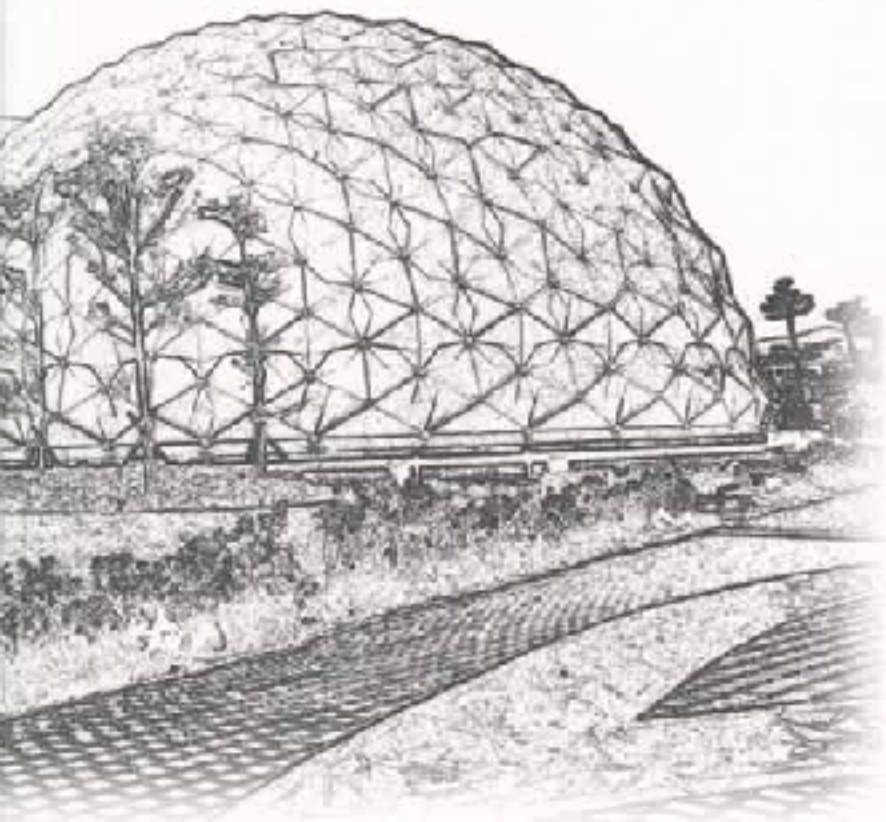


1999
5

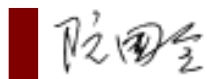
台北星空

天文館期刊

*TAIPEI SKYLIGHT**



館 長 的 話



天文館期刊自本期（第五期）起正式以主標題“台北星空”登場，以後將於每年二月，五月，八月及十一月出刊，並且大量採用彩色印刷，希望您會喜歡。

由於目前國內缺少天文專業的期刊，“台北星空”初期定位以大眾化的報導文章為主，內容的比例採 50% 70%天文入門，適合一般中小學老師及學生閱讀參考，10% 20%為進階，適合有簡單天文基礎的民眾，其餘部分為較深入的內容，適合想進一步瞭解天文的人士參考。當然，天文館的各項研習、活動、節目以及軟、硬體技術也將適時的報導，提供大家瞭解及利用天文館。

一份天文專業雜誌的誕生非常的不容易，也因此，非常期待您的栽培和指教，更期盼您踴躍的賜稿，我們熱烈的盼望“台北星空”由於大家的關心和鼓勵，得以萌芽、茁壯。

統一編號：031539880019

中華民國八十七年十月一日創刊

中華民國八十八年八月一日出版

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、林勝淵

總編輯：葛必揚

執行編輯：李瑾

編輯：張桂蘭、吳志剛

林宏欽、包舜華

封面設計：孟聖竹

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：千騰彩色印刷有限公司

地址：台北市興寧街66巷4之1號

電話：(02) 2336-5998

中華民國行政院新聞局出版事業登記證

局版北字第 2466 號

天文簡訊

Astronomical News

月球也有尾巴！

您知道嗎？除了彗星外，月球也是有尾巴的，而且地球每個月都會通過這條由鈉組成的月尾！

根據 1998 年 11 月獅子座流星雨期間的觀測，月球的鈉氣體尾延伸至少有八十萬公里之長，而在三個連續觀測夜中它的外觀一直在改變。天文學家相信，月尾中的鈉原子應該是流星體撞擊月球土壤時被

擊發出來的。

科學家早在阿波羅計畫時代便已知道月球有極為稀薄的大氣。早在十年前，地面望遠鏡也曾觀測

到部分由鈉氣體所組成的月球大氣。其密度每立方公分不超過 50 個鈉原子；相較地球表面大氣則有 10^{19} 個分子。

科學家發現，當月球在新月時，鈉原子從月球表面離開後約



需兩天即可到達地球附近，這些原子受太陽光壓與地球重力的影響，在月球背後形成一條細窄的長尾巴。如果月球的鈉尾能夠亮一千倍，那麼從地球上就可以看見在夜空中拖著橘色光芒的月球了。



彗星英雄喬陶號飛掠地球

歐洲太空總署(ESA)的喬陶號(Giotto)太空船於七月一日再度飛掠地球，這是喬陶號自 1985 年七月二日發射十四年以來，第二度飛掠地球，前一次是在 1990 年七月二日。

喬陶號是英國航空建造的太空

船，於 1986 年飛往哈雷彗星，以空前接近的距離拍下了彗核的細節。科學家估計它將從距離地球 220,000 公里處飛過。大約是地球至月球距離的一半。

喬陶號的官方管控已經於 1992 年七月二十三日完成最後的軌道

調整後中止，太空船也進入了「冬眠」狀態，但是太空船上仍有 15 公斤的推進燃料，足夠將軌道調整至再飛掠地球一次。

喬陶號目前的速度為每秒 3.5 公里，在世界時七月一日 02:40 最接近地球，科學家將嘗試喚醒喬陶號。南半球的觀測者以大望遠鏡或許可以看見它。



新的太空飛機計畫開動

NASA 與波音公司將合作進行一項耗資一億七千三百萬美元、代號 X-37 的太空飛機計畫，作為實驗新的可重複使用之太空船技術。

波音公司的計畫主任 David Manley 表示，X-37 可以由太空梭或火箭發射，然後再重返地球自

動降落，因此可擔負太空運輸、實驗等工作。目前，工程人員會先建造較小、飛行速度較慢的原型機 X-40，從 B-52 轟炸機發射進行各項實驗，包括自動降落等程序。

X-40 的第一次降落測試預計於明年進行，而 X-37 則將在 2001 年進行測試，如果一切順利，可望

於 2002 年進行太空梭飛行實驗。

X-37 的長度約八公尺、翼展 4.5 公尺，可運載 2.1 公尺長的貨艙，它的航速將可達 25 馬赫，約時速 27,000 公里。

Prosser 表示，X-37 所使用的技術將以安全、低價、高穩定性與最低操作人員需求為主，目標則是創造舒適、安全，如搭乘飛機般的太空旅行。

冥王星上發現 " 天然氣 "

天文學家利用位於夏威夷的日本 8 米 昴 (Subaru) 望遠鏡發現冥王星上有乙烷！

乙烷 (C_2H_6) 是一種簡單的碳氫化合物，為地球上天然氣主要成分。這是一項重大的發現，因為它極可能是太陽系形成之初所留下的原始氣體，被保留在冥王星冰凍的大氣中 46 億年。

今年六月，當冥王星與其衛星查龍 (Charon) 距離地球 58 億

公里時，天文學家利用 昴 望遠鏡上最先進的光譜設備觀測了它們，並分析出光譜中有乙烷存在，除此之外，冥王星大氣中還有氮、甲烷、一氧化碳等，只不過它們都結成了冰。

最出人意料的是，經光譜探測的結果發現，冥王星與其衛星查龍並不相似。冥王星攝氏零下 210 度的表面覆蓋著一層凍結的氮、甲烷、一氧化碳與乙烷，而查龍表面的冰則比較像是水冰。天文

學家對此有點迷惑，因為大部分學者原本認為 查龍是在太陽系初期冥王星受其他行星體碰撞而形成的孿生兄弟，其成分應當接近。



羅賽達號 - 歐洲彗星計畫

俄國發射第一顆人造衛星，美國首次登陸月球，而第一架登陸彗星的則將是歐洲的太空船，羅賽達號。歐洲太空總署 (ESA) 公布羅賽達號預計在 2003 年一月發射，在 2012 年五月二十八日將抵達 46p/ Wirtanen 彗星，一顆彗核直徑約 600 公尺的彗星。

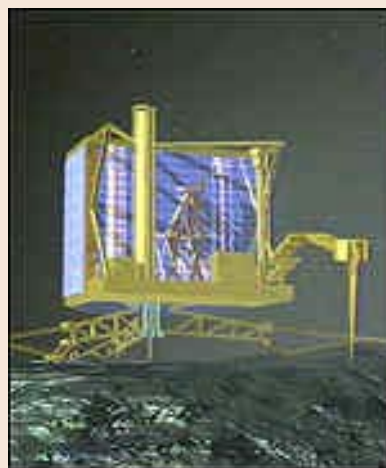
羅賽達號將先藉地球和火星的重力牽引，將速度提升到時速 13 萬公里，和彗星相同。預計需要八年才能到達彗星，然後登陸在

彗核表面對彗星內部的冰態物質取樣分析，之後將資料傳回地球。

科學家熱切盼望能得到有關彗星的詳細資料，因為彗星是太陽系中最原始的星體之一，在這 46 億年間，形成太陽系的原始物質，包括冰與塵粒等，一直被冰封在彗星中沒有被改變，科學家認為彗星中可能還有一些有機化合物，能為生命起源提供線索。

羅賽達號其名來自典藏於大英

博物館中的一片石板，這塊石板解開了古埃及象形文字之謎。



新發現最遙遠的星系

美國 Lawrence Livermore 實驗室的天文學家 Wil van Breugel 以電波觀測發現了最遙遠的星系。

這個新發現的電波星系名為 TN J0924-2201，位於南天的長蛇座，距離地球約 110 億光年。科學家認為某些電波星系核心隱藏著超巨質量黑洞，造成其周圍的高溫氣體輻射出電波。

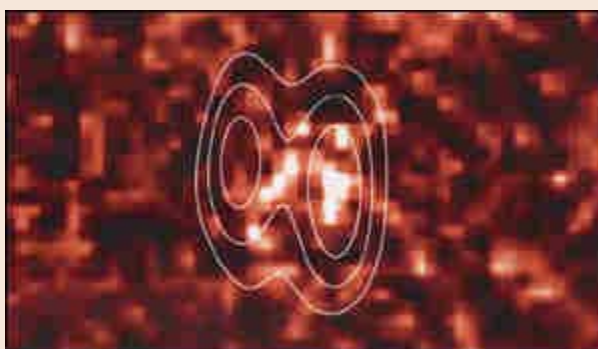
目前已知距離最近、也是第一個被發現的電波星系為人馬座 A，它是在五十年前被發現。這

次發現的電波星系則有人馬座 A 兩百倍遠，亮度為其三十倍。

TN J0924-2201 之能被發現，得力於一些新工具，包括深空電波巡測、大口徑的光學望遠鏡與紅外線偵測器等。

van Breugel 表示，這些新的大口徑光學望遠鏡使天文學家能夠觀測到宇宙的

「黑暗初期」，大約是恆星與黑洞剛開始形成的時代，而電波星系可能為其前身。



電波天文學的「光害」問題嚴重

天文學家在一項於維也納舉行的國際會議中提出呼籲世人重視行動電話與通訊衛星將扼殺電波天文研究，雖然一般通訊波段都在一定的範圍內，不會與天文使用頻率重疊，但是通訊電波功率高，常會「滲透」到天文使用的波段內，對電波天文研究構成日益嚴重的威脅。

以位於麻省 Jodrell Bank 的電波

望遠鏡為例，它能夠偵測到來自宇宙最深處的電波輻射，讓天文學家瞭解宇宙起源與探索星際間可能形成生命的分子等。劍橋天文學家 Dr Simon Mitton 表示，電波望遠鏡最大的發現就是宇宙大霹靂的背景輻射，這項發現確立了宇宙的霹靂說，闡明宇宙最初是從一小團膨脹為今日的程度。

但現在要作這些研究越來越難了。天文學家們要求美國實施更嚴格的行動電話衛星管制，以保護未來的電波天文研究。

倫敦大學的 Derek MacNally

教授說，如果把你的行動電話放在月球上，它會是全天最強的三個電波源之一！通訊工業商則表示，他們能夠瞭解問題的嚴重性，並且願意將電波滲漏降到最低程度。

到處林立的路燈破壞了光學天文觀測的環境，目前，重要的觀測活動都移至能夠遠離都市、位於高山上的天文台進行，如夏威夷或智利。

天文學家未來還將面臨「太空鏡」的挑戰，這種安置於太空中的巨大反射鏡能夠將陽光反射至地面位於高緯度、甚少日光的地區。俄羅斯的「黎明」(Znamya) 計畫已經進行了兩次實驗，未來，可能會發射更大的反射鏡到太空中，屆時，對某些地區的天文學家而言，光害就更嚴重了。



太空科技發展史

陳俊良

走進天文館，偌大的中庭矗立著兩個引人注目的模型—太空梭和熱氣球。亞特蘭提斯號 (Atlantis) 太空梭旁有文字說明及影帶介紹，搭配模擬發射狀況的煙霧，常讓許多遊客群聚在此拍照留念；而定時起落的蒙各費葉 (Montgolfier) 熱氣球，更是每每在上升時引起眾人的驚嘆！雖然展示場內的三層樓分成了九大主題，但這兩個模型卻都和這次要介紹的區域—『太空科技發展史』有關。

終其一生的夢想！我們的『太空科技發展史』就從火箭的出現開始談起。

火藥發明地—中國

中國古代的皇帝號稱天子，權力很大，卻難免一死。於是養了許多方士，用各種方法希望能提煉出長生不老的藥方出來。靈藥當然沒有製成，卻發現了硝石等易於

太空科技—序曲

從展示場一樓入口進來，在左前方，迎面而來的就是一張太空梭升空的照片。沒錯，我們這次的主題就在左手邊。當您由入口往左前方移動，會看到一排有關火箭原理的介紹；而在它的對面，U字型的展示牆加上中間透明的展示櫃，就是本次的主題所在區域。西元 1957 年，前蘇聯發射了第一顆人造衛星，揭開了太空時代的序幕，火箭也成為大眾耳熟能詳的名詞。而在此之前，製造出足以將人造衛星等送上太空的設備，則是許多科學家



十八世紀，第一個升上天空的航空器蒙各費葉熱氣球



美國的火箭之父哥達德，後為他設計的液態火箭。

諾貝爾成為巨富[註1]。

在本區左手邊的展示牆所看到的火龍箭等就都是早期的火箭，用的燃料都是火藥，也就是一種固態燃料，不過早期火藥的燃燒效率既差且不穩定。傳說在宋朝的時候有一位軍官叫萬戶(萬戶可能是其官職)，曾經在椅子周圍綁上許多火箭，希

太空科技區前景

起火、反應激烈的東西。後來作成火藥，並加工製成煙火、火箭等奪人目光的物品，不但在宋朝時將橫掃歐亞大陸的蒙古鐵騎嚇得屁滾尿流，後來火藥傳到了西方，更讓

望能藉著強大的推進力飛離地球而奔向月球，並且親身坐上椅子去實驗，結果被炸得粉身碎骨！（不過為了紀念他，在月球背面的環形山有一座就是用他的名字來命名）所以當時的人甚至以為用熱氣球比用火箭更可能上太空，還不時嘲笑那些想利用火箭飛行的人。（現在火箭早就飛離地球，熱氣球卻遲至西元 1999 年才環繞地球一圈）

發明現代火箭

俄國的火箭之父 -- 齊奧爾科夫斯基 (Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky) 是第一位提出利用火箭以脫離地球的方法，並於西元 1898 年寫下火箭運動的基本數學式。不過，雖然他也提出了液態火箭的構想，液態火箭的第一次發射，卻是美國的哥達德 (Robert Hutchings Goddard) 博士在西元 1926 年所完成。（固態



Preview

火箭當時技術不成熟，根本沒機會衝上太空）本區中間的展示櫃內，就是哥達德博士和它的第一具液態火箭模型。這具火箭很有趣：它的左右各有一根管子運送汽油與液態氧，再將兩者送到上方的燃燒室混合。博士把燃燒室放在火箭上方的原因是要讓火箭能朝上飛，因為他認為重的東西總是自動朝下。另外，還在它的兩邊加裝鐵架好讓它站得住。結果是，火箭升空後飛行不到 12 公尺就掉下來了。不過博士雖然第一次失敗了，還是不斷嘗試，並發明了穩定飛行的搭載式陀螺儀等，最後不但成功發射，還取得了液態火箭及多節固態火箭等多項專利權。可以說，現在用的火箭都是哥達德火箭，博士也因而被稱為美國的火箭之父。

當人們發現在大氣層高空的溫度、壓力都遠低於人類所能忍受的範圍時，利用熱氣球等方法被視為不切實際，而火箭就成了人類上太空的希望所寄。不過初期從事火箭研究的科學家，只有在前蘇聯和德國得到官方支持，特別是德國，由布勞恩(Wernher von Braun)博士主持的U-2火箭，在二次世界大戰期間，更是舉世注目！大戰結束後，以美、蘇為首的同盟國取得勝利，也接收了整個火箭計畫。有趣的是，雖然前蘇聯的軍隊率先進入柏林，布勞恩博士及整個U-2火箭的工作小組卻迎向美國，讓美國在太空科技方面得以從落後到追平，甚至有些部分還取得領先的地位。

