

# 臺北星空

Taipei Skylight No.127 2025.09

9/8月全食—如何觀察月全食天象

2025/9/8—月全食拍攝 II

神秘的月球地平線輝光

極光—來自太空的訊息

當月亮披上紅衣—月全食

星際訪客再臨—3I/ATLAS的驚喜現身

太陽系邊界的新發現—從冥王星到菊石

天鵝座（上）

庫樓星官坐擁南十字鑽石？

星系的雙重面貌



影像名稱：月全食生光與藍帶  
攝影：甘慧君

刊名：臺北星空期刊  
GPN：4811300001  
中華民國87年10月1日創刊  
中華民國114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

發行人 陳岸立

發行委員 林修美、吳志剛  
林琦峯、陳俊良  
吳昆臻、謝翔宇  
溫淑宜、李麗卿  
卞欣婷、鄭伊宸

編審委員 陶蕃麟、黃麗君  
張彩鳳、顧德生

總編輯 石中達

編輯 蔡承穎、吳昆臻  
段皓元

美術編輯 蔡承穎

封面設計 蔡承穎

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://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

## 目次

- 總編輯的話** 編輯部 ..... 1
- 天文館活動布告欄** 編輯部 ..... 2
- 新知與天象** 王彥翔、王庭萱 ..... 3
- 天文新聞追蹤報導  
**星際訪客再臨-3I/ATLAS的驚喜現身** 林建爭 ..... 7
- 9/8月全食-如何觀察月全食天象** 陶蕃麟 ..... 13
- 神秘的月球地平線輝光** 賴彥霖 ..... 22
- 極光-來自太空的訊息** 楊雅惠 ..... 30
- 謎樣星宿  
**庫樓星官坐擁南十字鑽石?** 歐陽亮 ..... 42
- 天文觀測教室  
**天鵝座(上)** 陶蕃麟 ..... 48
- 天文展品導覽  
**當月亮披上紅衣-月全食** 許晉翎 ..... 54
- 天文學教室  
**太陽系邊界的新發現-從冥王星到菊石** 段皓元 ..... 58
- 天文攝影實戰教學  
**2025/9/8-月全食拍攝II** 吳昆臻 ..... 64
- 天體映象  
**星系的雙重面貌** 謝翔宇 ..... 72
- 美星映象館** 彙整/吳昆臻 ..... 73

## 總編輯的話

本期《臺北星空》以9/8月全食為核心，從入門到進階帶領讀者一次看懂、拍好、玩得盡興。〈9/8月全食—如何觀察月全食天象〉清楚解說初虧、食既、食甚到生光、復圓的過程重點，幫助首次觀賞者快速掌握訣竅；〈當月亮披上紅衣—月全食〉則以本館展示品模型與圖解，揭示月亮在地球本影中轉為紅銅色的原因，讓「紅月」之美一讀即懂。若想留下珍貴影像，〈2025/9/8—月全食拍攝II〉分享固定取景、連續曝光疊合等技巧，讓攝影更具故事感與層次。

除月全食外，〈極光—來自太空的訊息〉帶你理解太陽風如何引發極光，並解碼其絢麗色彩；〈神秘的月球地平線輝光〉回顧阿波羅登月時的「月面薄霧」，探討靜電揚塵與微流星撞擊的奧秘。〈天鵝座（上）〉介紹如何以雙筒望遠鏡觀察北十字星群與M29、M39等深空天體；〈庫樓星官坐擁南十字鑽石？〉透過古星圖與星表比對，重現古代南天星官的文化面貌。

視野進一步拓展至宇宙深處：〈太陽系邊界的新發現—從冥王星到菊石〉介紹冥王星以外太陽系區域的最新研究與類賽德娜天體線索；〈星際訪客再臨—3I/ATLAS的驚喜現身〉介紹第三顆星際天體高速進入太陽系的最新追蹤報導。最後，〈星系的雙重面貌〉藉H $\alpha$ 濾鏡呈現星系中恆星群體誕生與死亡的壯闊景象，為全刊劃下浪漫句點。

從月全食的暗紅色光輝到極光的璀璨舞動，從古星圖探索到天文前端研究，本期邀你在科學與美學交織中，展開一場秋夜星空的沉浸之旅。

### 臺北星空 臺北天文館期刊

### 投稿需知

- 本刊歡迎各界人士投稿並提出指教，投稿內容請寄至：tsaijulien@gmail.com。
- 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，將刊登於臺北天文館網站。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。

### 新專欄徵稿中，歡迎投稿！

專欄名稱	性質	說明	投稿字數	投稿圖片
天文教育	天文科普教育	1. 歡迎各級現職及退休教師投稿。 2. 天文教學分享、課程設計等天文教育相關主題。	1,500字以內	3張以內

# 天文館活動布告欄 九、十月活動訊息

表中所列項目之辦理情形可能依實際狀況調整，以  
官網公布資訊為主。

天象直播	月全食直播	9/8 (一)											
	土星衝直播	9/21 (日)											
	中秋賞月直播	10/6 (一)											
夜間觀測室 開放	第二觀測室 (觀賞星體)	9/6 (六) (月球)	9/13 (六) (天鵝座β)	9/20 (六) (土星)	9/27 (六) (土星)	10/4 (六) (月球)	10/11 (六) (土星)	10/18 (六) (土星)	10/25 (六) (土星)				
特展	「遇見歐若拉-追極光科學指南」	~10/12 (日)											
特展活動	特展親子活動	9/6 (六)	9/14 (日)	9/21 (日)	9/28 (日)	10/10 (五)							
劇場	宇宙劇場 19:00/19:30 免費星象節目	9/6 (六)	9/13 (六)	9/20 (六)	10/4 (六)	10/11 (六)	10/18 (六)						
	臺北市教師 憑證免費參觀立體劇場	9/6 (六)	9/7 (日)	9/13 (六)	9/14 (日)	9/20 (六)	9/21 (日)	9/27 (六)	9/28 (日)				
	星空下的宇宙紀事	9/27 (六)	10/25 (六)										
館內營隊	天文親子營 「月亮」	9/14 (日)	9/21 (日)	9/28 (日)	10/18 (六)	10/19 (日)	10/25 (六)	10/26 (日)					
	樂齡談天 「極光」	9/25 (四)	10/29 (三)										
館內活動	星姊姊說故事	9/13 (六)	9/27 (六)	10/11 (六)	10/25 (六)								
	宇宙尋寶地圖	9/28 (日)	10/12 (日)	10/19 (日)									
	中秋幼兒套裝活動 「月光、極光、童樂」	9/16 (二)	9/17 (三)	9/18 (四)	9/19 (五)	9/23 (二)	9/24 (三)	9/25 (四)	9/26 (五)	9/30 (二)	10/1 (三)	10/2 (四)	10/3 (五)
	中秋節特別活動	10/6 (一)											
	雙十節活動	10/10 (五)											
	雙十連假活動	10/10 ~ 10/12 (五) (日)											
	光復節連假活動	10/24 ~ 10/26 (五) (日)											
課程與講座	非正規教育課程 (宇宙爆米花：電影中的天文學)	9/6 (六)	9/13 (六)	9/20 (六)	9/27 (六)	10/18 (六)	10/25 (六)						
	專家演講 (主題) (演講者)	9/7 (日) (用天文軟體探索月全食) (施惠)			10/12 (日) (天王星的過去與未來新視界) (施驊珊)								
	教師天文研習	10/18 (六)											
	幼教天文師資培育	10/25 (六)											



NASA如何搶救距地球6億公里極端環境相機

發現第三個星際天體3I/ATLAS

參宿四伴星現身

薇拉·魯賓天文台首批影像公開

臺灣天文學家發現正在吞噬恆星的罕見黑洞

神秘新天體「菊石」現身，挑戰第九行星假說

LIGO-Virgo-KAGRA偵測到迄今最巨大黑洞合併事件

天文學家首度捕捉到行星誕生初刻

發現雙星合併成的超大白矮星

嬰兒系外行星正在縮小

南門二再添行星？

研究太空天氣的TRACERS任務發射升空

AI發現黑洞也能觸發超新星！

時序入秋，夜晚漸長，隨著黑夜季節的開始，精彩天象也接連上演。秋季將由最盛大的天象盛事—9月8日月全食揭開序幕，睽違近兩年臺灣全程可見的月全食將是今年焦點。欣賞月全食不需要任何特殊儀器，只需用肉眼，就能親眼目睹暗紅色月亮現身的壯麗時刻，歡迎一起來參與這場天文盛宴。10月21日將迎來獵戶座流星雨極大期，由於今年不受月光影響，預期看到的流星數量將大大提升，是觀賞這個中小型流星雨的絕佳時機。想要捕捉劃過夜空的流星蹤影，可要好好把握機會！

行星動態方面，9月21日土星來到衝的位置，為今年土星最接近地球的時刻，是觀賞這顆行星與其行星環的絕佳機會。10月30日將迎來水星今年度最後一次東大距，水星與太陽距角達 $23.9^\circ$ ，亮度達 $-0.2$ 等。若想在黃昏日落後欣賞這顆西方明星，可把握本次東大距前後數日。

掩星部分，10月12日將發生今年最後一次月掩五車五，發生時間為凌晨，全程可見，觀賞條件絕佳。月掩星事件用雙筒望遠鏡或小型望遠鏡即可觀察，也能以攝影方式記錄掩星發生的完整過程，是記錄精彩天象的好機會。

!

推薦

**9/1 金星接近鬼宿星團**

**9/8 月全食**

**9/9 土星合月** 南 $3.99^\circ$

!

推薦

**9/13 月球接近昴宿星團**

**9/21 土星衝**  
0.6等，視直徑 $19.4''$ ，含光環 $45.3''$

!

推薦

**9/23 秋分**

!

推薦

**10/12 月掩五車五** 亮度1.7等

**10/21 獵戶座流星雨極大期** ZHR~20

**10/30 水星東大距** 距角 $23.9^\circ$ ， $-0.2$ 等

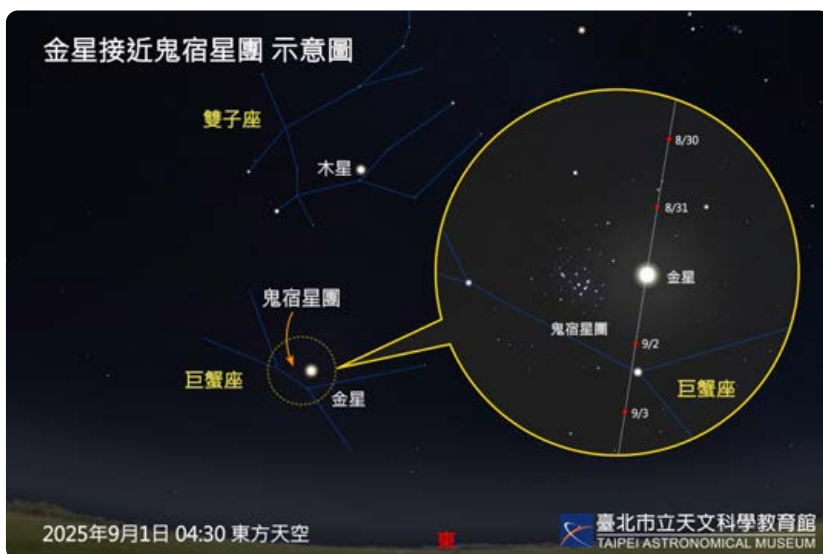


## 九、十月天象焦點

9/1 (一)

### 金星接近鬼宿星團

8月31日至9月2日的凌晨3時15分前後，可見金星靠近鬼宿星團，從東北東方地平線緩緩升起，9月1日是兩天體最接近的時候，此時金星亮度-3.9等，與鬼宿星團相距僅 $1.2^\circ$ 。由於鬼宿星團亮度3.7等，因此建議使用雙筒望遠鏡觀察，能更仔細欣賞金星與宛如夜空珠寶盒的鬼宿星團同框美景。



9/8 (一)

### 月全食

本次月全食是第128沙羅序列中第41次，月球將在00:27至03:57穿過地球本影，在這段時間內，全球只要是月球位於地平線以上的地方，皆可欣賞到月全食。臺灣不只本影食，半影食階段也全程可見，半影食始23:27（9月7日）、初虧00:27、食既01:30、食甚02:12、生光02:53、復圓03:57、半影食終04:57，全程歷時5時30分。觀察月食不需要任何儀器輔助，只需挑選西南方地平線附近無遮蔽物、看得到月亮的地方，就能直接用肉眼欣賞這壯觀天象。



## 9/13 (六)

## 月球接近昴宿星團

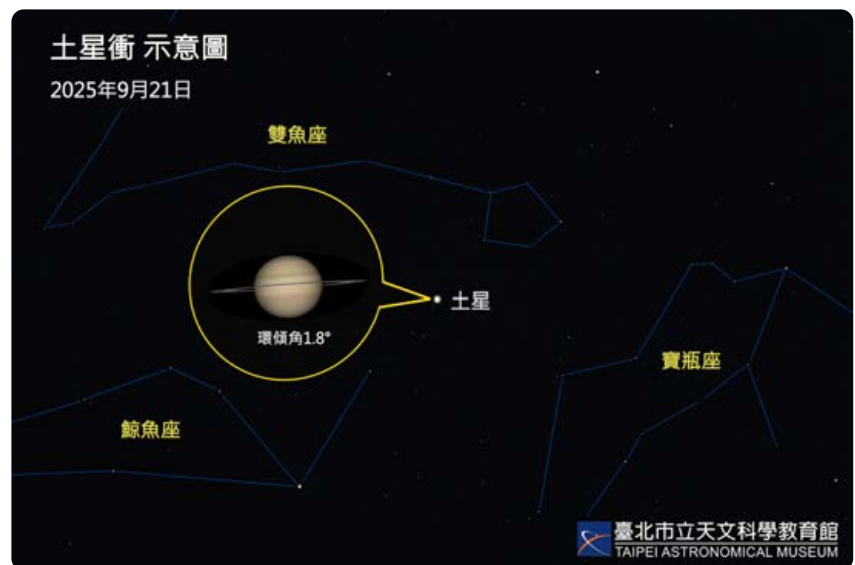
9月12日約21時30分起，月齡21.2的月球與昴宿星團從東北東方地平線緩緩升，至13日清晨日出前，兩天體將逐漸接近。由於昴宿星團亮度較亮，因此用肉眼也能欣賞兩天體逐漸靠近的有趣景象。如果用雙筒望遠鏡觀賞，效果更佳，是天文迷不容錯過的小確幸。



## 9/21 (日)

## 土星衝

9月21日13:46，土星將到達衝的位置，是一年中最近接近地球的時刻，此時它的亮度為0.6等，位於雙魚座，視直徑19.4"，含光環45.3"，環傾角 $1.8^\circ$ ，觀賞條件佳。由於土星環傾角在一年間會呈波浪狀變化，且今年的傾角較小，除了在3月24日環傾角為 $0^\circ$ 之外，在接下來的11月24日，環傾角也僅為 $0.4^\circ$ ，屆時土星環又將看似消失。





## 10/12 (日)

## 月掩五車五

本次掩星事件發生於凌晨且全程可見，當天月齡20.7，五車五01:41自月球亮緣掩入，02:33自月球暗緣復出。掩入時刻仰角達 $59^\circ$ ，觀賞條件極佳。五車五亮度達1.7等，為金牛座中第2亮恆星，透過雙筒望遠鏡或小型望遠鏡即可清楚觀察月掩星，也很適合用攝影方式記錄其過程。



## 10/21 (二)

## 獵戶座流星雨極大

獵戶座流星雨是每年固定發生的中小型流星雨，輻射點位於獵戶座和雙子座之間，預估ZHR值約為20。雖然數量無法媲美三大流星雨，但由於其輻射點在午夜時分達到最高點，加上當天月相為朔，不受月光影響，預期看到的流星數量將大大提升！由於獵戶座流星雨過去曾出現不預期的爆發，因此今年是否會有驚喜，令人期待！



## 10/30 (四)

## 水星東大距

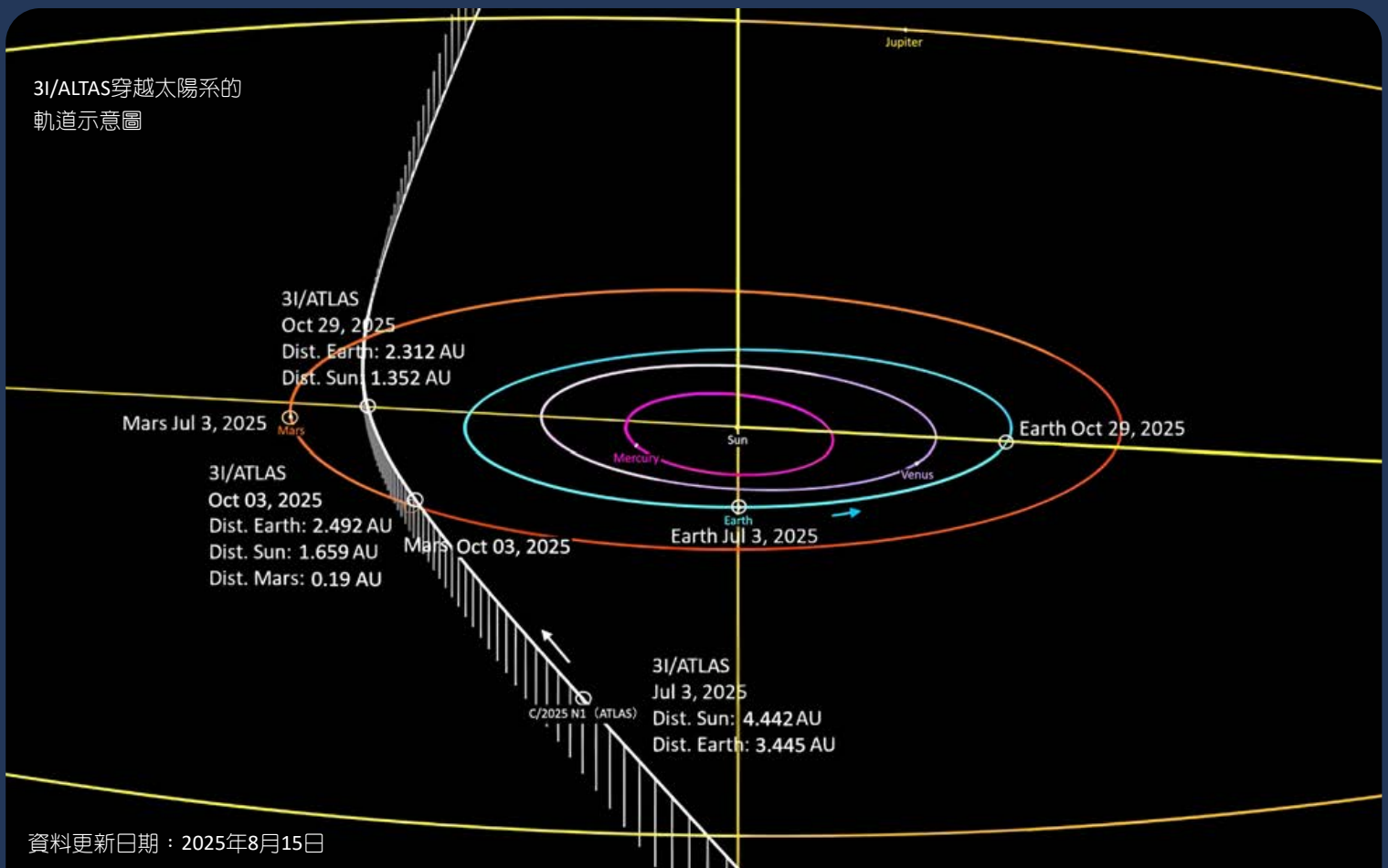
今年第三次，也是最後一次的水星東大距將於10月30日登場，此時水星亮度達-0.2等，與太陽距角達 $23.9^\circ$ 。只要在日落後往西南西方低空觀察，就有機會看到這顆西方明星。想欣賞水星的朋友，記得提早找個西方視野開闊的位置，錯過就要等明年囉！



# 星際訪客再臨—3I/ATLAS的驚喜現身

文／林建爭

最近，天文學界迎來了一位來自遙遠宇宙的神秘訪客3I/ATLAS，如首圖。這顆被正式命名為3I/ATLAS的星際天體於2025年7月，由夏威夷大學主導的「小行星陸地撞擊預警系統」(ATLAS)發現，隨即成為全球天文學家關注的焦點。它是繼2017年「斥候星」(1I/'Oumuamua)，見左下附圖，與2019年「鮑里索夫彗星」(2I/Borisov)之後，見右下附圖，人類所確認的第三顆星際天體，再次喚起人們對太陽系之外世界的無限好奇。



上方示意圖顯示星際彗星進出太陽系的軌道，以白色線標示，它將於2025年10月到達距離太陽最近的位置。左下方為2017年通過太陽系的「斥候星」(1I/'Oumuamua)想像圖，右下方為2019年通過太陽系的「鮑里索夫彗星」(2I/Borisov)想像圖。上方圖片來源：NASA/JPL/SBDB Small-Body Database Lookup/Orbit Diagram，左下方圖片來源：NOIRLab，右下方圖片來源：ESO

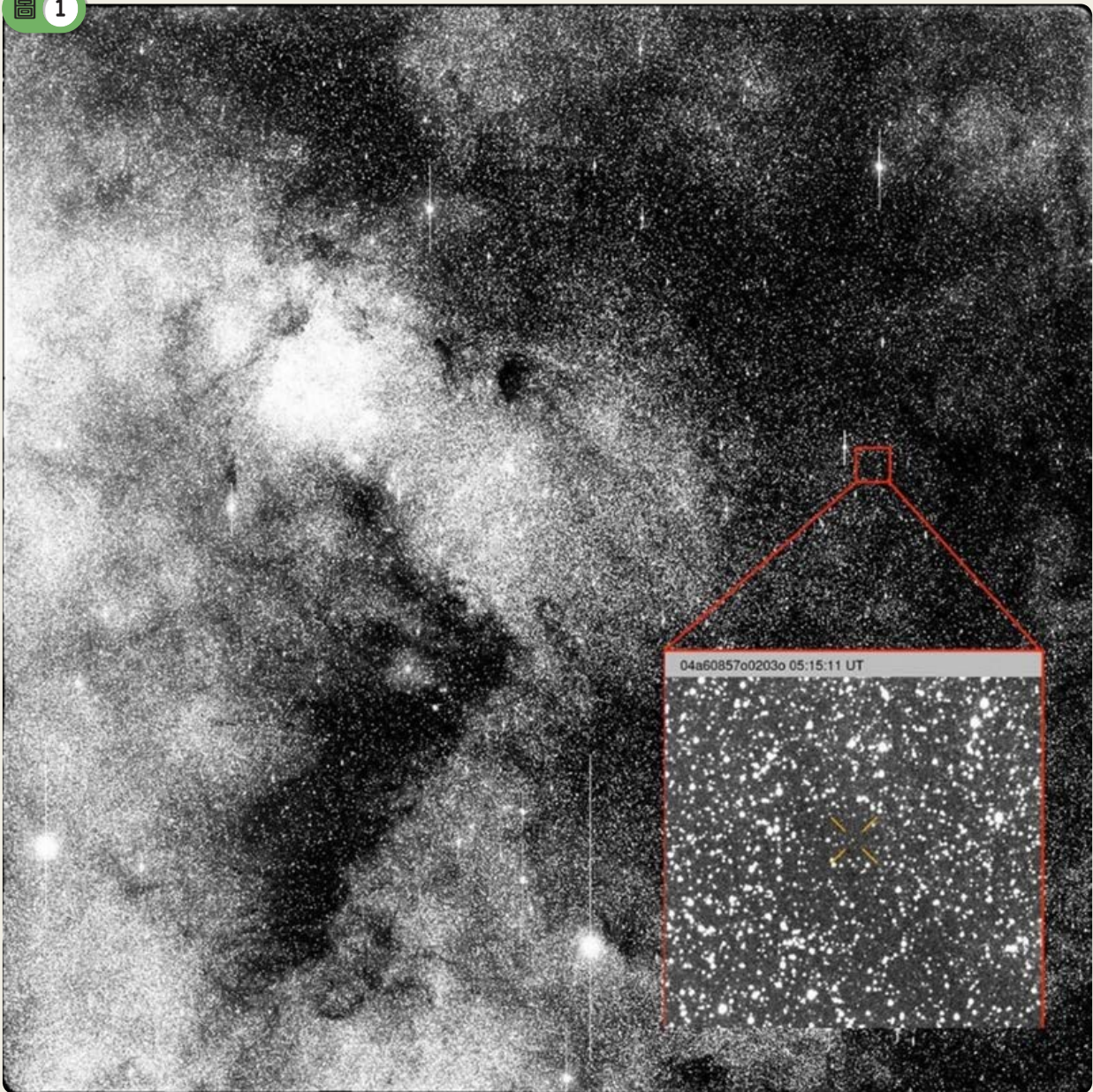
## 鐵證如山 來自太陽系外的速度

要辨識一個天體是否來自太陽系之外，最直接的方法就是觀察它的速度。在太陽系內，任何天體若要掙脫太陽引力，必須超過一定的「逃逸速度」；在地球軌道附近，這個門檻約為每秒42公里。然而，初步觀測顯示，3I/ATLAS正以約每秒66公里的雙曲線軌道穿越太陽系，速度遠超過太陽系

內天體所能達到的極限，無疑證明它來自太陽系外深處。

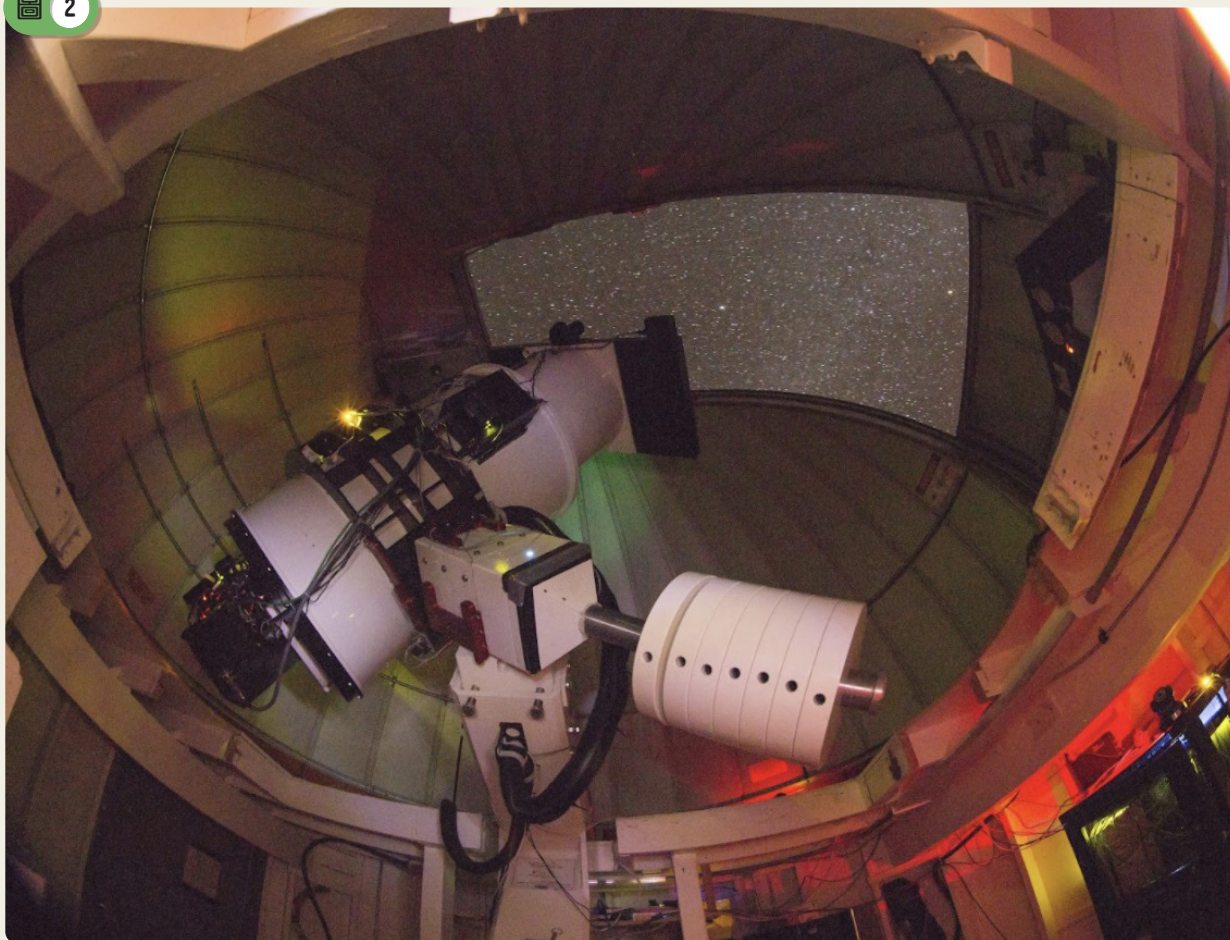
有趣的是，這次發現並非科學家刻意尋找星際天體的結果。ATLAS系統原本是為監測潛在撞擊地球的小行星而設計的巡天計畫，卻意外捕捉到這位超速過境的「宇宙旅客」，如圖1、圖2。它從人馬座方向逼近，而人馬座恰是銀河系核心所在，恆星密集，辨識動態目標極具挑戰。有時，最驚人的發現，往往來自不經意的一瞥。

圖 1



星際彗星3I/ATLAS在2025年7月1日被發現的完整觀測影像與放大圖。影像來源：ATLAS/University of Hawaii/NASA

圖 2



發現星際彗星3I/ATLAS的小行星陸地撞擊持續報警系統（Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System，簡稱ATLAS）。  
影像來源：ATLAS/University of Hawaii

## 如何命名 3I/ATLAS的身分證

3I/ATLAS的命名本身就隱含著豐富資訊。其中「3I」代表它是第三顆被正式確認的星際天體（Interstellar），而「ATLAS」則標示其發現來源。在獲得正式名稱前，它曾以臨時代碼A11p13Z記錄於觀測資料中。這種命名體系有助於全球天文學社群迅速識別與追蹤來自太陽系外的稀有天體，促進全球觀測合作。

## 軌道與特性 與星際訪客的擦身而過

根據目前軌道推算，3I/ATLAS將於2025年12月17日最接近地球，距離約2.4個天文單位（1 AU為地球至太陽的平

均距離）。雖非「擦肩而過」，但在宇宙尺度下，已屬相當接近。它將於同年10月27日通過近日點，離太陽約1.4 AU。值得注意的是，它的軌道為逆行軌道，傾角約為175度，與行星公轉方向幾乎相反，明確顯示其並非太陽系原生天體，而是外來「星際訪客」。

至於大小，根據亮度初步估算，3I/ATLAS的直徑可能達20公里，明顯大於先前的斥候星（約200~800公尺）與鮑里索夫彗星（小於500公尺）。不過，也有可能亮度主要來自其彗髮反射陽光，而非核心本身。國際小行星中心已報告初步觀測到彗髮現象，使得3I/ATLAS更接近彗星類型，性質類似鮑里索夫彗星。

## 前兩位訪客 斥候星與鮑里索夫彗星的啓示

在3I/ATLAS出現之前，兩位星際訪客曾為我們揭開星際天體的神祕面紗：

斥候星（1I/Oumuamua）：2017年發現，其雪茄狀或扁碟狀外形、無彗髮、並呈現難以以重力解釋的加速行為，引起廣泛爭議。部分學者甚至大膽推測其可能為外星文明遺留之探測器。它是首度被實證穿越太陽系的星際物體，如圖3。

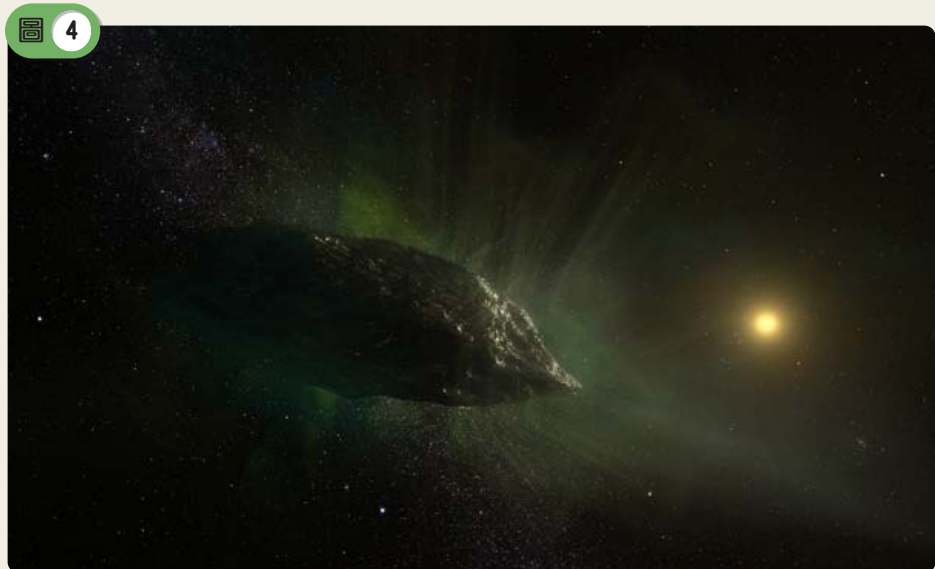
鮑里索夫彗星（2I/Borisov）：2019年由業餘天文學家發現，外觀與行為與太陽系彗星相近，擁有明顯的彗髮與彗尾。它讓天文學家得以首次直接觀測來自其他恆星系統的原始彗星物質。

如今，3I/ATLAS為這段星際來客史再添新章。初步觀測顯示它較類似鮑里索夫彗星，並可能比太陽年長30億年。若這項推測獲得確認，3I/ATLAS將成為迄今為止人類觀測到最古老的彗星，如圖4。

藝術家筆下的星際天體斥候星想像圖。圖片來源：  
ESO/M. Kornmesser



藝術家所描繪，星際彗星鮑里索夫彗星穿越太陽系的情境想像圖。圖片來源：  
NRAO



## 向未來探索 3I/ATLAS帶來的新契機

接下來幾個月，3I/ATLAS將成為全球觀測重點。從地面大型望遠鏡到韋伯太空望遠鏡，如圖5，各大設施將鎖定這位星際訪客。透過高解析光譜分析，科學家可望解析其化學成分；若其亮度與穩定度足夠，甚至可能估算其自轉週期、推測形狀，並構建三維結構模型。圖6展示了北雙子座望遠鏡所拍攝的影像，揭示了其彗髮特徵與穿越星場的壯觀場景。值得一提的是，正在測試階段的薇拉魯賓天文臺，如圖7，已在2025年6月21日至7月3日的觀測中意外拍到3I/ATLAS的身影。未來隨著這類高效率巡天系統上線，星際天體的發現或將變得稀鬆平常。

