

臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI
SKYLIGHT
NO.96 2020.07
ISSN:1727-0022



2020 臺灣日環食攝影專輯

星際天體與它們的產地
火星任務 Keep Going

近地天體獵人「疫」如既往的巡邏天空
星宿的乍現
哥白尼坑

日環食影像處理 & 日食觀測分享
雙筒望遠鏡觀天—觀測人造衛星

臺北星空



6月21日全臺瘋日食，不只位於環食帶上的雲林、嘉義聚集大批追日族，偏食帶內的臺北天文館，當天也湧入上萬民衆一起觀看日食。本期「美星映像館」製作了「臺灣日環食專輯」，翔實紀錄各地拍攝的珍貴日食影像，讓讀者一飽眼福！今年另一個重要天象為10月14日的「火星衝」，屆時地球與火星間距離最近，也是觀察與探測火星的最佳時機；想瞭解火星太空計畫的讀者，千萬不可錯過本期兩篇關於火星任務的精彩專文！

【封面圖說】

2020雲林日環食 王志信

時間：2020/6/21

地點：雲林縣四湖鄉

儀器：光球組:PENTAX 125SDP 1.4倍延焦、NIKON 810A

色球組:LUNT 60PT +IMAGINGESOURCE DMK51

TAKAHASHI EM400赤道儀

說明：上:色球層日珥相下的環食與月面邊緣陰影圖

中:日環食色球層全盤面紀錄

下:光球層全盤面紀錄(光度反應現時雲量與仰角減光)

Contents

02 天象與新知 李瑾、許晉翊

03 天文新聞追蹤報導

近地天體獵人「疫」如既往的巡邏天空 林建爭

07 天文展品導覽

黃道十二星座 胡佳伶

24 謎樣星宿

星座的變遷（上篇）—星宿的乍現 歐陽亮

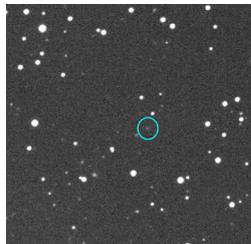
30 天文觀測教室-4

觀測人造衛星 陶蕃麟

34 天體映象

一塵不染的恆星育嬰房 虞景翔

36 天文Q&A 許晉翊



刊名：臺北星空期刊

統一編號：2008700083

中華民國八十七年十月一日創刊

中華民國一百零九年七月一日出版

刊期頻率：雙月刊

本刊刊載於臺北天文館網站，

網址 <https://www.tam.gov.taipei/>

發行人 陳岸立

發行情員 王錦雄、陳俊良

林琦峯、石中達

林學毅、李嘉芸

林修美、林坤蓉

編審委員 陶蕃麟、葛必揚

許錫鑫、計修邦

胡憲華、李秀鑾

臺北星空

臺北天文館期刊

本刊歡迎各界人士投稿並提出指教。

本刊對來稿有刪改權，如作者不願稿件被刪改，請註明。

文稿請自行影印留底，投稿文字、圖表、圖片與照片，均不退件。

文章一經採用，將刊登於天文館網站。並請同意授權全本刊登於政府出版品相關宣傳網站，如「臺北市政府出版品主題網」、「國家圖書館—臺灣期刊論文索引系統」。

投稿「美星映像館」，請提供相關攝影資料，系列照片三張以下每張以單張計價，三張以上不論張數均以三張計價。

本刊文字及圖片，未經同意，不得轉載。

文章內容所採用的圖片及文字，如係引自他處，請先行取得原作者及出版社同意後使用；本刊不負責有關著作權爭議之訴訟。如係譯稿，請附加原文並註明來源，並先取得同意權。

來稿請寄：

臺北市立天文科學教育館 研究組
臺北市士林區基河路363號

歡迎以電子郵件投稿

E-mail address :
tam.fb99@gmail.com

1999市民熱線，24小時日夜服務

本期專文

10 星際天體與它們的產地 林省文

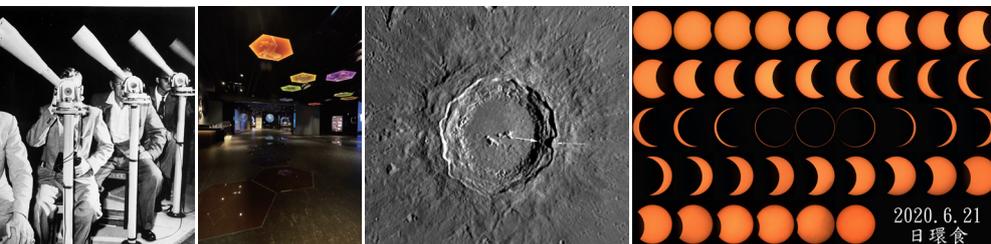
14 火星任務 Keep Going 簡正忠

20 登上火星有什麼難？ 趙瑞青

**37 談古說今論月球
哥白尼坑** 鮑國全

**43 天文攝影實戰教學/EASY拍星空 22
日環食影像處理&日食觀測分享** 吳昆臻

**50 宇宙天體攝影
美星映像館/臺灣日環食專輯(上)** 吳昆臻



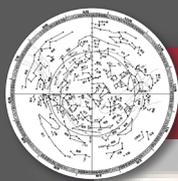
總編輯 吳志剛
編輯 劉愷俐、張桂蘭
李瑾、許晉翊
吳昆臻

美術編輯 劉愷俐、莊郁婷
邱軾鳳

封面設計 劉愷俐

出版機關 臺北市立天文科學教育館
地址 臺北市士林區基河路363號
電話 (02)2831-4551
傳真 (02)2831-4405
網址 <https://www.tam.gov.taipei/>

中華民國行政院新聞局出版事業登記證
局版北字第2466號



七、八月重要天象

夏季就是銀河的季節，也能見到明亮的夏季大三角綻放於天際之間，值得喜好天文攝影的朋友到山上或海邊留下美景。

這個夏季也是行星與流星的季節，首先登場的是7月的木星衝與土星衝，兩顆明亮的行星相隔僅一星期發生衝，因此在天空的位置相當接近而耀眼。金星則在7月初達到最大亮度，只不過這次為天亮前出現於東方天空，要早點起床才看得到！八月重點則是英仙座流星雨極大期，極大期為下弦月，因此上半夜觀測條件較好。

7/1~18 金星最大亮度，-4.7等。

7/14 木星衝 15h58m，視亮度-2.8等。

7/21 土星衝 6h28m，視亮度0.1等。

7/22 水星西大距 3h12m，日距角20.1度，視亮度0.1等。

7/29 寶瓶座δ南流星雨極大期，ZHR~25。

8/9 火星合月 16h0m，火星在月球北0.75度。

推薦

8/12 英仙座流星雨極大期，ZHR~100。

8/13 金星西大距 8h14m，日距角45.8度，視亮度-4.4等。

8/28 穀神星衝 20h8m，視亮度7.7等。

天文新知

天文學家發現迄今為止最強的超新星爆炸

TESS發現有熱木星與熱海王星共同存在的恆星系統

恆星在黑洞旁的舞蹈證實了廣義相對論

在哈伯太空望遠鏡的視野內消失的系外行星

首次在銀河系中探測到快速電波爆發

互繞的超大質量黑洞檢驗黑洞無毛定律

發現最近的黑洞，距離1000光年！

天文學家用新理論重新描述了伽利略衛星的形成

科學家在隕石碎片中發現了太陽系初期的流體痕跡

冥王星的大氣層正在瓦解

宇宙最早的物質可能潛藏於中子星的核心

新視野號進行有史以來最大視差基線的視差實驗

已經確認半人馬座比鄰星c的存在

銀河系中也許有至少36個外星高等智慧文明存在

天文學家發現迄今最年輕的磁星

文/ 林建爭

新冠肺炎疫情的影響，世界各地幾百座大型天文臺也被迫停止運作幾週，有人不免擔心，這會讓我們錯失提前預警小行星或近地天體撞擊地球的時機嗎？



疫 近地天體獵人

如既往的巡邏天空

截至2018年1月為止，NASA的NEO觀測計劃支持小行星搜索團隊，20年來發現的所有已知的小行星。追蹤近地天體二十年 動畫 <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7194>

2020年全球受到新冠肺炎（COVID-19，俗稱武漢肺炎）的影響，許多國家紛紛採取了居家隔離的措施來減少人口流動，餐廳及商場都僅提供外帶，此外，世界各地幾百座大型天文臺也被迫停止運作幾週以避免病毒持續擴散。有些人因此擔心天文臺的關閉，會讓我們錯失提前預警小行星或近地天體（near-Earth Objects, 簡稱NEOs）撞擊地球的時機，畢竟這些天體接近地球時並不會被病毒感染而改變方向。實際上大家不需要過度擔心NEOs撞地球，至少他們撞地球的機率並沒有因此提高，另外雖然大型天文臺都因疫情關閉，泛星及其他相關搜尋近地天體的巡天計畫一如既往的巡邏天空，持續監測

對地球有潛在危害的小行星。

搜尋NEOs的計畫其實早已展開，美國國會於1994年就指示國家太空總署（NASA）制定計劃，尋找直徑大於一公里的近地天體，將其分類並進一步分析特徵。1998年，NASA根據國會的指示建立了尋找近地天體計劃，該計畫預定在10年內發現至少90%的一公里大小的小行星，NASA已於2010年完成了這項任務。不過2005年時，美國國會再次指示NASA在2020年底之前找到至少90%的140公尺大小或對地球威脅更大的近地天體，並要求NASA分析各種方案來轉移地球被小行星撞擊的風險；當前的美國太空政策鼓勵NASA與其他機構和商

業夥伴合作，偵測、追蹤、分類、分析並鑑定可能富含資源的近地天體，以減少因意外撞擊地球而對人類造成傷害的風險。

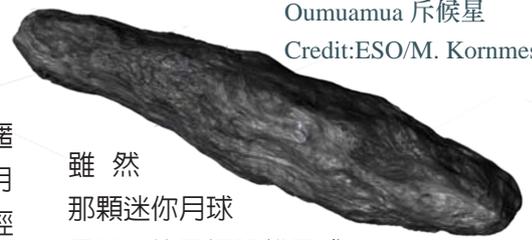
目前正在執行搜尋近地天體的計畫主要有三項：一、夏威夷州的泛星一、二計畫（Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System，簡稱Pan-STARRS，如圖1），其中臺灣中央大學參與泛星一計畫。二、亞利桑那州的卡塔利娜巡天計畫（Catalina Sky Survey，簡稱CSS，如圖2）。三、NASA的廣角紅外太空望遠鏡（Wide-field Infrared Survey Explorer，簡稱WISE，圖3）。這三個項目都不受疫情影響持續上工偵測近地

天體，保衛地球中。

泛星計畫的主持人Kenneth Chambers博士表示：「我們承擔著一份相當重要任務，此工作是由NASA所資助，旨在保護地球免受小行星撞擊。在確保團隊成員健康及安全的前提下，我們會竭盡所能地繼續執行此任務。」泛星一和泛星二位在夏威夷毛伊島Haleakalā山上，分別由兩座口徑1.8公尺的中型望遠鏡組成（圖1）。這兩座望遠鏡配上目前世界上最大的數位相機（1.4億像素，大約是120支iphoneX相機的總和），每晚不停的巡邏天空拍攝，研究人員們嘗試著從成對的影像中找出黯淡且移動的星體，並與現有的目錄比較是否有尚未發現的小行

星。泛星一曾於2017年發現第一個從太陽系外來訪的天體Oumuamua（斥候星，臺語暱稱黑麻麻），此星於2018年5月經過木星軌道，於2019年1月經過土星軌道，目前正離開太陽系往飛馬座方向飛去。

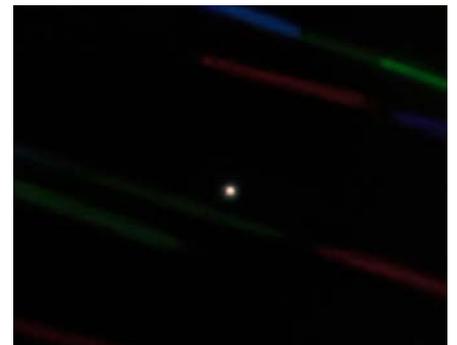
卡塔利娜計畫與泛星計畫的工作原理類似。它在亞利桑那州南部的萊蒙山（Mount Lemmon）由三座望遠鏡組成，其中兩座望遠鏡負責探測未知的小行星，另外一座用於追蹤新發現的星體。無論是哪個晚上，只要天氣條件能夠觀測，該計畫都有機會偵測到新的近地天體。有時候一晚上甚至能發現數十個，而在今年二月，該計畫還發現地球曾經擁有過一顆新的迷你月球2020 CD₃，



Oumuamua 斥候星
Credit:ESO/M. Kormmesser

雖然那顆迷你月球最近可能已經脫離月球軌道消失了。

探測潛在近地天體只是第一步，後續追蹤也是極為重要的一部分。如果收集的資料點不



雙子星天文臺拍攝到的臨時迷你月球2020 CD₃

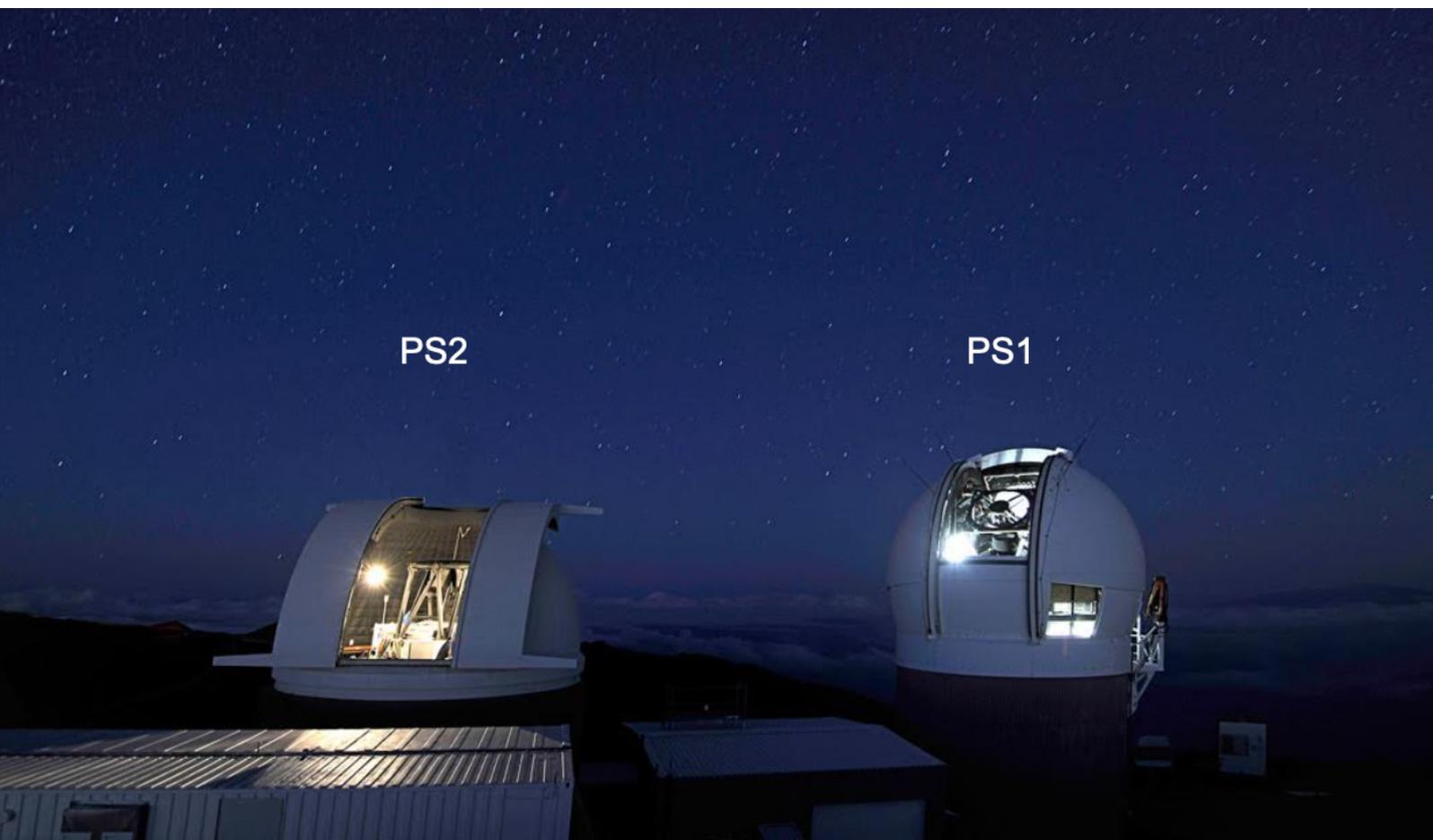


圖1. 泛星巡天計畫由兩座口徑1.8公尺的望遠鏡組成，位於夏威夷毛伊島。© Pan-STARRS team



圖2. 卡塔利娜巡天計畫由三座口徑分別為1.5、1.0、0.7公尺的望遠鏡組成，位於亞利桑那聖卡塔利娜山脈中的萊蒙山。© CSS Team

夠多，也就無法描述近地天體的運動軌跡、大小與組成，實際上新發現的近地天體中，大約只有三分之一被確認。卡塔利娜計畫的主持人Eric Christensen博士表示：「每個疑似近地天體都必須被視為潛在撞擊地球的星體，直到追蹤後的軌道可以排除撞擊為止。」一般來說，天文學家會將新的近地天體資料上傳到小行星中心（Minor Planet Center），接著全球有興趣的觀測者會進行追蹤觀測，以填補這些星體的運動軌跡。在過去，研究人員能夠追蹤這些近地天體，甚至追蹤到它們被地球大氣燒毀分裂，有時還能追蹤到掉落至地面的隕石。

然而，今年三月以後情況有所改變，由於肺炎流行於全球，在大多數的望遠鏡被迫關閉

下，用於確認及追蹤觀測更多資料的儀器也相對減少。例如，過去長期協助追蹤小行星的拉斯坎伯雷斯天文臺全球聯測網（Las Cumbres Observatory Global Network，簡稱LCOGT），雖然在全球有許多小望遠鏡，但由於部分山區被迫關閉，目前僅能使用少部分望遠鏡追蹤新發現的小行星。泛星及卡塔利娜兩個巡天計畫也因此得自己追蹤新發現的近地天體，在各大望遠鏡關閉的這幾週，他們不得不更頻繁的重複觀測某些天區，而這些重複觀測的工作，削弱了這兩個計畫主要用來發現新的近地天體的功能。

卡塔利娜計畫的Christensen博士說：「在亞利桑那州、智利還有其他地方，有許多科學產量

不少的觀測站不得不關站，使得我們原先的探測計畫負擔了更多工作。」泛星計畫的Chambers博士對此也表示認同，他說：「我們正在調整觀測策略，以進行自我追蹤觀測；這表示我們能發現的近地天體數量會減少，有些在正常情況下會被我們偵測到的近地天體有可能因此而錯失。」Chambers博士進一步表示，雖然這些計畫持續運作，然而因為各國實施保持社交距離的政策，所以維護設備的工作基本上也是停工狀態，目前泛星望遠鏡只能在設備正常的情况下繼續運作，一旦儀器失常或是人員遭遇感染，泛星計畫的觀測也會暫停，為此我們的團隊不能超過兩人同時進入同一棟建築，另一方面為了保護我們的成員或儀器，



圖3、藝術家筆下的WISE太空望遠鏡。
© NASA

我們也做好隨時停工的準備。

實際上近地天體撞擊地球的機會不太高，即便是只有三四十公尺大的流星體約幾個世紀才會接近地球一次，此外，由於地球百分之七十被海水包覆，近地天體會撞上大城市造成災難的機會是相當低的。上一次有較詳細記錄的類似事件是發生在1908年俄羅斯的西伯利亞通古斯（Tunguska），有顆大小約50公尺，時速約5萬公里的流星體進入地球大氣，跟大氣摩擦加熱到數萬度，最後在距地表面約10公里處爆炸，據估計這次的爆炸能量約200枚廣島原子彈，夷平了地上約兩千多平方公里的樹木，所幸傷亡人數不多。在這次事件中，通古斯由於地廣人稀躲過了流星體爆炸產生的劫難，然而俄羅斯的車里雅賓斯克（Chelyabinsk）就沒那麼幸運，2013年一塊約房子大小的流星體在該城市上方爆炸，強大的衝擊波炸毀了無數的窗戶，碎裂的玻璃或其他碎屑造成了一千多人受傷。另外就在去年，有一顆被稱為2019OK的近地天體，就令人

捏一把冷汗的從地球與月球之間經過，在這之前，天文學家們竟然都沒有注意到。

地球註定會被小行星擊中，只是或大或小或遲或早的問題而已，這也是天文學家認為即使在全球流行疫情期間，也要努力不

懈地從繁星點點的天空中揪出對我們地球有危害的天體，慶幸的是，人類目前只要面對一個全球危機還不需要擔心外太空的星體威脅。

林建爭：美國夏威夷大學天文研究所 泛星計畫博士後研究員

YouTube相關影片：



近地天體與保護地球介紹

<https://www.youtube.com/watch?v=h-eOIkWOekY>



泛星計畫公開最大的巡天資料庫

<https://www.youtube.com/watch?v=xxmsi8r1yTg>



車里雅賓斯克遭受流星體衝擊波紀錄

<https://www.youtube.com/watch?v=dpmXyJrs7iU>

文/ 胡佳伶

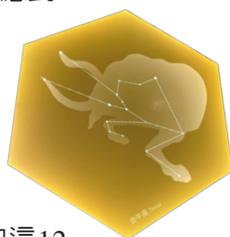
一踏進展示場，你可能會發現頭頂有著五顏六色的六角形圖案，數數看總共有多少個呢？這些絢爛的六角形，是我們生日所對應到的十二星座，但為什麼有13個六角形呢？原來還有另外一個是與北極星有關的大熊座和小熊座。

黃道十二星座



天上的星座當然不只你頭頂上看到的這14個，全天的星座數量共有88個，但為什麼我們的生日星座卻只有12個呢？這就跟太陽在天空中走的路徑——也稱為「黃道」——有關了！生日星座的「黃道十二宮」起源於三千年前的古巴比倫占星術，當時把一圈360度的黃道畫分成12等分，每一個宮各有30度，並選擇了黃道附近的星座，將這12宮命名為白羊宮、金牛宮、雙子宮、巨蟹宮、獅子宮、處女宮（對應到的星座為室女座）、天秤宮、天蠍宮、射手宮

（對應到的星座為人馬座）、摩羯宮、水瓶宮（對應到的星座為寶瓶座）、雙魚宮。因此當地球繞太陽運行時，太陽看起來好像出現在這12宮之中。要特別注意的是在占星學中有部分星座的名稱與天文學並不相同，像是處女宮對應到室女座，射手宮對應到人馬座，水瓶宮對應到寶瓶座，也有人稱為牡羊宮的白羊宮在天文學中是白羊座。

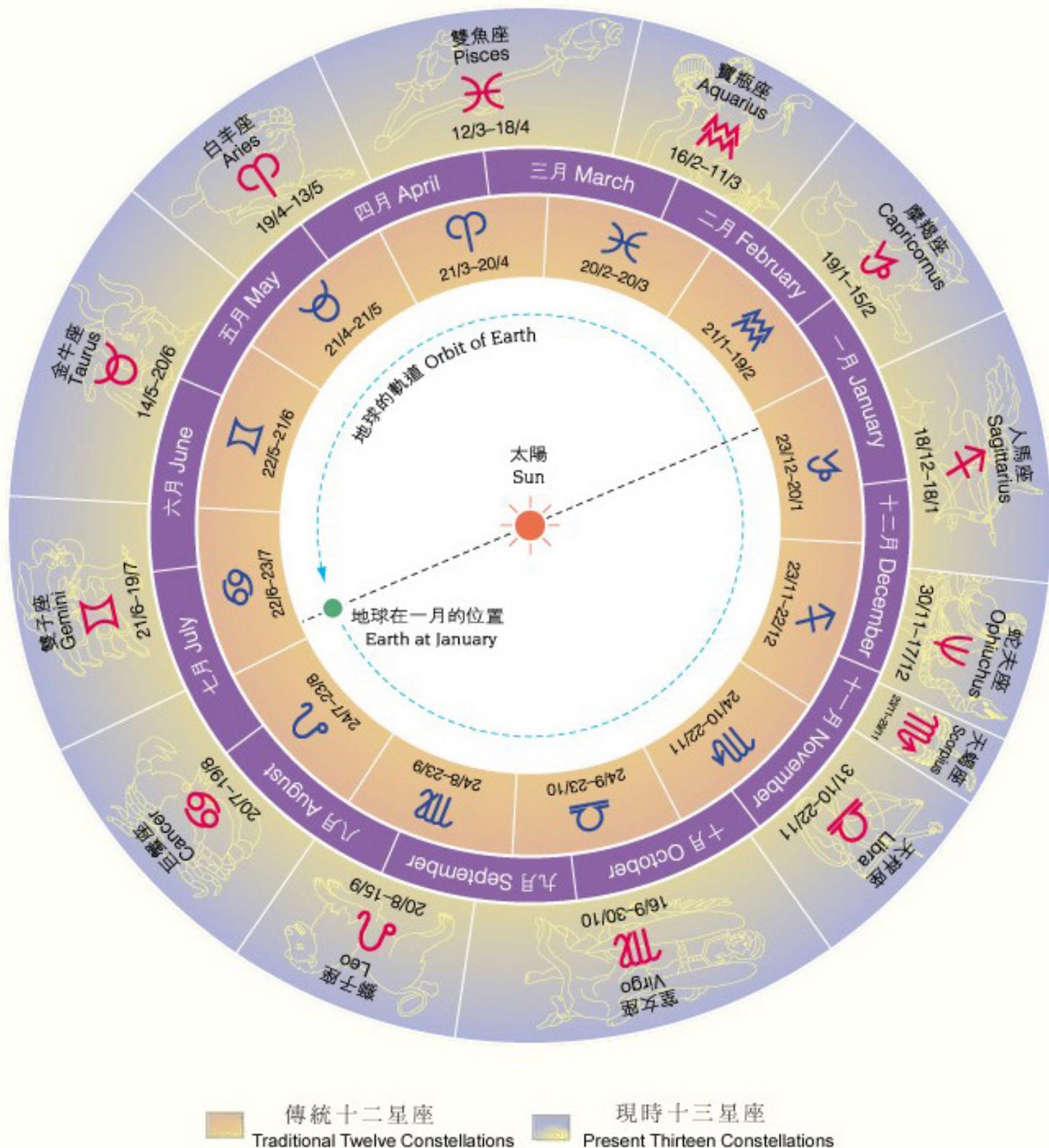


在展示場中的這12個星座也大致依序排列成一圈，而與北極星有關的大熊座和小熊

座就位在這一圈的中央。但熟悉星座的朋友可能會發現，這12星座的排列方向與真實的星空相反，為什麼會這樣呢？在這裡先賣個關子，靜待下期分曉囉！

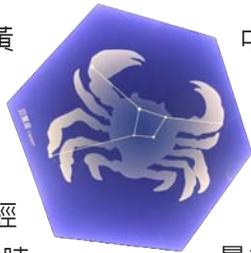


你可能有聽過，黃道上其實有第13個星座。沒有錯，其實在巴比倫的古老文化中，黃道上的確有13個星座的，而這個在「黃道12宮」以外的第13個星座，就是「蛇夫座」。當時的古巴比倫已經有根據月相變化所制定出12個月的曆法，因此他們選

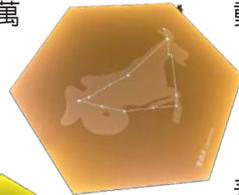


內圈是占星學的黃道12宮，外圈則為天文學的黃道13星座，可先利用內圈的日期找到對應的黃道12宮圖案，這就是你的生日星座。再從外圈相同的星座圖案找找，太陽究竟會在哪一段時間經過你的生日星座。 © 香港太空館

擇將蛇夫座排除在黃道12宮之外。除此之外，每個星座的形狀和大小不同，因此太陽真正經過每個星座所花的時間也不相同，有長有短：像是室女座畫過黃道的範圍較大，因此太陽要花45天的時間才會穿越室女座；而天蠍座畫過黃道的範圍則較小，太陽只要花7天的時間就會穿越天蠍座。古巴比倫的占星學為了讓黃道12宮更為簡潔也做了修正，將一年的時間平均分配到這12宮之中，因此在我們的生日星座中，每個星座所涵蓋的日期大約是一個月左右。

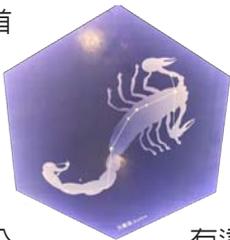


中畫圓，一圈的周期約為2萬6000年，這樣的移動稱為「歲差」。歲差除了會造成春分點位置每大約72年會移動1度，也會使最接近地球自轉軸指向的北極星「換人做做看」：現在的北極星是小熊座α星（勾陳一）；在公元前2800年左右，天龍座的右樞星擔負著北極星的重任；到了公元13,700年左右，則交棒給天琴座的織女星。從依巴谷的年代到現在，春分點的位置已經沿著黃道移動了近30度，幾乎是一個宮的範圍，因此目前春分點的位置已經移到雙魚座內了。

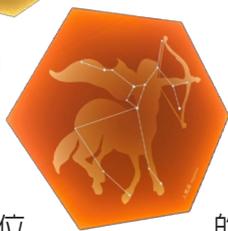
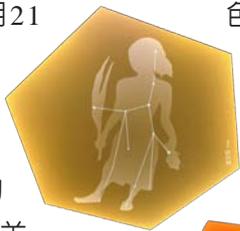


動輒數百光年外的恆星，並不會影響地球人類的日常生活，更別說因為歲差的關係，在你的生日時，太陽早已不在依據當時日期所訂定的黃道12宮內。而占星學又是另外一回事了，占星學並不是科學，沒有任何證據顯示我們能根據占星學來預測這週的感情、事業、財運等未來運勢，提供各種趨吉避凶的方法，或是依據每個人的生日來描述那個人的個性。

