



國立中央大學天文研究所
鹿林天文台年報

2004

NO.2

國立中央大學天文研究所編

目錄

一、序言	5
二、工作報告	7
鹿林天文台摘要 (2004 年)	7
鹿林天文台可觀測時數估計	18
駐站人員工作報告	20
LOT 光軸調整報告	21
Transmission of the Recently Acquired [SII] Filter for the LOT	26
Characteristics and Performance of the CCD Photometric System at Lulin Observatory	27
LOT 2004 年度執行之觀測計畫	36
三、研究報告	39
台灣超新星尋天計劃 (TSS, Taiwan Supernova Survey)	39
伽瑪射線爆光學餘暉觀測	42
Annual Report for the Low Mass X-ray Binary Observations of LOT (2004)	45
大型 EKBO (Quaoar、Ixion、2004DW) 自轉週期和表面顏色的測量	47
H-alpha Observations of Bright-Rimmed Clouds in the Orion region	50
在疏散星團中尋找系外行星	51
彗星在鹿林山天文台的觀測	52
MAYS — 年輕類太陽恒星的活動性監測與研究	54
2004 LOT Annual Report on Open Clusters Observation	55
年輕行星狀星雲 HB 12 中心星的光度變化測量	58
激變星觀測年度報告	60
TAOS at Lulin in 2004	64
鹿林山天文台的極低頻電波偵測 2004 年度報告	67
鹿林山天文台的紅色精靈觀測 2004 年度報告	69
LELIS (Lulin Emission Line Imaging Survey) Tests and Preliminary Results	71
空氣污染物跨境傳輸對台灣地區空氣品質影響之研究監測系統整合與分析應用	73
四、附錄	77
NCU/LULIN 1m Observing Proposal Form	77
五、相關報導	81
全台掩星總動員	81
其他報導	91

一、序言

這本年報總結了鹿林天文台 2004 年完成的一些主要工作，包括以下幾個方面：

鹿林一米望遠鏡(LOT)方面

LOT 運作進入第二年，2004 年總共執行了 33 個觀測計畫，觀測時數總計約 1756 小時。在 LOT 上進行的台灣超新星巡天計畫，首開台灣超新星發現先例，迄今共發現了 8 顆超新星。LOT 觀測到 GRB040924 OT，是全球 GRB 觀測中第一次找到"short GRB"的光學對應源。國際聯測方面，自 2003 年參與全球望遠鏡聯測計畫 WET (The Whole Earth Telescope Project) XCov 23 成功後，2004 年再接再厲參與 WET XCov 24 聯測，拜好天氣之賜，達成率 100%。WET 聯測成功，使我們也受到其他國際聯測計畫青睞，參與如 WEBT (The Whole Earth Blazar Telescope) / XMM 衛星同步觀測...等任務。此外我們也完成了 LOT 的 CCD 光度系統之校正工作，給出了包括 CCD 測光性能、大氣消光係數、天光背景值、極限星等...等重要參數。在觀測時間申請上也改為每半年一次以符合實際需要，使每個觀測計畫有較充裕的觀測時間及延續性。其他還有許多計畫的重要結果，請參閱年報內容。

在鹿林基地進行的主題式科學計畫方面

TAOS 四個觀測站主體完成，其中三台望遠鏡已開始常規觀測；在駐站人員協助下，TAOS 觀測者可以從台北或中壢遠端透過 Internet 完成各項觀測作業。成功大學物理系在鹿林基地進行紅色精靈觀測，成效卓著，幾乎每次都有斬獲。華衛二號升空後，並開展了太空與地面的紅色精靈同步觀測。其長設在鹿林天文台的極低頻電波偵測系統(ELF)並首次在低緯度地區觀測到極低頻電波哨音。中大大氣所與環工所合作在鹿林基地長期進行的酸雨及環境背景微粒採樣計畫進入第 2 個年頭。天文所的 LELIS 計畫則更新了 CCD 相機及赤道儀系統，並取得了一些特定天區的多波段影像。

在基地維護及設施方面

LOT 實現了圓頂-望遠鏡連動、CCD 自動導星及自動對焦，並進行了光軸校準及指向系統重建的工作；這一年維護團隊面臨了各種不同的問題，也解決了許多問題，盡力使 LOT 保持在最佳工作狀態。基地對外 E1 網路上線，提供了穩定而寬頻的網際網路。駐站同仁則在第一線發揮了全方位功能，不僅提供了無虞的生活起居照顧，而且在基地維護、觀測協助、故障排除等各方面上提供了重要的幫助。每日 email 回報機制也使得相關人員能迅速掌握鹿林每日動態。

以上疏漏之處，尚請見諒！最後要感謝鹿林各科學團隊及觀測計畫，您們是鹿林天文台存在的最大目的與價值。並感謝工作團隊的付出與努力，才有鹿林今日。

台長



二、工作報告

鹿林天文台摘要（2004 年）

陳文屏

國立中央大學天文研究所

中文摘要

經過多年發展，鹿林天文台目前具備基本觀測設備，並能支援研究人員生活機能，已經能夠提供研究與教學使用。天文台之一公尺望遠鏡除特定研究計畫外，另固定與國際觀測網路，或太空衛星連線，由於我國特殊之低緯度與西太平洋之重要地理位置，鹿林成為全球觀測網當中重要的觀測據點據點；中美掩星計畫的四座望遠鏡已陸續安裝、調整完畢，即將於 2004 年底開始全面運作；利用小型全自動望遠鏡研究超新星的計畫也即將展開。另外還有其他天文觀測設備，以及其他大氣（酸語）、地球（地磁）與太空科學（紅色精靈）等計畫進行中。目前人員的駐守、差勤、任務編組，儀器之維修、操作，皆有完善管理制度，堪稱完備之科學基地。

英文摘要

After years of development, Lulin Observatory now hosts an array of basic observing equipment and instruments, and facilities for living of research staff to support activities in research and education. The one-meter telescope, in addition to specific research projects, joins regularly global observing campaigns, or conducts simultaneous monitoring observations with space-borne instruments. Lulin is now a critical part of the world-wide observing network, owing to its niche low-latitude and west-Pacific geographic location. The Taiwan-America Occultation Survey will soon begin its 4-telescope operation. A new initiative to study supernovae with a small, highly robotic telescope is now also underway at the site. In addition to some other astronomy projects, the site entertains research instruments in other disciplines, such as atmospheric science (acid rain and suspending particles), earth science (magnetic pulses), and space science (“Red Sprites”), etc. Currently the site is reasonably well managed by a small group of staff to support the daily scientific operations and equipment maintenance.

一、鹿林天文台現況

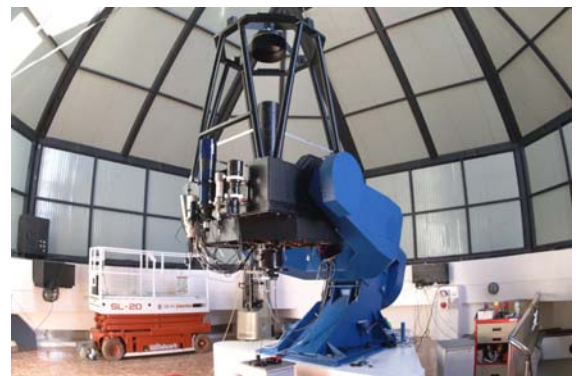
鹿林天文台位於鹿林前山，位處玉山國家公園邊界，海拔高 2862 尺，位於逆溫層之上，晴天率高，光害、塵害少，大氣穩定，適合天文觀測。經過十數年規劃，已經建構出具備國際水準之天文台，具備基本光學天文觀測設備，提供海內外學者研究與高等教學使用，除天文觀測以外，鹿林天文台亦提供其他科學領域（如大氣、太空、地科）研究使用。目前在天文台放置之儀器或進行之實驗包括：鹿林一公尺望遠鏡、中美掩星計畫、窄波段巡天計畫、以及其他大氣、太空、地球科學等實驗（見圖一）。各計畫簡介如下。



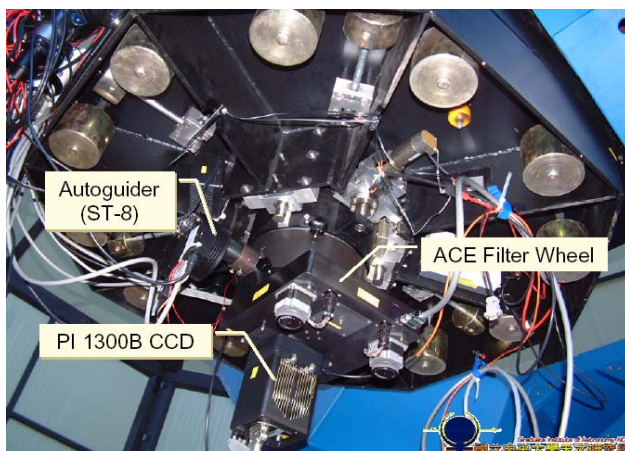
圖一：鹿林天文台鳥瞰圖。圖下方一公尺望遠鏡之遮罩面對之左下為北方。除了圖中所示之天文相關研究設備以外，尚有其他地科、大氣與太空等實驗在該地進行。

1. 鹿林一公尺望遠鏡 (Lulin One-meter Telescope; LOT)

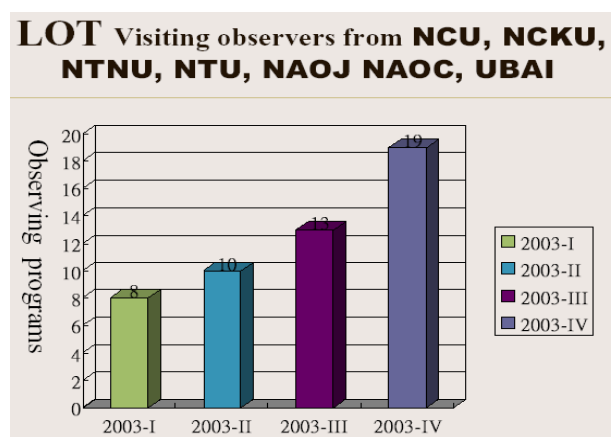
此為中央大學天文所，透過教育部與國科會追求卓越計畫支助，所購置之反射式望遠鏡。由德國 APM 公司改造原有之 Trebur 天文台望遠鏡，性能優良（圖二）。目前此望遠鏡配備最先進成像儀器（圖三），開放供中大師生，以及國內、外天文學者申請使用，進行特定研究計畫（圖四）。



圖二：鹿林一公尺望遠鏡 (LOT)



（左）圖三：LOT 後級配備儀器及 CCD 相機。



（右）圖四：LOT 提供國內、外天文學者申請使用。2003 年共有約 50 個觀測計畫。

從 2002 年 9 月一公尺望遠鏡安裝完畢，到 2003 年 9 月，我們有完整記錄，共有約 1400 小時觀測時間。視像 (seeing) 平均為 1.5”，最佳可達 0.9”。天空背景亮度 $B=21.22 \text{ mag/arcsec}^2$, $V=20.72 \text{ mag/arcsec}^2$ 。相比之下美國亞歷桑那州之 Kitt Peak 天文台之天空背景亮度為 $V=21.8 \text{ mag/arcsec}^2$ ；而日本岡山天文台則為 $V=19.9 \text{ mag/arcsec}^2$

2. 中美掩星計畫 (Taiwan-America Occultation Survey; TAOS)

此為我國與美國、韓國合作之研究計畫，利用四座廣角望遠鏡，監測遙遠恆星受到太陽系外圍小型天體遮掩時，所產生的掩星消光現象，來估計小型天體的數量(圖五)。我國參與之單位包括中央研究院地球所、天文所，以及中央大學天文所。中央大學部份由國科會支助。國外參與之單位包括美國利物摩國家實驗室、賓州大學、NASA、柏克萊大學，以及韓國延世大學。目前已完成三座望遠鏡安裝與校正，預期於 2004 年秋季開始正式觀測。圖五：TAOS 計畫其中兩座望遠鏡。



3. 鹿林發射線巡天觀測 (Lulin Emission-Line Imaging Survey; LELIS)

此計畫由中央大學孫維新教授主持，以廣角鏡頭，配上靈敏 CCD 相機，以窄波段濾光片，對北天進行巡天觀測，目的在研究星際物質受激發的雲氣。目前此計畫已經開始觀測。

圖六：LELIS 圓頂 (左) 與觀測設備 (右)。



4. 台灣地輝觀測網 (Taiwan Earth-Shine Network; TEN)

此計畫由清華大學周定一教授主持。目的在監測月球表面反射來自地球的光線，研究地球大氣變遷。鹿林天文台的監測站為該計畫全球監測網之一，也是儀器測試的據點。目前該計畫於清華校園內完成儀器整合(圖七)，且於鹿林天文台完成遮罩安裝。

圖七：TEN 計畫在清華大學物理系館頂樓安裝之望遠鏡監測系統。



5. 紅色精靈極低頻無線電波 (ELF) 偵測系統



圖八：成功大學安裝於鹿林天文台之極低頻無線電波監測設備。

此計畫由成功大學許瑞榮、蘇漢宗、陳炳志教授主持，目的在記錄全球極低頻閃電訊號（圖八），亦將配合中華衛星二號的高空大氣閃電攝像儀在太空中的光學觀測資料或地面上的光學觀測資料，研究產生高空短暫發光現象（紅色精靈、洶氣精靈與巨大噴流等）相關閃電特性。該儀器從 2003 年 8 月起運作。

6. 地磁監測 (Geomagnetic Pulse Monitoring)

此計畫由中央大學太空所劉正彥所長主持，於 2003 年 1 月設立兩組磁感式磁力計 (magnetometer)，藉以監測玉山地區地磁之長期變化與地磁微脈動，同時參與國際環太平洋地磁網 (CPMN)，共同監測低緯度地磁與全球太空天氣之變化（圖九）。



圖九：鹿林山地磁監測站為環太平洋地磁網之一部分。

7. 亞洲大氣污染物之長程輸送與衝擊研究

本研究旨在探討亞洲地區大氣污染物，包含酸性物染物、亞洲沙塵、生質燃燒等長程輸送之物理與化學行為，並評估其所可能導致之區域環境與氣候衝擊。目前已開始酸雨收集（圖十），並完成其他儀器架設評估，預計將於 2004 下半年安裝儀器，開始收集科學資料。

圖十：酸雨（左）與雲霧（右）採樣器。



二、天文台運作、管理情形

天文台地處偏遠的高山地區，在開發初期由玉管處之鹿林山莊開始步行約 20 分鐘後，由登山步道入口再步行 30 分鐘才能抵達天文台，因路況不佳行走不易，如遇雨天或冬天結冰都使路面非常難以通行，搬運儀器及各項補給的工作異常辛苦，因此道路的改善列為重點項目。由於追求卓越計畫之經費挹注，鹿林天文台之基本建設大幅改善，主要項目包括（1）台電供電 9 萬瓦，其中部分供應大哥大基地台使用；（2）將原有從山莊往天文台之林道鋪設植草磚，可供大型車輛如貨車及消防車輛等通行；（3）改良原有登山步道，鋪設枕木；（4）架設微波網路，於 E1 網路開通後，成為後備網路；（5）中大配合款建構一公尺望遠鏡控制中心，並改善生活機能。

目前觀測站有簡單步道，並有穩定供電、水，及高速網路連結，可提供資料傳輸，與人造衛星及時警報系統。由山腰處停車坪起，沿步道約 20 分鐘步行可達。雖然目前人員通行已大為方便，但是天文台仍無道路通達，儀器運送需仰賴臨時索道（圖十一），或以人力背負，大幅限制了儀器的體積及重量條件，因此就長遠的發展而言，天文台對運輸系統建立的需求仍然殷切，且隨著台區的發展而日漸急迫，因此開闢道路或其他各項替代的運輸方式，將是下一階段的目標。



圖十一：臨時索道可供吊運儀器。

TAOS 計畫四座望遠鏡各有遮罩，之間以光纖連通，並連接至 SLT 建築主控制室內。LOT 置放於 12 公尺遮罩內，控制溫度與濕度。控制中心有觀測室，可進行觀測控制與資料分析（圖十二）。夜晚天空狀況良好時進行觀測，直至天亮，白天時工程管理，並處理前一晚取得之數據。自動網路存檔系統於每日早上八時，將前晚資料全數傳送回校區備份。

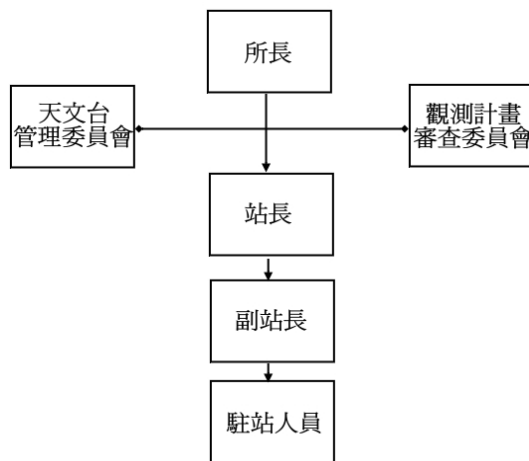


圖十二：LOT 觀測室

穩定而高速之網路傳輸為天文台運作之關鍵之一，不僅提供資料傳輸，並且對於遠距控制，以及及時天象（例如 gamma-ray burst 或超新星爆發等）的反應都非常重要。目前鹿林天文台有兩套系統，包括天文所自行架設之微波系統，以及中華電信之網路系統。其中微波系統由於連接點眾多，維持困難，在中華電信的 E1 專線開始運作後，微波網路成為備份與緊急救難使用。

LOT 設有「觀測計畫管理委員會」(Time Allocation Committee, TAC)，負責觀測時間分配。目前 TAC 成員由中央大學 5 人，以及校外 2 人，共 7 人組成。時間申請一年兩次，完全對外開放，由 TAC 針對計畫之科學內容以及技術可行性審查，並排定觀測時間。由 2003 年起運作至今，使用者除了中央大學師生，還包括來自成功大學、台灣師範大學、中研院、台灣大學、日本國立天文台、北京天文台、南京大學、烏茲別克科學院、立陶宛科學院等地之學者。

鹿林天文台之組織架構如圖十三。中大天文所所長為負責人，其下設管理委員會，與 LOT 之 TAC。觀測站設站長一人，助理工程師與駐站人員數人，負責天文台之設備儀器維護以及內、外勤運作。站長為林宏欽先生 (2002.09.01~)，掌管整個觀測站之運作、規劃、儀器保養、生活管理等。助理工程師張明新 (1999.03.01~)、張永欣 (1999.11.01~) 先生負責觀測站建築、水電、機械與儀器保修等項目，並協助站長支持基地之各項科學實驗。駐站人員共四人，分別為石俊雄 (2000.04.01~)、杜進全 (2000.08.01~)、汪榮進 (2003.01.01~)，與石皓偉 (2003.01.01~) 四位先生，負責觀測站之清潔與食宿管理等。目前天文台全年無休，每天維持有人員駐守。



圖十三：鹿林天文台組織架構。

鹿林天文台之運作有賴團結合作而學習能力旺盛的技術團隊，在光學、機械，與電子控制方面讓儀器達到最佳狀態。台灣過去並沒有類似維護望遠鏡的經驗，從開始的驗收、安裝、調校、甚至例行的鏡面清潔都需重頭學起，幸賴工程組員們樂於接受挑戰的心態才能成功達成任務。目前維護 LOT 的主要工程與管理人員，除了中大天文所技士張光祥先生以外，站長林宏欽先生為天文碩士，曾在台北天文教育館服務多年，目前擔任鹿林天文台觀測站站長，負責望遠鏡的操作、維修、保養，也總掌整個天文台的後勤支援，包括內、外環境安全、清潔維護，觀測與任務人員差勤調派。每個月超過廿天駐職於天文台，協助觀測工作，並確保儀器與環境正常運作。張明新與張永欣皆為工程學士，兩人對整個鹿林天文台的營運、現況，尤其是一公尺望遠鏡有深入瞭解。

鹿林天文台是個科學基地，安置多項精密儀器，管理人員除了支援科學任務，尚有水、電供應、網路通暢、資料儲存、數據分析、人員輪值、安全預防與危機處理等重要工作，素質精良的工程團隊為計畫成敗關鍵。張永欣與張明新兩位助理曾前往南京天文儀器中心受訓兩個月，學習望遠鏡原理及光學檢測方法，後來赴德國接收一公尺望遠鏡，完成驗收，並參與規劃望遠鏡運送、安裝、調校。張光祥與林宏欽兩位曾前往日本岡山天文台觀摩，學習天文台管理、運作。他們都是鹿林天文台珍貴的人力資源。

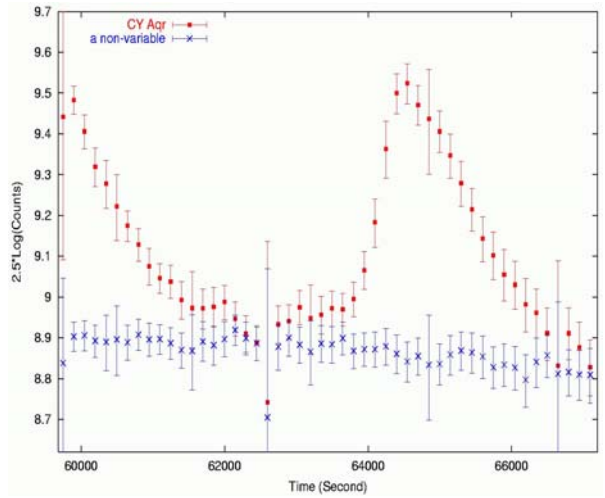
四位駐站人員為阿里山區當地之原住民，兩人一組，每次值勤一星期。他們具體工作內容包含：

1. 雜草修剪：除對天文台台址範圍內進行雜草修剪工作外，修剪範圍並擴及登山步道及楠溪林道，同時為預防火災發生，並降低森林火災延燒，已於經主管機關同意之範圍割除地被，建立寬度約為15~20公尺之天文台火災緩衝地帶。
2. 內務整理：天文台內部環境之清潔與整理，包括床單、被單等清洗，天文台及週邊環境之垃圾清理並運送下山，並於11月份接受環境整理及內務環境整潔訓練課程。
3. 天文台景觀美化：於天文台周邊進行植栽工作，並進行部分樹枝修剪。
4. 日常採買及觀測人員接駁，並協助搬運至天文台。
5. 保養維護：天文台內電動機械及其他裝備設施保養維護、用水量檢查管控及儲水工作、用電檢查及停復電保護與檢查工作，並宣導省水觀念節省資源耗費。
6. 消防安檢工作：增設室內海龍及乾粉滅火器，警告牌示，並於11月進行天文台的消防演練，包含人員逃生及滅火設備使用訓練，消防水的儲存及防火線維護。
7. 人員訓練：針對天文台維護及營運需求，駐站人員分別參加了水電及烹飪的訓練班，已有石俊雄先生取得證照，其他駐站人員亦將陸續取得證照。同時，藉由天文台現有的電腦及觀測人員的指導，提升使用電腦的能力，目前也安排星空解說的訓練，期使未來能獨立擔負解說任務，帶領天文台的參觀活動。
8. 所交辦事項：包含工程監督、網路維護與修復、天文台狀況回報及其他交辦事項。
9. 參觀接待：接待校內教職員工訪問、玉管處之參訪活動、國內各大專及高中院校團體參訪、天文所內之獅子座流星雨觀測活動，並協助接待國外參訪人員。
10. 災害搶修：協助內部災害控制、排除積水全力救災，維護儀器安全。災後清理週邊環境斷落之的樹枝、飛散之屋瓦及雜物，並在屋頂覆蓋防雨帆布，清理登山之步道及林道上斷裂之障礙物進行清除。

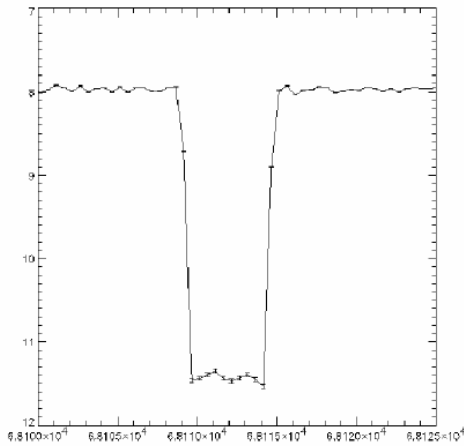
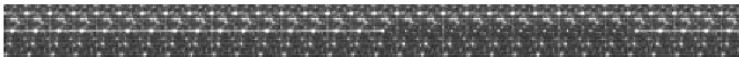
除了天文台勤務外，我們鼓勵原住民助理參加諸如烹飪、水電維護等專業課程，取得證照，一方面提高他們工作素質，另一方面協助自我成長，也有效加強我們與原住民社區之互動。

三、天文台已取得及預期之科學成果

「中美掩星計畫」為在鹿林天文台進行的重要研究課題，為目前全世界研究太陽系小型天體的唯一計畫，在 2004 年下半年開始全面觀測，可望在幾個月內觀測到第一批掩星事件，而在 2、3 年內取得重要統計數據。該計畫的軟、硬體要求非常嚴格，所開發出來的獨特資料擷取模式，即使在測試階段，便已有特殊應用（圖十四、圖十五）。預計在搜尋開始後，在數月內將發現史上首批掩星事件，證明技術可行性，而在 1-2 年內取得統計結果。



圖十四：TAOS 於 2003 年 9 月 16 日所取得 CY Aqr 的快速光變資料 (Chen et al. 2003).

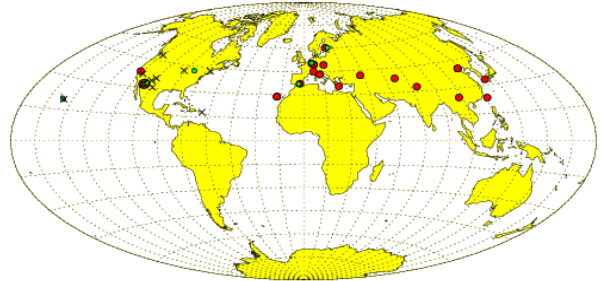


圖十五：TAOS 成功觀測到 2004 年 2 月小行星 (51) Nemausa 掩星事件，該事件維持約 6.5 秒。上圖中橫向每顆星顯示連續星點，代表亮度隨時間變化。圖中星點中斷處，即是小行星掩星開始之時，之後又恢復。下圖為該小行星掩星事件之光度曲線 (陳文屏等，科學發展 2004)。

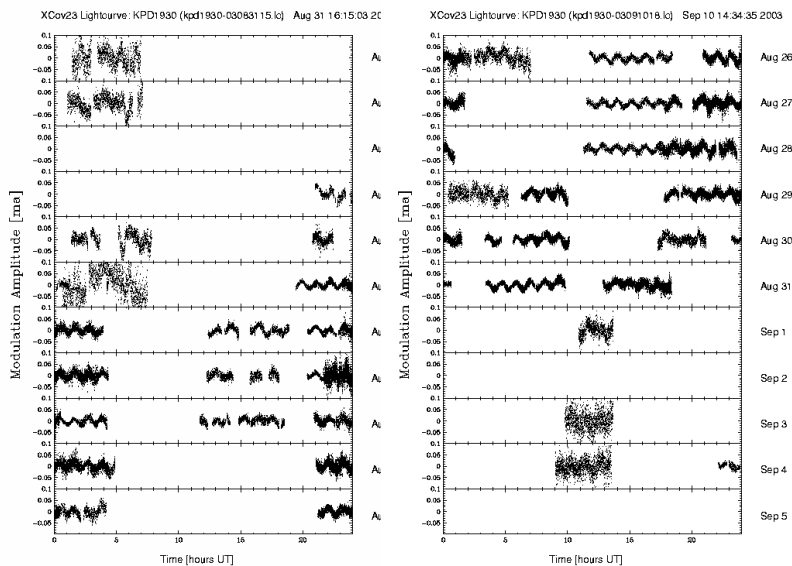
LOT 在國際上算是小望遠鏡，但對國內而言，標示著台灣光學天文觀測設備發展的里程碑，除提供國內、外學者研究之用，也成為訓練觀測人才之重要設備。自 2002 年秋季開始，LOT 接受國內外研究人員申請，排定時程進行各種科學課題的觀測。2002 年 11 月中大研究生便發現了台灣第一顆小行星（鹿林一號），登入國際編號。

由於台灣位於西太平洋低緯度，具地理位置優勢，鹿林天文台完成後，成為全球觀測網重要成員，甚至做出獨特貢獻。2003 年起我們加入多項國際聯測，與其他天文台，或是太空望遠鏡同步進行觀測，共包括 (1) Whole-Earth Telescope (WET), 2003 年 8-9 月參加全球 xcov23 campaign, 觀測脈衝 sub-dwarf B star KPD 1930+2752 以及

HS2201+2610 (圖十六); (2) Whole-Earth Blazar Telescope (WET), 於 2003 年 11 月, 參加多波段聯測, 與迦瑪射線太空望遠鏡 INTERRAL 同步觀測 S5 0716+714; 另於 2004 年 1 月, 參加多波段聯測, 與 X 射線太空望遠鏡 XMM 同步觀測 AO 0235+16; (3) 2003 年 8 月單獨與 X 射線太空望遠鏡 RXTE 同步觀測 V 4641 Sgr (圖十七)。2004 年更發現 2 顆超新星, 使我國啟動超新星研究有了好的開始 (圖十八)。另外紅色精靈計畫也在鹿林觀測站取得資料 (圖十九)。

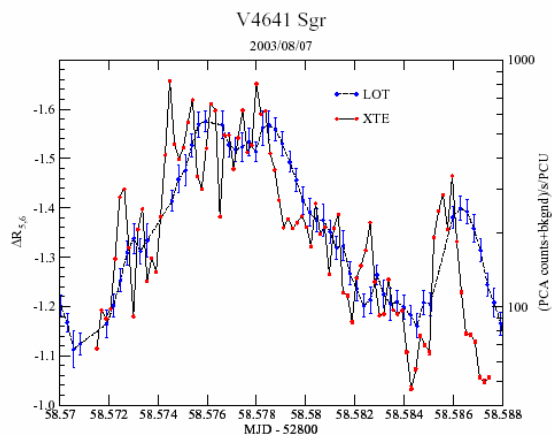


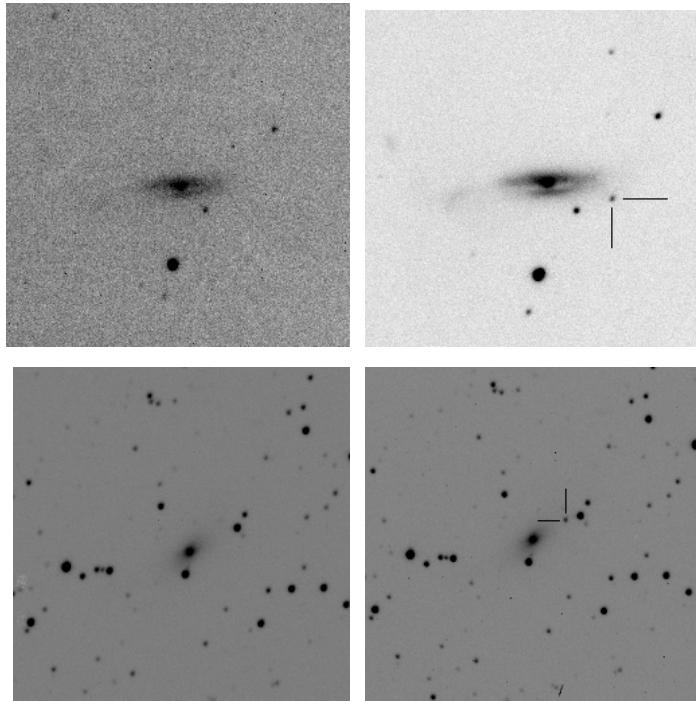
圖十六 a: WET 全球觀測網天文台分佈圖, 可以看出台灣位於西太平洋的關鍵地理位置。



圖十六 b: WET/xcov23 全球觀測資料。台灣位於國際標準時 (橫軸) 約 11 時至 19 時, 當時鹿林天文台天氣狀況良好, 得已提供關鍵的監測數據。

圖十七: LOT 與 X 射線衛星 XMM 同步觀測爆發源。幅度變化較大 (紅色) 者為衛星 X 射線光度變化, 附有誤差範圍的藍色曲線則為 LOT 可見光數據。





圖十八：LOT 在 2004 年 4 月 5 日之前（上左）以及當天（上右）所拍攝 ESO 403-G9 星系的影像，新發現一顆超新星 2004cy (IAU Circular No. 8364 (CBAT))。LOT 在 2003 年 10 月 30 日之前（下左）以及當天（下右）所拍攝 ESO 428-G13 星系影像所發現的超新星 2003lz。IAU Circular No. 8371 (CBAT)


圖十九：「自然」雜誌新聞報導台灣研究團隊所拍攝到的高空向上閃電的紅色精靈現象。該影像攝於鹿林天文台。

news in brief

Taiwanese satellite hunts for elves and sprites

Tokyo Researchers will soon be treated to new pictures of red and blue lights dancing above the clouds. On 20 May, Taiwan's National Space Program Office launched a satellite to take pictures of rare events called jets, elves and sprites — colourful discharges of light between thunderclouds and the ionosphere, at an altitude of 15 to 90 kilometres (see picture).

