

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

第三名

080819

植物？動物？動植物！—植物自我照護系統

學校名稱：臺北市中山區永安國民小學

作者：  小六 蕭季萱	指導老師：  徐佳璋  吳璧真
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：盆栽、植物照護、植物日照及水量

# 植物？動物？動植物！ — 植物自我照護系統

## 摘要

窗台上的盆栽需要注意日照、細心澆水，但是如果照顧者太忙，或是出遠門，這些植物就危險了。我發展出一套植物自我照護系統，讓植物能像人一樣自己照顧自己，每天控制自己的日曬量和飲水量，這樣一些怕熱、怕曬、怕水多、怕光照不均而長歪、什麼都怕的嬌貴植物就能長得好。

在第一階段，我先找出特定植物所需的最佳日照量和澆水量，建立一個植物的日照水量資料庫。第二階段時，我再設計出一個由馬達與控制器組成的移動平台，可載著植物自由行動，利用放在盆栽上的光感測器和濕度計的數值自動控制移動平台，讓盆栽能根據建立的日照水量資料庫的數據自己決定要回涼亭躲太陽或去喝水，也能自己每天轉半圈讓日照均勻，從此植物就可以自己照顧自己了。

## 壹、研究動機

媽媽常把盆栽放在窗台上，這樣照顧植物很方便，而且也可以裝飾客廳。但是窗台上太陽太大，一不小心忘了澆水，葉子就會枯掉。有時全家出外旅行幾天，她也會很擔心這些植物沒有人澆水的話會枯死。另外，窗台上的植物常常因為固定一面向陽，久而久之植物就長歪了，變得不好看（如右圖），所以每隔一段時間就必須轉動盆栽讓另一面向陽，很不方便。



媽媽常提醒我，自己要能照顧自己；渴了要喝水，太陽太大時要躲在陰涼處。讓我想到：植物如果也能自己照顧自己，那媽媽的這些困擾就都能解決了。所以我希望能找出一個方法，讓植物可以自己分辨太陽曬夠了沒、口渴了沒，然後走到陰影處躲太陽或是到飲水機前喝水，同時可以自己每天轉半圈均勻受光，自己把自己照顧得健康又漂亮。

在去年科展有高職組做了一個創意盆栽(顧達昀等，2009)，讓植物可以自動澆水、開啓電扇電燈窗戶或唱歌，具有很多功能，但是他們的作品卻不是以植物的角度來提供植物所需要的照顧，只是在盆栽上裝了很多控制器讓人類舒服快樂而已，整個系統有沒有植物根本無所謂，並沒有從心底去尊重喜歡植物，這樣是很不對的。所以我仔細的觀察了盆栽真正需要的環境，也做了實驗找出最佳環境，以植物為本，做一個真正關心植物、能讓植物好好照顧自己的自我照護系統。

研究與教材相關性如表 1。

表 1 應用課程教材內容

課程教材	章節	單元名稱	內容相關性
自然與生活科技(康軒版 6 下)	1	簡單機械	利用鏈條、齒輪、皮帶來傳送動力
自然與生活科技(康軒版 3 下)	1	大家來種菜	種子的觀察、植物的種植、植物成長的觀察和記錄

我的研究目的是要建立植物對日照量和水量的判斷力和行動力，讓植物自己能控制每天所需要的日照量和水量，照顧好自己。研究主要分兩部分：

1. 建立不同植物的日照水量資料庫；
2. 建立植物自我照護系統。

研究步驟分成八項：

		研究主題	研究內容
最佳日照及水量	研究一	5 種日照量對植物生長的影響	5 顆綠豆苗每天曬 1、3、5、7、9 小時
	研究二	5 種水量對植物生長的影響	5 顆綠豆苗每天澆水量 5、10、15、20、25 ml
	研究三	日照量與水量對植物生長的交互影響	12 顆非洲鳳仙花給 4 種日照量和 3 種澆水量
	研究四	不同植物的日照水量資料庫	對薰衣草、甜菊、文竹、紫羅蘭、網紋草等重覆研究三之實驗
植物照護系統	研究五	照護系統的行動系統設計製作	設計行動系統和循跡系統
	研究六	照護系統涼亭飲水機的設計製作	1. 遮陽涼亭設計與製作 2. 飲水機的設計與製作
	研究七	植物日照量與水量的判定	1. 照護系統的控制流程 2. 由光感測計判斷每天日照總量 3. 由濕度計判定是否口渴
	研究八	照護系統的控制與效果	1. 自我照護系統的實驗和分析 2. 自我照護系統的動畫

## 參、使用的器材與設備

綠豆苗 10 盆、非洲鳳仙花 12 盆、薰衣草 12 盆、甜菊 12 盆、T5 隔罩式 T-BAR 燈具 4 座、Philips 18W 白光燈管 8 支、黃光燈管 8 支、9V 馬達 4 個、光感測器 2 個、濕度計、觸碰感測器、NXT 控制器 2 個、日照量實驗測試平台 1 組、12ml 針筒 1 個、計時器 4 個、游標卡尺、數位相機、Robolab 程式、Scratch 程式。

## 肆、研究過程及方法

「水分、陽光、空氣」是生物生存的三大要素，所以植物要能自我照護的話，必須獲得適當的日照和水分，才會長的健康、漂亮。如網紋草屬於微日照和半潮濕的植物，日照太多會枯萎，日照太少葉子的網紋長得不好看；水分太多會長黴菌而生病腐爛，水分太少會枯萎(郭志偉等，1998；羅文祥，2001)。

但是每種植物的栽培環境需求不一樣，日照的需求有全日照、半日照、微日照，水分的需求有乾燥、半潮濕、潮濕。所以要讓植物照顧自己，就必須先瞭解每種植物的最佳的日照和水量。

### 研究一 日照量對植物生長的影響

我先探討在不同日照量下，哪顆綠豆會長得比較好，藉此找出綠豆的最佳日照量。

研究步驟：

1. 讓 5 顆綠豆苗發芽，並分別編號。
2. 每天澆水 10 ml，並分別接受日照 1、3、5、7、9 小時。
3. 觀察各綠豆苗的生長情形。

研究結果與結論：

1. 全部植物在第五天的生長狀況如圖 1.1，生長狀況如表 1.1。
2. 植物日照量太多時，葉子會下垂、焦掉，如圖 1.2。
3. 由表 1.1 的觀察結果可知，生長狀況最好的是日照量 1 小時、3 小時、5 小時的植物；生長狀況較差的是日照量 7 小時、9 小時的植物。
4. 所以日照量太多對植物的生長不利，對綠豆苗來說，每天在接受澆水 10 ml 的情形下，日照量不可超過 5 小時。



圖 1.1 第五天時全部植物的生長狀況



圖 1.2 日照量太多的植物

表 1.1 不同日照量的綠豆苗生長情形

	植物編號				
	No.1 (1 小時)	No.2 (3 小時)	No.3 (5 小時)	No.4 (7 小時)	No.5 (9 小時)
Day 2	V	V	V	V	V
Day 3	V	V	V	△	△
Day 4	V	V	V	△	△
* V：正常； △：有點差； X：不好					

## 研究二 水量對植物生長的影響

我接著探討在不同水量下，哪顆綠豆會長得比較好，藉此找出綠豆的最佳水量。

研究步驟：

1. 讓 5 顆綠豆苗發芽，並分別編號。
2. 每天接受日照 3 小時，並分別澆水 5、10、15、20、25 ml。
3. 觀察各綠豆苗的生長情形。

研究結果與討論：

1. 綠豆苗生長狀況如表 2.1。
2. 植物水量太多時，葉子會下垂、莖會彎曲，如圖 2.1。
3. 由表 2.1 的觀察結果可知，生長狀況較好的是水量 5 ml、10 ml、15 ml 的植物；生長狀況較差的是水量 20 ml、25 ml 的植物。
4. 所以水量太多對植物的生長不利，對綠豆苗來說，每天在接受日照 3 小時的情形下，水量不可超過 15 ml。
5. 因為綠豆生長太快速，不容易做長期的觀察，而且大家很少選綠豆當家裡的盆栽，所以之後的實驗改以家中較常見的植物為對象。