太空大競賽

讓我們對這段歷史作個簡單回顧，就會比較瞭解：西元1957年前蘇聯搶先發



各式火箭模型，依其發展時間設置

射了兩顆人造衛星—史波尼克 1 號和 2 號，而美國在次年才開始發射的六顆衛星中卻僅有兩次任務成功，顯然美國在技術方面遠遠落後於前蘇聯；早在西元 1961 年，前蘇聯就送出了地球上第一位太空人—蓋加林(Yuri Gagarin)，不過在西元 1969 年，美國的阿姆斯壯(Neil A. Armstrong)成為第一位踏上月球的太空人時，美國的太空科技也終於趕上前蘇聯，開始互有領先的太空競賽。我們除了可以在本區西元 1900 年到 1975 年間的版面說明大概瞭解上述的這一切外，還能看到一些很有趣的敘述，如第一隻上太空的動物—太空狗萊卡，第一隻太空猩猩哈姆 等，而其中最受矚目的，就是當初送阿姆斯壯等人登陸月球的火箭--農神 型，它的高度為 110 公尺，大約相當於台北火車站旁的新光三越大樓，也是目前為止最大型的火箭。



太空梭

明日世界

隨著科技的日新月異，到外太空去已不再那麼遙不可及。當西元1971年前蘇聯將第一個太空站—沙留特(Salyut)送上太空，人類就開始嘗試在太空中生活；而西元1981年，美國成功發射了第一艘飛上太空的太空梭 - - 哥倫比亞(Columbia)號，更使得科學家更容易來往於地球與太空之間。西元1988年服役的俄國和平號(Mir)太空站，雖然目前已達屆退狀態，卻也創下了人類在太空中長期生活的記錄！(712天，由Sergei Avdeyev所創，俄國人為了他們的光榮，甚至還希望能延長和平號太空站的壽命！不過事實上不大容易，因為太空站本身有漏氣等狀況，而俄國人沒有足夠資金進行維修或更新)在和平號退出太空舞臺後，新的國際聯合太空站將會在美、俄、加、日、英、法等國的合作下取而代之。本區最後一塊展示牆上就有這些相關資料，並有兩個螢幕作簡介

影片放映，還在展示櫃內，擺著各式各樣共21個的火箭模型，而且是按照原始尺寸依比例做出來的！

時至今日，我們不但已初步探測過太陽系內的八大行星，(只有冥王星沒有，因為她實在是太小太遠了。不過我們還是有探測計畫，目前計畫在西元2001年發射『冰火號』太空船，並順道拜訪庫伯帶上的天體)也接近過如彗星、小行星等太陽系內其他天體；目前為止雖然沒有發現地球以外的生命，但也不表示就一定沒有外星生命存在。(由火星隕石，我們已發現似乎是地外生命存在過的證據)月球上亦發現可能有水存在的證據，向外星人致意的電波符號也正以光速在星際中奔馳；部份舊有的太空船已飛離太陽系，而新的太空計畫也不斷在醞釀。人類天性喜歡新鮮，熱愛冒險，也許有一天，我們真的可以移民外太空，甚至像科幻小說中所描述的一樣，自由穿梭於時空之間，屆時整個宇宙中會到處都有生命，都有我們的足跡。希望到那個時候，還有天文館，那麼這『太空科技發展史』說起來，就會更有趣了。您對外太空有興趣嗎？到天文館走一趟吧！

註釋：

註1：諾貝爾，也就是現在眾所矚目的諾貝爾獎的創始人，因為將火藥改良，變成威力更大的黃色火藥—TNT而致富。後來他在晚年時見到TNT被用於戰爭等不良用途，便將其財產捐出成立諾貝爾獎基金會，希望能藉此獎鼓勵人們鑽研更有意義的研究，好讓人類不斷延續下去。

作者：現職台北市天文科學教育館

天文館 網站簡介

張桂蘭

自1997年7月天文館正式開館以來，各項活動如火如荼的展開，每半年一次的宇宙劇場、立體劇場更換新片一事，更是眾所矚目。為了能以最快的速度、精美的畫面來提供一般大眾最新的天文館活動訊息、天文基本常識，以及全世界已經發生、正在發生和將要發生的天文大事，天文館從1998年2月開始成立網站：<http://www.tam.gov.tw>。同年七月，開始接受以

電子郵件的方式訂閱電子版天文快報，近來更將寄送範圍擴展至所有天文館的活動訊息與出版物。在此期間，適逢「1998日偏食」、「1998獅子座流星暴」等重要天文事件，本館均以專業的方式在網站上提供相關的訊息，頗受好評。1999年5月，網站的版面開始嘗試更新，希望能以更美觀、更快速、更方便也更正確的方式提供訊息；這項改革同時也獲得台



北市政府「1999年台北市社教機構網站評比」的優良網站殊榮。

以下，是針對天文館網站的內容做一個導覽式的介紹。

天文館簡介

包含所有天文館中的相關資訊，其下分為：

館長的話：為本館阮國全館長自建館以來，對天文館未來發展的期許。

建館沿革：介紹天文館從中山堂、圓山天文台至天文館的改革與變化。

組織架構：介紹天文館所屬各組室及其工作概要。

本館位置：由天文館地理位置圖可知其週邊環境及交通路線。

服務項目：詳細介紹天文館的開放時間、購票辦法、劇場與導覽預約辦法、劇場與觀測室開放時間，以及天文館可以提供的各項服務措施。

天文速報

以最快速的方式提供天文相關訊息。其下分為：

當月活動熱訊：最新的天文館活動。

今日記事：正在發生的天文事件和天文相關研討會的時間和舉行地點。

最新新聞：最新的天文新知。

天文新聞歷史資料：將已過期的天文新知按照年份或月份整理，方便查詢。

訂閱鳥：點選訂閱鳥填寫相關資料後，可以訂閱天文電子報。

天象資訊：提供當年各天象發生的時間及觀測方式，以及1999年至2000年及未來的月相、節氣、行星動態及國曆與農曆對照的日曆表。針對重大天文事件，還會提供詳細的資訊及電腦動畫演釋，以期大眾能得到動態、及時又詳細的資訊，提高對天文的興趣。

虛擬導覽：天文基礎科學教育是天文館成立的目標，希望能以各項展示品的介紹，帶領眾人輕易地進入天文殿堂。本網頁即旨在介紹天



The screenshot shows a web browser window with the URL <http://www.tan.gov.tw/home.htm>. The page features a large image of the moon during a partial eclipse. The main heading reads "1999年最後一次月食：七月二十八日月偏食". Below the image, there is a detailed text block explaining the event, including the date (Wednesday, July 28, 1999) and the maximum eclipse magnitude of 0.398. A sidebar on the left contains a navigation menu with items like "天文館簡介", "天文速報", "天象資訊", "虛擬導覽", "活動熱訊", "天文FAQ", "出版資訊", "研究資源", "網站維護", and "天文社團". At the bottom of the page, there are two download links for eclipse simulation videos: "電腦模擬月食全影影片壓縮檔(364kb)" and "電腦模擬由月球看月食過程影片壓縮檔(1Mb)".

文館下所屬的展示品有哪幾項，使欲參觀的民眾能有一個事前瞭解。不過由於展品太多、工程浩大，目前這個網頁仍在努力完成中。

活動熱訊

其下分為：

活動熱訊：提供各項天文館活動的訊息，如天文一日遊、星姊

姊說故事、每月一星、通俗天文講座、科學影片放映及劇場新片上映等。

劇場節目表：提供目前宇宙劇場和立體劇場正在上映的影片名稱、內容、播映場次及時間。

天文 FAQ：將一般大眾常常有疑慮的天文問題加以整理並歸類，方便民眾查詢。如果在這一些常問問題中找不到您要的答案，您可以進入「找不到我要問的問題」網頁中填寫，天文館將盡快的以電子郵件的方式回覆處理。

出版資訊：列出天文館所有出版品，如天文年鑑、台北星空_天文館期刊（原天文通訊）、太陽黑子年報、天文快報及曆象表等，伺版權問題解決後，這些出版品將全部上網，方便大眾尋找參考資料。

研究資源：提供各個天文領域的基本資料給大家參考與查詢，如星雲、星團、星系、流星群、明亮恆星、雙星等。將來計畫將本館正在從事的太陽及月掩星觀測結果放置於此，甚至聯合其它國內觀測人員或機構，將觀測所得之圖或數據整理後上網，以便想要研究這些主題的人能取得資料。

網站鏈結

列舉國內外各個重要天文相關團體與機構，一般民眾可經由此處鏈結到所要搜尋的網



站。目前還在陸續蒐集相關的天文網站加入鏈結中。

天文社團

列出目前台灣地區高中、大專及社會天文相關社團的名稱及地址，對天文有興趣的民眾可以從這裡查詢後，找到想要參加的天文社團。歡迎任何新成立、或已成立但尚未列名的天文團體向天文館登記，我們將會盡快將登記的團體名稱加入名單中。若已列入名單的天文社團有獨立的網址、地址和聯絡電話等，也歡迎提供。

天文館網站成立至今僅一年餘，由於負責網站的工作人員不多，許多網頁都還在奮鬥努力中；但基於大眾對天文館的支持與肯定，我們將更精益求精，繼續充實天文館網站的內容。歡迎來信抒發您對天文館網站的任何批評指教，我們將參考您的意見來修正網站未來的走向與內容。

作者：現職台北市天文科學教育館

星期的 說文解字

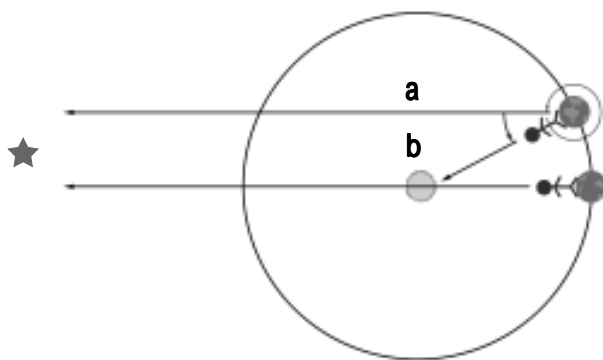
陳文屏

什麼是一天？

你要是問一個平常人何謂一天，他的答案可能很簡單：「從今天起床到明天起床，這就叫一天」。而你要是問到一個不太平常的人，答案也許就比較複雜了：「地球自轉一圈稱為一天」，這樣的答案表示他曾經學過這個觀念（而且還記得！），並且可能表示他生活不正常，每天起床的時間不一樣。

要是你更進一步問到了一位學過天文學的人，你就會看到他眼睛一亮，然後洋洋灑灑地闡述「其實一天很難定義」。翻開天文學辭典，你會讀到「一天乃 86400

地球自轉一週回到 a 點時，恆星在頭頂上。由於公轉的緣故，需要再約 4 分鐘後（b 點），太陽才回到頭頂，這是太陽日，也是我們一天的定義。



秒，而一秒則是由銫原子鐘的週期定出來的。」這樣的定義當然仍是和地球的自轉有關，但是地球怎麼樣才算自轉一圈呢？如果我們面對一根身旁的柱子，然後原地轉一圈，那麼當我們再次面對柱子時，這就算自轉一圈，相對於一根遙遠的柱子我們轉了三百六十度。但是若我們自轉的同時，也繞著柱子轉圈，那麼當再面對身旁的柱子時，從遠方的柱子看來轉的角度就不是三百六十度了，視我們轉動的方向（順時針或反時針）而可能多一點或少一點；換句話說，轉一圈所需的時間，得看是以身旁的柱子，或者是以遠方的柱子為準。

地球的自轉與繞著太陽的公轉由北向南看都是反時針方向的，因此以遙遠的天體為準，地球轉了一圈後，還得再多轉一點才又看到太陽回到原來位置。也就是說以

太陽為準的一天（稱為「太陽日」）比以遙遠星球為準的一天（「恆星日」，約為 23 小時 56 分 4 秒多）要來得長。而又因為地球的橢圓軌道，一年當中的每一個太陽日長短是不一樣的，也因此天文學家定義了一個 24 小時整的「平均太陽日」。

由以上的說明可以看得出，即使是日常生活中看似單純的時間這個觀念，在定義上的困難，但也驗證了定義清楚的必要。讀書人的專長就是把簡單的事說的很難，科學家尤有甚之，看樣子天文學家更是箇中翹楚！這實在是因為天體的運行錯綜複雜的緣故。

星期的由來

回到人的世界。如前所述，一天的觀念和天體的運行有關，一個月是月球繞地球一圈的時間，而一年則是地球繞太陽的時間（當然，古代的人以為是太陽繞地球，但是時間的長短是一樣的），換句話說，年、月、日都和天體的運動有關係。然而同樣是常用的計時單位「星期」，雖然在中文的稱呼上看起來和天上的星星有關，但是其長短 也就是之所以七天為一個星期 卻和天體的運行沒有任何關連。在現代中文裡，除了星期日（太陽）以外，其他都以數字表示一周中的日子。但在其他很多的語言中，星期中的每一天都和天體有關。

一星期七天的由來，一般的說法是與聖經中創世紀有關，亦即上帝工作了六天而在第七天休息。但有證據顯示猶太人對星期的觀念可能來自西南亞的美索不達米亞，其中的閃族人 (Sumerian) 及巴比倫人將一年分成星期來計算，一星期有七天，其中一天是休息的日子。早在巴比倫的時代即以日、月配上當時所知的五個行星用來記日，七天為一周。羅馬人沿用此記時習慣，但一度改成八天為一週期，直到西元 321年君士坦丁大帝將七天的星期置入羅馬曆，且定星期日為一週之始。

在英文中，**星期日** Sunday 很明顯地是代表了「太陽的日子」(day of the Sun)，在

拉丁文中叫做 dies Solis。**星期一**的英文 Monday 則是「月亮的日子」；法文中月亮為 la lune 因此星期一稱為 lundi 也是取一樣的意思。

至於**星期二**，在羅馬時代稱為 dies Martis，是以戰神「馬爾斯」(Mars) 來命名，是火星的日子。火星看起來呈紅色，中文由顏色名之，古稱「星火」，同時由其代表了流血及戰爭，英文的來由正是「泰亞」Tyr，也就是薩克遜文的 Tiu 或 Tiw，是古代日爾曼掌管戰爭與正義的神。

羅馬人稱**星期三**為 dies Mercuri，法文稱這一天為 mercredi；西班牙文為 miercoles，皆因精明、敏捷的「默丘利」(Mercury) 神而得名。神話中他是位神偷，從一出生便偷走了太陽神「阿波羅」(Apollo) 的獸群。太陽系中最接近太陽而繞著快速運行的水星(英文是 Mercury) 由此而得名。至於英文字星期三 Wednesday 源自北歐的主神「渥登」(Woden) (或稱「奧丁」Odin)。用來命名星期二的 Tyr 神便是 Woden 的兒子之一。

星期四的英文字 Thursday 引伸自「梭爾」Thor，乃日爾曼的雷神。羅馬人則以其最偉大的神 Jupiter 為名，稱這一天為 dies Jovis。有意思的是木星 (Jupiter) 也的確是太陽系中最大的行星。

英文的**星期五**Friday 一說是取自北歐神話中的美麗女神「福利加」(Frigga，為 Woden 的妻子)；另一說認為星期五因「福瑞雅」(Freya，象徵愛與美的女神) 而命名。金星是全天空僅次於太陽與月球最明亮的天體，或許正因為如此，羅馬人以其神話中美麗與魅力的女神維納斯 (Venus) 來稱呼這顆耀眼的行星。法文的星期五是 vendredi、西班牙文是 viernes 都分別直接取自金星。

至於英文的**星期六** Saturday 明顯地與土星 Saturn 有關。拉丁文中星期六稱為 dies Saturni，就是土星的日子之意。法文稱星期六為 samedi，德文的 Samstag、西班牙文的 sabado 都很類似，而在羅馬神話中 Saturn 就是主管農業的神。

中國古曆每日以廿八宿分配，亦以七曜（日、月、火、水、木、金、土）為星期記日。直到今日在日文裡，星期日到星期六仍保留了這個方式而稱為日曜日（にち）、月曜日（げつ）、火曜日（か）、水曜日（すい）、木曜日（もく）、金曜日（きん）、土曜日（ど）。韓文也是一樣。看起來，擁有悠久歷史的中國文化在算日子方面，不論是星期或月份，在現代的語言中反倒是出乎意料的乾淨俐落。這讓我想起來在美國留學的時候，西方友人常常以略帶誇張的口氣說：「哇！你好棒，怎麼能一下就算出來 September 是九月，而 Thursday 是一周的第五天？」

另一項有意思的事情是中國古曆的七曜與西方語言天體的順序相同。若說星期的觀念衍自西方文明，那是什麼時候傳到中國的呢？又是在何時演化成毫無浪漫的數字呢？筆者的能力無法作進一步的考證與推論，但是歷史上東、西文明的交流與相互影響包容真是個有趣的題目。

至此不免想到除了「星期」、「週」以外，還有一個我們現在常用的詞就是「禮拜」。很顯然這個詞源自禮神佛之事，在基督教中七日行一次，而該日就稱做禮拜日，也就是做禮拜的日子。依此說來，我們日常說的禮拜一、禮拜五等等是沒有意義的。當然，語言這種東西，即便是沒有道理的說法，只要有足夠多的人說就變成對的了。從一個禮拜日到下一個禮拜日叫做「禮拜」，與星期是同樣的意

思，也就當然可以用來稱呼當中的某一天為禮拜幾了。至於閩南語中為何使用禮拜而不是星期或其它的表達方式，就又是筆者不知道，而亟欲就教高明的了。

參考資料

1. The New Encyclopedia Britanica, 15th Edition (1992)
2. Charles A. Schweighauser (1991) "Astronomy from A to Z" (Illinois Issues)
3. 鄭瑩、余宗寬 (1995) 「時間與曆法」 (星空探秘叢書；銀禾)
4. 「大辭典」 (三民書局)
5. 「辭源」 (商務印書館)

