

臺北市第 49 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：生活與應用科學科

組 別：國小組

作品名稱：我家有「水管家」～沒人在家植物依舊盎然

關 鍵 詞：毛細現象、盆栽、水管家

編 號：

## 摘要

外出渡假數天，常擔心家中植物沒澆水而枯萎，想製作簡單又環保的自動給水系統。

曾經參加教學製作簡易自動給水盆栽的活動，是利用棉線毛細現象從下方給水，所以計劃這次實驗主題時，有查詢一些作品是以澆水為主。我想：若能夠設計成在盆栽上面埋棉線給水，這樣除了可以利用棉線粗細調控水量外，埋在土裡一端的棉線是否可以因給水區的高低位置及土壤達到充分濕潤時，而減緩或暫停給水？研究結果：棉線可以利用毛細現象給水，但要控制給水量，就要利用不同粗細的棉線及給水區與植物高低的位置來調控，無法因土壤已濕潤而自動減緩及暫停給水。現在已在家中既有的盆栽，利用實驗結果配置，也推廣給外婆運用，解決不在家或忘了澆水時的困境。

## 壹、研究動機

外婆家種了許多的盆栽，但是常常怕盆栽沒有澆水枯萎而不敢出遠門渡假，這種既愛護植物但又被限制自由的狀況，引發我想利用簡單的物品，製作簡單自動給水系統，這樣外婆或我家就可以輕鬆自由出遠門，植物依舊盎然。

在四年級自然科「水的移動」單元中，學到水會沿著物品的縫隙往上升的毛細現象，我就想：可以利用毛細現象來製作自動給水系統，解決不在家時，家中植物沒人澆水的窘境。

四年級暑假參加台北市政府綠手指活動時，學習利用寶特瓶及棉線製作由下方給水的小盆栽，正是利用毛細現象自動給水，我想延申此方法，為家中的其他盆栽設計自動給水裝置。

## 貳、研究目的

一、製作簡單自動給水盆栽。

二、利用毛細管現象自動給水，達到自動調控功能；測試不同粗細的棉線、放置棉線方法、給水區放置不同高度來了解給水量，選擇適合家中盆栽的方法。

實驗（一）測量不同粗細的棉線的水流量。

實驗（二）測量棉線一端浸在給水區（容器中裝水），另一端棉線頭放入受水容器中的底部（水過來時棉線頭會完全浸在水中），當受水區棉線也浸在水中時，會不會減緩或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。