表 2.1 不同澆水量的植物生長情形

	植物編號				
	No.1 (5 ml)	No.2 (10 ml)	No.3 (15 ml)	No.4 (20 ml)	No.5 (25 ml)
Day 2	V	V	V	△	X
Day 3	△	△	V	X	△
Day 4	V	V	△	V	X
* V：正常； △：有點差； X：不好					



圖 2.1 澆水量太多的植物

### 研究三 日照量與水量對植物生長的交互影響

從研究一和研究二中，我找到綠豆苗的最佳日照量和水量。但是我發現大太陽下水分蒸發較多、陰天時就不需要澆太多水，日照和水量會相互影響，所以單獨做日照實驗或水量實驗所得的結果並不正確。因此我同時進行日照量與水量的研究，來瞭解植物的最佳日照量及水量。

但在研究三中，我的實驗有一些修正：

1. 植物改為較常栽培的非洲鳳仙花，這樣研究結果會比較具有實用性。
2. 大自然的日照量很難控制，實驗時很難控制好日照量這個變數，使實驗結果很不精確。因此我改用 T5 日光燈取代自然日照。
3. 植物的生長需要藍光和紅光，所以我選用白色和黃色燈管，每個燈座各兩根，這樣就可以有藍光波長和紅光波長，顧到植物葉片和花的生長。
4. 觀察植物生長的指標，我同時觀察一株植物中的兩片葉子和一朵花的生長情形。

研究步驟：

#### (一) 日照量的實驗設備

1. 燈組的組裝：我用裝 4 支 18W-T5 燈管的燈組，燈組內側兩支燈管為黃光燈管，外側兩支燈管為白光燈管(如圖 3.1)，再買電源線跟燈座插座連接。
2. 決定日光燈組的高度：將照度計放在日光燈下，從燈組往下每 5 公分量一次照度(如圖 3.2)；量完後，由照度和接受 4 個燈管光線的角度決定燈組最佳高度是離地 45 公分；因為非洲鳳仙花平均高度 30 公分，而離燈 15 公分是植物在可以照到 2 種不同燈管光線的範圍內照度最高的(9050 lux)。
3. 光照量設備組裝：用 12 根長 60 cm 的角木做為支柱，安裝 4 座燈座，燈座離地 45 公分，各燈座之間用厚紙板阻隔彼此的光線，減少干擾；再放置在通風無日照的房間(如圖 3.3)，並裝上 4 組定時器，從早上 7 點開始，分別設定點亮 4 小時、8 小時、12 小時和 16 小時。圖 3.4、3.5 為組裝的過程。



圖 3.1 20W-T5 燈管的燈組



圖 3.2 量測燈組照度



圖 3.3 架好的實驗場地



圖 3.4 日照量設備的組裝



圖 3.5 日照量設備的組裝



圖 3.6 掛上膠圈以識別花葉

## (二) 非洲鳳仙花的日照量水量實驗

1. 找 12 株大小相似，高 25~28 公分的非洲鳳仙花，平均分成 ABCD 4 區，每區 3 盆植物。
2. 水量的決定：以別株泥土乾燥的非洲鳳仙花，用針筒慢慢均勻地注入水，直到泥土水分飽和，水由盆栽底部流出，量得飽和水量 56 ml；因此使用 1/7、2/7、及 3/7 的水量進行實驗。
3. 每天早上 7 點澆水，水量有 8、16、24ml 三種條件，光照量共有 4、8、12、16 小時四種條件，組合起來共有 12 種條件，各個編號的非洲鳳仙花的日照量和水量依照表 3.1 進行。
4. 為了能用量化數據來表示植物的生長狀況，除了觀察植物的生長情況外，每一株並選出 2 片嫩葉和 1 朵花，掛上深藍色膠帶圈作為識別(如圖 3.6)，每隔幾天用游標卡尺量葉子的長度和寬度，記錄 12 株非洲鳳仙花的生長狀況。

表 3.1 實驗中 12 組的編號分配

編號		光照量 (小時)			
		4	8	12	16
水 量 (ml)	8	A1	B1	C1	D1
	16	A2	B2	C2	D2
	24	A3	B3	C3	D3

### 研究結果與討論：

1. 圖 3.7 是不同距離下燈組照度的量測結果。從圖的結果可知愈接近燈組，照度會增加，但

是距離燈組 5~15 cm 之間的照度大約相等，這是因為距離短時來自中間兩燈管的照度會增加，但是因為角度太偏兩側燈管照不到而使來自兩側燈管的照度降低，所以這一段距離內照度保持相等。因此實驗時植物頂端要距燈組 15cm，讓植物可以接收到兩種不同的燈光。

2. 圖 3.8 是 12 組植物在實驗前的葉片情況，圖 3.9 是在實驗後的葉子情況。
3. 附錄的表 A1 是從 2 月 19 日到 3 月 7 日每次量到的葉片長、寬，和花的狀況。
4. 為了分析哪種日照和水量的組合對非洲鳳仙花最好，我計算葉片面積的變化作為指標。圖 3.10 是各組的葉片面積的改變情形，編號的前兩位是表示實驗的組別(如表 3.1)，最後的數字表示同株植物上葉片的編號。由圖可看出每株植物的葉片在實驗過程中都有成長。
5. 圖 3.11 是各組實驗前後的葉片面積改變率，可以看出：
  - a. A 組光照 4 小時中，水量 24ml 的 A3 組生長較好；其餘光照的組別均是以 8ml 的 1 號組生長較好；原因推測是對於非洲鳳仙花來說水量超過 8ml 就容易讓土壤太潮濕，影響土壤中空氣流通，所以長得便不好。
  - b. 由全部組別的生長情形，可發現光照 12 小時的 C 組生長情形都比其他組好。
  - c. 因此對非洲鳳仙花的生長，以 (光照, 水量) = (12hr, 8ml) 為最佳的光照量和水量，而且由圖 3.8 和 3.9 實驗前後的葉片相片比較結果，也跟最佳光照水量的結論一致。
  - d. 結論是非洲鳳仙花每天的最佳日照量是  $9050 \times 12 = 108600 \text{ Lux} \cdot \text{hr}$  或  $6516000 \text{ Lux} \cdot \text{min}$ ，最佳水量是飽和水量的 1/7。所以最佳的光照量和水量為 (日照量, 水量) = (108600  $\text{Lux} \cdot \text{hr}$ , 8ml)。

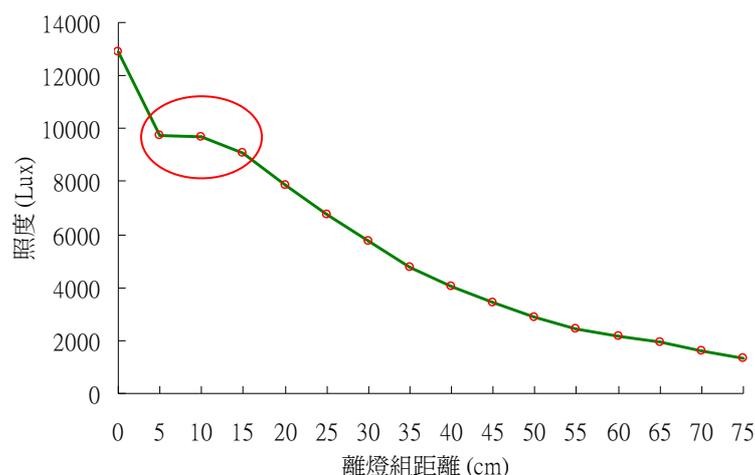


圖 3.7 不同距離下燈組的照度

圖 3.8 非洲鳳仙花各組植物在實驗前的葉片情況

	每日水量 (ml)		
	8	16	24
光照量 4 小時			
	圖 3.8a 實驗前 A1 組	圖 3.8b 實驗前 A2 組	圖 3.8c 實驗前 A3 組
光照量 8 小時			
	圖 3.8d 實驗前 B1 組	圖 3.8e 實驗前 B2 組	圖 3.8f 實驗前 B3 組
光照量 12 小時			
	圖 3.8g 實驗前 C1 組	圖 3.8h 實驗前 C2 組	圖 3.8i 實驗前 C3 組
光照量 16 小時			
	圖 3.8j 實驗前 D1 組	圖 3.8k 實驗前 D2 組	圖 3.8l 實驗前 D3 組