每一顆星際天體的到來，都是來自銀河深處的一次短暫問候。它們彷彿宇宙的信使，傳遞著異星系統的形成歷程、物質構成，甚至潛在生命的線索。3I/ATLAS的造訪，不僅是一項天文學的突破，更是人類探索宇宙多樣性與起源的重要契機。

這場跨越光年的相遇才正開始，讓我們拭目以待3I/ATLAS將揭示怎樣令人驚嘆的宇宙祕密。

### 參考資料：

<https://science.nasa.gov/solar-system/comets/3i-atlas/>

<https://avi-loeb.medium.com/welcoming-a-new-interstellar-object-a11pi3z-0b01f1cb4fbc>

<https://en.wikipedia.org/wiki/3I/ATLAS>

### YouTube 相關影片：

NASA: What We Know About Interstellar Comet 3I/ATLAS

<https://www.youtube.com/watch?v=vzafaw0t08>

New Interstellar Object like Oumuamua Spotted Entering the Solar System at Extremely High Speed

<https://www.youtube.com/watch?v=-CSR7fmj0PY>

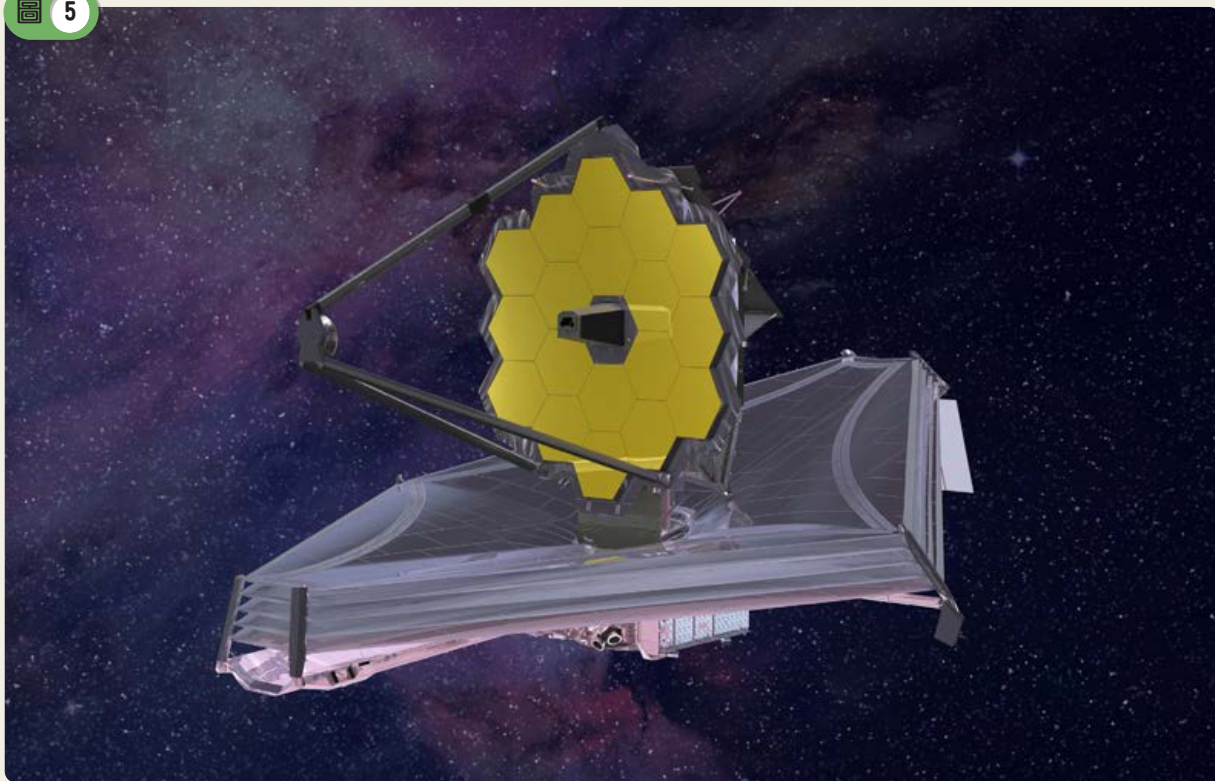
A Swarm of New Asteroids - VIDEO - EN

<https://www.youtube.com/watch?v=DTuq-vBsDJE>

林建爭：美國夏威夷大學天文研所泛星計畫博士  
後研究員

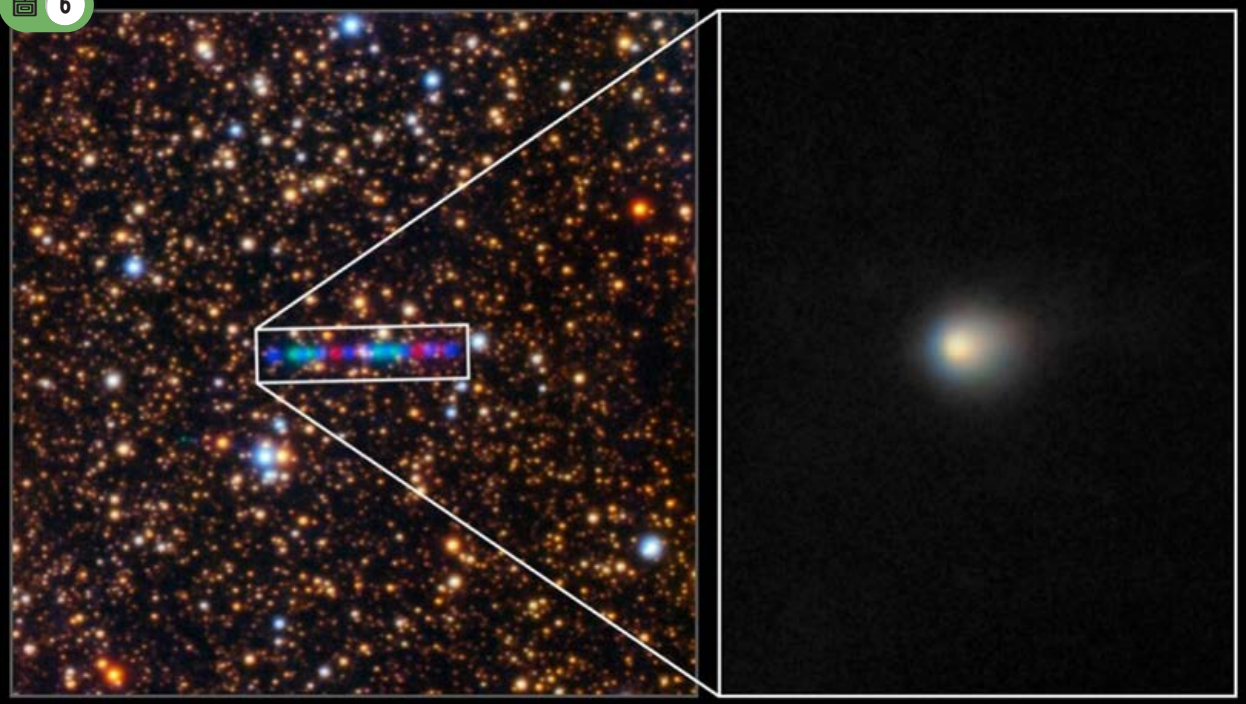
王品方：美國夏威夷專案文物修復師 校稿

圖 5



天文學家將運用韋伯太空望遠鏡進行更詳細的觀測，進一步瞭解星際彗星3I/ATLAS的特性。圖片來源：JWST

圖 6



這幅影像由美國國家科學基金會資助的北雙子座望遠鏡拍攝。左側主圖捕捉到星際彗星3I/ATLAS的彩色軌跡，影像由三種不同濾光片的曝光照片組合而成，分別以紅、綠、藍三色呈現。右側的放大插圖則展示了3I/ATLAS的彗髮，這是一團由氣體與塵埃構成的雲霧狀結構，環繞在彗星冰冷核心周圍。影像來源：國際雙子座天文臺/NOIRLab/NSF/AURA/K. Meech（夏威夷大學天文研究所），影像處理：Jen Miller & Mahdi Zamani（NSF NOIRLab）

圖 7



未來隨著薇拉·魯賓天文臺的高效率巡天系統上線，星際天體的發現或將變得稀鬆平常。圖片來源：Vera C. Rubin Observatory

# 9/8月全食 — 如何觀察月全食天象

觀察月全食不需要任何特殊設備，只要遠離強光，置身在昏暗的環境中，用肉眼即可盡情欣賞。當然，如果利用雙筒望遠鏡與天文望遠鏡觀察，都能讓你看見更多的細節與增強對光影變化的感受。

文／陶蕃麟



2021年5月26日於高雄市所拍攝的月全食影像。影像來源：林聖翰 攝影

## 先看懂月食預報圖

每一次的月食，被譽為日食先生的弗雷德·埃斯佩納克（Fred Espenak）都會提供一幅預報圖，如圖1、圖2。在這幅預報圖中羅列出這次月食相關的數據，並顯示了月球穿過地球本影和半影的路徑，以及全球各地可見這次月食的狀況。

在圖2裡，上方的路徑圖列出了月球與太陽黃經相差 $180^\circ$ 角，也就是滿月的瞬間；這其實就是食甚的時刻。這個時間以地球動力時（TD）和世界時（UT1）表示。食分被定義為在食甚時浸沒在本影和半影這兩個陰影中的月球直徑的分數，還列出了半影和本影的半徑P和U。 $\Gamma$ 是食甚時月球中心與地球陰影軸以地球赤道半徑為單位的最小距離，而Axis是以度數表示的相同參數。還列出每月食的沙羅序列，這次是128沙羅序列，下一列是一對數字：第一個數字標示了此次月食在該序列中的排序，第二個是該序列中的月食總數。

接下來的左側和右側，分別是太陽和月球在食甚時刻的地心座標。它們分別是：**R.A.**：赤經，**Dec.**：赤緯，**S.D.**：視直徑，**H.P.**：赤道地平視差。

在月球路徑圖的左下角是食的類型，本次是月全食，所以標示有半影食、月偏食與月全食經歷的時間。在它們下面是預報使用的太陽/月球星曆表，然後是地球動力時和世界時差異的外推值 $\Delta T$ 。

右下角是月球與地球半影和本影的接觸時間，定義如下：

- ①P1：月球與地球半影接觸(第一外切)的瞬間，半影食開始。
- ②P2：月球完全進入地球半影(第一內切)的瞬間。（圖中略）
- ③U1：月球與地球本影接觸(第一外切)的瞬間，月偏食開始。
- ④U2：月球完全進入地球本影(第一內切)的瞬間，月全食開始。
- ⑤U3：月球開始脫離地球本影(第二內切)的瞬間，月全食結束。
- ⑥U4：月球完全脫離地球本影(第二外切)的瞬間，月偏食結束。
- ⑦P3：月球開始離開地球半影(第二內切)的瞬間。（圖中略）
- ⑧P4：月球完全離開地球半影(第二外切)的瞬間，半影食結束。

下方的月食可見區域圖是地球的等距圓柱投影圖（或稱為等距柱狀投影圖），顯示了月食每個階段的能見區域，並以星號標示食甚時月球位於天頂的地點。在完全沒有陰影的區域可以觀察到完整的月食過程，陰影顏色最深的區域將看不到月食。其餘的淺陰影區域將出現月出帶食或月沒帶食的現象。星號以東的陰影區域將在月食結束前看見月球西沒，而西側的陰影區域將在月食開始後才看見月球升起。弧線上的標示顯示各個陰影區能看見的月食起/迄階段。

由日食先生的弗雷德·埃斯佩納克所建置的全球日、月食資料網站。圖片來源：EclipseWise.com



2

## Total Lunar Eclipse of 2025 Sep 07

Greatest Eclipse = 18:12:58.0 TD (= 18:11:46.1 UT1)

Penumbral Magnitude = 2.3459  
Umbral Magnitude = 1.3638

Gamma = -0.2752  
Axis = 0.2721°

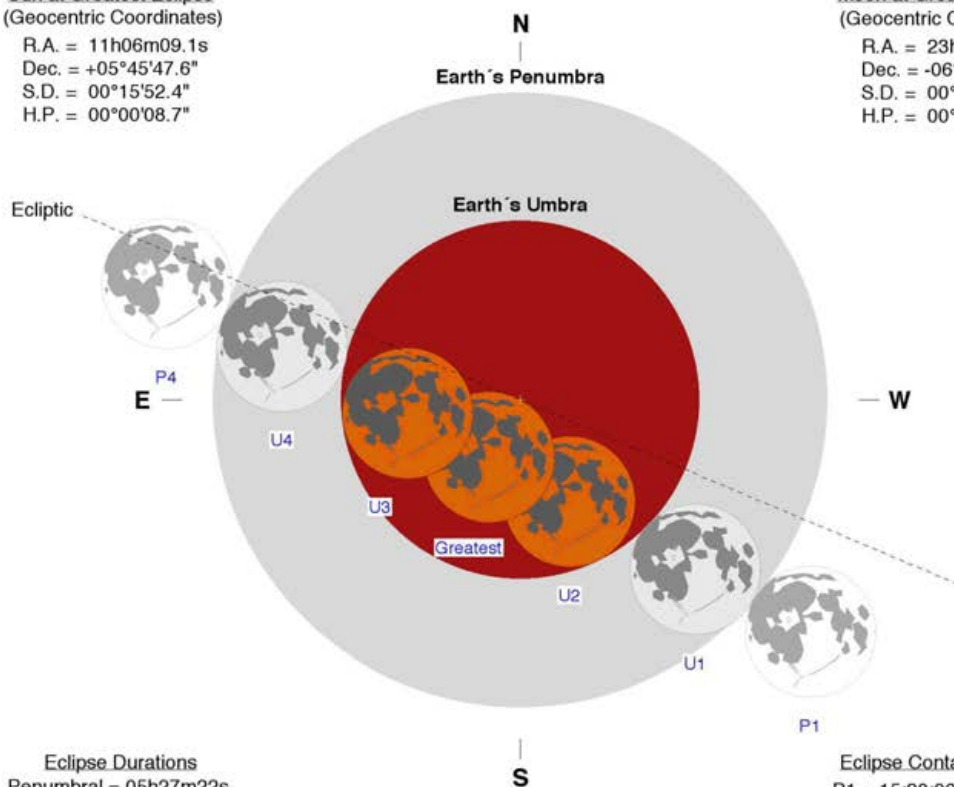
Saros Series = 128  
Saros Member = 41 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 11h06m09.1s  
Dec. = +05°45'47.6"  
S.D. = 00°15'52.4"  
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 23h06m40.4s  
Dec. = -06°00'08.9"  
S.D. = 00°16'09.8"  
H.P. = 00°59'19.1"

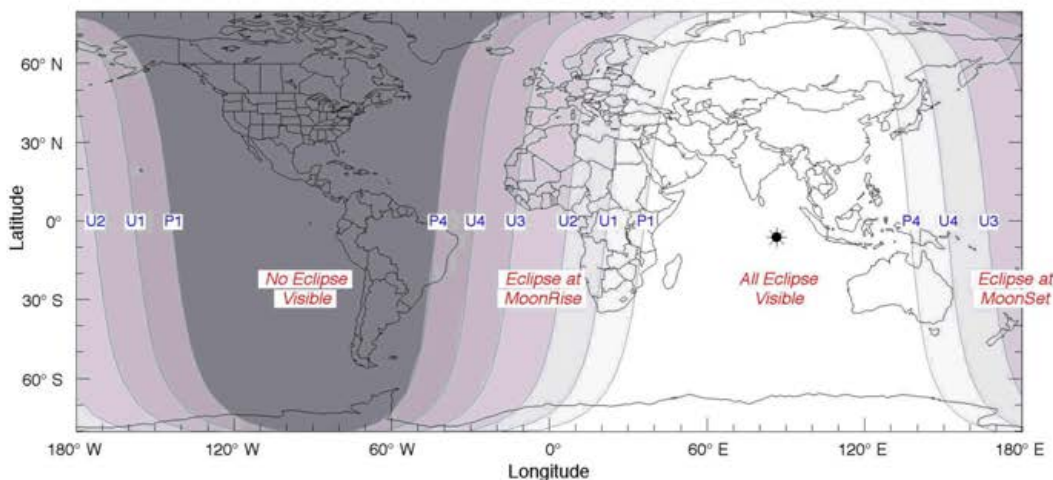


Eclipse Durations  
Penumbral = 05h27m22s  
Umbral = 03h30m02s  
Total = 01h22m41s

Eph. = JPL DE430  
Rule = Herald-Sinnott  
ΔT = 72 s

Eclipse Contacts  
P1 = 15:28:06 UT1  
U1 = 16:26:51 UT1  
U2 = 17:30:37 UT1  
U3 = 18:53:18 UT1  
U4 = 19:56:53 UT1  
P4 = 20:55:28 UT1

©2020 F. Espenak, www.EclipseWise.com



COURTESY OF 21<sup>ST</sup> CENTURY CANON OF LUNAR ECLIPSES, FRED ESPENAK, ASTROPixels PUBLISHING, 2020

日食先生弗雷德·埃斯佩納克的月食預報圖。圖片來源：EclipseWise.com

天文年鑑為了更平易近人的說明月食的狀況，根據NASA的預報【註】與MICA的計算結果，將圖2上半部重繪，並另以文字與表格說明這次的月食。各位可以參考今年（2025年）的天文年鑑第367頁的文字與表格，配合368頁的圖，輕鬆地來瞭解這次月全食的月球路徑圖與月食可見區域圖。另今年重要天象表也有易懂圖解，如圖3。

## 了解月食的過程

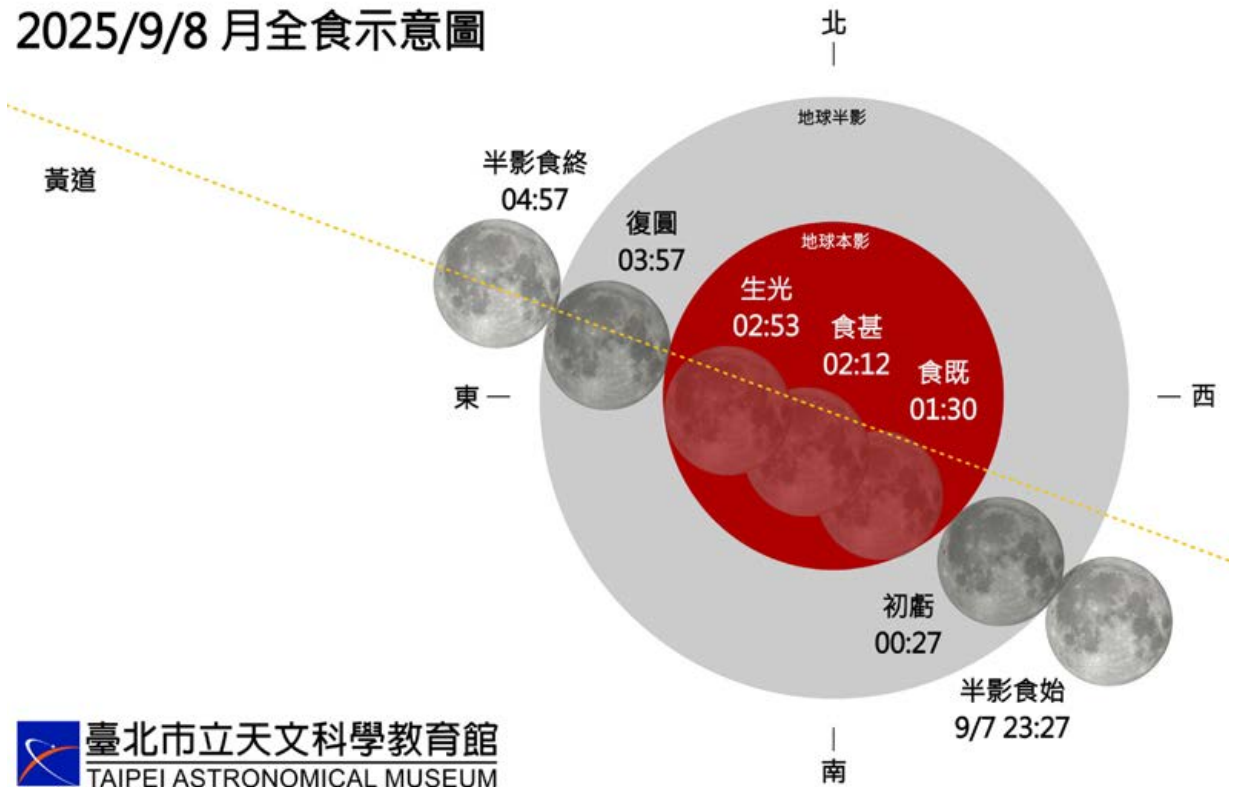
在預報資料中提供了7個關鍵的時間點，無論你要做何種觀測都要掌握這幾個關鍵時刻來擬定觀測計畫。

在目視觀測的實務中，進入半影的部分，亮度會呈現漸層式的減弱，即越深入半影的區域會越黯淡，但整體仍呈現滿月的月相，使得目視觀測不易感受這種變化。由於半影食的現象不明顯，所以常省略半影食相關的資訊，因此目視觀測的重點是下列5個關鍵時間點：

- ①**初虧**：月偏食開始的時刻，也就是U1的時間點，即月球接觸地球本影的瞬間。這時月球的東側接觸到地球本影的西側，滿月開始有了可以看得到的虧損。
- ②**食既**：月全食開始的時刻，也就是U2的時間點，即月球完全進入地球本影的瞬間。此刻，月球已經失去皎潔的光彩，開始呈現偏紅的色調，並且隨著全食的進展，色調與亮度會越來越黯淡。
- ③**食甚**：月球中心最接近地影軸心的瞬間，也就是食最大的時間點。通常這是月球在月食過程中最黯淡的時候。
- ④**生光**：月全食結束的時刻，也就是U3的時間點，此刻是月球開始脫離地球本影的瞬間。月球擺脫紅色的色調，重新展現出皎潔的月光。
- ⑤**復圓**：月偏食結束的時刻，也就是U4的時間點，此刻是月球完全離開地球本影，重現滿月的景象。

圖 3

### 2025/9/8 月全食示意圖



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

臺北天文館根據NASA預報，重新繪製成容易理解的月食預報圖解。圖片來源：2025重要天象表

## 月食的目視觀測

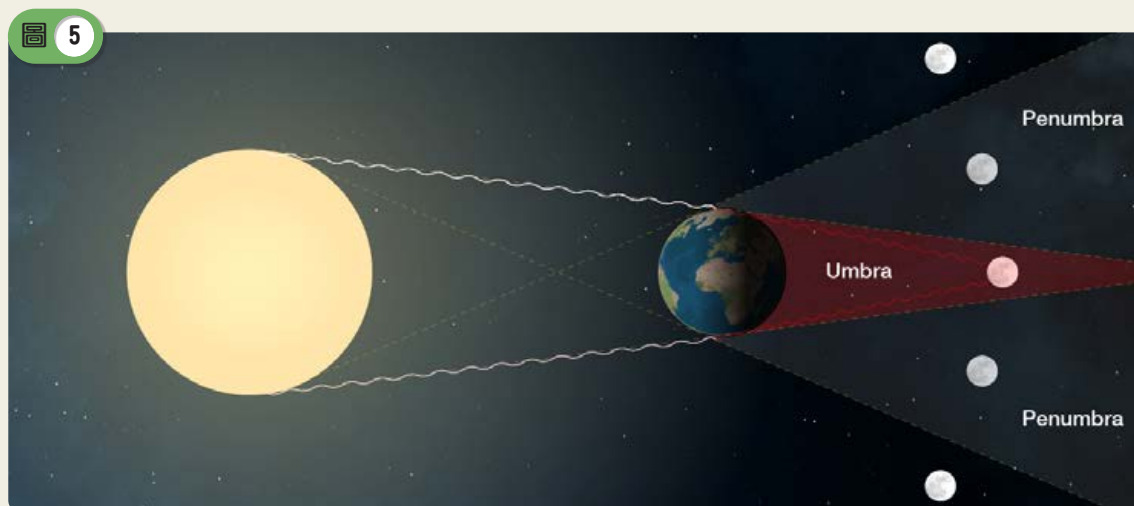
9月8日的月全食，台灣地區可以全程觀測，在排除肉眼不易察覺的半影食部分，從00:27的初虧開始，經歷食既（01:30:18）、食甚（02:11:43.1）、生光（02:53:12）、復圓（03:56:48），共歷時3:30:06。在約3.5小時的月食過程，約有1.4小時是全食，因此可以好好的規畫該如何觀測與紀錄這次的

月食，如圖4。

理論上，全食階段的月球位於沒有陽光的地球本影區內，應該是黯淡無光的。但由於地球大氣層對光線的折射、散射等作用，總會有一些陽光滲漏進本影內，如圖5，再加上月球在地影中移動，月球表面又有許多可見的地形特徵，所以從初虧到復圓之間可以觀測的項目有色調變化、亮度測定、月面地形可見度、星等測定以及接觸計時等。



2025年9月8日的月全食示意圖。圖片來源：編輯部繪製



因為地球大氣層對陽光的折射，穿透力最強且折射率最大的紅光會滲入地影的本影內，使月球在全食階段依然會呈現紅色。圖片來源：NASA/JPL

許多因素會影響月全食期間可見的月球景觀。不僅與月球穿過地球本影的路徑有關，連當時地球大氣層的透明度也都有影響。地球的火山噴發可說是最重要的因素之一，噴發進入大氣高層的火山灰會使大氣層的透明度降低。因此，通常在火山噴發之後的幾年內，都會讓月全食的月球顏色呈現較為暗沉的深紅色，甚至幾乎全黑而看不見月球。1991年6月菲律賓皮納圖博火山的噴發，對隨後的月食影響非常明顯。1992年12月9日的月全食是該次噴發之後的第一次月全食，就幾乎看不見進入地球本影中的月球。所以在以下述的丹戎量表評級時就被許多觀察者評為L0級。

## 丹戎量表

上述的各項觀測都離不開月球在地球本影區內的顏色和亮度的變化。為了有效紀錄與描述，法國天文學家安德烈·路易·丹戎（André-Louis Danjon）在1921年提出了用於描述月全食期間月球外觀和亮度，共分成五個級別的丹戎量表，如圖6。

丹戎量表的各級評量定義如下：

- ①L0：非常暗的月全食。月球幾乎看不見，尤其是在食甚的時候。
- ②L1：黑暗的月全食。表面的顏色為灰色或褐色，月面的細節必須很仔細觀察才能分辨。
- ③L2：深紅色或鐵鏽色的月食。本影中央特別黑暗，而本影外緣相對顯得明亮。

④L3：磚紅色的月食。本影的邊緣通常較明亮或呈現黃色。

⑤L4：非常明亮，紅銅色或橙色的月食。本影的邊緣非常明亮，且可能帶有藍色。

L值的量測可以在月全食的任何時段進行，但要有效的呈現月全食的狀態，至少要測量初虧、食甚和生光三個時段的丹戎值。這種評量是很主觀的，不同的觀測者對同一次的月全食測定的L值可能會不同。此外，月球表面的不同地區可能會有不同的L值，具體取決於它們與地球本影中心的距離。

## 月面地形可見度

或許是因為丹戎量表的評級不夠客觀，美國天文學家威拉德·費舍爾（Willard J. Fisher）在1924年提出在月全食時依照裸眼與不同儀器可見的地形為依據判別的三級分類：

- ①G0：肉眼可見一些光亮的斑點，或雙筒望遠鏡可見月海和一些其它的細節。
- ②G1：需要5公分（2英寸）到15公分（6英寸）的望遠鏡才能看見細節。
- ③G2：需要比15公分更大的望遠鏡才能辨認細節。

因此，在評量月全食的丹戎值時，以月面地形可見度來輔佐，可以更明確的判定月全食期間的月球表面亮度。

圖 6



丹戎量表級別評量參考圖。圖片來源：Sky and Telescope.org

## 星等測量

食既之後，可以利用星野中一些已知星等的恆星來估計月球的星等。但由於月球是個半度大小的圓盤面，因此要以目視來與恆星的光點比較星等是有難度的。解決之道是故意讓望遠鏡失焦，使星點也呈現盤狀來做比較。或是將雙筒望遠鏡倒過來看，讓月球的影像縮小，減少兩者在視大小上的差距，再來與恆星比較。

然而，無論用何種方法，都很難讓恆星呈現盤面時能與月球的大小相近，因此事前的練習相當重要。只有在事前做過練習，了解觀測時的減光係數，才能在月全食階段得到較準確的星等。

## 進階觀測：接觸計時

前述的丹戎量表、地形可見度、星等測量，都是只適用在月全食階段的觀測。在偏食階段可以進行的是要求更精準的接觸計時。這裡所謂的接觸計時不只是月球邊緣與本影邊緣接觸的4個時間點，而是月面上可分辨的地形特徵，主要是環形山，與地球本影邊緣接觸與脫離的時間，如表1。

偏食階段的接觸計時被月全食分成兩個段落：在初虧到食既之間觀測的是各個地形特徵進入地球本影的現象，在生光之後到復圓之前觀測的是這些特徵離開地球本影的現象。而要進行接觸計時的觀測不僅需要熟悉月面的地形，也要知道各個環形山與地球本影接觸和脫離的時間，以及先後的順序。依據這些資料預先擬定觀測計畫，才能順利進行觀測。

在預報表中有許多環形山與地球本影接觸或脫離的時間太接近，甚至有兩個或三個環形山同時間進入或離開地球本影。對這些環形山的接觸計時就得預先有所取捨，免得到時因不能兼顧而影響到觀測的精確性。

由於這些環形山都有可以量測的尺寸，所以實際觀測時可以比照月全食的接觸計時，紀錄類似初虧與食既，即接觸開始與完全遮蔽環形山的兩個時間點，然後取其平均做為類似食甚的時間點；或者只記錄接觸與完全遮蔽的時間之一。但無論你採取哪一種方式，重要的是要一致，不能混用，並且在觀測報告中要說明是採用哪種方式。環形山離開地球本影時的紀錄也是一樣，可以比照生光與復原的狀態來記錄。

想要進行環形山接觸計時的觀測，又擔心對其在月面的位置不熟悉的新手，可以參考Eclipse Calculator 2.0這個App，它有一個選項：隕石坑計時，就提供了上表的訊息，並且有標示出環形山位置的圖，可以參考來擬訂觀測計畫。

此外，從表中可以看出，在不到一小時中就有33次的接觸事件；因此單憑一己之力是不可能完成的。至少需要兩個人合作，一人負責觀看，一人負責記錄；並且對預報上時刻接近或同時間發生的接觸事件，必須有所取捨。所以，要完成全部33個環形山的目視觀測紀錄，就必須組織一個觀測隊，妥善的安排好每位隊員的工作，共同進行這項觀測。

最後提醒，天文學是靠天吃飯的科學。但天氣狀況不是我們能掌控的，所以只能祈禱9月8日是個好天氣。還有，預測不是百分之百的準確，誤差在所難免，所以一定要在預報時刻之前至少5分鐘就盯緊目標。同時，也別忘了適應月球的亮度，才能順利地進行觀測。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

### 附註：

日食先生弗雷德·埃斯佩納克 (Fred Espenak) 是NASA日月食網站的前負責人，退休後自己建立日月食網站，採用JPL DE430星曆表預報日月食。而NASA的資料是使用VSOP87/ELP2000-85星曆表。因此兩者的預報數值略有不同。

表 1 地影接觸計時預報

中文名稱	英文名稱	遮蔽	中文名稱	英文名稱	出現
里希+A3:C34奧利	Riccioli	00:33	里希奧利	Riccioli	02:57
格里馬爾迪	Grimaldi	00:35	格里馬爾迪	Grimaldi	02:58
阿利斯塔克	Aristarchus	00:35	西卡爾德	Schickard	02:59
克卜勒	Kepler	00:41	比利	Billy	03:02
比利	Billy	00:43	坎帕那司	Campanus	03:09
皮特阿斯	Pytheas	00:46	阿利斯塔克	Aristarchus	03:09
柏拉圖	Plato	00:48	克卜勒	Kepler	03:10
哥白尼	Copernicus	00:48	第谷	Tycho	03:14
提默洽里斯	Timocharis	00:48	皮塔屠斯	Pitatus	03:16
阿基米德	Archimedes	00:52	哥白尼	Copernicus	03:19
奧托利克斯	Autolycus	00:54	皮特阿斯	Pytheas	03:20
亞里斯多德	Aristoteles	00:56	提默洽里斯	Timocharis	03:24
坎帕那司	Campanus	00:57	柏拉圖	Plato	03:27
歐多克斯	Eudoxus	00:57	阿基米德	Archimedes	03:28
西卡爾德	Schickard	00:58	奧托利克斯	Autolycus	03:31
馬尼呂斯	Manilius	01:01	馬尼呂斯	Manilius	03:34
門樂勞斯	Menelaus	01:03	亞里斯多德	Aristoteles	03:35
皮塔屠斯	Pitatus	01:03	歐多克斯	Eudoxus	03:36
恩狄彌翁	Endymion	01:04	狄尼修	Dionysius	03:37
阿特拉斯	Atlas	01:05	門樂勞斯	Menelaus	03:37
波西多尼烏斯	Posidonius	01:05	弗拉卡斯托留斯	Fracastorius	03:39
普林尼	Plinius	01:07	捷奧菲里斯	Theophilus	03:39
狄尼修	Dionysius	01:07	普林尼	Plinius	03:41
維特魯維亞	Vitruvius	01:09	波西多尼烏斯	Posidonius	03:42
第谷	Tycho	01:09	阿特拉斯	Atlas	03:43
肯索理努斯	Censorinus	01:14	恩狄彌翁	Endymion	03:43
捷奧菲里斯	Theophilus	01:15	肯索理努斯	Censorinus	03:44
普羅克呂斯	Proclus	01:15	維特魯維亞	Vitruvius	03:44
塔朗地烏斯	Taruntius	01:18	戈克利尼斯	Goclenius	03:47
弗拉卡斯托留斯	Fracastorius	01:19	梅西耶	Messier	03:49
梅西耶	Messier	01:20	普羅克呂斯	Proclus	03:50
戈克利尼斯	Goclenius	01:21	塔朗地烏斯	Taruntius	03:50
朗格林諾斯	Langrenus	01:25	朗格林諾斯	Langrenus	03:52

附件 月全食丹戎值評量表



### 評估月全食的丹戎值

丹戎量表是觀測者用來描述月全食階段所見的月球外觀，主要是其呈現的亮度與顏色。

最好用肉眼來進行評估，但也不排除用雙筒望遠鏡或小型望遠鏡來進行。除了在食甚期間進行評估，也要在全食開始(食既)之後和結束(生光)之前也該進行評估。在進行評估時如果有使用儀器，紀錄中除了時間和評級值之外，也需要說明儀器的種類和規格(口徑、焦長、倍數)

