

# 星星、月亮、太陽

## 初小組地球科學科第三名

嘉義市大同國民小學

作者：林育丞、陳奕廷、邱昱凱、陳奕材

指導教師：黃明哲、林大陣

### 一、研究動機

民國八十五年九月起，本校星象廳定期開放，辦理〔市民天文觀星活動〕，我們幾乎全程參與，自然而然對天文產生高度興趣。

在我日常生活中，最顯而易見的天體，白天可看到太陽，晚上可看月亮與星星。它們周而復始的規律性運動，使我們對宇宙的奧秘產生好奇，於是我們大家齊心合力以實際觀測性實驗，以圖更充分了解星星、月亮、太陽等天體的運動。

### 二、研究目的

我們研究的目的是了解下列諸點：

- (1)觀察星星的東昇西落，以了解星星的運動方向。更進一步要認識不同緯度和不同年代的星球運動狀態。
- (2)觀察月亮的月相變化，比較月亮的距地遠近，觀測出我們所能看到的月球面。
- (3)觀察太陽的變化與時間（曆法）的訂定之關連性。

### 三、研究設備與器材

五米星象儀、口徑十三公分反射式望遠鏡、單眼照相機、快門線、三腳架、底片、計時器、日影觀測器、觀測記錄簿、電腦、投影片。

### 四、研究過程及方式

以分工方式，分組在不同地點進行各種天體的觀測。

〔研究一〕以固定攝影的方法實地拍攝日周運動，了解星球運動情形。在阿里山至玉山國家公園塔塔加遊客中心間，選擇光害較小的優良地點，拍攝〔日周運動〕的照片。

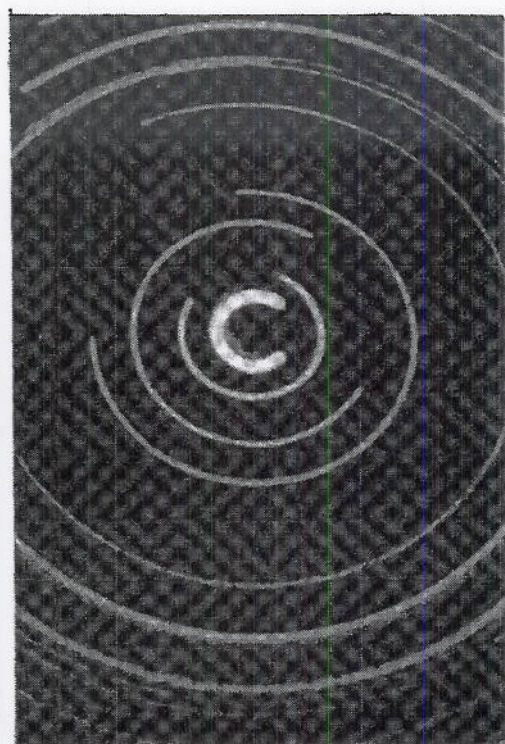
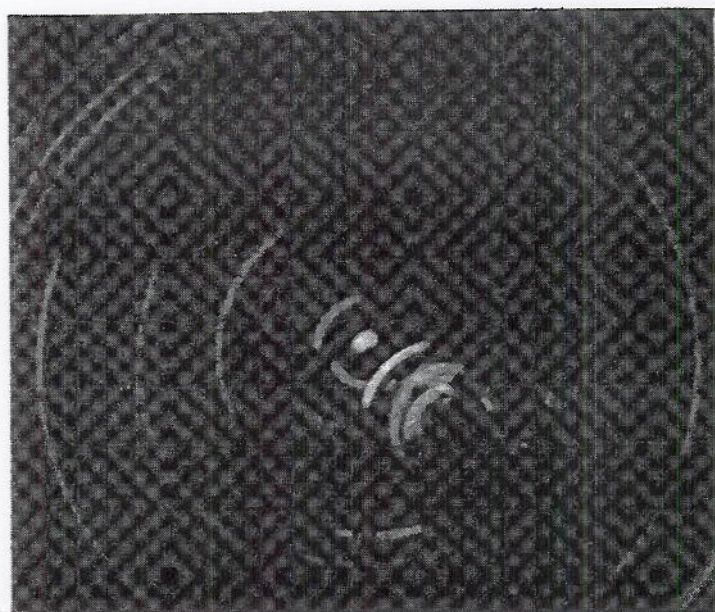
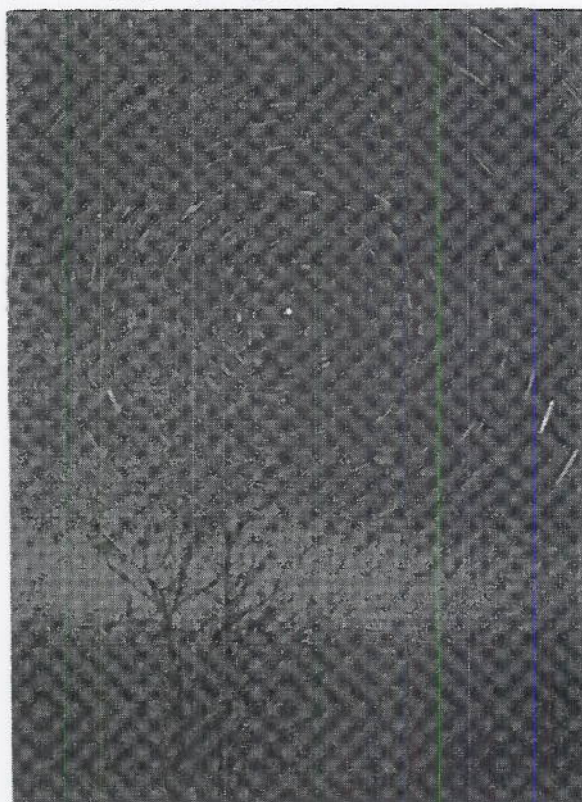
〔研究二〕利用星象儀，用固定攝影法拍出不同的年代，不同地方（緯度）的模擬星跡照片，了解不同的年代和地方之星球運動狀態。



