TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM MAGAZINE

台北星空

9

天文館期刊 2000.8月

台北市立天文科學教育館 編印

多元化的天文科學教育—求新、求變、求好

阮國全

今年暑假，台北市立天文科學教育館突破以往的禁忌，成功的舉辦了一次**ET大展**，將民眾尤其是小朋友最喜愛的話題UFO與ET大大方方的搬上展示場，並且引起了熱烈回響。在以往幽浮與外星人的話題大多由幽浮研究團體或個人在報導或闡釋，有時難免具有部分主觀意識，反之，從事研究或教育的天文學術機構卻甚少鼓吹，這次，天文館以正確的科學知識結合活潑趣味的科幻展示將ET與UFO充分介紹給市民，獲得頗多正面的肯定，印證了天文科學教育必須走向多元化、求新、求變、求好。

天文館開館三年來努力的宣導天文科學教育，今年更由各組室提出業務改進方案，期盼在多元化教育中求新、求變、求好，以下就教育推廣部分簡述：

（一）配合暑假三項天文特殊景觀，**“月全食”、“1999S4 Linear彗星”、“太陽表面活動最大期”**，特別研製**中小學暑假學生參考學習單**，除分送各校供師生參考外，並在**天文館網站供一般市民下載。**

（二）中小學教師天文研習會將每年一成不變的研習，**改進為基礎班、進階班以及教師野外天文觀測研習班。**

（三）市民天文研習會由專收台北市民**擴展到包含外縣市且研習採多樣化，館內研習營加上陽明山夜觀星象，館外研習營赴梅峰觀測。**

（四）試辦**中小學生天象探索營。**

（五）往下紮根試辦**國小中年級學生地科育樂營。**

（六）加強原有各項活動的質與量，如**天地之旅、國中少年天文營、國小少年天文營、墾丁野外天文觀測營、科學教室、星姊姊說故事、每月一星……等等。**

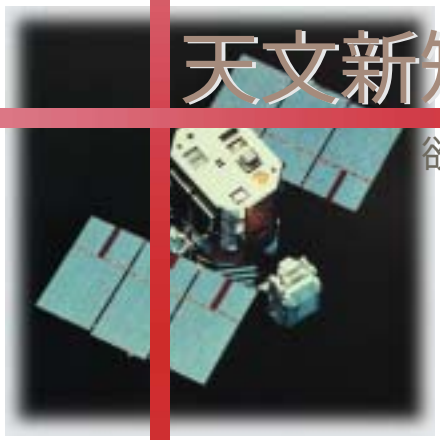
當然展示、視聽、收藏、研究與資訊以及為民服務……等等業務也將朝多元化求新、求變、求好邁進，再特別期盼各界長官和先進的鼓勵和不吝指教，也感謝天文館全體員工以及義工伙伴的努力，讓天文館得以漸漸脫胎換骨，年年在穩定中成長、進步。謝謝！

統一編號：031539890046
中華民國八十七年十月一日創刊
中華民國八十九年八月一日出版
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
編　　輯：張桂蘭、吳志剛
林宏欽、包舜華
李裕村、李瑾
陳俊良、王志明
美術編輯：林恩彤、蔡承穎
孟聖竹、邱幗鳳

封面設計：林恩彤

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：中和市永和路171巷3弄3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



最精密的宇宙地圖

編譯：編輯部

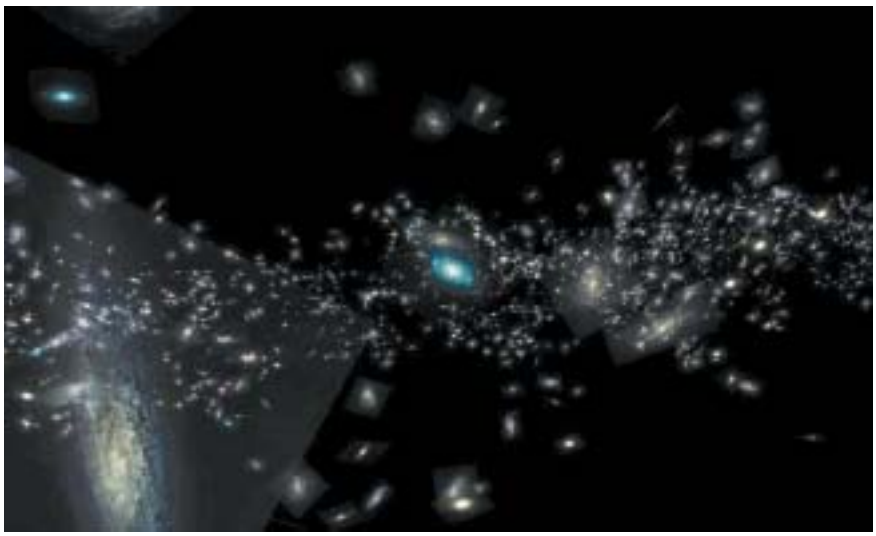
天文學家根據大規模的巡天測量資料，完成了一份目前最精密的立體宇宙地圖。這個由英國與澳洲天文學家完成的宇宙地圖中涵蓋了10萬個星系，比之前的星圖多四倍。

這個研究團隊由澳洲天文台 Matthew Colless 博士與愛丁堡大學 John Peacock 教授共同主持，並在美國天文學會會議中發表此一報告。

Colless 博士表示，他們最終的目標是在 2001 年底前測量超過 25 萬個星系，而 10 萬個星系只是一個里程碑而已。

從這次的測量中顯示出整個宇宙中包含了許多星系鏈，這些巨大的星系鏈結構可長達兩億光年，而其他部分則是虛無的空間，此也為低密度宇宙的永遠擴張提供了新的證據。

這次計畫中使用了澳洲最大的光學望遠鏡－3.9 米的英澳望遠鏡，並配合新發展的 2dF 感測器，測繪了涵蓋二十分之一的天空，深度達四十億光年。2dF 的有效視野達兩度，遠超過任何其他的同類儀器，它可以用光纖同時測量四百個星系，最多可以測量超過兩千個星系。



經由天文學家測量發現整個宇宙中包含了許多星系鏈，這些巨大的星系鏈結構可長達兩億光年，而其他部分則是虛無的空間。

資料來源：英澳天文台 (Anglo-Australian Observatory)
The 2dF Galaxy Redshift Survey Projecft

宇宙探照燈：M87的噴流

編譯：編輯部

照片中從 M87 中心射出的一道光束，就像是宇宙中的探照燈，可說是自然界中最奇妙的現象了。這道輻射可能是黑洞造成的電子與質子噴流，其速度接近光速。

這張照片由 NASA 的哈伯太空望遠鏡所攝，藍色的噴流與由數十億顆年老恆星組成的星系核心形成強烈對比。

乍看之下，M87（NGC 4486）似乎是個普通的巨橢圓星系，在室女座星系的眾多橢圓星系中並無特殊之處；但是 1918 年天文學家 H.D. Curtis 發現從 M87 中射出奇異的噴流，1950 年代電波望遠鏡興起，天文學家才發現天空中最亮的電波源室女 A 就是 M87 與其噴流。

經過數十年的研究，造成噴流的巨大能量源終於浮現，就是潛藏於 M87 中心的超巨質量黑洞，它吞沒了至少相當於二十億顆太陽質量的星體。噴流就來自於環繞黑洞的超高溫氣體盤，當中物質間強烈糾纏的磁場，將電漿以強大的力量噴射出來，我們看到的光與電波輻射是電子沿著噴流磁場旋轉所造成的同步輻射，因此照片中的噴流略呈藍色。

橢圓星系 M87 的噴流，推測是由星系中心的超巨質量黑洞所產生

M87 是距離地球最近、且被詳細研究過的噴流星系之一，無論在哪裡，只要有超巨質量黑洞，就會有噴流的存在。有趣的是，在年輕恆星的周圍也有類似的現象，只是其能量與規模小了許多而已。

M87 距離約五千萬光年，哈伯望遠鏡無法分解出其中個別的恆星，但是可以看出在 M87 周圍分佈著約 15,000 多個如針點般的球狀星團，按恆星誕生理論來說，這些球狀星團應該形成於星系誕生初期，比星系核心附近第二代的恆星還要老。

資料來源：HST 第 STScI-PRC00-20 號新聞

九大行星 Part II

陳俊良

上一次我們花了許多時間在介紹太陽系的九大行星，其實就是在介紹展示場二樓中庭的那九顆大球。由於他們的體積龐大，地位鮮明，因此許多參觀民眾都會在此駐足，發出驚嘆；而許多負責導覽解說的老師們也特別喜歡利用這個地方，讓大家瞭解九大行星及其環境，再與其他主題相串連，例如外星生命的探索等等。可是，如果大家仔細瀏覽過展示場內樓梯旁邊的樓層簡介，就會發現太陽系的模型主要並不是安置在中庭，而是在二樓東側，也就是當我們面對中庭的太陽壁畫時，左手方向的區域。現在，我們就準備進入天文館展示場的太陽系吧！

從中庭往太陽系移動，首先映入眼簾的是一張從艾歐（Io）看木星的壁畫（如圖一）。艾歐是木星的四大衛星之一，最奇特的，是艾歐上還有火山爆發的現象，而且溫度不低，可能與地球早期的火山活動類似，因此可藉由研究艾歐來瞭解地球上地質記錄早已湮滅的早期火山活動。至於艾歐上的火山活動為何會發生，可能的原因是其離木星很近，受到木星週期性巨大潮汐力的影響，因此內部被加熱，導致高溫火山的噴發。此外，從這張圖上，我們還可以清楚地看見位於木星南半球的大紅斑，以及木星大氣升降而造成明顯的條紋。接下來，請大家向後轉，應該就會看到一張太陽系的行星軌道圖。由於火星軌道之內的行星軌道半徑與之外的行星軌道半徑相差頗大，因此這裡的軌道圖分成兩個部分。如果大家不夠清楚的話，請抬頭看一下左方，應該就可以看到一根柱子上方有顆紅球，代表太陽；接著在太陽的外側，懸掛著一圈圈的軌道，也就是我們九大行星的軌道。大家應該也注意到：這裡只有四條軌道，也就是火星軌道以內的行星；外側的氣體行星呢？請大家往右看，樓梯口附近掛著木星的軌道；再往外一點，越過整個中庭就可以看到土星的軌道；至於更外側的行星，已經不在天文館內了。沒錯，這就是按照軌道半徑的比例做成的，至於他們彼

圖一　由艾歐衛星看木星的壁畫，左邊為艾歐表面上常見的火山噴發現象。

此間的比例，嘿嘿！待會兒再告訴大家。

再來我們要展示給大家的，是九大行星及太陽的體重計（如圖二）。在太陽那根柱子的周圍，環繞著10顆球，從左方的太陽開始，順時鐘方向，排列著九大行星由近至遠的順序，這些就是行星體重計。在這兒我們可不是要測量行星的重量，而是要讓大家站到上面來量量看：當我們在不同的星球上時，體重會有何變化。自從牛頓發現了萬有引力之後，就又多了兩個意思不同但卻常讓人搞混的名詞，也就是質量和重量：質量是計算物體間彼此吸引力的一個參數，單位是公斤；重量則是一種與力量成正比的參數，單位是公斤重。在地球上，質量與重量的數值大略是相同的，可是一旦離開地球，質量的數值不變，重量卻會隨著我們的所在地而改變。例如我們在月球上的重量，其數值就只有在地球上的六分之一，因此，如果我們能夠提起50公斤重的物體，表示在地球上此物體質量為50公斤，但在月球上其質量卻可高達50×6＝300公斤。由於每個行星的質量、大小都不相同，所以在他們的赤道海平面，所感受到的地心引力也不相同，於是大家站在不同的行星體重計上，就會看到不一樣的數字顯示在液晶螢幕上，表示我們在那顆星球上的重量。試試看，大家會發現：我們在太陽上重得像卡車，而在冥王星上卻輕得像初生嬰兒一般。除此之外，在體重計上還會有該星球的詳盡介紹，可千萬別忽略了。

圖二　分別代表九大行星及太陽表面重力的體重計

繞了一圈秤完了體重，請大家坐在椅子上休息一下，順便欣賞『太陽系的形成』：歷史上對於太陽系的形成，有很多人提出各種學說。但是目前較受肯定的還是星雲說。星雲說最早是由德國科學家康德（AD1724-1804）於1755年所提出，當時並未被廣泛的接受。1796年法國數學家拉普拉斯又一次提出星雲說，與康德的理論十分類似，但更為完備，於是這個學說才逐漸被重視。根據星雲說，太陽系是大約在五十億年前，從銀河系一團旋轉中的氣體雲發展出來的。這團由氣體與塵埃形成的雲，由於引力作用將物質向內吸，再加上本身不斷旋轉，隨著尺度的縮小而愈轉愈快，進而凝聚成扁平碟形的太陽星雲，也產生一些時而消失且大小不一的氣體漩渦。這星雲中心物質緊密聚集，變得極灼熱，形成太陽的前身—原始太陽，並繼續向內凝聚；同時其外側雲氣開始分裂成一些大小不一的雲塊，它們因為彼此的摩擦碰撞，便可能會互相結合或分裂。由於原始太陽星雲，已經不是純粹由氫、氦所組成，而是包含若干超新星爆發遺留的物質。因此存在有佔總量約百分之二的重

元素，並以固態塵埃的形式，懸浮於氫、氦混合氣之中。原始太陽星雲內的物質也就可分為土物質、冰物質、氣物質等三類。土物質包括金屬及其化合物、矽酸鹽類等沸點在一千度以上的物質。冰物質包括烴類、水、氨等沸點較低的物質。氣物質則是氫、氦等在零下一百七十度的低溫仍保持氣態的物質。當原始太陽開始產生輻射後，高溫會使得接近原始太陽的類地行星區內，大量的氣物質和冰物質揮發逃逸，主要留下土物質，因此在這個區域內形成的行星，密度都很高，體積和質量比較小，而在類木行星區，因為溫度比較低，盤中物質損失較少，由塵埃聚集而成的引力中心，可吸積較多的氣體，行星的體積和質量迅速的成長，最後形成密度較小，體積、質量較大的類木行星。其他未形成行星的雲塊則成為衛星、小行星、彗星或是漂浮在行星間的行星際物質。也就是這些天體，構成了我們的太陽系。

看完了劇場，相信大家對太陽系的形成過程已經有個概略的瞭解，也知道太陽系的組成份子不只有太陽與行星，還有衛星及彗星等其他的天體。什麼是衛星，相信大家都很清楚，就是繞著行星公轉的天體，此處不仔細介紹。請大家注意旁邊流星的版面：流星是有大氣層保護的星球上才會見到的一種特殊現象，是由在行星間漫遊的行星際物質與大氣分子碰撞，產生高溫，進而發光。如果行星際物質的質量夠大，掉落至地面就形成隕石（如圖三）。太陽系初形成時，行星際物質的數量相當多，有將近10億年的時間，他們密集的轟炸各個星球；現在，他們的數量已經比當時少很多，因此撞擊的現象也不太常見了。彗星是一種結構較為鬆散的天體，核心類似個骯髒的雪球（如圖四），我們可以這樣想像：把夏天吃的剉冰倒在沙子上，揉成一團圓球，就類似彗核。當然，彗核沒有這麼小，他的直徑可以從幾百公尺到幾百公里。當彗星靠近太陽時，會因太陽輻射壓的關係而出現彗髮及彗尾，成為頗吸引人注意的天象。從版面上可以知道一些相當有名的彗星，如1986年回歸的哈雷彗星，以及衝撞木星而香消玉殞的修梅克.李維九號彗星。由於太陽輻射壓的關係，彗星會逸散出許多物質，這些物質就殘留在彗星軌道上，成為新的行星際物質，一旦地球進入這樣的區域，我們就能看到流星雨的奇景，其中最有名的就是1833年的獅子座流星雨，短短的1小時內出現了數萬顆流星，嚇得當時的人以為世界末日到了呢。

圖三　展示場的隕石展示

那小行星又是什麼呢？這要從他的歷史開始說起：公元1766年，德國的柏林天文台台長-波德（Bode）提出了一個計算行星軌道半徑的方程式，而這最早是由一

個數學老師所提出，他們假設地球的軌道平均半徑為1，利用公式：

$0.4+0.3 \times 2^n$

其中水星的 $n=-\infty$，金星的 $n=0$，地球的 $n=1$，之後依序累加可以求得水星的軌道半徑只有0.4，金星則是0.7，火星是1.6，都與當時知道的行星軌道半徑相當吻合；可是，$n=3$ 求得2.8，$n=4$ 求得5.2，而木星的平均軌道半徑卻是5.2026，於是人們開始懷疑：在火星與木星之間，是否還隱藏著一顆未知的行星X？然後世界各地開始了一股尋星熱，各式各樣的傳說也甚囂塵上，可惜卻一直沒找到符合的行星。1801年，終於由義大利的皮亞齊在適合的軌道上，找到了這顆失落的行星X，但很快的，人們就發現這顆行星X實在是太小了，形狀也非球體，為了與行星加以區別，就稱他為小行星。之後，陸陸續續又發現了許多顆小行星，到目前為止，已編號的小行星超過1萬顆。請大家看版面，有沒有注意到我們用特殊效果模擬的小行星？如果仔細一點，還可以發現為數眾多的小行星有依照軌道特性而分類成群，其中有3群小行星，還會飛進太陽系的內側，也就是有可能與地球相遇而造成毀滅性的災難呢！

圖四　展示場的彗星自動語音解說

毀滅性的災難？沒錯，如果一顆小行星與地球相撞，就可能會撞出一個直徑約其10倍大的隕石坑（當然，坑洞實際的大小要視小行星的材質、質量與速度等等來決定），坑洞內的生物當然無以倖免，其揚起的巨量灰塵若上升至大氣層中的平流層，覆蓋住整個地球，日照無法進入，於是溫度就會下降，植物枯萎，萬物凋零，成為所謂的『撞擊冬季』。要是這種情況真的發生，人類就算沒有絕種，大概也所剩無幾。這種世界末日的景象撼動人心，因此好萊塢電影也常以此為拍攝題材。在我們展示場內，就有這末日殺手的真面目，還有恐龍滅絕的影片，別忘了仔細欣賞喔！太陽系的部分，我們就簡單介紹到此，下次，我們去玩鏡子吧！

作者：現職台北市立天文科學教育館

航　向　未　知

章朝盛

在古老的年代，人們在觀測夜空時除了著迷於滿天的繁星外，許多細心的人都會有著這樣的疑問：在星星與星星之間是不是就如同我們肉眼所見到的，大部分的地方都是空無一物呢？隨著觀測技術與望遠鏡解析度的進步與提昇，過去模糊而無法看清的星雲開始呈現在觀測者面前，人們也才知道，原來這些瑰麗璀璨的星雲，是因為瀰漫在宇宙中的星際物質（ISM, interstellar medium）反射、散射或遮蔽附近恆星的光線所造成的；而我們所能見到的，不過只是所有星際物質的一小部份。