圖 3.9 非洲鳳仙花各組植物在實驗後的葉片情況

	每日水量 (ml)		
	8	16	24
光照量 4 小時			
	圖 3.9a 實驗後 A1 組	圖 3.9b 實驗後 A2 組	圖 3.9c 實驗後 A3 組
光照量 8 小時			
	圖 3.9d 實驗後 B1 組	圖 3.9e 實驗後 B2 組	圖 3.9f 實驗後 B3 組
光照量 12 小時			
	圖 3.9g 實驗後 C1 組	圖 3.9h 實驗後 C2 組	圖 3.9i 實驗後 C3 組
光照量 16 小時			
	圖 3.9j 實驗後 D1 組	圖 3.9k 實驗後 D2 組	圖 3.9l 實驗後 D3 組

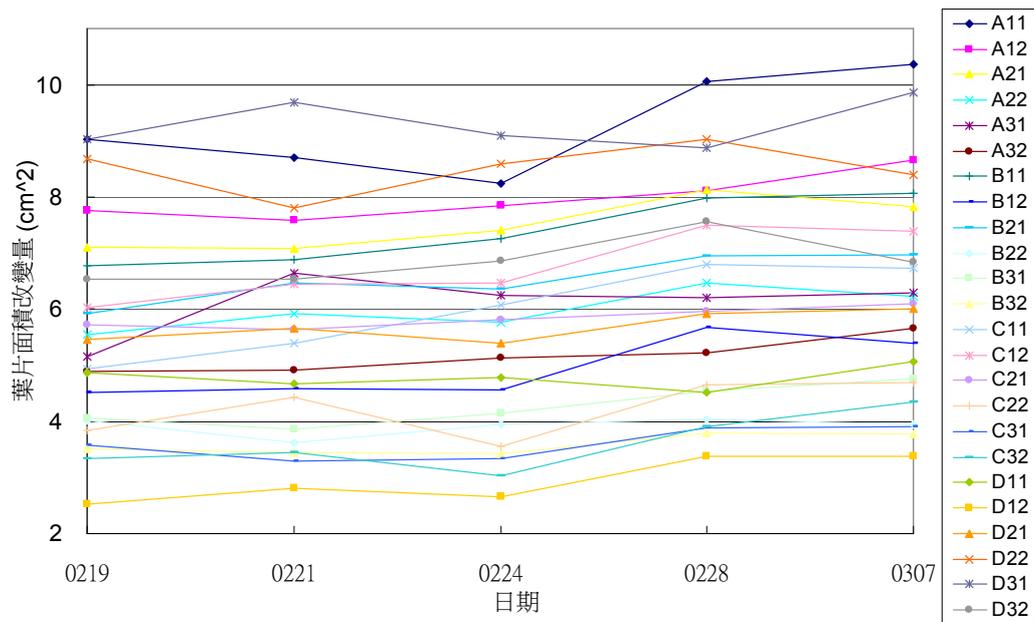


圖 3.10 非洲鳳仙花各組的葉片面積的改變情形

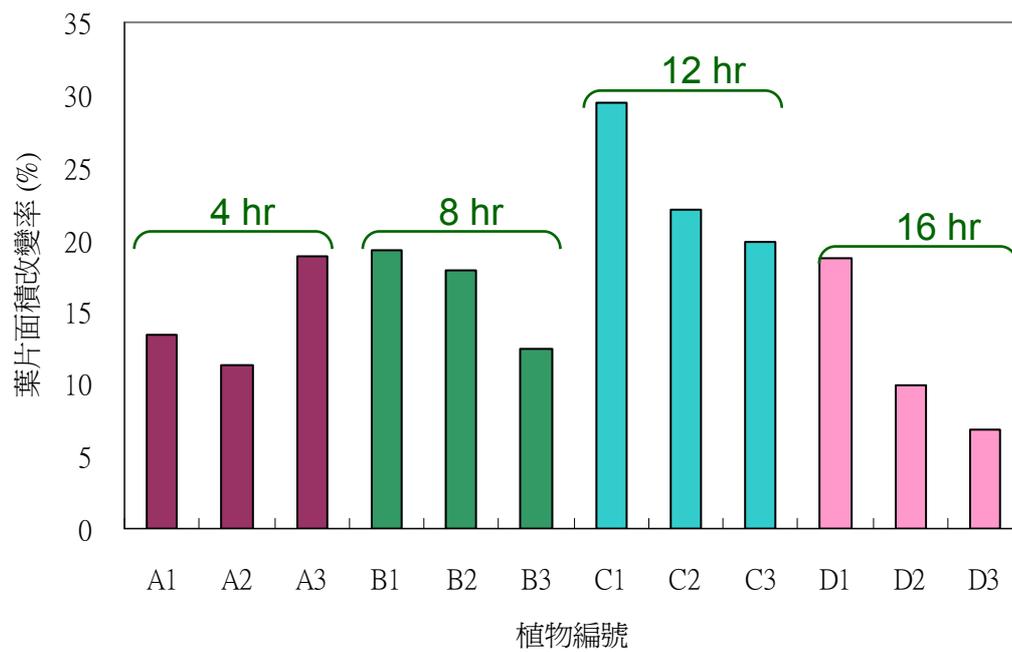


圖 3.11 非洲鳳仙花各組的葉片面積改變率

## 研究四 不同植物的日照水量資料庫

每種盆栽植物，尤其是嬌貴的植物，都應該要建立屬於自己的日照水量資料庫。從網路和書籍資料中(郭志偉等，1998；羅文祥，2001)，我知道薰衣草、甜菊、文竹、紫羅蘭、網紋草等都是屬於低日照半潮濕的嬌貴植物，所以我優先幫它們也建立專屬的日照水量資料，逐漸擴充這個植物日照水量資料庫。

研究步驟：

1. 找大小相似的薰衣草 12 株，依研究三的研究步驟(二)1~4 重覆實驗。
2. 對甜菊也重覆以上步驟 1 的實驗。

研究結果與討論：

### (一)薰衣草

1. 圖 4.1、4.2 是 12 棵用來作實驗的薰衣草。
2. 薰衣草盆栽的飽和水量是 56 ml；使用 1/7、2/7、及 3/7 的水量進行實驗，即水量有 8、16、24ml 三種條件，光照量共有 4、8、12、16 小時四種條件。
3. 我同時觀察 12 組薰衣草在實驗前和實驗後的生長情況，並拍照。
4. 附錄的表 A2 是從 4 月 26 日到 5 月 3 日每次量到的花莖的長度。
5. 我計算薰衣草的花莖長度變化作為其生長好壞的指標。
6. 圖 4.3 是各組實驗前後的花莖長度改變率，可以看出：
  - a. 各組水量 8 及 16 ml 的組別都長得不好，葉子開始捲縮，花莖下垂；推測原因是薰衣草需要較多水分，水量少於 24ml 就長得不好。
  - b. 水量 24ml 的組別中，則以光照 4 小時的 A3 組生長較好；B3 組雖然花莖增長最多，但花莖都已莖下垂了。。
  - c. 因此對薰衣草的生長，以 (光照，水量) = (4hr, 24ml) 為最佳的光照量和水量，而且由實驗前後薰衣草相片比較結果，也跟最佳光照水量的結論一致。
  - d. 結論是薰衣草每天的最佳日照量是  $9050 \times 4 = 36200 \text{ Lux} \cdot \text{hr}$  或  $2172000 \text{ Lux} \cdot \text{min}$ ，最佳水量是飽和水量的 3/7。所以最佳的光照量和水量為 (日照量，水量) = (36200 Lux·hr, 24ml)。