作者：中央大學天文所 副教授

宇宙的演化

胡德邦

起初，神創造天地。地是空虛混沌，淵面黑暗；神的靈運行在水面上。

神說：要有光，就有了光。

舊約聖經 創世紀 第一章 1 — 2 節

宇宙起始於一次大爆炸(Big Bang)，在那個太初的時刻，的確是充滿了光。[註一]

人們從有了文明起就不斷地想要探知宇宙的起源。各種各式的神話、傳說，一直到哲學、科學，隨著人們對大自然認知的加深，不斷地嘗試錯誤與更正而越來越清楚。到了二十世紀，現代宇宙學的詮釋，也就是宇宙學家的宇宙觀，是奠基在愛因斯坦的廣義相對論及量子物理上。天文學家哈伯的發現[註二]，使人們認知我們身處的宇宙是動態的，更促使愛因斯坦放棄了原先靜態宇宙的想法[註三]。現在的人們可以追溯這個過程至剛開始的 10^{-35} 秒。並且我們可從理論得知，早期輕的基本粒子及元素是如何被「製造」出來的。現在我們認知的宇宙創生的模型稱之為**熱霹靂宇宙模型(Hot Big Bang)**，物理學家之所以會相信這個模型，是因為它合理且成功地解釋

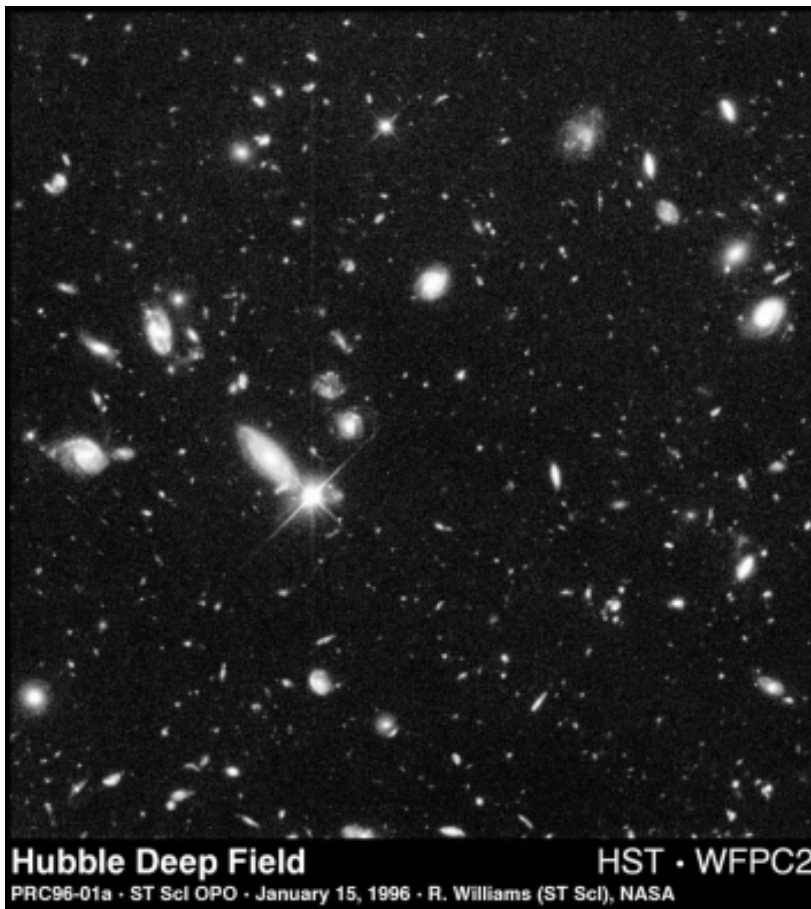
了元素生成的問題：為什麼我們宇宙中含量最多的是氫和氦，及其他元素的量之間的比例關係。

也許有人會問，大爆炸之前又是什麼？那是時間與空間的起點，所有的物理定律在那兒都失效，我們沒有辦法得知那是什麼狀態，雖然有許多的數學家、物理學家（包括英國的史蒂芬·霍金教授）提出各種各式的模型，創世之前的狀態，仍然是個謎。儘管如此，但我們仍可以來探討一下在爆炸之後我們的宇宙是如何演化。

宇宙誕生至今，已有約 150 億年的歲數，大霹靂之後的宇宙，分成幾個階段演化：

一、輻射為主的階段(radiation dominate epoch)

早期的宇宙應該比現在更熱，密度更高。剛開始的時候(10^{-6} 秒 ~ 1秒)，這個世



哈伯望遠鏡所看到100億光年遠的早期宇宙。越早期的宇宙，物質越密集

界只有各種極端相對論性（即：速度接近光速）的粒子（如光子，夸克，微中子，電子），光子在超高的密度下不斷地相互碰撞而形成正負電子對，但剛產生的電子對又隨即對滅成兩個光子，在這樣的環境裡，高能的光子主導了一切，任何微小的擾動都會被弭平。在溫度很高的電漿中，光在其中傳播時會被強烈地吸收，換句話說，最早期的宇宙是很不透明的。這個階段我們稱為**輻射為主時期**(radiation dominate epoch)。這個時期持續了約2000年，又可分為前後兩個階段：前面的30分鐘，宇宙中的原始元素（如氫，氦等）都在此時合成。30分鐘過後，宇宙僅是單純地膨脹，直到約2000年之後。

二、物質為主的階段(Matter domi-

nate epoch)

隨著宇宙的絕熱膨脹，溫度逐漸冷卻下來，碰撞也漸漸變少，等到溫度降到3000K[註四]的時候，自由電子與質子（即氫原子核）形成氫原子，此時有了電中性的物質產生，電中性的物質對電磁輻射的影響相對地變得較低，物質對輻射的**不透明度**[註五]急遽下降，宇宙逐漸變成「透明」的。光子與電子不再繼續碰撞的結果，使得光子在空間的分布與演化從物質當中「退」了出來，輻射與物質不再交互影響，此我們稱之為輻射的**退耦**[註六](de-couple)。從這個時候起，物質之間就剩下重力作為它們之間的交互作用，這個時期我們稱之為**物質為主的階段**(mater

dominate epoch)。從這兒開始，氣體因自身重力擾動引起之不穩定所引發的質量堆聚形成了現在的星系、星系團及超星系團。所以，觀測現今宇宙中的**微波背景輻射**(MBR, Microwave Background Radiation)的分布情形可以推知當時引發重力堆聚效應的擾動分布，並且我們可以得知早期宇宙在退耦時的狀態，進而對現今的宇宙大尺度結構的形成有更一步的探知與瞭解。

宇宙的均勻性與各向同性

前面提到**微波背景輻射**，我們對它的觀測是重要且必要的。背景輻射驗證了宇宙的**均勻性**(homogeneity)及**各向同性**(isotropy)。

(一) 所謂**均勻性**，是指我們向著天空的任一個方位時，無論看的距離有多遠，在同樣大小的體積內擁有數量相當的星系與物質。

(二) 所謂**各向同性**，是指我們向著天空的任一個方位的單位面積裡擁有數量相當的星系與物質。

人造衛星COBE的任務就是觀測宇宙中的微波背景輻射，以找出原初擾動與大尺度結構之間的關係。目前所知到的起伏在 10^{-5} 左右，這意味了我們的宇宙是均勻且均向的。但這引發了一個宇宙學上的問題，就是若宇宙從退耦之時就這麼均勻的話，大尺度的結構就不會形成，那麼今天的世界將會很不一樣。但反過來說，是什麼機制造成這均勻性的呢？在我們的世界裡，所有力學上的訊息傳遞都不能違反相對論的假設，即：光速是訊息傳遞速度的極限值。但根據理論物理學家的計算，當宇宙誕生1秒後，它的特徵大小就超過了5光年。1秒鐘的時間是無法將熱平衡的訊息傳至這麼遠的距離的。所以後來發展了一門稱為爆漲宇宙學(Inflation Cosmology)以解釋上述的問題。這已超出本文的範圍，故不在此贅述。

宇宙的結局

宇宙學中另一個令人關心的問題就是暗物質(Dark Matter)。天文學家Rubin從星系旋臂的觀測中，發現了若是沒有加入暗物質，就不能合理地動力學上說明星系旋臂上星球的速度分布。但對於人類的求知慾來說，一個我們無法看到，卻又佔宇

宙中超過90%以上的東西，怎會令人心信服與舒服？所以，學者又紛紛研究這暗物質可能是什麼，及它的起源與宇宙學上的意義。在宇宙學上，我們的宇宙可能是這三種情形：**開放宇宙**，**臨界宇宙**及**封閉宇宙**。

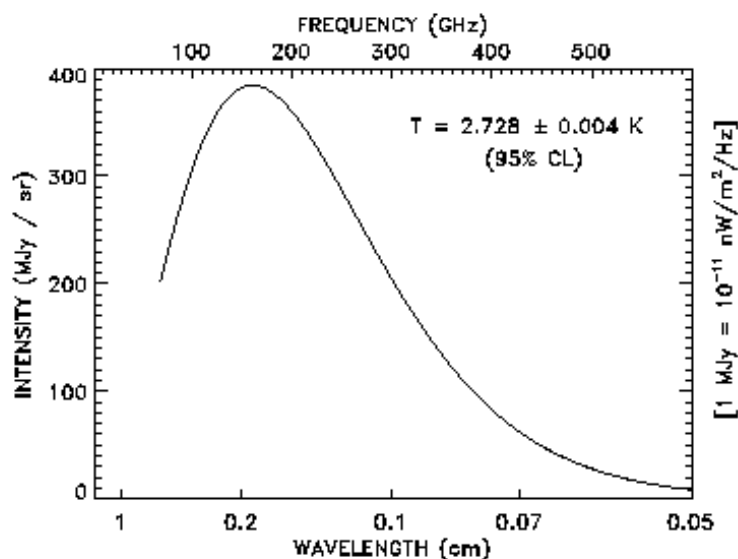
(一) 所謂**開放宇宙**，就是指我們的宇宙的總質量所產生的萬有引力不能抓住爆炸後的各部分，所以宇宙將會無限地一直膨脹下去，沒有盡頭。

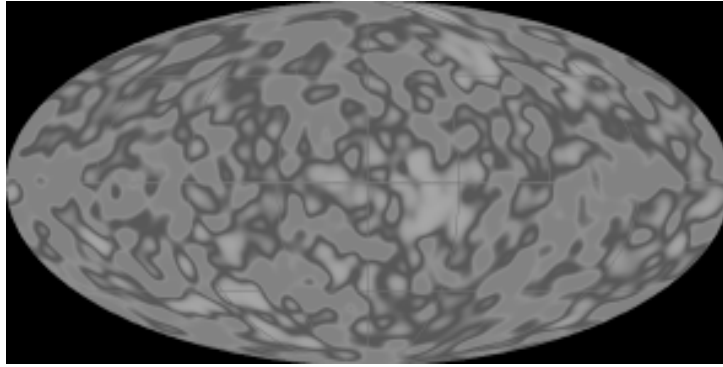
(二) **臨界宇宙**也是差不多，只是重力收縮與飛散的兩效應恰好平衡。

(三) 而**封閉宇宙**呢，則是重力收縮獲勝，宇宙終有一天會停止膨脹開始收縮，最後縮回一點。

宇宙的這三種結局，與宇宙本身的平均質量密度有很大的關係。因為密度是單位體積裡所攜帶的質量。若有某物單位體積裡質量多，我們說它密度大；反之則稱它密度小。宇宙的平均密度大，表示重力可以抓住整個宇宙，最後終至收縮；反之，則無限膨脹。根據觀測顯示，可以看到的星系佔了總質量分布的20%，若看得見的東西就是全部，那麼我們的宇宙就將會無

宇宙 3K 背景輻射





COBE 所觀測微波背景輻射擾動情形，其均勻性在 10^{-5} 之內

4. 由於降溫的過程在演化時間中不可逆，所以宇宙學家常利用宇宙的平均溫度來代替時間描述整個演化的歷程。

5. 不透明度，是指物體不透明的程度，拿一杯食鹽水，與渾濁的泥水

來比較，光在泥水中被散射的程度較大；所以泥水是不透明的。

6. 一光年是指光走一年的距離，而光速是 3×10^8 公尺/秒。所以一光年就是 3×10^8 公尺/秒 $\times 60$ 秒 $\times 60$ 分 $\times 24$ 小時 $\times 365$ 天 $= 9.4608 \times 10^{16}$ 公尺。

限膨脹下去。但這卻引發了又一個問題：這麼低的質量密度，會使大尺度結構無法形成！暗物質令人又愛又恨，有了它，就可以解釋許多問題，但它本身是什麼卻又令人不知所以。有關於暗物質的其他事蹟，限於篇幅不能再繼續說下去了，下次有機會再和各位談談罷！

註：

1. 這光一直存續到現在，變成我們要探究宇宙誕生與演化的重要線索。那就是所謂的2.7 K微波背景輻射。

2. 哈伯觀測各種星系，並發現距離我們越遠的星系，遠離我們的速度就越大。這後來稱之為哈伯定律。

3. 愛因斯坦在廣義相對論的方程式中，得不到靜態宇宙的解，所以在式子裏再加了一項，稱為宇宙常數(Cosmological Constant)，使方程式呈現靜態。後來哈伯的發現，使愛氏公開承認，這是他一生最大的錯誤。不過，最近的天文觀測顯示我們的宇宙很可能是在加速膨脹中(CDM model，含有宇宙常數的冷暗物質模型)，那麼此宇宙常數很可能會找到它新的意義。

參考資料：

1. 大爆炸宇宙學，俞允強 高等教育出版社
2. 宇宙的演化(大陸中譯版)，諾維可夫 科學出版社
3. 宇宙學引論 馮麟保 科學出版社
4. 簡明天文學(台版) 周體健 凡異出版社
5. Principle of Physical Cosmology, P.J.E. Peebles / Princeton
6. COBE Observations and Result (article in preprinted), George F Smoot 1999

作者：東吳大學物理系 助教

天文攝影的數位影像處理

基本的影像處理方法

王為豪

在第二期天文館期刊“數位影像與數位影像處理的基本概念”（以下以“基本概念”簡稱之）一文中，我曾向大家介紹過一些數位影像與數位影像處理的基本概念，現在我將介紹幾種常用的影像處理手法，包括它們的原理、使用時機等。

1. 影像處理的限制

對天文攝影來說，影像處理除了要調整影像的階調色彩使照片看起來更悅目外，另一個重要目的便是要設法突顯一些影像中的細節，幫助我們透過照片來了解天體的結構。然而，存在於影像中的資訊並不能無限制地被放大，任何高明的處理手法都有其極限，這極限是由影像中的雜訊來決定。

雜訊 (noise) 泛指任何在拍攝、底片沖洗、掃描時所產生，實際上不存在於真實景物的影像結構。雜訊會影響我們對真實訊號的判斷，例如在圖 1.1a 與 b 的兩幅一維影像中，在 $x=16$ 附近的訊號強度是差不多的，但 (a) 這幅影像的背景起伏（也就是雜訊）很強，我們會懷疑 a 中訊號的真實性，它或許只是個湊巧突起較高的雜訊而已。

在圖 1.1a 的情況下，任何影像處理都無法對該訊號作加強，因為一來訊號本身可信度低，二來雜訊必會同時被加強。但在圖 1.1b 中，我們可以放心去加強圖中的那個突起，它或許是顆暗星而不像是雜訊的一部份。

因此，一個訊號是否能有效或有意義地被放大，端視其與雜訊的相對強度而定，二者的比值稱“訊噪比”(signal to noise ratio, 常記作 S/N)。訊噪比越高，該訊號可信度便越

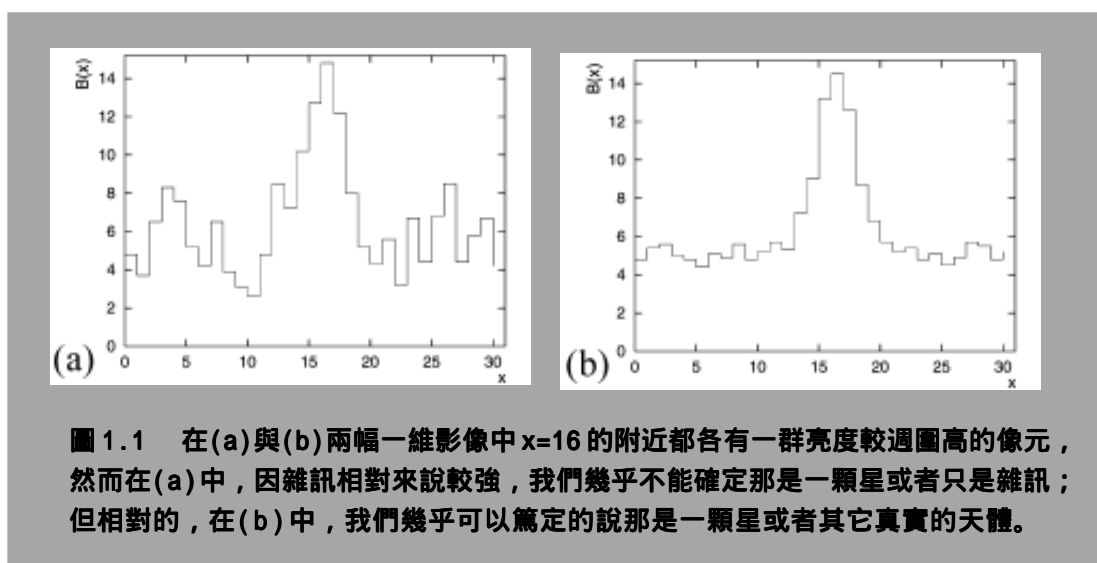


圖 1.1 在 (a) 與 (b) 兩幅一維影像中 $x=16$ 的附近都各有一群亮度較週圍高的像元，然而在 (a) 中，因雜訊相對來說較強，我們幾乎不能確定那是一顆星或者只是雜訊；但相對的，在 (b) 中，我們幾乎可以篤定的說那是一顆星或者其它真實的天體。

