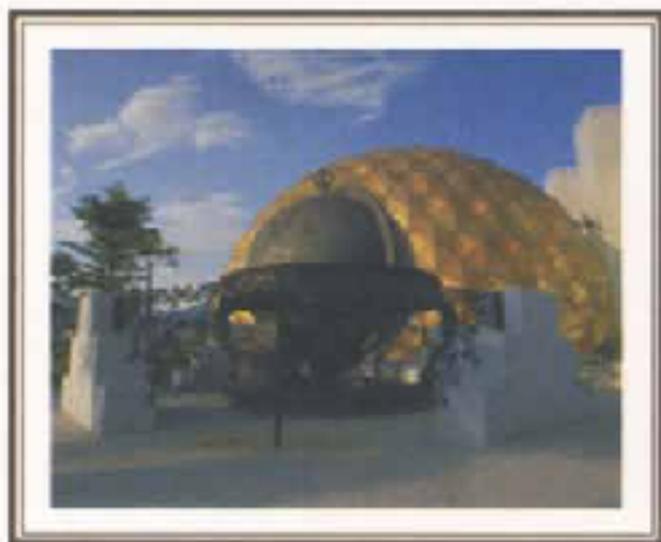


天文館期刊 第十一期



台北星空

Taipei Skylight



台北市立天文科學教育館

Taipei Astronomical Museum
Magazine

民國九十年(2001)重要天象


 阮國全

摘要：

今年的天象，月全食加上月掩星；金星東大距加上極亮；熒惑守心加上火星接近；木星、土星接近加上眉月；月掩木星加上天王星衝；幾個重要天象均連在一起同時發生，這種現象在往年很少見到，可以算是今年的特色；而下半年的獅子座流星雨，相信會再度掀起天文觀星的熱潮。此外，今年是約11年為週期太陽活動最盛期，太陽黑子會出現肉眼可見的大黑子群，也可能在低緯度出現極光，值得觀察。

今年上半年星空極為熱鬧，而下半年則趨於平淡，不過愈是平淡無奇，天文同好愈有時間去探索新天體，發生震撼天界的大事，例如1996年在平淡無奇的一年中卻爆發了百武彗星的熱潮，也因此，讓我們一起拭目以待吧。

（一）太陽活動極大期

太陽黑子數目多寡，約有11年的週期變化；太陽黑子數目多時，也常伴隨日珥、閃焰爆發，噴出大量帶電粒子流，對地球衛星通訊等干擾甚鉅。上一次極大期1989年，還造成加拿大地區的電力供應受到極大的影響。2001年又是太陽活動的極大期，早在2000年就已經觀察到太陽表面出現大黑子群，以及一些閃焰噴發，今年太陽表面的活動情形，仍值得密切觀察注意。

本館因此特別選擇了由美國國家科學基金會贊助、芝加哥科工館拍攝的影片「太陽」(Solarmax)，作為2001年新片推出(上映日期：2001年1月21日)；本片深入淺出的敘述了古代各民族以及近代科學家對太陽的認識，並對最近利用太空探測工具所獲得的新知做生動的介紹。全片許多珍貴的畫面都是SOHO衛星拍攝的影像及各地觀測的實景，透過天文館宇宙劇場360度銀幕的播放，聲光效果屬一流佳作。是教師學生、家庭親子與新世代民眾不可錯過的影片。

（二）元月一日 新世紀第一道曙光

台灣地區迎接新世紀第一道曙光，依各地所在的經度、緯度、及高度而有些微時間先後的差異；總括而言，經度所在愈東方、緯度所在愈南方、以及離地平面愈高，愈能更早見到日出的第一道曙光，需要考慮的此三項因素的綜合影響。天文館在2000年千禧年曙光時曾做過精密的計算與充分的報導，今年再經過仔細驗算，再次將各地的曙光時間公布，提供各界參考；同時也延續去年的服務，將簡易的計算置放於網站(<http://www.tam.gov.tw>)，方便民眾直接上網求查。

（三）元月三日 天龍座 星流星群最大

天龍座(古名：象限儀座) 流星群在新世紀開始馬上登場，演出的星空煙火秀，慶祝21世紀的來臨，1月3日晚上8時天龍座流星群最大，每小時可見120顆，惟當天為舊曆初九上弦月，月亮需到4日凌晨0時37分才沒入，因此子夜後可能較容易觀測。

統一編號：2009000711

中華民國八十七年十月一日創刊

中華民國九十年二月一日出版

發行人 阮國全
編審委員 王錦雄、吳福河
陶蕃麟、陳岸立
鄧民生、許菁菁
何秀玉

總編輯 葛必揚
編輯 蔡穎仁、林宏欽
李合峰、詹佩菁
李瑾、黎福龍
王志明

美術編輯 張麗香、陳美玲
孟聖竹、邱幗鳳
劉愷俐、連義鴻
簡字仲

封面設計 邱幗鳳、蔡承穎

發行所 台北市立天文科學教育館
地址 台北市士林區基河路363號
電話 (02) 2831-4551
傳真 (02) 2831-4405
網址 <http://www.tam.gov.tw>

承印 文芳印刷事務有限公司
地址 中和市中山路三段110號3F之5
電話 (02) 3234-6209
E-mail winfun@ms26.hinet.net

中華民國行政院新聞局出版事業登記證
局版北字第2466號

(四) 元月四日 地球通過近日點

1月4日17時地球通過近日點，距離太陽0.9833個天文單位，約1億4千7百萬公里（地球到太陽的平均距離為1個天文單位約等於1億4千9百60萬公里），這一天地球公轉太陽的軌道速率最大，太陽兩次過中天的時間間隔最久。

(五) 元月十日 月全食;月掩天樽二

1月10日凌晨（元月九日晚上）2時42分發生月全食台灣地區全程可以觀賞，其時間分別為2時42分02秒初虧（月球進入地球本影），3時49分30秒食既（月球完全進入），4時20分32秒時食甚（全食中間，食分最大），4時51分35秒生光（月球開始脫離本影），5時59分03秒復圓（月食結束），全部過程共歷時3小時17分又2秒，全食時間則為1小時2分左右，這次月全食最大食分為1.1947，上次發生在2000年7月16日，只可惜當天候不佳，只有快復圓時才看到，這次我們期待一個較好的天氣可以全程觀賞和拍攝。值得一提的是全食過程中，天空中出現月掩雙子座星（天樽二），該星星等3.5等肉眼可見，掩入時間凌晨3時28分49秒，復出4時12分32秒，對於未看過月掩星的同好，這是一個極佳的機會，可別錯過喔！

(六) 元月十七日 金星東大距

今年1月份和2月份天空中最耀眼也是除太陽月球外最明亮的星體非金星莫屬，金星在1月至3月日落後出現西方天空，而在1月17日在太陽東方達到最大角度與太陽相距47度6分之遙，這是今年觀測金星的最佳時刻。

2月22日9時金星過近日點，達最大亮度，為負4.62等，視直徑38.9秒角，為天空中僅次於太陽和月球的明亮星體。

(七) 二月一日

C/1999 T1 (McNaught-Hartley) 彗星過近日點

2000年12月13日過近日點的彗星C/1999 T1 (McNaught-Hartley)，預計於2000年12月至2001年3月期間，總亮度將達6.6等至8.0等左右，可於日出前在天秤座至巨蛇座之間找到這顆彗星，以雙筒望遠鏡即可觀察。除了C/1999 T1外，2001年還有三顆適合攝影觀測的彗星，須用口徑8公分以上的望遠鏡攝影才得以呈現：C/2000 W1 (Utsunomiya-Jones)將於2000年12月26日過近日點，12月初至2001年1月初亮度將達到7-8等左右；但12月中至1月中由於接近太陽不易觀測，可於1月下旬於日出前在東方的人馬座至巨蛇座（頭）之間找到這顆彗星，但亮度已遞減至10-11等左右。41P/Tuttle-Giacobini-Kresak將在2001年1月6日過近日點，亮度可達到10-11等左右，在日出前於東方的天秤座至蛇夫座之間找到。

因此2001年1月如用廣角攝影，可在蛇夫座、巨蛇座、天蠍座和天秤座之間同時找到C/1999 T1、C/2000 W1和41P三顆彗星。目前41P的亮度已向修正：2000年12月初預估亮度本為13.5等左右，但根據觀測得知亮度已為10.4等左右，所以過近日點時亮度必定會比原本預估的11.8等還亮。

(八) 二月八日 今年中最大的滿月

2月8日由於上午6時的時候月亮剛過今年中最近的一次近地點（356862公里），而望（滿月）則發生於15時12分，所以2月8日的晚上可以看到今年中最大的滿月。

(九) 三月四日 熒惑守心

3月4日22時火星（古稱熒惑）合心宿二（天蠍座主星，俗稱大火），兩者相距僅5度，子夜後可見全天空最紅的兩顆亮星緊靠，相互比豔，這是熒惑守心開始，5月11日火星留後逆行又回到心宿二附近，到7月20日留，再度最接近心宿二（守心），之後再度順行遠離心宿二，結束熒惑守心天象奇觀，因此2001年3月至8月稱為熒惑守心。

古代的人對這兩顆紅色的星如此接近，常視為不祥，巴比倫楔形文字曾記載如果火星退行到天蠍座，則國王應加強小心戒備，不宜冒險離開皇宮。我國歷代對此天象也有多次記載，並視之為影響朝運的嚴重凶兆；早在「史記」、「呂氏春秋」中就引述了春秋時代宋景公三十七年發生熒惑守心的傳說，之後陸續如秦始皇三十六年、西漢高祖十二年等，根據考証，這些記載多與事實不符，甚至多次紀錄純屬虛構，但由此足見此一天象受到重視的程度。

(十) 三月二十日 春分 黃道光

3月20日21時31分為春分時刻。春分前後（2月中4月中）及秋分前後（8月中至10月中）為欣賞黃道光的最佳時機。黃道光為積聚在黃道面附近的微塵粒子反射太陽光所造成的景象，春分前後於日落之後2-3小時內可在西方天空看到一三角錐狀的亮區，即為黃道光。秋分前後則於日出前可在東方天空看到黃道光。

(十一) 四月二十六日 眉月與木星、土星最接近

4月25日到27日，眉月在木星和土星中經過，配合背景的金牛座畢宿五和昴宿星團（七姊妹），亮星雲集，極適合從事星空攝影，事實上今年上半年木星和土星在金牛座併行這種現象60年才發生一次（木星土星接近每19.8585年發生一次，即會合週期）因此極為難得。

(十二) 五月二十二日 水星東大距

今年有三次東大距，分別是1月28日（距離太陽18度26分），5月22日（22度27分）、9月19日（26度32分），在這三次中，日落時離地平線仰角分別為18度、22度、14度，因此5月中、下旬是今年最適合觀察水星的時

候，從未看過水星的同好，務必把握良機。

(十三) 六月二十一日 日全食

主要發生在南美、南大西洋至南非一帶，台灣地區不可見。

(十四) 六月二十二日 火星接近地球

火星每兩年又兩個月接近地球一次，由於火星軌道較地球扁平（橢圓），所以每十五年到十七年才有大接近，最近百年來最大的接近要到2003年，這次的接近屬於中接近，發生在6月22日上午七時，距離地球0.4502個天文單位，視直徑達20.8秒角，此外6月13日火星衝亮度達負2.4等，因此今年6月份日落後火星位於東南方天空，為望遠鏡觀測火星表面特徵最理想的季節。

(十五) 七月四日 地球過遠日點

7月4日22時地球通過遠日點，距離太陽1.01664天文單位約1億5千2百萬公里，這一天地球公轉太陽的軌道速率最慢，太陽兩次過中天的時間間隔最短。

(十六) 七月五日 月偏食

7月5日21時35分07秒初虧，22時55分15秒食甚，7月6日0時15分17秒復圓，從初虧到復圓共歷時2小時40分10秒，最大食分0.4992。

(十七) 七月八日 穀神星衝

穀神星為編號第1號的小行星，是小行星中體積最大的，也是第一顆被發現的小行星，將於7月8日凌晨3時衝，其時位置在羊人馬座中，亮度可達約7.4等左右，可以口徑5公分以上的望遠鏡比對星圖找到他的蹤跡。

(十八) 七月十七日 行星大排列

7月17日至19日凌晨的東方天空由上往下排列為土星、金星、木星、水星、而下弦殘月遊走其間，形成一幕既有趣又美麗的畫面。

(十九) 七月三十日 海王星衝

7月30日19時，海王星進入衝的位置，亮度將可達7.8等左右，是一年中觀測遙遠而昏暗的海王星的最佳時機。可利用口徑5公分以上的望遠鏡比對星圖找到海王星。

(二十) 八月十二日 英仙座流星雨極大期

英仙座流星雨是每年固定發生的幾個大流星雨之一，今年發生日期從7月17日 8月24日，極大期在8月12日22時左右，預計流星數量最多可達每小時110顆左右，台灣地區適合觀測流星雨的時間在11日午夜11時過後至12日天亮之前，但因恰逢下弦，受月光影響嚴重，不利觀測。

(廿一) 八月十六日 月掩木星、天王星衝

8月16日凌晨1時55分月掩木星，2時43分19秒復出，當天月球在凌晨1時57分從東方偏北地平線出來，無法

見到掩入狀況，惟復出時仰角已達9度，天氣晴朗時肉眼可見。

6時，天王星將到達衝的位置，此時天王星位在摩羯座中，亮度可達5.7等，用雙筒望遠鏡比對星圖就可以找到天王星。

(廿二) 十一月十七 十九日 獅子座流星雨極大期

獅子座流星雨自1998年初母彗星55P/Temple-Tuttle回歸過後，一直是每年流星雨愛好者的最愛，2001年的狀況將更甚於1998-2000年。根據國際流星組織(IMO)的資料，將發生於11月14 21日，極大期則落在11月17日的21時，預計將會有每小時上千顆流星暴的現象出現，但不同專家有不同的極大期時間與流星數量的預測：Ignacio Ferrin：18日0時30分(~350顆)。David Asher & Rob McNaught：18日18時01分(~2500顆)、19日1時31分(~9000顆)、19日2時19分(ZHR-15000顆)。Peter brown：19日0時54分，另18日19時則可能為火流星集中的時間。除上述預測之極大期時間外，可能還會有一些次極大出現。不論哪一種預測，11月中的天空都非常適合觀看獅子座流星雨，因為恰巧在朔之後兩天，月光影響非常少，台灣適合觀看時間在11月17日、18日和19日三天的午夜12時過後至天亮的這一段時間，獅子座將出現在東方天空中。

(廿三) 十二月四日 土星衝

12月4日凌晨4時土星衝，同時為今年中最接近地球的時候(約8.1個天文單位)，亮度將達負0.4等左右，日落後見於東方天空。

(廿四) 十二月十四日 雙子座流星雨極大期

雙子座流星雨亦為每年固定發生的大流星群之一，發生時間是在12月7 17日，預計極大期將落在14日9時30分至14時30分，數量最多的時候可能集中在12時左右，最多可達120顆，雖近期，月相頗利於觀測，但極大時間是在台灣的白天，台灣地區較適合的觀測時間是在13日和14日的晚上至隔日凌晨，幾乎整晚都可以看到雙子座。

(廿五) 12月15日 日環食

本次日環食發生在太平洋至美洲一帶，台灣地區不可見。

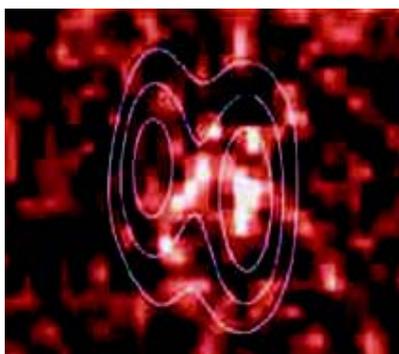
(廿六) 十二月三十日 半影月食

12月30日半影月食，16:25.4初虧 20:33.1復圓，18:29.2食甚，最大食分可達-0.11005，全程共歷時4小時7分43秒。台灣地區無法見到進入半影的過程，但可見離開半影的過程。半影月食肉眼並察覺不出有何改變，必須以攝影的方式才能看見月亮光度的變化。

欲窮千里目 更上一層樓

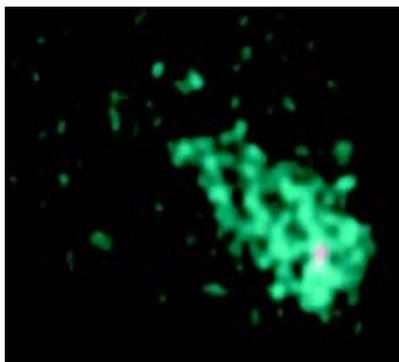
當季天文紀實

編譯：吳志剛



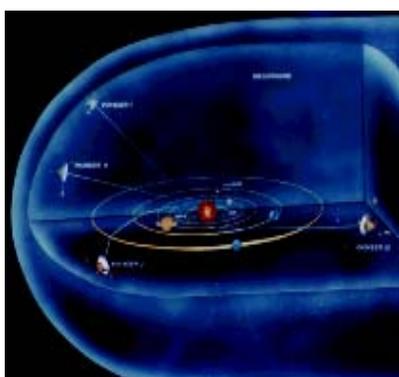
重測最遠星體距離，降為百億光年

天文學家在對編號STIS 123627+621755星系進行紅位移測量後發現，這個一度被認為是宇宙最遙遠星體的距離，並非如先前所知的125億光年，而是只有約一百億光年。因此，這個最遠星體的寶座也就拱手讓給了2000年九月被發現的一個似星體，它與地球間的距離為110億光年。(2000.12.1)



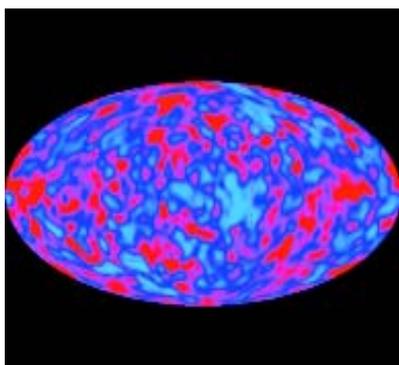
詹德拉望遠鏡資料發現中子星，兩高中生獲獎

兩名美國高中生，18歲的Charles Olbert與16歲的Nikolas Williams，利用NASA詹德拉x-ray太空望遠鏡與VLA的觀測資料進行分析，在超新星爆炸殘骸IC433中發現了中子星，因而獲得西門子 西屋科技首獎殊榮。IC433距離地球約五千光年，天文學家堅信其中應有中子星存在，並曾對該區域詳細搜尋，但無所獲。(2000.12.3)



距離地球最遠太空船即將抵達日光層邊界

NASA的航海家一號太空船即將抵達太陽系邊界：日光層的邊緣，並於2003年成為第一個離開太陽系的人造物體。它目前的位置在冥王星至太陽距離的兩倍遠，是離地球最遠的太空船。航海家一號於1977年發射，1979年飛掠木星、1980年抵達土星，沿途有許多重大的發現。其姊妹船航海家二號則探測了四顆外行星，目前距離約為前者的80%。NASA將利用這兩艘太空船對太陽系邊緣做進一步的瞭解。(2000.12.20)



