

電腦星圖

高中組地球科學科第二名

省立花蓮高級中學

作 者：江國偉、陳紹奎

林家榮

指導教師：邱文顯、翁新建

一、研究動機

在浩瀚星河裏，存在著無數的星斗。在知識日新月異的今天，天文方面的知識實不可或缺。我們有鑑於目前國內有關天文教育方面的輔助教材非常欠缺，高中地球科學課本也多觀念及理論的闡述，未講求實際的觀測。使得學生對天文的興趣及知識無法提升。並且在本校天文社的活動中，發覺現階段的中學生對於天文的認識極為缺乏，所以大家在學習當中均感無從著手，因此我們天文社決定製作一教學用天文社電腦程式。以供日後活動使用。

二、研究目的

我們蒐集有關天文的資料，且整理出系統輸入電腦設計了「電腦星圖」以利初學者學習之方便，並提升其學習之興趣。

三、研究設備器材

電子計算機、漢卡、磁碟機、磁碟片。

四、研究過程

(一)計畫：

1. 特殊星種的資料（星雲、雙星）：利用副程式列出其所有資料並作選擇性，提出其相關位置的星圖並繪出其星座圖形。
2. 星座資料：利用副程式列出其所有星座資料作選擇性，提出其相關位置的星圖並繪出其星座圖形。

3. 恒星圖的存讀：將恒星座標種類顏色等，資料存入磁碟以供程式讀取。
4. 行星位置的計算：計算行星的位置並求出投影於天球上的座標並帶入恒星圖。
5. 各行星衛星的資料：利用計算行星位置的方法算出各行星之衛星的相關位置及其投影於天球的關係，以利觀測。
6. 月球軌道的計算：求出月球的位置，以了解當時對觀測的影響。
7. 將以上各副程式結合成一完整天球模型，以供觀測利用。

(二) 過程：

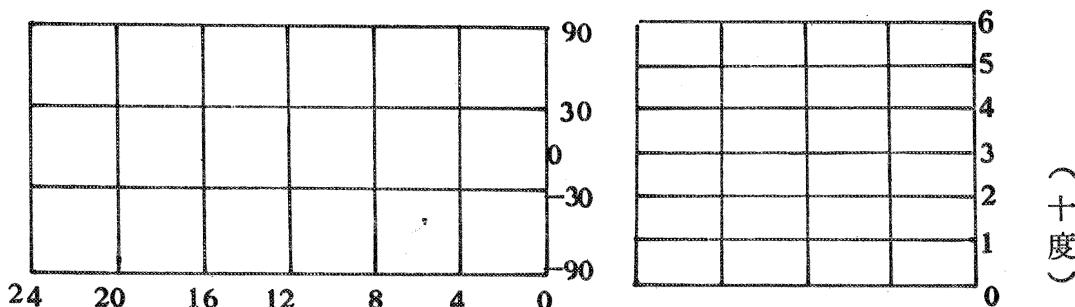
1. 恒星圖：

(1) 欲畫出恒星圖需要有：

- ① 恒星的準確座標及基本資料（如星等、顏色、星種）。
- ② 畫出經緯線且標出經緯度。
- ③ 輸入、記憶、輸出之方法。

(2) 思路歷程：恒星座標及基本資料必須存入磁碟，存入及提出直接由程式控制。那麼這些資料要用何種方式存入磁碟呢？以下是我們試過的方法：

① 直接開檔：將一顆星的各種資料輸入檔案中。如座標（至秒）、顏色（8種）、種類（4種）、星球特點，此種方法，優點是程式設計方便。其缺點為檔案過多，因檔案數與星球個數相同。且記憶空間極大，且存取速度極慢，故放棄之。