圖 4.1 實驗使用的薰衣草



圖 4.2 薰衣草的實驗場地

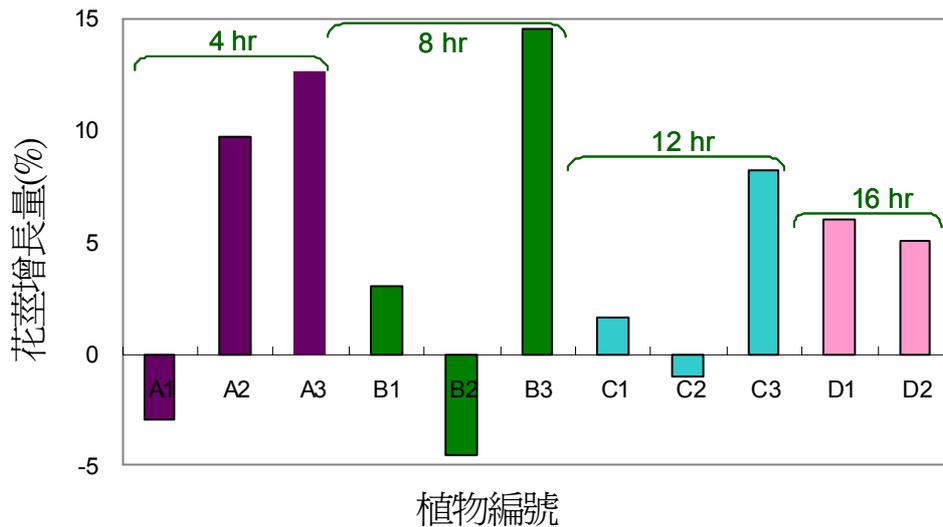


圖 4.3 薰衣草各組的花莖長度改變率

## (二)甜菊

1. 我觀察 12 組甜菊在實驗前和實驗後的生長情況，並拍照。
2. 甜菊盆栽的飽和水量是 42 ml；使用 1/7、2/7、及 3/7 的水量進行實驗，即水量有 6、12、18ml 三種條件，光照量共有 4、8、12、16 小時四種條件。
3. 附錄的表 A3 是從 5 月 31 日到 6 月 7 日每次量到的葉片長、寬，和植物的狀況。
4. 我計算甜菊葉片面積的變化作為指標，來分析最佳的日照和水量的組合。
5. 圖 4.4 是各組實驗前後的葉片面積改變率，可以看出：
  - a. 對水量來說，各組中水分較多的 3 號組，葉片就生長較快；水量只有 6ml 的 1 號組，全部都葉片下垂變軟，葉片面積縮小，說明了甜菊需要較多的水分。
  - b. 雖然 C 組全組葉片生長率都比其他相對應的組來得好，但是 C1 和 C2 都有葉片下垂的情形，說明了水分不夠。因此對甜菊的生長，以 (光照，水量) = (4hr, 18ml) 為最佳的光照量和水量，而且由實驗前後的葉片相片比較結果，也跟最佳光照水量的結論一致。
  - c. 結論是甜菊每天的最佳日照量是  $9050 \times 4 = 36200 \text{ Lux} \cdot \text{hr}$  或  $2172000 \text{ Lux} \cdot \text{min}$ ，最佳水量是飽和水量的 3/7。所以最佳的光照量和水量為 (日照量，水量) = (36200  $\text{Lux} \cdot \text{hr}$ , 18ml)。

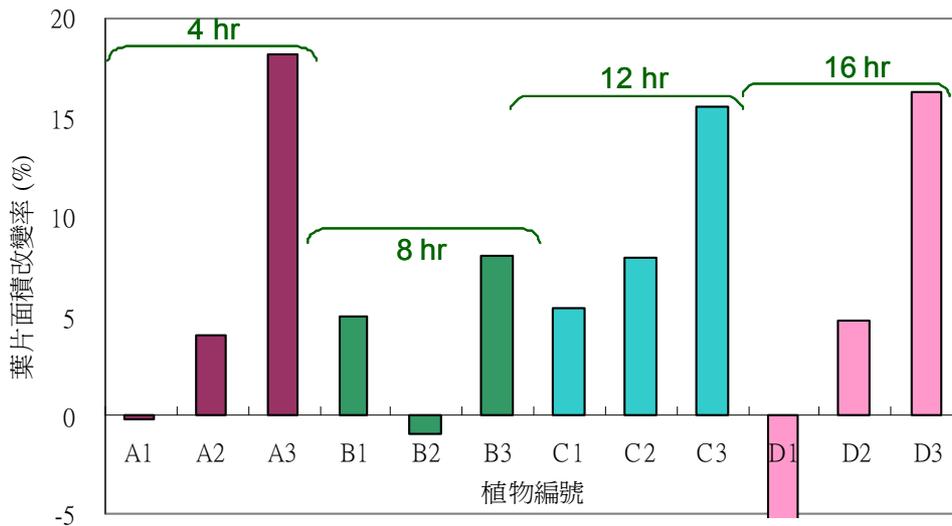


圖 4.4 甜菊各組的葉片面積改變率

### (三) 目前的資料庫

根據已完成的實驗觀察，我建立了非洲鳳仙花、薰衣草和甜菊的日照水量資料庫，如表 4.1。以後會利用時間，陸續對不同植物做實驗，逐漸擴充這個資料庫。但我一個人的力量有限，希望能有各地方對植物有興趣的研究者，一起來擴充這個植物日照水量資料庫。

表 4.1 植植物日照水量資料庫

	最佳光照量	最佳水量	
	Lux-min	ml	飽和水量的比率
非洲鳳仙花	108600	8	1/7
薰衣草	36200	24	3/7
甜菊	36200	18	3/7
文竹	---	---	---
紫羅蘭	---	---	---
網紋草	---	---	---
.....	---	---	---

## 研究五 照護系統的行動系統設計製作

建立了日照水量資料庫，植物就可以自己判斷一天所需的日照量和水量，而決定出來曬太陽或回涼亭遮陽，或是自己去飲水機喝水。但是我必須先給植物行動的能力，而且教它怎麼走到涼亭和飲水機。

研究步驟：

1. 以 NXT 控制器和馬達組成照護系統的行動系統。
2. 使用三個馬達，兩個負責車輪轉動讓行動系統前進或轉彎，另一個馬達負責轉動花盆，讓植物喝水時可以讓花盆內各處都均勻有水。
3. 設計讓轉動花盆的馬達每天自動轉半圈，才能均勻受光。
4. 以壓克力製作外殼蓋住主體，只露出放花盆的小平台，增加行動系統的美觀。
5. 用 Robolab 撰寫行動系統循線移動的程式，並測試。

研究結果與討論：

1. 完成的第一代照護系統的行動系統如圖 5.1~5.3。
2. 但第一代系統的平台高度 13 cm，整個太高了，不但不美觀，植物也很容易摔下來。
3. 我再改良出第一代行動系統如圖 5.4~5.6，把平台高度降到 8 cm，長寬也減少，整個行動系統變美觀了。以後如果可以用 IC 晶片和小馬達，整個行動系統就可以降到 1cm 高，更方便使用了。
4. 循跡移動的程式如圖 5.7。
5. 經過測試後，行動系統能成功地依照貼在桌上的膠帶循跡移動，到涼亭去遮陽或喝水了。

