

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

第三名

080304

絲絲入扣—絲瓜生長記實

學校名稱：花蓮縣花蓮市明禮國民小學

作者： 小六 張芮瑜 小六 何岫澐 小六 陳偉智	指導老師： 陳蕙蘭
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：絲瓜卷鬚、逆向纏繞點

絲絲入扣—絲瓜生長記實

摘要

本研究配合絲瓜生長期從2010年1月到4月底，歷時4個月。透過種植絲瓜的過程，學習研究植物的基本方法，了解植物生長的奧祕，研究方法以野外觀察、記錄、野外實驗、室內實驗法及文獻探討法進行。

本研究分成三個部分，第一部分，透過種植絲瓜的過程，觀察絲瓜莖、葉、花、果實的生長情形。第二部分，探索絲瓜卷鬚捲曲的過程。第三部分，探討絲瓜卷鬚纏繞與攀爬物的關係，根據實驗結果絲瓜卷鬚捲曲攀爬喜細且圓的物體。

壹、研究動機

去年暑假鄰居在我家廚房後面的空地上種了幾棵絲瓜，絲瓜長得非常茂盛，都爬到廚房窗戶上了，每次到廚房幫忙洗碗，都可以看到綠油油的葉子和像彈簧一樣的卷鬚。八月初颱風過後，第二天一大早打開窗戶，絲瓜的葉子都被風吹掉了，但是絲瓜的卷鬚，還是牢牢的纏繞在窗戶上，後來鄰居要另外種別的青菜，我也到後面去幫忙，我想把卷鬚從窗戶上扯下來，可是沒辦法，只好用剪刀剪斷，卷鬚的尾端只能留在窗戶上慢慢等它乾掉，讓它自己掉下來。絲瓜的卷鬚的力量好大，讓我想要一探究竟，絲瓜卷鬚究竟有什麼魔法？

貳、研究目的

- 一、了解絲瓜莖、葉、花、果實的生長情形。
- 二、探索絲瓜卷鬚捲曲的過程。
- 三、探討絲瓜卷鬚纏繞與攀爬物的關係。

參、研究問題

為達成上述研究目的，我們設計以下九項欲探討的研究問題。

- 一、絲瓜莖的生長情形是怎樣的？
- 二、絲瓜葉的生長情形是怎樣的？
- 三、絲瓜花、果實的生長情形是怎樣的？
- 四、絲瓜卷鬚的生長曲線是怎樣的？
- 五、絲瓜卷鬚纏繞的過程是怎樣的？

六、絲瓜卷鬚內部的構造是怎樣的？

七、絲瓜卷鬚產生逆向纏繞現象的過程是怎樣的？

八、不同形狀的物體與絲瓜卷鬚纏繞與否是否有關？

九、不同尺寸的物體與絲瓜卷鬚纏繞與否是否有關？

藉由有系統的探討，以期更進一步瞭解絲瓜卷鬚的生長、構造與纏繞面相。研究問題與研究目的之相關性歸納為：

研究目的—：就研究問題為一至三項，逐一記錄絲瓜莖、葉、花、果實的生長情形。

研究目的二：就研究問題為四至七項，逐一探索絲瓜卷鬚的外部纏繞現象和內部構造。

研究目的三：就研究問題八、九項，分別探討不同形狀及不同尺寸的物體與絲瓜卷鬚纏繞的相關性。

肆、研究設備及器材

絲瓜苗、相機、電腦、筆記本、白網、竹子、鐵絲、鋤頭、尺、名牌夾、肥料、水桶、澆水器、方眼格、顯微鏡、視像鏡頭觀察系統軟體、實物投影機、學生用解培組、刀片、載玻片、蓋玻片、培養皿、滴管、攝影機、彈簧秤、木棍、塑膠、白鐵、鋼管、棉繩、紮線帶、月曆紙、厚紙板、膠帶、大頭針、奇異筆。

伍、相關學習經驗的整合與文獻探討

一、與自然課相關的課程

國小自然牛頓出版：五下第二單元植物 — 根、莖、葉的功能

國小自然牛頓出版：六上第三單元微生物的作用 — 顯微鏡的使用

二、文獻探討

(一) 絲瓜，瓜科，草質藤本，以卷鬚纏繞攀爬，葉緣呈齒牙緣，上下表面粗糙，單性花雌雄同株，雄花為總狀花序，花徑 5~10 公分，果實長 30~60 公分直立或彎曲。

