臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI SKYLIGHT
NO.93 2020.01
ISSN:1727-0022

當月天象與新知
TESS 的第一年成果
雙筒望遠鏡觀天
現形吧 星際塵埃
黯淡卻有型的翅膀：翼宿（下篇）
尤里 · 加加林
日環食拍攝 I

2020 重要天象 太空任務展望

2019 10大 天文成就

臺北星空

12月26日下午12:33起，臺灣各地陸續看見「日偏食」奇觀，全程歷時約3小時，各地所見食分均達0.4以上。

這次日偏食可說是明年夏至（109年6月21日）日環食的前奏曲，屆時全國各地將出現日面被遮蔽高達90%以上的日偏食，其中雲林、嘉義、臺南、高雄、花蓮、臺東及澎湖、金門部分地區還將出現極為罕見的日環食景象。臺北天文館也將陸續舉辦各類研習、活動來迎接這場難得的天文盛事！

封面照片

題目：日偏食過程
作者：劉佳能
時間：2019/12/26 12:21-15:21
地點：香港
說明：高橋NJP赤道儀負載TOA130折射鏡（口徑縮至3吋），Baader 太陽濾膜（密度3.8），Canon 60Da相機。ISO100、單幅曝光1/1250秒，1/5000秒。

Contents

02 當月天象與新知 李瑾、許晉翊

03 天文新聞追蹤報導
TESS的第一年成果 林建爭

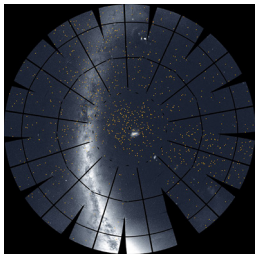
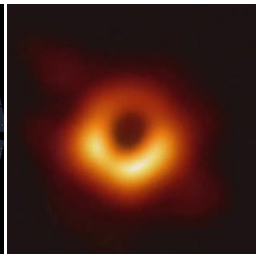
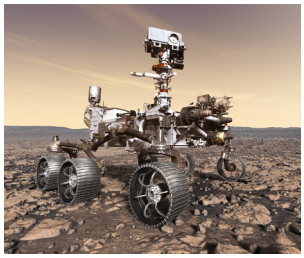
23 古今天文學家
太空先驅–尤里．加加林 詹佩菁

28 天文觀測教室
雙筒望遠鏡觀天 陶蕃麟

34 天文學教室
現形吧 星際塵埃 王彥翔

38 謎樣星宿
黯淡卻有型的翅膀：翼宿（下篇） 歐陽亮

43 天文Q&A 張瑋芸

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一月一日出版
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.tw

發 行 人 陳岸立

發行委員 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、許錫鑫
計修邦、胡憲華
李秀鑾

臺北星空

臺北天文館期刊

本期專文

07 **2019十大天文成就** 許晉翊

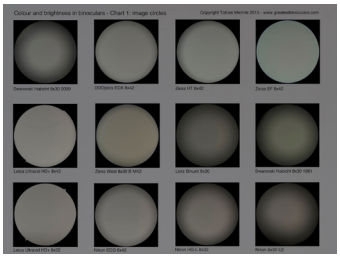
12 **2020重要天象** 李瑾

20 **2020太空任務展望** 王彥翔

44 天文攝影實戰教學/EASY拍星空 19
日環食拍攝 I 吳昆臻

52 天體映象
仙女座中的圓舞曲 虞景翔

54 宇宙天體攝影
美星映象館 吳昆臻



總 編 輯　吳志剛

編　　輯　劉愷俐、李瑾
許晉翊、吳昆臻
胡佳伶、趙瑞青

美術編輯　劉愷俐、莊郁婷
邱幗鳳

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　　眞　(02)2831-4405
網　　址　https://www.tam.gov.tw

中華民國行政院新聞局出版事業登記證
局版北字第2466號

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

一、二月重要天象

在1~2月之間，傍晚可見明亮的金星，火星則在日出前出現於東南方。2月還能看到木星與土星，也在日出前出現於東南方。此外，1月4日的象限儀座流星雨極大期與1月11日凌晨發生的半影月食更是重點。2月10日發生水星東大距，可以在黃昏時朝向西方低空找到這顆難見到的行星。2月20日則同日發生木星與土星合月，值得早起觀察。

【推薦】

1/4 象限儀座流星群極大期（ZHR~110）

1/5 地球過近日點 15h48m ，日地距離 0.983244AU

【推薦】

1/11 半影月食 3h21m（臺灣全程可見）

1/23 木星合月 10h41m，木星在月球北 0.37度

2/10 水星東大距 21h56m（日距角18.2度，視亮度-0.6等）

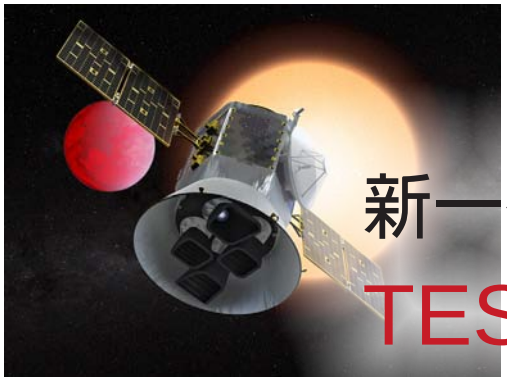
2/18 火星合月 21h17m，火星在月球南0.75度

2/20 木星合月 3h36m，木星在月球北0.93度

土星合月 21h52m ，土星在月球北1.75度

天文新知

- 物理學家發現了一種「聆聽」暗物質的方法
- 哈伯觀測到第一顆確認的星際彗星
- 哈伯望遠鏡 發現沒有暗物質的星系確實存在
- 首次在中子星合併中檢測到重元素的形成
- 全球首例，台灣高中生發現海王星外天體
- 印度計畫在2020年11月前進行下一次登月嘗試
- 有史以來最強大的伽瑪射線暴
- 令天文學家驚呼「不可能的黑洞」
- 地球的短暫夥伴—迷你月亮
- 帕克太陽探測器傳來的新資料顯示太陽比理論中更為活躍



文/ 林建爭

新一代「行星獵人」TESS的第一年成果

隨著2019年10月諾貝爾物理學獎的公布，「系外行星」一詞在那之後的一兩個月內，網路熱搜上的關鍵詞一度成長好幾倍。雖然第一顆系外行星被人類發現距今已經超過二十年，科學家們仍致力於發展更前沿的觀測技術以尋找更多的系外行星、適合人類居住的星球、甚至是系外生命。

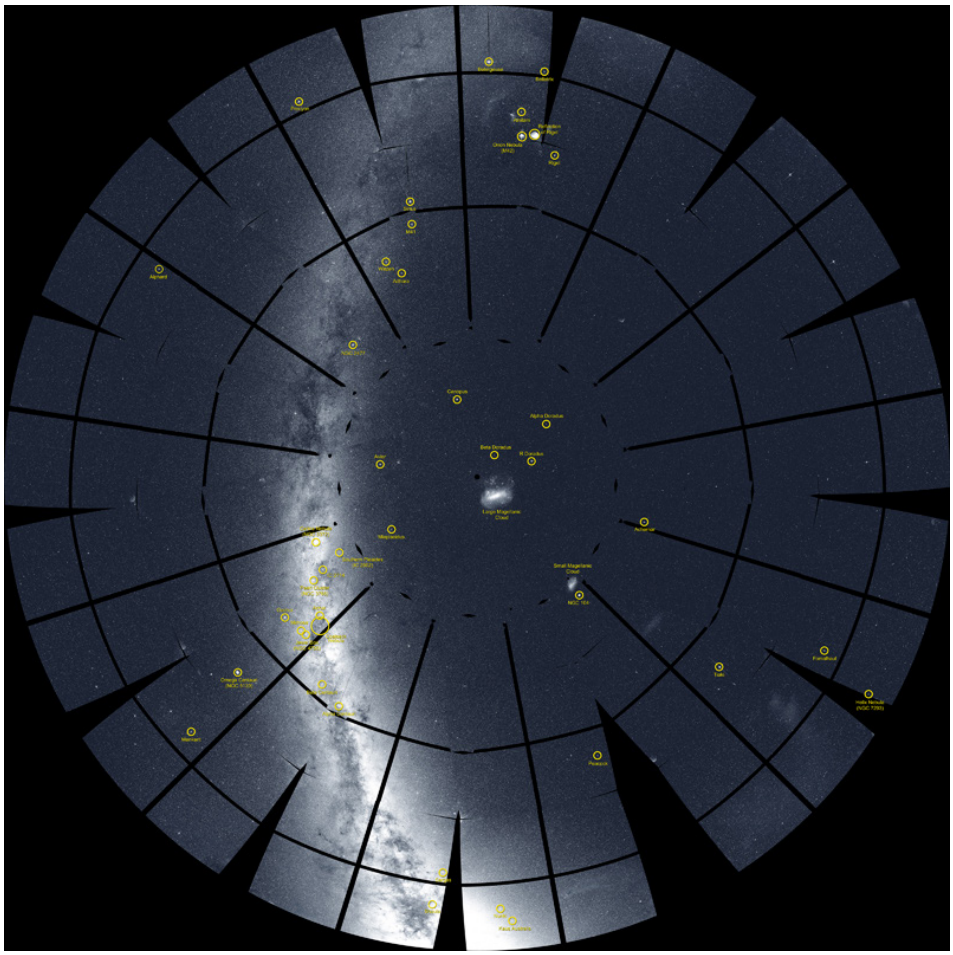
相信有在關注系外行星的粉絲們，對於2018年4月下旬 NASA 於美國加州發射成功的新一代「行星獵人」凌日系外行星巡天望遠鏡 (Transiting Exoplanet Survey Satellite，簡稱 TESS) 應該不太陌生，TESS 任務是由麻省理工學院主導，美國太空總署 (NASA) 資助的太空計畫。(詳見《臺北星空84期》新聞追蹤)

不同於之前克卜勒 (Kepler) 任務僅將望遠鏡固定觀測某小部份天區， TESS 計畫的目標是在全天中搜尋系外行星，雖然目標源的距離大約300光年內的亮星，沒克卜勒望遠鏡看得遠，然而其尋找範圍卻是克卜勒任務約350倍。在為期兩年的任務結束時，TESS 將會觀測超過85%的天空，並對成千上萬顆系外行星進行分類，可以預期 TESS 望遠鏡將會發現更多太陽系外的類地行星或類木行星。

TESS 發射至今超過一年半，截至2019年7月已經觀測完整個南半球天區，如圖1所示， TESS 團隊將南天區分為13部分，每部分天區都會被觀測至少27天以上，而南天頂附近由於天區重複因此能被觀測超過三百多天，在2019年7月中旬之後 TESS 已轉向北天球觀測。

TESS 自從發射以後博得不少新聞版面，不僅發現許多不同種類的系外行星，還觀察到在距離太陽約63光年的 Beta Pictoris（繪架座 β ）恆星光線的波動，之後被天文學家認為有可能是三顆系外彗星在母恆星前經過的凌日現象 (詳見《臺北星空90期》新聞追蹤)。當然 TESS 也有觀測到太陽系裡的彗星，正常的彗星表面活動是由於接近太陽時，陽光照射使彗核表面附近的冰蒸發產生的，這些蒸發的氣體順便將塵埃一起從彗核中噴發出來形成了彗髮。然而也有彗星在尚未接近太陽時，在表面出現有自發性的噴發氣體及塵埃，目前尚不清楚是什麼機制導致彗星有此自發性的噴發現象，但科學家們認為應該與彗星表面條件有一定的關係。例如 Comet 46P/Wirtanen ，科學家們原本預期它於2018年12月16日離地球最近時會有氣體噴發現象，然而此彗星的表面氣體噴發時間卻提早發生於2018年9月26日。幸運的是此彗星剛好在 TESS 的觀測天區裡 ，由於 TESS 每30分鐘就有一次合成影像輸出，剛好讓天文學家們能夠仔細研究此彗星表面活動每個階段的細節，詳細研究由 Tony Farnham 博士等人在2019年11月發表於《天文物理學雜誌快報》中。

2019年4月，TESS發現並確認了第十顆系外行星，但特別的是它是第一個TESS發現到地球大小的系外行星名為 HD21749c ，距離地球約52光年。該行星的軌道離其母恆星相當近，公轉週期約為8個地球日，因此極有可能因為表面太熱讓生命無法生存。這個發現令TESS團隊最振奮的是TESS有能力找到在母恆星附近運行的類地行星。此後 TESS 更發現了幾個多重系外



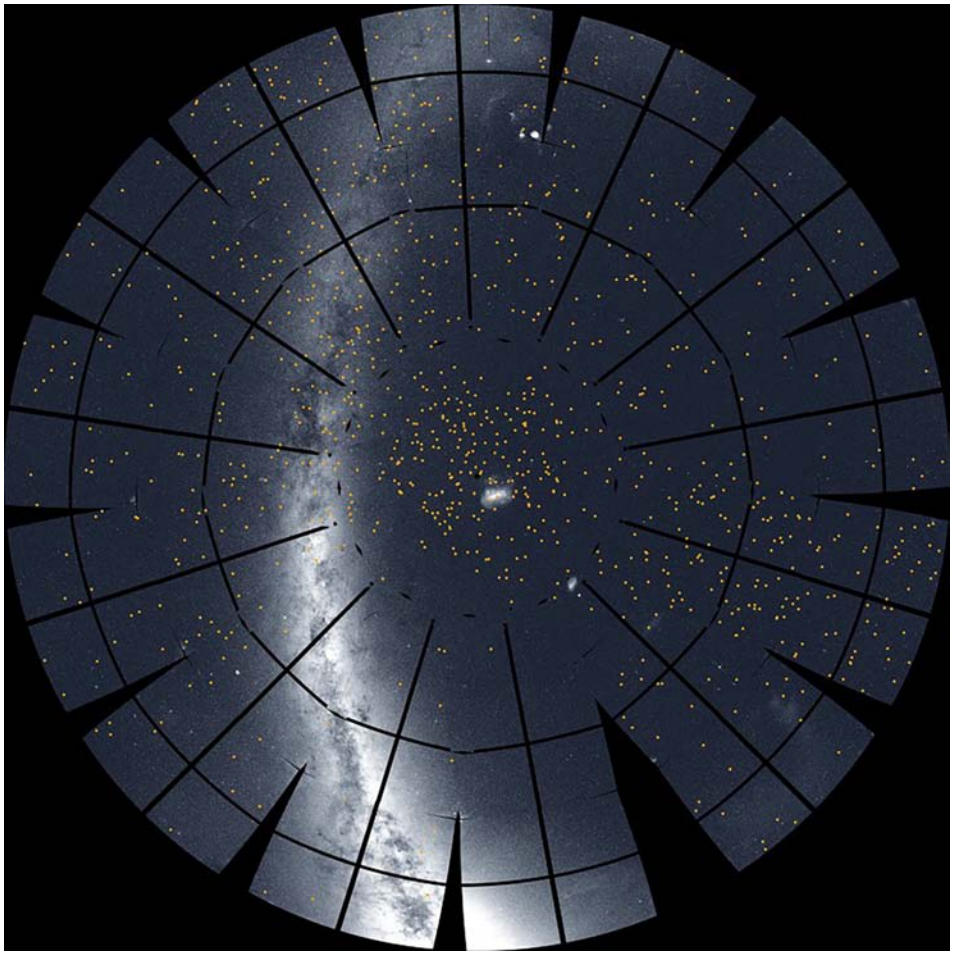


圖1
上圖：TESS 第一年的南天全景影像。影像疊加截至2019年7月，主要有十三個天區，每個天區連續觀測約一個月，全景影像上標示著幾個比較常見的星體，包括中間偏左帶狀發亮的銀河系盤面、正上方的充滿新生恆星的獵戶座星雲、中間部分離銀河系約16萬光年遠的大麥哲倫星系等其他南天星體，另外還有好幾顆星由於過亮而產生星芒。

下圖：圖中標示著目前TESS發現到約1000個系外行星的候選源，正由其他科學家進一步分析確認，目前已經有29個確認是系外行星。© NASA/MIT/TESS and Ethan Kruse (USRA)

行星系統，其中也有幾個是類地行星緊緊繞著母恆星運行。雖然目前 TESS 發現到的系外行星大多不在適居區，但是更多類型的系外行星也能讓科學家們更能深入了解其形成與演化。同年7月，當天文學家們在爭先發表GJ357發現有行星繞轉時，TESS 團隊更是額外地發現了另外兩顆行星。GJ 357 是一顆M型矮星，距離地球約31光年，質量及大小約是太陽的三分之一，圖2是此恆星系統示意圖。此恆星系統主要引人注意的是其行星 GJ 357d ，它繞母恆星旋轉一週約56天，從母恆星接收的能量與太陽系中火星從太陽接收到的能量一樣多，假設它是一顆類地行星，那麼它可能會是地球的兩倍大，質量約是地球的6倍；甚至如果它有岩石表面和足夠厚的大氣層，液態水便有可能存在於此行星中。 GJ 357d 距離母恆星夠遠又處於適居區，也因此目前天文學家們正積極的想辦法觀測此系外行星是否有大氣層，因為這很有可能是一顆可以孕育生命的系外行星。

另外 TESS 也捕捉到不少超新星爆發的影像，也有其他星體在幾天或幾週內亮度劇烈變化的過程，甚至能在地面望遠鏡確認其天文事件前的影像，提供天文學家不少彌足珍貴的研究資料。例如 ASASSN-19bt ，是黑洞的潮汐力瓦解 (Tidal disruption event) 恆星產生的光變現象，見圖3示意圖，當地面望遠鏡發現這光變現象時，其實 TESS 早已經凝視這顆星從暗到亮好一陣子了，詳細研究結果已經由 Holoien 博士等人發表在2019年9月27日的《天文物理學雜誌》上。黑洞潮汐瓦解恆星是極為罕見的天文現象，在與我們銀河系大小相當的星系中，大約一萬至十萬年才發生一次。相比之下超新星爆發頻率較高，約每百年左右就會發生一次。到目前為止，天文學家總共觀察到約40次潮汐瓦解現象，科學家們估計 TESS 在最初的兩年任務中大概只會看到一、兩個此現象。 TESS 同時也監測了約800個恆星的耀斑，研究這些耀斑可以幫助我們更認識我們的太陽表面活動，因為他們與太陽表面上的太陽風暴類似，而有時候太陽風暴的電磁波會造成地球上不少電子產品的問題。

TESS的第一年已經獲得不少成果，麻省理工學院TESS首席

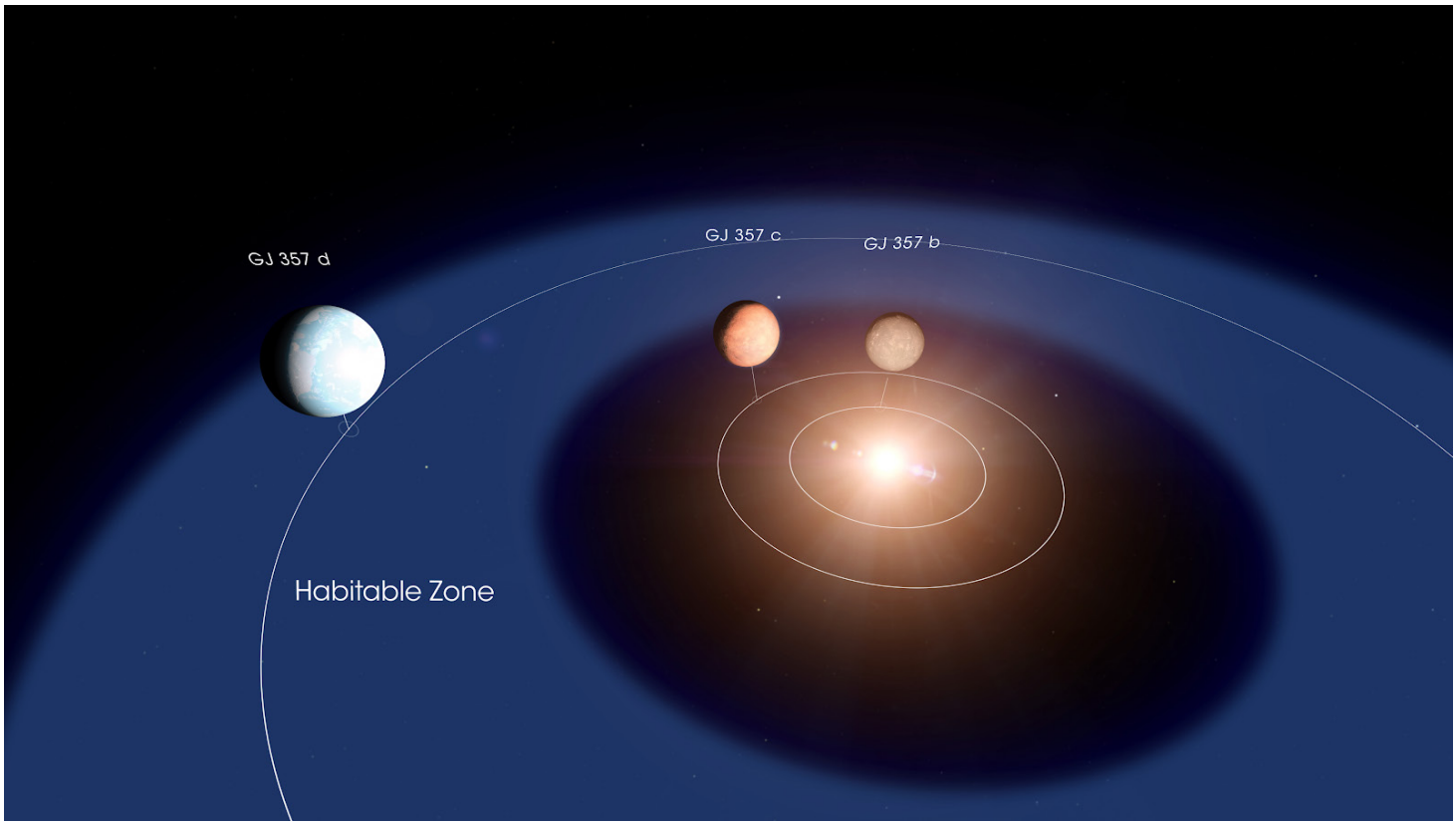


圖2. GJ 357系統的示意圖。GJ 357d在母恆星的適居區內運行，在該區域內液態水可以存在於類地行星的表面。未來的研究將是確認GJ 357d是否有足夠厚的大氣層防止熱量逃逸使液態水得以存在於此行星表面。© NASA's Goddard Space Flight Center/Chris Smith

研究員 George Ricker 博士於7月下旬的 TESS 科學會議中表示：『 TESS 第一年的觀測速度和資料產量已經遠遠超出了我們最初保守的估計。』他並補充說：『 除了發現各式各樣的系外行星外， TESS 也像發現了天文現象的寶庫，其中包含成千上萬種光度劇烈變化的星體。』目前 TESS 太空任務已被 NASA 評估可延長至2022年，於此之後還有延長的可能，也因此原本主要目標除了搜尋系外行星之外，還會包括更多的任務，例如研究有關長周期系外行星以及指認更多適居區的系外行星和多行星系統的資訊。 TESS 的科學家們也同時與使用地面望遠鏡的天文學家合作進行後續觀測研究。 George Ricker 研究員也希望能吸引更多科學家，並將 TESS 的發現與當前和未來執行的任務（例如 CHEOPS 和 JWST ）一起合作。

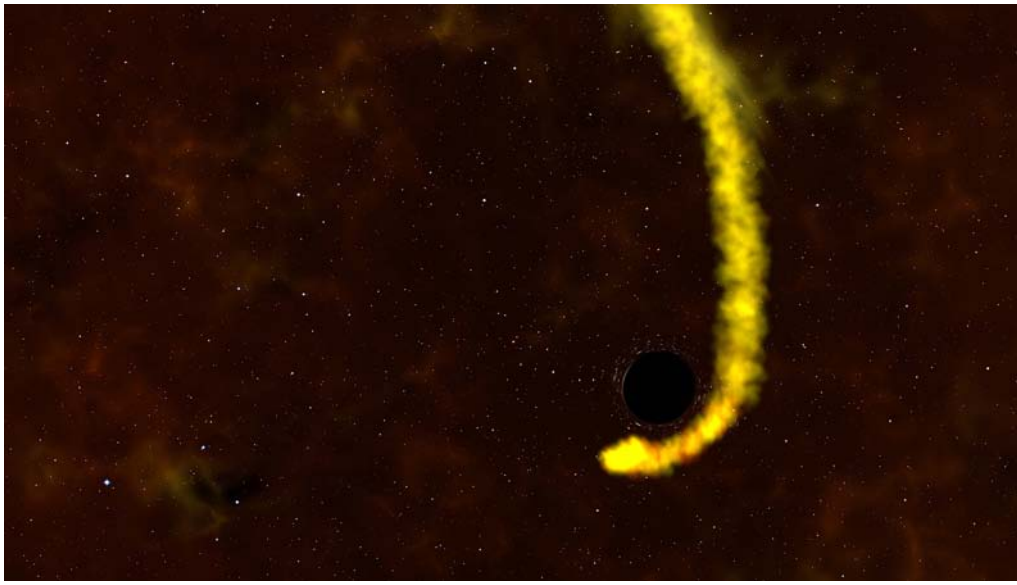


圖3. ASASSN-19bt的潮汐力瓦解恆星示意圖。當恆星靠近黑洞時，強烈的潮汐力會將其撕裂成長條狀。後端的尾部會逃離黑洞，而前端被撕裂的部分會圍繞著黑洞。© NASA's Goddard Space Flight Center

參考資料

https://spie.org/news/tess_one-year-out?SSO=1

https://svs.gsfc.nasa.gov/13237

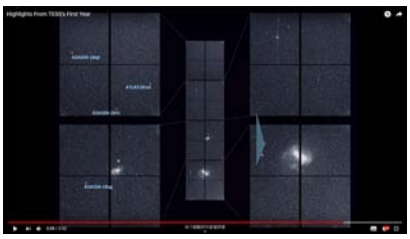
https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-s-tess-mission-spots-its-1st-star-shredding-black-hole

https://svs.gsfc.nasa.gov/13266

https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/confirmation-of-toasty-tess-planet-leads-to-surprising-find-of-promising-world

https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-s-exoplanet-hunting-mission-catches-a-natural-comet-outburst-in-unprecedented-detail

YouTube相關影片：



TESS的第一年精華介紹

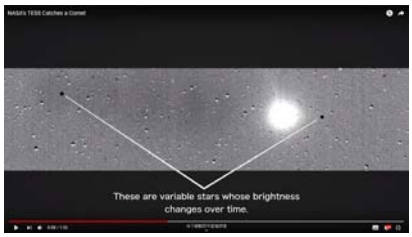
https://www.youtube.com/watch?v=7LLyFFsY7ZY

