

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國小-地球科學科

科 別：地 球 科 學 科

組 別：國 小 組

作品名稱：日中有金烏 - 太陽黑子的觀測 模擬與分析

關 鍵 詞：週期變化、高峰期、太陽自轉

編 號：080506

---

**學校名稱：**

高雄市小港區港和國民小學

**作者姓名：**

羅于琪、李佳航、李政倫

**指導老師：**

陳翠雯、鄭文光





# 日中有金烏

## --太陽黑子的觀測.模擬與分析



### 壹、摘要：

#### 一、本研究的主要目的在於：

- 1.熟悉太陽黑子的觀測及記錄方式。
- 2.利用國外天文台的觀測資料庫進行比對分析。
- 3.學習使用電腦來協助進行科學數據的處理。

#### 二、主要所得的結果

- 1.資料分析中得知：在 1992 年~2001 中，以 2001 出現最多黑子，1996 年出現黑子數量最少，所以推算得知黑子週期大約在 11 年左右。
- 2.高峰期時，黑子大多出現在南北緯 35 度以內；當進入極小期時，黑子大多只出現在 15 度範圍以內。
- 3.太陽自轉速度在赤道附近週期較小，速度較快；緯度越高，太陽自轉週期越大，速度越慢。

#### 三、未來研究建議

關於太陽黑子是否與各項天氣因素有相關（如：溫度、雨量、聖嬰現象...），是可以進一步做資料分析研究，以更清楚掌握太陽黑子活動對我們生活所產生的影響。

### 貳、研究動機：

五年級時，因為快樂探險家 彈性課程 的關係有機會接觸到天文望遠鏡，而開始喜歡上天文，之前老師教我們利用磁鐵、磁粉及噴漆來模擬太陽黑子的實驗，去科學園遊會擺太陽黑子模擬的攤位，當時更有一台天文望遠鏡在現場供大家使用，而我們也慢慢的想要多了解天文，探討它有什麼不為人知的秘密，所以就常常請老師跟我們講一些

有關太陽或有關天文的事，我們對太陽黑子特別感到興趣，所以請老師教我們如何使用天文望遠鏡看太陽和一些基本的天文常識，也希望藉著科展，讓我們更了解太陽。

#### 參、研究目的：

我們要探討的是：

- 一、黑子的描繪。
- 二、模擬黑子的形成。
- 三、太陽黑子出現的週期性為何？
- 四、太陽黑子群的緯度分布。
- 五、黑子的大小與存在天數有相關嗎？
- 六、太陽的差異自轉。
- 七、利用國內外現有的天文觀測資料，學習使用電腦來進行數據分析。

#### 肆、研究器材設備：

- 一、天文望遠鏡：折射式望遠鏡(含赤道儀追蹤)
- 二、太陽投影板：用投影法直接觀測並紀錄(投影法是把太陽影像投射在位於目鏡後面的投影板上的方法，在投影板上鋪張描繪紙，由此太陽影像會被投影至描繪紙上，即可用鉛筆把黑子的位置及大小描繪下來。)
- 三、日面經緯度圖(共 8 枚)
- 四、鐵粉、磁鐵、白紙
- 五、電腦軟體：
  - (一)Word：文字輸入、表格
  - (二)Excel：數字分析(總計、平均、圖表)
- 六、國外天文台資料：
  - (一)<http://kukui.ifa.hawaii.edu/>
  - (二)<http://www.meadows3.demon.co.uk>
  - (三)<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

## 伍、研究方法與結果：

### 研究一：太陽黑子的描繪

#### (一)太陽黑子的觀測

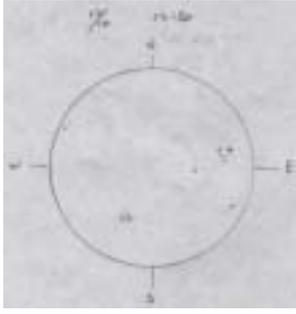
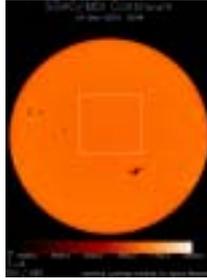
- 步驟：1.架設口徑 8 公分折射式天文望遠鏡。
- 2.觀測方法的決定—投影法。
  - 3.使用圓規畫出所要描繪的圓。
  - 4.將黑子的形狀、大小、觀測當時的日期、時間描繪紀錄下來。

- 討論：1.一開始利用保麗龍板投影出太陽黑子，但過程中發現若要將黑子描繪下來，使用保麗龍板容易產生晃動，影響描繪結果，最後決定改以使用太陽投影板。
- 2.太陽黑子有大小、形狀上的不同。
  - 3.由於太陽溫度高亮度大，所以描繪一段時間後，需讓望遠鏡休息一段時間之後再做觀測，描繪黑子的時間不適合太久，否則黑子會移動，而且眼睛會眼花。
  - 4.每次觀測都要先使用指北針找出北方，再架設望遠鏡，為了減少誤差(方位)，所以改由在天文台上觀測。

#### (二)方位的確定

- 方法：1.尋找一顆小黑子，追蹤一分鐘，定出東西方向。(因為太陽逆時針方向轉動，所以黑子由東向西移動)
- 2.將描繪的太陽黑子圖與國外太陽影像網站 ([www.meadows3.demon.co.uk](http://www.meadows3.demon.co.uk)、[sohowww.nascom.nasa.gov](http://sohowww.nascom.nasa.gov)) 進行對照。

結果：

自己描繪	soho 網站	英國網站
		

發現：1.我們描繪的黑子圖與英國網站的黑子圖位置相近。

2.soho 網站上的黑子圖與自己描繪的黑子圖位置相差很多，但若把自己描繪的黑子圖翻過來對照卻很相近。

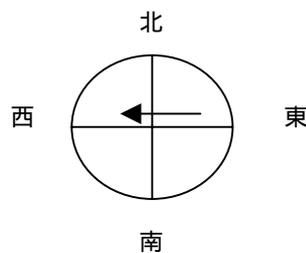
討論：1.從資料得知太陽是逆時針方向自轉，所以黑子會由東向西移動。

2.從 soho 網站上得知黑子圖是經由望遠鏡直接拍攝，而英國網站及我們所描繪的黑子圖都是經由投影法描繪而來。

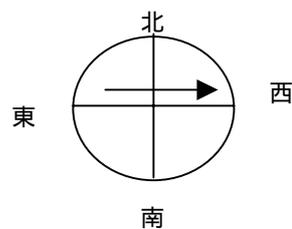
3.投影法與直接觀測的方位如下：

(——▶箭頭方向為黑子移動之方向 )