Previous studies of these transient events have used ground-based observations (see *Nature* 423, 974–976; 2003). Satellite images of the flashes will help researchers to understand the global electric circuit, giving them better pictures in poor weather conditions and without the visual interference caused by the upper atmosphere. "With the satellites we can determine the global distribution of the events and find new characteristics of them," says Nan-Hung Ting, who heads the office's science research programme.



NATIONAL SPACE PROGRAM OFFICE/TAIWAN
CHENG-KUANG-UNIK

NATURE | VOL 429 | 27 MAY 2004 | www.nature.com/nature ©2004 Nature Publishing Group 335

LOT 完成不僅提供我國天文學者充裕觀測機會，除了特定課題，也讓觀測者勇於嘗試新穎的構想。另一方面把台灣置入全球觀測網版圖，開拓了國際合作的機會，也增加能見度。也由於有了預研觀測的能力，對於我們申請國際大型望遠鏡的觀測時間有非常大的幫助，目前中大師生仍積極使用日本 Subaru 望遠鏡、Canada-France-Hawaii Telescope、Kitt Peak 天文台、日本岡山天文台、北京天文台，以及 Cerre Tololo 天文台等望遠鏡。

四、天文台發展之遠景

歷年來在國科會、教育部，以及中央大學支持下，鹿林天文台的建設大致完成，具備基本觀測設備與生活機能設施，足以支援逐漸啟動的科學實驗，包括天文、太空、地球與大氣等各項課題。建構科學基地本身並非目的，而是為一流研究提供支援。此處所申請者皆為共同項目，也就是作為科學基地所需最基本人力、房舍設備保養修護等。至於各自科學課題所需之儀器設備、人員差勤，及各種費用，則仍自行籌措。

限於天文台腹地狹窄及供電能量，目前房舍與設備安置已達飽和，不宜繼續擴大，以免實驗互相干擾。目前執行的各項計畫都是必須在偏遠高山環境中進行者，提供支援非常困難。即以電力供應為例，早年天文台只有簡單望遠鏡設備，民生建設匱乏，只由小型發電機供電。目前台電供應將近 10 萬瓦電力，雖然方便，但是偶而停電，以及電壓穩定度無法達到精密儀器要求，皆有賴技術團隊克服。為免潮濕、低溫的環境造成儀器起霧、結霜，需設計精密通風裝置。其他諸如冬季低溫水管破裂、夏季雷擊損害儀器、颱風造成房舍漏水等，都是天文台管理、營運深具挑戰而需要注意的事項。

未來計畫培養技術團隊自行調校、維修，以及研發儀器之能力。我們希望在現有基礎上，提高觀測效率，增加研究能量。這包括使 LOT 達到遠距、半自動化操作，讓觀測者能透過電腦網路進行觀測，如此不僅節省差勤負擔，尤其對快速天文事件（伽瑪線爆發、超新星等）能在第一時間反應。至於超新星研究（SLT）則需要全自動觀測，以達到最高搜尋效率。目前已經在天文台內設置簡單電子實驗與檢測設備，也有基本機械電動工具，能進行簡單的製造、修改工作，效率大為提高。堅強的工程團隊對於日後天文台開發新一代偵測儀器（例如光譜儀及紅外相機等）能提供直接支援。

為長遠經營計，對於天文台之發展需要縝密規劃與嚴格計畫執行。國內學界已開始研議國家天文台設置之可能，整合相關觀測天文單位，以及位於美國夏威夷之觀測設備、鹿林天文台等，有效管理運用。對於可能成立的國家天文台，我們的相關經驗日後應有裨益。

References

- 溫志懿，物理雙月刊 20 卷 4 期，469-472 (1998 年 8 月)
陳文屏、蔡文祥、汪仁鴻，科學發展，27 卷第 5 期，38
Chen, W. P., & Zhang Zhi-Wei, 2003, Fast CCD Photometry in the Taiwan-America Occultation Survey, *Baltic Astronomy*, 12, 568 [SCI]
Kinoshita, D., Chen, C. W., Lin, H. C., Lin, Z. Y., & Chen, W. P., Characteristics and Performance of the CCD Photometric System at Lulin Observatory, , 2004, submitted to *Chinese J. Astron. & Astrophys*
Lulin Observatory 2003 Annual Report

鹿林天文台可觀測時數估計

林宏欽、石俊雄、杜進全、汪榮進、石皓偉

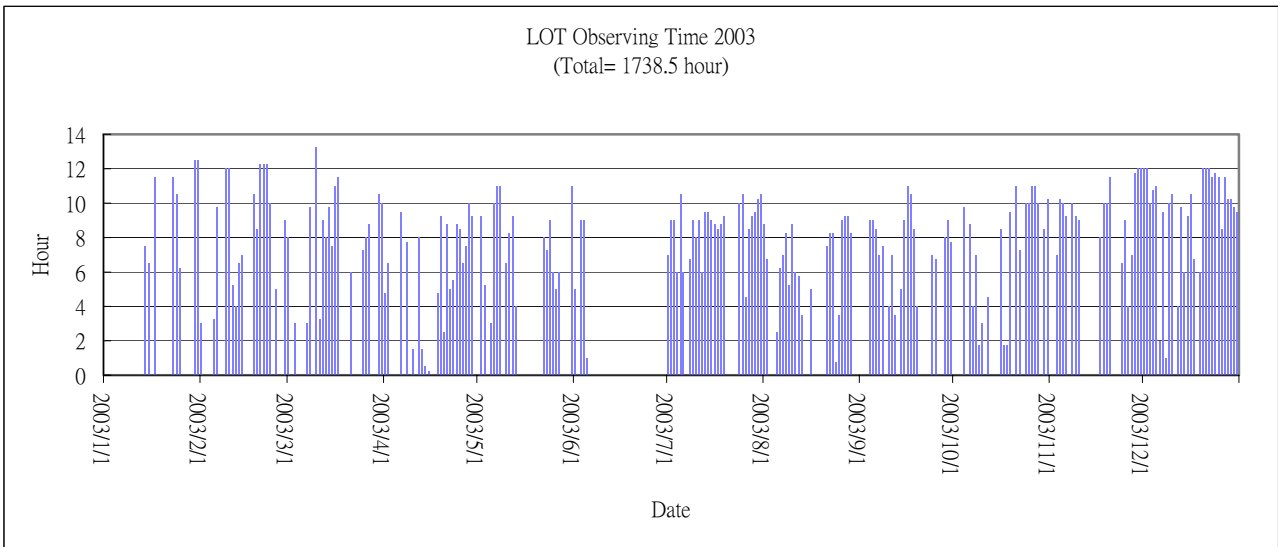


圖 1 2003 年觀測時數表

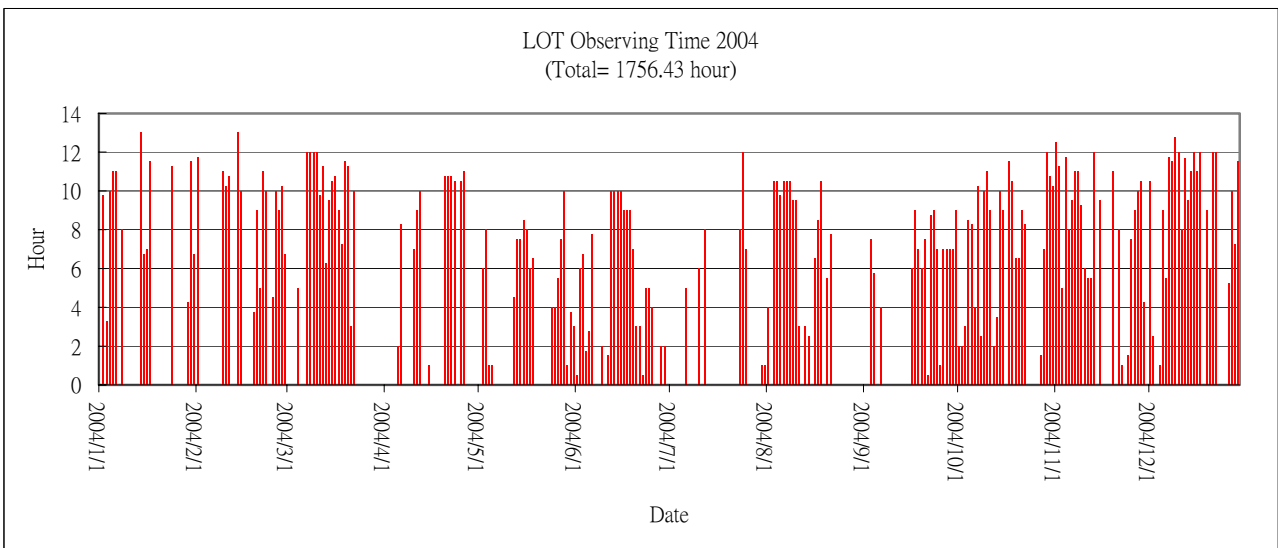


圖 2 2004 年觀測時數表

1. 鹿林天文台自 2002 年底開始有人員常駐，2003 年起開始 LOT 常規觀測，始有正式可觀測時數的長期紀錄，可供進一步瞭解鹿林長期的觀測條件。
2. 鹿林 Nightly Report 系統自 2003 年 1 月 14 日開始上線，故圖 1 缺 2003 年 1 月 1-13 日的資料。
3. 由 Nightly Report 取得近兩年(2003-2004) LOT 實際觀測時數之資料，如圖 1、圖 2。其中 2003 年可觀測時數共 1738.5 小時，2004 年可觀測時數共 1756.43 小時，兩個年度統計結果相當一致。(注意因缺乏 2003 年 1 月 1-13 日的資料，去年曾先就 2003/01/14 ~ 2004/01/13 期間統計而得到 1791.5 年觀測時數的初步結果。)
4. 由於 Nightly Report 中部分日期缺少紀錄，故年觀測總時數應略高一些(加 3-5%?)。

5. 鹿林每日可觀測時間應介於 8 (夏至~6 月 22 日)~11.5 (冬至~12 月 22 日) 小時之間。但因 Nightly Report 記錄方式不很明確(以觀測起/始時間、觀測中斷時間來計算最後觀測時數)致使觀測時數偏大(5-10%?)，有些每日觀測時間甚至超過 12 小時，故實際觀測時間應略低一些(減 5-10%?)。
6. 綜上所述，保守估計鹿林天文台每年可觀測時數約為 1700 小時。
7. 由2003-2004每月觀測時數統計(表1, 圖3)可大約瞭解：10-12月是較佳觀測期(每月可觀測超過150小時)，6-7月受天氣因素影響很大，差的時候很差(一個月觀測不到50小時)，其餘月份天氣好壞則較為平均(每月可觀測時數約介於100~150小時之間)。當然這只是初步的結果，更確實的瞭解需要未來長期(10-20年)的資料累積。

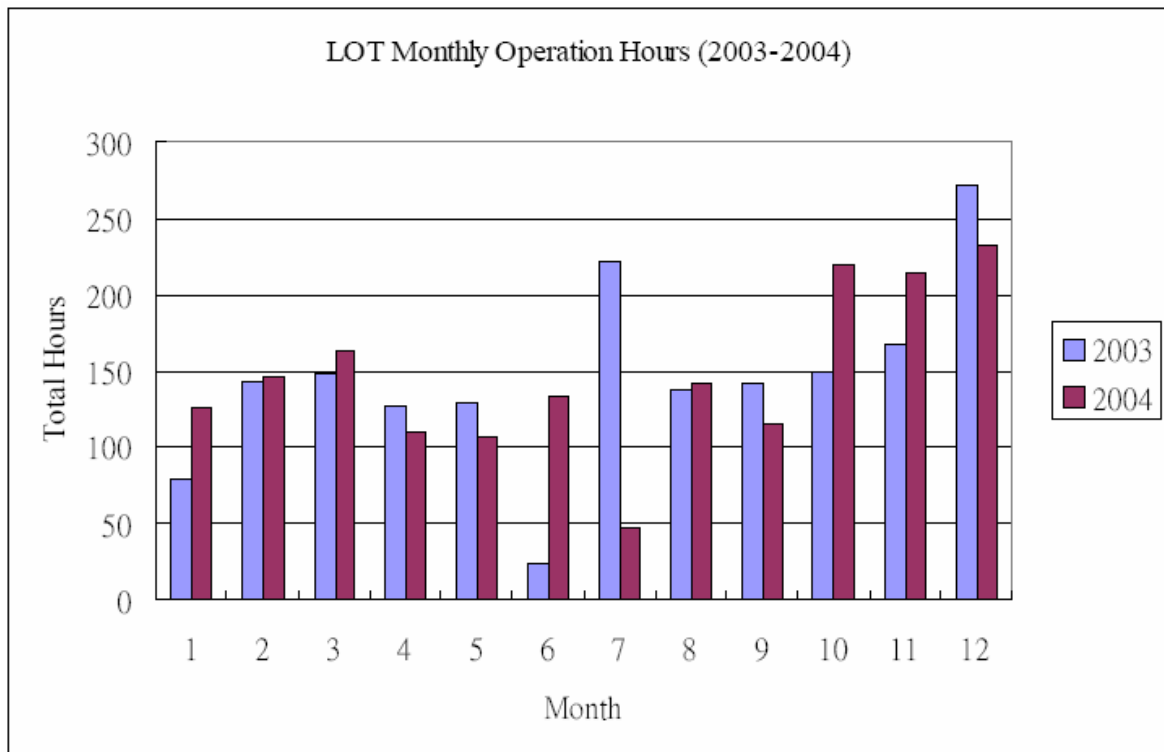


圖 3 每月觀測時數統計圖(2003-2004)

表 1 每月觀測時數統計(2003-2004)

Month	2003	2004
1	78.75	125
2	142.5	145.98
3	147.5	163
4	126.5	110.5
5	129.75	106.25
6	24	133
7	222.5	48
8	137.75	142
9	142	116
10	149.25	219.75
11	166.5	214.5
12	271.5	232.45

駐站人員工作報告

石俊雄、杜進全、汪榮進、石皓偉

1. 駐守保全：兩班人員輪流 24 小時駐守天文台，全年無休，維護基地安全。
2. 內部整理：每日進行天文台內部之清潔整理，如垃圾收集、打掃、清洗床被單套等工作。
3. 外部整理：定期雜草修剪，環境維護、並清理天文台週邊之垃圾。
4. 餐飲服務：準備每日午、晚餐及 RO 飲水儲備等。
5. 採購運補：每週定期採買食物及日用品，並將天文台垃圾搬運下山。
6. 人員接駁：學生或觀測人員上山時協助接送。
7. 保養維護：定期保養天文台內機械、裝備並隨時監控水、電、網路等是否正常運作。
8. 教育訓練：請汪榮進進修水電，以利爾後基地營運及各項保養維護。
9. 參觀接待：接待校內教職員工、玉管處之參訪活動、大專院校團體參訪、學生天文實習觀測活動，並協助接待國外參訪人員。
10. 災害處理：夏季防颱、防雷之工作及消防演練，以期將災害減至最低的程度。
11. 裝設望遠鏡：協助 TAOS 改裝 TAOS-A/B/C/D 遮罩及望遠鏡。
12. 協助觀測：
 - LOT 圓頂旋轉、天窗開關等障礙排除。
 - 日前 TAOS 開始施行遠距觀測，每晚協助觀測人員開關遮罩、監控天氣變化、緊急故障排除等任務。
13. 協助拍攝：公視節目「我們的島」前往鹿林天文台製作節目一個星期，期間全力配合並協助拍攝，完成第 273 集「鹿林一號」、「觀星守護者」等節目。
14. 支援研究：協助 NCU 大物所收集鹿林地區雨水，檢測酸雨；支援 NCU 環工所監測環境污染，微粒採樣。
15. 每日回報：每日例行性基地檢查、人員清點等，以 email 回報所上。
16. 管溝維護：檢查管溝水電線路是否正常、積水排除，溝內雜草、淤積泥土清除。
17. 協助監工：回報各項進行中工程之施工進度並協助校內人員進行工程驗收。

LOT 光軸調整報告

張明新、林宏欽、林忠義

LOT 於九月份不停出現影像嚴重變形狀況，使觀測品質大受影響，在陸續排除調焦、視相等因素後，於十月初進行光軸的調整。

10/8

由於 LOT 自安裝後並未對主鏡做調整，因此我們假設主鏡仍處於正常的位置，因此首先以調整副鏡的方式來進行。

將雷射安裝在目鏡座，兩人分別利用高空作業車及高梯，於副鏡兩端調整副鏡後方共六組螺絲，調整副鏡使雷射光由目鏡射出後被副鏡中心區域折回原處，基本上確定目鏡座和副鏡已調回原始狀態，此時主副鏡位置在機械的精度範圍內。然後打開圓頂觀測亮星，檢視星像進行精密的調整，為節省時間，使用 Real Time CCD 接上螢幕，可直接觀察調整後的影像，並由另一人手動操作望遠鏡，補正調整所造成的星像位移。

利用天頂附近的亮星，手動取得星像後調整副鏡，讓星星在焦前及焦後的影像都呈現同心圓，調整完畢後因肉眼無法仔細確認，再將 PI 1300B CCD 裝回望遠鏡，取得實際的觀測影像。首次調整後，在天頂附近取得了良好的成像，為確認影像品質的穩定，開始測試在仰角 45 度左右各個方向的影像，發現在低仰角的影像卻變得比原先更差，而且在回到天頂附近時，也無法再取得調整後的良好成像，因而判斷為副鏡的位置不穩定，導致無法維持影像品質。

再度從第二個步驟開始，重新檢視星像並進行調整後，並加強了副鏡螺絲的緊度，但在 PI CCD 的檢驗中，仍然出現一樣的狀況，影像品質在離開天頂區域後即大幅降低，而且不具可回復性。在天亮前我們總共修正調整了三次，但狀況仍然無法改善。

10/9

經過一天的休息，晚上再度開始調整，首先將原本的紅光雷射，換成更明顯的綠光雷射，並重新開始昨天的程序，但調整後仍然得到和昨天一樣的結果。於是我們判斷為由於主鏡位置已經變動，導致主副鏡對應關係不對，致使無法取得穩定的影像，必須調整主鏡才能改善現在的狀況。

由於主鏡調整影響關係重大，我們決定先以手移動配重塊上下位置，同時檢視影像效果，因為主鏡些許移動即可造成影像大幅移動，測試時需特別注意。LOT 主鏡共有六組配重塊，用來平衡主鏡的重量，確保主鏡在不同角度時可以維持原有位置，而主鏡位置則由三個支撐點決定，用手將配重塊下拉，可將主鏡抬離支撐點，暫時性的調整主鏡位置。經過幾次測試後，確認的確可以改善成像情況，因此我們決定開始調整主鏡位置。

用雷射將副鏡調回原始位置後，一樣利用 Realtime CCD 檢視影像，但改以調整主鏡來改善影像，移動配重塊然後確認星像，如果有改善即調整支撐點，利用這樣的調整至星像在焦前及焦後均呈現同心圓，而在不移動配重塊時仍維持良好影像，之後仍是先以肉眼確認後再以 PI 1300 取得觀測資料。調整後，順利得到了良好穩定的影像，並經過在各個仰角的確認觀測後，結束光軸調整工作。

由於調整過主副鏡，因此必須重新建立新的 Pointing Model，否則追蹤、指向的精度都將受影響，此部分工作由站長在稍後數日中陸續完成。

以下為 APM 望遠鏡公司提供之光軸調整文件

LOMO - Collimation of Cassegrains and Hypergraphs

Miscellaneous

Astronomical documentations note that it is difficult and sensitive to collimate a Cassegrain. As many printed things, this opinion is wrong. And this is because many mistakes that are made while collimating a Cassegrain may compensate another one. For example, if the secondary mirror is misaligned you can correct this error by a countershifting of the primary mirror. As well you can compensate a shifting to the side of the main mirror either by countershifting the secondary mirror or by shifting the primary mirror. If you strictly follow the sequence described below you will have to align the optical parts of the system with a reduced tolerance and compensate the remaining error of the primary mirror at a star. It does not matter if you did not understand this. Just stick to the following points - done !

The aligning can be divided into 3 parts:

	<u>Procedure</u>	<u>Equipment</u>
1.	Align mirror's center to the eyepiece holder	Simple measuring
2.	Align eyepiece holder to secondary mirror's center	Collimation Laser
3.	Align secondary mirror to the center of the eyepiece holder	Collimation Laser
4.	Main Mirror Alignment	Star

If you keep the order as described above and explained in the following, aligning (collimating) a Cassegrain is not difficultier than aligning a Newton. As equipment you will need a Collimation Laser and a clear sky (for point 4). The secondary mirror must have a marking in its center (most suitable is a small ring, made with a permanent marker).

Align mirror's center to the eyepiece holder

Some Cassegrains, like our 340mm f/9 Cassegrain, have their mirrors aligned with the eyepiece holder and the main mirror drilling. In that case this point is obsolete.

In other Cassegrains, the primary mirror can be moved to the side in its cell if you loosen the adjustments at its side. If you did not change anything of the original settings since you have got the telescope you can assume that it is not necessary to align the mirror.

Otherwise you just measure the distance to the side >from the main mirror drilling to the baffle und move the primary mirror as long to the side until you can measure a concentrical circle between main mirror drilling and baffle. You should align the primary mirror to 1-2 mm.

Align eyepiece holder to secondary mirror's center

Put your collimation laser into the eyepiece holder of the Cassegrain. First check whether the laser beam really is in a straight line to the eyepiece holder. For doing so, attach a paper onto the secondary mirror's baffle und mark with a pen the point where the laser beam hits upon the paper. Now turn the laser around its longitudinal axis. With our eyepiece holders better do not turn the laser in the regular 1,25"-holder but in the 2"-adaptor inside the flange-plate. This is more useful since the laser often sits too loose in the 1,25"-holder and is being shifted by tightening the pressure screws.

So, if you turn the flange plate with the laser for 180 degrees, you won't find the laser hitting the exact former point but a point somewhat to the side. That means that the laser is not perpendicular inside of the 1,25"-holder or that it is misaligned. In that case, please align the laser first. Do not remove the laser from the 1,25"-holder ! Adjust the laser via the adjustment screws of the laser onto the imagined center of the circle which the laser beam is drawing on the paper if you turn around the laser or the flange plate. If you have turned the laser for 180 degrees, adjust it onto the center of the line which can be drawn from the actual hitting spot of the laser beam to the spot marked on the paper. Repeat this procedure until the laser does not move more than 1-2 mm away from the marked spot if you turn the laser around.

Do not change anything at or with the laser and go on as described next:

Take the paper away and check where the laser beam hits the secondary mirror. Is the laser beam hitting the secondary mirror not exactly in its center you'll have two euqally good methods for alignment:

- A. Moving the secondary mirror to the side
- B. Shifting the eyepiece holder

Depending on the Cassegrain-type it can be more comfortable to use method A or B. Often it is also useful to adjust the approximate angle by small screw plates under the eyepieceholder und to do the fine alignment by moving the spider. Some eyepiece holders will provide draft and pressure screws for alignment which makes it very easy, of course. In order to prevent an exaggerated squinting of the instrument (optical axis not parallel to the tube anymore), method A should only be used for the fine alignment (max. 4mm).

Your eyepiece holder is now aligned you may proceed to the next point. Do not change anything with the laser !

Align secondary mirror to the center of the eyepiece holder

Align the secondary mirror by shifting in a way that the laser beam is being reflected into itself. It is evident that you'll need an auto-collimation laser or a laser with an integrated focussing screen and a peek-hole at the side since you won't see the the reflected laserbeam otherwise. The secondary mirror is exactly aligned if the laser beam is reflected into the center of the focussing screen.

The alignment steps which can be done without a star are now finished.

Main Mirror Alignment

Look for a star of approx. 2-5 mag according to your aperture and choose an eyepiece with an exit pupil of ca. 2 mm. Turn the eyepiece-holder until the star is clearly seen as a disc with central obstruction. Put the star into the center of the eyepiece.

The Cassegrain is neatly collimated if the central obstruction is located exactly in the center. If you now turn the main mirror alignment screws at the back (tracking is on all over the time of course) you'll discover that the star is moving in the eyepiece. Now look for a adjustment screw that moves the star downwards. Depending on the misalignment its amount can vary from 1/4 eyepiece diameter up to several eyepiece diameters. Move the star's picture into the center of the field of view by drive corrections and judge how the star is looking now. Repeat this until the central obstruction is in the center. Just keep the following rule:

Move the star by the main mirror collimation screws into that direction, into that you want to move the obstruction.

So, if the central obstruction is located to the right, e.g., move the star to the left, etc. The Cassegrain is now perfectly collimated.

Focus location

If you try to collimate for a longer period of time it may happen that you move the entire primary or secondary mirror while adjusting. This has a strong effect on the location of the focus. E.g., if you move the primary mirror for 1mm away from the eyepiece holder while collimating, this will move the focus for 8mm to the back.

In order to prevent this from happening, always shift the mirror over 2 screws at once only and leave the 3rd screw tight. On the other hand it may be desired to move the focus because you don't have enough back-focus for any accessories. If you move the secondary mirror towards the focus or the main mirror towards the secondary mirror, the focus moves further out.

But please be aware that you can change the focus of a Cassegrain only for a total amount of approx. ± 40 mm, otherwise you'll get distorted pictures (spherical aberration). The off-axis quality of pictures will decline at ± 15 mm from the ideal position already with the Hypergraph (unless you use a small CCD-field). For the best results you should ask for the perfect distance from the last lens to the focus and try to keep it as exactly as possible. For example you might use a ruler or a measuring rod to measure the distance through the open backside of your focussed 6x8-camera or 35-mm-camera up to the lens (you should wrap a Kleenex around the end of the ruler or rod).

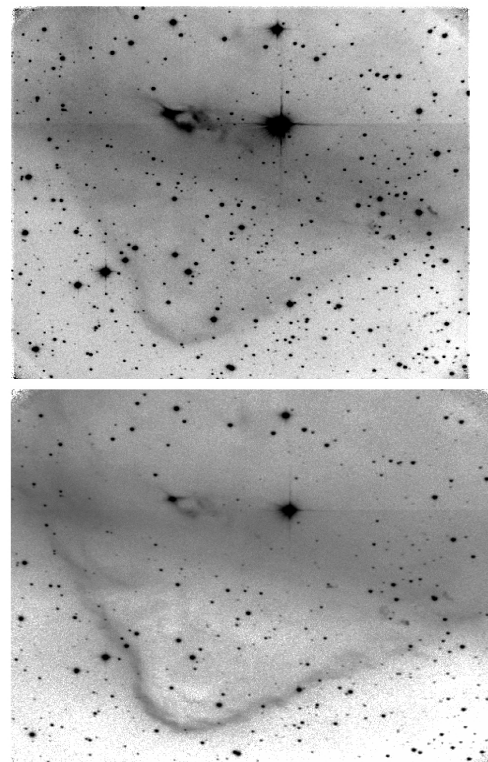
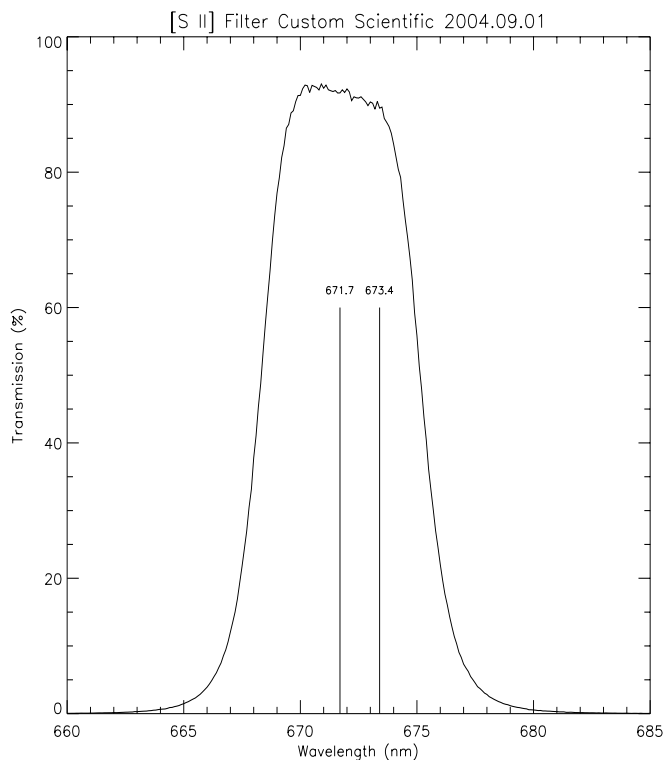
Transmission of the Recently Acquired [SII] Filter for the LOT

Wen-Ping Chen

Graduated Institute of Astronomy, NCU

A new interference filter for nebulosity [SII] lines has been delivered in September 2004. The filter was manufactured by David Marcus of Customs Scientific with a specification of 672.4/8 nm effective central wavelength and 50x50 mm dimension. Special care was taken in the design so that its thickness matches that of the H-alpha filter currently in service, also acquired from the same manufacturer. This ensures little focus change in switching between these two filters.

The attached figure plots the transmission data of the filter, provided by the manufacturer. It was not scanned in the lab here upon receipt because past experience shows this manufacturer provides reliable factory data. The doublet sulfur forbidden lines are marked.



The two images, both by Hsu-Tai Lee, to the right shows an example of the [S II] images of HH398 (top) taken by this filter in November 2004 and the same region in H-alpha (bottom), also by LOT. The shock excited nebulosity can be clearly discerned.

Characteristics and Performance of the CCD Photometric System at Lulin Observatory

KINOSHITA Daisuke^{1,2*}, CHEN Chin-Wei¹, LIN Hung-Chin¹, LIN Zhong-Yi¹,
HUANG Kui-Yun¹, CHANG Yung-Shin¹, CHEN Wen-Ping¹

¹*Institute of Astronomy, National Central University
300 Jungda Rd, Jungli City, Taoyuan, 320-54, Taiwan*

²*National Astronomical Observatory of Japan
2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo, 188-8588, Japan
kinoshita@astro.ncu.edu.tw*

Abstract

The Lulin One-meter Telescope at Lulin Observatory in Taiwan started the open-use observations in January 2003. In order to evaluate the performance of the CCD photometric system and the characteristics and quality of the site, we have obtained the data of photometric standards as well as calibration data from February to November 2004. We report the results of our analysis including gain, readout noise and dark current of the CCD, transformation coefficients, total throughputs, night sky brightnesses and limiting magnitudes for UBVRI bands.

Key words: CCD – calibration – transformation coefficients

1. Introduction

The Lulin One-meter Telescope (hereafter, LOT) was installed at the summit of Mount Lulin (120° 52' 25" E, 23° 28' 7" N, $H = 2862$ m) in the central region of Taiwan by the Institute of Astronomy of National Central University in September 2002. After three months of test observations, the open-use observations have begun in January 2003 (Chang, 2004). It is essential to know the properties and performance of the instrument to conduct scientific observations. We have started a program to evaluate the characteristics of CCD photometric system on LOT in November 2003. Here, we report the results of our analysis of the performance of the CCD photometric system and the characteristics and the qualities of the site. We introduce briefly about the instrument in section 2, report the basic characteristics of the CCD in section 3, give the transformation coefficients in section 4, and show the total system performances in section 5, and summarize in section 6.

2. Instrument

The LOT is a telescope with an effective diameter of 1000 mm. The CCD imaging camera is attached to the Cassegrain focus of the telescope. At the beginning of the open-use observations, the CCD camera “AP8” manufactured by Apogee, Inc. was used. In June 2003, the operation of CCD camera “VersArray:1300B” manufactured by Princeton Instruments, Inc. was started. Since AP8 was retired in January 2004, here we concentrate on the performance of the VersArray:1300B. The performance of the AP8 CCD photometric system was reported by Kinoshita

et al. (2004).

The specifications of the CCD camera VersArray:1300B is summarized in Table 1 (Princeton Instruments, Inc., 2004). The telescope focal length is 8000 mm, resulting in a pixel scale of 0.516 arcsec per pixel. This is reasonably spatially sampled under the typical seeing of 1.5 arcsec at Lulin Observatory. The field of view of this system is 11.5 arcmin by 11.2 arcmin. The CCD is cooled by thermoelectric cooling together with water circulation. The typical operation temperature is -50° C. The data acquisition is done using the software “Maxim DL” provided by the Diffraction Limited, Inc. running on Windows operating system. The data are recorded on the SAMBA shared file system on Linux operating system.

Table 1. Specifications of the CCD camera VersArray:1300B as provided from Roper Scientific, Inc. are summarized.

CCD Chip	EEV CCD36-40 (back-side illuminated)
Pixel Number	1340 × 1300
Pixel Size	20 μ m × 20 μ m
Imaging Area	26.8 mm × 26.0 mm
CCD Grade	Scientific Grade; Grade 1
Full Well	200,000 e ⁻
AD Conversion	16 bits
Sampling	50 kHz (slow mode), 1 MHz (fast mode)
Readout	36 sec @ 50 kHz 1.8 sec @ 1 MHz
Read Noise	3e ⁻ rms @ 50 kHz 10e ⁻ rms @ 1 MHz
Dark Current	0.1 e ⁻ /pixel/sec @ -40° C 0.5 e ⁻ /pixel/hr @ -110° C

* Offprint request should be sent to kinoshita@astro.ncu.edu.tw.

