

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

佳作

081546

我們的含羞草會伸懶腰—含羞草的輕微擺動現象及不同環境下的反應研究

學校名稱： 臺北市萬華區私立光仁國民小學

作者： 小六 嚴浩禎 小六 陳妍蓓 小六 沈子翔 小六 王慈襄 小六 賴冠以 小五 洪儀庭	指導老師： 楊基宏、 陳佳宜
---	-------------------

關鍵詞：含羞草的觸發運動與睡眠運動、色光、快門定時  
自動壓按機

# 我們的含羞草會伸懶腰

～含羞草的輕微擺動現象及不同環境下的反應研究～

## 摘要

本實驗主要在發現與證實含羞草在未受觸發、未進入睡眠狀態下，輕微的運動情形，我們稱之為「伸懶腰運動」。藉由自行研發、製作小機器(以下稱爲「快門手指」)的幫助，本實驗發現了含羞草不易被人發覺的輕微搖擺運動，而且在給予光線照射的情形下，含羞草會改變睡眠運動的時間，光的顏色不同，改變的程度也不同。

其他如含羞草在充滿煙的環境中的表現、不同水質種植的含羞草生長情形、觸發之後的復原時間、處於不同聲音環境中的不同搖擺狀況、碰觸酸鹼溶液的反應...亦有探討。

## 壹、研究動機

本實驗原本計畫探討含羞草在不同顏色光線照射下的反應爲何？在不同酸鹼水質下含羞草生長的情形、一次觸發的復原時間多長？...等等問題。然而在實驗初期進行中卻發現含羞草似乎有輕微的搖擺情形，以致復原時間很難掌握。既然如此，「乾脆看看一天之中含羞草到底發生了什麼事？」於是開始討論方法、畫設計圖、買工具...親手打造自己的「快門定時自動壓按機」(後來稱之爲「快門手指」)，藉以探討含羞草在沒有觸發、睡眠運動的情形下其運動情形爲何。

我們在書本上看到有些植物必須生活在有日照的環境下，有些則只要種在屋簷下，不必真的照到太陽也能活得很好；有些植物需要鹼性水灌溉，有些則偏好酸性水，甚至有些植物會對音樂有反應。那麼....含羞草呢？我們因此設計了一些實驗來探討含羞草在上述環境中的反應情形。

相關教學單元：植物世界面面觀(五上)、通電玩具(四上)、簡單機械(六下)

## 貳、研究目的

- 一、使用「快門手指」探討不同色光對含羞草睡眠運動的影響。
- 二、製作一個「快門定時自動壓按機」，並加以改良，以取代人工定時壓按，可以更穩定、更長時間地觀察含羞草，並可以把拍得的照片依視覺暫留原理觀察到「伸懶腰運動」。以下的實驗一、五及六，都使用了快門手指。
- 三、了解含羞草在不同光量環境下的生長情形。
  - (一)、在室內沒有陽光照射下的生長情形。
  - (二)、在 24 小時黑暗環境下的生長情形。
  - (三)、在 24 小時光線照射下的生長情形。
- 四、了解含羞草在不同水質灌溉下的生長情形。
- 五、了解含羞草觸發運動的回復時間。
- 六、了解音樂對含羞草的影響。





圖一

開始時，在室外，用一塊透明桌墊把含羞草罩住，相機在外面拍。很快地我們就發現這樣是行不通的。



圖二

後來改在室內，用一個有玻璃門的櫥櫃，隔著玻璃拍攝，佈置如圖所示。這時是採人工按快門的方式。



圖三、圖四

這樣做的結果有很多缺點。例如：

- 一、相機很容易被動到，原因不外乎手按快門時不夠穩定，或是有人不小心踢到腳架，使拍出來的照片根本不能用，前功盡棄。
- 二、以人工按快門的話，頂多拍一個小時，就會覺得累了，時間太短。
- 三、由於隔著玻璃，相機對焦很不準。



玻璃上的線表示含羞草原來的位置，但對焦不準

本實驗意外地在三十分鐘的拍攝中發現無論有照光或是沒有照光的含羞草都有一點輕微的擺動現象。

基於上述的原因及想要知道「如果拍攝更長時間的話，會看到什麼結果？」開始研發一個「快門定時自動壓按機」(後來稱做「快門手指」)。此部份在下一個實驗說明。

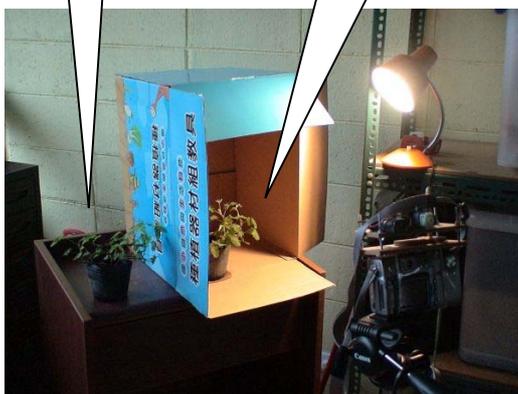
後來的做法及步驟如下：

1. 在無風的室內，關門也關窗，找靠窗的地方，用二株含羞草，一株可以接受到窗外的光，一株只能接受到檯燈光源，燈光距離含羞草約 50 公分。(圖五)
2. 以快門手指搭配數位相機拍攝，每分鐘約拍三張照片，持續 2~4 小時。
3. 所得照片在電腦上以看圖軟體很快地依拍攝時間先後順序逐張觀看，可看到類似動畫的效果(如圖六)。



左側可  
接受窗  
光

右側可接受  
燈光，並用  
紙箱隔開



圖五

數位相機搭配快門手指拍照的場景，每分鐘拍約三張照片。左側可接受窗光，右側有紙箱隔開，可接受燈光。燈光距離含羞草約 50 公分。



離牙籤還  
很遠

圖六



漸漸靠近  
牙籤



更靠近牙  
籤



離牙籤很近  
很近了。

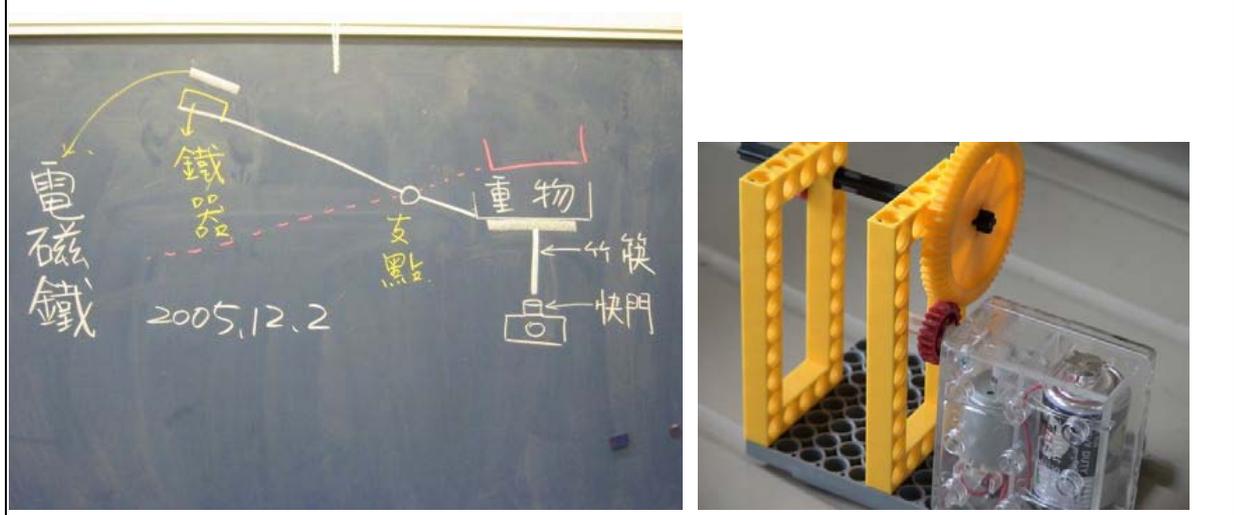
連續拍攝照片的例子。這裡只能看到 277 張照片中的第 9, 29, 121, 222 張照片。眼尖的您是不是看到它們的變化呢？如果還是看不出來的話，不妨看看光碟中的 [\[060216\\_1\\_窗光 vs 燈泡\\_小株\]](#) 資料夾，使用看圖軟體連續快速看，可以看到很像動畫的效果，很清楚地可以看到含羞草在「伸懶腰」哦！

