

# 太陽黑子的研究

高中組地球科學科第一名

臺灣省立嘉義高級中學

作者：藍文隆、張智豪  
等五人

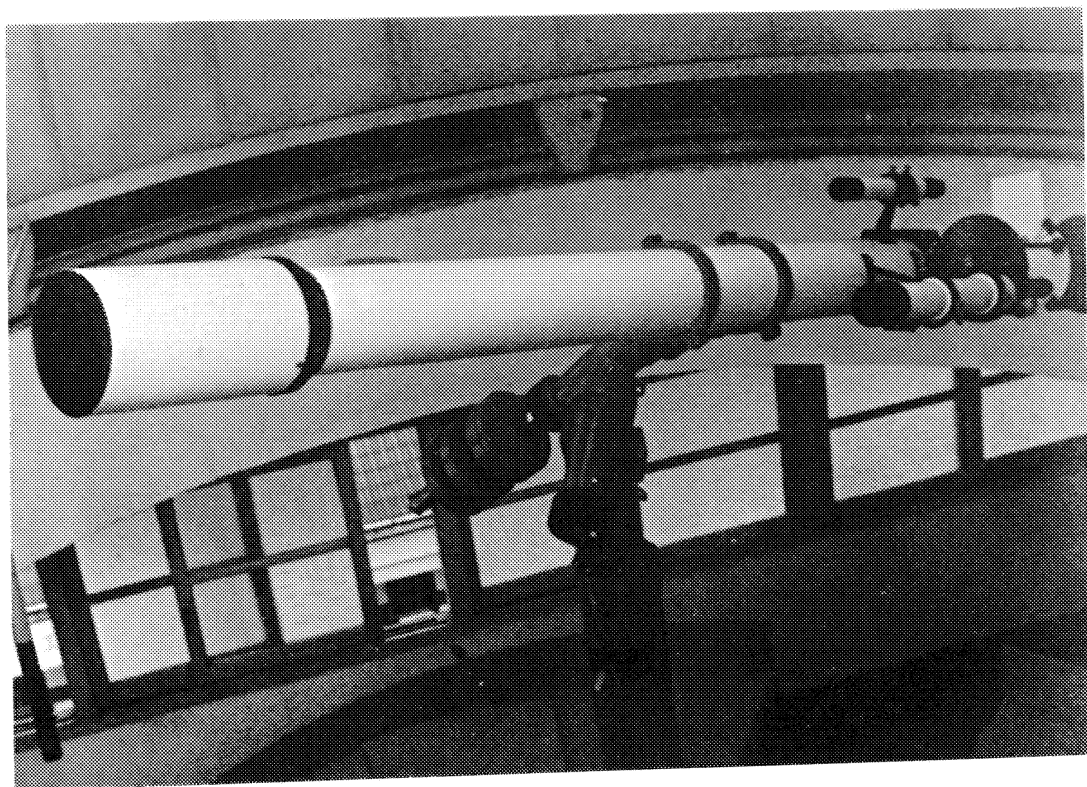
指導教師：李文堂、王煌雄

## 一、研究動機

本校擁有設備精良的天體望遠鏡及天文臺，且嘉義地區晴天日數較多，非常適合做太陽黑子的觀測。自入學後，即參加天文社，在師長指導下，有計劃的從事太陽黑子觀測活動。部份作者即將高中畢業，謹將一年多的觀測結果發表，希望學者專家指教。

## 二、研究目的

(一) 黑子活動的調查。



圖一

- (二)黑子型的研究。
- (三)黑子相對數的變化。
- (四)黑子在太陽面上出現位置的研究。
- (五)黑子的移動。

### 三、研究設備器材

- (一)本校有天文社團，參加學生以高一、高二為主。每日中午 12 點 20 分作觀測記錄，且一代一代的記錄下去。
- (二)天體望遠鏡：GQ TO 五吋折射式天體望遠鏡（ $D: 125\text{ mm}$ ， $F: 1800\text{ mm}$ ）（圖一）
- (三)太陽投影板：附屬於天體望遠鏡，可用投影法直接觀測、記錄。（圖二）
- (四)觀測用紙（ $20 \times 30\text{ cm}$ ）上有一  $10\text{ cm}$  直徑之圓，觀測年、月、日，觀測開始時刻及終了時刻，視相記錄欄。（參見圖三）