近年來，除了接近恆星的星際物質（如圖一）可以比較輕易地被觀測到之外，我們也蒐集到越來越多星際物質存在於宇宙各處的證據。例如利用掩星的觀測來確認接近太陽系邊緣處星際物質的存在，這些星際物質若碰巧進入太陽系的內部便成為我們熟悉的彗星。而除了可見光波段之外觀測技術的發展，則讓我們能夠鑑別這些星際物質的組成分子、相對含量，以及溫度、密度等特性。

隨著星際物質的研究漸趨重要，化學在天文的領域中開始佔有重要的地位。星際物質在宇宙中所佔的質量比一直是科學家相當關切的問題，因為理論上這可能與宇宙未來的演化有關；此外，新恆星與太陽系的形成一般也都認為是發生在高密度的分子雲（高密度的星際物質）中，而像彗星般冷而小的星際塵埃，因為擁有相當豐富的有機分子，也被認為可能與地球生命的起源有關。

圖一　位於獵戶座的馬頭星雲，明亮部分是氣態星際物質散射周圍星光所致，而濃密的星際塵埃則因阻擋後面的星光而看起來是一片黑暗。

既然我們無法直接觀測大部分的星際物質，有關它的在宇宙中的含量與組成等等的問題就需要化學家從現有的資料中設法推測。與其他的天文問題不同的是，我們所要處理的是低溫、低壓的

環境，而且常會遇到分子結構相對複雜（長鏈的碳氫化合物等）的對象。所以有關分子反應的知識在此領域內就相當重要。

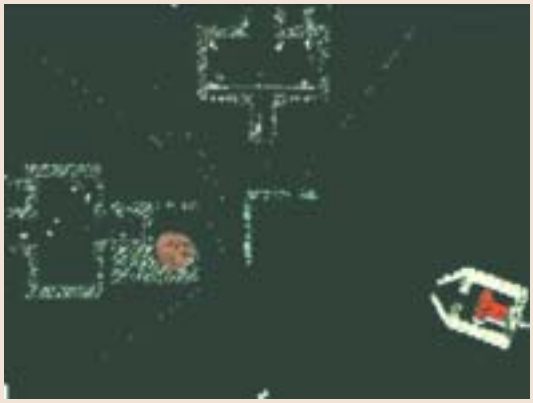
就目前所知，星際物質佔本銀河系總質量的10%左右，而其中的99%是氣態，1%是以固體狀態存在。它最主要的成分是氫（93.38%）與氦（6.49%），氧、碳、氮共占0.11%，其餘成分占不到0.02%。

在氣態的星際物質中，天文學家已經從微波、紅外光與紫外線的觀測資料，成功確認了119種分子（2000年四月資料，http://www.cv.nrao.edu/~awootten/allmols.html），相對的，因為固態的星際物質都處於低溫環境，再加上技術的限制，我們對它們所知就比較有限，至今除了其主要成分H_2O外，只確認了CO、CO_2、CH_4、OCN^-、H_2CO、OCS、CH_3OH共八種分子。值得注意的是，氣態與固態的星際分子有著相當密切的關聯性，許多存在於氣態中的分子一般相信先是在固態的塵埃中形成，之後因為某種原因四處散開才被我們觀測到。

時至今日，雖然觀測技術與設備不斷的更新，但對於這些不管是氣態或固態星際物質的生成與演化，我們離真正的了解還有一段相當遙遠的路。而這也是我們實驗室成立的目的。

另一方面，太陽系內的行星與土星衛星泰坦的大氣也是我們研究的重點。類木行星大氣以氫及甲烷為主要成分，泰坦則擁有以氮與甲烷為主要成分的濃厚大氣層，一般相信與原始地球近似。這些行星與衛星的大氣層是我們要了解星際的化學反應非常重要的依據，甚至可以說是距離地球最近的實驗室，這是因為它們距離地球夠近，我們有可能派太空船直接獲取我們需要的資料，並確認我們的假設。如果我們能夠充分了解這些化學分子的生成與演化，尤其是泰坦的大氣層，

圖二　35吋交叉分子束儀器外觀



圖三　35吋交叉分子束儀器內部構造示意圖

我們將更能了解地球大氣的演變甚至地球上生命的演化過程，這或許可以幫助我們解開地球生命來源的奧秘。

在本實驗室中有兩個重要的儀器，一為『35吋交叉分子束』儀器（如圖二、圖三），另一個為『宇宙射線模擬器』。『35吋交叉分子束』的名稱中"35吋"指的是儀器上方可轉動圓盤的直徑，即圖中偵測器（detector）可自由轉動部分的直徑；"交叉分子束"則意謂此實驗是經由兩反應物加速呈90度對撞，紀錄各產物對角度分布的情形與各產物的速度分布情形，進而了解化學反應機制的研究方法。

我們主要使用『35吋交叉分子束』來模擬氣態星際物質的反應與星球大氣中的反應。比較特別的像是1994年Shoemaker-Levy 9（SL-9）彗星撞擊木星時，經由觀測發現有許多硫化物（CS etc.）出現，其相對含

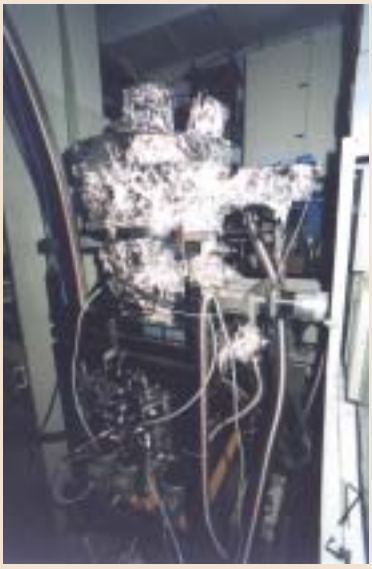
量與反應熱便與我們實驗室的模擬相符。為了因應美國太空總署與歐洲太空總署合作的 Cassini/Huygens 土星探測計劃在 2004 年抵達泰坦，及時讓操作太空船的科學家們了解並擬定觀測計劃，此儀器的實驗時間主要是放在與泰坦大氣相關反應的研究上。

『宇宙射線模擬器』（如圖四、圖五）則是研究固態星際物質的利器，此外也可以應用在行星與衛星表面冰晶中化學反應與分子形成的研究。在這些冰晶中，除了無位能障的化學反應能發生之外，外來宇宙射線（高能的粒子與離子）射入晶體中時所引起的原子碰撞與重新排列，也會產生許多特殊的分子。譬如近年來開始被大量觀測與研究的多環芳香族碳氫化合物（PAHs, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons）的形成，前述的宇宙射線觸發反應就被認為是其主要的生成過程，但尚無定論。我們實驗室現正使用兩部儀器分別從事這方面的研究。

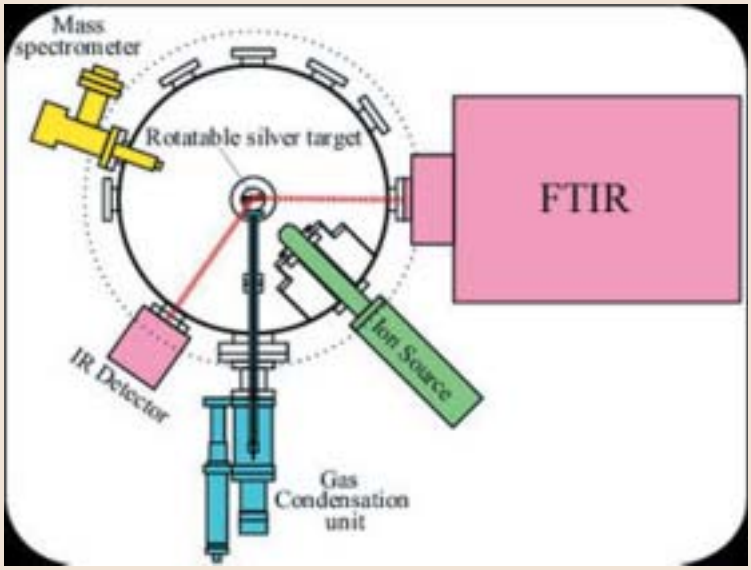
在此儀器中，我們以離子槍模擬宇宙射線，將我們調配好的冰晶置放於中央，並使其處於低溫（~10K）低壓（~10^{-10} mbar）下，實驗開始後便以紅外線光譜儀（FTIR）量測冰晶中所產生的新分子，並以質譜儀監測揮發到冰晶外的分子來了解揮發性的氣態產物。

如前所提，現在天文學家正在等待的重要太空任務之一就是預計 2004 年抵達土星的 Cassini/Huygens，當 Cassini 太空船到達土星時，將把 Huygens 探測船投入泰坦的大氣層內，並讓它降落在泰坦的表面上。因為泰坦的大氣相當濃厚，其地表的大氣壓力約為地球的 160%，且經實驗模擬發現其大氣中含有一種名為 Tholin 的暗色有機混合物而呈現橙黃色。這次任務將是我們首次真正深入泰坦的大氣去偵測，當資料傳回地球時相信會解答（同時也引起）許多的疑惑，尤其是有關生命演化的問題。

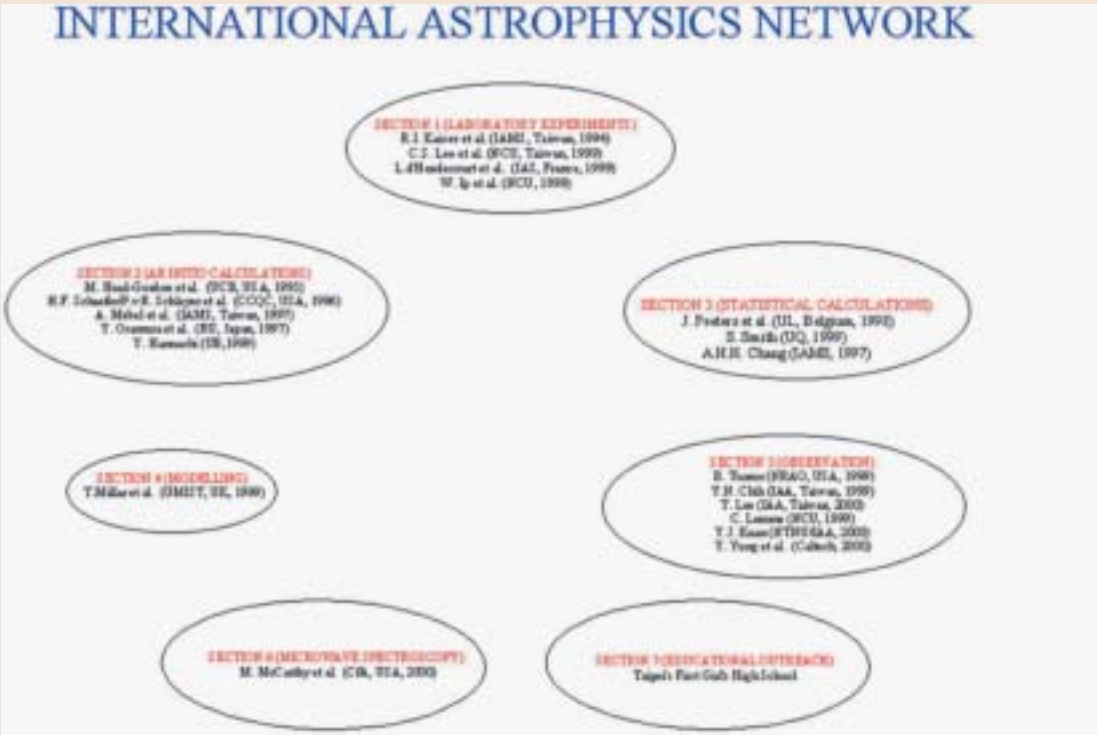
針對此一任務，我們已經知道泰坦大氣中擁有許多碳氫化合物與 CN 有關的化合物（RC ≡ N），且上層大氣因為受到宇宙射線與太陽風中帶電粒子撞擊的影響，會解離產生像 CN 自由基等容易發生反應的分子。本實驗室為了研究泰坦大氣內各層的化學反



圖四　宇宙射線模擬器外觀



圖五　宇宙射線模擬器內部構造示意圖



圖六 國際天文聯網組織圖

應，便著手模擬許多與 CN 、 C_2H 自由基相關的實驗，並研究長鏈碳氫化合物合成。但面對像 Cassini/Huygens 這種龐大的觀測計劃，我們實驗室所能提供的只是最基礎的化學反應資料庫與預測未知新分子，離真正建構泰坦大氣模型還有相當遠的距離，有鑑於此，本實驗室負責人 Dr. Ralf I. Kaiser 特別組織了國際天文聯網（The Astrophysics Network）作為聯繫國際間研究團隊的橋樑（如圖六）。

在這個聯網架構下，從實驗模擬、理論計算、模型建構至實際天文觀測驗證整個流程都有系統的被包括在內，除了能夠讓散佈世界各地的研究小組增進彼此合作關係、快速交換資訊心得之外，更重要的是這樣一個完整的合作關係，是一套真正能夠解決特定天文問題的跨國研究組合。本實驗室在其中扮演的是第一級的單位，即提供化學反應各項參數的資料，是其他研究小組進一步分析的基礎。

星際化學是一門年輕的學科，星際物質與行星大氣的研究也仍然存有相當大的未知空間。已經有許許多多報告與實驗指出，生命的基礎 — 胺基酸，極有可能存在在太陽系早期的泰坦、以及冷暗卻富含有機物的星際物質中。解開星際物質與行星大氣的迷團，很有可能同時就能夠解開地球生命來源之謎！星際化學實驗室的任務就是要朝著這未知領域繼續前去。

關於實驗室與天文聯網的詳細資料請參考 http: // po.iams. sinica.edu.tw/~kaiser。

作者：現職中央研究院原子與分子研究所

獅　子　傳　奇

……從歷史預測本週期的獅子座流星暴

吳志剛

1999 年十一月十八日 Nihel Evans 在埃及 Sharm El Sheikh 於 72 分鐘內所拍攝到獅子座流星暴。

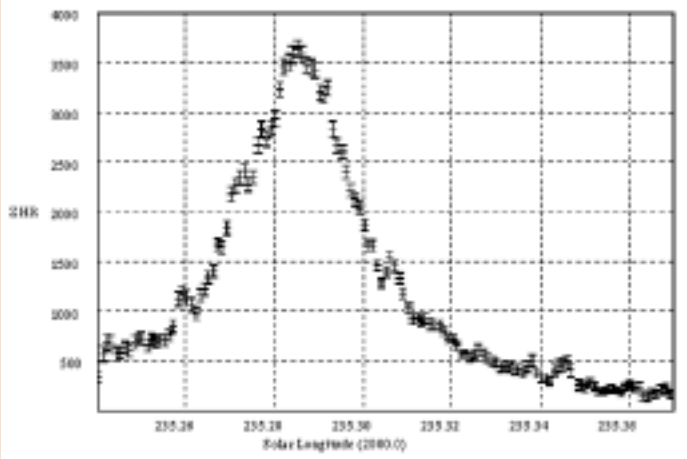
巨大的人面獅身像一如數千年來的每個白晝與夜晚，靜靜地伏守在金字塔旁，見證沙漠中的朝代興亡，但卻沒有一刻是如此地光芒燦爛……。1999年十一月十八日世界時兩點，獅子座流星雨如暴雨般襲向歐洲、非洲與中東地區的夜空，為這個週期的獅子座流星暴正式揭開序幕。

獅子座流星暴的故事是從1833年11月13日美洲西部的凌晨開始。當許多人還在睡夢中時，突然被街上陣陣驚叫哭泣聲吵醒，漆黑的大地居然一片光亮，原來是從天空降下了如暴雨般的流星，有些流星竟然和滿月一樣亮，可以在地上照出清楚的影子。根據目擊者描述，每小時約可看到十萬顆流星，天空中同時出現 10 到 15 條流星痕，有些流星痕甚至停滯近 20 分鐘，像一條條盤旋於天空中的巨蟒，十分壯觀。

在 1833 年獅子座流星暴發生後，科學家從西元 902 年到 1833 年的各國（包括中國、阿拉伯及歐洲）歷史資料中，找出了同樣發生在十一月的流星雨記錄，並發現其中有33.25

年的週期性。天文學家根據此一週期大膽地預測了下一次獅子座流星暴將在1866年發生。果然，1866年11月歐洲地區再度觀測到每小時5,000顆的流星暴奇景。

在算出流星群的軌道位置後，天文學家發現它與週期性彗星Tempel-Tuttle彗星的軌道一致，因此而證明了流星雨中的流星體物質是來自這顆彗星。不過由於1899、1933年獅子座流星暴連續兩度失約，使得社會大眾對天文學界的預測喪失信心。因此，當1966年11月17日獅子座流星雨再度發威時，令許多措手不及的觀測者痛失良機，而根據美國西部的觀測記錄，這次流星雨極大時達每小時15萬顆，可謂是世紀超級流星暴！而獅子座流星雨的預測也成為天文學家們既愛又恨的一大難題。



圖一　1999年獅子座流星雨出現的時間與數量統計圖

其實發生流星暴的條件很簡單：當地球直接穿過彗星遺留的流星體群時便會出現每小時上千顆流星的流星暴。但是要準確預測流星體群的位置又是何其困難！這些被彗星遺留在軌道上的微粒塵埃不僅無法觀測，而且還不斷地漂移擴散，再加上各行星的攝動，其真正位置簡直可說是神鬼莫測。也難怪沒有多少天文學家敢以一生清譽來賭一賭獅子座流星暴的發生時間。

1998年Tempel-Tuttle彗星再度回歸，對此彗星有深入研究的噴射推進實驗室Donald K. Yeomans預言這個週期的獅子座流星雨極大將發生在1998年十一月十七日世界時19:43，每小時數量約有200　5,000顆，另一位流星體群力學專家Peter Brown的預測時間相同，但數量則達每小時1,000　9,000顆。結果1998年出現的獅子座流星雨極大時間比預測足足早了十八個小時，在世界時1:40出現了每小時平均340顆，而另一個較接近預測的極大則發生於20:30，但是數量卻更少了一半，只達到180顆的程度。

受到這個挫敗的影響，英國Armagh天文台的David J. Asher與澳洲賽丁泉天文台的Robert H. McNaught決定換一種方式來分析獅子座流星體群的軌道。Asher建立了一種由數個流星體群組成的新模型，並用電腦模擬每一個流星體群的演化過程，結果發現以這種模型計算過去發生流星暴的時間，居然能夠準確到十分鐘以內！於是Asher與McNaught就應用這套新模型來預測1999年的獅子座流星雨。結果預測的極大發生時間只與觀測值1999年十一月十八日世界時兩點相差數分鐘而已！但是預測的流星數量仍比實際值來得高（如圖一）。

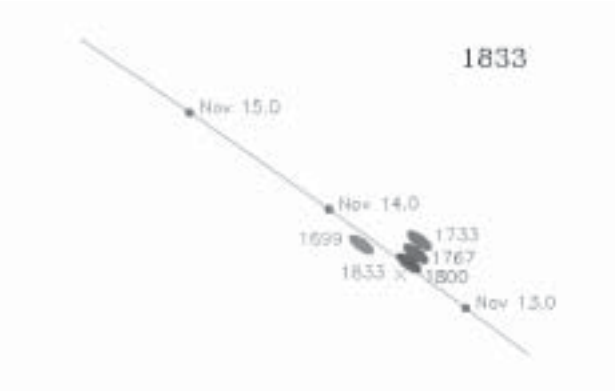
Asher與McNaught精準的新模型對於2000　2006年的獅子座流星雨預測又是如何呢？讓我們先瞭解一下圖解中的符號。在以下的圖中，紙面代表黃道面，地球的路徑以藍色表示，藍色的圓點是地球，在比例上放大了十倍。綠色的「X」為Tempel-Tuttle彗星穿越