## 實驗二、製作一個「快門定時自動壓按機」

希望「快門定時自動壓按機」能取代人工定時按快門，可以更穩定、更長時間地觀察含羞草，並可以把拍得的照片在電腦上利用看圖軟體，快速地觀看下一張、下一張、下一張.....因為視覺暫留原理，可以看到「伸懶腰運動」。

討論及製作過程、黑板討論、鋸木板情形、原型機、試拍場景、試拍成功的照片如下：

照片	過程
 <p>手工拍攝的結果，失敗的比成功的時候多，而且人也不可能二、三個小時一直等在旁邊。</p>	<p>1.</p>
 <p>這是手工拍攝的照片。它們是 15 張照片中的三張，請注意最右邊的葉子，從「原狀」→「被碰觸」→「恢復中」。這時候我們發現要掌握含羞草回復原狀的時間點是很難的，然而，這卻是我們第一次發現含羞草會「伸懶腰」！</p> <p>人工按快門的做法只能讓我們拍三十分鐘。從這時候開始，我們想「如果能有一個自動幫我們按快門的機器，那就好了！」於是展開了我們的討論與設計。(051116)</p>	<p>2.</p>

照片	過程
	<p>3.</p>
<p>討論、構思。我們的想法是「要有週而復始，循環不斷的，以及能夠『向下壓』」這樣的要求，這樣才能幫我們一直接快門。(051207)</p>	
	<p>4.</p>
<p>(左圖)我們曾經想用电磁鐵以短暫的通電形成磁力，吸引槓桿的一端，造成一個向下壓的力量。</p> <p>(右圖)也曾想自己買齒輪零件做一個齒輪組，但是實在找不到齒輪。有些公司一聽到我們的購買量，馬上就說他們沒有零售....</p>	

12/2

① 希望能在每30秒按下攝影機的快門。  
拍下含羞草的生長情形

想法(一)  
利用齒輪槓桿將快門按下

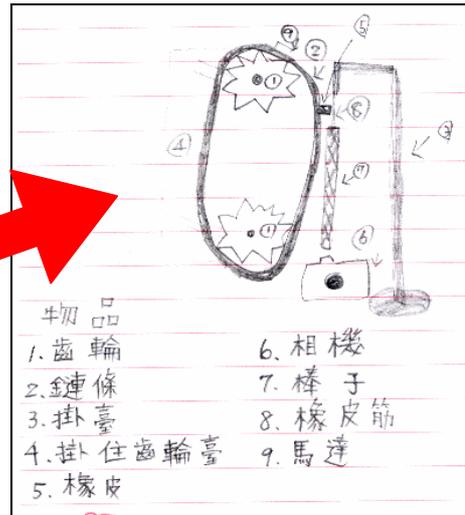
行動: 利用教具組合 ⇒ 照片(一)

問題: 齒輪太小, 以至轉動太快, 無法達到  
遇到 預期時間。  
馬達轉太快

解決: 上網找賣齒輪公司, 結果“不賣”(哭)

想法(二)  
利用電磁鐵槓桿.....  
(照片二)

這是與老師討論的手稿。

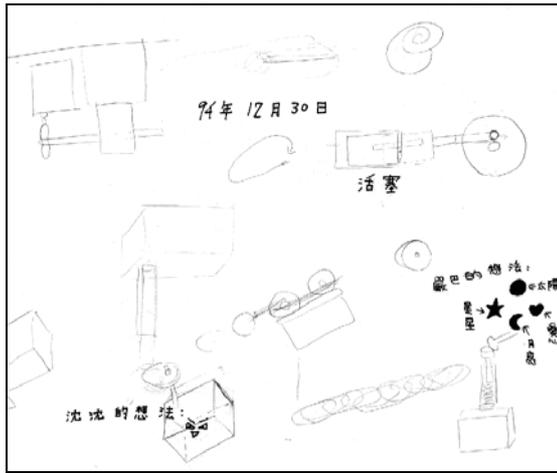


5.

再次討論。後來放棄「鏈條」，因為想不出來如何造成「壓」的動作，改用「齒輪」。(051215)

