

目錄

自序 P6

第一章 太陽系基礎篇

太陽系有什麼？	P10
一切從一顆恆星的死亡開始	P16
比較八大行星	P21
太陽系的外面	P28

第二章 太陽

製造能量的太陽	P36
比太陽表面更熱的大氣層	P39
我們住在太陽中	P44
太陽多面睇	P48
撞向太陽	P53

第三章 水星

最接近太陽的水源	P58
水星蜘蛛	P61
持續萎縮的水星	P66
長命 300 歲，每天有兩次生日	P69

第四章 金星

美麗的地獄	P74
太陽從西邊升起	P78
金星的位相變化	P80

第五章 地球

掘穿地球	P86
孕育生命的地球	P90
隕石撞地球	P93
美麗的范艾倫帶	P97
珍貴元素處處見	P100
在月亮上看地球	P103
超級月亮	P107

第六章 火星

神秘的火星	P112
變化多端的地貌	P116
崇山峻嶺	P121
雄偉峽谷	P125
火星「月亮」之最	P129

第七章 木星

消失中的大紅斑？	P136
進擊之木星	P140
伽利略衛星	P146
太陽系最大海洋	P150
守護地球	P153
光環處處	P157

第八章 土星

六角形風暴	P162
一大片土星環？	P165
充滿活力的光環	P168
土星環「消失」	P172
解開「月亮」謎團	P175
降落泰坦	P182

第九章 天王星

孤獨的行星	P188
偽色天王星	P192

第十章 海王星

冰冷、大風的世界	P198
哈密瓜地形	P203

第十一章 矮行星

降格矮行星	P210
深紅色的雪	P214
看誰轉得快	P218
盤點矮行星	P222
海洋女神賽德娜	P227

第十二章 太陽系小天體

本世紀大彗星	P234
降落彗星	P239
奇形怪狀的小行星	P243
來自宇宙深處的……	P246

附錄 1 太陽系問與答	P249
附錄 2 航天探測器列表	P258

延伸閱讀	P261
------	------



03



03

第三章

水星

星體	行星
距太陽軌道半長軸	57,909,227 千米
平均赤道半徑	2,439.7 千米 (0.3825 × 地球半徑)
體積	6.0827×10^{10} 立方千米 (0.054 個地球)
質量	3.3010×10^{23} 千克
密度	每立方厘米 5.427 克
表面面積	74,797,000 平方千米
赤道表面引力	3.7 米每二次方秒
逃逸速度	每小時 15,300 千米
自轉週期	58.646 地球日
公轉週期	0.2408 地球年
軌道平均速度	每小時 170,503 千米
軌道偏心率	0.20563593
軌道傾斜度	7 度
赤道與軌道傾斜度	0 度
表面溫度	攝氏零下 173 度至攝氏 427 度
主要成分	沒有
月球數量	沒有
光環	沒有

最接近太陽的水源



水是生物生存的其中一個基本條件，對生物十分重要。部分生物化學反應亦需要水才能進行，例如植物的光合作用、動物的血液流動（blood circulation）等。所以，天文學家都希望能在宇宙中找到水源，因為有水源的地方，就意味那裡有利生物生存。

數十年前，很多人都以為在宇宙中，很少地方有水的存在。但隨著科技進步，探測器能夠到達太陽系各處，在探測過程中，天文學家發現原來液態水在太陽系是很常見的物質，因為只要溫度合適，又有水分子的存在，就會有液態水。

太陽系裡有水的行星，除了地球外，你或會想到水星（Mercury）。但取其名為水星，並非因它有豐富的水資源。在古希臘神話中，赫密士（Hermes，羅馬神話中被稱為 Mercury）穿著一雙有翼的鞋，令他行動飛快，並且能夠穿越冥界，於是便為諸神傳送消息。由於水星在觀測上是運行最快的行星，因而命名為 Mercury。而在中國的「五行」學說中，黑色表示水，水星因呈灰色，所以命名為「水星」，亦非與水有關。

水星是最接近太陽的行星，所以面向太陽的一面非常熱，溫度可達攝氏 430 度。但由於水星的質量小，只是地球的二十分之一，所以它的萬有引力十分小，只能吸引很薄的大氣層。這稀薄的大氣層令水星表面不能保存熱力，所以晚上的溫度低至攝氏零下 170 度。水星真的是冰火兩重天，不是熱熟了，就是凍死了。

