

臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI
SKYLIGHT
NO.109 2022.09
ISSN:1727-0022

韋伯太空望遠鏡 與其第一批科學影像 星芒－星星旁的光

蓋亞太空望遠鏡第三期資料
開放大眾使用

太空也要報天氣
當野火盯上了天文臺
最早中西對照星圖

這個是…星座？

夜空之鳥

2022/11/08 月全食記錄及拍攝
成為第一位看到這個星系的人吧！

臺北星空



為了看看那時候的景色，所有的努力不打折。一定要走的道路，一定要去的地方，自不待言。25年，約一個世代，學習等待，沒有放棄，只是晚到了一點。睜眼，看到了對自己微笑的古老遙遠星系、系外行星、孕育恆星的搖籃。

臺北天文館展示場自2018年暑假整修完成，韋伯太空望遠鏡模型一直靜靜地懸吊在三樓的天花板，但是隱隱散發著潛藏的能量，今年7月迎來第一組影像顯現韋伯的威力，接下來的表現令人期待。另外本期還專文介紹韋伯星芒的秘密。如果您錯過或沒趕上哈伯世代，加入韋伯世代就是現在。

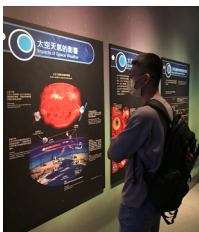
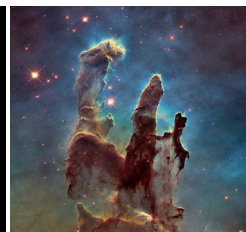
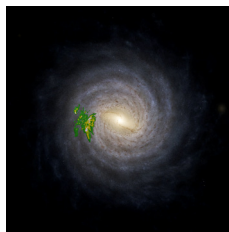
【封面照片】

韋伯太空望遠鏡的第一張深空影像-SMACS 0723星系團

圖片來源：NASA, ESA, CSA and STScI

Contents

- 02 天象與新知** 李瑾、許晉翊
- 05 天文新聞追蹤報導**
蓋亞太空望遠鏡第三期資料開放大眾使用 林建爭
- 24 天文展品導覽**
太空也要報天氣（上） 陳姝蓉
- 26 天文劄記**
當野火盯上了天文臺 林朝欽
- 33 謎樣星宿**
最早中西對照星圖（下） 歐陽亮
- 38 天文學教室**
這個是…星座？ 張桂蘭



刊名：臺北星空期刊
統一編號：2008700083
中華民國87年10月1日創刊
中華民國111年9月1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

發行委員 王錦雄、吳志剛
施欣嵐、陳俊良
吳昆臻、石中達
廖怡喻、林修美
林坤蓉、管怡雯

編審委員 陶蕃麟、計修邦
胡憲華

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

12 韋伯太空望遠鏡與其第一批科學影像 徐麗婷

20 星芒-星星旁的光 許晉翊

43 天文觀測教室14 夜空之鳥 陶蕃麟

50 天文攝影實戰教學/EASY拍星空 35 2022/11/08月全食記錄及拍攝 吳昆臻

56 天體映象 來成為第一位看到這個星系的人吧！ 謝翔宇

58 宇宙天體攝影 美星映像館 彙整/吳昆臻



總編輯 施欣嵐
編輯 趙瑞青、劉愷俐、吳昆臻
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

天文新知



微隕石砸在了韋伯的鏡面上，雖然目前仍然安好，長遠來看可能不太好



蓋亞任務發布第三階段完整資料集



天文學家從巡天數據資料，發現銀河系恆星爆炸所產生氣泡現象



在仙女座外圍發現新的極暗矮星系-飛馬座V



大型強子對撞機又撞出了三種新粒子



韋伯的第一張深空影像獻給世人



宇宙中最強磁場新記錄：16億特斯拉



哈伯解開離奇鏡像星系之謎



韋伯太空望遠鏡下的車輪星系



天文學家觀測到迄今最遙遠的星系



韋伯可能發現了它的第一個超新星



地球最短的一天



露西號團隊以掩星方式發現特洛伊小行星的衛星

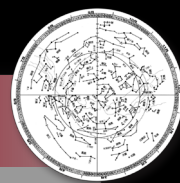


天文學家發現大於星系自身50倍的黑洞噴流



天文學家獲得已知最大質量恆星最清晰的影像

九、十月重要天象



涼爽的秋天即將來臨，在秋夜裡除了可以觀賞如仙女座大星系等著名天體之外，行星仍然是夜空的主角。繼8月15日土星衝之後，木星也在9月27日發生衝，因此在天黑之後可見黃色的土星與明亮的木星相繼出現在天空中。此外，3號小行星婚神星在9月8日衝，海王星也在9月17日衝，兩顆星雖然較為黯淡，僅8等左右，仍然可以使用小型天文望遠鏡看見。

獵戶座流星雨在10月21日極大期，ZHR約20，由於當天接近殘月不受月光影響，也值得你觀看。

9/8 婚神星衝 (7.9等)

9/17 海王星衝 (7.8等)

[👉 推薦]

9/27 木星衝 (-2.9等)

10/9 水星西大距

(日距角 18.0° ，-0.6等)

10/21 獵戶座流星雨極大期

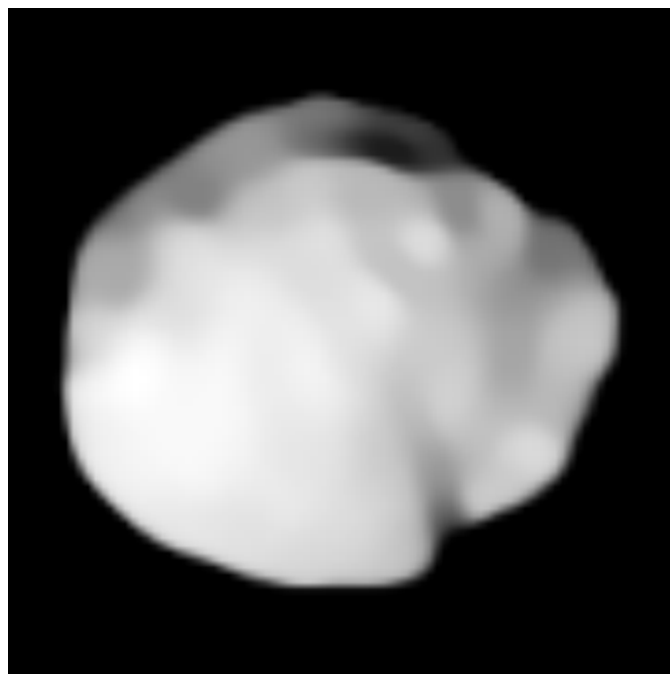
(ZHR~20)

天象焦點

9月8日（四） 婚神星衝

3號小行星婚神星（3 Juno）於9月8日0時49分到達「衝」的位置，它位於寶瓶座，是離地球最接近的時段且整晚可見，觀測時機最佳。由於亮度僅為7.9等，肉眼看不到，需要使用小型天文望遠鏡，才有機會看到。

婚神星是德國天文學家Karl Ludwig Harding在1804年所發現，屬於石質的S型小行星。它是第一個被觀測到掩星的小行星，1958年2月19日婚神星經過恆星SAO 112328的前面，使天文學家首次能憑藉遮掩現象較精確測量小行星的直徑。婚神星每隔15.5個月發生衝，由於軌道較為橢圓，因此13年左右會發生近日點衝，上次是2018年11月，亮度為7.55等，下次是2031年10月30日，亮度達7.42等。由於尚未有太空船直接觀測過婚神星，目前最清楚的光學影像是以自適應光學系統技術拍攝的，顯現如右圖不規則的外觀。



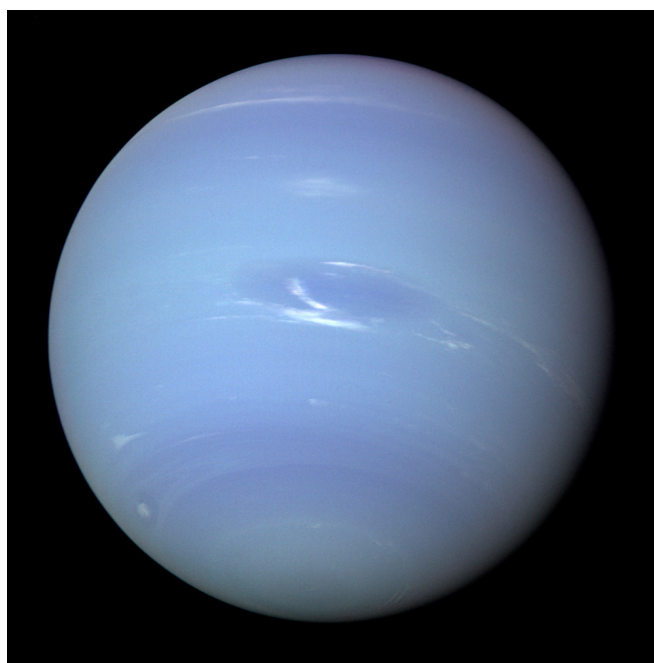
8.4米甚大望遠鏡（VLT）所拍攝婚神星。

9月17日（六） 海王星衝

8大行星中距離太陽最遙遠也最暗的海王星，在9月17日6時21分到達「衝」的位置，亮度僅7.8等，視直徑為2.4角秒，較適合以小型天文望遠鏡觀看。透過望遠鏡目睹海王星是個特別的體驗，它會呈現黯淡藍色的盤面，就像小小的寶石。海王星與天王星一樣，大氣主要成分是氫氣與氦氣，另外還有少許甲烷。由於甲烷會吸收紅色和紅外線的光線，因此陽光照射後會反射偏藍的色調。

海王星是天文學史上第一個透過力學計算而找到的新天體，由於19世紀天文學家觀測天王星的位置與預期偏差很大，認為在外側有天體的重力影響天王星的軌道，當時英國數學家亞當斯和法國天文學家勒維耶分別計算新天體的軌道與可能位置後，由柏林天文臺於1846年9月23日發現。此外，也有歷史學家檢視伽利略的紀錄，認為伽利略在1612年12月28日首度觀測並描繪出海王星位置，且在1613年1月27日再次觀測到，只可惜伽利略的望遠鏡不夠清晰，所以誤認為是恆星。目前太空船中僅有航海家2

號在1989年8月拜訪過海王星，發現大暗斑，以及確認存在海王星環。



航海家2號太空船所拍攝的海王星。

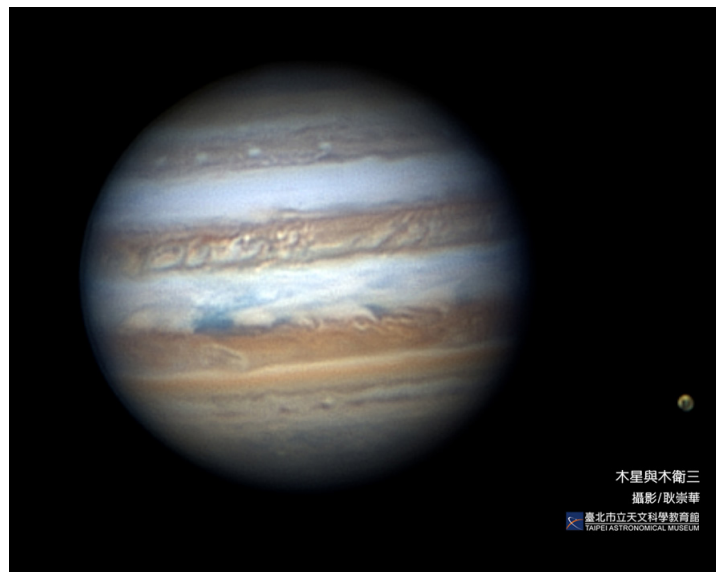
9月27日（二）木星衝

太陽系中最大的行星—木星將在9月27日3時33分到達衝的位置。它位在雙魚座，視直徑為49.9角秒，亮度約-2.9等。因此入夜之後，朝東方的低空觀看，就可以見到這顆明亮的行星。如果以天文望遠鏡觀看，還能見伽利略4大衛星、大紅斑、大氣條紋等有趣現象。

木星有79顆衛星，是僅次於土星擁有第二多衛星的行星。其中最大的4顆衛星是伽利略於1610年以自製望遠鏡發現，不但是首次發現除了月球之外的衛星，更證明不是所有天體圍繞地球轉，為當時流行的地心說提出重要反證。伽利略四大衛星亮度約在5至6等，所以用小型天文望遠鏡很容易看到。在特定時刻還能看見衛星或它的影子通過木星前方「凌」的現象。此外木衛也會如月食，進入木星影子內。伽利略曾提出觀察木衛食校正時間，用來測量當地經度。後來發現測量結果與預測時間存在週期性差異，1676年羅默提出光速是有限的解釋此現象。有興趣的讀者可根據SKY & TELESCOPE網站提供的工具，規劃觀測木衛食或凌的時間。

木星的大紅斑與條紋雲帶也會是觀測者深深著迷的目標，透過小型望遠鏡可以看到木星表面

色彩明亮的區（zones）與較暗的帶（belts）。天文學家認為區和帶的差異是裡面雲層對光線的透明度不同造成的。區的雲層較高含氨也較多，所以呈現較明亮的色彩；帶的雲層較稀薄也較低，所以較暗。此外，木星大氣層還有數百個氣旋和反氣旋，其中最大者就是大紅斑，早在1665年卡西尼就見過它，在1800年代左右，大紅斑估寬4萬1,000公里，約3倍地球直徑。但是在1930年代後，天文學家發現大紅斑似乎在縮小，NASA朱諾號在2018年測得大紅斑的寬度萎縮至僅地球1.3倍，其縮小原因仍然不確定。



10月21日（五）獵戶座流星雨極大期

獵戶座流星雨是每年固定發生於10月2日至11月7日的中小型流星雨，今年極大期預計在10月21日，ZHR為20。當天月相近殘月，只有在日出前才會受到月光影響，觀測條件很好。獵戶座流星雨和5月的寶瓶座 η 流星雨一樣，同是著名的哈雷彗星遺留在軌道上的物質所形成的流星雨。

獵戶座流星雨流星速度達每秒67公里，是速度最快的流星雨之一。此外，偶爾會出現火流星，甚至有機會看到火流星留下持續數分鐘之久的餘痕。由於輻射點約在22時30分前後於東方升起，因此在輻射點升起後至月亮升起前都是適合觀賞的時間。



文/ 林建爭

蓋亞太空望遠鏡第三期資料 開放大眾使用

今年 2022年6月13日，歐洲太空總署（European Space Agency, ESA）的蓋亞太空望遠鏡第三期巡天資料（Gaia DR3）完整版終於開放大眾下載使用，天文學家們藉由分析這份前所未有的大數據，揭開了銀河系中更多神秘的面紗。

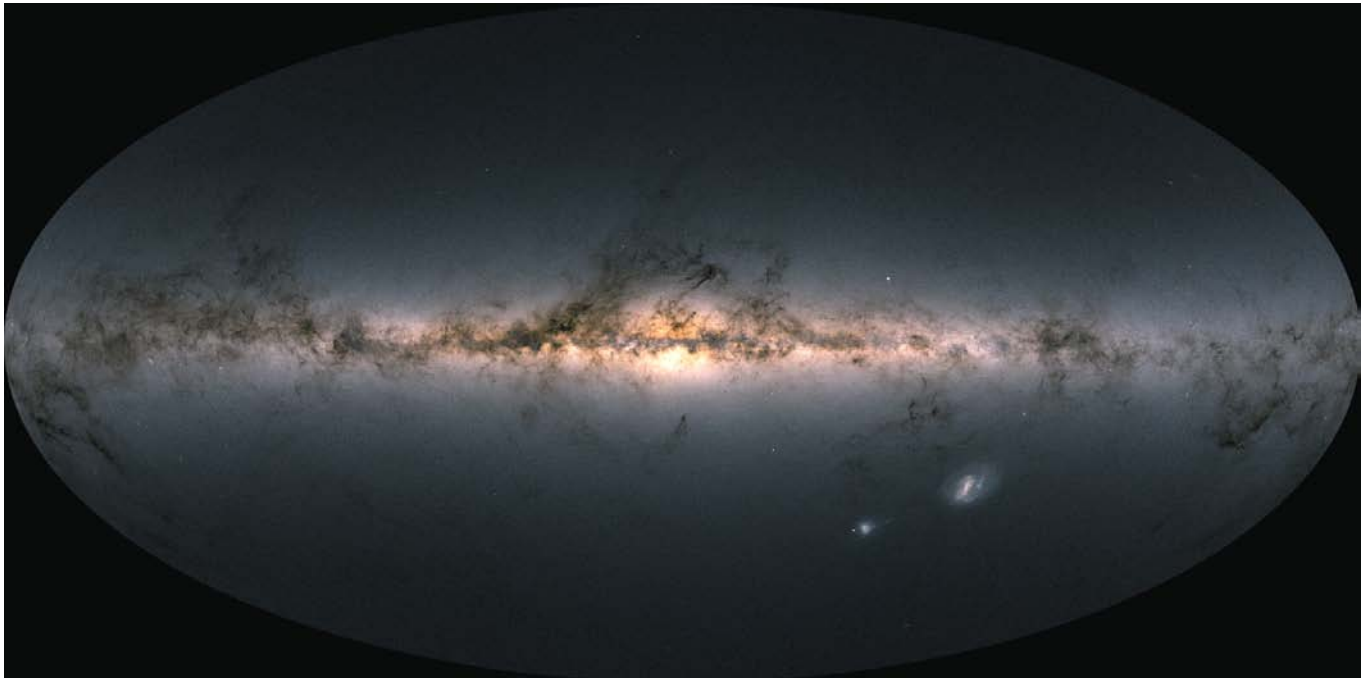


圖1. Gaia DR3的全天星圖。該資料庫包含超過了18億顆星體的位置和亮度，近15億顆恆星的視差距離和自行運動，以及超過15億顆恆星的顏色，它也包括超過160萬個河外星系。圖中較亮的天區代表較密集的恆星分布，而較暗的天區代表觀察恆星數較少或恆星偏暗的區域。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

其實蓋亞第三期部分資料在2020年12月3日已經開放，相關新聞請參見《[臺北星空97期](#)》[天文新聞追蹤報導](#)。Gaia DR3（圖1）彙整了約34個月（2014年7月25日—2017年5月28日）的觀測資料，除了包括去年底公布的18億個星體（幾乎都是恆星）的基本物理參數，例如：座標、視差距離、自行運動、星等亮度等，今年的資料包含時序數

據，因此可以分析出恆星的光度或位置變化，包含週期、自行速度、視向速度等參數；另外透過光譜分析，就像對每個星體做基因檢測，得到更多星體的天文物理參數，包括顏色、溫度、表面重力、重金屬豐度等。天文學家們藉由分析這份前所未有的大數據，揭開了銀河系中更多神秘的面紗。

星星從哪來？打哪去？

我們從地球觀測銀河系的恆星來了解銀河系結構，就像從亞馬遜森林裡觀察每一棵樹來了解亞馬遜森林結構般，也可以利用空拍機觀測亞馬遜森林，不過人類科技有限，還無法離開太陽系，更別說是到銀河系外觀測了。蓋亞太空望遠鏡的主要目的之一，就是精準的測量恆星位置

及運動，藉此能夠描繪出太陽附近的結構，進而推估銀河系的結構。蓋亞任務之前公布的版本已經可以看到幾條在我們附近的銀河旋臂特徵，而Gaia DR3使我們對太陽附近的銀河系旋臂有更清楚的了解。透過Gaia DR3的恆星參數可以區分出年輕恆星（OB型星）和年老恆星（紅巨星分支星）。在圖2，年輕恆星樣本從底部到右上角延伸的黃白色高恆星密度區域，即獵戶座旋臂，然而年老恆星分布相對均勻。主要是因為恆星大多成團誕生，而成團恆星之間的引力束縛，會受銀河系的潮汐力影響，隨著時間慢慢瓦解，使得恆星年老之後分散到銀河系各處。Drimmel等人分析Gaia DR3的最新結果證實，靠近太陽位置的獵戶座旋臂比以前認為的要長，且可能不是另一個銀河系旋臂分支，我們對銀河系中旋臂的確切形狀或分布可能因為這些新發現需要做一些修改了。

恆星的視向速度可藉由分析恆星光譜線的都卜勒偏移得知，恆星譜線偏紅是遠離，而譜線偏藍則朝向我們移動。目前最大的視向速度目錄是由蓋亞任務發布的第二期巡天資料（Gaia DR2），不過，Gaia DR3已經將此目錄從700萬擴增到近3,400萬筆。當我們往天空不同方向觀測時，銀河盤面的旋轉以及太陽的公轉運動會導致測量的視向速度有正有負，圖3顯示Gaia DR2及Gaia DR3的視向速度比較圖，Gaia DR3有了更多細節。圖中可以看到有幾個物體的視向速度與其周圍的速度不同，圖右下部分的兩個亮點是大麥哲倫星系和小麥哲倫星系，而在圖中心下方有一條幾乎垂直的微弱條紋則是銀

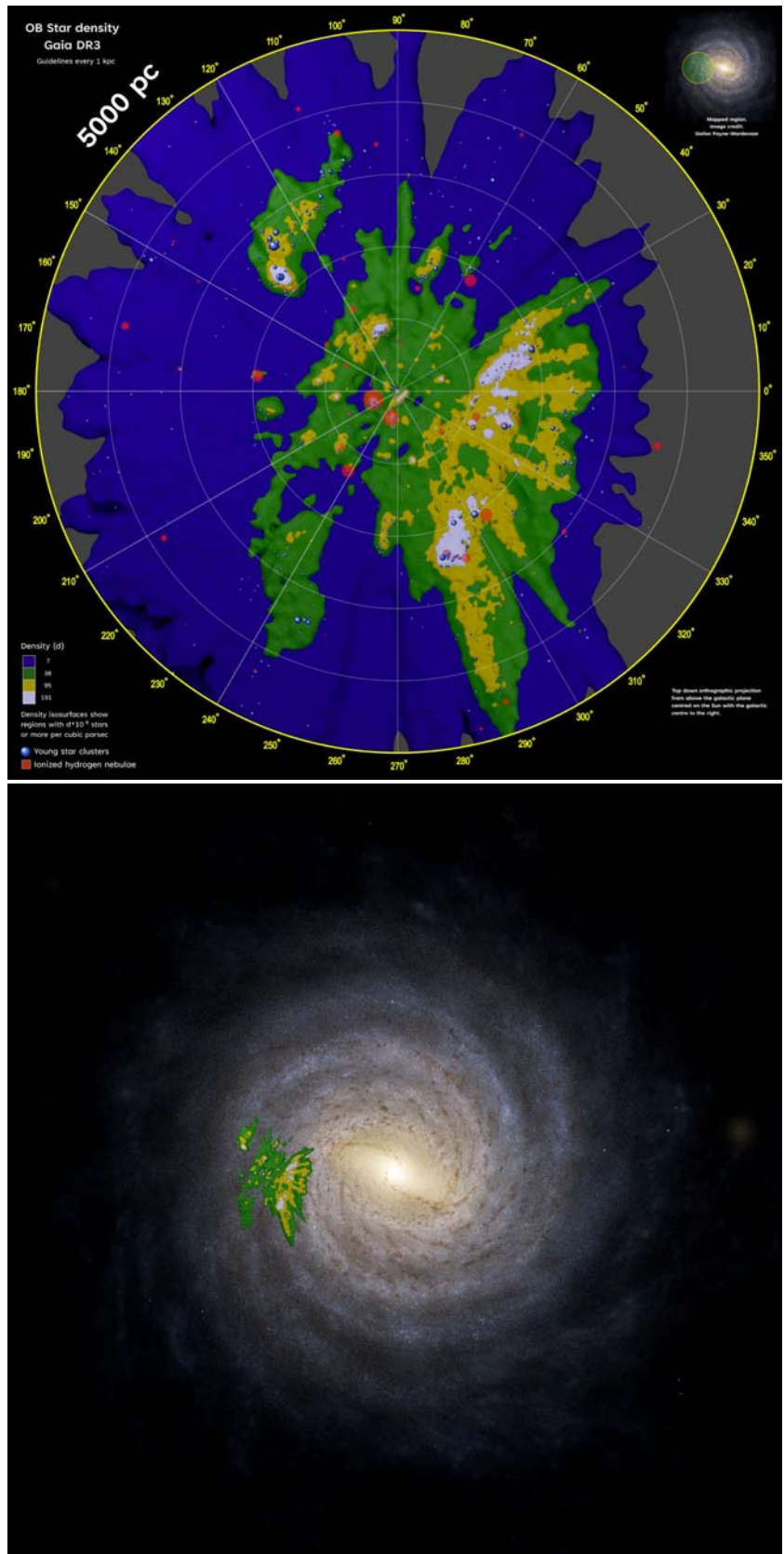


圖2. 上圖是Gaia DR3以太陽為中心，半徑五千秒差距（約1萬6千光年）內恆星分類出的OB型恆星密度分布圖，顏色從藍綠黃到白顯示密度越來越高。恆星密度能使我們了解銀河系的結構，此圖可以發現OB型恆星密度較高的區域跟年齡小於四千萬年的年輕星團（藍色泡泡）分布有明顯的相關，顯示這些OB型恆星大多分布在恆星形成區附近且較年輕，下圖是太陽及這些星在銀河系相對位置的參考圖。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

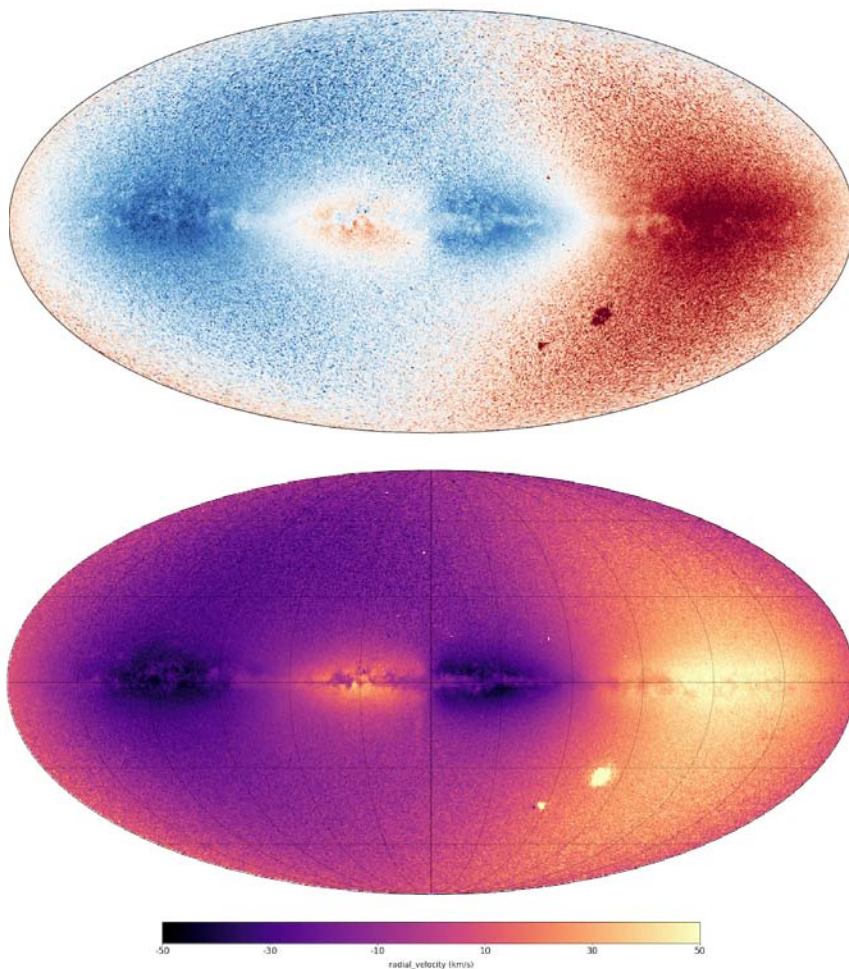


圖3. Gaia DR2（上）及Gaia DR3的視向速度（下）全天分布圖，紅色及亮色顯示遠離太陽移動，藍色及深色顯示朝向太陽移動。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

河系另一側的人馬座矮星系，另外有幾個球狀星團，例如杜鵑座47在小麥哲倫星系左側的黑點，以及半人馬座 ω 在銀河中心上方右側的小亮點。

除了恆星的視向速度，Gaia DR3還提供了恆星自行運動的資料，總共約3,300萬顆恆星有完整的速度資料，恆星的運動數據對於研究銀河系動力學有相當大的助益。圖4紅色表示恆星遠離我們，藍色表示恆星正朝著我們而來，另外白色線條描繪恆星在天空上運動的投影，也稱為自行運動，這些線方向顯示恆星自行運動隨著銀河座標不同而變化，不過這些觀測速度都是相對於太陽而言。如果考慮太陽自身的運動，可以將恆星的視向速度加上自行運動，便可轉換為相對

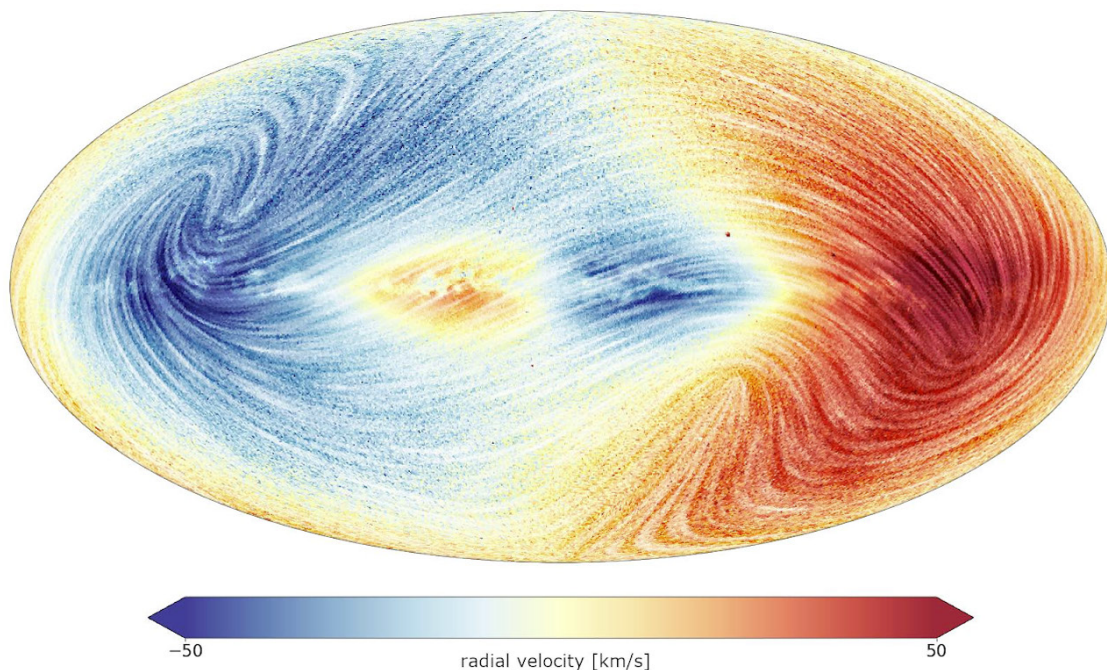


圖4. Gaia DR3視向速度加上自行運動全天分布圖，紅色及亮色顯示遠離太陽移動，藍色及深色顯示朝向太陽移動，白色線條是恆星在天空中移動方向的投影，這些自行運動向量線條產生的左上及右下集中的現象，主要是反應出太陽與周遭恆星的相對運動。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

