

臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI
SKYLIGHT
NO.98 2020.11

ISSN:1727-0022

打開太陽系時空膠囊
小行星探索二三事

隼鳥二號的龍宮任務

2020 年諾貝爾物理獎
解開黑洞奧秘的領航者

今晚，我想來點黑洞

懸日拍攝
消失的星官

川普勒三角區（上）

VR360 虛擬星空攝影術（下）

研究天文竟也是氣候變遷的元兇之一

人與自然共譜的夜光四重奏

美星映象館

臺北星空



今年對於天文學家來說又是振奮的一年：諾貝爾物理學連續第2年頒給天文界。分別是潘洛斯從廣義相對論建立黑洞形成的理論；根策爾與蓋茲的團隊觀測並證明銀河系中心擁有超大質量的黑洞。因此，黑洞這個看似強大又神秘的『天體』又成為話題焦點，你知道天文館展示場也有不少關於黑洞的介紹嗎？本期文章〈解開黑洞奧秘的領航者〉與〈今晚，我想來點……黑洞！〉將與您一探究竟。

近年來也有不少太空船探查小行星來瞭解太陽系起源，本期專文將告訴你日本隼鳥2號的任務和小行星探測的科學價值。喜歡觀星的人，更別錯過『川普勒三角形』在晴朗的晚上，用雙筒望遠鏡搜尋這個有趣的目標。

【封面】

A simulated Black Hole of ten solar masses as seen from a distance of 600km with the Milky Way in the background

Image credit: Ute Kraus, Universität Hildesheim

https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Black_Hole_Milkyway.jpg

Contents

- 02 天象與新知** 李瑾、許晉翊
- 03 天文新聞追蹤報導**
研究天文竟也是氣候變遷的元兇之一 林建爭
- 07 天文新聞追蹤報導**
2020年諾貝爾物理獎
— 解開黑洞奧秘的領航者 徐麗婷
- 11 天文展品導覽**
今晚，我想來點……黑洞 胡佳伶
- 30 天文觀測教室-6(1)**
川普勒三角區(上) 陶蕃麟
- 33 謎樣星宿**
星座的變遷（下篇）—消失的星官 歐陽亮



刊名：臺北星空期刊
統一編號：2008700083
中華民國八十七年十月一日創刊
中華民國一百零九年十一月一日出版
刊期頻率：雙月刊
本刊刊載於臺北天文館網站，
網址<https://www.tam.gov.taipei/>

發行人 陳岸立

發行情員 王錦雄、陳俊良
林琦峯、石中達
廖怡喻、李嘉芸
林修美、林坤蓉

編審委員 陶蕃麟、葛必揚
許錫鑫、計修邦
胡憲華、李秀鑾

臺北星空

臺北天文館期刊

本刊歡迎各界人士投稿並提出指教。

本刊對來稿有刪改權，如作者不願稿件被刪改，請註明。

文稿請自行影印留底，投稿文字、圖表、圖片與照片，均不退件。

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

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

本刊文字及圖片，未經同意，不得轉載。

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

來稿請寄：

臺北市立天文科學教育館 研究組
臺北市士林區基河路363號

歡迎以電子郵件投稿

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

1999市民熱線，24小時日夜服務

本期專文

15 隼鳥二號的龍宮任務 范賢娟

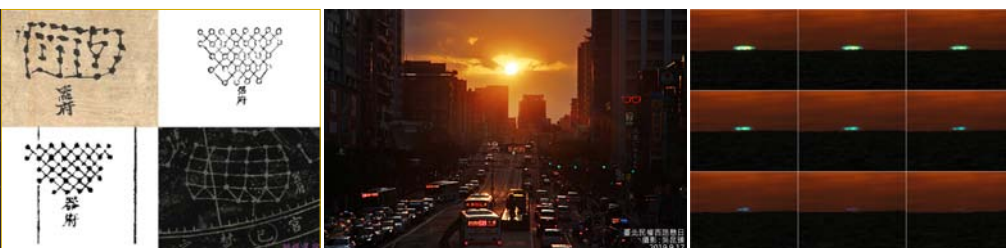
**20 打開太陽系時空膠囊
—小行星探索二三事** 王彥翔

23 VR360虛擬星空攝影術(下) 張仕興

**40 天體映象
人與自然共譜的夜光四重奏** 虞景翔

**42 天文攝影實戰教學/EASY拍星空 24
懸日拍攝** 吳昆臻

**46 宇宙天體攝影
美星映像館** 彙整/吳昆臻



總編輯 吳志剛
編輯 劉愷俐、吳昆臻
李瑾、許晉翊

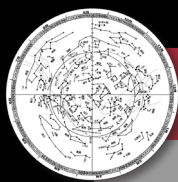
美術編輯 劉愷俐、莊郁婷
邱幗鳳

封面設計 劉愷俐

出版機關 臺北市立天文科學教育館

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

中華民國行政院新聞局出版事業登記證
局版北字第2466號



十一、十二月重要天象

2020年在天象上是豐收與驚喜的一年，日環食與睽違已久的肉眼可見超亮彗星，先後呈現在國人眼前，不過好戲還沒結束，精彩的雙子座流星群將在12月14日極大、還有12月21日的木星近合土星正準備登場。

三大流星群之一的雙子座流星群今年預估極大期的ZHR高達150，而且當天近朔，觀測條件極佳，可說是今年觀測條件最棒的流星群。12月21日22時，木星將與土星以0.1度的距離近合，幾乎接近肉眼可分辨的極限，天黑後就可在西方低空看見這兩顆行星密相接，若以雙筒望遠鏡或較低倍率的天文望遠鏡觀察，還能看到兩顆行星與衛星同框的罕見景象。

除此之外，11月30日的半影月食也值得一看，在臺灣可見月出帶食，月亮在17時2分升起，食甚發生在17時43分、19時56分半影食終。由於月球在半影月食中亮度變化較不明顯，建議以攝影的方式來觀察紀錄。不過要提醒您，由於月食在東昇時即已開始，結束時仰角也才36度，因此要選擇東方視野開闊處來觀賞。

11/11 水星西大距，01h03m，日距角19.1度，視亮度-0.6等

11/30 半影月食，17h43m，臺灣可見月出帶食。


12/7 船尾/船帆座流星雨極大期，ZHR~10。

12/14 雙子座流星雨極大期，ZHR~150。


12/21 土星合木星，22h 土星在木星北0.1度。


12/22 小熊座流星雨極大期，ZHR~10。


天文新知


 地球上的水可能來自於行星本身，而不是彗星或小行星


 迄今為止質量最大的合併事件證實了中介質量黑洞的存在


 首度觀測到三重星系統的原行星盤


 太空中可能充斥著由玻色子構成的透明恆星


 金星硫酸雲中發現生物過程才能產生的磷化氫

 首次以周年視差精確測量磁星距離


 首次在X射線波段發現銀河系外行星

 火星特快車更有力的證據顯示，火星南極冰層下存在地下湖泊

 發現繞轉白矮星的行星

 揭露宇宙最黑暗的秘密：黑洞——2020諾貝爾物理獎

 看見恆星進入黑洞前的最後一抹殘光

 天文學家解開蜻蜓44星系高暗物質之謎

 歐西里斯號成功登陸貝努收集樣本

2015年由聯合國氣候峰會通過的巴黎協定（Paris Agreement），希望人們能透過減少溫室氣體排放量來延緩全球暖化的趨勢，以降低氣候變遷的風險與影響。於此，根據澳洲天文學界的統計指出，天文研究相關的溫室氣體排放量主要有三個來源，分別是超級電腦運算、天文台運作以及公務飛行，綜合以上來源，每位澳洲天文研究人員每年平均的二氧化碳排放量（以下簡稱：年均碳排量）至少37噸，這項數據高於澳洲成人的年

均碳排量約40%，而且是全球每人年均碳排量的五倍。

這項統計不僅引起澳洲天文學家的關注，同時也使其其他天文單位開始反思自身的年均碳排量，在今年九月份的自然期刊中，除了澳洲天文學界外，德國的馬克斯普朗克天文研究所（Max Planck Institute for Astronomy, MPIA）與位於夏威夷的加法夏天文台（Canada-France-Hawaii Telescope, CFHT）的研究人員也針對自身年均碳排

量進行檢討，並試圖提出因應辦法。

根據統計，澳洲天文研究相關的年總碳排量約為 25千噸，其中超級電腦運算時產生的 15千噸年碳排量居第一位，其次是飛行產生的 4.2千噸年碳排量，而天文台運作約產生 3.3千噸年碳排量。這些資料來自於澳洲主要幾個天文機構，包含有澳洲望遠鏡緻密陣列（Australia Telescope Compact Array, ATCA）、默奇森電波天文

根據澳洲天文學界的統計，每位澳洲天文研究人員每年平均的二氧化碳排放量至少37噸，高於澳洲成人的年均碳排量約40%，而且是全球每人年均碳排量的五倍。

研究天文竟也是造成 氣候變遷的元兇之一?!

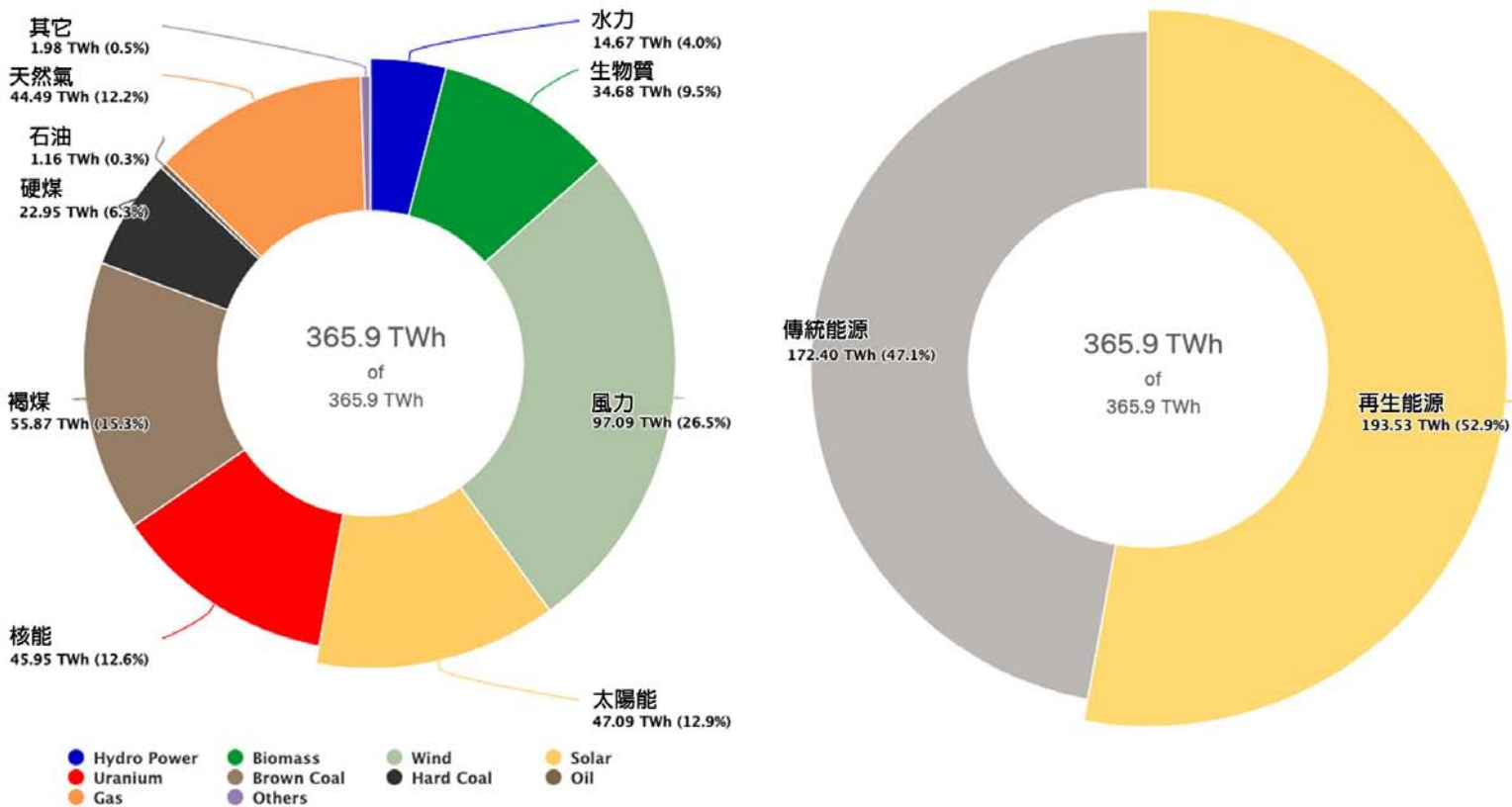


圖1. 2020年德國電力來源比例圖，傳統能源約47%（其中石化燃煤發電佔約34.4%、核能佔12.6%）、再生能源約53%（其中太陽能佔12.9%、風力佔26.5%、生質能源佔9.5%）（來源：https://energy-charts.info/charts/energy_pie/chart.htm?l=en&c=DE&year=2020）。

台 (Murchison Radio-astronomy Observatory, MRO)、帕克斯天文台 (Parkes Observatory) 與莫普拉電波望遠鏡 (Mopra Radio Telescope)。相較於此，德國MPIA的統計結果顯示每名天文研究人員年均碳排量約 18.1噸，約為澳洲天文研究人員的一半，其中主要來自公務飛行所產生的 8.5噸年均碳排量，其次是超級電腦運算的 5.2噸年均碳排量。澳洲與德國的年均碳排量主要差異來自電力的供應來源，澳洲主要以石化燃煤發電佔83%，而德國石化燃煤發電佔47%，再生能源53%（如風力、太陽能、水力和生物質能等，詳見圖1），這項差異使澳洲超級電腦產生的年均碳排量遠高於德國。

除了使用再生能源可有效降低超級電腦所產生的碳排量，Simon Portegies Zwart 提出了另一項建議：超級電腦的使用與程式語言的選擇。天文理論模擬計算與天文觀測資料處理皆大量仰賴電腦程式運算，選擇較有效率的電腦處理器（如多核心的超級電腦或是GPU的工作站）可縮短運算時間，而較短的運算時間則對應較低的碳排量。關於程式語言的選擇，目前天文原始碼程式庫 (Astronomical Source Code Library, ASCL) 多以Python、Java、IDL與Mathematica為主，僅有約17%的人使用Fortran、C與、C++。Python的優勢在其互動性強與相對容易學習，但缺點是執行效率較C++與Fortran

差，如圖2顯示，用同樣的電腦做N-body模擬，Python比C++需花費較長的運算時間，因而所消耗的能源與碳排放量也較高。因此，他建議天文學家可重新考慮程式語言的選擇或是再進一步優化現有的程式碼，以降低電腦運算時間。

在天文台觀測方面，近期有越來越多天文台採取遠端控制觀測的做法。如澳洲國立大學 (Australian National University, ANU) 的 2.3m望遠鏡與帕克斯天文台皆採自動化觀測設施，一方面減少飛行需求，另一方面減低相對應的人力與交通成本。例如位在夏威夷的凱克天文台 (Keck Observatory)，其

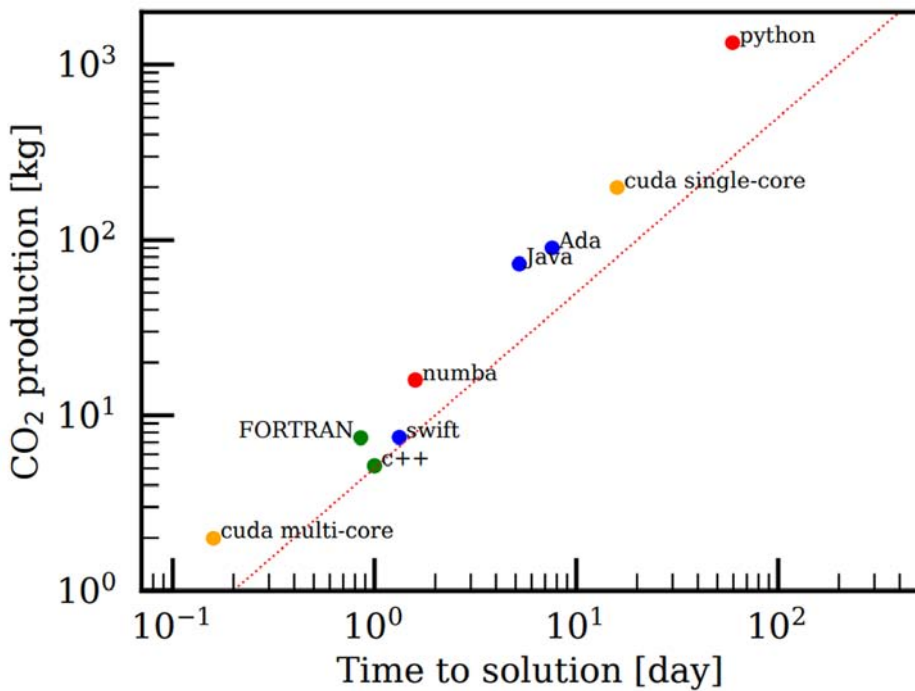


圖2. Simon Portegies Zwart 用 2.7GHz Intel Xeon E-2176M CPU 以及 NVIDIA Tesla P100 GPU 的電腦以不同程式語言執行N-body模擬的時間與碳排量關係圖，紅色虛線是每天排放五公斤二氧化碳的線性關係。（來源：<https://arxiv.org/pdf/2009.11295.pdf> 圖三）

在澳洲斯威本（Swinburne）設有遠端觀測室可供澳洲天文學家使用，以取代國際間的長途飛行。除此之外，歐南天文台（European Southern Observatory）也有提供觀測服務（service mode）或是遠距委託觀測（designated visitor mode）遠距委託觀測指透過視訊與天文台人員同步操作望遠鏡觀測，如此亦可以減少觀測人員前往天文台的必要。然而，MPIA方面也提出望遠鏡硬體組裝與測試方面仍需技術人員親自操作，這方面他們正研擬是否可在德國先組裝測試後再運送至天文台，以減少飛行人數，但目前在技術上仍有許多問題待克服。

除了天文台與超級電腦運算，因會議或觀測需要的長途旅行，也是產生高碳排放量的主要

原因之一。Leonard Burtscher 等人以歐洲天文年會為例，傳統面對面的會議方式相較於線上會議約產生多幾千倍多的碳排放量。因此，在還無法改善飛機航行所產生的碳排放之前，澳洲與德國天文學家一致認為減少飛行需求是目前唯一的辦法，而德國 MPIA 也建議以火車取代歐洲內陸的短距離飛行。此外，將會議規模縮小並結合視訊方式，如短距離內的研究人員可聚會討論，再以線上會議的方式進行不同區域的同步會議，這項措施將有助於減少飛行次數；2020年在全球疫情的影響下，許多旅行計畫與會議皆改以遠距方式進行，線上會議逐漸變成常態。相較於遠距觀測，動輒上千人的線上國際會議，例如歐洲天文年會或美國天文年會，對於後台的軟硬體與網

路設備更是一項大挑戰。同時，研究人員也持續觀察線上與傳統面對面的會議形式在工作效率與執行度上的差異，討論其他開會模式的可能性，全球疫情帶來的工作模式調整，在全球氣候變遷的角度下，無疑是促使改變的開始。

日漸升高的碳排放量除了對環境與生態系統造成傷害，來自德國 MPIA 的 Faustine Cantalloube 等天文學家分析指出高碳排放量也會對天文觀測產生不好的影響。以位於智利阿塔卡瑪（Atacama）沙漠的甚大望遠鏡（Very Large Telescope, VLT）為例，研究人員利用安裝於帕拉納天文台（Paranal Observatory）的探測器，結合許多氣候變化模型與氣象預測系統，分析從過去幾十年至今的氣象資料，試圖探討全球暖化對天文觀測資料可能產生的影響。首先如圖3顯示，過去幾十年天文台址的表面溫度逐年升高，大氣寧靜度（或視相）（atmospheric seeing）也因此變大，視相值越大，望遠鏡解析力越差。另外以 VLT 來說，逐年升高的日落氣溫不斷挑戰圓頂內空調系統的冷卻極限，圓頂內外溫差加劇圓頂內的空氣擾流（turbulence），而圓頂視相度（dome seeing）也因而變差，進而造成影像模糊使望遠鏡解析力降低。然而還有三項關鍵因素也影響著天文觀測，分別是累積水氣（integrated water vapour）、相對濕度（relative humidity）與雲層覆蓋率（cloud coverage）。近期的研究顯示，大氣中二氧化碳濃度的增加將導致全球濕度上升，也使得聖嬰現

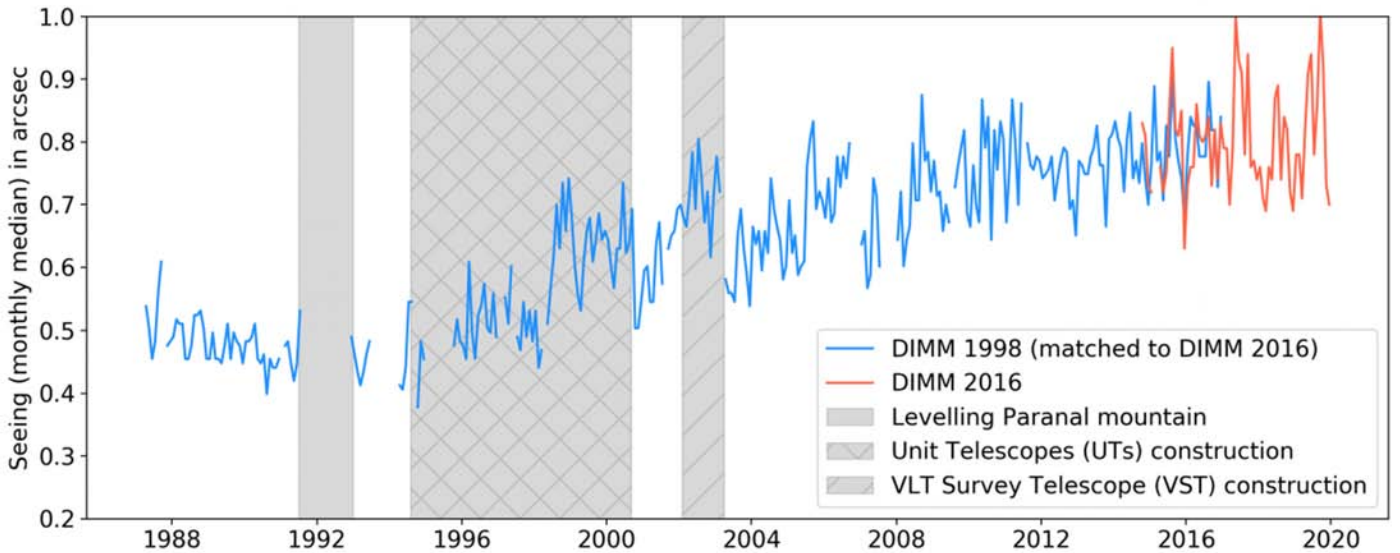


圖3. 過去幾十年帕拉納天文台甚大望遠鏡圓頂上的大氣寧靜度 (atmosphere seeing) 分佈圖。(來源：<https://arxiv.org/pdf/2009.11779.pdf> 圖二)

象 (El Nino events) 更加頻繁，不過關於累積水氣的變化與相對濕度對觀測影像帶來的影響，還需要更長期的觀測資料才得以提出更確切的關聯性。

這個由天文學家們提出自身研究行為對環境影響的反思只是個開始，雖然這些天文學家們藉由量化的分析，統計各項研究行為衍伸出的年均碳排放量，包含天文台運作、超級電腦程式以及公務旅行，並提出降低碳排放的建議，如觀測模式的改變、電腦處理器與程式語言的選擇與最佳化、會議視訊化、再生能源的應用等，不過在年均碳排放量的統計上仍有許多誤差，需要更長時間的觀察紀錄。天文學家在不斷仰望天空，探索未知的路上，希望能同時關心及照顧腳下這個目前唯一的地球。

原文及參考資料：

- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-01216-9>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1208-y>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1207-z>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1203-3>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1202-4>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1190-4>
- <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1169-1>

林建爭：美國夏威夷大學天文研究所 泛星計畫博士後研究員
 王品方校稿：美國夏威夷 專案文物修復師

YouTube相關影片：



氣候變遷介紹

<https://www.youtube.com/watch?v=qEPVyrSWfQE&list=PL38EB9C0BC54A9EE2>



公視 我們的島 全球暖化 面對台灣

<https://www.youtube.com/watch?v=Mw20gcA5xc8>

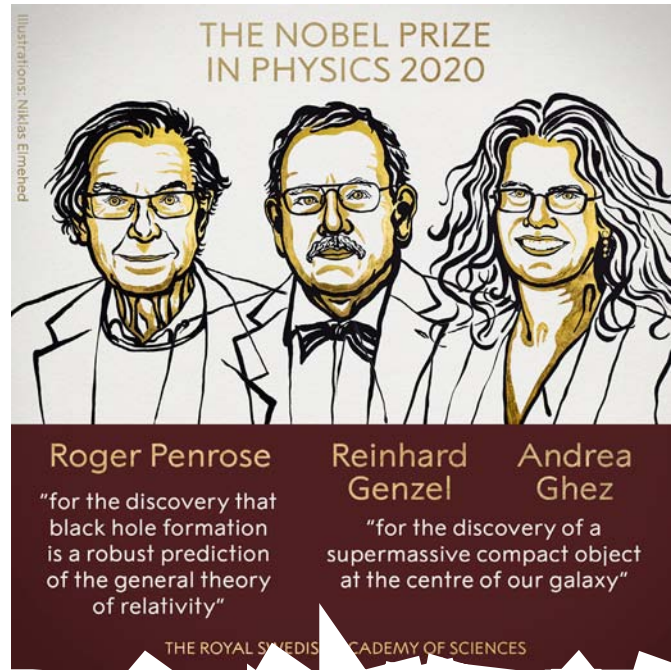


(BBC)從全球暖化看未來的地球

<https://www.youtube.com/watch?v=WDIQbZ4bgBg>

2020年諾年貝爾物理獎

文/ 徐麗婷



解開黑洞奧秘的領航者

2020的諾貝爾物理獎甫於今年十月公佈，獎項頒給對黑洞研究有卓越貢獻的三位物理學家，他們分別從理論上 (Roger Penrose) 及觀測上 (Reinhard Genzel 和 Andrea Ghez) 證實黑洞的存在。

