

# 臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI  
SKYLIGHT  
NO.115 2023.09  
ISSN:1727-0022

## 歐幾里得太空望遠鏡

看不見，可是依舊存在的行星

凝望《詩經》星空

無線電波天文歷史談

夏季大三角

不識星空真面目 只緣身在地球中

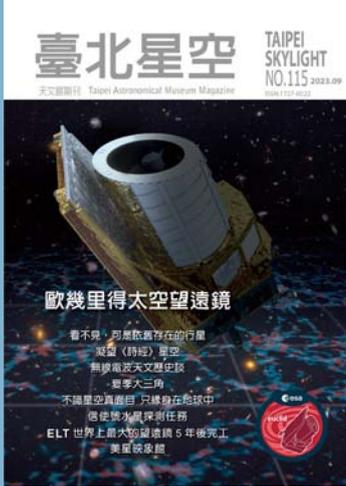
信使號水星探測任務

ELT 世界上最大的望遠鏡 5 年後完工

美星映象館



# 臺北星空



歐洲太空總署成功發射的歐幾里得太空望遠鏡於7月1日經過長途飛行，最終抵達距離地球約150萬公里的拉格朗日點L2，並且在7月31日，歐洲太空總署釋出了首批測試影像。歐幾里得太空望遠鏡的主要科學目標是研究有關宇宙的「幾何形狀」的問題，特別聚焦於暗物質、暗能量以及宇宙大尺度結構的演變。

這個太空望遠鏡以希臘數學家歐幾里得的名字來命名，歐幾里得生活在約西元前300年左右，被尊稱為幾何學之父。天文學與幾何學的發展密切相關，歐幾里得總結了早期的幾何學知識，提出了五大幾何公設，並著有《幾何原本》這本備受推崇的數學巨著。隨後，幾何學不斷發展，形成包括解析幾何、微分幾何、黎曼幾何等分支。其中，黎曼幾何在愛因斯坦提出廣義相對論的理論時發揮了重要作用，為我們對宇宙的理解提供了新的框架。

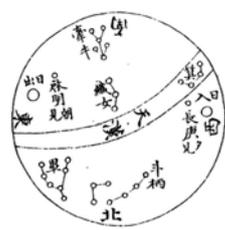
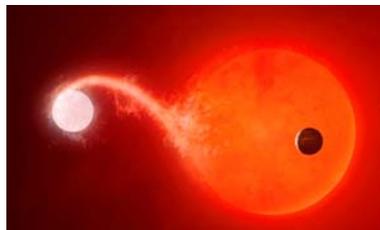
## 【封面照片】

歐幾里得太空望遠鏡

圖片來源：ESA

## Contents

- 02 天象與新知** 謝翔宇、許晉翊
- 06 天文新聞追蹤報導**  
**看不見，可是依舊存在的行星** 林建爭
- 17 謎樣星宿**  
**凝望《詩經》星空——大東總星圖的牛郎織女**  
歐陽亮
- 23 天文展品導覽**  
**無線電波天文歷史談** 王彥翔
- 26 天文觀測教室 20**  
**夏季大三角** 陶蕃麟



刊名：臺北星空期刊  
統一編號：2008700083  
中華民國87年10月1日創刊  
中華民國112年9月1日出版  
刊期頻率：雙月刊  
本刊刊載於臺北天文館網站，  
網址<https://www.tam.gov.taipei/>

發行人 陳岸立

發行委員 王錦雄、吳志剛  
林琦峯、陳俊良  
吳昆臻、石中達  
廖怡喻、林修美  
卞欣婷、鄭伊宸

編審委員 黃麗君、張彩鳳

# 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

## 10 歐幾里得太空望遠鏡

徐麗婷

## 34 天文劄記

### 不識星空真面目 只緣身在地球中

林志重

## 40 天文學教室

### 信使號水星探測任務

周毅桓

## 46 天體映象

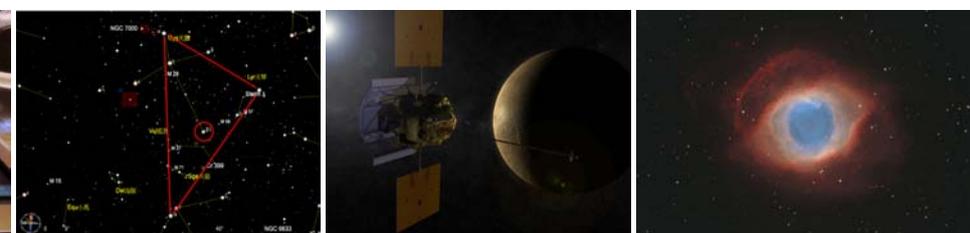
### ELT 世界上最大的望遠鏡5年後完工

謝翔宇

## 48 宇宙天體攝影

### 美星映像館

彙整/吳昆臻



總編輯 施欣嵐  
編輯 趙瑞青、劉愷俐、吳昆臻  
美術編輯 劉愷俐、莊郁婷、邱幗鳳  
封面設計 劉愷俐  
出版機關 臺北市立天文科學教育館

地址 臺北市士林區基河路363號  
電話 (02)2831-4551  
傳真 (02)2831-4405  
網址 <https://www.tam.gov.taipei/>

中華民國行政院新聞局出版事業登記證  
局版北字第2466號

## 天文新知

 遙遠的超新星產生了愛因斯坦十字

 在年輕星團中檢測到胺基酸色胺酸

 韋伯排除TRAPPIST-1c存在厚二氧化碳大氣層的可能性

 大爆炸後宇宙時間流速慢了五倍

 金星上可能有生命嗎？從雲層中再次觀測到磷化氫

 中研院團隊破解星系中心巨大黑洞的成長之謎

 兩顆行星共享軌道的第一個證據

 12P/龐士-布魯克斯彗星竟意外爆發，且外形像千年鷹號

 來自歐幾里得太空望遠鏡的首批測試影像

 科學家不知為何火星自轉速度加快

 在低質量恆星周圍發現木星大小的系外行星

 新發現的棕矮星比太陽還熱

 超強磁性的磁星可能來自於這種氦星

 韋伯太空望遠鏡服役滿一年，觀測成果感動了天文學家們

## 九、十月重要天象



時序即將入秋，美麗星空輪番精彩上演！9月21日發生的月掩心宿二將全程可見，雖然發生在下午，還是有機會透過望遠鏡觀察到這少見的天象。而10月22日的獵戶座流星雨極大期，則是觀賞這個小流星雨又不會受到月光干擾的難得機會。10月29日的月偏食在臺灣更是全程可見，錯過就要等到2年後才會再看到月食囉！

行星動態方面，9月19日金星將達到最大亮度，和今年7月10日的第一次金星最大亮度同樣是-4.7等，是天亮前天空中最亮的明星！同一天的海王星衝，則是使用望遠鏡觀察這顆太陽系最遙遠行星的絕佳機會。9月22日將迎來今年的第3次水星西大距，早起的朋友將有機會一睹水星的風采。而令人期待的10月24日金星西大距，日出前往東方將會看到這顆明亮的晨星閃耀在天空，早起的你一定不會錯過！

**9/19** 海王星衝，視直徑2.4"，7.8等

 推薦  
**9/19** 金星最大亮度，-4.7等

**9/21** 月掩心宿二，1.1等，15:56掩入  
17:17復出

 推薦  
**9/22** 水星西大距，與太陽相距17.9°，  
-0.5等

**10/22** 獵戶座流星雨極大期，ZHR~20+

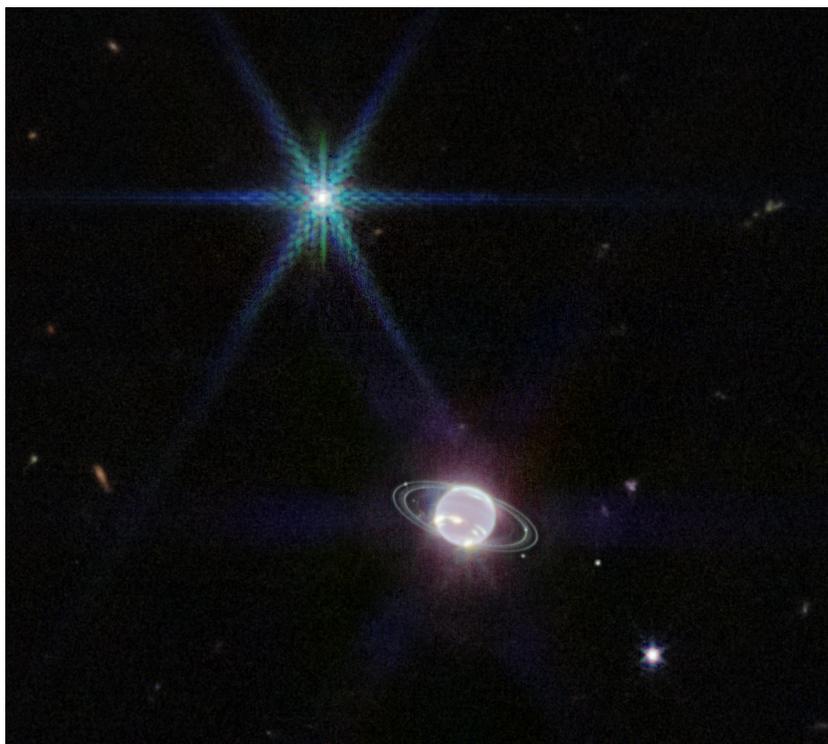
 推薦  
**10/24** 金星西大距，與太陽相距  
46.4°，-4.5等

 推薦  
**10/29** 月偏食，食分0.122，食甚04:14

# 天象焦點

## 9月19日 海王星衝

海王星是距離太陽最遙遠的行星，即使在衝的位置，亮度也僅有7.8等，若無望遠鏡輔助將無法看見。使用望遠鏡觀察海王星，會發現它是一個藍色、非常小的圓盤。由於海王星衝時的視直徑僅有2.4”，建議使用口徑10公分以上，放大倍率達100倍以上的望遠鏡才有機會看見海王星呈現細小的圓盤狀的外形。



圖片來源：NASA

## 9月19日 金星最大亮度

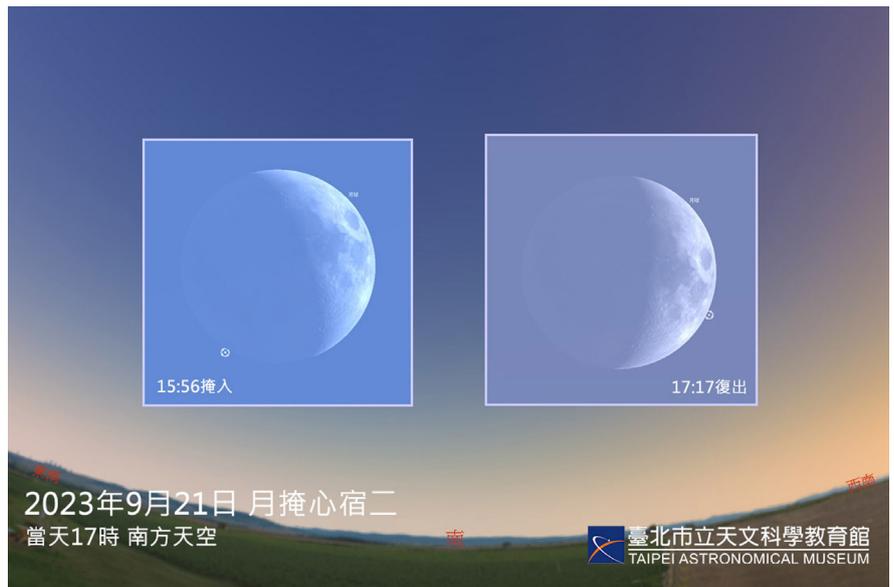
金星是內側行星，當金星環繞太陽運行時，不只是和地球的距離不停改變，也會像月球一般出現盈虧變化。由於距離和盈虧變化兩者因素的綜合影響，金星最大亮度通常出現在東大距後的第36日，或是西大距的36日前。在10月24日金星將運行至西大距的位置，因此金星最大亮度預期將在9月19日左右出現。其實從9月5日至10月6日，金星的亮度都達到-4.7等，而且在日出前出現的仰角逐日升高，早起的朋友們千萬別錯過了！



金星最大亮度  
攝影/吳昆臻  
臺北市立天文科學教育館  
TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM

## 9月21日 月掩心宿二

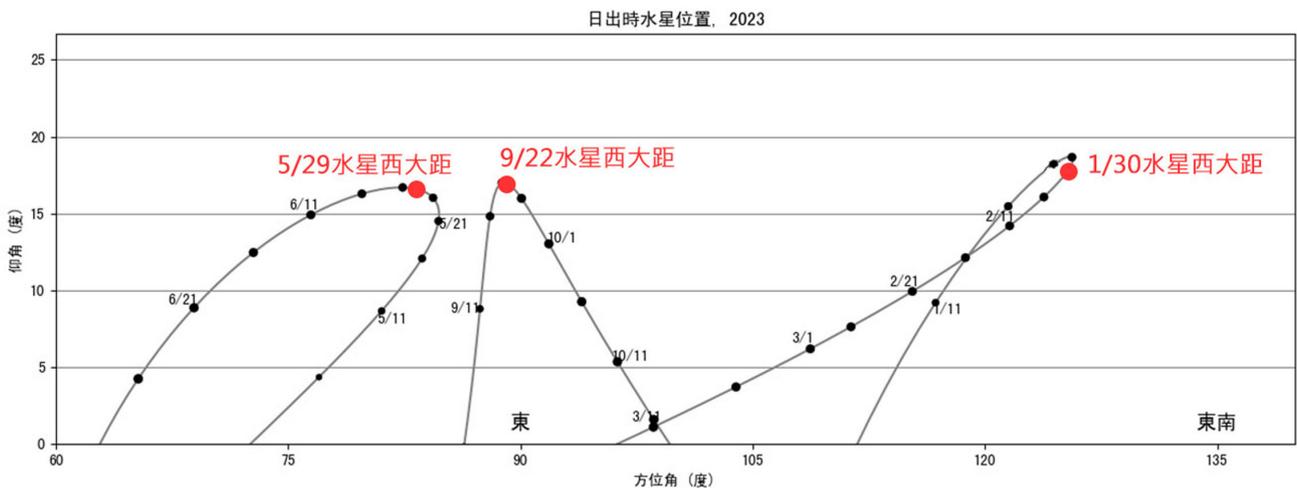
月掩心宿二發生在9月21日15時56分，心宿二將自月球暗緣掩入，17時17分將從月球亮緣復出，臺灣全程可見。心宿二被認為是天蠍座的心臟，亮度達1.1等，是一顆紅超巨星。掩星發生時是白天，肉眼不容易觀察，但透過望遠鏡仍有機會觀察掩星的過程，是一項有挑戰性的天文觀察活動。



## 9月22日 水星西大距

9月22日日出前，將有機會欣賞到難得一見的水星！本次水星西大距是今年的第3次，亮度-0.5等，與太陽的角距是3次當中最近的，為 $17.9^\circ$ ，但

由於軌道傾角配合觀察角度的因素，其實本次水星西大距仰角並非最低，反而更有機會觀賞到水星的情影！



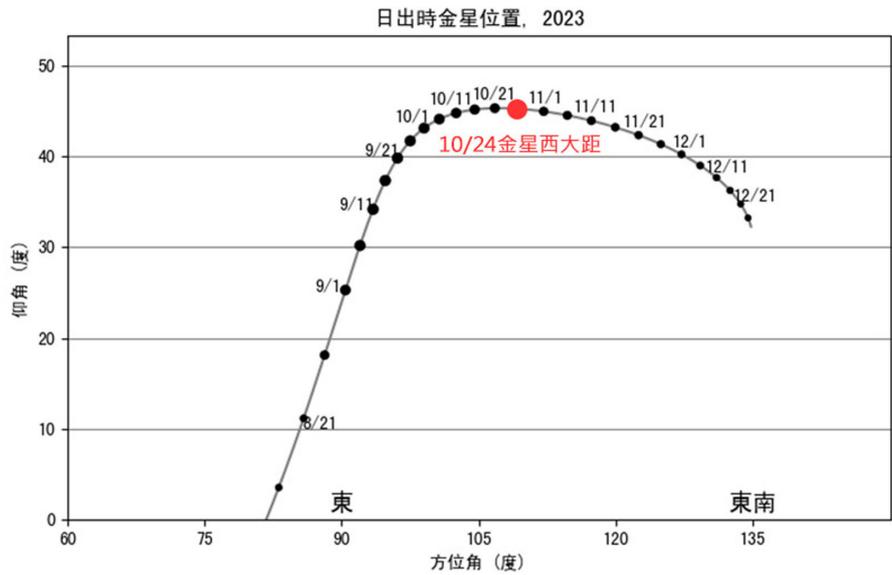
## 10月22日 獵戶座流星雨極大期

獵戶座流星雨活躍期自10月2日至11月7日，極大期預估在10月22日，ZHR值為20以上，雖非數量眾多，但輻射點在午夜時分剛好達到最高點，且獵戶座又位於天球赤道附近，輻射點仰角高，觀賞到流星的機會大大提升。今年更逢月相配合，極大期

時的月相是上弦月，在午夜月亮西沉之後將有很好的觀賞條件。對於獵戶座流星雨的ZHR值估計仍有一些保留空間，過去也曾出現不預期的爆發，相當令人期待！

# 10月24日 金星西大距

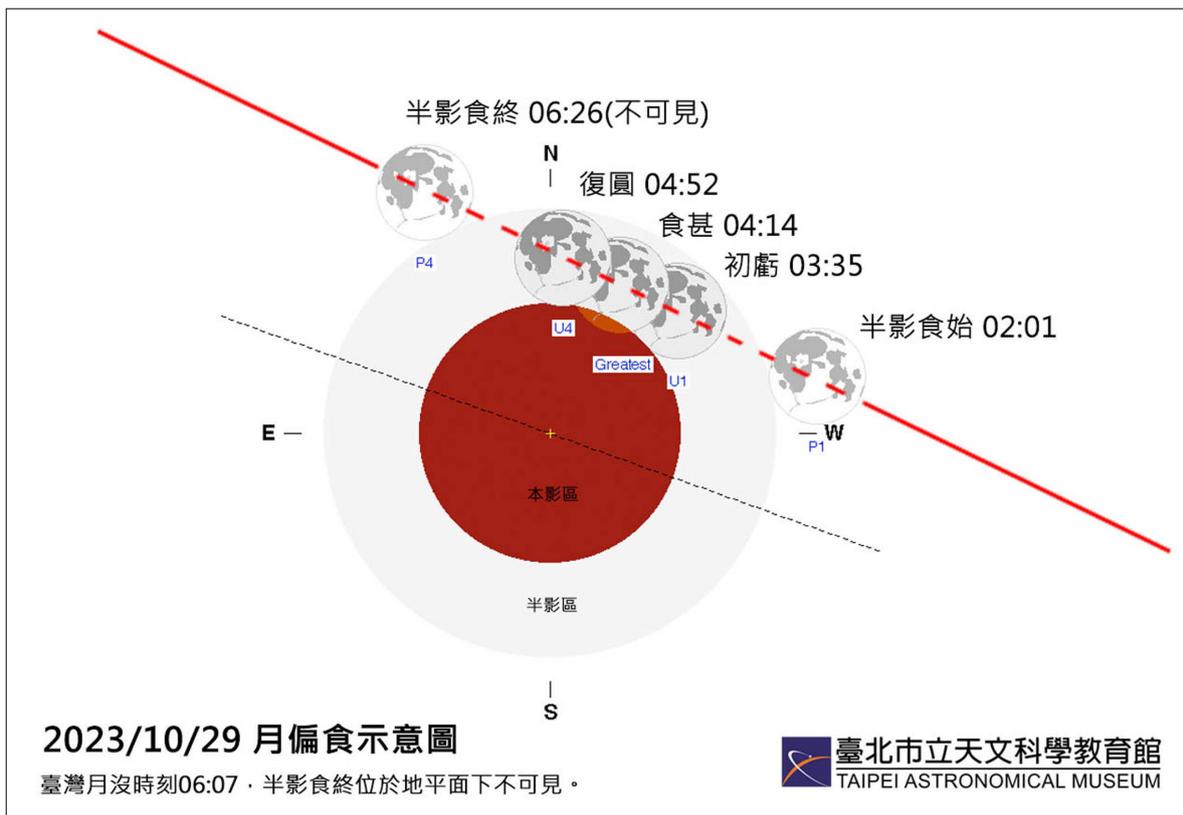
本次金星西大距與太陽相距 $46.4^\circ$ ，亮度 $-4.5$ 等，在日出之前的東方天空非常明顯。若是使用望遠鏡放大觀察，將會發現金星呈現弦月形，非常有趣！當晚金星升起的時間是凌晨2時31分左右，此時盈凸月已經西沉，若身處無光害的黑暗環境，將有機會看到金星的高亮度產生「對物成影」的獨特景致，有機會一定要體驗看看！



# 10月29日 月偏食

今年唯一能看到的月偏食發生在10月29日凌晨，食分偏小僅0.122，半影食始於2時1分、初虧在凌晨3時35分、食甚在4時14分、4時52分復圓。而月球將在6時7分西沉，半影食終不可見。這次

的月食雖然食分偏小，但卻是臺灣在未來2年內能看到的最後一次月食。下次再度在臺灣看到月食，要等到2025年9月7日的月全食。



# 看不見，可是依舊存在的行星

依據目前恆星演化理論，天文學家預測太陽在其生命週期終結階段將經歷膨脹，其大小將增加超過目前半徑的200倍，超出地球與太陽軌道半徑，導致地球面臨被太陽吞噬的命運。事實上，許多系外行星系統也會因為它們的母恆星進入演化末期而將面臨與地球相似的命運。儘管如此，在宇宙的浩瀚蒼穹下，總會有一些特例。近期，美國夏威夷大學的天文學家們發現了一顆非凡的行星，這顆行星處於原本應該被其母恆星吞噬的危機之中，然而卻奇蹟地倖存下來。相關研究成果已在《自然》期刊中發表。

該系外行星系統最早於2015年由韓國天文學家首次發現，因此他們將原本位在小熊星座裡（圖1）的8 Ursae Minoris恆星命名為白頭山星（Baekdu），而該系統中的行星8 Ursae Minoris b則取名為漢拏山星（Halla）。漢拏山星是一顆類似木星的氣態行星，與地球的距離約為520光年，漢拏山星繞著白頭山紅巨星運行，兩者距離僅日地距離的一半。韓國團隊也利用普賢山光學天文臺（Bohyunsan Optical Astronomy Observatory，圖2）的觀測，估計該系統週期約為93天。這兩顆星體的命名皆來自朝鮮半島的山，白頭山坐落於北韓和中國的邊界，是長白山山脈中的活火山主峰；漢拏山位於韓國濟州島上，是該國最高的山峰。

最近，由夏威夷大學天文研究所與美國太空總署哈伯學者Marc Hon研究員率領的團隊，對這個行星系統進行了深入的分析研究。他們利用位於夏威夷島上

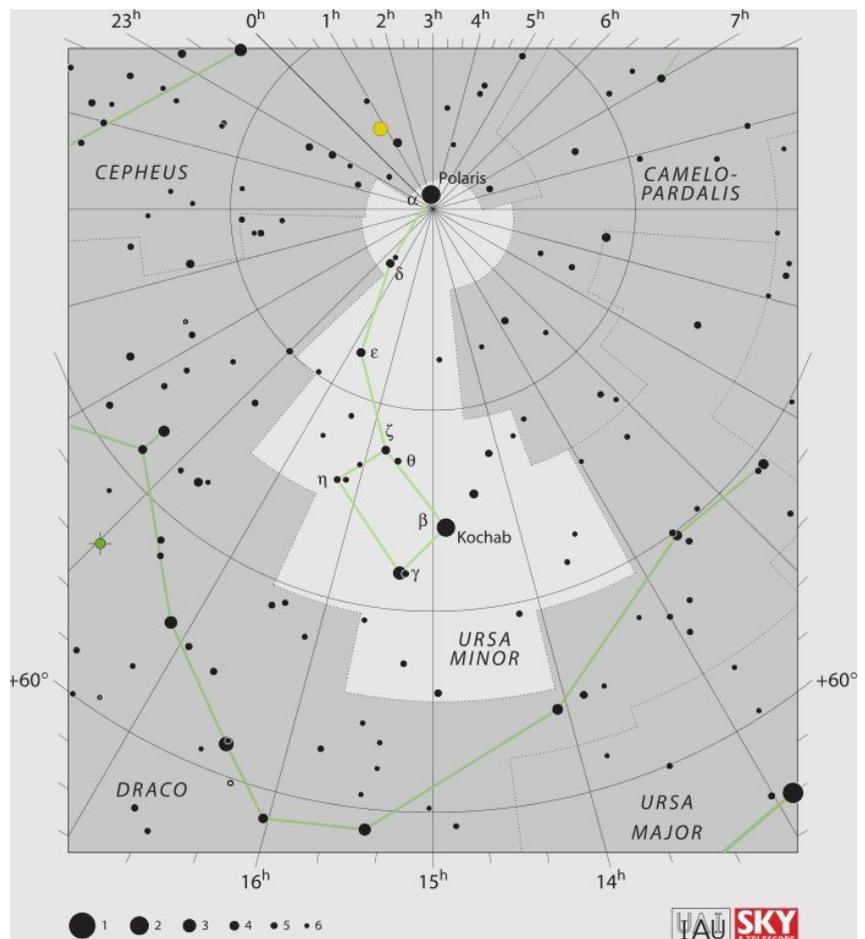


圖1. 小熊座示意圖，白頭山星位在北極二（Kochab/ $\beta$  UMi）附近。圖片來源：IAU和Sky & Telescope雜誌 [https://en.wikipedia.org/wiki/Ursa\\_Minor](https://en.wikipedia.org/wiki/Ursa_Minor)

的凱克望遠鏡（Keck）和加法夏望遠鏡（CFHT），結合約十年前韓國團隊的資料，估算出該系統的週期也約為93天。這一長期穩定的週期特徵表明，該系統有一顆繞軌道運行的伴星，而非恆星表面活動。美國太空總署的凌日系外行星巡天衛星（TESS）在2019年7月至2020年6月以及2021年6月至2022年6月期間，正好觀測了白頭山星，該研究團隊因此利用了總計12個月的觀測資料，分析了該恆星的表面振盪形態，並通過星震學方法確定了其演化狀態。根據恆星演化模型，他們估計白頭山星的質量約為太陽質量的1.5倍，而漢孛山星的質量則為木星質量的