至於黃道十二宮要以哪一個為首呢？當時的古巴比倫人將春分那天太陽在黃道上的位置——



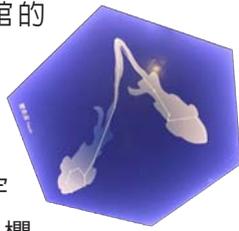
春分點——訂為黃道的起點，公元前2世紀時，希臘天文學家依巴谷（Hipparchus）觀察到春分點的位置在白羊座，所以就將白羊宮作為「黃道十二宮」之首，也以白羊座的符號「♈」來表示春分點。在春分（3月21日前後）後的一個月出生的人都屬於白羊宮，因此3月21日—4月20日出生的人其生日星座為白羊座。而下一個月4月21日—5月21日生日的人，生日星座則為金牛座，以此類推。



展示場中這些星座的顏色則是和占星學中的四大元素有關，但其實天文學中並沒有這樣的分類。紅色的是火象星座，包含了白羊座、獅子座、人馬座；黃色的是土象星座，包含了金牛座、室女座、摩羯座；綠色的是風象星座，包含了雙子座、天秤座、寶瓶座；藍色（現場顏色較接近藍紫色）的是水象星座，包含了巨蟹座、天蠍座、雙魚座；而小熊座和小熊座則是以紫色來表示。



但就像我們也會閱讀奇幻文學或是欣賞科幻電影，科學並不是生活中的一切。閱讀媒體上的每日星座運勢，當作輕鬆的休閒活動，或是認識新朋友時，問問對方的生日星座，聊聊彼此星座的特性，作為破冰開啓話題的方式，也不錯呢！但天文館的解說員還是要提醒各位，占星學並沒有科學依據，可不要過分迷信，或是像天文館宇宙劇場曾經播映的《櫻桃小丸子》一片中，小丸子因為看了雜誌上說金牛座會運勢大好，即使隔天要考試了，還是不念書盡情玩樂看電視，想當然爾，考試成績



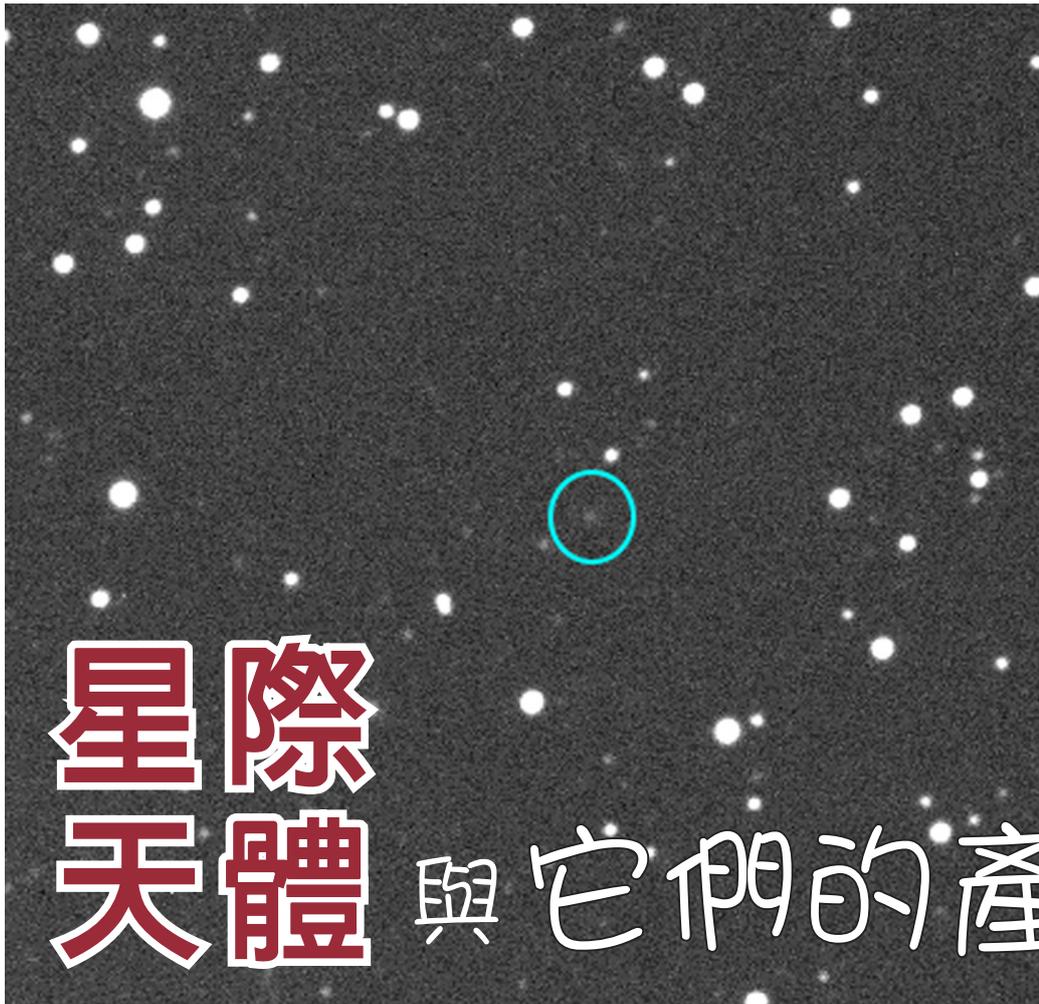
抱了個鴨蛋，被火山爆發的媽媽狠狠罵了一頓呢！



其實春分點在星空中的位置會慢慢移動，這是因為地球自轉軸會像轉動的陀螺一樣在天空

天文學和占星學雖然有部分共通的語言，但其實分屬兩個完全不同的領域。天文學是研究外太空所有一切的科學，天文學家很清楚地知道這些距離我們

胡佳伶：臺北市立天文科學教育館



文/ 林省文

2I/Borisov的發現影像。彗星是圈圈中間的模糊星體。

© Gennadiy Borisov

影片：<https://in-space.ru/wp-content/uploads/2019/09/gb00234.gif>

星際天體與它們的產地

2019年的八月三十日, 業餘天文學家Gennadiy Borisov利用自製的65公分天文望遠鏡發現了一顆彗星。依據原始發現的影像, 這個彗星看起來平淡無奇。然而, 在接續的追蹤觀測中, 人們很快地發現到它的軌道偏心率異常的高: 大於3.3。

高偏心率代表什麼呢? 根據牛頓的萬有引力定律, 兩個天體因重力互相吸引, 而它們的軌道跟此雙天體系統的總能量 (重力位能加上動能) 有關, 可以是橢圓、拋物線或是雙曲線。如果我們定義兩個天體距離無限遠時的重力位能是零, 那總能量小於零時軌道是橢圓形, 偏心率會介於零 (正圓軌道) 與一之間。若總能大於或等於零, 天體不會走封閉的橢圓軌道。剛好是零的時候會是拋物線軌跡, 偏心率等於一。而在總能大於零的系統中, 天體走雙曲線軌跡, 此時偏心率大於一, 且兩天體無法互相束縛, 所以過了最接近的點之後, 將逐漸遠離而不復返。

Broisov發現的這個彗星的偏心率高達3.3, 是太陽無法束縛的天體, 它注定是源自於太陽系以外的星際過客。國際天文組織 (IAU) 旗下的小行星中心 (Minor Planet Center, MPC) 將其命名為2I/Borisov, 其中的2I是指第二個被命名的星際天體 (Interstellar object), 而第一個星際天體是在2017年發現, 著名的斥候星 (1I/Oumuamua)。

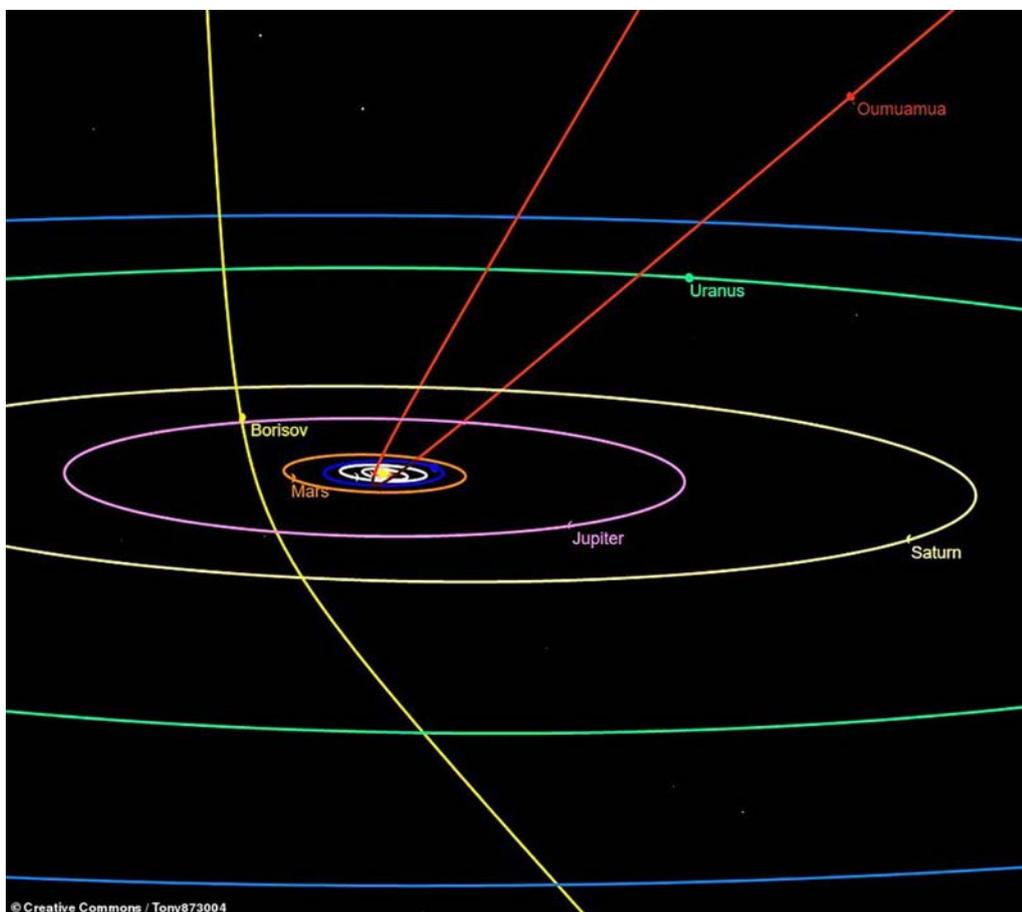
同為星際天體, 兩者參訪太陽系的路徑卻明顯不同。2I/Borisov是擦邊球, 在火星軌道外側通過太陽系。而斥候星則正中紅星, 直挺挺的進到太陽附近 — 最近距離僅0.255AU, 比水星更靠近太陽。前段提到當我們定義兩個天體的距離無限遠時重力位能為零, 雙體系統的軌道偏心率等於一時系統總能為零, 而大於一代表總能大於零。對於斥候星, 它的軌道偏心率是僅稍微大於一的1.2, 表示當斥候星還在距離太陽很遠的星際空間時沒有太多的動能, 比較像是靜靜的在遠處等待, 直到太陽夠接近

將它吸入太陽系。而2I/Borisov超過3.3的偏心率則代表2I/Borisov在進入太陽系以前就有很高的速度，更像是一開始就在星際空間中亂闖而誤入太陽系。

除了軌跡的不同，這兩個星際天體更大的差異在於2I/Borisov有顯著的彗星活動，但是斥候星沒有。這個差異或許跟這兩個天體的來源有關。要進一步了解星際天體的來源，我們必須由彗星與小行星的組成成分談起。

最初的宇宙就只有氫、氦與少量的鋰，我們呼吸所需的氧，組成生物所需的氮、碳，岩石中富含的矽、鐵與其他金屬都不存在。恆星的核融合反應開始大量的將氫氦融合成碳氮氧與原子量更高的矽、鐵之類的元素。而老化的恆星又以各種不同的方式化為氣體與星塵，將剩餘的氫氦與這些重元素釋放到星際空間，氣體與星塵又因重力聚集形成新一代的恆星。歷經了好幾代恆星演化與輪迴形成目前富含各種元素的宇宙。這些好幾代恆星產生的元素存在於各種物體，大至太陽系的行星，我們居住的地球，到生活周遭的花草樹木與你我之中，也包括了在太陽系中遊蕩的彗星與小行星。

彗星與小行星是恆星與行星形成後剩餘的物質，當然也包含了星塵中的元素。這些元素能存在於各種不同的分子中，比如說碳元素能與氫氧氮結合成化合物，形成甲烷、二氧化碳或是有毒的氰化氫（HCN）之類的分子，而氧能夠與氫結合成水，或與矽形成矽酸鹽，成為岩石的主要成分。雖然這些分子在極冷的太空中多以固態存在，但如二氧化碳、甲烷、氰化氫之類的分子沸點很低，只要稍微接近太陽就開始昇華為氣體。反之，矽酸鹽類的輝石橄欖石等礦物沸點極高，就算已經非常近太陽表面都有機會倖存。這些特性解釋了彗星與小行星的不同。太陽系主要的小行星存在於介於木星與火星軌道間的主小行星帶。這個位置已經足夠接近太陽，易揮發的分子無法以固體的型態保存在小行星表面。缺乏易揮發物質導致大部分位於小行星帶的天體沒有彗星活動。然而比木星軌道還遠的地方提供了不同的環境，在木星於海王星之間水能以水冰的型態存在。而在更遠更冷的海王星軌道之外，二氧化碳、一氧化碳、甲烷之類的分子也能以固體存在於小天體之上。如果某些原因使這些天體軌道改變近到溫暖的木星軌道內，這些以固體型態存在的



1I/Oumuamua與2I/Borisov軌跡的比較。 © Tony Dunn

動畫：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/58/A_comparison_of_two_interstellar_objects_passing_through_our_solar_system.gif

易揮發物質開始昇華為氣體，而氣體帶出天體表面的細小塵埃成為我們所看到的彗星。

根據以上對於太陽系彗星與小行星的認識，我們可以對斥候星跟2I/Borisov的產生環境有些簡單的猜想：斥候星沒有大量的氣體，它在離開原恆星系之前可能處於較熱的環境，例如1. 待在如太陽系小行星帶的地方非常久，以至於易揮發物質消耗殆盡，2. 曾經非常靠近主恆星，3. 主星質量大溫度高。反之2I/Borisov可能來自於冷的環境，如1. 離主星較遠，2. 不曾或是極少接近主星，3. 主星質量小溫度低。

要進一步了解這些猜想是否正確，必須透過天文望遠鏡觀測取得更多的資訊。2I/Borisov有彗星活動，這些易揮發性分子受到陽光照射而光分解（Photodissociation）—分子受到光照射分解成離子，這些離子有可能會重組成新的分子。有些離子或分子受到激發產生電磁輻射，頻率由無線電波到紫外光，因此我們可以透過光譜觀測來了解2I/Borisov中含有的物質。然而斥候星沒有這些氣體分子而缺乏發射光譜，我們只能觀測其反射的太陽光來取得有限的資訊。

2I/Borisov不是個氣體豐富且活躍明亮的彗星，其彗核大小應不超過五百公尺。雖然如此，天文學家們透過大型望遠鏡還是有所收穫。最先被觀測到的分子光譜是位於近紫外光波段氰（CN）。後續又觀測找到了少量發綠光的雙原子碳（C₂，由碳氫化合物分解後組成。）、氨根（NH₂）與水存在的證據—離子態的氫氧根（OH⁻），都是太陽系彗星常見分子。就可見光與紫外光波段的觀測而言，2I/Borisov就像一個平凡無奇的太陽系彗星。但透過無線電波望遠鏡ALMA與哈伯太空望遠鏡觀測更高能量的紫外光後的觀測，天文學家們終於發現2I/Borisov與眾不同之處，含有比一般太陽系彗星更大量的一氧化碳（CO）。一氧化碳是一個極易揮發的分子。在太陽系裡，大概在海王星的軌道以內，固態的一氧化碳便開始昇華為氣態。

斥候星比2I/Borisov更小，雖然沒有彗星活動，觀測它表面反射光譜看來與彗星的彗核有些類似。而根據斥候星的自轉光變曲線，它有著很可能是細長的雪茄型或是扁平的鬆餅型，而且與其說自轉，更像是在太空中翻滾。不論是形狀或是旋轉

狀態，斥候星與一般的太陽系天體皆明顯不同。更離奇的是它離開太陽系的速度比預期的快，顯然有重力之外的作用力在影響。然而斥候星沒有彗星活動，沒辦法用氣體噴發來解釋重力之外的加速度。此外斥候星在遠離地球沒多久後已經沒辦法被紅外太空望遠鏡Spitzer偵測。與可見光反射太陽光不同，紅外輻射主要來自於斥候星本身，與它的大小與溫度有關，因此推測斥候星可能更比預期的更小，如此一來必須有更高的表面返照率使它能夠在接近地球的時候被可見光望遠鏡發現。

斥候星的怪異的形狀、高返照率與非重力加速確實使其來源難以解釋。因此天文物理學家Shmuel



藝術家想像的1I/ʻOumuamua，呈現天文學家認為的狹長雪茄狀。© ESO/M.Kommesser

Bialy與Avi Loeb提出了一個非常有趣的想法：或許斥候星是一個（外星）人造的太陽光帆，一個利用陽光推進的探測器。在沒有氣體噴出的狀況下，利用陽光加速似乎是唯一的方式。考慮斥候星的可能形狀之一—扁平鬆餅型，高返照率，以及之前提到的斥候星像是靜靜地待在星際空間中等著太陽吸引，或許探測器光帆真有幾分道理。然而SETI研究所（SETI是Search for Extraterrestrial Intelligence尋找外星智慧的意思）利用無線電波望遠鏡探測斥候星，並未發現任何的無線電訊號，且其表面顏色看起來像是一般小行星或彗星似乎否決的這個探測器的假說。

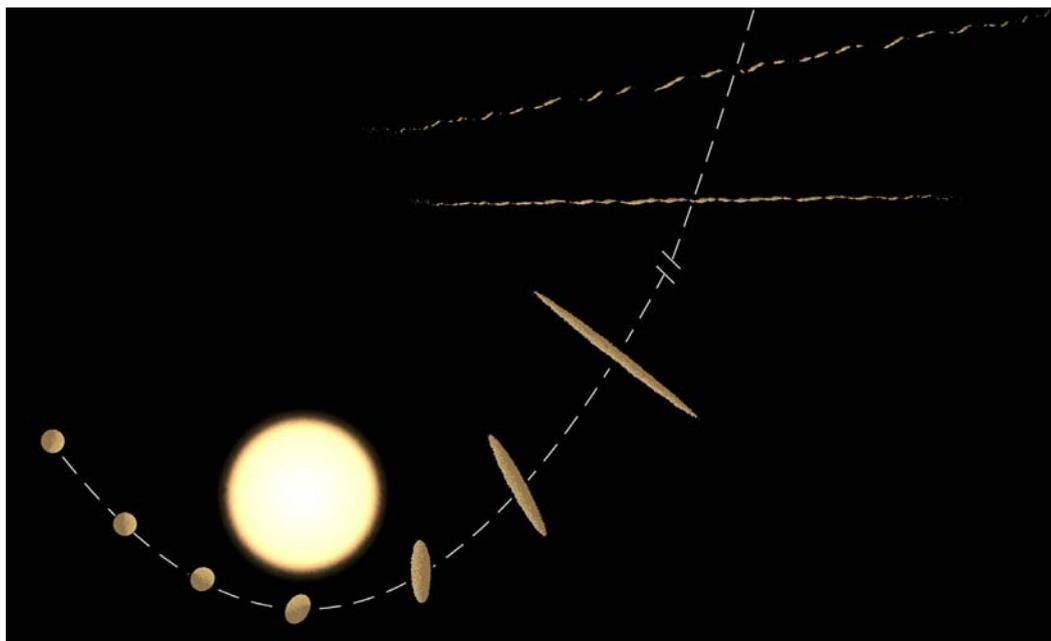
多數天文學家沒接受這個太陽光帆的點子，仍認為斥候星是個自然的天體。Yun Zhang與Douglas N.C. Lin在自然天文學期刊發表了斥候星可能的來源—被恆星的潮汐力分裂且拋離原恆星系統。在這個過程中斥候星的母天體，可能是個小行星或是彗

星，必須非常接近恆星才有足夠的潮汐力將其分解並塑造成狹長雪茄狀，而在如此接近的狀況下揮發性物質也消耗殆盡。

這個理論解釋斥候星的型狀，但沒有解釋為什麼會有非重力加速。天文學家們一般認為雖然斥候星看起來沒有彗星活動，但仍有少量氣體離開表面產生額外的加速，最有可能是水，因為水相較之下不容易汽化而在高溫的形成環境中保存。然而經過計算，斥候星的非重力加速率似乎與水汽化不符。

因此天文物理學家Darryl Seligman 和 Gregory Laughlin提出了一個截然不同的形成模型。斥候星含有豐富的固態分子氫（化學式H₂，可想像為結冰的氫氣），而固態分子氫的汽化剛好可以解釋我們看到的非重力加速現象。固態分子氫必須在極冷的環境下形成，像是巨大分子雲中最冷最緻密的核心。在拜訪太陽系的過程中因固態分子氫的汽化斥候星逐漸變小，也巧妙的解釋了Spitzer望遠鏡無法偵測的疑點。根據這個理論，斥候星不是一般的彗星或小行星，其來源也不是恆星系統，而且我們會預期未來還有更多的類斥候星天體進到太陽系。

回到之前我們對兩個星際天體來源的猜想：斥候星來自高溫，而2I/Borisov來自於低溫環境，是不是符合上述的觀測與理論模擬結果呢？2I/Borisov看來沒有太大的爭議，它具有類似太陽系彗星的分子與含量更豐富的一氧化碳，天文學家們認為它來自於一個主星比太陽質量低而溫度較低的恆星系統。而斥候星是在恆星系統中形成？在分子雲中形成？還是非自然物體？在有限的觀測資訊下或許永遠沒有解答。當斥候星與2I/Borisov遠離太陽系而去時，天文學家們已經在期待下一個到來的星際天體。究竟它是如2I/Borisov一般的星際彗星，還是像斥候星一樣的怪異小行星，亦或是另一種超出我們想像的天體？我們就等待下一個星際過客來敲門吧！



小天體因恆星潮汐力裂解成爲長條形。 © NAOC/Y. Zhang

林省文 密西根大學助理研究學者

YouTube相關影片：



The story of 'Oumuamua, the first visitor from another star system | Karen J. Meech
<https://www.youtube.com/watch?v=rfl3w9Bzwick>



Is 'Oumuamua an Interstellar Asteroid or Comet?
<https://www.youtube.com/watch?v=PYxhxUik5PY>



NASA Reveals Alien Composition of 2I/Borisov, 1st Interstellar Comet
<https://www.youtube.com/watch?v=NNOb3xrjOhE>

火星任務 Keep Going

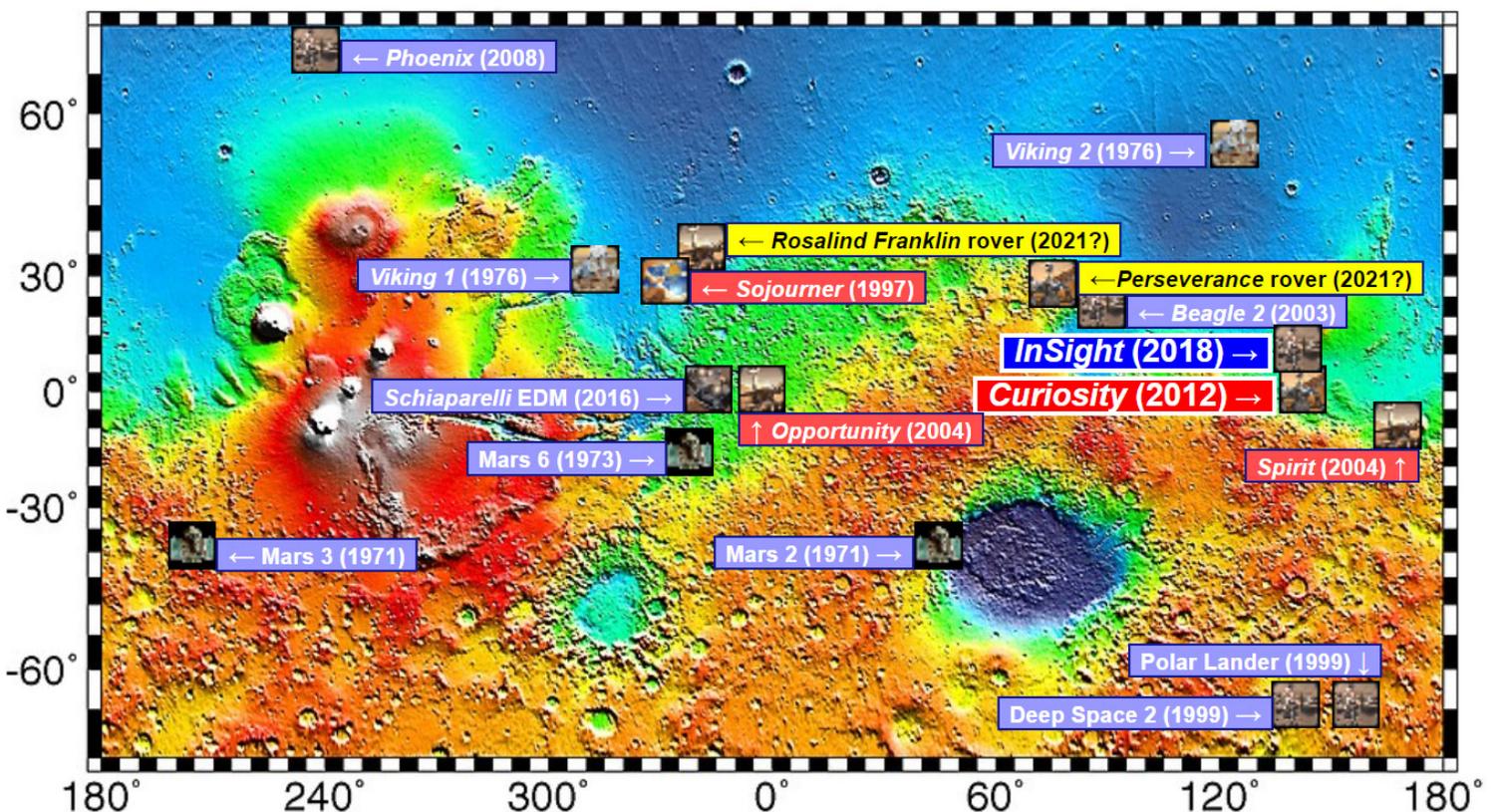
NASA毅力號（Perseverance）探測船將於今年7月17日到8月5日之間發射，預計2021年2月18日登陸火星，就像接力賽一樣，美國一棒接一棒地探索火星，遙遙領先，獨霸全球。

火星探測史

1960年代人類開始發射太空船探測火星，早期成功的探測任務偏低，直到1965年水手四號成功傳回首張火星照片，開始了探測火星的光榮歷史。1976年維京1、2號（Viking 1,2，一稱「海盜」）接連成功登陸火星，也開啓了探測火星另一個新

的里程碑。接下來的20年似乎又靜寂下來，直到1996年11月發射火星全球測量者號（Mars Global Surveyor）成功傳回許多資料，接下來開啓了一連串輝煌的火星探測任務。

火星全球測量者號上攜帶了軌道攝影機（MOC）、雷射測高儀(MOLA)及熱輻射光譜儀



火星全球地形圖，歷年來火星著陸器及火星車的登陸位置。■ Rover • ■ Lander • ■ Future 圖片來源：Wiki

火星全球地形互動地圖

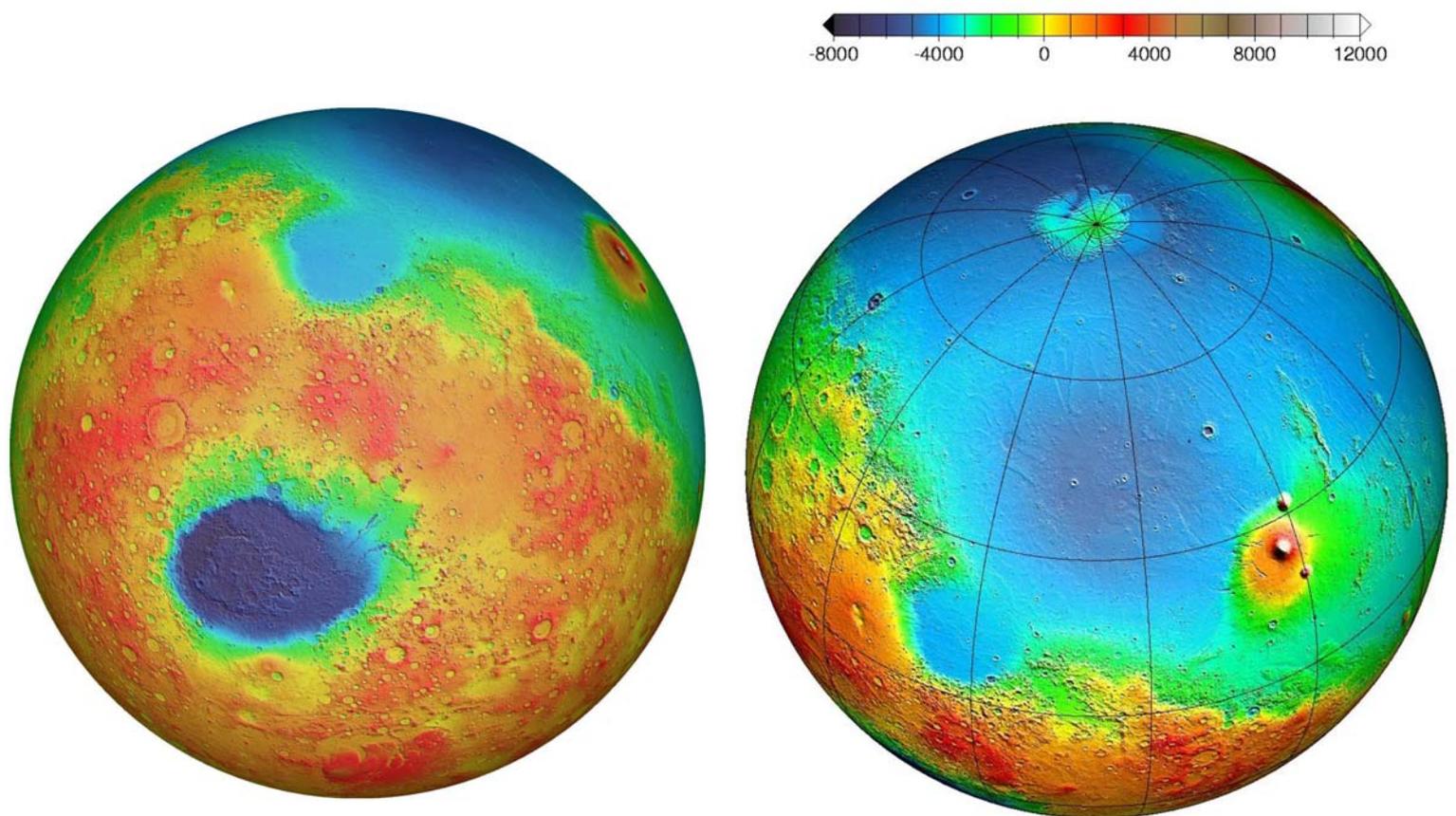


圖 1 火星軌道測高儀觀測資料所繪製的全球地形圖，左圖下方巨型藍色區域為Hellas 撞擊坑，它的直經約 2300公里，深度可達7152公尺（© NASA）

(TES) 等儀器。軌道攝影機包括一個窄視角相機解析度可達 1.4m/pixel 及兩個廣角相機解析度範圍從 230m/pixel 到 7.5km/pixel，在 2006 年結束任務之前，總共傳了 243,668 張照片。這些影像資料提供我們對火星表面的地質特色及高緯度冰層隨季節變化等重要資料。