從1915年11月愛因斯坦發表廣義相對論之後，許多理論科學家都試著要解開愛因斯坦方程式，並期望能以廣義相對論推導出黑洞的形成和性質。首先在1916年，德國天才物理學家卡爾·史瓦西 (Karl Schwarzschild) 就率先提出愛因斯坦方程式的解，即所謂的「史瓦茲度規」(Schwarzschild metric)，以解釋不旋轉、不帶電且帶有質量的物體，其周圍的球對稱彎曲時空，這也是最初解釋黑洞的理論基礎。1939年美國物理學家羅伯特·歐本海默

(Robert Oppenheimer) 和他的學生哈特蘭·史奈德 (Hartland Snyder) 則是以「史瓦茲度規」來解釋球對稱天體的重力塌縮 (gravitational collapse) 以及奇異點 (singularity) 的生成，並且定義黑洞的事件視界 (event horizon)。上述的數學演譯都建立在完美的球對稱的假設之下，但是宇宙不是完美的，因此愛因斯坦對此演譯提出質疑，他認為在實際的情況下，是不可能產生重力塌縮與奇異點的。

一直到1964年的某天，牛



Roger Penrose，英國數學物理學家與牛津大學數學系 W. W. Rouse Ball 名譽教授。

津大學的教授 Roger Penrose 跟同事在倫敦街上散步的時候，忽然想到一個好點子來解決「不完美的宇宙」的問題。於是他在1965年，根據拓撲學提出了一個新的數學方法來解釋非球對稱的重力塌縮，這個數學方法的主要概念是「囚陷曲面」(trapped surface)，它會把所有事件視界(event horizon)內的物質都導向黑洞中心，最終全都流向奇異點(圖1)。因此「囚陷曲面」也是 Roger Penrose 用來證明奇異點理論(singularity theorem)的中心概念。Roger Penrose 的理論，是第一個成功以廣義相對論來演譯在實際宇宙狀態下生



← Reinhard Genzel，德國天體物理學家，德國馬克斯·普朗克地外物理研究所所長，美國加州大學伯克利分校物理學教授，慕尼黑大學榮譽教授。



→ Andrea Ghez，美國天文學家，加州大學洛杉磯分校物理學和天文學教授

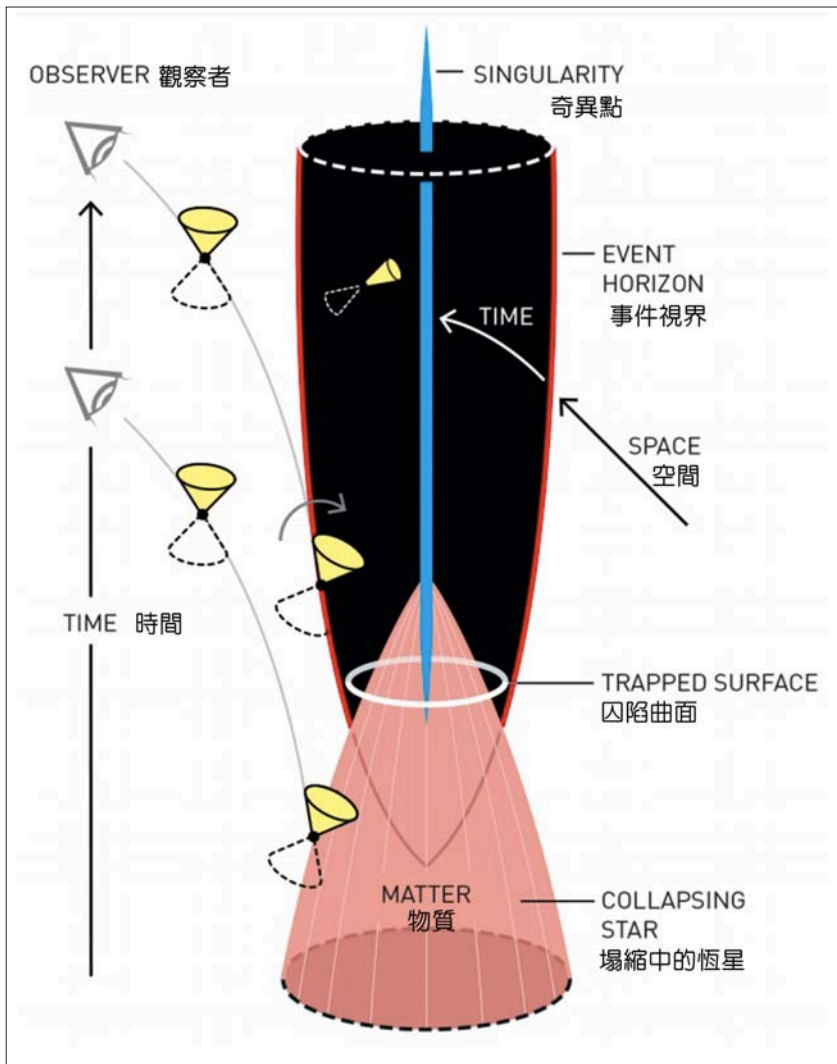


圖1. 這張圖是根據 Roger Penrose 於1965年所發表的論文所繪，它說明了物質往黑洞中心塌縮的現象。在囚陷曲面上的所有光錐都指向黑洞中心，而且最終將無可避免的形成奇異點。 © THE NOBEL PRIZE

成黑洞的理論，他也因此獲頒2020諾貝爾物理獎。

另外兩位得獎者是德國馬克斯-普朗克地外物理研究所的 Reinhard Genzel，和加州大學洛杉磯分校的 Andrea Ghez。他們則是在實際觀測上證實了銀河系中心有個超大質量黑洞 (supermassive black hole) 的存在。

大約一百年前，美國天文學家哈洛·沙普利 (Harlow Shapley) 首次在人馬座的方向定位出銀河系中心的位置。不久之後，天文學家在同樣的位置發現了很強的電波輻射，並命名為人馬座 A* (Sagittarius A*，Sgr A*)。一直到1960年代末期，天文學家們才逐漸確認 Sgr A* 是處於銀河系的中心。此後超過五十年的時間，天文學家一直懷疑有個超大質量黑洞位於銀河系中心 (圖2)。

然而，我們從 Roger Penrose

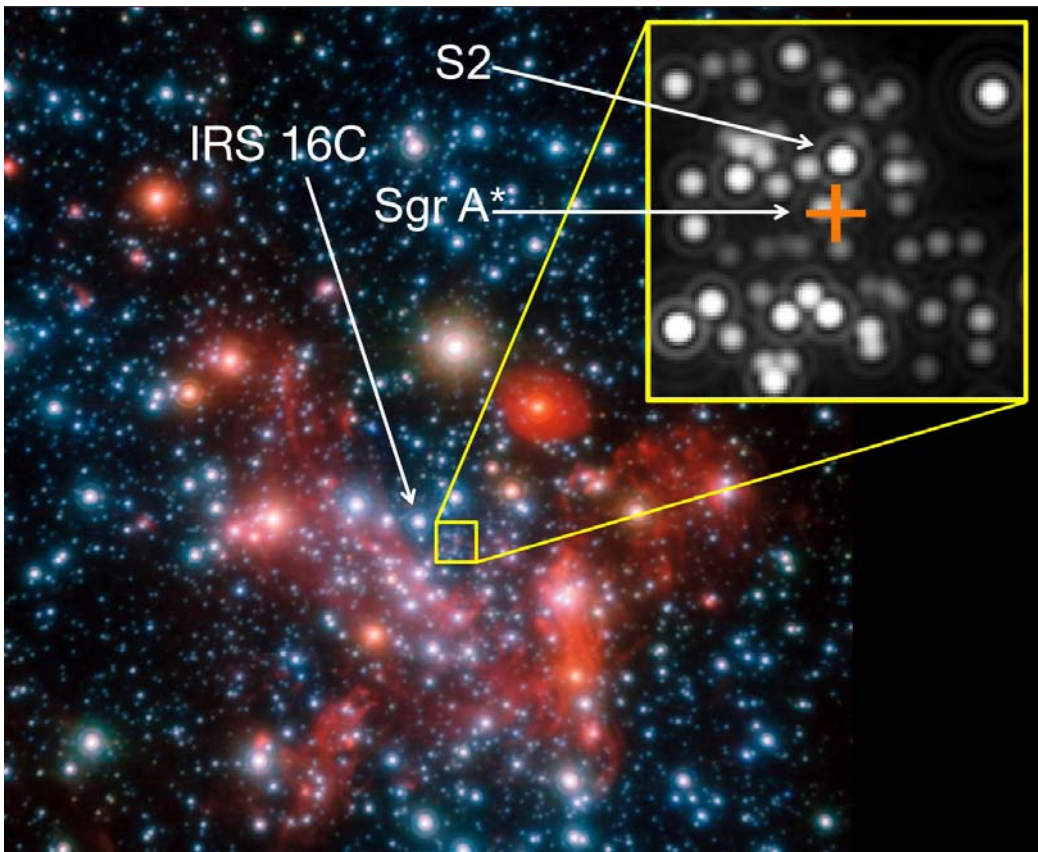


圖2. 銀河系中心 Sgr A*，與繞中心轉動的恆星S2的位置。©ESO/MPE/S. Gillessen et al.

的理論得知，所有的物質包括光在進入事件視界之內，就不可能再出來，因此我們不會直接觀測到由銀河系中心的超大質量黑洞本身發出的光芒。那麼天文學家要如何證明銀河系中心真的有個黑洞呢？其中一個方法是，觀察在 Sgr A* 周圍進行克卜勒運動的短週期恆星，進而去計算恆星所受到的重力來源，就可以知道中心黑洞是否存在。Reinhard Genzel 與 Andrea Ghez 就是利用恆星的軌道運動，來獲得銀河系中心黑洞存在的有力證據。

由於受到天文觀測技術的限制，天文學家過去一直無法獲得精確的天體位置與影像，以致於無法精確量測恆星繞行的速度與中心黑洞的質量。直到1990年以後，觀測儀器的技術大幅提升，除了望遠鏡的口徑增加，調適光

學 (adaptive optics) 的應用也大大的降低了地球大氣擾動的影響，因此望遠鏡所獲得的數據精確度也就隨之增加。

由德國天文學家Reinhard Genzel所領導的團隊，使用的

是位於智利帕拉納山上的 8.2米口徑甚大望遠鏡 (Very Large Telescope, 縮寫為VLT, 見圖3)。而美國天文學家Andrea Ghez所領導的團隊，則是使用位於夏威夷毛納基山上的10米

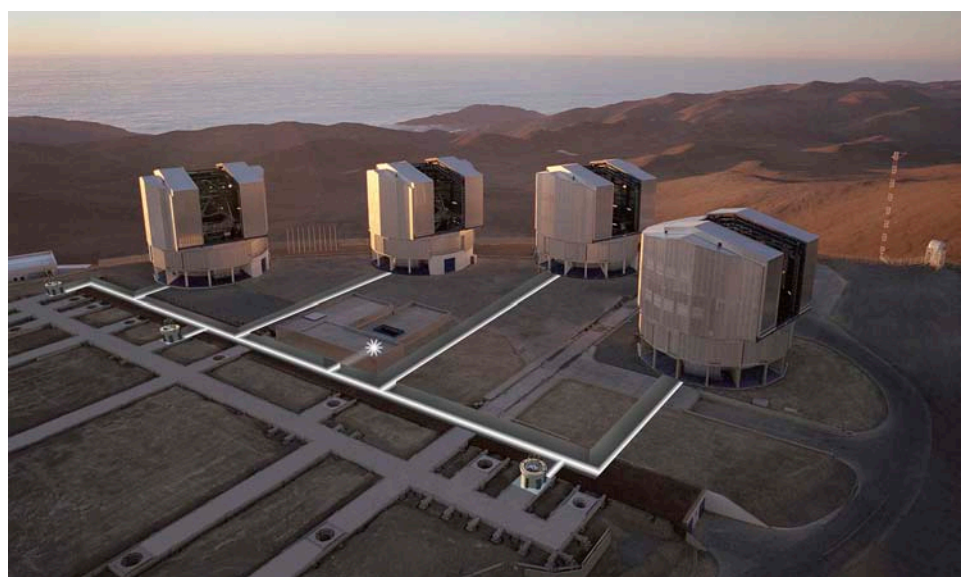


圖3. 智利 VLT 望遠鏡 © ESO

口徑凱克望遠鏡（Keck Observatory，見圖4）。

Reinhard Genzel和Andrea Ghez這兩組團隊，利用不同的望遠鏡，觀察在Sgr A*周圍的一顆短週期恆星 S2。它的繞行週期只有16年，所以天文學家可以很容易的觀測到它完整的軌道。這兩個團隊利用S2的觀測數據得到了非常一致的結果，就是銀河系中心的巨大黑洞質量大約是4百萬個太陽質量，壓縮在只有一個太陽系大小的空間中（影片 [Zooming in on the heart of the Milky Way](#)）。

未來的理論研究將以統一廣義相對論與量子力學為目標，而黑洞的觀測也將隨著下一代儀器的進步而更加接近黑洞的真實樣貌，這或許也能為物理學上的統一理論提供一些線索。

參考資料：

1. <https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/advanced-physicsprize2020.pdf>

2. <https://www.nobelprize.org/uploads/2020/10/popular-physicsprize2020-1.pdf>

徐麗婷：前中研院天文物理所博士後研究員，於德國馬克斯·普朗克地外物理研究所及慕尼黑大學修得物理博士學位。



影片：Zooming in on the heart of the Milky Way

https://www.youtube.com/watch?v=Da_Wc_G9ms4

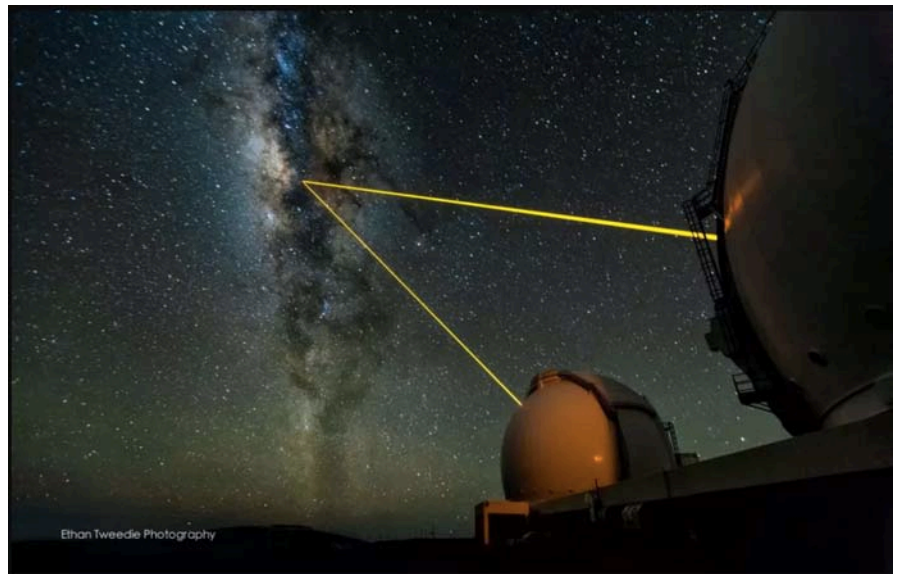


圖4. 夏威夷凱克望遠鏡。凱克1號及2號望遠鏡正在使用調適光學 (adaptive-optics) 系統的雷射導引星 (laser-guide-star) 在觀測銀河系中心。

© Ethan Tweedie Photography, courtesy of W. M. Keck Observatory)

YouTube相關影片：



Andrea Ghez: The hunt for a supermassive black hole
<https://www.youtube.com/watch?v=c8re1U9rCo4>



How We Learned Black Holes Actually Exist | 2020 Nobel Prize in Physics
<https://www.youtube.com/watch?v=ixXZtILqQgU>

文/ 胡佳伶



今晚，我想來點……

黑洞

其實黑洞並不是個洞
而是質量很大的天體擠在很小的空間內……

今年的諾貝爾物理獎又頒給天文學家了！其中一半授予羅傑·潘洛斯（Roger Penrose），他利用數學方法，證明黑洞是愛因斯坦廣義相對論的牢靠預測。而另一半則共同授予賴因哈德·根策爾（Reinhard Genzel）和安德里亞·吉茲（Andrea Ghez），他們各自率領團隊，在我們的銀河系中心發現一個超大質量黑洞。

什麼是黑洞呢？其實黑洞並不是個洞，而是質量很大的天體擠在很小的空間內，因此密度極大、重力場極強，黑洞的「事件視界」（event horizon）是指黑洞重力可及的勢力範圍，在這之內的所有物質都會被黑洞吸進去。全宇宙速度最快的東西——「光」在真空中的速度可以達到每秒鐘30萬公里，相當於一秒鐘能夠繞地球七圈半（這只是個常用的比喻，實際上在一般狀態下光是以直線前進的），

但甚至連光都無法從黑洞的強大重力場中逃脫，因此才會有「黑洞」的稱呼。

黑洞可以分成三種不同大小的尺度，分別是「恆星級黑洞」、「中質量黑洞」和「超大質量黑洞」。

「恆星級黑洞」是大質量恆星演化的末期產物，質量約為數倍至數十倍太陽質量。當恆星核心的核融合燃料用盡之後，較低質量的恆星會形成紅巨星，並將外層氣體向外吹散，形成行星狀星雲，中央留下的殘骸形成「白矮星」。較大質量的恆星則是形成紅超巨星後，發生超新星爆炸，外層大氣被炸開，殘留的核心因重力向內塌縮，若是塌縮核心質量介於1.4至3.2倍太陽質量之間的天體，會形成「中子星」，而塌縮核心的質量超過太陽質量的3.2

倍時，則會形成「黑洞」。

「中質量黑洞」的質量介於恆星級黑洞和超大質量黑洞之間，約數百至數萬倍太陽質量，這類黑洞的已知數量非常少，形成原因也還不清楚。有可能是許多恆星級黑洞合併之後的結果，也有可能是宇宙早期質量比較小的矮星系的遺留核心。

「超大質量黑洞」的質量相當於太陽的數百萬倍至上億倍、甚至是上百億倍。目前已知絕大部分的星系，包含我們自己的銀河系在內，中心都有超大質量黑洞存在。我們銀河系中心的超大質量黑洞稱為「人馬座A*」，質量約為400萬倍太陽質量。而2019年引起軒然大波的首張黑洞剪

影，所拍攝的M87星系超大質量黑洞，質量更是高達65億倍太陽質量！

天文館的展示場內，也能找到黑洞的身影，現在就跟著我們的腳步，一起來尋找黑洞吧！

讓人意想不到的第一個黑洞藏身之地，就在一樓繽紛的宇宙萬花筒之中。仔細瞧瞧牆面與地面出現的衆多天體投影，其中就有黑洞的身影，但就像我們剛剛所說的，連光都無法逃出黑洞的事件視界，因此黑洞本身並不會發光，很難發現它的蹤跡。給你一個小小的提示，在宇宙萬花筒中的黑洞是屬於「恆星級黑洞」，因此跟著「藍巨星」這種大質量恆星走，它在爆炸後就有

可能變成中子星或是黑洞喔！就如宇宙中的真實狀況一樣，越大質量的恆星數量越少，而越小質量恆星的數量越多，因此在發生超新星爆炸後形成黑洞的機會，其實比形成中子星的機會要低，要看到黑洞還不容易呢！

接著讓我們移步到二樓太陽結構旁的「赫羅圖與恆星的一生」。這邊詳細介紹了各種不同質量恆星的演化過程，在觸控面板上共有「8倍~12倍太陽質量」、「0.4倍~8倍太陽質量」、「0.08倍~0.4倍太陽質量」、「0.0125倍~0.08倍太陽質量」四種選擇，觀賞四個短片，找找哪一種質量的恆星到最後會演化成黑洞呢？

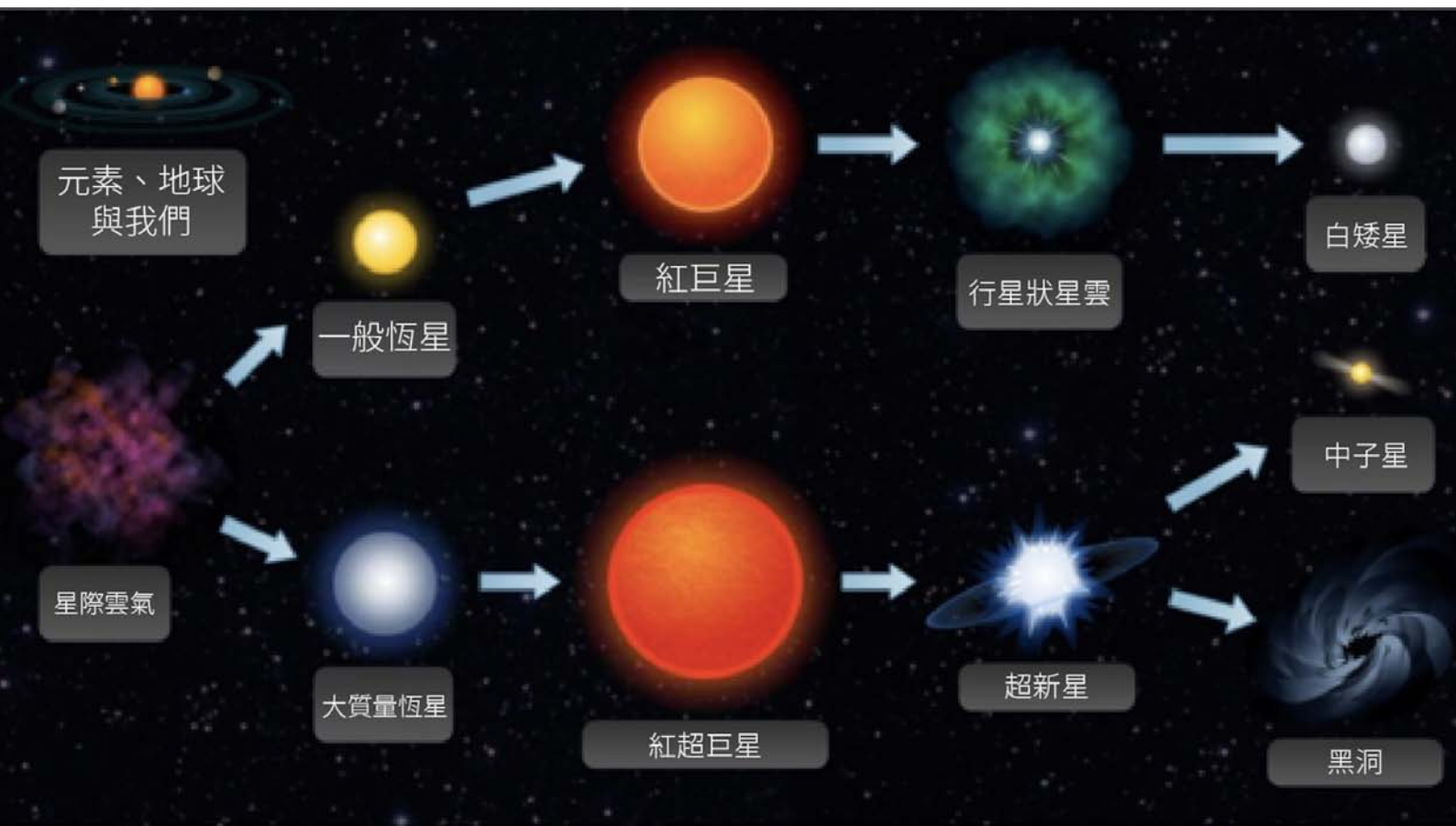


圖1. 不同質量的恆星演化路徑

宇宙萬花筒

↓ 影像右側的就是藍巨星，跟著它走就有可能會發現黑洞喔！
→ 影像左邊的天體是中子星，中央的黑色天體是黑洞，右方的則是彗星。



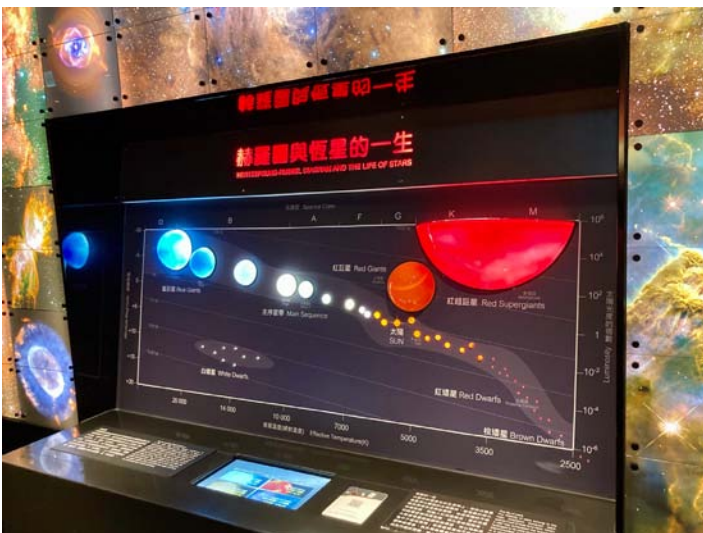
從「赫羅圖與恆星的一生」展項往右走，還能看到「黑洞」的展板，展板中的藝術家想像圖描繪出黑洞的形象，除了不發光的黑洞「事件視界」本身之外，物質在被吸入黑洞時會被黑洞強大的重力扯碎，在黑洞的周圍旋轉形成吸積盤，多餘的角動量則會以噴流的形式向兩極噴出。展品影片中的黑洞形象是否也覺得似曾相似呢？在電影《星際效應》（Interstellar）裡的黑洞就長這個樣子！而且擔任本片執行製作的基普·索恩（Kip Thorne）還在2017年，

因對雷射干涉儀重力波天文台（LIGO）及重力波探測的決定性貢獻，而與萊納·魏斯（Rainer Weiss）及巴里·巴利許（Barry Barish）共同獲得諾貝爾物理學獎。展品影片中也描述了如果人類在接近黑洞時，會因為潮汐力而變成一條長長的義大利麵，是不是很有趣呢？