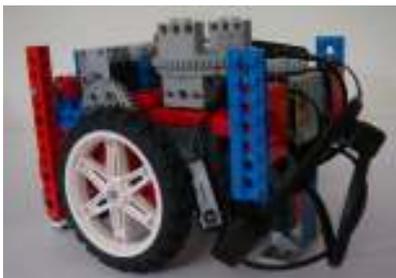


圖 5.1 第一代行動系統外觀

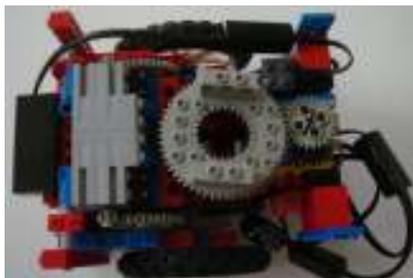


圖 5.2 行動系統上面的旋轉台



圖 5.3 載著植物的行動系統

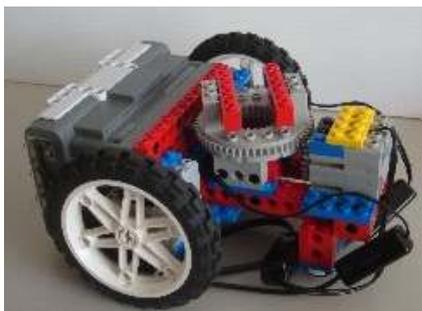


圖 5.4 第二代行動系統外觀



圖 5.5 第二代行動系統



圖 5.6 載著植物的行動系統

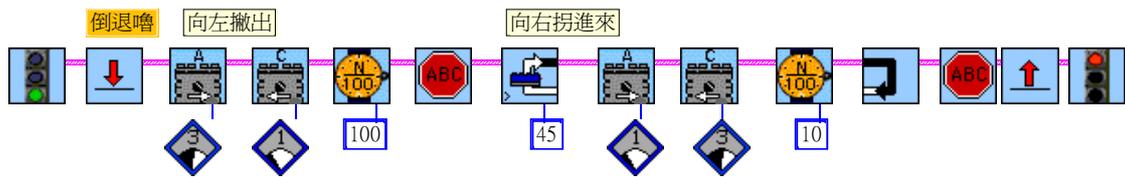


圖 5.7 循跡移動的程式

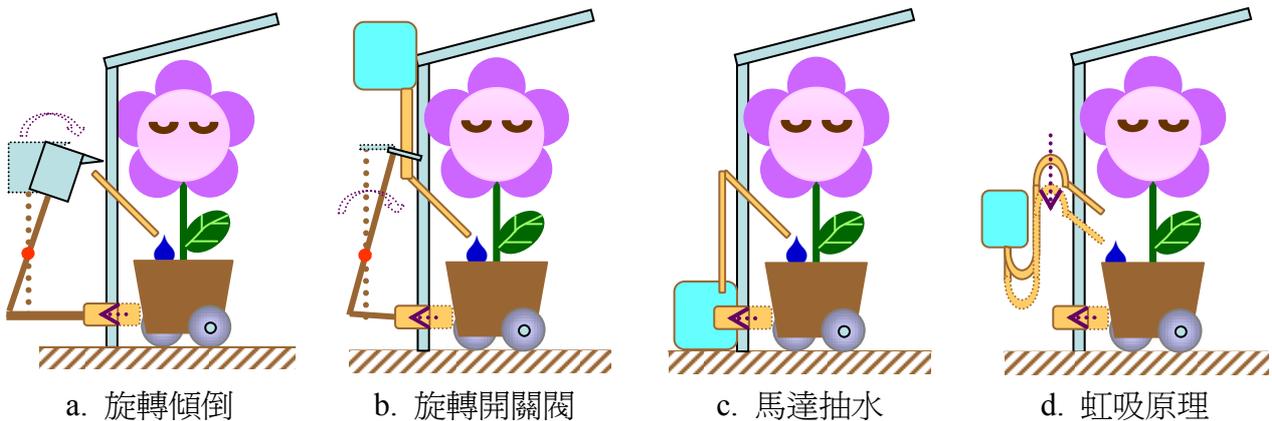
### 研究六 照護系統涼亭飲水機的設計製作

照護系統必須要有一個涼亭讓植物可以防日曬，並且有自動飲水機可以喝水。而自動飲水機的製作我有 4 個想法，如表 6.1。各種方法的優缺點分析如下：

- 旋轉傾倒：水箱位置太高，重心不穩。
- 旋轉開關閥：容易有漏水的問題。
- 馬達抽水：構造簡單，但需要有特殊的抽水馬達。
- 虹吸原理：構造簡單，無漏水問題。

所以我的飲水機採用第四種虹吸原理來設計製作。

表 6.1 飲水機的 4 種設計想法



研究步驟：

- 切割壓克力板做成涼亭，並挖兩個小孔給觸碰感測器和注水器。
- 將塑膠水箱固定在涼亭旁，並連接注水管。
- 在涼亭下裝 NXT 控制器，連接一馬達和觸碰感測器。馬達軸透過繩索，穿過滑輪和注水管連結。
- 用 Robolab 撰寫注水器移動的程式，並測試。

研究結果與討論：

- 完成的涼亭和飲水機如圖 6.1。
- 注水器移動的程式如圖 6.2，

3. 經過測試後，涼亭飲水機能成功地依照盆栽的碰觸按鈕，自動降下注水器澆水 4 秒，讓植物可以像在飲水機喝水一樣了。



圖 6.1 植物照護系統的涼亭和飲水機

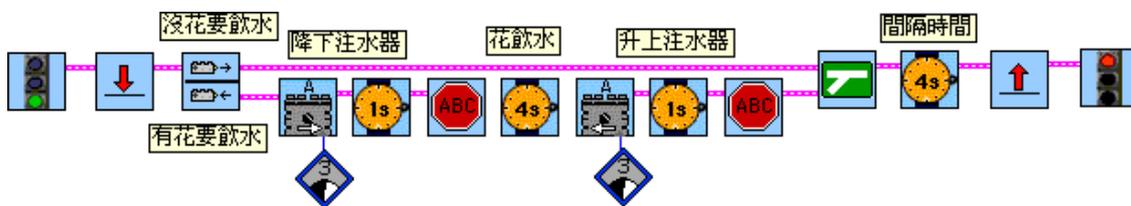


圖 6.2 飲水機自動注水程式

## 研究七 植物日照量與水量的判定

完成了植物日照水量資料庫和自我照護系統的硬體架構後，再來要完成照護系統的軟體。這個部分的工作分成 1. 照護系統的控制流程、2. 日照總量的量測、3. 水分的判定三部分；

### 1. 照護系統的控制流程：

植物必須每天早上會自動去飲水和曬太陽，口渴時就自己去飲水機喝水，太陽曬夠了就自己回涼亭休息。

### 2. 日照總量的量測：

我使用光感測器(圖 7.2)來測量太陽的照度值，以決定植物的日照是否充足或過度。因為日光太強，以光感測器直接量測時，光度值會破百，所以不能直接對著太陽量測。我改為在光感測器上罩上紙罩，再量測其光度值，並調整讓正午大太陽時的光度值剛好為 94，如此就能用感測器的光度值來代表日照強度了。而日照量就是把每分鐘的日照度相加累積，就可以知道某個時間時，植物已經接受多少日照量了。

例如由植物資料庫中知道非洲鳳仙花的最佳(日照量，水量) = (108600 Lux·hr, 8ml)，代表每天非洲鳳仙花要得到日照總量 108600 Lux·hr 和水量 8ml 才會長得好。每天的日照強度不同，所以我在盆栽中裝了一個光感測器，每 5 分鐘測量一次當時的日照強度  $m$ ，則這 5 分鐘內的日照總量就是  $(m \times 5 \div 60 \text{ Lux} \cdot \text{hr})$ ，如此持續下去，一直到所收到的日照總量是 108600 Lux·hr，就代表非洲鳳仙花這一天的太陽曬夠了，就必須回涼亭休息了。如圖 7.1，藍色長條代表非洲鳳仙花的最佳日照總量 108600 Lux·hr，黃色代表非洲鳳仙花實際從早上開始被曬到的日照量，所以等黃色的面積和藍色的面積相等時，代表非洲鳳仙花已曬到了 108600 Lux·hr，所以就可以回涼亭休息了。

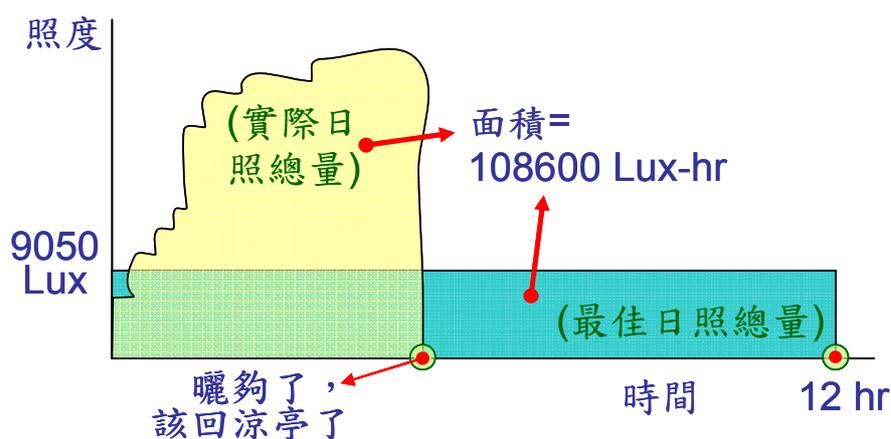


圖 7.1 非洲鳳仙花最佳與實際日照總量的示意圖

### 3. 水分的判定；

水量因為怕有時碰到陰天日照不足，給 8ml 的水就會太多，所以不能一早植物起床就給它喝 8ml 的水。所以我在植物盆栽中間插入一個濕度感測器，用濕度來控制盆栽的土壤的含水程度。但是不可以保持固定濕度來控制，因為植物每天要有一些時間讓土壤稍為乾燥，空氣流通，避免根腐爛；所以設定當濕度低於 25% 判定為口渴。