3. Performance of the CCD

3.1. Bias

The mean bias level is about 89 ADU (Analog-to-Digital Unit) for slow readout mode, and about 150 ADU for fast readout mode. The readout time of fast readout mode is less than two seconds so the efficiency of data acquisition is very high. This mode is powerful especially for taking flatfields during the twilight. Figure 1 and 2 show the stability of mean bias levels for slow and fast readout modes, respectively. It seems the mean bias level of fast readout mode is correlated with ambient temperature, and changes more than 15 ADU within a day. One of the explanations is the stray light causing the increase of the bias level after the sunrise in the morning. However, the stray light cannot explain the gradual decrease at night. We need further investigations of this phenomenon. Because of this instability, it is encouraged to take bias frames often during the night to monitor the variability for high precision photometry when fast readout mode is used.

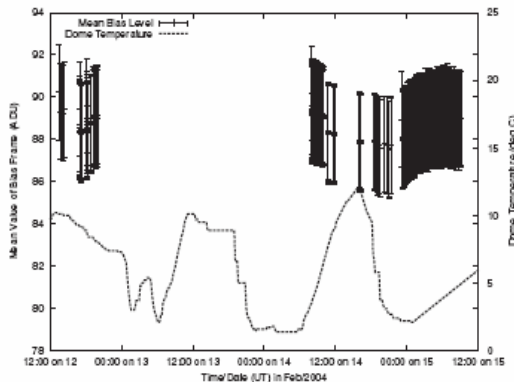


Fig. 1. The level of bias frame is plotted against data acquisition time in UT. The data are taken under the slow readout mode.

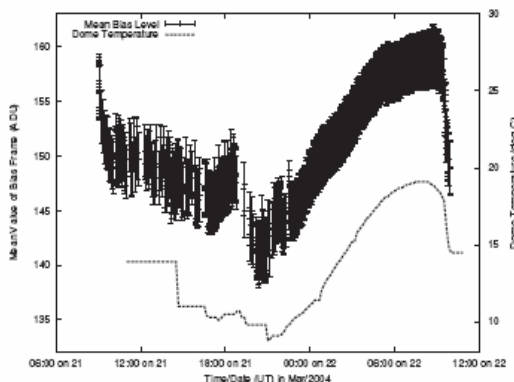


Fig. 2. The level of bias frame is plotted against data acquisition time in UT. The data are taken under the fast readout mode. The ambient temperature in the dome of LOT is also shown as the dotted line.

3.2. Gain and Readout Noise

The gain G is the conversion factor of how many electrons are required to produce a digital number for the output data. The number of electrons is expressed as

$$n_e = Gn_{ADU}. \quad (1)$$

Here, n_e is the number of electrons, n_{ADU} is the Analog-to-Digital Unit (ADU), and G (e^-/ADU) is the gain. The standard deviation of the difference between two flatfield images $\sigma_{F_1-F_2}$ contains Poisson noise in addition to the readout noise (Howell, 2000),

$$\sigma_{F_1-F_2}^2 = 2 \left\{ \left(\frac{\sqrt{n_e}}{G} \right)^2 + \left(\frac{R}{G} \right)^2 \right\}. \quad (2)$$

Here, R (e^-) is the readout noise. Subtracting two flatfield images increases the noise by a factor of $\sqrt{2}$. Hence, the relationship between the signal S and the noise N is expressed as

$$N = \sqrt{\frac{S}{G} + \left(\frac{R}{G} \right)^2}. \quad (3)$$

We took images of flatfield using a white screen in the dome. We used both broad- and narrow-band filters to cover a wide range of signal levels. We used B for the broad-band filter and CN for the narrow-band filter. The integration times were set from 3 to 60 sec. For each integration time, five frames were continuously taken. We tested both the fast readout mode of 1 MHz sampling and slow readout mode of 50 kHz sampling. Basically we follow the method described by Motohara et al. (2002). All the measurements were carried out under the cooling temperature of $-50^\circ C$. Since we took five frames for each signal level, we made ten pairs of two frames from five frames. For each pair of images, we subtracted one from another, and measured the standard deviation. We divided the standard deviation by $\sqrt{2}$ to derive the noise level. We also subtracted combined bias frame from flatfield images to measure the mean signal level of the flatfields to derive the signal level. To check the uniformity of the properties of the CCD, we divided the CCD into four regions. Here, we call the $301 \leq x \leq 600$, $301 \leq y \leq 600$ region of the image “Region A”, $301 \leq x \leq 600$, $701 \leq y \leq 1000$ “Region B”, $701 \leq x \leq 1000$, $301 \leq y \leq 600$ “Region C”, and $701 \leq x \leq 1000$, $701 \leq y \leq 1000$ “Region D”. The alignment of four regions are shown in Figure 3. The signal and the noise were measured for all four regions.

The results of the measurements for the fast and slow readout modes are shown in Figure 4 and 5, respectively. We fitted the measurements with Equation (3). The gain G is $3.0 e^-/ADU$ for all four regions for fast readout mode, and is $2.0 e^-/ADU$ for all four regions for slow readout mode. The readout noise is $7.1-7.4 e^-$ for fast readout mode, and $4.4-4.5 e^-$ for slow readout mode.

3.3. Dark Current

The dark frames with different integration times were obtained to estimate the dark current generation rate.

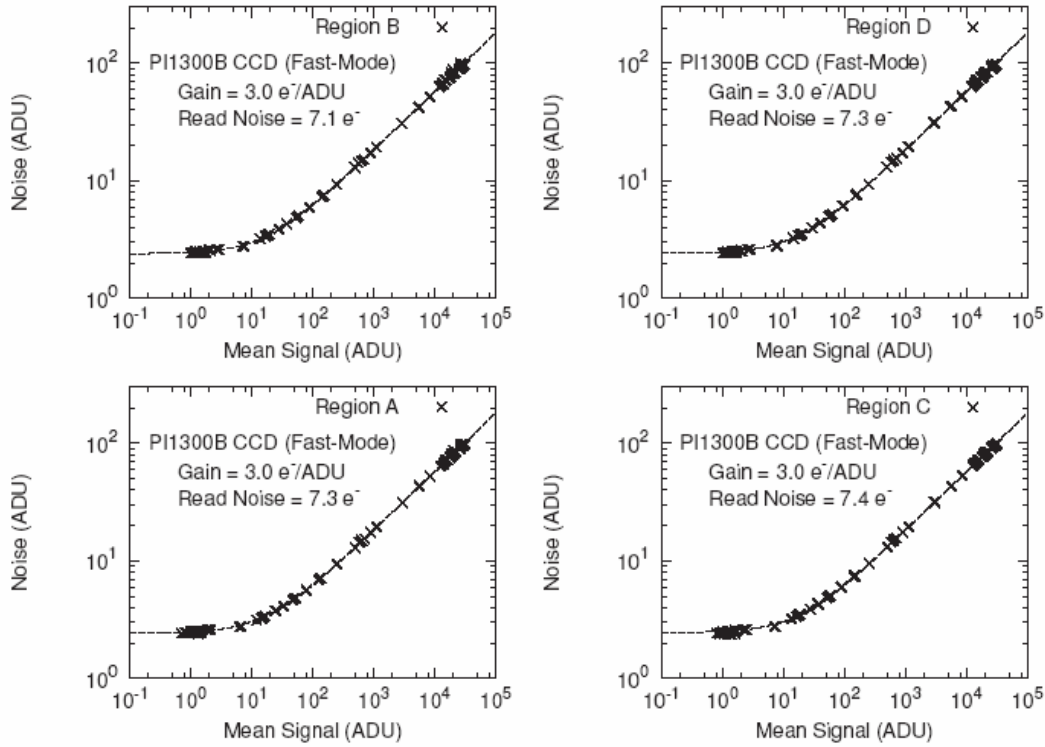


Fig. 4. The signal and the noise of 300×300 regions on the CCD for fast readout mode are shown. The dotted curves are the fit using equation (3).

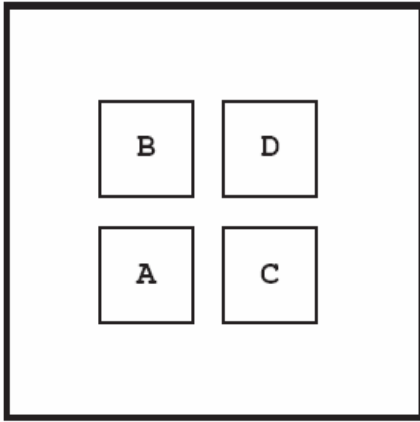


Fig. 3. The schematic view of the alignment of four subregions for gain measurements on the CCD. All subregions have 300 by 300 pixels.

The results are summarized in Table 2. The average value shows $0.064 e^{-1}/\text{sec}/\text{pix}$ for the operation temperature of -50 deg C.

3.4. Linearity

In order to check the linearity of the response of the CCD, we have carried out a measurement using camera lens and LEDs. We placed 8 LEDs in the sphere. We attached the camera lens to the CCD and located the

Table 2. The dark current generation rates are shown. The second column shows the readout mode. The word “slow” denotes 50 kHz sampling, and “fast” denotes 1 MHz sampling. The third column shows the operating temperature of the CCD. The dark current generation rate is expressed in number of electrons per second per pixel.

Date	Readout	Temp. (deg C)	Dark Current ($e^{-1}/\text{sec}/\text{pix}$)
13/Feb/2004	fast	-50	0.063
24/May/2004	slow	-50	0.067
25/May/2004	fast	-50	0.065
26/May/2004	fast	-50	0.055
22/Jun/2004	slow	-50	0.065
23/Jun/2004	slow	-50	0.073
24/Jun/2004	slow	-50	0.065
25/Jun/2004	slow	-50	0.057
16/Aug/2004	slow	-50	0.059
17/Aug/2004	slow	-50	0.070

CCD at small hole of the sphere. We imaged inside of the sphere for various exposure time ranging 5 to 80 seconds. For each exposure time, we took 5 frames. The measurements are done using slow readout mode, and the dark component is subtracted. Figure 6 shows the mean count of 100×100 pixels near the center of the field against exposure time. We fitted the data with the formula

$$C = at^\gamma + b. \quad (4)$$

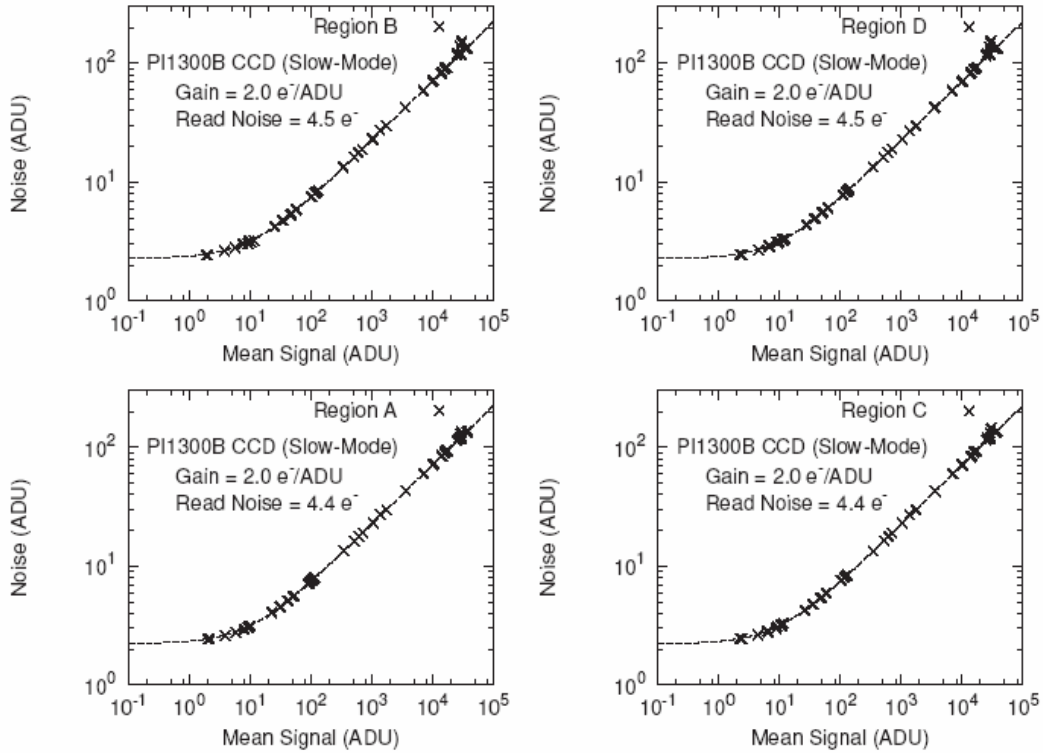


Fig. 5. The signal and the noise of 300×300 regions on the CCD for slow readout mode are shown. The dotted curves are the fit using equation (3).

Here, C is the mean count, t is the exposure time, a , b and γ are constants. The deviation from $\gamma = 1$ was 0.1% for the range from 3000 to 38000 ADU. The non-linearity degraded to 1.7% when the mean count reached 51000 counts.

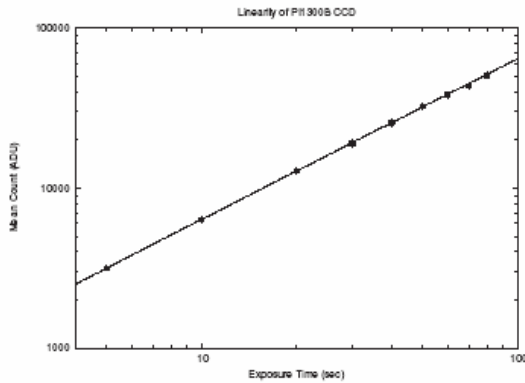


Fig. 6. The plot of the exposure time versus mean count of the CCD is shown. The light source is six LEDs. The dotted line is the fit using equation (4).

4. Photometric Calibrations

In order to compare the results of the photometry with the results from other instruments, one needs to convert the magnitudes from the instrumental system into the standard system. To achieve this conversion, it is essential to evaluate the transformation coefficients. Here, we define transformation equations as

$$U_{std} = U_{inst} + Z_U - k_U X + C_U(U - B), \quad (5)$$

$$B_{std} = B_{inst} + Z_B - k_B X + C_B(B - V), \quad (6)$$

$$V_{std} = V_{inst} + Z_V - k_V X + C_V(B - V), \quad (7)$$

$$R_{std} = R_{inst} + Z_R - k_R X + C_R(V - R), \quad (8)$$

$$I_{std} = I_{inst} + Z_I - k_I X + C_I(V - I), \quad (9)$$

where U_{std} , B_{std} , V_{std} , R_{std} , I_{std} are the standard magnitudes, U_{inst} , B_{inst} , V_{inst} , R_{inst} , I_{inst} are the instrumental magnitudes, Z_U , Z_B , Z_V , Z_R , Z_I are zero point magnitudes, k_U , k_B , k_V , k_R , k_I are the first-order extinction coefficients, C_U , C_B , C_V , C_R , C_I are the color terms, and X is the airmass. The net fluxes inside the aperture for standard stars are normalized to the exposure time of one second to calculate the instrumental magnitudes. We have chosen photometric standards from the list provided by Landolt (1992) to cover a wide range of colors and airmass. We have used UBVR filters. The BVRI filters are based on the Bessell system, and their transmission properties are reported by Huang et al. (2004). The property

of the U-band filter is unknown and we are planning to measure the transmittance in the laboratory. Basically we used the “photcal” package of IRAF (Image Reduction and Analysis Facility, provided and maintained by NOAO) to fit the data and derive the coefficients. The values are confirmed by manual analysis using the method described by Henden and Kaitchuck (1990). The second-order extinction terms are found to be small and we ignored them. The results for seven different nights are summarized in Table 3. The plots of the Landolt magnitude versus calculated magnitude using derived transformation coefficients on 25 June, 2004 are shown in Figure 7 to 11. No systematic errors are recognized. The atmospheric extinction coefficients at various astronomical sites on the ground are summarized in Table 4. The extinction coefficients at Lulin Observatory on relatively dry nights are comparable to those of major ground based observatories.

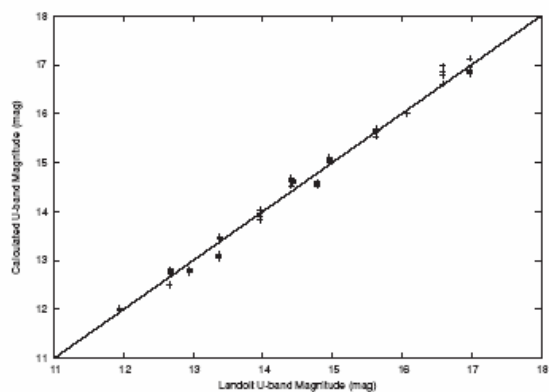


Fig. 7. The Landolt magnitude versus calculated magnitude using derived transformation coefficients for U-band are shown. The data taken on 25 June, 2004 are used to plot.

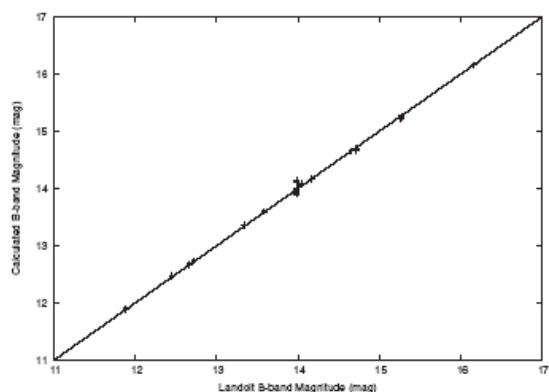


Fig. 8. Same as Figure 7, but for B-band.

The instrumental colors are plotted against Landolt standard colors in Figure 12 to 16. From the linear fits, we have obtained the following relations,

$$(U - B) = 1.18(u - b) - 3.02, \quad (10)$$

$$(B - V) = 1.25(b - v) - 0.41, \quad (11)$$

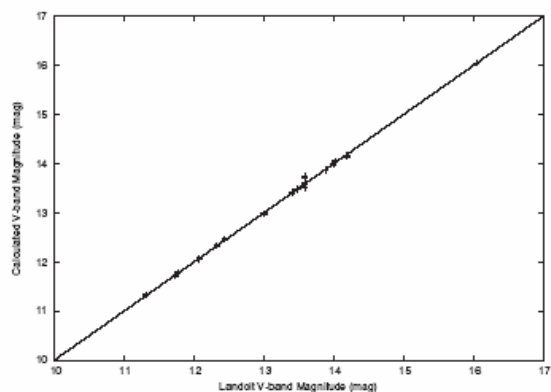


Fig. 9. Same as Figure 7, but for V-band.

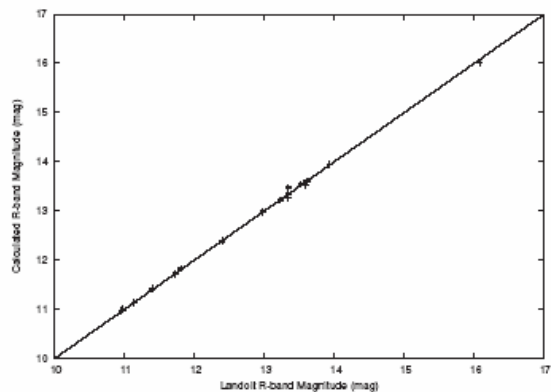


Fig. 10. Same as Figure 7, but for R-band.

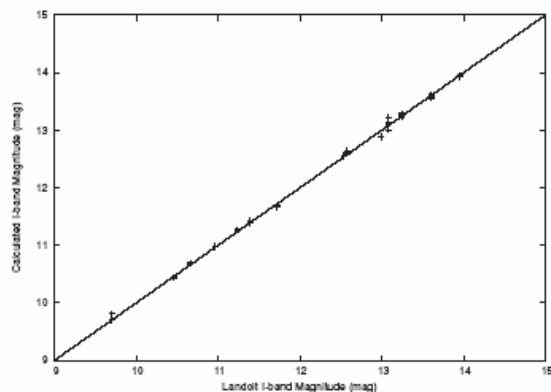


Fig. 11. Same as Figure 7, but for I-band.

Table 3. The transformation coefficients including zero point magnitudes, first order extinction coefficients, and color terms of LOT and VersArray:1300B for UBVRI filters on seven different nights are summarized. The extinction coefficients are in the unit of magnitude per airmass. On 17 Feb 2004, the fast readout mode was used, and the zero point magnitudes are different from other nights. For other six nights, the slow readout mode was used.

	17/Feb/2004	19/Apr/2004	24/Jun/2004	25/Jun/2004	01/Sep/2004	09/Nov/2004	11/Nov/2004
Z_U	20.02 ± 0.03	20.20 ± 0.10	20.23 ± 0.05	20.28 ± 0.06			
Z_B	22.34 ± 0.02	22.83 ± 0.01	22.82 ± 0.02	22.81 ± 0.02	22.76 ± 0.08	22.70 ± 0.01	22.78 ± 0.01
Z_V	22.68 ± 0.02	23.11 ± 0.01	23.11 ± 0.02	23.11 ± 0.01	23.06 ± 0.05	23.01 ± 0.01	23.09 ± 0.03
Z_R	22.66 ± 0.01	23.07 ± 0.04	23.08 ± 0.02	23.10 ± 0.02	23.00 ± 0.02	22.96 ± 0.01	23.05 ± 0.02
Z_I	21.99 ± 0.04		22.36 ± 0.03	22.43 ± 0.03	22.40 ± 0.03	22.30 ± 0.02	22.37 ± 0.04
k_U	0.45 ± 0.01	0.46 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.41 ± 0.03			
k_B	0.19 ± 0.02	0.25 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.22 ± 0.04	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.01
k_V	0.11 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.10 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.01
k_R	0.09 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.11 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.01
k_I	0.06 ± 0.01		0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.01
C_U	$+0.15 \pm 0.02$	$+0.30 \pm 0.10$	$+0.32 \pm 0.02$	$+0.32 \pm 0.06$			
C_B	$+0.20 \pm 0.02$	$+0.14 \pm 0.01$	$+0.15 \pm 0.01$	$+0.11 \pm 0.02$	$+0.21 \pm 0.03$	$+0.17 \pm 0.01$	$+0.13 \pm 0.01$
C_V	-0.06 ± 0.02	-0.06 ± 0.01	-0.06 ± 0.01	-0.08 ± 0.02	-0.05 ± 0.02	-0.07 ± 0.01	-0.10 ± 0.03
C_R	-0.05 ± 0.02	-0.12 ± 0.05	-0.07 ± 0.02	-0.15 ± 0.03	-0.13 ± 0.01	-0.12 ± 0.02	-0.12 ± 0.02
C_I	$+0.04 \pm 0.03$		$+0.05 \pm 0.01$	$+0.04 \pm 0.03$	$+0.07 \pm 0.01$	$+0.03 \pm 0.03$	$+0.00 \pm 0.03$

Table 4. The atmospheric extinction coefficients for selected ground based astronomical observatories are summarized. The first order extinction coefficients for UBVRI bands are shown in the unit of mag per airmass. The numbers in the parenthesis are the errors.

Site	U	B	V	R	I	Ref.
Brooks	0.62(0.09)	0.37(0.07)	0.25(0.04)	0.20(0.06)	0.14(0.07)	Miller & Osborn, 1996
Gaomeigu			0.14			Tan & Zhang, 1999
Kiso		0.27(0.02)	0.17(0.01)	0.09(0.01)	0.05(0.01)	Ito, 1998a
Kitt Peak			0.20(0.01)		0.08(0.02)	French et al., 1985
La Palma			0.11			Guerrero et al., 1998
La Silla		0.25	0.13	0.07	0.03	Mattila et al., 1996
La Silla	0.46	0.23	0.12			Nakos et al., 1997
Lulin	0.43(0.02)	0.20(0.02)	0.12(0.01)	0.10(0.01)	0.07(0.02)	This work
Mauna Kea (2800-m)		0.31	0.18			Krisciunas et al., 1987
Mauna Kea (4200-m)		0.20	0.11			Krisciunas et al., 1987
Paranal	0.50(0.03)	0.26(0.01)	0.17(0.01)	0.13(0.01)	0.07(0.02)	Giacconi et al., 1999
Paranal	0.44(0.01)	0.23(0.01)	0.11(0.01)	0.07(0.01)	0.03(0.01)	Hanuschik, 2004
Siding Spring	0.54(0.02)	0.31(0.03)	0.16(0.03)	0.11(0.02)	0.09(0.03)	Sung & Bessell, 2000
Tololo	0.56	0.28	0.16	0.12		Stone & Baldwin, 1983
Xinglong	0.60	0.31	0.20	0.14	0.05	Yan et al., 2000

$$(V - R) = 0.99(v - r) + 0.03, \quad (12)$$

$$(V - I) = 0.91(v - i) + 0.64, \quad (13)$$

$$(R - I) = 0.82(r - i) + 0.57. \quad (14)$$

Here, capital letters denote the standard system and small letters denote the instrumental system.

5. System Performance

5.1. System Efficiency

Using the photometric observations of the Landolt standard fields, we have estimated the total throughput of the telescope and instrument including telescope optics, filter transmittance and detector quantum efficiency.

The energy coming into the circle with the diameter of D outside the Earth's atmosphere from the star of mag-

nitude m_λ per second is expressed as

$$E_\lambda = F_\lambda 10^{-0.4m_\lambda} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \Delta\lambda. \quad (15)$$

Here, F_λ is the flux of a 0 magnitude star at wavelength λ , and $\Delta\lambda$ is the half-width of the filter. The number of incoming photons N_{photon} are calculated as

$$N_{calc} = \frac{E_\lambda}{h\nu} = \frac{E_\lambda \lambda}{hc}. \quad (16)$$

Here, h is the Planck constant, and c is the the light speed. The extinction corrected count rate of the CCD N_{obs} is expressed as

$$N_{obs} = \frac{C_{raw}}{T_{exp}} 10^{-0.4kX} G. \quad (17)$$

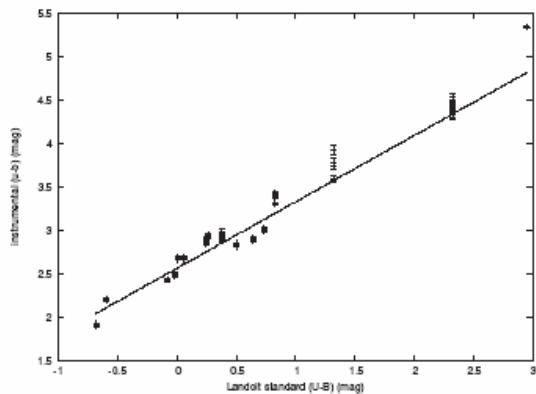


Fig. 12. The Landolt standard colors and the extinction corrected instrumental colors are plotted for $(U-B)$. The dotted straight line is the least-square fit of the data. The data were collected on 25 June, 2004.

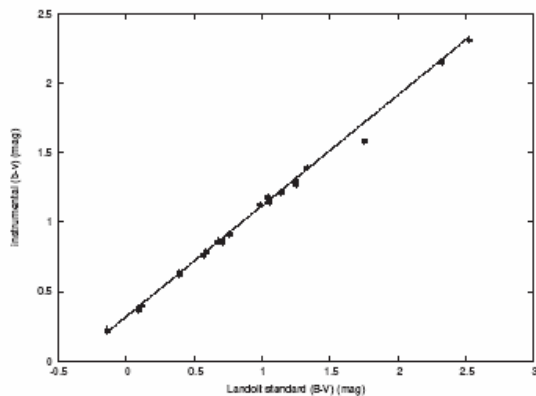


Fig. 13. Same as Figure 12, but for $(B-V)$.

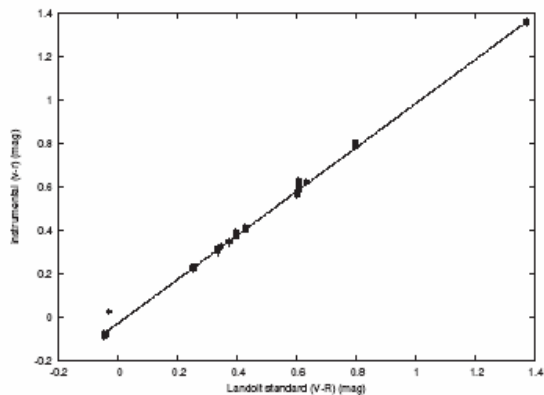


Fig. 14. Same as Figure 12, but for $(V-R)$.

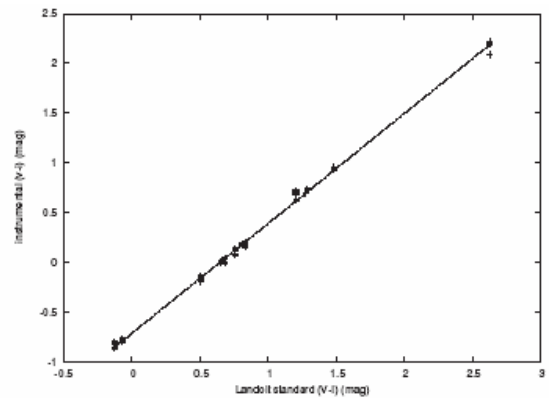


Fig. 15. Same as Figure 12, but for $(V-I)$.

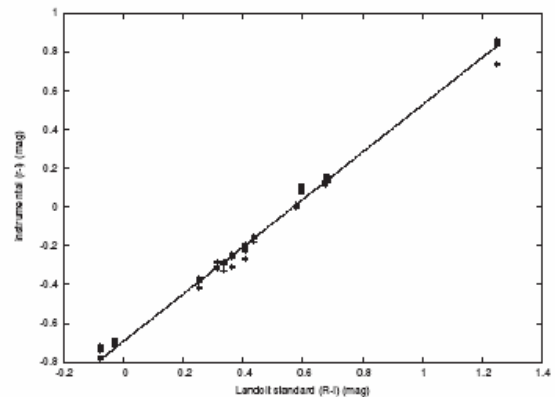


Fig. 16. Same as Figure 12, but for $(R-I)$.

Here, C_{raw} is the integrated raw count of the star, T_{exp} is the exposure time, k is the first-order extinction coefficient, X is the airmass, and G is the gain of the CCD. We define the total throughput E as

$$E = \frac{N_{obs}}{N_{calc}}. \quad (18)$$

The results are summarized in Table 5. Since the transmittance of the U-band filter is unknown, we assumed a typical value. Results for both the slow and fast readout modes have good agreement.

5.2. Sky Background Brightness

The brightness of the night sky was measured using the data taken on 24, 25 June, 2004. It was 6 and 7 days after the new moon, respectively. The Moon was almost going to set on 24 June, and the elevation was 4.0 to -0.5 degree above the horizon. On 25 June, the elevation of the Moon was 22.3 to 11.0 degree above the horizon. We have selected four-minute single exposures on 24 June and five-minute single exposures on 25 June for UBVRI bands. The angular separations between the moon and target field on 24 and 25 June are 65 and 53 degrees, respectively. The airmasses were 1.17 to 1.26 on 24 June, and 1.13 to 1.22 on 25 June. The correction for the airmass was applied using the formula (Krisciunas &

Table 5. The total throughput for UBVRI bands including telescope optics, filter transmittance and quantum efficiency of the detector are summarized. Since the transmittance of the U-band filter is unknown, we assumed typical value.

Date	U	B	V	R	I	Remarks
17/Feb/2004	8%	27%	55%	47%	20%	fast readout
24/Jun/2004	7%	26%	53%	45%	19%	slow readout
25/Jun/2004	6%	27%	54%	47%	20%	slow readout

Schaefer, 1991)

$$B_0(Z) = B_{zen} 10^{-0.4k(x-1)x}, \quad (19)$$

where

$$x = (1 - 0.96 \sin^2 Z)^{-0.5}. \quad (20)$$

Here, $B_0(Z)$ is the night sky brightness at zenith distance Z , B_{zen} is the night sky brightness at zenith, k is the extinction coefficient. We measured mean background level using the software “source extractor”. The derived instrumental magnitudes and colors were converted into the standard system using the coefficients in Table 3. The color terms are taken into account. The background brightness levels of UBVRI bands on 24 June, 2004 are $U = 21.78 \pm 0.30$, $B = 22.01 \pm 0.08$, $V = 21.28 \pm 0.06$, $R = 20.91 \pm 0.05$, $I = 19.40 \pm 0.06$ mag arcsec⁻², respectively. On 25 June 2004, they were $U = 21.03 \pm 0.20$, $B = 21.22 \pm 0.06$, $V = 20.83 \pm 0.04$, $R = 20.59 \pm 0.05$, $I = 19.47 \pm 0.05$ mag arcsec⁻², respectively. The values we obtained at Lulin were compared to those of major ground based astronomical observatories in Table 6. Although the night sky brightnesses for B and V-band are roughly 1.0 and 0.7 magnitude brighter than major astronomical sites, it seems to be typical in East Asian region. Lin (1994) reported the dark time night sky brightness at Lulin as $B = 21.22$ and $V = 20.72$ mag arcsec⁻² which are brighter than this work. This may suggest the variability of the brightness of the sky at Lulin due to the light pollution from nearby cities.

5.3. Limiting Magnitude

We estimated the limiting magnitudes of LOT and PI1300B photometric system at Lulin. We used readout noise and dark current generation rate and sky background brightness estimated in this work. We adopted the CCD equation of the form

$$\frac{S}{N} = \frac{N_{star}}{\sqrt{N_{star} + n_{pix}(N_{sky} + N_{dark} + N_{readout}^2)}}. \quad (21)$$

Derived limiting magnitudes for slow readout mode are $U = 19.7$, $B = 21.4$, $V = 21.2$, $R = 21.1$, and $I = 19.9$ mag for the signal-to-noise ratio of 10 under the integration time of 300 sec and the aperture size of 3 arcsec.