( 投影法 )



( 望遠鏡直接觀測 )



### (三) 描繪太陽黑子

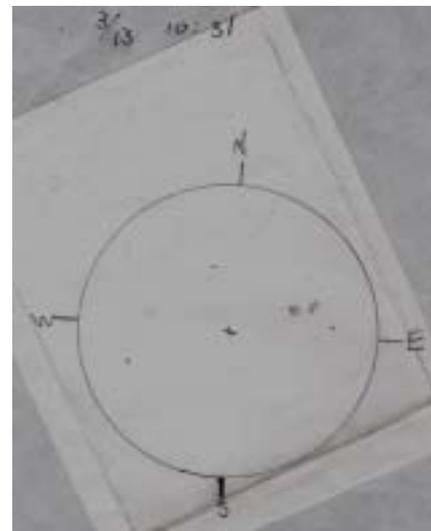
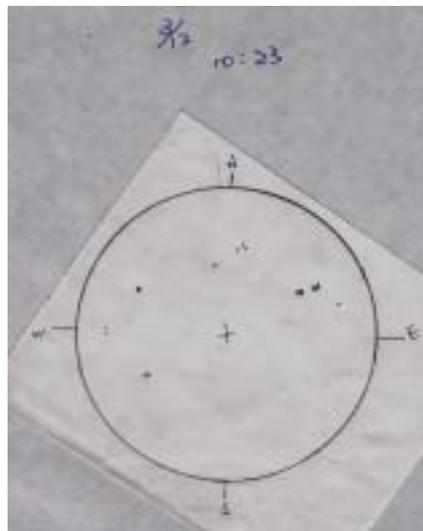
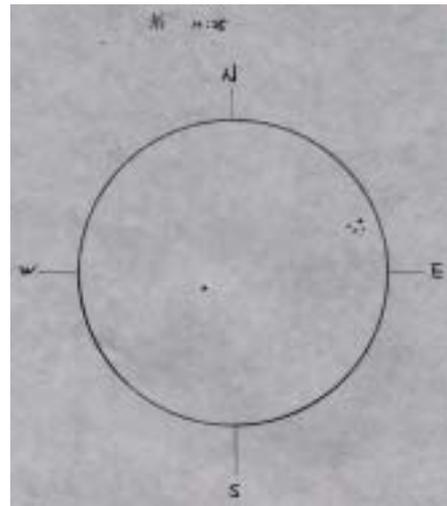
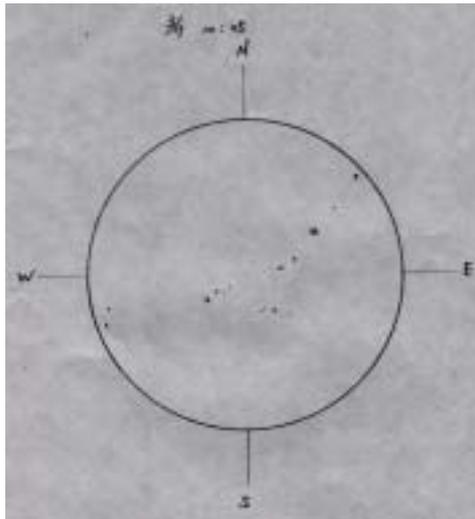
步驟：1.使用天文台折射式望遠鏡 + 太陽投影板投影出太陽黑子。

2.先找出一顆小黑子定出東西方向。

3.方位確定後，再描繪太陽黑子。

4.多次描繪太陽黑子，等待描繪的技巧較為穩定後再將描繪結果做為分析用。

結果：



發現：1.太陽黑子群會由東向西移動。

2.每天出現的太陽黑子群數目並不一樣。

3.黑子群的大小不一樣。

4.黑子形狀有圓形，有的是不規則形；有的顏色較淡，有的顏色深。

討論：1. 用太陽投影板描繪黑子時，手必須懸空描繪，否則投影板容易產生晃動。

2. 開始描繪黑子時，我們先將東西南北方向標示在紙上，再進行描繪，但因為追蹤時不易將原先標示好的方位與追蹤後的方位對齊，所以最後則改由一開始先不標示方位，從觀測的過程中再由黑子移動的方向標示出來。

3.由於想推算太陽黑子出現的週期，需要長時間的觀察，只靠我們從 90 年 10 月觀察至現在，數據資料尚欠不足，於是從網路上下載夏威夷網站 1992 年~2001 年的觀測數據分析。

## 研究二：模擬黑子的形成

### (一)在紙上模擬黑子

步驟：1. 將一些鐵粉均勻撒在紙上。

2.將磁鐵從下方貼近紙的背面。

3.利用磁力模擬黑子形成的本影區、半影區、大小、形狀的不同。

【使用磁鐵條可依需要大小來剪裁。(原大小:長 19.6 寬 0.7,但長可以自行更變)】

結果：1.發現用不同形狀的磁鐵，可以做出不同形狀的磁力線。

2.可利用各磁鐵的磁力大小，來做出不同種類的黑子。

3.使用兩個以上的磁鐵有可能會互相干擾。

4.在模擬本影區和半影區的時候，半影區的黑子常被本影區的吸走。

5.有時候需要干擾才容易做出較準確的黑子。(干擾:使用另一個磁鐵在下面距離約 0.7 公分的地方左右搖晃，使黑子產生半影及小黑子)

### (二)模擬黑子的比較

步驟：1.在三個冰淇淋盒子中，倒入等量的鐵粉。

2.拿出相同大小的強力磁鐵放在冰淇淋盒下。

3.轉動磁鐵吸出所要的形狀。

結果：

編號	甲	乙	丙
結果	看起來比較鬆散	顏色較深，較有層次感	中間鐵粉較為直立，旁邊較為均勻

(甲：乾的鐵粉；乙：半濕的鐵粉；丙：加水的鐵粉)