請使用下面的評級標準，為月全食的三個關鍵點進行評估。

- L0：非常暗的月全食。月球幾乎看不見，尤其是在食甚的時候。
- L1：黑暗的月全食。表面的顏色為灰色或褐色，月面的細節必須很仔細觀察才能分辨。
- L2：深紅色或鐵鏽色的月食。靠近本影中央特別黑暗，而靠近本影外緣相對顯得明亮。
- L3：磚紅色的月食。靠本影邊緣的一側通常較明亮或呈現黃色。
- L4：非常明亮，紅銅色或橙色的月食。本影的邊緣非常明亮，且可能帶有藍色。



**食既階段(全食開始後)**

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_

儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_ 倍數 \_\_\_\_\_

雙筒望遠鏡：\_\_\_ X \_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_

L = \_\_\_\_\_

**食甚階段(食最大)**

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_

儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_ 倍數 \_\_\_\_\_

雙筒望遠鏡：\_\_\_ X \_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_

L = \_\_\_\_\_

**生光階段(生光之前)**

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_

儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_ 倍數 \_\_\_\_\_

雙筒望遠鏡：\_\_\_ X \_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_

L = \_\_\_\_\_

觀測者：

E-mail：

若有興趣利用本頁的丹戎量表，觀測並記錄9月8日月全食的個人或團體，煩請點選以下連結載入丹戎量表的pdf檔案，自行列印使用。也歡迎您與天文館分享您的結果。

# 神秘的月球地平線輝光

當太陽接近月球地平線時，登陸月球表面的太空人與探測器，都曾在地平線上觀察到神秘的光暈，在這個看似空無一物的月球表面上，這種現象是如何形成的呢？

文／賴彥霖

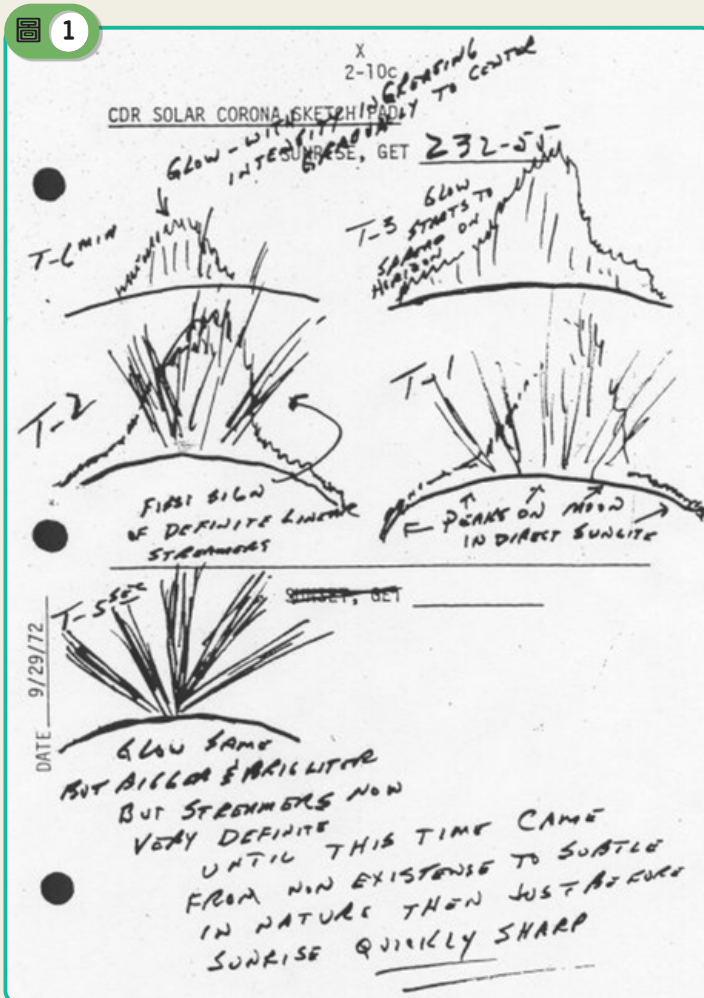


2025年3月2日，Firefly公司的藍色幽靈（Blue Ghost）登陸器在月表成功著陸，回傳的影像顯示出日落後的不尋常光輝。影像來源：NASA

## 月球地平線輝光的發現

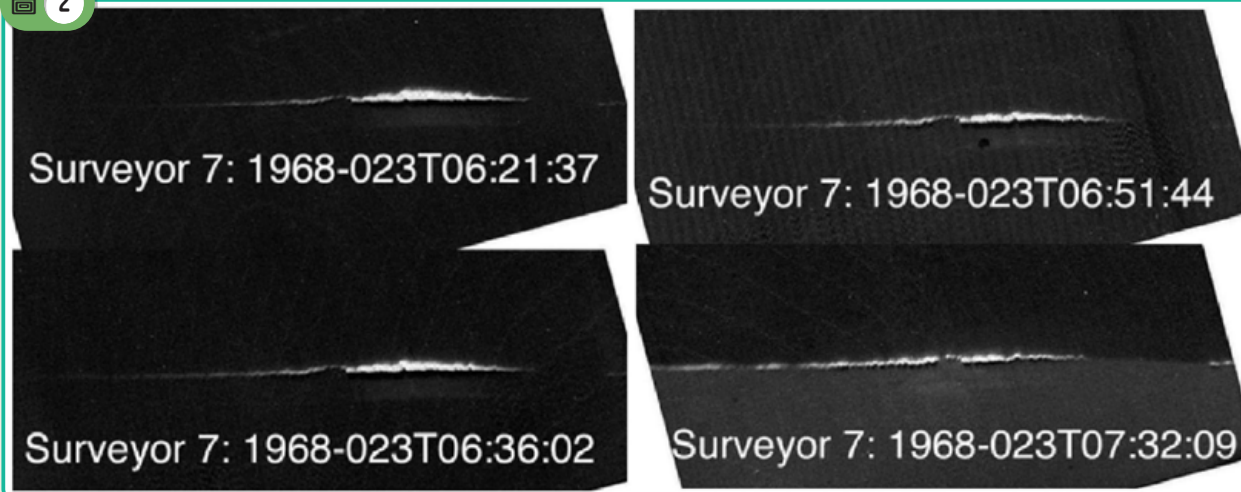
月球地平線輝光（Lunar Horizon Glow，簡稱LHG）指的是太陽接近地平線時，月面邊緣上方出現的微弱光芒。阿波羅8、10與15號太空人曾在月球上日出和日落時多次瞥見這道神秘光帶；不過，最具體的記錄來自阿波羅17號指揮官尤金·塞爾南（Eugene Cernan）的手繪圖，如圖1。他於1972年9月29日繪製的觀測草圖，因當時相機的曝光與動態範圍有限，無法直接成像，塞爾南便以手繪方式記錄了他在月球軌道的太空艙內，觀察到日出前月球地平線上方出現神秘光暈的過程，從最初微弱的亮弧，到逐漸發展為放射狀、清晰可辨的「光束」。

事實上，早在阿波羅計畫之前，1960年代的無人探測器「測量者7號」（Surveyor 7）便在月球日落後約一小時拍攝到沿西方地平線的微弱亮帶，如圖2。自此，月球地平線輝光成為月球科學的重要懸案。當時主流解釋認為，該亮帶源自近地表微米塵埃粒子對太陽光的散射，暗示月面上方存在一著層極為稀薄的塵埃薄霧；這一線索也開啓了對月表懸浮塵埃研究。



阿波17號太空人尤金·塞爾南的月球地平線輝光手繪圖。圖片來源：NASA/Apollo 17 astronauts

圖 2



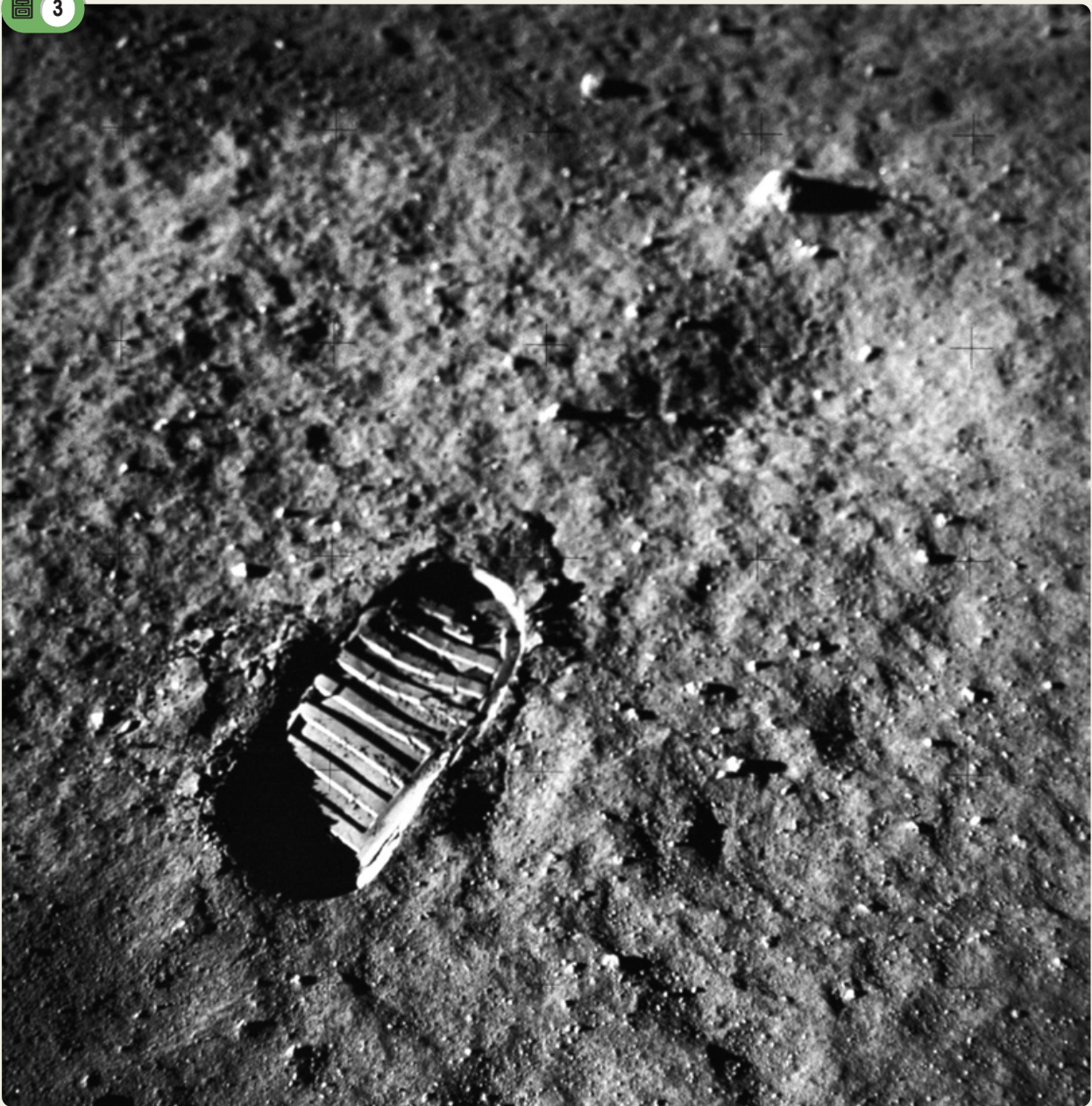
測量者7號觀測到的月球地平線輝光。影像來源：The Planetary Society

## 月球表面的懸浮塵埃

為了解開地平線輝光之謎，科學家把目光投向月球表面的月壤（lunar soil）。月壤是月球表層未固結的細碎物質，如圖3，其厚度依地點不同而異，一般從幾公分到數公尺不等。月壤主要由岩石風化碎屑、玻璃質顆粒與細微塵埃所構成，與地球上的泥土在成因與性質上有極大差異。地球土壤的形成涉及水、空氣的侵蝕風化作用，而月壤的成因主要

來自玄武岩及斜長岩的物理風化。月球上的岩石在反覆遭受微流星、太陽風高能粒子和宇宙射線轟擊，被粉碎、瞬間高溫熔融，接著快速冷卻，形成富含玻璃質的微粒。隨著時間推移，這些碎屑不斷被再次撞擊、磨損，變得更加細碎。其顆粒直徑通常在數十微米以下，遠比地球上的沙粒還要細小且許多顆粒形狀尖銳不規則。此外由於月表暴露在宇宙電漿環境中，這些表面塵埃都帶有靜電且具有黏著性。

圖 3



月球表面的月壤，顆粒遠比地球上土壤細小，且顆粒形狀尖銳不規則。影像來源：NASA

圖 4



實驗室模擬月球塵埃因靜電力而彈射離開地面。圖片來源：Science Alert

然而，若要在月球表面產生如薄霧般的塵埃懸浮現象，光是細小塵粒的存在還不夠，還需要能將這些塵粒舉離地面的機制。不同於地球有濃厚大氣與風的作用，月球表面幾乎真空，不存在可吹起塵埃的氣流。因此，月塵之所以能夠從地表揚起、懸浮甚至短暫漂浮於空中，主要仰賴兩種自然機制：**靜電力作用與微流星體撞擊**。

在月球的**白天**，月表的塵埃受到太陽光照射而放出光電子，因此會讓日間的塵埃粒子帶正電，但到了**夜晚**，少了光子把電子帶走，且來自太陽風的電子則更容易沉積在表面，讓地

面偏**負電**。這種日夜交替造成的帶電差會在晨昏交界形成強烈的表面電位梯度與局部強電場，此電場可達數百伏特，塵埃顆粒會在靜電排斥下被推升到數公里高空，形成「塵埃噴泉」現象。為此，科學家們在實驗室裡模擬了月球表面塵埃因靜電力而彈射離開地面，如圖4，並推估塵埃大小與抬升高度的關係。

除了靜電力的影響外，**微流星體撞擊**也是月塵揚起的重要機制。月球大約每天會有約幾噸的微流星，用數十公里每秒的速度撞擊月球表面，這些高速微流星體會將撞擊點周圍的岩石或塵埃撞碎並拋射到空中，也會形成短暫的塵埃雲，當有流星雨來臨時，這個現象會更為明顯。

## 其他可能之成因

除了月表懸浮塵埃對陽光的散射之外，造成月球地平線輝光的可能來源至少還有三類，第一是來自**太陽日冕**的餘光：當太陽貼近月緣時，可能因為繞射或是日冕本身的亮度就很高，即使太陽本體被月球擋住，仍可能有一圈亮弧在月緣。第二是黃道光，黃道光是太陽系黃道上遍布的微細塵粒，受到太陽照射後散射出來的光芒，在特定方向上（如太陽、月球、觀測者成一直線），黃道光有可能出現在月緣上，也可能會出現類似月球地平線輝光的現象。第三是觀測**儀器的效應**，鏡頭內反射的鬼影與雜散光造成的光暈、感測器殘影非線性以及遮光罩不良或相機指向控制不佳，都可能製造假訊號，造成月緣亮光。總而言之，要區分這些來源，需結合**表面與軌道多點同步**觀測、搭配電場與塵埃資料來分析才能了解真實月球地平線輝光的成因。

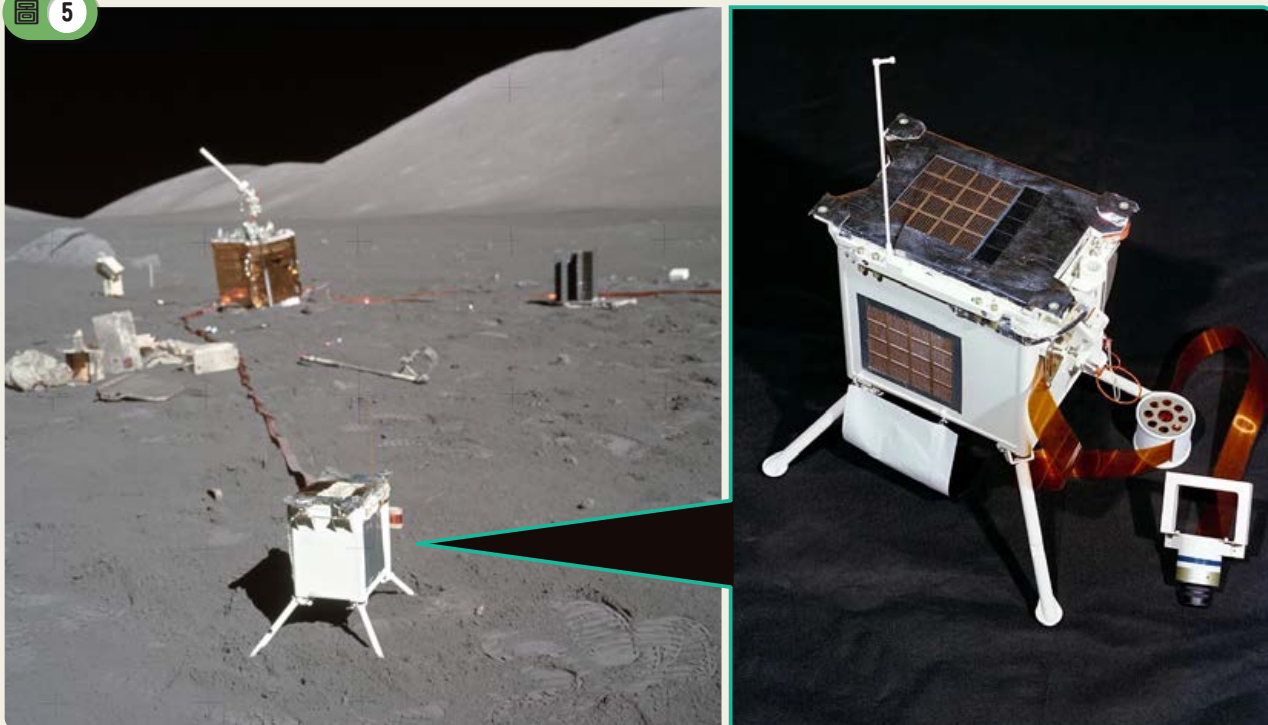
## 太空任務與觀測

阿波羅計畫之後的數十年間，科學家持續尋找月球地平線輝光與懸浮塵埃的證據。NASA的

克萊門汀號（Clementine）在1994年繞月期間，嘗試用照相機找尋出現在月球邊緣的亮帶，雖在影像中隱約看見跡象，但訊號多被更亮的太陽日冕與黃道光淹沒，難定下結論。NASA的月球探測軌道飛行器（LRO）則在2011年特別讓太空船進入月球陰影區，利用照相機和紫外光譜儀對月緣進行長時間曝光，以尋找塵埃散射造成的亮光。結果只見到極低的訊號，低於儀器可檢測下限，因此即使塵埃造成的輝光存在，其亮度也非常微弱，更像是一層薄薄的朦朧光暈，而非肉眼輕易可見的強光帶。

與此同時，重新檢視阿波羅時期的現地觀測也提供了線索。阿波羅17號在月海部署的月球拋射體與流星體實驗儀（LEAM），如圖5，原設計用來量測微流星體撞擊，但在黎明前數小時多次記錄到「額外」粒子事件：粒子以低速、近水平方式由東或西方向飄來，與典型撞擊拋射的高速彈道不符，看起來是有其他的來源。更奇怪的是，日出後不久儀器迅速升溫，使得科學家不得不關閉儀器電源，根據後續分析推測，可能是帶電月塵黏附在儀器表面，使得表面變暗、吸熱升溫所致。雖然LEAM的運作時間有限，未能定下結論，但這些特徵與黎明時塵埃大量遷移的推測相符，被視為月表靜電塵埃活動的重要間接證據。

圖 5



阿波羅17號部署在月面的月球拋射體與流星體實驗儀（LEAM）。影像來源：NASA

進入21世紀後，科學界對月球塵埃環境展開更直接的探測。NASA在2013年發射了月球大氣與塵埃環境探測器（LADEE），如圖6，這是一艘繞月飛行的太空船，專門測量月球外氣層與塵埃分布。LADEE從2013年11月開始進行觀測，在離月表二十至一百公里的低空軌道上進行了數個月的量測。在此期間，LADEE的月塵探測儀LDEX多次測量到月面上空存在的稀薄塵埃雲。這些塵埃主要來自於微小流星高速撞擊而不是靜電力拋射，因撞擊能量高，能把細小塵埃拋到較高的高度使得LADEE能夠觀測到。

LDEX的觀測資料顯示，這層塵埃雲的密度分布隨時間和空間而變化，如圖7：清晨時段月表上空的塵埃濃度較高，這正是月球繞日運動時朝向行進方向的一側，更容易遭到迎面而來的微流星體撞擊。此外，在流星雨期間，例如每年的雙子座流星雨發生時，LDEX偵測到月球塵埃雲的密度有明顯的增加。這些現象符合微流星體流撞擊增加時，拋射較多塵埃的預期。此外，LADEE上的紫外及可見光譜儀也曾嘗試尋找塵埃散射陽光的訊號，結果並未發現任何肉眼可見的輝光現象。

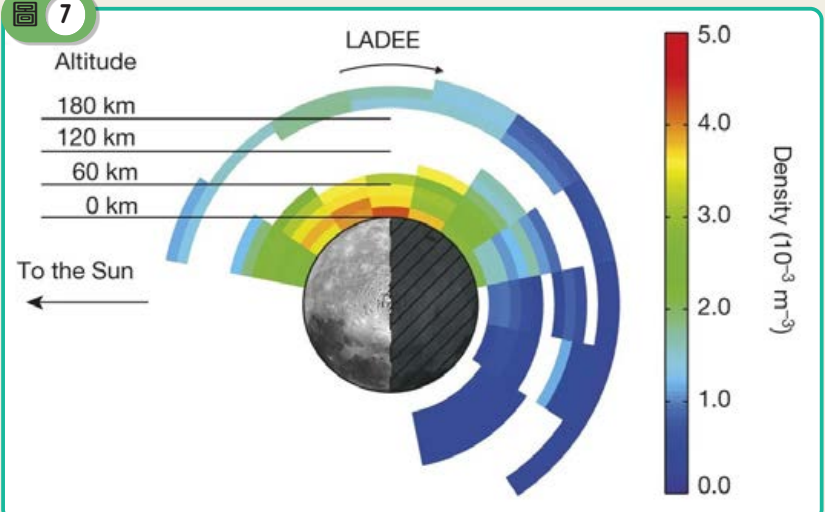
上述這些太空任務的發現，除了短暫流星雨撞擊引能夠發的大量塵埃雲之外，月球上並沒有長期持續且濃密的塵埃雲，得以產生類似月球地平線輝光的效果，因此使得阿波羅任務中觀察到地平線輝光的成因更加撲朔迷離。

圖 6



在低軌道上繞月飛行的月球大氣與塵埃環境探測器（LADEE）想像圖。圖片來源：NASA

圖 7



LADDER探測器量測到的塵埃密度時間與空間分布圖。圖片來源：Nature/A permanent, asymmetric dust cloud around the Moon, M. Horányi, J. R. Szalay, S. Kempf, J. Schmidt, E. Grün, R. Srama & Z. Sternovsky

## 未來展望

2025年3月2日，Firefly公司的藍色幽靈（Blue Ghost）登陸器，如圖8，在月表成功著陸，展開約14個地球日的科學觀測任務，並回傳了高解析月表日落影像，見圖9。從傳回的照片可看到，太陽沉入地平線後，天空並非立即一片漆黑，而是出現了細

微而複雜的光影變化。這批資料可用來檢驗半世紀來月球地平線輝光的線索：當太陽貼近地平線時，月緣是否真的出現與塵埃相關的微弱光輝。不過，判讀這些影像必須十分謹慎，因為除了近地表塵埃的散射之外，太陽日冕與黃道光在月緣的光暈，也可能產生看似相同的亮弧或光帶。因此，科學家需要以多波段觀測與扣除背景用以區分各種來源。

圖 8



藝術家筆下所展現，藍色幽靈登陸器降落至月球表面前瞬間的想像圖。圖片來源：Firefly Aerospace

藍色幽靈登陸器拍攝到日落後的不尋常光輝。影像來源：NASA

圖 9



未來數年內，阿提米斯（Artemis）登月計劃，如圖10，以及有更多商業月球酬載服務計畫（Commercial Lunar Payload Services，簡稱CLPS），它們將陸續在月球各地部署科學儀器。其中一些任務會是再次驗證地平線輝光的絕佳機會。另外，月塵本身已是對登月工程與載人探月的一大挑戰。阿波羅任務回報月塵強黏附、強磨蝕特性，容易附著於太空衣、頭盔或是光學與儀器表面，清除困難且會加速磨損；長期暴露也可能對太空人的呼吸道、眼部與皮膚造成傷害。NASA近年已制定對抗月塵規劃，並在未來任務中將加入防塵材料、除塵電極的設計，以確保人員長期駐留與月球基地設施的可靠性。

從最初阿波羅時代的偶然一瞥，到現代探測任務的專門求證，月球地平線輝光現象激發人類無盡的好奇心。如今我們了解了基本月球塵埃的特性與其靜電懸浮機制，但針對高空塵埃濃度、晨昏光散射成因等問題仍待解決。隨著人類重返月球並長期駐留的目標逐漸實現，了解神秘月球地平線輝光的科學意義不僅在於滿足好奇，更在於保障未來探索的安全，月塵所引發的種種挑戰將不可避免。在未來的任務中，或許太空人就能再次親眼目睹那傳奇的月球地平線輝光，屆時，還能利用最新的攝影器材和光學設備記錄下更清晰的證據，最終能解答這一道謎題。

賴彥霖：中央大學天文研究所博士後研究員

圖 10



在阿提米斯（Artemis）登月計劃中，準備由環繞地球軌道航向月球的獵戶座太空船想像圖。圖片來源：ESA

# 極光 — 來自太空的訊息

2024年母親節周末，全球許多地區罕見地目睹了壯觀的極光景象。地面上看不看得到極光就像觀星、賞日食、月食一樣需要天時地利，不同的是，天體運行有其規律，而極光卻是得看太陽的脾氣，更精確地說，會不會有極光的產生和太陽風與地球磁場的交互作用有關。當太陽發生如日冕物質拋射（Coronal Mass Ejection，簡稱CME）之爆發事件，或出現日冕洞（Coronal Hole）時，便可能提供合適的太陽風條件，導致地球磁場劇烈擾動，進而引發包括極光在內的各種太空天氣效應。因此，極光可說是惡劣太空天氣下的美麗產物。

文／楊雅惠

從這張由國際太空站拍攝的極光影像可以發現，由於極光是太陽風與地球磁場的交互作用所產生，因此會沿著地球磁場向外伸展，導致極光的頂部已突破至大氣層之外。影像來源：NASA

## 極光的幕後推手

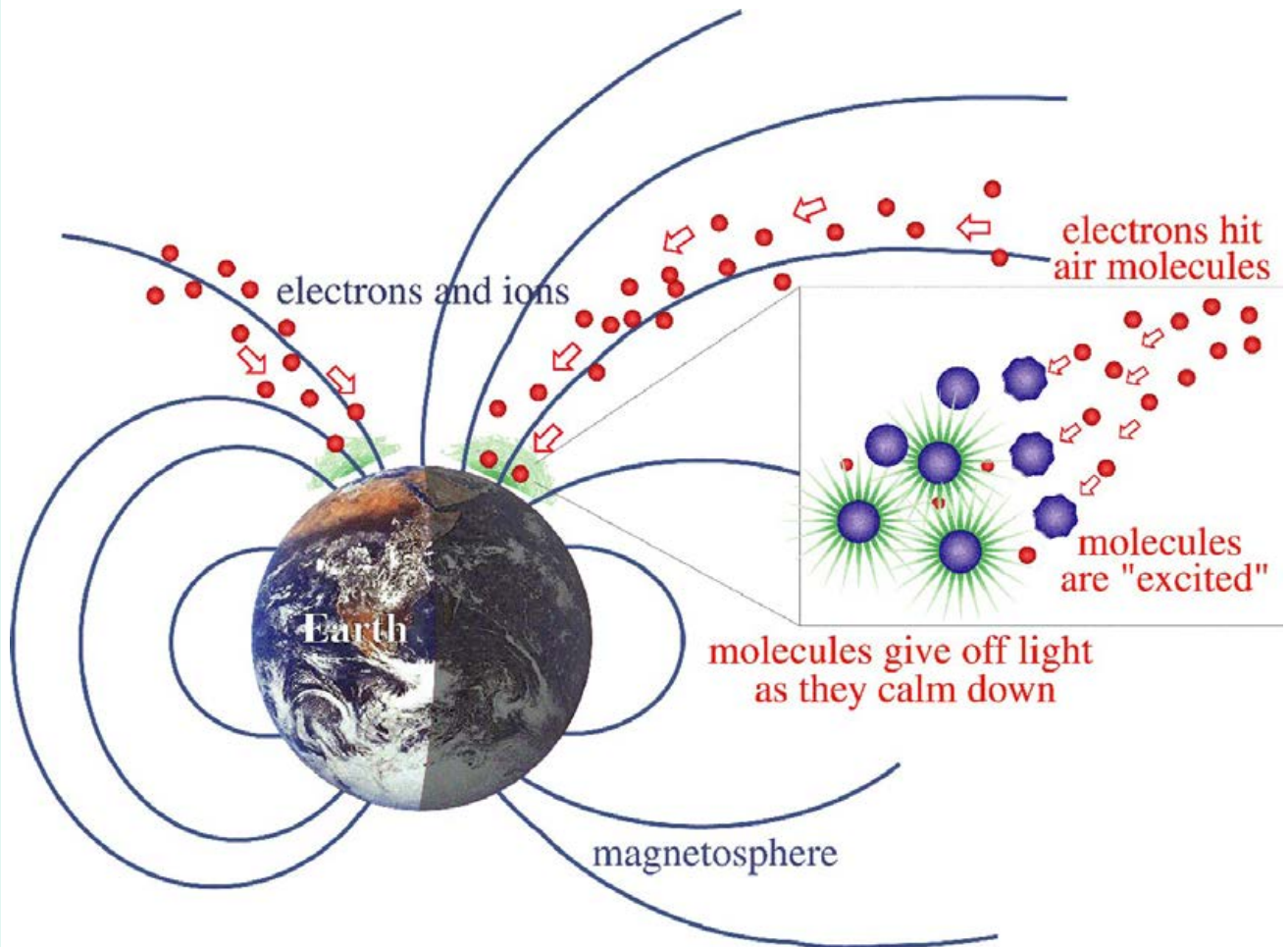
地球磁層是一個由地球磁場主導的空間區域，其最外圍的邊界稱為磁層頂（Magnetopause），能有效屏蔽太陽風電漿粒子直接撞擊地球。然而，在某些特定條件下，太陽風電漿仍能突破磁層頂的保護進入地球大氣。當太陽風中的電子與離子被地球磁場引導至高緯電離層上空時，電子會被順著磁場、方向向上的電場加速。如圖1所示，當大氣中的氣體分子或原子與這些高速電子碰撞後，會被激發至較高能階的準穩定態，並在返回基態或較低能階的準穩定態時，釋放出特定波長的光，此即為極光。除了電子外，自高空沿磁場沉降的質子，也能

被一個方向向下的電場加速而引發極光。質子造成的極光通常較黯淡，且空間分布較模糊，其與電子極光兩者可同時發生，但主要可見極光仍以電子引發的極光為主。

根據電子來源與特性，極光可分為兩大類：

- ①**分立極光（Discrete Aurora）**：呈現明亮而清晰的光帶或弧形，甚至是舞動的光簾，與行星際磁場（Interplanetary Magnetic Field，簡稱IMF）及地球磁場的交互作用有關。
- ②**擴散極光（Diffuse Aurora）**：呈現如霧氣般均勻分布的光，亮度較低，由地球內磁層中的帶電粒子運動引起。

圖 1



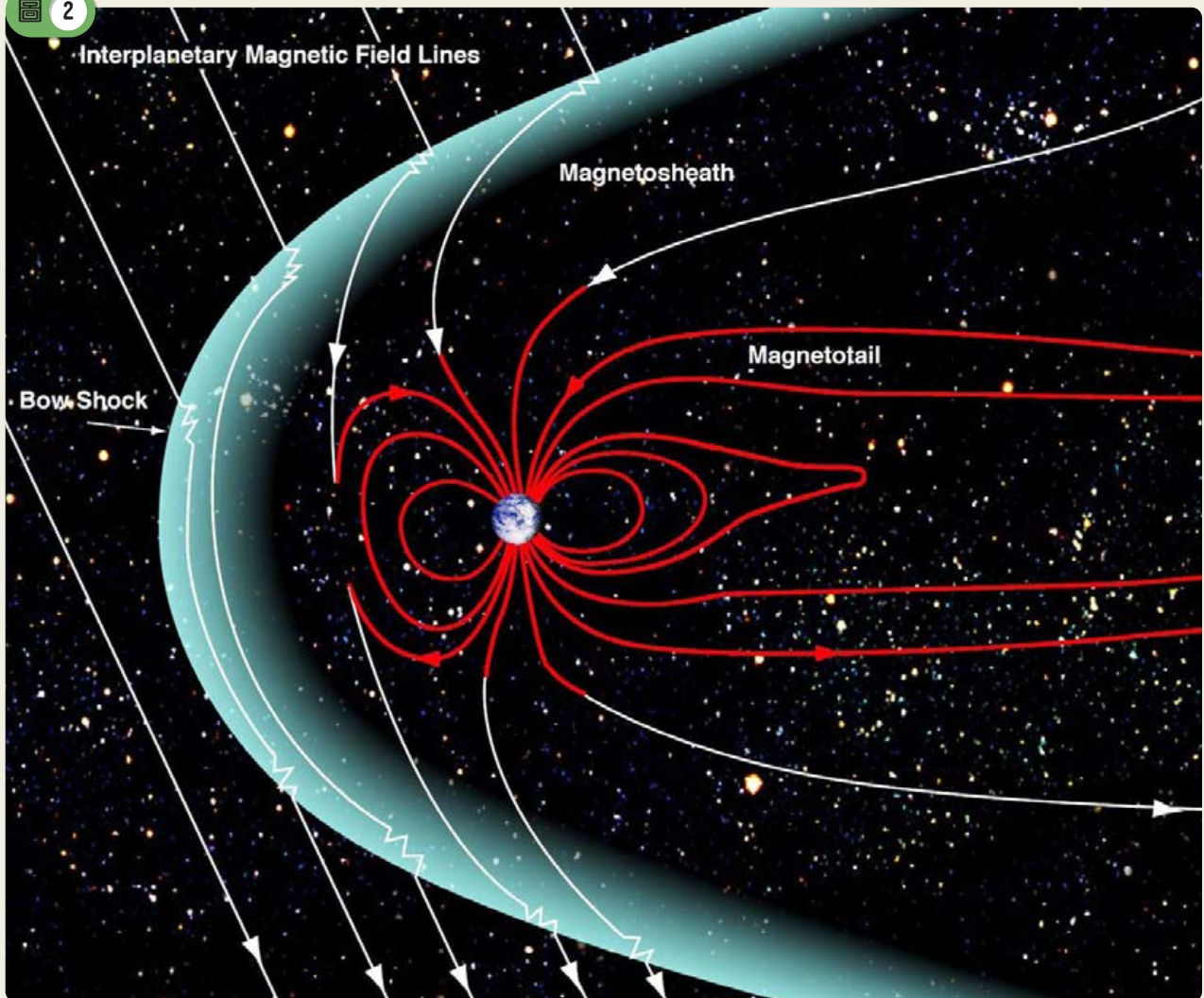
極光產生示意圖。圖片來源：NASA

在一般的太陽風情況下，只有在地球南北兩極的極尖區（Polar Cusp），太陽風電漿可以沿著磁場線進入地球高層大氣，若這些電漿粒子在極區上空被加速，則可產生日側極光。然而，由於極光的亮度遠不及太陽光，即便發生日側極光，往往不易被人眼察覺。若行星際磁場的方向與地球磁層的磁場方向相反，尤其是當南向行星際磁場隨太陽風電漿抵達地球時，如圖2所示，會在日側磁層頂引發磁場重組（Magnetic Reconfiguration），改變該處的磁場結構，使行星際磁場與地球磁場相連，這些相連後的磁場隨太陽風被帶往磁尾（Magnetotail），導致磁尾的磁場拉伸，並在磁赤道附近再次發生磁場重組，使得該處的電漿可沿著磁場，由磁尾進入地球高緯度地區上空，進一步引發夜側極光，而磁尾處的磁場在經過磁場重組後，也逐漸回復至原本的形態。上述整個過