6. Summary

The performance of the LOT and VersArray:1300B CCD photometric system at Lulin Observatory of the Institute of Astronomy at National Central University was evaluated. We have found the variability on the bias level

when the fast-readout mode is used. The gain of the CCD is different for slow and fast readout. The transformation coefficients and the relation of instrumental and standard colors are derived. The extinction coefficients at Lulin on relatively dry nights are competitive to major astronomical sites. The total system performance was also measured. The night sky brightnesses seems to be typical values for observatory in East Asia region.

Acknowledgement

We would like to express our hearty thanks to Mr. Shih Jun-Shiung, Mr. Du Jing-Chuan, Mr. Shih Hao-Wei, and Mr. Wan Zong-Jing for their local supports at Lulin Observatory. We also thank Mr. Chang Ming-Shin, Mr. Urata Yuji, Miss Li Yang-Shyang for their help for the observations. Kinoshita, D. thanks to the fellowship from the Japan Society for Promotion of Science (ID: 15-1-2-02681-1).

References

- Benn, D. R., Ellison, S. L., 1998, *New Astronomy Reviews*, 42, 503.
- Chang, M.-S., 2004, “*Annual Report of Lulin Observatory*” (in Chinese), edited by Chang, M.-S., pp. 14.
- French, L. M., Morales, G., Dalton, A. S., Klavetter, J. J., Conner, S. R., 1985, *AJ*, 90, 668.
- Giacconi, R., Gilmozzi, R., Leibundgut, B., Renzini, A., Spyromilio, J., Tarenghi, M., 1999, *A&Ap*, 343, L1.
- Guerrero, M. A., Garcia-Lopez, R. J., Corradi, R. L. M., Jimenez, A., Fuensalida, J. J., Rodriguez-Espinosa, J. M., Alonso, A., Centurion, M., Prada, F., 1998, *New Astronomy Reviews*, 42, 529.
- Hamuschik, R., 2004, www.eso.org/observing/dfo/quality.
- Henden, A. A., Kaitchuck, R. H., 1990, Willmann-Bell, Inc., “*Astronomical Photometry*”, ISBN 0-943396-25-5, pp. 322.
- Howell, S. B., 2000, Cambridge University Press, “*Handbook of CCD Astronomy*”, ISBN 0-521-64834-3.
- Huang, Y.-J., Lee, C.-C., Chen, W.-P., 2004, “*Annual Report of Lulin Observatory*”, Edited by Chang, M.-S., pp. 47.
- Ito, N., 1998a, “*Observation of Photometric Standard Stars*” in the Internal Report of Kiso Observatory (in Japanese).
- Ito, N., 1998b, “*Estimation of the Limiting Magnitude of 2KCCD Camera*” in the Internal Report of Kiso Observatory (in Japanese).
- Kinoshita, D., Huang, K.-Y., Wu, Y.-L., Chang, Y.-S., Urata, Y., 2004, “*Annual Report of Lulin Observatory*”, Edited by Chang, M.-S., pp. 30.
- Krisciunas, K., 1997, *PASP*, 109, 1181.
- Krisciunas, K., Schaefer, B., 1991, *PASP*, 103, 1033.
- Krisciunas, K., Sinton, W., Tholen, D., Tokunaga, A., Golisch, W., Griep, D., Kaminski, C., Impey, C., Christian, C.,

Table 6. The dark time night sky brightness for UBVRI bands measured at major ground based observatories are summarized. The brightness of the night sky is expressed in the unit of mag arcsec⁻².

Site	U	B	V	R	I	Ref.
Calar Alto	22.2	22.6	21.5	20.6	18.7	Leinert et al., 1995
Kiso		22.1	21.2	19.9	18.7	Ito, 1998b
Kitt Peak		22.9	21.9			Pilachowski et al., 1989
La Palma	22.0	22.7	21.9	21.0	20.0	Benn & Ellison, 1998
La Silla		22.8	21.7	20.8	19.5	Mattila et al., 1996
Lulin	21.8	22.0	21.3	20.9	19.5	This work
Mauna Kea		22.8	21.9			Krisciunas, 1997
Paranal	22.3	22.6	21.6	20.9	19.7	Patat, 2003
Tololo	22.0	22.7	21.8	20.9	19.9	Walker, 1987
Xinglong			21.0			Liu et al., 2003

1987, PASP, 99, 887.

Landolt, A. U., 1992, AJ, 104, 372.

Leinert, C., Vaisanen, P., Mattila, K., Lehtinen, K., 1995, A&ApS, 112, 99.

Lin, H.-C., 1994, "Measurements of Night Sky Brightness using Open Cluster M44 at Lulin Observatory", master thesis at National Central University of Taiwan (in Chinese).

Liu, Y., Zhou, X., Sun, W.-H., Ma, J., Wu, H., Jiang, Z.-J., Xue, S.-J., Chen, J.-S., 2003, PASP, 115, 495.

Mattila, K., Vaisanen, P., Appen-Schnur, G.F.O. v., 1996, A&ApS, 119, 153.

Miller, R., Osborn, W., 1996, IAPPP Communications, 63, 40.
Motohara, K., Iwamuro, F., Maihara, T., Oya, S., Tsukamoto, H., Imanishi, M., Terada, H., Goto, M., Iwai, J., Tanabe, H., Hata, R., Taguchi, T., Harashima, T., 2002, PASJ, 54, 315.

Nakos, T., Sinachopoulos, D., van Dessel, E., 1997, A&ApS, 124, 353.

Patat, F., 2003, A&Ap, 400, 1183.

Pilachowski, C., Africano, J. L., Goodrich, B. D., Binkert W., 1989, PASP, 101, 707.

Princeton Instruments, Inc., www.princetoninstruments.com.

Stone, R. P. S., Baldwin, J. A., 1983, MNRAS, 204, 347.

Sung, H.-K., Bessell, M. S., 2000, PASA, 17, 244.

Tan, H.-S., Zhang, B.-R., 1999, in the proceedings of the 4th East Asian Meeting on Astronomy (4th EAMA) "Observational Astrophysics in Asia and its Future", Edited by Chen, P.-S., pp. 18.

Waker, A., 1987, NOAO Newsletter, 10, 16.

Yan, H.-J., Burstein, D., Fan, X.-H., Zheng, Z.-Y., Chen, J.-S., Byun, Y.-I., Chen, R., Chen, W.-P., Deng, L.-C., Deng, Z.-G., Fang, L. Z., Hester, J. J., Jiang, Z.-J., Li, Y., Lin, W.-P., Lu, P., Shang, Z.-H., Su, H.-J., Sun, W.-H., Tsay, W.-S., Windhorst, A., Wu, H., Xia, X.-Y., Xu, W., Xue, S.-J., Zheng, Z., Zhu, J., Zou, Z.-L., 2000, PASP, 112, 691.

LOT 2004 年度執行之觀測計畫
2004A (January-June)

No.	Project	PI	Observer
2004A-1	經典 T Tauri 星的活動性監測與研究	李金增	吳琨臻, 陳文屏, 葉永烜
2004A-2	CCD Imaging Photometry of Poorly Studied Open Clusters	陳文屏	陳錦威, 陳文屏
2004A-3	Time-series Photometric Study of Fast-Rotating WTTSs : TAP 31、V410 Tau、Wa Oph3、Wa Oph4	葉永烜	吳琨臻, 陳熾緯
2004A-4	Narrow-banded Imaging Observations of new bright comet C/2002 T7 (LINEAR) and C/2001 Q4 (NEAT)	葉永烜	林忠義, 高橋茂, 吳宇立
2004A-5	Studies and Observations of X-ray Binaries	周 翊	楊庭彰, 胡欽評, 陳炳志
2004A-6	Optical observation of AM Canum Venaticorum systems	黃崇源	趙瑞青
2004A-7	Time-resolved photometry for superhumpers	李宗云 陳炳志	陳炳志, 吳品毅, 楊庭彰
2004A-8	Lightcurves of the Karin family asteroids	高橋茂	高橋茂, 吉田二美
2004A-9	The spiral structure near sun in term of OB association and open cluster for selected direction	傅學海	蕭翔耀
2004A-10	Simultaneous Observations of EKBO in Millimeter and Optical Wavelengths	高橋茂	林忠義, 吳宇立
2004A-11	雙極型行星狀星雲演化型態與其中心恆星相關性之分析	葉永烜	夏志浩, 郭新, 李金增
2004A-12	Target of Opportunity of GRB and XRF follow-up observation	葉永烜	黃癸雲, 玉川 徹 浦田 裕次,
2004A-13	Supernova Search and Follow-up Observations	葉永烜	黃癸雲, 林忠義, 陳英同, 裘予雷, 陳文屏, 胡景耀
2004A-14	Calibration of Photometric System at Lulin Observatory	木下大輔	木下大輔, 林忠義, 陳錦威, 黃癸雲, 李洋祥
2004A-15	Rotation Brightness Variations, Color Distribution and Cometary activity of TNOs and Centaurs	葉永烜	吳宇立
2004A-16	The Morphology and Environment of Seyfert Galaxies	孫維新	陳安貞, 吳思瑩, 洪子隆

2004B (July-December)

No.	Project	PI	Observer
2004B-1	WET/xcov 24 Global Observing Campaign	陳文屏	陳文屏, 陳錦威
2004B-2	Studies and Observations of X-ray Binaries	周 翊	楊庭彰, 胡欽評, 陳炳志
2004B-3	Narrow-Band Imaging Observations of Bright-Rimmed Clouds in the Orion Molecular Clouds	陳文屏	李昫岱, 陳文屏
2004B-4	CCD Imaging Photometry of Poorly Studied Open Clusters	陳文屏	陳錦威
2004B-5	Target of Opportunity of GRBs and XRFs follow-up observation	葉永烜	黃癸雲, 浦田 裕次, 葉永烜, 玉川 徹, 恩田香織
2004B-6	Calibration Program 3: Performance Tests of Apogee U42 and Comparison with PI 1300B	木下大輔	木下大輔, 林宏欽, 陳錦威, 林忠義, 浦田裕次
2004B-7	Photometric monitoring of CTTS activity	李金增	吳琨臻, 陳文屏, 葉永烜
2004B-8	The Origin and Evolution of Youngest Butterfly type planetary nebula - HB 12	葉永烜	夏志浩, 郭新, 胡景耀
2004B-9	H-alpha survey of nearby and Seyfert galaxies	Sebastien Muller	Sebastien Muller Satoko Sawada-Satoh Daisuke Kinoshita Ya-Wen Tang, An-Li Tsai
2004B-10	Supernova Search and Follow-up Observations	葉永烜	陳英同, 黃癸雲, 林忠義, 林宏欽, 裘予雷, 陳文屏, 胡景耀
2004B-11	Optical observation of AM Canum Venaticorum systems	黃崇源	趙瑞青
2004B-12	Asteroseismology on variable WD PG 2303+243	Erika Pakštien	Erika Pakštien , Chin-Wei Chen , Rimas Janulis
2004B-13	Time-series Photometric Study of Fast-Rotating WTTSs : Wa Oph2 、 Wa Oph3	葉永烜	吳昆臻
2004B-14	天文觀測教學	陳文屏	
2004B-15	Search for exoplanets and variable stars in an open cluster, NGC 381 and detecting the transit planet of HD209458	葉永烜	胡瑞華
2004B-16	Optical Multi-Color Photometry and Lightcurve of 2003 VB12	木下大輔	木下大輔, 張智威, 陳錦威
2004B-17	Observations of Deep Impact comet 9P/Tempel1 and new comet C/2003 K4 (LINEAR)	葉永烜	林忠義

三、研究報告

台灣超新星尋天計劃 (TSS, Taiwan Supernova Survey)

陳英同^a, 黃癸雲^a, 林忠義^a, 林宏欽^a, 葉永烜^a, 陳文屏^a,
裘予雷^b, 胡景耀^b, 李衛東^c

a Institute of Astronomy, National Central University, IANCU

b Beijing Astronomical Observatory, NAOC

c Department of Astronomy, UC Berkeley

國立中央大學天文所鹿林天文台自今年 7 月首先公布發現 3 個超新星 2004ee, 2004cy, 2003lz 以來, 至 2004 年 12 月中旬為止, 共發現七顆超新星, 此新訊息以時間順序分別發表在國際天文聯合會通告 IAUC(International Astronomical Union Circulars) 第 8364 期、第 8371 期、第 8399 期、第 8407 期、第 8420 期、第 8420 期及第 8454 期上(如表一, 圖一)。

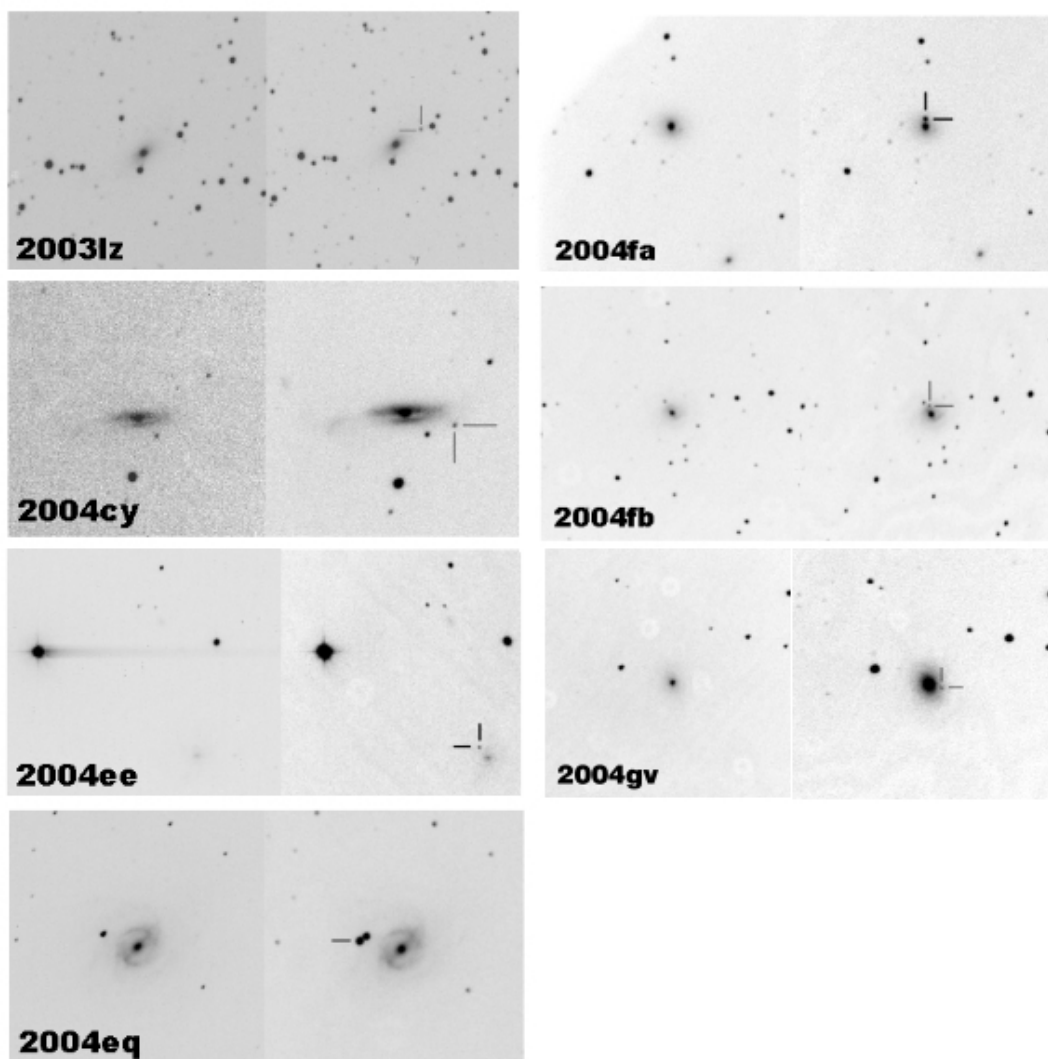
Name	Galaxy	Date	R.A.	Dec.	Mag	IAUC	Type
2003lz	ESO 428-G13	2003 10 30	7h16m25s.24	-29°37'4".5	17.1	IAUC 8371	?
2004cy	ESO 403-G9	2004 04 05	21h34m25s.67	-33°23'13".7	15.6	IAUC 8364	?
2004ee	ESO 298-G7	2004 07 31	2h6m14s.62	-37°20'5".4	17.2	IAUC 8399	Ia
2004eq	ESO 404-G12	2004 07 30	21h57m9s.46	-34°34'51".3	16.8	IAUC 8407	Ia
2004fa	MCG -05-48-5	2004 09 05	20h22m35s	-29°49'20".7	16.8	IAUC 8420	Ia
2004fb	ESO 340-G7	2004 10 07	20h15m25s.63	-37°30'34".6	18.3	IAUC 8420	II
2004gv	NGC 0856	2004 12 13	02h13m37s.42	-00°43'05".8	17.6	IAUC 8454	Ib

表一：由鹿林天文台發現之超新星資料

由於超新星為大質量恆星演化晚期爆發的現象, 所以主要會發生在可見恆星數目最多的星系當中。在本銀河系跟河外星系均有發現超新星的可能性, 不過在做超新星尋天工作時, 我們對於消光嚴重的銀河盤面做觀測是很沒有效率的, 發現超新星的機率也不高, 所以我們主要是觀測樣本空間較大的河外星系。

現今在世界上已有不少的研究團隊正在做超新星尋天的計劃, 由其是美國的研究團體最多。以地理位置來看, 雖然大致上在各個時區分布都有觀測點, 不過都是以北天為主, 所以使得目前所發現的超新星都是集中在北天的星系, 在南天除了澳洲及非洲之外, 少有南天國家是在做超新星尋天計劃。由於北京天文台在 2001 年結束超新星尋天計劃, 台灣的地理位置剛好可替補亞洲時區的觀測點, 台灣的地理位置又位於北緯 23.5 度, 可視星場為北天全天, 而南天則可到達 40 度以上, 我們以新手的經驗去切入超新星尋天計劃, 所鎖定的星場為 DEC:-20°~DEC:-40°, 一來不會與位於較高緯度, 而且已經對超新星尋天技術發展純熟的研究團體的觀測星場有所競爭, 二來剛好切入南天超新星尋天研究團體少的優勢。

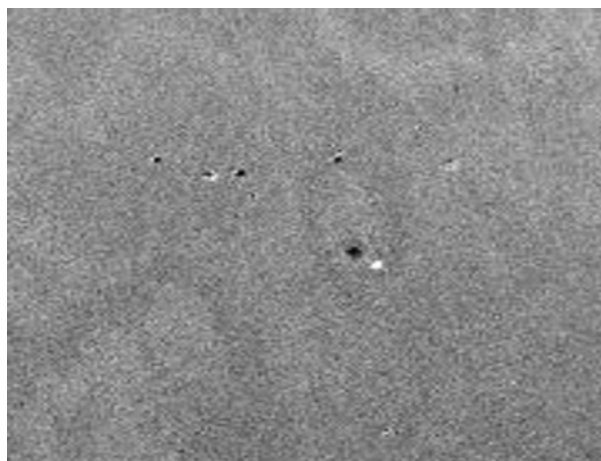
目前台灣超新星尋天計劃是利用中央大學鹿林前山天文台一米望遠鏡(Lulin One-meter Telescope, LOT)做超新星尋天的觀測，所選的目標均為鄰近星系，主要分布在 DEC:-20°~DEC:-40°之間的 759 個星系。為了讓觀測更有效率，在觀測時不使用濾鏡，而 LOT 的集光能力在曝光 20 秒即可達到我們要求的曝光亮度，在 2004 年的 LOT 觀測時間分配中，大概是每十天有一次的觀測時間。以目前的單位時間的觀測速度，平均一分鐘可以觀測 1.8 個目標，目前的每晚觀測星系數目最多可以到達 400 多個、橫跨 18 個赤緯。



圖一：由鹿林天文台發現之超新星影像

台灣超新星尋天計畫主要是比較不同時間所得到的影像，在經過強度比例調整對減後，觀察影像有無差異，區別有無超新星出現在新影像裡。在短時間週期內，不同時間所照的影像中，假如沒有特殊發生天文事件的話，兩個時間的影像在對減後應該不會有特別奇怪的星點出現；反之，假如有一個亮度改變的天文事件發生在時間較晚的影像當中，在兩幅影像對減後，就可以發現明顯的不同(圖二)。

在星系中找到有亮度變化超新星候選者後，因為影像當中會有亮度變化的原因有很多種，我們再來就要確定它是否為超新星現象所引起的。引起影像有亮度變化的可能有可能因為宇宙射線 (cosmic ray)、變星 (Variable Stars)、古伯帶星體 (KBO)、超新星等等。一般的確認方法就是在隔天再取一幅新影像做比對，確定不是小行星或是古伯帶星體所短暫引起的亮度變化，或是其他觀測上的問題所引起誤差。



圖二：對減後影像

目前鹿林天文台在 DEC:-20°~DEC:-40° 這個天區的超新星發現上，大約占了 20% 的貢獻，不過這是以 759 個的初步星系樣本所得到的結果，現在我們正在測試 1573 的延伸星系樣本，為未來的正式樣本做準備。不過，在增加星系樣本的同時，我們也在觀測程序效率上做改進，因為增加樣本相對的需要讓觀測更有效率化，才能讓觀測得到最大的成果。

目前台灣超新星尋天的技術，主要是來自北京天文台 (Beijing Astronomical Observatory BAO) 的胡景耀老師及裘予雷老師，以及 UC Berkeley 的李衛東老師的技術指導。北京天文台的超新星尋天計劃 (BAO Supernova Survey — BAOSS) 在 1996 到 2001 年中，就發現了 45 顆超新星，而 UC Berkeley 的 LOSS (Lick Observatory Supernova Survey)，則是現在全世界發現超新星最多也是最有效率的研究團隊，相信我們在充份的合作下，能夠對南天的超新星發現上能有可觀的科學研究貢獻。

伽碼射線爆光學餘暉觀測

黃癸雲¹ 葉永烜¹ 浦田裕次² 恩田香織² 玉川 徹²

¹ 國立中央大學天文研究所

² 日本理化學研究所

伽碼射線爆(Gamma-Ray Bursts, 簡稱 GRBs), 是一種短暫的高能爆發現象, 平均每天會有一到兩次的爆發產生, 爆發持續的時間約在 0.01 秒至 1000 秒之間。天文學家根據 GRBs 在伽碼射線波段持續的時間將 GRBs 分成兩類: 持續時間低於 2 秒的稱『短伽碼射線爆』; 而持續時間高於 2 秒的稱「長伽碼射線爆」。1997 年起, 天文學家陸續在 GRBs 爆發後, 陸續於各個波段下觀測到伽碼射線爆的餘暉(afterglow)。原來在這些高能量的伽碼射線爆, 在爆發後並不會馬上消失, 而會遺留幾小時至幾天的餘暉, 因此伽碼射線爆的餘暉觀測, 成為 GRBs 研究的重要課題。觀測餘暉的光度變化, 可瞭解伽碼射線爆的演化情形, 以及跟周圍星際物質的作用關係; 藉由觀測的結果, 亦可以測試目前對伽碼射線爆的物理機制模型, 有助於天為學家瞭解這些高能短暫爆發的來源。

目前有幾個高能衛星(INTEGRAL, HETE-2 等等), 可偵測出伽碼射線到位置並即時提供給陸地上的觀測者做後續餘暉觀測。2004 年 11 月, 新一代伽碼射線衛星—SWIFT 已發射成功, 目前正進行儀器測試階段。此衛星將提供更快且更精準的 GRB 位置, 預期將對 GRB 的研究有更多的貢獻。

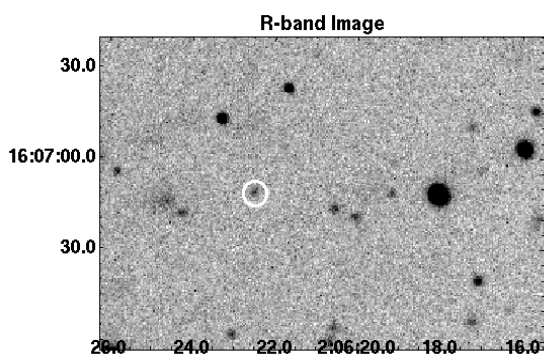
我們使用鹿林前山的一米望遠鏡, 針對已知位置的伽碼射線爆做光學後續觀測研究。本研究的科學目標為發現 GRB 的光學對應體, 並做多波段觀測來瞭解伽碼射線爆光學演化情形。從 2003 年 7 月到 2004 年 12 月間, 我們進行了 9 次觀測(見表一), 其中觀測到一宿主星系(GRB 031203)以及兩個 GRB 光學對應體(GRB 040924 和 GRB 041006)。

GRB	Delay Time (hr)	Triggered Spacecraft	CCD	limit mag. (3σ)	Results	Publications*	Observers
GRB030823	3.3	HETE-2	PI1300B	R~18.8	Upper limit	GCN 2360	陳錦威、李洋洋、林宏欽、陳文屏
GRB031026	6	HETE-2	AP8	R~20.9	Upper limit	GCN 2436	陳安貞、丁小強、林宏欽
GRB031203	19.6	INTEGRAL	AP8	-	Host Galaxy	GCN 2470	夏志浩、林宏欽
GRB031220	8	HETE-2	AP8	R~20.0	Upper limit	GCN 2494	楊庭彰、胡欽評
GRB040422	9.6	INTEGRAL	PI1300B	I~19.7	Upper limit	GCN 2577	楊庭彰
GRB040916	16.3	HETE-2	PI1300B	I~20.1	Upper limit	GCN 2721	吳宇立
GRB040924	2.3	HETE-2	PI1300B	-	OT	GCN 2743	胡瑞華
GRB041006	9.0	HETE-2	PI1300B	-	OT	GCN 2785	木下大輔
GRB041211	3.4	HETE-2	PI1300B	R~20.0	Upper limit	GCN 2840	木下大輔
GRB041219	9.6	SWIFT	PI1300B	R~21.0	Upper limit	GCN 2891	陳錦威、林宏欽

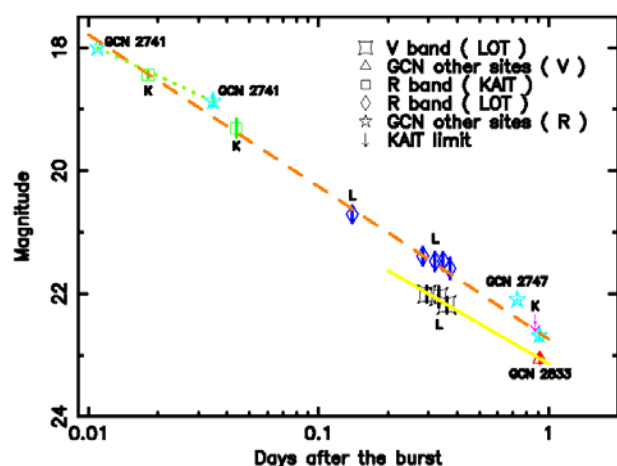
《表一》鹿林山一米望遠鏡伽碼射線爆光學觀測。

INTEGRAL 衛星偵測到 GRB 031203 之後，X 射線望遠鏡—Chandra 在此 GRB 星場所觀測到的兩個強 X 射線源，其中一個源在兩次觀測間隔內亮度明顯變暗，因此被認定為 GRB031203 的 X 射線對應體 (X-ray afterglow)。鹿林山天文台於爆發後 19.6 小時使用 I 波段觀測 (使用 I 波段觀測的原因是 GRB 方向的銀河系消光高)，在 X 射線對應體處，發現一星體是 DSS 影像上所沒有的星體。經過幾天的連續觀測，此星體並沒有明顯的亮度變化，Keck 望遠鏡對此星體做光譜觀測，認證此星體為一位於紅移 0.105 的星系。進而我們分析了 GRB031203 的 X 射線資料，發現在 GRB 方向的氫原子很少，意味著 GRB 的光線並沒有因為星際中的氫原子的含量而消滅。但是，在光學波段並沒有觀測到任何的光學對應體。我們使用 GRB 的理論模型並假設 GRB 在 X 射線和光學波段有相同的光度變化斜率，並外插 X 射線的資料來預測光學波段的星等，結果顯示 GRB 在 0.26 天時 I 波段星等為 20.65 而 R 波段為 23.91 星等。我們排除了任何可以消滅光學波段光度的原因，因此我們認為 GRB031203 是個本質暗的 GRB。這跟 Waston et al and Soderberg et al. 所提出 GRB 031203 是個“sub-energy” GRB 相符合。值得一提的是，在 GRB031203 爆發後 26 天，在宿主星系發現有一 Ic 型超新星達到其光度極大期。因此 GRB031203 為第三個和超新星有關的 GRB。

GRB 040924 為衛星 HETE-2 所偵測到，其在伽碼射線波段持續的時間為 1.2 秒，是此目前已觀測到觀測餘暉中，持續時間最短的一個，由於持續時間為 1.2 秒，所以 GRB040924 被歸類為『短伽碼射線爆』。我們於爆發後 2.3 小時開始觀測，一開始的曝光時間由於太短以致於無法偵測到光學餘暉。在爆發後 3 小時，我們修正曝光時間，並使用 R 和 V 波段觀測，成功了觀測到鹿林第一個 GRB 光學對應體 (見圖一)。我們分析了鹿林的資料，再加上 KAIT 以及其他 GCN Circular 的觀測資料，畫出了 GRB040924 的光變曲線 (圖二)，由圖二可見 GRB040924 的光變曲線是呈冪次法則分佈衰減。與其他已觀測到 GRB 光學餘暉比較，GRB040924 的性質 (冪次指數，顏色) 與觀測的 GRB 光學餘暉相符，但是顏色比較紅一些。

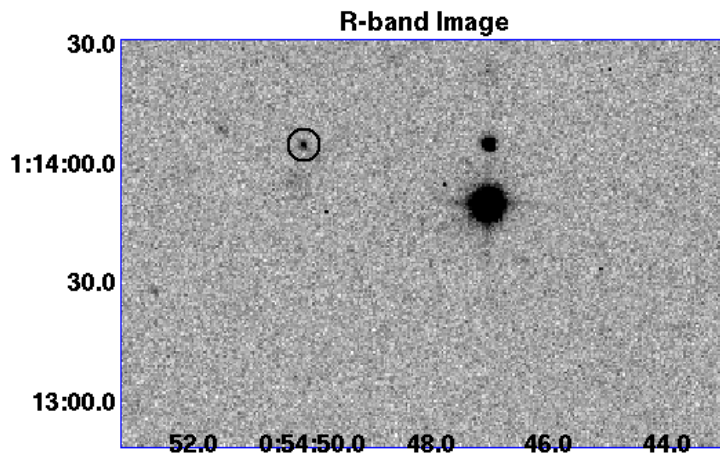


《圖一》 GRB 040924 光學對應體



《圖二》 GRB 040924 光變曲線

GRB 041006 也是由 HETE-2 所偵測到的 GRB，鹿林在爆發後 9.6 小時觀測到 GRB 041006 光學餘暉（見圖三）。此次觀測為東亞 GRB 合作觀測首度成功觀測到伽瑪射線爆光學餘暉。東亞 GRB 伽瑪射線爆合作觀測從 2004 年 6 月開始，除了鹿林山天文台之外並有日本木曾天文台以及北京興隆觀測站參與合作觀測。由於東亞地區在 GRB 光學餘暉的觀測中，很少有一米級望遠鏡做不同波段的餘暉觀測，因次東亞地區有優越的地理位置以及能力來觀測 GRB 餘暉。東亞合作觀測，不但可以減少因天氣而無法觀測的因素，更可以增加 GRB 餘暉觀測的範圍；且藉由各個望遠鏡的不同特性，可以有效的觀測伽瑪射線爆餘暉。



《圖一》GRB 041006 光學對應體。

Annual Report for the Low Mass X-ray Binary Observations of LOT (2004)

Yi Chou and Ting-Chang Yang

Graduate Institute, National Central University

We continued using the LOT to observe the optical counterparts of Low Mass X-ray Binaries (LMXBs) to investigate orbital modulations of the binaries and search for the possible superhumps due to the precessions of the accretion disks. Totally 38 nights were granted for and 5 sources, including XTE J1118+480, MS1603+2600, GX 9+9, Cyg X-3 and 4U 2129+47, were observed in 2004. The observation and data analysis results of the black hole candidate XTE J1118+480 have been published in Ting-Chang Yang's (楊庭彰) master thesis (2004, National Central University), which are briefly reported as following. The data analyses for the other sources are still processing.

XTE J1118+480

We observed the low mass X-ray binary (LMXB) -- XTE J1118+480 in optical band with Lulin One-meter Telescope for its timing series properties. Zurita et al.(2002) found XTE J1118+480 still revealed superhump phenomenon near the quiescent state in 2001. We try to observe it with LOT to verify if there are superhumps in the fully quiescent state, and to distinguish if the source is a permanent superhump or late superhump system.

We use and setup the standard procedures, including data reductions and the CL scripts for the photometry, to accelerate the processes for the photometric data. Differential photometry is applied to measure the intensity variations of the target star, so the selection for proper comparison stars is rather important. We propose some suggestions for selecting the comparison stars to avoid the disturbances for the timing series analysis.