實驗（三）比較給水區放在不同位置的水流量：給水區和受水區等高、給水區低於受水區 45 度、給水區低於受水區 90 度垂直時，給水情形有何不同。

實驗（四）將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否有效自動調控給水量？

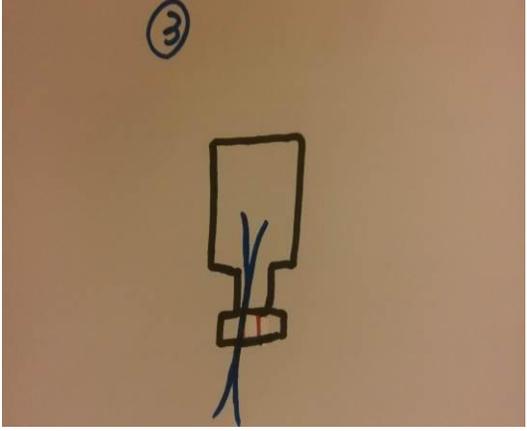
## 參、研究設備及器材

寶特瓶、棉線、剪刀、美工刀、植物盆栽、水、土壤、保鮮膜、膠帶、燒杯

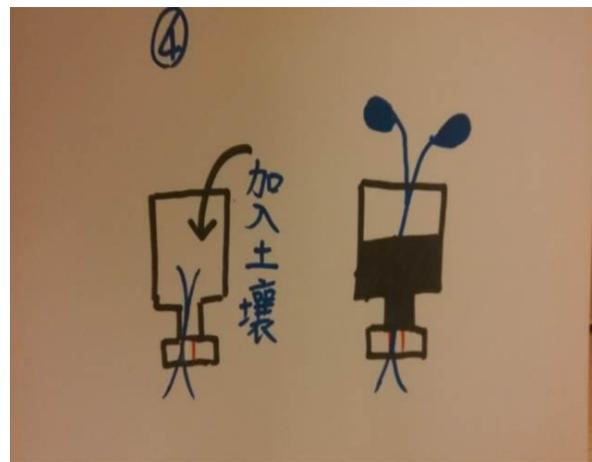


## 肆、研究過程或方法

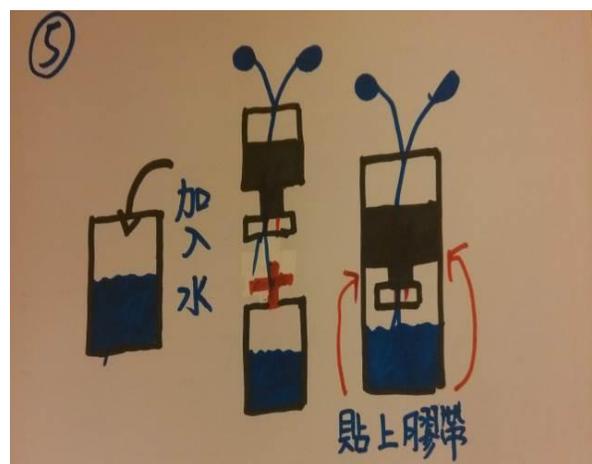
### 一、製作簡單的自動給水盆栽。

<p>(一) 將寶特瓶從中間剪開，分成上下各一半。</p>	
<p>(二) 將瓶蓋取下，並在瓶蓋緣剪一刀，間隔一公分再剪一刀；將這剪兩刀間隔一公分的瓶蓋往外折，變成一個缺口。</p>	
<p>(三) 把上半部的寶特瓶倒過來，將棉線放入，穿過瓶口，再將瓶蓋栓好，下端棉線從瓶蓋缺口中穿過垂直（垂直長度大於保特瓶下半的長度），上端棉線留在上半倒過來的寶特瓶中（長度約上半保特瓶身的一半長）。</p>	

(四) 在倒過來的上半部瓶身中加入約一半高度的土壤，將植物放入，再將土壤填上，植物就栽種完成。



(五) 將下半部寶特瓶裝約 5-6 分滿的水，再將倒過來上半部已栽種好植物的保特瓶，放在下半部上卡好，垂直的棉線正好浸在下半部寶特瓶的水中，用膠帶固定上下保特瓶的接縫處。



(六) 自動給水盆栽已經完成了，下半部浸在水中的棉線會利用毛細現象，將水往上補給植物。日後下半部水快沒了，可以從兩處給水：一是從上面直接澆多一點的水（水量大約保持在下半部保特瓶的 5-6 分滿），過多的水會從瓶蓋缺口流入下半部寶特瓶中。二是將下半部寶特瓶拆開注水，再將上下合體用膠帶黏好。



二、利用毛細現象自動給水，並比較不同粗細的棉線、放置棉線方法、給水區放置不同高度的給水量，測試看看是否可以自動調控水量，嘗試找出適合家中盆栽運用的方法。

實驗（一）測量不同粗細、長度 35 公分的棉線的水流量，找出適當水流量的棉線粗細。

1.將 3 組燒杯內，各裝 200 毫升的水(稱給水區)，將 35 公分棉線（一條棉線，兩條棉線、六條棉線編成麻花狀，共 3 組不同粗細，並用保鮮膜包在中間段，前後端約 5 公分不包保鮮膜）放入其中。