水星這麼接近太陽，它的表面是否有水的存在？我們從小便知道，水在攝氏 0 度以下會結冰，而在攝氏 100 度以上則會變成水蒸氣。水星一面的溫度十分高，而另一面又十分低，表面若有液態的水，也早就被蒸發掉。此外，水星的萬有引力太小，吸引其他物體的特性十分低。因此，即使水星有水，也很容易逃脫到宇宙去。

但是，2008 年 7 月 3 日，探測水星的信使號（MESSENGER）（圖 3.1）的科學家團隊宣佈，信使號的探測器發現水星的外大氣層有大量的水，科學家暫時仍未知道真正的成因。2014 年，信使號更成功利用儀器觀測及拍攝到在水星北極極地、終年不見陽光的隕石坑（impact crater），發現內裡存有含碳的有機化合物及水冰（圖 3.2）。¹



圖 3.1 畫家筆下的信使號

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

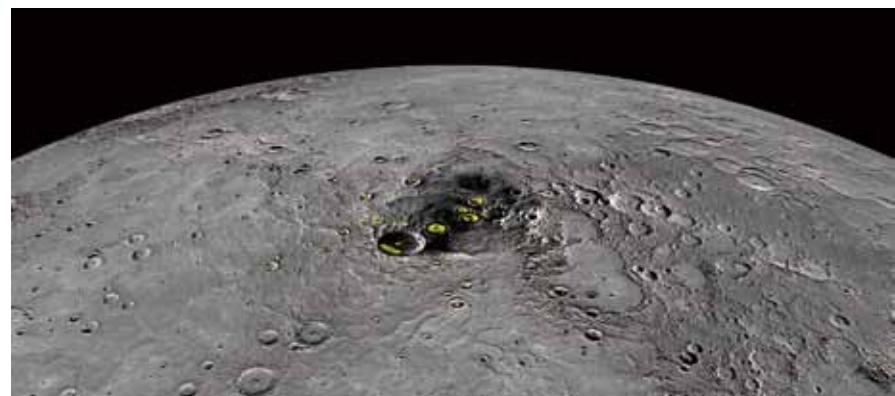


圖 3.2 信使號利用雷達及攝影儀器確認水星北極的多個隕石坑內，有水冰存在（圖中黃色部分）。

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington



科學家透過信使號拍攝到的圖片研究水星北極的隕石坑（圖3.3）。這個隕石坑內部直徑約長113千米。科學家原本認為這些水冰是數十億年前形成的，但當與附近的隕石坑的影像作研究及比較後，發現部分水冰下存有一些黑色的有機物質，而水冰和有機物質有明顯的分界。這令科學家有些意外，因為這些分界顯示，這些水冰在水星的隕石坑內十分年輕，相信水冰並非46億年前，水星形成的時候已經存在，而是水星形成之後才形成的。

自從有此發現後，我們了解到水星真的名副其實，是一個有「水」的星球。

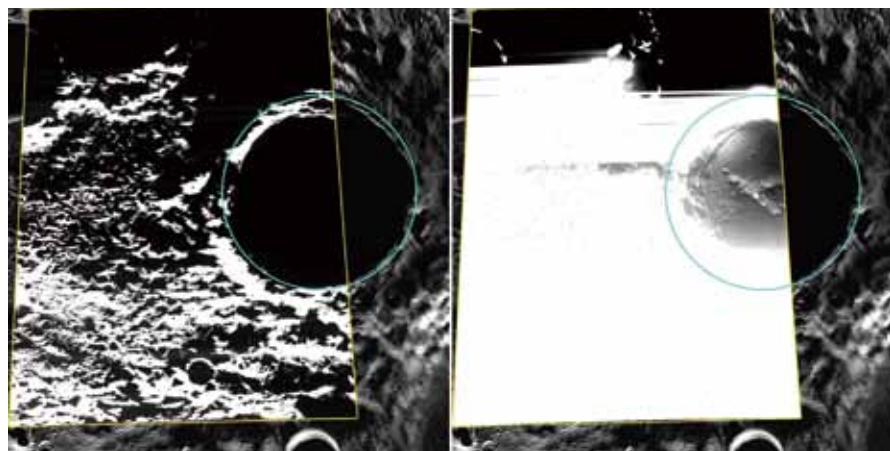


圖3.3 水星北極的其中一個隕石坑，信使號利用廣角照相機拍攝左方的圖片，並用黃色方格包圍著，再用另一部儀器同時拍攝黃色方格外的影像，再調較光暗度便可以清楚看到隕石坑內的地面表層影像存在水冰（右圖藍色圈的左方）。