發現：

- 1.在水中的鐵粉比在空氣中更具立體性。
- 2.半濕的鐵粉會分成一條條有間格的形狀；加水的會較、密集。
- 3.加水的最具立體感。

### (三)在水中模擬黑子的形成

- 步驟：
- 1.在冰淇淋盒中裝入水。
  - 2.在盒子底下放置一個馬蹄形或圓形磁鐵。
  - 3.撒入鐵粉。
  - 4.作出不同形狀的黑子群。

- 發現：
- 1.如果只有單一黑子，可用馬蹄形磁鐵做出磁力線。
  - 2.如果黑子數在兩群以上，可用兩顆的磁鐵來進行模擬。
  - 3.圓形磁鐵比較適合模擬有半影的黑子。
  - 4.模擬雙極性黑子時，須把兩個磁鐵用成相斥。

- 討論：
- 1.乾的鐵粉比濕的鐵粉更容易操作。
  - 2.濕的鐵粉不宜重複使用。
  - 3.操作時間不宜過久，不然水會有鏽色。
  - 4.磁力弱的磁鐵不宜拿來進行實驗。

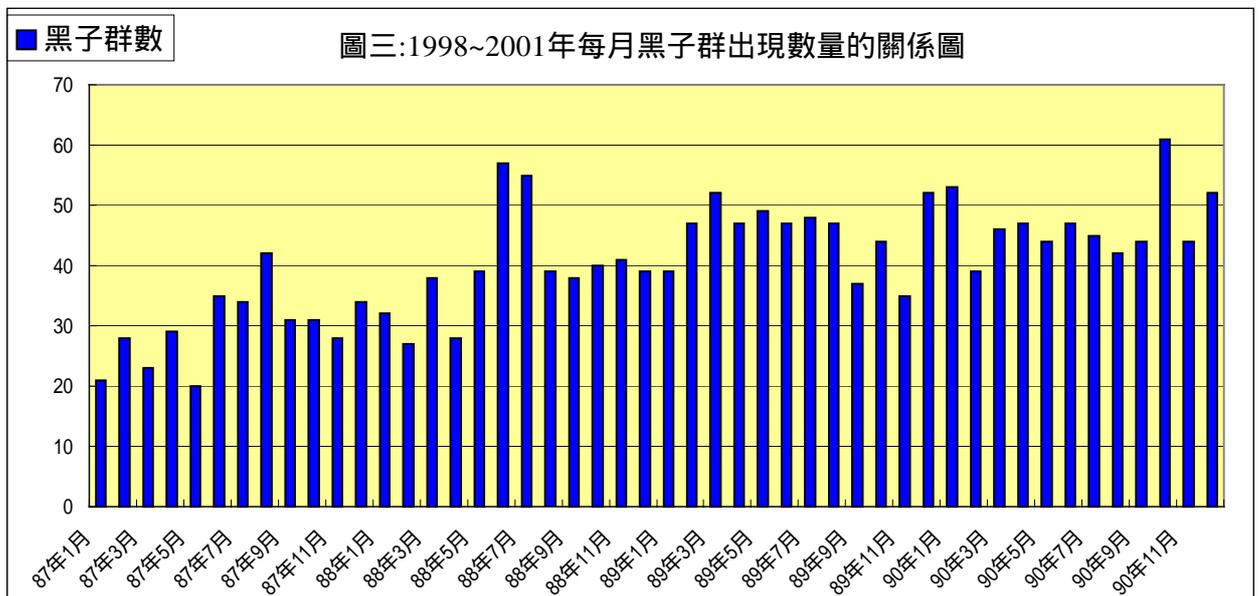
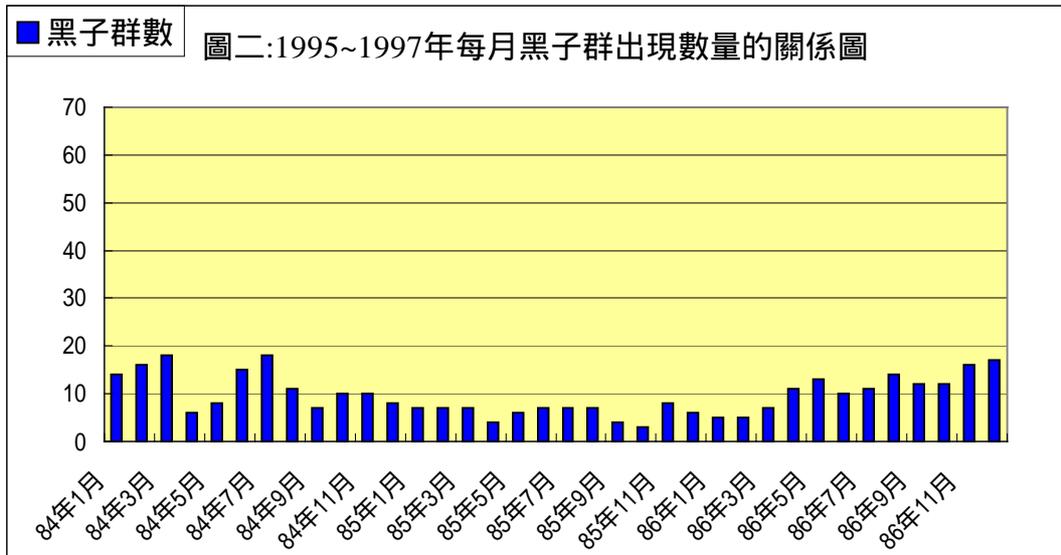
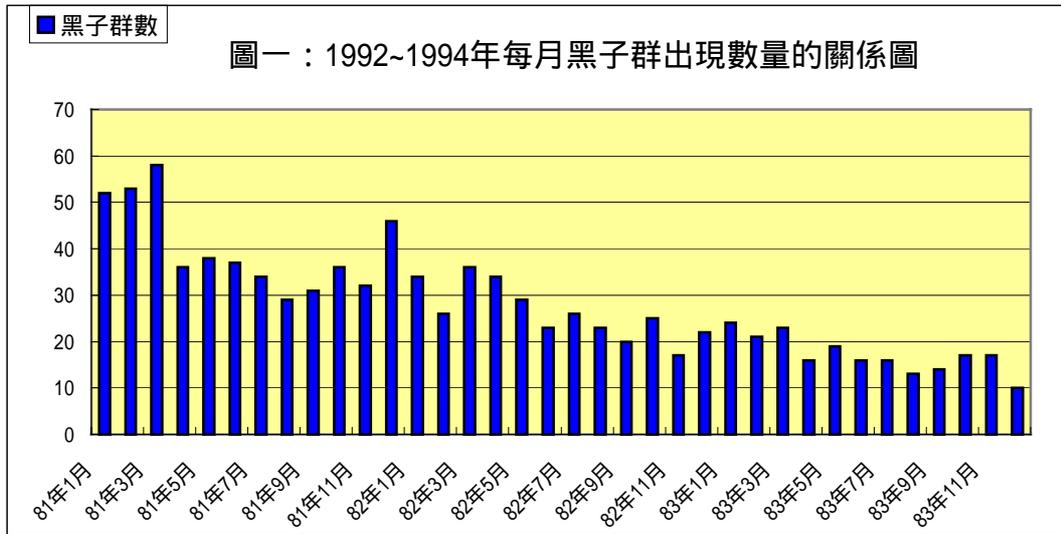
### 研究三：黑子群數量的變化