2.棉線另一端垂直垂下，在下方放置燒杯，在不同時間點測量滴下來的水量。



實驗(二) 測量棉線一端浸在給水區(容器中裝水)，另一端棉線頭放入受水容器中的底部(水過來時棉線頭會完全浸在水中)，當受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。

1. 與實驗(一)一樣，將3組燒杯內裝200毫升的水(稱給水區)，將35公分棉線(一條棉線，兩條棉線、六條棉線編成麻花狀，共3組不同粗細，並用保鮮膜包在中間段)放入其中。
2. 垂直將另一端棉線頭放在另一燒杯中(稱受水區)，在不同時間點測量流下來的水量。



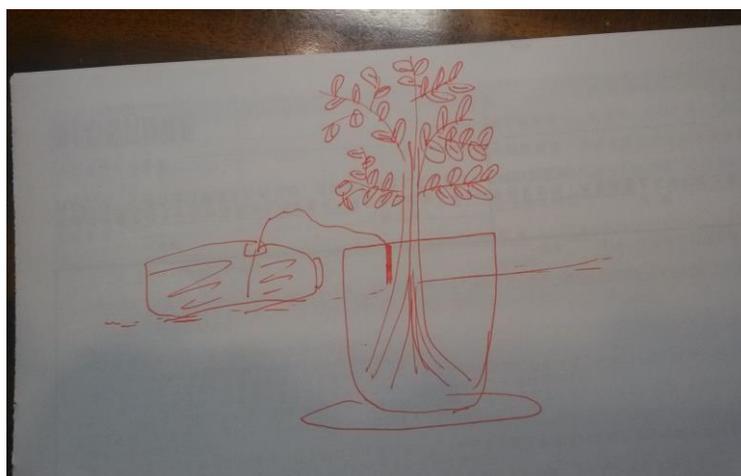
實驗(三)延續實驗(二)的方法，比較給水區放在不同位置：給水區和受水區等高、給水區低於受水區 45 度、給水區低於受水區 90 度垂直時，給水情形有何不同。

<p>給水區 與 受水區 等高</p>	
<p>給水區 低於 受水區 45 度</p>	
<p>給水區 低於 受水區 90 度</p>	

實驗（四）將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否能有效自動調控給水量？

- 1.將大、中、小的盆栽，利用大盆栽用 6 根棉線（編成麻花狀），中、小盆栽用 2 根棉線，將棉線埋入盆栽的土中約 1 公分深。
- 2.觀察棉線是否可以真正運用毛細現象供水給盆栽。
- 3.觀察如果後來土壤濕潤了，棉線供水速率是否會減緩或停止？

棉線埋入盆栽模式圖



大盆栽埋入 6 根棉線



中盆栽  
埋入  
2根  
棉線



小盆栽  
埋入  
2根  
棉線



## 伍、研究結果

### 一、製作簡單自動給水盆栽。

自動給水盆栽成品照片



二、利用毛細現象自動給水，並比較不同的棉線粗細、放置棉線方法、給水區放置高度的給水量，測試看看是否可以自動調控，嘗試找出適合家中盆栽運用的方法。

實驗（一）：測量不同粗細棉線的水流量。

（單位：ml）

	1 根棉線			2 根棉線			6 根棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	1.5	1.5	1	0	0	0	0	0	0
3 小時	6	5	5	6	6	7	16	15	15
4 小時	2.5	2.5	2	3	4	3	6.5	6	6.5
5 小時	1	1	1	1	1	1.5	4	3	2
12 小時	1.5	1.5	1	15	15	13	23.5	24	24.5
18 小時	11	10	11	10	9	10	25	25	25
24 小時	5	3	5	14	15	15	15	14	15
總流量	28.5	24.5	26	49	50	49.5	90	87	88
平均 總流量	26.3 ml			49.5 ml			88.3 ml		