分兩個攝影組，在本校星象廳內拍攝模擬式的〔日週運動〕照片，並按北緯十度、廿度、卅度、四十度、五十度、六十度、七十度、八十度及北極（九十度）拍攝四方的〔日週運動〕照片。再以北緯廿三度半為基準，拍出北天極軸中心現在、三千年後、六千年後、九千年後、一萬二千年後、三千年前、六千年前、九千年前、一萬二千年前、一萬三千年前及以後之照片。

這是我們利用星象儀的特殊功能，它能演示過去及將來的星象，也能演示北半球不同緯度的星象，拍出各個不同緯度及年代的假想星象照片。並進行描跡研究星球運動方向。

〔圖一〕美麗的玉山星空



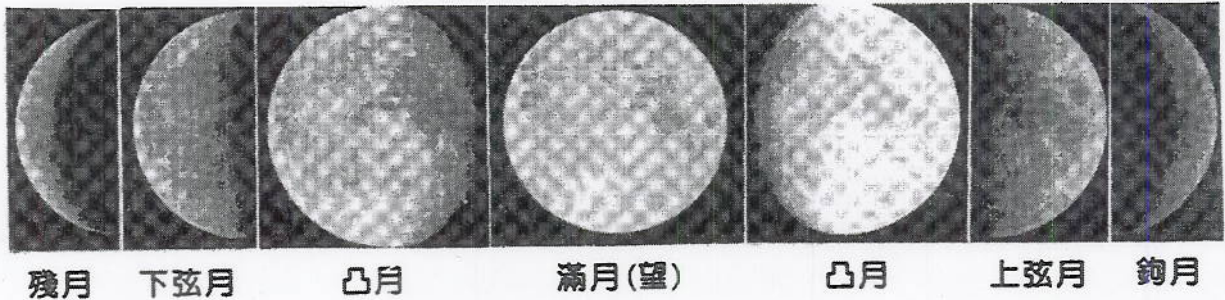
〔圖二↑〕及〔圖三→〕星象廳內拍出的假象北天〔日週運動〕的模擬星跡照片。



〔研究三〕觀察月相變化，以直焦攝影方式進行月面拍攝，比對月亮遠近的差異，及觀察我們所能看到的月球面。

