

行星的探索

飛碟探索雜誌 珍藏本第8期 2000年9月 何顯榮

太陽系內或許有其他行星

一九九九年七月《自然》期刊上，刊登一篇文章指出，地球有「同胞兄弟」的說法。撰文學者加州理工學院史帝文生指出，在太陽系誕生之初，地球可能有一個或超過一個的「同胞兄弟」，但當它們太接近木星或其他大行星時被拋出太陽系外。這些來自太陽系與地球質量相似的行星，雖然離太陽很遠，但其溫度與濕度，仍可能足以孕育生命。

史帝文生認為這些行星可以從密實的氫氣層與火山取得孕育生命所需熱能；行星本身的放射現象只能使溫度上升到約比絕對零度（華氏零下四百度）高一點的地步，但包裹行星的厚氫氣層卻可防止這些熱能消散。液態水是孕育地球形式的生命的必須要件，但史帝文生卻認為非絕對保證。這些星球可能具備一個密實的氫氣層和火山，有閃電與火山所造成的溫度變化，可以取代陽光的功能，其熱能足以維持溫暖的海洋，以提供生命養分。因此，這些與地球相似的行星上可能足以孕育與維持生命。

史帝文生仍然相信宇宙中可能有上百萬、甚至上億萬顆有水與簡單生命的行星在黑暗中漫遊。天文學界過去數十年來一直有所謂質量與地球相同的離群行星的理論，這些被視為太陽系誕生時的自然副產品的行星，可能撞擊到類似木星等大行星時被彈出太陽系外。

回顧歷史，一九七二年美國加州大學科學家普雷(L. Bray)由哈雷彗星接近太陽的日子，總比預測早或晚到四天的資料，應用太陽系數學模型輸入計算機，求出太陽系有土星三倍大的一顆行星。一九八七年美國天文學家安德森(John Anderson)依據十九世紀的天文觀測紀錄，海王星和天王星發生偏離軌道的現象，發表「X行星學說」，推測太陽系內有第十顆X行星存在；其質量約地球的五倍，公轉週期為七百到一千年，軌道與黃道面之間夾角很大，甚至可能與黃道面垂直，而呈狹長的橢圓形。

一九七三年和一九七四年先鋒十號和十一號太空探測船接近海王星和冥王星時，並未發現足以影響海王星和天王星運行軌道的未知天體，哈伯太空望遠鏡也未觀測到太陽系的其他行星。或許所謂的「離群」行星為存在於太陽系內的黑暗星球，可以說明哈雷彗星遲到或早退，和海王星及天王星發生偏離軌道的現象。這些現象與史帝文生提出的理論雖然不同，但是同樣認為太陽系內可能有行星存在。可是，目前無人確實找到這些行星，其他天文學家也抱持懷疑的態度。

太陽系外的行星探索

長久以來科學家一直在地球所在的太陽系外尋找行星。不論是用肉眼或是用望遠鏡，外太陽系行星因受其主恆星亮光所掩蓋，幾乎都無法看見，天文學家通常是用電腦來偵測它們。科學家觀測恆星時，發現其軸心搖擺不定，就認為附近可能有行星存在；這是由於環繞恆星運行的行星重力牽引恆星，導致中央恆星產生所謂的「擺動(wobble)」現象。天文學家藉由測量行星與恆星間的引力，測量從恆星發出的紫外線至行星來回波動間波長產生的細微變化，查出行星的存在及其體積大小，波動越大表示行星體積越大來確定這些行星的存在，並進而推算出其質量、公轉週期以及與恆星之間的距離等資料，而推斷它們存在的可能性，而並非直接觀測而發現的。然而一九九八年五月廿八日美國航空暨太空總署發布的照片顯示天文學家用天文望遠鏡拍攝到新行星，這是目前唯一的一顆

外太陽系行星有照片為證。

自一九九五年十月以來，人類首次獲知有類似於太陽系(有生物存在)的其他行星系存在，至今已發現五十顆太陽系外的行星。科學家認為，只有在溫暖的太陽附近類似我們地球的行星上，具備有水份和空氣，才有可能有類似地球生物的存在。發現這些太陽系外的行星，對人類探究地球外的生命，十分重要。天文學家認為這些發現是天文學上的重大突破，很可能是搜尋另一個如地球般有生命世界的領域的開始。這項突破性發現可能加速人類尋找其他太陽系的進展，並使得地球之外有外星生物的理论更具說服力。