宇宙過去溫度較高，大霹靂再獲佐證

已被天文學家廣泛接受的大霹靂宇宙誕生理論再度獲得了另一項驗證：宇宙較年輕時，背景輻射溫度的確比現在高。來自德、法、印度的天文學家們合作分析了在數十億年前，宇宙年齡只有現在六分之一時，似星體被星際塵雲吸收的光，結果發現當時的宇宙背景輻射溫度為6~14° K，的確比現在的2.73° K來得高，與大霹靂模型的預測完全吻合。(2000.12.30)

沒有恆星的暗物質星系

劍橋大學 Drs Neil Trentham 等學者推測，宇宙中可能蘊藏著大量沒有恆星、完全由黑暗物質所組成的星系，而且數量是普通星系的一百倍。雖然目前已有許多證據和理論支持宇宙中的確具有大量暗物質，但因它們不發光，所以天文學家僅能以重力透鏡來找尋這些黑暗星系存在的證據。候選者之一的 UGC10214 有一個物質流，顯示它與其他星系間有交互作用存在，但物質流的終點卻空空如也，或許便藏匿著黑暗星系。(2001.1.7)



載人飛行再進一城，神舟二號安返地球

中國的神舟二號太空船一月十六日順利完成為期七天、環繞地球108圈的試航，降落在內蒙古。這是繼1999年十一月神舟一號之後，第二架試飛成功的中國載人太空船。神舟號太空船改良自蘇聯的聯合號太空船，可載人飛行。中國預定在2005年之前，將中國太空人以自製的神舟系列太空船送上太空，此舉將使中國成為繼美、俄之後，第三個具有載人太空飛行能力的國家。(2001.1.17)



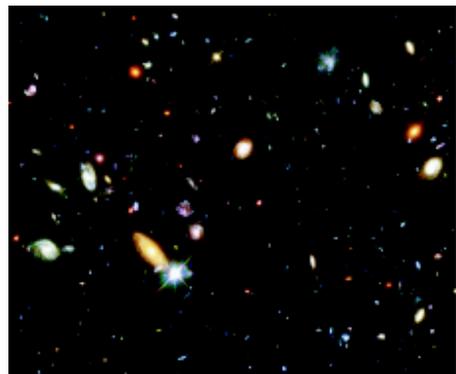
國際太空站再添生力軍，命運號實驗艙接軌

亞特蘭提斯號太空梭於二月七日再度升空，並在抵達國際太空站後，由太空人進行三次共六小時的太空漫步，將美國製造的命運號太空實驗艙(Destiny)接上國際太空站。命運號太空實驗艙長8.5公尺，相當於一部公車的大小，造價達十四億美元，是目前國際太空站上最昂貴的艙組。未來，這個由波音公司所建造的太空實驗艙，將成為國際太空站上進行各項零重力環境下生物與物理實驗的重鎮。(2001.2.10)



宇宙年輕了，最新估計約 125 億年

根據巴黎天文台 Roger Cayrel (P.I.)、Francois Spite 與 Monique Spite 以歐南天文台 VLT 光譜觀測的研究結果顯示，宇宙至今年齡約 125 億年，比一般所認為的 150 億年要年輕一些。這些天文學家以類似考古學碳十四的方式來測定宇宙年齡，但所使用的是宇宙中的鈾元素。雖然這項測定誤差約 25%，即 30 億年，但仍比其他天文觀測所得的資料精確。(2001.2.11)



資料來源：

Chandra X-ray Observatory Center, <http://chandra.harvard.edu>

Discover is NEAR, <http://near.jhuapl.edu>

ESA Science, <http://sci.esa.int>

Space Telescope Science Institute, <http://www.stsci.edu>

NASA Space Science, <http://spacescience.nasa.gov>

Nature, <http://www.nature.com>

Science, <http://www.science.com>

Spaceflight Now, <http://spaceflightnow.com>

Ulysses, <http://ulysses.jpl.nasa.gov>

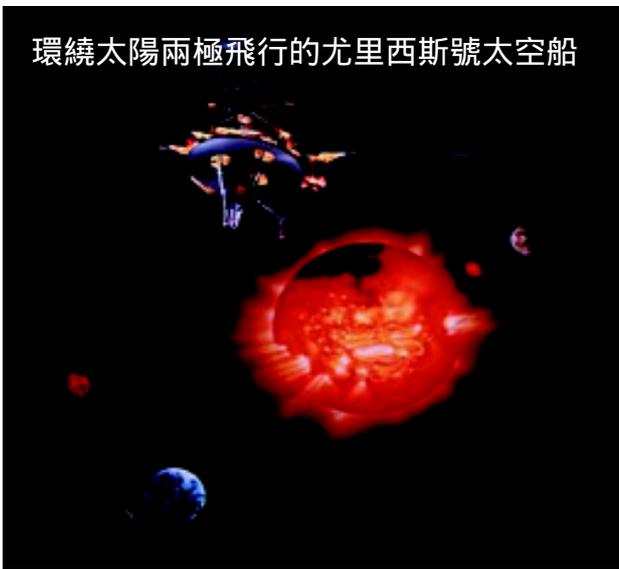
Voyager Project, <http://vraptor.jpl.nasa.gov/voyager>

欲窮千里目 更上一層樓

尤里西斯，太陽磁極反轉的目擊者

熱力依然難擋、光芒仍舊耀眼，看似一如往常的太陽，其實正經歷著奇妙的磁場倒轉過程。儘管天文學家早已知曉太陽磁極每十一年就會倒轉一次的事實，但這還是第一次由太空船觀測到整個事件的發生。

環繞太陽兩極飛行的尤里西斯號太空船



尤里西斯號是歐洲太空總署與NASA合作發展的太陽觀測衛星，於1990年發射，以幾近垂直黃道的 80.2° 軌道，每六年環繞太陽運行一週。這種特殊的軌道使科學家們得以詳細觀察太陽的高緯度區域，正好補足了地球觀測位置的不足。1994年與1996年，尤里西斯號分別飛越了太陽的南極和北極，雖然當時太陽正處在活動極小期，但還是帶來許多有關宇宙射線、太陽風等重大的發現。而2001年的此時，尤里西斯號再度越過太陽南極上空，正值十一年一次的太陽活動極大期，也是太陽磁極逆轉的重要時刻，於是這神秘的過程，便完完整整地呈現在世人面前了。

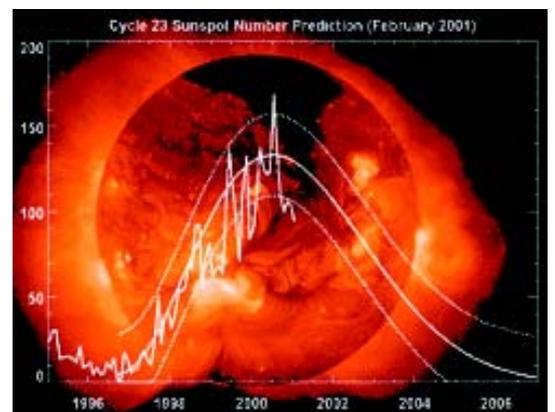
太陽磁極反轉的過程複雜而綿延，並非轉瞬即成。在過去幾個月裡，太陽新舊磁場勢力消長互見，即使現在，舊磁極仍然存在，但新生成的太陽磁極，正逐漸移向太陽兩極，同時舊的磁極則漸漸減弱，最後終將被新磁極取代，但這場拉鋸戰還要持續好幾個月。

其實天文學家在去年底便根據地球天文台所觀測到的

一些複雜現象而推測太陽磁極正在反轉，徵兆之一是去年十一月由於新舊磁場爭戰而發生的一場太陽風暴，平時大多發生在低緯度區域的太陽活動此時也蔓延至極區附近。尤里西斯號位在太陽極區上空，正好詳細地觀測了這個新舊磁極爭戰的過程。

太陽磁極的改變會藉著太陽風被帶到日光層的每個角落裡，在整個太陽系中造成為時大約一年的擾動。隨著27天的太陽自轉週期，太陽磁場也會隨之以螺旋形向外擴張，使磁力線呈阿基米德曲線（Archimedean spiral）螺旋狀分佈。在太陽磁極上方遠處，磁力線扭曲的樣子就像纏繞在陀螺上的繩子一樣。至於太陽磁場變換對地球環境的影響，則還是科學家欲瞭解的秘密。

不過一旦太陽磁極更換底定，未來十年內將不會再有變化，直到下次極大期來臨，也就是2012年時，這齣洶湧壯觀的太陽磁極逆轉大戲才會重新上演。



近年來太陽黑子的數量變化與預測

成功降落小行星，NEAR 太空船締新猷

舉目遠眺眾星，很難想像三億一千六百萬公里外，正進行著一場人類有史以來最大膽的探險活動：NASA近地小行星會合任務太空船，簡稱NEAR，正接收十八分鐘前發自地球的命令，嘗試降落在一顆直徑33公里，只比台北市略大的小行星愛神星(Eros)上。這不僅是小行星探測史上的一大步，更開創了太空發展的新紀元。

NEAR於1996年二月十七日發射，經過四年32億公里漫長的航程，終於在2000年二月十四日抵達Eros小行星，並進行為期一年的環繞探測。在這一年中，NEAR收集的資料比預期多十倍，並對Eros進行了超過1,100次雷射測距，繪製出精密的三維地圖。根據重力探測資料顯示，雖然Eros具有堅硬的表面，但內部結構卻相當鬆散。X-ray、-ray與紅外線資料也對其成分做了詳細的調查。攝影機所拍攝的十六萬幅照片，則涵蓋了這顆小行星的每一個角落。整整一年後的今日，在計畫經費不足、燃料也將用罄之際，任務中心決定放手一搏，大膽嘗試史無前例的小行星降落。

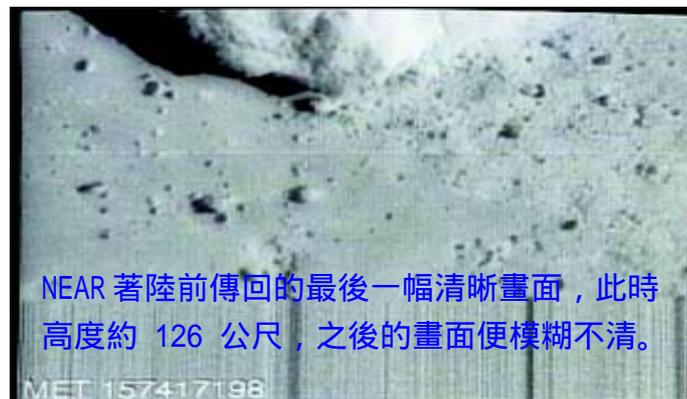
NEAR的火箭在台北時間二月十二日9:31p.m.發動，將近八百公斤的太空船從26公里高的軌道上一邊降低、一邊減速至時速五公里，以便能安全降落在Eros表面一處稱為Himeros的鞍狀地形。任務中心原本抱著姑且一試的心態，低調處理這次降落行程，因為NEAR的設計中根本就不包括降落，但四個多小時的降落過程卻出人意料地完美。NEAR在十三日2:06a.m.著地，著陸點離預定點僅兩百

公尺，降落速度每秒1.8公尺，比先前所有的登陸任務降落速度都還低，因此NEAR不但沒有撞毀，而且還能正常運作！

NEAR在降落途中不斷拍攝地面影像，傳回最後一張清晰照片時距離地表僅約126公尺，連地面上十公分以下的小物體都可分辨出來。這些珍貴的照片將有助於科學家解開小行星之謎，例如Eros上為何會有大大小小的碎石及塵土等。



由於NEAR太空船在降落Eros小行星後狀況良好，因此NASA決定將NEAR任務延展十天，以便讓科學家利用這次成功降落小行星的機會繼續進行研究。這次延伸任務主要是以太空船上的x-ray與-ray光譜儀探測小行星的表面組成，將先前所收集的資料精度提高十倍，並利用NEAR的低增益天線將這些資料傳回地球。至於NEAR上其他的儀器，包括相機、磁力計等似乎已無法使用。科學家現已埋首於無數資料的分析中，小行星的秘密也將隨之揭開，且讓我們拭目以待！



作者：現任職於台北市立天文科學教育館

望遠鏡與天文台

陳俊良

欣賞過了鏡子區域中自己多變的影像後，接著我們要帶領大家參觀的區域是『望遠鏡和天文台』。藉由這個區域，希望能讓大家對現代天文學有些基本的瞭解與認識，而在認識望遠鏡之後，也請大家試著去野外進行觀測，不但可以體驗一下星夜的美麗，也能很快認識到天文學家需要的毅力與執著。

從鏡子區往望遠鏡區移動，首先映入眼簾的，是一張充滿圓圈的照片。很多人都會誤以為這張照片是黑洞、龍捲風等等的圖案，其實這是一張星星所留下的軌跡圖，那是因為地球自轉的關係，所以夜空中的星星看起來像是繞著北極點或是南極點旋轉的樣子。因為星星一日周轉一圈，又稱為日周運動。要拍出這樣的照片，需要利用長時間曝光的技巧，大家不妨算算看，這張照片曝光了多久；此外，這張照片的左下角，大家可以看到一個圓頂建築物，知道這是什麼嗎？沒錯，這就是天文台。這個天文台叫 AAO (Anglo-Australian Observatory)，是英國與澳洲在西元1975年合作興建完成的，裡面藏著一支口徑3.9公尺的反射式望遠鏡喔。

什麼是反射式望遠鏡？基本上，光學望遠鏡根據其鏡片種類，可以分成折射式與反射式兩大類，如果望遠鏡中的主鏡（通常是口徑最大的鏡子）使用光線可以穿透的透鏡，就是折射式望遠鏡；如果主鏡

使用光線無法穿透，只能反射的面鏡，就是反射式望遠鏡。不過不論是哪一種，主要的目的皆為聚光和放大，也就是使物體放大好讓觀測者能夠將兩個過於接近的光點解析開來，並收集更多光線，使遠方暗淡的物體看來較為明亮。請大家繼續往望遠鏡區移動，就會看到這兩種型式的望遠鏡各兩隻，而在它們之間的，則是光線在望遠鏡中行進路線的模型。大家可以利用這四個望遠鏡看看月亮，體驗一下望遠鏡的功能。

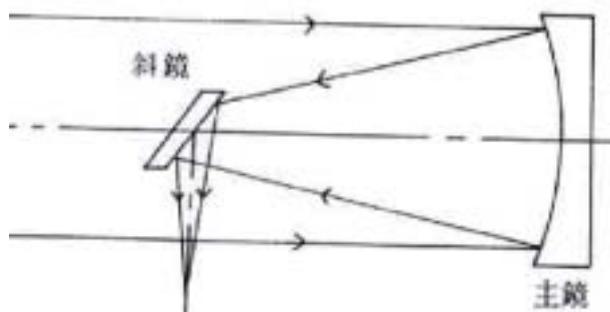
最早發明望遠鏡的是一位荷蘭的鐘錶匠漢斯·立普塞先生，他將兩片凹、凸透鏡組合成了第一個望遠鏡，但是最先把望遠鏡用於天文觀測的則是伽利略，伽利略當時自製的望遠鏡並不大，透鏡直徑不過五公分，但它已經幫伽利略發現了許多有趣的現象，譬如月面有凹凸、太陽有黑子、木星有衛星和金星有盈虧等，也因此帶動了天文觀測的風潮，這些資訊在『天文觀測史』中可略窺端倪。而在『天文望遠鏡的構造』面版上可以看到時代最早的天文望遠鏡-伽利略式望遠鏡的基本結構及說明，旁邊則是刻卜勒接著發明的望遠鏡，以及一具被剖開來的折射式望遠鏡。這些利用凸透鏡將光線匯聚後，使得物體看起來較大的望遠鏡，主要盛行於20世紀之前，它們所得到的影像品質頗佳，但因為主鏡的口徑愈大，玻璃的厚度就必須相對

Preview

的增加，被吸收的光線也越多，影像無法變得更亮；同時由於主鏡大，重量也大，造成鏡筒容易彎曲；再加上焦長過長，使天文台的觀測圓頂需要做得很大等因素，讓大型折射式望遠鏡的技術難度和造價愈來愈高，實用性卻未隨之提高，而逐漸被反射式望遠鏡所取代，目前僅有小型望遠鏡會選擇折射式。有趣的是，大家可以看到那具剖開來的望遠鏡，鏡筒中有阻擋漫射光線的光柵，主鏡的部份則是一個凸透鏡和凹透鏡的結合，您知道是為什麼嗎？（本段名詞請參考前期『透鏡與面鏡』一文）

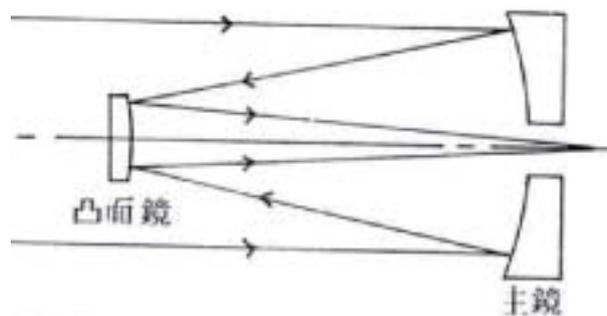
看過了折射式望遠鏡後，相信大家會對反射式望遠鏡更加好奇。最早的反射式望遠鏡是由牛頓於1668年所發明的，目的則是為了消除折射式望遠鏡影像中的色像差。由附圖可知牛頓式望遠鏡是由凹面的主鏡和平面的次鏡所組成，其中次鏡與光軸成45度，裝在從主鏡反射過來的光之焦點的前方，將光直角反射出來。牛頓式望遠鏡的特徵為次鏡是平面鏡，所以主鏡和次鏡的合成焦距和主鏡焦距相等。使用牛頓式望遠鏡觀測時，觀測者的位置和光源方向成直角，就像我們所看到的模型一樣，使用上較不方便；若望遠鏡較大時，想觀察天頂附近的天體，目鏡的位置更會離地過高而造成不便。

牛頓的發明讓望遠鏡的眼睛可以愈



牛頓式反射式望遠鏡

張愈大，法國人蓋賽格林更於1672年發明了蓋賽格林式望遠鏡，改善了牛頓式望遠鏡從鏡筒旁邊觀測的缺點。在牛頓式望遠鏡旁，就是蓋賽格林式望遠鏡，它讓從主鏡反射的光經由凸面鏡次鏡反射，通過主鏡中央的孔出來。它的特徵是合成焦距約比主鏡的焦距長3-6倍，使得倍率也隨之增加，且光路的往返讓鏡筒長度不需要很長，這是其長處；但主鏡中央的孔讓製作困難，所以通常不使用於小口徑的望遠鏡，不過大口徑的望遠鏡幾乎都採用這個型式，本館第一觀測室的45公分望遠鏡即採用此型。