The companion star of LMXB is dominated in the optical observation. Because of proper geometry relation between the binary and observer, the light curve will show ellipsoidal modulation. Ellipsoidal modulation implies the orbital period of the binary system. We can derive the orbital period from our observation for about one and half years, and discuss about the evolution of the orbital period. We mainly use Lomb-Scargle (LS) power spectrum for the periodicity analysis, and derive the signal frequency error from Monte Carlo simulation. For the observation from 2003 to 2004, the observation data is divided into five data sets, and the best estimated orbital period is about $0.16993349 \pm 0.00000090$ day by the phase analysis method. The result is consistent with that of Zurita et al. (2002). It is verified that there are no significant change for the orbital period during the 2001--2004

observation. The result is consistent with the small period change ($\dot{P}/P : 10^{-7}$ to 10^{-8} yr^{-1}) of LMXB system.

We can fit an first order approximated model of ellipsoidal modulation with the best estimated orbital period. Subtracting the modeled light curve from the origin one, there maybe superhump signals left in the residual light curves. But after our analysis of power spectrum, there is no significant detection near the superhump frequency and its harmonics of Zurita et al.(2002). Thus, we can not detect superhump signals with LOT from more than one year observations. From the variation shape of the light curves, we consider that the accretion disk of the system contributes too less intensity for the optical light curve, so the superhump signals can not be detected. We can not conclude that if XTE J1118+480 is a late superhump or permanent superhump system. It maybe need better instruments or analytical methods to improve this.

大型 EKBO (Quaoar、Ixion、2004DW)

自轉週期和表面顏色的測量

吳宇立¹ 葉永烜¹

¹國立中央大學天文研究所

Quaoar 是 Chad Trujillo 和 Mike Brown 於 2002 年發現的古伯帶天體，也是從 1930 年冥王星發現以來找到最大的太陽系內天體（現已被新發現的 2004DW 所取代），

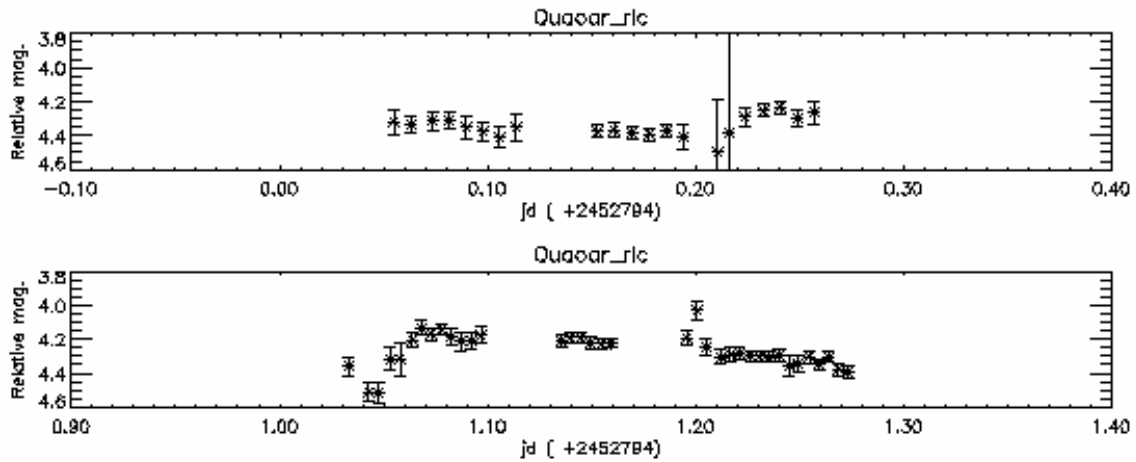
他的直徑約 1250 公里，達到冥王星的一半。而 2004DW 的半徑更可能高達 1600km 將超過 Quaoar 甚至比冥王星的衛星夏龍還大，像 Quaoar 和 2004DW 這類天體挑戰了行星和小行星的分界。

我們使用位在玉山國家公園內的鹿林天文台進行古伯帶天體的觀測工作，鹿林天文台位在東經 120 度 52 分 25 秒，北緯 23 度 28 分 07 秒，高度為海拔 2862 公尺，鹿林天文台的 LOT (Lulin One-meter Telescope) 為國內目前口徑最大的望遠鏡，觀測共使用兩種 CCD，分別為 AP8 及 PI1300B，視野範圍約 10 角分平方，所使用的濾鏡為標準的 Johnson UBVR 濾鏡組。

我們的觀測資料是利用美國國家可見光天文台所發展的 IRAF 來作資料處理。星等測量上我們採用的是孔徑測光。為了求得光變曲線我們採用較差測光來避免天氣變化以及大氣消光的影響。

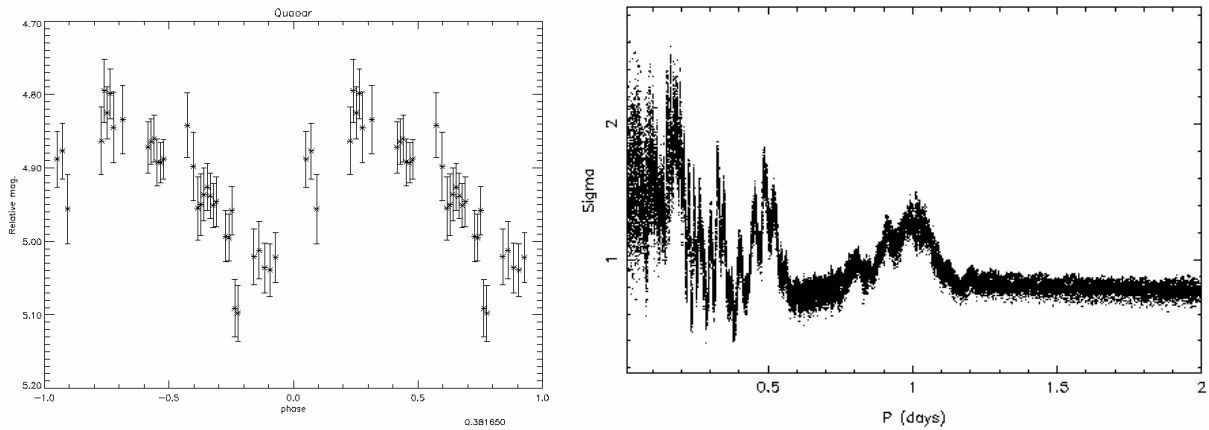
表一：觀測記錄，其中 B 波段曝光時間 600 秒，V 波段 420 秒，R 波段 300 秒

日期	目標	地心距離	日心距離	相位角	V 波段星等	大氣寧靜度	備註
20030603-04	Quaoar	42.398	43.405	0.2	19.0	2.0 - 2.5	
20040616-20		42.387	43.371	0.3	19.0	1.7 - 2.0	
20040618	2004DW	41.705	42.679	0.4	19.5	1.7 - 2.0	
20040104-08	Varuna	42.219	43.201	0.0	20.0	1.4 - 2.0	滿月
20040104-08	55636	40.897	40.869	1.4	19.6	1.4 - 2.0	滿月
20040104-08	55565	46.337	47.162	0.7	20.1	1.4 - 2.0	滿月
20040315-16	Ixion	46.790	47.611	0.7	19.3	1.5 - 1.9	



圖一：Quaoar 在 R 波段的光變曲線

我們嘗試了兩個不同的方法來從光變曲線中找出 Quaoar 的自轉周期，分別為 Lomb Normalized Periodgram (LNP) 和 Phase Dispersion Minimization (PDM)。



圖二：Quaoar 的相位圖和強度頻普圖，所得週期為 0.381 天

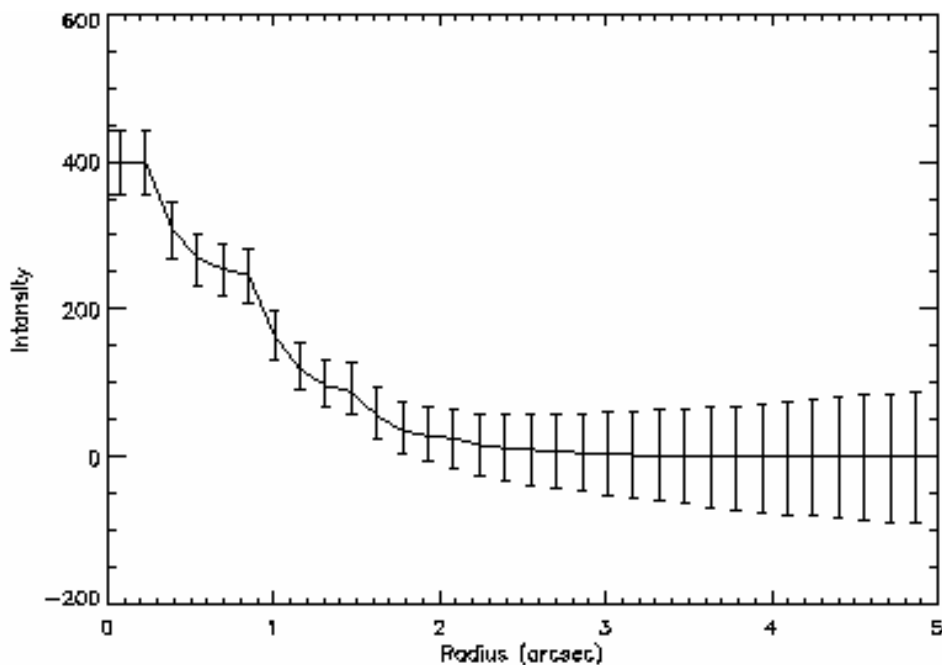
J.L. Ortiz et al. (2003) 利用位在西班牙的 Sierra Nevada 天文台對 Quaoar 進行觀測，平均的大氣寧靜度為 1.8 角秒。J.L. Ortiz 找到 Quaoar 的自轉周期為 0.368308 ± 0.000001 天，雖然我們的觀測精度較低，資料點也比較少，但是由 2003 年 6 月份資料所求得的週期 0.381 天來看，仍然和 J.L. Ortiz 的結果相近。

測量 KBO 的顏色可以知道它的表面特性和它的來源，我們以兩種方法來測量 KBO 的顏色，第一種是用標準星校正求得，為了修正大氣消光的影響我們在不同仰角對標準星進行觀測，將所得的標準星星等對大氣質量 (airmass) 做圖，求出不同波段的消光曲線來修正。另一種則為在拍攝時選擇一系列 R-V-R-B-R 的拍攝方式，在計算顏色時我們將兩個 V-R 的值平均來除去光變曲線的影響，而將整個晚上所求得的 V-R 和 B-V 值加以平均則可求得 Quaoar 的平均顏色，最後再用公式將儀器星等求得的色指數換為標準色指數。

	B-V	V-R	資料出處
Quaoar	1.095 ± 0.037	0.612 ± 0.028	鹿林天文台 LOT
	0.94 ± 0.02	0.67 ± 0.02	S.Fornasier et al.(2004)
Ixion	1.299 ± 0.219	0.723 ± 0.157	鹿林天文台 LOT
	1.03 ± 0.03	0.60 ± 0.03	Boehnhardt et al. (2004)
2004DW	0.789 ± 0.033	0.427 ± 0.028	鹿林天文台 LOT
		0.37 ± 0.04	Rabinowitz et al.(2004)

表二：鹿林天文台所得結果和其它觀測工作比較，以上均為 R-V-R-B-R 系列拍攝法所求得

我們也試著利用現有的觀測資料來檢驗可能的似彗活躍。我們在個別單張的影像中並沒有發現異狀，但似彗結構很容易為背景的雜訊所覆蓋，所以第一步便是增加資料的訊噪比。我們選擇天氣良好的觀測夜的資料加以疊加，並選擇星場中和 KBO 相鄰且星等相近的星為參考星，將 KBO 和參考星的流量歸一化後，可由兩者的徑向數值曲線 (radial profile) 看出似彗活躍的可能性。



圖三：這是將 Quaoar 以徑向對強度一圈一圈積分後所得的徑向數值曲線，圖中已將 Quaoar 和場星的強度歸一化，實線的部份代表場星，而誤差值則為 Quaoar 的誤差值，可以看出場星的徑向數值曲線落在 Quaoar 的誤差值內，看不出有似彗活躍的存在。

H-alpha Observations of Bright-Rimmed Clouds in the Orion region

李昫岱

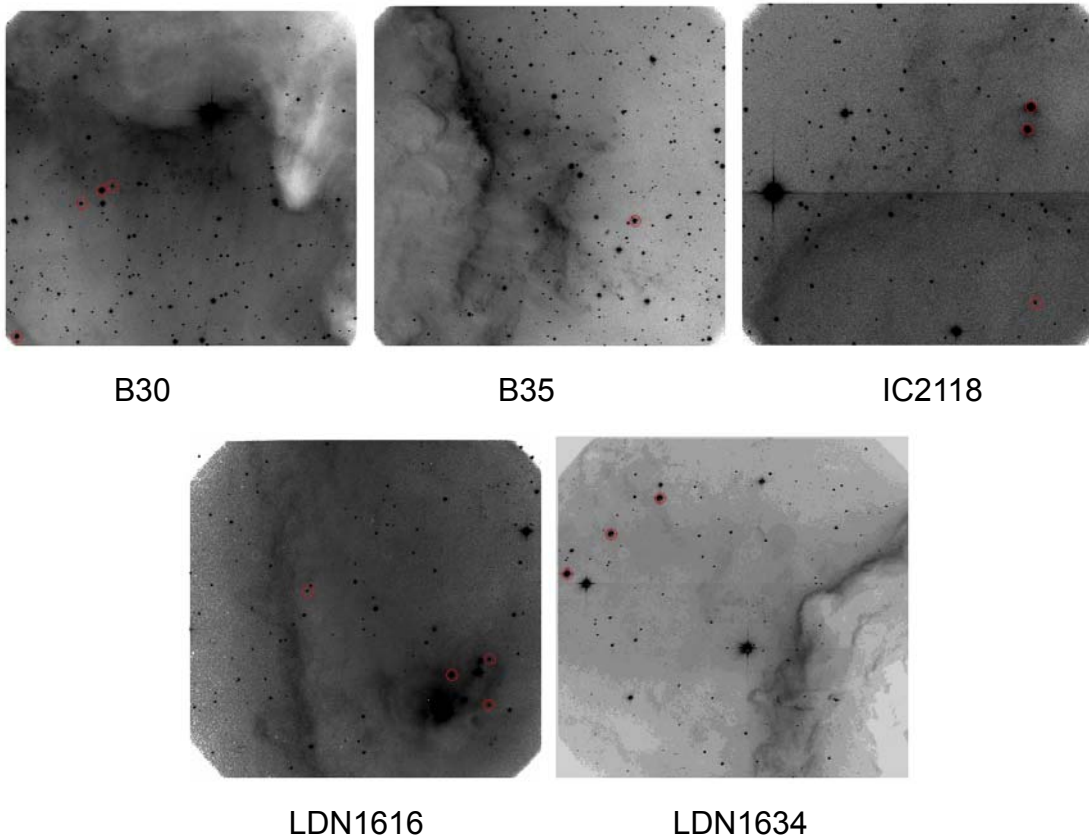
國立中央大學天文研究所

Motivation

主要的目的是要利用 H-alpha filter 拍攝位於獵戶座恆星形成區中的 Bright-Rimmed Clouds (BRCs), 藉此了解 ionization front 的分布與年輕星球的相對位置.

Observations

11/3-11/8 利用 LOT 觀測獵戶座恆星形成區中的 Bright-Rimmed Cloud- B 30, B 35IC, 2118, LDN 1616 及 LDN 1634, 使用的是 H-alpha filter.



上圖為 BRCs 的 H-alpha 影像, 圖中的紅色圓圈為年輕星球的位置, 我們利用 H-alpha 影像來了解 ionization front 的分布, 上圖的視野大小為 11 角分.

Results

觀測的結果符合我們的預期, 也就是與 radiation-driven implosion 的模型相吻合—大質量星球的 ionization front 會對附近的分子雲進行擠壓, 受擠壓的區域會有新的恆星誕生.

在疏散星團中尋找系外行星

胡瑞華 葉永烜

國立中央大學天文研究所

我們對疏散星團作時間連續拍攝，想要觀測到系外行星經過其主星時，造成的掩星現象。以疏散星團為觀測目標，可以得到關於行星存在環境的重要資訊，例如，金屬豐度、年齡、在星系中的位置等。我們計畫觀測一系列接近我們的星團，尋找接近主星及木星大小的行星（軌道週期小於五天）。NGC 381 為我們在民國九十二年及九十三年觀測的一個疏散星團。初步的分析結果，找到兩個新發現的變星，V1 和 V2。這兩個變星由 Crinklaw & Talbert (1988) 歸類為疑似星團成員星，分別為 NGC 381 CT123 & NGC 381 CT122。進一步的結果，正在分析處理中。圖一為由 LOT 拍攝的 NGC 381 星場，圖二為發現的兩個變星的光度變化圖。

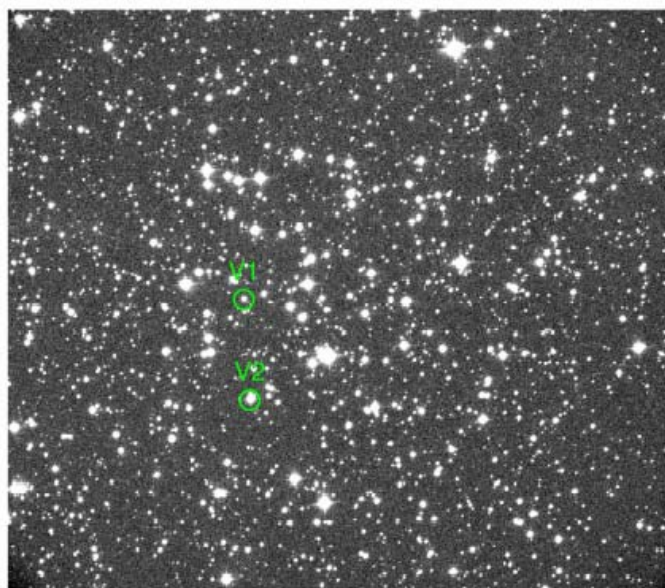


圖 1. LOT 拍攝的 NGC 381 星場，綠色圓圈分別為 V1 及 V2 在星場中的位置。

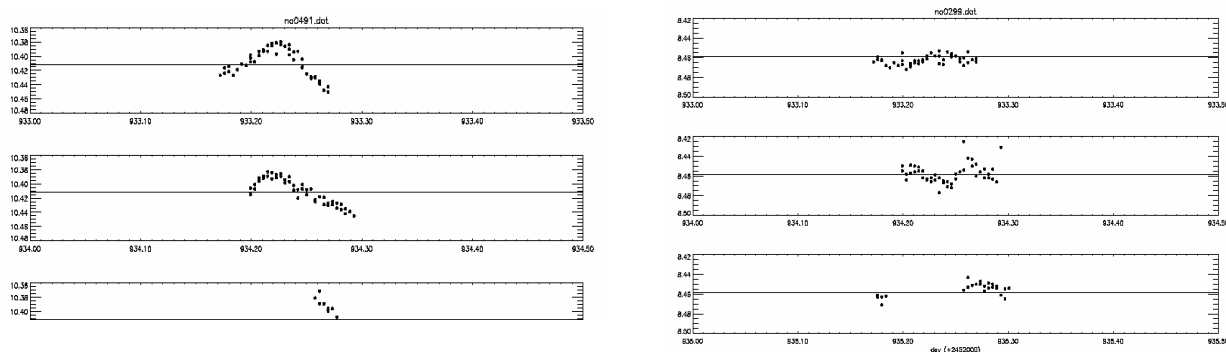


圖 2. NGC 381 星場中的 V1 (左) & V2 光度變化圖。

彗星在鹿林山天文台的觀測

林忠義

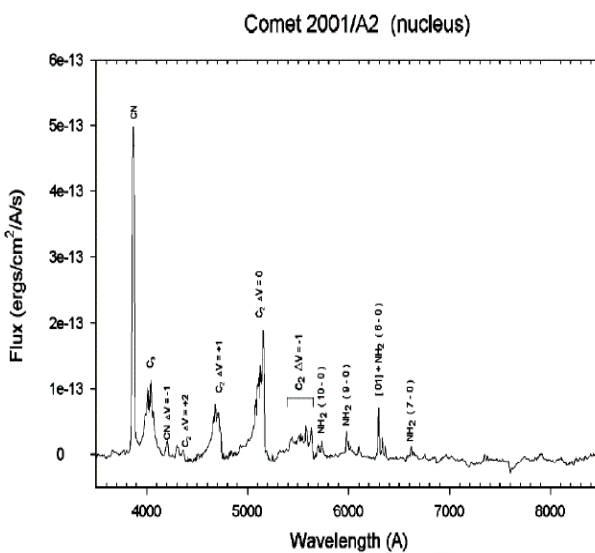
國立中央大學天文研究所

彗星，研究太陽系組成的重要利器之一。古時，對於彗星不甚瞭解，並對於彗星的到來往往是賦予其神秘與不祥之兆的聯想。但隨著望遠鏡的發明，以及一些專門研究彗星的太空任務展開，讓我們對彗星不再是那麼陌生。其實彗星是和太陽、地球以及各行星同時生成，只不過它在早年被送出了太陽系外，如太空遊俠般地遊走在冰冷的歐特雲中（溫度只有 4K），只有少部分得以在日後重返太陽系，成為一顆新彗星，因而它保有當初形成太陽系的原始物質，藉此天文學家常用來追溯太陽系形成的演化歷史。

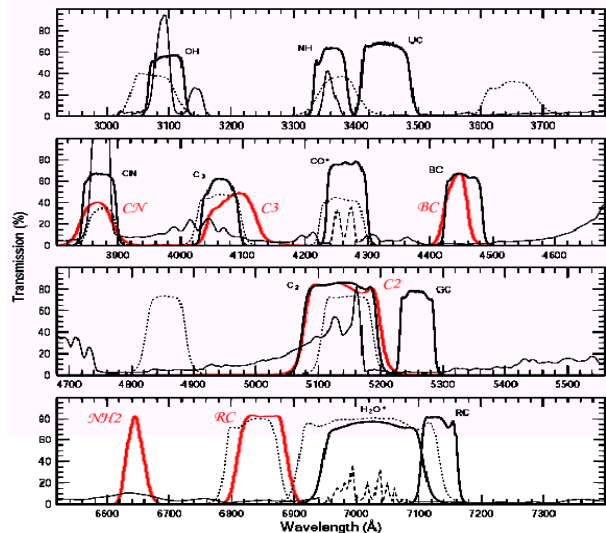
經由光譜觀測(無線電波段)大概可窺見彗星的組成成分，其中以水(H₂O)的成分居多(約占全部的 75-80%)，其次為 CO₂、HCN、CH₄、NH₃ 等較為安定的母分子 (Parent molecular)，這些分子都需由無線電望遠鏡來觀測，不過這些分子從彗核中噴發出來後，受到太陽光作用 (Photoionization) 因而分解成為第二代分子 (Daughter molecules)、第三代分子(Grand-daughter molecules)，這些二、三代分子較易由可見光波段(圖一)觀測到，因此我們便可利用光學望遠鏡的觀測藉得知彗星的組成成分。

去年四、五月份夜空同時出現三顆彗星『C/2001 Q4(NEAT), C/2002 T7 (LINEAR) 和 C/2004 F4 (Bradfield)』，是有史以來的奇景。我們利用 Lulin 天文台 1m 光學望遠鏡並配備專門觀測彗星的濾鏡 CN*, C₂, C₃, NH₂ 等分析彗星的發射譜線以及 Rc 與 Bc 等分析彗星彗髮中的連續光譜。(圖二)

(CN 與 C₃ 因為 CCD 在偏藍端的靈敏度不夠，故在觀測中捨去並以 CO+ 與 H₂O+ 代替)

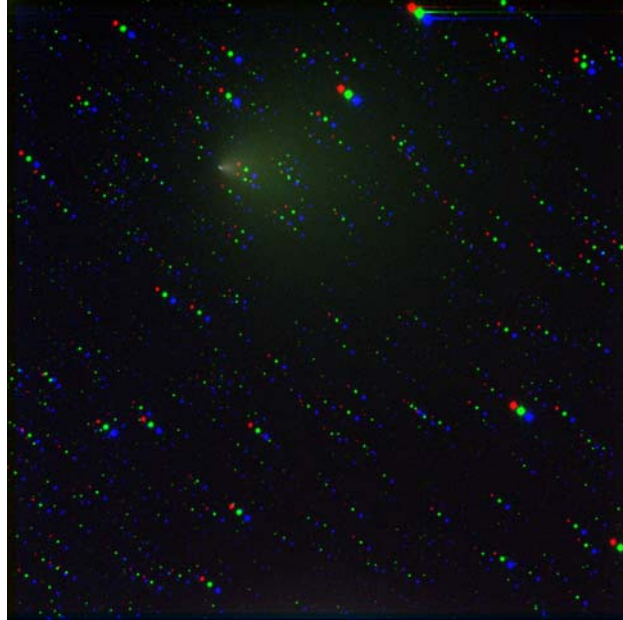


圖一，彗星 2001 A2 (LINEAR) 光譜，經由北京天文台 2.16m 光學望遠鏡中的光譜儀在 2001 年七月觀測。

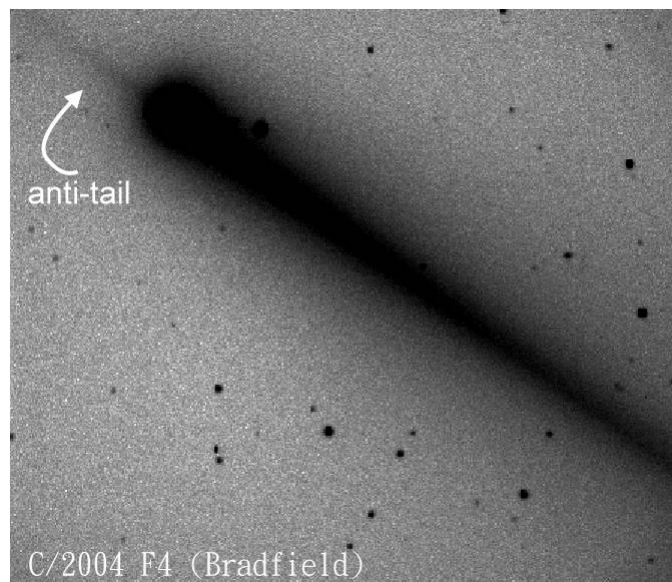


圖二，紅色部分曲線為現有鹿林山天文台觀測彗星所使用濾鏡的穿透率，黑色部分曲線(虛線與實線)為其它天文台所使用彗星濾鏡的穿透率。

這些彗星濾鏡是專門用來觀測彗星已知較強的發射線(由光譜得知)，目前已知可見光當中，最強的發射譜線分別是 CN 與 C₂(圖一)，也因如此天文學家常用這兩個分子的多寡對於彗星做更精細的分類。在 2004 年的觀測資料中，由於天氣因素，我們並沒有太多的觀測資料用以作分子產生率與彗星近日點距離分析，我們僅將觀測過的彗星列於下圖表示。圖三、圖四為由鹿林山天文台所觀測的一長週期彗星(週期大於兩百年)與短週期彗星(週期小於兩百年)影像。



圖三，為著名的短週期彗星～恩克(Encke)～拍攝時間為 2003 年 11 月 11 日，使用 B(藍色)、V(綠色)、R(紅色)三種濾鏡，此為三色合成影像。



圖四，為長週期彗星～C/2004 F4 (Bradfield)～拍攝時間 2004 年五月四日，其中當彗星的尾巴方向著太陽時，我們就稱作此為”反向彗尾”或”不正常彗尾”(Anti-Tail)，因為這種彗尾總是出現在朝著太陽方向的。

MAYS — 年輕類太陽恆星的活動性監測與研究

專案負責人：李金增

項目合作者：刑立峰、蘇煒、吳琨臻、王惠娟、魏建彥、陳文屏、葉永烜

觀測設備：光譜監測 — 國家天文臺興隆基地2.16米光學望遠鏡

測光監測 — 興隆基地60公分望遠鏡、臺灣中央大學1米望遠鏡（LOT）、興隆基地及清華
80公分望遠鏡

專案研究內容及意義簡介：

本研究計畫主要通過對一個精選目標源樣本中色散光譜中CaII H、K 線、高階Balmer譜線以及光譜連續譜發射的階段性密集監測，輔之以同步多色測光監測和中、長期測光監測，來示蹤年輕類太陽恆星在吸積盤演化階段與吸積和光學噴流相關的物理演化特性、及目標源的色球活動特性（如耀斑），以期為定量的分析和理論研究提供第一手的實測資料，彌補該研究領域相關觀測資料的嚴重匱乏和質量上的不足，進而為理論模型的完善與發展提供更為精確的輸入參量、重要的觀測依據和實測上的有效檢驗。

研究狀態：

1. 一個精選的目標源觀測樣本已完成
2. 已完成目標源樣本的兩次階段性光譜資料。同步測光監測因天氣因素而 能完成，但已使用上述測光望遠鏡包括LOT收集到大量有效的監測資料。部分測光監測資料尚在處理過程當中。
3. 于2004年1月成功監測到樣本中一目標源的吸積爆發過程，目標源的耀發過程持續約5天，只是所取得監測資料主要為光譜資料，同步測光因天氣及人力因素失敗。因而在一定程度上降低了此次成功監測的重要意義，但對於項目實施在經驗上的得到了新的積累。
4. 新的同步及中長期監測在積極準備當中。希望能夠繼續得到合作者及合作單位尤其是中央大學天文研究所在望遠鏡時間及觀測上的大力支持與協助。謝謝！

2004 LOT Annual Report on Open Clusters Observation

Chin-Wei Chen, Wen-Ping Chen

Graduate Institute of Astronomy, National Central University

In 2004, we proposed to continue our photometric study to determine the ages and distances for a sample of previously observed 50 open clusters that are poorly studied in the current cluster catalog. Unfortunately, only 2 nights out of the 11 given ones in 2004A were photometric so we didn't obtain much usable data for the star clusters. Only a well-studied intermediate age open cluster NGC2420 were obtained for photometric calibration. Color-color diagram and H-R diagram of NGC2420 were plotted as Fig1. left and right. The transformation coefficients were posted online: "<http://chunjiao.astro.ncu.edu.tw/~daisuke/ja/Research/Observation/lulin/pi1300b/transcoeff/summary.html>"

The open cluster observation in 2004B were in November (5 nights) and December (8 nights). It was also cloudy in November's run and only the second half of the night on 11/22 was ok. In December's run, the weather became much better, so about 20 poorly studied open clusters were observed in UBV bands. An photometric pipeline has been developed in IDL for preprocess, image reduction and aperture photometry. Data on 12/17 is under reduction, the transformation coefficients such as extinction coefficients, color terms, zero points and color-color conversion factors for UBV is obtained. A poorly studied open cluster, Chupina2 was reduced. Fig2 is its V band image with FOV10'x10'. The spatial distribution in pixel scale, H-R diagram and color-color diagram of Chupina 2 were illustrated in Fig.3.

Fig.1 Left, color-color diagram, the blue solid line is the zero-age main-sequence(ZAMS), ZAMS were reddened with $E(B-V)\sim 0.05$ as the red line. Right, H-R diagram of NGC2420, the turn off point seems locate at $(B-V,V)=(0.4, 14.8)$.

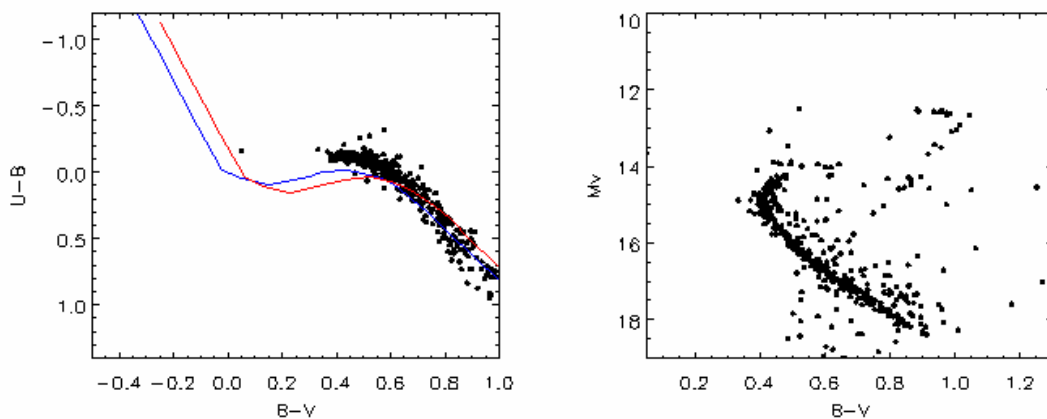




Fig.2 LOT V band image of Chupina2.

