

天聞



中研院天文所季報
ASIAA Quarterly Press
<http://www.asiaa.sinica.edu.tw>

中華民國108年
夏季號



1997年拍攝的海爾-波普彗星
(Comet Hale-Bopp)。
©中研院天文所/王為豪

一生必看的
天文奇景

前言

甫於四月公布的首幅黑洞事件視界影像，集結了相當於以地球直徑為口徑的無線電波天線陣列，讓人類不出地球，也能知宇宙事。而身處太陽系內的地球週遭，也有許多令人驚嘆的天文奇觀，

作者／劉君帆

不需要精密的天文儀器或是大型望遠鏡陣列，肉眼就可觀賞。太陽本身就是一個天文奇觀的製造工廠，它是太陽系的重力中心，其強大磁場也影響了整個太陽系；而地球、月球、太陽之間的交

互作用，也造成一些只有在地球上才觀測到的奇景。本期季報將帶領大家探索自從人類有歷史以來就觀測到的天文奇景：曾經被認為是不祥之兆的掃把星，可能是研究太陽系初始元素含量的鑰匙；曾經是避之唯恐不及的天狗吃日現象，原來是太陽、月球、地球之間距離與各自直徑造成的巧合，人們遠渡重洋只為拍到一閃即逝的鑽

石環；還有打著哆嗦也要一探極光女神的真面目，原來是太陽風與地球磁場交互作用的結果。這些天文奇觀，帶給人類想像，也曾帶給人類恐慌，當我們以天文現象解釋，揭開它們的神秘面紗，不但沒有減少它們帶給人們的驚奇，反而更讓人們了解太陽系運作的精妙。就讓我們隨著天文奇觀旅行團，繞著地球一探各種奇景。

彗星

作者／曾耀寰

十八世紀德國大哲學家康德（Immanuel Kant）曾說：世上只有兩件東西能夠震撼人心，一是我們頭頂上的星空，一是心中崇高的道德準則（the starry heavens above me and the moral law within me）。

星空是和諧的，是完美的，圓形的星體以圓形的軌道等速繞行地球，這是古希臘以

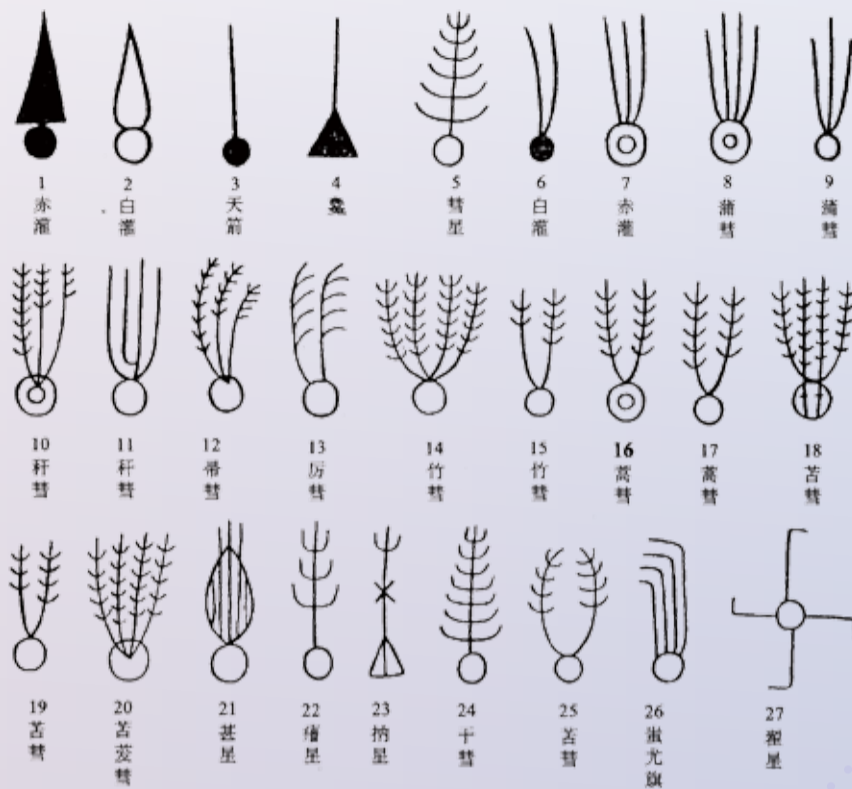
來的主流宇宙觀，但實際觀測常不完美，有火星逆行，或突然出現的掃帚狀彗星。火星逆行經過長期努力，在地心說的架構下，以本輪和均輪的模型解釋，而亞里斯多德乾脆將彗星視為一種大氣現象，不是天體。