- 1.一開始曾試過不包保鮮膜，但發現沒有包保鮮膜的棉線在實驗過程中，6 根棉線的水會從棉線中段滴水下來，不會完全往受水區流水。可能是給水量過多時，在棉線中段會受地心引力的影響而滴水。所以才改為包保鮮膜。
- 2.從以上實驗知道不同粗細棉線的水流量，棉線越粗水流量愈多；但是，倍數粗的棉線水流量不一定是等倍的水流量（6 根粗的棉線沒有 6 倍水流量）。

實驗(二)測量棉線一端浸在給水區(容器中裝水)，另一端棉線頭放入受水容器內底部(水過來後，棉線頭會完全浸在水中)，試試看受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩給水或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。

(單位：ml)

	1 根棉線			2 根棉線			6 根棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3 小時	6	5	5	5	4	5	18	17	18
4 小時	3	2.5	3	1	1	1	7	7	5.5
5 小時	1	1	1	4	4	3	5	6	6
12 小時	1.5	1	1.5	20	18	21	20	21	21
18 小時	12	11	14	20	21	19	30	29	31
24 小時	7	7	7	12.5	12	12	20	19	21
總流量	31.5	27.5	32.5	62.5	60	61	100	99	102.5
平均 總流量	30.5 ml			61.2 ml			100.5 ml		

實驗（三）比較給水區放在不同位置：給水區和受水區等高、給水區低於受水區 45 度、給水區低於受水區 90 度垂直時，給水情形有何不同。

給水區與受水區端等高

（單位：ml）

	1 根棉線			2 根棉線			6 根棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0.2	0.5	0.5	5	6	5
4 小時	0.5	0.5	0.5	2.5	2	2	8	8	10
5 小時	1	1	1	5	4	6	12	10	14
12 小時	3	2.5	3	20	21	18	25	23	25
18 小時	2	2	2	10	11	10	24	24	25
24 小時	3	2.5	2	7	7	5	1	1	2
總流量	9.5	8.5	8.5	44.7	45.5	41.5	75	72	81
平均 總流量	8.8 ml			43.9 ml			76 ml		

給水區低於受水區 45 度

(單位：ml)

	1 根粗棉線			2 根粗棉線			6 根粗棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 小時	0	0	0	0.2	0.1	0.2	0	0	0
18 小時	0	0	0	0.1	0.1	0.1	1	0.8	1
24 小時	0	0	0	0	0	0	1	1	1
總流量	0	0	0	0.3	0.2	0.3	2	1.8	2
平均 總流量	0 ml (受水區那一端是溼潤 的，只是水沒有滴出來)			0.26 ml			1.9 ml		

給水區低於受水區 90 度

(單位：ml)

	1 根粗棉線			2 根粗棉線			6 根粗棉線		
	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次	第一次	第二次	第三次
1 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總流量	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均 總流量	0 ml			0 ml			0 ml		
其他 說明	1 根、2 根和 6 根棉線都沒有水滴出來，感覺好像對抗不了地心引力，但是大約在 18 小時的時候，用手輕觸受水端棉線頭時，棉線有一些濕潤，但不足以滴出水來。								

實驗（四）：將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否能有效自動調控給水量？

（單位：ml）

	大盆栽/6 根棉線	中盆栽/2 根棉線	小盆栽/2 根棉線
	直徑：13cm 高 14cm	直徑：8.8cm 高 7.1cm	直徑：8.3cm 高 6.5cm
1 小時	0	0	0
2 小時	0	0	0
3 小時	0	0	0
12 小時	32	14	<b>13</b>
18 小時	9	3	<b>6</b>
24 小時	20	4	<b>7</b>
總流量	61 ml	21 ml	<b>26 ml</b> (有 19ml 的水從盆底流出來)
其他說明	小盆栽從盆底流出 19ml 的水，代表給水太多，沒有如預期因土壤濕潤暫停給水，由此可知沒有自動調節的功能。		