蓋賽格林式反射式望遠鏡

自從有了望遠鏡之後，相關的改善技術就不斷推陳出新，除了前面提及的部份，還有許多如消色差透鏡的出現、折反射式望遠鏡的問世，以及為了加大口徑而發展出來的組合式鏡面及主動式光學系統等，都有賴於前輩們時間與金錢的奉獻，才能讓天文觀測的視野一步步接近整個宇宙的範圍，也才有現代天文學的誕生。尤其是主鏡的口徑愈做愈大後，天文台也隨之愈蓋愈大，而對於天文台位置的選擇，也愈來愈挑剔，於是每個天文觀測事件背後的故事，也愈來愈豐富。天文館在這個

地方，將比較重要的事，都展示在『天文觀測史』的櫥窗之中，您可別輕易忽略了這個部分喔！

當然，要瞭解望遠鏡，除了知道主鏡的兩大形式之外，還必須對望遠鏡的架台有所認識；另外，對於望遠鏡口徑及倍率大小的比較，也常是一般人容易誤解的部份，這些相關模型，也在本區中一個個出現，讓我們慢慢研究研究吧。

在反射式望遠鏡區旁，是『星空的運動』，裡面有一具星象儀，透過它，我們不但可以在室內展示全天空，並讓星點如牆上所附的四張照片般移動，還可以帶領大家參觀北半球任一個緯度所能見識到的星空，是個加強自己認識星座的好場所，如果您要觀賞，可以到二樓的諮詢服務台登記。而越過這個區域，上了看台，就可以看到許多望遠鏡。從左邊開始，首先是讓大家認識空氣擾動的望遠鏡，只要我們按住按鈕不放，在燈絲的加熱下，美麗的七姊妹星團就會開始模糊起來，就像我們年節拜燒紙錢時煙霧後方的景物一樣。由此可知，再怎麼優良的望遠鏡，只要遇到大氣擾動，就英雄無用武之地了。所以，在安置望遠鏡的時候，天文學家都希望能挑選一個大氣寧靜度較高的地方，好讓望遠鏡能有效發揮作用。

接著，我們會看到兩具放在玻璃櫃中的望遠鏡。很多民眾到這個地方時，常會貼著玻璃櫃，希望能瞧出一些端倪，卻只是留下許多手印而不知其所以然。其實這兩具望遠鏡，主要是要讓大家認識經緯儀與赤道儀這兩種架台有何不同。因此，請大家注意玻璃櫃旁的控制按鈕，我們可以發現赤道儀架台旁有東西南北四個按鈕，經緯儀架台旁則有上下左右四個按鈕。當我們按住按鈕不放時，會發現在望

遠鏡前方的螢幕上有光點在移動，沒錯，那就是從望遠鏡發射出來的雷射光點。經緯儀比較簡單，上下左右相信大家都懂。可是在追蹤星星時，由於星星是繞著北極點或南極點旋轉，經緯儀就比較不方便。就像螢幕上的那條黑線，代表星星移動的軌跡，試試看，您會發現用經緯儀要讓紅點一直保持在黑線上移動，是件蠻不簡單的工作。而赤道儀就完全克服了這個問題，只要赤道儀的紅點跑到黑線上，要讓紅點維持在線上，只要按東西方的按鈕就可以了。這是因為赤道儀以極軸為旋轉軸，只要將極軸對準，啟動時間馬達，就可以讓赤道儀由東向西轉動，完全抵銷了地球自轉的影響，因此可以讓星星出現在望遠鏡中的固定位置而不隨時間改變。不過，有收穫就要有付出，要使用赤道儀，得先讓極軸對準極點，這可是需要練習的喔！

再來我們可以利用牆上看板的說明，搭配旁邊的望遠鏡模型，認識口徑與倍率這兩個名詞。口徑愈大，可收集的光子愈多，代表集光力愈強，可看到愈黯淡的天體；至於倍率在天文望遠鏡的各項要求中，就顯得比較不重要，因為倍率是主鏡的焦長除以目鏡的焦長，所以可以更換目鏡來改變望遠鏡的倍率。大家可要仔細比較比較。此外，在這個看台上，還介紹了各種像差，其中的消色差目鏡，是不是很像我們之前所看到那半剖開的折射式望遠鏡中的主鏡部分呢？沒錯，那就是為了改善色像差，也就是光線經過透鏡之後，被色散開來以至於物體影像周圍出現了一層層的顏色，造成觀測上的困擾，所以才使用凸透鏡與凹透鏡的組合，當然兩者的材質是不同的。一樣的道理，天文學家為了減低觀測時大氣擾動的影響，發展

Preview

出自適應光學系統，但真正了不起的想法，是將望遠鏡送到沒有大氣的太空中進行觀測。第一具飛上太空的光學望遠鏡，就是哈伯太空望遠鏡(HST)。大家可以比較看看，同一個天體在地面上的望遠鏡中與在HST中，解析度差多了。

最後，我們這次要帶領大家參觀的最後一個景點，是『天文觀測的工具』及『世界各地天文台』。從櫥窗中我們可以知道，要進行一次有備而來的星空之旅，該準備多少東西，其中的天文年鑑是個很好用的工具，因為我們不但能從中學到許多知識，還可以知道各個特殊天象發生的時間以利觀測；此外，大家如果對星星很有興趣，最好準備個人的望遠鏡，在剛開始練習時，不妨先採購簡單的小型雙筒望遠鏡，倍率不用太高，7、8倍都可以，口徑也不用太大，4、5公分就夠了。利用這樣的望遠鏡，已經可以練習欣賞一些美麗的雙星及星雲等，而且這樣的望遠鏡，還可以用來賞鳥或欣賞風景，一物多用，較為實用。等到自己對於天文觀測已較為上手，再考慮將裝備升級至天文望遠鏡的境界。

說到天文望遠鏡，就不能不提世界各地的天文台。天文台是指人們進行天文觀測的地方，因此在望遠鏡還沒有問世前，歷史較為古老的民族還是擁有自己的天文台，只是設備通常很簡單，主要是觀測太陽的移動，目的則多半是為了編修曆法好方便大家能依時行事，例如我們中國古代的登封觀測台等(參考古代天文區)。而在望遠鏡發明之後，天文台中最主要的設備，自然就是望遠鏡，尤其是望遠鏡的口徑愈做愈大後，對於天文台址的選定也愈來愈要求。前面提過，天文學家總是希望將望遠鏡擺在最能有效使用的地方，因

此天文台的所在位置，不但大氣寧靜度要高，而且要常有晴天，還要沒有光害的干擾。這樣的要求，大概只有遠離人群的高山上才能擁有如此的條件，例如夏威夷的馬拉基亞峰，就是一個很棒的位置，所以許多國家現在都在這個地方興建天文台，包括我們台灣的中研院，也和美國等在此合作興建次微米望遠鏡的天文台，有機會去的話，大家不妨仔細看看。此外，因為我們住在一個圓球上，北半球的人會看不到部分南半球的天體。所以要同時監測兩個半球的天體，最好的位置，就是在赤道上，要不然就要在南北兩半球上都興建天文台。大家不妨看看世界地圖，是不是主要的天文台都位於靠近赤道的低緯度區域，這也是沒辦法的事，因為人力物力都有限，而天空又是如此遼闊，因此一個天文台能觀測到的天體是愈多愈好。

現在，相信大家對於望遠鏡都有基本的認識，也應能體諒天文學家們為何老是離群索居了。不過天文學家們可不寂寞喔，因為他們忙著與星星作朋友，不信？歡迎大家一起來追逐星星，相信您也會喜歡這種感覺。下次，我們就來看看過去的人們在追逐過星星後，有些什麼樣的認識。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館



帶領 * 幼兒進入 天文的世界

林怡君

「今天要帶幼稚園（托兒所）的團體！」一聽到這個消息，或許有人很開心，因為小朋友較聽話，而且不容易被考倒，但是也很容易看到『代溝』的力量，台上解說員講得香汗淋漓，台下幼兒東張西望，顯然不知所云，有時甚至要老師再把解說員的（大人話）翻譯成（幼兒語言），小朋友才有反應。

對幼兒團體作導覽並不難，但要說得精彩、緊緊抓住孩子的目光、和孩子互動良好就得靠解說員對團體性質的瞭解，再發揮導覽的專業技巧，來一次完美的演出。對幼兒團體作導覽，以我個人帶團導覽及在托兒所與孩子相處的經驗，有以下幾個技巧，供大家參考：

1. 這一時期的孩子，可以接受指令，因此在進入展示場之前，可以先花一點時間向幼兒宣導常規（不可以吃東西、在展示場要慢慢走、不要欺負展示品）

2. 幼兒對穿制服的人很崇拜，例如：警察、醫生、護士，也已經有簡單的物權概念，解說員帶團或巡場時，遇到不良的行為，

可以給予口頭制止，但是說話聲音要輕柔、速度要放慢、態度要堅定、最好不要一次說一大串話，例如：你這樣會弄壞我的（天文館）模型喔！

3. 避免和幼兒提及過於抽象的字眼，盡量用日常生活的物品、熟悉的卡通人物、動物和天文相關的概念作比較、介紹。導覽時，若場地許可可以蹲下與幼兒同高，較能吸引孩子的注意。

4. 帶團時，每到一個定點，盡量讓幼兒坐下，以免觀看展示品時推擠碰撞；需要維持秩序或排隊時，請老師幫忙，這時解說員不需插手，老師在叫幼兒排隊都有自己的一套，而幼兒也習慣老師的方法，但幼兒動作較慢（就算老師說快點！快點！也沒什麼用），解說員要有耐心。

5. 帶幼兒團體導覽盡量找大件模型，不要讓幼兒看小小的圖片，大件模型具震撼力，也比較能抓住幼兒的注意力。此外，可以推薦老師或自己帶用手操作的模型，例如分光鏡、四季的星座、太空跳

導覽心得

躍，讓幼兒有自己探索的機會。

6. 導覽幼兒團體前，先設定某一主題（例如：太空人、地球、恐龍與隕石、太陽）將重點放在與主題相關的模型上，與主題不相關的模型稍做介紹即可，理論盡量淺，點到為止，盡可能以自己編的故事、語氣詞、肢體動作，來引起小朋友的注意，不需太多的理論或道理。

對於幼兒而言，到天文館參觀可以算是幼兒接觸天文的啟蒙教育，讓他以後會更喜愛天文，解說員及老師的角色可謂十分重要了。

* 本篇文章所述幼兒專指幼稚園及托兒所中班、大班以上的學生，年齡約為5—7歲。

展示場幼兒導覽範例：

太空梭與農神五號火箭：

可以在一樓太空科技發展史的透明櫥窗中做比較介紹，小朋友對太空的事物非常感興趣，解說員可以多作介紹，並做延伸教學（登月小艇、太空人穿的衣服、吃的食

物）

太空衣：

問一問幼兒可不可以穿一般的衣服上太空？說明穿太空衣的重要，稍微介紹太空衣的構造、裝備和一般衣物有什麼不同，再延伸至太空人的食物及MMU模型做介紹。

太空跳躍：

先讓幼兒猜一猜牆壁上黏的是什麼星球（地球、月球、火星），再帶領幼兒看長頸鹿的位置，解說員示範若在地球上能跳這麼高，則在月球上可以跳得比長頸鹿高，在火星上則可以跳到長頸鹿的脖子一半的位置，幼兒人數少則讓大家輪流跳跳看，人數多則稍後請老師在帶過來。

中庭（九大行星）：

先讓幼兒數一數有幾顆球，猜一猜太陽在哪裡？說明太陽太大了，只能以圖畫（牆壁）表示，九大行星一一告訴幼兒名稱，只對最大的木星及最小的冥王星作較為詳細的介紹（若是在三樓講解九大行星，則僅介紹木星、冥王星、太陽即可）延伸教學：幼兒已有重、輕



的概念，可以說明在太陽上大概有多重，在冥王星上有多輕，稍提引力的概念。（二樓行星稱重模型）

四季的星座：

以四季星座入口的當季星座海報做主要介紹（以故事說明更好），讓幼兒自行操作按鈕去找一找剛剛說的星座在哪裡？P S：春季：獅子座、夏季：天鵝座、秋季：飛馬座、冬季：獵戶座

恐龍與隕石：

恐龍的主題也是小朋友所喜愛的，在給幼兒觀看恐龍的滅絕影片前，可以先問問幼兒為什麼現在都看不到恐龍？恐龍是如何滅亡的？讓幼兒發表自己的看法，解說員不需告訴幼兒答對或答錯，給幼兒想像的空間，等到全部都發表完畢後，解說員再告知幼兒影片中是如何說明，由於影片重點是隕石說，講解時可加入什麼是隕石、隕石和流星的異同、為什麼隕石掉下來會讓恐龍都死掉，看完影片後可以帶至隕石模型區，讓幼兒看一看隕石的樣子，並可延伸至彗星模型。

太陽：

將幼兒帶至太陽模型前坐下，和幼兒說明太陽的基本概念（例如：太陽內部是活動的，所以模型會動喔、太陽很大，可以裝入130萬顆的地球，讓幼兒看一看太陽和地球模型大小比較，可以延伸到『恆星的大小』讓幼兒猜一猜天花板上哪一個顏色的圈圈是太陽，並可提及圈圈大小、顏色不同代表什麼意思。

以上導覽範例僅對幼兒較喜愛、較容易做延伸教學的展示品作說明與大家共同分享我的個人經驗，希望對看過文章者有些許的心得及幫助。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館

太空站

之一：未來的太空站

李建德

太空站，它是一個人類可以旅遊、實驗，甚至是居住的地方。漂浮在太空中的太空站原理跟人造衛星很像，但是因為太空站本身擁有較強大的額外動力，所以它可以依任務的需求而適時地調整它自己的位置和高度。

國際太空站(International Space Station, ISS)

最著名的未來太空站莫過於國際太空站(International Space Station)，它是由十六個國家所組成的一個研究團體，由美國主導，其次是俄羅斯、日本、加拿大、巴西，以及十一個歐洲國家所組成。ISS 重量高達一百零四萬磅、長 365 英尺，計劃由一百多個不同的組件所組成，將分 54 次的太空任務將它拼湊完成。ISS 國際太空站由 1995 年計劃開始，而 ISS 的第一個組件 ZARYA 號，是在 1998 年十一月二

十號首次昇空，預計在 2004 年完成該太空站。

在此次的計劃中，機械手臂由加拿大負責，而歐洲太空總署則負責壓力艙的部份，日本建造實驗室的出口平台，蘇聯則負責實驗室中的零件以及早期的生活問題、居住系統以及太陽能電池板。由於蘇聯曾經發射過和平號太空站，所以在此次的研究中，蘇聯所負責的部分僅次於美國。

人類要到火星，太空站是一個很重要的轉運站，先把組裝物件和燃料送上太空站，再從太空站出發，如此一來便可節省很多的燃料。

造成 ISS 進度落後的原因

造成國際太空站進度延緩的最大原因，在於盧布貶值造成俄羅斯的經濟衰敗，以致於無法跟上進度。為了解決這個問題俄羅斯甚至把上國際太空站進行研究的時間，以六千萬美元，賣給 NASA，就是為了解決建造太空站經費的問題。

造成進度落後的原因，除了經費問題、質子火箭推進器發生故障外，俄羅斯仍想維持和平號太空站也是一個重要的因素。

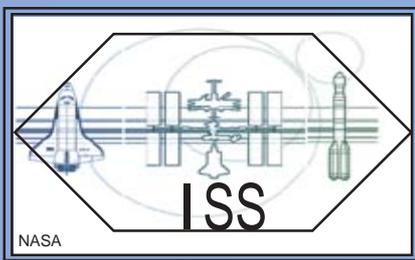
已發射上去 ISS 的零組件

第一組件 Zarya，它是一個俄羅斯的名字，翻譯為黎明號，在 1998 年 11 月 20 號在哈薩克，由俄羅斯所製造的質子火箭推動升空。黎明號在國際太空站中擔負提供動力與通訊的能力。

太空站的第二組件統一號(Unity)，於 1998 年十二月四號，由美國的太空梭奮進號，將它運送上太空，在 600 公里高的軌道上，經由太空梭的機



迎接黎明的國際太空站 ISS



械手臂與在此十三天前俄羅斯發射的黎明號結合起來。統一號側面有六個駁接口，將來可連接其他艙組。重約 11,000 公斤的統一號長約 10 公尺，直徑 4.5 公尺。

太空站的第三個組件是 Zvezda，是提供氧氣與維生裝置的重要艙組，蘇聯名字的意思是"恆星"，長十三公尺、重十九公噸，可說是國際太空站的主要艙組。



國際太空站險遭撞毀

2000 年八月七號太空垃圾飛近國際太空站，情況危急。當地面控制人員試圖移動太空站時，竟發覺無法移動，幸虧太空站的電腦在九十分鐘後又重新接受指令。



美國空軍目前所監視的 8700 個人造物體，大部分是沒有用的太空垃圾，隨便一個小碰撞都會造成致命傷。

由於研發國際太空站的計劃經費 600 億美元，過於龐大，因此美國太空總署試圖要將它商業化，以便吸收更多的資金，但這些都還在商討的階段，並還沒有完全定案。2004 年國際太空站如能如期地組裝完畢，將成為全天第三亮的天體。如果太空站完成，要實現太空之旅的願望，就再也不是夢想了。

編者註：

2001 年 2 月 10 日編號 STS-98 的太空梭任務中，亞特蘭提斯號太空梭上的太空人在進行六個小時的太空漫步後，終於完成此行最重要的任務，將命運號太空實驗艙 (Destiny) 接上國際太空站。

命運號太空實驗艙長 8.5 公尺，相當於一部公車的大小，造價十四億美元，是目前國際太空站上最昂貴的艙組。

太空人利用太空梭上的機械臂，在三次共達六小時的太空漫步中將命運號穩固地接合在國際太空站上。未來，這個由波音公司所建造的太空實驗艙，將成為國際太空站上進行有關零重力下各項生物與物理實驗的重鎮。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館

太空站

之二：和平號太空站

陳揚新

有一堆補丁的大玩具

和平號太空站漂浮在我們頭上（高度 390 Km，傾斜 51.6 度）至少環繞地球 85000 次，它在軌道上已經有十五年以上的時間了。且有數十個國家的太空人曾住在這個太空站上，完成了許多劃時代的實驗。

