

臺北星空

天文館期刊 Taipei Astronomical Museum Magazine

TAIPEI
SKYLIGHT

NO.55 2012.春

ISSN:1727-0022

《太陽專輯》上篇

2012年的日環食與金星凌日。太陽對地球的影響。

《破解2012末日預言》之3/從日心到地心。天文攝影/日環食觀測與拍攝。

2012年台灣地區可見重要天象一覽表。我的天文研究/訪黃裕津博士。

『八百字徵文活動』優選文章。春季星空。天體映像。美星映象館。





←2011年6月16日月全食
初虧到食甚過程 黃翊展

時間: 2011年6月16日 02:25~04:16
地點: 國立新港藝術高中琴房8F

↓2011年12月10日月全食過程
周銀王

地點: 台南七股海堤
器材: Takahashi EM-200 + MT-160
(780mm) 反射鏡 + Canon 450D
曝光: 1/125~15秒 (ISO400)

↓45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova彗星
蔡逸龍

時間: 2011年9月30日04:34前後
地點: 南投縣合歡山鸞峰停車場
器材: Borg 101ED折射鏡(415mm @F4.1)+
Canon NFD 400mm F2.8L@F2.8+ Canon
5D mark2(改IR/UV)兩台
曝光: 各曝光1分鐘*10幅
影像處理: Deep Sky Stacker, Photoshop

說明: 45P彗星於2011年8月15日最接近地球，僅0.06AU，是彗星紀錄中最近地的彗星。但因體積較小，即使如此近地，總視亮度也僅達7.5等，核心更僅16等。45P彗星由Honda、Mrkos和Pajdusakova三位觀測者於1948年時幾乎同時分別獨立發現而得名。繞日週期僅5.25年，近日點距離約0.53AU。



→御夫座
火焰之星星雲
IC405、蝌蚪
(骷髏頭)星雲
IC410與M38
疏散星團

王志信

地點: 南投縣塔
塔加停車場
器材: Pentax
125SDP + 0.77x
縮焦鏡 + Canon
5D + SBIG SG4
自動導星
曝光: 總曝光6.6
小時 (曝光共2
幅拼接: 單幅
10分鐘*20幅疊
加)



說明: 火焰星星雲之名來自波浪狀塵埃與條狀雲氣，距地約1500光年，橫跨約5光年。IC410蝌蚪星雲，蝌蚪指的是星雲中心左下角東南方那兩條帶著尾巴的條狀雲氣，距地約12,000光年遠，彷彿一朵暗淡玫瑰。這團氫氣雲跨度約100光年，是由內部的NGC 1893星團之恆星風和輻射所塑造出來。400萬年前從星際分子雲中誕生出的NGC 1893，位在IC410中央的大型暗星雲下方。這些“宇宙蝌蚪”約長10光年，是活躍的恆星形成區。

邱國光

西元2012年的天象十分精彩，有兩個天文大秀，一個是5月21日早晨的「日環食」，臺灣地區要觀看日環食是在日出的時候，太陽的仰角很低，稍有雲層或周邊有山景、建築物等，就可能失去觀看的機會。另一個是6月6日上午的「金星凌日」，需用望遠鏡觀察，可看到一個圓圓的小黑點緩緩劃過太陽表面，不仔細看會以為是黑子，錯過這次奇景，這輩子再也看不到了，民國101年的天象相關資訊，請參閱本期內容。

國家太空中心成立20年，「福爾摩沙系列衛星」觀測成果卓越，其資料廣受國內外研究團體應用，對提升國家太空科學發展的國際知名度有很大的貢獻。天文館與國家太空中心合作，推出「飛向太空20年-福爾摩沙的太空夢」特展，並推出假日探星趣導覽、福爾摩沙衛星動手做及演講活動，深獲參觀民眾的喜愛，於此國光感謝顏隆政、劉正彥博士和三組同仁志工們的付出。

天文館所舉辦的閱讀精進年系列活動之一，「天文好書閱讀八百字徵文活動」，經過一個多月的收件，年齡最小的兒童組作品文筆流暢，不輸年齡較大的組別，社會組作品也不失赤子之心，青少年組想像力驚人，讓評選委員難以取捨，所有作品經過評選委員再三討論後，最終產生了6件優選作品，22件佳作，國光感謝評選委員、一組同仁及志工們的用心，精彩文章請參閱本期內文。

2012年初，摯誠地邀請您來參觀「一百年活動照片回顧展」，回顧去年本館天文教育推廣的成果。為使來館參觀的民眾，也能知曉民國100年一年裡，各項活動的辦理情形，以及在活動中被館方工作同仁捕捉到的倩影，本館特別精選最具代表27幅活動照片，於天文館二樓大廳展出，歡迎前來找尋照片中的你、我、他，喚起美好的記憶，更歡迎未曾參加活動的朋友們，前來觀賞，感受活動當時的現場歡樂氣氛，也感謝全館同仁、志工們的努力參與使活動順利完成。

為增加季刊的活潑性，從上期起特別邀請知名漫畫家曾建華先生增闢漫畫欄頁，用漫畫的型態來介紹特殊天象，今年5月21日臺灣地區可見「日環食」，推出「天狗食日」饗宴讀者，借由生動有趣的漫畫來了解日食成因，期望各位的回響。



刊名：臺北星空期刊
統一編號：2008700083
中華民國八十七年十月一日創刊
中華民國一百零一年二月一日出版
刊期頻率：季刊
其他類型版本說明：本刊同時刊載於臺北天文館網站，網址<http://www.tam.gov.tw>
定價：100元（本刊印製數量有限，優先贈送學校及圖書館，一般讀者歡迎上網閱覽）

發行人 邱國光
編審 王錦雄、吳福河
委員 陳俊良、陳揚新
王永川、楊雪萍
林芳如、林修美
戴雅芹

特約編審 陶著麟、許錫鑫
特約編輯 范賢娟

總編輯 徐毅宏

編輯 劉愷俐、洪景川
葛必揚、張桂蘭
楊擘群、張維元

美術編輯 莊郁婷、邱愷鳳
黃蘋

封面設計 黃蘋、劉愷俐

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

承印 冠順數位有限公司
地址 臺北市大安區和平東路一段
87號2樓

電話 02-33222236

中華民國行政院新聞局出版事業登記證
局版北字第2466號

當季天文記實

編譯：楊曄群、張桂蘭

首度發現地球級且位在多行星系統中的系外行星

天文學家分析克卜勒望遠鏡資料，首度發現了地球級的系外行星Kepler-20e和Kepler-20f。前者直徑約為地球的0.87倍（金星直徑約為0.95倍）軌道約0.051AU，到目前為止是唯一已知體積比地球還小的系外行星，約3倍地球質量；後者直徑約為地球的1.03倍，軌道約0.11AU，質量為地球的14倍。母恆星Kepler-20位在天琴座方向，距離地球約1,000光年，是與太陽系類似的多行星系統。(2011-12-24，搜尋關鍵字：Kepler Mission, Kepler-20e, Kepler-20f)



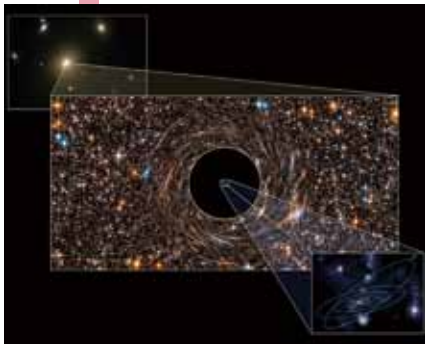
首度目擊超大質量黑洞吞噬氣體雲的瞬間

德國普朗克地外物理研究所的研究團隊利用歐南天文台超大望遠鏡紅外相機和紅外光譜儀，觀察位在銀河系中心的超大質量黑洞人馬座A*，發現一個質量約為地球數倍大的氣體正以時速800多萬公里向黑洞接近，速度幾乎較發現時增加2倍。在2013年中左右將看到氣體雲被超大質量黑洞吞噬的末日。未來2年內，雲氣和黑洞之間的互動必定非常有趣。(2011-12-22，搜尋關鍵字：Reinhard Genzel, Very Large Telescope(VLT), NACO, SINFONI, Sgr A*)



[ASWEB]黑洞金牌得主 質量100億顆太陽

加州柏克萊大學天文學家馬中珮教授等人發現2顆質量相當於100億顆太陽的黑洞。一個位於在獅子座方向的橢圓星系NGC 3842中央，質量高達97億顆太陽，距離3.2億光年遠。第二顆位在后髮座方向橢圓星系NGC 4889的中央，質量相差不多，距離約3.36億光年。兩個黑洞其「事件視界」約為地球公轉軌道半徑的200倍，約冥王星軌道的5倍。(2011-12-08，搜尋關鍵字：馬中珮, Nicholas McConnell, NGC 3842, NGC 4889)



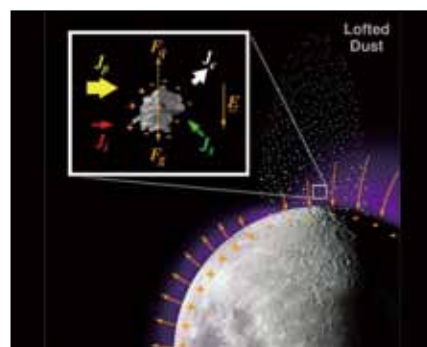
[ASWEB]超強極光發電機-系外行星Corot-2b

法國太空研究中心「對流旋轉行星凌計劃」又稱(「CoRoT計劃」)在2007年時發現了這顆大質量的氣體巨星Corot-2b。距離地球880光年，公轉軌道半徑322萬公里只有水星軌道的10%，質量是木星的3.5倍，公轉周期約1.7天。恆星吹出的高能風暴，天天對它猛攻，剝離後的物質應該會在它後面形成長長的尾巴，看起來就像彗星一樣。要是住在那顆行星上，應該連赤道附近也都看得到極光。(2011-12-06，搜尋關鍵字：Corot-2b, Convection, Rotation and planetary Transits, Franch Space Agency(CNES))



月球的電離層之謎

「月球沒有大氣層」這個事實，與「月球具有電離層」這個現象相互矛盾，深深困擾月球科學家好多年，現在或許有了解答。哥達德太空飛行中心Tim Stubbs於2011年初提出他的看法：月表上空漂浮的塵粒會被太陽的輻射游離。根據計算，這過程足以提供足夠的帶電粒子，由塵粒所形成，而非氣體所構成的電離層，這可是個非常棒的新點子。(2011-11-26, 搜尋關鍵字: Ionosphere, Goddard Space Flight Center, Tim Stubbs)



首度觀測到帶旋臂的恆星

哥達德太空飛行中心的Carol Grady等人利用位在夏威夷的8.2米昴望遠鏡發現一顆擁有旋臂的恆星SAO 206462。這顆恆星距離地球約400光年，位在南天的豺狼座方向。這是頭一回在個別恆星周圍發現旋臂結構，這些結構是環繞在恆星周圍的氣體塵埃盤，寬度可達2倍冥王星軌道，可能是因新行星正在形成，才會構成這樣的旋臂結構。(2011-11-03, 搜尋關鍵字: Goddard Space Flight Center, Carol Grady, Subaru Telescope, circumstellar disk)



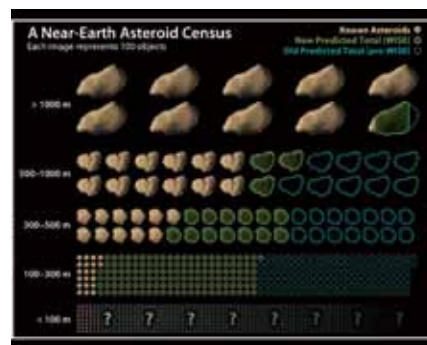
VISTA看透銀河中心，在銀心彼端發現2個球狀星團

智利天文學家Dante Minniti等人最近利用歐南天文台的VISTA巡天望遠鏡進行的銀河巡天計畫，看透滿佈氣體塵埃的銀河中心，在銀河系的另一側發現2個新的球狀星團VVV CL001和VVV CL002，讓銀河系已知的球狀星團總數增加到158個。VVV CL001與幾年前發現的UKS 1位置非常接近，研究者懷疑兩個星團間有重力束縛，VVV CL002則是目前發現離銀河中心最近的星團。(2011-10-20, 搜尋關鍵字: Dante Minniti, ESO, VISTA, Via Lactea survey)



WISE發現近地小行星數量比預期的還少

美國航太總署NEOWISE巡天計畫專門尋找距離地球軌道約1億9仟5百萬公里以內的近地小行星。根據其觀測資料估計直徑在1,000公尺以上的大型近地小行星(NEA)約有980顆左右(目前已發現911顆)，中等大小的NEA數量明顯比預期少，約為19,500顆(已發現5,200多顆)，而非先前估計的35,000顆。顯示NASA已經發現90%以上對地球有撞擊威脅的大型NEA。(2011-10-07, 搜尋關鍵字: Wide-field Infrared Survey Explorer, (WISE), Near-Earth Asteroids, (NEA))



參考資料:

臺北市立天文科學教育館 <http://www.tam.gov.tw>

中央研究院天文及天文物理研究所 <http://www.asiaa.sinica.edu.tw/>

美國太空總署 <http://www.nasa.gov>

克卜勒觀測衛星計畫 <http://kepler.nasa.gov>

歐洲太空總署 <http://www.eso.org>

廣角紅外巡天探測器 http://www.nasa.gov/mission_pages/WISE/main/index.html

噴射推進實驗 <http://www.jpl.nasa.gov/>

歐南天文台ESO <http://www.eso.org>

NASA 科學新聞 <http://science.nasa.gov>

法國太空研究中心CNES <http://www.cnes.fr>

自然雜誌 Nature <http://www.nature.com>

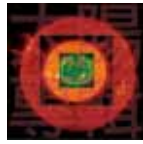
2012年臺灣地區可見重要天象一覽表

製表/ 葛必揚

天象指數	日期	時間	天象	特點說明
★★★★	1/4	15:20	象限儀座流星雨極大	ZHR~120, 流星非常明亮, 月相為上弦之後, 凌晨3時月亮西沈後至天亮前, 觀測條件較佳。
★	1/5	08:32	地球過近日點	日地距離約0.983284094 AU。
★	1/12	21h	P/2006 T1 (Levy) 彗星通過近日點	預估今年最大亮度可能達7等。但至2011年12月初為止仍尚未發現這顆彗星的蹤跡, 故其確實亮度須再予確認。
★★	2/10	13時	天王星合金星	天王星在金星南0.34°。兩星位在雙魚座, 日沒後可往西南方天空觀賞。天王星平時不易觀察, 可利用此時機由金星找天王星。
★★	2/11~24		C/2009 P1(Garradd) 彗星最亮	亮度約6~7等, 位在武仙座至天龍座之間, 整夜可見。
★★★★	3/4	04:10	火星衝	位在獅子座, 視亮度約-1.2等, 衝的前後數週, 整晚可見, 是觀察火星的好時間。
★★	3/5 7/1 10/27	17:35 09:57 06:12	水星東大距	位在太陽以東, 日落時見於西方低空。三次大距與太陽相隔分別為18.2°、25.7°、24.1°。其中7月初日落時水星的仰角約20°, 為今年內最適合觀察水星時期。
★★	3/15	15時	金星合木星	3/10~3/20期間, 天空中除日月外最明亮的金星與木星接近到5度之內, 金星-4.4等, 木星-2.2等; 3/15最接近時僅約3度, 日落後在西邊天空輕易可見兩顆亮星接近的景象。
★	3/20	13:14	春分與黃道光	春分前後, 可於日沒後1~2小時的西方天空見黃道光。
★★★★	3/27	15:44	金星東大距	位在太陽以東, 金牛座內, 與太陽相隔46.0°, 日沒時見於西方仰角約45°天空, 視亮度達-4.5等。
★★★★	4/16 4/13~19	08:15	土星衝 土星今年最大視直徑	位在室女座, 視直徑達19.09"; 視亮度約+0.3等, 衝的前後數週, 整晚可見, 是觀察土星的好時間。
★★	4/19 8/16 12/5	01:23 20:04 06:48	水星西大距	水星位在太陽以西, 日出時見於東方的低空。三次大距與太陽相隔分別為27.5°、18.7°及20.5°。
★★★★	4/20~5/10 7/3~23		金星最大亮度	今年4月30日前後10日與7月13日前後10日兩個時段金星會達到年度內的最大亮度-4.7等; 4月底時可見於黃昏時西方約40°天空; 7月份時出現在清晨東方約30°上下的天空。
★	5/5		寶瓶座 η 流星雨極大	ZHR~65, 輻射點約在凌晨1:30左右東昇, 月相近滿月, 觀測條件不佳。
★	5/6	11:35 11:34	今年最大滿月 月球今年離地球最近	由於11:34月球過近地點, 地心到月心距離356955.062公里, 為今年相距最近時刻; 因此11:35的望月視直徑達33'48", 為今年中的最大滿月, 比11/28的最小滿月大了約4'07"左右。
★	5/20	00:14	月球今年離地球最遠	地心到月心距離406448.190公里, 為今年相距最遠時刻。
★★★★ ★★	5/21		日環食	臺灣地區可見日出帶食, 但各地所見食的情形不同; 北部地區可見日環食, 中南部地區可見日偏食。臺北天文館所見情形, 初虧5:07, 日出5:07, 環食始6:09, 食甚6:10, 環食終6:11, 復圓7:23; 經歷時間2時16分22.5秒, 環食時間2分1秒, 食分達0.938, 遮蔽日面面積約87.3%。
★★	6/4		月偏食	臺灣地區可見月出帶食, 月出18:35; 食甚19:03, 復圓20:07, 經歷時間約1時32分, 最大食分0.3703。當天月球在蛇夫座, 心宿二在其西南方。

天象指數	日期	時間	天象	特點說明
★★★★	6/6		金星凌日	臺灣地區全程可見，自上午6:11:48金星接觸太陽邊緣開始，到9:30:59金星中心最接近太陽盤面中心，至12:48:15金星脫離為止，共歷時6時36分26.3秒。因地理位置不同，各地所見凌日的位置角不同。金星凌日現象不易得見，上次發生金星凌日的時間是2004年6月8日，下次將發生在2117年12月11日。
★	6/15~24		土星環今年最小傾斜角	環傾斜角相對於黃道約15.24°，為今年最小；之後逐漸增加，到年底12/31約22.73°，屆時為今年內最大傾斜角。
★	6/21	07:09	夏至	太陽直射北回歸線，為一年中白晝最長的日子。
★	7/5	11:32	地球過遠日點	日地距離約1.016675058AU
★	7/14	08時	96P/Machholz 1彗星通過過近日點	預估今年最大亮度可能達2等；但接近太陽，不易觀察。
★★	7/15 8/12 9/8 10/6 11/2 11/29 12/2	11:06 04:30 19:05 04:57 09:16 08:54 08:10	木星合月	今年下半年木星與月球非常投緣，每次相合都發生在1°以內：7/15的月相為下弦過後，木星在月球南0.5°，位在金牛座，可見於日出前東方天空。8/12與9/8的月相為下弦，木星在月球之北0.6°、0.11°，同樣見於後半夜的東方天空。10/6的月相為下弦前，木星在月球北0.7°，見於後半夜的東方天空。11/2與11/29的月相則為望過後，木星分別在月球之北0.89°、0.63°，幾乎整晚可見。12/26的月相則接近望，木星月球北0.42°，幾乎整晚可見。
★★★★	8/12	20:00	英仙座流星雨極大	ZHR~100，月相為下弦過後，黎明前觀測受影響。
★★	8/14 12/11	03:42 21:49	金星合月	兩次月相都近殘月，金星分別在月球南0.56°與北1.6°，日出時可往東方低空觀賞。
★★★★	8/15	17:07	金星西大距	位在太陽以西，雙子座內，與太陽相隔45.8°，日出時見於東方仰角約40°天空，視亮度達-4.5等。
★★	8/24	20:32	海王星衝	位在寶瓶座，視亮度7.8等。
★	9/22	22:49	秋分與黃道光	秋分前後，可於日出時的東方天空見黃道光。
★★	9/29	15:15	天王星衝	在雙魚座，整夜可見，亮度5.7等。
★	10/21		獵戶座流星雨極大	ZHR~25，2008年ZHR值達40，今年值得注意。月相近上弦。前半夜觀測條件受影響。
★★	11/27	13時	土星合金星	土星在金星北0.56°。兩星在室女座，日出前可往東偏南方低空尋找觀賞。土星的視亮度約0.7等，金星的視亮度約-3.9等。
★	11/28	22:46	今年最小滿月 半影月食	因次日03:37月球過遠地點（406361.675公里），使得本次望日的月球視直徑為29'41"，為今年最小滿月。同時今晚也發生半影月食，全程可見。20:13開始，00:53結束，歷時約4時40分。半影月食肉眼不易察覺月球亮度變化。
★★★★	12/3	09:45	木星衝	位在金牛座，視亮度約-2.8等，衝的前後數週，整晚可見，是觀察木星的好時間。
★	12/9	16:01	灶神星衝	位在金牛座，視亮度6.4等，衝的前後數日整夜可見。
★★★★	12/14	07:30	雙子座流星雨極大	ZHR~120，月相為朔，觀測條件佳。
	12/18	16:39	穀神星衝	位在金牛座，視亮度6.7等，衝的前後數日整夜可見。
★	12/21	19:12	冬至	太陽直射南回歸線，為一年中白晝最短的日子。

附註：流星群的表列時間為預測極大期發生的時間；ZHR意指輻射點在天頂、且最暗星等達6.5等的最佳狀況下，每小時可見的流星數目。



太陽對地球的影響

文/ 呂凌霄

太陽對地球的影響，最重要的就是提供穩定的光和熱，持續滋養著地球上的萬物。可是如果我們仔細探討這個穩定光源的產生與傳輸過程，我們就能了解，為什麼有時候太陽也會發射一些會傷害我們的短波輻射以及高能粒子，造成惡劣的太空天氣。此外，在探討產生這些短波輻射以及高能粒子的物理過程時，科學家又發現，原來它們還伴隨著太陽表面磁場與電漿（plasma, 註一）的劇烈擾動。而這些擾動如果正對著地球傳過來，它們對我們的影響，可能並不亞於短波輻射以及高能粒子對地球附近太空環境的影響。事實上，隨著科技文明的進步，太空天氣（space weather）的變化，對我們日常生活的影響，也越來越密切。本文將由各種不同的角度，說明太陽活動對地球的影響。

太陽短波輻射與高能粒子對地球太空天氣的影響

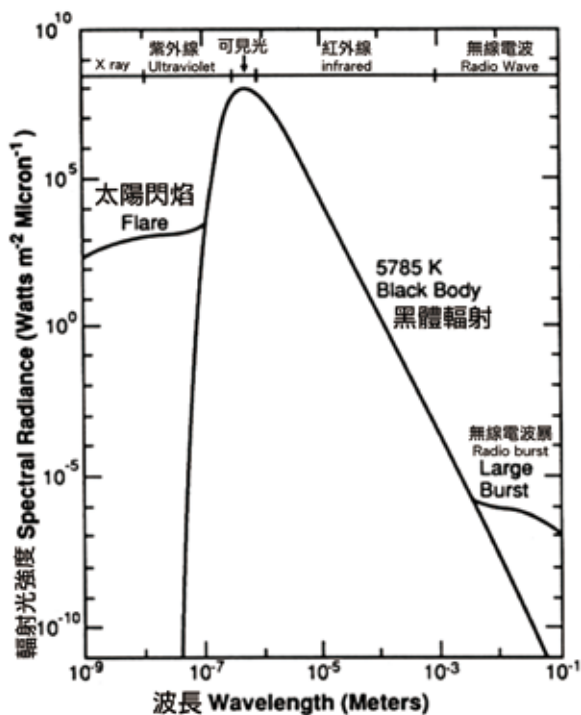
我們都知道太陽是我們的恆星。它像其他恆星一樣，中心部份正在進行所謂的「核融合」（nuclear fusion）反應。也就是說，它利用 $E = mc^2$ 的原理，將核融合反應過程中所損失的一小一點質量，轉換成大大一份能量。所以太陽雖然已經燃燒了將近 50 億年，但是它的生命，才過了約一半。

我們也都知道氫彈爆炸就是一種核融合反應。氫彈爆炸所放出來的短波輻射，會對地表生物造成很嚴重的傷害。太陽在距離地球不過 8 分鐘 20 秒的光程處進行核融合反應，為什麼不會對地球造成傷害呢？原來，太陽在核心處所發出來的短波輻射，須要通過緻密的輻射層（註二），被不斷的吸收再以較長的光波輻射出來。因此如果把核融合反應所產生出來的每一個光子算成一份能量，則每一份能量，平均約需花 1-100 萬年的時間（幾何平均 10 萬年）才能穿過輻射層，然後再以相對快很多的速度穿過太陽的對流層到達太陽表面。所以在太陽核心處所產生的短波，在穿過輻射層後，絕大部份都變成波長較長，對我們無害的光了。殘存之極少量的短波輻射，在經過太陽對流層與地球大氣層的吸收，剩下的 X-ray 與 gamma ray 等短波輻射，數量更為銳減，對地表生物所造成的傷害，也更為降低。

反之，在太陽表面所發生的太陽閃焰（solar flare），因缺乏太陽輻射層的屏蔽，故太陽閃焰所發出的短波輻射，可自由的向外傳播，使得行星際空間中，以及地球的磁層與電離層中，來自太陽的短波輻射量大幅增加。

圖一為太陽輻射光譜圖。在平日，太陽輻射光譜主要由太陽表面的溫度決定。可是到了太陽閃焰發生時，太陽輻射光譜的短波區與長波區，能量都會增加。其中短波輻射是太陽閃焰直接產生的。長波區之無線電波輻射是太陽閃焰放出的高能電子與背景電漿交互作用所產生的。

在強大太陽閃焰發生時，也會產生能量很高的正離子與電子。這些粒子，尤其是高能的正離子，以接近光速的速度離開太陽表面。幾乎與太陽閃焰的短波輻射，一起到達地球。這就是所謂的「太陽高能粒子」事件（Solar Energetic Particle events, 簡稱 SEP events）。太陽閃焰所發出的高能粒子對地面上的生物影響不大，因為一方面有地球磁偶極場的幫忙，抓住了大多數來自太陽的高能帶電粒子，將它們束縛在范艾倫輻射帶（Van Allen Radiation Belts）。剩下的，如果進入地球大氣層，也可藉由頻繁的碰撞來減少高能粒子的能量。可是對那些登陸月球的太空人與未來想登陸火星的太空人而言，太陽閃焰所產生的短波輻射與高能粒子事件就可能造成他們的基因突變與致癌的傷害！例如，在阿波羅 16 號與 17 號兩次登月任務之間那段空檔期，曾經



圖一、太陽黑體輻射與太陽閃焰發生後的太陽光譜分布圖。靠著輻射層的阻擋，太陽核心的高能輻射，都化作以可見光為主的無害輻射。滋養著地球上的生命。可是，發生在太陽表面的太陽閃焰，所產生的高能輻射，包括宇宙射線（一些高能粒子）以及紫外線、X射線、伽瑪射線的電磁波，卻不受阻擋，可以直接到達地球上空。

發生過一次很強的太陽閃焰與太陽高能粒子事件。科學家事後評估，如果太空任務恰巧在那時進行，這個事件中的高能粒子通量，應足以對太空人的健康造成嚴重影響。至於太空站裡的太空人，由於太空站位在范艾倫輻射帶的下方，表示地球的磁場或許可以有效的保護他們，免於受到太陽高能粒子事件的嚴重傷害。可是太空站裡的太空人仍比地面上的我們受到更多太陽短波輻射以及相對較高之高能粒子的傷害。很不幸的是，大多數太空人，並不了解自己身處險境，只是很天真的認為，他們的太空總署，應該已經將所有的安全問題全盤考量了。

除了太空人與太空生物之外，許多太空觀測儀器，也會受到太陽高能粒子事件的傷害。尤其是粒子探測儀，常常在強烈的太陽高能粒子事件後，受到嚴重毀損，而無法再運作。例如，日本的希望號火星探測器（Nozomi Mars Probe），西元2002年4月間，遇上了太陽高能粒子事件，造