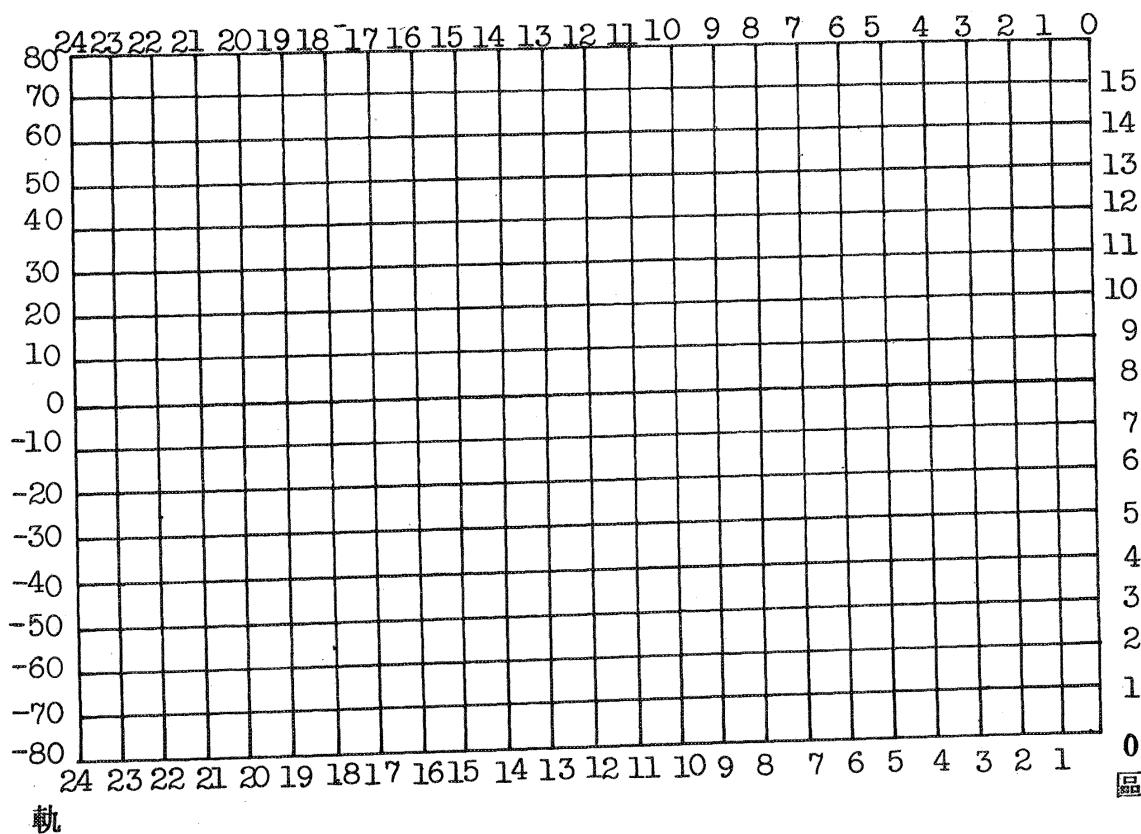


②將同一緯（以分爲單位）的恒星歸爲一組開一B檔存入磁碟，其優點爲資料較前者短，檔數少，執行速度較前者快，其缺點爲：若只需其中部分資料，亦要將此檔全部提出。

③將星圖以經度4時緯度60度爲一區開一B檔，南北極區（ $80^\circ \sim 90^\circ$ ）各開一檔。再將每邊以赤經1時，赤緯10度爲一小單位，每一單位中以自己所定的座標系統貯存。

其優點爲：以自己的座標系統貯存可節省記憶空間。如原爲（ $10h, 21', 27.5^\circ$ ）在我們的座標系統即爲（21, 7.5）。其缺點爲若想繪出某一區的部分圖就必須將此一區所存的檔案資料全部提出，此法浪費記憶空間及提取資料時間。

④一磁片共有35磁軌（TRACK）每一軌有16個磁區（Sector）將星圖以一時10度爲一區處理，存入一磁區中。其中赤緯 80° 度至 90° 度及 $-80^\circ \sim -90^\circ$ 由另兩磁區存取。每一磁區各自獨立。其對照表如下：



其優點：每一區分別獨立，需要時才讀取，不浪費時間及空間。

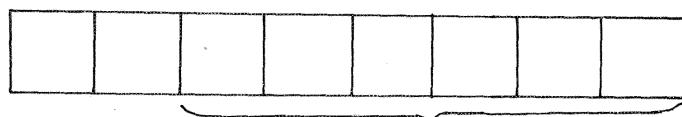
2. 單一恒星資料的形成：其重點在於每一星球資料所點之位元（Byte）數需少。

(1) 以 ASCII 碼存入：因要求赤經一分，赤緯 0.1 度的準確度，且以自己的座標系統存入。所以赤緯 $0 \sim 59$ 分，赤緯 $0 \sim 9.9^\circ$ 再加 3 個基本資料共需 $2 + 2 + 3 = 7$ 個 Byte。缺點是使用 Byte 數過多。

(2) 以數值存入：赤經 $0 \sim 59$ 分，赤緯 $0 \sim 9.9$ 度，加 3 個基本資料共需 $1 + 1 + 3 = 5$ 個 Byte。

(3) 但我們覺得 5 個 Byte 還是太長，因考慮 3 個基本資料都是一位數，是否可存在 1 Byte 內？得到的答案是肯定的。以下是以 3 個 Byte 存 6 個資料的方法：