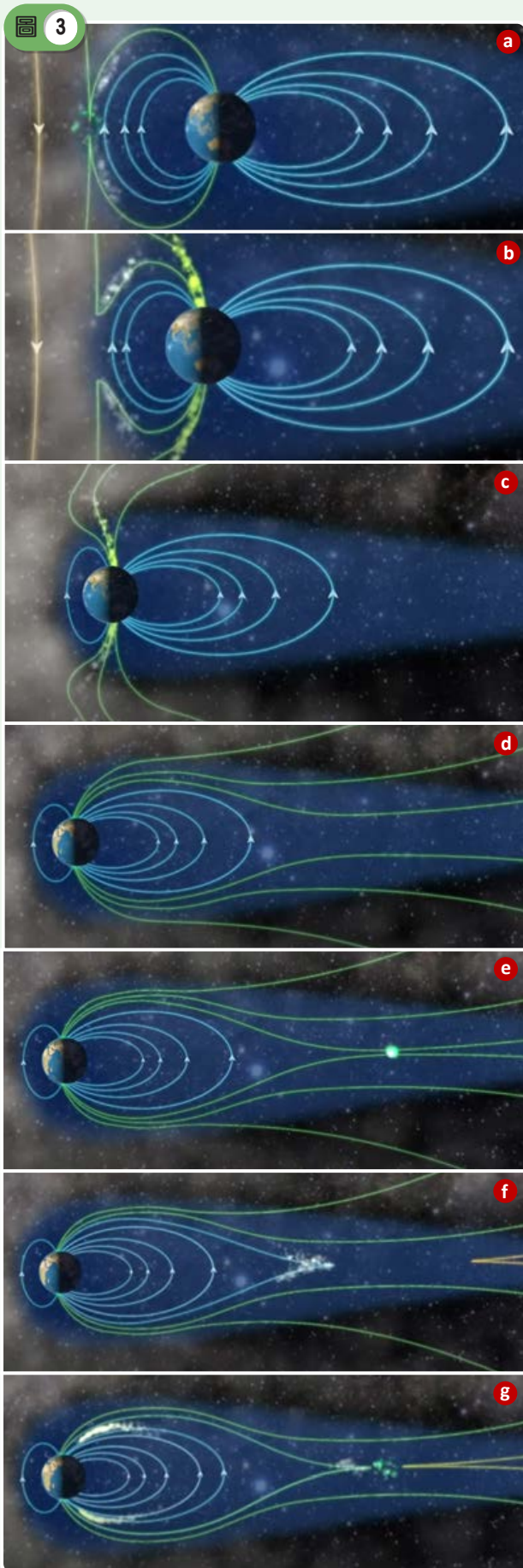
程稱為地磁副暴（Geomagnetic Substorm），如圖3，通常可透過極區附近的地磁測站偵測到對應的磁場擾動。南向行星際磁場強度愈強且持續時間愈久，造成地球磁場擾動就愈大，極光分布範圍就愈廣、強度也愈強。

此外，地球內磁層中的電漿粒子會沿磁場在南北兩極之間來回運動，若在運動過程中與其它粒子碰撞，將改變其運動方向與磁場的夾角，稱為投擲角（Pitch Angle）。當投擲角小的帶電粒子沿磁場運動至地球高緯度地區，便有可能掙脫當地磁場束縛而進入高緯地區上空，引發擴散極光。與來自磁尾的粒子相比，這些產生擴散極光的粒子能量較低，因此擴散極光往往較為昏暗。

圖 2



南向行星際磁場（白色）與地球磁層磁場（紅色）作用示意圖。圖片來源：NASA/Goddard/Aaron Kaase



### 地磁暴的過程說明圖解

當太陽風抵達地球附近，帶電粒子除了從日側進入地球南、北極大氣會產生些許極光之外，主要是被帶往地球磁尾的電漿，因磁場拉伸與重組，從地球的夜側進入大氣產生極光，過程與機制說明如下，圖片來源：NASA Video

**a** ~ **b** 南向行星際磁場隨太陽風抵達地球，開始引發磁場重組，此時些許帶電粒子會沿著磁場從日側方向往南北極移動，進入地球大氣引發些許極光。

**c** 重組的磁場，隨著太陽風通過地球而被帶往磁尾。

**d** 磁場線往磁尾方向拉伸。

**e** 從南、北往磁赤道靠近。

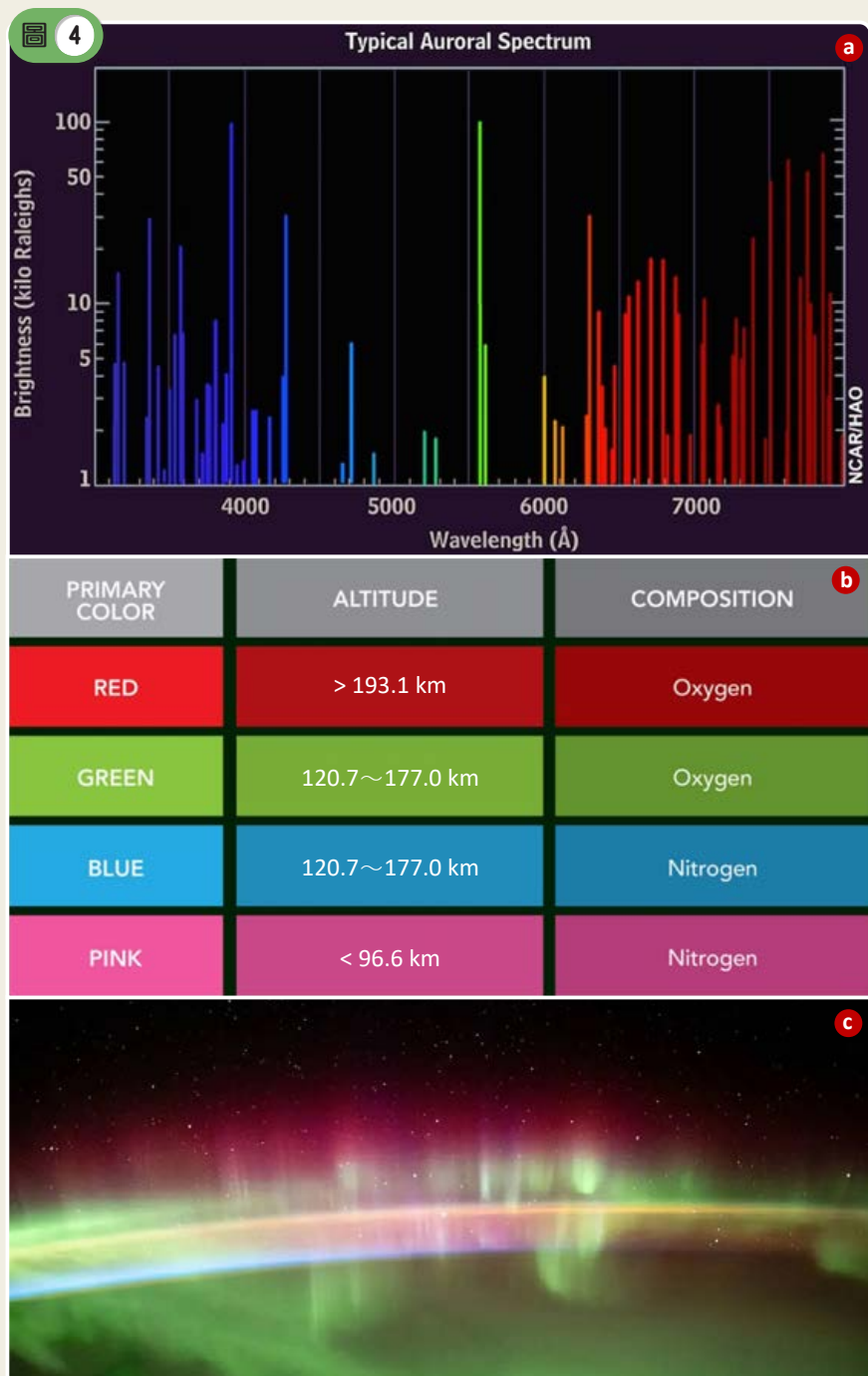
**f** 發生磁場重組。

**g** 在磁尾磁場重組處的電漿，會從地球夜側沿磁場線進入地球大氣引發極光。

## 極光的色彩密碼

極光的顏色是由多種因素共同決定的，包括：帶電粒子的能量、大氣中不同氣體隨高度的分布情形，以及大氣氣體本身的電性。帶電粒子的能量決定它們能夠進入大氣層有多深，也決定了會在哪個高度產生極光，粒子能量越高，穿透越深，越能在大氣層較低的高度產生極光。不同高度中存在著不同種類的氣體原子和分子，帶電粒子在哪个高度與哪種氣體原子或分子碰撞，會影響極光的顏色。舉

例來說，高空中的氧原子被激發後會發出綠光或紅光，氮分子則會發出紫色或藍色光。圖4顯示極光的光譜及大氣層不同高度的發生特性。各種顏色當中，以綠色極光最為常見，而在強烈地磁副暴時，則可見到血紅色或紅綠相間的極光。另外，大氣氣體密度也是影響極光能否產生的重要因素。在高層大氣中，由於氣體密度較低，原子與分子間的碰撞機率小，帶電粒子與氣體作用後產生的光容易被穩定釋放出來。但在較低的大氣層中，氣體密度較高，原子和分子間頻繁的碰撞可能會中斷激發態的發光過程，而使極光不易形成。

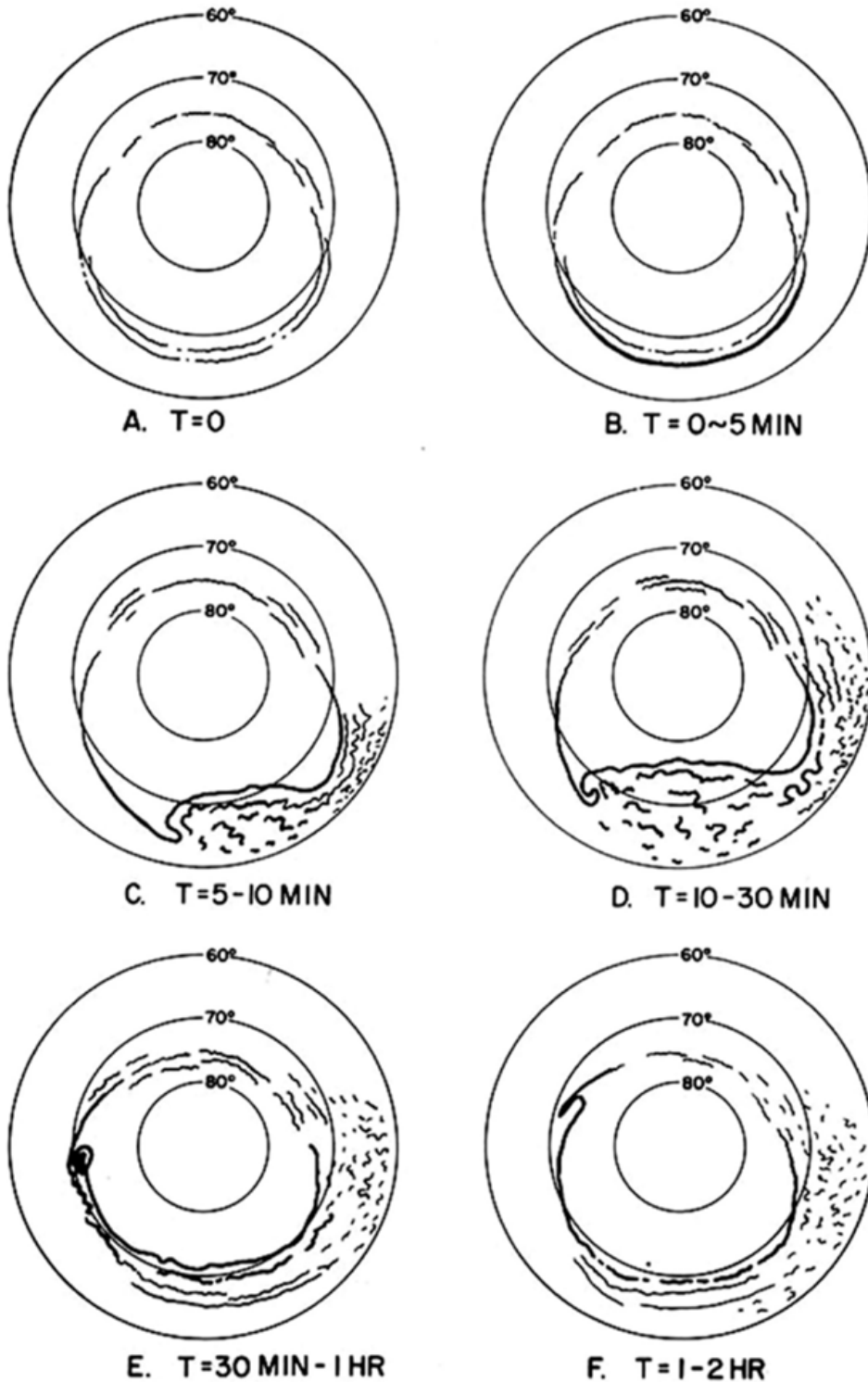


## 太空中的極光

由於極光空間分布範圍廣，地面上單點觀測難以掌握極光的全貌。為了瞭解極光的演化過程，科學家赤祖父俊一 (Syun-Ichi Akasofu) 早期利用

地面多處測站的全天相機記錄，檢視磁副暴期間各測站的同步極光影像。觀察到極光會先出現在子夜區域並朝高緯地區擴展，而後逐漸往晨側方向移動及低緯地區擴展，繪製出極光隨時間演化的經典圖像，如圖5。

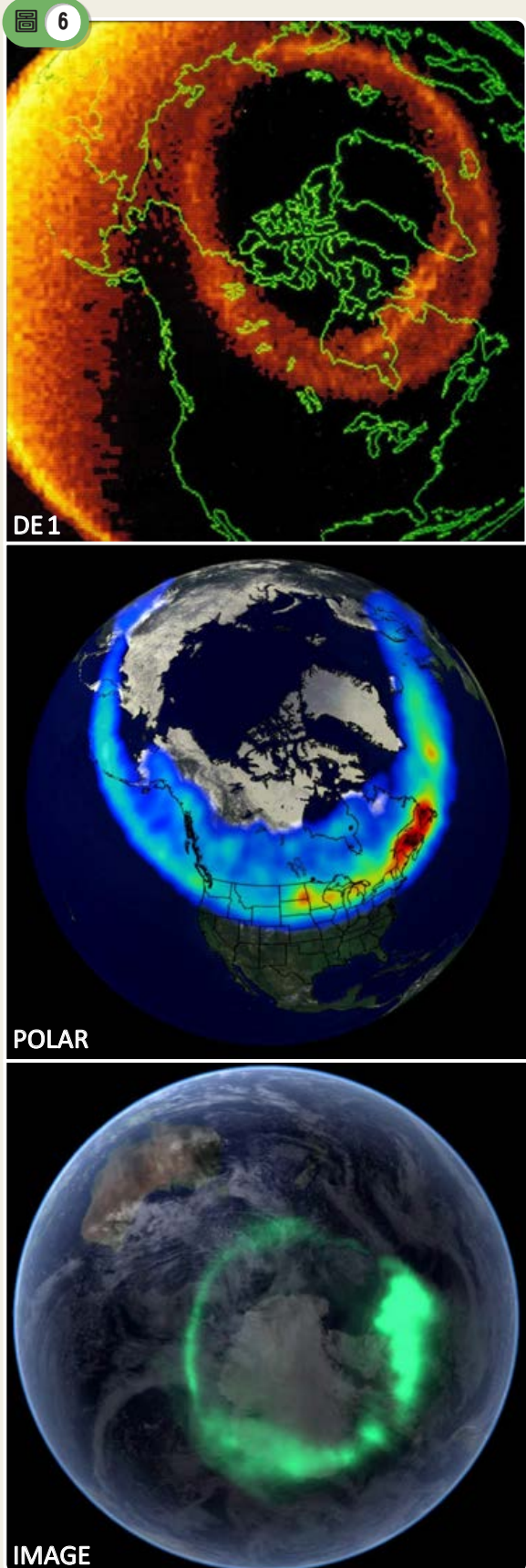
圖 5



科學家赤祖父俊一繪製之極光隨時間的演化圖像。圖片來源：S.-I. Akasofu (1964)

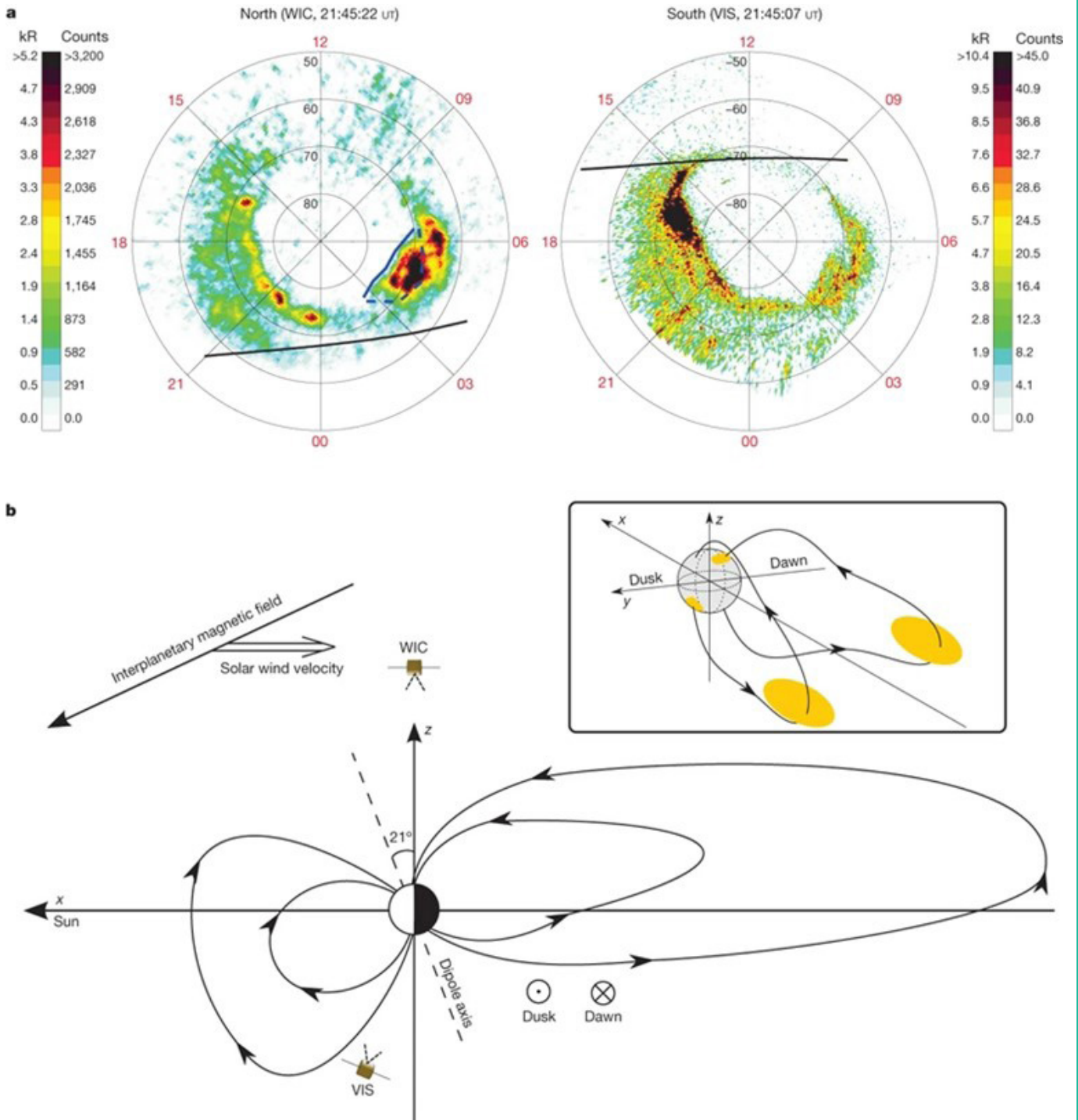
在太空中觀測極光時，常利用可見光與紫外線波段來進行探測，例如早期的DE 1 (Dynamics Explorer 1)、POLAR、IMAGE (Imager for Magnetopause-to-Aurora Global Exploration) 等人造衛星，皆曾用於極光觀測，見圖6。圖中所示的極光影像經套色處理後，可清楚看出極光的分布範圍，稱為極光橢圓圈 (Auroral Oval)，以及極光強度在日側與夜側的差異，呈現明顯的不對稱特徵。若能利用兩顆分別穿越南北極區的人造衛星，在同一時間進行同步觀測，便能比較並解析南北兩極的極光結構，圖7即為一觀測實例，其中北半球的極光影像來自IMAGE衛星，南半球則由POLAR衛星所獲得。從圖中可看出，南北兩極的極光皆呈現明顯的日、夜側空間分布差異，另可看到北半球的極光在清晨側較為強烈，而南半球最強的極光則出現在黃昏側。這種南北不對稱現象可以解釋為，來自磁尾不同區域的電漿沿著不同的磁場線，分別流入南北極區的上空，因而造成極光強度與分布的不同。此外，若將人造衛星上的現地磁場量測結果，與地面測站全天相機所拍攝的極光影像，如圖8，結合分析，將有助於瞭解極區上方磁場形態與極光演化發展的關係。

除了地球之外，太陽系中其它擁有磁場的行星—如木星、土星、天王星、海王星—也會產生極光現象。這些行星的極光與地球類似，主要源自於太陽風與磁層的交互作用，但也可來自其衛星所釋放的電漿粒子。舉例來說，位於木星磁層中的木衛一，因其劇烈的火山活動，持續噴發出電漿，這些帶電粒子被木星磁場捕獲後，成為木星極光的重要來源之一，並對極光的形態與變化造成影響。近年來，韋伯太空望遠鏡 (James Webb Space Telescope) 利用近紅外波段成功捕捉到木星極光活動的影像，如圖9 a、b，並與哈伯太空望遠鏡同步拍攝的紫外線影像進行比較，發現兩者之間呈現出明顯差異。目前科學家正著手分析這些差異背後的成因，深入探討不同波段所觀測到的極光現象。對此研究有興趣的讀者，可參閱Nichols等人於2025年發表的論文。此外，韋伯太空望遠鏡的近紅外觀測亦證實了海王星存在極光活動，如圖9 c。



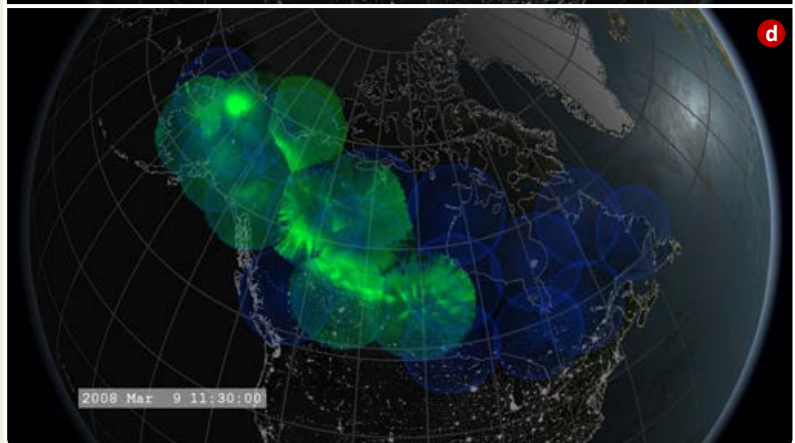
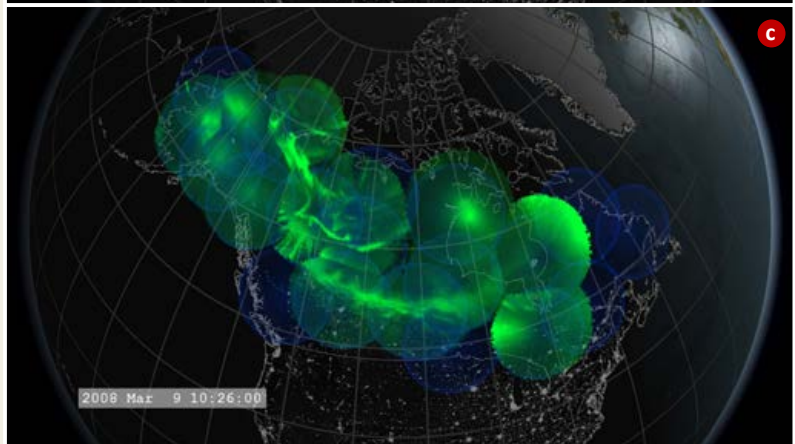
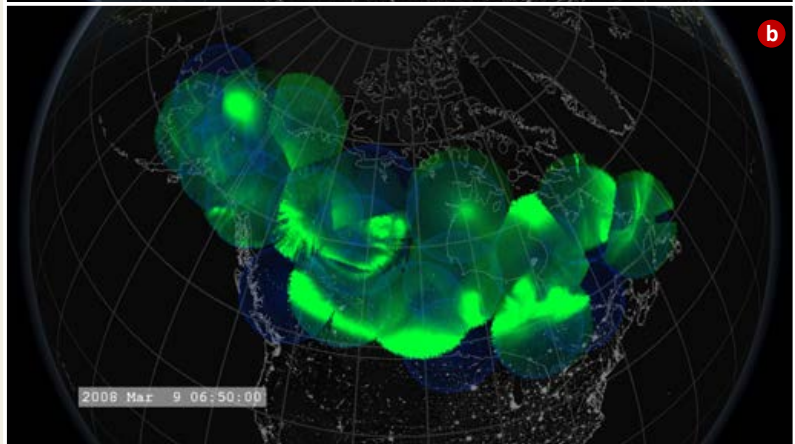
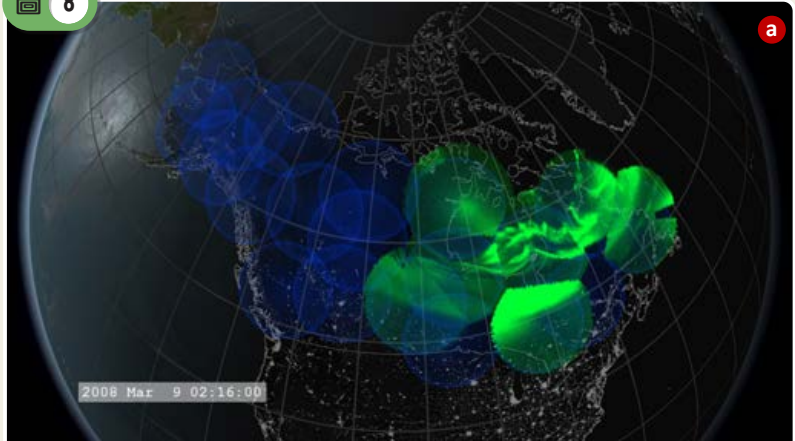
人造衛星DE 1、POLAR、IMAGE之極光觀測實例。影像來源：NASA

7

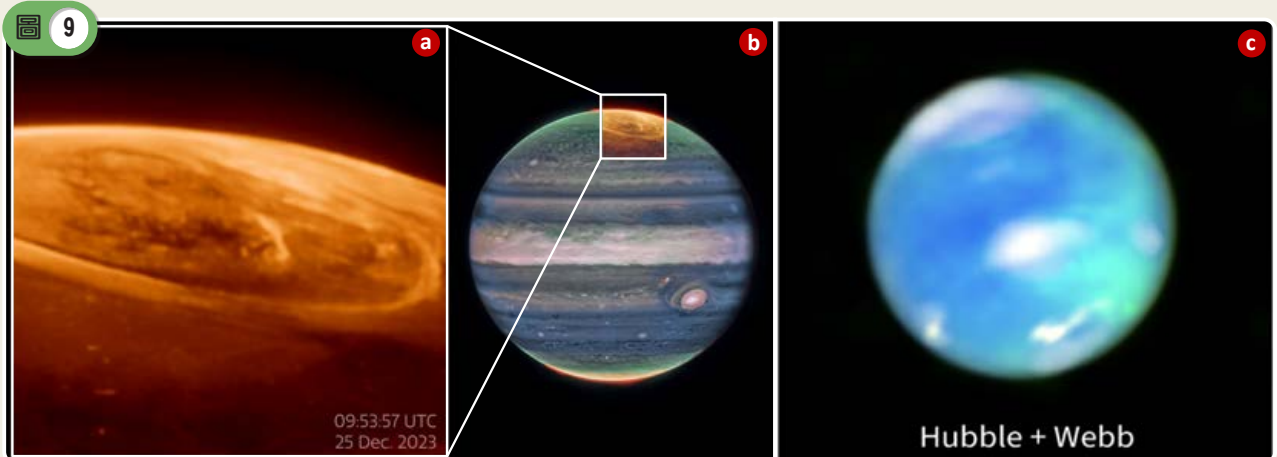


南北兩極不對稱極光結構的觀測實例之一。圖照來源：Laundal and Østgaard (2009)

8



THEMIS衛星地面測站之全天相機拍攝的極光演化影像，由 a 至 d 依拍攝時間順序排列。影像來源：NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio

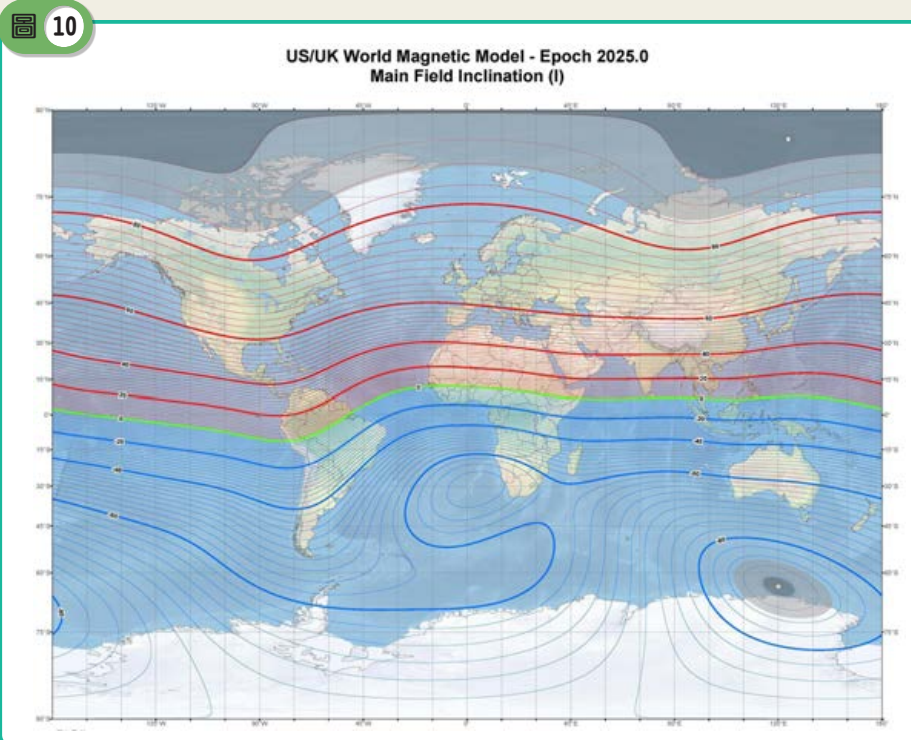


韋伯太空望遠鏡拍攝之 a、b 木星與 c 海王星的極光活動。影像來源：NASA/Webb

## 低緯度極光

極光通常出現在高緯度地區，特別是接近地磁極的兩極區域。然而，當南向的行星際磁場強度增強、太陽風速度加快、電漿密度升高時，會引發劇烈的地磁擾動，導致極光可見範圍向低緯度擴展，甚至出現在平常難以觀測到的地區，近年來便有數次罕見的低緯度極光事件。根據spaceweather.com的報導，2023年4月23、24日、2024年5月10、11日，以及2024年10月10、11日，全球多個低緯度地區皆出現極光現象。其中，2023年4月的極光曾南至美國與墨西哥邊境城