由於恆星的光會掩蓋住附近運行行星的光，傳統的望遠鏡(美國太空總署的哈伯望遠鏡屬最高倍率)無法協助尋找行星上的生物，最近天文學家計劃採用紅外線干涉儀搜尋太陽系外生物。這種紅外線干涉儀科技，比哈伯望遠鏡倍率高出四十倍，可以透過紅外線探測新發現的行星上是否有生物生存的必要條件，如水、空氣等。

天文學家近年來陸續發現一些比較不容易尋獲的較小星體和擁有多顆行星的恆星星系。天文學界首次明確證實太陽系並非宇宙間獨一無二的行星系，顯示銀河系中的二千億顆恆星中，可能有不少顆類似地球的行星，其中有若干因行星遠離主星而含有水分、甚至生命，使得部分行星系有生物的可能性增高。這些行星的形成比我們想像的更容易，意味我們的銀河系裡充滿行星系。科學家探索外太空的最終目的之一，是發現和太陽系類似的行星系，並希望最後能找到和地球一樣可能存有生命的行星。另一個目的，則是進一步了解行星的形成、進化以及移動的情形。到目前為止，天文學家對地球所在的太陽系與眾不同均感驚訝。

近五年來天文學家發現行星的紀錄

首次發現太陽系以外的行星

一九九五年十月六日，瑞士天文學家梅爾和奎洛茲在弗羅倫斯召開記者會宣布，他們發現了一顆行星，是首次發現太陽系以外的行星。這顆新行星距離地球至少十光年，環繞著類似太陽的恆星PEGASUS 51的軌道上運行，它的大小和木星差不多。

天文學家發現兩顆新行星適合生命條件

一九九六年一月十七日在「美國天文學會」年度會議上，美國舊金山州立大學天文學家馬希表示，他與同僚華盛頓卡內基學會的天文學家巴特勒在經過八年搜尋後，發現兩顆距離地球三十五光年的行星，當地環境具有讓液態水與其他維持生命條件存在的特質，意即可能適合生命滋長的新行星。



圖為天文學家馬希與巴特勒發現兩顆環境適合生命存在的新行星，他們所製作的四大行星系圖，由上而下分別是地球所屬的太陽系，飛馬座五十一號恆星及其行星，處女座七十號恆星及新發現行星，與大熊座四十七號恆星與新行星。

這兩顆行星距離地球三十五光年，分別位於處女座與大熊座，體積比太陽系最大行星木星還要大數倍，從地球用肉眼就可以看得到。環繞處女座七十號恆星的這顆行星，估計其表面溫度為攝氏八十五度，正好是在水及其他維持生命之化學條件存在的溫度範圍內，並且低於水沸點攝氏一百度。馬希說，這種溫度具備提供複雜分子存在的環境，從二氧化碳到複雜的有機分子生物都適宜生存。他還表示，這個行星甚至可能有雨水與海洋。

另一顆繞行大熊座四十七號恆星的新行星，估計其表面溫度較低，為攝氏零下八十度。該行星大氣層中的一個區域，可能有適於液態水存在的環境。其與地球所住的太陽系類似，該星與其恆星的距離，也跟地球到太陽間的距離相當。他們咸信這兩顆新發現的行星上充滿氣體，缺少使生命發展的地表，但這兩顆行星可能有不少佈滿岩石的衛星，就像太陽系中衛星眾多的木星一樣。