成探測儀器的毀損，終於在隔年，西元2003年12月，宣告放棄此項探測任務。

來自太陽的短波輻射與高能粒子事件，除了會傷害太空人、太空生物、太空粒子探測儀器外，當它們被地球電離層的大氣吸收後，也會改變電離層中的電子濃度，進而改變電磁波在電離層中的傳播路徑(註三)。例如西元 1859 年九月的太陽閃焰就造成了近代有記錄以來第一件惡劣的太空天氣事件。該次事件就與電離層電漿密度大幅改變有關。因為當時人類是透過電離層反射短波無線電波來越洋傳送電報訊息。西元 1859 年九月2日的太陽閃焰曾造成越洋電信全面中斷。後來科學家才知道，這是因為太陽閃焰產生的短波輻射，增加了電離層電子濃度，進而造成短波無線電波在電離層中反射點高度的改變，所以越洋電訊傳送路徑發生改變，以致於收不到應該收到的訊息。經過一百多年的努力，我們現在已經不必靠電離層反射短波無線電波來進行越洋通訊，而是採用比無線電波更高頻的波段，藉由通訊衛星做資料的傳輸。可是這些較高頻的電磁波，雖然不會被電離層中的電子們完全反射，但是仍免不了被它們折射。因此我們所仰賴的衛星通訊與全球衛星定位系統（Global Position System 簡稱GPS）的運作，仍會受磁暴與磁副暴期間電離層電子濃度不均勻變化的影響，進而導致衛星通訊中斷與GPS定位失靈，詳情請見下節的說明。

太陽表面電漿與磁場的擾動對地球太空天氣的影響

在發生太陽短波輻射與高能粒子事件的同時，太陽表面還會產生磁場與電漿的噴發，在行星際空間中造成日冕物質拋射（coronal mass ejection）、磁雲（magnetic cloud）、與激震波（shock wave）。這些噴發事件，如果方向對著地球，就可以在太陽閃焰發生後十幾小時到兩天之內傳到地球附近。此時如果磁雲前半段區域或磁雲與激震波之間的鞘區（sheath），存在有明顯的南向磁場分量，就可以造成地球表面與磁層中強烈的磁暴(magnetic storm)與磁副暴（magnetic substorm）。這些磁暴與磁副暴事件，除了會造成絢麗的極光，

也會改變地球磁層的電流系統，造成地球磁場結構的暫態改變，並引發一聯串惡劣的太空天氣。例如，歷史上最著名的一次惡劣太空天氣，發生在北國的冬天：西元1989年三月13日，加拿大魁北克發生持續超過九小時的大停電，影響了6百萬居民。這次的停電是因為西元1989年三月9日那天，太陽表面的日冕物質拋射，經過一、兩天的時間傳到地球，造成地球上持續數天的磁暴，並伴隨著一陣陣週期為三小時左右的磁副暴。磁暴與磁副暴期間，地球的磁場會隨著時間發生大幅度的改變。這些高空磁場的改變，可藉由磁生電、電生磁的原理（冷次定律 Lenz's Law），先在中高緯電離層中產生極光與強電流，這些強電流再改變低空磁場，於是在地表產生感應電動勢，使負載電線與變壓器中的電流突然增加，造成電流超載而燒毀變壓器，造成大停電。台灣地區的磁緯度很低，因此我們的輸電系統受到磁暴與磁副暴的影響甚微，通常不會造成重大災害。

不論是磁暴或磁副暴，磁層中磁場的變化，大都強於地球表面的磁場變化。尤其是夜側同步衛星軌道所在處，地球磁場方向改變尤其劇烈。因此，如果人造衛星的姿態定位是根據地球磁場來做修正，則當地球磁場方向發生巨大改變時，衛星如果還繼續進行姿態修正，就會導致姿態錯誤，使得地面與人造衛星之間的遠距遙控指令，無法正常傳輸。如果人造衛星，姿態改變太多，就可能造成永久性的失聯(註四)。就算不永久失聯，在拯救衛星的過程中，也往往會耗掉許多備用燃料，造成這顆衛星日後提早除役。這類不幸的事件，過去都曾發生過。西元1994年一月20日的地球磁場風暴，曾暫時性的影響了兩顆加拿大通訊衛星 Aniks E1 and E2 與一顆國際通訊衛星 Intelsat K 的運作。而西元1997年一月7日的日冕物質噴發所造成的地球磁場風暴，更造成AT&T的通訊衛星 Telstar 401 永久的失聯，使得AT&T損失約兩億美元。

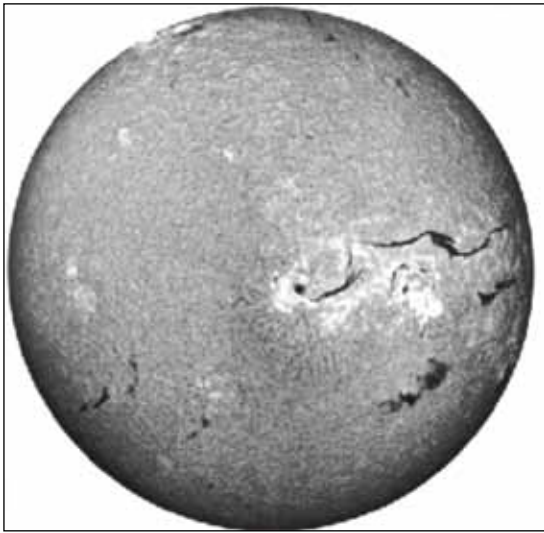
自從AT&T通訊衛星事件後，科技工程師才開始正視地球磁場風暴的警訊。因此目前已經不再有類似的事件發生了。但是還是有不少與磁暴以及磁副暴相關的問題，目前還找不出很好的預警方式。目前最棘手的問題就是在磁暴期間，因為地球磁層中磁場與電場的分布改變，會造成磁

層中電漿密度分布的改變，以致於沿著磁場對應到的電離層中的電子濃度也跟著改變。另外，磁層副暴的極光，也造成極區電離層電子濃度的擾動。由於電磁波穿過不均勻的電漿介質，會發生閃爍現象，就像我們透過營火看坐在對面的群眾，整個臉都扭曲了。這些高頻電磁波的閃爍現象，會影響全球衛星定位系統 GPS 的收訊。影響所及，除了一般仰賴 GPS 開車找路的小市民，生活受到影響，也會造成歐美之間跨極飛機航班（transpolar flights）與美國隱形軍機的飛安問題。由於跨極航班，依賴 GPS 來確認航向，因此極光造成極區電離層電子濃度的擾動，會使得跨極航班之GPS收訊不佳，造成跨極航班的飛安問題。所以依照飛航安全的規定，在磁暴與磁副暴期間，必須取消一些省油的跨極航班，因此增加數十萬美金的飛行成本。除了跨極的商用航班受到影響外，隱形軍機也完全仰賴GPS來飛航與起飛降落，因此 GPS 收訊不佳，對隱形軍機的飛安也造成很大的威脅！

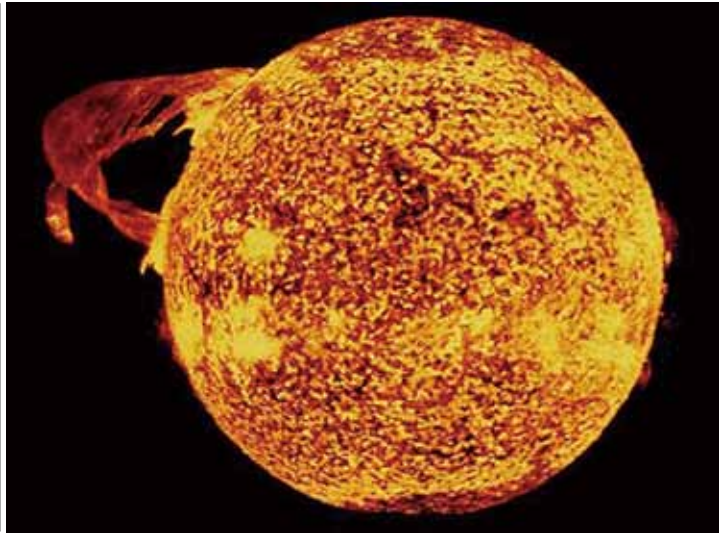
磁副暴期間，高緯地區地表磁場的變化，約五倍於磁暴與磁副暴期間中低緯地區地表磁場的變化。因此高緯地區，每逢磁副暴期間舉行的賽鴿比賽，都會造成賽鴿業者不少的損失。台灣的地磁緯度很低，因此只有遇到非常強烈的磁暴，例如西元2003年十月底的強烈磁暴，才會造成賽鴿迷失方向，造成賽鴿業者莫名的損失。此外根據統計，磁暴所造成的磁場擾動與感應電場，也會造成高科技積體電路製造業者的產品瑕疵率的提升。

如何預測惡劣太空天氣現象

要成功預測惡劣太空天氣現象，科學家需要了解造成太陽閃焰的物理機制與造成地球磁暴與磁副暴的物理機制。目前科學家在這些方面的了解，還有很大的努力空間。其中產生太陽閃焰，通常與色球層中日珥（prominence）或暗紋（filament）的噴發有關。日珥即暗紋，是一種由對流層頂部所浮出來的強磁力管。束縛在其中的電漿，無法與四周高溫的電漿透過對流或波動交換能量，只能用輻射方式吸熱與散熱，因此溫度比四周電漿低，甚至存在中性的氫原子。因為中性的氫原子會吸收、散



圖二、利用氫光譜所拍攝到的太陽盤面上暗紋與太陽黑子的分布情形。



圖四、噴發中的太陽日珥，很像太陽的耳朵。此圖為 Skylab IV 利用超紫外光 (EUV) 所拍攝到之太陽影像。

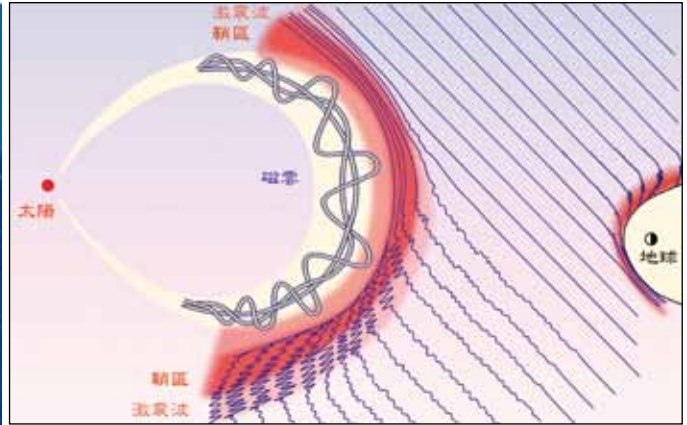
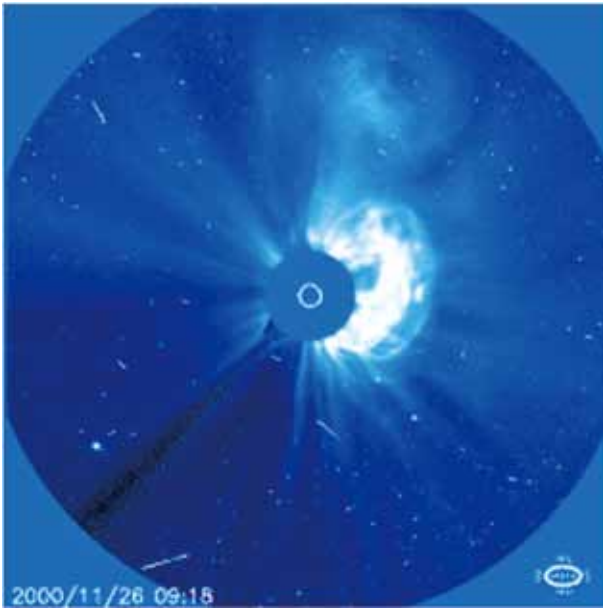


圖三、日食時所拍攝到的紅色之日珥與藍色之日冕。

射來自太陽表面屬於氫原子能階之特定波長的光源，因此鎖定氫光譜觀測，看起來比較暗，故稱暗紋（大陸翻譯做暗條），如圖二所示。當它轉到太陽光盤邊緣時，用它所散射的氫原子能階光譜觀看它，襯著黑暗的星空，顯得特別明亮，因此被稱為 prominence，如圖三所示。中文翻譯做日珥，因為正在噴發中的 prominence 看起來像太陽的耳朵。如圖四所示。

因為構成日珥或暗紋的磁力管是由一個幾乎沿著磁力管流動的電流所維持的。磁力管之磁場強度越強，就表示其中電流強度越強。因為磁能是以電流的方式存在於環境中，當這些磁能存得太多時，就會找機會釋放。通常日珥或暗紋與四周不同的磁場結構之間，也是以電流片相互區隔。若此電流片與沿著磁力管流動的電流相互影響或交流時，就會造成磁場結構重組，同時產生強大的感應電動勢，造成日珥或暗紋的噴發。一般說來，黑子群複雜的運動，可引發日珥或暗紋的噴發。但是歷年來的觀測結果顯示，黑子群複雜的運動並非引發日珥或暗紋噴發的唯一機制。一些日冕洞邊緣的日珥或暗紋噴發，往往與日冕洞中開放磁力管的波動有關。

日珥或暗紋噴發時，一部份電漿落回太陽表面光球層，造成太陽閃焰，一部份電漿被日珥或暗紋推著向外噴出，造成日冕物質拋射（coronal mass ejection 簡稱 CME），如圖五所示。噴發後的日珥或暗紋進入行星際空間中，就成了磁雲（magnetic cloud），如圖六所示。磁雲與前方的高密度日冕物質，像子彈一般一起向外射出時，在它們的前方，會壓出一個激震波（shock wave）。激震波與噴發之日冕物質之間是一個磁場強、密度高的鞘區（sheath）。如果鞘區或磁雲前半段的磁場方向朝南，就可以把地球北向的磁場“打開”，讓太陽風與激震波的能量，大量的灌入地球磁層，並以電流磁能的方式，存在地球磁尾，直到儲存了足夠的



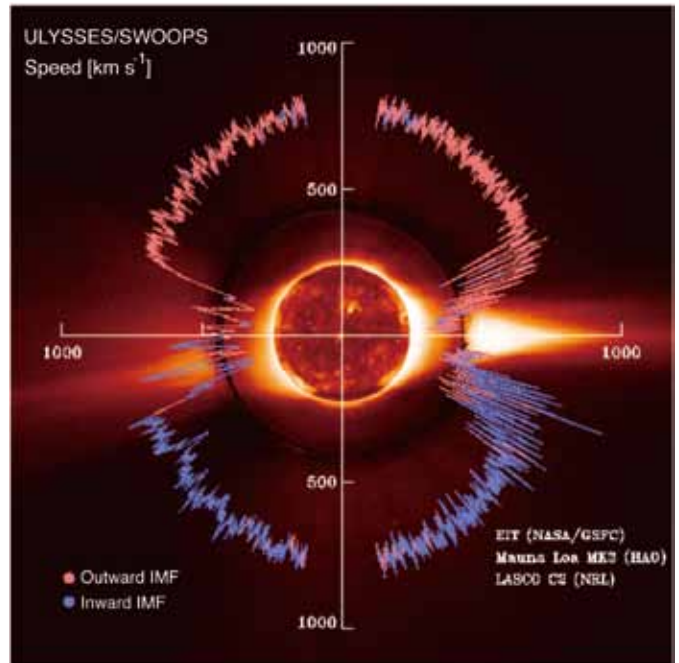
↑圖六、磁雲示意圖。噴發後的日珥或暗紋進入行星際空間中，就成了磁雲。

←圖五、日冕物質拋射事件。此圖為 SoHO/LASCO 利用白光，並遮去離太陽中心三個太陽半徑的光線，所拍攝到的日冕物質拋射影像。

能量，就會像地震那樣，“伺機”釋放能量，造成磁副暴與磁暴。這裡用“伺機”兩字來形容釋放能量的過程，這是因為科學家對造成地球磁尾能量釋放過程，尚未達到共識。或許就像刮風下雨那樣，本來就有不只一種的物理機制，可以造成這樣的風暴。這就是科學家還需繼續努力研究磁層副暴的緣故。

目前科學家對以光速傳來的太陽閃焰以及高能粒子事件的預報，相當力不從心。因此面對它們對太空人與太空儀器的損害，只能自求多福。不過科學家倒是可以根據太陽閃焰，來預防未來十幾小時到一週之內的磁暴與磁層副暴所造成的損害。不過，因為很難預測鞘區與磁雲前方磁場的方向，所以很難成功預報磁暴與磁層副暴的強度。這因為被壓縮的北向行星際磁場，對地球的影響，遠小於被壓縮的南向行星際磁場。所以如何成功預測鞘區與磁雲前方磁場的方向，是目前科學家努力研究的課題之一。

此外日珥或暗紋的噴發也不是唯一可以造成地球磁層副暴與磁暴的原因。圖七為 Ulysses 太空船所觀測到的太陽風分布情形。觀測結果顯示，來自極區日冕洞所



圖七、Ulysses 太空船所觀測到的太陽風的分布情形。觀測結果顯示，來自極區日冕洞所吹出來的太陽風風速要比來自低緯日冕區所吹出來的太陽風風速快很多。

吹出來的太陽風風速要比來自低緯日冕區所吹出來的太陽風風速快很多。在太陽活動的極小期到極大期與極大期到極小期之間的黑子數目上升期（raising phase）與下降期（declining phase），日冕洞會由極區，向中低緯延伸，出現類似象鼻子（elephant trunk）般的分布，如圖八所示。因此日冕洞所吹出來的高速太陽風，可追撞前方由同一緯度不同經度之日冕區所吹出來的慢速太陽風，如圖九所示，並在行星際空間中，造成大震幅的激震波與持續的低



圖八、Skylab 太空船利用短波 X 光 (hard X-ray) 所觀測到太陽表面類似象鼻子 (elephant trunk) 般分布的日冕洞結構。日冕區，被磁場束縛的電子密度高、溫度也高，可達到百萬度，電子繞磁場運動會放出X光，但因為強度不夠強，會被地球電離層吸收，因此要靠衛星或太空船，飛到電離層上方來觀測。日冕洞區，因為電子可沿著開放的磁場線，散逸到廣大的太空中，因此電子密度低，所以放出的X光強度弱，因此X光影像中，日冕洞區光度暗、呈現黑色。在太陽活動的極小期到極大期與極大期到極小期之間的黑子數目上升期 (raising phase) 與下降期 (declining phase)，日冕洞會由極區，向中低緯延伸，出現類似象鼻子 (elephant trunk) 般的分布。



圖九、高速太陽風追撞低速太陽風之示意圖。

頻電磁波擾動。科學家稱這種激震波為 co-rotating shock (與太陽自轉相關的激震波)，稱其後方高速太陽風中的低頻電磁波擾動為 co-rotating interaction region (簡稱 CIR)。這些擾動傳到地球附近，也可造成地球的磁暴與磁副暴。其後續對地球的影響，與太陽閃焰與日冕物質拋射所產生的激震波類似。其中高速的太陽風所伴隨的 CIR，也可透過磁層頂將能量傳給地球，儲存在磁尾，再伺機釋放能量，造成中等強度的磁副暴與磁暴。由於這些 CIR 出現週期與太陽自轉週期相近，因此是最容易預測的一種週期性太空天氣變化。相當適合根據它的出現週期來預先安排出國觀賞極光之旅。

太陽活動對氣候的影響

太陽表面的活動，除了會影響我們現代人的高科技生活，也會間接影響地球上的氣候。我們都知道，

黑子的觀測記錄中有一段時期，太陽黑子數非常少，史上稱之為「芒得極小期」(Maunder minimum)。這段時期，全球天氣非常冷，也稱作「小冰河時期」。為了說明兩者之間可能的關係，我們先來看看太陽活動與「地表宇宙射線」之間的關係。

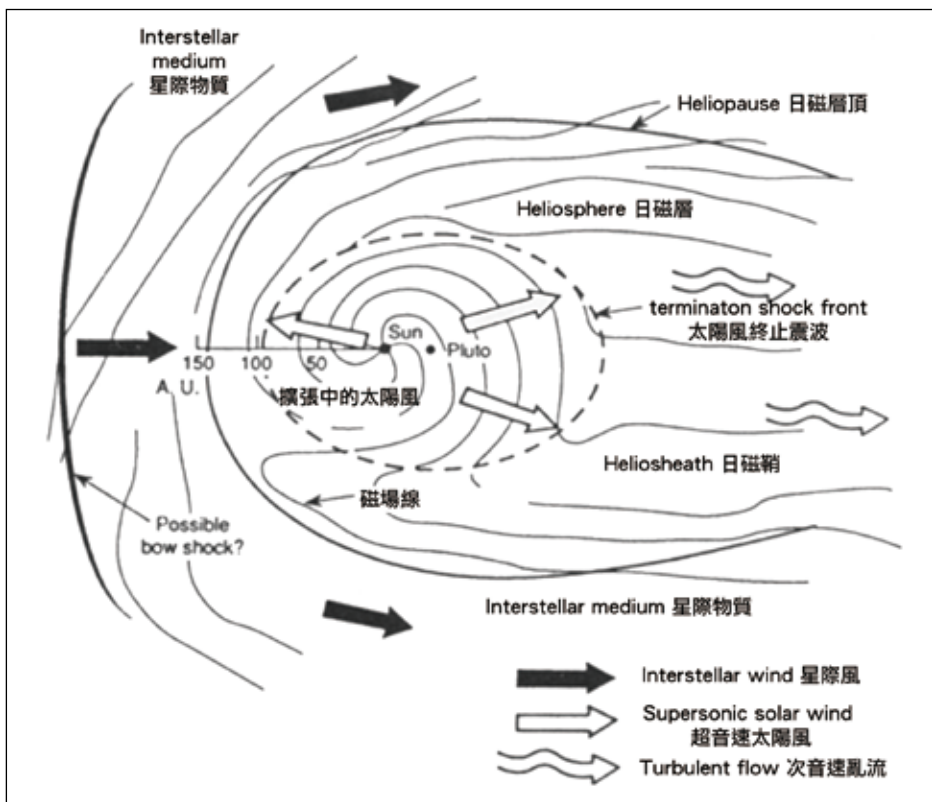
宇宙射線 (cosmic ray) 是一種高能的正離子。太陽閃焰與超新星爆炸，都會產生高能的正離子與電子。可是電子的「靜止質量」很小，所以在遠距離傳播時，很容易受到途中電場與磁場的影響而減速或偏轉。因此當我們考慮來自外太空的高能粒子時，通常強調的是高能的正離子，並把它們稱作「宇宙射線」。由於太陽閃焰所產生的高能宇宙射線，能量遠不如超新星爆炸所產生的宇宙射線能量高。因此太陽閃焰所產生的高能宇宙射線，大多數被束縛在外范艾倫輻射帶區域。只有很強烈的太陽閃焰，才能造成內范艾倫輻射帶中，高能粒子的數量增加。超新星爆炸所產生的宇宙射線能量很高，因此它們或被束縛在內范艾倫輻射帶，或進入中性大氣。所以地面上所觀測到的宇宙射線，大多源自於超新星爆炸所產生的宇宙射線，而非太陽閃焰所產生的高能粒子。

太陽黑子數是太陽表面磁場擾動的一個指標。太陽黑子數越多，太陽的輻射量與太陽閃焰也越多，所以來自太陽的宇宙射線也越多。

太陽黑子數越少、來自太陽閃焰的高能宇宙射線量也越少，但是來自太陽的宇宙射線能量不夠高，所以不易進入地球表面，因此地表所測得的宇宙射線量，除了在南北極的高緯地區外，都應該與太陽的活動無關。然而觀測顯示，地表測得的高能宇宙射線量，隨著太陽黑子數的減少而增加。為什麼會如此呢？原來，來自外太空的宇宙射線，其前進路線會受到「太陽風終止震波」(solar wind termination shock) 附近磁雲(magnetic cloud)數量的多寡影響。太陽風終止震波位在約一百個地日距離處，為太陽風受到星際物質減速成為亂流的區域，如圖十所示。當太陽黑子數多時，太陽表面磁場擾動活躍，會造成較多日珥或暗紋的噴發，噴放出較多的磁雲。這些磁雲累積在日磁層頂與太陽風終止震波附近，造成大振幅的磁場擾動，可改變宇宙射線的前進路線阻擋外太空超新星爆炸所產生的超高能宇宙射線，進入太陽內磁層。當太陽黑子長期不出現時，終止震波附近的磁雲漸漸消失減少，因此來自外太空的超高能宇宙射線，就可以長驅直入，來到地球附近，進入地球大氣，製造大量的凝結核，改變成雲降雨的分布。雲和雪會增加地球表面的全反射率(Albedo)，反射陽光，減少地表所能吸收到的熱量。因此造成地球氣候的改變，引發小冰河時期！

總結

本文中我們介紹了日珥或暗紋的噴發對地球太空天氣與太空氣候之短期與長期的影響，以及日冕洞在太陽表面的分布情形對地球太空天氣的影響。其中日珥或暗紋的噴發所造成的太陽閃焰，會發出短波輻射與高能粒子，以光速向外傳遞，造成太空人與太空儀器的傷害。而日珥或暗紋的噴發所產生的日冕物質拋射，或由日冕洞所吹出的高速太陽風追撞前方來自日冕區之低速太陽風，都可造成行星際激震波。行星際激震波撞擊地球磁層，視其磁場的南北分量，有一半的機會，可以造成強烈的磁暴與磁副暴。磁暴與磁副暴期間所增強與改變的電離層電流與磁層電流，會在地面與空中造成不同程度的惡劣太空天氣，造成中高緯地區的大停電、衛星通訊與GPS收訊不良，導致飛安問題，以及其他民生財產的損失。台灣目前處於低磁緯地區，因此受到的影響不大。但是隨著地球磁極朝著東半球晃動過來，約三百年後，台灣地區也可能有機會看到極光，同樣的，也可能開始會受到惡劣太空天氣的影響。



圖十、太陽風終止震波與日磁層頂分布示意圖。

補充說明

註一、太陽與電漿 (plasma)：太陽是一個大火球。根據古典物理的分類 (不考慮低溫的量子簡併態)，物質可分為四種物理狀態。由低溫到高溫依次為固態 (solid state)、液態 (liquid state)、氣態 (gas state)、與電漿態 (plasma state)。火就是一種電漿態。太陽除了表面色球層 (chromosphere) 中的少數區域，存在一些中性的氣態物質外，其他區域，包括色球層下方的光球層 (photosphere)、色球層上方的日冕 (corona)、以及太陽內部，都是完全游離的電漿態。順便一提，對岸的大陸學者將 plasma 翻譯成一個冗長的名詞「等離子體」。將「太空物理」翻譯成「空間物理」。在醫學界，plasma 就是無色的血漿。本文中，我們統一採用國內太空物理界的翻譯，稱 plasma state 為電漿態。

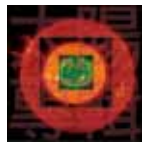
註二、太陽內部結構：科學家利用日震學 (solar seismology or helioseismology)，也就是一種與探測地球內部結構相似的震波傳播理論，來探測太陽內部。因為聲波傳播速率的平方值會正比於「氣體溫度與平均質量的比值」，如果越靠近太陽中心「氣體溫度與平均質量的比值」越高，則太陽表面所產生的震波，向太陽內部傳播時，會因為下層波速比上層波速快，而向上折射。這樣一來就可藉由分析太陽表面不同點的震動相位相關性，反推波的行進路線，再反推太陽內部溫度、密度、甚至氣體流速大小與方向的空間分布。我們的太陽內部剛好滿足「氣體溫度與平均質量的比值」，由內而外遞減的特性，因此科學家可用日震學來探究太陽的內部結構。根據「日震學」的觀測結果，太陽內部約四分之一個太陽半徑內的電漿，溫度與密度都高到足以進行核融合反應。這個區域被稱為太陽的核心 (core)。太陽的核心外圍是一層緻密的輻射層 (radiative zone)，範圍大約位在 0.25 個太陽半徑到 0.7 個太陽半徑之間。太陽輻射層之外，是太陽的對流層 (convective zone)，也是太陽磁場產生區，範圍大約位在 0.7 個太陽半徑到 1 個太陽半徑之間。由星球的演化看來，太陽內部這三層的分布，應該不是永遠不變，因此這只能說是現階段太陽內部結構的描述。