TESS發現了多行星系統，含適居區

https://www.youtube.com/watch?v=6bWra2Wvudk

TESS第一次捕捉到恆星被黑洞破壞現象

https://www.youtube.com/watch?v=85tdoDt1Qh0



TESS觀察彗星的影像

https://www.youtube.com/watch?v=RnhKBdDanFw

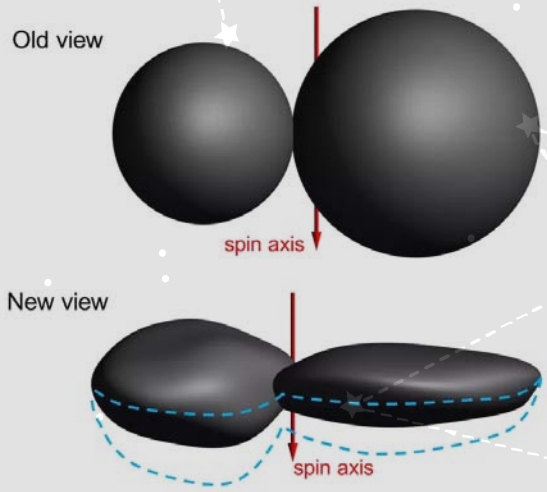
林建爭：美國夏威夷大學天文研究所 泛星計畫博士後研究員

2019十大天文成就

文/ 許晉翊

10. 新視野號抵Arrokoth，揭露該星的外形

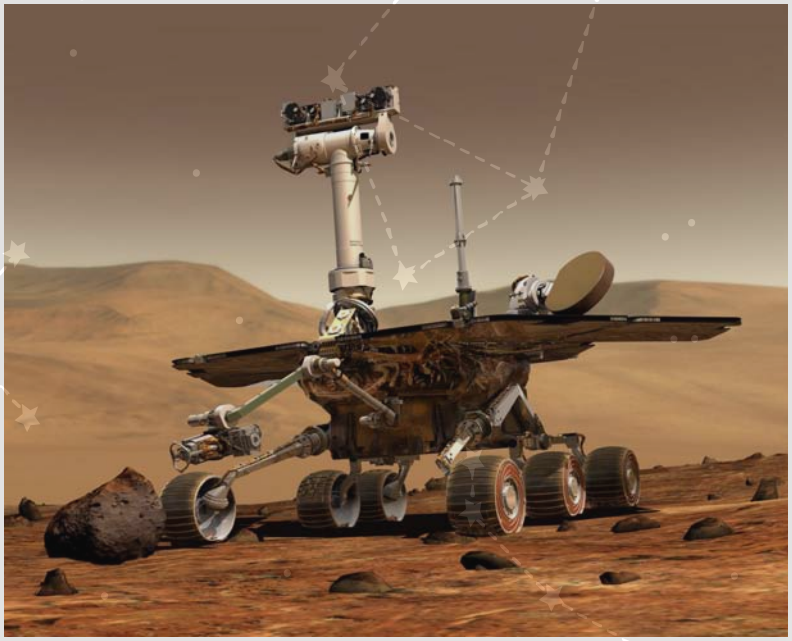
2015年，「新視野號」太空船飛掠冥王星，拍下了令人驚歎的照片，徹底改變了我們對這顆矮行星的認識；於2019年元旦，它再次突破人類的探索紀錄，到達太陽系的外圍天體2014 MU69 ，這顆IAU的正式名稱為Arrokoth，在波瓦坦語中意為「天空」的海王星外天體。科學家從新視野號傳來的資料，分析該星體的形狀、成份、自轉速率…等科學數據，令人類對古柏帶上的天體有更深入的瞭解。在深入觀察「天涯海角」後，新視野號將往太陽系外前進，與航海家系列太空船具有相同的命運。



9. 機會號歷經15年的運作終於結束了它的旅程

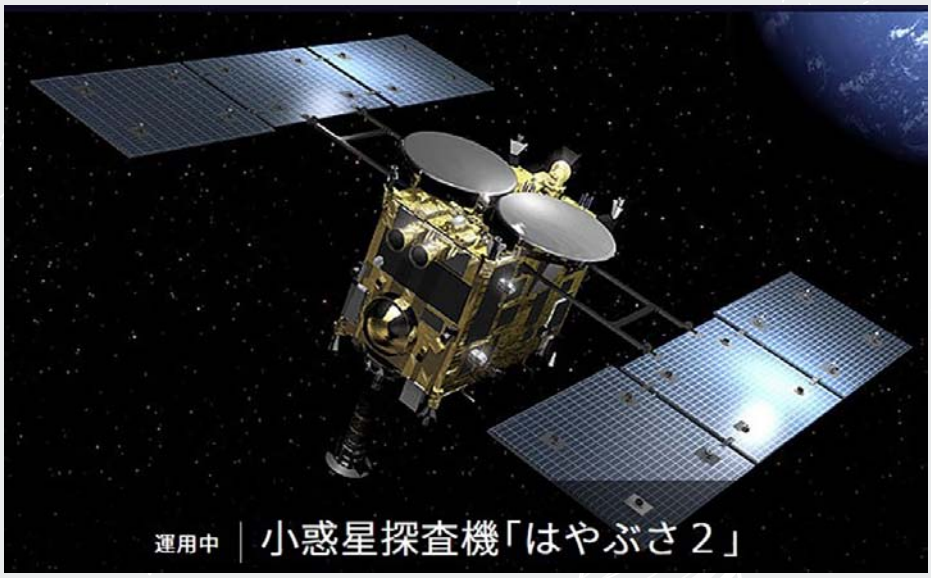
作為行星探索最成功、最持久的壯舉之一，美國太空總署的「機會號」在火星表面探索15年後宣告結束。2018年6月，一場火星全球性規模的沙塵暴覆蓋了「機會號」，地球方無法收到該探測車的訊號。噴射推進實驗室(JPL)的探測車操作工程師們發出了一千多條恢復聯繫的命令，週二(2/12)他們進行了最後一次嘗試，但仍然沒有成功，至此為止2018年6月10日是最後一次的通訊。

「機會號」的設計壽命僅為90天，預估行走距離為一公里，但它的耐久性、科學價值和壽命都遠遠超出了所有人的預期，除了時間比預估長達60倍之外，火星車還行駛了超過45公里的距離，並抵達它在火星上最合適的長眠地點—毅力谷。



8. 隼鳥2號成功收集龍宮小行星樣本

2019年初隼鳥2號成功登陸龍宮小行星，向其表面發射大金屬彈後，小行星地下的岩石噴涌而出，這是人類首次透過發射金屬彈製造隕石坑，採集地表下之岩石標本帶回地球。它在2019年11月13日重啓引擎返航，預計2020年底返回地球，屆時將可從「龍宮」採集的樣本中揭示有關太陽系起源的奧秘。

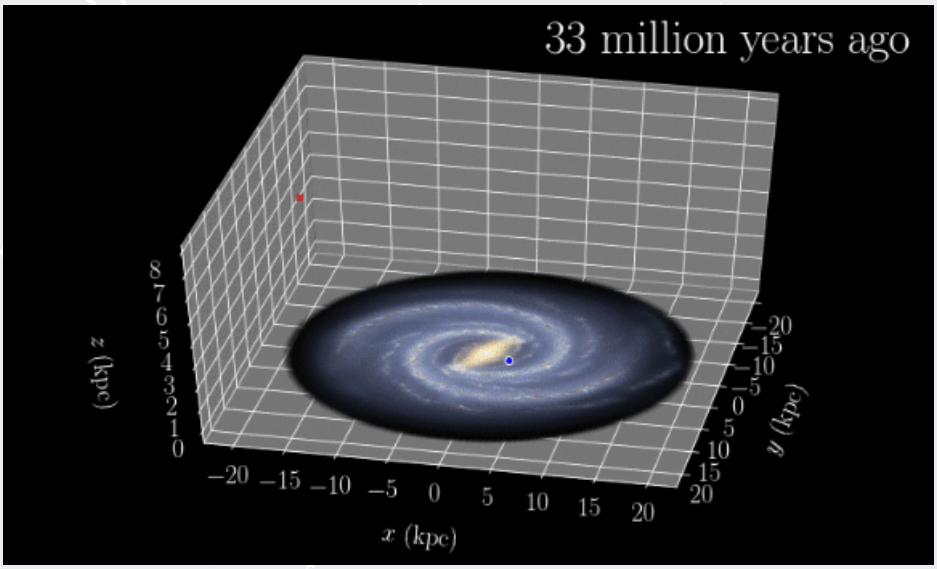


7. 首次發現來自銀河系盤面的超高速恆星

天文學家追溯一顆超高速恆星LAMOST-HVS1的軌跡，發現這顆距離約42,000光年的恆星，是在銀河系盤面獲得它的超高速度，而不是原先認為都來自銀河系中心的超大質量黑洞。

這種超高速恆星（HVS）數量並不多，自2005年首次發現後，找到的還不到30顆。而且LAMOST-HVS1比其他超高速恆星快了兩倍多，以超過時速160萬公里移動。超高速恆星經歷強大的重力彈射，才能達到如此高速。通常是雙星太靠近黑洞，一顆被吞噬，而另一顆則被拋出。

一般認為，能將恆星如此加速的兇手，就是銀河系中心比太陽重400萬倍的黑洞。但研究團隊使用歐洲蓋亞太空望遠鏡的資料，和位於智利Las Campanas天文台的麥哲倫望遠鏡觀測LAMOST-HVS1的路徑，軌跡顯示這顆恆星在3300萬年前來自於矩尺座旋臂上。



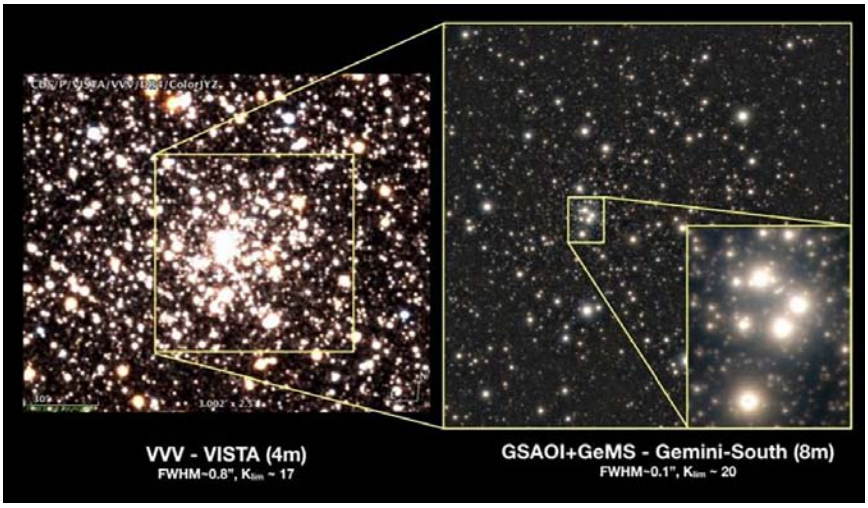
紅點處爲現在位置，藍點處爲推估其3,300萬年前的位置。

6. 迄今最老球狀星團確定為128億歲

天文學家知道HP 1的存在已經很久了，但受限地球大氣干擾之故，一直無法得到精確的光譜訊息。

1997年曾利用星團中的紅巨星估測出的HP 1年齡達138億歲，與宇宙年齡相當，甚至還要更老，顯然有所矛盾，意味著我們對宇宙演化的某些非常基礎的認知是錯誤的。

現在，藉由自適應光學技術的精進，改善大氣扭曲造成的影響，天文學家才得以透過位在智利的雙子南望遠鏡（Gemini South telescope）獲得迄今解析度最高的HP 1星團觀測訊息，甚至可媲美哈伯太空望遠鏡。天文學家L.O. Kerber等人確認球狀星團HP 1的年齡高達128億歲，是迄今已知宇宙中最老的星團之一，堪稱宇宙活化石！



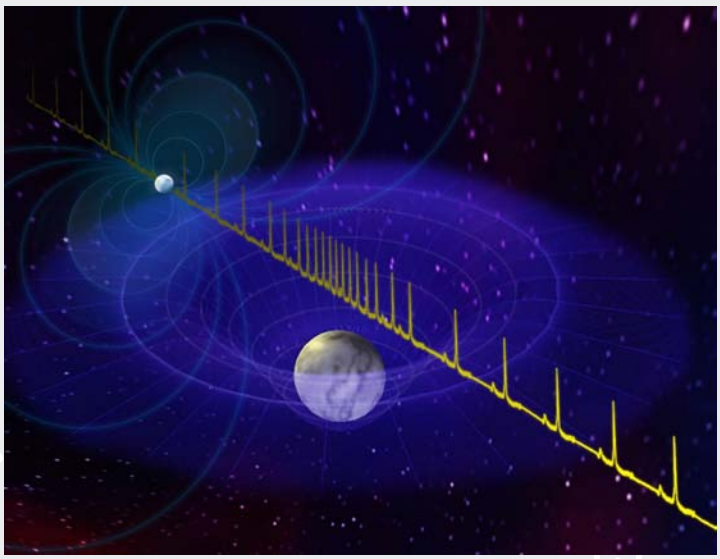
5. 以色列無人太空船登月失敗，造成水熊蟲登陸月球

緩步動物—通常被稱為水熊蟲，是一種身長不到1mm的動物，它們可以在攝氏150度的高溫以及幾乎等於絕對零度的溫度下存活下來，他們乘坐一艘以色列太空船，該船於2019年4月在月球上墜毀。但SpaceIL的聯合創始人認為它們肯定還活著，這些水熊蟲已經脫水，進入假死狀態，然後被包裹在人造琥珀中。

月球圖書館是一個類似DVD的東西，裡頭包含了人類的DNA、3000萬頁的人類歷史檔案，可以利用顯微鏡閱讀其內容。整個「圖書館」被放置於太空船「創世紀號(Beresheet)」上。圖書館的旁邊是經過脫水過程的緩步動物，一些在人造琥珀上，另一些則粘在膠帶上。對於大多數生物來說，脫水是無法恢復的，但是水熊蟲就是其中的特異類，它們可以在脫水幾十年後復活。

4. 發現質量大到幾乎不可能存在的中子星

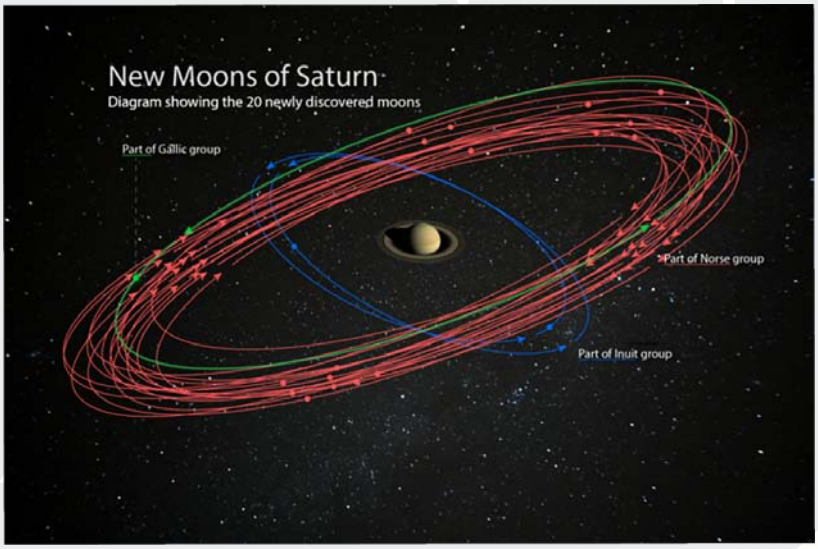
天文學家透過位在美國西維吉尼亞州的綠堤電波望遠鏡發現一顆迄今已知質量最大的中子星，這是一顆自轉速度極快的脈衝星（pulsar），距離地球約4600光年遠。這顆打破歷史紀錄的中子星，質量幾乎達到理論預測中子星質量上限，這是最讓天文學家們矚目的一點。



其質量約為2.17倍太陽質量，直徑卻僅約30公里，比臺北市大一些，但已經是迄今已知所有中子星中質量最大的，且接近理論上的中子星質量上限，再多一點可能就會因重力塌縮成黑洞。這些天體由於質量很大，其內部特性可能與一般恆星截然不同，如果能找出其質量上限，對於瞭解這些天體的物理性質有極大助益。

3. 木星、土星衛星數增加，土星成為最多衛星的行星

天文學家在2019年初發表了木星衛星增加的研究報告，報告中提到木星的已確認衛星增加了12顆，變成了79顆，原以為如此一來便坐實了擁有衛星數第一名的位置，沒想到才短短八個月，就被超越。

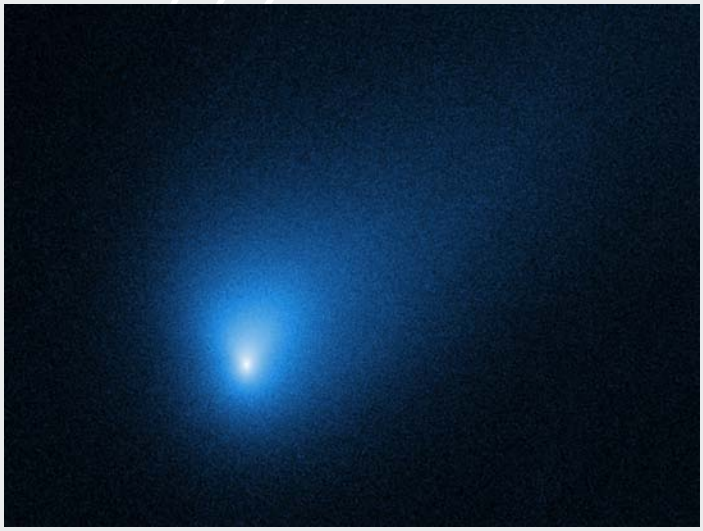


在10月7日，華盛頓卡內基研究所Scott Sheppard博士發表了有關20顆土星衛星的事蹟震驚天文界，原先土星的已確認衛星為62顆，經此一「役」，土星的衛星從62顆瞬間增加至82顆，一舉成為最多已確認衛星的行星，打敗了常年奪冠的木星，卡內基研究所甚至邀請世界各地的人們協助參與衛星的命名。

2. 發現第2顆星際彗星 2I/Borisov

2017年，第一個確定的星際訪客為小行星，正式命名為斥侯星(Oumuamua)的天體，而2I/Borisov彗星是已知的第二顆穿越太陽系的星際天體，它可以幫助我們了解很久以前遙遠的恆星系統中可能形成的行星組成的化學成分、結構和塵埃特性。

業餘天文學家Gennady Borisov於2019年8月30日發現了這顆彗星，經過全世界業餘和專業天文學家一週的觀測，國際天文學聯合會小行星中心和美國NASA噴射推進實驗室近地天體研究中心計算出了這顆彗星的軌道，證實它來自星際空間。研究人員說，Borisov彗星和斥侯星只是發現星際物體的開端，在任何的時間，都有成千上萬的這種闖入者，只是大多數的亮度都太微弱，無法用現今的望遠鏡探測到。

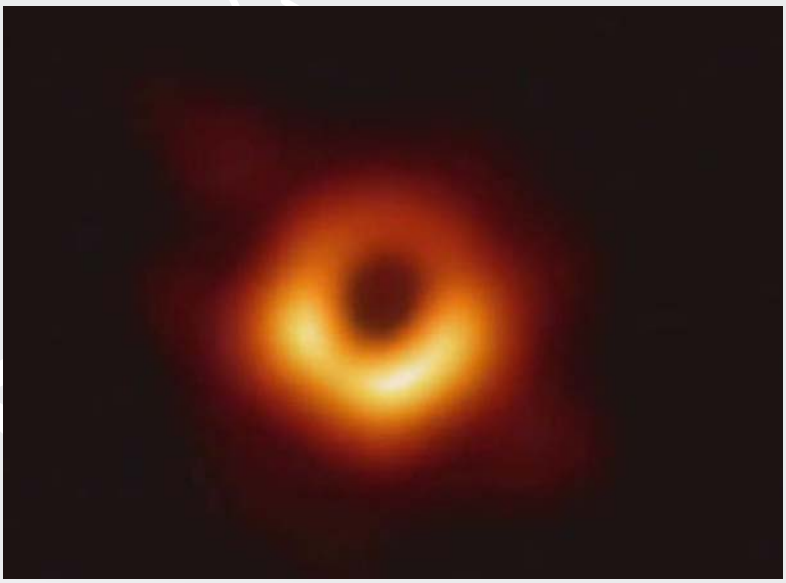


1. 人類拍攝第一張黑洞照片

經歷多年的努力，天文物理學界在4月發佈了重大發現：人類史上第一張超大質量黑洞的影像！這是由事件視界望遠鏡（Event Horizon Telescope，EHT）於2017年4月觀測到的活躍星系M87中心的超大質量黑洞影像，其中影像中間闇影的部分，就是超大質量黑洞所在之處！

愛因斯坦廣義相對論曾預測黑洞陰影，但過去從未有人見過。此次EHT也派員前往世界最高、最邊境的電波望遠鏡站點，再度檢驗人類對重力的理解。也是對廣義相對論最終的科學驗證。

事件視界望遠鏡(EHT)係由8座散落全球各地的電波望遠鏡陣列組成，形成與地球一樣大的虛擬陣列望遠鏡，其中中研院支援3座（SMA、ALMA、JCMT）。主要目標為觀測黑洞的邊界（事件視界，event horizon）的成像。EHT解析度高達20微角秒，相當於在巴黎咖啡館遠距閱讀一份在紐約的報紙。



許晉翊：臺北市立天文科學教育館

2020 重要天象

文/ 李瑾

2020年臺灣地區可見重要天象簡表

天象指數	日期	時間	天象	特點說明
★★	1/4		象限儀座流星群極大	ZHR~110，近上弦，下半夜觀察條件佳。
★★	1/11	03:10	半影月食	臺灣全程可見，歷時4時8分。半影食始1:06、半影食甚3:10、半影食終5:14。最大半影食分為0.921。
★	2/10 6/4 10/2	21:56 21:07 00:06	水星東大距	今年共有3次水星東大距，水星位在太陽東側最大角度，日落後見於西方低空。與太陽相距分別為18.2°、23.6°及25.8°。
★	3/20	11:50	春分與黃道光	春分前後可於日沒後1~2小時的西方天空看見黃道光。
★★	3/20	14時	木星合火星	兩星相距僅0.7°。火星亮度-1.5等，木星-2.1等，位在人馬座，天亮前見於東方低空。
★★★	3/25	06:13	金星東大距	金星位在太陽東側最大角度，亮度-4.5等。日落後見於西方。與太陽相距達46.1° 。
★★★	4/8	10:35	今年最大滿月	今年最大滿月，視直徑33.5'。
★	5/6		寶瓶座η流星群極大	ZHR~50，近望，觀察條件不佳。
★	3/24 7/22 11/11	10:06 23:12 01:03	水星西大距	今年共有3次水星西大距，位在太陽西側最大角度，日出前見於東方低空。與太陽相距為27.8°、20.1°、19.1°。
★★	6/6	03:25	半影月食	臺灣全程可見，歷時3時23分。半影食始1:44、半影食甚3:25、半影食終5:06。最大半影食分為0.593。

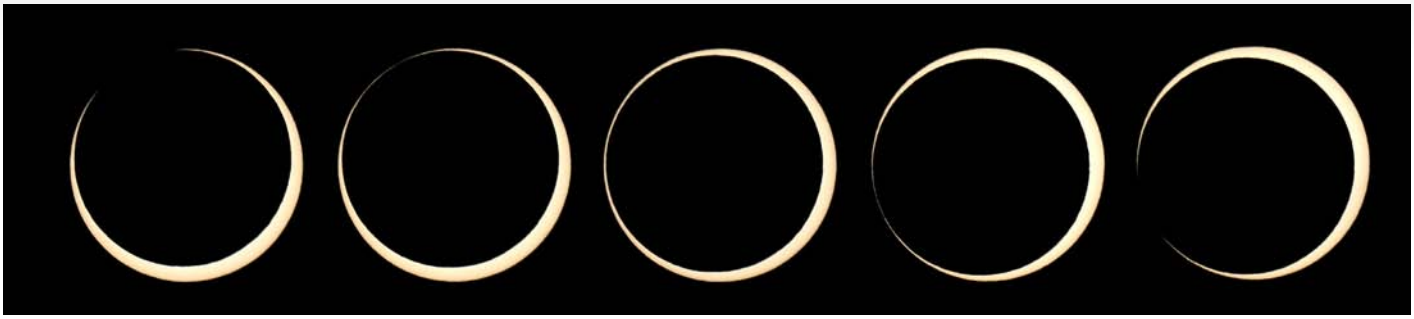
天象指數	日期	時間	天象	特點說明
★	6/21	05:44	夏至	太陽直射北回歸線，為一年中白晝最長之日。
★★★★★	6/21	16:14	日環食	雲林、臺南、嘉義、高雄、南投、花蓮、臺東、澎湖與金門縣市部分區域可見日環食，其餘地區可見偏食。各地見食時間略有不同，詳細時間見附表。
★★★	7/14	15:58	木星衝	視亮度-2.8等，在人馬座，視直徑47.6"。
★★★	7/21	06:28	土星衝	視亮度0.1等，在人馬座，視直徑18.5"。
★★	8/12		英仙座流星群極大	ZHR~110，明亮流星多。近下弦月，上半夜觀測條件佳。
★★★	8/13	08:14	金星西大距	金星位在太陽西側最大角度，亮度-4.4等。日出前見於東方。與太陽相距45.8°。
★	9/12	04:26	海王星衝	視亮度7.8等，在寶瓶座，視直徑2.4"。
★	9/22	21:31	秋分與黃道光	秋分前後可於日出前1~2小時的東方天空看見黃道光。
★★★	10/14	07:26	火星衝	視亮度-2.6等，在雙魚座，視直徑22.3"。
★	10/31	22:49	今年最小滿月	今年最小滿月，視直徑29.4'。
★	10/31	23:53	天王星衝	視亮度5.7等，在白羊座，視直徑3.8"。
★★	11/30	17:43	半影月食	臺灣可見「月出帶食」，月升17:02，半影食甚17:43，半影食終19:56，共歷時2:54。最大半影食分為0.855。
★★★	12/14		雙子座流星群極大	ZHR~150，近朔，觀測條件極佳。
★	12/21	18:02	冬至	太陽直射南回歸線，為一年中白晝最短之日。
★★★	12/21	22時	木星合土星	兩星相距僅0.1°。土星亮度0.6等，木星-2.0等，位在摩羯座，傍晚見於西方低空。

附註：流星群的表列日期爲預測極大期；ZHR意指輻射點在天頂、且最暗星等達6.5等的最佳狀況下，每小時可見的流星數目。

對於天文迷來說2020年可說是重量級的一年! 尤其在6月21日的日環食帶通過臺灣本島以及金門與澎湖，更是罕見又精彩的盛事。此外，明年臺灣還可以見到三次月食，只可惜都是半影月食，食象較不明顯。明年的流星雨也相當精采，首推12月14日的雙子座流星群，不但預估每小時流星量高達150顆，而且極大期近朔，不受月光干擾。2020年也是觀察行星極佳的年度，10月有久違的火星衝，木星與土星衝都發生在7月份，因此夏季可見這兩顆明亮行星高掛天空。年底發生的木星合土星更為精彩，兩星相距僅6角分，下次要到2080年才會發生如此接近的合。

日月食

2020年全球共發生2次日食。除了臺灣可見6月21日的日環食之外，在12月14-15日還會發生通過智利、阿根廷的日全食。2020年的月食共4次，全是半影月食，臺灣可見其中3次。



2012臺灣日環食前後影像 攝影/周紀宇

6月21日 日環食 最大食分0.994 ★★★★★

6月21日的日環食是2020年最大的天文盛事。日食發生時間為當日下午2時46分至5時25分之間，全程2小時39分鐘。環食帶通過雲林、嘉義、臺南、臺東、花蓮、金門與澎湖，最大食分0.994，被遮蔽的日面面積約97.50%，環食歷時38.2秒（各地略有不同），其他地區則可見大食分偏食。

觀測日食美景其實也是危險的活動，絕對不可在毫無保護裝置的狀況下，用肉眼直視太陽，因為可能造成眼睛的永久損傷！必須使用適當減光設備，如日食專用墨鏡或投影方式觀察以保安全。

