

臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI
SKYLIGHT
NO.102 2021.07
ISSN:1727-0022



火星探測 中國崛起 恒星被黑洞吞噬產生的幽靈粒子 首張黑洞偏極化影像

宇宙射線收集員：哈伯太空望遠鏡

發現天文館的黑暗勢力：暗物質

千錯萬錯都不是星星的錯

英仙座流星群拍攝攻略

臺北星空

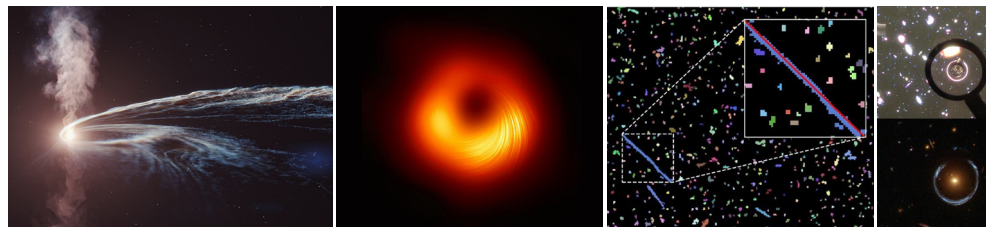


最近傍晚在西方地平線附近，依稀還能看到火星。雖然火星距離越來越遠，亮度也逐漸下降，但火星的探測卻熱鬧滾滾，繼100期我們專文報導毅力號成功降落后，中國在五月也首次登陸火星！「祝融號」探險車的科學目的是什麼？它的儀器有何特色？「火星探測中國崛起」告訴你。

此外，你知道宇宙射線收集員是誰？沒想到是哈伯太空望遠鏡吧！科學家如何將垃圾變黃金？還有英仙座流星群將來臨，如何拍攝呢？首張黑洞偏極化影像問世，在科學界造成轟動，它讓我們知道黑洞哪些奧秘？以及恆星被黑洞吞噬後，竟然會產生的幽靈粒子！多篇精彩專文與你共享。

Contents

- 02 天象與新知** 許晉翊、趙瑞青
- 05 天文新聞追蹤報導**
火星探測 中國崛起 徐麗婷
- 09 天文新聞追蹤報導**
宇宙射線收集員：哈伯太空望遠鏡 林建爭
- 13 天文展品導覽**
發現天文館的黑暗勢力：暗物質 陳姝蓉
- 28 謎樣星宿**
千錯萬錯都不是星星的錯 歐陽亮
- 33 天文觀測教室-8**
天蠍座 陶蕃麟
- 39 古今天文學家**
南西·格雷絲·羅曼 詹佩菁



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
中華民國一百一十年七月一日出版
刊期頻率：雙月刊
本刊刊載於臺北天文館網站，
網址<https://www.tam.gov.taipei/>

發行人 陳岸立

發行人 王錦雄、陳俊良
林琦峯、吳志剛
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、葛必揚
許錫鑫、計修邦
胡憲華、李秀鑾

臺北星空

臺北天文館期刊

本刊歡迎各界人士投稿並提出指教。

本刊對來稿有刪改權，如作者不願稿件被刪改，請註明。

文稿請自行影印留底，投稿文字、圖表、圖片與照片，均不退件。

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

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

本刊文字及圖片，未經同意，不得轉載。

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

來稿請寄：

臺北市立天文科學教育館 研究組
臺北市士林區基河路363號

歡迎以電子郵件投稿

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

1999市民熱線，24小時日夜服務

本期專文

18 恒星被黑洞吞噬產生的幽靈粒子 江國興

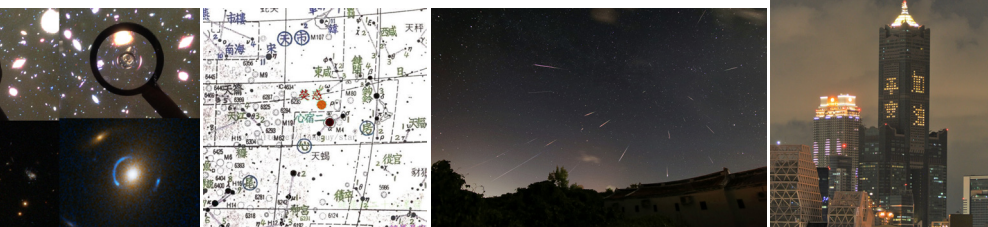
22 首張黑洞偏極化影像 卜宏毅

46 天文學教室 從毅力號的登陸過程淺談對幼兒的機會教育 趙瑞青

50 天文攝影實戰教學/EASY拍星空 28 英仙座流星群拍攝攻略 吳昆臻

58 天體映象 混沌的銀河與微光的地球 離地四十萬公尺 的晚安 虞景翔

60 宇宙天體攝影 美星映像館 彙整/吳昆臻



總編輯 李瑾
編輯 劉愷俐、吳昆臻
趙瑞青、許晉翊

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



創舉！NASA毅力號成功在火星上造氧



俄羅斯將建造新的太空站來取代國際太空站



聆聽獨創號直升機在火星上飛行的歷史性聲音



最後測試，延宕14年的JWST已經準備好了



千年前古書記載的超新星可能是罕見的「殭屍超新星」



中國天問一號成功降落在火星烏托邦平原！



黑洞與中子星合併可能有助於解決宇宙膨脹的爭議



天文學家以星震技術解開大質量恆星構造之謎



與臺灣有關的多顆小行星命名獲IAU認證



90光年外的系外行星，或許存在類似地球的大氣層



邵逸夫獎於6月1日發佈得主，天文學獎項由磁星項目拔得頭籌

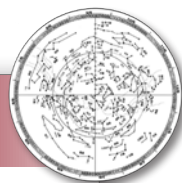


CHIME第一年就探測到超過500個神秘的快速電波爆



中國神舟十二號升空，太空人將在天宮號太空站住上3個月

七、八月重要天象



七、八月的天象著重於外行星的衝，其中木星及土星肉眼可見，矮行星冥王星則必須使用大口徑天文望遠鏡才可見。

另外水星西大距讓早起的民衆挑戰眼力，去年底沒見到木星土星相合的遺憾，在7月13日及8月19日又各有一次兩顆行星合了，雖然這回的相合沒有土木合來得靠近，仍然值得一看。

7/5 水星西大距，3h45m，距角21.5°，視亮度0.3等

7/13 火星合金星，15h，火星在金星南0.49°

8/2 土星衝，14h14m，視亮度0.2等

【推薦】

8/13 英仙座流星群極大期，ZHR~100，不受月光干擾

8/19 火星合水星，12h，火星在水星北0.08°

8/20 木星衝，8h28m，視亮度為-2.9等

天象焦點

7月5日 水星西大距

凌晨3:45達今年第二次西大距位置，水星在太陽以西約 21.5° ，日出前可見於東北東處，亮度約0.3等，但因仰角不高又發生在夏季，極易受晨曦及地平附近大氣影響而難以顯露，建議利用雙筒望遠鏡協助觀賞。



7月13日 火星合金星

15:00，火星與金星相合，火星在金星南 0.49° ，當天的傍晚日落後，在西方天空可見兩顆非常靠近的太陽系行星，火星及金星，一紅一白相當搶眼，其中火星的亮度較低，可能會需要等到天色更為昏暗才能見到，不過由於就在金星旁邊，所以也可以順著金星的方向直接找到它。

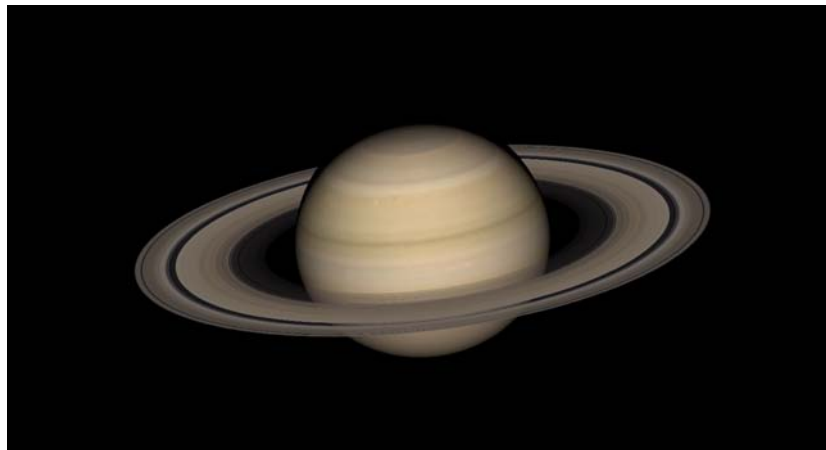


7月18日 冥王星衝

從行星家族轉移至矮行星家族的冥王星於6:46衝，位於人馬座整夜可見，即使在衝這個一年中最大最亮的時期，也僅有14.3等，利用研究級別的望遠鏡看起來也與一般星點幾乎沒什麼差異，但透過間隔一段時間拍攝的影像，可以看出它移動的跡象來確認冥王星的存在。

8月2日 土星衝

14:14，土星達衝的位置，是一年中土星最大最亮的時候且整夜可見，本次土星衝時亮度約為0.2等，土星本體視直徑 $18.6''$ ，位於摩羯座，肉眼可見亮點，在天文望遠鏡下可見其美麗的光環及幾顆較亮的衛星。



8月13日 英仙座流星群極大期

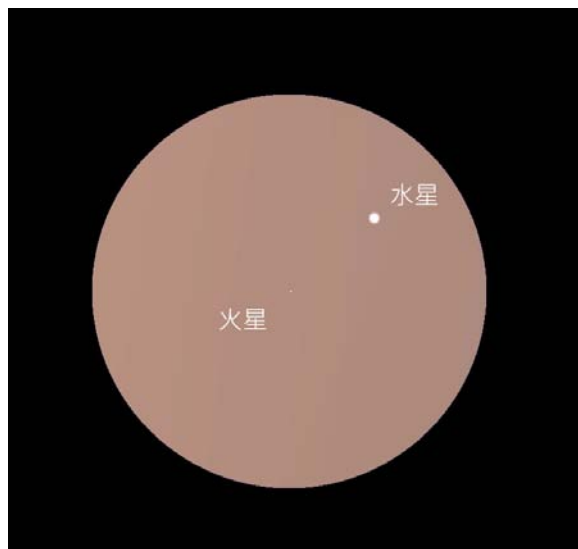
本年度第二群主要流星群的極大期預估發生在12至13日的夜間，本次的ZHR上看100，其輻射點約於21時自東北方天空升起，適逢眉月不受月亮干擾，故直至隔天天亮前都是適合的觀賞時機。



穿越秋季仙后座銀河的英仙流星雨
攝影/施勇旭

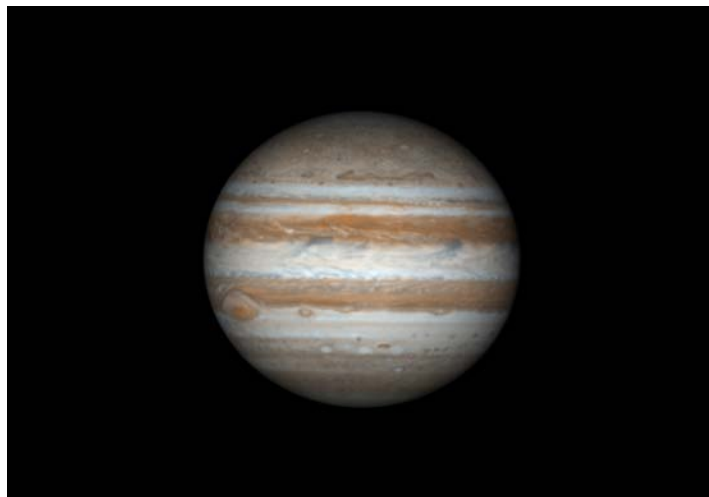
8月19日 火星合水星

12:00，火星與水星相合，火星在水星北 0.08° ，由於相合時為正午，受日光影響必須等到傍晚日落後才能在西方低空見到兩顆星，此時兩者相距已達 0.4° ，但根據望遠鏡的性能不同仍可能在同一視野內同時見到這兩顆行星，與去年底木星合土星有異曲同工之妙。



8月20日 木星衝 (-2.9等)

太陽系中最大的行星—木星，將在8月20日8:28到達衝的位置，視直徑 $49.1''$ ，亮度約可達-2.9等，是一年中木星離地球最近、視直徑最大、亮度最亮之時，且整夜均適合觀測。行星衝的前後數十日都是適合的觀察期。木星很容易辨認，晚間八點前後，朝東方仰角 30° 觀看，最明亮不太閃爍的白色星星就是木星！透過雙筒望遠鏡或業餘天文望遠鏡，還可以看到木星的四大衛星。



文/ 徐麗婷

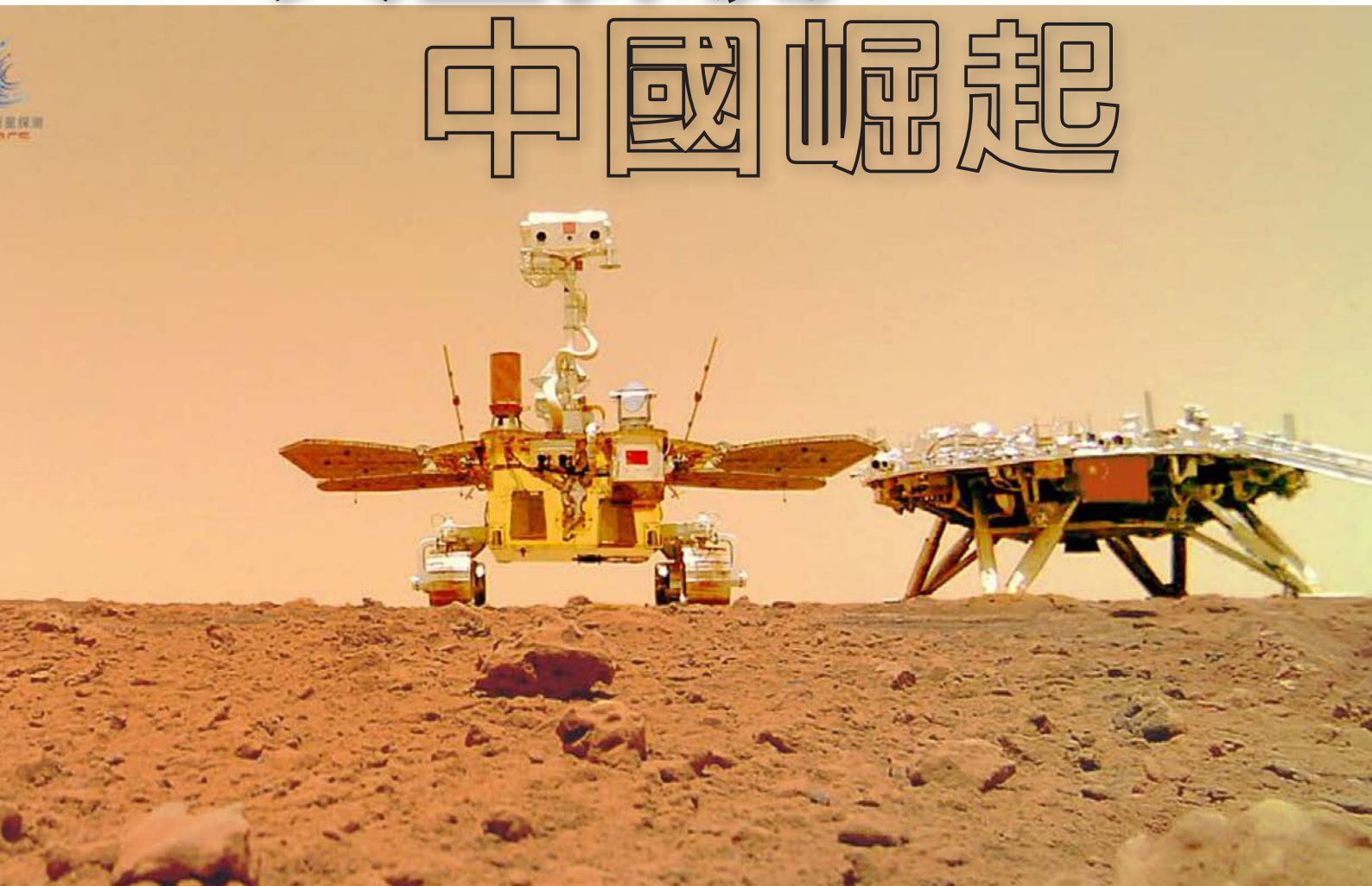
繼美國 NASA 在今年二月成功以毅力號登陸火星之後，
中國的火星車祝融號也在今年五月成功登陸。

「天問一號」是中國國家航天局（CNSA）在 2020年7月23日所發射的火星探測任務。其主要包含了兩個重要的探測器：一個是環繞火星的軌道衛星，一個是登陸火星的探測車祝融號。「天問」是取自於《楚辭》中由屈原所作的長詩《天問》，以

表達對真理的追求。另外「祝融」是中國古代的火神，象徵著「用火照耀大地，帶來光明」。

「天問一號」在飛行六個多月後，於2021年2月10日進入距離火星表面400公里高的軌道上。

火星探測 中國崛起



祝融號及其火箭動力著陸平臺並肩佇立在覆蓋著小石塊的火星表面，2021年6月11日發布。© CNSA



圖1. 天問一號
© CNSA

接下來的15天，「天問一號」進行了三次的軌道調整，逐次接近火星表面，最後在距離火星表面280公里高的軌道上運行。在這個「停泊軌道」上，「天問一號」進行了三個月的科學探測，包括觀察火星表面的地形地貌，以尋找最適合著陸的地點。今年5月15日，火星著陸器帶著祝融號成功的降落在「烏托邦平原（Utopia Planitia）」。祝融號登陸後，起先是留在著陸器平臺上進行地貌環境的安全確認，7天後才脫離著陸器，開始在火星表面上進行巡視探測的工作。

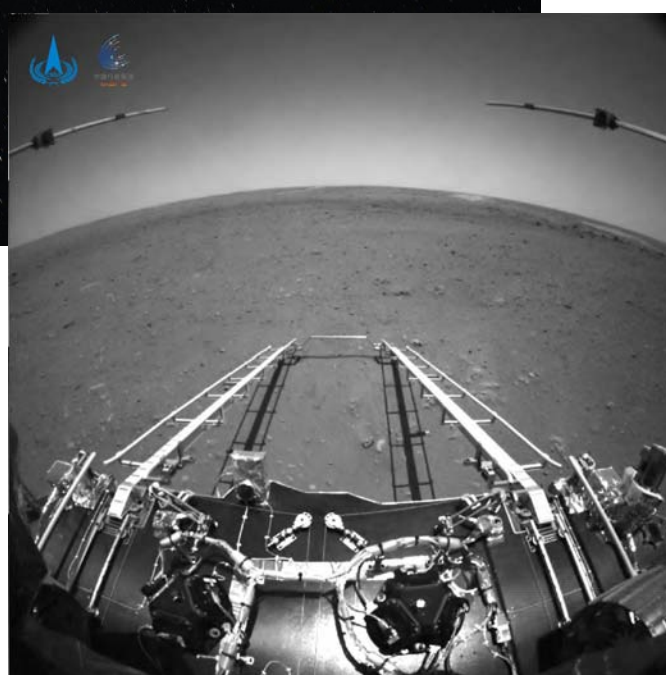


圖2. 火星車祝融號在著陸器平臺上，正要沿著導引軌道向下移動到地面上。© CNSA

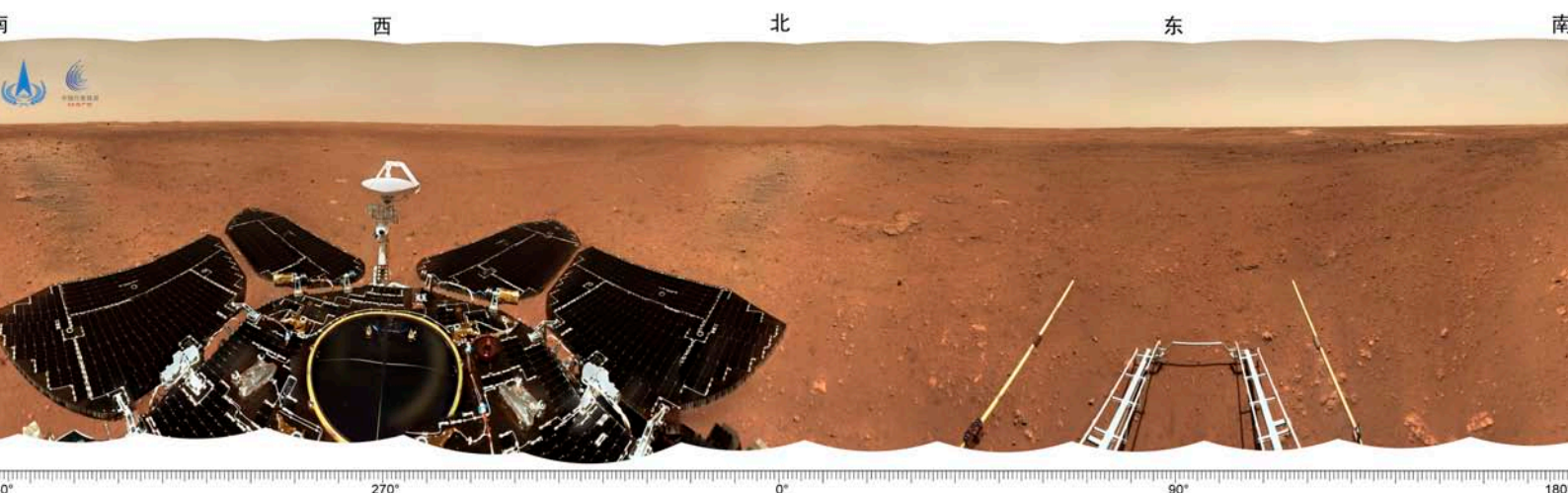


圖3. 祝融號拍攝的烏托邦平原全景圖 © CNSA

祝融號預計在火星表面工作至少三個月

祝融號的車身設計與 NASA 先前所設計的機會號（Opportunity）和精神號（Spirit）相似（這兩臺是在2003年所發射的火星探測車），探測車上裝有可以展開的太陽能板以提供電力（今年二月登陸火星的 NASA 火星探測車「毅力號」則是使用核電池）。祝融號的壽命設計是90個火星日（約是92個地球日），而這樣的工作期限主要是受制於太陽能板的有效使用期限。因為探測車是使用太陽能板發電，掉落在太陽能板上的沙塵會阻礙電能產生。

車周圍的氣候環境而定。若探測車幸運地沒有遇上大規模的火星沙塵暴，那麼它的實際工作時間可能可以持續好幾年。就如同先前的機會號和精神號，它們最初預計的工作壽命也是只有三個月，之後由於太陽能板逐漸蒙上沙塵，探測車的電力供應一直下降。但是後來吹了兩次大風，意外的把太陽能板上的沙塵清理乾淨，使得精神號和機會號的電力再度恢復，兩者又分別在火星上持續工作了7年和14年。

但是在實際運作上，工作壽命的長短要看探測

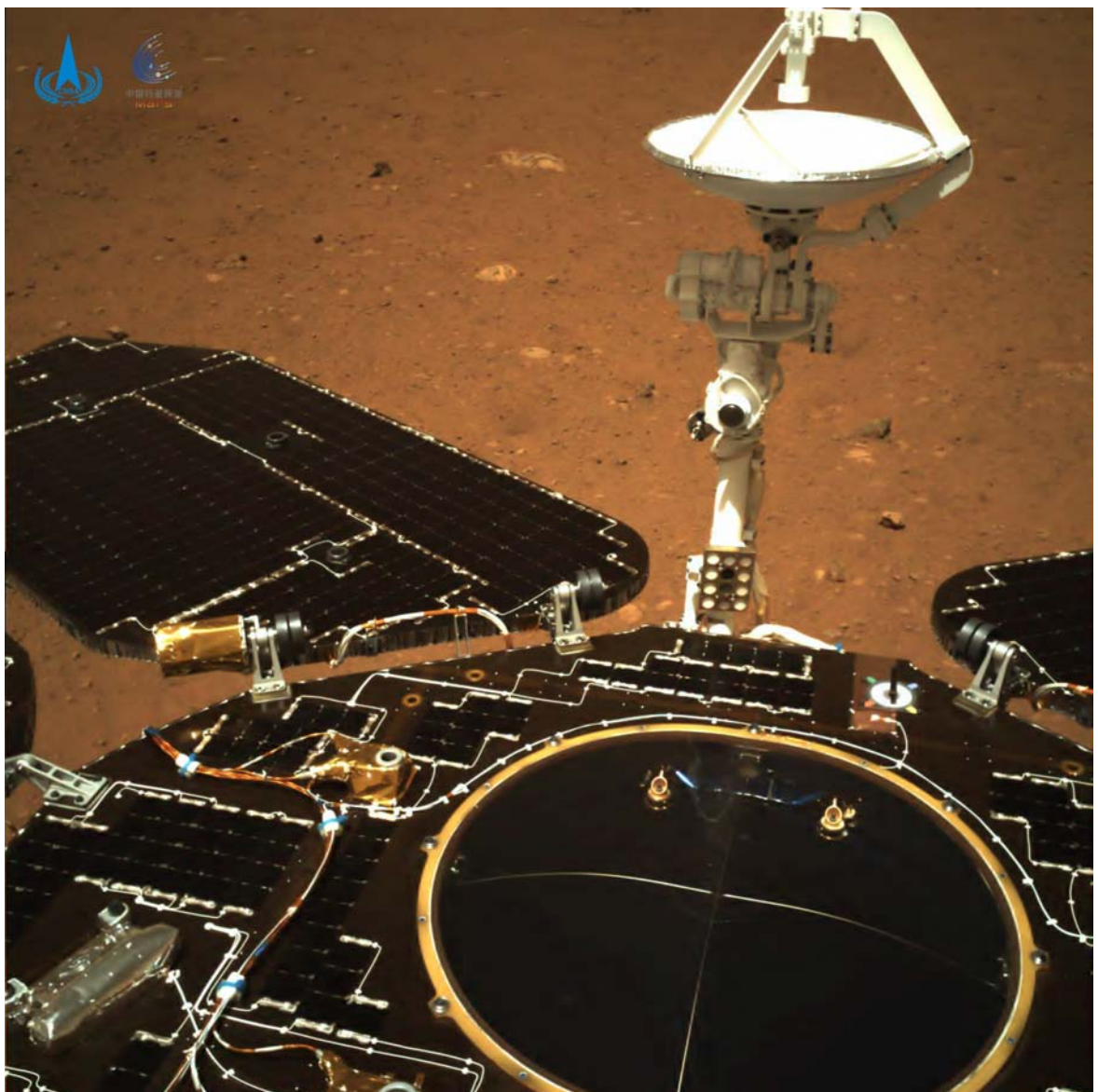


圖4. 火星車祝融號上的太陽能板與天線。

© CNSA

任務的科學目標

「天問一號」火星任務的科學方向，主要是探測火星是否存在過生命或者具備發展生命的環境，還有研究火星與太陽系的起源與演化。此任務中的兩個探測器：軌道衛星與火星車祝融號，一共搭載了13個科學儀器，預期達到五個科學目標。下表簡列出此五目標，以及用以達成目標的儀器。

軌道衛星主要是執行火星全球性和綜合性的探測，包括火星大氣電離層的分析、行星際環境的探測、和大範圍的水冰分佈；而火星車祝融號則是專注於火星表面區域性的精細特徵探測，包含天氣狀態、土壤結構、和表面礦物和岩石的組成。

中國這次的火星任務一次同時進行了「繞、落、巡」三個計畫。「繞」即是軌道衛星環繞火星，「落」是指祝融號成功降落火星表面，「巡」是指祝融號在火星表面上展開巡視任務。這個太空

任務的初步成功，讓中國的航天科技向前邁進了一大步，而未來軌道衛星和火星車祝融號執行任務時也將會面對更多的挑戰。

參考資料

- 1.天問一號Wikipedia.
- 2.祝融號火星車Wikipedia.
- 3.China's Tianwen-1 probe sends back Mars landing visuals.
- 4.中國國家航天局China National Space Administration