彗星的記載東西皆有，西元前 164 年，巴比倫人在黏土

板上記錄了哈雷彗星，中國在春秋時代（西元前 613 年）也有文字記錄哈雷彗星，《春秋魯文公十四年》：「秋七月，有星孛入於北斗。」，星孛指的就是彗星。中國人對彗星的紀錄既多且完整，內容包括彗星的運動，還有型態和顏色。除了文字記錄，在距今兩千三百多年的馬王堆西漢墓，出土的帛書有 29 幅彗星圖，清楚表現彗星的特徵。



記錄了哈雷彗星的巴比倫黏土板。 ©Linguica / 維基百科



馬王堆帛書的彗星圖。©馮時，中國天文考古學，2010 年出版

由於彗星奇特的外觀、看似不定時出現、且偶有火紅彗尾，不論中外都將彗星當作不祥之物，1264 年的一顆大彗星，使得南宋理宗趙昀『避殿減膳，下詔責己，求直言，大赦天下。』。世人對彗星的恐慌甚至延續到 20 世紀初，毛利人認為 1910 年的哈雷彗星造成英王愛德華七世的駕崩。

對彗星的科學性瞭解開始於丹麥天文學家第谷 (Tycho Brahe)，第谷仔細觀測 1577 年的大彗星，但無法測出這顆彗星的視差，就像一般恆星一樣，因此推斷彗星距離至少比月球遠，不可能是大氣現象。解開彗星之謎的應該算是英國天文學家哈雷 (Edmond Halley)，他從三百多年的彗星觀測資料，找出週期 76 年的彗星，並預測

在 1758 年回歸，也就是我們現在所知的哈雷彗星。

彗星是一種以橢圓形軌道繞行太陽的髒雪球，當靠近太陽時，受到太陽的光和熱而揮發膨脹，並拉出長長的彗尾。通常彗星分長週期 (超過 200 年) 和短週期兩種，長週期彗星來自太陽系邊緣的歐特雲，短週期彗星主要來自古柏帶，最近天文學家發現一種很特別的主帶彗星，它存在於小行星帶。天文學家將小行星帶附近的觀測照片放在網路上，邀請大眾從當中挑選可能的彗星，這項由本所發起的網路公民計畫稱做彗星獵捕手 (Comet Hunters)，由於網民熱烈參與，完成近 35 萬次的分辨工作，使得該計畫提前分析完畢，對行星形成的瞭解有很大的幫助。



11 世紀的貝葉掛毯 (Bayeux Tapestry) 上出現哈雷彗星，貝葉掛毯長達 70 公尺，描繪 1066 年諾曼公爵威廉渡海攻打英格蘭，強奪王位，史稱黑斯廷斯之戰，當時也是哈雷彗星回歸之年。© 維基百科





2017 年美國發生的日全食，此圖是以 29 張照片疊加而成。© 中研院天文所 / 王為豪

日全食

作者 / 周美吟

日全食是天文迷熱衷的天文奇景之一。發生原因是月球剛好經過地球跟太陽的連線，在地球上看到月亮遮住了整個太陽，持續時間只有短短的幾分鐘。雖然日全食約每兩年就會發生一次，但因為地球上 70% 是海洋，要在交通方便的地方看到日全食，其實機會並不多。