台灣普遍栽植食用，花期自 4 月至 9 月。一月份可育苗、栽種，最適生



長在 20°C 至 30°C 的環境下生長，15°C 以下品質降低，需充分日照，生產期必須有豐富水分，但根不能浸水。

(二) 植物的攀爬方法分為四類：

1. 以莖纏繞攀爬：牽牛花、四季豆、山藥、金銀花、台灣何首烏。

2. 以不定根吸附攀爬：蝴蝶蘭、黃金葛、石斛蘭、萬代蘭。

3. 以卷鬚纏繞攀爬：

莖特化成的卷鬚：葡萄、絲瓜、苦瓜、百香果、三角葉西番蓮、倒地鈴。

葉特化成的卷鬚：豌豆、炮杖花、蒜香藤、串鼻龍、連理藤。

4. 以特化的鉤刺或吸盤攀爬：九重葛(鉤刺)、黃藤(鉤刺)、爬牆虎(吸盤)。

絲瓜是屬於莖特化的卷鬚，莖會生長由小枝變成的莖卷鬚，可以纏繞在其他物體上支持主莖。

陸、研究流程

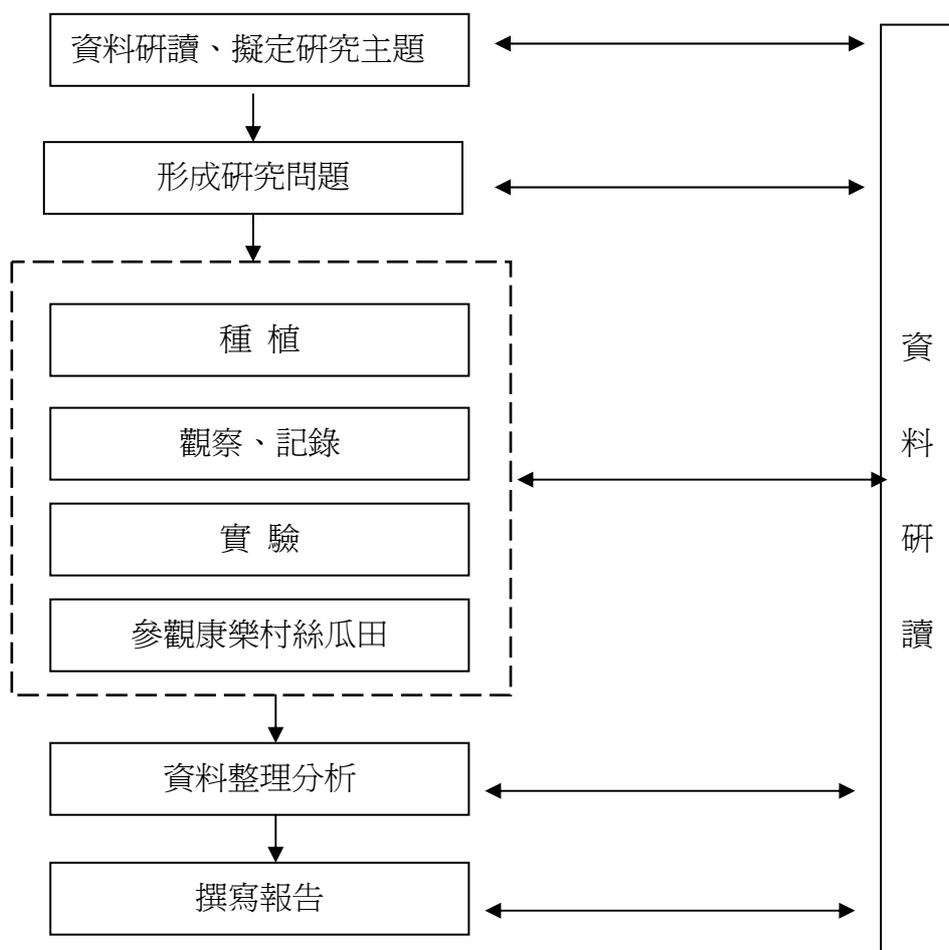


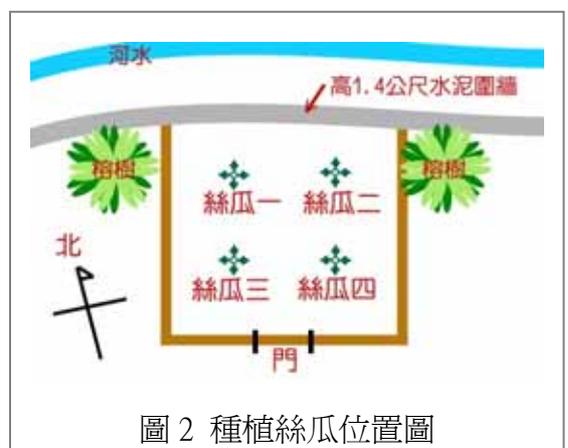
圖 1 研究流程圖

柒、研究過程與結果

一、種植絲瓜

		
查閱絲瓜栽培資料 (990122)	除草、整地 (990125)	種植 (990125)
		
記錄生長情形 (990127)	長出卷鬚了 (990208)	澆水、施肥 (990223)
		
工友叔叔幫忙搭棚 (990324)	雌花開花了 (990326)	絲瓜長大了 (990413)

我們到東華大學圖書館查閱絲瓜的相關資料，資料表示一月的天氣已經可種植絲瓜了，確定了我們研究的可行性，於是我們在校園的一角，花了一個上午的時間除草、整地。從來不會用鋤頭除草，原來腰會酸到直不起來，下午下起雨來，工友叔叔幫我們把菜園圍起來，因為叔叔說不圍起來的話，蝸牛會吃而且小狗會亂挖。我們加上老師一人一棵，一共種了四棵絲瓜，命名為絲瓜一、絲瓜二、絲瓜三、絲瓜四（圖2）。



在我們細心澆水、施肥、除草及每天量身高，記錄生長情形下（圖 3、4、5），終於看見平常只有在餐桌上才可以看見的絲瓜菜餚，一條一條的在我們面前長大茁壯，心理有說不出的成就感。從種植絲瓜苗到長出大絲瓜的過程記錄如下表（表 1），與我們閱讀的絲瓜栽培資料一樣，種植後約 60 天就會開花結出小絲瓜，80 天後就可收成了。

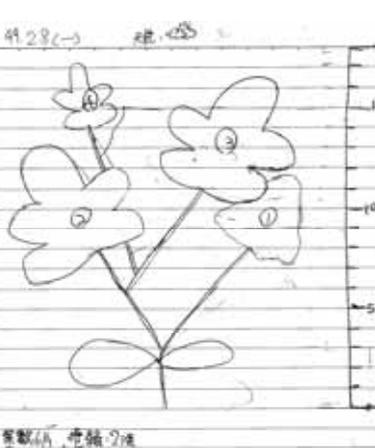
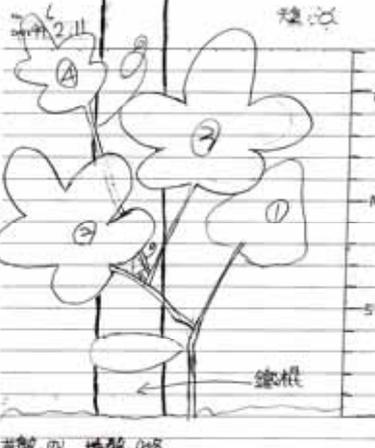
 <p>身高: 8cm 葉數: 6片</p> <p>①→沒長高, 但葉子②③④都變大 ①→沒長大 ②→沒長大 ③→長大一點 ④→長大一點</p>	 <p>葉數: 11, 卷鬚: 2條</p> <p>①→長大一點, 葉子也變大 ②→長大一點, 葉子也變大 ③→長大一點 ④→長大一點 ⑤→長了2條鬚, 1條長1條短</p>	 <p>葉數: 17, 捲鬚: 2條</p> <p>①→比前次大一點, 大小約是①的3倍大 ②→比前次大很多, 大小約是①的3.5倍大 ③→比前次大 ④→新長的 ⑤→新長的</p>
<p>圖 3 絲瓜二 生長情形手繪圖 1 (990203)</p>	<p>圖 4 絲瓜二 生長情形手繪圖 2 (990208)</p>	<p>圖 5 絲瓜二 生長情形手繪圖 3 (990211)</p>

表 1 絲瓜苗到長出大絲瓜的過程記錄

項目	過程	種植絲瓜苗	長出卷鬚	長出雌花苞及雄花序	雌花開花	結成果實
日期		99.01.25	99.02.08	99.03.17	99.03.26	99.03.29
距種植天數			14 天	51 天	60 天	63 天

我們種植絲瓜的地方是河床地，石頭非常多，土壤很硬，水澆下去要一段時間才會被吸收，至 4 月 23 日止，四棵絲瓜苗共長出了 11 條絲瓜，我們非常滿意。整個種植過程，還好有伙伴之一的阿公常常種菜，可當我們的顧問，另一伙伴姑婆家的絲瓜田，不僅讓我們參觀，還讓我們實驗，學校工友叔叔還幫我們圍籬笆、搭棚架，真是太感謝了。

絲瓜一的主莖因為我們一直實驗不小心折斷而枯死了，但是在第三節的地方長出了一根新的莖，也冒出了新的卷鬚，正在努力的找尋攀爬物，植物的生命力真是太神奇了。

二、研究方法及結果

(一) 問題一：莖的生長情形是怎樣的？

1. 研究方法：測量法

2. 研究步驟：

- (1) 測量出四棵絲瓜葉子與葉子之間節的長度，將每一節的長度記錄下來(附件一)。
- (2) 將絲瓜結第一顆果實的節記錄下來，比對結果實的地方與節的長短是否相關。
- (3) 將記錄結果，繪製長條圖(圖6、7、8、9)。
- (4) 至康樂村姑婆家的絲瓜田，選十顆絲瓜，將每一棵絲瓜結第一顆果實是在第幾節記錄下來(表2)。

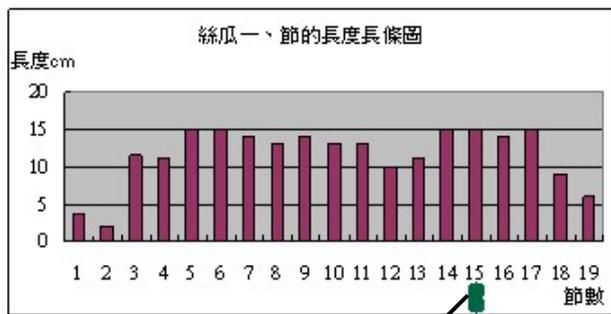
	
<p>測量節的長度</p>	<p>節的長度記錄表(手記)</p>

3. 研究結果：

- (1) 比對絲瓜一、二、三、四的長度長條圖，得知剛長出的節都較短，大多數節的長度都在15公分左右，較長的節可長至21公分。
- (2) 根據圖6、7、8、9顯示，長出果實的節約在15公分以上。
- (3) 比對姑婆家絲瓜田長出果實的節數，與我們種植的絲瓜相同，約都在第15節後長出第一個果實。

表2 第幾節長出第一個絲瓜(姑婆家絲瓜田)

編號	節數	編號	節數
樣本一	16	樣本六	17
樣本二	15	樣本七	17
樣本三	18	樣本八	17
樣本四	18	樣本九	17
樣本五	18	樣本十	18