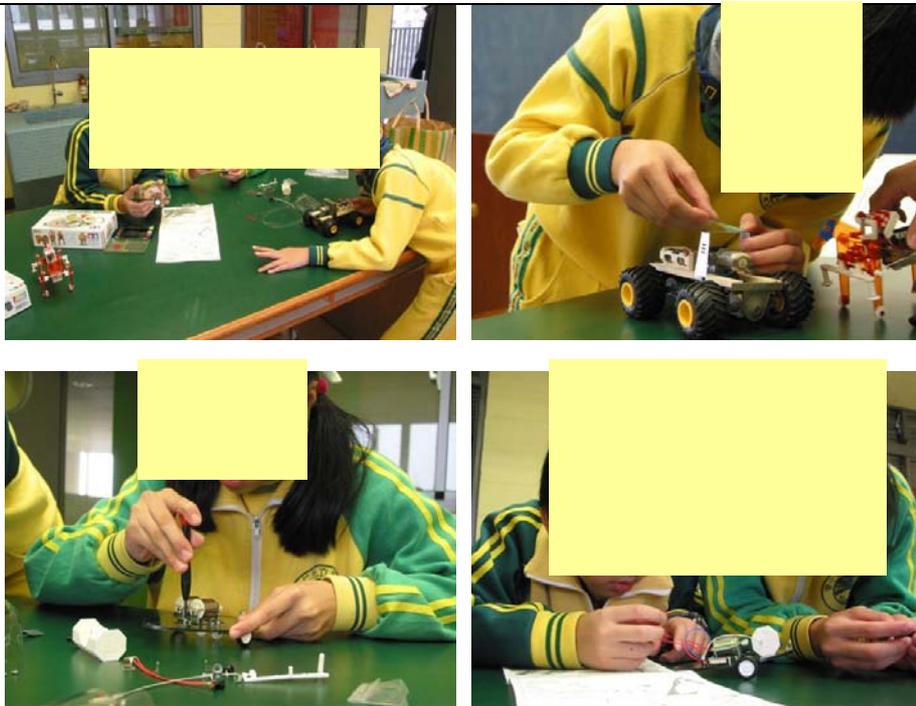
照片

過程



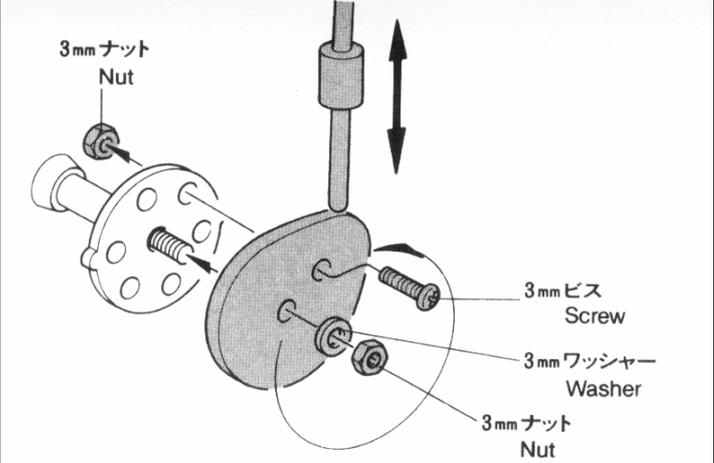
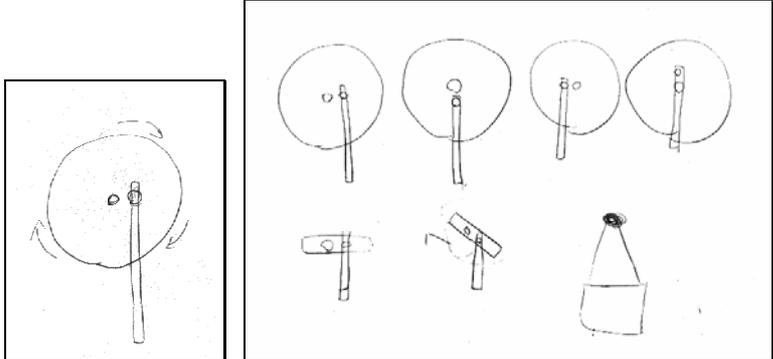
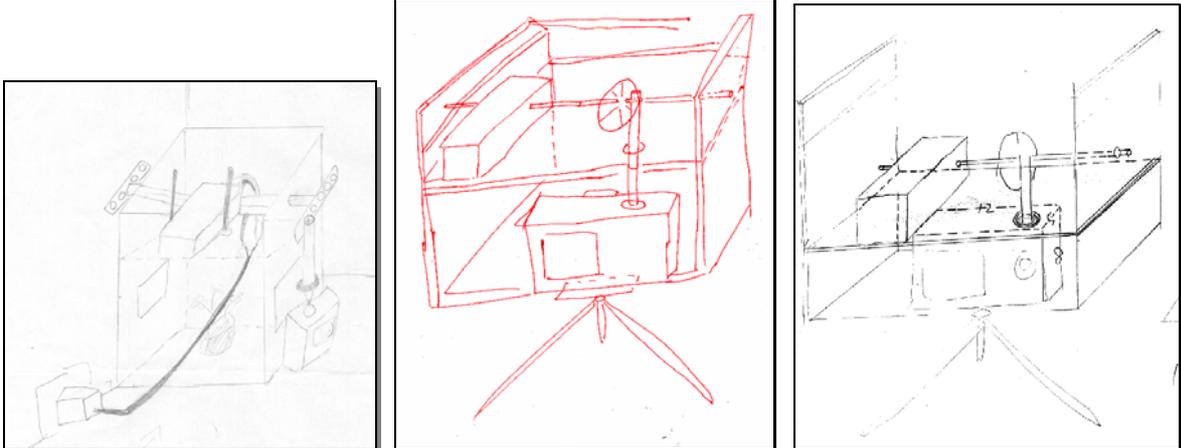
同學間的討論手稿。(051230)

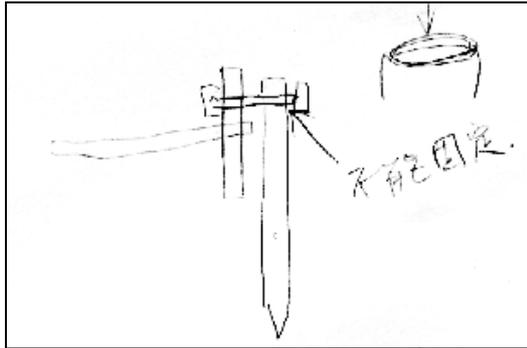
6.

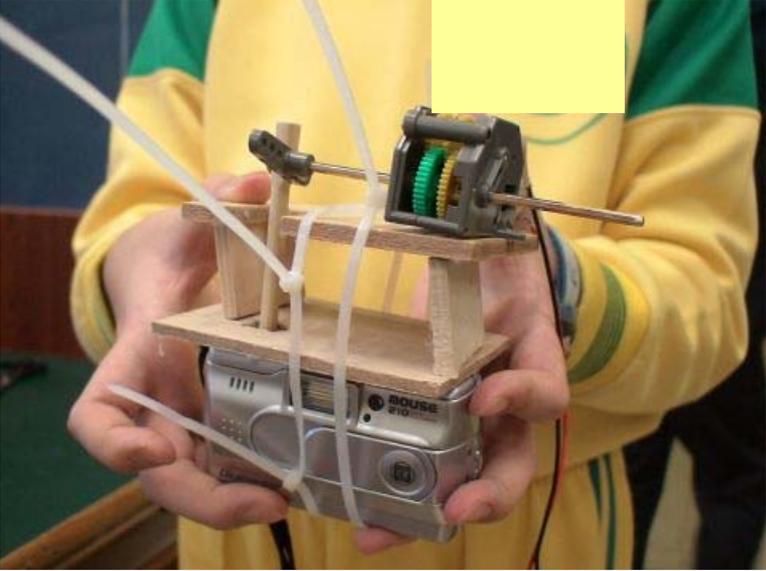
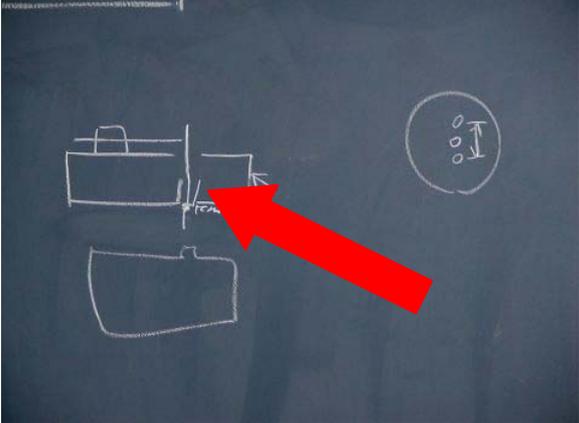