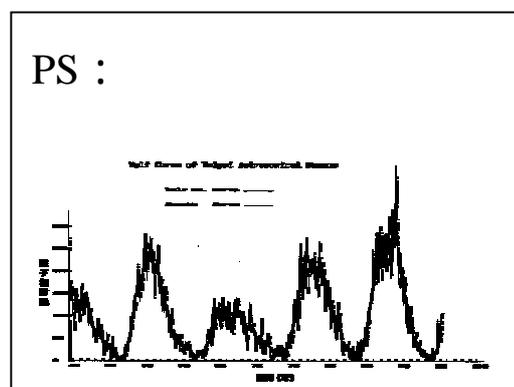
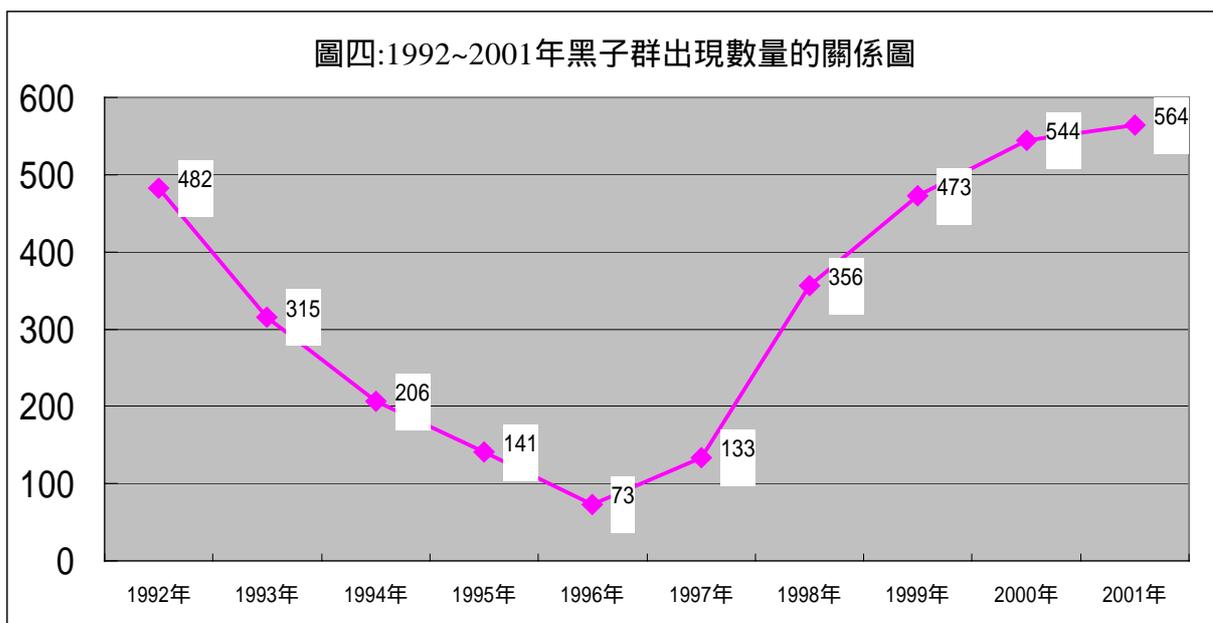
(一)每月(年)出現的黑子群是多少呢？

- 步驟：
- 1.下載夏威夷網站(<http://kukui.ifa.hawaii.edu>)1992 年到 2001 年太陽黑子圖。
  - 2.從每天的太陽黑子圖中，將編號、位置、大小等資料輸入至 EXCEL 中。
  - 3.利用 EXCEL 的排序功能計算出每月黑子出現的數量，進而計算出每年出現的數量。

結果：

【數值資料請參考附件一】





發現：

1. 在資料登錄的過程中，發現 2001 年 3 月出現超大群黑子編號 9393，大小為 2240。
2. 黑子數目從 1992 年 482 群慢慢減少，到了 1996 年出現最少黑子群；之後黑子群數目再慢慢增加，到了 2001 年出現另一個高峰。
3. 2001 年出現最多的黑子群在數目，其次為 2000 年、1992 年、1999 年、1998 年、1993 年、1994 年、1995 年、1997 年、1996 年。
4. 在不同緯度出現的黑子群數量並不一樣多。

討論：

1. 黑子群數目似乎有週期性變化。
2. 從參考資料中得知 1980 年出現黑子高峰期，1985 年是黑子極小期，從研究中發現黑子在 1992 年~2001 中，以 2001 出現最多黑子，1996 年出現黑子數量最少，所以推算得知黑子週期大約在 10~11 年左右。
3. 2001 年可算是黑子群出現的高峰期；1996 年，黑子數目最少，可說是黑子出現的極小期。