天文學家發現最近地球行星

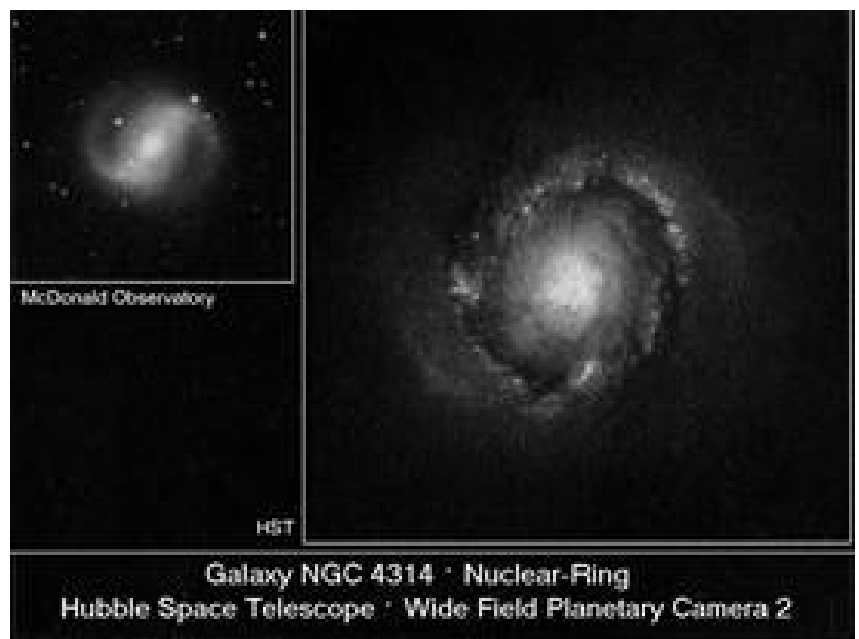
一九九六年六月十二日一名美國天文學家表示，研究人員已偵測到一個大小與木星相仿的行星環繞著一顆星的軌道運行，這個新發現的星球距離地球八·一光年是當時太陽系中所發現最接近地球的行星。

天文學家用望遠鏡拍攝到新行星

一九九八年五月廿八日美國航空暨太空總署發布的照片顯示，哈伯太空望遠鏡首次拍攝到在太陽系外形成的可能是行星的照片，這顆星是由哈伯太空望遠鏡在一九九七年八月拍攝到的照片顯示出來，這個名叫TMRIC的新物體，原始行星只是在一抹灰光尾端的小白點，距離地球四百五十光年外，坐落在金牛星座正中央略上方，遠離其雙星系的兩個主星。發現人是加州巴沙迪那私立「超太陽系研究社」的創立人和社長蘇珊·泰勒比。

人類發現三顆行星繞著仙女座 υ 星轉

一九九九年四月十五日，舊金山州立大學的研究員費雪教授在記者會上表示，發現太陽系以外的第一個行星系統，是人類探險的新紀元。在銀河系內，有三個巨大的星體環繞「仙女座第二十號星 υ (Upsilon Andromedae)」軌道運行。這顆恆星約為太陽的三分之二，星齡三十億年，在距離地球約四十四光年處。每一光年約為十兆公里，但在浩瀚宇宙中已算是毗鄰而居。行星繞恆星在銀河系中並不稀奇，但是發現多枚行星環繞類似太陽的恆星運行，這還是首次。天文學家指出， υ 仙女星不太可能有地球一樣的行星，因為這種巨大的木星般大小行星所產生的強大重力，在橢圓而不是



美國NASA首度發布曝光的行星照片

照片顯示兩顆新生的恆星拖著一抹淡淡的星雲，指向一個模糊的物體，這個物體可能是第一個被直接拍攝到的太陽系外行星。這張照片最明亮的是兩顆原始恆星，但見雙星照亮形成恆星的大片氣體和灰塵(圖中)。在左下方，有個光點比雙星模糊千百倍。理論推算顯示，這個光點太過黯淡，不可能是尋常恆星，倒是一個比木星大幾倍的熾熱年輕原始行星，一直發出天文學家所觀察到的光。經科學小組經過數月分析，斷定這是一枚行星這顆新行星，但是熱度過高，生物無法生存。

發現人是加州巴沙迪那私立「超太陽系研究社」的創立人和社長蘇珊·泰勒比。

圓週公轉軌道上運行，會把小行星甩開，而使較小的行星不容易存在。這三顆行星和地球大不相同，不適用於地球生物居住。

美國大氣研究中心、澳洲的英澳天文台及美國哈佛大學與舊金山大學等研究人員研究太陽系外行星並獲得許多成果。費雪和同事從一九八七年起開始積極找尋「外太陽系行星」，迄一九九九年四月起碼就已找到二十幾顆太陽系外的行星，有十四顆就是他們的研究成果。其中即包括一九九六年發現環「仙女座第二十號星 υ 」三顆行星中的最內環星，質量至少是木星的四分之三，而且非常接近它的恆星，每四點六天繞行一周。



