

九大行星 Part II

陳俊良

上一次我們花了許多時間在介紹太陽系的九大行星，其實就是在介紹展示場二樓中庭的那九顆大球。由於他們的體積龐大，地位鮮明，因此許多參觀民眾都會在此駐足，發出驚嘆；而許多負責導覽解說的老師們也特別喜歡利用這個地方，讓大家瞭解九大行星及其環境，再與其他主題相串連，例如外星生命的探索等等。可是，如果大家仔細瀏覽過展示場內樓梯旁邊的樓層簡介，就會發現太陽系的模型主要並不是安置在中庭，而是在二樓東側，也就是當我們面對中庭的太陽壁畫時，左手方向的區域。現在，我們就準備進入天文館展示場的太陽系吧！

從中庭往太陽系移動，首先映入眼簾的是一張從艾歐（Io）看木星的壁畫（如圖一）。艾歐是木星的四大衛星之一，最奇特的，是艾歐上還有火山爆發的現象，而且溫度不低，可能與地球早期的火山活動

類似，因此可藉由研究艾歐來瞭解地球上地質記錄早已湮滅的早期火山活動。至於艾歐上的火山活動為何會發生，可能的原因是其離木星很近，受到木星週期性巨大潮汐力的影響，因此內部被加熱，導致高溫火山的噴發。此外，從這張圖上，我們還可以清楚地看見位於木星南半球的大紅斑，以及木星大氣升降而造成明顯的條紋。接下來，請大家向後轉，應該就會看到一張太陽系的行星軌道圖。由於火星軌道之內的行星軌道半徑與之外的行星軌道半徑相差頗大，因此這裡的軌道圖分成兩個部分。如果大家不夠清楚的話，請抬頭看一下左方，應該就可以看到一根柱子上方有顆紅球，代表太陽；接著在太陽的外側，懸掛著一圈圈的軌道，也就是我們九大行星的軌道。大家應該也注意到：這裡只有四條軌道，也就是火星軌道以內的行星；外側的氣體行星呢？請大家往右看，

樓梯口附近掛著木星的軌道；再往外一點，越過整個中庭就可以看到土星的軌道；至於更外側的行星，已經不在天文館內了。沒錯，這就是按照軌道半徑的比例做成的，至於他們彼



圖一 由艾歐衛星看木星的壁畫，左邊為艾歐表面上常見的火山噴發現象。

Preview

此間的比例，嘿嘿！待會兒再告訴大家。

再來我們要展示給大家的，是九大行星及太陽的體重計（如圖二）。在太陽那根柱子的周圍，環繞著 10 顆球，從左方的太陽開始，順時鐘方向，排列著九大行星由近至遠的順序，這些就是行星體重計。在這兒我們可不是要測量行星的重量，而是要讓大家站到上面來量量

看：當我們在不同的星球上時，體重會有何變化。自從牛頓發現了萬有引力之後，就又多了一個意思不同但卻常讓人搞混的名詞，也就是質量和重量：質量是計算物體間彼此吸引力的一個參數，單位是公斤；重量則是一種與力量成正比的參數，單位是公斤重。在地球上，質量與重量的數值大略是相同的，可是一旦離開地球，質量的數值不變，重量卻會隨著我們的所在地而改變。例如我們在月球上的重量，其數值就只有在地球上的六分之一，因此，如果我們能夠提起 50 公斤重的物體，表示在地球上此物體質量為 50 公斤，但在月球上其質量卻可高達 $50 \times 6 = 300$ 公斤。由於每個行星的質量、大小都不相同，所以在他們的赤道海平面，所感受到的地心引力也不相同，於是大家站在不同的行星體重計上，就會看到不一樣的數字顯示在液晶螢幕上，表示我們在那顆星球上的重量。試試看，大家會發現：我們在太陽上重得像卡車，而在冥王星上卻輕得像初生嬰兒一般。除此之外，在體重計上還會有該星球的詳盡介紹，可千萬別忽略了。



圖二 分別代表九大行星及太陽表面重力的體重計

繞了一圈秤完了體重，請大家坐在椅子上休息一下，順便欣賞『太陽系的形成』：歷史上對於太陽系的形成，有很多人提出各種學說。但是目前較受肯定的還是星雲說。星雲說最早是由德國科學家康德（AD1724-1804）於 1755 年所提出，當時並未被廣泛的接受。1796 年法國數學家拉普拉斯又一次提出星雲說，與康德的理論十分類似，但更為完備，於是這個學說才逐漸被重視。根據星雲說，太陽系是大約在五十億年前，從銀河系一團旋轉中的氣體雲發展出來的。這團由氣體與塵埃形成的雲，由於引力作用將物質向內吸，再加上本身不斷旋轉，隨著尺度的縮小而愈轉愈快，進而凝聚成扁平碟形的太陽星雲，也產生一些時而消失且大小不一的氣體漩渦。這星雲中心物質緊密聚集，變得極灼熱，形成太陽的前身—原始太陽，並繼續向內凝聚；同時其外側雲氣開始分裂成一些大小不一的雲塊，它們因為彼此的摩擦碰撞，便可能會互相結合或分裂。由於原始太陽星雲，已經不是純粹由氫、氦所組成，而是包含若干超新星爆發遺留的物質。因此存在有佔總量約百分之二的重

