

## 難道是太陽系與地球的翻版？

文／陳輝樺

### 巨蟹 55 行星系裡真的有類似地球的行星嗎？

過去十幾年裡，天文學家發現了九十多顆太陽系以外的行星，但這些行星似乎都無法幫我們解答宇宙中是否有和地球一樣孕育萬物生機的行星之謎。美國航空暨太空總署(NASA)於 2002 年 6 月 13 日發布新聞指出，發現太陽系以外和太陽系相似的「巨蟹 55」行星系(圖 1)，在這個距離我們約 51 光年遠的行星系，有一個充滿氣體、類似木星的行星環繞一顆類似太陽的恆星運行，科學家猜想可能將發現一個類似地球的行星在兩者間運行。這使我們馬上聯想到其上面有沒有生物存在？甚至會不會也有和我們一樣的文明生活在此地球上？

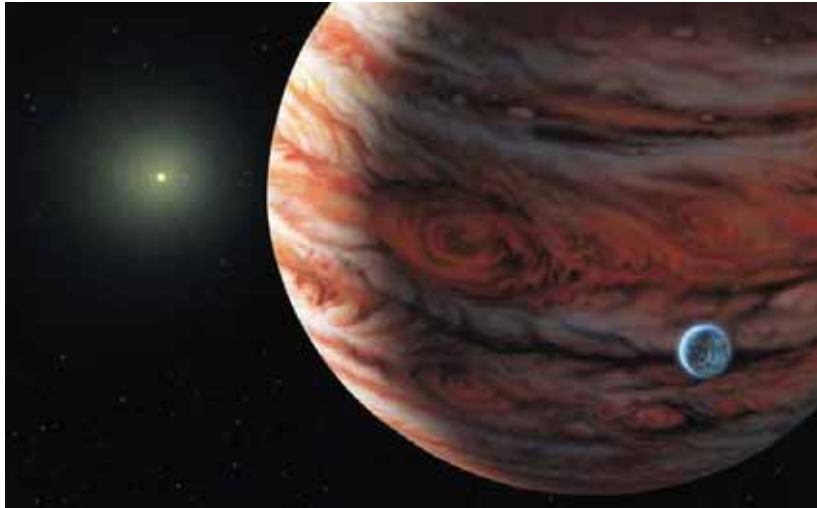


圖 1. 畫家筆下和太陽系相似的巨蟹 55 行星系。

柏克萊加大天文學家馬西(Geoffrey W. Marcy) 進一步指出，這顆類似木星的行星是繞行巨蟹 55 恆星的第三顆行星，新行星運行的軌道和木星相似(圖 2)，它距離巨蟹 55 恆星約 5.5 個天文單位(一個「天文單位」長度的定義是地球與太陽的平均距離，約為 1 億 4880 萬公里)，與木星和太陽的平均距離約為 5.2 個天文單位相近。另有兩顆行星位處於距離巨蟹 55 恆星分別約為 1440 萬公里和 3680 萬公里的軌道上。馬西表示新發現的行星系除了有此三顆已知的行星，前述與木星相似的行星和另兩顆行星之間有很令人遐思的空間，在這廣大的空間裡，很可能有和地球質量相當的行星存在，這樣一顆行星一定會很穩定，而且這顆行星和巨蟹 55 恆星的距離約略和太陽與地球間的距離相同。而且我們可以想像這個行星系裡有些和我們太陽系的水星、金星、火星和地球一樣崎嶇不平的行星表面，只是我們目前無法偵測得到它們而已。

