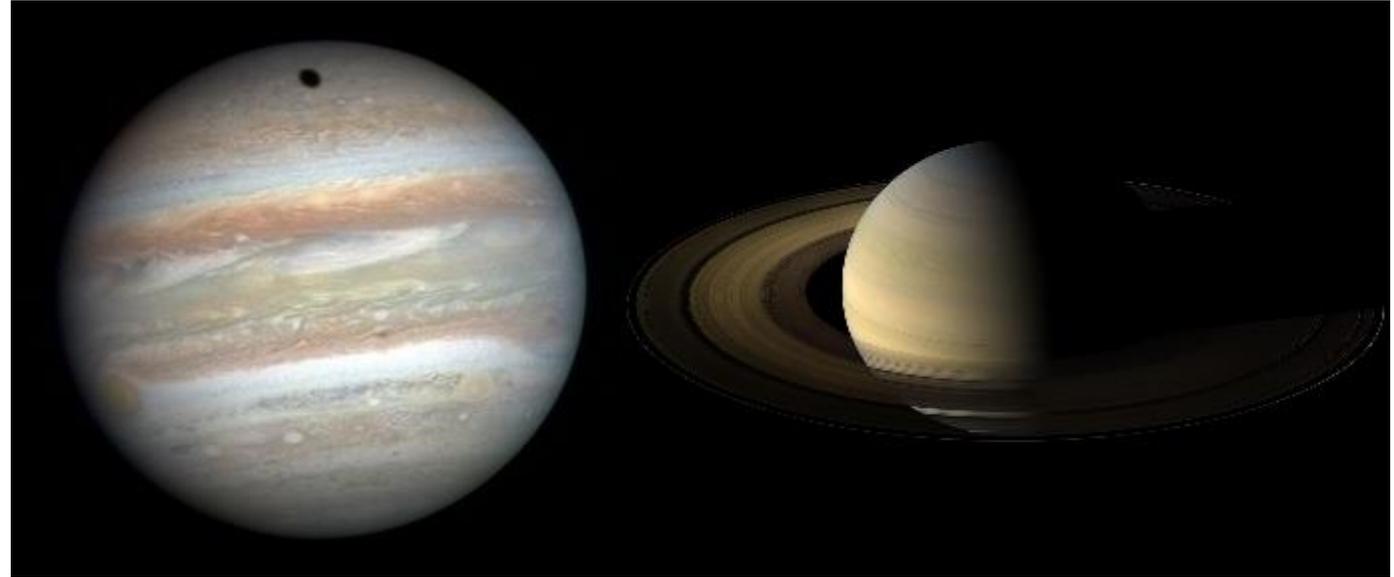
這說明了類地行星與類木行星的差別，也說明行星的形成是來自於一些有序的過程。

類地行星(terrestrial planet)是經由碰撞聚集固態物質顆粒成為微小行星，再聚集微小行星形成。

類木行星(Gas giant)以水和冰相互吸附為起點，質量夠大後，進一步吸附氫和氦，形成氣體行星。

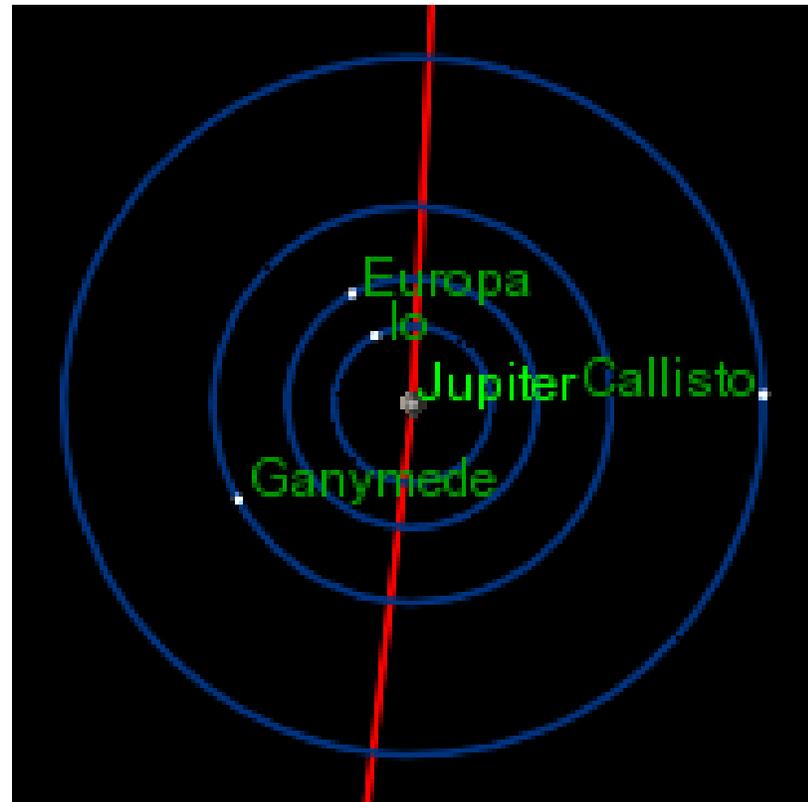


類地行星



木星和土星是類木行星(氣態巨行星)