## 陸、討論

### 一、製作簡單自動給水盆栽：

這是一個簡單又環保的盆栽，只要注意下方的水量是否足夠，不必天天澆花，很方便；這個盆栽不論放在何處都不必擔心下方會漏水要水盤，很適合都會區的房子及房間擺設（在寶特瓶上也可創作），隨處綠化感覺很好，是值得推廣的妙招。

二、利用毛細現象自動給水，並比較不同粗細的棉線、埋棉線方法、給水區放置不同高度的給水量，測試看看是否可以以自動調控水量，嘗試找出適合家中盆栽運用的方法。

#### 實驗(一)測量不同粗細的棉線的水流量

- 1.從實驗中了解不同粗細棉線給水流量不同，棉線愈粗給水量愈多，但不是等倍多的流量（6倍粗的棉線沒有6倍的水流量）。所以在實際操作盆栽時，不能用等倍水量來預估，要實際測試水量才會準確。
- 2.根據棉線粗細給水量不同，可以做為不同盆栽所需水量時的參考，如需水量較多的植物就用較粗的棉線，需水量少的則反之。

實驗(二)測量棉線一端浸在給水區（容器中裝水），另一端棉線頭放入受水容器中底部（水過來時棉線頭完全浸在水中），受水區那一端的棉線也浸在水中時，會不會減緩或暫停給水？以達到自動調控給水量的目的。（是想模擬若土壤水量已充足時，是否可有此假設的效果。）

結果發現：並不會減緩或暫停給水，反而流水量更多。好像有接觸到水時，水和水之間會有一種拉力，讓水更容易流過去。

實驗(三)給水區放在不同位置(與給水區與受水區等高、給水區低於受水區 45 度、給水區低於受水區 90 度時)，是否可以正常給水：

- 1.給水區的高低一定會影響水流量，給水區高於盆栽時，水流量較多，愈高水流量愈多，但在兩者等高時，水流量明顯減少；若是給水端低於盆栽 45 度時甚至 90 度時，流水量幾乎只有棉線濕潤，正好符合第一自製盆栽時，給水區垂直下方，但植物仍然可以獲得水，應該是當棉線水遇到土壤時，繼續毛細現象，讓土壤保持濕潤。
- 2.不同植物需水量不同，高低位置也是在實際操作盆栽時，可以當做調控給水量的方法。