用口徑十三公分的望遠鏡拍攝不同月齡的月相照片。按其距地遠近的不同，比對照片的月面直徑大小的差異。

〔圖四〕月相變化圖



〔研究四〕觀測日影變化，以了解時間（曆法）的訂定。

自製兩個日影觀測器，由冬至日日影最長之日起，分兩組在假日有太陽的時候，觀察不同節氣日影的變化，並進行曆法的探討。

〔研究五〕對1997年3月9日「日全食」嘉義地區所能見到最大食分百分之五十的日偏食現象，做實際觀測性研究。

〔研究六〕以電腦程式作輔助研究，並作觀測記錄結果的印證。

向本校星象廳解說員請益，以其自寫的電腦程式，提供的詳細資料繪製由民國八十五年三月十一日至民國八十六年三月十日間的下列兩種座標系統的太陽、月亮路徑圖：

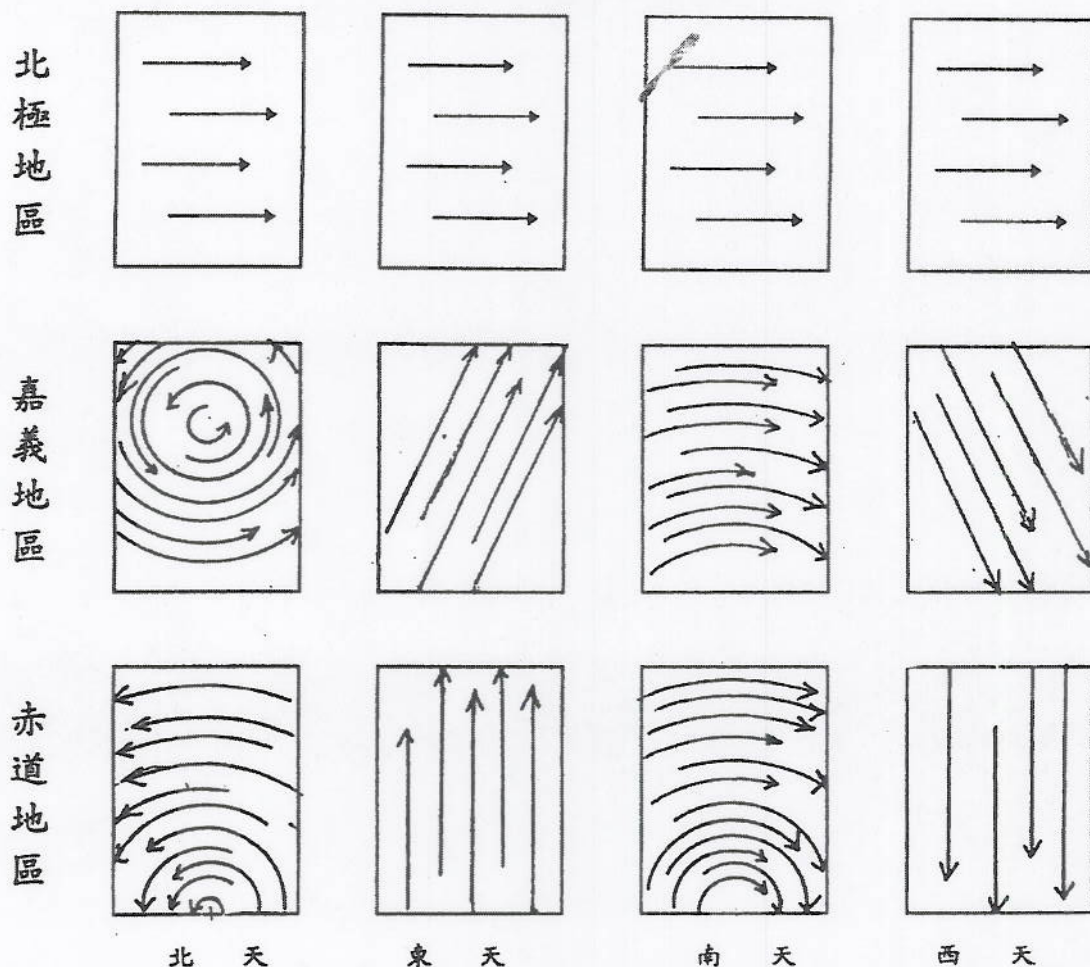
1. 赤道天球座標系統太陽、月亮路徑圖。
2. 黃道天球座標系統太陽、月亮路徑圖。
3. 地平座標系統月亮望日之夜的每時位置圖。
4. 地平座標系統太陽24節氣白晝每時位置圖。