於銀河中心的運動，如圖5所示，銀河系中的恆星都圍繞它的中心運行，像一個很薄的旋轉圓盤，不過每個地方的旋轉速度不太相同，太陽附近三千秒差距裡的恆星繞行銀河中心速度約每秒220公里，靠近銀河中心的軌道速度則減慢到只剩每秒80多公里。

星星由什麼組成？

研究恆星的組成有助於了解恆星演化以及銀河系歷史。恆星是從氣體和塵埃雲因重力塌縮形成，恆星中心的核融合反應使它們得以發光發熱，然後就像煉金術士一樣製造新的化學元素。接著在它們生命盡頭，這些新元素因為恆星爆炸又回到了氣體和星際塵埃雲中，然後形成了新一代的恆星，而這些新一代的恆星會從上一代恆星遺傳到這些新元素。天文學家將氫和氦（大爆炸後的前三分鐘左右形成）以外的所有化學元素通稱為「金屬」。恆星的平均金屬豐度通常以相對於太陽的數值來表示，太陽金屬豐度定義為零。如果恆星的金屬豐度低，那麼它的化學成分就比較原始；如果恆星富含金屬，那麼它的化學成分通常較新，屬於新一代的恆星。圖6是Gaia DR3測量的全天金屬豐度分布圖，顏色越紅恆星富含越多金屬，該圖顯示銀河盤面的恆星金屬豐度值較高，而銀河系中心及銀暈區域，則存在較多貧金屬恆星，換句話說就是在銀河盤

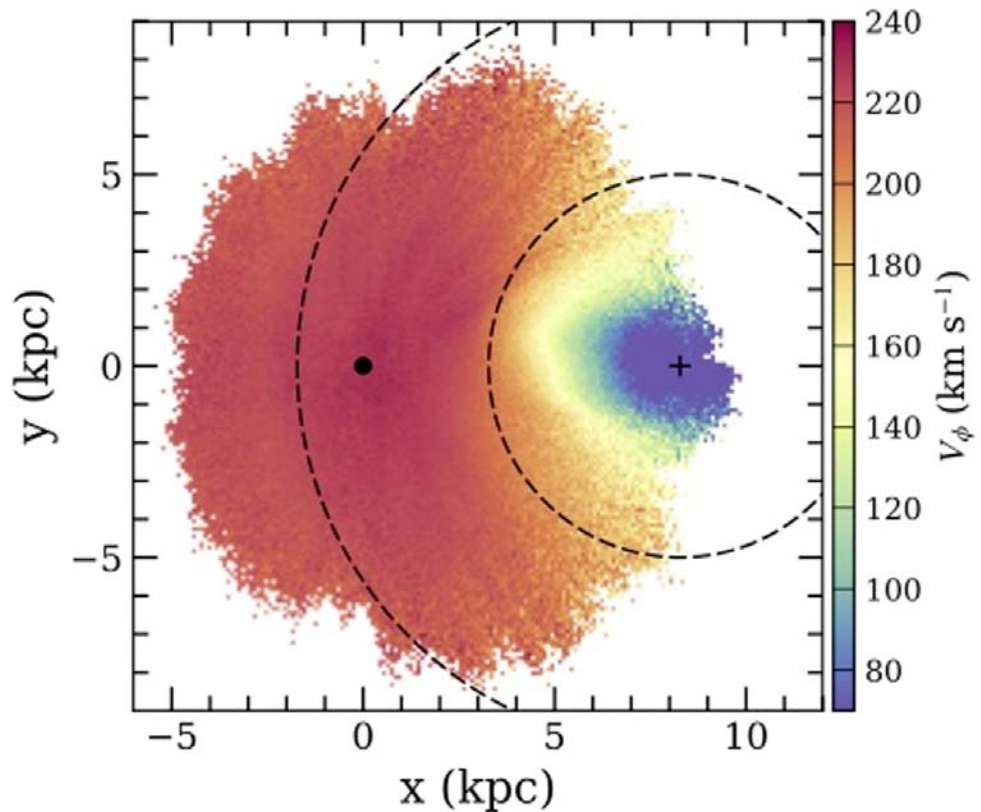


圖5. 恆星相對銀河中心的切線速度分布圖。恆星的切線速度由快到慢，顏色由紅到藍，黑點表示太陽附近繞行銀河中心速度大致相同，越靠近銀河中心速度越低（顏色越藍）。
圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

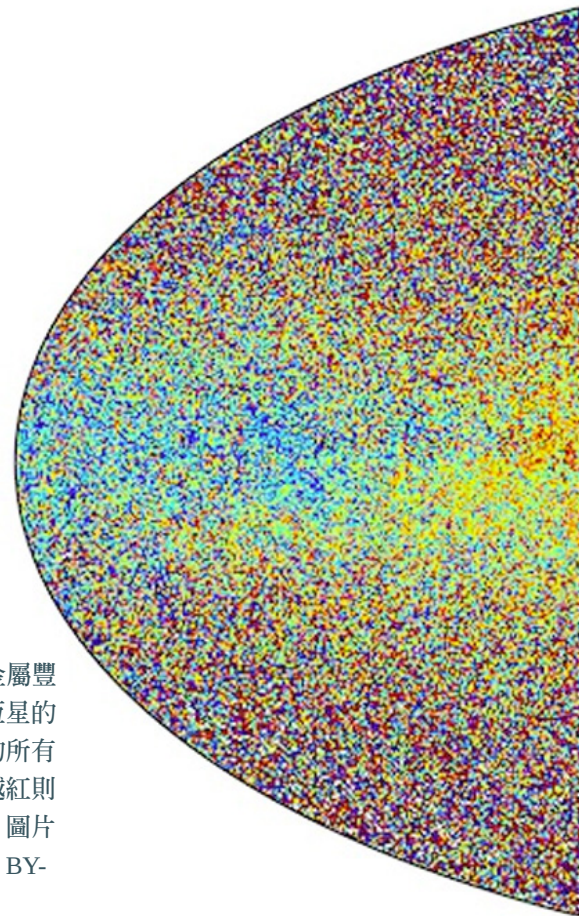


圖6. Gaia DR3測量的全天金屬豐度分布圖，不同顏色表示恆星的金屬豐度（即氫和氦之外的所有化學元素的平均豐度），越紅則金屬豐度越高，反之越藍。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

面組成的恆星相對年輕，而銀暈及銀河中心是由老一代的恆星所組成。

星星之間有什麼？

恆星之間並非完全空無一物而是充滿了塵埃和氣體，一般稱為星際介質。當星光穿過這些物質時，部分波長的光被散射，因此觀測到的恆星亮度通常會比實際上暗，這種效應稱為消光。一般來說恆星的消光效應會隨著觀測波段有所不同；較短波長的光（偏藍色）比較長波長的光（偏紅色）容易受星際介質散射。藉由消光與波長有關的特性，便能

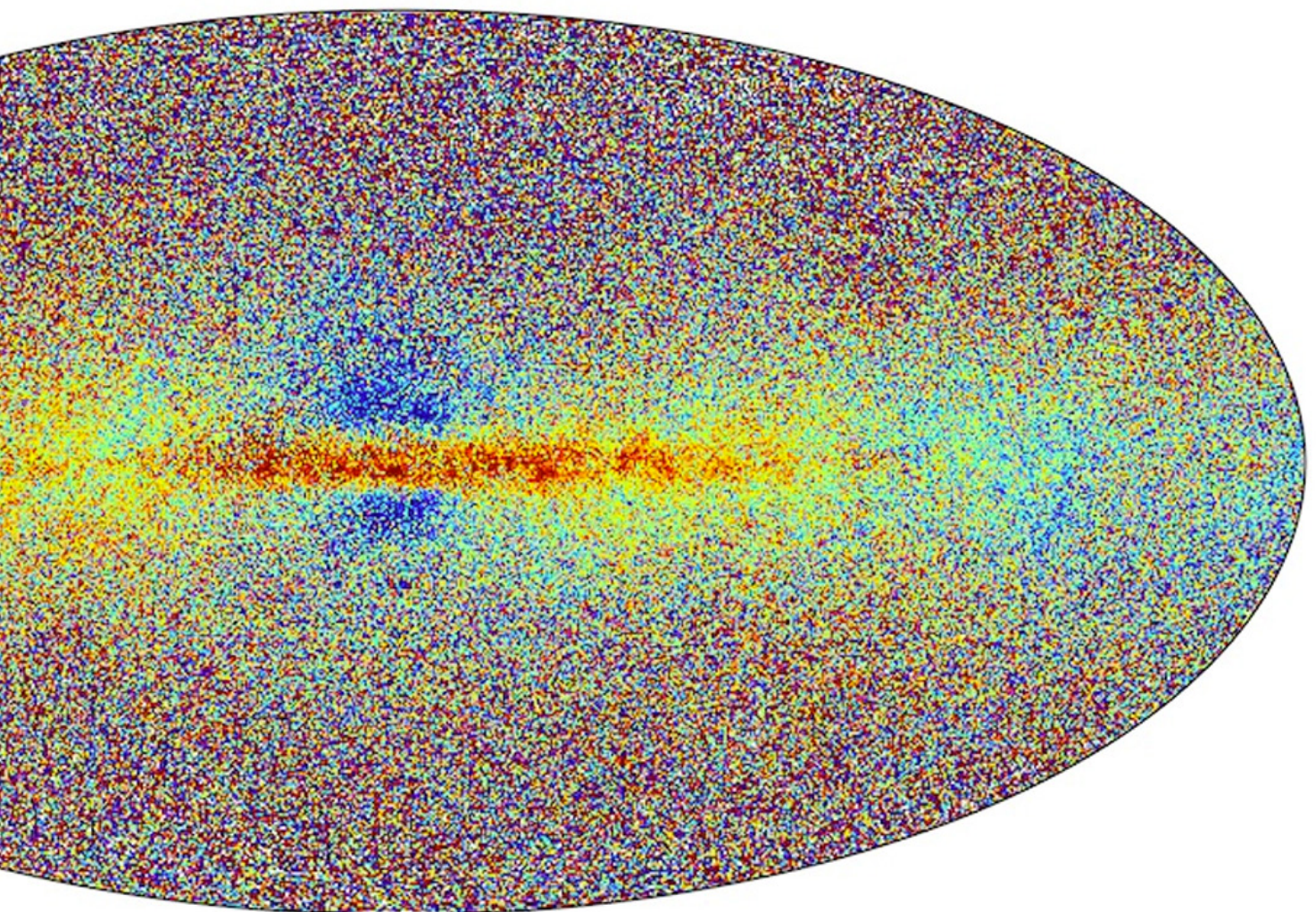
推估每顆星的星光消光值，而消光值與太陽和那顆恆星之間有多少塵埃和氣體恰好有關係。

透過分析Gaia DR3的觀測資料能夠得知恆星與太陽之間的消光值，圖7是分析Gaia DR3的觀測資料得到的全天星光消光分布圖。不過只有消光值是不夠讓我們知道恆星與太陽之間的雲氣、塵埃分布在什麼位置，為了回答這些問題，必須加上Gaia DR3用視差法測量恆星所得到的距離資料，才能解析出太陽與周遭恆星之間星際介質的分布。圖8便是透過分析Gaia DR3的恆星資料重建出恆星消光的三維分布，以進一步了解星際介質在恆星之間的分布狀況。此圖可以發現在太陽

附近也許過去有超新星爆發，這些爆炸事件將氣體和塵埃推開，因此現在含有非常少的氣體和塵埃。

結語

天文學家不僅僅想要了解銀河系的過去，也想要更準確的預測銀河系未來。現在，多虧了蓋亞太空望遠鏡任務對恆星參數有更精準的測量，透過分析最新的Gaia DR3資料，可以持續修正對銀河系結構、形成與演化的認知，甚至也可以從大量跟太陽類似的質量、組成成分相同的恆星，進一步研究太陽過去如何來，未來怎麼去。



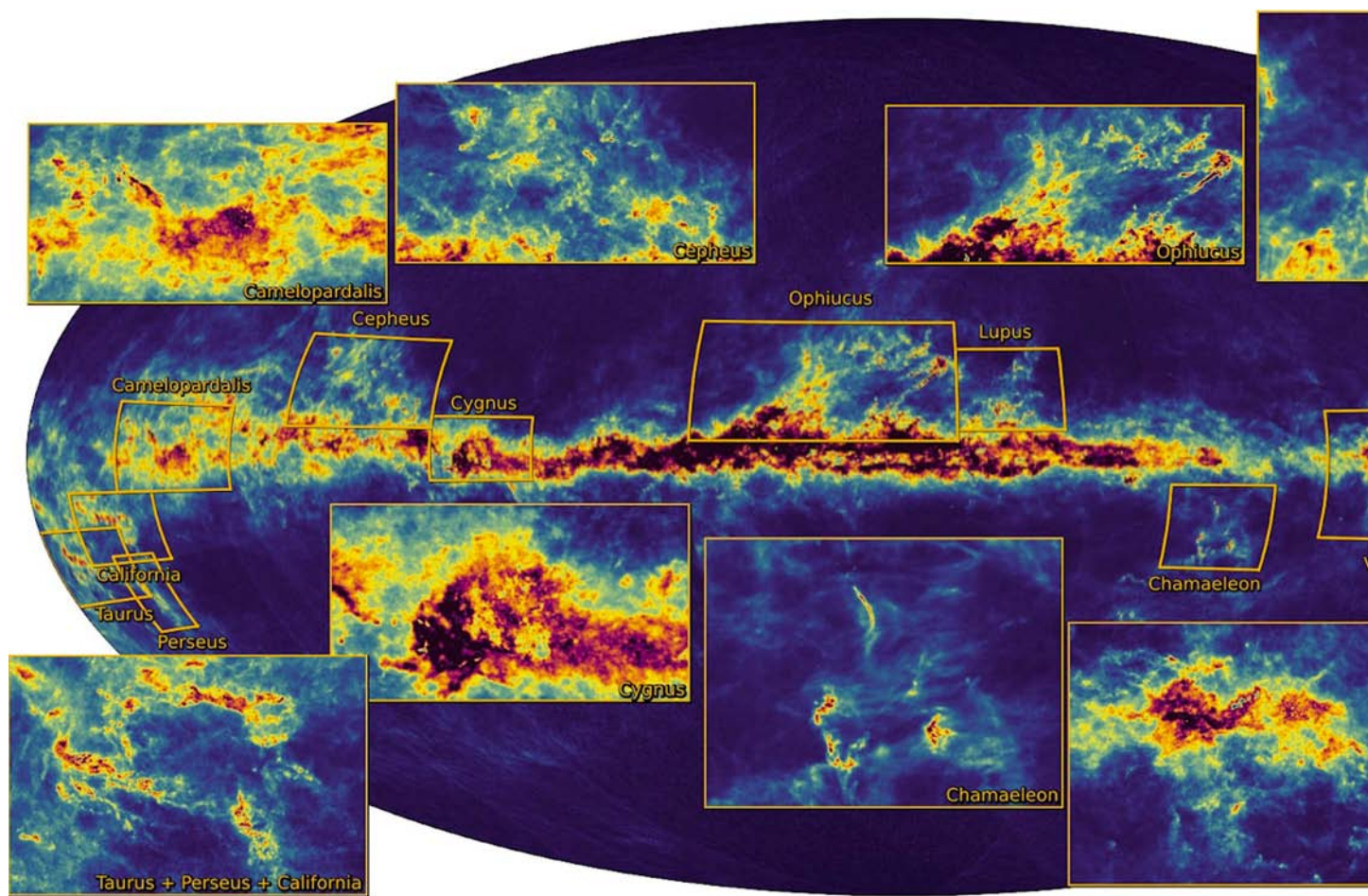


圖7. Gaia DR3的全天星光消光分布圖。從藍到紅表示消光值越來越大，如果是可見光觀測消光值大的區域，觀測到的恆星亮度會比實際上暗的許多。Gaia DR3使用了大約4.7億顆恆星建構出此分布圖，其中有幾個放大區域是已知的恆星形成區。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO

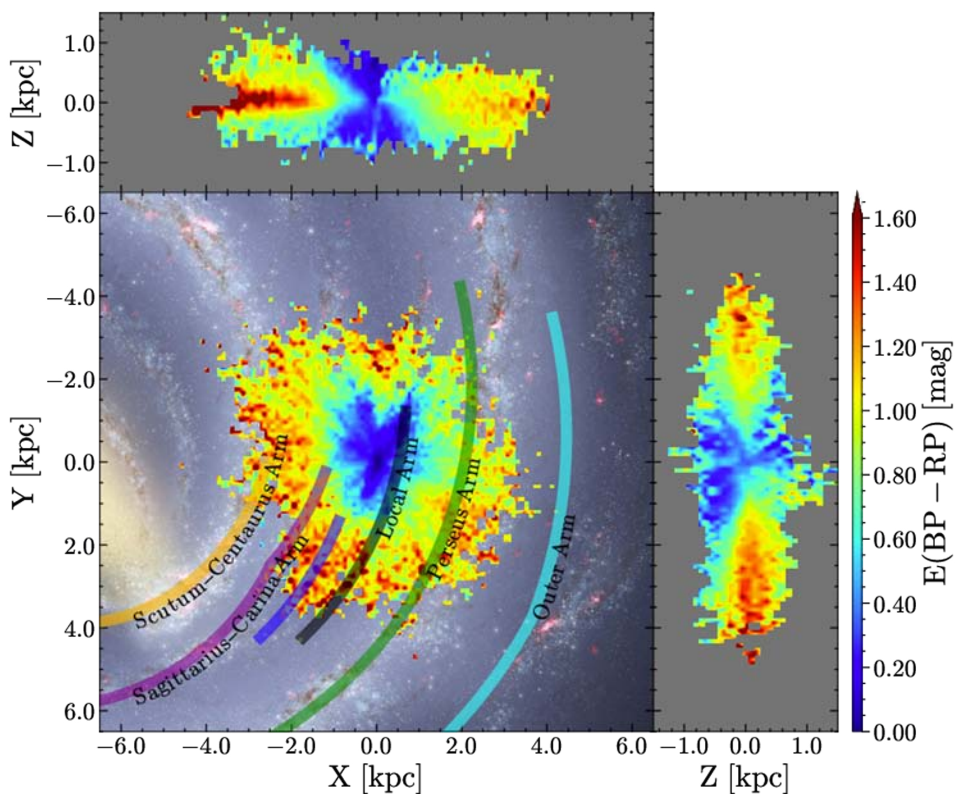
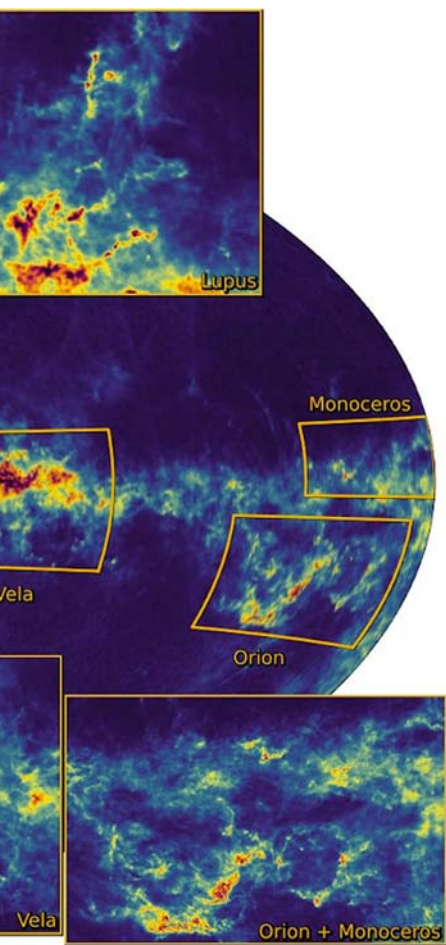


圖8. Gaia DR3的三維消光分布圖。背景銀河系是藝術家想像圖，銀河系旋臂是目前天文學家公認的位置。太陽位於中心，銀河中心位於太陽左側約8kpc的位置。圖片來源：ESA/Gaia/DPAC, CC BY-SA 3.0 IGO



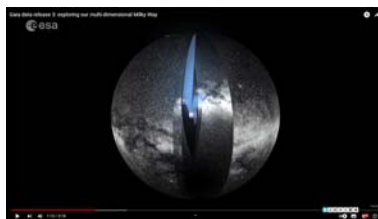
參考資料：

<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/data-release-3>

<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dr3-stories>

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
王品方校稿：美國夏威夷專案文物修復師

YouTube相關影片：



Gaia data release 3: exploring our multi-dimensional Milky Way
<https://www.youtube.com/watch?v=x6MGF0BhckE>



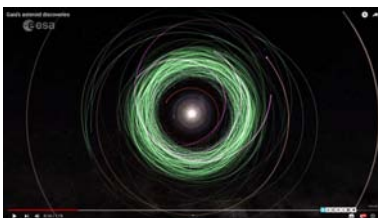
Zoom into the Milky Way
https://www.youtube.com/watch?v=BC9mBhgV_b8



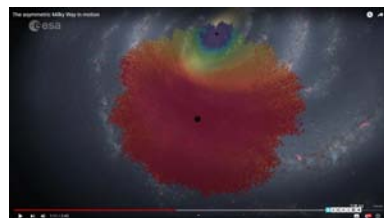
Orbits of the nearby stars around the galaxy
<https://www.youtube.com/watch?v=z6xdKs9KICQ>



Gaia's stellar motion for the next 1.6 million years
<https://www.youtube.com/watch?v=hNGC8qDEntM>



Gaia's asteroid discoveries
<https://www.youtube.com/watch?v=4jIpWheMklU>



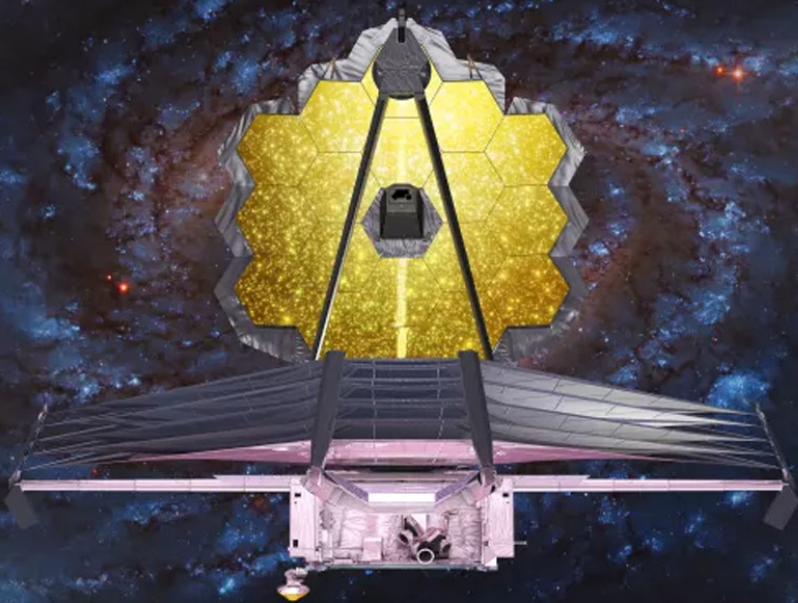
The asymmetric Milky Way in motion
<https://www.youtube.com/watch?v=S9ipbsdwxvA>



The chemistry of our Milky Way
<https://www.youtube.com/watch?v=L7WnIJEJXFo>



Gaia's extinction map □ Gaia Data Release 3)
<https://www.youtube.com/watch?v=aOevXQqLRgE>



韋伯太空望遠鏡

與其第一批科學影像

文/ 徐麗婷

韋伯望遠鏡是目前世界上最強大的太空望遠鏡，一共耗時25年打造，花費超過100億美元。2021年12月25日，眾所矚目的韋伯發射升空，在太空中飛行了29天才到達距離地球約150萬公里的L2軌道上。接下來再經歷五個多月的儀器調校與冷卻，終於在2022年7月12日公布了第一張影像。

為什麼韋伯這麼重要？

人類對於宇宙的探索，隨著科技的進步而逐漸拓展。尤其哈伯太空望遠鏡在1990年升空之後，打開了人類觀看宇宙的視野，人類因此得以看得更廣、更深、更遠。但是在哈伯望遠鏡努力工作三十多年之後（這已經遠遠超出它原本預期的壽命了），它的儀器慢慢的老化、損壞，在2021年下半年，甚至一度當機無法使用。雖然在工程師的努力維修後，哈伯現在還能夠運作與觀測，然而在十年內結束任務卻是哈伯無可避免的命運。

儀器的壽命會終止，但科學的探索是永無止境的。在哈伯之後，誰能夠繼承哈伯的科學目標，讓觀測任務持續下去呢？是的，就是韋伯望遠鏡，我們也因此稱之為哈伯的繼承者。雖然哈伯和韋伯在儀器的設計上，和觀測的波段上都有很大的差異，但是韋伯能夠繼承哈伯的科學目標，利用更加敏銳的觀測能力，延續先前的天文研究，包括探索恆星和行星的誕生之謎、尋找可能有生命的世界、研究星系演化的路徑，並且觀測到宇宙第一道星光（圖1）。

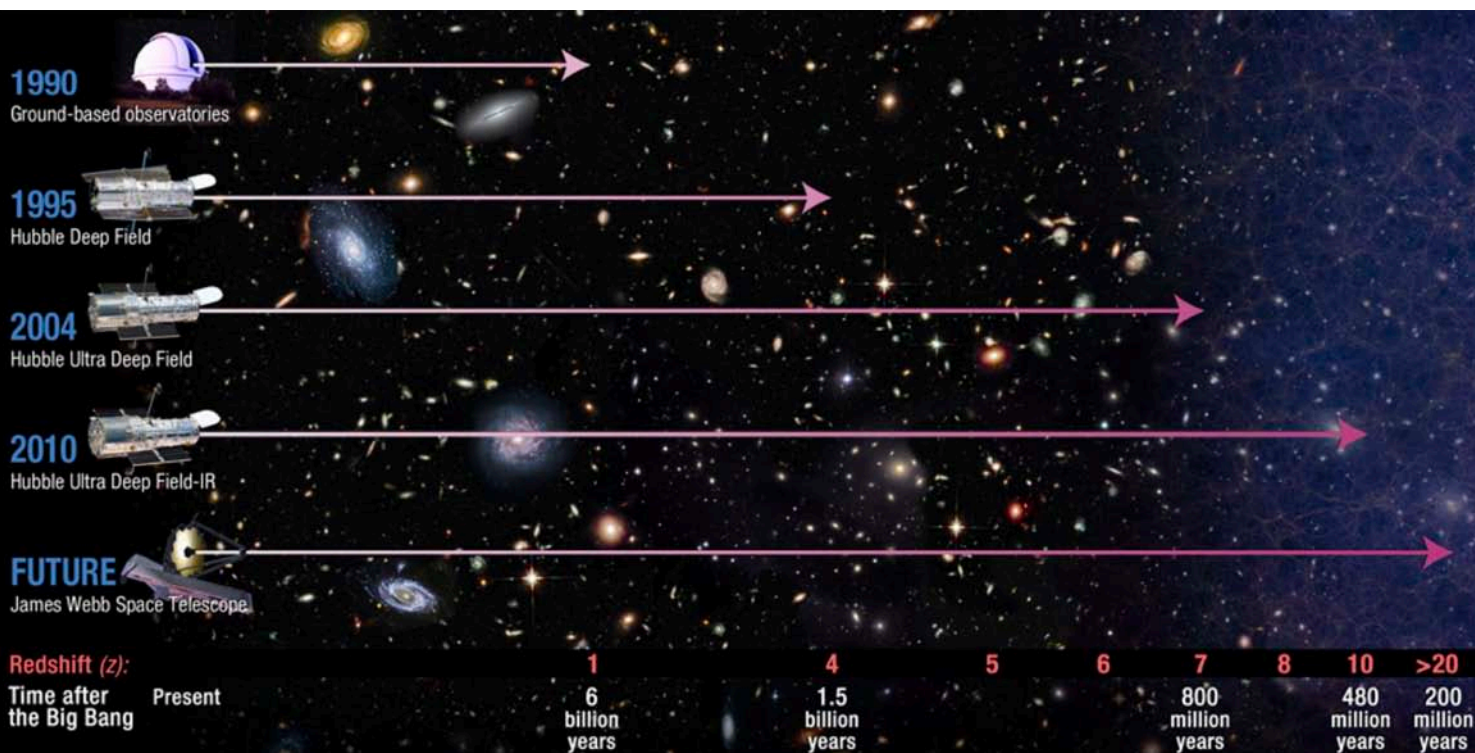


圖1：韋伯望遠鏡（最下方那臺望遠鏡）與不同階段的哈伯望遠鏡（由上而下第二至第四臺望遠鏡）和地面望遠鏡（最上方那臺望遠鏡）的比較。韋伯望遠鏡可以看到最久遠以前的宇宙。

史上最複雜的太空望遠鏡

韋伯望遠鏡的鏡面口徑有6.5公尺，接近兩層樓高，這個尺寸超越了過去所有的太空望遠鏡。為了能夠完成這個巨大的望遠鏡，並且把它安全地送上太空，工程師必須克服很多前所未見的挑戰。首先，這個大型鏡面由18個六角形小鏡面所組成。這種鏡面制作的技術也有用在地面望遠鏡上，例如夏威夷毛那基山上的10公尺凱克望遠鏡。然而，要把這樣巨大的望遠鏡送上太空又是另一個難題。