和平號太空站是蘇聯太空計劃的顛峰之作，使太空人在太空中能長期生存。

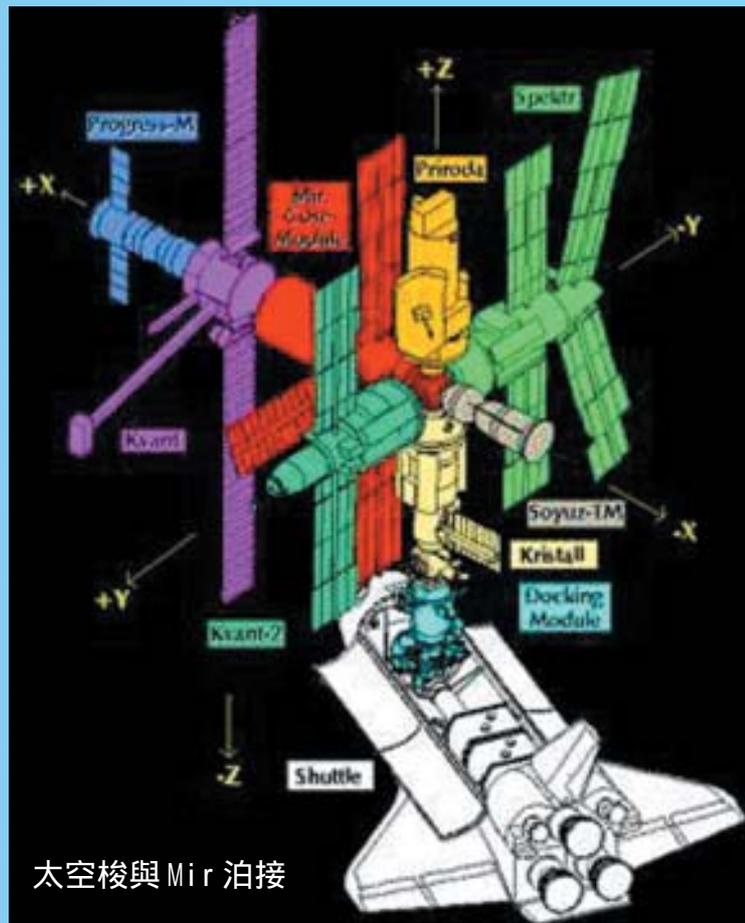
蘇聯太空人 Dr. Valeri Polyakov 保利耶可夫博士曾在太空中停留 22 個月，也是在太空中停留最久的記錄保持人，創下了停留在太空中最久的記錄：十四個月，1994 年 1 月 8 日至 1995 年 3 月。有人駕駛的太空站正常需要 2 到 3 名太空人（必要時增加到六人，約可維持一個月）。和平號太空站由許多複雜的部分組成，並歷經了許多的改變；這些部分有新增加的，有廢棄掉的，飛在天上像有一堆補丁的大玩具。

在太空中生活，科學家們完成許多科學及技術的實驗，並對在太空裡的生活記錄下實際的資料。和平號太空站替從太空生命科學、微重力學、太空科技實驗、到地球觀測及太空科學提供了寬廣的實驗範圍。

和平號太空站的活動包含美國太空總署的太空梭計劃 STS-60、STS-63、STS-71、STS-74、STS-76、STS-79、STS-81、STS-84、STS-86、STS-89 和 STS-91 都曾停靠在和平號太空站上，這是建造國際太空站的跳板。和平號太空站為了國際太空站的主要基地而延長了七年的壽命，它是這種國際合作的啟蒙。

和平號太空站的命運在俄羅斯官方內受爭議

太空站上最後一批正式長期駐守的太空人是兩名俄羅斯太空人與一名法國太空人，於 1999 年八月二十八日離開太空站，後來 2000 年曾再派遣過太空人前往短暫停留。太空人先前已經在太空站中安裝一部新電腦，將可自動控制太空站，但專家表示這套系統的可靠度有待商榷。

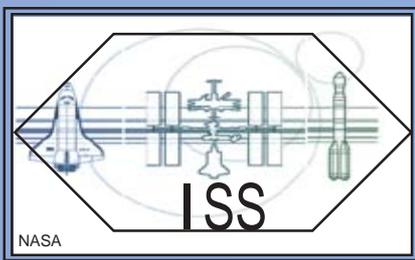


太空梭與 Mir 泊接

自和平號太空站返回地球的俄羅斯太空指揮官 Viktor Afanasyev 提出警告，在人員全數撤離的狀況下，俄羅斯太空總署可能會失去對太空站的控制而釀下大禍。

太空署官員曾希望在最後能另派一位太空人至太空站，為和平號 2001 年春天返回地球大氣層做萬全的準備。但是和平號任務控制中心則表示，不太可能再派太空人至太空站。太空站是否能按照計畫返回地球關係重大，因為以和平號太空站的體積之龐大，重達 140 噸，如果沒有安全降落，將會在地面造成嚴重的災難。如果能按照計畫進行，和平號應該落入太平洋中。

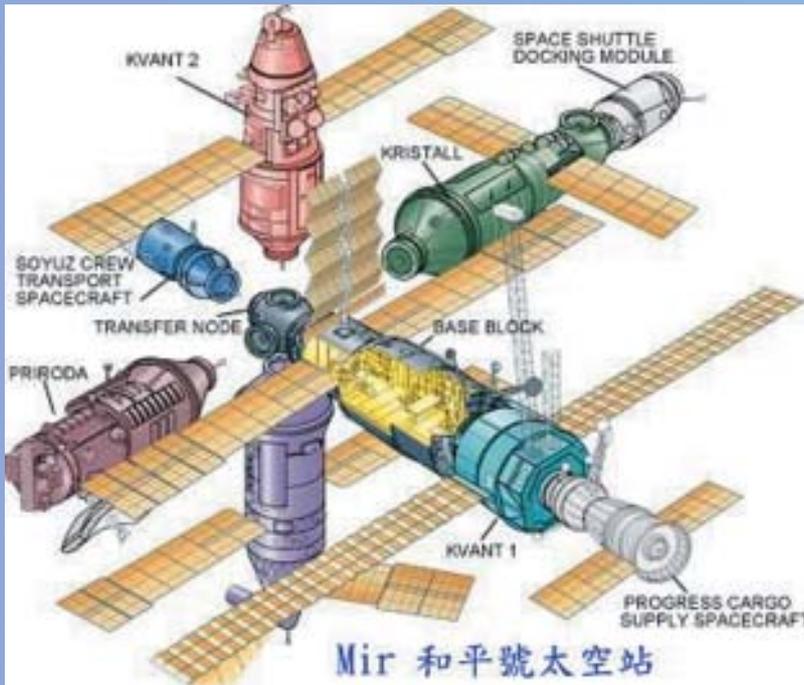
和平號太空總署官員曾希望至少能在 1999 年十二月派遣一架無人的進步號太空船至和平號，以自動控制的方式安裝額



外燃料箱以便能推送和平號至預定的軌道上。

分析家非常擔憂這套自動控制系統是否能正常運作，否則地球就難逃和平號的撞擊了。

俄羅斯企圖提高菸酒稅挽救和平號太空站



據俄羅斯報導，俄羅斯立法部門曾擬提高菸酒稅率以挽救和平號太空站。

和平號太空站在缺乏經費的狀況下，已呈半關閉狀態繼續在軌道上運行，在人員全數撤離後，1999年九月時主電腦也已關閉。俄羅斯太空官員表示，如果在2000年初仍然無法找到經費支持，只好讓和平號墜回大氣層中焚燬。

不過俄羅斯傳出立法單位將在2000年初提高菸酒稅率，以增加科學研究經費，而其中兩億美金將用於維持和平號太空站。俄羅斯太空總署官員則表示，這個計畫尚未定案。

和平號太空站在俄羅斯人心目中為榮耀的太空科技象徵，它不僅提供了天文觀測與科學實驗的最佳場地，也帶給了太空人長期停留於太空的寶貴經驗。然而，和平號太空站的確是太老了，自1986年發射以來，原本預計只運作五年的和平號，隨著任務時間的延長而問題不斷。其中以1997年的撞船事件最為嚴重，幾乎造成太空人喪生，包括當時還在和平號上的美國太空人 Michael Foale。

俄羅斯負責建造國際太空站的起居艙，國際太空站耗資600億美金，因俄羅斯財政問題幾經拖延，美國希望俄羅斯能放

棄和平號，全力投入國際太空站計畫。美國也曾對於俄羅斯一再企圖延長和平號服役時間感到惱怒，要求莫斯科儘速放棄和平號太空站，將全副精力投入現在已經在軌道上的國際太空站(ISS)上。最後，經濟問題終於迫使俄羅斯做出了放棄和平號的決定。然而，許多俄羅斯人仍然希望能保留它，和平號的擁有者 Energiya 太空公司曾持續募集外來資金，企圖再送一名太空人上去。

和平號太空站於1986年二月二十日發射，被認為是蘇聯太空計畫的結晶，原本計畫停留在太空中五年。儘管其間進行的有關太空生活實驗與經驗對未來的太空探測彌足珍貴，但由於俄羅斯日益衰退的經濟，以及一連串的意外事故，如1997年的火災和碰撞等，都對和平號的生存構成巨大威脅。

俄羅斯政府簽署同意銷毀和平號太空站

俄羅斯政府終於在去年底簽署了銷毀和平號太空站的文件。美國與其他國際太空站的伙伴們對此大感欣慰，希望俄羅斯能因此而將資源多用於國際太空站的建造上。

在俄羅斯和平號太空站終結任務發射進步號貨船之前，俄羅斯太空官員幾天發現和平號太空站有點脫控。和平號的電力供應、電腦與迴轉儀陸續出現問題，使得原本預定於發射的進步號太空船延遲到2001年1月24日才發射。飛行控制人員堅持和平號仍在控制下，進步號也如預期連接到和平號，以火箭推力扮演和平號的終結者。

和平號計畫主任 Vladimir Solovyov 形容，滿載燃料的進步號，既像油輪，又是一艘拖船，準備將和平號推向大氣層中焚燬。當進步號兩具火箭同時點燃，和平號便會被推向預定墜入的太平洋中。他推測，在

太空站



140 公里高處，和平號的太陽能板會首先焚燒，接著機械零件也會脫離，然後在 90~100 公里高處，太空站結構體完全瓦解。墜落至地面的殘骸量也都已精確計算，不至危害人類。蘇俄和平號太空站正慢慢的降低軌道高度，雖然俄國太空官員自信滿滿的表示他們絕對能夠控制太空站直到它墜落，但他們也說地球大氣層變動甚大的密度讓和平號太空站進入大氣層的時間難以預測。現在，太陽大約十一年的活動高峰期導致地球大氣層“隆起”，增加大氣的拖力，導致包括和平號的低軌道太空船比平常更快速的墜向大氣層。依操控和平號的公司 RKK Energia 高級主管表示，太空站的高度大約一天墜落 200 公尺到 650 公尺，讓監控太空站軌道的小組工作更形複雜。

在 1 月 30 日，和平號墜落到 294 公里高，預期在 2 月 2 日星期五降到 291 到 292 公里高，而和平號正常維持應至少在 350 公里高。目前地面控制中心維持太空站在低軌道環繞地球，讓和平號均勻的曝曬陽光。

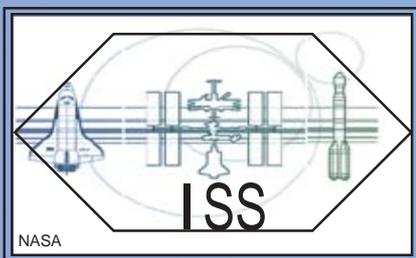
然而在 2 月 15 日，在 Korolev 的任務控制中心打算藉小型的軌道控制火箭來讓和平號恢復運作。和平號的陀螺儀是太空站上的電動感應輪，可以在不使用太空站的火箭下保持在



12 英吋反射式望遠鏡所看到的和平號太空站

太空中極精確的定位，RKK Energia 已排除使用它的可能，因為和平號以在 260 到 270 公里高的軌道，那兒的大氣密度足以影響高感度的陀螺儀運作。雖然陀螺儀不能用，RKK Energia 官員仍然樂觀表示站上的燃料足以維持太空站在控制之下墜入紐西蘭東方的太平洋區域。1 月 27 日貨船進步號 M1-5 成功的連接和平號，送上 2677 公斤的燃料。新的進步號貨船要完成所有的工作，引導和平號在 3 月初或中旬時衝入大氣。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館



之三：太空梭

邱旻杰

重覆使用

太空科技隨著時間的發展越來越成熟，由於太空研究所需的經費非常的龐大，因此各個國家漸漸的發覺到需要發展出一種可以重複使用、較經濟的太空船來進行太空研究，於是太空梭出現了。



第一艘太空梭哥倫比亞號

後來幾次的試飛成功後，美國決定將哥倫比亞號發射升空，在眾人的期盼下，完成了升空及降落的任務。不過這次的飛行途中發現有許多的隔熱磚掉下來而一度造成緊張，經過評估後發現：這些隔熱磚的掉落的原因大部分是由於液態燃料儲存槽因裝載液化的氫氣與氧氣，使得表面的溫度相當低而結冰，當太空梭升空時，這些冰塊直接撞擊太空梭表面的隔熱磚，而造成隔熱磚的掉落。有鑑於此，美國漸漸的將隔熱磚的黏貼技術與隔熱磚的材質做更新，讓原先太空梭的建造目的 -- 永久使用，能夠名符其實。

隔熱磚

太空梭的酬載重量為二十九點五公噸，上覆有隔熱磚。隔熱磚由洛克希德公司所製造，可以耐攝氏一千五百度高溫，其成分為高密度的特殊陶瓷，以一千兩百六十度的高溫下壓縮製造。隔熱磚分為兩種顏色，主要差異為耐用溫度的不同。白色的用在溫度370度至648度的區域。黑色的隔熱磚耐用溫度較高，在表面並且有黑色膜，主要分佈在機體的底部以及機體的機鼻與機翼前緣，可以耐攝氏649度到1260度的高溫。隔熱磚大致為十五公分長寬，以矽接合劑黏合在機體上。整個太空梭共使用三千片隔熱

太空梭原型機企業號 (Enterprise)

美國最先做出的太空梭稱為企業號，這個太空梭首度在大氣層裡試飛時，此時的企業號太空梭僅能利用滑翔的方式飛行，所以以大型波音七四七客機裝載飛行。當到達原先設計的試飛高度時，即將企業號脫離，讓企業號直接滑翔到地面。這次的滑翔十分驚險，由於著陸的速度很高，一度被認為即將墜毀，且由於速度太快，所以遲至距離地面高度七十五公尺才將機輪放下，在幾乎用盡了三公里的跑道後才停了下來。



企業號脫離波音七四七客機

太空站



發現號太空梭升空

外型，發射時勢必因為機翼幾何形狀的影響，使得升空時會產生偏向，因此發射時亦點燃主引擎，將這樣的偏差角度修正回來。液態燃料用完後已經身處在大氣層上方，此時丟下的液態燃料儲存槽將被燒毀無法回收。

第三種動力來自軌道操縱引擎，位置就在垂直尾翼兩側，共有兩具，推力各為 2.27 噸，使用低壓燃燒，裡面的

磚，重量約為十公噸。

太空梭的四種動力

太空梭的動力主要有四種：第一種為固態火箭，這種火箭供作起飛使用，位置在太空梭機翼之下方，共有二座。太空梭所使用的固態火箭是目前動力最強的火箭，裡面的成分為丙烯氫、鋁粉，在海平面附近每具的推力為 1120 噸，引擎的噴口可以轉動八度來控制飛行方向。固態火箭的燃燒很快，大約升空後兩分鐘即用完，然後將裝載固態火箭的外殼以降落傘降落到海面上進行回收，一般這樣的固態火箭外殼可以使用二十次。

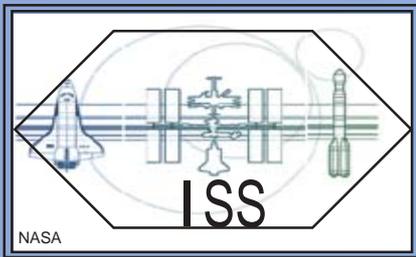
第二種太空梭動力為主引擎，每具推力 170 噸，設置在太空梭的機體後方，總共有三座，所使用的燃料由機體外面的液態燃料儲存槽供應。由於太空梭具有飛機的

推進劑成分為氧化二氮、氫甲基。當太空梭進入太空後，就是利用機體方向舵兩側的軌道引擎來進入飛行的軌道。

最後一種為散佈在機身各處的小型噴射裝置，可以調整太空梭的姿態，並可作軌道的微調。在脫

太空梭有三具主引擎以及兩具輔助引擎





發現號太空梭降落



離軌道返回地球時，必須改變飛行姿態，以機體下方較耐熱的黑色隔熱磚的部分進入大氣層。

重返大氣層

太空梭返回大氣層後，僅能利用小型噴射裝置來調整飛行姿態，用滑翔的方式回到甘迺迪空軍基地，此時若飛行速度過快，則會以類似滑雪的方式：彎曲迴旋來減速。太空梭控制飛行的部分除了調

太空梭可以像噴射客機一樣在空氣中滑翔降落



整姿態外，也可以利用三角機翼後

方的副翼以及方向舵的空氣煞車，和主引擎下方的機身副翼來滑翔與減速。

美國有那幾艘太空梭？

(Columbia, Challenger, Discovery, Atlantis and Endeavour)

由於太空梭經歷多次的發射成功，除了哥倫比亞號(Columbia)以外，美國接續發展出挑戰者號(Challenger，於1986年爆炸)、亞特蘭大號(Atlantis)、發現者號(Discovery)和奮進號(Endeavour)，做了多次的人造衛星的發射與太空實驗，以其優越的載重能力，使得太空梭成為目前最受矚目的焦點。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館

太陽系探索

慶祝第一顆小行星發現二百週年

張桂蘭

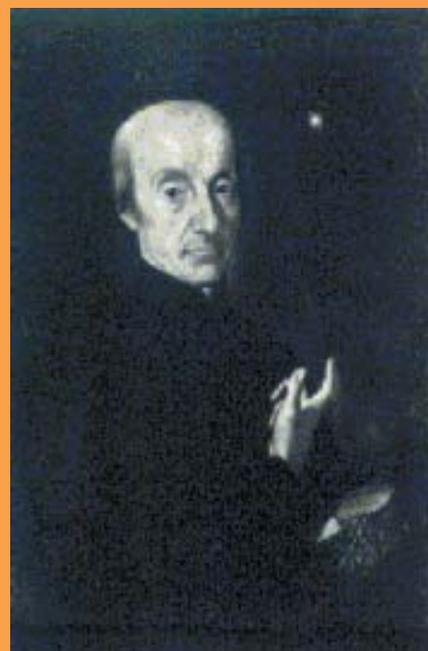
2001年1月1日，不僅是第廿一世紀的開始，也不僅是第三個千禧年的開端，而且是第一顆小行星發現二百年的紀念日。目前已確認並予以編號的小行星（asteroid）大約有20000顆左右。

1801年1月1日的晚上，義大利天文學家皮亞傑（Giuseppe Piazzi）在義大利 Palermo 皇殿頂樓的觀測室中，用他的小型折射式望遠鏡看到一顆不太尋常的八等星，他在星圖上完全找不到這顆星星的存在。由於這顆星會緩慢移動，所以起初他以為是一顆彗星，也用彗星的名義對外宣告新發現，但後來卻發現這顆「彗星」異於平常，沒有彗髮與彗尾，於是他漸漸認為這應該不是彗星，而是另外一種天體。皮亞傑將之命名為 Ceres，以紀念西西里島國王 Ceres Ferdinanda。後來，這顆天體被命名為「一號小行星」，也就是眾所周知的「穀神星」。Ceres 本意是羅馬神話故事中掌管收成的女神，而在義大利西西里島則是人民的守護神。

皮亞傑生於1746年7月16日，卒於1826年7月22日。他不僅在天文上諸多貢獻，在哲學、神學、數學界中也都享有名聲。1780年，皮亞傑得到西西里國王的允諾，在 Palermo 皇殿頂樓設置一座天文台，1791年5月開始觀測，1792年初便獲得初步成果。很快地，皮亞傑已經可