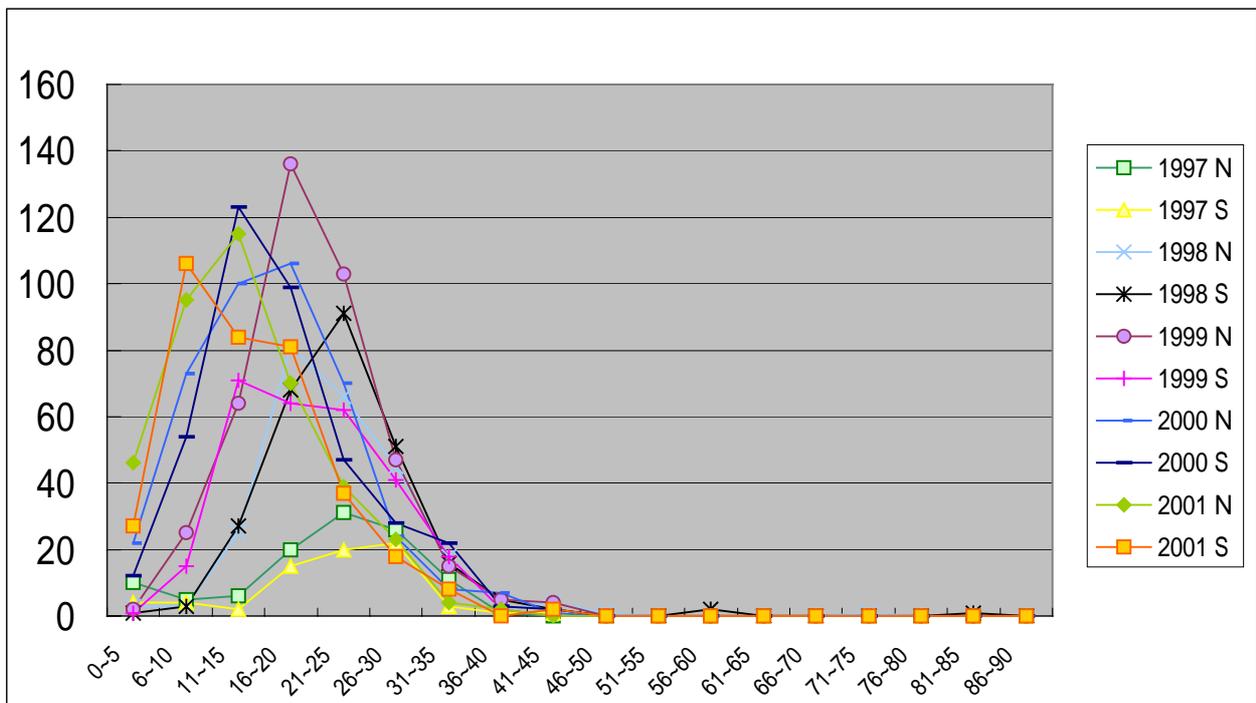
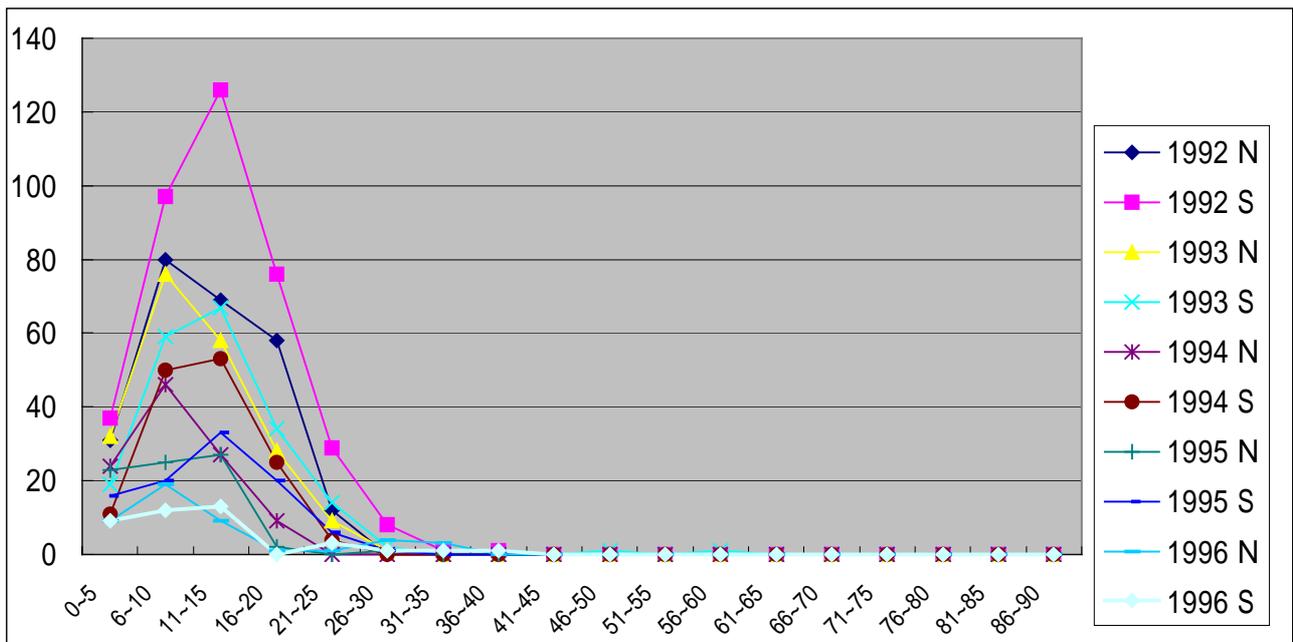
(二)黑子群常出現在哪些緯度呢？

步驟：1. 利用 EXCEL 的排序功能將黑子按照緯度高低排列。

2. 以 5 度為一個範圍，算出 0~5、6~10、11~15、16~20、21~25、26~30、31~35、36~40、41~45、46~50、51~55、56~60、61~65、66~70、71~75、76~80、81~85、86~90 的黑子群數量。

結果：

年	1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
0~5	31	37	32	19	24	11	23	16	9	9	10	4	3	1	2	1	22	12	46	27
6~10	80	97	76	59	46	50	25	20	19	12	5	4	3	3	25	15	73	54	95	106
11~15	69	126	58	67	27	53	27	33	9	13	6	2	25	27	64	71	100	123	115	84
16~20	58	76	28	34	9	25	2	20	1	0	20	15	81	68	136	64	106	99	70	81
21~25	12	29	9	14	0	4	0	6	1	3	31	20	66	91	103	62	70	47	39	37
26~30	0	8	1	2	0	0	1	1	4	1	26	22	45	51	47	41	24	28	23	18
31~35	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1	11	3	18	16	15	18	8	22	4	8
36~40	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	5	5	2	7	3	2	0
41~45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	2	4	0	1	2	0	2
46~50	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
51~55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56~60	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
61~65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66~70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71~75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
76~80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81~85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
86~90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



【原始資料請參考附件四、附件五】

發現：

1. 每年出現最多黑子群的緯度範圍：(黑子群數在 10 以上)

年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年
北緯	0~25	0~20	0~15	0~15	0~10
南緯	0~30	0~25	0~20	0~20	0~15