1.65倍。研究結果表明，白頭山星是一顆正在燃燒氦的紅巨星，也就是說其核心的氫已經耗盡。

不過，此分析結果讓科學家們感到困惑，因為當白頭山星的氫燃料耗盡時，理論上會膨脹至漢孛山星目前軌道距離的1.5倍，已經完全覆蓋漢孛山星所在位置。圖3是該研究團隊針對漢孛山星的起源所提出來的解釋示意圖。一般認為，類似漢孛山星這樣的氣態巨行星，通常在形成初期距離其宿主恆星會較現在在遠，然後逐漸遷移到更近的位置。然而，漢孛山星的情況可能並不適用於這種情形。它繞著一顆快速演化的恆星運行，有可能

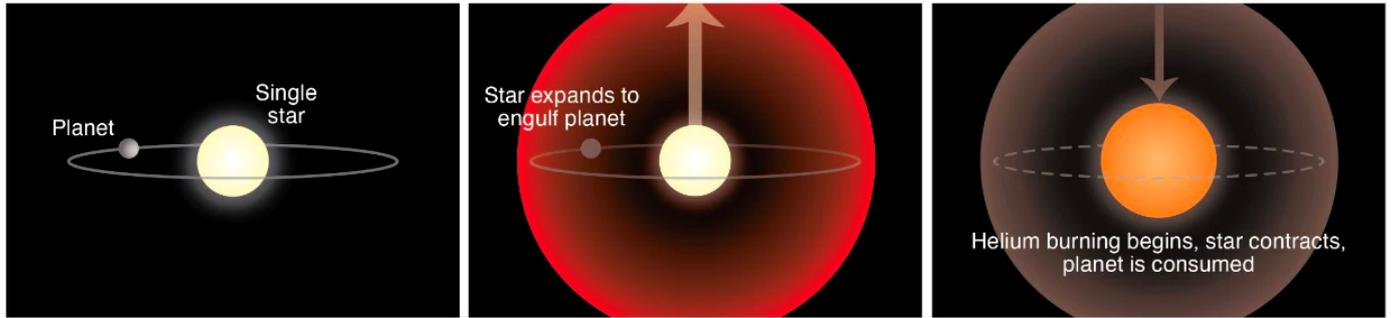
在漢孛山星尚未遷移到現在的軌道位置之前，白頭山星就已經演化完畢，這使得這種解釋不太可能是漢孛山星的起源。

另一種解釋是，漢孛山星從未面臨過被白頭山星吞噬的威脅。這個系統可能類似於《星球大戰》中著名的虛構行星塔圖因，它繞著兩個太陽運行。如果白頭山星最初由兩顆恆星組成，它們的合併可能會阻止其中任何一顆恆星膨脹到足以吞噬漢孛山星的程度，如圖4。在恆星進行從氫燃燒過渡到現在的氦燃燒紅巨星過程中，這兩顆恆星可能會相互交換表面大氣，直到合併為止，都不足以膨脹大到對漢孛山

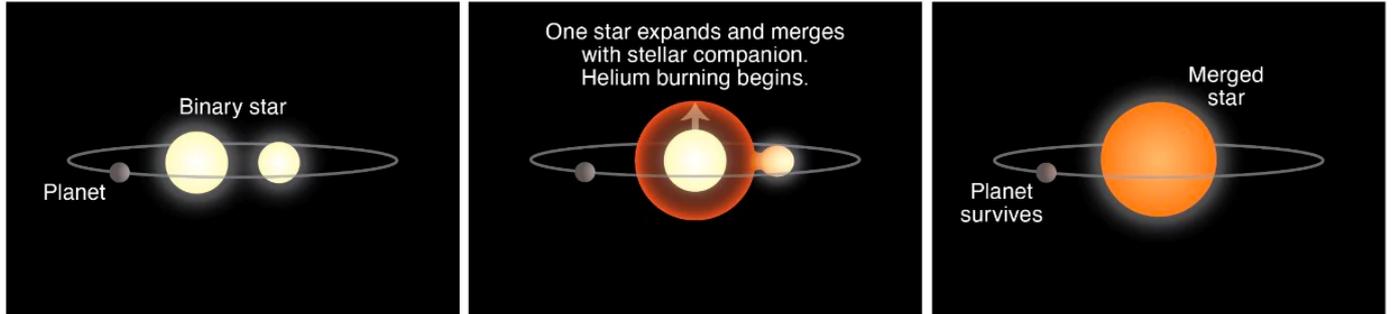


圖2. 普賢山光學天文臺。這是發現漢孛山星圍繞白頭山星運行的地方。圖片來源：KASI/韓國天文研究院

## Normal scenario: Planet consumed



## Scenario 1: Planet escapes engulfment



## Scenario 2: Planet forms from stellar merger

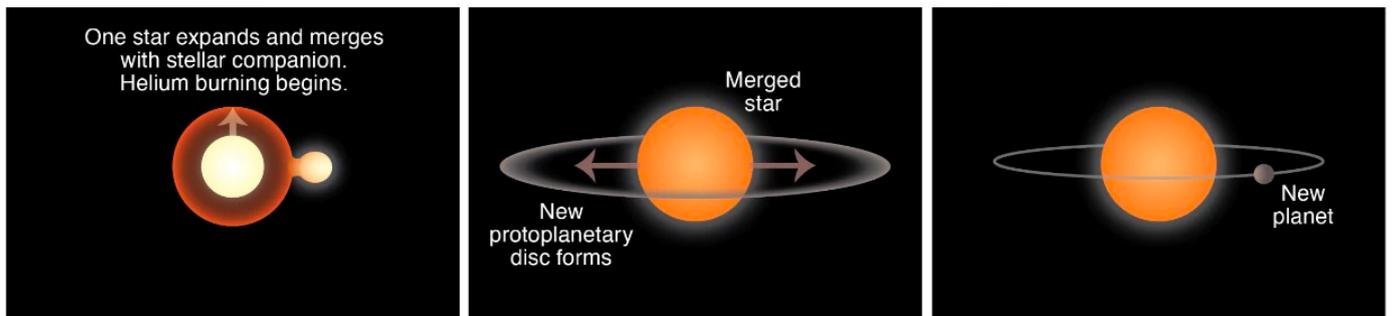


圖3. 三種白頭山星系統的演化模型。

上：如果行星緊密圍繞一顆恆星運行，那麼該恆星的膨脹就會摧毀該行星。中、下：兩顆恆星的合併提供了兩種核心氦燃燒恆星的周圍還有行星生存的情況。圖片來源：Brooks G. Bays, Jr、SOEST/夏威夷大學

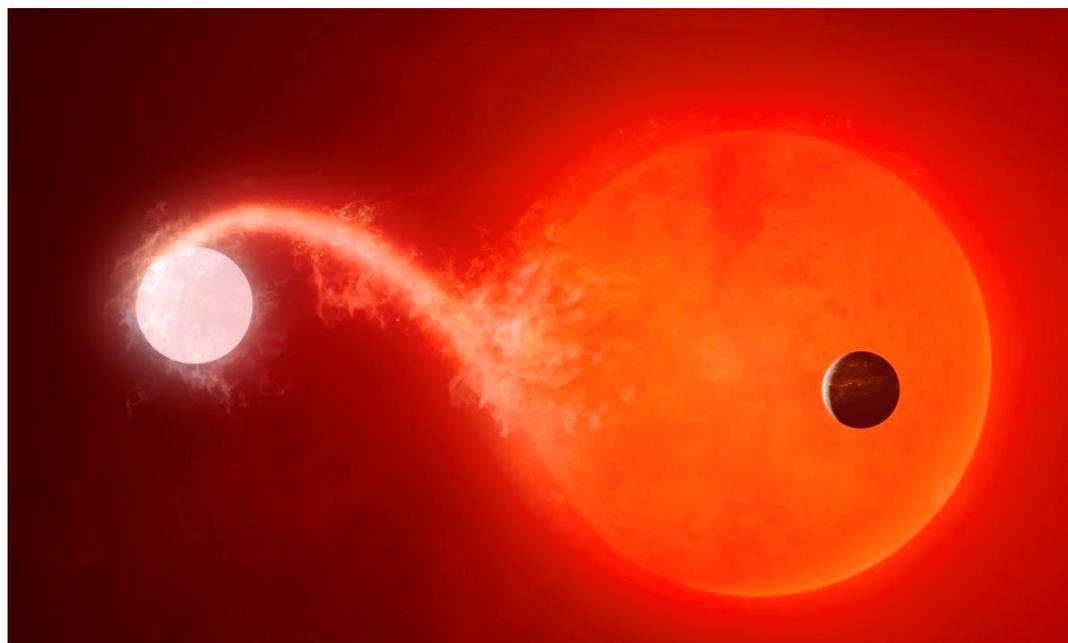


圖4. 白矮星從紅巨星中吸取表面大氣，這一過程拯救了繞其運行的行星。圖片來源：凱克天文臺/Adam Makarenko

星構成威脅。當然，還有另一種可能性，漢孛山星可能是這個恆星系統中的「星二代」，白頭山星原本是一個雙星系統，它們合併時的劇烈碰撞產生了氣體和塵埃，從而孕育出了漢孛山星，如圖5。

無論哪種解釋是正確的，發現一顆在氦燃燒紅巨星附近運行的行星，表明宇宙中系外行星的發現可能仍然讓我們感到驚奇，因為它們出現在恆星周圍最意

想不到的地方。Hon研究員也指出，大多數恆星實際上存在於雙星系統中，然而我們對行星在這種環境中形成與演化的過程尚不完全了解。因此，存活在類似白頭山星這種後主序星時期的系外行星系統也許比我們目前發現的更多也不一定。

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

參考資料：

<https://www.nature.com/articles/s41586-023-06029-0>

<https://www.hawaii.edu/news/2023/06/28/death-defying-planet/>

<https://www.cfht.hawaii.edu/en/news/Halla/>

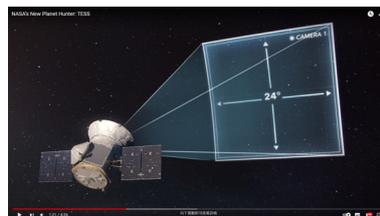


圖5. 兩顆恆星之間的劇烈合併，可能形成了氦燃燒巨星。雙星合併的塵埃與氣體，孕育出了二代行星。圖片來源：凱克天文臺/Adam Makarenko

YouTube相關影片：



Planet Survivor  
[https://www.youtube.com/watch?v=B1RN1-OlaNY&ab\\_channel=FacultyofScience%2CUniversityofSydney](https://www.youtube.com/watch?v=B1RN1-OlaNY&ab_channel=FacultyofScience%2CUniversityofSydney)



NASA's New Planet Hunter: TESS  
[https://www.youtube.com/watch?v=Q4KjvPIbgMI&ab\\_channel=NASAGoddard](https://www.youtube.com/watch?v=Q4KjvPIbgMI&ab_channel=NASAGoddard)

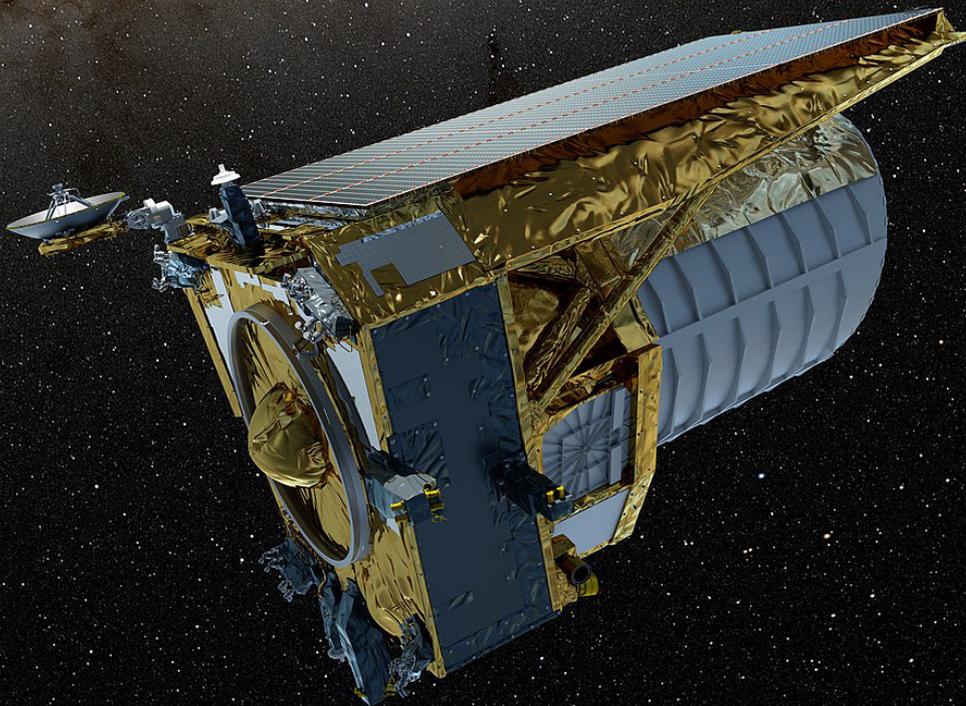


What Is an Exoplanet?  
[https://www.youtube.com/watch?v=0ZOHe\\_7GrE&ab\\_channel=NASA](https://www.youtube.com/watch?v=0ZOHe_7GrE&ab_channel=NASA)

文/ 徐麗婷

歐幾里得太空望遠鏡 (Euclid space telescope) 是由歐洲太空總署所研發的望遠鏡，其主要任務是要揭開宇宙暗物質和暗能量之謎，並且探索宇宙大尺度結構的演化。歐幾里得望遠鏡於今年7月1日，由獵鷹9號火箭搭載升空，成功的到達距離地球150萬公里的拉格朗日點 L2 (見圖1)

# 太空望遠鏡 歐幾里得



## EUCLID'S JOURNEY TO L2

Euclid will orbit the second Lagrange point (L2), 1.5 million kilometres from Earth in the opposite direction from the Sun. L2 is an equilibrium point of the Sun-Earth system that follows the Earth around the Sun. In its orbit at L2, Euclid's sunshield can always block the light from the Sun, Earth and Moon while pointing its telescope towards deep space, ensuring a high level of stability for its instruments.

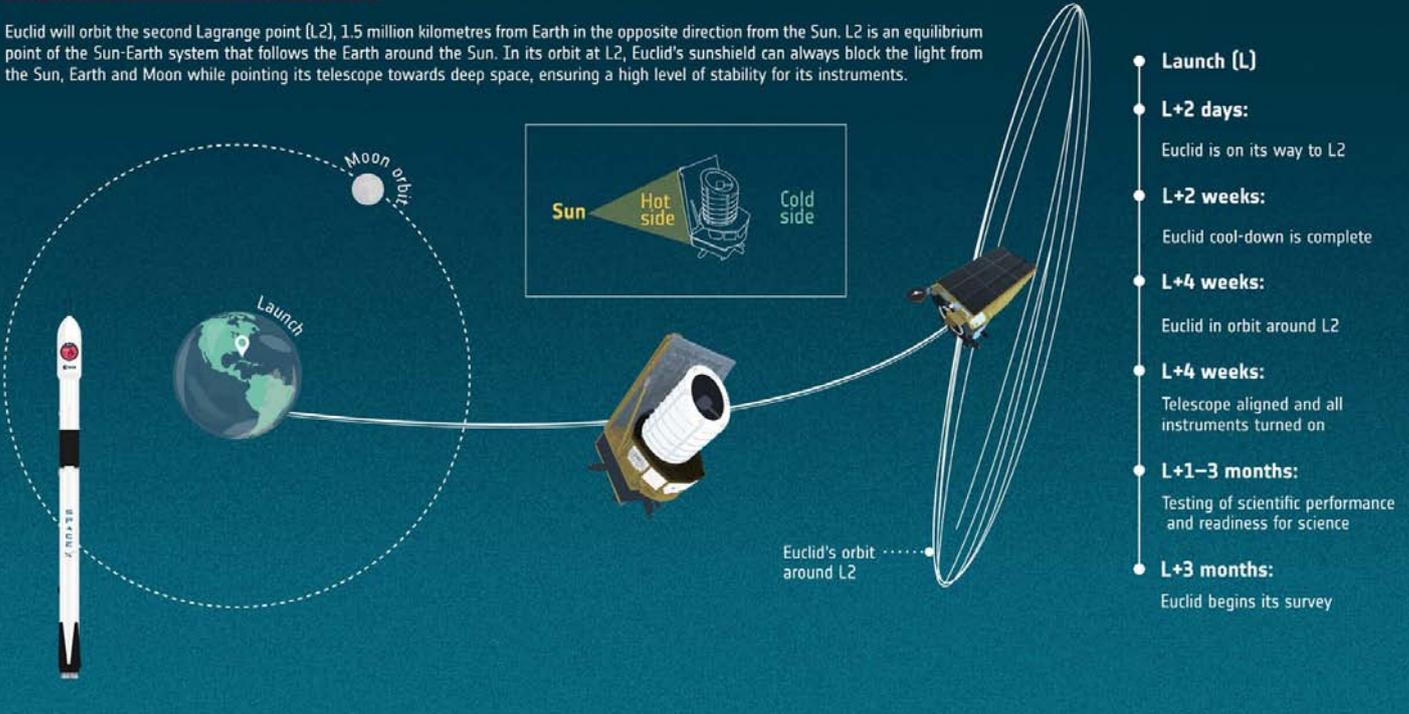


圖1. 歐幾里得太空望遠鏡從地球出發到拉格朗日點L2的旅程。

歐幾里得原本規劃由俄羅斯的聯合號火箭 (Soyuz) 搭載升空，但是2022年2月烏俄戰爭爆發，俄羅斯因為入侵烏克蘭而受到的國際制裁，俄方因不滿制裁而撤回了發射裝置，歐洲太空總署於是轉而尋求SpaceX的獵鷹9號火箭 (Falcon 9) 來執行這個發射任務。

歐幾里得升空後，預計在未來6年內，對銀河以外的夜空作廣域巡天觀測 (wide field survey)，觀測範圍涵蓋大約三分之一的天空，預估可以偵測到數十億個星系。

## 歐幾里得的科學目標

歐幾里得的主要科學目

標是要研究暗物質、暗能量與宇宙大尺度結構的演化。我們的宇宙主要是由三個部分所組成：物質 (matter)、暗物質 (dark matter)、暗能量 (dark energy)。「物質」由基本粒子所構成，包含地球上的生命、所有的行星、恆星、星雲、星際介質和星系等可觀測到的天體。我們曾經以為這些物質就是宇宙的全部，然而，眼見不一定為憑。科學家經由探測宇宙微波背景輻射，推測出這些普通物質所占的比例，竟然不到宇宙的5%。其他超過95%的宇宙都是由暗物質和暗能量所組成。

「暗物質」不帶電，也幾乎不會與其他物質產生交互作用，我們只能通過其重力現象來作間

接觀測。第一個發現暗物質存在的科學家，是瑞士的天文學家茲威基 (Fritz Zwicky)，他在1930年代觀測后髮座星系團時，發現星系團中的星系運動速率異常的高 (高於星系團的脫離速率)。換句話說，這些成員星系以這樣的高速運動，應該會往四面八方奔離后髮座星系團，然而，它們全都好好的待在星系團當中。科學家推測一定有我們看不見的質量存在星系團裡面，這些質量就是我們如今所說的「暗物質」。

目前沒有任何電磁波段的望遠鏡可以直接觀測到暗物質，包括可見光、紅外線、電波或X光都沒辦法偵測到。我們只能藉由暗物質所造成的重力現象，間接的推測它的存在，其中「子彈星

系團」(bullet cluster)就是非常著名的間接證據之一。圖2中的子彈星系團是由兩個高速碰撞的星系團所造成的，圖中的背景圖片是由哈伯太空望遠鏡與麥哲倫地面望遠鏡所合成的可見光影像；粉紅色是X光影像（由錢卓太空望遠鏡所拍攝），是由兩個星系團碰撞後產生的高溫氣體所發出；藍色是由重力透鏡效應所計算出來的物質重力分布（主要物質為暗物質）。氣體因為碰撞產生交互作用而減速（粉紅色），但是暗物質不會與其他普通物質交互作用，所以在碰撞之後，依舊持續高速向前移動（藍色），因此我們可以看見星系團中暗物質與物質分離的現象，這也是目前證明暗物質存在的最佳證據。

宇宙中除了看不見的暗物質之外，還存在「看不見的能量」。科學家們一開始認為，因為宇宙中物質產生的巨大重力，宇宙的膨脹速度應該會愈來愈慢。但是在1998年，天文學家在觀測Ia型超新星（可用來精確測量天體距離）時，發現這些超新星的真正距離，比依據宇宙模型

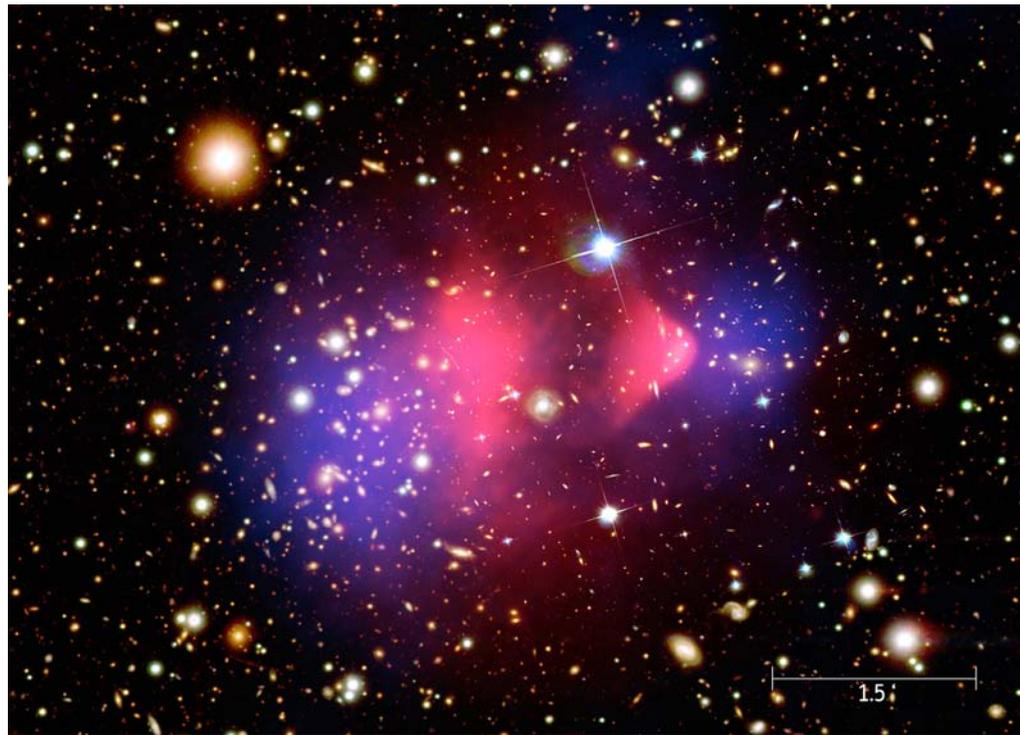


圖2. 子彈星系團。背景是可見光影像，粉紅色是X光影像（主要是熱氣體），藍色是物質的重力分布（主要物質為暗物質）。我們可以在圖中看見碰撞的星系團中暗物質與普通物質分離的現象。

推算出來的還要再遠上15%。經過反覆驗證，才確認宇宙正在加速膨脹中，宇宙中確實存在一個與重力作用方向相反的能量，讓所有的星系都加速地遠離彼此。這個看不到的能量，我們稱之為「暗能量」。根據普朗克衛星(Planck)所測得的最新數據，

宇宙中的暗物質占26.8%，暗能量占68.3%。

暗能量主導了宇宙的加速膨脹，而暗物質的分布則是影響了宇宙大尺度結構的形成演化。宇宙誕生初期，環境極其炎熱且密度極高，物質看似均勻分布，

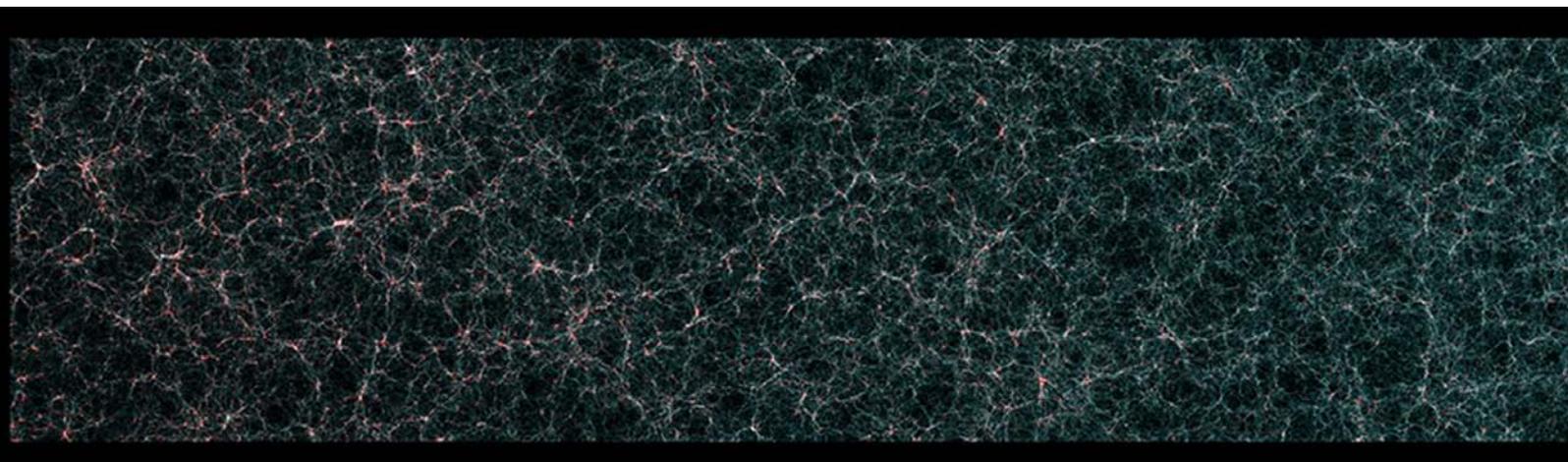


圖3. 網狀的宇宙大尺度結構。

但其實密度分布有著極微小的差異。隨著宇宙膨脹，這些微小的密度差異逐漸被放大，在密度較高的地方形成星系團，在密度較低的地方形成空洞。逐漸地，微小密度差異造成的物質分布，形成了網狀的宇宙大尺度結構（Large Scale Structure）如圖3。

歐幾里得望遠鏡預計在未來6年內，對銀河以外的夜空作巡天觀測，觀測範圍涵蓋大約三分之一的天空（面積約15,000平方度），預估可以偵測到距離地球100億光年內超過15億個星系。科學家希望可以藉由歐幾里得的大

量光譜數據，來測量更精確的星系距離，進而重建宇宙真實的3D地圖。由宇宙星系的3D分布，科學家得以更精確地分析暗物質、暗能量的分布，並且更了解宇宙大尺度結構的演化過程。