在地球上能看到日全食，其實也是個巧合。因為太陽的直徑比月球大 400 倍左右，而太陽跟地球的距離，和月球跟地球的距離，相差也大約是 400 倍。這導致太陽和月亮，在天空中看起來的大小（視直徑）是差不多的。只是地球繞日軌道和月球繞地軌道都是橢圓形的，所以日地

距離和月地距離並不固定。當月地距離較大，在地球上看到的月亮就會小一點，若是此時發生日食，月亮無法把太陽完全遮住，這時看到的就是日環食了。因為太陽太亮了，日環食和日偏食發生時，人們只會感覺天空有稍微暗了點，但環境的變化並不明顯，這更顯出日全食的特別。

筆者曾經在 1999 年跟 2017 年，分別到德國跟美國觀看日全食。在日全食即將進入食既（太陽完全被月亮遮住）時，周遭的溫度會下降，天色變暗，因此鳥群也會突然起飛回巢，氣氛詭譎卻又讓人興奮。食甚時，太陽變成一個黑色圓盤，邊緣隱約有些光點，天空中還有星星顯現出來，景色令人難忘。

可惜此奇景只有短短數分鐘，毋怪乎有人效法「夸夫追日」，積極把握到各地觀賞日全食的機會。臺灣下次出現日食現象就在明年 2020 年的 6 月 21 日，金門、澎湖、雲林、南投、嘉義、臺南、高雄、花蓮、臺東等部分區域，有機會見到日環食，而其他地方則是日偏食，有興趣的朋友千萬別錯過！下次要在臺灣看到日全食景象，得要等到 2070 年的 4 月 11 日了。

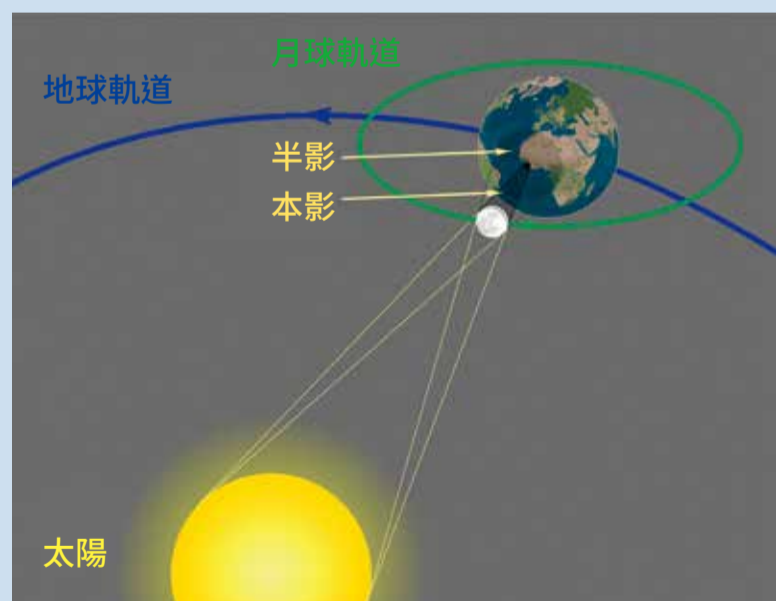
能欣賞到日全食奇景，算是現代地球人的小確幸。因為月球跟地球的距離正在慢慢變遠，再過幾億年，從地球上看到的月亮會越來越小，無法完全遮住太陽，那時的地球人就再也看不到日全食囉！



