

# 「光環與焦點」太陽位置觀測儀

## 國小組教師組地球科學第二名

台北市蓬萊國民小學

作者：吳桐沛、楊文政

### 一、研究動機：

時代日新月異，科學教育的推動，有效的造就人才，促進科學的研究與發展，是今日教育的重點之一。

設計有效的科學教具，藉這簡單儀器的觀測，有助於概念的說明，各種現象的解釋，更重要的是使學生實際觀測，加深觀念與徹底的理解，有興趣於觀察自然現象的奇觀，探求宇宙的奧秘。祇有經由觀測所得，始能成爲真正本身的知識。

去年曾經設計製作「多功用日晷儀」利用日影觀測，對教學上的效益匪淺。因此，今年繼續研究，配合國民小學社會科第八冊六年級下學期第一單元“地球的運動和季節的發生”及自然科第七冊六年級上學期第八單元“地球的自轉”、第九單元“地球的公轉和四季”，著手設計構想創新，富有啟發性，使學生更容易了解有效的科學教具——“光環與焦點”太陽位置觀測儀。

如何從基本觀念上逐一理解，進而探討科學的本質，化抽象的觀念爲具體的產物，就是學習自然學科的目的，亦正是設計製作本觀測儀的動機。

### 二、研究目的：

(一)配合國民小學社會科第八冊第一單元：“地球的運動和季節的發生”、國民小學自然科第七冊第八單元：“地球的自轉”及第九單元：“地球的公轉和四季”。

設計創新，實用有效的科學儀器，提高學習效果。

(二)本儀器能使學生更具體而清楚的了解：

- 1 太陽移動的軌跡。
- 2 日出、日沒的位置及方位角。
- 3 冬至、春分、秋分、夏至日時中天位置和高度的變化。

3. 作為科學教具，配合實際觀測，加深觀念與徹底理解，提高教學效果。

### 三、研究設備器材：

凸透鏡、銅板條、活動透鏡套、鋼管大號口徑 1 公分、中號口徑 0.5 公分、小號口徑 0.4 公分、壓克力板長寬各 55 公分、透明半球直徑 38 公分 1 個、螺絲、量角器、谷形量高器等。