高，越容易進行深度處理，反之則不僅處理不易，更可能獲得粗糙甚至是假的結果(註一，圖1.2)。我們可以簡單歸納出幾個影響訊噪比的因素，依重要性為：

a. 曝光量

底片上的雜訊(濃度的起伏)在不同曝光量(濃度)的區域之間差異不會很大，因此高曝光區的訊噪比(濃度/濃度起伏)當然比較高。所以，長時間曝光是提升影像品質最基本也是最有用的方法。

b. 底片

一般來說，對底片上同樣的濃度區，低感度、粒子細的底片會擁有較高的訊噪比，有時不同品牌的底片也會有可察覺的差異。

c. 沖片

底片的顯影、定影等沖片過程會直接影響影像品質，包括粒狀性、反差、銳利度等，同時也會引入雜訊，過度粗糙的沖洗很可能會完全破壞一張照片。對不是親自沖片的人來說，慎選沖印店是十分重要的。

d. 掃描

以掃描器掃描底片或照片時也會引入雜訊，所

謂的高階掃描器除了有高解析力、高動態範圍等優點外，另一個優點就是有較高的訊噪比。目前市面上的掃描器，除去最低價的機種，好壞的差異都只能在極暗部與極亮部比較得出來，除非你的原稿品質已十分高，否則不必在此處挑剔。

歸納來說，要讓影像處理發揮最大的效能，一定要先有高品質(也就是高訊噪比)的原始影像。影像處理的目的是設法從影像中提取有用的資訊，並非用來彌補粗劣的拍攝過程。希望讀者在學習威力強大的數位影像處理時，仍要持續充實基本的天文攝影功夫。

2. 動態範圍的調整

每幅影像都有其色彩深度(請參考“基本概念”一文第1節)，大部份的情況下，照片或底片經掃描後，影像的動態範圍-最亮與最暗像元的亮度差，常小於該影像的色彩深度，使得色彩深度被浪費了。以8 bit灰階影像為例，其色彩深度為256，而某幅掃描產生的影像，其像元亮度可能只從50到180，動態範圍只佔了色彩深度的一半。在視覺上，這將使畫面顯得無力而對比不足；從處理的角度來看，這表示像元間的亮度差異被縮小，該影像經過一連串處理後的亮度分布可能不足以反應真實。

影像的動態範圍最好能調整成恰佔滿或幾乎佔

滿色彩深度，這個動作可以在掃描前透過掃描器控制軟體、或是在掃描後透過影像處理軟體來完成(在PhotoShop中是Levels指令)，其中前者是較佳的方式。不論在何種環境下進行此調整，像元亮度分布圖都是必須參考的要素(如圖2.1a)，該圖可以幫助處理者判斷如何重設影像的最亮點與最暗點。改變最亮點與最暗點，

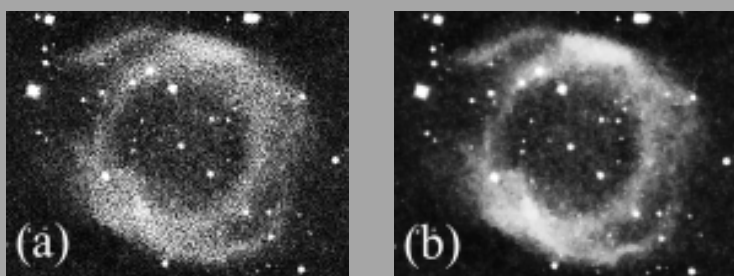


圖 1.2 讀者可以比較這兩張照片，(a)是低訊噪比影像經處理後所得到的，(b)則是高訊噪比影像處理後的結果。

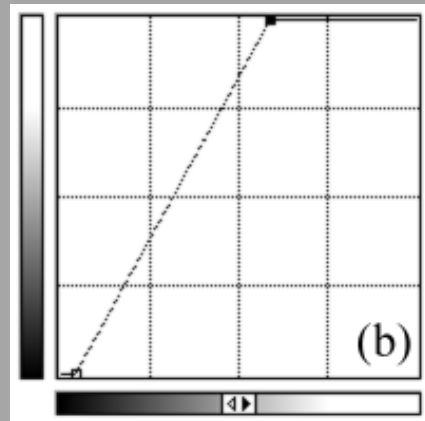
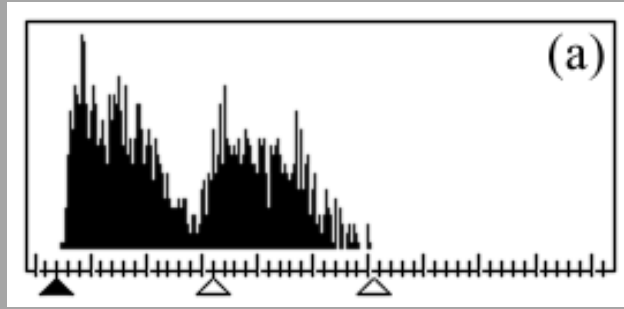


圖 2.1 (a)為某影像的像元亮度分布，可以看出，像元亮度只分布於 10 到 150 之間，因此可以將影像的最暗與最亮點設於 10 與 150。(b)所示的階調曲線為一次函數，其作用與(a)中所做的重設最亮與最暗點完全相同。

相當於以一線性函數作用於像元亮度（圖 2.1b）；而若同時改變中間調，則亮度函數將成為二次函數，且伴隨的是影像階調特性的變化：若將中間調的位置向左（暗部）移，暗部的階調將被擴張而亮部則被壓縮，右移則反之。在很多狀況下，讀者會發現，將中間調移向暗部對天文影像來說是特別有用的。不過，此處我們的工作重點只是調整影像的動態範圍，此處所能做的階調調整非常粗略，所以即使不在此改變中間調位置也無所謂，下一節馬上會為各位介紹更強大的階調調整方式。

完成動態範圍的調整後，就可以將照片掃描並開始我們的數位處理了。而在往後的處理過程中，須小心不要讓任何像元被處理成有超過 255 或低於 0（此乃以 8 bit 影像為例）的亮度，否則其亮度會被當成 255 或 0，間接造成細節的損失。

3. 階調與色彩的修正

當我們開始處理一幅影像，第一個想做的可能是修正影像的明暗、對比、或色彩。以 Adobe PhotoShop 為例，用來做此類調整的指令就有 Levels、Curves、Color Balance、Brightness/

Contrast、Hue/Saturation、Invert、Equalize、Threshold、Variations 等那麼多。在這之中，要對影像做出最完整細膩的調整唯有藉助 Curves（階調曲線）與 Hue/Saturation（色相 / 飽和度）兩個指令，前者用以控制影像的明暗、對比、階調、與色彩，後者則在部份時候提供輔助性的色彩控制，尤其與階調曲線相比，所有其它的指令都只能提供部份的控制。

還記得筆者在“基本概念”一文中 4.1 節中所提的像元亮度函數嗎？改變階調曲線的意義其實就是自訂亮度函數。在調整時主要的考慮重點有二，一是曲線在每一點的高低位置，這代表的是亮度，有時我們會想把曲線上某一點的位置提高（或降低），以使該點代表的像元亮度增加（或下降）。另一是曲線在不同位置的斜率，這代表的是反差，當我們想提高（或降低）某亮度區的對比時，我們可以讓該區內的曲線變得更陡峭（或平緩）。以下舉出兩個例子來說明其應用。

我們掃描一張星雲影像後，有時會覺得雲氣較暗淡的部份不夠明顯，畫面顯得無力（如圖 3.1a），這時若我們直接改變明暗與對比，在暗部細節呈現後，亮部卻近於飽和（如圖 2.1b），二者難以兼顧。這時可考慮用如圖 3.2a 的階調曲線來調整，大體來說，這條曲線很像對數函數或平

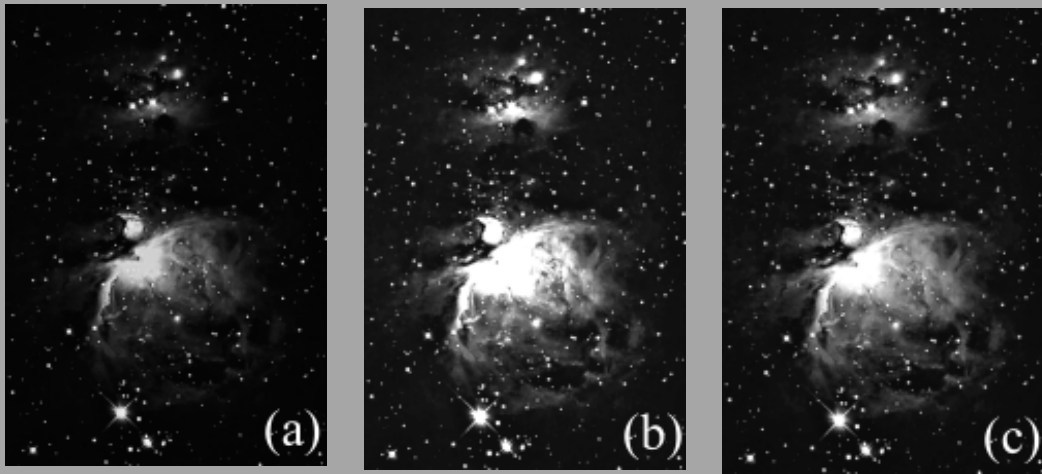


圖 3.1 (a)由掃描器取得的初步影像，可以看出週邊較暗的星雲，但很不明顯。(b)為了突顯較暗的星雲而直接提高反差後的結果，雖然外圍的雲氣變明顯了，星雲中心卻也因此飽和，完全看不出其中的結構。(c)利用圖 2-3.2 中的階調曲線修正影像的結果，同樣提升了週邊雲氣的亮度，卻能避免中心飽和。

方根函數（如“基本概念”一文中 4.1 節中介紹），它可以在提升中間調與暗部亮度的同時，適度壓縮亮部的階調並防止飽和。而在曲線底部，有時我會製造出一個由水平向上彎的形狀（如圖 3.2b）以壓縮極暗部的階調，這可以降低背景天空的亮度同時藉降低反差使背景中的雜訊看起來不那麼明顯。圖 3.1c 是經此調整後的結果。

另一種可能的調整方式是如圖 3.3 所示的曲線，它可能使用於球狀星團的照片。它擴大亮部的反差，可突顯星團中央的亮度變化，避免中央因曝光量較大而呈現死白，有利於在下一步處理時使用 unsharp mask 將其中的星點分離出來。暗部亮度的提升可突顯星團外圍的暗星，且縮小亮暗部間的亮度差有助於同時呈現星團外圍與中心的星點。

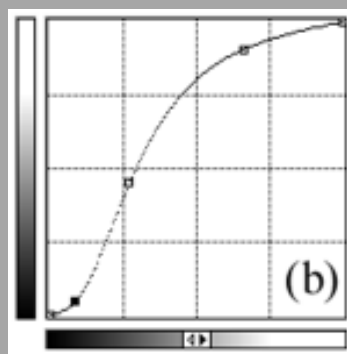
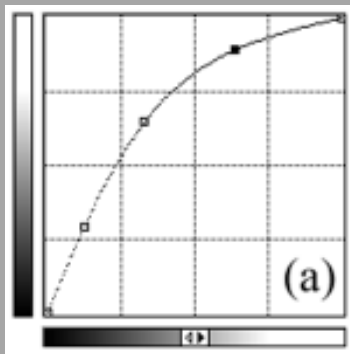


圖 3.2 這兩條曲線的作用都在提升中間調與暗部的亮度，同時壓縮亮部的階調。(a)與(b)不同之處在於(b)對極暗部作出一些壓縮，用意是降低背景天空的亮度。

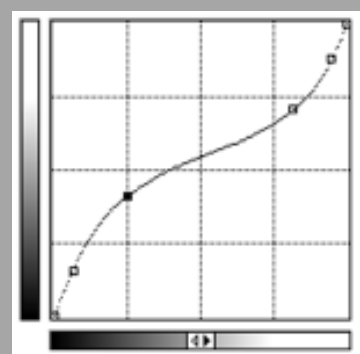


圖 3.3 這條曲線的作用是壓縮中間調，降低亮部與暗部之間的亮度差。

階調曲線除可改變影像的明暗分布，亦可用於改變畫面的色彩，方法是獨立調整每一個色彩頻道 (channel) 的曲線。初學者這麼作可能甚感不便且難以獲致理想的結果，但習慣後會發現其優點與功能強大。用階調曲線來做色彩調整最大的好處是可以單獨改變某個亮度區間的色彩，例如，你可以在改善背景因光害而呈現的微綠的同時，略微提升中間調的星雲的紅色，又設法消除亮星週圍因鏡頭色差而產生的藍暈。階調曲線唯一無法做到的事是改變色彩的

飽和度，這時只好藉助獨立的飽和度調整，這也是為何我前面說需要Curves與Hue/Saturation這兩個指令才足以對影像做出完整的控制。

總而言之，用階調曲線自定亮度函數可說是控制明暗階調與色彩最精確卻也是最不易掌握的方式，初學者應盡量從嘗試中學習控制方式，最終必可獲得階調美麗而主題明顯的影像。

4. 影像的疊合

將內容相同但可能拍攝時間或使用儀器不同的照片疊合在一起，其目的可能在改進影像品質 (也就是訊噪比)，或是融合不同照片所具有的優點 (例如一張照片具有高解析力而另一張記錄了天體中較多的暗淡細節)。影像疊合的數學原理我已在“基本概念”一文的4.2節中介紹過了，此處僅介紹兩種常用的疊合方式及其效果。

1. 加法疊合

將多張影像做加法疊合的主要目的是改進訊噪比，理論上，將N張訊噪比相近的影像作加法疊合後，合成影像的訊噪比會是原來的 $N^{1/2}$ 倍。實際上在疊合時，差不多只要疊合三張以上的照片，就可以看出其暗部品質的提升 (參考圖 4.

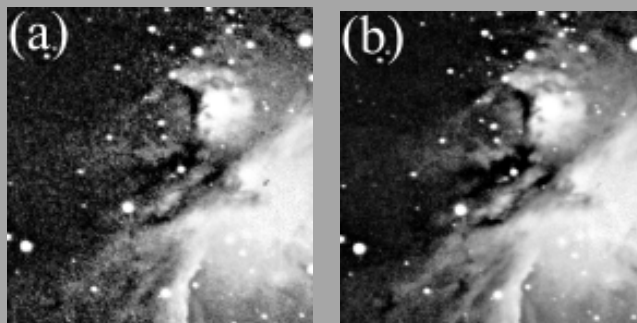


圖 4.1 (a) 為單一短時間曝光的影像，(b) 為將三張與 (a) 類似的影像作加法疊合後的結果。顯然，(b) 的暗部品質要比 (a) 好得多，且呈現出較多星雲外圍的細節變化。

1)。在傳統暗房，加法疊合相當於將多張內容相同的底片逐次印相在一張相紙上，此法除可改進訊噪比，亦可令底片顆粒看起來較不明顯 (可惜數位影像的加法疊合不具此優點)。在PhotoShop，加法疊合是 **Apply Image** 或 **Calculations** 功能之下 **Blending** 選單中的 **Add** 選項。

2. 乘法疊合

在做星野攝影時，高解析力與攝得較暗淡的雲氣是我們常追求的兩個目標。然而，獲取高解析影像的最佳方式是使用大口徑而長焦距的系統，這類系統往往難以攝得太暗的細節。相反的，能攝得極暗淡雲氣的，往往是一些中小口徑而短焦的系統，這類系統攝得的照片解析力並不會太高。這兩類長短處互補的照片，可以透過乘法疊合得到最佳的融合 (圖4.2 [下一頁])。乘法疊合的另一個作用是產生階調的擴張，將兩張階調相似的照片以乘法疊合後，效果將近於以平方函數作用於單一影像上，其階調將得到大幅擴張。在疊合不同解析力的影像時，為了避免階調的擴張，我有時會以高頻濾波將較高解析力影像中的低頻成份濾除 (反正此已存在於較低解析力影像中)。在傳統暗房中，乘法疊合相當於將多張內容相同的底片貼合成一張，再印相到相紙上，這麼做的

主要效果在於擴張階調，對訊噪比或畫質的改善實是有限。在PhotoShop中，乘法疊合是 **Apply Image** 或 **Calculations** 功能之下 **Blending** 選單中的 **Multiply** 選項。

加法疊合與乘法疊合是我最常用的兩種影像疊合方式，在PhotoShop中，尚有十多種疊合影像的方式，包含多種算術與邏輯運算，讀者在了解其運算內容後或許可以發現其在天文影像的運用。另一方面，實際疊合的工作有其惱人之處，在PhotoShop中，Apply Image與Calculation都要求被疊合的影像要有完全相同的大小，且疊合時不允許使用者移動或旋轉影像，所以在疊合前就得先將每幅影像中星點的角度與位置調至分毫不差，雖然PhotoShop有提供尺與量角器，這樣的動作仍很煩人。如何有效率而正確地將多幅影像疊合，完全仰賴使用者對軟體的熟悉度。

5. 雜訊的處置

如我在第1節中介紹的，雜訊存在的事實限制了我們影像處理的深度，此一限制不可能消失。然而我們有些辦法可以在對影像做強力處理後，讓被放大的雜訊看起來不那麼明顯，維持影像美觀。方法之一是以解析力作為代價，把影像中的細小結構(包括雜訊)給抹平；另一種是根據一

些我們相信應存在於天文影像的規律，把我們不信任的影像結構給抹平。以下介紹三種我常用的方法：

5.1 高斯模糊化

高斯模糊是將原影像與二維高斯函數作摺積，其細節此處暫不討論，讀者可以回顧“基本概念”一文的圖4.8b與4.9a。由於這種模糊化基本上是求局部亮度的(加權)平均，它會使解析力下降，且將像元亮度作平均的結果將使雜訊彼此相消，故可說是以解析力換取影像品質。也因此，使用時便需在二者間做抉擇。一般狀況下，在模糊半徑不超過最小星像直徑的三分之一時，你很難看出解析力的下降，當然此時對畫質的改善也有限。