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

小總結

水星的北極隕石坑內有水分。

註：

1. 宇宙有很多不同的冰，可以是由不同氣體冷卻而成的冰，例如乾冰是二氧化碳的冰，水冰是由水形成的冰。

水星蜘蛛



太陽系內有很多流星物質，例如細小的冰塊、石塊和塵粒，它們經常撞向不同的星體，在星體表面形成大大小小的隕石坑。水星雖然細小，但卻有一個很大的隕石坑，稱為卡洛里盆地（Caloris Basin），是現時太陽系內最大的撞擊隕石坑之一。

1974年，海員10號（Mariner 10）經過水星時，發現卡洛里盆地。「Caloris」是拉丁語，是「熱」的意思，因為當水星接近太陽時，卡洛里盆地總是被太陽直接照射著。

大約40億年前，水星受到大量小行星撞擊，出現大大小小的隕石坑。在這個時期，水星上大量的火山活動令一些隕石坑的盆地都被岩漿覆蓋，岩漿冷卻後，覆蓋了隕石坑，形成平原。¹海員10號和信使號在探測水星時都曾拍攝卡洛里盆地。但在海員10號經過水星時，未能拍攝整個卡洛里盆地（圖3.4中黃色圈所示），於是研究員估計其直徑為1,300千米。後來，信使號在探測水星時拍攝到整個盆地，才發現整個盆地的直徑長達1,550千米（圖3.4中藍色圈所示）。信使號亦利用儀器為卡洛里盆地拍攝了增色圖（圖3.5），科學家根據地表物質的特性，估計相片中橙色部分，是形成卡洛里盆地時，地表受撞擊並滿佈岩漿的地方。隕石坑內的一些小隕石坑是後期被其他小行星撞擊盆地而形成的，圖3.5中以藍色顯示的是岩漿下方露出來的較暗的、反射陽光較弱的物質，相信是盆地下原有的物質。科學家分析數據後，相信岩漿當時深約2.5至3.5千米。

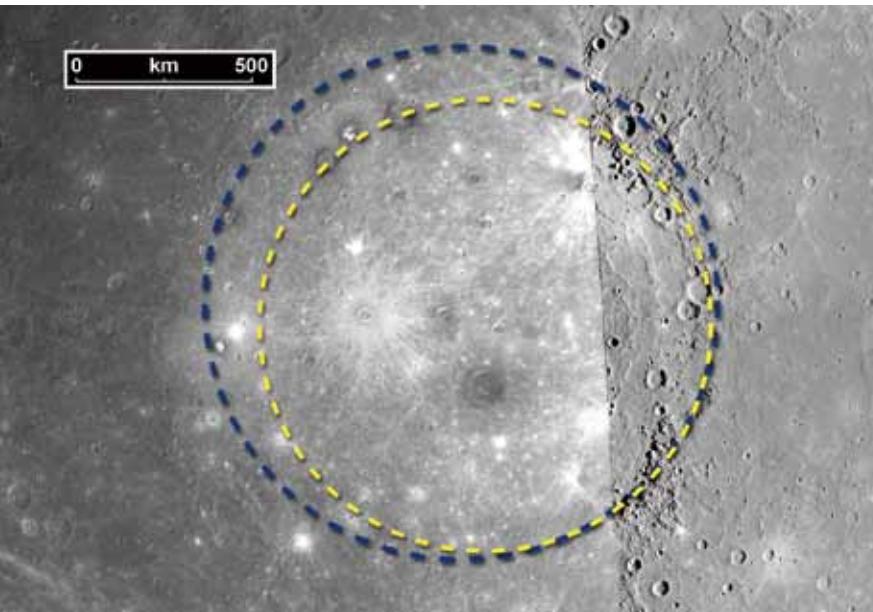


圖 3.4 卡洛里盆地的大小推測圖

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/Brown University

信使號能夠拍攝到數十億年前在水星形成的隕石坑，全因水星稀薄的大氣層和風化現象的特性使流星物質直接撞擊水星並在表面保留隕石坑。在地球，這些流星物質難以撞擊地球表面，因為地球有厚厚的大氣層保護，當有流星物質撞擊時，它們會在大氣層燃燒、發光，並消失。但是，水星並沒有厚厚的大氣層，也不像地球有風化（weathering）等侵蝕現象，所以，隕石坑就像被水星記錄下來一樣，保存得相當完整。

在水星形成的隕石坑大多是鏈狀的次級隕石坑（圖 3.6），所謂次級隕石坑，是隕石撞擊地表後，彈起物質再撞擊表面。從圖中可見，次級隕石坑在水星形成一列列連續的隕石坑。科學家從分析撞擊角