黑洞



赫羅圖與恆星的一生



接著再讓我們繼續向右走，看看另一種更大尺度的黑洞——「超大質量黑洞」。科學家一直對銀河系的中心究竟是什麼充滿了疑惑，由於地球本身位於銀河系的盤面上，距離銀河系中心2.6萬光年，在觀察時會受到密集的銀心以及無數氣體塵埃阻擋，唯有使用紅外線和次毫米波或無線電波等波長的波段觀測，才有可能取得較好的觀測結果。歐洲南天天文台（ESO）利用甚大望遠鏡（VLT）和阿塔卡馬探路者望遠鏡（APEX）對銀河系中心的

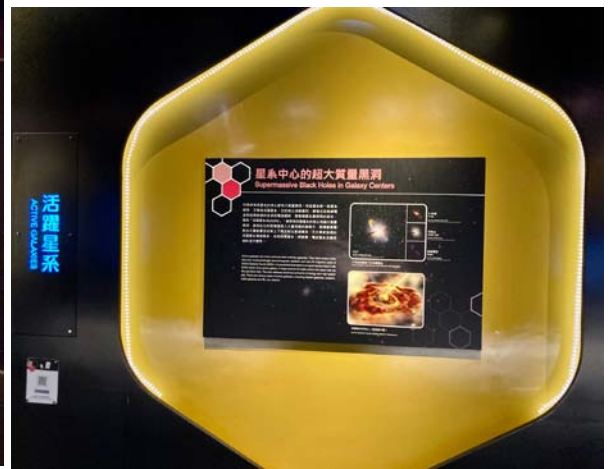
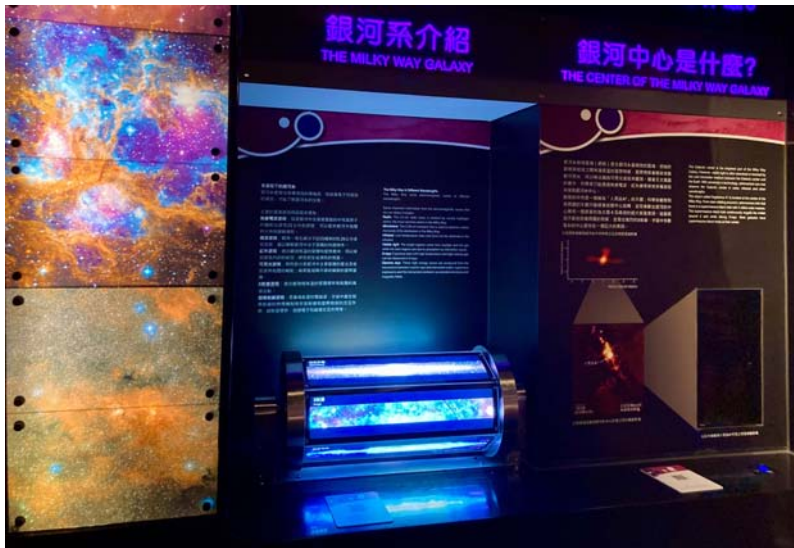
近紅外波段和次毫米波段進行研究，發現銀河系中心附近的天體都圍繞著一個看不見的重力源旋轉，也就是超大質量黑洞人馬座A*，之後科學家也觀測到星體靠近黑洞時拉長變形，以及物質被吸入黑洞時產生的射線爆發現象。證實銀河系中心有個質量高達太陽400萬倍的超大質量黑洞。

最後，讓我們到三樓看看活躍星系核的超大質量黑洞。科學家推測每個星系的核心都有超大質量黑洞存在，但有些特別活躍，因此稱為活躍星系核

（active galactic nuclei，縮寫為AGN）。活躍星系核會發出從無線電波到伽瑪射線的全波段電磁輻射，黑洞從吸積盤吸入大量物質的過程中，會從吸積盤輻射出大量能量，並往上下噴出高速噴流。天文學家發現的活躍星系種類繁多，包括西佛星系（Seyfert Galaxy）、電波星系（Radio Galaxy）、類星體（QSO）、BL Lac（蝎虎座型天體）以及LINERs（低電離星系核）。其實根據活躍星系核的統一模型（unification model），這些看似不同的天體只是從不同角度觀察的結果呢！

胡佳伶：臺北市立天文科學教育館

超大質量黑洞



YouTube相關影片：



Black Holes Explained – From Birth to Death
<https://youtu.be/e-P5IFTqB984>



Death by spaghettification: artistic animation of star being sucked in by a black hole
<https://youtu.be/AKCP-1OGGP4>

隼鳥二號的 龍宮任務

文/ 范賢娟

相較於其他國家對月球、火星探測的熱衷，日本長久以來關心的是碳質小行星（C型小行星）的探測，這是因為其成分與類地行星內部相近，研究小行星便可以更加瞭解太陽系早期的情況；而其富含礦藏也具有潛在的經濟價值；此外小行星的引力小，從上面取樣升空帶回地球所需的技術門檻也比從其他行星回來還要低。種種原因分析起來，日本的太空航空研究開發機構（Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA）很早就聚焦於小行星的研究，他們甚至從命名開始就來做準備，這還不只是考量小行星本身的名字而已，還包括上面的地形特徵。

JAXA早在2005年就已經派出隼鳥號（Hayabusa）探測過編號25143的糸川（Itokawa）小行星，從上面取得岩石樣本並於2010年返回地球。研究發現糸川是一堆鬆散亂石的集合，內含許多孔洞，估計孔隙率達到44%。

糸川小行星

這個是為了紀念日本的火箭科學先驅糸川英夫（いとかわひでお，英文表示為Hideo Itokawa, 1912 – 1999）而得名，屬於近地小行星，軌道橢圓形，它的近日點與遠日點位於金星到火星之間。小行星最長的軸大約500公尺（535 m x 294 m x 209 m），表面崎嶇。



糸川小行星的外觀 © JAXA

龍宮出任務

2014年12月3日本發射隼鳥二號（Hayabusa 2）前去探測編號162173的龍宮（Ryugu）小行星，隼鳥二號於2018年6月27日抵達龍宮附近，先在外圍觀察一年半，然後釋放兩個彈跳機器人和一台著陸器探勘，任務包括分析與挖掘採樣。

創新作法

相較於之前隼鳥號在糸川小行星僅是表面採樣，隼鳥2號這次在龍宮上先發射一個2公斤重的砲彈，在表面局部爆破，產生一個直徑大於10公尺，深度約2-3公尺的人造隕石坑，然後才降落採集樣本，因此能夠取得小行星內部的物質，期待達成研

究上的一大突破。

這說起來似乎只多一個步驟，沒有太過複雜。但相對於別的降落計畫特地選擇平坦的地點以求安全，這次則需要在相對破碎雜亂的環境中，尋找可以安全降落的地點，然後採集可能的內部物質升空。通過觀察這次人造隕石坑的形成過程，研究團隊發現龍宮的表面不像看起來那般堅固，產生了比預期還多的碎片。

這時因為無法和地球保持即時通信，因此隼鳥2號的自動控制運行能力要相當地強。在這方面JAXA結合了日本許多民間企業的高科技能力，從視覺、測溫等方式來保證著陸的精確與安全，並且採集到所要的樣本離開，這部分的任務已經在2019年4月順利完成。

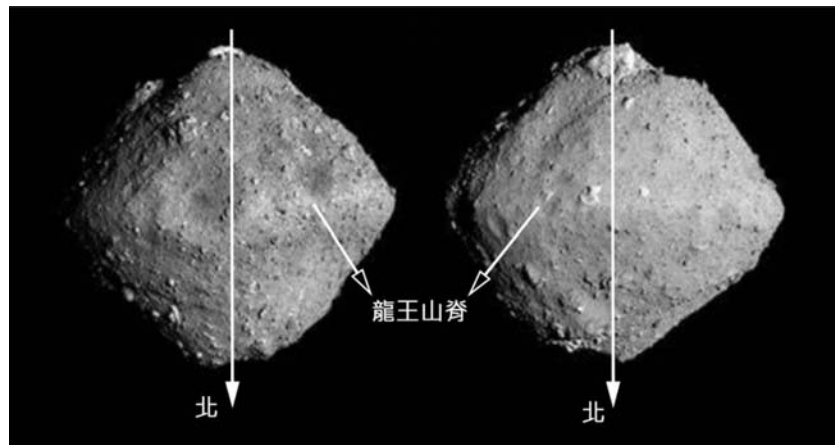
龍宮小行星

這是一顆近地小行星，直徑約870公尺，富含碳，表面有明顯的隕石和地質結構，還有水和有機物存在過的痕跡，地理特徵富多樣性。

龍宮小行星的軌道是橢圓形，近日點為0.96 AU，遠日點為1.41 AU，公轉一圈474天（1.3年），自轉一圈7.6小時，自轉軸傾斜171.64°，也就是說其自轉方向跟多數行星、或者說跟它自身公轉方向幾乎相反。

這顆小行星於1999年由美國林肯實驗室的自動觀測程序近地小行星研究小組（LINEAR）發現，2009年JAXA選定這為隼鳥2號的研究目標。日本還申請該小行星的命名，並針對當時已經觀察到的小行星特徵，以童話故事中的人物來命名，包括龍王山脊（一個橫亙赤道的隆起）、浦島隕石坑（最大坑洞）、灰姑娘隕石坑、桃太郎隕石坑等。這項命名計畫為「太陽系行星系統命名工作組」所接受，2015年正式將其名為龍宮小行星。

在日本民間傳說浦島太郎被海龜帶往海底龍宮，回來的時候帶了一個神秘的盒子。隼鳥2號從龍宮小行星採樣帶回的太陽系時間膠囊，就如同這個神秘盒子一般，盼能揭開太陽系起源的秘密。



龍宮小行星的外觀

修改自：<http://astrobob.areavoices.com/2018/07/12/watch-asteroid-ryugu-spin-like-a-top-in-3d/>

回程計畫

隼鳥2號於2019年11月離開龍宮返回地球，預計在2020年12月回到地球，並把所採樣的岩石密封包裝好擲回大氣層，在大氣中密封的岩石將會加熱達3000度，此次材料以飛機的碳纖維強化塑膠（CFRP）包裝，在高溫下將會從表面逐漸融化，藉由吸收熱量而降低內部溫度，保護樣本安全抵達地面。

隼鳥2號密封艙之的降落地點如同之前的隼鳥號一樣選擇澳洲內陸，因此可以在過去的合作基礎上來審查與執行此次密封艙的投落和回收計畫。

目前成果一： 從龍宮現狀回溯過去際遇

在隼鳥2號回來之前，日本相關的研究團隊已經先根據前傳回的資訊做些分析，在《科學》、《自然天文學》等重量級期刊上有多篇論文發表了初步的發現。

目前的研究顯示，龍宮雖然看起來有著堅硬的石頭外觀，但其實更像一堆鬆散碎屑的集合，密度很小，僅約1.19 g/cm³。配合相對應的材質密度約2.42 g/cm³來估計，龍宮小行星的平均孔隙將大於50%，比之前的糸川還要更高。

它如此的小、又這樣的鬆散多孔，這樣的結構可能無法在具有毀滅性碰撞的太陽系中長存。東京大學的研究團隊推估，龍宮這個樣子大約僅1千萬到2千萬年之久，而在之前則應該屬於一個更大的母體（估計直徑約100公里），在一次劇烈撞擊下許多碎屑被炸出，然後又因為萬有引力的吸引而聚集，因此上面有許多長於20公尺的石塊，最大的一塊長度甚至達到160公尺，而龍宮上最大的隕石坑（直徑約290公尺的浦島坑）也不可能產生這麼大的石塊。

會有這樣的初步推論是因為龍宮表面的光譜特性，一方面顯示這是一顆富含碳粒的小行星（C型小行星），但是其中也混雜著不少含



隼鳥2號在龍宮表面探測的想像圖 © JAXA

矽量較高的普通岩石成分（S型小行星），因此才猜測在千萬年前，一顆小型S型小行星和一個較大的C型母體小行星相撞而產生，不過研究團隊期待能夠實際分析取回的樣本而能對這種猜測更進一步確認。

目前成果二： 龍王山脊透漏的過去

龍宮小行星的赤道有著異常的隆起，這條龍王山脊也很值得介紹。科學家認為這應該是自轉造成的，就像地球也是個兩極稍扁，赤道略大的扁球形。太陽系當中還有許多天體也都如此，土星也是一個扁球形，另外還有許多小行星則是在赤道也有類似的隆起。

不過科學家計算龍宮的自轉速度有點慢，這樣就無法形成這麼明顯的赤道隆起。有科學家猜測，說不定是龍宮過去轉得比較快，後來才減速。推測過去其自轉速度為現在兩倍多時，表面上發生坍塌事件，大量物質往赤道方向移動，形成了環繞赤道的龍王山脊。然而隨著自轉速度變慢，如今龍宮赤道上的物質又慢慢移往中、高緯度區域。從表面的岩石分布，的確看到物質這樣流動的痕跡。

目前成果三：缺水的龍宮

當年日本把這個小行星取名龍宮，這就預期當中會富含水份，為此還特地搭配許多儀器要去尋找上面

的水份的蹤跡。不過整體搜尋下來，上面雖然有羥基（OH）遍布全球，但訊號很弱，也就是水量很少。

為什麼會如此呢？科學家一開始推論按照碳質隕石的特性，所對應的小行星過去應該有很多水，但是後來就沒了。這可能是龍宮自己的碰撞、成岩過程中被加熱脫水，也可能是軌道曾經靠近太陽而受到強烈的熱輻射而讓羥基分解。

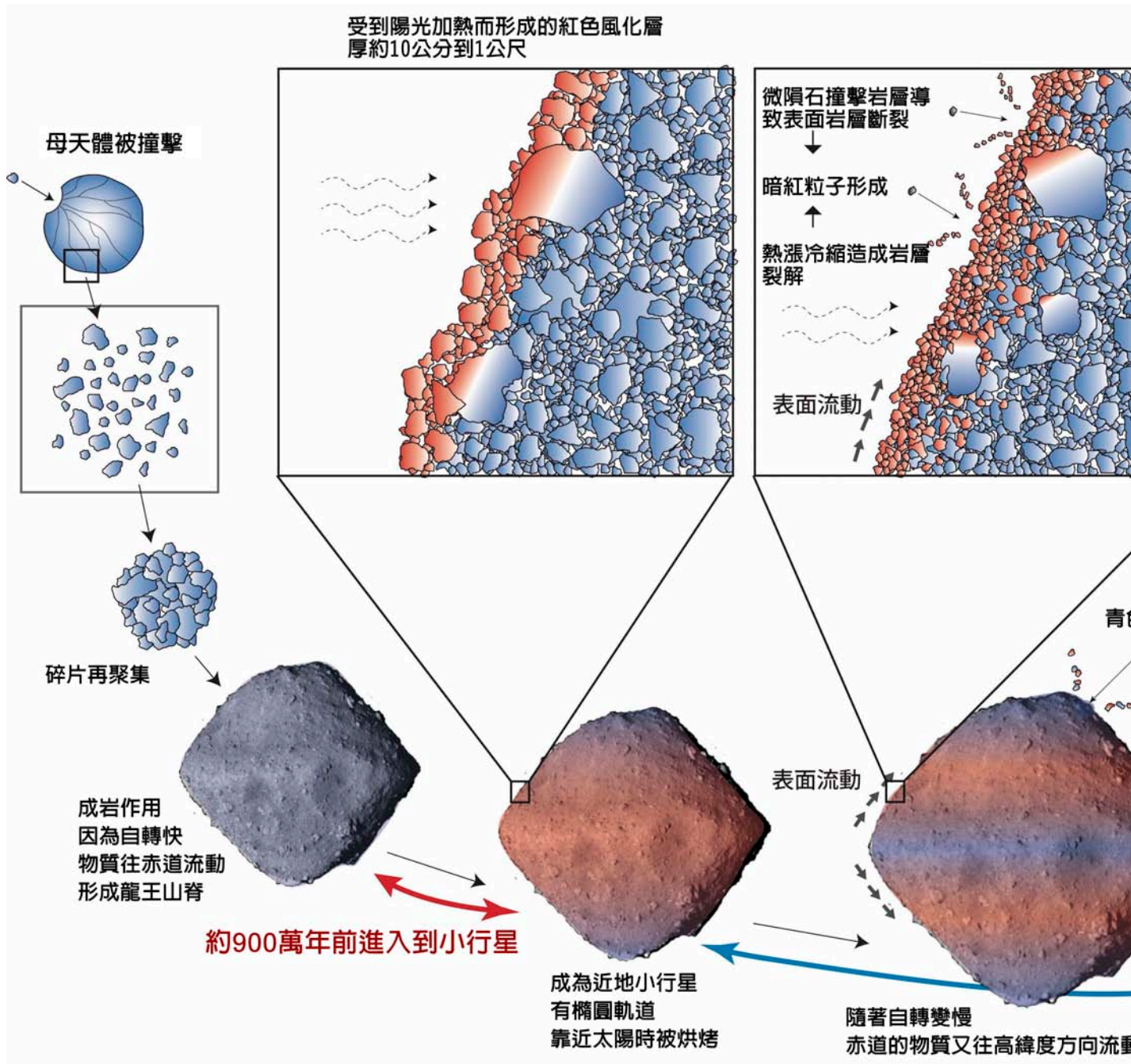
然而現在的研究說不定又有第三種可能，也就

是龍宮的母體小行星上本來就沒有很多水，但其實一開始還是有點水的，但後來或者由於自身內部的放射性物質衰減加熱，或者因為受到隕石撞擊而加熱，因此大量的水散失了，因此等到被撞出去的殘骸重新聚集成團時，也就沒有多少水。

目前成果四：幫龍宮尋根

也有人關心能否從現在的蛛絲馬跡當中找到龍宮的母體小行星嗎？

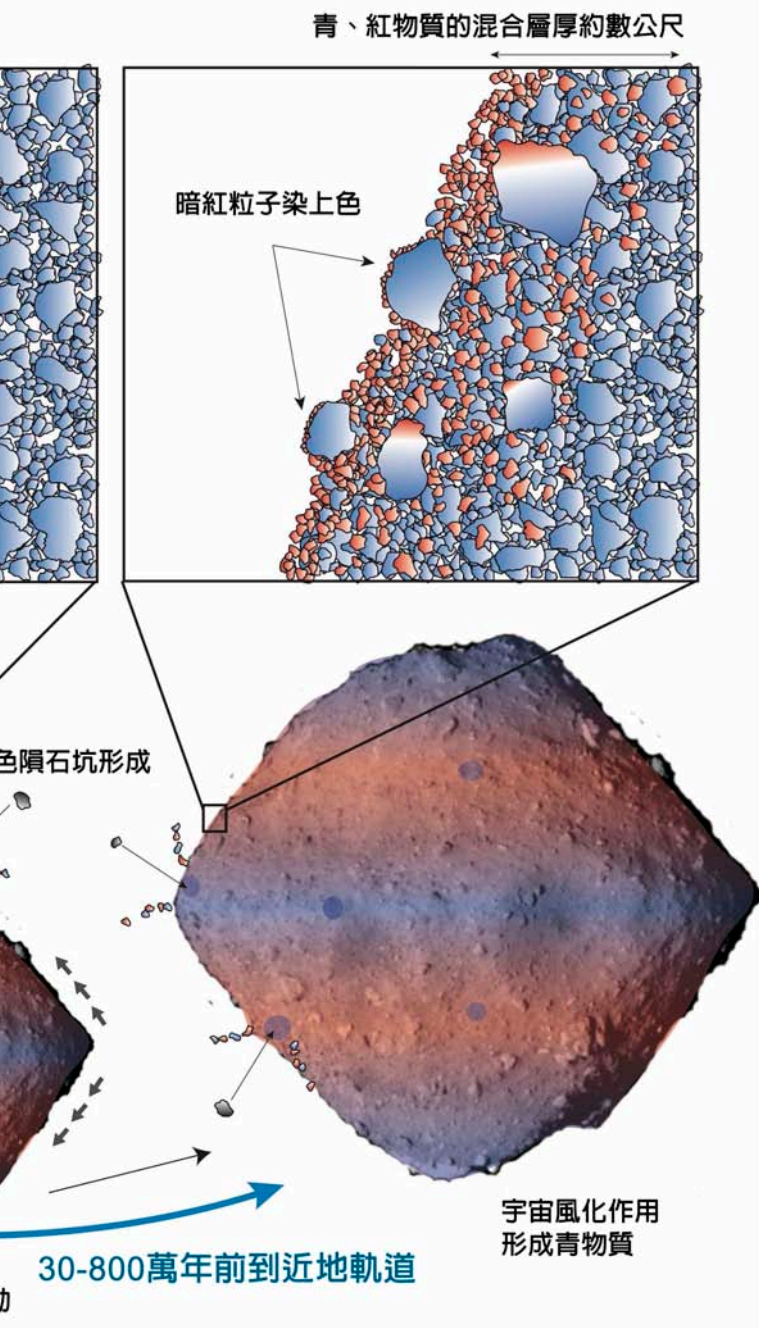
推測龍宮小行星的形成過程 © JAXA



研究團隊根據岩石的光譜特徵來推測，它與波蘭小行星（Polana）和歐拉利亞小行星（Eulalia）的光譜特徵很接近，這暗示著龍宮或許就來自該處。但是這兩顆小行星並非單獨自己，而是各有龐大的家族，或許代表了這些都來自同一顆小行星母體。

看來龍宮這個小不點，也許不是直接來自這兩顆小行星之一的碎片，而可能是它們不知道第幾代下來的碎片。

雖然目前的研究成果豐碩，但科學家更期待隼鳥2號帶回來實際的樣本讓科學家在實驗室當中仔細分析，相信當有更多明確精準的研究發現。



結語

當龍宮的樣本進入大氣層，隼鳥2號並沒有打算跟著回地球，而是在此項任務完成後，轉向朝著另一顆天體，編號1998 KY26的小行星出發，開始另一場探索之旅。這是一顆比網球場略大的太空岩石，這跟之前探測過的相比又更小了。前往的過程有點曲折、漫長，研究團隊還會選定另一顆小行星飛掠拍照。相信日本會從系統化命名開始，不斷寫下他們在小行星領域獨步研究的新篇章。

在此以一簡短童謠做結：

缺水龍宮，結構疏鬆
自轉變慢，曾被日烘

范賢娟：福建寧德師院副教授

YouTube相關影片：



Hayabusa2 2nd Touchdown movie

<https://www.youtube.com/watch?v=g13eH0W1iPc&feature=youtu.be>



日本小行星探測器—隼鳥2號 成功登陸「龍宮」開始探測任務

<https://www.youtube.com/watch?v=dZs8C71roOg&t=192s>

文/ 王彥翔

打開太陽系時空膠囊 小行星探索二三事

文/ 王彥翔

隼鳥2號向小行星投下衝擊裝置想像圖 ©JAXA

從出發至今長達6年的旅程，隼鳥2號攜帶著的龍宮小行星樣本終於將在12月6日降落於澳洲烏馬拿沙漠。隼鳥2號任務在展現團隊精準的操縱技術，創下多項太空科技里程碑的同時，科學家們更是對他將帶回來的樣本滿心期待。究竟，這些小行星上的土壤將帶給我們什麼訊息呢？

太陽系的時空膠囊

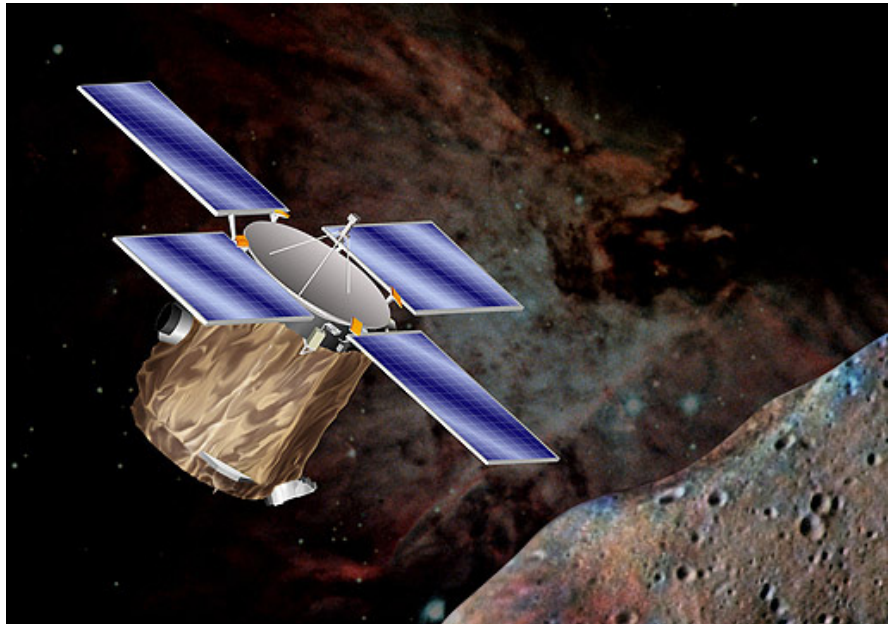
一般認為太陽系的行星是太陽誕生時，從周邊塵埃不斷的碰撞、凝聚而形成。然而行星形成時因重力所產生的壓力會加熱物質至熔融狀態，進而產生分異，導致物質喪失原始太陽星雲的組成資訊。不過，合稱太陽系小天體的小行星和彗星由於體積與質量都相當小，大多沒有經歷過分異過程，因此上頭的物質被認為仍維持太陽系誕生初期的組成狀態，有助於瞭解太陽系形成過程。

目前太陽系中已確認並賦予編號的小行星已經接近55萬顆，絕大多數都位在火星與木星之間的主小行星帶，佔了已知數量的98%以上。在地球上我們可以藉由小行星的反射光譜大概了解表面成分，其中一種C型小行星由於富含碳的訊號，對於了解地球上的生命是如何誕生更是不可或缺的訊息。

打開時空膠囊

由於這些小天體小到無法使用望遠鏡觀察其

形態，以至於長期以來人類對於小行星的了解可說是相當缺乏。直到透過小行星掩星觀測以及雷達測距技術發明，人類才對小行星的形狀與軌道有了初步認識。1990年代伽利略號首次飛掠了小行星951 Gaspra和243 Ida，人們驚訝地發現小行星表面、形狀凹凸不平，更發現Ida小行星還擁有一顆衛星，就此打開太陽系探測的新領域，吹響了各國前往探測小行星的號角。