註三、電離層中電子濃度如何影響電磁波的傳播？我們都知道，把一個鑲了正電荷的絕緣體靠近一個導體球，該導體球表面的電子就會朝向該正電荷靠近，造成該導體球表面出現正負電荷的分布，以抵消絕緣體上正電荷所產生的電場，使得導體球

內部維持等電位、零電場的狀態。也就是說良導體中的自由電子可將外加電場屏蔽於外。同理，電離層中的電漿，不論是低空之部份游離電漿或高空之完全游離電漿，也是相當好的導體，尤其是其中的電子，因為質量輕，所以可以快速移位，以抵消外加電場。可是如果外來的電場是一個會隨時間一直改變方向的電磁波電場，這時就要靠電子們一直來回奔波震盪，才能完全將電磁波中的電場屏蔽於外。這就好像打籃球時，進攻那一方 (類比於電磁波)，如果能快速左右傳球，就可以成功切入對方籃下。反之，防守那方 (類比於電漿)，如果有些隊員已經五犯離場，則在人手不足的情況下，通常很難守住對方切入籃下。反之，如果比賽規則允許防守那方，增加人手，則只要防守那方人手夠多，則就算對方左右傳球頻率再快，還是可成功阻斷對方攻勢。同樣的，當電磁波打入電離層中，如果電磁波頻率不夠高 (低於當地電漿的震盪頻率)，就會被高密度的電漿所反射 (電漿震盪頻率隨著電漿密度增加而增高)。如果電磁波的頻率高於當地電漿頻率但遠低於紫外光頻率，則此電磁波應可順利通過此電漿，只是行進方向恐怕會發生一些偏折 (折射)。當電磁波頻率高於紫外光頻率，這時籃球就變成了包子，會被吃掉。因為中性大氣會吸收波長短於紫外光的短波輻射，發生游離。

註四、衛星失聯：衛星失聯的原因很多，可能是單純的接收機故障，也可能是衛星姿態不對。這就好像用遙控器打開電視，可是電視機被轉了一個方向，於是遙控器所發出去的開機訊息，電視機就收不到了，我們也就無法開機了。造成衛星姿態偏轉的原因很多。例如低軌道衛星往往因為大氣摩擦力大而造成衛星姿態偏轉。如果地面控制台發現得太晚，就會來不及把衛星姿態轉回來，而導致衛星永遠失聯。但有時候雖然及早發現了，可是衛星上已無備用能源，所以也無力再把衛星姿態轉回來。中華衛星一號 (福爾摩沙衛星一號) 就是因為大氣摩擦導致姿態偏轉而與地面失聯。同樣的，由於在磁副暴期間，夜側同步軌道 (6.6個地球半徑) 附近的地球磁場，受磁層電流重新分布的影響，常發生接近 70-80 度的偏轉，因此如果地面控制中心還任憑夜側同步軌道通訊衛星在磁副暴期間依照當地磁場自行調整姿態，就可能導致通訊衛星的訊號接收器不面對地面，這樣我們就很難再由地面繼續控制這顆衛星，而造成這顆衛星永遠失聯了。

呂凌霄：國立中央大學太空科學研究所副教授



從日心到地心 與微中子有關的科與幻

文/黃明輝

本系列的專文以四篇文章在2011年8月起分四期刊出，各期主題分別如下，一.介紹自然輻射的主要來源：宇宙線，及有關的地磁場其相關的謠言。二.介紹與天文相關的謠言：馬雅曆、銀心連線、光子帶、X行星等。三.介紹與太陽微中子相關的謠言：微中子、太陽的核融合反應、太陽壽命、微中子加熱地球、冰立方等。四.介紹與太空天氣相關的謠言：太陽表面活動(黑子、閃焰、太陽風)、太陽週期、太空天氣(太陽風暴、地磁風暴)、太陽風暴的地面效應。

1.微中子：充滿謎題的粒子

微中子是最難以捉摸的基本粒子，甚至有人戲稱為鬼魅粒子(ghost particle)。從1930年代的發現開始直到現在2010年代，充滿許多謎題。科學家逐步探索，追查微中子的特性與來源。許多科幻片及末日謠言中也對此粒子有著特別的著迷，運用在許多特殊的災難中。部分有科學根據，但誇大其效果；部分則是移花接木，或者純屬虛構。本文從科學內容開始，先介紹微中子的幾個重要謎題，然後說明科幻片及末日謠言的內容，讀者可以立刻知道哪些是事實，與哪些是虛構。

2.微中子的發現與性質

2.1第一個謎「 β 連續能譜」

近代物理起始於1900年左右，科學家們發現在原子的世界中，能量的吸收和發射是不連續的。由原子光譜的不連續性，產生電子能階；最終演化出光譜學，讓天文學家可以知道遙遠星球上的物質種類與距離我們多遠。原子核的放射線中，阿爾法(α)射線和伽瑪(γ)射線也是不連續的。同樣的類比，原子核也有不同能階。但是在貝他(β)衰變過程中釋放出的電子(也就是 β 射線)的能譜卻是連續的，而且衰變前後有一部分能量失蹤了。這失蹤的能量就是微中子的第一個謎。

1930年，奧地利物理學家包立(Pauli)提出了一個假說，認為在 β 衰變過程中，除了電子之外，同時還有一種質量為零、電中性、與光子有所不同的新粒子放射出去，帶走了另一部分能量，如此能量守恆依然成立。這種粒子與物質的相互作用極微弱，以致儀器很難探測得到。當時包立將這種粒子命名為「中子neutron」，當時他以為這種粒子存在於原子核中；1931年，他修正為原子核中並無此粒子，而是衰變產生的。1932年查兌克發現原子核裡中性的粒子，其質量與質子接近，

稱為「中子neutron」，但這不是包立說的粒子。費米將包立的粒子改名為neutrino，意思是微小的中子，因此中文譯名為「微中子」[大陸的譯名是中微子，取其義為中性的微小粒子]。1933年，費米提出了 β 衰變的定量理論，指出自然界中除了已知的引力和電磁力以外，還有第三種相互作用—弱作用。 β 衰變就是核內一個中子由弱交互作用衰變成一個電子、一個質子和一個微中子($n \rightarrow p^+ + e^- + \nu_e$)。但是微中子極難與物質作用，直到1956年Frederick Reines 與 Clyde L. Cowan 才以逆 β 衰變($\bar{\nu}_e + p^+ \rightarrow n + e^+$)正式偵測到第一種微中子。微中子的第一個謎，終於完全解開了。

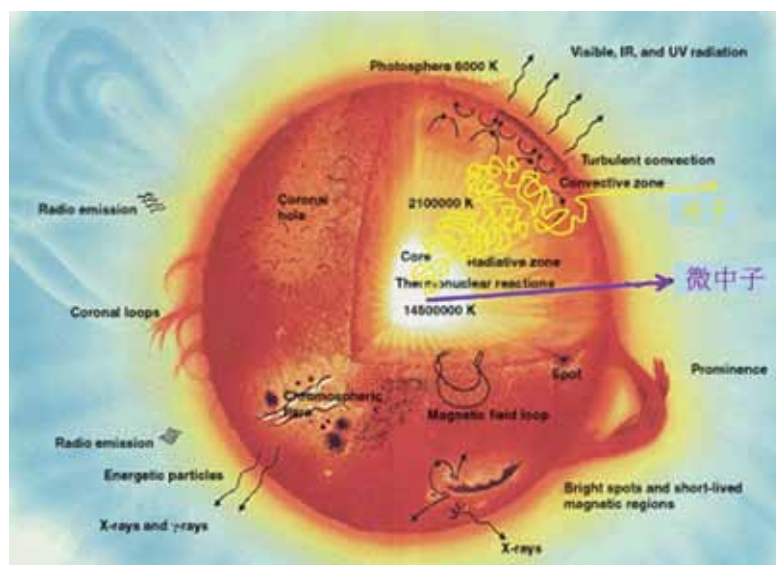


圖1：光子與微中子離開太陽核心的示意圖。(底圖來源：NASA [3])

2.2 第二種與第三種微中子

1936年安德生(Carl D. Anderson)與耐德麥爾(Seth Neddermeyer)從宇宙線中發現另一種粒子與電子性質類似，但重了約207倍；隔年在雲霧室中被證實。這就是渺子(muon, μ)，與電子同屬於輕子(lepton)家族。渺子會衰變成為電子，並會產生兩個性質不同的微中子。因此發現微中子不只一種。 β 衰變牽涉到的是電子微中子(ν_e)，渺子衰變牽涉到的反電子微中子($\bar{\nu}_e$)與渺子微中子(ν_μ)。1962年Leon Lederman, Melvin Schwartz 與 Jack Steinberger 三人共同發現渺子微中子(ν_μ)，並在1988年獲得諾貝爾獎。

1974~1977年伯爾(Martin L. Perl)發現濤子(tau, τ ，源自希臘語的「第三」triton)，這是第三種輕子，其質量約為電子的3477倍。濤子衰變牽涉到的反電子微中子($\bar{\nu}_e$)或反渺子微中子($\bar{\nu}_\mu$)與濤子微中子(ν_τ)。至此輕子的三個家族都已到齊。1995年諾貝爾獎頒發給發現電子微中子的F. Reines (Cowan已經於1974去世了)，與發現濤子的Perl。但是濤子微中子遲至2000年才由DONUT團隊觀測到。

3. 微中子來源

3.1 太陽核心與太陽微中子

太陽的能源來自氫的融合反應，這反應需

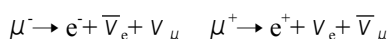
要有一億度的高溫環境。因此只有在太陽核心才符合這條條件。融合反應有數個不同通道，最通常的是質子與質子(p-p)反應鏈，其淨反應是 $4p \rightarrow {}^4\text{He} + 2e^+ + 2\nu_e + 2\gamma + 24.68 \text{ MeV}$ ，其中 e^+ 是正子(與電子對應的反物質)迅速湮滅成兩個 γ 光子。太陽的微中子(ν_e)的通量極為龐大，地球上每秒每平方公分就大約有650億(6.5×10^{10})個微中子[1]。

這些高能量的 γ 光子與釋放的熱量，從核心往外傳遞。高能的光子與物質不斷地作用，其能量會減少，製造出更多低能量的光子。雖然光子是以光速前進，但是過程中不斷地與緻密的物質作用，光子會被吸收與再釋放。因此從核心傳往表面的過程，反而以近似擴散的方式，約需要10萬年[2]，如圖1所示。等到離開太陽表面後，就可以用光速在8分20秒到達地球。

太陽微中子卻與光子完全不同，它是弱作用粒子。1956年Cowan及Reines的實驗量到的作用截面積只有 $6 \times 10^{-44} \text{ cm}^2$ 。相對於一般的光子與質子反應截面積的最小值約 10^{-28} cm^2 ，微中子小了約一千兆(10^{15})倍！！因此，微中子與物質反應的機率極低。雖然從太陽核心到表面要穿越大量物質，但絕大部分微中子仍可以輕易穿透整個太陽，以接近光速只花約2.3秒就飛到太陽表面。

3.2 大氣微中子

第二節中提到從宇宙線中發現渺子(μ)，這是宇宙線撞擊大氣後，產生許多次級粒子。其中大量出現 μ 或K介子(介子是由一個夸克與反夸克組成的粒子)，這兩種粒子都會很快的衰變成渺子，並放出一個渺子微中子(ν_μ)。然後部分渺子(μ)有機會衰變成電子，放出一個渺子微中子及一個電子微中子。這些反應生成的微中子稱為大氣微中子，其能量約為GeV附近或更高。



3.3 天體微中子

許多天體的激烈反應都可以產生微中子。超新星爆發時、90%以上的能量是由微中子帶出爆發地區。緻密星體、伽瑪射線爆、或活躍星系核的噴流中也有高能量宇宙線產生；這些高能粒子會與附近的物質作用，產生與大氣微中子類似的天體微中子。極高能宇宙線在星系際空間傳播時，也會與微波背景作用，產生極高能微中子[4,5]。

4. 微中子謎題

按照太陽所發射的照度與質量，太陽物理學家可以完整地描述太陽從核心到表面的反應。但是從1970年代開始數個實驗發現到，實驗測量的太陽微中子通量低於預期值約只有標準太陽模型預測值的一半；這就是太陽微中子謎題。是標準太陽模型不正確嗎？那就代表有不一樣的新物理！甚至有人懷疑太陽核心的核反應是否已經減慢，所以太陽微中子(ν_e)只有一半；但是光子傳遞到表面需時約10萬年，所以我們還沒看到表面日照度的變化？若是如此，則天文學家對恆星演化的許多理論就要重新修正！1980s微中子研究又出現第二個謎題，科學家發現大氣裡的渺子微中子(ν_μ)也莫名其妙地失去一半的蹤影！這就

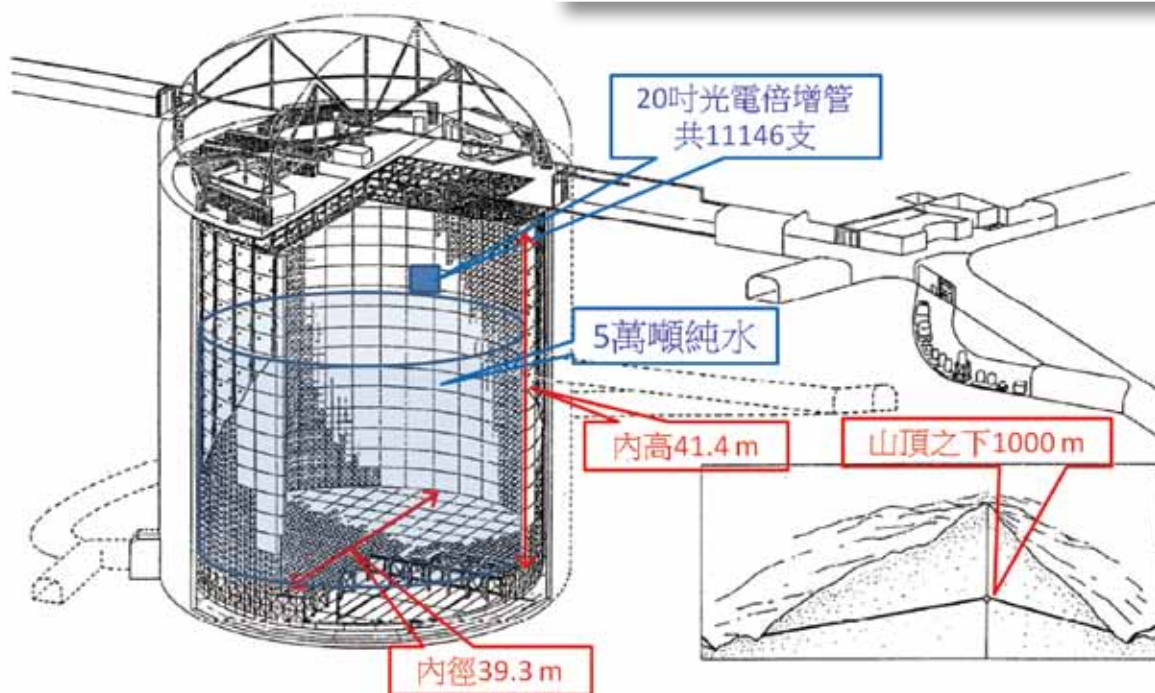
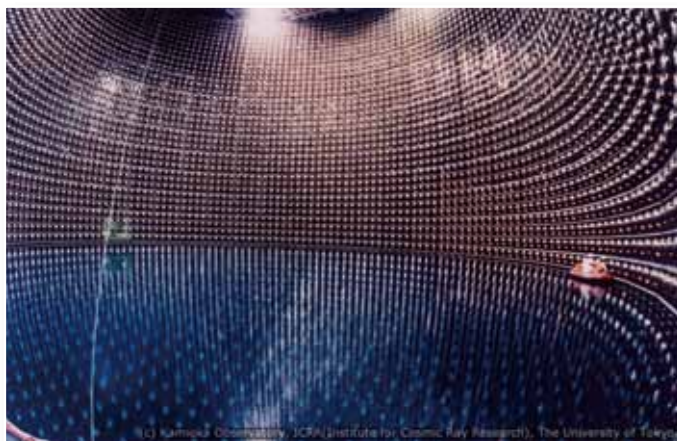


圖2：日本超級神岡(Super Kamiokande)偵測器由5萬噸純水與11146支直徑20吋(~51公分)的光電倍增管組成內圈的反應器。右圖為填充純水過程中，工作人員乘坐橡皮艇檢視光電倍增管的照片。[圖的來源6]

是大氣微中子謎題。這兩個微中子謎題，引起許多人揣測與不安。微中子研究就成為眾所矚目的尖端科學。

無獨有偶地，類似粒子消失的現象也出現在另一個粒子： K^0 介子與其反粒子 \bar{K}^0 。這兩粒子產生時是一種粒子，但是真正測量到的卻是另外一種粒子；但是可分成短半衰期的 K_S^0 與長半衰期的 K_L^0 。這種兩粒子互相轉換身分的現象，可看成是 K^0 與 \bar{K}^0 振盪的結果。類似理論推廣到微中子，就形成微中子振盪的理論。最近20幾年，物理學家才從實驗中證實了微中子並未消失，只是變換另一種身分，使原本要測量的那個模式測不到而已[8]。位於加拿大Sudbury金礦的SNO實驗，使用三種微中子都能反應的彈性碰撞，證實太陽微中子的總數量是正確的。配合超級神岡的實驗，微中子振盪的理論得到證實，標準太陽模型是正確的！人們不需要擔心太陽是不是休息了！

2002年諾貝爾獎頒發給三位偵測微中子的先驅：美國Homestake實驗的Clyde Cowan and Frederick Reines與日本神岡(Kamiokande)實驗的小柴昌俊共同獲得。

5. 科幻與流言中的微中子

5.1 微中子與地殼變動

末日謠言中提到微中子的典型情節是：太陽表面爆發強烈風暴，炙熱陽光與太陽風襲擊地球，地面微中子偵測器發出藍光，裡面的水在沸騰。太陽微中子繼續穿透到地心，加熱了岩漿；四處竄升的熔岩抬升了地殼，引起全球性的地殼變動、火山爆發、與強烈地震，最後毀滅地球文明。

這些情節在電影裡可能只有幾分鐘而已，但強烈的畫面讓人驚心動魄，果真如此嗎？讓我們一一檢驗。

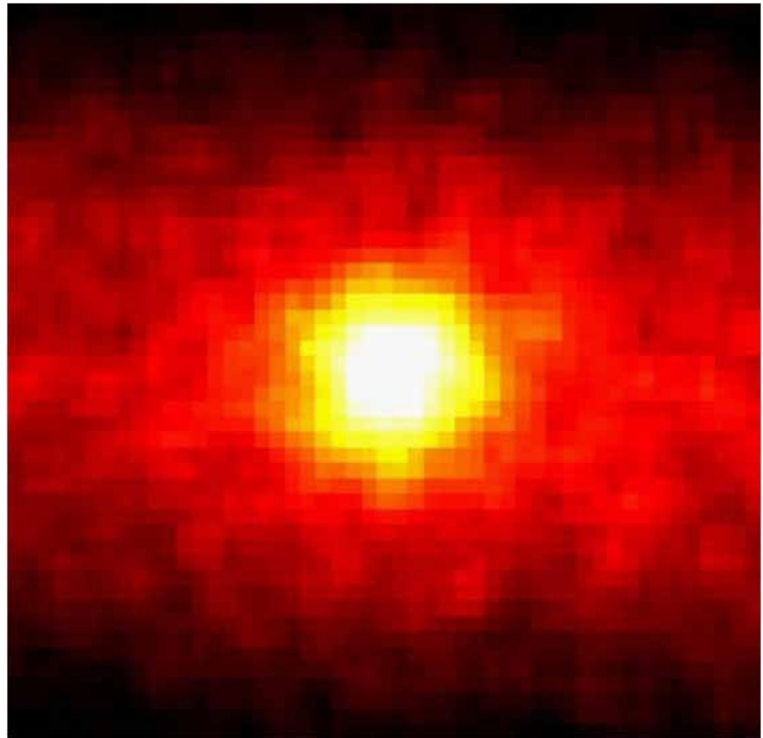


圖3: 使用超級神岡500天所觀測到的微中子所重組的太陽影像！水平與垂直軸分別涵蓋赤經與赤緯各90° [7]。

(一) 太陽風暴及太陽微中子：前段中提到太陽微中子來自太陽內部深處，太陽核心的反應很穩定，因此太陽微中子通量變化很小。太陽風暴是太陽表面的現象，隨著太陽週期有很大變動！科學家從未觀察到兩者有同步的變動，原因就在圖1之中。若是太陽核反應大量增加，微中子可以迅速逃離太陽，但是其他光子約在10萬年後才傳到表面。所以兩者應該有約10萬年的時間差才對！不可能同時出現！

(二) 電影中有另外一個錯誤，影片中衛星先被太陽風打壞，然後地面偵測器看到大量微中子。其實微中子質量非常小，幾乎都是以光速前進。太陽風是電子質子等粒子組成，其速度僅約每秒數百公里至約一千公里，從太陽到地球的途徑是個漩渦形，因此可能要花上數十小時才能到達地球。即使微中子與太陽風同時離開太陽表面，太陽風會比可見光或微中子還落後一段時間。

(三) 微中子偵測器的水池發出藍光：微中子與物質作用後，可能會產生高能量的電子，這些電子運動的速度可以接近光速($c=3 \times 10^8$ m/s)，超過光在水

中的速度($\sim 3/4 c$)。就像飛機在超音速飛行會產生音爆一樣，這些高能量粒子會產生強烈的電磁波，以一個特定角度發射出去，稱為『契倫可夫輻射』。此輻射主要出現在紫外光與藍光附近，因此這個藍光的情節是有科學根據的。但是影片中微中子偵測器的體積太小了，不可能有這麼多藍光出現。相對於圖1所提超級神岡的5萬噸純水偵測器，一天也才偵測到約十幾個事例，每個事例又只有歷時不到一微秒。要讓這種藍光多到肉眼可見，得放大微中子的通量上兆倍！果真如此，太陽已經爆炸了，地球都可能被吞沒了，哪還有時間逃亡！

(四) 微中子偵測器的水池在沸騰：太陽微中子的能量約在百萬電子伏特(MeV)附近，當它反應後，可以將此能量轉移到偵測器的物質中。以超級神岡為例，一天約有數十MeV。此數目看似很大，其實換成日常所用的單位只有約一兆分之一(10^{-12})卡的能量！即使微中子通量增加一兆倍，也只有約一卡的熱量，對於5萬噸的水幾乎毫無作用！這情節可能是模仿自核電廠的爐心水池，核反應釋放的各種輻射線使水池產生藍光與加熱水池。不同的是核反應的輻射線可以立即與水反應產生能量轉移，但微中子的反應機率非常非常微小！

(五) 微中子加熱地心岩漿：微中子是弱作用粒子，太陽微中子確實可以穿透整個地球。因此穿透到地心這部分確實是可能的。微中子的加熱效果已經在上一段提到，即使地球核心有很多物質，但依比例而言，微中子能貢獻的能量極其微小。依目前地球物理理論，地球核心熔岩的能量主要來自兩種：原始星際物質凝結成地球時所損失的重力位能(這是早期地球處於熔岩狀態的主因)，與地殼中鈾鈷等放射性元素衰變所釋放的能量。微中子雖是唯一從外界傳送能量到地心的機制，但是貢獻太少。所以『引起全球性的地殼變動』等等的恐怖後果，便都是不可能出現的。

5.2 拯救與重新啟動太陽

在某科幻電影裡，太陽的核融合反應突然停止了！人類為了避免滅亡，派遣太空船攜帶氫彈投入太陽，試圖重新點燃太陽的核融合反應。這裡面有許多混雜科學與虛幻的內容。

(一) 太陽核心的反應：我們看到的太陽只是表面的光球層而已！如何知道太陽核心的核融合反應有沒有在進行？怎麼知道太陽熄火了？這問題正好回答了許多人的疑問：『微中子有甚麼用？研究微中子對人類有何益處？』

圖1中顯示微中子可以迅速穿越太陽到達地球，所以微中子是即時監測太陽核心活動的唯一工具。假如太陽熄火了，地球生命當然也就消失了。第4節中提到太陽微中子謎題，部分科學家曾懷疑太陽核心的活動是否減慢了。這種另類理論當然引起一些熱情的科幻迷的注意，因此出現上述太陽熄火危機的影片。

(二) 太陽會死亡嗎？何時死亡？

恆星的能量來自氫融合成氦的反應，當氫氣用完後會轉換成氦氣的融合，持續進行融合。因此恆星當然有壽命的期限。1kg的氫反應成0.993kg的氦，產生 6.3×10^{14} 焦耳或相當於1.75億度的電能。約可提供全台灣約8小時20分的電力。依照太陽質量，估計太陽壽命約 10^{10} 年。太陽系的年齡約45億年，故太陽仍可繼續照耀約55億年，直到太陽爆炸成為紅巨星。

太陽既然會死亡，一些末日信仰者看中這種可能性，發展出另一套末日之說，催生為末日做準備。其實太陽越老，表面輻射光強度越強。在100億歲臨終前，強度可能比現在增加了40%，地球溫度上升超過 100°C ！高等生物可能早在太陽70億歲時就已經太熱而滅亡了！這種火海地獄的末日距離現在還有25億年！人類文明能否撐過未來的250年都已經是很大的挑戰，25億年後的事就不必多費心思了！

(三) 重新啟動太陽：電影情節中，人類嘗試以氫彈投入太陽，重新點燃熄火的太陽。不過照現在太陽的總功率 3.83×10^{26} 瓦特，或是每秒有6億噸的氫在進行融合反應。就算把地球上所有氫彈、核彈通通加起來也不夠用。所以這情節，純粹是虛幻的情節。

6. 微中子研究最新發展

6.1 台灣的核電廠微中子研究

台灣有關微中子的研究，除了理論物理的研究

外，也有三個實驗。TEXONO是台灣微中子實驗(Taiwan EXperiment On Neutrino)的縮寫，在金山國聖核電廠旁，以反應爐產生的反電子微中子($\bar{\nu}_e$)研究微中子的基本性質[9]。另一個是大亞灣(Daya Bay)微中子振盪實驗，這是測量第三個振盪角的實驗，以廣東大亞灣的六座核電廠，將四組偵測器佈置在遠與近的兩個位置上，觀察微中子在這兩位置上的變化[10]。

6.2 天體微中子研究

由於微中子與物質極難反應，雖然科學家建造好幾個偵測器，但只看到一種天體微中子：太陽微中子！其他的天體微中子仍舊沒有蹤跡！要偵測到天體微中子，就需要更大的偵測器。第一個困難就是『反應物質』，物質越多、微中子反應的訊號就越多，可是成本也越貴。科學家找到最便宜的物質就是海水與冰層。第二個困難是訊號的傳遞與偵測。傳統的偵測器使用光電倍增管偵測微中子反應後產生的契倫可夫輻射，這些光線在海水與冰層中都容易被吸收，衰減長度(Attenuation length, 光的強度降低至 $e^{-1}=36.8\%$ 的距離)約只數百公尺而已。偵測器必須有多組偵測器同時收到信號，才能做立體觀測，定出反應位置與方向。因此偵測器的間隔距離必須比衰減長度短。第三個困難就是『背景雜訊』，深海底雖然已擋住陽光，但仍有許多生物螢光。而且大量的大氣微中子也會遮蔽可能的少數天體微中子。第四個困難就是『錢』！大量的偵測器與複雜的安裝都是耗資龐大的支出！

為了研究天體微中子，來自11國39單位約250位科學家，集合在一個迄今最大的計畫IceCube(冰立方) [11]，在南極建造一個一立方公里的冰下偵測器陣列，如圖4所示。共計有86串偵測器，埋在冰下2000~2400公尺深；每串60個數位偵測器模組，總數約5160個。從1999年開始測試概念原型，直到2010年才完成，耗資約美金2億7100萬！

另一個類似規模的計畫是立方公里陣列(Km³ Net)，是地中海周邊數國合作，要在地中海底建造一個同樣是一立方公里的水下偵測器陣列 [12]。希臘、義大利與法國各自展開原型的開發、測試與場地勘查，數年來的『兄弟爬山，各自努