徐麗婷：政大應用物理所兼任
助理教授

科學目標	用以達成目標的儀器
1. 研究火星地貌與地質構造特徵、及其演化和成因。	祝融號上的兩臺攝影機
2. 研究火星表面土壤特徵、地下層的特徵、與水冰分佈。	軌道衛星和祝融號上的雷達
3. 研究火星表面物質組成、分析表面礦物組成。	軌道衛星和祝融號上的光譜儀和多光譜攝影機
4. 研究火星大氣電離層、表面天氣、與季節性的規律變化。	軌道衛星上的兩個粒子探測器、以及祝融號上的氣象站。
5. 研究火星的內部結構、磁場、引力場、及其地質演化史。	軌道衛星和祝融號上的磁強計以及雷達

YouTube相關影片：



火星留下中國足跡！CCTV
「焦點訪談」
<https://youtu.be/ZX-c3ohCk9A>



天問一號探測器著陸火星首批科學影像圖發布（中國新聞網）
<https://youtu.be/B7Q5xKFYZlo>



「天問一號」總設計師孫澤洲：專門為著陸失敗做了準備 | CCTV「面對面」
<https://reurl.cc/Gme7A3>

文/ 林建爭

今年是美國太空總署（NASA）的哈伯太空望遠鏡（HST, Hubble Space Telescope）升空的第三十一週年。哈伯太空望遠鏡於1990年4月24日發射升空，截至目前為止，該望遠鏡已經對約48,000個星體進行了超過150萬次的觀測。雖然哈伯太空望遠鏡的軌道高度受到太陽活動極大期影響而衰减降低（如圖1所示），不過在這三十一年間有執行兩次維護任務讓該軌道推升一些，使該望遠鏡能夠持續穩定地繞行地球18萬多圈，總計約72億公里，這個長度超過了地球與天王星來回的距離。哈伯太空望遠鏡觀測的資料讓科學家們發表了一萬八千多篇科學論文，其中有九百多篇於2020年發表，目前資料大小已經超過了169TB，可供當代和未來的研究人員使用。

宇宙射線收集員 哈伯太空望遠鏡



哈伯太空望遠鏡 © ESA

三十多年來，哈伯太空望遠鏡一直站在天文研究的前沿，其光學影像往往令人嚮往深太空之奧妙。不過，其實哈伯太空望遠鏡也不斷的被宇宙射線撞擊，最近就有天文學家利用該望遠鏡的資料，研究隨著磁場流動的宇宙射線與地磁的關係（見圖2地磁想像圖），該最新研究發表在近期的《天體物理學期刊》中。宇宙射線並非傳統的電磁輻射線，其本質其實是質子、原子核、電子等高能粒子，關於宇宙射線《臺北星空第36期》有專文介紹。宇宙射線（或高能粒子）遍佈太陽系的每個角落，其來源有可能是超新星爆炸或噴流，另外太陽風、太陽閃焰也會產生一些低能量的宇宙射線，目前觀測到的宇宙射線能量最高有 3.2×10^{20} 電子伏特（約51焦耳，相當於一顆時速100公里棒球球的動能）；然而，大多數宇宙射線並沒有如此極端的能量，大部分宇宙射線的能量分佈在 3×10^8 電子伏特（約 4.8×10^{-11} 焦耳）。

宇宙射線在有磁性太陽風的影響下進入太陽系，許多宇宙射線甚至能到達地球，威脅太空人、破壞人造衛星、並影響大氣的化學組

成。他們也是每個天文學家的夢魘，無論地面望遠鏡或太空望遠鏡都無法避免宇宙射線的衝擊，當這些高能粒子穿過相機時，它會在觀測的影像上留下清晰明亮的痕跡。因此，去除宇宙射線的污染經常是天文學家分析資料的步驟之一。

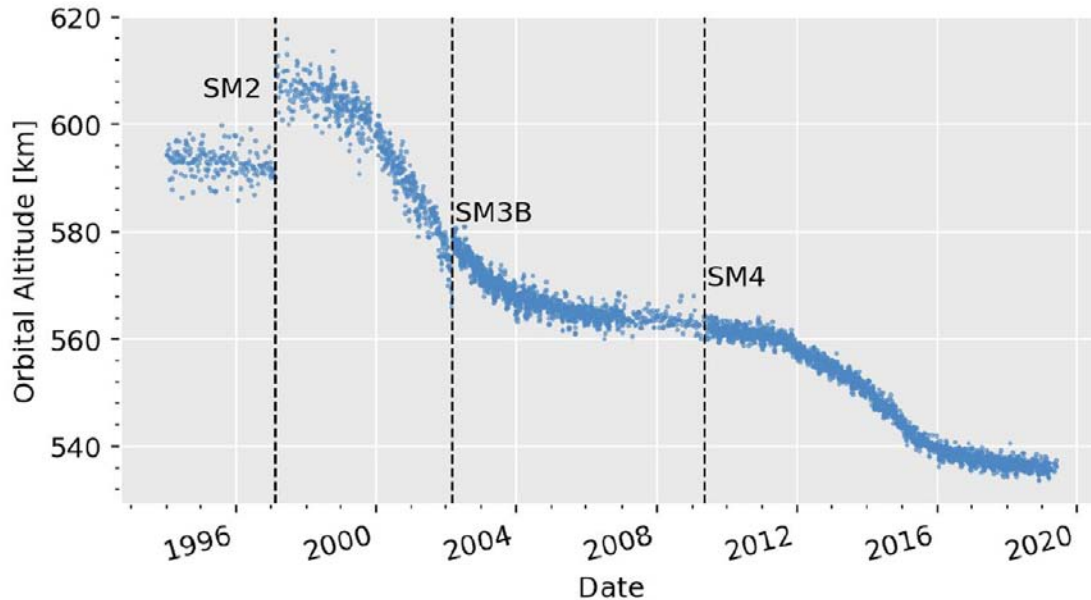


圖1. 哈伯太空望遠鏡的軌道高度隨時間變化分布圖。垂直虛線表示執行增加或移除儀器的維修任務（Service Mission）年份，為了補償哈伯太空望遠鏡的軌道逐年衰減，NASA曾經推升哈伯軌道兩次：一次在SM2，另外一次在SM3B。哈伯太空望遠鏡的軌道會受到太陽活動極大期的影響，太陽活動增加的同時也會提高地球增溫層（Thermosphere）的密度，該層從距地面60公里處延伸到750公里高，介於此軌道範圍的哈伯太空望遠鏡也因阻力增加使得軌道高度衰減加速。（圖片來源：<https://arxiv.org/abs/2006.00909>）

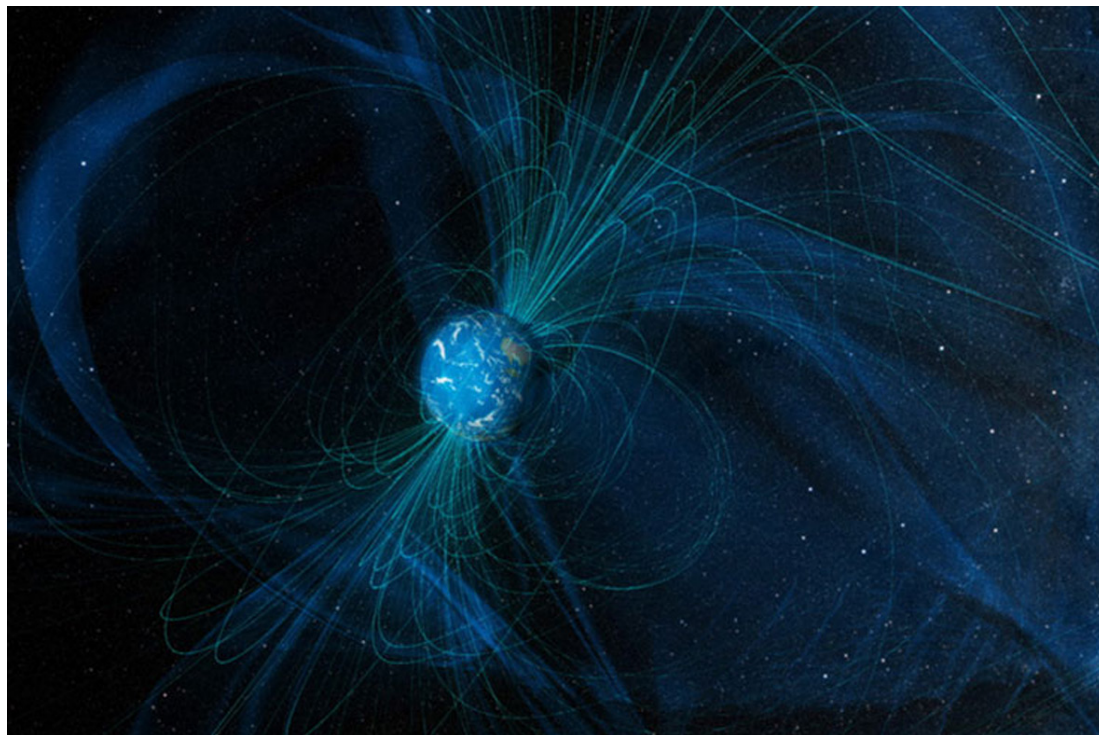


圖2. 地球磁場的想像圖。© NASA

不過一個人的垃圾，有時候卻是另一個人的寶藏。來自美國太空望遠鏡科學研究所（Space Telescope Science Institute）的Susana Deustua博士就認為宇宙射線對於研究磁場有其重要性。她提到：「在約五或六年前一個關於太空天氣的會議上，我們來自不同國家的天文學家、粒子物理學家和行星科學家，突然蹦出了關於宇宙射線與地球磁場相互作用的研究計畫，我們知道哈伯太空望遠鏡無可避免地在其相機上會偵測到宇宙射線，因此理論上我們應該能間接從HST的觀測資料裡挖出地球磁場的資訊。」

Susana Deustua博士帶領的研究團隊從哈伯太空望遠鏡資料庫裡挖掘出大量的檔案，他們首先找出一批適合他們研究計劃的校正影像，最後從過去 25 年的資料裡收集到了近十萬張影像。事實上，從天文影像中尋找和去除宇宙射線軌跡的演算法已經存在了幾十年；不過該團隊的目標不是移除這些宇宙射線的痕跡，而是盡可能的了解每條宇宙射線痕跡的特徵。該團隊在美國加州大學

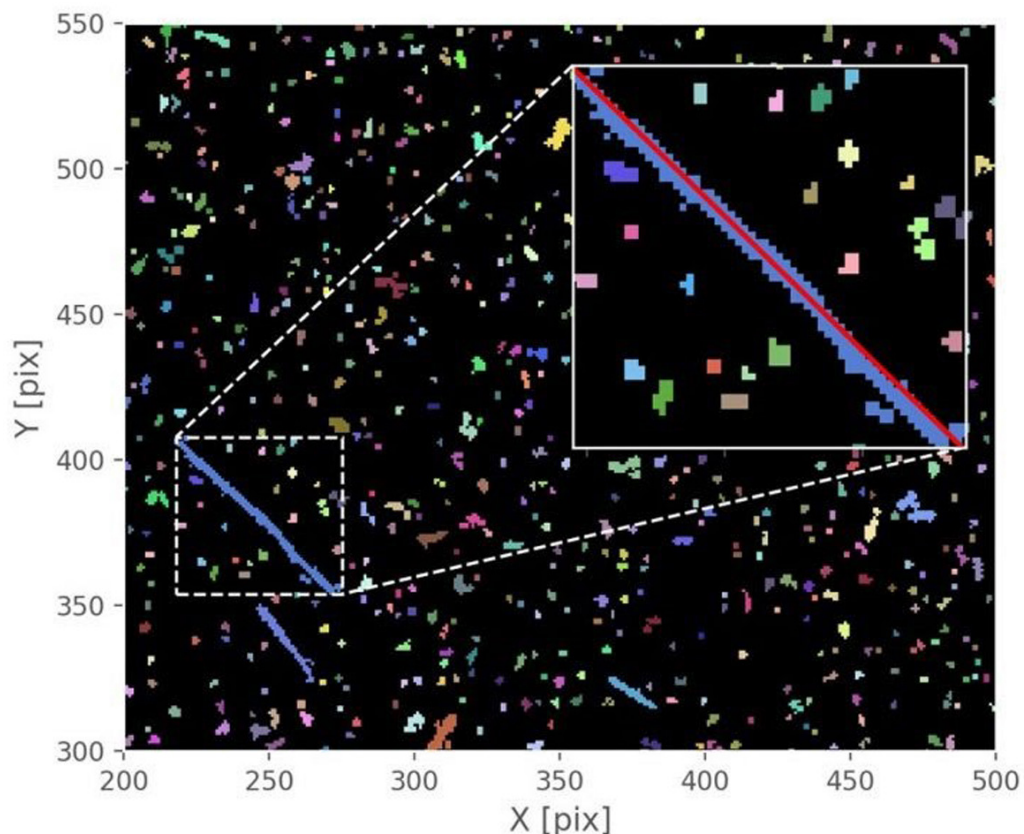
的研究生Nathan Miles進一步解釋：「我們想知道每條宇宙射線影響了相機上多少像素，以及這些高能粒子在此過程中損失了多少能量。」Nathan Miles因此開發了擷取此類資訊的軟體，他使用雲端設備來執行耗時的計算，最終從影像中收集了超過 10 億條宇宙射線的資訊，如圖3所示。

從哈伯太空望遠鏡收集到的宇宙射線經過該團隊分析，其特性和PAMELA團隊探測到的特性一致，此初步結果令該團隊相當滿意。PAMELA（Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics）是一項太空任務，致力於尋找原生反物質和暗物質湮滅信號、研究銀河系中宇宙射線的加速和傳播機制、長期監測被太陽調節後的宇宙射線、來自太陽的高能粒子的測量、以及地球周圍的輻射環

境。PAMELA於2006年6月15日發射，是第一個運用衛星作載體的磁譜儀望遠鏡，PAMELA收集了十年的資料，直到2016年任務結束。

Susana Deustua博士團隊也在他們的分析結果中發現南大西洋異常區（South Atlantic Anomaly），如圖4紫色曲線內磁場強度小於18微特斯拉（ $1\mu T = 1000nT$ ），該區是地球上地磁最弱的一塊區域（地磁平均約為 25~65微特斯拉）。他們亦觀察到宇宙射線峰值的變化與太陽活動週期一致，然而當太陽活動劇烈時會造成宇宙射線更分散，使地球接收到的宇宙射線通量減少，此結果間接證實哈伯太空望遠鏡所收到的宇宙射線大多是來自太陽系外的銀河宇宙射線（galactic cosmic rays）。註：關於太陽活動週期《臺北星空第

圖3. Susana Deustua博士研究團隊偵測到的宇宙射線軌跡圖之一。宇宙射線軌跡具有不同的形狀並影響相機上不同數量的像素，右上圖是放大左下虛線框裡的宇宙射線軌跡，紅色線是軌跡長度跟方框對角線等長。（圖片來源：<https://arxiv.org/abs/2006.00909>）



100期》有專文介紹。

雖然到目前為止只是初步分析的結果，該團隊相信等哈伯太空望遠鏡完整資料釋出之後，我們對於銀河宇宙射線、太陽和地球環境之間的關係，必然會有更进一步的認識。

參考資料：

<https://hubblesite.org/>

<https://arxiv.org/abs/2006.00909>

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

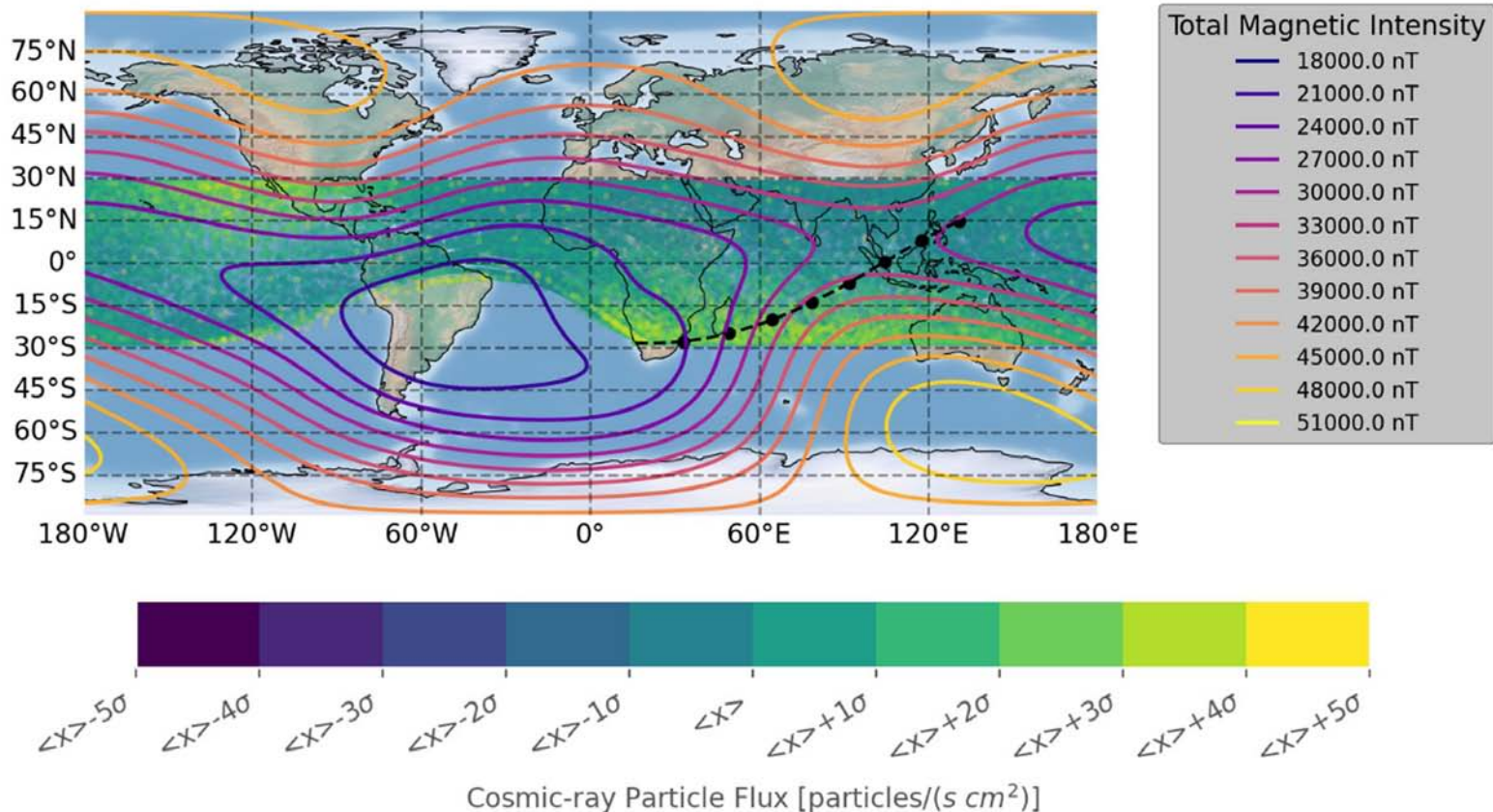


圖4. 宇宙射線粒子通量與軌道位置分布圖。圖中介於南北緯30度的每個點是觀測積分時間超過 800 秒的觀測值，下方顏色表對應觀測到的宇宙射線粒子通量，其中平均值是 $\langle x \rangle$ ，標準偏差是 σ 。黑色虛線表示積分時間超過 2000 秒的軌跡，黑點標記出每250秒的間隔。(圖片來源：<https://arxiv.org/abs/2006.00909>)

YouTube相關影片：



自製雲霧室收集宇宙射線

<https://www.youtube.com/watch?v=xky3f1aSkB8>



模擬 Eta Carinae 發射宇宙射線

<https://www.youtube.com/watch?v=B4PwWDNc9qM>



宇宙射線如何幫助我們了解宇宙

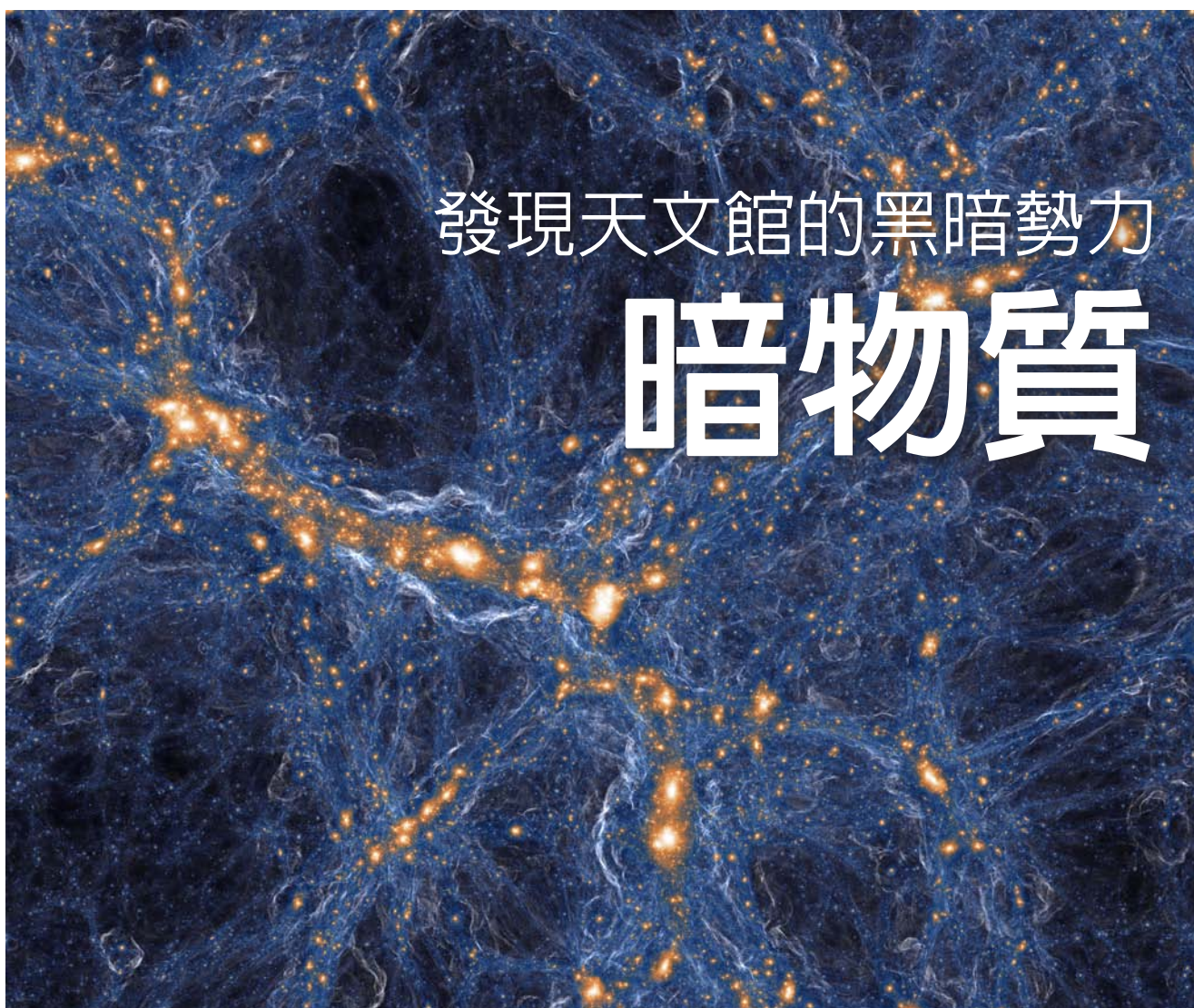
<https://www.youtube.com/watch?v=91801Y1lsCg>

文/ 陳姝蓉

仰望夜空點點繁星時，您是否曾凝視黑夜猜想裡頭的秘密呢？黑洞這個奇異天體，可能是第一個浮出腦海的答案。但如小王子說「重要的東西，用眼睛是看不見的」，宇宙還存在更多看不見的物質和能量喔！

在展示場3樓宇宙區的「宇宙的質量與能量」分布圖上顯示著一般物質僅佔宇宙的5%，代表著組成生命的有機物、呼吸的空氣、喝的水、腳下的土地、天上的繁星等…都是宇宙中珍稀的資源。而佔宇宙大部分的是暗物質（27%）和暗能量（68%）這兩股黑暗勢力，今天就帶大家「join the dark side」尋找潛伏在展示場中的暗物質。

首先，先來看看懸賞單上暗物質的特性：1.不會吸收、反射或發射光線（至少尚未偵測到）、2.是一種物質、3.暗物質與物質（包含暗物質）的交互作用力非常微弱（與弱作用力相當或更低）。暗物質和黑洞雖然都有黑、暗的字眼，但兩者與光的作用非常不同，分別朝向黑洞和暗物質發射光



電腦模擬的宇宙大尺度結構（邊長約3.26億光年），橘/白色為暗物質聚集處、藍色來自氣體產生的震波。credit:TNG Simulations

線，光會掉入黑洞中，而光卻會穿透暗物質彷彿它是透明般。

暗物質的發現

既然看不到，為什麼天文學家普遍認為暗物質存在呢？主要是因為透過暗物質的萬有引力，可以簡單解釋許多觀測（將在下方介紹）。1930年代第一個暗物質存在的線索被發現，而直到1980年代暗物質存在星系與星系團中的概念才普遍被接受。

星系團由數千到數百個星系因彼此引力所組成，藉由星系的運動速度，搭配牛頓定律可以估算星系團內的質量（越快的速度需要越多的質量來抓住）。1937年Fritz Zwicky發現后髮座星系團內星系的運動速度，超過觀測到的質量所能維持的，因此認為星系團裡有看不見的”dunkle materie”暗物質。

星系旋轉曲線

70、80年代的天文學家藉由精良的光譜儀器和電波望遠鏡，意外發現螺旋星系外側的恆星、甚至是離中心更遠的盤面氣體皆以相同的速度繞轉（如圖1）。這個發現之所以讓科學家感到困擾，是因為牛頓定律告訴我們，恆星與氣體的繞轉速度與軌道內部的質量相關。如展示場3樓星系區的「螺旋星系的旋轉速度」展項所示，太陽系的行星繞太陽轉，離越遠的行星繞轉速度越低（克卜勒運動）。同理，因星系亮度隨離中心的距離下降，星系外圍繞轉速度照理會隨之下降。但觀測卻發現繞轉速度趨近定速，藉此天文學家發現星系中看不見的暗物質，且其分佈超過目前的觀測邊界。



展示場三樓星系區—星系的結構

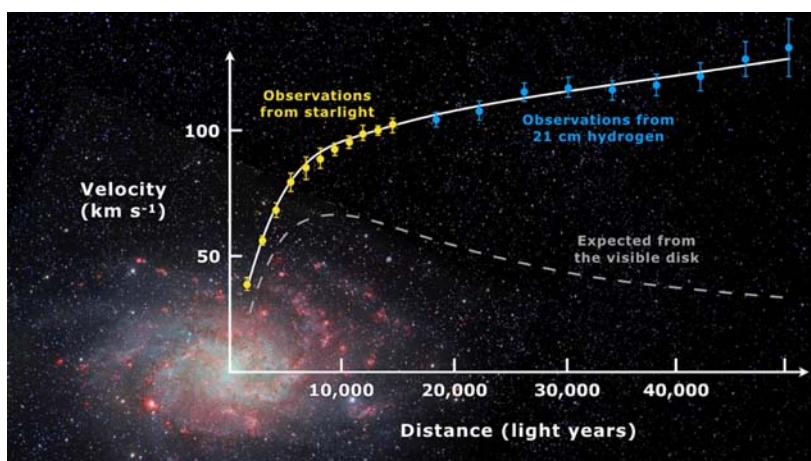


圖1. 圖上顯示的是M33星系的旋轉速度（縱軸；單位：公里/秒）隨離星系中心距離（橫軸；單位：光年）的變化。黃色與藍色分別是來自恆星與氣體（氫原子的21cm譜線）的觀測數據，而下方虛線是僅考慮恆星、氣體提供重力所計算出的繞轉速度，兩者的差異顯示暗物質的存在。



螺旋星系的旋轉速度

星系團中的氣體

天文學家測量星系團內氣體發出的X射線，可估計氣體（大部分是游離的氫）的溫度和密度。再利用氣體所受重力和壓力間的平衡，來計算星系團內部的質量。藉此天文學家發現星系團內恆星和氣體僅占總質量約15%，大部分的質量都是由看不見的暗物質所組成。