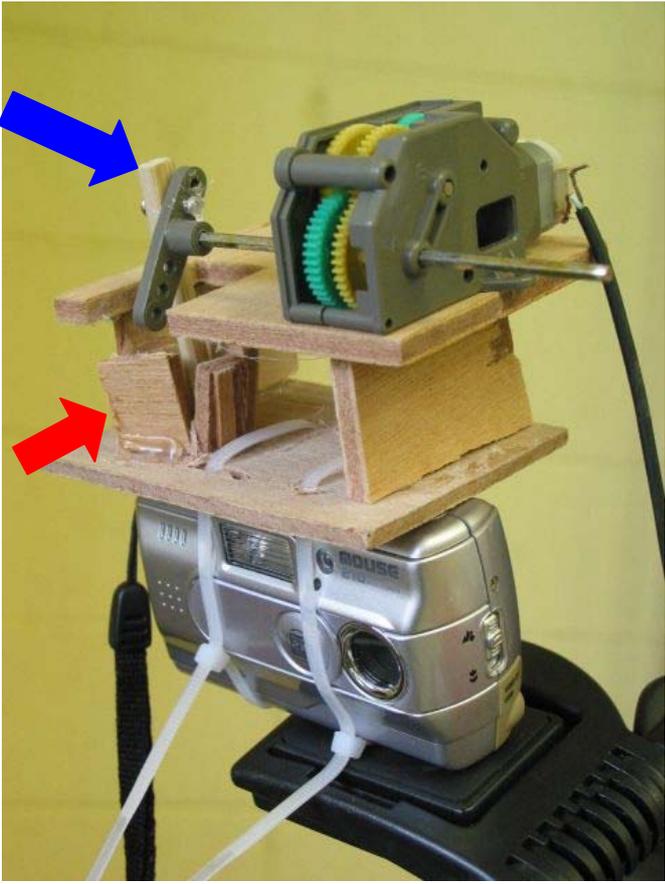
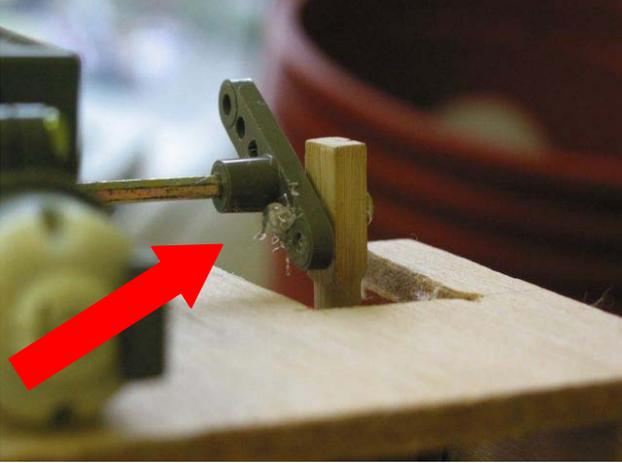
7.

我們找到市面上賣組裝玩具(TAMIYA)，裡面有附馬達，比較接近需要，但要自行組裝，於是先買簡單的來練習，目標是組裝一個馬達組。但是馬達僅能造成一個「周而復始」的結果，仍然想不出來要怎樣才能造成一個「壓」的動作。(051221)

照片	過程
<p data-bbox="427 228 925 286">《カムを回転させ上下運動にして伝える》 Using cam for vertical movement</p>  <p data-bbox="151 779 1380 862">組裝玩具的時候看到說明書上有這樣的圖，正好可以被用來造成「壓」的動作。後來我們的成品雖然不是採用這種做法，但是相差不遠，可說是這個圖給了我們想法。</p>	8.
 <p data-bbox="571 1258 949 1294">上升下壓的分解動作討論。</p>	9.
 <p data-bbox="683 1787 849 1825">概念圖草稿</p>	10.

照片	過程
	<p>11.</p> <p>討論桿子固定的問題。</p>
	<p>12.</p> <p>解決了上述問題之後，還有快門手指與相機結合的問題要解決。經過討論，我們覺得相機由腳架固定比較妥當，於是把快門手指與相機用束線帶綁在一起。</p>
	<p>13.</p> <p>開始動手，先練習使用手工具。</p>
	<p>14.</p>

照片	過程
 <p data-bbox="411 542 1109 577">真正動手囉！我們可是不分男女大家一起來的喔！</p>	
	<p data-bbox="1385 593 1428 627"><b>15.</b></p> <p data-bbox="1061 622 1340 896">第一代原型機終於誕生，但是它只能按幾次，次數多了之後就會失敗了。除此之外，我們「又」遇到了很多問題。</p>
	<p data-bbox="1385 1171 1428 1205"><b>16.</b></p> <p data-bbox="890 1220 1340 1355"><b>第一個問題，按不準。</b>因為壓桿會亂轉，往下壓的時候沒有正對快門的位置。</p> <p data-bbox="890 1361 1324 1496">我們討論應該做一個框框把它限制住，不讓它亂跑。(如紅色箭頭所指處)</p>

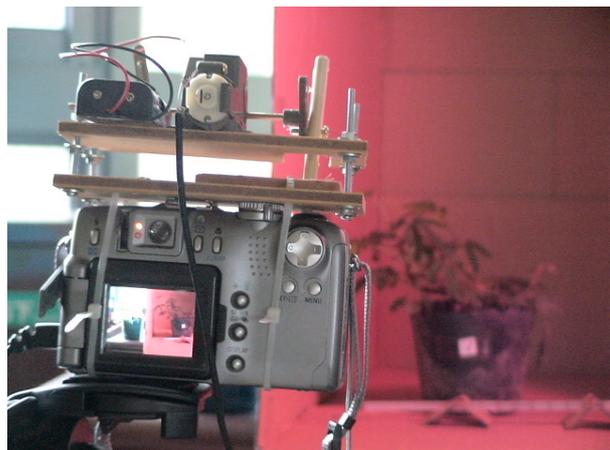
照片	過程
	<p data-bbox="1385 215 1430 248"><b>17.</b></p> <p data-bbox="892 309 1337 488">後來的解決方法是在桿子的周圍黏木板(如紅箭頭所指處)，讓桿子無論如何都在這個範圍內上上下下。</p> <p data-bbox="892 548 1326 633">另一個問題是桿子會脫落(藍箭頭所指處)</p>
	<p data-bbox="1385 1122 1430 1155"><b>18.</b></p> <p data-bbox="892 1149 1318 1424">我們曾經用螺帽試圖讓桿子不會掉下來，但還會掉下來。後來使用熱融膠(紅箭頭所指處)，把另一端黏住。到這裡算是能夠穩定且長時間地按下快門了。</p>



19.

實際試拍，以及拍出來的照片。

箭頭指的地方是供應馬達的電源。由於馬達只能接受 1~3 伏特的直流電壓，又爲了能「長時間」運作，我們找來一個故障隨身聽的變壓器，剪掉接頭，就得到了一個 2 伏特的電源，只要插在家用插座上，就能提供源源不斷的電，供馬達使用。



20.