黃道面（由上方穿過紙面至下方）的位置，而不同顏色的橢圓塊，則是每次彗星回歸時所產生流星體群在黃道上的位置，每個流星體群旁均標示出產生的年份。由於流星體群大多會向地球運動的反方向漂移，並在數百年間逐漸消散，所以在圖中只繪出了最近兩百年來所產生的六條流星體群，只有在2001和2002年的圖中特別多標出三條更老的群。此外，要特別說明的是，在流星群中流星體的分佈密度並不均勻，密度最高點也不一定就在橢圓的中心，不過，越年輕的流星體群由於散逸的程度較低，所以密度應該會比老群高一些。

以下，讓我們一一回顧過去兩百年來，獅子座流星暴發生時地球與流星體群間的相對位置，並進一步預測在這個週期中獅子座流星雨可能發生的時間、地點與數量。

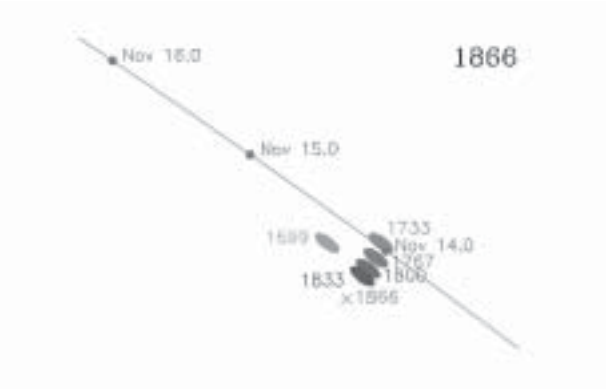
1833 年

現代流星天文學可說是濫觴於1833年的獅子座流星暴。當年的十一月十三日世界時十點(Nov 13.4 UT)左右，地球從1800年回歸的Tempel-Tuttle彗星剛產生的濃密流星體群中穿越，使美洲地區人民在曙光前看見了這歷史性的一幕。根據各項記錄顯示，當時的流星數量達每小時十萬顆以上！



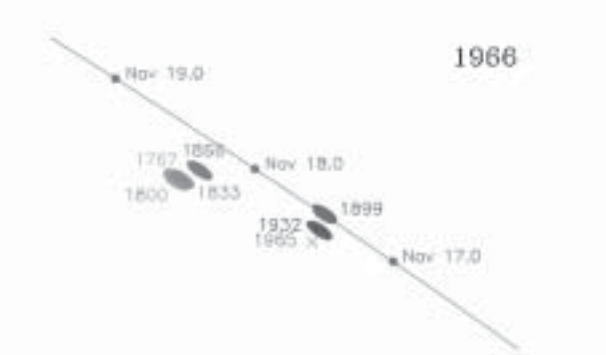
1866 年

1866年的獅子座流星暴發生於十一月十四日世界時一點(Nov 14.05 UT)左右，這次地球經過的是Tempel-Tuttle彗星在1733年產生的流星體群，每小時五千顆的流星暴讓歐洲人大飽眼福。



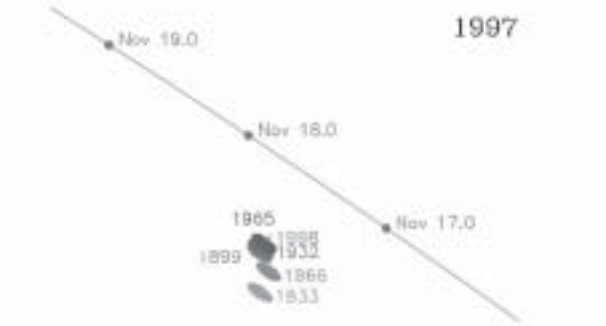
1966 年

許多住在美洲西部、年過半百的長輩對這次每小時十五萬顆的流星暴還能朗朗上口。1966年十一月十七日世界時十二點(Nov 17.5 UT)，地球恰好從1899年的流星體群正中央穿過，造成了這次罕見的大流星暴，但是1999年地球再經過同一條流星體群時，卻因距離過遠而盛況不再。



1997 年

1997 年沒有發生獅子座流星雨，原因很簡單：地球沒有接近任何一條流星體群！

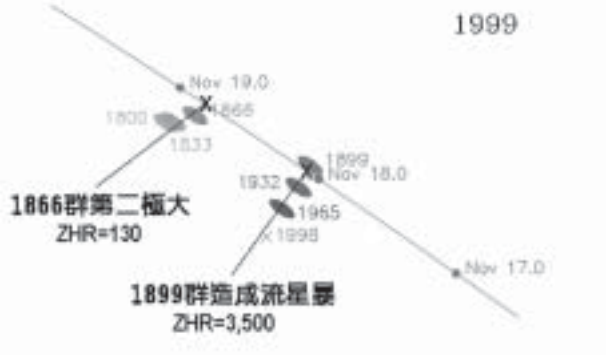


1998 年

1998 年，在追星族徹夜的守候下，獅子座流星卻寥寥可數，天文學家預測的獅子座流星暴沒有發生嗎？非也，只是極大期比預測早出現了約18個小時，數量也遠不如預期，大自然再次愚弄了天文學家，更驗證了流星雨預測的困難。但天文學家們從這次的觀測中，摸索出了更精確的預測模式，這次失敗總算有了代價。

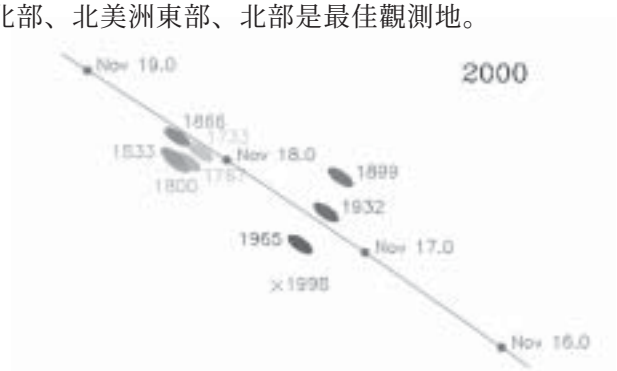
1999 年

1999 年地球再度接近造成 1966 年世紀流星暴的 1899 群，只是這次與群中心的距離太遠，所以只在十一月十八日世界時 2:10 達到 ZHR 3,500 左右的高峰。但這也是天文學家應用新模型對獅子座預測最準確的一次，可說是意義深遠。



2000 年

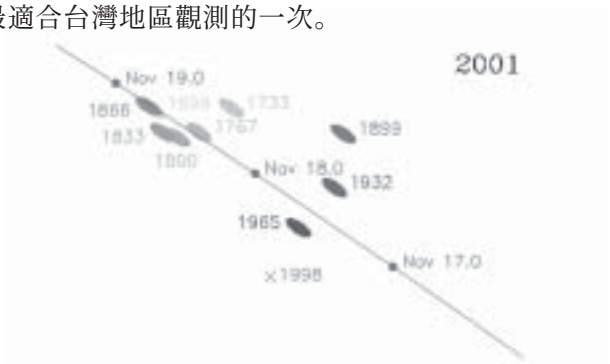
2000 年究竟會不會發生流星暴呢？從圖中看來並不樂觀，地球僅從 1733 群與 1866 群身旁擦過，但並未穿越，或許模型稍有誤差，則可能掠過這兩群的邊緣，但明亮的下弦月仍舊會對觀測造成嚴重的影響。兩個極大發生的時間分別在十一月十八日世界時 3:44 與 7:51，西非、西歐、南美洲北部、北美洲東部、北部是最佳觀測地。



2001 年

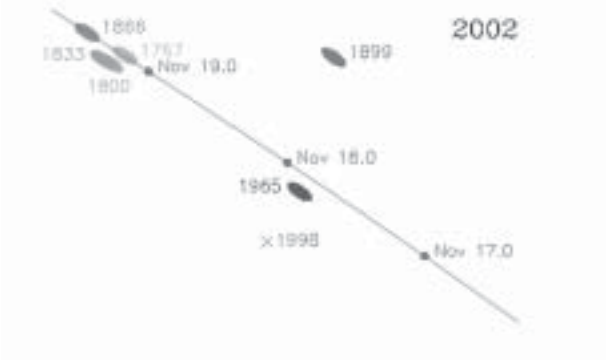
根據預測，2001 年將是這個週期內獅子座流星雨相當精彩的一年，共有三個流星體群位於地球路徑上。首先，地球將在十一月十八日世界時 10:01 掠過 1767 群的邊緣，美洲中北部的觀測者也許可以看到每小時 2,500 顆的流星暴；接著，17:31 通過 1699 群中央附近，東亞與澳洲可觀賞到每小時 9,000 顆流星，最高潮發生在 18:19，當地球從年輕的 1866 群通過時，這些地區將有 ZHR15,000，也就是平均每秒鐘有五顆流星的奇景。還有一個好消息，這天有個接近新月的無光害夜空。

這次流星暴也是最適合台灣地區觀測的一次。



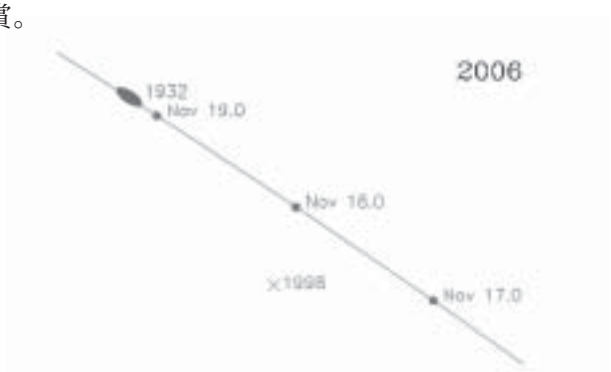
2002 年

2002 年應該是這個週期中獅子座流星雨的最高潮了。地球先後在十一月十九日 4:00 與 10:36 從 1767 群與 1866 群的中央直接穿過，雖然受到滿月的嚴重影響，但每小時 15,000　30,000 顆的驚人數量，應該還是會讓西非、西歐、南美洲東北與北美洲的觀測者留下畢生難忘的經驗。



2006 年

2006 年地球還會通過 1932 年 Tempel-Tuttle 彗星留下的新流星體群，但正因為此群相當年輕，散逸程度低，所以流星體高度集中在中央處，這次的流星雨大概也不會以什麼驚人的場面出現，而是一個 ZHR 約 100，且出現時間短暫集中的普通流星雨，西非與西歐地區可在無月的夜空下盡情觀賞。



不過，就在 Asher 與 McNaught「多流星體群理論」(multi-trailet theory)新模型大成功的同時，另一位委內瑞拉安地斯大學的流星天文學家 Ignacio Ramon Ferrin Vasquez 也以其獨特的流星體分佈密度「等線法」(isolines method)準確地預測了 1999 年的獅子座流星雨。但是兩者對於 2000~2002 年獅子座流星雨的預測卻大相逕庭。下表是兩種理論對於未來幾年獅子座流星雨的預測，到底鹿死誰手，或兩者都只是另一次失敗的預測？上帝在獅子座流星雨到來時，自然會告訴我們正確答案！

發生時間（世界時）	估計 ZHR	預計可見地區
2000,11/18, 3:44	100?	西非、西歐、南美洲東北部
2000,11/18, 7:51	100?	北美北、東部、南美洲西北部
2001,11/18, 10:01	2,500*	北美北、東部
2001,11/18, 17:31	9,000*	澳洲、亞洲東部
2001,11/18, 18:19	15,000*	澳洲西部、亞洲中、東與東南部
2002,11/19, 4:00	15,000*	西非、西歐、加拿大東北、與南美洲東北
2002,11/19, 10:36	30,000*	北美
2006,11/19, 4:45	100	西歐與西非

Asher 與 McNaught 的預測

發生時間（世界時）	估計 ZHR	預計可見地區
2000,11/17, 9:24	3,500~50,000	北美中、北部
2001,11/17, 16:30	350	澳洲、亞洲東部
2002,11/17, 23:43	150	東歐、中東與亞洲西部

Ferrin 的預測

作者：現職台北市立天文科學教育館

星系碰撞之電腦模擬實驗

李盈瑩、吳其玲、徐瑤芳、劉長怡

在偶然的機會中我們聽了一場有關電腦模擬與星系碰撞的說明，對於初次聽聞此知識的人來說，模擬星系碰撞聽起來十分有趣，我們也不例外；想要趁著這個機會學習一項嶄新的事物，並做出屬於我們自己的星系碰撞模擬。

而在物理學到分子動力學後，了解瀰散速度(也就是方均根速率或內部分布速度）的意義，而在模擬星系中是把星球當作質點來計算的，因此我們想將瀰散速度運用到星系的作用上，探討與星系作用的關係。

研究目的

利用樹枝狀碼（TREECODE）程式來模擬星系碰撞的過程，改變兩相同正面碰撞球狀星系的初始速度，與固定球狀星系的初始速度改變角度碰撞，討論對兩星系碰撞的影響，得出兩星系碰撞時相對速度、碰撞角度與瀰散速度的關係。

實驗器材

1. 個人電腦 Intel PII 350
2. 個人電腦 Intel PII 333 超頻到 PII 416
3. Red Hat 作業系統

（一）星系的碰撞與合併

牛頓萬有引力是星系碰撞和合併的要素，星系碰撞和合併有三個很重要的現象：潮汐摩擦力（tidal friction）、軌道衰敗（orbital

decay）、劇烈放鬆（violent relaxation）。潮汐摩擦力使發生碰撞的星系最終合併為一星系。Chandrasekhar 是最先把此摩擦力描述為力學摩擦力（dynamical friction）的人。就像浪潮會使船停下來一樣，當星系碰撞時，會受到對方的重力影響而使動能減少，速度變小。兩星系越接近，潮汐摩擦力就越大。即使兩星系相距幾倍星系直徑的距離，潮汐摩擦力仍會使星系發生形變，消耗軌道的能量。

軌道衰敗是潮汐摩擦力所導致的。就像人造衛星會因空氣阻力使它軌道半徑漸漸變小，最後落至地球；兩個互受對方潮汐力影響的星系會逐漸的縮小軌道，最後發生合併，新形成的星系會沿著一軌道運行。

在星系合併的最後階段，兩星系會產生快速的重力場變化使星系中的恆星重新分配位置，使恆星的方位達到新的平衡，這就叫做劇烈放鬆。

近十幾年，電腦模擬廣泛的被用來檢查這些星系間交互作用的過程，不只確定了潮汐摩擦力和劇烈放鬆的效率，更可知軌道衰落的比率。例如：兩星系運行軌道方向相同的會比方向不同的更快合併。要產生合併，星系的最初接觸速度必須小到一個程度使其碰撞後沒有多餘的能量逃脫出去。電腦模擬提供我們一個了解星系合併物理特性的方法，合併之所以會發生，是因為星系碰撞是非常沒有彈性的。在單一的碰撞中，高達 50 % 的軌道能量會轉變為星系間的內能。最後，由於潮汐力所被拉出的尾中的恆星具有很多角動量，使兩星系能夠陷入兩者質心而合併。

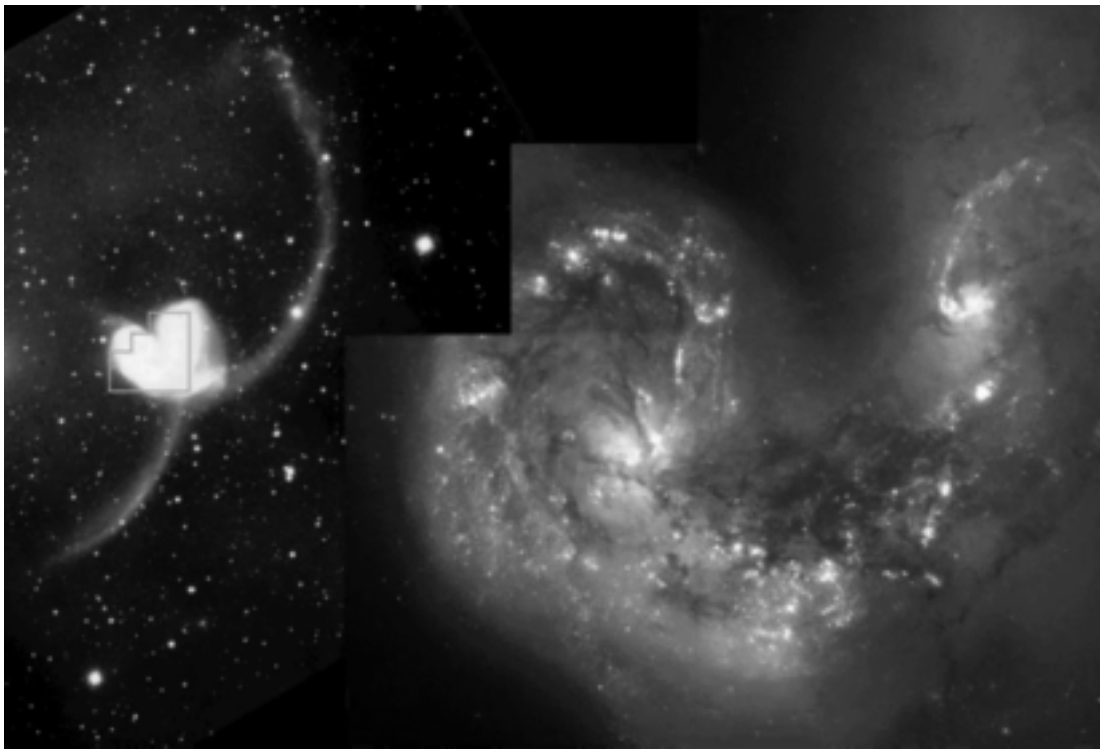
(二)球狀系統（Spherical Systems）的合併

在正面碰撞中，兩星系會因重力壓縮而導致衰落（decay），當星系試著分開時，會因重力壓縮受到比星系相距特定距離時更大一點的徑向力(axial force)。移動星系內的物質需花費軌道能量這過程會使其快速合併，即使是很集中的系統。在非徑向(off-axial)的碰撞中，星系中各質點的軌道運行方向會在碰撞時一致，而這些質點會接收旁邊的能量和角動能，再次移動到束縛較小的軌道，然後造成像尾一樣的結構。就各方面來說，受限制的星系對不可能永遠不發生合併。在一些情形中，衰落的時間也許很長，變得很難描述碰撞的最終結果（e.g. Navarro 1989）。

(三)星系碰撞的電腦模擬

銀河有許多種大小、形狀皆不同的星系，多數是有規則的結構，可歸類為橢圓及螺旋狀星系。螺旋星系呈現平坦且壓扁的碟狀，星系中所有的星星皆以同樣的方向，圍繞著同一個中心運行。橢圓星系則是團狀的，呈現出複雜的三度空間。這些規則星系有高度的對稱性，以及穩定度。不規則星系的本質則與規則星系有所不同。電腦模擬加上觀測所得的資料可以提供規則與不規則星系到底有何處相異的解答。我們已經得到不規則星系是由規則星系的互相碰撞所造成的。