重力透鏡效應

根據愛因斯坦的廣義相對論，質量會使時空彎曲，我們感受到的重力其實是時空彎曲的結果。天文學家曾在日全食時觀測到，太陽背後恆星的光線因太陽造成的時空彎曲而偏折，使恆星的視角偏移數角秒。時空彎曲程度會受質量和距離影響，分析光線偏折的程度可以反推透鏡的質量。由觀測遠方星系、類星體，經過星系團所造成的扭曲、拉長影像，天文學家推測星系團的質量，意外發現遠超過恆星和氣體的質量和，因此推測有許多看不見的暗物質存在。

如在展示場3樓星系區的「暗物質」看板中，哈伯望遠鏡拍攝的是位於雙魚座的CL0024+17星系團（圖2，上），中央有許多黃色的星系皆是星系團的成員。星系團中心附近，有些扭曲拉長或重複（例如圖上的紅圈）出現的星系，這是遠方星系因星系團的重力透鏡效應所造成。分析影像可反推星系團的質量分布（圖2，下），意外發現與星系分布有些差距，暗示暗物質的存在（特殊的環狀分布推測來自星系團碰撞）。



圖2.「暗物質」展品中的圖片，上圖是哈伯望遠鏡拍攝的CL0024+17星系團（紅圈為遠方星系的重複影像），推估星系團質量分布如下圖，與星系分布有些差距，顯示暗物質的存在。



圖3. 重力透鏡的展項，利用透鏡來模擬星系造成時空彎曲的效果。移動透鏡可見到背景星系，呈現彎曲拉長和多重影像，如環狀的愛因斯坦環、雙重影像(如右圖)。



圖4. 移動透鏡模擬重力透鏡效應，可以呈現如下方真實望遠鏡看到的影像。左下圖是哈伯望遠鏡拍攝的亮紅星系LRG3-757，遠方的藍色星系因其重力影響而產生「愛因斯坦環」，右下圖是哈伯望遠鏡拍攝的SDSS J120540.43+491029.3，遠方星系呈現雙重影像。

子彈星系

子彈星系團（圖5）因其氣體（紅色）影像如同子彈而得名，是暗物質存在的強力證據。觀測見到兩星系團高速對撞，而其氣體分佈（佔星系團一般物質的85%）落後於星系群聚的位置，天文學家認為這是了解暗物質的好機會。星系和氣體的運動，除了受物質分布變化（重力改變）影響外，還需考慮成員彼此的交互作用。星系，因恆星間距離遙遠（如太陽是彈珠大，毗鄰星約在500公里外），幾乎不會撞在一起，星系可以自由穿越；氣體穿越時，因彼此的電磁力（摩擦力）影響使移動變慢。天文學家推算星系團的質量分佈（藍色；重力透鏡效應），發現其與大多數的一般物質（氣體）不同，而是與星系分佈相同，然而星系僅貢獻當中1%的質量，顯示暗物質存在且其作用力（如同星系間）非常微弱。

宇宙微波背景輻射與大尺度結構

另一個暗示暗物質存在的展項是，位於展示場3樓宇宙區來

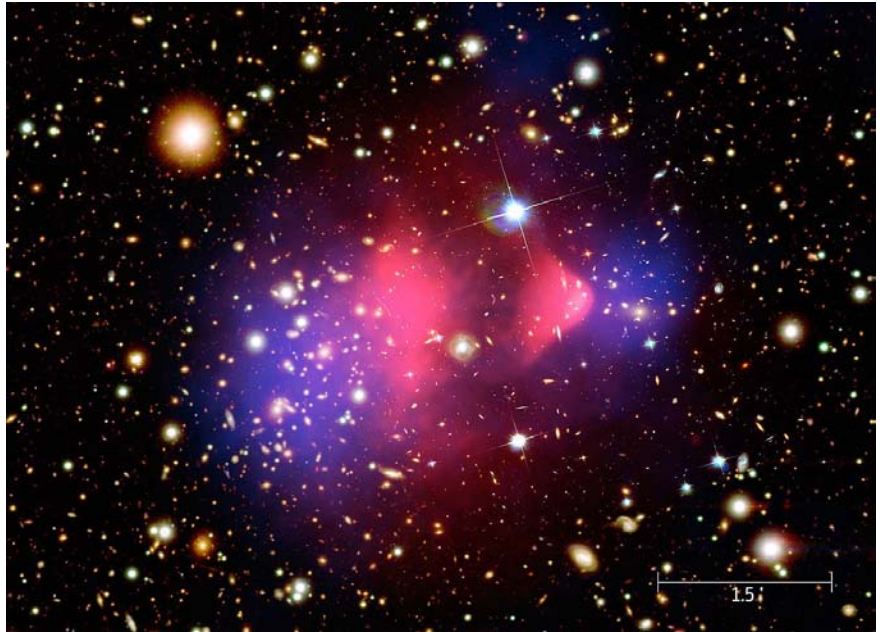
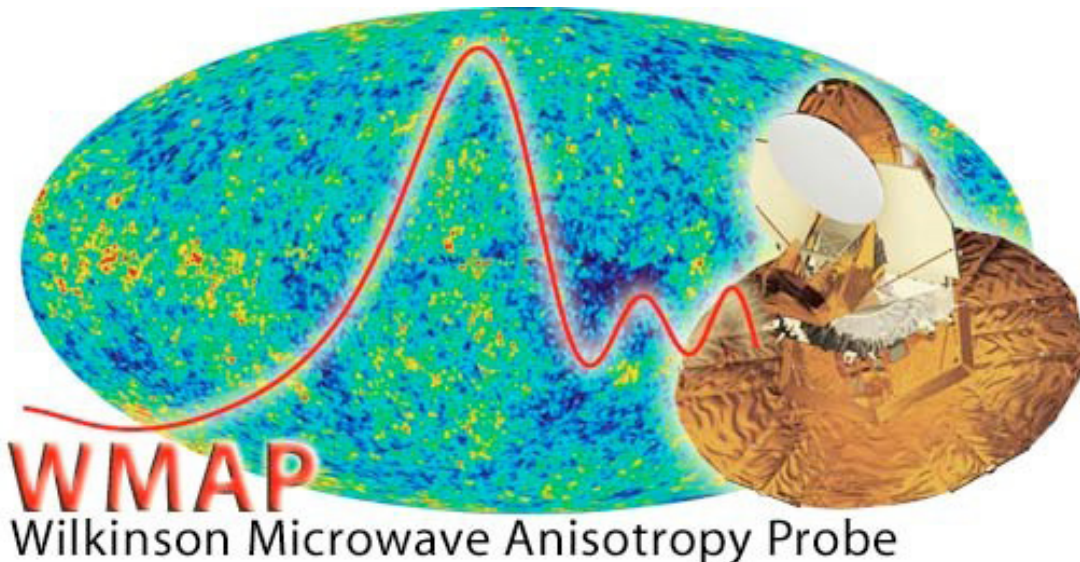


圖5. 較小的子彈星系團高速穿越另一個較大的星系團。紅色是錢卓拉的X射線觀測，顯示星系團的熱氣體，藍色區域為利用重力透鏡效應推算的質量分布，背景可見光影像來自麥哲倫和哈伯太空望遠鏡。第一次看見一般物質與暗物質分布有明顯分離。

自大霹靂餘暉的「宇宙微波背景輻射」。隨著COBE、WMAP、PLANCK衛星的升空，對宇宙微波背景輻射的觀測解析度大幅提升。天文學家發現，宇宙早期的光在四面八方均勻的2.73K溫度中，有十萬分之一的冷熱差異（來自不均勻的物質分佈）。藉著分析在不同天區大小的溫度變化，天文學家發現需要暗物質才

能解釋，大小不同區塊間溫度變化的比例，並進一步得出暗物質與一般物質在宇宙中的佔比。

隨著宇宙不斷膨脹降溫，物質較多的區域會藉由重力吸引更多物質聚集，成為星系分佈的基礎。因一般物質聚集時，需要抗衡因彼此間的作用力所產生的壓力（如擠壓空氣壓力上升），使得較大的質量才能聚集。而為了

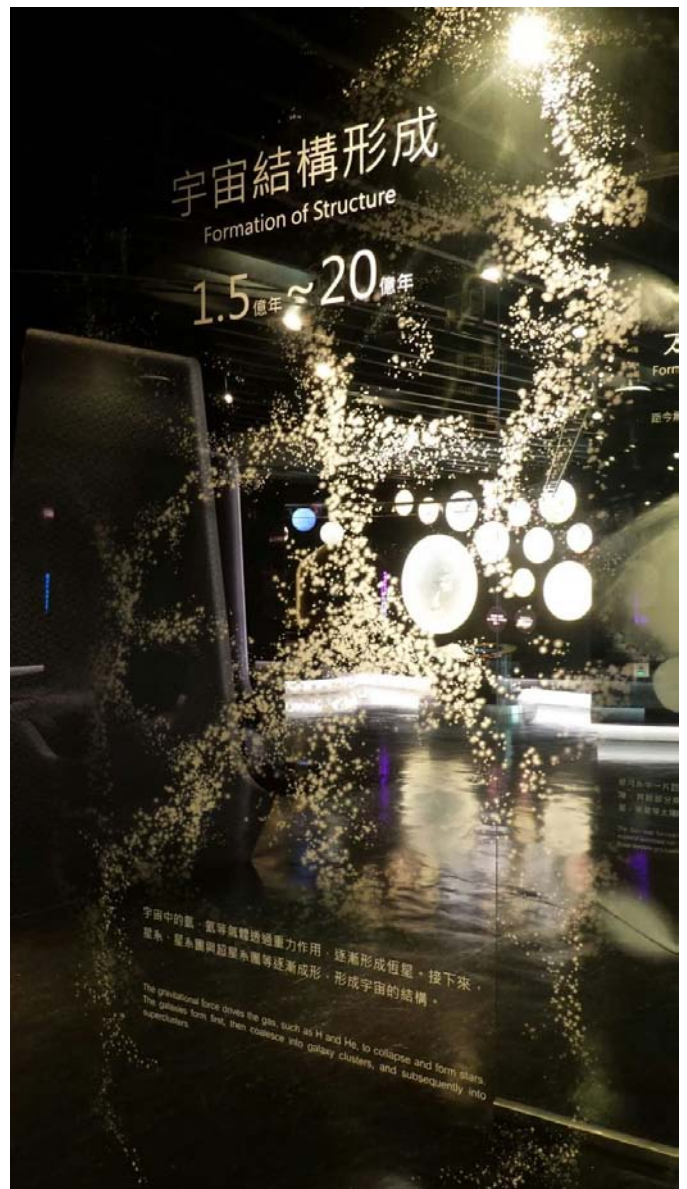


WMAP拍攝到宇宙微波背景輻射中萬分之一的溫度差異，紅色曲線顯示的是大小不同區塊中溫度變化的程度。

解釋星系或星系團的存在，並符合背景輻射中的溫度變化，天文學家認為需要暗物質來提供額外的重力，幫助結構生成，因此展示場3樓宇宙區「宇宙簡史」中的「宇宙結構形成」與星系區中「星系的群聚」裡的長城結構也隱藏著暗物質。

雖然目前尚未觀測到暗物質粒子，但因其能簡單解釋上述種種現象，天文學家普遍接受暗物質的存在。可能的暗物質候選有：1.大質量緻密暈體（MACHO）：例如棕矮星、白矮星、黑洞，因亮度低不易看見。天文學家觀測遠方恆星因MACHO而產生的亮度變化（重力透鏡效應），估計其僅能解釋1~2成左右的暗物質含量。2.微中子：熱/溫暗物質的候選，作用力非常微弱，但缺點是其速度趨近光速，故很快就擴散跑掉，難以維持聚集形成目前的星系結構。3.大質量弱交互作用粒子（WIMPs）：是目前最熱門的冷暗物質候選。然而它也面臨不少挑戰。例如，其預測星系核心密度極為陡峭，與觀測顯示密度幾乎為常數不符，再者，其預測銀河系中矮星系的數量和中心平均密度都較觀測高。也有其他不同性質的暗物質候選，例如軸子（Axion）、極輕玻色子、強自相互作用暗物質（Self-interacting dark matter）等。也有天文學家嘗試修改目前的重力理論（MOND）等…，不依靠暗物質來解釋。關於暗物質的本質天文學家還在持續努力中，有機會不妨來天文館，一探這個黑暗勢力主宰的角落。

陳姝蓉：臺北市立天文科學教育館



YouTube相關影片：



尋找暗物質，以及我們目前的發現
<https://reurl.cc/1Y3yVW>



Dark Matter's Not Enough - with Andrew Pontzen
<https://www.youtube.com/watch?v=GFxPMMkhHuA>



哈伯之音 -- 第70集：窺視宇宙的角落
<https://www.youtube.com/watch?v=98thJ0rwAiY>

文/ 江國興

一顆被黑洞撕裂的恆星，本來不是一件令人感到意外的事，但在事情發生半年後捕獲一顆微中子，令天文學家要重新思考在黑洞附近產生微中子的方式，更印證結合電磁波與非電磁波訊息的多信使天文學 (Multi-messenger astronomy) 的重要性。發現過程也可以體會到人與機器的互動。

恆星被黑洞吞噬產生

微中子是基本粒子，數量遠遠超過宇宙中的所有原子，每秒就有數以兆計的微中子通過我們的身體，但它們很少與其他物質發生相互作用，所以不容易被偵測到，被喻為幽靈粒子。高能微中子的能量比地球上最強大的粒子對撞器產生的能量高1,000倍，因此天文物理學家對高能微中子特別感興趣。他們認為宇宙中最極端的事件，例如劇烈的星體爆發，會使粒子加速到接近光速的速度。這些粒子然後與光或其他粒子碰撞以生成高能微中子。因微中子不容易與其他物質發生相互作用，科學家必需要建造非常巨大的偵測器才有機會捕捉到來

自深空的微中子，然而21世紀前我們只偵測到來自太陽及在大麥哲倫星系的超新星1987A的微中子，所以我們對來自外太空微中子的認知很少。到2018年，天文學家才首次發現一個在40億光年遠的耀變星體 (Blazar) 所產生的高能微中子，成為第一起來自本星系團以外的微中子事件。

耀變星體的微中子事件是非常重要的發現，證明在星系中心的超大質量黑洞能透過噴流將粒子加速而產生大量高能微中子。因此，只要能產生強大的相對論性噴流的天體，即使源自遙遠的星系，

幽靈粒子

圖1. 當超大質量的黑洞將恆星撕裂之後，大約一半的恆星碎片被拋到太空，而其餘的則在黑洞周圍形成發光的吸積盤。該系統在不同波段發出明亮的光芒，並可能產生垂直於吸積盤的高能噴流狀向外物質流（黑洞風）。圖片來源：DESY, Science Communication Lab

圖像版權：DESY, Science Communication Lab

只要有巨大的微中子探測器，假以時日，我們應該可以捕捉到更多源自宇宙深處的微中子。除耀變星體外，當不幸的恆星離星系中心的黑洞太近時，重力產生強烈的潮汐，會將恆星扯裂，這種罕見的災難性事件被稱為潮汐破壞事件（Tidal disruption event）。在吞噬過程中，有大約一半的恆星碎片會透過吸積盤旋入黑洞裡，一道耀眼的光芒將整個星系照亮（圖1）。在某些情況下，黑洞會發射快速移動的粒子流。科學家認為潮汐破壞事件會在這種粒子噴流中產生高能微中子，他們還期望這些事件將在其演化的早期在極亮時產生微中子。

潮汐破壞事件的理論最早於上世紀七、八十年代提出，至九十年代後期才以X光望遠鏡被發現。因潮汐破壞事件的輻射以X光和紫外光為主，所以早期的發現都有賴X光望遠鏡，但因巡天X光望遠鏡的靈敏度低，新發現的潮汐破壞事件寥寥可數。隨著地面的大視場巡天可見光望遠鏡在2007年後迅速發展，天文學家已發現大概100起潮汐破壞事件。其中，位於加州理工學院的帕洛馬山天文臺的「史維基瞬變設備」（Zwicky Transient Facility, ZTF）更是近年發現潮汐破壞事件的主要望遠鏡。

ZTF是一具1.3米口徑自動望遠鏡，並擁有一臺超廣角(47平方度)的相機，可以在三晚的時間內掃描整個天空並進行自動檢查，尋找新的瞬變天體如超新星、伽瑪射線爆和潮汐破壞事件等。國立清華大學和國立中央大學都是ZTF的創始成員之一，最近國立成功大學也加入成為ZTF的成員。ZTF每晚都會將大量新發現的天體上傳至資料庫，ZTF內的不同工作小組會根據其科學要求，篩選所需要的天體作進一步的分析。由於臺灣與美國的時差關係，臺灣的科學家會協助篩選以及安排在鹿林天文臺的後續觀測，ZTF的成員也會透過通訊平臺Slack分享不同的成果及尋求協助。

2019年4月9日，ZTF發現一個名為AT2019dsg的瞬變天體，經後續觀測證實，AT2019dsg是一次發生在距地球7億光年遠的一個名為2MASX J20570298 + 1412165的星系中的潮汐破壞事件。該星系位於海豚座，星系中央有一個超大質量黑洞，質量為太陽的3千萬倍。由於潮汐破壞事件為罕見天文現象，全球多個天文臺攜手合作進行後續多波段（伽瑪射線、X光、紫外光、可見光和電波）觀

測與研究。AT2019dsg在5月進入亮度的峰值，但從電波與X光的觀測，天文學家沒有偵測到強大的噴流，表示AT2019dsg是一次比較普通的潮汐破壞事件。

然而，在半年後的10月1日，美國國家科學基金會位於南極洲的阿蒙森 - 斯科特南極觀測站的冰立方微中子天文臺 (IceCube Neutrino Observatory) 捕獲到一顆名為IC191001A的高能微中子，並根據其特性判斷是來自外太空，更將其方位立刻通知其他天文臺。ZTF除了固定的巡天觀測，還會針對特發的瞬變天體（如伽瑪射線爆、重力波事件和微中子事件）進行快速的後續觀測去尋找可見光的對應星體。由於IC191001A有可能是來自外太空，當ZTF系統收到通知，便知會相關科學家安排觀測（我們經常會在睡夢中收到緊急通知！）。在發現IC191001A大約七個小時後，ZTF開始第一次後續觀測並自動搜尋在IC191001A附近的瞬變天體，而且透過交叉分析確認在四月發現的AT2019dsg也在相同的天區。經分析後，ZTF的微中子團隊認為AT2019dsg與捕獲的微中子僅是巧合的機會只有500分之一。但問題就是，在沒有強大的噴流，高能微中子是怎樣在潮汐破壞事件發生後半年產生？X光觀測可能提供重要的線索。

雖然我並不是ZTF內潮汐破壞事件和微中子工作小組的主要成員，但因之後有很多X光觀測，我也主動幫忙分析X光數據。AT2019dsg是為數不多的已知有X光輻射的潮汐破壞事件之一，更是一個同時在可見光和X光都非常亮的潮汐破壞事件。科學家認為X光可能來自黑洞附近、吸積盤內部，或高速粒子噴流。AT2019dsg的X光以前所未有的速度衰減，因研究小組沒有看到強大的噴流，這暗示吸積盤以高速冷卻，或X光被逐漸增加的外圍氣體迅速吸收。同時，微弱的電波輻射表示這個黑洞系統具有向外發射的物質流（可以想像成風，這裡我稱之為黑洞風），亦可能是因為其相對論性噴流的特殊結構或指向不是朝著地球。這次潮汐破壞事件的高能微中子，有可能是來自吸積盤、黑洞風、吸積盤周遭的冕區，或具特殊結構的相對論性噴流（圖2）。由於需要等待足夠的光子（例如X光）跟特定區域內的粒子互相撞擊才能產生高能微中子，所以微中子數量的最大值會有時間的延遲，這樣可以解釋我們要待潮汐破壞事件發生後半年才捕

獲微中子。我們對天體產生高能微中子的物理機制還有很多未解的謎團，但可以肯定的是，這是與潮汐破壞事件相關的第一顆微中子，並確認潮汐破壞事件能充當巨大的粒子加速器。

雖然微中子像幽靈，但由於微中子幾乎不與任

何物質有相互作用，所以每一顆來自宇宙深處的微中子都帶著其宿主星體的重要信息。只要搭配其他電磁波或重力波的觀測，我們未來可以更全面了解產生高能微中子的物理機制及追溯其來源。

江國興：清華大學天文所特聘教授

Soft X-ray TDEs 軟X光潮汐破壞事件

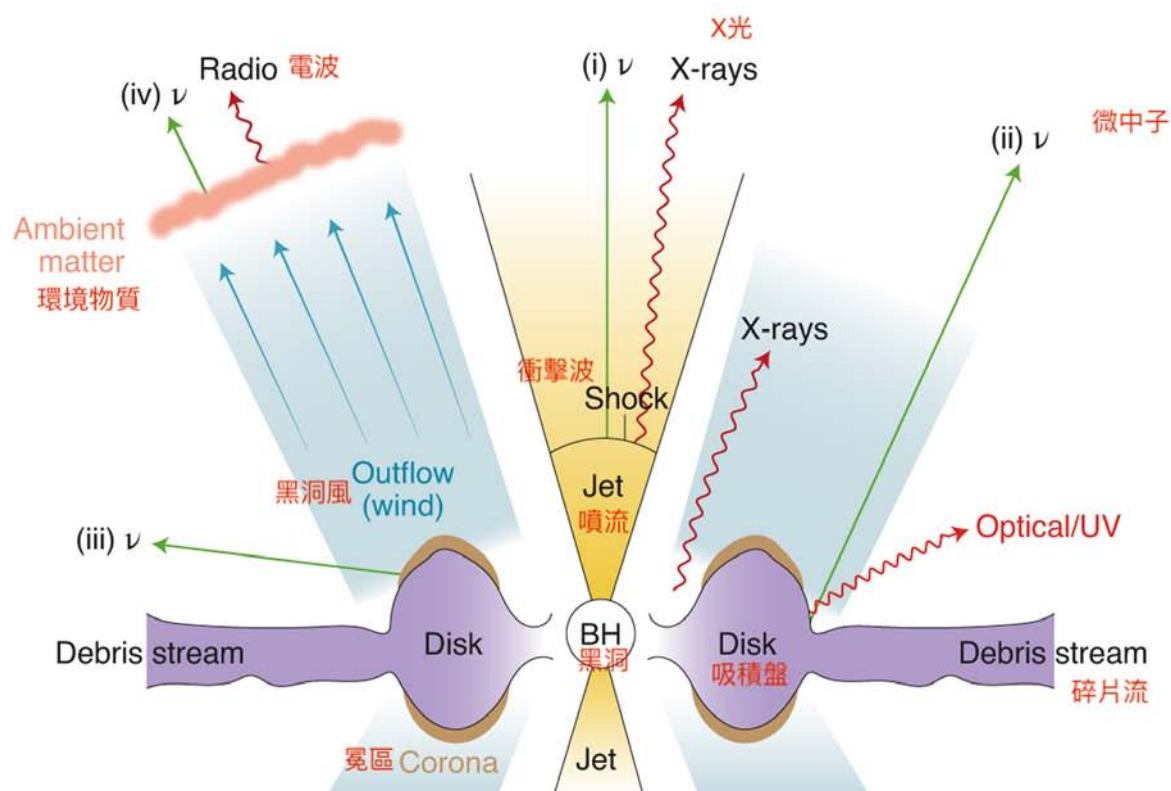


圖2. 潮汐破壞事件的結構圖。中央為超大質量黑洞，外圍紫色區域是吸積盤，內吸積盤以發射X光為主，而外吸積盤則放可見光及紫外光。光子可透過與粒子碰撞產生高能微中子。綠色箭頭為可發射高能微中子的區域，分別是i) 相對論性噴流；ii) 吸積盤；iii) 吸積盤冕區以及 iv) 黑洞風。取自K. Hayasaki, Nature Astronomy, 5, 436 (2021).

可見光 / 紫外光潮汐破壞事件

Optical/UV TDEs

YouTube相關影片：



TESS Catches its First Star-destroying Black Hole

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



Black Hole Rips Apart Star, Startles NASA Satellite

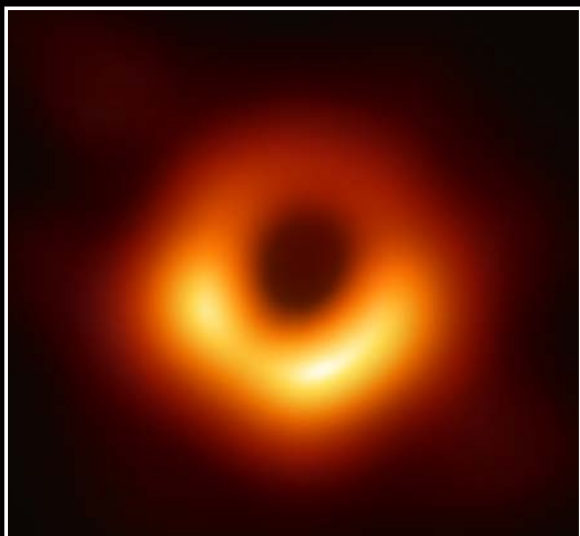
<https://www.youtube.com/watch?v=UYN-b2bQTUDU>



Swift Links Neutrino to Star-destroying Black Hole

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

文/ 卜宏毅



左圖：經由分析2017年的觀測數據，2019年EHT團隊公布了位於M87星系中心的超大質量黑洞近照，此黑洞也是大尺度噴流結構的源頭。

下圖：經由分析2017年觀測數據所攜帶的偏極化資訊，EHT團隊在今年三月進一步公布了M87黑洞的偏極化影像。圖中將黑洞的偏極化特性（方向與強度）以視覺化呈現。

Credit：EHT團隊

首張 黑洞偏極化影像

繼2019年公布史上第一張黑洞近照後，事件視界望遠鏡（Event Horizon Telescope; 簡稱EHT）團隊在2021年三月公布了首張黑洞的「偏極化」影像，透露了位於M87星系中心超大質量黑洞的進一步資訊。這張影像是根據光線所帶有的偏極化特性，將偏極化向量的大小和方向進一步視覺化而得到。這些偏極化特性是由黑洞附近的磁場所產生，也因此間接告訴了我們黑洞附近的磁場環境。這張照片究竟是如何分析出來的？包含哪些資訊？又如何幫助了對黑洞系統的理論了解呢？

這是「第二張」黑洞近照嗎？

不是！這張偏極化影像的主角與EHT在2019年公布的黑洞影像的主角一樣，都是位於M87星系中心（距離我們約五千五百萬光年）的超大質量黑洞，其質量約有六十五億個太陽質量。

EHT結合分布全球的電波望遠鏡同時觀測目標天體（圖1），可解析大約有二十個微角秒的角解析度。電波望遠鏡並非接收天體的「影像」，而是接收「電波訊號」，並利用干涉儀的原理在「visibility domain」（其為image domain的傅立葉轉換）處理資料並根據適當假設得到分析影像。在2017年的EHT觀測資料中，4個晚上（4月5日、6日、10日、11日）對M87黑洞的觀測包含了偏極化的資訊。在2019年EHT團隊公布的結果尚未包含偏極化的資料分析，對偏極化數據的分析結果則在這次公布。也因此相關的兩篇論文成為系列論文的第七篇與第八篇論文（Paper VII 與 Paper VIII; 請參考延伸資訊；EHT團隊公布的[八篇相關論文](#)）：