各縣市食象時間表（以縣市行政中心為計算基準）

地點	初虧	食既	食甚	生光	復圓	食分
連江縣	14:45:57.4	---	16:10:47.5	---	17:22:50.2	0.926
基隆市	14:50:18.4	---	16:13:34.3	---	17:24:21.3	0.934
臺北市	14:49:54.6	---	16:13:24.8	---	17:24:21.7	0.937
新北市	14:49:52.8	---	16:13:27.3	---	17:24:26.7	0.940
桃園市	14:49:35.1	---	16:13:20.0	---	17:24:26.5	0.943
新竹市	14:49:06.6	---	16:13:14.0	---	17:24:35.1	0.952
宜蘭縣	14:50:41.4	---	16:14:01.3	---	17:24:48.2	0.945
苗栗縣	14:49:02.4	---	16:13:21.7	---	17:24:49.2	0.960
金門縣	14:44:06.3	16:10:37.9	16:11:01.2	16:11:26.9	17:24:18.6	0.992
臺中市	14:49:04.0	---	16:13:37.8	---	17:25:12.5	0.973
彰化縣	14:48:56.8	---	16:13:37.5	---	17:25:16.4	0.976
花蓮縣	14:51:06.2	---	16:14:41.9	---	17:25:34.4	0.966
南投縣	14:49:22.7	---	16:13:56.3	---	17:25:28.8	0.979
雲林縣	14:49:16.1	---	16:14:00.6	---	17:25:39.3	0.987
澎湖縣	14:47:29.7	---	16:13:13.4	---	17:25:32.8	0.986
嘉義縣	14:49:02.6	16:13:37.8	16:14:02.7	16:14:29.9	17:25:50.4	0.991
臺南市	14:49:17.4	---	16:14:25.7	---	17:26:15.7	0.977
臺東縣	14:51:23.0	---	16:15:34.0	---	17:26:42.2	0.982
高雄市	14:49:54.6	---	16:14:56.0	---	17:26:38.2	0.968
屏東縣	14:50:11.4	---	16:15:02.1	---	17:26:37.4	0.972

1月11日、6月6日、11月30日

半影月食 食相不明顯 ★★

1月11日、6月6日與11月30日可見半影月食，前2次全程可見，11月30日則是月出帶食。半影月食與月全食不同，月球只進入地球半影區，因此食相不明顯，肉眼較不易看到月面的光線變化，因此以攝影紀錄較佳。

	月升	半影食始	食甚	半影食終
1月11日		1:05	3:10	5:14
6月6日		1:44	3:25	5:07
11月30日	17:02		17:43	19:56

行星

觀察太陽系各行星的最佳時機，對內側行星而言是「東大距」與「西大距」，對外側行星而言則是「衝」。

今年水星分別於3月24日、7月22日、11月11日西大距；2月10日、6月4日、10月2日東大距。金星3月25日東大距，8月13日則是西大距。

外側行星部分：火星10月14日衝；木星7月14日衝；土星7月21日衝；天王星10月31日衝；海王星9月12日衝。

外側行星衝 觀測外側行星最佳時機

觀測外側行星最佳時機就在衝。「衝」指行星與太陽分別位在地球兩側，兩者黃經相隔180度的位置。由於在衝的前後是外側行星最接近地球的時段，因此最明亮直徑也最大。此外，因為與太陽相隔180度，太陽西沈時行星升起，直到天亮時行星才西落，所以整夜均可觀測。

	日期	視直徑	視亮度
木星衝	7月14日	47.6"	-2.8等
土星衝	7月21日	18.5"	0.1等
海王星衝	9月12日	2.4"	7.8等
火星衝	10月14日	22.3"	-2.6等
天王星衝	10月31日	3.8"	5.7等

3月25日、8月13日 金星東西大距 ★★★

金星是內側行星，因此當其位在東大距與西大距位置時，與太陽的距角最大、最容易觀測。金星內合前後數星期以及接近年底時，整年很容易在黃昏或天亮前看到金星。

2020年金星在3月25日6時13分到達東大距，距離太陽46.1度，亮度達-4.5等，日落後見於西方。8月13日8時14分則到達西大距的位置，距離太陽45.8度，亮度達-4.4等，日出前見於東方。

除了6月4日

行星合

「合」是指天體在天球上具有相同的經度，由於太陽系的行星均在黃道面附近公轉，當行星相合時，在天空中的位置相當接近。2020有2次特別有趣的行星合，3月20日的木星合火星與12月21日的木星合土星。

3月20日 木星合火星 兩者相距僅 0.7度 ★★

3月20日14時發生的木星合火星，兩者相距僅 0.7度，木星亮度為-2.1等，火星為-1.5等，皆位於人馬座，20日或21日天亮前可見兩星會合於東方低空，土星也在不遠之處。

12月21日 木星合土星 兩行星相距僅0.1度 ★★★

12月21日22時發生木星合土星，是2020年最精采的行星合，當合發生時兩行星相距僅0.1度，接近肉眼的分辨極限。當晚木星亮度為-2.0等，土星為0.6等，都位在摩羯座，傍晚可見於西方低空。若以雙筒望遠鏡或較低倍率的天文望遠鏡觀察，可在同一視野中看見行星與衛星，為今年最適合觀察的行星合。且下次要看到如此接近的木星合土星，要等到2080年3月15日。

流星群

2020年預測流星群的ZHR（平均每小時天頂數量）達40以上者計有4群，象限儀座、寶瓶座、英仙座η與雙子座流星群。其中雙子座流星群極大期的ZHR高達150，而且靠近朔，最值得期待。

1月4日 象限儀座流星群極大 ZHR可達約110 ★★

象限儀座流星群的流星相當明亮，速度中等，是年度相當顯著的流星群之一，活躍期間從12月28日持續至1月12日。預測極大期發生在1月4日， ZHR可達約110。象限儀座流星群的輻射點在牧夫座頭部，0時左右自東北方升起，但是當天為農曆十日接近上弦，因此下半夜觀察條件較佳。

5月6日 寶瓶座η流星群極大 ZHR約為 50 ★

寶瓶座η流星群屬於中型流星群，活動日期在4月19日至5月28日間，流星速度極快且大多很明亮，多數流星會留下餘痕。今年的極大期預測將在5月6日晚間前後，ZHR約為50，輻射點則在凌晨1時30分左右升起，但當日為農曆十四靠近滿月，受月光影響很大，觀察條件不佳。

8月12日 英仙座流星群極大 ZHR可達約110 ★★

英仙座流星群是年度重要流星群，今年極大期預估在8月12日，ZHR可達110左右。但當日為農曆十二，月相為盈凸月，上半夜會受月光影響。輻射點約22時東昇，因此下半夜觀測條件較佳。

12月14日 雙子座流星群極大 ZHR可達約150 ★★★

雙子座流星群是年度顯著的大流星群之一，活躍日期在12月4日至12月17日間。今年雙子座流星群預測極大期發生在12月14日，ZHR可達約150。極大期近朔，觀測條件極佳，為今年觀測條件最佳的流星群。

李瑾：臺北市立天文科學教育館

文/ 王彥翔

2020太空任務展望

2019年恰逢人類首次登月50周年，各國也有許多登月計畫推出。然而除了中國成功登陸月球背面之外，首次挑戰登陸任務的以色列和印度都鎩羽而歸。不過月球之外也有許多亮點，例如火箭科技與小行星探索技術進步都令人印象深刻。展望2020年，各國太空事業單位都摩拳擦掌，繼續向太空挑戰。

美國重啓載人太空任務

美國自從2011年太空梭全面退役之後，便一直仰賴他國太空載具輸送人員往返地球與國際太空站。為了開發出能夠取代太空梭的載人載具，美國政府在2014年分別與波音和太空探索公司（SpaceX）簽約，委由民間廠商進行開發設計。波音公司推出了可承載3人的CST-100 Starliner太空艙，於2019年11月4日進行了緊急中止飛行測試，雖然測試降落時三具降落傘只張開兩具，但因仍符合安全門檻，因此若12月的無人飛行測試順利，可望於2020年進行首次載人飛行測試。

致力研發可重複使用火箭的太空探索公司（SpaceX），在2010年曾推出可重複使用的飛龍號太空艙，協助進行國際太空站與地球之間的貨運輸送。之後又再推出了可載人的飛龍二號，並在2019年3月初載運假人成功完成試飛。不過這艘太空艙卻在4月20日於地面測試時因閥門設計缺失發生爆炸，使得後續測試工作推遲了半年左右。至截稿為止SpaceX預計在12月再次進行飛行測試，若測試順利也將在2020年投入載人飛行測試（任務名稱：Crew Dragon Demo-2），結束美國自2011年太空梭全面退役後長期仰賴他國協助人員往返國際太空站的窘境。

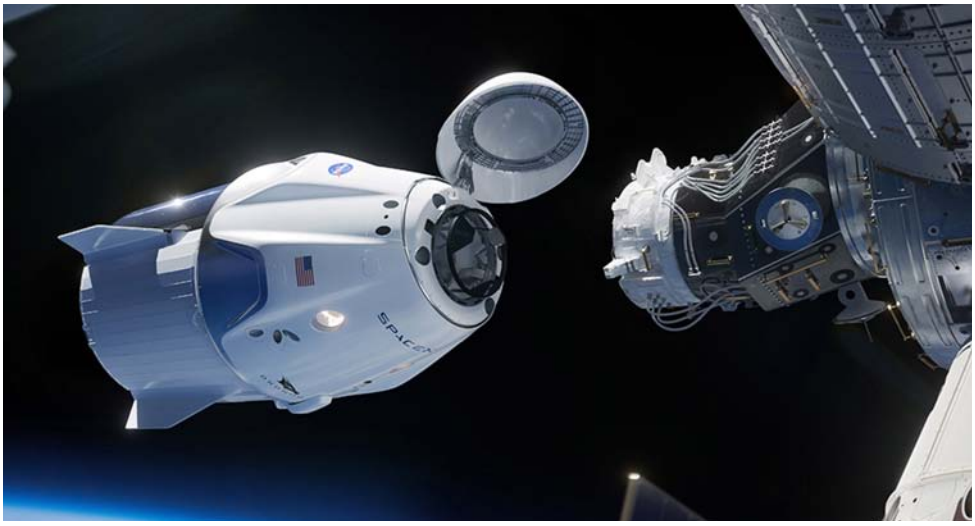


圖1. 藝術家所想像的飛龍二號與國際太空站對接的畫面。© SpaceX。

隼鳥二號邁向歸途

於2018年抵達龍宮小行星的隼鳥二號成果豐碩，上頭搭載的MINERVA II1探測器成功登陸龍宮小行星，並同時成功達成在小行星表面移動與攝影的成就。隼鳥二號本體則在2019年2月22日成功採集小行星表面的樣本，也完成使用上頭搭載的衝擊裝置，在小行星表面製造人工隕石坑。7月11日成功第二度接觸小行星採集人工隕石坑附近的樣本，隼鳥二號也成為世界首次兩度接觸採集小行星樣本的探測器。

2019年9、10月間，隼鳥二號將剩下的兩顆目標標記與MINERVA II2探測器投入環繞小行星軌道，藉由觀察他們落至小行星表面的情形，進行更精確的重力場測量。11月13日隼鳥二號開啓返回運用，12月3日啓動離子引擎踏上返回地球的旅途，並在2020年底前將小行星樣本送回澳洲的伍麥拉空軍試驗場。究竟隼鳥二號會帶回什麼樣的太陽系行星形成的秘密，相當值得期待！

圖2. 2019年7月11日隼鳥二號成功第二度採集小行星表面土壤樣本，圖中可以看到採集時飛濺的碎石。© JAXA。

Crew Dragon 降落傘測試
https://youtu.be/B9eYCGOlr5Y

日本隼鳥號2號小行星探測器任務介紹，要在“龍宮”把禮物帶回地球
https://www.youtube.com/watch?v=tbVTz_14N5I

火星依舊熱門

2020年適逢兩年一次的火星衝，各國籌備已久的多項任務也預定在2020年中發射，並在2021年抵達火星進行各項觀測任務。在火星探測上一直居於領先地位的美國便提出了「火星2020」計畫，預計將火星漫遊車和一台小型空拍機送到火星的傑澤羅隕石坑（Jezero crater）。傑澤羅隕石坑被認為曾是火星的湖泊，周邊還有河口三角洲遺跡，因此科學家希望能從中找到火星是否曾有生命存在的證據。火星漫遊車將配備光譜儀、透過地雷達與氣象觀測設備，除了從土壤與岩石中尋找生命存在的訊號、評估火星沙塵暴對太空人的危害之外，也會進行樣本收集，並預留未來將樣本送回地球的能力。另外，漫遊車上也將攜帶小型空拍機，測試在火星上飛行探測的操作技術。

不讓美國專美於前，中國在2009年與俄羅斯啓動合作的螢火一號失敗後，便決定後續的火星探測計畫將由自己獨力完成。中國航天科技集團開發的螢火二號在2014年正式亮相，其中包含了繞火星衛星與漫遊車，預計在2020年7月底至8月初使用長征五號重型火箭發射。至於俄羅斯則轉與歐洲太空總署（ESA）合作，預計將自行研發的Kazachok登陸器與ESA的羅莎琳・富蘭克林漫遊車以俄羅斯的質子M型火箭發射，前往火星進行沉積物的分析。羅莎琳・富蘭克林（Rosalind Elsie Franklin）是已故英國物理化學家與晶體學家，她所拍攝的DNA的X光繞射圖片「照片51號」成為證明DNA為雙股螺旋狀的關鍵證據，ESA經由大眾徵名之後決定以她的名字為漫遊車命名。

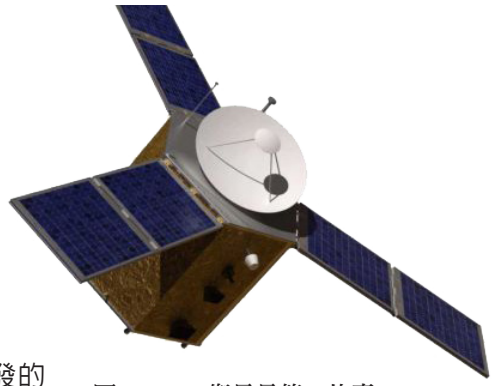


圖4. HOPE衛星是第一枚專門觀測火星大氣的氣象衛星。© UAE Space Agency

最後，阿拉伯聯合大公國也自行開發了Hope火星探測衛星，發射任務則委託日本協助，預計在2020年7月以三菱開發的H-IIA火箭於種子島發射。Hope火星探測衛星為一枚氣象衛星，希望能監測火星氣象的日變化與季節變化，尤其是沙塵暴等天氣事件的分析，藉此了解火星的大氣層演變歷史。

圖3. 藝術家繪製火星2020計畫的漫遊車於火星表面的想像圖。© NASA。

NASA Mars Helicopter Technology Demonstration
https://www.youtube.com/watch?v=oOMQOqKRWjU

designed by freepik

文/ 詹佩菁

我們對太空中透過人造衛星或太空船所看到的地球畫面，早已習以為常！但若你是第一位上太空的人類，對此美景心中會有何種感觸？是驚喜感動？抑或害怕呢？這件事就得問問尤里・加加林了！

太空先驅
尤里・加加林

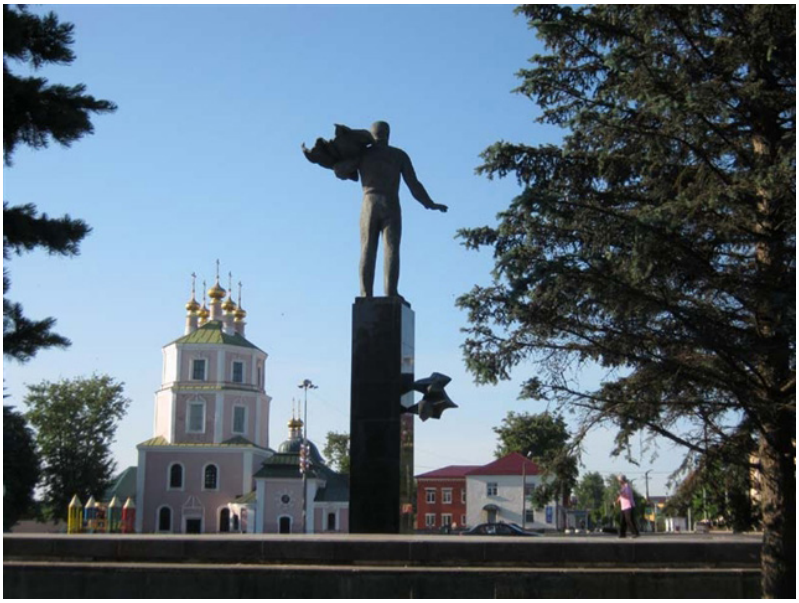
尤里加加林，1961年7月3日至芬蘭進行訪問時拍攝。照片來源：Wikipedia.

苦難中長大

尤里・加加林(1934年3月9日～1968年3月27日)是蘇聯空軍飛行員暨太空人，出生在俄羅斯斯摩棱斯克州(Smolensk Oblast)的小村莊--克魯申諾(Klushino)。他的父母在集體農場中工作，有四個兄弟姊妹，加加林排行老三。在二戰期間，因為蘇聯有部分領土被納粹佔領，加加林的家也在被佔領區內。他家被德軍佔用，他們一家人改住到屋後方的泥屋中，過著相當困苦的21個月。他的兩個兄弟姊妹，在1943年時還被放逐到波蘭當奴隸，直到1945年二戰結束才返回家鄉。二戰結束後，1946年他們家搬到附近，同在斯摩棱斯克州的加扎林鎮(Gzhatsk)，才開始比較穩定的生活，加加林才得以繼續接受教育。

尤里・加加林在克魯申諾村莊的家，現已是尤里・加加林博物館
照片來源：Wikipedia.

1950年，16歲的加加林為了想幫忙家計，白天就在鋼鐵廠做鑄造工作，晚上再去上課。1951年以優異的成績畢業後，被推薦進入薩拉托夫工業技術學校進修，學習使用拖拉機。在薩拉托夫時，加加林參與當地的飛行俱樂部對蘇聯空軍學員所規劃的周末訓練，訓練駕駛雙翼飛機和雅客-18(YAK-18)教練機。除了自己的興趣之外，他還到附近的窩瓦



在1968年加加林過世後，加扎林鎮爲紀念他，便將鎮名改爲加加林。這是加加林鎮所設立的加加林紀念雕像。　照片來源：Wikipedia.

河當兼職的碼頭工人賺錢。為了生活，真的很認真。

飛上青天

加加林對於飛行的熱情，終於有了實現的機會。1955年他被在奧倫堡的一所飛行學校錄取，正式開始雅客-18訓練機的飛行，1956年完成米格-15(MIG-15)戰鬥機的訓練。在駕駛教練機時，並沒有很順利，因為著陸這部分對他而言相當困難，不過這個難題，他的飛行教練用一個坐墊就幫他解決了！因為坐墊增加了他在座艙中高度，改善了他從駕駛艙所能看到的視野後，便順利地成功著陸，這也才能讓他完成教練機的飛行評估，加加林於1957年起開始單飛。1957年底被派到挪威邊境的羅斯塔空軍基地，在北方艦隊服役了兩年。1959年10月，蘇聯順利發射月神3號(Luna 3)，引發了加加林對太空探索的興趣，於是向他的長官提出想參與太空計畫的想法。長官批准，並讓他參與了當時太空人的揀選計畫。這時的他，已經累積了256小時的飛行時間。

為太空夢想努力

1959年1月，蘇聯就已經開始在為人類太空飛行做準備了。這個計畫名稱為東方計畫(Vostok)，預定送人上太空，進入低地球軌道繞地球飛行後，再安全地返回地球。當時蘇聯空軍的醫師群堅持認為，最佳的太空人人選應該要從合格的空軍飛行員中揀選，因為他們才有承受G力及相關飛機彈射座椅及跳傘的經驗。而蘇聯太空計畫的首席設計師—謝爾蓋•科羅廖夫(Sergei Korolev，1907年1月12日～1966年1月14日)也決定，太空人的年紀應該要在20至30歲之間。另外，配合當時所設計的太空艙，身高不能超過175公分，體重不能超過72公斤，而在性別選擇上，以男性為主。

這些對太空人揀選的基本要求，在1959年6月確定後，1959年9月起，便開始尋找合適的太空人人選。當時合乎標準的空軍飛行員有159位，軍醫從中挑選29位，蘇聯中央政府最後檢選出其中20位做為太空人的候選人。20位中的前12位是在1960年3月就先被確定的，加加林也是其一，後來的8位是後續到6月間陸續再被揀選的。加加林身高157公分，身材短小精幹，相當合適。從1960年3月15日開始，前

1960年蘇聯第一批太空候選人　照片來源：ESA

面的12位太空候選人便開始艱困且密集的訓練，其訓練層級相當於奧運選手。1960年4月起，也安排了跳傘訓練。

訓練過程中，他們被要求要投票給覺得除了自己以外最合適的太空人，從中選出了6位進入快速訓練小組—稱為索契6號(Sochi 6)，加加林也是其中一位。投票給加加林的共有3位，其中一位寫出他選加加林，是因為加加林做事非常專注，在必要時會要求自己及同袍。而觀察這群太空候選人的軍醫師也表示，他眼中的加加林非常優秀，除了相當聰明之外，對周遭環境觀察敏銳且專注，反應也相當敏捷，面對困苦及艱難的情境也毫不退縮。針對他認為是對的觀點，也能毫不畏懼地表達。由此可知，他擁有相當獨特的個人特質，也能在需要時給予團隊同袍鼓勵並指出正確的方針，正面地解決問題。從他臉上所展露的自然微笑，就可看出他的魅力。

1961年1月，針對這6位太空人進行了相關的考試及太空艙的實體演練後，加加林和蓋爾曼•蒂托夫(Gherman Titov，1935年3月11日～)脫穎而出，最後在1961年4月8日的州委員會會議中，東方計畫的執行長尼古拉•卡曼寧(Nikolai Kamanin，1908年10月18日～1982年3月11日)，正式任命加加林為即將出發的東方1號(Vostok 1)任務太空人，蒂托夫則擔任後備太空人。

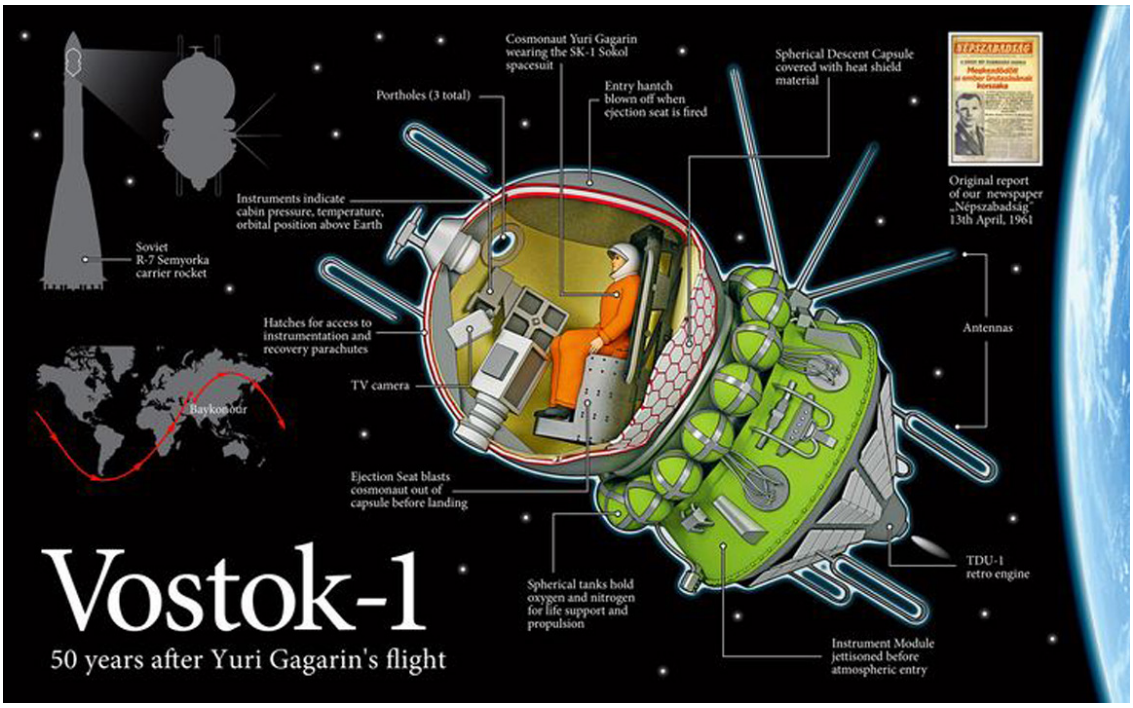
1961年4月12日正準備出發前往發射台的尤里•加加林。照片來源：ESA

成功進入太空，人類第一位

1961年4月12日，歷史性的一刻終於來到，尤里•加加林搭乘東方1號順利發射升空，並繞行地球一圈，共計航行108分鐘。繞行低地球軌道，最低時距地表169公里，最高時距地表327公里。

出發時，科羅廖夫預祝他飛行順利，加加林則回答說：出發吧！再見！我們很快就會再見的！在太空的航行過程中，他覺得與地球環境相比，對於失重的感覺相當陌生，感覺好像掛在皮帶上，但是以懸浮的狀態掛著。對他及當時的人類而言，是很特別的感覺。這段歷史性的航行，透過英國導演克里斯托夫•賴利(Christopher Riley，1967年9月21日～)以及歐洲太空總署的義大利太空人保羅•內斯坡里(Paolo Nespoli，1957年4月6日～)的合作，以長篇紀錄片方式，將當時108分鐘開創性的軌道太空飛行，結合國際太空站的畫面，搭

蘇聯第一批太空人，尤里•加加林站在左列第一位。照片來源：ESA



↑東方１號太空艙配置圖。圖片來源：alchetron

←東方1號太空艙，目前展示於莫斯科VDNKh地區的莫斯科太空科技博物館。照片來源：Wikipedia.

1961年尤里加加林在華沙所受到的熱烈歡迎。照片來源：Wikipedia.