負責發射韋伯望遠鏡的亞利安5號火箭，其直徑只有5.4公尺，要把韋伯放進火箭的貨倉裡是很大的挑戰。展開後的韋伯鏡體、儀器加上遮光罩，大概有一個網球場這麼大，為了要順利放進亞利安5號火箭裡面，韋伯必須設計成可以折疊的望遠鏡。在火箭發射時，韋伯要像摺紙一樣，把所有儀器包括主鏡、次鏡、鏡架、遮光罩全都折疊起來，才能放進火箭內部直徑4.6公尺，長16公尺的貨倉中（圖2）。

發射升空之後，迎來的是另一項艱鉅的挑戰，韋伯必須要在飛往目的地的途中，完成望遠鏡的展開與部署。韋伯部署的地點位於拉格朗日點L2，這裡是地球、月球和太陽的重

圖2：韋伯望遠鏡折疊後放進亞利安5號火箭。



力達到平衡的地方，距離地球150萬公里。從地球出發，大約要花一個月的時間才能到達L2。在整個太空飛行的旅程中，望遠鏡會逐步展開，超過170個機關不能有任何一個失誤（望遠鏡展開的過程請見圖3）。望遠鏡順利展開之後，還要再經歷五個月的鏡面調校和儀器冷卻，才能開始觀測。

韋伯的科學目標與科學儀器

韋伯望遠鏡的設計以紅外線（ $0.6\text{--}28.3\ \mu\text{m}$ ）為主要觀測波段。紅外線觀測之所以非常重要，有下列幾個原因：

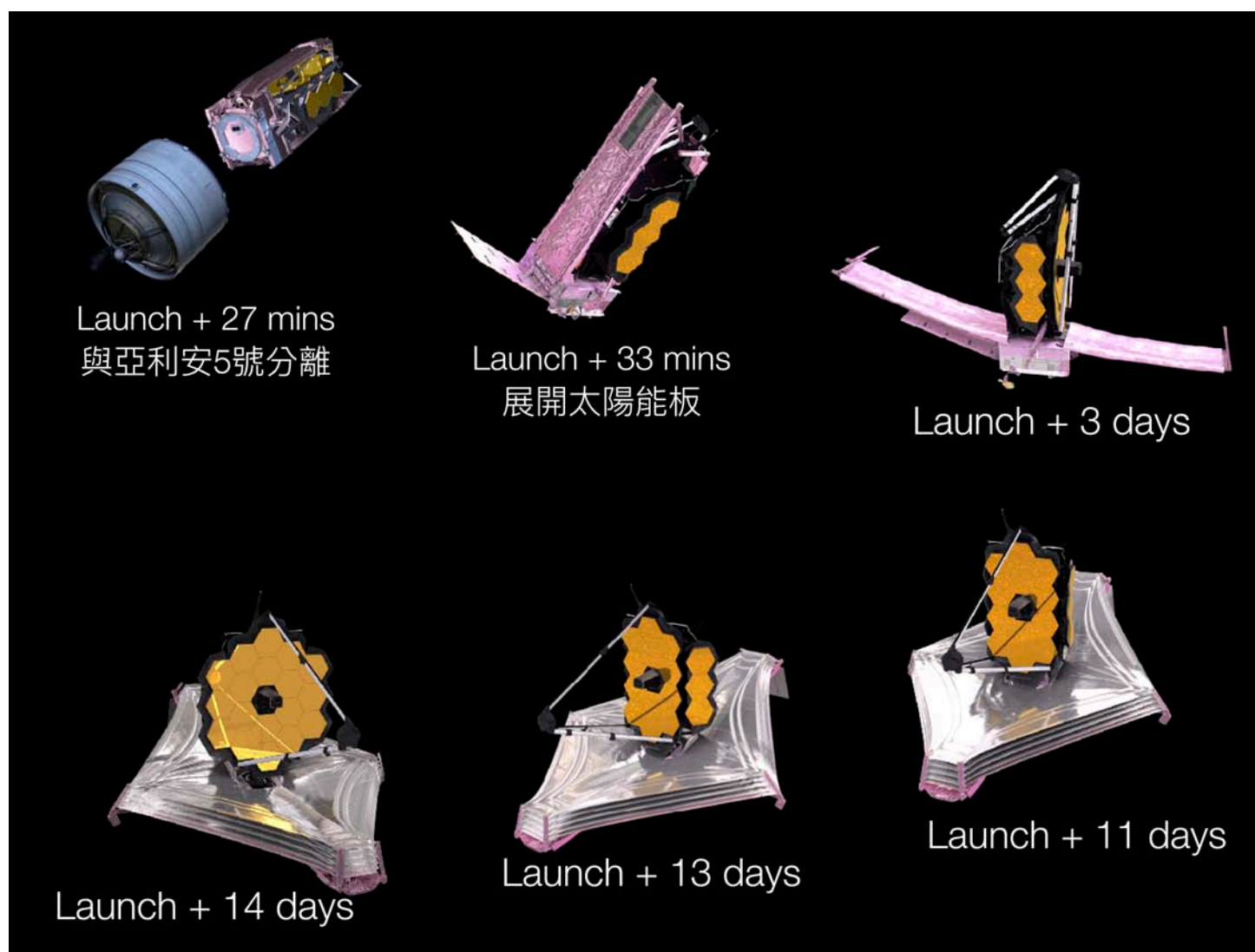
1. 紅外線可以讓我們偵測到宇宙第一道光，並研究早期星系演化的軌跡。因為宇宙正在加速膨脹，幾乎所有的天體都在遠離我們，所以早期宇宙所發出來的光，其波長會因為都卜勒效應而被拉長

（或是位移）到更長、更紅的波段。原本遙遠的恆星所發出的可見光，在到達地球時就變成只能在紅外線波段被偵測到。

2. 紅外線可以穿透密集的分雲。這些分子雲裡充滿了塵埃和氣體，是孕育恆星的搖籃。藉由紅外線的觀測，我們可以看到可見光所看不見的區域，進而研究恆星與行星生成的演化細節。

3. 紅外線可以偵測到更暗更冷的天體，像是系外行星或是棕矮星，為我們打開原本看不見的寒冷黑暗的宇宙。

為了要使韋伯的高靈敏度紅外線儀器發揮最佳的功用，除了要避免來自太陽、月球和地球的紅外線干擾，還要隔絕望遠鏡本身設備所發出的紅外線。韋伯遮光罩的設計，就是其中一個能讓所有儀器保持低溫的科技。遮光罩一共由五層的隔熱薄膜



所組成（每一層厚度不到一毫米），能夠為望遠鏡提供一個陰暗寒冷的環境。除此之外，在「拉格朗日點 L2」這個特殊的位置運行，使得韋伯、地球和太陽三者的相對位置保持不變，因此遮光罩可以在固定的方向持續地擋住來自太陽、地球和月球的紅外線。

望遠鏡本身的設計、遮光罩，再加上拉格朗日點L2的運行軌道，讓望遠鏡不需要冷卻劑就能被動地冷卻到極低的工作溫度： -234°C 。這樣的溫度適合韋伯上的近紅外線儀器操作，包含近紅外線相機（NIRCam）、近紅外線光譜儀（NIRSpec）和精細導星感測器/近紅外線相機和無縫光譜儀（FGS/NIRISS）。而韋伯上的中紅外線儀器（MIRI），則需要在 -266°C 的環境下工作，因此必須要使用液態氦（存量約可用10年）來作主動冷卻，才能得到最佳品質的中紅外線影像。



圖3：韋伯望遠鏡在太空中展開的過程。

韋伯的第一組影像

韋伯在五個多月的調焦與冷卻之後，終於在7月12日公布了第一組影像。這些影像顯示出韋伯強大的觀測能力，讓我們看到了前所未見的天體細節，也為科學研究提供有力的數據。下面我們從NASA所公布的影像中選擇三張作簡單的介紹：

（註：接下來看到的韋伯影像的顏色都是假色，實際上拍攝到的都是我們人眼看不到的紅外線）

韋伯深空影像

Webb's First Deep Field

韋伯公布的第一張影像是星系團SMACS 0723（圖4）。這張韋伯深空影像除了有星系團本身所包含的數千個星系之外，還有前景、背景星系，和經由重力透鏡效應所放大的遙遠星系。在這個星系團中，藍色天體的光大多來自於星光，是屬於灰塵含量很少的星系；紅色天體是灰塵含量很厚重的星系；而綠色天體則是充滿了碳氫化合物的星系。研究人員可以藉由這些數據來研究星系是如何誕生、演化和如何與其他星系合併。

另外，我們還可以在圖中看到一些弧線和變形的星系，這些光都是來自於比SMACS 0723這個星系團還要遠的多的背景星系。星系團本身距離地球46億光年，但是那些變形的星系卻可能來自於100多億年前的光。這是因為星系團強大的質量所造成的重力透鏡效應，使得更遙遠的星系被放大投影到前方。我們把韋伯影像與哈伯過去所拍攝的影像相互比較（圖5），可以看到韋伯影像擁有更加清晰的弧線與變形的星系。

韋伯利用近紅外線光譜儀（NIRSpec）同時觀察了48個單獨的星系，其中包括很多古老遙遠的星系（見圖6，有4個來自100多億年前的星系光譜）。科學家藉由光譜中譜線的紅移，可以量測出這些古老星系的距離。在圖6中央最下方的星系，是來自於131億年前發出的光（宇宙年齡大約137.7億年）。

韋伯拍攝這張照片只曝光了12.5個小時，就達到哈伯望遠鏡曝光數個星期所達到的深度。而這還只是初步的觀測，未來的拍攝會進行更長時間的曝

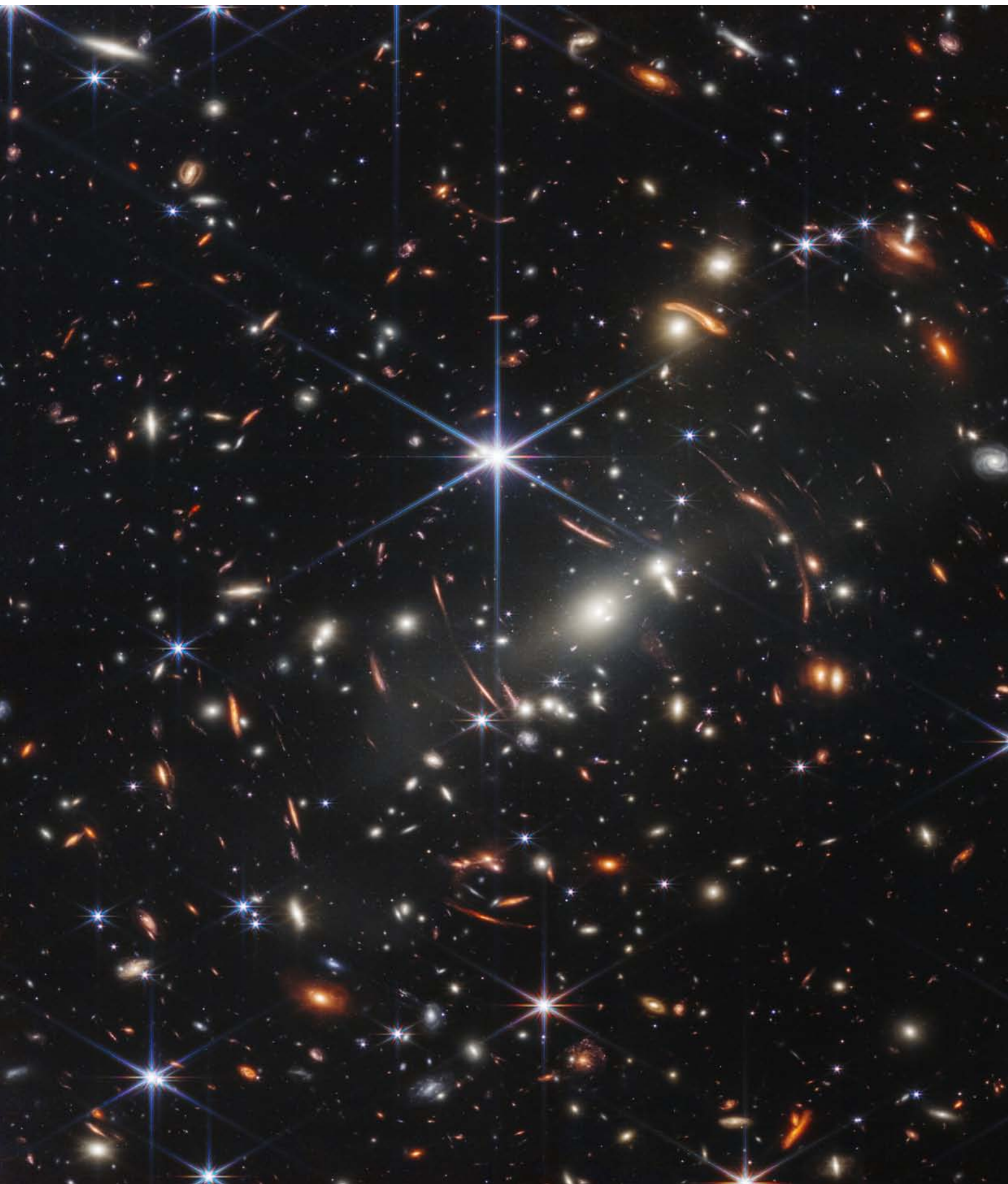


圖4：星系團 SMACS 0723。

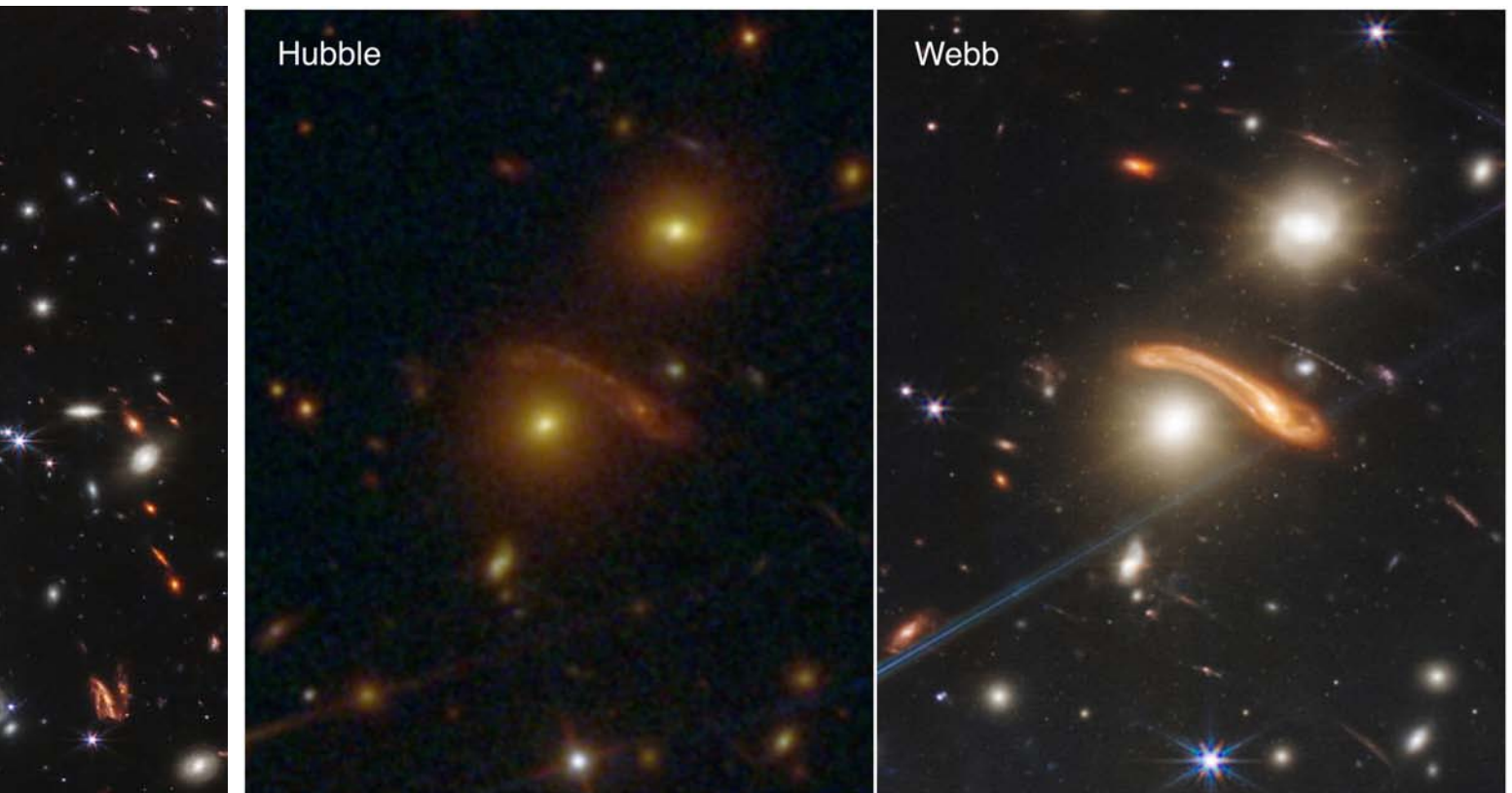


圖5：局部的韋伯深空影像（右圖）與哈伯影像（左圖）的比較。

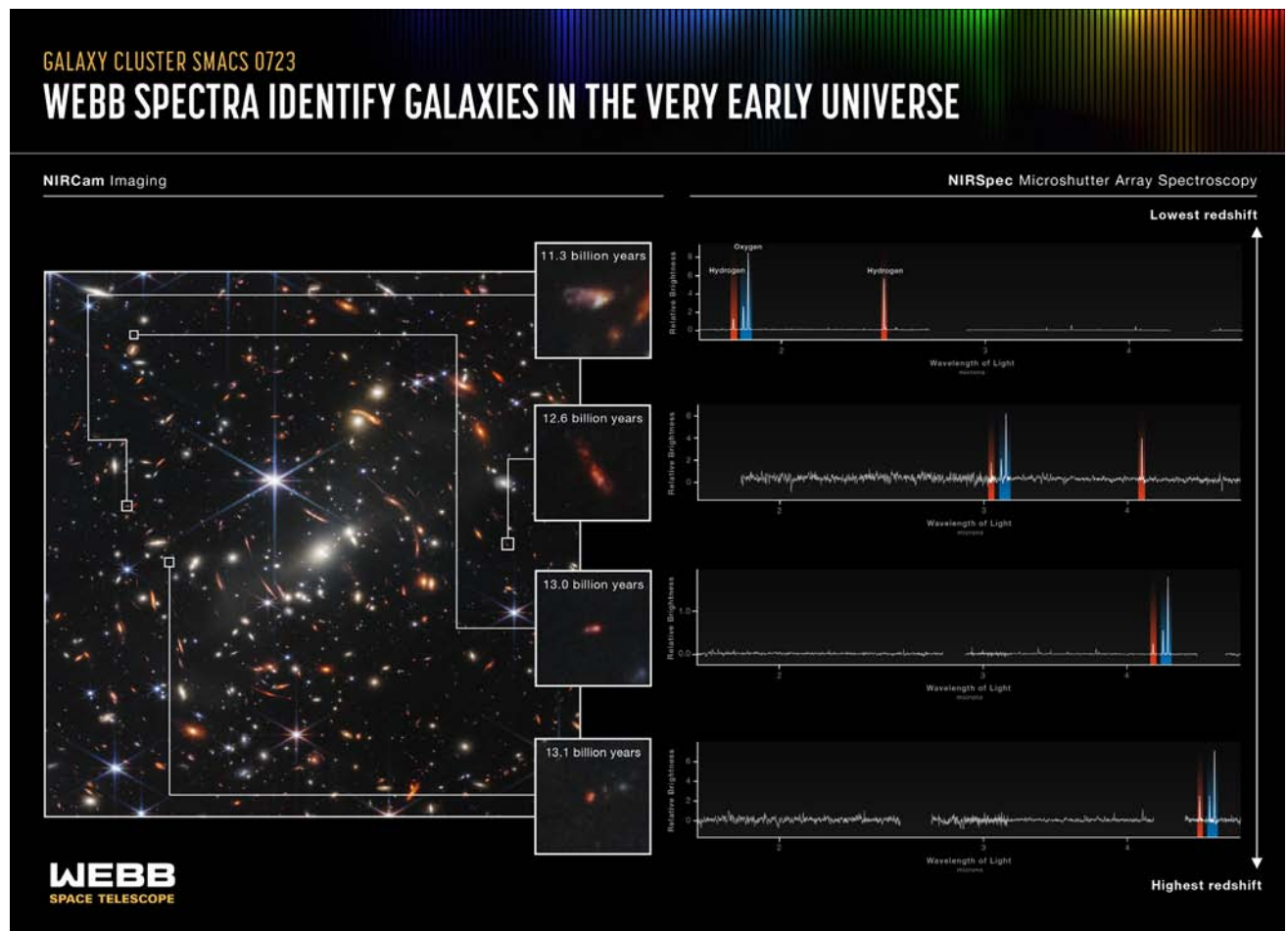


圖6：在星系團SMACS 0723中的4個遙遠星系及其光譜。從右邊光譜的譜線紅移，可以推算出這4個星系與我們的距離。中央由上而下的4個星系，分別來自於113億年前、126億年前、130億年前，和131億年前發出來的光。



圖7：位於船底座星雲NGC 3324的影像。

光，預計將會顯示出更多的細節。

船底座星雲 Carina Nebula

圖7是NGC 3324的影像，位於船底座星雲的邊緣，距離地球約7,600光年。NGC 3324是一片巨大的恆星生成區，裡面充滿了灰塵、氣體和很多年輕的恆星。這些恆星因為被深厚的分子雲氣遮住，所以在可見光波段下無法被看見。但是因為紅外線可以穿透灰塵，所以藉由韋伯的紅外線儀器，可以拍攝到我們在圖7中所見到的點點星光。

在圖中星雲的邊緣有許多突起的結構，這些結構就像是一個一個巨大的泡泡，泡泡中央是年輕熾熱的大質量恆星，它們會發出強烈的紫外線和恆星風，把周圍的雲氣慢慢地往外堆，進而形成我們在圖中所看見的突起。

在這一大大片恆星誕生的搖籃中，我們還可以看到原始恆星產生的噴流（protostellar jets），這些出現在恆星演化早期的現象通常都是稍縱即逝，很難被望遠鏡觀測到。但受惠於韋伯紅外線儀器的高解析度和高分辨率，天文學家現在可以利用這些數

據來研究恆星誕生之謎。

系外行星 WASP-96 b

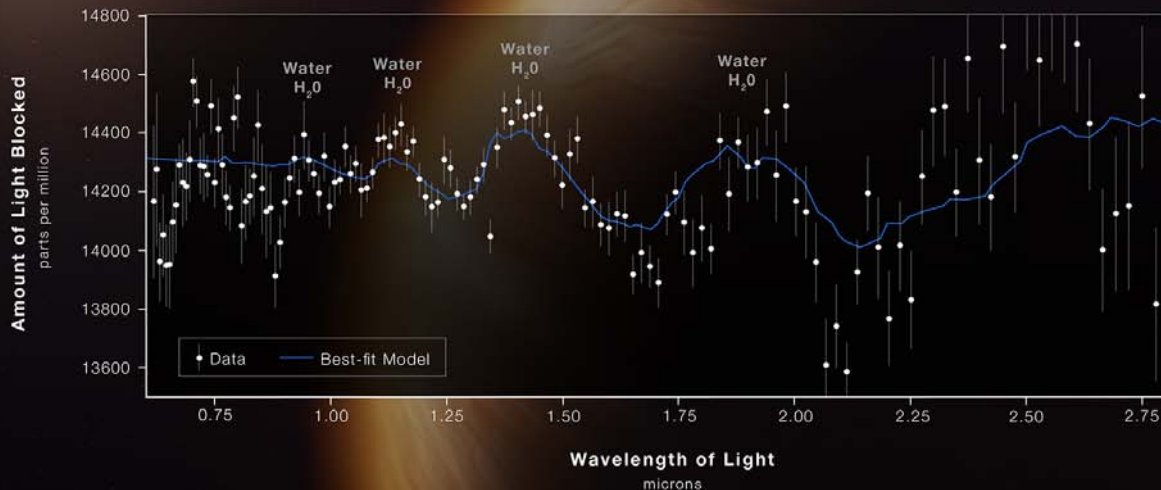
韋伯望遠鏡其中一個科學目標是尋找系外行星，和分析行星上可能組成生命的化學成分。圖8中顯示，韋伯在系外行星WASP-96 b的大氣中偵測到了水的存在。

WASP-96 b是一顆距離地球1,150光年的系外行星，它圍繞著一顆類似太陽的恆星運行。WASP-96 b是銀河系中已知5,000多顆系外行星中的一顆。它的質量不到木星的一半，直徑卻是木星的1.2倍，密度比任何繞太陽運行的行星都要低得多。而且，WASP-96 b的軌道非常靠近它的中央恆星，距離只有水星到太陽的九分之一，繞行恆星一周只要3.5個地球日。對於觀測系外行星的大氣組成來說，上面那些特徵讓WASP-96 b成為非常理想的觀測目標。

韋伯利用近紅外線相機和無縫光譜儀（Near Infrared Imager and Slitless Spectrograph, NIRISS）來偵測水分子。從圖8中可以看到在某些特定波段的光度會因為水分子的存在而降低。這項觀測結果

HOT GAS GIANT EXOPLANET WASP-96 b ATMOSPHERE COMPOSITION

NIRISS | Single-Object Slitless Spectroscopy



WEBB
SPACE TELESCOPE

圖8：韋伯在系外行星WASP-96b的大氣中偵測到了水的存在。

所有圖片來源：NASA, ESA, CSA, and STScI

提供了前所未見的精細數據，讓科學家能夠藉此分析系外行星大氣的組成，並研究可能發展出生命的環境。

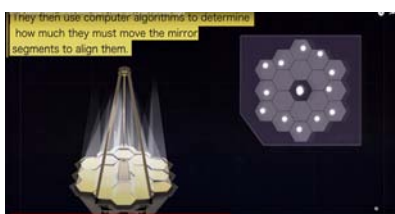
上面三張由韋伯所拍攝到的影像中，分別展現了韋伯對於觀測早期宇宙和星系演化（圖4）、恆星生成（圖7）與系外行星（圖8）的強大能力。未來將會有更多的觀測計畫加入韋伯的任務當中，為我們人類開啓觀看宇宙的全新視野。

參考資料：

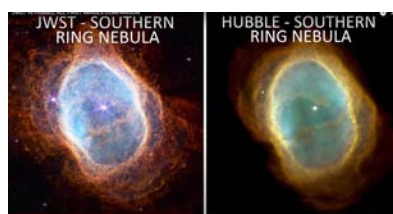
1. First Images from the James Webb Space Telescope
<https://www.nasa.gov/webbfirstimages>
2. Webb Space Telescope: Science Guide
https://www.nasa.gov/pdf/715962main_jwst_science_pub-v1-2.pdf

徐麗婷：政大應用物理所兼任助理教授

YouTube相關影片：



James Webb Space Telescope
Laser-Focused Sight
https://youtu.be/_2zQiWeXTg4



韋伯 vs 哈伯的影像比較
<https://youtu.be/Zne0wRvABZM>



探索太空的眼睛-太空望遠鏡
<https://www.youtube.com/watch?v=qsKiSVs4O74>

在今年三月中，韋伯望遠鏡為了校正它的主鏡片，拍攝了一顆恆星HD 84406，校正完後可以看到在正中間的恆星有6根長且亮的線，而且在水平方向還有2根比較暗的線，事實上不管是哪一種望遠鏡，只要它受限於鏡片形狀（非圓形）或是有了次鏡支架，那它拍攝時就不免會出現一個東西——星芒。

星芒

星星旁的光

圖1. 恆星HD 84406。圖片來源：JWST

文/ 許晉翊

在幼稚園或小學時期，我們所畫出來的星星，不論是五芒星或是六芒星，甚至是飛鏢星，總而言之絕對都不會是點狀的，長大了之後我們瞭解了恆星距離我們都相當遙遠，因此恆星必定是點狀的，但是為什麼哈伯望遠鏡照片裡卻會出現十字星芒的形狀呢（圖2）？

這得要從物理定律中光的繞射現象談起，幾百年以前科學家認為，光是由微粒組成的，在十七世紀開始，科學家發現光也有許多波的特性，其中波的繞射特性，來源於一項狹縫實驗。當光波通過一個夠窄的狹縫時，它會改變原來的傳播方向，使光波發生彎曲和擴散，形成了一種新的傳播方式，即為光的繞射（圖3）。

對於製造精密的望遠鏡來說，這種光的繞射會發生在很多地方，主要的繞射產生於主鏡面，根據鏡面的形狀會有不同的繞射現象，而韋伯望遠鏡的主鏡面是由18個鏡片組合而成，這些鏡片之間的小縫隙也會產生繞射現象；其次會產生繞射的地方是次鏡支架，因支架必定會架設在主鏡的正前方，也就是光照射到主鏡前的必經之處，所以這些光線就會「繞」過支架形成繞射現象。

光的繞射除了前述現象會產生以外，也與相機的光圈有關，從原理來說，光圈是用來控制鏡頭孔徑大小，以調整環境光源的方法，鏡頭孔徑常見的就是圓形，在光線穿過它時也會產生繞射現象，從而出現一種特殊的圖案，正中間是一個較亮的圓