老師指導我去買了簡單的濕度感測器和電阻來組裝電路(圖 7.3)，加上 3V 的電池，將輸出端和 NXT 連接，就可以從輸出端的電壓知道瞬間的土壤濕度值了。



圖 7.2 光感測器



圖 7.3 濕度感測器和電路

### 研究步驟：

1. 設計照護系統的控制流程圖；
2. 將前端附有紙罩的光感測器插入盆栽中，讓光感測器朝上，測量日照的光度，光感測器信號並連接到 NXT 上。
3. 將濕度計插入盆栽土壤中約 3cm，電路的輸出端連接到 NXT 上，由 Robolab 中計算濕度值，並判斷植物是否口渴了。

### 研究結果與討論：

1. 植物一天的遮陽和飲水的流程圖如圖 7.4。
2. 圖 7.5 是植物加上光感測器和濕度計。根據實驗，光感測器上面要罩上 4 層的影印紙，這樣日光強度和光感測器電壓的關係就會是 (太陽照度 =  $192.54 \times$  光感測器值 +  $1901 \text{ Lux}$ )。
3. 照護系統的 Robolab 程式如圖 7.6，其中每天應得到的日照總量為  $108600 \text{ Lux} \cdot \text{hr}$ ，正午的太陽日照強度為  $20000 \text{ Lux}$ ，即非洲鳳仙花每天要得到正午太陽照射 5.43 小時，由日光強度和光感測器讀值的關係可知，控制器 NXT 累計的讀值到達  $94 \times (60/5) \times 5.43 = 6125$  時，植物就曬夠太陽了。

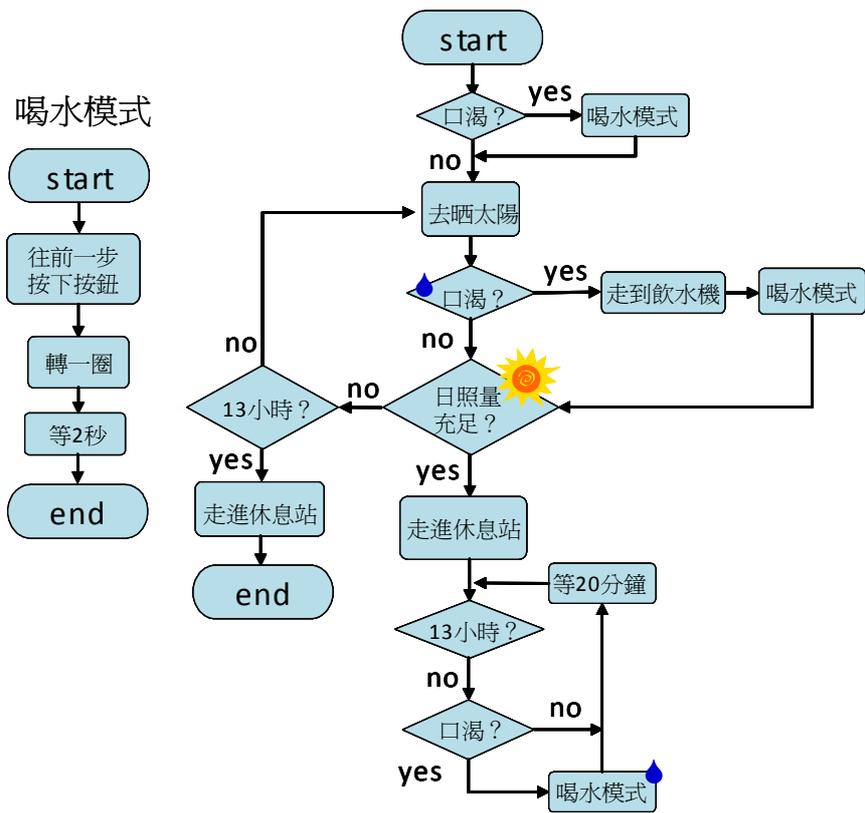


圖 7.4 植物一天的遮陽和飲水的流程圖



圖 7.5 含光感測器、濕度感測器的植物照護系統

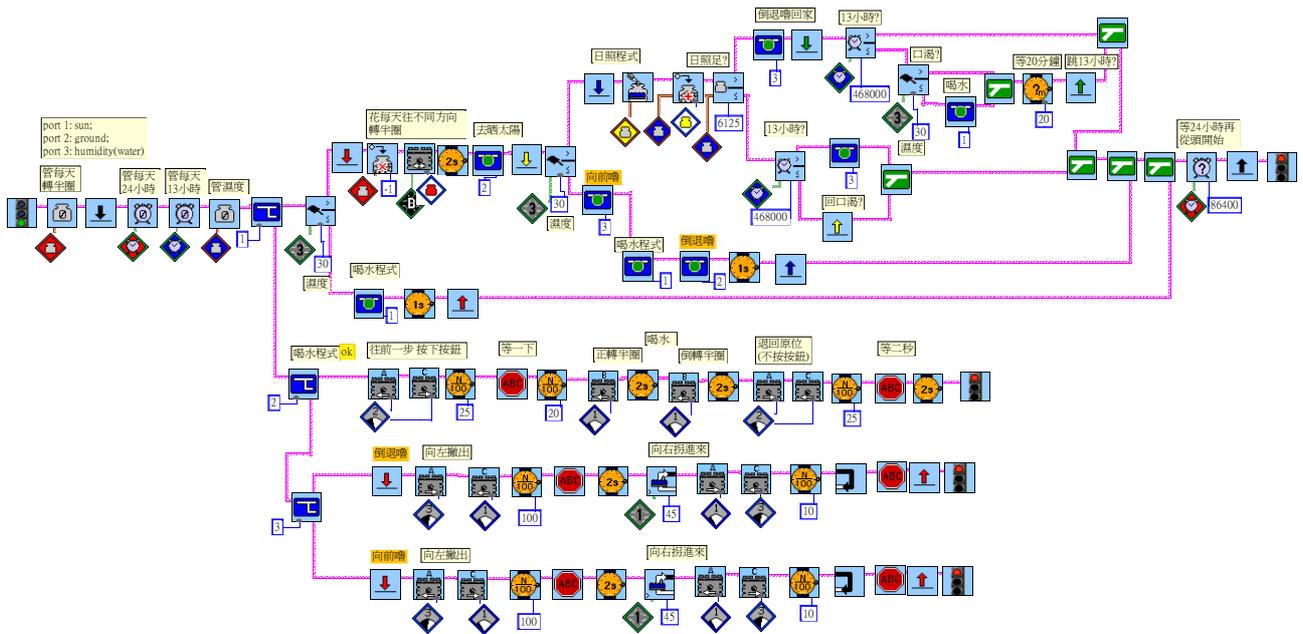


圖 7.6 植物照護系統的 Robolab 程式

### 研究八 照護系統的控制與效果

完成了照護系統的程式和硬體的製作，接著就是實際使用這個植物自我照護系統來了解系統的效果。同時爲了讓大家瞭解植物自我照護系統的功能和流程，剛好這學期學校資訊課教到 Scratch 動畫程式，所以在研究中我也製作了一個簡單易懂的動畫，表達出一天內植物自我照護系統的流程。