另外雷射測高儀(MOLA)則是利用雷射波測量火星地表高度，測繪超過一個火星年(687個地球日)。在這一段觀測時間中，雷射測高儀有多項重要收穫，包括在火星南北半球季節性冰冠在冬季時最大厚度可達 1.5~2 米，繪製出太陽系中除了地球之外最準確的全球地形圖(圖1)，利用測得的重力與地形圖了解火星地殼結構，包括以往內部融化紀錄以及熱量在火星流失的情形，以及研究過去水在火星上流動的軌跡、分布的位置及範圍等資訊。

緊接著 1997 年 7 月火星拓荒者號 (Pathfinder) 在睽違了 20 多年後又再次登陸火星，雖然這次探測車(旅居者號, Sojourner) 的體型不大，不過幾項設施的使用測試也為未來更大型的探測車登陸奠定

了基礎。2003 年是火星探測輝煌的一年，美國太空總署在 6 月及 7 月接連發射精神號 (Spirit) 與機會號 (Opportunity) 探測車，搭載更多探測儀器，原本預計工作時間大約在 90-100 個火星日左右，但是精神號探測車在火星運作了 2208 天，機會號探測車更是直到 2019 年才結束任務，在火星地表工作長達 15 年，除了機器設計與製造技術之外，也多虧火星上每年固定的季風，透過季風的吹拂，也順便清理在探測車上太陽能面板的灰塵，讓電力不至於短缺而能持續的探測。機會號不僅在火星表面創下最長探測紀錄，它在火星上移動 45.16 公里也是目前移動最遠的探測車，同時它對火星岩石與土壤的探測資料也提供了水曾經存在的證據。同年歐洲太空總署也發射了火星特快車 (Mars Express)，火星特快車是以衛星環繞探測為主，攜帶了不同功能的光譜儀，高解析度相機，透地雷達等儀器，到目前為止火星特快車還在持續運作中。

2011 年美國太空總署發射了名為好奇號 (Curiosity) 的登陸車。好奇號比先前的探測車體型都大，好奇號的任務包括探測火星氣候及地質，

火星上水的存在及環境監測等任務，探測車上具備一支長達2.1米的機械手臂，可鑽入土壤取得粉狀樣本，再透過機身上的樣本分析裝置（SAM），礦物學分析儀（CheMin）分析後將結果傳回地球。另外化學相機可以在探測目標1.5-7米外，利用高能雷射測得光譜進而分析成分。隨著探測任務越來越成功，攜帶的儀器越來越先進，人類獲得了更多資料來了解火星，從以前的理論推測慢慢進入到由實際觀測來驗證或發現新的觀點。這是人類在太空探測的一大進展。今年2020年又有一艘名為毅力號（Perseverance）探測船預計在7月17日到8月5日之間發射，預計2021年2月18日登陸火星

毅力號以及先前探測車的命名都是由全美中小學小朋友發揮創意所想出來的，不過這次的毅力號似乎還有另一層涵義，隨著機會號在2019年結束15年的探測，最後停留的地方就在奮鬥撞擊坑（Endeavor Crater）邊緣的毅力谷（Perseverance Valley），2020年火星計畫的探測車名字票選結果就名為毅力號，似乎象徵著接力賽一樣，一棒接一棒持續的探索火星。



50 Years of Mars Exploration

<https://www.youtube.com/watch?v=pwipxdQ74pU>

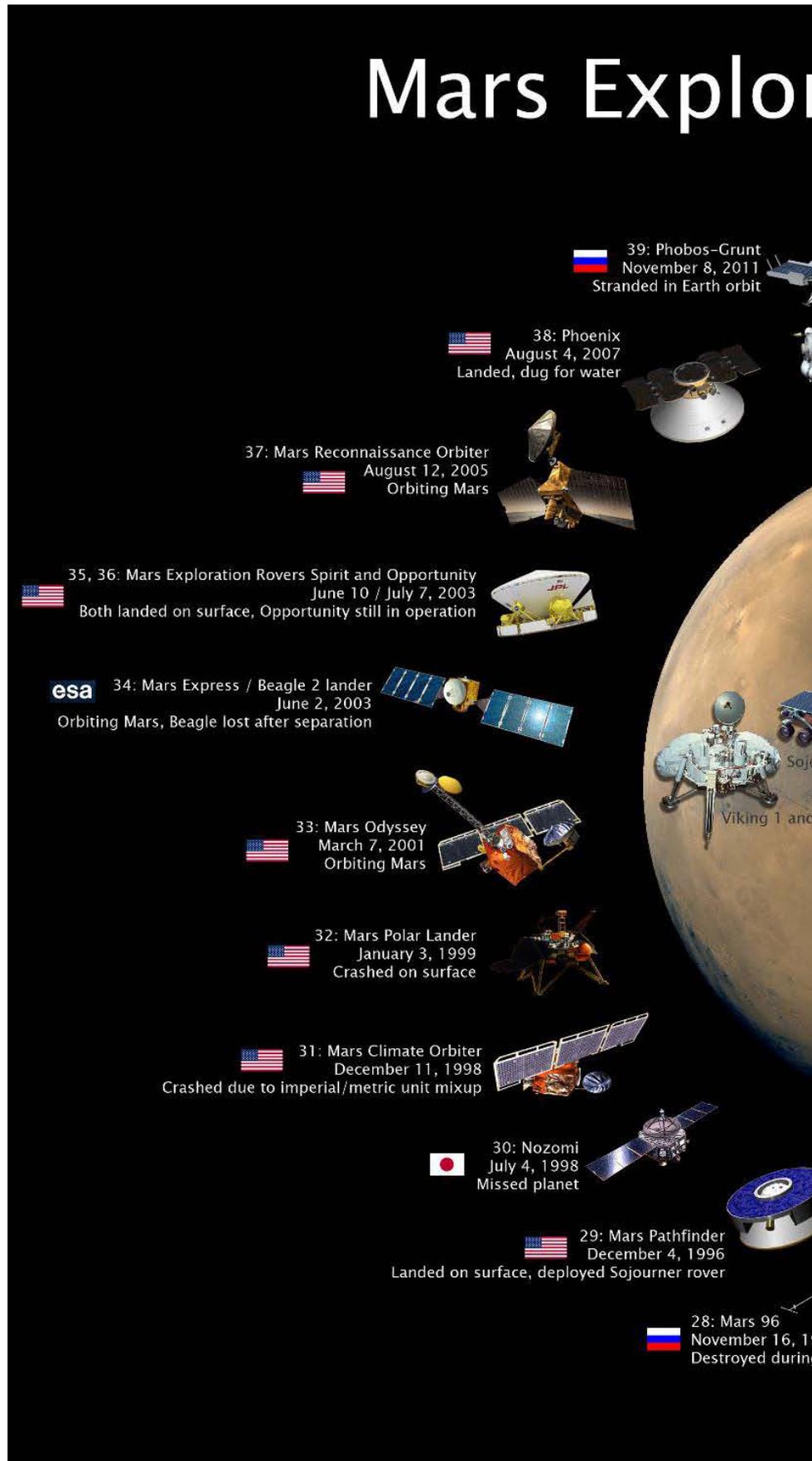


圖 2 世界各國探測火星的探測任務 © NASA

Mars Mission Family Portrait

40: Mars Science Laboratory Curiosity
 November 26, 2011 
 Mission to Gale Crater



1, 2: MARS 1M No. 1 / MARS 1M No. 2
 October 10 / October 14, 1960 
 Both destroyed during launch



3, 4, 5, 8: MARS 2MV-4 No. 1 / Mars 1 / Mars 2MV-3 No. 1 / Zond 2 
 October 24 / November 1 / November 4, 1962 / November 30, 1964
 Broke up in Earth orbit / Radio failure en route / Stranded in Earth orbit / Radio failure en route



6, 7: Mariner 3 / Mariner 4 
 November 5 / November 28, 1964
 Payload fairing failed to open / First flyby and picture return



9, 10: Mariner 6 / Mariner 7 
 February 25 / March 27, 1969
 Both flew by, returned pictures



11, 12: Mars 1969 A / Mars 1969 B 
 March 27 / April 2, 1969
 Both destroyed during launch



13, 17: Mariner 8 / Mariner 9 
 May 8 / May 30, 1971
 Destroyed during launch / First probe to orbit Mars



14, 15, 16: Cosmos 419 / Mars 2 / Mars 3 
 May 10 / May 19 / May 28, 1971
 Failed in Earth orbit / Lander crashed / Lander failed



18, 19, 20, 21: Mars 4 / Mars 5 / Mars 6 / Mars 7 
 July 21 / July 25 / August 5 / August 9, 1973
 Missed planet / Orbited planet / Lander failed (6 and 7)



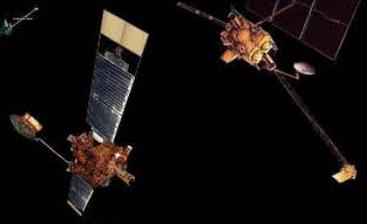
22, 23: Viking 1 / Viking 2 
 August 20 / September 9, 1975
 Both landed on surface, returned data



24, 25: Phobos 1 / Phobos 2 
 July 7 / July 12, 1988
 Lost communication en route / Lost communication near Phobos



26: Mars Observer 
 September 25, 1992
 Lost communication near Mars



27: Mars Global Surveyor 
 November 7, 1996
 Orbited and returned data

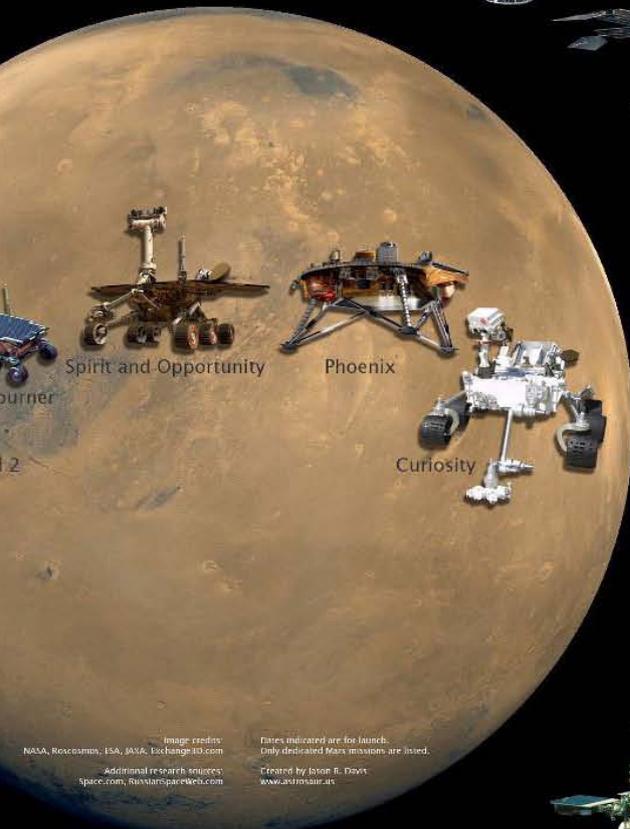


Image credits: NASA, Roscosmos, ESA, JAXA, Eschagne@10.com
 Dates indicated are for launch. Only dedicated Mars missions are listed.
 Created by Isaac B. Davis: www.astroart.com
 Additional research sources: space.com, Rovers@space.com

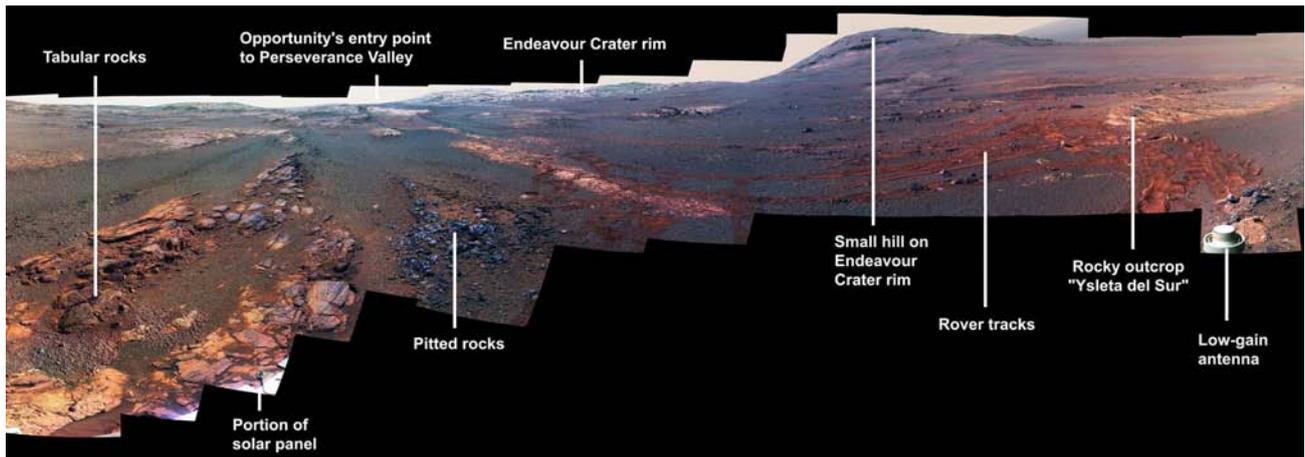


圖3 機會號最後停留的毅力谷附近360度照片 © NASA

2020年火星探測計畫

毅力號大約有3米長、2.7米寬、2.2米高，1025公斤重。毅力號這次的主要任務在於搜尋早期生命的痕跡，探測車上攜帶X射線光化學螢光光譜儀，對於測定土壤和岩石的精細元素構成可以有更深入的了解。這次的探測車同樣攜帶了許多探測儀器，幾個重要的設備跟功能說明如下：

1. 桅杆式照相系統Mastcam- Z (mast-mounted camera system)：這套照相設備具有變焦鏡頭、適合針對火星地表及大氣中具有特色的影像進行拍攝、錄製及製作3D影像。希望可以透過岩石或土壤的影像特徵搜尋早期生命跡象，早期湖泊、河川或水的相關證據。而且變焦鏡頭具有銳利的望遠功能，相當於在一個足球場距離之外觀察一隻昆蟲的特徵。

2. 火星環境動力分析儀MEDA (Mars Environmental Dynamics Analyzer)：主要是測量火星上的風向、風速、溫溼度以及在大氣中塵埃的尺寸。準確氣象資料的蒐集對於未來太空人在火星上安全的活動有很大的幫助。

3. 火星氧氣資源實驗MOXIE (Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment)：未來人類預計將會登陸火星，這套設備可以從火星大氣中製造出氧氣，未來也可以提供人類呼吸以及燃料用途。這套機器有如地球上的綠色植物一樣，可以將二氧化碳轉化成氧氣。這次的實驗設備大約像一顆汽車電池大小，未來人類如果真的登陸火星可能需要100倍大的設備才足夠使用。

4. X射線岩石化學分析儀PIXL (Planetary Instrument for X-ray Lithochemistry)：它能夠精細的分析化學元素，而且設備非常輕巧易於操作，具備一個相機可以超近距離分析岩石與塵土的紋理，這些分析資訊也可以解讀過去火星上微生物的蹤跡。

5. 火星地表下雷達成像儀RIMFAX (Radar Imager for Mars' Subsurface Experiment)：科學家可以利用透地雷達來偵測地表下10米深的水、冰或鹽水等物質，它提供了新的視野來觀察早期當不同岩石與流體被埋在地底下時的狀況。

6. 利用拉曼與發光性掃描環境有機物及化學物質SHERLOC (Scanning Habitable Environments with Raman & Luminescence for Organics & Chemicals)：主要是利用光譜儀、雷射及照相機搜尋曾被水所改變的有機物與礦物質，這可能是過去微生物存在的遺跡。這套系統在任何時間皆可操作，而且可以在兩英尺外進行探測與蒐集資料，不會對研究的物體造成汙染。

7. 超級照相機SuperCam：可以在7公尺外發射雷射光搜尋岩石與土壤找尋過去可能與生物相關的有機化合物。而且它具有特殊遠程清除表面塵埃功能，使所有儀器都可以看清楚目標。透過這套設備也可以了解火星塵埃中那些是對人體有危害的，另外也可以了解大氣中水冰、塵埃如何吸收與反射太陽輻射，這些數據對於提高天氣預報都有很大的幫助。這套系統也是在好奇號上化學相機 (ChemCam) 的進化版，不僅可以額外分析礦物質與分子，還能提供彩色的圖像以供研究。

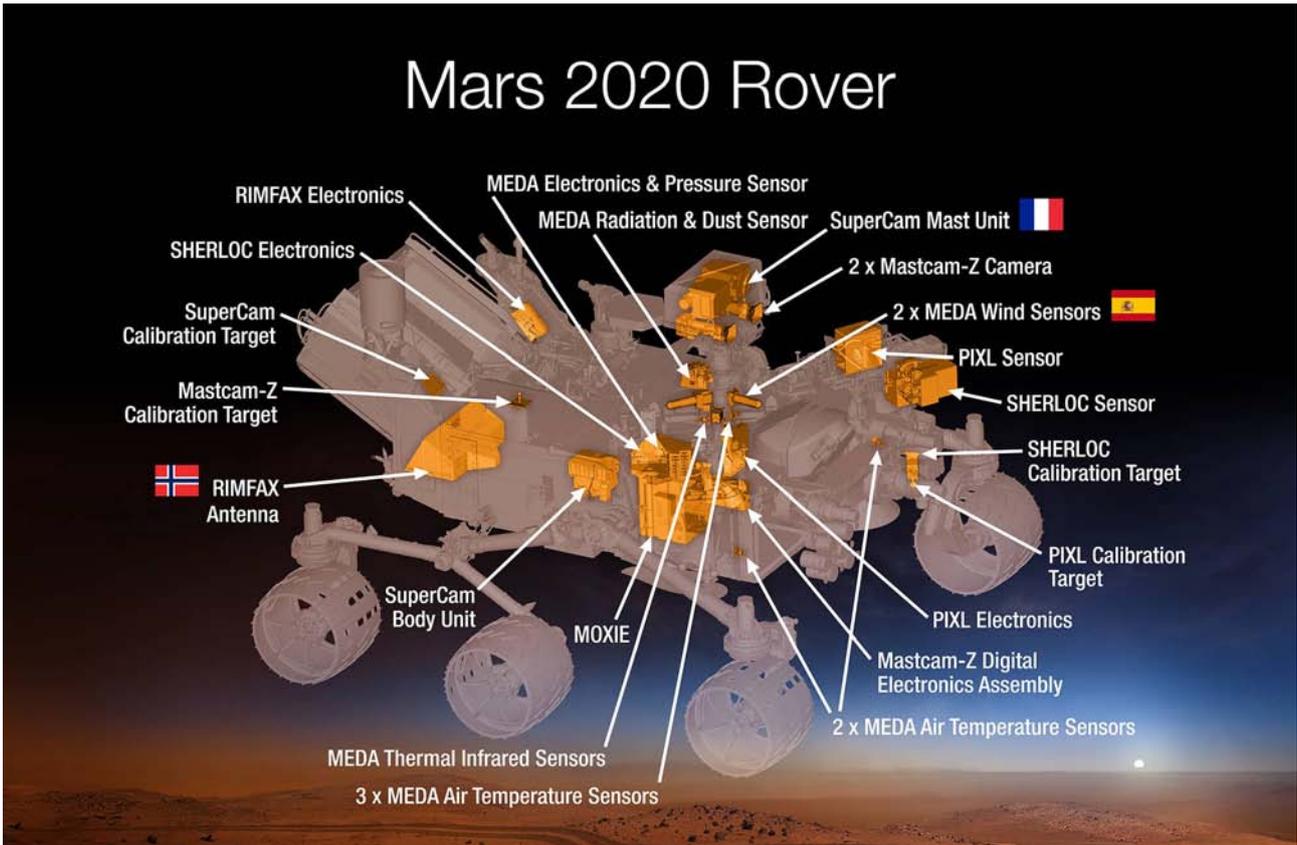


圖 4 火星毅力號探測車上的科學儀器設備 © NASA



Meet Perseverance: NASA's Mars 2020 Rover
https://www.youtube.com/watch?v=iocmL4K_1_Q

除了先進的毅力號之外，這次任務還攜帶了一個微型直升機，負責更大範圍的探測。這架微型直升機重約1.8公斤，預計每次飛行時間不超過3分鐘，飛行高度約3-10米，每次飛行最大距離約300公尺，這也是第一次利用小型飛行器來探測，低飛行高度的攝影解析度會比在軌道的衛星高上許多，不過要在火星進行飛行，首先要解決的就是火星大氣壓只有地球的1%而已，相當於在地表高度30公里左右的大氣中飛行，因此需要大且轉速快的螺旋槳才行，未來這項技術也可以拓展到太陽系的其他探測目標。

未來火星計畫

隨著越來越多的火星探測計畫，包括登陸與衛星遙測等，人類開始對火星的謎團也慢慢地得到新的成果，不過這些研究設備考量到火星環境，裝載等因素還是會有不盡完備之處。延續火星2020年的探測所蒐集的岩石與土壤樣本，未來希望能將這些樣本送回地球做更進一步的研究，這個計畫預計在2026年發射，在2031年將火星土壤樣本送回地球。如果順利的話未來我們對火星演變的過程，水在火星存在時間的影響以及是否過去曾有生物的跡象，必定有更深入的了解。

簡正忠：國立中興大學物理系兼任助理教授



我們真可定居火星? - Mari Foroutan
<https://www.youtube.com/watch?v=DMMPYkRrd4o>

文/ 趙瑞青

登上火星有什麼難？

Mars 2020 © NASA

火星VS地球

2019年是人類首度登月滿50周年，在1969年美國阿波羅11號，首度實現了人類登陸月球的夢想，爾後在1969年到1972年期間，阿波羅計畫共完成人類6次登上月球，但在這之後卻沒有其他的新進展。但在這50年間，隨著太空科技不斷的進步，我們再次把目光望向太空，從近年來如《星際效應》、《火星救援》以及《星際救援》…等科幻電影的好評熱映中不難發現，人類內心渴望再度登上其他星球，而登陸火星，則將是探索宇宙的新里程碑，但是想要完成這項創舉，我們還需要去面對及解決哪些問題呢？

想要登陸火星，就必須先知己知彼才能百戰百勝，讓我們先來了解一下火星的基本資料。火星的直徑只有地球的1/2，質量則約地球的1/10，在太陽系八大行星中體積僅大於水星。火星的體積雖約只有地球的15%，但因為地球表面絕大部分為海洋所覆蓋，所以實際上地球和火星可以站立的土地面積卻是差不多的。

此外，火星的自轉週期24小時37分鐘和地球相似，表示當我們待在火星上時，一天的時間和地球差不多，還多了37分鐘可以運用呢。公轉週期則為687天，約為地球的2倍；由於傾角為25.19度也和地球相似，因此同樣有四季變化，只不過火星上的一季和一年的長度，大約也是地球的兩倍，兩極同樣有冰。其重力只有地球的0.38，因此在火星上各個都可以成為跳高高手喔！

火星到太陽平均距離為1.52天文單位，是地球到太陽的距離1.5倍遠，日照少，雖然有二氧化碳造成的溫室效應，但由於大氣層非常稀薄，只有地球表面的百分之一，而且96%是二氧化碳，所以人類無法呼吸，亦無法將熱留在地表，因此火星上日夜溫差大，白天溫度可以達到30度C，晚上則可能降至零下140度C。火星雖然並不像地球，但卻是目前為止，在太陽系中另一個最適合人類居住的地方！

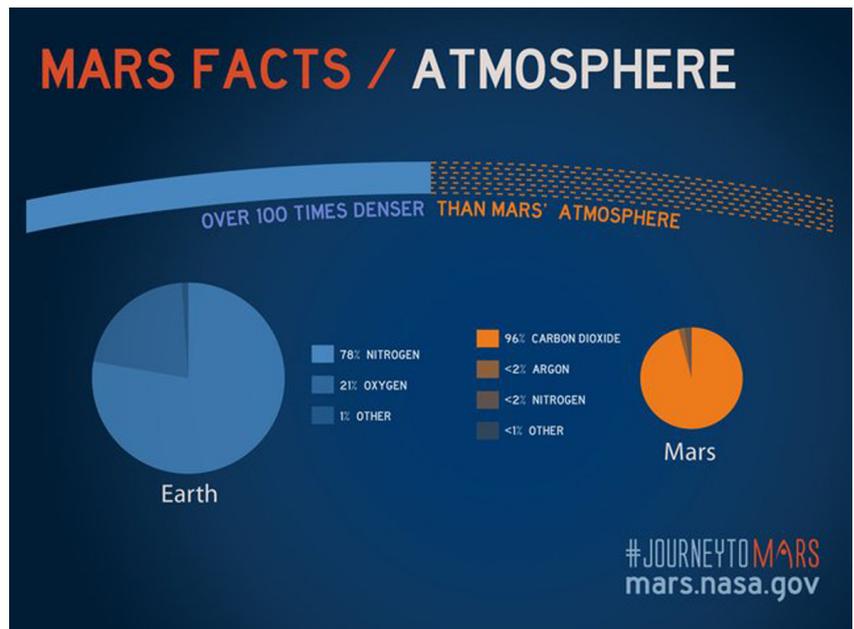
為了對火星有更多的了解，至今為止已有許多的探測車成功登上了火星，像是大家熟知的精神號、機會號、洞察號，以及預計於2020年發射的火星2020漫遊者任務（毅力號）…等。這些都可以讓科學家對火星有更進一步的認識，但這也說明了以目前的科技發展，要登上火星並非難事，但要載人上火星，則還有一段路途須要去克服。

登陸火星的困難點

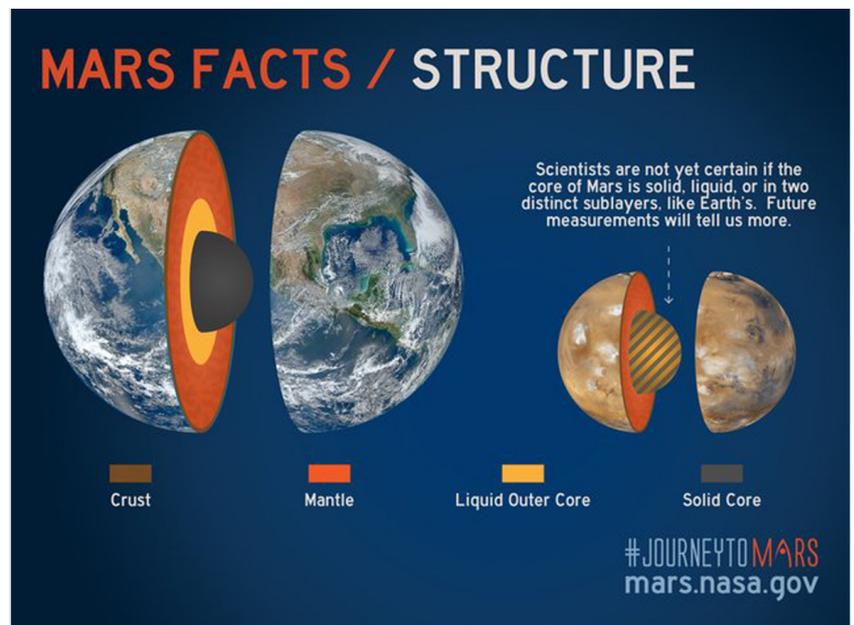
那麼到底載人到火星有哪些困難點需要去克服呢？

載人火箭，當然首要必須確保太空人的安全，必備的生命維持系統皆需一應俱全，當然還須要足夠的生活空間，以及整個過程所需的燃料，研究用的實驗設備…等。到了火星，想要降落到火星表面，需要登陸飛船；返回地球時，則需要有上升段，與火星軌道艙會合後，再飛回地球。光是以上這些最基本的東西，就可想見載人太空飛船的體積和質量必須得比無人探測器大出非常多。