圖2. 創生之柱，圖中可見十字星芒。

圖片來源：HST

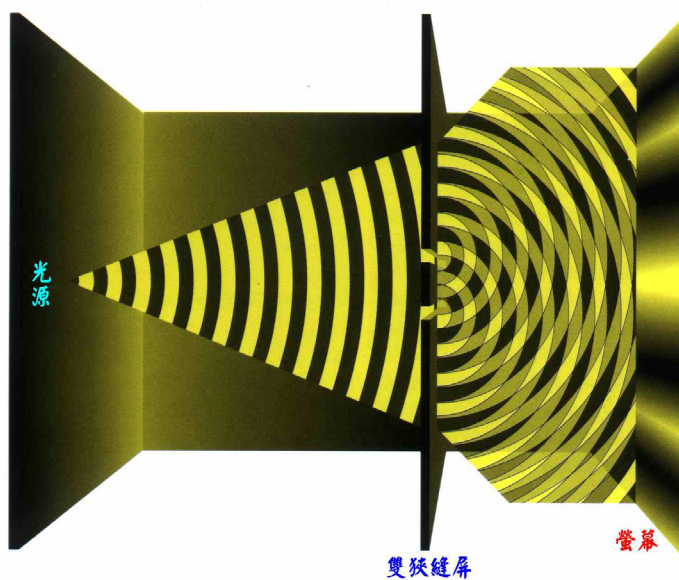
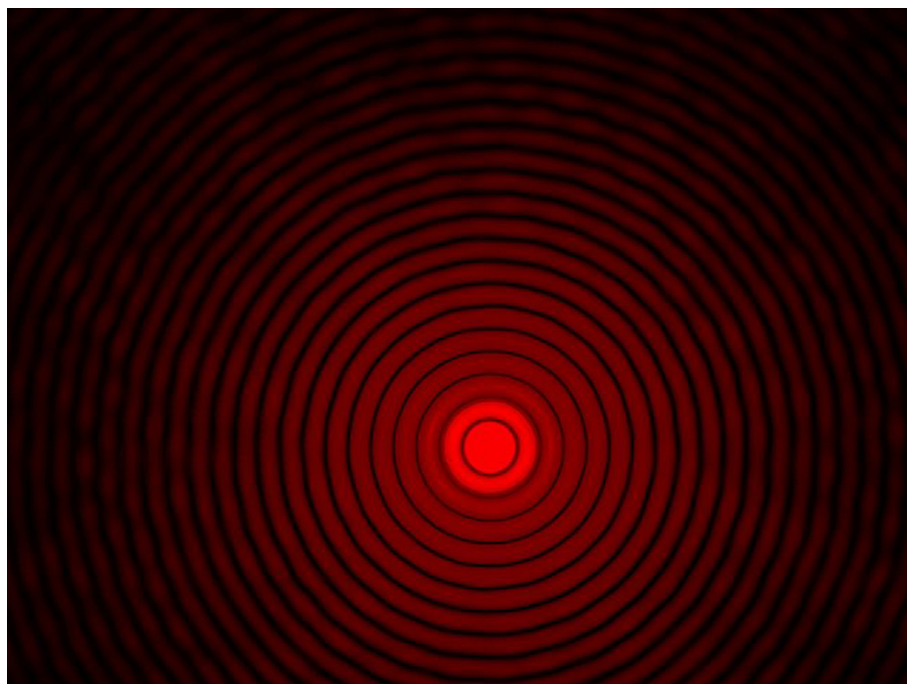


圖3. 光的繞射現象。

圖片來源：AEEA天文教育資訊網，陳輝樺

圖4. 真實的艾里斑。
圖片來源：Bautsch



點，在它的周圍環繞著明暗相間的同心圓條紋，這種圖案又被稱作艾里斑圖案（Airy disk pattern）（圖4），假如孔徑形狀不同，繞射之後的圖案也會發生變化。

綜上所述，科學家早就已經知道韋伯望遠鏡會產生的繞射圖案應該會是如何了，經過數學分析方法，在2007年美國航太總署根據韋伯的設計方案，出具了一項分析報告，在第23頁中的附圖

（圖5），明顯揭示了各種情境下的繞射圖案，第一種也就是圖（a）的繞射圖案就如同先前所述的 Airy disk pattern，而圖（b）是假設主鏡形狀為六角形，此時的繞射圖案會是6根長線，而圖（c）的主鏡形狀與韋伯的外形是相同的，差別在於它是整面鏡子，中間沒有縫隙，此時的繞射圖案看起來仍是六個方向但較散的雪花圖案，圖（d）加上了縫隙後，又較偏向於圖（b）的繞射圖案，最後是圖（e），將支架也列入，就是目前韋伯鏡前的

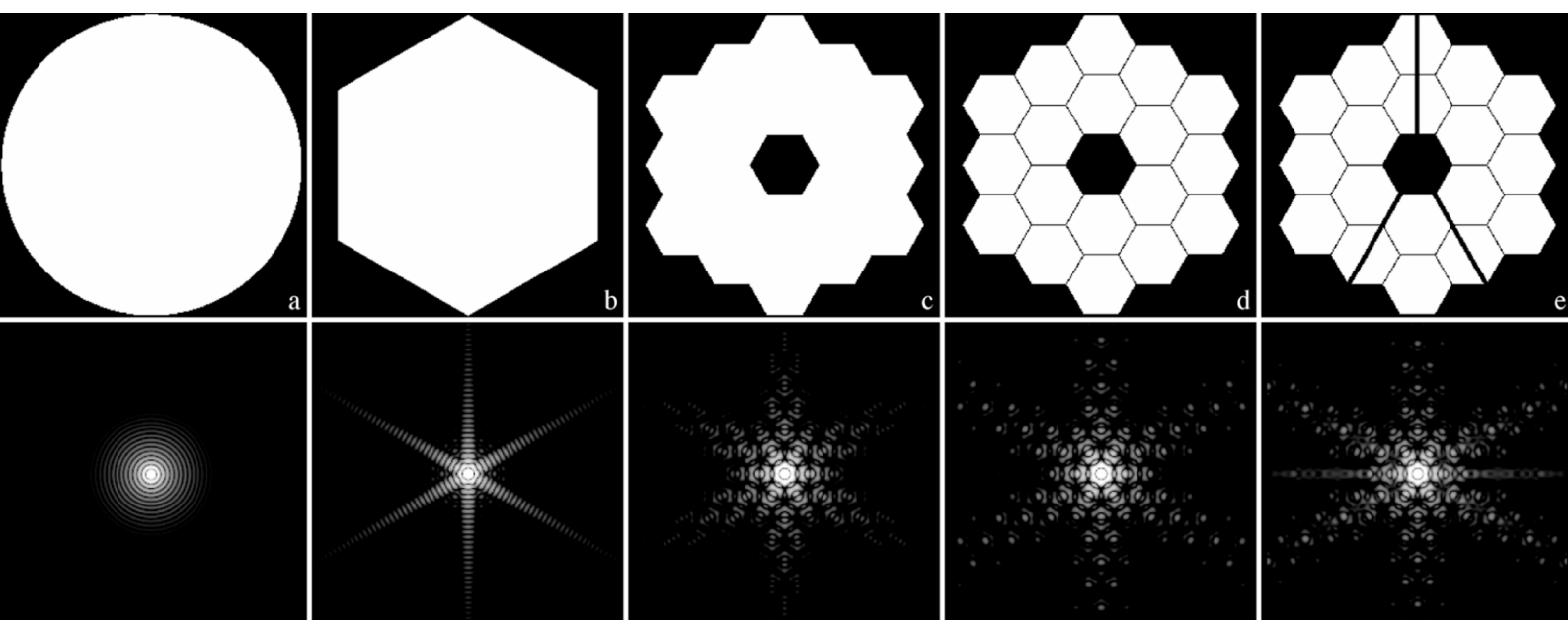


圖5. 鏡片及支架所產生的不同繞射圖案。圖片來源：JWST-STScI-001157, SM-12, 2007/06/08

形狀，與圖（d）的繞射圖案對比，在於多了水平方向的線，事實上圖（e）最後的支架所產生的繞射圖案不僅僅是那條水平線，而是6個方向的線，只是其它4條線與六角形鏡所產生的繞射圖案重疊了，因此從模擬圖中看不出來，事實上也正因為結果為重疊，避免產生了更多星芒，才使得韋伯的次鏡架這樣設計，而並非120度的等距設計。

在同一份報告的第25頁，也顯示了哈伯望遠鏡的狀況（圖6），從哈伯的正面看鏡子內部如圖所示，其中三個小的黑色圓點是用於固定主鏡，而黑色的四條線及中間的圓分別為支架及次鏡，故而產

生了如右圖的十字繞射圖案。瞭解這些原理，如果我們再來看所有望遠鏡的照片，你就會發現這種有星芒的照片到處都是，那麼既然我們知道原因，科學家為何不將其去除呢？因為這種現象只要不是太誇張，對於研究的影響並不大，即使受到了影響，轉個方向重新再拍一張，星芒的方向也會跟著改變，就沒有必要針對每個恆星去處理，這種現象也如同著簽名一樣的功能，只要看見相對應的繞射圖案，便可以反推這是由哪一臺望遠鏡拍攝得到的。

許晉翊：臺北市立天文科學教育館

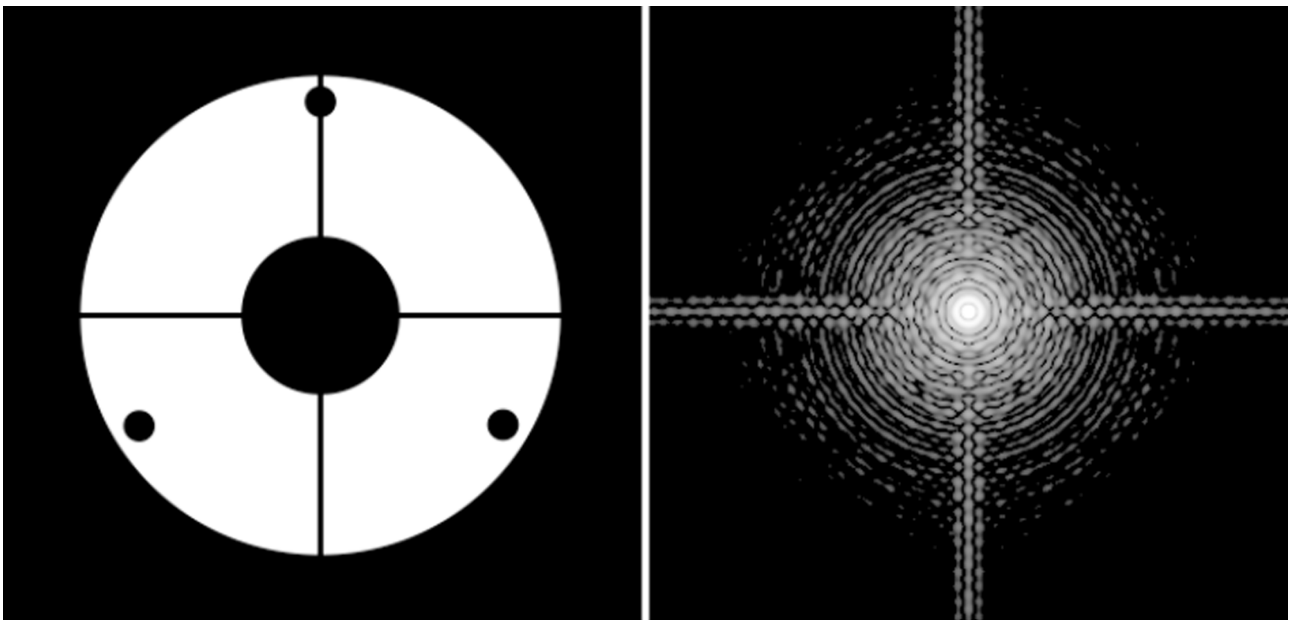


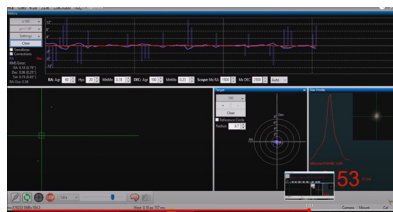
圖6. 哈伯望遠鏡的繞射圖案。圖片來源：JWST-STScI-001157, SM-12, 2007/06/08

YouTube相關影片：



Where do James Webb's unique "spikes" come from?

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



How To Create Star Diffraction Spikes

https://www.youtube.com/watch?v=m_MMXoP8yWY



星芒的原理

<https://www.youtube.com/watch?v=xB9aMiI9cag>

在接近真空的太空裡，也有天氣現象嗎？有的喔！而且氣象局網站上還有太空天氣的每日預報。太空天氣看似離日常生活很遙遠，然而在科技時代，不管是即時的天氣預報或Google Map導航等，都需要衛星的協助。而生活在太空中的衛星就和太空人一樣會受太空天氣影響。今年2月SpaceX發射的星鏈衛星，就因太空天氣變化使空氣阻力增加，雖調整衛星飛行姿態以降低阻力，仍不幸墜毀，推估造成數千萬美元的損失。太空天氣的影響也能透過地球的電離層和磁場觸及地表，例如在1989年加拿大魁北克省曾因太陽風暴造成大停電，數百萬人在寒冷的冬天陷入一片黑暗；在大型賽鴿比賽前，美國的太空天氣預報中心會接到許多諮詢電話，擔心愛鴿因太空天氣變化而迷路。

走進展場一樓的太空探險區，偶爾發出亮光的閃光箱，與太陽風螢幕裡活躍的太陽表面，這兩個展項介紹了影響太空天氣的兩位主角——太陽風和宇宙射線（圖1）。本篇先介紹太陽風如何影響太空天氣。

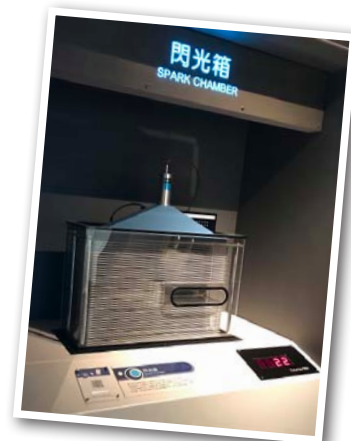


圖1. 影響太空天氣的兩位主角。

太空也要報天氣（上）

文/ 陳姝蓉



太陽風

太陽風的展項中是太陽動力學天文臺（Solar Dynamics Observatory, SDO）在太空中透過濾鏡拍攝的太陽影像（圖2、圖3）。太陽大氣分為3層，由內而外依序是光球、色球和日冕。平時見到的是光球，而色球和日冕相對光球黯淡，只在光球被遮擋（日全食或利用日冕儀）時才能看見。右圖中紅色為色球（約5萬度）、黃銅色是日冕較熱的區域（約1百萬度）、而藍綠色是閃焰區域（約1千8百萬度）；炙熱的氣體（電漿）會帶著磁場移動，除了勾勒出磁場的樣貌外，也形塑其形態（延伸、扭曲和重聯）等。

太陽不斷放送各種光和物質，影響著太空天氣。其源源不絕的活力來自核心的核融合，能量先是由光傳遞，再由熱對流接力，使表面有如沸騰水面（稱作米粒組織），再搭配磁場的推波助瀾，形成右圖中活躍的太陽表面。太陽的最外層是高達百萬度的日冕，是由氫、氦原子核和電子組成的電漿，快速移動的粒子容易掙脫引力束縛，成為吹拂到太陽系各角落的太陽風。

1943年Cuno Hoffmeister和Ludwig Biermann觀察到彗尾總是背對太陽，認為除了陽光外太陽還會釋放粒子來推動彗星。1958年Eugene Parker用理論模型預測太陽風的存在，並在隨後由蘇聯的Luna 1和美國的Mariner 2太空船證實。太陽每秒約拋出1百萬噸的物質，其速度介於每秒200～800公里間。其中高速太陽風源自



圖2. 太陽活躍的大氣，圖中可見到磁場帶著電漿突出太陽表面的「日珥」。



圖3. 太陽動力學天文臺在不同波段（溫度）拍攝的太陽大氣，炙熱的電漿勾勒出磁場結構，圖中較亮的區域常是太陽黑子所在之處，因影像不在可見光範圍，故顏色皆為後製。

南北兩極的冕洞區，因其磁力線向星際延伸，讓物質順著磁場逃離，形成紫外光和X光影像中黑色的冕洞。

然而，太陽風的影響不是來自「風」而是磁場，稀薄的太陽風連弄亂頭髮都有困難。幸好地球如防護罩般的磁場會抵擋其攻擊，雖只有少部分粒子入侵，但兩磁場的對決仍會使地磁劇烈變化，並對衛星、電力和通訊系統等造成威脅。

閃焰與日冕巨量噴發

黑子是太陽盤面上因溫度較低而較暗的區域，中等大小的黑子約和地球一樣大（圖4）。1908

年天文學家George Hale發現太陽黑子的磁場較強，成為了解太陽活動的關鍵。黑子是磁場突出太陽表面留下的腳印，因強磁場阻礙下方的熱往表面流，形成溫度較低因而較暗的區域。然而，在紫外光或其他較短波長的太陽影像中，較亮、較活躍的區域常是黑子所在之處。

黑子群是閃焰或日冕巨量噴發等太陽風暴的產地，當突出表面的磁場（帶著電漿）因彼此方向不同而抵銷（重聯）時，會如同爆炸般釋放大量能量，並伴隨閃焰或是日冕巨量噴發。閃焰是太陽表面的短暫閃光，光涵蓋各種波段並挾帶著接近光速的高能量粒子，約八分鐘就抵達地球。

閃焰常伴隨著更具破壞力的日冕巨量噴發，噴出的大量物質假如朝向地球約3~4天就可抵達。

1859年Richard Carrington和Richard Hodgson在黑子群附近見到閃光，這是閃焰的第一個紀錄。在18小時後日冕巨量噴發抵達地球，除了讓極光延伸到低緯度的墨西哥和非洲外，也引發強烈的地磁風暴。電報線路因地磁劇烈變動產生很高的電流，導致電報系統故障、電塔發出火花，甚至在關閉電源的情況下，電報員還可依靠此電流通話。這也是首次將太陽活動與地磁風暴連結起來。

太空天氣對 地球磁場的影響

地球磁場會阻擋來自太陽風的帶電粒子，其守備範圍稱作磁層，其大小和形狀會隨著兩者勢力消長而改變。當太陽風吹向地球，迎風面（白天側）的磁層會被擠壓，而夜晚側則往外延伸形成磁尾，產生如彗星狀的磁層（如圖5）。

然而磁層的防護並非滴水不漏，仍有幾個開口能讓太陽風進入地球磁層，例如地磁南北極如漏斗狀的極尖區（polar cusp），兩者的磁力線會在此相接，因此太陽風粒子會沿著磁力線進入磁層。

極光

極光的產生與穿過磁層的粒子有關。假如太陽風挾帶的磁場與地球磁場相反，在兩者靠近時磁場會抵消、磁力線會重聯，這讓地球磁場宛如被撥開的洋蔥（如圖5的迎風面），並讓粒子有機會順著磁



圖4. 本館拍攝的太陽盤面，可見上方有許多黑子群，右下角的地球為比例尺。

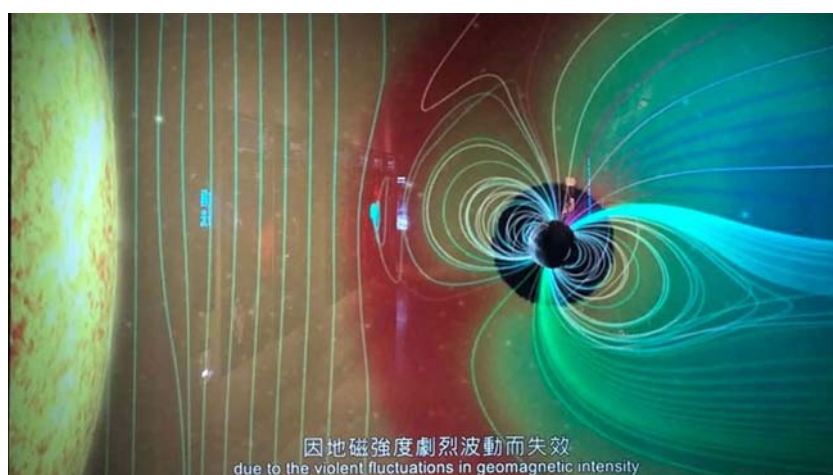


圖5. 展項中的影片是太陽風與地球磁場角力過程的模擬，其中線條代表磁場而顏色則代表粒子數量。迎風面兩軍勢力以磁層頂為分界（紅色：粒子多），而向外延伸的是磁尾（藍色：粒子少）。

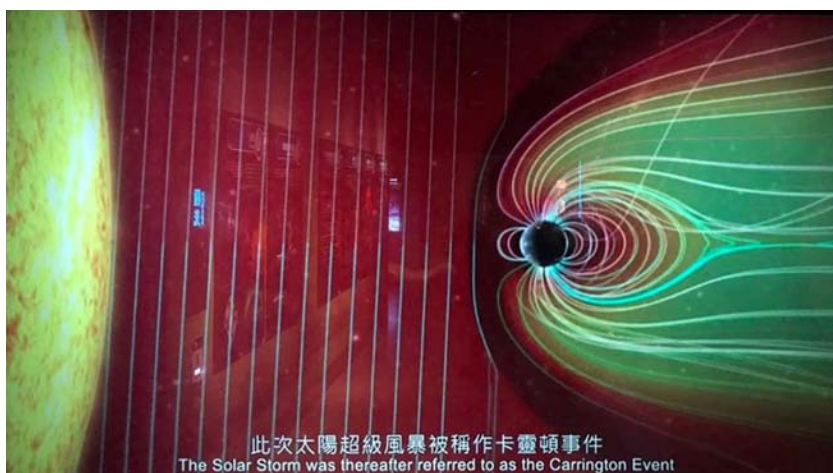
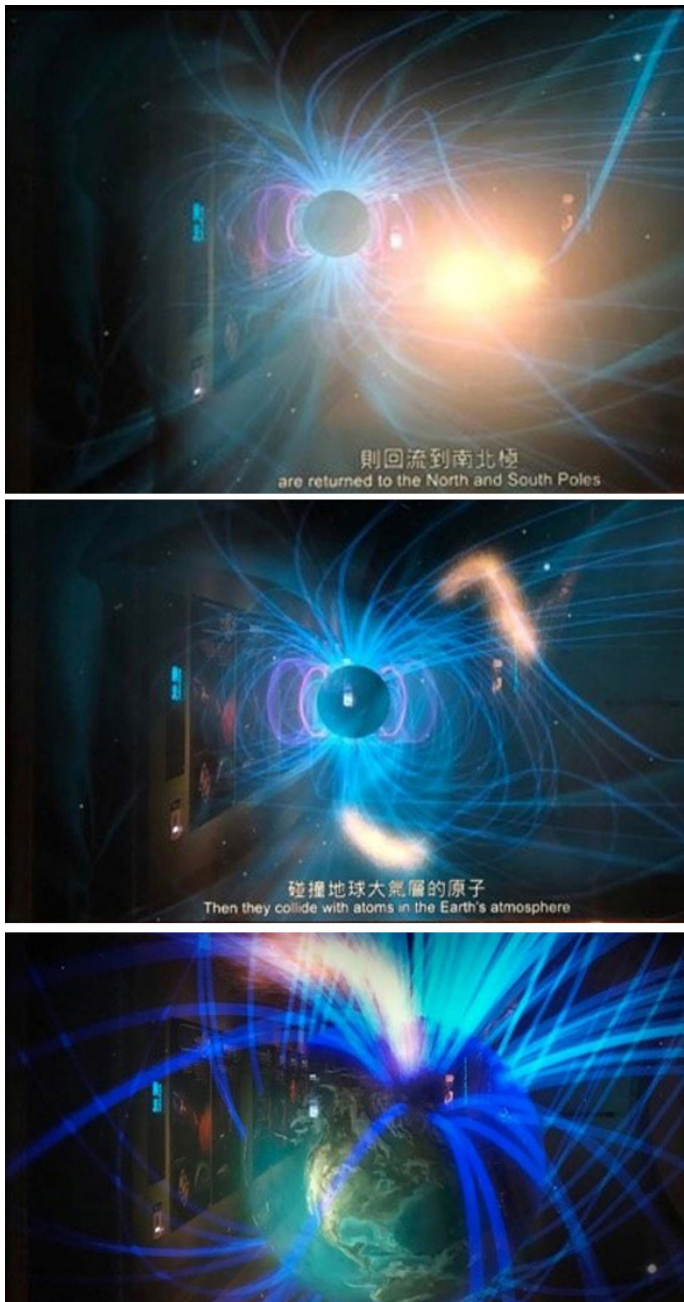


圖6. 這是1859年卡靈頓事件的模擬，可見到磁層改變非常明顯，磁層頂累積更多電漿且非常靠近地球。



場進入高層大氣，形成白天側的極光。部分粒子則被帶往磁尾儲存，當磁層改變或磁尾發生磁重聯時（如圖7：磁場如拉長的彈弓會在重聯後將儲存的能量釋放出來，並將粒子拋向地球），粒子會沿著磁場移動到極區形成夜晚側的極光。這裡描述的僅是產生極光的其中一種方式。

極光發生在離地約80~250公里的電離層內，其發光機制與霓虹燈類似。高速撞進大氣的電子會將能量分給沿途遇到的原子或分子，直到能量用罄。獲得額外能量激發的原子或分子，會在回到穩定態時放出光，這就是極光。

每種原子和分子都有自己獨特的光譜，就跟指紋一樣。決定極光顏色的因素與氣體分布（較重的氣體分布的海拔較低）和密度，以及撞進大氣的電子能量等有關。在離地250公里左右的紅色極光是氧原子發出的，而常見的綠色極光是由離地約100~250公里的氧原子所發出。偶爾會在極光下緣見到粉紅色、暗紅色或藍色的條紋，這是由離地100公里左右的氮分子所發出。極光是由太陽風與行星的大氣和磁場交互作用所產生，因此木星、土星上也有極光（見圖8、9）。

極光模擬器中使用幫浦降低內部氣壓（以

圖7. 圖為太陽風展項中演示的夜側極光產生過程。當磁尾的不同方向磁場靠近重聯時（上），釋放出的能量會將帶電粒子往地球拋（中），粒子沿著磁力線移動到極圈附近，撞擊大氣產生極光（下）。



圖8. 哈伯望遠鏡拍攝的土星環和雲帶（可見光）與極光（紫外線）合成影像。圖片來源：NASA, ESA, Hubble, OPAL Program, J. DePasquale (STScI), L. Lamy (Obs. Paris)

模擬高空狀況），並利用電子模擬太陽風。電子經過電壓加速後會撞擊選按的氣體使其發光，展示窗中央是模擬地球，按鈕可調整極區磁場強弱，可選擇不同的氣體來觀察顏色變化。

參考資料：NASA（Solar Storm and Space Weather - Frequently Asked Questions、Scientists Recreate Earth's Northern Lights）、SDO & SpaceWeather、SDO Guide、一探太空中的風火雷電 李奕德、太空教室學習資料庫 呂凌霄

陳姝蓉：臺北市立天文科學教育館



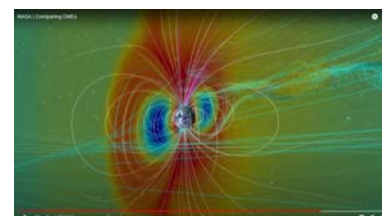
圖9. 哈伯望遠鏡拍攝的木星影像（可見光）與極光（紫外光）。
圖片來源：NASA, ESA and J. Nichols（University of Leicester）

YouTube相關影片：



壯麗的太陽風如何產生絢爛的極光—麥可·莫利納（Michael Molina）

https://www.youtube.com/watch?v=czMh3BnHFHQ&list=PLJ8E8c-HgjwwX_etTMgR40NhA6BXbtRnu&index=15



NASA | Comparing CMEs

https://www.youtube.com/watch?v=cLLq6plMjU0&list=PLJ8E8c-HgjwwX_etTMgR40NhA6BXbtRnu&index=14

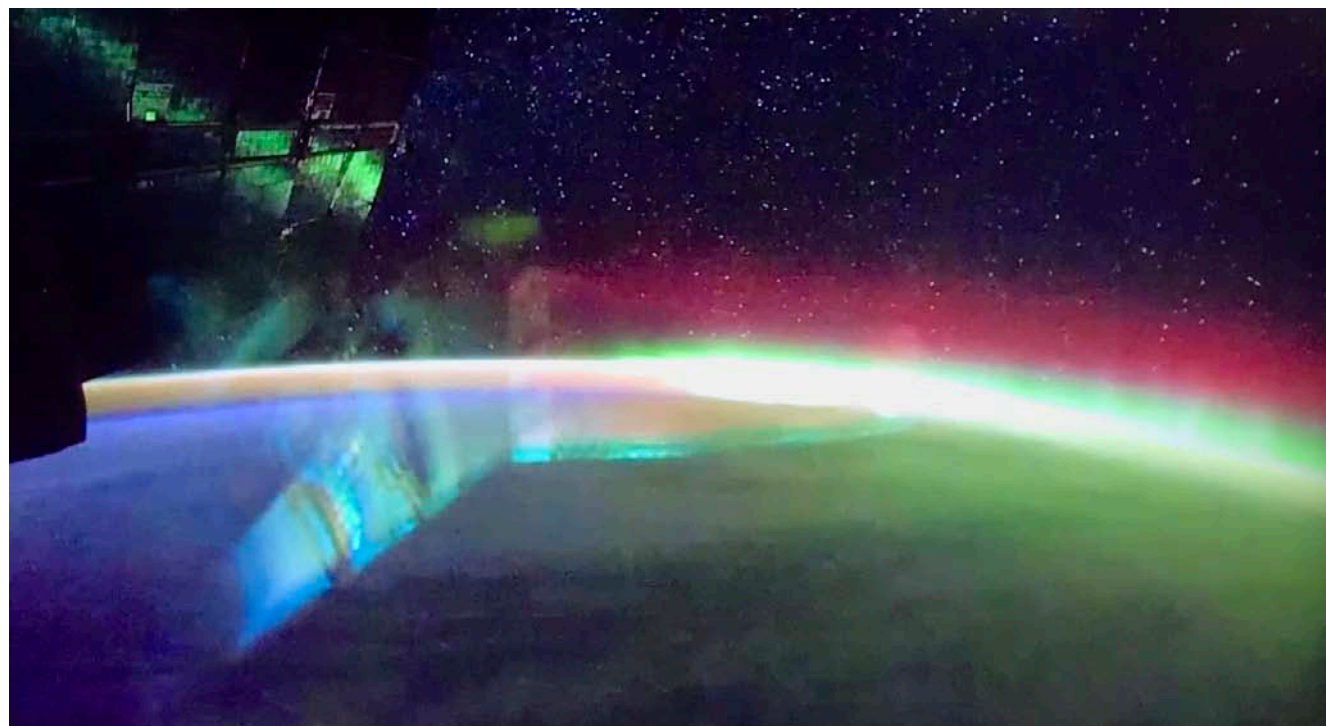


圖10. 展項的影片中可見到國際太空站上所拍攝的極光，圖中左側太空站下方黃色光芒來自大氣反射陽光。

文/ 林朝欽、張光祥

天文臺是地球上的天堂

2010年美國北卡羅來納州杜克大學出版社出版了一本名為「地球上的天堂：十九世紀科學與文化中的天文臺和天文學」(The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science and Culture)，把天文臺比喻為在人間探索天堂的地方。但很可惜，這本書沒有把天文臺跟生態學、森林學及火科學(Fire Science)連結上關係，天文臺在進入21世紀後面臨了天文學界無法想像的人間危機，野火吞噬天文臺的事件正在發生，這是天文學界萬萬想不到的。