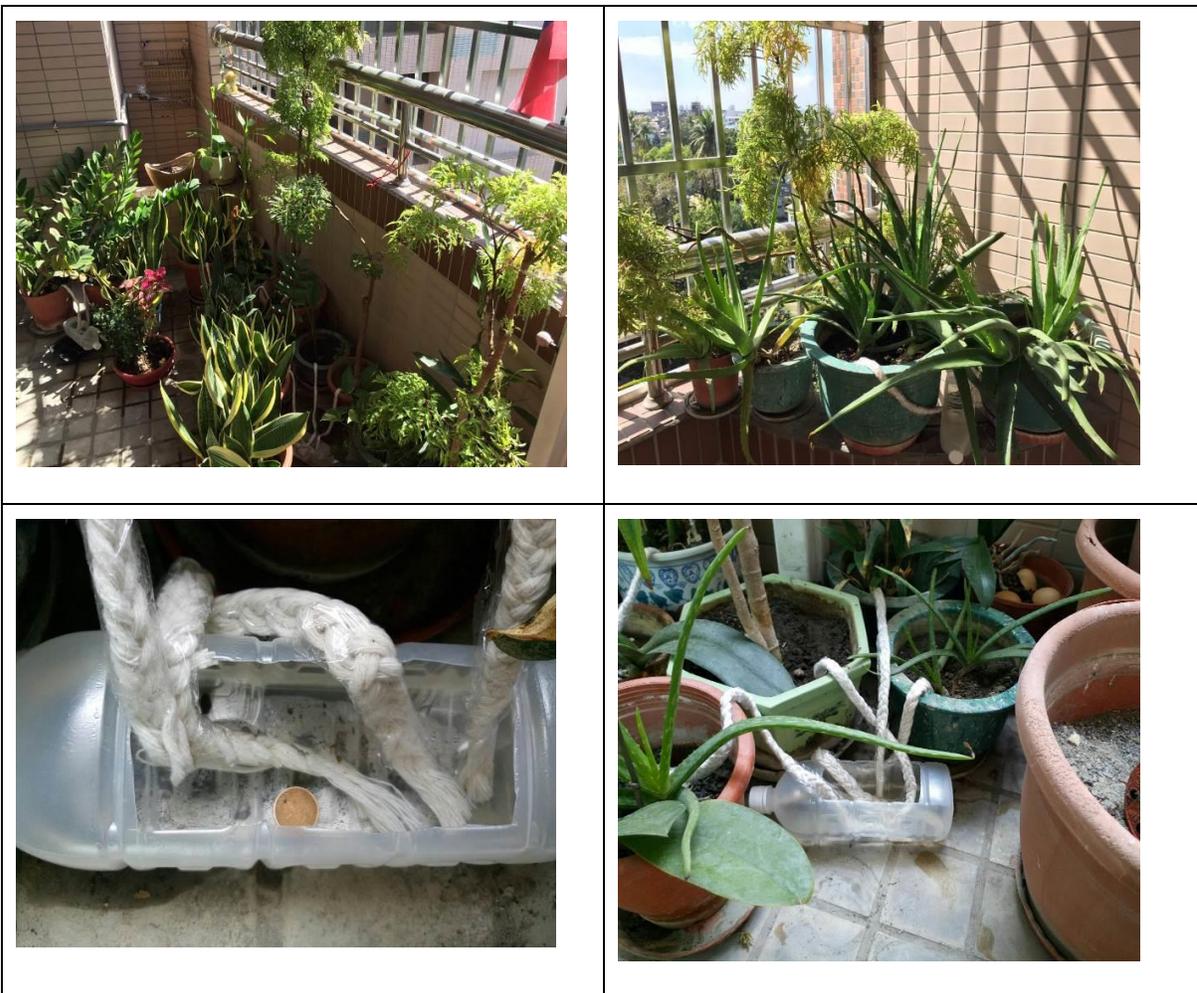
實驗(四) 將棉線埋入盆栽的土中大約 1 公分深，觀察是否能有效自動調控給水量？

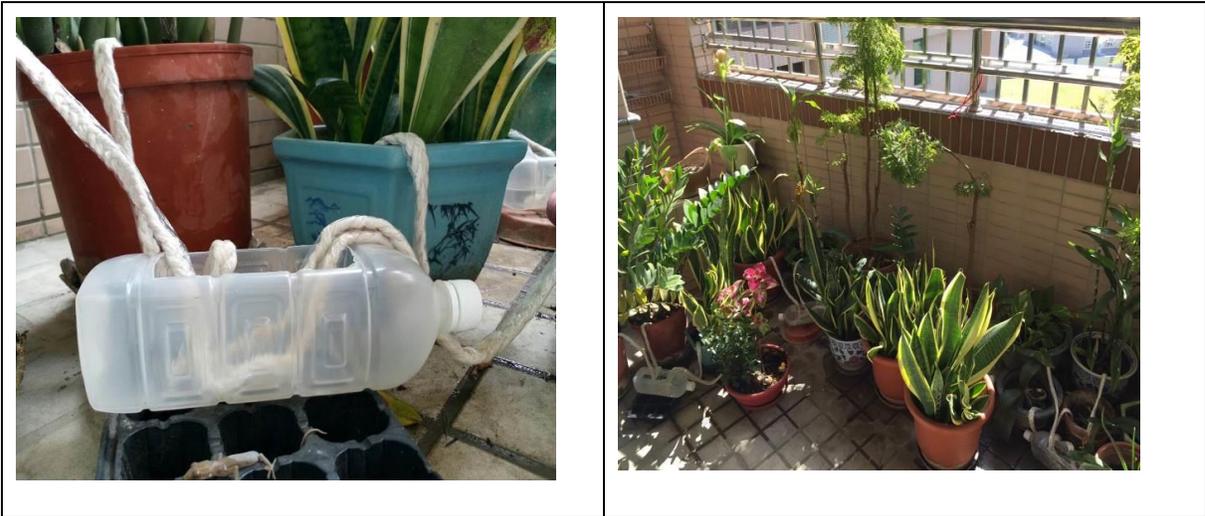
- 1.本來的想法是：若是土壤水份充足時，能減緩或停止給水，就能達到自動調控的效果。
- 2.實際操作的結果是：可以有效給水，但是土壤濕潤後，給水速率不會減緩，水還是流個不停。
- 3.棉線要如何放置效果最好、最省事，又不用破壞原來盆栽的狀況。是我在實驗中所