第一個絲瓜

圖 6 絲瓜一、節的長度長條圖

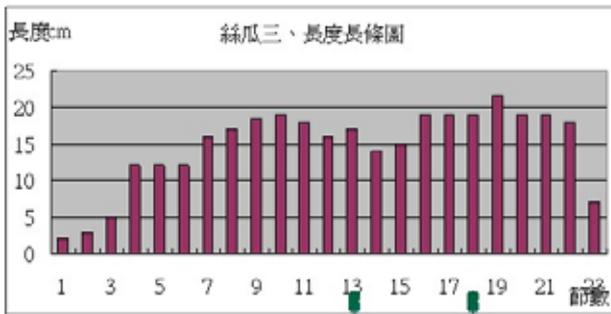


圖 8 絲瓜三、節的長度長條圖

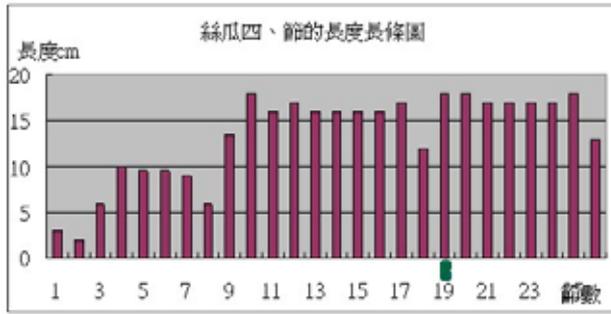


圖 9 絲瓜四、節的長度長條圖

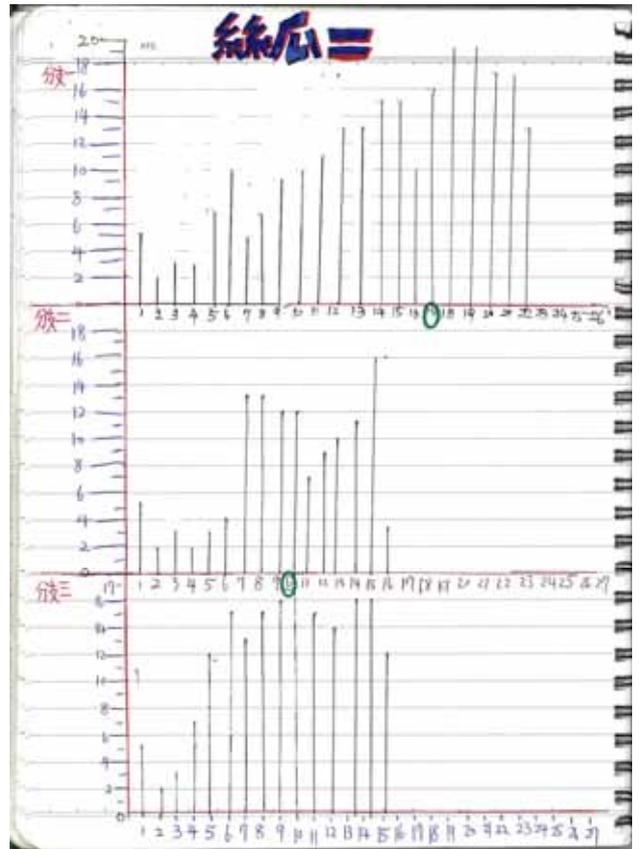


圖 7 絲瓜二、節的長度長條圖

(二) 問題二：葉的生長情形是怎樣的？

1. 研究方法：測量法

2. 研究步驟：

- (1) 四棵絲瓜各選定一片新長的葉子，利用方眼格描繪出葉的大小，描繪的方法如下（圖 10、11、12），算出格數，不成格的兩格算一格，每天記錄葉子所占格數的變化。
- (2) 絲瓜一葉片（表 3），因實驗不慎將主莖折斷，故從 4 月 8 日測量至 4 月 20 日。
- (3) 絲瓜二葉片（表 4），在描繪過程中，不小心將葉片扯掉兩次，至第三片才順利從 4 月 13 日測量至 23 日。
- (4) 絲瓜三葉片（表 5），同樣換了三片，才順利測量。

(5) 絲瓜四葉片 (表 6)，從 4 月 12 日測量至 23 日。

(6) 將記錄結果，利用 Excel 繪製曲線圖 (圖 13、14、15、16)，以便了解葉片生長情形。



圖 10 描繪方法一：葉子放在方眼紙上描繪



圖 11 描繪方法二：利用數位相機輸出後，在上面畫出方眼格，再數出幾格。

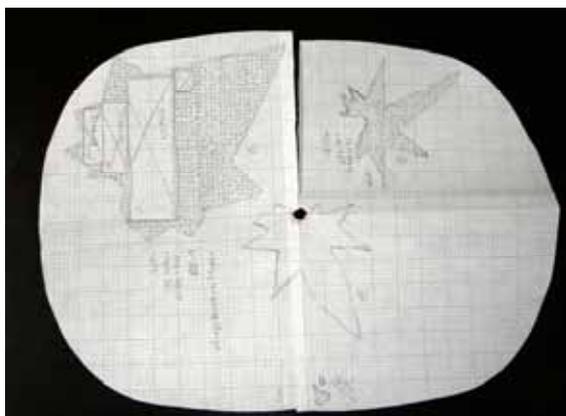
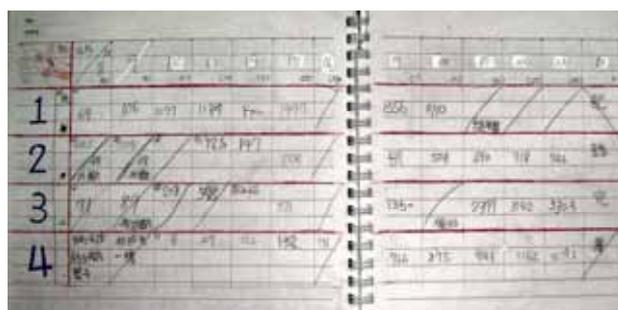


圖 12 描繪方法三：不好畫的葉子，在方眼紙上剪出一個孔，方便套在莖上描繪葉子。



將測量到的數據，利用表格記錄下來。

3. 研究結果：

表 3 絲瓜一葉片生長記錄表

日期	4/8 (四)	4/9 (五)	4/12 (一)	4/13 (二)	4/14 (三)	4/15 (四)	4/19 (一)	4/20 (二)	4/21 (三)
格數	69	106	1097	1187	1400	1477	1556	1710	主莖枯 萎剪斷

表 4 絲瓜二葉片生長記錄表

日期	4/13 (二)	4/14 (三)	4/15 (四)	1/19 (一)	4/20 (二)	4/21 (三)	4/22 (四)	4/23 (五)
格數	92.5	147	208	437	508	690	714	746

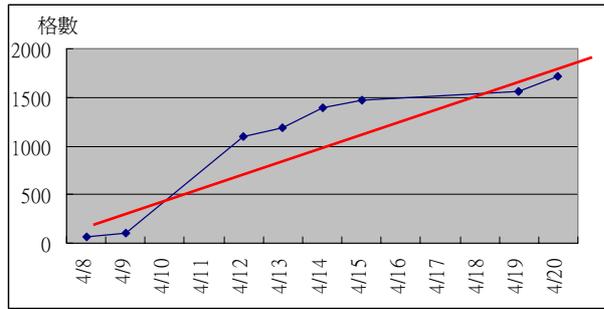


圖 13 絲瓜一、葉片生長曲線圖

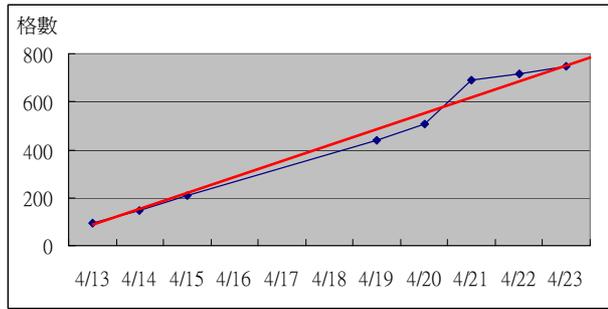


圖 14 絲瓜二、葉片生長曲線圖

表 5 絲瓜三葉片生長記錄表

日期	4/15 (四)	4/19 (一)	4/20 (二)	4/21 (三)	4/22 (四)	4/23 (五)
格數	371	1350	開始下 大雨	2773	3142	3303