5.2 中位數濾波器 (Median Filter)

中位數濾波器執行前需輸入的參數是濾波半徑，執行時電腦讀取被處理像元四週濾波半徑內所有的像元亮度，之後取中位數作為被處理像元的新亮度。一般來說，只要濾波半徑夠大(例如在三個像元以上)，取中位數的結果會近於取平均值。但與取平均值不同的是，若影像中有亮度特別大或特別小的雜點，則中位數濾波可不受這些點的影響且能將它們自影像中濾掉，而取平均

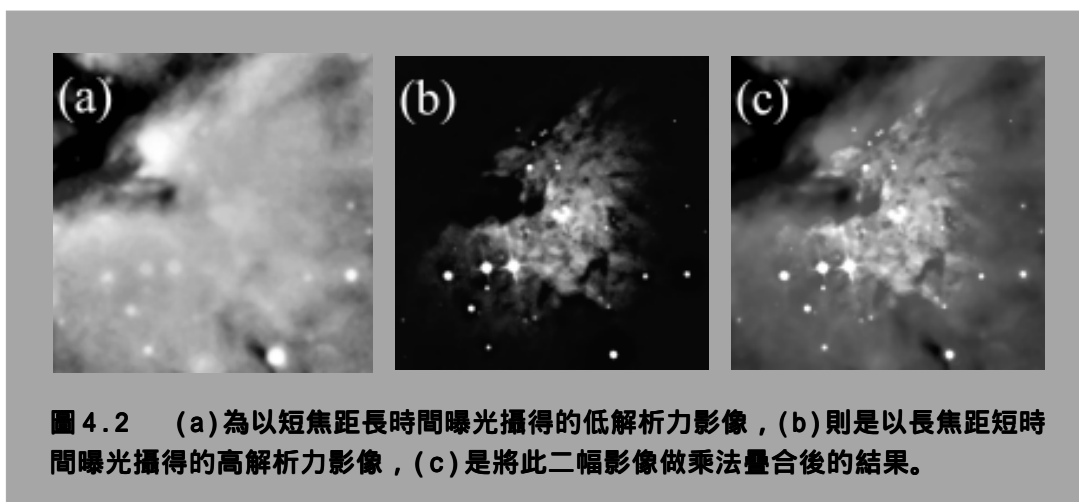


圖 4.2 (a) 為以短焦距長時間曝光攝得的低解析力影像，(b) 則是以長焦距短時間曝光攝得的高解析力影像，(c) 是將此二幅影像做乘法疊合後的結果。

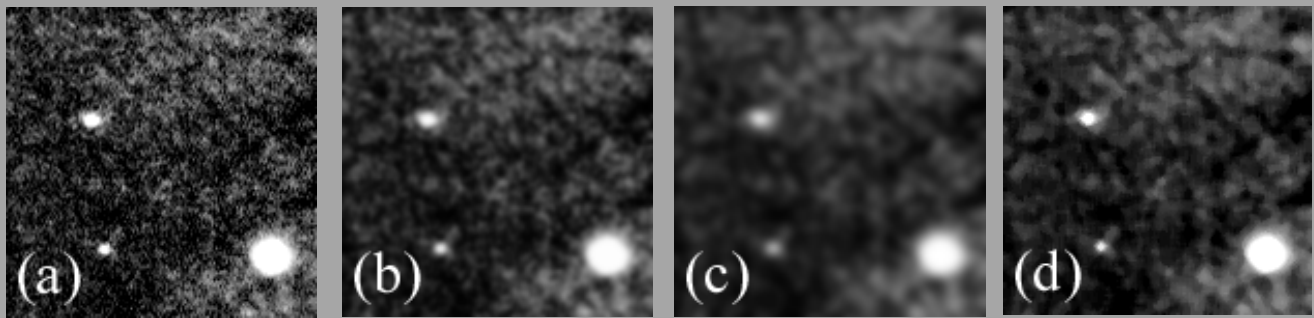


圖 5.1 從以上五幅影像可比較出，在對雜訊有同等程度的抑制時，高斯模糊處理後的星點較中位數濾波略大。

- (a) 150 × 150 像元的未處理影像 (b) 經半徑 1.2 像元的高斯模糊處理
 (c) 經半徑 2.5 像元的高斯模糊處理 (d) 經半徑 2 像元的中位數濾波處理
 (e) 經半徑 4 像元的中位數濾波處理

值 (或高斯模糊) 則反會擴大這些像元的影響。我自己常用小半徑的中位數濾波 (例如 1 或 2 像元)，尤其是在剛完成影像的掃描時，這可消除一部份的雜點而不影響解析力。讀者可從圖 5.1 比較高斯模糊與中位數濾波抹平雜訊的效果與對解析力的影響。

5.3 PhotoShop Smart Blur

這是 PhotoShop (4.0 版以後) 特有的一種模糊功能，它執行的方式是比較被處理像元的亮度與週圍某給定半徑內所有像元的平均亮度，若二者相差在某給定的臨界值內，則以週圍像元的平均亮度作為被處理像元的新亮度；若二者之差超過臨界值，則被處理像元的亮度維持不變。換言之，這是一種有條件的模糊化 (註二)。

現在最重要的問題是，將 smart blur 應用於天文影像時，半徑與臨界值應如何設定。首先關於半徑，它必然不能是個太大的數，否則我們相當於在比較一像元及許多與該像元無關 (因距離太遠) 之其它像元的亮度，這顯然無意義。因此，半徑值需小到在其範圍內的像元是彼此相關的。更明白的說，它差不多是由一幅影像的解析力來

決定，因為我們相信在小於解析力範圍內的像元應該要有類似的亮度值，除非是受到雜訊的影響。因此在使用 smart blur 之前，可以先量量最小星像直徑，合理的半徑設定應在最小星像直徑的 1 到 2 倍之間。

關於臨界值的設定，我們也可以預期它不能是個很大的數，否則待處理像元的亮度將有很大的可能性被週圍像元的平均亮度取代，其結果便會與無條件的模糊化接近，這當然不是我們想要的。那麼它應小到何種程度？答案是應與影像中的雜訊強度差不多。既然我們認為比雜訊弱或與之差不多的訊號在影像中都不盡可信，那何不以四週像元的平均值取代？在執行 smart blur 前，你可以先看看背景的亮度起伏量，例如約是 10，那你便可在 8 到 20 之間嘗試找出最合適的臨界值。

Smart blur 與高斯模糊或中位數濾波比起來，最大的好處是它不會破壞影像中的線條，也幾乎不影響星點，只要參數設定恰當。圖 5.2 是 smart blur 的處理實例，讀者可以參考。

以上三種對抗雜訊的方式各有其效果與適用的時機，除了前面所述，我常在影像掃描完畢後用中位數濾波外，我也常在執行 unsharp mask 後執行

小半徑的中位數濾波，以令因 unsharp mask 變粗的星點略微減肥，或是執行高斯模糊以緩和被 unsharp mask 放大的雜訊。至於 smart blur，我建議在影像處理結



束前執行，用以做最後的畫面修飾，經 smart blur 處理過的影像並不適於再做其它的處理強化，尤其是 unsharp mask。

需要提醒讀者的是，一旦你消滅了部份的雜訊，你也消滅了部份真實而有用的資訊。當你覺得影像裡的雜訊被放大到你不得不去注意它的時候，也就是你的影像處理該停止的時候，因為你再也無法從影像中提出有用的資訊了。雜訊，永遠限制著我們的影像處理。

結語

對筆者來說，天文影像的處理包含了幾個重點：

1. 調整畫面的階調與色彩使照片看來更悅目並突顯暗淡的細節（第 2、第 3 節）。
2. 在必要時以疊片的方式改進影像品質，以期能透過影像處理從照片中提取出最多的資訊（第 4 節）。
3. 強化影像裡的亮度變化，以突顯天體的結構，助於我們對該天體的認識。
4. 隨時注意雜訊被放大的狀況，以各種方法消滅被過度放大的雜訊（第 5 節）。

其中，除了牽涉到第三點的幾種處理，其它都含蓋在本文的介紹範圍內。當然，對一幅天文影像進行完整的處理可能會經過十多種以上不同而必要的處理過程，其中可能有一半都不屬於前面所

說的四點。對於這些不在我討論範圍內的處理，多半屬於輔助的影像編修，例如：縮放、旋轉、加入文字、裁切、搬移、複製 等等。對於這些，讀者僅需透過坊間影像處理書籍來學習其操作即可。

註釋：

註一：一個活生生的例子是自 1998 年 5 月到 12 月的“天文指南”雜誌中，MIZAR 公司於彩色頁的廣告照片，該照片是以短時間曝光拍攝再經影像處理所產生，由於訊噪比不足，玫瑰星雲中應有的許多亮度變化以及微小的黑暗星雲，都幾乎被淹沒在雜訊裡。即使星雲被處理得看起來很亮，仍無法改變這是一張粗糙照片的事實。

註二：我想 smart blur 八成不是 PhotoShop 為了處理天文影像而設計的，它在處理一般影像時可製造出很有趣的特效，我只是偶然發現它和某些天文訊號處理的概念相近，而想到將之用於天文照片的處理。

作者：業餘天文攝影家，現於軍中服役。

中央天文社

夏志浩

在 本校於台灣重新復校（1968年）的初期，當時在一群熱愛星空的地科系學長、學姊們的促使之下，而成立了中央天文社。

由於創社的正確時間已不可考，但是在成立的初期，由於學長、學姊及全體社員的積極爭取之下，便由地科系及課外活動組合資興建一座小型的天文台，從此展開了更深入的觀測及天文攝影。同時，物理系的蔡文祥學長（現為中大天文所所長）也運用了小天文台的設備，進行了長時間的太陽黑子觀測，在其中正適逢太陽黑子的活躍期，也因此，這些太陽黑子的觀測記錄更是十分珍貴；不僅是為本社奠定下良好的觀測基礎外，更在本社的社史上留下輝煌的一頁。

自此，經過陳文屏（現職中大天文所副教授）、陳岸立（現職台北天文館組長）等學長的努力下、把社團的觀測研究的風氣

推向另一個高峰；西元1986年，正當哈雷彗星的旋風風靡了台灣的男女老少時，那時的社長吳志學學長在校內舉辦了哈雷彗星的觀測活動，使得校內的天文觀測活動達到了鼎沸的狀態。但是隨著時光飛逝，原本的小天文台因為漏水的緣故，所以與天文所研商而遷至現今的小天文台。

在八十五年年底，恰巧 Hale - Bopp 彗星光臨地球，本社為了增進台灣的天文觀測以及全國各大專院校天文社團的合作，所以與政大、清大、成大等校合作一個大型的觀測計畫——“全國大專院校彗星觀測網”，從這次觀測計畫中使得我們對於資料的收集，整理得到了



天文教室 —中央天文社製作的網頁



不少的心得，而這些心得也成為日後社團活動經驗的憑據之一。

本社除了不定期舉辦校內的觀測活動外、更於每年的寒、暑假期間到觀測條件良好的地區從事數天的天文觀測活動，如梨山、合歡山、阿里山、大雪山、北橫 等等，都是我們常去的觀測地點；說了這麼多，究竟天文社的魅力何在呢？不僅是在社團中可以學到有關天文知識，你更可以隨著社團南征北討，在山野之中留下你的足跡；你可以享受登山的樂趣，也可以享受

沒有城市喧囂的夜晚；就這樣，一晚晚的讚嘆與驚奇，織就成了我們難忘的回憶。

我常常問：『到底是什麼讓我們能夠相識？』或許我們曾經都是星星的一部份！在未知的力量驅使之下，又重聚在一起；不管答案到底是怎麼樣，就讓我們一起去看看這美麗的星空吧！就像小孩向母親撒嬌般的親近星空吧！

作者：目前就讀於中央大學，中央天文社顧問



地球與陀螺

包舜華

陀螺是中國民間常見的童玩，相信大部分的人都有看過或打過陀螺的經驗。尤其在重要慶典時，更可見雜耍使用的超大型陀螺，十分有趣。雖然話說陀螺只不過是眾多童玩裡的一員，比起其它的童玩，它可是學問大了。難怪每每節慶總會吸引許多好奇的民眾看熱鬧，並且親身體會一下打陀螺的滋味。

打過陀螺的人都知道，陀螺轉得越快就站得越穩。尤其是它傾斜運轉時，就會搖頭晃腦，不可捉摸似的。本期的科學教室將以陀螺為主題來說明我們人類對它的愛恨交加。

事實上，陀螺的運動理論是一直到近代才被瞭解並進入應用階段。牛頓早在十七世紀提出了物質慣性的理論之後，已能解釋大部分的物理現象，但是對於轉動的問題卻是一籌莫展。直到一百五十年後的法國數學家科里奧利提出角動量的新概念後，我們才對複雜的陀螺有更新的認識，至少它已不再是不可捉摸。一個小小的陀螺到底有什麼魅力呢？以下我們將要仔細地來觀察它的運動，真的要非常仔細地觀察喔！

實驗

請觀察陀螺在不同的傾斜角時，它們的運動有何不同？

實驗說明：

一、陀螺的運動有好幾種情形，最常見的就是「自轉」與「進動」。「自轉」嘛！就是陀螺繞著自己的中心軸打轉。「進動」呢？看看以下的圖就知道了！十分容易的。

自轉

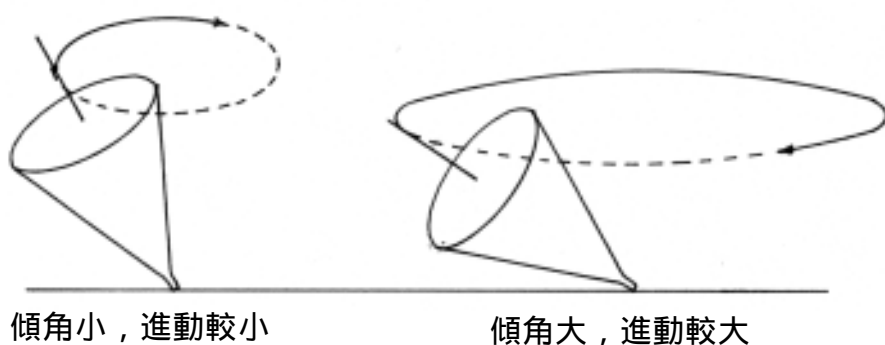


進動

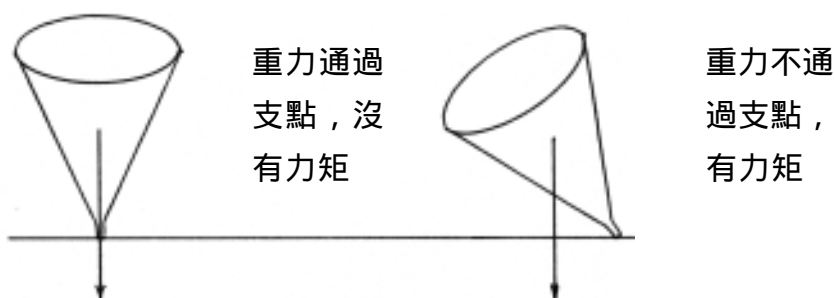




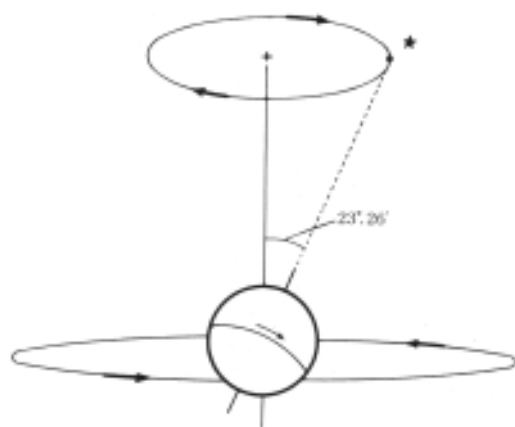
二、由實驗，我們發現陀螺若以傾斜的姿勢自轉時，就會發生「進動」的現象。據觀察顯示，傾斜角越大，「進動」也就越快。



三、奇怪！為什麼只要陀螺傾斜就會發生「進動」呢？這是地球重力造成的影響。若是重力作用於陀螺的支點上，就沒有額外的力矩（雖然有重力，但是卻沒有力臂）。反之，若重力對陀螺施予了力矩，就有「進動」發生。



事實上，地球也像一個陀螺一樣在宇宙裡轉呀轉！它的自轉軸又與黃道面（太陽吸引地球造成公轉的平面）傾斜 23.5 度。不過呢，地球不但並非均勻球體，而且形狀還有點扁扁的，難怪太陽與月亮對它的吸引力就會造成額外的力矩。你說地球會不會「進動」呢？早在公元前兩世紀，古希臘天文學家喜帕恰斯就已發現地球會「進動」，但是天文學家總是習慣把地球的「進動」說成「歲差」。目前我們以精確的儀器量測到地球的「歲差週期」需要 25600 年，真的好久！現在你是否對一個小小的陀螺心存肅然起敬之意呢？



地球像個陀螺會「進動」，我們稱為歲差。

作者：現職台北市天文科學教育館



從日出來談談太陽

李瑾

各位曾經欣賞過日出嗎？一群人哆唆地在寒冷的黑夜中期待著，當一輪紅日冉冉地從山邊升起，大地大放光明，興奮、喜悅地神情爬上每個臉上。這時候美景在前，你是否想到一個問題：為什麼日出的太陽是紅色的？而且看起來特別大呢？