由於第一代的快門手指只能使用乾電池，且記憶卡不夠大，我們借用老師的數位相機(老師很心疼)，可以外接電源，也有大容量的記憶卡，可以連續拍 24 小時不中斷。不僅如此，我們也改良了二片木板之間的接合裝置，改用長螺絲及螺帽(箭頭指處)，它的好處是容易調整木板間的距離，使木桿下壓的長度剛剛好可以按到快門，不會太高按不到，或是按得太低造成連拍二張。

### 實驗三、了解含羞草在不同光量環境下的生長情形

#### 一、在室內沒有陽光照射下的生長情形



1. 把含羞草放在家中二十四小時都照不到陽光的地方。
2. 每日澆水、觀察並紀錄

#### 二、了解含羞草在 24 小時黑暗環境下的生長情形

1. 準備一個箱子 (約高 24cm 寬 30cm 長 cm)
2. 在箱子中間挖一個洞, 以便觀察。  
(約長 5cm 寬 X (m))
3. 把鋁箔紙 (約長 X cm 寬 X cm) 貼在洞上, (才不會看到光)
4. 把含羞草放進去箱子裡。
5. 定時觀察含羞草的變化。

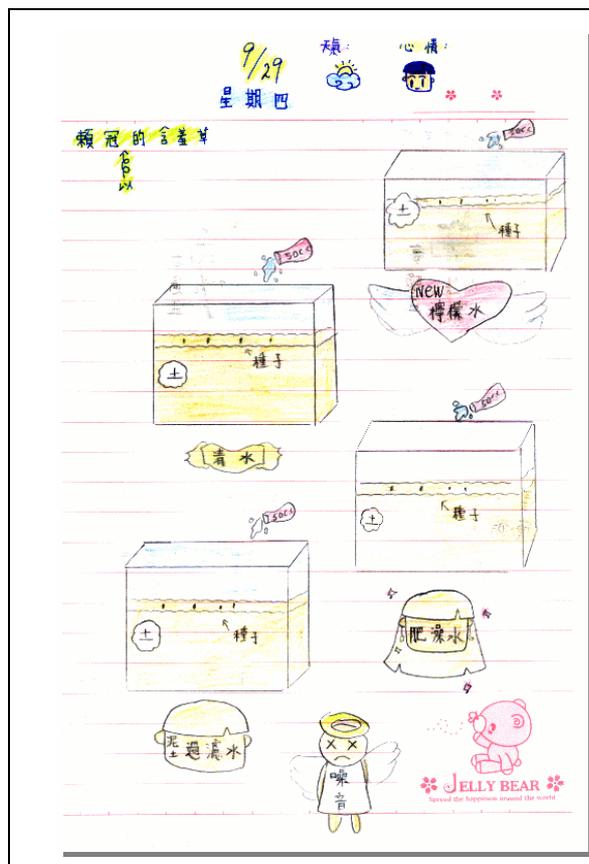


### 三、了解含羞草在 24 小時光線照射下的生長情形

1. 把溫度計放在盆栽上。
2. 把燈打開。
3. 每日澆水、觀察並紀錄。

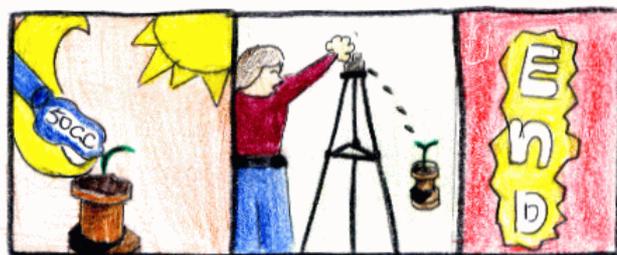


### 實驗四、了解含羞草在不同水質灌溉下的生長情形



做法：(時間：94.09.24)

1. 準備四個裝有 2/3 土壤的花盆，分別為 A、B、C、D 花盆，每盆放入四顆種子。
2. 每天分別澆予不同性質 50c.c. 的水量，A 花盆：清水；B 花盆：檸檬水；C 花盆：泥土過濾水；D 花盆：肥皂水。
3. 觀察並紀錄其生長情形。



### 實驗五、了解含羞草觸發運動的回復時間

看到別人曾經做過的實驗，他們測量含羞草回復時間的長短是利用量角器。經過我們實際試量的結果，實在很難。因為量角器很容易碰到葉子使葉子又閉起來了，再者，很難判定含羞草在哪個時間點算是回到原點。

因此，我們故意用力碰觸含羞草的葉子，使它達到的葉子閉合、葉柄垂下的反應，再用快門手指每隔半分鐘拍一張照片，這樣就能慢慢地看哪個時候回到原位。

### 實驗六、了解音樂對含羞草的影響

做法一：讓含羞草聽不同的音樂，第一天柔和類，第二天搖滾類，並利用快門手指紀錄它們擺動的情形。

做法二：以快門手指拍攝它們在柔和音樂與搖滾音樂環境下的擺動情形，中間不停止，直接更換音樂及標示牌。

### 實驗七、了解含羞草在不同煙濃度環境中的閉合情形



圖七

1. 將喝完的家庭號礦泉水切掉其上半部，把含羞草罩住。
2. 容器內分別點燃一炷及二炷線香使含羞草處於充滿煙的環境中。
3. 紀錄含羞草一分鐘~十分鐘的變化情形。

### 實驗八、了解含羞草碰觸酸鹼溶液的反應情形

看過別人的實驗關於含羞草對酸鹼溶液的反應，是把溶液滴落，使它碰觸到葉子。我們認為這樣的作法使含羞草接受到的是液滴落下的力道，而不單單是溶液的酸鹼性。因此我們改了實驗方法。

- 做法：
1. 將燒杯分別裝入 100 ml 的清水、95%, 5% 醋酸、澄清石灰水及  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  水溶液
  2. 將小燒杯墊高使燒杯中的液面與含羞草的葉子碰觸。
  3. 觀察並記錄葉子的反應。



圖八  
實驗器材



圖九  
以「接觸」方式而不是「滴落」方式，與溶液碰觸 5 分鐘。

## 伍、 研究結果

### 實驗一 不同色光對含羞草睡眠運動的影響

註：因為照片檔容量非常大，此處呈現的是以靜態照片經「Magic Pic2Avi」軟體轉換之影片檔。在表格結尾節錄第 11 項實驗之部份照片，以表達變化的情形。

觀察重點		伸懶腰運動的明顯程度比較	是否影響睡眠運動	其他	
實驗別					
1	窗光 vs 燈泡光 10:52~12:50	燈泡光 > 窗光者	--		<a href="#">看影片 (18'')</a> (060216_1)
2	窗光 vs 紅光 11:54~13:08	窗光 > 紅光 燈泡光 > 紅光	--		<a href="#">看影片 (11'')</a> (060216_2)
3	窗光 vs 綠光 13:16~18:02	無明顯不同，且 大盆 > 小盆	是 綠光側延後	小株的含羞草閉合情形不明顯	<a href="#">看影片 (56'')</a> (060217_3)
4	窗光 vs 紫光 14:36~18:05	無明顯不同	--		<a href="#">看影片 (37'')</a> (060218)
5	窗光 vs 藍光 13:11~18:59	無明顯不同	--		<a href="#">看影片 (60'')</a> (060220)
6	窗光 vs 無照光 9:44~13:01	無明顯不同	--	無照光者有點閉合	<a href="#">看影片 (60'')</a> (060221)
7	窗光 vs 燈泡 13:02~17:02	燈泡光 > 窗光者	--	燈泡打開後，無照光的含羞草葉子張開	(060221)