電腦模擬首先可詮釋互動的一對螺旋星系。以一對螺旋星系而言，互動時可產生不一樣的形狀。因為絲狀結構（filamentary structure）是細微的，天文學家認為這種結構必是由電磁力或非引力之力所造成；但是 1972 年時 Alar 和 Juri Toomre 提出這種結構是因為潮汐力作用在盤面上的結果。他們把這些星系視作點質量（point mass），被測試質點包圍的點質量（point mass），然後可以由電腦模擬重建出這些星系。但由於 1972 年時的電腦空間不夠大，所以他們無法檢驗螺旋星系碰撞的長期演變，也就不能證實橢圓



由哈伯望遠鏡所攝得的碰撞星系 NGC4038 與 NGC4039，右圖為左圖中央區域的放大影像，圖中可以看見螺旋星系在碰撞時產生的絲狀結構。

星系確實是由螺旋星系合併而來的說法。

欲使模擬碰撞會近似於真正的兩螺旋星系碰撞，螺旋星系需要有核球、盤狀構造、球狀暈，其半徑需在10千秒差距之內，所有質點都在接近軌道面上，速度要像自無限遠處落下一樣。

(四)球狀星系的正面碰撞

1.在用N質點方法（詳見研究方法）模擬星系碰撞時，當兩個球狀星系經過正向碰撞，如果碰撞相對速度（後面以V表示）小於四倍內部速度分布（the internal velocity dispersion 相當於方均根速率；後面以σ表示），就會合併。

2.在球狀星系的正面碰撞模擬中，質量的轉移及損失，通常可以省略。

3.合併後的結果，顯示出合併後，質點會有集中的趨勢，但是外圍形狀更擴大。當V=4.1σ時，潮汐力的影響力最大。

研究方法

我們可以使用一組質點假設為所模擬的星系或星球，數目可由數千至數萬個，而它們之間以萬有引力互相吸引。但電腦所用的質點可能代表一個星球或數個星球甚至是一個星系；而星球的個別性質、成分都被忽略。當我們知道系統內質點的初始條件 ---- 位置和速度，有時包括質量 ---- 就可以利用牛頓運動定律，將每個質點隨時間變化的情形計算出來。

我們用的主要運算程式為樹枝狀碼（TREECODE），此方法源自於N質點法（N-body method），用以運算星系各質點間的作用力，介紹如下：

N 質點法 （N-body method）

我們在計算質點間的作用力時，設系統內有 N 個質點，每一質點所受到的作用力就是來自其他（N-1）個質點，而每個質點質量均同，故每個質點所受力總和為 N（N-1）/2，再用牛頓力學運算即可知下一點的位置，事實上整個系統每隔一時間間隔就需對 N 個牛頓運動方程式做積分，使每個運動方程式必須做N（N-1）/2 次的作用力疊加（見圖1.1），因此就需花費電腦很大的運算時間，即使是超級電腦也只能計算數千個質點，而模擬星系用數千個質點是不夠的。

樹枝狀碼 （TREECODE）

近年來天文學家發展出另一套方法樹枝狀碼，以減少計算質點所受作用力的次數。它不需要將每個質點所施的重力全部加起來，對於遠方的一群質點，當作一個大質點，質量為這群質點的總和，位置則是這群質點的質心，而對於附近的質點則必須一個一個計算。方法為將分佈在一空間的質點群分割，直到每一格中只有一個質點。算某一質點時，任一格對此質點所張的角度如果大於運算角度就需要再分割，直至其一格可包含於運算角度內；若許多格均包含於運算角度內則當作一大質點，質量為各質點質量和，位置即質心位置；這就是樹枝狀碼的運算方式，它將計算作用力的次數由原先的N(N-1)/2 次加快到 N logN 次，使電腦可以處理一個具有上萬個質點的系統。

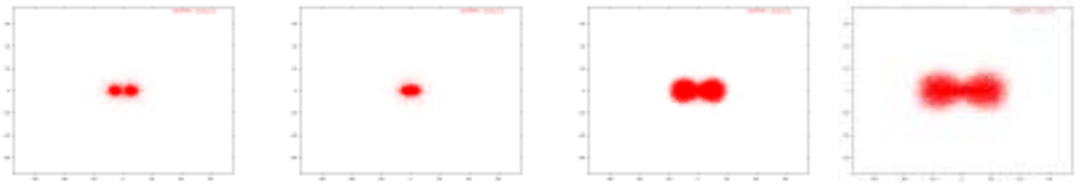
我們用Joshnes E. Barnes提供在網路上的程式來產生兩個相同的星團。同時我們運算各星團的瀰散速度，由此速率可知各系統的溫度，我們要討論此速度與相對速度對兩星系作用的影響。

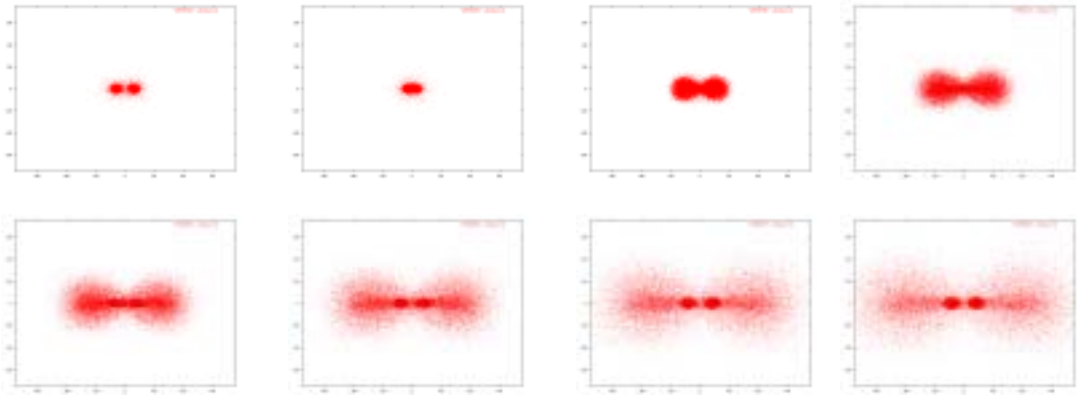
在 P.M.S.Namboodiri 的論文中，他用質點數為 1024 個的球狀星系兩個正面碰撞，得到的結果是相對速度小於四點一倍的內部分布速度（V<4.1 σ）就會合併，我們設 4.1 為 k 值；在< 實驗一> 中：我們將質點數增為 50000 個的兩個相同球狀星系，以此較接近實際星系的模型，以運算其 k 值，與 P.M.S. Namboodiri 的（V<4.1 σ）比較；<實驗二>將兩相同為 1024 個質點的球狀星系，以不同的角度碰撞，討論其碰撞形狀與 k 值。

實驗結果

<實驗一>

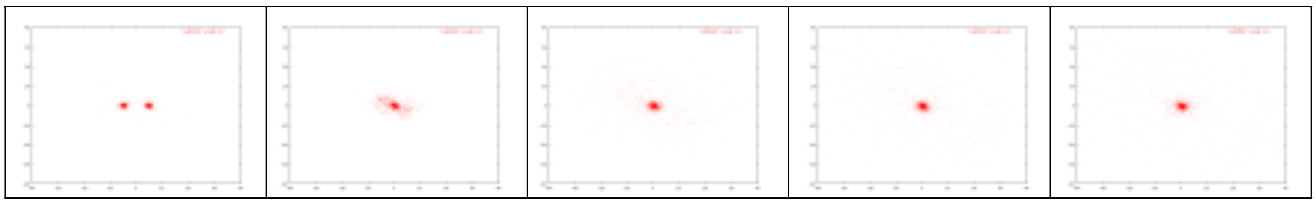
以兩個有 50000 個質點的相同球狀星系，做正面碰撞，相對速度 V<1.14 單位速度時會合併。此星系的內部分布速度 σ = 0.2788 單位速度，所以可得 V<4.09 σ 時會合併。約與 P.M.S. Namboodiri 的 1024 個質點所得的結果相同（V<4.1 σ），因此實驗二以 1024 個質點為模型，以方便運算。



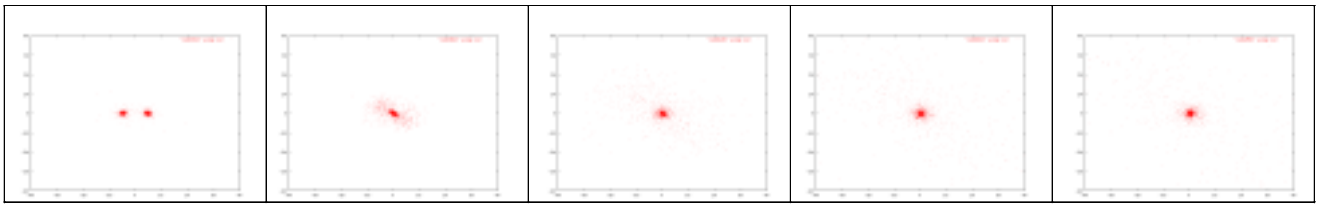


<實驗二>

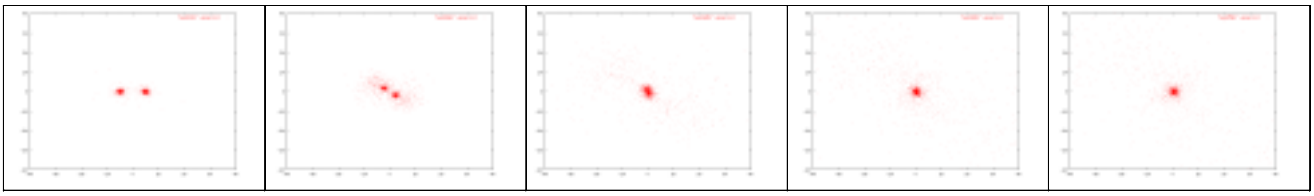
以兩個有 1024 個質點的相同球狀星系，做有角度的碰撞，此星系的內部分布速度 σ = 0.2776 單位速度，我們以兩星系速度的方向取其夾角（a），如下圖。



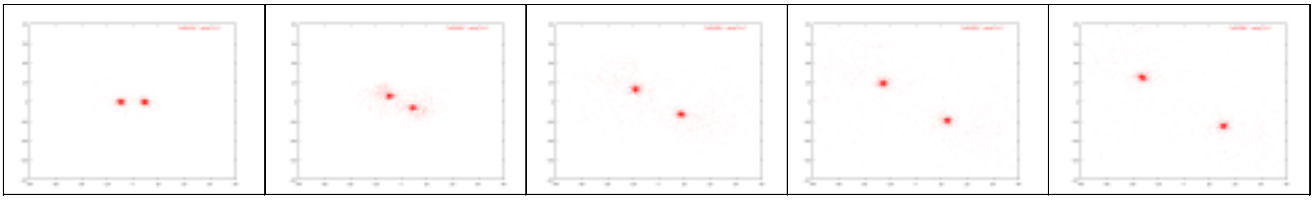
碰撞結果：合併，外圍發散。
Sin(a)=0.1 a=5.74 Vx=0.6



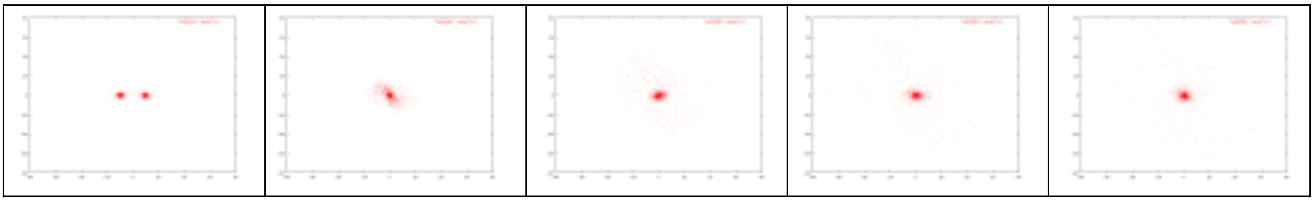
碰撞結果：合併，外圍發散，穿過後受引力拉回而再度碰撞後合併。
Sin(a)=0.1 a=5.74 Vx=0.8



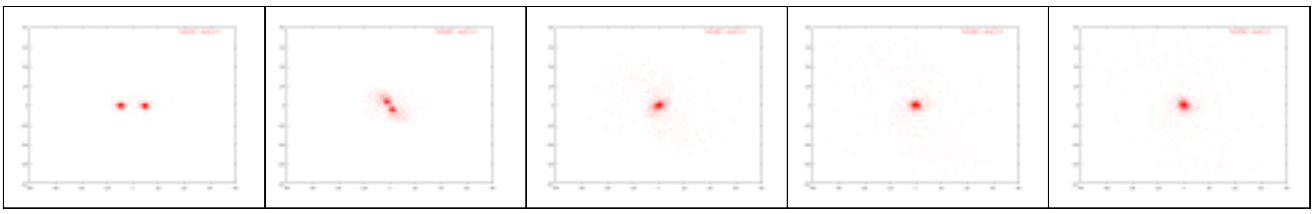
碰撞結果：合併，外圍發散，碰撞時產生互繞之後合併。
Sin(a)=0.1 a=5.74 Vx=1.0



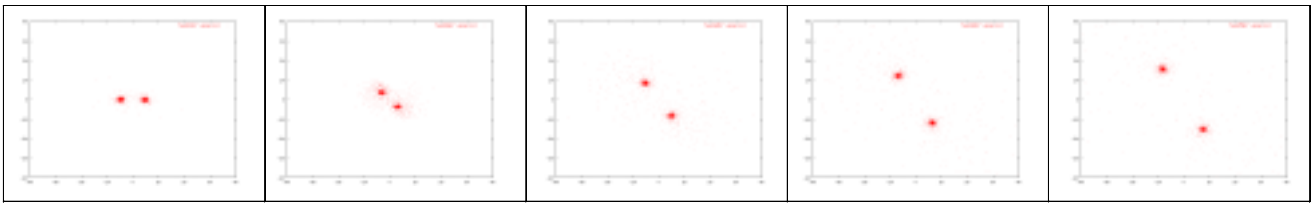
碰撞結果：擦過分離，外圍成扇行發散各自分離。
Sin(a)=0.1 a=5.74 Vx=1.2



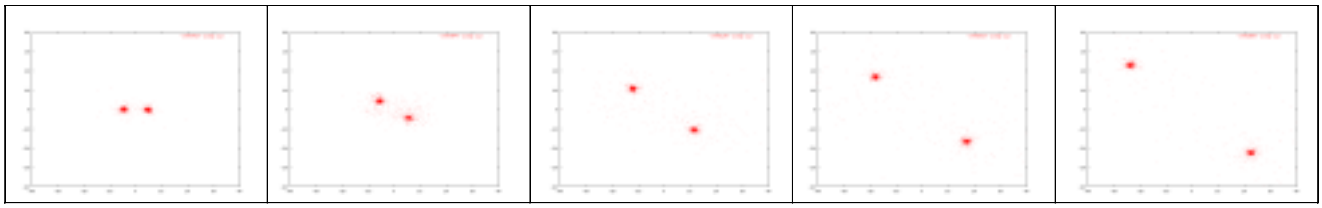
碰撞結果：合併，外圍發散，碰撞以後纏繞，外層物質發散。
Sin(a)=0.2 a=11.537 Vx=0.6



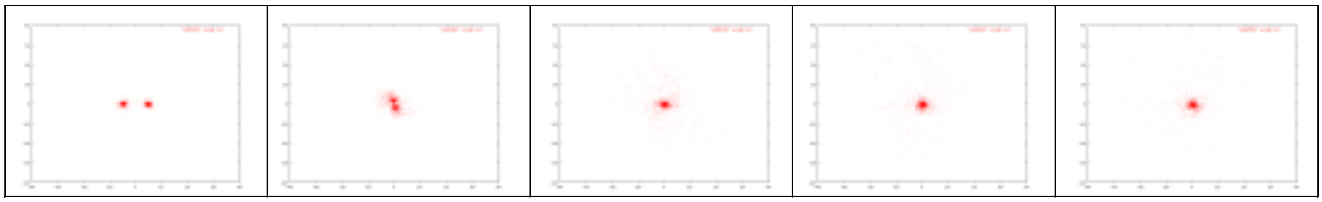
碰撞結果：合併，外圍發散，擦過分離再拉回合併。
Sin(a)=0.2 a=11.537 Vx=0.8



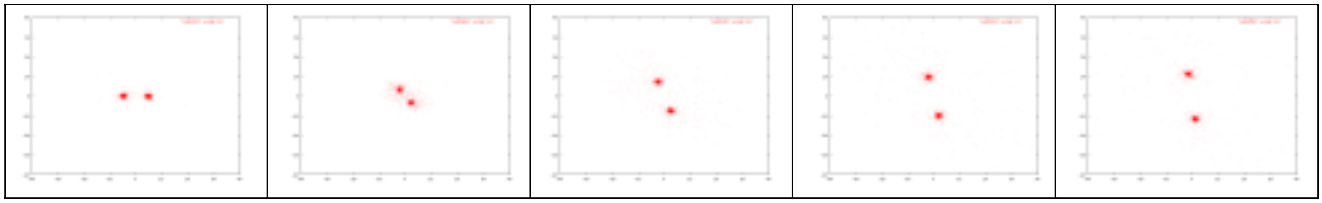
碰撞結果：擦過分離。
Sin(a)=0.2 a=11.537 Vx=1.0



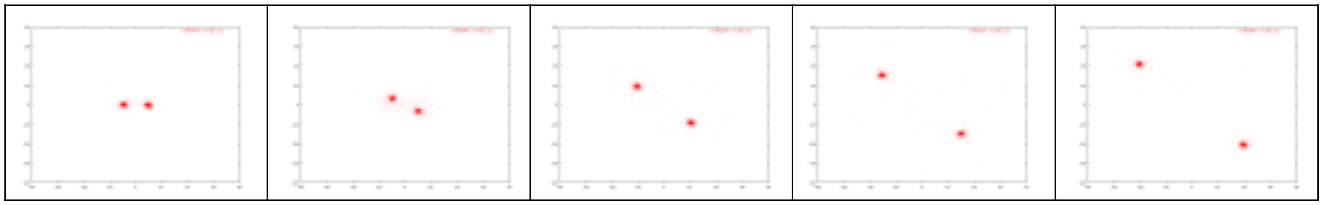
碰撞結果：擦過分離。
Sin(a)=0.2 a=11.537 Vx=1.2



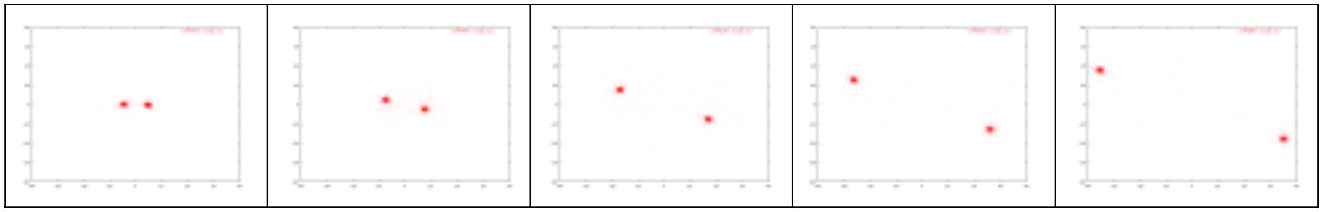
碰撞結果：合併，外圍發散，擦過後互繞，拉回纏繞合併。
Sin(a)=0.3 a=17.4576 Vx=0.6