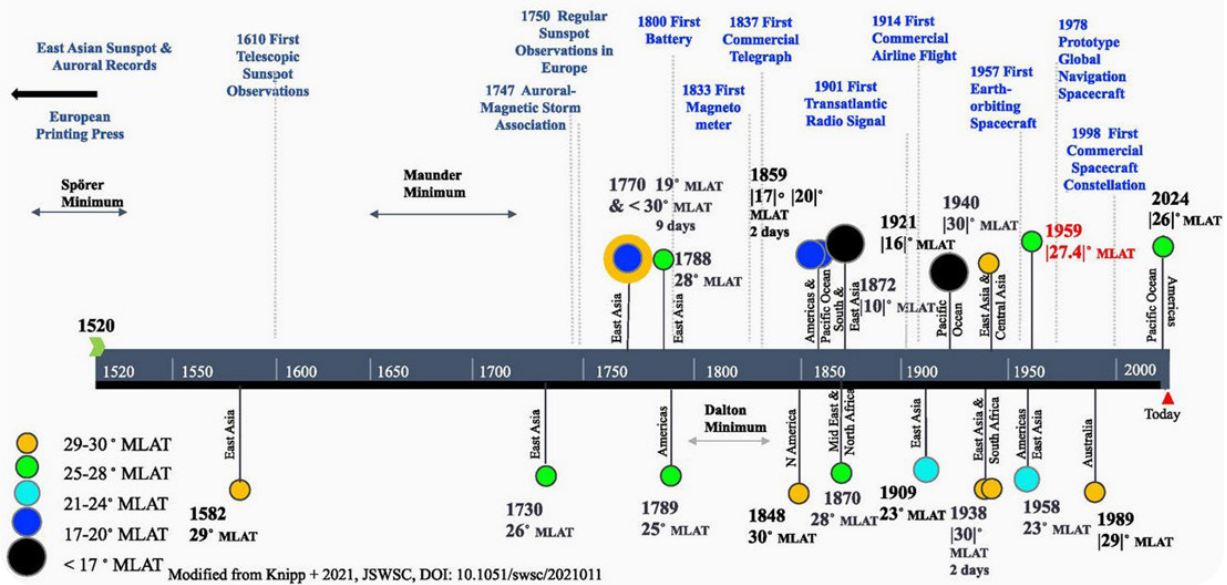
市Terlingua，其地理緯度僅 $29.5^{\circ}\text{N}$ 。而2024年5月與10月的極光活動更強，連位於緯度 $23.2^{\circ}\text{N}$ 的墨西哥城市Mazatlán都能目睹壯麗的極光景象。值得注意的是，雖然墨西哥與臺灣在地理緯度上相近，但在地磁緯度上卻有顯著差異。根據圖10顯示的地磁傾角分布，墨西哥位於約 $51^{\circ}\text{N}$ 的地磁緯度，而臺灣僅約為 $35^{\circ}$ ，因此即便處於類似的地理位置，臺灣在這兩次極光盛會中仍難以觀測到極光。2024年5月的極光甚至擴展至地磁緯度約 $26^{\circ}$ ，創下近500年來低緯度可見極光的記錄之一，如圖11。



地磁傾角全球分布圖。圖片來源：NOAA

圖 11

## 500 Years of Space Weather Storms with Aurora Visible at or Equatorward of 30° Magnetic Latitude



近500年低緯度可見極光記錄。圖片來源：spaceweatherarchive.com

根據美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration，簡稱NOAA）所制定的太空天氣分級標準，如圖12所示，上述的2023年至2024年間的三次大規模極光事件，分別對應G4（劇烈）與G5（極端）等級的地磁暴，這些事件皆與朝向地球正面而來的日冕物質拋射有關。圖13展示2024年5月與10月兩次極光事件期間的太陽風環境與相關日冕物質拋射，其中太陽風數據來自位於0.99 AU的DSCOVR衛星，而日冕物質拋射則取自SOHO衛星LASCO酬載上的C3日冕儀，製作成連續差分影像（running-difference image），以好辨識日冕物質拋射的運動，如影像中的白色外圍結構即代表日冕物質拋射前緣的位置。從圖中可看出，這兩次極光事件皆是因強烈的南向行星際磁場隨環形日冕物質拋射（Halo CME）襲擊地球所引發。

根據SOHO/LASCO記錄的事件清單，2024年5月8日與9日兩天內，連續發生了五次環形日冕物質拋射。這類環繞整個太陽周緣的快速日冕物質拋射，若其運動方向朝地球而來，且具備強烈的南向行星際磁場分量，會與地球磁場發生劇烈作用，觸發大規模的地磁擾動與極光活動。這也說明，觀測及分析太陽風與日冕物質拋射特性的變化，是預警地磁暴與極光發生的重要依據。

### 參考資料：

Nichols, J.D., King, O.R.T., Clarke, J.T. et al. Dynamic infrared aurora on Jupiter. Nat Commun 16, 3907 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41467-025-58984-z>

楊雅惠：國立中央大學太空科學與工程學系 教授、國立中央大學太空科學與科技中心 中心副主任

12



## NOAA Space Weather Scales

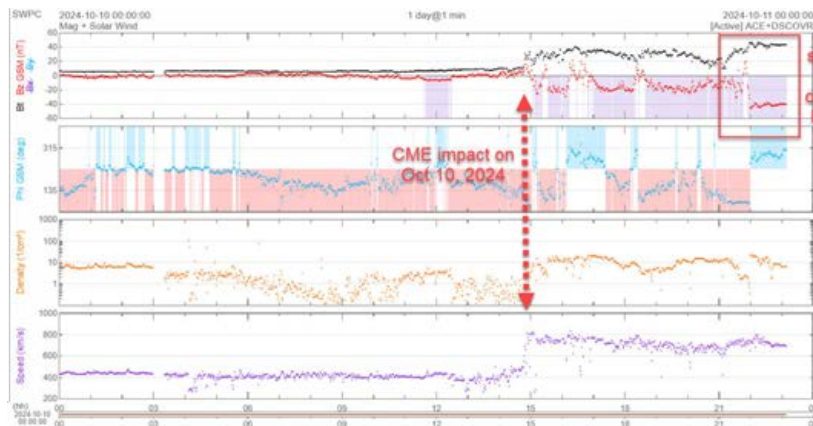
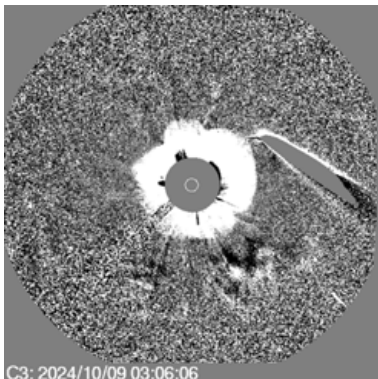
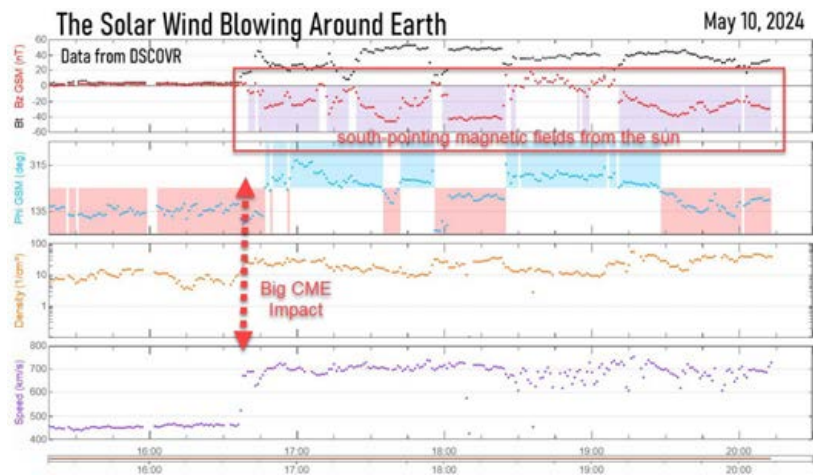
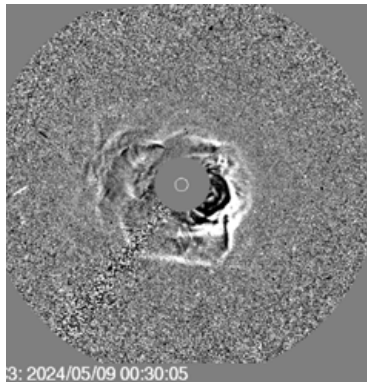


Category		Effect	Physical measure	Average Frequency (1 cycle = 11 years)
Scale	Descriptor	Duration of event will influence severity of effects		
<b>Geomagnetic Storms</b>				
G 5	Extreme	<b>Power systems:</b> widespread voltage control problems and protective system problems can occur, some grid systems may experience complete collapse or blackouts. Transformers may experience damage. <b>Spacecraft operations:</b> may experience extensive surface charging, problems with orientation, uplink/downlink and tracking satellites. <b>Other systems:</b> pipeline currents can reach hundreds of amps, HF (high frequency) radio propagation may be impossible in many areas for one to two days, satellite navigation may be degraded for days, low-frequency radio navigation can be out for hours, and aurora has been seen as low as Florida and southern Texas (typically 40° geomagnetic lat.).**	Kp=9 Kp values* determined every 3 hours	4 per cycle (4 days per cycle)
G 4	Severe	<b>Power systems:</b> possible widespread voltage control problems and some protective systems will mistakenly trip out key assets from the grid. <b>Spacecraft operations:</b> may experience surface charging and tracking problems, corrections may be needed for orientation problems. <b>Other systems:</b> induced pipeline currents affect preventive measures, HF radio propagation sporadic, satellite navigation degraded for hours, low-frequency radio navigation disrupted, and aurora has been seen as low as Alabama and northern California (typically 45° geomagnetic lat.).**	Kp=8, including a 9-	100 per cycle (60 days per cycle)
G 3	Strong	<b>Power systems:</b> voltage corrections may be required, false alarms triggered on some protection devices. <b>Spacecraft operations:</b> surface charging may occur on satellite components, drag may increase on low-Earth-orbit satellites, and corrections may be needed for orientation problems. <b>Other systems:</b> intermittent satellite navigation and low-frequency radio navigation problems may occur, HF radio may be intermittent, and aurora has been seen as low as Illinois and Oregon (typically 50° geomagnetic lat.).**	Kp=7	200 per cycle (130 days per cycle)
G 2	Moderate	<b>Power systems:</b> high-latitude power systems may experience voltage alarms, long-duration storms may cause transformer damage. <b>Spacecraft operations:</b> corrective actions to orientation may be required by ground control; possible changes in drag affect orbit predictions. <b>Other systems:</b> HF radio propagation can fade at higher latitudes, and aurora has been seen as low as New York and Idaho (typically 55° geomagnetic lat.).**	Kp=6	600 per cycle (360 days per cycle)
G 1	Minor	<b>Power systems:</b> weak power grid fluctuations can occur. <b>Spacecraft operations:</b> minor impact on satellite operations possible. <b>Other systems:</b> migratory animals are affected at this and higher levels; aurora is commonly visible at high latitudes (northern Michigan and Maine).**	Kp=5	1700 per cycle (900 days per cycle)

\* Based on this measure, but other physical measures are also considered.  
\*\* For specific locations around the globe, use geomagnetic latitude to determine likely sightings (see [www.swpc.noaa.gov/Aurora](http://www.swpc.noaa.gov/Aurora))

NOAA太空天氣分級指標。圖片來源：NOAA

13



south-pointing magnetic fields (-40 nT) are opening a major crack in Earth's magnetosphere

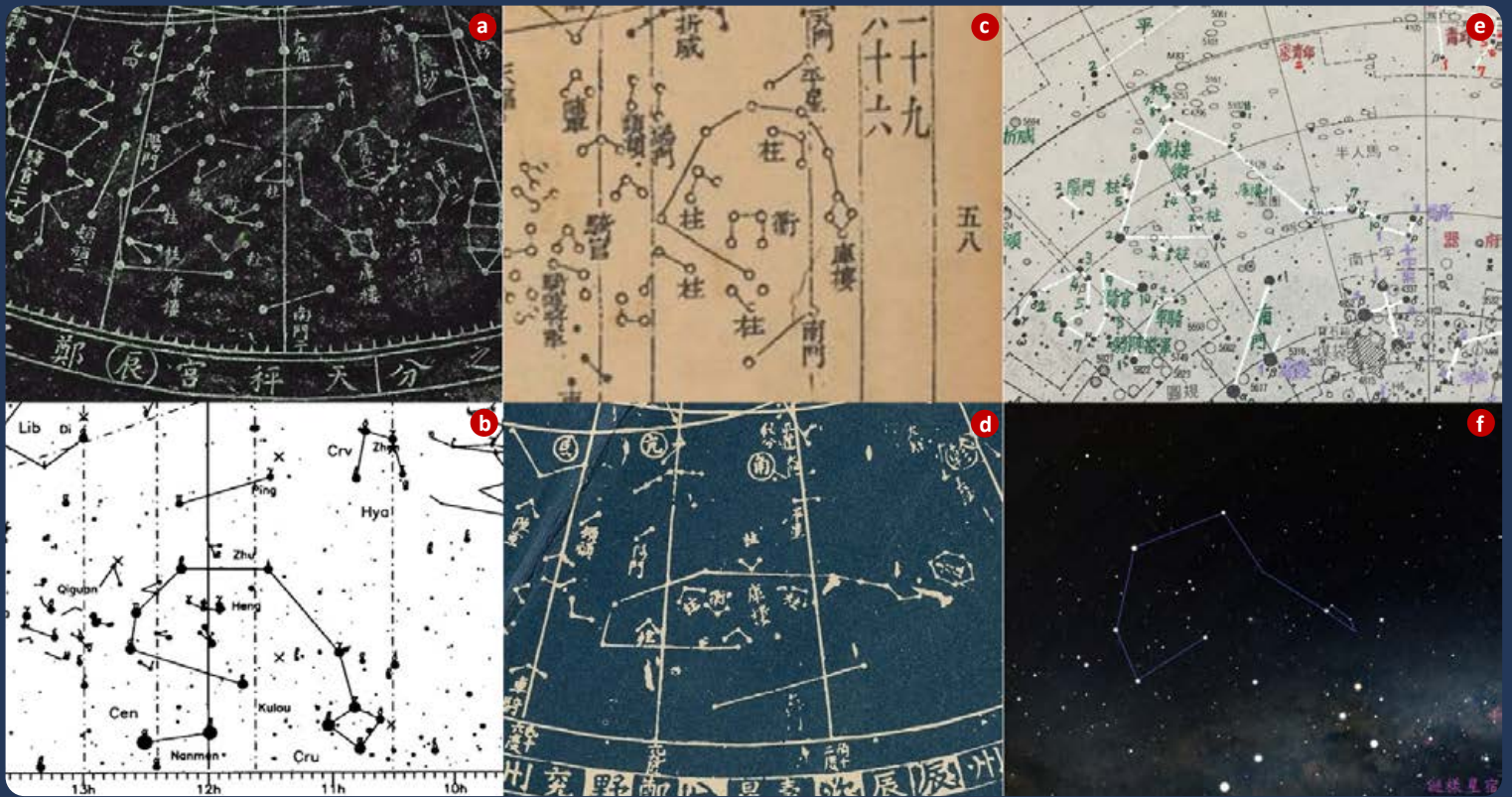
2024年5月及10月兩次極光事件對應的太陽風環境與日冕物質拋射。圖照來源：spaceweather.com, NASA



# 庫樓星官坐擁南十字鑽石？

文／歐陽亮

喜愛天文的人常會欽羨彼此所在位置，有時是白晝區羨慕著黑夜區、有時則是北半球羨慕著南半球。東方古文明皆位於北半球，不易看到南天極附近的璀璨星空，因而這一區的古星座常混淆不清。除了謎樣星宿專欄曾提過的**器府位置**問題<sup>1</sup>之外，「庫樓」附近的星官也疑點重重，如首圖。



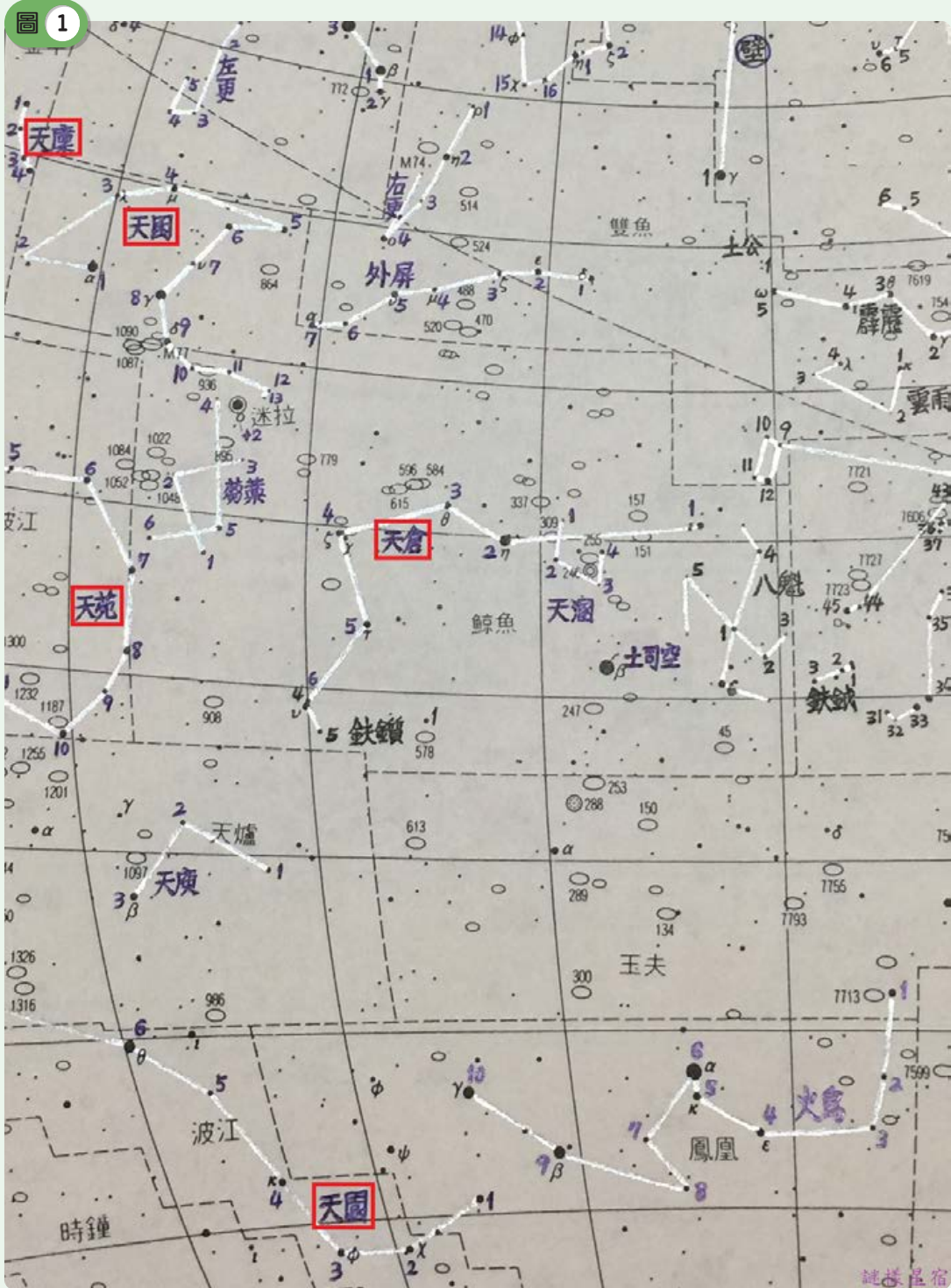
首圖：古代與現代星圖中的庫樓，形狀各有不同。a 為流傳至韓國的《天象列次分野之圖》、b 為孫小淳與Jacob Kistemaker《漢代中國星空》、c 為北宋《新儀象法要》、d 為南宋蘇州石刻天文圖、e 為筆者依清代儀象考成資料繪製之《中西星名對照圖》、f 為楊伯順《中國傳統恆星觀測精度及星官演變研究》<sup>2</sup>認為的漢唐之際的庫樓，筆者以Stellarium為背景重繪。

## 庫樓之意

古人似乎喜歡將天空南側用來庫藏東西，例如春季的**器府**存放著樂器，而秋季的**天倉**、**天廩**、**天囷**、**天園**、**天苑**則儲藏穀物蔬果與牲畜，如圖1。<sup>3</sup>至於庫樓則是**兵車之府**，放置兵器與車輛，範圍相當於西洋的半人馬座。它由五根柱子撐起<sup>4</sup>，南邊有個著名星官「南門」<sup>5</sup>，架構非常完整。

然而，庫樓非常偏南，造成歷代連線各有不同。保存

古星座畫法的《天象列次分野之圖》裡，會看到一個菱形在其末端，如首圖a，類似南十字的形狀，因此有研究者將南十字連入庫樓<sup>6</sup>，如首圖b，並形容為**鑽石形**<sup>7</sup>，讓庫樓聽起來像個銀樓似的。北宋《新儀象法要》雖也有菱形但位置已北移，如首圖c。不過到了南宋的蘇州石刻天文圖就改成一斗狀彎勾，不成菱形，如首圖d，且庫樓此端已遠比《天象列次分野之圖》的器府偏北。這是否表示星官連線有所改變了呢？



星空的南半部有許多食物與儲藏用的星宮。圖片來源：筆者繪製之《中西星名對照圖》

## 為何變遷

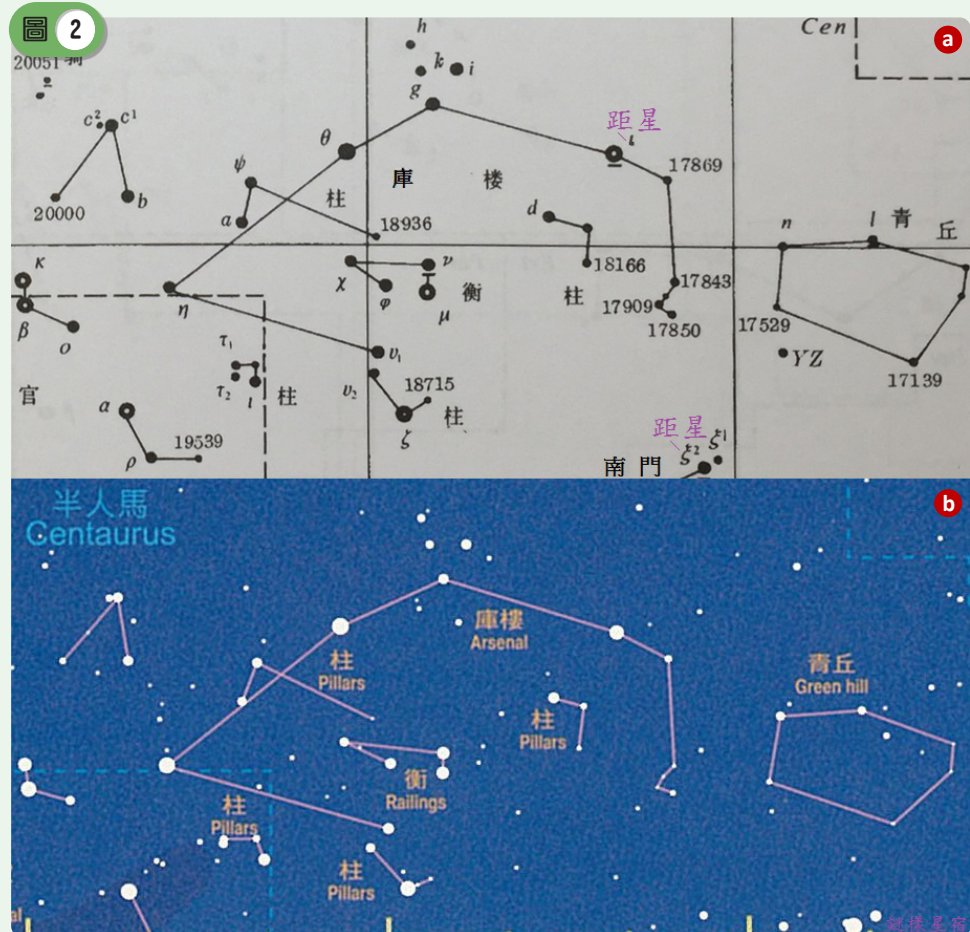
星座其實會不斷地變遷，而庫樓改變的原因可能有：

- ①漢代之前中原地區容易見到南十字，庫樓的確有機會採用它。<sup>8</sup>之後因歲差讓南十字不易看見，宋代只好將庫樓這部份向北移。<sup>9</sup>當時在北緯35度見到的南十字 $\gamma$ 高度約5度，不易見到完整南十字。蘇州石刻天文圖中，這一端就已偏北許多。同樣偏南的器府星官也可能移動過，「在後來的星圖處於錯誤位置，但維持星座的名稱」。<sup>10</sup>
- ②星官在占星術發展之際，各家術士自行其是，連出各自星官，直到晉代陳卓想統一星官時，才發現石氏之庫樓星官菱形部份與甘氏在南十字區域命名的器府星官重疊，於是移動庫樓連線，不再連到南十字。由於古星圖經常為了保持形狀而不考慮南方在極方位等距投影的變形<sup>11</sup>，因此的確有可能繪出南十字形狀，定紀後才改變連法。

- ③庫樓的菱形一開始就不是南十字，而是另有四星。雖然遠古主要以亮星來設立星座，直到觀測水準提高後才有辦法用暗星作為定位距星或建立新星座，但若庫樓的設立晚於牛女兩宿從河鼓、織女移至目前暗星位置的年代<sup>12</sup>，那麼庫樓末端菱形一開始就是暗星的可能性就很大，因為庫樓星官重要性低於二十八宿，也不需採用亮星。

## 我在你南邊的南邊？

上述三種原因似乎都有可能，但庫樓距星是西北星，首圖**b**之研究者依《開元占經》所載之戰國時代數據「去極百四十度」選擇南十字 $\delta$  ( $\delta$  Cru)<sup>13</sup>，已偏庫樓西南角。此作者僅根據菱形外觀而連至南十字並訂定距星，含有一些想像與直觀成份。古天文專家潘彛則將距星定為半人馬座 $l$  ( $l$  Cen)，如圖**a**，並說明「度數不合於南門之北」<sup>14</sup>，意思是庫樓應在南門的北方但文獻的度數卻在南門的南方，兩相矛盾，因此庫樓不宜採用《開元占經》數據。



復原版宋代皇祐星官圖的庫樓，**a** 為潘彛《中國恆星觀測史》，**b** 為香港太空館《中國古星圖》2007版，兩者認定形狀相同，其西北方為距星半人馬座 $l$ 星。

不過庫樓範圍較大，若《開元占經》數據傳抄過程沒有錯誤，距星位置也許有機會比南門更南。查詢所有星官之距星，可發現並沒有固定的選取方式，各朝代也會略有更動<sup>15</sup>，因此距星如何選取是古代天文研究的一個大問題。只是庫樓距星既然歷代都訂在其西北，卻比它南邊的星官更南，似乎不合邏輯。

## 南門也疑雲遍佈

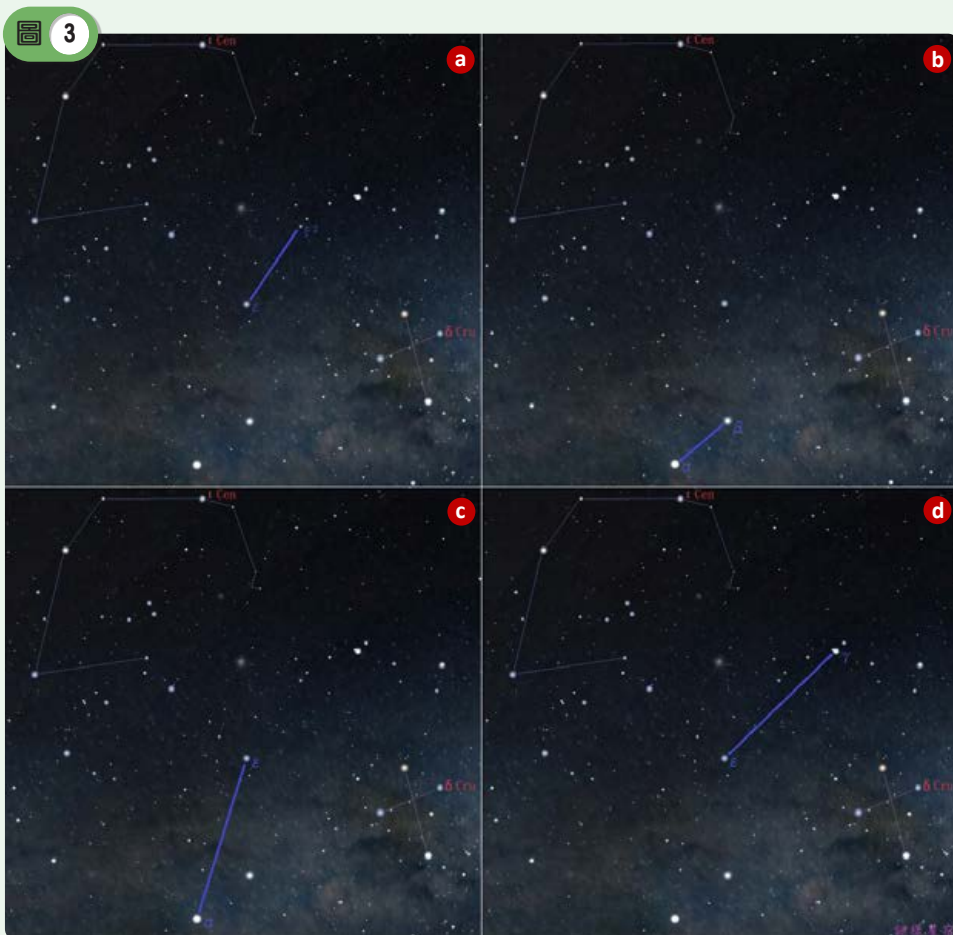
若觀看《天象列次分野之圖》庫樓南方附近的南門星官緯度，約略與器府南側相當。但是現代各家認定的南門卻大不相同，如圖3。直覺上，半人馬 $\alpha$ 與 $\beta$ 兩顆亮星似乎很符合，但並無數據上的證據。<sup>16</sup>

潘彙主要是以匯整過的宋代皇祐星表做為依據而定<sup>17</sup>，因為《開元占經》石氏數據與宋代皇祐星表差距不大。他認為明末清初訂的 $\alpha$ 和 $\varepsilon$ 有誤<sup>18</sup>，如圖

3 **c**；若用 $\varepsilon$ 和 $\xi^2$ 比較符合，如圖3 **a**，日本學者數內清亦取 $\xi^2$ 為距星。<sup>19</sup>這幾顆星在戰國初期的北緯35度都可見到，但 $\alpha$ 只離地平面約五度，出現時間短，且歲差使得它漸漸無法觀測。由於清代《儀象考成》和《星辰考原》<sup>20</sup>已大多不符合宋代星表<sup>21</sup>，顯示採用半人馬 $\alpha$ 星的錯誤可能性較高。

另一個疑點是，圖3 **b**研究者圖面上南門雖繪為 $\alpha$ 與 $\beta$ 兩星，卻於兩處表格選擇 $\xi^2$ 為南門距星<sup>22</sup>，相互矛盾。漢代中原當時可以看到南十字，南門採用 $\alpha$ 與 $\beta$ 亦屬合理；不過若庫樓距星在南十字 $\delta$ 、南門距星在 $\xi^2$ ，南門則將被庫樓完全包圍在內部，就不像是南邊的一扇門了。而且此研究中採用的數學分析法沿用至另一篇論文後，其結論已被潘彙推翻<sup>23</sup>，因為數學方法雖然看似精巧，但不考慮統計誤差時容易誤導，亦無法解釋文獻上的諸多疑點。

另外《春秋緯》曾提及「角南兩大星曰南門」，當時怎樣的星可用「大星」來形容？從《開



關於南門的認定，彼此差距甚大：**a** 潘彙認為是半人馬座 $\varepsilon$ 和 $\xi^2$ ；**b** 孫小淳與史迪芬生 (F.R. Stephenson) 則繪為半人馬 $\alpha$ 與 $\beta$ ；**c** 依《儀象考成》繪製的常見中式星圖訂為半人馬 $\alpha$ 和 $\varepsilon$ ；**d** 大崎正次《中國星座的歷史》頁308提及渡邊敏夫認為澀川春海採用了半人馬 $\varepsilon$ 與 $\gamma$ 。而黃一農〈中平客星新釋〉則認為是半人馬 $\alpha$ 和 $\xi^2$ ；楊伯順與褚龍飛〈續後漢書所載陳卓星表探析〉認為是南十字 $\beta$ 與半人馬 $\beta$ 、抑或南十字 $\alpha$ 與半人馬 $\alpha$ 。另外圖中紅字標示出兩種不同之庫樓距星認定， $\delta$  Cru位於庫樓西南角。底圖來源：Stellarium

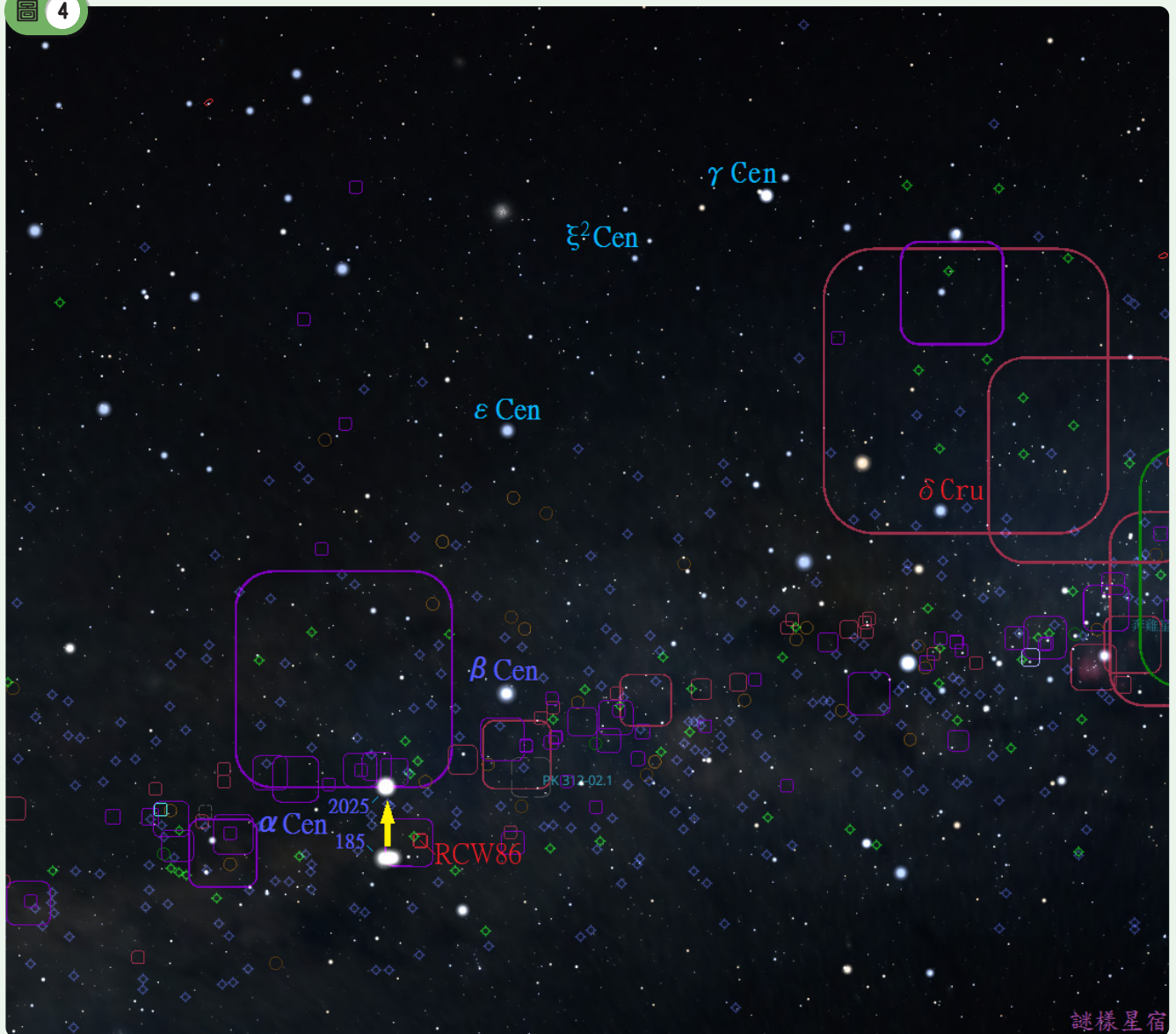
元占經》描述可知，除了大星晝見、心大星、畢大星、軒轅大星、牽牛大星、織女大星、五車西北端一大星之外，也有奎距西南大星、七星距中央大星、天牢中央大星、後勾四星末大星正妃（勾陳一）、婁宿距中央大星等記載，皆為二等星或更暗的星，因此大星不一定是指一等星。潘霽統計《史記·天官書》資料後，亦指出大星往往是同星宮中相對較亮的而已。<sup>24</sup>