野火眷顧的天文臺

舉凡愛好天文的人對位在美國亞利桑那州的基特峰國家天文臺(Kitt Peak National Observatory)絕對不會陌生，基特峰國家天文臺成立於1958年，是美國最重要的天文臺之一，擁有二十多臺光學望遠鏡和兩臺無線電波望遠鏡，也是世界上最大的太陽

望遠鏡和20世紀後期美國許多大型天文望遠鏡的所在地。

2022年6月11日因乾閃電引發孔特雷拉斯野火(Contreras Fire)，6月16日火場擴展到基特峰，導致基特峰天文臺人員必須撤離。6月17日凌晨火燒到天文臺所在的山頂，包括宿舍在內的四棟非科學建築在大火中消失，天文臺的圓頂雖未被燒毀，但大火過後，望遠鏡的損壞程度仍在評估中，這可能會導致未來幾年的研究被迫停滯。這個事件或許不會引起遠在千里外的臺灣天文同好震驚，但卻已對美國天文研究造成了嚴重的打擊。這並非一場火造成的災害，而是所有天文臺未來的隱憂。

2020年8月19日加州聖克拉拉野火(SCU Fire)幾乎燒毀了成立於1876年利克天文臺的主體建築。2020年9月6日南加州另一場名為山貓的野火(Bobcat Fire)威脅了擁有116年歷史的威爾森天文臺(Mount Wilson Observatory)，所幸美國林務署及早派遣了100名森林消防員駐守，保住了這座具有

當野火盯上了天文臺



基特峰國家天文臺。圖片來源：KPNO/NOIRLab/NSF/AURA



基特峰國家天文臺。圖片來源：KPNO/NOIRLab/NSF/AURA

歷史標誌性建築，把超級野火可能造成的損失降到最低。2021年9月15日加州北部的迪克西野火（Dixie Fire）燒向致力於天文觀測和搜尋外星文明的艾倫望遠鏡陣（ATA），所幸後來火勢穩定下來，但無線電陣列將近一個月的時間無法工作。

不只美國天文臺，2003年1月18日位於澳洲坎培拉斯特羅姆洛山天文臺（Mount Stromlo Observatory）同樣慘遭野火吞噬，至少有6架望遠鏡因此而損壞，爾後耗費了10年的時間才完成重建，可說是損失慘重。十年後野火再度光顧澳洲賽丁泉天文臺（Siding Spring Observatory），所幸因大量的空中灑水，天文臺得以倖免於難，但也因火燒關閉兩週的觀測。

天文臺該認識野火

為了避開地球大氣、氣候穩定度、晴天率、人為公害及視野開闊等因素，天文

臺大多建設在人煙稀少的高山上。山地是森林分布的主要區域，不論火燒來源是閃電引起或人為產生，有植物的地方不論是森林或是草原，都可能會產生所謂的野火。從這幾則天文臺遭受野火的事件，說明了通常天文臺選址並未把野火放進考量因素中。

當地球上出現植物之後，野火其實就已存在，自然狀況下野火是地球上形塑出不同的森林與草原演替的動力，據考古研究估計一百萬年前人類祖先可能從野火現場啟發了用火技能，而學會用火成為人類文明的重要起點。遠古人類對野火的態度是與野火共存並且獲得生態上的好處，人類也模仿野火來控制土地與生產，迄今許多原住民仍然有著燒墾的習慣。

16世紀人類文明進化到工業社會以後，野火被視為一種災害，快速滅火成了最高指導原則，全世界投入滅火研究與組織訓練救火隊不遺餘力，到20世紀，除自信野火可以科學技術掌控外，任何野火也可以加以撲滅。所以縱使是設在野火帶上的天文臺，也完全感受不到野火的威脅。

20世紀末期的1987年5月中國東北大興安嶺發生大火，據官方報告，不僅燒掉了許多森林資源，而且燒毀了城鎮、民房、貯木場、倉庫和火車站，造



斯特羅姆洛山天文臺

成職工、居民死亡193人，受傷226人。隔年1988年7月美國黃石公園也發生大火，動用了9,000多名消防員及4,000多名軍事人員協助撲滅野火，整個消防工作耗資1.2億美元。這兩場野火打破了以往科學滅火的自信，一個新的名詞--超級野火（Mega Fire）就此而生。

臺灣的天文臺有野火威脅嗎？

現今超級野火成了常態，全球暖化、生物量過度累積（強力滅火政策結果），原本看似與野火無關的天文臺成了潛在的受難者。

臺灣地區屬於亞熱帶，雨量充沛，濕度亦高，應屬野火較少地區，但由於地形特殊，高山林立，使得本島因不同的海拔高度而形成熱、暖、溫、寒四個氣候帶，也形成了野火發生森林帶。其中玉山國家公園範圍內正是野火敏感地區，特別是塔塔加地區。而2021年臺灣也經歷了與世界各地類似的野火頻繁期，國有林地發生93起森林火災，遠高於近4年平均件數49.75起。2021年的野火引起監察院的關注，2022年4月6日監察院發布了調查報告，非常深入詳盡地探究了2021年臺灣的野火問題，調查報告中特別提到「中央大學鹿林天文臺為臺灣重要之天文基地，因位屬森林火燒敏感區域，且已達充足之燃料量，為火災發生之高風險地區，實有於天文

臺周邊環境進行清理以防患於未然之急迫性需要……」。

鹿林天文臺始建於1992年，先在鹿林前山上設立簡易觀測站，開始進行天文臺址監測的研究。1998年前後，獲國科會支持，於鹿林前山建造76公分口徑望遠鏡。於此同時，一方面吸收儀器設計、建造、維修、校正的技術能力，另方面加緊鹿林天文臺之基礎建設。2000年獲得教育部追求卓越計畫支持，基礎建設快速進行，包括改善步道、提供穩定電力、增加儲水、供水能力，以及建構微波網際網路等，使得鹿林天文臺設備達國際標準，除了天文觀測以外，也安置其他科學實驗。口徑一公尺望遠鏡於2002年底完成後，更象徵著本土天文研究可藉此專業天文儀器正式開啓。

從2003年國立中央大學天文研究所鹿林天文臺年報所附的照片中可以得知，鹿林天文臺是一處火燒跡地，經由2021年採取鹿林天文臺周圍的華山松與臺灣鐵杉年輪分析，現有林木為50～56年生，與1963年該地區的野火後的時間吻合，這些林木應該是野火後天然更新的。但如何證明1963年該地區野火燒到了鹿林天文臺？2022年林務局提供航空照片出版「地景的刺點」一書出現了1963年的火燒跡地，雖然此書並未把火燒範圍加以描繪，但該航空照片上明顯的標示出由石水山經鹿林山到塔塔加一



鹿林天文臺



鹿林鐵杉年輪

帶的火燒痕跡，而石水山一帶的白木林現今仍然存在。雖然目前尚無學術研究追蹤這段火燒歷史，但如果「地景的刺點」能夠由政府釋出原稿，經由航測判釋技術繪出地理資訊，配合地面的現生樹木調查，上述的推論不難得到學術的證明。

鹿林天文臺受野火威脅的狀況在選址確定後便已存在，監察院以鹿林天文臺係國內唯一之研究型天文臺，教育部、科技部及中央大學等相關單位已投注大量經費、人力及物力，於臺內設置國內最大之光學及數部巡天望遠鏡，專用於天文研究觀測工作，是臺灣重要之天文基地這樣的觀點，在調查報告中特別提出。然而主管林業的林務局卻以預防國有林出租造林地森林火災之發生，對於林地承租人採取精準式宣導及野生動物保育法，認定鹿林天文臺的野火威脅仍需召集相關單位會勘。

為了使鹿林天文臺的安全獲得保障，除了積極與林務局溝通外，鹿林天文臺更需要有自保的措施，運用其自身的氣象監測站，藉臺灣與世界已有野火危險度計算公式，隨時注意該

鹿林天文臺10米、20米及30米
森林火災防禦虛線



地區發生野火的危險度，做好防範與撤離準備。

結語

天體觀測由於地球自轉，使得星體隨時間東昇西落晝夜輪替，天文觀測會因為天文臺位置而取樣中斷，沒有一個天文臺能得到長時間的連續觀測資料。因此，全球聯合觀測（Whole-Earth Telescope，WET）是天文學研究必須合作以克服此先天上的限制，集結全球各地天文臺，對具有研究價值的天體，日以繼夜接力觀測，讓星不離開天文學家的視線。

WET從1986年成立迄今，每年都會選出一兩個具研究價值的天體進行全球性的觀測名為XCov（Extended coverage）系列，鹿林天文臺自2003年首次加入8月中旬開始的XCov23，成為國際天文研究的一員，迄今為臺灣貢獻了國際認同的聲譽，如今鹿林天文臺顯然已面臨野火威脅，凡天文研究者、愛好者均該為保護它發出聲音，呼籲林業單位趕緊進行保護工作，而非等待野火來臨的救災。

林朝欽：國立中央大學 鹿林天文臺森林火災防救技術顧問

張光祥：國立中央大學天文研究所技士

致謝Amanda協助提供KPNO/NOIRLab/NSF/AURA授權。

文/ 歐陽亮

中西合璧

最早的中西對照星圖（下）

星圖檢驗（續）

除了以上問題之外，若仔細觀察小德金星圖的翼宿（圖6左）還可發現，此星宿雖然畫了完整的二十二顆，但翼宿八與九之間卻多了一星，使得北側翅膀星數比南側多，在翼宿的所有型態中，近似於梅文鼎星圖（1688年，圖6中上）；另外又漏畫了翼宿六 η Crt，如同明代北京隆福寺藻井星圖（圖6中下）。這兩處明顯與原始參考資料《方星圖》不同。小德金翼宿雖然看似上述兩圖之綜合體，但是否真的額外參考過這兩種星圖？還是他不小心產生這兩個錯誤？個人覺得後者的可能性比較高。

在二十八宿之外，許多星官並未標記任何西洋星名，包括華蓋、天理、相、常陳、周鼎、亢池、少微、座旗、海山、海石、天社、天狗、外廚、闕邱、九坎、離瑜、天庾等，其中大多為暗弱星官或位於南半球的南天極附近，星表中亦無寫出對照星名。其中「相」在各種古籍資料中都為一星，在此圖及《方星圖》中卻繪為三星，《靈臺儀象志》則記為一星，因此是《方星圖》的錯誤延續至此。同理，以上所列之華蓋、常陳等星官，其形狀大多十分類似《方星圖》，顯示《方星圖》是十分重要的參考來源。

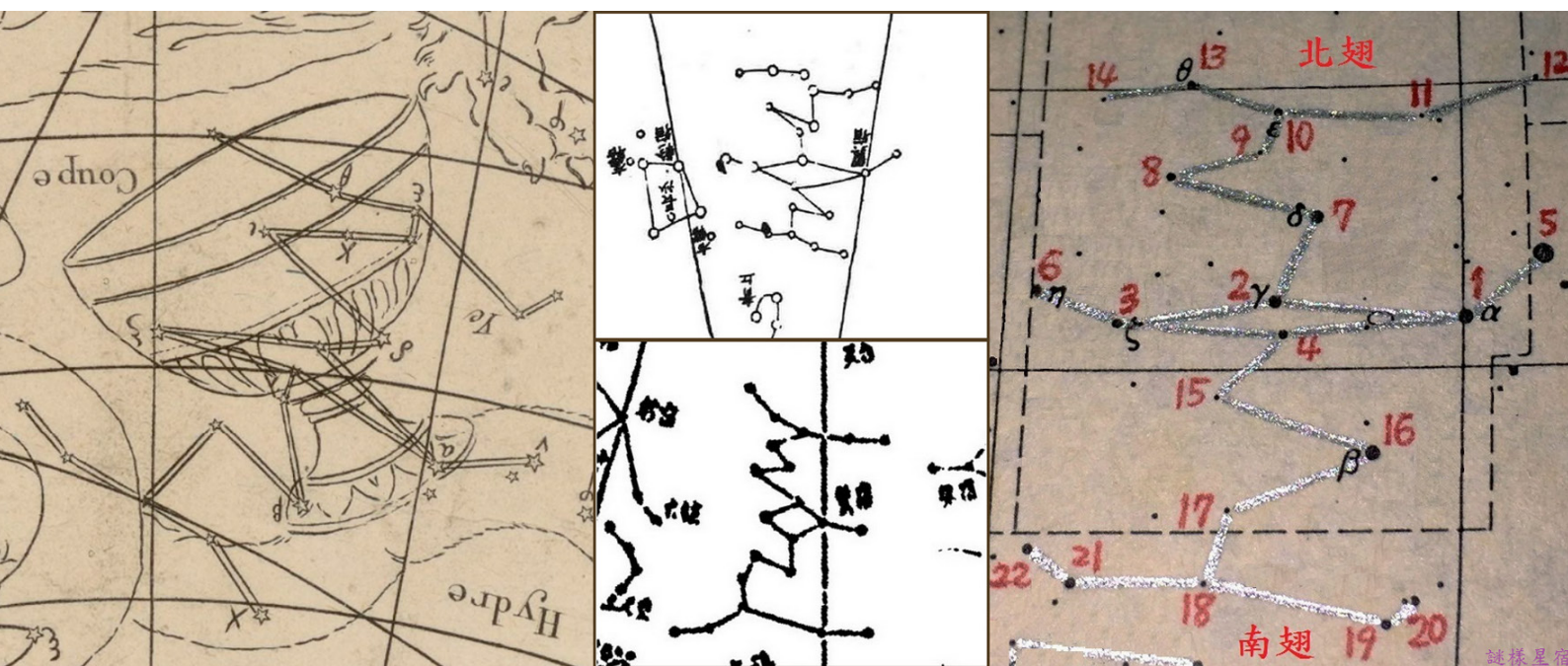


圖6. 小德金星圖的翼宿（左）看似另兩圖之綜合體，中上：梅文鼎星圖，中下：北京隆福寺藻井星圖。右圖：筆者繪。

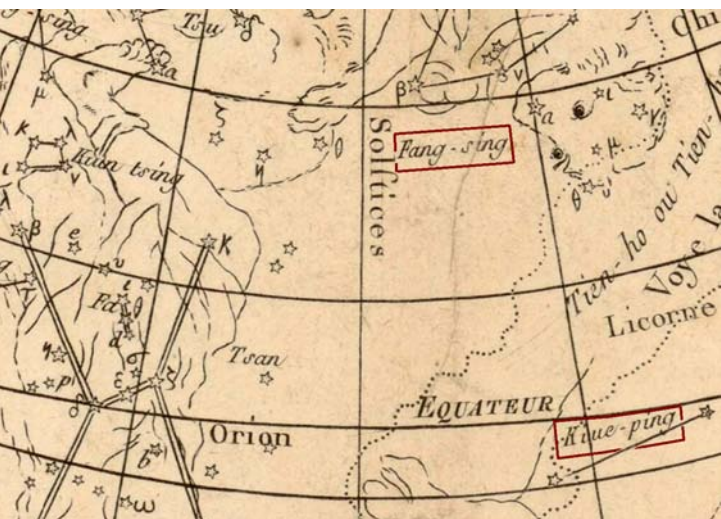


圖7.「天狼星」在星表中標為Lang-sing（狼星），星圖卻寫為Fang-sing；「闕邱」KIUE-KIEU被寫成KIUE-PING。

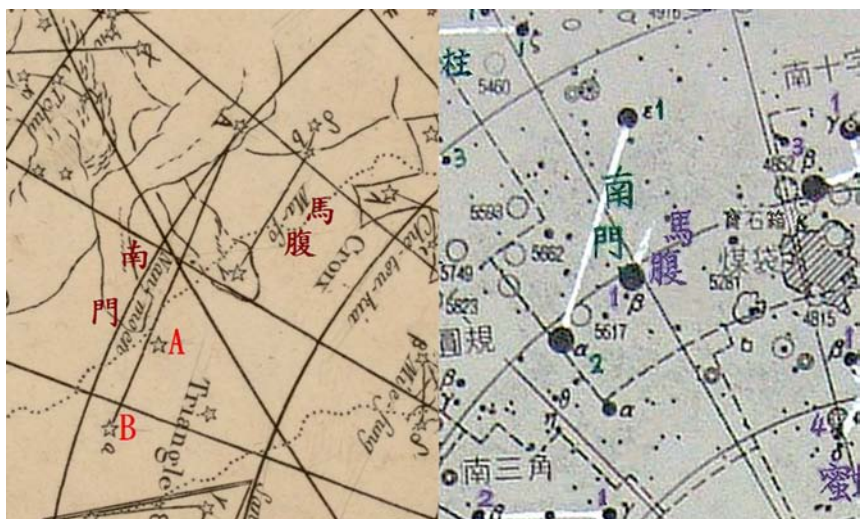


圖8. 南門二正確位置上的星星（圖左之A點）未標示希臘字母星名「α」，反而標在東側與馬腹一等距的另一顆憑空出現的星旁（圖左之B點），造成南門二位置大幅位移；右為現代中西對照星圖（筆者繪）。

另外，星圖中還有一些很明顯的錯字，例如「天狼星」在星表中標為Lang-sing（狼星）¹⁹，星圖卻寫為Fang-sing（圖7右上）；而馬腹一（β Cen）在圖與表中則都寫成γ（圖8左，是另一種問題，容後再論），加上前述各種星名或星數的錯誤頻繁，可以推知尚未發掘出的問題可能不少。

圖中描繪西洋星座的細緻圖案與花紋，有時候也會有混淆效果，因為看起來很像字母。例如星官「諸王」其中一顆似乎有標上「ν」，但是金牛座ν並不在這裡（圖9），因此無法確認這裡是星名寫錯，還是僅為圖形的紋路。

至於星星的位置，也有些奇怪之處：在南門二原位置上的星星（圖8左之A點）並未標示希臘字母星名「α」，反而標在東側與馬腹一等距的另一顆憑空出現的星旁（圖8左之B點），造成南門二位置大幅位移。這片星空多出的無名亮星，《方星圖》並沒有畫，難道是小德金繪製時出錯卻忘記更正？

小德金製作的星表也有一些問題：例如星官「海石」與「天社」的字義都寫成「Rocher de la mer」（海中岩石）²⁰，不過若細看其後註解，在天社項目中其實有說明，此處所記之衛方濟《中西對照恆星表》翻譯有問題，並補充了較正確的意思。究其原因，有可能是小德金因為衛方濟表內兩星官緊鄰且石與社的拼音都是Xe（頁99），因此看錯行造成誤解，其實衛方濟的翻譯並未出錯。若觀察小

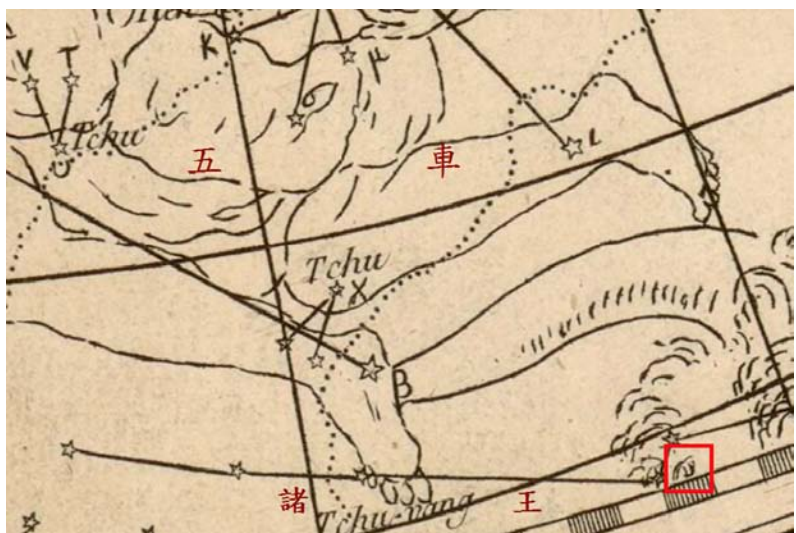


圖9. 星座圖案花紋有時容易與字母混淆，如圖中之金牛座ν星並不在此處。

德金星表，可不時見到「衛方濟有誤」的語句，表示經過他的仔細研究，修正了許多拼字問題。不過他也曾改掉衛方濟原本正確的拼音，例如「闕邱」KIUE-KIEU被改成了KIUE-PING²¹（圖7右下），但未寫更改原因。由於闕邱亦寫為闕丘，是否因為小德金把「丘」看成「乒」？這就不得而知了。由於這兩份星表都以拼音排列，未附上漢字，故易造成許多不同字或不同音的星官也變成了同音字而不易區分。

另外，此圖西洋星座名稱是用法文或拉丁文寫出，只有一部份與現在通用名字相近，中國星官名則以拼音的斜體字標示。在這些星座名稱中，有著

少許瑕疵，例如長蛇座與水蛇座都寫成Hydre（圖10），造成雙胞胎烏龍，只能在星表中區分兩者：長蛇座寫為l'Hydre femelle，意為雌水蛇。因此對照時需特別注意，以免造成混淆。

檢驗十字架

由前述的比對顯示，小德金的確充分參考了《方星圖》，因此我們可以藉此推測圖內十字架星官為何不指南極的問題。此畫法其實亦可見於《方星圖》與梅文鼎所繪星圖²²，時間更早的《黃道二十分星圖》也可看到十字架的偏斜，若從《崇禎曆書》數據來看亦是如此（圖11）。不過在這附近並沒有亮星被列為增星並納入星官，因此這裡的情形與亢宿多出的星轉變成增星的問題並不相同。

由於天極點附近經度線會越來越

密，在相同測量技術下，越接近天極點，測出的經度誤差就相對地越大，這可能讓當時南天星空數據上有較大的偏誤²³，另外早期航海家觀察此區恆星的位置和星等時，其記錄似乎不太精確，是否這些多重因素使得《黃道二十分星圖》的十字架偏斜，而非刻意避開明顯的十字形去另行選擇暗星來相連？

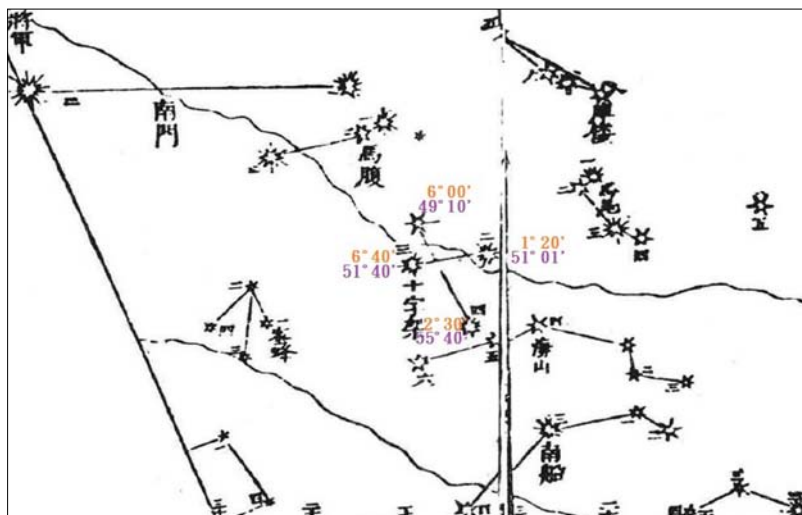


圖11 《黃道二十分星圖》的十字架，摘自潘鼎《中國古天文圖錄》，頁293。數字為筆者加註之《崇禎曆書》數據，橘色為黃道經度，紫色為黃道緯度。

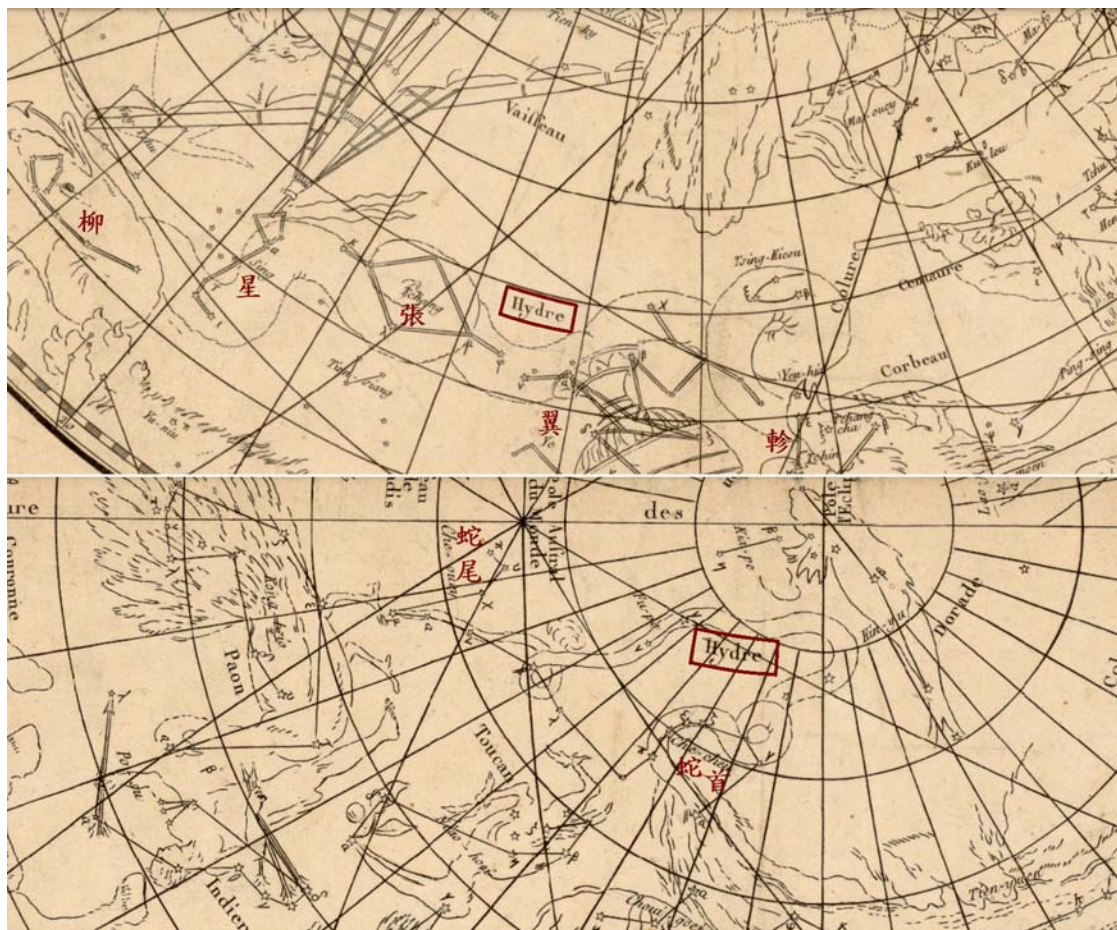


圖10. 西洋星座之長蛇座與水蛇座都寫成Hydre。

若查看小德金參考過的西方星圖《天體圖》(Globi coelestis)²⁴，就會發現此圖已率先繪出了雙十字(圖12右下)，小德金並非畫出雙十字的第一人！不過此星圖的十字與小德金(圖12左下)並不一樣：《天體圖》兩個十字的四顆星皆未共用，假使中心對準一些，就會變成米字型。此圖參考了約翰·拜耳(Johann Bayer)的《測天圖》(Uranometria, 圖12左上)，若比對兩者可看出《天體圖》的上層十字與《測天圖》的十字形一樣。至於為什麼這張圖也畫兩層十字？是否參考了兩種數據才如此繪製？

其實《天體圖》在第二版(1690年)才出現雙十字，在它旁邊還畫了**星座DIY時期**才有的**查爾斯橡樹座**²⁵，它的**第一版**(1674年)圖上只有偏斜版十字(圖12右上)，星座表也沒有南十字(Cruzero)。在第二版重新修訂時，增加了南天附近星座與新彗星路徑，星座的列表才納入南十字。其末尾說明亦指出：根據Thomas Gouye在1688年出版的**觀測資料**，南半球標記的星座有很多問題。

在第二版星座列表中，南十字總星數標示為四，顯示圖面上雙十字並非真的有八顆星，而是修訂時因為數據或參考來源不同，不能確定十字四星的位置，只好兩種都畫出來。同樣的問題其實也出現在半人馬座與老人星，例如在第二版圖上可看到兩顆老人星緊鄰在一起不到兩度。在實際星空中若真的有兩顆老人星等級的亮星並列，應該會特別顯眼且讓人印象深刻，甚至會特設成一個星座，然而這並沒有發生。

前面所提的南門二位置上的無名亮星，極可能也是基於相同的理由而如此繪製，並非小德金製圖錯誤。而且南十字星座的拜耳編號也**歷經變換**，四顆星都已被改過，現在的 β Cru在當時被標為 ζ Cru，而前述馬腹一在當時即標為 γ 。從這些圖中，就可以充分地表現出**混亂的西洋星圖歷史**。

小德金延續《天體圖》第二版畫法，將正確的十字與偏斜的十字繪於同一位置，但是將緊鄰的星彼此重合，使得八顆星簡化成六顆。這兩個十字重疊卻歪斜的畫面，就像兩個平行宇宙被放在同一圖

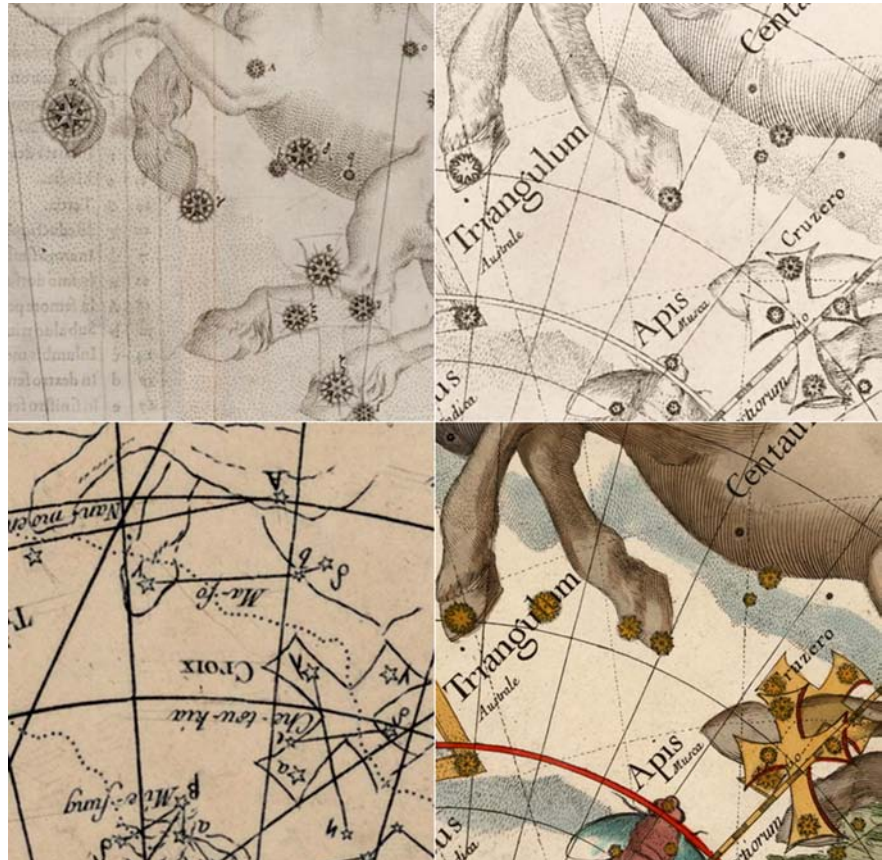


圖12. 南十字版本對照：左上-拜耳《測天圖》；左下-小德金星圖；右上-《天體圖》第一版；右下-《天體圖》第二版。

上，看似有誤，但可能是他再三考慮之下才將兩種不確定方案一起繪出，他的星表也寫明十字架是四顆星。若沒有小德金將中西星座同時畫出，只單看時代較早的《黃道二十分星圖》與《方星圖》，也許不太容易發現十字偏斜的問題。