表 6 絲瓜四葉片生長記錄表

日期	4/12 (一)	4/13 (二)	4/14 (三)	4/15 (四)	4/19 (一)	4/20 (二)	4/21 (三)	4/22 (四)	4/23 (五)
格數	8	27	72	132	766	875	941	1162	1219.5

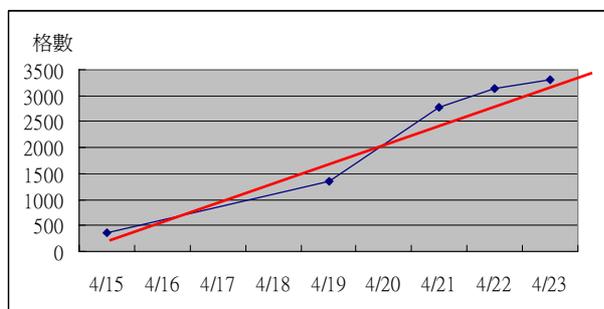


圖 15 絲瓜三、葉片生長曲線圖

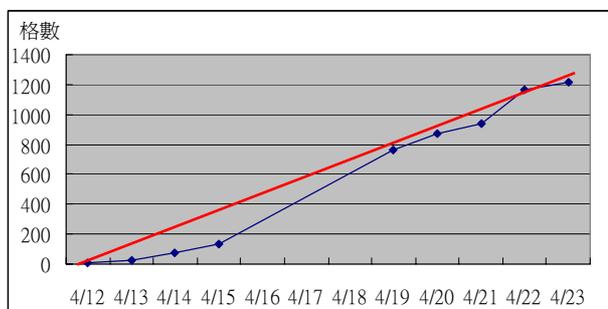


圖 16 絲瓜四、葉片生長曲線圖

- (1) 測量期間，有一些因素沒有辦法每天測量（放假或天候不佳），但是在畫曲線圖時還是保留日期，並在上面畫上假設的直線（紅色的線），方便判斷分析。
- (2) 圖 13、14、15、16 的曲線圖，顯示葉片的生長與時間成正比，沒有快速生長期或緩慢的生長期。
- (3) 經過大家討論認為，測量結果沒有呈現漂亮線條的原因可能有二：
 - ① 三、四月天氣很不穩定，是影響植物生長的一個因素。
 - ② 因為不能把葉片摘下來，只能直接在植物體上描繪，所以有誤差，這也是這個研究問題較困難的地方。

(三) 問題三：絲瓜花、果實的生長情形是怎樣的？

1. 研究方法：調查法、測量法

2. 研究步驟：

- (1) 記錄四棵絲瓜，雌花花苞的數量及開花的數量。
- (2) 記錄四棵絲瓜，雄花花序的數量及開花的數量。
- (3) 記錄四棵絲瓜，結成果實的數量。
- (4) 記錄果實生長長度。



測量絲瓜長度

雌花花苞及雄花總狀花序

3. 研究結果：

表 7 雌花、雄花、果實的統計表 (至 4 月 23 日止)

名稱	絲瓜一	絲瓜二	絲瓜三	絲瓜四	合計
雌花花苞	3	14	11	7	35
雌花花開	4	10	10	7	31
雄花花序	6	13	14	10	43
雄花花開	6	8	7	14	35
果實	2	3	3	3	11
雌花花開÷雄花花開	$\frac{4}{5}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{7}{11}$	$\frac{31}{35}$
果實÷雌花花開	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{11}{31}$

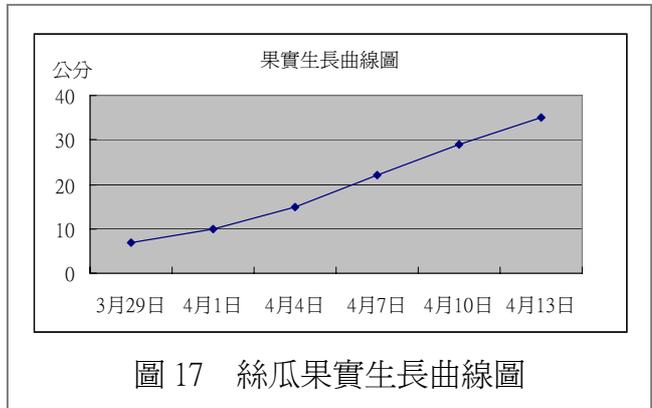
- (1) 由上表得知，至 4 月 23 日止，雌花花苞開花共有 31 朵，雄花花序開花共有 35 朵，比例約為 1：1。
- (2) 由上表得知，至 4 月 23 日止，結成果實與雌花花苞開花的比值約為 $\frac{1}{3}$ ，也就是三朵開花的花苞，只有一個可以結成果實。
- (3) 在記錄過程中發現，四棵絲瓜都是雄花先開，和我們所閱讀資料相同。

表 8 果實生長記錄表

日期	3/26	3/29	4/1	4/4	4/7	4/10	4/13
長度 (cm)	開花	花謝 7 cm	10 cm	15 cm	22 cm	29 cm	35 cm

(4) 由表 8 果實生長記錄表，可以知道果實長大至可食用，需要 15 天的時間。(3/29~4/13)

(5) 由圖 17 的曲線圖可以得知，絲瓜是平均生長，沒有快速生長或緩慢生長期。



(6) 發現絲瓜三，結的第一顆果實是個連體的絲瓜，雌花也一次開兩朵。



(四) 問題四：絲瓜卷鬚的生長曲線是怎樣的？

1. 研究設計：測量法

2. 研究步驟：

- (1) 選定四條卷鬚，每一公分畫一個記號。
- (2) 隔一段時間測量一次，共測量兩次，記錄每個記號長度的變化。
- (3) 將記號結果繪製曲線圖，因尾端捲曲，不容易測量，所以尾端不畫入曲線圖。
- (4) 選定的卷鬚不可太長，因為好幾個樣本，幾小時後就捲曲纏繞沒辦法測量。



3. 研究結果：

表 9 樣本一、卷鬚生長記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	8	尾端
做記號 4/21pm5 : 00	1	1	1	1	1	1	1	1	1.5
第一次測量 4/22 pm2 : 00	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.2	1.2	1.6
第二次測量 4/23am10 : 00	2.5	2.5	2.3	2.1	2	1.7	1.4	1.4	1.6

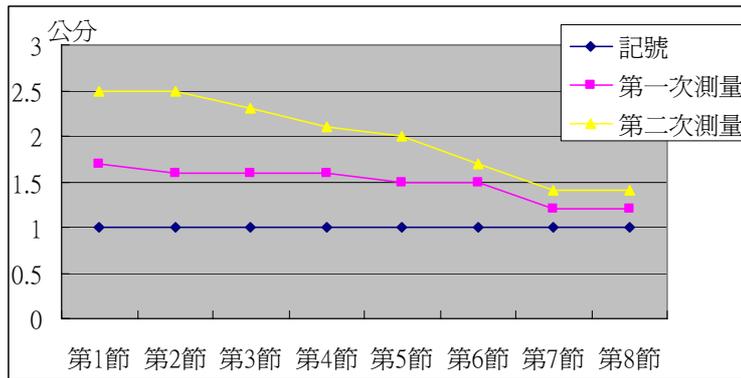


圖 18 樣本一、卷鬚生長曲線圖

表 10 樣本二、卷鬚生長記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	尾端
做記號 4/20pm2 : 00	1	1	1	1	1	1	1	1.4
第二次測量 4/21pm5 : 00	1.7	1.5	1.5	1.5	1.3	1.3	1.2	1.5
第三次測量 4/22am10 : 00	2.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5