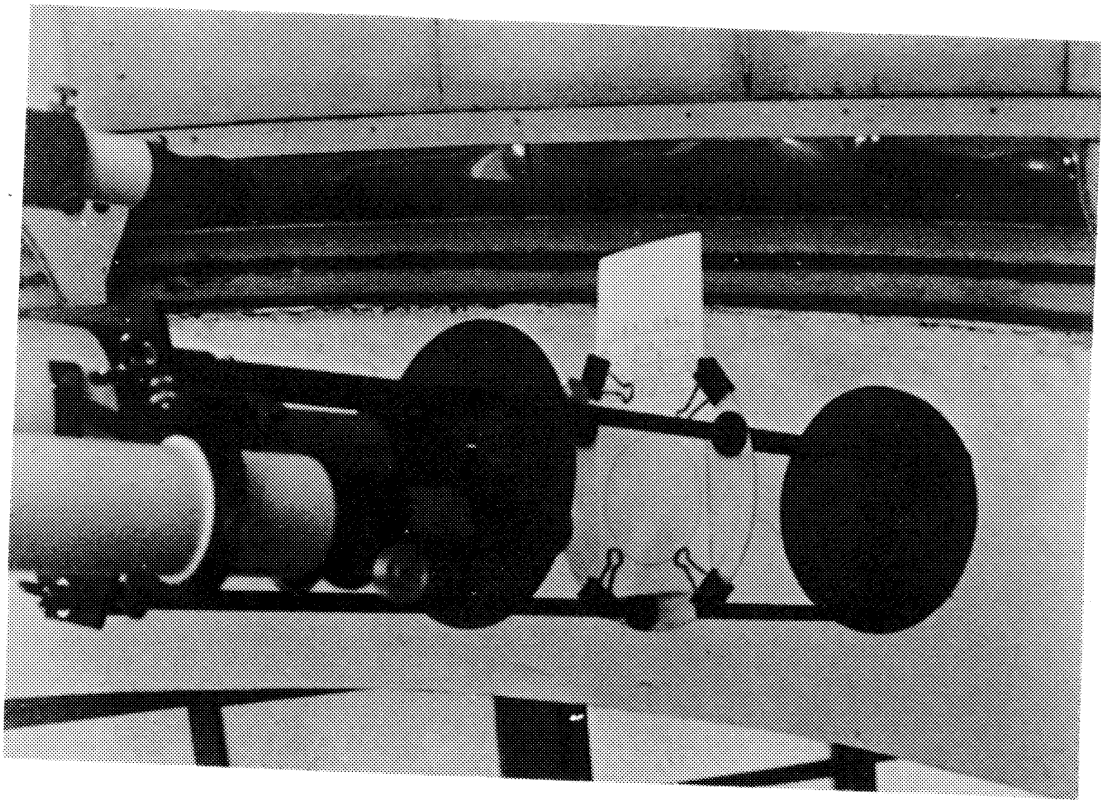


圖 二

太陽黑子記錄表

No.	73 年 1 月 27 日
觀測時刻	始 11 時 25 分
	終 12 時 10 分
視 相	1 2 3 4 (5)

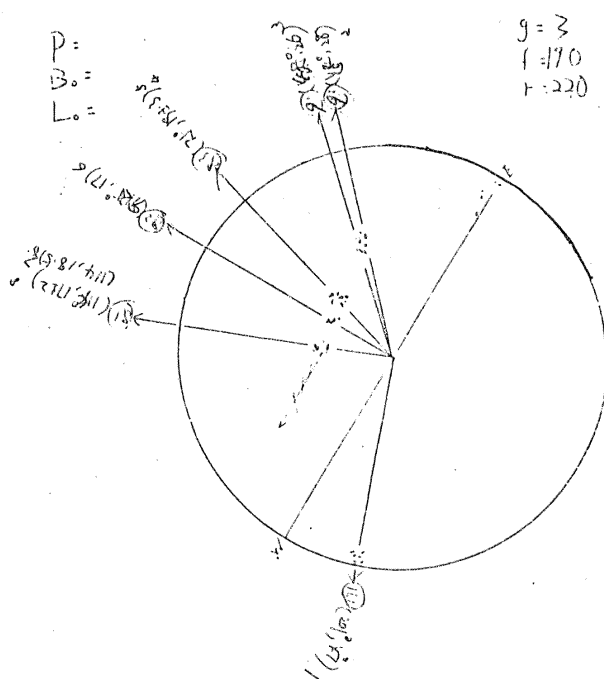


圖 三

#### 四、研究方法

- (一)利用投影法 ( HM-25 , 72 倍 ) 將太陽像投影在觀測用紙圓上，使之重合。
- (二)由於日周運動，太陽像自東向西移動，兩分鐘移動一個直徑。選取一大而明顯且不與其他黑子靠近之黑子，關追蹤儀，使此黑子在觀測紙上移動，在 10 秒內將移動位置做 X 記號，移動方向即為黑子走向。
- (三)以筆記錄黑子之位置及黑子群之形狀。
- (四)以投影法 ( HM-12.5 , 144 倍 ) 觀測並描繪黑子群之大小、個數、形狀於觀測紙上。