配加加林與地面控制中心的對話，在2011年４月12日發行這部電影—首度繞行(First Orbit)。

經過108分鐘的航行後，加加林順利返回地球，在距離地表大約７公里時，按照計畫，從太空艙彈出，以降落傘方式順利降落在薩洛托夫地區。

榮耀光環

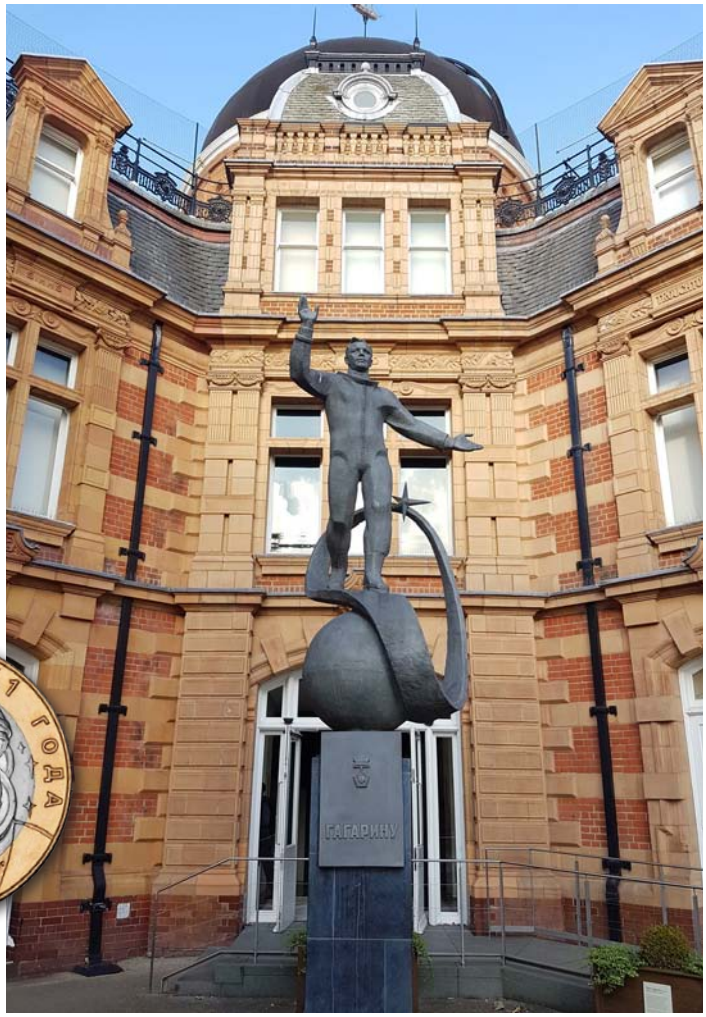
加加林順利完成任務，是蘇聯太空計畫的大勝利。這使他成為蘇聯的民族英雄，也是世界的名人。世界各地的報紙都為此發表突破性的消息及飛行細節，蘇聯也在各城市舉行大規模的遊行。他即刻從上尉升為少校，當時蘇聯總書記—赫魯雪夫，並授予蘇聯英雄—列寧勳章給加加林。後續幾年中，他接受過大約30個國家的邀請進行參訪。在參訪時，他那可愛親切的微笑，對人們產生很大的號召力。科羅廖夫說：「他的微笑驅散了冷戰」。

為了紀念4月12日這個順利送人升空的日子，1962年起蘇聯就訂這天為宇宙航行日，並從2000年起舉辦國際慶祝活動--尤里之夜，2011年4月7日第65屆聯合國會員大會通過決議，宣布這

天為國際人類太空飛行日，這一年恰逢加加林進入太空50周年。

英年早逝

1968年3月27日加加林和另一位飛行員駕駛米格15UTI進行例行飛行訓練時，不幸墜毀罹難。當時各種陰謀論滿天飛，但根據2003年的報告指出，可能是因為塔台提供了過時的天氣訊息給加加林，使得機組人員誤判當時的飛行高度比實際高，進而反應不及直接以90度角往地面俯衝，當時距離地面約450公尺俯衝速度達每小時750公里。加加林的遺體火化後，就嵌在克里姆林宮牆壁中。他的早逝，讓許多人惋惜，但他的創舉會永遠留存在太空發展的輝煌歷史中！



↑英國格林威治天文臺所矗立的尤里．加加林雕像。照片來源：Wikipedia

↖2001年俄羅斯所發行的加加林10盧布紀念幣。

←嵌在克里姆林宮的加加林墓碑。照片來源：Wikipedia

詹佩菁：臺北市立天文科學教育館

YouTube相關影片：

First Orbit - the movie
https://www.youtube.com/watch?v=RKs6ikmrLgg

Yuri Gagarin . 12 April 1961 . First Human In Orbit
https://www.youtube.com/watch?v=uUDyO3u0QYs

文/ 陶蕃麟

雙筒望遠鏡為觀星提供了許多優勢：它們使用方便，可以隨時移動，相對於天文望遠鏡有大視野、高亮度、與便利性等優點，可以讓入門者很快就能上手，是進入天文領域的最佳工具。

雙筒望遠鏡觀天

筆者受到第一顆人造衛星史波尼克升空的影響，從小就對觀星有著興趣。當時只要晚間天氣晴朗，就可以在屋頂陽台上看見滿天星斗。但礙於資訊的傳播沒有如今便捷，坊間也無相關書籍可以參考，所以直到高中才進入天文的後花園，從認識星座開始步入天文學的領域，也與天文台結下淵緣。

第一次到天文台是在民國56年火星衝的特別開放，上手的第一架望遠鏡是母親的私房錢資助的武藤五公分折射經緯儀。對雙筒望遠鏡的認識是在民國69年進入圓山天文台之後，但因為主要負責太陽黑子的觀測，因此對雙筒望遠鏡也沒有去深入了解。

退休後，不再有使用正統天文儀器的機會，這才開始正視雙筒望遠鏡的功能與便利性。也深深覺得這是進入天文領域的最佳工具，所以才有撰文介紹雙筒望遠鏡觀天的發想。

雙筒望遠鏡為觀星提供了許多優勢：它們使用方便，可以隨時移動，並提供寬廣的視野。有些使用天文望遠鏡難以一窺全貌的物體，例如，昴宿星團或仙女座星系都很大，天文望遠鏡中只能分次、分區觀賞，但在雙筒望遠鏡中很容易看到全貌。許多人對於雙筒望遠鏡的觀星也存在一些誤解，請繼續閱讀，以瞭解雙筒望遠鏡的天文學！

認識雙筒望遠鏡

幾乎每一位踏進天文學領域的人，在認識一些星座之後，都會想更深入認識書中所提到的星雲、星團、雙星等天體。雖然在網路上有許多美麗的圖片可以觀賞，但還是缺少一份真實感，欣賞別人的作品也不踏實。於是，就會有透過天文望遠鏡來觀賞這些目標的需求。但礙於天文望遠鏡的視野狹窄，通常只比一個滿月的尺度略大些，也就是直徑約0.5度大小的一個圓形天區。對新手而言，要讓目標出現在如此小的範圍內，是需要經過一段學習與摸索的歷程。有些人就因此放棄，實在很可惜。如果，選擇的第一件天文儀器是雙筒望遠鏡，結果就會不同了。這是因為雙筒望遠鏡相對於天文望遠鏡有大視野、高亮度、與便利性等優點，可以讓入門者很快就能上手，也就不會失去觀星與認星的樂趣。

了解類型

首先，來認識雙筒望遠鏡的基本類型。用於天文觀賞的雙筒望遠鏡，以光學系統分為普羅型（Porro）和屋脊型（Roof）兩大類；以調整焦點成像的方式可以分為中央調整與個別調整兩類。該選用何種組合並沒有一定的規範可循，全看個人的喜好。

先說光學系統，這兩型從外觀上就很容易區別。普羅型（圖1）是採用義大利工程師Ignazio Porro於1875年發明的普羅稜鏡（等腰直角三稜鏡），因此就以發明者的名字命名。此型雙筒望遠鏡採用兩個普羅稜鏡交錯放置組合

成的雙普羅稜鏡，將影像調整為正立影像，因此在造型上曲折有形，看起來就很有質感。屋脊型（圖2）的是依據稜鏡組合成的形狀命名，也稱為達克型（Dach），是以兩個稜鏡組合成酷似屋脊的五邊形產生正立影像，鏡筒外觀的整體造型就像兩個竹筒並排而立，而且因為稜鏡可以排列得更緊湊，所以同口徑與倍數的會比普羅型短小，氣勢上就輸了一些。但也因此在重量上會略輕些，可以算是它的優點。屋脊型的稜鏡通常是施密特-別漢稜鏡（Schmidt–Pechan prism），或是阿貝-柯尼稜鏡（Abbe–Koenig prism）【註】。由於光路比較複雜，反射與全反射的次數較多，如果沒有良好的鍍膜來改善光學品質，通常性能會略遜於同規格的普羅型。

以調整焦點成像的方式來區分，中央調整式（圖3）是用連結兩個鏡筒的中心軸上的驅動裝置來調整接目鏡，先讓目標清楚的成像，再調整右眼的目鏡來修正兩眼屈光度的差異，使影像更為清晰。個別調整式（圖4）則以兩眼的目鏡獨自分別調整，也就是要睜一眼閉一眼的分別調整，讓兩眼都能清楚的看見影像。在使用上，中央調整式的操作較簡單，缺點是要同時驅動兩個目鏡或內置的鏡片，所以鏡筒與目鏡座或內置鏡面間的縫隙通常會較大，因此防水與氣密的性能會較差，夜晚使用時要慎防露水。個別調整式的是獨立對焦，所以目鏡座與鏡身的結合能做得比較緊密，有利於防水與氣密的處理。

此外，用於天文觀測的雙筒望遠鏡需要較佳的集光力（亮度），所以在尺度上都屬於大型的雙筒望遠鏡，物鏡的口徑不會小於4公分（40厘米）。

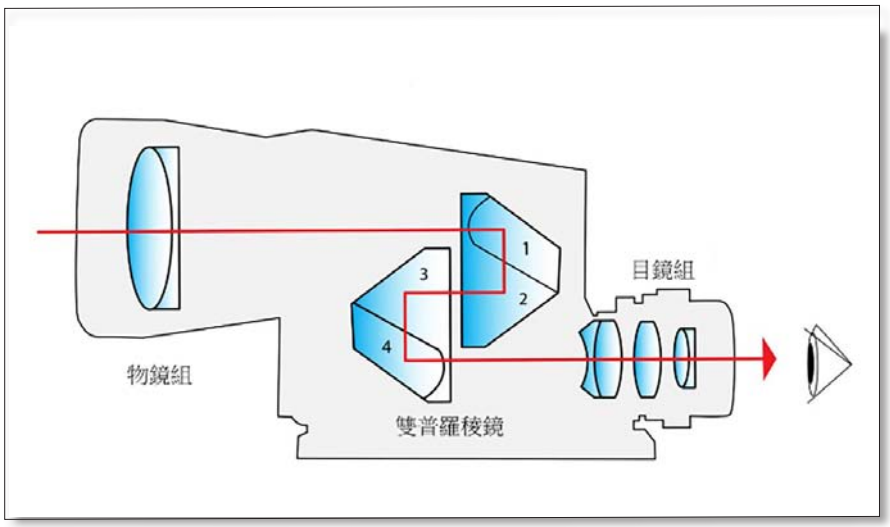


圖1. 普羅(Porro)型的光路圖，數字爲全反射的次數。

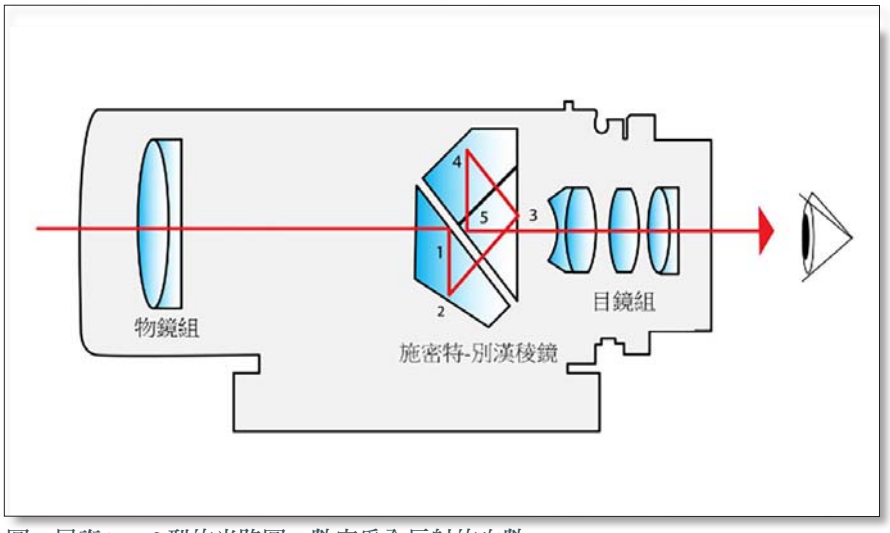


圖2. 屋脊(Roof)型的光路圖，數字爲全反射的次數。

圖3. 中央調整式的中心軸上會有一個轉盤用來調整兩眼的焦點，右眼的目鏡可以修正兩眼的屈光度。

圖4. 個別調整式的兩個目鏡分別調整焦點，並有刻度可以記下個人的修正值，作爲下次調整時的參考。

看懂標示

無論是哪一種雙筒望遠鏡，都會在鏡筒上標示出主要的性能（圖5）。這些性能包括口徑、倍率、實視野，有些還會標示稜鏡的材質、鍍膜的規格與是否防水。這些標示，例如防水功能會直接以英文Water proof來呈現，就很容易理解。其它的則都是術語或英文單字的首字母縮寫，說明如下：

1. **口徑與倍數**：在鏡筒上可以找到一組像是數學計算的式子，例如 7 X 50、8 X 40 或 10 X 70。前面的數字與字母X結合，代表倍數，也就是放大的比率；後面的數字代表的是口徑，單位是公厘（mm）。千萬不要當成數學的乘法來運算，誤認為有很高的倍數，也不要迷失在倍數的高低上。

2. **實視野**：實視野一般都在5度至7度之間，但標示的方式不像口徑與倍數那樣有標準可循，不同的廠家會有不同的表示法。直接標示出角度的數值，很容易理解，有些則是以英文短句標示，圖5中是372 FT AT 1000YADS（英制），改成公制則是113M AT 1000M（公制）；表示在1000碼（1000公尺）的距離上，看見的水平方向上的寬度是372英尺（113公尺）。這種表示法還得用反三角函數計算一下，才能得知視野的範圍，圖例的視野大約是6.5度。（圖6）

3. **稜鏡材質**：這不是每一家廠商都會標示。通常都會使用BaK-4（冕牌鋇化玻璃，barium crown glass）的高密度光學玻璃，但仍有一些低階產品使用普通的BK-7（矽酸硼玻璃，borosilicate glass ）光學玻璃。BaK-4既然是高密度光學玻璃，影像當然比採用普通光學玻璃的BK-7要明亮與清晰，視野周邊也不會有暗影或缺角不全的現象。

4. **鍍膜**：是對玻璃元件的表面鍍上化學物質的薄膜，最常用的是增透膜（抗反射膜），其功能是增加透光度，減少光的反射，增加亮度與影像的反差。鏡片未經過鍍膜處理的，最多會損失30%的光量，而鍍膜之後的損失不會超過5%，最佳的可以達到99.75%的透光率，可說毫無光量的損失。增透膜不僅減少反射造成的歧散光，還能消除鬼影，改善成像的品質。由於鍍膜有各種不同的層級，在技術上有單層鍍膜（S）與多層鍍膜（M）之分，數量也有單面或多片（C，coated）、大部分（P）與全部（F）之分。但不是所有的產品都會標示鍍膜的狀態或型式。

圖5. 雙筒望遠鏡最常見的標示有倍數、口徑和實視野。在稜鏡蓋板上列出的參數說明這架雙筒鏡的倍率是7倍，口徑50毫米，在1000碼的距離處視野寬為372英尺。圖片來源：Wiki

了解性能

無論是要用雙筒望遠鏡來觀賞或觀測天體，首先要考量的需求不是倍數的高低，而是視野的亮度，也可以說是收集光量的能力：集光力與視場亮度。然後，還要能有效的利用這些光量，就要看從目鏡射出的光束能否完全進入瞳孔，這就要知道射

圖6. 倍數與實視野的關係：倍數越高，眞實的視野越狹窄。圖片來源：https://www.bhphotovideo.com/explora/outdoors/buying-guide/binocular

出的光束直徑與使用者瞳孔的最大直徑：出瞳（出射光瞳、出瞳徑、出射瞳）與瞳孔徑。能否舒適的觀賞天體也很重要，如果你有戴眼鏡，則眼睛不會緊貼著目鏡觀看，而會有1-2公分的距離，所以還要知道離目鏡多遠還能看清目標：適瞳距（良視距）。

1. **集光力**：是收集光量的能力。與天文望遠鏡一樣，是口徑越大能收集的光量就越多。所以在能力可及，當然是越大越好，此處的能力不僅是你的財力，還有你能輕鬆承擔的重量。因為口徑越大的雙筒望遠鏡，重量也會越重。該選擇多大口徑的雙筒望遠鏡，是要量力而為。一般來說，5公分的可以輕鬆手持，7公分的最好使用腳架支撐，口徑再大就還要有代步工具才方便攜帶了。

2. **視場亮度**：此處討論的是相對亮度，也就是比較不同雙筒望遠鏡的影像亮度。這是口徑與放大倍數搭配產生的結果，只要通過簡單的計算就可以比較各型望遠鏡視場的相對亮度。將口徑（單位為公厘，mm）除以放大倍數所得的商，數值越大就越明亮。由於集光力與面積相關，所以還要取平方才能真正呈現出比裸眼觀星增加了多少的光量，也不會與出瞳（徑）混淆。（圖7）

3. **出瞳**：出瞳是雙筒望遠鏡收集的光量從目鏡投射出來的光束直徑。相同口徑的雙筒望遠鏡，倍數越高出瞳就越小。它的計算方法與相對亮度雷同，只要以口徑除以倍數，得到的商值就是出射瞳的直徑。該如何選擇最適當的，就要參考瞳孔徑。

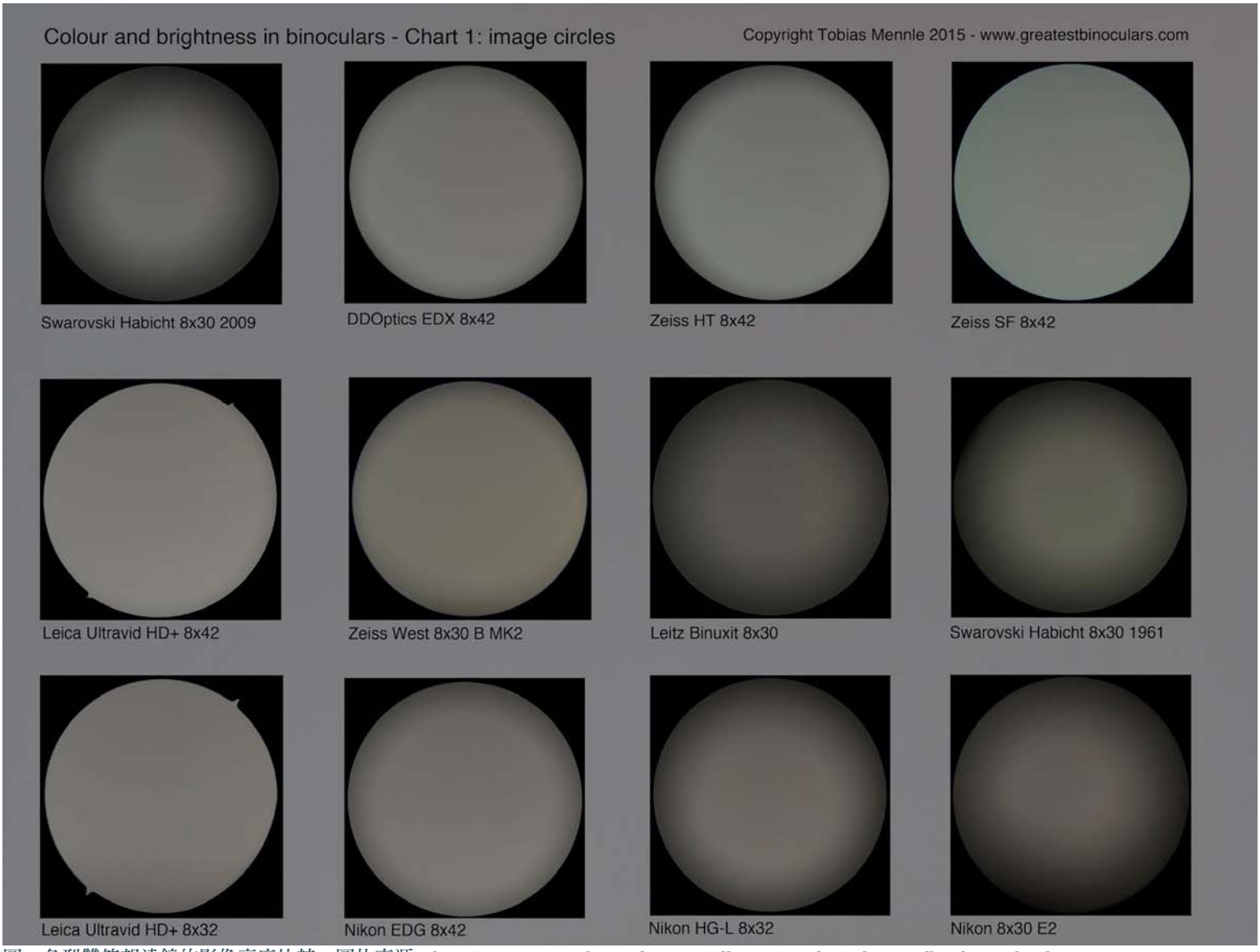


圖7. 各型雙筒望遠鏡的影像亮度比較。圖片來源：http://www.greatestbinoculars.com/allpages/articles/coloursandbrightness.html

4. **瞳孔徑**：瞳孔徑是使用者瞳孔的直徑。大家都知道瞳孔的大小會隨著周遭環境的亮度調整。在艷陽下，瞳孔徑會縮小至3-4公厘，夜晚會擴張至7公厘。除此之外，還會因年齡而異，隨著年齡的增長，瞳孔的最大直徑會萎縮。30歲以內的青年，最大值約為7公厘；30-40歲之間，最大值會下降至6公厘；40歲以上就只有5公厘了。選擇出瞳徑與瞳孔徑相當的，才能接收到全部的光量，發揮雙筒望遠鏡最大的效益。

圖8. Bak-4與BK-7的影像比較。
圖片來源：https://binocularsguides.com/bak-4-vs-bk-7-prism-which-is-the-best/

5. **適瞳距**：也稱為良視距，是能看清楚影像時，瞳孔至目鏡的最大距離。大於16公厘的適瞳距就算是長適瞳距。在這段距離內出瞳的直徑與人眼的瞳孔直徑相近。光學設計不良的系統，使用者的眼睛不是必須貼近目鏡以避免影像週邊產生的暈像，就是在可以舒適觀察的距離內，出瞳的直徑大於瞳孔的直徑，造成光線的浪費和使影像變得黯淡。

選擇你的雙筒望遠鏡

在對雙筒望遠鏡有所認識之後，就可以著手選擇適合自己需求的雙筒望遠鏡了。類型從外觀上就可以辨別，是普羅型還是屋脊型；實視野、口徑與放大倍率會標示在鏡身上，一看就明白了；是否防水不一定會標示，查看說明書或手冊就可以確認。比較困難的是該選擇怎樣的倍數、分辨稜鏡的材質和鍍膜的良莠，以及適瞳距是否足夠。這一段主要就在說明這四部分。

1. **倍數**：雙筒望遠鏡的倍數不求高，手持的上限大約是10倍。超過12倍就必須使用腳架支撐，影像才不會隨著身體的律動而晃動。而且倍率也不是越大越好，提高倍數不僅會降低影像亮度，也會使實際的視野變小，而難以找到目標。對新手而言，高倍數的窄視野可能連找月球都要花上一段時間。雖然雙眼觀星總勝過單眼窺天，但低於7倍也無太大意義。因為出瞳的光束超過7公厘的部分都被浪費了，換言之，選擇出瞳不超過7公厘的倍數，才是適當的倍數。

2. **稜鏡材質**：分辨稜鏡的材質並不難。我們將雙筒望遠鏡朝向亮處的物體，讓接目鏡距離我們約30公分左右，拿正後觀看成像的形狀。BaK-4材質的稜鏡產生的影像是圓形，而如果影像的四周被切掉了或是周邊呈現昏暗，就是用BK-7材質的稜鏡。＊（圖8）

3. **鍍膜**：檢視鍍膜優劣最簡單的方法是查看物鏡反光的程度，反光越少表示光線的穿透性越佳。反光的色調會因各家鍍膜的成分不同而有差異。多層鍍膜對所有的色光都能增加透光率，有效的減少反光。因此鏡片通常為藍紫色或藍綠色。單層鍍膜只針對人眼最敏感的黃綠光處理，因此在此波長（5500埃）的穿透性最佳，相對的紅色與藍色光的反射就會顯得較多一些。因此，單層鍍膜的鏡片就會呈現紅色。

4. **適瞳距**：大多數雙筒望遠鏡都有眼罩，可以為沒有戴眼鏡的人提供周遭歧散光的遮蔽；眼罩可以縮回以適合戴眼鏡者。所以要選擇耐用、可調的眼罩。如果你戴眼鏡，可以把眼罩調整到最小位置，以確保有足夠的適瞳距。如果你看見影像的周圍有黑色環圈，就意味著瞳孔在適瞳距之外。無論

是否戴眼鏡，都要試著確認這一點。（圖9）

有些人覺得大口徑的雙筒望遠鏡即使鍍膜差一點也無所謂，反正進光量足夠就可以看清楚。其實不然，一架雙筒望遠鏡少說也有7個鏡片（物鏡組、稜鏡組、目鏡組），光線進出每個鏡面時都會在表面或內部造成反射與漫射，這些雜散光會造成鬼影、降低影像的反差。如果有較亮的物體，例如月球，還會產生炫光，不僅會遮蔽掉鄰近的天體，還會產生鬼影，甚至重影；口徑越大造成的影響也越明顯。所以決不能輕忽鍍膜的效益。

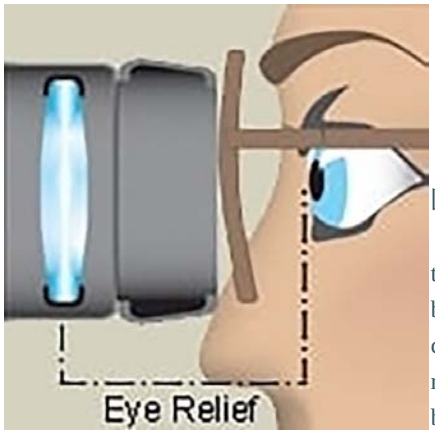


圖9. 適瞳距。
圖片來源：
ttps://www.bestbinocularsreviews.com/blog/long-eye-relief-binoculars-for-bird-watching-06/

結語

無論是剛入門的天文初學者或是有經驗的觀測者，雙筒望遠鏡都是不可或缺的最佳輔助工具，它有著專業天文望遠鏡無法取代的優點。就光學特性而言，一架適合看星星的雙筒望遠鏡成像明亮、視野寬闊。就機械性能而言，雙筒望遠鏡較專業天文望遠鏡輕便、操作容易、機動性強。對於想一窺星空奧秘的初學者而言，購買雙筒望遠鏡比投資專業天文望遠鏡在經濟上的負擔會輕得多，所以在此推薦大家先使用雙筒望遠鏡觀天。得心應手之後，再進階使用天文望遠鏡。

【註】：阿貝-柯尼稜鏡的專利權屬於蔡司光學公司。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

YouTube相關影片：

雙筒望遠鏡的五大使用謬誤
https://www.youtube.com/watch?v=q4iGs-cqmWs

選購雙筒望遠鏡的六大迷思
https://www.youtube.com/watch?v=YgdCpe6UYrw

初學者該如何挑選一台適合的天文望遠鏡呢？
https://www.youtube.com/watch?v=8WL-Vj-gdGQ

Nikon 雙筒望遠鏡百年歷史
https://www.youtube.com/watch?v=ecs4ApgAYZw

文/ 王彥翔

現形吧！星際塵埃

不知道讀者是否來過天文館的宇宙劇場看星星呢？近年來投射星星用的星象儀性能日益進步，每每讓觀眾大開眼界。然而，星象儀投射出來的星空和真實星空還是有決定性的不同，那就是相對於真實宇宙中的星星遙遠的距離，星象儀的星點僅僅投射在螢幕上而已。我們之所以難以認知到這項差異，就是因為真實天空裡的星星距離我們太過遙遠，人類不論位於地球上何處都難以察覺每顆星星之間的距離差異，因此自古以來人們都將星星視為鑲嵌在包覆地球的球殼上的物體。

雖然真實的星空看起來的確就像是星星鑲嵌在螢幕上一般，然而，天上的恆星距離我們又有多遠呢？由於星空中的天體距離我們都十分遙遠，無法直接進行測量，因此需要靠著其他方法「旁敲側擊」出來。一般天文學家常用的方法原理大致有以下五種。

五種原理裏頭最簡單的就是**利用電磁波到達的時間**。由於電磁波在真空中的速度是相同的，不受觀測者運動狀態而有所改變，因此透過測量電磁波傳遞的時間就能得到其旅行的距離。例如利用雷達從地球上發射雷射光打向天體，測量雷射光往返的時間就能算出往返的距離，這個距離的一半就是地球與該天體之間的距離。這個方法最適合用在太陽系內的天體距離測量，不過隨著距離越遠，反射回來的訊號也越弱，且所需的時間也會長到難以想像。

另一種常用的方法是**三角視差法**，其原理就是隨著天體距離遠近不同，在不同位置觀察天體的方向也會有所不同，其中的代表就是利用地球公轉運行，在不同的時間測量得到天體的周年視差。這種方法不需要知道恆星的物理性質，因此具有相當高的準確度，不過隨著天體越遠，周年視差也越小，所以能夠測量的只有太陽附近的恆星。