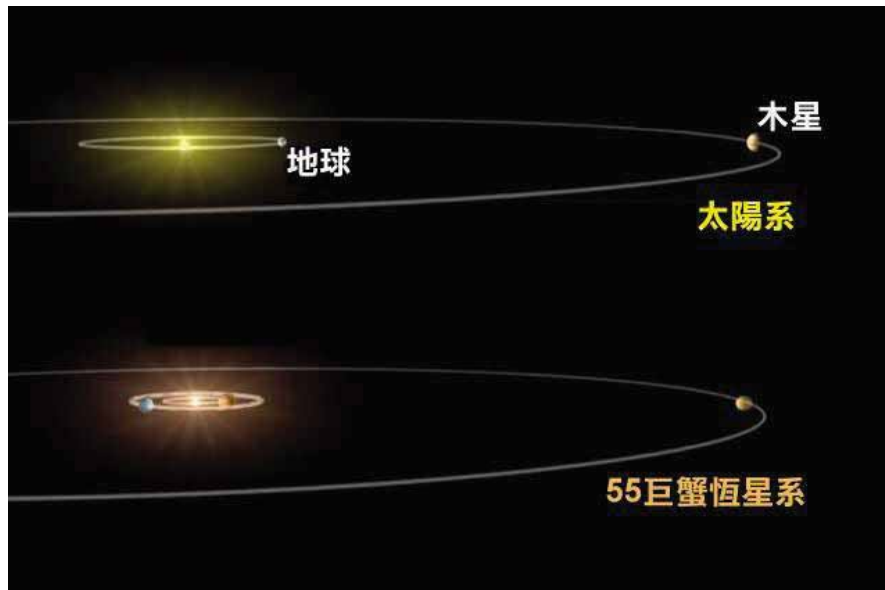


圖 2. 和木星運行軌道相似的巨蟹 55 新行星。

## 太陽系的特徵



圖 3. 所有行星軌道大致在一平面上的太陽系。

想尋找類似太陽系和地球的環境，首先我們該瞭解太陽系(圖 3)的特徵：1. 所有行星軌道大致在一平面上(除了冥王星)，太陽旋轉赤道面接近此一平面上。2. 行星公轉軌道近似一個以太陽為中心的圓。3. 所有行星公轉和太陽自旋都是沿著相同的方向(右手指向：右拇指北指，其餘四指所旋轉的方向)。

4. 太陽和多數行星(除了金星和天王星)繞其軸自轉都是沿著相同的方向(右手指向)，其赤道面和「黃道面」(以太陽為中心，地球繞行太陽公轉軌道所呈現的平面)夾角都很小。5. 行星組成成份依距離太陽的遠近而有所差異，內行星是密緻且多金屬性，而外行星是巨大且為絕多氫成份。如木星上氫氮比為 79：19，土星氫氮比為 88：11，太陽雲氫氮比為 71：27，天王星氫氮比為 76：26。6. 行星和大多數的小行星都有類似的約 5 至 23 小時的周期自轉，明顯受太陽或衛星重力所引起的潮汐力影響，且自轉周期會漸慢下來。7. 多數行星公轉軌道間的距離遵守波德(Bode's)定律。8. 內行星和小行星體的外表都呈現崎嶇不平的坑洞(是隕石坑或是火山坑)。9. 外行星和其衛星、行星環所形成之系統仿如太陽系統。10. 彗星群正常運行軌道定界在太陽系外圍巨大且幾乎呈球狀的雲霧狀，稱之為「歐特雲」(Oort Cloud)。

## 波德定律 (Bode's law)

太陽系裡眾行星(圖 4)繞行太陽公轉的軌道有沒有一個簡單的式子可以表示? 18 世紀, 英國牛津大學教授 David Gregeory(1659-1708)首先注意到已發現的行星(依序為水星、金星、地球、火星、木星、土星)繞行太陽公轉的軌道半徑比例, 分別可簡略以 4、7、10、15、52、92 來表示。1766 年, 法國自然學家 Charles Bonnet 稍調整上列數字, 且以 4、4+3、4+6、4+12、4+48、4+96 等關係數列來表示。但為何在火星和木星之間獨缺個 4+24 的行星呢? 難道是造物者所留空隙的玩笑嗎? 不! 德國天文學家 Johann Elert Bode(1747-1826), 於 1772 年在其出版的書中強調, 深信是尚未找著的原始行星存在此間隙中, 如此數列關係稱之為「波德定律」(Bode's law)。之後, 在此間隙中至今已發現了數以萬計的小行星體構成的「小行星帶」。1781 年 3 月, Willan Herschel (1738-1822)依據波德定律的延伸數字(4+192)發現了天王星。你想依據波德定律還可能發現尚未找到的行星嗎?