以校正當時對日月食發生時間的估算、光學像差、回歸年的正確長度、恆星的視差運動等；1803年，他第一次出版包含6784顆恆星資料的星表，1814年再出版第二份包含7646顆恆星資料的星表，這兩份星表都獲得法國學院的最高殊榮。西西里國王感念他對西西里島國的諸多貢獻，本來要頒發賞金給他，但他卻寧可拿這些錢改善他的觀測設備，並積極參與西西里另一座天文台的規劃與興建。至今他仍在西西里享有極高的榮譽。慶祝皮亞傑發現第一顆小行星200週年時，天文學家、藝術家、哲學家與歷史學家們齊聚在皮亞傑當初發現第一顆小行星的 Palermo 皇殿頂樓觀測室中，齊聲歌頌皮亞傑的貢獻，他們甚至將皮亞傑當初使用的望遠鏡復原（目鏡除外），讓歷史真實地展現在世人面前。

1766年時，Johann Titius 以當時僅知的五顆行星—水星、金星、火星、木星、土星—的軌道計算後發現行星與太陽之間的距離有一個簡單的規則存在，Johann Bode 也在1772驗證出這個規則，所以後來將這個簡單的規則稱為提鐵斯-波德定律（Titius-Bode law）。此一定律對五顆行星都非常準確，1781年赫歇爾（William Herschel）發現天王星時，天王星的軌道也相當符合波德定律的預測。此外，這個定律還預測在火星與木星之間約2.8AU所在處應該還有一顆行星。此一定律公諸於世後，天文學家



義大利天文學家
皮亞傑（Giuseppe Piazzi）



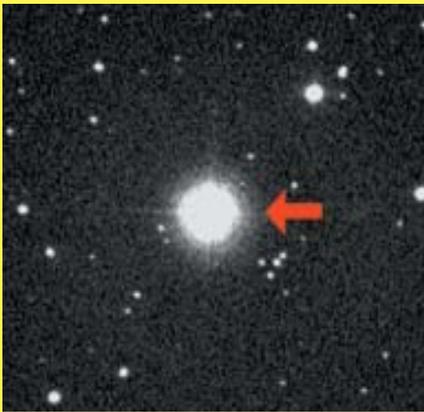
們便開始瘋狂地在 2.8AU 處搜尋那顆未知的「行星」，並堅信很快就能找到它。

當皮亞傑向外宣稱發現一顆新彗星時，高斯(Gauss)根據皮亞傑觀測的位置加以計算後，發現這是一顆軌道介在火星和木星之間的新「行星」。刻卜勒(Kepler)和波德尋找火、木之間的新行星已經好幾年但均無所獲，因此當眾人得知穀神星的軌道頗符合波德定律的預測後，雖然穀神星的體積非常小，大家仍認定它就是那顆「失落的第五顆行星」，並暱稱其為「小行星(minor planet、small planet 或 planetoid)」。在穀神星發現將滿一年時，天文學家 Franz von Zach 又再度觀測到它的存在。然而三個月後，歐伯斯(Heinrich Olbers)卻發現第二顆小行星—智神星(Pallas)。不久之後，又在 2.8AU 附近找到第三、四顆小行星，分別命名為婚神星(Juno)和灶神星(Vesta)。這三顆小行星的發現讓當時的天文學家傻了眼，不明白為何在 2.8AU 處會同時存在這麼多顆「行星」，所以開始質疑波德定律的正確性；而皮亞傑和一些天文學家則開始懷疑這些小行星能否算是「行星」，因為它們的體積實在是太小了。即使是目前已知最大的小行星—穀神星，直徑也只有 930 公里，相當於月亮直徑的 1/4 而已！

目前已知介於火星和木星之間約 2.8AU 處的星體至少有上萬顆，

天文學家們現在稱此處為「小行星帶(asteroid belt)」。起初有些人認為此處可能原有一顆已經成形的行星，但在太陽系形成初期因某種不知名的原因而爆炸成碎片。後來隨著小行星發現的數量越來越多，火星和木星之間的軌道佈滿了小行星，所以天文學家們反而認為小行星帶中的這些天體是尚未來得及積聚成一顆行星的碎片，受到太陽系中最大的行星—木星的重力牽曳，彼此間會互相撞擊、毀滅，因而無法匯聚在一起形成行星。

原本天文學家們以為這些小行星都安分守己地待在小行星帶中，以近乎圓形的軌道繞太陽公轉。但是，在 1873 年時卻發現有一顆小行星的軌道居然會穿越火星的軌道，震驚了世人，因為這表示也可能會有小行星撞擊到地球。雖然早在 1694 年，哈雷(Edmond Halley)就主張在地球過去的歷史中必定有彗星或其他天體曾撞擊過地球，但當時所知的彗星數量相當少；一旦瞭解天空中有多得屬不清的小行星，而且還有撞擊到地球的機率後，人們才開始有所警覺。19 世紀末的 1898 年，天文學家首度確認 433 號小行星—愛神星(Eros)的軌道會接近地球，為第一顆近地小行星(Near Earth Asteroids, 簡稱為 NEAs)；進入 20 世紀後的 1932 年又首度確認了一顆小行星有撞擊地球的可能性。數十年後的今日，天文學家們找到了近千顆會穿越地球軌道、有「潛在威脅性」的近地小行星，其中約有 300 顆左右是在 2000 年發現的，現在天文界以國際合作的方式予



穀神星 (Ceres)

太陽系探索

以嚴密監控，期望能減低因撞擊引起的災害。

雖然看來這些小行星對地球上的生物有害而無益，但我們仍要慶祝第一顆小行星發現二百週年，因為，這讓我們瞭解宇宙中永遠有人們值得去追尋的一片天地，不因其小而忽視它們的存在。或許在未來的某一天，人們得以確實掌握每一顆天體的行蹤、知道如何改變會撞擊地球的小行星軌道、太空科技發達至可以到任一顆小行星上採礦或從事其他活動時，人們對小行星的惡劣觀感才會完全改變吧！

參考資料：

1. <http://www.guardianunlimited.co.uk/science/story/0,3605,415643,00.html>
2. <http://www.newadvent.org/cathen/12072d.htm>
3. <http://www.astropa.unipa.it/Asteroids2001/index.html>
4. <http://store.skypub.com/>
5. 天文館第三組解說員教育訓練講義

註：波德定律可用一個簡單的數學算式表示：

$$R_{Bode} \rightarrow \frac{(3 * 2^n + 4)}{10}$$

行星	n	波德數列	觀測值(AU)	備註
水星	-	(0+4) /10= 0.4	0.387	
金星	0	(3+4) /10= 0.7	0.723	
地球	1	(6+4) /10= 1.0	1.0	
火星	2	(12+4) /10= 1.6	1.524	
小行星	3	(24+4) /10= 2.8	2.77	*
木星	4	(48+4) /10= 5.2	5.203	
土星	5	(96+4) /10=10.0	9.539	
天王星	6	(192+4) /10=19.6	19.18	
海王星	7	(384+4) /10=38.8	30.06	*不適用
冥王星	8	(768+4) /10=77.2	39.44	*不適用

其中n值為將水星設為-，金星為0；以後的行星設定為前行星的兩倍，所以地球為 $3 \times 2=6$ ，跟著的行星依次序為12、24、48...。將每個設定的數值加4再除以10即得此行星與太陽的平均距離，以天文單位（太陽至地球的平均距離，簡寫為AU）為準。



距離地球最遠的太空船即將抵達 日光層邊界

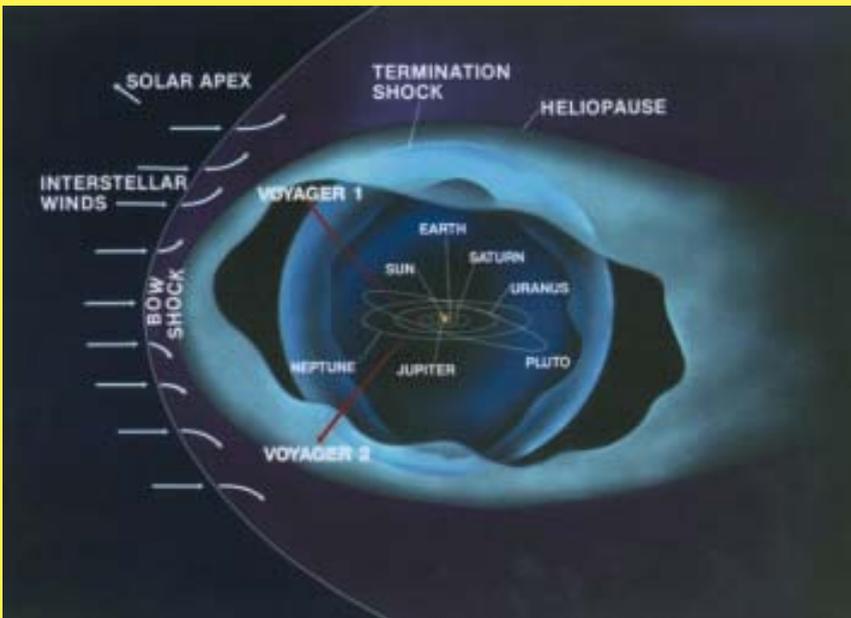
NASA 的航海家 1 號太空船 (Voyager 1) 即將抵達太陽系邊界—日光層 (heliosphere) 的邊緣，稱之為日光層頂 (heliopause)；在未來三年內，它將成為第一個脫離太陽系進入星際空間的人造物體。

航海家計畫科學家同時也是美

波層，太陽風甚至可以穿越此層到達日光層頂所在之處。由於邊界震波層的確實位置並不確定，目前的預估位置大約在離太陽 85.5AU 之處，而且它也非靜止不動，隨著太陽活躍的程度不同，太陽風粒子能抵達的距離也有所變化，因此邊界震波層的位置在太陽最活躍的三年中被向外推動許多，其移動的速度比航海家 1 號的速度還快。若在未來三年中無法穿越邊界震波層，這批科學家們就無法正確的拿捏出到底要花多少年才能穿越這個地帶。

航海家 1 號由 JPL 建造管理，1977 年發射後於 1979 年飛掠木星、1980 年抵達土星，沿途有許多重大的發現，目前距離大約是冥王星至太陽的 2 倍，以每年 3.5AU 的速度朝黃道面以北夾角 35 度的方向往太陽系外飛去；航海家 2 號探測了 4 顆外行星，有更多驚人的發現，目前距離太陽約為航海家 1 號的 80%，以每年 3.1AU 的速度朝黃道面以南夾角 48 度的方向前進。

NASA 自 1989 年開始利用這兩艘太空船對太陽系邊緣做進一步的瞭解，稱為「航海家星際任務 (Voyager Interstellar Mission, 簡稱為 VIM)」。VIM 分成三個階段：一為邊界震波層探測階段 (termination shock phase)，在邊界震波層上，太陽風和星際風的交互作用會使得太陽風速由超音速減為音速，同時粒子



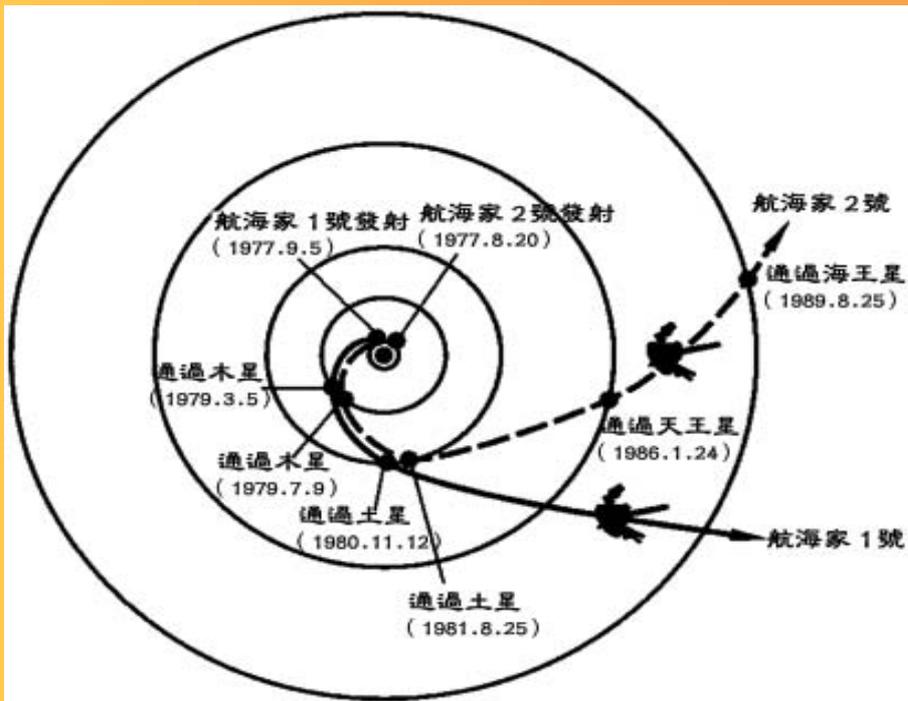
星際風與太陽系的邊界

(Credit: VIM Team)

國噴射推進實驗室 (JPL) 主持人的 Dr. Edward Stone 表示：航海家 1 號是目前距離地球最遠的太空船，靠著隨太陽風以超音速前進的太陽磁場往太陽系外飛奔；明年它將進入太陽系邊界震波層 (termination shock) 中，預定 2003 年離開太陽系。

日光層並非完全不受太陽的影響，太陽風粒子仍可到達此處，並在星際空間與日光層邊緣處形成邊界震

太陽系探索



航海家太空船的軌道圖
(Credit: VIM Team)

流和磁場的方向都會劇烈改變。二為日鞘探測階段 (heliosheath exploration phase)，在於尋找日光層邊界正確位置，看看太陽磁場和太陽風的勢力範圍究竟止於何處，由於日鞘的厚度仍屬未知數，可能必須花上個幾十年才能穿越這個地帶。三為星際空間探測階段 (interstellar exploration phase)，待太空船穿越稱為日光層頂的太陽系邊界進入星際空間後，便得以測量星際空間中的各項特性，這是 VIM 的終極目標。不過，航海家 1、2 號太空船目前供應科學儀器用的電池，預估在 2020 年左右便會告罄，屆時 VIM 的任務就必須結束了。

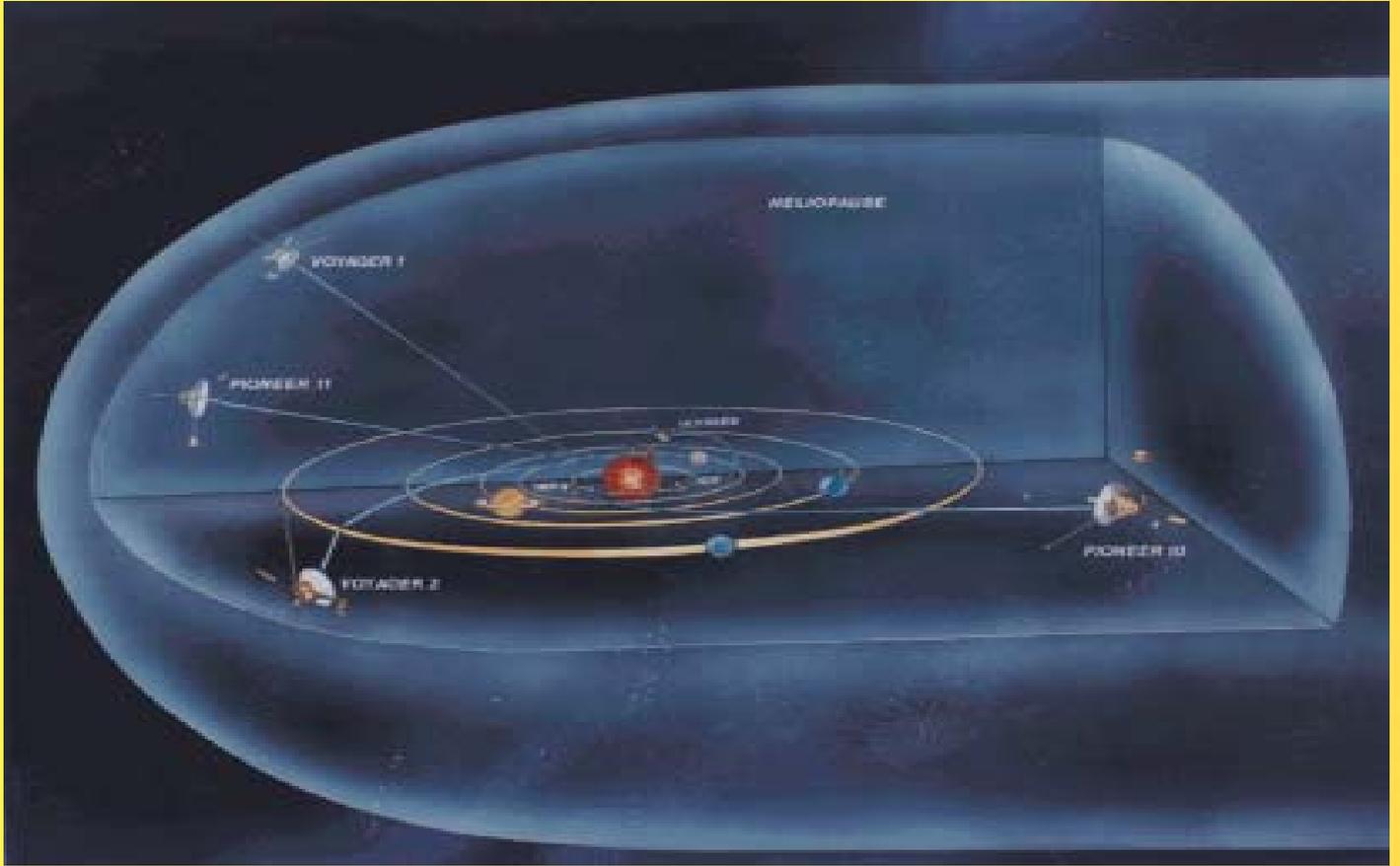
太陽拖著充滿太陽風粒子的日光層繞行銀河系，在地球軌道附近的空間中，平均每立方公分有近 10 個粒子，離太陽越遠則粒子密度越低。大約在 100 天文單位 (AU，地球至太陽平均距離) 以外的地方，太陽風壓力與日光層外部達到平衡，這些

外部壓力來自銀河系的粒子—星際風 (interstellar wind)，在恆星周圍形成弓形的震波，就像河流中的水遇到石頭，天文學家們稱之為「日鞘 (heliosheath)」。在日鞘範圍以外，便會只受星際物質的影響，而完全脫離太陽的「魔掌」。

天文學家們一直渴望得知太陽



航海家太空船的外觀



探索外行星的先鋒號太空船 (Pioneer) 與航海家太空船 (Voyager)

系到底有多大。除了用太空船直接搜尋邊界位置所在的方式外，也可以用探測太陽爆發所射出的粒子與星際風交互作用時產生的電波輻射，從爆發至偵測到輻射的時間差異估算出太陽風粒子可以抵達的日光層邊緣距離。另一種方法是利用某種宇宙射線轟擊