研究步驟：

1. 找兩盆非洲鳳仙花，一盆是對照組，另一盆實驗組放在自動照護平台上。
2. 兩組均放在陽台上，模擬情境是主人常加班出差，每隔 3 天才給對照組澆一次水；而實驗組則自己根據流程圖和程式自己照顧自己。
3. 10 天後觀察兩組的結果。
4. 製作照護系統的動畫：根據圖 7.4 的流程圖先寫腳本，使用 PowerPoint 和小畫家畫出植物盆栽、遮陽涼亭、飲水機等，再用 Scratch 動畫程式設定背景、角色、動作順序等完成動畫。

研究結果：

1. 經過 10 天的測試，圖 8.1、8.2 和 8.3 分別是測試前兩組的情形，圖 8.4 和 8.5 是測試後的情形。由圖 8.4 可以看出沒有照護系統的植物，很容易因水分不足和日照過強而生長得很差；而有照護系統的植物就長得很好，證明了照護系統的效果很好。
2. 圖 8.6 是植物自我照護系統的動畫中的片段，表達出植物如何度過一天的生活，讓大家很清楚地瞭解照護系統的功用。



圖 8.1 實驗組與對照組



圖 8.2 實驗前的對照組



圖 8.3 實驗前的實驗組



圖 8.4 實驗後的對照組



圖 8.5 實驗後的實驗組

圖 8.6 植物自我照護系統的動畫片段

<p>天黑了安靜的睡覺</p>	<p>月亮漸漸西沉</p>	<p>太陽東昇，開始小花的一天</p>
<p>享受暖洋洋的日光浴</p>	<p>喔喔！小花口渴了</p>	<p>趕快到飲水機喝水</p>

		
<p>喔喔！小花不能再曬太陽了</p>	<p>回涼亭休息了</p>	<p>晚上，明天早上見</p>

## 伍、結論

- (一)、這個研究中先對盆栽植物建立日照水量資料庫，再將資料庫內的數據應用在植物自我照護系統上，讓植物從此可以自己照顧自己。
- (二)、所建立的植物自我照護系統經測試，的確可以把盆栽植物照顧的很好，值得大家採用。
- (三)、自我照護系統的確可以讓盆栽每天自己轉圈做日光浴，解決了陽台盆栽因日照不均勻而會長歪的問題。
- (四)、研究中先建立了非洲鳳仙花、薰衣草及甜菊的資料庫，但若有更多對植物有興趣者加入，就可以把資料庫弄得更充實了。
- (五)、研究中也建立了植物的一天的 Scratch 動畫，透過簡單的動畫，可以讓更多人清楚的瞭解植物自我照護系統的功能和好處。
- (六)、現在的照護系統使用的移動平台是使用 NXT，體積比較大，但是可以改用微處理器、電路板、和小馬達，並且和花盆整合在一起，則照護系統體積就很小，看起來就如同圖 9.1 的盆栽一樣，只看到兩個輪子(但是這得等我以後學到怎麼用微處理器才能實現)。
- (七)、**未來構思 (I)**：現在的植物自我系統只有一個盆栽，我未來想讓多個盆栽一起共用飲水機和涼亭，但是可能會有大家同時出來喝水而撞在一起或塞車的問題；我的解決構想是利用 NXT 裡面內建的藍芽無線通訊，讓所有盆栽之間能彼此溝通，或跟飲水機互相溝通，輪流出去喝水，就不會有相撞的問題了(如圖 9.1)。
- (八)、**未來構思 (II)**：等植物日照水量資料庫完整建立後，到花市買花時，就可以同時從花商拿到這個花的日照水量資料，回家後把花種在盆栽，並把最佳日照水量資料下載到盆栽內，這樣植物就可以自己照顧自己了，從此過著幸福快樂的日子。

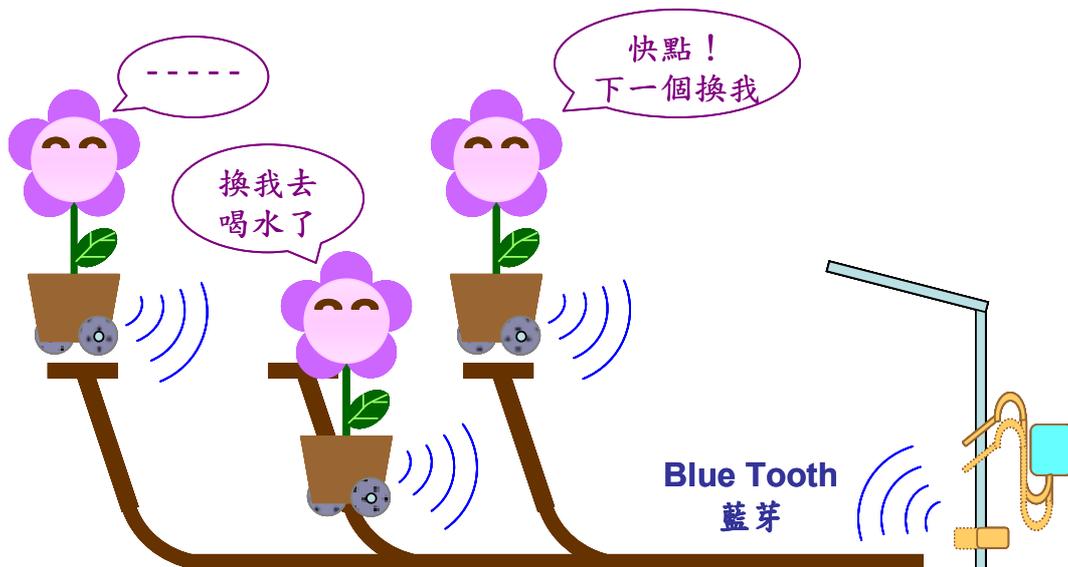


圖 9.1 多盆植物共用飲水機的植物照護系統

## 陸、參考資料

1. 顧達昀、郭威賢、盧士凱、謝坪錡，“讓植物動起來！— 創意盆栽”，台北市 42 屆中小學科展高職組電子電機及資訊科作品說明書，2009。
2. 郭志偉、陳俞君，“種花養草最快樂”，文喬社出版，1998。
3. 羅文祥，“在家種花真簡單”，台視文化公司出版，2001。