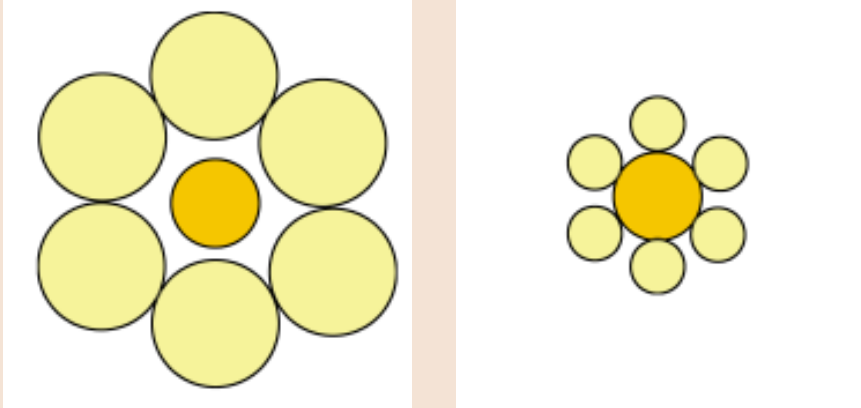
孔子有問題！

古人早就提出這個問題！春秋時代孔子周遊列國，有一次在鄉下聽到兩個小孩吵得面紅耳赤，原來是為了太陽到底是清晨還是中午離地面較近而爭論不休。一個孩子說：『清晨的太陽比較近！早上太陽看起來像車輪一般大；到了中午卻如盤子一樣。而東西遠看起來小，東西近看起來大，這是常識嘛！』另一個卻說：『才不對

呢！早晨太陽剛出來時，感覺非常清涼；一到中午就熱得不得了，所以中午時太陽較近。就像烤火一樣，離火爐近當然熱嘍！』孔子抓抓頭想一想，似乎兩人說的都很有道理耶。這就是古書『列子』中『小兒辯日』的故事。

太陽一樣大！

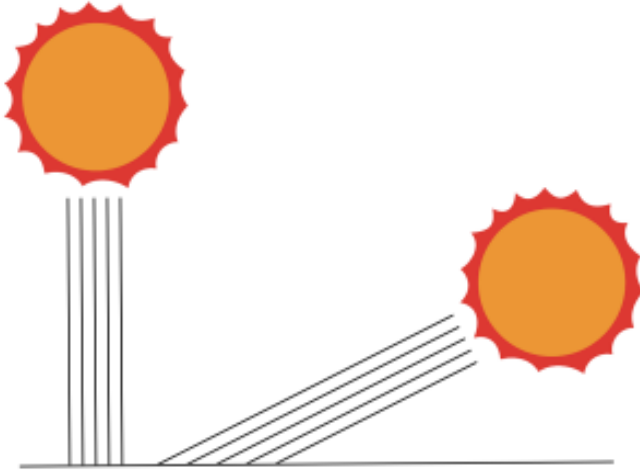
當年孔子不懂天文，現代人要解決這個問題卻很簡單。我們都知道，太陽看起來在天上移動，那是地球自轉的緣故。可是日出和黃昏時太陽看起來的確比較大，為什麼呢？原來這只是個眼睛錯覺。我們目測東西大小時，腦袋會自動將目標與背景物體相比較，所以物體放在大地方時看起來小；把物體放在小地方卻感覺比較



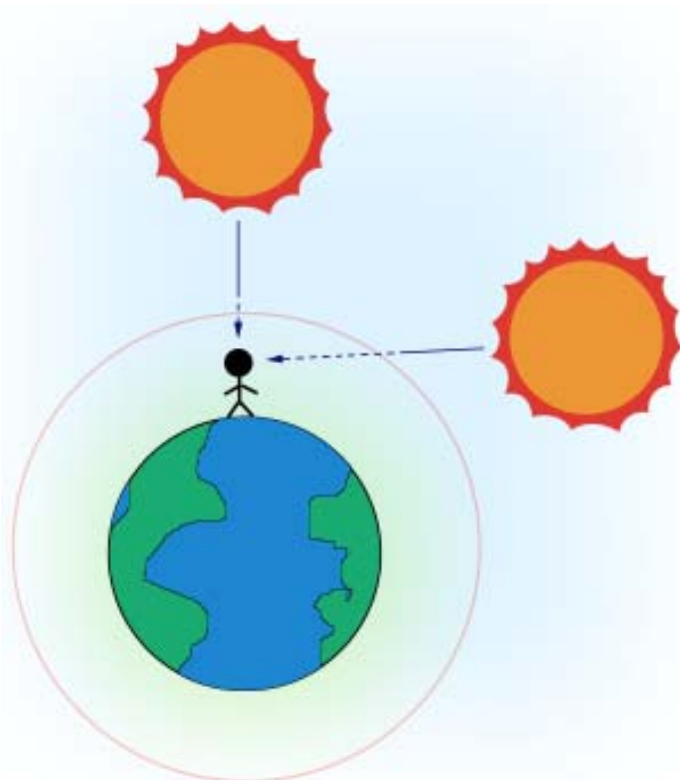
圖一：小朋友請你比比看，中間兩個圓看起來誰比較大？



大，你可以用眼睛看看圖一中的圓哪一個大？再用尺比比看就知道了。日正當中時，太陽高掛在天頂，與大大的天空相比之下顯得很小；而太陽在地平線附近時，我們與遠山、房子相



圖二：清晨和黃昏時陽光斜射，所以光線較弱。



圖三：清晨和黃昏時，太陽要穿透較多的大氣層，藍色的光被阻擋得較厲害，只剩紅色光可以穿過。

比較，看起來自然就比較大多了。

為什麼中午比較熱？

還有為什麼中午太陽比較熱？第一個原因是太陽照射的角度。從圖二可以看出來，早晨太陽斜射，同樣陽光照射地面範圍較大，光和熱被分散掉，因此比較涼快。還有另一個更重要的原因：地面與空氣會吸收熱量。早晨太陽剛升起，地面還未被加熱，因此感覺涼涼的。到了中午，由於從早累積太陽熱力的結果，當然溫度比早晨高，甚至下午三、四點還是一天之中最熱得時候呢！

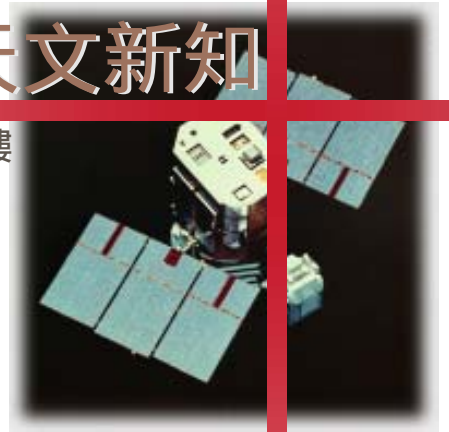
早晚太陽臉紅了！

那麼還有個疑問！日出和日落時太陽為什麼是紅色的？我們知道白色的光是由藍色到紅色等各種顏色的光線所組成。光有一個特性，當經過空氣遇到空氣中的灰塵與氣體分子時，偏紅色的長波長光比偏藍色的光較容易穿透過去。當早晨和黃昏時（如圖三），陽光必須穿越較多的空氣，因此藍色的光都被散射阻擋了，只剩下紅光到我們眼睛，所以太陽看起來是紅色的。那藍色光跑到哪兒去？原來藍藍的天就是這些散色的藍光反射下來的現象。

怎麼樣？想不到欣賞日出還有這麼多道理可言，大自然充滿許多玄機等著你去挖掘呢！

作者：現職台北市天文科學教育館

星系碰撞！

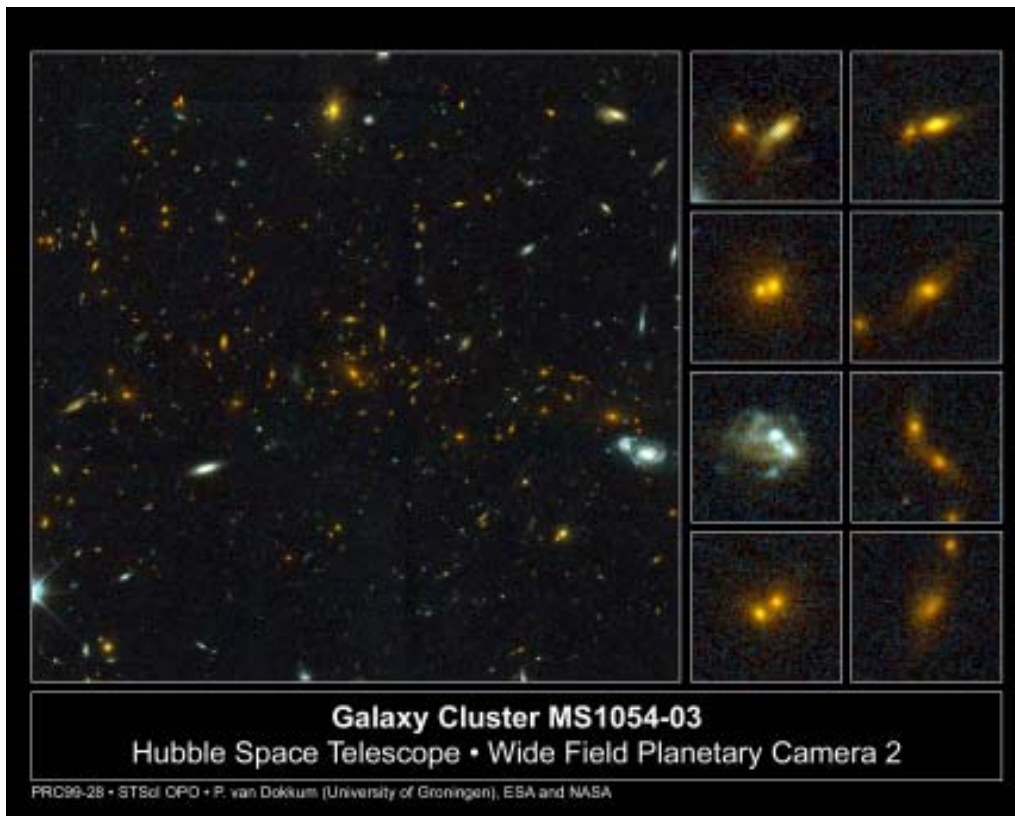


編譯：編輯部

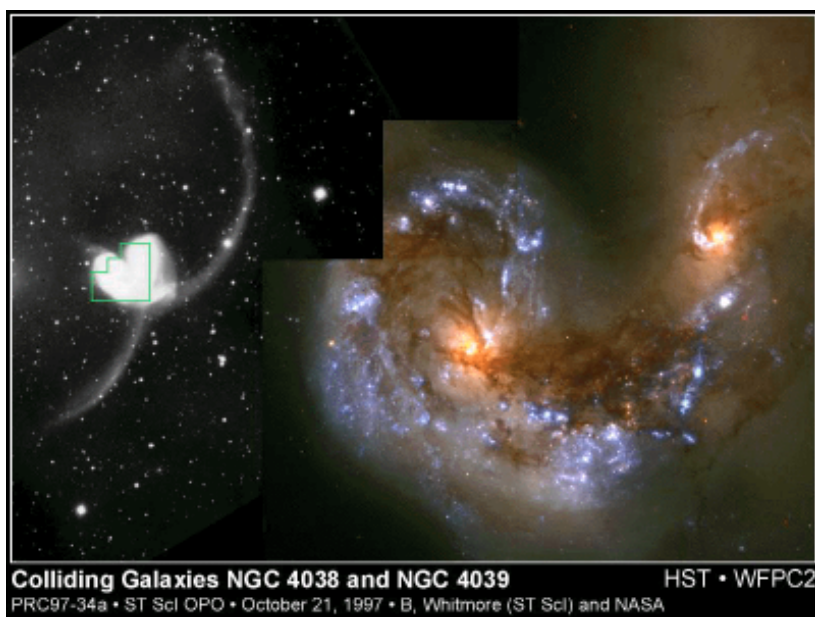
由歐洲天文學家組成的小組，利用哈伯太空望遠鏡與凱克望遠鏡拍到十餘個遙遠的碰撞星系，這些星系位於一個非常密集的星系團中。雖然在其他的星系團中也有發現類似的星系碰撞事件，但最特殊的是這個星系團星系碰撞數量特別多。對天文學家來說，這項發現說明了超大星系可能是小星系間互相碰撞的結果。

下圖為編號 MS1054-03 的星系團，距離約 80 億光年，是目前已知最遠的星系團之一。從哈伯望遠鏡所拍攝的這張照片中可以看到其中有數百個星系。歐洲天文小組以十米的凱克(Keck)望遠鏡研究了其中

81 個星系，有 13 個是碰撞中的星系，遠超過在其他星系團中所發現的數量。雖然這個星系團非常遙遠，但卻是解開宇宙初期時星系形成之謎的關鍵，因為我們現在所觀察的是其數十億年前的模樣。



圖一
MS1054-03 的星系團，充滿碰撞的遠古世界。



圖二 觸鬚星系，碰撞的世界

星系碰撞將合併為大星系

小組領導人 Pieter van Dokkum Groningen 表示，這是首次在星系團中發現如此頻繁的星系碰撞事件，而且許多都是大質量星系，它們在碰撞後將合併成超大質量星系。

雖然在碰撞過程中，星系中的恆星幾乎不會碰撞，但它們原有的軌道受到強大潮汐力影響而改變，讓母星系的外型變得較為圓滑。這可能會使原本有明顯旋臂的漩渦星系就此成了橢圓星系。整個合併的過程不到十億年，就宇宙尺度來看並不算長。

Leiden 大學的 Marijn Franx 表示，在哈伯望遠鏡的影像中有一對星系的距離相當緊密，而且形狀扭曲，甚至可以看到星系互相拉扯出來的恆星流。這些新拍攝的照片將刊載於 8 月 1 日出刊的天文物理通訊 (Ap. J. Letter) 中，該文的作者認為，這些資料強烈支持霹靂說模型中大星系是從小星系合併而來的預測，並駁斥過去認為巨大星系是在過去某一時期內同時誕生的說法。

在圖一的右側為哈伯望遠鏡拍攝在不同碰撞階段的星系，彼此碰撞的星系組合成奇特的形狀，既不像漩渦星系、也不似橢圓星系，其中還有一些具有被星系重力扯出的恆星流。

如 Franx 所言，經由星系碰撞形成新星系的證據相當充足，但目前我們只有這個例子。如果再發現其它遙遠的星系團中也有

相同的情況，那麼對於現有星系形成理論將有重大的突破。

銀河系未來將與 M31 碰撞！？

今日星系碰撞事件遠比過去為少，但還是會發生。我們自己的銀河系就正在一步步吞噬較小的衛星星系——大小麥哲倫星系。根據電腦模擬的結果，在五十至一百億年內，本銀河系將與仙女座大星系 (M31) 相撞，兩者最後可能合併成一個單獨的巨大橢圓星系。

星系正在相撞，會發生什麼事？

1998 年 10 月 21 日哈伯太空望遠鏡發表在觸鬚星系中心發現了超過一千個新誕生的明亮、年輕的星團。

觸鬚星系 (NGC 4038/4039, 圖二, 其名源自其外型類似昆蟲的觸鬚) 位於南天球的烏鴉座，距離六千三百萬光年，是一個碰撞星系。現在宇宙較少發生星系碰撞事件，天文學家對於觸鬚星系這種距離較近，且正發生碰撞的星系如獲至寶。由於哈伯望遠鏡的解析度極高，科學家得以從它所拍攝的影像中發現超過一千個異常年

輕明亮的星團。而地面望遠鏡只能觀測到這些星團中最亮的星，所以先前無法判斷出這些星團的密實程度竟可與普通的球狀星團相比。

透過觀測碰撞星系，哈伯望遠鏡小組發現在碰撞過程中不斷有年輕、明亮的藍色星團產生，但是在較老的星系合併殘骸中，它們則變暗、變紅。科學家由此而可獲知星系碰撞演化的順序。

近年來對於碰撞星系的研究，天文學家有以下幾個看法：

一、天文學家原先認為球狀星團是星系形成時代的產物，現在發現星系碰撞也會產生球狀星團。

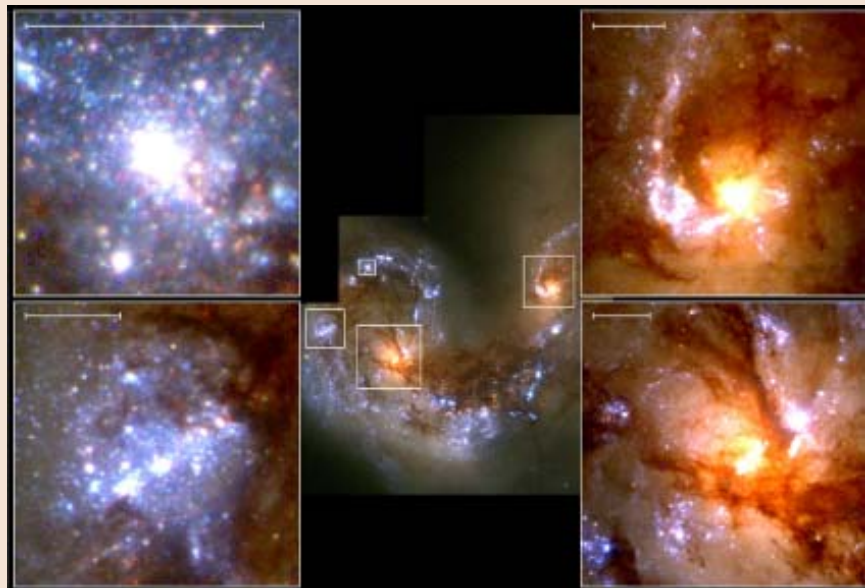
二、這個星團的“種子”可能是直徑數千光年的巨大分子雲，主要由低溫的氫氣組成。它在碰撞期間被周圍的高溫氣體擠壓加熱，然後發生重力塌陷，就像一串被點燃的鞭炮般，於是，這些巨大的氣體星雲便成了星團形成的溫室。

三、這些已形成的星團年齡可用來提供估計星系碰撞發生的時間。經由這個空前未有的好機會，科學家得以一步一步地解開這些在碰撞期間所發生之複雜事件的先後順序，並進而推算出漩渦星系如何演化為橢圓星系。