由上可知，《黃道二十分星圖》與《天體圖》第二版應該是小德金星圖雙十字問題的始作俑者，若更往前追溯，《崇禎曆書》星圖曾經參考《經天該》，《經天該》又曾參考過《測天圖》²⁶，因此與《天體圖》其實同出一源。

至於後繼的《儀象考成》與其後的現代中西對照星圖則無此問題，雙十字已不復見。而南天其他中國星官，位置大致上與其參照的西方星座相同，僅「夾白」的位置差異較大。

疑點？熱情？

小德金所編寫的**法國第一本漢字字典**曾有若干爭議，也被現代法國漢學研究創始人**雷慕沙**(Abel-Rémusat) **嚴厲批評**。這項質疑會削弱小德金星圖的

參考價值嗎？若是做為已知的「第一幅」星圖寶座，應是毫無疑問的，因為此圖具有科學繪圖方法與相關資料來源，而且只要是星圖，總會有若干差錯，並沒有錯誤比率超過多少就不能算是「對照星圖」的標準。另外，他所繪的星圖是在他到達中國之前完成的，可推知他對中國星象已有一定程度的瞭解。不過，他為何不參考1756年刊行的《儀象考成》？此書是否並未如同明末的星圖那樣流傳出來？²⁷

由於當時在歐洲可以取得的中國資料不多，耶穌會士常利用在中國的機會，考察蒐集各種科技、生產、藝術之相關資料，但隨著傳教士「禮儀之爭」、1773年教宗解散耶穌會、以及法國大革命等多重原因，使得法國王室與清朝的技術交流隨之中斷²⁸，也許間接影響了小德金獲得《儀象考成》這份較精確的資料。而明代中葉到清初皆不再禁學天文，許多民間人士都可以自行繪製星圖²⁹，故上述問題應非禁止流傳所造成。

綜合觀之，小德金確實有認真參考前人星圖，甚至《方星圖》上的1572年第谷超新星，此圖亦有記載，還修正了若干錯誤，但也延續了部份疑點，又新增了一些錯字，因而與他參考過的星圖各有千秋。在兩百多年前，歐洲的中國熱正好處在最鼎盛而即將走下坡的時刻，如果不是懷抱著熱情，小德金應該不會參考多種西方星圖以及記載中國星官的《方星圖》，整合繪製出這幅十分特別的星圖。

此圖並未在中國流傳，從圖面與星表皆無漢字可知，其主要目的應為介紹中國星象記錄到西方世界，而非宣揚西方星座到東方。此時的東方保有傳統星官系統，尚未被西洋星座取代³⁰，除了用於宗教、占星或墓葬壁畫的黃道十二星座，以及被直接採納成中式星官的南天星座之外，其他西洋星座似乎未受重視過。受中國影響的周邊國家，也直到清末才改採西方星座。³¹

不過百年後的現在，星空觀念已完全逆轉，除了少許重要星名之外，已經很少人能認出古代傳統星官了。而且現今常見的中西對照星圖主要以《儀象考成》為準，《小德金星圖》的疑點與問題已不會再出現。然而透過此圖，觀察其中曲折之處，彷彿穿過花叢小徑時雖然一時之間看不到出口，卻別有一番趣味。此圖在漫長的星空對照歷史上，劃出

如此閃亮的起點，身為史上首次呈現，值得後人賞析一番。最後本文也十分感謝法國國家圖書館將許多珍藏的資料數位化，讓我們得以遠距欣賞這些難得且稀有的古老星圖。

附註：

19 Chrétien-Louis-Joseph de Guignes [《Planisphère céleste chinois》](#)，頁23之「LANG-SING」項目。

20 同上，頁16與31之「HAI-CHE」項目與「TIEN-CHE」項目。

21 同上，頁21之「KIUE-KIEU」項目。

22 潘鼎《中國恆星觀測史》，頁666、674。

23 同上，頁634提到驗算夾白二位置可知，當時觀測值較粗糙。

24 由Ignace-Gaston Pardies (1636-1673) 繪製，1674出版，全名為Globi Coelestis in Tabulas Planas Redacti Descriptio，1690年修訂第二版。

25 此星座在1678年才由天文學家哈雷創立，現已廢棄。

26 潘鼎《中國恆星觀測史》，頁544、568。

27 西學東漸，但東學亦有西傳。湯若望曾兩次寄送星圖給羅馬教廷，見潘鼎《中國恆星觀測史》，頁583、680。

28 毛傳慧〈近代早期法國的遠東貿易與國家工商業發展：「傳教、貿易與科技考察」政策〉，頁39~41。

29 潘鼎《中國恆星觀測史》，頁680、682。

30 詳見歐陽亮〈星座、星宿、星官傻傻分不清楚〉，《臺北星空》第100期，2021，頁43~44。

31 明治維新時期的文部省教科書就已經開始使用西洋星座了，但有時仍會用星宿來稱呼。

歐陽亮：天文愛好者，中華科技史學會會員，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>

文/ 張桂蘭

寂靜夜空中滿天星斗。人們仰望星空時，不僅是欣賞星空之美，或是以科學方式解開宇宙演化和人類誕生之類的秘密，甚至還會企圖透過這些數不清的星子們來參悟人生際遇。古人把某一片天空的星星組合連線，形成某個特殊的圖樣，甚至賦予神話故事，以此來銘記該片星空的位置，以及辨認時間、季節與方向。這就是星座（constellation）的起源；但星座到底最早起源於何時，其實已不可考。

這個是…星座？

夏夜合歡
攝影/歐震

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

根據考古學家的考據，現存最早的星座紀錄可能是發現於法國南部的拉斯科洞窟（Lascaux Cave）內的史前岩畫。這些岩畫的繪製時間約距今10,000~18,000年前，甚至可前推至20,000年前。其中有部分極可能是17,000多年前的先民記錄他們所見的夜空景象，如圖1，最顯著的圖案應該是在洞窟入口不遠處的岩畫，牛背、牛臉上的黑點，像是如今金牛座背上的昴宿星團（七姊妹星團，Pleiades，M45）和金牛臉部的畢宿星團（Hyades），牛眼處則是金牛座最亮星畢宿五，而前方另一隻牛的腰身上則有著如同獵戶座腰帶三星（Orion's belt）的星群。

另外有部分隱晦的圖案，可能與星空有關。拉斯科洞窟「死人豎井（Shaft of the Dead Man）」場景中最著名的一幅畫，如圖2，是一隻用黑色標記輪廓的野牛，面前有個奇怪的鳥頭人，旁邊還有一隻站在棍子上的鳥，被考古學家認為這三者的眼睛部位分別

是夏季大三角—織女、牛郎、天津四這三顆亮星的記錄圖繪。

有趣的是，由於歲差的關係，地球自轉軸的指向會緩緩轉動，造成「天北極」的位置有約25,700年的週期變動（圖3）。換言之，「北極星」並不是固定的，14,000多年前的北極星可不是現在這一顆在小熊星座的「勾

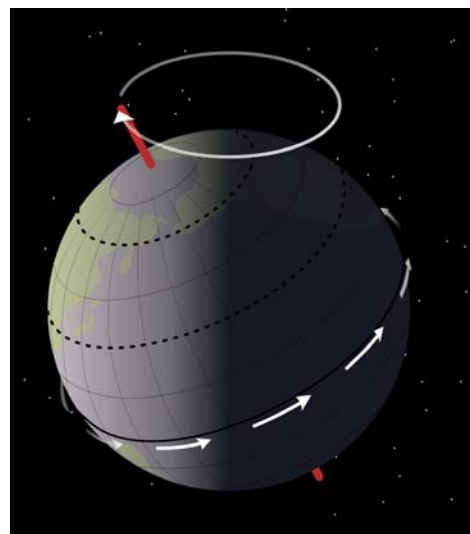


圖3. 地球的自轉軸朝向會緩慢變化，稱為歲差。圖片取自：維基百科



圖1. 拉斯科洞窟岩畫中，被認為可能是金牛座畢宿星團、昴宿星團和獵戶座腰帶三星的星空紀錄。
岩畫圖片取自：Bradshaw Foundation



圖2. 拉斯科洞窟岩畫中，被認為可能是夏季大三角織女、牛郎、天津四的星空紀錄。
岩畫圖片取自：Bradshaw Foundation

陳一」，而是明亮的織女星，至於更早的17,000多年前，拉斯科洞窟岩畫繪製時的北極星則是接近天津四的其他較暗的恆星（圖4）。所以，拉斯科洞窟岩畫繪製當時所見的織女、牛郎、天津四這三顆亮星，不僅是不會落到地平線下的「拱極星」，而且是在初春時節到達仰角最高、最明顯的位置，和現在見於盛夏天頂附近的狀況不同。

位在西班牙北部的城堡洞窟（Cave of El Castillo）內，有片區域連綿分布著許多手掌形狀的岩畫，被稱為「手掌飾帶（Frieze of Hands）」，考古學家推測應該是將手放在岩壁上，然後用紅赭石和水的混和物吹向手掌而造成的圖案；有趣的是，共32個掌印中有24屬於女性，但她們留下這些掌印的原因仍是個謎。考古學家還發現：洞窟前部和中部裡最早的岩畫繪製年代約在距今37,000年前，而

「最新」的圖案則有24,000年的歷史，整片區域的繪製時間跨越了13,000年之久！

在這些掌印岩畫最右側，有個由7個紅點排列成幾近完美的半圓形圖案，如圖5，德國慕尼黑大學研究學者Michael Rappenglueck認為這應該是「北冕座（Corona Borealis，Northern Crown）」的圖繪。

現代星空中，北冕座位在春季和夏季星空交界之處，參考圖4右下方，就在春季大三角之一大角星所在的牧夫座旁邊。在西班牙北部地區，從春季到秋季都可以見到北冕座。由於恆星在天空中的位置是會移動，稱為自行（proper motion），所以星座的模樣其實並不一定都和如今相同。

Rappenglueck細心求證，以天文軟體模擬每隔2,000年的北冕座7顆恆星的相對位置（圖6），發現

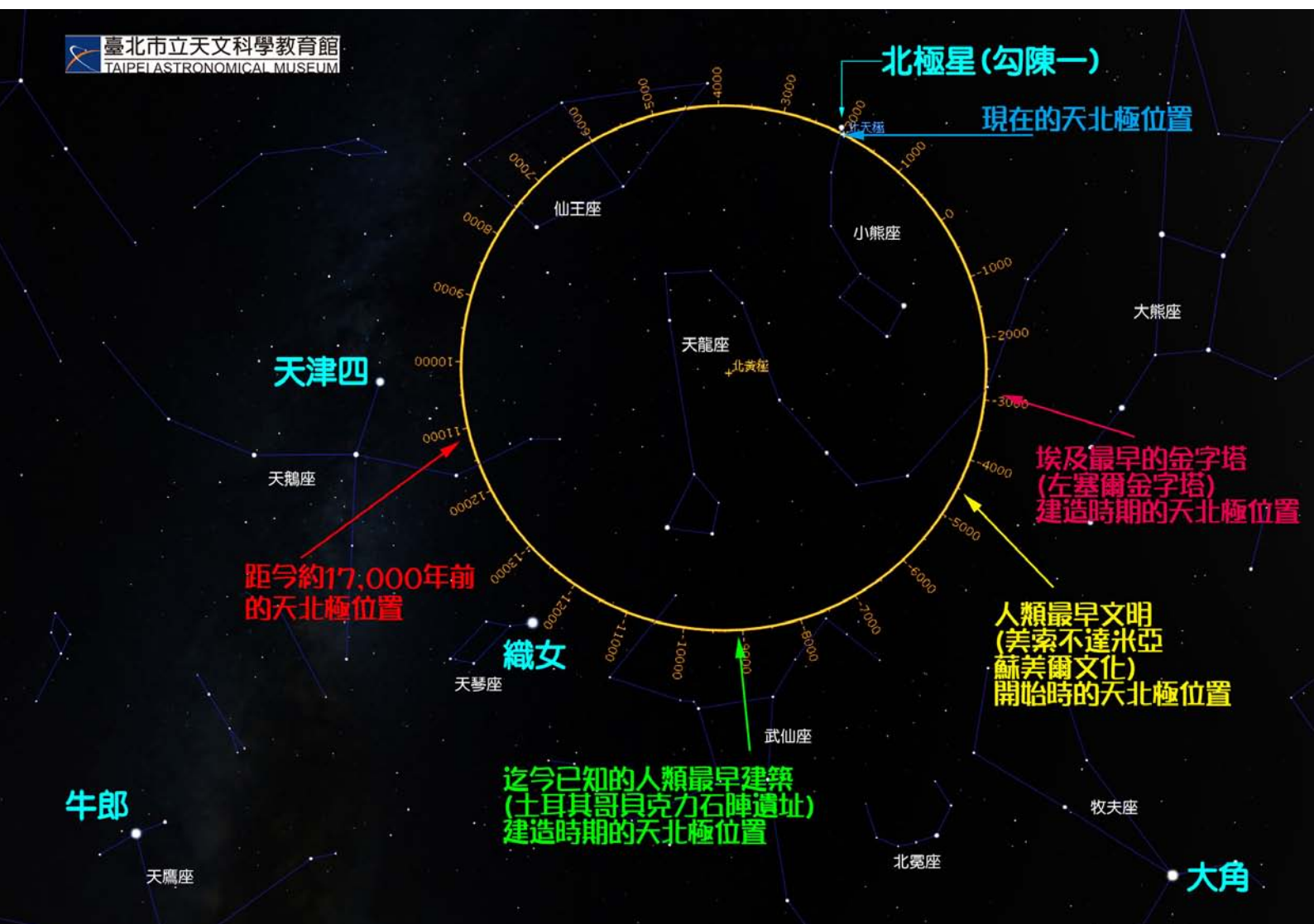


圖4. 歲差圈與夏季大三角。

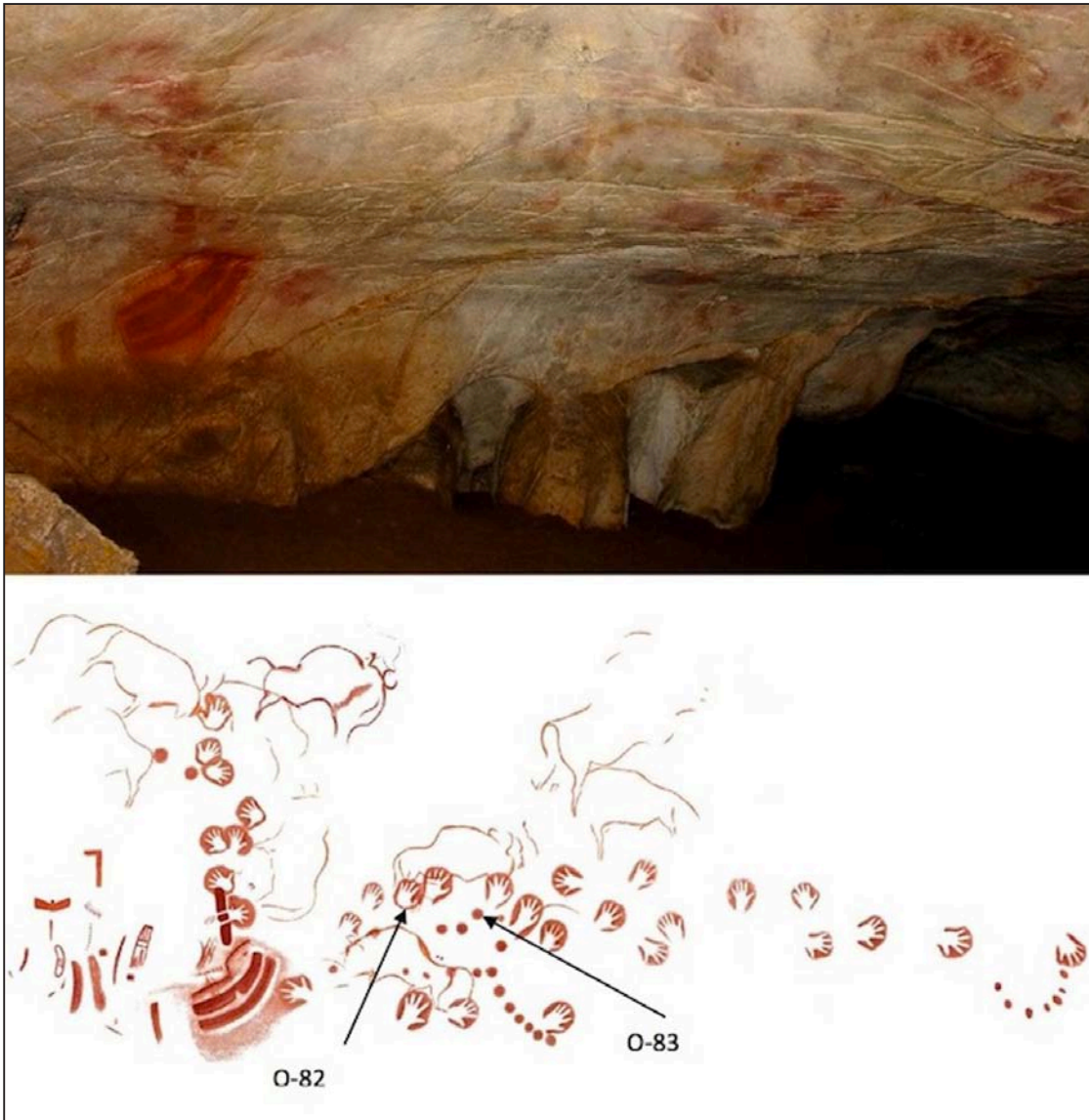


圖5. 西班牙城堡洞窟中疑似北冕座的圖案所在（上）與考古學家手繪整理的結果（下）。圖片取自：Misfits and Heroes網站

城堡洞窟的這個幾近完美半圓形的圖案（圖7），圓心恰在半圓末端的A和G點的連線中點M，而且每個長橢圓形的紅點的長軸方向，恰好都指向開口處另一半圓上K點之處。

若真的是北冕座的話，那麼只有在距今10,000~12,000年前才有可能發生，這意味著這些岩畫很可能是西歐舊石器時代晚期的馬格德林文化（Magdalenian，15,000~10,000年前）或阿齊利文化（Azilian，12,500~10,000年前）時期的產物。考古學家不信邪的再用碳-14放射性定年和其他技術予以求證，確定考古學和天文學得到的結論是相同的。這算是「天文考古學」的例子之一吧！

Rappenglueck表示：13,000年前時，或許當時的人們只在春季到秋季時節居住在城堡洞窟這裡。當時的北冕座開口朝向差不多指向天北極，尤其是在距今10,000~9,500年前，是它最接近當時的天北極的時候，相距僅約17~21度而已；可參考

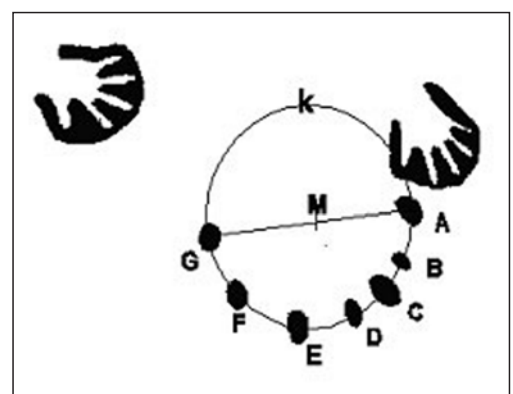


圖7. 西班牙城堡洞窟中可能為北冕座紀錄的岩畫，幾近為完美的半圓形。圖片版權：Michael A. Rappenglück。圖片取自：Artepreistorica.com

圖4，當時最接近天北極的北極星，是武仙座其中一個膝蓋的武仙座 τ (Tau) 星（中名「七公二」），距離天北極僅約 $1^{\circ}41'$ 。所以，就可以如同現今的W形仙后座和北斗七星一樣，作為辨認方向用的「指極星」，還有判斷時間用的天然時鐘！嗯…這可以說是…老祖宗的智慧嗎？

此外，這個北冕座圖案左右側的手掌圖案，看起來也不是隨意畫的。半圓右側的手掌，像是9,500年前當時，從天北極（武仙 τ 附近）延伸到北冕座的方向；而半圓左側的手掌，則是相當於14,000年

前的天北極（織女星附近）延伸到北冕座的方向。Rappenglueck繼續散發他的想像，這個「手掌飾帶」中間部分的其他紅點，很可能是武仙座和天琴座的星座圖繪，而在「手掌飾帶」左側的一堆上下排列的手掌圖案，則非常像是銀河的紀錄。

岩畫中有星空紀錄，或是天象紀錄的，絕不只有這兩個洞窟，近年已經陸陸續續發現許多案例。即便如此，相信必定還有更多的奇妙岩畫，等待大家來挖掘老祖們想要表達的念想喔！

張桂蘭：臺北市立天文科學教育館

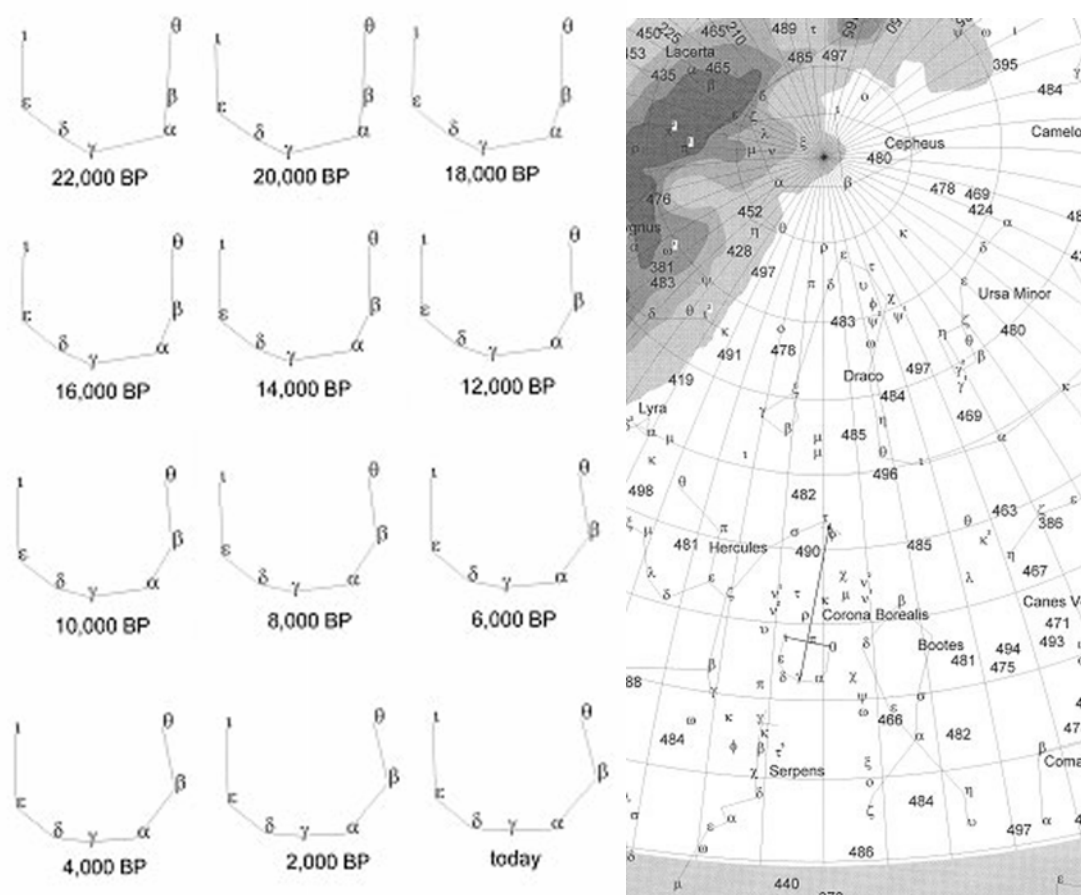


圖6.（左）過去22,000年來，每2,000年所見的北冕座星座形狀。圖中標示之BP為before present，「距今XX年」的縮寫。（右）北冕座在距今10,000~9,500年前，最接近當時的天北極，相距僅約 $17^{\circ}21'$ 而已。圖片版權：Michael A. Rappenglück。圖片取自：Artepreistorica.com

YouTube相關影片：



El Castillo Cave, Cantabria
<https://www.youtube.com/watch?v=t0j9NC1hID0>



Cave of Altamira and Paleolithic Cave Art of Northern
<https://www.youtube.com/watch?v=qyIfPbn0RDs>



雙筒望遠鏡觀天-14

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

夜空之鳥

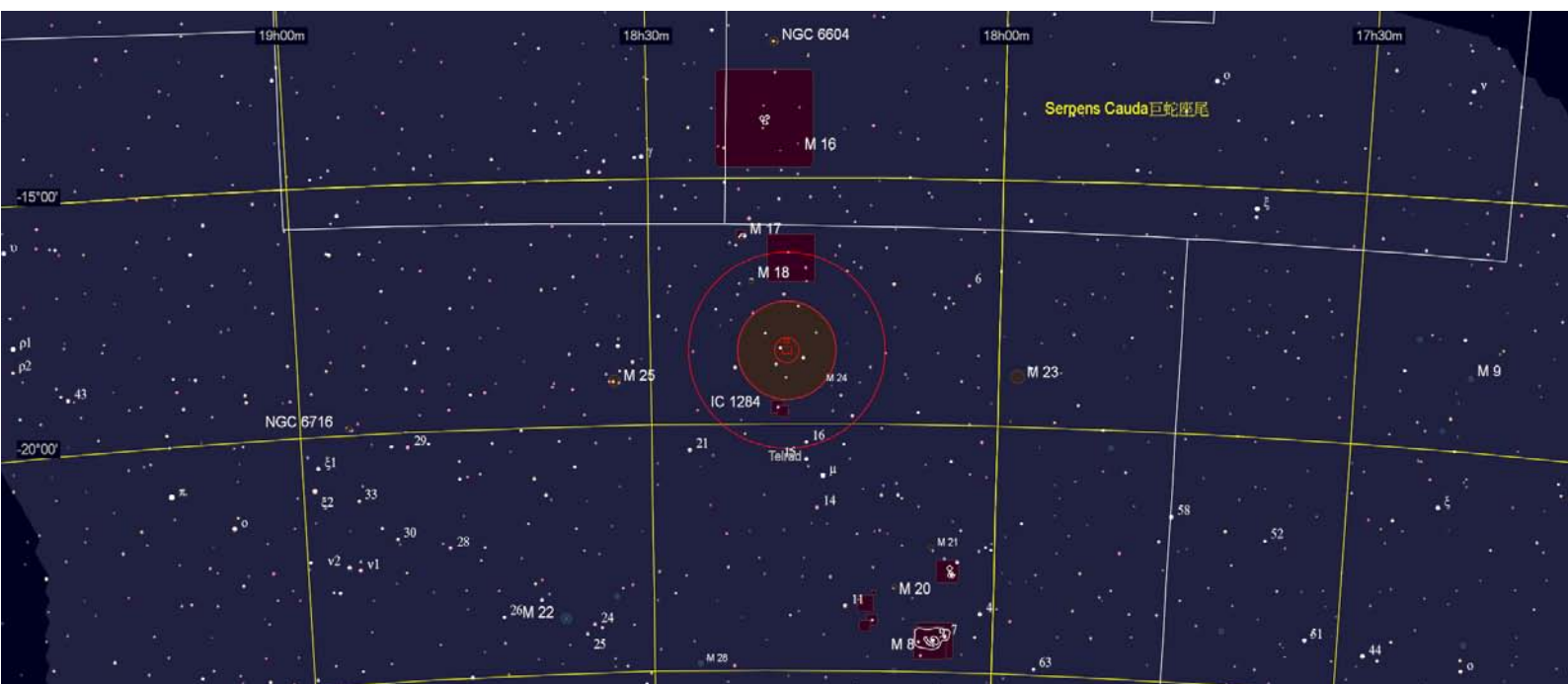
當我們觀賞夏季大三角時，牛郎星在天鷹座，天津四在天鵝座，你是否注意到這兩個星座都是飛鳥。88個星座中的飛鳥並不算少，還有天鴿、烏鴉、天鶴等。但一般的雙筒望遠鏡因為視野並不適合看星座，所以我們要觀賞的不是星座，而是天鵝星雲和鷹星雲。

還記得人馬座的M24恆星雲嗎？只要將M24置於雙筒望遠鏡視野的中心，就可以在左端看見M17和M18。如果你用的是廣視野的星座望遠鏡，與M24相距僅4.7度的M16也會同框出現在更北方的視野中。也就是從M24沿著我們銀河系的朦朧小路往北，就可以看見三個梅西耶星表中的天體：M16、M17和M18。

這三個天體都適合10X50的雙筒望遠鏡觀賞，我們就從最先看見，與M17相鄰的M18這個配角開始。它是三者中最南的，然後再向北推進至M17與M16。

M18 (NGC 6613)

M18是梅西耶自己發現的天體。在1764年6月3日，他獨立重新發現M17並進行測量時，發現了M18：一個小恆星集團。回顧他的筆記是這樣記載的：「一個小的恆星團，位於17號星雲上方一點，周圍有輕微的雲氣圍繞著。這個星團沒有之前的16號明顯；用一個焦距3.5英尺的普通望遠鏡，這個星群看起來像一個星雲；但用一個好的望遠鏡，人們只能看到小恆星。」