NEAR舒梅克號想像圖 © NASA

1996年NEAR舒梅克號(Near Earth Asteroid Rendezvous - Shoemaker)踏上了前往愛神小行星(433 Eros)的旅程，透過探測器上搭載的雷達、多波段光譜儀與相機，在環繞愛神小行星期間針對表面進行大範圍掃描，得到了詳細的表面組成與地形分布。不過受限於儀器解析度，再加上從空中並無法了解小天體地下狀況，因此進入21世紀後也有國家曾嘗試以撞擊和登陸進行探測，例如撞擊9號週期彗星的深度撞擊號(Deep Impact)和登陸67號週期彗星的菲萊登陸器(Philae)。

不過，太空任務的發射成本會隨著探測器的重量而增加，在成本考量下勢必無法將實驗室的所有儀器全部帶上太空。另一方面，太陽系小天體都距離地球非常遙遠，探測器都得耗費數年航程才能抵達目的地，但航行期間地球上的科技卻已大幅躍進，往往造成新的分析測量技術無法立即應用在探測任務上。為了避免長途航行所造成分析儀器取捨以及效能跟不上時代的問題，因此便有了將樣本帶回地球分析的構想。

帶回封存在 時空膠囊裡的秘密

人類帶回地球以外天體樣本的歷史可以追溯到1969年美國的阿波羅11號，當時派遣了兩名太空人登上月球，並帶回了21.55公斤的月面岩石樣本。

不過在阿波羅計畫之後，一直到1999年發射的星塵號(Stardust)才首度嘗試利用氣凝膠從81號週期彗星維爾特二號(81P/Wild)的彗尾中採集樣本，並在2006年順利返航。

為什麼要帶回小行星樣本不如月球般容易呢？受限於地球上觀測的極限，在探測器出發前計畫團隊根本無法得知小行星表面地形狀態、重力大小等等關乎登陸地點選擇和軌道操縱方法的重要資訊；再加上小行星距離地球遙遠，往返通訊還有時間延遲問題，造成探測器若在降落過程中發生突發狀況，團隊完全無法介入處理，更不要說取得樣本後還要安全返回地球了。

為了進行探測器自動導航系統以及樣本採集等等試驗，日本宇宙科學研究所（宇宙航空研究開發機構JAXA的前身）在2003年發射隼鳥號（はやぶさ）計劃前往當時航行可行性最高的近地小行星糸川小行星（25143 Itokawa）。在這次實驗中，隼鳥號在2005年成功採集到小行星樣本，寫下太空探索的新紀錄，之後在2010年平安返回地球更讓工程師為之振奮。有了隼鳥號的成功經驗，JAXA再推出了後繼計畫隼鳥2號，目標便是光譜分類為C型的近地小行星—龍宮(162173 Ryugu)。2019年成功完成了兩次樣本採集與人工隕石坑等實驗，再度寫下小行星探索史上的新頁。

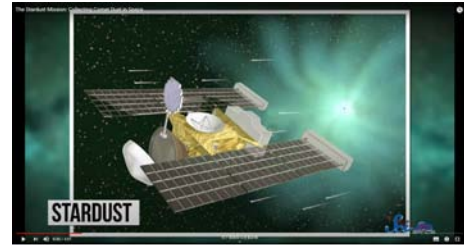


CAM-H相機於隼鳥二號第二次接觸小行星4秒前拍攝的影像 ©JAXA

近年來除了科學家熱衷於探索太陽系的起源之外，由於有紀錄以來的數次小天體撞擊事件躍上國際媒體版面，都讓一般大眾不禁擔心是否有一天小行星會帶來災難性的毀滅，也凸顯了我們對於這些散布在太陽系中的鄰居有多麼陌生。透過一次次與小行星的近距離接觸，藉由探測器操作經驗與探測成果，我們或許能找出與這些鄰居和平共存的方法，同時我們也有機會解讀時空膠囊裡的故事，知道地球上的生命從何而來。

王彥翔：臺北市立天文科學教育館

YouTube相關影片：



The Stardust Mission: Collecting Comet Dust in Space

<https://www.youtube.com/watch?v=EDqoNbmR75s&feature=youtu.be>



「はやぶさ2」搭載小型モニタカメラ攝影映像 / Hayabusa2 Touch down movie

<https://youtu.be/-3hO58HFa1M>



阿波羅15號帶回的月球岩石「起源石」(Genesis Rock) © NASA

VR360全景星空攝影術 (下)

全景星空拍攝準備器材

數位單眼相機拍攝全景星空需要搭配相關器材才能完成全景畫面，且需要注意焦距設置在無限遠、鏡頭加裝除霧裝置避免結露水、使用快門線避免震動及注意電池電量等，還包括：1.使用RAW檔與適當的ISO拍攝、2.使用具有方位刻度的雲台、3.選用24mm以下焦距的廣角鏡頭、4.選用光圈大於f2.8的鏡頭、5.依據使用的鏡頭焦距，計算全景需要拍攝的水平與垂直照片數量、6.使用全景軟體後製全景圖等，以下將分別描述個步驟與注意事項。

拍攝器材與注意事項

1.使用RAW檔與適當的ISO拍攝

因為星體亮度大多微弱，不使用赤道儀追蹤拍攝，幾乎都是曝光不足，因此需要使用RAW檔保留原數據，並依據天空背景亮度選擇適當的ISO值，拍攝ISO設定太低時，因為拍攝的訊號放大不足，軟體處理時將無法解析出微弱的星光訊號，如ISO太高則將犧牲影像的動態範圍，依據筆者經驗，一般ISO設定在1600~6400，但仍以實際拍攝畫面調整ISO為依據。

2.腳架選用具有方位刻度的雲台

因為全景畫面的拍攝視角包括垂直與水平各360度，需要將相機架設在雲台上多次旋轉拍攝，所以三腳架與雲台皆需要保持水平，如此才能完全涵蓋垂直與水平各360度的空間畫面。市面上有販售720度全景雲台，但是重量較重且售價較高，因此筆者依據手邊器材組合出可以拍

攝全景的設備。例如：使用具有水平氣泡儀的三角架或增加水平調整座，可以減少相機旋轉各方位產生的歪斜，確保拍攝畫面的水平；拍攝全景的各方位畫面建議使用具有方位刻度的雲台，比較能精確設置每張畫面的相機位置，並搭配相機內的「虛擬水平線」功能（圖14），如此可以調整相機仰角，正確拍攝各方位的畫面，避免拍攝畫面未重疊而後製全景圖失敗；另外推薦使用具有多種分隔刻度的「分度雲台」與「仰角調整座」（圖15），分度雲台可依據拍攝需求，選擇不同旋轉刻度，例如：分度盤選定30度，每次旋轉30度，分度雲台將定位於各間隔的方位角；仰角調整座則具有仰角刻度，適合不具「虛擬水平線」功能的相機或快速設定相機的仰角，便利夜間全景拍攝作業。

3.選用24mm焦距以下的廣角鏡頭拍攝

全景畫面需要拍攝垂直與水平各360度，使用24mm焦距以下的鏡頭需要拍攝拼接的畫面也就越少，因為地球自轉的關係，星空每一小時向西移動15度，如果總拍攝時間拖太久，軟體後製時會發生全景畫面無法完整拼合的窘境；另一原因為焦距越長，星空天體在拍攝畫面移動的越明顯，一般拍



圖14.使用具有刻度的雲台與水平調整座



圖15.使用分度雲台與仰角調整座

攝星空移動如果要不明顯，皆會參考「星空500法則」，最長曝光秒數為500/焦距，例如：使用24mm 焦距，曝光時間最長約20秒；改用20mm焦距，曝光時間最長約25秒。筆者使用過10mm、20mm、24mm及40mm焦距拍攝全景星空，40mm焦距每張畫面視角較窄，因此拍攝的總畫面非常多，拍攝的畫面會因為地球自轉產生很大的位移，大大增加全景星空的拍攝難度，不過也因為焦距比較長，畫面中的星體細節增加不少，各有利弊得失。

4. 選用光圈大於f2.8的鏡頭

星空拍攝的環境光度非常低，因為星空會移動，使得快門時間受到限制，為了增加拍攝時的進光量，需要選擇光圈較大的鏡頭，一般曝光時間約20~30秒，依據筆者經驗，建議使用光圈f2.8的鏡頭比較適當，如能使用光圈f1.4或f1.8的鏡頭，因進光亮增加而拍攝的成果也更佳。



圖16.建議使用光圈f2.8以上的鏡頭

5. 計算全景畫面需要拍攝的照片數量

上網或使用APP查詢鏡頭焦距的視角，計算水平與垂直需要拍攝畫面的張數，依序拍攝各方位與仰角的畫面，且每張照片視角需要重疊至少三分之一，以利後續全景軟體比對與接合照片。

依據筆者經驗，天體移動方向大致為東昇西落，因此一般會由西方開始拍攝，且因為拍攝畫面水平移動比較容易，所以相機會以直幅的方向設置，如此可以減少相機仰角畫面調整的次數，加上雲台旋轉會有水平角度誤差，因此將各畫面重疊區域設定為40%以上，將可降低相鄰畫面未重疊的機率，也可減少鏡頭周邊減光、像差及像場彎曲等光學缺陷的影響，只擷取成像較佳的中心畫面做為影像疊合處理；又因為星空全景拍攝的環境一般都非常昏暗，不利於

相機設備頻繁更動設定與操作，即使俯仰角拍攝時，可以增加旋轉角度以降低拍攝分區畫面，但一般仍會固定旋轉角度拍攝各分區畫面，避免拍攝的方位角計算錯誤，產生拍攝畫面無法重疊拼接的問題。而一般的刻度雲台最小單位約為5或10度，無法做更精細的方位定位，因此水平方位角與垂直俯仰角皆會選擇5度的倍數作為設定數據。

拍攝全景使用的鏡頭與拍攝畫面的規劃，可以查詢各鏡頭的長寬邊的視角數據，藉以規劃拍攝畫面數量，例如：輸入<http://www.hdrlabs.com/tools/panocalc.html>或掃描二維條碼進入Pano Calculator網站（圖17），也可使用APP規劃VR360拍攝的畫面數量，例如：使用手機輸入<http://www.mdpda.com/app/apk2512844.html>或掃描二維條碼安裝球型全景攝影計算器APP（圖18）。

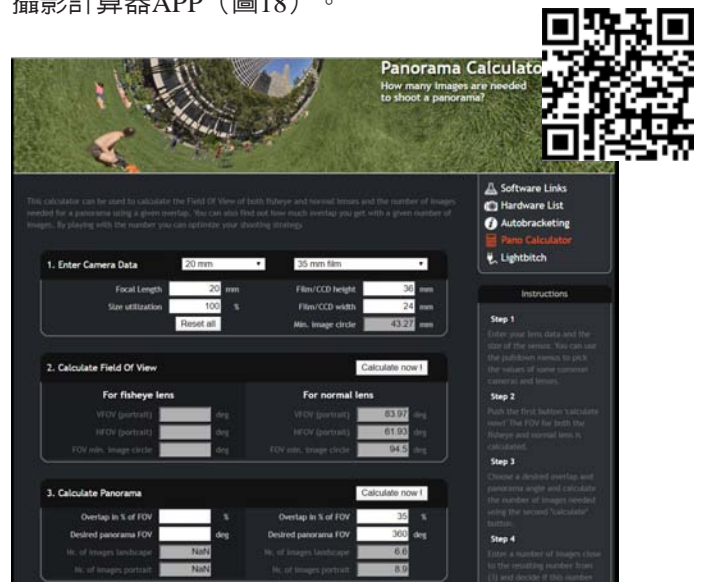


圖17.Pano Calculator網站可查詢全景拍攝使用的鏡頭視角與畫面數量



圖18.球型全景攝影計算器APP可查詢全景拍攝使用的鏡頭視角與畫面數量

以下提供使用24mm與20mm鏡頭拍攝全景範例，如此更容易了解全景畫面的規劃與拍攝。

範例1：使用24mm鏡頭與全片幅數位單眼相機拍攝全景星空，長邊的視角為73.74度，短邊的視角為53.13度，相機以直幅方式拍攝，共需要拍攝3圈環景，分別為仰角0度時，拍攝12張（每張方位角間隔30度）；仰角45度時，拍攝9張（每張方位角間隔40度）；仰角-45度時，拍攝9張（每張方位角間隔40度），並增加仰角90度與-90度各拍攝1張，至少需要拍攝32張照片（圖19）。

筆者以24mm焦距拍攝時，將相機直幅設置在三腳架上，為了降低鏡頭周邊畫質不佳的問題，將拍攝的環景增加為5圈，機身水平仰角0度時，由西向東旋轉，每30度定格拍攝1張，共計拍攝12張；機身水平仰角30度、60度、-30度與-60度時，與水平仰角0度時拍攝設定相同，各圈拍攝12張，最後需要將機身水平仰角90度與-90度，選定方位角0度及90度各拍攝1張畫面（一般稱為補天與補地），以確保垂直面的拍攝完整，因此總計拍攝約64張照片（圖20）。

球型全景計算器

單張垂直視角（度）：
73.74

單張水平視角（度）：
53.13

垂直重合比例（%）：
39

水平重合比例（%）：
43

光軸俯仰的最低角度（度）：
-45

計算

這一球型全景預計需要拍攝4圈，共31張照片。參考數據如下：

- 垂直角度：-45°，拍攝張數：9
水平角度：40° / 80° / 120° / 160° / 200° / 240° / 280° / 320° / 360°
- 垂直角度：0°，拍攝張數：12
水平角度：30° / 60° / 90° / 120° / 150° / 180° / 210° / 240° / 270° / 300° / 330° / 360°
- 垂直角度：45°，拍攝張數：9
水平角度：40° / 80° / 120° / 160° / 200° / 240° / 280° / 320° / 360°
- 垂直角度：90°，拍攝張數：1
水平角度：360°

圖19.球型全景攝影計算器_24mm焦距拍攝張數

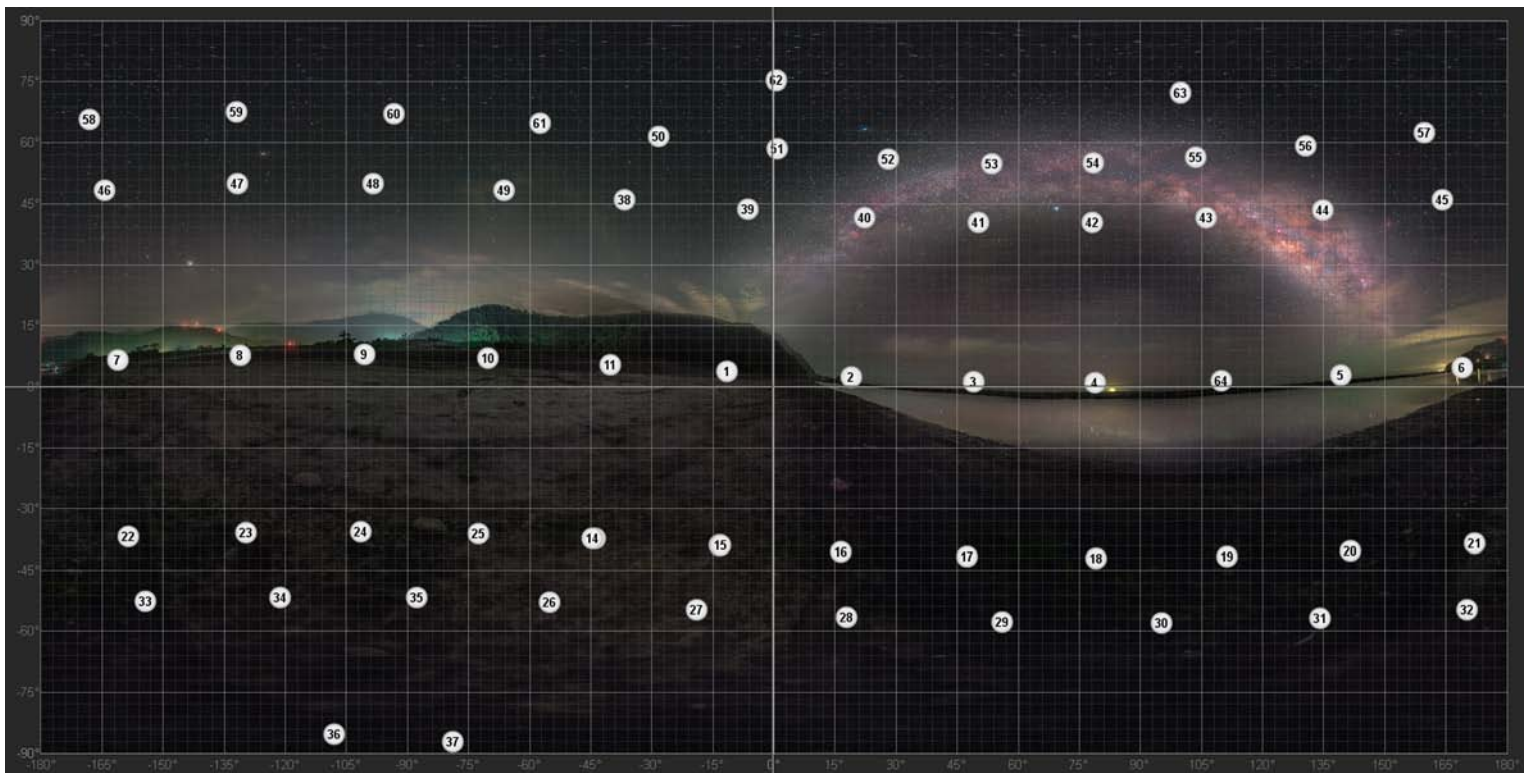


圖20.使用24mm焦距拍攝64張照片拼合的全景圖。(註：因拍攝畫面無法精確定位，故12、13與14、15重疊而無法顯示。)

範例2：使用20mm鏡頭與全片幅數位單眼相機拍攝全景星空，長邊的視角為83.974度，短邊的視角為61.928度，相機以直幅方式拍攝，共需要拍攝3圈環景，分別為仰角0度時，拍攝10張（每張方位角間隔36度）；仰角55度時，拍攝6張（每張方位角間隔60度）；仰角-55度時，拍攝6張（每張方位角間隔60度），至少需要拍攝22張照片（圖21）。

筆者以20mm焦距拍攝時，將相機直幅設置在三腳架上，為了降低鏡頭周邊畫質不佳的問題，增加每張畫面的重疊區域，機身水平仰角0度時，由西向東旋轉，每30度定格拍攝1張，共計拍攝12張；機身水平仰角45度與-45度時，與水平仰角0度時拍攝設定相同，各圈拍攝12張，最後需要將機身水平仰角90度與-90度，選定方位角0度拍攝1張畫面（一般稱為補天與補地），以確保垂直面的拍攝完整，因此總計拍攝約37張照片（圖22）。

球型全景計算器

單張垂直視角(度)：
83.974

單張水平視角(度)：
61.928

垂直重合比例(%)：
35

水平重合比例(%)：
40

光軸俯仰的最低角度(度)：
-55

計算

這一球型全景預計需要拍攝3圈，共22張照片。參考數據如下：

- 垂直角度：-55°，拍攝張數：6
- 水平角度：60° /120° /180° /240° /300° /360°
- 垂直角度：0°，拍攝張數：10
- 水平角度：36° /72° /108° /144° /180° /216° /252° /288° /324° /360°
- 垂直角度：55°，拍攝張數：6
- 水平角度：60° /120° /180° /240° /300° /360°

如需補地、去影子，另請酌情加拍。

圖21.球型全景攝影計算器_20mm焦距拍攝張數

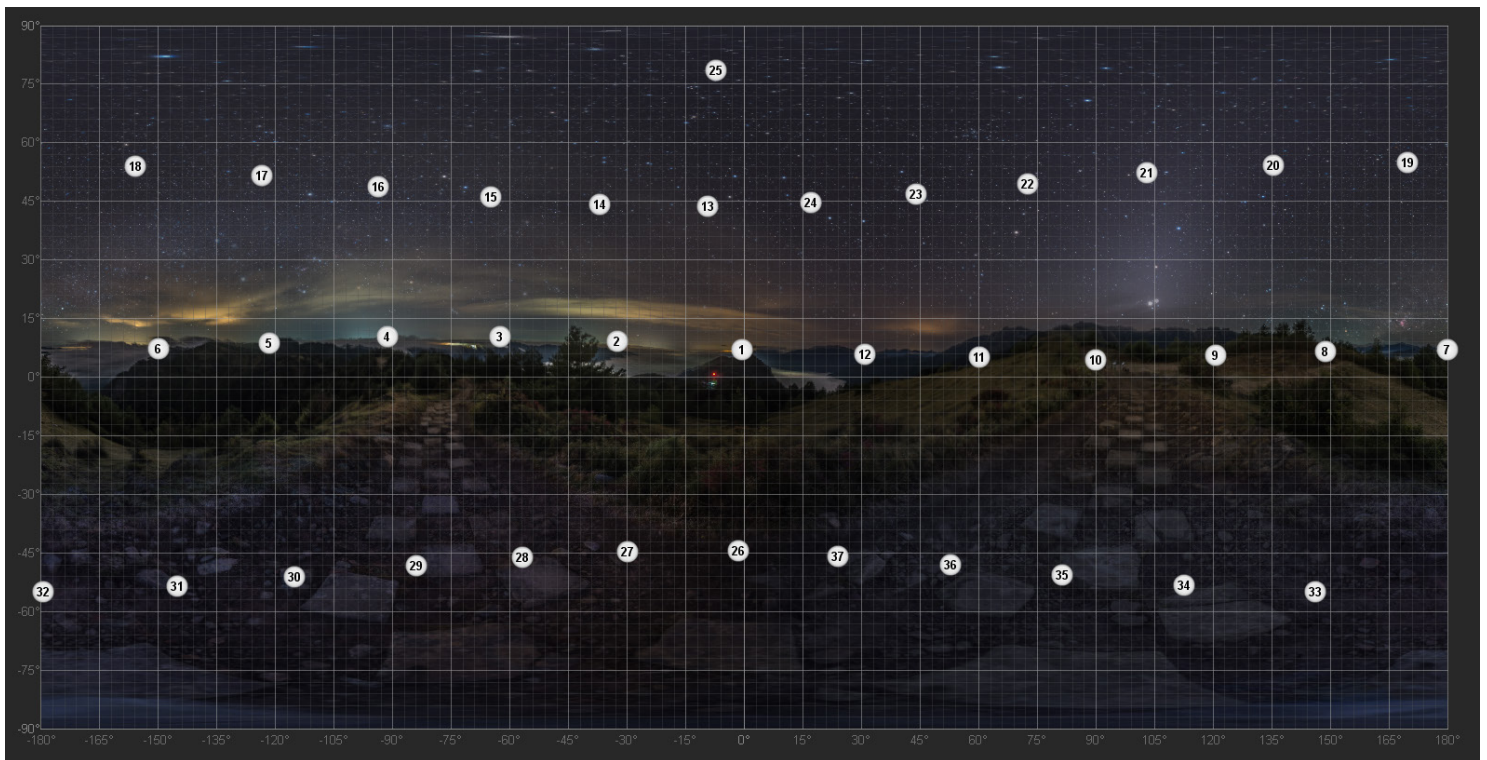


圖22.使用20mm焦距拍攝37張照片拼合的全景圖

6.使用全景軟體製作全景圖

Kolor Autopano Giga與PTGui皆為球型全景攝影照片拼接軟體，因此使用Autopano或PTGui後製全景圖將比較容易上手（圖23、圖24），而Photoshop軟體也可以產生全景圖，但是軟體功能複雜且拼合成功機率比較低。

目前Autopano Giga軟體已經停止開發與維護，因此筆者建議後續使用PTGui軟體才能支持新的相機、鏡頭相關數據參數及軟體功能優化。

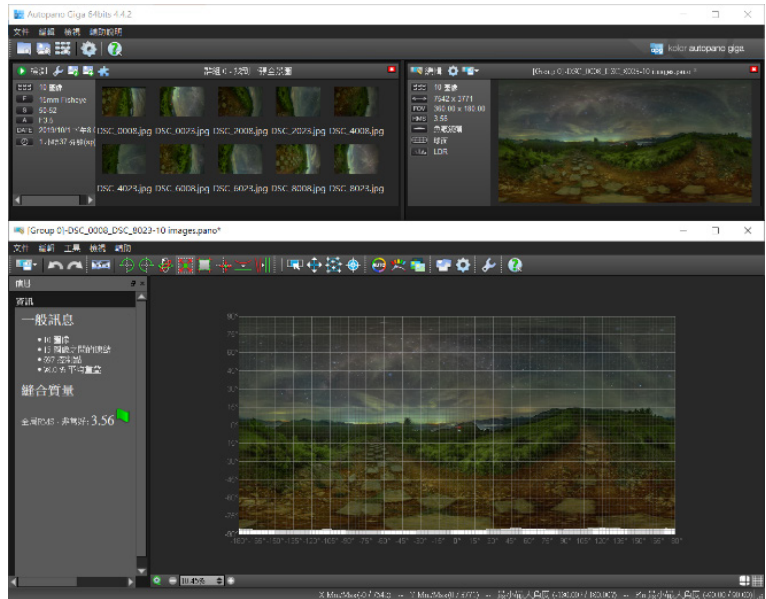


圖23. Autopano Giga全景軟體使用介面

VR360全景影像播放

VR360全景影像需要使用專門的播放軟體，市面上開發VR360全景相機的廠商皆有提供VR360播放軟體，例如：GoPro VR Player、Insta360Player及RICOH THETA等播放軟體（圖25），使用軟體開啓後，畫面可以上下左右拖移播放，視角包括鏡球、小行星與平面全景等。Facebook社群網站或Youtube多媒體平臺也都支持VR360全景影像播放，只要上傳符合全景的影像格式，即可在網站上公開分享與播放。