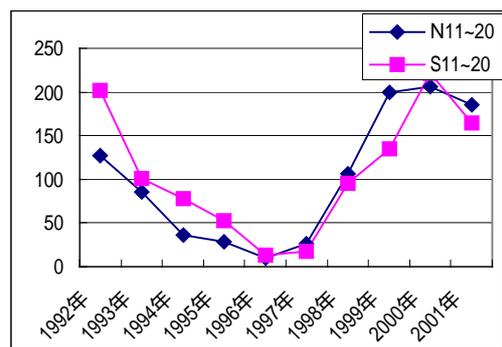
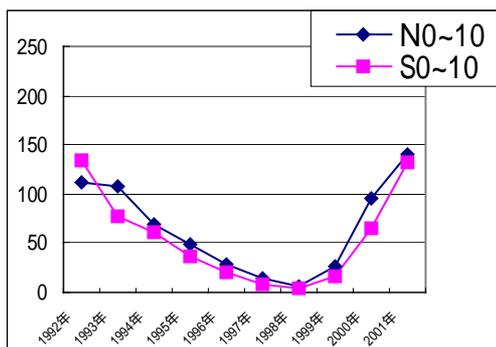
年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年
北緯	16~30	11~35	6~35	0~30	0~30
南緯	16~30	11~35	6~35	0~35	0~30

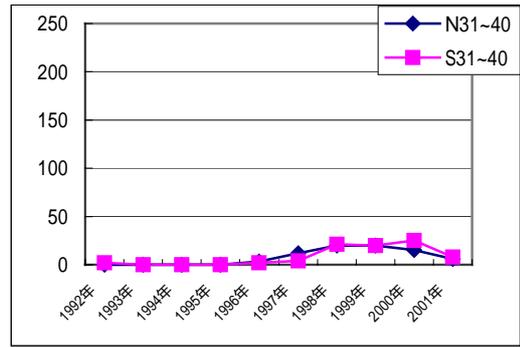
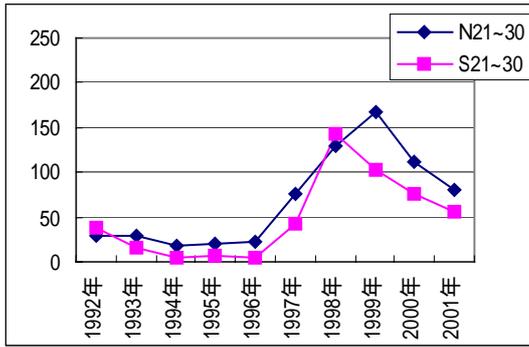
2. 北緯 35 度~90 度及南緯 35 度~90 度只出現零星的太陽黑子群。
3. 大部分黑子都出現在 11~20 度緯度。
4. 1992 年在緯度 6~15 度出現最多黑子；  
1993 年在緯度 6~15 度出現最多黑子；  
1994 年在緯度 6~15 度出現最多黑子；  
1995 年在緯度 0~15 度出現最多黑子；  
1996 年在緯度 0~15 度出現最多黑子；  
➤ 高峰期過後，黑子慢慢由緯度 6~15 度減少，在 1995、1996 年以 0~15 度出現最多黑子。
5. 1997 年在緯度 21~30 度出現最多黑子；  
1998 年在緯度 16~25 度出現最多黑子；  
1999 年在緯度 16~25 度出現最多黑子；  
2000 年在緯度 11~20 度出現最多黑子；  
2001 年在緯度 6~15 度出現最多黑子；  
➤ 在極小期過後黑子由 30 度，慢慢向 11~20 度增加。

### (三)黑子群的出現會南北對稱嗎？

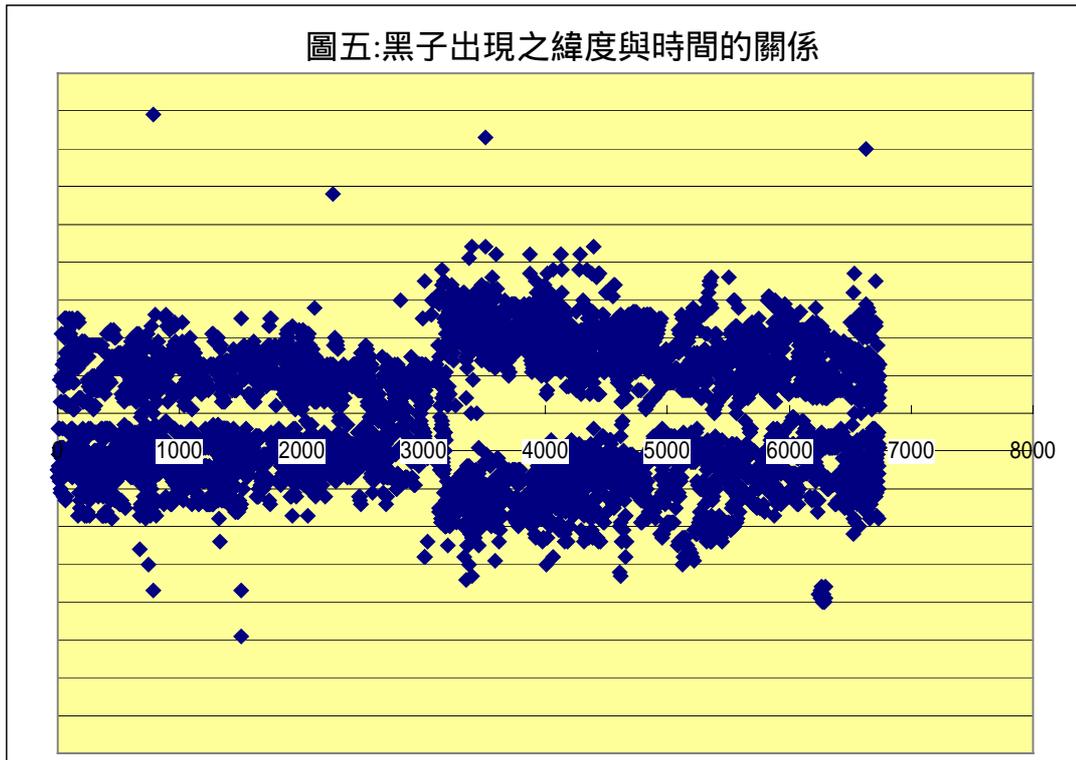
- 步驟：1.計算出 1992 年~2001 年不同緯度所出現的黑子數。
- 2.根據黑子出現的緯度及時間畫出不同的圖表。