## 歐幾里得的儀器與觀測天區

歐幾里得上設置了一個直徑1.2公尺的望遠鏡，以及2個科學儀器：包括一個可見光相機（Visible instrument, VIS）和一個近紅外線相機及光譜儀

（Near Infrared Spectrometer and Photometer, NISP）。VIS的觀測視野為0.57平方度，大約是3個月亮的大小，角解析度為0.1角秒，觀測的波段為 $I_E$ ：530-920 nm，廣域觀測中可偵測到最暗的亮度為 $I_E=26.2$ （圖4中的紫色波段）。NISP的角解析度約為0.3角秒，有3個觀測波段： $Y_E$ ：949.6-1212.3nm、 $J_E$ ：1167.6-1567.0nm、 $H_E$ ：1521.5-2021.4nm，廣域觀測中可偵測到最暗的亮度分別為 $Y_E=24.3$ 、 $J_E=24.5$ 和 $H_E=24.4$ （在圖4中，依序為藍色、綠色、橘色波段）。

歐幾里得的巡天觀測計畫主

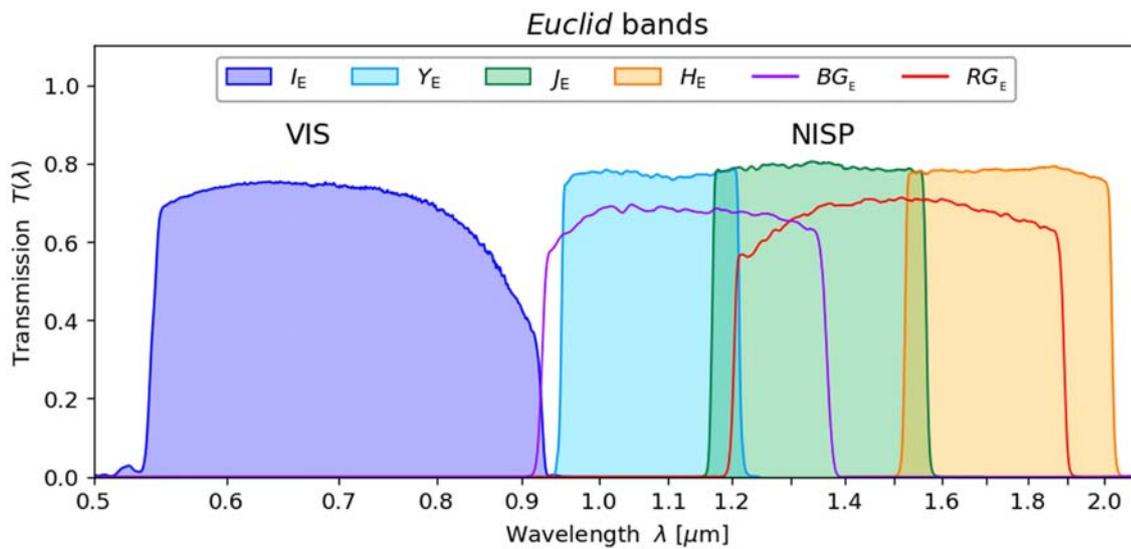
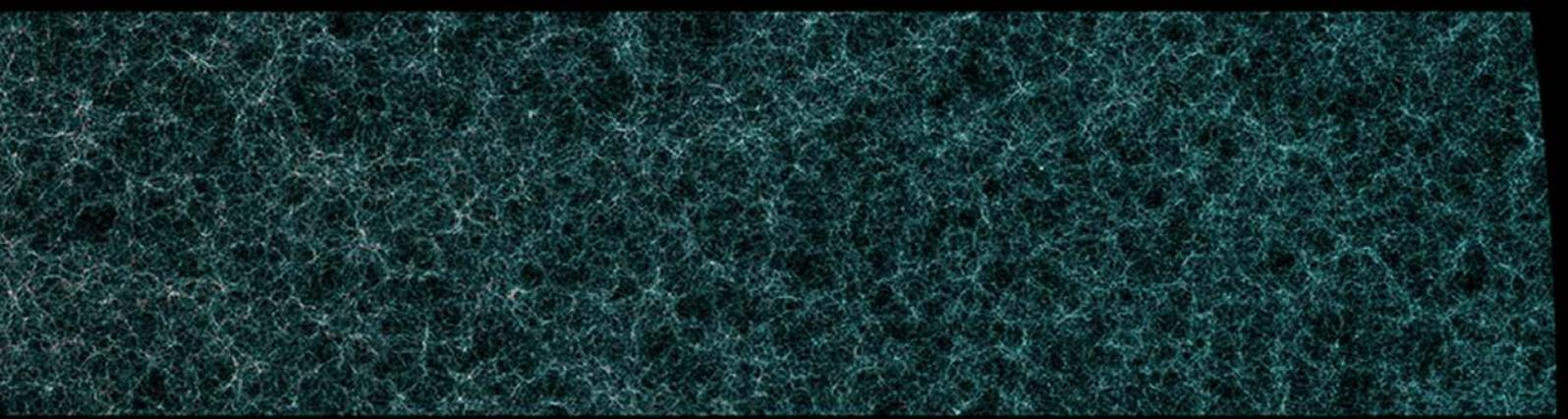


圖4. 歐幾里得望遠鏡觀測的濾鏡波段分布。



要包含3個天區（圖5）：

### 1. 歐幾里得廣域巡天觀測 (Euclid Wide Survey)

廣域觀測的天區位於銀河以外的天空，就是在圖5中以藍色實線圍起來的區域，面積一共有15,000平方度。

### 2. 歐幾里得深空觀測 (Euclid Deep Survey)

深空觀測的天區位在圖5中黃色的區域，面積大約53平方度。

### 3. 歐幾里得輔助觀測 (Euclid Auxiliary Fields)

輔助觀測區位於圖5中紅色菱形的區域，這個區域的觀測數據是用來校準光度紅移的量測，面積大約有6.5平方度。

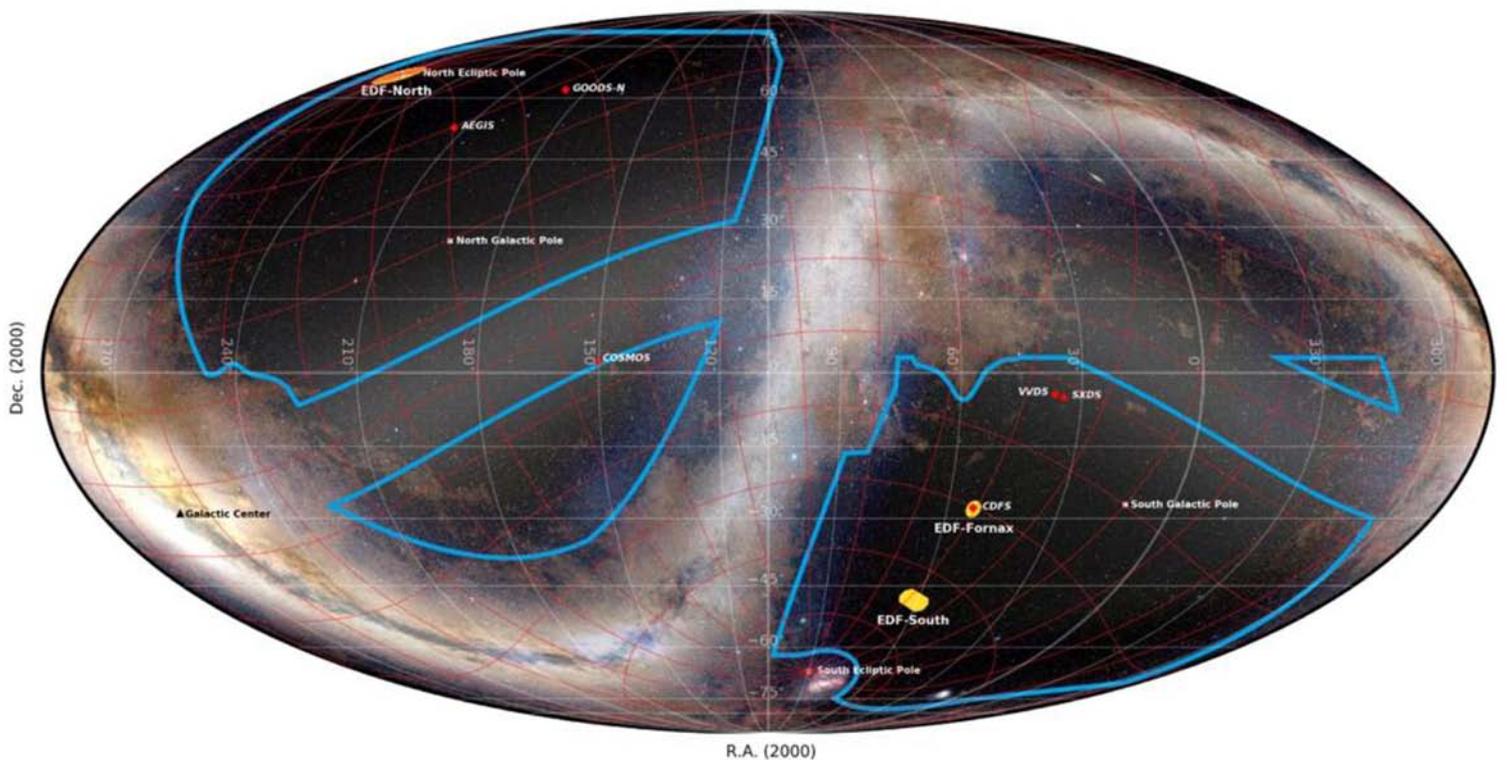
## 科學測量方法

藉由歐幾里得所觀測到的數據，科學家主要會用以下3種測量方式來研究暗物質、暗能量、與宇宙大尺度結構的演化：

### 弱重力透鏡效應 (weak gravitational lensing)

根據廣義相對論，當背景光源發出的光線經過具有強大重力

場的前景光源，光線會像通過透鏡一樣發生彎曲，稱之為重力透鏡效應 (gravitational lensing)。一般來說，根據重力場的強弱，可以分為強重力透鏡效應 (Strong lensing) 和弱重力透鏡效應 (Weak lensing)。在強重力透鏡效應下，背景天體的影像會發生明顯的扭曲；而弱重力透鏡效應造成的影像變形程度就比強重力透鏡效應輕微許多 (如圖6所示)。經由背景影像扭曲程度，可以推測出前景天體的質量。子彈星系團 (圖2) 中的藍色影像，就是由弱重力透鏡效應推測出的星系團重力分布。而這種弱重力透鏡效應是目前科學家用來量測暗物質最重要的方法。



The 15,000 deg.<sup>2</sup> Euclid Wide Survey, the 53 deg.<sup>2</sup> Euclid Deep Survey, and the 6 deep auxiliary fields (6.5 deg.<sup>2</sup>) [Mollweide Celestial]

- Euclid Wide Survey region of interest : 16 Kdeg.<sup>2</sup> compliant with a 15 Kdeg.<sup>2</sup> survey
- Euclid Deep Fields : North=20 deg.<sup>2</sup>, Fornax=10 deg.<sup>2</sup>, South=23 deg.<sup>2</sup>
- Euclid deep auxiliary fields (GOODSN=0.5, AEGIS=1, COSMOS=2, VVDS=0.5, SXDX=2, CDFS=0.5 deg.<sup>2</sup>)



Background image: Euclid Consortium / Planck Collaboration / A. Mellinger

圖5. 歐幾里得巡天觀測計畫的主要3個天區：廣域巡天觀測（藍色實線）、深空觀測（黃色）、輔助觀測（紅色菱形）。

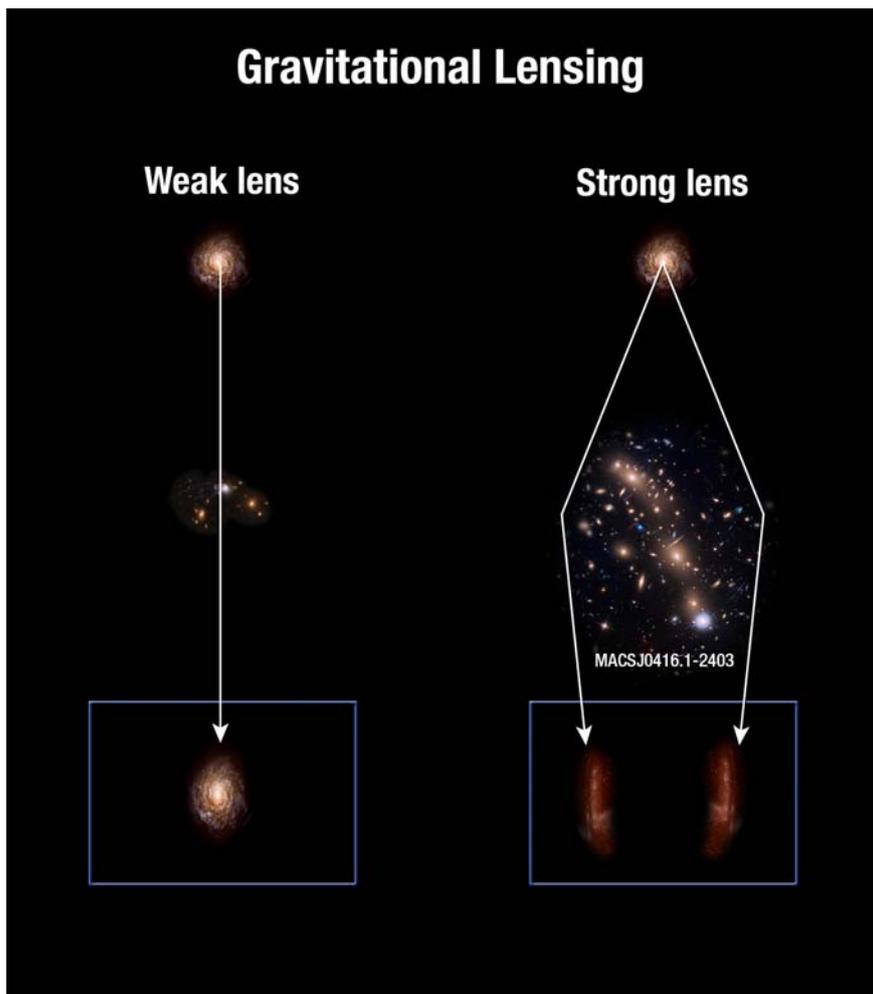


圖6. 強重力透鏡效應和弱重力透鏡效應的比較。弱重力透鏡效應（左）的星系變形程度比強重力透鏡（右）輕微。

## 測量紅移以獲得星系的距離

為了重建宇宙真實的3D分布，測量星系的距離非常重要，藉由測量天體的紅移可以推算出星系的距離。由於宇宙的膨脹，幾乎所有的星系都在遠離我們，而星系的光譜也會因為遠離產生的都卜勒效應，其光譜特徵都會往較長波長的方向位移（若發生在可見光就是往紅光的方向移動，所以稱為「紅移」）。紅移的量測為科學家提供了一個絕佳計算星系距離的方法。歐幾里得將對3,500萬個天體進行光譜觀測，再藉由測量光譜紅移（spectroscopic redshift）來獲得星系的距離，這樣就可以建構出更加精確的宇宙3D地圖。

## 第一張測試影像

歐幾里得的兩臺儀器於今年7月31日公布了它們的第一張測試影像。雖然還要再經過幾個月的校正，歐幾里得才能正式開始觀測，但是從VIS和NISIP的測試影像（圖7和圖8）中顯示，望遠鏡和儀器的運作非常良好。而影像中傳遞出豐富的科學訊息，也讓科學家對未來的觀測更加充滿信心。

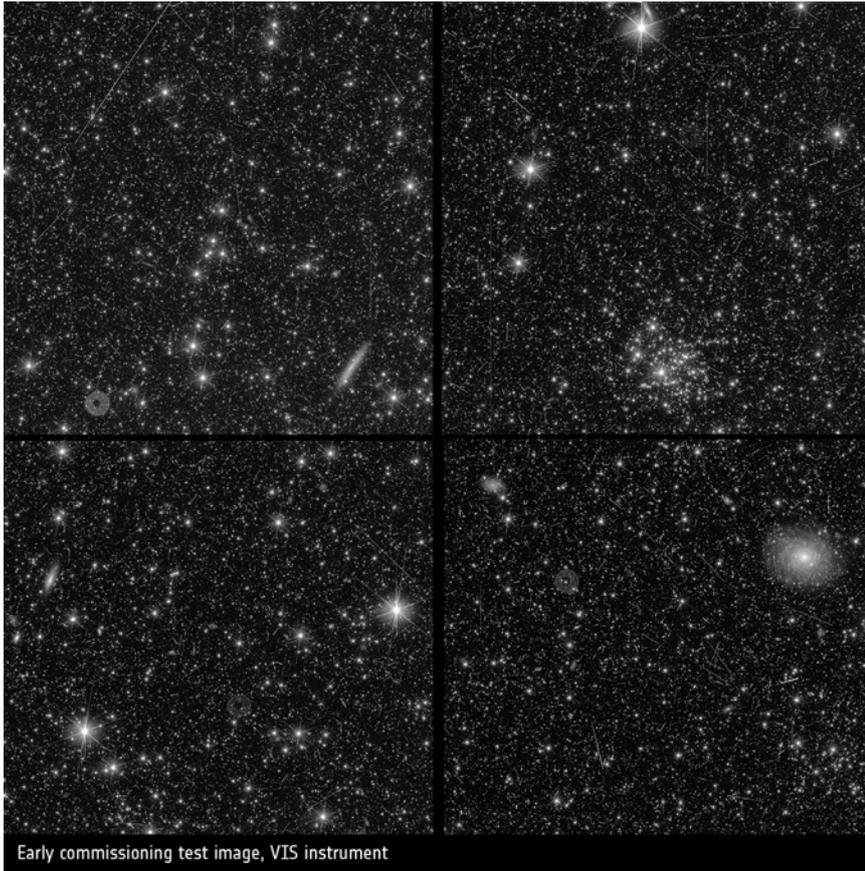
## 重子聲學振盪

（baryon acoustic oscillations, BAO）

宇宙誕生之初，由於處於極度高溫與高密度的環境，所有重子物質都是解離的電漿態（Plasma）。重子聲學振盪就是由這些重子物質的密度波動所引起的聲波振盪。當宇宙逐漸膨脹，溫度冷卻到可以形成中性原子，重子電漿中的密度波就會停止傳播，這樣的物質密度分布就被「凍結」在空間當中，成為現今所觀測到的宇宙大尺度結構。科學家藉由測試BAO可以更加的了解暗能量的本質，以及暗能量如何導致宇宙加速膨脹（請參考影片3）。

參考資訊：

1. [Euclid for Scientists: overview](#)
2. [The Euclid Surveys](#)
3. [Euclid Core science: cosmology](#)
4. [Euclid test images tease of riches to come](#)



←圖7. 可見光儀器VIS的第一張測試影像。  
✓圖8. 紅外線儀器NISP的第一張測試影像。



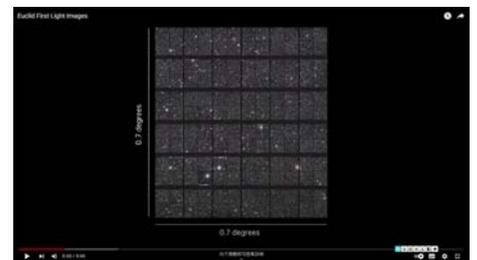
YouTube相關影片：



What is Euclid? 歐幾里得是什麼？

[https://youtu.be/](https://youtu.be/Fwalv0fzkNo)

[Fwalv0fzkNo?si=awpcqHiob-yKGGN9](https://youtu.be/Fwalv0fzkNo?si=awpcqHiob-yKGGN9)



Euclid First Light Images歐幾里得的第一張測試影像

<https://youtu.be/7zdIdAVNyUE?si=8HgvO>

[wnMZ44PwHAt](https://youtu.be/7zdIdAVNyUE?si=8HgvO)



Baryon Acoustic Oscillations 重子聲學振盪

[https://www.youtube.com/](https://www.youtube.com/watch?v=IjgZuOO45iw)

[watch?v=IjgZuOO45iw](https://www.youtube.com/watch?v=IjgZuOO45iw)

徐麗婷：政大應用物理所兼任助理教授

文/ 歐陽亮

# 凝望《詩經》星空 大東總星圖的牛郎織女

「七夕」在古代，並非讓情人約會的日子，而是近年來才被炒作成情人節，就像「中秋節」原本並沒有烤肉習俗一樣！<sup>1</sup>五十年前的中秋夜，只會看見大家搬椅子到戶外，純賞月、吃月餅，話說嫦娥如何奔月。然而現在，人們大多已忘記天空裡的星星，還有幾個人會在七夕與中秋，抬頭觀賞牛郎織女與滿月？而這背後另一個大問題則是：還有多少人可以找到牛郎與織女星？

雖然「三代以上，人人皆知天文」常被拿來形容遠古時代的天文教育好像很普及似的，但實際上是這樣嗎？這句話其實不是從遠古流傳下來，而是三百多年前明末學者顧炎武說的，理由是「七月流火，農夫之辭也；三星在天，婦人之語也」<sup>2</sup>，這些《詩經》所收錄的隨興詩句，顯示周代以前的天文就像普通常識一樣融入平民生活，故而有此推論。

由於人類開始定居後主要的工作是農業，具有季節性，遠古還沒有曆法時，只能靠自己觀測天象來判斷播種時機，的確是生活必須的常識。但等到有專業人員用天文發展出曆法之後，就不必再依賴原本的民間經驗。然而曆法這種精密複雜的數學並非人人可知，所以顧炎武之後又說「若曆法，則古人不及近代之密」，表示前面提到人人皆知的「天文」是指簡單的天象變化，並非數理運算的曆法或衍生出的神秘占星術，當然更不可能是指科學意義上的現代天文學。會有這些誤解是因為「天文」一詞所代表的含義其實古今不同。

不過，那些原始的觀星方法與詩詞，依然在民

間繼續流傳，畢竟古人的夜晚沒有現代那麼多種娛樂可供選擇。其中在夏秋之際，十分顯眼易認的牛郎星和織女星，也跟「流火」、「三星」一樣眾所周知，在那「輕羅小扇撲流螢」的七夕夜裡，大人們常講起牛郎織女只能在農曆七月初七相會的哀怨故事給小孩聽。然而，這故事是怎麼起源的？

## 詩句由來

在上古時代，牛郎與織女這兩顆星並沒有明確證據顯示他們有淒美的牽絆。剛開始，只有西周後期一位擅長用星象來隱喻的無名詩人，寫下了《詩經·小雅》的〈大東〉詩篇：

「跂彼織女，終日七襄。雖則七襄，不成報章。睨彼牽牛，不以服箱。」

意思是「突出於銀河的織女星看起來一天七個時辰就移動七次，卻沒織出任何美麗的紋章花樣；再看那明亮的牽牛星，也不能用來拉車或載箱」，詩中並沒有什麼情愛因子。至於作者為什麼這麼形

容牽牛與織女？其實是因為他想藉由星星的意象，來呈現西周王族欺壓東邊小諸侯國的苦楚，根本不是愛情故事！

在〈大東〉詩句中，有許多「不實用」的星星都被拿來譏諷與發揮，除了牽牛織女之外，還包括：啓明、長庚、天畢、箕宿等，結尾時更以北斗或南斗的斗柄朝西（圖1），就好像西邊有人拿著它，一直往東方貪心地舀取，暗指西周貴族榨取東方諸國資源。這些對星星的沒路用諷刺，的確如實反映出當時情勢，想像力實在豐富。若細細閱讀原詩全文，則可更進一步感受到古人在悲苦之中對星辰產生的強烈

聯想。

不過八百年後，東漢卻有壁畫描繪出牽牛與織女隔著銀河相望的模樣（圖2），兩人各以三顆星組成。當時還有一首古詩寫出兩人的相思之情：「迢迢牽牛星，皎皎河漢女。纖纖擢素手，札札弄機杼。終日不成章，泣涕零如雨。河漢清且淺，相去復幾許？盈盈一水間，脈脈不得語。」

他們之間的故事是否此時才被創造出來？還是更早以前就有，只是沒被記錄或發現？這首古詩是否由〈大東〉詩篇發展出來？民間為何稱牽牛為「牛

郎」？其實這些問題目前還無法確定。

〈大東〉採用了這麼多星名，也許引發讀者想要認星賞星的興趣，於是，擅長以圖闡釋《詩經》的繪者，就創造出具有繪本意味的《大東總星圖》了（圖3）。其實《詩經》的其他篇章也曾被繪製成圖，例如《七月流火圖》、《三星在天圖》，但是都沒這麼像星圖，因為它們僅表現出一個星宿隨著時節而變化位置的樣子。而另一本與《詩經》齊名的《楚辭》雖然內容有許多星官，也出現過很多圖說，但卻沒有這麼具體且細緻的星圖。<sup>3</sup>



圖1. 西元前800年8月左右北緯35度西方天際，底圖：Stellarium。



圖2. 古墓壁畫中所繪的牽牛與織女星，皆出土於陝西靖邊渠樹塚墓群。左：2009年發掘，照片取自《中國出土壁畫全集6：陝西》第45幅。右：2015年發掘，照片出自陝西省考古研究院《陝西靖邊縣楊橋畔渠樹塚東漢壁畫墓發掘簡報》，考古與文物，2017年01期，頁12。



圖3. 收錄於宋代《毛詩舉要圖》的〈大東總星之圖〉。資料來源：靜嘉堂文庫

## 星圖概述

《大東總星圖》可從許多古籍上看到（圖4），且細節各有不同<sup>4</sup>，它們將詩中所有星座都畫進來，十分簡潔有力，畫風如同現代的「每月星空」那樣。首先，在圓周上寫著東、西、南、北四個方位，不過這是自天球外的視角所見（圖5），與肉眼看到的左右相反。中央的銀河古稱天漢，斜向貫穿了天際；東側繪有圓圈，象徵太陽，並寫著「日出」；西側圓圈則象徵太陽或月亮，並寫「日入」或「月入」。

東側有「啓明星」，與西側「長庚星」相對應，不過兩者是同一星，即五大行星的金星，朝見（早晨看見）稱啓明，夕見（晚上看見）稱長庚。至於北方天際，則有畢宿七星（實際為八星）以及北斗七星（寫為斗柄），不過各圖的連線方式略有不同。由於斗柄指向西方時，常在秋天入夜後見到，意指此時已秋天。在西南方的銀河之內，則畫了箕宿四星即將西落，而東北方的畢宿才剛升起，實際觀星時，的確可同時看到這些星座。

我們還可以發現，宋元明三代的畫法接近，到了清代就改變許多，特別是加進了另一個「斗」：南斗，而北斗加上了附屬星官「輔」、畢宿加上了附屬星官「附耳」，甚至連銀河彎曲的方向與斗杓方向都變了。對照真實星空可知，宋明之銀河彎曲方向比較正確，清代之北斗方向比較正確。