Paper I：Overview 簡介

Paper II：Array 望遠鏡陣列

Paper III：Data數據

Paper IV：Image影像處理

Paper V：Theory理論

Paper VI：Feature extraction
影像特徵分析

（以上於2019年4月發表，
有興趣的讀者可以參考臺北星
空69期的相關專文：[人類史上
第一張黑洞近照](#)）

Paper VII：Polarization 偏極
化分析

Paper VIII：Magnetic field structure
磁場結構的理論分析

（Paper VII 與 Paper VIII於2021年3月發
表）

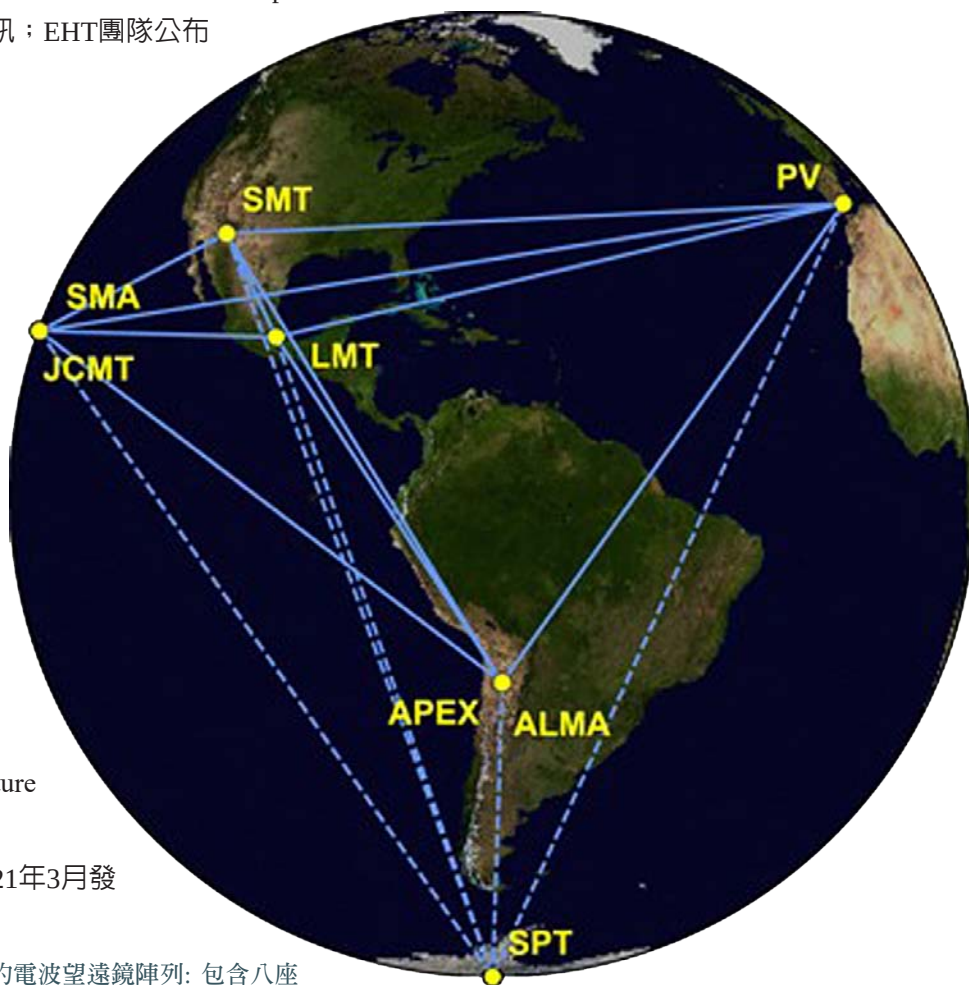


圖1. 參與EHT團隊於2017觀測的電波望遠鏡陣列: 包含八座望遠鏡並蓋六個不同的地體位置，其中位於南極的SPT (South Pole Telescope) 因為地理位置未能共同觀測位於北半天球的M87。藉由利用甚大干涉儀(Very Long Baseline Interferometry)技術，這些電波望遠鏡的共同合作就像組成了有如地球般大小的(虛擬)望遠鏡。Credit: EHT團隊 Paper I

偏極化是什麼？

光是電磁波，電磁波是電磁場的波動。若此波動在傳遞過程中電場具有特定的震盪方向，我們就可稱為此電磁波帶有偏振性，或是此電磁波帶有偏極化（polarization）。日常生活中當原本沒有偏極化的陽光在天空被微小粒子散射（scattering）或是被水面反射（reflection）時，都會帶有偏極化；我們常用的電腦螢幕所發出的光也具有偏極化特性。太陽眼鏡的原理就是利用偏振片將具有特定偏極化方向的光線過濾，用以降低這些被偏極化的光線進入眼睛以降低眩光。（請參考相關影片：[What is Polarization?](#)）

在黑洞的附近 是什麼造成光的偏極化？

是磁場與同步輻射！圖2左圖所示的是M87星系中心黑洞系統理論示意圖，包含黑洞，環繞黑洞

運行並逐漸掉落黑洞的吸積流，以及噴流結構。注意磁場在黑洞-吸積流-噴流系統中所形成的特徵結構。在電波波段，EHT所觀測到黑洞附近的電磁波訊號主要是由高速的電子集體繞著磁場所做的加速度運動所放出的輻射，稱為同步輻射（synchrotron radiation）。如圖2右圖所示，因為這些電子運動有特定的方向（大約是垂直磁場方向），因此這些電子加速度運動所造成的電磁波也帶有特定的特徵（偏極化）。偏極化又可分為線偏極化（linear polarization）與圓偏極化（circular polarization），對應到電磁波的電場所表現的震盪模式在空間上是呈現線性或是旋轉的圓型，可以想像，電子繞行磁場所發出的電波輻射就像是系統磁場環境的「指紋」。

EHT團隊在Paper VII 與 Paper VIII 中討論了線性偏極化的分析。相較於2019年的Paper III - Paper VI，當時只對影像的整體亮度（包含所有帶有偏振性與不帶有偏振性的光）做出分析。對黑洞影像以及光線在黑洞周圍的軌跡有興趣的讀者可以參考臺北星空92期的相關專文：[光的奧德賽](#)。

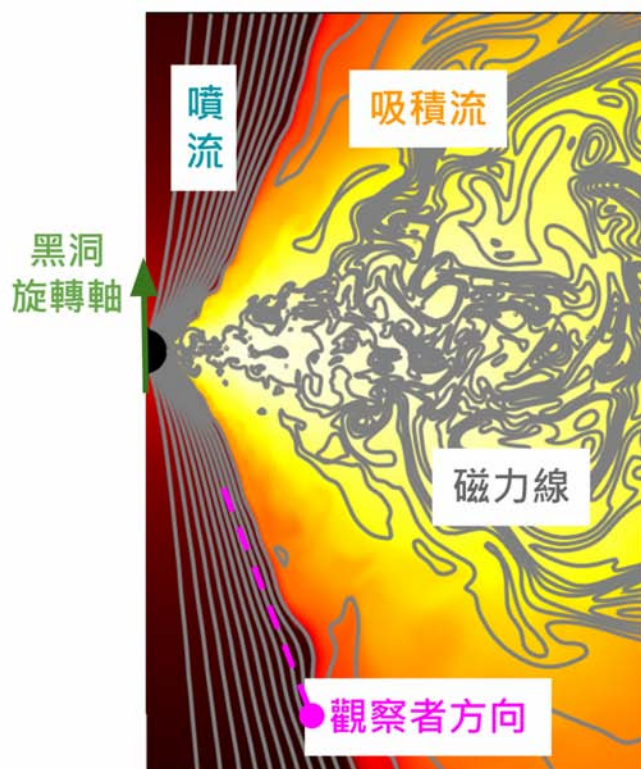


圖2. M87黑洞系統與同步輻射機制的示意圖。電子繞行磁場所發出的同步輻射所帶有的偏振化訊息間接的透露出磁場的結構與強度，以及整體系統的環境。根據之前(Paper V)的推論，黑洞的旋轉軸方向是指向遠離觀察者的方向。
Credit: 卜宏毅

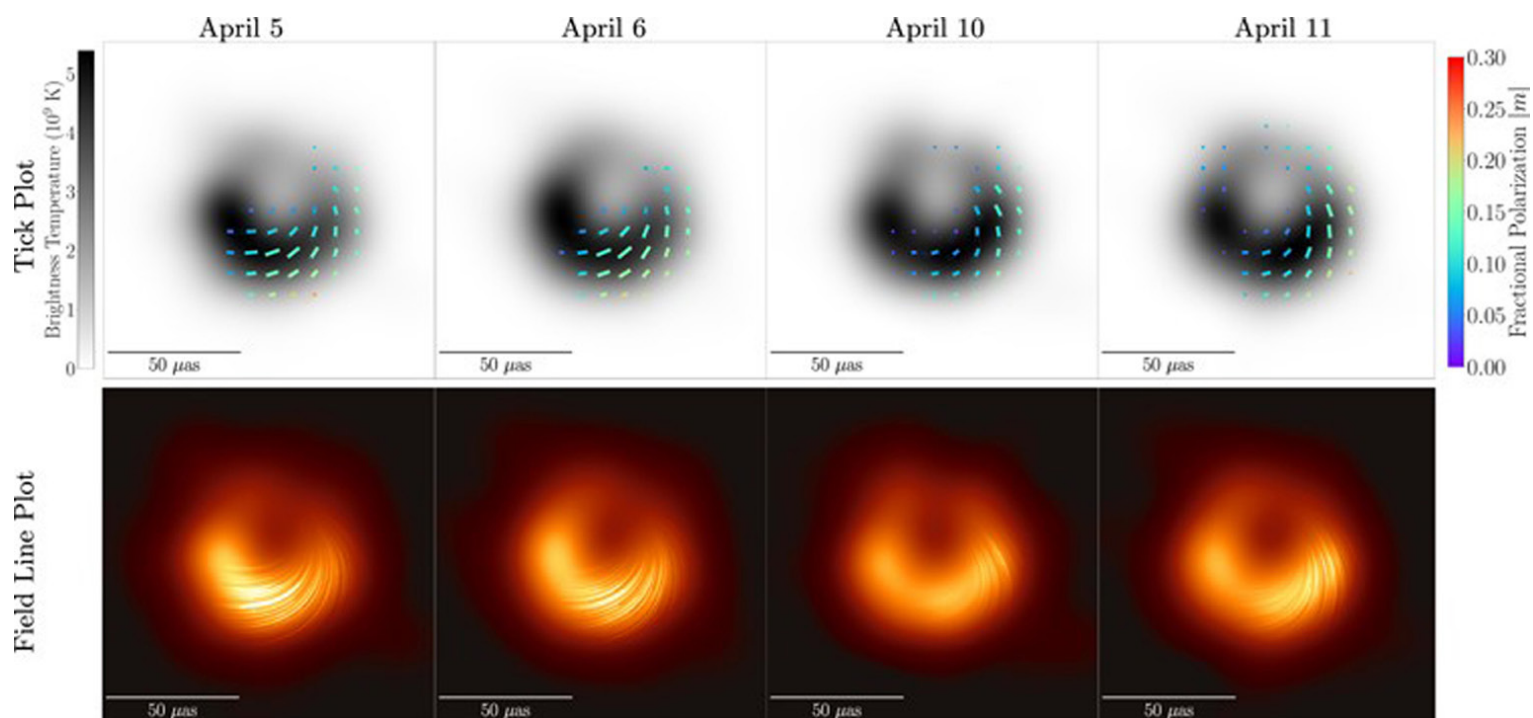


圖3. 將不同分析方法所得到的(線性)偏極化特性平均後的結果以及兩種不同的圖示方法。在上方圖中，背景灰色調圖像是影像的整體亮度（對應2019年公布的黑洞影像），包含了偏極化與非偏極化光線的總亮度。灰色調圖像上方的線段方向則表示了局部偏極化的方向（Electric-Vector Position Angle 簡稱EVPA; EVPA的方向大約垂直當地磁場的方向），線段長度則代表局部具有偏極化光的多少，而顏色則表示局部偏極化與非偏極化輻射的比例(紅色代表局部的偏極化程度最高)。下方圖則是將上方圖偏極化向量的資訊用更為視覺化的方式(line integral convolution)呈現，表現在線條的方向，長度，與不透明度上。 Credit: EHT paper VII

為什麼花了很久分析？

為了記錄偏極化訊號，每個電波望遠鏡都將收到的電波訊號進一步分成兩種獨立且特定（電場震盪）的資訊分開紀錄，再用以干涉儀的分析。然而，電波望遠鏡本身並非完美，例如訊號在區分為兩種獨立的偏極化模式時，訊號可能「漏出」而錯誤的對另一種模式造成貢獻，稱為「polarization leakage」。在電波天文學中，這些不確定性由「D term」描述。對這些不確定的了解是數據分析的關鍵。如論文中所描述，EHT團隊發展了數種不同方法分析每個望遠鏡的D term以及對這些方法的各種測試，比對結果，最後得以確認天體本身的線性偏極化特性。

圖3是M87黑洞在2017年4個不同的晚上的（線性）偏極化影像，由EHT團隊用不同分析方法所得到的結果所平均而得到。這些偏極化的方向，大致上就是垂直當地磁場的方向。

如何解讀這些偏極化圖片？

影響黑洞系統偏極化特性的因素非常繁雜，與天體周圍的（離子化）吸積流的運動，吸積流氣體的空間與能量分布，磁場強度與幾何等都有密切關係。這些影像對以上物理環境的理解提供了莫大的助益！

EHT團隊利用在Paper V和Paper VI所建立的廣義相對論性磁流體力學的數值模擬資料庫，建立了超過7萬2千張的線性偏極化的影像資料庫（圖4），並更進一步比較出M87黑洞周圍可能的磁場環境，進而對吸積流與噴流的狀態更加了解（圖5；以及請參考相關影片：[How Magnetic Fields Affect Black Hole Images?](#)）。EHT團隊發現與觀測相符合的模型都具有相對較大的磁場（即圖4所介紹具有較強磁場環境的「MAD」狀態），並需要系統中有許多特定方向（垂直於旋轉軸赤道面）的磁場分布。這些發現將在未來更多EHT對M87中心黑洞的觀測測試，也佐證了人們對黑洞-吸積流-噴流系統中磁場扮演重要角色的認識（圖6與圖2）！

延伸資訊

EHT團隊公布的八篇論文

https://iopscience.iop.org/journal/2041-8205/page/Focus_on_EHT

EHT網站關於偏極化影像的報導與參考資料

<https://eventhorizontelescope.org/blog/astronomers-image-magnetic-fields-edge-m87s-black-hole>

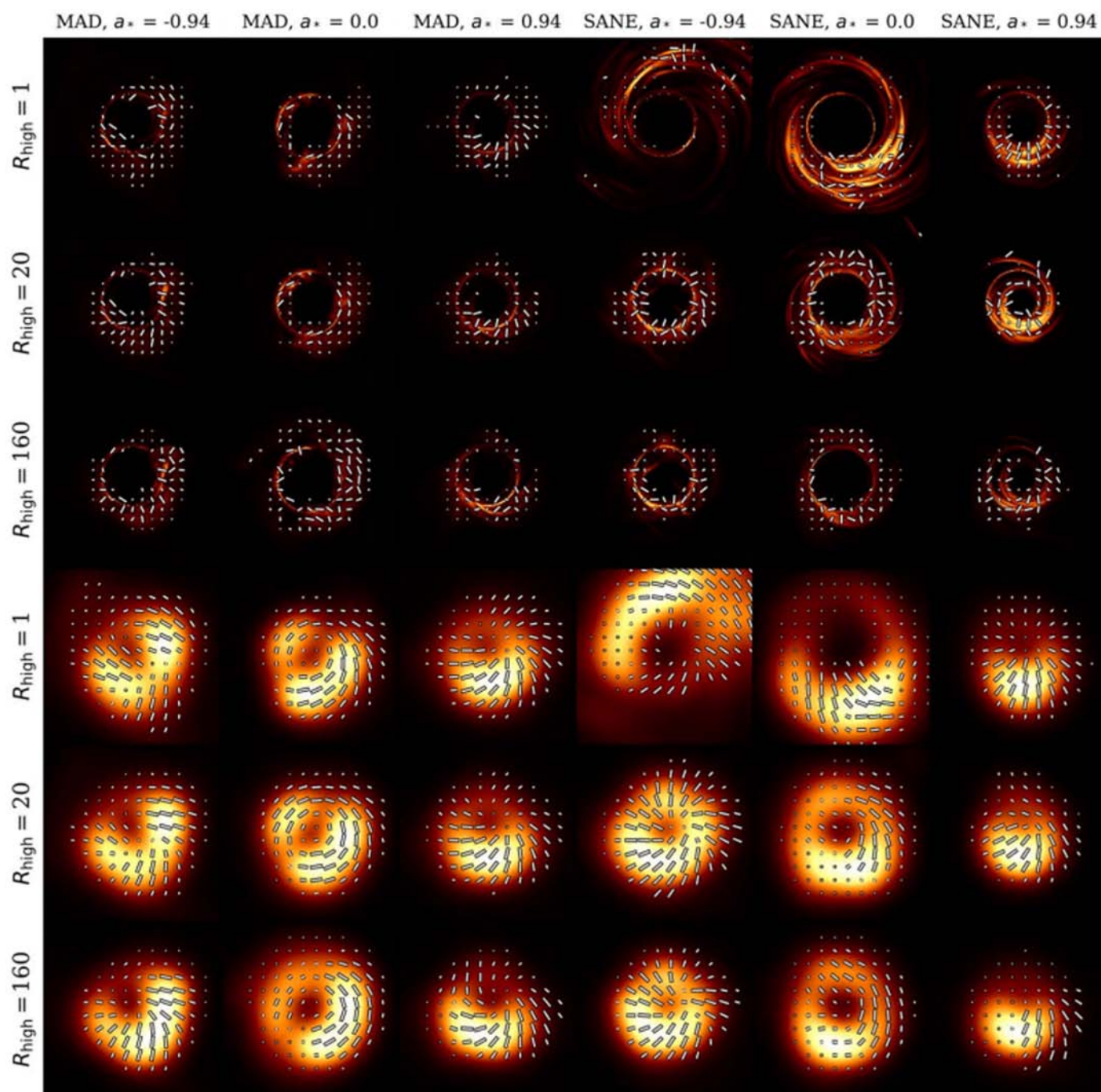


圖4. EHT團隊所準備的線性偏極化影像庫範例，根據廣義相對論性磁流體力學的數值模擬，所進一步考慮電子放出的電磁輻射所計算得到（上半部：影像庫資料；下半部：進一步模擬觀測時，因為對天體的角解析度有限，所對應到較為模糊的影像）。範例中黑洞自旋方向都是朝向左方。上方標示的MAD (Magnetically Arrested Disk) 和SANE (Standard And Normal Evolution) 代表兩大類不同的黑洞吸積環境：相較於SANE狀態，MAD狀態時吸積環境帶有足夠多的磁場累積於黑洞周圍，並能影響黑洞吸積流的運動以及提高將黑洞轉動能量轉換成噴流能量的效率。左方所標示的 R_{high} 則表示對黑洞周圍環境電子溫度描述的不同參數值。透過影像庫與觀測結果（圖3）的比較，可以幫助我們更好的認識M87黑洞的特性。

Credit: EHT團隊 Ppaper VIII

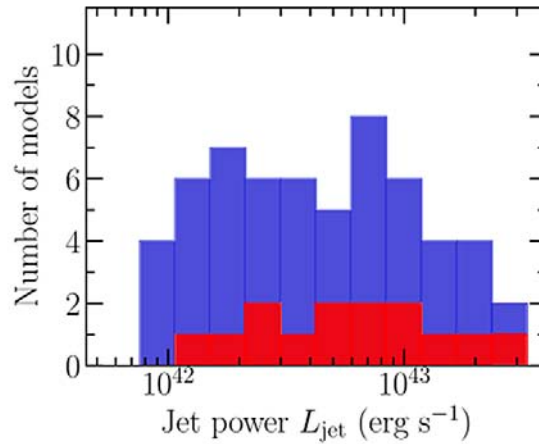
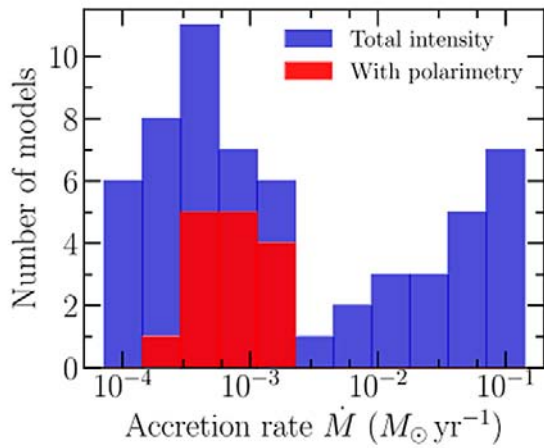


圖5. 相較於之前未區分偏極化的黑洞影像觀測結果（圖中藍色區域），偏極化的觀測結果（圖中紅色區域）帶有更多資訊可以幫助我們對M87黑洞系統有更進一步的約束。圖中顯示影像庫中能與觀測相符的模型所具有的吸積（左圖）與噴流（右圖）表現的分布。
Credit：EHT團隊 Paper VIII

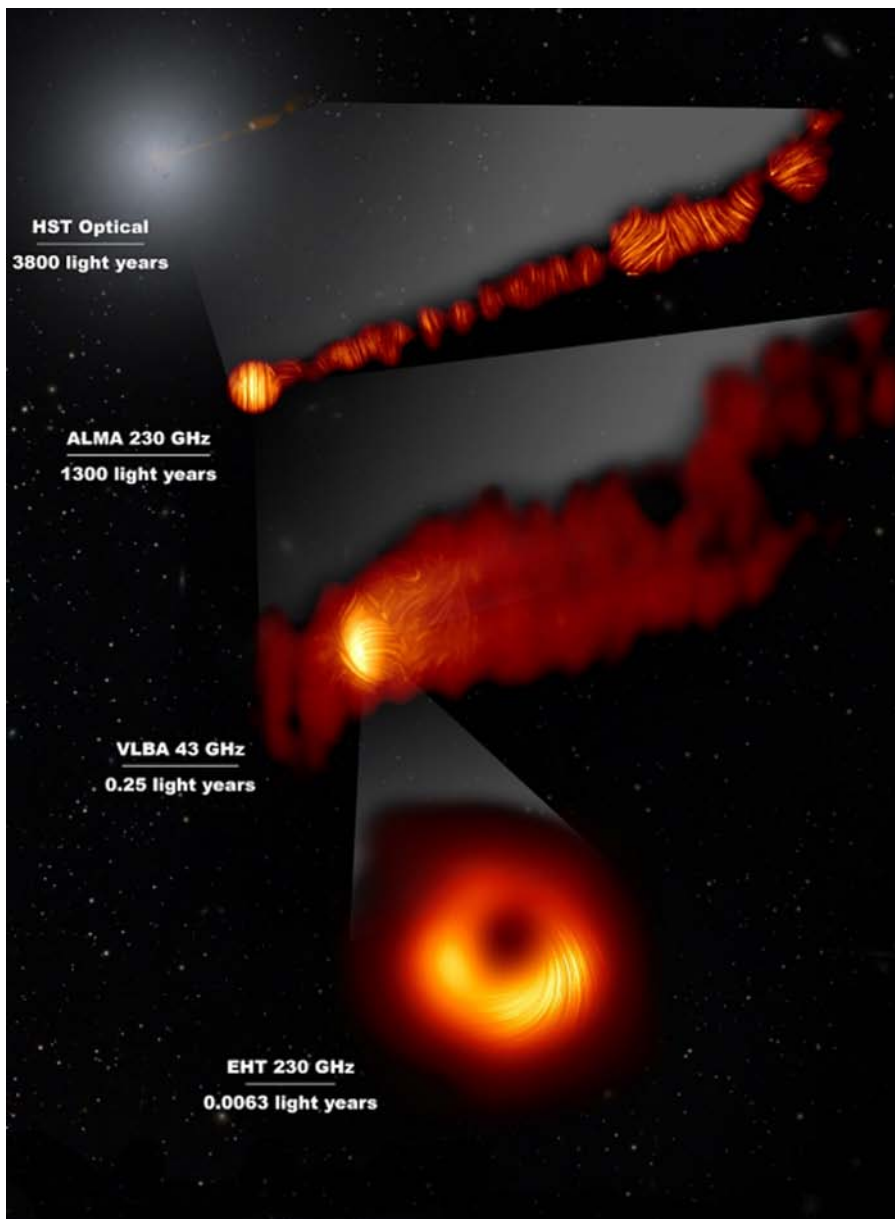


圖6. M87噴流在不同尺度下觀測到的偏極化結果，暗示了磁場在黑洞噴流的產生機制中佔有重要的角色，首張黑洞周圍偏極化的影像在最下方。有趣的是，觀測上只有相對少部分的黑洞系統具有噴流結構。

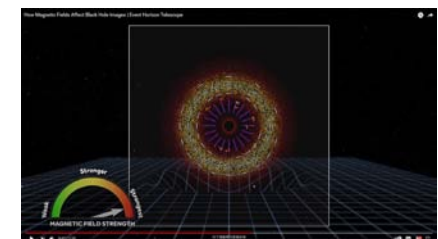
Credit：EHT團隊, ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Goddi et al.; VLBA (NRAO), Kravchenko et al.; J.C. Algaba, I. Martí-Vidal

YouTube相關影片：



What is Polarization? (有中文字幕)

<https://www.youtube.com/watch?v=Un-9fbqIIKo>



How Magnetic Fields Affect Black Hole Images? (有中文字幕)

<https://www.youtube.com/watch?v=6xrJoPjfJGQ>

卜宏毅：臺灣師範大學物理系助理教授
中研院天文所訪問學者
事件視界望遠鏡團隊成員

都不是星星的錯！ 千錯萬錯

文
歐陽亮

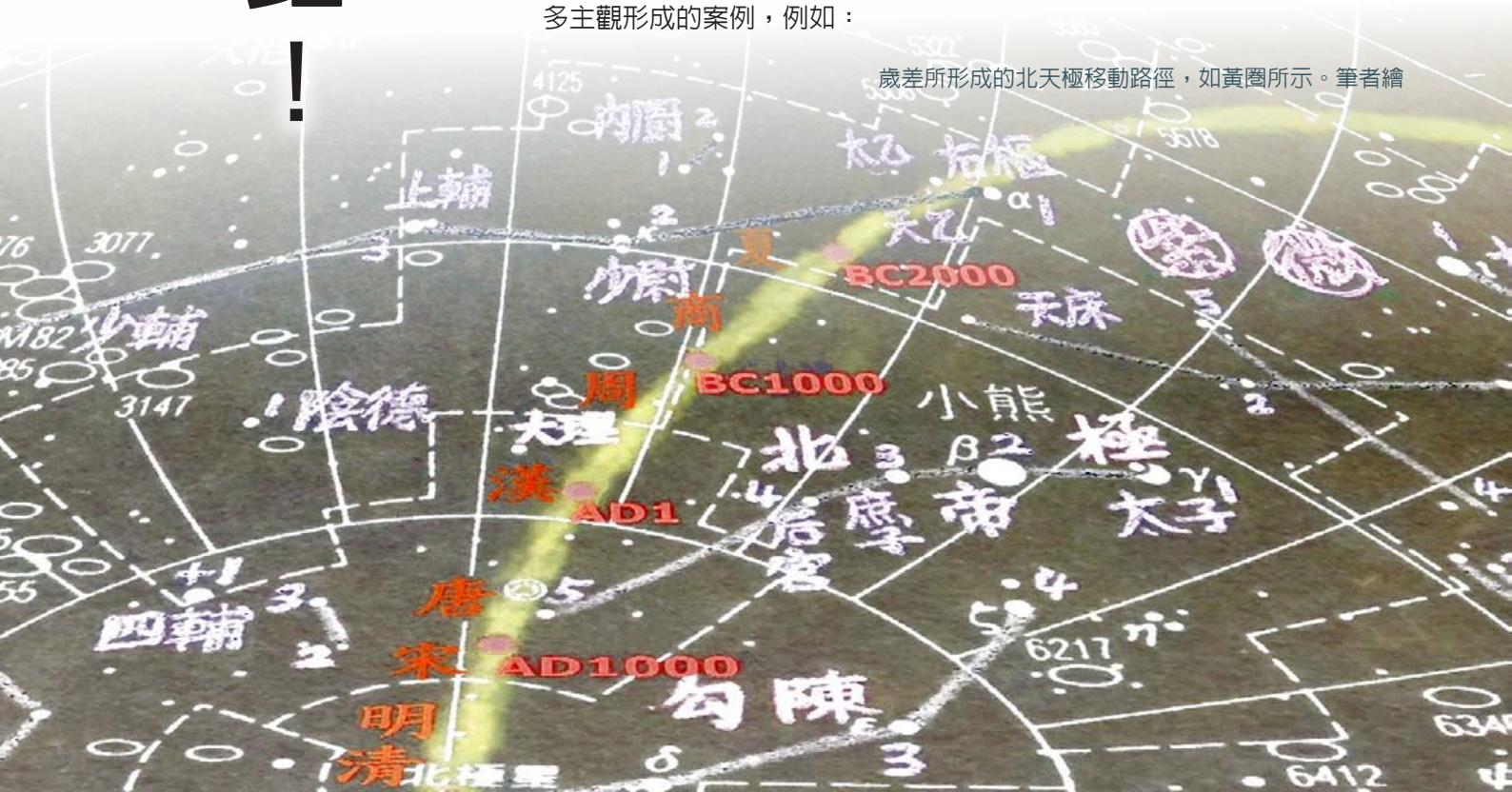
歷史看似客觀，其實卻是史學研究者「主觀建構」而成的。科學也是如此，物理學家史蒂芬·霍金《大設計》的「金魚缸論證」說明，人類完全沒有辦法知道是否存在「純粹客觀的真實」，因為我們永遠不知道自己是否被困在一個類似金魚缸的世界裡……。