藝術家筆下的 υ 仙女星和它的三顆行星，黃色發光體為 υ 仙女星。

一九九八年年初聖荷西市附近里克天文台，經十一年的觀察研究，又發現另有兩顆星球的存在。這兩顆行星更巨大，夾在中間的一顆質量是木星的兩倍，每二四二天以近似金星與太陽的距離環繞恆星一周。最外面的一顆行星質量是木星的四倍，每三年半到四年環繞恆星一周，它與恆星間的距離是地球距太陽的兩倍多。

望遠鏡於飛馬座直接觀測實體行星繞恆星

一九九九年十一月十三日美國加州柏克萊大學分校的天文學教授馬希宣布，他們利用天文望遠鏡，在距地球一百五十三光年的飛馬星座看到恆星表面的行星影子，捕捉到一顆環繞恆星的行星新證據，首次有機會測量行星的大小。

這顆新行星由馬希、華府卡內基學會的巴特勒和聖克魯茲加州大學的伏格特共同發現，於十月五日測得一顆編號HD209458，環繞飛馬座的恆星，它和地球相距約一百五十三光年（約八百五十九兆英里），形成的年代與體積約和太陽相當。他們是使用望遠鏡，捕捉到行星掠過其所環繞恆星時所投下的



美國加州柏克萊大學分校天文學家利用望遠鏡，捕捉到距地球153光年的天馬星座一顆行星掠過其所環繞恆星時所投下的陰影，這是人類首度以望遠鏡實際觀測到太陽系以外行星的存在。

陰影，這是人類首度以望遠鏡實際觀測到太陽系以外行星存在的新證據，也是另一個遙遠世界存在的最直接證據。

太陽系外行星 首度見到光芒

一九九九年十一月十六日，英國蘇格蘭聖安德魯大學的卡麥隆博士和美國的天文學家洪恩教授昨天表示，他們已看到太陽系外一顆新行星的第一道光。

他們將此一行星天文學家利用特別設計的電腦程式，並借助於加那利群島上的巨大望遠鏡，看到來自「千禧行星」的微弱光線，本身無法直接觀察。信號雖然微弱，卻告訴我們是來自一個行星，這個行星直徑約為木星的兩倍，體積卻是木星的八倍，真的是龐然大物。「千禧行星」的母星牧夫座 τ (Tau)星裸眼就可以看到，與地球相距約五十五光年。

「千禧行星」主要是由熱氫氣組成的，就像木星一樣，但體積是木星的八倍。這一大團氣體組成的星球，不但太熱，沒有固體的表層，也沒有液狀的水。它的藍色卻意味有鎂的存在，這種鎂可能呈矽酸鹽小水滴狀。因此，如果有生物存在，絕對不是人類所能瞭解的生物。

太陽系外首度發現小體積行星

二〇〇〇年三月三十日美國科學家宣布，首次發現太陽系以外有一些體積和土星差不多的小體積行星。在環繞類似太陽的星體的軌道上運行，此一發現使人類發現和地球差不多大小行星的機會大增。他們利用地球上最巨型的望遠鏡以及改良過的搜尋技術，發現在距離地球一百多光年以外，有兩顆環繞不同恆星運行的行星，這兩顆行星的軌道和兩顆星體非常接近，因此溫度極高，不太可能有生命和水。在此之前，科學家在太陽系以外發現了約卅顆行星，這些行星的體積和太陽系最大的行星木星差不多或更大。科學家質疑，這些是否為真正的行星。



圖為畫家筆下「千禧行星」(圖中)的外貌。英國科學家利用加那利群島的望遠鏡，看到這顆新行星的光。圖左為「千禧行星」的母星牧夫座 τ 星。

美國舊金山州立大學天文學家馬希和巴特勒曾在一九九六年一月十七日「美國天文學會」年度會議上，發表發現兩顆適合生命條件的行星。他們對尋找太陽系以外行星的工作最有成就。他們另發現在距離地球一百零九光年的麒麟座中，有一顆質量至少相當於土星八成的行星環繞HD463