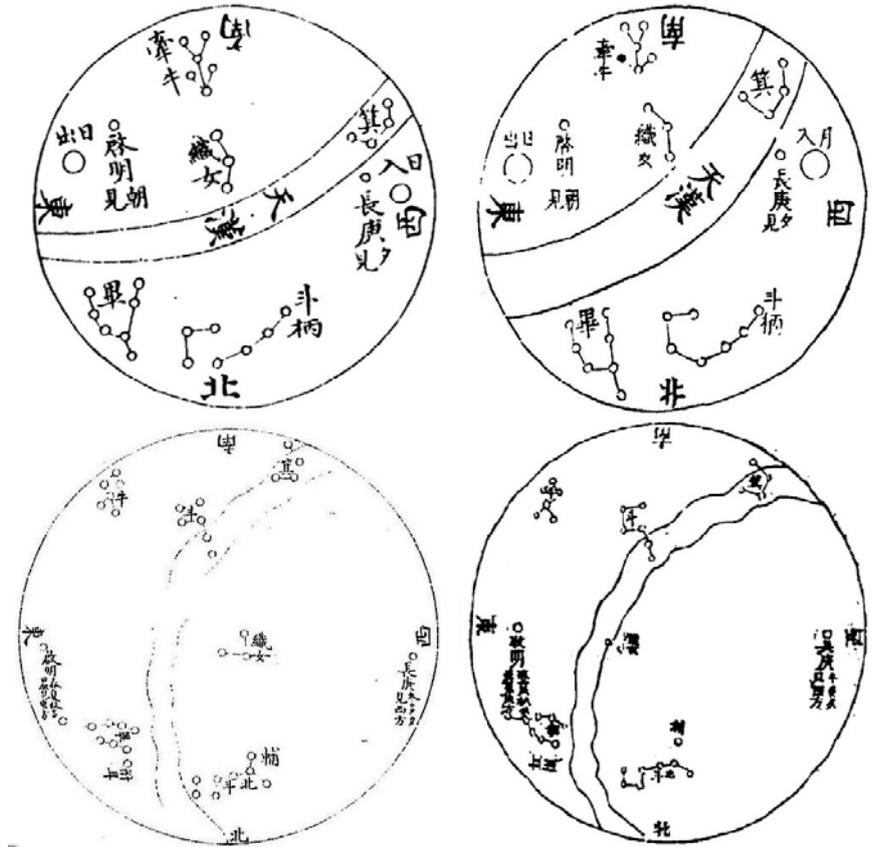


圖4. 《大東總星圖》版本，左上：元代《詩經疏義會通》，右上：明代百科全書《三才圖會》，左下：清代王鴻緒等《詩經傳說彙纂》，右下：清代方玉潤《詩經原始》。

## 牛郎織女已相會？

再看向南方，可以看到牽牛星與織女星相傍而處……不對，這兩個星座不是隔著銀河嗎？怎麼會放在同一側？而且現在我們所說的牽牛是指「河鼓」，只有三星。漢代古詩之中的牽牛織女應該是現在的「河鼓」與「織女」，才能形成隔河相望的形態。

除非牽牛是指二十八星宿的牛宿<sup>5</sup>，而織女是女宿四星，他們才能夠處在銀河的同一邊。從《開元占經》可知，牽牛有六星，而且「河鼓三星……在牽牛北」、「九坎九星在牽牛南」，在河鼓與九坎之間，就是現在的牛宿。

曾有學者認為牛女兩宿是從河鼓與織女遷移而來<sup>6</sup>，這是否指出〈大東〉作品時代，兩宿已經遷移，兩人光明正大地同處一室，還沒有發展出曖昧情事？繪者難道有考證過〈大東〉當時牽牛織女是指牛女兩宿，因此才畫出牽牛六星織女四星、但元明兩代將女宿畫錯為三星？或未經驗純粹只是將牽牛三星看成牛宿六星而未注意織女應在銀河另一側？甚至是繪者故意如此設計讓他們相偎相依永不分離？清代為何又將織女移回銀河另一邊（圖4左下、右下）？這答案似乎十分撲朔迷離。

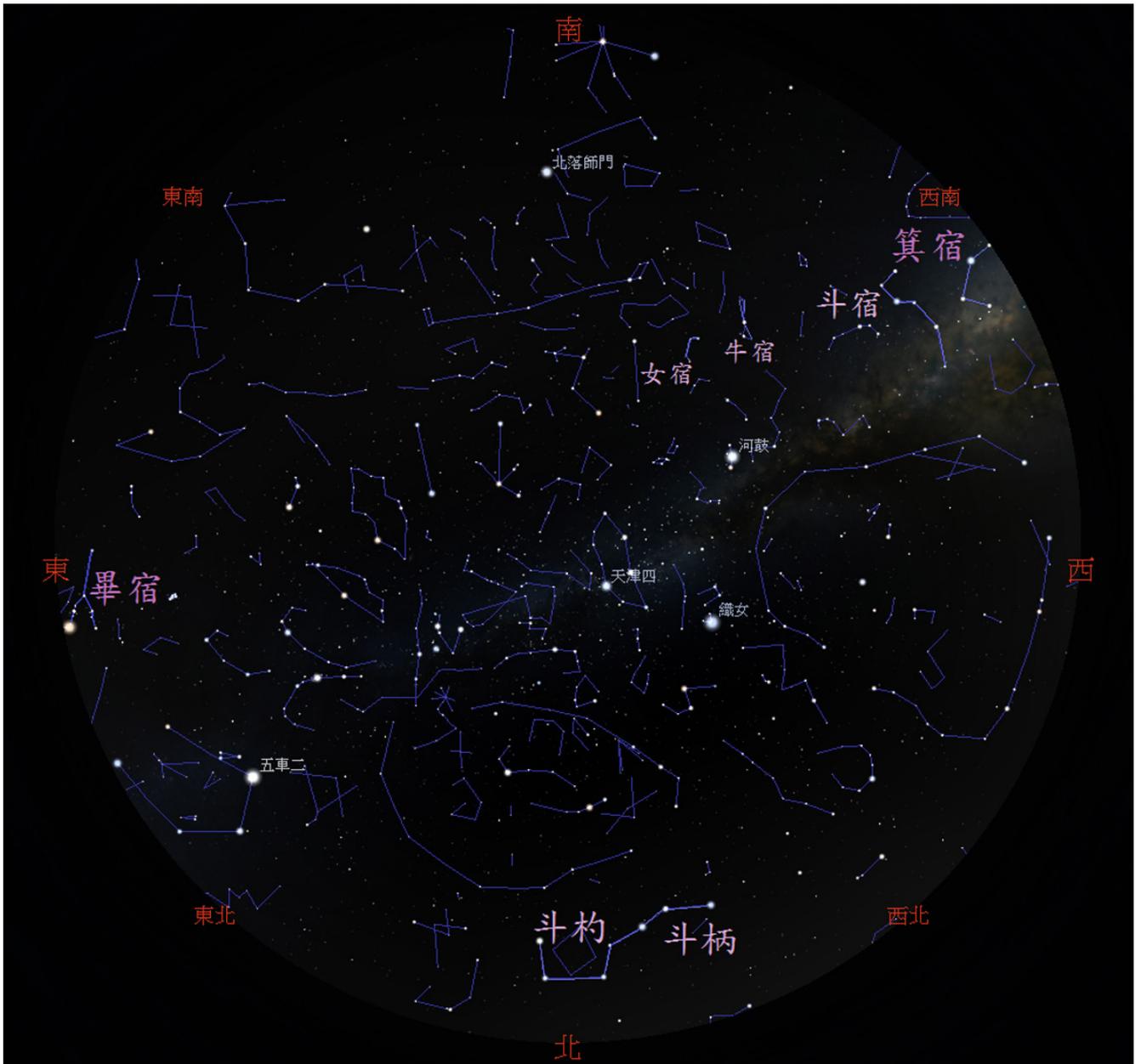


圖5. 從天球外視角所見的星空（北緯30度，西元前800年8月左右），底圖：Stellarium。

## 金屬銅底星圖

由於《大東總星圖》頗受民間青睞，被繪製出來後，還有人翻刻在金屬材質的壓勝錢上（也稱厭勝錢、民俗錢、吉祥錢、花錢），明清之際各版本中，多以元明之圖為底，但常誤換畢箕兩宿之位置或把斗柄寫成「十柄」（圖6），展現出十足的因襲模仿風格。這款星錢直徑約八公分，大到不易佩戴，但可裝飾於

他處，因此有人猜測不是為了銷售，而是鑄幣的錢局為了開爐或鎮庫而製。

若對照材質也是銅底但是星點使用珍珠鑲嵌的韓國古星圖，可以發現《大東總星圖》屬於簡化後的星空，雖然較為粗略，但製作起來容易許多。

有趣的是，《大東總星圖》原本想用星星來諷喻時事，不過

現在的我們看到圖中的牛郎織女時，卻會先想到他們「被發展」出來的愛情故事。從這些「以古詩繪製星圖」、「依星圖製作星幣」的過程可以看到，人們似乎很喜愛將天文與詩意結合，產生特殊意涵並變為飾物，不論它們原本想說的是什麼。現代商店櫥窗中總是充滿閃閃發亮的東西，是不是因為我們仍在默默懷念遠古記憶中的星空呢？

## 實際星象

如果你願意看看它們在天空中的真實樣子，可以先找出夏季直角三角形（圖1中上），就能找到七夕的兩位主角以及配角「喜鵲」了。最亮的織女星（Vega）偏北，屬西洋的天琴座，它左邊那個很像平行四邊形的琴弦，常被想像成織布用的梭子。

牛郎星（河鼓二，Altair）偏南，屬天鷹座，可見到它兩邊各一顆小星星與之排成一線，那是牛郎用扁擔挑著兩個小孩到天上去找織女的模樣。

喜鵲則在天鵝座，最亮的星為天津四（Deneb），可將整隻天鵝想像成喜鵲，也可以想像成很多喜鵲排成的圖案，形成讓牛郎織女越過銀河的橋。

不過千萬別以為它們只有七夕時才看得到，如同中秋月亮最圓的誤會一樣，其實一年之中，大部份時間都可見。牛郎織女的傳說，就是古人看著天空讀著詩詞開始胡思亂想再加油添醋所形成的，所以未來若出現「嫦娥跟后羿用剛射下來的太陽烤肉慶祝、卻發生口角因此憤而奔月」的中秋節傳說，我也不會覺得奇怪了。

歐陽亮：天文愛好者，中華科技史學會理事，曾獲2001年尊親天文獎第二等一行獎，於2009年全球天文年特展擔任解說員。

部落格：「謎樣星宿」—<https://liangouystar.blogspot.com/>



圖6. 依《大東總星圖》製成的壓勝錢有多種版本，可見畢箕兩宿互換或斗柄寫成十柄。請注意圖中尺寸並非實際大小。照片來源：PrimalTrek、古物、錢幣拍賣網

附註：

- 1 臺灣烤肉風氣約在1970年代興起，逐漸在中秋節餘興節目中轉趨重要，並非1986年電視廣告所促成。詳見陳峻誌〈中秋為何烤肉？一個傳統節慶轉換現代風貌的考察〉，《興大中文學報》，2016。
- 2 出自顧炎武《日知錄》卷三十。
- 3 採用圖畫來描繪《詩經》於魏晉即開始流行，但目前只能看到宋代以後的存本。宋元以後也湧現大量《楚辭》研究與圖畫製作。
- 4 圖4的四種版本中，織女皆繪為三星，但圖3版本則繪為四星；另外在元刊本《詩集傳》附的詩傳圖中，與《詩經疏義會通》相比只有畢宿多一顆星。第113期〈古天文研究小勘誤〉文中尚無法確定楊甲《六經圖》是否有大東圖，現已發現若干版本有，但卻不一定是楊甲原本所著的《六經圖》。理由見於喬輝《楊甲六經圖整理與研究》（社會科學文獻出版社，2022）：1.《六經圖》一書屢經傳刻，各自增刪綴補，形成眾多版本。2.《六經圖》之詩經目錄已自創為「毛詩正變指南圖」而非「毛詩圖」。3.比較各版本時提到，緊接於「十五國風地理圖」之後為其他幅圖，未見大東總星圖。
- 5 潘籟《中國恆星觀測史》，上海學林出版社，2009，頁48。
- 6 陳遵媯《中國天文學史》第二冊，明文書局，1985，頁65~67；新城新藏《東洋天文學史研究》，中華學藝社，1933，頁267~268。

文/ 王彥翔

上一期的天文展品導覽談到天文學家透過星光的光譜來分析恆星。不過，這條「光譜」並不止於眼睛所見到的光，光譜範圍比你看到的還要更大！這一期的天文展品導覽就帶大家認識望向天空的另一扇窗：無線電波。

## 可見光之外還有光

牛頓透過三稜鏡知道陽光是由多種單色光組成，但直到19世紀，科學界才注意到在這段彩色光譜之外還有別的世界。首先天文學家威廉赫歇爾（William Herschel）發現陽光中不同色光所傳遞的熱量似乎不同，於是便利用溫度計針對光譜中的不同色光

一一進行測量。為了比較升溫的程度，他選定紅光之外的區域作為對照組，沒想到這個看似沒有光照的區域測量出來的溫度竟然比紅光還高。因此，威廉赫歇爾認為在紅光之外一定還有不可見的光，而這種光就是當時學界認知的熱輻射。很快地德國科學家里特（Johann Wilhelm Ritter）也在紫光之外找到了會讓氯化銀試

紙變暗的光線，也就是現在所稱的紫外線。

不過話說回來，光的本質究竟是什麼？這個答案很令人意外地不是在光身上找到，反而是看似無關的電與磁。法拉第（Michael Faraday）發現磁場變化會產生電流的電磁感應現象之後，1860年代蘇格蘭科學家馬克士威（James



圖1. 我們所見的可見光只是電磁波的其中一種，各種物體在不同的電磁波視野之下會呈現什麼樣貌？遊客可以利用展示場內的互動式螢幕，看看不同的照片在不同的電磁波下會長什麼樣子。

Clerk Maxwell) 綜合前人發現，透過數學推導出馬克士威方程式，描述電與磁之間的關係。根據方程式預測電場與磁場不斷地交替變化將能產生在空間中傳遞的電磁波，他進一步計算電磁波的傳遞波速，沒想到居然與光的傳遞速度十分接近！

這是巧合嗎？馬克士威不這麼認為，他認為光其實就是一種電磁波。1887年德國物理學家赫茲 (Heinrich Hertz) 透過實驗產生了無線電波，而無線電波也表現出折射、繞射等等光傳遞過程的特性。實驗不但證明了馬克士威理論是正確的，光是一種電磁波的說法也逐漸成為學界共識。

### 來自天空的神祕訊號

無線電波被發現之後不久，由於傳遞過程只需要收發訊號的天線，因而很快地被應用在遠距離通訊用途上，降低鋪設長距離電話線路的必要性。不過，自然環境中還是存在許多無線電通訊的障礙，例如山丘阻隔以及大氣電離層的變化等。1920年代，美國貝爾實驗室為了找出有哪些因素可能會對跨大西洋無線電通訊造成影響，因此指派了旗下的工程師卡爾·央斯基 (Karl Guthe Jansky) 來研究這個問題。

央斯基建造了一個長約30公尺、高約6公尺的定向天線，並將它裝置在轉盤上，讓它可以接收不同方向頻率20.5MHz (波長約

14.6公尺) 的無線電波。經過幾個月的觀測，他大致歸納雜訊來自附近和遠處的雷雨雲，以及一個不明來源的訊號。這個不明的訊號源強度大致會以一天為週期變化，央斯基一開始以為是來自太陽的訊號。不過又經過了幾個月的追蹤，他發現訊號源不但偏離了太陽，而且變化的週期是地球實際自轉一圈的時間——一個恆星日 (23小時56分)，進一步比對發現人馬座方向、銀河系的中心就是不明的訊號來源。

央斯基在1933年陸續在學術會議和接受電臺專訪，向大眾發表他發現來自星星的無線電波訊號，論文也在10月發表於《無線電工程師學會學報》上。雖然央斯基很想進一步研究銀河系中心

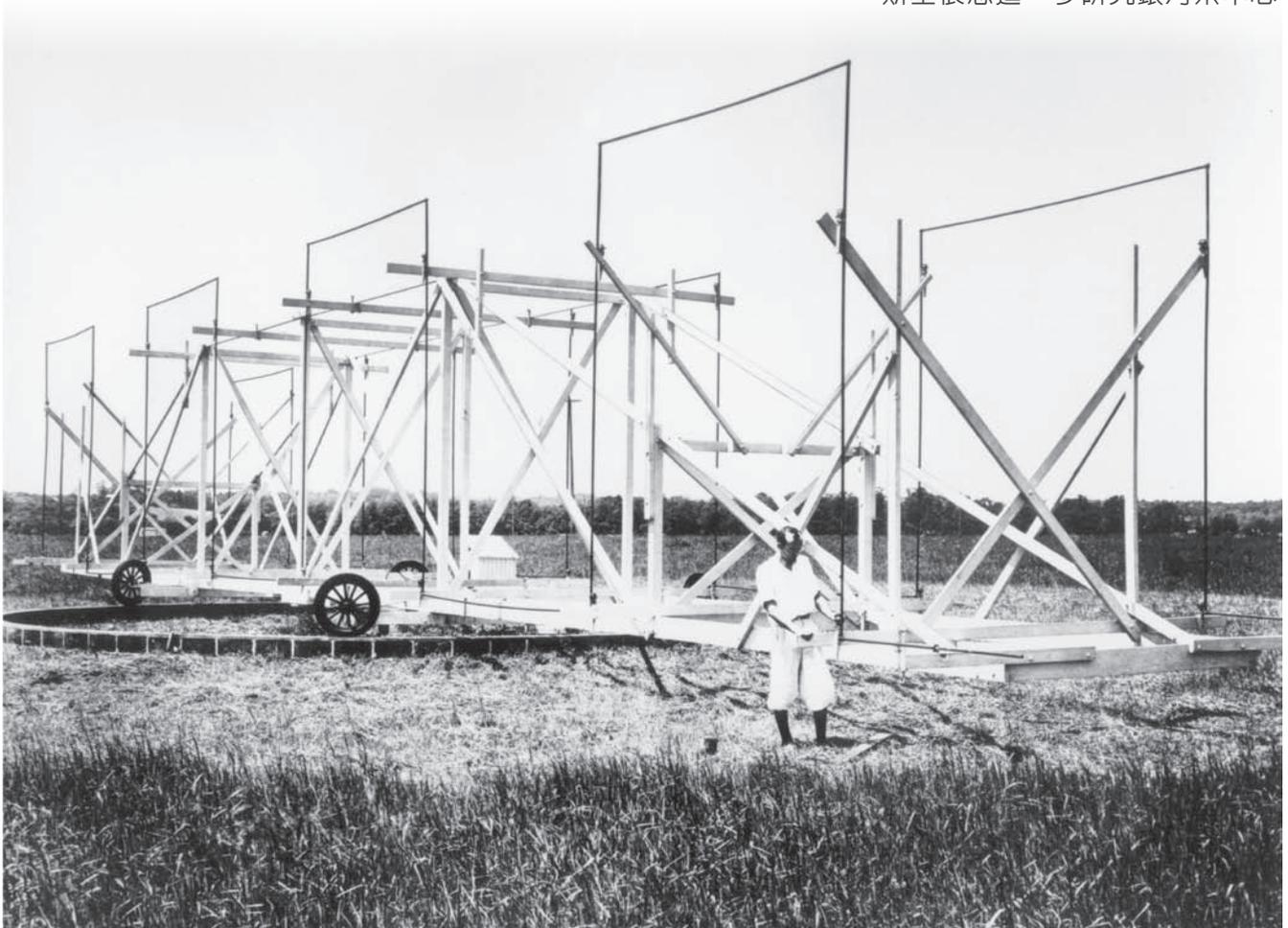


圖2. 卡爾·央斯基所建造的定向天線。圖片來源：NRAO

的訊號源究竟是什麼，但當時世界經濟進入大蕭條時代，貝爾實驗室無心處理這個固定在天上的干擾源，和無線電波天文相關的研究一直要到數十年後才再度獲得重視。

## 天文觀測的另一扇窗

由於大氣層的干擾，就算是乾燥晴朗的天氣，來自宇宙的電磁波只有可見光和無線電波得以暢行無阻來到地面。此外，無線電波波長比較長的特性，其所承載的訊息不容易被星際塵埃阻擋，讓天文學家得以看見重重塵埃後方正在誕生的恆星，以及距離我們6千多萬光年外的巨大黑洞剪影。無線電波在天文觀測的應用，無疑是為地面的天文學家開啓了第二扇認識宇宙的窗。

第二次世界大戰之後，隨著世界政治與經濟局勢趨於穩定，無線電波天文觀測再度回到科學家的視野。1960年代，科學家們透過無線電天線陸續觀測到如同燈塔般以固定頻率發出訊號的脈衝星、大霹靂餘暉的宇宙微波背景輻射、十分明亮卻位於遠方的類星體，以及星際有機分子等重要發現，其中前兩項發現更催生了兩座諾貝爾物理學獎。可惜的是卡爾·央斯基來不及看到無線電波天文學開花結果，於1950年就因病逝世，享年44歲。為了表彰央斯基的發現，美國國家電波天文臺（NRAO）在2012年將位於新墨西哥州的特大天線陣（VLA）冠上了卡爾·央斯基的名字，紀念這一位為我們打開另一扇窗的工程師。

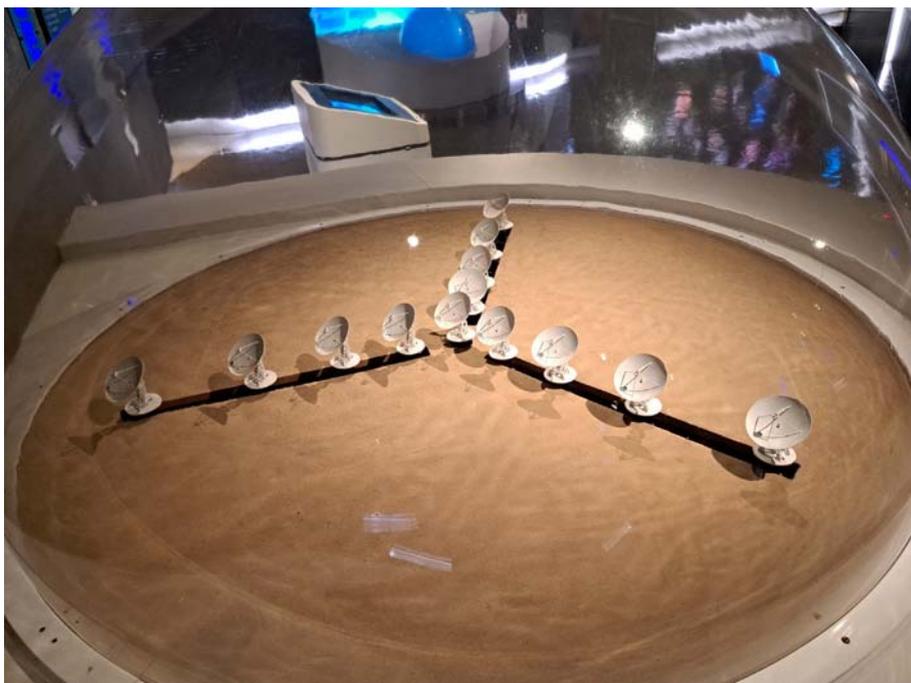


圖3. 特大天線陣是由27座碟型天線構成的無線電波天文臺，透過埋設在地面的軌道，天線可以在3條長21公里的軌道範圍內移動，並利用干涉技術得到不同解析度的天文影像。透過展示場內的模型可以觀察天線是如何移動的。



圖4. 透過無線電波可以繞過星際塵埃的特性，再加上世界各國無線電波天文臺利用干涉技術進行觀測，2019年我們終於得以窺見黑洞的剪影。這張重要的照片目前也典藏在天文館展示場三樓供大眾觀覽。

王彥翔：臺北市立天文科學教育館



## 雙筒望遠鏡觀天-19

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。

# 夏季大三角

夏天有三顆明亮的恆星，織女星、天津四和牛郎星，在高空盤旋，勾勒出銀河系從地平線延伸到地平線的柔和光芒。這三顆亮星組成夏夜最熟悉的星群：夏季大三角。由於這三顆星都是肉眼可見的亮星，因此這是天文學的新手最先認識的恆星模式之一。而因為可以在它的內部和周圍找到許多用肉眼或雙筒望遠鏡可見的夏季天體，有經驗的觀星者更喜歡它。

即使是最便宜的雙筒望遠鏡，也可以用來慢慢掃描這片天區，欣賞成群的恆星與遙遠的深空天體來度過夏季的夜晚。

## 恆星

### 輦道增七（天鵝座 $\beta$ ）

輦道增七與地球的距離為420光年，是天鵝座的第五亮星。雖然天鵝座 $\gamma$ 、天鵝座 $\delta$ 和天鵝座 $\epsilon$ 都比它亮，但因為它位於天鵝頭部的重要位置，亮度又與2等星相差不多，所以在拜耳命名法中成為 $\beta$ 星。

以肉眼觀看輦道增七是一顆單獨的3等星，但只要低倍數的望遠鏡就可以看出它是雙星，兩星相距35"。亮的一顆是黃色，它與光度微弱的藍色伴星（視星等5.11）在顏色上有著鮮明的對比。由於它們在顏色上的互補，因而成為天空中顏色對比最鮮明的一對恆星。目前仍不確知這對恆星是否有物理關係，但因為兩者的自行不同，因此成為聯星系