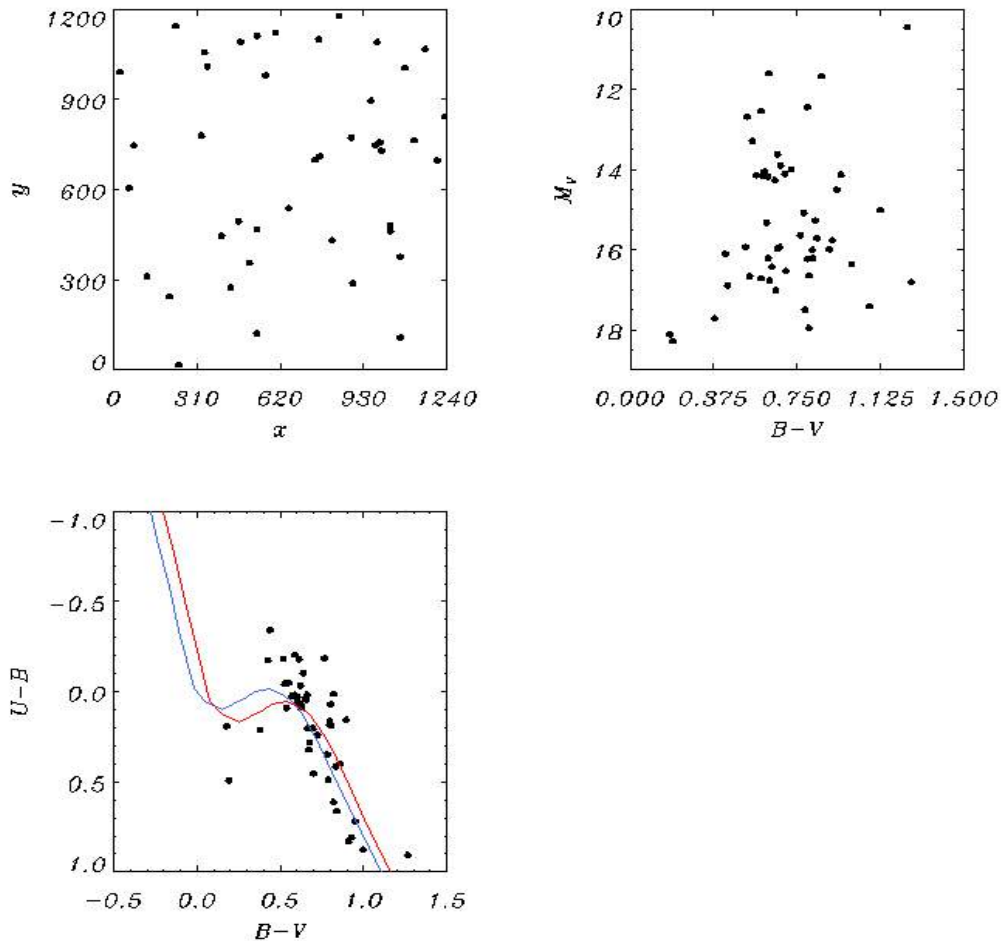


Fig3. Upper left, the spatial distribution of Chupina 2 in pixel scale. Upper right, H-R diagram of Chupina 2, the turn off point seems locate at $(V, B-V)=(12.8, 0.4)$. Lower left, color color diagram, the blue solid line is the zero-age main-sequence(ZAMS), ZAMS were reddened with $E(B-V)\sim 0.1$ as the red line.

The procedure for isochrone-fitting will be completed soon. Our result in 2004 will be presented as poster presentation in CPS2005.

In the next season, we proposed to observed Fifty-eight high galactic latitude ($b > 20^\circ$ or $b < -20^\circ$) open clusters(HGLOCs) with $DEC > -40^\circ$ to not only obtain their age and distance determinations but learn their evolutionary history in the Milky Way.

年輕行星狀星雲 HB 12 中心星的光度變化測量

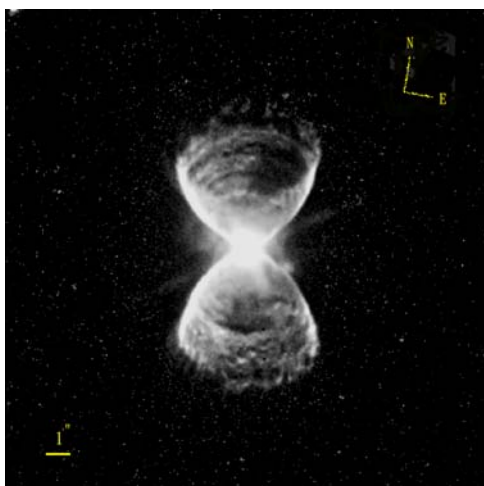
C. H. Hsia^a(夏志浩), W. H. Ip^a(葉永烜), J.Y. Hu^b(胡景耀)

^a Institute of Astronomy, National Central University, Taiwan, R.O.C

^b Beijing Astronomical Observatory, Beijing, China

雙極型(蝴蝶狀)行星狀星雲的型態一直是眾人所感興趣的話題，尤其是它那對高度對稱的雙極型噴流。目前一般相信雙極型噴流的來源可能來自於中心恆星的磁場或是由雙星系統(可能有一顆伴星為系外行星)所造成的。由此可知，行星狀星雲的形狀與中心星的演化過程是有一定的關連。而 Sahai 等人於 2003 年，利用 HST 超高解析度的光譜儀，在一顆具有高速雙極噴流的 AGB 星中找到了雙星系統，而且也證實了這些高速噴流的來源；是來自於環繞恆星周圍的吸積盤，但是，盤的中央並不是原來那顆主星，而是環繞其周圍的伴星或巨行星。De Marco, Orsola 等人，利用極高解析度的光譜儀對於行星狀星雲的中心星進行長時間的速度監測(Radial-velocity Survey)，結果，她們在 11 個行星狀星雲當中已經確定有 10 個的中心星為雙星系統所組成的，這無疑是讓“行星狀星雲的起源”的這個問題有著更進一步的瞭解。

HB 12 – 這個著名的年輕行星狀星雲，以其兩端膨脹的雲氣成『蝴蝶狀』或是『沙漏狀』而聞名，然而在哈伯太空望遠鏡所拍攝的影像中所顯示：有一系列弧狀的結構分佈在其管壁上，這些一系列的弧狀結構很可能是 HB 12 (圖一) 在漸進水平分支(AGB)時期質量損失所遺留下來的痕跡，而這些結構目前還沒有在其他的行星狀星雲中發現到；我們使用鹿林天文台一米望遠鏡進行 HB 12 中心星密集的多波段光度觀測(R、I 波段)，以便於我們能夠找出 HB 12 中心星的光度變化 (表一)。



(圖一)哈伯望遠鏡使用窄帶濾鏡[NII]所拍攝的 HB 12，整張影像的視野為 18 arcsec，我們可以清楚的見到在南、北兩個 Lobe 上分佈著這個行星狀星雲在 AGB 時期質量損失所形成的結構。

Photometric observations of HB 12 in the Johnson photometric system

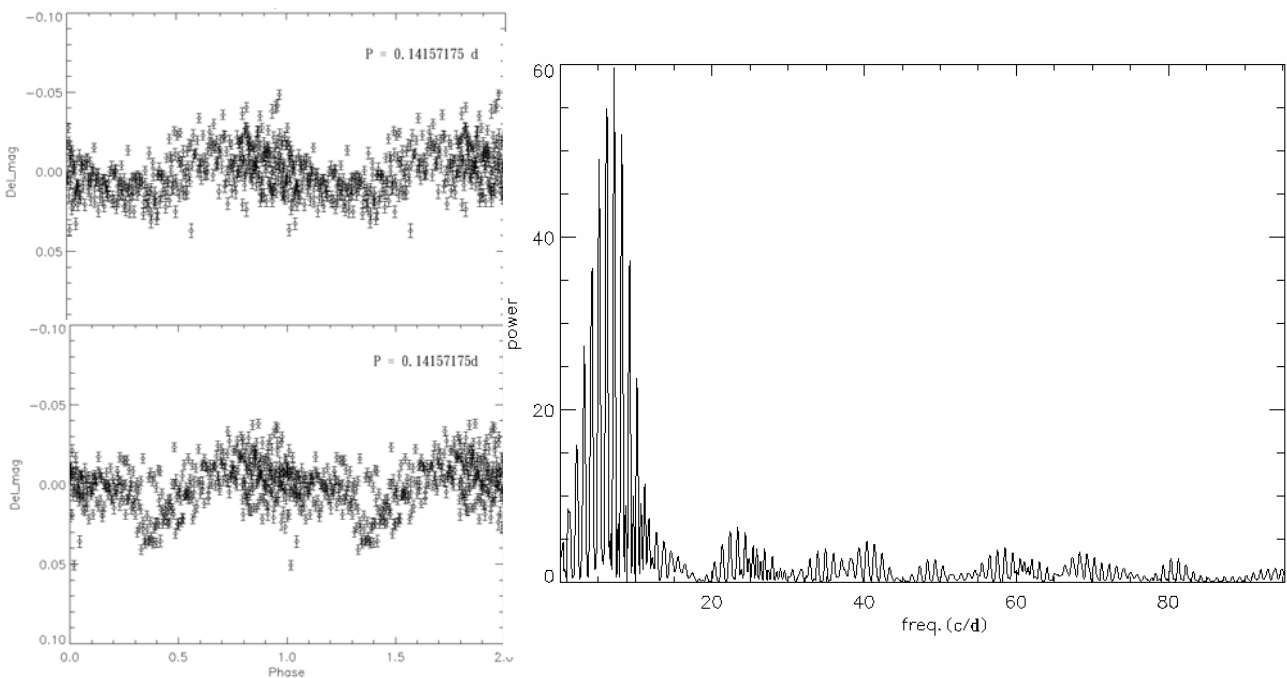
Date	Start (UT)	Start (HJD 2452000 +)	Filter	Exposure Time (hrs)
2003 Dec 03	10:56:20	976.9557	R	4.3
2003 Dec 04	10:51:00	977.9527	R	4.4
2003 Dec 05	10:38:40	978.9434	R	4.5
Total				13.2

Date	Start (UT)	Start (HJD 2452000 +)	Filter	Exposure Time (hrs)
2003 Dec 03	10:57:45	976.9568	I	4.3
2003 Dec 04	10:52:32	977.9540	I	4.4
2003 Dec 05	10:40:05	978.9452	I	4.5
Total				13.2

(表一) 我們使用鹿林天文台一米望遠鏡進行 HB 12 中心星密集的多波段光度觀測 (R、I 波段)

為了要得到 HB 12 中心星的光度變化，我們採取較差測光的方式來進行資料處理的工作；較差測光有別於其他的光度測量工作，主要是在於它能夠避免在觀測時天氣的變化所造成的誤差，同時也能夠避免大氣消光對於光度測量的影響。

我們嘗試著利用 Phase Dispersion Minimization (PDM) 的方法來從光度變化中找出 HB 12 中心星的變化週期，雖然我們找出了 HB 12 中心星的變化週期為 0.14157175 天(圖二)，但是，並不表示這就是真正的週期！主要的原因在於每天的觀測時間比 HB 12 的光變週期多了一些而已，所以，我們只能證實 HB 12 的中心星確實有週期性的光度變化，還無法確定其真正的週期。



(圖二)。(左上).我們針對 HB 12 進行一些光度變化的觀測，可以看出在 3 天的觀測時間之內其光度在 R 波段有顯著的週期性變化。(左下).我們針對 HB 12 進行一些光度變化的觀測，可以看出在 3 天的觀測時間之內其光度在 I 波段有顯著的週期性變化。(右).HB 12 中心星的週期強度變化頻譜圖。

Reference:

- De Marco, Orsola; Bond, Howard E.; Harmer, Dianne; Fleming, Andrew J. ApJL, 93, 602, 2004
- Sahai, R.; Morris, M.; Knapp, G. R.; Young, K.; Barnbaum, C., 2003, Nature, 426, 261S.

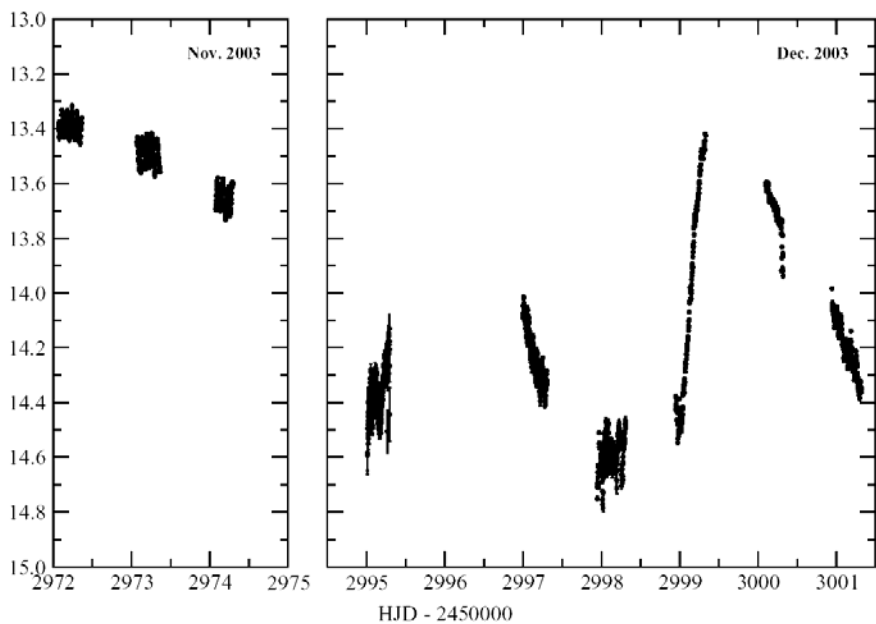
激變星觀測年度報告

陳炳志^a 周翊^b 李宗云^c 許瑞榮^a 蘇漢宗^a
^a國立成功大學物理系
^b國立中央大學天文研究所
^c南京大學天文系

在過去一年中，我們在 LOT 上的研究工作集中在特異激變星的連續光度監測研究，我們一共監測了 V1159 Ori., IR Gem, RZ LMi, 與 ER UMa，並且在今年中我們完成了一次光度校正程序的測試與建立工作，茲就上述工作做進一步說明：

我們在本年裡，共計觀測了以下幾個 SU UMa 型星天體：RZ Lmi, ER UMa, V1159 Ori, IR Gem，這些天體都有相當明顯的光變現象，而光變的成因包含了雙星軌道的週期性光變、因吸積盤質量累積所造成的爆發與吸積盤進動所造成的超爆(Super Outburst)現象，因此在觀測上需要長時間、高取樣密度與高光度精度的觀測方式，才能將上述的各項光變物理機制由光變曲線中分辨出來。對於上述的四個目標，我們就其研究進度與成果，有以下的說明：

1. V1159 Ori.: 在去年年底的觀測中，我們意外的發現了 V1159 Ori. 在爆發後的下降階段出現了一次 Negative Superhump，也就是說光變週期變得比軌道週期還短。同時我們發現到了下一次相同光變相位的時，這樣的 Negative Superhump，便已經消失(請見圖一)。比對 Patterson 的已有的兩次 Negative superhump 觀測資料，我們發現這目前僅有的三次 Negative Superhump 的紀錄有一些共同性：都是出現在 Super outburst 後 25-30 天的那次 outburst 上，而且都是處於 outburst 的爆發後下降階段(請見表一)。對於這樣的規律性，將可以提供對於 Negative Superhump 的物理機制有更好的猜測。目前論文的初稿已經完成，但是我們希望今年能夠在於預測的位置上再觀測到一次 Negative Superhump，如果能夠再次確認，對於這樣的結果就不能用巧合來解釋，將會是對於激變星領域很重要的突破。但是這樣的觀測難度相當高，因為必須要先行確認 Super Outburst 位置，然後在一個月後進行連續五天以上的觀測，對於觀測時間上的難度，我們將嘗試與其他觀測者協調商借時間來解決。



圖一：在 2003 年觀測中所看到 V1159 Ori 與 IR Gem 之 Superhump 現象

Date	Negative Superhump	Preceding normal outburst	Preceding super outburst
1992 Dec 26	2448982.55	2448981.9 ¹	2448951 ¹
1994 Jan 14	2449366.55	2449365 ²	2449339 ¹
2003 Nov 23	2452996.99	2452996 ³	2452970.5 ³

Table 2: The normal and super outburst relavent to three negative superhump records

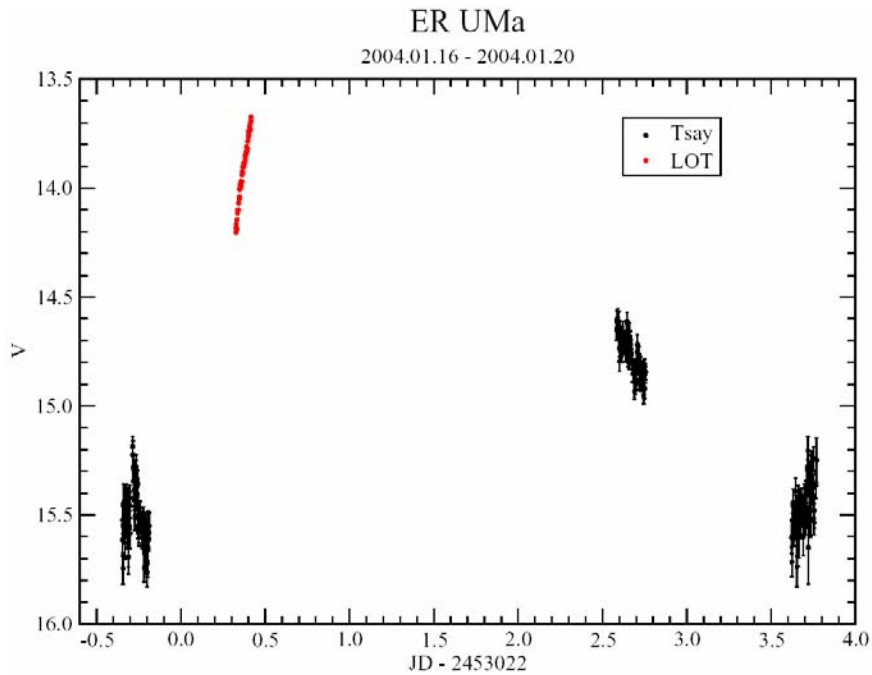
¹Table 4, Patterson et al., 1995

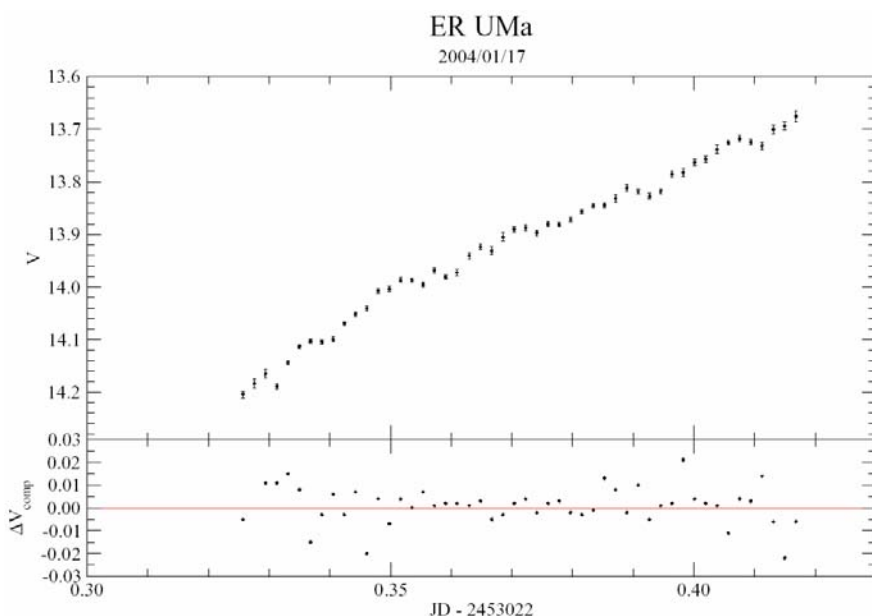
²Estimated from Fig. 16, Patterson et al., 1995

³Estimated from Fig. 2

表一：V1159 Ori 已有的三次 Negative Superhump 紀錄

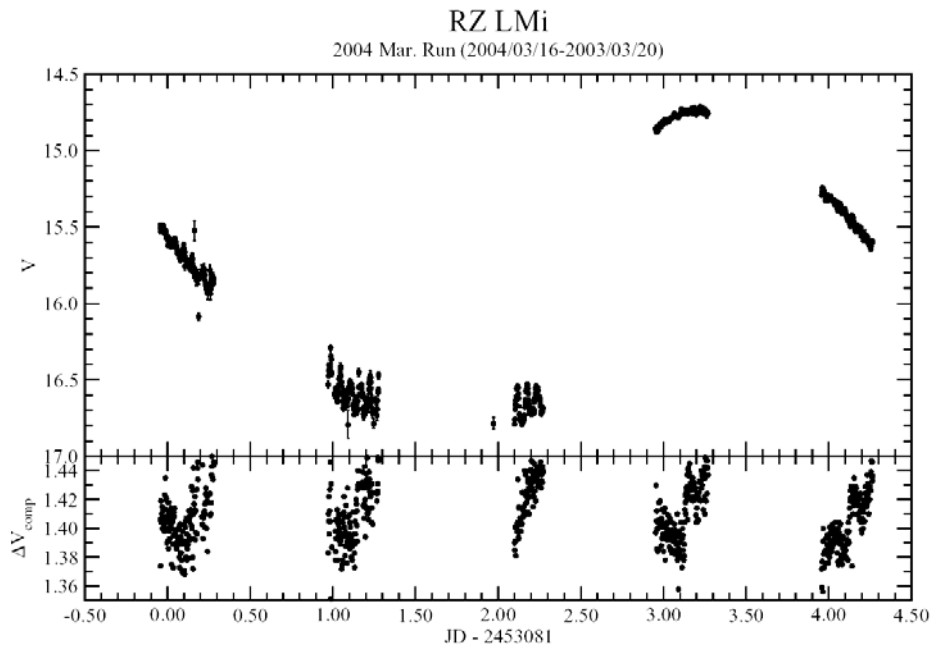
2. ER UMa：這個目標是去年研究的主要目標之一，在李宗云教授訪台的期間，我們也對其做了深入的討論。在農曆春節前的觀測中，我們剛好觀測到 ER UMa 進入 outburst 的過程。在上昇的階段，我們偵測到很微小的週期性光變逐步的在產生，而且有震幅增大的趨勢，經過計算，這個週期性的光變的震幅僅有 0.02 星等，而週期等於 Superhump。到了第三天（第二天陰天無法觀測），我們發現強度很強的 Superhump 就已經可以在光變曲線中辨認出來。因此，對於 ER UMa 這樣的天體，我們可以瞭解 Superhump 並不會像開關一樣的突然出現，而是由小震幅的 Baby superhump 開始逐步增加。原本李宗云老師預估在這個階段無法形成 Superhump 的理論，必須要再重新思考。





圖二：ER UMa 在 2004 年一月的觀測，下圖為上昇階段（上圖中紅色的部分）的放大，我們可以發現有一些小震幅的週期性訊號開始出現，經過計算，這些週期性訊號震幅僅有 0.02 星等，週期與 Superhump 發生時之軌道週期相同

3. 此外，我們今年也開始對另外兩顆 Superoutburst cycle 極短的激變星 RZ LMi 與 DI UMa 進行觀測，觀測的目的是希望瞭解是否在這類極端的天體中是否有機會形成 Negative Superhump。由於每個 Superoutburst 週期中僅包含了二至三個 normal outbursts，因此我們只挑了離前後 Outburst 較遠的一次正常爆發過程進行監測（見圖三），在兩次的監測中，我們都沒有觀測到 Negative Superhump 現象，僅有正常的 Superhump 現象。因此，我們懷疑過短的 Superoutburst Cycle 讓 Negative Superhump 的機制在完成前就被 Superoutburst 破壞，由於我們的資料量仍然不足，因此還需要更多的觀測，來確認沒有 Negative Superhump 可以在其他的爆發相位中形成。此外，我們可以發現在進入靜止期時，有許多的 Flicker 開始出現在光變曲線中，但是在爆發階段這些 Flicker 便減弱然後消失，對於這些 Flicker 我們也進行了分析，發現並沒有週期性或 QPO 現象。現有的文獻都是支持這類的 Flicker 是盤面上的暫態現象，但是對於 RZ LMi 這類的短週期激變星，應該更容易在靜止期中找到因為 Flicker 造成的軌道週期性變化或是近似 QPO 的訊號，我們在已有的觀測中，並沒有發現這樣的現象，因此我們計畫對這類具有強度較強 Flicker 的激變星進行靜止期的觀測，以探討這些 Flicker 的可能成因。



圖三：RZ LMi 在 2004 年三月的觀測，我們可以發現在進入靜止期後，很明顯的，光變的幅度開始變大，這主要是來自軌道週期的光變與 Flicker 的貢獻。

在本年度的研究中，我們對於激變星的觀測集中在 SU UMa Type 的幾個特殊成員進行監測，我們發現雖然激變星研究的歷史相當的久，在理論上也算是相當的完備，但是仍然有相當多的觀測上現象尚未被充分的瞭解，例如 Negative Superhump 與 Flicker 等現象，讓 LOT 這類米級的望遠鏡有很好的發揮空間。我們將持續的對這些目標進行監測工作，希望能夠對這些問題給出更確定的答案。

TAOS at Lulin in 2004

S. K. King^a (金升光), C. Alcock^b, T. Axelrod^c, Y. I. Byun^d, W. P. Chen^e (陳文屏), K. H. Cook^f, R. Dave^b, J. Giammarco^b, D. Kinoshita^e (木下大輔), T. Lee^a (李太楓), M. Lehner^b, C. Liang^g, J. Lissauer^h, S. Marshall^f, I. de Paterⁱ, R. Porrata^f, J. Rice^g, A. Wang^a (汪仁鴻), S. Y. Wang^a (王祥宇), C. Y. Wen^a (溫志懿) and Z. W. Zhang^e (張智威)

^a Institute of Astronomy & Astrophysics Preparatory Office, Academia Sinica, Nankang, Taiwan, R.O.C.

^b Department of Physics & Astronomy, University of Pennsylvania, U.S.A.

^c Steward Observatory, University of Arizona, U.S.A.

^d Department of Astronomy, Yonsei University, Korea

^e Institute of Astronomy, National Central University, Chung-Li, Taiwan, R.O.C.

^f Institute of Geophysics & Planetary Physics, Lawrence Livermore National Laboratory, U.S.A.

^g Department of Statistics, University of California, Berkeley, U.S.A.

^h NASA Ames Research Center, U.S.A.

ⁱ Department of Astronomy, University of California, Berkeley, U.S.A.

TAOS project is collaboration among Academia Sinica, National Central University, Lawrence Livermore National Laboratory (US), Yonsei University (Korea) and some individuals. We are planning to use four robotic telescopes to monitor a few thousand star simultaneously at a frequency around 5 Hz to look for possible occultation event generated by kilometer size Trans-Neptunian objects at the outskirts of our solar system. Some important activities and progress at Lulin site in the past year are

1. As a test of our system, TAOS has tried to observe some predicted occultation events by asteroids based on Dr. Sato's prediction. Two of them are shown here. A bright star HIP 079407 ($M_V = 8.80$) was occulted by an asteroid (51) Nemausa ($M_V = 11.9$, diameter = 150 km) at around 18:55 21st Feb. 2004 (UTC) which was predicted with a maximal occultation duration around 7.5 seconds. Figure 1 was taken by TAOS B telescope. The time interval is 0.5 seconds between the readout of two row blocks. Each row block has a physical size of 2048 by 64 pixels in this observation. An occultation lasts for more than ten row blocks is clearly visible. A magnitude drop about 3.5 magnitudes was detected. Another bright star HIP 050535 ($M_V = 8.46$) was occulted by an asteroid (1723) Klemola ($M_V = 15.7$, diameter = 31 km) at around 12:10 5th Jun. 2004 (UTC) with a maximal occultation duration around 1.3 seconds, only. TAOS telescope A and B are able to identify this event clearly while running in a synchronous mode (Figure 2). The time interval is 0.25 seconds between the readout of two row blocks. Though, the system is yet to be well-calibrated, an occultation lasts for at least four row blocks (256 pixels in the horizontal direction) is still clearly visible. Both observations were done remotely through internet connection. Local assistants helped monitoring the system for the safety sake.

2. A new lid design of telescope enclosures were installed and tested at TAOS D (in January, see Figure 3) and TAOS C (in September). The single piece design is better for rainproof and is lighter in weight. Together with a new driving mechanism with counterweight, it will replace the aged old lids, soon. All four telescopes were installed (D in April, C in October). However, the last one has too poor a quality to be useful in the coming season. TAOS is aiming at running three telescopes simultaneously by winter of 2004. Web-cam monitoring (Figure 4) and telephone connection were set up for all stations.
3. Some single telescope (TAOS A) data was analyzed. A preliminary result was shown in Shiao-Chih Huang's master degree thesis "*False Alarms in Sub- Second Aperture Photometry with TAOS Telescopes*" (National Taiwan University, 2004)

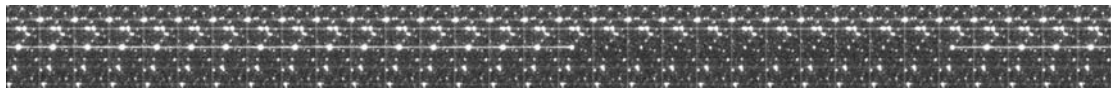


Figure 1. Occultation of HIP 079407 by (51) Nemausa on 21 February 2004.

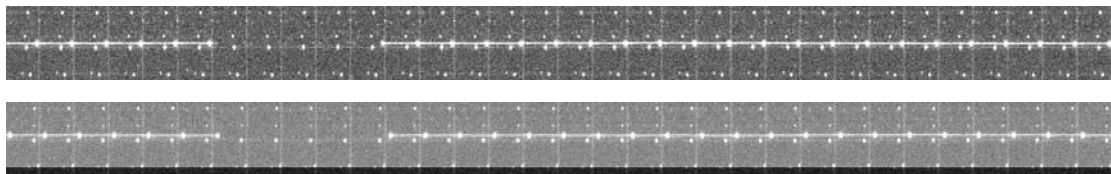


Figure 2. Occultation of HIP 050535 by (1723) Klemola on 5 June 2004.



Figure 3. TAOS D telescope

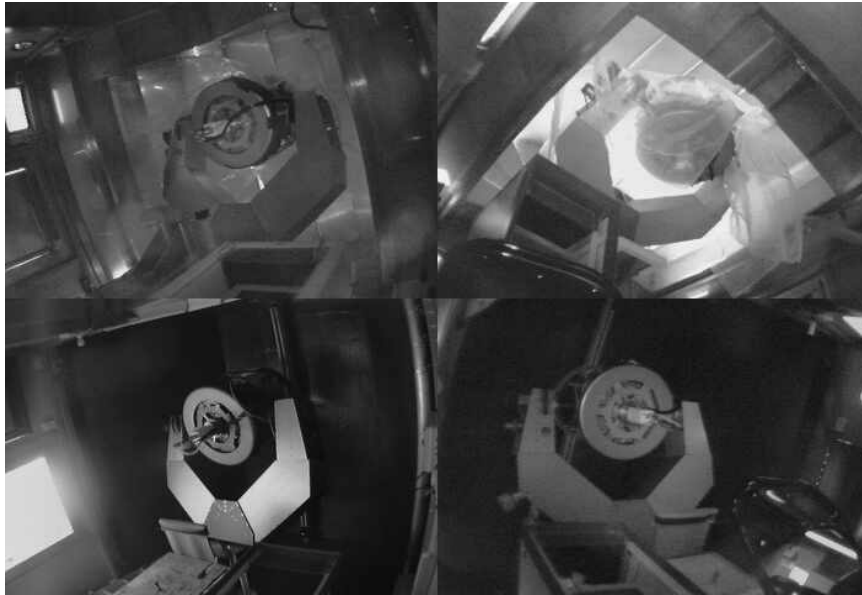


Figure 4. Four telescopes in web cam

Month (2004)	Total Man-Day	Total Nights	Man-Day US team
1	15	10	0
2	18	16	0
3	25	19	0
4	27	17	0
5	17	13	0
6	18	8	36
7	12	7	14
8	2	1	0
9	12	9	0
10	31	15	31
Total	177	115	81

Table 1. ASIAA team and US team's trip to Lulin in 2004 (till 22 October). NCU team's trip is not included here.