元素，並以固態塵埃的形式，懸浮於氫、氦混合氣之中。原始太陽星雲內的物質也就可分為土物質、冰物質、氣物質等三類。土物質包括金屬及其化合物、矽酸鹽類等沸點在一千度以上的物質。冰物質包括烴類、水、氨等沸點較低的物質。氣物質則是氫、氦等在零下一百七十度的低溫仍保持氣態的物質。當原始太陽開始產生輻射後，高溫會使得接近原始太陽的類地行星區內，大量的氣物質和冰物質揮發逃逸，主要留下土物質，因此在這個區域內形成的行星，密度都很高，體積和質量比較小，而在類木行星區，因為溫度比較低，盤中物質損失較少，由塵埃聚集而成的引力中心，可吸積較多的氣體，行星的體積和質量迅速的成長，最後形成密度較小，體積、質量較大的類木行星。其他未形成行星的雲塊則成為衛星、小行星、彗星或是漂浮在行星間的行星際物質。也就是這些天體，構成了我們的太陽系。

看完了劇場，相信大家對太陽系的形成過程已經有個概略的瞭解，也知道太陽系的組成份子不只有太陽與行星，還有衛星及彗星等其他的天體。什麼是衛星，相信大家都很清楚，就是繞著行星公轉的天

體，此處不仔細介紹。請大家注意旁邊流星的版面：流星是有大氣層保護的地球上才會見到的一種特殊現象，是由在行星間漫遊的行星際物質與大氣分子碰撞，產生高溫，進而發光。如果行星際物質的質量夠大，掉落至地面就形成隕石（如圖三）。太陽系初形成時，行星際物質的數量相當多，有將近 10 億年的時間，他們密集的轟炸各個星球；現在，他們的數量已經比當時少很多，因此撞擊的現象也不太常見了。彗星是一種結構較為鬆散的天體，核心類似個骯髒的雪球（如圖四），我們可以這樣想像：把夏天吃的剉冰倒在沙子上，揉成一團圓球，就類似彗核。當然，彗核沒有這麼小，他的直徑可以從幾百公尺到幾百公里。當彗星靠近太陽時，會因太陽輻射壓的關係而出現彗髮及彗尾，成為頗吸引注意的天象。從版面上可以知道一些相當有名的彗星，如 1986 年回歸的哈雷彗星，以及衝撞木星而香消玉殞的修梅克-李維九號彗星。由於太陽輻射壓的關係，彗星會逸散出許多物質，這些物質就殘留在彗星軌道上，成為新的行星際物質，一旦地球進入這樣的區域，我們就能看到流星雨的奇景，其中最有名

的就是 1833 年的獅子座流星雨，短短的 1 小時內出現了數萬顆流星，嚇得當時的人以為世界末日到了呢。

那小行星又是什麼呢？這要從他的歷史開始說起：公元 1766 年，德國的柏林天文台台長-波德（Bode）提出了一個計算行星軌道半徑的方程式，而這最早是由一



圖三 展示場的隕石展示

Preview

個數學老師所提出，他們假設地球的軌道平均半徑為1，利用公式：

$$0.4+0.3 \times 2^n$$

其中水星的 $n = -1$ ，金星的 $n=0$ ，地球的 $n = 1$ ，之後依序累加可以求得水星的軌道半徑只有0.4，金星則是0.7，火星是1.6，都與當時知道的行星軌道半徑相當吻合；可是， $n = 3$ 求得2.8， $n = 4$ 求得5.2，而木星的平均軌道半徑卻是5.2026，於是人們開始懷疑：在火星與木星之間，是否還隱藏著一顆未知的行星X？然後世界各地開始了一股尋星熱，各式各樣的傳說也甚囂塵上，可惜卻一直沒找到符合的行星。1801年，終於由義大利的皮亞齊在適合的軌道上，找到了這顆失落的行星X，但很快的，人們就發現這顆行星X實在是太小了，形狀也非球體，為了與行星加以區別，就稱他為小行星。之後，陸陸續續又發現了許多顆小行星，到目前為止，已編號的小行星超過1萬顆。請大家看版面，有沒有注意到我們用特殊效果模擬的小行星？如果仔細一點，還可以發現為數眾多的小行星有依照軌道特性而分類成群，其中有3群小行星，還會飛進太陽系的內側，也就是有可能與地球相遇而造成毀滅性的災難呢！



圖四 展示場的彗星自動語音解說

毀滅性的災難？沒錯，如果一顆小行星與地球相撞，就可能撞出一個直徑約其10倍大的隕石坑（當然，坑洞實際的大小要視小行星的材質、質量與速度等等來決定），坑洞內的生物當然無以倖免，其揚起的巨量灰塵若上升至大氣層中的平流層，覆蓋住整個地球，日照無法進入，於是溫度就會下降，植物枯萎，萬物凋零，成為所謂的『撞擊冬季』。要是這種情況真的發生，人類就算沒有絕種，大概也所剩無幾。這種世界末日的景象撼動人心，因此好萊塢電影也常以此為拍攝題材。在我們展示場內，就有這末日殺手的真面目，還有恐龍滅絕的影片，別忘了仔細欣賞喔！太陽系的部分，我們就簡單介紹到此，下次，我們去玩鏡子吧！

作者：現職台北市立天文科學教育館