統的機率不高，而若是聯星其軌道週期可能至少十萬年。

在1976年，美國基特峰國家天文臺使用2.1米望遠鏡結合斑點

干涉儀，發現黃色的主星，輦道增七A本身是一顆聯星，這對聯星之間分離的角度大約是0.4"，太過接近而難以用目視觀測。因為

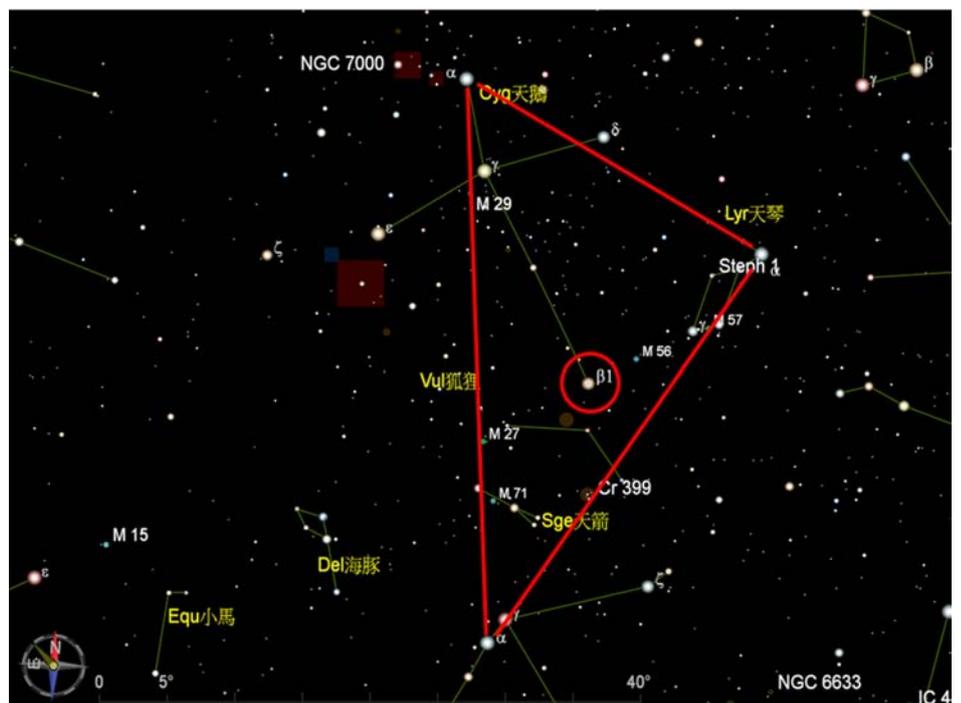


圖1. 輦道增七（天鵝座 $\beta$ ）的尋星圖。

在常穩定的大氣條件下，目視的解析能力仍只有20"的大小。至於藍色的伴星輦道增七B，是一顆快速自轉的Be星<sup>1</sup>，在赤道的自轉線速度至少是每秒250公里，表面溫度大約是13,200K。

## 織女二（天琴座 $\epsilon$ ）

織女二是位於天琴座的四重星，亦被稱為「雙雙星」，它是由距離地球大約162光年兩對聯星組成。

因為這兩對聯星的角距離有208"，因此在極佳的觀測條件下，通過肉眼的觀察就可以看出這是兩顆星。當通過雙筒望遠鏡觀察時，可以輕鬆地分辨出來。但因為這兩對聯星成員之間的角距離為2.3"，約只有前者的百分之一左右，能否看出是四顆星，就要看您雙筒望遠鏡的解析能力與大氣寧靜度了。

要找到織女二非常簡單，只要找到織女一（織女星）將它置於視場中心，織女二就在雙筒望遠鏡內了，它就在織女一的東北東方（方位角120°，距離1°42'）。

我們將北方的那一對稱為織女二1（ $\epsilon^1$  Lyr），南邊的那一對稱為織女二2（ $\epsilon^2$  Lyr）。在艾肯雙星目錄（Aitken Double Star Catalogue, ADS）的序號前者為ADS 11635 AB，後者為ADS 11635 CD。四顆星的視星等依序是5.15、6.10、5.25、5.38，它們都是高溫的A型恆星，光譜分別是A2、A4、A3、A5。

估計這兩對聯星之間的距離是0.16光年，如果互相對望會看

到對方是相距不到1度的兩顆星，亮度如同地球的衛星在弦月時的亮度（~-5等星）。

在2022年，馬拉納太空探險家中心（Marana Space Explorer Center, MarSEC）的研究人員根據凌日系外行星巡天衛星（TESS）的數據發現，織女二1中的一顆恆星是週期0.415日的劍魚座 $\gamma$ 型變星<sup>2</sup>。

1985年還發現這個系統有第五顆恆星（織女二Ca），它圍繞著織女二2中的C恆星運行。後續的觀測確認了這顆恆星的存在，但根據有限的觀測還不能確認它的軌道。此外，非常小的角距離（0.1~0.2"）也使得目視觀測解析不出這顆恆星。

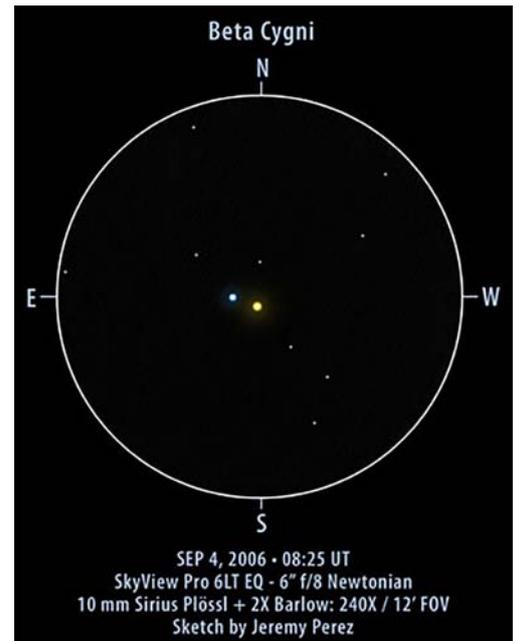


圖2. 輦道增七很容易透過小型望遠鏡看出是一對雙星。素描：傑里米·佩雷斯（Jeremy Perez）。

ADS成員	角距離（"）	距離（AU）	軌道週期（年）
AB-CD	208	10,500	
A-B	2.3	116	1804.41
C-D	2.4	121	724.301



圖3. 織女二尋星圖。

## 星群

### 衣架星群 (Brocchi's Cluster)

夏季大三角的區域內有一個很出名，也很容易用雙筒望遠鏡看到的星群——衣架星群，但若知道該往哪裡看，甚至可以用肉眼看到。

要尋找這個星群非常簡單，只要先找到牛郎星和織女星，從牛郎星向織女星的方向延伸這兩顆星距離三分之一處，精確的說是 $12^{\circ}42'$ ，就可以看見這個星群。這個星群主要由10顆亮度在5~7等的恆星組成。

一旦你找到它，用雙筒望遠鏡仔細觀察它的形狀，6顆星排成一直線，組成衣架的橫桿，4顆星在橫桿南側的中間形成一個鉤子的形狀，整體看起來就像一個木製的衣架。所以我們稱這個星群為衣架星群。

由於肉眼就可以看到，所以歷史上記載早在西元964年就為人所知。當時波斯天文學家蘇菲 (Al Sufi) 在他的恆星之書中就描述了這個星群，是一團朦朧的光斑。17世紀中葉，義大利天文學家喬瓦尼·巴蒂斯塔·霍迪納 (Giovanni Battista Hodierna) 也獨立的重新發現它。

但使用望遠鏡編製星表的梅西耶和赫歇爾卻都沒有收錄這個星群，這可能是因為他們使用的望遠鏡視場狹窄，未能看到它的全貌，而星點又十分明亮，所以都視而不見的跳過去了。

在1920年代，美國變星觀測者協會 (AAVSO) 的業餘天文學家和製圖員達爾梅羅·法蘭西斯·布羅基 (Dalmero Francis Brocchi)，為數百顆恆星繪製了詳細的星圖用於校準光度計，其中就包含了這個星群的圖，並且首次將它印刷出來，於是有了布羅基星團的名稱 (Brocchi's

Cluster)。在1931年，瑞典天文學家佩爾·科林德 (Per Collinder) 在編製疏散星團的星表時，也受到布羅基這張星圖的影響，將它歸類為疏散星團收錄在表中，編號為科林德399 (Cr 399)。

不過，1970年的一項研究得出的結論是只有6顆最亮的星形成一個實際的星團。並且1998年起，幾項基於1997年最新發表的依巴谷衛星測量視差和自行資料，各自獨立的研究都確認這些恆星根本不是星團，只是一個偶然的隨機排列組合。所以，這只是一個星群，是220至1100光年距離內的恆星隨機形成的一種組合。這非常令人失望，但無論衣架星群是一個真正的星團還是一個天體騙局，通過雙筒望遠鏡觀賞仍然是一個美妙的景象。7到10倍的雙筒望遠鏡提供了最佳的視野，能顯示它被豐富的星塵包圍著。

## 深空天體

### 北美洲星雲

從已經適應黑暗的眼角餘光，或許可以在天津四的左邊（東北東東，方位： $106^{\circ}$ ，距離 $4.6^{\circ}$ ），看到直徑大約是月球4倍寬，被稱為北美洲星雲的大汗斑，其覆蓋的區域面積大約是滿月面積的10倍以上。但其表面亮度較低，因此無法用肉眼直接看到。通常，天文望遠鏡的視野最大也只有滿月般的大小，無法見其全貌，只有具有較大視野的雙筒望遠鏡，在足夠黑暗的天空下能看見它像一個霧斑。如果加上UHC濾鏡（超高對比度濾鏡）過濾掉一些不需要的光波，可以

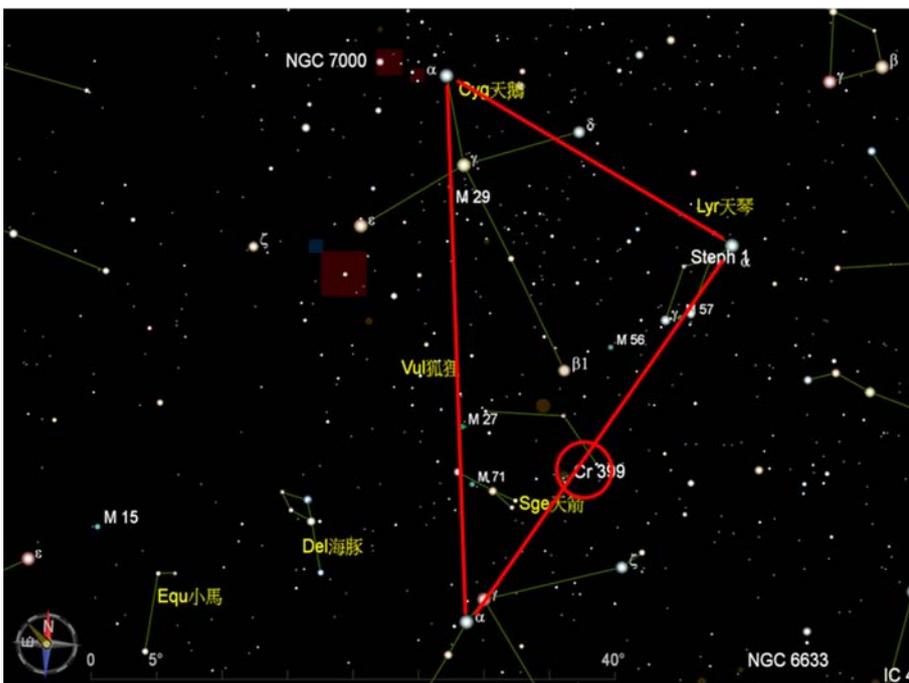


圖4. 衣架星群尋星圖。



圖5. 衣架星群。圖片來源：維基百科

在黑暗的天空下看得更清楚。不過，它的形狀和紅色（來自氫的 $H\alpha$ 發射線）僅會出現在照片中，使用雙筒望遠鏡的目視觀測只能感受到它的存在，不太能看出它的型態。

北美洲星雲是18世紀著名的天文學家威廉·赫歇爾發現的。星雲中類似於墨西哥和中美洲的部分就是NGC 7000，被稱為天鵝座牆。在可見光的波長下，北美洲星雲和鵝鵝星雲（IC 5070）看起來是不同的，因為它們被星際塵埃L935的暗帶隔開。在文中選取的照片中可以清楚的看見這3部分。如果還想看得更清楚，可以前往中央研究院在網路上的【開放博物館】欣賞天文所副所長王維豪博士的大作，網址如下：

[https://openmuseum.tw/muse/digi\\_object/ca2cc006248fa34f1393a83bf1dd1359](https://openmuseum.tw/muse/digi_object/ca2cc006248fa34f1393a83bf1dd1359)

此外，因為很少有方法可以精確測定電離氫區（HII區）有多遠。在2020年之前，儘管估計其距離範圍在1,500到3,000光年之

間，大多數天文學家都採用2,000光年的估計值。在2020年，蓋亞任務測量了位於這個HII區內395顆恆星的距離，定出北美洲星雲

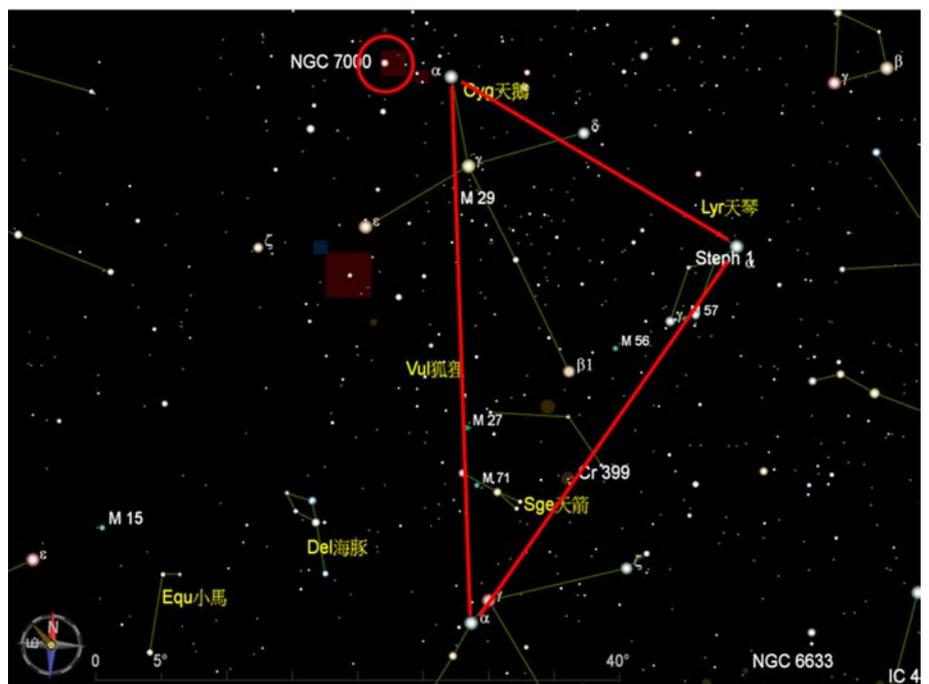


圖6. NGC 7000尋星圖。紅圈中的星點是車府六（天鵝座 $\xi$ ，視星等3.72），它是NGC 7000的前景星。

和鵜鶘星雲的距離為2,590光年（ $795 \pm 25$ 秒差距），北美洲星雲從北到南延伸約90光年。

## 面紗星雲

大約5,000至8,000年前，一顆質量大約是太陽20倍的巨大恆星爆炸成為超新星，形成所謂的天鵝圈。最初的超新星足夠明亮，推測從地球上用肉眼就能清楚地看到。如今星雲整體的視星等約7等，在夜空中延伸超過滿月大小的3倍，隱藏在天鵝座的一個翅膀旁邊。被稱為面紗星雲的只是透過雙筒望遠鏡看到超新星殘骸的天鵝圈中最亮和最密集的部分。

除了天鵝圈之外，面紗星雲還有好幾個名稱，常見的有捲狀

星雲、絲狀星雲，都是指這個龐大星雲殘存的所有或部分的可見成分。面紗星雲是一個巨大的結構，因此這個星雲不同部分的弧幾乎都有自己個別的NGC編號與名稱。透過雙筒望遠鏡在視覺上可見三個主要部分：西面紗、東面紗和皮克林的三角形。所以，嚴謹的名稱應該稱為面紗星雲複合體（Veil Nebular Complex）。

**西面紗**（Western Veil），也稱為科德韋爾34，是接近前景星天津增十九（天鵝座52）的部分，包括也稱為女巫的掃帚（Witch's Broom）的NGC 6960、花邊星雲（Lacework Nebula）、纖維狀星雲（Filamentary Nebula）。

**東面紗**（Eastern Veil），也稱為科德韋爾33，最明亮的區域是NGC 6992，向南延伸進入遠處較暗的NGC 6995，兩者合稱為網狀星雲（Network Nebula），再往南還有IC 1340。

**皮克林的三角形**（Pickering's Triangle），在環的北部邊緣中是最亮的部分。在照片中可見繼續朝向環的中心區域伸展。

另外，NGC 6974和NGC 6979是在東面紗的NGC 6992和皮克林的三角形之間，是環的北側一個微弱光斑中較明亮的兩個團塊。

儘管星雲的總星等達到7.0等，但是因為分布的面積廣大，

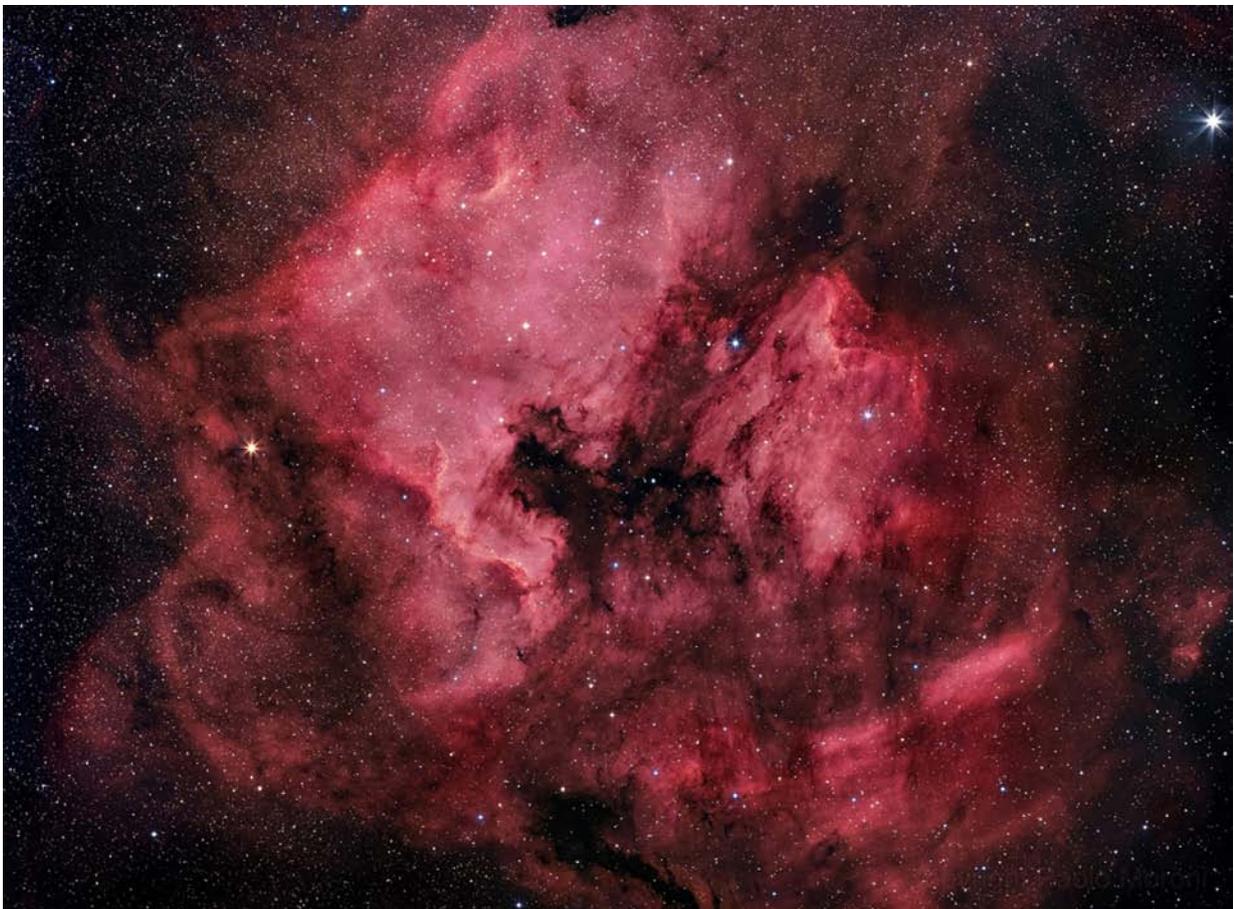


圖7. 北美洲星雲和鵜鶘星雲。圖片來源：每日一天文圖

以至於表面亮度相當低，因此很難看到，所以在天文學界中臭名昭著。不過，因為這個星雲的光幾乎都來自雙電離氧，所以觀測

者可以在望遠鏡上使用OIII濾鏡（OIII濾鏡只讓雙電離氧的波長通過）或UHC濾鏡清晰地看到星雲。藉助於OIII濾鏡，幾乎所有的

望遠鏡都可以看見這個星雲。有些人認為，只要有OIII濾鏡，可以不加裝任何其他的光學輔助設備，就可以看到它。

### 啞鈴星雲 (M27)

啞鈴星雲，是位於狐狸座的行星狀星雲，距離我們約1,360光年。這是梅西耶在1764年發現的第一個行星狀的星雲，可以很容易地在黑暗的天空中從雙筒望遠鏡中看到。

從尋找啞鈴星雲的圖來看，啞鈴星雲就在天津四與牛郎星連線，靠近牛郎星三分之一的位置上，很容易找到。但實務上，都是在這兩星連線的路徑上先找到天箭座這個小星座。然後從箭頭（左旗五，天箭座 $\gamma$ ）向正北方移動 $3.2^\circ$ ，就可以找到啞鈴星雲了。

啞鈴星雲的亮度為視星等7.5，直徑8弧分，形狀看起來像一個長橢球體。但由於整體亮度並不一致，使用雙筒望遠鏡看起來像是被啃過的蘋果核，所以也有人稱它為「蘋果核星雲」。它的角度膨脹率不超過每世紀 $2.3''$ ，由此可以確定其年齡上限為14,600歲。1970年，發現它的膨脹速度為 $31\text{km/s}$ ，因此推估它的年齡實際上還不到10,000年。

像許多的行星狀星雲一樣，啞鈴星雲的中心也有一顆白矮星。星雲中也有許多的結點。這些結點的外觀各不相同，從有尾巴的對稱體到沒有尾巴，相當不規則的都有。結點的頭部有明亮的尖點，它們是局部電離的前緣。

估計中心的白矮星半徑為0.055太陽半徑，這使得它的大

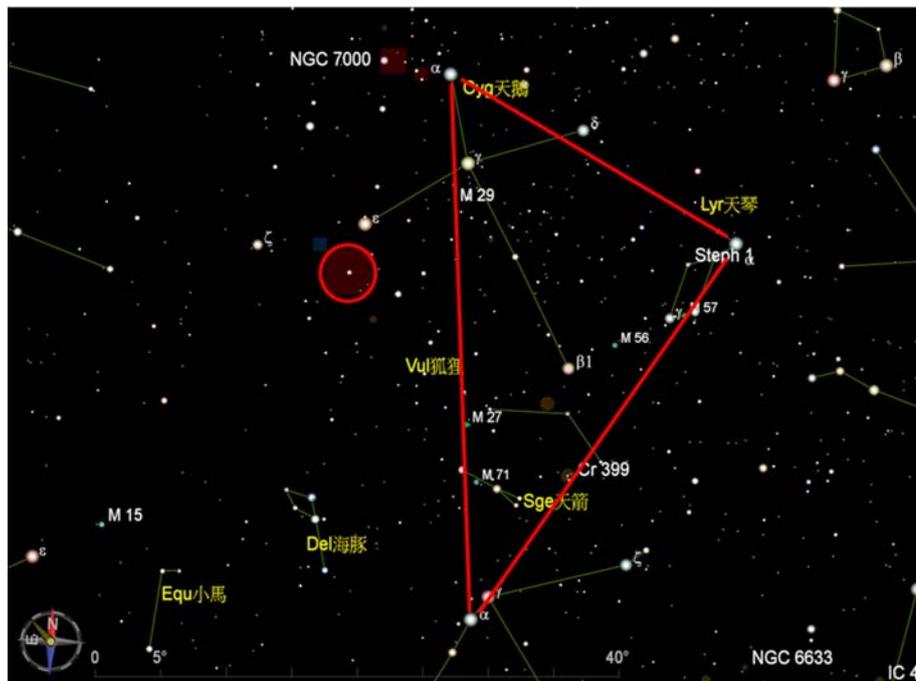


圖8. 以紅圈標示面紗星雲位置的尋星圖。

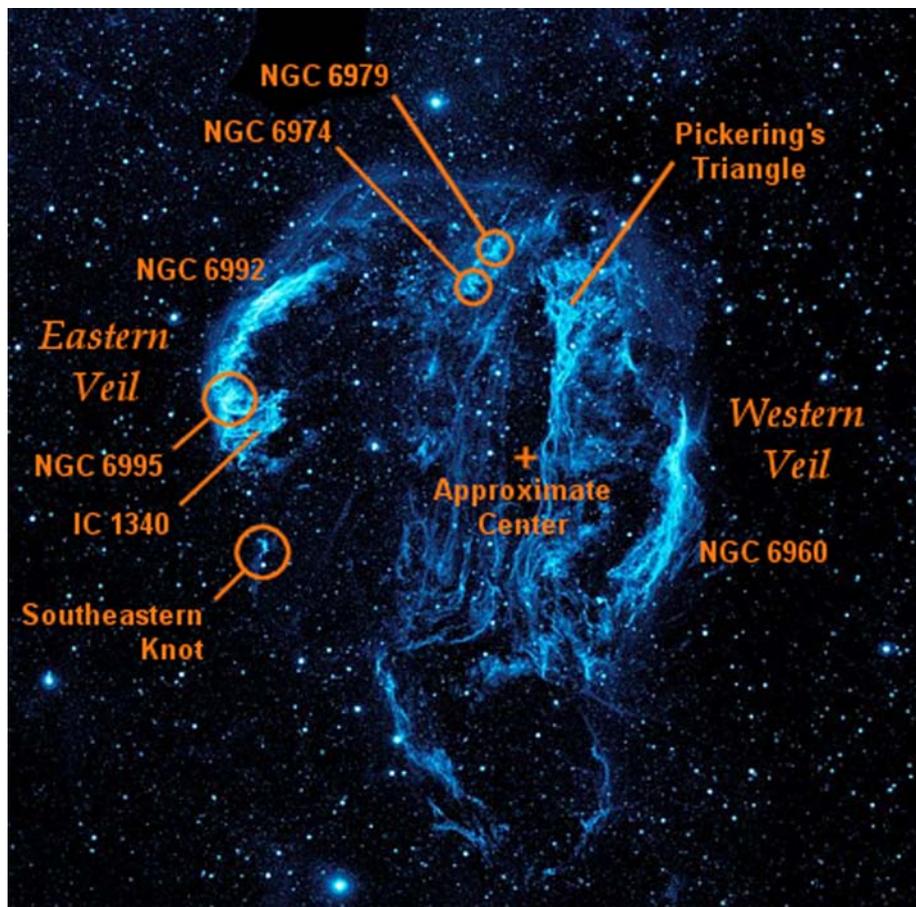


圖9. 已標示出各部分的名稱，由星系演化探測器 (GALEX) 使用紫外線拍攝的面紗星雲（天鵝圈）。圖片來源：維基百科

小比大多數其它已知的白矮星大，估計它的質量為0.56太陽質量。

附註：

1. Be星是具有B型光譜和發射線的恆星，有時被稱為「經典Be星」，是不屬於超巨星的B型恆星，其光譜有一條或多條氫光譜的巴耳末發射線。
2. 劍魚 $\gamma$ 型變星是一種相對來說較新類型的變星，其特徵在1990年代後半期才首度被注意到。這種變星是由表面非徑向脈動造成亮度變化，通常是年輕的F或A型主序星，以少於一天的週期，變光幅度約0.1星等。