① 赤經：



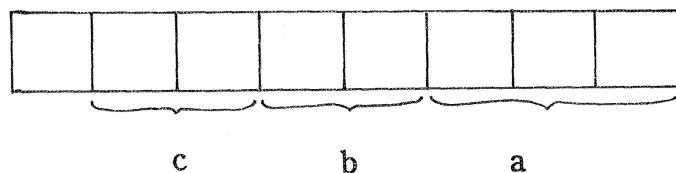
有 $0 \sim 64$ 種情形，實際只用 $0 \sim 59$ 種情形。

② 赤緯：



有 $0 \sim 128$ 種情形，實際只有 $0 \sim 99$ 種情形。

③ 星等、顏色、種類：



由上圖 1 Byte 中有 8 bit 其中：

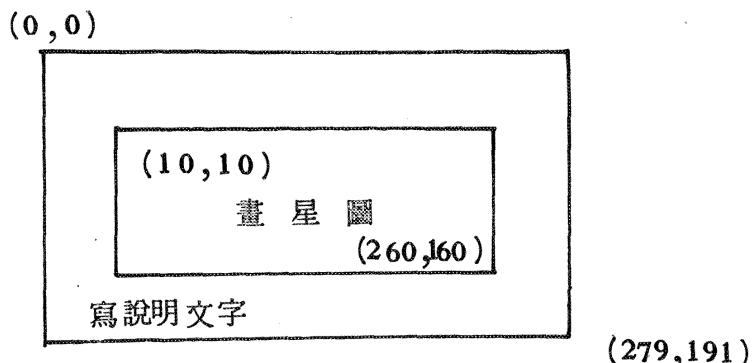
ⓐ 3 bit 用於貯存星等共有 8 種情形可資應用。

⑥ 2 bit 用於貯存顏色共有 4 種情形可資應用。

⑦ 2 bit 用於貯存星種共有 4 種情形可資應用。

3. 經緯線及經緯度的繪出：我們所使用的電腦，文字是以硬體的方式達成，所以無法繪印在繪圖頁。因此以造形表的方式畫在繪圖頁。此方法的優點為：可在任意處寫字，不受限制。

4. 螢幕規劃：



5. 組合語言副程式：

(1) 磁區輸出輸入 (One Sector IO) :

利用 Dos 3.3 中的 RWTS 副程式因控制 RWTS 的參數
於 (B7E8) 所以只需更改其值即可控制 RWTS 。

IOB 如下：

輸入／輸出控制塊 (BLOCK) —— 一般格式	
Byte	說明
00	表格型式。須為 \$01
01	溝槽號數乘 16
02	磁碟機號數
03	冊號數 (\$00 表任意冊)
*	04 磁軌號數 (\$00 到 \$22)
*	05 磁區號數 (\$00 到 \$OF)
06/07	裝置特性表位址
08/09	用於讀／寫的 256 Byte 緩衝區位址
OA	未用
OB	部分段落上的 Byte 數量

* OC 命令碼 \$00 = 尋找 (SEEK)
 \$01 = 讀 (READ)
 \$02 = 寫 (WRITE)
 \$04 = 格式 (FORMAT)

程式列表及說明：

*350LL

0350-	20 E3 03	JSR \$03E3	設定 IOB 為 B7E8
0353-	A4 00	STY \$00	> 將 IOB 位置存入 \$ (00, 01)
0355-	B5 01	STA \$01	
0357-	A5 02	LDA \$02	
0359-	A0 04	LDY # \$04	將 \$02, TRACK 位置存入 IOB
035B-	91 00	STA (\$00), Y	
035D-	A5 03	LDA \$03	
035F-	D9 10	CMP # \$10	
0361-	90 04	BCC \$0367	
0363-	A9 00	LDA # \$00	
0365-	B5 03	STA \$03	
0367-	A0 05	LDY # \$05	
0369-	91 00	STA (\$00), Y	
036B-	A0 08	LDY # \$08	
036D-	A9 00	LDA # \$00	
036F-	91 00	STA (\$00), Y	將 BUFFER (緩衝 器) 位置定為 6000
0371-	C8	INY	
0372-	A9 60	LDA # \$60	
0374-	91 00	STA (\$00), Y	
0376-	A5 04	LDA \$04	將 \$04 命令碼存入 IOB
0378-	A0 00	LDY # \$00	
037A-	91 00	STA (\$00), Y	
037C-	A9 00	LDA # \$00	
037E-	A0 03	LDY # \$03	設定 DISK 冊號為 0
0380-	91 00	STA (\$00), Y	
0382-	20 E3 03	JSR \$03E3	設定 IOB 為 B7E8
0385-	20 D9 03	JSR \$03D9	跳至 RWTS 副程式
0388-	A9 00	LDA # \$00	
038A-	B5 48	STA # \$48	
038C-	60	RTS	

(2) 單一恒星資料輸入副程式：將顏色、種類、星等的值 POKE
至 \$321, \$322, \$323 內。

①星等：

0	0	0	0	0	L ₂	L ₁	L ₀(1)
---	---	---	---	---	----------------	----------------	----------------	----------

②顏色：

0	0	0	0	0	0	C ₁	C ₀	ROL 3 次
---	---	---	---	---	---	----------------	----------------	---------

得	0	0	0	C ₁	C ₀	0	0	0(2)
---	---	---	---	----------------	----------------	---	---	---	----------

③種類：

0	0	0	0	0	0	k ₁	k ₀	ROL 5 次
---	---	---	---	---	---	----------------	----------------	---------

得	0	k ₁	k ₀	0	0	0	0	0(3)
---	---	----------------	----------------	---	---	---	---	---	----------

④將前(1)(2)(3)ORA 得

0	k ₁	k ₀	C ₁	C ₀	L ₂	L ₁	L ₀
---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

以此存入 1 Byte 中 (\$320)

0300-	AD 21 03	LDA	\$0321-	③之動作
0303-	2A	ROL		
0304-	2A	ROL		
0305-	2A	ROL		
0306-	2A	ROL		
0307-	2A	ROL		②之動作
0308-	BD 21 03	STA	\$0321-	
030B-	AD 22 03	LDA	\$0322-	
030E-	2A	ROL		
030F-	2A	ROL		
0310-	2A	ROL		④之動作
0311-	4D 21 03	EOR	\$0321-	
0314-	4D 23 03	EOR	\$0323-	
0317-	BD 20 03	STA	\$0320-	
031A--	60	RTS		

(3)輸出：將基本資料（星等、顏色、種類）POKE 至 \$320

①星等：

將

0	0	0	0	0	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

 = \$ 07

與

0	k_1	k_0	C_1	C_0	L_2	L_1	L_0
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