碰撞結果：擦過分離後速度漸小達到平衡狀態。
Sin(a)=0.3 a=17.4576 Vx=0.8



碰撞結果：擦過分離。
Sin(a)=0.3 a=17.4576 Vx=1.0



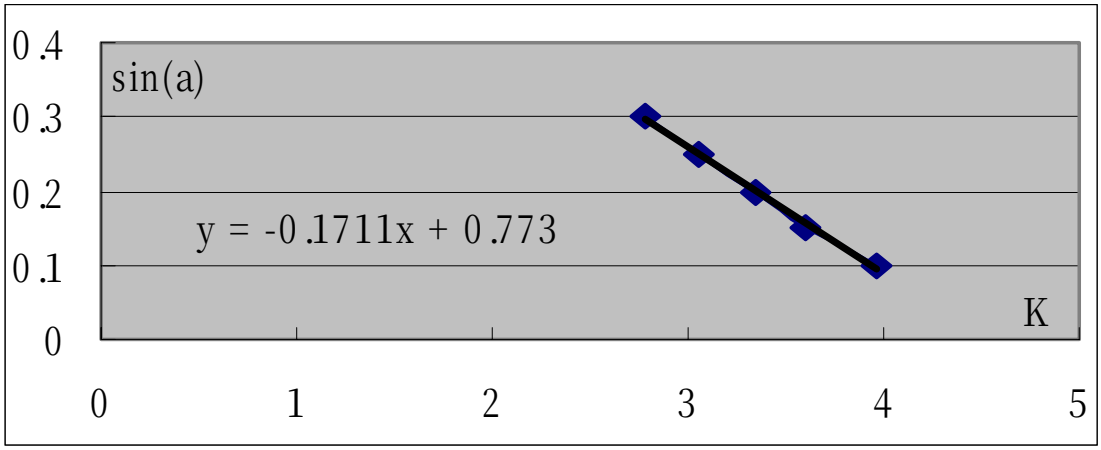
碰撞結果：擦過分離。
Sin(a)=0.3 a=17.4576 Vx=1.2

將實驗結果整理後，如下表：

<實驗二> 的結果

Sin(a)	角度(a)	k	臨界相對速度 V_X
0.1	5.74	3.96	1.1
0.15	8.63	3.6	1.0
0.2	11.54	3.42	0.93
0.25	14.48	3.06	0.85
0.3	17.46	2.77	0.77

接著以 sin(a)為縱軸， k 值為橫軸，得到其關係式。



研究討論

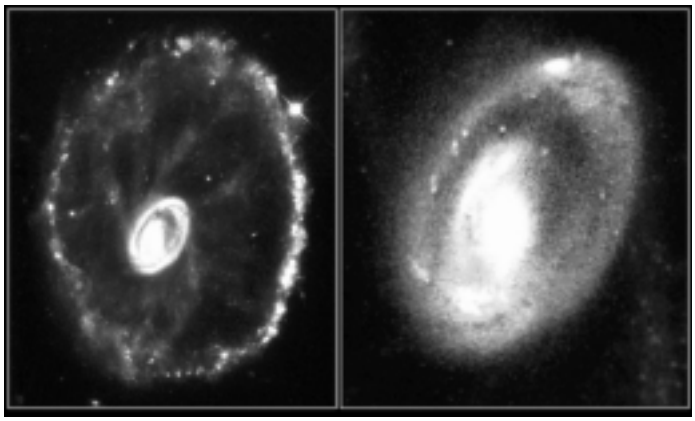
1. 由<實驗一>五萬個質點所算出的值約為 V<4.1 σ，與 1024 個質點所得的值相同，所以質點數多寡與碰撞結果關係不大。

2. 當初始速度為有角度的碰撞時，所得 k 值會隨著角度增大而減小，可知當角度愈大時愈不容易產生合併的情形。 K 值與角度的正弦值成線性關係。

3. 就實驗中碰撞後軌道偏差的程度，我們將碰撞結果分成合併與分離兩種情形：

(1) **分散**：因碰撞時引力的影響，而造成軌道的偏差，使星系轉向，各自運行。速度愈小引力影響的程度愈顯著，使得速度小的星系軌道偏離愈大。

(2) **合併**：在速度較小（V<k σ）中，兩星系無法脫離彼此的引力影響，使兩星系原先的軌道完全被破壞；就算速度夠大可以使兩星系分離一小段距離，而產生互繞的結果，終究逃不出引力範圍而合併。



由哈伯望遠鏡所攝得的車輪星系影像，車輪星系是由於星系正面碰撞所產生。

4.碰撞後的形狀與碰撞過程有關；碰撞時星系會呈輻射狀發散，或呈螺旋狀發散。在有角度的情形中，會產生三種情形：

(1) 在速度小、角度小的情況下，受引力的影響，角度的差異並不顯著而產生類似正面碰撞的輻射狀發散。

(2) 有角度碰撞的過程中，星系擦身而過又受引力影響而轉向，則會產生螺旋形發散。

(3) 有角度碰撞的過程中，星系擦身而過又受引力影響，於是被拉回，產生第二次碰撞，因距離較近引力影響較大，造成近似正面碰撞的輻射狀發散，最後的結果是外層有不顯著的螺旋狀發散，內層為輻射狀發散。

結論

1.在我們的實驗中，質點數的多寡並不影響實驗結果。因此在此類模擬時，可用較少的質點來討論球狀星系的作用，以減少運算的時間。

2.我們改變角度求其k值，得到k值與角度正弦值的關係式：$\sin(a) = -0.1711k + 0.773$ 由此式可推斷球狀星系碰撞的情況。

3.角度愈小或速度愈小，引力的影響較顯著，使星系碰撞後軌道的改變更大。

4.由星系的形狀可以推論它曾經與其他星系發生的作用。

未來展望

在我們做碰撞模擬的實驗中發現星系碰撞時會發生質量損失的情形〈兩星系互相穿過時會帶走對方的部分恆星〉，因此我們可以用電腦模擬找出損失質量與碰撞初始速度、角度的關係，再與實際觀測資料中星系的不同成分比例相較，推測此星系的發展史。

參考資料

1.曾耀寰，1995.5，"電腦螢幕上的宇宙(下)"，P.368~376，科學月刊第26卷第5期

2.曾耀寰，1998.1，"大麥哲倫王的新衣服"，P.25~33，科學月刊第29卷第1期

3.馬駰＆李秉乾原著，1995.11，恆星世界，牛頓出版，新世紀物理研習叢書3

4.P.M.S.Namboodiri, 1994, "Head-on Collision of Spherical Galaxies", Astronomical Society of India/Provided by the NASA Astrophysics Data System

5.Francois Schweizer, 1986, "Colliding and Merging Galaxies", SCIENCE, VOL.231. P. 227

6.Joshua E. Barnes & Lars E. Hernquist, 1992, "Dynamics of Interacting Galaxies", P.705~743

7.Joshua E. Barnes & Lars E. Hernquist, 1993, "Computer Models of Colliding Galaxies", PHYSICS TODAY, MARCH 1993. P.54

8.Konrad Kuijken & John Dubinski, 1995. MNRAS.277.1341K

9.M.D.Weinberg, 1985.MNRAS.213.451W

作者：現就讀於北一女中

熱空氣的魔力

包舜華

飛行船的起源與發展

孟特戈爾非兄弟熱氣球

人類對於機械製造還不成熟之初，用來升空離地以克服地心引力的方法均採取有翼飛機的形式。當時空氣動力學家希望的是一架高度流線加上薄的像刀子一樣的機身來減低飛行阻力，此外最好能在極小的體積下裝置強力的動力設備。不過在這之前，人類早已採用比空氣更輕的氣球達成這個願望。

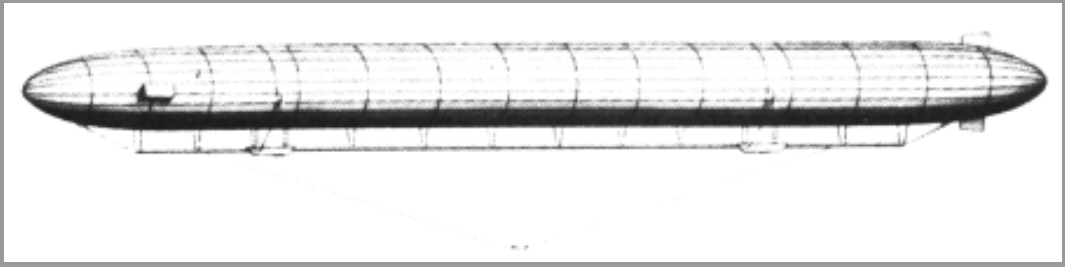
於 1766 年，由英國科學家亨利、卡文迪把氣囊充入「人造空氣」（比空氣輕的混合氣體）後發現有浮力的現象。對卡文迪而言，這不過是一個平常的物理實驗與觀念，沒想到它可以實際運用到航空科學上。

十八世紀，龐大的飛行氣球是因為發現了比空氣更輕的氣體「氫氣」，由傑奎斯、查爾斯設法控制氫氣的升舉力，才達成實際的飛行。但是最初利用大氣球載人浮升的乃是法國的孟特戈爾非兄弟。據說他們兄弟於 1782 年某個晚上，在壁爐旁邊閒坐，發現熱空氣產生浮力的現象，於是在戶外做一個雄心萬丈的實驗。他們在空地中燒起一堆火做熱力來源，真的放起了一隻氣球，升空了一哩多高，引來了不少觀眾。

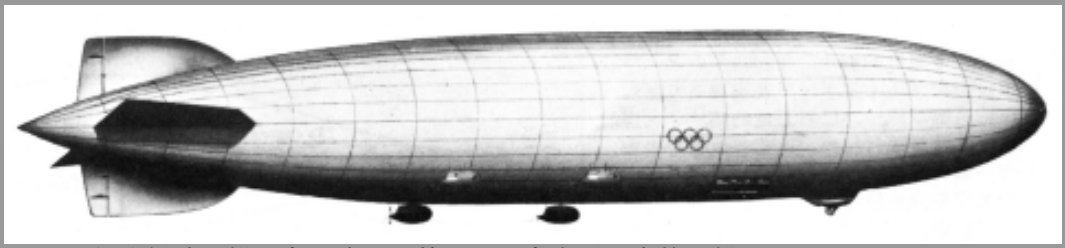
興登堡號

有動力的熱氣球到 1910 年達到了頂峰。當時德國展開了商業性的飛船服務，這種航空服務採用身長 775 英尺的齊柏林飛船（如圖一）。它是以創始人非迪南、馮、齊柏林伯爵命名紀念。1936 年，德國造了一具更大的齊柏林型飛船，804 英尺的興登堡號（如圖二），它可載客 72 人，擁有雙人房、熱水供應、餐廳、酒吧與鋼琴等。不幸的事終於發生了，1973 年 5 月 6 日，當興登堡號在該年第一次北美航行結束，一團大火從尾翼蔓延並且於短短數秒鐘造成 36 人喪生，結束了氫氣飛船的時代。

比空氣輕的飛行船，除了安全問題外，作為交通工具的話，還有不少缺點。氣球與飛船的體積太大而升力卻是奇差，以致



圖一　1990 年建造的第一艘齊柏林型飛船，船身長 420 英呎。



圖二　興登堡號飛船，全長達 804 英呎，是全世界最大的飛船。

於造成實際飛行的巨大空氣阻力，難以達到飛機的速度。因此，目前鮮少飛行船被使用為大眾運輸工具。

駕馭熱空氣

（一）物理背景

「浮力」曾經是一個十分抽象的的物理名詞。當一個具有體積的固體沒入液體中，會因為作用在固體的壓力差而導致浮力的產生（如圖三）。

ρ代表空氣的密度，V代表塑膠袋的體積，Wo為塑膠袋的淨重，ρo為塑膠袋內部的氣體密度。

A. 若是我們想要知道一個塑膠袋在空氣中具有的浮力是多少？浮力的計算方法可以數學表示如下：

$$B = \rho \times V$$

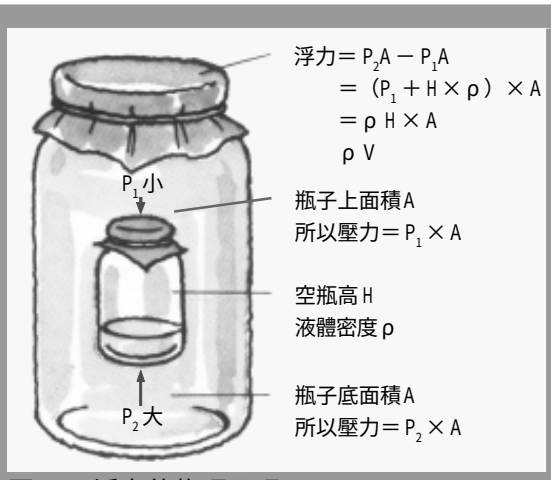
B. 同時我們也可以計算含空氣的塑膠袋總重為：

$$W = \rho o \times V + Wo$$

對於一個開放系統的塑膠袋，其內部的空氣密度會與外界相同，因此 ρo＝ρ。

結論：對於一個開放系統的塑膠袋，因為W（重量）＞B（浮力），所以我們很肯定地說，塑膠袋一定飛不起來。

C. 如果我們可以設法降低塑膠袋內部的氣體密度，例如以加熱的方式來處理。從最基本的理想氣體方程式，只要您知道外界壓力P（例如1ATM，一大氣壓）與塑膠袋內部氣體溫度T，則其密度可以簡單的表示如下：



圖三　浮力的物理原理

$$\rho o = P / (R \times T)$$

R為理想氣體常數

說明：一個開放系統的塑膠袋，其內部的氣體壓力是與外界相同的。所以在有熱源的情況下，塑膠袋總重可以改寫為：

$$W = P \times V / (R \times T) + Wo$$

由此可見，只要T（溫度）越大，W（總重）也就越小。

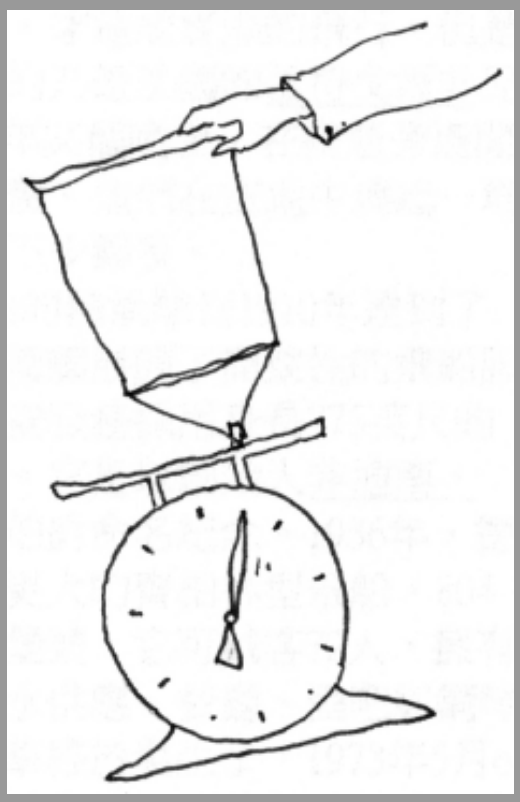
D. 由此可知，若是希望加熱塑膠袋內部氣體產生的浮力來飛行，必須滿足

$$B\ (\text{浮力}) > W\ (\text{重量})$$

或者經過算式整理得到：

$$T \geqq P \times V / [R \times (\rho \times V - Wo)]$$

E. 塑膠袋若是想持續飛行，必須不斷提供袋內氣體的熱源以達到可以浮升的溫度。因此我們必須讓塑膠袋裝載燃料與支撐燃料的支架，這個載重M必須滿足以下的數學關係式：



圖四　設計小型熱氣球因浮力有限，必須嚴格控制重量。

$$M \leqq \triangle \rho \times V - Wo$$

$$\triangle \rho = \rho - \rho o$$

（塑膠袋內外空氣密度差值）

（二）設計過程

要設計一個可以浮升的熱氣球必須經過不斷的嘗試以及巧思來減低結構重量卻不會危及它的強度。尤其越小的熱氣球越是難以製作，試想在如此有限的浮力之下，如何可以升舉自己本身的重量呢？為了要製作小的熱氣球，我們必須透過物理與數學的運作來斤斤計較每一個關係著重量的零組件，並且嚴格控制完成後的重量是否達成初始的設計（如圖四），否則怎麼飛得上去呢？

A.雖然現在已經實施使用環保垃圾袋了，所以早期一捲裝的垃圾袋不知道還找的著嗎？根據我們之前的實驗，以#22（五金行買的22號細鐵絲）以及XL大型垃圾袋（一般超市均有販售）來製作熱氣球，效果很不錯。至於小一點的規格，經過理論分析是不行的，同樣的在實驗中也驗證它不適飛行的結果。所以第一個過程必須找到您想要製作的材料並顧及其耐熱性與強度。

例如：

XL塑膠袋（浮力機構）
#22細鐵絲（支架）
碎布與煤油（熱源）
天平（精密度至少一公克）

B.製作並仔細計算所使用XL塑膠袋的浮力大小、載重分配等。如設計圖依序組裝，必須精密且牢靠。

C.完成後加入碎布與燃料燃料後是否符合當初設計的要求？利用天平秤重，並且修改到符合當初設計。若是經過修改後仍不行，可能需要再次更換使用的材料並重新設計，直到符合規格為止。

（三）讓垃圾袋飛揚

為了簡化內容的陳述，我們以實際的例子來設計並說明。

A.塑膠袋體積的估算：

我們從市售的XL塑膠袋測量的尺寸為，高　80公分，寬60公分。因此，

總體積＝π×（寬/2）^3×高×安全係數

例如：

V＝3.1415×（0.3m）^3×0.8m×0.9＝0.061立方公尺

＝ 61 公升

B.預估升力，並評估燃料載重：

利用我們已知的常數：

空氣密度　1.225　公斤 / 立方公尺
一大氣壓　101300　牛頓 / 米平方
理想氣體常數（空氣）　287
溫度使用凱氏溫度　K= ℃+ 273

△ρ =1.225 － 101300 / (287 ｘ T)