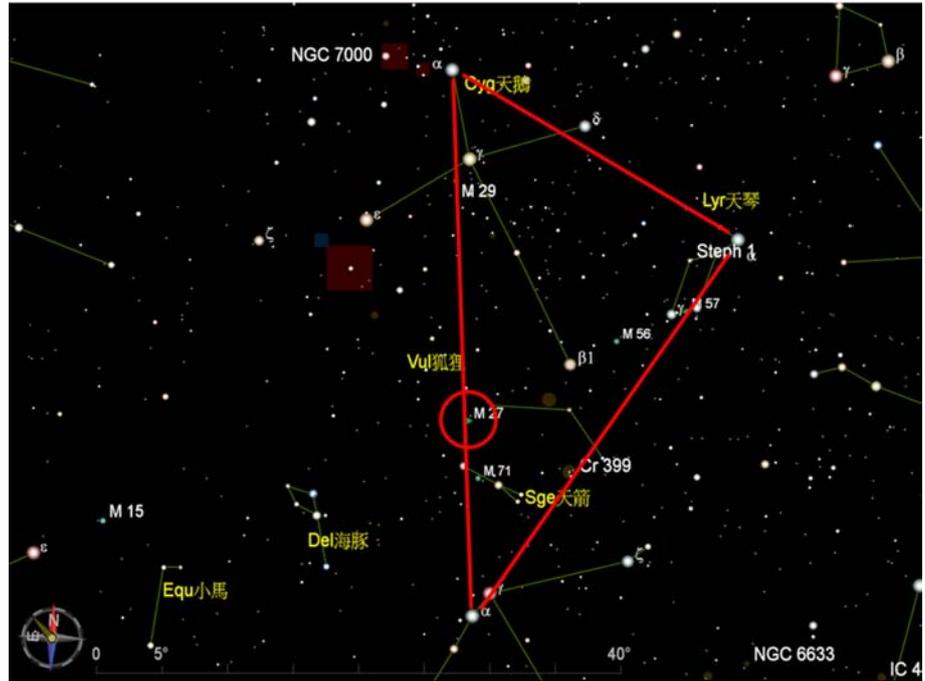


圖10. 以紅圈標示啞鈴星雲 (M27) 的尋星圖。



圖11. 狐狸座的啞鈴星雲(M27)。圖片來源：維基百科。

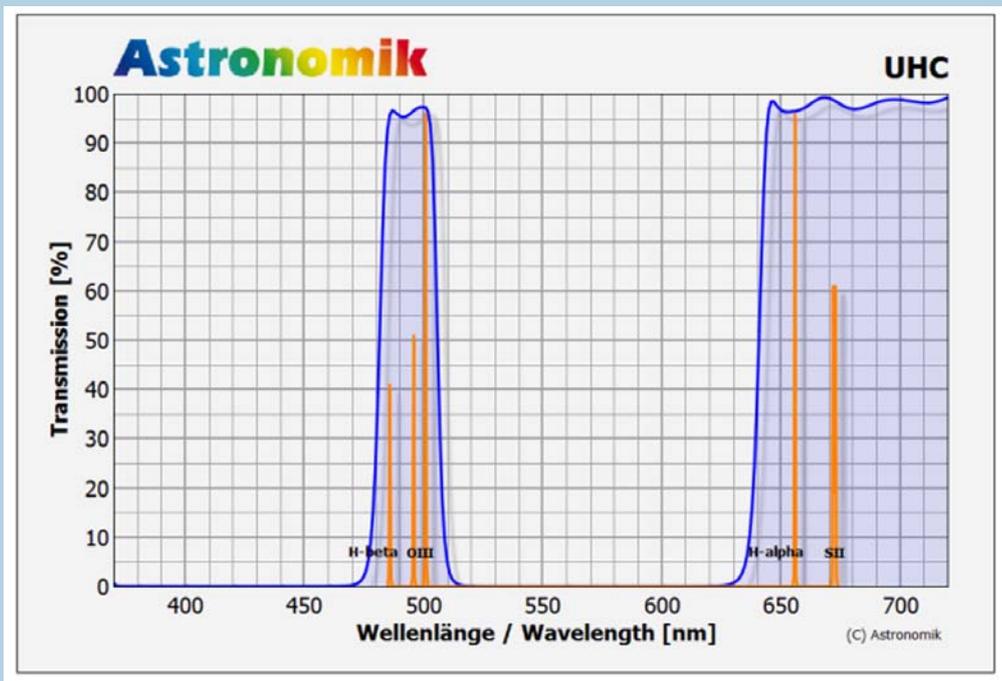
## 附件：UHC濾鏡（超高對比度濾鏡）

UHC是超高對比度（Ultra High Contrast）的縮寫。這種濾鏡是目視觀測的天文濾鏡，它在設定的波長上有著超高的透光率。因此使用UHC濾鏡與使用所有其它濾鏡相比，你能在深空天體中看到更多的恆星和更多的細節。

UHC濾鏡只讓來自O-III和H $\beta$ 線的光以接近100%的量透過。所有令人討厭、來自其它波長的散射光，包括當地的人工光污染，都會被有效、可靠地過濾掉。在這種對天空背景光強烈的阻擋下，可以看到氣體星雲和行星狀星雲意想不到的豐富細節。

### 主要用途

UHC這種超高對比度濾鏡驚人的高透光率，即使是小型望遠鏡也能更好地觀察到深空物體！光學玻璃濾光片的高透射率意味著有足夠的光可供使用，可以從2"（50mm）孔徑的望遠鏡進行成功的視覺觀測。



Astronomik這家公司的UHC濾鏡的透光率圖。縱軸是透光率的百分比，橫軸是以nm為單位的波長。400nm是深藍色，在520nm處人眼感覺到的綠色，在600nm處是紅色，在656nm處是著名的氫的「H $\alpha$ 」發射線。

# 不識星空真面目 只緣身在地球中

1084年蘇軾遊觀廬山，在當地的西林寺寫下《題西林壁》，描述變化多姿的山勢地形：

橫看成嶺側成峰，遠近高低各不同；不識廬山真面目，只緣身在此山中。

之所以無法認清廬山真正的面目，是因為身處廬山之中；如果遊人移步不同的位置，所見的景物也就成嶺成峰千姿百態。

地球位於太陽系，是浩瀚宇宙裡的一顆美麗星球，與其他恆星的距離非常遙遠，人類侷限在地球或太陽系觀賞浩瀚星空，所見到的星星在天球的相對位置總是固定不變，肉眼也看不出各星遠近的差異。實際上每一顆星星與地球的真實距離差異甚大，正所謂「遠近高低各不同」，即使人類隨著地球公轉到不同位置，但仍在太陽系裡，對觀測恆星的視差而言，仍然微不足道，也無法認清星空的真面目！

星圖軟體Stellarium可以計算呈現星空各個天體的運行，雖然可以設定改變觀測者的位置，但僅限於地球上不同的經緯度地點，以及太陽系的其他天體，仍然無法改變觀測遙遠恆星間的相對位置！因為即使將觀測點切換到太陽系八大行星中最遙遠的海王星，距離太陽平均也僅約30天文單位（AU），大約0.000474光

年，與距離我們最近的恆星系統南門二（4.39光年）相比，簡直相差十萬八千里！

有鑑於此，為認清星空真面目，本文搜集一般較為熟知的星群與星座其主要亮星數據，利用其空間座標建立各該恆星在宇宙空間裡的位置，繪製亮星分布與連線形狀；最後，再遠離太陽系遨遊星際，觀察這些亮星分布與連線形狀的變化差異。

- 一、蒐集並建立北斗七星、仙后座、小熊座勾陳一、獵戶座、天蠍座、夏季大三角，以及太陽等41顆主要亮星的赤經、赤緯、光譜、距離、視星等、絕對星等的屬性資料。
- 二、其中赤經之時角數據，需轉換為角度，各星的赤經角度、赤緯角度，以及距離（光年），可得到該星的球

坐標  $(r, \theta, \phi)$ ，本文設定天球球心原點為太陽  $(r, \theta, \phi) = (0, 0, 0)$ 。屬性資料列表1，如附檔。

- 三、各星的球坐標經轉換為直角坐標，可以得到各星的三維點座標  $(x, y, z)$ 。
- 四、參考一般熟知的星群與星座連線形狀，將相關星點的三維座標依照連線連接起來。
- 五、以QGIS軟體建立各星點與連線圖層，並依星點屬性設定點大小代表恆星視星等亮度，點顏色代表光譜的顏色，連線顏色也加以區分。繪製呈現各星點與連線在天球赤道面的投影位置分布，如圖1；從星群與星座的連線顏色可以看出各「天區」的劃分。鄰近太陽系附近的亮星分布與連線，如圖2。

表1 本文主要亮星屬性資料表

序	星名	星座 (群)	赤經	赤緯	光譜	距離	視星等	絕對星等
1	天樞	北斗	165.9366	61.7471	G9	123.64	2.00	-0.89
2	天璇	北斗	165.4665	56.3779	A1	79.74	2.30	0.36
3	天璣	北斗	178.4615	53.6900	A0	83.18	2.40	0.37
4	天權	北斗	183.8592	57.0279	A2	80.51	3.30	1.34
5	玉衡	北斗	193.5088	55.9549	A1	82.55	1.75	-0.27
6	開陽	北斗	200.9818	54.9204	A1	78.16	2.20	0.30
7	瑤光	北斗	206.8821	49.3083	B3	103.94	1.85	-0.67
8	勾陳一	小熊座	38.1431	89.2696	F8	432.57	1.95	-3.66
9	王良一	仙后座	2.2938	59.1585	F2	54.74	2.25	1.13
10	王良四	仙后座	10.1265	56.5418	K0	228.24	2.20	-2.02
11	策	仙后座	14.1772	60.7216	B0	613.08	2.15	-4.22
12	閣道三	仙后座	21.4565	60.2418	A5	99.41	2.65	0.23
13	閣道二	仙后座	28.6026	63.6750	B3	458.73	3.35	-2.39
14	參宿一	獵戶座	85.1952	-1.9432	O9	817.43	1.85	-5.15
15	參宿二	獵戶座	84.0588	-1.2025	B0	1976.71	1.65	-7.26
16	參宿三	獵戶座	83.0071	-0.2997	B0	916.17	2.40	-4.84
17	參宿四	獵戶座	88.7988	7.4068	M1	497.95	0.45	-5.47
18	觜宿一	獵戶座	83.7895	9.9337	O8	1055.52	3.50	-4.05
19	參宿五	獵戶座	81.2881	6.3493	B2	252.44	1.60	-2.84
20	參宿七	獵戶座	78.6398	-8.2025	B8	862.85	0.15	-6.96
21	參宿六	獵戶座	86.9447	-9.6705	B0	647.14	2.05	-4.44
22	房宿一	天蠍座	239.7083	-26.1130	B1	585.56	2.85	-3.42
23	房宿四	天蠍座	241.3547	-19.8048	B1	530.34	2.60	-3.46
24	房宿三	天蠍座	240.0787	-22.6210	B0	401.67	2.35	-3.10
25	心宿一	天蠍座	245.2920	-25.5919	O9	734.59	3.05	-3.71
26	心宿二	天蠍座	247.3466	-26.4312	M0	553.75	1.05	-5.10
27	心宿三	天蠍座	248.9652	-28.2151	B0	474.06	2.80	-3.01
28	尾宿二	天蠍座	252.5305	-34.2948	K1	63.71	2.25	0.80
29	尾宿一	天蠍座	252.9613	-38.0461	B1	874.41	3.00	-4.14
30	尾宿三	天蠍座	253.6396	-42.3612	K3	132.31	3.60	0.56
31	尾宿四	天蠍座	258.0309	-43.2400	F5	73.48	3.30	1.51
32	尾宿五	天蠍座	264.3223	-42.9970	F1	272.02	1.81	-2.76
33	尾宿六	天蠍座	266.8889	-40.1264	F2	1929.92	2.95	-5.91
34	尾宿七	天蠍座	265.6148	-39.0295	B1	483.19	2.35	-3.50
35	尾宿八	天蠍座	263.3950	-37.1033	B2	571.20	1.60	-4.62
36	織女一	夏三角	279.2282	38.7849	A0	25.04	0.00	0.57
37	河鼓二	夏三角	297.6937	8.8703	A7	16.73	0.75	2.20
38	天津四	夏三角	310.3506	45.2816	A2	1411.93	1.25	-6.93
39	天狼星	冬三角	101.2889	-16.7254	A1	8.60	-1.45	1.44
40	南河三	冬三角	114.8266	5.2174	F5	11.46	0.40	2.67
41	太陽	太陽系	0.0000	0.0000	G2	0.00	-26.76	4.83



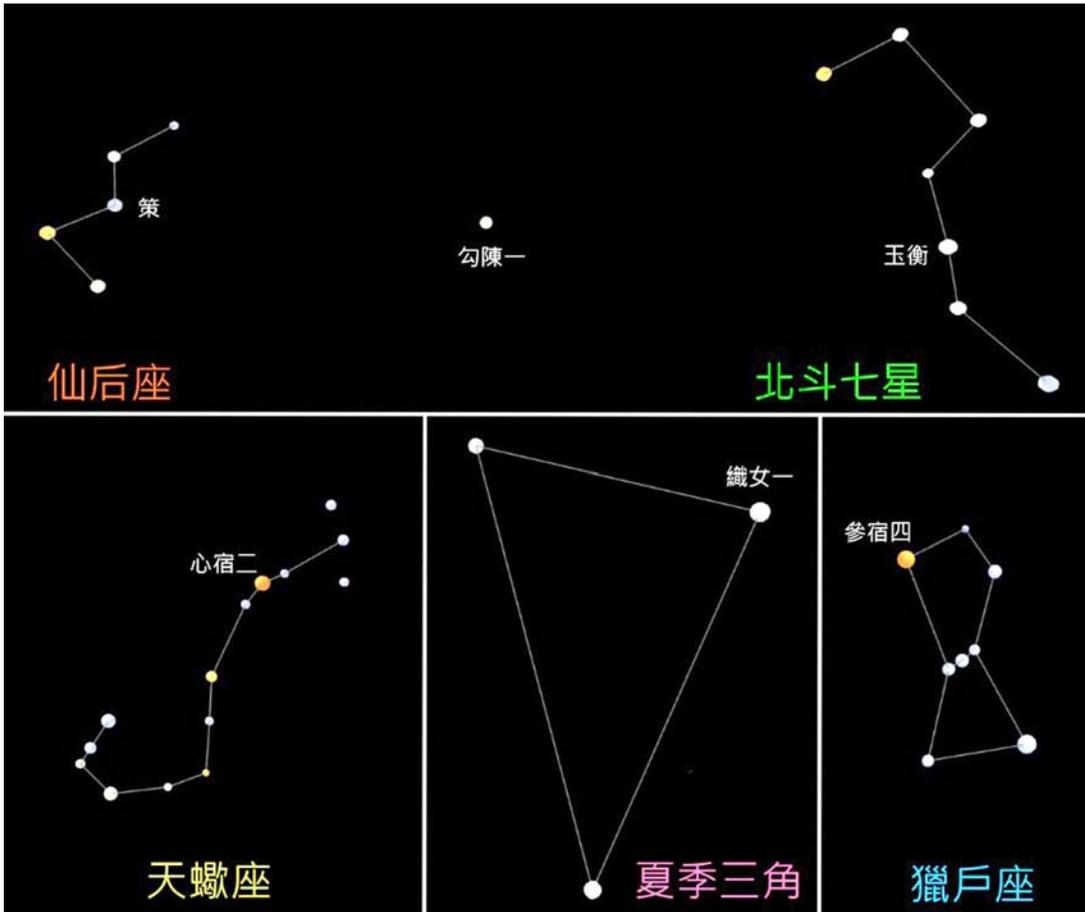
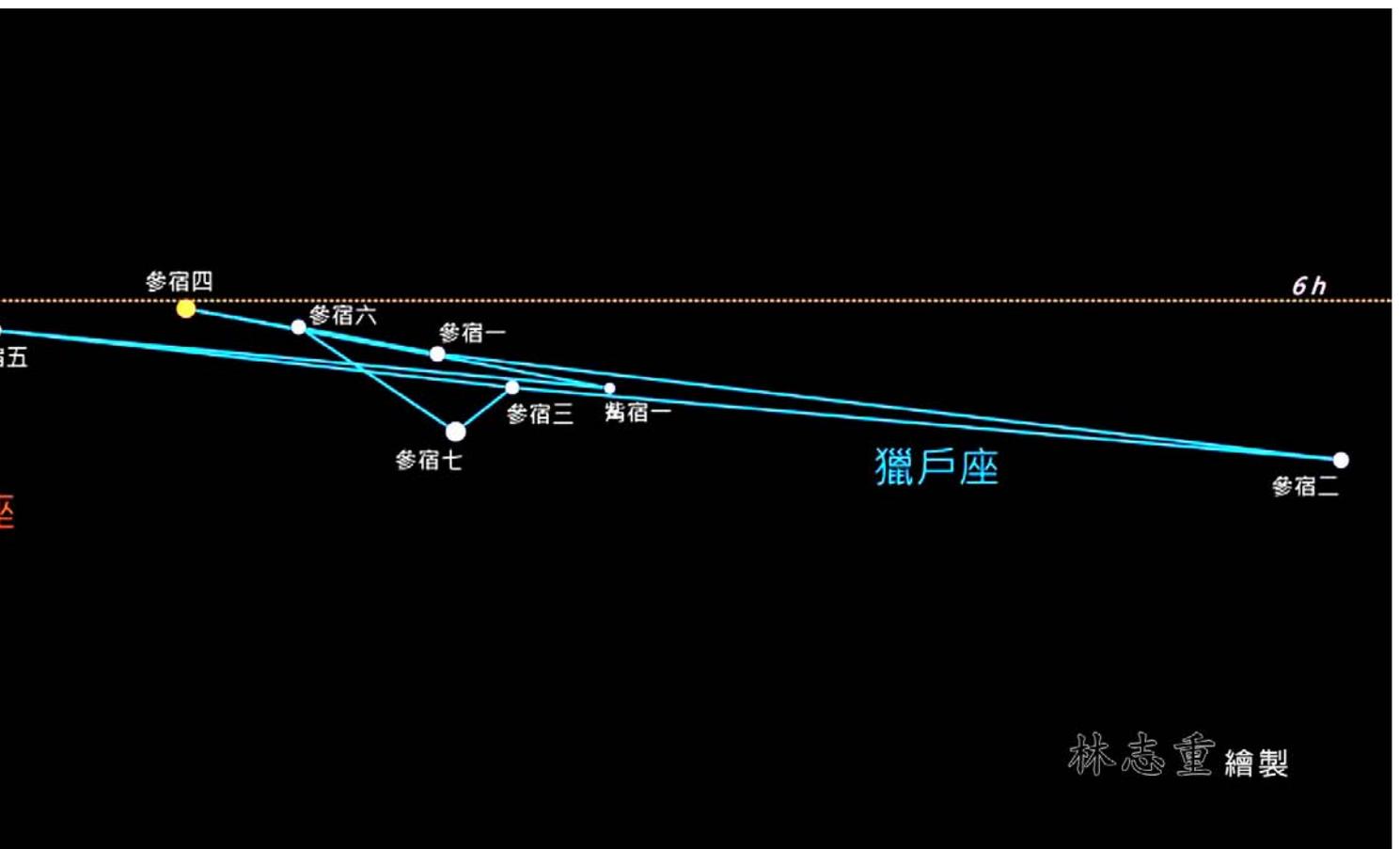


圖3. 在太陽系觀察星座的亮星分布與連線圖。



紅色，右眼藍色) 觀看，就可以感受各亮星的「遠近高低各不同」。圖4為仙后座與天蠍座在中天時的互補色立體影像。圖5為位於北緯24度(大約3月初，臺灣時間晚上20時) 觀看北斗七星與仙后五星指極的互補色立體影像。

八、將觀測點遠離太陽系，調整設定到最近的恆星南門二座標，觀察仙后座天區的亮星分布。利用兩座標間距離公式，以及恆星星等關係換算公式，計算南門二與各星距離光年和視星等；以南門二距離太陽4.39光年計算，南門二看太陽視星等約為0.48等<sup>1</sup>(大約地球所見參宿四視星等)，結果呈現「橫看成W側成M」<sup>2</sup>，如圖6。

九、利用前述星空3D模型，將觀測點設在太陽系附近，在室

女座與往雙魚座之間來回漫遊，觀賞獵戶座與冬季大三角亮星位置的變化。因距離遠近不同，移動的視角變化速度有所差異，就如同搭車

前進，觀賞窗外風景，遠處山脈慢慢後退，近處樹木則快速後退的情景。筆者製作動畫結果，如下方影片，可看出天狼星距離最近(8.6光

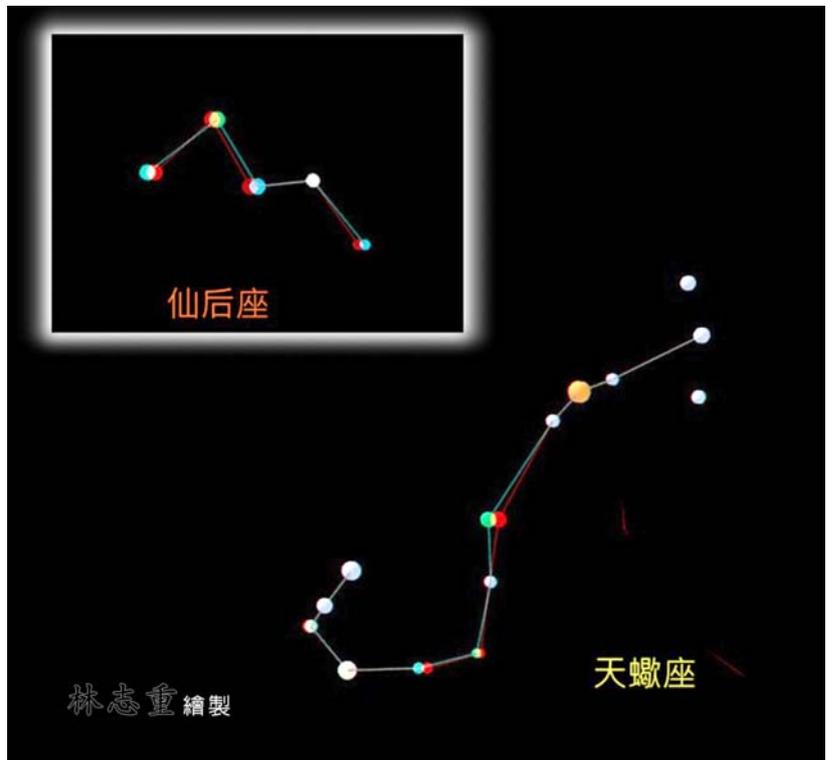


圖4. 仙后座與天蠍座互補色立體影像圖。

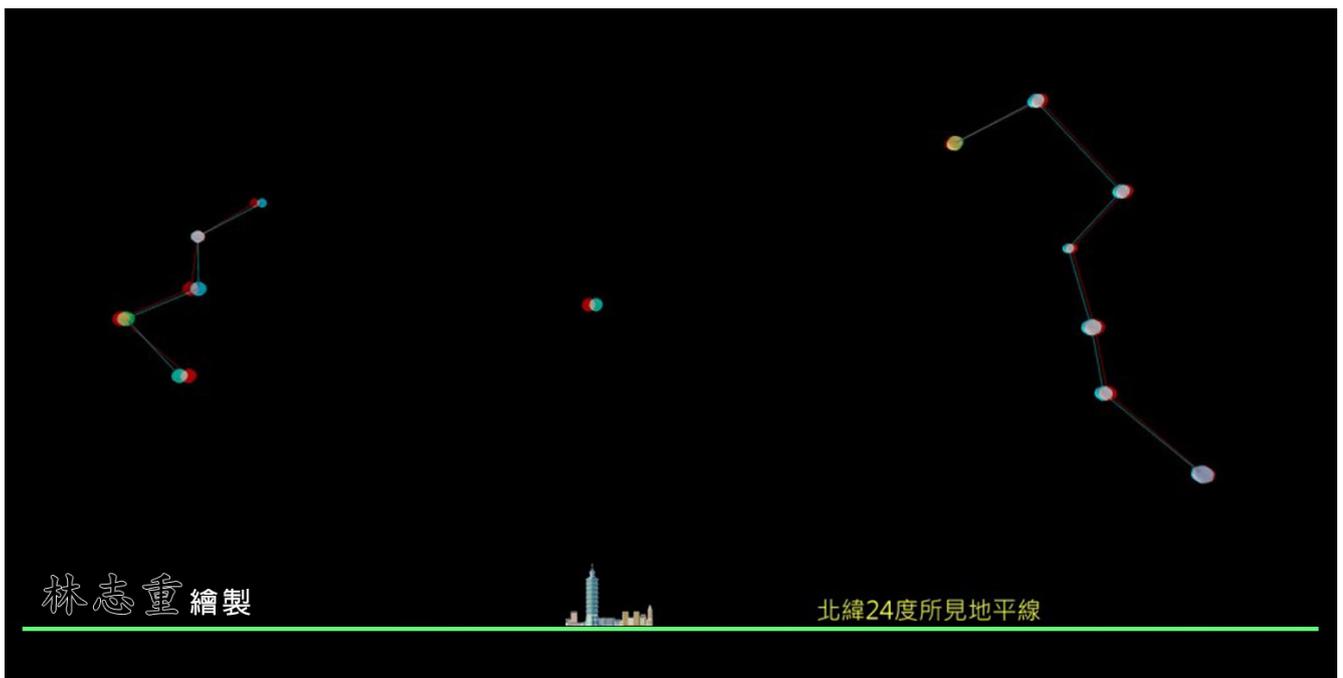


圖5. 北斗七星與仙后五星指極的互補色立體影像圖。

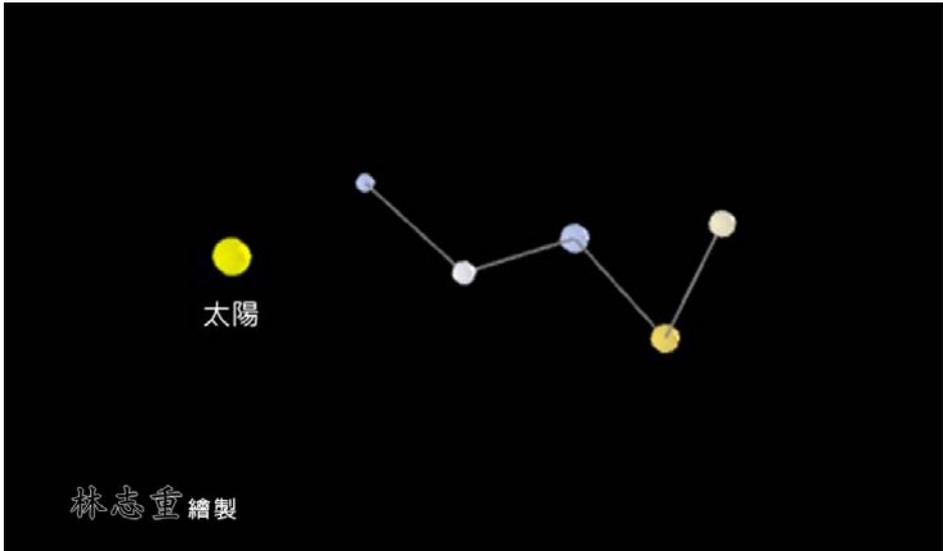


圖6. 南門二觀察仙后座天區的亮星分布圖。

年），移動最快速；反之參宿二（1976.7光年）最遠，在畫面幾乎不動。在移動足夠的距離後，獵戶座亮星連線也變形了！

結論：本文拋磚引玉，謹選擇部分星座、星群的亮星，操作互補色影像與移動視差，來感受體驗星空的遠近各不同，期能從遊山觀察事物的哲理，引發讀者對觀星的思考與樂趣。

林志重：地理學博士、助理教授退休、都市計畫技師、高考及格。現為國立臺中教育大學兼任助理教授、森林解說志工、環境教育志工、天文愛好者。

附註：

- 1.南門二看太陽的視星等=太陽絕對星等-5XLOG10（32.616/兩者距離光年）。
- 2.如同維基百科\南門二\南門二的視野所述：「…仙后座的外形將會從W變成Λ，太陽將會位在閣道二的尾端…」。