鹿林山天文台的極低頻電波偵測 2004 年度報告

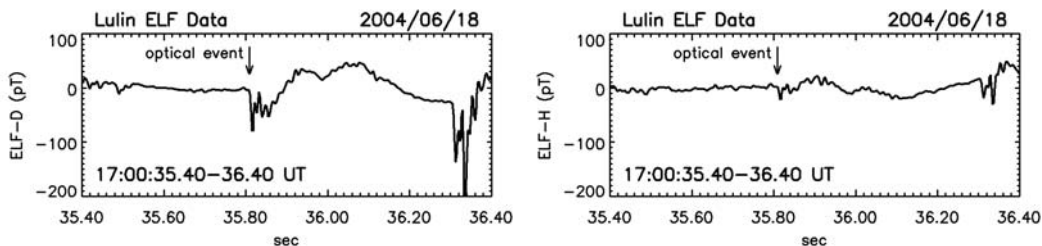
王雲慶

紅色精靈研究團隊

國立成功大學物理系

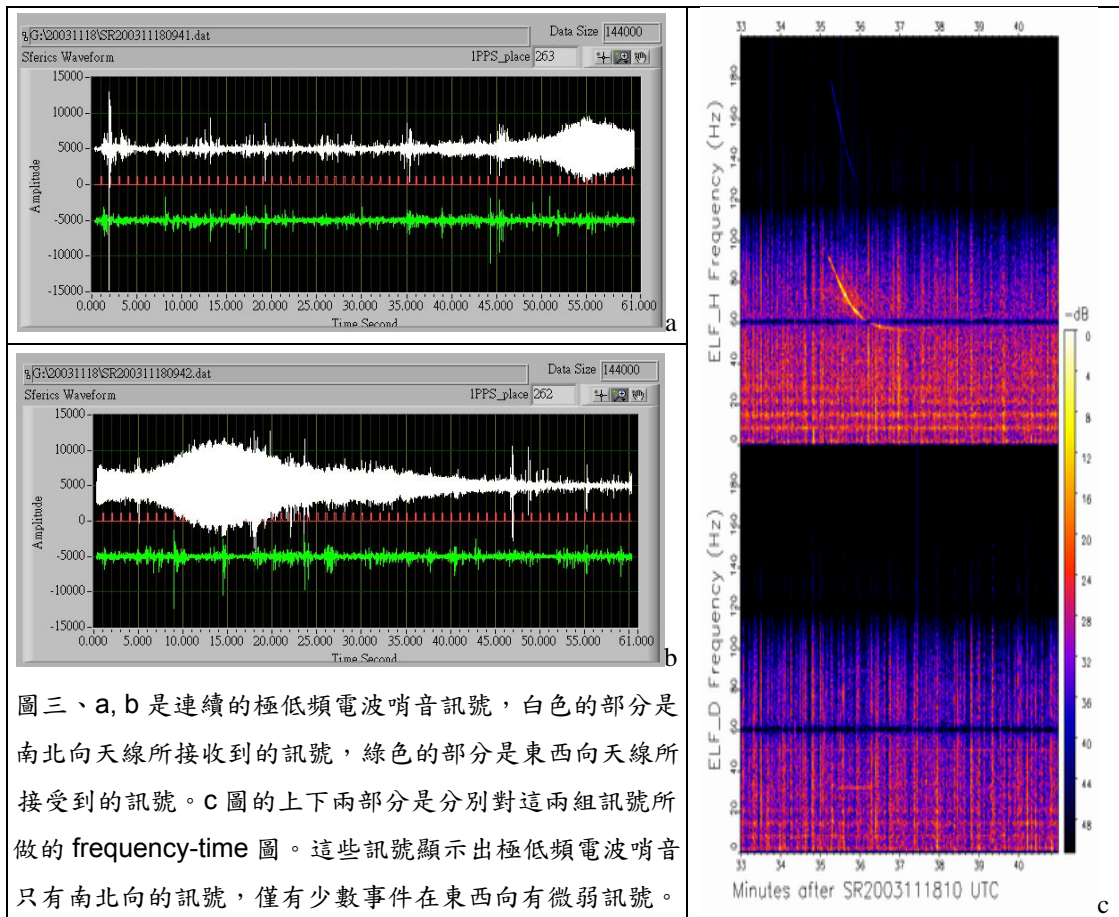
鹿林天文台極低頻電波偵測系統於 2003 年度八月底完成安裝後，就開始從事全球閃電訊號的偵測，同時也建立了自動分析處理系統，讓系統可以自動化操作。經過一年多的收集資料，可得到以下的重要結果：

1. 從資料中找出與高空短暫發光現象相對應的閃電訊號，得知閃電的極性，電荷改變量與電荷改變量等特性。例如，極低頻電波偵測系統記錄了在 2004 年 6 月 19 日的巨大噴流事件所對應的電波訊號，參見圖一。從光學影像的分析，可知這一巨大噴流可歸類為樹狀巨大噴流。然而由閃電訊號的分析，得知該巨大噴流發生時電荷距改變量(Charge moment change)為 $630 \text{ C}\cdot\text{km}$ ，遠小於 2002 年所量到的樹狀巨大噴流的電荷距改變量 ($2000 \text{ C}\cdot\text{km}$)；甚至也略小於另一類的蘿蔔狀巨大噴流的電荷距改變量 ($1000 \text{ C}\cdot\text{km}$)。以前我們曾將電荷距改變量當作區分這兩種類型的一個重要因子，然而，這個事件顯然與這樣想法有些衝突。由於目前有關巨大噴流的樣本只有 6 個，因此繼續從事巨大噴流的光學影像觀測與極低頻電波訊號偵測，仍是一件重要的工作。



圖一、鹿林山天文台的極低頻電波偵測系統所測得的巨大噴流的電波訊號。

2. 成大團隊與明新科技大學的汪愷悌助理教授正在積極的從事研究合作，分析極低頻電波訊號資料。目前已經分析得到極低頻電波哨音(ELF Whistler)訊號，參見圖二。這是全球第三個相關的成果，第一個事件是發生在極區，第二次是在中緯度地區，而我們是首次在低緯度地區觀測到極低頻電波哨音的團隊。這三次結果的比較，詳列在表一。最常出現極低頻電波哨音的時間是每天當地時間 9-10am 之間。產生這個哨音的原因仍不清楚，目前推測可能是低緯度的閃電所造成的極低頻電波沿著經度方向傳播所造成的結果，也可能是在地球磁層的磁鞘區域所產生的獅吼(lion roar)經由電離層與地表之間的波導傳到低緯度低區。相關的結果，將在今年的美國地質年會發表。



圖三、a, b 是連續的極低頻電波哨音訊號，白色的部分是南北向天線所接收到的訊號，綠色的部分是東西向天線所接受到的訊號。c 圖的上下兩部分是分別對這兩組訊號所做的 frequency-time 圖。這些訊號顯示出極低頻電波哨音只有南北向的訊號，僅有少數事件在東西向有微弱訊號。

表一、歷年的極低頻電波哨音訊號的特性比較。

The year of occurrence	1974	1985	2003-2004
Location	auroral latitude 65°N	midlatitude, 34° N	23.5°N
Frequency span	40-200Hz	60-180 Hz	50-100Hz
Duration	40 ~90s	40 ~90s	60~240s
Dispersion	descending, no echoes	descending, no echoes	no echoes
Amplitude	a few pT	1-20 pT	a few pT
LT Occurrence	daytime	daytime (maximum)	daytime
Polarization of magnetic field	E-W was measured only	E-W	N-S(100%), weak E-W component (37%)
Correlation with Geomagnetic activity	insufficient sample size	Anti-correlated	no correlation

雖然極低頻電波偵測系統順利地運轉已有一年之久，並獲得不錯的成果。然而今年八月間的一次大雷擊，將系統的部分線路擊毀。目前已經修好電源供應器與訊號調解器部分，但是主要天線部分仍有問題，正在與代理商洽談國外送修程序。希望能儘快完成修復極低頻電波偵測系統，重新投入高空短暫發光現象的觀測。

鹿林山天文台的紅色精靈觀測 2004 年度報告

紅色精靈研究團隊

國立成功大學物理系

自從 2004 年四月中旬起，成大物理系紅色精靈研究團隊開始將觀測基地從阿里山氣象站轉移至中央大學的鹿林山天文台。從四月中到七月底共三個半月的觀測期間，共從事 21 個晚上的觀測，其中只有 6 個晚上有觀測到高空短暫發光現象；總共觀測到 46 個事件，其中有紅色精靈有 35 個事件，帶有精靈暈盤的紅色精靈有 4 個，精靈暈盤的事件有 2 個，洩氣精靈有 2 個，巨大噴流有 1 個，另外有 3 個可能是藍色噴流事件。在所有的觀測事件中，以 5 月 13 日所拍攝的紅色精靈最為精采，其中有一幅在鹿林天文台所拍攝的紅色精靈，刊登在 2004 年 5 月 27 日“Nature”的一篇有關華衛二號科學酬載的報導中，參見圖一。

news in brief

Taiwanese satellite hunts for elves and sprites

Tokyo Researchers will soon be treated to new pictures of red and blue lights dancing above the clouds. On 20 May, Taiwan's National Space Program Office launched a satellite to take pictures of rare events called jets, elves and sprites — colourful discharges of light between thunderclouds and the ionosphere, at an altitude of 15 to 90 kilometres (see picture).

Previous studies of these transient events have used ground-based observations (see *Nature* 423, 974–976; 2003). Satellite images of the flashes will help researchers to understand the global electric circuit, giving them better pictures in poor weather conditions and without the visual interference caused by the upper



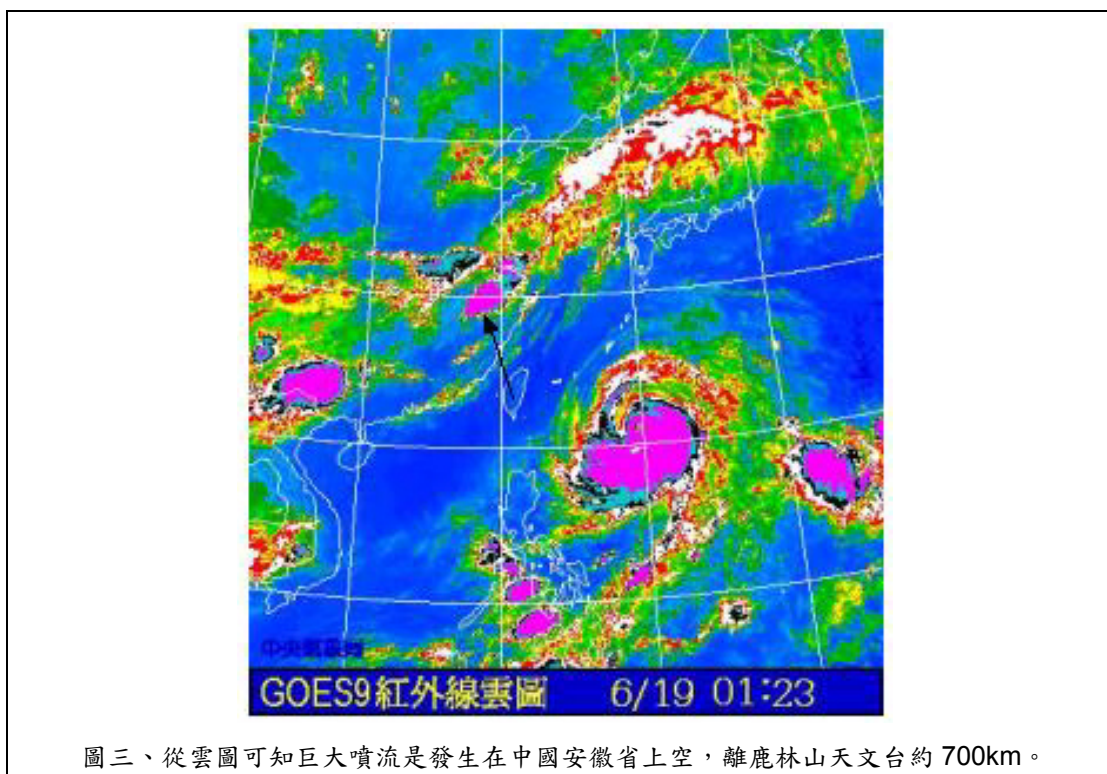
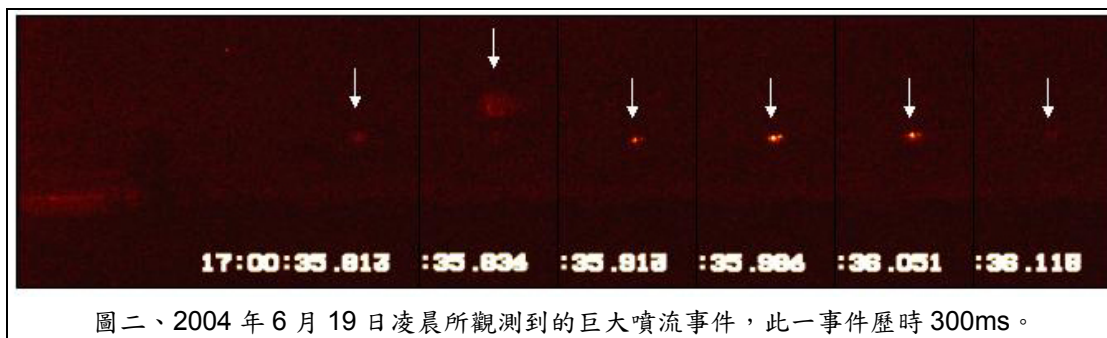
NATIONAL SPACE PROGRAM OFFICE/TWSP/CHENG KUNG UNIV

atmosphere. “With the satellites we can determine the global distribution of the events and find new characteristics of them,” says Nan-Hung Ting, who heads the office’s science research programme.

NATURE | VOL 429 | 27 MAY 2004 | www.nature.com/nature ©2004 Nature Publishing Group 335

圖一、刊登在 2004 年 5 月 27 日“Nature”的一篇有關華衛二號科學酬載的報導中的紅色精靈照片中的前景是玉山北峰，山後的亮光是由花蓮外海(約 150km 遠)的閃電所造成，而這一群紅色精靈就是由這個閃電所引發的一種高空短暫發光現象。

經過將近兩年的等候，團隊終於在 2004 年 6 月 19 日凌晨，從鹿林天文台再度觀測到巨大噴流。此一事件是發生在中國大陸安徽省上空，並不是發生於海洋上空，否定了巨大噴流都發生於海洋上空的猜測。參考圖二、圖三。雖然當時所用的高速攝影機與多波段觀測系統並沒有紀錄到這一事件，然而由於雷雨系統相距觀測地點約為 700km，在考慮大氣消光與紅化作用之後，推斷所看到的巨大噴流事件是它的紅光波段部分，其他的波段與高速攝影的觀測，則仍需下一年度的努力。



另外，在華衛二號升空後，我們也在從鹿林山天文台進行同步觀測。結果因為衛星的每天觀測台灣附近的時間，只有5分鐘，因此並不容易達成。儘管我們在6月27日，從鹿林山天文台與墾丁同時觀測到淘氣精靈，可是與衛星到達的時間還差約2小時。後來團隊在成大校區與墾丁也曾從事相關的觀測，也都沒有達成目的，時間相差最近的約10分鐘。所以，衛星與地面的協同觀測，也有待明年繼續努力。

雖然鹿林天文台比阿里山氣象站只高約600m，但天氣條件比卻好很多。另外，鹿林天文台的生活機能與網路設備也比較好，讓團隊的觀測人員可以獲得充分的協助，更能專心投入觀測。在觀測季期間，更可將儀器寄放在天文台，觀測人員只要輕裝上山即可從事觀測，讓人員免於搬運儀器與組裝之苦。因此，鹿林天文台將會是我們未來幾年內從事紅色精靈與巨大噴流觀測的重要基地。

LELIS (Lulin Emission Line Imaging Survey) Tests and Preliminary Results

Wei-Hsin Sun (孫維新), Yi-Wen Cheng (鄭以文), Shun-Tang Tseng (曾舜唐),
Chih-Chun Liu (劉治軍), Hong-Yau Mong (蒙宏堯), Hsiueh-Huei Ma (馬學輝),
Bing-Way Wang (王斌威)

Scientific Motivation:

- So far there has not been a comprehensive and flux-calibrated survey in the 3 major emission lines for the northern sky!

LELIS Instrumentation:

- 3 x Canon 200mm, F1.8 telephoto lens (aperture: 110mm)
- 3 x ST-10 2K x 1.5K CCDs, 6.8 micron pixel, a FOV of 4.2 x 2.8 square-degree (Replacing the previous FLI CCDs)
- 6 Interference filters of 105mm diameter, in 3 bands: H-alpha, [OIII], and [SII], with corresponding continuum filters
- A platform holding all 3 telescopes to perform simultaneous observations

Progresses in the past year:

- Routine observations with 2 colors have been started since January, 2005.
- We have replaced the old FLI CCDs with new ST-10 XME CCDs.
- Specific targets have been observed in 3 colors.
- Spectroscopic observations of PNe and WDs have been scheduled (2.16m telescope, March and September, 2005) for flux calibration purpose.

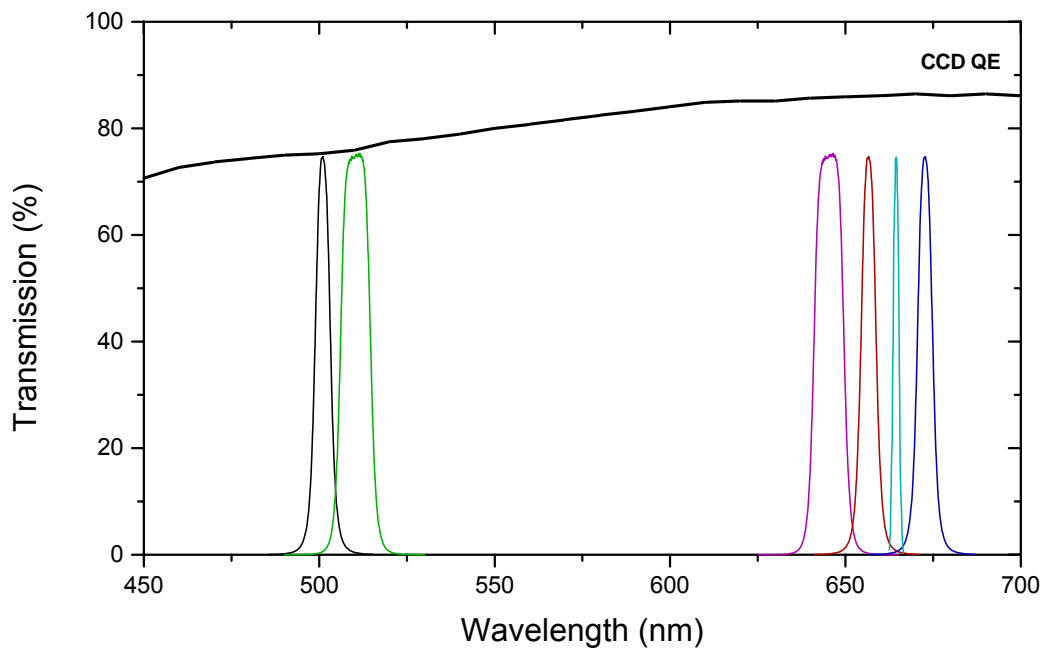
Filter Transmission Curves:

(position / width unit: Å)

H α : 6563/ 50 Con.1 : 6450/ 100

[SII] : 6724/ 50 Con.2 : 6645/ 35

[OIII] : 5007/ 50 Con.3 : 5100/ 100



North America Nebula, [S II] emission, single exposure 10 min (2004 / 12 / 07)

空氣污染物跨境傳輸對台灣地區空氣品質影響之研究 監測系統整合與分析應用

林能暉 國立中央大學大氣物理研究所

李崇德 國立中央大學環境工程研究所

1. 實驗目的

近年來亞洲地區大氣污染物(包含酸性污染物、亞洲沙塵、生質燃燒)對台灣的長程輸送已受到相當廣泛的注意，每當沙塵暴、生質燃燒或酸雨發生時，均受到民眾普遍重視與關切。除了台灣之空氣品質受到衝擊外，亦可能會導致區域環境與氣候衝擊。

臺灣位處於亞洲大陸東南隅，由氣候條件看，大範圍氣象條件很容易將上游亞洲之污染物輸送到臺灣的上空。亞洲酸雨現象隨工業化與經濟成長而日漸顯著，致酸因子硫酸鹽與硝酸鹽長程傳送過程中產生之雲雨交互作用、輻射效應等，不但對局部降水產生影響，更對區域輻射平衡有一定的干擾。此外，最近幾年臺灣空氣品質幾次急遽惡化就與中國沙塵暴南移至臺灣附近有關，因此相關研究逐漸受到各界的重視。而近幾年來「亞洲褐雲」，亦受到國際科學界的重視，除大量生質燃燒，導致於溫室氣體增加，加速全球變暖外，霾害產生的煙霧，飄散到大氣中，直接影響雲內的成分，或直接反射太陽光，造成到達地面的太陽輻射減少，因而影響全球輻射效應，使得地面的溫度及海溫降低，改變區域氣候特性。

東南亞所排放的生質燃燒量相當驚人，僅次於南美洲和非洲，這些排放物很有可能產生臭氧或臭氧前驅物長程輸送至下游地區，造成高臭氧值，台灣南部有時會發生高污染日，可能與東南亞霾害之低層傳送有關。環保署的沙塵暴監測計畫中，中央大學研究群曾在於北部陽明山區觀測到雲霧水有非常迥異的特性，由衛星資料與氣流來源追蹤，判斷即可能伴隨東南亞霾害長程輸送到達台灣。

台灣正好位於東亞大氣污染物下風處及南亞生質燃燒傳送路徑之下風處，過去環保署雖在全國設置超過 76 個採樣之監測站，但多為代表地區性之特性，目前仍無代表一區域型之觀測地點，因此在若干境外污染物傳送影響之議題上，常受到地區性污染物干擾，採樣分析的結果往往難以量化受境外影響之程度。相對的，考量中部高山乃為大氣背景站之絕佳之觀測點。

事實上，亞洲大氣污染物長程傳送對台灣已形成相當衝擊，其對區域環境與氣候干擾亦可能間接影響台灣。美國 NASA 正積極推動亞洲生質燃燒國際計畫(Biomass-burning Aerosols in South East-Asia: Smoke Impact Assessment, BASE-Asia, 2004-2007)，本測站完成後，未來持續性的觀測實驗，可充份就南亞生質燃燒所引發之環境與區域氣候干擾做一整合研究，逐步探討亞洲大氣污染物之長程輸送與其對區域環境及氣候衝擊。

2. 實驗進行內容

● PM₁₀ 懸浮微粒採樣

ANDERSEN Dichotomous 的採樣儀器裝設 37mm 的濾紙採樣，濾紙使用配置為兩張鐵氟龍濾紙 (PM₁₀ 與 PM_{2.5}) 或是兩張石英濾紙 (PM₁₀ 與 PM_{2.5})，以進行後續的化學分析。



- **降水化學觀測**

在觀測期間，採全天候觀測，實驗站研究人員日夜輪班，每一次雲、霧觀測定義為自雲、霧的發生至消散，採觀測員的主觀判斷。雲、霧的發生以測站鄰近的固定點被雲、霧所籠罩開始記錄，運轉儀器，雲、霧水的收集以一小時為基準，視情形增減；雲、霧的消散以測站鄰近的固定參考點（參考點相距約 50 公尺的發射台，約 30 公尺高）不再被雲、霧所籠罩，呈現良好能見度，結束該事件的觀測。雨水採樣則在下雨日每日上午八時進行固定日採樣。

每一雲、霧事件所採集的雲、霧水，現場立即測試其酸鹼值，並密封存入冰箱，待送回化學實驗室進行分析。



- **分析植物纖維素燃燒微粒的特徵成分以追蹤確認亞洲生質燃燒**

左旋葡萄糖(levoglucosan)、甘露聚糖(mannosan)、半乳聚糖 (galactosan)為植物纖維素燃燒微粒的特徵成分，分析這些成分對於生質燃燒微粒能掌握其影響程度。



3. 國際合作

美國 NASA 戈達中心將於 2003 年 5 月至 2006 年 4 月進行為期三年之東南亞生質燃燒國際觀測計畫(Biomass-burning Aerosols in South East-Asia : Smoke Impact Assessment, BASE-Asia)，結合地面監測、飛機觀測、衛星遙測技術以量化東南亞生質燃燒所產生之氣膠、溫室效應氣體，及其他污染物的排放清冊，及其在源與匯之物理與化學特性，並探討其在長程傳送過程的變化情形。該計畫邀請泰國、寮國、柬埔寨、越南、香港、中國及台灣等在煙塵傳送路徑上的國家參與觀測實驗，共同建構完整的資料庫，並發展區域大氣化學模式，進一步了解其對區域氣候與環境的衝擊。

本研究團隊則延伸我們的興趣與研究項目以與 BASE-Asia 合作，並提出中部鹿林山的大氣化學觀測，並以北竹山為輔助測站。我們負責強化在大氣氣膠的觀測、雲及降水化學的觀測，以及大氣環境場的氣流預測與分析，以提供實驗時機(2-5 月間)及事件日的判斷。樣本化學分析及相關物理量測(如輻射)則有助於我們了解生質燃燒經由源區排放後的特性變化。

四、附錄

NCU/LULIN 1m Observing Proposal Form

- ※ Observing time is allocated on a 6-month basis, January-June (A), and July-December (B). The deadline for each is the first date of the previous month, so, e.g., to request time in Jan-Jun, the proposal should be received by Dec. 1.
- ※ Proposal, either in Chinese or English, should be sent to the Time Allocation Committee, preferably via email at tac_lulin@astro.ncu.edu.tw, or via post to Graduate Institute of Astronomy, National Central University, 300 Jungda Road, Chung-Li 32054 Taiwan. Inquiry regarding observing requests or instrumentation can be directed to the same email contact.
- ※ If time is granted, please make sure to fill out the Lulin Lodging Request Form (<http://www.astro.ncu.edu.tw/slt/application.htm>) before the observing run.
- ※ At times a time-honored event may require interruption of an ongoing project. The observer will be notified, and consulted for service observations if a mutual agreement can be reached.

Season:	Requested Month(s):
Principle Investigator: (in Chinese)_____ (in English)_____	
Affiliation:_____ Title:_____	
Telephone:_____ Fax:_____ E-mail:_____	
Postal Address:	
Primary Observer: (in Chinese)_____ (in English)_____	
Associate Observer:(in Chinese)_____ (in English)_____	
(in Chinese)_____ (in English)_____	
Title of the Project	
Abstract	

Time Requested	How many nights requested in this proposal?	Dark	Gray	Any
	How many more nights to complete the project?	Dark	Gray	Any
Dark: 7 nights around new moon; Bright: 7 nights around full moon; Gray: else				

If you have used Lulin facilities before, please indicate the kind of results you have obtained, e.g., status of data, papers published based on Lulin data.

Instrument to be Used: **CCD camera**

If you intend to use your own instrument project, please specify here. Please contact Observatory staff for technical help.

Is the requested time part of a student's thesis research: Yes___ No___

Technical assistance needed at the telescope? Yes___ First Night Only___ No___

Transportation to Lulin needed? Yes___ No___

Scientific and technical justification (with additional sheets if necessary)

五、相關報導

本文原刊於科技報導 2005 一月號

全台掩星總動員

——2004 年 2 月 21 日小行星掩星事件

陳文屏（中央大學天文所、物理系）整理、撰稿

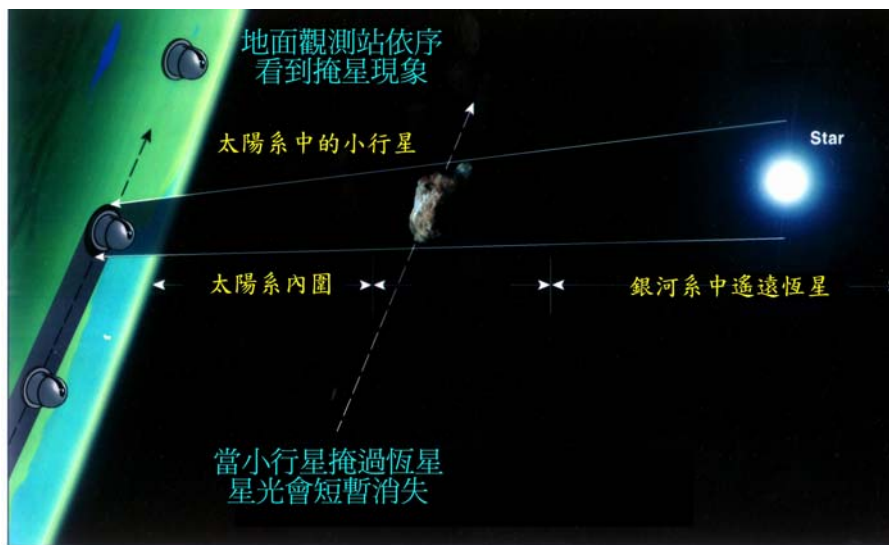
1858 年法國天文學家 A. Laurent 發現了編號 51 號名為「內魔煞」(Nemausa) 的小行星，其直徑約只有 150 公里，原是不起眼的小天體。但在 2004 年 2 月 22 日星期天凌晨（國際標準時 2 月 21 日），這顆太陽系中的成員掩過銀河系一顆恆星，雖然小行星與恆星相距遙遠，彼此沒有關係，但因為同時通過我們視線，小行星暫時遮住了恆星，使星光如眨眼般消失又變亮，形成有趣的天文景象。

此掩星事件觀測由日本天文學家佐藤勳博士 (Dr SATO Isao) 預測之後，由中央大學木下大輔博士 (Dr Daisuke Kinoshita) 推動，原來主要目的在測試「中美掩星計畫」的望遠鏡系統，但後來決定聯絡其他天文台進行觀測。於是大夥在 2 月 21 日（週六）晚上開始動員，於周日清晨正式聯合觀測。加入觀測的天文團隊由南到北包括墾丁天文台、成功大學、鹿林天文台、中央大學、臺灣師範大學、臺北天文教育館，以及中央研究院。各團隊人員請參見文末。

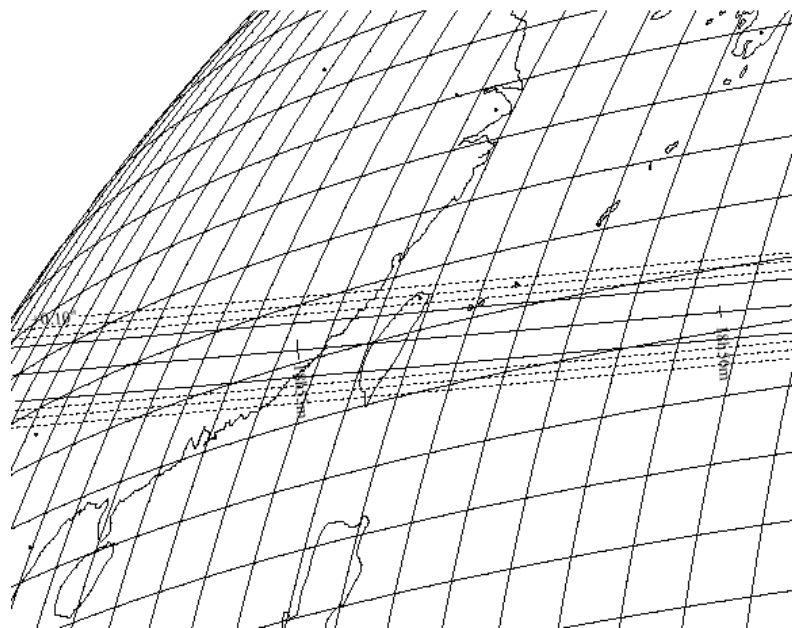
掩星的原理與日食相似。當陽光照耀月球，向著太陽的一面總是明亮，另一面則黑暗，而由於光以直線行走，因此在月亮的背面形成圓柱陰影區。若地球恰巧行走至陰影區，便看不到太陽，形成日食。同樣的道理，當小行星遮住來自遠方恆星的光線便發生掩星事件。由於小行星繞日運動加上地球公轉與自轉，使得小行星的影子隨時間劃過地球表面（如圖一）。圖二為從太空觀看此次掩星之示意圖，可看到陰影行進的軌跡從西而東，中心線通過臺灣中部，預計掩星發生時間在國際標準時 2 月 21 日 18:55。由於內魔煞大小只有約 150 公里，南北方向的陰影長度不足以涵蓋整個臺灣，造成北部與南部可能皆無法看到掩星現象，而只有位於中部的鹿林天文台能觀測到。陰影沿東西向運動的時間，則決定了掩星時間的長短，這次事件最長（沿直徑方向）不到 8 秒鐘。被掩過的恆星為 HIP 079407 (RA 16:12:20.4747, DEC -13:44:19.087 J2000)，亮度約 8.8 等。小行星 (51) Nemausa 當時則約 11.9 等，所以當恆星完全被遮掩住時，便只剩下小行星的亮度，也就是會有 3.2 等的亮度下降。

小行星與彗星等小型天體，由於本身沒有太多重力擠壓加熱等過程，因此它們有如活化石般保留了太陽系形成至今的歷史，研究它們有助於瞭解太陽系的演化與動力過程。這些小型天體距離太陽遙遠，以致反光微弱，造成觀測困難。而影響反射光強弱的因素，除了距離，還包括小行星大小（反射面積）以及表面反射率，故只從反光強弱並無法直接估計小行星的大小。目前除了少數距離地球近的天體可以發射雷達進行測量以外，為了估計小行星大小，通常結合可見光波段的反射光，以及小行星本身的長波輻射資料。這些常需使用昂貴、甚至放

在太空的微波或紅外儀器。相比之下，觀測掩星雖受時間、地點、天候的限制，但卻廉價得多，技術上也容易執行。



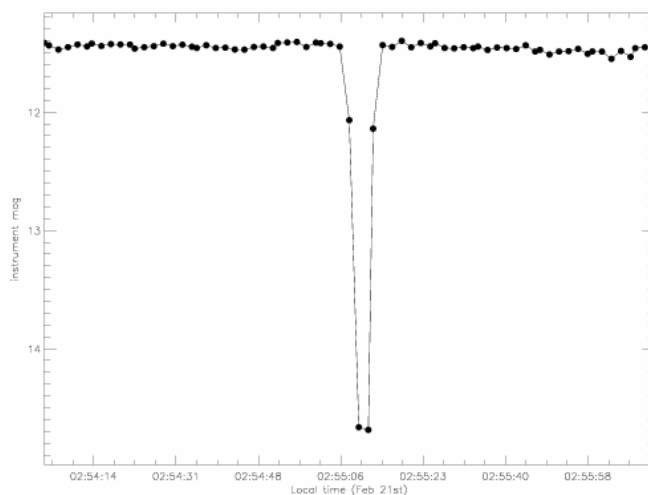
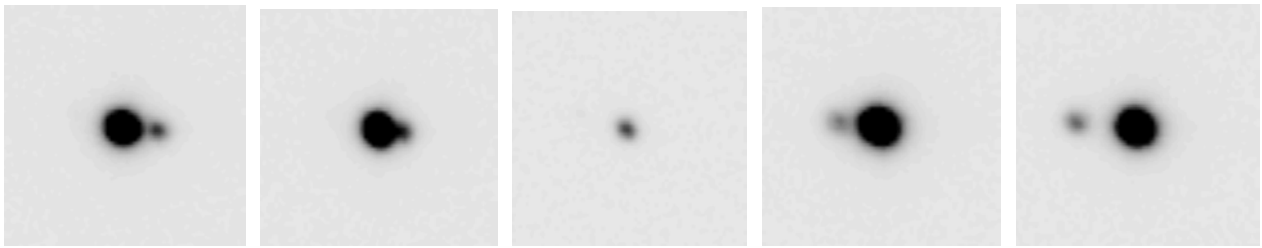
圖一：小行星掩星示意圖。當小行星運行到我們與恆星之間，星光被遮住，便發生掩星事件。