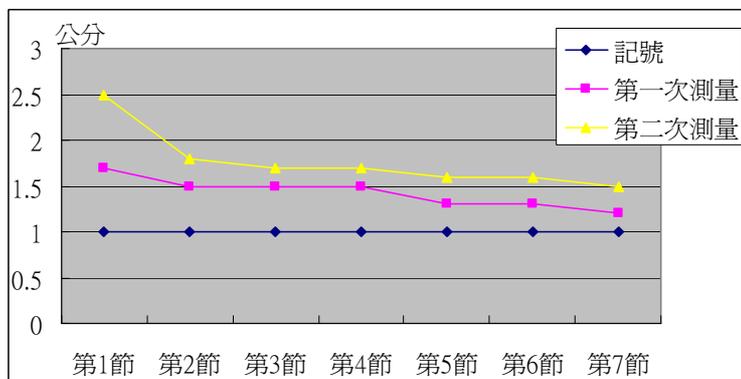


圖 19 樣本二、卷鬚生長曲線圖

表 11 樣本三、卷鬚生長記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	尾端
做記號 4/22am10:00	1	1	1	1	1	1	1	1.4
第一次測量 4/22pm5:00	1.2	1.2	1.1	1.1	1.05	1	1	1.4
第二次測量 4/23am10:00	1.5	1.4	1.25	1.2	1.15	1.1	1.1	1.5

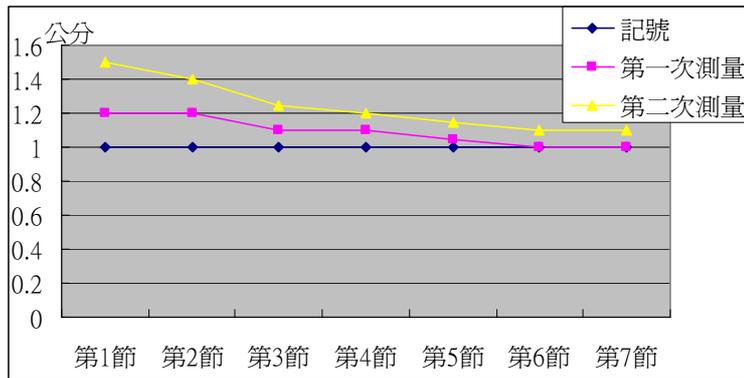


圖 20 樣本三、卷鬚生長曲線圖

表 12 樣本四、卷鬚生長記錄表

節數	1	2	3	4	尾端
做記號 4/21pm5:00	1	1	1	1	0.8
第一次測量 4/22am10:00	1.4	1.4	1.3	1.2	0.9
第二次測量 4/22pm5:00	1.65	1.55	1.4	1.3	0.9

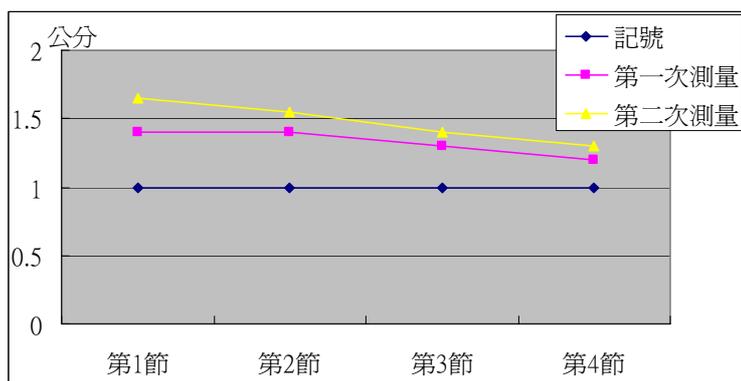


圖 21 樣本四、卷鬚生長曲線圖

(1) 由圖 18 至圖 21 卷鬚生長記錄，基部（接近植物體部位）長得較快，卷鬚尾端長得較慢，與我們所知植物的生長相反，找了很多絲瓜或攀爬植物的資料，都沒提到這一點。

表 13 卷鬚生長比例表

樣本編號	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四
卷鬚原本長度	9.5 公分	8.4 公分	8.4 公分	4.8 公分
A：基部第一節增加的長度	1.5 公分	1.5 公分	0.5 公分	0.65 公分
B：尾端前一節增加的長度	0.4 公分	0.5 公分	0.1 公分	0.3 公分
C：測量時間	41 小時	44 小時	24 小時	24 小時
A/C	1.5/41 =0.0365853	1.5/44 =0.0340909	0.5/24 =0.0208333	0.65/24 =0.027
B/C	0.4/41 =0.009756	0.5/44 =0.0113636	0.1/24 =0.0041666	0.3/24 =0.0125
$\frac{A/C}{B/C}$	3.7500307	3.0000088	5.000072	2.16

- (2) 將表 9 至表 12 整理統計成表 13，樣本一及樣本二測量時間為 40 幾個小時。由表中得知，樣本一及樣本二基部第一節每小時的生長比例約為 0.035 公分，尾端前一節每小時的生長比例約為 0.01 公分，基部的生長速度約為尾端的 3 倍以上。
- (3) 樣本三及樣本四卷鬚測量時間為 24 小時，樣本四卷鬚較短，基部每小時生長 0.027 公分，尾端每小時生長 0.0125 公分，基部生長速度是尾端的 2.16 倍。
- (4) 比較樣本一、二、四，樣本一的長度原本就較長（9.5 公分），樣本二居中（8.4 公分），樣本四較短（4.8 公分），它們增加的長度倍數也是樣本一較多 3.75 倍，樣本二 3 倍，樣本四只有 2.16 倍。由樣本一、二、四可得，卷鬚長度越長基部與尾端增加長度的倍數越大。
- (5) 樣本三卷鬚生長速度較慢，根部每小時生長 0.02 公分，尾端每小時生長 0.004 公分，但基部生長速度是尾端的 5 倍。
- (6) 另外找同樣是卷鬚纏繞的龍鬚菜，測量龍鬚菜卷鬚的生長曲線（附件二），測量結果與絲瓜卷鬚的生長曲線不同，龍鬚菜的卷鬚平均生長，沒有哪個部位生長的較快。

(五) 問題五：絲瓜卷鬚纏繞的過程是怎樣的？

1. 研究方法：現場觀察法、攝影機錄影快轉觀察

2. 研究步驟：

(1) 實地觀察絲瓜卷鬚生長過程並記錄。

(2) 選定特定卷鬚後，利用攝影機至學校種植絲瓜的地點拍攝，三人排班輪流，注意電池電量及攝影機記憶體的容量，隨時更換。

第一次攝影：4月16日（星期五）10：00

開始攝影至 18：02 天黑為止，

共 8 個小時。陰天風大，偶爾下小雨，氣象預測氣溫 15°C 至 20°C。

第二次攝影：4月17日（星期六）11：00~11：40 及 14：00~17：10，共 3 小時

50 分。晴天，氣象預測氣溫 19°C 至 25°C，。

(3) 將拍攝影片輸出至電腦，轉檔後利用播放軟體快轉，觀察記錄。

3. 研究結果：

(1) 卷鬚柄與葉柄約成 130 度，另一邊為植物體主莖，花苞則長在卷鬚與葉柄中間，且卷鬚大部分都有三叉卷鬚。(如圖 22)

(2) 第一次攝影，4月16日陰天偶小雨，中午實際測量絲瓜棚溫度只有 18 度，感覺冷，8 小時卷鬚只有卷鬚尾端捲在竹子上。

第二次攝影，4月17日天氣晴，陽光

溫和，中午實際測量絲瓜棚氣溫 27 度，在太陽下，皮膚有灼熱的感覺，卷鬚捲曲逆向反轉的速度快。

(3) 卷鬚會行纏繞運動，像套索一般，一邊旋轉，一邊找尋物體，卷鬚在碰觸物體後開始纏繞所碰觸的物體，纏繞幾圈後停止，約十二個小時就能牢牢攀住支持物，固定植物體。



拍攝卷鬚捲曲過程



圖 22 卷鬚與葉柄相對位置圖

- (4) 卷鬚攀住支持物一段時間後，卷鬚即開始慢慢纏繞形成彈簧形。
- (5) 等卷鬚成熟後沒有可以纏繞的物體，卷鬚因互相碰觸而纏繞在一起。
- (6) 卷鬚纏繞的各個階段如圖 23、24、25、26。