天文學家更常使用的方式則是**測光學法**，也就是比較天體

的實際亮度與地球上觀測到的亮度。其中的原理便是當光在真空中傳播，單位面積所分到的光能量會以距離的平方遞減，使得觀測到的天體亮度下降。因此，如果能利用天體的光譜或是變星的變光週期推知天體的實際亮度，便能藉由比較觀測到的亮度得知天體距離我們多遠。然而，若是天體的物理性質與預想有誤差，或是天體與觀測者之間有其他阻礙造成天體亮度下降，都會讓這項方法的可信度降低。

第四種方法則是**推測星團等天體實際尺寸大小，並和觀測做比較**。這種方式常常與都卜勒效應結合，測量天體在視線方向上的徑向速度，同時比較天體的大小變化，藉此得到天體的距離。最後一種方式同樣是**利用都卜勒效應，測量天體在銀河系中的公轉運動或是星系因宇宙膨脹向後退的速度**，也能得到天體在宇宙中的位置。

以上五種方法之中，測光學的方法最廣泛被使用於恆星距離的測量，然而實際上星星的亮度並不是單純的以距離的平方遞減。這是因為星際空間並不是完全的真空狀態，而是有許多的塵埃使得一部份的星光被吸收使亮度降低，造成「星際減光」現象。

星際減光對於距離的測量影響非常大，星際塵埃的分布與減光型態在空間上也不相同。目前對於星際塵埃的了解是它在可見光與近紅外線波段，較容易吸收短波長的光，最後只剩下偏紅色的光到達地球，產生「星際紅化」的現象。不過這也代表只要知道恆星真正的顏色，就能透過星際紅化的程度推知星際減光的程度，進而知道恆星實際的亮度。比方說主序星的光譜型與顏色在赫羅圖上有對應關係，天文學家便能從恆星光譜得到恆星真正的顏色。

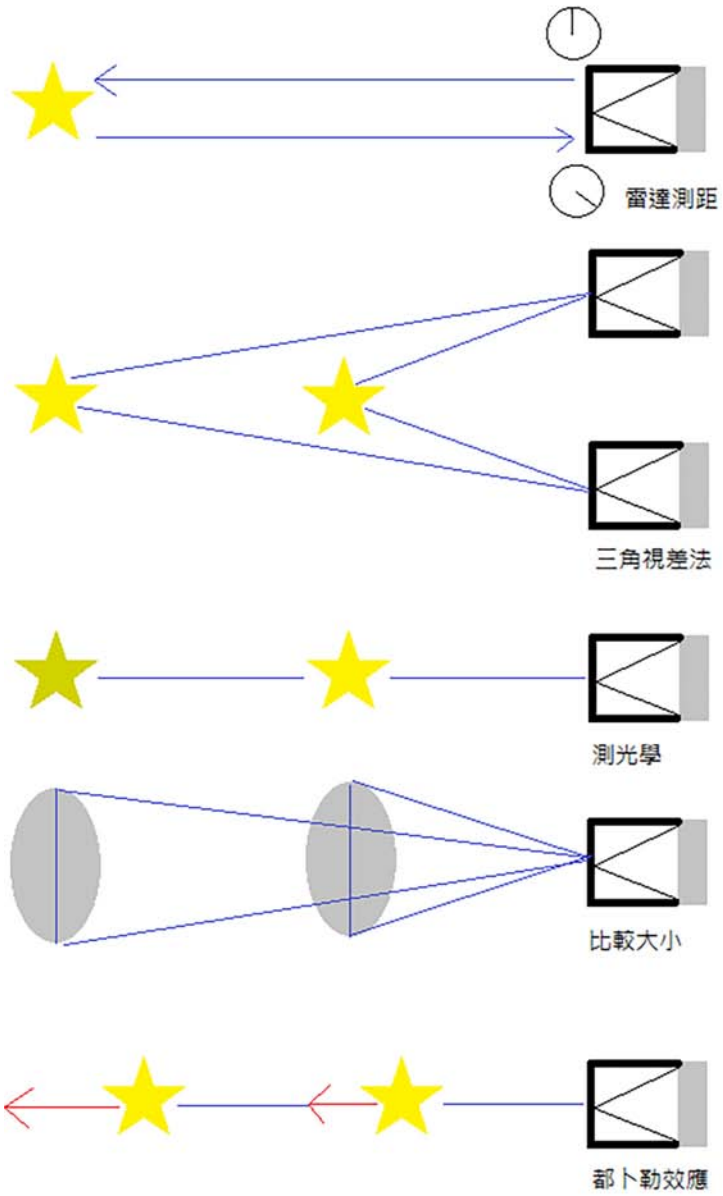


圖1. 測量天體距離的方法很多，由上而下分別是雷達測距、三角視差、測光學、比較大小和都卜勒效應等方法，每種方法也都有適合使用的對象與距離限制。

在這個情況之下，透過推估星際減光的程度修正恆星的亮度，便能夠算出理想的距離。另一方面，星際減光的程度其實也正反映了恆星與我們之間星際塵埃量。也就是說，透過有系統地針對大量不同方向和距離的恆星進行觀測，我們除了可以利用星際紅化程度推估恆星的距離，甚至可以獲得太陽系附近星際塵埃的3D立體分布。

美國卡夫利粒子天文物理與宇宙學研究所（KIPAC）的Gregory M Green使用了Pan-STARRS 1第一期巡天觀測

（PS1-DR1）以及2微米全天巡天（2MASS）的資料建構星際塵埃的3D立體分布地圖。PS1-DR1涵蓋範圍自赤緯-30度以北，包含了全天3/4的天區內恆星的g_{p1}、r_{p1}、i_{p1}、z_{p1}及y_{p1}等五個可見光到近紅外線電磁波波段；2MASS則有J、H、Ks 等三個近紅外線波段。Green將至少出現在PS1-DR1中2個波段而且加上出現在2MASS波段總共超過4次的恆星挑選出來，總共選出了8億600萬顆恆星，之後以每200顆以上的恆星劃分出342萬個天區，並耗費250萬小時利用電腦模型同時進行天區內的星際紅化程度與恆星距離分析，終於在去年發表了名為「Bayestar17」的星際塵埃分布圖。

Bayestar17以星際紅化程度做為星際塵埃的量化指標，這篇論文中也將普朗克衛星以塵埃放出的遠紅外線得出的結果與Bayestar17

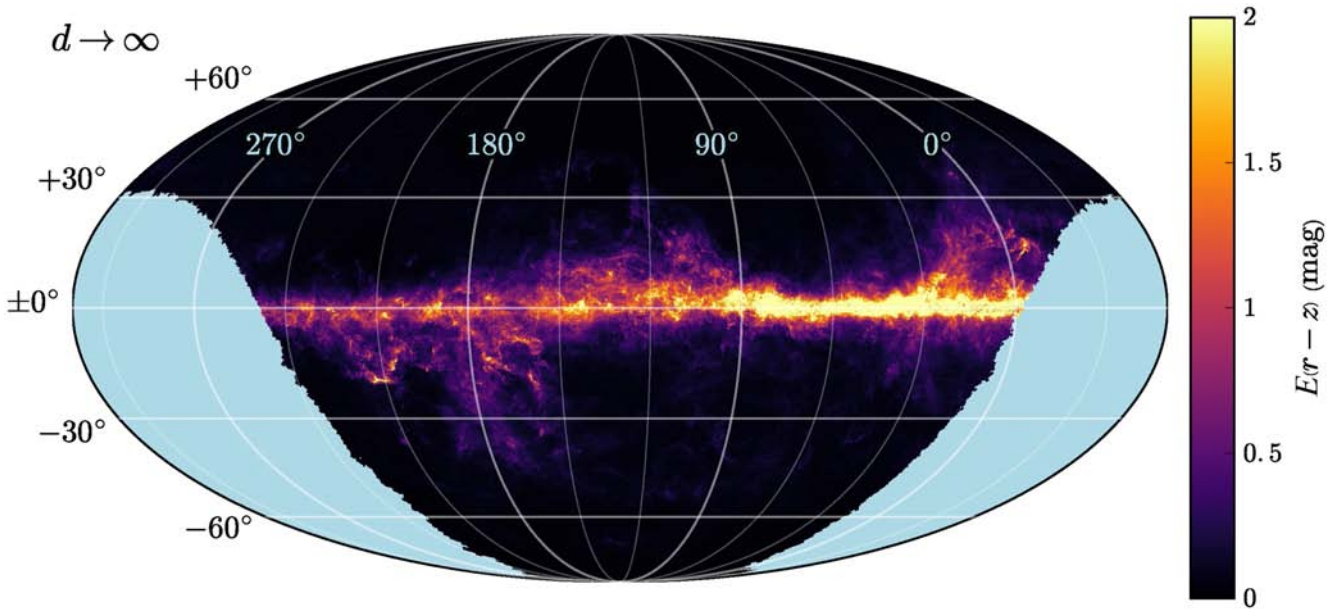


圖2. 這份論文所揭載的星際紅化分布圖，圖中的座標以銀河爲基準，盤面爲b=0°、銀河中心位在l=0°，b<-30°的區域則不在這次研究的觀測範圍。圖中銀河盤面附近的星際紅化程度最高，也就代表著該方向的星際減光效應越強、星際塵埃越多。圖片來源：G. M Green(2018)。

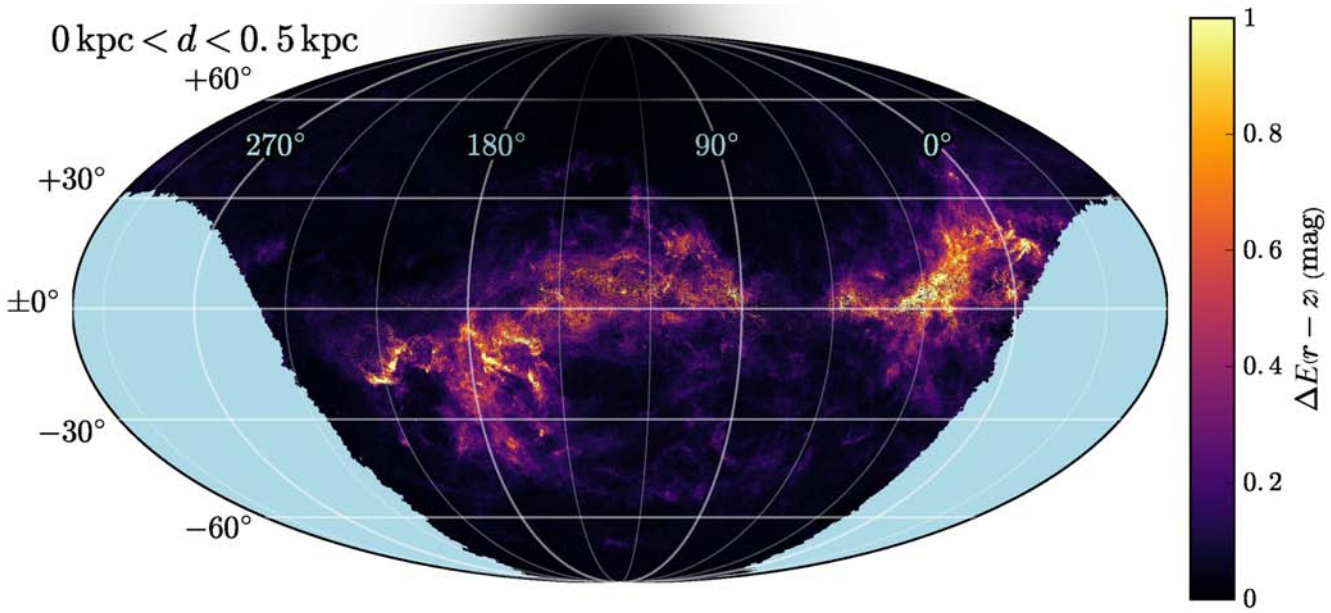


圖3. 太陽系附近500秒差距（pc）內的星際紅化分布圖，由於距離比較近，所以在天上的分布範圍看起來也比較廣。圖片來源：G. M Green(2018)。

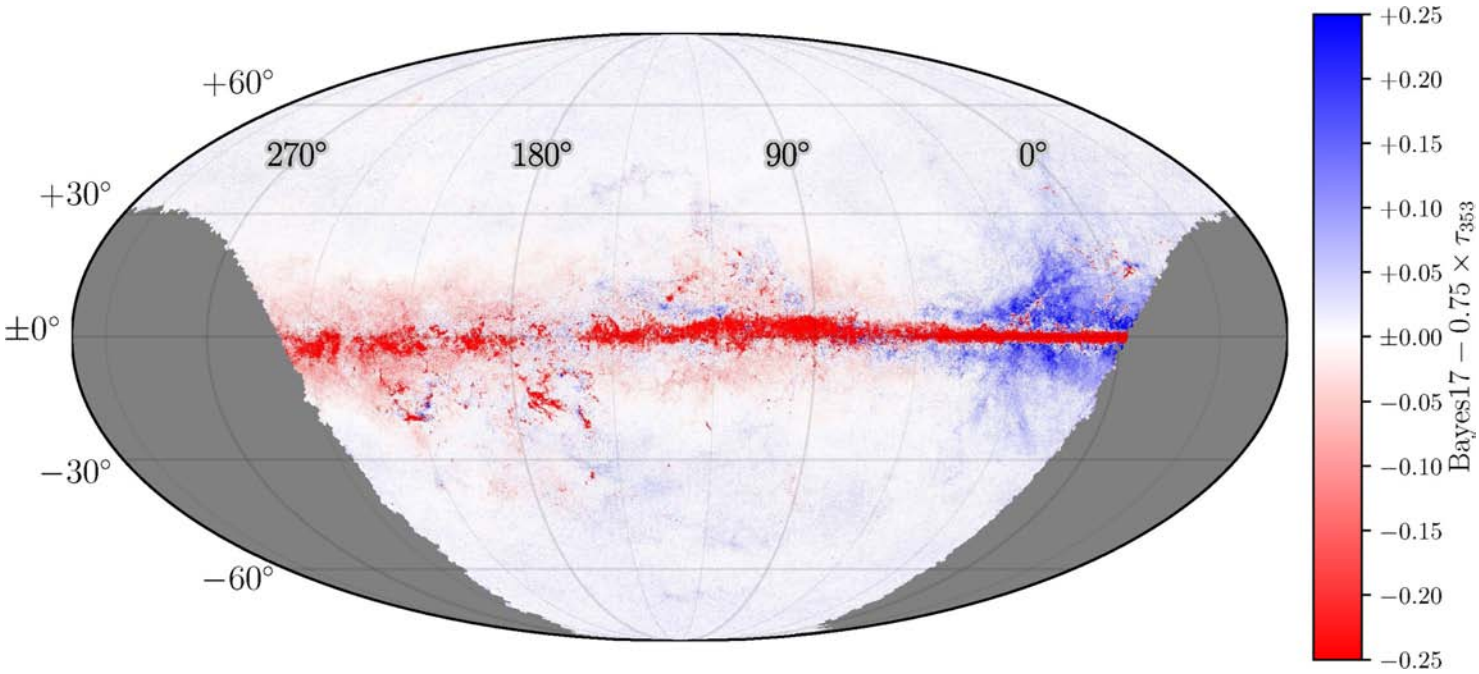


圖4. 偵測塵埃放出的遠紅外線的普朗克衛星推估的塵埃量與Bayestar17（圖2）的比較，越紅的區域代表普朗克衛星推估的塵埃量較多，越藍的區域則代表Bayestar17所推估的塵埃量比較多。圖片來源：G. M Green(2018)。

進行比較，結果如圖4。從圖4中可以看到在|b|>60°的部分兩者相當一致；在銀河盤面方向，使用遠紅外線放射量推估的塵埃量明顯大於Bayestar17所推估的結果。論文作者認為會有這樣的差異是因為銀河盤面的星際塵埃太厚，導致遠處星光被減光至難以偵測其紅化狀況的程度，相對來說遠紅外線較能穿越星際塵埃，使得普朗克衛星所估計的銀河盤面塵埃量高於Bayestar17。另一方面，在45°<l<0°、15°<b<60°的區域內，Bayestar17所推估的塵埃量是大於普朗克衛星。由於該區域塵埃的位置分布在500pc以內，也許是太陽系附近的塵埃性質與銀河盤面有所不同的緣故。

現今在太空中蓋亞（Gaia）衛星正在進行恆星的周年視差測量，而這份研究未包含到的觀測區域也正有望遠鏡的建設計畫，透過更多的觀測成果，想必未來就能夠建立更為精細的星際塵埃的立體分布情形。雖然對於可見光觀測來說，星際減光無疑是個阻礙。不過在這份研究中，研究者反而將星際減光做為研究星際物質的重要手段，真可說是「事物的有用與否，端看利用者的思考態度」的最佳案例。

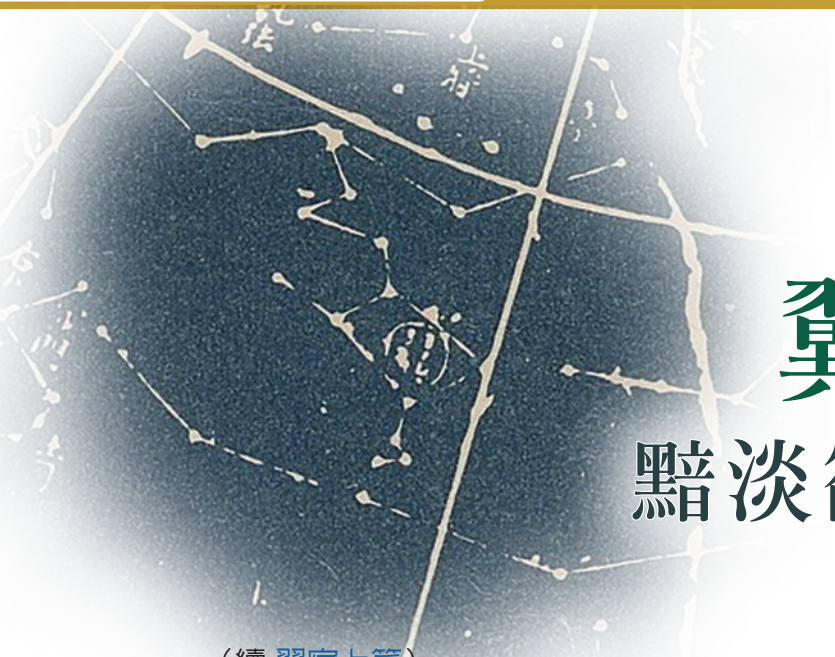
參考資料：G. M Green et al., Galactic reddening in 3D from stellar photometry – an improved map, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 478, Issue 1, July 2018, P651–666, https://doi.org/10.1093/mnras/sty1008

王彥翔：臺北市立天文科學教育館

YouTube相關影片：

Greg Green - Mapping Milky Way Dust in 3D with Stellar Photometry

https://www.youtube.com/watch?time_continue=15&v=huQcLw0lweQ



文/ 歐陽亮

翼宿（下篇）
黯淡卻有型的翅膀

（續 翼宿上篇）

翼宿到底有幾顆星？

但是從佛教典籍來看，在三國時期的《舍頭諫太子二十八宿經》（簡稱舍頭羅經）及其另譯本《摩登伽經》卻記載：「翼有二星。形如人步。」隋代初年那連耶舍譯的《大乘大方等日藏經》也有提及翼宿星數：「其有二星，形如腳跡。」

佛教起源於印度，印度二十八宿的翼宿主星卻是位於太微垣內的五帝座一（獅子座 β）[16]，遠比中國的翼宿明亮，但沒有翅膀的含義。另外印度的張宿、星宿也都放在獅子座的亮星上。雖然目前公認二十八星宿起源於中國，但三國時期前的星張翼三宿會不會也是指獅子座內較亮的星呢？在三國前就傳至印度，讓印度保留了古老的星宿畫法？

太微垣的五帝座最早載於史記天官書：「南宮朱鳥，權、衡。衡，太微，三光之廷……其內五星，五帝坐。」

由此可知，西漢初年的權、衡（軒轅與太微）與翼同屬南宮朱雀，五帝座與翼宿已各自獨立存在，所以原始的南方七宿應該就在目前軒轅與太微以南的位置。雖然有學者認為二十八宿在西周至戰國之時傳出中國再輾轉流至印度[17]，但目前並沒有證據顯示中國原始的星張翼三宿位於獅子座，且這幾個星宿起初分布於黃道以南可能是為了觀測上的需要[18]，傳入印度之後才被修改為獅子座亮星。若此推論正確，亦將間接否定朱雀是原始崇拜圖騰的可能。

佛教在西漢末年傳入中國，剛開始並不興盛，直到三國後才稍有發展。因此三國時才譯成的佛經所寫的翼宿星數，應已無法取代當時主流的二十二星之說。

若翼宿確定是二十二星，為

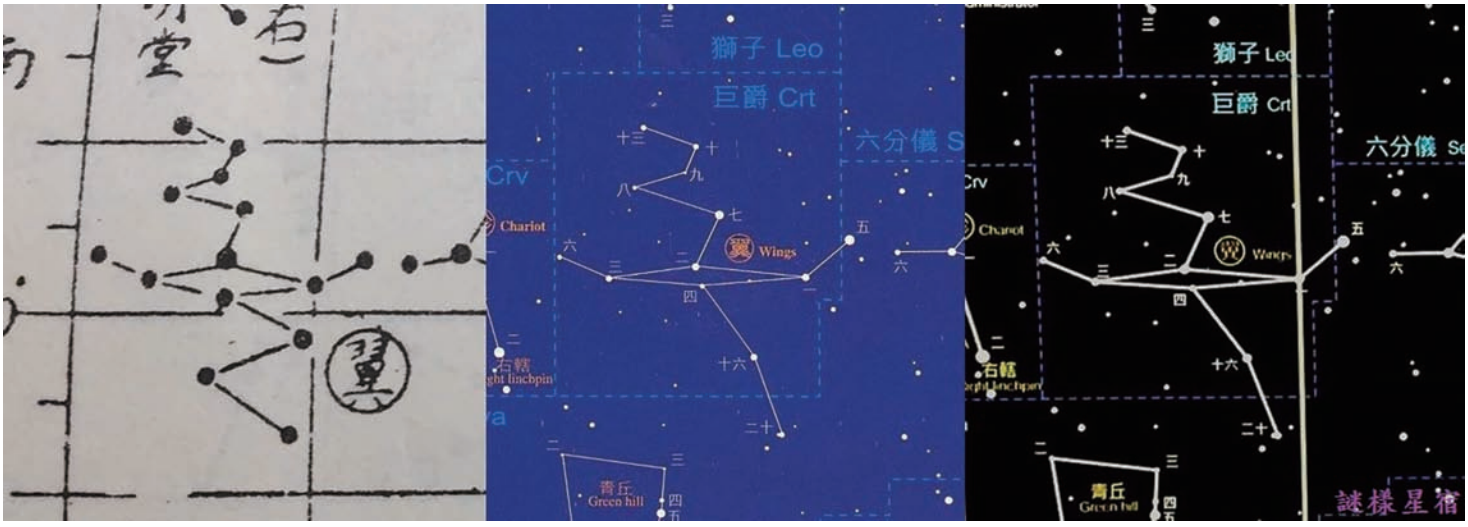


圖6 現代星圖的翼宿-左：《星空漫步》附圖，中：香港太空館，右：臺北天文館展場

何現代星圖都只繪十三或十四顆而已（圖6）？目前市面流傳的中西星名對照圖是以清代《儀象考成》為根據找出對應星，有研究顯示《儀象考成》裡已有許多星不同於早期的北宋皇祐星表[19]，因為歷代文獻常在改朝換代時燒燬、傳抄時又常出錯，兩千年前認定的星座，傳承時不免會產生變動，加上古代製圖學不發達，繪圖重寫意，如傳統山水畫一般，因此以近代數據去對比古星圖，顯然「以今論古」，自然容易對不上。找不到對應星的，只好列為缺星了。另外明末徐光啓也曾親自督領重測，翼宿竟只剩10顆而已[20]。這就是為什麼現在翼宿確定星數只有十多顆的原因[21]，也使得它成為缺星最多的星宿。天文研究者若需引用古星圖來論證，亦需小心採用年代相近的對照版本，才不會導致類似的問題。

我們可以從古星圖裡翼宿的樣子，來觀察其寫意的程度。翼宿的畫法有許多種，最常見的是中央鳥身由六星構成、近似張宿，南北兩翅各為八星，其中五星略成一線，另三星則靠近腋下連接身體，相當於襟翼位置。此三星在北側為翼宿七到九、南側為翼宿十五到十七（圖7），並各自形成向左的＜型或向右的＞型。以下整理出翼宿襟翼的幾種形態，並略舉數圖為例。為方便比較，各圖方向皆已轉為一致（上方為北方）：