觀察重點 實驗別		伸懶腰運動的 明顯程度比較	是否影響 睡眠運動	其他	
8	窗光 vs 黃光 13:31~17:07	無明顯不同	--		<a href="#">看影片</a> (13'') (060306)
9	窗光 vs 紫光 12:59~16:38	無明顯不同			<a href="#">看影片</a> (22'') (060308)
10	窗光 vs 藍光 14:06~15:18	無明顯不同	--	藍光不明顯	<a href="#">看影片</a> (12'') (060309)
11	窗光 vs 燈泡 15:30~ <a href="#">隔天</a> 13:06	燈泡光 > 窗光者	是	晚睡晚起。 白天把燈關掉，含羞 草也進入睡眠狀 態，開燈則又醒來	<a href="#">看影片</a> (202'') (060310)
12	窗光 vs 黃光 16:42~ <a href="#">隔天</a> 03:28	無明顯不同	不像前者明顯		<a href="#">看影片</a> (100'') (060311)
13	窗光 vs 紅光 15:38~ <a href="#">隔天</a> 17:30	無明顯不同	是 紅光側睡眠稍 晚；醒來的時間 則稍早。	本次與以前都不同，因 在下午時間通常含羞 草都是開著，但這次卻 兩邊都閉合垂下，可能 是當天的氣溫較低、光 線較暗，使含羞草有這 種反應。	<a href="#">看影片</a> (291'') (060312)
14	窗光 vs 紫光	無明顯不同	是 紫光側睡眠較 晚，且到 23:00 左右才有睡眠 跡象		<a href="#">看影片</a> (134'') (060314) ※氣溫低
15	窗光 vs 紫光	紫光 > 窗光	是 紫光側稍晚睡 眠，稍早醒來		<a href="#">看影片</a> (187'') (060315)
16	窗光 vs 二層紅光	無明顯不同	是	與前次的紅光相比，並 無明顯不同	<a href="#">看影片</a> (88'') (060316)
17	窗光 vs 綠光	無明顯不同	是 綠光側較晚睡 眠，且到八、九 點左右才有睡 眠跡象		<a href="#">看影片</a> (164'') (060325)



3043 之第 7 張(下午 3:10)  
剛開始的狀態



3043 之第 43 張(下午 3:29)  
葉子已經移動、轉動、翻動



3043 之第 134 張(下午 4:05)  
對照藍色箭頭處，葉子移動了



3043 之第 384 張(下午 5:50)  
左側已開始睡眠，右側則還沒



3043 之第 610 張(晚上 7:20)  
右側仍然還沒睡眠



3043 之第 874 張(晚上 9:10)  
右側開始閉合、下垂，準備睡眠了



3043 之第 1156 張(晚上 11:08)  
右側真正睡眠了，而且持續「伸懶腰」



3043 之第 2239 張(隔天早上 6:50)  
左右都大約在相同時間「醒來」



3043 之第 2603 張(隔天早上 9:23)  
在白天應該張開的時候關燈，睡著了



3043 之第 3021 張(隔天中午 12:20)  
再開燈，葉子又張開了

結果：

1. 接受窗光的含羞草在窗外陽光減弱之後就開始睡眠運動，但接受人工光源照射者的葉子並未閉合，葉柄則有下垂現象。
2. 光線的明暗會影響睡眠運動的時間，在應該醒著的時候把燈關掉，含羞草也會開始睡眠，再把燈打開，則又醒來了。
3. 光的顏色也會影響，造成延後睡眠的程度依序是：**燈泡** > **紫光** > **綠光** > **黃光** > **紅光**
  - (1). **燈泡光**使睡眠運動延後到大約 22~23 點，才開始。
  - (2). **紫光**使睡眠運動延後到大約 21~22 點，才開始。
  - (3). **綠光**使睡眠運動延後到大約 20~21 點，才開始。
  - (4). **黃光**使睡眠運動延後到大約 18~19 點，才開始。
  - (5). **紅光**的延後程度最小，幾乎與接受窗光者同時開始。
4. 我們認為給予含羞草光線照射，會改變含羞草的睡眠周期。

註：本實驗的結果以影片播放時能看到含羞草擺動的連續動作，受限於作品說明書只能以靜態方式表達，僅能以上述方式分格說明。

## 實驗二、製作一個定時自動壓按相機快門的小機器

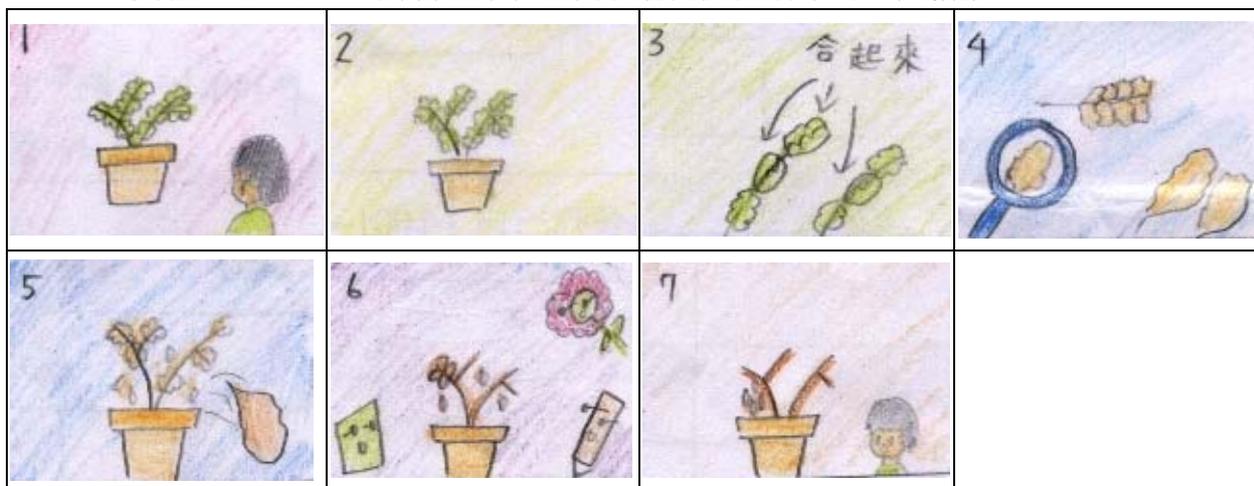


我們真的成功了！快門手指真的能代替我們長時間、在固定時間間隔內按快門喔！後來許多實驗都是有它幫助才能完成的。我們曾用它連續拍攝短則二~三個小時，每分鐘大約拍三張，共有三~四百張照片，長則拍六~七小時，共拍了約九百張照片，也曾經拍二十四小時，共拍了三千多張照片。

(左圖為第一代，另有第二代[請按這裡](#))

## 實驗三、了解含羞草在不同光量環境下的生長情形

### 實驗三之一、了解含羞草在室內沒有陽光照射下的生長情形



9/9	第一天	實驗開始，並無變化
9/10	第二天	無變化
9/11	第三天	一些葉子有點合起來
9/12	第四天	感覺含羞草的葉子有點變軟
9/13	第五天	有些枯了並掉落
9/14	第六天	葉子又掉了一些，但還有四片
9/15	第七天	葉子全掉了

結果：照不到陽光的含羞草在七日之內就枯死了，而且是慢慢的枯死，並不是一天就馬上枯死了。

### 實驗三之(二)、了解含羞草在 24 小時黑暗環境下的生長情形



含羞草原來的樣子



後來，枯了。

結果：我們重覆三次這樣的實驗，含羞草在五~七天之內就枯死了。

### 實驗三之(三)、了解含羞草在 24 小時光線照射下的生長情形

結果請見紀錄表如下：

早晚	日期	時間	溫度(°C)	狀況
AM	02.03	12:00	21	剛開始
PM	02.03	10:00	21	全閉
AM	02.04	12:00	19	中開
PM	02.04	10:00	19	上小開，下全開
AM	02.05	12:00	20	上/下中開，中間的葉子有點枯
PM	02.05	10:00	20	上/中小開，下微開
AM	02.06	12:00	19	上/中小開，下微開
PM	02.06	10:00	20	上中開，下小開
AM	02.07	12:00	20	上中開，下全開
PM	02.07	10:00	20	上開，下中開
AM	02.08	12:00	19	上/中小開，下微開
PM	02.08	10:00	18	最上面小開，其他中開
AM	02.09			漏記
PM	02.09	10:00	18	最上面小開，其他中開
AM	02.10	12:00	17	上小開
PM	02.10	10:00	17	最上面小開，其他中開
				葉子逐漸掉光了