而探測飛行器在抵達火星預定的軌道時，其速度、飛行角度、與火星間的距離、軌道中所受的火星引力，都必須遵守牛頓的力學定律，才得以使探測飛行器在預定的軌道上，環繞火星飛行。其中風險最大的就是被稱為「恐怖七分鐘」（7 Minutes of Terror）進入大氣層、下降和著陸階段，過去有不少火星探測器都是這一階段失敗的。載人火箭從地球發射後，到返回地球期間，任何階段一旦發生了狀況，都必須靠太空人立即自行搶救，無法靠地球給予任何救援，因為



地球和火星的大氣成分 © NASA



地球和火星的組成物質 © NASA

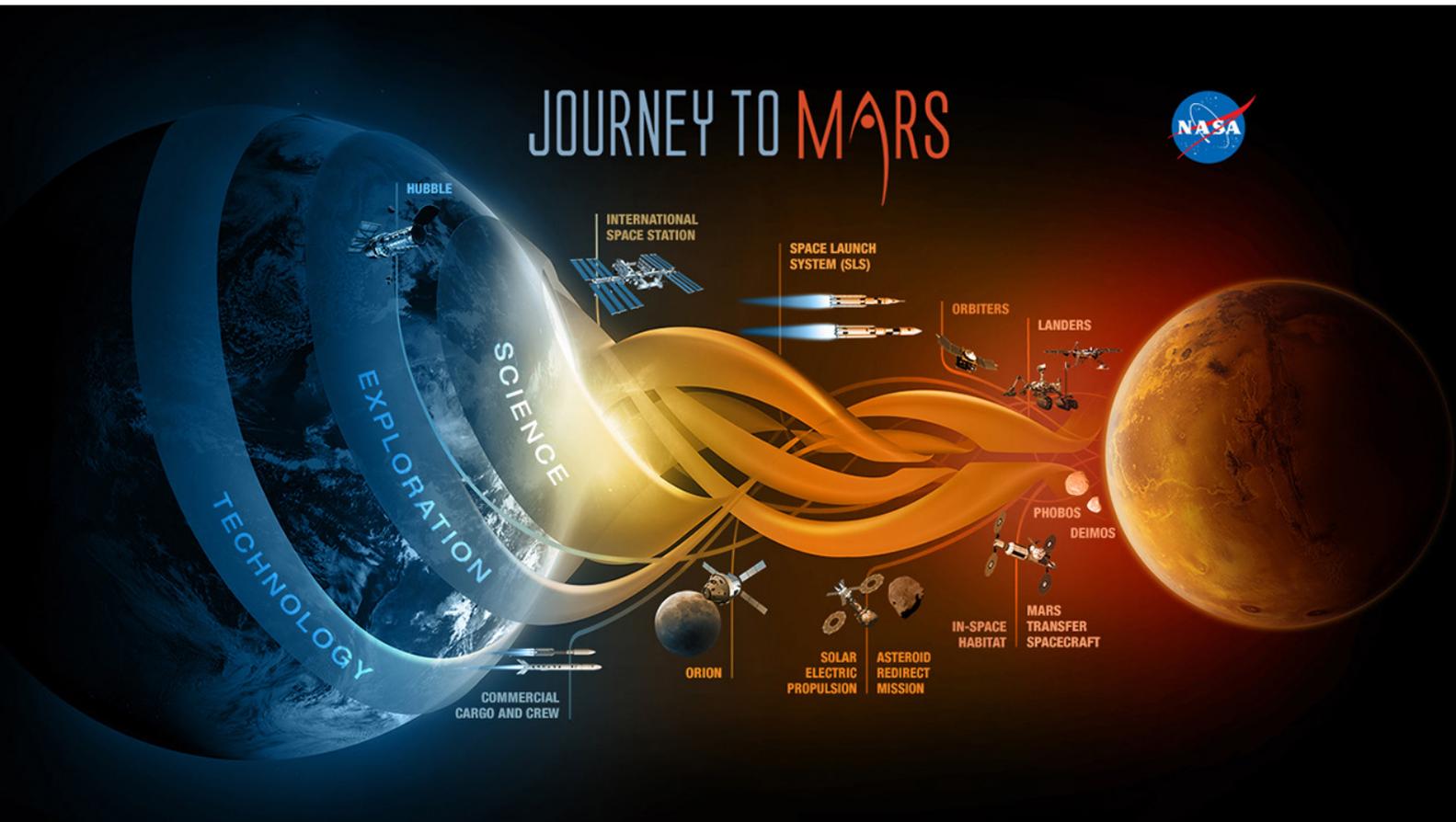
即使以接近光速的無線電波傳遞，單程也要將近13分鐘，一來一往之間就要花掉26分鐘左右的時間，根本緩不濟急。

到火星要花多少時間？

那麼從地球到火星到底需要花多少時間呢？地球到火星最近時約5500萬公里，最遠則可達幾近4億公里遠，大家可能很難想像4億公里的距離有多遠，這個數字

是地球到月球的千倍之遠，過去我們到月球需要3天的時間，但若要到達火星呢？

為了減少能源及時間的浪費，想要到達其他星球，通常會選擇特定的日子及特定的時間出發，也就是配合「會合週期」，所謂的「會合週期」是指連續兩次「衝」之間的時間間隔。以火星而言，其會合周期約26個月，意即每26個月地球與火星才會出現最接近的時候。



NASA的火星任務 © NASA

所以即使萬事俱備，仍要等待適當的時機才能進行發射，萬一發現任何的疏漏，錯過了最佳時機，就必須再等待26個月。通常會將太空人在火星上所需設備先行發射至火星後，等待之後的會合週期後再進行載人計畫。

火星載人任務

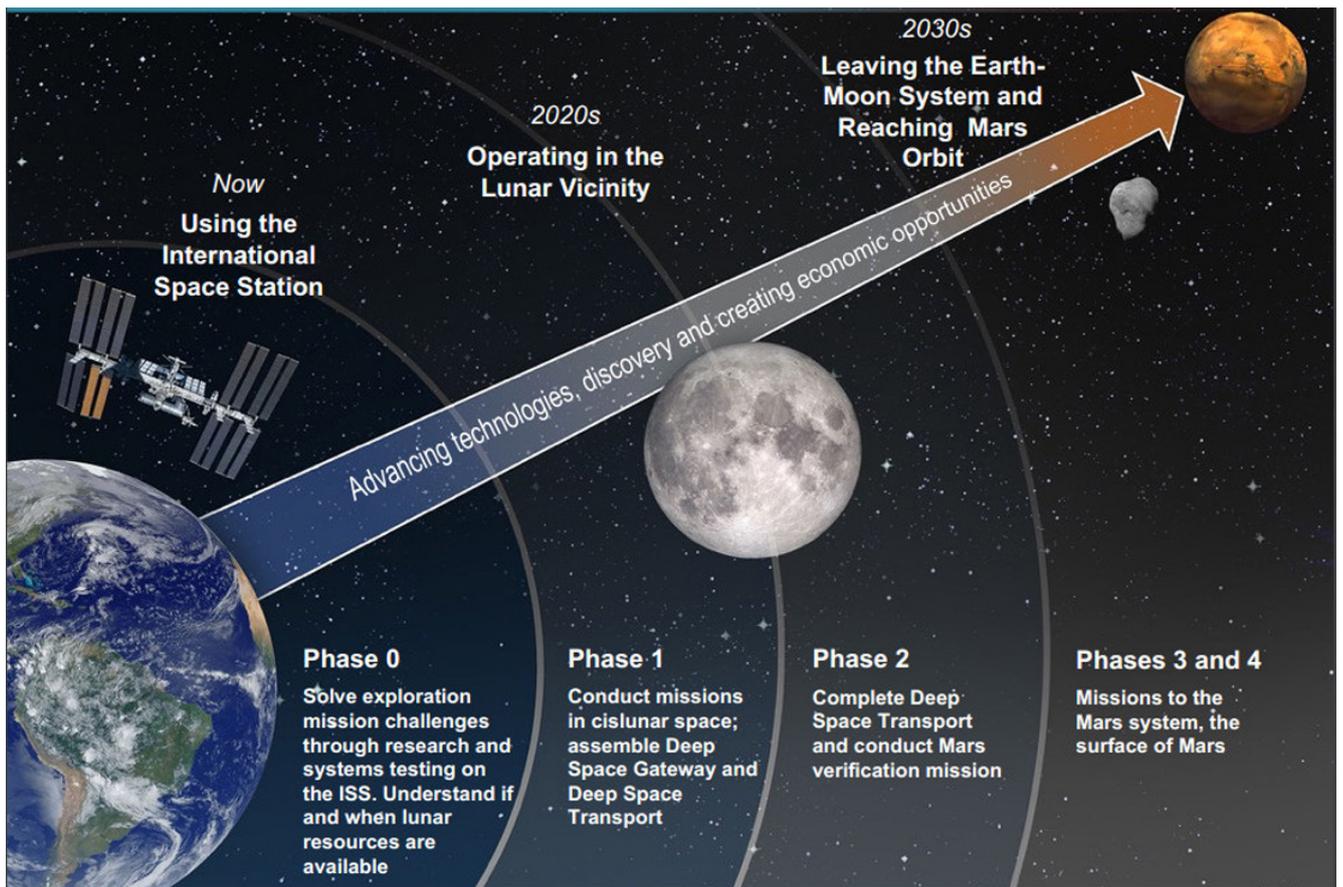
簡單來說載人登陸火星的主要關鍵有2個，分別是技術及經費。技術的部分可以隨著科技的發展進而解決；而經費的部分光靠政府部門實在有限，因此尋求商業合作便是一種解決之道。美國從2011年開始，隨著「太空梭計畫」的結束，所有能載人的太空艙全部退役。而美國的太空人前往國際太空站的方式，則是向俄羅斯以每趟8000萬美元座位



SpaceX的火星基地的外觀模擬草圖 ©SpaceX

費，搭上「聯盟號」太空船前往。但自2014年，NASA開始將製造太空艙的計畫外包給民間企業，目前由SpaceX和波音公司（Boeing）承包。SpaceX的創辦人伊隆·馬斯克（Elon Musk）曾誇口說要讓太空旅行如同航空旅行一樣簡單，他也希望總有一天前往火星的來回票只要 50 萬美

元（約臺幣 1,540 萬），甚至可能降到不到 10 萬美元（約臺幣 300 萬）。波音公司也表示將會在地球與月球軌道之間的位置打造一個深太空通道（Deep Space Gateway），成為前進火星任務的前哨站。



前往火星的分階段探索方法 © NASA

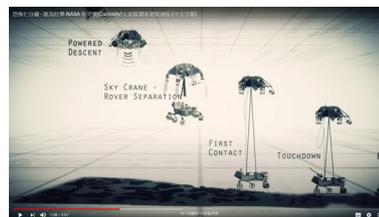
移民火星要克服……

以目前的火星對人類來說是個極不舒適的環境，氣壓極低，二氧化碳占96%，幾乎沒有氧氣，因此若將來真的有機會移民火星，勢必需要將火星地球化，而其中最關鍵的部分則是重建溫暖的大氣層，以及重建磁場。溫暖的大氣層，可以使得火星表面溫度適宜人類生活；重建磁場則可以抵擋太陽風。但其中還有一些道德的問題，值得我們思考，如人類是否有權利去改變另一顆行星的原始樣貌？抑或是火星上若真的有生命的存在，是否會因此而遭到汙染？

成為太空人的資格為何？

如果想有朝一日你也想成為上火星的太空人，可以參考HASSE太空學校（HASSE Space School）列出成為太空人的基本條件，HASSE 太空學校總部位於休士頓，在臺灣也有辦事處喔！

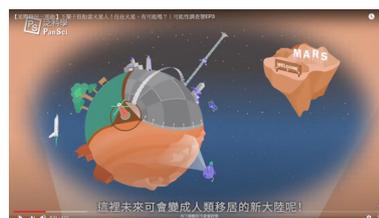
YouTube相關影片：



恐怖七分鐘 - 敢為壯舉
NASA 好奇號(Curiosity)火星探測車著陸過程
<https://www.youtube.com/watch?v=69RxucT8ldI>



101科學教室：紅色星球
《國家地理》雜誌
<https://www.youtube.com/watch?v=YTBgMUXJyLY>



PanSci 泛科學【星際移民三部曲】
下輩子投胎當火星星人！住在火星，有可能嗎？
https://www.youtube.com/watch?v=DXrJdNLe5q0_

趙瑞青：臺北市立天文科學教育館

星宿的乍現 星座的變遷 (上篇)

你曾看著天空朵朵白雲、想像出各式各樣的動物或食物？或是看著夜空點點繁星、連成一串串有趣的自創星座？人類也許自遠古開始，就已經在流傳這種想像星座了。加進了神話或占星意象後，代代相傳下來，又有許多人加油添醋，以吸引好奇的聽眾或信眾。西方星座從巴比倫、埃及流傳到古希臘，逐漸演變為現在的八十八個，已成為夜空裡的固定形象與浪漫話題，至於東方的古星象是如何起源與演變？現在用的古星名真的與古人一樣嗎？

古人觀察天象時，最先發現的應該是明顯的太陽與月亮週期，即「日」與「月」，之後才會觀察到「年」的週期與氣候的變化¹，並且發現某些星星的出現可以用來標示季節。從原始資料來看，商代甲骨文卜辭就有少許星名出現，如「火」、「鳥」等，但能確定是星名的其實不多²。在殷末周初之際寫成的《尚書·堯典》³則提到四個與日夜長短有關的星象，應是為了辨別四季而設：

「日中、星鳥，以殷仲春…日永、星火，以正仲夏…宵中、星虛，以殷仲秋…日短、星昴，以正仲冬。」（圖1）

其中「日中」指日夜平分之時，「星鳥」意思是黃昏後不久在正南方天空的單星或星群（簡稱昏中星）被命名為鳥，象徵原始朱雀形

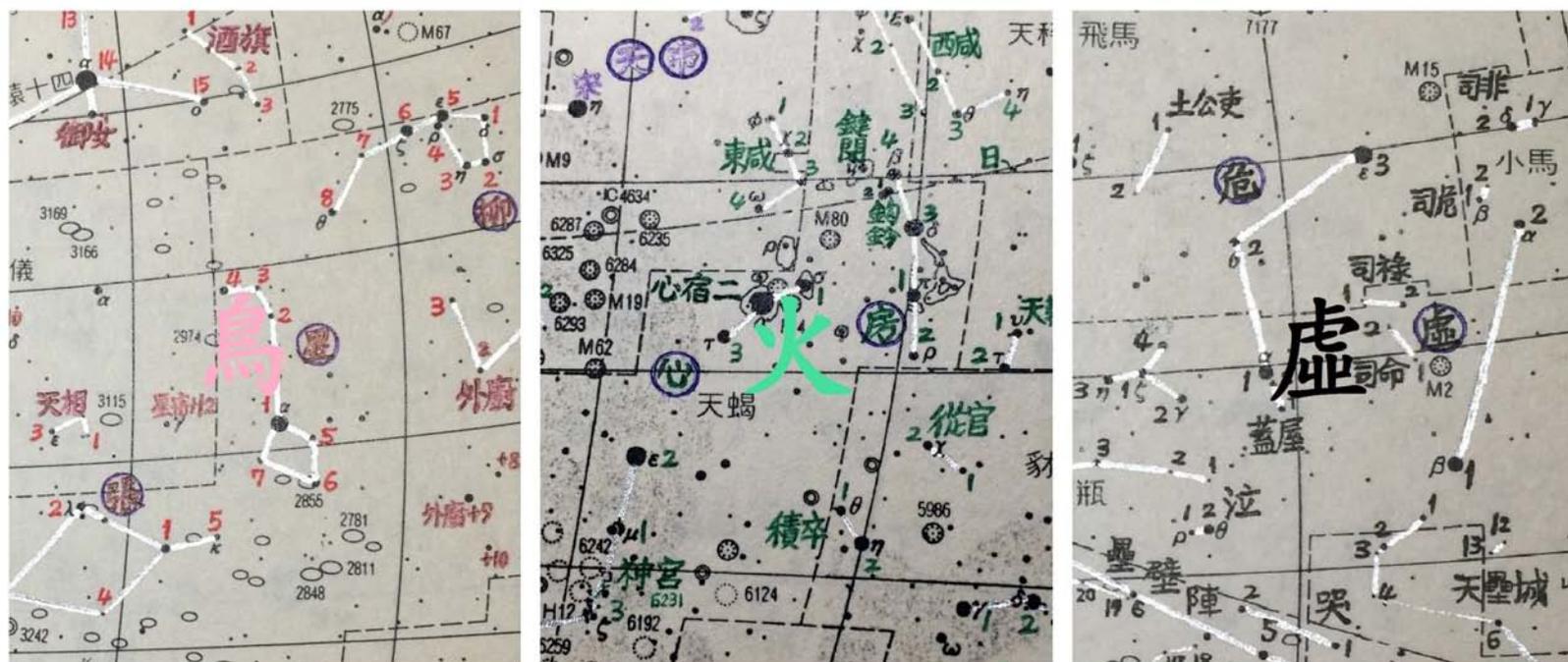


圖1 《尚書·堯典》記載的四個與日夜長短有關的星象：南中天四星群。筆者繪

即可佐證此說。

然而反駁者認為，土星正確週期不是28年而是29.5年，且土星在古天文裡並不如太陽、月亮與歲星重要，不太可能以它做為其他天體的參照點¹⁹。在《史記·天官書》中甚至沒有土星占候²⁰，顯示土星不可能在更古老的時期被如此重視而做為劃分二十八宿之原因。另外，土星規律地年鎮一宿同樣也無法解釋寬窄差距，因此，大小不一的二十八宿可能是為了遷就原本既有星象²¹或融合不同觀星系統²²才形成的。它們只是天空的定位座標，以便人們瞭解日月五星的相對位置。朔望月雖然比恆星月更容易觀察到，但若記錄月亮位置，勢必會發現恆星月的週期。要指出日

月位置，其實不需要每宿寬度都相同，只要標示它們位於某宿的哪裡即可。

二十八宿之外的星官如何出現？

西方曾經有一段「星座隨你DIY」時期，中國也有。自商代到戰國，被《史記》記載過的星占家就有九位²³：「殷商，巫咸；周室，史佚、萇弘；於宋，子章；鄭則裨竈；在齊，甘公；楚，唐昧；趙，尹臯；魏，石申夫。」，他們為了占星而各自命名過許多星星，但商代到春秋時的相關文獻記錄不多，專著也沒有流傳下來，僅存一種「二十八

宿古度」²⁴（圖4），是最早的二十八宿觀測數據。之後戰國時期的星占僅留下甘德與石申夫等人著作，殘存在瞿曇悉達所編撰的《開元占經》裡。當時星空的劃分如同各國有各自的度量衡一樣尚未整合，星象也不例外，後來的秦始皇也沒有統一到星象。

到了漢朝，《史記》裡的星官名稱仍有兩種不同系統，即石氏與甘氏²⁵。《史記》雖然是史學經典，但是敘述的星象仍有疏漏，因為從《漢書·天文志》星占引用的部份星名未見於史記，即可知史記只寫概略，未舉全豹²⁶。直到三國時代，孫吳太史令陳卓才將當時尚未散佚的石氏、

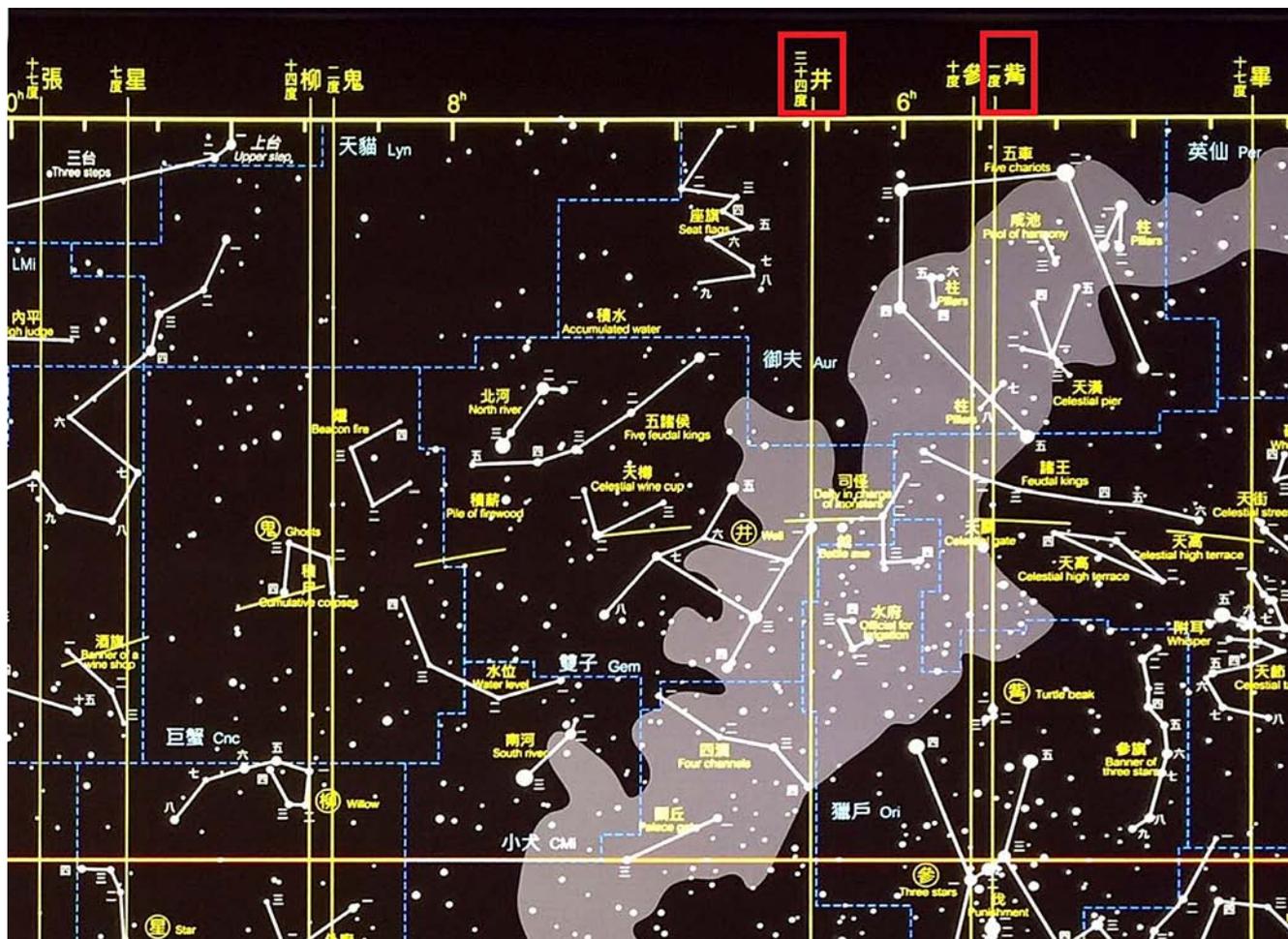


圖3 二十八星宿寬窄差距甚大，從1度到34度都有。攝於臺北天文館展場星圖

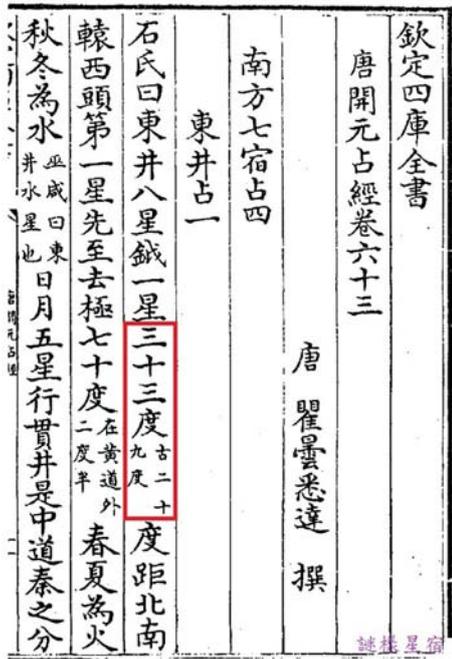


圖4 《開元占經》記載之井宿石氏度數與古度，欽定四庫全書版

甘氏、巫咸氏三者整理彙總，以石氏為核心、加入甘氏與巫咸氏有但石氏沒有的²⁷，一共283個星

官約1400多顆星²⁸，為《史記》的三倍之多，稱之為「定紀」，從此中國星象歸於統一，後代大致不再更動，僅有小幅度的變化。唐代寫成的《晉書·天文志》、《隋書·天文志》、以及在敦煌藏經洞發現的《敦煌寫本》Pelliot Chinois 2512的星數，都很接近保存陳卓原貌的《三家星官簿贊》²⁹星數，但是，這些遠多於《史記》的星官，真的都是戰國時期就出現的嗎？還是因為漢末的動盪造成大量星占需要才創造出來？抑或與當時的國土與政權向南擴張有關？

古人其實沒有著作權這種現代概念，許多書會假託古代名人所作，以顯得比較有來歷容易被接受，巫咸星官就被學者懷疑是陳卓託古而成。有些原已存在但不是名家所著、有些在漢代才增

添的星官，被陳卓匯集整合為巫咸星官，以填補原本石氏、甘氏未記錄到的空白天區³⁰。魏晉南北朝的戰亂使得星占更加重要，於是陳卓的三家星經就因此廣為流傳了。

另外，戰國到東晉時的疆域雖然漸漸向南方擴張，但正史所記載的天象，應是出自皇家天文機構的記錄，因此未註明地點的記錄皆是在當時的國都觀測的³¹。戰國至秦漢時期的政治中心位於中原地區，近南極的星象雖然不易觀測，不過當時北極點因歲差的關係離北斗較近（圖2之AD1前後3度內），春天時北斗以南的可見範圍會比現在多十度左右，因此可以看到地平線上橫躺的銀河（圖5右）。定紀星官之中幾乎最南邊的「器府」，位置很可能就在這片銀河繁星之中，才能



圖5 戰國初期北緯35度的春季南方夜空（圖右）相較於現在（圖左）高了10度左右，銀河明顯易見。Stellarium截圖

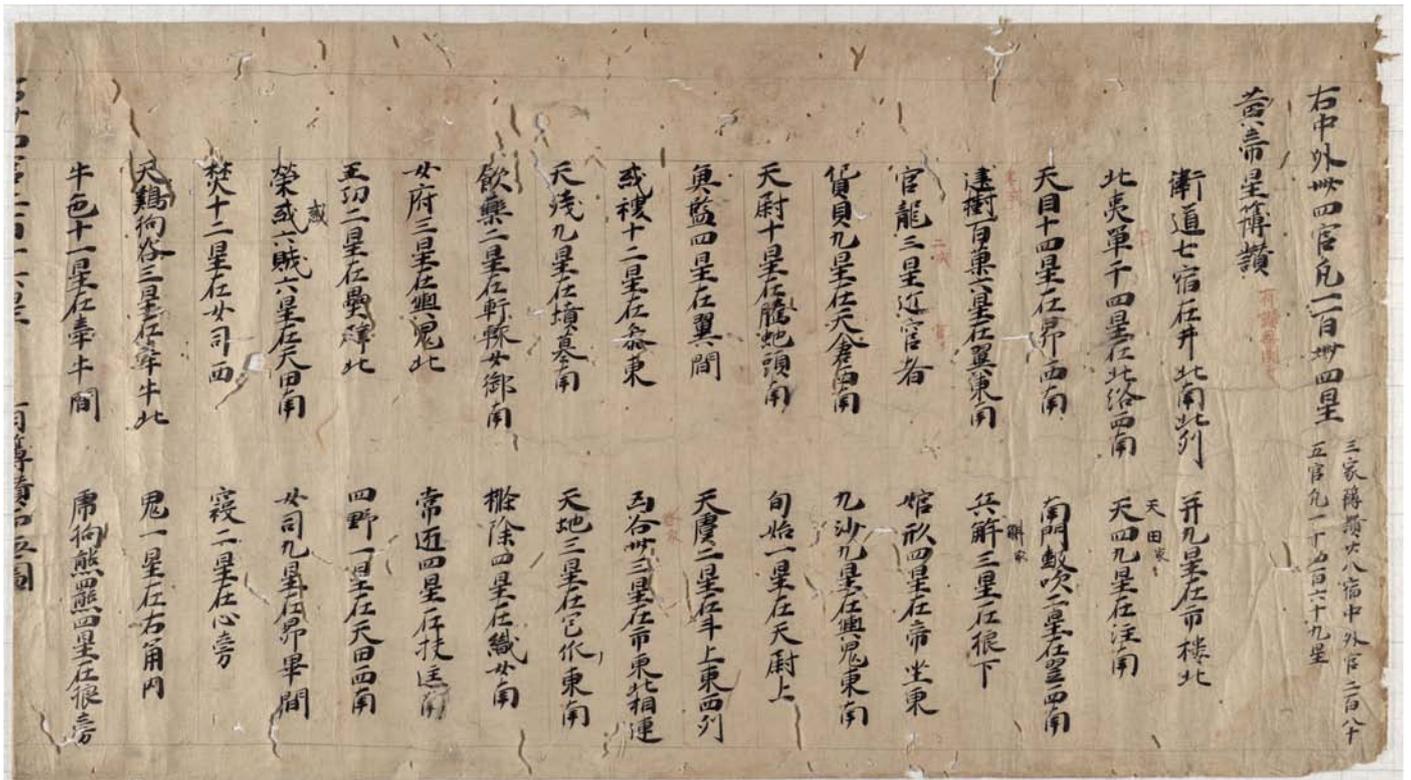


圖6 黃帝星官簿贊，其圖像已失傳。資料提供：京都府立京都学・歴史館 京の記憶アーカイブ

多達三十二顆，高居星數排行第二名。而器府與其附近的東甌、青丘屬甘氏星官；軍門、土司空屬巫咸星官，這些偏南的星官雖然未出現在漢史，直到《晉書》才首次出現，但是至少器府、東甌、青丘在戰國時已被甘氏命名。即使有部份甘氏星官為後人所添補，也無法論及器府等星官亦是如此。綜合來看，應可推論並非因為政治中心南遷，才開始命名較南邊的星象。