日偏食時，太陽光穿過樹葉間隙造成的針孔成像，可以看到太陽已經呈現彎彎的新月狀了。◎周美吟



2017 年發生在美國俄勒岡州的日全食，食甚時可見太陽外圍的日冕。◎中研院天文所 / 王為豪



日食示意圖。圖中位於本影區的人可以看到日全食，位於半影區的人只能看到日偏食。

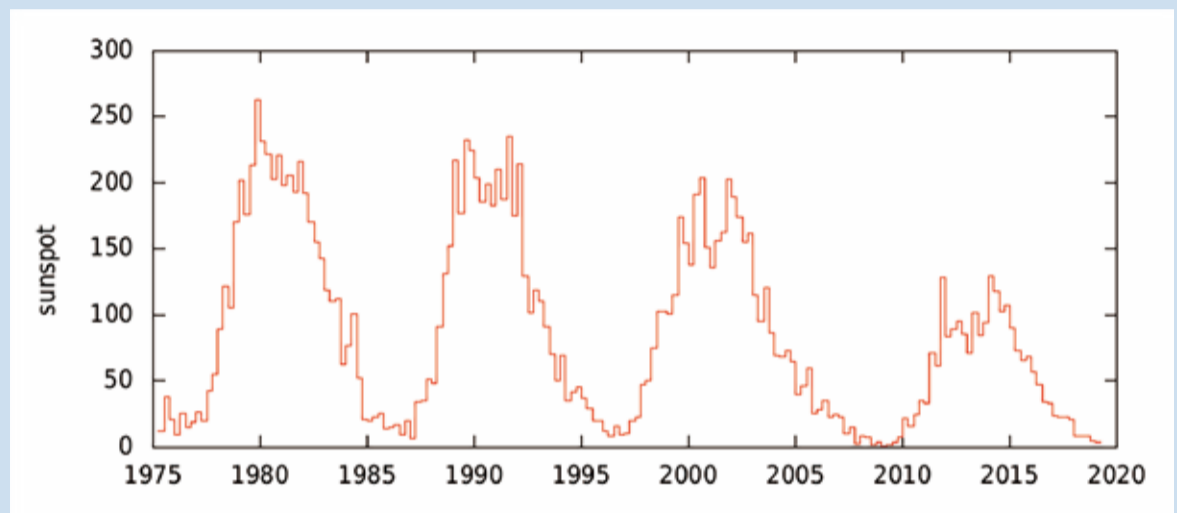
◎Sagredo / 維基百科

極光

作者 / 蔣龍毅

出國觀賞極光是近年來國人冬季或跨年旅遊熱門選項之一。極光係太陽產生的帶電粒子（俗稱太陽風）沿著地球磁場進入南北極，跟大氣層中氧、氮分子作用產生的輻射。不同能量帶電粒子激發出不同顏色：低能量電子激發氧原子發出白綠光，較高能量電子則可將下層氮分子激發產生青藍光，超高能量的電子則將氧激發產生紅或綠光（黃光來自紅綠混合，紫光來自紅藍混合）。極光發生的高度約在地表上方八十到兩千公里，極光弧寬度可超過十公里，或是窄到一公里以下。極光分布的範圍在地磁極 10 到 20 度，通常只有在高緯度國家才看得到。

極光的出現與太陽的活動息息相關。太陽黑子是太陽表面磁場較強的地方，使得該部份溫度較周圍低。太陽黑子數量跟極光會有正相關，如果太陽表面磁場活動多，



自 1975 年到 2019 年二月觀測到的太陽黑子數量。©SIDC (Solar Influences Data analysis Center)

日珥就多，產生的日冕物質伴隨著太陽閃焰噴射大量帶電粒子到地球。太陽閃焰曾經導致在英格蘭中部北緯 54 度都看得到極光！今年正好是處於太陽黑子 11 年週期的低點（且過去 11 年的黑子量特別低）。NASA 的太陽動力學天文台（SDO）也報導了今年二月太陽連續 18 天完全沒

有黑子。但想欣賞極光的朋友也不需要太擔心，二月初還是有人在冰島拍到極光巨龍，因為太陽風是一直在吹拂著地球！不過要看到令人驚豔的極光就真的要靠運氣了，最好的觀賞日期在新月前後 5 天，另外在手機或平板上也有一些預測極光亮度的 app 可供參考。



2015 年 4 月 10 日於美國阿拉斯加拍攝到的極光。©Sebastian Saarloos

中研院參與國際計畫 發表史上首張黑洞影像

本所參與的「事件視界望遠鏡（Event Horizon Telescope, EHT）」國際合作計畫，於 2019 年 4 月 10 日舉行全球同步記者會，公布第一張超大黑洞及黑洞陰影的視覺影像。