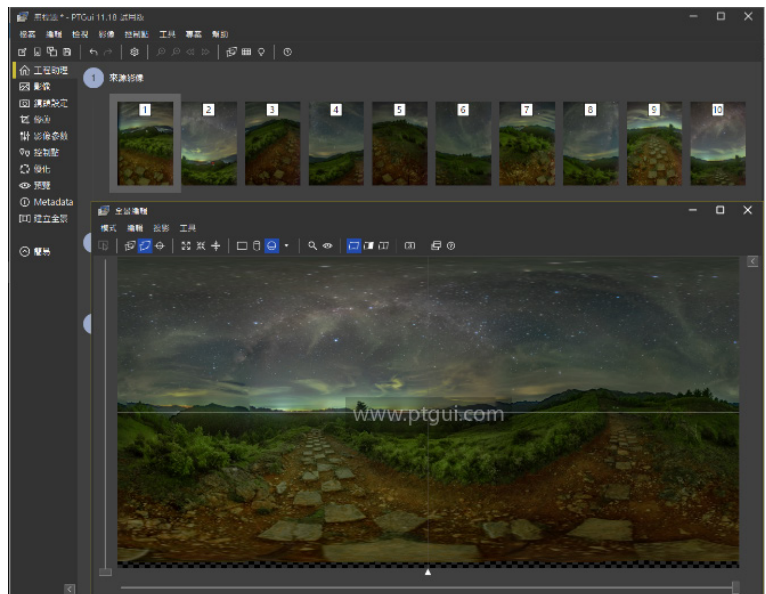


圖24. PTGui全景軟體使用介面

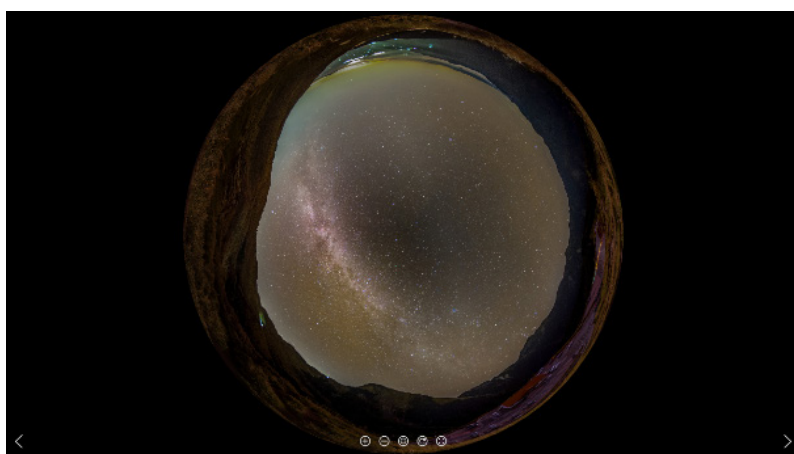
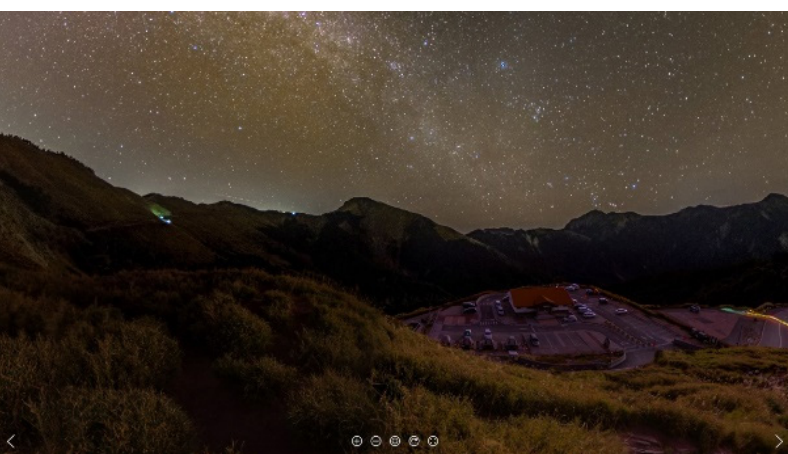


圖25. RICOH THETA軟體可以播放平面與鏡球全景畫面



圖26. 搭配赤道儀拍攝的全景相機



圖27. 可拍攝全景縮時畫面的陣列相機

搭配赤道儀 拍攝VR360全景影像

因為地球自轉的關係，空中的天體每小時將由東向西移動約15度，如相機安裝在三腳架上拍攝VR360全景圖，為了避免紀錄的天體移動明顯，拍攝的時間將受到限制，因此將相機改安裝在赤道儀上拍攝VR360全景圖，此時赤道儀的運轉將抵銷地球自轉的移動，可增加拍攝曝光時間，提升VR360全景圖的畫質，但是曝光時間也不宜過久（筆者經驗為60秒以內），否則星空移動太多，全景畫面將不易拼接疊合。

依據筆者經驗，使用赤道儀輔助拍攝全景畫面，因為赤道儀追蹤天體產生位移，使得原先設置水平的雲台旋轉，將產生各方位角拍攝畫面歪斜誤差，造成後續全景後製的困難或失敗，因此赤道儀與刻度雲台間可增加一組低重心雲台，如此可調整與修正赤道儀追蹤產生的水平誤差（圖26）。當全景拍攝畫面包含地景時，則需要將赤道儀的追蹤速度調整為1/2倍或是關閉電源，如此才能避免因追蹤天體而產生地景的模糊現象。

組合陣列相機 拍攝VR360全景縮時影像

另一種拍攝方法為多臺相機與魚眼鏡頭搭配組合成陣列相機（圖27），產生的相機組可以在單位時間內同時拍攝全方位角度，於相同時間完成全景照片的拍攝，並隨著時間連續拍攝全景照片（圖28）並透過後製影像處理產生VR360全景縮時星空影片。

不過目前的全景編輯軟體主要是為單一全景畫面做處理，對於連續多張全景畫面的處理則不盡理想，因為星體會隨著時間移動，所以每張全景圖的畫面略有差異，如此將造成全景軟體拼接的些微變動，最終在製作縮時影片檔案時會產生畫面跳動的問題，目前只能手動處理以減輕畫面跳動的問題，後續仍需全景軟體持續優化功能以改善此問題。

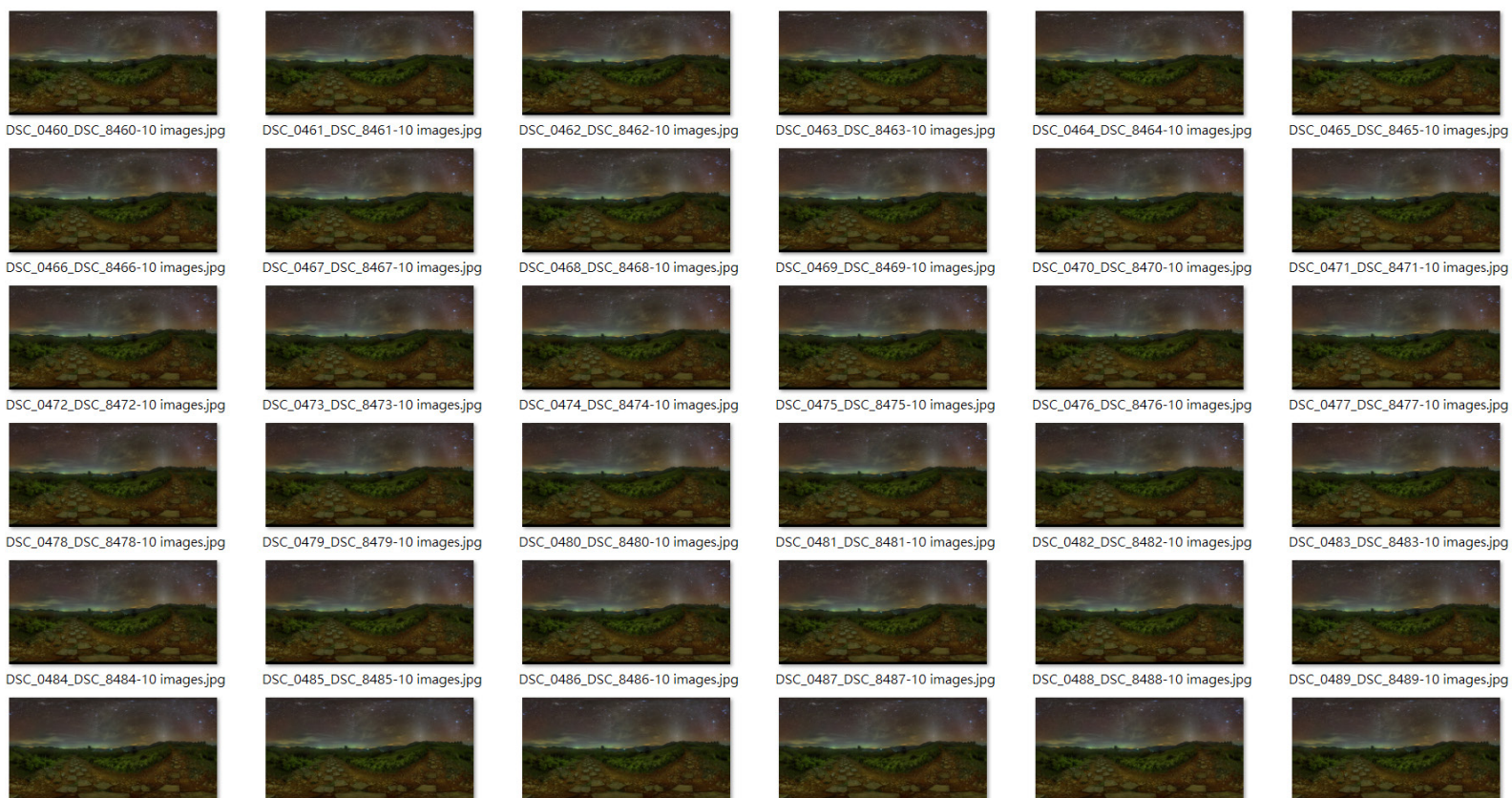


圖28.連續拍攝與後製產生的全景縮時單位畫面

VR360拍攝經驗分享

VR360全景星空為720度（水平360度+垂直360度）全視角拍攝，一般會選擇視野較開闊的地方作為拍攝地點，又全景星空對於環境的干擾光源特別敏感，因此一般會等人車較少時才開始拍攝。不過筆者通常為了遠離光害，會將儀器設備背負至遠離道路或人群的山頂或登山步道（圖29），所以拍攝地點的事前探勘與確認非常重要，避免夜晚行走於不熟悉的道路小徑而發生危險。



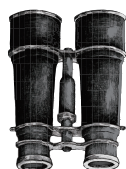
圖29.背負超過三十公斤的器材至麟趾山頂拍攝全景星空

依據筆者經驗，如欲拍攝VR360全景星空可由單機開始，待熟悉拍攝的所有細節與注意事項後，可再嘗試架設在赤道儀上拍攝，如考慮往陣列相機拍攝全景邁進，除了需要考量整體重量不輕與總花費不菲，還需要能忍受在寒風中操作相機，因為只要一臺相機有問題則整體畫面將以失敗收場，故拍攝時的相機設備測試與重複確認是必要的（例如：相機故障，反光鏡無法升起；記憶卡、電池、快門線異常；鏡頭脫焦、結露），如果你（妳）可以完成與克服以上事項，恭喜與歡迎你（妳）加入陣列相機拍攝全景星空的行列~

如預觀看更多的VR360星空影像，可以輸入網址<https://www.facebook.com/profile.php?id=100040966562521>或掃描以下二維條碼進入筆者的臉書。

張仕興：資深天文同好，以全景或縮時攝影方式記錄臺灣星空，致力推廣天文觀測與星空保護。





雙筒望遠鏡觀天-6(1)

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。

川普勒三角區

在過去的10個月，我們多半在探討和觀賞南方的天空。這個月，我們的重點放在北天，探索可以用雙筒望遠鏡觀賞的目標。

上次，我們介紹了休斯頓三角，那是業餘天文學家休斯頓以M11、M27和M57勾勒出的三角形區域。這一期，我們再介紹另一個三角形：川普勒三角，觀賞在這個區域內的疏散星團。

川普勒是職業天文學家，他研究的主要對象是疏散星團。構成川普勒三角的就是他發現的三個疏散星團：Tr-1、Tr-2、和Tr-3，但是入門的雙筒望遠鏡能看到的只有Tr-2。

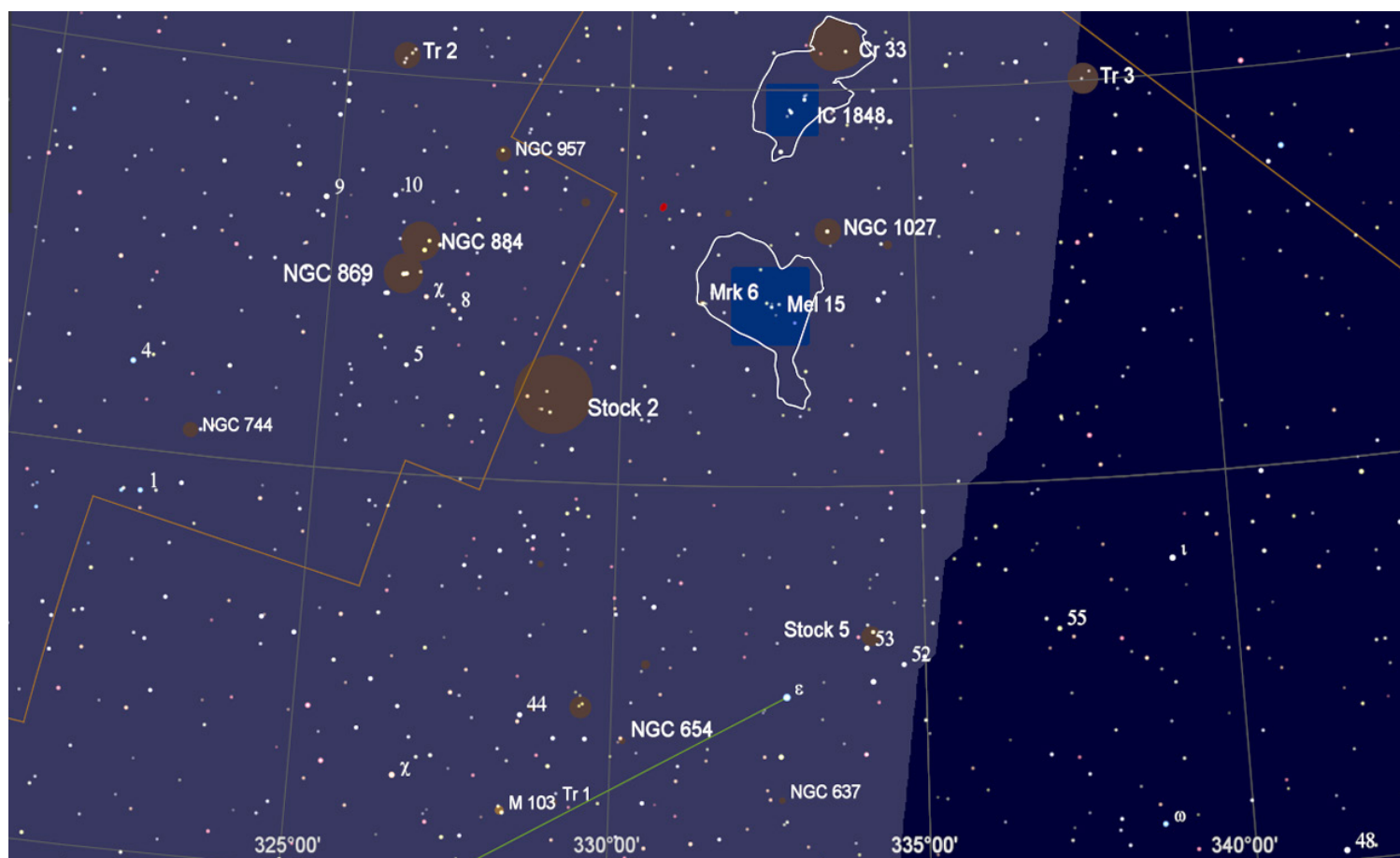


圖1. 川普勒三角區。Tr-1在圖中央下方靠近M103之處。Tr-2在近圖的上緣偏左，在英仙座雙星團的上方。Tr-3也位於圖的上方邊緣，但略偏向右側。

Tr-1的周邊

在川普勒三角區內與附近有不少的疏散星團可以觀賞。Tr-1的視星等只有8.1等，只是我們真正要觀測目標的參考點。從星圖中我們可以看見在它的周圍有緊鄰的M103，稍遠處還有NGC 654、659、663等，它們都是疏散星團。

M103(NGC 581)

M103是梅西耶自己編入星表中的最後一個天體。它會被編入梅西耶的星表中，就表示它比較明亮，也比較容易找到。

M103是使用雙筒望遠鏡就可以觀測的天體。這個星團在閣道三附近，在雙筒望遠鏡中是個模糊的扇狀區域，直徑約6角分，或滿月直徑的五分之一。

使用雙筒望遠鏡尋找M103的建議方法是先將雙筒望遠鏡觀測區域的中心放在閣道三(仙后座 δ ，視星等2.66)，在距離它約1度之處(方位角66度)就可以看見M103；或者放在仙后座W型連線左下角的閣道二(仙后座 ϵ ，視星等3.35)，距離它約4度(方位角222度)之處，也可以看見M103。

M103是由數千顆恆星組成的疏散星團。這個疏散星團於1781年由皮埃爾·梅尚發現，距離地球約8000到9500光年，是距離地球最遠的疏散星團之一。星團內較明亮的成員星總共有40顆，總視星等+7.4等。對M103觀測主要是看到恆星斯特魯維131(Struve 131)，但這顆恆星並非M103的成員星，它只是一顆靠近M103的藍巨星。

斯特魯維131是視星等7等的三合星系統，比M103更靠近我們，是M103的前景星。它雖然不是星團的成員，但因為出現在同一個視野範圍內，又比整個星團明亮，反而佔據了主導星團的地位。

要仔細觀察M103需要較高的放大倍率，用雙筒望遠鏡或在低倍率下，只能看見較亮的星雲和少數遙遠的恆星。要使用較高的倍率(~200X)，才能看見它特定的三角形：中心較亮的兩顆星，其中一顆

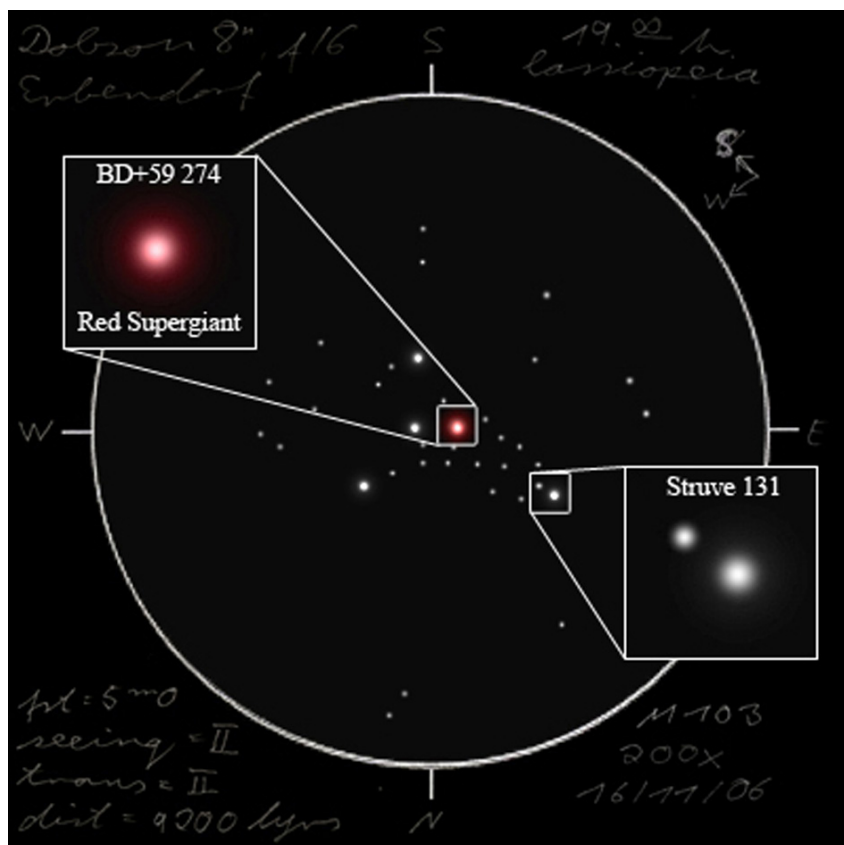


圖2.高倍率下的M103。http://www.asod.info/?p=166

顯著的有著微紅色調。這是一顆紅色的超巨星，在星表中的編號是BD+59 274。在這個星團最北邊，三角形箭頭的亮星就是斯特魯維131。

NGC 654、659、663

用雙筒望遠鏡可以同時看見這三個疏散星團，但NGC 659較為暗弱，在觀測上稍有難度。NGC 654的總視星等為6.5等，是威廉·赫歇爾在1787年發現的一個疏散星團。它位於仙后座的閣道三(仙后座 δ)東北2.5°。它環繞著一顆視星等7等的淡黃色超巨星HD 10494，光譜類型為F5Ia，但不確定這顆星是不是這個星團的成員。

分類上為II3m的NGC 654距離地球7,800光年，估計年齡為1,400萬年，是個非常年輕的星團；但也可能有4,000萬年的歷史，恆星形成的時間間隔至少為20萬年。星團的成員約有80顆恆星，光譜類型最早的為B0左右，也可以看見一些較亮的恆星，例如之前提到的HD 10494。

NGC 659是卡洛琳·赫歇爾在1783年9月27日發現

的，這是她發現的第20個天體。她的哥哥，威廉·赫歇爾遲至1787年11月3日才觀測它，隨後收錄在他的星表中，編號為H VIII.65。這是一個相當小的疏散星團，由亮度中等的恆星和較暗的背景星組成，視星等7.9等。在16x70的雙筒望遠鏡下，也只能看到是在前述的7等星HD 10494旁的小汙跡，是很難用雙筒望遠鏡觀測的目標。要在更高的倍率與口徑下才能好好的觀賞。

這個星團的成員受到不同程度的消光，使得天文學家對這個星團產生濃厚的興趣。來自印度的天文學家 Biman J. Medhi及其同事(2008年)的資料顯示，在距離大約7,800光年的星團視線至少存在兩層塵埃。奧米拉(O'Meara)在《隱藏的寶藏》這本書中，將NGC 659列為隱藏的第7個寶藏，描述它像一朵淡紫色的玫瑰，透過薄霧和月光閃耀著。

一般的觀測者在看過M103和NGC 654之後，通常會跳過這個較昏暗的星團。但如果你能用更高的倍數觀賞，它也是個有價值的目標。

不知道是甚麼原因讓梅西耶發現了M103，卻漏掉了NGC 663。這是在天空中大約有1/4度跨距、擁有約400顆恆星的年輕疏散星團。據說這個星團僅憑裸眼就能看見，使用雙筒望遠鏡就能看見星團中最亮的恆星，天文望遠鏡可以得到更佳的效果。雖然這個星團列出的視星等為7.1等，但一些觀察家報告了更高的亮度估計值。估計這個星團的距離約為2,100秒差距，年齡大約在2,000至2,500萬年。

NGC 654、659、663和M103以及散布在它們之間的一些超巨星，都有相近的年齡和距離，被認為是位於銀河系英仙臂的仙后座OB8星協的一部分。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

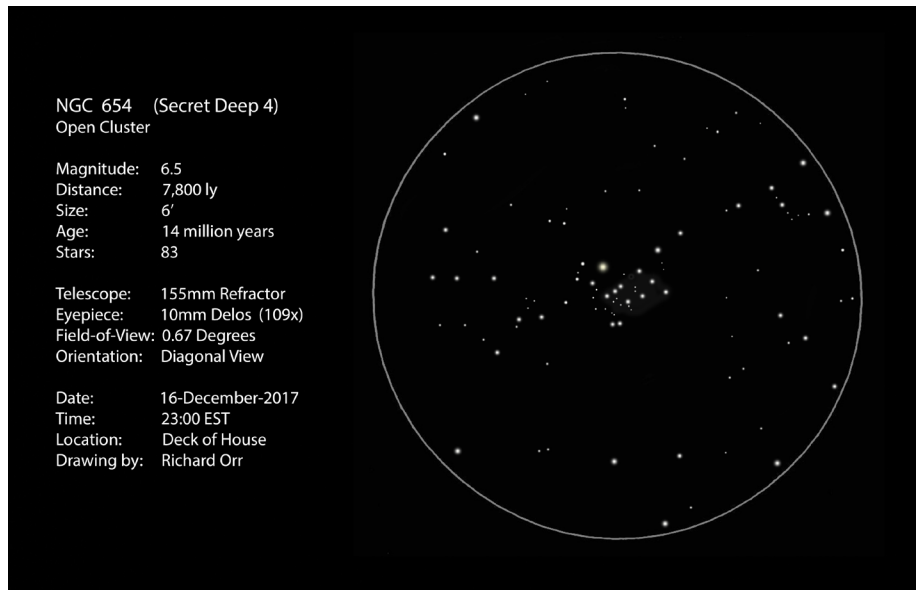


圖3. 高倍率下的NGC 654。 http://www.orrastrodrawing.com/images/NGC_654_SD_4.jpg

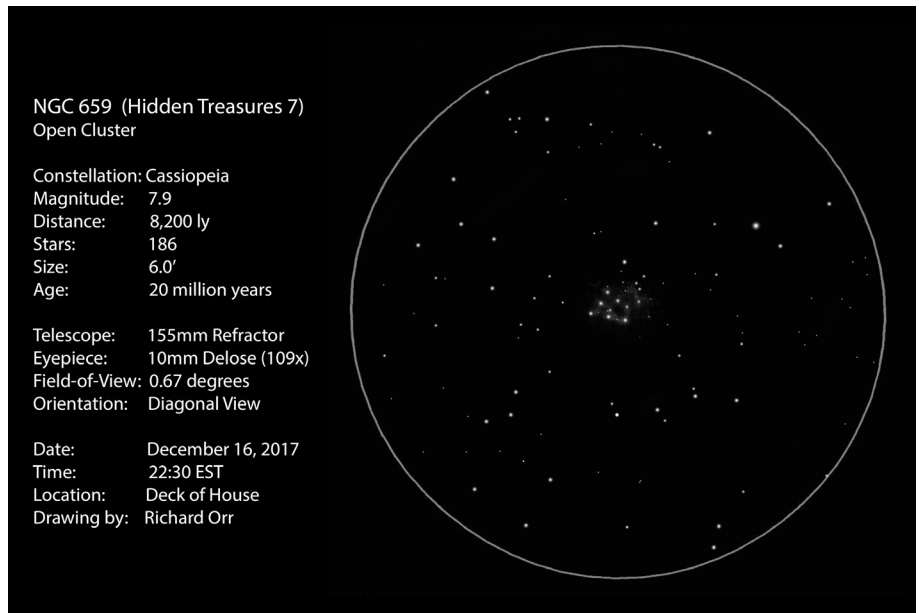


圖4. 高倍率下的NGC 659的描繪圖。 <http://www.orrastrodrawing.com/NGC659.html>

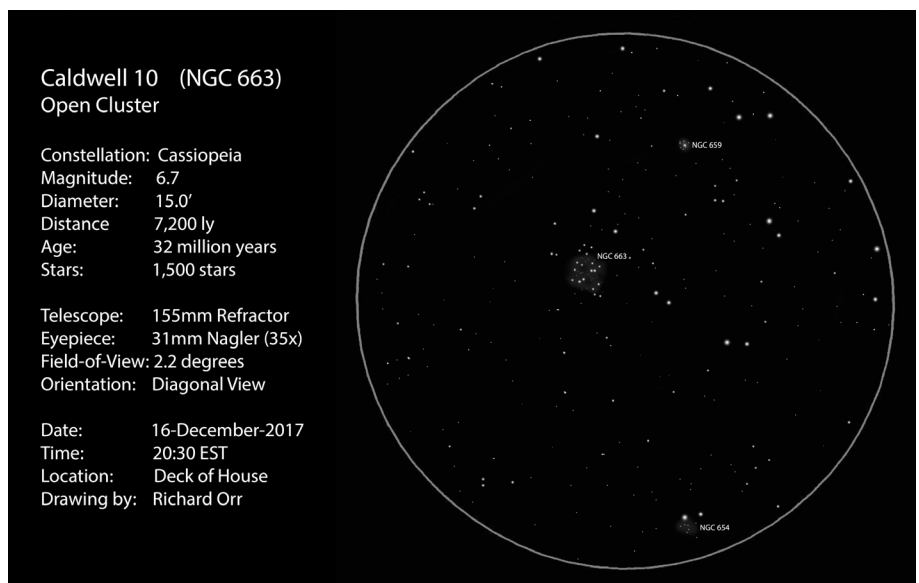


圖5. 低倍率下的NGC 663與NGC 659。在圖中NGC 659只是個很小的光斑。 <http://www.orrastrodrawing.com/NGC663.html>