## 五、研究結果

(1) 星星的方面：

1. 從野外觀察星星的東昇西落，配合星象儀的特殊功能，我們充分了解「星星的運動方向」按我們所在的緯度有密切關連。我們按北極、北緯23度半嘉義、赤道模擬繪出各地的〔日週運動星跡圖〕。

(圖五) 日周運動星跡圖



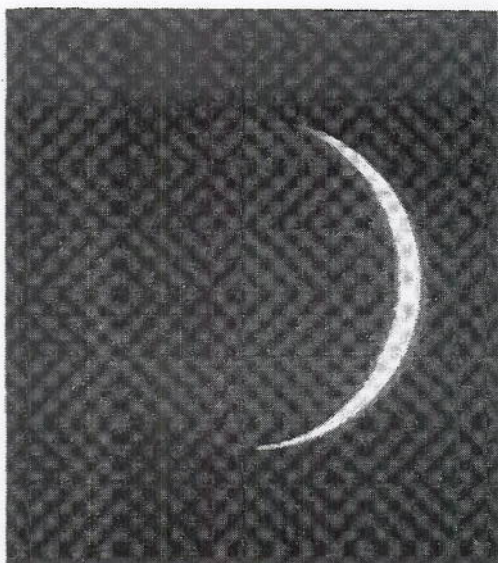
2. 在25,800年的〔歲差運動〕週期中，織女星是最明亮的一顆「北極星」，在西元13,737年將最接近北天極軸中心。

(2)月亮的方面：

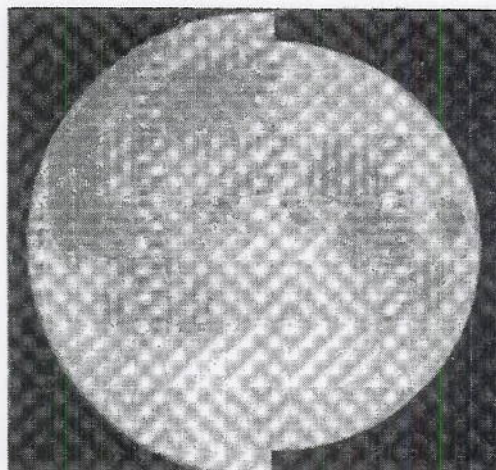
1. 月亮的月相變化按月齡成有規律的月相變化。
2. 「地球照」在農曆初三最明顯，在太陽未沉入地平線下18度天空未完全漆黑前才能看到，如〔圖六〕。
3. 月面的大小與其距離地球的遠近有關，在我們各人歷次所拍的〔月面照片〕中比對下有明顯不同，詳見〔圖七〕。
4. 月亮在冬天的高度角比夏天的高度角高。



(圖六) 地球照



(圖七) 月面的直徑大小取決於距離地球的遠近，下圖是我們拍的兩張照片作切割比對。



(3)太陽的方面：

1. 太陽以365. 2421903天為一回歸年，我們觀測日影有明顯規律變化。「冬至日最長，夏至日最短，春分秋分均等。」這個原則在台灣只適合北回歸線（嘉義水上）以北。
2. 太陽並非在每天中午位於正南方，將24節氣日的中午太陽位置以地平座標點在同一紙上，可明顯看出一個「8」字。
3. 目前國際通用的曆法是太陽曆，我國自古以來一直是採「陰陽合曆」。雖明定陽曆為「國曆」，但春節農曆我們都放假，所以可以說我國仍默許「陰陽合曆」的存在。
4. 公曆的規律性人類可以安心的使用3, 204年才會產生一天的誤差。但最令人詬病的是每月不等長，年以上只有「世紀」，而世紀本身只是十進位數學下的整數，並沒有任何天文意義。
5. 1997年3月9日在嘉義市看到的日偏食現象實結果：  
〔初虧時間〕為上午7時22分10秒、  
〔食甚時間〕為上午8時19分27秒、  
〔復圓時間〕為上午9時22分45秒。

## 六、討 論

(1)星星的方面：

1. 我們多次赴玉山拍攝〔日週運動〕，但均因東、西、南方的地平線上常有積層雲籠罩著，因此，只有成功的拍到北天和天頂的日週運動星跡照片。



2. 我們想到要利用星象儀能投影星象的效果進行拍攝模擬的星空照片，星象儀的特殊的功能是能演示不同年代和北半球任何地方的照片，對我們了解星球的運動極有助益。但由於拍攝時需在星象儀之前，且我們的照相機腳架太低，照相時需提高仰角度。因此，拍出來的照片稍與實際的星空有點變形。
3. 我們利用《SKYGLOBE》努力搜尋的結果，在整個歲差25,800年的最明亮的「北極星」當然是天琴座中的「織女星」，是天上第四亮恒星。她將在西元13,737年最靠近北天極軸中心有4度46分之差距，一般書上只說一萬兩千年後。