然而另有一部唐代李鳳所撰之星占著作《天文要錄》³²，記錄了石氏、甘氏、巫咸氏、黃帝³³（圖6）、萇弘、陳卓等六家星占著作，總星數竟達到2400多顆（圖7），比陳卓定紀又多了一千顆。為何陳卓只採用他託名巫咸氏的星官卻沒有採用黃帝、萇弘、以及用他自己命名的陳卓等三家星官？難

道又是後人託陳卓之名而寫的？這個古天文謎團，只能等待未來有心人前來揭秘了。

附註：

1. 陳美東《中國古代曆法》，中國科學技術出版社，2008，頁2。
2. 馮時《古文字與古史新論》，台灣書房，2007，頁157、177。
3. 潘鼐《中國恆星觀測史》，上海學林出版社，2009，頁6。
4. 陳遵媯《中國天文學史》第二冊（明文書局，1985）頁66表格將鳥標記在「星」宿位置。
5. 陳遵媯《中國天文學史》將火標示於房宿而非心宿。雖然青龍七宿的中央位置的確是房宿，但心宿二是比房宿更明顯的星星。潘鼐《中國恆星觀測史》頁12與邱國光《中國二十八宿對應2000年

分點圖考》皆將火標記於心宿。

6. 中國天文學史整理研究小組《中國天文學史》，科學出版社，1981，頁9。
7. 潘鼐《中國恆星觀測史》頁12整理了二十八星宿在各個古文物出現之先後順序。
8. 陳遵媯《中國天文學史》第二冊頁65認為到了《史記·律書》二十八宿才完備，且部份星宿與現有不同，改用了建、罰、狼、弧等星官。
9. 潘鼐《中國恆星觀測史》頁7使用「星座」來稱呼北斗而非「星官」，這兩個名稱是否同義將於未來以專文說明。
10. 江曉原《天學真原》，遼寧教育出版社，2004，頁252-257。
11. 陳遵媯《中國天文學史》第二冊，頁53。

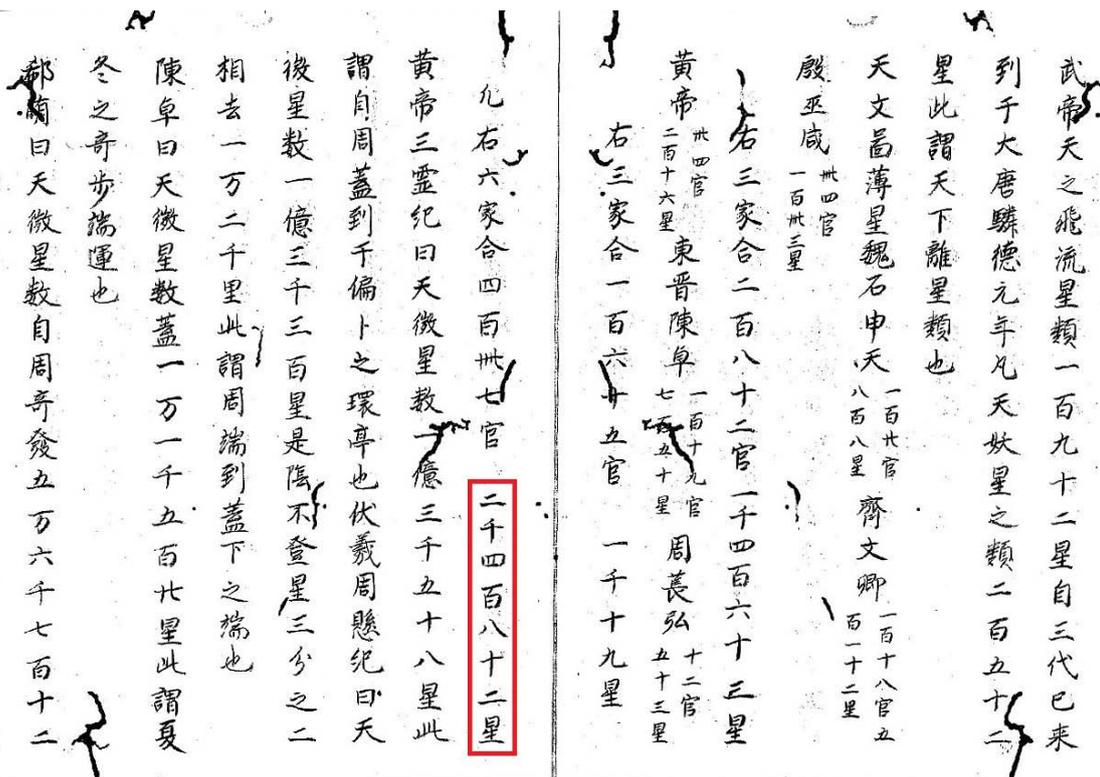


圖7 李鳳《天文要錄》序言，頁15。資料提供：日本國立天文台三鷹圖書室

12. 江曉原《天學真原》，頁262。
13. 同上，頁263。
14. 中國天文學史整理研究小組《中國天文學史》，頁22。
15. 孫小淳《中國天文學史》第二章，薄樹人主編，文津出版社，1996，頁77。
16. 《開元占經》記載的石氏度數中，井宿原本為33度，觜宿為2度。唐代一行重測後才改定觜宿為1度；宋皇祐年間重測才將井宿改為34度，參見潘鼐《中國恆星觀測史》，頁197、243。
17. 鄭文光《中國天文學源流》，科學出版社，1979，頁84。
18. 劉起鈞《釋〈尚書·甘誓〉的“五行”與“三正”》，文史第7輯，1979，頁13。
19. 孫小淳《中國天文學史》第二章，頁78。
20. 《史記·天官書》：「秦之疆也，候在太白…吳、楚之疆，候在熒惑…燕、齊之疆，候在辰星…宋、鄭之疆，候在歲星…晉之疆，亦候在辰星，占於參罰。」
21. 馮時《中國天文考古學》，社會科學文獻出版社（北京），2001，頁263。
22. 鄭文光《中國天文學源流》頁94：二十八宿寬窄不等是因為有兩種觀象授時系統的融合造成。
23. 《史記·天官書》太史公後序。
24. 約春秋末期，潘鼐《中國恆星觀測史》，頁29、38。
25. 同上，頁34。
26. 同上，頁40、103。
27. 同上，頁33。
28. 同上，頁142，其中有7個星官是合併15個之後計算而得。
29. 同上，頁157、171。
30. 同上，頁150。
31. 劉次沅、馬莉萍《中國歷史日食典》，世界圖書出版公司，2006，頁38。
32. 殘寫本現僅存於日本。
33. 若杉家文書第83號《雜卦法》記載了其他古籍所沒有的黃帝星官簿贊共34個星官，但未繪出圖形。其名稱亦不見於今日星空，例如：官龍、貨貝、天殘、旬始等，有些名稱還被後世當做客星或妖星，參見陳遵媯《中國天文學史》第三冊，頁344。

歐陽亮：天文愛好者，曾獲2001年尊親天文獎第二等一行獎，擔任2009全球天文年特展解說員。

部落格：謎樣的二十八星宿
<http://blog.xuite.net/liangou/star>



雙筒望遠鏡觀天-4

雙筒望遠鏡使用方便，可以隨時移動，為觀星提供了許多優勢，是入門者進入天文領域的最佳工具。

文/陶蕃麟

觀測人造衛星

在地球上空有許多的人造衛星在軌道上穿梭著。一般而言，很少人會對它們產生興趣，甚至從未曾關心過它們。對業餘天文學家來說，看見它們也不是件新鮮事。事實上，大多數人造衛星，尤其是碎片，光度都很微弱，無法用肉眼看見。根據一些觀測者提供的訊息，扣除掉這些還是有數百顆可以用肉眼看見。能夠看見的人造衛星通常不是夠大（長度超過6公尺），就是位置較低（100-400公里的高度），反射的陽光亮度讓我們可以看見。

半個世紀前（民國46年，1957年），第一顆人造衛星，蘇聯的史普尼克1號進入軌道。在史密松天體物理台的號召下，全世界5,000多名業餘天文學家聯合起來展開“衛星觀測計畫”（“Moonwatch Project”），在全球各地建立觀測站，目的是發現、追蹤並記錄這些人造衛星在天空中的路徑。然後彙編觀測結果，用於計算每顆人造衛星的精確軌道。當時，天文館的前前身，還妾身未明的窩居在中山堂頂的小閣樓，也組織了觀測隊（第505測站）參加了這個計畫。（圖1）

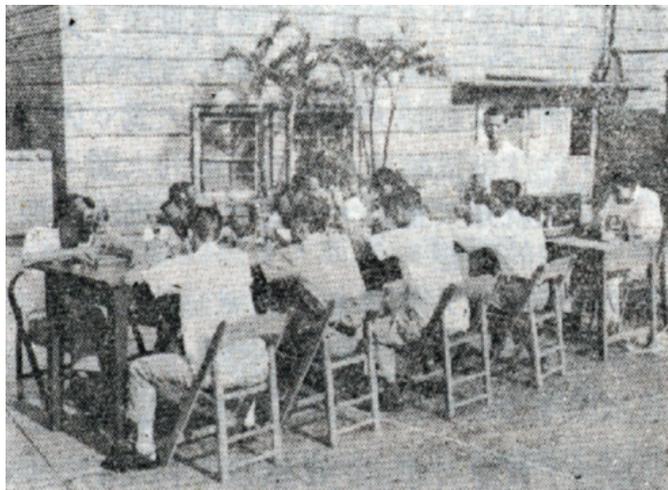


圖1. 1958人造衛星臺北觀測隊

觀測隊使用的是這種當年由日本武藤研究所製造，用來觀測人造衛星的望遠鏡（圖2）以及類似砲兵觀測鏡的單筒望遠鏡（圖3）。不過，全球各地大多數的觀測隊都使用安裝在可調整的支架上，向下俯視對準一面鏡子來觀察天空。



圖2. 武藤製造觀測人造衛星望遠鏡

這是1958年出版的尼爾·霍華德的《衛星觀測手冊》中的照片。這種老式的衛星望遠鏡與工作的示意（圖4），它由一對7x50雙筒望遠鏡改裝而成。這種觀察望遠鏡通常安裝在可調節的支架上，對準一面平坦的鏡子，因為向下看實際上比向上看更容易！

現在，衛星觀測計畫已經被北美防空司令部的精密網路取代，監視超過12,000多顆在地球上空人造衛星的動向。因此，觀測人造衛星的科學用途已經離開業餘天文學的領域，但發現人造衛星的樂趣和興奮並不會消逝。



圖3. 類似砲兵觀測鏡的單筒望遠鏡

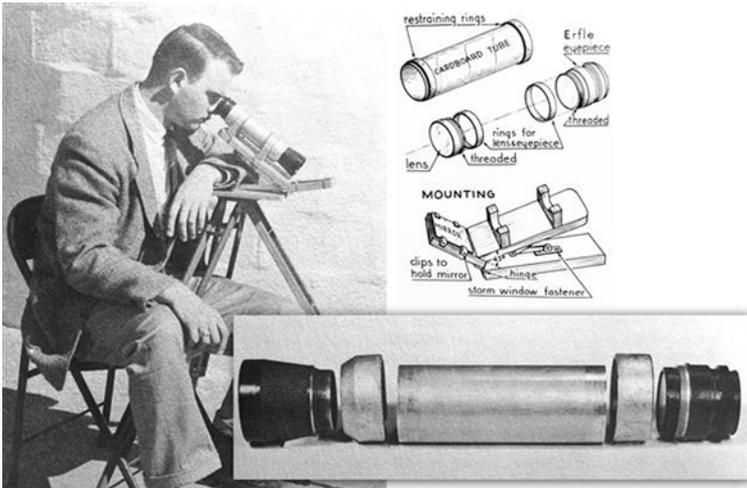


圖4. 老式的衛星望遠鏡，由一對7x50雙筒望遠鏡改裝而成。

觀看人造衛星的最佳時間是在日落之後或黎明前。在這些時段，觀測者已經深處黑暗中，但在軌道上的人造衛星仍然在陽光下閃耀著。在夏季，太陽的高度使得這個季節是觀看人造衛星的最佳季節。衛星的高度通常在地表上空100公里，因此衛星在日落後的2-3小時仍然能被陽光照亮。

要觀測人造衛星，首先要知道最好的觀賞環境。就時間而言，在日落後45至90分鐘或日出前90至45分鐘。在這兩個時段較易看到以高角度穿越天空的人造衛星。在這種情況下，它在天空上可以出現四或五分鐘。但請記住，人造衛星在進入地球陰影時（在夜間通過時）會迅速消失，或者當它從地球陰影中移出時會突然出現（早晨通過）。

其次，你要知道在哪裡找。人造衛星可以出現在任何方向上，但一般來說你最好要背向太陽。這意味著，在入夜後要專注於天空的東半部，凌晨則要注意西半部，觀測的高度則在仰角30度以上。以這樣的高度，在傾斜的躺椅上觀測會是很好的選擇，可以很舒適的用雙筒望遠鏡掃掠經過的人造衛星。

剛開始觀測的新手可能會看到許多冒名頂替者：像織女星、牛郎星等這些亮星，或是剛升起的星星和飛機。如果你不確定看到的是人造衛星或其他現象，請記住人造衛星會很明顯地移動，但不會有落地燈或在兩側閃爍的紅燈與綠燈。在一年當中的晨昏時段，每個晴朗的夜晚可能至少有十幾顆人造衛星會越過你監視的天空。如果真的是人造衛星，就要注意他的移動方向、速度、亮度和光度變化曲線。

從移動方向來看，如果是由西向東移動，它可能和天文研究有關，例如哈伯太空望遠鏡。沿著西南向東北，或從西北到東南路徑的人造衛星，可能是載人的飛行任務，例如國際太空站。國際太空站的亮度可以像-2等星一樣明亮，所以很難被錯過。從北向南或從南向北的路徑，可能是氣象或研究氣候的衛星。最後，如果是一顆逆行，也就是路徑是由東向西的，那它可能是偵察衛星或是間諜衛星，而後者在網路上通常是找不到預報資料的。

通過的速度可以讓你了解它的軌道高度。距離地球表面越高，它移動的速度越慢，穿越天空的時間也就越長。再配合上觀察到的亮度，還可以推測它的大小。如果一顆人造衛星看起來非常亮，但移動的速度很慢，那它可能很大，且在比較高的軌道上。而同樣亮度但移動得相當快，可能就是一顆軌道位置低，也比較小的衛星。

最後，它的光度是穩定的，還是閃爍著也顯示出這顆人造衛星的狀態。如果光度是穩定的，表示它是一顆還在運作中的衛星；如果是閃爍的，那它可能已經失控，處在翻滾狀態中，使得被陽光照射到的太陽能電池版反射的太陽光不斷的改變方向；也可能是耗盡燃料或失去功能的火箭殘骸。

一種有趣的景象是美國海軍海洋監視系統的人



圖5. 通過北極星（在底部的亮星）的一對海洋監視系統人造衛星NOSS 3-3。此張相片曝光12.3秒，衛星由左上角向右下角移動。圖片來源：[Wiki](#)

造衛星。當看到這種衛星時不是一顆，而是兩顆或三顆的小集團。在冷戰時期，這些衛星通過定位並鎖定無線電傳輸訊號，來追蹤蘇聯船隻的動向。第一代在1976年至1987年發射，以三顆衛星一組，共有八組在軌道上運行。第二代依然是以三顆衛星為一組，在1990年至1996年間發射了三組。第三代在2001年至2012年共部署了八組，每組有兩顆衛星。早期的那些雖然已經不再使用，但依然在軌道上運行，也一直被業餘的人造衛星觀者追蹤著。

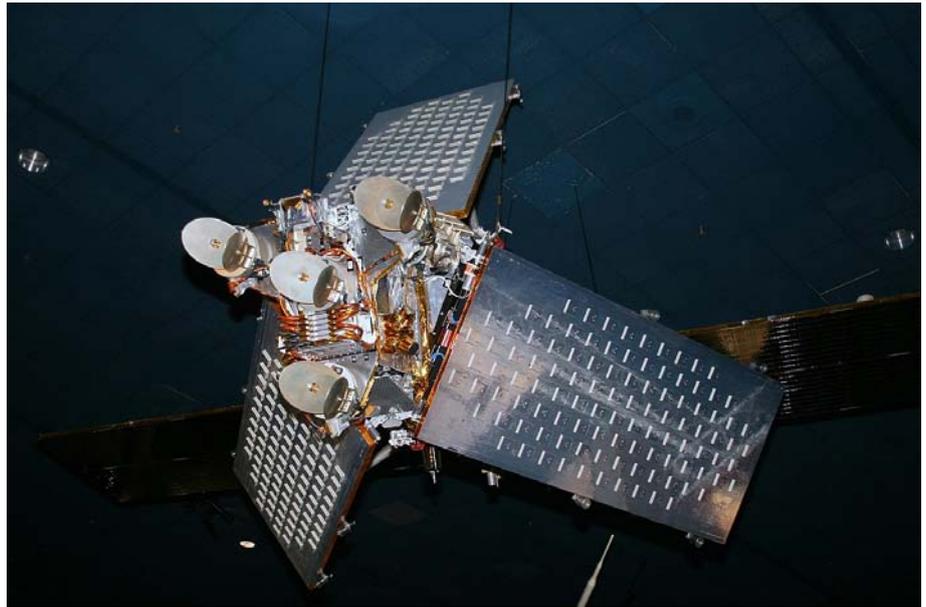


圖6. 鈹衛星。圖片來源：Wiki

最受矚目的人造衛星當屬有著耀眼鈹閃光的鈹衛星了。這是誕生於20世紀90年代的一群衛星，最初的目的建立覆蓋全球的衛星電話和呼叫器的通訊網。原本計畫要發射77顆衛星，所以依據原子序77的鈹元素命名，但最終只發射了66顆鈹衛星構成了一個鈹衛星通訊網。

但最值得觀賞的還是國際太空站（ISS，International Space Station），它是在天空中最大、最亮的人造天體。

觀測國際太空站

國際太空站的建設開始於1998年，於2011年完成。建成的太空站總重量420公噸，艙體長度74公尺，內部有1,200立方公尺空間；桁架長度108.4公尺，由一英畝的太陽電池板輸出110千瓦的功率，並為6個最先進的實驗室提供電力。原本的計畫是運行到2015年，但目前已經超過並計畫延長至2028年。

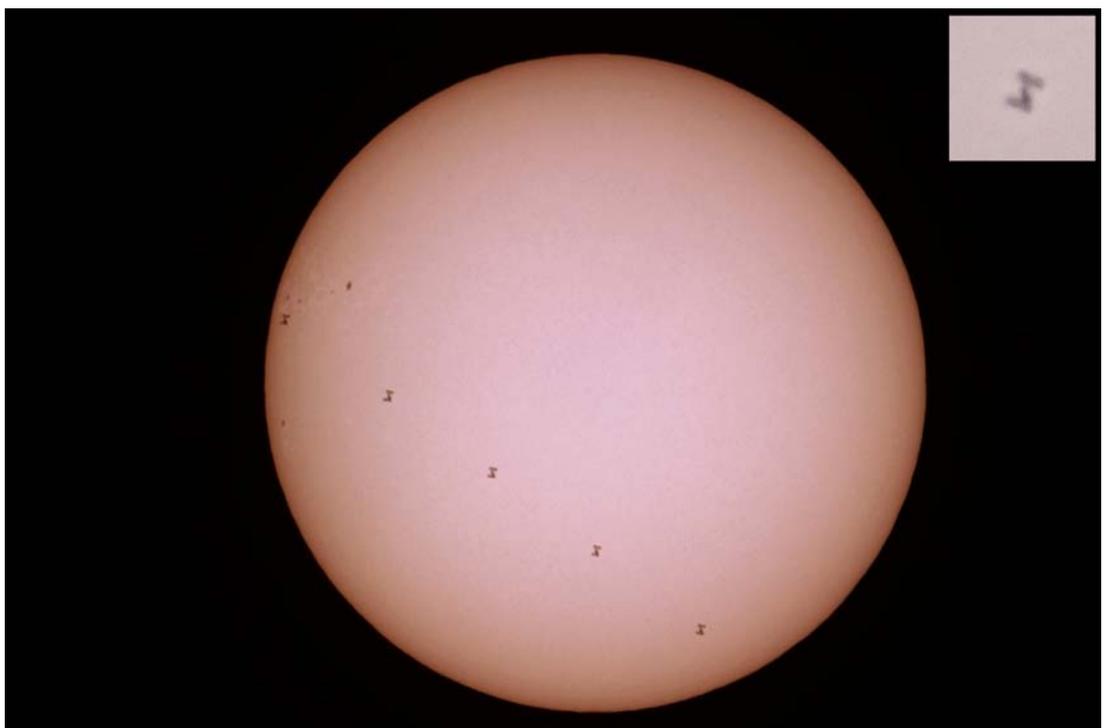


圖7. 國際太空站凌日
2015/06/30 07:46:20
吳昆臻拍攝。

它以平均348公里的高度，27,700公里的時速，每天在軌道上繞行地球15.7圈。由於其高度，太陽能電池板的大小、配置和反射太陽光的能力，是目前在軌道上最亮的人造物體。

在有利的觀測條件下，國際太空站可以像金星一樣的亮，也就是說可以達到 -4.5等的亮度，比夜空最亮的天狼星亮16倍。在最有利的情况，也就是照射在太陽能板上的陽光直接朝向觀測者反射時，它的亮度可以達到 -8等，比金星還要亮16倍以上。

在高緯度地區的夏季，當夜晚最短時，低地球軌道的人造衛星可以長時間被太陽照亮，甚至可以延長到整夜。對國際太空站而言，它大約每90分鐘繞行地球一圈，這意味著它不會一天只能被觀測者看到一次，而是有可能連續通過幾次。而由於國際太空站的軌道向赤道傾斜51.6度，因此常見的通過類型有兩種。

第一種是出現在西南方，然後向東北方向飛掠。大約7或8小時後，有可能看到第二種出現狀況，出現在西北方，然後向東南方飛掠。對於入夜時出現的ISS，通常開始時會相當暗淡，然後隨著它在空中移動，亮度會增大；對於凌晨出現的ISS，在出現時已經相當明亮，並且在預測通過結束時會逐漸消退。這種變化是由於陽光照射的角度發生了變化。

星鏈衛星

2015年，太空服務公司（SpaceX）推出星鏈（Starlink）計畫，要發射數千顆人造衛星，提供覆蓋全球的高速網際網路連接。從2019年5月至2020年5月底，已經成功發射7次，每次60顆，將420顆人造衛星送入高度550公里的低地球軌道；整個計畫完成後，將在3個不同的高度上布署12,000顆人造衛星。初期，這些人造衛星頭尾相連還能給出在觀測者可見天空的出沒時段，但隨著這些衛星逐漸拉開距離進入各自的預定軌道，網站已經不再提供預報而改



圖8. 星鏈衛星 Starlink 6 satellites。

影片：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Starlink_6_satellites.webm

以3D模擬動畫提供它們在軌道上的位置。

預報資料

現在有許多線上資源可以積極協助識別目擊的人造衛星，甚至可以預測特定目標何時會通過觀測者所在地的天空。最常被引用的是Heavens Above [<https://www.heavens-above.com/>]

這個網站預測低地球軌道人造衛星的動態，只要註冊一個帳號，輸入你所在觀測地的地理經度和緯度（不限一個地點），就可以查看在未來十天可以觀測到的人造衛星。你也可以下載它的App，提供亮度4等以上的人造衛星預報。但若拋開這些資源，經由自己的觀測來發現和辨識，會有更多的樂趣。

如果，你只要觀察ISS，可以直接拜訪NASA的網站：<https://spotthestation.nasa.gov/>；或下載另一個App：ISS Detector。

最後，要強調的是觀察這些人造衛星並不是要你去明確的鑑定這些衛星，只是要增強你的觀察能力。看起來光度會變化的，可能只是一個翻滾的火箭殘骸或失效的人造衛星，而正是多了這些變化讓觀測變得有趣。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

一塵不染的恆星育嬰房

這個朦朧的星團是「維斯特盧2」(Westerlund 2)，年齡小於200萬歲，充滿著高光度、大質量的年輕恆星，有些高達太陽質量的100倍。維斯特盧2周圍環繞著密集的塵埃雲，是恆星形成剩餘的碎屑，這些塵埃可能在幾百萬年後形成行星。

透過哈伯太空望遠鏡的近紅外光相機，可以看到星團中央幾乎沒有任何雲氣，這些塵埃神奇地消失了。科學家認為是星團核心中最重、最亮的恆星，產生強大紫外光，輻射壓像工業噴槍般又熱又快，驅散了星團中央的塵埃。

這個差異使得維斯特盧2中，系外行星可能形成的區域落在星團周圍，這裡的恆星光度及質量類似於太陽，行星的原料可以停留不致被吹散。

維斯特盧2也是詹姆斯·韋伯太空望遠鏡未來的觀測目標，它將為我們解析出關於這個幼年星團的更多細節。

© NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA), A. Nota (ESA/STScI), and the Westerlund 2 Science Team

圖片：<https://sci.esa.int/web/hubble/-/hubble-finds-that-distance-from-the-brightest-stars-is-key-to-preserving-primordial-discs-heic2009>





Q : 我們還有多久的時間就看不到日全食?

A : 在6月21日臺灣的日環食過後，有些好奇的小伙伴曾經問過我這個問題，既然月亮正在遠離地球，那麼會不會有一天就再也看不到日全食了？那是多久以後？當然我也想過這個問題，但卻沒有實際計算過，這次就來好好計算看看。

日月食的成因相當簡單，單純就只不過是日地月的影子互掩而形成的景觀，而日食之所以會有日全食跟日環食的差別，就在於太陽與月亮的相對大小，當月亮看起來比太陽大時，完全遮擋且位置適當的話，就會形成日全食，而日環食則正好是太陽比月亮大所形成的結果。會有這樣的差異，最主要原因在於月球的大小差值。

各別比較一下兩者的資料，月球的平均直徑約為3474公里，距離在36萬3100公里至40萬5700公里之間，太陽的平均直徑約為139萬2000公里，距離約在1億4710萬公里至1億5210萬公里之間，兩者的視直徑經過稍稍簡單的運算後可以得出月球的大小約在29.44'~32.89'之間，而太陽在天空的大小變動在31.46'~32.53'之間。

不發生日全食的唯一條件便是，「從地球上看起來，太陽比月球大」，所以只有兩種可能，一種是太陽變大，另一種則是月球變小。事實上，太陽雖然在主序星時期不太會改變其大小，此時太陽內部所產生的輻射壓及重力可以相互抵消，但是微幅的體積膨脹還是有的，當氫逐步被消耗後，核反應的活躍程度會降低，此時重力成了勝方壓縮太陽核心，而此時的壓縮會導致核心區的核反應再次加強，重新恢復內外力平衡，這種動態平衡在最外圍所體現出來的就是體積增加，表面溫度提升、亮度增加，整體而言不會有非常大的差異，除非時間尺度拉得夠長，故我們先忽略這部分的差別。

接下來就只剩「月球變小」的選項了，當月球持續遠離地球，在天空中的大小小於太陽的最小值時，此時就再也不會發生日全食了，而目前的數據是，每年月球遠離地球3.8公分，如果要將月球的大小小於太陽的最小值，亦即月球必須看起來小於31.46'，則月球的最近距離就必須大於37萬9600公里，減去目前的最近距離，即月球需遠離地球1萬6500公里。再假設月球每年均遠離地球3.8公分，大約需要花費4億3400萬年的時間，看似簡單的計算，但我們其實還忽略了一些小問題，月球遠離的程度不會永遠相同、太陽也會變大，所以美國太空總署估計的時間，實為6億年。

看不見日全食這件事，不是人的一一生中可以體會的，如果以10億年為尺度，未來會消失的東西還有很多，例如：土星環、火星衛星、完整的獵戶座等等，只能說，我們活在現在，還有機會看到這些有趣的天文現象，真的很幸運。

許晉翊：臺北市立天文科學教育館

YouTube相關影片：



我們會錯過什麼

<https://www.youtube.com/watch?v=7uiv6tKtoKg>

文、攝影/鮑國全

層次分明階梯式的內壁
無數的次生撞擊小坑
壯觀的幅射紋系統
複雜的中央峰.....