### 四、研究過程：

研究 1：設計製作“光環與焦點”太陽位置觀測儀。

1. 準備材料：壓克力板一塊（長 55 公分×寬 55 公分）、凸透鏡、鏡套、指北針、水平儀、透明半球、螺絲、量角器、谷形量高器。

2. 應用原理：

(1) 透明半球當做假想天球。

(2) 平面觀測板為地平線，圓心為觀測者的位置。

(3) 半球上方銅板條附著可移動的太陽觀測器，利用“光環與焦點”對合就是表示當時太陽在天球上的正確位置。

3. 製作方法：

(1) 使用壓克力製作半球形狀（直徑 38 公分）。

(2) 製作平面觀測台，刻畫和半球同大的圓形溝。

(3) 裝置指北針，及繪出東、西、南、北方位線。

(4) 銅板條製成半圓形，中間刻溝以便裝置觀測器。

(5) 製作觀測器。

(6) 製作谷形量高器、量角器。

(7) “光環與焦點”太陽位置觀測儀。

研究：觀測太陽一天的移動位置。

1. 使用儀器——“光環與焦點”太陽位置觀測儀。

2. 操作方法：

(1) 觀測儀對準北方，平面觀測台保持水平。

(2) 將觀測器對準太陽方向，使“光環與焦點”相疊，表示當時太陽在天球上的正確位置。

(3)焦點位置上標記，旁邊註上時間。

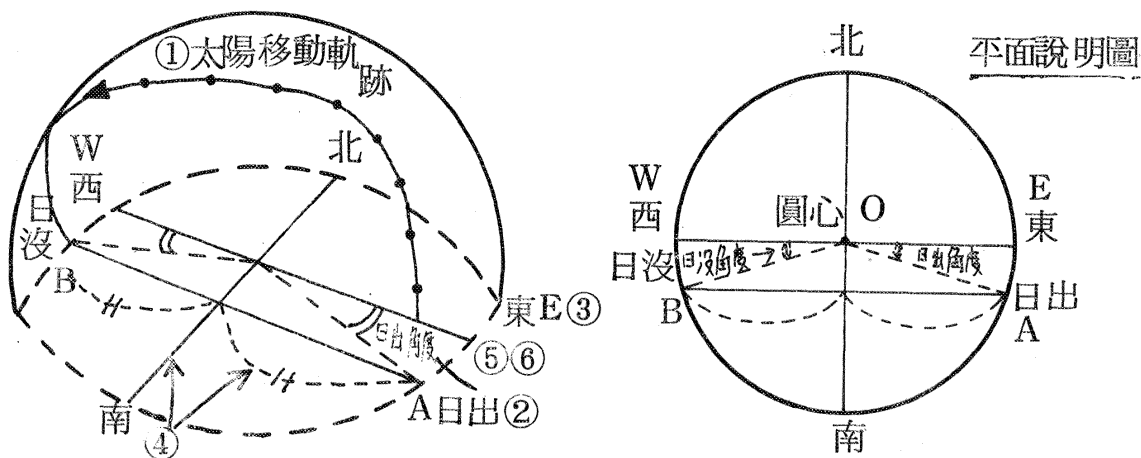
### 3. 記錄方法：

(1)每隔一小時在半球儀上，“光環與焦點”相疊處做上記號，並在旁邊註上時間。

(2)一天終了，觀測結束，將半球儀上的記號用平滑的曲線連接起來，這便是太陽一天的移動位置。

### 4. 製圖整理觀測結果：

從下圖可知：太陽一天的移動位置，由此曲線一目了然。



此曲線中央高，顯示了一天之內太陽高度變化。

太陽剛從東方升起時，高度很低；隨著向中午接近，太陽逐漸向天空升高；下午向西方高漸低。

### 5. 探討問題：

正午時，此曲線最高處的時刻並非正午十二時，太陽的高度當太陽通過正南時（稱為太陽中天），位置最高。

正午時太陽不是處在中天，有兩個原因：

(1)各地所處地理位置不同：國際上通用的時間以英國格林威治時間作標準，把整個地球按東西方向劃分成十二個時區，在同一時區內採用統一的時間標準，但太陽的高度不能在同一時區內統一起來。

(2)太陽在一年裏繞着整個天球旋轉一圈，黃道和天球赤道並不重合。

我們日常在使用的「時」，不是採用太陽中天時定為正午

的視太陽時，而是採用以平均太陽時（假想天體處於中天時爲正午）。

研究：觀測太陽日出、日沒的位置和方位角。

1. 使用儀器——“光環與焦點”太陽位置觀測儀。

2. 操作方法：（同研究 觀測太陽一天的移動位置）。

3. 記錄方法：

(1) 將半球儀上的記號用平滑的曲線連接起來。

(2) 把此曲線延長到圓內紙的交點處（如附圖），就是日出、日沒的位置。

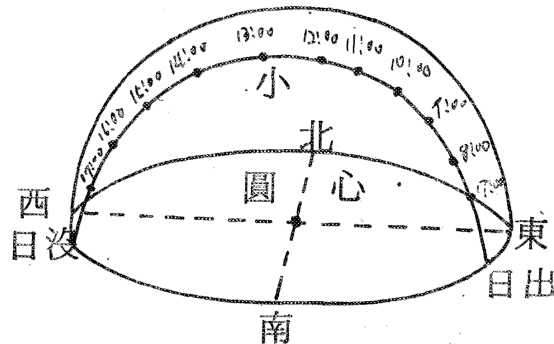
(3) 方位角：

A. 圓內紙上的日出、日沒的兩點間，畫一直線。

B. 再畫一條與日出、日沒線平行通過圓心的直線，就是東、西方位。

C. 再畫一條垂直二等分的線，就能決定南、北方位。

4. 製圖整理觀測結果：



說明：(1) 太陽移動軌跡。

(2) A（日出）、B（日沒）兩點之間，畫一直線。

(3) 通過圓心（O）和 A、B 線畫一條平行線，成東（E）、西（W）（則東、西方位）。

(4)再畫一條垂直二等分線則南、北方位。

(5)圓內紙上的圓心( O )、東( E )、西( W )，可找出日出方位角。 $\angle E.O.A.$

(6)使用量角器測出角度。

記錄：日出方位(東 $26.5^\circ$ 南)或(東偏南 $26.5^\circ$ )

日沒方位(西 $26.5^\circ$ 南)或(西偏南 $26.5^\circ$ )

觀測結果：

(1)使用本儀器觀測太陽日出、日沒的位置和方位角，由上圖的記錄就能清楚的看出。

(2)如繼續觀測，可發現日出和日沒的位置時時刻刻都在改變，太陽的方位角，一年四季中是不同的(方位最偏北的那天是夏至，最偏南的是冬至)。

研究四：冬至、春分、秋分、夏至日時，中天位置和高度之變化情形。

1. 使用儀器——“光環與焦點”太陽位置觀測儀。

2. 操作方法：

(1)先定平、定方向(向北)。

(2)觀測太陽中天時的位置(當太陽移到半球儀上正南或正北線上的位置)。

(3)半球儀上取南→天頂→北連接線。此線與太陽一天移動曲線的交點，就是中天時的位置，加以標記。

(4)太陽中天時的高度(當太陽通過半球儀上南→天頂→北連接線時的標記，使用谷形量高器測出高度)。

3. 記錄方法：

(1)冬至(12月22日)、春分(3月20日)、秋分(9月23日)、夏至(6月21日)，當天太陽通過中天時的位置，加以標記，並註上時間。

(2)中天時的高度(如下附圖1)：太陽(P)和圓心(O)的連接線和南(S)和圓心(O)的直線所形成的角，使用“谷形量高器”就可測出中天高度 $=\angle POS$ 。