綜合以上討論後可知，中世紀以前的南門不太可能是半人馬  $\alpha$  與  $\beta$  兩星。明末受西方星圖影響後，才將南門二訂為半人馬座  $\alpha$ ，如首圖 e 與圖 3 c。

## 南門與現代天文

以上討論看似純粹歷史問題，然而這卻會影響現代天文物理的研究，因為這附近剛好有一顆超新星被古人記錄了。發射星雲 RCW86，如圖 4，其位置與西元 185 年漢代記錄的客星「出南門中」位置相近。當時 RCW86 確實在半人馬  $\alpha$  與  $\beta$  之間，但半人馬  $\alpha$  自行運動很快，如圖 4 箭頭所示，這使得現在的 RCW86 位於半人馬  $\alpha$  星南方約 2 度，看起來不像在「南門中」。<sup>25</sup> 但是前面已說明漢代南門二不一定是此星，中原可見到的  $\alpha$  星最高只在地平線上 1 度左右，出現時間很短。

圖 4



半人馬  $\alpha$  星的自行運動很快，從西元 185 年到現在已北移 2 度左右。另外半人馬座的各種深空天體，包括電離氫區 RCW，還有許多行星狀星雲、超新星遺跡，也集中在半人馬偏南區域。圖片來源：Stellarium

另外RCW86的年代因為爆發型態、結構大小與膨脹速度有過各種不同的估計，雖然有新觀測支持約兩千年前發生，加強了它與客星記錄的關係，但是潘彛提出相關問題<sup>26</sup>：為何出現時間應為白天但古代記錄沒提到晝見？如此接近地平怎麼觀測得到衰減？即使同樣是宋代測得的南門距星數據也有高達7度的分歧，需確認是數據錯誤或指認分歧。其他研究者亦提出筵可能是筵字之誤、形容詞「喜怒」應偏暗、後年是明年之意等疑點。

潘彛希望漢代南門星官的選取必須能解釋以上疑慮，並提出研究者可在 $\epsilon$ 和 $\xi^2$ 甚至到 $\gamma$ 的區域尋找可能的超新星遺跡，這也許才是兩千年前那顆客星。除非此區域的殘骸皆已完全排除超新星可能性，以後也沒有找到新的疑似發射源，如此才能確定RCW86即為漢代客星記錄，並反向印證當時的

南門二即半人馬 $\alpha$ 星。不過即便漢代的南門二是 $\alpha$ 星，不表示另一星就是 $\beta$ ，數據上仍有可能是 $\xi^2$ 。

古星圖經常只是示意圖，就像器府的形狀未因緯度偏南而畫得扁平，也不以亮度來取用與連線。如果只憑古星圖的外型與模樣，不參考實測數據就訂出庫樓與南門位置，未來也許仍將陷入一片混亂中。對古天文不明究理的研究者，千萬要小心手上拿到的、號稱是某年代的古星圖，要注意它們是怎麼畫出來的。

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

部落格：「謎樣星宿」—

<https://liangouystar.blogspot.com/>

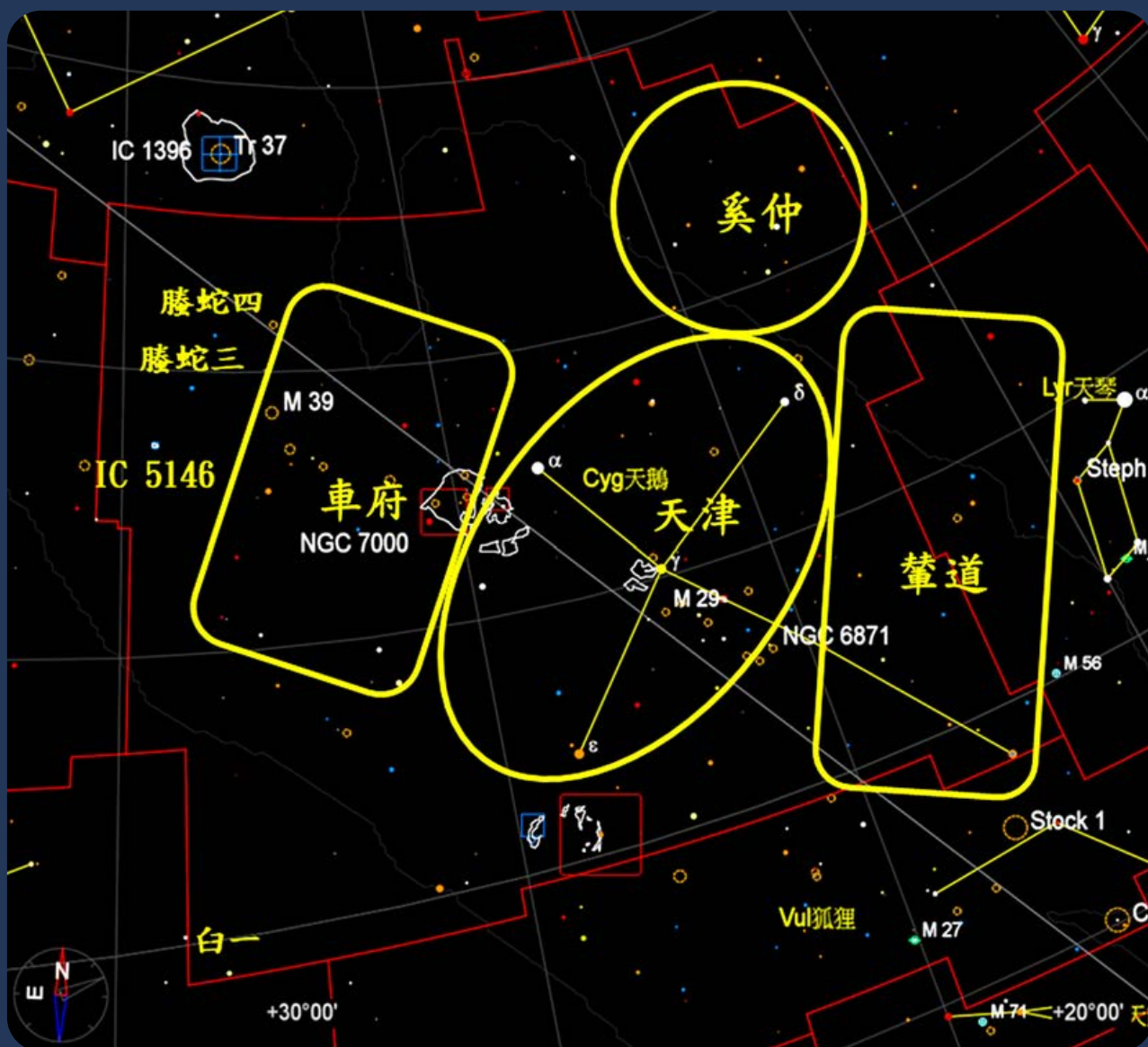
#### 附註：

1. 詳見歐陽亮〈星座的變遷（下篇）——消失的星官〉，《臺北星空》第98期，2020。
2. 楊伯順《中國傳統恆星觀測精度及星官演變研究》，中國科學技術大學博士論文，2023。
3. 但因歲差造成的赤道移動使得天廡、天囷現在的位置已在赤道以北。
4. 每一柱有3顆星，共15星，但明末變動後改為9至11顆。
5. 南門二是離太陽最近的恆星系統，僅四光年左右，常被用於科幻作品如《三體》。
6. 孫小淳 (Xiaochun Sun)、Jacob Kistemaker《漢代中國星空》(The Chinese Sky During the Han-Constellating Stars and Society)，BRILL，1997，頁72。
7. 伊恩·里德帕思 (Ian Ridpath)《星座的故事：起源與神話》(譯林出版社，2024) 引用註6畫法，並形容為鑽石形。
8. 詳見歐陽亮〈星座的變遷（上篇）——星宿的乍現〉，《臺北星空》第96期，2020，圖5。
9. 伊恩·里德帕思《星座的故事：起源與神話》，頁119。
10. 孫小淳、Kistemaker《漢代中國星空》，頁186。
11. 詳見歐陽亮〈變形的星空——星座盤〉，《臺北星空》第107期，2022，頁21。
12. 新城新藏《東洋天文學史研究》，中華學藝社，1933，頁267~268。另見於陳遵媯《中國天文學史》第二冊，明文書局，1985，頁65~67。
13. 孫小淳、Kistemaker《漢代中國星空》，頁50、154。
14. 潘彛《中國恆星觀測史》石氏星表，上海學林出版社，2009，頁88。
15. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁86。
16. 黃一農〈中平客星新釋〉，《漢學研究》，1989，頁290提到史迪芬生 (FR. Stephenson) 徑自認定《古今圖書集成》的簡略星圖未受明末清初之西學影響，且忽略了星表數據，而有此誤認。
17. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁86。
18. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁8。
19. 藪內清〈宋代の星宿〉，《東方學報》第七冊，1936。亦收錄於《藪內清著作集》第一卷，2017。
20. 《星辰考原》畫了三個星，西星是 $\beta$ ，中間 $\alpha$ ，東邊多連了圓規座 $\beta$ 。
21. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁312~324。
22. 同註13。頁18提及 $\alpha$  Cen則為能田忠亮1941年之研究。
23. 孫小淳在《中國古星圖》之天文匯鈔星表研究中採用數學分析。對此，潘彛《中國恆星觀測史》頁433~434則列出八項質疑。
24. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁107。
25. 導致黃一農〈中平客星新釋〉頁291將此問題列入疑點。
26. 潘彛《中國恆星觀測史》，頁528。

# 天鵝座(上)

天鵝座是大家熟知的星座，不僅是因為其歷史悠久，還因為尾部的天津四是夏季大三角的一個頂角，以及鵝嘴上的輦道增七是顏色有著明顯對比的黃色與藍色的恆星組合成的雙星，而成為小望遠鏡的最愛。此外，天鵝座還有一個與南十字座相呼應的顯赫別名：北十字；也有人就稱它為北十字座。

文／陶蕃麟



天鵝座中星官位置的概略圖，在邊界的騰蛇與白直接標示正星的名稱。

早在西元2世紀，天鵝座就是天文學家托勒密列出的48個星座之一。國際天文學聯合會在1930年重新劃分星座時，也保留了這個星座，做為現代的88個星座之一。在中國，天鵝座主要的星官是天津、車府與

奚仲，還有輦道的一部分，以及在星座邊界上的騰蛇與白的一小部分。天津的意思是天上的渡口，沉浸在銀河中的天津整體就宛如一艘小舟。

## 星群：北十字

北十字由天鵝座的天津四 ( $\alpha$ )、輦道增七 ( $\beta$ )、天津一 ( $\gamma$ )、天津二 ( $\delta$ )、天津九 ( $\epsilon$ ) 五顆恆星組成；囊括了天鵝座最明亮的五顆星。所以認識北十字星群，幾乎就已經認識肉眼可見的天鵝座全貌了，如圖1。

與夏季大三角一樣，北十字也是季節的指標，可以指示季節。在夏季的這幾個月裏，接近午夜時，十字架不僅於高懸在天頂。當它過中天時，整個都位於天頂的北方。而在春季，可以在清晨的東方看到它；秋季則在日落後的西方天空仍能看見。

從天鵝座恆星的拜耳名稱，會讓人懷疑拜耳對星等的判定是否有問題。事實上，這是對拜耳命名法的認識不足，單純的以為拜耳只是依據恆星的亮度來排序。實際上，拜耳是以星等與恆星在星座中的對應位置為排序的主要依據。在天鵝座中，天津四是一等星，比北十字中的任何一顆都明亮且顯而易見，做為  $\alpha$  星確實當之無愧。但這五顆星中最黯淡的輦道增七能成為  $\beta$  星，則是因為它在星座中的位置最接近鵝的頭部。其餘三顆星雖然都比它亮，但沒亮多少，而位置只是翅膀與腹部，命名時依據其位置在腹部的是  $\gamma$  星，兩翼的是  $\delta$  星和  $\epsilon$  星。另外，輦道增五(天鵝座  $\eta$ ) 雖然也在基柱上，但無關十字架的結構，所以不被當成北十字的成員。

圖 1



北十字星群。每顆星都是雙星甚至是聚星，但只有輦道增七適合雙筒望遠鏡觀賞。

表 1 北十字五星

恆星名稱	拜耳名稱	視星等	主星星等	伴星星等	恆星光譜	角距離(″)
天津四	α Cygni	1.25	1.33	11.70	A2	75.6
天津九	ε Cygni	2.48	2.50	11.60	K0 III-IV	74.8
天津二	δ Cygni	2.87	2.91	6.27	B9 III + F1 V	2.8
天津一	γ Cygni	2.23	2.23	11.04	F8 Iab	147.1
輦道增七	β Cygni	3.05	3.07	5.09	K2 II + B8 Ve	34.6

此外，在北十字星圖中的這五顆星，以及天津八的右上方都標示了一組數字，表示它們都是雙星。但除了輦道增七，從來沒有人提到它們的這個性質。原因無它，只因為除了輦道增七能用雙筒望遠鏡解析之外，其餘四顆不是伴星太過黯淡，就是角距離太小；都不是業餘的小望遠鏡與雙筒望遠鏡能辨識出是雙星的目標。

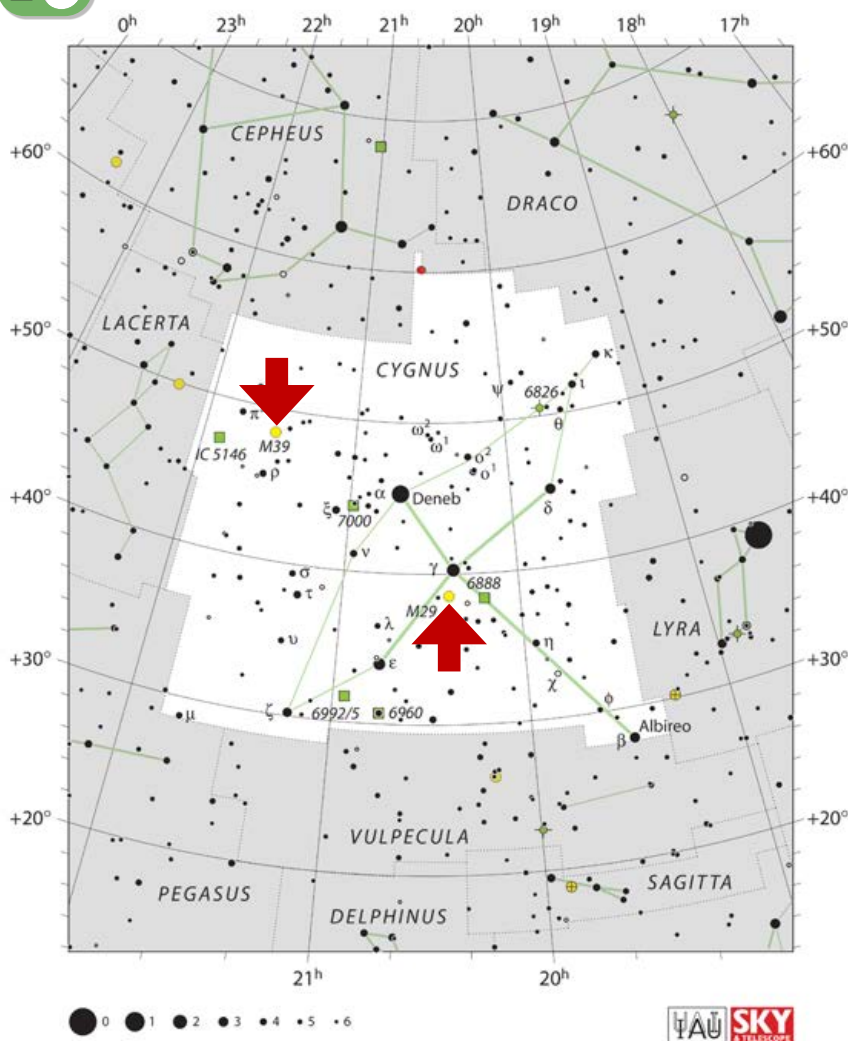
## 深空天體

天鵝座沉浸在銀河中，不乏可觀賞的諸多深空天體，特別是疏散星團。但收錄在梅西耶天體中的只有M29和M39，如圖2，其它的則收錄在科林德目錄（26個）、科德韋爾深空天體表（6個）。但無論收錄在哪一份目錄中，這些全都收錄在最完整的新星雲星團總表，以及後續擴充增補的目錄

中，也就是NGC天體表以及IC星表中。不過，由於銀河中有為數眾多的恆星，會使得從中辨認出疏散星團變得較為困難。

為了避免在銀河中迷路，我們就從最亮的疏散星團M39開始雙筒望遠鏡的天鵝座深空天體之旅。

圖 2

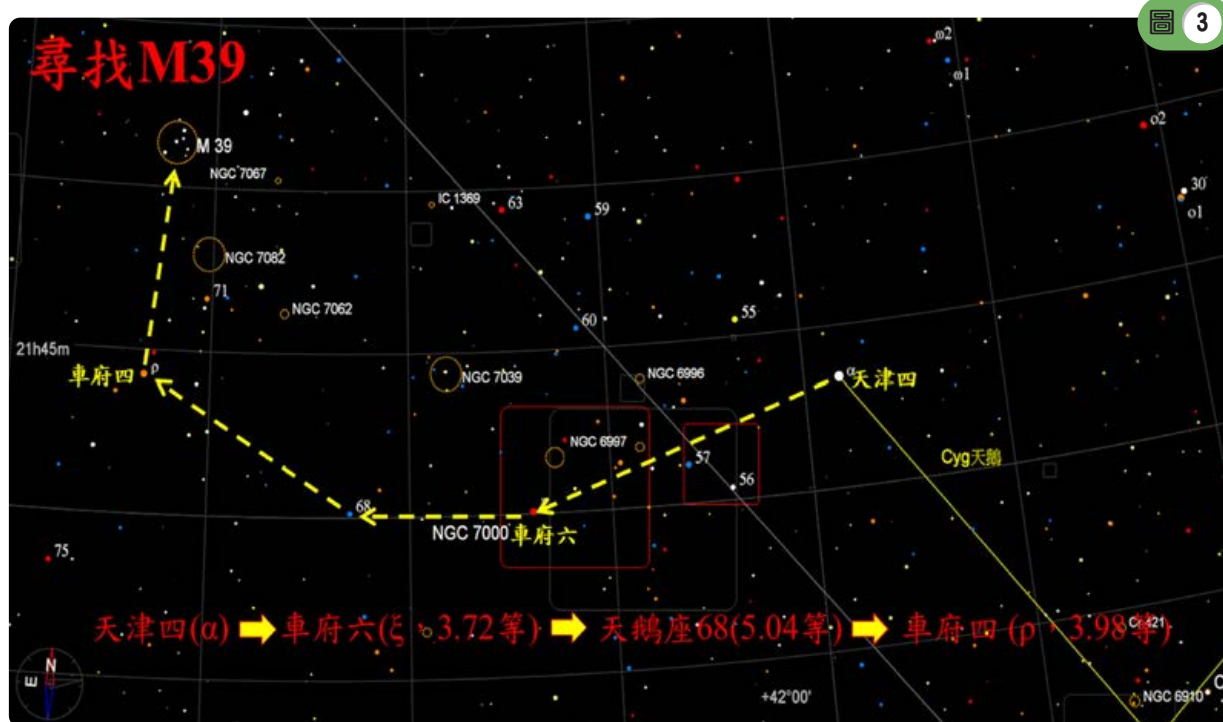


天鵝座包含北十字星群，其中有許多深空天體，但收錄在梅西耶天體中的僅有M29、M39。圖片來源：IAU

## M39

(NGC 7092)

M39位於恆星騰蛇四（天鵝座 $\pi^1$ ，視星等4.69）西南約3度處（ $+03^\circ 11' 04.4''$  PA: $211^\circ$ ）或騰蛇三（天鵝座 $\pi^2$ ，視星等4.23）西南偏西約2.5度處（ $+02^\circ 33' 15.3''$  PA: $251^\circ$ ），或天津四東北偏東9.2度左右（ $+09^\circ 13' 12.7''$  PA: $65^\circ$ ），如圖3，與地球的距離大約是1,010光年。這個星團於1749年由紀堯姆·勒讓蒂發現，然後梅西耶於1764年將它添加到梅西耶星表中。當用小望遠鏡在低倍率下觀察時，這個星團顯示了大約24個成員，但雙筒望遠鏡才是觀察它的最佳工具。它的總星等為5.5，跨越的角直徑為29弧分，相當於滿月的大小。



M39尋星圖。

我們尋找M39通常不會從騰蛇三或騰蛇四出發，原因是天鵝座在眾星雲集的銀河盤面中，要直接找到4等星是有些難度的。因此會選擇從最亮的天津四做為起點，先向東偏南跨越約4.4度（ $+04^\circ 23' 40.4''$  PA: $106^\circ$ ），找到車府六（天鵝座 $\xi$ ，視星等3.72），然後繼續東行約2.4度（ $+02^\circ 26' 02.7''$  PA: $88^\circ$ ）到天鵝座A（天鵝座68，視星等5.04），再往東偏北約3.2度（ $+03^\circ 12' 32.0''$  PA: $58^\circ$ ）到車府四（天鵝座 $\rho$ ，視星等3.98），這才北上找出M39。在最後的北上之路可以參考距離車府四1.2度（ $+01^\circ 13' 57.9''$  PA: $321^\circ$ ）的車府增四（天鵝座71，視星等5.22）做確認。車府增四距離

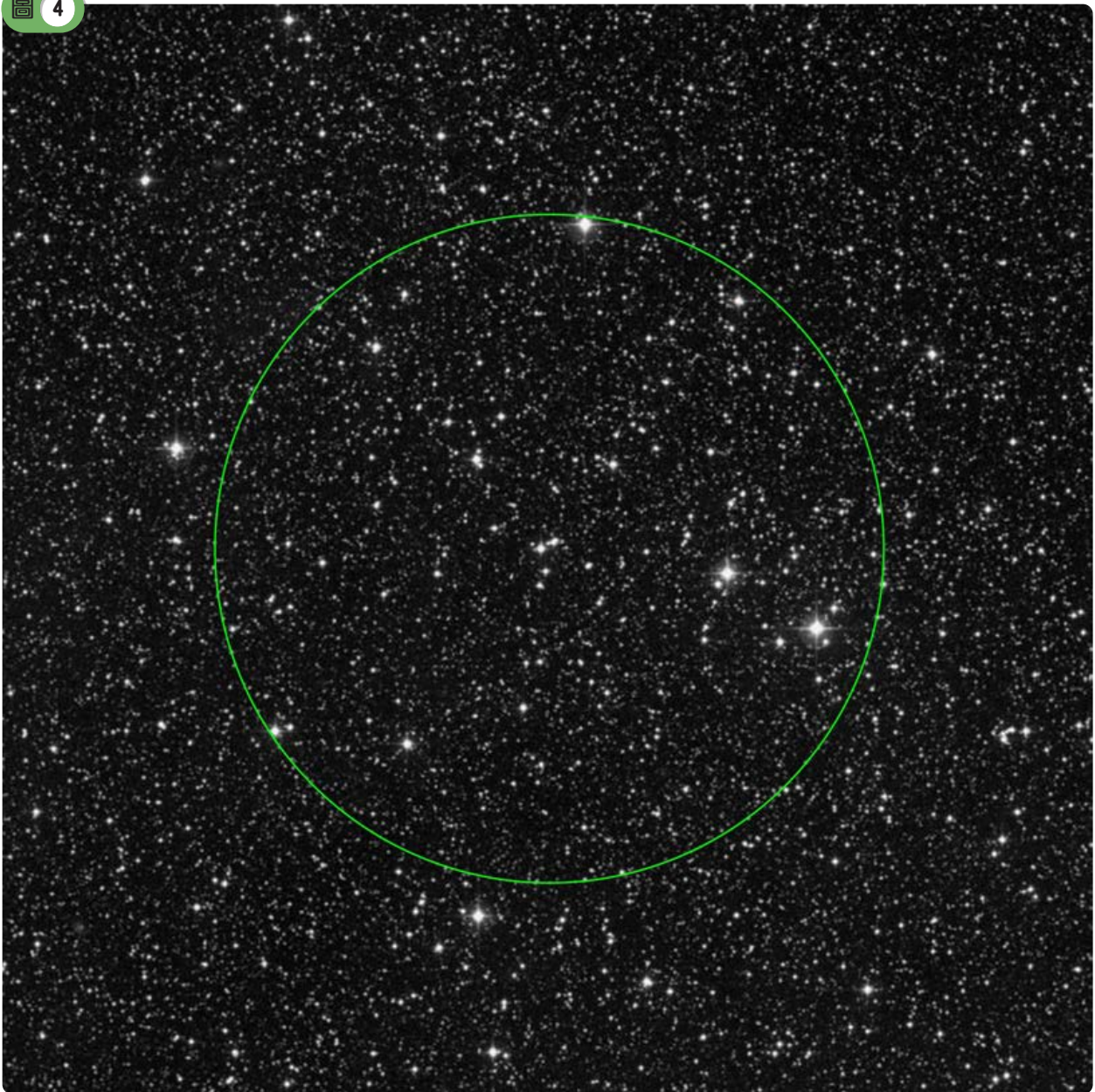
M39不到2度（ $+01^\circ 56' 53.0''$  PA: $13^\circ$ ），若將車府增四置於視野中心，車府四和M39都會位於視野之中。

M39的川普勒分類【註】為III 2 m，這意味著星團中的成員分布較平均，沒有向中心聚集的現象（III），星團的恆星看起來有亮的也有暗，但亮與暗的數量和光度看起來差異都不大（2），恆星數量介於50~100顆之間（m）。但也有人認為成員的恆星數量少於50顆，而將M39分類為III 2 p。

## NGC 7082

在尋找M39的最後北上路途，或許你已經注意到在車府增四的正北方約0.5度（ $+00^{\circ}32'31.4''$  PA:359°）標示著一個疏散星團的符號，這就是比滿月稍小一些，整體視星等為7.2等，在小型雙筒望遠鏡的幫助下應該能夠看到的疏散星團NGC 7082，如圖4。雖然說這是一個疏散星團，但在銀河中眾多背景星的襯托下，只會覺得這兒的星星比較亮一些，並不太容易發現這是個星團。因為它很容易被忽視，而被稱為「隱藏的星團」。

圖 4

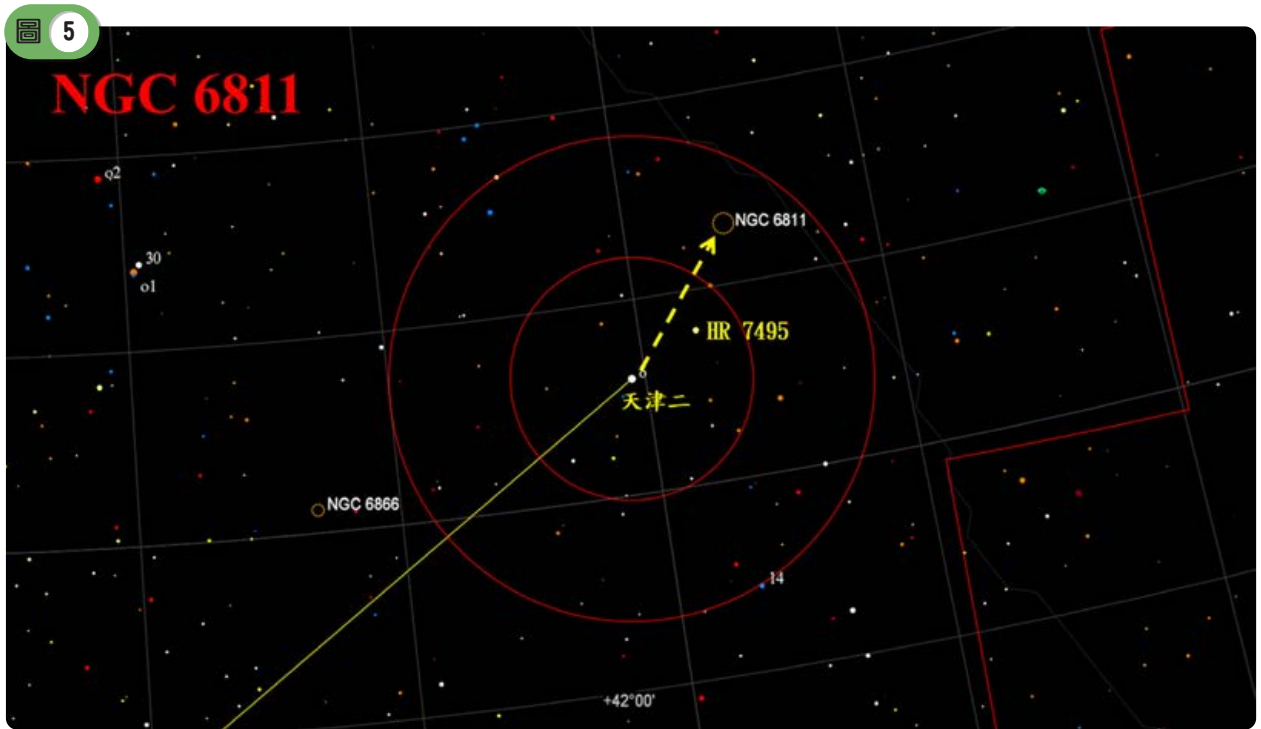


數位化巡天2以紅色濾鏡拍攝的NGC 7082影像，其大小為25弧分。影像中呈現的視野約為 $30 \times 30$ 弧分。圖像上的綠色區域的視直徑約為20弧分。圖片來源：theskylive.com

## NGC 6811

NGC 6811是靠近天鵝座與天琴座交界處的疏散星團，如圖5，該星團的角直徑大約是滿月的一半，並有約1,000顆星等相近的恆星。然而，該星團內的恆星分布並不尋常，在外觀上有暈結構環繞著核心，而中心是黑暗的，類似是一個空洞，因此其中心被稱為「星團中的洞」。

約翰·赫歇爾於1829年首次觀測到這個星團，並將它記錄在1864年發表的星雲和星團總表。這個星團很容易找到，是適合業餘天文學家觀賞的良好目標。它鄰近天津二（天鵝座 $\delta$ ），位於它的東北方約1.9度（ $+01^{\circ}51'29.3''$  PA: $321^{\circ}$ ）。因此，只要將天津二置入雙筒望遠鏡的視野中心，就可以看到了。在兩者之間略偏西處有一顆5等星HR 7495，距離天津二西北約0.8度（ $+00^{\circ}49'38.0''$  PA: $299^{\circ}$ ）可以做為引導，並藉以確認目標是否正確。



NGC 6811尋星圖。

這個很容易找到的星團，被業餘天文學家描述為「恆星的煙圈」。在分類上，它屬於川普勒分類的III 1r型，表示是擁有大量（r）光度相近（1）的恆星，且恆星沒有明顯聚集在中心（III）的疏散星團。

雖然NGC 6811的總視星等高達6.8等，但使用雙筒望遠鏡觀賞NGC 6811時，因為該星團最亮恆星的

視星等僅為10等，因此在倍率10倍的雙筒望遠鏡中只是模糊的一片。要使用中等口徑的天文望遠鏡，以70倍才能獲得最佳的觀測條件，下期待續。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

### 附註：

疏散星團的川普勒分類法請參見台北星空99期：川普勒三角。

## 當月亮披上紅衣—月全食

在浩瀚時空中，日食與月食向來是最受矚目的天文劇場。不同於白天的日食以短暫而耀眼的遮掩吸引眼球，夜晚的月全食則以緩慢、安靜、而神秘的步調獨樹一幟，將觀測者一步步帶入地球與月球之間的光影舞台。今年的9月8日，我們將迎來睽違7年的完整月全食，而臺北天文館的展示場正好也陳列著日、地、月的互動模型，和過去捕捉的紅色月亮照片，讓你在天象發生前，就能先睹為快，知其所以然。