消失的星官

星座的變遷 (下篇)

自古以來，人們總以為組成星座的星星們應該天長地久一直存在著，現代天文學卻打破了這個想法…

星星其實也有生死，只是壽命遠遠超過人類，它們甚至還會移動！數萬年後，我們熟悉的星座將不成人形，不過前提是本來就有型（如**黯淡卻有型的翼宿**）。然而，人類用文字記錄的歷史才幾千年，卻已經有許多星座消失了！？其實這並非真的有很多星星亂跑或死亡，而是人為造成的。例如以前提過的「**星座隨你DIY**」歷史，就是西洋星座尚未統一時天文學家各自創造個性化星座卻又如塗鴉般捨棄的過程；另外還曾發生**人馬座矮星系被吞噬的新聞引爆了占星界震撼的趣事**，因為他們以為黃道十二星座快要少一個了。

至於東方的古老星座也有許多已然消失。所謂消失，必須是曾經擁有過的才能算數。有些一開始就不存在的，例如古文明看不到的**南極附近星座**、虛構出來的**虛星四餘與太歲**等，就不能說它們在古星圖上消失了。那麼有哪些可以說它們消失了呢？

從**中西星座對照圖**編號缺損的情形可知，有些星星現在已經找不到，甚至也有整組星官完全消失的案例！這些只存在於古老星圖的星官，為什麼會消失呢？原因有以下幾點：

一、**天文古籍散佚**：古書常因為戰亂等因素而失傳⁶⁶，能流傳到今天幾乎都是巧合中的巧合。例如世界最早星表之一：戰國時代的《石氏星經》僅殘存一些片段於唐朝的《開元占經》，而《開元占經》又是明代末年不小心在佛像肚子裡發現的⁶⁷。正史中最早的星官記錄《史記·天官書》所寫的紫宮到了後代卻演變成乍看很像但其實略有不同的紫微垣，原本的天極星、後句、正妃等星名（**圖12左**）也因而消失⁶⁸。至於天文官寫下的天象記錄與著作更是孤本，一旦遺失就很難從其他途徑獲得了⁶⁹。例如東漢著名的天文學家張衡「所鑄之圖，遇亂堙滅，星官名數，今亦不存。」⁷⁰。

二、**各家整合**：自古以來星占家有許多，三國時代的陳卓只將石氏、甘氏、巫咸氏三家星官整理彙總，其他沒有收錄的各家就此失傳。在整合過程中又會有些取捨，因為星占家們不可能約定好各自命名的範圍而完全沒有重合⁷¹，這就導致我們無法得知甘氏與巫咸氏曾在相同於石氏的範圍內有過哪些星官。西方天文學家DIY的星座若是被廢棄之後，其範圍就會融入附近現代星座中，其過程至少有跡可循、化為一份名單，中國則連這份消失名單都大多消失了。

三、**皇朝秘密，民間不得學習**：天文是古代占卜國家大事與改朝換代的重要工具，歷代帝王上臺前非常需要民間「天命」的支持，但上臺後常常立刻翻臉⁷²，私自預言天象就變成妖言惑眾、煽動人心⁷³。讀「**謎樣星宿**」專欄來私學天文的人若在古代會被嚴懲，讀完後「另存新檔」的話可能還會被處斬⁷⁴！這種官方壟斷造成人才難覓、知識斷層嚴重，例如明代中葉想公開徵才卻已找不到人了⁷⁵。

四、**政治鬥爭**：天文既然是國家級的重要工具，就免不了被政治鬥爭利用，天文官很容易捲入其中，若失敗就得帶著辛苦學得的天文知識一起消失了。例如唐末的王墀想用天象阻止朱全忠挾天子以令諸侯，就被誣陷處死⁷⁶；清初在鰲拜的撐腰下，楊光先發起「康熙曆獄」，首任欽天監湯若望原本應凌遲處死，被皇太后救下，翻案後反而變成楊光先要被處斬⁷⁷。看來想要在古代純認星並不容易，在西方其實也有著類似的歷史⁷⁸。

五、**重新測量**：唐代因預測日食不準而命令一行編製新曆，重測了星官位置⁷⁹；到了宋代使用新造儀器再次測量，發現部份數據不同於前朝⁸⁰；明末的傳教士為了傳教而引進西方天文學⁸¹，當時又因日食預測不準，徐光啓奉命改曆並重製測量儀器⁸²，可是熟悉傳統舊法的學者多已逝去，徐光啓只好以西法為主⁸³。在對照中國傳統星圖與西洋星圖時，卻未採用前朝實測數據來比對，故難以全盤對應⁸⁴。如騎官的星數一直為二十七顆，就被減為十三顆⁸⁵。另

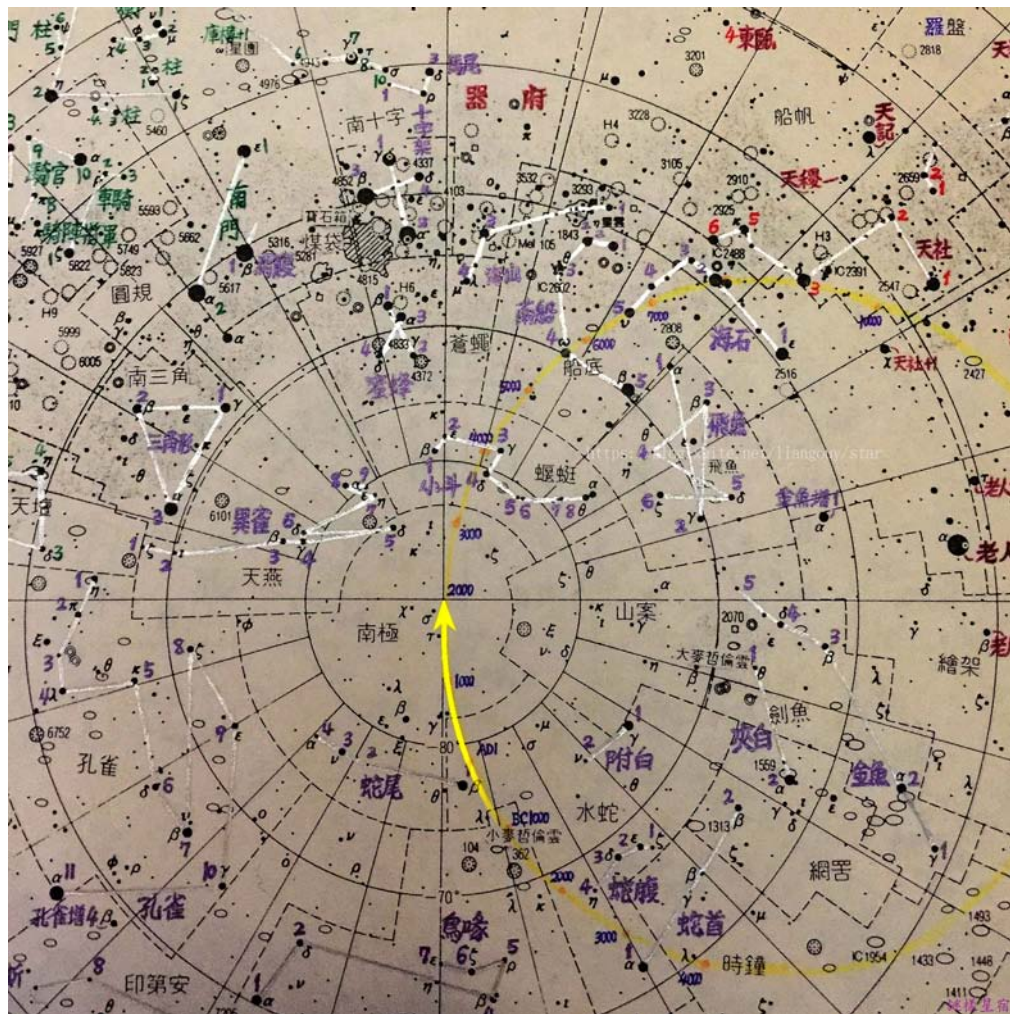


圖14 歲差導致的南天極移位如黃色圓圈所示，兩千年來已朝器府方向移動十度以上

外「器府、天理、八魁、天廟等按圖索之，了不可得」⁸⁶，於是整組被廢，共計超過二十個，因此明末這次重測造成的星官改變最為劇烈⁸⁷。

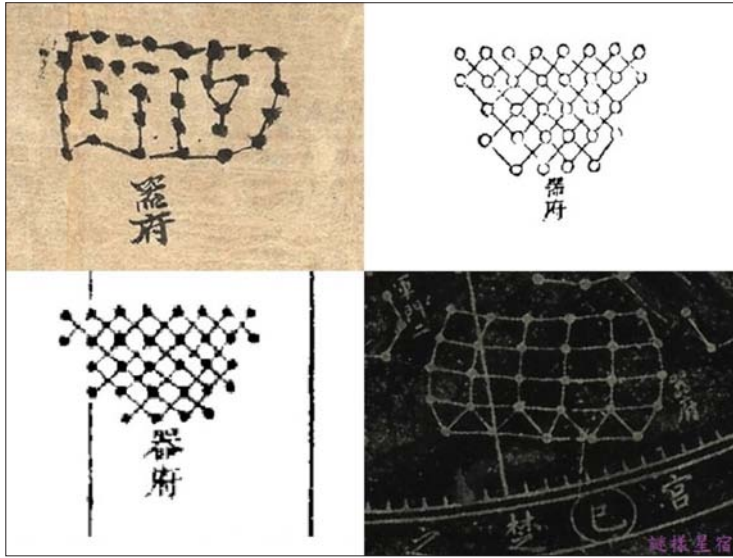
六、**歲差移動**：接近南天極恆隱圈的星座，可見時間短，高度又低，指認與傳承已較為困難⁸⁸，兩千年來累積的歲差，又造成南天極朝著翼宿與器府逼近十度以上（圖14），使得翼宿以南的星空更低更難觀測，因此，器府、東甌等星官在明末就找不到了。相對於翼宿的另一端，即北落師門以南的部份星空，反而因歲差而逐漸可見，卻沒有因此增加星官，因為古人尊

崇傳統，定紀後就難以更動，例如明末改曆時欲變更星官系統就曾被批為大不敬之罪⁸⁹。

器府何在？

在古代星圖裡，有一群彷彿閱兵般整齊列隊的星星被命名為「器府」（圖15），如果天空真的有排列這麼規律的星座，一定會讓人感到非常震撼吧！你想看它們在真實星空中的樣子嗎？很可惜，並沒有機會。更慘的是，連近代星圖也不再畫出它們了！

這個特別的星官共有三十二顆星星⁹⁰，像疊羅漢一樣堆積在一



起，在南宋的蘇州石刻天文圖裡（圖16，是以北極為中心繪出全天空之圓形圖，又稱蓋圖），可見到它在左下方邊緣的位置。然而從史書上能查到的資料只有：

《晉書·天文上》：「軫南三十二星曰器府，樂器之府也。」意思是存放樂器的地方，也可能是掌管音樂的官員或機構。《隋書·天文中》的記載亦同。

《宋史·天文四》：「器府三十二星，在軫宿南，樂器之府也。明，則八音和，君臣平；不明，則反是。客、彗犯之，樂官誅。赤雲氣掩之，天下



↘圖15 器府各種型態：左上-敦煌星圖、左下-新儀象法要、右上-三才圖會、右下-天象列次分野之圖

←圖16 南宋蘇州石刻天文圖中的器府，位於左下方

音樂廢。」

《宋史·天文十》：「天禧元年四月己巳，有星出軫，至器府北沒，光照地……天聖八年二月丁酉，星出軒轅大星側，如杯，速行至器府沒。」

《明史·天文一》：「又有古多今少，古有今無者……軫宿中之青邱七星今三，其軍門、土司空、器府俱無也。」

在晉書中首次出現此星官、宋朝還有星占記載，但是到明代就沒人知道在哪了，現代研究者亦難以確定⁹¹。若從實際星空來看，器府很可能位於南十字座、半人馬座到船底座的天空，因為這裡是銀河最璀璨的區域（圖5右）⁹²，才能讓它星數高居第二名。

古人剛開始也許想要表現很多小星星擠在一起的畫面，因而繪出三十顆左右呈矩陣模樣的星星排在這裡。但是星座想像原本就很隨性，傳承時又歷經變形，也沒有考慮到繪製全天蓋圖時，越接近南極的星座會因為投影法造成壓縮讓形狀越扁平。器府在著名的敦煌星圖裡，長寬比約為2:1，在其他橫圖如新儀象法要、三才圖會或格子月進圖則接近3:2到7:4之間，與敦煌星圖相近；但在蘇州石刻天文圖與天象列次分野之圖這兩個圓形蓋圖裡，比例仍是2:1左右，竟然沒有變化。然而同樣位在蘇州石刻天文圖邊緣的九坎星官（圖16上端偏左），卻被壓縮了接近4倍，使得原本長寬比約2:1的形狀變成了細長條狀8:1。

若觀察以蓋圖畫法製作的現代星座盤，位於邊緣的南十字星座會被壓得扁扁的，壓縮變形量約為三倍（圖17），若以數學計算則應達四到五倍。如果器府在橫圖中的形狀是對的，那麼在蓋圖中也應該像九坎一樣被壓得非常細長；如果器府在蓋圖中的形狀才是對的，那麼在橫圖中應該畫成長寬比2:3、2:4或2:5的立柱形才對。

為何九坎在蘇州石刻天文蓋圖裡被正確地壓縮了但是器府卻沒有？難道器府原本的形狀是立柱形？從銀河散佈的位置來看，這個可能性不高。若從南天形狀變形較少的《新儀象法要》**渾象南極圖**來看，器府在橫圖中的形

狀似乎比較可信。也許古人想要保持器府實際看到的樣子，於是在蓋圖中也依原樣繪出以供辨識。這種古代繪圖重寫意而不夠精確的特性，在**翼宿星圖的比較**中也可以發現。透過以上這些分析，我們只好不甘心地承認，器府這種夢幻般的排列只能在明代以前的古星圖裡看到了。

除了器府不復見於星圖之外，還有許多跟消失有關的問題。在古代天文學的傳承裡，占卜國家大事的星占學受到**很多種影響而逐漸沒落**，包括占辭逐漸龐雜無法取信於人⁹³、封建制度趨向成熟已不需天象警示、天學為朝廷密術不得私學等，再加上改朝換代的動盪、測量數據不夠



圖17 南緯60度附近的南十字位於星座盤的邊緣造成高度壓縮，變形量約為三倍（右下：臺北天文館簡易星座盤圖檔，右上及底圖：Stellarium）

精密、以及明末僅取傳統星圖大略形象就隨意認定，導致很多星星已無法確定是否為前人所指的那一顆。例如翼宿與軫宿間的青丘、軍門、土司空三者的位置就

彼此重複混淆：晉書說「青丘七星在軫東南」，蘇州石刻天文圖畫的位置也是如此，但到了清代卻都把青丘七星畫在軫宿西南，導致原本青丘西南邊的土司空與

軍門位置被佔據，無法確定它們在哪了（圖18）⁹⁴。這也進而影響了翼宿南側翅膀各星的認定，造成宋代翼宿與現代的差別（圖19）⁹⁵。

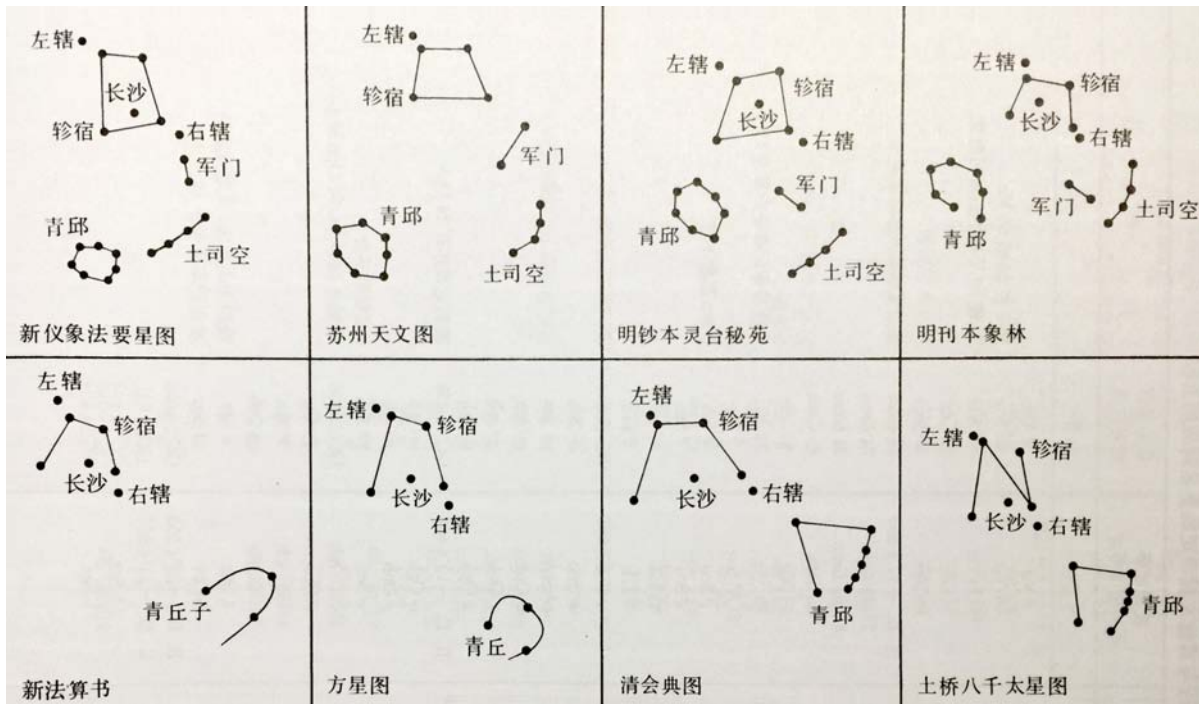


圖18 青丘、軍門、土司空三個星官的歷代位置變動（潘黨，中國恆星觀測史，圖9.3.13）

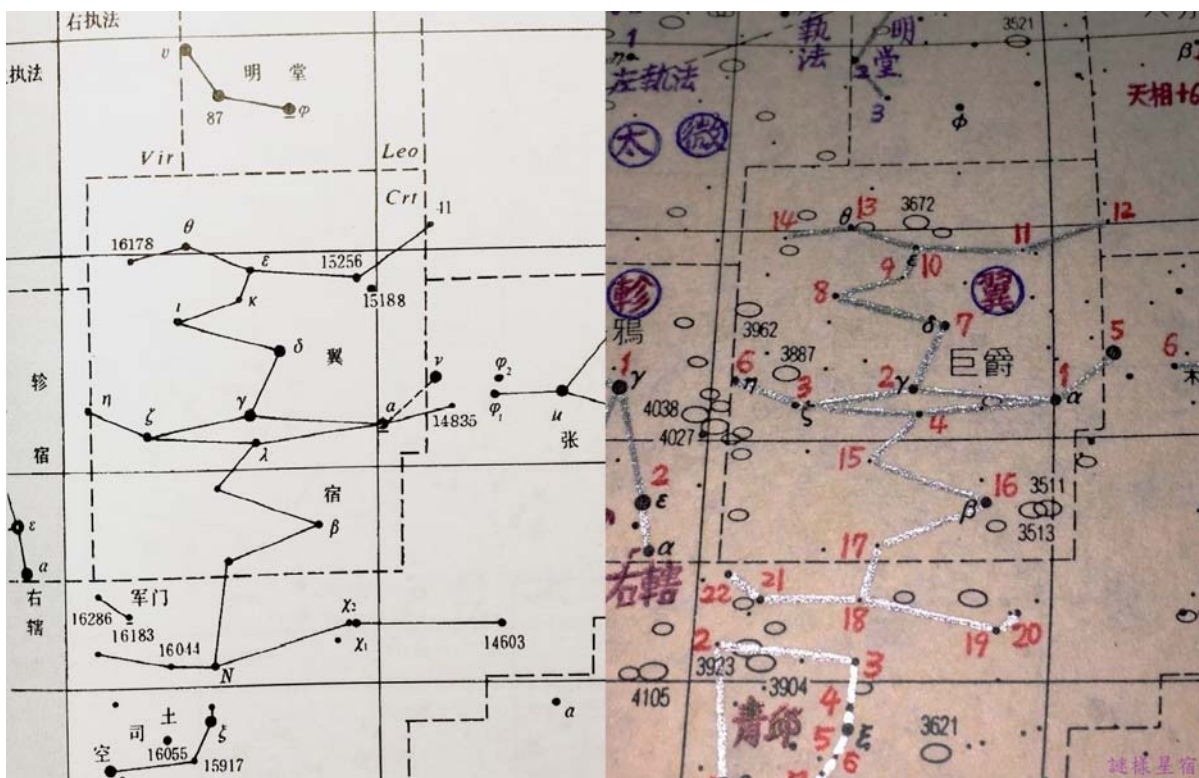


圖19 翼宿南側星官變化：圖左為宋代（中國恆星觀測史，頁309），圖右為現代（筆者繪）

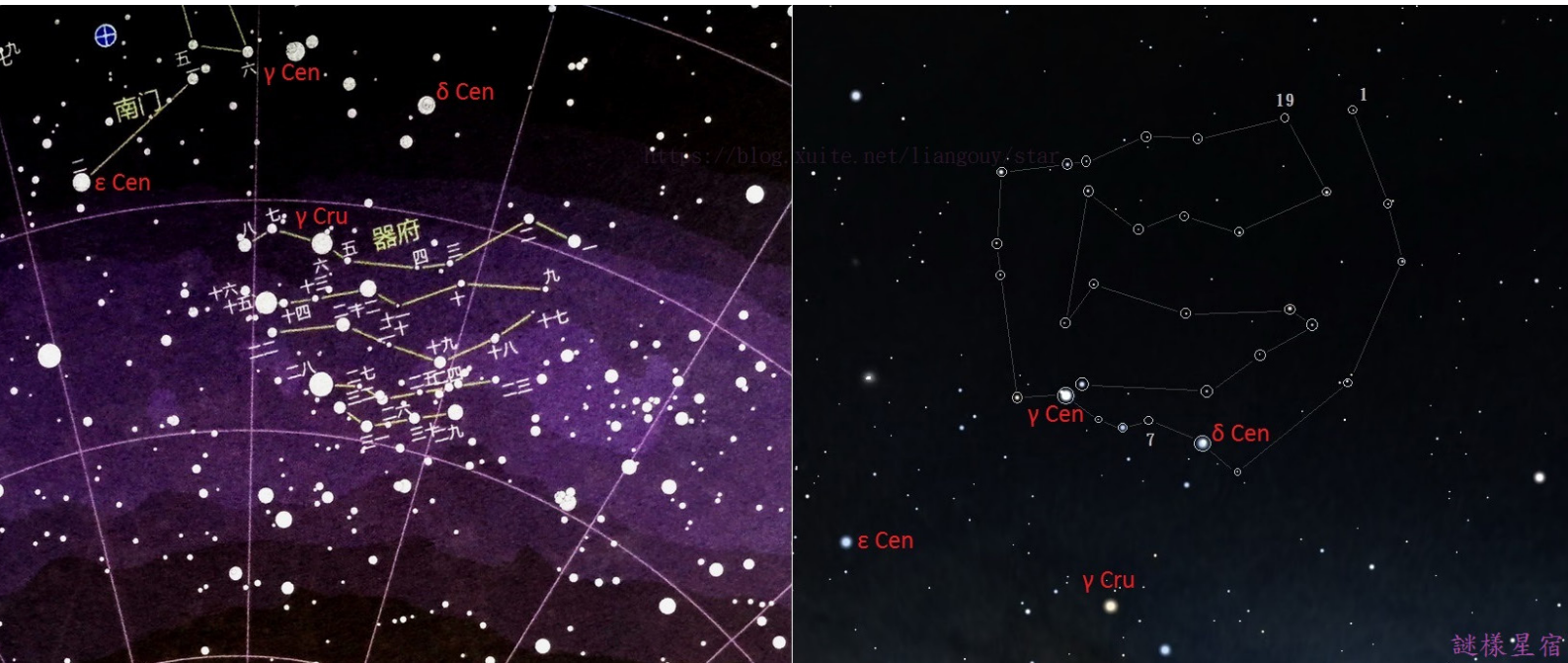


圖20 器府在現代星圖的兩種版本：左-漫步中國星空（頁184，經筆者反白處理）；右-古天文の部屋（經筆者轉繪連線於Stellarium）

其實，任何星座都會隨時間而消失，物換星移後，我們所認識的星座都將不復存在，我們只能用「不在乎天長地久、只在乎曾經擁有」來聊以自遣了。藉由器府位於東甌與宋代青丘之間的正下方，有些人畫出了器府的想像圖（圖20）⁹⁶，然而它們都無法像古星圖那樣均勻整齊，並且有些過於偏北或稀疏（圖20右）。但是想像終歸是想像，我們也就不用在意是否有三十二顆、或是排得整不整齊，也不必在乎是否與明末才有的南天星官重複，因為這只是一群星星擠在一起的個人想像而已。不知為何，它們讓我想起了李泰祥作曲、羅青作詞的一首歌「答案」：