航海家 1 號和 2 號量得的差來估計。天文學家從這些方法所推得的邊界震波層大約位於日地距離的 80 - 90 倍遠處，比先前猜測要遠得多。至於日光層邊緣真正的粒子密度與磁場強度，將待航海家 1 號抵達時方得分曉。

資料來源：美國噴射推進實驗室 (JPL) 2000 年 12 月 18 日新聞

<http://www.jpl.nasa.gov/releases/2000/aguvoyager.html>

或 <http://vraptor.jpl.nasa.gov/>

作者：現任職於台北市立天文科學教育館



顯影的化學與物理

包舜華

攝影長久以來一直是天文記錄的最佳方法，不過這也是較為近代的新興技術。透過攝影的資料分析，可以提高許多肉眼觀測所無法達到的精密度。雖然目前已有數位化的趨勢，利用電子感光元件（例如 CCD...等），但是它們都是依循著一定的原則進行。

由於現代精細的分工，攝影彷彿只是光圈與快門的搭配運作。由於操作的便捷，久而久之我們卻忘記了攝影背後所發展的知識。有許多人把攝影的發明視為人類歷史上的重要成就，因為透過它的保留，可以讓歷史活現，但是對於科學而言則不止於此。早期的天文學家習慣用手繪來記錄天象，經過多時的手繪資料可以作為有力的科學佐證。由於個人的偏好以及疏失，往往使得許多重要的線索在事隔多年後無從考據，同時也缺乏觀測應有的精確性。攝影對天文學而言不止保留了重要天象，還提供了更為精確的量測數據，從此發現了更多的科學理論。

若是我們把攝影細分成兩部分，一部份是技術的層面，另外則是藝術了。在以下的內容，我們將要實際以化學與物理的概念，說明顯影技術的源由。

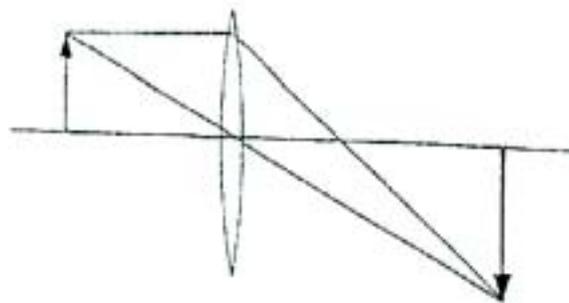
針孔成像是運用光學成像的開端，據說是長期在暗室工作的鍊金術士發現的。由於暗室牆壁的些微裂縫，使他們可以藉此看到戶外景色在暗室裡投影。1214-92年，Roger Bacon以物理實驗證明此種現象存在。由於攝影需要長時間曝光，針孔相機不適用於人像或動態的攝影，大部分

的攝影師利用此種原理從事大自然攝影或靜物攝影，1797年法國 Leonardo da Vinci 即是其中的先驅。

之後，由於幾何學進入光學的世界後，透過簡單的數學法則與玻璃研磨的技術，最後製造了有曲度且能聚焦的透鏡。集光力較大且能聚焦成像的透鏡最先被使用在眼鏡、望遠鏡等光學器材上，沒有直接用於攝影機構主要還是因為紀錄影像的介質（如濕版、乾版或軟片）並不成熟。

透鏡成像

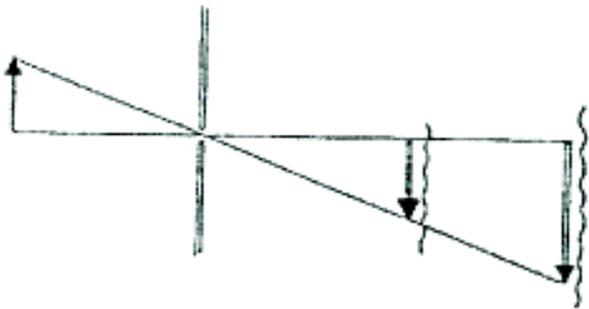
我們常見的透鏡成像是利用較大的玻璃片來聚焦成像，因此成像的位置由透鏡的焦距來決定。若以物理的角度來看，這種透鏡成像是因為光線穿過透鏡的折射現象。雖然利用透鏡成像，可以獲得較明亮的影像，但是透鏡先天上的色差與像差卻是成像不爭的缺點。



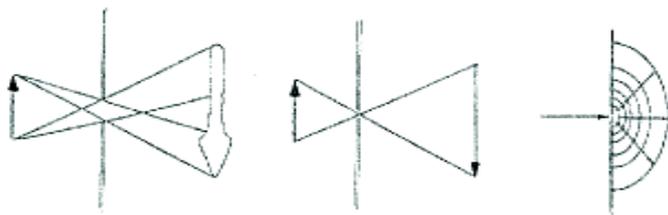


針孔成像

針孔成像則是利用光線直線進行的特性。由於沒有透鏡，因此它的成像沒有焦距的問題。至於針孔成像的品質取決於針孔的大小；針孔越小越清楚，因此影像的明亮度也就越黯淡。特別值得注意的是，針孔後的成像必須使用毛玻璃才能看得到。換個角度來看，針孔後的成像即使存在，因為眼睛構造的問題仍無法辨識，除非具有透明且能散射的介質（如毛玻璃）才能呈現可辨別的影像。



我們都知道針孔成像的品質取決於針孔的大小。針孔太大了則會干擾光線直線進行的效果，造成成像品質低落。若是針孔太小了，又會有光學繞射的情形產生，造成模糊不清的像。詳細的情形可以參考下面的圖示(左圖為針孔過大的情形，依次為針孔適中與針孔過小的成像圖示)：



幾何光學所涉及成像的方法大致採用透鏡的折射與面鏡的反射特性。我們下一步就是要看一看不同型式的透鏡成像所表現的光路，並說明它們目前使用的領域、以及特性。不過呢，我們必須先瞭解一下什麼是「像」，通常還細分為「實像」與「虛像」。很多人讀到此可能要放棄了，其實沒那麼難的。打個



針孔乾版成像



針孔光學底片成像

比喻，你可以把鏡子裡的自己抓出來嗎？雖然我們真的看到他的存在，可是卻抓不到，所以他是虛的、假的影像。另外我們在幻燈機或投影電視前看到的畫面則稱為實像，因為它的影像只要被手遮擋就不完全了。換句話說，這些投影的像是有實質的光源，所以我們稱為實像。在光學的世界，不是只有硬梆梆的實體才稱為實像！試想您在黑漆漆的房間裡無法分辨桌椅的情形，桌椅一直是存在的，可是您卻視而不見，對您而言桌椅根

本不存在哩！反之，在明亮的室內您才能看到桌椅，可見您的眼睛能感受到的是桌椅的光、而不是桌椅本身。說來有點哲學的味道！

牛頓式（可用於攝影）：

（物鏡：反射鏡面；目鏡：凸透鏡）

它的光路設計基本上與刻卜勒式望遠鏡相似，最大的不同點是它的光線並不進行折射的過程，因此沒有色差（光被分色的現象）。不過它的物鏡面是以鍍膜的方式製造反射的效果，隨著使用時間容易霧化導致成像的品質變差。經過特別設計的反射物鏡，重量變的更輕、製造成本較便宜以及成像品質良好等優點。目前大型且價廉的光學器材大致都採用此類型。

刻卜勒式（可用於攝影）：

（物鏡：凸透鏡；目鏡：凸透鏡）

肉眼觀測：利用肉眼觀測到的像為虛像，而且呈倒立，所以一般我們都會替它加上一塊稜鏡使其影像反轉適於地面觀測。對於較厚、較大的折射鏡片（短焦距），色差與影像變形的情形難以改善，因此鏡片的材質與特殊光路設計往往反應在鏡片的製造成本上，它們大都採取複合鏡片來改善成像品質。

投影觀測：攝影時，透鏡系統必須能提供實像。刻卜勒式望遠鏡的確能提供實像，而且還是正像，不過焦點位置與肉眼觀察到的不同！

伽利略式（無法用於攝影）：

（物鏡：凸透鏡；目鏡：凹透鏡）

它只能以虛像的方式呈現，而且是正像，所以無法提供投影或攝影之用。

不過與刻卜勒式比較起來，若只是從

事肉眼地面觀測，它不需加任何輔助稜鏡就可以呈正像，這是它不折不扣的優點。對於如此簡單的鏡片組合，不但重量輕、製造成本相對顯得低廉多了。

最後我們要探討的是光學之外的顯影問題。

1727年Schulize證明銀鹽因光而變黑的實驗，當時他是使用銀之氯化物。雖然當時有塗佈氯化銀的相紙提供顯影的用途，但是卻沒有定影劑來永久保存影像。直到1819年英國John Herschel發現鹵化銀可用硫代硫酸鈉（俗稱大蘇打）溶解，成為往後定影研究之重要線索。1841年Fox Talbot以碘化銀紙沒入食子酸顯影，然後再以硫代硫酸鈉定影，成為現代照相的雛形。之後為了克服鹵化銀紙的透明度不足問題，於1874年英國Liverpool乾版公司，在透明的玻璃版塗上溴化銀乳劑，製作乾版上市。1889年，才由Eastman Co發明軟片，讓感光的底材逐步走向現代。



相紙或軟片要顯像的步驟不外乎是(1)曝光(2)顯影(3)急制(4)定影。因為相紙或軟片均勻塗佈感光乳膠，這層感光乳膠的製作程序十分精密與複雜。感光乳膠中含有鹵化銀的濃度與顆粒大小會決定成像的細膩與感光度。若是彩色的相紙或軟片，則必須具備三層感色層來記錄每一種顏色的色彩濃度。通常這些乳劑的製作都是商家的專利，並不公開。



製作感光乳劑的化學材料

常用的顯影劑

對苯二酚，化學簡稱HQ (Hydroquinone)：顯影能力較差，但顯像的反差較佳。

一甲基對氨基酚，化學簡稱Metol：此為Agfa之專利名稱，顯影還原力強，但反差較弱。

一般顯影劑都採取兩種化學藥劑的混合來彌補各自的缺點，所以我們可以聽到MQ的顯影劑配方就是Metol與HQ的混合藥劑。此外必須加入少量的氫氧化鈉來加速顯影的速率。

常用的急制液

大部分的顯影劑摸起來滑滑的，而且有輕微的刺痛。那是因為顯影劑大都在鹼性（PH10）完成相紙或軟片顯影的工作。嚴格來說，鹼是顯影過程的催化劑，因此利用帶有酸性的溶液可以有效地停止或急速減緩顯影的反應，同時又不破壞相紙或軟片的化學特性。一般我們都使用便宜的冰醋酸加水稀釋（PH4），或者其它弱酸性的溶液。經過急制後的相紙或軟片，若是覺得不滿意，還是可以再次利用顯影劑繼續顯影直到滿意為止。決定影像後，為了長久保留必須洗淨殘餘的銀離子，這個過程就是定影。

常用的定影劑

定影劑主要是硫代硫酸鈉，俗稱大蘇打，在化工材料行十分常見而且價廉。加水稀釋後可作為簡單的定影劑，遇到冰醋酸會產生乳白色沈澱，因此經過急制處理過的相紙或軟片最好簡單水洗後再進行定影。

顯影與定影的簡易程序

目前黑白顯影已經逐漸沒落，取而代之的是彩色顯影與數位影像，不過在少數的領域仍繼續使用黑白的影像。其實沖印彩色的過程十分簡單，而且與黑白印相的過程差異不大，只不過彩色顯影過程需要精密的溫度控制。

作者：現任職於台北市立天文科學教育館



《悠悠 蘭陽情》

簡郁昕

9月23日，天氣晴時多雲，氣溫22度到30度。

帶著一種混雜著熟悉與陌生的矛盾情緒，我和義工夥伴們，駛向台灣東岸那塊純樸的「葛瑪蘭」淨土。沿途湛藍的海天一色，襯著北濱公路嶙峋的海蝕地形，偶有幾隻飛鳥劃過你的視線。陽光、海景，這樣的色彩與構圖，都讓人有置身於莫內畫作的錯覺！一時之間，彷彿在呼與吸之間，都嗅到了法國蔚藍海岸的氣味呢！

自古以來，宜蘭人便與「水」結下了不解之緣，從與水共生、與水奮戰，到現在的親近水，於是有了這樣一個遠近馳名的「冬山河親水公園」。我們在正午時分抵達冬山河畔，或許是熾熱的陽光嚇退了觀光的遊客，我們卻因在三個多小時的顛簸後解放，大夥兒無懼於烈焰的親炙，紛紛迎向那粼粼的波光，享受悠閒寧靜的冬山河風光！或坐臥在河畔的草坪上遠眺紅艷的冬山大橋；或好奇的探究河畔老叟捕魚的方法，在陣陣草香與花香的微風輕拂中，飽足一頓清爽的素食大餐。

「親水公園」展現的是宜蘭人現代化的水利成就，但若想體會蘭陽平原的古早風情，那就一定要走一趟宜蘭的休閒農場了！在規劃完善的「香格里拉休閒農場」裡，我們親手拓印了一件屬於自己宜蘭行腳軌跡的T恤，看著每個人手上那獨一無二的「葉拓」作品，不禁令人訝異於那一片片綠葉的生命景象，竟因繽紛的顏料，而得以展現迥異的風情。喝著自製的手工湯圓，完成另一件「木烙」，我們這群城市鄉巴老便迫不及待的投入那片柑桔樹叢裡，享受難得的採果樂趣。



羅東運動公園



這趟蘭陽之行最令人難忘的，要算當晚的「觀星」活動了！在享用了健康低卡路里的高纖晚餐後，雖然天公不做美，放眼望去，只有寥寥幾顆星子孤零零的掛在天空，雲層似乎一時之間也沒有散去的跡象，但大夥兒還是決定架起了千里迢迢帶來的天文望遠鏡，以便隨時能捕捉那閃爍不定的美景。雖然未見滿天星斗，但在四面水田的北城庄裡，秋蟲唧唧，微涼的薰風中荷香撲鼻，大家席地而臥，仰望蒼穹，談天說地，也別有一番閒趣。就在「茶」過三巡之後，引領已久的星星們終於露臉了！在秀鑾姐的引導之下，我們遊歷著眾神的花園，直到月影偏斜，大家才依依不捨的回房。夢中，我彷彿還看見脫韁的天馬，穿過一群一群的星宿嘶鳴而來，奔向佈滿天際星星的原野！

宜蘭子弟親水樂水的天性，不僅表現在冬山河畔，現在已成了宜蘭人休閒最佳去處的「羅東運動公園」裡，更可見蘭陽溪汨汨而出的淵源流長。在景觀設計師的匠心巧思之下，「羅東運動公園」具體而微的呈現了整個蘭陽平

原的全貌：從蘭陽溪的發源地、千變萬化的龜山島、到碧波萬頃的蘇澳港，漫步在綠意盎然的公園中，我們也做了一次完整的宜蘭巡禮。

血液裡擁有一半蘭陽性格的我，從來也沒有機會如此貼近自己所謂的「家鄉」，記憶中的宜蘭，僅限於過年過節時匆匆來去的「二結」老街上--那幢充滿霉味的、陰暗的老厝。這次懷著這份既熟悉又陌生的心情，以「觀光」的角色重回這片瑰土，驀然回首，才驚異於她的美麗與安恬，竟是我未曾駐足欣賞的。

於是，若你要問我：蘭陽平原的美，適宜用哪種溫度來品嚐？我的回答就是：「22 度到 30 度，天氣晴時多雲」。^__^

作者：現為台北市立天文科學教育館義工伙伴



羅東運動公園



北成庄觀星之旅

李秀鑾

9/23、24 三組義工伙伴和館內三組同仁進行了一趟觀星之旅。地點位在宜蘭的北成庄。那可是一個風光明媚的好地方呢！

在前往北成庄的途中，我們先到香格里拉農場去參加他們所舉辦的課程-拓印T恤、烙印、搓湯圓、採土芭樂。大夥兒拓印的作品可是各有特色呢！丁老師的枝頭簽名、多位男生的大朵粉紅花、旻杰的「全程使用（啥？？問問他吧。）鴻麟的一隻蜻蜓、雯綺的大綠葉配紅花兒、志岳的漂亮花卉和我的秋天楓葉（據說，有人指那像恐龍腳印）---快凋零了，配了朵荷花，勉強給撐住。

採了些土芭樂，怡君怕死了，怕那裏面的蟲蟲。哈！黃昏，和丁老師騎了趟改良式的協力車。但覺重心一直偏右，想起小時候剛學騎腳踏車；為求平衡，特別選兩樹之間騎過去，偏偏常撞樹，真是的，好笨哦！夜晚的有機餐，粉好吃哦！特別記得黑芝麻芽。觀星時，因天候不佳，放棄了原本要到羅東運動公園觀星的念頭，而改在北成庄內的場地進行。大夥看到一顆很亮很亮的

星星，幾分鐘後就不見了，還以為看到超新星，後來謎題解開了，原來是看到『鈦衛星』哩！

雲層一會來，一會去，我們也一下圓桌會議，一下觀星，一下談星。怡君、張大哥 等提供食物，小周、祈老師架起望遠鏡，耐心地捕捉著夜空中的星子；另一夥人在忙著品茗、聊天，把歡樂聲傳播給當時在場的周遭伙伴們。我還看到南邊的一顆流星劃過。夜色中我們正在享受著人生，沒能參加的伙伴，只能對你們說聲「好可惜哦！」

北成庄農場夜間
有機餐點



作者：現為台北市立天文科學教育館義工伙伴



全國文化機構義工訓練 生活規劃訓練班心得報告

蚊子

此次活動是文建會主辦（出錢），新竹縣文化局協辦（出力）。主題是生活規劃訓練班，當然課程內容環繞在個人、家庭、時間等的協調和應對技巧，有來自39單位60位志工出席。

當踏出新竹火車站便有面帶笑容的新竹縣文化局志工迎向前來詢問是否是參加活動的學員，其實，頭戴天文館帽、星座T恤外加星座背心，我並不難被辨認。而從開始到結束，文化局的志工們也表現得認真負責，也很“阿莎力”。

活動地點在關西萊馥休閒渡假中心，舉行各項課程，第三日再帶領我們來次關西、新埔的知性之旅，在文化局的綜合座談後返程。課程主菜有六項，但值得提的不是專業的企管顧問公司的講師（因為太商業化了，且太天馬行空，我懷疑他們是否身體力行），反而是非專業的老師（因為實事求是，講的是自身的經歷）。消防署陳武雄副署長由於是志願服務協會的創辦人，他很明確地闡述志願服務的倫理，一個志願服務者的應有心態；相對的，他也評擊專為拿車馬費而做的工作者，也不贊成同時身兼三種以上的志願工作，因那已失去了志願工作的意義了。洪秋香老師所講的是積極樂觀的人生態度，很實際的將她從小在觀音山下貧困的生活到現今與癌症搏鬥的過程很平靜講述出來，不得不讓人動容，也令人由心敬佩，使得我忍不住主動地提出邀請她到家扶中心做次演講的要求。第二日晚間有個聯誼表演活動，從一開始我就因年紀最小，被派為小組長，左思右想，就把天文館墊板上冬夜星空的七言詩譜曲加上舞蹈獻醜了，同時也把編輯組的星語和四季星空墊板散發給大家，為天文館廣為宣傳。透露一下，新竹縣文化局林副局長不但身材好