〔圖八〕在差運動的週期中，以織女星為最亮的北極星，西元13,737年將最接近北天極軸中心。



(2)月亮的方面：

1. 我們拍的月亮照片多達六卷，整個月齡各天快齊全了，農曆初一的月亮，因月亮與太陽太接近了，實在無法拍攝到。
2. 我們在拍攝眉月的月相照片，有十幾次看到「地球照」的天文現象，這是因為地球的反射光照在月亮黑暗的部份，但天文書籍只註明其道理，均未提及要在太陽沉入地平線下18度天空完全漆黑前才容易觀察到，鉤月時亦可見到一點點地球照的景像。
3. 我們拍的月面照片中，月面的直徑大小明顯不同。我們整理所拍的所有的滿月照片中，以85年8月28日所拍的月面最大，當天月球距離地球359,267。



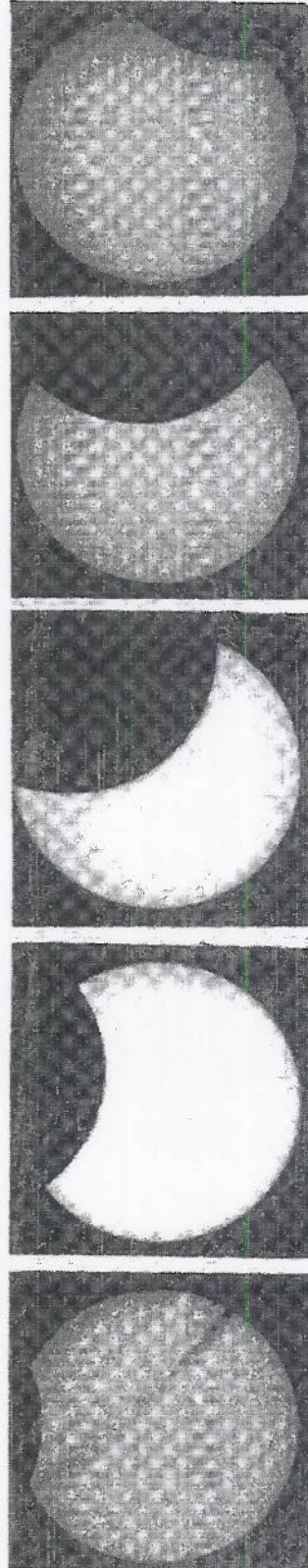
54503公里；以86年2月22日所拍的月面最小，當天月球距離地球有406,232.59595公里。月亮的距地遠近決定了我們所看到的月面大小。

4. 我們繪製由85年3月11日至86年3月10日的〔月亮路徑圖〕，有黃道座標和赤道座標兩種。以了解月亮在天球上的徑路，這就是所謂的「白道」。之所以選定上述日期，是要跨越今年3月9日的日食，比較有天文意義。
5. 我們利用《BLUESKY》上點出一年的每逢望日的夜間18:00至次日06:00每小時整點的月亮地平座標位置圖共12張，很容易了解月亮的高度角，在冬夜遠比夏夜高出許多。
6. 今年的3月9日發生了「日全食」天文現象，當天月球距地358,591.5722公里，月亮的視直徑大於太陽的視直徑，故發生的日食是「日全食」，台灣地區在半影地區，故僅能看到「日偏食」的天文奇景。相反的，假如月亮的視直徑是小於太陽的視直徑，若發生日食那將是另外一類的日食——「日環食」。

### (3)太陽的方面：

1. 我們最先自製了兩個日影觀測器，那是依江蘇省天文學會秘書長嚴家榮的原著製作的。由冬至日開始每逢假日在家觀測日影，原以為〔點日影〕很簡單，第二天就發覺問題很大，要長期觀測就要考慮觀測器的穩固性，另外還得考慮水平、磁針方位不受周遭建物的鋼筋影響。於是我們立刻再自製兩個比較牢固但較簡單實用的觀測器，採竿長10公分，其中一個加裝水準儀。實際的觀測過程中，最令人氣餒的是整個寒假天氣陰沉沉的，太陽老是不露臉。因此，我們只有17天的觀測記錄，但初步已可看出太陽的動向和季節關係。
2. 我們為了解太陽在天球座標上路徑，我們繪製