月面之王者

哥白尼坑

COPERNICUS

圖1 農曆初九~初十時，便可以看見哥白尼撞擊坑。

約在8億年前某一天，月面上傳來一聲巨響，震撼了這個死寂的世界，隨之而來是一座巨大的撞擊坑出現於風暴洋上（圖1），這便是日後很多人都熟悉的哥白尼坑了（在現今的月圖上，哥白尼坑是位於島海）。哥白尼的直徑只有93公里，在芸芸的巨大坑群中只算是小弟弟吧，但它卻是少數能完美地展示了一座大型撞擊坑應有的特徵，包括層次分明階梯式的內壁、無數的次生撞擊小坑、壯觀的幅射紋系統和複雜的中央峰等等（圖6），擁有這一切的特色，無怪自古以來一直都是月球觀測者最喜愛和最讚嘆的月貌了。19世紀時的英國月球觀測權威艾爾格（T.G. Elger）先生特別稱譽哥白尼環形山是“月球上的王者”。

讀者們都會知道哥白尼是日心說的倡導者，哥白尼環形山的命名，背後原來是有一段非常有趣的故事。1651年，著名的義大利月球觀測家里喬利（J.B. Riccioli）發表了一份詳細的月球全圖，分別用地球的山脈和天文學家等的名字冠予月海、山脈和環形山，奠定了現今月球地貌命名系統的基礎。他本身是非常反對日心說的，對哥白尼沒有任何好感，因此在命名時只是隨意地在風暴洋內找了一座不起眼的環形山，冠上了哥白尼的名字，但他又怎會料想到，日後的哥白尼坑竟成了月面上的霸主，受人尊崇呢。

在近代月球撞擊坑形成的研究上，哥白尼坑曾肩負了很有意義的使命。著名的美國天文學家尤金·舒梅克（Eugene Shoemaker）先生就是利用哥

白尼坑及其周邊的地貌為研究對象，從而更深入理解撞擊坑的力學（Impact cratering mechanics）和月球地層學（Lunar stratigraphy）

這兩個研究範疇，確定了類地行星（包括月球、水星和火星等）上的很多地貌都是由外來天體撞擊而成。也許很多讀者都不清楚



圖2: 晨光第一線照亮了哥白尼的東外壁, 坑溝和山脊的結構非常明顯, 部份西面壁緣也被照亮了。

舒梅克是什麼人物，他就是與大衛·列維（David H. Levy）等一同發現舒梅克-列維九號彗星，其後這顆彗星分裂為21塊碎片，並於1994年7月16日分別撞向木星，讓人類首次目睹天外物體撞擊另一星體的過程。

讀者看過上文一些有關哥白尼坑的簡單介紹後，或許會有點兒想快些認識它的真貌，現在就讓我們開始哥白尼環形山觀賞之旅吧。

農曆初九~初十時段，當晨界線移近哥白尼環形山時，低斜的晨光照射在它的東緣外壁上，那些由濺射物造成的坑溝和山脊特別顯得凹凸分明，極富層次感，看來就像一幅天然的浮雕，極具立體感，如果用高倍觀看，更是震撼（圖2）。在哥白尼東面的島海盆地上，滿佈大小不一的細小坑洞，都是由來自哥白尼撞擊坑形成時所產生的濺射物造成的次生坑洞。它們有些排列成串珍珠、有些不規則地排列

或是聯結成群的排列等等，在低斜光照下，這些次生小坑特別耀眼。回首來看看哥白尼東坑緣上一幅扇貝形態的高聳結構哥白尼阿爾法（Copernicus Alpha），在晨光照射下，它投下了一片拱形的影子在階梯式的內壁上。細看哥白尼阿爾法，它看來就好像美國西部優勝美地國家公園的半圓丘（Half Dome, Yosemite National Park）。哥白尼阿爾法的下方不遠處有一座3公里直徑的小環形山哥白尼A（圖3），這是內坑壁

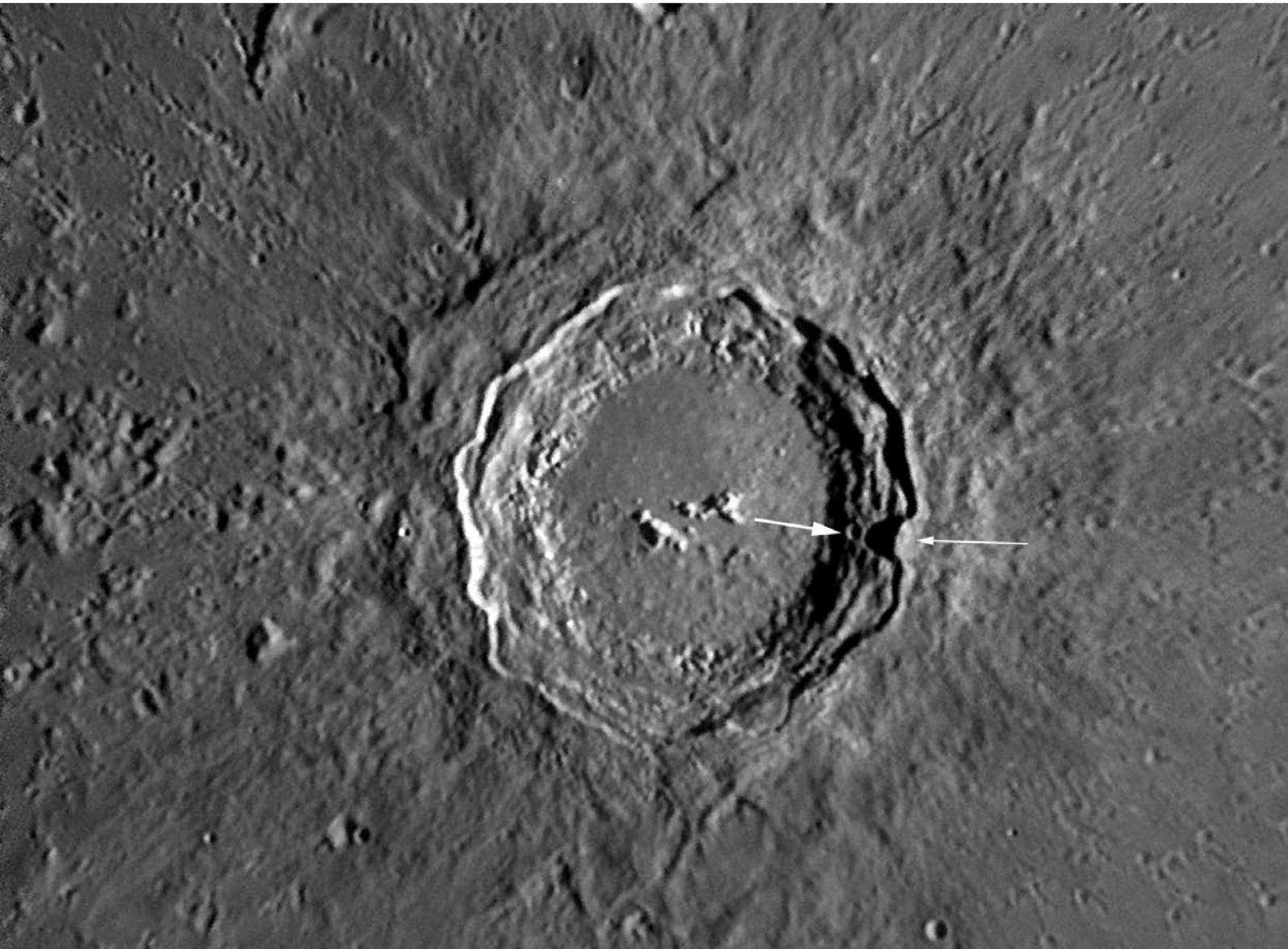


圖3: 哥白尼環形山的複雜結構一目了然，箭頭所指的是哥白尼阿爾法，其下方是哥白尼A(見大箭頭)。

中可見最大的一座坑洞，小口徑望遠鏡較難辨別出來。隨著太陽慢慢爬升，這時西坑緣也被照亮成一線殘缺不全的彎月形，逐漸西面的內壁顯現了，坑底還是漆黑一片。沒多久可見到坑底上有幾顆光點閃爍著，這些都是哥白尼的中央峰的峰頂受到陽光照射下的景象，而整片西緣內壁的階梯式結構都完全顯露在眼前（圖4）。當太陽不斷爬升至較高的位置時，坑底的漆黑部份也越來越少了，幾座中央峰的面貌已清楚可見，而它們投在坑底的影子也越來越短了，整個環形山的複雜結構也漸漸一目了然（圖3）。東內壁的台階結構比西內壁的較為完美；坑底的南部比較崎嶇不平，北部則較為平滑一些。隨著早晨的晚段時間來臨，哥白尼西面盆地的凹凸不平地貌亦逐漸顯現了。當太陽已升至最高位置時，雪白無瑕，如絲狀般的幅射紋從哥白尼坑的外緣向四周散射（圖5），壯觀之勢令人看得目定口呆，頻頻發出驚嘆的喝采聲。留意觀看，南北兩方的幅射紋形態是截然不同的。滿月過後，當昏界線臨近哥白尼坑時，上述的情景又再重演，只是這次是倒轉播放了，一切的地貌都隨著太陽的西沉而慢慢消失於黑夜中。

細心觀測哥白尼時，會發覺它的外型並不是圓形的，而是呈多邊形，一些觀測者說是六角形，一些說是八



圖4: 中央峰峰頂被照亮, 看來像光點在暗黑的坑底閃耀著, 西內壁也全被照亮了。

角形，不知讀者們的觀測結果是怎樣呢？在坑底上，很明顯看到3座中央峰，大約是依東西方向排列，最高的山峰高約1公里。美國的月球行星科學家伍德博士（Dr. Charles Wood）在一項研究中，發現環形山的直徑與中央峰高度是有相互關係的，以有93公里直徑的環形山來說，中央峰的高度應有2000公尺，

可是哥白尼中央峰高度比理論值少了1公里。另外哥白尼坑的理論深度應是4.4公里，但實際量度的數值只有3.7公里，同樣也是短少了0.7公里。這樣的高度差別，會是什麼因由造成呢？伍博士推想是哥白尼形成後曾受火山活動影響而有所改變，令坑底被一些充填物質堆高了，可惜這個推論並不

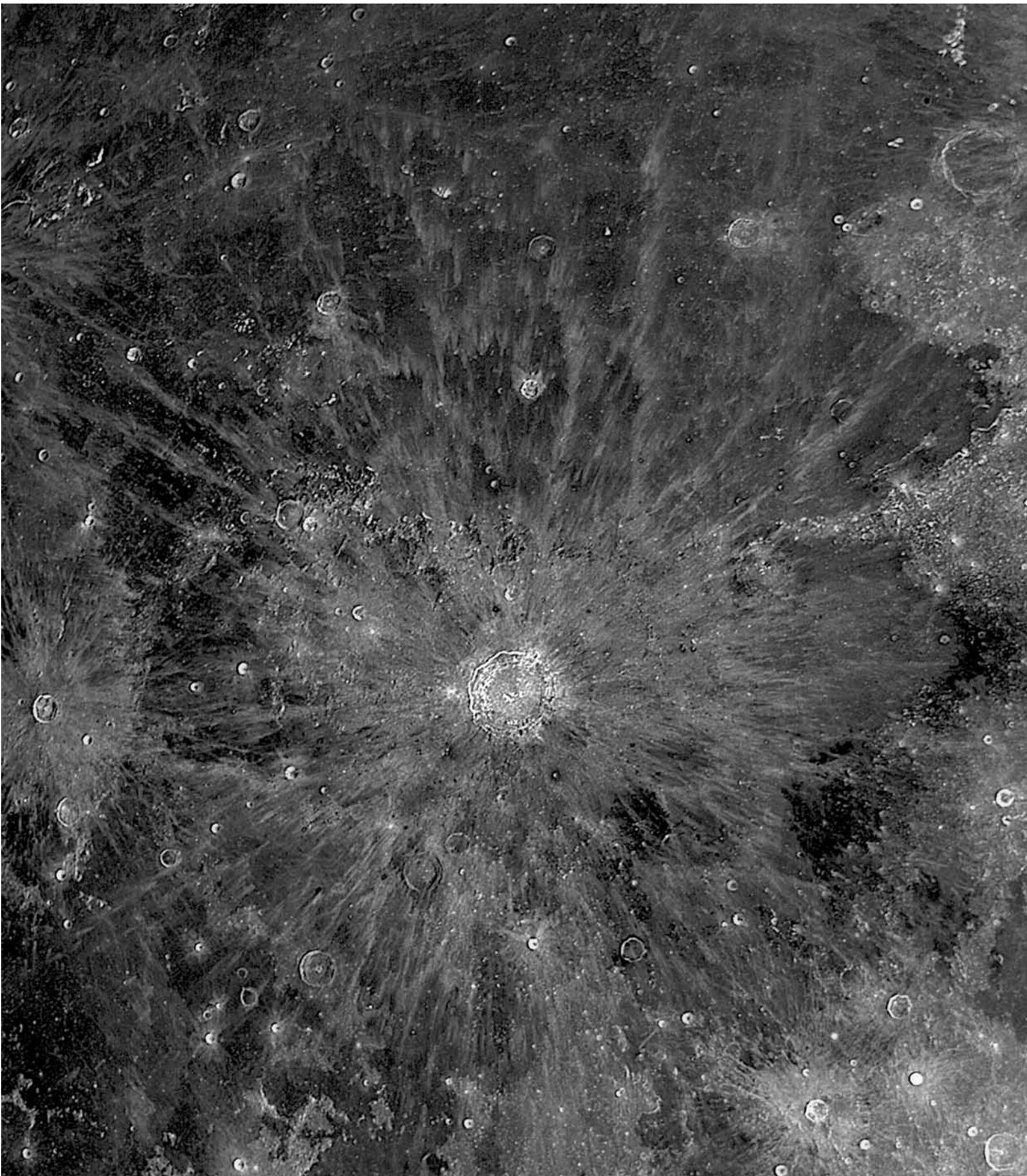


圖5: 哥白尼壯觀的幅射紋系統

為其他科學家所接納。

在哥白尼坑的南方不遠處有一座類似鑰匙孔的有趣小型撞擊坑，它的名字是福特（Fauth），闊約12公里。如果留意觀測，它實際是由兩個小撞擊坑溶合而成的，位於較南方的叫福特A，很可能是哥白尼形成時所造成的次生坑洞。

將視線由哥白尼的南方轉向北面時，會被一座遼闊的山脈所吸引，它的名字是喀爾巴仟山脈（Montes Carpatus），是由幾座山峰組成的，成了兩海南面的邊界。在山脈的東南端腳下是一座寬約26公里的蓋-呂薩克環形山（Gay-Lussac），在其西南方是一段40公里的蓋-呂薩克線形月溪；而在南面不遠處是一座有黑暈圍

繞的小坑蓋-呂薩克N，這些黑暈其實是一些暗黑物質，是撞擊坑形成時，將埋於底部的玄武岩溶岩帶到表面，並沉積在坑的周邊。在哥白尼東南方的哥白尼H也屬於這種名為黑暈撞擊坑的類別（圖6）。

鮑國全：業餘天文愛好者，
《月球攝影觀測圖冊》作者

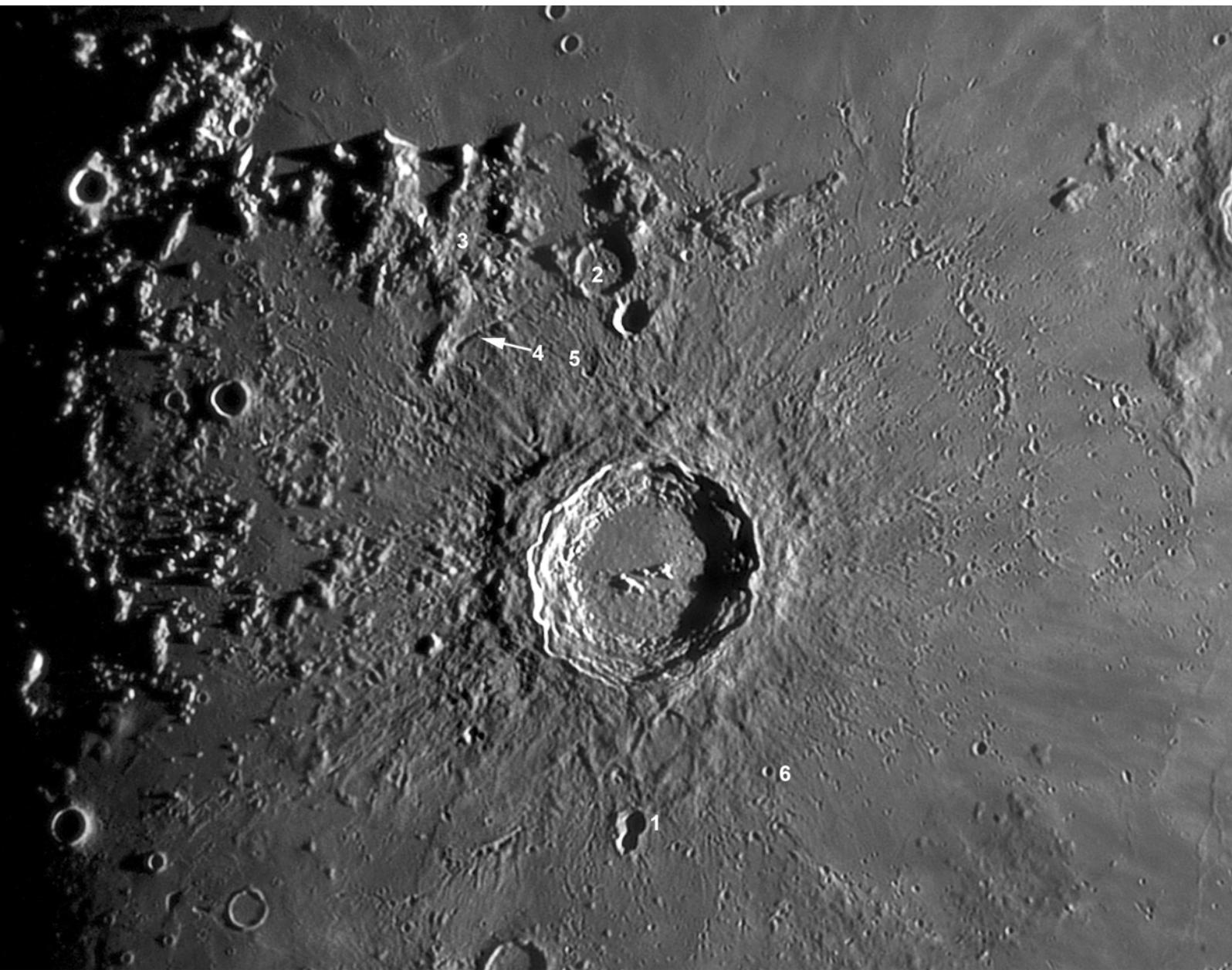


圖6：哥白尼環形山擁有一座大型撞擊坑應有的特徵；其東面佈滿了次生撞擊坑，西面地勢凹凸不平。圖片內的數字是其鄰近地貌名稱代號。1：福特，2：蓋-呂薩克，3：喀爾巴仟山脈，4：蓋-呂薩克線形月溪，5：蓋-呂薩克N，6：哥白尼H

Easy

拍星空22 日環食影像處理&日食觀測分享

文、圖 / 吳昆臻

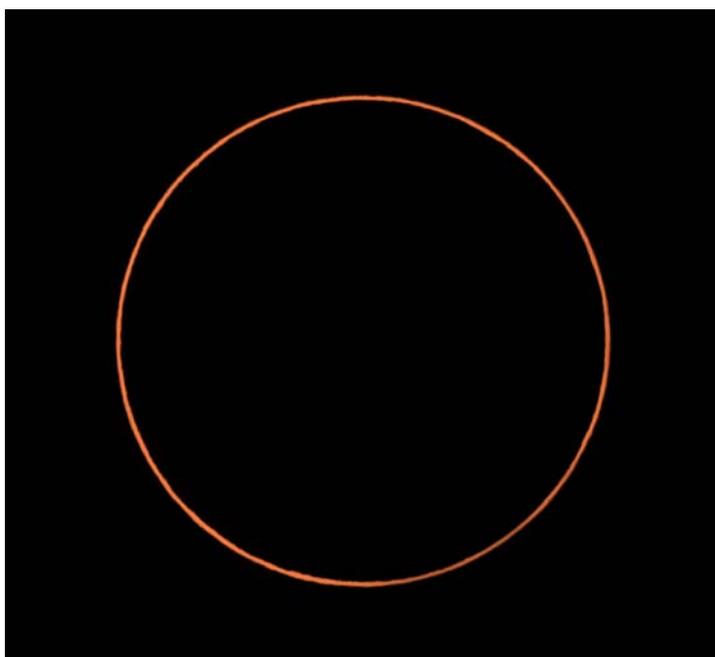
6月21日的日環食您有看到嗎？真的要感謝天老天爺給個好天氣可以一睹這難得的天文奇景，本期將分享這次日食影像處理方式，帶大家將辛苦拍下的日食影像完美的呈現，也順道分享作者自己日環食觀測記錄。

為了拍攝這次日環食拍攝，作者事先實地探訪了不少地點，預選了嘉義縣多個區域、帶點景可是海風可能很大的雲林海邊及離海邊一點距離的雲林友人家等多個地點，最後在日食前一天晚上參考天氣訊息後，選擇預報晴天率較高的雲林海邊口湖鄉的臨海園做為拍攝地點。當天早上從嘉義市望向西邊看是一整個烏雲密布，真的如氣象預報沿海地區會先在下雨，還好天氣也如氣象預報說的雨會往內陸下、雨後天晴，日食過程大半時間都是好天氣可以進行拍攝。

廣角間歇攝影&環食前後長鏡頭間歇攝影拍攝

影像拍攝規劃請參考〈[EASY拍星空19](#)〉

這二種拍攝方式都是以固定攝影拍攝，後續將不同時間、相同取景影像疊合（合成）在一起，疊合的步驟在《[臺北星空93期·EASY拍星空19 日環食拍攝 I](#)》中已有很詳細的介紹，這邊就不再贅述；作者要再次強調，正因為日食影像及背景也都是透過軟體疊合在一起，使用相同鏡頭拍攝及同一取景疊合才是最正道的呈現方式，不同鏡頭取景合成的影像是最不符合現場情況，既然都辛苦到現場曬太陽拍攝記錄，當然就是要將現場真實情況呈現才有其記錄的價值。



6月21日日環食甚影像
拍攝位置在環食中心線南方3.4公里，太陽南側(下方)環略粗一些。

長鏡頭日食過程-日食拼拼樂

影像拍攝規劃請參考〈[EASY拍星空20](#)〉

將日食過各個時間影像拼在一起，就能呈現出整個日食過程的全紀錄，要井然有序的排列各階段影像，要先對齊影各影像中的太陽，再做版面的編排，以下以Photoshop（付費）作示範，線上修圖軟體Photopea及GIMP（免費）等相關繪圖軟體也都可以進行編輯：

STEP1.挑選出要拼貼的影像並放在同一資料夾

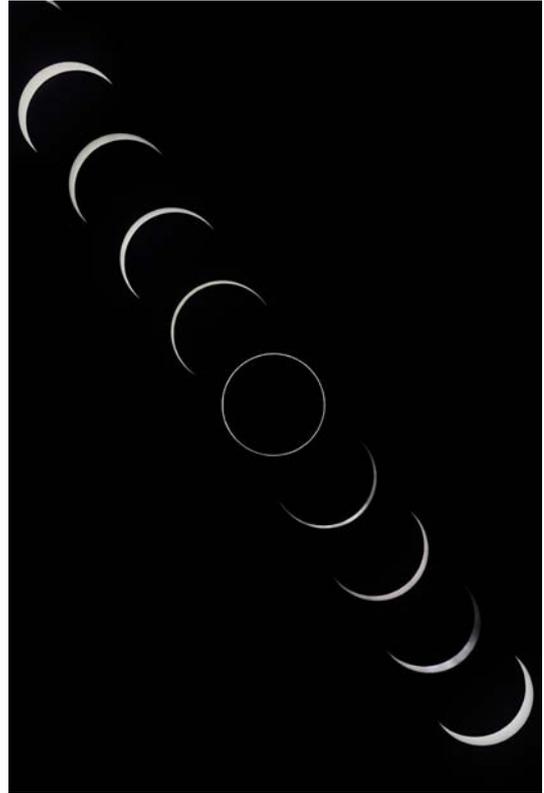
STEP2.開啓並疊合影像

Photoshop：檔案 > 指令碼 > 將檔案載入堆疊，選取疊合影像



日食過程廣角間歇攝影影像

日食過程偶有雲層遮蔽太陽，最後取4分鐘間隔剛好太陽都有露臉，底圖使用相同取景日落前的景致疊合，西沉太陽倒映在海面上，前景是雲嘉海邊常見的蚵架。



環食前後長鏡頭間歇攝影影像

原本希望可以用1秒拍攝1幅頻率拍攝，再另作成縮時影片，可惜過程有雲層干擾，加上環食前的緊張時刻連拍攝設定出錯，以致未能依計畫拍攝，最後以間隔2分鐘影像呈現過程太陽變化情況。

GIMP：檔案>開啓成為圖層，選取欲疊合影像。

Photopea：先開啓其中一張影像，再點選檔案>置入，選取其他疊合影像

STEP3.選定基準底圖、將太陽置中

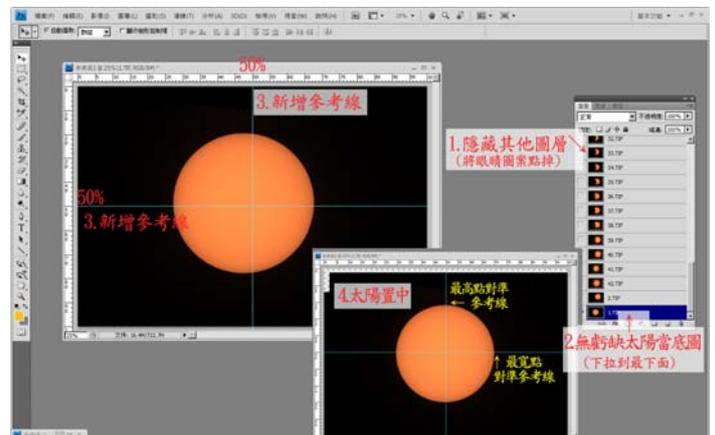
a.隱藏其他圖層、選擇並僅顯示無虧缺太陽之圖層當底圖

b.新增參考線

將游標移到影像的左邊尺標處（檢視中開啓尺標），按住滑鼠左鍵往右方拉即會出現參考線，將參考線置於尺標50%處（若尺標不是百分比顯示，點擊尺標處設定單位中的尺標為%），同樣方式從上方尺標處向下拉可產生水平參考線，參考線設於尺標50%處。

c.將太陽置中

使用移動工具 移動滑鼠移動太陽位置（鍵盤方向鍵可微調位置），將太陽垂直與水平最寬處對準參考線50%位置，以垂直方向調整為



移動圖層使太陽置中。

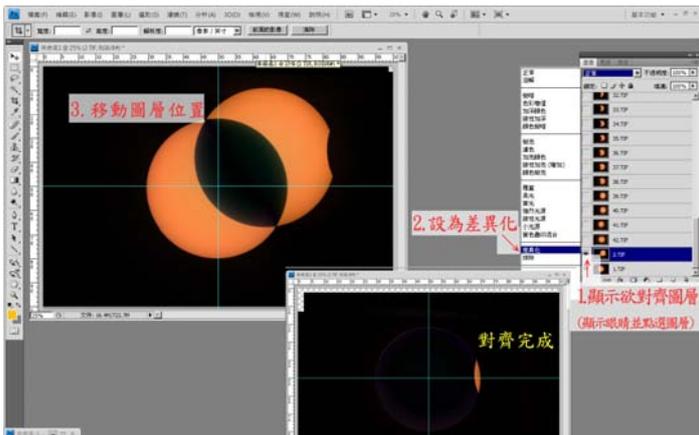
例，將太陽上緣最高處做對準，對齊過程可利用縮放顯示工具 放大檢視幫助對準。

STEP4.對齊各圖層影像

a.點選欲對齊圖層、並顯示該圖層影像。

b.圖層疊合模式設為差異化（影像相疊處會呈現黑色）。

c.使用移動工具 移動圖層位置，讓太陽



使用移動圖層位置與底圖太陽對齊。

邊緣對齊、亮部的區域最少，完成後將該圖層疊合模式設回正常並隱藏顯示。

d. 重複Step4，點選另一圖層，與底圖太陽對齊。

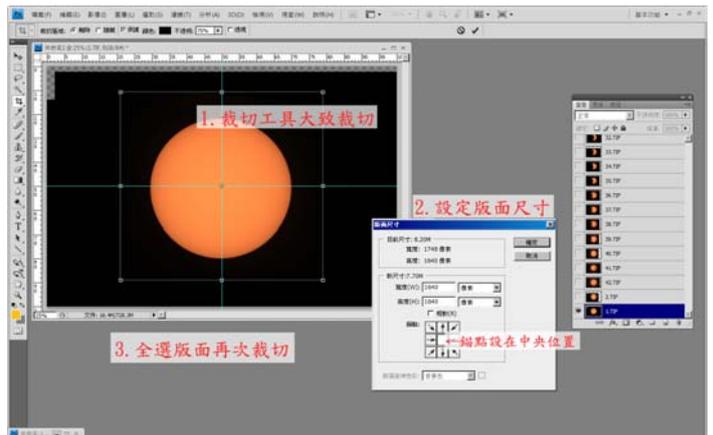
STEP5. 設定版面

a. 使用裁切工具 大致裁切。

b. 於編輯 > 版面尺寸調整太陽在版面中的佔比，錨點要設在中央位置才能保持太陽在中央位置。

c. 使用裁切工具 框取影像全部區域，刪去各圖層版面外面不需要區域。

d. 完成上述步驟全部的太陽已經對齊了，可影像另存成PSD或PSB檔方便其他編輯（如製作縮時影片）。



STEP6. 擴張版面

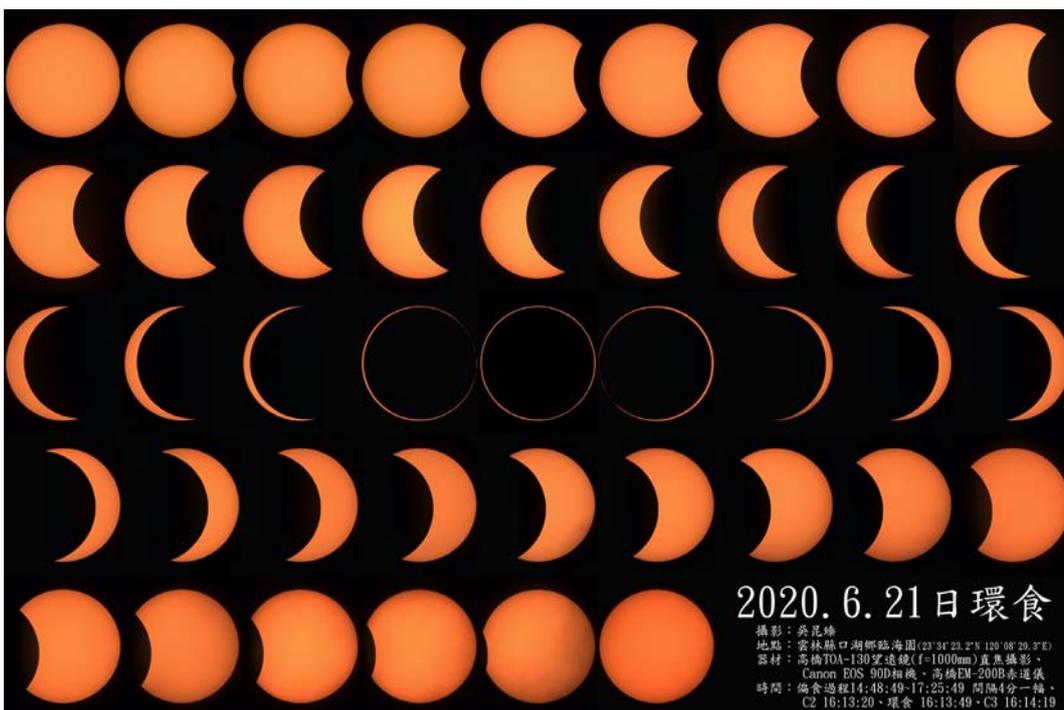
先確定最終版面大小放大版面尺寸，如下圖範例中水平方向有9幅影、垂直方向有5幅，所以在編輯 > 版面尺寸中水平放大900%、垂直放大500%。