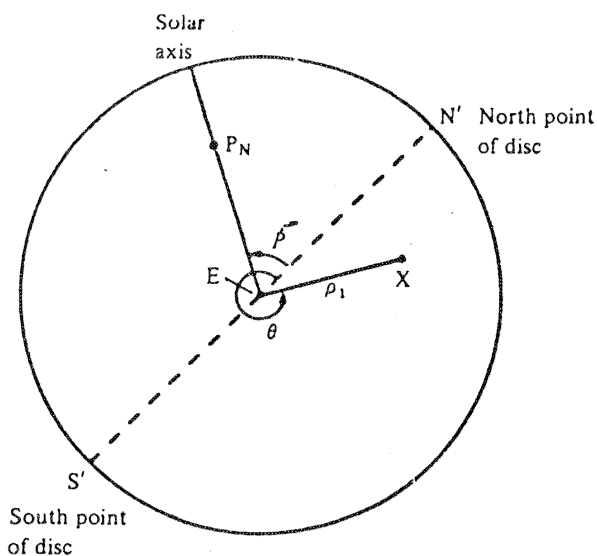
(五)以直視法 ( HM-12.5 , 144 倍 ) 加上太陽稜鏡及太陽濾光鏡以肉眼確認無誤。

## 五、實驗結果

(一)資料之處理：

在觀測太陽黑子的過程中，在資料的處理上，我們將觀測所得的黑子坐標轉換為太陽表面上的坐標，以便於我們歸納整理。

首先我們要求出觀測時地球所見太陽面中心的緯度 (  $B_0$  ) ，經度 (  $L_0$  ) 及太陽軸與南北向的交角 (  $P$  ) 。在圖四中的圓球代表太陽，它的赤道面和黃道面並不垂直，而是以  $7.25$  度與黃道相交，同時太陽在赤道上也以  $25.38$  日



圖四

的速率自轉，其經度  $O$  點是以於 1854 年 1 月 1 日通過昇交點 (  $N$  ) 這一點為準來推算。其在太陽赤道上對昇交點的經度為  $M$ 。

$$M = 360 - \frac{360}{25.38} (JD - 2398220.0)$$

其中  $JD$  為觀測當天的儒略曆，2398220.0 則為 1854 年 1 月 1 日的儒略曆， $M$  必須化簡  $0^\circ \sim 360^\circ$  間。

再設  $\vec{C_r}$  為春分點的方向， $\lambda_0$  為地球在黃道上的經度，其值可由

$$\lambda_0 = \frac{360}{365.2422} D + \frac{360}{\pi} e \sin \left( \frac{360}{365.2422} D + \right.$$

$$\left. \varepsilon_g - \omega_g \right) + \varepsilon_g \quad \text{得到}$$

$\Omega$  爲昇交點在黃道上的經度，變化相當少，可由下式得到：

再由以上的數據，我們就可以計算  $L$ 。

若  $2n\pi + \frac{\pi}{2} \leq (\lambda_0 - \Omega) \leq 2n\pi + \frac{3\pi}{2}$ ,  $n \in \mathbb{Z} \Rightarrow$  所得之  $L_0$

$$B_0 = \sin^{-1} [ \sin ( \Omega - \lambda_0 ) \cdot \sin I ]$$

( $\varepsilon$  爲地球赤道與黃道面的交角,  $\varepsilon = 23.422^\circ$  爲常數)