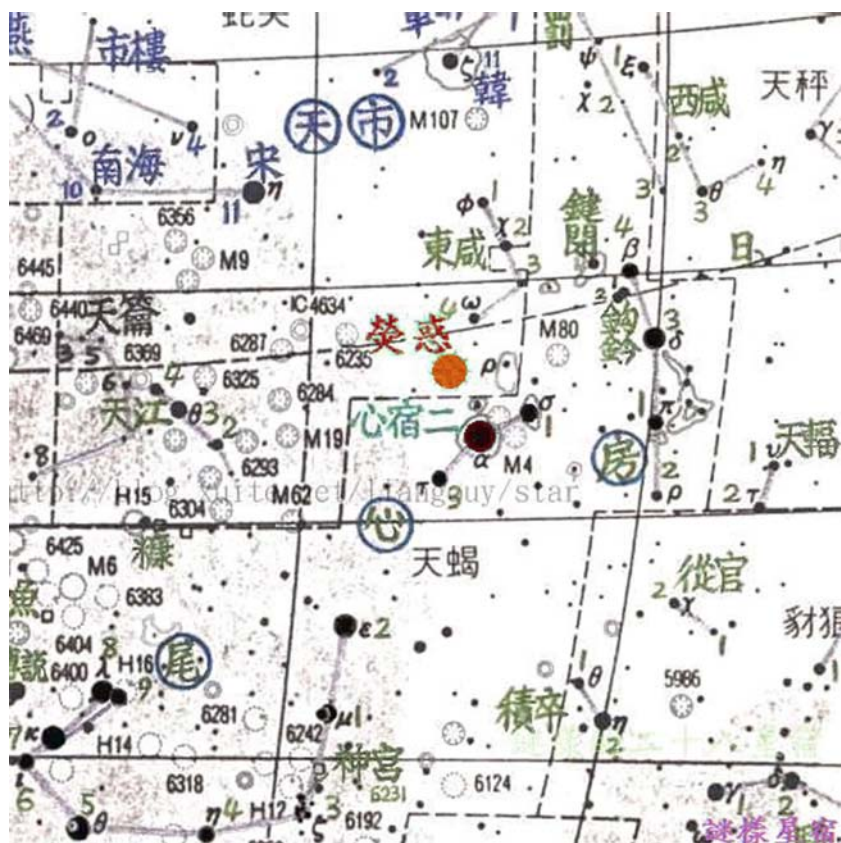
大家覺得小時候課堂上最「曲折離奇」的科目是什麼？以灑狗血的程度來看，應該是我們的歷史課，然而最無趣的好像也是它。為什麼明明該像電影一樣有趣，卻會讓人感到索然無味？那是因為要講的故事實在太多，硬是濃縮成重點後就無聊到只能死背了。

不過歷史看似客觀，其實卻是史學研究者「主觀建構」而成的，意思就是說：歷史並不等於往事，而是被寫出來的成果；¹不一定是真實的，因為劣史充斥。²其實，科學也是如此，物理學家史蒂芬·霍金《大設計》的「金魚缸論證」說明，人類完全沒有辦法知道是否存在「純粹客觀的真實」，因為我們永遠不知道自己是否被困在一個類似金魚缸或電影「駭客任務」（The Matrix）般的世界裡，追問「模型是否真實」毫無意義，只能問模型是否符合觀測，除非你能夠打破宇宙邊緣的魚缸玻璃，或是吞下「駭客任務」那顆紅色藥丸。

人類用不說話的星星們所建構出來的古代天文學歷史，也不乏許多主觀形成的案例，例如：

歲差所形成的北天極移動路徑，如黃圈所示。筆者繪





一、預告皇朝危急命運的重大天象「熒惑守心」（圖1）被統計出竟有74%記錄沒有發生過，因此曾被懷疑是為政治而偽造。但是後來有人重新探討，發現大多錯誤並非故意造假，只是現代

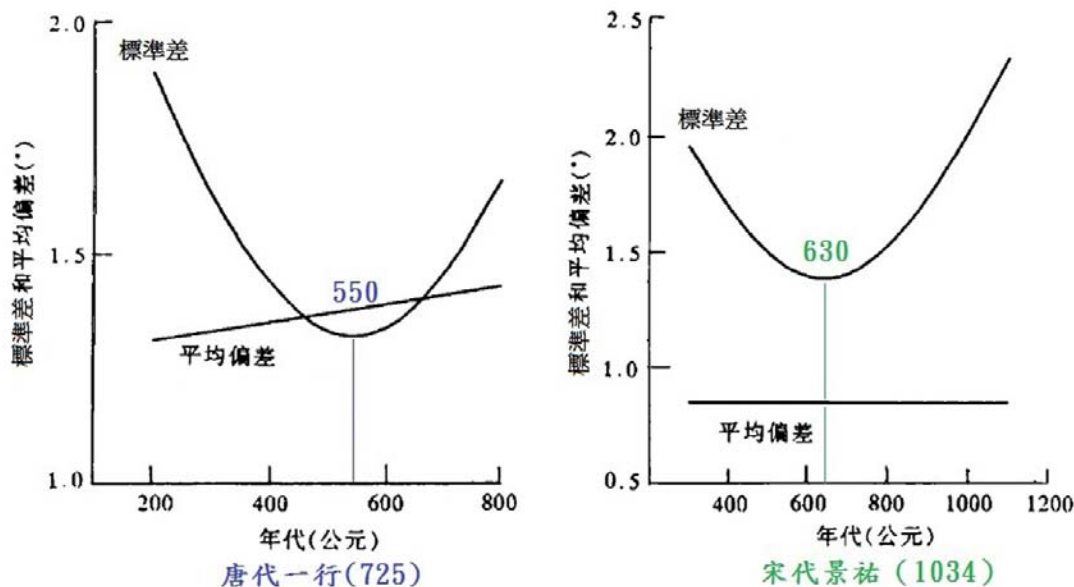
媒體喜歡聳動的政治陰謀論，讓這種誤解難以消除。

二、利用「歲差」偏移量推算古星圖是哪個年代繪製的數學方法看似很科學，多年來已被許

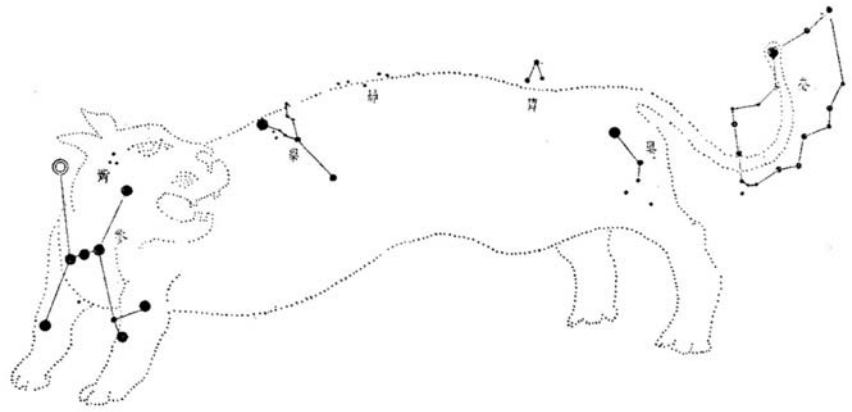
多研究者採用。然而二十年前卻有學者發現，此法僅適用於高精度數據（宋皇祐年間與之後的星表），若是唐代或更早之前的觀測，其誤差將大到無法定出可靠的年代（圖2），因此，最好還是以文獻考證來推定年代較為妥當。³

三、記錄在甲骨文裡號稱人類史上第一顆新星或超新星的記錄「新大星並火」、或是古老的日珥記事「三焰食日大星」，可能只是部份學者的誤解，因為甲骨學還沒有穩固的研究基礎，專家們的意見經常不一致（請參閱上一期專欄「[甲骨一假古？](#)」）。

四、對於星宿為何是二十八個，大部份研究都認為是起源於月亮的週期，但也有人提出是因為土星「**年鎮一宿**」，不過從史記可知，土星在星宿成形的時代並不重要，週期也不是二十八年，且它同樣無法解釋星宿寬窄不一的問題。



五、早期學者認為三垣比四象或二十八宿早出現，⁴因為人類對事物的認知總是先粗略而後細緻，而數字最少的三垣看似最粗略。然而他沒注意到歷代星象劃分的演變，也沒注意到步天歌原本順序是把三垣放在二十八宿之後，後來才被改到前面，導致三垣似乎比二十八宿還重要的錯覺。⁵



六、天上的四象：青龍、白虎、朱雀、玄武，「各自以轄下的七個星宿串聯成四種神獸圖案」，其實只是後人的想像，因為在緊接著四象創始期（商周兩朝）之後的漢代並沒有這種畫法，當時二十八宿大部份有其獨自的意象（圖3）。

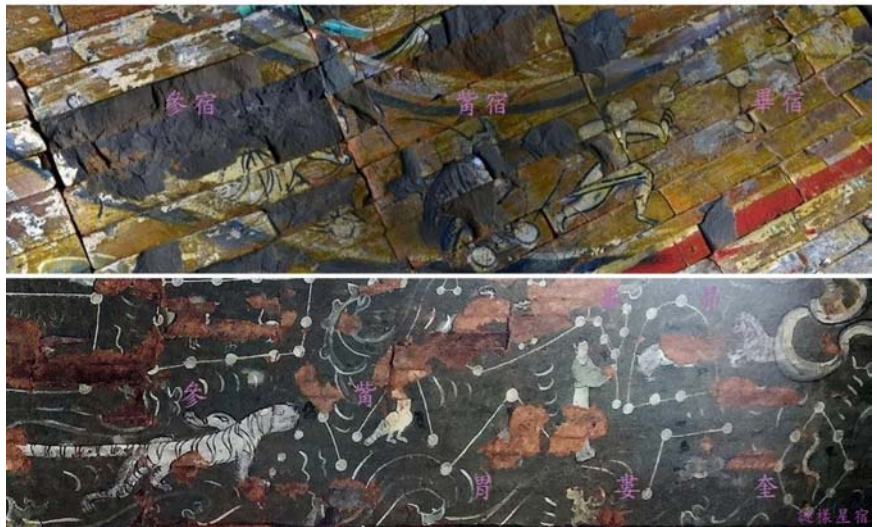


圖3 民初高魯《星象統箋》雖寫明四象僅四季代表，不一定有整體形象，但書中仍自行串聯繪出四象。上圖高魯以西方七宿連成一虎，並無歷史根據。其實漢代壁畫之奎宿至觜宿都各有獨立形象，與參宿白虎圖案無關，中圖為西漢（位於西安交通大學），下圖為東漢（位於陝西靖邊渠樹壕）

七、明代後期徐光啓等人在改曆時為了繪製新的星圖，就以傳統星官大略形象對照傳教士帶來的西方星圖與星表來畫出，卻沒有參考前代實際測量數據，因此與宋元星官出現甚大差異，打破傳承千年以上的傳統，增添了中西對照的混亂局面。

其實除了上述這些有趣或美麗的誤會，若僅就「錯字」來看，即使是現代的書也會經常出現，更不用說以抄寫來流傳的古書了。歷代以來，古籍錯誤的來源包括：抄錯、刻錯、斷句位置錯、假借字、避諱字、篇章顛倒、注雜進正文、託古、偽書等，⁶至於天文記載中最常出現的錯誤種類有哪些？

由於電腦技術的發展，大部份古天象記錄可以用計算來檢驗，只有流星、客星、太陽黑子等不適用。⁷不過，這必須建立在「電腦中的宇宙模型符合觀測」的信念上，才能藉由計算來判斷史書哪裡出錯，然而這種模型有其極限，例如越久遠的日食就越難確定發生地點與時間，因為地球自轉會緩慢變化，月球軌道也會，且不太規則。這種誤差難以完全掌握，修正模型時卻還得依靠不太精確的遠古記

錄，因而形成一種循環論證。⁸

目前學者們從上述有限的校驗過程找出的天文記錄錯誤主要有：抄錯與脫漏、摘錄與編纂錯誤、原始記錄錯誤（認錯星或記錄粗糙）、計算結果當成觀測結果、字型相近、發音類似、從連串的編年體實錄中摘要時誤認年月、主詞簡略或漏寫造成前後文誤連、⁹還有日食預報「寧濫勿缺」等，¹⁰因為日食未報是嚴重失職、未見則是吉兆，因此日食錯誤率有時候更高於其他天象。

另外，理論上年代越久錯誤會越多，然而統計上顯示隋代的錯誤明顯偏高許多（圖4），¹¹目前已知《隋書》天文志編修於唐代初期，與《晉書》天文志的作者相同，都是著名的傳奇人物李淳風，只是《晉書》較早完成，難道隋書錯誤特別多不是作

者與編輯出問題，而是原始資料就出錯造成的？

讓我們來看一個例子：「北落師門」一星在三本史書中的敘述有些什麼差別（圖5）。

《史記》天官書第五：

「旁有一大星為北落。正義：北落師門一星，在羽林西南。天軍之門也。長安城北落門，以象此也。」（[古籍連結一](#)、[連結二](#)）

《晉書》天文上：

「北落師門一星，在

表 1 历代正史天象记录的统计和检验结果

朝代	年代	全部	年平均	可计算	错误率 (%)
西汉	- 205—10	174	0. 8	94	27. 7
东汉	20—220	431	2. 2	268	25. 7
三国	220—263	105	1. 7	74	31. 1
晋	265—420	526	3. 4	430	30. 9
南朝	420—583	993	6. 1	712	17. 8
北朝	396—580	1325	7. 2	977	23. 4
隋	581—618	49	1. 3	19	63. 2
唐	618—907	1049	3. 6	683	26. 2
五代	907—960	276	5. 2	205	14. 6
宋	960—1276	7919	25. 1	5661	10. 0
金	1129—1234	570	5. 4	317	12. 9
元	1260—1367	1875	17. 5	1528	4. 3
明	1368—1644	2115	7. 7	1307	11. 8
清	1644—1795	5968	39. 5	1858	3. 6
总计		23375		14133	

圖4 歷代史書天象記錄之錯誤率統計，資料來源：劉次沅《明實錄天象記錄輯校》前言

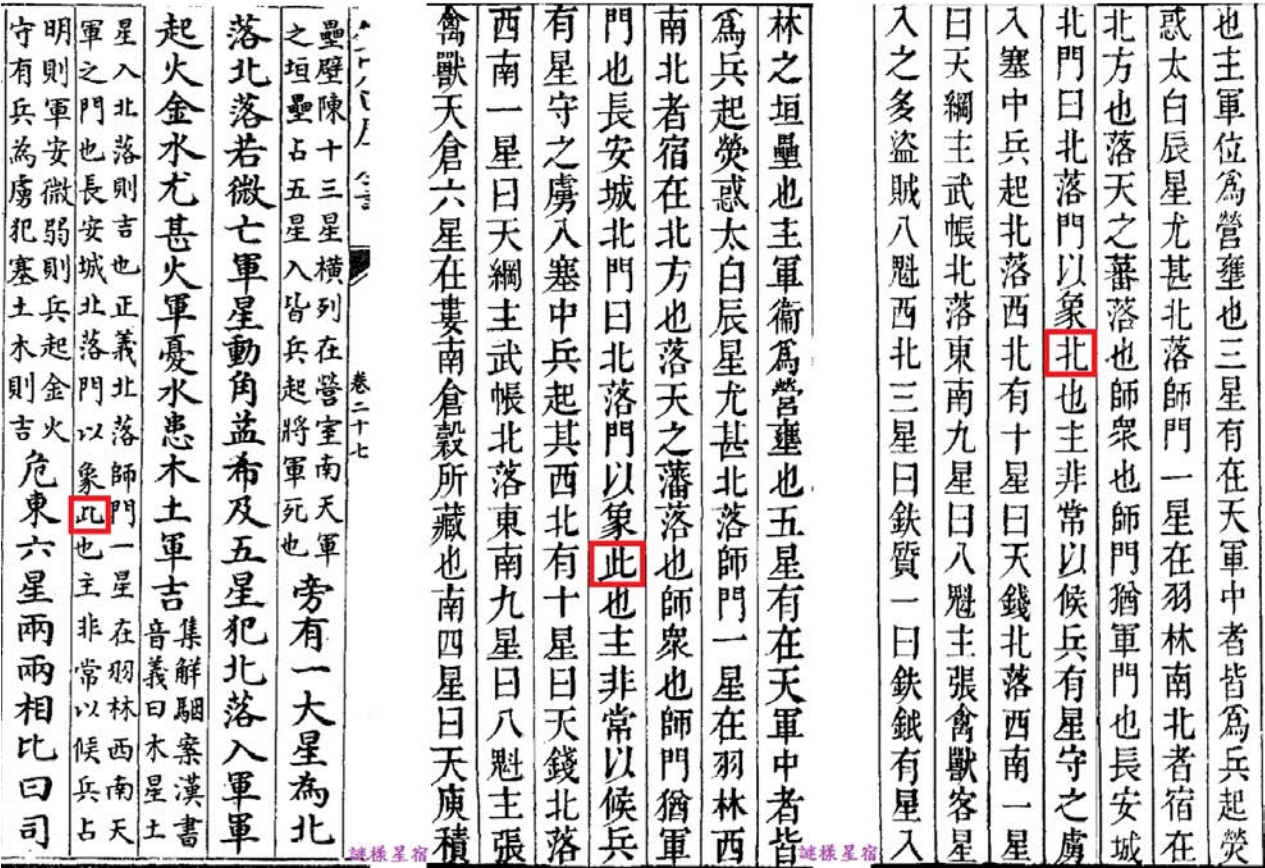


圖5 北落師門在史書中的記載，左-史記正義；中-晉書；右-隋書。資料來源：中國哲學書電子化計劃

羽林西南。北者，宿在北方也；落，天之藩落也；師，衆也；師門，猶軍門也。長安城北門曰北落門，以象此也。」（[連結一](#)、[連結二](#)）

《隋書》天文中：

「北落師門一星，在羽林南。北者，宿在北方也。落，天之藩落也。師，衆也。師門，猶軍門也。長安城北門曰北落門，以象北也。」（[連結一](#)、[連結二](#)）

史記之正義為唐代張守節（約624~705年武則天時期）所撰，年代與李淳風（602~670年）相近，因此三者有著幾近相同的文句，只有最後一句「以象此也」的「此」在隋書變成了形狀相似的「北」字。然而若就文意來看，用「此」字比較符合上下文。¹²

像這種小錯誤就無法用電腦回溯而得的天象來找出，只能多方比對典籍才會發現。因此，即使是用電腦確認了隋代「可複驗的天象」錯誤偏多，但是從「此」字來看，不難看出隋書抄寫者錯誤率偏高的可能。

另外，還有一種途徑可以找出錯誤：古天象記錄是由天文官記載的候簿逐步轉寫到奏章、日曆、起居注、實錄，最後才摘要寫入正史，因此，歷代保存的實錄成為珍貴的原始資料。從明實錄可知，其錯誤比率遠低於明正史，¹³可用來對比正史，找出記錄日期時用數字轉到干支造成的轉換錯誤，以及五大行星因字型相近造成的記錄錯誤等。可惜的是，明代以前的實錄保存下來的很少。

只不過網路發達的現在，隨手一點就可以查到以前在圖書館必須翻遍群書才能找到的資料，還有幾個人會去查證各種訊息的真實性？古書校注者經常在挑出這類錯誤，但現代資訊量過大，錯誤的出版品與複製貼上的電子文件已經越來越難逐一修正了，維基百科說不定哪天會變成處處陷阱的「危機」百科。古有「一字千金」之故事，不知現代是否還有人在意？

附註：

1. 杜維運《史學方法論》，三民書局，1997，頁24；另見頁225：作判斷時不能不有某種觀點。

2. 杜維運《史學方法論》，頁330。

3. 胡維佳〈唐籍所載二十八宿星度及石氏星表研究〉，《自然科學史研究》，第17卷第2期，1998。

4. 高魯《星象統箋》，國立中央研究院天文研究所，1933，頁1；亦可參見陳遵媯《中國天文學史》第二冊，明文書局，1985，頁25。

5. 潘鼐《中國恆星觀測史》，上海學林出版社，2009，頁184。

6. 張舜徽《中國古代史籍校讀法》，里仁書局，2000，頁152~153、279~282。

7. 劉次沅《諸史天象記錄考證》，中華書局，2015，前言頁2。

8. 劉次沅、馬莉萍《中國歷史日食典》，世界圖書出版公司，2006，頁21。

9. 劉次沅《諸史天象記錄考證》，前言頁15~17。

10. 劉次沅〈魏晉天象記錄校勘〉，《中國科技史雜誌》，2009第一期，頁69。

11. 劉次沅《明實錄天象記錄輯校》，三秦出版社，2019，前言頁3：歷代史書天象記錄之錯誤率統計。

12. 另外在較晚的宋史裡亦寫為「以象此也」。

13. 劉次沅《明實錄天象記錄輯校》，前言頁6。

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>



雙筒望遠鏡觀天-8

文/ 陶蕃麟

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。

天蠍座

時序進入夏天，受矚目的星座除了大家耳熟能詳的天琴、天鷹和天鵝之外，還有在南天的天蠍座。與夏季大三角有關的三個星座高懸在天頂，只有天蠍座（圖1）在南天，可以躺在涼椅上，輕鬆地觀賞。在這個疫情嚴重的期間，就先拋開一切不愉快的，欣賞我最樂於推薦給大家的星座。



圖1. 由SkyPortal截圖的天蠍座。不同軟體的星座造型會有所不同，此圖僅供參考。

首先，它的爪子從我們東南的地平線上升起，然後是它燦爛的紅色心臟，最後，鉤形尾巴出現了。在它的範圍內是一個有著豐富、美麗的深空天體散落在其間，是最好觀賞的星場之一。在晴朗的夏夜星空下，舒適的躺臥在涼椅上，用雙筒望遠鏡隨意的從頭到腳掃描蠍子彎曲的身體。一路上，有許多優雅的星群、星團和星雲，可以提供迷人的星空，讓您盡情地觀賞。

我們從明亮的紅色超巨星心宿二，蠍子的心臟開始，視星等1.06，是天蠍座中最亮的星。明亮的心宿二在夏日的南天中，就像燈塔的燈光，從銀河

黯淡的星海中外照射，令人眼花撩亂。儘管它距離地球有600光年之遙，但由於其巨大的體積，使心宿二成為天空中最亮的恆星之一。在臺灣，心宿二在大部分地區的最大高度都不會超過40度，因此它的影像是否穩定，就與大氣的寧靜度有很大的關聯。大氣不穩定，且心宿二高度不高時，就會產生明顯的閃爍現象。曾有觀測者報導在用雙筒望遠鏡欣賞它升起的時候，看著它從紅色到黃色再到綠色和藍色，然後又回到紅色。就像是在發送訊號，這種現象是相當驚人的。

由於心宿二沉浸在銀河的光輝中，所以它隱藏

著許多天空中的瑰寶，也為欣賞這些瑰寶提供了一個極好的起點。當你用雙筒望遠鏡盯著心宿二時，不需要動用到任何一塊肌肉，就可以在它的西邊約1.3度之處看到一塊模糊的斑點。

這個斑點是由菲利普·洛伊斯·德·切索（Philippe Loys de Cheseaux）於1745年發現，梅西耶在1764年5月8日觀測了這個球狀星團，之後收錄為他星表中的第4號天體：M4。

M4距離地球只有7,200光年，是最靠近我們的球狀星團之一，也是第一個分辨出是由一顆顆恆星組成的球狀星團。它總共有約10萬顆的恆星，擠在直徑約75光年的球體內。整體的視星等為5.9等，但星團中最亮的恆星視星等為10.1等，而多數恆星的視星等在11等以下。所以，用雙筒望遠鏡看它只是一個模糊的光斑，分辨不出個別的恆星；即使再小的望遠鏡也會顯示M4在心宿二西邊，是一個微小的灰色光暈（圖

2、圖3）。

M4是很容易確認的，當你將它置於雙筒望遠鏡視野的中心，那麼視野中會有另兩顆明顯的天體，最亮的當然是在它東邊的心宿二，另一顆是西北方向的三等

星，心宿一（天蠍座 σ ，天蠍座20）；你會發現它和心宿二形成一個幾乎等腰的三角形。

從M4開始，經過心宿一往北繼續移往心宿增三（天蠍座 ϕ ，天蠍座19）。然後以心宿增三為



圖3. 歐洲南方天文臺拉西拉MPG/ESO 2.2米望遠鏡以廣域成像儀拍攝的球狀星團M4。圖片來源：Wiki

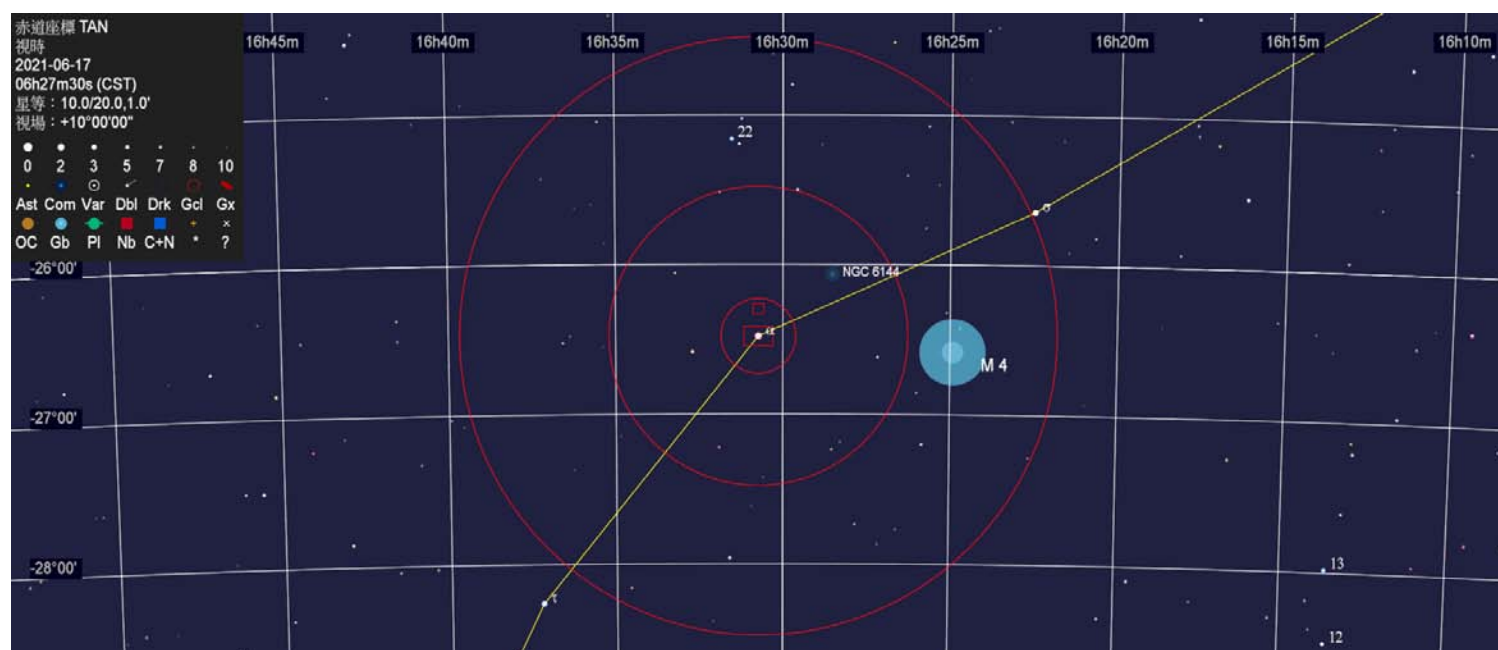


圖2. 由Cartes du Ciel V4.0（Sky Chart，星圖）繪製，以心宿二為中心，尋找M4的尋星圖。【註】

中心（圖4），往東北方約1.4度觀看，可以看見心宿增四（蛇夫座 ρ ，蛇夫座5），這是一顆視星等4.7等的藍巨星，注意看可以察覺在它的旁邊還有兩顆視星等約為7等的小星。但如果解像力不足以分辨出這兩顆暗星時，你會覺得