文／許晉翹



月食過程間隔攝影  
攝影/歐震

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

上次臺灣可見完整過程的月全食，發生於7年前的2018年1月31日。圖片來源：歐震 攝影

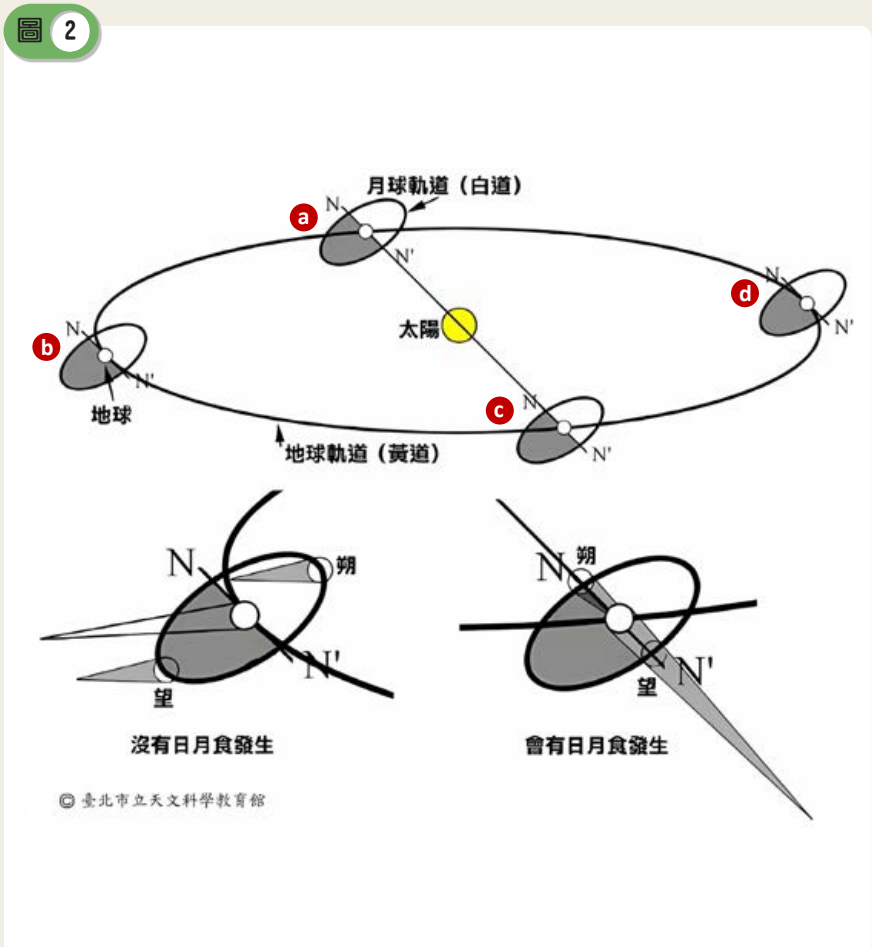
## 日、地、月的 三重編舞

走進2樓的展示場，有一個醒目的小房間區，便是那組以示意方式呈現相對位置的日、地、月軌道模型，如圖1，是理解日、月食的關鍵。月球繞地球公轉的同時，地球也繞著太陽公轉，當三者排成一直線，且地球位於太陽與月球之間時，地球的影子便投向太空，而月球若剛好通過地球的影子區域一便會上演月食現象；相對的，如果是月球恰巧遮擋在日地之間，就會產生日食現象。但是日、月食並非每個月都發生，原因在於月球的軌道面與地球公轉軌道面之間存在大約5度的夾角，大部分時間月球會從地球影子上方或下方掠過，只有當月球接近軌道節點並恰逢滿月，才有機會讓我們在夜空中見證這場月食奇觀，如圖2。

由於月球軌道與地球軌道面有約5度夾角，因此只有當月球在軌道節點附近，如 **a** 與 **c** 處，月球才有機會進入地球的影子中而發生月食。



日、地、月軌道模型展品的實景影像。



© 臺北市立天文科學教育館

在官網上的天文出版品中，你可以點擊《天文年鑑》找到日月食表，其中記載了今年月全食的預估路徑及影子範圍，從進入半影到離開半影，歷時超過五個鐘頭，即使只算月全食的部分，全食階段也長達1小時22分鐘，對觀測者而言時間相當充裕，唯一遺憾的是，我們必須熬夜觀賞。

## 為什麼月亮不會消失只會變「紅」？

很多人第一次看月全食時會疑惑：為什麼月亮不會在影子中「消失」，反而變成紅銅色？這是因為地球大氣層扮演了巨型透鏡的角色，將繞過地球邊緣的紅光折射進本影中。短波長的藍光和綠光在穿越大氣時大量散射，只剩波長較長的紅光抵達月球表

面，並再次反射回地球而被我們所見如圖3、圖4。

另一種月亮的變色則跟大氣條件有關，並不需要等到月全食。若地球大氣中含有大量塵埃或煙霧（例如火山爆發後），月亮的表面也可能呈現暗紅甚至近乎黑色；而在乾淨透明的空氣下，低仰角的月亮則可能出現明亮的橘色，如圖5。

月全食的色澤則與上述現象不同，如果你還沒看過，就讓我們一起於月全食當晚親眼見證。

月全食發生時，月亮呈現紅色的成因示意圖。



圖 4



2018年1月31日拍攝的月全食影像，可見月球進出地球本影時的顏色與明暗變化，以及地球本影的範圍。圖片來源：王嘉輝 攝影

## 如何觀測月食？

觀察月全食不需要任何儀器，只需挑選看得到月亮的地方，就可以用肉眼欣賞，如圖6，在本期《臺北星空127期》的專題〈9/8月全食—如何觀察月全食天象〉中有詳細解說。而且今年的月全食發生於午夜，本影食階段仰角，由初虧的57度逐漸降

低至復圓的23度。若能使用腳架固定手機或相機，更可以輕鬆記錄這個美麗的天象，是所有壯觀天象中最容易觀察的！詳細的攝影方式及秘訣，請見上一期《臺北星空126期》與本期《臺北星空127期》的〈EASY拍星空〉系列喔。

許晉翊：臺北市立天文科學教育館

圖 5



在大氣環境條件與仰角不同的情況下，月全食時的月面所呈現顏色和明暗程度會有明顯變化。圖片來源：NASA/JPL

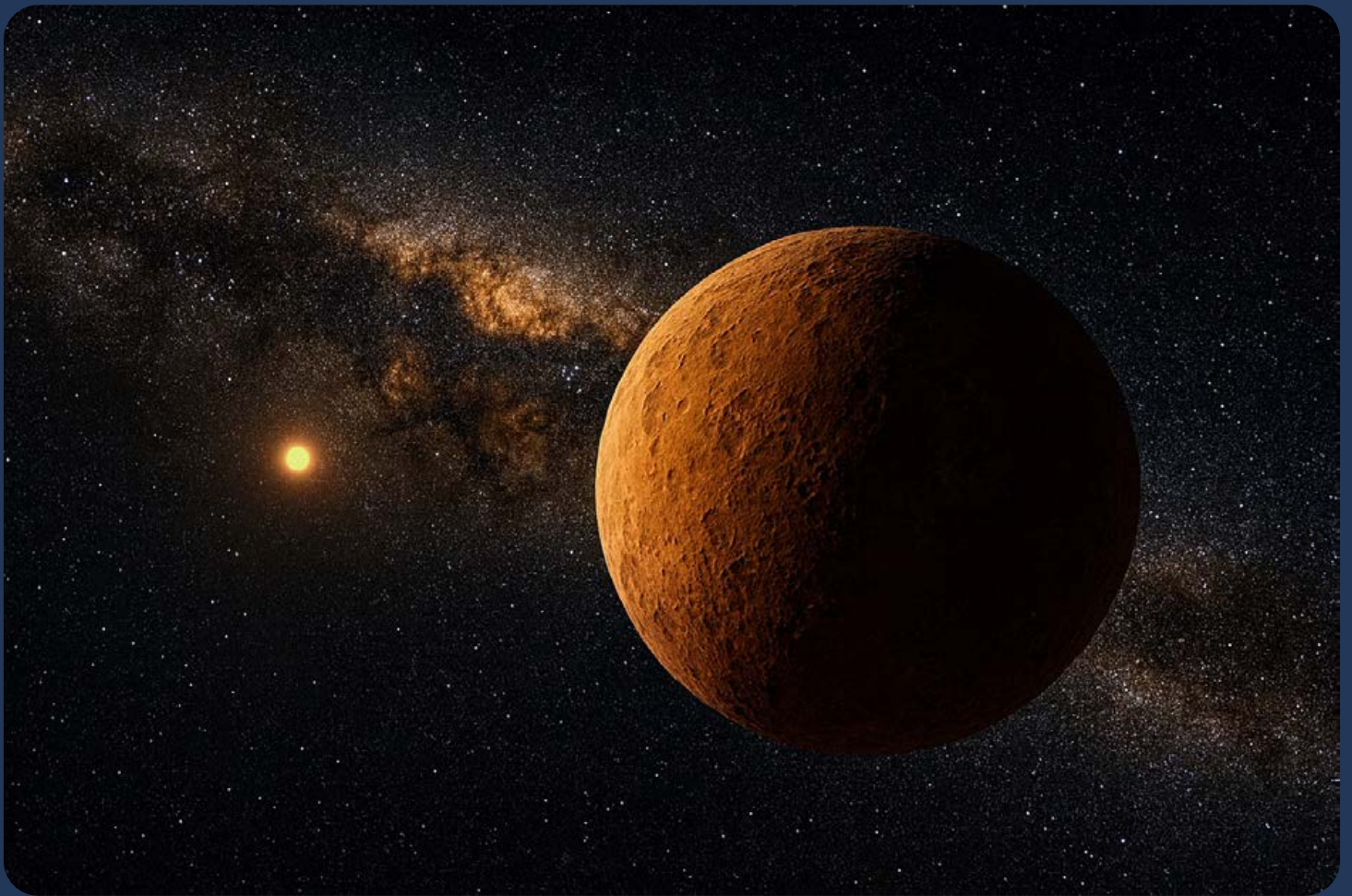
圖 6



今年9月8日月全食發生時的模擬示意圖。

當我們討論宇宙的浩瀚時，往往忽略自己所在的太陽系邊界究竟隱藏著什麼。除了八大行星、矮行星、小行星，以及偶爾闖入內太陽系的彗星，太陽系外圍還潛藏著許多冰冷且幽暗的天體。它們像時光膠囊般被冷凍著，保存著太陽系剛形成時的印記。

文／段皓元



遙遠的外太陽系天體「菊石」(Ammonite) 想像圖。圖片來源：中央研究院天文及天文物理研究所。

## 太陽系邊界的新拼圖

2025年7月14日，中研院天文及天文物理研究所主導的國際團隊在期刊 *Nature Astronomy* 上發表了最新成果：一顆編號2023 KQ<sub>14</sub>、暱稱菊石 (Ammonite) 的外太陽系遠端天體被正式確認。

它的近日點約66天文單位（地日距離，AU），遠日點可達600 AU，遠遠超過冥王星軌道的範圍。這是至今已知的第四顆「類賽德娜天體」(Sedna-like object)，它的發現為外太陽系研究增添了重要的一塊拼圖，更為太陽系的第九行星 (Planet 9) 假說帶來了全新的線索與挑戰。

## 冥王星 曾經的第九大行星

從1930年被發現直到2006年，冥王星（Pluto）在教科書裡始終被列為太陽系的第九大行星，陪伴了20世紀到21世紀初幾個世代的人。1930年2月18日，美國天文學家克萊德·威廉·湯博（Clyde W. Tombaugh）在亞利桑那州的洛威爾天文臺，比對多張星空照片時發現了一顆緩慢移動的微弱天體；經確認後，該發現於同年3月13日正式公布，並命名為冥王星，如圖1。

然而，冥王星從一開始就顯得與眾不同：它的軌道相對於八大行星的平均軌道平面傾斜了約17度，並具有明顯的偏心率，非常橢圓。它的近日點距太陽約29 AU，遠日點則超過49 AU。更特殊的是，它與海王星之間存在2:3的軌道共振，每當冥王星繞太陽公轉2圈時，海王星會公轉3圈，這種穩定的比例使它們雖然軌道有重疊，但不會相撞。後來天文學家還發現，在海王星外圍存在一大片冰冷小天體的家園，稱為古柏帶（Kuiper Belt），冥王星只是這些天體中體積最大、最早被發現的一顆。這些特徵讓天文學家逐漸懷疑，冥王星的第九行星地位是否只是歷史的巧合。

圖 1



2015年7月14日，NASA新視野號探測器歷經九年飛行，首次近距離飛掠冥王星，並拍攝下這張高解析度增強彩色影像。圖中可見冥王星表面多樣的地形，包括著名的「愛心狀地區」，為人類揭開這顆遙遠天體的真面目，也開啓冥王星地質與氣候研究的新篇章。圖片來源：NASA

## 閼神星的挑戰

2005年，天文學家發現了一顆位於古柏帶外圍、軌道範圍可達97 AU的小天體，命名為「閼神星」(Eris)，它的大小與冥王星相近，甚至略大，如圖2。這顆天體的出現，立即挑戰了冥王星的第九行星地位。閼字有兄弟鬩牆、爭鬥之意，命名者正是借此呼應它對冥王星行星地位所引發的爭議。天文學家面臨一個尷尬的問題：如果冥王星能被稱為行星，那麼閼神星是否也應該列為第十大行星？然而，如果閼神星不算行星，冥王星又憑什麼擁有這個頭銜？閼神星的發現迫使天文學界重新思考「什麼才是行星」這個看似簡單卻極為複雜的問題，為後來國際天文學聯合會在2006年制定行星新定義埋下伏筆。值得一提的是，閼神星還擁有一顆衛星，名為Dysnomia，中文可譯為無法女神，這一命名同樣呼應了爭議與不和的意涵。

## 行星降級與矮行星時代

2006年，國際天文學聯合會 (IAU) 正式重新定義了「太陽系的行星」。依照新的標準，一顆行星必須同時滿足三個條件：1.繞太陽公轉，2.具有足夠質量使自身呈球形，3.能清空其軌道附近的其他天體。冥王星雖符合前兩項，但因未能清除軌道區域內其他小天體，被降級為矮行星。IAU至今已正式承認五顆矮行星：穀神星 (Ceres)、冥王星 (Pluto)、閼神星 (Eris)、妊神星 (Haumea)、鳥神星 (Makemake)，如圖3。其中，穀神星是太陽系內唯一一顆位於火星與木星之間小行星帶的矮行星，其餘四顆則都是遠在海王星外的小天體。這場降級風波在公眾間引發熱烈討論，許多人感到失去了第九行星。不過，這場爭論也帶來了正面意義，促使天文學家與公眾將目光重新聚焦在太陽系外圍，並推動更多針對外太陽系的巡天與探索計畫。

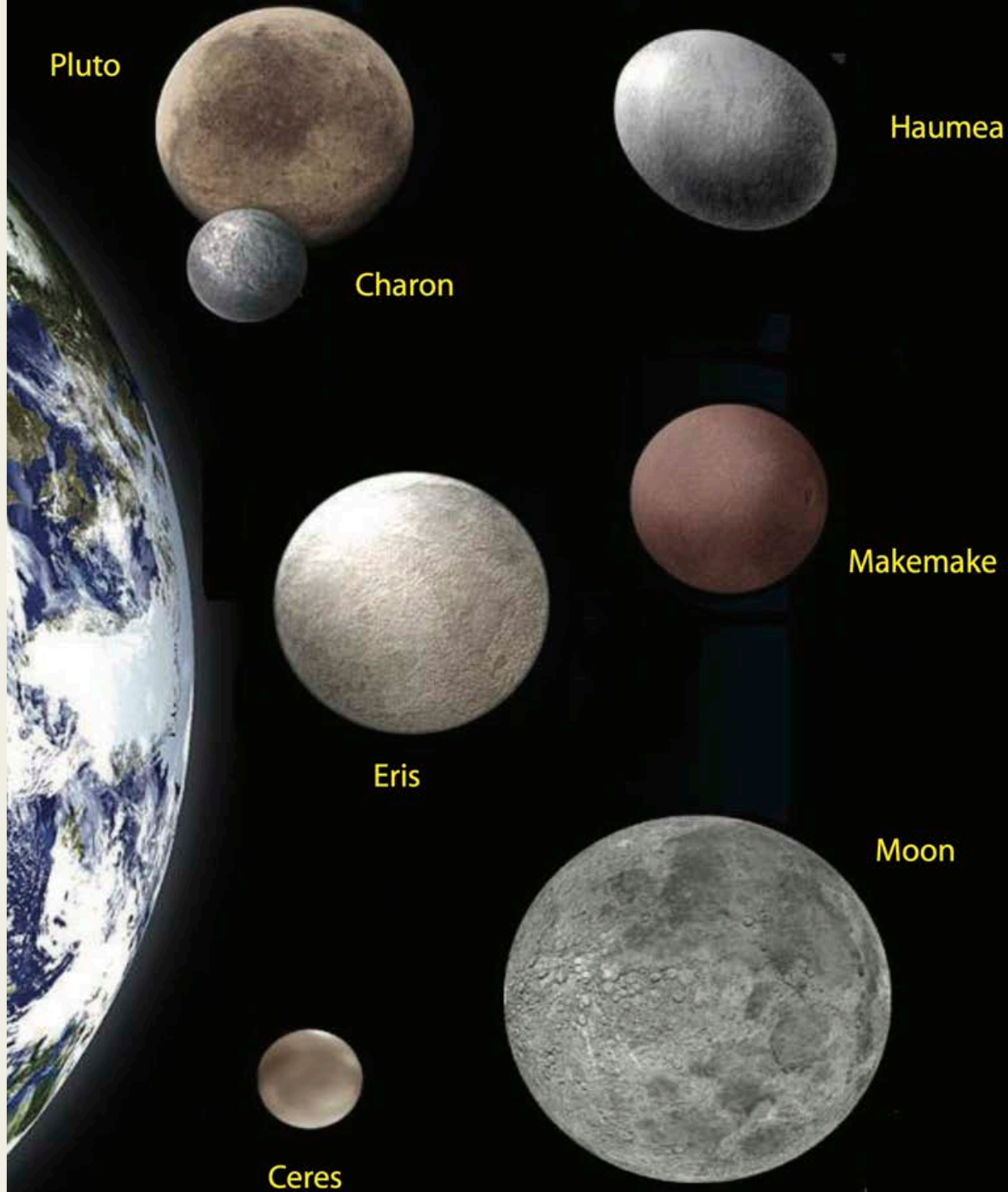
圖 2



哈伯望遠鏡所拍攝的閼神星及其衛星。圖片來源：ESA/Hubble

圖 3

## Exploring the Dwarf Planets



Images courtesy of NASA, ESA, JPL, and A. Feild (STScI)

IAU承認的五顆矮行星：穀神星（Ceres）、冥王星（Pluto）及其衛星凱倫（Charon）、妊神星（Haumea）、鳥神星（Makemake）與鬩神星（Eris），並與地球及月球進行相對尺寸與色彩的比較。天體外觀基於探測器與望遠鏡的觀測資料重建，大小依比例繪製，以便清楚呈現矮行星之間的差異。圖片來源：NASA

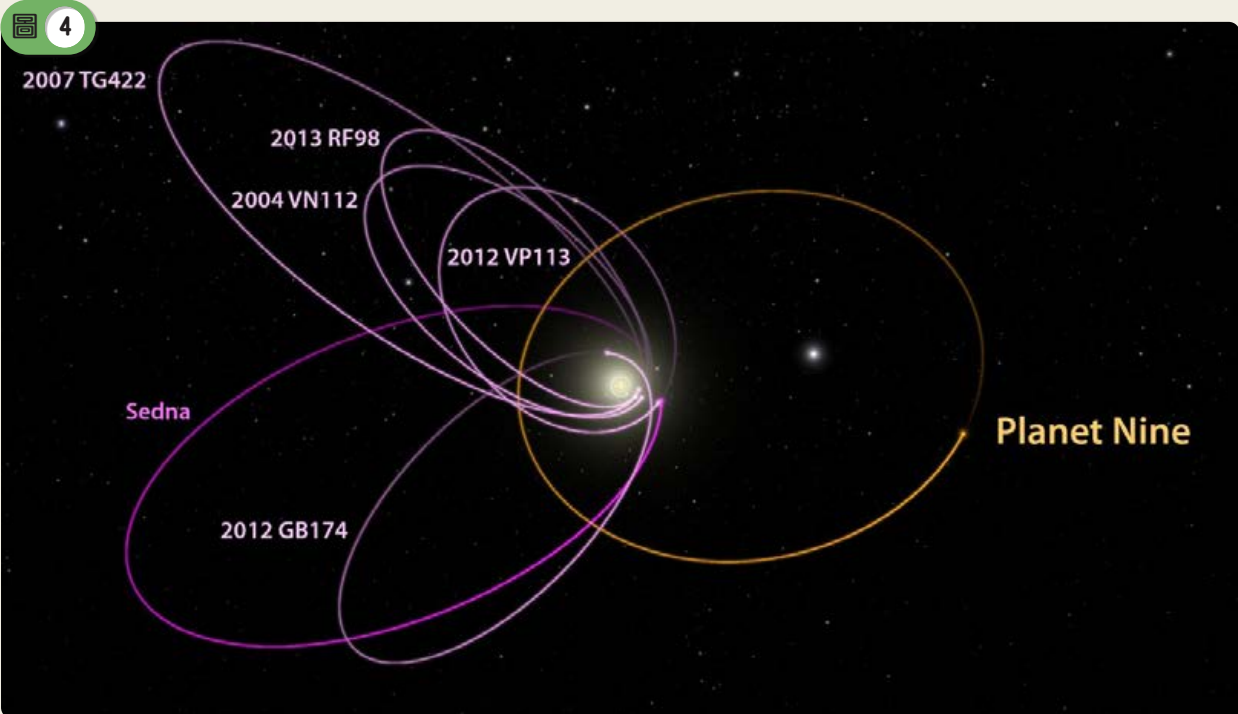
## 賽德娜與第九行星假說

其實，在闖神星挑戰冥王星地位之前，就已經有另一項令人震撼的發現。2003年，天文學家發現了一顆前所未見的遙遠天體，命名為「賽德娜」(Sedna)。它的近日點約為76 au，遠日點超過900 au，軌道長而橢圓，遠離海王星的重力影響，這樣的軌道無法用太陽系已知的行星來解釋。賽德娜的出現讓天文學家意識到，太陽系邊界可能潛藏著某些尚未被發現的神秘天體，正在影響這些極遠天體的軌道。不過，賽德娜體積比冥王星小得多，因此當時並未像闖神星那樣挑戰冥王星的地位。在賽德娜之後，天文學家又先後發現了2012 VP<sub>113</sub>和Leleākūhonua (2015 TG<sub>387</sub>)這兩顆「類賽德娜」天體，它們的軌道方向異常一致。除了這三顆之外，還有一些極遠的海王星外天體，也呈現出類似的軌道集中排列。這些天體的共同行為被認為可能受到某個隱形巨大行星的引力影響，進一步強化了第九行星(Planet 9)假說：一顆質量達地球數倍的行星，也許正潛藏於太陽系更外圍，主宰著這些遠方小天體的運行，如圖4。

## 菊石的意義與未來探索

就在天文學家努力尋找第九行星蹤跡時，2025年7月，一個全新的證據出現了，這顆名為菊石(2023 KQ<sub>14</sub>)的天體是第四顆被發現的類賽德娜天體，然而它的軌道方向卻與前三顆完全不同，如圖5。這個意外訊號像是在挑戰第九行星假說：如果真有一顆巨大行星在牽引它們，為何菊石不遵循同樣的軌道排列？這是否意味著外太陽系的歷史其實更加複雜？

目前的天文發展正朝著大規模巡天與大數據分析的方向前進，新一代天文設施陸續啟用，具備廣視野與高靈敏度的先進設備，能在短時間內捕捉大量天體資料。位於智利、口徑8.1公尺的薇拉·魯賓天文臺(Vera C. Rubin Observatory)，配備目前全球最大的天文數位相機，正在執行其主要計畫，即時域與深空巡天(Legacy Survey of Space and Time，簡稱LSST)，正是新一代巡天觀測能力的代表。在首次開光的約10小時內，LSST就破紀錄地發現了2,104顆此前未被登錄的小行星，相當於過去數十年



Sedna、2012 GB174這兩顆類賽德娜天體與其他極遠海王星外天體的軌道(紫色曲線)，這些天體的軌道方向出現集中排列現象，是支持第九行星假說的重要線索；橘色曲線則為假想第九行星(Planet Nine)的可能軌道範圍。圖片來源：PL-Caltech/R. Hurt

累積的成果，如圖6。未來十年，LSST預計將記錄數百萬顆小天體，從近地小行星到最遙遠的外太陽系天體都不會錯過。如此驚人的效率，意味著不久的將來，我們或許能找到更多類賽德娜天體，甚至有機會追蹤到真正的第九行星。

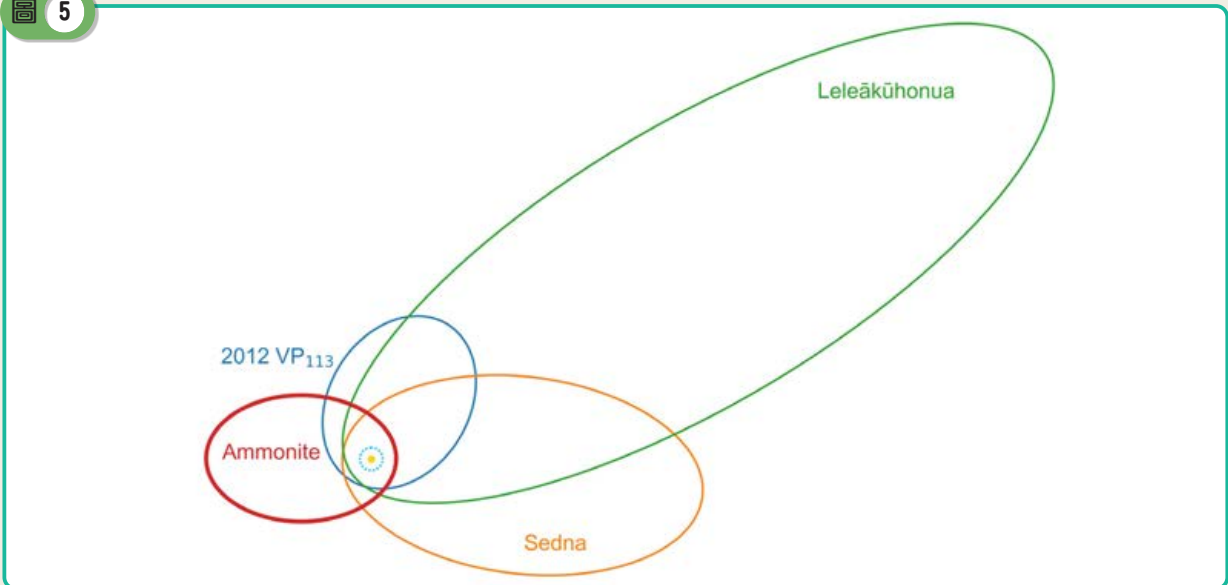
菊石的發現為外太陽系研究開啓了新的階段，也提醒我們對太陽系的理解仍遠未完整，探索未知的腳步仍在持續加快。

YouTube 相關影片:

Orbits of Sednoids: Small Bodies in the Outer Solar System  
<https://www.youtube.com/watch?v=z561PGgTe8I>

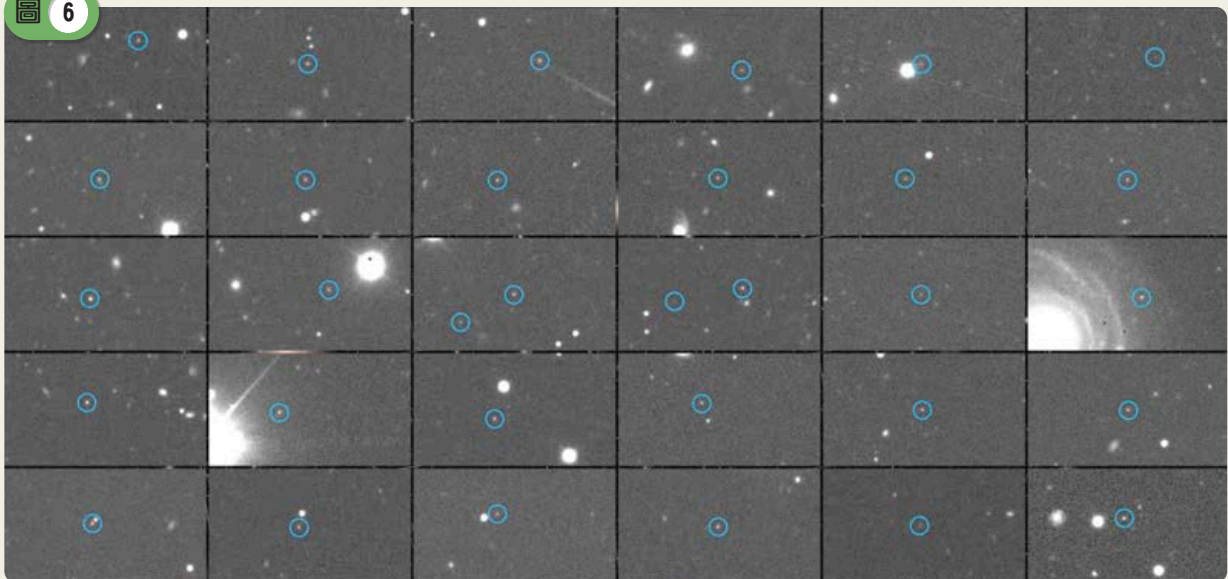
段皓元：臺北市立天文科學教育館

圖 5



菊石（軌道以紅圈標示）與其他3顆類賽德娜天體的軌道，中間的淺藍色虛線小圈代表海王星軌道。圖片來源：中央研究院天文及天文物理研究所。

圖 6



魯賓天文臺在啓用首週便發現約2,100顆小行星，圖中藍圈標示其位置。此為官方影片的截圖，完整影片可見：  
<https://www.youtube.com/watch?v=DTuq-vBsDJE>



天文攝影實戰教學

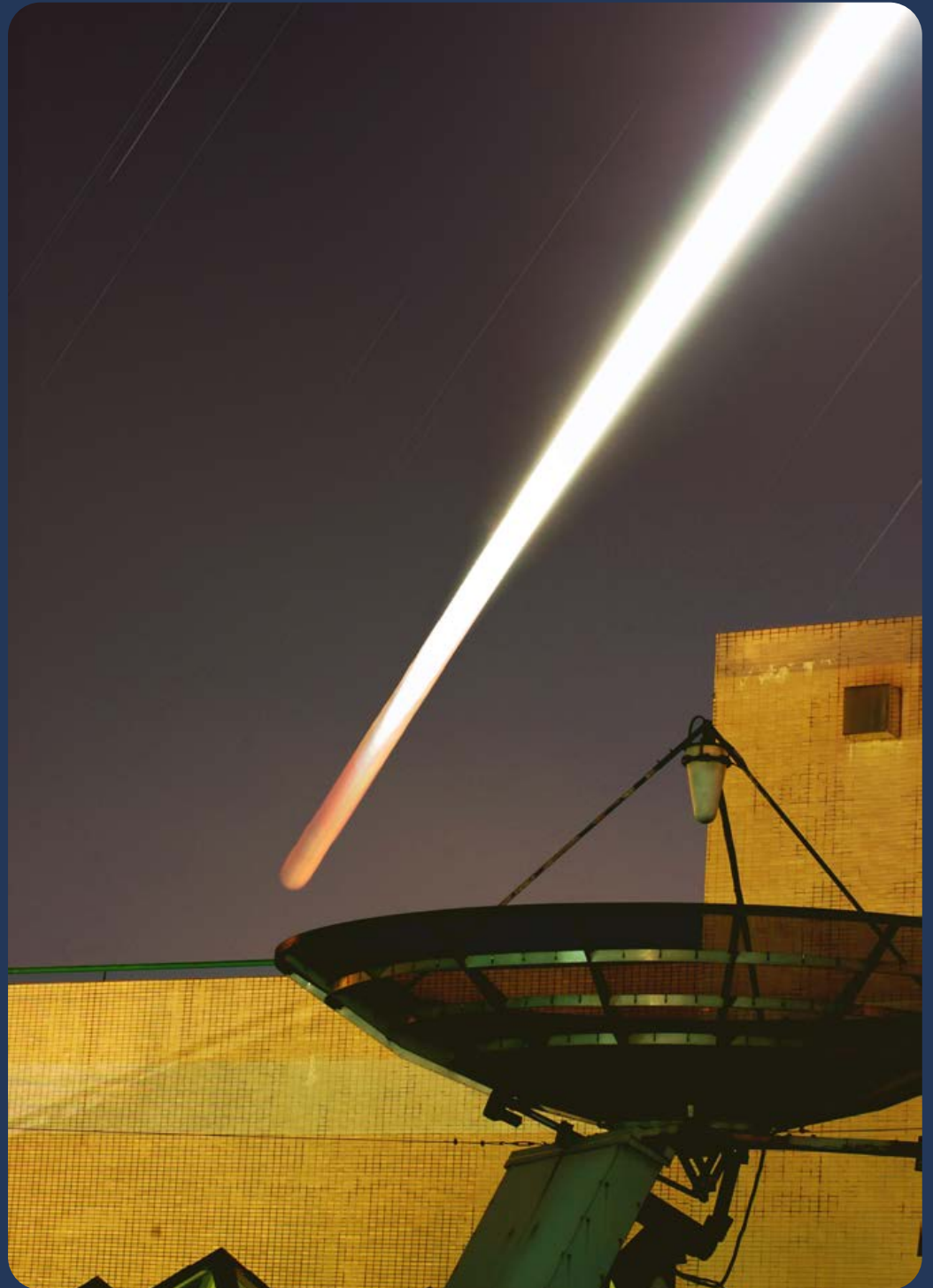
EASY 拍星空 47

## 2025/9/8一月全食拍攝 II

上一期〈EASY拍星空〉分享了2025年9月8日月全食概況及使用間歇攝影記錄月食過程變化，本期將繼續介紹月食過程記錄重點及拍攝方式。

文／吳昆臻

月流跡：拍攝時段為2007/8/28月全食，從全食到復圓階段，可見月球流跡從原本較暗紅棕色轉變為明亮的情況。



## 記錄月食亮度變化 月流跡

月食發生過程，月球亮度會隨月球進入地球影子位置不同持續改變著，使用固定取景、搭配適當長時間曝光並連續不間斷拍攝，事後再將全部影像疊合在一起，就能將月食過程的月球移動軌跡及亮度變化記錄下來，如首圖，攝影規劃及拍攝設定大致如下：

- ①**固定取景**：拍攝全程都要相同取景，取景規劃與廣角間歇攝影相同，可參考〈EASY拍星空46 2025/9/8月全食拍攝I〉記錄月食位置及變化－廣角間歇攝影段落說明。
- ②**適當長時間曝光**：拍攝全程需以相同曝光設定拍攝，採低ISO、中等光圈f/8-11（光圈勿設定過小，過小會有星芒降低影像美感）、搭配10-30秒適當曝光秒數，曝光控制在影像背景亮度適當、不過度曝光；這次月食過程，月球仰角會逐漸降低的，大氣減光情況漸明顯，故可以用最初試拍影像作為基準，全程拍攝使用相同參數拍攝。
- ③**連續拍攝**：與拍攝星軌相同，需讓相機連續不間斷拍攝，才能攝得連續不間斷的月流跡，使用單

眼相機搭配快門線是最輕鬆的拍攝方式，只要將相機拍攝模式設於連拍，按下快門線並上推、卡住固定按鈕，即可讓相機一直連續拍攝。後續再將全部影像疊合，即可得到月食過程的月流跡影像，拍攝及影像疊合細節與星軌拍攝方式相同，請參考〈EASY拍星空3 星軌拍攝〉內容。

## 月食星空記錄 紅色調月球與星空

在月全食過程中，月球亮度將大幅降低，天上原本被月光掩蓋的星星此時紛紛現身，形成繁星伴紅月的難得景象，在無光害地點觀賞，星星露臉情況將更為明顯，不妨使用相機記錄這奇特的景觀。在市區拍攝，因光害影響限制下，曝光時間不能太長，可用固定攝影拍攝數分鐘完成拍攝，若在無光害處拍攝，可嘗試延長曝光時間並將相機架設於追蹤裝置上追蹤拍攝。