圖五

間的弧度  $\rho$  。

$$\rho_1 = \tan^{-1} \left( \frac{\ell}{d} \tan S \right)$$

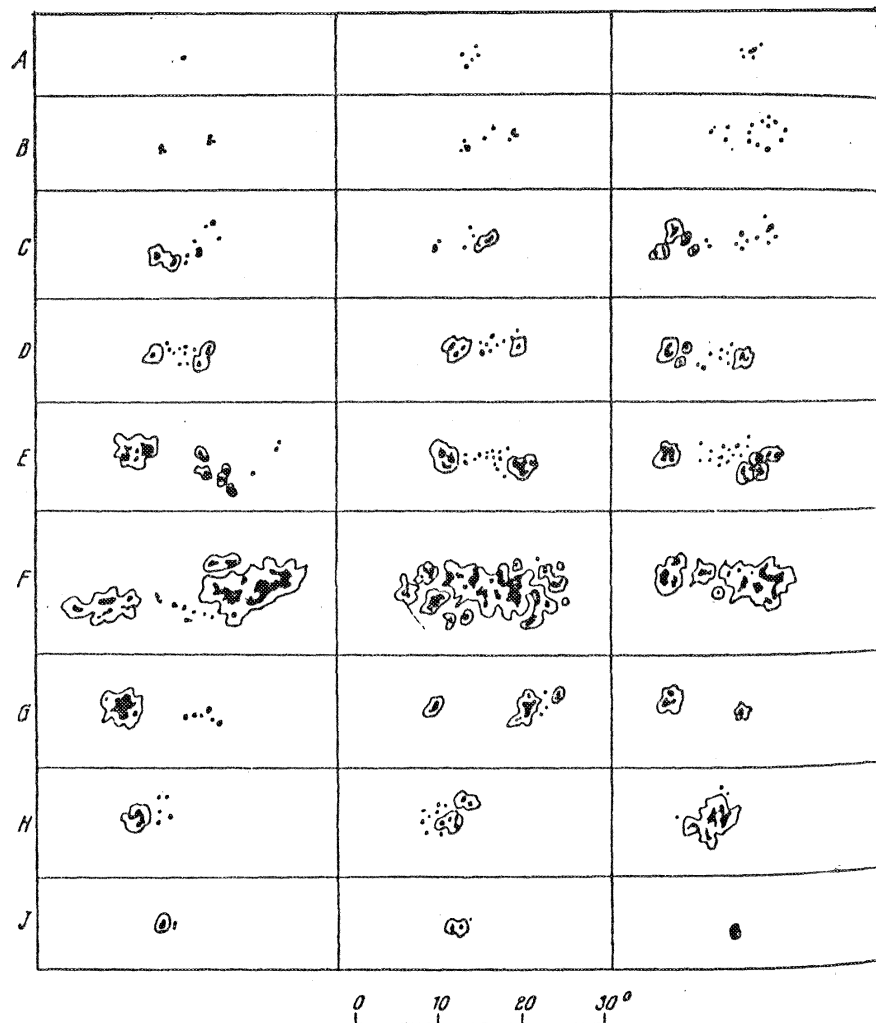
$d$  爲觀測紙上投影面的半徑 ( 50 mm ) ,  $S$  爲太陽的視半徑 =  $15'54''$  。

$$\rho = \sin^{-1} \left( \frac{\sin \rho_1}{\sin S} \right) - \rho_1$$

再用下式：

$$B = \sin^{-1} [ \sin B_0 \cos \rho + \cos B_0 \sin \rho \cos (P - \theta) ]$$

$$L = \sin^{-1} \left[ \frac{\sin \rho \sin (P - \theta)}{\cos B} \right] + L_0$$