STEP7. 編排版面

a. 使用移動工具 將各影像移動到對應的位置，或可以使用畫面錯位功能（濾鏡 > 其他 > 畫面錯位）設定數值移動。

b. 合併圖層

於圖層 > 合併可見圖層將全部圖片合併，就完成整個日食過程的全紀錄。



本次日食拼拼樂影像，最終以4分鐘間格影像排列，另加入C2及C3影像，因版面有限，無法將C1前影像排入。

太陽影像一致調整

在將日食全程影像拼貼在一起前，可將太陽影像先做一些基本的調整，大致有：

亮度調整：若有些影像明顯偏亮或偏暗，可在Raw檔輸出前先調整影像亮度後再輸出，各影像亮度一致可在拼貼合併前微調。

影像方向：讓各影像都維持方向一致（如正北方在上），除非是使用赤道儀並先對好極軸拍攝（還是會有很微幅的旋轉），不然各影像中的方位是不固定的，若要調整可利用星圖軟體（如Stellarium）模擬各時間太陽樣貌，並測量太陽虧缺角度，再將拍到的影像角度旋轉，但要這麼做就必須一一去量測調整各時段影像角度，將會是一個大的工程。



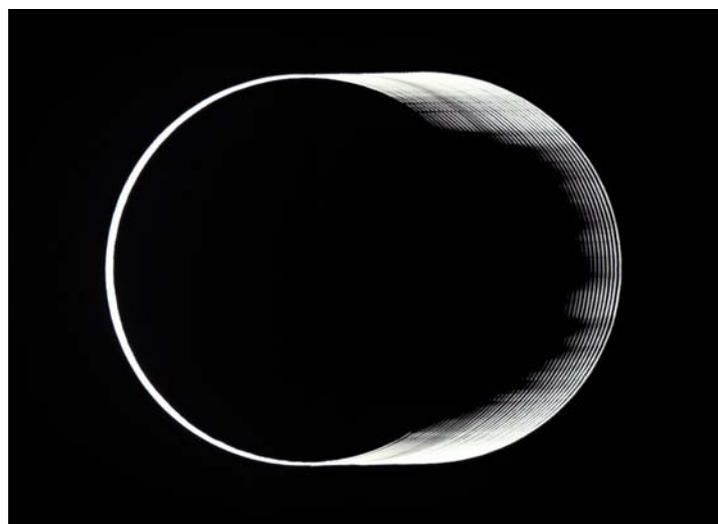
調整色版混合器中各顏色比例，即可調整太陽顏色。更細緻做法可在色版調整前另用相同影像新增遮罩處理。

倍里珠及月球邊緣影像

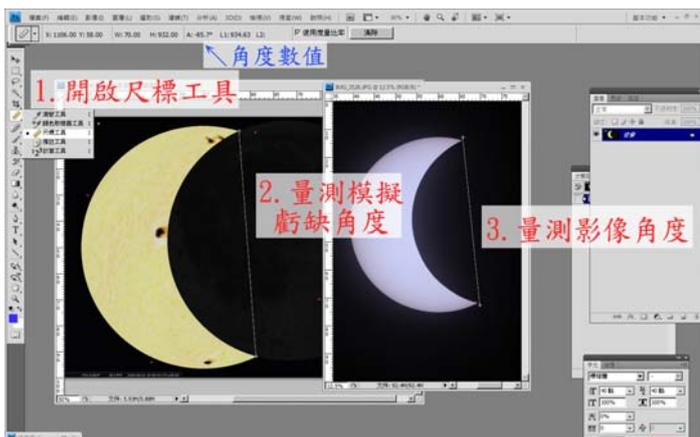
影像拍攝規劃請參考〈EASY拍星空20〉

環食全程作者採用低速連拍連續拍攝，為了取得較高畫數影像，作者還特別去租了畫數及連拍緩衝高的Canon ESO 90D相機拍攝，也為了讓連拍順暢不卡彈，另外購買高速寫入的記憶卡，在環食前的緊張時刻，作者先沉不住氣的提前按下連拍，一路以每秒3幅速度拍攝整個日環食過程，事後再從連續影像中選取各重要時刻影像。

本次環食因為食分較大加上月球邊緣地形落差明顯，要拍到貝里珠相對比前幾次日環簡單很多，若能在環食始及環食終連拍，還可將一系影像疊合在一起，依序做不同程度位移，就能呈現月面邊緣地形。



環食C2過程影像(C2-20秒到C2+9秒)連續排列就能顯示該側月面邊緣地形情況。



用尺標工具量測太陽虧缺的角度，並旋轉與模擬角度一致。

影像對齊：若要拼貼的影像不多，土法煉鋼的做法以上面介紹方式手動對齊影像，但若影像很多或是要快速對齊，可以利用天文同好楊順嘉寫的AutoAlignForEclipse程式於MATLAB平台中對齊。

顏色調整：有些人會覺得橘色的太陽看起來較討喜，要將中性、白色的太陽調成橘色其實也不難，只要調整影像中紅綠藍三色亮度即可調整太陽顏色（Photoshop影像>調整>色版混合器），顏色調整可在拼貼合併全部圖層前調整，使各影像顏色及亮度一致。

若環食過程曝光設定不足，要讓倍里珠明顯的作法，先運用RAW檔編輯軟體將影像調亮再轉檔輸出，各相機廠商皆有針對自家RAW檔出品編輯軟體，也可使用影像編輯軟體如Photoshop（付費）、Lightroom（付費）及RawTherapee（免費）等軟體編輯轉檔，將影像調亮，倍里珠就能清楚的呈現出來。

日食過程錄影

影像拍攝規劃請參考〈[EASY拍星空20](#)〉

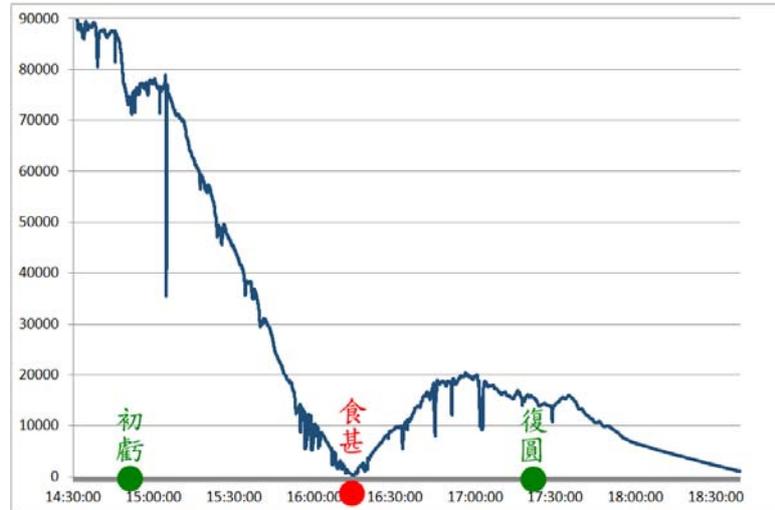
為了完整的記錄日食過程，也著手對太陽盤面的錄影，使用的鏡頭是同好暱稱迷你馬的MAK60望遠鏡(口徑6cm、焦長750mm)，再搭配Canon EOS M6 Mark II（等效焦距1200mm）進行4K錄影，較可惜的是現場可能氣溫過高，錄影一段時間後相機就一直顯示過熱，無法連續進行錄影，最後選擇記錄最精彩的環食過程錄影。機器一樣過熱情況也發生在VR360錄影機上，不過二臺相機機殼現場摸並沒有過燙情況，卻一直顯示過熱無法運作，日後若要遠征拍攝日食（如2027年埃及日全食）就得解決環境溫度過高致相機無法運作問題。



日環食過程錄影



日環食VR360錄影



日食過程照度變化

天空背景亮度變化

記錄影像拍攝規劃請參考〈[EASY拍星空21](#)〉

日食過程天空亮度的變化幅度很大，由於人眼的瞳孔會隨光線變暗調整，對於現場光線變暗感覺不會太明顯，若用相機以固定曝光量全程記錄，就會發現光線變化差異是很大的，比較不同時間拍攝的影像環食過程天空真的明顯變暗非常多，暗的程度比日落前的天空還要更暗。

另外作者有使用照度計量測天頂方向亮度數值，從數值中也看出環食過程天空暗下來的程度，環食當下數值為216Lux，比最後紀錄時間日落前10分鐘還要更暗。

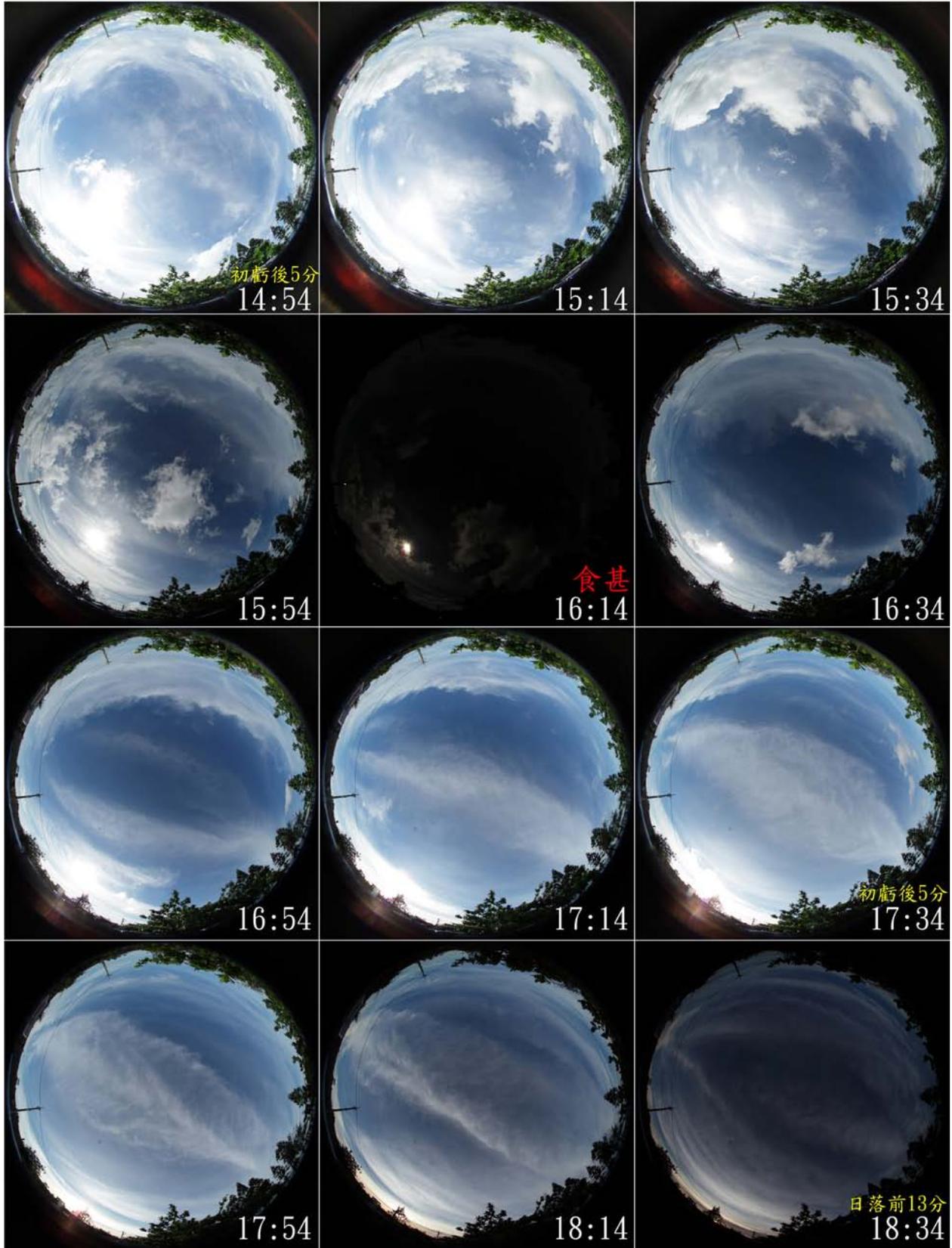
溫度、溼度、氣壓記錄

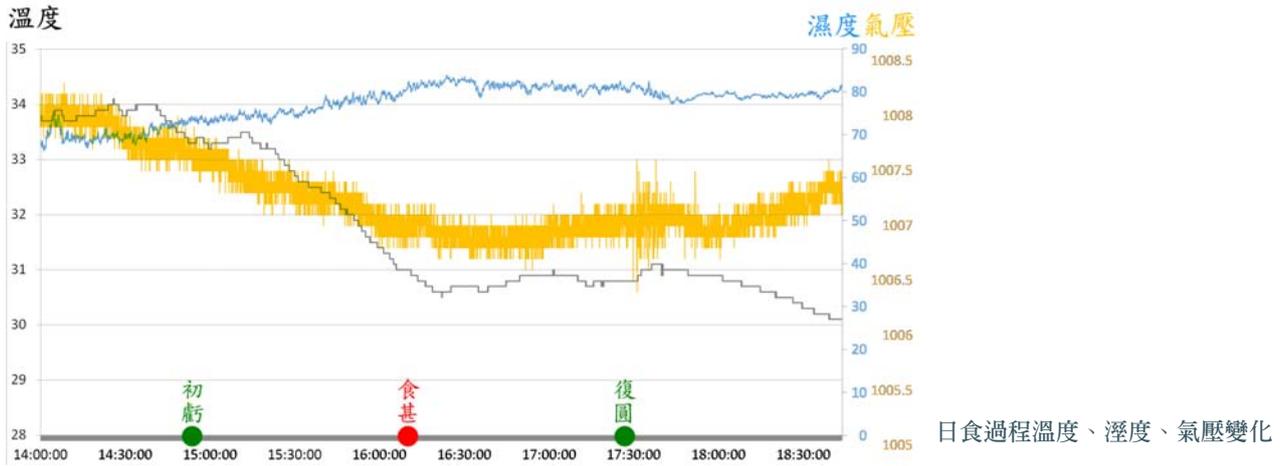
記錄規劃請參考〈[EASY拍星空21](#)〉

在網路購置可以同時記錄溫度、溼度、氣壓的USB記錄器，用來記錄日食過程環境變化，從測量的結果可看出日食過程降溫情況，環食之後的最低溫在食甚後9分鐘，與日食前最高溫相差3.6度，這樣的降幅真的在現場就有感受到變涼的感覺，環食結後溫度雖略有上升，但隨著太陽仰角漸低氣溫並沒有回升太多。

用全天魚眼拍攝日食過程天空亮度變化情況

影片 <https://youtu.be/mX00CuzegVg>





期待下次的日食挑戰

這次日環食拍攝除了要感謝老天爺給了一個還不錯的好天氣可以拍攝，一解作者2012年北臺灣日環食沒拍到的失落，也要感謝天文館給作者機會能到環食帶中拍攝，同仁提供器材及業務方面的相挺，能在工作百忙之餘硬抽點時間準備日環食的拍攝，國內熱心的同好在網路上分享相關資訊，對於日食各方面的整備有很大的幫助。另外也要感謝雲林在地的友人幸櫻提供很多在地的資訊及現場的協助，大夥一起觀看日環食，這一刻真的感到無價！

這次日食在臺灣就可見，拍攝裝備就不用像出國那樣得斤斤計較的輕量化，就會想帶盡所有大裝備好好去拍攝，日食前常被問到要帶幾臺相機去拍攝？作者都只能笑笑的答案不知道，除了還準備不及也一直下不了決定怎去記錄日環食，最後總共帶了7臺拍攝裝備（含VR360）、4隻望遠鏡、2組赤道儀及2組紀錄工具（照度計及USB

溫度計），拍攝裝備之多也讓作者在大太陽下架設及調校快3小時才完成所有配置，現在回想當天早上8點吃完早餐到日食結束都沒吃東西，就一直很專注在拍攝方面，忙到沒食慾吃東西，只有多喝水避免中暑，還好一切都很順利的把日環食拍下來成功完成任務。

2020年臺灣日環食在一片驚嘆中順利的結束，也帶來很大一波追日熱潮，日食結束後看到環食帶內各處嚴重塞車，就知日環食在全臺的熱門程度；短時間內在臺灣就沒較大規模日食可看，這輩子要再看日環食就只有出國觀測了，想再次觀看日環食或挑戰更精采的日全食嗎？〈EASY拍星空〉下期將分享未來10年全球可見日食情況，帶大家繼續出國追日食，敬請期待。

吳昆臻：臺北市立天文科學教育館



粉絲專頁：Kenboo 愛看星星的昆布

<https://www.facebook.com/AstroKenboo/>



作者及日食拍攝主要裝備合影

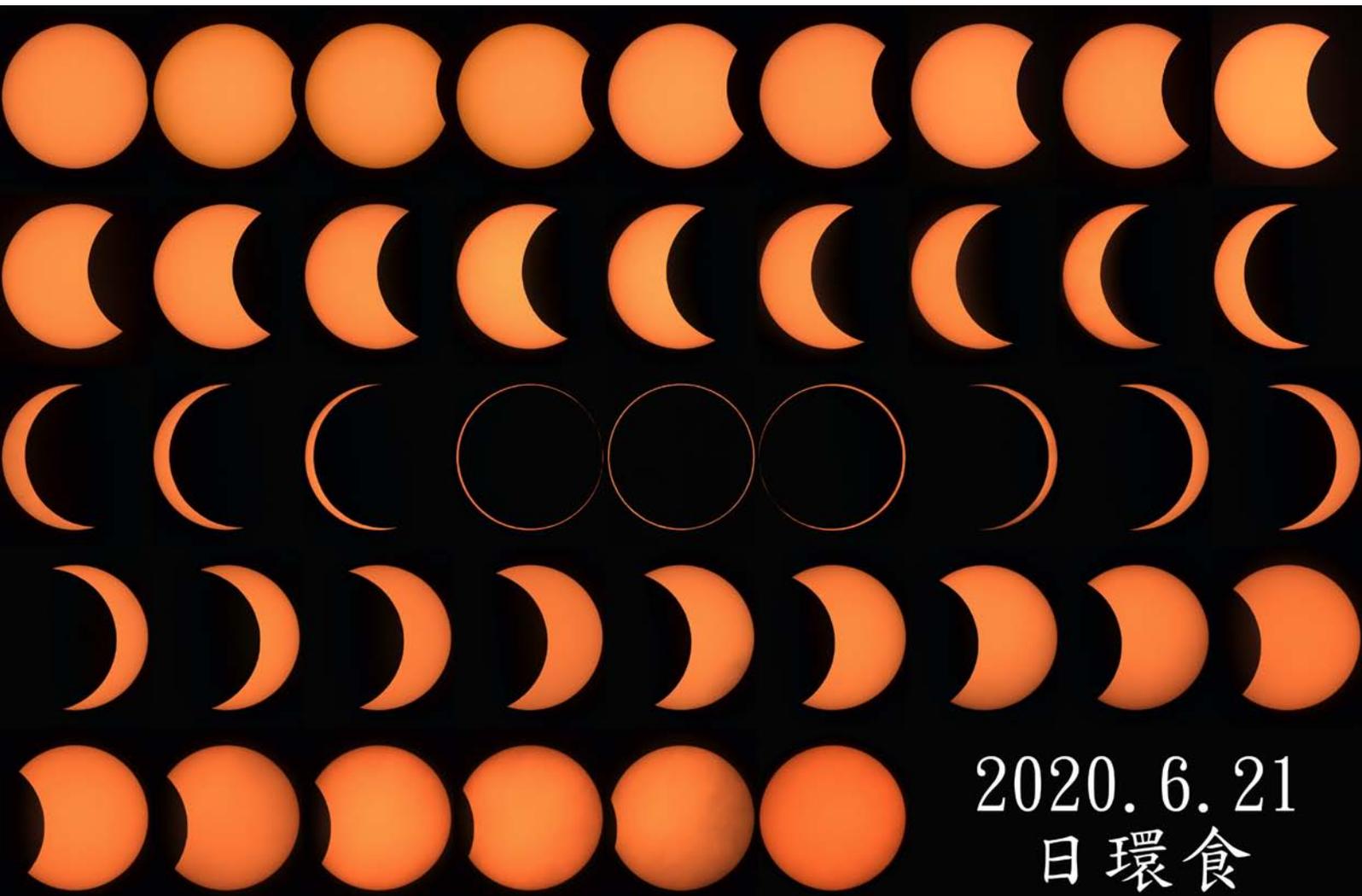


觀測太忙了，忙到忘了換穿長褲，等到日食要結束小腿微微刺痛已經是整片曬傷，照片日食後5日拍攝情況。

Astronomical 美星映象館 *photo gallery*

責任編輯/ 吳昆臻

2020/6/21 臺灣日環食專輯 (上)



2020.6.21
日環食

2020.6.21日環食 吳昆臻

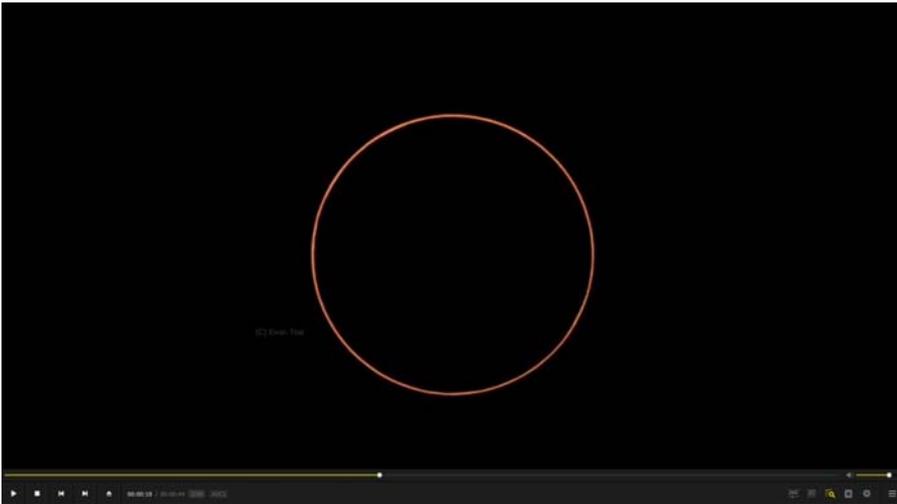
地點：雲林縣口湖鄉臨海園 23°34'23.2" N 120°08'29.3" E

儀器：高橋TOA-130望遠鏡(f=1000mm)直焦攝影、Canon EOS 90D相機、高橋EM-200B赤道儀

時間：偏食過程14:48:49~17:25:49 間隔4分一幅、C2 16:13:20、環食 16:13:49、C3-6 16:14:19

影像處理：Digital Photo Professional 4、Photoshop CS4

說明：很幸運能拍攝到這次日環食，但重要時刻居然有雲干擾，從食甚後到環食終後一段時間雲層干擾嚴重，導致無記錄到C3一刻，是這次日食拍攝美中不足之處，偏食過程以間隔4分鐘呈現。



影片/日環食縮時記錄

蔡明翰

時間:2020/06/21 14:48:38-17:25:43

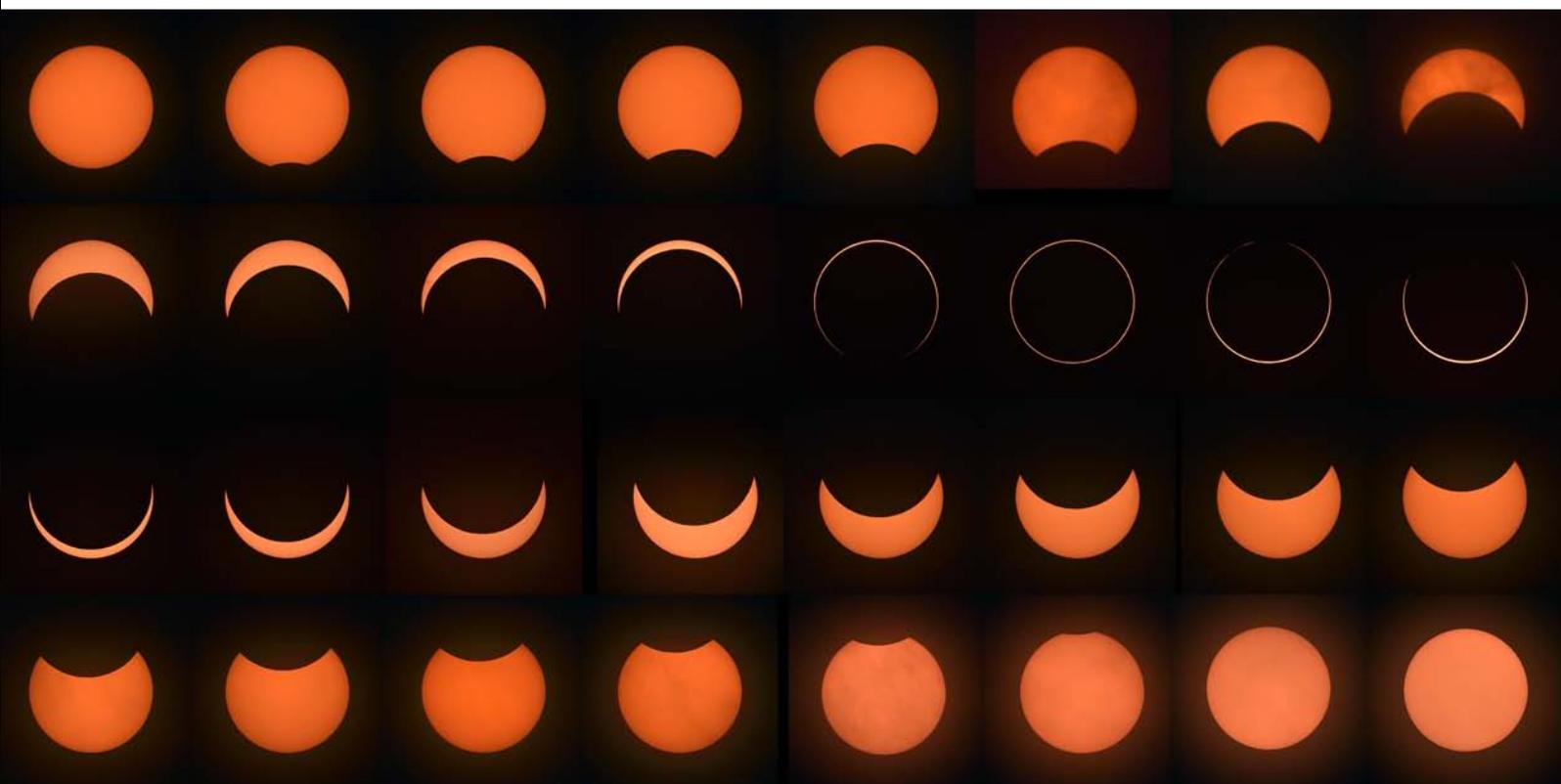
地點:雲林縣口湖鄉，海口故事露營園區旁
海堤

儀器：Skywatcher Solarquest 70、
Panasonic G9

參數：ISO 200，快門1/400 秒

說明：記錄了初虧到復圓之間太陽盤面的
變化，使用了574張照片，一秒播放
13張。

影片鏈結：https://www.tam.gov.taipei/News_Content.aspx?n=4A80D464BAC32FAD&s=AC751BD9750DEBF4&sms=F247C3A234B0FE17



日環食食相變化 陳立群

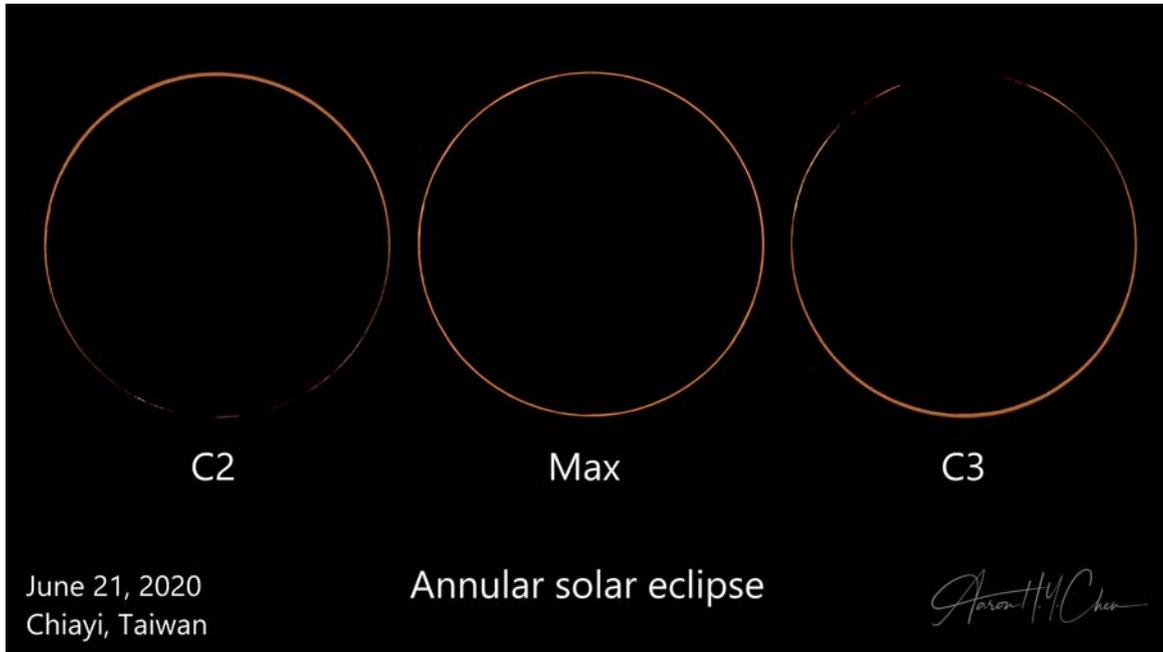
時間：2020/6/21 14:43~17:33

地點：雲林縣口湖鄉 23.62417° E 120.14084°

儀器：Takahashi FSQ-106EDX4折射鏡、1.6X延焦鏡（D=106mm, f=848mm）、Thousand Oaks Solar Lite太陽濾鏡、
Takahashi EM-200 Temma-2 赤道儀