心宿增四是顆比一般星點稍大些的巨星（有觀測者認為大5倍）。

心宿增四位於肉眼看不見的亮星雲IC 4604的中心。在長時間曝光的照片中，可以看見心宿增四被藍色的雲氣包圍著，所以稱

它為亮星雲；只是光度太微弱，肉眼才看不見它。附圖中將前述的天體都包含在內，並標示出拜耳命名法的字母供參照（圖5），可以看出這一區不僅有著豐富的雲氣，還有多種色彩，因此也被稱為星空調色盤。

心宿增四位於距離大約400光年的蛇夫座 ρ 星雲複合體中。這個複合體是一個恆星苗圃，其中孕育著300多顆剛剛開始成長的新生恆星。最終，它們將清除雲氣，露出一個引人注目的疏散星團。

我們將再以心宿增三為視野中心（圖4），然後往西北方向搜尋，大約在距離1.5度之處可以看見一個微弱的光斑，這是梅西耶在1781年發現的球狀星團M80（NGC 6093）。透過雙筒望遠鏡觀看時，乍看之下它似乎只是恆星密集星場中的一個光點，在集中精神細看之後，應該可以看出這是一個散放出柔和光線的一個小圓盤：視直徑僅有9'，視星等7.3等。相較於M4，M80顯然遜色多

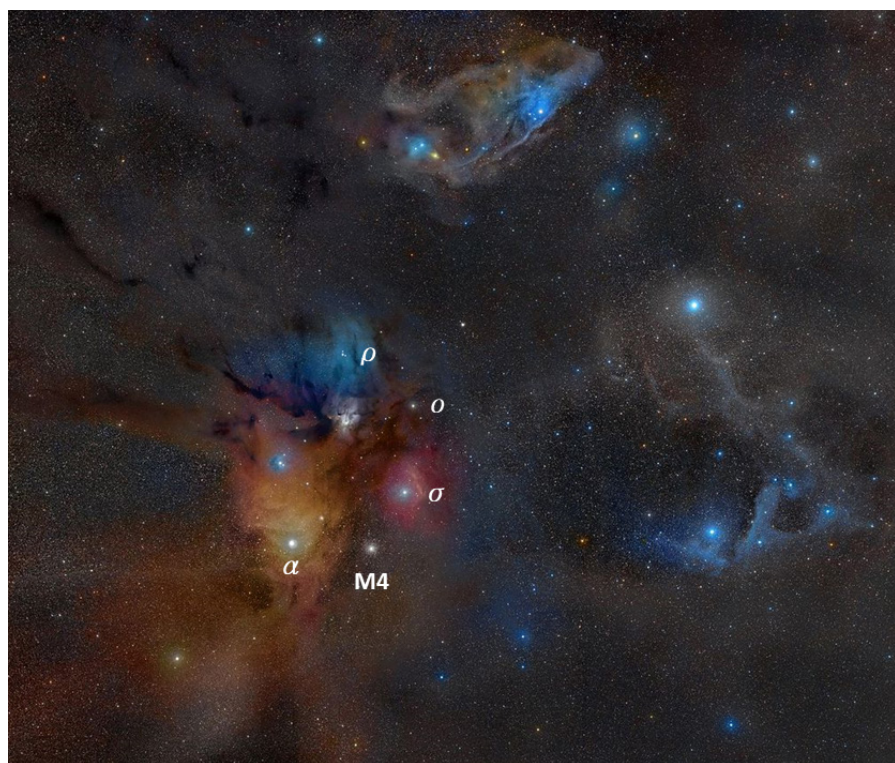


圖5. 心宿增四附近的區域（北方朝上）。以拜耳名稱標示出心宿二（ α ）、心宿一（ σ ），M4和心宿增四（ ρ ）。（改繪自維基百科）

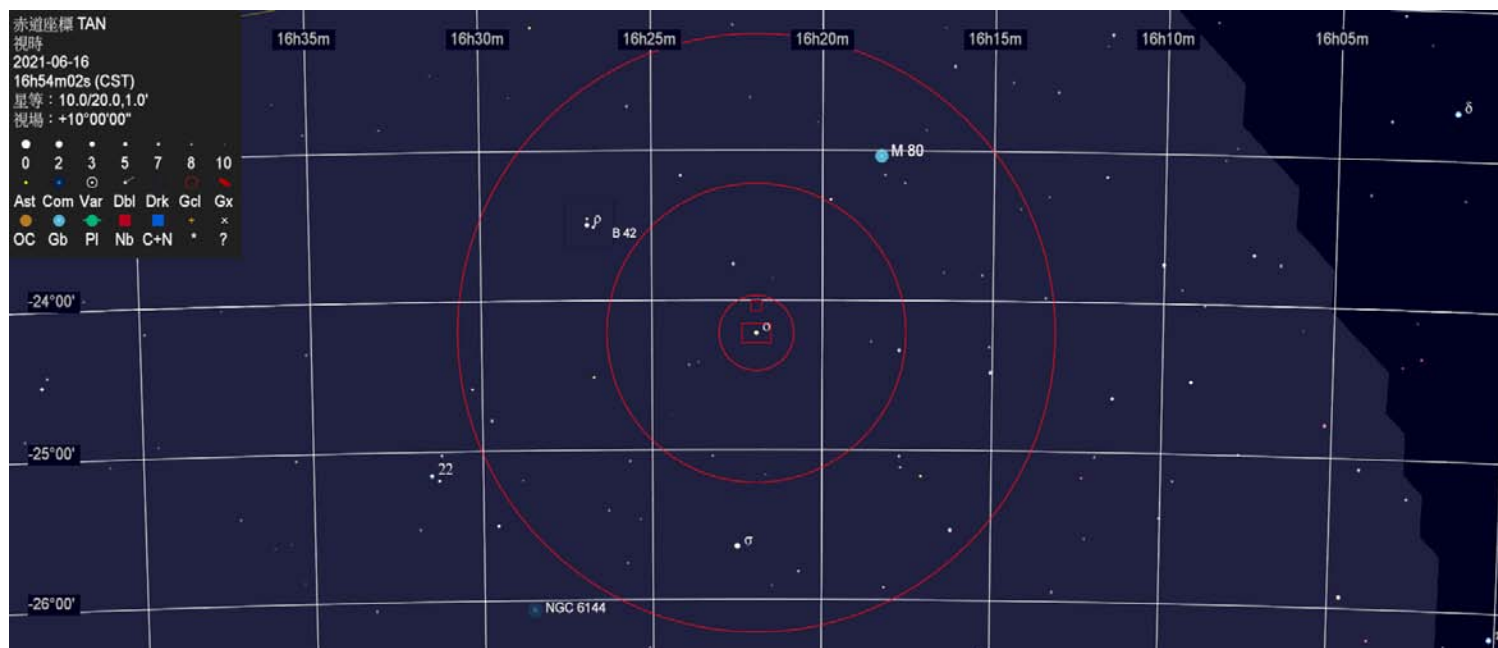


圖4. 由Cartes du Ciel V4.0繪製，以心宿增三為中心，尋找M80的尋星圖。

了，這是因為它的距離遠在32,600光年處。另外，1860年5月21日在M80發現了一顆新星，絕對星等高達-8.5等，視星等+6.8等，照亮了整個星團，使M80的視星等短暫的達到+7.0等。這顆新星依照變星命名法命名為天蠍座T，是在天蠍座發現的第三顆變星，目前的視星等已經低於+12等。

既然提到了變星，就必須嘗試看能否幸運地發現另一顆變星：天蠍座U。這是在我們的銀河系內已知的10顆再發新星之一，它的位置在天蠍座的北方邊緣。平常的視星等是18等，但是在爆發時大約可以達到8等，在1863年、1906年、1936年、1979年、1987年、1999年、和2010年都被觀測到。根據最後幾次的爆發間隔，大約每9-11年就會爆發一次，因此天文學家預測它在 2021 ± 1 年會再一次的爆發。由於迄今尚未觀測到它的再度爆發，所以如果你夠幸運，就可以成為這次爆發的首位發現者。

天蠍座U（圖6）的座標位置在赤經16h22m30.78s，赤緯 $-17^{\circ}52'42.8''$ ，靠近天蠍座與蛇夫座的交界處。最接近此一位置，且用雙筒望遠鏡可以看見的參考星是視星等+4.42的東咸二（蛇夫座 χ ），天蠍座U位於它的西北方約1度之處。當天蠍座U爆發時，它的光度在5-6小時中迅速地升到8等左右，然後在一天內就會下降一個星等，所以雙筒望遠鏡在2-3天內就會看不見它了。透過美國變星觀測者協會的圖表生成器 (<http://tinyurl.com/oejjvl>) 輸入U Sco，再選擇底端的Plot Chart，你就可以得到這顆變星的觀測星圖。你也可以在眾多的選項中，依據你的需求去做選擇，得到最適合你觀測的客製化星圖。

根據恆星演化理論，再發新星是由白矮星與一顆伴星組成的緊密聯星系統。伴星的氫氣體會受到白矮星的引力作用而流向白矮星，並在白矮星的周圍形成吸積盤，然後落在白矮星的表面。當累積到一定的數量時，便會在

表面引發氫的核融合反應，爆炸成為新星。由於伴星持續的供應氫氣，所以它會成為一再爆發的新星。等到累積的質量超過白矮星的質量上限，就會引發最後一次的爆炸，成為Ia型超新星，結束它的生命。

接下來，我們再回到心宿二，然後沿著天蠍座的身軀向著蠍子的尾鉤尖端的尾宿八（天蠍座 λ ，天蠍座35）移動；或者從心宿二向東南（方位 $\sim 135^{\circ}$ ）移動17度的距離。無論你採用哪一種方法，都是一次長距離的移動。我們的目標是要觀賞兩個著名的疏散星團：M6和M7。（圖7）

天蠍座尾鉤的尾宿八是天蠍座的第二亮星，視星等1.62等，從圖七中你可以看到，蠍子尾鉤的尾宿八與M6的距離大約是5度，與M7的距離稍近一點為4.7度。如果你經過長距離的移動找到了尾宿八，要以它做為參考星來尋找M6和M7是不會有困難的。只要將尾宿八移至視野的最

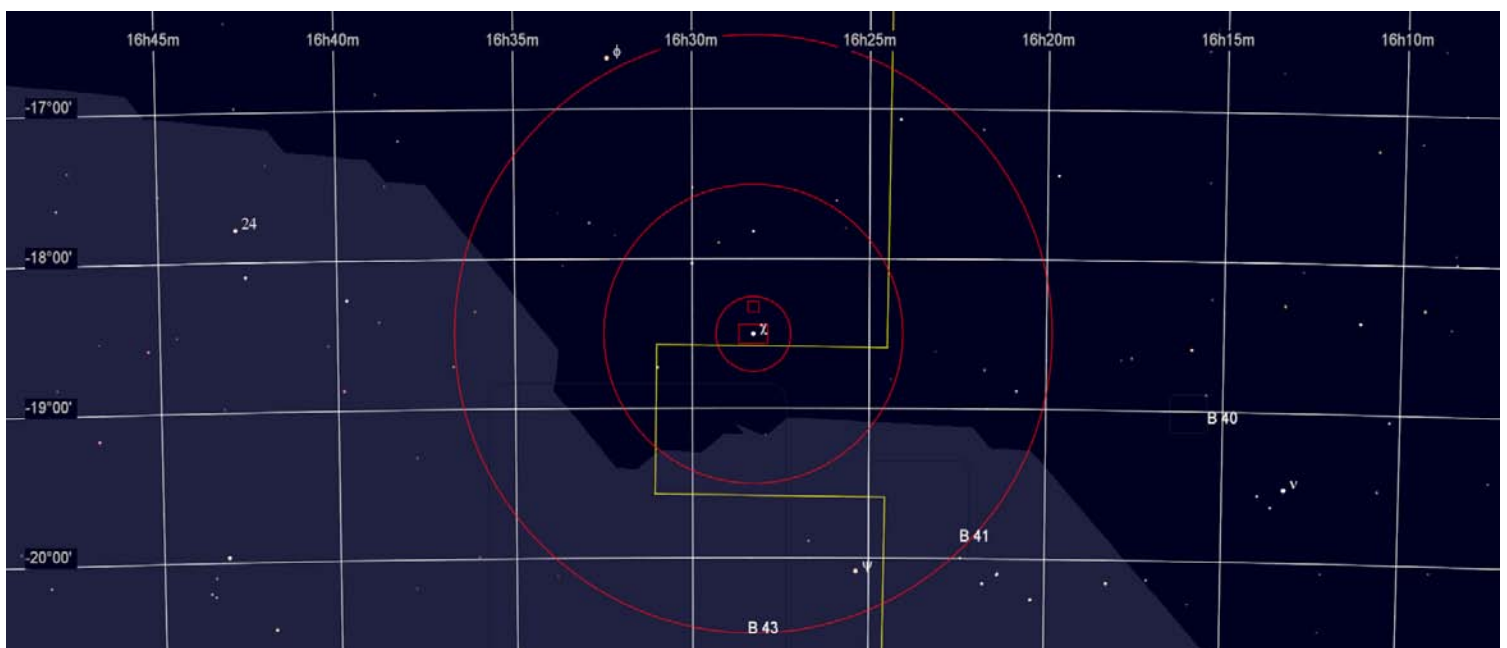


圖6. 由Cartes du Ciel V4.0繪製，以東咸二為中心，尋找天蠍座U的尋星圖。天蠍座U的位置差不多就是圖中紅、黃、白、三條線匯聚之處。

南側邊緣，應該就能在最北側偏東一點處看見M6；將尾宿八沿著邊緣西移，M7就會出現在視野的東北方了。

M6與M7都是疏散星團。相較於球狀星團，疏散星團的恆星不會像球狀星團那麼密集，再加上距離地球也不如球狀星團那遙遠，所以可以看到一顆顆的星點。

M6（NGC 6405）是一個疏散星團，也稱為蝴蝶星團。在視覺上，他是相當接近（角距離）銀河系中心方向的梅西耶天體。這個星團的總光度是4.2等，與地球的距離大約是1,600光年，成員數約120顆，明亮的恆星大多是年齡在一億年左右，高光譜類型為B型的高溫星。但最亮的卻是一顆半規則變星，光譜類型為K型的橙色星：天蠍座BM。它最亮時的視星等為5.5等，最暗時約為7等，與其它的亮星在顏色上有明顯的對比。（圖8）

M7（NGC 6475）相當明



圖8. Ole Nielsen拍攝的蝴蝶星團（M6）。圖片來源：Wiki

亮，整體的視星等為3.3等，以裸眼就能看見。因此，早在望遠鏡發明之前，就已經被發現。在中國，它被視為一個星官，稱為「魚」。在西方，則因為西元前130年，托勒密就曾經看過它，所以稱為托勒密星團；不過托勒密將它記錄為星雲。而且，一般認為托勒密在觀察M7時，應該也看到了M6。

以望遠鏡觀賞

這個星團約可看見80顆恆星，散佈在直徑1.3°的圓內。估計這個星團的距離在1,000光年左右，因此真實的直徑相當於25光年。星團的年齡約在二億二千萬年，最亮星的視星等為5.6等。（圖9）

在天蠍座中還有許多適合雙筒望遠觀賞的深空天體、聯星和變星，但都沒有上面介紹的精彩。在你躺在涼椅上舒適的欣賞

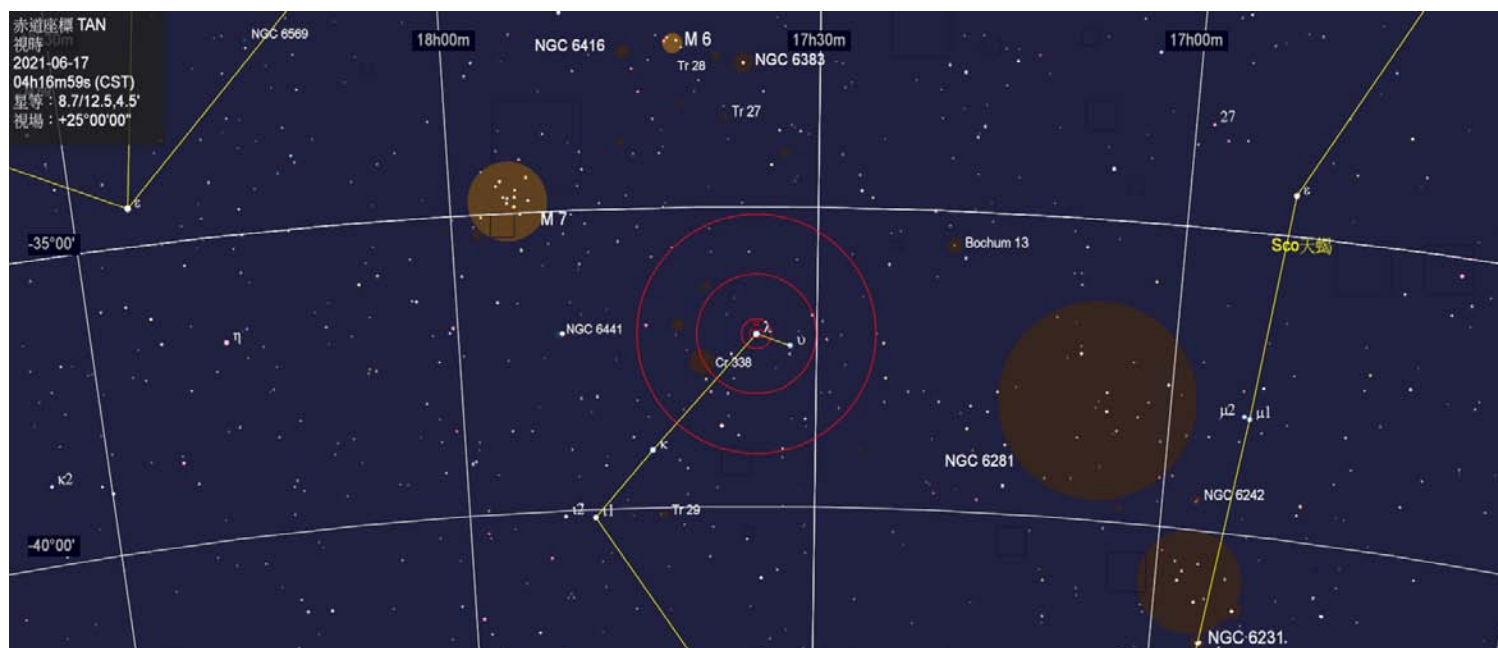


圖7. 由Cartes du Ciel V4.0繪製，以尾宿八為中心，尋找M6和M7的尋星圖。

還意猶未盡時，可以挑戰在星圖或附表中所列出的天體，讓你的觀賞更為充實。

還有，夏天蟲已較為活躍，在賞星之際也別忘了做好安全防護，來免除蟲蟻等的干擾，才不致壞了觀星的樂趣。

【註】：Cartes du Ciel V4.0的三個同心圓半徑分別相當於 2° 、 1° 和 0.25° ；矩形的對角約為 0.12° ，長邊 0.1° ，短邊 0.065° ；正方形對角 0.05° ，邊 0.04° 。

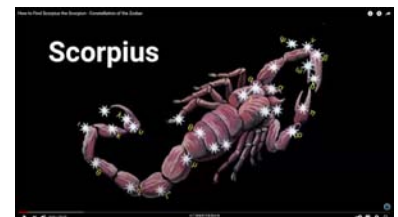


圖9. tarhopper拍攝的托勒密星團（M7）。圖片來源：Wiki

天蠍座深空天體					
天體	類型	座標(2000.0分點)		週期/大小	視星等
		RA(2000)	DEC(2000)		
V856 Sco	變星	16h 08m 34.2s	-39° 06' 19"	爆發型	6.64-8.44
NGC 6093	球狀星團	16h 17m 03.1s	-22° 58' 30"	8.9'	7.3
NGC 6121	球狀星團	16h 23m 35.4s	-26° 31' 31"	26'	5.4
NGC 6124	疏散星團	16h 25m 20.0s	-40° 39' 13"	40'	5.8
NGC 6178	疏散星團	16h 35m 47.2s	-45° 38' 37"	4.0'	7.2
NGC 6231	疏散星團	16h 54m 10.9s	-41° 49' 27"	14'	2.6
NGC 6242	疏散星團	16h 55m 33.4s	-39° 27' 39"	9'	6.4
V861 Sco	變星	16h 56m 36.0s	-40° 49' 25"	7.85d	6.07-6.35
NGC 6259	疏散星團	17h 00m 45.3s	-44° 39' 18"	10'	8.0
V923 Sco	變星	17h 03m 50.8s	-38° 09' 08"	34.83d	5.86-6.24
NGC 6281	疏散星團	17h 04m 41.2s	-37° 59' 07"	8'	5.4
V915 Sco	變星	17h 14m 27.7s	-39° 46' 01"	4.46d	6.22-6.64
NGC 6322	疏散星團	17h 18m 25.7s	-42° 56' 02"	10'	6.0
NGC 6388	球狀星團	17h 36m 16.9s	-44° 44' 05"	8.7'	6.8
NGC 6405	疏散星團	17h 40m 20.7s	-32° 15' 15"	33'	4.2
NGC 6416	疏散星團	17h 44m 19.9s	-32° 21' 40"	15'	5.7
NGC 6425	疏散星團	17h 47m 01.6s	-31° 31' 46"	15'	7.2
NGC 6441	球狀星團	17h 50m 12.9s	-37° 03' 04"	7.8'	7.2
NGC 6475	疏散星團	17h 53m 51.1s	-34° 47' 34"	80'	3.3
V906 Sco	變星	17h 53m 54.9s	-34° 45' 09"	2.79d	5.96-6.23

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：



How to Find Scorpius the Scorpion - Constellation of the Zodiac

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



Tour of the Constellation Scorpius-- ASTRONOMY

<https://www.youtube.com/watch?v=Z9ZuSb495eI>



一個愛看星星、對星星充滿好奇心的女孩，
因著她結合各方的巧思與努力，讓望遠鏡上太空的夢想成真，
使星星恢復清澈、不再閃動！
她就是哈伯之母，南西·格雷絲·羅曼！

1966年，南西·格雷絲·羅曼與哈伯太空
望遠鏡模型
© NASA

哈伯之母

南西·格雷絲·羅曼

無心插柳，柳成蔭

南西·格雷絲·羅曼（Nancy Grace Roman）是一位美國的天文學家、教育家，更有著一個特別響亮的稱號--「哈伯之母（Mother of Hubble）」，是美國太空天文界相當著名的天文學家。出生於美國田納西州的納什維爾（Nashville），父親是地球物理學家，母親是音樂老師，南西·格雷絲是家中唯一的孩子。父親在小時候常會和她玩數學心算遊戲，無形中培養了她的數學能力。而母親則是從她還是小小孩時，就喜歡帶著她長時間散步，散步過程中，白天帶著她認識自然中的花草樹木以及小鳥，晚上則帶著她看星星、教她認星座。因著父親的工作，小時候常常搬家，跑遍美國東西南北，因此當他們搬到北方密西根州的霍頓（Houghton）時，晚上母親還帶著她觀賞當地才能看到的極光。南西·格雷絲也是一個對任何事物都充滿好奇心的孩子，透過母親的帶領，讓她得以接觸許多事物，其中對看星星最有興趣！

在她10歲、唸五年級到六年級時，還成立天文社，每週一個晚上聚會，帶著朋友一起認星座。12歲，也就是七年級時，她就下定決心，未來要當一位天文學家。她是認真的，心想可能還要再花12年念書，但還是想試試看。若不成功，大不了就回到高中教數學或物理！她的爸媽雖沒反對但也沒表示支持，因為當時普遍認為女孩不適合走科學這條路，母親希望她再多試試別的學科，擔心她還沒找對路。雖然週邊的人都不看好她往科學、往天文這方面發展，南西·格雷絲卻是意志堅定，大步邁向天文路！她表示會走上天文這條路，都是受母親帶她認星星的影響。日後她跟母親述及此事，母親甚為驚訝，因為母親覺得她只是帶著女兒，透過散步接觸各樣事物，沒想到因此讓女兒找到她的天命。

談到此，您有發現文章中，述及南西·格雷絲·羅曼的名字時，並不簡稱南西，而是南西·格雷絲。是因為美國南方習慣用姓名中的兩個名字來稱

呼自己，所以在美國南方出生的她，習慣、也希望別人用南西·格雷絲來稱呼她喔！

重重攔阻，毫不退縮

當南西·格雷絲開始走向科學，沒有任何鼓勵！甚至一開始，就被告知女孩不可能成為科學家。這樣刻板的环境，一路攔著她！高中就學時，有一次她跟導師要求，要把第五年的拉丁文課改上第二年的代數課程。老師嗤之以鼻地對她說：「有哪位女同學會不上拉丁文課，改上數學課？（What lady would take mathematics instead of Latin?）」。但她並不放棄，仍勇往直前！

高中畢業，1942年要念大學時，剛好碰到二次世界大戰，南西·格雷絲想要選一所具備優質天文系的學院來唸。但因局勢動盪、交通不便，於是她選擇就讀交通方便，又有不錯天文系的斯沃斯莫爾（Swarthmore）學院！當時學院的女院長非常反對女生就讀科學或工程相關學系，甚至表示如果不聽勸說，接下來南西·格雷絲就讀大學期間，與她無任何瓜葛。但南西·格雷絲依然選擇天文系，女院長只好依她所願。南西·格雷絲碰到天文系系主任彼得·範·德·坎普（Peter van de Kamp）時，開心地對系主任表示想主修天文學，卻收到冷漠的回

答：「我手上在做的是我的教授50年來所收集的資料，而我所收集的資料也是要留給我未來的接班人在後續50年用的。」。言下之意，就是要南西·格雷絲打退堂鼓，但她沒放棄，繼續待在天文系。

意外受到鼓舞，是在她念大三那一年，有一天物理系系主任來到她的實驗室，對她說：「妳知道嗎？我總是對女生說不要來念物理系，但我覺得你可能可以成功喔！」。



2019年出版，介紹南西·格雷絲·羅曼的繪本

1946年大學畢業後，南西·格雷絲想到芝加哥大學進行研究，因為那邊有天文界鼎鼎大名的葉凱士天文臺（Yerkes Observatory），常有天文界大老

出沒，是她的嚮往之地。但進入芝加哥大學後，不友善的處境再度出現。南西·格雷絲剛開始的天文研究領域主要是做恆星光譜分類，透過光譜研究星星的溫度及亮度，南西·格雷絲想進一步了解它們距離有多遠？它們如何移動？但當她去找她的論文指導教授時，教授總是不給她正面支持，甚至將近半年時間都不跟她說話，完全不想與這個學生有任何交流！

苦盡甘來，光芒四色

1949年，南西·格雷絲終於拿到博士學位，當時決定繼續待在芝加哥大學。但所能接受的工作性質，仍會受原論文指導教授影響，薪水與工作更不對等，僅是同等男性員工的三分之二。甚至後來換了一位系主任--蘇布拉馬尼安·錢德拉塞卡（Subrahmanyan Chandrasekhar），在他自己因膚色受歧視的狀態下，仍嚴重歧視女性，他告訴南西·格雷絲：「我們不歧視女性，我們可以花更少的錢買到她們。」。持續在學院所受的歧視使南西·格雷絲很失望，也覺得自己在學校獲得天文學教授的教職遙遙無期。放眼望去，也看不到有女性資深教員。

失望之際，1955年，同在葉凱士天文臺的杰拉德·彼得·柯伊伯（Gerard Peter Kuiper）看到這個問題，就介紹她到美國海軍研究實驗室（Naval Research Laboratory, NRL）工作。因為當時實驗



1948年還在攻讀博士班的南西·格雷絲·羅曼，正在操作葉凱士天文臺40吋折射式望遠鏡。

© NASA

室的天文學家正想發展無線電波天文學，這在當時是相當新穎的觀測方法，南西·格雷絲很想透過無線電波觀測本銀河系結構，進而了解其他星系的構造，於是進到美國海軍研究實驗室工作。進去之後，才知道研究要用的裝備，傾向自行建構。不過，在那裡工作開心多了。她用67公分波長觀測整個銀河系，並與別人不同觀測波長的銀河系圖比較後，才發現原來銀河系中心並非僅有單一個核心。另外，她也參與首度用雷達測量月地距離。