追求的便利性，這樣才會更多人利用。

### 三、在外婆家試試看：

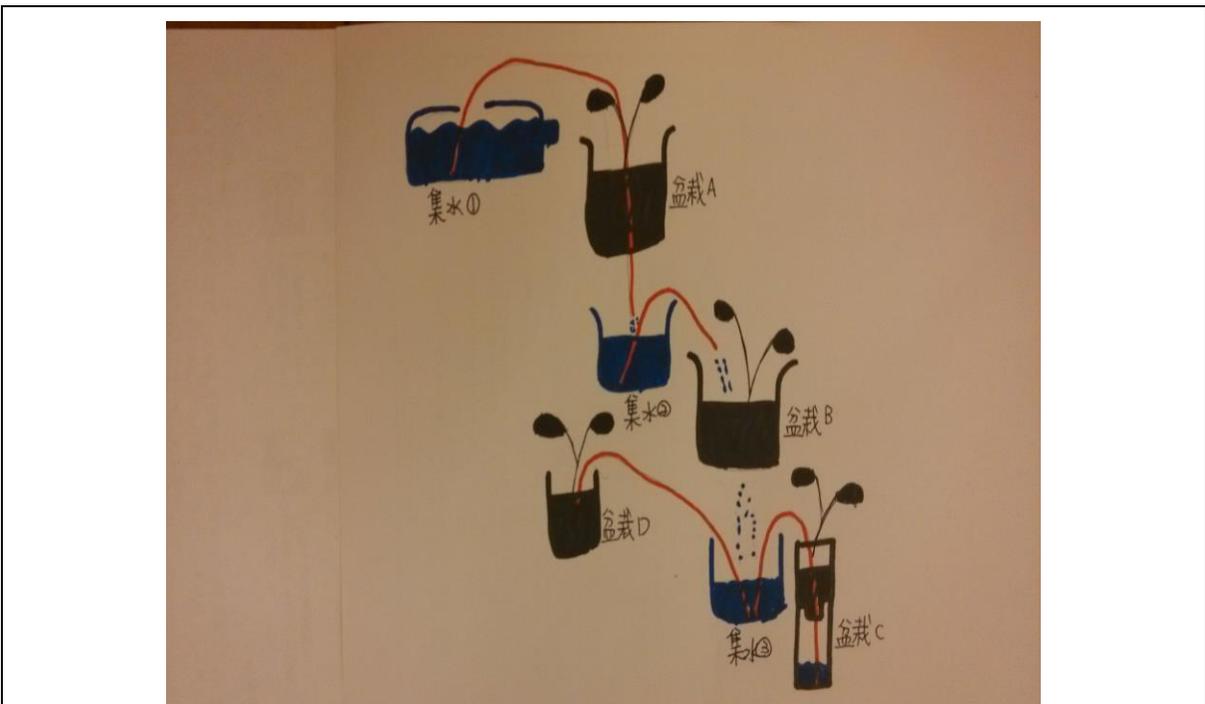
(一) 過年時幫外婆家盆栽設定，試一試效果：外婆家盆栽多(約 20 盆)，當時寶特瓶數量有限，所以設定多個盆栽共用一個供水區，大約 1 天半，一個寶特瓶的水就吸完，再注滿水。到目前約已一個月，植物生長情況都很好。