一.兩側皆＜型（圖8）：其雙翅形狀大致對稱，包含唐末錢寬墓星圖、北宋蘇頌《新儀象法

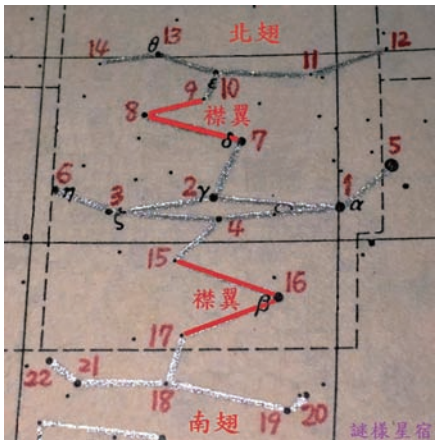


圖7 翼宿的襟翼位置

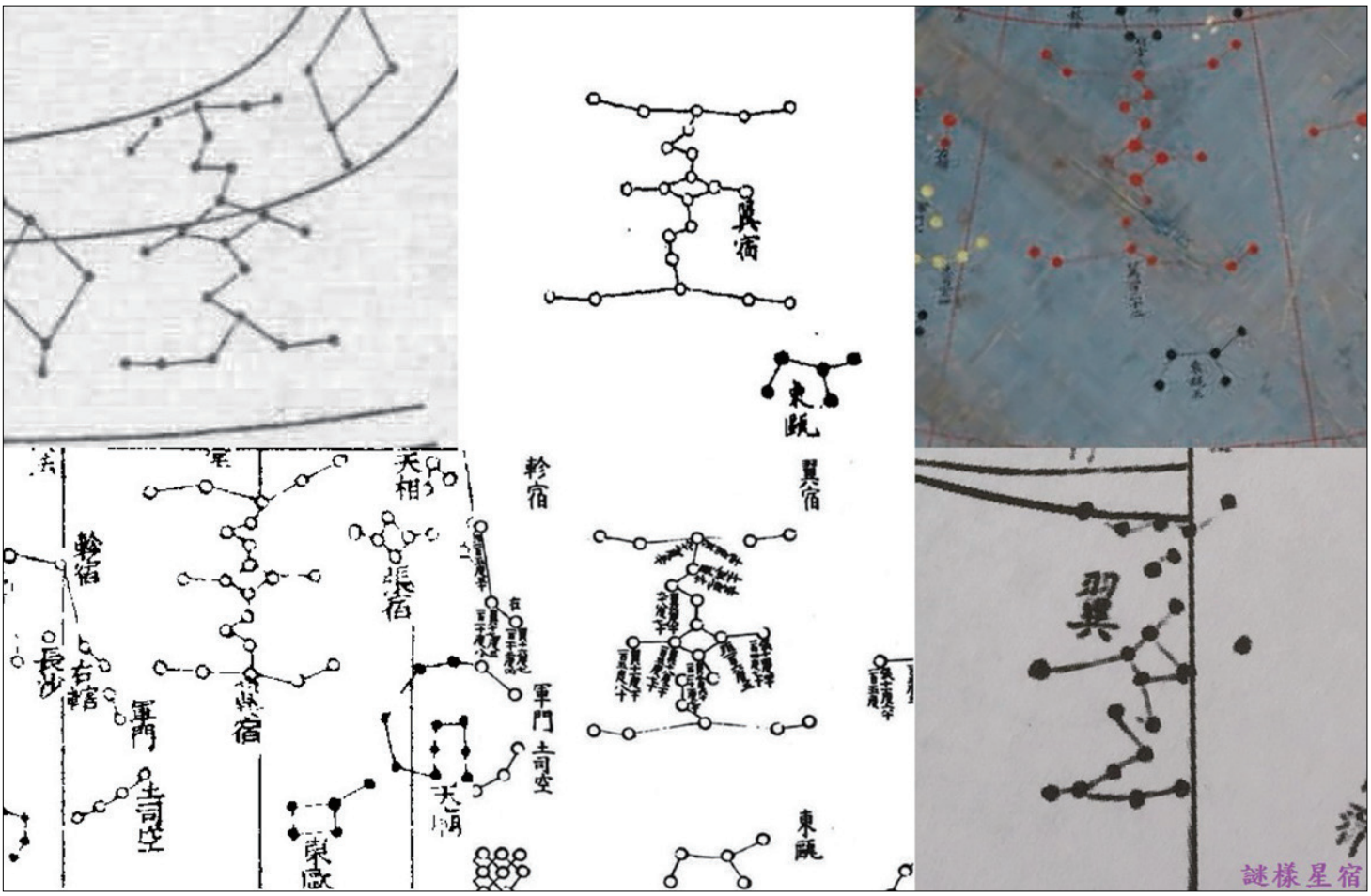


圖8 翼宿型態一：左上-錢寬墓星圖、左下-新儀象法要、中上-靈台秘苑、中下-三垣列舍入宿去極集、右上-院藏明初絹本天文圖、右下-天元曆理

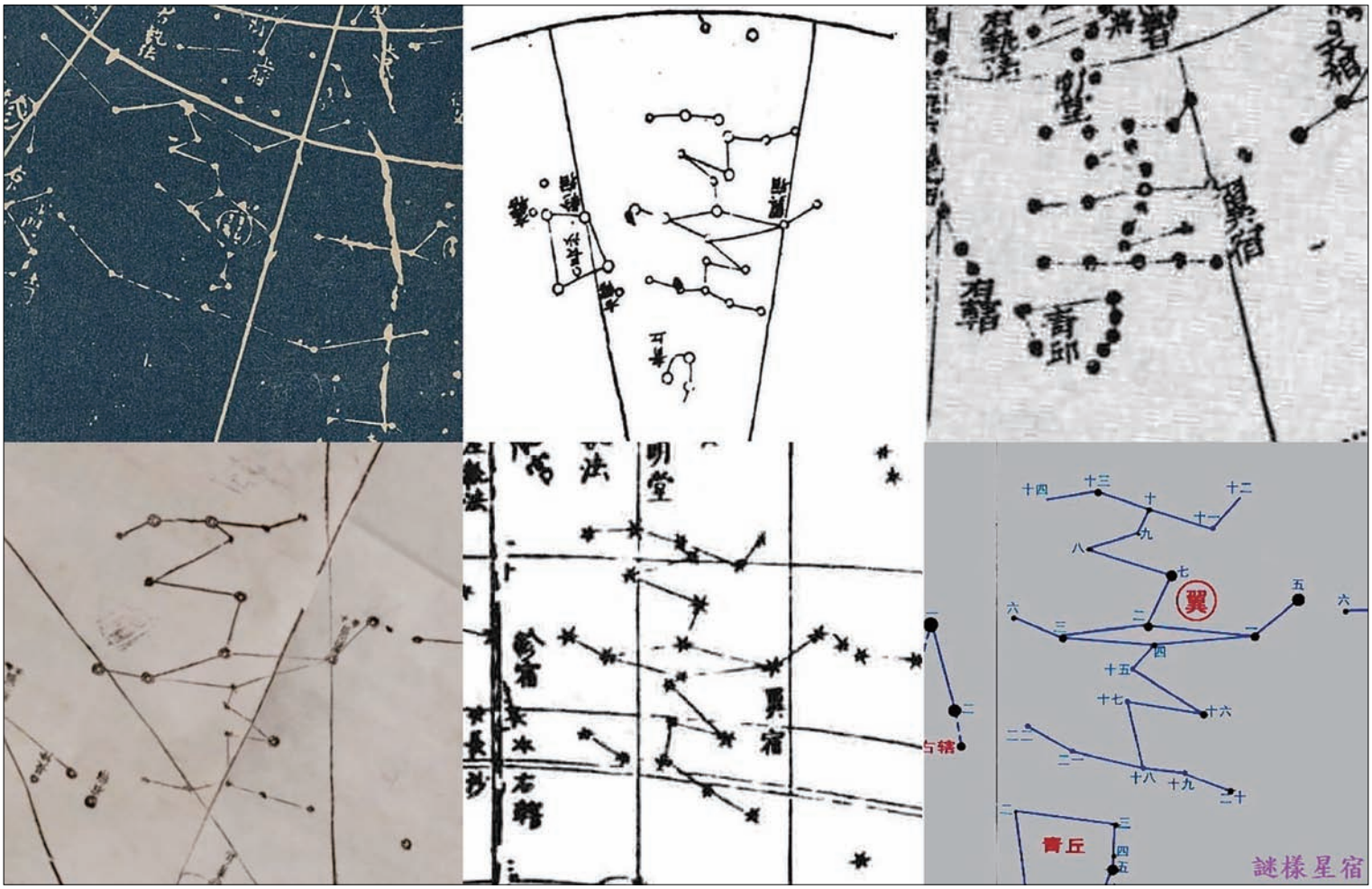


圖9 翼宿型態二：左上-蘇州石刻天文圖、左下-赤道南北兩總星圖、中上-梅文鼎星圖、中下-閔明我方星圖、右上-儀象考成、右下-伊世同全天星圖

要》、王安禮刪訂之北周庾季才《靈臺秘苑》、元郭守敬《三垣列舍入宿去極集》、明初絹本天文圖、劉基《觀象玩占》星圖、姚廣孝《天象玄機》、賈琦甫《步天歌》與《司天歌》星圖、章潢《圖書編》昊天垂象圖、顧錫疇《天文圖》、清徐發《天元曆理》等都如此繪製，僅南翅連線偶有不同，但大致上保持＜型。此形態大多見於明代之前。

二.北側為＜型，南側為＞型（圖9）：兩側襟翼形狀相反，包含敦煌星圖、南宋蘇州石刻天文圖、明末梅靜復《乾象圖》、湯若望《見界總星圖》、《赤道南北兩總星圖》、《黃道南北兩總星圖》、清初梅文鼎《星圖》、閔明我《方星圖》、戴進賢《黃道總星圖》、《儀象考成》星圖、李明徹《圜天圖說》、《大清會典圖》、《伊世同全天星圖》等。其中梅文鼎的星圖看似相同，但其實南側少了一顆、北側則多一顆。此形態大多見於明末之後，因傳承自明末清初之改曆與修訂。

三.北側為＞型，南側為＜型（圖10）：把形態二的南北襟翼形狀對調了，見於明北京隆福寺藻井星圖、明蔡汝南《天文總圖》，但前者漏繪了翼宿六。

四.兩側皆＞型：見於明末張汝璧《天官圖》二月（圖11左）。

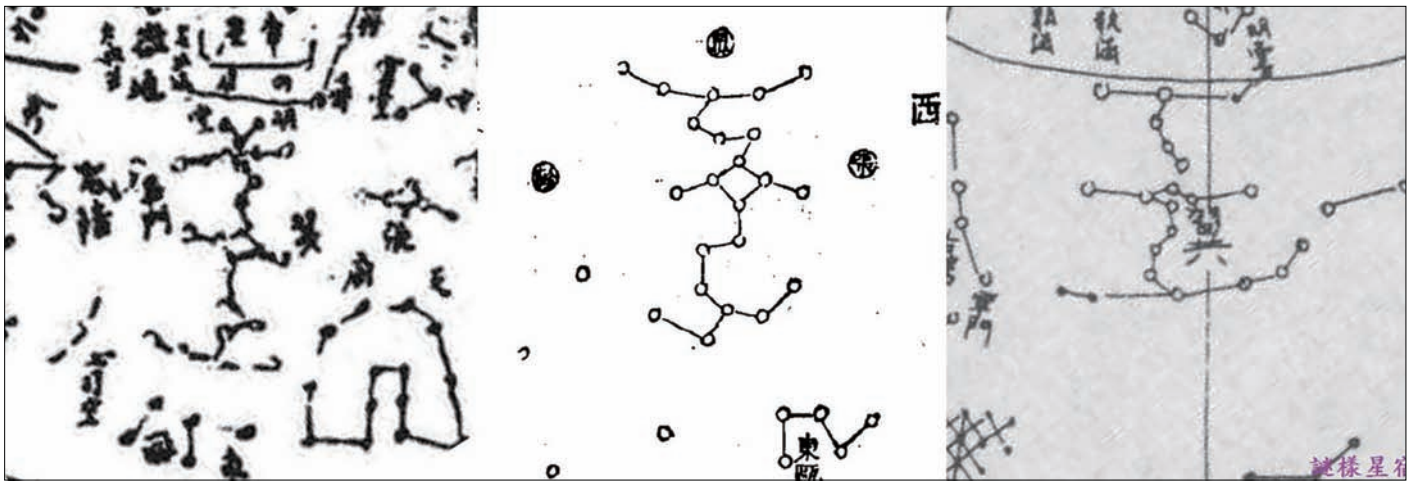
五.北側接近一字型，南側為＜型：以明王圻《三才圖會》為主（圖11中）。

六.兩側接近１字型：見於明吳悌《昊天成象之圖》（圖11右）。

以上光是形狀排列就有如此多的差別，且襟翼三顆星若要從＜型變成＞型，中間那顆星的位置至少需位移三度（否則會近似１字型），遠高於清代觀測誤差±12'（1/5度）[22]，亦高於宋皇祐年間觀測誤差±1度左右[23]。但早於宋皇祐年間的圖只有《靈臺秘

圖10 翼宿型態三：
左-北京隆福寺藻井星圖、
右-蔡汝南天文總圖。

↓圖11 翼宿型態四~六：
左-張汝璧天官圖、
中-三才圖會、
右-吳悌昊天成象之圖。



苑》、敦煌星圖、錢寬墓星圖、朝鮮《天象列次分野之圖》（底本可能為南北朝到唐初）四個，因此上述六種差別應該不是單純筆誤，而是接近自由發揮了吧？極有可能是微星難尋、大家各自尋覓，只要另一端也有微星，就可導致三角形倒置了。例如，北京隆福寺藻井星圖（圖10左）與《三才圖會》（圖11中）只因翼宿七這一顆星不同，就讓形狀完全不同了。

除此之外，還有一些更特別的畫法：

七.兩翅皆一字型加上兩小分叉：位於日本的キトラ（龜虎古墳）壁畫中（圖5右），無襟翼，南北星數相同，形狀也對稱。在它右方呈 1 字型排列的七顆星則為朱雀第四宿“星宿”，因為張宿被畫到翼宿的左邊了，其他星宿順序則正常無誤。

八.北側六至七顆，南側九顆：南北星數不同，形狀不同，以涉川春海《天文分野之圖》、涉川昔尹《天文成象》、《天象列次分野之圖》等傳至朝鮮與日本的星圖為主（圖12左與中）。

九.連成∪型：新疆吐魯番阿斯塔那古墓星圖(晉唐之間)把星宿都幾何化，畫出特別整齊的∪型翼宿（圖12右），且星數為25顆。

十.其他無法歸類者：三家星官簿贊（圖2）雖然南北星數相同，但形狀不對稱，無法納入一至六的分類。而與唐末錢寬墓同家族之“吳越國”王室墓葬壁畫另有數幅翼宿，卻與三家星官簿贊之形狀近似，原因也許是隋唐的星圖尚未傳至江南，使得吳越星圖仍保有陳卓時期的風貌[24]。另外日本《格子月進圖》亦與三家星官簿贊之排列相似。還有宣化遼墓兩星圖上的翼宿[25]，其襟翼連線呈∧與V字型，其中張世卿墓之襟翼各為兩星而已，而張恭誘墓之中央鳥身只有五星呈一直線。

由上可知，翼宿在古星圖裡寫意程度極高，加上翼宿全為暗星，觀測容易失誤，難怪用座標數據認真比對，反而很多星就找不到了。那麼有沒有其他方法可以重新找回完整的翼宿二十二星

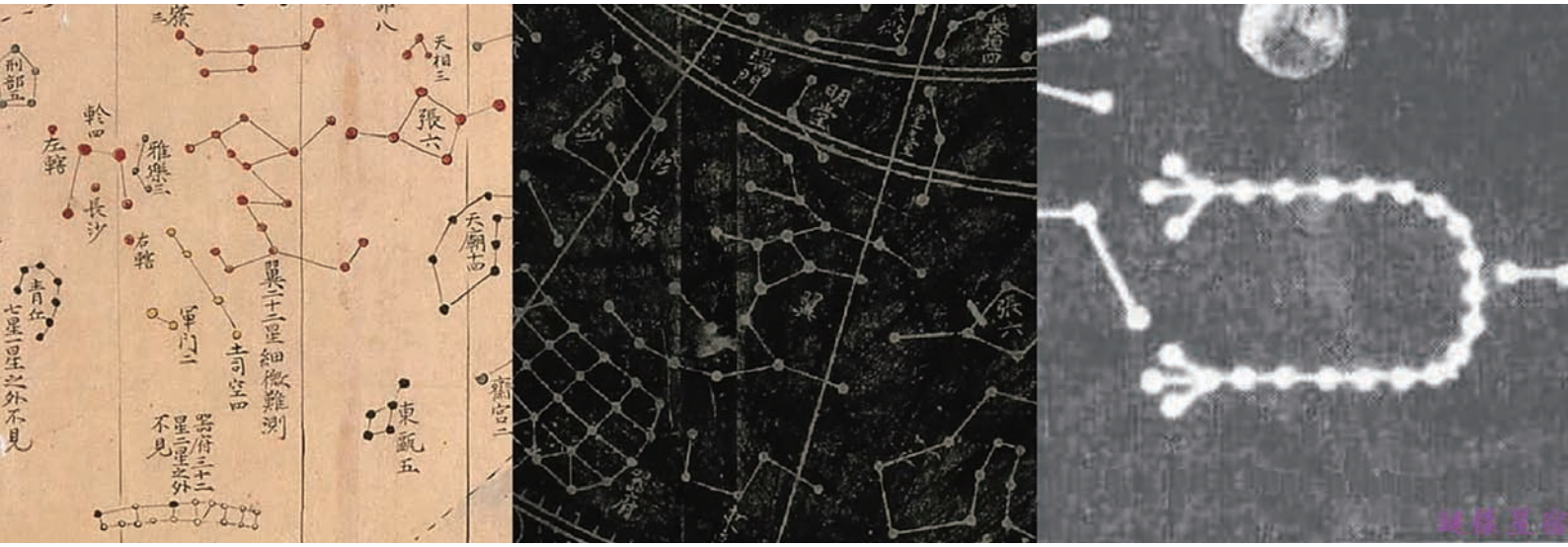


圖12 翼宿型態八~九：左-天文成象、中-天象列次分野之圖、右-新疆阿斯塔那古墓星圖

呢？其實若把翼宿範圍內肉眼可見的星星都畫出來，也許就能繞開科學數據找不到的阻礙。

從該天區的星圖可以發現，的確有些六等星臨近缺星位置，將其連線起來的樣子（圖1左）與上述第二種翼宿形態最接近[26]，且與《中國恆星觀測史》復原之宋皇祐星圖近似：北翅各星幾乎相同，南翅則因已消失的軍門、土司空位置而有差異，但這又是另一個故事了，以後再談。

經過了古籍、古圖、古墓壁畫的綜合整理，翼宿的古時面貌終於呼之欲出了。對於星座連線不夠具象的失落感，也得以在復原的星圖中稍稍釋疑了。下次若有機會看到滿天星星時，要記得來找找這對黯淡又有型的翅膀喔！

主要參考資料：

潘鼐《中國恆星觀測史》，學林出版社，2009。

陳遵媯《中國天文學史》第二冊，明文書局，1985。

盧世斌《星空漫步》，銀禾出版社，1985。

伊世同《中西對照恆星圖表1950》，科學出版社，1981。

馮時《中國天文考古學》，社會科學文獻出版社，2001。

中國哲學書電子化計劃

潘鼐《中國古天文圖錄》，上海科技教育出版社，2009。

附註：

16 陳遵媯《中國天文學史》第十章第一節表13，頁54。

17 新城新藏《中國上古天文》第四章，中華學藝社，1936，頁24。

18 馮時《中國天文考古學》，頁265~266。

19 潘鼐《中國恆星觀測史》，頁312、710、752。

20 潘鼐《中國恆星觀測史》，頁569，但頁614則寫11星。

21 現代星圖裡的翼宿十一、十二、十四、十五、十七、十八、十九、廿一、廿二皆無對應星，伊世同《中西對照恆星圖表1950》（科學出版社，1981）雖有找出缺星中的翼宿十二與十四，但翼宿十二對應星GC15173只有7.5等，肉眼已不可見，因此存疑。而翼宿十四則已繪於圖一左。

22 伊世同《中西對照恆星圖表1950》編後記之三，頁189。

23 潘鼐《中國恆星觀測史》，表6.1.4，頁243。

24 潘鼐《中國古天文圖錄》，上海科技教育出版社，2009，頁48。

25 潘鼐《中國古天文圖錄》，頁52。

26 各缺星的可能對應星編號請參考謎樣星宿之《中西星名對照表補注》。

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。

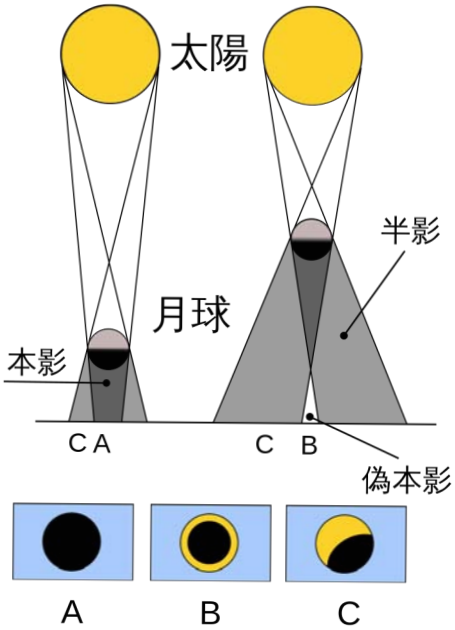
部落格：謎樣的二十八星宿　http://blog.xuite.net/liangouy/star

天文Q&A

文/ 張瑋芸

Q：為什麼會發生日食？月球能把太陽遮住嗎？

A：每當月球繞行至太陽與地球之間，且三者連成一直線時，月球會把來自太陽的光遮住，此時便會發生日食。然而由於月球繞行地球的軌道（稱為白道）與地球繞行太陽的軌道（稱為黃道）有著大約5度的交角，因此雖然每隔一個朔望月（29.53天）時月球會走到日地之間，但其實三者並不一定會連成一直線，所以不會每個月都發生日食。



另一個令人好奇的是，月球的體積這麼小，能夠把太陽遮住嗎？雖然太陽的直徑比月球大了400倍，但是太陽的位置也差不多比月球離地球遠了400倍，因此太陽和月球在天上看起來的視直徑是差不多的（大約30角分）。

值得注意的是，月球繞地球的軌道是橢圓形的，因此當月球在朔時位於近地點附近時，月球看起來會比太陽大，此時地球上的觀測者如位於A區將會看到日全食的景象，而位於C區的觀測者將會看到日偏食的景象（如圖1左邊）。反之，當月球位於遠地點附近時，如圖1右邊所示，位於B區的觀測者所見的月球比較小，所以就形成日環食的景象。

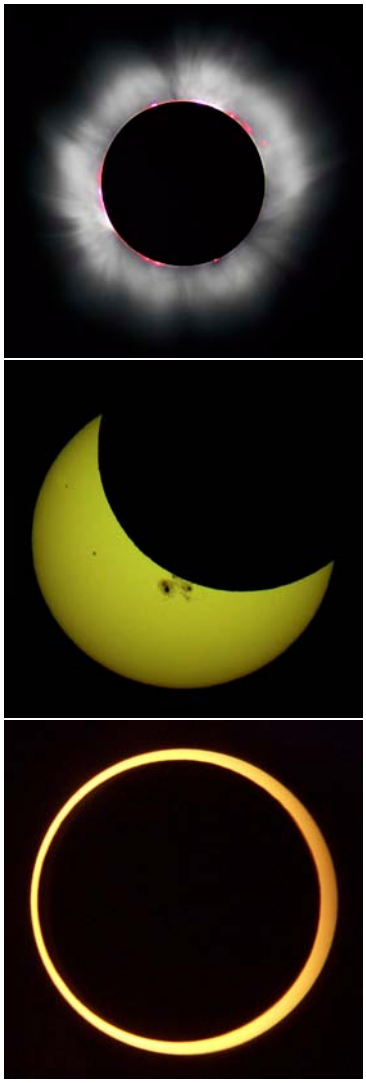
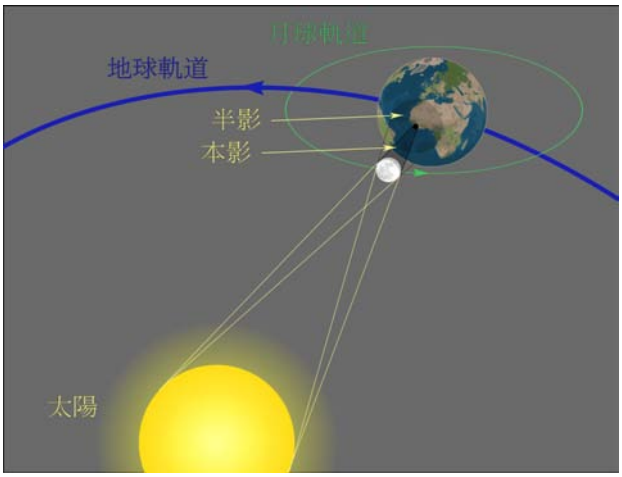


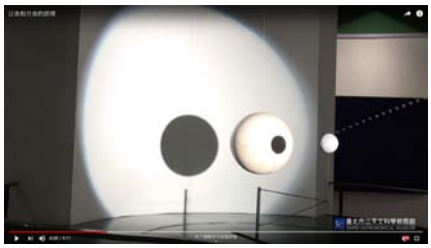
圖3：圖中由上至下分別爲日全食、日偏食及日環食的影像。



↗圖1. 當月球位於近地點時，月球影子對應地球上觀測者的情形如圖左，圖右表示當月球位於遠地點時的月影情況。

→圖2. 發生日食時太陽、地球與月球的相對位置關係。

YouTube相關影片：



日食和月食的原理

https://www.youtube.com/watch?v=Xs-BbNyXw6o

許晉翊、張瑋芸：臺北市立天文科學教育館

Easy 拍星空19 日環食拍攝 I

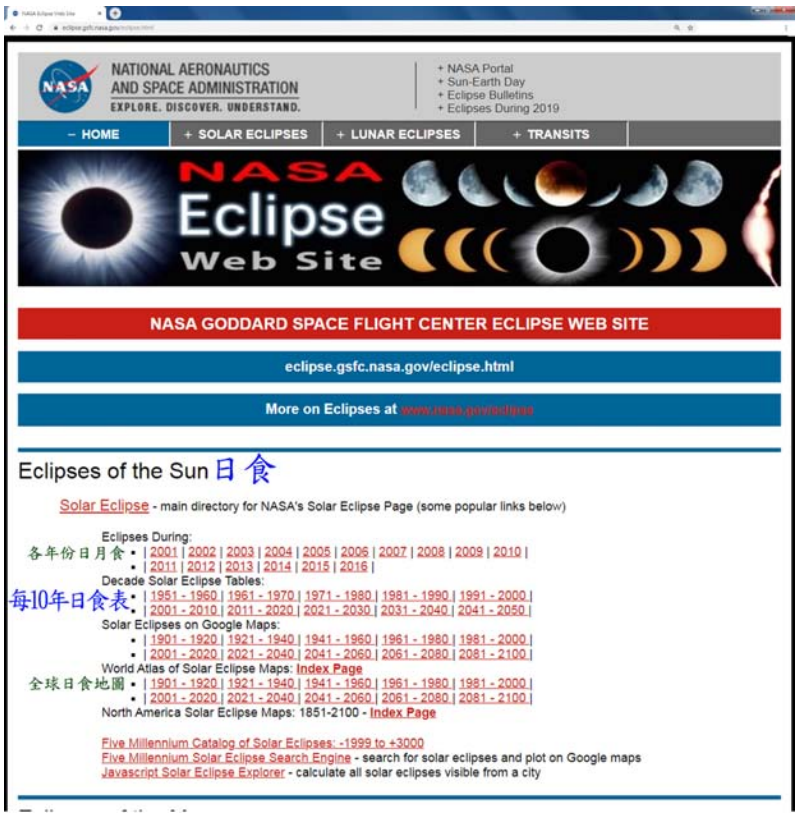
文、圖/ 吳昆臻

2020年在臺灣地區最重大的天象絕對是將在6月21日登場的日環食，當天全臺各地都可以看到食分極大的日偏食，將有90%以上的太陽被月球遮蔽，在特定區域還可看到非常難得日環食天象，本期〈EASY 拍星空〉將先介紹日食資料的查詢及固定攝影記錄，離日環食發生的時間越來越近了，一起來規劃拍攝這非常難得一見的天象吧。

6月21日臺灣特定區域內將可見到非常難得一見的日環食，太陽將變成一細細的圓圈樣貌，圖爲用Stellarium模擬日環食情況。

日食資訊查詢

各地方日食發生的情況都不同，要規劃日食拍攝就得先知道當地日食相關資訊，日食資訊可利用NASA的NASA Eclipse web site（https://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html）查詢，找到2020年6月21日欄位點擊2020 Jun 21字樣，可查到本次日食全球可見區域情況，圖片中央二條紅色線條內即為環食帶通過的區域（若是日全食會以藍色線條標示），藍綠色線條框線區域是可以看到日偏食區域，越接近環食帶太陽被遮蔽程度將越大，圖中可看到環食帶剛好通過臺灣中間區域通過，環食帶通過區域可見日環食現象， 臺灣其他區域就在環食帶二側都可看到食分很大的日偏食。



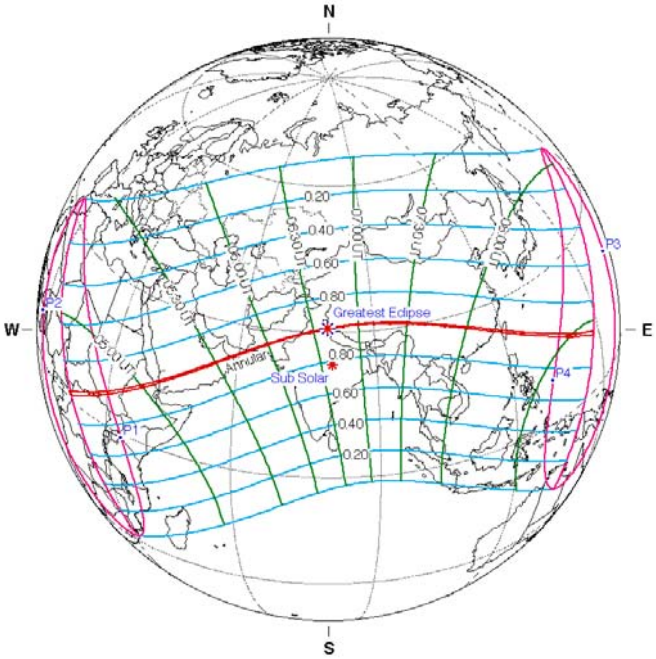
在Eclipses of the Sun（日食）中的Decade Solar Eclipse Tables（每10年日食表）點選2011 – 2020就可以查詢此時段全球日食情況。