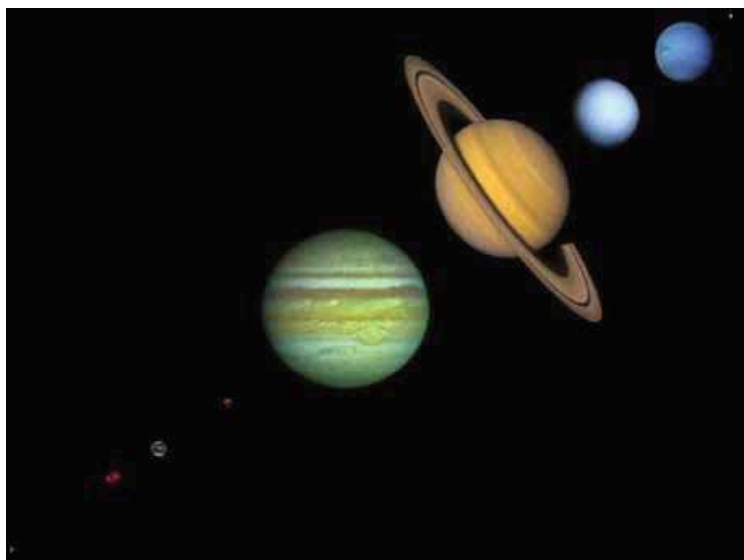


圖 4. 多數行星公轉軌道間的距離遵守波德定律。

## 太陽系生成說之一

天文物理學家推斷, 一顆新恆星的誕生過程是由於重力的吸引, 使得散布在宇宙中的混亂雲氣形成了塊狀物質, 這些塊狀物質進而在激烈的震盪下點燃了核融合, 因而產生了一顆新的恆星。依照長久以來的天文觀測, 只有在恆星演化過程的晚期, 藉著外層反覆的暴漲和收縮, 會在兩極釋出大量氣體而使得核心逐步趨於密緻, 或成為白矮星, 或成為中子星、黑洞等, 而結束了恆星的一生。但最新的觀測顯示在此恆星演化的路程中, 新恆星於形成初期也會在旋轉、壓力平衡和收縮的過程中輻射電磁波或噴放出大量氣體, 這種噴流也是在轉軸的兩極附近特別明顯。由噴流釋出的大量氣體與其周圍之星際雲氣結合逐漸形成了行星(環)狀雲氣, 並進而形成一個新的恆星及其行星體系(圖 5)。

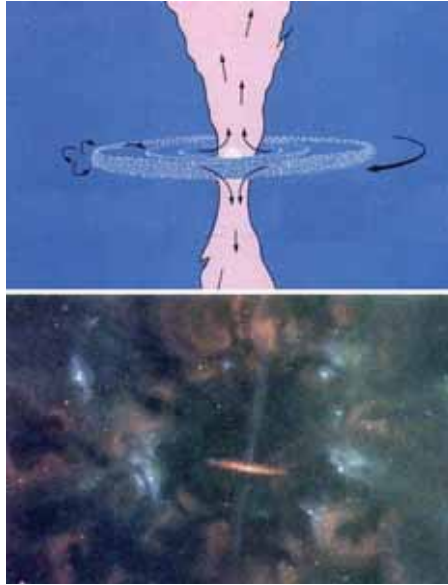


圖 5. 離恆星誕生時的旋轉、噴流和碟狀環帶渦流雲氣之示意圖。

### 尋找太陽系外的行星系

美國太空總署(NASA)計畫在未來 10 年間，於地球表面和太空中架設多架專屬望遠鏡，其目的在增加對於其他行星系的瞭解，以及尋找生命存在的徵兆。在未架設專屬尋找其他行星系功能的望遠鏡之前，我們利用哈柏太空望遠鏡上的「銳利的導向感應裝置」(Fine Guidance Sensors) 來量測某些恆星受到鄰近我們尚無法裸見行星所引起的搖擺現象(yo-yo motion, 圖 6)，間接地計算出這顆尚未直接觀測到的行星質量大小。例如 2002 年 12 月 3 日，NASA 新聞公布在寶瓶座內距離我們約 15 光年遠處，找到一顆質量約 1.9 至 2.4 倍於木星質量的行星 Gliese 876b 環繞著質量約 0.3 倍於太陽質量的紅矮星 Gliese 876 使得此恆星產生周期為 61 天 0.5 毫秒差距的搖擺現象。

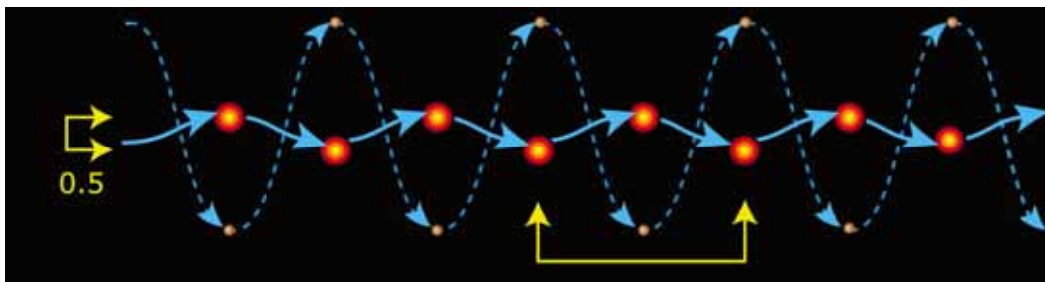


圖 6. 行星 Gliese 876b 環繞著紅矮星 Gliese 876，使得此恆星產生周期為 61 天 0.5 毫秒差距的搖擺現象。