四、從先前哈伯望遠鏡所拍攝的照片中可以看出，在距離遙遠、誕生於宇宙早期的星系中，有三分之一都和觸鬚星系一樣經歷過碰撞事件。特別是在哈伯望遠鏡的深空系列(Hubble Deep Field，經過長時間曝光所攝得最遙遠的星系)中，有許多奇形怪狀、看似破碎的星系，它們說明了在宇宙早期，星系碰撞是極普遍而非特殊的事件。

資料來源：STSci-PR97-34
STSci-PR99-28

圖三為球狀星團形成區域詳細照片，圖中白線代表1500光年。在圖左側呈藍色星團非常年輕，最年輕的星可能只有幾百萬年，對宇宙尺度來說只是一瞬間而已。圖右側為星系的核​​心，顯示不少灰塵與氣體吸入核心之中。由於灰塵與氣體會散射短波長光線(藍光)，使得核心顯現為紅色。



欲窮千里目 更上一層樓

泰坦有海洋？

編譯：編輯部

科學家們相信，他們在土星最大的衛星泰坦(Titan)上發現了低溫液態海洋，這也是除了地球之外，在太陽系中第二個有液態海洋的星體。

天文學家們以夏威夷瑪納基亞山頂口徑十米的凱克望遠鏡，在泰坦上發現了一些暗色的區域，根據勞倫茲國家實驗室的天文學家們的研判，認為這是由甲烷、乙烷與其他碳氫化合物組成的海洋，而與地球上水的海洋不同。

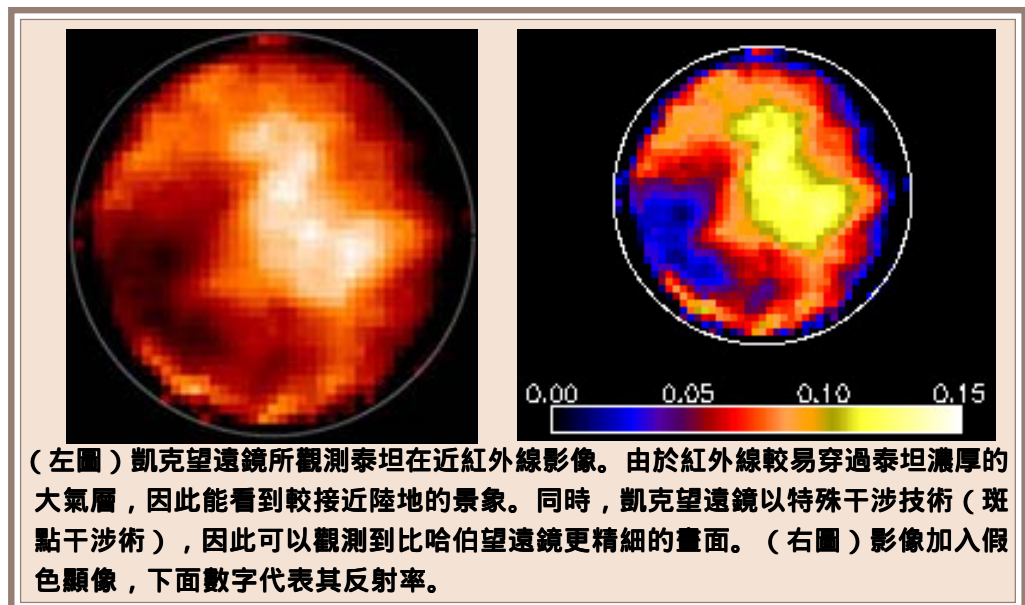
柏克萊大學所屬國家實驗室行星學家 Seran Gibbard 表示，雖然天文學界早已預測到泰坦上有液態碳氫化合物海洋存在，但親眼看到的感覺還是令人相當興奮。Gibbard 對於這個海洋中是否蘊藏生命感到懷疑，因為它的溫度實在太低了，平均溫

度為 -180° 。而產生生命物質的化學反應所需要的溫度絕不止於此。

充滿氮氣的大氣層

泰坦比水星還大，距離地球約 12.8 億公里遠。據信泰坦是一個滿佈碳氫化合物沼澤與富含氮氣大氣的世界，與早期的地球有些類似。由於泰坦的表面滿覆湍動的煙雲，所以科學家必須以數百張片段清晰的照片組合起來才能一窺其全貌。

在這張凱克望遠鏡所拍攝的照片左下角處暗區就是天文學家所認為的海洋。



Gibbard 表示，從該處的較低的反射率研判，那裡可能是液態的碳氫化合物，但也有可能是固態的碳氫化合物。先前哈伯望遠鏡也曾拍攝過泰坦的照片，但影像不夠清晰，而凱克望遠鏡能夠分辨出泰坦表面 240 公里寬的地形特徵。

期待 2004 年的探測

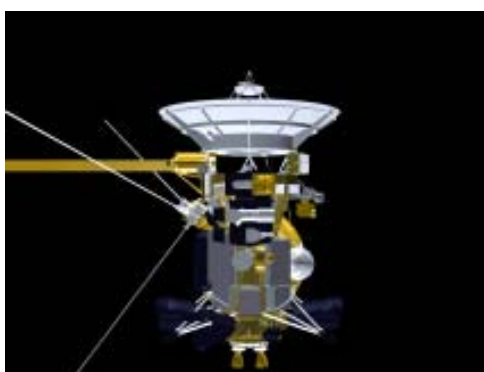
這項觀測不確定的部分將有待美國與歐洲聯合計畫的卡西尼任務加以證實，卡西尼號太空船將於 2004 年到達土星，環繞土星運行，並投下一部探測器降落至泰坦表面，屆時將可確定泰坦上究竟是否有海洋。

雖然泰坦表面的水全部凍結成冰，但由於碳氫化合物的凝固點較低，所以天文學家推測這塊黑色區域可能是液態海洋。天文學家還推測大氣中的碳氫化合物會凝結成液態落回地面，形成「黑雨」，並在地面上聚集成湖及海洋。

科學家近年來從伽利略號發現了木星衛星歐羅巴 (Europa) 表面為凍結的地殼，並推測其下是液態水的海洋，NASA 未來將針對歐羅巴進行地殼下的探測任務，並尋找在歐羅巴上是否具有生命。兩年內，凱克一號望遠鏡上也將安裝光譜儀，屆時可進一步解讀出泰坦上的化學組成。



1980 年航海家二號太空船觀測的泰坦影像，由可見光只能觀測其大氣層的上層部分，因此科學家對其內部較不瞭解。



目前正往土星旅程中的卡西尼號太空船，將於 2004 年到達泰坦，並將投下探測器。

資料來源：Keck Observatory News July 1999

編譯 吳志剛 李瑾

仙 女

李昞

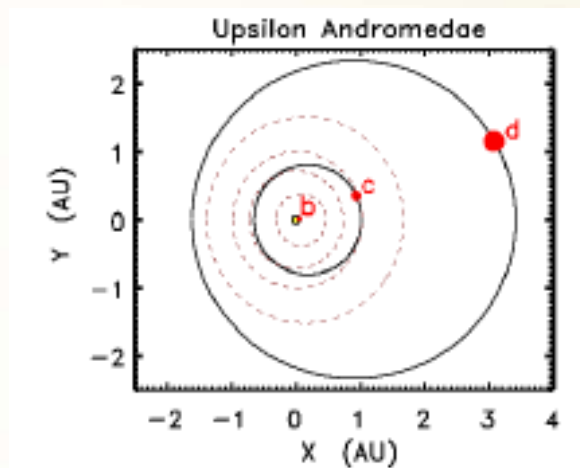
在希臘神話故事裡，秋天的幾個主要星座都有些關聯，例如仙女座(Andromeda, And)是仙王座(Cepheus)與仙后座(Cassiopeia)的女兒，而英仙座(Perseus)是仙女座的丈夫，他們在秋天的夜空組了一個神仙家庭。Perseus在砍下蛇髮女妖的頭後，在返家的途中發現Andromeda被綁在海邊的岩石上，準備被用來祭祀大海怪(也就是星空中的鯨魚座 Cetus)。這位希臘神話中的大英雄，當然不會放棄這英雄救美的機會。他把看了會變成岩石的蛇髮女妖頭，讓海怪看了一眼，這大海怪就變成石頭，石沈大海。故事的結局當然就是英雄娶得美眷歸。

恆星

仙女座的主要亮星 α 、 β 和 γ 三顆星亮度差不多，都是2等星，很容易辨認，它們大致上排成等距離的

直線。其中仙女座的 δ 星和飛馬座(Pegasus, Peg)共用，也就說它與飛馬座的 δ 、 ϵ 和 ζ 三顆星組成飛馬四邊形所以 δ And 這顆星又稱為 Peg，只是這個名稱現在沒有使用。

And 與太陽系行星位置比較圖



擁有行星的 δ And

δ And (天大將軍六)是一顆4等星，距離我們約44光年，它看起來似乎和其他恆星沒什麼兩樣。但天文學家在1999年4月宣佈在這顆恆星上，發現有三顆行星繞著它運行！這是天文學家第

座

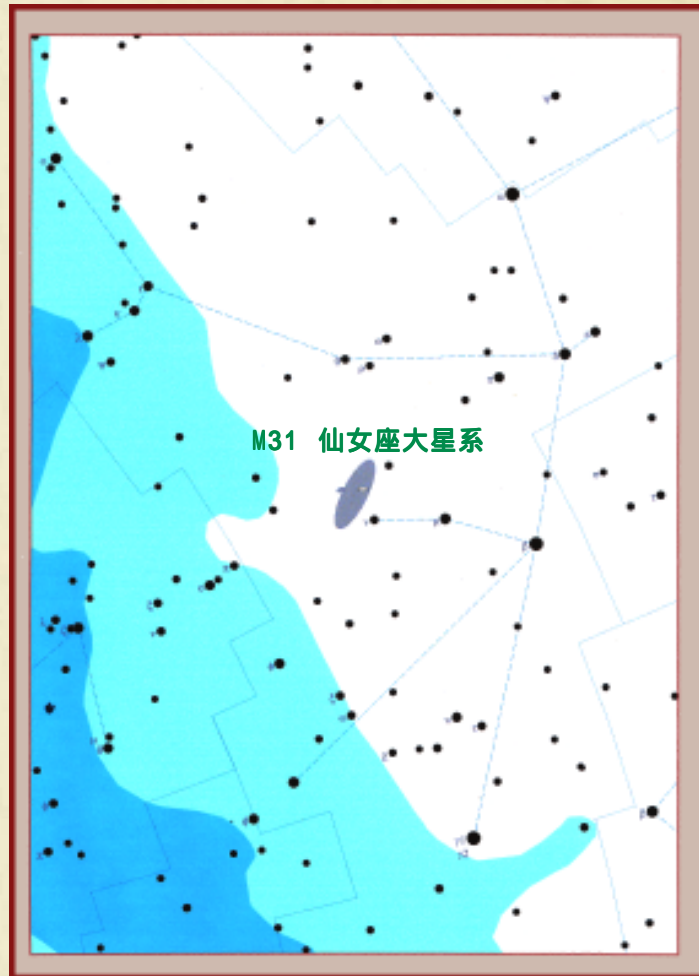
一次在太陽系以外，發現恆星有一顆以上的行星運行著。

And的這三顆行星的質量都非常巨大，最輕的一顆和木星的質量差不多，而最外面那顆行星的質量甚至是木星質量的4.1倍！而木星卻是太陽系中質量最大的行星(木星的質量是地球的318倍)。其中最令天文學家驚訝的是，這三顆行星都非常靠近 And，太陽系中最內側的行星—水星—距離太陽有0.39個天文單位(AU)[註1]，而距離 And最近的一顆行星卻只有0.059 AU！這只有水星距離太陽的15%。根據天文學家之前理論上的推算，在太陽系的形成中，像木星這樣的類木行星[註2]，只有在距離恆星4 AU以外的地方才能形成，但 And的這三顆行星距離它都小於4 AU，這個觀測結果令天文學家感到非常訝異，使得太陽系形成的模型，可能要重新做修正。這三顆行星的發現，同時也讓科學家更加確信，行星系統的存在應該是很普遍的，說不定不久的將來就會發現像地球一樣可讓生命繁衍的星球。

星系

M31 — 仙女座星系

仙女座裡最著名的天體非 M31



(NGC 224)莫屬，M31又稱為仙女座星系(Andromeda Galaxy)。仙女座星系是距離我們最近的一個漩渦星系，它和我們的銀河系是本星系群裡兩個最主要的成員。M31有兩個相當明顯的衛星星系M32及M110，這兩個衛星星系都是橢圓星系。在天氣晴朗沒有光害的秋天夜晚，用肉眼就可以看見這個壯麗星系，它應該

是人類肉眼所能看到最遙遠的天體。M31距離我們約230萬光年，也就是說它所發來出的光子，得花費230萬年的時間才能抵達地球。仙女座星系除了是業餘天文學家最喜歡拍攝的天體之一外，由於它距離我們相當的近，相當地利於觀測，因此它更提供了專業天文學家一個研究星系和宇宙的絕佳樣本。

是星系，不是星雲

19世紀末時大部分的人以為，像M31這種漩渦星雲 (spiral nebula)，是一團正在收縮形成行星系統的扁平雲氣，星雲中央較亮的核心部分將繼續收縮成為一顆恆星，而漩渦星系盤面的部分將形成行星系統，他們認為我們的太陽系，就是由這樣的漩渦星雲所演化來的，所以他們以為漩渦星雲是本銀河系中的天體。但是仍有少部分的人認為，這些漩渦星雲其實就是距離我們非常遙遠的“島宇宙”^[註4]，而看到漩

渦星雲模模糊糊的部分，是由許許多多恆星，一顆一顆所組合起來的樣子。

當時甚至有人宣稱，他們將不同時間拍攝的漩渦星雲照片相比對，可以察覺到漩渦星雲在旋轉。他們質疑如果漩渦星雲是銀河系外遙遠的島宇宙，那就不可能在短短的幾年間看到漩渦星雲旋轉，因為這樣的旋轉速度太快了，所以他們認為漩渦星雲是本銀河系中的星雲。

二十世紀初的時候，要取得漩渦星雲的光譜是件苦差事，因為這些漩渦星雲都相當的暗，而且整個星雲散成團狀，所以要得到一幅漩渦星雲的光譜照片，往往得曝光20到40個小時！也就說底片一個晚上的曝光是不夠的，晚上拍攝時將望遠鏡對準星雲曝光，白天則關上快門，第二個夜晚再對準同一目標，打開快門讓底片繼續曝光累積光子，白天到時再關上快門。如此

M31 仙女座大星系

攝影 / 陳晃銘



步驟持續好幾次，幾天後才可以得到一幅漩渦星雲的光譜。

不過辛苦總是有代價的，羅威爾天文台的史立佛(V. M. Slipher)，分析M31的光譜發現，它以大約每秒300多公里的速度接近我們太陽系！這個速度比當時所知道，銀河系裡相對於太陽系移動最快(視線方向上的速度)的恆星，還要快上許多。接下來史立佛再另外找了25個漩渦星雲，分別拍攝它們的光譜，他進一步發現，有些漩渦星雲的速度甚至超過每秒1000公里。如果漩渦星雲將來會演化成恆星及行星系統，為何它的速度會比其他銀河系裡的恆星快這麼多？是不是漩渦星雲本來就不是銀河系裡的天體？而是銀河系外的島宇宙？

世紀大辯論

天文學家為了解決這個問題，1920年沙普利(Harlow Shapley)與科提斯(Heber D. Curtis)在華盛頓舉行了一場天文史上非常著名的大辯論，他們辯論的重點之一[註5]，就是漩渦星雲是銀河系中的天體，還是銀河系外的星系。這場辯論中沙普利所持的論點是，那些漩渦星雲和發射星雲、反射星雲一樣是本銀河系中的氣體雲，而且整個宇宙中僅僅存在我們銀河系一個星系而已；但科提斯卻有不同的看法，他認為宇宙是由許許多多星系所組成的，我們的銀河系只是許許多多星系中的一個而已，而那些漩渦星雲其實就是一個個的漩渦星系。

這個問題一直到1923年，哈伯利

用當時世界上最大的望遠鏡—威爾遜山上100吋的胡克望遠鏡(Hooker)，在M31上發現造父變星時才解答了這個疑問。造父變星是天文學家經常用來量測天體距離的工具，只要量出M31上的造父變星和我們的距離，就可以知道M31到底是屬於銀河系裡的氣體雲或銀河系外的星系。在量測M31上造父變星的週期變化後，哈伯算出了M31和我們的距離，他發現這個距離比本銀河系的直徑大上許多，由此認定科提斯的論點是對的，M31這類的漩渦星雲和我們的銀河系同樣是星系。

至於有人宣稱看到漩渦星系旋轉的問題如何解釋呢？如果漩渦星雲真的是銀河系外的星系，那漩渦星系是不可能以這麼快地速度旋轉的。哈伯與他的同事分別各自重新比對兩幅不同時間所拍攝的漩渦星雲照片。他們比對的結果都並沒有發現漩渦星系旋轉。察覺漩渦星系旋轉的人，可能是他自己的錯覺或錯誤判斷，短短的幾年內是不可能察覺漩渦星雲旋轉的。

星族 I 與星族 II

巴德(Walter Baade)利用二次大戰時的宵禁期間，利用100吋的胡克望遠鏡觀測仙女座星系，1943年時他發現仙女座星系裡有兩類不同類型的恆星：一種顏色較藍，分佈在星系的盤面上，星球裡的金屬含量較豐富；另一種恆星的顏色較紅，主要分佈在星系的銀暈上，星球裡的金屬含量較少，後來天文學家稱第一