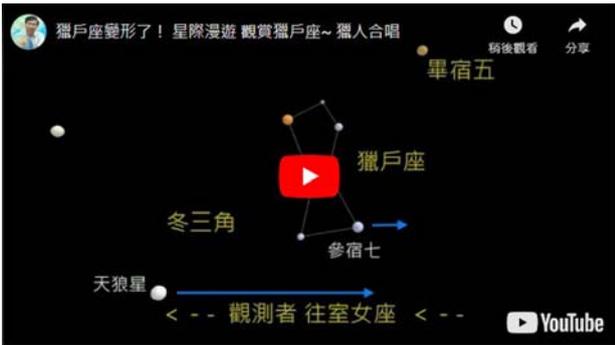
參考資料：

胡佳伶譯，2019，國家地理圖解恆星系，大石國際文化。原著 Robert Dinwiddie 等人，The Stars: The Definitive Visual Guide to the Cosmos。

星圖軟體Stellarium 1.2，2023年1月12日，取自[https://stellarium.org/zh\\_TW/](https://stellarium.org/zh_TW/)。

臺北市立天文科學教育館（2023），2023年天文年鑑。

YouTube相關影片：



獵戶座變形了！星際漫遊 觀賞獵戶座，橫看成嶺側成峰～ 獵人合唱

<https://youtu.be/XLXFPNmNg0o>

文/周毅桓

# 信使號

## 水星探測任務

為了了解水星的面貌，NASA的信使號（MESSENGER）在2004年升空，2011年進入環繞水星的軌道，開始為期4年的觀測，並在2015年結束觀測任務。信使號帶回了許多珍貴的水星影像，並揭露了許多水星的特質。隨著這些新發現，引出一些科學家至今未能解開的謎團。本期天文學教室，將帶大家深入認識水星，並藉著信使號的影像，帶大家一探水星的奧秘。

圖片來源：NASA

### 6道關鍵問題 等待信使號觀測解答

在信使號出發前，水手10號（Mariner 10）探測器曾在1975、1976年時3次掠過水星，除了拍攝到水星45%的表面影像之外，並藉由測量水星重力偏轉探測器的幅度，測量到水星的質量約地球的0.05倍，但平均密度卻和地球差不多。考慮地球的質量相較水星大許多，自身重力的收縮將使地球有較高的平均密度。但水星的質量很小，卻有著和地球差不多的密度，表示自身是由密度較高的物質所組成。水星在未受到自身重力收縮時的密度約 $5.3\text{g/cm}^3$ ，這意味著水星至少有60%

質量應為金屬核心，因此，水星核心的半徑應為其半徑的75%以上。

天文學家提出了3個理論嘗試解釋水星富含金屬核心與密度較高的原因。一是水星在形成前，太陽星雲在靠近太陽的地方，輕的矽質微粒與重的金屬微粒被分開，輕的矽質粒子掉進了太陽，留下重的金屬粒子區域形成水星，但這個說法無法預測矽酸鹽礦物成份的改變。二是巨大的熱量將水星形成時外層的岩質外殼蒸發，留下金屬核心，依照這個說法的預測，水星將會缺乏揮發物質（volatile elements）。三是水星在內部物質完成分餾後，受到其他原行星的撞擊，使地殼與上部地函脫落，撞擊產生的高熱也

可能使水星缺乏揮發物質。了解水星的密度及核心鐵含量為何這麼高的原因，是信使號的任務首要目標。

其次，水手10號拍攝到水星的表面布滿了隕石坑，這符合天文學家的猜測，因為行星若半徑較小，使行星表面積與體積的比值較大，導致內部熱能向太空散失的速率較快，致使行星冷卻亦快，造成行星內部缺乏熱能驅動，無法有活躍的地質活動將表面長期受到的隕石撞擊留下的坑洞彌平。因此，行星表面的隕石坑越密集，表示該區域形成時的地質年紀越古老，反之，表面越少隕石坑，表示該區域形成時間越年輕。水星質量與體積較小，

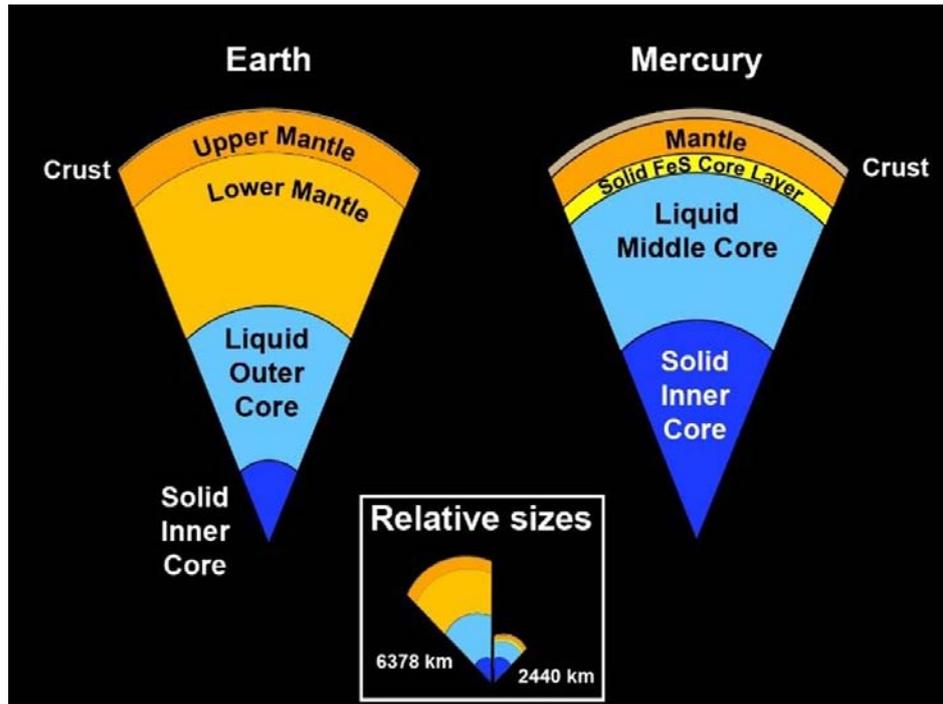
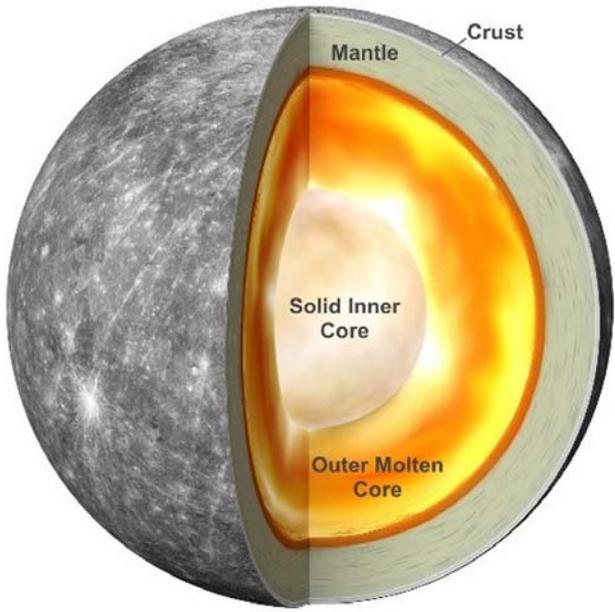


圖1. 水星的鐵質核心半徑約有2,074公里，佔行星半徑的85%，可能具有部分熔融的外核心。圖片來源：NASA's Goddard Space Flight Center（左）、NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington（右）

與表面布滿坑洞的觀測結果一致，但水手10號傳回的影像中，似乎水星有一些火山活動形成的平原。這些平原是什麼時候形成的？水星的火山活動大約活躍在哪個年代？天文學家希望藉由信使號的觀測來拼湊出水星過去的地質史。

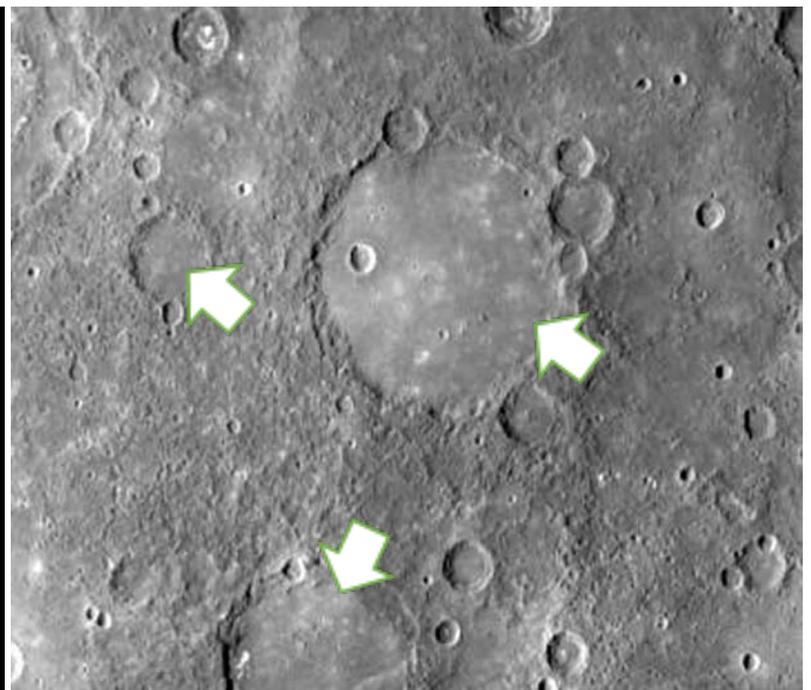
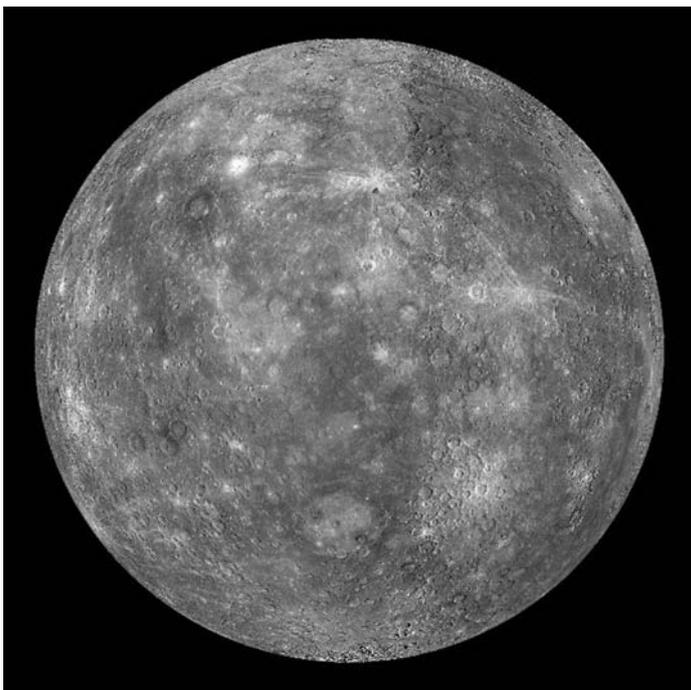


圖2. 左側為信使號在2011年拍攝到完整的水星表面，可以見到表面布滿了隕石坑。右側為水手10號在2000年拍攝到水星表面在古老的盆地中，可以看到年輕的平原存在，似乎是火山活動的遺跡。圖片來源：NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

水手10號在飛掠水星的過程中，雖然測得水星可能有磁場，強度約為地球磁場的1%，但磁場強度與來源有很大的不確定性，天文學家希望進一步了解水星的磁場結構。

早在1991年天文學家就發現雷達回波顯示水星的兩極含有一些反射率較高的物質。這些反射率較高的物質，有可能是水冰嗎？水星表面在部分區域溫度高達430°C，仍可能含有水嗎？天文學家希望能在這趟任務中獲得確認。

相較於地球與金星，水星的大氣非常稀薄，幾近完全沒有大氣。但仍然被一層稱為外氣層（exosphere）的氣體所包覆，由於這層氣體過於稀薄，水星外氣層中的氣體分子不與其它分子相碰撞，而是於地面碰撞後反彈至外氣層中。但這層外氣層不是穩定的存在，天文學家認為水星上可能有揮發物質（volatile）補充外氣層。找到水星表面重要的揮發物質，是信使號水星探測任務的第6個目標。

## 信使號的重大發現

所有問題在信使號開始環繞水星觀測後，得到

進一步的解答。首先，信使號發現在水星的兩極確實有水冰的存在，水冰存在於隕石坑中接受不到太陽光照射的永久陰影處。水星表面因無大氣重新地均勻分布來自太陽光的熱能，因此表面各區域溫度約在430°C至零下220°C不等，為水冰存在於水星表面提供了有利的環境。

信使號觀測到水星表面有一些熔岩流及火山沉積物的火山活動遺跡（圖4），其中觀測到最年輕的火山活動遺跡約為10億年左右。而水星表面有一道道跨過隕石坑的懸崖（圖5），暗示著水星整個行星正在冷卻收縮。除此之外，信使號還觀測到水星表面布滿了一些特殊的空洞（圖6）。這些空洞總共約445群，占地面積約57,400平方公里。由於和日照率有相關性，科學家推測有可能是因為太陽光的照射使其中的揮發物昇華，造成了空洞的產生。

信使號觀測到水星的外氣層由於反射太陽光，使外氣層中的鈉原子呈現橘色的狀態，部分鈉原子被太陽風帶離了水星，這讓水星在太空中看起來拖了一道明亮的鈉原子的尾巴。水星的外氣層由氫、氦、氧、鈉、鈣，及由信使號觀測到的鎂所組成。其中氫與氦是由太陽風所補充，其它的則可能由撞擊水星的隕石或水星表面的岩石所提供。這些物質

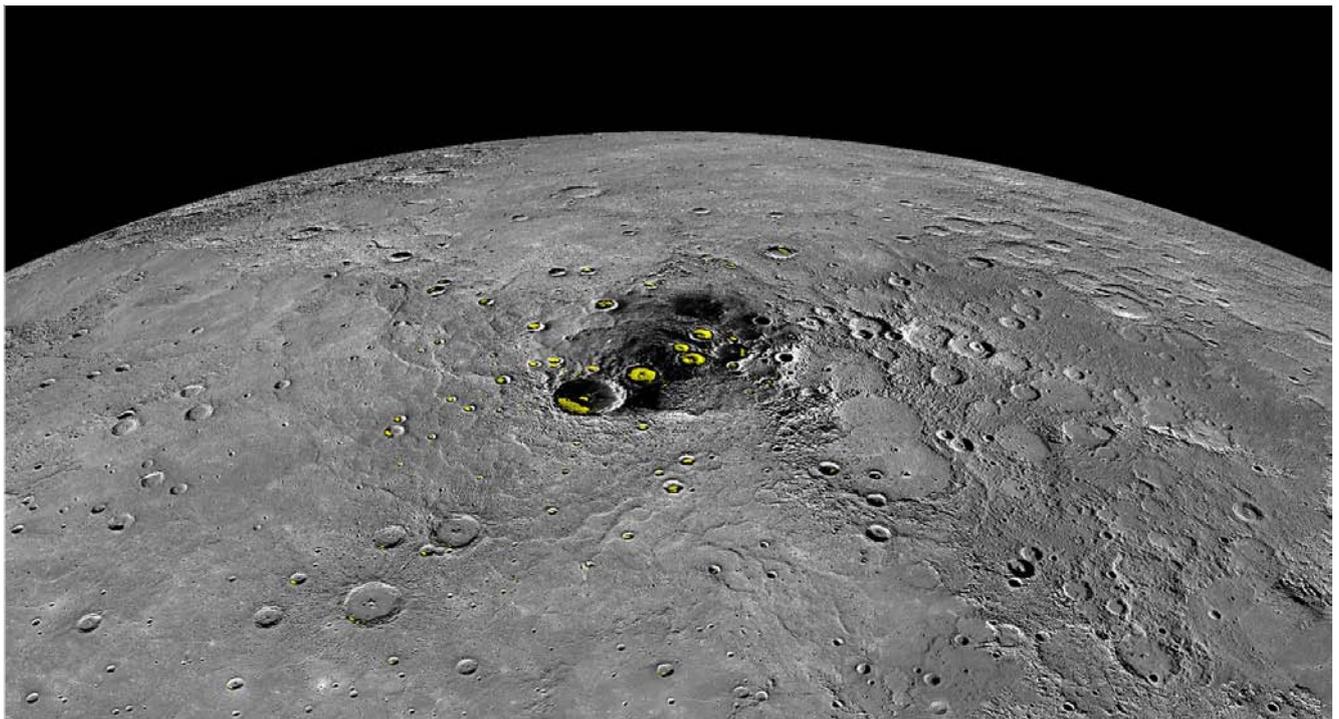


圖3. 水星北極的區域含有水冰，照片為信使號拍攝影像，黃色部分為合併阿雷西波天文臺的雷達回波影像，即為水冰的位置。  
圖片來源：NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

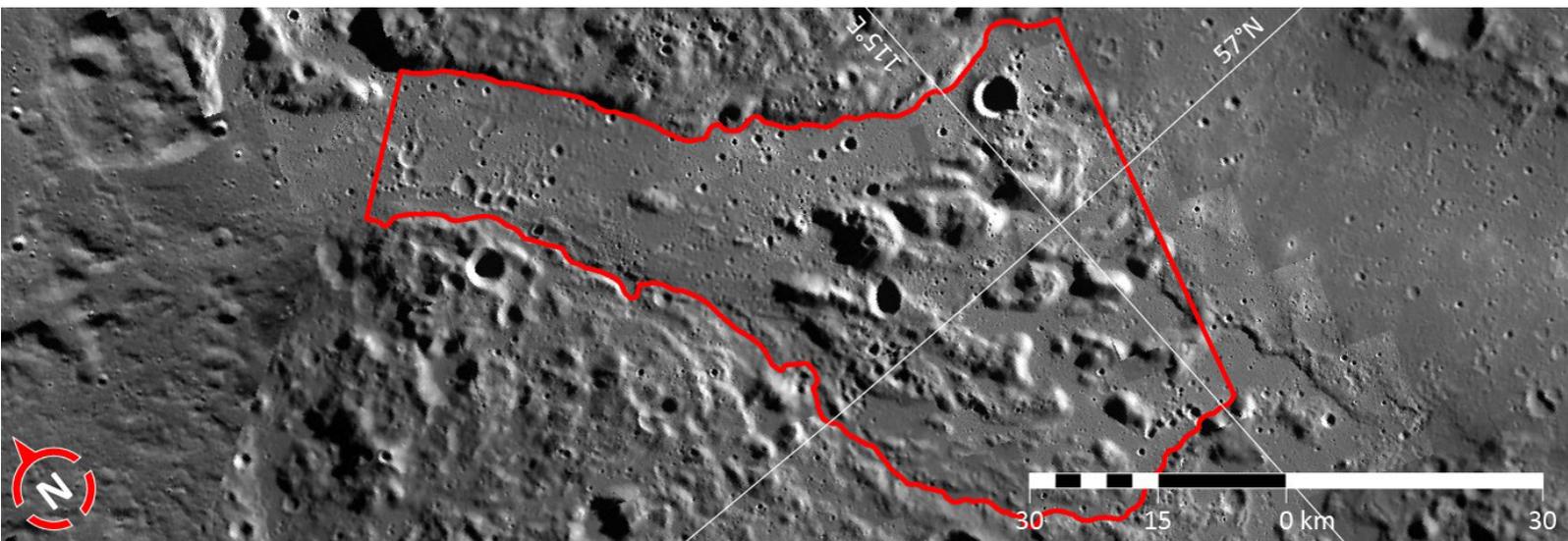


圖4. 信使號發現水星表面火山活動的遺跡，表示水星曾有一段活躍的火山活動時期。圖片為一道被稱為吳哥谷（Angkor Vallis）的熔岩流遺跡。圖片來源：NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

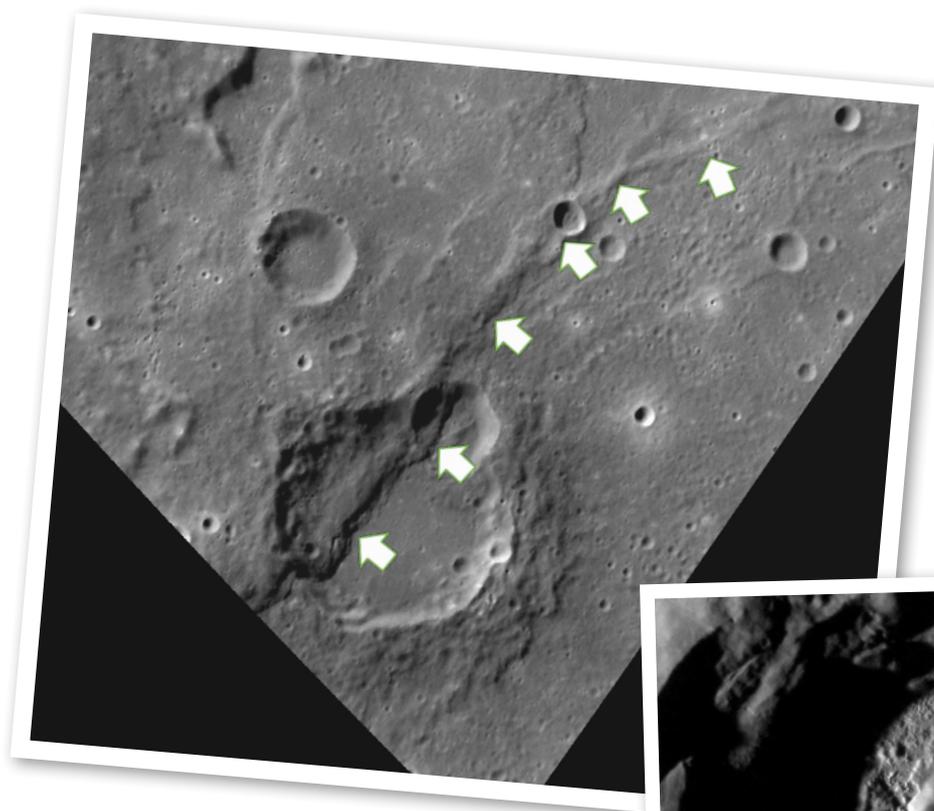


圖5. 信使號在水星表面發現了一道道的懸崖，這是水星整顆行星正在冷卻收縮的證據。圖片來源：NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

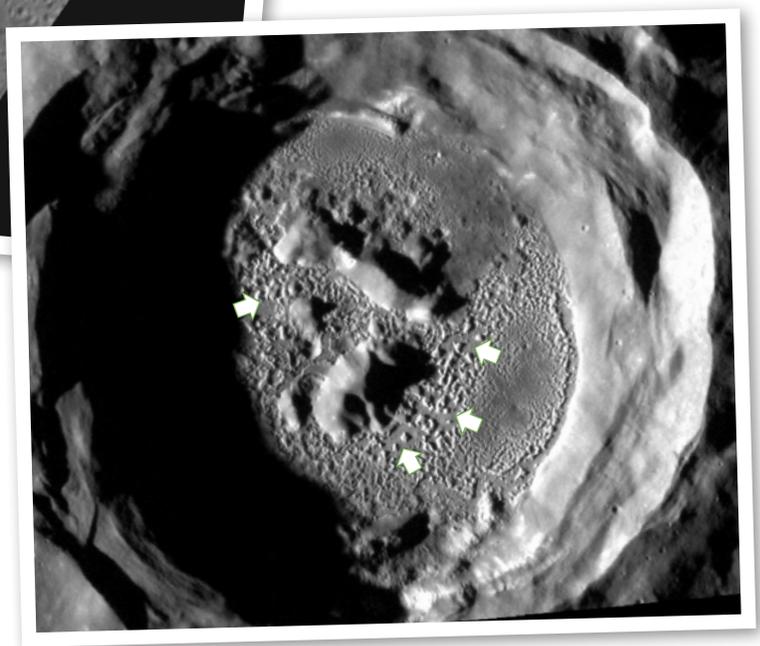


圖6. 水星表面布滿了許多空洞（hollows），是水星表面最年輕的地質活動。這張照片是信使號2013年所拍攝的柯特茲撞擊坑（Kertész crater），可以看見撞擊坑底部表面較細的反光凹陷處，皆是空洞構造。圖片來源：NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

可能由撞擊所導致的岩石汽化；或是可能在太陽光照射下表面岩石的元素蒸發；也可能是受到太陽風或行星磁場的高速帶電粒子撞擊而噴射出；或可能是由水星內部擴散出去……等數個過程交互作用所產生的結果。

信使號觀測到水星具有完整的行星磁場，雖然磁場強度只有地球磁場的1%，但相較之下，比水星大許多的金星卻沒有行星磁場，火星則可能曾經一度有行星磁場，但持續不久就停止了。考量水星的質量較小許多，表面又布滿坑洞，就水星質量與表面坑洞密度來推測，水星的地質活動可能已經停止。而信使號的觀測結果，水星的行星磁場可能已經持續了至少30多億年，這表示水星內部仍有足夠的熱能存在、內部仍有部分是熔融狀態，才可能藉由行星自轉，帶動內部熔融區域帶電粒子的環流，以電磁感應的方式產生感應的行星磁場。信使號並觀測到水星的行星磁場中心，約位在水星核心北方約488公里的位置。水星的磁場中心偏離了行星核心約20%行星半徑的距離，但在太陽系具有磁場的行星中，沒有如同此大偏移比例的行星磁場中心。而水星每58.6天自轉1圈，如何以這麼緩慢的自轉速度產生感應磁場？水星磁場中心為什麼有這麼大的偏移？直到目前為止，天文學家還仍感到疑惑。