力』，使整體進度落後冰立方多年。現在Km³ Net雖已列入歐盟重點開發項目，但三主要團隊的競合關係與磨合期都是待解決的問題，前景仍不明確。

6.3 台灣的天體微中子研究

台灣並未參與IceCube實驗，台灣大學的LeCosPA中心在陳丕燊主任領導下，參與另一種偵測技術：以無線電天線偵測微中子反應後產生的無線電訊號。首先是ANITA計畫，以高空氣球攜帶無線電天線陣列觀察穿透冰層而出的訊號。ANITA在2006-2007及2008-2009年做了兩次高空氣球環繞南極飛行。雖然沒看到微中子訊號，台灣團隊卻意外地發現七個極高能宇宙線的事例 [13]。

由於氣球飛行的時間有限，飛行路徑也無法控制，不利長期觀測。下一階段的天壇陣列(ARA (Askaryan Radio Array) Observatory)是要將無線電天線陣列設在冰層以下如此即可連續操作。ARA使用無線電波的好處是無線電波在冰層的衰減長度約



圖4：IceCube實驗[11]由86串偵測器，埋在冰下2000~2400公尺深。左下方為330公尺高的艾菲爾鐵塔，以相同比例放在IceCube旁邊做對比。渺子微中子與冰反應產生渺子，從圖左方進入IceCube。圖中藍色錐體為渺子產生的契倫可夫光，左方幾串偵測器的圓點大小代表接收到信號的強度，顏色(由紅橙黃綠…)代表收到信號的時間。由這些訊息可以推算出渺子的能量與方向。

1.5 ~ 2公里，使得無線電天線的間距比IceCube的間距大約10倍。計畫中將安裝37站，占地面積約83平方公里。有效體積大於200立方公里！與IceCube相比，ARA的有效體積大了200倍以上；但是偵測器的串數少了一半。圖5顯示ARA陣列的配置，底圖是台北市空照圖，由此對比，可清楚了解天壇陣列的規模約與中心的六個區的面積相當，可知ARA的大小與困難度。

ARA設在南極有四個因素：(1) 南極提供約2~3公里厚冰層當作反應物質。(2) 無線電波在冰層的衰減長度比較長，減少偵測器數目。(3) 南極人為活動少，電磁干擾低，適合無線電波偵測。(4)由於(1)與(2)，使ARA可以大幅地降低成本。

6.4 與南極微中子研究有關的流言

這種大規模的實驗難免引人側目，有些八卦愛好者也喜歡討論這種『似懂非懂』的微中子偵測器。這些流言有：

(一)「科學家在南極設陷阱、捕抓微中子」：這種通俗的說法帶有主動去抓的意思，其實科學家只是被動地等著微中子產生反應，不如說「守株待兔」更貼切。

(二)「南極純淨的冰層具有吸引微中子的神奇能力，所以科學家跑到南極」：冰只是物質的一種，微中子是跟核子作用，只跟物質的密度有關，跟何種物質無關。類似ARA的實驗也曾想過在地下鹽礦中進行，但是鹽礦的鑽孔費用太貴，因而作罷。

(三)「南極的微中子特別多，所以科學家也聚集到南極」：微中子可能來自不同天體，來自四面八方都有可能。這些來源都離地球非常遠的，即使來自同一天體，微中子也是均勻分散在全球各地，並不會特別集中在某個地點。

6.5 微中子可以超越光速嗎？

20世紀近代物理有兩個最重要的基礎：相對論與量子力學。在狹義相對論中又以真空中的光速是個常數，而且是速度的極限。愛因斯坦推論出光速必須是極限，否則因果關係會被破壞。從這個關係，愛因斯坦開展出狹義相對論，及其運動坐標系中的時間延長與長度縮短的現象。這些特殊現象對低速的日常生活而言，或許有些奇怪；但是對高速飛行的基本粒子，例如大氣中的渺子，這些理論確實解釋了高速與低速渺子生命期不同的現象。基本粒子學家觀測了大氣中或者加速器內的各種粒子，都發現愛因斯坦的理論是正確的！



圖5：天壇(ARA)陣列預定有37站(白色菱形)，以四站排成三角形，搭配一組風力發電機(紫色圓圈)，組合成六邊形，總面積約83平方公里。右下角紅色長條為南極科學站的機場跑道，藍色六角形(IC)為IceCube在地面的投影。底圖為台北市區的空照圖(圖片來源Google Earth)。

美國的MINOS實驗在2007年發現微中子可能有超光速的現象，快了約十萬分之5.1，可是其顯著性只有1.8倍標準差，顯著性不足，難以證實超光速的事實[15]。2011年9月，另一個名為OPERA的實驗組，觀測到從瑞士的歐洲核子物理中心CERN送出的微中子束，到達730公里外在義大利的實驗室中，竟然比用光速行進的預期抵達時間提早了約60奈秒(nano-second, 10^{-9} s)，意味著微中子的速度超越光速約十萬分之2.48 ($(v-c)/c=2.48 \times 10^{-5}$) [16]！正式論文尚未送到期刊發表，但先以記者會發表。如此石破天驚的結果，當然立刻引來嚴重的質疑。光是兩地如何正確對時到奈秒以下的精度，就是個浩大的工程。況且此實驗使用的微中子脈波長約10.5毫秒(1.05×10^{-5} s)，是時間差60奈秒約300倍！實在不易令人信服。OPERA團隊再度進行實驗，請CERN將微中子脈波長截短到只有3奈秒。初步結果於11月底出爐，再度驗證原來的結果。

這種打破狹義相對論的基礎假設的可能性，立刻就引來大量論文討論可能的原因與後果。是否真的超越光速，可能需要第二個團隊來驗證。但是事實仍無法否認，1987年的超新星SN1987A爆炸時，地球上的數個微中子偵測器也記錄到微中子的數量上升，其時間比可見光提早約3小時[17]。微中子提早到數小時這部分是有理論依據，類似3-1節的太陽微中子與光子的時間差一樣的原理。但是SN1987A位於大麥哲倫星雲，離地球約17萬光年。若是OPERA的現象是微中子超越光速的現象，則SN1987A的微中子應該提早 $(1.7 \times 10^5) \times (2.48 \times 10^{-5}) = 4.2$ 年就到地球了，怎麼會幾乎同時到達？是否有別的解釋，可以符合眾多與狹義相對論一致的觀測結果，又能解釋OPERA的現象？現在物理學家還在絞盡腦汁，努力發掘可能是獲得諾貝爾獎的問題。

從古至今，許多「幻想家」就想出回到未來或預知未來的可能與後果。OPERA的新聞讓超越光速變成『可能的』科學事實。在科學家還沒確認這事實前，已經有許多科幻或八卦作家開始打主意了，下一波會有更多引用這些構想的謠言作品出現；這些八卦作家又要海撈一票了！我在此只能預先打預防針，告訴大眾：就像廣義相對論是修正牛頓力學在質量極重的情況，除非要求的精度非常高，否則一般情況下牛

頓力學仍然正確。現在絕大部分的事實支持光速是極限，即使OPERA的結果是正確的，可能是有另一種新物理，或者它只適用於特殊的粒子或反應之中。除非精度非常高，否則一樣無法分辨。

參考資料

1. John N. Bahcall, M. H. Pinsonneault, and Sarbani Basu, *Astrophysical Journal*, 555: 990, 2001
2. Mitalas, R. and Sills, K., *Astrophysical Journal*, 401:759-760, 1992
http://sunearthday.nasa.gov/2007/locations/ttt_sunlight.php
3. http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_12/sun_parts.html
4. 黃明輝，混沌未明的新疆界 極高能宇宙射線物理，*物理雙月刊*，24: 538-546，(2001/08)
5. 黃明輝，極高能宇宙線望遠鏡的發展與近況，*臺北星空(天文館期刊)*，45: 6-14，(2009/8)
6. 原始檔案來自超級神岡(Super Kamiokande) <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/gallery/index-e.html>
7. <http://apod.nasa.gov/apod980605.html>
8. 曾玠郡，(2004)，*物理雙月刊*，26, 689-293，(2004)
9. <http://hepmail.phys.sinica.edu.tw/~texono/>
10. <http://dayawane.ihep.ac.cn/twiki/bin/view/Public/WebHome>
11. <http://icecube.wisc.edu>
12. <http://www.km3net.org/home.php>
13. 陳丕燊，在南極搜獵極高能宇宙微中子，*物理雙月刊*，31: 238-242，(2009/6)
14. 陳丕燊，傾聽宇宙最深處的玄機，*科學人*，103: 40-43，(2010/9)
15. MINOS Collaboration: P. Adamson, et al, *Phys. Rev. D* 76:072005, 2007
16. OPERA Collaboration, T. Adam, et al., [arXiv:1109.4897v2](http://arxiv.org/abs/1109.4897v2)
17. <http://cosmos.colorado.edu/stem/courses/common/documents/chapter6/l6S6.htm>

黃明輝副教授：任教於國立聯合大學 能源工程學系及 共同教學中心物理組，國立台灣大學 梁次震宇宙學與粒子天文物理中心
E-mail: mahuang@nuu.edu.tw

天狗食日

漫畫 / 曾建華

我是天狗，我最喜歡吃太陽了！

別緊張，就由我地球戰士來帮大家解圍！

救命！

太陽要被天狗吃掉了？

日食形成原理

多謝！

不用客氣。

根本跟你沒關係！

怎會這樣？

太陽—月亮—地球幾乎在同一直線上，就會形成日食。

半影區中可見日偏食

日食依月球的位置和遠近不同而形成三種不同的日食現象：日全食、日環食和日偏食。

不同區域看到的日食也不同喔。

日全食

本影區中可見日全食

初虧 → 食既前 → 食甚 → 生光後 → 復圓

日食現象差異的重點在於月球位置的不同，所造成影子的樣子和範圍不同。

日全食的特有影像

倍里珠：在日全食「食既」或「生光」時，在黑色月球邊緣出現的一串光點。

全食時可見日珥

全食時可見日冕

日全食時「食既」或「生光」的那一瞬間可見鑽石環

攝影 / 吳昆臻、游大立、洪景川

三種日食的成因

本影區中可見日環食



半影區中可見日偏食

月球由西向東繞著地球公轉，所以日食都從西邊開始喔！

日環食

僅可見日偏食

日偏食

天狗食日畢竟是民間傳說啦！

這樣我不就失業了。

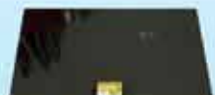
睽違半世紀的日環食，5月21日臺灣看得到喔！北部可見環食，其他地方可見日偏食，你準備好了嗎？

觀測的方法

目測



日食專用觀測眼鏡



已曝光並沖洗過的全黑X光片



3.5吋磁片



電焊用濾光片

投影



望遠鏡投影



針孔成像

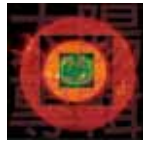
攝影



無論用任何減光設備都不要看超過10秒喔！

啊呀！眼睛好痛！普通的太陽眼鏡不能看啊。





2012年的日環食與金星凌日

文/張桂蘭

2012年的臺灣很「太陽」！不是因為2012年會因太陽活動極大期而瀕臨世界末日，而是因為在2012年的5月21日，將發生臺灣地區睽違了半世紀之久的日環食，緊接著在6月6日又將發生相當罕見的金星凌日。這兩個天象都發生在早上，但因此番不見，下次難得再遇，是臺北天文館觀星指數中難得一見的5星級天象，故一定要把握機會觀察。

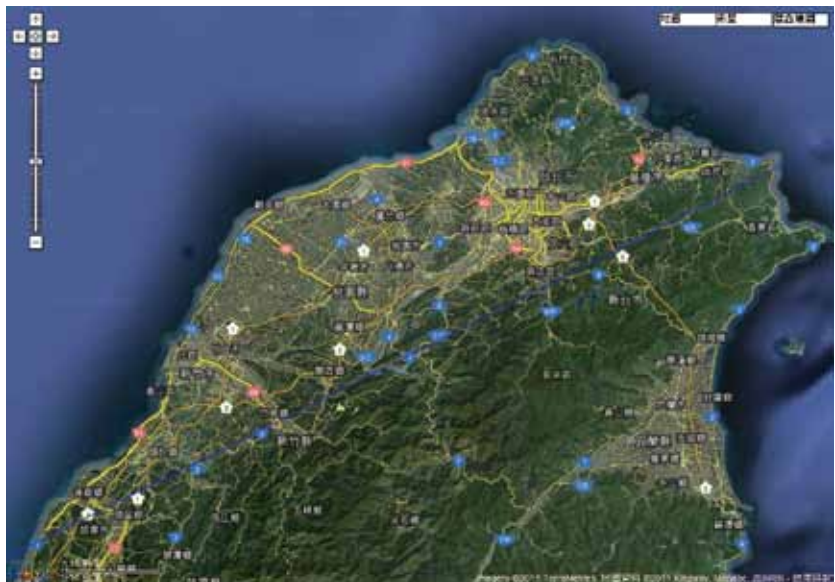
5/21日環食一天神的黃金戒指

日環食是月球行至太陽和地球間「朔」的位置且三者連成直線，再加上月球離地球較遠、使月球無法完全遮蔽太陽的結果。由於落在地球表面月球影子很小，每次日全食或日環食發生時，只有少部分地區有緣見到，而且環食景象像個黃金戒指一般，相當特別。

由於月球恰好在5/20凌晨0:14通過2012年最遠的遠地點（406448.19公里），之後在5/21上午7:47到達朔的位置，因此會發生日環食。此次環食發生時，月亮遮蔽太陽盤面的比例雖然高達87%以上，但殘餘陽光仍非常刺眼，所以日環食全程均需使用減光濾鏡或利用投影方式來觀察，以免造成眼睛損害。

5/21星期一清晨的日環食，最大食分0.9439，全球共歷時3小時32分54.6秒。環食帶從中國大陸東南沿海地區開始，通過臺灣北部、日本東南部、北太平洋至美國西部；最大掩食點在阿留申群島的Kiska與Muldir 南方（東經176.28度，北緯49.10度），此處最長掩食時間約達5分46.3秒。可見偏食地區包括中國大陸、日本北部、加拿大、美國中西部等地。

臺灣地區可見日出帶食，也就是日出時，日



食已經過了初虧，環食階段的仰角也只有12度左右，所以觀察日食的地點，需盡量挑選東方地平附近沒有障礙物遮蔽之處。

另外，因緯度關係，各地所見食的情形與發生時間不同。基隆市與新竹市全區，臺北市與桃園縣的大部分地區，新北市、新竹縣與苗栗縣的部分地區，以及外島的金門、馬祖等地可見環食（上圖藍線以北區域），其中以馬祖最靠近環食帶的中心線，金門次之；其餘地區則可見偏食，愈往臺灣南端、可見食分愈小。臺北天文館所見情形，經歷時間2時16分22.5秒，環食時間2分1秒，食分達0.938，遮蔽日面面積約87.3%。各地所見日食各階段的預測發生時間則請參考下表。

地點	初虧	日出	環食始	食甚	環食終	復圓	食分	可見食況
臺北 天文館	05:07:15	05:07	06:09:56	06:10:56	06:11:57	07:23:37	0.938	環食
馬祖		05:01	06:10:13	06:12:26	06:14:39	07:24:22	0.959	環食
新竹		05:10	06:09:41	06:10:35	06:11:29	07:22:51	0.937	環食
宜蘭	05:06:40	05:06	—	06:10:23	---	07:23:08	0.926	偏食
金門		05:21	06:08:16	06:10:19	06:12:23	07:20:59	0.953	環食
臺中		05:12	—	06:09:43	—	07:21:38	0.925	偏食
花蓮		05:09	—	06:09:27	—	07:21:53	0.913	偏食
澎湖		05:18	—	06:09:04	—	07:20:10	0.923	偏食
玉山		05:08	—	06:08:44	—	07:21:12	0.899	偏食
臺南		05:16	—	06:08:18	—	07:19:37	0.905	偏食
臺東		05:13	—	06:07:55	—	07:19:41	0.891	偏食
蘭嶼		05:11	—	06:07:37	—	07:19:32	0.883	偏食
鵝鑾鼻		05:15	—	06:06:53	—	07:18:10	0.875	偏食

愈靠近中心線的地區所見的日環食景象愈正，黃金戒指的造型愈對稱，且可見的環食持續時間愈長；而愈靠近環食帶邊界所見的環食景象會偏一邊，月球擦著太陽邊緣而過，可見環食階段的持續時間愈短。但擦邊過者反而有更多機會可見一般日全食才可見的倍里珠，即陽光透過月球邊緣凹凸不平的地形所

形成的亮點，這或許是個不錯的補償吧！

臺灣地區上一次可見日環食是在1958年4月19日，幾乎半個臺灣區可見環食；下一次則發生在2020年6月21日，僅臺灣本島中部與澎湖群島北部一帶可見環食，臺灣其餘地區可見偏食。

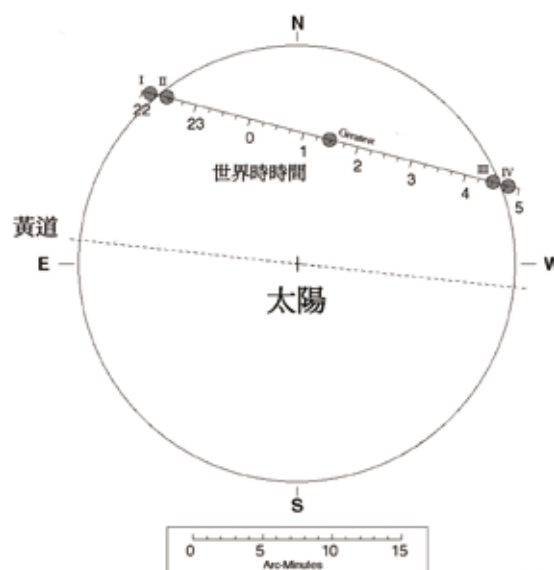
6/6金星凌日—迷你版的日環食

由於軌道比地球還接近太陽，且相對於地球軌道有3.4度的傾斜角，故如同日食一般，當金星經過太陽與地球之間的「內合」位置，且三者幾乎成一直線時，地球上的觀測者便可見到被明亮太陽盤面襯托的黑色金星小圓點從太陽前方緩緩通過，稱為「金星凌日」。此處的「凌」有侵犯、越過的意思。

金星凌日通常每120年或105.5年發生一對，每對的兩次金星凌日必定間隔8年，因此是相當罕見的現象。上次發生金星凌日的時間是2004年6月8日，臺灣地區僅能見日沒帶凌，與2012年這次是同一對；而下一對則將發生在2117年12月11日和2125年12月8日，其中2117年者與本次一樣是全程可見，但2125年者全不可見。

如下圖，本次可見到完整金星凌日過程的地方（白色）包括西太平洋、東亞與東澳等地；絕大部分北美洲、中美洲與南美洲的北邊可見日沒帶凌（淺紫

2012年 6月5~6日（世界時）金星凌日



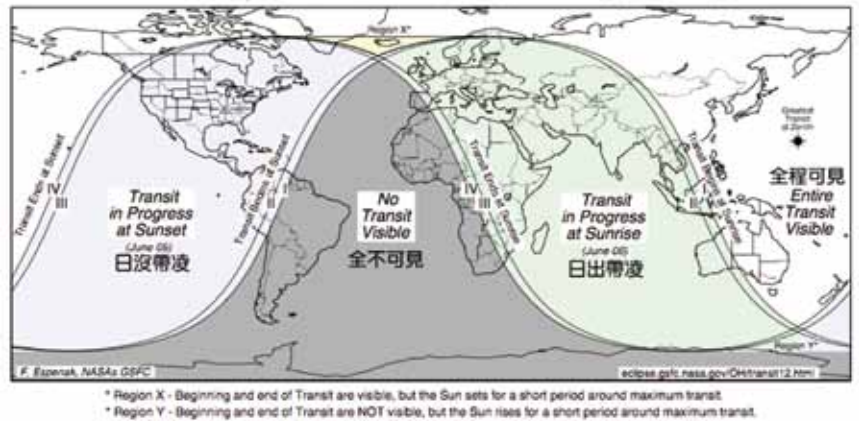
色，當地時間為6/5）；中亞、西亞、歐洲與非洲東部則可見日出帶凌（淺綠色，當地時間為6/6）；其他地區不可見（灰色）。其中有趣的是，由於發生時間接近夏至，北緯67度以北的地區進入永晝，所以都可以見到。而冰島地區最特別（圖中標示Region X的淺黃色地區），雖有日出日落，但日落後不久迅即日出，故此處可見到凌日始與凌日終的過程，只有最近日心點的前後一小段時間不可見，十分有趣。

至於臺灣全區皆為全程可見，自金星接觸太陽外緣開始，到金星脫離太陽盤面為止，共歷時6時36分26.3秒。太陽視半徑945.7"，而金星視半徑則約28.9"，大約只有太陽的3%左右。因緯度關係，各地所見凌日的位置角不同，且各接觸點的時間最多有7分鐘的差異。臺北天文館所見的時間與位置如附表：

由於太陽非常明亮刺眼，且金星相對於太陽盤面並不大，故全程均需使用有加裝減光濾鏡的望遠鏡或利用望遠鏡投影方式來觀察，以免造成眼睛損害。望遠鏡不需要太大，約口徑5公分以上的天文望遠鏡或雙筒望遠鏡即可見金星凌日現象。

也正因太陽過於明亮，且水星和金星都很小，不易觀察，所以一直到1608年望遠鏡發明之後，著名天文學家克卜勒（Johannes Kepler）在1627年出版行星軌道運動資料時，才首度預測1631年底將發生水星與金星凌日現象。但克卜勒並未活著看到他的預測成真，而法國的Pierre Gassendi則成功觀測到1631年的水星凌日，英國Jeremiah Horrocks和William Crabtree則在1639年底首度觀察到金星凌日。

2012年6月5-6日全球可見金星凌日概況



食象	時間			太陽		位置角	視角距
	時	分	秒	方位角	仰角	°	'
第一接觸點I	6	11	48.5	13.5	71.0	41.6	16.2
第二接觸點II	6	29	30.7	17.3	72.6	39.1	15.3
最近日心點 Greatest	9	30	58.8	57.6	86.8		9.2
第三接觸點III	12	30	51.1	80.9	256.6	292.7	15.3
第四接觸點IV	12	48	14.8	77.1	262.2	290.2	16.2

金星凌日具有科學意義，正確記錄各接觸點發生的時間，可用以計算日地距離。同樣地，軌道在地球內側的水星也會發生凌日現象，雖然發生頻率比較高，每世紀平均13次，但因水星更小而更不容易觀察，所以無法用以計算日地距離。

雖然金星和水星等相對於太陽盤面很小，但仍有遮蔽一小塊太陽表面而使太陽總亮度稍微下降。現代天文學家便將這種凌日使太陽亮度稍微降低的現象，推展到太陽系以外的地方，用以尋找系外行星，且用這種方法發現的系外行星，可以獲得比較精確的行星大小與質量的訊息，因此對天文學而言非常重要。在2009年專門以凌日法搜尋系外行星的克卜勒太空望遠鏡升空後，到2011年12月11日截止，已知的凌日行星數達188顆，可能為凌日行星者更多達2300多顆，顯見以凌日法搜尋系外行星的成效非常良好。

6/4月偏食

在5/21日環食與6/6金星凌日之間，還夾著一個6/4傍晚的月偏食，臺灣地區可見食甚至復圓的月出帶食過程，雖不若日環食和金星凌日那樣罕見，但仍是個值得觀賞的天象。所以5月下旬到6月上旬，臺灣地區的觀星者可能會忙翻囉！

張桂蘭：任職於臺北市立天文科學教育館

文/ 吳昆臻
攝影/ 吳昆臻 周聖穎

日環食

觀測與拍攝

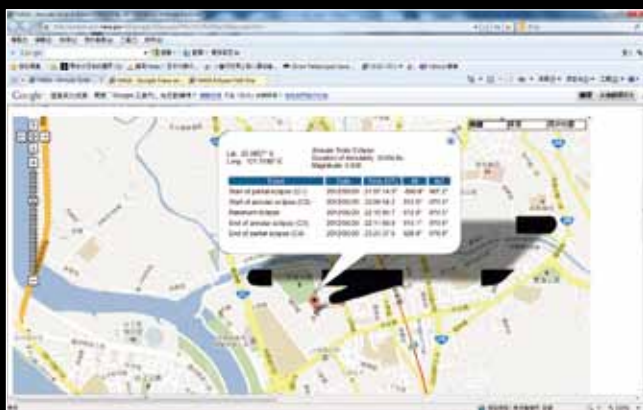
日環食與日全食都是很區域性的天象，天象發生時全球只有少數區域可以一睹日環食或日全食奇觀，2009年7月22日我幸運的在杭州一睹日全食震撼後（請參閱臺北星空46期—我的第一次日全食觀測），我也如看過日全食同好一樣上了看日食的癮，得知隔年2010年1月15日在大陸一些地區可見到日環食，當下決定再次遠征前往雲南省大理追日環食；今年5月21日又將上演另一場日環食好戲，北臺灣的朋友有福了，不用像我長途的遠征到海外看日環食，當天只要準時抬頭看太陽，就可以看到這場大自然的精彩饗宴，就讓我分享一下大理日環食觀測經驗，同時一起準備迎接5月21日日環食的到來。

觀測地點決定一切！

觀測日環食隨著觀測地點不同，看到的結果也將不同，像今年5月21日的日環食只有北部地區及離島金門、馬祖可見日環食現象，中南部及東部地區當天只能看到日偏食（食分很大，還是值得看看），可見日環食區域如圖一所示，即使位在環食帶中，不同區域所見情況也會不一樣，越靠近日環食中心線環食持續的時間越長，反之則越短，本次日環食地球上持續最長時間為5分46秒，臺北市（天文館）環食持續約2分04秒，臺灣本島越北邊離日環食中心線越近，環食持續時間越長，最北端的富貴角可達2分57秒，而外島的金門（4分09秒）與馬祖（4分27秒）離中心線更近環食的時間更長；各地的觀測情況可利用NASA Eclipse web site中Google Maps and Solar Eclipse Paths查詢（圖二，網址<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2012May20Agoogle.html>）。



圖一、2012年5月21日日環食帶通過臺灣地區情況，藍色線條為日環食中心線，粉紅色線為環食帶南側邊界，粉紅色線以北區域當天可見到日環食，以南區域當天只能見到日偏食情況



圖二、於Google Maps找到觀測地點後，點擊滑鼠左鍵2下即可顯示當地日食的情況與發生時間



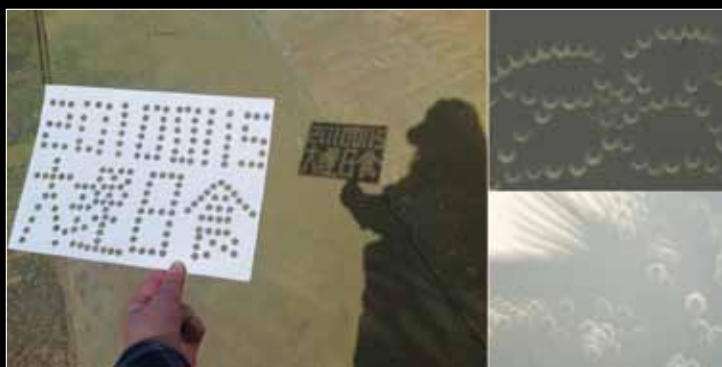
不同觀測地點，除了日環食持續時間不同外，月球在太陽前方掠過的情況也不同，越靠近環食中心線，月球越靠近太陽中心通過，食甚時所見的“日環”就越接近圓圈狀，反之觀測地點離環食中心線越遠，食甚時所見日環就不是很正、會偏一邊，環食持續的時間也越短。

觀看日環食除了觀測地點要選在環食帶中外，這次日食發生的時間在一大早，日出時太陽剛好進入初虧階段（日偏食的開始），環食階段太陽仰角僅10多度，所以觀測地點東方必須視野寬廣、無遮蔽物才能好好觀測這次的日環食。