又漂亮，不比璩美鳳差呦，可惜的是她已有個留長髮的老公。

身為天文館的志工，備受其他志工注目，於有榮焉。第一日，便有位高雄社教館的學員，拉著我去看星星，但烏雲遍佈（聽說當時墾丁教師營，因素雅這個雨神，帶來了象神颱風，損龜），當我使出撥雲見星的特異功能，看到了仙后、仙女、英仙、金牛、土星、木星，甚至那位志工一眼就看到昴宿星團，眼力夠厲害。第二日，就一堆人預約要跟我看星星，我才洗完SPA，就有人坐在大廳等我，更有人來敲門催我。近午夜了，出外一看，情況比前一日糟，只好拿著星座盤，請大家用超能力透視雲層觀星，但精誠所至，金石為開，雲散了，除了前一日看到的星座，還看到獵戶座，御夫座，也看到北極星了。相信此後又多了十個人會在夜空下抬頭認認星座了。

曲終即將人散，在文化局的綜合座談中，並沒有太多的意見被提出，大家都太客氣了。不過，新竹縣文化局的志工一直想推動下一次訓練到綠島辦，但當場就被文建會處長以經費不夠潑了冷水。本人也將順子交待的訊息傳達給在座的長官和學員們，此訊息類似於陳副署長的講課內容，也多加了建議，希望下次能有時間讓參加的單位相互了解該單位的工作事項和運作方式，有利於資源的交流與利用，尤其天文館的活動，是動態的，全省跑，很需要地方上文化中心的協助。

感謝館方給我這次機會，參與這活動，受益良多，也謝謝玉予讓賢，無論以任何原因。

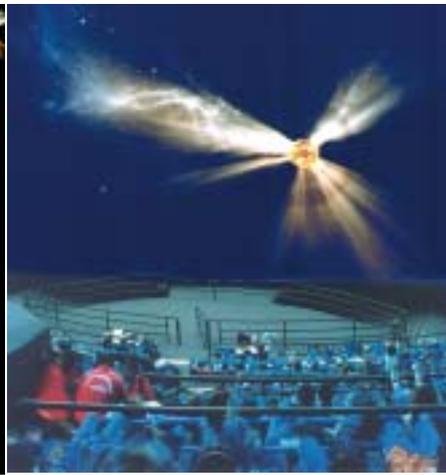
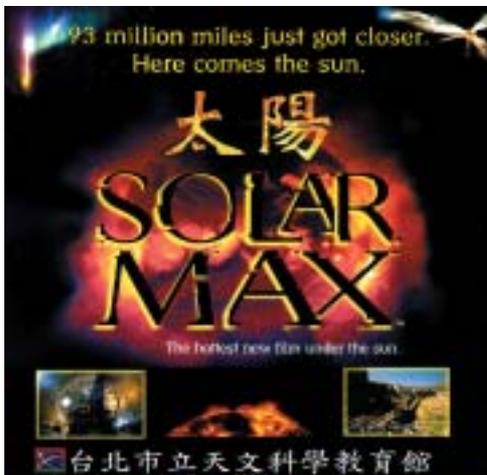
作者：現為台北市立天文科學教育館
義工伙伴

宇宙劇場新片『太陽』(Solarmax) 影片導覽系列之一

「太陽之窟」：愛爾蘭的紐格蘭治 (Newgrange)

冬至第一線曙光的奇異準直照明現象

1x'0ct



的顛峰就被稱為「太陽極大期」。此時幾十億噸的粒子形成『太陽風』，以高達一百六十萬公里的時速衝向太空，其中的一部份直接衝向地球。地球雖然有磁層形

為迎接十一年一度的太陽極大期(Solar Max)，從今年元月廿一日起，本館宇宙劇場隆重獻映全新全天域影片「太陽」(原名：Solarmax)，映期兩年。這是繼經典名片「宇宙探尋」(Cosmic Voyage)之後，本館再次精心推出的，要向您熱烈推薦的第二部純天文科學類鉅片。

這部影片中的內容，除了介紹「太陽」這顆與地球上萬物生活最息息相關的恒星之外，也敘述了人類自古以來對它的敬畏與依賴，和不斷地嘗試去解開與太陽有關現象的謎團之歷程。太陽是太陽系九大行星的大家長，也是地球上所有生物賴以生存的能量泉源；「太陽」影片(Solarmax)對這個離我們最近的恒星本身，以及它對地球造成的強烈效應，都有相當詳盡的闡述。

太陽的兩個磁極，每隔十一年會以無法想像的劇烈方式交換位置，這個劇烈活動

成防護盾保護，但在上一次太陽極大期中，由於「太陽風暴」之程度十分劇烈，全球所遭受的損失仍然超過十億美元。因此長久以來，科學家一直試圖想瞭解太陽與地球之間的交互作用(日地關係)，期能尋找出積極而有效的保護措施。

影片中出現的極光、特殊儀器所拍攝的太陽影像，都是極其珍貴和難得一見的畫面。而且所有與太陽有關的鏡頭，完全為地面上各個知名的太陽天文台，與太空中眾多的太陽觀測衛星(如SOHO, TRACE, YOHKOH等天文衛星)真實拍攝而成。完全沒有任何電腦模擬合成的虛擬表現手法。「太陽」影片的製作期長達一年半，除了將各天文台及諸衛星的科學數據影像重新處理成『大底片格式化』之外，並耗費了足足廿個星期的時間上山下海，實際遠征愛爾蘭、北極圈、南美高山及加納利群島等地進行實地外拍。相信大家透過宇宙劇場全天域的銀幕與立體音效的震撼，更能體會出這顆供給地球光、熱，並影



響氣候和萬物生存的恒星，對我們所造成的重大影響。

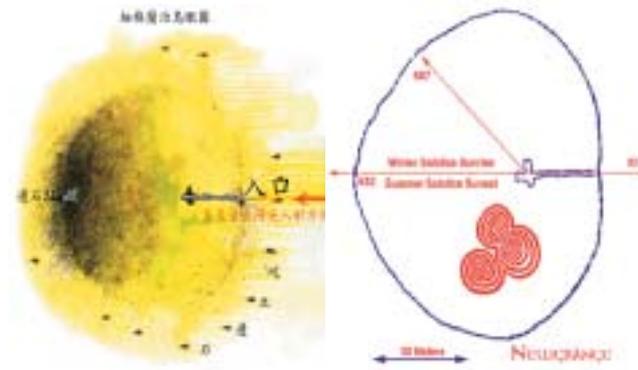
「太陽」影片中，對人類古代文明之於太陽的觀察與應用，以及不斷嘗試想解開太陽之謎的歷程，有份量頗多的著墨。因此在本文中，就讓我們先從以下這幅發生於五千多年前的神秘景象的描述，來為您「細說重頭」吧：

現在大約是愛爾蘭的冬至，太陽很快地就會開始它的旅程，從南方運行回來。等待著太陽的是一個石器時代的建築物——比埃及的金字塔還要古老數千年。

在入口的上方是一扇神秘的天窗，是由一群非常了解太陽運行方式的人們所建造的... 冬至——一年當中白天最短的一天，在日出時：第一道曙光會穿過天窗，順著一條與陽光完美地排成一直線的通道，照射在位於建築物核心的房間——幾近神奇地——卻又非常精準地——標示著新的一年開始了。

這是地球上最古老的房間——它那嚴謹準直的通道——也許是我們所發現過最古老的科學思維的證據.....

又被稱為「布魯納波因尼」(Bru na Boinne) 由波因尼建造的宮殿。而且據傳是古代的光神居住的地方。這項傳說與「光」的關聯性反映在一項事實：那就是在冬至日出



時，這座巨大的建築物扮演了相當重要的角色。

這個土丘有十一公尺(36英呎)高，而直徑有九十公尺(300英呎)寬，在它的基座四週圍繞著九十七個邊石(Kerbstones)，其中的三塊還飾刻著圖形。第一號邊石雕滿了螺旋形和菱形的圖案，座落於土丘東南方入口處的外側。這個入口有一個通道向內延伸十九公尺(62英呎)，深入到土丘內部，進入一間有承材支撐、高六公尺(20英呎)的石室中。通道大約有1.5公尺(4英呎)高，地面高度從入口朝向石室方向緩緩上升。石室共有三個邊室(壁凹)，一間位在通道的盡頭(恰在進入石室的通道之對面方向)，另兩間邊室則各位於石室的兩側。在通道和壁凹邊室之中都有著雕飾著石刻藝術的石塊。其中包括了有名的三重螺旋的雕刻圖形(古愛爾蘭的象形文字，代表『太陽』)，位在通道末端壁



位於愛爾蘭米斯郡(Co. Meath)紐格蘭治(Newgrange)的巨大土丘，內部築有石室，其歷史可以上溯到至少公元前三千二百年，是世界上最古老的有屋頂的建築結構之一。它

凹側室盡頭的壁面上。而圍繞著整個土丘的是一個大而不完整的石塊圈。

從十九世紀起就有謠言盛傳：日光會在特別的日子中射入紐格蘭治的土丘內。在1909年諾曼 洛克耶爾爵士(Sir Norman Lockyer)指出，當時還是廢墟的紐格蘭治，是朝向冬至的太陽方向蓋的。在1962年到1975年之間，由麥克 J 歐凱利(Michael J. O'Kelly)領導的發掘工作在當地展開。他們在通道入口的上方發現了一個奇特的矩形開口，這道開口上方的楣石，歐凱利稱之為「屋頂盒」(也就是『太陽』影片中所指的



「天窗」)，事實上是一塊雕刻的石板。

他懷疑這個開口的目的是為了要讓一道光線進入石室之中：這道光線的通路會形成一條直線，是由中央石室壁凹側室最底端的牆面石壁上連接到「屋頂盒」的方向，此線會對準5000年前的冬至日日出的方向。

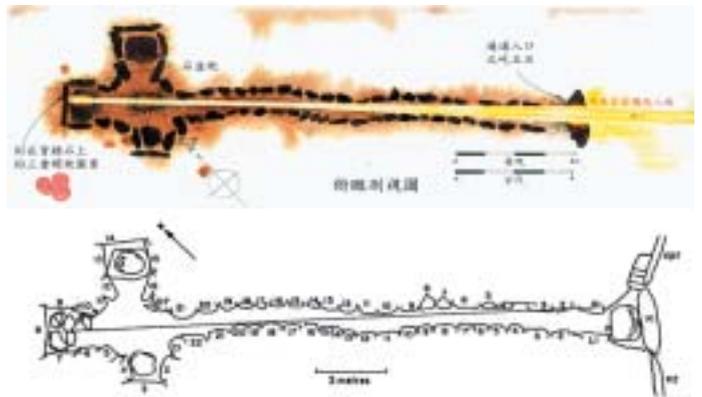
在1969年12月21日歐凱利成為現代第一位觀察紐格蘭治日光束現象的人。一道像鉛筆那樣細的直接日照光線從「屋頂盒」射入，沿著通道，跨過石室地板，一直照到通道盡頭壁凹側室的石盆地上。由於極點進動的緣故，太陽在冬至日的日出位置在過去幾千年中已經略為偏移；因此「屋頂盒」射入的日光光束現今已無法照射到通道盡頭壁凹側室的最末端牆面上。然而，



這個效應的魅力並沒有因此而有所縮減。

「因為細長的光線已經變寬為十七公分(7英吋)的光帶，並且會掃過石室的地板，」歐凱利觀察並表示：「整個墓穴(石室)因此戲劇性地被照亮了起來。」「在上午十點零四分(英國標準時間)，這道十七公分(7英吋)的光帶又再度開始變細，並在上午十點十五分整的時候，直射的光線會恰好被墓穴遮斷。」

穿過門廊通道的直射的日光無法到達遠至石室那麼盡頭的地方，這是因為和通道的向上坡度，以及通道壁面上向上石塊的排列方式有



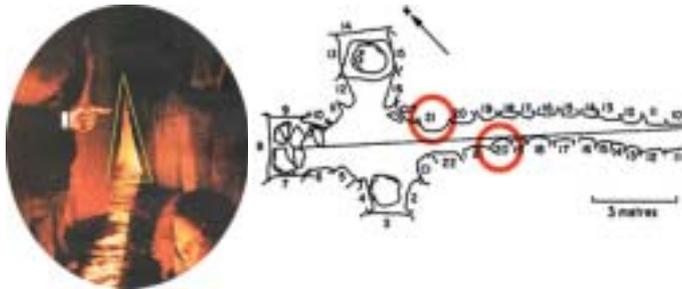
關。

「因此在一年當中白晝最短那天(冬至)的日出時，直射的日光可以進入紐格蘭治，照射十七分鐘.....這道光線是由處於通道屋頂外側末端的『屋頂盒』下方，一個特殊設計的窄小狹縫所射入」。

在1986年到1988年之間，愛爾蘭研究學者提姆 歐布萊恩(Tim O'Brien)對此現象做了特別的研究。他測量並記錄下照射到石室地板上的光束最大長度，僅約略長於三公尺(10英呎)。他所作的縮時攝影，顯示出日光束好像是逐漸變長的時鐘指針一般掃過了地板。他也



發現通道側邊向上的突起中，有兩塊編號為 L20及R21的石塊，互相斜向另一塊，形成了一個三角形，會把從「屋頂盒」射來的日光



束遮蔽，形成了好像雕花一般光影。

在 1989 年，一位名叫湯姆 雷伊(Tom Ray)，在都柏林學院從事高等研究的天文學家，提供了一些統計性的資料，證明紐格蘭治的冬至日光束現象是刻意設計而成，而非偶然或湊巧發生的。這證實了長久以來始終被人視為傳奇的事件，也將其轉化為一項科學事實

只有像愛爾蘭這座不朽而偉大的遺蹟，才能造成如此不凡的魅力！

然而，這座石穴遺址還提供了另一項驚人的發現 在入口處編號為「邊石一號」的石塊上的雕刻圖形，被一道垂直線分為兩半。尤有甚者，石穴直徑上正對向遠端，編號為「邊石 52 號」的石塊，也同樣富含雕刻圖形，並且也被一道寬大而垂直的線條一分為二。這兩塊石塊都正好位在紐格蘭治冬至曙光束照射的直線上，因此這種現象似乎顯示：垂直的標線正好代表著，日出時太陽的入射光束，會產生與本建築物通道平行準直的現象。

人類自上古時代以來，就一直密切觀察並記錄太陽的「一舉一動」；愛爾蘭「太陽之窟」紐格蘭治的冬至曙光準直現象，只是眾多實例中的一項而已。我們若能明瞭太陽的變化，當可進一步推論出遙遠恆星的性質，並從而探知星系與宇宙的奧秘。您想對太陽有更深一層的認識嗎？歡迎蒞臨天文館宇宙劇場觀賞「太陽」，並密切注意本單元陸續推出的系列

報導！

參考資料

「The Secret Language of the Stars & Planets」
by Geoffrey Cornelius & Paul Pevereux ;
1996 Chronicle Books



本片導演約翰 威利(John Weiley)與攝影助理大衛 豪瑟曼(David Hauserman)在紐格蘭治外進行攝影工作



太陽影片攝製小組在紐格蘭治東南入口等候冬至日出的第一線曙光

作者：現任職於台北市立天文科學教育館

極地星雨 -

中正天文社

楊博羽

從 1992年創社至今，中正天文社已堂堂邁入第九個年頭了，雖然在只有短短11年歷史的中正大學裡算是元老級的社團，但跟鄰近的嘉中、嘉女比起來，我們只能算資歷尚淺。草創之初並沒有任何屬於自己的設備，但是憑著一股對天文的喜愛與瘋狂，學長們向蘭潭國小借了一部 Vixen 8cm 折射式望遠鏡，再加上一些自製的天文儀器，就這樣做起觀測，而上課用的講義大部分也是引用外國原文書籍，由學長們逐字翻譯出來的，相當令人佩服。

前人種樹後人乘涼，在學長們的努力下有效運用社費，並且在社團指導老師—物理系戴明鳳老師的大力捐助下，社團添購了不少儀器，現在社上已經擁有一部 Vixen 10.2cm 折射式望遠鏡和 20cm 反射式望遠鏡，並購買了不少天文期刊和書籍。雖然還是無法跟那些數十年歷史的老社團相比，但以我們社齡來看，可以算是成長快速的了。

由於要有良好的觀星條件，高山和海邊自然成了天文社最喜好的選擇。跟許多天文社比起來，我們的活

動是相當豐富，也遍佈各地。除了最常去的阿里山與塔塔加，還踏遍了墾丁、合歡山、南橫花東、達娜依谷、瑞里、

夫妻樹前合影留念



梅山，甚至遙遠的綠島與澎湖。

前年(88年)因為連續兩次地震的肆虐，使得我們在八十八學年度上學期的進度落後很多，原本預計十二月份的阿里山活動一度宣布停辦，然而在前任社長簡光廷及各位幹部的努力下，還是順利成行了。而在89年六月底，則由我們的前任公關陳立群領軍，浩浩蕩蕩的前往綠島，除了享受西臺灣無法看到的美景，最令我們感到震撼的，是在那遙望無際的海面上，掛滿了滿天的星斗。海底溫泉，水底景觀，哈巴狗岩，美人崖...等，到現在還深深的刻印在所有參與者的心裡。

89學年度上學期中亦舉辦了一次校內大型活動「宇宙尋航—天文週」，

在這個禮拜裡邀請了成功大學許瑞榮老師、中央大學陳文屏老師到校演講，又因適逢太陽黑子活躍期，我們也在活動中心前架起望遠鏡，讓全校同學一起參與這場11年一次的盛宴。而壓軸的墾丁觀星行更獲得校內老師、同學們的廣大迴響，跟著我們一起到墾丁享受美麗的星空，不僅玩得盡興，也讓大家滿載而歸。

1998年底的獅子座流星雨讓大家十分失望，所以當1999年極大期來臨時我們抱著既期待又怕受傷害的心情在學校裡舉辦了一次小型的觀測。雖然正值期中考期，到場觀看的同學卻仍相當踴躍，每個人都看到四、五十顆流星，整晚就在一聲聲的驚呼中度過。

89年中，社團很幸運的邀請到兩位師大地科系畢業，目前正在高中任教的學長回來為我們上課，每個禮拜三晚上社團上課時間，由學長帶領大家一同探討神秘而深奧的天文世界，而如果當天天氣不錯的話，大家便一起將望遠鏡搬到活動中心頂樓，增加實地觀星的經驗，順便熟悉一下望遠鏡的操作。

雖然我們還很年輕，但是我們逐漸成長、茁壯。幾位已畢業的學長陸續回到學校指導我們，而嘉義市天文協會也不吝於給予我們幫助，指導老師戴老師也繼續帶領我們。未來，我們計畫跟蘭潭國小合作，使用他們豐富的儀器資源，也希望台北天文館能夠繼續給予我們社團指導和幫助，讓我們在天文探索的路程上，走得更多采多姿。