(二) 五月份外婆計畫要出遠門數日，現在正在陸續收集寶特瓶，準備將供水區多設幾個，這樣就可以增加自動供水天數了。

#### 四、水循環盆栽小樂園的構想：



說明：

(一) 家中前院玄關處有一面可接受充份陽光的牆，可放個架子，將盆栽、水盆、棉線等依上圖配置，一方面創造綠化，一方面觀察實驗。

- (二) 將集水 1 水注滿並高於盆栽 A，以棉線貫穿盆栽 A (因為此盆栽的土壤水分會較多，可設定需要水份多的植物) 但不接觸到集水 2，盆栽 A 若給水過多會滴入集水 2 中。
- (三) 集水 2 注入一半水並高於盆栽 B (設定一般水份需求的植物)，棉線以滴水方式給水盆栽 B，若給水過多會滴入集水 3 中。
- (四) 集水 3 注入三分之一的水並和盆栽 C 一樣高 (自動給水用寶特瓶自製盆栽)，以棉線貫穿接觸到底，盆栽 C 最下方內注入一半以下的水，盆栽 C 的水來自自己底部及集水 3。
- (五) 設定盆栽 D (設定需水量極少的植物) 在集水 3 的上方，棉線埋在盆栽土壤表面，棉線供水以下往上超過 45 度以上位置，原則上配置盆栽 D 不會有過多水滴出。
- (六) 也可以增加一些有趣的東西，例如盆栽 B 上面裝類似會旋轉的風車在棉線下方，滴水下來時，會旋轉給水。還有在各集水區內放入可愛浮水的小物品：這些都是美化及增加樂趣的想法，但不能影響給水功能。

## 柒、結論

- 一、暑假參加綠手指活動，學會製作的自動給水小盆栽，真的很酷！引發我延伸此方法繼續設計家中其他盆栽的自動給水裝置。
- 二、從實驗(一)到實驗(四)中，可以了解，利用棉線吸水的毛細現象，確實可以解決我們因外出不能澆花的困境，只需要利用生活中簡單物品製作，不需要太多花費，就可以達到「水管家」的功能。
- 三、只是在實驗(四)中，發現給水量的部份還無法達到如預期的土壤水充足時可以暫停給水自動調控的想法，現在只能先利用棉線的粗細及給水區高低來控制給水量，雖然不是全自動，但已達到不在家時，能自動供水的目的。
- 四、這次研究主題很實用、很有趣，雖然實驗過程中不能達到預期自動調控的功能，但是也激發我想要找出其它可以達到目的方法的動能。如此便捷又環保的方式，過年時我已推薦給外婆，並幫她的盆栽依照實驗結果配置，這樣她平常只要注意寶特瓶中是否有水，若缺水再注水，就可以安心出門數天。目前植物都很好，外婆很喜歡這樣的配置，因為這是個很好玩又實用的研究主題，也是增加我和外婆的聊天及討論的話題。
- 五、另外我已著手實驗，想創造一個水循環盆栽小樂園，說不定有機會可以達到我想要自動調控給水量的目的。

## 捌、參考資料及其他

- 一、熊苡淇等(2008)。「澆」豔欲「滴」—簡易自動澆水器。中華民國第 48 屆中小學科學展覽會作品說明書。取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/index.html?a=631>
- 二、黃鴻博（民 103）•自然與生活科技課本第四冊第二單元：『水的移動』p20~37•臺南市：南一書局企業股份有限公司。