1956年，蘇聯科學院邀請南西·格雷絲前往蘇聯亞美尼亞參加一個新天文臺的成立並演講。因為亞美尼亞新天文臺臺長看到她在葉凱士天文臺時重要發現的相關論著，主要透過恆星光譜觀察恆星徑向速度，發現大多數恆星類似太陽，都是近乎圓形軌道繞行本銀河系中心。但有少數高速恆星是以橢圓軌道運行，且它們相對於太陽的速度大不相同。

這個邀請，對南西·格雷絲的未來影響重大。其一，若成行，表示南西·格雷絲將成為冷戰時期開始後，第一位到蘇聯的平民。積極的南西·格雷絲靠著自己努力，順利快速完成簽證。其二，也是更重要

1962年南西·格雷絲·羅曼與太陽觀測站模型合影 © NASA

的，表示她所做的天文研究受到國際重視。所以當她從蘇聯返回美國後，馬上受邀說明該次經歷，之後並講述10次天文學系列講座。參加的天文學家非常熱烈，讓南西·格雷絲的知名度瞬間爆發。

為天文學未來，挺身而出

1958年美國太空總署（NASA）成立，當時所進行的的工作，有一大部分是從美國海軍實驗室挪過去的，人員也是。當南西·格雷絲在1959年初參加NASA總部所辦理的講座時，老同事告知NASA正招募可以協助建立太空天文學計畫的人。此時南西·格雷絲心裡充滿掙扎，因為如果離開美國海軍實驗室進到NASA，就需分心在管理行政層面，而無法專注於研究，但卻有機會參與規畫並制定一個可以影響未來天文學50年的計畫，於是1959年2月，南西·格雷絲正式加入NASA。

當時，NASA為了讓外界看到女性在NASA也佔有一席之地，使得南西·格雷絲的曝光率相當高，也讓她有更多機會參與原本只有男性才能做的工作，因此她所接受到的職場禮遇，與以往大不同！1961年南西·格雷絲成為NASA首席天文學家，而且也是NASA擔任行政主管職務的首位女性。當時美國政府對於表現傑出的公務人員，會加以表揚，起初都限男性，後續女性公務人員也日益受重視，南西·格雷絲在NASA的卓越表現，也使她成為1962年聯邦婦女獎（Federal Woman's Awards）獲獎者之一。



1962年2月27日美國甘迺迪總統頒發第二屆聯邦婦女獎，南西·格雷絲·羅曼（左三）也是其中之一。© jfklibrary



南西·格雷絲·羅曼對太空人巴茲·艾德林說明修正後的太陽觀測站。

© NASA

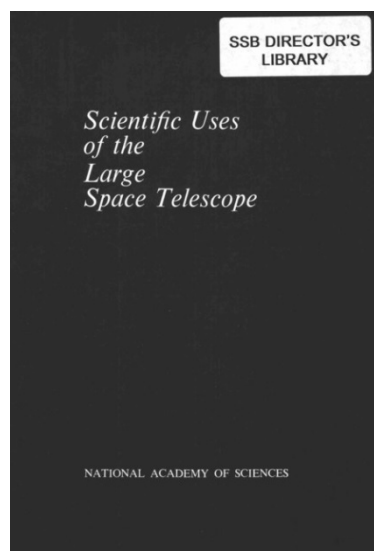
聯手規劃藍圖，集資出征太空

NASA每年的任務發想與美國國家科學院的年度研究，息息相關。1962年研究報告指出，透過阿波羅任務的火箭，應該可以把一個口徑3公尺的天文望遠鏡送上太空。南西·格雷絲知道，當時光要衛星承載一個口徑6吋的望遠鏡上太空，就不是一件容易的事，所以並不抱太大的希望。但這個計畫，深深吸引航太公司的注意。更重要的是，也吸引了NASA負責載人太空任務的蘭利研究中心（Langley Research Center）注目。

因此針對未來太空天文學計畫，蘭利研究中心建議送望遠鏡及太空人一起上太空，讓太空人在望遠鏡裡面進行觀測。但這樣並無法順利作觀測，因為人要呼吸，而且若有人在望遠鏡內，容易使望遠鏡晃動，影響觀測！而另天文觀測也可透過電子設備輔助，就可以做到！為讓計畫能在資金贊助下順利發展，南西·格雷絲覺得她有責任讓規劃團隊認清事實，引導大家往設計合理化方向前進，於是1965年決定出面主控計畫。透過她收集全國天文學家的建議觀測方針，並擔任溝通橋樑，1974年集結NASA優秀的工程師幫忙設計，終於畫出太空望遠鏡的藍圖。雖然太空望遠鏡最早的概念，是普林斯頓大學的萊曼·史匹哲（Lyman Spitzer）教授提出的。但讓它有機會建造的是南西·格雷絲統籌各方

協助努力來的。

藍圖畫好後，接下來要讓計劃實現，就必須尋求足夠的資金。因此，南西·格雷絲繼續在說服長官上做了很大的努力，首先是NASA的署長（James Webb）。署長首肯後，接著就是要說服具影響力的政府官員及參議員，好讓他們能分配預算來執行計畫，這需要一定數量的高度宣傳（dog and pony shows）。在遊說政要的晚餐時間，有三段簡報，南西·格雷絲負責針對望遠鏡的科學目的做說明，另一個人則簡報望遠鏡建構方法，第三位則說明後續管理及排程。雖有人贊成，仍有人反對。當時有位參議員嘲笑這是一個浪費錢的計畫，但南西·格雷絲運用一個相當有智慧的比喻，她說美國人看一個晚上電影的票價，就可以讓人擁有15年的悸動，讓參議員心服。而當美國國會憂慮費用不足時，也邀請歐洲太空總署（ESA）一起參與計畫，1975年ESA同意美國的建議，出資15%。1977年終於獲得美國國會支持批准資金，並宣布由南西·格雷絲主持啟動本項計畫。直到1979年因為母親生病，所以才從NASA退休。不過雖退休，仍持續關注著這個計畫。這個計畫，成就了現在鼎鼎大名的哈伯太空望遠鏡。



1969年美國國家科學院所出的小黑書，述明太空望遠鏡的科學用途，當時科學院太空望遠鏡的特設委員會主席就是萊曼·史匹哲。
© National Academy of Sciences

南西·格雷絲的遺產

南西·格雷絲後續在教育及STEM的推動上，不遺餘力，可說是美國的科學國寶。2017年接受採訪時，她很開心現在女性可以在天文學術界獲得資深職位，她當時所碰到的窘境已不復現！但她覺得還是有可以努力的空間，因為從美國天文專業人員薪資所得來看，同樣是天文專業研究人員，男性薪水還是比較高。而目前在天文專業領域資深女性工作人員所佔的



1970年代初期，南西·格雷絲·羅曼在NASA哥達德太空中心。© NASA



2020年5月20日美國爲了紀念南西·格雷絲·羅曼，將原稱爲WFIRST的太空望遠鏡，改名爲NANCY GRACE ROMAN望遠鏡，目前預計2025年發射升空。© NASA



NANCY GRACE ROMAN望遠鏡主要將進行可見光到紅外線波段的觀測，鏡片與哈伯太空望遠鏡一樣爲2.4公尺，但可見星區視野爲哈伯太空望遠鏡（中間正方形方框）的100倍。© NASA

比例還是偏低，所以這方面也是可加強的部分。她的熱情與好奇心，從她的言談中都可以深刻感受。她說許多孩子都是在10到12歲期間對天文學感到興趣，訪談時已超過90歲的她興奮地表示，她從未長大！到目前為止，她還是對星星的秘密充滿興趣，對天文學的熱情從未衰減！即使在後來生病期間，她的床榻前還是放著最新的科學期刊！

而南西·格雷絲·羅曼遺留給世人最大的遺產，就是哈伯太空望遠

鏡。在1979年到1998年間擔任哈伯太空望遠鏡首席科學家的艾德華·韋勒（Edward J. Weiler）曾說：「如果萊曼·史匹哲是哈伯之父，那麼南西·格雷絲·羅曼就是哈伯之母！」，從此以後，南西·格雷絲就有了這個名副其實的稱號。自1990年哈伯太空望遠鏡升空以來，已過30年。它為宇宙紀錄許多珍貴畫面，讓天文學家一一揭露宇宙的奧秘！目前，仍持續記錄著宇宙各個視角，讓天文學家得以繼續探索宇宙的各個角落！下回看到哈伯令人驚豔

的照片時，心中記得對她說聲謝謝喔！

「我很高興我忽略那些說我不能成為天文學家的人！」

--南西·格雷絲·羅曼

"I am glad I ignored the many people who told me I could not be an astronomer."

—Dr. Nancy Grace Roman

詹佩菁：臺北市立天文科學教育館



2017年，92歲的南西·格雷絲·羅曼與1/6比例的哈伯太空望遠鏡模型合影。©NASA

YouTube相關影片：



Hubblecast 113: Nancy Roman — The mother of Hubble
<https://reurl.cc/Q96Ka9>



NASA's Nancy Grace Roman Space Telescope: Broadening Our Cosmic Horizons
https://www.youtube.com/watch?v=jPq2VVPjk_U&t=4s



The Nancy Grace Roman Space Telescope
<https://www.youtube.com/watch?v=QIHxdXxGDsc>

文/ 趙瑞青

從毅力號的登陸過程 淺談對幼兒的機會教育

2020年真是個名符其實的火星年！美國太空總署、中國航天局，及阿拉伯聯合大公國分別展開火星任務。本文我們將淺談如何把握與5歲幼兒一起觀看毅力號登陸火星直播過程，來個寓教於樂的機會教育。

1965年，第一個成功飛越火星的探測器水手4號（Mariner 4），拍下第一張火星表面的黑白照片，開啓了火星的真實面貌。1971年，水手9號（Mariner 9）成為第一艘繞行火星運行的太空船。1997年，拓荒者號帶著旅居者號成功登陸火星，這不僅讓人類對於火星有了進一步的了解，更展開了一連串的火星漫遊之旅。

2020火星年

2020年是個名符其實的火星年！為了減少能源及時間的浪費，要前往火星必須配合約每26個月出現一次的「會合週期」，因此在2020年7月期間美國太空總署、中國航天局，及阿拉伯聯合大公國分別發射了毅力號（Perseverance）、天問一號（Tianwen-1），及希望號（Hope）火星探測器，三者於2021年2

月間陸續抵達火星，分別展開各自的冒險之旅。而這次我們將淺談與5歲幼兒一起觀看毅力號登陸火星直播過程的機會教育。

毅力號的主要任務除了研究火星上的岩石組成及地貌，以尋找火星上是否存在適合生命發展的證據，或在遠古之前是否曾有微生物存在的痕跡之外，還另外搭載了探測車及獨創號無人直升機。而火星的大氣濃度只有約地球的1%，相當於在地表高度30公里處的大氣濃度，因此我們想知道在火星如此稀薄的大氣之中，直升機是否得以穩定地飛行。

毅力號在2020年7月30日美東時間上午7:50發射，於2021年2月18日臺灣時間2月19日凌晨4點55分成功登陸火星降落在耶澤羅隕石坑（Jezero crater）。因此在臺灣的大家若想同步感受毅力號降落的喜悅，就必須在2月19日凌晨早起參與盛事。

早起的毅力

在毅力號降落的前一天，問小孩想不想參與毅力號降落在火星的過程，但這很辛苦需要在凌晨三點起床，小孩答應了。當天凌晨三點整，鬧鐘響起，問小孩：「三點了，毅力號要降落，你要起床嗎？」若是無法克服自己大腦想睡的意念，沒有早起的毅力，那麼下次想再看到探測車登陸火星，就必須再等幾年了。小孩眯著眼睛躺在床上說：「我要看，我要看……」

2月19日臺灣時間凌晨三點多，從Facebook中看NASA直播連線，此時因尚未著陸，畫面中沒有傳來任何訊息，但在直播聊天室中已湧入了來自世界各地的留言。問小孩，如果毅力號是你的小孩，在面對即將登陸的關鍵時刻時會不會很擔心它的狀態，它能成功登陸嗎？會不會在登陸時墜毀？亦或是整個失聯呢？小孩想了一下點點頭說：「會」。

如果毅力號換成是你，當你在外面玩的很高興，但卻沒有與家人聯絡，爸爸媽媽的心情就如同你現在感受「會擔心」，這就是弟子規中「出必告，反必面」的道理。因此當你出去遊玩時，一定要記得留下任何有關自己的訊息，走過必留下痕跡，這是人生的一個紀錄，也是在未來如果哪天真的需要找到你時，才可以根據這些訊息，找到你的足跡。

機會教育

隨著時間的流逝，眼看毅力號登陸時間即將到來，此時，留言板中來自世界各地如雪片般的祝賀留言傳來，這時NASA的畫面中出現了三個巨大的無線電波望遠鏡，影片中解釋著為何要用三個距離遙遠的電波望遠鏡。要判斷事物至少要用3個面向，就如手拿手機照臉像，當手機在左，只會拍出左邊臉，在中間，只會拍出中間臉，在右邊，只會拍出右

毅力號著陸地點全景圖 @NASA



邊臉，當左右加上中間訊號，就可以合成接近全部的樣貌。同樣的，當你在研判事物時，如果只用一種方法，就很可能會誤判。所以要下結論前，若能至少收到三種資訊後再做判斷，則可以大大降低誤判的機會，如同外科開刀醫師誤判會有醫療糾紛，法官誤判會讓人蒙冤，工程師誤判則會讓工程發生意外。所以要減少誤判，至少要有3個不同面向的資訊，才能做出較全面的判斷。

接著NASA畫面出現火星溫度攝氏零下50多度，問小孩你知道為什麼第一個出現資訊是「溫度」嗎？當需要處理大事件，如空難、大地震…等，你會在瞬間收到大量的資訊需要處理，這時候要先從簡單的資訊開始處理，從容易成功的地方開始，古之兵法有「攻可攻之城，破可破之兵，以建全軍之信心」。當信心建立了，後續的複雜事項會比較容易完成，急事緩辦事緩則圓。而在漫長等待的過程中，長官拿了巧克力請大家吃，因為巧克力可以讓腎上腺素分泌，具有激勵情緒的作用。

終於離降落時間越來越近，NASA轉換到毅力號降落的畫面，畫面左邊有38項的程序步驟（Check list），當NASA依據收到的訊息並且確認無誤後，便隨即更新左側的程序步驟，每完成一項，就表示離成功又更邁進了一步。

在未來當你需要處理龐大事務時，將其化繁為簡拆解成眾多步驟細項，每一次只需專注於一個小目標，當只專心一致對應一個小項目時，不僅可以將事情由

繁變得簡單，更能夠增加後續的信心，而當所有的小目標都一一完成時，也表示著大計畫的實現。當然事情不會每次都如預期般美好成功，但若事先建立程序步驟，只要再逐一核對資訊，便可以確切知道失敗的地方在哪裡。成功是容易的，只要你夠努力就會有機會成功。但是遇到失敗時，能否找到失敗的原因修正後，再重新站起來則實屬不易，如此，就是看你的「標準程序」夠不夠精細。

當毅力號上的降落傘開啓時，所有人無不對降落傘上出現的不規則形狀好奇不已，留言板上瘋狂留言猜測，這圖形是否具有特別的意義？原來工程師在降落傘上留下了資訊密碼，這些橘白色相間的圖形不僅能夠幫助工程師掌握毅力號降落火星

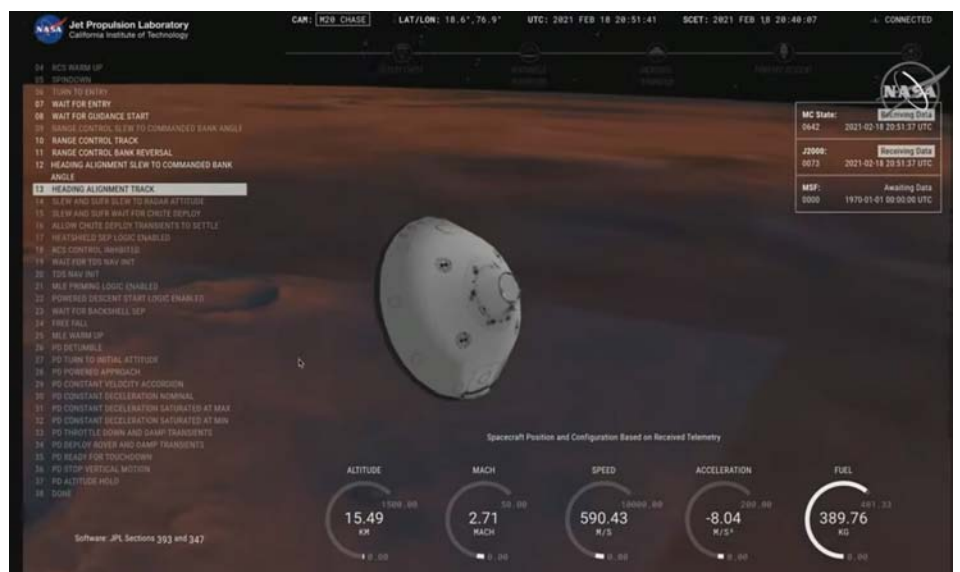
時的移動訊息，調皮的工程師們更在這些圖形中置入了二進制密碼，謎底除了揭露「噴射推進實驗室（JPL）」的GPS座標外，更埋入了JPL的精神口號--第26任美國總統老羅斯福的名言「Dare Mighty Things（挑戰一切可能）」

成功的代價

在成功的背後工程團隊付出了多次的實驗與努力，光防熱板（heat shield）分離的實驗次數便



降落傘上的密碼解析 @NASA



毅力號降落的程序步驟 @NASA直播

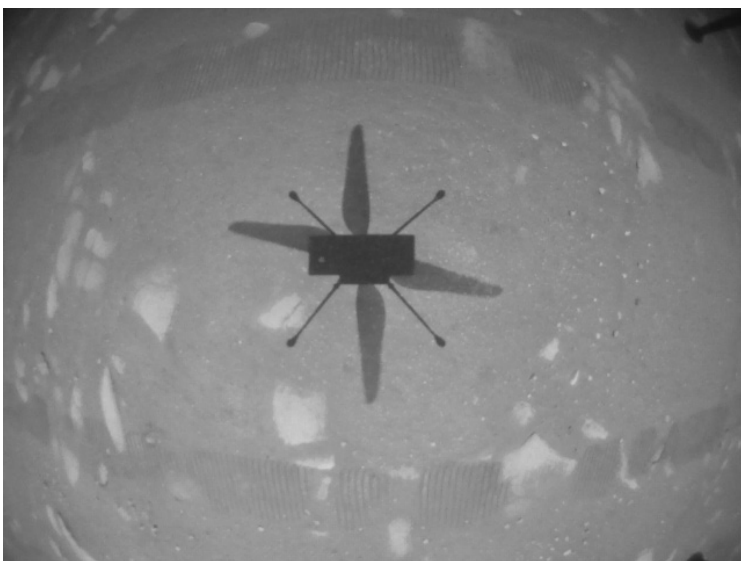
要求連續300次都成功才算，這意味期間實驗的次數多不勝數，秉持這樣的精神，才能累積並造就出成功的剎那。如果做任何事情想要成功，除了累積解決問題的實力外，不斷的嘗試並累積經驗，不要害怕失敗，所有錯誤的過程都是為了讓成功更加靠近。必須非常努力，才能看起來毫不費力。

當毅力號成功著陸後，團隊並沒有馬上歡欣鼓舞，等到毅力號傳回火星地面的照片後，歡呼聲才此起彼落。為什麼要等照片傳回才歡呼？現在是「有圖有真相」的時代，尤其是資訊量爆炸的現代。拿到的資訊所呈現的也不一定是如所見的事實，眼見不一定為憑，因此學會如何判別資訊，如何追求真實呈現，也是現代人需要學習的功課。

趙瑞青：臺北市立天文科學教育館



毅力號傳回的第一張彩色照片 @NASA



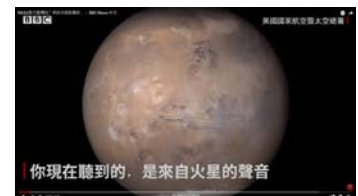
獨創號所拍攝第一張黑白照片 @NASA

YouTube相關影片：



毅力號登陸火星直播

https://www.youtube.com/watch?v=gm0b_jjaYMQ



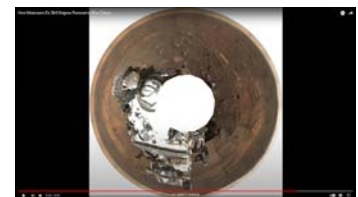
NASA毅力號傳回「來自火星的聲音」－ BBC News 中文

<https://www.youtube.com/watch?v=msH-vqfZwdk>



NASA's Ingenuity Mars Helicopter Successfully Completes First Flight

<https://www.youtube.com/watch?v=ia6S1jZmwWc>



How Mastcam-Z's 360-Degree Panorama Was Taken

<https://www.youtube.com/watch?v=uf9AJhk9IE>

Easy

拍星空28 英仙座流星群拍攝攻略

文、圖 / 吳昆臻

活躍在7月17日至8月24日期間的英仙座流星群，總在暑假的夜空準時上演，今年極大期不受月光影響，觀測條件佳，是天文館2021年天象預報唯二列為4顆星的天象（另一為5月26日的月全食），本篇將介紹2021年英仙座流星群的觀測與拍攝。



2020年英仙座流星雨 以固定攝影取景可朝北方天空拍攝，後續從1500多幅影像中找到20多幅有流星影像，對齊星點後疊合，以顯示流星從輻射點方向灑出情況，地面取景為墾丁青年活動中心內閩南式建築。

流星與流星群

來自外太空的小顆粒－流星體（Meteoroid）進入地球大氣層，在高速作用下會短暫的產生發光軌跡，就是流星。只要像海邊沙子般的微粒即可成為一閃即逝的流星，若流星體尺寸較大，其可見的流星出現時間會較久且明亮，無時無刻都有流星體進入大氣層，所以隨時都有機會看到流星。

當地球繞著太陽公轉通過散布塵埃的彗星軌道，該時段出現流星數量就會變多，加上流星體

間是以平行軌跡進入大氣層，在地面觀看到的流星軌跡就會像平行的鐵軌延伸至遠方般，看起來會交錯在一起，感覺好像是從天空某一輻射點灑出。流星群（俗稱流星雨）定義上，只要1個小時有3顆流星來自相同輻射點即成立，並會以輻射點所在的星座做為命名，如本篇介紹的英仙座流星群其輻射點就在英仙座，有的流星群命名會再加上附近的亮星、方向、月份做為區分；流星群活動分布是時段性的，而流星出現數量最多的時間稱為極大期，英仙座活動的時間為7月17日至8月24日，極大期約在8月12-13日。

2021 年流星群預測表（續）

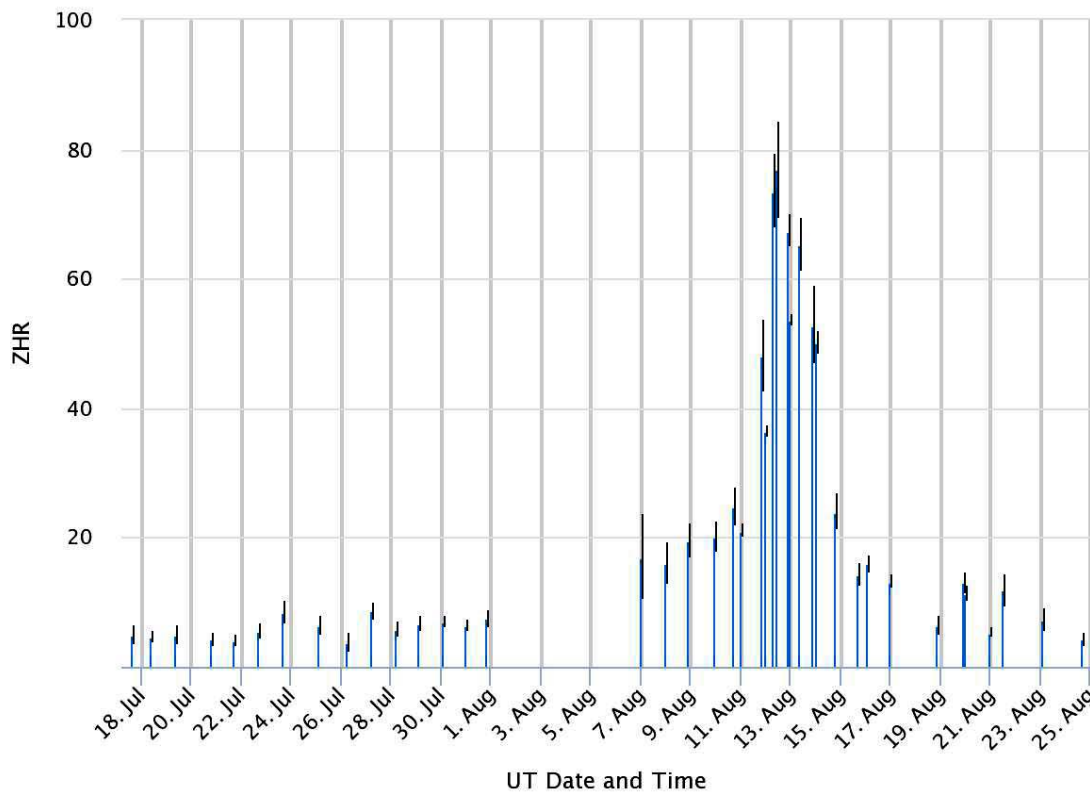
流星群名稱	母來源天體	出現期間	極大期		輻射點		速度 km/s	亮度 指標	ZHR	備註
			日期	月齡	赤經°	赤緯°				
寶瓶座 δ 南	96P/Machholz 2	07.12 ~ 08.23	07.30	20	340	-16	41	2.5	25	流星暗且慢
摩羯座 α	72P/Denning-Fujikawa	07.03 ~ 08.15	07.30	20	307	-10	23	2.5	5	流星慢而亮，有時出現火流星
英仙座	109P/Swift-Tuttle	07.17 ~ 08.24	08.13	5	48	+58	59	2.2	100	
天鵝座 κ		08.03 ~ 08.25	08.17	9	286	+59	25	3.0	3	

臺北天文館編印
《天文年鑑》流星
預報表局部

表中可見各流星群活動時段、極大期及預報最高ZHR值等資訊，在英仙座流星活動期間，也是有機會可見到其他流星群的流星。

Perseids 2020 ZHR Graph

Corrected hourly meteor rate



國際流星組織（IMO）
2020年英仙座流星群
記錄

橫軸為日期、縱軸為ZHR值，從圖中可看到流星數量變化情況，在極大期前後幾天都有較多的數量；每個流星群流星量多持續時間及情況有都不同，觀測記錄上，從數小時到幾天都有。

什麼是ZHR值？

流星觀測會以ZHR值(Zenithal Hourly Rate，天頂每小時出現率)做為流星群活動情況，ZHR值是天氣非常晴朗、輻射點在天頂、全天空無遮蔽且肉眼可見星等達6.5等情況的每小時流星數量。

實地觀測時是難以完全達到上述各要件，如在臺灣地區觀測英仙座流星群，輻射點最高仰角只約50度，若ZHR=100，換算成HR值(每小時出現率)為77，再加上其他環境變因，實際能到流星的數量真的會比ZHR值要低很多。

2021年英仙座流星群

地球繞日公轉會在固定日期來到大致相同位置，所以流星群的活動都會固定在相同日期發生，除了彗星回歸會影響每年可見數量外，影響流星群觀測的最大變因是月光的影響，明亮的月光會將較不明亮的流星掩蓋，可觀測到的流星數量就會降低許多。

英仙座屬秋季的星座，8月份入夜後21時才從東北方升起，輻射點要等到22時候才高於仰角10度，隨時間越晚仰角越高，直到隔天5時天亮，輻射點來到仰角最高位置；一般來說，輻射點仰角越高，可看到越多各方向流星數量，所以英仙座流星群觀測時間落在22時至隔天天亮前，流星數在天亮前達到高峰。

2021年極大期在臺灣地區最佳觀測時間為8月12-13日晚上，當天為農曆初五，月球於21時許即西沉，完全不受月光影響，加上IMO預報極大期最高峰為在8月12日UT19時至21時註。即臺灣時間13日凌晨3時至6時，剛好是觀測輻射點仰角最高時段，若預報準確，今年的英仙座流星群應該會比往年精彩，值得把握期待。

註. 流星群預報是不容易的，一般會從過去觀測資料及模擬推算極大時間，IMO預報2021年英仙座流星群除上述極大時間外，在預報說明中還另提出幾個可能發生的時間，臺灣最佳觀測時間依舊是8月12日晚上至13日清晨。