如何觀測日食

太陽是亮度很高的天體，要是完全沒有防護措施眼睛直視太陽，會造成眼睛的傷害，必須要透過減光裝置才能安全的看太陽，日食專用眼鏡是最好觀看日食的工具（太陽眼鏡減光幅度不夠，絕不可以拿來觀看太陽），要安全的看太陽，減光幅度要達十萬分之一，雖然可於日常生活中尋找類似適合的減光材料，不過減光的程度不好拿捏，還是建議準備專用看日食的眼鏡最安全，日食眼鏡可於光學儀器行購得，或是日環食當天來天文館參與觀測活動現場也會發送。

透過日食眼鏡看太陽即可清楚看到太陽虧缺情況，日環食時就可見到太陽變成圈圈樣子，不過縱使有了日食眼鏡還是不建議長時間觀看，可每5~10分鐘觀看一下，每次觀看不宜超過30秒；日環食階段雖然太陽有87.3%被月球遮擋，剩下12.7%的太陽依舊很明亮，肉眼直視還是很刺眼無法看出其模樣的，想看日環食時圓圈狀的太陽，就請準備好日食專用眼鏡吧！



圖三、觀察針孔投影即可看出太陽虧缺情況，右上圖為偏食階段投影情況，右下圖為環食階段樹蔭投影情況。

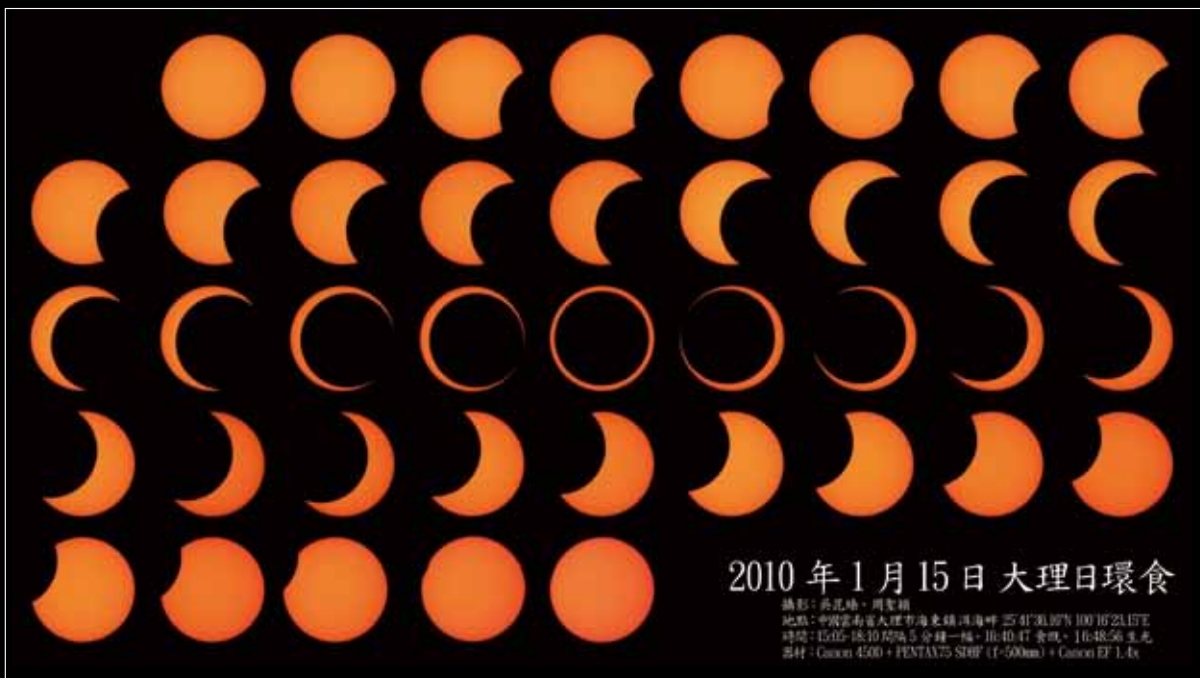
除了減光觀測太陽外，還可利用針孔投影法觀測，只要在紙張上戳個小洞，洞的大小約0.2~0.5公分（原子筆筆尖戳出的洞即有不錯效果），觀察陽光通過小洞的投影，即可清楚看到當時太陽虧缺的情況，當然也可以發揮創意於紙張上多打幾個洞排列出特別的圖案，若來不及事先準備投影板，也可以觀察周遭陽光通過樹葉縫隙的天然針孔投影，也有同樣的效果；在日偏食階段可見到投影缺一角情況，隨著食分越來越大，投影出的影像也將越來呈現新月形狀，在日環食階段可見到投影變成圓圈狀，針孔投影法可說是最安全的觀測日食的方式（圖三）。

日環食全記錄

— 長鏡頭及望遠鏡直焦間歇攝影

使用相機配上長鏡頭（焦距越長，太陽成像越大）或將望遠鏡透過接環與單眼相機結合，再配上專用太陽濾鏡減光，即可記錄下日食過程中太陽被月球遮擋情況，因為太陽算明亮，曝光時間不致太長，但還是建議將相機架於三角架上避免晃動，因太陽一直在天空中移動，使用三角架就必須隨時確定太陽是否有在畫面中，若能將拍攝器材架於赤道儀上，透過赤道儀追蹤拍攝的過程會較輕鬆些，只需偶而確定太陽在畫面中的位置。

拍攝的時間規劃上可以食甚為基準，往前及往後間隔相同時間（3~10分鐘）拍攝，這樣就可以將整個日食的過程完整記錄下來，事後將各時間影像拼貼在一起就是整個日食的全記錄（圖四）；除了上述固定間隔時



圖四、2010年1月15日大理日環食過程

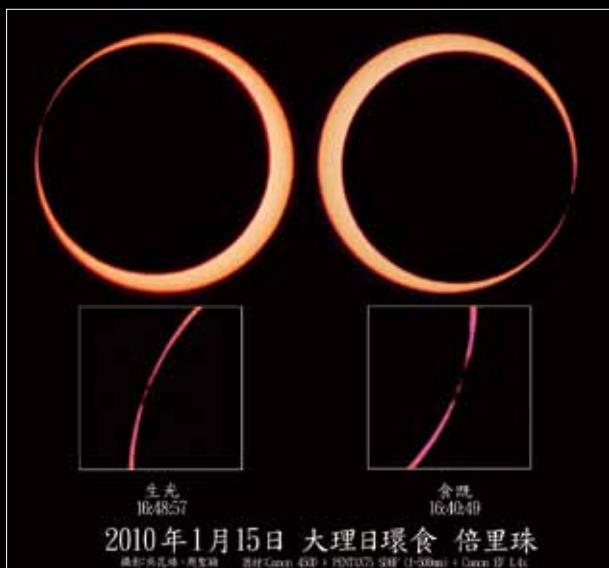
間拍攝外，還可特別安排於食既前30秒到生光後30秒間，每隔10~15秒拍攝拍攝太陽，就可將日環食階段月球在太陽盤前面這難得的一刻記錄下來。

抓住接觸那一刻—倍里珠攝影

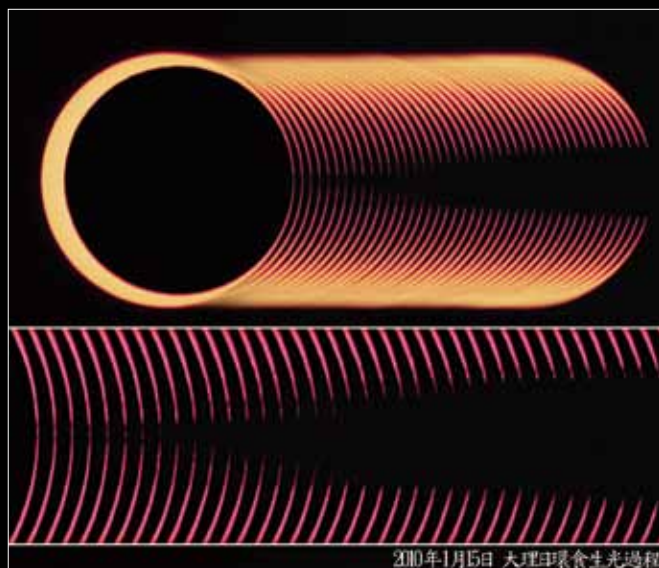
日全食可於食既及生光前後一刻拍攝下太陽光穿過月球山谷的倍里珠或鑽石環，日環食時雖然無法拍到漂亮的鑽石環，但在月球內切太陽盤面一刻（食既與生光）一樣可以拍攝到最後一點陽光穿過月球山谷的倍里珠情況，因為倍里珠只在一瞬間發生，時間不是很好掌控，想拍攝下這瞬間情況可用以量取勝方式利用相機連拍功能於食既及生光前連續拍攝數秒，不過有些相機以RAW格式連拍會碰到記憶卡傳輸不及“卡彈”情況，除可使用傳輸速度較快的記憶卡（拍較多張還是會卡彈），要完全解決卡彈情況可暫時將影像品質設於L格式連拍，拍完後要記得調回



圖五、將相機固定於三角架上不動，在適當及相同取景下搭配長鏡頭拍攝，記錄日環食前後太陽影像與軌跡



圖六、2010年1月15日大理日環食食既與生光時的倍里珠，這次日環食是本世紀最長的日環食，太陽與月球視直徑相差較大，倍里珠情況較不明顯。



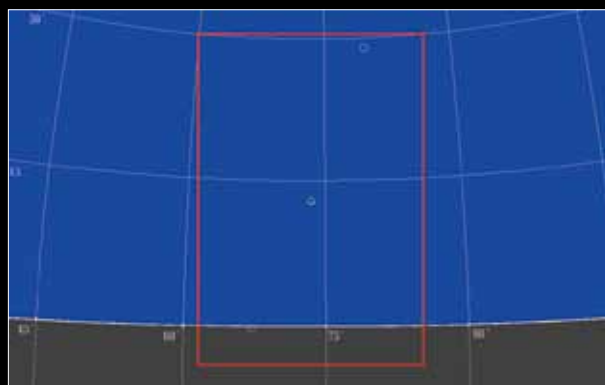
圖七、連續拍攝下可見到太陽光穿過月球不同區域峽谷所產生的倍里珠。

RAW格式，事後再從一系列影像中挑出有拍到倍里珠影像（圖六、圖七）。

廣角鏡頭也可以全記錄 — 廣角間歇攝影

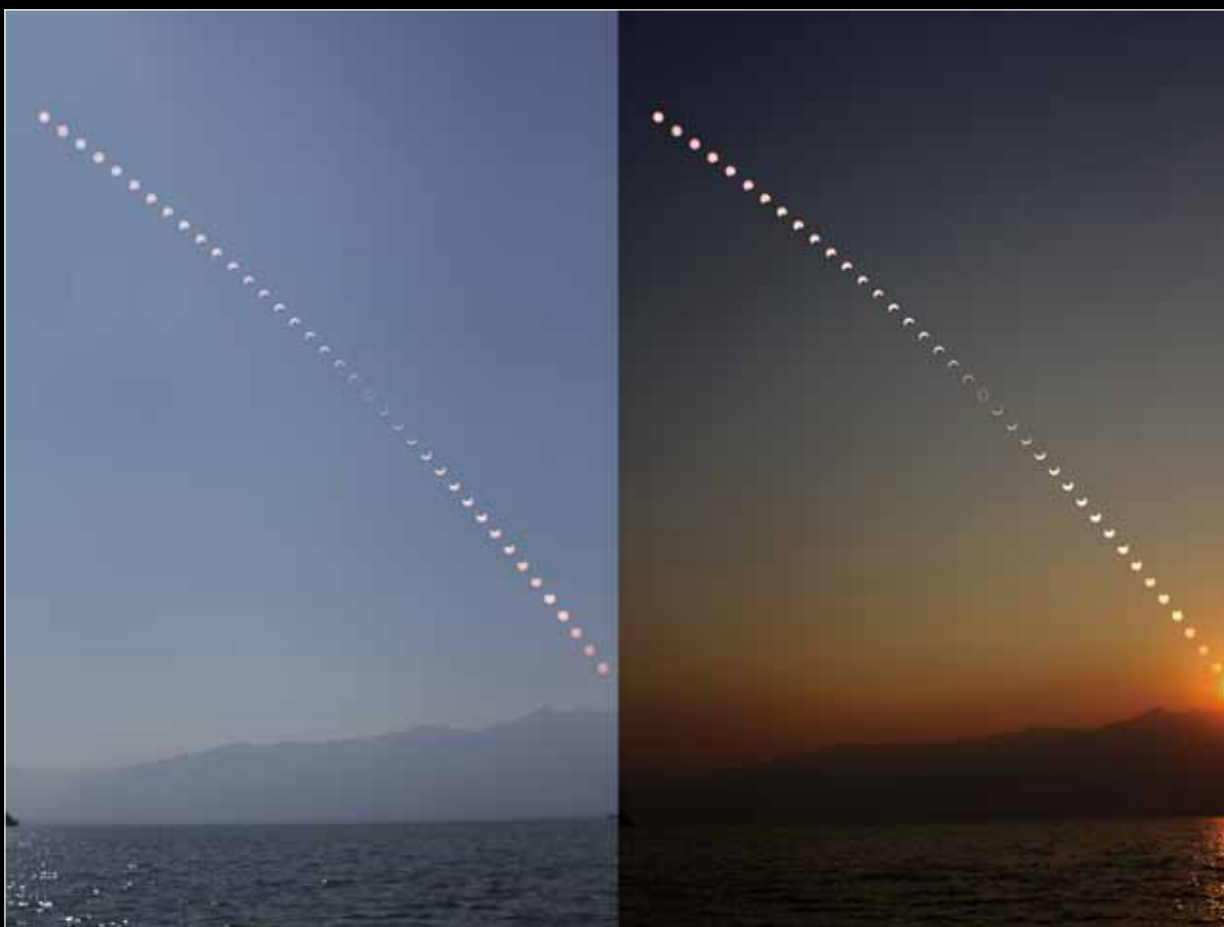
廣角鏡頭所攝得太陽雖然小小一個，不像長鏡頭可拍到太陽表面細節，但日食過程中可將相機固定於三角架上不動，並搭配專用太陽濾鏡減光（一般相機鏡頭可使用2片ND400濾鏡減光；消費型數位相機鏡頭較小，可將日食專用眼鏡的鏡片貼於鏡頭前減光），間隔相同時間拍攝太陽，事後再將各時間影像疊合在一起註，即可得到整個日食全記錄，消費型數位相機攝影也可參考臺北星空48期一小數位相機也能拍星空。

拍攝的時間與長鏡頭間歇攝影一樣，以食甚為中心往前及往後間隔相同時間拍攝（3~10分鐘，個人習慣間隔5分鐘），而事先鏡頭的選取及構圖就顯得相當重要，鏡頭最好能剛剛好涵蓋整個過程，同時在拍攝時也必須將第一顆太陽放在對的位置，才不至於拍到一半太陽



圖八、以SkyMap Pro軟體模擬本次日環食期間太陽位置，紅色框線為Canon APS片幅相機搭配35mm鏡頭拍攝範圍，圖中的圈由下至上為太陽於日出、食甚及復圓時位置。

跑出畫面，這次的日食若使用APS片幅相機搭配35mm鏡頭大致剛好可以涵蓋整個過程，同時第一顆太陽必須放於取景構圖的左下方處（圖八），附帶一提的是這次日環食因為太陽仰角較低，在構圖時可選擇適當的地點搭配地面景物拍攝，就可以得到一張結合拍攝場景個人化日食全記錄，但實際在拍攝時若太陽曝光剛剛好，地面景物會有曝光不足拍不起來情況，可趁太陽還沒升起或日食結束後太陽離開畫面後再拍攝地景，最後再與日食影像疊合（圖九）。



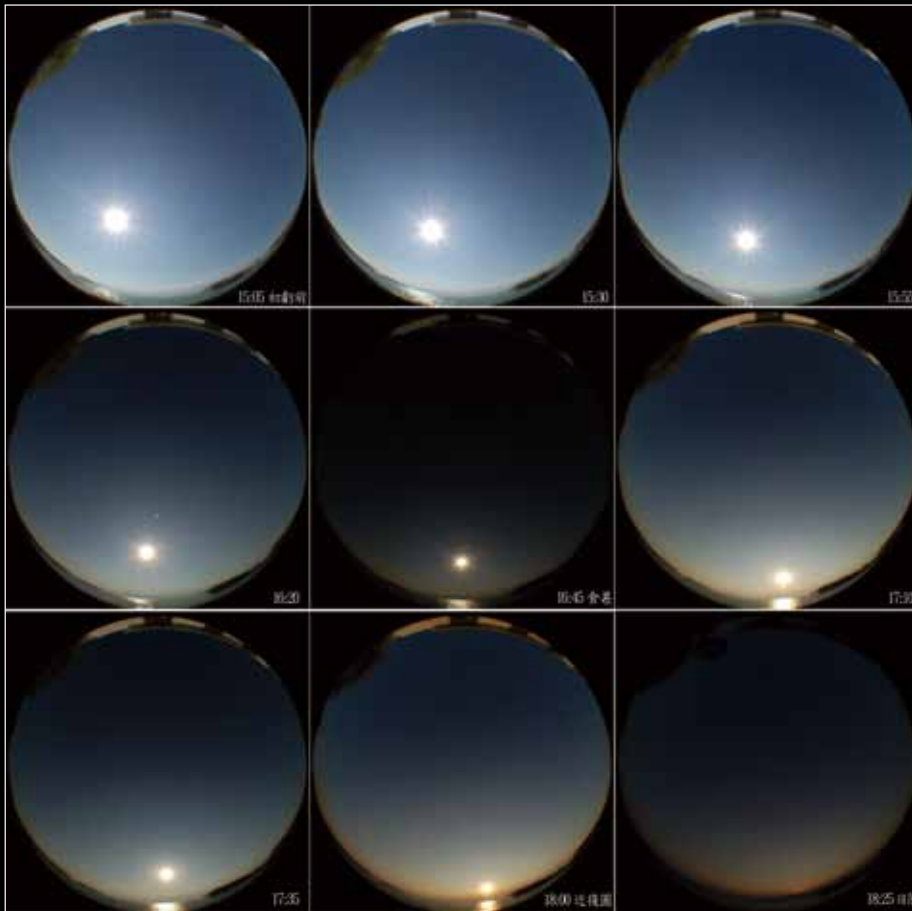
圖九、廣角間歇攝影所拍攝的大理日環食，左圖為疊合太陽還在左上方角未入鏡時地景，右圖為疊合日食結束後太陽準備下山時地景，不同時間所攝影像疊合起來有不同感覺。

觀察周邊環境變化 — 天空背景變化與溫度變化

日食過程中，當月球逐漸擋住來自太陽的光線，天空的亮度會隨著食分越來越大漸漸暗下來，日環食階段天空亮度雖不會像日全食階段會完全漆黑，不過天空亮度會降至與黃昏差不多，生光後月球逐漸離開太陽盤面，天空的亮度又會慢慢亮起來，現場可感受及注意一下天空的亮度變化，亦可安排一臺DV以錄影方式記錄，或使用廣角鏡頭間隔1~5分鐘拍攝記錄日食過程中天空背景亮度變化、天空雲層的流動，甚至周邊人事物移動的情況（圖十），事後也可以將一系列影像串成影片，就是目前網路流行的縮時攝影影

片，拍攝時光圈及快門應儘可能固定，才能比較出整個過程天空亮度的變化，此外這次的日環食發生在一早，且日出時已經進入初虧階段，建議於日出前就開始進行天空背景變化的記錄。

除了光線變化外，日食過程中氣溫也會隨太陽遮掩而改變，所以可準備個溫度計記錄日食過程溫度的變化，若能使用自動記錄的溫度計會方便許多，不用時時刻刻讀取溫度計數值，唯一要注意的是溫度計要放在陰涼處，避免陽光直射加熱溫度計而失真，過去我在觀測杭州日全食及大理日環食都帶了個USB自動記錄溫度計記錄溫度變化，不過都因曬到太陽造成記錄到的溫度與現場不符（圖十一）。



←圖十、使用魚眼鏡頭記錄大理日環食過程全天空背景亮度變化，此處精選其中9幅影像，每張影像間隔25分鐘，從各時間影像可看出天空亮度的變化，日環食甚時（最中間圖）天空亮度比日落後（右下圖）還暗些。

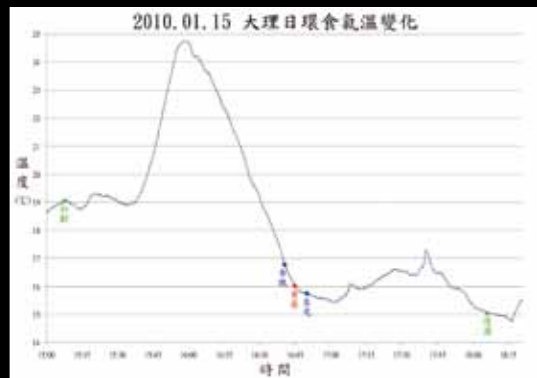
↓圖十一、大理日環食過程溫度變化，記錄過程中15:30~16:00因溫度計曬到太陽記錄失真，另外17:45附近的增溫也是曬到太陽所致，大致上還是可以看出日食過程中溫度的變化趨勢。

期待日環食的到來

2010年1月15日大理日環食，在老天爺賞臉還有同行臺北市天文協會同好及老婆協助下順利的看到日環食與完成拍攝，雖然日環食不像日全食時天色漆黑還可看到日冕的壯觀，不過也算是很難得的特殊天象；以日環食為例，同一地點發生的間隔不只是幾年或幾十年，在臺北市若是錯過這次2012年5月21日的日環食，下次要等到2342年9月1日，臺灣本島本世紀結束前還有一次機會（2020年6月21日於局部中南部與臺東地區可見），若再錯過想一睹日環食現象，就得像我一樣出國遠征去海外看了，離日環食還有一些時間，就趕快規劃一下日環食的觀測吧，期待2012年5月21日北臺灣日環食的到來！

註、影像疊合步驟如下（以Photoshop為例）：

1. 將全部影像於Photoshop開啓。
2. 將各影像複製並貼上集中於一張影像（此時圖層窗上可見到各貼上的影像圖層）。
3. 更改各圖層混合方式，將每一圖層混合方式



選擇“變亮”。

4. 合併圖層：於工具列中點選“圖層”→合併可見圖層，即完成影像疊合。

5.5. 地景部分圖層混合方式可選擇“網屏”或以套用影像方式以“增加”方式疊合。

參考資料：

NASA Eclipse Web Site <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

Solar Eclipses - Interactive Google Maps http://xjubier.free.fr/en/site_pages/SolarEclipsesGoogleMaps.html

吳昆臻:任職於臺北市立天文科學天文館

打造 電波天文學的眼睛

中央研究院天文及天文物理研究所（以下簡稱天文所）在1990年代籌備處規劃之初，即邀請國際學者前來擬訂發展方向，以「毫米波與次毫米波天文學」為研究重點。此乃著眼於這是一門極新的領域，臺灣於此時切入可很快融入國際潮流中，進入世界級的研究行列。但這一切還需以硬體設備為後盾，因此天文所還聘請了一些電機背景的人員進來。黃裕津博士即是如此應徵進來的人員，他從基層的技術助理做起，陪著中研院天文所日漸茁壯，現在他已成為助研究員。

受訪前黃博士很客氣的表示希望我們先找其他研究比較偏「天文」的人來談，他的專業可能對天文愛好者而言會有些距離。然而訪談下來發現，天文對他並非只是工作而已，他從小就對天文發展出興趣，進入天文所工作是他的選擇，符合他的期待，雖然有很多專業我們不見得懂，可是還是能分享他成長過程中有關天文的故事。

封閉的時代 幸運的啟蒙

黃裕津在就讀國小時，由於石油危機、經濟不景氣，父親在國內找不到工作，只好應徵勞工處派駐海外的工作，遠赴沙烏地阿拉伯一年，擔任高速公路修建工程人員。那時代國人要出國並不容易，當他父親工作一年期滿要回國的時候，問孩子要什麼東西。他心想：自己很小就戴了眼鏡，不知道有臺望遠鏡是否可幫助看清遠方的東西，彌補心中的遺憾？

他父親就在回國轉機的路上買了雙筒望遠鏡，那時代還在戒嚴，民衆持有望遠鏡有很嚴格的限制，父親買的一副望遠鏡，剛好符合當時法令所規定，民衆可持有的最大尺寸，幸運得以攜入。擁有了望遠鏡之後，那年夏天夜晚就拿著望遠鏡到住家屋頂看天空，那時看到了一個疏散星團，當時雖然還不知道這個名詞，但那影像非常深刻的烙印在腦子裡，也有很多疑問，原本認為天上的星星應該一顆顆分開來，可是從望遠鏡看到的卻是一群彼此似乎有某種關聯的星星在一起，很像一群珠寶被打

散放在那裏，這景象開啓了黃裕津對天文的好奇，讓他對科學產生濃厚的興趣。

到了就讀國中時，各縣市設立的文化中心陸續落成啓用，開辦各種活動，他在文化中心舉辦的開幕書展上，買到了臺灣第一版卡爾薩根（Carl Sagan）的《宇宙》中文譯本。當時學校的課程很少提到天文，那本書是他成長過程中第一本有系統的天文啓蒙書。

到了高中，當時的課程中天文學的內容不多，但他透過參與校內少數許可的學生社團之一，科學研究社，尋找學校內外天文相關的學習資源，1986年哈雷彗星回歸的觀測條件並不理想，他與科學研究社的同學和學弟也未能觀測成功，但是這些有限的不成功經驗，仍然維持住對天文的好奇與熱忱。

求學抉擇 工作機遇

天文啓發出黃裕津對科學的喜好，但是在求學路上，大學選填志願在考慮該念物理或電機的時候，又有不同的考量。他對物理雖有興趣，卻不是每一部分都有興趣，然而電機裡面的東西剛好都很喜歡，所以大學就選了電機工程為第一志願。在大學就讀時，學校裏的天文社尚未出現，但是科學研究社裏有一架八吋史密特·蓋賽格林式的反射式望遠鏡，吸引他再度投入天文的愛好，在兼顧電機工程的繁重課業的同時，也利用社團裏的設備磨練觀測技術，在當時製作的觀測手稿，也有部份投稿到當時的圓山天文臺的《觀測快報》，跟更多的天文同好分享。

在大學邁向最後一年的暑假，除了和社團裏的同好夜晚在宿舍觀星，白天也開始進行人生下一階段的準備，在思索下一階段的碩士班就讀方向時，除了在電機工程的十個分組中，擇定和物理有關的電波光電之外，也將就讀天文領域列入考慮，當時還特別報考中央大學「物理與天文研究所」，考上正取，幾乎準備去念了，不過那時候他在大四的時候修了一整年的「微波工程」的課，研究所考試放榜之後，進入那本教科書最後一章，提到微波工程的應用，其中有個有「電

波天文學」，讀到那一章了解到念電機工程學還是可以作天文的事情，因此就沒有去中央大學報到，而在臺大繼續念電機領域中的電信工程。

接下來的幾年之內，國內天文界有很明顯的變化，那時候中研院李太楓教授找海外天文學者醞釀籌備天文研究所，剛好黃裕津的碩士班指導老師瞿大雄教授也參加籌備過程中電波天文儀器的研發工作。因此他很高興跟老師一起去南港參加第二屆的臺北天文物理研討會，他到現在一直留著那一年的演講摘要，作為自己所學電機專長可以應用到天文領域當中的紀念里程碑。等到他碩士班畢業，服兵役兩年退伍之後，就到中研院天文所工作擔任基層助理，負責籌建接收機實驗室，那時候整個天文所籌備處只有大約10人。

從助理開始每役必與

黃裕津在加入天文所籌備處前兩年擔任全職助理的時候，那時候剛好史密松天文臺要跟天文所合作進行「次毫米波陣列計畫」（Submillimeter Array, SMA），正式簽約之前要密集派人過去受訓，進行技術轉移，分擔建設儀器的工作，這是中研院天文所第一個建設儀器的計畫。黃裕津從天文所籌備處尚未成立任何實驗室的時候開始就參與其中，許多執行細節他都可以近身觀察了解、應用所學。然而工作兩年之後，黃裕津覺得在學術界最好還是要有個博士學位，因此他又在老師的鼓勵下，以在職的身分回臺大電信所進修。