以M24為中心，顯示M16、M17、和M18相對位置。Skychart截圖（視場32度），白線為星座邊界，黃線為赤經與赤緯線。

M18是在本篇介紹的三個梅西耶天體中最不起眼的。但透過雙筒望遠鏡依然呈現可觀的景色。這個疏散星團的川普勒分類是II 3 p，大約有40顆恆星，它們與地球的距離都在4,200光年之外。在足夠黑暗的環境下，使用10X50的雙筒望遠鏡可以看見星團中最亮的恆星組成三角形的圖案，其餘的部分融合成一小團朦朧如同雲氣的星光。



M18。[維基百科]

對光譜的研究表明這個星團的年齡約

為3,300萬年，質量估計為太陽質量的188倍。它擁有1顆Be星和總共29顆B型星。有3顆超巨星，都是A型或早期型。最亮的一顆是HD 168352，光譜類型是B2III，視星等+8.65。3,300萬年的年齡相較於其它的星團還算年輕，但是對M16和M17這兩個星雲而言，M18是老得多了。

天鵝星雲（M17，NGC 6618）

天鵝星雲有許多名稱：歐米茄星雲、馬蹄星雲是較為人知的，龍蝦星雲（Lobster Nebula）和符號星雲（Checkmark Nebula）則較為冷僻而鮮有人知。它坐落在人馬座，是一個氫離子（H II）的區域。這個星雲的總光度正處於肉眼探測的極限（6.0等），因此在天空晴朗、黑暗，沒有光污染的良好條件下，肉眼就可以隱隱約約地感覺到它的存在。星雲的直徑約為15光年，是直徑約40光年的更大雲氣的一部分，並且可能是與其近鄰M16，位於巨蛇座尾部的巨型星雲複合體的一部分。

天鵝星雲幾乎是所有的雙筒望遠鏡都能輕易捕捉到的一個星雲。瑞士觀察家菲利普·洛伊斯·德·切索（Phillippe Loys de Chéseaux）於1746年首次觀察到它，當時他描述道：「它的形狀完全像一條光

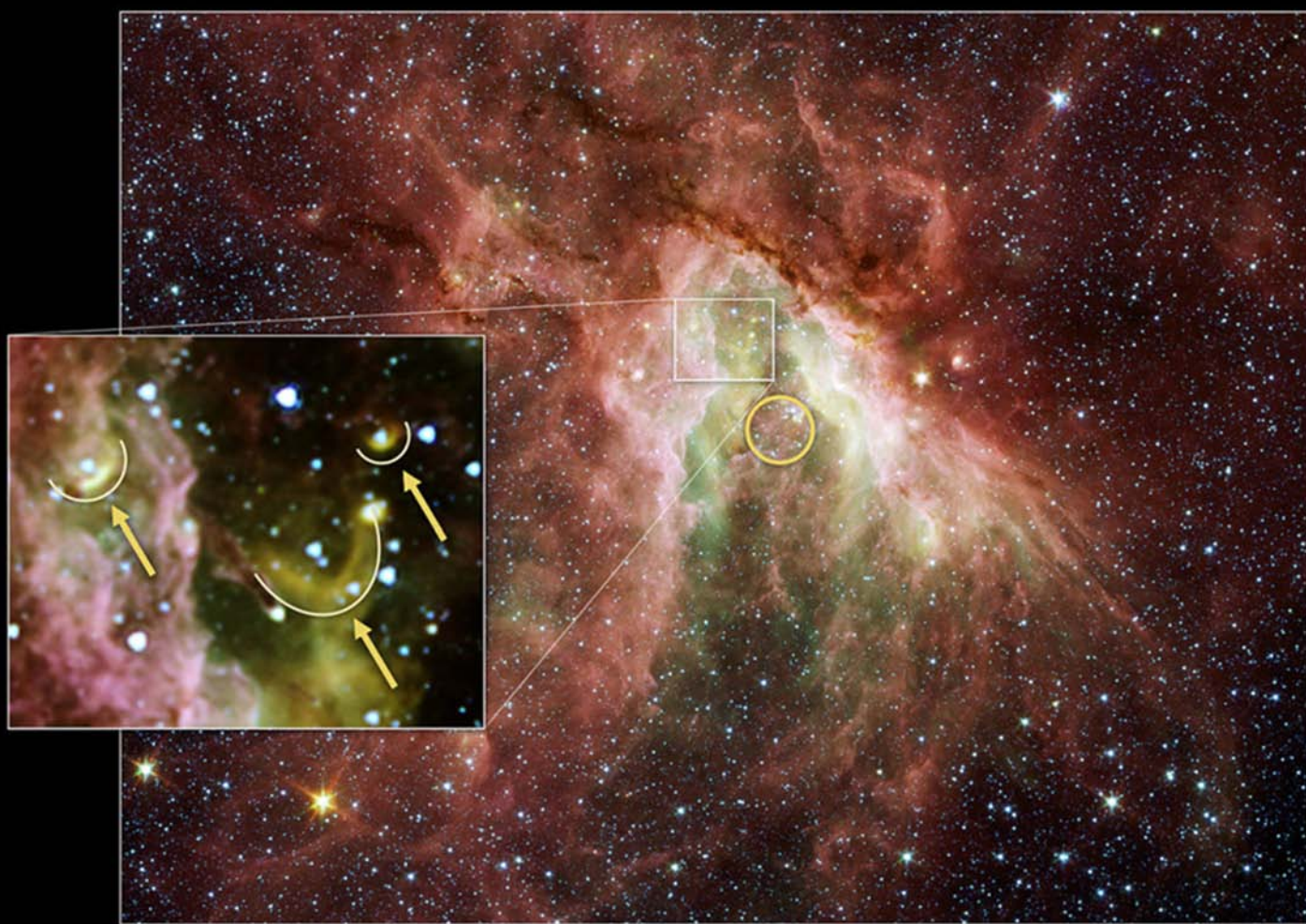
線，或彗星的尾巴，長7弧分，寬2弧分；它的兩側是完全平行的，並且相當完美的終止，它的兩端都是如此。」

有趣的是，梅西耶並不知道德·切索在1746年已經發現了這個星雲。所以在1764年6月3日，梅西耶以為他在一個晚上發現了兩個天體。他對M17的描述是「一系列沒有恆星的光，長度為5或6弧分，呈紡錘形，有點像仙女座腰帶中的光。」（即現在的M31）

當觀賞M18時，很容易就能看見同框的M17。它就在M18的正北面偏西12度，距離不到1度（57角分）。而在M17的北方，距離約22角分，有一顆淡黃色的5等星HR 6858（視星等5.39），可以藉此確認你看到的確實是M17。

如果你用口徑5公分或更小的雙筒望遠鏡觀看M17，可以看出它是一條大致東南-西北走向的灰色直條。使用更大的雙筒望遠鏡，可以在西北端看見一個微弱的鉤狀附屬物，彎曲的離開直條。

正是這種鉤狀和條狀的形狀產生了M17的暱稱之一：天鵝星雲。通過望遠鏡，直條代表著天鵝漂浮的身體，而鉤子則變成了它優雅的長頸和頭部。



Shock Fronts in the Omega Nebula (M 17)
NASA / JPL-Caltech / M. Povich (Univ. of Wisconsin)

Spitzer Space Telescope • IRAC
ssc2008-21a

NASA的史匹哲太空望遠鏡以紅外線捕捉到天鵝星雲中的新生恆星。這些新生恆星散發出密集的膨脹氣流，衝擊著周圍的物質形成弓形的衝擊波。在放大的插圖中標示出其中的三個弓形衝擊波。黃色圓圈標誌著天鵝星雲中質量最大的恆星。這張照片是用四色合成：波長為3.6微米的光是藍色，4.5微米光為綠色，5.8微米光為橙色，8微米的光是紅色。塵埃是紅色的，熱氣體是綠色的，白色是氣體和塵埃混合的地方。散布在圖像中的恆星是前景星和背景星。

<https://www.messier-objects.com/wp-content/uploads/2015/04/Omega-Nebula-Spitzer.jpg>

但是，雙筒望遠鏡的視場是正像，所以看到的會與字面描述的相反：天鵝是倒栽蔥的。所以，在找到M17之後，請改以天文望遠鏡觀看，以反轉的影像觀賞悠游在銀河中的天鵝。

與獵戶座的星雲M42一樣，M17也是一個活躍的恆星形成區域。一個年輕的星團NGC 6618隱藏在M17星雲內，然而我們很難直接看到它們。在這個隱藏的星團中有超過8,000到10,000個星團成員，其中沒有一顆的年齡超過100萬歲，都還是恆星界的嬰兒。

M17的第二個暱稱是歐米茄星雲。這源於約翰·赫歇爾（John Herschel）於1833年的一次觀察，當時

他寫道：「這個星雲的身影幾乎是希臘字母歐米茄的身影，有些扭曲，……」。1837年，他再度觀測這個星雲，給出了範圍更大，也更細膩的天鵝星雲草圖。後續還有英國天文學家威廉·拉塞爾（William Lassell）也於1862年在馬爾他使用4英尺望遠鏡繪製了這個星雲的草圖。愛德華·辛格爾頓·霍爾登（Edward Singleton Holden）和M·艾蒂安·利奧波德·特魯韋洛特（M. Étienne Léopold Trouvelot）在1875年也使用位於華盛頓特區的美國海軍天文臺的26英寸折射鏡繪製了同一個星雲的草圖。各位不妨比較看看透過你的雙筒望遠鏡看到的影像與哪一個最相似。

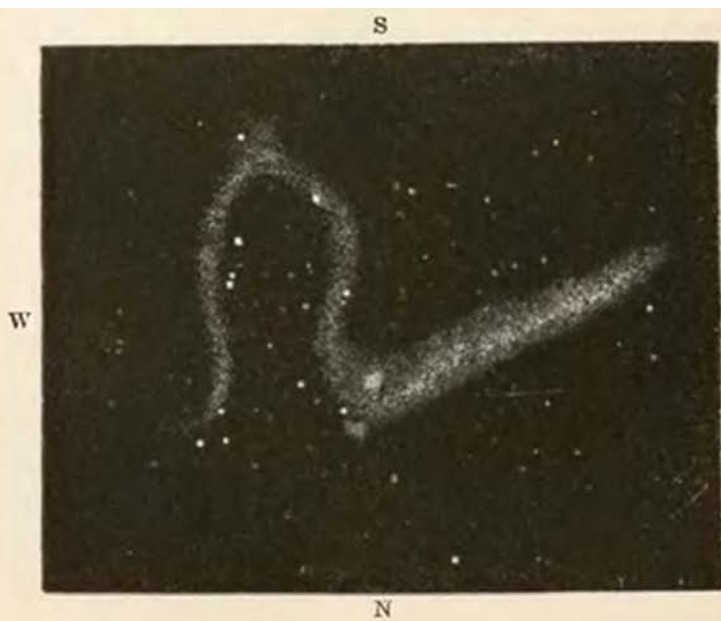


FIG. 1.—J. HERSCHEL, 1833.

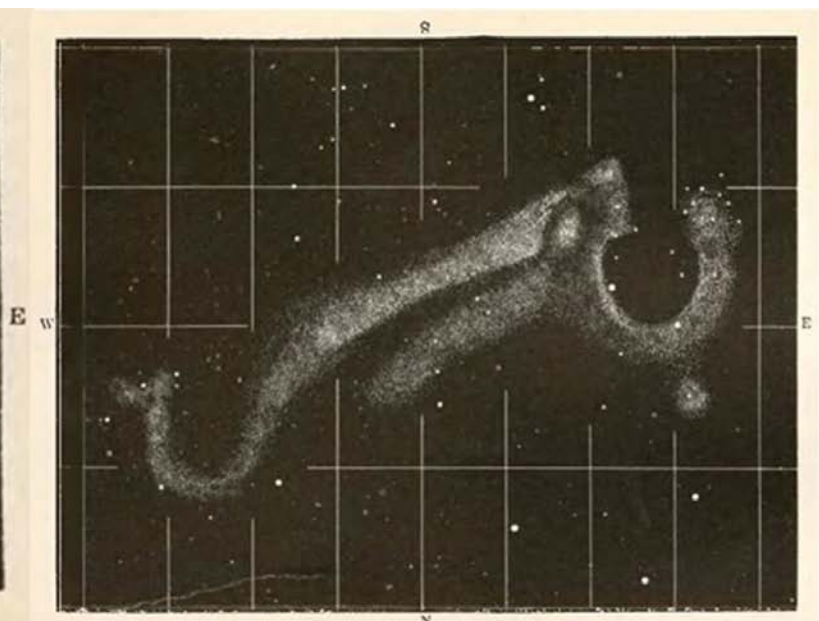


FIG. 2.—J. HERSCHEL, 1837.



FIG. 5.—LASSALL, 1862.

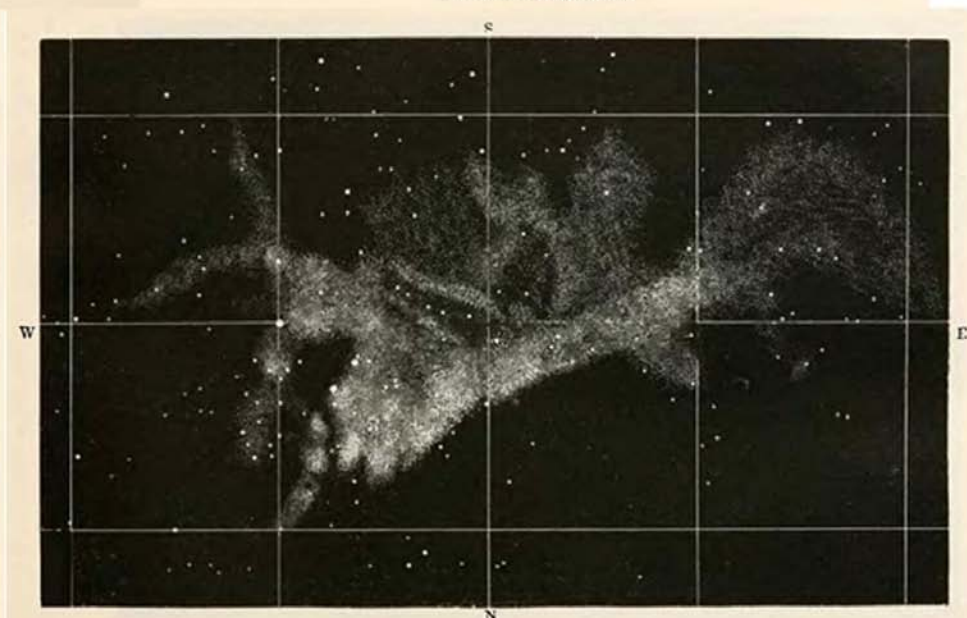


FIG. 7.—TROUVELOT, NAVAL OBSERVATORY, 1875 (36-INCH TELESCOPE).

約翰·赫歇爾於1833年（上左）和1837年（上右）的M17素描。以及威廉·拉塞爾1862年（下左）和霍爾登與特魯韋洛特1875年的素描（下右）。

鷹星雲（M16，NGC 6611）

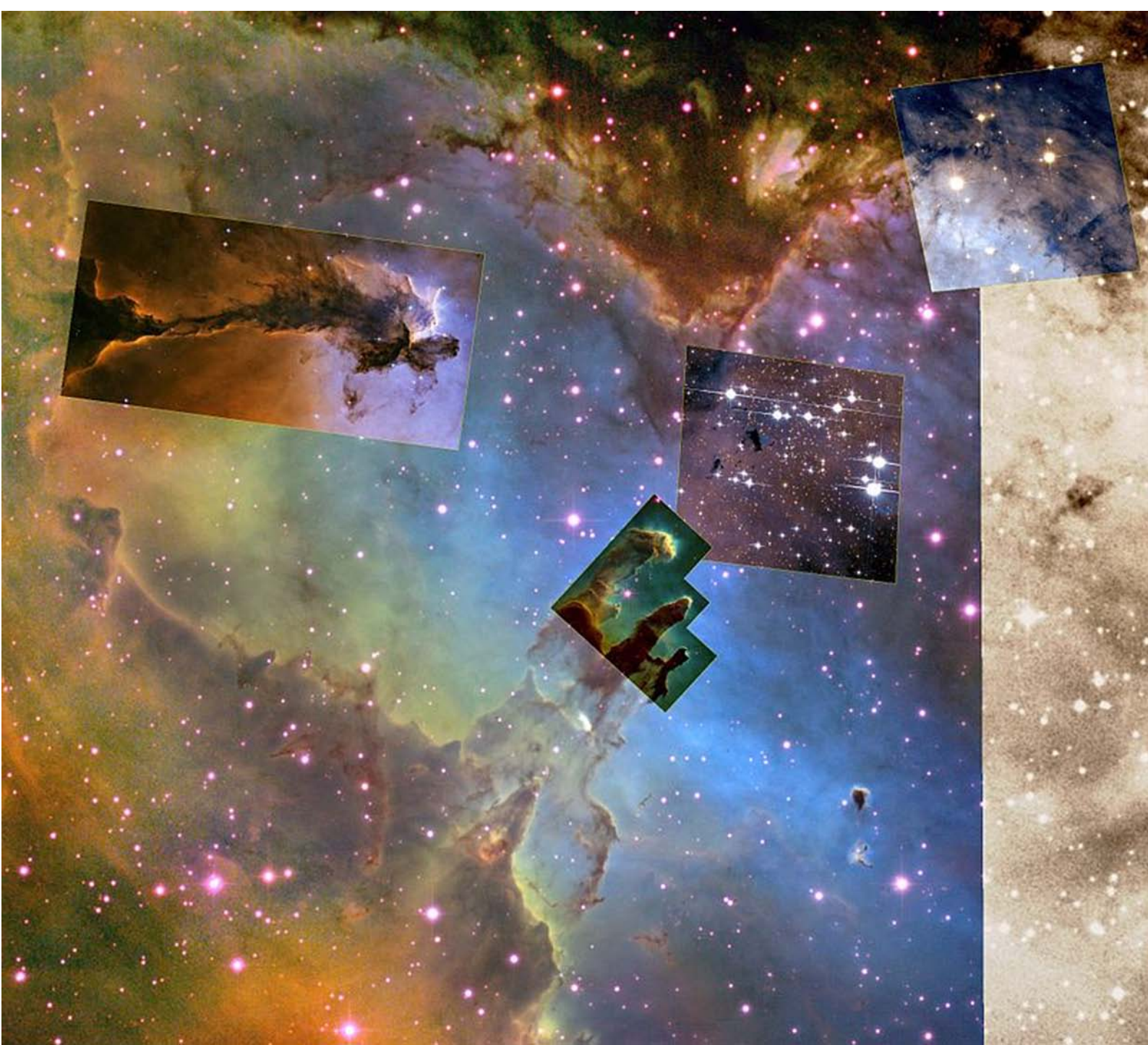
最後，我們再向北移動，進入巨蛇座的尾部觀賞鷹星雲。與天鵝星雲一樣，鷹星雲也是德切索在1746年首次發現的，梅西耶在1764年6月3日繁忙的夜晚也再獨立發現它。梅西耶描述了它是一個「夾雜著微弱輝光的小恆星團」。沒錯，梅西耶與德切索都描述它是一個星團，因為當時的望遠鏡不夠大，沒有足夠的集光力，還看不到氫離子雲氣發出的微弱光芒。今

天，我們所稱的鷹星雲直到1895年才被愛德華·巴納德發現，隨後將雲氣的部份單獨編目為IC 4703。

鷹星雲是一個疏散星團，這個星雲也被稱為星之后星雲，視星等為6.0，也就是巴納德發現的IC 4703，直徑為55×70光年，是一個更大的漫射星雲的一部分。星團NGC 6611包含大約8,100顆恆星。據估計，它的年齡只有100萬到200萬年。鷹星雲包含哈伯太空望遠鏡在1995年拍攝，被稱為生命之柱的恆星形成區。

通過雙筒望遠鏡看到的景象與梅西耶的描述非常吻合。用10X50的雙筒鏡可以在足夠黑暗的環境下分辨出數十顆恆星。但要感覺到雲氣的存在，得在沒有光害的夜晚，使用25X100的尋彗鏡加上星雲

濾鏡的輔助才有可能。簡單的說，使用手持的雙筒望遠鏡觀賞M16，你只能看見黯淡的星點，完全感受不到這是個星雲。

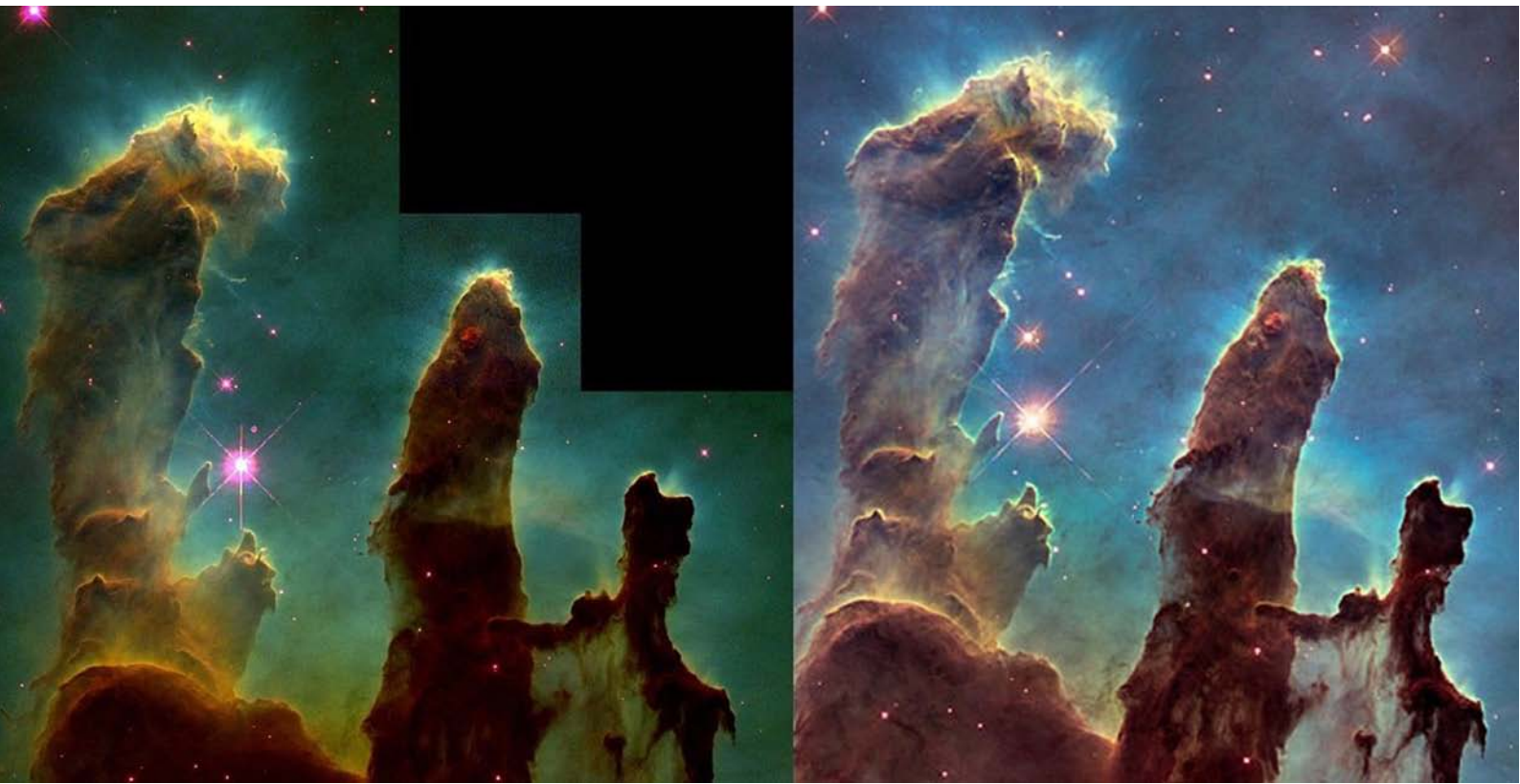


哈伯太空望遠鏡拍攝的鷹星雲全貌，大部分人們熟知的生命之柱為圖中央框出的區域。鷹的造型是生命之柱右側的兩根支柱與下方暗雲的組合。圖中框出的部分是鷹星雲中著名的景點，也是天文攝影常拍攝的題材。

創生之柱

哈伯太空望遠鏡在1995年發布的「創生之柱」照片，顯然是近年來拍攝的最引人注目的宇宙影像之一，吸引了公眾的想像力。事實上，創生之柱只是鷹星雲（其實是IC 4703）的一部分。

比較1995年和2014年拍攝的影像，可以看出創生之柱還在變化之中。這些變化是由一種被稱為光致蒸發的過程所產生，由冷卻的氫和塵埃組成的柱狀物似乎正在滲入周圍的雲氣，好像要抓住那些鄰近的恆星。但天文學家注意到隨著柱子本身慢慢被侵蝕，那些埋藏在柱子內，密度更高的氣



哈伯太空望遠鏡在1995年（左）最初使用第二代廣域和行星照相機（WFPC2）拍攝，和2014年（右）使用第三代廣域照相機（WFC3）相機拍攝的創生之柱的截圖。



2014年哈伯太空望遠鏡使用第三代廣域照相機（WFC3）重拍的可見光（左）與紅外線（右）的創生之柱。紅外光的影像揭露出許多被這片雲氣遮蔽的恆星。

體小球——被發現，它們被稱為「蒸發氣體球」
（Evaporating gaseous globule，EGG）。最終，這些胚胎恆星中的大多數將演化成為恆星。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

星座望遠鏡

（星場望遠鏡，starfield binoculars）

星座望遠鏡是一種倍數低、視角廣的雙筒望遠鏡，主要用途是星座的認識與觀賞。每一架星座望遠鏡，其光學元件（鏡片）需要多層防反射的鍍膜，視場超過15度，甚至有些可以達到36度的超廣角視場，並且目鏡是可以個別調焦的單目鏡調整。綜合這些條件，可以為使用者提供更好的觀星體驗。

個別調焦的目鏡可以讓兩眼都獲得清晰的影像，這樣設計的雙筒望遠鏡保持了立體的視覺，可以讓認識與觀賞星座時能得到豐富的景深。除了觀賞星座，星座望遠鏡也非常適合初學者觀賞銀河系、星雲和星團。

星座望遠鏡的倍率雖然只有2倍左右，但配合上直徑約4公分的物鏡，能讓你看見肉眼平常看不見的暗星。這對星座的辨認有很大的幫助，也更容易看出

星座整體的造型。超寬廣的視野更有助於觀賞星座的全貌，特別是那些較小又沒有亮星的星座，一個視野就能一窺全貌的一覽無遺。

星座望遠鏡有大目鏡和舒適的視野以及較大的視瞳距，所以即使你戴著眼鏡，也可以毫無限制地欣賞整個視野中的天體。超過瞳孔最大直徑（7mm）的出瞳徑，也能讓眼睛很快就能看見視野中的目標。此外，星座望遠鏡通常會配有腕帶，以確保它們始終牢牢地握在您的手中。柔軟的尼龍袋也為您收納它時能得到適當的保護。



星座望遠鏡
（星場望遠鏡）

文、圖 / 吳昆臻

2022年11月8日將上演難得的月全食天象，臺灣地區將可見到大部分的月食過程，過程中還將發生月掩天王星天象，本篇將介紹這次月食觀察及記錄方式，將這難得的天象拍攝記錄下來。



11月8日月全食過程，臺灣地區除半影月食開始階段因月球尚未升起不可見外，其餘各階段皆可見。

11月8日月全食概況

本次月全食於北美洲西部、日本全程可見，東亞、南亞及澳洲可見月出帶食，南美洲可見月沒帶食。臺灣地區可見到月出帶食（半影月食），本影食及全食過程皆可見，食分為1.364。月食各階段發生的時間如表1。

當天月球於17:02升起，不久後17:09初虧，仰角僅1度，此刻後肉眼可見月球虧缺情況，同時太陽也剛好西沉，隨著天色漸暗、月球仰角

漸高，月球也逐漸進入地球本影區、虧缺情況漸大，18:16食既是月全食的開始，月球完全進入地球本影可見紅紅暗暗的月球，18:59食甚為月食最大食分時刻，月球進入到地球本影最深處，月全食將持續1小時25分鐘，於19:42生光結束，之後月球虧缺部分逐漸減少，20:49復圓月球恢復到滿月樣貌，21:56半影月食結束。在臺灣觀測本次月食，過程中月球都位在東側天空，月球剛東昇不久即進入初虧階段，想要全程觀賞及記錄可尋找東方較無遮蔽地點。

表1. 月食各階段發生的時間

	時間	位置	
		仰角	方位角
月升	17:02	0°	72°
初虧U1 (月偏食開始)	17:09:14	1°	73°
食既U2 (月全食開始)	18:16:41	15°	79°
食甚 Greatest (月食最大食分)	18:59:11	24°	82°
生光U3 (月全食結束)	19:41:39	34°	86°
復圓U4 (月偏食結束)	20:49:06	49°	93°
半影食終P4 (半影月食結束)	21:56:13	64°	102°

●本表數據是用Eclipse Calculator 2 APP產生，因地球影子邊界非完全黑白分明，計算參數設定不同以致與上頁圖中除食甚時間外其他時間有些微差異。

●11月8日日落17:09；民用暮光終17:33；航海暮光終18:01；天文暮光終18:28，故在臺灣地區觀測於月食的初始過程會是天色尚亮情況。



2018年7月28日月全食，全食過程月球將呈現特別的紅色調，圖中位在月球左邊光點為即將被月球遮掩的6.8等恆星，與本次月食被遮掩的天王星5.6等情況將有點類似。

月全食觀測

月食直接用肉眼即可見到月球虧缺情況，全食過程也可見到紅色調的月球，也可另外準備雙筒望遠鏡或天文望遠鏡進行觀測；月全食紅色調的光線為太陽光通過地球大氣層折射至月球所致，而每次月全食月球進入地球影及地球大氣情況都不同，月球變暗及紅的程度也都會不一樣，可以特別觀察及記錄。



利用星圖軟體Stellarium模擬臺北地區月掩天王星情況，19:05天王星掩入，此時在全食階段，可見到紅色調的月球將天王星遮掩，19:53復出時月食剛過19:42生光階段，天王星將從虧缺月球的暗側復出；各地掩入復出時間及位置都不同，可透過軟體模擬預知情況。