## 柒、附錄

- 表 A1 非洲鳳仙花葉片長、寬，和花的狀況觀察表  
表 A2 薰衣草花莖長度的狀況觀察表  
表 A3 甜菊的葉片長、寬和花的狀況觀察表

表 A1 非洲鳳仙花葉片長、寬，和花的狀況觀察表

	0219			0221			0224			0228			0307		
	L	W	area	L	W	area	L	W	area	L	W	area	L	W	area
A11	4.61	2.61	9.024	4.7	2.47	8.707	4.47	2.46	8.247	5.14	2.61	10.062	5.22	2.65	10.375
A12	4.27	2.42	7.750	4.28	2.36	7.576	4.22	2.48	7.849	4.32	2.5	8.100	4.28	2.7	8.667
A1f				有點乾枯			掉								
A21	4.38	2.16	7.096	4.47	2.11	7.074	4.32	2.29	7.420	4.65	2.33	8.126	4.85	2.15	7.821
A22	4.02	1.84	5.548	4.07	1.94	5.922	3.77	2.04	5.768	4.12	2.09	6.458	4.05	2.05	6.227
A2f				邊緣有點乾			掉								
A31	3.42	2.01	5.156	3.68	2.41	6.652	3.57	2.33	6.239	3.6	2.3	6.210	3.6	2.33	6.291
A32	3.28	1.99	4.895	3.08	2.13	4.920	3.18	2.15	5.128	3.38	2.06	5.222	3.48	2.17	5.664
A3f				完整			略乾								
B11	4.03	2.24	6.770	4.14	2.22	6.893	4.36	2.22	7.259	4.6	2.31	7.970	4.62	2.33	8.073
B12	3.55	1.7	4.526	3.55	1.72	4.580	3.41	1.78	4.552	4.01	1.89	5.684	4.11	1.75	5.394
B1f				完整			略乾								
B21	3.78	2.09	5.925	4.2	2.05	6.458	4.04	2.1	6.363	4.21	2.2	6.947	4.25	2.19	6.981
B22	3.17	1.69	4.018	3.18	1.52	3.625	3.1	1.7	3.953	3.18	1.69	4.031	3.18	1.66	3.959
B2f				邊緣萎縮			掉								
B31	2.57	2.1	4.048	2.6	1.98	3.861	2.65	2.09	4.154	2.84	2.13	4.537	2.95	2.15	4.757
B32	2.68	1.75	3.518	2.68	1.71	3.437	2.7	1.69	3.422	2.82	1.79	3.786	2.72	1.85	3.774
B3f				完整			完整			略乾 3 片					
C11	3.42	1.92	4.925	3.6	2	5.400	3.82	2.12	6.074	4.12	2.2	6.798	4.17	2.15	6.724
C12	3.27	2.46	6.033	3.66	2.35	6.451	3.77	2.29	6.475	4.24	2.36	7.505	4.32	2.28	7.387
C1f				枯 掉落											
C21	3.51	2.17	5.713	3.65	2.06	5.639	3.51	2.21	5.818	3.63	2.19	5.962	3.87	2.1	6.095
C22	3.2	1.6	3.840	3.49	1.69	4.424	3.04	1.56	3.557	3.44	1.8	4.644	3.72	1.68	4.687
C2f				1 瓣已枯萎一半			掉								
C31	2.48	1.92	3.571	2.47	1.78	3.297	2.44	1.82	3.331	2.61	1.98	3.876	2.7	1.93	3.908
C32	2.62	1.7	3.341	2.62	1.75	3.439	2.5	1.62	3.038	2.86	1.82	3.904	3.05	1.9	4.346
C3f				完整			掉								
D11	3.33	1.95	4.870	3.15	1.98	4.678	3.15	2.02	4.772	3.25	1.85	4.509	3.3	2.05	5.074
D12	2.45	1.38	2.536	2.73	1.37	2.805	2.63	1.35	2.663	3.1	1.45	3.371	3	1.5	3.375
D1f				1 瓣已枯萎											
D21	3.54	2.06	5.469	3.62	2.08	5.647	3.69	1.95	5.397	3.76	2.1	5.922	3.91	2.05	6.012
D22	4.63	2.5	8.681	4.08	2.55	7.803	4.44	2.58	8.591	4.56	2.64	9.029	4.3	2.6	8.385
D2f				邊緣枯萎											
D31	4.17	2.89	9.038	4.45	2.9	9.679	4.17	2.91	9.101	4.15	2.85	8.871	4.58	2.87	9.858
D32	3.79	2.3	6.538	3.89	2.24	6.535	4.01	2.28	6.857	4.15	2.43	7.563	3.95	2.31	6.843

表 A2 薰衣草的花莖長度狀況觀察表

	0426	0427	0429		0501		0502		0503
單位 mm	L	L	L		L		L		L
A11	51.2	51	50.5	開花	50	下垂	50	下垂	48.5
A12	61.2	62.2	63.8	開花	60	下垂	60	下垂	58
A1f							全株枯萎		
A21	17.5	18	21.4	開花	24.5	略下垂	24.6	略下垂	24
A22	27	31.4	33.8		34.2	下垂	36.5	開花、略下垂	40
A2f									
A31	63.8	70	68.6	開花	68		70		75
A32	66	68.4	69.8	開花	76		79.5		80
A3f							葉全展開		
B11	11.3	14.7	14.6	葉略捲	14.5	下垂	12	下垂	14
B12	14.8	17.5	19	葉略捲	18	下垂	16.8	下垂	18.2
B1f					葉枯		半株枯萎		
B21	32.5	34.5	31		13.5	下垂	12	下垂	13.5
B22	15.1	16.8	18		22.5	下垂	22.5	下垂	25
B2f					葉略枯		葉略捲		
B31	44.4	51.5	53.5	開花	59.1	下垂	57.5	下垂	62
B32	12.5	18.1	24.5		21	下垂	21.2	下垂	24
B3f					葉略枯		葉一點點捲		
C11	12.1	16.1	17.5	下垂葉略捲	15.2	下垂	14.5	下垂	14.5
C12	25.1	26.3	27.5	下垂葉略捲	26	下垂	25.5	開花、下垂	26
C1f			葉略捲		葉枯		半株枯萎		
C21	23.5	23.6	23.8		12.4		11.5		15
C22	13	18.5	19		18.5		17.8		19.5
C2f					有其他花下垂		葉略捲		
C31	12.5	14	15.4		20.3		22.2		21
C32	53.3	54.5	60	開花	62.5		65.4		61.2
C3f					葉捲		葉略捲		
D11	29.5	34	37	葉略捲	37.4	下垂	37	下垂	38
D12	11.6	17.4	18	葉略捲	15	下垂	13.5	下垂	15.2
D1f					葉枯		半株枯萎		
D21	12.7	16.6	19.5		19	略下垂	19	下垂	20
D22	16.2	18.6	18.5		18.9	略下垂	18	下垂	19
D2f			葉略捲、有其他花下垂				少部分枯萎		
D31	15.4	22.5	24.5		30		35.8		44.5
D32	9.3	11.5	14.6		17.5		22		31.8
D3f					葉片略下垂		葉略枯萎		

表 A3 甜菊的葉片長、寬和花的狀況觀察表

單位 mm	0530			0602			0605			0607		
	L	W	area	L	W	area	L	W	area	L	W	area
A11	35.4	13.5	358	36.7	13	358	36.8	13.2	364	34.5	12.5	323
A12	34.1	11.2	286	33.8	11.1	281	34	11	281	32.5	10.5	256
				整株葉片下垂			整株葉片下垂			整株葉片下垂		
A21	36.2	11	299	36.5	11.2	307	37	11.5	319	37.1	11.5	320
A22	42.5	10	319	40.5	11.5	349	41	10.5	323	42	10.5	331
A31	34.5	10.8	279	35	12.1	318	35.5	13	346	34.5	12.6	326
A32	31.6	11	261	31.8	11.4	272	33.7	11.6	293	34	11	281
B11	37	11.8	327	38	12	342	38	12	342	37	10.2	283
B12	34	8	204	34.2	8.2	210	35	8.2	215	33.5	7.5	188
							整株葉片下垂			整株葉片下垂		
B21	40	10	300	40.2	10	302	40.2	9.5	286	39.5	8.5	252
B22	35.6	10.2	272	37	10.4	289	38	9.8	279	38.2	9.2	264
							部分葉片略下垂			部分葉片略下垂		
B31	32.7	12.4	304	33	12.5	309	33.5	12.5	314	33.6	12.5	315
B32	34.9	10.2	267	35.5	11	293	36.5	11	301	36.5	11	301
C11	31	12	279	33	12.4	307	33.5	12.3	309	31	10.5	244
C12	37	8.5	236	37.2	9	251	37	8.5	236	35	8.4	221
							整株葉片下垂			整株葉片下垂		
C21	42	13.5	425	42.2	13.5	427	42.7	14	448	43	13.5	435
C22	32.5	8.9	217	34.5	9.1	235	35.5	9	240	32	8.5	204
							部分葉片下垂			部分葉片下垂		
C31	38.7	12.2	354	38.8	13.3	387	39	14	410	40	14	420
C32	38	9	257	38.5	9.5	274	39.5	10	296	39.5	10	296
D11	34	10	255	34	10	255	35	9.5	249	32.5	8	195
D12	38.3	9.3	267	38	9.2	262	38	8.5	242	35	7.5	197
							整株葉片下垂			整株葉片下垂		
D21	36.2	9.2	250	36.3	9.2	250	37	9.2	255	36.4	8.5	232
D22	35	8.6	226	35.3	8.7	230	35.5	9.1	242	32.6	8.2	200
							部分葉片下垂			部分葉片下垂		
D31	34.9	8.7	228	35.5	9	240	36	9.2	248	35	8.5	223
D32	31.5	11.7	276	33	12.5	309	35	13	341	35.5	13	346

## **【評語】 080819**

- 1.作品發展一個自動化系統，應用在植物照護的目的上，而在這兩方面都有適當的探討，非常值得鼓勵。
- 2.在自動化系統方面，學生的掌握度不錯，並能有進一步改進的規畫，實在難能可貴。
- 3.對於植物照護方面，作品中已呈現對日照量、澆水量及不同植物的探討，應該有機會有潛力再細分變數，作為進一步系統優化的依據。