以在職身份攻讀博士，雖然有工作可以比較容易找研究題材去創新改良，但是也會因為工作要花時間而延緩畢業的速度。此時中研院則開始規劃「宇宙微波背景輻射陣列望遠鏡」（The Array for Microwave Background Anisotropy, AMiBA），在本計畫中，天文所扮演的角色不像在SMA是輔助配合，而是要負責主力規劃，因此黃博士還要參與接收機的規格制定，這可讓他更加了解各類技術的困難點，可以發展出學術研究的題材。

望遠鏡的解析力與觀察的波長成反比，與望遠鏡的口徑成正比，無線電波望遠鏡的波長比可見光長數千倍，因此如果想要有同樣的解析力就得把

望遠鏡的口徑加大成數千倍。不過還好可以藉由干涉技術擴大接收器的基線距離，再利用差頻技術，把每臺天線收集到的訊息經過等比例的轉換成低頻，再利用光纖或電纜送到中央訊號處理中心去做相位干涉的運算，就可以在後端進行相當精細的處理，提高無線電波望遠鏡的解析力，而望遠鏡的基線就相當於以前的單個望遠鏡的口徑之效果。所以無線電波望遠鏡都是碟形天線的陣列，雖然看起來各自獨立，但是所蒐集到的訊號是要經過數位化的轉換與集中處理，最後才成像。

另外，無線電波的範圍很廣，中研院天文所所選的範圍多在毫米波與次毫米波，是其中頻率較高的，而越高頻的電子零件設備製作越困難。尤其在十幾年前開始發展宇宙微波背景輻射陣列望遠鏡的時候，毫米波低溫低雜訊放大器還是非常尖端的技術，被美國以軍事物資的方式管制起來，這一部分天文所仰賴臺大電機系王暉教授進行設計工作。另一個技術上的挑戰，是望遠鏡陣列的降頻參考信號源(本地震盪器)的信號傳送分布，如果使用傳統的作法，則降頻參考信號的頻率接近觀測頻範圍的最低值，仍然高達84GHz，在當時沒有價格合理，有彈性且相位穩定的傳輸線可用於如此高頻傳輸。為了解決這個困難，因此採取一個非傳統的作法——次調諧混頻，這是把原本的降頻參考信號頻率降為一半後，即可用同軸線去做訊號的分佈、傳輸。但是外面工業界沒有現成的零組件可以應用，因此要自己設計製作。黃博士強調，在這過程中「很多部分都不是商業界有賣、工業界可提供，放大器如此，混頻器也是如此」，因此要自己找研究團隊合作開發，除了前述國內的學校之外，還包括美國噴射推進實驗室(JPL)等單位，所幸在國際天文界合作多於競爭，因此都能取得關鍵技術。

提到這個情況，黃博士特別說明，天文學家研究需要的儀器，在性能規格要求上往往逼近全世界最佳最尖端的工程技術極限，這些工程技術通常也是國內尚未擁有的。以天文學家的立場，只要儀器的性能最好即可，但站在國家科技戰略布局的角度來看，如果能讓這些尖端的工程技術在國內生根，讓工業界與工程學術研究機構參與並投入，如此能讓看似純科學、與民生經濟低度相關的天文研究，在科技投資邊際效益最大化之下，成為帶動國

內工業界技術提升火車頭之一。黃博士認為這是國家贊助的研究機構之責任：國家支持這樣的研究，除了預期豐碩的天文研究成果之外，也希望對國內的相關產業也會有正面幫助。

因此，在開發天文儀器設備時，在追求性能極致的目標前提下，國內廠商或研究機構已有技術可直接研製的部份，優先尋求國內廠商合作；在國內尚未擁有的關鍵尖端技術，則優先尋求國內已有相關能力的學術研究機構或產業界參與。至於申請專利，或說利用這些技術賺錢，在黃博士個人的觀點看來，在國家贊助的研究機構裏開發技術的科學家，這些事不在考慮的範圍中。

而黃博士也認為像芬蘭、瑞典等國，在過去都曾經以國家的力量投入無線電波天文研究的尖端研究，後來累積的技術實力也造就了Nokia與Ericsson等手機廠牌的異軍突起，根據這些國外的經驗，他認為國家對這方面研究的投資是值得的。另一方面，他認為設備科學家對技術不藏私，讓技術可以普及推廣，也會帶動整個社會的產業發展。

目前黃博士還帶領團隊與加拿大、智利三個國家合作，準備把「阿塔卡馬大型毫米及次毫米波陣列計畫」(Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array, ALMA)最低頻的毫米波接收器做出來。整個計畫的時程是預計在2018年要讓整個接收機的模組生產完畢，把它們裝進「阿塔卡馬大型毫米及次毫米波陣列計畫」的66臺望遠鏡裡。這部分的工作也是要靠跨國團隊的合作，因為這毫米波的積體電路設計相當專業，在臺灣這邊要與大學的電機系合作才可建立完整的設計團隊，招募到足夠多的優秀研究生，合力完成。

日漸茁壯的研究領域

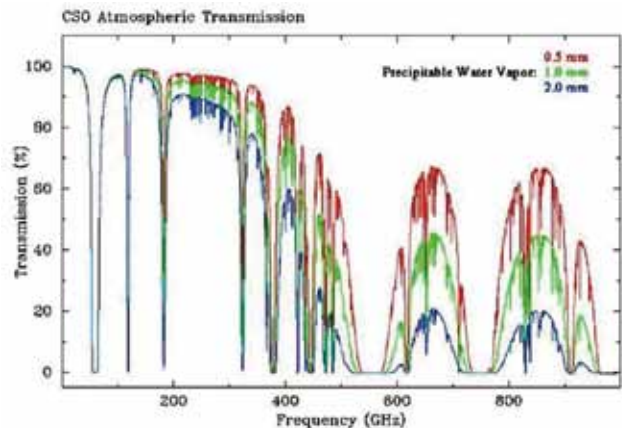
黃博士在中研院天文所從基層做起，以自己的經驗，看到天文所從一個非常弱小的天文研究團隊成長到目前這樣的規模，他相信賀增樸所長所說的，未來二十年會是天文研究的黃金年代。這不僅是國內學者的看法，美國國家科學基金會也會每十年定期定出一個未來十年的展望，從1990年代開始，這個單位都會提到次毫米波天文學、宇宙學、乃至遠紅外線天文學。

另外從事這些尖端科學技術的研究，可以厚植國力。黃博士認為中研院天文所的成立，帶動大學天文與天文物理研究的風氣，目前有數所大學有天文與天文物理研究的師資，開始培育人

才。而天文也是一個綜合性的學科，不只物理、化學、生物等基礎科學研究可以在天文看到非常好的前景，還有電機、資訊、機械，也可以在其中找到發揮的地方。

無線電波窗口

一般提到大氣對電磁波的吸收，都會提到「無線電波窗口」，讓人以為大氣對無線電波是非常透明無礙的。但實際上無線電波的範圍很大，一般用對數座標呈現會忽略許多細節，但仔細去看還是發現有很多地方會被水氣吸收，右圖即為加州理工學院次毫米波天文臺所作的大氣穿透率量測，在不同水氣分壓下（即大氣中的水氣含量）大氣對1000 GHz以下的無線電波穿透力分布曲線。從圖上可以看到有幾個波段是完全不透明（例如540 GHz ~ 580 GHz, 720-760GHz, 960GHz以上），而多數的大氣窗口，當水汽的分壓越大，無線電波的穿透程度也越差。



實作的博士論文研究

黃博士的博士學位論文主要包含三個部份，一是開發無線電波望遠鏡中的關鍵元件——次調諧混頻器，二是宇宙微波背景輻射陣列望遠鏡的原型與先導量產接收機系統設計及測試，三是次毫米波陣列計畫600-696GHz接收機測試。



W-頻段次調諧混頻器的顯微放大照片，中央的寶藍色矩形區塊即為積體電路晶片，其尺寸為1500微米長，1000微米寬。

次調諧混頻器(subharmonic mixer)是十年前開始進行的研究開發工作，最後的量產工作在2008年完成。雖是『量產』，最後裝備於宇宙微波背景輻射陣列望遠鏡的接收機的數量也大約在三十個左右。由於操作頻率範圍(85-105GHz，位於W-頻段)遠超過一般工程、通訊或民生用途的頻率，系統需求的極大頻寬也超過多數軍事、太空、或科學研究用途的規格，因此在當時沒有任何毫米波元件製造商有符合規格的標準產品可使用，必須利用毫米波積體電路代工製造商提供的製程自行設計電路，在設計完成、代工晶圓廠製作完成後、切割好的晶片再以探針測試臺(probe station)進行量測，當性能符合規格之後，再進行封裝模具設計並委外機械加工，積體電路與轉接電路再安裝於封裝模具上，以鎊線(bonding wires)連接，如照片所示。組裝完成的電路模組再進行量測確認性能符合規格，裝進接收機裡面還要通

過系統測試，通通沒問題才算大功告成。

在開發初期，國內沒有任何毫米波積體電路代工製造商、也沒有機械加工廠具有毫米波封裝模具加工經驗。因此除了電路設計在國內進行，電路代工委由美國的國防太空大廠的晶圓廠製作，毫米波封裝模具設計自行嘗試並得到澳洲國立天文臺的經驗指導，機械加工透過美國的毫米波元件製造商協助。最後一批次調諧混頻器的封裝模具已由國內工業研究機構執行。

至於用於「阿塔卡馬大型毫米及次毫米波陣列計畫」最低頻的毫米波接收機，目前開發中的所有毫米波積體電路模組，電路設計由中研院天文所與國內各大學電機系進行，毫米波封裝模具由中研院天文所工程師設計，從電路代工到封裝模具製造都是國內製造商執行。

范賢娟：《臺北星空》特約採訪。

天文科普類

銀河系大定位
追蹤哥白尼：一部徹底改變歷史但沒人讀過的書
宇宙的六個神奇數字
胡桃裡的宇宙
珍稀地球
太陽風暴
劍橋插圖天文史
宇宙的寂寞心靈
預知宇宙紀事
宇宙簡史

天文期刊類

牛頓
科學人
科學月刊
國家地理雜誌
天文愛好者
中國國家天文
Sky and Telescope
Astronomy
Sky at Night
Astronomy Now
天文ガイド
星ナビ
觀星人
臺北星空

天文科幻類

太空漫遊四部曲
(2001、2010、2061、3001)
夜幕低垂
接觸未來
空間迴旋
最後理論
闖宇宙首部曲 + 二部曲
「基地」系列
《基地》《基地與帝國》
《第二基地》《基地邊緣》
《基地與地球》《基地前奏》
《基地締造者》
4=71
滾石家族遊太空
銀河便車指南
我，機器人
火星紀事

天文繪本類

星星貪玩吃
星星的大黑貓
太陽公公的獨輪車
公主的月亮
月亮掉下來
科學之光：牛頓

八百字徵文活動 優選文章

讚
兒童組

公主的月亮 黃冠諺(臺北市立中山國小四年一班)

王國裡住著一位蒂蒂小公主。有一天，蒂蒂生病了，因為她好想得到月亮。於是國王找了許多聰明的人來診治，但是他們都推說月亮很遠，不想幫忙。宮廷有個聰明的小丑，他先問公主想要的月亮像什麼？原來只是個小小圓圓的金子，小丑吩咐金匠製作並送給公主，公主的病就痊癒了。但是，國王仍煩惱公主會發現天上的月亮依然存在。於是小丑又再度詢問公主的想法，才知道公主認為月亮像牙齒一樣，掉了會再長出來，根本不用擔心，說著說著就睡著了，而且還睡得很香甜呢！

我很喜歡這個故事。故事情節高低起伏，十分精彩。最初看到國王因擔心公主的病感到悲傷時，我也感同身受。不過，終於有辦法解決問題，我就開心了。書裡還有一些有趣的情節，尤其是公主的回答，總讓我會心一笑。繪者畫的插圖也很棒，配合文字來欣賞，實在生動有趣。

其實，每個人都有自己的想法，像總理大臣、魔法師與數學家，各自認為月亮是用不同的東西做成的。小時候的我，看到天空中的月亮很神秘、很美麗，像水晶一樣閃耀著光芒，又像一顆又圓又亮玻璃球，高掛在天空中。現在，我在自然課裡，學到了月亮是地球的衛星，會繞著地球運轉，也了解了一些關於月亮的知識，好似一點點地揭開她神祕的面紗。雖然如此，仍不減我對月亮天真浪漫的幻想。

書中，我覺得小丑很聰明。他真誠的去了解公主對月亮的想法，解決了國王的煩惱，滿足了公主的要求，令公主開心。宮廷小丑是所有人物中最睿智的。如果我是國王的話，我會詢問百姓們有什麼方法可以拿到天上的月亮，並且讓達成任務的人可以得到豐厚的獎賞。所以，我想我需要學習小丑敏銳的從細微處去關懷公主。

每個人都有自己的想像力，而且，這些天馬行空的想法是有可能被實現的。我們要尊重他人的想法，不能因為了解知識的真相，而減少了自己的想像力，更不能因此嘲笑別人。宇宙這麼大，科學家還沒完全洞悉探究，表示我們還有很大的努力空間，我也要在生活中多觀察，或許會有意想不到的發現呢！

讚
兒童組

住在會飛的天空 陳佳彤(彰化市南郭國小三年十二班)

「星星貪玩」整個故事都用神秘飽滿的暗藍色當做背景，使得黃色的星星就如同在黑暗中般被襯托出閃亮耀眼的光芒。

搭配著故事的節奏，小星星時而排列成大海裡的反射光、時而點綴在路燈上頭、時而排隊成車燈尾隨在後，小星星一路遊玩的男孩追隨著，我的眼睛也隨著

星星不同的曲線不斷轉動。在一趟旅程中，小男孩愛作夢的眼睛，看見星星。好奇的小孩和貪玩的小星星，成為最佳搭檔，開始夜的冒險：在星星的國度裡，他們嬉戲、跳舞、捉迷藏，不知不覺的，星星遠離夜空，男孩遠離家人。

在月亮呼喚下，魔法般的星星突然消失無蹤，只留下小男孩獨自面對夜的深沈與寂靜，他該往哪裡去呢？

每一幅畫面文字簡短、圖像卻又緊緊的跟隨著故事結構、還有閃耀迷人的星星穿梭在每個畫面。雖然此書只有短短的三十頁，但每一個畫面都值得用更多時間細細回味，一同與書中男孩追隨星星的腳步去發現、去冒險。

我卻從沒想過那樣的光亮也可以化身成為閃亮的星星，因此在閱讀的過中當，就不斷驚訝於作者想像力之豐富，順帶的地也反省自己，在學校功課繁重之下，想像力早就抹滅的一乾二淨了！還好媽媽送我這本書，閱讀時同時有視覺與曲、演奏、聽覺的雙重享受使得此書不單單只是一本繪本，還是一本與音樂有所結合的「音樂繪本」！想像彷彿悠遊徜徉在遙遠、美麗的銀河中，星星就在身旁閃爍、發亮。

「一閃一閃亮晶晶，滿天都是小星星……」，一個充滿音樂性的、圖像感的故事之旅程中，透過魔法般的星星和夜晚，感受到住在會飛的天空平凡事物中平凡的喜悅。

讚
青少年組

臺北星空

每當到了夜深人靜時，我總是會偷偷的爬下床，欣賞深夜中美麗的星空。或許是臺北太亮了吧！看到的星星總是寥寥無幾，不過住在臺北的我的真的很想了解自己頭頂上的這片美麗星空的奧秘。

某次在圖書館選書時，一看到了〈臺北星空〉這本期刊的內容就愛上它了！書的最後幾頁會附上當季的星座圖，讓我更加了解宇宙，有時還會介紹每些行星在當月會有什麼特殊的變化。例如：月全食……等等。這些有趣的事情我也會常常分享給我的家人聽，也讓我們家庭增進了不少的情感。望遠鏡也是我的研究之一，我曾經把望遠鏡拆開來，結果裝不回去，下場當然是被罵啊！所以〈臺北星空〉也讓我了解了不少關於望遠鏡的事，不過有些圖片太深奧了，看不懂的只好請教老師來幫我解圍了，不過愈具有挑戰性的我愈喜歡！本書都會從簡單的例子開始介紹再慢慢加深難度，非常符合本人的學習風格，所以我慎重的推薦這本書。

和朋友聊天時，偶爾也會聊到一些與宇宙有關的事情，這時從書本上吸收的知識就派上用場了。有時我們討論有關神秘的黑洞，想不出答案時也會去翻之前的臺北星空來解決我們的問題。

王柏翔(臺北市立忠孝國中 八年3班)

每當老師叫我們讀課外書時，〈臺北星空〉總是我第一個選擇的刊物，不愛閱讀的我，只會對我感興趣的事物才會加以了解，不過它也慢慢地訓練著我要靜下心來欣賞每一本書。這本書還有一個很吸引我的地方，那就是它的外表，不僅有和當時的大事符合，而且色彩豐富，相當的引人入勝，真是一本內外兼備好書啊！

登陸月球欣賞宇宙的美景也是我的夢想之一，常幻想跟隨著阿姆斯壯漫遊月球，〈臺北星空〉也會介紹登陸月球所用的工具，我也很感興趣。我曾經為了更了解那些東西常常跑到臺北市天文館去作深入的了解，也學到了不少天文的知識。當然我知道的那些知識只不過是滄海一粟罷了，所以我要更加努力的學習，才能欣賞那浩瀚無垠的星海。

其中我最喜歡〈臺北星空〉最後面總會介紹目前季節的星座方向，位置如何辨識等秘訣，總是讓我看了又看，愛不釋手。偶爾也會穿插一些希臘的傳說，讓我很投入在那故事中，從寓言故事當中讓我們可以得到另一種啟發，了解到每個星座都有一個浪漫的傳說。〈臺北星空〉是一本老少咸宜的天文入門雜誌，值得大家共同來閱讀。



實現夢想——阿炫家的大熊天文臺

看到目錄，我就決定要以這篇獨特的文章作為主題。

這一段短文只有短短的七面，簡述了作者饒仁炫先生搭建天文臺的過程，展現了天文迷築夢踏實的精神。對於每一位天文愛好者而言，在自家樓頂搭設天文臺是可望卻難及的事，不僅建置天文臺費工，難以處理的漏水問題可能導致天文儀器的損毀。反而白白浪費了一番心血。然而，饒仁炫先生不畏艱苦，挺身挑戰這樣的行動，為自己的興趣有所付出。

這座大熊天文臺的建構，可謂是歷經波折。雖然有好運的多方相助，確然不掩成功的困難度。首先，找到適合的地點便是難題，臺北的光害嚴重非常。機緣巧合地找到了房屋，饒先生繼續向前，更進一步採買能夠拍攝深空的單眼相機，並且為建設天文臺，還要解決各種各樣的漏洞、缺失。他在努力中發揮了巧思：以透明桌墊取代橡膠片，減少噪音以及漏水問題，更在每一個會漏水的螺絲孔上一點上矽利康。這樣的努力，造就了這座平地見深空的「大熊天文臺」。

林衍辰(臺北市立忠孝國中 八年1班)

饒先生的兒子認為：自己的爸爸已經發狂了，為了天文無限的付出，整夜站在頂樓吹著冷風。但是對於庸庸碌碌的我們的現在，可不是一種幽默的諷刺麼？我們在現在的生活中，大部分衣食無缺，卻缺乏了對於週遭事物的堅持以及努力。我們雖然對生活中的五花八門用有更深入的認知，卻也難以理解生命的本質。對於個人，我們也同樣的不知所云，不知道自己需要、想要什麼，更不知該為何而努力了。因此，現在我們應該要做的，並非如何去追求生活，而是去追求生活的意義，更加精進，用自己的手開出生活中的新道路。

找到自己，以興趣開拓自己的路。在這樣歷程中，我們見到了一位天文迷的堅持、努力。饒先生為了一探深空，實踐夢想，一步步的努力。他築夢踏實，最後終成希冀。這樣的行動力令人讚嘆，卻也不禁令我們這些對興趣空想之人感到羞愧。不執宥於所見，吸收建議但不對他人有所左右，以無盡的信念堅持並開拓自己的正道。現在的我們，正是需要這種精神的滋養啊！



夜幕低垂讀後感

故事發生於一個從未天黑的凱葛行星上，天文學家們透過萬有引力的異常，發現到陌生的衛星—凱葛二號逐漸進入凱葛與赤蓋(六個恆星中的一顆)之間，使得凱葛星上出現數個小時的『赤蓋食』。而另一個宗教團體-光明使徒，也發出相似的末日預言。在新聞記者—史蒙的新聞操作之下，科學家與宗教團體的預警效果下降，隨後發生的莫名黑暗使得人類文明面臨重大考驗。

對於這本小說，我最驚訝於作者將科學和神學作為主軸交叉辯證。首先，神學與科學從「觀察自然」的起點出發，各自試圖找出規律性。科學使用科學方法，先提出合理且可驗證的假設，經實驗證明而做出歸納性的結論，例如：匯集天文學家、考古學家和心理學家，利用不同的資料歸納出葛凱

蕭育琪

星上的『赤蓋食』，並推論人類的文明可能發生的變化；然而神學單就觀察到的現象，以想像力輔以神秘主義，提出星象災異並附會神話元素，例如：在啓示書中揭露赤蓋遭巨穴吞噬而造成黑暗，天空將出現滿天星斗並降下天火，導致人類與文明的毀滅。由於無法驗證啓示書的可信度，群眾的接受度往往取決於提倡者的個人魅力。

由於科學與神學發展歷程的歧異性，兩者勢如水火，例如：哥白尼提出的日心說，在當時挑戰了受聖經影響深遠的西方世界而遭到迫害。書中的科學家也同樣受神秘主義所害，群眾將科學家認為是召來食象的幕後推手，因而戕害其生命，更毀損了大量的科學資料。

然而書中的宗教團體，表面以勸人為善作為號召，實則是透過宗教極權，協助受創而瘋狂的世界盡早再建理想國，並積極保存與鞏固/維持教義相關的科學成果，例如竊取坦波泥板。對比之下，科學家在固化的社會機制運作下，試圖引起政治及群眾的注意更顯得徒勞無功。或許這也是作者想透過

這本小說，強調宗教是群眾在面對自然和社會壓迫時，用以穩定社會結構的人文產物。

這本小說除了專業的天文知識之外，關於人性的刻畫更是深刻，除了上述的部分，關於密室幽閉症候群的描述也相當引人入勝，非常推薦大家一睹為快。

讚
社會組

真正的月亮—《公主的月亮》

姜青慧

蒂蒂小公主，就像她無數的前輩們一樣，被老國王捧在手掌心裡寵愛著。嬌弱也好，任性也罷，反正，小公主就是為月亮病倒了。

在病榻上的小公主，可愛卻又狡猾的說：「給我月亮，我的病就會好了。」

老國王愛女心切，找來了總理大臣、魔法師、數學家，千奇百怪的理由，他們唯一的共識，就是公主不可能擁有月亮。

誰也沒想到，最後竟然是小丑，為國王解決了難題。

小丑找上公主，打造了專屬公主的月亮，最後也讓小公主自「圓」其說，心滿意足的睡著了。

故事很簡單，掩卷之後，卻讓人不斷深想。

比起燦亮而刺眼的太陽，月亮似乎才是每個人童年裡最重要的光。

誰不曾懷有這天真的願望呢？夢想那抹皎潔能夠靜靜躺在掌心發光。

故事裡，每個人對於月亮，都有一套自己的說法。許多民族，也都為月亮編織了各式各樣的傳說。其中最依戀月亮的，大概就是中國人：讓嫦娥飛上天，讓吳剛去懺悔，讓兔子也去那裡，用咚咚的搗藥聲，填補月球的空虛迴盪。歷代文人也寫了成千上萬的詩詞，歌頌這借來的光芒。

阿姆斯壯登陸的那一刻起，神秘的面紗被揭開，但許多綺麗的幻想也幻滅了。

故事裡，國王找來大臣集思廣益，但卻沒有人去問問小公主：「妳覺得月亮是什麼？」

大概成人對待小孩，都是這樣的吧？用成人

社會的框架，套在孩子身上，企圖為孩子的每個問題，想出一套合乎大人邏輯的答案。

因為長大太久，容易讓人忘了當年做孩子時的模樣。

只有小丑真正靠近公主，用公主的角度去看月亮，讓她用自己的方式，擁有了月光。當所有人都擔心她會發現真相，陷入愁雲慘霧時，公主卻笑了。

「當牙齒掉了，就會再長一顆新的；當園丁剪下花園的花，其它的花也會接著開。月亮也是。我猜，每一件事都是這樣。」

讀到這裡，我竟聯想到李白那兩句詩：「暮從碧山下，山月隨人歸。」李白誤會月亮一路相隨的傻氣，就像公主天真的以為，蒼穹已經長出了新的月亮。

話說回來，這世界又何嘗不是到處都有月亮呢？月亮鑲嵌在首飾裡，月光躍動在電影場景中，月娘甚至也閃耀在音符間，充當紅娘，代表著你我的心。

我們都用自己的方式，企圖摘下月亮，卻沒有人真正佔有她的光芒。

就讓大大小小的真假月亮，穿梭在水泥叢林裡，微弱的抗拒霓虹燈的七彩光芒。何必去計較獨一無二，就當我們都分享了月之碎片，碎片就已足夠給我們溫暖的力量。

美麗的月亮不言不語，依然高掛天空，任憑時間的河流逝，依然為這世界的所有人們，繼續溫柔而強大的，注入源源不絕的夢想。

注入我們心中，那個真正的月亮。

星期天談星

天狗傳奇

百年罕見天象—金星凌日

2012地球之命運夏季星空故事

彙整/ 張維元
吳典諺



2005年之日環食

天狗傳奇

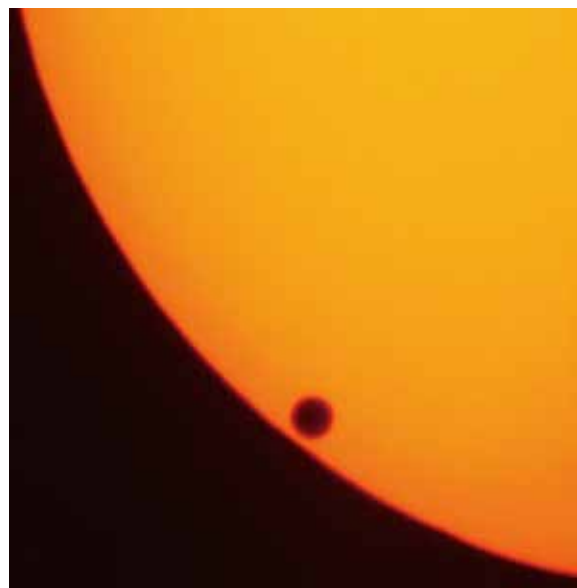
去年12月10日晚上全程可見的月全食天象，假如錯過的話，今年還有機會可以看到另一種難得一見的日食奇觀，請不要再錯過了哦！5月21日早上6點左右，早早起床找個東方沒有山或高樓大廈擋住的地方，就可以欣賞即將開始發生的日環食。

世界各民族對日食有種種不同的解釋，或如陰侵陽、天狗吃日等等，並有其各自解決的方法。中國古時候，民間是以敲鑼打鼓的方式來為太陽壯膽，由於日食時間通常很短，所以人們敲敲打打後，太陽馬上就會重現，因而去除了人們的驚慌。其實日食的產生是月球繞地球運轉的過程中，當月球在地球和太陽中間，日月地三者

連起來接近一條直線，此時月球遮掩太陽，就會形成日食。而月球以橢圓形軌道繞地球公轉，由於距離的改變，月球的視直徑也會改變，當月球的視直徑小於太陽的視直徑時，月球將無法完全遮住太陽，這時就會發生日環食。想要深入了解日月食有哪些種類與形成的原因嗎？想知道日食引人入勝的地方在哪裡嗎？「春日賞花趣，夜空嘆星美」，有空出外體驗一下，歡迎順便前來天文館參加「星期天談星」活動喔！