將流星軌跡（紅色箭頭）方向倒推會匯集於輻射點，輻射點仰角越高，越能看到各角度的流星，數量會較多。當輻射點仰角較低時（下圖），有些方向的流星會被地面遮蔽（紫色箭頭），可見流星的數量就會少很多。



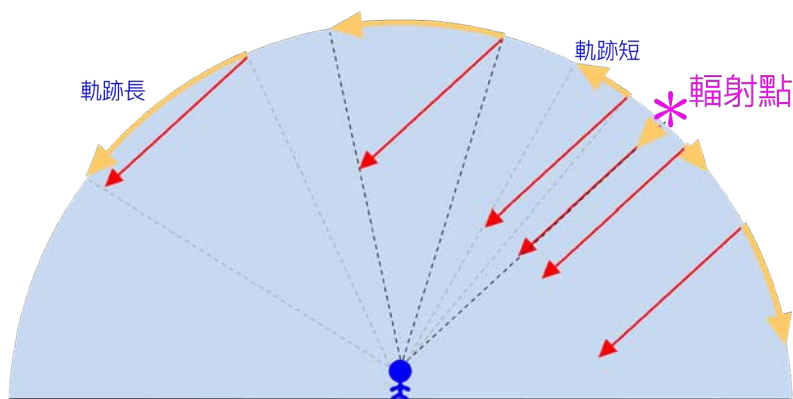
英仙座流星群觀測

要看流星只需要用肉眼直接觀看即可，因為流星出現範圍廣、位置無法預測、時間極短，是不需要望遠鏡的。找個安全的地方及舒服的姿勢，靜靜掃視天空，幸運的話流星就會從眼前劃過天際，當流星劃過後，將流星行進軌跡往反方向延伸，若回到英仙座就是屬於該流星群的流星；流星多數亮度不高，若能到天空越黑暗、光害影響低的環境，自然就能數到更多流星。

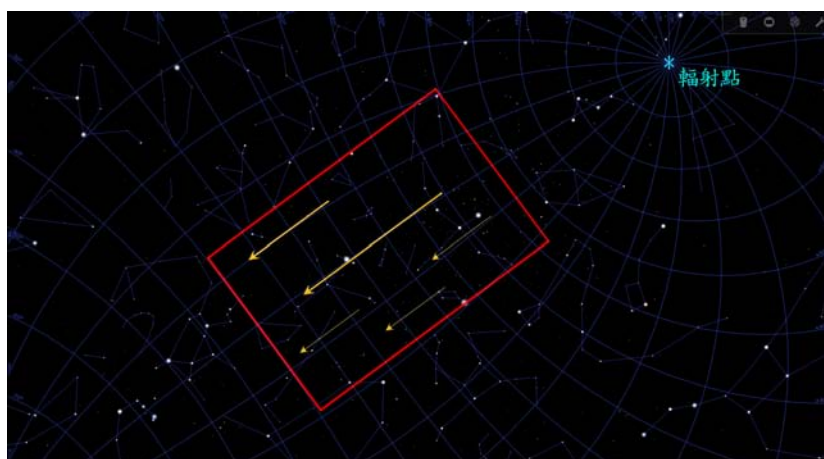
流星亮度與主要流星體本身的大小有關，越大的流星體，流星持續時間會較久及明亮，此外，流星出現位置與輻射點的離角也會影響流星劃過天際的長度，高度及持續時間相同的流星，離輻射點越近在天球上的投影軌跡會較短；若剛好在輻射點方向的流星，看起來會像是一顆星星突然變亮又漸暗的情況，稱為點流星或靜止流星，反之，離輻射點越遠的流星在天球上的投影會較長，故觀看流星群建議往輻射點週邊天區觀看，較有機會看到軌跡較長且明顯的流星。

英仙座流星群 拍攝取景規劃

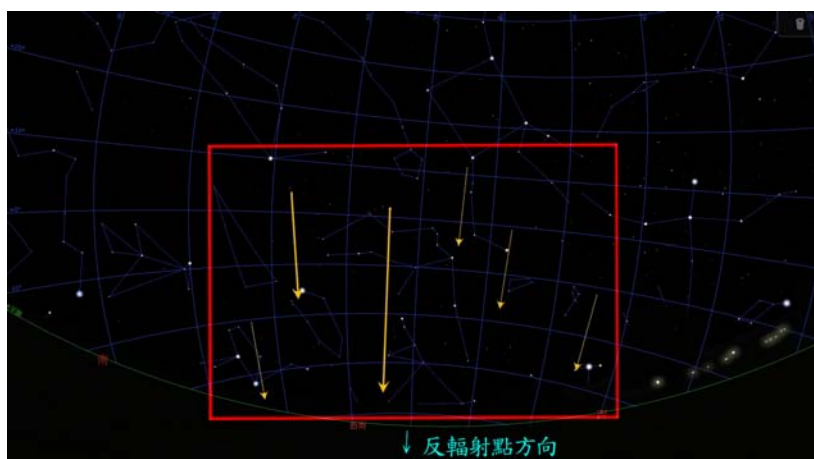
拍攝流星會朝固定方向或是天區連續拍攝，取景規劃時可針對輻射點位置、天空的星座、指標（夏季大三角）、銀河，或者要結合的地景做考量。流星軌跡是投影在一立體的天球上，拍攝若以輻射點方向取景，影像中的流星會呈現放射狀，流星軌跡多數較短；若是朝向與輻射點相差90度處取景，流星會是呈現平行樣貌；若取景離輻射點更遠的相反方向天區，拍到的流星會是聚集的感覺，所以在規劃拍攝時可一併考量最終疊合影像的樣貌，取景方式也會隨拍攝方式不同而改變，另於下節介紹。



相同條件下，流星看起來的長度會隨與輻射點離角有所不同，越接近輻射點流星在天球上的投影越短，離輻射點越遠，看到的流星會是較長的。



以與輻射點相差90度天區取景拍攝，影像中的流星會呈現平行情況。



朝輻射點相反方向取景，流星看起來會是聚集的樣子。



用對角魚眼鏡頭拍攝的2020雙子座流星雨，對角線方向取景範圍為180度，等於大部分的天空都能入鏡；與下圖相比，可看出因取景範圍較廣，相同流星在畫面中的占比就變低些，拍攝的細節也較低，一些較暗的流星就沒能記錄到。

拍流星器材準備

流星出現時間很短暫，看到流星劃過，再將鏡頭對過去絕對是來不及的，拍攝流星的方式是透過相機長時間曝光並連續拍攝，若夠幸運剛好有較明亮流星出現，就能將流星拍下，所需的器材及拍攝方式如下：

大光圈鏡頭

流星出現的時間很短且多不明亮，使用大光圈鏡頭能在短時間內收集較多光線，增加拍到較暗流星機會，但大光圈鏡頭價格也昂貴許多。

拍攝流星要使用廣角的鏡頭拍攝，以增加拍到流星的機會，全天魚眼鏡頭(8mm)或對角魚眼鏡頭(12-15mm)取景範圍為整個天空，可記錄各方向的流星，但

會因取景範圍廣，如現場看到拖很長的流星，在影像中只會呈現短短的弧線；使用廣角鏡頭雖只能拍攝局部天區，但相同的流星會比魚眼鏡頭拍到要長些，可依構圖情況選擇適合鏡頭拍攝。



2020雙子座流星雨

用24mm的廣角鏡頭於極大期的夜晚連續拍攝了7個多小時，後續從2400多張影像中挑出100多張有流星的影像疊合共117顆流星，有幾顆流星有煙痕，也順便疊入呈現。可看到大多數流星都是從影像右上的雙子座方向輻射出來。



固定攝影可朝北方天空取景，拍攝過程北極星附近天區的會一直在畫面中，能獲得最多影像取樣。

相機+快門線

相機的基本需求要能長時間曝光，單眼相機搭配快門線使用，完成基本的設定開拍，就可以輕鬆在一旁用眼睛看流星許願，會是最佳的選擇。較新款及中高階相機能提供較高ISO及較低的雜訊，對於捕捉較暗不明顯的流星有一定的幫助。

大容量記憶卡

拍攝流星建議以短曝光時間進行拍攝，數小時連續拍下來，攝影像數量是很可觀的，務必要準備足夠容量的記憶卡，可從單幅曝光時間與總拍攝時間估算出拍攝張數，再從單幅影像大小估算出所需容量。

三腳架（固定攝影）

將相機架設於穩固三腳架上，取景完成後即可讓相機連續拍攝；拍攝過程星空會隨地球自轉不斷的移動，會造成各影像中星點的位置都不同，後續若要將多幅有流星影像疊合在同一影像，要對齊影像中的星點位置會需要較多的時間；也因並沒有對星空做追蹤，針對相同天區能拍攝取樣的影像數量會比追蹤攝影少很多。英仙座流星群輻射點緯度較高（赤緯將近+60度），可朝北方天空取景，取景輻射點到北極星間的天區，就可獲取較多取樣的影像，本篇頁首影像即是以此構圖取景及方式拍攝。



追蹤攝影可以取景輻射點與天鵝座天津四間拍攝，此天區大部份時間都在地平線上，可取拍攝時間最長，也剛好可將夏秋季銀河一起帶入。

赤道儀或攝星儀（追蹤攝影）

以追蹤攝影方式拍攝，可針對同一天區做長時間拍攝，有機會拍到較多流星做疊合，影像後製要星點對齊會較固定攝影要輕鬆一點；也因拍攝過程有進行追蹤，影像中星點不會脫線，後製時也可以另將背景的星座及銀河（英仙座就位在秋季銀河中）做疊合，增加此部份影像品質作為底圖疊合，上頁說明的2幅2020雙子座流星雨影像即是以此方式拍攝及後製。

流星相機拍攝設定

拍攝流星除了基本設定（對焦至無限遠、RAW格式存取、固定白平衡）外，可參考下列設定，就有機會記錄更多流星：

●鏡頭光圈全開

光圈全開用以獲取最多曝光，但有些大光圈鏡頭在光圈全開下，要注意影像邊角成像情況（詳見《臺北星空85期·EASY拍星空11 星座拍攝I》），若鏡頭邊角成像真的不佳又沒其他鏡頭可更替，還是建議用最大光圈拍攝，畢竟拍到流星才是主要目的，可另找時間拍攝縮小光圈、成像較佳影像當底圖疊合。

●高ISO設定

一般拍攝情況，調高ISO會放大影像中各種訊號、提升影像亮度，但雜訊也會跟著被放大；



半顆流星與煙痕

有些明亮的流星劃過後，會短暫的留下煙痕，此影像是取景好準備拍攝時，看到明亮長達40度流星出現，下意識便按下快門，就只拍到流星的後半段，另一半較暗弧線為流星體與大氣作用產生的煙痕，煙痕會在高空強風的吹襲下逐漸變形消散。

拍攝流星ISO設定建議儘量提高ISO拍攝，目的是藉由提高ISO提高影像中流星的亮度，並減低曝光時間（詳見下面曝光時間說明）。在無光害處拍攝，可以先從相機最高ISO降2-3級試拍起，並搭配適當快門使整體影像曝光適中，再將影像放大檢視，從影像中背景雜訊情況選擇一適合的高ISO及快門；若在郊區有光害影響處拍攝，可稍降低稍ISO並縮短曝光時間拍攝。

●適當曝光時間

流星出現時間很短，在感光元件上留下的光線是有限的，長的曝光時間除了等待流星劃過，也會累積背景星空的光線，但過長的曝光會使影像整體過亮，甚至讓較暗流星被背景光線淹沒不見，用高ISO設定能降低曝光時間至20-30秒，破萬ISO值搭配大光鏡頭甚至可低至8-15秒，另不建議更短的曝光設定，不僅會快速的增加相機的快門數外，後續還得從大量的影像中挑出流星，更重要的是相機在曝光結束、儲存影像、再繼續拍下一張，這過程是需要點時間，難保這過程流星不會出現。

●連拍設定

大部份的相機，可開啓相機連續功能，在M

模式中設定快門，拍攝時將快門線按鈕按下並上推卡住，就能讓相機連續拍攝；有的相機有連拍張數限制，就得改用排程快門線控制曝光時間及間隔，要先將相機設定在B快門（B模式或於M模式中快門設至BULB），再於排程快門線設定曝光秒數（LONG）及間隔時間（INTVL，設定1秒）進行拍攝。



影片：流星煙痕

影像中左方的流星旁可見明顯的煙痕，此圖是將前後6分鐘45幅有煙痕影像疊合在一起，呈現幅煙痕飄散情況，按此連結可見動畫。

流星錄影拍攝方式

流星除了用攝影拍攝外，也可以利用相機的錄影功能做動態的記錄，錄影得使用大光圈鏡頭及高ISO設定才会有好的成效，但錄影單幅曝光時間最多僅能1/30秒（30FPS，FPS= Frames Per Second，每秒幀數）或1/25秒（24FPS）曝光，曝光時間短、光線累積較少，就只能記錄到較明亮的流星；使用錄影記錄，後續可將有流星的片段拆成單幅影像，就可以從流星出現張數情況估算出流星持續時間。

天文相機也能做錄影紀錄，天文相機能控制影像每秒幀數，藉由降低每秒幀數能增加曝光時間，但每秒幀數過低時，影片就會越不流暢，趨近靜止影像，因此得於每秒幀數與曝光時間尋找平衡設定。天文館於多處設置了星空直播據點，以全天魚眼鏡頭拍攝整個天空，記錄當地的星空

及流星情況，即時的影像也有透過YouTube平臺網路直播，逢較明顯的流星雨群活動時，歡迎上線觀賞，不用出門也能在家數流星，請多多利用。

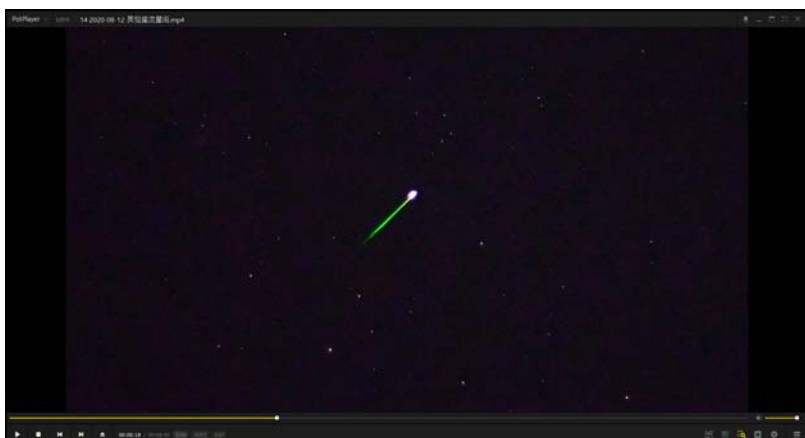
本篇針對流星群拍攝做一詳細的介紹，流星的拍攝可參考〈EASY拍星空〉另一篇文章《臺北星空86期·EASY拍星空12 流星拍攝》，有較多影像後製及簡明拍攝步驟。傳說中只要對著流星許願，願望就會實現（但對著發光的石頭許願，就可以實現願望，好像哪邊怪怪的？），要去拍攝流星也不妨也準備一下願望，好好對流星許一願下喔！〈EASY拍星空〉將繼續分享拍下美麗的星空的訣竅，敬請期待。

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/>



影片：2020英仙座流星雨錄影

作者：林子源

器材：Nikon D780、Nikon 50mmF1.8

參數：4K、24FPS、快門1/25秒、光圈F1.8、ISO 51200



利用天文館的星空直播就可以在家透過網路欣賞各地星空情況，夜間為使星空清楚呈現，設定單幅曝光時間為30秒，若有流星劃過等於有30秒時間可以對流星許願喔。

混沌的銀河與微光的地球

在地球上我們仰望星空，對於未知的渴望讓我們建立文明、發展科技，終於能朝向一萬年前我們就盼著的那片星空前進。在太空中的同一片星空，有個與地球上截然不同的景象——我們的家鄉。地球，出現在太空人所看到的星空裡，那個過去我們追求的方向，在這張照片中同時也是家的方向。

這張照片是由國際太空站的太空人Scott Kelly所拍攝，將銀河、地球與太空站同框。遠方是人類一直以來探尋的宇宙深處，前方則是我們閃耀著大氣輝光的家鄉，以及下方帶我們離開家鄉、人類科技的智慧結晶，國際太空站。

Scott Kelly在社群平台為他拍攝的照片寫下註解：第135天。我們的銀河年邁，充滿氣體與塵埃、又混亂，也是那樣的美麗。我在太空站送上晚安！

Image Credit: NASA/Scott Kelly



編譯：虞景翔

離地四十萬公尺的晚安



Astronomical 美星映象館 *photo gallery*

責任編輯/ 吳昆臻

月全食

臺灣平安，大家加油

王敏智

時間：2021/5/26 19:26

地點：高雄市鹽埕區駁二自宅

儀器：Nikon AF-S VR Zoom-
Nikkor 70-300mm
f/4.5-5.6G IF-ED鏡頭
@70mm、FT1轉接座、
Nikon J1相機

參數：ISO400、光圈f/4.5、單
幅曝光0.8秒

說明：防疫期間居家隔離，在
家裡書房拍攝，避免外
出，希望臺灣平安，大
家加油，疫情退散。





←月復圓 疫情退散 林聖翰

時間：2021/5/26 18:58~21:07

地點：高雄市

儀器：Canon EF 24-105mm f/4L鏡頭@50mm、Canon EOS 5D Mark IV相機

參數：ISO100~8000、光圈f/4、快門1/500~1/6秒

說明：月全食當天傍晚，東方低空雲多，月亮剛升起的時候還被雲層困了一陣子才探出頭來。此圖為月亮鑽出雲縫之後，每間隔3分鐘取1幅月球影像進行疊合，底圖為月球剛升起時所攝，底圖與每一張月球影像的焦段、方向皆相同，用以記錄當天月全食的過程與變化。但願疫情能像月全食一般，過了食甚，早日生光，終將復圓。

↓奇美博物館與月全食 楊翔宇

時間：2021/5/26 19:08

地點：臺南市仁德區奇美博物館旁都會公園

儀器：Nikkor 200-500mm f/5.6鏡頭@200mm、Nikon D750相機

參數：ISO 800、光圈f/8、單幅曝光1/1.6秒

處理：PhotoShop CS6 裁切及曲線調整

說明：拍攝時間接近食既，由於天色尚未全暗，深藍色的天空與暖色系的燈光及月亮相互輝映，形成一幅獨特美麗的景象。



526月全食紀錄 月出帶食HDR影像紀錄 王朝鈺

時間：2021/5/26

地點：新竹縣竹北市

儀器：Tamron SP 150-600mm F/5-6.3鏡頭、Nikon D800 (IR-cut removed) 相機、iOptron iEQ30Pro赤道儀

參數：ISO 100-800、光圈f/6.3-f/8、曝光1/250-1/2秒

處理：Photoshop CS6進行HDR合成與影像處理

說明：月食過程中月球亮部與暗部的亮度差距很大，透過高動態(HDR)影像處理，將不同曝光時間的照片組，將亮部與暗部完整呈現於單一影像中。下圖中每一個時間點的影像皆是由5-15張不等曝光時間的照片組處理而成。在偏食階段，HDR影像中還可以看到清楚的藍帶，由地球高層大氣中臭氧濾除紅光後的藍光照在月面上形成。



月全食生光與藍帶 甘彗君

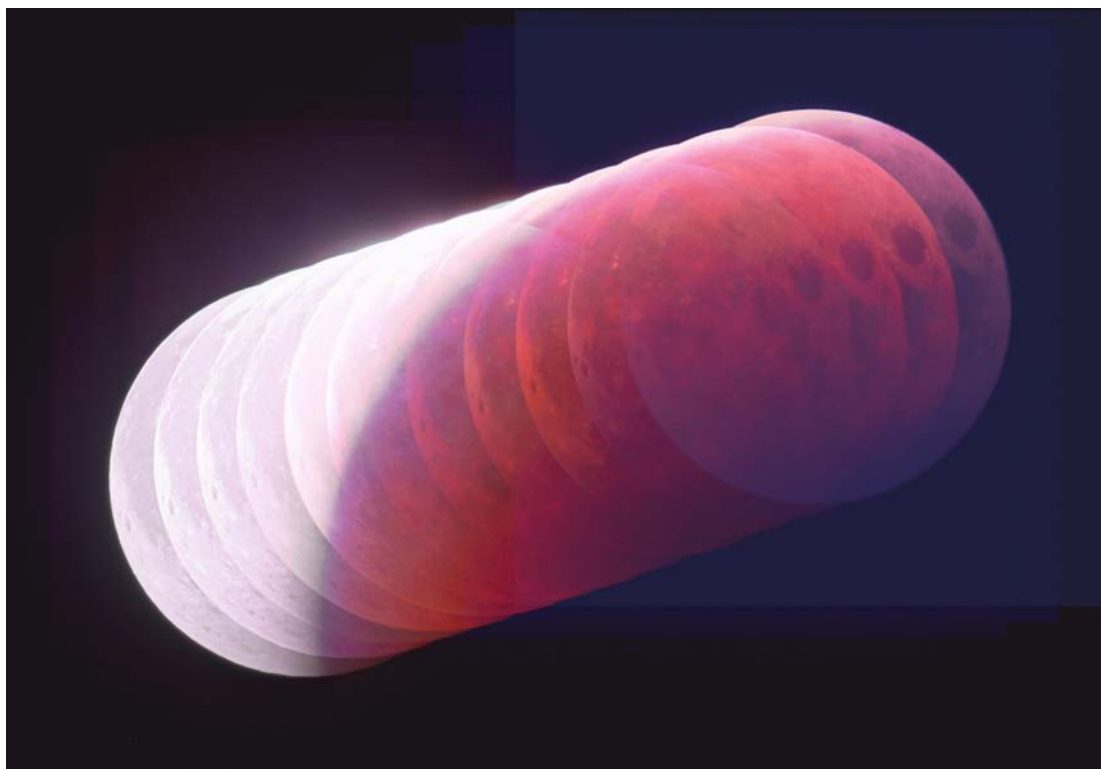
時間：2021/5/26 19:28:10 地點：苗栗縣苗栗市自家樓頂

儀器：William Optics FLT98(f=613mm)、0.8X減焦鏡、Canon EOS 5D Mark III相機、Vixen GPD2赤道儀

參數：ISO 800、單幅曝光2.5秒

處理：Adobe Photoshop CC

說明：試著在月全食結束而生光的一刻，將本影區邊緣的藍帶也一起呈現出來，留下珍貴的紀錄。



526月全食紀錄-地球影 王朝鈺

時間：2021/5/26 地點：新竹縣竹北市

儀器：Tamron SP 150-600mm F/5-6.3鏡頭、Nikon D800 (IR-cut removed) 相機、iOptron iEQ30Pro赤道儀

參數：ISO 100-800、光圈f/6.3-f/8、曝光時間1/250-1/2秒

處理：Photoshop CS6進行HDR合成與影像處理

說明：依據古希臘數學家畢達哥拉斯的想法，地球是球形的，可以從月食時地球影子投射在月球上總是圓形而推論出來。

藉由赤道儀追蹤在固定間隔時間下拍攝的月食影像，我們可以輕易看出地影的形狀，驗證古人哲學家的思維。



2021月全食相位變化 陳立群

時間：2021/5/26 19:12:53- 21:49:32

地點：苗栗縣好望角

儀器：Takahashi FSQ-106EDX4(f=530mm)望遠鏡、1.6X延焦鏡、Nikon D810A相機、Takahashi EM-200 Temma-2赤道儀

說明：以折射鏡所拍月面，呈現2021年5月26日月全食過程之相位變化。



月全食2021/05/2 謝易翰

時間：2021/5/26 18:31~21:51

地點：臺東縣達仁鄉南田人文景觀觀景臺

器材：SIGMA 50-500mm鏡頭@500mm、NIKON D7500相機、CEM25P赤道儀

參數：ISO 100、F6.3-7.1、快門依月亮亮度調整

處理：Photoshop剪輯編排與修飾

說明：月食前一日觀測發現，若在西部平地紀錄月出帶食過程，可能會被中央山脈上雲氣干擾，於是決定前往東部海邊拍攝。

拍攝當天20:53復圓時，原準備結束拍攝，但螢幕裡月亮上的半影月食相當明顯，遂加班記錄至半影食終才收工。



2021月全食連續攝影

<https://youtu.be/I6xg-U8yNpY>

【影片】2021月全食連續攝影

黃歆杰

時間：2020/5/26

地點：臺西自宅樓頂

儀器：SharpStar 72ED (400mm)望遠鏡、SharpStar 2" 平場鏡、Fuji XM1相機

參數：ISO6400~ISO800、F5.6、光圈先決快門自動拍攝

說明：女兒好奇的問，為什麼會有紅色的月亮呢？爸爸說，因為血月代表疫情的不詳是一時的，月食很快很快就過去了，人們會戰勝病毒，大家一定能回到從前的生活。



←2021月全食 許德暉

時間：2021/5/26

地點：桃園市觀音區農地

儀器：SIGMA 17-70mm鏡頭@23mm、Canon EOS 550D相機、

參數：ISO100、光圈f/5-f/8、快門 1/250s - 8s，30幅疊合+地景

處理：GIMP

說明：這次的月全食是月出帶食，剛開始時煩惱何處是適合的拍攝地？後來想到自家的觀音農地不就符合東南面開闊這條件，有種『那人卻在燈火闌珊處』的感慨。而且原本要呼朋引伴的卻因疫情突然的爆發不能群聚只能一人孤獨的拍攝，但藉由即時通訊，當下又能跟同好享受『千里共嬋娟』的美好。

↓月全食軌跡 張玉文

時間：2021/5/26 19:09~20:35

地點：新竹自家頂樓

儀器：Canon24-70mm鏡頭@28mm、Canon700D相機

參數：ISO800、光圈f/4、曝光1/6~0.6秒，每隔5分鐘1幅

處理：Photoshop影像處理、裁切

說明：疫情關係，只能在樓上，與鄰居們共享月全食的天文饗宴，因為是月出帶食，當看到紅色月亮從東方低空升起時，頓時大家都欣喜若狂，大家戴著口罩，保持社交距離，讚嘆著美麗月亮的變化，隨著月亮進入與離開地影，月面顏色也跟著改變，從偏紅色，漸漸褪去，直到月面越來越亮，接近復原時，突然來的雲朵，讓月亮也蒙起了面紗。當晚也是逢月球接近近地點，看到的月亮真的又大又亮。





←月球與火星接近 陳立群

時間：2021/4/17 20:07:48

地點：桃園市新屋區

儀器：Takahashi FSQ-106EDX4(f=530mm)望遠鏡、1.6X延焦鏡、Nikon D810A相機、Takahashi EM-200 Temma-2赤道儀

參數：ISO 400、單幅曝光2秒

說明：拍攝時月球再過半個多鐘頭將落入地平，靠海平面雲多，這是筆者在新屋所拍月球與火星最接近時刻，影像有局部裁切。

↓火星合月 林家名

時間：2021/4/17 9:43~10:20

地點：臺南市安平區漁光島

儀器：ACUTER迷你馬 (f=750mm) 望遠鏡、Canon 800D相機

參數：單幅曝光1/50秒，7幅疊合

後製軟體：Photoshop

說明：火星合月，當日火星於以0.1度的距離通過月球附近，月球相位為0.21，火星視星等約1.5等。



安平漁港南十字

劉芳吉

時間：2021/5/12 09:21

地點：臺南市安平區安平漁港北堤

儀器：LUMIX S PRO 20-60mm F3.5-5.6鏡頭、Panasonic DC-S5相機

參數：ISO-2500、光圈f/5.6、單幅曝光25秒，RAW檔微調消除雜訊

說明：白平衡設2800K讓天空呈現藍色調，等待一艘漁船進港，讓船燈軌跡一同與南十字入鏡。

大雪山林道的南十字

謝易翰

時間：2021/3/16
00:50~00:54

地點：臺中市和平區大雪山林道觀景臺

器材：Tamron 16-300mm (B016)鏡頭
@38mm、NIKON D810A相機

參數：ISO 8000、光圈f/5.0、快門10秒，連拍23張

處理：Sequator凍結地景模式疊合，再用Photoshop修飾強化船底座星雲

說明：三月中上大雪山森林遊樂區賞花兼追星，在200林道路邊觀景臺上發現勉強可以拍到南十字，連拍記錄了約5分鐘。

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