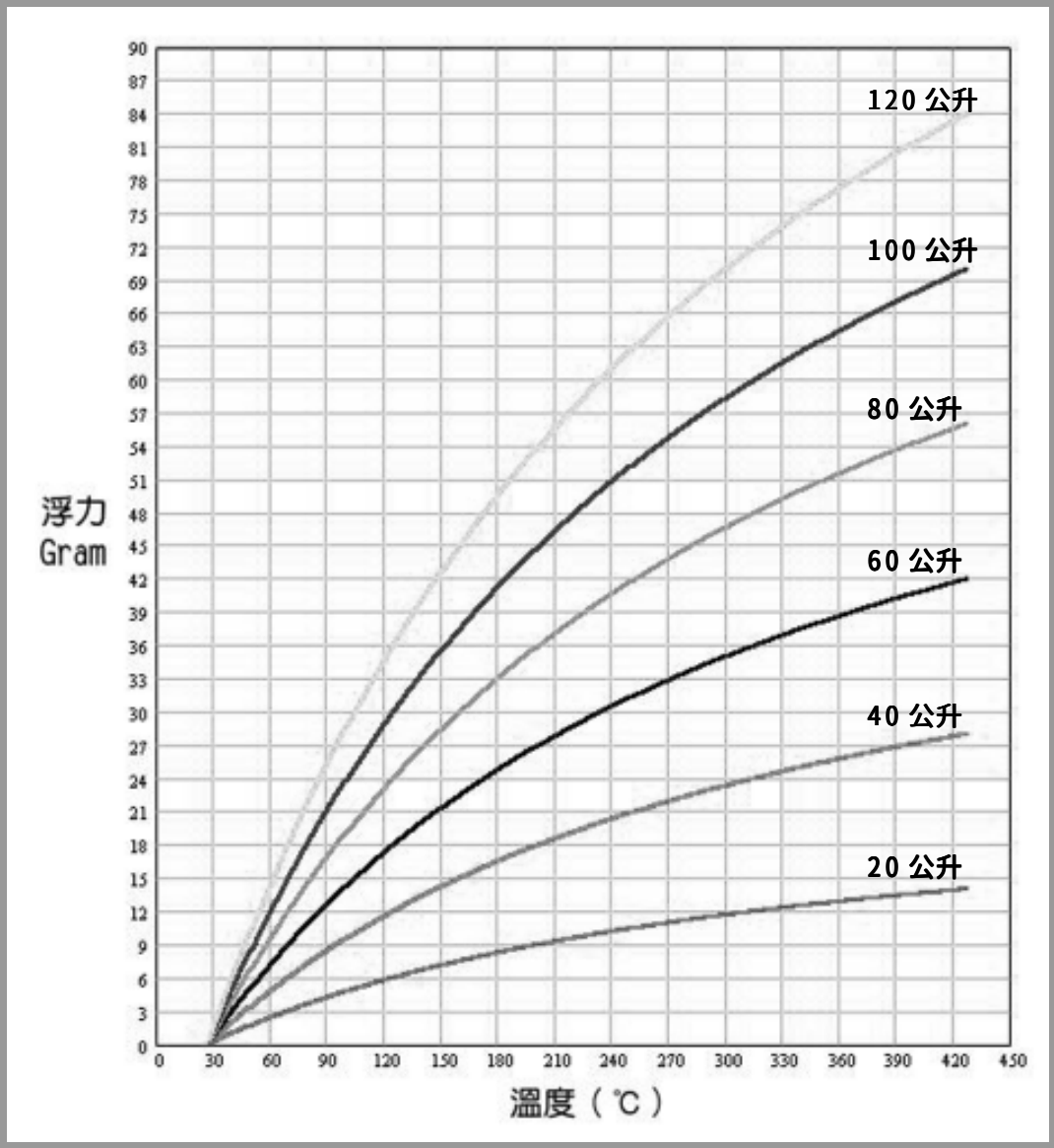
M ＝△ ρ ｘ V (含袋子淨重)

因此，我們利用給定的體積、袋內氣體溫度來製作預估載重的圖表（如圖五）。

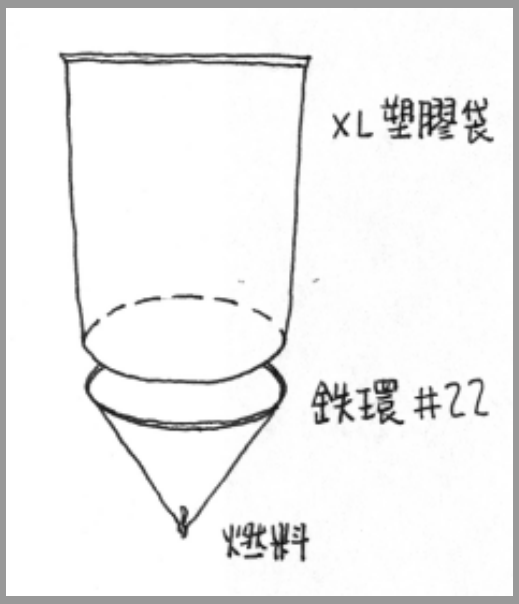
若是以 61 公升的塑膠袋，加熱空氣至 120℃約可載重 18 公克(含袋子淨重)。

C.完成製作並重量分析：

若實際重量超過預估值，則必須從重新仔細選定塑膠袋與＃ 22 細鐵絲的長短來搭配，務使合乎原來的理論值（如圖六）。



圖五　溫度與浮力的特性曲線



圖六　若實際重量超過預估值，則必須從重新仔細選定塑膠袋與＃22 細鐵絲的長短來搭配，務使合乎原來的理論值。

D.試飛：

天候因素，例如側風造成的熱氣外漏而無法升空等。

注意安全，避免加太多燃料而導致熱氣球飛得太高，而且離開視界造成莫名其妙的火災。

準備一盆水，升空失敗時，要把火源完全撲滅以免危險。

總之，試飛是所有過程中最危險的一項，非得小心進行不可。看著本來癟癟的熱氣球逐漸漲大，然後浮起，最後離開地面的感覺有說不出的趣味。

結語

實際上的熱氣球在不同的環境下飛行，狀況特別多。例如地面空氣密度、氣壓大與溫度高，因此熱氣球較易起飛。相對地，到了高空後，熱氣球的浮升力就會逐漸下降，所以任何熱氣球一定有其飛行高度的限制。

從理論上，您一定會發現曾經出現在歷史上的熱氣球有兩種截然不同的設計。

一種是利用密閉的氣囊填充氫氣以產生浮力。它的好處是整個行程都不需要攜帶額外的燃料筒，因為氫氣本來就比外界的空氣輕盈。不過為了達到升力的效率，它必須有一具抽氣與壓縮兩用機來控制氣囊內的壓力。只有當氣囊內的壓力與外界相同，升力效率才會最大。後來這種密閉式熱氣球被淘汰的原因主要還是因為氫氣的危險性。

另外一種就是現今最常使用的熱氣球，在一個龐大的氣囊下方開個小口，把加熱的氣體不斷地送入氣囊來維持其內部的溫度。這是一種開放的系統，所以沒有之前的壓力改變問題，但是卻要不斷補充熱源以彌補為數可觀的氣囊表面因熱傳導而散失到外界的熱。通常這類熱氣球必須攜帶加熱裝置與燃料，不過為了安全問題考量還算是頗好的設計。

當我們能透過物理的觀念來簡化熱氣球飛行的理論並且進行實驗，您一定會覺得十分慶幸，同時也感激以前的科學家替我們建設好的思索歷程。讓我們輕而易舉地利用浮力的概念與理想氣體的特性解決了熱氣球的工程問題。至此，連續三期的飛行專題大致已經完成，希望您能透過我們以物理與數學的方法看待紙滑翔機、水火箭與熱氣球的陳述而興起一股曾經有過的童頑之心。

作者：現職台北市立天文科學教育館

墾丁天文營遊記

王寶勛

有如侯鳥般，每一季夏天，我們這一群酷愛天地之美的遊子，便會準時來到比南台灣更南的墾丁報到！

從一年前，便會有人問：「天文館明年暑假，還會再去墾丁看星星嗎？」答案是：「會的！」因為，這裡的風、林、火、山，蟲、魚、獸，日、月、星、晨，無一不是我們的魂牽夢繫。

每年六月初，報名墾丁營盛況之「慘烈」，真可謂禿筆難以形容。報名前一天九點多……請注意，「早上」九點多；第一位「孝子」（孝順兒子的「老子」！）便左手持帆布板凳，右手提輕便睡袋，踽踽而行來到樓梯口，好整以暇地端坐；不多時，第二個也來了，這下有了伴，他們兩位聊起來了：「這天文館的活動，今年我們家小寶已是第三次參加了，無論如何，也要給他報上，反正閒著也是閒著，我便一大早來排，就不信報不到名…」「是啊！我也是特地趕來，為的是這個精彩又難得的墾丁野外營，排隊累是累，也值得…」。聽在吳組長、二組同仁及義工夥伴的心裡，怎是一個「動容」了得！

四天三夜，數百公里，早上六點操到晚上十點，夜觀星象，日踩群山，「頭插兩根草，滿山遍野跑」說不累是騙人的，但充實的課程，有趣的內容，搞笑的小隊輔，博學的老師群，可以讓學員們樂不思蜀，滿載而歸。從去程的車上，沿路的「車康」，小隊輔賣力教唱，一首首動

排隊報名天文營的人潮

人的「變奏曲」，稍事休息，又換天文老師的「天文基本常識」，才一會兒轉換頻道，又來一段生態老師的「台灣島的生成與演變」，我們真是從台灣頭學到台灣尾！

沿路山河美景，直到進入恆春縱谷，鬆了一口氣：「終於到了，再坐下去，我老骨頭都快散了！」，寢配、晚餐；盥洗就暫時免了，看完星星回來再洗！因為牛郎、織女和天津四已經在銀河邊向我們眨眼招手哩！

組長賣力地扯開略帶嘶啞的喉嚨：「認星座的妙招有三個：第一，從特定的方位認起，春、秋二季從北方，夏、冬二季從南方；第二，從大星座及亮星認起，再找小星座及暗星；第三，要帶一些感性的豐富的想像力…」在強力手電筒遊移的星空裡，我們從如五里霧般的滿天星斗，漸漸地讓星子兒歸隊，不信我老年痴呆記不牢，跟著喃喃自語唸它個千遍也不厭倦，終於「夏夜星空記心懷」！星兒也瞇著眼笑得燦爛呢！我想，今夜我醉了！

「早起的鳥兒跑一跑」，一早值星官的哨音劃破了寂靜，晨光中的鼾聲，也嘎然而止，不管你是睡眼惺忪，或是瞪如銅鈴，一聲令下集合場集合，小玩一下「開飯動令」，真是舒活又有趣，早餐也多吃了一碗！

青蛙石繞一圈，看遍海濱植物相，從泡在海水裡的海藻，潮間帶的軟體動物，珊瑚礁上水芫花挺立的英姿，令人印象深刻，岸上的林投，長葉上三排尖刺，有人說起「林投姐」的故事應景；草海桐反捲又打蠟的亮葉子，告訴我們：「我們這裏的住民，有本事和海、和太陽和平相處！」，還有好多、好多…能屈能伸的黃槿、葉子粗澀的山豬枷，都令人印象深刻。

正看著棋盤腳樹上的「恆春肉粽」，樹下絢麗一地的昨日黃花。倏地、頭上不遠處，吐著紅信的赤尾竹絲正在睡午覺，我悶聲不響地將大隊人馬帶開，與牠來個和平相處，其實、牠也怕我們這群聒噪的「靈長類」！

社頂公園的高位珊瑚礁生態，更精

太陽黑子教學

蜜蜂生態之旅

墾丁天文營活動

彩了，頂著南台灣的烈日，細數「苦楝黑心死過年」的傳說；「梁山伯與祝英台」的浪漫，也套上了「黑點大白斑蝶」的笨拙慢飛；『過山香』的淡雅，『艾納香』的濃馥，都讓我們留下深刻的印象！遠望如旗幟般的風剪樹，告訴我們，大草原到了，歇會兒吧！看上一段南台灣魚尾巴似的兩塊小半島－鵝鑾鼻、貓鼻頭，圈出一片碧海藍天，南灣不遠，巴士海峽分開東邊壯闊的太平洋，與西邊迤邐的台灣海峽，遠望七星巖如在霧中，蘭嶼呢，不知可見否？

澎湃洶湧的心已平息於碧波萬傾，追著夕陽又回到有可愛的冷氣開放的墾丁青年活動中心。吃過飯，架起十二．八公分的望遠鏡，在貓鼻頭的星空下，我打行動電話回家和妻分享著：「我們看到天鵝座輦道增七，鵝黃與寶藍的雙星光芒，真希望，妳和孩子們也在這兒…」。

隔天「蜜蜂生態之旅」，講師黃先生操著一口不太靈光的台灣國語，賣力地告訴大家一隻蜂王一天可產下兩千多個卵，此時大夥一陣驚呼，隨著我的即席翻譯：「…我生、我生、我生生生」，大家又笑成一團，起初躲得遠遠的小朋友，這會兒通通湊上前來，逗弄著手中小網箱內的雄蜂，叫牠「光吃不做的傢伙，只會當『牛郎』」，我是猛盯著蜂王，真佩服牠那略顯大一號的肚子，裏頭是蜜蜂社會裡「宇宙繼起的生命」。

貼心安排天氣熱時，大都躲在教室內上課，滿堂精彩的內容，雖然讓學員們大呼過癮，卻也「滿天星斗，霧煞煞」。可能下了課已忘了一半也說不定！等到「行星站尋寶」時間一

到，只聞空地樹下、盈盈笑語陣陣傳來，一定是玩得開心極了！

爆笑的是最後一晚的「天文晚會」，小隊輔們使出渾身解數、看家本領，凡搞笑、逗趣、反串、犧牲色相全盤出籠，為了搏君一笑、笑到肚疼、笑死不賠，只見庭院裏狂叫、嘶吼，地上的人們和天上的星星，今夜都Hi到最高點了！

紅帽子值星官「破功了」，也象徵活動進入尾聲，多麼不想回到五里紅塵的台北城，願獨鍾情艷陽碧海的墾丁。打包好行李，載不動行囊中滿滿的離情，小隊輔仍在車上笑談著值星宮的八卦新聞，和著「小星星」、「心比心」，我們「越過一座山」後，該「怎麼走」？「阿珠阿珠」啊，請告訴我「彩虹傳說」中的「鳳仙」，那「女孩的眼神」是否在「夜曲」中「遞情」呢？…。（「」中，儘是這四天來，小隊輔傾囊相授的「暢銷金曲」）

過了三義火炎山，天空變得不一樣了，台北在望，雖是紅塵五里，卻也是「金窩、銀窩，不如自己的狗窩」。天文館外，一隻隻等待愛子平安歸來的眼神，道盡天下最美的親情。且慢！還有「結業式」，別急！有獎品送給你喔。列隊歡送道別，小隊輔、義工老師和二組同仁，用盡最熱忱的一口氣力，將熱情的墾丁之旅，畫下完美的句點。

誰說「句點」？我明年還要再來！…

我終於知道了，為啥一年前就有人問起「墾丁營」，為啥前一天就有人拎著大包小包打地鋪來排隊，為啥從早操到晚不喊累，為啥棋盤腳花要怒放！

我終於知道了！

作者：現為台北市立天文科學教育館義工

最後一日的天文晚會，熱鬧活潑。

『老人與海』—海明威

陳振勳

想到海明威，會想到什麼？就是三個W，一是戰爭（War）、美人（Woman）、醇酒（Wine）。他是一個與鬥牛、釣魚、狩獵為伍的作家，有著雄糾糾氣昂昂的陽剛形像。他自描式的簡鍊文體吸引了大批仿傚者，造成了一股旋風，影響了許多人。那麼我們就要問了，為什麼他會有這些特點與特質？這就和他生長時代與環境的境遇有關，讓我們好好的來看看他精彩的一生。

厄尼斯特．海明威生於1899年7月21日，父親是克萊倫斯．愛德蒙茲．海明威，是一個開業醫生。愛好打獵、釣魚、剝製標本、醃漬長蛇、營火廚藝。他教導兒子釣魚，使用工具和武器打獵，並教導他信仰，告訴他：「絕對不許為了殺生而殺生，如果殺了，就必須吃掉」。小時候有一次他不小心殺了一頭野豬，他硬是把牠吃完。但最後你可發現，他違背了他父親的教導，因為後來他常常狩獵，而只是為了狩獵。他迷上生與死，他是自己的導演，他喜歡把自己放在一對一的情境中。他的母親是葛蕾絲．霍爾，和他爸爸在高中時認識的。有著天賦女低音好嗓子，他從母親那裡遺傳的特質，就是對聲調與旋律的文學風格。一種以文字作為聲音的執著及類比於音樂作曲家的結構掌握能力。

¤ÑÞæÀ]¦t©Z¼@³õ·s©ù　「老人與海」上映海報

高中時代的海明威，瑞林．拉德納是他的模範，他的文體具有原創性、風趣、含蓄、表現淡淡的哀愁，這與他這時的心情與心態是相符合的。1917年他高中畢業後，當了坎薩斯星報的記者，這時他只是這個強悍無情世界的觀察者，他認為文學並不主要是虛構的，他把廣泛經驗裡的既有事件排列起來，成為美學的樣態。

1918年他辭掉了星報的工作，參加紅十字，後來被分派到戰場協助受傷的戰士，在戰場上他看到了死亡和戰爭的殘酷，這個影響對他非常深遠，震開了他的眼界。後來他在一次的救援行動中，他的腳中彈受傷，他也為此獲提名大勇氣勳章，這段期間中，他甚至發展出一套

死亡哲學：「一個人只死一回，我們都欠上帝一死……隨便由命運支配，今年死的，明年就不必等死了。」就在他參加紅十字受傷的期間，他愛上了一個護士艾格妮絲．漢娜．馮．庫洛斯基，後來其根據這時的背景寫成了**戰地春夢**一書（1929 年出版）。

1919年他回到了橡樹園，眾人把他當成戰爭英雄來歡迎，但他不安於室，又被母親責備無所事事，於是他開始認真寫作，但此時還無實際的收人。

1920年他加入多倫多星報，編輯一本在芝加哥出版的期刊。同年 12 月他娶了海德莉．李察遜，這是他第一任妻子，後來他帶她前往巴黎擔任多倫多星報的歐洲記者。海明威迷上鬥牛，是他在馬德里看完了一場鬥牛之後，從此以後他就成為鬥牛的愛好者，成為最狂熱的鬥牛迷，甚至崇拜鬥牛士尼卡諾．維拉塔。他說如果生了個男孩，他就為兒子取名尼卡諾．維拉塔．海明威。由此可知其著迷的程度。他認為鬥牛是充滿悲劇意涵的儀式，而非僅止於是一種嗜血的運動，是生氣勃勃的，冷靜卻不殘酷。1923 年第一個兒子出生。名為約翰．海德莉．尼卡諾．海明威。在這段期間他完成了**在我們的時代**、**旭日東升**與**節日**。這之後他認識了寶琳．菲佛，她告訴他說她愛他，而且他作出了回應，他的妻子說如果他和寶琳同意先分居百日，而且彼此還相愛的話，他們大可逕自結婚，於是寶琳返回美國，而海明威留在巴黎，就在這時他完成了**沒有女人的男人**一書。這是在 1927 年的事，同年他和海德莉離婚， 1928 年他再娶寶琳．菲佛，回到美國的佛羅里達建立家園，海明威感到罪惡感，於是將**旭日東升**的英、美版稅歸給前妻。