另外，本次月全食過程中還將上演難得的月掩天王星天象。各地掩入、復出時間隨地點稍微不同，臺北19:05掩入、19:53復出；臺中19:03掩入、19:50復出；高雄19:02掩入、19:46復出；要觀看天王星掩入及復出情況，就必須要藉由天文望遠鏡協助才能進行。

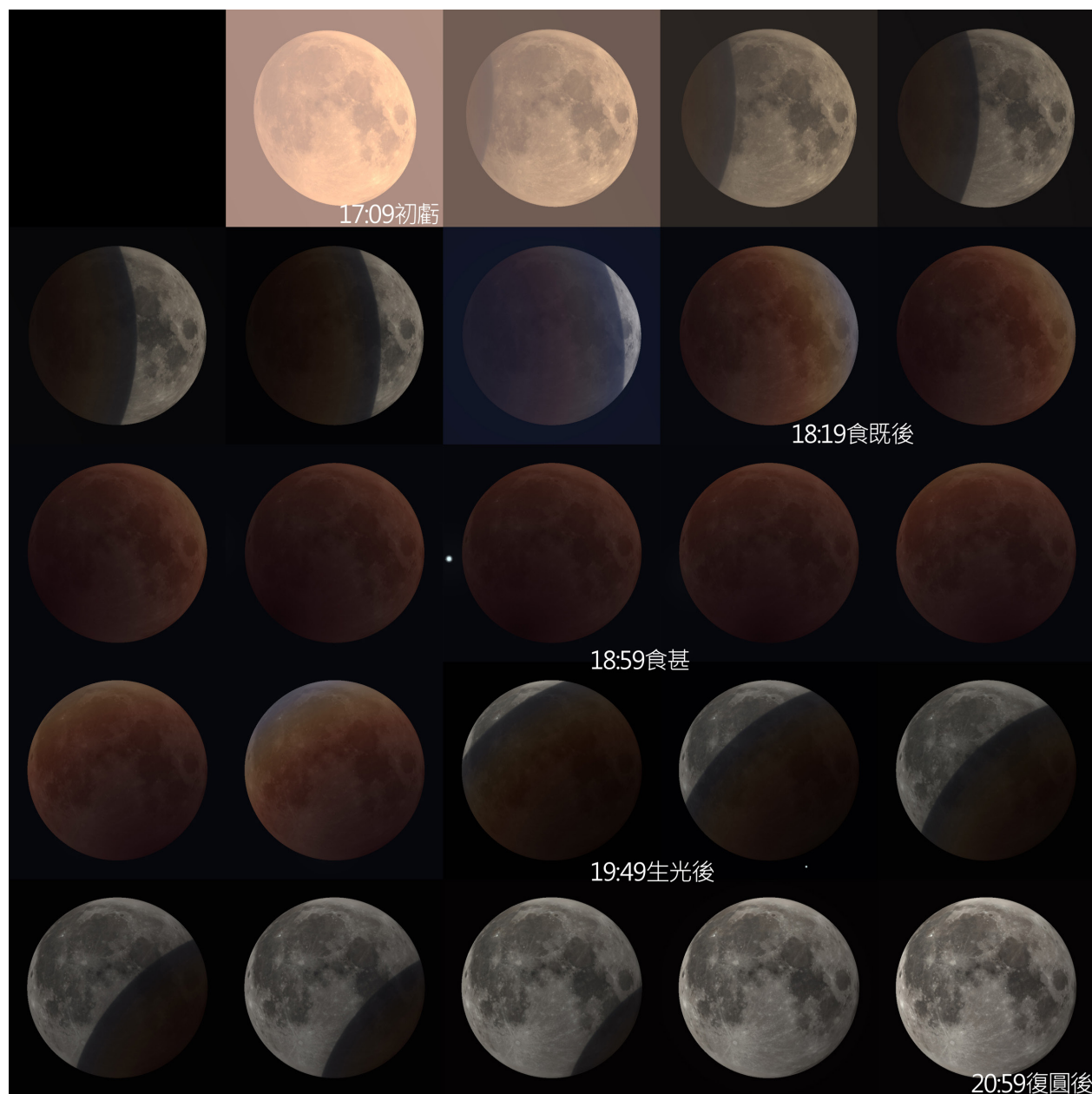
月食拍攝記錄

一 長鏡頭間歇攝影

要對月食過程月球變化情況做記錄，需要使用長焦鏡頭或望遠鏡擴大攝影對月球做特寫，最

好能搭配間歇攝影，以固定間隔時間進行拍攝，後續再將不同時間影像拼貼在一起，即是整個月食過程的全紀錄。拍攝時機建議以食甚的時間作為基準，往前及往後相同間隔時間作為拍攝的時機，復圓後肉眼雖看不出月球虧缺情況，但透過相機拍攝還是可分辨出半影月食情況，拍攝記錄建議繼續拍攝至半影食終後，才是最完整的月食過程紀錄。

月食過程中月球亮度變化大，影像曝光情況可隨拍得影像情況做調整，偏食階段可鎖定未進入本影區域，維持該區域曝光適中，更進階的拍攝，每次拍攝時可用多張不同程度曝光拍攝本



利用星圖軟體Stellarium模擬本次月全食每隔10分鐘情況，再將各影像拼貼在一起，以呈現月食過程變化，拼貼方式可參考〈EASY拍星空22〉之長鏡頭日食過程-日食拼拼樂介紹。

影內外區域的月球，後續透過後製進行高動態範圍（HDR）處理，同時呈現月球最暗至最亮區域情況；全食階段可進行不同曝光時間拍攝，以記錄紅色調的月球，在本次月食過程還將上演難得的月掩天王星，可調整曝光值針對天王星進行拍攝記錄。全食過程的月球較為昏暗，有時需要進行數秒的長時間曝光，要維持攝得月球影像清晰且不移動脫線，將拍攝裝備固定於三腳架或赤道儀追蹤是必要的。



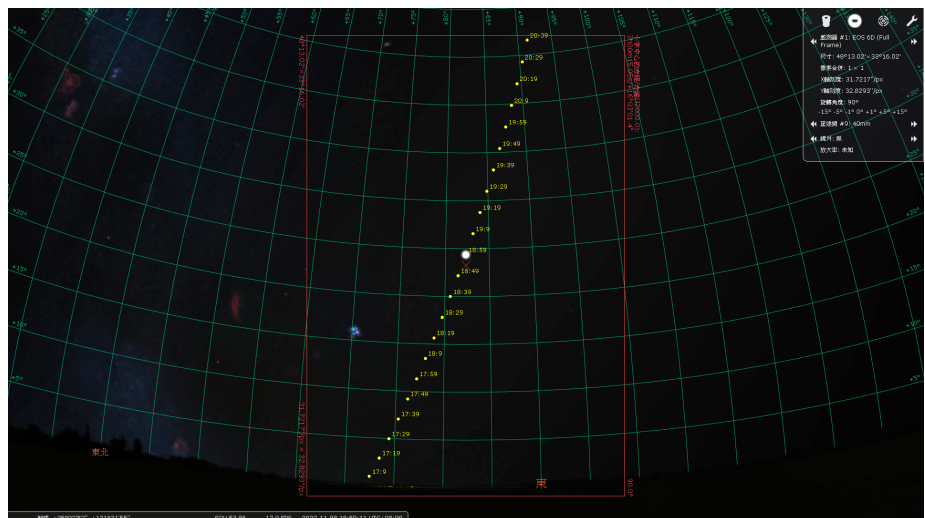
同時以不同程度曝光拍攝偏食過程月球，後續以高動態範圍後製處理，就能同時呈現月球亮部及暗部情況。影像中在亮暗交界處藍色調是陽光經由地球大氣較外層的臭氧層的折射光線，俗稱綠寶石帶（turquoise fringe）或藍帶，若以單一曝光進行拍攝，在食既前及生光後最為明顯。

月食拍攝記錄－廣角間歇攝影

用廣角鏡頭拍月球，雖然月球在畫面中的占比很小，但只要曝光恰當還是可記錄下月球虧缺情況，全程保持固定取景，並以間歇攝影方式拍攝，後續透過後製將全部影像疊合在一起，就能將月食過程月球虧缺及位置變化一起呈現。

要完成廣角間歇攝影記錄，事先需做好取景規劃，確定使用鏡頭焦段及構圖，拍攝現場將相機架設於三腳架上，取景時

將月球放置於預先構圖對應位置，全程都保持相同的取景，並以固定間隔時間進行拍攝，過程中要適時調整曝光參數使月球曝光適中，拍攝設定及後續影像處理可參考〈EASY拍星空19〉之廣角間歇攝影拍攝及間歇攝影影像疊合二段內容。



以星圖軟體Stellarium查詢及規劃本次月食取景情況，以直幅取景使用40mm鏡頭恰可涵蓋全程並結合地景，詳細查詢步驟可參考〈EASY拍星空32〉之取景規劃及間歇攝影取景規劃二段內容。

月食拍攝記錄 一月流跡

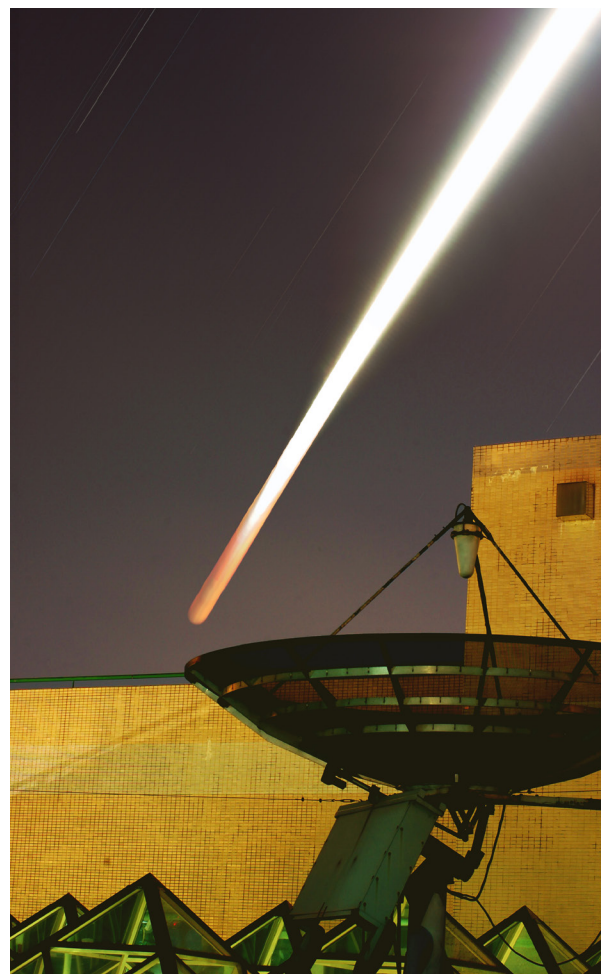
月食過程月球亮度會有明顯的改變，相機可用連續拍攝記錄月球的光跡及亮度，後續再將所有影像疊合在一起，即可得到月食過程的月流跡影像；全程相機必須固定曝光參數（低ISO、中等光圈f/8-11、曝光5-30秒，影像背景曝光適中）及取景，並連續不間斷連續拍攝，拍攝原理及影像後製與星軌拍攝類似，可參考〈[EASY拍星空3星軌拍攝](#)〉介紹。

本次月食在臺灣地區前半段的1小時，太陽才剛落下天色是未全暗下來的，若以一開始的天空亮度作為基準，曝光時間將會較短，全程都用此參數不間斷的拍攝，影像數量會很可觀，可於天色稍暗以曝光時間較長的快門進行拍攝，適當的曝光值可於平時或月食前數日於相同時段試拍取得。

月食拍攝記錄 一紅色調月球與星空

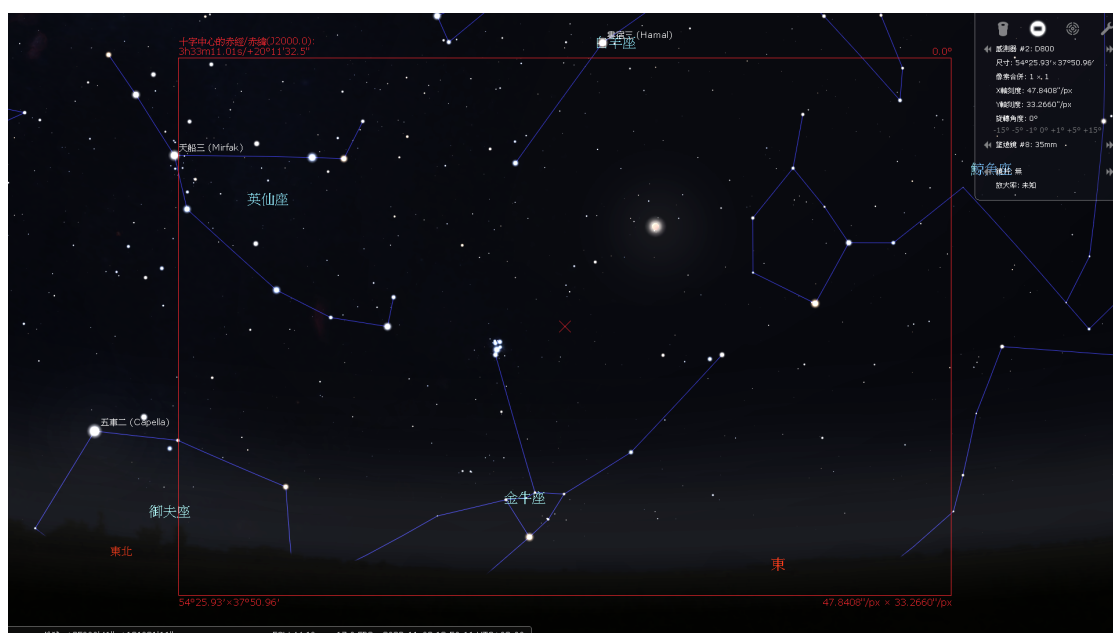
月全食過程月球亮度將大幅降低，若能在無光害處觀測，原本被月光淹沒的暗星將在全食過程顯現，能觀察到繁星伴紅月情況及過程變化。

記錄紅色調的月球與星空，可用固定攝影或追蹤攝影進行長時間曝光拍攝，若是在有光害的地區拍攝，可使用長鏡頭或望遠鏡直焦攝影進行拍



2007年8月28日月全食流跡，拍攝時段為月全食到復圓，可見月球流跡從原本紅棕色轉變到明亮過程及情況。

使用Stellarium模擬本次月全食當下星野情況，附近較明顯天體有M45昴宿星團，圖中紅色框線為35mm鏡頭取景框。取景框查詢步驟可參考〈[EASY拍星空32](#)〉之取景規劃內容。



攝，在全食過程增加曝光量，將周遭背景恆星與天王星一起拍攝記錄。

月食拍攝記錄－地球影

月食過程月球虧缺弧形是地球的影子輪廓，若能將多張不同時段影像依相對位置疊合，就能呈現更加完整地球影子樣貌，不過地球影邊緣並非明顯邊界，是無法直接以影像中地影弧形做準確定位，較精準的方式是在拍攝過程針對背景恆星位置進行定位及修正，並拍攝當下月球位置，再將不同時間影像疊合在一起呈現，或是透過星圖軟體從影像中背景星與地球影相對位置進行疊合，大致步驟可參考〈EASY拍星空7〉介紹之地

球影拍攝（進階）內容。

月全食天象並不常見，錯過了就要再等上好一陣子，每次月食可見情況都不同，也都是獨一無二的，每當有日月食等特殊天象發生，真的要好好把握觀測的機會，也不妨善用手邊的拍攝工具，將難得的天象做個記錄，有關月食拍攝記錄也可另外參考〈EASY拍星空6〉及〈EASY拍星空7〉介紹。〈EASY拍星空〉將繼續分享拍下美麗的星空的訣竅，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/>



使用Sky Chart模擬及合成本次月食之地球影情況。Sky Chart軟體可以同時模擬顯示月球、背景星及地球影，利用軟體產生不同時間情況，後製時依照模擬影像調整各影像位置，應可組合出正確的地球影情況。

表2. 近期臺灣地區可見月食情況

日期	臺灣地區可見情況	可見階段
2022/11/08	月全食	初虧前至半影食終
2023/05/06	半影月食	全程可見
2023/10/29	月偏食	全程可見
2025/09/08	月全食	全程可見
2026/03/03	月全食	初虧後至半影食終
2027/02/21	半影月食	半影食始至食甚前
2027/07/19	半影月食	全程可見

來成為

第一位看到這個星系的人吧！

你覺得這個像是麻花辮的星系，到底要分類成螺旋星系、透鏡星系、還是不規則星系呢？天文學家也有跟你一樣的困擾！隨著觀測技術的發展，同時具備廣度與深度的巡天觀測中發現了數以萬計的星系，而這些新發現的星系數量早已超出科學家能分析處理的數量，尤其是這些形狀特異的交互作用星系，因為星系碰撞合併所產生的獨特外形更是需要人工辨識與分類。「星系動物園」計畫就是因此而生！

藉由數十萬名志願者的加入，星系動物園計畫已完成了將近4,000萬個星系的辨識與分類，為求精確，每個星系更是由不同的志願者重複辨識了超過30次以上。如果你的動作夠快的話，或許有機會成為有史以來第一個看見這個星系的人喔！

參考來源：<https://esahubble.org/images/potw2227a/>

星系動物園網址：www.galaxyzoo.org

Astronomical 美星映象館 *photo gallery*

責任編輯/ 吳昆臻



眉月星雲與肥皂泡 邱志揚

時間：2022/07/05、2022/07/07

地點：新竹縣北埔鄉

儀器：Vixen SD103S望遠鏡、ZWO ASI 2600MM Pro冷卻相機、iOptron GEM45赤道儀、William Optics 50mm導星鏡、ZWO ASI 120MM MINI導星相機

參數：O III 300秒36幅、H α 300秒42幅疊合，總曝光6.5小時

後製：Astro Pixel Processor、Photoshop

說明：此幅影像使用窄頻濾鏡拍攝，天鵝座周邊天區布滿了氫離子雲氣，紅色的眉月星雲（NGC6888）是由兩股恆星風衝擊所造成的發射星雲，左下方的藍綠色圓形行星狀星雲，則是肥皂泡星雲（PN G75.5+1.7）。



M27 狐狸座啞鈴星雲

黃路克

時間：2021/10/06

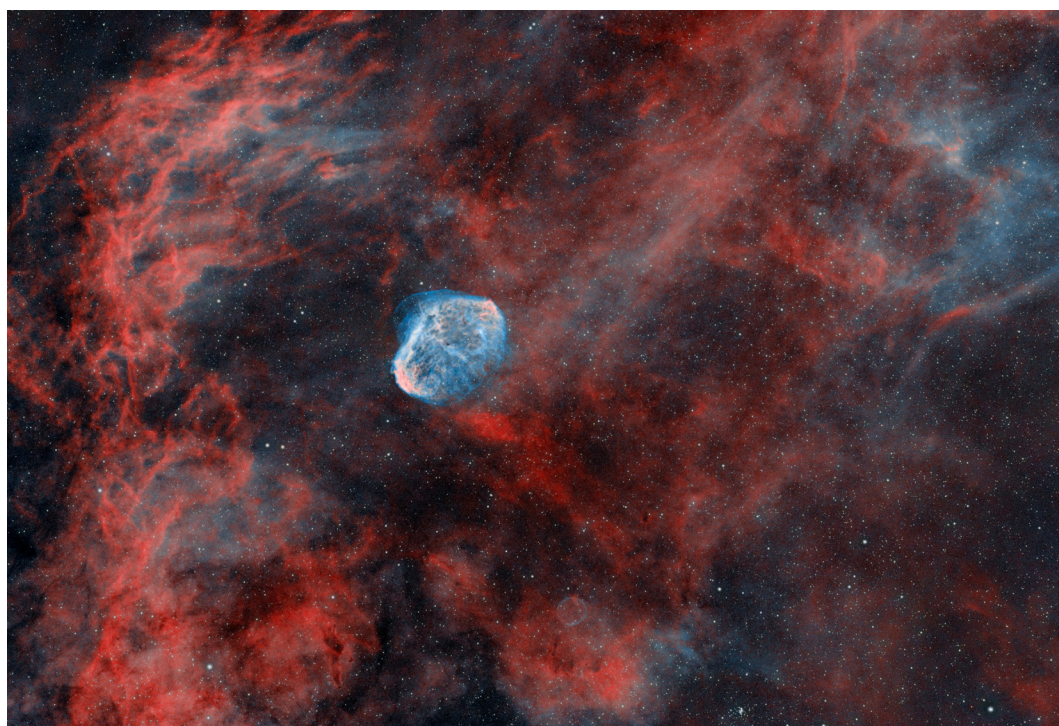
地點：新北市中和區

儀器：Celestron EdgeHD 8" 望遠鏡、0.7X減焦鏡、ZWO ASI2600MC Pro冷卻相機、STC雙峰窄頻濾鏡、iOptron GEM45赤道儀、250mm/F5導星鏡、ZWO ASI290mini導星相機、ZWO ASIAIR Pro天文主機

參數：Gain100、冷卻0度C、單幅曝光3分鐘，30幅疊合，共1小時30分鐘，中央局部裁切

後製：Astro Pixel Processor疊合、Photoshop影像處理

說明：M27啞鈴星雲為夏季知名的行星狀星雲，也是小口徑望遠鏡就能觀測到的天體，此次使用長焦的大口徑折反射式望遠鏡及STC雙峰窄頻濾鏡，在中和市區光害嚴重的樓頂進行拍攝，一樣能濾除光害而捕捉到它的身影。



眉月星雲及泡泡 陳建宇

時間：2022/06/23、06/27、07/05、07/06

地點：臺中市自宅頂樓

儀器：William Optics FLT91望遠鏡、ZWO ASI294MC Pro冷卻相機、Antlia ALP-T Dual Band 5nm Filter濾鏡、Hobym Crux 140 Traveler赤道儀

參數：Gain120、單幅曝光300秒，156幅疊合

說明：眉月星雲是位於天鵝座的發射星雲，在充滿光害的臺中市頂樓，透過窄頻濾鏡也能將其拍攝下來。

C/2017 K2（泛星彗星）

陳宜婷

時間：2022/07/28 23:19~39

地點：南投縣信義鄉新中橫塔塔加，
臺21線144K

儀器：William Optics Zenithstar 81
f/6.9 APO望遠鏡、iOptron
GEM45 赤道儀、Nikon D810A
相機

參數：ISO1600、單幅曝光2分鐘，10
幅疊合

後製：Astro Pixel Processor疊合、
Adobe Photoshop CC 2017影像
處理

說明：泛星彗星是來自歐特雲的一顆
長週期彗星。2022年7月14日
彗星通過近地點時的視星等約
8.7，它將在2022年12月19日
到達近日點，距離太陽1.8天
文單位，接近火星軌道半徑。
因此，彗星在近日點的視星等
只有8.3，肉眼依然不可見。



M4球狀星團 林啓生

時間：2022/07/22

地點：南投縣信義鄉新中橫塔塔加地區

儀器：高橋E-130D反射望遠鏡（有修正鏡）、
QHY533C彩色相機、高橋EM200-USD赤
道儀、QHY5相機導星、OAG離軸導星

參數：單幅曝光30秒，60幅疊合，總曝光1,800
秒

後製：萬明德，PixInsight

說明：M4球狀星團位在天蠍座主星心宿二的
旁邊，可以在望遠鏡視野中先找到心宿
二，然後往西找，看到一團彗星狀的光
影即是。M4是視直徑比較大的球狀星
團，於無光害區域以望遠鏡目視觀測，
可以看到星團中最亮的不少星星，較特
別處是一般球狀星團星點分布都是從中
間密集處「均勻」地往外擴散變稀疏，
然而M4卻是有許多的亮星呈南北向的棒
狀分布，甚是有趣。





月全食的藍帶 蔡明翰

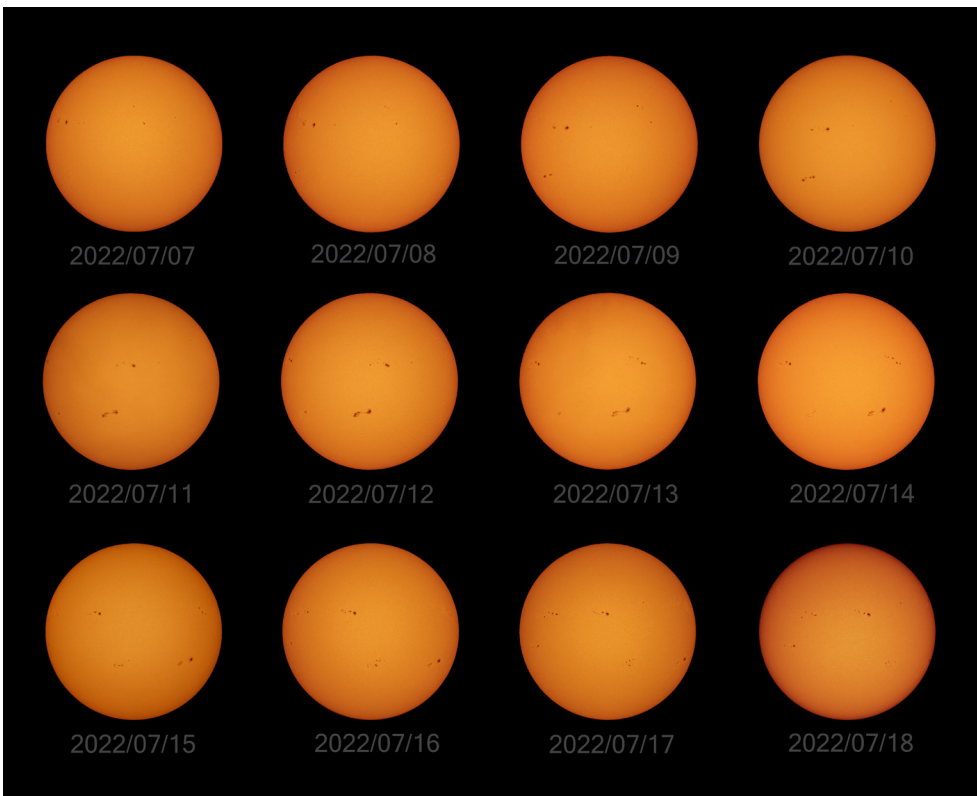
時間：2022/05/16

地點：智利EL Sauce天文臺，
遠端連線拍攝

儀器：Planewave CDK 17"
望遠鏡、SBIG STXL
11002天文相機、
Astrodon E LRGB
Astrodon RGB 2GEN濾
鏡組、Paramount ME
赤道儀

參數：R 4秒 4:37UT、G 4
秒 4:37UT、B 15秒
4:38UT，RGB單幅三
色合成

說明：2022年發生的第一次月
全食，臺灣不可見，
因此使用位於智利的
CDK 17"進行拍攝。因
為望遠鏡屬於長焦，
因此月亮爆框，這張
照片是在復圓階段拍
攝，此時月球位於地
球的本影與半影之
間，太陽光經過平流
層的臭氧層，部分光
線被吸收，因此在月
球上投射出藍光，此
區域剛好介於還在本
影內的紅色與已經在
半影內的白色之間，
稱為藍帶，是月食發
生過程特殊景象之
一。



太陽黑子紀錄 謝易翰

時間：2022/07/07～07/18 地點：臺南市安平區

器材：NIKON P1000相機@2000mm、巴德膜太陽濾鏡

參數：自動模式，ISO100、光圈F6.3、快門1/500～1/640秒

後製：Photoshop剪輯編排與修飾

說明：今年4月下旬後幾次觀察到太陽表面出現了大面積的太陽黑子群，興起了連續記錄太陽黑子來觀察太陽自轉的念頭，於是便積極關注太陽黑子的訊息。

2022/07/07發現AR3055黑子群剛從太陽邊緣出現，開始每日記錄黑子的變化，過程中有幾日遇到陰雨，好在太陽最終都有從雲縫中露出片刻，幸運地成功連續記錄AR3055黑子群從出現到從太陽邊緣轉出計12天。

彩妝太陽 李美英

時間：2022/08/05 18:31

地點：新北市石門區麟山鼻
漁港

儀器：TAMRON SP 150-
600mm F/5-6.3 Di VC
USD鏡頭@600mm、
Canon EOS 6D相機

參數：ISO100、光圈F8.0、
單幅曝光1/80秒

說明：8月5日傍晚我在麟山鼻漁港準備捕捉綠閃。當時西方天空有一片厚厚的雲帶，與海面之間只有一點點的晴朗天空。當太陽從雲縫中穿出時，一顆美麗驚人的太陽出現了。因為雲層厚度的不同，太陽呈現出各種顏色條紋，像是畫了彩妝的太陽！其中還包含3顆黑子。此時除了按下快門捕捉它的美麗與特別之外，還能說什麼呢！



影片連結：<https://youtu.be/bN5jQdEjFH4>



穹頂上的獵戶座 葉光榮

時間：2022/01/06

地點：屏東縣泰武鄉北大武山登山步道3.8K處喜多麗斷崖

儀器：Tokina AT-X 116 PRO DX II鏡頭、Nikon D5300

參數：ISO1600、光圈F2.8、單幅曝光20秒

說明：猶如外太空拍攝的畫面，這是逆溫層所產生的景象，下方是臺灣的高屏地區，人們生活在空污與光害嚴重的城市裡，與穹頂上高清乾淨的星空，形成強烈的對比。



水-金-火-木-土 五星連線 劉銘晃

時間：2022/06/23 04:18

地點：花蓮縣瑞穗鄉

儀器：Canon RF 15-35mm
F2.8L IS USM鏡頭
@15mm、Canon EOS
R5相機

參數：ISO 8000、光圈F2.8、
單幅曝光1/4秒

說明：到東部旅行期間，適逢水-金-火-木-土五星連線，水星因較靠近太陽升起最遲，可見時間已過天文曙光辨識難度增加，實際適合拍攝時間不到一小時。拍攝現場濕度高，又因旅行外出並未帶除霧線，拍攝數張後鏡頭即整個起霧，幸運地能獲成功的照片。



五行星連線之火星合月 莊建庭

時間：2022/06/23 04:03

地點：臺南市仁德區奇美博物館

儀器：美科8mm F3.5魚眼鏡頭、D5600（改）相機

參數：ISO400、光圈F3.5、單幅曝光20秒

說明：五行星連線之火星合月，當日清晨天氣甚好，同場加映M45同框。

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

浩瀚宇宙無限寬廣，穹蒼之美盡收眼底



攝影 / 周紀宇

GPN:2008700083