百年罕見天象---金星凌日

金星凌日是相當罕見的天象，平均約每120年才能見到2次，且這兩次僅相隔8年。也就是說，在人的一生中，或



2004年之金星凌日

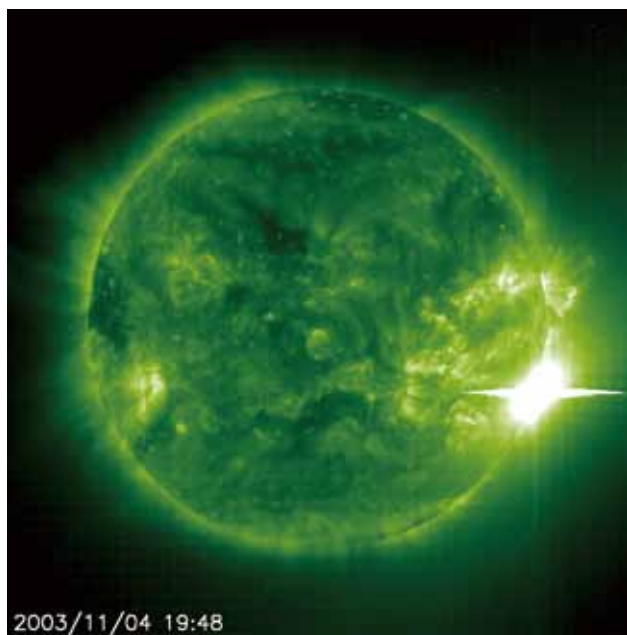


許只能見到唯一或二次的金星凌日天象。上次於西元1882年看過的人現在應該都已經不在世上了，本世紀的金星凌日發生在2004年與2012年，因此2004年錯過的人，這次6月6日的金星凌日可千萬不能再漏看了，這次在臺灣是全程可見！若不幸誤了日期，可要活到2117年才能再見下次的。所以這是本世紀內最後一次可見金星凌日的機會。

金星凌日就是日食的縮小版：當太陽-金星-地球三者幾乎成一直線時，地球上的人便可見到一顆黑點遮住一部份太陽盤面，並幾乎以等速在太陽光盤上沿一直線逐漸移動的景象。瞭解金星凌日，不僅可以理解內行星繞太陽運動的原理，而且也可以瞭解宇宙第一把量天尺的起源--地球到太陽平均距離的測量；甚至現代天文學家利用金星凌日的原理，推展到系外行星的搜尋上，讓天文學家對宇宙的認知更加豐富。錯過這兩次機會，此生難得再見，所以可得好好把握了！人類真正開始有系統地觀測金星凌日只有區區數次，但大家可能不知道它卻引發了很多令人感慨萬千的故事。想知道金星凌日背後不為人知的悲歡離合故事嗎？想深入了解金星凌日形成的原因嗎？「木上繁花開，金內衆星美」，有空前來天文館參加「星期天談星」活動喔！

2012地球之命運與夏季星空故事

相信大家對於所謂的「世界末日」已是時有所聞、見怪不怪了！近年來，由於電影的宣傳和媒體的推波助瀾，再加上全球各地氣候異常的現象，使得2012年的世界末日傳言更是甚囂塵上，有著山雨欲來風滿樓的氛圍。對於這些似是而非的傳言，例如：馬雅曆法將於2012年12月20日結束，整個世界就結束了？地球磁場即將消失？磁極就要反轉？太陽發生大規模磁暴，微中子將地球內部煮沸？等，科學家自有一套說法來加以駁斥，大家並不用太擔心，反倒是可以當作茶餘飯後閒聊的話題，並趁機接觸科學和增長知識。



SOHO衛星拍攝的太陽閃焰照片

夏天是觀星的好時節，夏季銀河是全天最美的景像，她是由許許多多的恆星及塵埃氣體所組成，在沒有光害的情況下，看起來像薄薄的雲霧一樣，閃耀著微光，非常美麗壯觀。當抬頭望向星空，可以看見三顆非常亮的星星形成一個三角形，就是所謂的夏季大三角，它是由天琴座的織女星、天鷹座的牛郎星及天鵝座的天津四所組成。即使在都會地區，只要沒有強烈的燈光干擾，都能瞧見這3顆星組成的三角形喔。星座故事中非常巧合的，在中國有牛郎織女的淒美愛情故事，在西方希臘神話也同樣描述著天琴座的感人愛情故事。在晴朗的夜空，伴著涼風徐徐，夏季觀星最是愜意不過的。

六月星期天談星的主題，將以簡單扼要的方式來介紹2012世界末日傳言和夏季星空故事，歡迎有興趣的民衆踴躍報名參加喔！

四月主題：2012之天狗傳奇

4月1日及4月15日(周日)……主講人：林琦峰

五月主題：百年罕見天象—金星凌日

5月6日及5月20日(周日)……主講人：張維元

六月主題：2012地球之命運與夏季星空故事

6月3日及6月17日(周日)……主講人：吳典諺

張維元：現任職於臺北市立天文科學教育館

文/ 孫桂琴



又到了一年最繽紛熱鬧的季節—熱情的夏季，「星姊妹說故事活動」也準備了有趣豐富的內容，等著與小朋友們一塊兒分享，屬於星空下浪漫、逗趣的神話故事呢！

這一季故事內容仍圍繞著天神宙斯的浪漫戀情打轉，及祂英勇孩子們的冒險故事，值得期待。

白羊座—宙斯憐憫的雙胞胎兄妹

在黃道十二宮的故事中，本季要介紹的有白羊座、金牛座與雙子座，分別代表著四月、五月、六月的主題星座。五、六月的金牛座與雙子座，係與宙斯的人間戀情有關，而黃道十二宮的第一個星座—白羊座，則是宙斯憐憫人間苦難，大發慈悲之心的善舉。白羊座也稱為牡羊座，是古時春分點的位置，這是一個有關落難雙胞胎小兄妹的故事。

在古早的忒薩利亞的國家中，原本國王亞瑟馬斯和王后涅斐勒，以及他們所生下的一對雙胞胎兄妹—普利克蘇及海勒，過著幸福美滿的日子。但是在國王移情別戀地愛上了底庇斯王國的公主依娜後，整個就變了調。王后涅斐勒被趕出了宮中，兩兄妹也成了新王后的眼中釘，尤其是在依娜生下了自己的孩子後。依娜為了讓自己的兒子繼承王位，處心積慮地迫害這對王子與公主。最關鍵的這一天終於來臨，依娜將炒熟的種

子分給人民，讓穀物無法生長，無望的飢荒引起了人民的恐慌與暴動。依娜早就與祭司串通好，將這一切怪罪於無辜的兩兄妹，兩兄妹於是成了被獻祭的犧牲品。

兩兄妹的生母涅斐勒知道後，日日虔誠地向宙斯祈禱，感動了宙斯。於是，祂讓信使神漢密斯派出一頭長著金色羊毛的公羊，在千鈞一髮之際救起了兩兄妹。兩兄妹被叮囑在整個過程中不能回頭看，也不能往下看。但是妹妹卻受不了大海的浪濤聲，忍不住回了頭，不小心掉下海中死了。最後，只有樂觀勇敢的哥哥到達科基司王國，並受到國王的保護，後來還與國王的女兒結婚，過著幸福美滿的日子。而哥哥所騎的金山羊，也成了科基司王國的鎮國之寶與吉祥象徵。

宙斯的化身—白牛與天鵝

天神宙斯的風流倜儻在希臘羅馬神話故事



中，是相當膾炙人口的，也締造了許多浪漫多情的神話故事。在這一季的故事中，包括金牛座與天鵝座，都是與宙斯變身求愛有關。

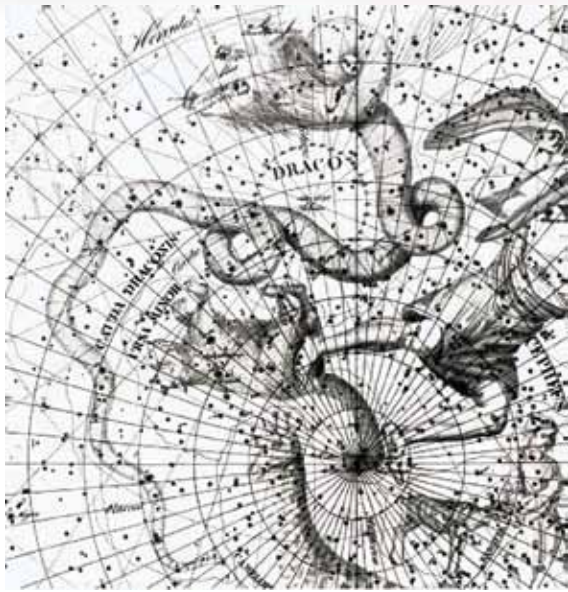
金牛座與傳說中歐洲的由來有關，是宙斯看上了腓尼基王國的歐羅巴公主的故事。話說，宙

斯趁著歐羅巴公主與俾女在海邊的草原嬉戲採花時，化身成一頭純白無瑕的大公牛，吸引公主爬上了牠的背，然後頭也不回地載著公主躍入海中，一路來到了克里特島，這也是宙斯自己的出生地。在這一路上，宙斯博得了公主的芳心，兩人那兒舉辦了盛大的婚禮，這塊大地也用公主的名字命名，也就是歐洲大陸名字的由來。



風流的宙斯當然不會滿足於單一的戀情，天鵝座的故事是關於他的另一個愛情故事。宙斯常常巡視人間的種種，一天，他又看上斯巴達王國的王妃—麗妲。為了吸引麗妲的注意，他還請了智慧女神雅典娜變身大鷲追逐自己化身的白天鵝，好吸引麗妲王妃的注目眼光。他的苦肉計奏效，順利地與麗妲朝朝暮暮相處，還因此產下愛的結晶—兩顆天鵝蛋。其中一顆產下了雙子座的兩兄弟，另一顆產下了引爆特洛伊戰爭的美女海倫與她的姊姊。

因此，天鵝座的故事也與雙子座相關。而雙子座的兩兄弟卡斯特與普拉克斯，因為是宙斯與人間美女的結晶，兩人分別遺傳了神與凡人的不



同天性。哥哥卡斯特遺傳了麗姐的凡人天性，弟弟普拉克斯則遺傳了宙斯長生不死的神性。兩人從小感情就相當好，一起冒險，並學習各項才藝。長大後，普拉克斯成了馬術戰略家，卡斯特則成了劍術及拳擊手。兩人後來在一場與雙胞胎堂兄弟的爭鬥中，哥哥不幸喪生。弟弟為了救哥哥，祈求宙斯的幫忙，同意將一半的神性與哥哥分享。於是，兩人有一半的時間在人間繼續冒險、嬉戲，一半的時間在冥府居住，但兩人相伴，都不以為苦。

為了紀念這兩段戀情，以及兩兄弟的感人之情，宙斯將金牛、天鵝、雙子的形象升上了天，成了現今的金牛座、天鵝座與雙子座。

太陽神阿波羅與海克力斯的天龍座

太陽神阿波羅與海克力斯都是天神宙斯相當優秀的兒子，兩人也都受到善妒的天后希拉的迫害。阿波羅是宙斯與麗托所生，祂還有一個雙胞胎妹妹—月亮女神阿緹米斯。

阿波羅長得相當健美，祂所散發的光芒，讓眾神無不驚嘆，也讓宙斯相當驕傲，特別賞給阿波羅黃金戰車與白鳥權杖，並封他為太陽神，負責巡視天地之間。阿波羅雖然擁有英挺的外型，

卻也有關於祂的愛情悲歌。其一是受到愛神丘比特的捉弄，愛上美麗精靈達芙妮，對方卻是中了厭惡愛情的箭，於是達芙妮變身月桂樹，阿波羅也只能在旁守候，讓月桂樹長青不老。另一個，則與烏鴉座有關。愛說謊的烏鴉謊稱阿波羅的人間戀人—洛妮絲公主另結新歡，讓阿波羅誤殺了公主。知道真相後，阿波羅將原是一身金羽毛的烏鴉貶入人間，且全身變黑，只能發出難聽的聲音。

天龍座的故事與大英雄海克力斯的十二項冒險故事有關。海克力斯的第十一項任務是偷百頭龍及牧夫的女兒們看守下的金蘋果，這個金蘋果是大地女神蓋亞送給天后希拉的結婚賀禮，具有永保青春與生命的神力。天后希拉相當喜歡，特別將金蘋果樹種在大地的盡頭—眾神的庭院裡，並且由扛天的巨人亞特拉斯（也是牧夫座的主角）的女兒們照顧，樹下還有可怕的百頭龍拉登負責看管。

海克力斯後來取得亞特拉斯的協助，用有毒的箭射死了拉登，順利取得了金蘋果，完成這項冒險任務。百頭龍長期守護金蘋果有功，被升上了天，成了天龍座，並且與海克力斯的武夫座、亞特拉斯的牧夫座相鄰。

上述的星座故事相當豐富有趣吧？在炎炎夏日，星姊姊們也期待著與小朋友們，一同沈浸在浪漫的星空神話故事裡呢！

四月活動主題：

4月14日(周六).....黃道十二宮：白羊座

4月28日(周六).....春天的星座：天龍座

五月活動主題：

5月12日(周六).....黃道十二宮：金牛座

5月26日(周六).....八大行星：太陽的故事

六月活動主題：

6月09日(周六).....黃道十二宮：雙子座

6月23日(周六).....夏天的星座：天鵝座

孫桂琴:現為臺北天文館星姊姊說故事志工

天文 新花 嘜

點亮希望～關心觀星

2011星光小學心情筆記

文/李淑儀



南投縣仁愛鄉合作國小

這是一個全新的體驗。雖然對中小學的教學與困境我並不陌生，但首次被邀請加入這個自2008年至今持續四年多的星光小學志工團隊，非常感恩督導林琦峰先生和資深志工秀鑾姐鼓勵，讓我能有機會瞭解及參與推動科普天文的實務，但還要寫心得...

據我所知，遠在南投縣仁愛鄉的合作國小是天文館推廣的第一所星光小學；記得2009年天文館慶時，看過星光一班的師生特地北上天文館分享精彩的「射日」表演，對於充滿原住民部落傳奇的故事和諸位優秀師生令人驚豔的生動演出，留下相當深刻的印象，而我也很期待這次活動能讓我一探神秘部落的星光小學。

出發前幾天，剛帶完九年級畢業班的我好不容易終能喘口氣，特地陪家人到台東綠島作生態學習參訪旅行，在少光害的外島夜空之下領略不一樣的滿天星空，不只讓人陶醉更感動到想落淚。

7月9日當天清晨七點多我們從天文館出發，這次南征隊伍包括三組督導林琦峰、周紹孔與資深志工李佩蓉、李秀鑾、陳茂雄、蔡明宏、胡佳伶、游麗姿、張文雯、陳榮裕、郭桂珍、吳明意、江培文、林添進、梁添水和我等。大家一同搭乘司機何大哥

的小巴翻山越嶺往山明水秀的南投山區前進；沿途督導熱心的課程簡介及分工提醒，資深志工伙伴無私又幽默的經驗分享與導遊風光，讓從不曾參與星光小學課程的我，稍稍放下心中對此次活動的焦慮感。

因為路上塞車的緣故，到校約下午2點多，在大伙通力合作之下我們很快就把課程準備完畢並進入開幕儀式。因校長公出，由教務主任帶領眾多小朋友歡迎我們。我們帶了許多要贈給他們的小禮物，如月相變化模型等，也安排了許多精彩的課程，包括認識太陽系與宇宙大小（明宏、琦峰）、天文望遠鏡及觀測體驗（小周）、星空室內模擬與戶外觀測教學體驗（秀鑾），認識月亮亮、泰雅族射日影片、月相變化（佳玲、添進、文雯）與模型DIY（茂雄）、行星公轉軌道與距離（培文）等，依稀記得吹汽球模擬宇宙膨脹論時，我們這組好手藝的女學員測完自己的汽球標記後加上星雲等可愛的彩繪，專程畫個好美的笑臉汽球送我當紀念，可惜第二天被某人不小心給戳破，只留下美好的回憶。在司令台上記錄方位仰角觀測過程中，各組志工老師及學員們熱烈討論觀測四周方位目標物與分享記錄成果，看到大



星光小學相見歡與原住民小姑娘們合影

靜觀部落 天文 攝影



家融成一片，真是樂趣無窮啊！課餘時間和小學員們一起在走廊上等候，觀察燕子覓食歸巢哺育幼鳥，在球場上打籃球的非正式比賽等，看見他們靦腆的笑臉，充分讓人感覺這些山上孩子的天真活潑與可愛！

晚餐後，主任全村廣播上下部落通知學員上課，原本第一天傍晚山上午後雲霧未退散且天空飄著細雨，秀鑾姐改在室內利用Home Star星空軟體投影教導大家認識四季星空，跟著大家一起躺下來感受星空觀測的樂趣，如什麼是春天的大三角？什麼叫春天的大鑽石？四季如何確認北極星的方位等等。稍晚天公作美雨停了，山上晚風輕輕將遮住星月的雲霧推開，大家把握這難得的機會，興奮地到操場觀測星空，小周老師也將準備好的望遠鏡派上用場，特地目標對準被雲霧干擾較少的月亮和其他天體，看到學員秩序排隊等候並用心觀察，聽見他們親眼從望遠鏡目鏡看見每天再熟悉不過的月球亮面時不時傳來興奮的感嘆和討論聲，讓人感覺真是美妙的天文之夜啊！此外，秀鑾姐用雷射光筆引領大家觀察並復習剛剛教過的星座，如北斗七星、月亮，南斗，天蝎座，銀河，摩羯座，天箭座，海豚座，武仙座，夏季三角（牛郎星、織女星與天鵝座）的七夕浪漫傳說與春季正三角的夫妻星（大角星和麥穗星）等，有趣的是還幾度看見夜空閃閃發亮是誤以為偶發流星經過的「螢火蟲」飛越

呢；在操場還是有盞燈光的干擾、過程中也三不五時飄來雲氣遮蔽擾亂觀測，雖然無法一覽星空全貌而有遺珠之憾，但與上次前來觀星卻下雨無法觀測的天候相比，這次能看到這麼多的星星，感覺我們真的是幸運極了！望著美好的夜空我不禁暗自在心裡許願，希望這些可愛又認真的靜觀部落小學員們能夠珍惜這些在別的地方無法擁有的美好資源優勢，用心學習並真正發展培育出自己部落小學獨特的『天文之才』，成為星空的守護使者，未來將天文的知性與感性之美分享給其他的人們。

夜間課程完成後孩子們一一道晚安離校返家，感恩琦峰督導分享用轉接器固定數位相機拍攝天文影像的實際操作，還有添進大哥提供使用愛瘋手機的星象軟體查尋天體的方法，讓我對於天文觀測又有更進一步的實務經驗，接著大家開會討論當天課程的進行流程並提供寶貴建議，散會之後我們輪番進浴室盥洗，山上的夜晚不只風涼雲清，連洗澡水都很快變冰水，我用最快的速度洗戰鬥澡，然後跑回操場看著上弦月伴隨著夏季的星座橫掛夜空中，發現美麗的天鵝和人馬正在南方天空閃爍，耳邊傳來知了與蟲叫蛙鳴的合奏聲，再度慶幸自己能沐浴在這片令人陶醉的星夜旋律中。

次日清晨四點多我們不約而同起床上洗手間順便看秋季四邊形，還有王族與水族星座等，然後回籠再小睡片刻。一大早五點多陸續

天文花嘢

有人起床盥洗、收拾睡袋行李、相邀外出探路兼健行及結伴拍照留念，尤其路邊許多不知名的花草蟲鳥、射日英雄的雕像及路燈，與水果路標的地圖…等都好有妙趣，沿途有資深志工的導覽解說前後靜觀之旅的改變，還探路尋找吊橋走到靜翠橋上，看晨間山嵐隨風輕緩地飄落，讓山區路面時而霧茫茫一片，彷彿是美少女般害羞的蒙上層層面紗。沿途當地早起的親切居民也和我們揮手致早安（連小寶寶也都向我們微笑喔），真是美妙。

接著趕回去吃早餐，上完有趣的月亮及行星軌道等課程之後，我們將各組總計得分進行票決頒獎並全體合照團體照，下課之前校方主任帶領著孩子們特地以賽德克部落的母語向我們表達真誠的感謝，更讓大家印象深刻又深受感動。中午在接受校方特地準備（當地生產的有機白色玉米、西瓜還有珍珠洋蔥等）的熱情又豐富的午餐招待之後，我們收拾行囊互道再見打道回府，臨行教務主任還特地提著滿袋的當地生產的高山高麗菜做為贈別禮物！

兩天課程下來，回到家後雖感覺身體真有點疲憊，但記憶在心裡不斷的迴盪，提醒我這只是個開始，相信對於我們這些有著共同經歷的志工老師和小朋友們，都將是個美好的印記，也感謝此次行動有大家同心合力的付出让課程能圓滿順利成功。第一次接觸這些活潑又積極的小朋友，被他們真誠、單純及熱情的互動方式給深深打動，尤其我們這組金星王子陳富偉的勇於分享和上台發表也帶動大家火力全開，更為小組爭取許多加分機會！認真又禮讓的游怡萍和仔細有愛心的游君美善於彩繪、而年級最高、安靜又穩健的孫毅會將較深奧的原理以簡單口白轉述給三年級較看不太懂字的阮建維聽，不同年齡互助鼓勵，學習包容更添樂趣！儘管過程中對較低年級的學員會有些壓

力，也有坐不住藉故想溜去打球或上洗手間的，也有曾一度偷偷告訴我回家飯後不想來聽晚上課的、想在家裡上網玩電動感覺比較不無聊的小朋友們，最後都在志工和老師們不斷鼓勵下每堂課陸續出席，克服心魔並完成課程接受表揚也表達感恩，甚至當我們臨別時還專程到校依依不捨與我們送別，也彼此約定等下次再見時一定都要比現在更好。這次活動過程中，深深感覺自己所學的不足與能貢獻真的太有限，邊做中邊學，更鞭策自己要更用功，非常感恩所有志工伙伴們無私奉獻的教學和經驗示範分享，讓我有此機會多方學習努力而不僅只是紙上學天文，相信堅持我們的理念繼續做下去，這些小小的天文種子樂於學習天文之美，終有一天小種子會破土萌芽、成長茁壯讓原鄉因而發光發亮，發展出真正的「天文小尖兵」。期待，未來的路很長…且讓我們學習射日英雄不屈不撓的精神，繼續努力吧！一起加油，甘巴爹！



臨別依依～記得有約！



靜觀留影～在合作部落

李淑儀：現為臺北市立天文科學教育館志工



宇宙劇場

追風者

文/ 洪景川

一般，奇擊殺手颶風的心臟地帶，並經歷研究科學的最基本樂趣：那就是迎向大自然去發掘其深邃無窮的奧秘。



「天氣」是自然科學中最成熟和最激動人心的領域之一，也是我們每天都要面對的。每年春季在美國洛磯山與阿帕拉契山之間的廣袤平原上，氣團互相碰撞造成多變的天氣型態，形成了致命的龍捲風，釀成天災巨禍，帶來了巨大的破壞和毀滅。但對科學家和龍捲風迷而言，這卻是春季的年度盛事。《追風者》影片製作小組與氣象學家們組成團隊，要挑戰不可能的任務，那就是進入風暴的內部。

MacGillivray Freeman Films 公司製作的這部令人振奮的巨幕科學鉅片，讓我們追隨著《追風者》的腳步，走進地球上最為惡劣的天氣現象中探個究竟。颶風，季風氣候和龍捲風都是《追風者》探索的目標。在《追風者》片中，我們加入追逐風暴的氣象學家行列，與他們一起追蹤惡劣天氣的蹤跡，以便弄清楚它們的成因。

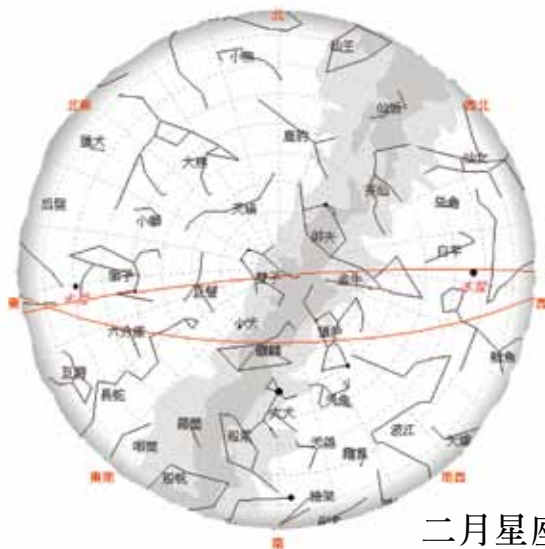
要如何才能探索季風氣候，颶風，和龍捲風呢？我們得展開一趟趟環繞地球的旅程來體驗最極端的氣候，並見證最富戲劇性、但往往是最危險的各類風暴。影片中氣象觀測組織派出一架P-3「獵戶座號」氣象飛機穿越艾米莉颶風。為了防止在顛簸的飛行搖壞弄歪辛苦架妥的攝影機和科學儀器，飛機裡的東西都被牢牢地固定起來。我們和科學家一同進入氣象機的駕駛艙，並肩穿透颶風眼；旅程中最緊張又關鍵的時刻，就是當機頭對準愈來愈接近的颶風，雷達偵測強烈風暴的中心的資訊，以探求觸動天氣系統的原因。經歷了由顛簸的旅程突然進入壯觀而平靜的颶風眼，我們可以體驗像突擊隊

《追風者》們冒著生命危險來記錄和研究各種強大風暴。這一群科學家每天驅車幾百英里去追逐發生在美國中西部的龍捲風，而當他們遇上風暴時，會竭盡全力逗留到最後一秒。他們將帶領觀眾進入龍捲風，直擊大自然的一大破壞力。運用了驚人的科技，讓觀眾置身龍捲風邊緣，呈現追逐風暴的震撼畫面及驚險刺激，同時也觀察龍捲風的破壞，以及對美國這一帶居民生活的影響。《追風者》利用特製的龍捲風攔截車TIV上的轉台，冒著生命危險搶拍歷年來最罕見的龍捲風畫面。他們身經百戰，不惜面對各種危險，開著1萬4千磅重的龍捲風攔截裝甲車，深入致命龍捲風的外圍。領隊的科學家從行動指揮部—都卜勒雷達車上發號施令，引導龍捲風攔截車和機動偵察車駛向攔截目標。他必須根據都卜勒雷達蒐集的資料當機立斷，因為他肩負了整個團隊的性命安危。

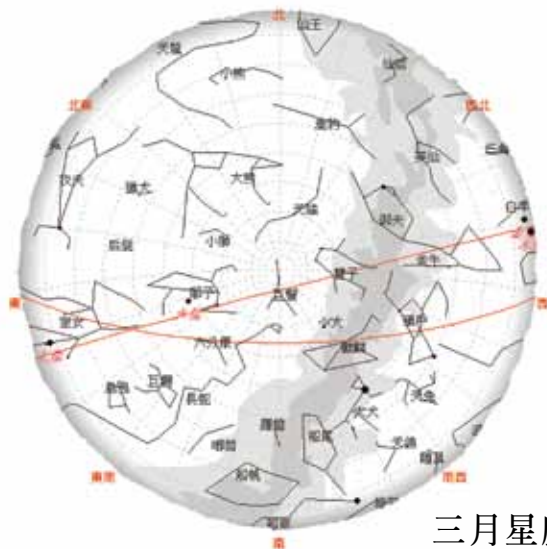
《追風者》的每個片段記錄了製作小組與科學團隊令人汗毛直豎的經歷，讓人不禁懷疑他們這樣置身險地是否已經失去了理智？有趣的是，在印度拍攝的時候，因天氣太好，製作小組被迫製造了一個人工雨季，不過效果的確很逼真！天文館宇宙劇場IMAX《追風者》的鏡頭全部以特製大格式攝影機拍攝，用精細極緻的超高畫質描繪了可怕風暴的各種面相，巨細靡遺地解釋劇烈天氣現象對人類生活所造成的影響。龍捲風，颶風，冰雹，還有其他惡劣的天氣在在提醒著我們，儘管科技發達，但是面對自然環境，人類仍然只能抱持著敬畏之心並小心探索，窮究其因並謀求因應之道。

追風者 上映期間 - 101年1月1日至101年12月31日

洪景川：現任職於臺北市立天文科學教育館



二月星座圖



三月星座圖

又到了春暖花開的時候，春夜裡由北斗七星帶領著春季大三角、大鑽石及春季大曲線縱橫於夜空中，斗大的杓子也是辨認北極星的重要指標呢，天氣晴朗的夜晚，不妨攜伴前往陽明山看星星去。