仙女座

攝影 / 周紹孔



M31 的核心，範圍為 1500 光年

類的恆星為第一星族(population I)，第二類的恆星為第二星族(population II)。

第二星族恆星的年齡非常老，它們是宇宙中第一代的恆星，組成第二星族恆星的元素大部分是氫和氦，也就是大霹靂後的主要產物，而比氫和氦重的金屬則非常稀少；第一星族的恆星比較年輕，它們是宇宙中第二代之後的恆星，具有較多的金屬含量，這些金屬是來自於第二星族星球核心的核融合反應。不過第一星族及第二星族並不是 M31 的特產或專利，所有的漩渦星系都有這兩種星族的恆星，包括我們的銀河系在內。位於漩渦星系銀暈的球狀星團與盤面上的疏散星團，分別是第二星族與第一星族恆星的代表。

M31 的雙核與球狀星團 G1

1991年天文學家利用哈伯太空望遠鏡觀測 M31，發現它有兩個核心，這兩個核心彼此繞著對方旋轉。天

文學家推測其中的一個核心，可能是被 M31 所吞食的一個小星系的核心，這個核心正被 M31 慢慢的消化當中。

M31 大約有三、四百個球狀星團，其中的球狀星團 G1 (赤經 00 32 46.9、赤緯 +39 34 42) 是本星系群裡中最亮的一個，G1 又稱為 Mayall II，它距離 M31 的核心約 2.5 度左右，也就是

約 130,000 光年的地方，這個球狀星團裡至少有 30 萬顆的恆星。G1 的年齡非常老，它和我們銀河系裡最老的球狀星團年齡差不多，目前天文學家相信球狀星團形成於宇宙誕生不久之後，所以說球狀星團的年齡可以視為宇宙年齡的下限，天文學家研究球狀星團 G1，有助於了解整個宇宙的年齡。

[註 1] 天文單位 (astronomical unit, AU) 等於 149,598,000 公里。

[註 2] 類木行星 (Jovian planets) 一太陽系裡的行星，主要可以分為類地行星 (terrestrial planets) 及類木行星兩種。類地行星的特徵為體積小、質量小、密度大、表面充滿岩石，只含有少量的大氣；類木行星體積比類地行星大，質量也比類地行星大上許多，整顆行星大部分由氣體所組成，密度小，位於太陽系的外圍。

[註 3] 島宇宙 (island universe) 的觀念是 18 世紀中葉，由德國的哲學家康得 (Immanuel Kant) 所提出的，

他認為整個宇宙中有許多的島宇宙，這些島宇宙是由許許多多的恆星所組成的一個龐大系統，島宇宙就像大海中的島嶼一樣，散佈在宇宙中的各個角落，而我們的銀河系只是其中的一個。以現在的天文學觀點看來，康得所稱的島宇宙其實就是星系。

[註 4]這場大辯論的另一個重點是，太陽系位於銀河系的什麼地方？沙普利認為太陽系位於離銀河中心較遠的地方；而科提斯則認為太陽系相當的靠近銀河中心。現在的研究顯示太陽系距離銀河中心約 27,000 光年，而銀河系的半徑大小約為 50,000 光年，也就是太陽系距離銀河中心約三分之二個銀河盤面半徑的地方。在這個論點上沙普利是正確的，所以這場大辯論的結果是沙普利與科提斯各對了一半。



哈伯望遠鏡所拍攝 M31 的球狀星團 G1。

參考資料

每日一天文圖—中文版 (Astronomy Picture Of the Day, APOD) :

<http://www.phy.ncku.edu.tw/~astrolab/mirrors/apod/apod.html>

Michael Hoskin, Illustrated History Astronomy, 1997

Space Telescope Science Institute :

<http://www.stsci.edu/>

Seeds, M. A. Foundations of Astronomy, 1992

Students for the Exploration and Development of Space (SEDS) :

<http://seds.lpl.arizona.edu/>

Stars :

<http://www.astro.uiuc.edu/~kaler/sow/sowlist.html>

Stars and Constellation :

<http://www.astro.wisc.edu/~dolan/constellations/constellations.html>

The Constellations Web Page :

<http://www.dibonsmith.com/index.htm>

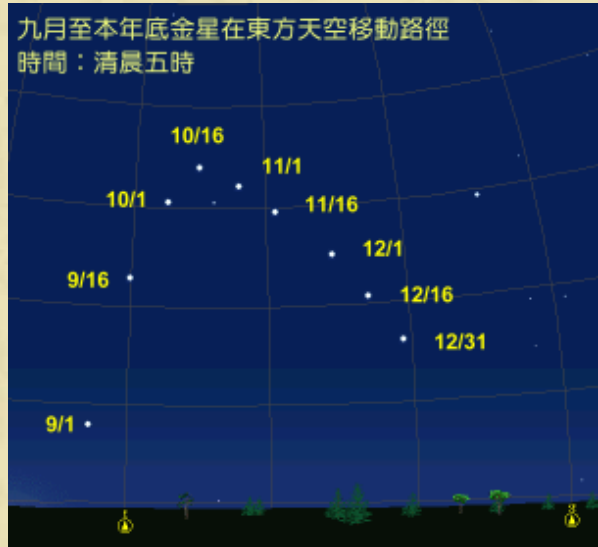
Maran, S. P. The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia, 1992

陳遵媯，中國天文學史 (第二冊)，明文出版社，1985

作者：中央大學天文研究所 助教

秋高氣爽的九月又到了，想必八月的「十字連星」對天空是一點影響也沒有，九大行星還是規律地運行著。

九月的水星始終在太陽附近徘徊，所以並不適合觀測，一直要到月底才能在日落後的西方地平線附近看見。金星的亮度在九月間越來越高，二十六日將可達到 -4.6 等，但視半徑卻隨著相位從眉月狀變成弦月而漸漸變小，金星在本月是屬於早起人的星星，想要看看這顆最亮的行星得在日出前起床，向東方看，那顆閃耀著銀黃色的亮星就是了！紅色的火星在九月可遇上了敵手，在日落後的西南方天空上，火星悄悄地逼近有「大火」之稱的天蠍座心宿二，兩顆火



紅的星在九月二十日最接近，距離不到五度，您

可以比較看看誰最紅？睽違已久的木星和土星總算在午夜前露臉了，月初在十點鐘左右便一前一後出現在東方地平線上，而且越來越早起，越來越適合觀測。二十七日木星合月、二十八日土星合月，都是很美的景緻。

九月是開學迎新的季節，一夥人總要踏踏青、烤烤肉，如果天邊再多些流星就更好了，可惜九月的天空不夠熱鬧，幾個稀稀落落的流星雨算是聊勝於無。



	♁♂-♀			♁♂-♂			♁♂-♀	♁♂-♂	♁♂-♀	♁♂♂-♀	♁♂♂-♂	♁♂♂-♀
♁♂-♂	9/5	9/15	9/25	9/5	9/15	9/25	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5	9/5
♁♂+♁♂-♂	4	6	13	24	33	39	76	137	125	142	130	76
♁♂♂<x (Mag)	-1.6	-1.1	-0.5	-4.5	-4.5	-4.6	0.4	-2.8	0.1	5.7	7.9	13.9
♁♂♂♂	4"	4"	4"	52"	45"	38"	7"	47"	19"	3"	2"	-
♁♂♂♂	0.99	0.98	0.93	0.09	0.17	0.26	0.86	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
♁♂♂♂ (AU)	1.347	1.392	1.367	0.320	0.368	0.430	1.268	4.167	8.598	19.114	29.467	30.412

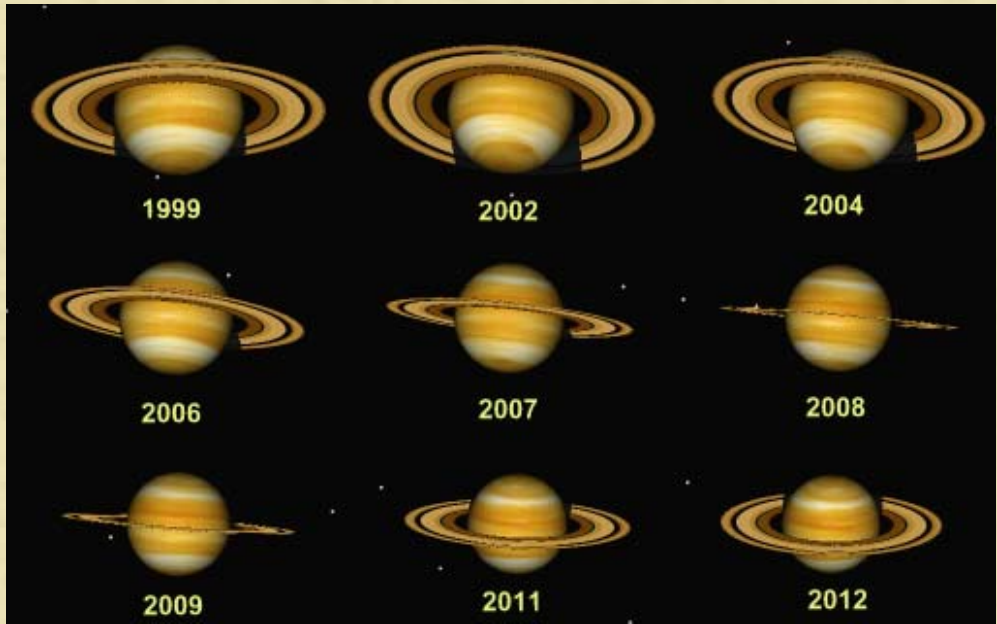


十一月將發生什麼大天象？當然又是去年造成各山區半夜大塞車的獅子座流星雨。今年是否仍有大爆發的可能？在焦點部分會有詳盡的介紹。

本月的**水星**更接近太陽無法觀測，而十六日將發生水星凌日，可惜在台灣也看不到。凌晨東方的**金星**依然耀眼，**四日與眉月相遇**，景緻份外迷人。七日晚

上再向西南方看看，**火星合月**也為熱鬧的人馬銀河多添一份丰采。**木星**已是十一月星空的主角，在稍帶寒意的夜空裡，閃耀著-2.9等的黃色光芒，搶盡了畢宿五、參宿七、參宿四與天狼星等冬天亮星的光彩。**土星**緊鄰著木星之後，也進入最適合觀測的期

間，在七日達到衝的位置，光度雖不及木星，只有-0.2等，但它奇妙的光環卻無可取代。由於土星的自轉軸與軌道面有27度的傾斜，軌道面又與黃道有2.5度的夾角，所以土星光環相對地球有相當長的週期性變化，下圖為今年至2012年每年十一月間土星環的形狀，是不是很好奇呢？



	♁♁-♁			♁♁-♁			♁♁-♁	♁♁-♁	♁♁-♁	♁♁♁♁-♁	♁♁♁♁-♁	♁♁♁♁-♁
♁♁'Á	11/5	11/15	11/25	11/5	11/15	11/25	11/5	11/5	11/5	11/5	11/5	11/5
Á+♁♁"♁	20	2	17	46	46	45	67	170	156	81	70	21
♁♁♁♁(Mag)	0.6	5.1	0.5	-4.4	-4.3	-4.2	0.6	-2.9	-0.1	5.8	7.9	13.9
♁♁♁♁	8"	9"	8"	22"	20"	19"	7"	47"	19"	3"	2"	-
♁♁♁♁	0.31	0	0.29	0.53	0.58	0.62	0.88	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
♁♁♁♁(AU)	0.797	0.676	0.810	0.729	0.804	0.878	1.436	3.972	8.283	20.052	30.451	31.135



焦點—獅子座流星雨

今年的獅子座流星雨又將盛大展開！或許你想：『怎麼又來了，去年新聞不是炒得火熱？』其實，每年的十一月十七日前後都會發生獅子座流星雨，通常數量不多，每小時僅10~20顆左右。但是，每隔33年當其母彗星Tempel-Tuttle彗星回歸之後，會在其軌道附近遺留大量的流星體，之後的二、三年的十一月十七日，便可能產生每小時數以千百計的「流星暴」奇景，形成著名的獅子座流星暴。

去年的盛況？！

但是流星雨多變的行徑就像狡猾的狐狸難以捉摸。1998年時，流星雨的極大期發生預測前十二小時，使許多提早開始進行觀測的人大為驚喜，也令流星天文學家顏面盡失。不過在去年的獅子座流星雨期間，出現許多令人驚嘆的火流星(光度達-3等以上)，但就數量規模來看，最高潮時每小時約250顆！雖還算不上是流星暴，卻也相當驚人。

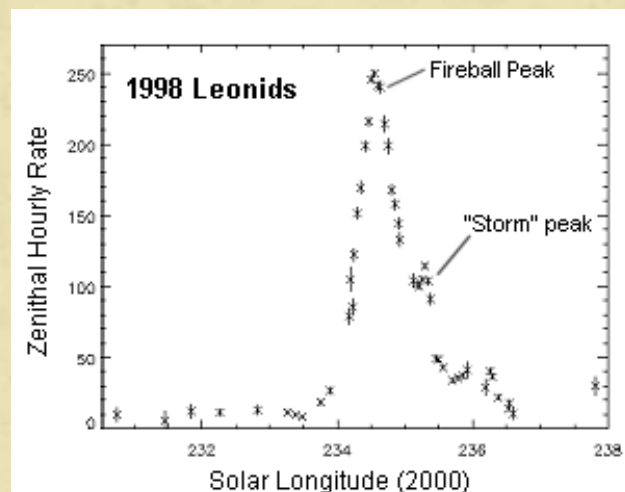
期待今年！

今年的情況怎麼樣？天文學家認為1999年可能是這次彗星回歸週期中，流星數量最多的一年，但是火流星的比例將不會像去年那麼高。預測今年極大期是

1998 獅子座流星雨 攝影 / 天文館 李瑾



11月18日01:48UT，而歐洲與北非應該是最佳觀測地點。不過根據往常的經驗，極大期常常提早或稍晚來到，或許台灣也可能成為流星暴的幸運兒。



98年獅子座流星雨。火流星的顛峰期在11月17日，約每小時250顆。在大約12小時後，地球通過彗星軌道面時發生另一個較小的峰期。

如何觀測？

天象觀測可說是看天吃飯的活動！觀賞流星雨必須掌握三大原則：**天氣晴朗、沒有光害及視野寬闊**。尤其是天氣因素影響最大，這也是去年大多數人沒見著流星雨最主要的原因。月光也會是個問題！今

年十一月十七日正好農曆初十，月亮在午夜才會落下，明亮的月光對觀測會造成不小的影響，。因此建議你趁著好天氣，選擇適當的觀測地點。不需要任何觀測儀器，只要點好運氣，在午夜月亮下山之後著朝向東方，就能享受大自然最華麗的焰火表演。

製作：吳志剛

天體映像

Image

M80 (NGC 6093) 是銀河系已知 147 個球狀星團之中，恆星最密集者之一，距離地球約 28000 光年，約數十萬顆恆星藉著相互的重力聚集在一起。由於球狀星團中所有的恆星年齡、組成成分都差不多，而其質量又各不相同，所以它對於研究恆星演化相當重要。

天文學家從這張哈伯望遠鏡所拍攝的照片分析發現，在星團核心有大量的「藍色脫序星」(blue stragglers)。這些恆星是球狀星團中罕見的藍色恆星。一般來說，以球狀星團這樣年齡的大質量恆星早已演化成紅巨星。天文學家認為會出現藍色脫序星，是因為在星團中央恆星密度甚高，碰撞事件或有發生，某些情況下兩顆恆星會經由碰撞而結合，產生這種少見的大質量恆星。天文學家以前沒有在 M80 中發現過藍色脫序星，但現在知道它比其他星團還要多兩倍以上。從藍色脫序星的數量來看，M80 中恆星碰撞的數量似乎異常地高。

圖文出自：太空總署 哈伯望遠鏡協會 (STSCI NASA)





Astronomical 天文科學攝影園地 *photo gallery*

佈滿撞擊坑洞的月球南部高地，照片中最大的坑洞 CLAVIUS，是最著名的環型平原之一，直徑達 225 公里，且有許多後期撞擊形成的較小坑洞散佈其中，適合用來測試小型望遠鏡的解像力，由大到小的 6 個坑洞呈一道弧形橫亙其中，是最明顯的特徵。

月球南緣特寫

陳冕銘

時間：1998 年 9 月 14 日 地點：木柵（自宅樓頂）

器材：Celestron C-11 口徑 280mm 焦距 2800mm

Tele Vue Nagler 4.8mm 目鏡擴大攝影

高橋 NIP 赤道儀，Pentax MX 相機

底片：Fuji color Super G-400 film 曝光：1 秒



秋天銀河 吳昌任、林詩怡

時間：1998.8.20 地點：小雪山天池停車場

器材：Pentax 67 35mm/f4.5 魚眼鏡頭，

Vixen 赤道儀

底片：Kodak E200 增感至 800 曝光：60 分鐘





獵戶座與巴納德環 王為豪

地點：塔塔加停車場

器材：Nikon AF 50mm/F1.4 → f2.8
Nikon F801s

底片：Fuji NHG

曝光時間：50 分鐘

薔薇星雲 (NGC7000)

時間：1999年2月

地點：小雪山

器材：Tokina 300mm 鏡頭 f2.8

高橋NJP 赤道儀

Canon newF1 機身

底片：Kodak E200 +1 → 400度

曝光：63分鐘

李裕村▼

M65、M66與NGC3628 夏志浩▲

時間：1998.2.5

地點：大雪山

器材：Pentax 67 105mm 鏡頭 f2.4 → 2.8

高橋EM200 赤道儀

Vixen R200SS f/4 望遠鏡

曝光：40分鐘





月齡 15.7

周紹孔▼

時間：1998.11.5 0:10

地點：台北（自宅）

器材：高橋 FS-102 820mm+2 倍鏡，
Canon T90 機身

底片：Fuji G100

曝光：1/45 秒

地球照

周紹孔▲

時間：1998.11.16

地點：合歡山鳶峰

器材：高橋 FS-102 820mm+2 倍鏡，
Canon T90 機身

底片：Fuji G100

曝光：3 秒