(六) 問題六：絲瓜卷鬚的內部構造是怎樣的？

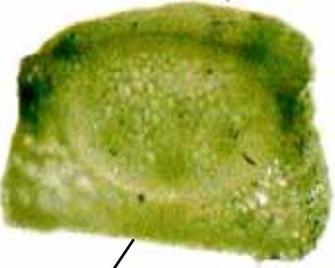
1. 研究方法：利用顯微鏡及視像鏡頭觀察系統軟體，輸出至電腦螢幕觀察卷鬚橫切面。
2. 研究步驟：
 - (1) 採回絲瓜卷鬚，定義卷鬚各部分名稱（圖 27），方便之後的分析。
 - (2) 將各部分徒手用刀片切片後，利用 40 倍及 100 倍的顯微鏡觀察，並利用視像鏡頭觀



察系統軟體，輸出至電腦存檔及繪圖。

(3) 觀察、分析、討論各部分橫切面。

3. 研究結果：

		
圖 28 未捲的卷鬚	圖 29 前端外圈增厚現象	圖 30 逆向纏繞點
		
圖 31 後端	圖 32 纏繞區接觸物體那面	圖 33 尾端

(1) 前後共三次利用星期二及星期三下午，使用顯微鏡觀察卷鬚的橫切面，將有代表性的輸出圖，製成圖 28~圖 33。

(2) 根據上面圖 28 顯微鏡輸出至電腦螢幕的圖，未捲卷鬚的橫切面，顯示卷鬚成扁條狀，有五點明顯的彈簧組織。

(3) 已捲曲的卷鬚橫切面顯示，在前端、逆向纏繞點及後端都是外圈比較圓，有增厚的現象，內圈則向內凹，呈現 C 字形。(圖 29~31)

(4) 從橫切面觀察，可以看到很多的維管束構造，所以絲瓜卷鬚是莖特化的卷鬚。

(5) 纏繞區接觸物體的面 (圖 32)，呈扁平狀，緊貼物體表面。

(6) 在觀察的過程中發現尾端有一條沒切斷

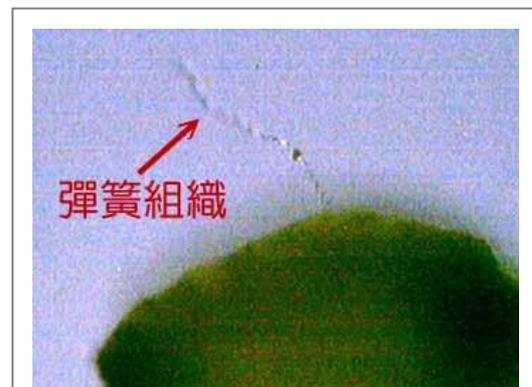


圖 34 尾端出現一條彈簧組織

的彈簧組織（圖 34），它的樣子就像我們平常可以看得到的彈簧一樣，一圈一圈排得很整齊，直接用顯微鏡 100 倍觀察就看得很清楚，因為設備的關係，輸出至電腦後，解析度就差很多了。

（七）問題七：絲瓜卷鬚產生逆向纏繞現象的過程是怎樣的？

1. **研究方法：**現場觀察法、攝影機錄影利用電腦快轉觀察

2. **研究步驟：**

（1）實地觀察絲瓜卷鬚生長過程並記錄。

（2）利用拍攝的影片快轉、觀察逆向纏繞的過程，並將卷鬚捲曲的過程畫出來。

3. **研究結果：**

（1）絲瓜卷鬚觸及物體後，就會開始繞著它纏，約十二個小時就能牢牢攀住支持物，固定植物體。

（2）卷鬚攀住支持物一段時間後，卷鬚中間開始同時向兩端捲曲，卷鬚的中間因此形成一個分界點，叫做「逆向纏繞點」。這一朝向兩端的捲曲反向進行，再過 24 小時，卷鬚就捲成有如兩節反向彈簧一般了。