行星	可見時間
水星	4月日出時可見於東方天空
金星	約21時前可見於西方天空
火星	在獅子座 2月下半夜可見 3月整晚可見 4月上半夜可見
木星	2月在白羊座，3、4月在雙魚座 皆上半夜可見
土星	在室女座 2、3月下半夜可見 4月整晚可見

詳細的行星動態如下介紹。

【行星動態】

♿ 水星：由摩羯座經寶瓶座到雙魚座。順行，2月7日外合、3月5日東大距、3月12日留，之後逆行，3月22日內合、4月3日留，之後順行，4月19日西大距。2月中旬後於日落時於西偏南方可見，3月中旬離太陽近不可見，3月第4週後則於日出時可見於東方。

♀ 金星：由寶瓶座經雙魚、白羊到金牛座。順行，3月27日東大距。於黃昏後可見於西南方 $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，約20.5時~21.5時西沉，視亮度約-4.1~-4.7等；視直徑由15.1"增加至37.5"。在4月30日至5月初，有最大亮度-4.7等。

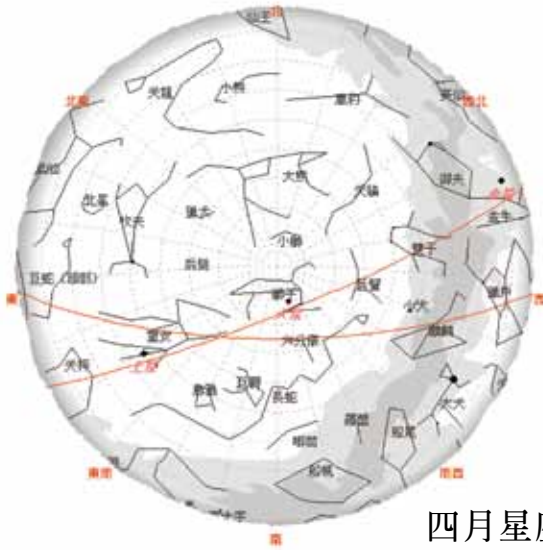
♂ 火星：由室女至獅子座。逆行，3月4日衝，4月15日留，之後順行。東升時間由20.5時提前至13.5時，西沉時間則由早上9時~清晨2時；3月上旬整晚可見。2月視亮度由-0.6增亮至-1.2等，3、4月時亮度慢慢降至0等。視直徑由11.8"增大到13.9"，3、4月視直徑開始減小到9.9"。

♃ 木星：白羊座到雙魚座。順行。於日落時出現在西南方天空，西沉時間由23.5時逐漸提早到19時，僅上半夜可見。視亮度從-2.3等逐漸變暗至-2.0等；視直徑由39.2"變小到32.9"。

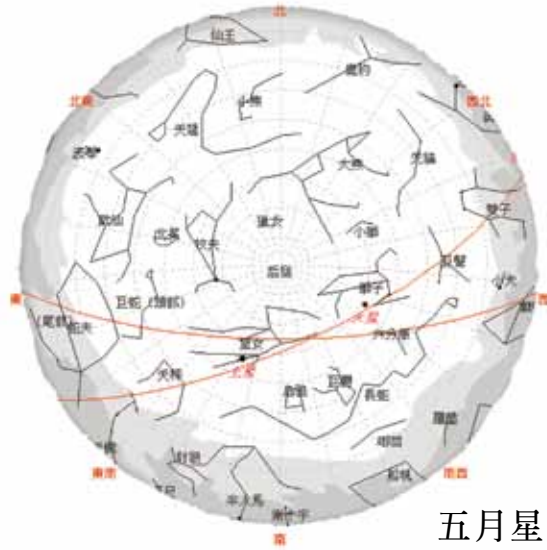
♄ 土星：在室女座，順行，2月8日留，之後逆行，4月16日衝。東升時間由23.5時提早至17時，2、3月下半夜可見，4月整晚可見。視亮度從0.6等逐漸變亮至0.3等；視直徑由17.6"到19.09"。4月13~19日為今年度內土星最大視直徑期間，視直徑達19.09"。

♅ 天王星：在雙魚座，順行，3月25日合。東升時間為早上9時提前至凌晨4時，西沉時間由21.5時~16時。視亮度約5.9等；視直徑約3.4"。

春季



四月星座圖



五月星座圖

♆ 海王星：在寶瓶座，順行，2月20日合。東升時間為早上7.5時提前至凌晨2時，西沉時間由17時提前至13時。視亮度約8.0~7.9等；視直徑約2.2”。

【特殊天象】

流星雨

天琴座流星雨

極大期在4月22日，ZHR值約有18，月相為眉月，有機會可以找個空曠的地方，試試運氣喔。

船尾座 π 流星雨

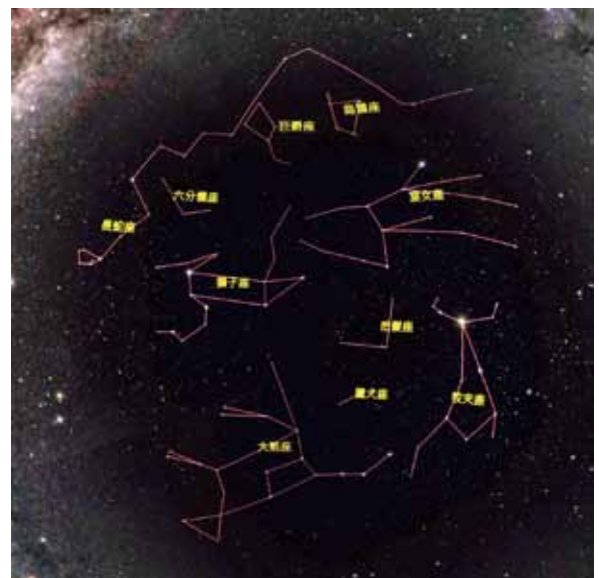
預測的極大期約在4月23日，其母彗星26P在2008年回歸，流星數量不確定，通常得等到發生後才能確定有多少。



【春季星座】—觀測重點

春夜裡天空中最顯而易見的莫過於北斗七星，相信這也是大家認星的入門之一，構成大熊座背部及尾巴的北斗七星，可是用途多多呢，只要認得這個大杓子，春季的星座基本上已經掌握一半了。還有不容錯過的開陽雙星，若有雙筒望遠鏡可以輕易看到開陽和他的伴星輔，這可是古代用來檢驗士兵視力的標準喔！而開陽A和開陽B也是一對雙星互繞。

由斗大的北斗七星延伸至牧夫座的大角一、室女座的角宿一，一直到烏鴉座、巨爵座是春季大曲線；牧夫座的





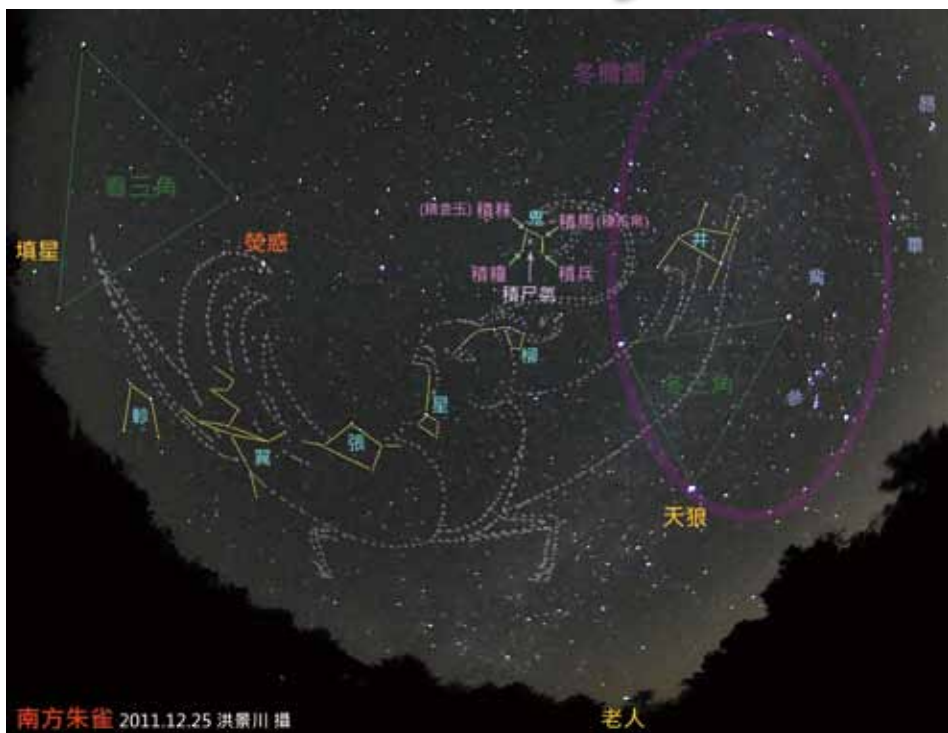
大角一、室女座的角宿一、獅子座的五帝座一所形成的是春季大三角；若將這三顆星再加上獵犬座的常陳一，便在空中形成一個大大的菱形，就像是撲克牌中的diamond一樣，也因此我們將之稱為春季大鑽石，以上可都是春季認星的重大指標。

除了大家比較熟知的大熊座、牧夫座、室女座、烏鴉座、巨爵座、獅子座和獵犬座這幾個大星座外，在春季大鑽石中的后髮座，雖然沒有3等以上的亮星，但肉眼可以看見一團朦朧的星星--后髮星團，它是個疏散星團，大小約5度左右，最亮的星星約5等，距離我們260光年，從雙筒望遠鏡中可以看見他的全貌。而春季南邊的長蛇座，則是全天88星座中所占面積最大的一個，但其中卻只有一顆2等星一星宿一。從獅子座的軒轅十三往軒轅十四連線下來，到長蛇座之間，可以找到六分儀座，是一個小星座，最亮星只有4.5等，雖然不亮，但有機會不妨找個晴朗的夜晚，找找六分儀座，順便挑戰一下長蛇座連連看。

黃道十二星座中的巨蟹座，雖然最亮星柳宿增十（巨蟹座β），視星等只有3.52等，但有著與報稅有關的古星官。在中國古代，遠在蒙古與西

伯利亞北方的國家，隨者嚴寒冬季的尾聲，天氣漸漸回暖之時，恢復了原本因大地冰封而中止的南侵軍事行動，準備向南擴張領土，以便獲得更多的物資。因此，中國古代王朝在春季來臨時，首要面對的便是北方敵國軍事的挑釁和南侵，所以對於天空中春季星官的命名，很多都會與軍事上的徵兵備戰、集民練兵有關。例如在鬼宿「積尸氣」旁的四顆星官，分別為「積兵」、「積糧」、「積馬」與「積秣」。「積兵」是指要集結百姓，選出戰事所需的兵源，「積糧」是要從全國各地集結士兵所需的糧食，「積馬」是指要從全國各地，選出戰事所需戰馬的馬源，「積秣」則是要集結戰馬吃的糧草。後來隨者漢武帝均輸的經濟思想和政策措施的實行，加上朝代的更替，積兵糧馬秣備戰的行為，漸漸演變成為現代在每年春季報稅的一種行動。在春季的夜空中，由雙子座的北河三往獅子座軒轅十四連線的中點附近，以口徑4公分以上雙筒望遠鏡，便可以看到位於巨蟹座中的M44鬼宿星團，更別忘了在她旁邊四顆與每年春季報稅有關的星官喔。

趙瑞青：任職於臺北市立天文科學教育館
施炫呈：臺北市立天文科學教育館志工



【說文解字】

食分

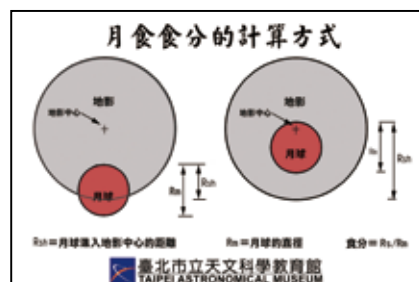
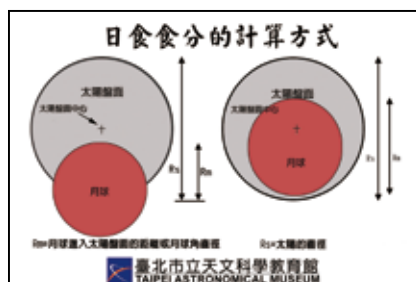
繼2009年的日偏食，2011年12月10日的月全食後，即將登場的是2012年5月21日臺灣北部地區可見的日環食，雖然是日出帶食，但還是值得早起一探究竟。而在這些日食及月食的資料中，除了標示出「食」的現象與發生時間外，還會標示食分的大小，那麼食分究竟是什麼意思呢？我們先來看一下食分的定義：

$$\text{日偏食食分} = \frac{\text{太陽被月球遮蔽的角距離}}{\text{太陽角直徑}}$$

$$\text{日全食及日環食食分} = \frac{\text{月球角直徑}}{\text{太陽角直徑}}$$

$$\text{月食食分} = \frac{\text{月球進入地球本影的角距離}}{\text{月球角直徑}}$$

所以食分表示的就是食程度，以日食而言，因為被食者（太陽）為分母，所以當值小於1，表示月球進入太陽的視角距無法完全遮蔽住整個太陽，因此我們看到的食相只會是日偏食或日環食，以2012年5月21日臺灣北部地區可



見的日環食為例，食分為0.938。而當食分大於1時，即表示整個太陽可以被月球的視角距覆蓋，這時候看到的便是日全食了。

而月食的形成，是因為月球被地球本影所遮蔽，因此在月食食分的計算，則是月球大小與月球進入地影大小的比例。

當然在食的過程中，食分的大小會一直改變，因此通常在資料的標示上，寫的都是最大食分，下次再看到日、月食資料時，就可以從食分的數據上，清楚的知道被食的大小有多少囉。

簡單整理如下：

日食

食分大小	看到的天象
<1	日偏食或日環食
≥1	日全食

月食

食分大小	看到的天象
<1	月偏食
≥1	月全食

宇宙天體攝影 天體映像 Image

編譯：楊曄群

天文學家Jura Borissova等人從歐南天文台（ESO）帕拉納觀測站（Paranal Observatory）VISTA紅外巡天望遠鏡的觀測資料新發現96個原本被銀河系塵埃遮蔽而不可見的疏散星團。VISTA這個現今全球口徑最大(4.1米)的紅外巡天望遠鏡主要以紅外波段進行觀測，能穿透塵埃而看到後面被屏蔽的天體。這是首次一口氣發現這麼多小而昏暗的星團，也是搜尋昏暗星團的「VISTA銀河變動天體搜尋計畫」（VISTA Variables in the Via Lactea programme, VVV, “Via Lactea”是拉丁文中的「銀河」之意。）第1年內達成的成就，這個結果讓天文學家們相當興奮。VVV計畫從2010年開始，主要目標集中在銀河中心一帶以及偏向銀盤以南的區域。這個計畫預計將於5年內完成，總觀測時數超過1929小時。



目前發現的疏散星團中的成員恆星，絕大多數的質量都不及太陽的一半，它們是建造星系的基石，對銀河系等星系的形成和演化相當重要。在含塵量很高的區域中形成的星團，因年輕恆星所發出的可見光絕大部分都被塵埃吸收掉了，使得在可見光波段為主的巡天計畫中很難發現它們的存在。

天文學家利用細心調整過的電腦軟體先將前景恆星移除，以計算確定為星團成員的恆星數量，然後進行星團大小，距離、年齡和塵埃造成的紅化（reddening）等物理量的測量。

Borissova等人發現這些新發現的星團大都很小，而且僅含有10~20顆成員星。和典型疏散星團相較之下，這96個新星團相當昏暗，規模也很小，位於這些星團前方的塵埃讓它們在可見光波段的亮度比原本應有的還暗了1萬~1億倍，難怪之前會找不到！

在此之前銀河系中的已知疏散星團僅約2,500個左右，不過天文學家估計大約還有30,000個左右的星團隱藏在塵埃和氣體之後。這96個新發現的疏散星團僅是冰山一角，Borissova等人已經開始利用更聰明的軟體來協助他們搜尋其他成員較分散、年齡較老的疏散星團，相信很快就會有新的成果。

資料來源：歐洲太空總署 <http://www.eso.org>

楊曄群：任職於臺北市立天文科學教育館



在銀河系塵埃中捉迷藏的疏散星團

VISTA望遠鏡新發現的96個星團

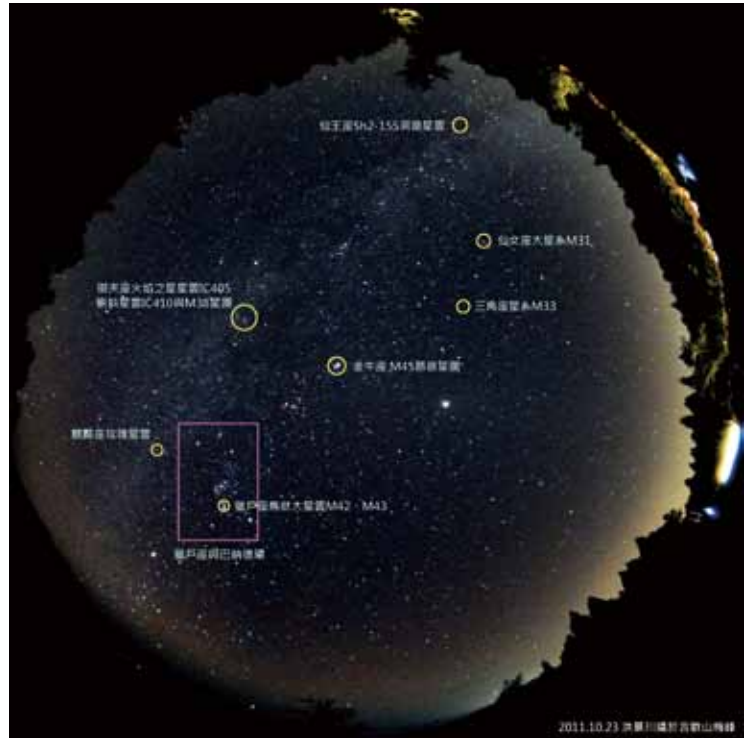


Astronomical

資料彙整/ 洪景川

美星映象館

photo gallery



←麒麟座玫瑰星云 (NGC 2237、NGC 2244)

林啓生·張添焜

時間：2011年8月19日UTC 07:00 地點：南投縣鹿林前山

器材：高橋 ε 160 (F3.3) + 高橋EM200自動導星+Canon 450D(改UV/IR Cut)

曝光：7分鐘 * 2幅 (ISO 1600)

影像處理：張添焜 (無Bias, Flat, Dark處理)

說明：玫瑰星云是個巨大的HII區，位於麒麟座一個龐大分子雲的末端。疏散星團NGC 2244與玫瑰星云關係相當密切，距離地約5200光年，直徑約為130光年。質量估計約為太陽質量的10,000倍。錢卓望望遠鏡的觀測證實玫瑰星云的中心擁有非常炙熱且年輕的恆星。

→獵戶座鳥狀大星云M42與M43之高動態範圍成像 吳昆臻

時間：2011年11月1日上午 01:18~04:06 地點：南投縣合歡山鸞峰停車場

器材：Takahashi FS-128折射鏡+Canon 450D(Clear)

曝光：總曝光211分鐘 (12分鐘* 16幅、6分鐘* 2幅、60秒鐘* 3幅、30秒鐘* 6幅、15秒鐘* 4幅)

影像處理：高動態範圍HDR處理

說明：高動態範圍成像 (High Dynamic Range Imaging, 簡稱HDRI或HDR) 是用來實現比普通數位圖像技術更大曝光動態範圍 (更大明暗差別) 的一組技術。高動態範圍成像的目的就是要正確地表示真實星空中從星云最亮的恆星發光區到最暗的星云光影區這樣大的範圍亮度。HDR成像最初只用於純粹由電腦生成的圖像。後來開發出了一些從不同曝光範圍照片中生成高動態範圍圖像的方法。隨著數位相機的日漸流行以及軟體變得易於使用，許多天文攝影使用HDR成像技術生成HDR的多細節影像。



↙ 獵戶座與巴納德環 楊智仁

時間: 2011年2月6日 地點: 台東縣成功鎮台11線105k處空地
 器材: Canon EF 50/1.8 II→F4.0 + EM-10 Temma2jr赤道儀自動追蹤 + 450D(改杭橙UV/IR)

曝光: 5分鐘 * 3幅、4分鐘* 1幅、2分鐘* 1幅(ISO 800)

說明: 巴納德環 (Sh 2-276) 是獵戶座的一個發射星雲，距地球約1600光年，是獵戶座分子雲複合體的一部分。1895年由天文學家愛德華·愛默生·巴納德從經過長時間曝光的底片上發現。巨大弧狀的巴納德環中心大約位於獵戶座大星雲，大星雲中的恆星可能與巴納德環的形成有關：一說可能源自於200萬年前的一次超新星爆炸。星雲幾乎覆蓋了整個獵戶座，但十分昏暗，用肉眼無法看到，但可從長時間曝光的照片中清楚看出。

↑ 獵戶座鳥狀大星雲M42、M43之HDR處理 宋政原

時間：2011年11月24日與12月3日

地點：桃園縣桃源仙谷第三停車場(海拔300m)

器材：Canon NFD500 f4.5/F=500mm + e2光害濾鏡+Orion Atlas (EQ6 PRO)赤道儀+ SBIG STV導星(導星鏡:SkyWatcher 80/400 f5)+Canon 450D(改杭橙IR/UV CUT))

曝光：單張3秒到5分鐘, 累計約130分鐘(ISO800、1600); Dark6張、無平場

影像處理 :DSS疊合、HDR後製 備註: 溫度6~8°C ; 濕度99%

說明: 獵戶座大星雲屬發射星雲，距地1600光年，是最接近我們的一個恆星形成區。亮度相當高，僅次於船底座星雲，在低光害的地區用肉眼就可觀察。對於天文學家而言，這個星雲是研究恆星誕生演化和原行星的熱門勝地。由大型的地基望遠鏡，到哈柏太空望遠鏡都指向它。獵戶座大星雲也是天文攝影愛好者最主要的拍攝對象之一。近年天文學家已直接觀測到該星雲四合星附近的原行星盤、棕矮星、氣體激烈且混亂的運動，和附近大量出現的年輕恆星。



← 仙女座大星系M31、M32與M110 饒仁炫

時間：2011年9月26日

地點：南投縣合歡山鳶峰停車場

器材：Takahashi TOA130F(67 flattener)折射鏡 + SBIG

STL11000 + Takahashi EM200 Temma2 Jr+ SG4 guide導星

濾鏡：Baader L,RGB

曝光：L:5分鐘 * 24；RGB各10分鐘* 2

影像處理：DeepSkyStacker

說明：仙女座M31大星系（NGC224）屬螺旋星系，距離大約250萬光年，是肉眼可見最遠的深空天體，也是本星系群中最大的星系。本星系群的成員有仙女座星系、銀河系、三角座星系，還有大約50個小星系。史匹哲太空望遠鏡的觀測顯示仙女座星系有將近一兆（ 10^{12} ）顆恆星，遠比我們銀河系的恆星數量為多。M31在輕度光污染的環境下很容易用肉眼看見，但肉眼看見的範圍比較小，因為只有中心一小塊的核心區域的亮度較大，但M31完整的視直徑有滿月的七倍大。

→ 三角座M33星系 饒仁炫

時間：2011年9月3日

地點：南投縣合歡山昆陽停車場

器材：Takahashi TOA130F(67 flattener)折射鏡

+STL11000 + Takahashi EM200 Temma2 Jr

+ SG4 guide導星

濾鏡：Baader L,RGB

曝光：L:10分鐘 * 9；RGB各10分鐘* 4

影像處理：DeepSkyStacker

說明：三角座M33星系（NGC598）是一個螺旋星系，距離大約314萬光年。在本星系群中是第三大的星系，比鄰近的仙女座星系M31和我們的銀河系略小一些，並可能受到仙女座星系的重力約束。在低光害的觀測環境下能以肉眼直接看見。M33相對於銀河系以約每秒200公里的速度向仙女座星系M31接近中。



← 金牛座昴宿星團 M45 宋政原

時間：2011年10月28日23:23

地點：南投縣合歡山昆陽停車場

器材：Orion V* 102ED (f=660mm + 0.67* 縮焦)+Orion

Atlas (EQ6 PRO)赤道儀

+ SBIG STV導星(導星鏡:SkyWatcher 80/400

f5)+Canon 450D(改杭橙IR/UV CUT))

曝光：共140分鐘--10分鐘 * 14幅 (ISO800)

影像處理：DeepSkyStacker疊圖, PhotoShop後製

備註：溫度4~6°C；濕度40~60%

說明：昴宿星團又稱七姊妹星團(M45)，是位於金牛座的明亮疏散星團，肉眼可以輕易看見，肉眼通常可見到六顆亮星。視直徑約2°呈斗狀。成員數在200顆星以上，是個年輕的星團也是一個移動星團。昴宿星團的雲氣是最接近地球的星雲之一。藍色高溫恆星為主的星團成員是在最近的一億年內形成的，由微量的灰塵形成的反射星雲圍繞在最亮星的附近，最初被認為是星團形成時留下的，但是現在知道只是目前正在經過，與星團無關的塵埃雲。

→仙王座Sh2-155(Caldwell 9)洞窟星雲

饒仁炫

時間：2011年10月27日

地點：南投縣合歡山昆陽停車場

器材：Takahashi TOA130F(F6)折射鏡
+ SBIG STL11000 + Takahashi EM200
Temma2 Jr
+ SG4 guide導星

濾鏡：Baader L,RGB

曝光：L:10分鐘 x 12；RGB各10分鐘x3

影像處理：DeepSkyStacker、PhotoShop CS4

說明：洞窟星雲 (Sh2-155)位於仙王座內，藏身在一個包含發射、反射和暗星雲的複雜結構體內，是個朦朧且非常瀰漫的亮星雲。雖然目視很難看見，但是在適當的曝光下攝影可得到驚人的影像。星雲名稱得自於它的外觀，在其東側是一條緊鄰著非常明亮曲線的發射星雲的暗紋，當透過望遠鏡觀看時好像看見了深邃的山洞。



←大熊座M108星系與M97梟首星雲 張永融

時間：2010年4月17日UTC 07:00

地點：南投縣塔塔加停車場

器材：景德光學FLT-110折射鏡 +高橋EM200赤道儀 +Canon 350D(改IR Cut)

曝光：12分鐘 x8幅(ISO 1600)

影像處理：DSS, Photoshop CS2，局部裁切

說明：M108與M97位於北斗七星第二天璇星的東方不遠；左上方的M108是9.9等的系外星系，亮度不算太暗，但因為幾乎是正側視方向，視直徑很小所以不太好找。右下方的M97是12等的行星狀星雲，屬本銀河系成員。這兩個天體的真實大小、距離都天差地遠，但卻在同一個視線方向，看起來好像是鄰居一樣。

→烏鴉座NGC4038、4039觸鬚星系

陳立群

時間：2011年4月8日23:13:31

地點：南投縣合歡山鳶峰

器材：Astro-Physics Starfire EDF 155 (D=155mm F/7, f=1085mm)+ 4吋像場修正鏡+ Astro 50D (韓國CentralDS 改冷卻Canon EOS 50D)+高橋EM-200 Temma 2赤道儀+SBIG ST-V + D=5cm/f=250mm自製導星鏡自動導星

曝光：共130分39秒 (603秒 x 13幅疊合) [ISO 1000]

備註：原圖由4755x3195 裁切為 1879x1279

說明：觸鬚星系是烏鴉座的一對交互作用星系，1785年被威廉·赫歇爾所發現。經由星系碰撞而產生由恆星和氣體和塵埃組成的兩條長長尾，很像昆蟲的觸鬚而得名的。這兩個星系因核心的結合正形成超星系中。9億年前兩個成員開始接觸，3億年前這兩個星系的恆星被相互的牽扯出來形成了今日所見形狀。在最近的4億年內，觸鬚星系的核心因為碰撞將合而為一，並且被恆星與氣體包圍著。對星系碰撞的模擬認為觸鬚星系將會發展成一個橢圓星系。

