

太陽系裡可能會有生命跡象的星球

文 / 陳輝祥

2012年8月7日美國火星探測器「好奇號」成功著陸，再次吸引全球的注意，燃起人類探究地球以外生物的火苗。「好奇號」發射的目的是在探測火星上是否有生命存在的跡象，以及是否具有適合人類居住的條件。20世紀初有科學家提出「胚種論」概念認為生命種源在星際間漂流，偶而會在合適的行星繁衍進化；另有科學家倡導「原始湯」模型，說明地球上的生物可能發生自原始有機海洋。若果真地球上生命的起源是他們所說的「胚種論」概念或「原始湯」之論點，那麼太陽系裡應該處處可見生命的跡象。這是真的嗎？我們不妨依據近代的星際探險和太空天文觀測的發現，來檢視太陽系裡的行星與衛星群是否適合生命的生存，並瞭解星體科學家們猜測這幾顆星球被質疑可能會有生命跡象的理由。

太陽系內生命帶上的行星－金星

金星的大小（約0.95倍的地球直徑）、質量（約0.815個地球質量）、運行狀況與組成結構與地球很類似，兩者相似的特性引發揣測金星可能可以為人類提供另一個居所。歐洲航空暨太空總署(ESA)太空船「金星特快車號」(Venus Express)仔細掃描其海拔10~110公里的現存大氣，發現有大量水分的殘留物。金星的表面溫度足以將鉛融化，並被濃密的二氧化碳和硫酸構成的大氣覆蓋，且其大氣壓力比地球的大了90倍，溫室效應造成平均約攝氏465度的高溫地表，儘管如此，金星還是可能曾經一度富含水源。雖然金星有強烈的火山活動，但是卻不曾發現有類似地球上地塊移動的板塊運動。

太陽系內生命帶上的行星－火星

比地球距離太陽的平均距離還遠8,000萬公里的火星，因地表土壤含有大量氧化鐵等物質而被稱為「紅色行星」。火星質量約為0.1075個地球質量，直徑約是0.53倍的地球直徑，自轉一圈為24小時37分，以每秒24.13公里的速度繞行太陽，其赤道面與繞行太陽公轉的軌道面呈24度的夾角，擁有約地球一半厚度的大氣層，春夏秋冬四季分明，表面溫度在攝

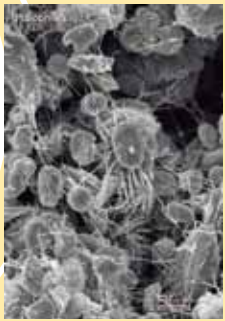


圖1. 產生甲烷的微生物（取材自Maryland Astrobiology Consortium, NASA, and STScl）

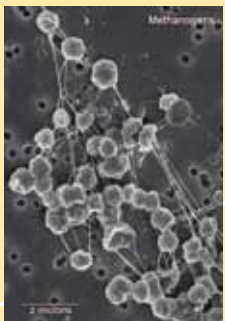


圖2. 適鹽存活的微生物（取材自Maryland Astrobiology Consortium, NASA, and STScl）

氏零下120度至攝氏25度之間，可能曾經存在大量的水。這些環境條件和地球頗為相近，而且又鄰近地球，所以常被認為曾有生物存活過。但因火星上已沒有地殼的板塊運動，也沒有火山的活動跡象，且其地函內部岩漿的流動似乎也停了，僅在局部被量測到微弱的地磁，而其大氣層中約95.32%為二氧化碳，這種跡象又呈現出它是個寂靜的世界。

依據影像顯示，大約在34億年前，火星上可能存在湖泊，今日雖已乾枯但仍有水存在。火星表面目前雖然相當乾燥，但是證據顯示其表面多達三分之一曾被海洋覆蓋。

已知火星上有水冰及在攝氏零下120度由二氧化碳所形成的乾冰。圖1是產生甲烷的生物，圖2是適鹽生物的顯微鏡照片。許多星球生物學家認為這些生物可能可以在火星地表存活。換言之，火星可能是一處適宜耐嚴厲條件的微生物存活之地。

木星的衛星

木衛1：伊奧

伽利略於1610年發現4顆木星的衛星通稱為伽利略衛星，它們分別是伊奧（IO，木衛1）、甘尼米德（Ganymede，木衛3）、卡利斯多（Callisto，木衛4）和歐羅巴（Europa，木衛2），環繞著木星