結果：含羞草 24 小時照光很多天之後，在晚上都比較不容易閉合，然後葉子全部掉光，可能是死了。

### 實驗四、了解含羞草在不同水質灌溉下的生長情形



結果： A 花盆：清水；B 花盆：檸檬水；C 花盆：泥土過濾水；D 花盆：肥皂水。

1. A 花盆：長得比較好，但無法長得像野外的含羞草那樣好，甚至後來也枯死了。
2. B 花盆：從頭到尾都沒發芽。
3. C 花盆：二個月之後才發芽，還是死掉了。
4. D 花盆：曾經發芽，後來死掉了。

### 實驗五、了解含羞草觸發運動的回復時間

	開始時間	回到原位時間	歷經時間
1.	11:16:44	11:41:04	24分20秒
2.	16:04:38	16:30:20	25分42秒
3.	13:48:40	14:11:46	23分06秒
4.	13:21:24	沒有回到原點	--
5.	13:20:08	沒有回到原點	--
6.	15:55:06	16:01:32	6分26秒
7.	13:35:30	13:56:58	21分28秒

結果：

1. 由實驗中發現含羞草其實一直在「動」，我們覺得含羞草的真正回復時間很難掌握，有時甚至找不到恰當的時間點。
2. 由實驗紀錄看來，我們認為含羞草真正回復到原高度及張開程度，大約需要 20 ~ 30 分鐘。

### 實驗六、了解音樂對含羞草的影響

結果：

1. 以[做法一]，聽柔和音樂的含羞草與在沒有音樂環境中的含羞草的擺動情形相差不多(我們無法辨認它們的差別)，但聽搖滾音樂的含羞草則好像有迴旋的擺動現象，且這種現象與普通的伸懶腰運動並不相同。
2. 以[做法二]的方法看到的就看不出有什麼差別了。  
無音樂(3'') 柔和音樂(8'') 搖滾音樂(8'') 柔和→搖滾→無音樂(72'')

## 實驗七、了解含羞草在煙的環境中的閉合情形

結果：

95.2.22日 編U. 1253 (= 柱)
12:55 開始
12:56 - 一株閉起, 垂下
1:02 閉 2 片
1:03 微閉
1:04 - 一株垂下
1:05 結束
95.2.24 編U. 1241 (= 柱)
12:42 開始
12:49 5 株 微閉
12:50 2 株 微閉
12:52 結束

95.2.27 編U. 1:07 (2 柱)
1:09 開始
1:11 微閉
1:12 - 一株垂下
1:19 結束
9
95.3.1 編U. 12.45 (1 柱)
12:47 開始
12:52 微閉
12:55 - 一株垂下
12:57 結束

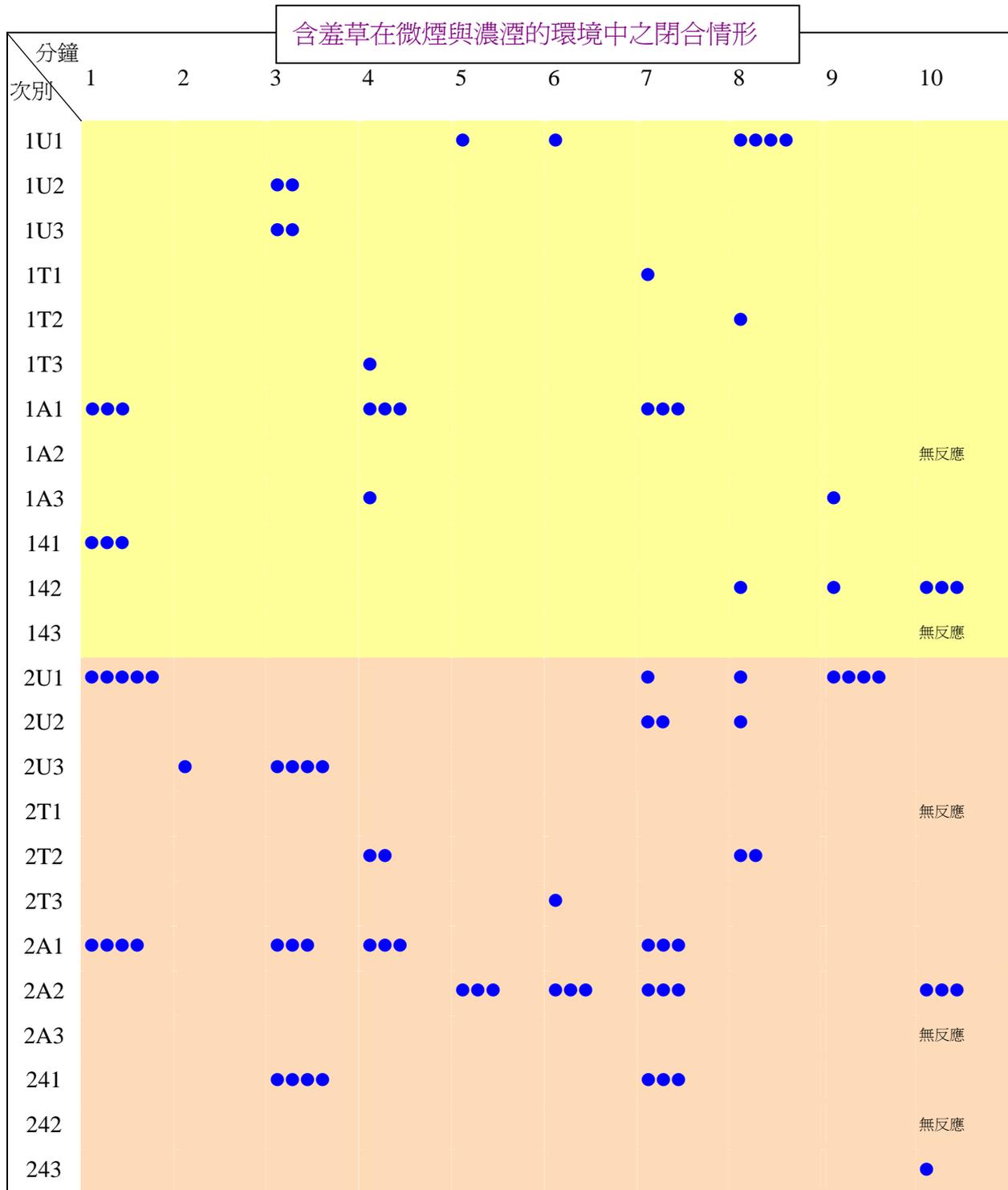
從紀錄看出，含羞草的反應很難量化，因此我們模仿風速分級的方式，把這些反應分成五個等級。