結果：

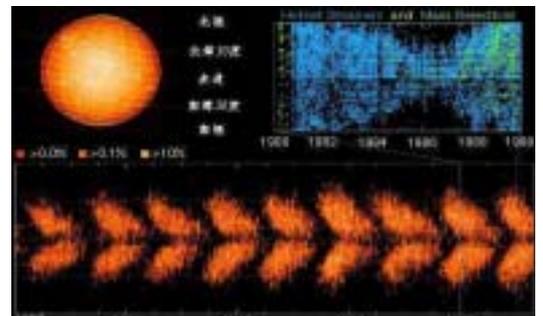




圖五:黑子出現之緯度與時間的關係



附：



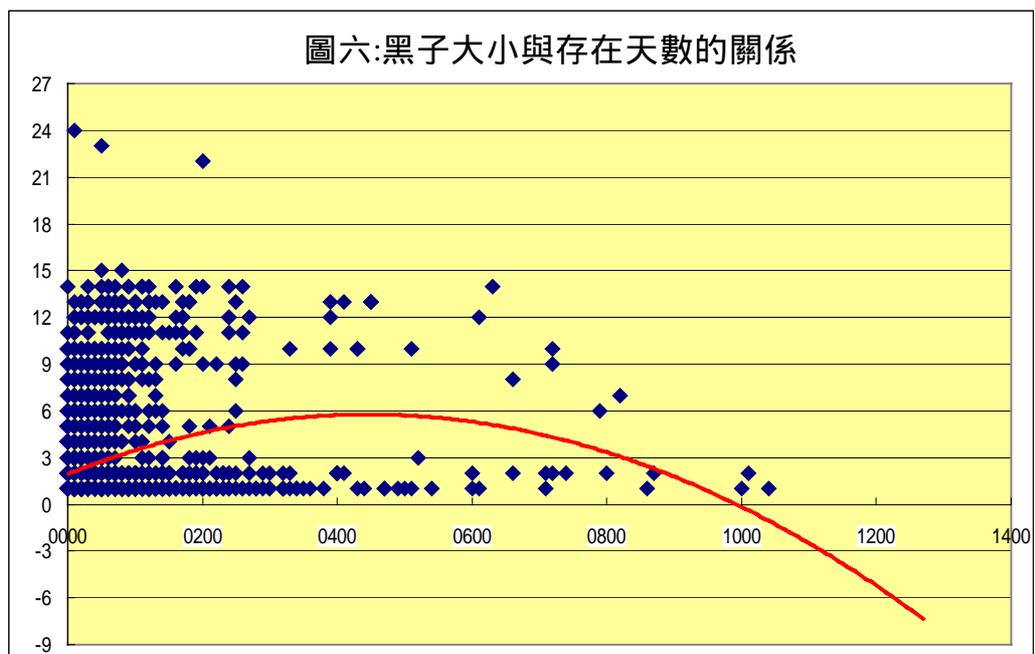
發現：

- 1.緯度 30 度以內曲線變化幅度大，緯度 30 度以上曲線變化幅度非常小。
- 2.從圖五中發現圖形以時間 1997 年 5 月為分界，之後再出現另一個週期。  
(橫座標以 1992~2001 年所有黑子群從 1 開始編號，如 1992 年第一顆黑子(編號 6982)訂為 1 號，以此類推 2001 年最後一顆黑子(編號 9765)訂為 6743，從圖五發現分界點為編號 3200 附近，對照時間為 1997 年 5 月)。
- 3.從圖五中發現黑子新週期的出現大多出現在 30 度左右，慢慢向 11-20 度移動，最後慢慢接近赤道附近。
- 4.由上面的折線圖和圖五中都可輕易發現它們的關聯性，尤其從圖五中可發現黑子群的分布以赤道(緯度 0 度)為分界呈現南北對稱。

研究四：黑子大小與存在天數有關嗎？

(一)方法：將全部黑子的資料以編號做排序，並計算黑子存在的時間為多久

結果：

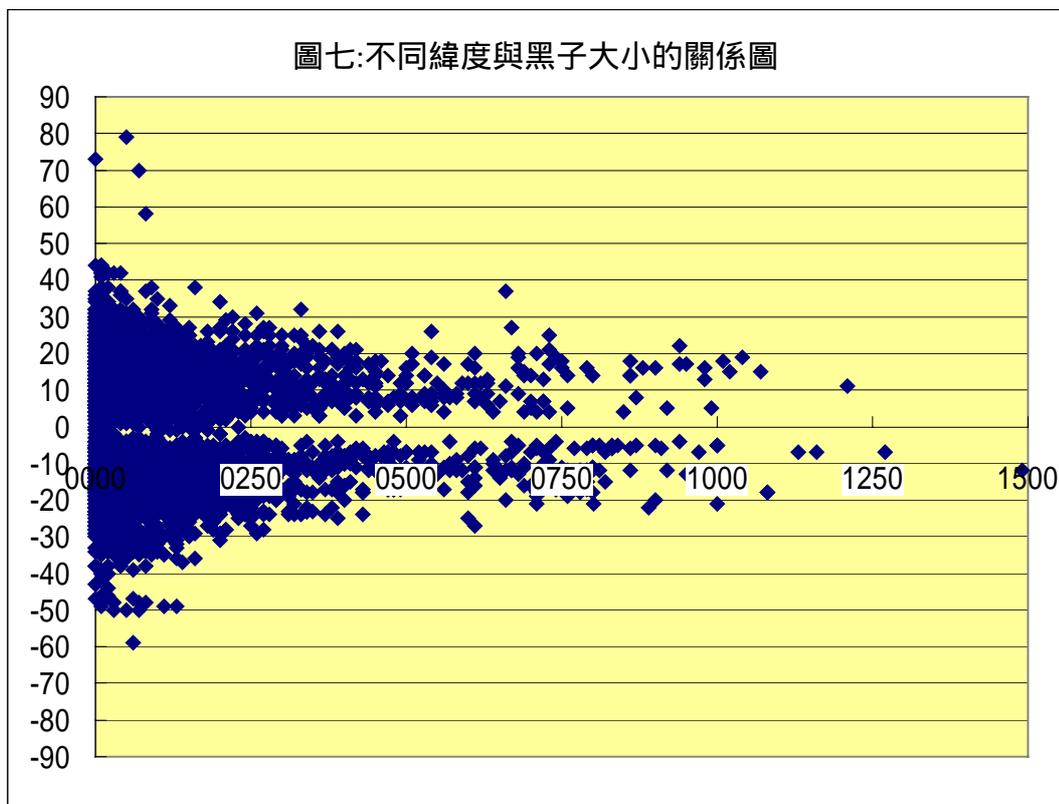


發現：

1. 黑子存在天數大部份集中在 15 天以下。
2. 面積 0000 到 0150 的黑子較多。
3. 較大的黑子出現的天數不一定比較多。

(二)黑子大小與緯度有關嗎？

結果：



發現：

1. 圖形呈南北對稱，但赤道附近出現的黑子數量並不多。
2. 緯度二十度以上，黑子的數量有減少的趨勢。
3. 黑子大小大多在 0500 以內;少數黑子面積大於 1000 以上。
4. 小黑子出現的緯度集中在四十度以內;較大的黑子均出現在緯度二十度以內。