（3）捲成彈簧形，卷鬚長度因彎曲縮短距離，而將植物體拉近纏繞的支持物，使植物體較能固定於纏繞的支持物，即使遇到強風也較能夠承受得住，利於之後的攀爬。

（4）絲瓜逆向纏繞的過程，如圖 36、37、38、39。

（5）在觀察過程中發現，有些卷鬚不只一個「逆向纏繞點」。（圖 35）



圖 35 多個逆向纏繞點

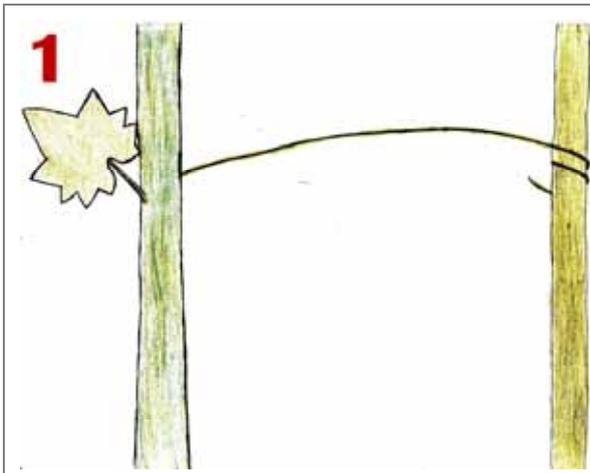


圖 36 卷鬚緊緊纏繞攀爬物

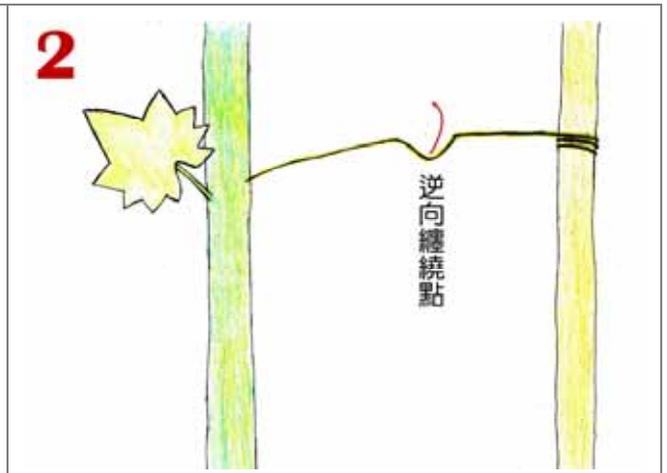


圖 37 卷鬚捲曲產生逆向纏繞點

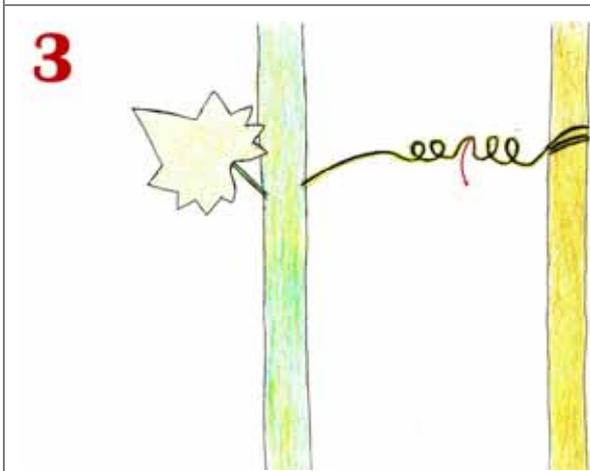


圖 38 逆向纏繞點向兩端捲曲

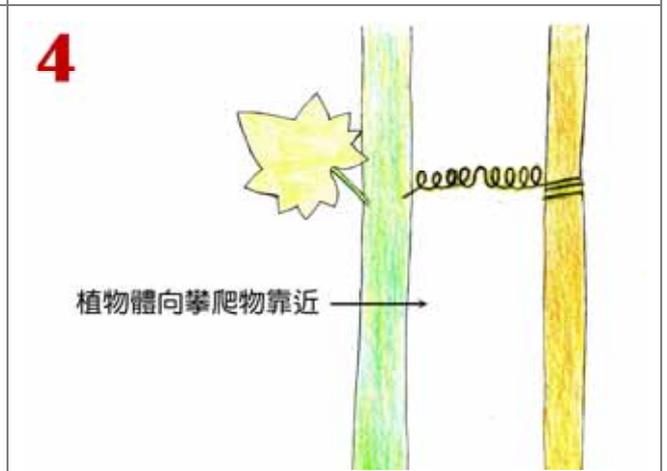
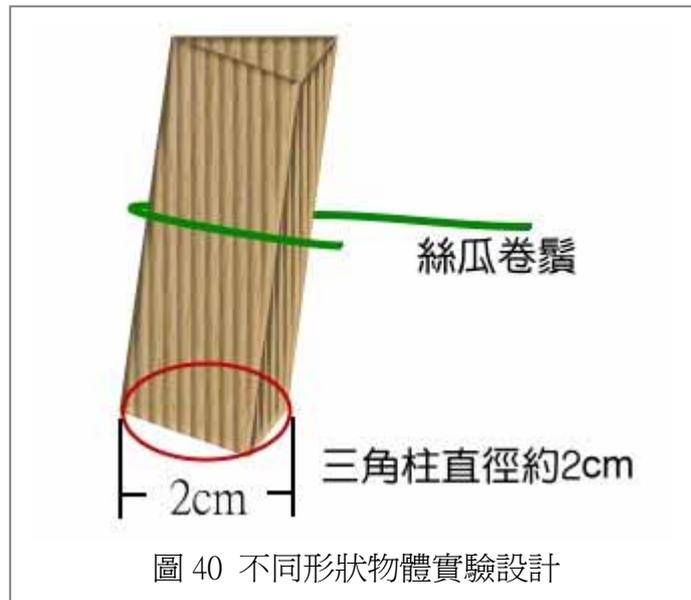


圖 39 卷鬚捲曲如兩個反向彈簧一樣

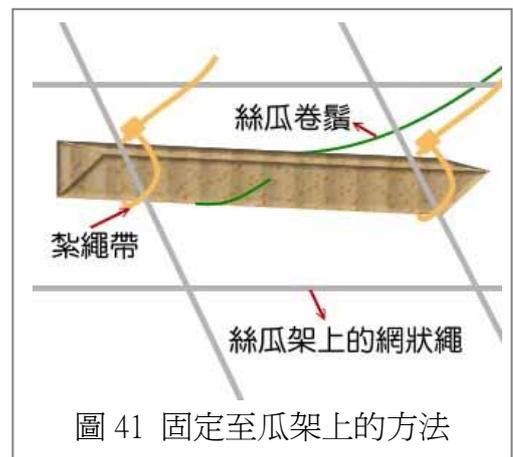
(八) 問題八：不同形狀的物體與絲瓜卷鬚纏繞與否是否有關？

1. 研究設計：實驗法

2. 實驗步驟：



(1) 利用厚紙板做平面長條狀至七角柱，每一種形狀各做 4 個，從平面到七角柱，共有 24 個實驗道具，每一種形狀直徑都做成約 2cm (圖 40)。只做到七角柱原因，是因為數字越大越接近圓形。



(2) 4 月 18 日上午將實驗器材帶至康樂村姑婆家的絲瓜田，利用紫線帶固定至選定卷鬚可碰觸的架上，等候一天的時間。(圖 41)

(3) 4 月 19 日中午至絲瓜田，記錄有纏繞的角柱，與沒纏繞的角柱數量。

(4) 記錄完後將絲瓜田恢復原狀，把實驗用品帶走，並跟姑婆道謝。

		
製作實驗器材 (990417)	將實驗器材固定好 (990418 上午)	記錄有纏繞的角柱 (990419 中午)

3. 實驗結果：

表 14 不同柱狀實驗統計表

材 質	平面	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	七角柱
樣本一	×	×	✓	✓	✓	✓
樣本二	×	×	×	✓	✓	✓
樣本三	×	×	×	✓	✓	✓
樣本四	×	×	×	×	✓	✓
合計	0	0	1	3	4	4

(1) 上表為實驗結果統計表，越多角柱（越接近圓形）卷鬚較會纏繞。

(2) 說明如圖 42、43、44、45。



圖 42
三角柱：卷鬚沒有纏繞三角柱，卷鬚跨過三角柱纏繞原有的鋼絲，三角柱的下方有自行捲曲的卷鬚。



圖 43
平面：4 月 18 日下午開始下雨，平面厚紙板變形，卷鬚越過它，沒有纏繞。
四角柱：卷鬚沒有纏繞四角柱，纏繞底下的鋼絲。



圖 44
五角柱：卷鬚開始纏繞五角柱，五角柱上方的卷鬚，纏繞鋼絲而且捲得很漂亮。



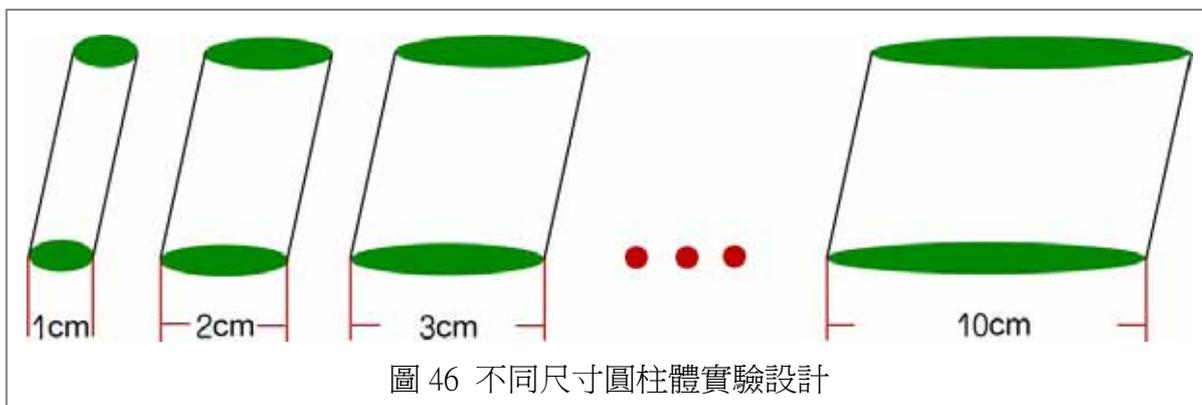
圖 45
七角柱：有兩條卷鬚纏繞七角柱，七角柱上方有一團卷鬚纏成一團。

(九) 問題九：不同尺寸的物體與絲瓜卷鬚纏繞與否是否有關？

1. 研究設計：實驗法

2. 實驗步驟：

- (1) 利用舊月曆及厚紙板做成直徑不同的圓柱體（圖 46），每一個尺寸各做 4 個，共 40 個。



- (2) 4 月 18 日將製作的實驗器材帶至康樂村姑婆的絲瓜田，利用紫線帶固定至選定卷鬚可碰觸的地方，等候一天的時間。
- (3) 4 月 19 日中午休息時間，至絲瓜田記錄纏繞圓柱的狀況。
- (4) 記錄完後將絲瓜田恢復原狀，把實驗用品帶走，並跟姑婆道謝。

<p>製作實驗器材 (990417)</p>	<p>將實驗器材固定好 (990418 上午)</p>	<p>記錄有纏繞的圓柱 (990419 中午)</p>

3. 實驗結果：

表 15 不同直徑尺寸圓柱體實驗統計表

材 質	直徑 1cm	直徑 2 cm	直徑 3 cm	直徑 4 cm	直徑 5 cm	直徑 6 cm	直徑 7 cm	直徑 8 cm	直徑 9 cm	直徑 10 cm
樣本一	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×
樣本二	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×
樣本三	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×
樣本四	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×
合計	4	4	4	4	1	0	0	0	0	0

(1) 上表為實驗結果統計表，直徑 4cm 以上的圓柱，卷鬚就比較沒辦法纏繞了。

(2) 說明如圖 47、48、49、50。



圖 47
1cm：四個樣本都捲得非常漂亮。



圖 48
4cm：在圓柱體上方，有一條卷鬚剛碰觸到 4 公分，有纏繞的現象。



圖 49
6cm：乍看之下卷鬚纏繞了圓柱體，其實是纏繞在底下的繫線帶上。



圖 50
9cm：有卷鬚越過圓柱體的上方，在旁邊的原有瓜棚網架的細線上捲曲，並已開始逆向纏繞了。

三、研究的困難與心得

(1) 時間——

觀察植物最大的困難就是時間拖得很長，一開始，我們都好興奮，整個寒假都窩在學校看我們的小絲瓜苗，過完年開學後，有太多的事分散了我們的注意力，只剩下每天早上去絲瓜園澆澆水而已。