強度區別：

強度	級別名稱	意義	符號
最弱  最強	第一級	1~2 片微閉	●
	第二級	4~6 片微閉	●●
	第三級	小區域微閉	●●●
	第四級	小區域微閉且輕微垂下	●●●●
	第五級	大範圍閉合且垂下	●●●●●

說明：

1. 表格中橫列的 1 表示第一分鐘，2 表示第二分鐘，以此類推。
2. 次別的第一碼表示幾炷香，第二碼表示哪一盆含羞草，第三碼表示第幾次實驗。
3. 例如：1U1 表示 1 炷香，在 U 這盆進行的第 1 次實驗。



結果：

1. **就強度而言**，由藍點出現的稀疏與緊密情形來看，接受二炷香的煙的含羞草，產生的反應大多比一炷香者來得強烈。
2. **就反應發生的時間快慢而言**，由藍點出現的先後可看出，接受二炷香的煙的含羞草，藍點在大多從前幾分鐘就有出現，一炷香者，則到了後面才有反應。因此本實驗認為煙會對含羞草的閉合有影響，且煙越濃影響越大。

## 實驗八、了解含羞草碰觸酸鹼溶液的反應情形

藥品	含羞草反應
清水	無變化
澄清石灰水	閉合一點點(約 3mm)
5% 醋酸	閉合一點點(約 3mm)
95% 醋酸	由葉尖往上閉合，慢慢垂下。被試驗的葉子幾天之後就枯死了。
50% 氫氧化鈣	碰到溶液的含羞草有次序地逐漸地閉合。

結果：

1. 含羞草碰觸中性溶液並無變化。
2. 含羞草碰觸酸性及鹼性溶液均會閉合。
3. 含羞草碰觸強酸溶液最後會枯死。

## 陸、討論

- 一、依據窗光與各色光的對照攝影，當接受窗光的含羞草開始進入睡眠時，接受色光照射的含羞草並沒有睡眠的現象。再以第 11 項實驗來看，在含羞草應該醒著的時間關燈，造成葉子閉合、下垂，開燈後卻又張開、上揚，我們認為光線會對含羞草睡眠運動的時間造成影響，甚至「控制」了睡眠運動。也許睡眠周期只是人類的觀點，對含羞草而言，可能睡眠運動只是對光線的反應而已，根本談不上周期。
- 二、根據 24 小時拍攝的結果，我們看到 24 小時之間接受窗光與接受燈泡光源含羞草的「活動」情形。發現接受燈泡照射的含羞草雖然延後了睡眠時間，但後來仍然出現葉柄下垂、葉子閉合的情形，還是睡眠了，而且在這過程中，還是不停地進行伸懶腰運動。另外，二株「醒來」的時間大約相同，為何接受燈光照射的含羞草知道「該醒來了」呢？這令我們非常好奇。
- 三、快門手指對我們的實驗幫助實太大了，簡單說明如下：
  - (一)、**省時省工**。有了快門手指之後，我們就不必一直守在相機旁邊，通常是午休的時候把它架設好，讓它開始自動拍照，等到下午三點左右再去把它關掉，拿照片來看就可以了，非常方便。
  - (二)、**長時間拍攝**。曾經有同學問我們為何不用攝影機以腳架架住拍攝，然後像使用錄影機上的飛梭「快轉」來觀看，也能有同樣的效果？這是因為攝影機最長只能拍攝一卷錄影帶的時間長度，大約是 1~1.5 小時之後一定要換帶子，對於我們至少連續記錄二~七小時的要求來說，根本不夠。拍攝時間不夠長是缺點之一，另外一個缺點是，拍攝 1 小時的錄影帶 60 分鐘，即使用 8 倍速快轉，全部看完也要  $60 \div 8 = 7.5$  分鐘，實在太久，如果拍了二十四小時，那就得要連看 3 小時才看得完！（「快門手指」真的曾經連拍 24 小時，我們只要花四分鐘就能看完！）
  - (三)、**DIY，花費少，成就感大**。在電視上曾經看過有一種「慢速攝影」，可以讓我們在很短的時間內看到開花的整個過程，但那樣的設備恐怕不是我們買得起的。快門

手指使用的材料包括一個馬達及齒輪組，花費新台幣 180 元，再加上一些木板及手工具，自己動手 DIY，花費的金錢並不多。最主要是製作的過程讓我們覺得很有成就感，我們真的能夠親手做一個幫忙按快門的小機器！哇～

- (四)、**更了解「齒輪比」**。快門手指使用了馬達及齒輪組，根據網站上查到的原廠資料，馬達的轉速約在 10000~ 12000 轉之間，搭配不同的齒輪比，可得到不同轉速的輸出，速度快→力氣小，速度慢→力氣大，我們需要的正是一個速度慢，而且力氣大到夠壓下快門的裝置。很幸運地，我們辦到了。

四、對煙的反應實驗中，我們模仿以前的人對風速判定的方法，把這些紀錄劃分為五個等級，才能把影響程度量化。這樣的做法使我們能看出不同煙濃度時的反應有差別，以及發生反應的時間先後。我們感到很高興！

五、對酸鹼反應實驗中，我們發現這些刺激似乎會「傳遞」，因為我們看到葉子從尖端開始逐片地閉合，下次應該可以測量傳遞的速度。

## 柒、 結論

- 一、藉由「快門手指」的幫助，我們發現含羞草在未受到碰觸時，會有輕微的擺動現象，因為它看起來很像人在伸懶腰，本實驗稱之為「**伸懶腰運動**」。我們不會在別的書上看到類似的描述，這種運動情形對我們來說很驚奇！「我們會不會是全世界第一個發現這種情形的人呢？」我們常常這樣問自己。自行研發的「快門手指」對微小動作的紀錄有很大的貢獻，或許也能應用在別的地方。
- 二、光線的明暗及顏色會延後含羞草的睡眠運動時間。延後的程度依序是：**燈泡**> **紫光**> **綠光**> **黃光**> **紅光**。
- 三、含羞草生長需要陽光。不同光量的環境下其生長情形不同，在黑暗環境、24 小時開燈環境或室內，都不利於含羞草的存活。
- 四、含羞草生長需要水分。給予中性溶液清水的含羞草生長得最好。
- 五、很難找到含羞草回復位置，因此正確回復時間很難定義。
- 六、含羞草對聲音沒有反應。
- 七、含羞草對微煙、濃煙有不同程度的閉合及下垂反應，煙的濃度越大，閉合及下垂的時間越早也越明顯。
- 八、含羞草碰觸到酸性和鹼性的水溶液會閉合，最後會枯死。

## 捌、 參考資料及其他

1. 超感應－含羞草的觸發運動 [http://163.32.84.102/homepage93/PB/PB047/study/study\\_3.htm](http://163.32.84.102/homepage93/PB/PB047/study/study_3.htm)
2. 含羞草 [http://www.hulu.com.tw/tfd/Mimosa\\_1H.htm](http://www.hulu.com.tw/tfd/Mimosa_1H.htm)
3. 林之淵、邱靜怡(民93)。含羞草的觸發運動。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會。
4. 植物名錄 <http://goat.network.com.tw/goat/plant/main-i.asp>

評語

081546 我們的含羞草會伸懶腰-含羞草的輕微擺動  
現象及不同環境下的反應研究

1. 能思考各種不同處理方法，合乎科學性。
2. 「快門手指」設計佳。
3. 樣本少，缺少一致性。
4. 選擇變因的相關性，可推理可能原因。(如煙和光照)