研究五：不同緯度太陽自轉的速度一樣嗎？

(一)以距離計算速度

步驟：1.以不同時間的兩張黑子影像圖，量出移動的距離。

2.量出太陽的直徑距離。

3.算出每天移動的距離，再算出移動一圈的週期。

結果：

太陽自轉速度		
16.46	19.2	23.15
17.48	23.72	33.2

(二)以方格紙計算太陽自轉速度

結果：

太陽自轉速度		
17.68	19.76	24
18.19	17.28	23.15

討論： 1.在計算過程中發現由於太陽本身為球體，所以並不適合用以直尺和方格紙直接去量黑子移動的距離，再來計算太陽自轉的速度。

2.承上，所以改由經度線直接去計算黑子移動的速度。

(三)以球面經度線計算太陽自轉速度

步驟：1.以 0~10 度、11~20 度、21~30 度、31~40 度為範圍。

2.由於太陽為球面座標，所以我們只挑選在經度線上的黑子去計算太陽自轉的速度。

3.將計算出來的速度，求出平均值。

結果：

緯度	太陽自轉速度					平均值
0~10	24	22.6	20.5	27	27	25.9
	26.6	26.6	27	27	27	
	26.2	27	27	27	25.7	
	26.3	27	22.2	24	27.7	
	26.2	26.3	26.6	27	27	
	27	24				

11~20	24	27	27	24	27	26.8
	28.8	27	27	27	27	
	27	29.5	27	27	27	
	24	27	27	27	24	
	27	25.4	27	25.4	27	
	27	27	27	27	28.8	
	27	25.7	27	28.8	24	
	27	28.8	26.3	26.3		
21~30	27.3	28.8	27	25.7	28.8	27.5
	27	27	27	28.8	27.5	
31~40	30	28.2	32			30.1

【詳細數據請參考附件七】

發現：

1.

緯度	0~10	11~20	21~30	31~40
自轉週期	25.9	26.8	27.5	30.1

2.赤道附近，太陽自轉週期較小，速度較快；緯度越高，太陽自轉週期越大，速度越慢。

3.承研究三，發現黑子出現的緯度分布以 35 度以內出現較多黑子，35 度以上幾乎很少發現黑子群；太陽自轉的速度以赤道最快，緯度越高速度越慢，發現黑子群的出現與太陽自轉速度不同有關。

陸、討論：

- 一、圖五由於技術上不足，所以無法將太陽黑子以不同顏色區分出來，所以僅以藍色代表全部不同大小的黑子群。
- 二、觀測太陽黑子的過程中發現，描繪黑子需要有熟練的技巧，否則誤差比較高，且在追蹤方位上，需要非常準確，否則描繪的黑子圖完全不能使用，所以在描繪之前須嘗試描繪一段時間，等待技巧成熟後，才可以作為分析用。
- 三、在描繪黑子時，由於太陽光線太亮，眼睛容易產生不舒服的情況，所以在描繪時間不宜過長，描繪過程中最好由同一個人描繪，以免因為個人因素而造成誤差。

四、描繪的過程中發現太陽黑子會因為太陽自轉由東向西移動，而且自轉軸會有傾斜變化，若想計算週期需要經過校正的程序。

#### 柒、結論：

- 一、描繪黑子時，手必須懸空描繪，否則投影板容易產生晃動，且描繪時間不宜過長。
- 二、從參考資料中得知 1980 年出現黑子高峰期，1985 年是黑子極小期，從研究三發現黑子的出現呈現週期性變化，在 1992 年~2001 中，以 2001 出現最多黑子，1996 年出現黑子數量最少，所以推算得知黑子週期大約在 10~11 年左右。
- 三、太陽黑子群大多出現在 35 度以內；35 度以上則出現非常少量的黑子群。
- 四、在新週期出現的黑子位置大多出現在緯度 30 度左右，然後隨黑子數增加，出現的位置向低緯度區發展，當大部分黑子都出現在 10~20 緯度區時，黑子數就開始減少，最後黑子慢慢靠近太陽赤道附近，數量也慢慢減少。由於太陽差異自轉速度，所以造成磁力線的糾結，產生不同的黑子群分布，其中以緯度 11~20 度黑子群最多。
- 五、高峰期時，黑子大多出現在南北緯 35 度以內；當進入極小期時，黑子大多只出現在 15 度範圍以內。
- 六、黑子面積越大，出現天數不一定越多；大部分黑子出現天數都在 15 天以下。
- 七、太陽自轉速度在赤道附近週期較小，速度較快；緯度越高，太陽自轉週期越大，速度越慢。

#### 捌、參考資料及其他：

- 一、2002 天文年鑑，台北市立天文科學教育館發行
- 二、民國 87 年，台北市立天文科學教育館太陽黑子觀測資料
- 三、歷屆科學展覽會優勝作品  
(一)太陽差異自轉之研究(四十一屆，國中組．地球科學科)

(二)太陽黑子數知多少？（三十四屆，高中組．地球科學）

(三)太陽也會自轉嗎？（三十一屆，高小組．地球科學）

四、Y 宏的太陽黑子 [http://home.kimo.com.tw/no1\\_sunspot/index.htm](http://home.kimo.com.tw/no1_sunspot/index.htm)

五、Hawaii 太陽天文台 <http://kukui.ifa.hawaii.edu>

六、SOHO 太陽觀測衛星 <http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

七、Peter 的太陽觀測 <http://www.meadows3.demon.co.uk/>