後來他們搬到基威斯特，和一群水手和漁夫在一起，他否認自己是個作家，這時他變成一個熱情的漁夫。他發現了比叢林還要龐大的東西，那就是海洋。這時戰地春夢已拍成了電影，雖然結局和他寫的不一樣，但這也散發出他的光芒，後來寶琳的叔叔送給他們一棟位於古巴的石屋，但是這時期海明威過的並不順遂。

午後之死在 1932 年問世，是探討鬥牛形上學的冗長研究及海明威對生和死的探討。他認為，生命苦短，只有一物可以大膽的面對死亡 ----- 人性的尊嚴。不過學習殺戮的藝術，以便使死亡可以好似唱歌一樣，這方式也有可能贏過死亡。勝利和悲劇在這發源於古老異教對人類勇氣和美德之教誨的儀式中緊密的相連。海明威把自己心靈的某種衝動藉由鬥牛來外化，其對於死亡與殺戮的著迷似乎源自於罪惡感。海明威在鬥牛這方面，他已盡力了，他想置身其中，他總是在觀眾席中，從來不在鬥牛場內。而在非洲狩獵，他可以身在其中，於是在 1932 年晚秋和第二任妻子寶琳，踏上非洲大陸。這一切的體驗，他把它變成一本名叫**非洲青山**一書，這本書他不再把死亡當成悲情看

與大魚奮力搏鬥的老人，充分反映出海明威本人堅強、剛毅、不服輸、明知不可為而為之的個性。

待，而是談著陽剛的運動精神和健康的公平競爭。他說到：「我不在意殺了什麼東西……如果我下手乾淨的話……他們總得死……我是一點也沒有罪惡感。」從這邊我們可以知道他的轉變。

1936年12月，海明威認識了一對母女，母親是艾德娜．費雪．葛爾宏，女兒叫瑪莎，他們彼此互相吸引著，他們是在西班牙當記者而產生的情誼，他們也是身處當地的美國記者，他發現她是一個勇敢的女人，於是更加的傾心，但到目前為止，他還沒有和寶琳撕破臉，他以這時的場景寫成了第五縱隊這一本小說。後來也被拍成了電影，不過電影編劇改編的很差，這時他的第二次婚姻一直拖著，不過最後還是結束了。他在1940年娶了瑪莎．葛爾宏，他給自己的藉口是，寶琳不能給他生一個女兒，他一直想生個女兒。

在「老人與海」中，老人雖然身體虛弱，仍然划著小船出海釣魚。

1937年他以美國作為場景，寫成了一本小說**富有與匱乏**，他意識到這個世界的不義與不公，是一本小說適合拿來替左派的整體改革運動作宣傳。呈現出一個自由個體在金錢主導的腐敗社會裡遭遇的問題。

1940年末**戰地鐘聲**終於出版了，極為暢銷。好萊塢動作很快，馬上改拍成電影，海明威也收到了13萬6仟元的電影版權費，不過和其他改編的海明威電影一樣索然無味。正如前兩次婚姻一般，海明威的第三次婚姻出了問題，就在他的私人海軍被解散後，但這時他的第四次和最後一次則正在籌備中，他見了來自明尼蘇達州迷人的金髮女郎瑪莉．威爾許，她是一個記者。不久之後，瑪莎提議離婚，瑪莉就成為他最後一任妻子。

後來一段期間，他一直住在維吉亞農莊（在古巴），這段時間他有瑪莉小姐陪著，生活快樂，不過可說是江郎才盡，在**戰地鐘聲**之後，他沒有寫出任何重要的東西，甚至有一部寫到一半他意識到很爛，就放棄了，直到他從一個叫雅得里安娜．伊凡西區的十九歲少女身上找到靈感，她有著渾身充滿那種正快速從美國消失少女特質，他對她的態度似乎完全是父親式的疼愛，他也依此情景寫成了**渡河入林**這本小說。

聰明的好太太瑪莉看到海明威正在歷經的事情感到同情，就是無法實現對青春的渴望，這個中年男人渴求重生，不過他知道這一切已經太遲了。於是他讓雅得里安娜．伊凡西區成為他小說的女主角，好讓他的情歌可在文學想像的天地中恣意放浪，滿足需求。這一本書就是**渡河入林**，不過當時的文評並不是很好。

而他一生中最具代表性的著作是**老人與海**，是在1952年問世的，讓他獲得普立茲獎，重建他的國際聲望。拍成電影的計劃，不消多時便著手進行。老人與海之所以在過去和現在持續受到歡迎，原因很容易理解。這是一個面對失敗仍然勇往直前的故事，一個老人坐上他的船出海，遇到一條巨大的馬林魚，好比鬥牛士與牛，他覺得自己被這條雄美的魚所吸引，雖然彼此互相屠殺，但他不在乎誰殺了誰。語帶近乎宗教性的謙卑，年邁的聖地雅哥（Santiago）說：「我從來沒有見過比你更大、更美或更安寧或更高貴的東西，兄弟，來殺我吧！」他願意在奉獻中死去，因此獲得報償：

他殺了那條魚。儘管他隨即感到懊悔：「你殺牠，為了自傲，也因為你是漁人。」在他拖著大魚返家的路上，鯊魚攻擊這條大魚：因為他的驕傲，他受到懲罰。最後他拖著一具碩大的殘骸靠岸。不過聖地雅哥並沒有真正失敗，他展現出自傲和謙卑，他勇敢一搏，並觸及偉大。「人生下來不為失敗。人可被摧毀，卻不為所敗。」這簡單的故事充滿了萬言般的意義。在海明威作品中此書無出其右者。

1954年1月21日，他倆夫妻塔乘小型飛機從西奈洛比機場起飛要到剛果，不過途中飛機失事，撞進灌木叢中，海明威右肩挫傷，瑪莉驚嚇過度，後為人所救，但真是禍不單行，他們預計從布提亞巴飛往安提布，起飛時絆倒在一條充滿是石頭和溝漕的跑道，飛機又出事了，他受到了嚴重的傷害。他身處極大的痛苦中，但下定決心飲盡最後一滴生命，往昔的風光不斷侵襲眼下的平凡，而眼下也只有在其變成往昔的時候，才有可能轉為風光，他在痛苦中掙扎著。也在這年獲頒諾貝爾文學獎，但他並不因此感到快樂，也不想去領獎，就算身體許可的話也是如此，後來由美國大使展讀其致詞：「寫作，充其量，不過是場孤單的人生。為作家而設的組織減輕了這份孤單，但我懷疑這樣是否會增進其寫作。褪去孤單時，他的公眾聲望日增，作品往往每下愈況。正因為他獨自工作，如果他又夠好的話，他每天都得面對永恒的存在，或不在。對真正的作家來說，每本書都應該是全新的開始，他再度嘗試未可及的新的東西。他應該總是嘗試自己從來不曾做過或他人做過卻失敗的東西。然後有時候，運氣好的話，他會成功。要是我們只需依照另一種已經寫得很好的方式寫作，文學的寫作將會變得何其簡單。正因為在過去我們擁有如此偉大的作家，一位作家才會驅策自己遠遠超過他力所能逮，到達一個沒人能幫助他的境界。對一位作家來說，我說得已經太冗長。一位作家應該寫他要說的，而不是說他要說的，我再次感謝大家。」不過這時候他的身體狀況更糟糕了醫生叫他不准吃肉、不准喝酒、不准做愛，他鬱鬱寡歡，1961年儘管進醫院接受治療，但病況持續惡化，身體漸失活力，精神妄想嚴重，於7月2日清晨舉槍自盡。

好不容易征服了大魚，命運仍然不放過他。為了不讓魚被吃掉，老人絕望地與鯊魚搏鬥著。

他總是嘗試自己從來不曾做過或他人做過卻失敗的東西。然後有時候，運氣好的話，他會成功。假如運氣好的話……

海明威對世界文學的貢獻與影響是很大的，但除此之外，他的勇氣、英雄形像、堅毅的態度，都發揮了超出文學的影響力。另外從其傳述當中，

他也提醒了我們：**在投入文學寫作之前，要投入你的人生，好好的體驗你的人生。**

作者：現職台北市立天文科學教育館

宜中天文社

林楊培

宜蘭高中，躺在蘭陽平原上，望向無際蒼穹的是我們的天文台。

由於場地的不足，宜中天文至今未擁有自己社窩，所以每次社團活動，我們都得在天文台下的科學館流竄，至於宜中天文社到底在些什麼，加緊腳步跟過來就對了。

宜中天文社的年歲，在這時已經八歲了。算起來還不是很久，但根據古老的傳說，也許在古早古早以前，我們社團曾經"一度"存在，之後就消失了好長一段時間；直到一九九一年，才又在學長的催生下再度復活。然而卻也是到了第三屆社長吳昆臻時，才將社團資料做有系統的蒐集整理，因此也較有了規模。所以說，我們的資料在第三屆以後才較為完備，在此之前就只能在殘存的資料中依稀窺得學長們草創的艱辛。說起這位吳昆臻學長，真是澤蔭後世，直到現在我們也能受其澤惠，不論是在戶外場地的覓尋、資料的蒐集提供、人才的培養，都給予了很大的助力，即使到現在，我們也不過是在這個基礎上

宜蘭高中的天文台

社團的望遠鏡使用訓練

再加強罷了。

其實本社團並無任何的設備，一切都得向校方借用，出外觀測時也得向校方調借，天文台也沒機會看幾眼。也許大家都還不夠熟悉，也許我們沒地方擺置儀器，但也是如此，才更得爭取資源來運用、學習。

平時的社團活動呢，大都只能概略說說而已，活動時間的關係，也沒辦法教很多，只有在有興趣的人多加個別研究才能略有收穫。除了正式的社團活動時間外，原也訂定每週一天進行夜間觀測及儀器操作，但開學之後就沒幾天好天氣，進入冬天後東北季風轉強，要看到太陽更是難上加難，這就是在宜蘭的一個缺憾。

雖說如此，但相對的由於宜蘭人口較少，光害也較少，大概只要天氣晴朗，到沒路燈的地方，就可看到滿天的星斗。我們最常觀測的地點是在學校附近的宜蘭河堤上，靠近防洪道路旁並沒有燈光，交通又方便，自然就成了我們最佳的園地。有時在傍晚彩霞相伴下，一群孩子騎著心愛的鐵馬就晃呀晃呀到那兒觀星去了；隨著天幕的漸替，寂靜的星空慢慢呈現，我們的情緒也隨之高亢起來。除了河堤及校區外，較好的觀星地點就是海邊了，宜蘭大部分的海邊都有公車可達，遠些地方也可以利用火車交通;另外山上也是不錯的選擇，像太平山或玉蘭茶園等地，不過山區易起霧，特別是太平山的霧是有名的，即使在夏天，運氣不好的話，也只能望霧興嘆了。

此外，在歷屆學長的努力經營之下，也或多或少有和其他學校交流，我們也希望能透過更多的交流，積極地讓外縣市學校更認識我們社團，而不再只是天文年鑑上的基本資料而已；我們也將天文社的點滴上網，以便能達到更多的交流，更豐富的學習。展望未來，我們也希望更能網住自己的一片天，使這個社團更加茁壯。

作者：原為宜蘭高中天文社社長

一個令人無法抗拒的天文學習網站… Science@NASA

吳志剛

網際網路上的天文網站何其多，但是Science@NASA的確稱得上是一個五星級的天文學習網站。在強大國力的支持下，NASA不但執太空發展之牛耳，對於天文和太空教育的推廣，也令人不得不豎起大拇指！

進入Science@NASA網站首頁，首先映入眼簾的不是炫麗的畫面，而是豐富又快速的天文資訊「Headlines」（標題）。Science@NASA的Headlines自1996年五月起，以每週三至四則的篇幅，介紹最新的天文與太空研究結果，其內容淺顯易懂，並輔以大量圖片、動畫等多媒體資訊，使原本艱澀難懂的天文現象轉為一般大眾皆可接受的科普資訊。在取材方面，除了最新的相關天象外，天文學與太空科技新聞也是深入報導的對象。

在首頁左側的「Thursday's Classroom」則讓NASA的尖端科技從實驗室直接走進中小學的教室中。透過精巧的設計，Headlines中相關的基礎科學知識在有趣的圖說和淺顯的文字下，成為七歲兒童到十四歲中學生的實驗活動，其中不乏具有啟發性的教學新意。

像這樣一個資料豐富的網站，清楚的檢索方式是極其重要的。在Science@NASA中提供了關鍵字的全文檢索與主題檢索兩種查詢方式，讓使用者可以快速地找到所需相關文章。此外，也可以訂閱Science@NASA電子報，每期最新的Headlines便會自動送到您信箱中。

站在一個天文網站經營者的角度來看，Science@NASA不但是一個天文科學資材的寶庫，更是一個標竿。在數十億中文人口面前，我們不禁要反省，中文的天文資訊在哪裡？難道連最基本的科學知識也得和英文劃上等號嗎？如果您看過這個網站後也有一份感動與責任，就讓我們一起來努力吧！（註）

Science@NASA網址：**http://science.nasa.gov/**

註一、天文館網站 http://www.tam gov.tw與TAS台灣天文網 http://www.tas.idv.tw有Science@NASA Headlines部分中譯資料可供參考。

註 二、天文館研究組亟需有志參與推廣天文的同好與教師義工加入，請參閱天文館網站「義工園地」。

作者：現職台北市立天文科學教育館

夏日的暑氣似乎在中秋前已消退了不少，該是走出冷氣房，出來看看星星的時候了。無論只是欣賞星空美景洗滌心靈或有計畫地進行觀測，九月星空都不會讓您失望。

金星是日落後西方天空最亮的明星，而且其亮度與日沒時的高度都會逐日升高，持續到年底。若有30倍以上的望遠鏡，不妨連續觀察其相位變化，也是一項有趣的天文實驗。

土星、木星在十點半以後先後自東方升起，如果仔細觀察，您會發現在**9/13 土星留、9/29 木星留**之後，它們在天空中移動的方向似乎與之前不同了，改為由東向西的逆行。這個現在看來簡單的現象，在兩千年前以地心說為主流的時代中，一代天文大師托勒密可是絞盡了腦汁，想出在複雜的均輪、本輪模型上再加入均衡點的概念，才解釋了順逆行速率的問題。

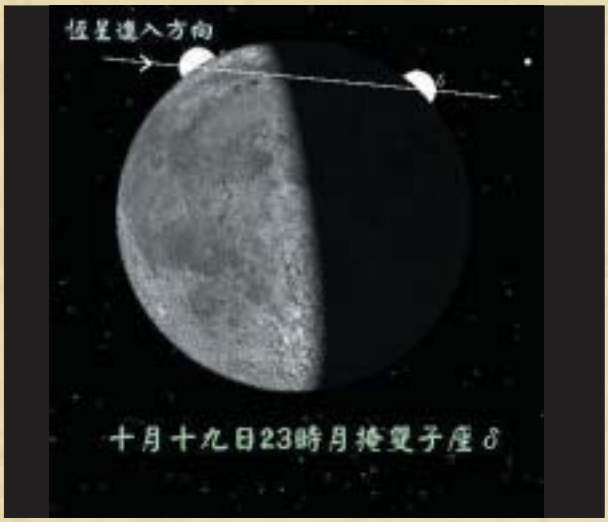
九月二十六日是全天最有名的變星鯨魚座 o（Mira）的極大期。這顆變星的週期長達 332 天，最暗時僅 10.1 等，**但二十六日極大這天光度提昇一千七百倍，達到 2.0 等**，和北斗七星的亮度相近，在沒有亮星的鯨魚座天域中非常耀眼易認。

九月十二日是今年的中秋節，除了欣賞美麗的月球外，**週期 190 天的變星仙后座 R 也在次日達到極大 4.7 等**，以肉眼就可以看見，不過當其極小 13.5 等時，就連用大望遠鏡也不容易看到了。

	水星			金星			火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
日期	9/5	9/15	9/25	9/5	9/15	9/25	9/15	9/15	9/15	9/15	9/15	9/15
離日角（度）	12	19	23	23	26	28	24	102	111	145	132	78
光度(Mag)	-0.6	-0.2	0.0	-3.9	-3.9	-3.9	1.8	-2.5	0.0	5.7	7.9	13.9
視直徑	4"	5"	5"	10"	11"	11"	3"	41"	19"	3"	2"	0"
相位	0.93	0.85	0.76	0.92	0.90	0.88	0.98	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	1.350	1.278	1.167	1.530	1.483	1.433	2.524	4.717	8.716	19.115	29.435	30.494

十月可說是一年中較適合做天文觀測的月份，除了假日較多以外，高晴天率、穩定的大氣與良好的透明度都是觀測的有利條件。

本月有兩個值得注意的流星雨，**一是十月八日極大的天龍座流星雨，另一個是二十一日極大的獵戶座流星雨。**十月天龍座流星雨平常數量不多（每小時 20 顆左右），所以並不受到重視，但是它曾在 1933、1946 年有過大規模爆發，都是發生在其母彗星 21P/Giacobini-Zinner 過近日點之後。這顆彗星在 1998 十一月再度回歸，遠東地區在 1998 年十月即以電波觀測記錄到每小時七百顆，所以**今年發生流星暴的機會很大，觀測者應在八日至十日的日落後即開始進行觀測。由於是發生在日落後，所以流星速度應極為緩慢。**



本月開始**木星、土星**進入觀測佳期，喜歡進行高解析度觀測的朋友不妨著手進行一些進階的觀測，**詳細方法可由天文館聯合觀測網或研究組義工研習獲得。**

月掩星雖然是每天都有的現象，但是在黃道有限的恆星中，光度四等以上的掩星現象卻不常見。**十月十九日月掩雙子座 δ 是一個難得的機會**，雖然當天的下弦月光甚強，但光度 3.5 等應該並不難看見。23:22:45s 由亮緣掩入時月球高度太低，較不適於觀測，**而 23:57:38s 由暗緣復出則難度較低，非常值得嘗試**，這種瞬間的感動絕對會讓您愛上掩星觀測。

	水星			金星			火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
日期	10/5	10/15	10/25	10/5	10/15	10/25	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15	10/15
離日角（度）	25	23	11	31	33	35	34	131	142	115	102	50
光度(Mag)	0.1	0.4	2.5	-3.9	-4.0	-4.0	1.8	-2.7	-0.2	5.8	7.9	13.9
視直徑	6"	7"	9"	12"	12"	13"	3"	45"	19"	3"	2"	0"
相位	0.63	0.41	0.09	0.86	0.83	0.81	0.97	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	1.020	0.844	0.690	1.380	1.323	1.264	2.389	4.312	8.322	19.509	29.890	30.945

寂寞了整個夏天的夜空在十一月又熱鬧起來了。**水星、金星、木星與土星**都在不錯的觀測期。

由於日出較晚，十日至二十五日間清晨六點可以在東方看見水星，**十五日水星西大距，離角 19°20'，是今年位置最高的觀測機會**。**火星**則比水星稍早東昇，**亮度在 1.7 等**左右。

另一方面，閃耀在黃昏西方的**金星亮度已達 -4.1 等，在望遠鏡中大約相當於上弦月的模樣。土星在十九日達衝，木星也隨之於二十八日衝**，前者美麗的光環與後者複雜的帶紋直讓人目不暇給。此外，木星的十七顆衛星、土星的十八顆衛星，除