事件視界望遠鏡以獲取黑洞影像為首要目標，由 8 座散落各地的電波望遠鏡所組成，由於橫跨地球各處，它們形成了與地球一樣大的虛擬陣列式望遠鏡，形成前所未有的解析力。廖俊智院長表示：「8 座望遠鏡中，有 3 座是由中研院支援運轉（SMA、ALMA 及 JCMT），臺灣因此活躍於 EHT 合作之中。在本次突破性發現中臺灣扮演關鍵的角色，為首次觀測成像的四個團隊之一。」

本次公布的影像顯示了一個位於 M87 星系中心的黑洞。M87 星系黑洞與地球相距 5,500 萬光年，質量為太陽的 65 億倍。EHT 計畫主持人，哈佛-史密松天文物理中心 Shep Doeleman 表示：「我們讓人類首次看見了宇宙的單向門——黑洞，這項前所未有的科學成就，由 200 多位科學家共同取得。」

EHT 董事會成員及東亞天文臺臺長、本所特聘研究員賀曾樸院士表示：「透過比較觀測結果與計算模型，我們發現這些影像有許多特徵皆與理論預測非常符合，這讓我們對觀測的解釋非常有信心，包括黑洞質量的估計。」

黑洞是宇宙中極度壓縮的物體，在極小區域內含有極大質量。黑洞的

存在會影響其周圍環境，使時空變形並加熱周圍物質而發光。廣義相對論預測，這種高熱物質將「照亮」遭時空強烈扭曲的區域——導致「暗影」出現。

EHT 透過多次調校和成像方法，每次結果都顯現著中心有一黑暗區域的環狀結構：即「黑洞陰影」。EHT 科學委員會主席、荷蘭 Radboud 大學的 Heino Falcke 教授解釋：「如果周圍明亮，我們預期黑洞會形成一個黑暗區域，類似陰影，這是愛因斯坦廣義相對論預測過會出現的東西，但過去從沒有人見過。」

參與完成這項創舉的望遠鏡共有：阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列望遠鏡（ALMA），阿塔卡瑪探路者實驗（APEX），IRAM 30 米望遠鏡（IRAM），詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡（JCMT），大型毫米波望遠鏡（LMT），次毫米波陣列望遠鏡（SMA），次毫米波望遠鏡（SMT）、南極望遠鏡（SPT）。而 SMA、ALMA 和最新加入的格陵蘭望遠鏡（GLT），中研院更是從最初即參與建造。

EHT 的建構及觀測成果，是全球攜手合作的經典範例，因為有世界各地研究者的密切合作才得以實現。EHT 計畫主持人 Doleman 總結表示：「我們達成了一個世代前還認為不可能的成就。科技大幅突破，世界頂尖電波望遠鏡互相連結，演算法取得創新，匯集一起，我們開啟了探索黑洞和事件視界的全新領域！」

EHT 拍攝到的首張黑洞影像。©EHT collaboration

天聞季報編輯群感謝各位閱讀本期內容。本季報由中央研究院天文所發行，旨在報導本所相關研究成果、天文動態及發表於國際的天文新知等，提供中學以上師生及一般民眾作為天文教學參考資源。歡迎各界來信提供您的迴響、讀後心得、天文問題或是建議指教。來信請寄至：「臺北市羅斯福路四段 1 號 中央研究院 / 臺灣大學天文數學館 11 樓 中央研究院天文所天聞季報編輯小組收」。歡迎各級學校師生提供天文相關活動訊息，有機會在天聞季報上刊登喔！



發行人 | 朱有花 執行主編 | 周美吟 美術編輯 | 王韻青、楊翔伊 執行編輯 | 曾耀寰、劉君帆、蔣龍毅

發行單位 | 中央研究院天文及天文物理研究所 天聞季報版權所有 | 中研院天文所 ISSN | 2311-7281 GPN | 2009905151

地址 | 中央研究院 / 臺灣大學天文數學館 11 樓 (臺北市羅斯福路四段 1 號) 電話 | (02) 2366-5415 電子信箱 | epo@asiaa.sinica.edu.tw