天上的星星 為何
像人群一樣的擁擠呢？
地上的人們 為何
又像星星一樣的疏遠？

YouTube相關影片：



答案

<https://www.youtube.com/watch?v=OUnh7ZxcLHc>

附註：

- 66.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁40、109、123。
- 67.江曉原《12宮與28宿：世界歷史上的星占學》，遼寧教育出版社，2005，頁231。
- 68.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁104、105。
- 69.劉次沅《對中國古代月掩犯資料的統計分析》，自然科學史研究第11卷第4期，1992，頁302。
- 70.《隋書》卷十九志第十四，天文上
- 71.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁33。
- 72.江曉原《天學真原》，頁52~54。
- 73.劉潤和《經明國正》，香港三聯書店，2010，頁148~150。
- 74.宋太宗《禁天文相術六壬遁甲三命及陰陽書詔》：「…不得私習，先有蓄者…悉以送官，限外不送及違詔私習者，悉斬」，《宋大詔令集》卷198，中華書局，頁731。
- 75.明沈德符《萬曆野獲編》：「至孝宗，弛其禁，且命徵山林隱逸能通曆學者以備其選，而卒無應者。」。另參見潘鼎《中國恆星觀測史》，頁448。
- 76.《資治通鑑》卷264，昭宗天祐元年（904年）四月條。
- 77.清史稿·列傳五十九。
- 78.江曉原《12宮與28宿：世界歷史上的星占學》，頁87。
- 79.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁197。
- 80.同上，頁239。
- 81.同上，頁539。
- 82.同上，頁557。
- 83.陳遵媯《中國天文學史》第一冊，明文書局，1987，頁234~235。
- 84.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁568。
- 85.同上，頁757。
- 86.徐光啟纂、潘鼎匯編《崇禎曆書·恆星曆指》卷一，上海古籍出版社，2009，頁68。另見於明史稿、以及《新法曆書·恆星曆指》等。
- 87.潘鼎《中國恆星觀測史》，頁587~589。
- 88.同上，頁544。
- 89.《治曆緣起》崇禎十年十一月十一日奏疏。
- 90.有數種排列方式，星數從29到33顆，詳見潘鼎《中國恆星觀測史》，頁503。
- 91.同上，頁287、297。
- 92.但也有日本古星圖研究者以數學方法推測器府的位置在半人馬座北側較稀疏的區域。
- 93.劉韶軍《神秘的星象》，書泉出版社，1994，頁33、241。
- 94.潘鼎《中國恆星觀測史》，圖9.3.13。
- 95.由於宋代的土司空與翼宿的部份南翅已演變為青邱，土司空北邊的軍門已無憑依可尋，導致翼宿南翅若要完整繪出，原軍門兩星就成為取代翼宿南翅消失兩星的最佳候選者。
- 96.圖20左：齊銳、萬昊宜《漫步中國星空》，科學普及出版社，2014，頁184，經筆者反白處理；圖20右：竹迫忍「古天文の部屋」，經筆者轉繪連線於Stellarium。圖中紅字標示之四顆星用以顯示兩種器府的相對位置，前者偏南後者偏北。

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

部落格：謎樣的二十八星宿

<http://blog.xuite.net/liangou/star>

人與自然共譜的夜光四重

這幅360度全景照片攝於著名的帕拉納天文臺（Paranal Observatory）。照片中的建築為四臺口徑8.2公尺的光學望遠鏡所組成的「甚大望遠鏡」，最右側的第四臺配備了雷射導星裝置，用以激發高層大氣中的鈉原子。鈉原子受

激後放出螢光，供望遠鏡的自適應光學系統參考，可以計算大氣中的湍流，補償天體輻射在地球大氣中的耗散。

這張照片拍攝時節接近秋分，除了躺在地



編譯：虞景翔

奏

平線上的銀河，畫面左側同時也捕捉到了黃道光，甚至在畫面右側、天文臺的後方，隱約可見淡綠色及紫色的「氣輝」。這是自然界中美妙的微光，與人類為了探索宇宙所發出的光芒，一起被記錄下來的神奇時刻！

資料來源：ESO

Image Credit & Copyright : ESO/P.Horálek



Easy 拍星空24 懸日拍攝

文、圖 / 吳昆臻

近幾年拍懸日的風潮也吹進了臺灣，在特定日子總會聚集大批人潮在特定地點一同欣賞拍攝這美景，中華郵政也特別於今年10月28日發行懸日郵票，將臺灣本地的懸日美景印在郵票上紀念，本期〈EASY拍星空〉將介紹這幾年很夯的懸日，介紹臺灣既有預報地點，以及懸日資訊查詢方式，一起來將日落街道間的美景拍攝下來。



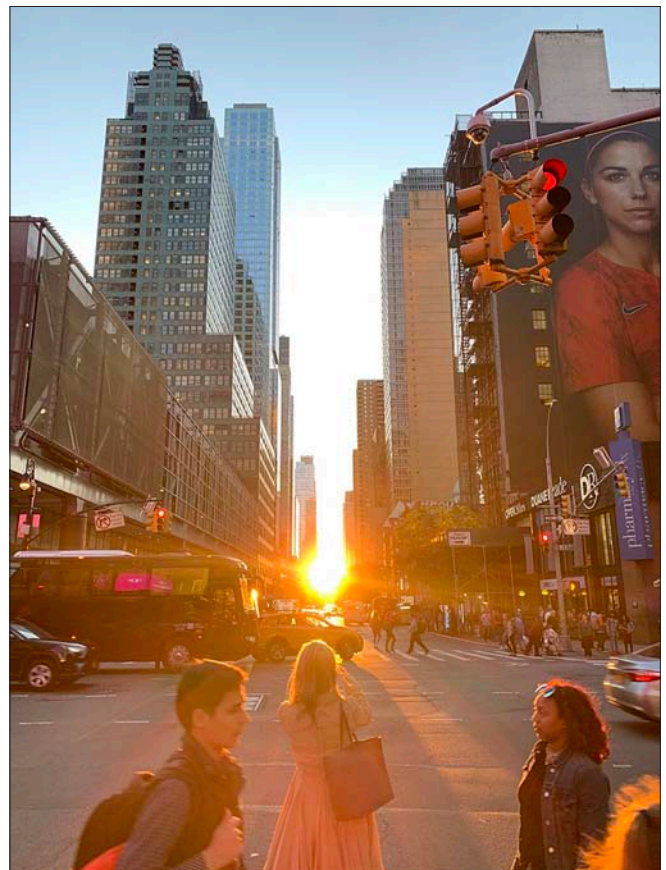
郵局發行的懸日郵票，分別以臺中公益路 (8元)及高雄青年路 (35元) 懸日美景作為郵票主題。

Manhattanhenge

懸日由來

由於地球自轉軸傾斜緣故，每天日出、日落的位置會有些微改變，古代人藉由這樣的變化找出一年四季變換的規則。英國著名的世界文化遺產巨石陣 (Stonehenge) 一般認為就是為了觀察太陽移動與瞭解大自然時序變化而建造的。

懸日 (Manhattanhenge) 一詞源自於美國紐約曼哈頓 (Manhattan)，當地高樓林立在棋盤般的街道，在特定日子的夕陽 (日出也是可見懸日) 剛好西沉在兩側高樓聳立的街道底端，形成樓景間夾著落日的景致，科普界知名天文學家尼爾·泰森 (Neil deGrasse Tyson) 在2002年將巨石陣詞根henge與曼哈頓地名結合，創造Manhattanhenge這個新的單字，每到懸日出現的日子總是吸引大批人群駐足觀賞拍攝。



曼哈頓西42街日落(2019年) 作者：Acser123 圖片來源：Wiki

臺灣的懸日

近幾年中央氣象局有針對臺灣各地發布懸日預報，每每引來非常多的攝影愛好者追逐，有些地點甚至還特別封街讓大眾能好好欣賞拍攝懸日美景，目前氣象局已預報地點大致如下：

臺北市	忠孝東西路 (新生高架以西)	4/29-5/1 8/10-12
臺北市	峨眉街 (西寧南路以西)	5/2-4 8/7-9
桃園市	南平路 (中正路以西)	1/14-16 11/26-29
臺中市	大甲區經國路 (臺1線152公里以西)	1/21-24 11/18-22
臺中市	公益路 (民權路以西)	3/22-24 9/17-19
南投縣	南投市民族路 (南陽路以西)	2/1-3 11/11-13
嘉義市	民族路 (文化路以西)	3/10-12 9/29-10/1
高雄市	苓雅區青年一、二路 (民權一路以西)	2/1-3 11/11-13

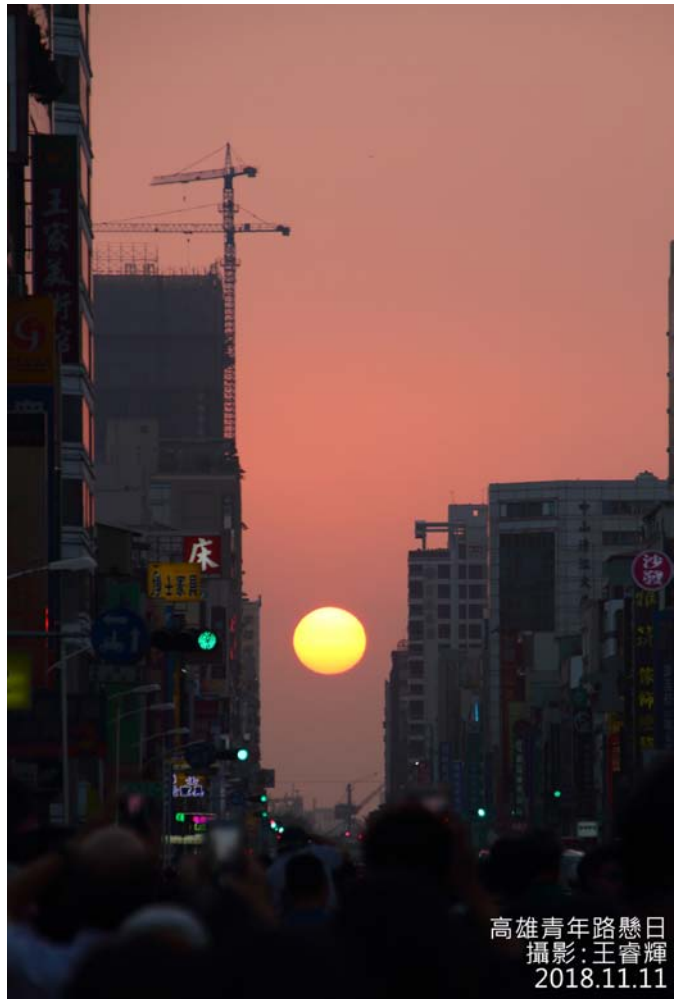
※氣象局2021年各地懸日預報，因地球繞日週期並非整數，確切日期每年會有約1-2天的差異。

懸日其實就是夕陽或日出與街景的一個組合，由於地球自轉軸傾斜原故，太陽每天升起與落下位置會有些微改變，日落會在西偏北到西偏南一固定角度間擺盪，日出則在東方相同度數間變化，同一地點每年就會在大致相同日子見到懸日景觀（太陽擺盪角度會隨所在緯度有些差異，以台灣本島來說擺盪角度約為25-27度）。

懸日查詢DIY

拍懸日不僅出現在氣象局預報的幾個地點，只要熟悉太陽的移動及對周遭環境多些觀察，就可以不用跟著人潮，拍出自己獨有的懸日景觀。可以拍攝懸日街道要件：

1. 筆直的街道，且街道尾端須空曠、低仰角無遮蔽，街道尾端兩側有高樓或高聳地景，高樓越靠近越能有高樓夾太陽景觀。



高雄青年路懸日
攝影：王睿輝
2018.11.11

高雄市青年路是國內最早公開拍懸日的地點，可見懸日的日子都吸引大批人潮追，為了不影響交安市府也特別封街、空出馬路讓大眾一同欣賞日落美景。

2. 街道方位角要與日出或日落時分低仰角太陽方位一致，才能讓太陽與街景結合在一起。

拍攝懸日太陽仰角要在仰角3度以下較能與地景結合，此時陽光經過較厚的大氣層減光才會呈現紅通通的感覺。查詢懸日日期要先查到日出、日落方位與街道方位一致的日子，再確認前後幾天低仰角太陽與街道方向一致情況，就能找到懸日真正的日期。

以查詢高雄市青年路青年一、二路11月懸日為例：

方法1. Google Earth量街道方位+星圖軟體查日期時間

STEP1. 在Google Earth中利用尺規測量得街道方位，或在Google地圖中查詢地點，擷取螢幕

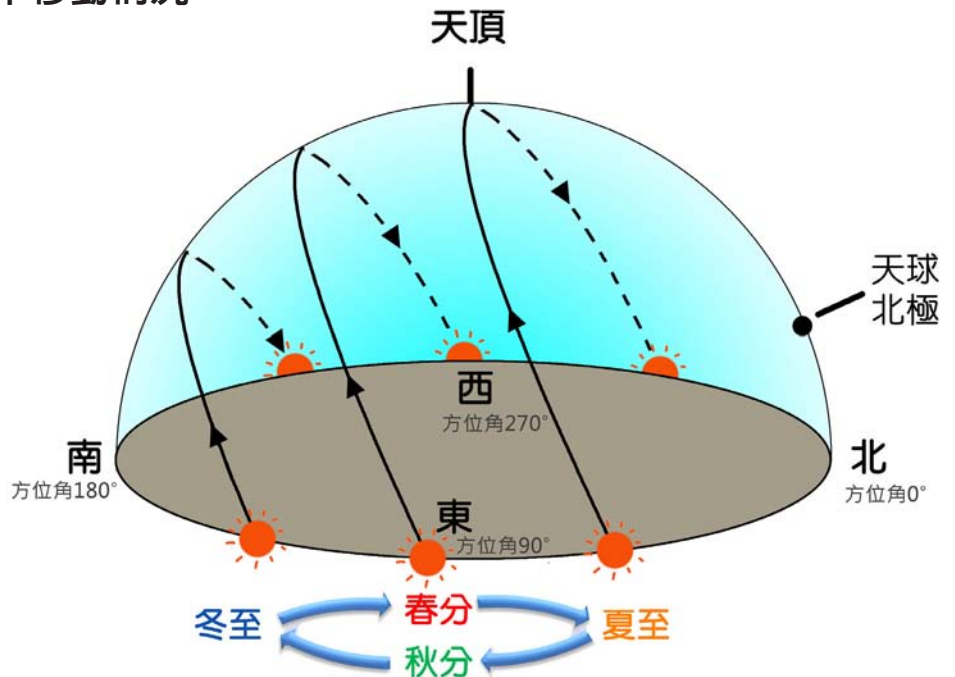
臺灣地區四季太陽在天空中移動情況

春分(3月下旬)：太陽會從正東方升起、正西方落下，之後太陽出沒位置會慢慢偏北。

夏至(6月下旬)：日出來到東偏北約26-27度、日落西偏北相同角度位置，之後位置會往偏南移動。

秋分(9月下旬)：日出位在回到正東方、日落正西方，之後位置繼續往偏南移動。

冬至(12月下旬)：日出來到東偏南約25-26度、日落西偏南相同角度位置，之後位置會往偏北移動，隔年春分回到春分位置完成一年的循環。



畫面後另用繪圖軟體尺標工具量測街道方位角度。

STEP2. 查詢天文年鑑的太陽表，找出日出或日落方位概略日期。

STEP3. 使用星圖軟體模擬各日期及時間拍攝懸日的時機在太陽仰角3度以下，模擬找出太陽來到要查方位且太陽仰角在3度以下，就是該地點懸日時間。



STEP1.用Google Earth量測街道方向，範例中測得街道方向為250.25度。

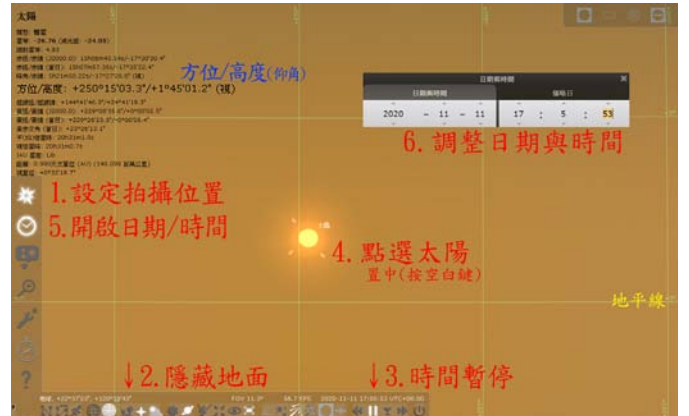
2020 太陽表

十一月 (嘉義、臺南、高雄、屏東) 地區日出、日沒時間表

日	嘉義		臺南		高雄		屏東	
	日出	日沒	日出	日沒	日出	日沒	日出	日沒
1	06:04	17:20	06:04	17:21	06:03	17:21	06:03	17:20
2	06:05	17:20	06:05	17:21	06:04	17:21	06:03	17:20
3	06:06	17:19	06:05	17:20	06:04	17:20	06:04	17:19
4	06:06	17:18	06:06	17:19	06:05	17:19	06:04	17:19
5	06:07	17:18	06:06	17:19	06:06	17:19	06:05	17:18
6	06:07	17:17	06:07	17:18	06:06	17:18	06:05	17:18
7	06:08	17:17	06:08	17:18	06:07	17:18	06:06	17:17
8	06:08	17:16	06:08	17:17	06:07	17:17	06:07	17:17
9	06:09	17:16	06:09	17:17	06:08	17:17	06:07	17:16
10	06:10	17:15	06:09	17:17	06:08	17:17	06:08	17:16
11	06:10	17:15	06:10	17:16	06:09	17:16	06:08	17:15
12	06:11	17:15	06:11	17:16	06:10	17:16	06:09	17:15
13	06:12	17:14	06:11	17:15	06:10	17:16	06:10	17:15
14	06:12	17:14	06:12	17:15	06:11	17:15	06:10	17:14
15	06:13	17:14	06:13	17:15	06:12	17:15	06:11	17:14
16	06:14	17:13	06:13	17:15	06:12	17:15	06:12	17:14
17	06:14	17:13	06:14	17:14	06:13	17:14	06:12	17:14

STEP2.天文年鑑的太陽表中可查到各地日出沒時間及方位，地點不同會有些微差異，此步驟只要查得接近地點日落方位與街道方向相符大致日期及日落時間即可。

範例中日落在250度的日期在11月14日，日落時間為17:15。



STEP3.使用星圖軟體Stellarium模擬太陽位置

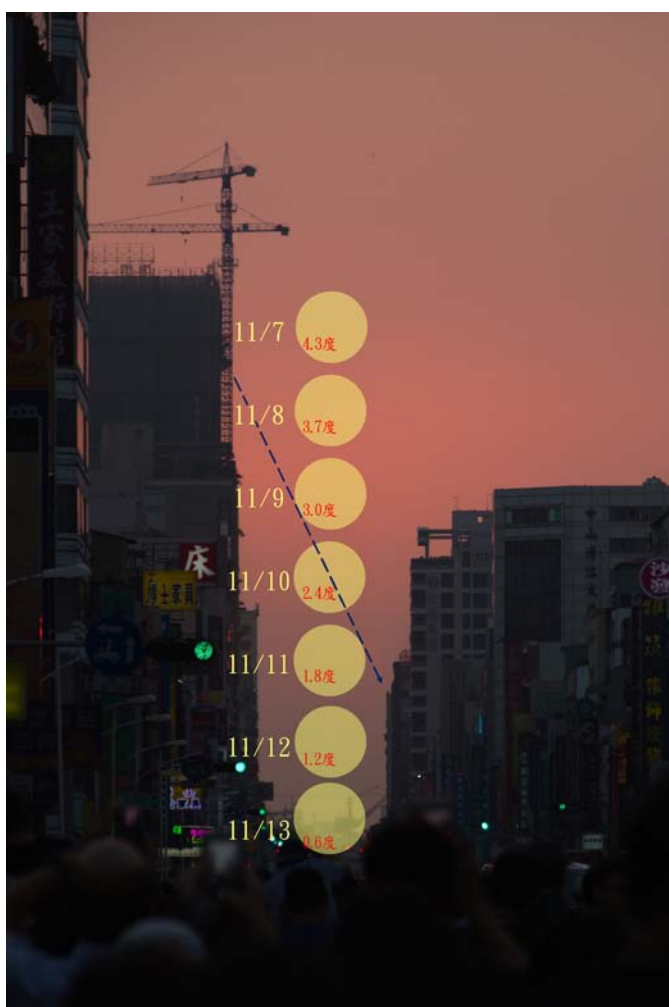
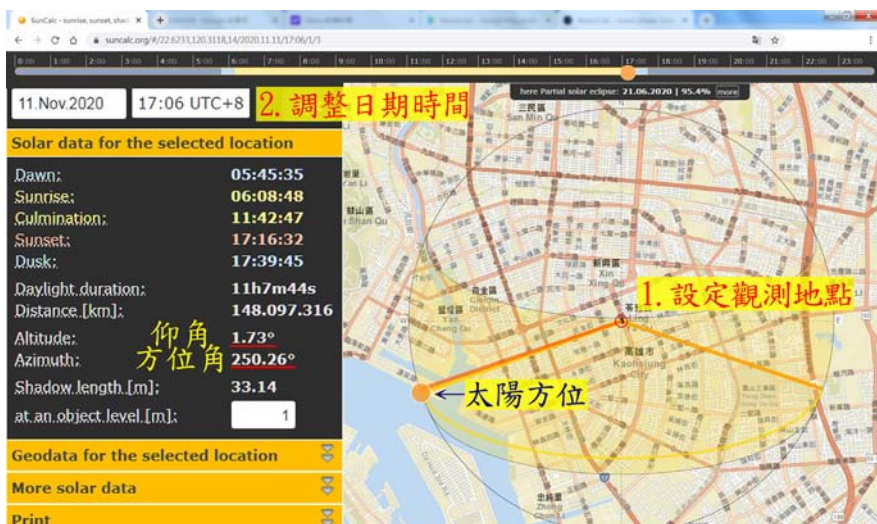
先完成1-4的基本設定，將STEP2.查到的時間設定，不過懸日的太陽應位在低仰角處、並非日落在地平面下，所以實際日期需先往前或往後調整數天，再調整時間找出太陽仰角低於3度且太陽方位角與街道方位一致日期，就是可見懸日日期及時間。

方法2. 利用SunCalc查詢

SunCalc網頁及同名手機APP能在Google地圖上顯示太陽位置資訊，調整時間使太陽方位切齊街道且仰角在0~3度間，即是可見懸日的日期，就可以很直覺的在地圖上判斷太陽與街道交會情況。

高雄青年路懸日在2020年11月最佳日期會落在11月10-13日間，同一地點每年會有2個時段可拍

攝（若是剛好冬至或夏至就只有1個時段），不同地點每個時段可拍攝時間會隨著道路長度、路幅寬度及二側建築情況會有1-3天的差異。此外，拍攝時當然要安全第一，注意拍攝位置的安全性，T字路口、彎道處或是剛好有天橋的馬路會是較安全的拍攝地點，不然趁綠燈過馬路站在馬路中間拍攝其實是蠻危險的，也很難有穩定的構圖拍到理想的畫面。



在SunCalc網頁中選好觀測地點，就會顯示設定日期的日出、日落方位(橘色線條)及設定時間太陽方位(黃色線條)。

↑手機可下載SunCalc org APP查詢太陽位置資訊，提供的數據雖較網頁少些，但用來查詢太陽與街道交會情況以經很夠用了。

2020年11月高雄青年路懸日概況（可見情況不同地點會有些差異）

在臺灣日落的太陽會由左上往右下方緩緩落下，相同地點每天太陽來到相同方位時不只仰角會有點改變，時間也提早或延遲2分鐘左右。

懸日拍攝

拍攝懸日也是得看老天爺的臉色，不只要天氣晴朗，日落方向低仰角處得無雲會是較理想情況，用廣角鏡頭就能拍下陽光從建築物間灑下情況，若要將太陽拍的大大顆的，就要使用長鏡頭甚至望遠鏡頭拍攝，拍攝場景會是逆光反差大的