作者：中正大學天文社活動長



夜間露營活動

讓星星消失的夜空魔術

全球最佳掩星網站

編輯部

大自然的神秘隨處可見，但常隱匿於有心人的視野之外。「掩星」便是大自然裡一種奇特但又常見的天文現象。



掩星的種類很多，大者從日月食、月掩恆星、月掩行星、行星掩星，小至衛星的凌掩等都算是掩星現象。經由掩星觀測，除了可做精確的定位、月緣測量、小行星大小、形狀的估計之外，甚至最早所知的光速也是從木衛掩蔽現象推算而得。如此多樣且重要的觀測想必十分困難？並不盡然，有些掩星觀測只需要口徑四公分的小望遠鏡、一只銳利的眼睛、一根敏捷的手指和一顆冷靜的頭腦便可進行，但真正困難的是，這種讓星星消失的夜空魔術，到底發生在何時何地呢？

掩星觀測最重要也是最困難的準備工作之一，便是取得精確的預報資料。因為掩星現象因時因地會有極大的差異，有效觀測區域甚至比日全食還短、還窄。在全球為數不多的掩星網站中，國際掩星計時協會（IOTA）與紐西蘭皇家天文學會可說是其中的佼佼者，不但具有觀測預報的服務，對於掩星的相關知識也有所介紹。但誠如前述，掩星與地理位置具有高度關聯性，而這兩個網站多以歐美、紐澳地區為預測標的，不符國內使用。此外，儘管有一些預報用的軟體，但繁複的操作介面、參數設定與術語，依然使台灣地區觀測者始終與掩星觀測絕緣。不過TAS台灣天文網終於自今年起在網路上推出了針對台灣地區的精確掩星預報，且甚於前者的是，還體貼地標示了重要掩星、掩星路徑圖與建議使用的望遠鏡口徑等資訊。期望台灣業餘天文界能善用這些資訊，結合全國聯合觀測網的能量，一舉走出天文攝影的窠臼，逐步邁上以科學為主的天文觀測。



國際掩星計時協會（IOTA），<http://www.occultations.org>
紐西蘭皇家天文學會「掩星部」，<http://occsec.wellington.net.nz>
TAS 台灣天文網「天象預報」「掩星預報」，<http://www.tas.idv.tw>

編輯部

2001年三月的星空

本月的水星、火星、天王星、海王星在日出前見於東方天空；而金星、木星、土星則在日沒後見於西方天空，但金星月底接近太陽後便不易觀察。

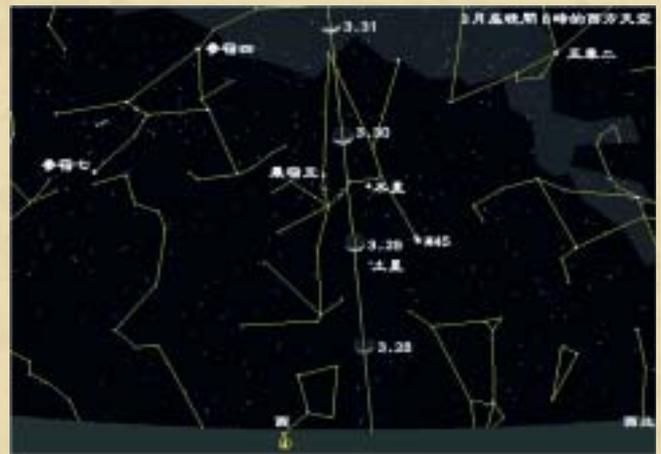
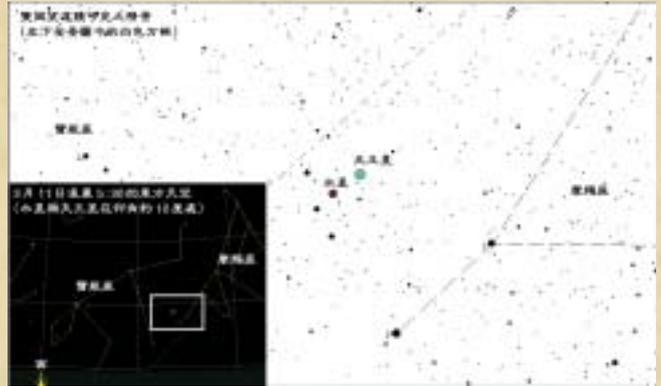
2月底至3月初黃昏西方天空，眉月近距掠過木星和土星，映著明亮的金星，呈現三星拱月的景象；同樣情形至3月底會再重演一次。11日水星西大距（ $27^{\circ} 28'$ ），為一年中水星離日度最大的時候，可於日出前於東方天空仰角約15度處呈弦月狀的水星。10日傍晚水星在天王星北方僅約8角分處，可在11日凌晨用小型望遠鏡經由水星找到平日不易觀察的天王星。紅色火星於3月4日晚間22時將與同為紅色的天蠍座主星心宿二近至5度（手臂打直後，約半個拳頭寬）。

午夜之前可在北方天空看到著名的北斗七星，此時斗柄東指，意味著春天的來臨。順著斗柄的弧度往東南可找到牧夫座的大角和室女座的角宿一等春天天座中的一等星；順著斗柄的弧度往西南則可找到獅子座的軒轅十四。大角、角宿一和獅子座尾巴的五帝座一組成幾乎成

正三角形的「春季大三角」，若再加上獵犬座的主星常陳一，則為「春季大鑽石」。

本月較值得注意的月掩星事件為4日月掩雙子座（3.5等），約23:16.4由暗緣掩入，23:59.8由亮緣復出，月相為66%的盈凸月，可全程觀測。

三月 March



	水星			金星			火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
日期	3/5	3/15	3/25	3/5	3/15	3/25	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15	3/15
離日角(度)	26	27	24	33	23	11	100	70	61	31	46	98
光度(Mag)	0.4	0.2	-0.0	-4.6	-4.4	-4.1	0.2	-2.2	0.2	5.9	8.0	13.9
視直徑	8"	7"	6"	46"	53"	59"	9"	37"	17"	3"	2"	0"
相位	0.45	0.61	0.73	0.17	0.08	0.02	0.89	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	0.840	0.989	1.124	0.360	0.312	0.285	1.064	5.320	9.535	20.802	30.780	30.191



2001年四月的星空

本月的木星、土星持續在黃昏的西天發燒，金星與水星則因接近太陽不易觀察；火星在午夜左右便由東方升起。25-27日，極細的眉月在木星和土星中經過，配合背景的金牛座畢宿五和昴宿星團（七姊妹），亮星雲集，極適合從事星空攝影。

四月起，南方地平附近可以找到北半球罕見的南十字星座。以台灣地區的緯度而言，因南十字星座的仰角實在太低，所以不太容易看見，每年只有四-六月期間得以一窺芳姿，此時最好選擇在高山或南部的海邊，比較容易看到南十字的耀眼光輝。

天琴座流星雨的母彗星為C/Thatcher，流星雨的發生可能有415年的週期性。今年天琴座流星雨發生時間為4月16-25日，極大期落在22日12時，可延續約1-2小時左右，流星最多可達每小時15-20顆，最多可至90顆，且將近逢朔，月光影響極少，非常適合觀測。台灣比較好的觀察時間是在4月21日或22日的午夜至天亮，天琴座將出現在東北方天空。

船尾座舊稱「船爐座」，來源是26P/Grigg-Skjellerup彗星。今年的船尾座流星雨將發生於4月15-28日，極大期落在23日23時，預計流星最多可達每小時40顆左右，流星速度緩慢而明亮，且適逢

朔，相當利於觀測。台灣較佳的觀測時間在4月23日日落後約2-3小時內，船尾座位置在西南方低空。26P將於2002年再度回歸，屆時可能會有更壯觀的流星雨景觀。

24P/Schaumasse亮度將於2001年4月初至5月底達到10-11等，這段期間他的位置將從金牛座經御夫座、雙子座到巨蟹座，可在日落後於見於西北方天空，須用口徑8公分以上的望遠鏡經長時間追蹤攝影才得以呈現。



	水星		金星		火星		木星	土星	天王星	海王星	冥王星	
日期	4/5	4/15	4/25	4/5	4/15	4/25	4/15	4/15	4/15	4/15	4/15	
離日角(度)	17	9	2	11	23	33	119	44	34	61	76	129
光度(Mag)	-0.4	-1.1	-2.0	-4.1	-4.4	-4.5	-0.6	-2.0	0.2	5.9	7.9	13.8
視直徑	5"	5"	5"	58"	52"	45"	12"	34"	17"	3"	2"	0"
相位	0.85	0.95	1.00	0.02	0.09	0.17	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	1.247	1.321	1.320	0.288	0.319	0.371	0.781	5.740	9.911	20.433	30.323	29.730



2001年五月的星空

本月的行星中，日落後的西方可見木星和水星；清晨則可於東方找到金星，於西方找到火星、天王星與海王星。土星接近太陽，無法觀測。火星在5月11日進入留的位置後轉為逆行，逐漸接近地球，因此亮度和視直徑都在快速增加中。

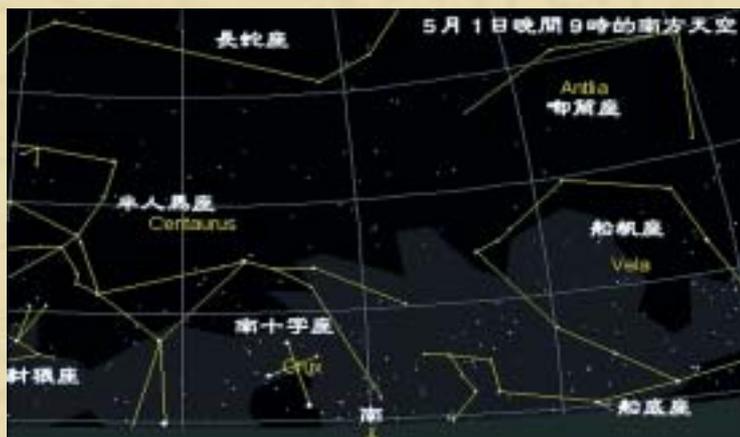
水星於22日東大距（ $22^{\circ} 27'$ ），日沒時水星仰角高度最高達20度以上，為今年中最適合觀察水星的時候。金星則在5日二度達到最大亮度-4.5等，此後相位愈來愈小，亮度逐漸減低，視直徑也逐漸減小。17日1時水星合木星，兩者相距僅2.8度，且因22日水星東大距，所以兩者在黃昏時的仰角尚高，可以觀看。可在16日黃昏時於西北方天空約20度高處找到木星（-2.0等），水星（-1.5等）則在木星右



巨蟹座蜂巢星團 M44

方約2.8度。二號小行星智神星（Pallas）將於28日衝，亮度9.2等，因小行星相對於其他恆星的運動速度較快，所以長時間曝光攝影的後可拍得小行星運動的軌跡；或可用等時間間隔做CCD攝影，再將多張影像加以比對出小行星位置，經計算位置的移動後，可得出小行星的軌道元素，這是個可深入嘗試的天文課題。彗星也可用同樣方式得到軌道元素。

五月的寶瓶座流星雨通常頗受矚目，因為它的流星來自著名的哈雷彗星，是一年中幾個固定發生的大型流星雨之一。此群流星通常速度極快，且多半還有痕跡。6日凌晨1時為寶瓶座流星雨的極大期，預計流星最多時每小時應有60顆以上，但因近滿月，為避開月光的影響，較佳的觀測時間在6日凌晨近日出的時刻。



	水星			金星			火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
日期	4/5	4/15	4/25	4/5	4/15	4/25	4/15	4/15	4/15	4/15	4/15	4/15
離日角(度)	17	9	2	11	23	33	119	44	34	61	76	129
光度(Mag)	-0.4	-1.1	-2.0	-4.1	-4.4	-4.5	-0.6	-2.0	0.2	5.9	7.9	13.8
視直徑	5"	5"	5"	58"	52"	45"	12"	34"	17"	3"	2"	0"
相位	0.85	0.95	1.00	0.02	0.09	0.17	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	1.247	1.321	1.320	0.288	0.319	0.371	0.781	5.740	9.911	20.433	30.323	29.730



當季星空焦點— 黃道光

今年的春分時刻是3月20日，每年的春分與秋分前後為欣賞黃道光的最佳時機。

所謂「黃道光」，是積聚在黃道面附近的微塵粒子散射太陽光所造成的景象，這些微塵粒子可能來自小行星碰撞的碎片、彗星遺留在軌道上的殘餘物質以及太陽F日冕（又稱塵埃日冕）的延伸，每一顆塵埃粒子的大小約在1—350微米（ μm ）左右。北半球低緯度至中緯度一帶，春分前後（2—4月）於日落之後2—3小時內，天空隨暮光逐漸黯淡，可在西方天空看到一三角錐狀的亮區，即為黃道光；在秋分前後（8—10月），在清晨曙光開始前2—3小時，在東方天空也可以看到類似的三角亮錐，這也是黃道光。這個三角亮錐的底部寬約15—20度以上，可從地面向上延伸約30度左右，在天空狀況非常好的時候，甚至可以看到黃道光延伸至約45—50度以上的高度。不過從事天文攝影的人可能會覺得它是個大「光害」源。

為什麼黃道光在春秋分前後才容易見到呢？主要原因是因為此時黃道面方向恰好幾近垂直於地平面，黃道光可以升得比較高，就比較容易看見。所以愈接近赤道的地區，黃道面與地平面的夾角愈接近垂直，對黃道光的觀測就愈有利。

但由於黃道光很微弱，必須在天空清

朗、光害非常低的區域才容易見到。因此選擇觀測黃道光的地點時，盡可能找海拔高、視野遼闊的山區，如此才能避開水汽和雲霧的影響，大氣透明度較佳，而且人為的光害影響也較少；此外出門觀測前也要先搞清楚天氣的變化，最好是有連續幾天晴夜出現的天氣比較有利。

黃道光的拍攝很簡單，只需用廣角鏡頭（焦長28mm以下）配合架在三腳架上的相機，曝光約30分鐘左右；鏡頭愈廣，則曝光時間需愈久。

下圖（黃道光）為天文館李合峰先生2000年10月初攝於合歡山，以20mm的鏡頭拍攝40分鐘的成果。



天體映像

夜空中的鬼魅
昴宿五的反射星雲 IC349

編譯：編輯部

金牛肩上的昴宿星團，是清澈冬夜裡少數幾個肉眼可見的星雲星團之一。朦朧六星中的昴宿五，在哈伯望遠鏡銳利目光下卻顯得猙獰可怖，彷彿便是披散長髮、狂哮著的巫婆，令人不寒而慄！

昴宿星團是一個由三千多顆恆星所組成的年輕星團，其間瀰漫著的大量氣體與黑暗塵雲，以每秒11公里的速度飄越眾星。距離地球 380 光年的畢宿五，輻射著強烈藍光、照耀在鄰近冷暗的星雲上，形成了這幅怪異景象。

1890年，美國天文學家巴納德(E. E. Barnard)從立克天文台90公分的望遠鏡觀測時，發現了這團位在昴宿五旁的反射星雲，編號IC 349。由於它與昴宿五間的距離非常近，只有0.06光年，大約是地球到太陽的3,500倍，所以反射亮度很高。

昴宿五在照片右上角畫面之外。星雲中的塵埃受到星光輻射壓影響，隨粒子大小不同而速度減緩的程度也有所區別，



形成了從畫面左下至右上方，指向昴宿五的平行光束。

在未來數千年內，這團星雲將繼續朝昴宿五前進，幸運的後代天文學家將可目睹罕見的星雲撞恆星現象，進而對星際物質有更進一步的瞭解。



Astronomical photo gallery

美星映象館





夏季銀河與流星 張伯榕
2000年7月2日 00:08~00:38
PENTAX67+105mm F2.4 F4 EM-200 赤道儀 +FC76 導星
Kodak E200 增感一格 曝光：30分鐘 攝影地：鴛峰



龍躍新中橫 張光祥

1998年11月18日獅子座流星雨瘋狂全台，
玉山國家公園新中橫公路史無前例的夜間大塞車，
宛如一條火龍。

01:45 進入半影



02:43 初虧



02:48



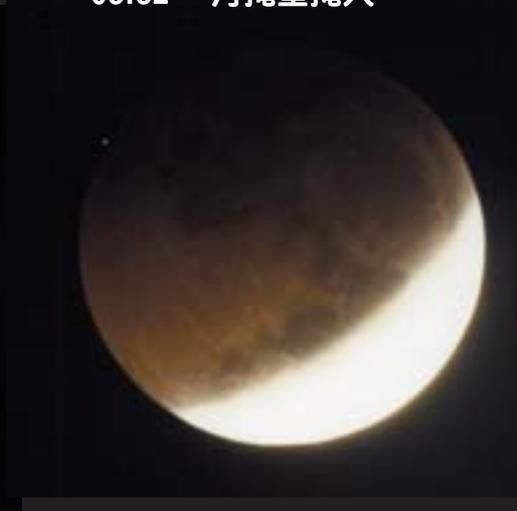
03:14



03:23



03:32 月掩星掩入



04:21 食甚



04:32



04:43



新世紀月全食

02:53



02:58



03:04



03:42



03:52



04:11 月掩星復出



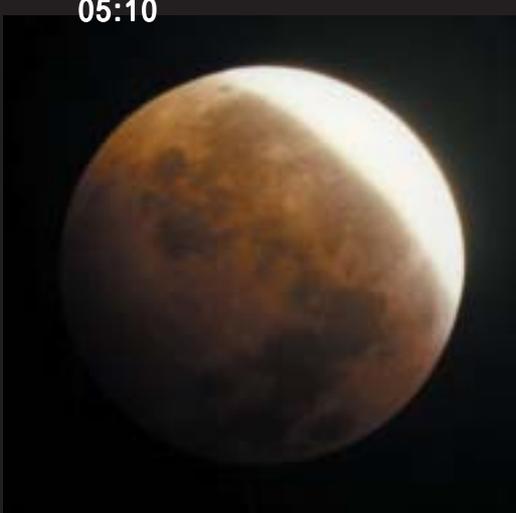
04:52



05:03



05:10



耿崇華

• 2001年1月10日 CANON EOS-50E+ 高橋MT-200 反射式望遠鏡 f.l.=1200mm F6 赤道儀 LOSMAND G11 KODAK SUPRA100 攝影地：台中市區

21世紀首次月全食，台灣北部天候不佳，能見者幾希；中南部天氣差強人意，只是雲多了些風大了些，但全程可見。值得注意的是月全食過程中出現月掩雙子座星，雙子座星（亮度3.5等）為肉眼可見的恆星。



攝影與影像處理：
天文館太陽觀測小組



說明：此圖為台北天文館於2001年1月7日，利用第一觀測室太陽觀測儀器拍攝所得之爆發日珥，由發生到結束僅短短的2小時，物質噴出高度最高時（第8張）幾可達太陽直徑的1/4，約為27個地球疊起來的高度，相當驚人。圖7-1及8-1則可見爆發後的物質受太陽重力及磁場牽引落回太陽表面後，因溫度較低而形成一片黑色的區域。