圖六

經由這些過程，也就求出了黑子的真正坐標（B，L）由於過程相當繁雜，所以在製作的過程中，我們引進了電腦來加速我們的計算，並兼儲存資料和用來計算其他的數值。

#### (二) 黑子群型的分類：

經描繪細部構造之黑子群，按圖六之蘇黎世黑子型分類圖，加以比較分類。

#### (三) 求黑子相對數：

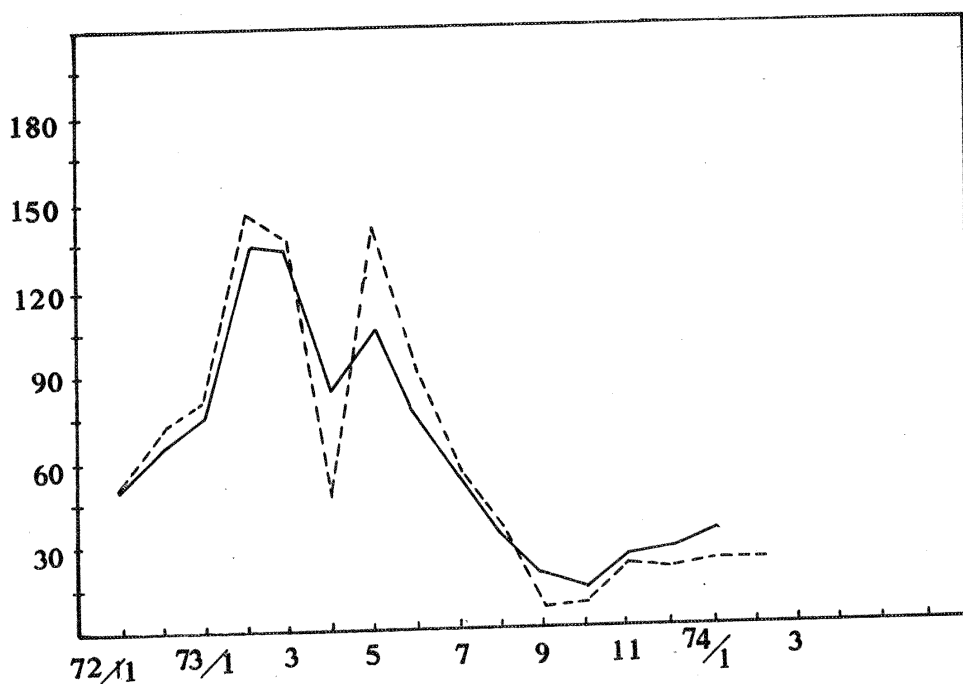
每日之觀測記錄利用瓦爾夫公式求出相對數值：

$$R = k ( 10 g + f )$$

（其中R為黑子相對數，g為黑子群數，f為黑子個數，k為係數：求值時先以1代入計算）。

## 六、討 論

(一) 觀測日數：自民國72年11月1日至74年2月23日，480日間共觀測240日（50%），沒有觀測240日（50%）。

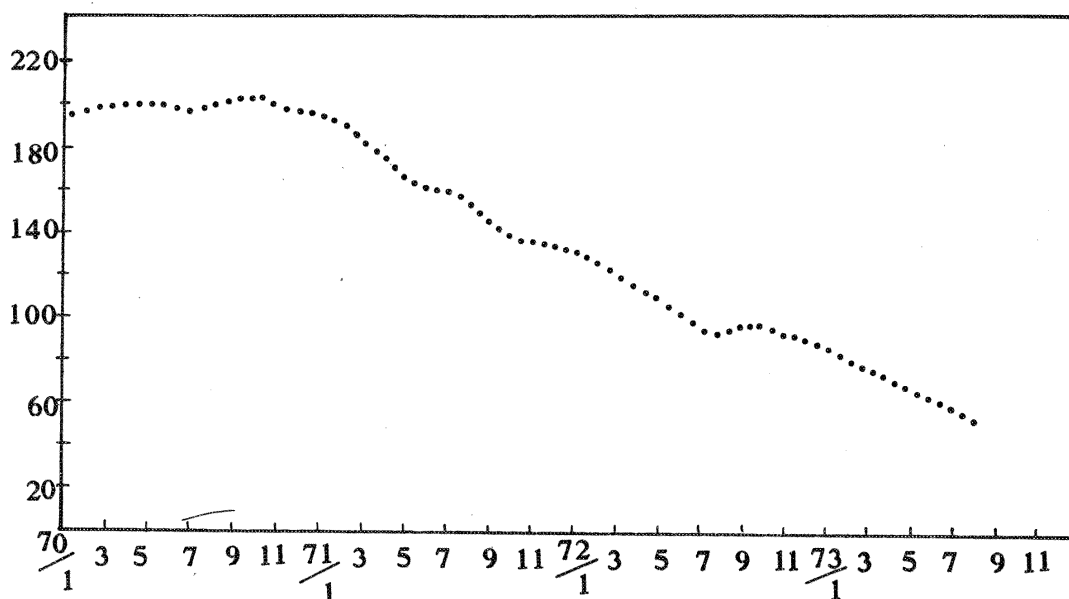


圖七

(二)黑子相對數的變化：每日之觀測結果，利用公式求出每日之相對數，每月整理求出其平均值。

1. 折綫圖：將觀測期間每月平均值的變化，以折綫表示如圖七A，由折綫圖可了解每月平均相對數彼此之變化，即當月黑子活動之多寡。

圖八



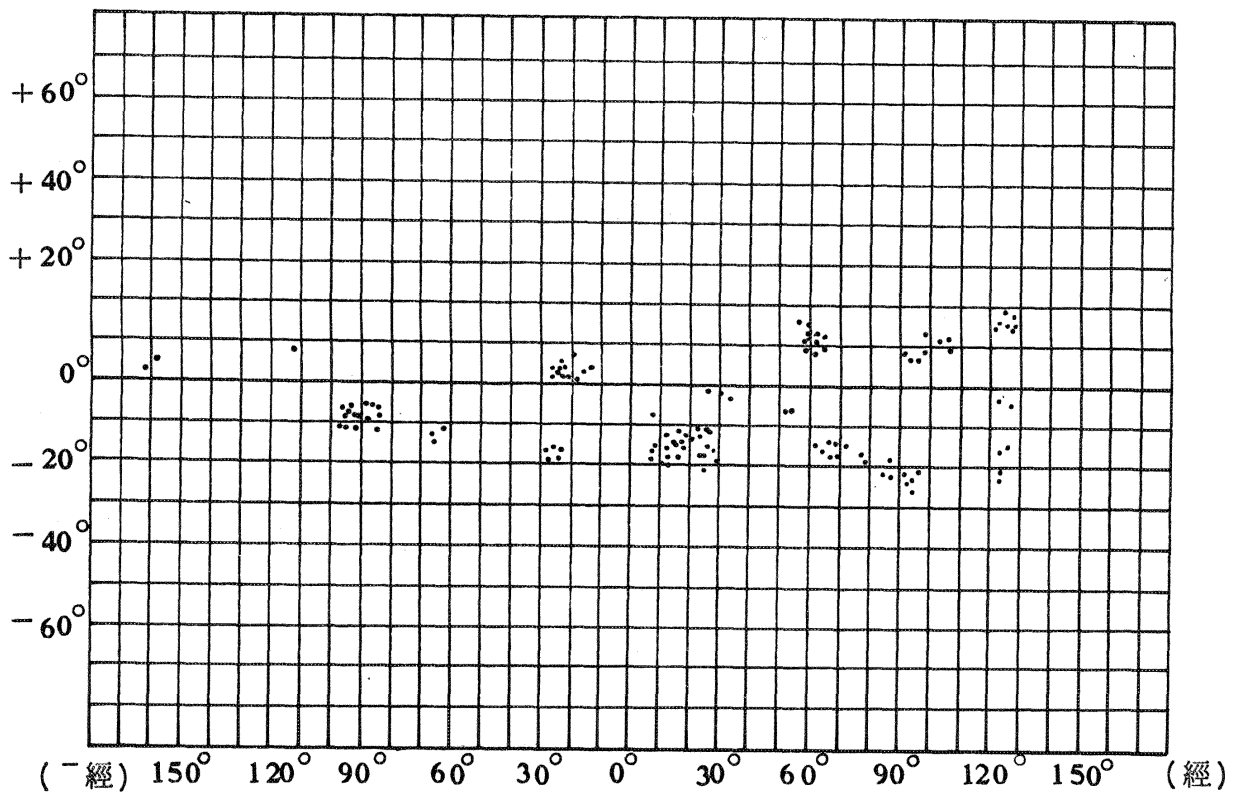
2. 平滑曲綫圖：如圖八，利用下列公式求出每月之平滑曲綫值：

$$\bar{R} = \frac{R_{-6} + R_{+6} + 2 \sum_{n=-5}^{+5} R_n}{24}$$