這個實驗不像其他有些實驗，很快就能看到結果，長時間的記錄讓我們意興闌珊，我們等得不耐煩，就問老師接下來要做什麼，老師只說等它長大，把所有的大小事都記下來就對了，因為不曉得什麼時候會用到，我們甚至還懷疑老師到底會不會做

科展，老師回答說他不懂植物，正好可以學一些，把我們都嚇壞了，後來開始有些東西出來了，我們的信心又回來了。

(2) 不易控制——

做實驗第八、第九時，想利用人為的干預，使卷鬚轉向我們想要的位置，但是植物不像我們想像的那麼「聽話」，不像在實驗室裡，可以將各種干擾因素盡量排除在外。我們爲了使實驗能夠做下去，光是綁實驗器材就試了很多次，有時卷鬚就忽然轉向，我們又得重新調整位置，好不容易才將所有資料收集完畢。

(3) 天氣——

種植植物比我們原本預期的還要難很多，澆水、施肥還要預防病蟲害，擔心下大雨，擔心缺水，擔心天氣太冷，擔心天氣太熱，擔心長不大，就沒辦法做實驗。雖然過程中有很多挫折，但是我們三人還是做得很高興，也知道平常餐桌上簡單的菜餚，原來是經過了不平凡的生長過程，一顆絲瓜充滿了大自然神奇的魔法。

捌、結論

- 一、絲瓜苗在第 14 天長出卷鬚，第 51 天長出雌花苞及雄花序，第 60 天雌花開花，第 63 天雌花花謝，結成小絲瓜，第 80 天就可以採收絲瓜。
- 二、雄花爲總狀花序，於不同時間開花，而且雄花比雌花先開花。
- 三、葉與葉之間節的長度，初生的較短沒有超過 5 公分，最長的節爲 21 公分。沒有分支的絲瓜一、絲瓜三、絲瓜四在第四節之後就有 10 公分以上，有分支的絲瓜二，到第 6 節以後才有 10 公分以上的節。
- 四、葉與葉之間節的長度平均長度在 15 公分左右，都在第 15 節之後長出第一個果實。
- 五、葉片的生長與時間成正比，沒有快速生長期或緩慢生長期。
- 六、1 月 25 日種植絲瓜苗至 4 月 23 日實驗結束止，雌花花苞開花數與雄花花序開花數，比例約爲 1：1。
1 月 25 日種植絲瓜苗至 4 月 23 日實驗結束止，結成果實與雌花花苞開花的比值約爲 $\frac{1}{3}$ ，也就是三朵開花的花苞，只有一個可以結成果實。
- 七、絲瓜卷鬚生長記錄顯示，接近植物體部位（基部）長得較快，卷鬚尾端長得較慢。比較樣本一、二、四，樣本一的長度原本就較長（9.5 公分），樣本二居中（8.4 公分），

樣本四較短（4.8 公分），它們增加的長度倍數也是樣本一較多 3.75 倍，樣本二 3 倍，樣本四只有 2.16 倍。由樣本一、二、四可得，卷鬚長度越長基部（接近植物體部位）與尾端增加長度的倍數越大。

八、絲瓜卷鬚會行纏繞運動，像套索一般，一邊旋轉，一邊找尋物體，卷鬚在碰觸物體後開始纏繞所碰觸的物體，固定植物體。

九、卷鬚攀住支持物一段時間後，卷鬚中間開始同時向兩端捲曲，卷鬚的中間因此形成一個分界點，叫做「逆向纏繞點」。這一朝向兩端的捲曲反向進行，再過 24 小時，卷鬚就捲成有如兩節反向彈簧一般了。捲成彈簧形後，卷鬚長度因彎曲縮短距離，而將植物體拉近纏繞的支持物，使植物體較能固定於纏繞的支持物，即使遇到強風也較能夠承受得住，利於之後的攀爬。

十、根據顯微鏡輸出至電腦螢幕的圖，顯示卷鬚成扁條狀，有五點明顯的彈簧組織，已捲曲的卷鬚橫切面顯示，在前端、逆向纏繞點及後端都是外圈比較圓，有增厚的現象，內圈則向內凹，呈現 C 字形。纏繞區接觸物體的面，呈扁平狀，緊貼物體表面。

十一、根據問題八的實驗，顯示越多角柱（越接近圓形），卷鬚較會纏繞，平面、三角柱、四角柱，稜角太多，卷鬚無法纏繞。

十二、根據問題九的實驗，直徑 4cm 以上的圓柱，卷鬚就比較沒辦法纏繞，所以絲瓜田的網架都很細。

玖、後續實驗規劃

- 一、繼續完成已完整纏繞之絲瓜卷鬚，約可掛幾個砝碼？卷鬚可承受多大的力？
- 二、絲瓜卷鬚大部份分為三叉，如果把不同分叉部位剪去，另外兩根卷鬚如何維持平衡？
- 三、絲瓜卷鬚開始纏繞的時機與卷鬚長度的關係：卷鬚開始纏繞的時間點與長度有關？還是和能否碰觸到物體有關？

拾、參考資料

牛頓自然與生活科技教學指引，五下第 44~77 頁。

牛頓自然與生活科技教學指引，六上第 99~100 頁。

高日美編譯（1983）。光復科學圖鑑-課外研究。植物（84 頁-87 頁）。台北市：光復書局。

鄭元春審訂（2006）。自然科學圖解百科-植物的世界（I）。根與莖（30-31 頁）。台北市：泛亞

文化。

張容禎、林巧文、黃薇捷、方雯儀。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會參展作品-生物科
國中組無所不捲。

附件一

絲瓜一 節的長度記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
長度 cm	3.5	2	12	11	15	15	14	13	14	13	13	10	11	15	15	14	15	9	<u>6</u>

絲瓜二 節的長度記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
分支一				3	7	10	5	7	9	10	11	13	13	15	15	10	16	19	19	17	17	<u>13</u>
分支二	5	2	3	2	3	4	13	13	12	12	7	9	10	11	16	<u>3</u>						
分支三				7	12	15	13	15	16	18	15	14	16	16	<u>12</u>							

絲瓜三 節的長度記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
長度 cm	2	3	5	12	12	12	16	17	19	19	18	16
節數	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
長度 cm	17	14	15	19	19	19	22	19	19	18	<u>7</u>	

絲瓜四 節的長度記錄表

節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
長度 cm	3	2	6	10	9.5	9.5	9	6	14	18	16	17	16
節數	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
長度 cm	16	16	16	17	12	18	18	17	17	17	17	18	<u>13</u>

說明：最後一格為 4 月 23 日所測量的（數字底下有畫線的），還在生長，故不是最後長度。

附件二

第一次實驗 卷鬚生長記錄表（剪下插入水瓶中實驗）

第一次 實驗	節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	做記號 6/10 am7:47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
樣本一	測量 6/11 am8:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
樣本二	經過 24 小時	1	1	1	1	1	1									
樣本三		1	1	1	1	1	1	1	1	1						

第二次實驗 卷鬚生長記錄表（剪下插入水瓶中實驗）

第二次 實驗	節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	做記號 6/11 am8:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
樣本四	測量 6/13 pm4:00	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.15	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
樣本五	經過 56 小時	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
樣本六		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1									

第三次實驗 卷鬚生長記錄表（直接在龍鬚植物體上實驗）

第三 次 實 驗	節數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	做記號 6/13 pm5:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
樣本七	測量 6/15 pm5:00	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
樣本八	經過 48 小時	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3		

【評語】 080304

- 1.利用生活周圍之植物為觀察材料。
- 2.不同形狀物體和纏繞關係之設計處理有創意。
- 3.逆向纏繞點說明不夠清楚可根據此點再進行深入探討。