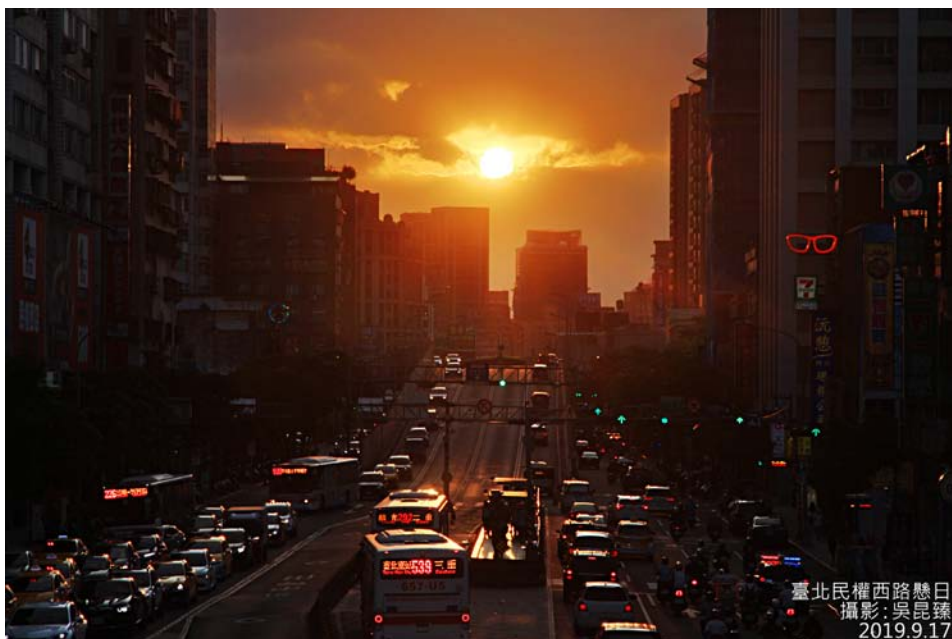
用手機就能輕鬆將眼前懸日景致拍攝下來，開啓HDR功能較能拍出現場眼睛所見氛圍。

狀態，可使用相機HDR功能得到較高動態影像，或是手動拍攝不同程度曝光影像再以HDR合成，使用長鏡頭或要進行HDR拍攝，一定要準備三腳架固定相機跟鏡頭。

太陽在低仰角處雖不會太刺眼，但還是應避免長時間直視太陽，最好準備太陽眼鏡保護眼睛，相機取景構圖時也不宜直接透過觀景窗瞄準，可利用相機LiveView（即時影像顯示功能）透過螢幕取景。若使用大光圈或大口徑鏡頭拍攝，也應適時加上減光鏡，避免鏡片聚熱燒毀相機。

拍攝懸日不用像拍攝星星那樣，得大老遠的離開都市，做好懸日拍攝地點規劃，再加上好天氣，就能拍下屬於自己的都市巨石陣美照。在天空，與太陽視直徑相當的就是月球，也是可以選擇月球作為相同主題的拍攝目標（若依懸日命名就要叫懸月？），不過月球在天空中的移動遠比太陽要複雜些，還有盈虧的變化差異，若要查詢月球與街道交會情況，可利用SunCalc相似的MoonCalc網站或同名的手機APP。

懸日是都市中特別的日子，太陽與街景結合的美景，相同的，若取景得宜也可以讓初升或西沉太陽或月球與一些特殊建築物或景物結合，〈EASY拍星空〉下期將延續本篇懸日拍攝主題，介紹日月與地景結合拍攝訣竅，敬請期待。



與上幅照片相同場景，改以長鏡頭拍攝，太陽看起來比較大顆些，呈現不同的感覺，可惜低仰角處雲層較多無法拍到紅通通的太陽西沉情況。

吳昆臻：臺北市立天文科學教育館

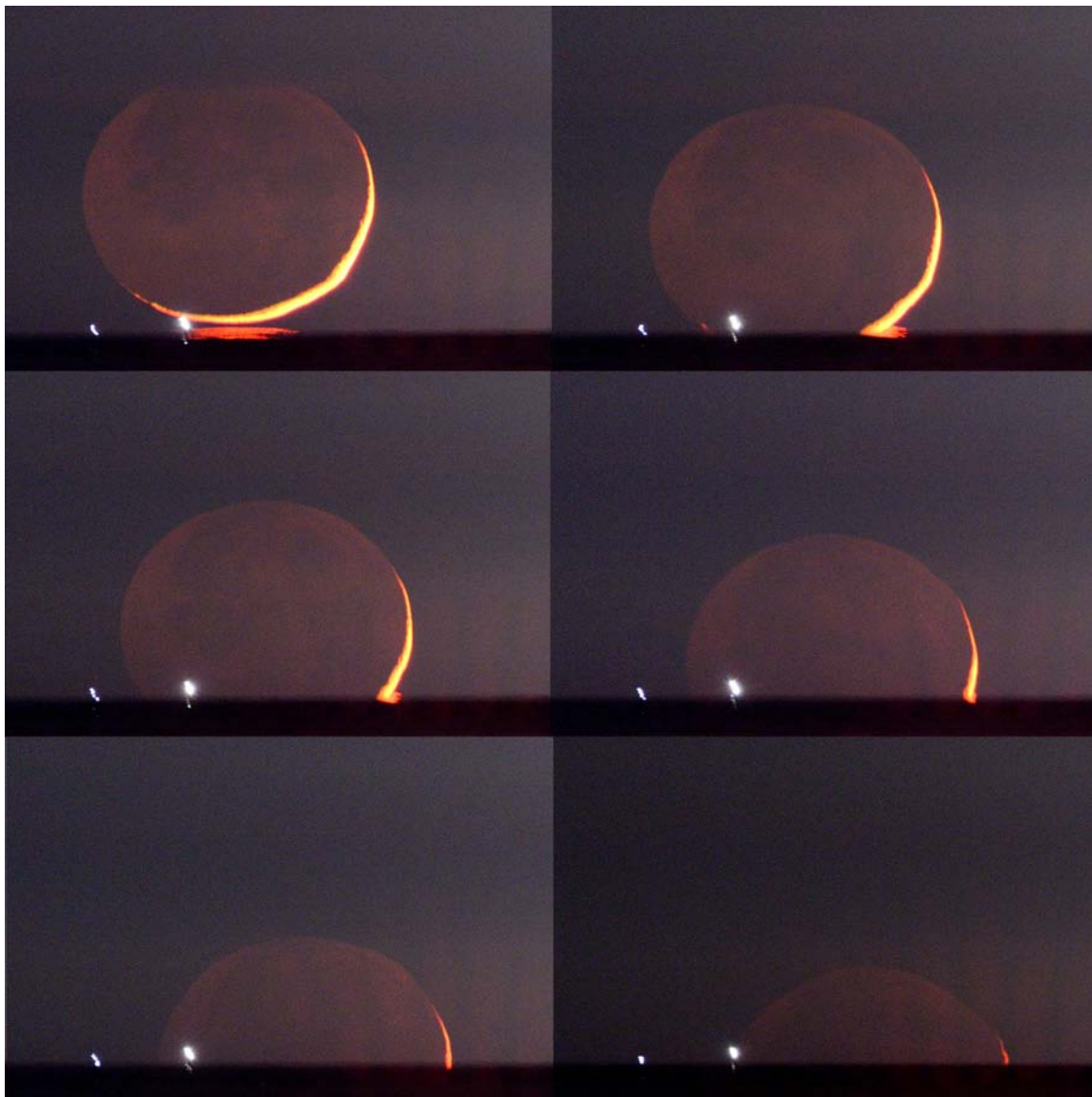


粉絲專頁：Kenboo 愛看星星的昆布

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

Astronomical 美星映象館 *photo gallery*

責任編輯/ 吳昆臻



月落時分的地球照 王朝鈺

時間：2020/07/22 20:12-20:13

地點：新竹市海山漁港

儀器：Nikon D800 camera (modified)相機、Tamron 150-600mm鏡頭@600mm f/6.3、iOptron IEQ30Pro赤道儀

參數：ISO3200、單張曝光5秒，每幅間隔19秒，6幅影像拼貼比較

說明：初二眉月西沉入海過程追蹤，低空無雲下地球照在沉入海平面清晰可見，低仰角時如同日落一樣變紅，第一張可以看到海面上還有反射的月光，後來西沉過程中亮面在海上留下月光反射但地球照則無。

→初二新月 王文正

時間：2020/07/22 19:23

地點：桃園市許厝港溼地

儀器：Pentax K1 mark II、HD DFA28-105mm鏡頭

參數：光圈F10、ISO 100、單幅曝光10秒，Astrotracer
追蹤

說明：在等待天黑拍C/2020 F3彗星之前，捕捉晚霞與
初二的新月地球照。



↓傳說中的藍閃光 謝易翰

時間：2020/06/15 18:46

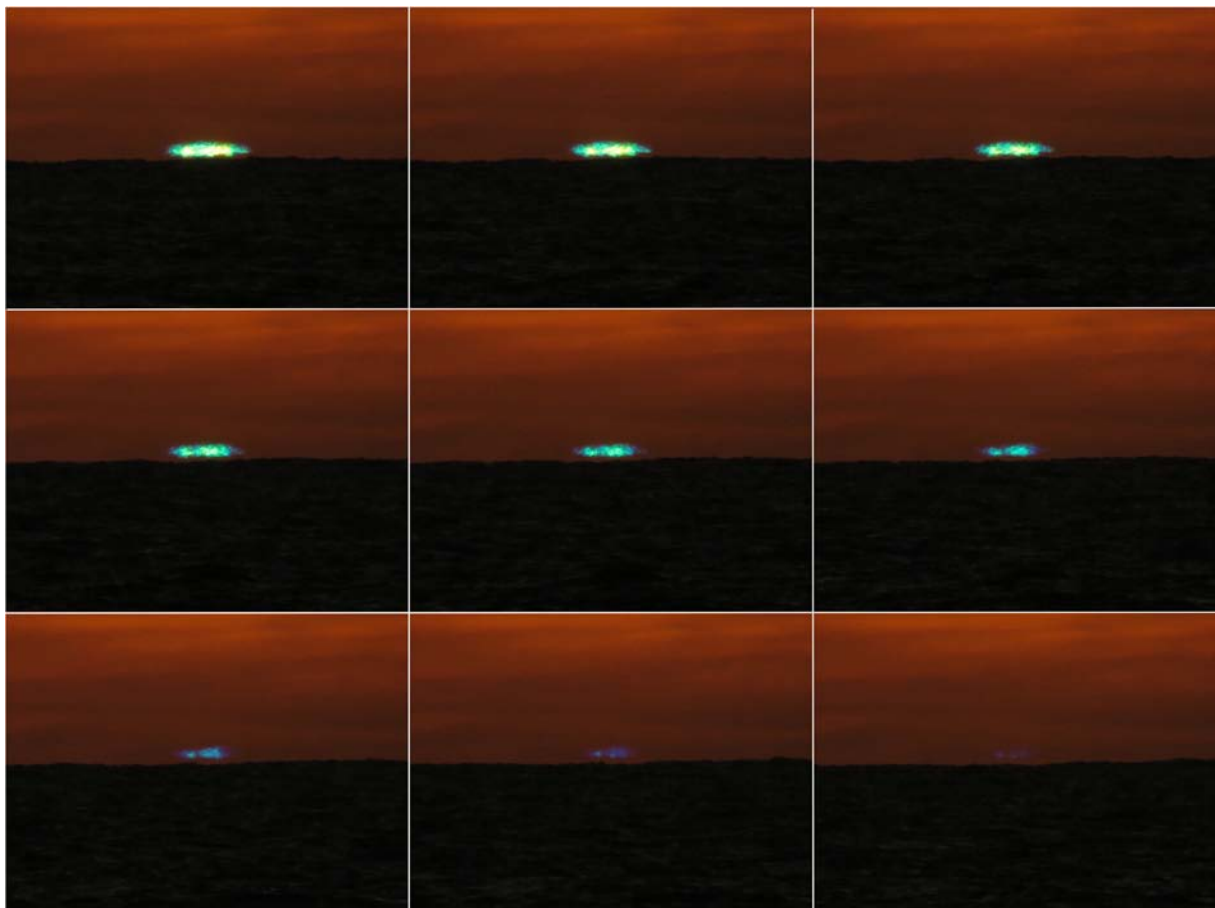
地點：台南市黃金海岸

儀器：Canon PowerShot SX60 HS(@65X光學變焦等效焦
距1365mm) F8.0

參數：ISO 100、M模式連拍

說明：6/15傍晚收工，看到群組裡老師發出拍綠閃的消
息，連忙衝到最近的海邊追綠閃。

檢查影像發現最後幾張並非預期的綠光，原以為
相機是不是壞了？但想起老師曾提過，除了綠閃
也可能出現傳說中的藍閃，再將影像放大檢視，
太陽沉落到最後依序可見綠光、藍光和紫光。





←太空站凌日月 錢昕

時間：2020/06/03 21:37 & 2020/06/27 12:08

地點：臺中市北區

儀器：Celestron C6N、EOS 77D、太陽部分使用巴德膜，高速連拍後以最小值疊合

影像處理：GIMP，月球部分另以RegiStax銳化。

說明：小天體通過大天體前方謂之凌。國際太空站在離地約400公里高的軌道上運行，不時出沒在我們的天空中，有時也會從太陽或月亮前方通過，此類現象皆是瞬間發生，可見範圍狹窄，紀錄相當不易。

↓國際太空站凌月 莊建庭

時間：2020/05/05 23:35:05

地點：高雄市路竹區路科九路

儀器：Vixen ED80SF、Nikon D7200相機、Vixen SXD2赤道儀

參數：ISO400、快門 1/1250秒

說明：國際太空站凌月面時間只有0.5~0.75秒，以錄影方式分格影格後疊加而成，當日的天文拍攝隊伍將近20人。



C/2017 T2 (PANSTARRS)

彗星與M81、M82

甘彗君

時間：2020/05/24 20:28

地點：雪霸國家公園汶水遊客中心停車

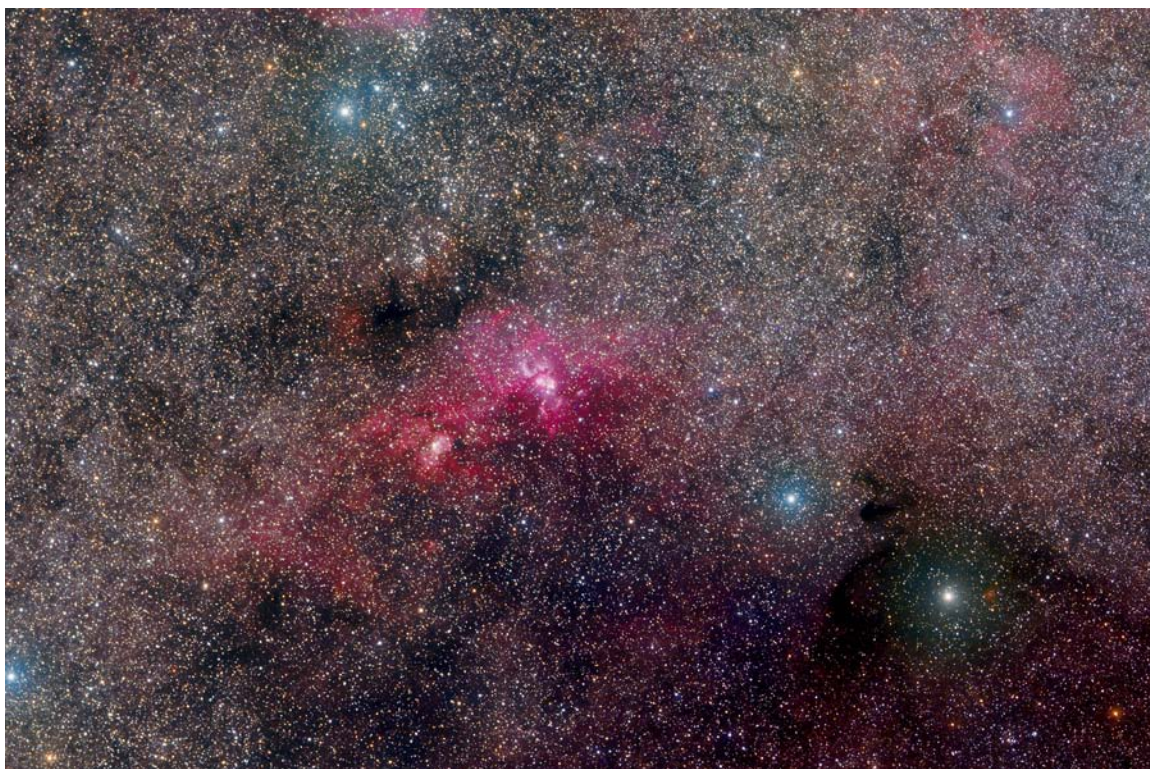
儀器：Takahashi FC-100DF望遠鏡、Vixen SDRD減焦鏡、Canon 6D(NKIR天文機改造)、Vixen SXP赤道儀、Lacerta M-Gen3導星裝置、APM 60240導星鏡

參數：ISO 1600、單張曝光180秒，20幅疊合

影像處理：PixInsight疊圖、

Adobe Photoshop CC後製

說明：雖然是梅雨季，但根據彗星軌道預報，T2彗星於5/23~5/25將從M81與M82旁通過，幸運的是在24日當晚天空大開，雖然雨季的水氣影響透明度，但仍然值得架起器材拍攝這難得的畫面喔！



自由女神星雲 NGC 3576 詹榆芃

時間：2018/03/20

地點：澳大利亞新南威爾賽丁泉天文台

儀器：Takahashi FSQ-106EDX望遠鏡、FLI ProLine 16803M、Astrodon Square 50mm E LRGB濾鏡、SB Paramount ME赤道儀，遠端遙控拍攝

影像處理：L:600秒 1幅、R: 600秒 1幅、G: 600秒 1幅、B: 600秒 1幅

說明：NGC 3576是一個位於船底座的發射星雲，位於銀河系的人馬螺旋臂。該星雲有六個不同的編號。目前天文學家稱該星雲整體為NGC 3576，另有一常見的暱稱是「The Statue of Liberty Nebula」，這是因為它的中心區域特殊的形狀，像極了位於紐約的自由女神像



NGC7000北美洲星雲及 IC5070鵜鶘星雲

黃歆傑

時間：2020/09/15

地點：台西自宅樓頂

儀器：FujiXM1相機、
KenkoSkymemo
S攝星儀、
SharpStar72ED(400mm)
望遠鏡、
SharpStar2”平場鏡、
200mmguider、宇隆
UHC濾鏡

參數：ISO6400、單幅曝光5
分，8幅疊合

影像處理：Sequator疊圖、
Photoshop後製處理

說明：NGC7000北美洲星雲及
IC5070鵜鶘星雲，組合
在一起就像是大嘴鳥想
吃大雞腿，十分有趣的
畫面。



Globular Cluster M5

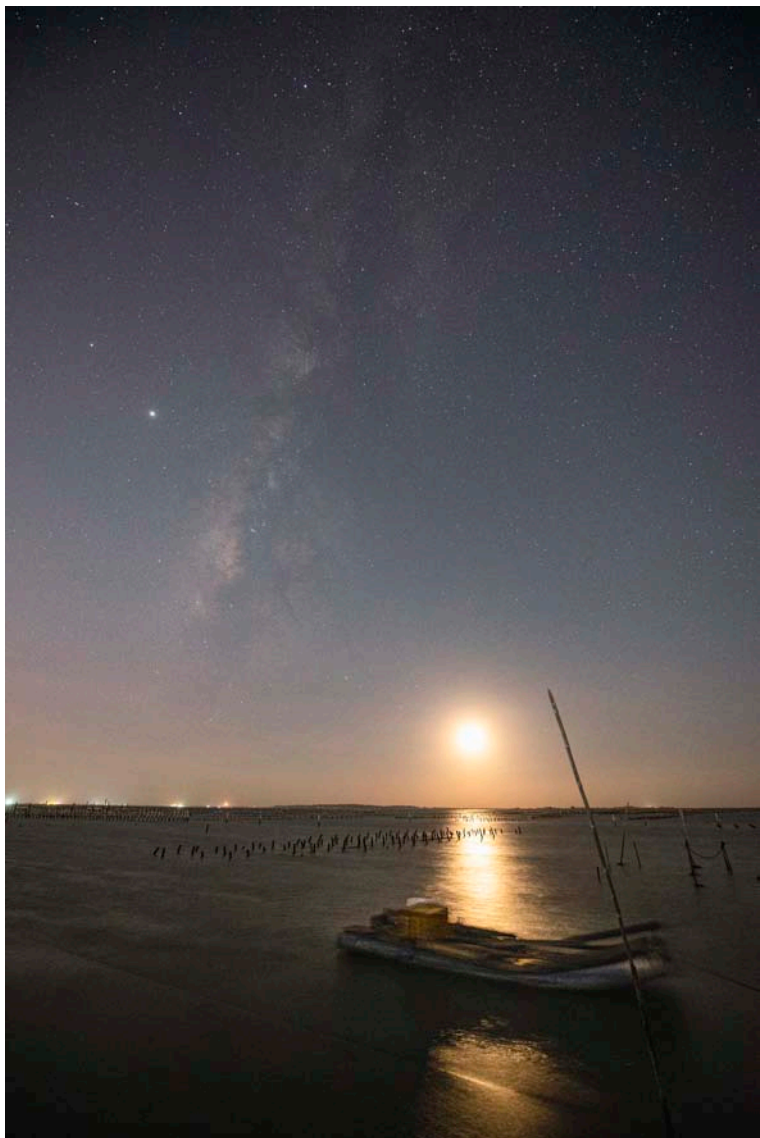
光害區中的球狀星團M5 繆皓宇

時間：2020/06/16~17 地點：苗栗市

儀器：SKY ROVER 70SA v3主鏡(D=70mm, f/5)、QHY183M製冷相機、QHCFW3S-US濾鏡輪、Optolong LRGB濾鏡組(AR版)、QHY miniGuideScope導星鏡(D=30mm, f/4.3)、QHY5L-II-M導星攝像頭、Sky-Watcher HEQ5 PRO赤道儀、DIY平場冷光板

參數：L:120秒x 23幅、R: 120秒x 20幅、G:120秒x21幅、B:120秒x40幅，Gain:11 Offset:8 Temperature:-10°C

說明：6月中的高氣壓很強，趁著天晴便有了這幅總曝光3小時多小時的照片，M5的視直徑大概是三分之二個滿月，在七公分小望遠鏡的解析力下只能解析出一些亮星，其中除了球狀星團主要年老、低表面溫度的巨星，還有一些藍色的巨星稱為藍掉隊星(Blue Straggler)，可能來自於球狀星團中高恆星密度產生的恆星間交互作用。



月光海&銀河

郭文龍

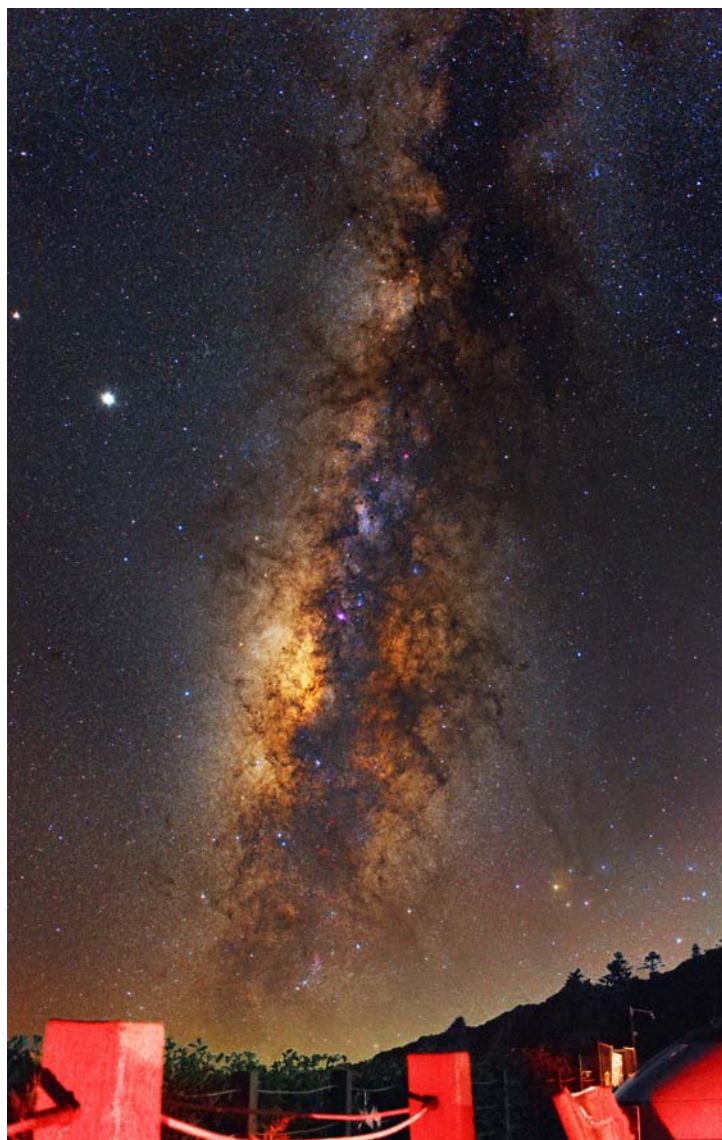
時間：2020/09/21 20:22

地點：七股觀海樓

儀器：Nikon AF-S 14-24mm f/2.8G ED鏡頭、Nikon D750相機

參數：ISO3200、單幅曝光10秒

說明：想像坐著小船去聽海浪聲看滿天星空.這是人生最大的享受之一。



昆陽銀河

王立宇

時間：2020/07/22

地點：合歡山昆陽停車場

儀器：Nikkor AF-S DX 18-140mm F3.5-5.6鏡頭、Nikon D5500相機、Skywatcher Star Adventurer攝星儀

參數：ISO 1600、單張曝光2分x 28幅，Dark、Flat、Bias校正
影像處理：DeepSkyStacker、Photoshop

說明：合歡山的暗空公園需要大家來共同守護，如此美景才有辦法在每年的夏天持續上演。



2020英仙座流星雨

吳東明

時間：2020/08/12

23:49~08/13 01:02多

幅疊合

地點：台南市七股海堤

器材：14mm f/2.8鏡頭、
NIKON D800(MOD)
相機

參數：ISO3200、6秒

說明：英仙座流星雨是三大流星雨之一，今年的極大期落在8/12~8/13凌晨，英仙座流星群流星速度快且明亮的火流星較多所以在少雲的時候也可以觀察到。



2020英仙座流星雨

吳昆臻

時間：2020/08/12 23:37~08/13
04:14

地點：屏東縣墾丁青年活動中心

器材：Tokina AT-X 116 PRO
DX II AF F2.8 II鏡頭、
Canon EOS M6 Mark II
相機，固定攝影

參數：11mm、f/2.8、
ISO3200、8秒，23幅
疊合

說明：以固定攝影朝北方天空捕捉英仙座流星雨，從1500多幅影像中找到20多幅有流星影像，對齊星點後疊合以顯示流星從輻射點方向灑出情況，地面取景為墾丁青年活動中心內閩南式建築。

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