(圖九) 日食照片





一年的太陽路徑圖，其日期與(2)項相同。亦分黃道、赤道兩種座標系統。

3. 我們用地平座標系統，使用《BLUESKY》繪製太陽一年每逢24節氣的高度角，這樣十分容易了解太陽的路徑。
4. 我國自古以來的曆法是採「陰陽合曆」，在我們繪製的黃道座標系統太陽路徑圖，每15度為一節氣。節氣是根據太陽，屬陽曆的部份，一般人以為農曆是陰曆，事實不然，中國農曆一直是陰陽合曆的型態。我國民初改採現在世界通用的公曆——格里曆。民國18年政府曾明令禁止舊曆，政令效果不彰久而久之任其自然，數千年的習慣難改。因此我國人民一年過兩個元旦，假日比別國多。
5. 格里曆每年365天，每四年置閏，二月加一天為29天，當年為366天。又每逢100年能整除的那年不置閏，但能被400整除的那年為置閏。按太陽回歸年為365.2421903天來計算，現行的公曆可使用3,204年才會有一天的誤差。其最令人詬病的要算每月日期不等長，且排列不規則性。二月份28或29天，而七、八月連續兩個月為31天。
6. 時間是的制定是完全根據天文而來，生活上的時間單位一般來講實際使用的是年、月、日、時、分、秒。年以上為「世紀」，並沒有任何天文意義，只是十進位數學下的百位數整點年。  
我國宋朝邵康節《皇極經世》中有年以上的曆法單位。「邵子以十二時為一日，三十日為一月，十二月為一歲，三十歲為一世，十二世為一運，三十運為一會，十二會為一元。其法以三十、十二迭相總率其數，則本先天加一倍……」。  
年以上有世、運、會、元。一元計129,600年，本先天加一倍259,200年，約為歲差週期的十倍。
7. 台灣寶島為北回歸線所橫切通過，自然科學有關太陽的部份有待注意，因「夏至日影最短，冬至日影最長。」的天文常識說法，已不適用北回歸線以南地區。
8. 我們對1997年3月9日發生的「日全食」嘉義地區東經120° 27' 北緯23° 29' 海拔30m，能看到的日偏食現象。我們採天文攝影取得真實食象變化照片作研究。日食接近尾聲時，我們的濾鏡燒裂了，所以拍出的最後幾張照片，有黑線及剝裂痕跡。



## 七、結 論

- (1) 織女星會是一個最明亮的「北極星」，將在西元13,737年將最接近北天極軸中心，有 $4^{\circ} 46'$ 的差距。
- (2) 「地球照」是朔日前後在太陽未沉入地平線下18度前才可看到的一個天文現象，以眉月時為最明顯。
- (3) 「北回歸線」通過台灣嘉義，天文教材在「太陽」方面有必要強調註明一番，否則北回歸線以南的人一年有兩次「日正當中」的天文現象會產生疑惑。
- (4) 嘉義市1997年3月9日「日全食」的偏食現象，實測結果確為初虧時間上午7時22分10秒，食甚時間上午8時19分27秒，復圓時間9時22分45秒。這是一個前後共歷時兩個鐘頭又35秒的日偏食天文奇觀。

## 八、參考資料

- (1) 《天文年鑑1996》、《天文年鑑1997》台北市立天文科學教育館出版。
- (2) 《日月行星地心位置》（電腦程式）陝西天文台劉次沅博士原著，嘉義市天文協會陳俊榕改編。
- (3) 《SKYGLOBE》（電腦程式）BY KLASSM SOFFWAVE。
- (4) 《BLUESKY》（電腦程式）BY ICHROH SASAKI。
- (5) 《大不列顛百科全書》丹青圖書有限公司。
- (6) 《皇極經世》宋·邵康節。
- (7) 《有趣的天文教室—春夏秋冬的星空觀察》彭達雄譯大眾書局。

## 評 語

本作品對於星星、月亮、太陽三個最明顯天體的運動和變化都有觀測和探討，甚能引發參與學童的興趣，但以後針對特定的主題深入發揮將有更佳的效果。