要查詢更詳細日食資訊可點選Eclipse Type（日食類型）欄位中的Annular（環食）字樣，會進入一嵌有環食帶的Google Map，從地圖中可清楚看到環食帶通過大部分嘉義、大半雲林、花蓮臺東交界處、局部臺南、高雄及南投、還有澎湖及金門，環食帶中心線還剛好通過嘉義市區。

在地圖上找到觀測地點並點擊該位置會彈出一對話框，裡面會有當地日食情況以及各接觸點（食相）發生的時間、仰角與方位角，有了日食過程各接觸點資訊就能進一步規劃拍攝。

Solar Eclipses: 2011 - 2020

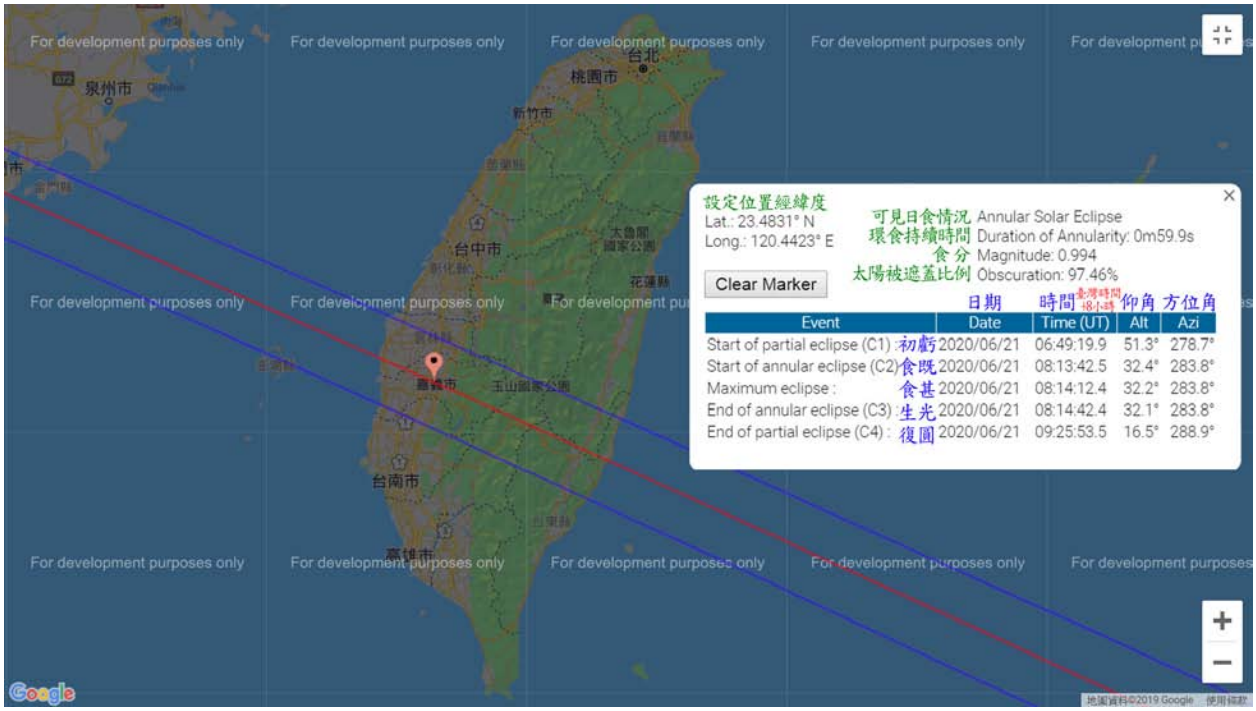
Calendar Date 日食時間 (Link to Global Map)	TD of Greatest Eclipse (Link to Animation)	Eclipse Type 日食類型 (Link to Google Map)	Saros Series (Link to Saros)	Eclipse Magnitude	Central Duration (Link to Path Table)	Geographic Region of Eclipse Visibility 全球可見區域
2018 Jul 13	03:02:16	Partial	117	0.336	-	s Australia
2018 Aug 11	09:47:28	Partial	155	0.737	-	n Europe, ne Asia
2019 Jan 06	01:42:38	Partial	122	0.715	-	ne Asia, n Pacific
2019 Jul 02	19:24:07	Total	127	1.046	04m33s	s Pacific, S. America **[Total: s Pacific, Chile, Argentina]**
2019 Dec 26	05:18:53	Annular	132	0.970	03m39s	Asia, Australia **[Annular: Saudi Arabia, India, Sumatra, Borneo]**
2020 Jun 21 全球可見區域情況	06:41:15	Annular Google Map 查詢	137	0.994	00m38s	Africa, se Europe, Asia **[Annular: c Africa, s Asia, China, Pacific]**
2020 Dec 14	16:14:39	Total	142	1.025	02m10s	Pacific, s S. America, Antarctica **[Total: s Pacific, Chile, Argentina, s Atlantic]**



↗各次日食的基本資訊，主要資訊有日食時間、日食類型及全球可見區域，點擊各欄位還可查詢進一步資訊

→2020年6月21日全球可見日食區域情況，中央的紅色線條區域即爲環食帶。

↓6月21日環食帶通過臺灣情況，紅色線條爲環食帶中心線，藍色則爲環食帶邊界，點擊地圖上區域及可查到該區域日食發生情況及時間。（地圖背景For development purposes only字樣請直接忽略）



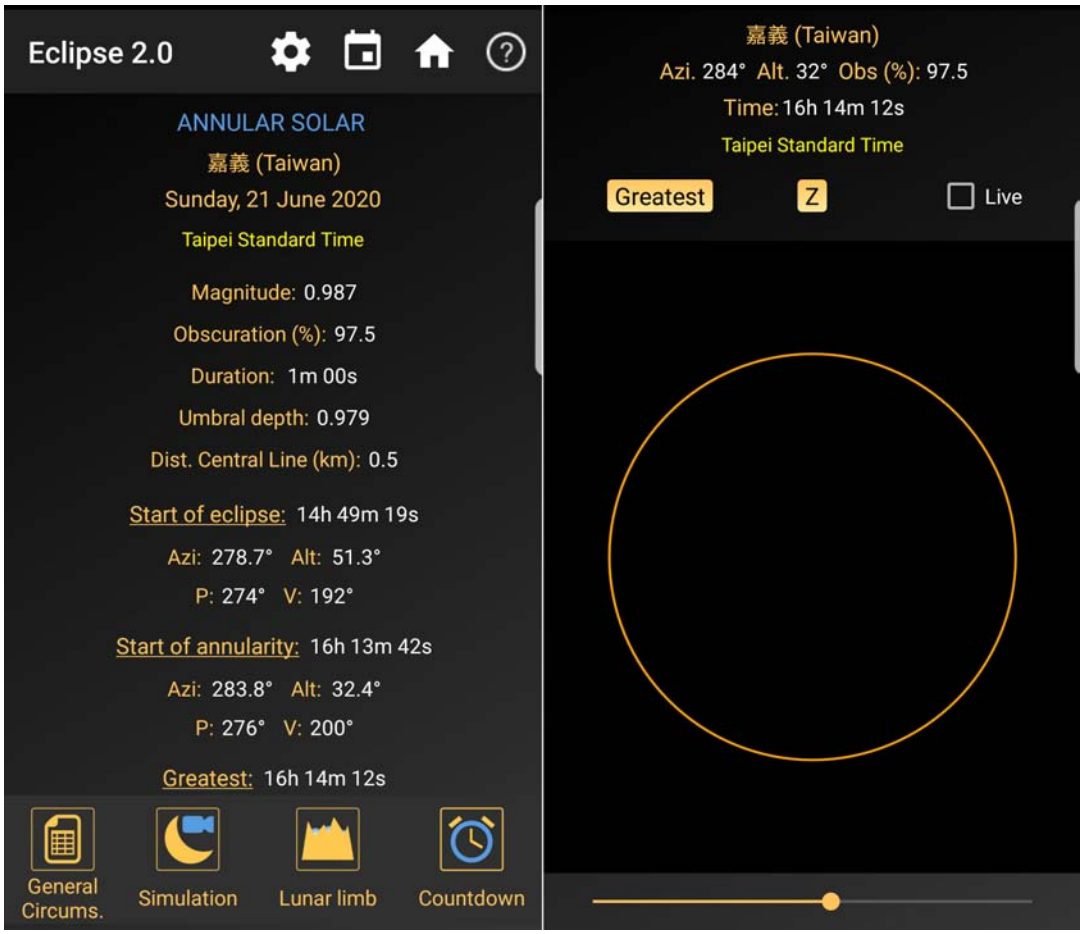
要注意的是網站中顯示的時間是以UT（世界時）標示，要換算成臺灣地區時間要加上+8小時，要提醒的是日環食各地發生時間略有不同，臺灣東部跟西部起訖時間就有近100秒的差異，加上環食持續時間只有短短的59.9秒，拍攝時間必須很精準的掌控，記得務必查一下自己觀測地點日食發生時間，查詢步驟也可參考作者《臺北星空77期．日食拍攝技巧》說明影片－日食資訊查詢&拍攝規劃，嘉義市中心日食相關資訊如下表。

從查得資訊可知這次日食全程約2小時36分，其中環食時間為59.9秒，食分0.993、 最多有97.46%太陽會被月球遮蔽，發生的時間是在下午到傍晚，所以要得找個西方天空開闊的地區進行觀測跟拍攝。

或許有人會認為日環食才這麼這1分鐘、一下就過去了，不過臺灣再能看到日環食要等到2215年6月28日，且全臺都可看到90%以上的太陽被月球遮蔽，下次要看到這麼大幅度的日食要等到2070年，真的要把握這難得機會！

嘉義市中心（經度：23.4814° N　　緯度：120.4416° E）

	時間	仰角	方位角	說明
初虧(C1)	14:49:19.9	51.3°	278.7°	日食的開始，太陽開始缺角
食既(C2)	16:13:42.6	32.4°	283.8°	日環食開始，月球內切太陽邊緣
食甚 (Maximum eclipse)	16:14:12.5	32.2°	283.8°	月球來到太陽內最中央處
生光(C3)	16:14:42.5	32.1°	283.8°	日環食結束，月球內切太陽邊緣
復圓(C4)	17:25:53.6	16.5°	288.9°	日食結束，太陽恢復圓樣貌



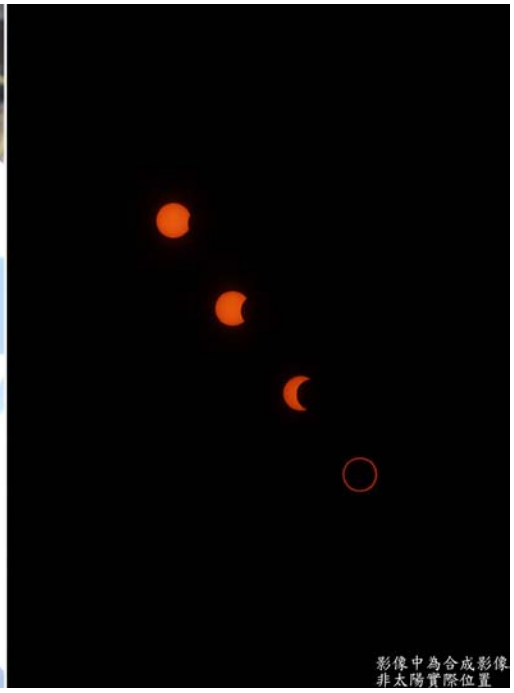
手機也有日食方面的APP可以查詢各地各次日食情況，可搜尋日食或eclipse即可找到相關的APP。

拍日食、日環食必備器材－太陽濾鏡

拍攝日環食主角是太陽，要將太陽樣貌拍下一定得減光拍攝，在上期《臺北星空92期．太陽拍攝｜和日偏食記錄》中有詳細的介紹相關減光裝置，鏡頭口徑較小的消費型數位相機或照相手機也可利用目視用的日食眼鏡做為減光裝置拍攝，總之要拍到或看到太陽缺一角或變圈圈樣子一定要有減光裝置才能進行拍攝跟觀測。

使用濾鏡減光拍攝，影像中除太陽外背景是一片漆黑，有些相機用自動模式拍攝會有對不到焦、測不了光，以致拍出模糊、曝光過度影像，要清楚的拍下太陽樣貌，要讓相機對焦固定在無限遠位置（手機在專業模式中可設定），並以手動模式（M模式）依影像情況調整曝光程度，因太陽較明亮可使用較低的ISO值，鏡頭光圈設定適中f/5.6-11間，拍攝過程透過調整快門速度控制曝光程度。

有準確對到焦、曝光控制得當就能拍下日食過程太陽虧缺情況，不同焦段的鏡頭能拍出不同效果，長鏡頭能對太陽做特寫，清楚的拍出太陽虧缺甚至環食過程變化月球接觸太陽情況，廣角鏡頭拍到的太陽雖就小小一顆，但若能全程拍攝在同一取景內，就能將整個過程呈現在同一影像中，記錄日環食的方式有很多種，以下先介紹固定攝影拍攝方式。



↖要觀測及拍攝日食一定要使用專用的減光裝置，右上為前置式太陽濾鏡，右下為太陽濾紙（膜）可依需要裁切，左側為目視用日食眼鏡及扇子，其減光片一樣可以用於鏡頭前減光。

鏡頭口徑較小的相機可將日食眼鏡貼在鏡頭前減光，再搭配手動模式控制曝光就可以拍下太陽樣貌。

廣角間歇攝影拍攝

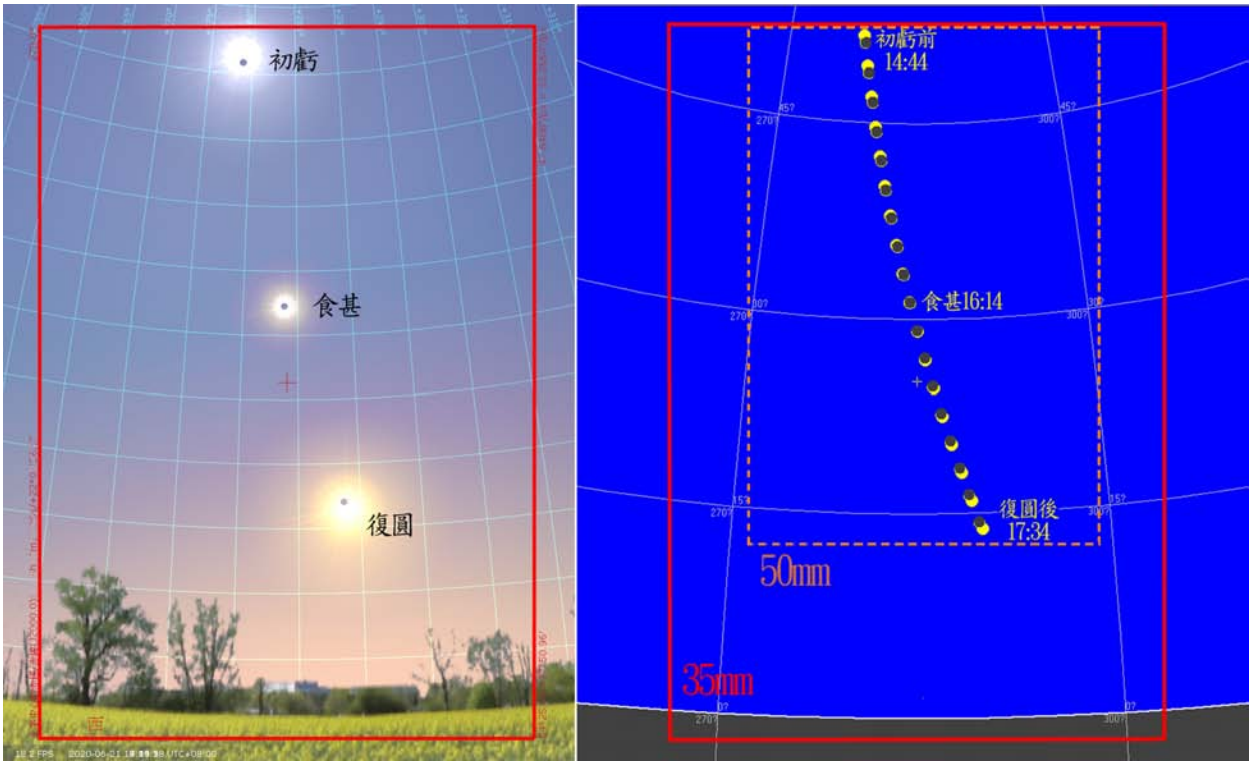
所需器材：太陽濾鏡、廣角鏡頭、相機、三腳架、排程快門線

將相機固定在三腳架上、搭配適當取景，就能將日食過程變化記錄在同一幅影像中，規劃拍攝可利用星圖軟體模擬日食過程太陽在天空的移動範圍及軌跡，就能決定要用多少焦段的鏡頭才能拍攝全程 （取景框使用請參考《臺北星空79期．EASY拍星空4》），影片說明請參考作者《臺北星空77期．日食拍攝技巧》說明影片－日食廣角間歇攝影取景規劃，查詢過程要將各時間太陽位置記下（可用螢幕擷取、Stellarium可按下Ctrl+s存取畫面），日食開始前取景時把太陽放在預先規劃的位置，之後就可以依計畫進行拍攝。

拍攝全程相機取景都要一致，當然不可以不小心踢到三腳架（萬一真的小心踢到請參本文倒數第二段說明），過程中用間歇攝影以相同間隔時間進行拍攝，事後再用影像軟體將全部影像疊合在一起，就是一張日食過程廣角鏡頭全記錄。

拍攝時機要以最大食分也就是食甚時間做為規劃基準，這樣才能記錄到環食最重要的一刻，再以這時間點往前及往後相同間隔時間作為拍攝時機，影片說明請參考作者《臺北星空77期．日食拍攝技巧》說明影片－日食資訊查詢&拍攝規劃後半段，拍攝間隔一致成品影像太陽的間距才會整齊，拍攝間隔時間越短成品影像太陽就越多顆、間距也越近，但若間隔間時間低於2分20秒成品影像太陽就會有重疊情況，建議可規劃2.5-10分鐘做為拍攝間隔，實際拍攝時可將排程間隔設為20或30秒拍攝一次，若過程有雲層干擾致無法拍攝，就可改其他間隔時間進行疊合；拍攝控制可交由排程快門線或相機內建排程功能，只要設好曝光時間及間隔時間，就能驅動相機在特定時間拍攝，拍攝過程就會輕鬆很多可以不用一直看手表讀秒能有更多時間欣賞日食過程。

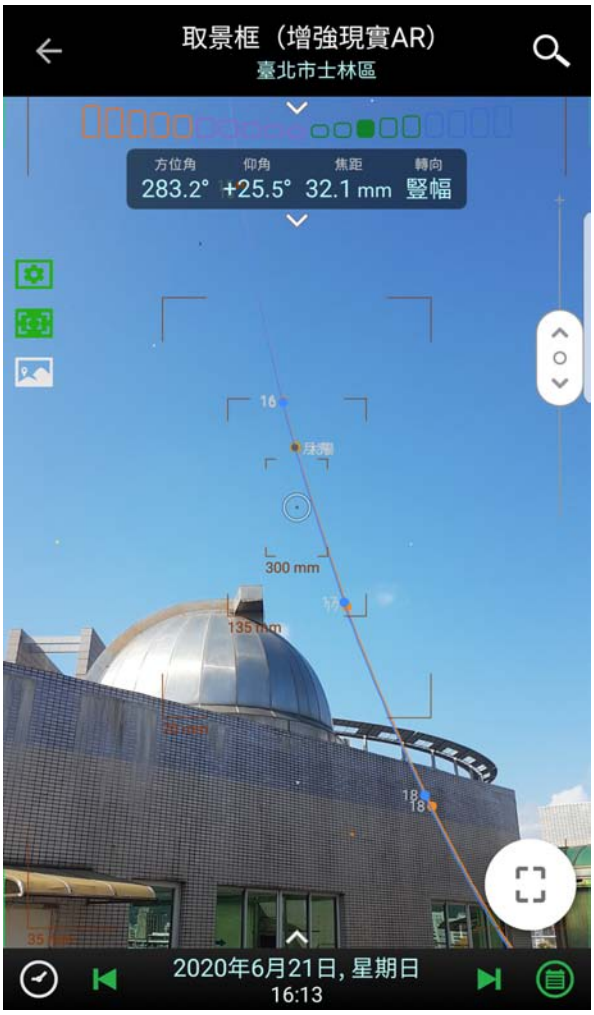
加了太陽濾鏡減光拍攝影像背景會是一整片漆黑，如果不希望被說這照片是在拍月亮嗎？可另外拍張不裝濾鏡明亮的天空及地景當底圖疊合，拍攝底圖時機可選在日食開始前或結束後，趁太陽不在取景範圍內時拍攝，這樣影像中就不



6月21日日環食廣角間歇攝影構圖，圖中紅色框線是全片幅相機搭配35mm鏡頭取景範圍，除了整個過程還可帶入地景，50mm拍攝範圍則剛好涵蓋全程。
左圖為Stellarium軟體所模擬情況，右圖為SkyMap Pro 12 Demo模擬之情況。

會有太陽造成大片的亮光，而這次日食結束後1個多小時就日落，用黃昏的天色當背景又是另一個選項，不過既然地景是疊合上去的，也就代表可以任意合成其他場景，但作者還是要強烈的建議拍攝日食取景跟底圖取景是必須一致的，這樣才是最符合現場場景的日食廣角鏡頭全記錄。

若更有心，還可規劃將當地特殊景物與日食結合在一起，事先得確定拍攝景物的方位是否能跟日食方位一致，這部分可先在網路地圖上模擬，若有地主優勢還可提前去現場場勘並試拍，有一些手機APP能透過手機相機以AR方式模擬出眼前場景與太陽的軌跡情況，如：巧攝(Planit:Photo planner)專業版、太陽測量師、太陽位置和日出演示(SUN Position) 等APP皆具有此模擬功能，但要使用這項功能皆須付費購買該APP升級版本。



用手機APP巧攝(專業版)模擬6月21太陽軌跡情況，藉由AR模擬就可直接獲得太陽軌跡與地景結合情況。

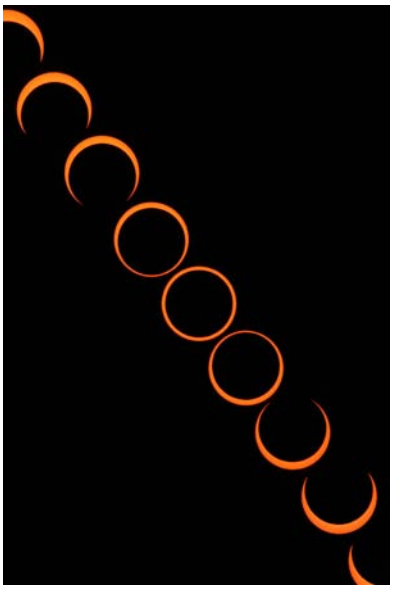
2010年1月15日雲南大理日環食，左圖是以日食前地景做爲底圖疊合，右圖是日食結束太陽準備下山的景致當底圖疊合，一樣日環食過程搭配不同底圖感覺也不一樣。

長鏡頭間歇攝影拍攝

所需器材：太陽濾鏡、廣角鏡頭、相機、三腳架、排程快門線

使用長鏡頭可對日環食及環食前太陽樣貌及位置做特寫，用固定攝影方式就能完成影像拍攝，因拍攝時間短又是日食最重要時刻，所以事先的取景規劃當然就非常重要，拍攝時機一樣以食甚為基準並取相同間隔時間做規劃，因當下太陽缺角幅度大，拍攝間隔時間可短至75秒左右，也因長鏡頭取景範圍小，使用可微動的雲臺對於調整鏡頭指向會較方便，不然在最緊張時刻鏡頭又一直無法調到對的位置，心臟鐵定會跳出來。

拍攝前一定要先確定鏡頭準焦、曝光值正確，再把太陽放在該時間對應取景位置，並在規劃拍攝時刻啓動排程，就能放心欣賞日環食過程，拍攝間隔可設成事先規劃間隔外，也可以用1~3秒間隔時間拍攝，事後可將這一系列影像組合成縮時影片，要做到這樣的拍攝要先確定相機及記憶卡存取速度是否能負荷，記憶卡空間是否足夠，總不能在最重要時刻相機連拍緩衝不夠卡住或記憶卡已滿；而連拍過程相機反光鏡開關間的震動是否會造成影像模糊，這些都必須在平時就先測試，確定都沒有問題後再上陣，畢竟在日食過程時間是不等人的，日環食的機會就只有這麼一次。



2010年1月15日大理日環環食前後20分鐘太陽變化，各太陽間隔爲2.5分鐘。

間歇攝影影像疊合

要將各時段拍攝影像一同呈現在同一畫面，可透過繪圖軟體將這些影像疊合在一起，並將太陽部分呈現出來，只要將各圖層的疊合模式設為“變亮”，圖層與圖層間就會將較亮，也就是太陽部分顯現出來，一些繪圖軟體如：Photoshop（付費）、GIMP（免費）、線上修圖軟體Photopea都可以進行疊合、先前介紹過用來疊合星軌的軟體Startrails（參考《臺北星空77期．EASY拍星空2》）也能協助疊合影像，大致步驟如下：

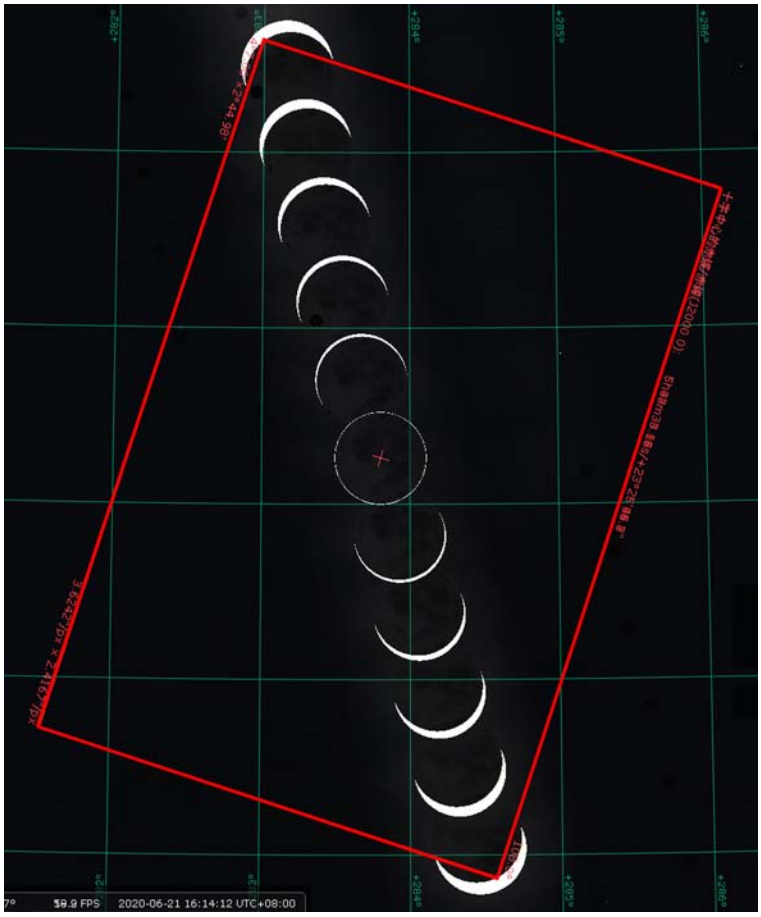
STEP1.挑選出要疊合的影像並放在同一資料夾

STEP2.開啓並疊合影像

Photoshop：檔案＞指令碼＞將檔案載入堆疊，選取欲疊合影像。

GIMP：檔案＞開啓成為圖層，選取欲疊合影像。

↓用Stellarium模擬出6月21日日環食環食前長鏡頭拍攝構圖情況，紅色框線爲全片幅相機搭配500mm鏡頭取景範圍，各太陽間隔爲2分鐘，要讓太陽移動在畫面中呈對角方向，構圖要稍微傾斜取景。