信使號在探索任務中最重要的發現是水星富含揮發物質。揮發物質需要在比較低溫的環境才能存在於行星表面，而這暗示著水星有可能是在離太陽較遠的地方形成。而前面所提到水星形成的3個理論，也因為此項發現而各自產生重大的瑕疵，使天文學家思考修正現有太陽系形成理論的可能性。

信使號的探索成果擴展了天文學家對太陽系的認識，接下來

將由日本宇宙航空研究開發機構（JAXA）及歐洲太空總署（ESA）攜手合作的貝皮哥倫布號（BepiColombo）接手探測任務，探測器於2018年升空，預計將於2025年進入環繞水星軌道。這趟任務是否能進一步解答信使號留下未解的謎團，且讓我們拭目以待。

周毅桓：臺北市立天文科學教育館

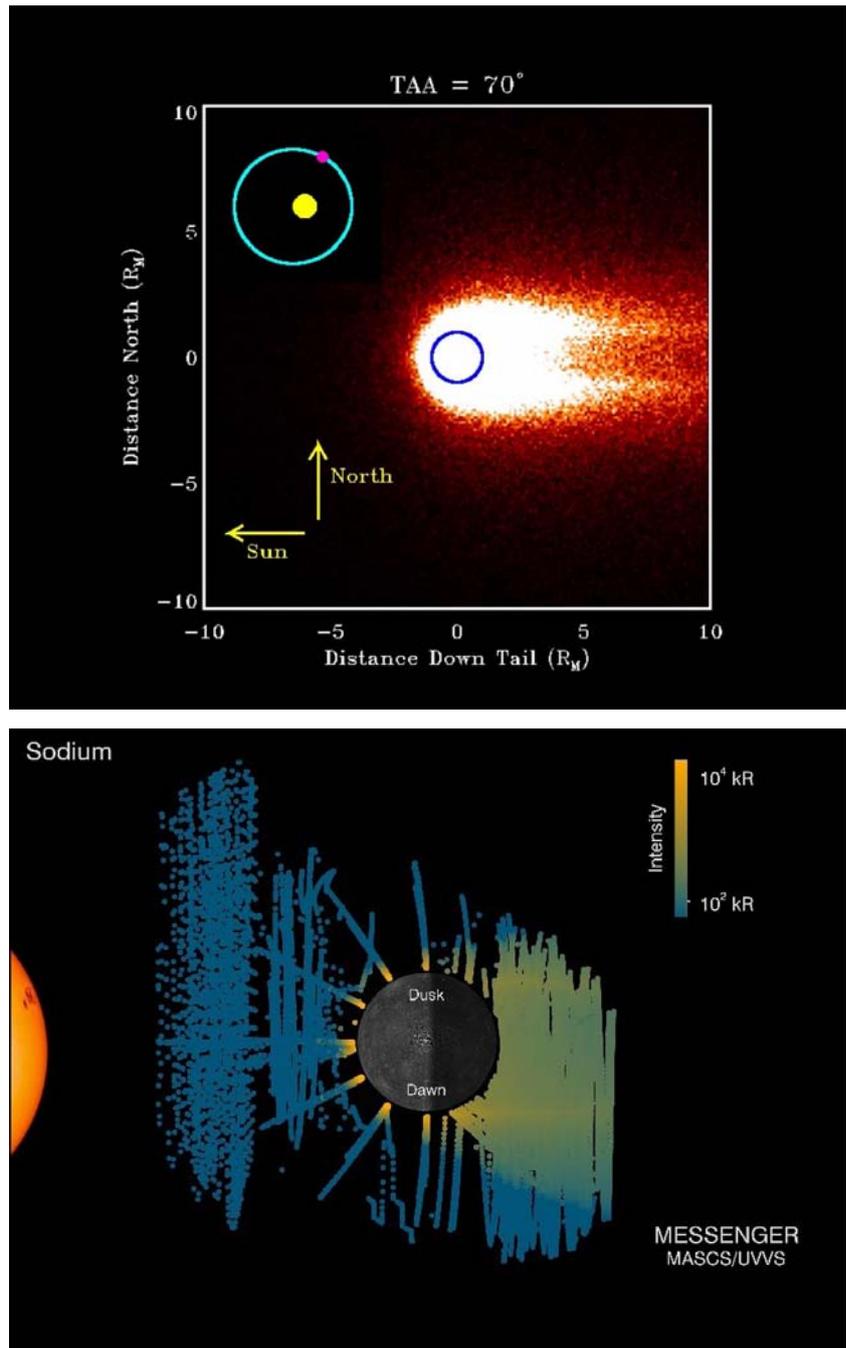


圖7. 水星外氣層的鈉原子尾巴，水星外氣層的鈉原子反射太陽光，使自身呈現橘色光芒。太陽風將鈉原子帶離外氣層，而使水星在太空中拖了一道明亮的尾巴。圖片來源：NASA/GSFC/Matthew Burger（上），NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington（下）

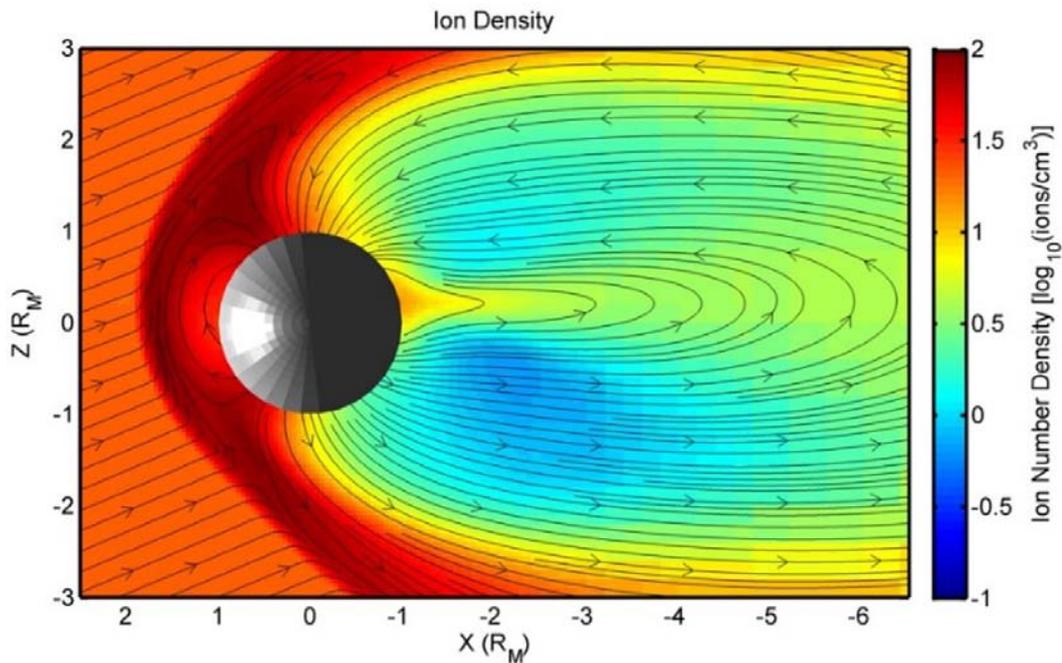


圖8. 水星有完整的行星磁場，磁場強度約為地球的1%。因其磁場的尺度較小及較靠近太陽的因素，磁場處在高度動態的變動中。圖片來源：NASA/GSFC/Mehdi Benna

參考資料：

1. Sean C. Solomon, Ralph L. McNutt Jr., Robert E. Gold, Deborah L. Domingue. (2007). MESSENGER Mission Overview. Space Science Reviews 131, 3-39 doi: 10.1007/s11214-007-9247-6
2. Rebecca J. Thomas a, David A. Rothery a, Susan J. Conway a, Mahesh Anand (2014). Hollows on Mercury: Materials and mechanisms involved in their formation. Icarus 229, 221-235 doi: 10.1016/j.icarus.2013.11.018
3. Ken Croswell. (2015). Ancient Mercury had a magnetic field. Retrieved from <https://www.science.org/content/article/ancient-mercury-had-magnetic-field> (May 7, 2015)
4. NASA, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Carnegie Institution of Washington. (2011). MESSENGER Mercury Orbit Insertion Press Kit. Retrieved from [https://www.nasa.gov/pdf/525164main\\_MercuryMOI\\_PK.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/525164main_MercuryMOI_PK.pdf) (March 18, 2011)
5. MESSENGER, Unlocking the Mysteries of Planet Mercury. Top 10 Science Results and Technology Innovations. Retrieved from <https://messenger.jhuapl.edu/index.html#top10>
6. MESSENGER, About the Mission to Mercury. Why Mercury. Retrieved from <https://messenger.jhuapl.edu/About/Why-Mercury.html>
7. Roger Freedman, Robert Geller, William J. Kaufmann. (2019). Universe 11 Edition. New York, United States of America: Macmillan Learning.

YouTube相關影片：



信使號-解開水星的奧秘

<https://youtu.be/UVVerBya6l4>



信使號-水星觀測任務中

<https://youtu.be/ENwD31EDFjc>



Mercury 101

<https://youtu.be/OKBjnNuhRHs>

編譯：謝翔宇

# ELT 世界

位在智利阿塔卡馬高原沙漠中的極大望遠鏡（Extremely Large Telescope, ELT），自2014年3月動工起，工程進度已經超過一半。畫面裡搭建中的超大圓頂鋼骨結構正在成形，很快就會變成我們熟悉的天文臺外貌。這張官方釋出的影像取自ELT的網路攝影機，拍攝於今年6月下旬。由於工程正在加速進行中，天文臺的外形每天都有著明顯的變化，若是您現在連進ELT官網查看，將會看到與這張照片不同的樣貌。

畫面後方的背景是經典的南半球星空，右手邊可以看到我們銀河系的中心區域，左上方可以看到銀河系的兩個衛星星系：大、小麥哲倫星系。ELT選址在南半球的高原沙漠中，面對極為嚴苛的環境考驗，卻也是全球最佳的天文觀測地點之一。ELT口徑39米、由798片六邊形組成的巨型主鏡已經完成了70%，相關的支援建築也都已經完成，預估ELT將在5年後的2028年開始進行科學觀測。這座下一代最大型的可見光和紅外線望遠鏡也將會配備最先進的儀器，成為天文學家研究宇宙的最新利器。

作品來源：ESO



# 世界上最大的望遠鏡5年後完工



# *Astronomical* 美星映象館 *photo gallery*

責任編輯/ 吳昆臻



NGC 7293 螺旋星雲 邱志揚

時間：2023/06/18、2023/07/09、2023/07/12、2023/07/14、2023/07/15

地點：新竹縣北埔鄉、新竹縣尖石鄉、臺中市和平區大雪山森林遊樂區

儀器：Celestron EdgeHD 8"望遠鏡、0.7X減焦鏡、ZWO ASI 2600MM Pro冷卻相機、ZWO ASI 2600MC Pro冷卻相機、iOptron HEM44EC赤道儀

參數：RGB 180秒22幅、 $H\alpha$  300秒77幅、OIII 180秒44幅，總曝光9小時43分

後製：Astro Pixel Processor、Adobe Photoshop、PixInsight

說明：NGC 7293是位於寶瓶座方向的行星狀星雲，中心為一顆死亡中的恆星，外圍噴發的氣體被恆星的強烈輻射激發而發光，從地球的視角看過去，螺旋星雲呈現猶如人眼般的外型。



## 北美洲星雲與鵜鶘星雲 (NGC7000、IC5070)

黃竹揚

時間：2022/06/27、2022/06/28

地點：南投縣仁愛鄉清境觀星園景觀山莊

儀器：William Optics RedCat51望遠鏡、  
SONY ILCE-7C相機、STC內置式  
雙峰濾鏡、iOptron SkyGuider Pro  
赤道儀、ZWO 30F4導星鏡、ZWO  
ASI120MM Mini導星相機

參數：ISO1600、單幅曝光300秒，31幅疊合  
後製：PixInsight

說明：這兩個原是同一個電離氫區構成的星雲，因為一道宇宙塵埃被分成兩個部分，左邊的是北美洲星雲，如其名稱，長得很像北美洲，尤其東南一帶。右邊則是鵜鶘星雲，這片星雲位於天鵝座的尾部，在夏季時分很容易在北面天空看到。畫面右側邊緣最亮的一顆星是天津四，也是天鵝座最亮的一顆星。



## 藍色馬頭 楊順嘉

時間：2023/05/27 22:09~05/28 1:47 地點：新竹縣尖石鄉宇老

儀器：William Optics Star 71望遠鏡、iOptron HAE29赤道儀

參數：ISO3200、單幅曝光30秒，384幅疊合，暗平偏場校正，總曝光3.2小時

說明：藍色馬頭星雲是位於天蠍座頭部的反射星雲，其由天蠍座 $\nu$ 照亮塵埃而產生。天蠍座 $\nu$  A是一顆B3V的藍色恆星，因短波長的光更容易被散射，因此星雲呈現藍色的外觀。

## 茫茫星海中的NGC 6888眉月星雲 江明錫

時間：2023/05/20

地點：屏東縣三地門鄉

儀器：Celestron RASA8望遠鏡、ZWO ASI294MC Pro冷卻相機、IDAS NBZ UHS 2"雙峰濾鏡、ZWO AM5赤道儀、ZWO 30mm F4導星鏡、ZWO ASI290MM MINI導星相機、ZWO ASIAIR Pro智慧型WiFi天文主機

參數：Gain120、冷卻至-10°C、亮場180秒30幅、暗場180秒15幅、平場與暗平場各10幅

後製：Astro Pixel Processor、Adobe Photoshop CC

說明：NGC 6888眉月星雲位於天鵝座，距離我們約5,000光年，看似複雜的構造應為來自其中央亮星的強烈恆星風和更早期拋出的物質交互作用之產物，本次拍攝使用IDAS雙峰濾鏡凸顯其H $\alpha$ 與OIII特徵。



## 夏的回憶 那片瑰麗

### 詹襄秣

時間：2020/08/20

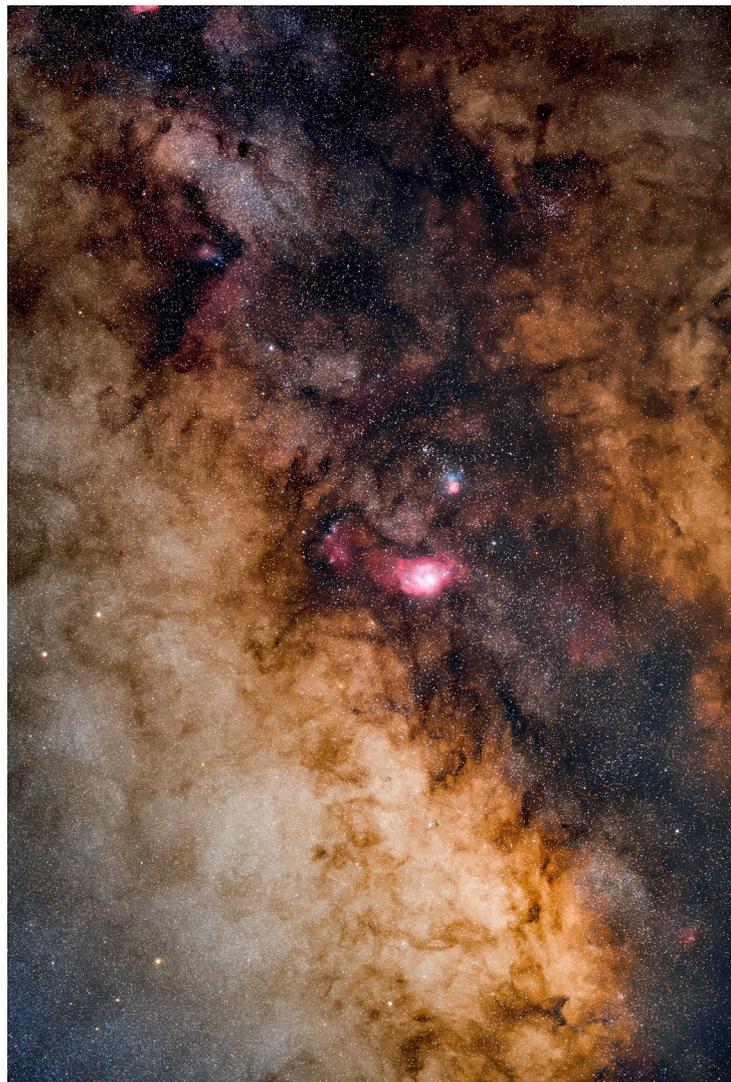
地點：南投縣仁愛鄉翠峰卡爾小鎮

儀器：SIGMA 135mm F1.8 DG HSM Art鏡頭、Nikon D800（改）、Vixen AP-WM赤道儀

後製：MaximDL 6 Pro、Adobe Photoshop CC 2023、SiriL 1.0 rc2、Starnet GPU enhanced

參數：ISO1600、光圈F4.0、單幅曝光180秒，總曝光1小時

說明：銀河是每個天文人最初接觸，也是離人類最近但卻也是最神秘的，難以想像銀河到底是怎麼樣，對於我們而言就是畫過天空的朦朧光帶，在英文中，銀河是Milky Way，就如同之名，如同神話一樣，潑灑在夜空。





### 錐狀星雲 林啓生

時間：2023/01/17

地點：南投縣信義鄉新中橫塔塔加地區

儀器：高橋MT200望遠鏡、Baader MPCC修正鏡、PLAYER ONE Uranus-C彩色相機、高橋NJP赤道儀、DONELL OAG14S離軸導星裝置、PLAYER ONE CERES-C導星相機

參數：單幅曝光60秒，117幅疊合

後製：PixInsight、Adobe Photoshop，萬明德影像處理

說明：錐狀星雲是聖誕樹星雲的一部分，其名稱如其形，聖誕樹星雲位在大名鼎鼎玫瑰星雲東北側的一大片電離氫區，西元1785年被發現，看到重點了嗎？1785年還沒發明照相機！那麼處於光害嚴重的今天，在臺灣的高山地區使用望遠鏡，有可能眼視看到它嗎？



### 夏至太陽的H $\alpha$ 影像 蔡元生、林孟辰

時間：2023/06/21

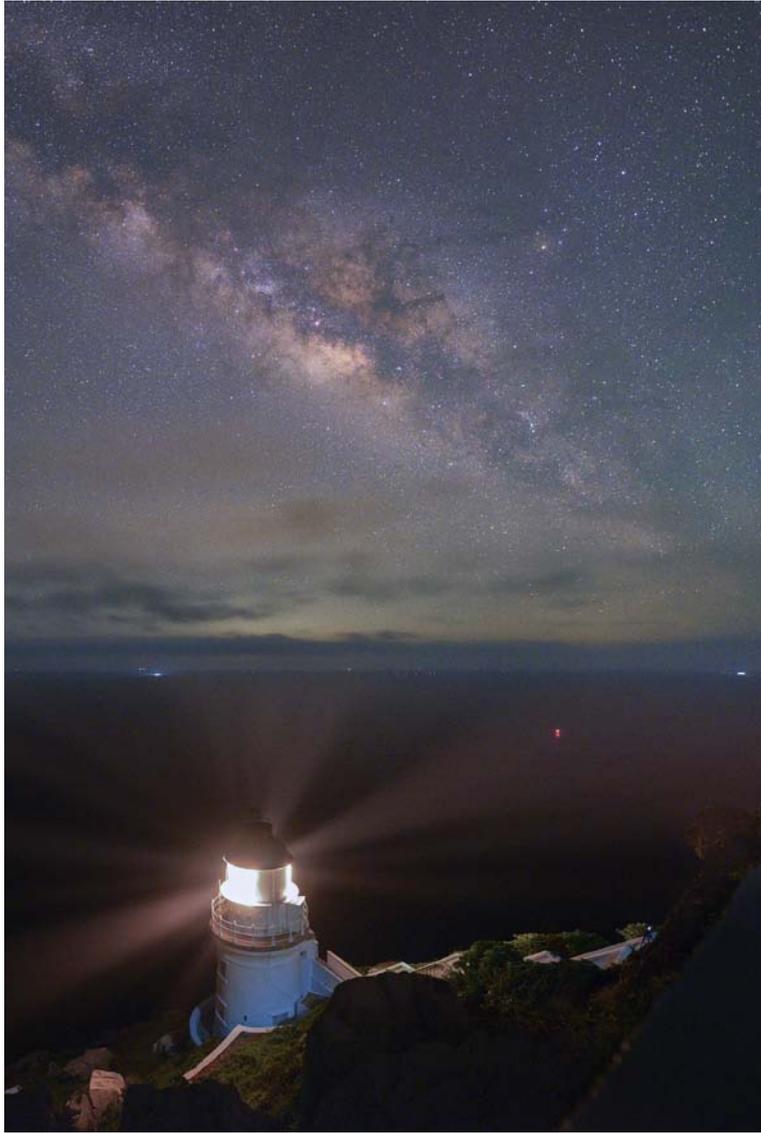
地點：高雄市楠梓區

儀器：Takahashi FC100DL望遠鏡、Daystar Quark 太陽濾鏡、Player One Apollo mini 行星相機、Pegasus NYX-101赤道儀

參數：Gain125、快門12ms、3000幀數取最佳的100幅疊合

後製：AutoStakkert!3、PixInsight

說明：很幸運的在太陽座標北緯40~55度（當天太陽自轉軸偏西7.1度）的位置，從太陽邊緣噴出了一串頗具規模的日珥（prominence）；並且在色球層的影像檢視下有看到了一個倒S型的可疑活動的蹤跡。



### 東湧燈塔與夏季銀河

陳宜婷

時間：2023/07/15

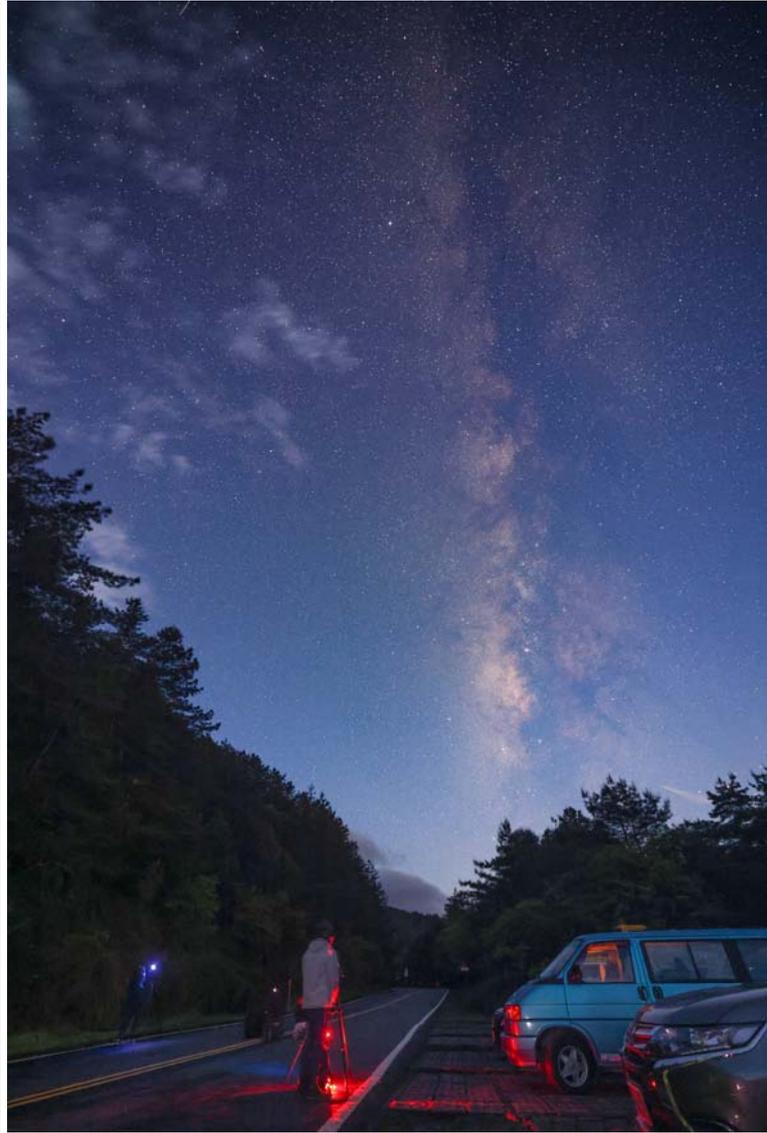
地點：馬祖連江縣東引鄉

儀器：SIGMA 14mm F1.8 DG HSM Art鏡頭、NIKON 810A相機

參數：ISO8000、光圈F2.0、單幅曝光13秒，2幅拼接

後製：以橫幅拍攝，上下兩張用Photoshop CC 2017拼接並裁切至2：3比例

說明：站在制高點俯瞰燈塔，更顯得銀河寬廣遼闊，也有著截然不同的視覺感受。



### 追逐曙光銀河的天文人

劉銘晃

時間：2023/05/20 04:17

地點：南投縣信義鄉新中橫塔塔加144k停車場

儀器：Canon RF15-35mm f/2.8L IS USM 鏡頭@15mm  
Canon EOS R5相機

參數：ISO 8000、光圈F2.8、單幅曝光10秒

說明：銀河，總是有吸引眼球的魔幻魅力；帶著藍調背景的曙光銀河，更讓天文人著迷。



## 金星、火星合月

林家名

時間：2023/06/22 20:53

地點：臺南市安平區臺南運河

儀器：Canon 18-55mm F4-5.6鏡頭、Canon EOS 800D相機

參數：ISO 12800、單幅曝光1/13秒，兩幅影像拼貼

後製：Adobe Photoshop

說明：金星、火星合月是當天夜空中最吸睛的焦點了，隨著天色加深，兩顆行星也逐漸出現在新月旁，恰似天空的微笑。



## 暮色銀河 蔡政達

時間：2023/7/15 地點：馬祖連江縣東引鄉燕秀潮音

儀器：Samyang 14mm鏡頭、Canon EOS 6D相機 參數：ISO 4000、光圈F3.1、單張曝光20秒，3幅疊合

後製：Sequator疊合、Adobe Photoshop CC2017 修圖

說明：傳說此處眺望沙石林，石老鼠兩目直視臺灣富紳林國芳祖宅林宅正廳，林家得此風水而致富，所以來東引就要來拍張老鼠沙石林銀河。

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



浩瀚宇宙無限寬廣，穹蒼之美盡收眼底



攝影 / 周紀宇

GPN:2008700083