75號恆星運行，這顆行星距離HD46375號恆星只有六百萬公里，公轉一周只花三天時間；換言之，這顆行星的一年只有三天。由於這顆行星離所環繞運行的恆星很接近，所以平均溫度高達攝氏一千一百卅二度。

另一顆行星則在距離地球一百一十七光年的鯨魚座環繞HD16141號恆星運行，這顆行星的質量估計約是土星的七成。天文學家無法用肉眼看到這兩顆行星，他們只是根據兩顆恆星的幌動計算出他們承受的行星重力牽引，然後計算出環繞他們運行的行星的最低質量、軌道形狀，以及公轉一周所需的時間。

太陽系外又發現八顆行星

二〇〇〇年五月九日，日內瓦天文台小組天文學家聲稱，已在太陽系外發現八個行星狀天體，這些天體繞著距離地球相當遙遠的恆星運轉。已經發現六顆具有行星規模的天體，以及另外兩個質量更大的天體，正圍繞著距離地球最遠大約一百四十光年的恆星運轉。這些行星的質量有些略小於土星，有些則約為木星的十五倍大。在八個太陽系外行星之中，有兩顆超大行星大到足夠被列為「棕矮星」，也就是比行星大，但質量不足以使之如星星燃燒的天體。

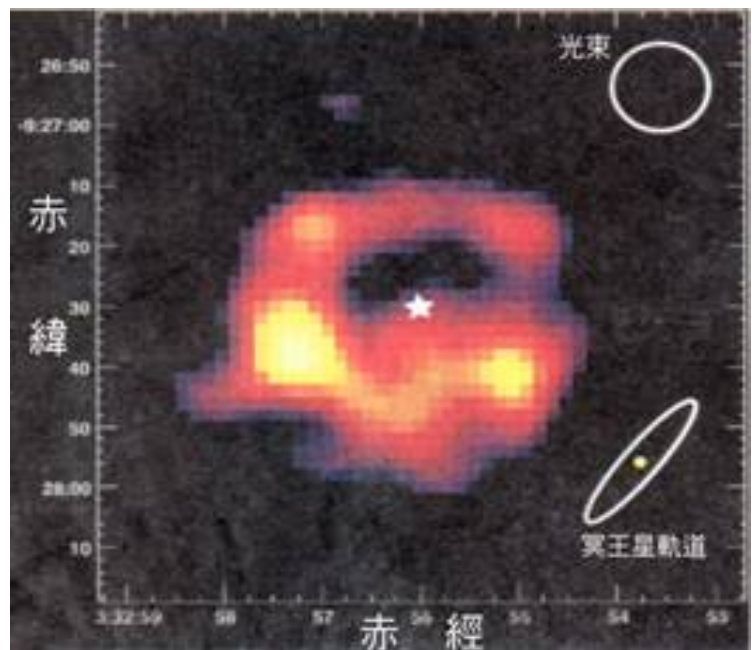
最近消息：太陽系以外又發現十顆新行星

國際天文學聯盟大會 (IAU) 從二〇〇〇年八月八日開始到八月十八日，在英國曼徹斯特舉行三年一度的第二十四屆大會，來自美國與歐洲的天文學家將宣布他們陸續發現的十顆新行星。這些發現使得繞行類似太陽的恆星運轉的已知行星總數達到約五十顆，而且這些星系每個均與地球所處的太陽系不同。

德州大學天文學家柯查蘭在麥富納天文台發現，恆星波江座 ϵ (Epsilon Eridani) 有個體積約與木星相當的新行星，這是天文學界迄今所發現最接近地球的太陽系外行星，未來可能成為第一個天文學家能夠直接觀察的行星。柯查蘭將在大會上，正式公布發現結果。

科學家觀測波江座 ϵ 時，發現其地軸搖擺不定，因受到運行的行星的引力所牽引。科學家計算波江座 ϵ 地軸搖擺的幅度和頻率，並計算出環繞波江座 ϵ 運行的行星大小以及其和波江座 ϵ 之間的距離。這顆巨大的氣態行星體積接近木星，是天文學界迄今所發現最接近地球的太陽系外行星。它繞行波江座 ϵ 的運轉軌道比太陽系外發現的其它行星的運轉軌道要長，大約要花費七年才完成一次公轉，而木星繞太陽公轉一周則要十一年。