Photopea：先開啓其中一張影像，再點選檔案＞置入，選取其他欲疊合影像。

STEP3.將各圖層疊合模式設為“變亮”

Photoshop CS 及GIMP得各圖層一一進去設為變亮。

Photoshop CC及Photopea可用鍵盤Shift鍵將全部圖層選起來、一起設定變亮。

STEP4.合併全部圖層

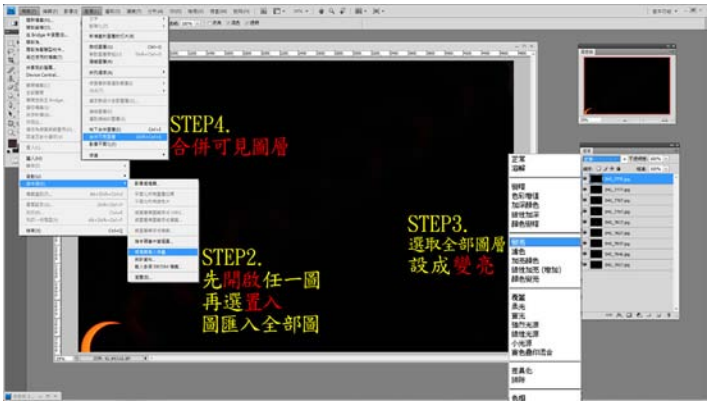
在圖層選項中選擇合併圖層就可以將全部圖層合併起來。

STEP5.地景疊合

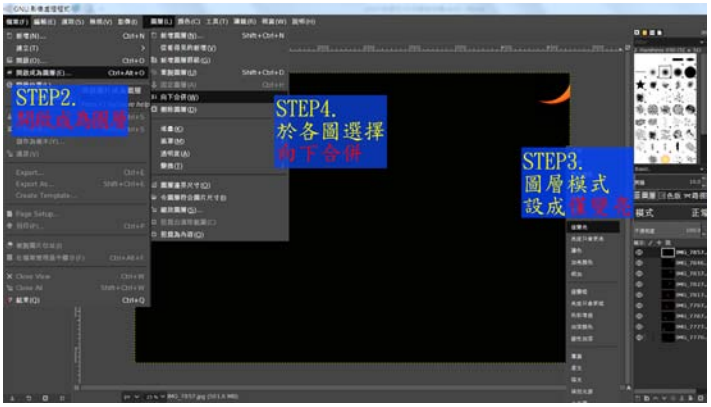
地景疊合方式與各太陽影像疊合方式相同，可與STEP2.中影像一起選取疊合起來，也可以另外將地景影像開啓，再複製（在地景圖上選取＞全部＞複製，再於太陽圖上選編輯＞貼上）疊合在STEP4.影像上，地景疊合模式可設為“變亮”或“濾色”，二個混合模式疊出來結果略有不同，可選擇較適合較寫實模式疊合，最後再次合併圖層完成作品。

拍攝期間萬一不小心踢到三腳架致太陽軌跡不連續，可先將同一系列連續的影像先分別疊合起來，再將二組影像分別置在不同圖層中，利用繪圖軟體中移動工具 調整其中一圖層位置，調整時使用鍵盤上的方向鍵微調，使太陽軌跡回復連續流暢樣貌，當然此方法是最非不得已才使用，拍攝過程應該要注意把各個環節、各小細節都顧到，這樣才是最正道的拍攝方式。

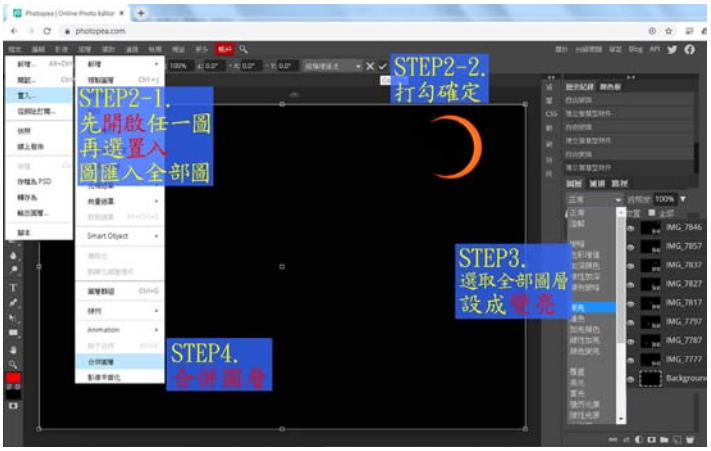
以上我們介紹了日食資料的查詢及用固定攝影記錄日環食技巧，不妨好好規劃拍攝的計畫，並找個有太陽的好天氣先試拍模擬一下，這樣日環食當天就能很得心應手的拍攝，也能有更多的時間欣賞這難得一見得大天象，〈EASY拍星空〉下期將繼續介紹6月21日日環食其他拍攝方式，敬請期待。



Photoshop圖層設定時，較新的版本可選取全部圖層一起設定變亮，Photoshop CC以前版本則得各圖層分別設定。



GIMP設定各圖層模式要選擇“僅變亮”，並按下合併圖層就能陸續把全部影像疊合在一起。



Photopea要先開啓任一影像，再將其他影像一同置入，選取全部圖層後就能一同將圖層模式設爲變亮及合併圖層。

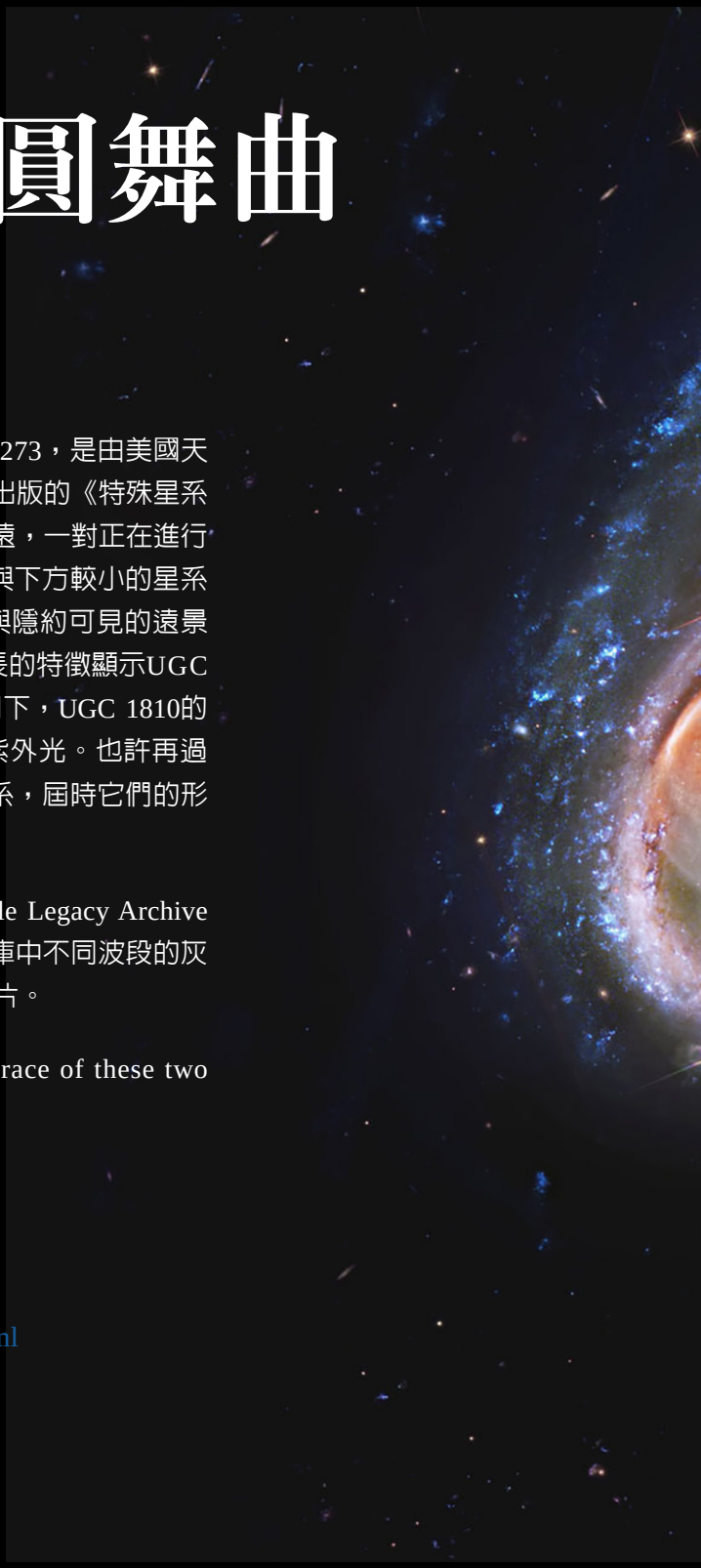
吳昆臻：臺北市立天文科學教育館

粉絲專頁：Kenboo 愛看星星的昆布

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

編譯：虞景翔

仙女座中的圓舞曲

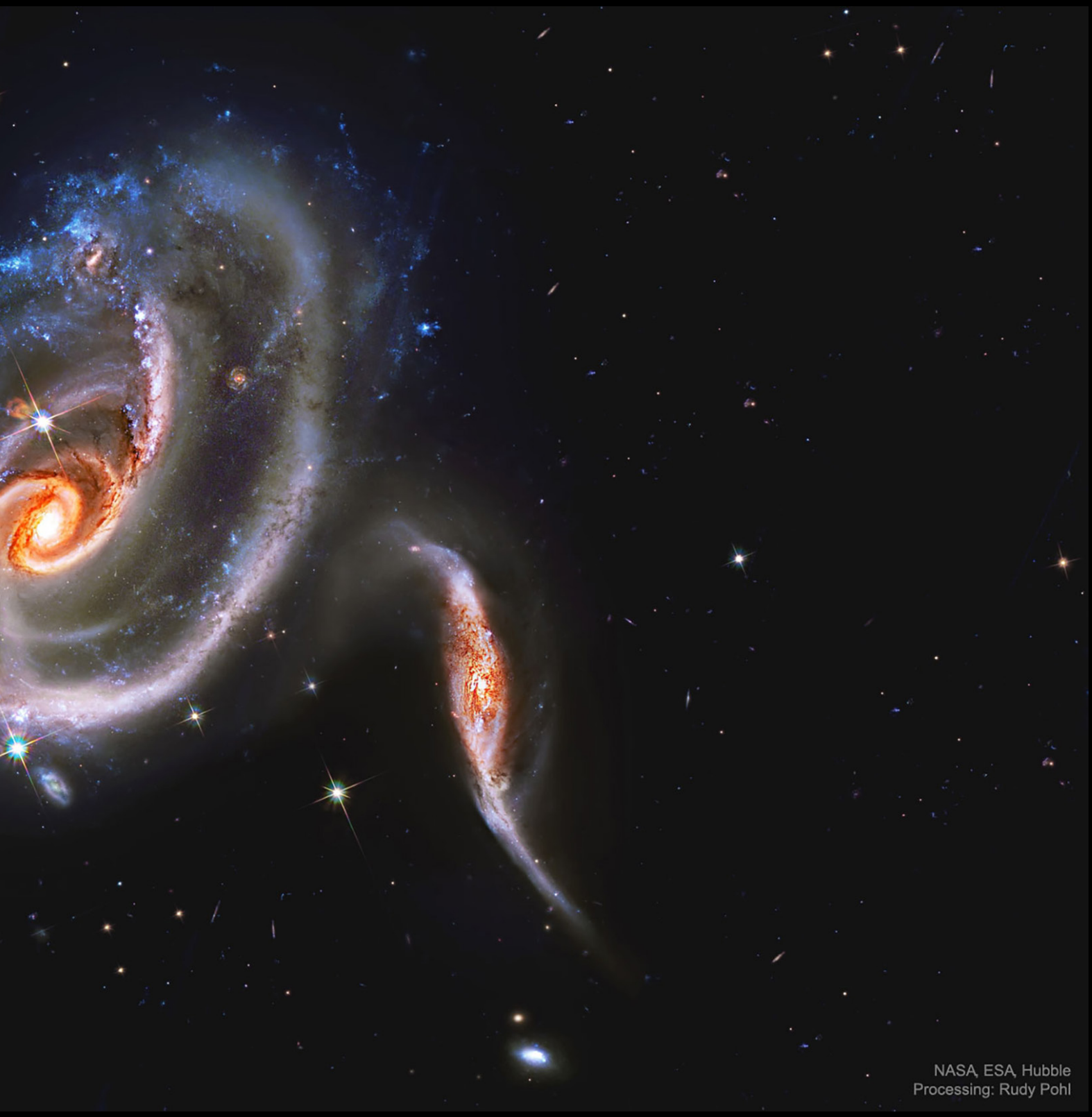


這一對像是手牽手跳著華爾滋的星系稱作Arp 273，是由美國天文學家赫頓·阿普(Halton Arp)發現並記錄於1966年出版的《特殊星系圖集》。Arp 273是仙女座中距離地球約3億光年之遠，一對正在進行重力交互作用的螺旋星系，上方的星系UGC 1810與下方較小的星系UGC 1813質量約相差5倍，圖中較亮的前景恆星與隱約可見的遠景星系則不屬於Arp 273。兩個星系的旋臂被延伸拉長的特徵顯示UGC 1810可能已經被UGC 1813穿越，在重力的交互作用下，UGC 1810的旋臂上誕生了許多炙熱的年輕恆星，散發強烈的紫外光。也許再過數十億年後Arp 273將會合併成一個典型的螺旋星系，屆時它們的形狀也不如現在這樣奇特了。

這張照片由哈伯太空望遠鏡拍攝並保存在Hubble Legacy Archive資料庫中，提供給全世界使用，Rudy Pohl將資料庫中不同波段的灰階影像處理成一張RGB影像，製作了這幅美麗的照片。

“I’ve been struck be the shear beauty and grace of these two interacting galaxies!” -Rudy Pohl

參考資料：https://apod.nasa.gov/apod/ap191120.html


NASA, ESA, Hubble
Processing: Rudy Pohl

Astronomical 美星映象館 photo gallery

責任編輯/ 吳昆臻

M78　黃榮正

時間：2017/1/2-2017/1/4

地點：南投縣 合歡山

儀器：GALUXE GSO RC10望遠鏡、QHYCCD 163M、Paramount MX赤道儀、QHYCCD 5L-IIm導星裝置、Optolong LRGB濾鏡

參數：L:單幅曝光1200秒20幅、L:單幅曝光600秒23幅、R:單幅曝光600秒10幅、G:單幅曝光600秒10幅、B:單幅曝光600秒10幅，總曝光15.5小時

影像處理：DeepSkyStacker、Photoshop CC

IC1805 - Heart Nebula

許立揚

時間：2019/11/23 22:00

地點：小雪山50K停車場

儀器：Vixen ED80SF望遠鏡、0.85平場減焦鏡、Optolong L-eNhance濾鏡、Nikon D810A 相機、iOptron iEQ30 Pro赤道儀、APM Guiding Scop 50/205導星鏡、QHY5L-II-M導星相機

參數：ISO 1600、單張曝光390秒、累計曝光104分

影像處理：Astro Pixel Processor、Photoshop

說明：IC1805 又名心臟星雲，在寒冷的冬天夜裡，無法阻擋追星那股炙熱的心。

NGC 6334 **大貓掌星雲　　詹榆芃**

時間：2019/05/16　　地點：澳洲新南威爾賽丁泉天文台

儀器：FSQ-106EDX望遠鏡、FLI 16803M CCD、Astrodon E LRGB濾鏡、Ha 3nm濾鏡，遠端遙控拍攝

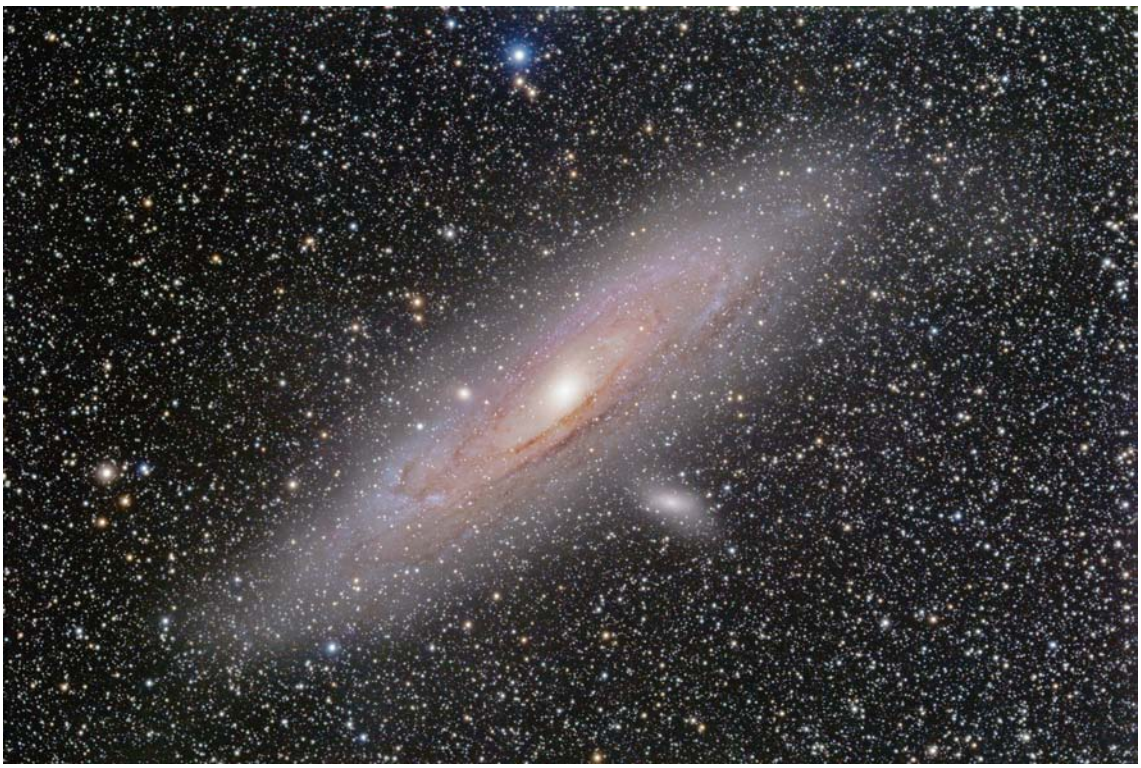
參數：單張曝光600秒、5幅疊合

說明：俗稱貓掌的NGC6334在可見光時，確實與貓掌十分相像，卻在紅外線下，與其他星雲一樣孕育著與太陽一樣的恆星。

仙女座大星系

錢昕

時間：2019/7/29~2019/7/31
地點：合歡山昆陽停車場
儀器：William Optics Z73望遠鏡、Canon 6D mod相機、iOptron iEQ30 Pro赤道儀
參數：ISO 1600、單張曝光30秒21幅＋單張曝光180秒 171幅
影像處理：Deep Sky Stacker、GIMP
說明：秋季星空中肉眼可見的明亮星系。這張照片是在台大天文社暑訓期間拍攝，8個多小時的曝光下，除了星系的盤面上的星團和星雲外，外圍的雲氣亦明顯可見，可看出星系略爲扭曲的外圍結構。



M33 三角座星系　交大天文社、楊順嘉

時間：2019/11/23 19:18~24:33　　地點：合歡山 翠峰卡爾小鎮
儀器：TAKAHASHI FS-102望遠鏡、QHY QHY8L pro、Sky-Watcher NEQ6 Pro赤道儀、APM 50 Mini Guiding Scope導星鏡、QHY5L-II-M導星裝置
參數：Gain:53 Offset:125 Temp:-5c、單張曝光300秒、47幅疊合，Dark及Flat校正
影像處理：DeepSkyStacker、GIMP、Photoshop
說明：M33是一個富滿細節的目標，有著明顯的懸臂和一個一個小巧可愛的發射星雲。其中NGC 604是三角座星系的一個巨大的發射星雲（畫面中M33核心的左下角）。是本星系群最大的電離氫區，亮度很高，因此在修圖時不容易保留星雲中央的細節。

IC342 隱藏的星系
繆皓宇

時間：2019/11/22~23

地點：合歡山昆陽停車場和滑雪山莊

儀器：SKY ROVER 70SA v3望遠鏡(D=70mm，f/5)、QHY183M單色相機、QHYCFW3S-US七孔濾鏡輪、Optolong 7nm H-alpha濾鏡(舊版) 、QHY miniGuideScope導星鏡(D=30mm，f/4.3)、QHY5L-II-M 導星裝置、Sky-Watcher HEQ5 PRO赤道儀、DIY冷光平場校正板

參數:Gain:11 Offset:8、L:63x180s (at -20°C)、R:20x180s (at -20°C) 、G:10x180s (at -20°C)、B:30x180s (10subs at -10°C, 20subs at -20°C)，總曝光6小時9分，Dark及Flat校正後疊加

說明：相比熱門的拍攝目標-風車星系(M101)，IC342方位更靠近銀河外圍盤面（冬季銀河），受到塵埃的消光和散射使之黯淡了不少並呈現紅黃調的色澤，因此被稱爲”隱藏的星系”，而透過數小時的曝光也同時揭露了銀河系旋臂附近的暗塵埃。

C/2017 T2 (PANSTARRS) 泛星彗星　　吳昆臻

時間：2019/11/1 0:19~1:48

地點：南投縣 合歡山 鳶峰停車場

儀器：Nikon D80 (改) + WO FLT-110減焦 (f=770mm*0.8X)直焦攝影+ iOptron CEM25赤道儀

參數：ISO1600、單張曝光3分鐘、9幅疊合、總曝光27分鐘

影像處理：DeepSkyStacker、Photoshop CS4

說明：彗星在影像中央偏左下位置，預報彗星亮度只有10等，拍起來僅小小一顆，但還是能清楚看到彗尾情況，當時彗星位於御夫座，影像右邊的星團是M38，整幅影像背景可見到一些淡淡的星雲。

2019年智利日全食連續攝影
陳立群

時間：2019/7/2　15:27:46-17:48:10

地點：智利，La Serena，Departamentos Laguna del Mar Avenida Pacifico

儀器：SIGMA 24-70mm F2.8 DG OS HSM ART鏡頭、Nikon D800 相機

參數：ISO 100、28 mm f/8、快門速度1/500秒-1/320秒-1.6秒不等、固定攝影

說明：於智利嚴寒冬天午後海邊租屋旅館，天空展現壯觀的月球遮蔽太陽食象變化。

Star Party星空下的聚會
Mei Wen Liu（劉美雯）

時間：2019/11/23　19:27

地點：南投縣翠峰卡爾小鎮

儀器：Canon 760D相機、8mm魚眼鏡頭

參數：ISO 3200、單幅曝光25秒

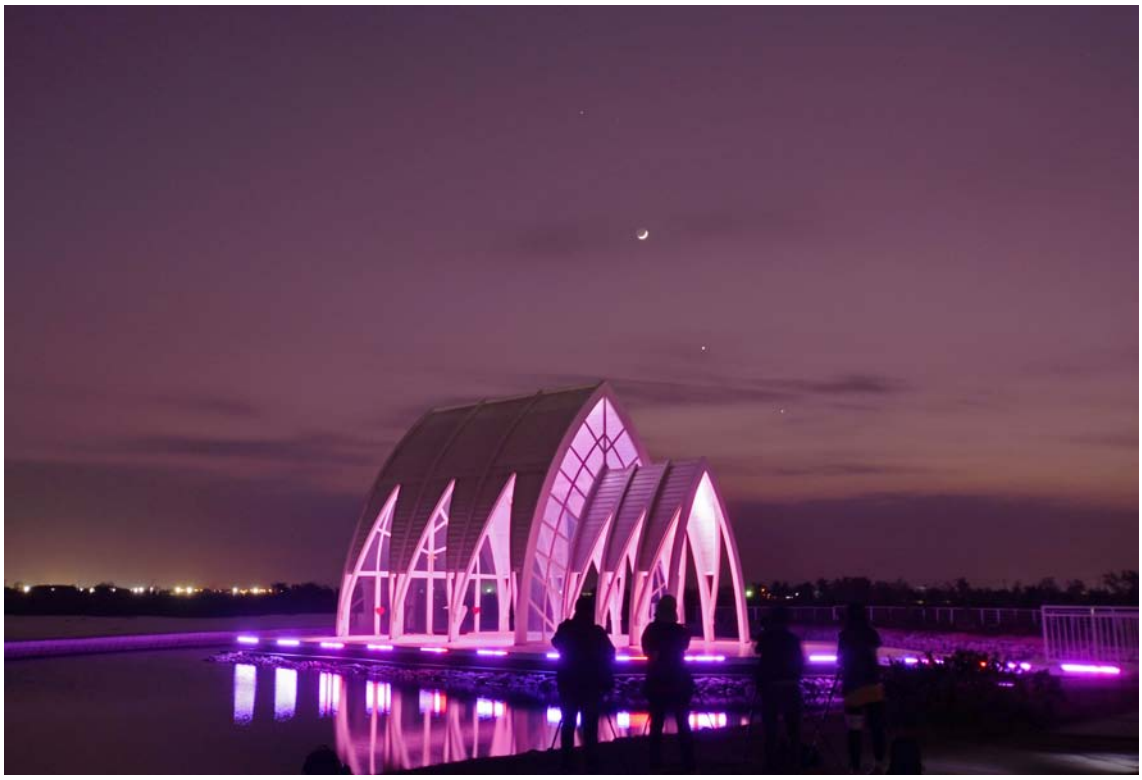
說明：揭開冬之夜幕，星空狂熱者的聚會才正要開始。

水星、金星合月　陳宜婷

時間：2019/10/29　18:04
地點：台南 北門井仔腳
儀器：Nikon D7500相機、Nikon 18mm~140mm鏡頭
參數：@52mm、ISO400、光圈F/4.8、單幅曝光2.5秒
說明：-3.9等的金星、月齡1.27的新月以及左方的水星，三者幾乎連成一直線。水中有金星新月的倒影，地球照隱約可見。

↓四星連線　陳宜婷

時間：2019/11/29　17:55
地點：台南 北門水晶教堂
儀器：Nikon D7500相機、Nikon 10mm~24mm鏡頭
參數：@20mm、ISO400、光圈F/6.3、曝光4秒
說明：11月份，金星快速的朝向木星及土星接近。29日傍晚，月亮躬逢盛會，不僅金星合月，而且四星齊聚一堂，在西南方排成一條直線，形成如此難得一見的天文景象。（影像中由下至上分別爲木星、金星、月球、土星）



如暴雨般落下的雙子座流星雨-1

張仕興、李佳錞

時間：2018/12/14 23:15~12/15 05:14

拍攝地點：麟趾山

儀器：Nikon D5300(Mod)相機、Tokina Fisheye 10-17mm f/3.5-4.5 DX鏡頭

參數：@10mm f3.5、ISO 6400、單幅光30秒、102張照片疊合

說明：流星發生的時間短暫且移動迅速，需提高感光度才能記錄，往低仰角的星空較有機會發現明亮流星或火流星。

如暴雨般落下的雙子座流星雨-2

張仕興、李佳錞

時間：2018/12/14 23:11 ~ 12/15 05:04

拍攝地點：麟趾山

儀器：Nikon D5300(Mod)相機、Tokina Fisheye 10-17mm f/3.5-4.5 DX鏡頭

參數：@10mm f3.5、ISO 6400、單幅光30秒、57張照片疊合

說明：拍攝當日除了可見雙子座流星雨，畫面中也記錄數顆偶發流星。本畫面爲虛擬星空的一部分，如欲觀看VR360星空，可以進入網址https://reurl.cc/M7oeMk，或掃描以下二維條碼。

To view the beauty of the heaven.....

To experience the vast 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

臺北市立天文科學教育館
TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM