

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

**第三名**

081544

向日葵的生長密碼

學校名稱：高雄市三民區陽明國民小學

作者：  小六 官震宇 小六 蔡沛哲 小六 邱筠真 小六 李珮慈	指導老師：  陳玉蟬 李雯娟
---	-------------------------

關鍵詞： 向日葵、費式數列、葉序

# 向日葵的生長密碼

## 摘要

本研究探討向日葵的生長與費式數列的關係，從觀察研究中發現：向日葵有向日的現象，但不會隨著太陽旋轉。而向日葵的花數、子葉、本葉對生數、相對葉間隔數、螺旋葉序角度、種子的螺線數皆符合費氏數列。從花苞到種子成熟，花盤會逐漸下垂，且大多數的向日葵最後會面向一定的角度和方位。

## 壹、研究動機

自從大家不約而同的看過《達文西密碼》後，我們注意到書中提到的費波納契數列相當神祕且有趣，便上網找進一步的資料。發現資料中有動植物和費波納契數列之間關係的介紹，其中「向日葵」有許多地方和費氏數列很有相關，爲了實際了解這些神祕的真相，於是我們帶著資料去請教老師，老師要我們一起再蒐集資料、種植向日葵……，展開了這次的科學研究。

我們很想知道向日葵是不是會隨著太陽轉動？太陽怎樣影響它的生長？它是怎樣成長的？從文獻探討：費氏數列 1、1、2、3、5、8、13、21、34 是自然界的數，它的比例 1：1.618 被稱爲黃金比例，它的角度 137.5：222.5 則稱爲黃金角度，這樣有趣的數字，真的能顯現在向日葵身上嗎？

## 貳、研究目的

### 一、向日葵莖、葉、花生長情形是怎樣的？

- (一)莖的生長變化情形。
- (二)葉的生長變化情形。
- (三)花的生長變化情形。

### 二、向日葵生長方向是怎樣的？

- (一)向日葵生長與日光的關係。
- (二)向日葵開花程度與下垂角度的關係。
- (三)向日葵開花的角度與日光的關係。

### 三、向日葵的葉序、種子與費氏數列的關係？

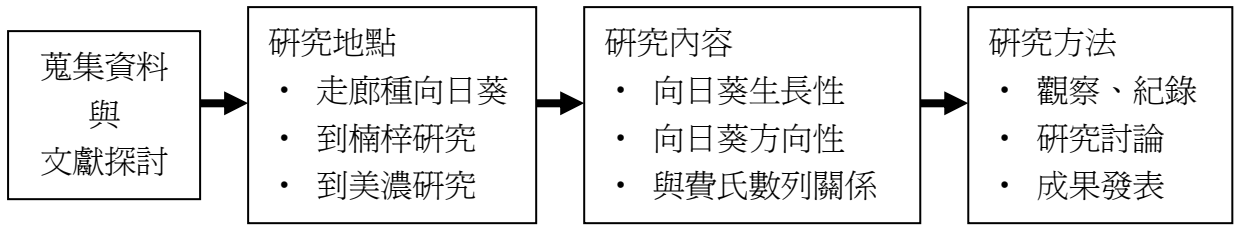
- (一)螺旋葉序與費氏數列的關係。
- (二)種子螺線數與費氏數列的關係。

## 參、研究設備及器材

自製測量工具、指南針、直尺、量角器、數位相機、邊長 1cm 方格紙、捲尺、奇異筆、紙、鉛筆、橡皮擦

肆、研究過程及方法

一、研究流程：



研究地點		
走廊	楠梓	美濃
		



二、研究過程：

(一)研究一：向日葵莖、葉生長情形是怎樣的？

【研究一~1】莖的生長變化情形。

- 方法：1.向日葵種下後，用尺在泥土和子葉間的莖上，每隔 0.5cm 畫一刻度。  
2.每隔幾天觀察、拍照、測量、紀錄，比較莖生長的變化情形。

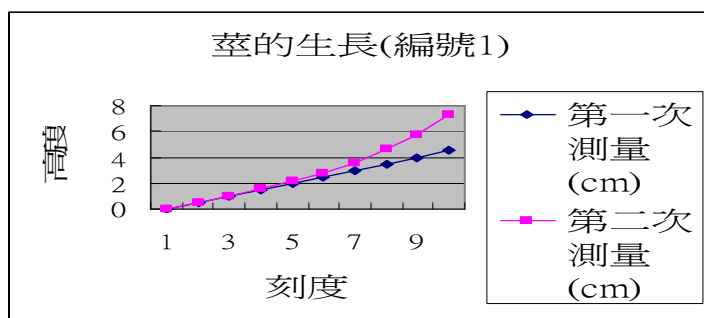
結果：

編號	莖 1	莖 2	莖 3
第一次觀察			
第二次觀察			
第三次觀察			



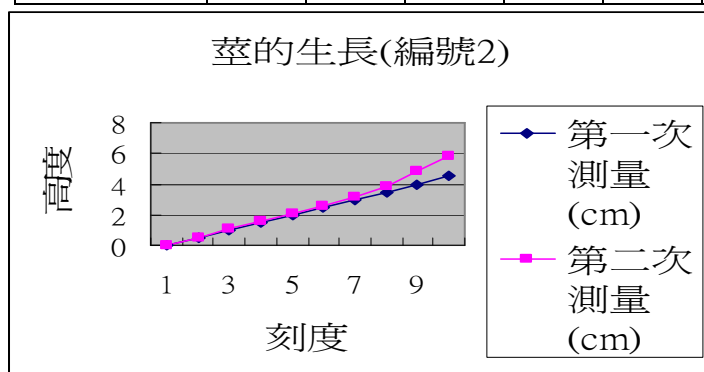
莖 1 :

刻度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第一次測量 (cm)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
第二次測量 (cm)	0	0.5	1.0	1.6	2.2	2.8	3.6	4.6	5.7	7.3
差距	0	0	0	0.1	0.2	0.3	0.6	1.1	1.7	2.6



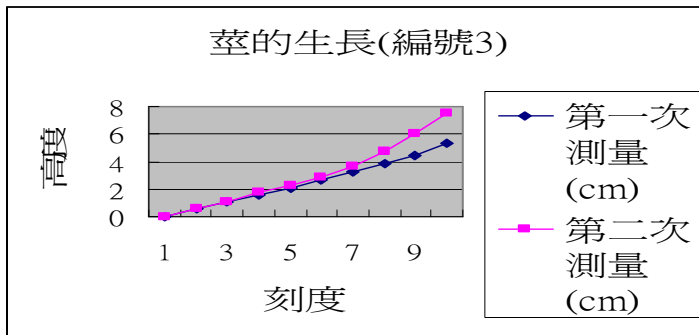
莖 2 :

刻度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第一次測量 (cm)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
第二次測量 (cm)	0	0.5	1.1	1.6	2.1	2.6	3.2	3.9	4.8	5.85
差距	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.8	1.35



莖 3 :

刻度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
第一次測量 (cm)	0	0.6	1.1	1.6	2.1	2.65	3.3	3.9	4.4	5.3
第二次測量 (cm)	0	0.6	1.1	1.75	2.3	2.9	3.7	4.7	6	7.5
差距	0	0	0	0.15	0.2	0.25	0.4	0.8	1.6	2.2



發現：

1. 向日葵子葉莖的生長速度，從所畫的標記來看，接近地面部分生長較慢，越往上生長越快。
2. 本葉莖也有同樣的情形。
3. 由 excel 圖來看，莖拉長的距離成正比。

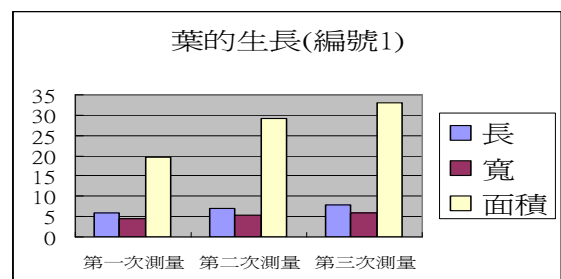
【研究一~2】葉的生長變化情形。

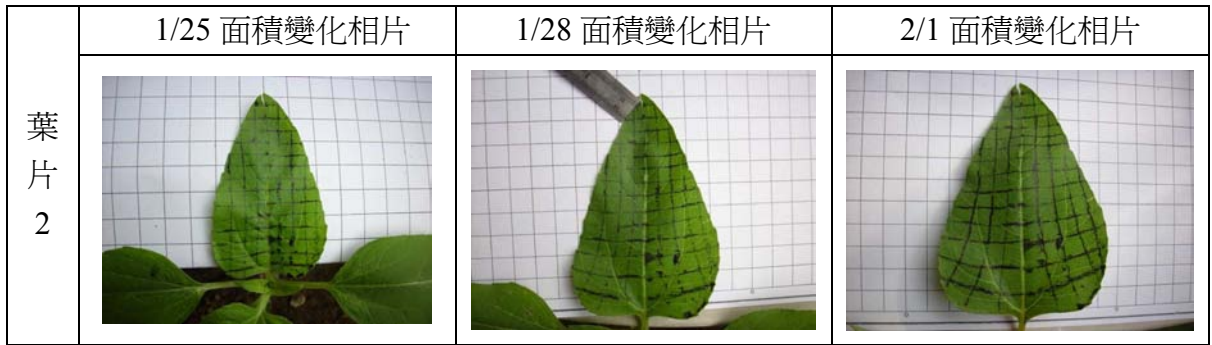
方法 1：找一片正在成長的新葉，用尺在葉子上畫格子線，以中脈為中心，每隔 0.5cm 畫一刻度，測量比較葉子生長的變化情形。

結果：

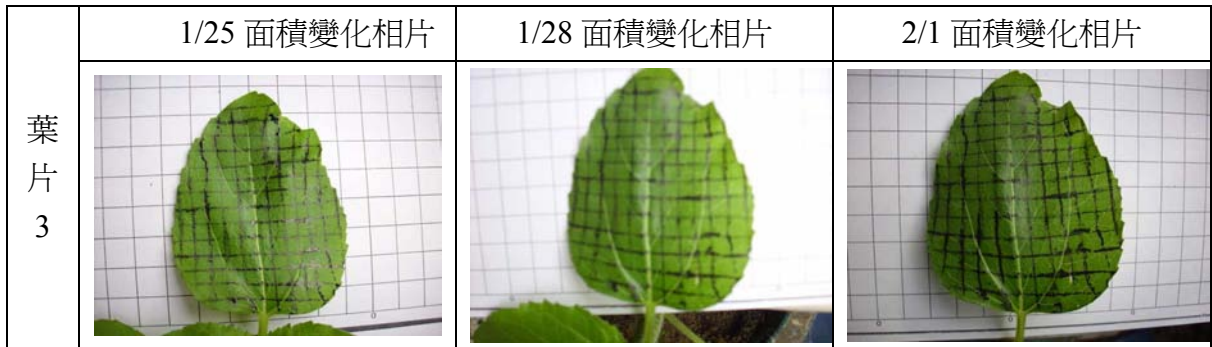
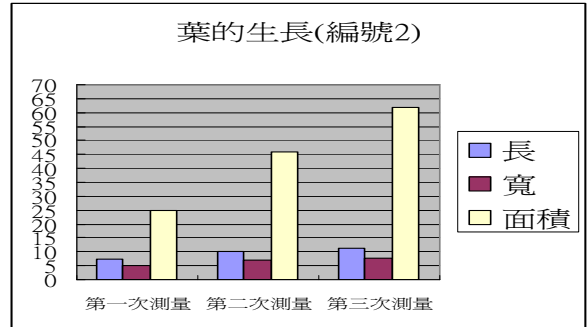


日期	刻度(cm)	長度	寬度	面積
1/25	第一次測量	6	4.5	19.5
1/28	第二次測量	7	5.4	29
2/1	第三次測量	7.8	5.8	33
	放大倍數	1.3	1.3	1.7

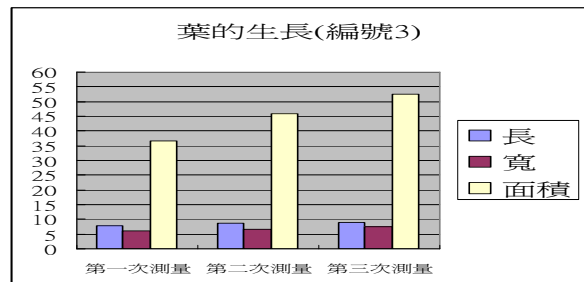




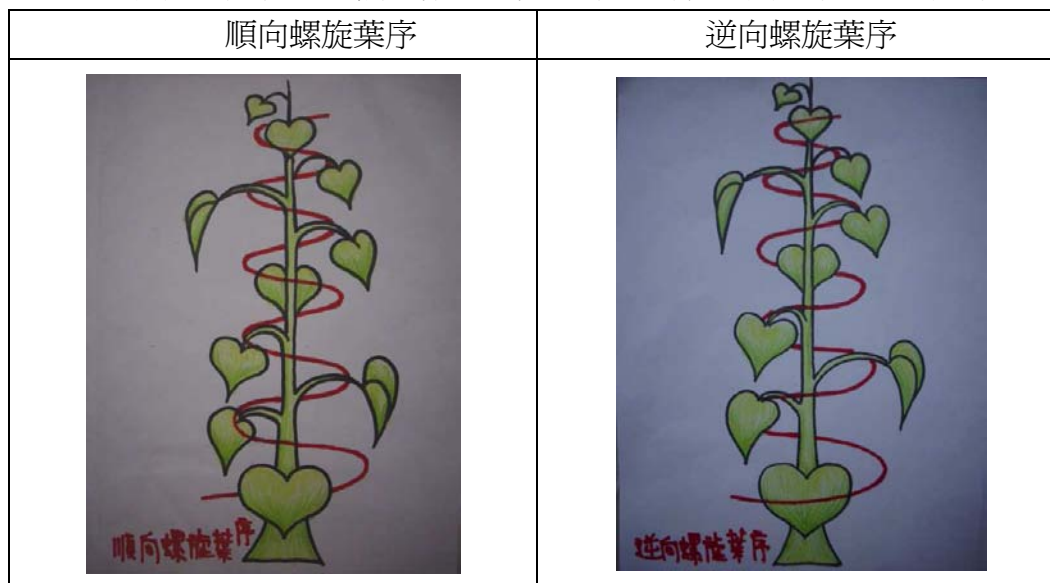
日期	刻度(cm)	長度	寬度	面積
1/25	第一次測量	7.5	5.2	24.75
1/28	第二次測量	10	6.9	46
2/1	第三次測量	11.2	7.7	62
	放大倍數	1.5	1.5	2.5



日期	刻度(cm)	長度	寬度	面積
1/25	第一次測量	7.7	6	36.5
1/28	第二次測量	8.7	6.6	46
2/1	第三次測量	8.9	7.5	52.5
	放大倍數	1.2	1.3	1.4



方法 2：在向日葵花田隨機抽樣 500 棵，計算葉序的順向螺旋和逆向螺旋的棵數。



結果：

	順向螺旋	逆向螺旋	順逆比
棵數	233	267	約是 1 : 1.14

發現：

1. 同一片葉子的長、寬生長，間格變化速度是不一樣的，靠近葉基部分生長比較快。
2. 所以，一片葉子以靠近葉基部分生長比較快，葉尖部分比較慢，使得原來同大小的格線變成不同大小曲線的格子，可見一片葉子葉面的成長每個區域是不同的。
3. 由 excel 圖來看，長度的生長和寬度的生長速度相同。
4. 葉的逆向螺旋略多，但兩者非常接近，可見向日葵葉片生長順向與逆向是不一定的。

### 【研究一~3】開花結果的生長變化情形？

方法：在向日葵花田觀察向日葵開花的生長情形，並用相機拍下開花的步驟。

結果：



螺旋花序	花謝結子	果實成熟
		

開花步驟的觀察：

- 1.花苞時，由綠色的花萼包住，花苞朝上。
- 2.花苞展開後，先伸出舌狀花，花的上半部會先開，花瓣數量有多有少，以 30 -35 片最多，與花盤的大小有關。
- 3.接著內盤的管狀花，由外向內展開，有 5 個小花瓣，隨著陸續開花，花盤變大，花的角度也會向下垂。
- 4.管狀花形成美麗的螺旋花紋，未開的管狀花，依花盤中心成圓形。
- 5.花凋謝後，白色種子開始膨脹，花也隨著掉落。
- 6.整盤花開完後，結成咖啡色的種子。

發現：


- 1.開花的順序是由外向內展開。
- 2.花的生長角度，隨著成熟度，會由上往下垂。
- 3.花序為頭狀花序，由 1-3 層舌狀花與排成螺旋花紋的管狀花組成。
- 4.兩種花都會結種子，種子著生於頭狀花序上，數量很多。

(二)研究二：向日葵生長方向是怎樣的？



【研究二~1】向日葵生長與日光的關係。

方法：觀察向日葵花田及教室走廊生長的向日葵，其莖、葉的向光性。

結果：

	莖	葉
全日照	垂直向上生長	偏南
向日葵花田 全日照相片		



半日照	偏向日照方向	偏向日照方向
教室走廊 半日照相片		
一天中的變化	沒有變化	隨著日照稍微偏轉

發現：

- 1.向日葵在全日照時，莖的生長是垂直向上的，半日照時莖的生長會偏向有陽光的方向。
- 2.葉子也有向日性，整株的葉子會斜向南方，可能因為在冬天時太陽偏南的緣故。
- 3.大部份的花都朝向南偏東 20~30 度。

【研究二~2】向日葵開花程度與下垂角度的關係。

方法：在向日葵花田隨機測量不同開花程度與花盤下垂角度的關係。

結果：


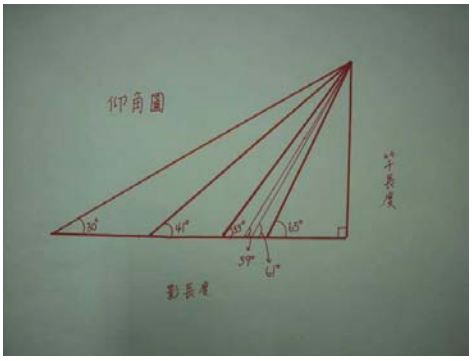
開花程度	花苞	剛開花	開 1/3	開 1/2
下垂角度	0-20	45-80	40-90	45-90
相片				
開花程度	開 3/4	開完	結種子	開 1/2 的正面相片
下垂角度	45-90	70-100	100-130	
相片				

發現：

- 1.未開花時花苞通常向上，與莖形成一直線。
- 2.隨著花苞的展開，下垂角度增加，雖沒有一致的角度，卻都在特定範圍內。
- 3.大部分的花全開時，花與莖垂直成 90 度。
- 4.結種子時，花盤向下，大多呈 100-130 度。


【研究二~3】向日葵開花的角度與日光的關係。

方法：用自製日晷測量一天中的竿影與太陽仰角，再比較向日葵的開花方向及角度。

	竿影圖	仰角圖
相片		

結果：

時間(時)	8	9	10	11	12	13
竿影角度	北偏西 68	北偏西 56	北偏西 40	北偏西 21	北 0 度	北偏東 21
太陽仰角	30	41	55	59	61	59
向日葵仰角	/	/	開花期	開花期	/	/
向日葵方向 南偏東 20-30 度			成熟時	成熟時		

說明	大部分向日葵都朝向同一方向	經過測量是南偏東方向 25 度	向日葵並未隨太陽轉向
相片			

發現：

- 1.向日葵成熟時，大部分都會停留在南偏東 20-30 度，與太陽的竿影比較，正好是 10~11 點的方向。
- 2.向日葵開花期的下垂角度剛好是 10~11 點的仰角。
- 3.一天中，花並不會隨著太陽的移動而轉動方向，和我們蒐集到的資料不符合。

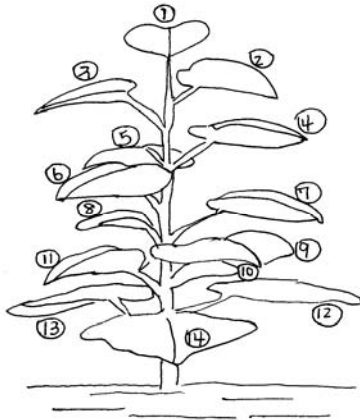
(三)研究三：向日葵的葉序、種子與費氏數列的關係？

【研究三~1】螺旋葉序與費氏數列的關係。

方法：

- 1.在向日葵花田隨機找七棵向日葵觀察。
- 2.從上往下幫葉子由 1~? 編號。
- 3.用自製工具（如右下照片）、捲尺、奇異筆、紙、鉛筆、橡皮擦做觀察、記錄。

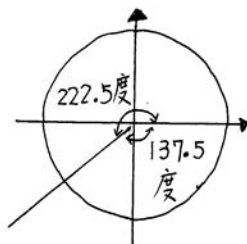
※葉碼



※自製測量工具



※葉沿著137.5度的螺旋生長，能使每片葉子擁有最多的陽光和雨水。根據《國語日報》資料：向日葵的黃金角度



$$360\text{度} \times 0.618 = 222.5\text{度}$$

$$360\text{度} - 222.5\text{度} = 137.5\text{度}$$

相隔8葉的  
相對葉

※我們把葉柄長  
在相同方向、  
位置的，叫做  
相對葉。



結果：

數據一

編號	1	2	3	4	5	6	7
樹高	161	126	140.5	111	131	113	81
對生數	2	1	2	2	3	3	3
螺旋方向	順	逆	順	順	逆	順	順

數據二（以編號第1的葉子為0°，利用順向或逆向螺旋判斷和下一片葉子所呈現的角度）

向日葵 1											
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
葉序 角度	0°	180°	330°	85°	200°	0°	134°	127°	36°	180°	330°
相對 葉	1、6、 19	2、10、 15	3、11、 16	4、12、 17、20	5	1、6、 19	7	8、13、 18	9、14、 22	2、10、 15	3、11、 16
相差	5、13	8、5	8、5	8、5、3		5、13		5、5	5、8	8、5	8、5
葉碼	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
葉序 角度	85°	227°	36°	180°	330°	85°	227°	0°	85°	265°	36°
相對 葉	4、12、 17、20	8、13、 18	9、14、 22	2、10、 15	3、11、 16	4、12、 17、20	8、13、 18	1、6、 19	4、12、 17、20	21	9、14、 22
相差	8、5、3	5、5	5、8	8、5	8、5	8、5、3	5、5	5、13	8、5、3		5、8
※（360度×8圈+36度）÷21=138.8度，平均每片葉子的間距是138.8度。											

向日葵 2												
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
葉序 角度	0°	145°	277°	32°	265°	0°	145°	277°	32°	265°	330°	145°
相對 葉	1、6、 14	2、7、 12、15	3、8	4、9、 17、22	5、10、 13、21	1、6、 14	2、7、 12、15	3、8	4、9、 17、22	5、10、 13、21	11、 16、19	2、7、 12、15
相差	5、8	5、5、 3	5	5、8、 5	5、3、 8	5、8	5、5、 3	5	5、8、 5	5、3、 8	5、3	5、5、 3
葉碼	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
葉序 角度	265°	0°	145°	330°	32°	173°	330°	98°	265°	32°	173°	
相對 葉	5、10、 13、21	1、6、 14	2、7、 12、15	11、 16、19	4、9、 17、22	18、23	11、 16、19	20	5、10、 13、21	4、9、 17、22	18、23	
相差	5、3、 8	5、8	5、5、 3	5、3	5、8、 5	5	5、3		5、3、 8	5、8、 5	5	

※ (360 度×8 圈+32 度)÷19=153.2 度，平均每片葉子的間距是 153.2 度。

向日葵 3											
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
葉序 角度	0°	90°	160°	240°	180°	45.5°	205°	90°	240°	180°	45.5°
相對 葉	1、14、 19	2、8、 16	3、13、 21	4、9、 17、20	5、10、 18	6、11	7、12、 15	2、8、 16	4、9、 17、20	5、10、 18	6、11
相差	13、5	6、8	10、8	5、8、3	5、8	5	5、3	6、8	5、8、3	5、8	5
葉碼	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
葉序 角度	205°	160°	0°	205°	90°	240°	180°	0°	240°	160°	
相對 葉	7、12、 15	3、13、 21	1、14、 19	7、12、 15	2、8、 16	4、9、 17、20	5、10、 18	1、14、 19	4、9、 17、20	3、13、 21	
相差	5、3	10、8	13、5	5、3	6、8	5、8、3	5、8	13、5	5、8、3	10、8	

※ (360 度×11 圈+160 度)÷20=206 度，平均每片葉子的間距是 206 度。

向日葵 4									
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9
葉序 角度	0°	82°	300°	35°	170°	315°	82°	300°	35°
相對 葉	1	2、7	3、8、16	4、9、 12、17	5、15	6、11、 14	2、7	3、8、16	4、9、 12、17
相差		5	5、8	5、3、5	10	5、3	5	5、8	5、3、5
葉碼	10	11	12	13	14	15	16	17	18

葉序角度	200°	315°	35°	200°	315°	170°	300°	35°	200°
相對葉	10、13、18	6、11、14	4、9、12、17	10、13、18	6、11、14	5、15	3、8、16	4、9、12、17	10、13、18
相差	3、5	5、3	5、3、5	3、5	5、3、	10	5、8	5、3、5	3、5
※ (360度×6圈+200度)÷17=138.8度，平均每片葉子的間距是138.8度。									

向日葵 5									
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9
葉序角度	0°	90°	255°	0°	215°	280°	90°	215°	0°
相對葉	1、4、9	2、7	3、16	1、4、9	5、8	6、11	2、7	5、8	1、4、9
相差	3、5	5	13	3、5	3	5	5	3	3、5
葉碼	10	11	12	13	14	15	16	17	18
葉序角度	124°	280°	25°	124°	325°	124°	255°	25°	180°
相對葉	10、13、15	6、11	12、17	10、13、15	14	10、13、15	3、16	12、17	18
相差	3、2	5	5	3、2		3、2	13	5	
※ (360度×6圈+180度)÷17=137.6度，平均每片葉子的間距是137.6度。									

向日葵 6									
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9
葉序角度	0°	150°	355°	50°	245°	355°	150°	245°	30°
相對葉	1、14、17	2、7、15	3、6	4	5、8、13、16	3、6	2、7、15	5、8、13、16	9
相差	13、3	5、8	3		3、5、3	3	5、8	3、5、3	
葉碼	10	11	12	13	14	15	16	17	18
葉序角度	180°	310°	90°	245°	0°	150°	245°	0°	130°
相對葉	10	11	12	5、8、13、16	1、14、17	2、7、15	5、8、13、16	1、14、17	18
相差				3、5、3	13、3	5、8	3、5、3	13、3	
※ (360度×6圈+130度)÷17=134.7度，平均每片葉子的間距是134.7度。									

向日葵 7												
葉碼	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
葉序 角度	0°	180°	20°	195°	180	0°	220°	50°	195°	180°	50°	260°
相對 葉	1、6	2、5、 10、 15、 18、23	3	4、9、 17、22	2、5、 10、 15、 18、23	1、6	7	8、 11、16	4、9、 17、22	2、5、 10、 15、 18、23	8、 11、16	12、20
相差	5	3、5、 5、3、 5		5、8、 5	3、5、 5、3、 5	5		3、5	5、8、 5	3、5、 5、3、 5	3、5	8
葉碼	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
葉序 角度	115°	10°	180°	50°	195°	180°	10°	260°	160°	195°	180°	
相對 葉	13	14、19	2、5、 10、 15、 18、23	8、 11、16	4、9、 17、22	2、5、 10、 15、 18、23	14、19	12、20	21	4、9、 17、22	2、5、 10、 15、 18、23	
相差		5	3、5、 5、3、 5	3、5	5、8、 5	3、5、 5、3、 5	5	8		5、8、 5	3、5、 5、3、 5	

※ (360 度×13 圈+180 度) ÷22=220.9 度，平均每片葉子的間距是 220.9 度。

葉面間距的角度(黃金角度：137.5、222.5)

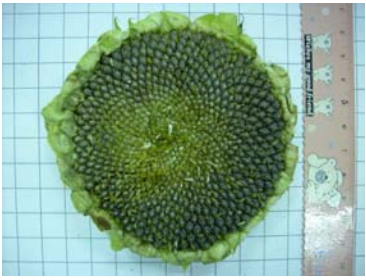
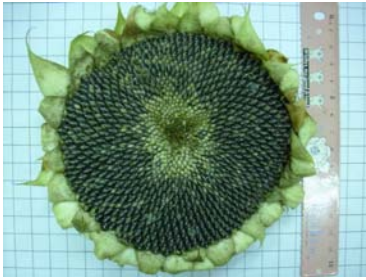
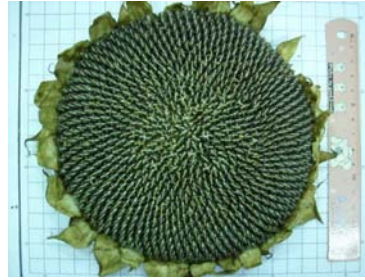
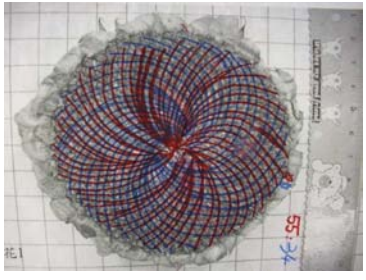
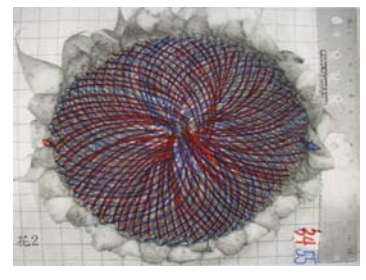
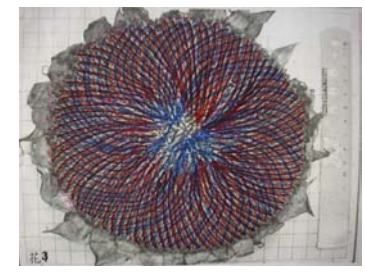

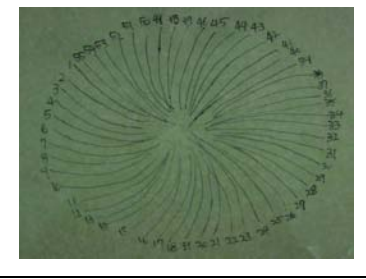
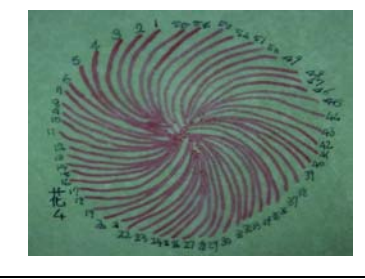
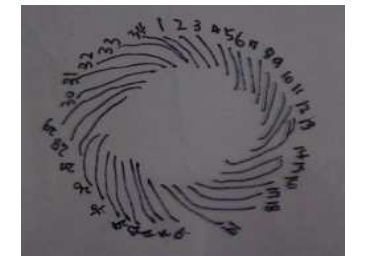


編號	1	2	3	4	5	6	7
平均角度	138.5	153.2	206	138.8	137.6	134.7	220.9
和黃金角度差	1	15.7	16.5	1.2	0.1	2.8	1.6
誤差百分比	0%	11%	7%	0%	0%	2%	0%

發現：

- 1.子葉以上，這七棵向日葵，本葉有 1~3 對的對生，對生數符合費氏數列。
- 2.每個相對葉的差距，有 3、5、8、13 數的變化，皆符合費氏數列。
- 3.葉子的平均間隔角度符合費氏數列的黃金角度。

【研究三~2】種子螺線數與費氏數列的關係。

方法：剪下 3 個不同大小的向日葵花盤，拍照後印出，在紙上畫出其左右螺線，再於透明片上分別畫出右旋和左旋，以方便計算右、左旋數。

編號	花 1	花 2	花 3
花盤相片			
花盤螺線			
右旋			
左旋			

結果：

編號	花 1	花 2	花 3
直徑(cm)	8.5	11	17
左旋數列	34	34	34
右旋數列	55	55	55

發現：

- 1.左旋與右旋皆符合費氏數列。
- 2.這三個花盤大小不同，螺旋數卻相同。
- 3.右旋數大於左旋數，比值約 1.617，接近黃金比例。



## 伍、研究結果

### 一、向日葵莖、葉生長情形是怎樣的？

(一)向日葵的生長順序，由種子發芽後，一路照順序往上長：子葉→本葉→花苞→舌狀花→管狀花→結種子→成熟→枯死。

成長階段	1 種子	2.子葉	3.本葉	4.小葉片
說明	形狀上尖下寬，咖啡色，有白條紋	兩片對生，子葉以下的莖光滑，子葉以上的莖有白色絨毛	先長出 1-3 對的對生葉，再轉為互生葉，以螺旋方式向上生長	接近頂端，葉子變小，共 5-7 葉
成長階段	5.花萼	6.舌狀花	7.管狀花	8.結果實
說明	花萼綠色，疊成三層，方向朝上	黃色，在花盤外圍	由外向內開花，是蜜蜂採蜜的地方，呈螺旋排列	種子數很多，呈螺旋排列

(二)莖接近地面部分生長較慢，越往上生長越快，拉長的距離成一正比例。

(三)葉靠近葉基部分生長比較快，葉尖部分比較慢。長度的生長和寬度的生長速度相同。

(四)葉的順向螺旋和逆向螺旋數的比例非常接近。

(五)開花的順序是由外向內陸續展開，形成環狀，隨著開花的成熟度，角度由上向下垂。

(六)花序為頭狀花序，是由 1-3 層舌狀花與排成螺旋花紋的管狀花組成。

### 二、向日葵生長方向是怎樣的？

(一)全日照時，莖的生長是垂直向上的，半日照時則會偏向有陽光的方向。

(二)葉子也有向日性，全日照時整株的葉子會斜向南方，但半日照時會面向太陽的方向。

(三)大部份的花都朝南偏東 20~30 度。

(四)花苞通常向上，與莖形成一直線，隨著花苞的展開，會增加下垂角度。

(五)大部分的花全開時，花與莖垂直成 90 度，而結種子時，花盤會向下約呈 100-130 度。

(六)花成熟時，多數停留在南偏東 20-30 度，與太陽的竿影比較，在 10~11 點的方向，開花期的下垂角度剛好是 10~11 點的仰角。

(七)一天中，花不會隨著太陽的移動而轉動，這和蒐集到的資料不符。

### 三、向日葵的葉序、種子與費氏數列的關係？

(一)與費氏數列的關係：

相關項目	相關數	有無相關	補充說明
一個頭狀花序	1	有	有極少數會分支成多朵花序
子葉對生	2	有	因是雙子葉植物
本葉對生數	1、2、3	有	以後就變成互生
相對葉間隔數	3、5、8、13	有	有少數不明顯
螺旋葉序角度	137.5 222.5	有	經計算結果符合黃金角度
花瓣數	13—34	無	小花的花瓣數較少，大花較多
種子數	約 439、976	無	有些掉落或未成熟，不易計算
葉子總數	11~27	無	跟高度有關
種子螺旋數	34：55	有	花盤不論大盤、小盤皆相同

- (二)子葉以上有 1~3 對的對生，對生數符合費氏數列。
- (三)相對葉的差距，有 3、5、8、13 數的變化，符合費氏數列。
- (四)葉子的平均間隔角度符合費氏數列的黃金角度。
- (五)管狀花左、右旋皆符合費氏數列，且右旋大於左旋，比值約 1.617，接近黃金比例。
- (六)三個花盤大小不同，但螺旋數卻相同。

## 陸、討論

- 一、陽光是否充足，會影響向日葵的生長，實驗過程中發現陽光不足的環境會使向日葵長不大，花也小，可見太陽對它是非常重要的。
- 二、無論在楠梓或美濃的向日葵園，大多數的向日葵最後會面向南偏東 20-30 度，剛好是太陽 10~11 時的角度，為什麼會這樣呢？在夏天或其他的地方，方向是否還會一樣？有待我們繼續研究。
- 三、一般人的觀念中，常認為一天中向日葵會隨太陽旋轉，但在我們的觀察及實驗裡，並沒有發現這種現象。
- 四、文獻中一《向日葵究竟向不向日》，曾提到向日葵會隨太陽轉動，方向晚 48 分鐘，但在我們觀察研究中，也沒有發現這一現象。
- 五、美濃與楠梓的向日葵有少數特例會面向其他方向，為何如此，仍需要再探討。
- 六、在研究過程中，我們選擇較具代表性的向日葵來做研究，但仍有一些向日葵有較不規則性的生長情形，為何如此？有待我們繼續深入觀察研究。

## 柒、結論

- 一、向日葵的莖、葉、花都有向日的現象，**但不會隨著太陽旋轉。**
- 二、向日葵的生長有單一性，從由種子發芽後，一路照順序往上長：子葉→本葉→花苞→舌狀花→管狀花→結種子→成熟→枯死。
- 三、向日葵的**花數、子葉、本葉對生數、相對葉間隔數、螺旋葉序角度、種子排列的螺旋數皆符合費氏數列。**
- 四、從花苞到種子成熟，花盤會從 0 度漸漸下垂到 130 度。
- 五、大多數的向日葵最後會面向南偏東 20-30 度，剛好是太陽 10~11 時的角度。

## 捌、參考資料

- 一、Fibonacci Numbers in Nature。民 96 年 12 月，取自：  
<http://britton.disted.camosun.bc.ca/fibslide/jbfbfslide.htm>
- 二、《葉序：自然之美》。民 96 年 12 月，取自：  
<http://203.68.20.65/science/comtent/1999/00030351/0015.htm>
- 三、《費氏數列及黃金分割》。民 96 年 12 月，取自：  
<http://xserve.math.nctu.edu.tw/people/capi/carnival/fidonacci/07.htm>
- 四、《葉序》。民 97 年 1 月，取自：  
<http://www.mcs.surrey.ac.uk/personal/R.Knoff/Fibonacci/fibant.html#pinecones>

【評語】081544

觀察細微，文獻蒐集完整。學生表達能力不錯，內容融和數學。

建議文獻雖蒐集完整，研究者應加強文獻內容解析，並和實驗相契合。