即該月向前推第5月至向後推第5月（共11個月）總和之兩倍，加上向前、向後推第6月，共24個月之平均值，為該月之平滑曲綫值。這一部分我們利用圓山天文台自民國70年1月至72年12月之相對數及我們觀測之報告加以綜合求值。

(三)公式之係數與觀測之正確度：黑子觀測之正確度，利用平均相對數的變化與其他天文台資料比較求出。圖七中A為本校觀測之相對數變化，B為圓山天文台之相對數變化。在求相對數時，係數k以1計算，觀測期間之月平均相對數為66.54，同期間圓山天文台為65.75，求出其比值則係數k即可修正，其係數修正後為0.988。觀測的正確度，其算法如下：





圖九

$$1 \div (k \text{ 值}) \times 100 \% = \text{觀測正確度}$$

經計算，觀測的正確度為 101.21 %。

(四)觀測到之黑子群與出現之黑子群：1 年 4 個月之觀測期間共觀測到 472 個黑子。太陽面上出現的黑子群有同一群連續出現數日後消失之情形，大型黑子群有 10 日以上連續出現之情形。例如同一黑子群在 5 日之觀測中連續出現，則出現數為 1，而觀測數則為 5，依此，觀測期間共出現黑子群 188 個。

(五)黑子群在太陽面上出現之位置：利用電腦將太陽面經緯度轉成展開圖，將所觀測之 188 個黑子群的位置印入展開圖上，圖九即為太陽面上黑子群出現的分布圖。再將出現之黑子群依照緯度，每 10 度一單位，計算各單位緯度內黑子群數，做成如圖十之條狀圖。