#### 4. 製圖整理觀測結果：

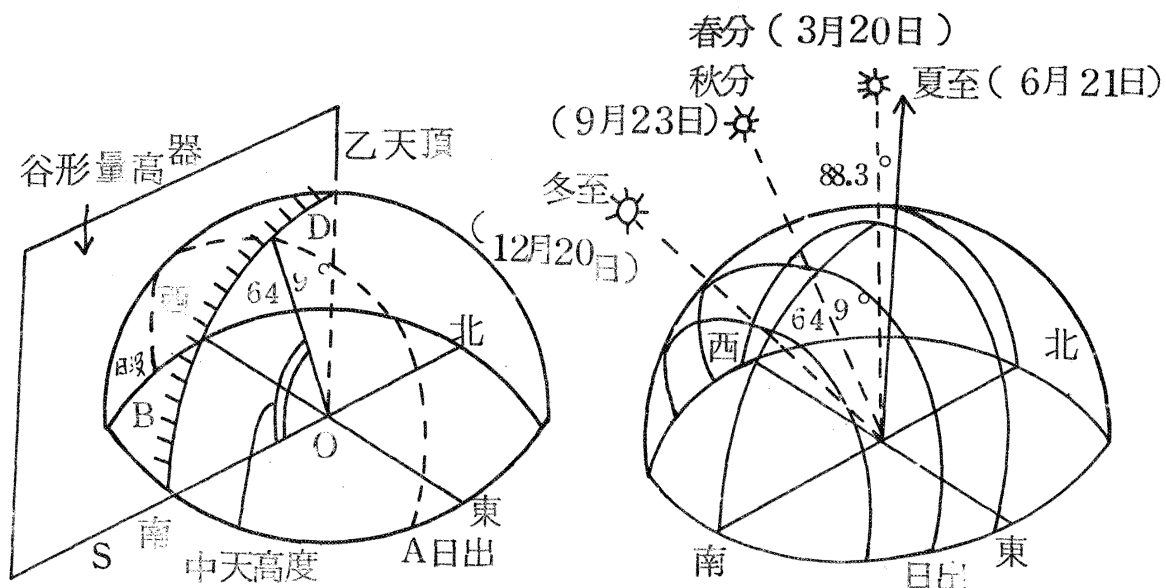


圖 1 太陽中天位置及高度

圖 2 冬至、春分、秋分、夏至四季太陽中天高度

根據上圖觀測結果：

- (1) 太陽中天位置：半球儀上南天頂北的連接線和太陽移動一天的曲線的交點。
- (2) 太陽中天高度：太陽和圓心的連接線，南和圓心連接直線所形成的角。
- (3) 中天高度的年間變化：一年中，太陽中天高度夏高冬低。
- (4) 從這一次春分日到下一次春分日的時間間隔叫做回歸年，就是四季變化的週期。

#### 5. 探討問題：

根據觀測結果加以證實：

- (1) 觀測值冬至中天高度 41.5 度，到夏至 88.3 度，其平均每日升高約 0.25 度，大約 4 日升高 1 度。
- (2) 由上項觀測值可推算四季中天高度如下的公式：  
春分、秋分的中天高度  $\pm 23.4$  度可以求出。  
春分、秋分的中天高度 =  $90^\circ - \text{緯度}$ 。

$$\text{夏至日} = (90^\circ - \text{緯度}) + 23.4^\circ$$

$$\text{冬至日} = (90^\circ - \text{緯度}) - 23.4^\circ$$

#### 五、綜合結論：

本儀器「光環與焦點」太陽位置觀測儀之特點，歸納如下：

- (一)本儀器是經過實驗研究的成果，首創最精確的“光環與焦點”太陽位置觀測儀器，完全自行設計，構想新穎，操作簡單，製作容易而且費用不高。
- (二)本儀器能觀測：(1)太陽移動的軌跡。(2)日出、日沒的位置、方位角。(3)冬至、春分、秋分、夏至日時的中天位置和高度的變化等。  
其觀測結果記錄在半球儀上，具體而清楚。
- (三)觀測方法簡單，陽光通過觀測器在半球上顯示出“光環與焦點”重疊的現象，此時即標示出太陽最精確的位置。
- (四)觀測結果，根據觀測值來作繪圖說明，有助於概念的建立，各種現象的解釋及獲得完整深入的了解。
- (五)可配合自然科單元教材作為科學教具之用，使教學步向重視觀測實驗，提高學生學習興趣，培養學生熱愛科學，推動天體觀測活動，極有裨益，同時也是學生們最適宜的一項課餘研究活動。

評語：配合教材製作教具值得鼓勵，特別是光環與焦點觀測器的設計頗為精巧，有改進推廣的價值。在教學及科學研習活動實際觀測中頗能引起學生的學習興趣，綱目分明，說明清楚，色澤的表現方法宜加改進。