了四大伽利略衛星和泰坦之外，您還見過其他的木星、土星衛星嗎？**天文館將配合這些美麗的星體開放大型望遠鏡，讓您一睹它們精緻的一面。**也提醒您，如果還沒有看過**天王星與海王星**，可要把握這個月了。

十一月的獅子座流星雨一直是近兩三年來最重要的天文話題，今年是否有機會欣賞到只聞其名的獅子座流星暴呢？答案可能並不樂觀，**有關未來幾年內獅子座流星雨的出現情形請參閱本期專文的詳細分析。**

另一個**小流星雨麒麟座 α 流星雨**在 1995 年曾出現 ZHR420，但歷時僅五分鐘的短暫爆發，許多天文學家認為可能另有一個不確定的週期性流星雨存在，**今年十一月二十一日您也可以來試試運氣。**

	水星			金星			火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
日期	11/5	11/15	11/25	11/5	11/15	11/25	11/15	11/15	11/15	11/15	11/15	11/15
離日角（度）	12	19	17	37	39	41	46	165	175	84	71	22
光度(Mag)	1.7	-0.5	-0.6	-4.0	-4.1	-4.1	1.7	-2.8	-0.3	5.8	7.9	13.9
視直徑	9"	6"	5"	13"	14"	15"	4"	48"	20"	3"	2"	0"
相位	0.13	0.59	0.85	0.78	0.75	0.72	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
距離(AU)	0.742	0.991	1.215	1.196	1.132	1.066	2.189	4.074	8.136	20.031	30.415	31.239

帶著影子去觀測……
被業餘觀測者冷落了的月球

從古老的傳說與神話，到人類離開地球的第一個目的地，都是這個地球的生命共同體－月球。如果沒有了月球，地球絕不是今日的模樣，當然也不會有「舉杯邀明月，對影成三人」的意境。但是對於業餘天文觀測者而言，月球似乎是個討厭又不屑的傢伙，所有的觀測活動都被限制在看不見月亮的朔日前後舉辦，令人頗為美麗的月球抱屈，也為觀測者錯失了天空中最值得欣賞的星體而惋惜。

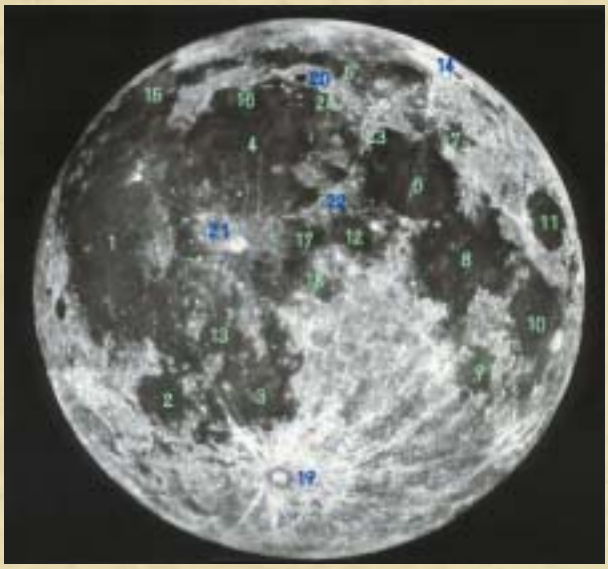
您一定會問，在散佈著人類足印的月球上，業餘觀測者還能有什麼新發現呢？讓我們從兩方面來看這個問題。也許在太空探索進步的今日，我們的小望遠鏡很難在月球上有什麼名垂青史的新發現，但是我從來沒有看過任何一個星體比月球贏得了更多初見者的驚嘆，因為親眼目睹另一個世界的山谷谿壑的確足以撼動人心。我們何不將科學的大發現留給 NASA 等研究機構，而將體會宇宙之美的舒敞胸懷留給自己？此外，其實月球仍保有她神秘的一面。許多奇特的地形、閃光、霧、影等暫留現象，

蜿蜒的月溪

梅西爾雙坑

都不是太空船或大望遠鏡有機會看得見的；儘管月球探勘者號詳細測繪了月球上大部分的區域，但仍達不到精確觀測月掩星時所能測得的四十公尺地形落差.....。

未來，我們將在天文館期刊中陸續介紹月球之美，以及月球觀測的方法，讓您重新發現月球、愛上這個可以輕鬆觀測的美麗星體。準備好帶著您的影子去觀測了嗎？



月表可見的大部地形：

1 風暴洋	9 酒神海	17 暑灣
2 濕海	10 豐饒海	18 中央灣
3 雲海	11 危難海	19 第谷坑
4 雨海	12 霧海	20 柏拉圖
5 寒冷海	13 知海	21 哥白尼坑
6 晴朗海	14 洪保德海	22 亞平寧山脈
7 夢湖	15 露灣	23 高加索山脈
8 寧靜海	16 虹灣	24 阿爾卑斯山脈

天體映像
Image

冰凍的夏季 --- 火星南極

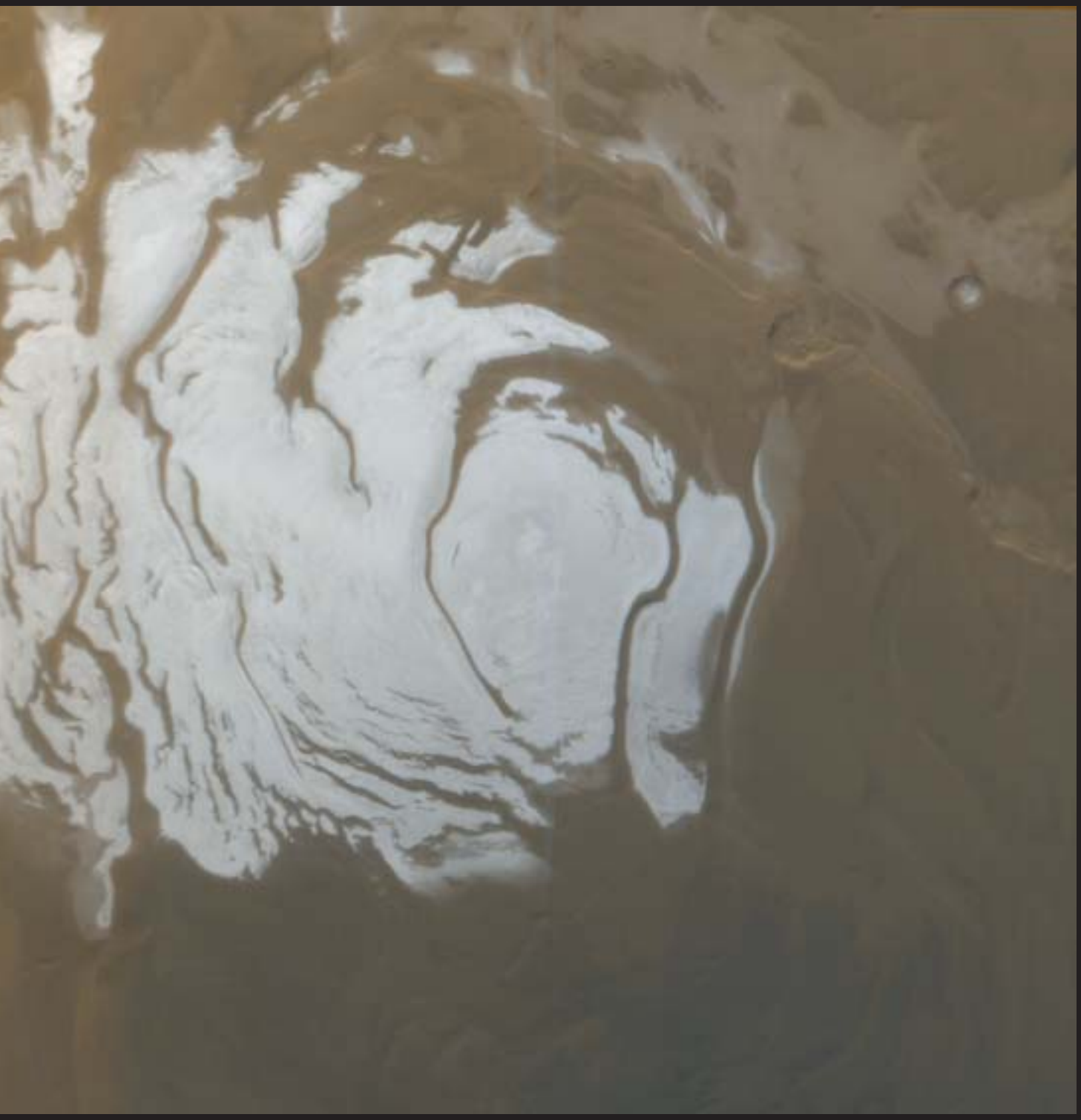
火星和地球一樣，具有會隨季節明顯消長的極冠。火星全球調查者號（MGS）火星軌道相機（MOC）在今年四月十七日拍攝這張照片時，正值火星南半球的仲夏時分，極冠縮減到最小，寬僅420公里左右。

早在1970年代，天文學家便從海盜號的探測中發現，火星南極的溫度即使在夏天時仍比二氧化碳的凝固點 -125° C還低，所以此時極冠仍保留著白色的二氧化碳霜。從地平面上11.2° 斜照過來的陽光，暗示著極冠即將再度進入黑夜。西元兩千年六月左右，火星南半球邁入秋季，極冠將再度開始擴大，十二月寒冬降臨，極冠的面積將迅速大幅增長。

根據天文學家的研究，火星南北兩極的本質迥異，兩極區域性氣候差異可能已經持續數千甚至數百萬年之久，火星北極冠大部分由水冰所組成，南極冠則為二氧化碳凍結而成，但目前尚無法確定其厚度。今年六月，天文學家證實了火星上水的存在，不僅重新引爆有關火星生命的話題，更催快了人類登陸火星的腳步。

吳志剛　編譯

圖文出自：美國航太總署 火星全球調查者號任務小組

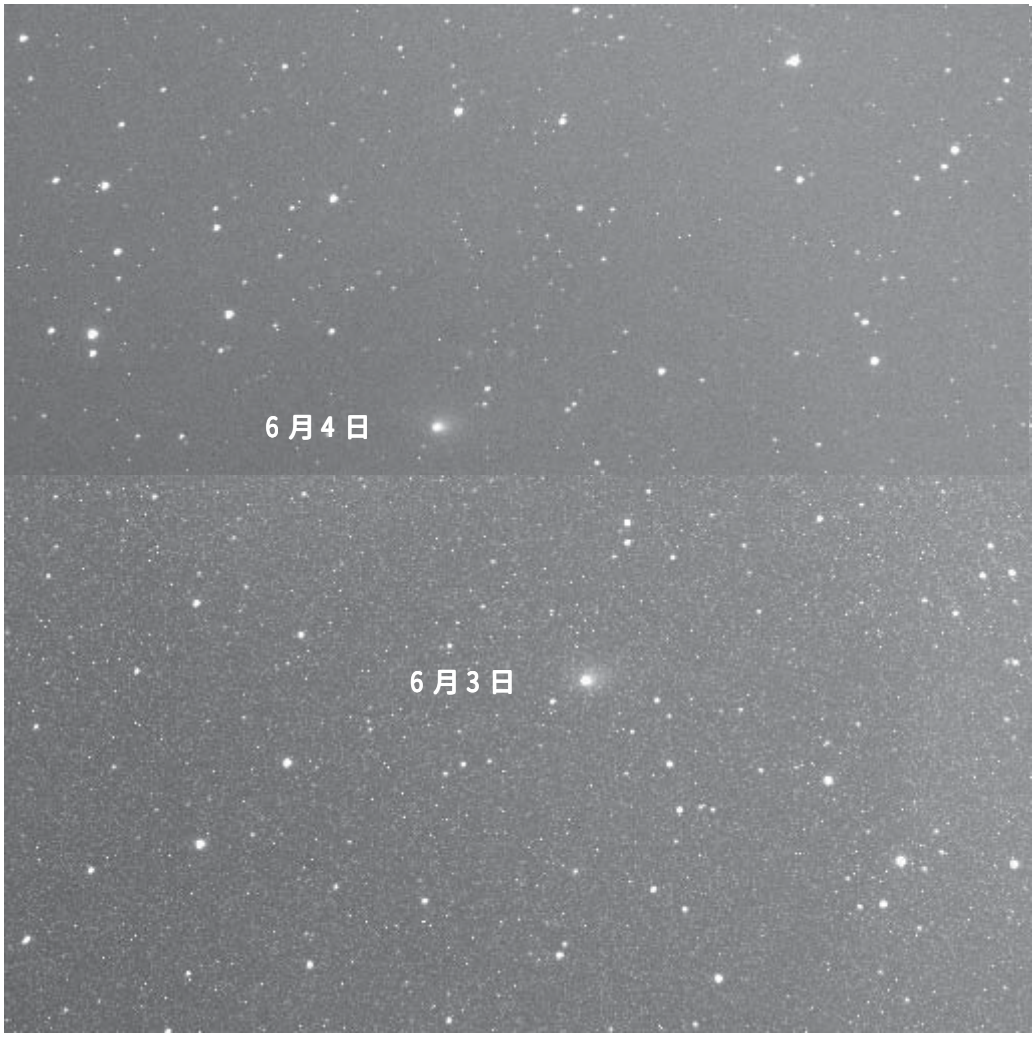


Astronomical photo gallery

美星映象館

本世紀末最後一顆肉眼可見的彗星 C/1999 S4(LINEAR)自 1999 年 9 月發現以來，全世界的觀測如火如荼地展開。國內也有許多天文同好拍攝到這顆彗星，本期特別製作了紀錄以饗讀者。

6 月 3-4 日



金升光 / TAOS

2000 年 6 月 3 日、4 日 AP-10 CCD+ TAOS 望遠鏡 曝光：10 秒鐘 攝影地點：中央大學鹿林前山天文台

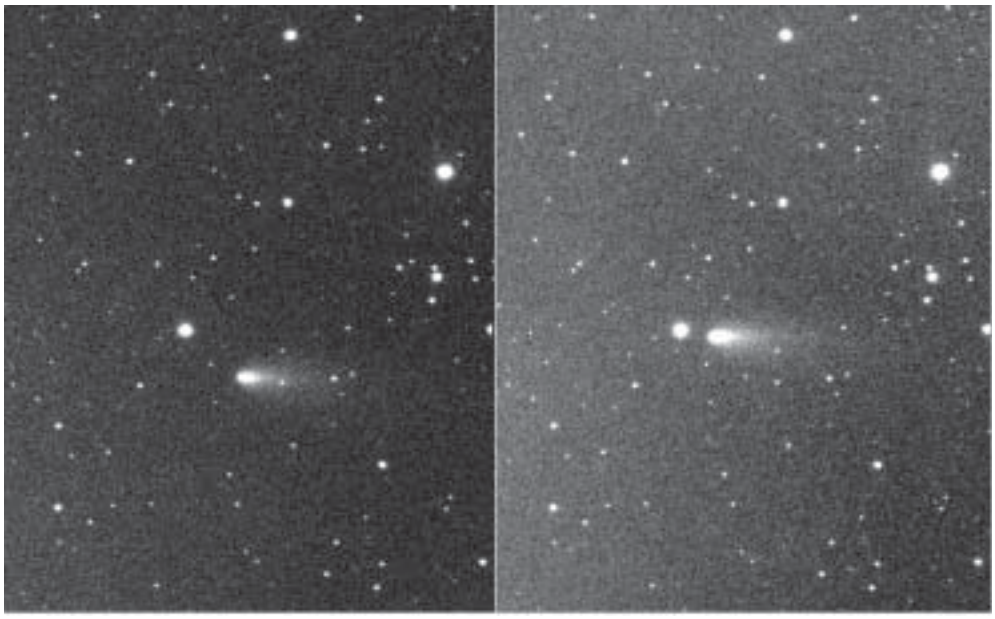
中美彗星掩星計畫(TAOS)是由國內中央研究院天文所、中央大學天文所與美國國際合作搜尋古柏帶彗星的計畫。這是剛設置的 TAOS 望遠鏡一號機影像首度曝光，照片中可見彗星兩天之間的移動。

千禧彗星
C/1999 S4（LINEAR）特集

6月27日

李裕村　（天文館）
2000年6月27日04:16 ST-8E+Vixen FL-80S（D=80mm，f.l.=640mm)+R濾鏡 NJP赤道儀+SkySensor 2000-PC 曝光時間：2分鐘 攝影地點：中央大學天文所科四館天文台

6月30日



李裕村　（天文館）
2000年6月30日（左)3:24，（右)4:23 ST-8E+Vixen FL-80S (D=80mm，f.l.=640mm) +Clear濾鏡 NJP赤道儀 +SkySensor 2000-PC 曝光時間：2分鐘 攝影地點：中央大學天文所科四館天文台

1999S4移動迅速，相差一小時之位置變化明顯可見。

7 月 23 日

林宏欽　（天文館）
2000 年 7 月 23 日 ST-8E+PENTAX 100 SD-UF II (D=100mm, f.l.=400mm)+B\V\R 濾鏡 GP 赤道儀+SkySensor 2000-PC 曝光時間：each 1 分鐘 攝影地點：清境農場 (BVR 三色影像合成，影像處理 by MaxIm DL)

7 月 25 日

張桂蘭　（天文館）
2000 年 7 月 25 日 19:35~20:25 ST-8E+GOTO125ED (D=125mm, f.l.=1000mm)+I 濾鏡 NJP 赤道儀 +SkySensor 2000-PC 曝光時間：30 秒 x 36 (=18 分) 攝影地點：中央大學天文所科四館天文台 (36 張 30 秒影像訊號疊加，影像處理 by MaxIm DL 左上圖為經 DLLARSON-SEKANINA (Rotational Gradient)影像處理以凸顯彗核及噴流結構 (影像處理 by Astroart))

ＥＴ大展活動集錦

ET 創意繪畫比賽得獎作品

國小組　特優　　林曉薇
台北縣光興國小四年五班

國小組　優等　　潘威迪
雲林縣南陽國小四年甲班

國小組　優等　　孫　甯
台北縣網溪國小五年九班

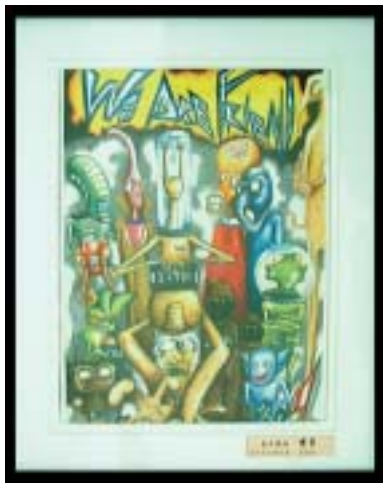
國中組　特優　　林佑達
新竹市光華國中二年十一班

國中組　優等　　康家維
新竹市光華國中二年七班

國中組　優等　　李佩珊
台中市立人國中二年八班

高中職組　特優 王喬緯
台中市大明中學美一乙

高中職組　優等 劉如慧
台北縣鶯歌高職廣二孝



高中職組　優等 張家祥
台中市大明中學美二乙