波江座 ϵ 質量接近太陽，距地球只有一〇·四九光年(約九十八兆公里)，以星河的標準來看，這種距離就好比是在地球的后院。由於波江座 ϵ 是一顆與太陽非常相似的恆星，比太陽稍大但溫度稍低。再加上波江座 ϵ 四周有一條塵環圍繞，這些塵埃可能會碰撞聚集成新行星，又有冰河可以提供水分來維持生命。這顆行星距「波江座 ϵ 」四億七千八百萬公里，約略等於從太陽到「小行星帶」(asteroid belt, 火星和木星軌道之間的區域)的距離，這意謂著其間可能存在著類似地球的行星。雖然這顆行星並不適宜生命生存，但在離波江座 ϵ 更近的軌道內部，可能會有與地球類似的行星，因為這裡會從波江座 ϵ 得到更多的光與熱。因此天文學家認為波江座 ϵ 星的附近行星有可能蘊含生命，為天文學界探尋外太空生



地球新鄰居

美國天文學家在恆星波江座 ϵ 新發現一顆體積約與木星相當的行星，距離地球僅十點五光年，是天文學界迄今所發現最接近地球的行星。由於波江座 ϵ 與太陽十分類似，天文學家認為波江座 ϵ 有可能蘊含生命。這張摘自美國航空暨太空總署網站的圖片，顯示波江座，四周圍繞一條塵環，這些塵埃可能會碰撞聚集成新行星，又有冰河可以提供水分以維持生命。

因此天文學家認為波江座 ϵ 星的附近行星有可能蘊含生命，為天文學界探尋外太空生

命燃起一線希望。

由於波江座 ϵ 距離地球不遠，科學家希望可以取得關於波江座 ϵ 的高品質資料。現在科學家正在調整各種儀器，包括使望遠鏡可以很清楚看穿地球大氣層的儀器，希望在數年之內拍攝到波江座 ϵ 的照片。另外，由於波江座 ϵ 距離地球不遠，這顆行星的距離在美國航空暨太空總署的哈伯望遠鏡觀測範圍之內，天文學家相信可以觀察到這顆行星。如果真的觀測到它，這將是第一個被真正「看見」的太陽系外行星。這項天文計劃另一位負責人、柏克萊加大教授馬希則表示，未來一到兩百年這顆星球將成為人類最先探查的行星之一。

然而，馬希也指出，太陽系與其它星系的一個最大不同之處，就在於太陽系大多數的行星幾乎都是以接近圓形的軌道繞太陽運轉，類似地球的圓形公轉軌道將可以提供穩定環境，避免酷熱與酷寒的極端情況。不過波江座 ϵ 的新行星則是以長橢圓形軌道運轉，與大多數其它行星類似。馬希說，這顯示人類所處的太陽系可能是宇宙中的一個特例。

其他國際天文學家近來收穫豐碩，來自美國與日內瓦約兩組天文學家也宣布，在太陽系之外一口氣發現了九顆行星的研究成果及相關細節。使所謂的「外太陽系行星」(extra-solar planets)的總數由先前的四十一顆遽增至五十顆。最特別的是，這些恆星星系和我們的太陽系截然不同。天文學家 同時還發現了除太陽系之外的第二個「多行星星系」(multi-planet system)。

絕大部份外太陽系行星與其恆星的關係都是一對一直到最近之前，除了太陽系之外，天文學家所知唯一的有一顆以上行星環繞的「多行星星系」是「仙女座 ν 」。但是最近天文學家發現一顆名為「HD 83443」的恆星也擁有兩顆行星；「HD 83443」屬於船帆座，距離太陽系一百四十一光年，質量略小於太陽，它的兩顆行星靠得很近，體積接近土星；其中一顆的公轉速度是另一顆的十倍，這種奇特的現象目前仍無法解釋。天文學家也已經掌握初步的證據，顯示許多外太陽系行星可能都有同伴，宇宙中應該還有更多的多行星星系。

科學家長年孜孜不倦搜尋的最終目標是，期望有朝一日發現類似太陽系的其他恆星星系，進而找出任何可能孕育生命的行星，另外一個目標是，進一步瞭解行星形成、演變、移動的過程和方式。到目前為止，天文學家意外發現，地球所在的太陽系與眾不同，均感驚訝。