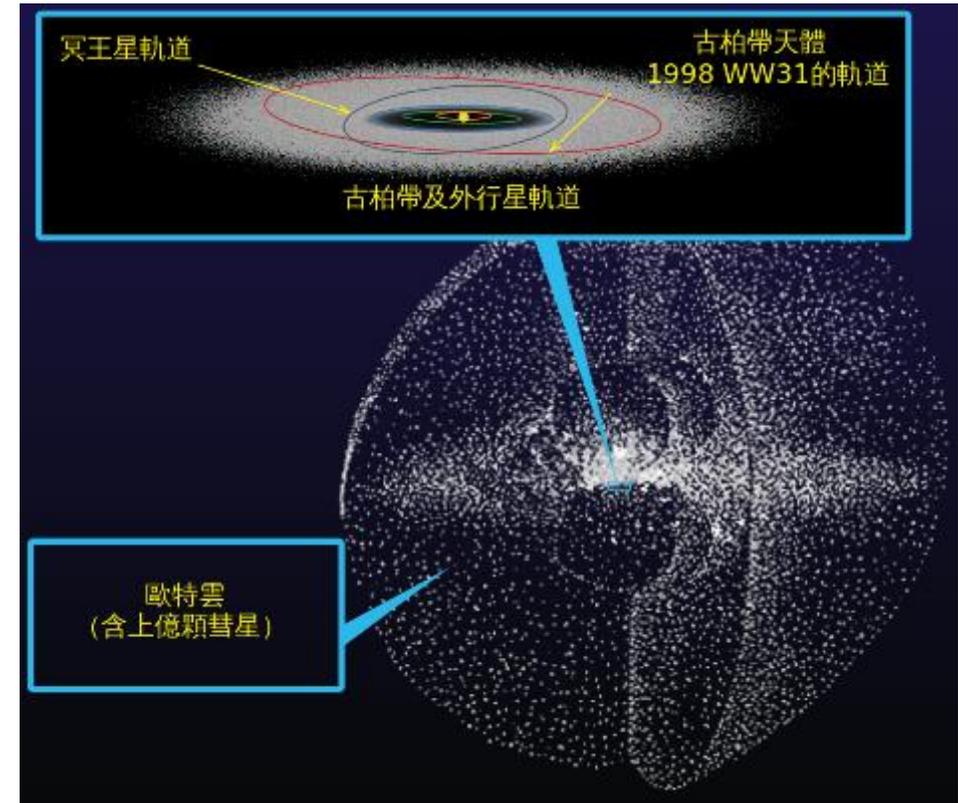
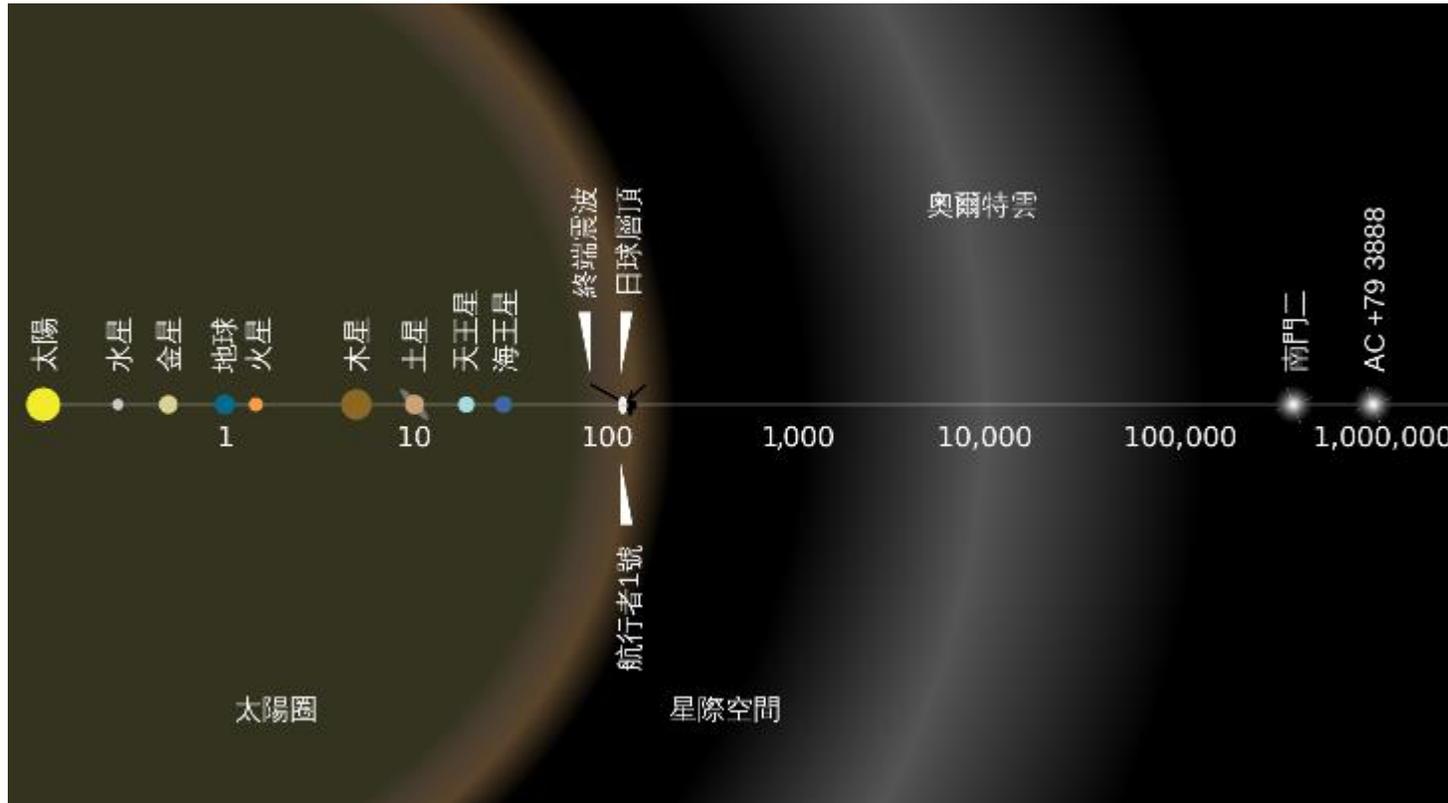
類木行星的衛星是外圍的氣態物質，因為局部渦流而形成盤狀凝聚形成的。使得類木行星類似一個小太陽系，有許多衛星環繞著。類木衛星的公轉與自轉也和太陽系相似。



木星有79顆已確認的衛星，是太陽系內擁有最大衛星系統的行星。當中最大的4顆，統稱伽利略衛星，由伽利略於1610年發現，這是首次(除了月球)發現不是圍繞太陽的天體。

伽利略衛星和它們的軌道

太陽熱輻射將行星及小行星之外的其他星際塵埃吹離太陽。類木行星也將部份附近的殘渣，經由重力協助，拋到太陽系外圍，形成歐特雲與古柏帶。



歐特雲和太陽系各大行星及最接近的兩顆恆星的相對距離示意圖。

歐特雲及古柏帶示意圖