圖二：51 Nemausa 掩過 HIP 079407 的預測陰影路線。圖中除了經緯度以外，中央的橫實線代表陰影的中心線，可看出通過臺灣中部，上、下實線表示陰影範圍；虛線表示預測結果不同程度的標準誤差。

鹿林天文台一公尺望遠鏡觀測結果

圖三顯示鹿林天文台一公尺望遠鏡 (LOT) 觀測的結果。在影像部分，由左到右為時間順序，可清楚看到內魔煞小行星由右到左（也就是大約由西向東）遮住 HIP 079407，此時只剩下小行星的亮度，之後又恢復。LOT 當時配掛新近購置之 PI 1300B 相機，採用高靈敏度、大尺寸 CCD 偵測器（2048X2048 像元），但為了快速取樣，觀測時選取局部讀出，以增快取樣速度。



圖三：(a) 鹿林一公尺望遠鏡取得之掩星前後部分影像，可看到小行星從右到左，遮掩住恆星後繼續運動。曝光時間為一秒鐘，每一幅影像曝光時間一秒鐘，讀出時間約 2 秒多。(b) 影像經過分析後所取得之光變曲線，可明顯看出掩星造成之亮度變化。圖中橫軸為中原標準時間，縱軸為儀器星等（亮度向上為增加）。

LOT 的觀測者陳安貞回憶當晚觀測掩星的情形：

掩星發生當天的上半夜天氣狀況還是不好的，原來以為沒有機會拍到掩星，還是一邊等候一邊在網路上查資料，因為天冷隨手打開身邊的電熱器，大概是負

荷過大，就跳電了。先打電話給林宏欽台長問他怎麼辦，台長要我們找杜進全大哥處理，隨杜大哥到控制中心外的鐵皮屋時，赫然發現雲已經開了，只是風還是很大。跳電的區域是二樓並不會影響三樓的圓頂跟望遠鏡，於是開始準備觀測，先將望遠鏡轉到目標天區，未曾拍過掩星的我們還先拍 BVR 的影像，後來打電話請教台長，台長教我們先把 CCD 換成 fast mode，然後拍攝區域可以盡量縮小，以減少 readout 時間，增快取樣速度。按照指示設定完後，就讓望遠鏡以 sequence 的模式連續曝光記錄掩星事件，看著一幅一幅影像讀出，視相度明顯不穩定，雖然如此還是可以看見小行星緩緩接近被掩的恆星，再慢慢離開。因為軟體會自動調整對比，所以當時我們並不知道有觀測到恆星變暗的情況，師大的傅老師打電話來詢問的時候，我們還回答他沒拍到，後來中研院的汪仁鴻學長處理過才確定有拍到掩星。不過到現在我還是覺得如果當時可以把曝光時間再調短些、曝光區域再小些，得到的資料就更好了。

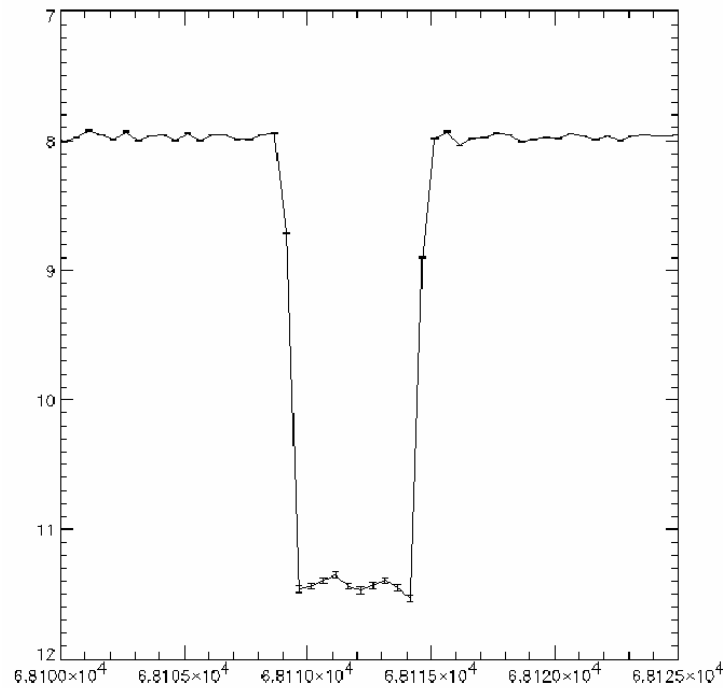
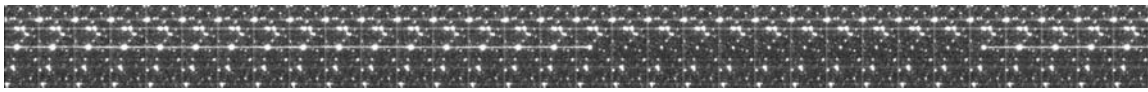
鹿林天文台 TAOS 望遠鏡觀測結果

圖四為「中美掩星計畫」(TAOS) 的其中一台望遠鏡所拍攝。TAOS 的科學目標在於偵測古柏帶天體的掩星事件，因此設計了 CCD 相機光度快速測量的軟、硬體。這次小行星掩星亮度下降程度大，掩星時間長達數秒，適合用來測試 TAOS 系統。TAOS 使用 Spectral Instruments 公司之 SI 800 電子相機，採用高靈敏度 2048X2048 CCD 晶片。一般 CCD 相機取得影像的方式乃將快門打開，曝光後快門關閉，接著把感光造成的電子一次全部讀出。對於 2048 乘以 2048 個像元的晶片而言，就有超過 4 百萬個數字需要讀出，因此相機必須有高速而穩定的控制電路。例如 LOT 原來使用的 AP-8 相機只有 1024X1024 個像元，雖然晶片感光性能良好，但由於控制系統屬於舊的設計，每讀出一幅影像需要將近 40 秒。如前所述，目前 LOT 使用的 PI 1300B 共有 2048X2048 個像元，讀出整幅影像時間卻只要約 3 秒鐘。

直徑數公里的古柏帶天體，掩星時間只有零點幾秒鐘，TAOS 為了取得這麼快速的光度資料，採取不同的讀出方式。也就是在觀測時相機快門保持開啟，讀出電子訊號則不採取全部一次讀出的方式，而改採特殊的「間歇讀出」技術，也就是每讀出幾行像元後，停止一段期間，這段期間就相當於曝光，讓電子累積。這樣持續「停止—讀出—停止—讀出...」的過程，可取得極高速(< 0.1 秒)的光度資料。這樣取得的影像造成每顆星形成系列影像，並有拖線現象，看起來有如「拉鍊」般，故 TAOS 團隊稱這樣的影像為「拉鍊影像」。圖四 a 影像中央的亮星就是被掩過的恆星，可看到掩星造成亮度明顯變暗，之後再恢復亮度。這次觀測每次讀出 64 行像元，採用 0.5 秒取樣時間，所以維持 6 秒多鐘的整個掩星過程，其光變曲線得以清楚解析（如圖四 b）。

值得一提的是，事件當晚由鹿林天文台助理杜進全先生就近協助，中央研究院溫志懿博士乃透過微波網路從臺北遙控兩台望遠鏡同步觀測（也就是指向同樣天區，同時開始取資料），

成功完成遠距觀測測試，對於中美掩星計畫團隊測試儀器與軟體有很大意義。有關此次掩星觀測的技術資料，請參閱 <http://taos.asiaa.sinica.edu.tw/announce/ann040223.html>



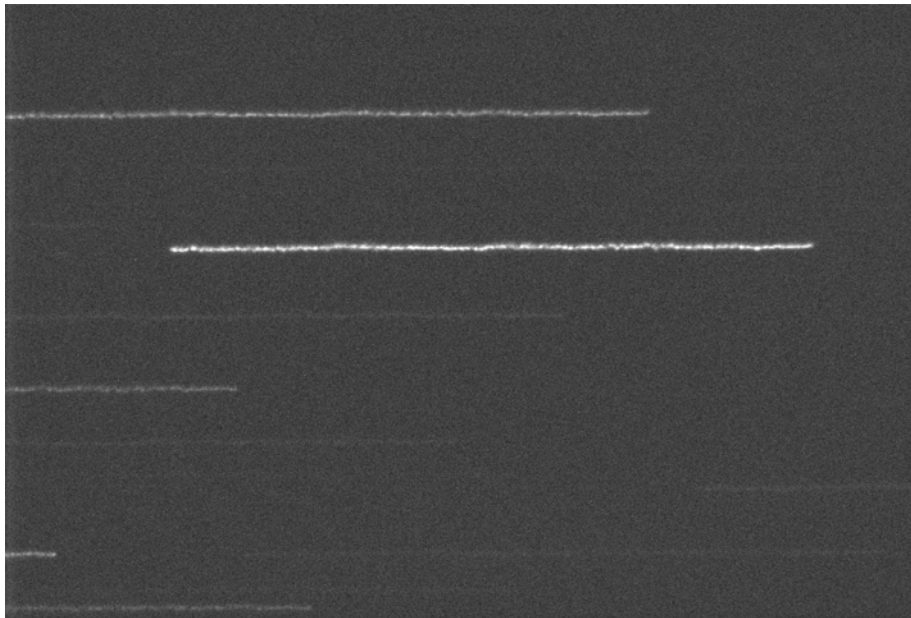
圖四：(a) TAOS 望遠鏡取得影像之一小部分（原影像包含非常多恆星），可看到圖中央的恆星影像消失，只剩下小行星，之後恆星又出現。(b) 為分析所得之光變曲線，橫軸為時間（從當日零時算起的秒數），縱軸則為儀器星等。

TAOS 觀測者溫志懿記錄當晚觀測的情形：

我從臺北透過網路遙控鹿林的兩台望遠鏡。天空直到事件前才變得晴朗，但是東方地平附近仍然有雲。由於目標星位於天蠍座，仰角低，飄動的雲層使得自動對焦的指令發生困難。經過幾次嘗試，TAOS-B 望遠鏡對焦成功，但是 TAOS-A 則一直無法找到最佳焦點，因此雖然我實際操作兩台望遠鏡同步觀測，皆成功取得資料，但是 TAOS-A 的影像卻是失焦的。我一共取得約 50 分鐘（2:40 am 到 3:30 am）的拉鍊影像，隨後則拍了一些曝光時間 1~5 s 不等的影像。我將檢查 TAOS-A 系統無法對焦的原因……

臺灣師範大學校區天文台觀測結果

師大團隊使用兩組儀器，一組為 35 公分反射鏡，配備 SBIG ST-10 XME CCD 相機與 Johnson R 濾光片，另一組為 300mm f/2.8 鏡頭，配備 Watec Neptune-100 real-time CCD 與 DV，利用人工電話對時。觀測時天氣狀況良好，事後檢查影像，可以看到小行星從目標恆星下方通過，確定並未發生掩星事件。圖五為師大校區的資料，受限於 CCD 相機讀出速度，採取「漂流法」曝光，也就是將望遠鏡追蹤關閉，任由星像在影像中拖線，如此沿著拖線方向的計數便是星體的光變曲線。受限於 CCD 視野不夠大，共取得兩次漂流影像，時間分別為 2004/02/21 18:55:04~18:55:44 (UT) 以及 18:56:47~18:57:24 (UT)。DV 則在 2004/02/21 18:40:00~19:05:00 (UT) 完整記錄。



圖五：臺灣師範大學天文台觀測時將望遠鏡追蹤裝置關閉，使星體影像拖線，如此可以取得星體亮度隨時間快速變化的訊息。

臺北市立天文教育館天文台觀測結果

天文館團隊使用 45 公分反射鏡，配備 DV 作為記錄器，利用 NTP 對時。當晚天空狀況良好，從當地時間 2:45 起觀測到 3:10，並沒有發生掩星事件。

天文館觀測者張桂蘭記錄當晚觀測情形：

2/21 恰逢週六，林宏欽的造訪以及天空狀況突然轉好，促使陶蕃麟組長和我決定留下來參與這次的小行星掩星觀測。因第一觀測室觀測用電腦恰好故障，無

法使用 ST-7E CCD，故最後決定採用數位攝影機紀錄。經過 NTP Clock 標準時間校正後，將數位攝影機前置焦長 15mm 的目鏡，然後接在 GOTO-45 公分反射式望遠鏡主鏡後方。從 2/21 晚間 10 點開始，經過數度測試視野大小、亮度對比等條件後，我們決定不將目標星放在視野中央，目的是為了保留目標星附近另一顆 9.6 等的鄰星，以作為目標星亮度變暗是否為大氣擾動影響的判別對照標準。於 2/22/2:45 開始至 3:10 截止連續錄影，於觀測當時與觀測之後再度檢測錄影帶資料，都沒有發現目標星的亮度有因小行星掩星而變暗的狀況，因此確定沒有觀測到掩星事件。

中央大學校區天文台觀測結果

中央大學校區觀測者木下大輔記錄當晚觀測情形：

經由助理們協助，我們使用 15 公分折射鏡配置彩色即時 CCD 相機 (Watec, Inc.，每秒產生 30 幅影像) 進行觀測。天空狀況在中天附近尚可，但地平附近有厚重雲氣，尤其目標星位於南天，正是校園內光害最嚴重的方向，因此尋找目標星有困難。我們將 CCD 相機與另一台家用 SONY 攝影機串連，之間則連接「時間產生器」(Time Generator) 以精確記錄影像取得的時間。我們利用電話報時，以手動方式校準時間，估計誤差小於 0.5 秒。由於此望遠鏡已久未使用，事件前張智威便發現望遠鏡的指向與追蹤有問題，並試著調整。我在 16:30 (UT) 也就是掩星發生前兩小時打開遮罩後，張智威和我試著觀測亮星以校準望遠鏡指向。但由於 CCD 相機視野只有 2 角分，加上望遠鏡指向與追蹤仍不理想，我們沒有來得及在事件前找到目標星。直到事件後 10 分鐘我們才成功對準亮星，找到望遠鏡與 CCD 的光軸。很不幸我們因此沒有取得任何掩星資料。

成功大學校區天文台觀測結果

成功大學校區觀測者陳炳志記錄當晚觀測情形：

成功大學團隊所使用的觀測系統是將低光度 NTSC CCD (Watec Neptune 100, 每秒 30 幅影像) 結合成大天文台之 11 公分折射式望遠鏡，使用 IEEE1394 即時數位化擷取與 GPS 定時的紀錄電腦，這套系統由團隊成員王璽鈞所開發，將用於本年度紅色精靈的遠距觀測，有非常高的時間精確度，極限星等可達 9.2 等，適合掩星觀測。當晚十二點前，我唐達元便完成所有系統功能確認，包含赤道儀指向定位、記錄電腦操作與時間精度等等，為了確保記錄電腦不會有問題，我們同時使用了一部時間解析度到秒級的 DV 做同步錄影。在掩星預測時間前卅分鐘，開始將目標星置於畫面中央，並且在我們的紀錄電腦中，設定在預定時間前一分鐘自動由 GPS 訊號啟動開始記錄，記錄時間為 5 分鐘，並且

即時監看，在預測時間範圍內，現場肉眼與事後記錄資料分析皆沒有觀測到明顯的掩星光度變化。成大團隊在該期間內的錄影記錄已轉成 MPEG 檔置於 <http://www.phys.ncku.edu.tw/ckuo/gallery/images/185515-20s.mpeg>，影片從 18:55:15 UT 開始記錄，中央的星即為 HIP 079407。

墾丁天文台觀測結果

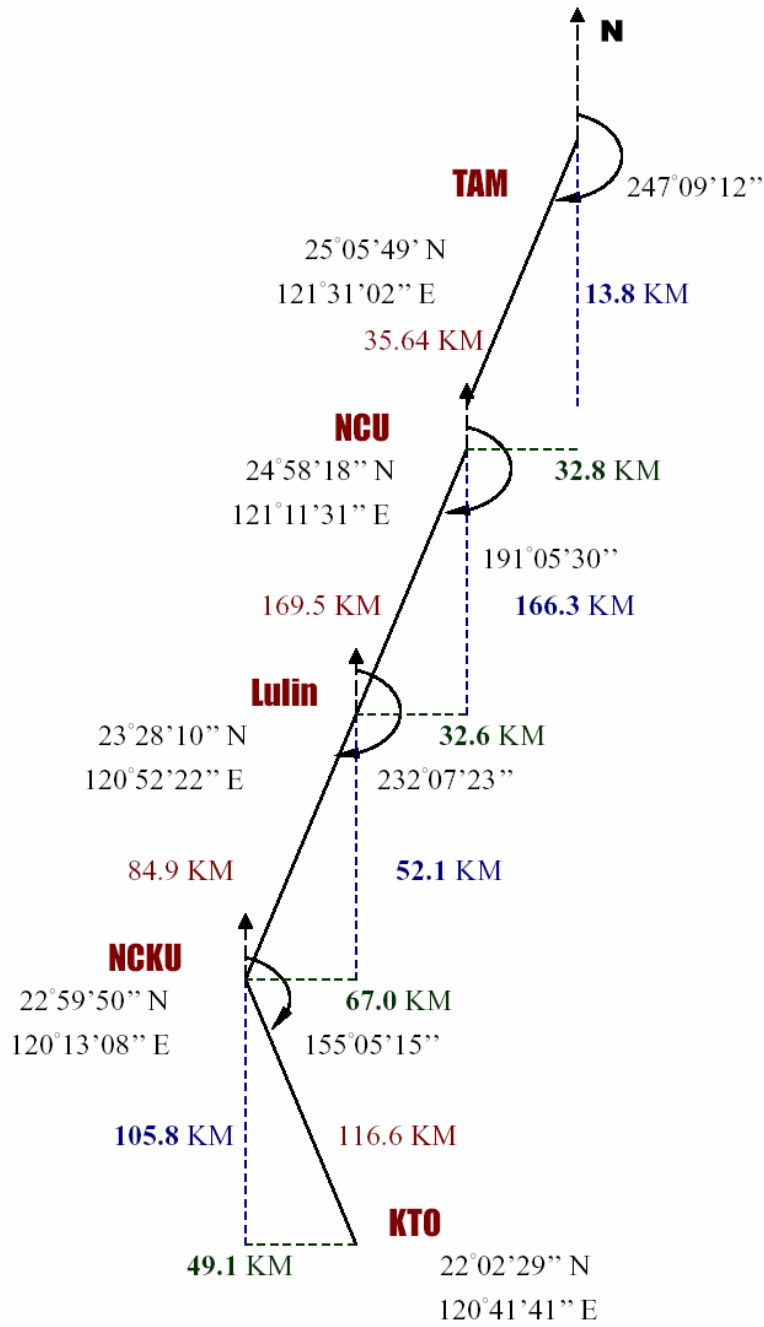
墾丁天文台使用 Meade 16 吋反射鏡配備 ST-7E CCD 相機。掩星當晚天氣不佳，未能取得資料。

檢討

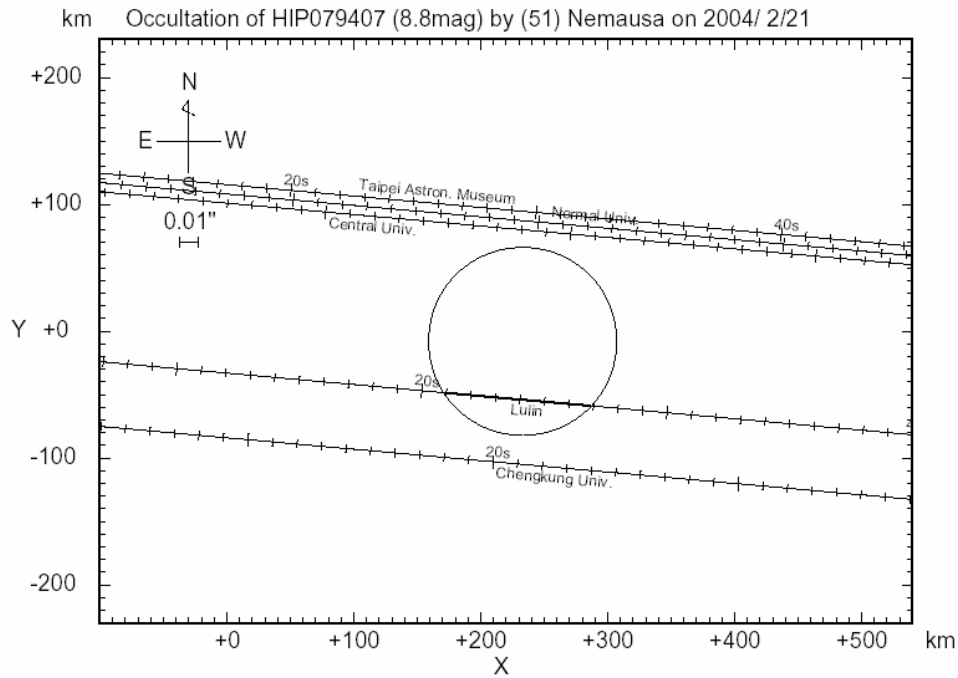
這次聯合觀測整合國內、外合作，參與的天文台縱貫本島南北（圖六），利用不同儀器與觀測方法為此天文事件留下記錄。佐藤博士事後整理各天文台觀測結果，得到這次掩星的實際陰影路線如圖七。掩星當晚月相只有 3%，適合觀測，事件當時天氣愈往北部愈好，除了鹿林天文台的 TAOS 望遠鏡以及 LOT 成功取得資料外，其餘各地則因為在陰影範圍之外，皆未能記錄到掩星。預測的陰影移動速度 19.6767 km/s，TAOS 的資料顯示掩星維時 6.25 +/- 0.50 秒，也就是小行星在掩星方向的投影大小為 123 公里。LOT 的資料受限於時間解析力不夠，只得到維時 < 9 秒的結果，與 TAOS 測量相符。台南與台北皆沒有看到掩星現象，也與預測相符，顯示天文學家對於 Nemausa 所知的大小與軌道有良好精確度。

若此次在中部地區能有比較密集的觀測點，便能測量不同地點所觀測到掩星的發生時間與維時長短，進而直接測量到小行星的大小，並繪出其形狀，做出科學貢獻。這次聯測成功，對於日後類似全島的觀測提供了寶貴的經驗。

觀測站座標與距離差值圖



圖六：參與觀測 2004 年 2 月 21 日小行星 Nemausa 掩星之各天文台坐標與直線距離，由北到南包括臺北（TAM 臺北市立天文教育館，與臺灣師範大學）、中壢（中央大學）、鹿林天文台、臺南（成功大學），以及屏東墾丁天文台。[繪圖：梁旭]



圖七：51 Nemausa 在 2004 年 2 月 21 日掩過 HIP 079407 的實際陰影路徑。除了鹿林天文台，其他觀測點並未發生掩星事件。[繪圖：I. Sato]

觀測團隊人員：

中央研究院 —— 溫志懿、汪仁鴻、金升光

臺北天文教育館 —— 陶蕃麟、張桂蘭、林宏欽

臺灣師範大學 —— 傅學海、莊孝爾、廖克權

中央大學 —— 木下大輔、張智威、陳文屏

鹿林天文台 —— (中美掩星計畫) 杜進全 + TAOS 團隊
(鹿林一公尺望遠鏡) 陳安貞、洪子隆

成功大學 —— 陳炳志、唐達元

墾丁天文台 —— 馬學輝

預測此次掩星事件的網站：

http://www.asteroidoccultation.com/2004_02/0221_51_2384.htm

此次掩星聯測的新聞稿與動畫資料可參見：

http://www.astro.ncu.edu.tw/contents/faculty/wp_chen/wp_chen/news2004.02.23.htm

有關掩星觀測的參考網站：

http://www.asteroidoccultation.com/SBP_OccEquip.htm

<http://occsec.wellington.net.nz/videotime/ccdtiming.htm>

<http://www.lunar-occultations.com/iota/iotandx.htm>

其他報導

鹿林天文台 連續發現三顆超新星

羅平/中壢報導 2004.09.11 中國時報

國立中央大學天文所鹿林天文台，自去年以來連續發現三個超新星，超新星爆炸後出現亮光殘骸，可做為宇宙論基礎，而成為天文學家追求的科學依據。台灣超新星巡天計畫主持人中大天文所教授葉永烜表示，宇宙已一路膨脹且速度愈來愈快。

超新星發現地點在南投玉山國家公園塔塔加附近的鹿林前山天文台觀測點上，海拔高度二千八百六十二公尺。前後共發現三次，第一次在去年十一月六日、第二次在今年四月廿五日，最近一次在今年七月卅一日晚上八點。

葉永烜指出，超新星是最激烈的天體物理現象，爆發過程只持續大約一秒鐘，但釋放出一〇五二-一〇五三 erg 的巨大能量。

由於爆發的能量太大，使得爆發過程中融合了包括金、銀在內的重元素；尤其是爆炸時所產生的高能粒子，地面上任何的加速器都無法達到。

他說，超新星爆炸標示了一顆恆星壯烈的死亡，收縮核心形成一個中子星。在爆發過程中，將其組成物質推向宇宙空間，而觸發新一代的恆星誕生，因此超新星成了眾多天文學研究課題。葉永烜又說，利用超新星現象測量遠處星系距離，以證明宇宙的膨脹速率仍在增加中，並藉此推論出黑物質與黑能量的互相存在，所以更多的超新星觀測研究，對於宇宙學有重要的指標性意義。

中大天文台 連逮三顆超新星

首開台灣先例 全獲國際認證

記者游文寶／桃園縣報導

國立中央大學天文所鹿林天文台連續發現三個超新星 SN2004cy、SN2003lz、SN2004ee，去年十月起分別獲國際天文聯合會認證，昨天對外公布，首開台灣發現超新星的先例。

教育部補助的「台灣超新星巡天計畫」，由中大教授葉永烜主持，主要目的為利用超新星測量遠處星系的距離，證明宇宙的膨脹速率仍在增加中。葉永烜利用口徑一公尺的天文觀測望眼鏡定期「巡天」，平均每晚可以觀測約三百個候選星系，將新星系影像和以前觀測到的影像比對。

葉永烜說，經交叉比對多次以後，如果同個位置的星系亮度逐漸變暗直到消失，就可以確認是**超新星**，一般而言，**超新星**距離地球非常遙遠，中大天文所發現的**超新星**，發生爆炸的時間距地球都在三億光年以上。

葉永烜解釋，**超新星**是最激烈的天體物理現象，它的爆發過程約只持續一秒，卻能釋放巨大能量，是恆星演化的重要階段，以往國外的**超新星**搜尋計畫集中於北半球，中大利用鹿林天文台低緯度的地理優勢，在南半球的星空意外發現三顆**超新星**，分別在去年十月、今年四月及七月獲國際天文聯合會認證。

【2004-09-11/聯合報/A6 版/生活】

我天文首度發現超新星

【張沛森／桃園報導】中央大學天文所昨天公布台灣首度發現的三顆超新星，學者表示，超新星是近年來英、美等國天文物理學家重要的研究對象，這項研究結果，也大幅提升台灣在國際天文研究的水平。

台灣超新星「巡天計劃」由中央天文所教授葉永烜教授主持，並由天文所碩士班二年級學生陳英同、博士班學生黃癸雲、林忠義與鹿米天文台台長林宏欽等成員執行觀測任務。

恆星爆炸僅一秒鐘

陳英同說，超新星可解釋成一顆恆星的爆炸或壯烈的死亡，爆發時間約一秒鐘，可同時釋出鎂、鈣等人類生存必須的重元素，而這些重元素構成的物質可能在爆炸點存在數個月時間，讓人類能以望遠鏡觀測發現。

成員利用設於玉山上鹿林一米望遠鏡（倍率約八百mm），定期進行南天（南半球）二十至四十度範圍內超新星巡天任務，平均每天晚上可以觀測銀河系以外三百個候選星系，並以類似照相方式天對觀測的星系照相，然後根據這些資料發現超新星。簡單地說，就是今天拍攝的候選星系亮度在日後比對出現愈來愈暗，甚至到沒有的情況，就可能發現超新星。經進一步確認，再由國際天文聯合會發布通告。

報你知

爆發過程可形成生命體

超新星是最激烈的天體物理現象，爆發過程只有一秒鐘，卻能釋放十的五十二次方至五十三次方爾格（erg）的能量（約等於十的三十三至三十四次方顆原子彈），爆發過程中能融合出包括金、銀、鎂、鈣等重元素，而這些重元素是生物生存所必須的元素，可能會造成另外一個生命體的誕生。

【2004-09-11 蘋果日報】

公視「我們的島」深入鹿林天文台採訪

【本報訊】全國最高的中央大學鹿林山天文台，近年來先後發現「鹿林一號小行星」、「超新星」，紀錄台灣重大天文發展，並與當地原住民建立深厚情感。中央大學最近特別邀請公視「我們的島」製作單位上山採訪，經過一週跋山涉水的辛苦採訪，精彩節目將於9月27日(星期一)晚上 10:00 於 53 頻道公共電視首播，歡迎大家踴躍收視！

此次採訪計畫，事前籌畫多時，採訪工作團隊包括三位公視的節目製作工作人員、前理學院院長葉永烜、天文所所長高仲明、鹿林天文台站長林宏欽、天文所技士張光祥、秘書室李亞璇、《中大九十》校慶特刊主編古明芳等人，深入第一線作最完整的報導。



台灣的天文研究肇始於中央大學，十二年前，最早成立國立第一天文研究所。並在 2002 年 9 月於台灣玉山國家公園，海拔約三千公尺處，設置鹿林天文台，為全國最高的天文台，目前擁有全國首座突破一米口徑的望遠鏡，由於安裝於鹿林山頂，因此命名為「鹿林一米望遠鏡」，英文簡稱(LOT)，在東亞的天文觀測上，扮演重要角色。

鹿林天文台的籌建經過了一段筭路藍縷的艱辛過程，由於地處偏遠，早期在沒水沒電的情況下，發電的汽油、食用水，完全仰賴原住民朋友靠人力背上山，因而與當地的原住民建立深厚情感，他們在遭遇九二一大地震、賀伯和桃芝風災重創時，中央大學都適時伸出援手，連續多年發起「送愛到鹿林活動」，集合全校職工的愛心，捐獻物資給原住民朋友。當地的人文景觀、自然生態、天文科技等都饒富趣味，節目中特別邀請到在天文台工作的鄒族原住民頭目石俊雄，帶領大家進入特富野部落，了解他們民族在部落裡的生活方式，傳統祭典、住屋、服飾、文化等。在鹿林山上，人與人之間的互動極為融洽。



中央大學於 9 月 6 日特邀請公視電視「我們的島」製作單位上山為期一週採訪。此節目將帶領觀眾了解鹿林山天文台的歷史、天文觀測過程、天文台運作方式以及駐站工作人員的日常生活，了解當地少數民族「鄒族」人民的相處與互動模式。

(本文原載於中大校刊)

初掌天文台 最煩就是吃

■鹿林山天文台台長林宏欽對掌管天文台，感到十分驕傲。蘇岱崙攝



林宏欽 38歲
鹿林山天文台台長

鹿林山天文台是台灣第一個以研究為目的而籌建的天文台，目前擁有全台最大的一米天文望遠鏡。當初選在沒有人煙的南投、嘉義兩縣交界稜線上建立這個天文台，是因山上沒有都市電波干擾，沒有路燈、住家，觀測條件佳；但全世界少有天文台交通如此不便，國外學者前來觀測，發現要自己背著行李，走三十幾分鐘山路才能到天文台，都覺得不可思議。

我念成功高中時參加天文社，開始觀星。二十年前沒有網際網路，但那時觀星友反而比現在聯繫密切，還會互相通信。十年前台灣只有中央大學有天文研究所，我念天文所時，鹿林山天文台正在籌建，一直到畢業，都還只是一間鐵皮屋。

兩年前天文台大致完備，當時我擔任台北市立天文館解說員，雖然很安定、滿意，但有機會掌管擁有全台最大天文望遠鏡的天文台，對我來說，很有吸引力。

流星雨人潮最難忘

剛開始最困擾的是吃，因請來的原住民助理雖然連屋頂都會修，但做飯對他們而言是大難題，幾乎每餐都有沙茶醬和蛋，好像在吃火鍋。後來送他們去學餐飲，還有人考上丙級證照，現在我們伙食應是全世界天文台最好的。

印象最深刻的一次觀測是一九九八年獅子座流星雨，當時媒體大量報導，很多人都跑到山上看，從鹿林山往下望新中橫公路就是兩條火龍，一條紅色、一條白色。當時離流星雨預報極大值還有十幾個小時，突然流星一顆顆從天上冒出來，大夥不斷尖叫，一晚就看到幾百顆流星，壯觀極了。

據統計，人一輩子平均只有兩、三次可看到奇異天象，我看星星二十幾年，比別人多很多機會。

■記者蘇岱崙採訪整理