圖 3.5 卡洛里盆地增色圖

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

度、隕石坑四周形態，發現這些連續的隕石坑不可能是由多枚隕石所造成。近年，研究等離子體及電力的物理學家認為，這些隕石坑是因為撞擊後，地表向某方向出現閃電，² 隕石撞起的物質出現短暫的帶電情況，並引導撞擊物向同一方向前進，形成這些連串的隕石坑形態。但真正答案，仍有待研究。

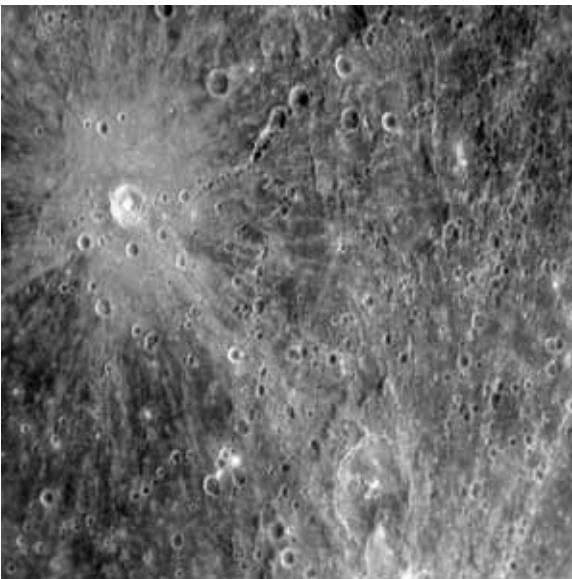


圖 3.6 水星其中一個隕石坑

Image Courtesy of NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

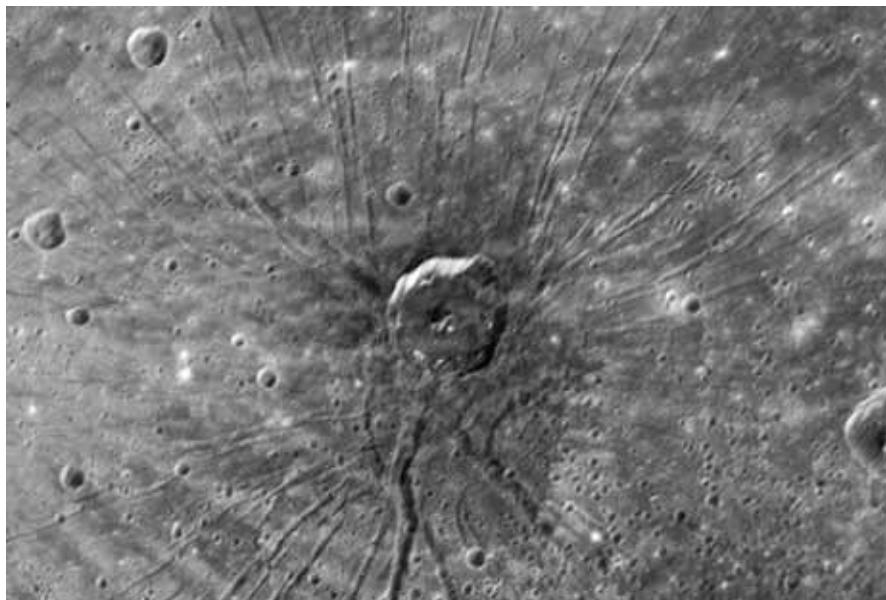


圖 3.7 水星蜘蛛

Image Courtesy of MESSENGER, NASA, JHU APL, CIW

水星有很多獨特的隕石坑，2008 年 1 月 14 日，信使號首次接近水星後 2 星期，在距離水星 200 公里遠拍攝了一幅被科學家名為「水星蜘蛛」的相片（圖 3.7）。這個隕石坑從中央向外擴散，出現了超過 50 條裂紋。

水星蜘蛛使科學家非常迷惑，他們還未能夠研究出這個圖案形成的原因。

小總結

水星有很多獨特的隕石坑，除了有一個太陽系內最大的撞擊隕石坑之一的卡洛里盆地，亦有一個有超過 50 條輻射紋的「水星蜘蛛」隕石坑。

註：

1. 天文學家根據驗證隕石坑的數目，以及他們知道大型撞擊主要是在太陽系形成初期發生，從而推斷隕石坑的撞擊時間。
2. 物質內的電子受到能量激發，當電子把多出的能量釋放，便會出現發光的現象。