影像處理：Matlab R2020a試用版+楊順嘉日食對齊Script、Photoshop CS5、Nikon Capture NX-D、Nikon Transfer 2

說明：以食甚為中心，每隔5分鐘之日環食食相變化，其中環食始與環食終和之後影像並非剛好為每隔5分鐘並補足
C1至C2中間有雲遮蔽而無法拍之時段。

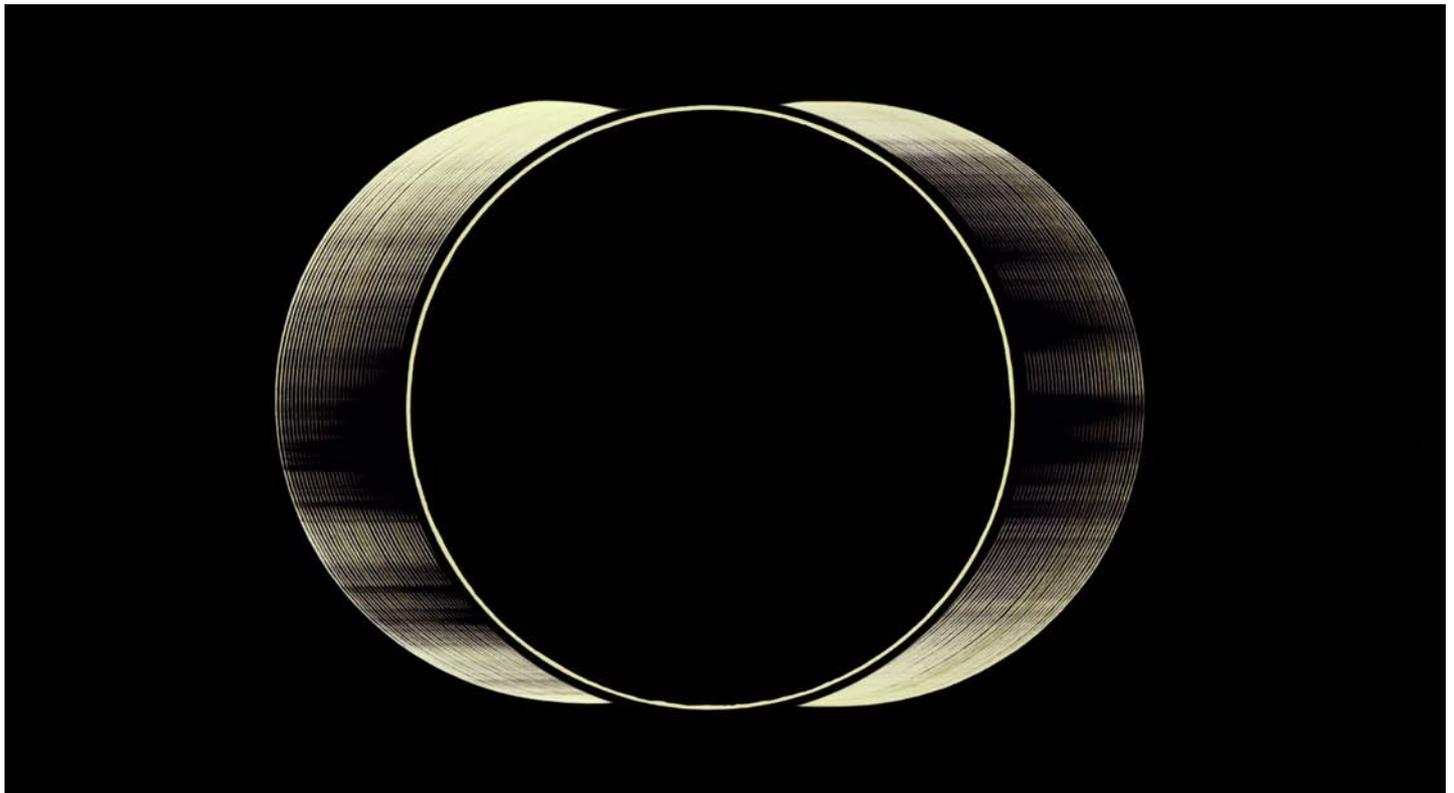


本世紀最精彩日環食 曾皓原 (Aaron H. Y. Chen)

時間：2020/6/21 16:13:44 (C2)、16:14:14 (Max)、16:14:42(C3) 地點：臺灣嘉義市蘭潭 23.4689° N, 120.4816°E

儀器：Sky Rover 60ED APO、360 mm望遠鏡、3X 巴羅鏡、Baader film濾鏡、Nikon D5100 mod. (full spectrum)相機、Sky Watcher Star Adventurer Pro赤道儀。參數：ISO 100、快門1/500秒，影像處理：Lightroom。

說明：本次日環食食分達0.994，為本世紀第四大。前三大兩次在太平洋、一次在南極，可說這次日環食為此生最精采的一次。



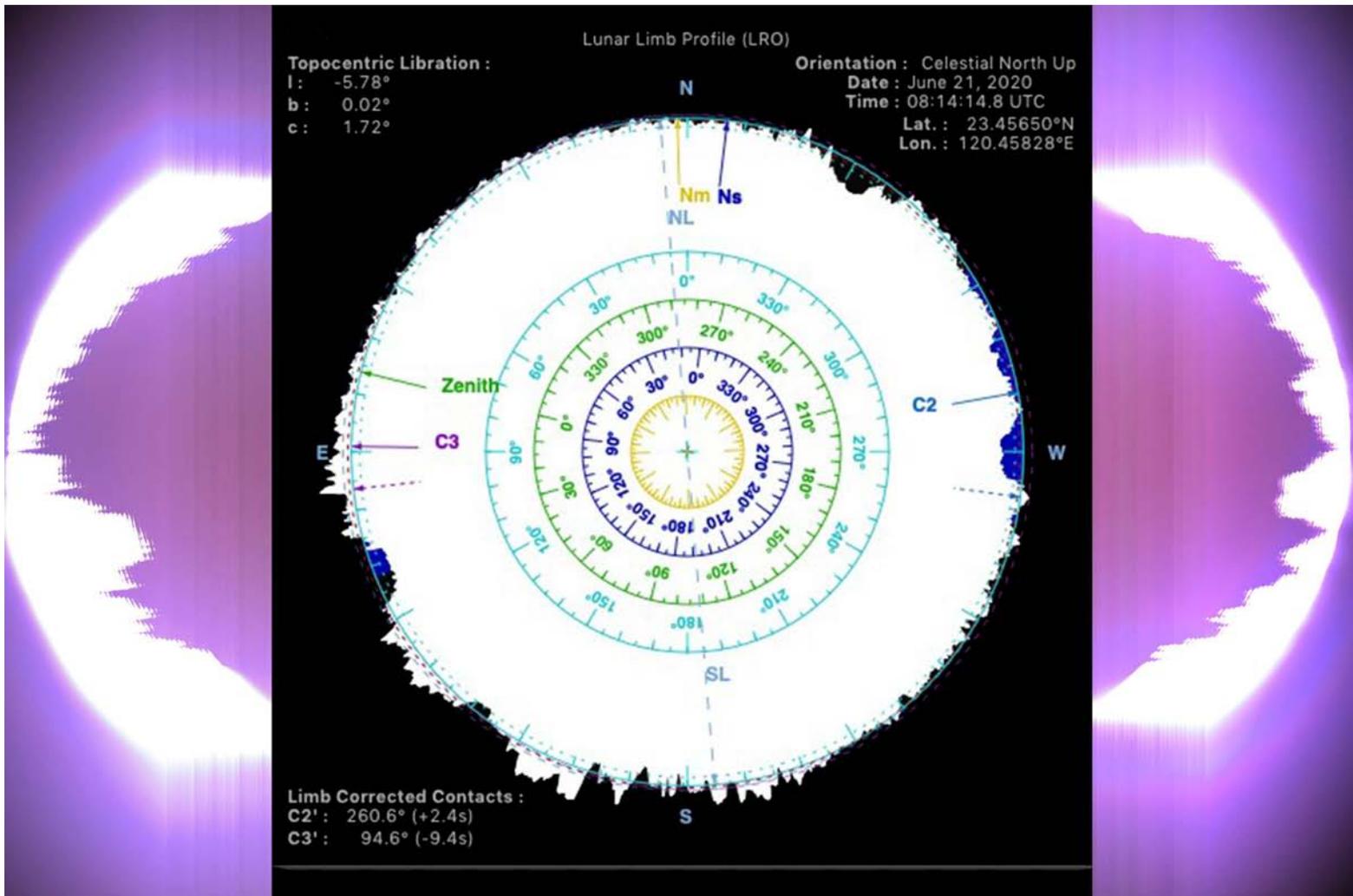
2020日環食 陳宜婷

時間：2020/06/21 16:13:32~16:14:33 地點：雲林口湖

儀器：赤道儀GEM-45、望遠鏡Zenithstar 81 APO(f=559mm)、相機Nikon D7500、ND400兩片減光

參數：ISO1000、曝光1/800秒*61張，影像處理：Photoshop疊圖

說明：環食過程高速連拍再疊圖排列而成的效果，影像中央為環食食甚階段，在環食始（右側）及環食終（左側）這兩個階段，因月表地勢高低起伏形成「貝利珠」現象。



月表地形觀測與模擬對照 王朝鈺、曾世佑

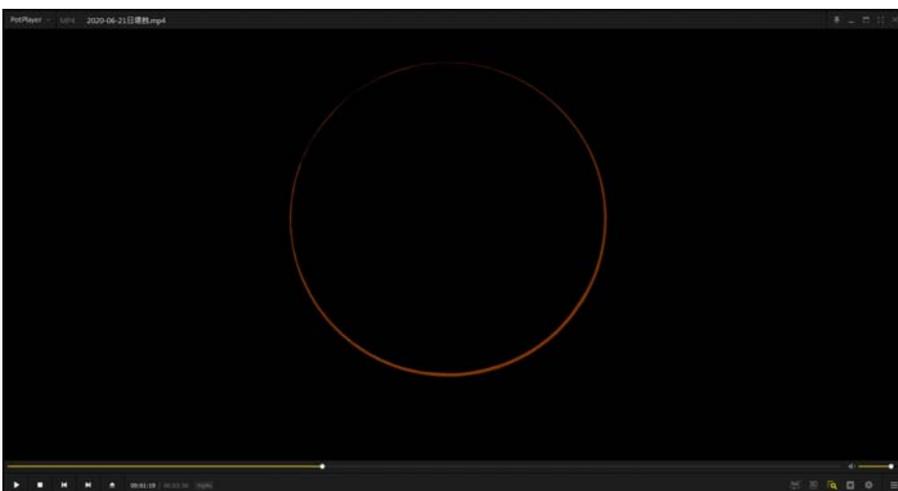
時間：2020/06/21 16:13-16:14 地點：嘉義市八掌溪堤防黃金風鈴木步道

儀器：Nikon D800 camera (IR-cut removed)相機、WO FLT110 望遠鏡、iOptron IEQ30Pro赤道儀

參數：ISO100、快門1/4000秒、間隔0.5秒於C2階段連拍27張、C3階段連拍31張

說明：日環食過程中月球邊緣與太陽盤面兩次內切時(C2與C3)的貝利珠影像變化情形含有月表地形的資訊，這張圖像是以C2與C3拍攝的貝利珠影像建立接觸點附近的月表地形圖，並且與月面地形資料相互參照驗證。

月面地形影像則是以Xavier M. Jubier的Solar Eclipse Maestro軟體模擬計算產生。



影片/20200621 嘉義日環食 食甚記錄 查鐵城(Clinton Cha)

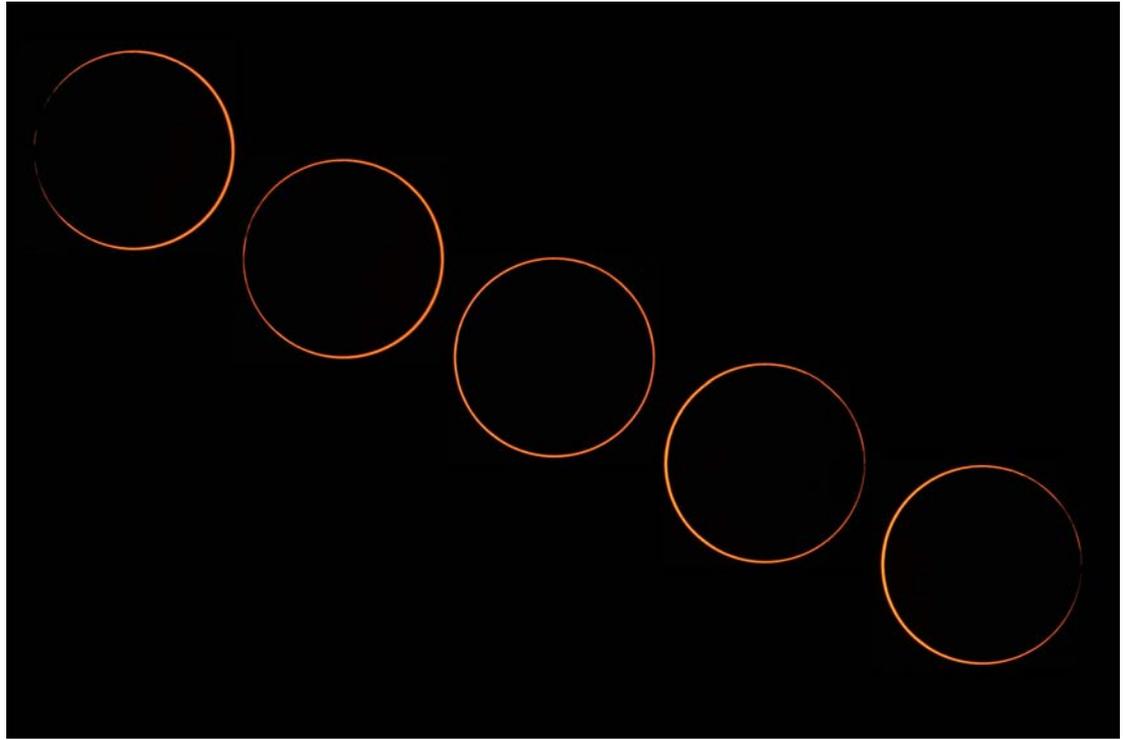
時間：2020/06/21

地點：嘉義 悅來居莊園

儀器：RED CAT51望遠鏡、QHY290C相機、VIXEN SXD2赤道儀

說明：第一次錄影日環食，其過程令人感動至極。

影片鏈結：https://www.tam.gov.taipei/News_Content.aspx?n=4A80D464BAC32FAD&s=3ED4E3902681A5D8&sms=F247C3A234B0FE17



／雲林口湖日環食 王敏智

時間：2020/06/21由左至右依序16:13:16、環食始
16:13:20、食甚前後16:13:46、環時終16:14:04、
16:14:10（影像經編排非太陽在天空實際位置）

地點：雲林縣口湖鄉，海口故事露營園區旁海堤

儀器：迷你馬MAK60望遠鏡(f=750mm)、太陽濾膜、
NES 赤道儀、Canon 450D相機

參數：ISO 200、快門1/10秒

說明：有幸參加臺南市天文學會的日環食觀測團，然而日食當天天氣不穩，早上還下大雨，所幸天空不久放晴，偶有雲朵干擾，炎熱的氣溫與陽光隨日食開始減弱，在全場歡呼「環了、環了！」有驚無險看到了上帝的金戒指。

2020臺灣日環食 林彥州

時間：2020/06/21 約16:00~16:25

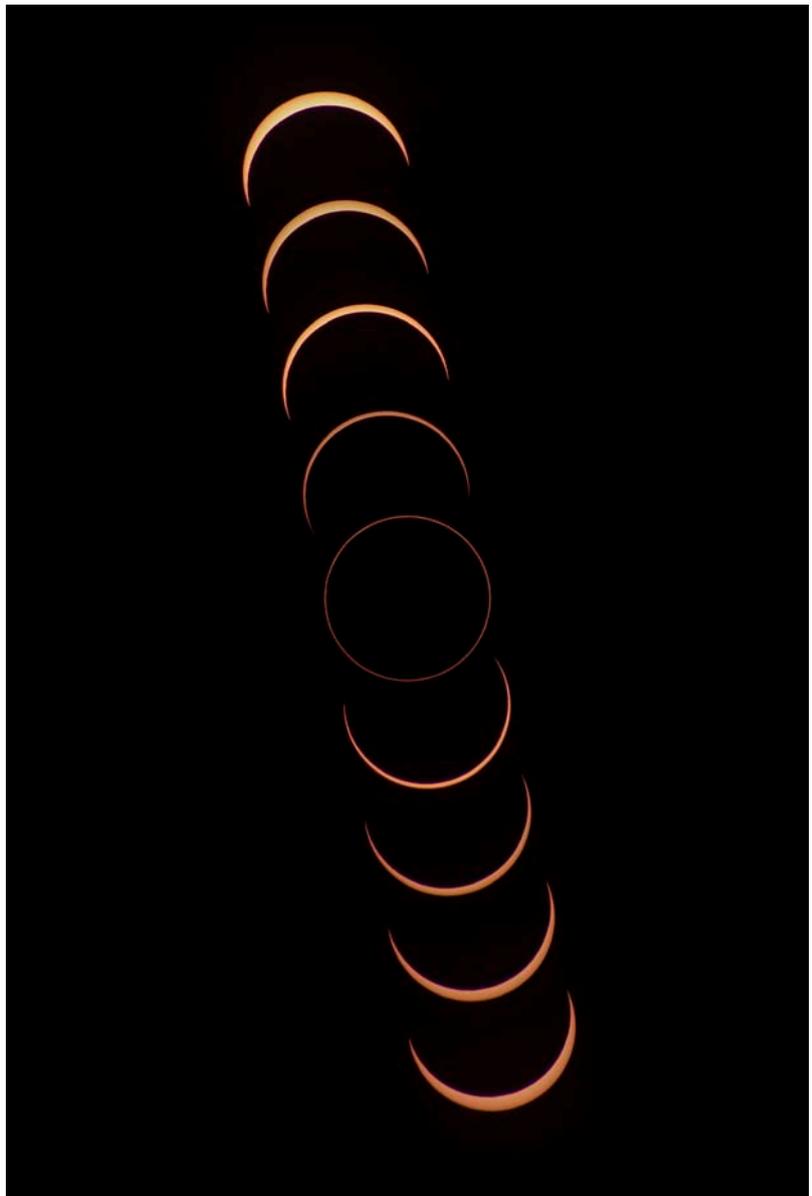
地點：雲林縣四湖鄉沿海

儀器：Sigma 18-250mm micro鏡頭、Canon 650D相機、
巴德膜濾鏡

參數：固定攝影，以最遠望端400mm(等效焦距)拍攝9幅，影像拍攝間隔90秒，ISO 100、快門
1/250sec、光圈F/6.3

影像處理：Photoshop疊圖(無調整位置)、裁切、調整色溫(K)和亮度

說明：這是我第一次親眼看見和拍攝日環食，當下非常緊張和感動，分享這張照片也為自己作為紀念。





影片/2020年夏至日環食 全天空背景變化

陳立群

時間：2020/6/21 14:29:44~17:52:44
間隔1分鐘1幅

地點：雲林縣口湖鄉 23.62417°E 120.14084° N

儀器：Canon EOS 6D (NKIR改機)+Sigma 8mm
F3.5 EX DG CIRCULAR FISHEYE 圓形
魚眼鏡

參數：光圈 f/22、ISO 100、1/320秒，
固定攝影

說明：使用魚眼鏡拍攝整個天空記錄日環食過程
天空亮度變化，看起來環食期間比日
落前30分鐘還暗。

影片鏈結：<https://youtu.be/NrYZuZDt4mU>



2020日環食

陳慶鴻

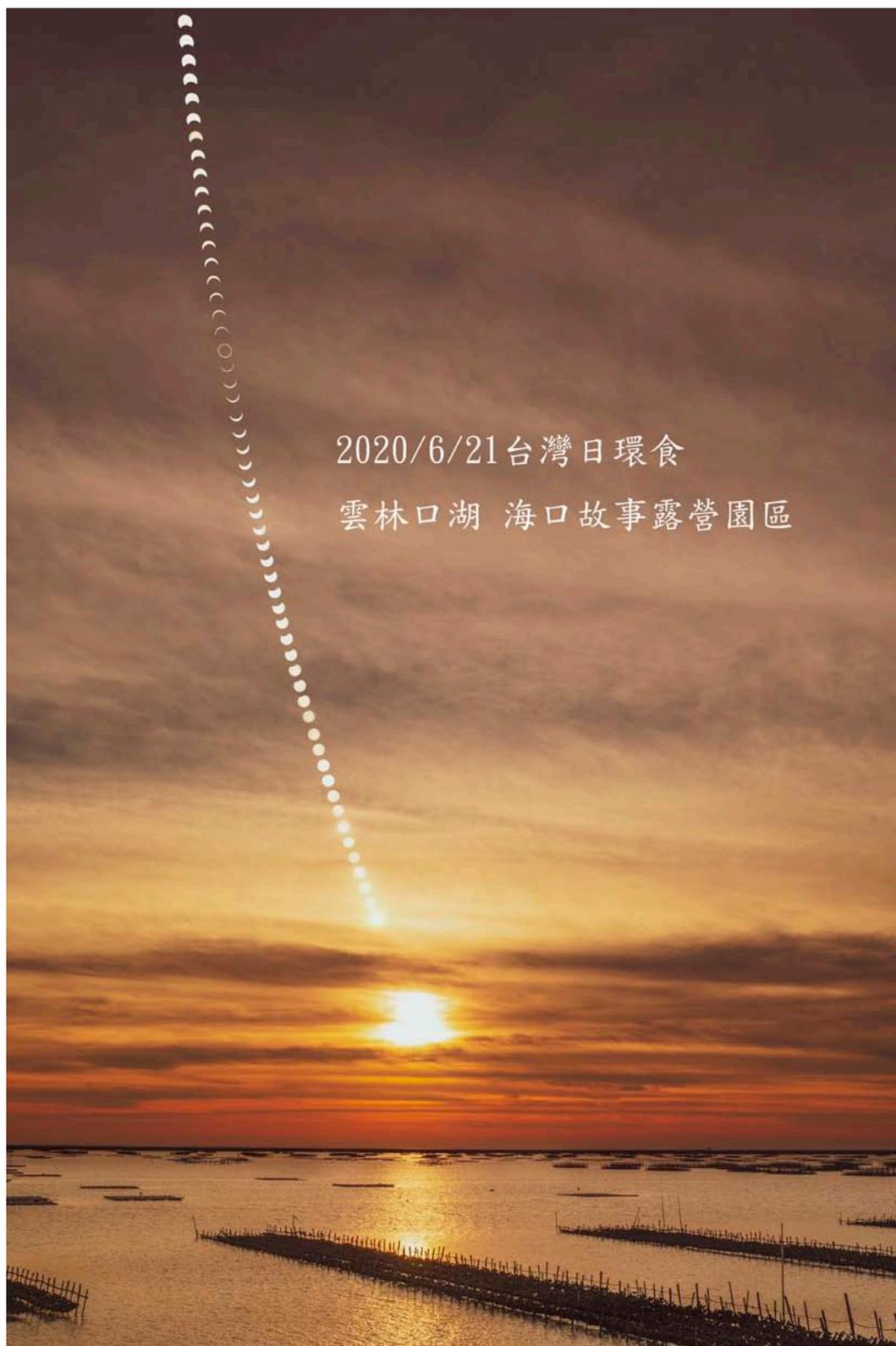
時間：2020/6/21
14:50:45-17:25:54

地點：臺南白河林初埤

儀器：SONY A7s 相機、
Nikon 28mmf/2.8 鏡頭

參數：ISO 64、快門1/80秒，
光圈f/ 5.6

說明：使用間隔10秒拍攝，
最後取 3分鐘一張來疊
圖，中間二度有雲。



舢舨船、蚵架與日環食 蔡明翰

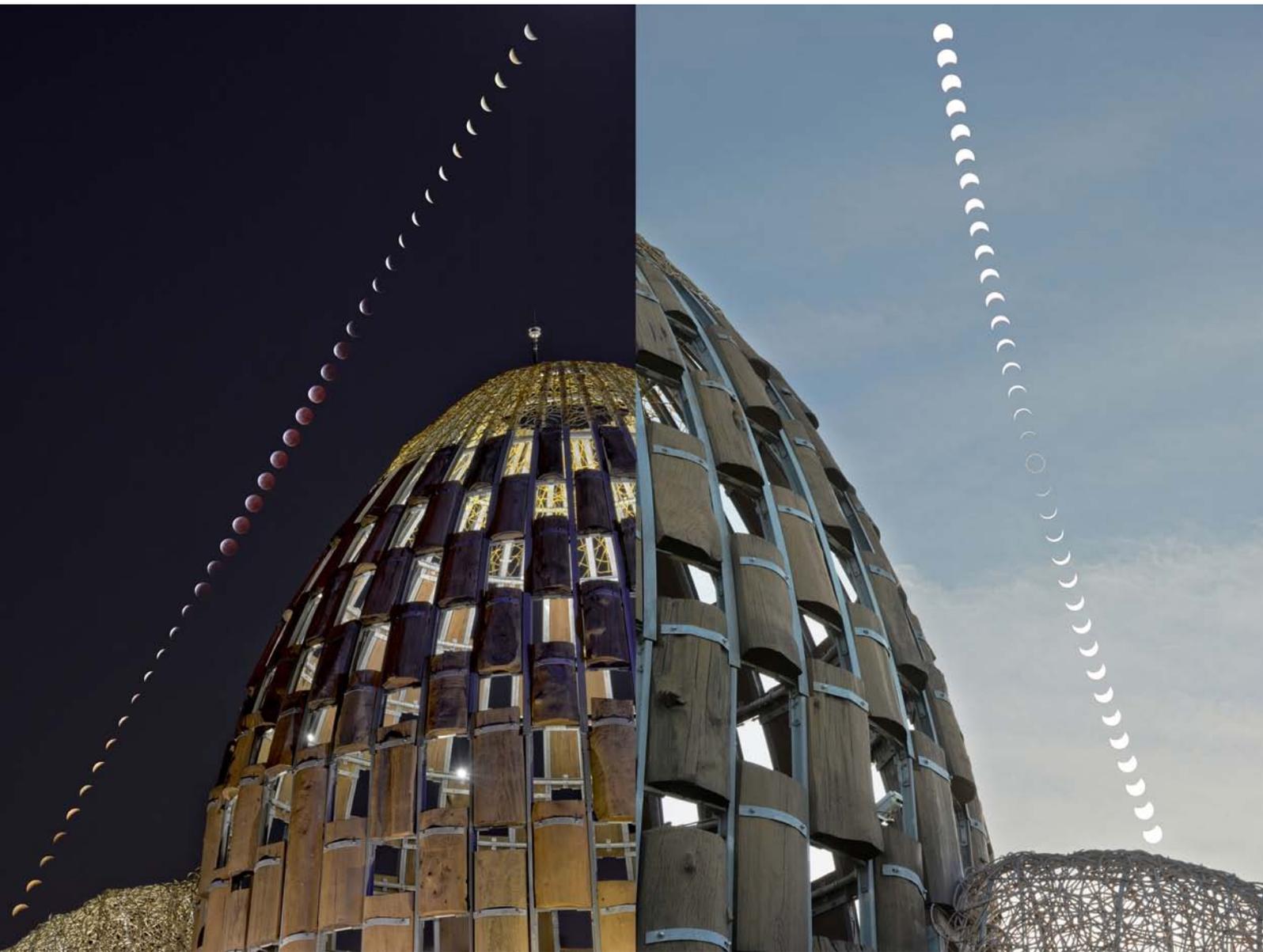
時間：2020/06/21 15:07-17:35

地點：雲林縣口湖鄉，海口故事露營園區旁海堤

儀器：Tamron 28-75 (@35mm)、Sony A7III相機、ND1000+ND64濾鏡

參數：ISO 100、快門1/1250秒、光圈f/5.6

說明：在人群們對於日環食的歡呼聲中，看著太陽西下，與海堤旁的蚵架、舢舨船形成一幅美麗的畫面。



日食月食相映成趣 高裕凱

時間：月全食（左）2015/4/4約19:00-20:57

日環食（右）2020/6/21 約15:20-17:02

地點：嘉義市森林之歌裝置藝術

儀器：NIKON D7100相機+16-85mm、鏡頭@50mm(等效75mm)

參數：二幅影像拍攝間隔皆3分鐘

月全食：ISO100~1600、光圈f/5、快門1/2~1/30秒，

日環食：ISO100、光圈f/16、快門1/8000秒、ND1000減光鏡

影像處理：Startrails疊圖、Photoshop與PhotoImpact亮度調整與HDR合成

說明：圖左是2015年的月全食，選在嘉義市的森林之歌當作前景拍攝，圖右則是2020年的日環食，很幸運的是環食帶也正巧通過此地，故選在同一地點拍攝，成為日月相互輝映饒富趣味的畫面。

To experience the beauty of the heaven.....
 To view the beauty of the universe.....



浩瀚宇宙無限寬廣，穹蒼之美盡收眼底



攝影 / 洪景川

GPN:2008700083