(六)經分型之黑子群的出現數量：黑子群共 472 個，其中 466 個依圖

六中所繪之黑子  
群型的分類表加  
以分類，總計數  
量列表如表一所  
示。

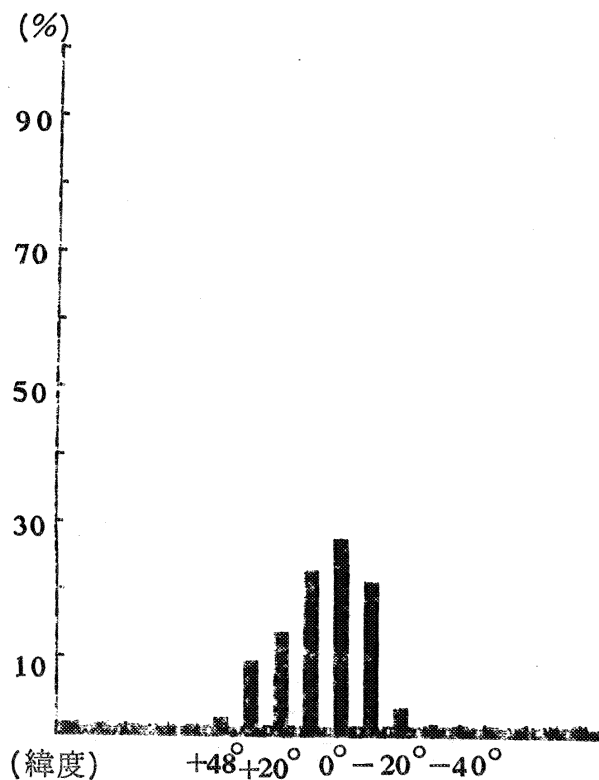
(七)黑子群移動的規律性：

1. 黑子群移動的方向：取連續數日間可觀測到之同一黑子群 6 個，將其觀測到之位置，依順序在同一張觀測紙之太陽面上標示出來如圖十一。

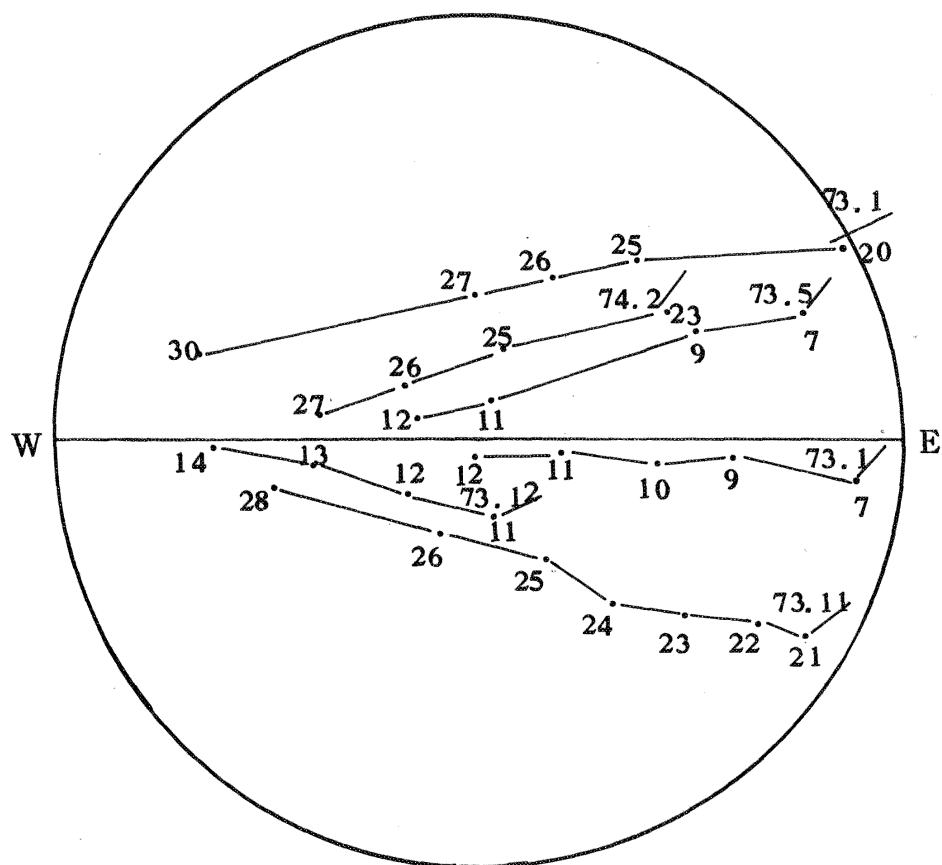
0 / 80	0	0
80 / 70	0	0
70 / 60	0	0
60 / 50	3	4.86223663E-03
50 / 40	0	0
40 / 30	8	.0129659643
30 / 20	76	.123176661
20 / 10	111	.179902755
10 / 0	185	.299837925
0 / -10	222	.359805511
-10 / -20	172	.278768233
-20 / -30	22	.0356564019
-30 / -40	1	1.62074554E-03
-40 / -50	2	3.24149109E-03
-50 / -60	0	0
-60 / -70	0	0
-70 / -80	0	0
-80 / -90	0	0

A	69	F	15
B	83	G	13
C	81	H	40
D	64	J	74
E	27		

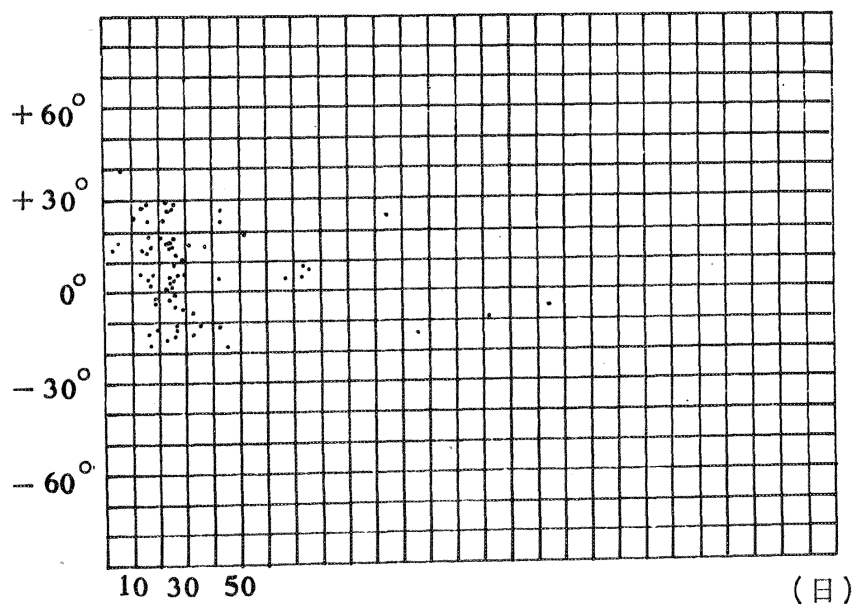
(表一)