本次月全食月球位於寶瓶座中，月球所在區域附近無較明顯亮星或指標，僅有離月球約15度距離處有土星及海王星，還是可以使用適當的鏡頭取景拍攝，如圖1。



使用星圖軟體Stellarium模擬本次月全食當下星野情況，圖中取景框為50mm鏡頭取景情況。

## 拼湊地球的影子 地球影拍攝

月偏食過程中，月球缺一角的弧形就是地球的影子輪廓，若能將多幅不同時間月偏食影像依相對

位置疊合，就能呈現更完整地球影子樣貌，不過因地球影邊緣並非是亮暗分明，無法直接由影像中地球影弧線直接做拼貼；如果使用赤道儀隨恆星移動導星，在後製疊合地球影形狀會因忽略地球公轉移動、與觀測地點角度差異等因素略為失真，要準確呈現地球影樣貌，以下提供三種拍攝地球影方式：

### 方法一：星圖軟體模擬疊合

使用星圖軟體（Stellarium或Sky Chart）模擬各時段月球與地球影情況作為參考圖，再將拍攝到的影像依位置及方向疊合在參考圖上，以星圖軟體Stellarium操作步驟大致如下，Sky Chart請參考〈EASY拍星空〉：

#### 步驟 1 開啓地球影顯示

於日期/時間[F5]將時間調至月食過程時間，並暫停時間流動，再將月球移至畫面中；於星空顯示選項[F4]>顯示分頁中將地球本影圈、本影中心及地球半影圈選項勾選，如圖2；另設定好觀測位置[F6]、切換至赤道座標系可在赤道儀與經緯儀間切換[Ctrl+M]、按S鍵隱藏恆星。

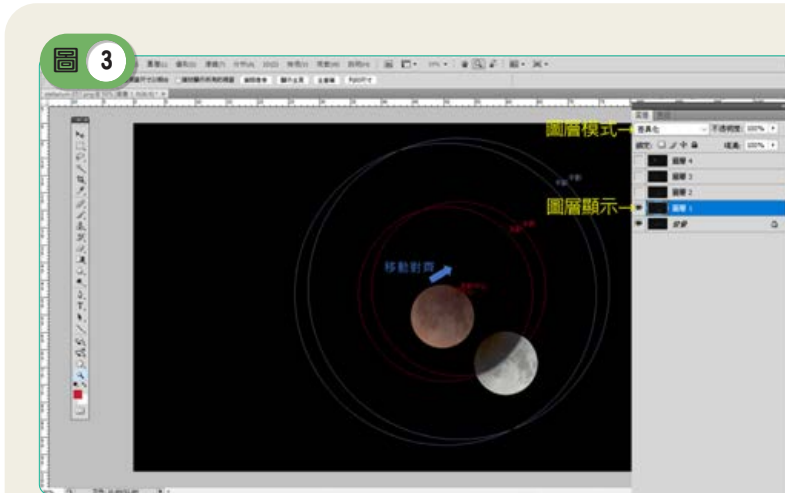


#### 步驟 2 擷取模擬影像

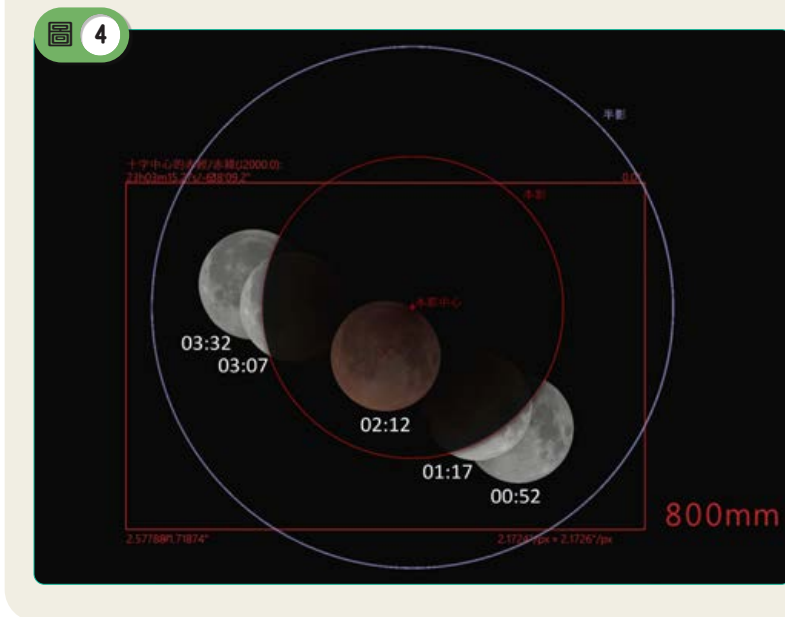
調整時間，模擬月球與地球接觸情況決定拍攝時機，如在偏食階段每15~20分鐘間隔或特定時間，並將各時間月球與地球影畫面儲存下來，星圖軟體Stellarium按下Ctrl+S，軟體即自動儲存螢幕畫面。儲存設定及儲存目錄設定在：視窗設定[F2]>工具>螢幕擷取圖；另外，可外加上食甚階段模擬影像，以豐富影像內容。

**步驟 3** 模擬影像合成

利用繪圖軟體將擷取模擬影像疊合，疊合時要以地球影中央為基準對齊疊合，可利用繪圖軟體將所有影像複製到同一影像多個圖層，將圖層模式設為**差異化**確認對齊情況，使全部影像地球影中央對齊，如圖3。完成對齊後將所有圖層模式設為**變亮**，即可同時顯示上下圖層，將所有圖層合併後即完成地球影參考圖，如圖4。



模擬影像合成對齊：將欲調整圖層設為顯示（顯示眼睛），並將圖層模式設為差異化，此時畫面會呈現顯示圖層間差異情況，移動調整圖層位置（可利用方向鍵微調），將地球影中心對齊，對齊完成後，將調整圖層設為隱藏，繼續處理其他圖層對齊。



星圖軟體Stellarium模擬產生本次月全食地球影參考圖：模擬時間為食甚前後55分鐘及80分鐘月偏食及食甚階段組合之地球影影像，圖中取景框為等效焦距800mm鏡頭取景範圍及情況。

**步驟 4** 月食影像拍攝

依預定時間拍攝月食情況，因參考圖是以赤道座標定位，所以實地拍攝時也要確保將影像水平與垂直方向與實際東西南北一致，否則事後得另外比對星圖月面方向，將影像方向調整對齊。

較輕鬆拍攝方式是將望遠鏡架設於赤道儀上追蹤拍攝，不僅拍攝過程有赤道儀幫忙追蹤，不用時時刻刻調整鏡頭指向，後續調整影像方向也僅需微調。

**步驟 5 影像疊合**

將攝得月食影像依參考圖中各時間位置疊合，疊合時可將圖層模式設成**差異化**，與參考圖中各時間的月球對齊，最後將所有影像圖層模式設為**濾色**或**變亮**，即可呈現本次月食地球影全貌；若將疊合圖層模式設為**濾色**，會較接近底片時代重複曝光情況，而設**變亮**則會將不同圖層同一區域最亮的情況顯示。

使用星圖軟體模擬疊合是呈現地球影較簡單且輕鬆方式，要做到精確在後製是要多花一些時間，包含將各時間月球影像大小及方向調整與參考圖一致，但畢竟是合成影像，感覺比真正實際拍攝還差一點點，若要追求更精確及實際拍攝方式，相關拍攝技巧將在下段介紹。

**方法二：間接地球影追蹤**

地球影並非發光實體，在天球上移動情況與恆星不同，不同觀測地點移動情況也有所差異，無法直接對地球影進行追蹤，但只要能知道各時間地球影在天球位置及移動情況，就能在月食過程以月球附近參考星做基準，修正地球影相對位移量，達到追蹤地球影的效果。

拍攝所需裝備與拍攝深空天體相同，需將拍攝裝備架設在赤道儀上對星空追蹤，並另配置導星裝置導星及修正移動量，裝備及導星細節請參考〈EASY拍星空25〉，亦可用導星裝置當相機拍攝星空，利用軟體解星確認指向，並做指向調整至預定座標；若赤道儀極軸調校精準，應可達到完全追蹤地球影效果。因是以地球影位置做追蹤，在影像疊合時不需另外調整影像位移，直接疊合所有影像即可呈現地球影樣貌。

各時間地球影位置，可利用星圖軟體Stellarium顯示地球影中心功能查詢，不過軟體僅可顯示地球影中心位置，無法直接顯示座標位置數值，但可以透過間接方式取得，查詢步驟如下：

**步驟 1 設定觀測地點**

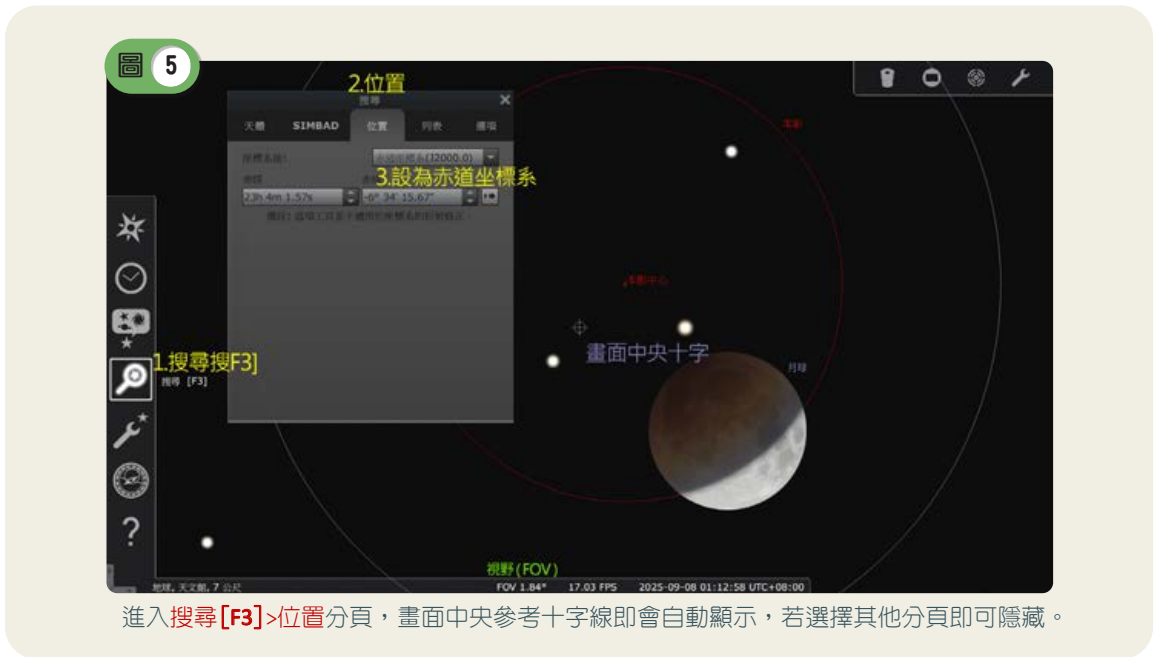
不同觀測地點，地球影在月食過程在天球上位置及移動情況都不同，應先查好觀測地點經緯度及海拔於**觀測位置[F6]**中設定。

**步驟 2 開啓地球影中心顯示**

於**日期/時間[F5]**將時間調至月食過程時間，並暫停時間流動，再將月球移至畫面中；於**星空顯示選項[F4]**>**顯示**分頁中勾選本影中心選項，參考圖2。

**步驟 3 顯示畫面中央座標**

按下**搜尋[F3]**>**位置**分頁，畫面中央將會顯示參考十字線，並顯示幕前畫面中央座標數值，另將座標系統設為赤道座標系，如圖5，暫時勿關閉此視窗。



#### 步驟 4 讀取地球影中心座標

前推滑鼠滾輪或按長按鍵盤Page Up鍵放大畫面顯示，將視野 (FOV) 調至最小範圍，放大過程中要維持本影中心在畫面中；按下滑鼠左鍵並拖曳滑鼠移動本影中心位置，最終將本影中心與參考十字線完全對齊，即可於搜尋視窗中讀取地球影中心赤經及赤緯座標數值，如圖6。

利用搜尋視窗讀取座標方式，在較舊版本星圖軟體Stellarium中可能無法直接顯示座標數值，除使用較新版外，另外一種查詢方式是使用外掛程式滑鼠座標功能 (視窗設定[F2]>外掛程式>滑鼠座標)，就可直接在畫面上顯示滑鼠位置座標。



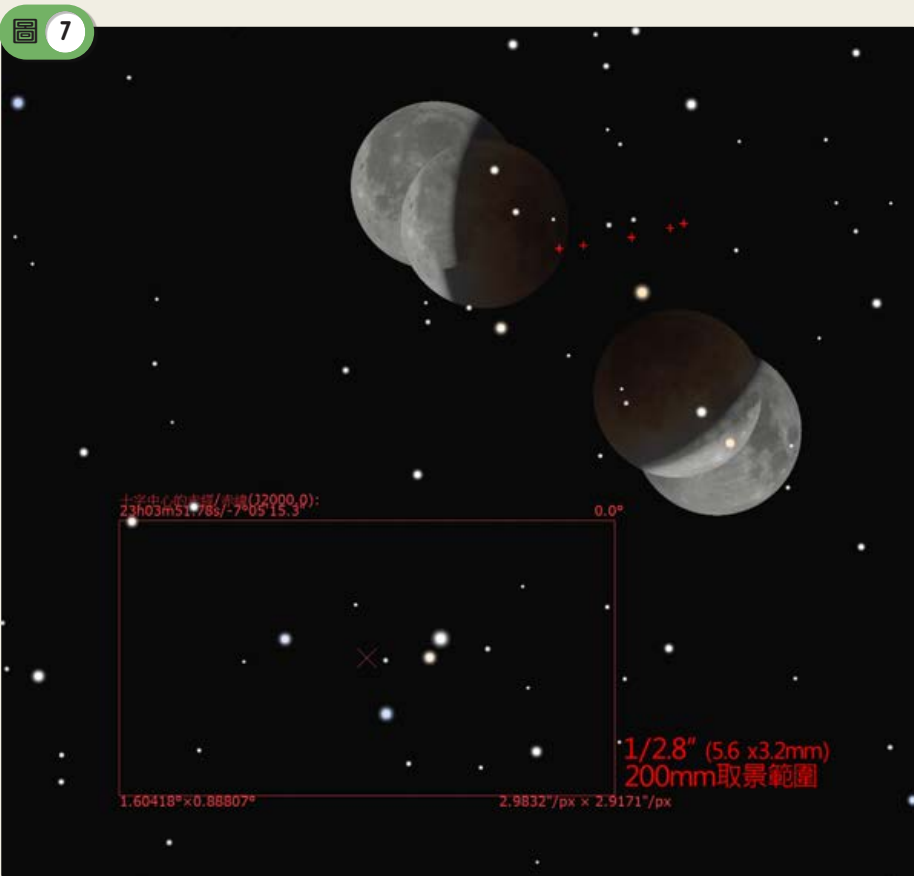
**步驟 5** 讀取各時間點地球影中心座標

修改日期/時間[F4]中的時間，模擬各時間地球影位置，並重複**步驟4**，讀取地球影中心座標；因地球影移動情況及速度各時段都不同，逐一將每個預定拍攝時間地球影中心座標查詢是必要的。

作者以天文館為觀測地點，查得資料如表1、圖7：

**表 1** 以天文館為觀測地點的地球影資料

時間	赤經	赤緯
00:51:43 (食甚前80分)	23h3m41.4s	-6°25'15.3"
01:16:43 (食甚前55分)	23h3m23.0s	-6°24'38.2"
02:11:43 (食甚)	23h2m46.7s	-6°23'00.6"
03:06:43 (食甚後55分)	23h2m18.1s	-6°21'01.5"
03:31:43 (食甚後80分)	23h2m08.7s	-6°20'00.0"



星圖軟體Stellarium模擬本次月食地球影移動情況：右上方紅色十字為表1各時間地球影中心位置，可見地球影移動並非等速及對稱，規劃拍攝詳查每個拍攝時間地球影中心位置是必要的。圖中也模擬若直接追蹤恆星拍攝，所組成地球影形狀會是失真的。

有了各拍攝時間點地球影座標，實地拍攝時要在預定拍攝時間前先將導星位移至相對位置，並於正確時間點按下快門拍攝，就能順利拍攝月食與地球影情況。間接地球影追蹤拍攝操作上雖然較為複雜，但只要將各步驟都做到位，就是最精準的地球影追蹤方式。

### 方法三：赤道儀導入地球影

若您使用赤道儀移動導入精準度高，可以利用星圖軟體Stellarium的**望遠鏡控制**外掛程式，控制赤道儀指向地球影中心拍攝，或是先查好各拍攝時間地球影座標，透過控制器控制讓赤道儀移動到該座標位置進行拍攝，此方式準確性就完全由赤道儀精度及赤道儀設定決定。

間接地球影追蹤或赤道儀導入地球影二種方式都是透過拍攝裝置協助定位，過程要是沒能準確做好定位，記得不要亂了手腳，還是可以拍下預定拍攝時間月球影像後續再以星圖軟體模擬疊合方式將月球疊合於相關位置，或穩定心境想辦法拍攝其他時間影像，用其影像作為最終地球影的呈現。

本篇介紹更多月食過程其他記錄方式，月全食拍攝專文大致完整的介紹了本次月全食過程值得觀測及記錄的地方，9月8日月全食若有拍到不錯月食

影像，也歡迎將您的大作投稿至本期刊〈美星映象館〉專欄，期待您分享大作。〈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/>



# 星系的雙重面貌

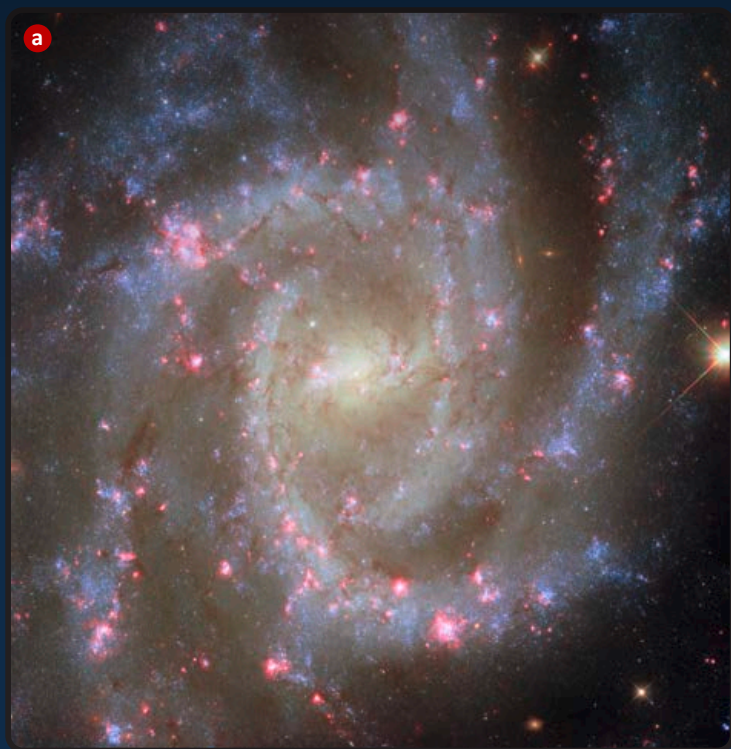
文／謝翔宇

你仔細觀察這兩張照片，你有發現什麼不同了嗎？最明顯的差異，是左邊照片上多了許多粉紅色的斑紋，彷彿在星系螺旋狀的旋臂上綻放出一片艷紅花海，非常美麗。事實上，這片粉紅色來自於星系中的發射星雲所發出的H $\alpha$ 譜線，通常和大範圍的恆星形成區有關連，眾多的恆星正在此處誕生，巧合地呼應美麗花海正孕育著新生命的浪漫意象。

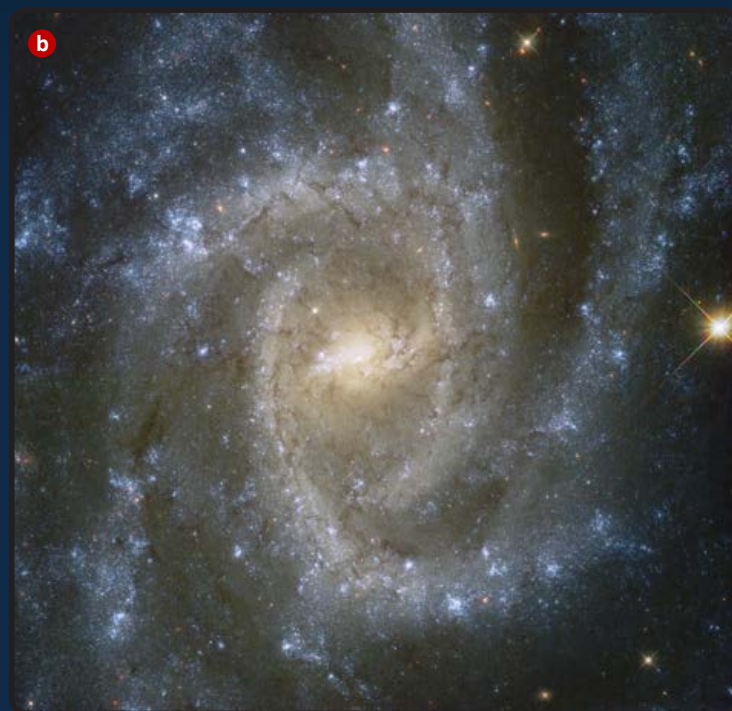
然而，和季節性的花海不同，星系並不會因為不同季節拍攝而有不同。圖 **a** 是加入了H $\alpha$ 濾鏡的長時間曝光影像，強化了星系旋臂上的發射光譜。這些H $\alpha$ 譜線有的來自於被天文學家稱為電離氫區（H II region）的區域，與恆星形成有關；而其它的H $\alpha$ 譜線可能來自於超新星殘骸與行星狀星雲，則是與恆星的死亡有關。

位於長蛇座的棒旋星系NGC 2835，剛好以正面朝向地球方向，是非常完美的觀察對象。哈伯太空望遠鏡的PHANGS-HST星系巡天計畫正藉由觀察19個鄰近星系的高解析力影像，來分析其中超過5萬個發射星雲的結構，進一步了解恆星的誕生與死亡，這個宇宙中最迷人的現象之一。

網址：**a** <https://esahubble.org/images/potw2533a/>、**b** <https://esahubble.org/images/potw2037a/>



影像來源：ESA/Hubble & NASA, R. Chandar, J. Lee and the PHANGS-HST team



影像來源：ESA/Hubble & NASA, J. Lee, and the PHANGS-HST Team

# 美星映象館

Astronomical photo gallery

責任編輯／吳昆臻

NGC 6726~6729 蔡明翰



▲ 時間：2024/07/05~2024/07/08

地點：智利El Sauce，遠端遙控拍攝

儀器：Planewave CDK 20"望遠鏡、QHYCCD QHY600PH-M相機、Chroma 50mm LRGB濾鏡、Planewave L500赤道儀

參數：L×77、R×50、G×50、B×50，單幅曝光300秒，總曝光約18.9小時

說明：NGC 6726~6729是一組位於南冕座的漂亮星雲，距離地球約400至500光年，是銀河系中距離我們最近的恆星育嬰室之一。這些星雲主要屬於反射星雲，因此常呈現藍色光芒，源自附近年輕恆星的星光被塵埃反射所致。整片星雲區域被濃密暗星雲包圍，如同神祕帷幕，讓這片天區格外迷人。

▶ 時間：2025/05/03

地點：南投縣信義鄉新中橫塔塔加

儀器：Askar 103 APO望遠鏡、ZWO ASI2600MC冷卻相機、iOptron GEM28赤道儀

參數：冷卻-10°C、單幅曝光300秒，40幅疊合，總曝光3.3小時

後製：PixInsight、Adobe Photoshop

說明：馬卡萊恩長鏈是室女座星系團中最壯觀的一條星系排列，由多個橢圓與螺旋星系組成，彼此彷彿牽引著排列成彎曲弧線，宛如飄浮在宇宙中的星系項鍊。這些星系距離地球約5,000萬光年，位於春季星空的室女座方向。馬卡萊恩星鏈不僅是觀星愛好者的熱門目標，也是研究星系互動與演化的重要天體。

## 馬卡萊恩長鏈 (Markarian's Chain)

丁南昌



## M104 闊邊帽星系

黃歆杰



◀ 時間：2025/03/22

地點：雲林縣臺西鄉自宅樓頂

儀器：Askar FRA400望遠鏡、Nikon D610相機、Sky-Watcher AZ-GTi電動經緯儀（赤道儀模式）、L-Quad Enhance濾鏡

參數：ISO800、單幅曝光10分，29幅疊合，總曝光4.8小時

後製：PixInsight、Adobe Photoshop

說明：位於影像左側的M104長得像一個大大的帽子，因此被命名為闊邊帽星系，與四周散布的星星構成一幅唯美的圖案。

星空調色盤

陳志航



◀ 時間：2022/4/5

地點：南投縣仁愛鄉合歡山昆陽停車場

儀器：Samyang Optics 135mm F2.0 ED UMC鏡頭、Canon 60D (改) 相機、EM-11 Temma2Jr赤道儀

參數：ISO400、光圈F2.8，單幅曝光30秒×32幅，單幅曝光122秒×44幅，總曝光1.75小時

說明：位於天蠍座的「星空調色盤」是夏季色彩最繽紛的天體之一，其星雲區域散發多種色彩，宛如宇宙中的藝術畫布。

紅與藍的絮語 - 三裂星雲 (M20)

黃崑峯



▲ 時間：2024/07/10

地點：南投縣仁愛鄉卡爾小鎮

儀器：WO FLT110望遠鏡、ZWO ASI2600MC相機、iOptron CEM40EC赤道儀

參數：Gain100、冷卻0°C、單幅曝光5分鐘，30幅疊合，總曝光2.5小時

後製：Astro Pixel Processor疊圖、PixInsight後製

說明：三裂星雲融合發射、反射與暗星雲，紅藍交織、結構分明，是銀河系中最壯麗的星雲之一。

▶ 時間：2024/7/4

地點：南投縣信義鄉塔塔加地區

儀器：高橋MT160望遠鏡、Baader MPCC3修正鏡、PLAYER ONE URANUS-C PRO冷卻相機、離軸導星裝置、PHD2、Sky-Watcher EQ6-R赤道儀

參數：冷卻-10°C、單幅曝光30秒，126幅疊合，總曝光1.05小時

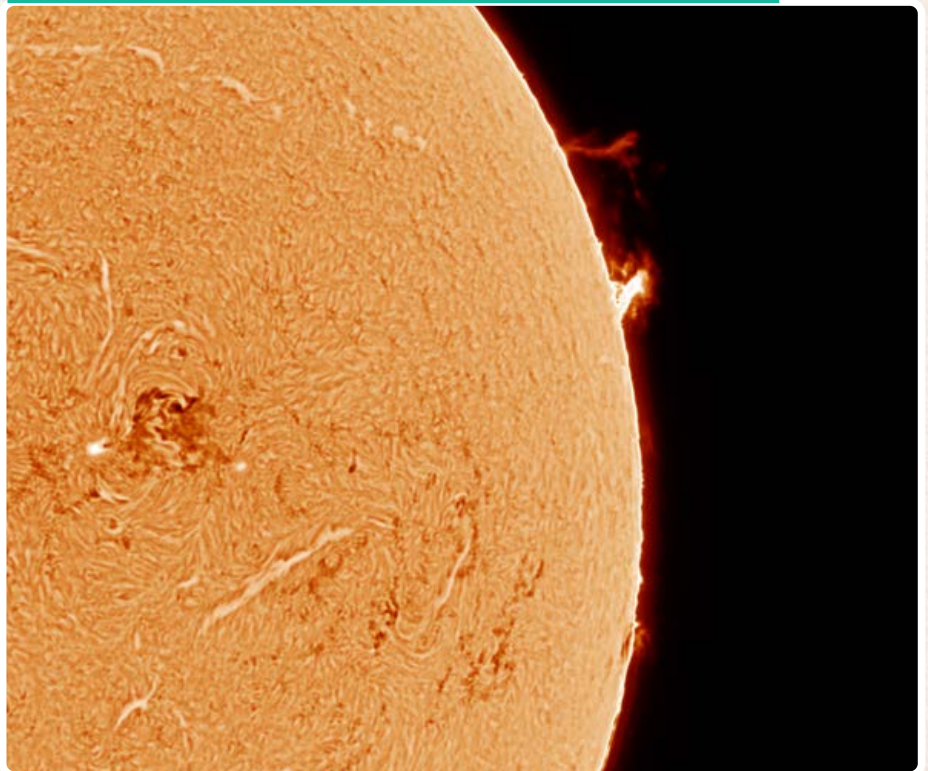
後製：PixInsight、Adobe Photoshop，萬明德影像處理

說明：夏夜銀河內與周邊蘊含豐富深空天體，其中不少為球狀星團。M22是視直徑較大的球狀星團之一，與M8、M20大致位於相同銀緯。在山區，M8可用肉眼直接看見，因此可先用望遠鏡定位M8，鎖定赤緯後將視野向東掃動，即可見到一團模糊光團—M22。由於它位於銀河內，同視野中可見無數繁星，觀測時可嘗試分辨星團中明亮的成員星。

## M22 球狀星團 林啓生



## 太陽局部影像暨日珥拍攝 黃路克、趙偉光



▲ 時間：2025/07/23

地點：新北市中和區

儀器：ACUTER鳳凰座40太陽日珥觀測望遠鏡、Tele Vue POWERMATE 2.5X加倍鏡、ZWO ASI678MM天文相機、Sky-Watcher SolarQuest自動尋日望遠鏡

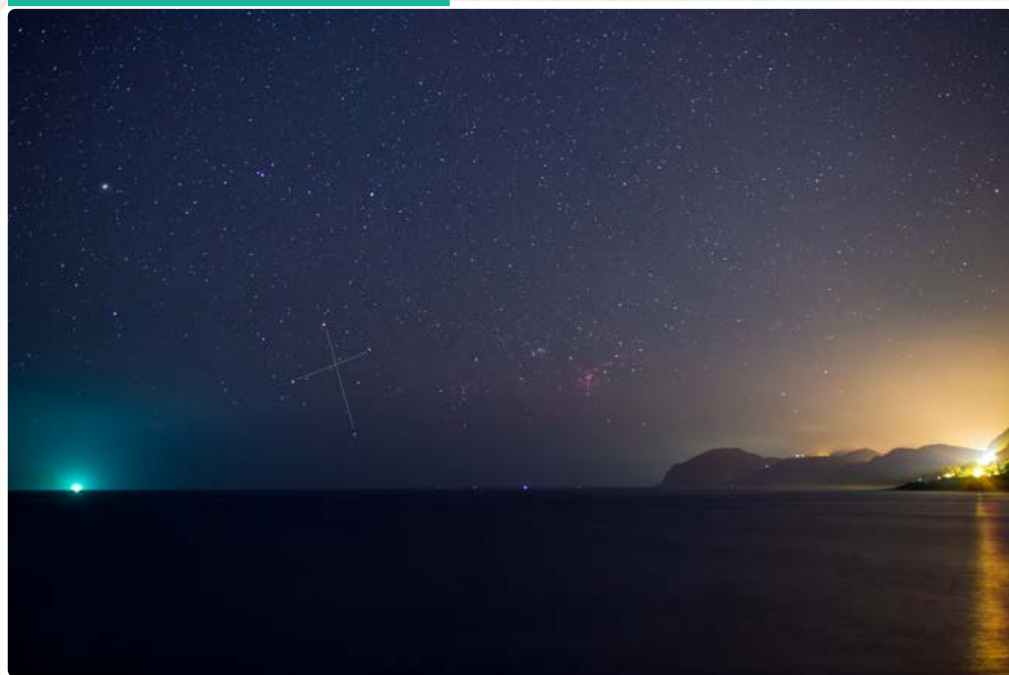
參數：曝光3毫秒，影片長度29秒，1500幀，取樣前50%影像疊合

後製：AutoStakkert!4、Adobe Photoshop

說明：為了更凸顯太陽表面的特徵及噴發的日珥，除了窄頻日珥觀測望遠鏡搭配天文相機之外，更使用了加倍鏡，再搭配錄影疊圖法與影像軟體後製，記錄下一般光學望遠鏡所無法觀測到的窄頻波長影像。

## 初夏南十字

陳子耀



◀ 時間：2025/4/22 22:28  
地點：花蓮縣新城鄉鹽寮漁港  
儀器：Sigma 35mm f/1.4 DG  
DN Art鏡頭、Canon 6D  
(改)相機  
參數：ISO2500、光圈F2.0、  
單幅曝光10秒  
說明：南十字座在南半球國家  
具有重要的文化意義，  
是許多國家的國旗和國  
徽的重要元素，象徵著  
希望、方向和團結。

## 安平南天星流跡

謝易翰



▲ 時間：2024/6/15 19:32~21:44  
地點：臺南市安平區  
儀器：SIGMA 50-500mm鏡頭@50mm、NIKON D850A相機  
參數：ISO100、光圈F4.5、單幅曝光13秒，638幅疊合  
後製：Sequator、Adobe Photoshop  
說明：6月的安平日落後可以觀測到直立的南十字座，那日見南天無雲，架設相機在屋頂縮時拍攝南天的星流跡。使用Sequator程式疊圖後，幸運捕捉到流星入鏡。照片使用Photoshop抹除天空的飛機軌跡並修飾地景燈光。

## 馬祖藍眼淚銀河 蔡政達

- ▶ 時間：2024/5/6 凌晨  
地點：連江縣東莒鄉大砲連據點  
儀器：Samyang 14mm鏡頭、Canon 6D相機  
參數：ISO8000、光圈F3.1、單幅曝光30秒  
說明：5月份來到東莒，很幸運遇上藍眼淚大爆發，機會難得，當然要拍攝夢幻的螢光海與銀河同框畫面。



## 蟻窩銀河 林柏偉



- ◀ 時間：2025/6/26 22:23  
地點：花蓮縣光復鄉大農大富平地森林公園  
儀器：Sigma 14mm f/1.4 DG DN Art鏡頭、Canon EOS 6D (改) 相機  
參數：ISO1600、光圈F2.0、單幅曝光30秒  
說明：蟻窩是位於光復鄉大農大富平地森林公園的裝置藝術，也是星空愛好者來此必取景的地方。大農大富平地森林公園觀星條件良好，除了天文愛好者常造訪外，每年3月的螢火蟲季更是遠近聞名。

浩瀚宇宙無限寬廣

穹蒼之美盡收眼底