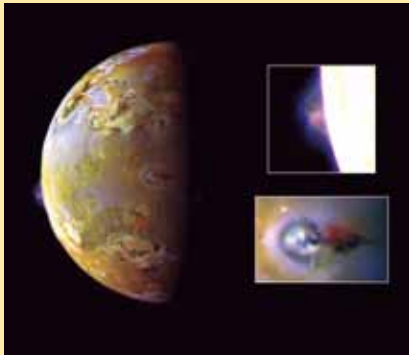
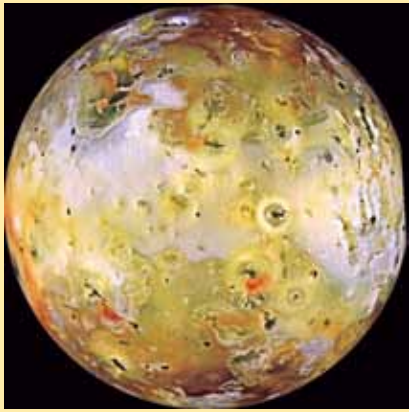


圖3-1與3-2. 近觀伊奧地表密布的活火山景觀（取材自Galileo Project, JPL, NASA）

旋轉。這4顆如行星般大小的木星衛星，常被稱為「伽利略衛星」。伊奧是最接近木星的衛星，其體積大小略大於月球。伊奧與木星距離的變化而產生驚人的潮汐力作用，使伊奧的固態表面形成大於100公尺的落差（相較於地球僅有18公尺液態水的落差），其地表密布的活火山景觀引起科學家的重視（圖3-1、3-2）。這股潮汐力的「起泵」作用也使伊奧內部產生大量的熱，再藉由地表的火山口讓岩漿傾瀉而出，故其地表多處常保持著液態狀況。SO₂是伊奧的稀薄大氣中最主要的成份。

木衛2：歐羅巴

歐羅巴（Europa，木衛2）是伽利略衛星中接近木星次遠的衛星。歐羅巴的地表呈現冰裂景觀，它的密度僅為3克/立方公分，如此小的密度使科學家懷疑其地殼下有水的存在，據科學家的猜測在其5公里厚的地殼下，可能有一個50公里厚的海洋存在，海水甚至會滲出地表使得歐羅巴表面處處可見冰裂的地

形（圖4），這也使得星體生物學家們不得不對於歐羅巴內部有否生物存在，極感興趣。

木衛3：甘尼米德

直徑達5,262公里的甘尼米德（Ganymede，木衛3）是伽利略衛星中最大的衛星，也是整個太陽系中最大的衛星。甘尼米德的組成絕大部分是由岩質核心、水（冰）的地幔和冰層與岩塊形成的地殼。由於它僅為1.94克/立方公分的低密度，暗示著岩質核心可能超過該衛星直徑的50%。

甘尼米德大氣層最主要的組成是氧，亦可偵測到稀薄的氧氣層和比地球小的臭氧層，這讓人聯想到它的內部可能還相當溫暖。甘尼米德冰凍的表層似乎保留著過往的歷史，就如圖5的連串坑洞，有可能是彗星路過木星周圍時其碎片撞到甘尼米德冰凍的表層所留下的遺跡。若彗星帶有生命所需的元素和水分，星體生物學家們不得不懷疑甘尼米德上可能也有生物的存在。



圖5. 甘尼米德冰凍表層被彗星撞擊出的坑洞（取材自Galileo Project, Brown University, JPL, NASA）

木衛4：卡利斯多

大小和水星相當的卡利斯多（Callisto，木衛4）是伽利略衛星中次大的衛星，它的內部可能和甘尼米德很類似。它的密度僅為1.86克/立方公分，再加上卡利斯多的火山或隕石坑等地形，以及地表黯淡和坑洞冰濁（圖6），顯示出其年齡已老。因為隕石、彗星的撞擊和殘留，使得地表上的冰呈現混濁不清與黯淡。如此的奇特景觀，同樣引起科學家懷疑：既有生命所需元素和水分的彗星碎片留下的遺跡是否曾有生物存在過。（待續）

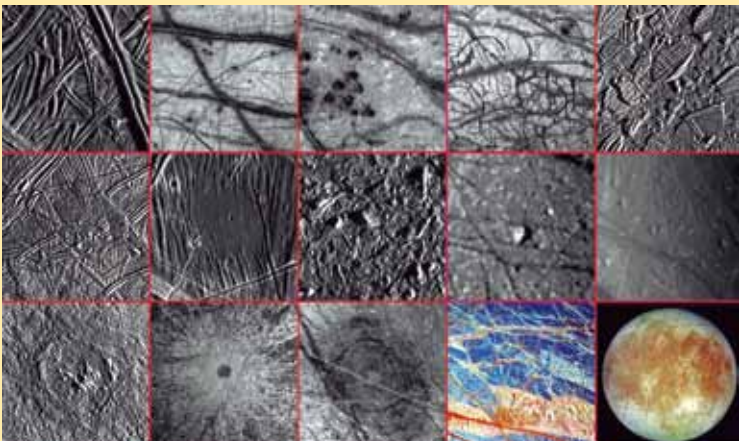


圖4. 歐羅巴的冰裂形表面（取材自Galileo Project, JPL, NASA）



圖6. 卡利斯多的火山和由隕石坑形成的冰濁坑洞（取材自Voyage Project, JPL, NASA）