 AND

得

0	0	0	0	0	L_2	L_1	L_0
---	---	---	---	---	-------	-------	-------

 = 星等存入 \$321

②顏色：

將 0 0 0 1 1 0 0 0 = \$ 18

與 0 k_1 k_0 C_1 C_0 L_2 L_1 L_0 AND

得 0 0 0 C_1 C_0 0 0 0 再 LSR 3 次

得 0 0 0 0 0 0 C_1 C_0 = 顏色存入 \$322

③種類：

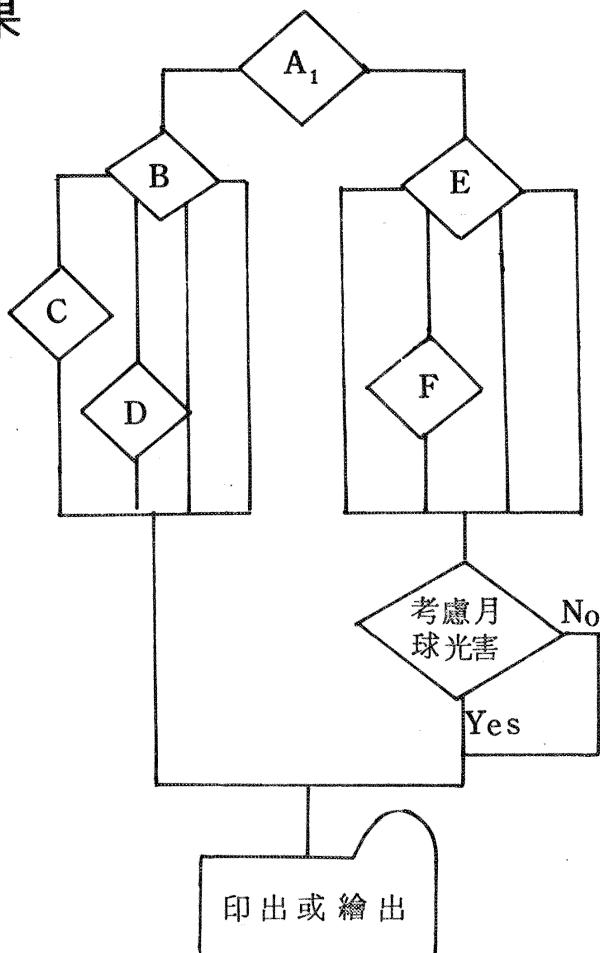
將 0 1 1 0 0 0 0 0 = \$ 60

與 0 k_1 k_0 C_1 C_0 L_2 L_1 L_0 AND

得 0 k_1 k_0 0 0 0 0 0 再 LSR 5 次

得 0 0 0 0 0 0 k_1 k_0 = 種類存入 \$323

五、實驗結果



*300LL

0300-	A9 60	LDA	#\$60
0302-	A2 18	LDX	#\$18
0304-	A0 07	LDY	#\$07
0306-	ZD 20 03	AND	\$0320
0309-	2A	ROL	
030A-	2A	ROL	
030B-	2A	ROL	
030C-	2A	ROL	
030D-	BD 21 03	STA	\$0321
0310-	BA	TXA	
0311-	ZD 20 03	AND	\$0320
0314-	4A	LSR	
0315-	4A	LSR	
0316-	4A	LSR	
0317-	BD 22 03	STA	\$0322
031A-	9B	TYA	
031B-	4C 25 03	JMP	\$0325
031E-	BD 23 00	STA	\$0023

0321-	00	BRK
0322-	00	BRK
0323-	00	BRK
0324-	00	BRK
0325-	2D 20 03	AND \$0320
0328-	BD 23°03'	STA \$0323
032B-	60	RIS

A :

- ↑ 星圖：繪出恒星圖
 - 2. 資料：列出特殊星種
- 請選擇所之項目：2

B :

- 1. 星雲：列出此星雲之資料且繪出其附近之星圖
 - 2. 星座：列出此星座之資料且附上星圖
 - 3. 行星：列出此行星及其衛星之資料且繪出其星圖
 - 4. 雙星：列出其資料且繪出其星圖
 - 5. 逆回查詢前各項
- 請選擇所需之項目：2

C :

- 1. 行星狀星雲
- 2. 球狀星團
- 3. 散光星雲
- 4. 外銀河系
- 5. 梅西爾星雲

請選擇所需之項目：1

D :

1. 人	馬	大	小	三	天	天	天	天	天	天	天	六	六	半	人	
2. 小	熊	小	小	天	天	天	水	天	天	天	天	天	天	人	馬	
3. 大	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	儀	馬	
4. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	分	儀	
5. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
6. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	半	人	
7. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
8. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
9. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
10. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
11. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
12. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
13. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
14. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
15. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
16. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
17. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
18. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
19. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
20. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
21. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
22. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
23. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
24. 天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	天	人	馬	
25. 白	羊	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	人	馬
26. 白	羊	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	白	人	馬
27. 以下省略。																

E :

1. 星座：繪出所選之星座
2. 范圍：繪出該範圍之星圖
3. 行星：繪出該行星所在範圍之星圖
4. 時間：繪出該時間所見之星星
5. 逆回查詢前各項

請選擇所需之項目：2

F :

- | | | | |
|-----------|---|------|---|
| 1. 水 | 星 | 2. 金 | 星 |
| 3. 火 | 星 | 4. 木 | 星 |
| 5. 土 | 星 | 6. 太 | 王 |
| 7. 海王 | 星 | 8. 吳 | 王 |
| 9. 回到原選擇頁 | | | |

請選擇所需之項目：4

六、討 論

- (一)由於天文的計算，涉及球面三角。計算上非常繁雜，並且天文上的一些數值每 50 年都修正一次，所以對於長期預測方面二、三百年內，誤差是無法避免，如需長期的運用，則需作定期的修訂。
- (二)因硬體的關係，繪圖解像率太低，因此無法以秒為單位精確繪出恒星圖。亦無法繪出全天星圖。如果有繪圖機，即可將完整星圖繪出。
- (三)所有計算數均以 8 位有效數字表示，故其誤差極小。
- (四)在長期間實際觀測上，我們發覺本程式的應用價值極高，且適合初學及入門者觀測上使用。

七、參考資料

- (一)康蜀嶼、蔡毓琛，Apple Dos 磁碟作業系統評論，台灣儒林，1982
- (二)陸文麟，Apple 組合語言，台灣儒林，1981
- (三)慧城APPLE II Preference Manual 中文修訂版
- (四)王石安，天文知識叢書（全），1972
- (五)中央氣象局，天文日曆，1985
- (六)曹謨，中山自然科學大辭典，第三冊，天文學
- (七)日本天文年鑑編輯委員會，天文年鑑，日本誠文堂，新光社

評語：本研究收集六千多組數據輸入電腦，利用電腦展示不同時間之星座分布等富有教學之意義（可作為教具）。