圖十



圖十一



圖十二

2. 黑子群在太陽面上的自轉周期：將觀測期間，每一黑子群的自轉周期，利用下式求出：

$$V = [ \cos^{-1} ( \sin B_1 \sin B_2 + \cos B_1 \cos B_2 \cos (L_2 - L_1) ) ] \div \Delta t$$
$$C = \cos^{-1} [ \sin B_1 \sin B_2 + \cos B_1 \cos B_2 \cos (L_2 - L_1) ]$$

其中C爲某兩觀測日黑子位置間之弧度， $B_1$ 及 $B_2$ 爲此兩日之日面緯度， $L_1$ ， $L_2$ 爲經度， $\Delta t$ 爲日數差額，利用電腦將觀測結果繪出可得圖十二。

## 七、結 論

- (一)觀測的正確度：每月相對數值與圓山天文台之相對數值雖不同，但變化情形大致相同，瓦爾夫係數0.988，正確度101.21%，其原因主要因爲嘉義地區視相較好，在缺少雲層影響之狀況下，可以將大黑子之細部描繪相當清晰、完整，甚至相當小之黑子都可以觀測到，相對數值自然提高，正確度亦不較圓山遜色。
- (二)黑子的活動：由圖七中每月相對數之起伏變化，可知每月黑子活動互異，而在73年9、10兩月間共31日全無黑子出現，使相對數達最低；而由圖八中可以明顯看出黑子的活動，已經日趨減緩，應該朝活動最低潮接近。而是否在73年9、10兩月附近或最近達到活動最低潮，由目前之記錄資料仍無法判斷出來，需繼續記錄，直到平滑曲線出現明顯回昇，才能確定何時爲活動最低潮。
- (三)黑子出現的位置：由圖十看出黑子在太陽面上出現之範圍主要在緯度 $+30^\circ$ 到 $-30^\circ$ 之間，其中又以 $+20^\circ$ 到 $-20^\circ$ 範圍內，出現特別多，而在 $+40^\circ$ 以上及 $-40^\circ$ 以下，黑子出現機率相當小。
- (四)黑子的型：在觀測到之472個黑子群，共有466個黑子群，經過分類圖比較，B、C、J型之黑子出現較多，E、F、G型之黑子出現較少。

- (五)黑子的移動：黑子在太陽面上由東向西移動，並且由較高緯度向赤道移動，黑子的自轉周期約在 18 日至 30 日之間。
- (六)未來發展方向：太陽黑子的觀測，使吾人對黑子的基本性質有所認識，爲了研究太陽及黑子對地球的影響，與黑子的成因，吾人希望繼續改進此實驗，並增加內容，朝下列方向努力。
1. 繼續此實驗之觀測，研究黑子在 11 年及 22 年周期之各項資料及變化。
  2. 尋求日冕與黑子活動的關係。（須購置日冕儀）。
  3. 以日溫輻射計記錄日溫輻射之變化，研究黑子與日溫輻射之影響。
  4. 目前國內從事太陽黑子研究僅四個單位，且僅爲黑子之記錄，除電研所另有電波觀測之研究外，已無其他單位進行研究，盼有關單位儘速成立太陽研究中心，除進行黑子研究之外，更進一步研究太陽之各種性質、現象，俾使太陽研究紮根。

## 八、參考資料

- (一)天文知識叢書(三) 王石安著 臺灣中華書局六十一年版。
- (二)天文學 厲保羅譯 復漢出版社。
- (三)行星、恒星、星河宇宙 唐山譯 臺灣開明書店六十八年版。
- (四)天文世界 唐力行譯 幼獅書店六十三年版。
- (五)中山自然科學大辭典(三)天文學 曹謨編 臺灣商務印書館六十四年版。
- (六)怎樣觀測星星 孫一之譯著 星光出版社七十年版。
- (七)天文學講話 王維平譯述 科學圖書社六十三年版。
- (八)New Concise Atlas of the Universe, by Patrick Moore.  
Published by Mitchell Beazley Publishers Limited  
London 1977.
- (九)Sunspot, by Bray R. J and R. E. Loughed John Wiley  
and Sons, New York, 1965.

並感謝台北市立天文台研究組及清華大學天文社提供資料。

**評語：**本研究長期觀測太陽黑子之分布及數目之變化，並利用電腦程式計算，其所得結果與圓山天文台所觀測結果十分符合。本研究係由該校天文社同學自動研究，富有科學精神與毅力。