

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學科(二)

032908

器植出眾--全向顧植物機

學校名稱： 雲林縣立古坑國民中小學

<p>作者：</p> <p>國三 顏呈光</p> <p>國三 高子佑</p> <p>國三 黃稟翔</p>	<p>指導老師：</p> <p>蔡德慧</p>
--	-------------------------

關鍵詞： 植物生長、自動控制、環保

作品名稱：器植出眾--全向顧植物機

摘要

本次的研究，我們了解到植物的生長除了需要光，適度地給水，還需要給足夠的生長空間及防蟲害。LED 燈可以做為栽種植物良好的替代光源。利用自製感光、控光、自動給水器及附件支架的設計，製作「全向顧植物機」，可以用來幫助自己栽種蔬菜作物及了解植物的生長。附件支架可以解決廢棄電管問題，並且可以提供農家使用。所有設備設計目標兼顧節能、節水、減少污染及環境保護。了解生物的生長與環境間的互動是件有趣的事，可以利用技藝課程、科技課所學，自己製作機械、設計程式收穫良多。

目錄

壹、前言(研究動機、目的)	2
貳、研究設備及器材	3
參、研究過程或方法	4
肆、研究結果	18
伍、討論	26
陸、結論	28
柒、參考文獻資料	29

壹、前言

七年級上自然課，對於生物老師在說明植物的光合作用及在對環境的感應，例如調整開花時間，很感到興趣。九年級技藝教育參加電機電子職群，技藝老師教到電路板及管線線路時設計，期間學習到可以依照需求調整燈光。在設計調光、控光電路時，想到這可不可以用來調整植物的生長狀況。另外看到近期市面上各種植物箱當道，其功能粗略但卻價格不斐，因此想應用所學設計具有多功能植物生長條件調控實驗箱，並解答當時關於光線對於植物生長所造成影響的疑惑。

研究目的

- 一、在自然的環境下育苗，了解幼苗及植栽的生長狀況，及栽種過程中容易遇到那些問題，作為後續研究參照。
- 二、設計製造**可感應光線設備**。1.利用電子元件設計可以配合光線明暗調整的光源。利用太陽光及人造光，共同進行節省能源及促進植物快速生長，並且控制植物照光時間，調整植物開花花期。2.探討光照時間與生長的關係。有效光照時間，最低光照時間，找到最佳光照時間。光照時間對於植物開花時間的影響。
- 三、設計製造**自動供水設備**。感測土壤的濕度，依照植物種類、大小自動提供植物所需水分。
- 四、設計製造**環保可調整支撐架**。作為電子元件，照明設備，反光鋁箔墊、遮光網及網室細網等固定支架。
- 五、設備組合栽種測試，可以達到植物正常生長目標。
- 六、整合電子元件優化設備。

貳、研究器材與設備

一、使用設備、器材：

- (一) 感光元件：電路板*1、接線端子*4、10K 歐姆電阻*1、cds 光敏電阻*1、可變電阻 vr250k 歐姆*1、DIAC 二極體*1、TRIAC 電晶體*1、104K/250V 麥拉電容*
- (二) 調光元件：電路板*1、接線端子*4、15K 歐姆電阻*1、150 歐姆電阻*1、可變電阻 vr500k 歐姆*1、DIAC 二極體*1、TRIAC 電晶體*1、104K/100V 麥拉電容*1、104K/250V 麥拉電容*
- (三) 人工光源：1.燈管電子式 10 瓦特交流式直型管(圖 1)。光通量 900lm。2.白熾燈泡 40W(台灣日光燈)，可調光。
- (四) 自動控制供水元件：Arduino nano V3.0 控制板*1、抽水馬達*1、水管*1、土壤溼度感測器 *1、1 路 5V 繼電器*1、蜂鳴器*1、LED*1、電阻 1K 歐姆*2、電阻 47K 歐姆*1、RY12W-K 繼電器*1、2SC1384 電晶體*2
- (五) 自動給光元件：LED 燈*1、電阻 1K 歐姆*2、2SC1384 電晶體*1、RY12W-K 繼電器*1、C1384 電晶體*1、可變電阻*1、光敏電阻*1、LED 燈條*1
- (六) 可調環保支架：廢棄電管(南亞 CNS1302 電線導管 PVC 管 16mm*4M)、切管器、擴管器、瓦斯噴燈。
- (七) 生長環境條件調整器材：反光鋁箔墊、遮光網、網室細網。
- (八) 3D 列印機。

二、實驗材料：

- (一) 介質：興農牌花蝴蝶培養土，成分全氮 N:2.0%全磷酐 P2O52.0%全氧化鉀 K2O1.0% 有機質 85.5%
- (二) 植栽：皇宮菜、牛奶白菜、青花椰菜、包心刈菜、大陸妹、紅鳳菜
- (三) 塑膠盆器：7*7、9*9、12*12

參、研究過程與方法

一、培育葉菜盆栽，觀察在自然光源下的生長情形。

(一)使用本季四種常見葉菜。

(二) 生長測試：

選取大小相近不同種類菜苗各 2 棵(圖 1)，分別種植在及 7*7 及 9*9 盆，選取一生長良好葉片，標誌長、寬測量點，量測葉片長寬並且記錄(23)。置放自然光下生長，每日水澆透。



圖 1 店家販售蔬菜幼苗，挑選大小相近植株作為實驗樣品。



圖 2 葉片上以麥克筆標示測量的位置點，分別位於葉尖葉底及最寬處的兩側。圖中標示 a、b 為測量長度，a:長度為葉寬 b:長度為葉長。

(三)將植物移植到 12*12 盆，觀察植物生長狀況。與維持生長在 9*9 盆中生長狀況做比較，並記錄。

二、設計給光設備：

(一) 搜尋文獻資料發現光合作用的吸收光譜(圖 3)與白光 LED 的頻譜相比較(圖 4)，白光 LED 接近正午日光頻譜照光。另外植物生長滿足光合作用的最低光照需求 12000 lux.(照度：物體表面每單位面積所吸收可見光的光通量，用於入射表面的光) 若植物完成完整生長週期，需要 2~3 倍的最低光照量，也就是說要能達到 24000~36000lux 以上的環境照明。如果我們使用 10W /900 lm(光通量：單位時間內由光源所發出或由被照物所吸收的總光能) 的光源 6 組，不作任何設置，一旦光線射出後，如因角度因素未照射到植物讓植物所吸收，它就會消失，這樣的照度可能不足夠。在自然日光下是一個漫射光的環境，所以這個部分我們可以利用錫箔反射光線增加照度，模擬漫射光照的環境來進行。

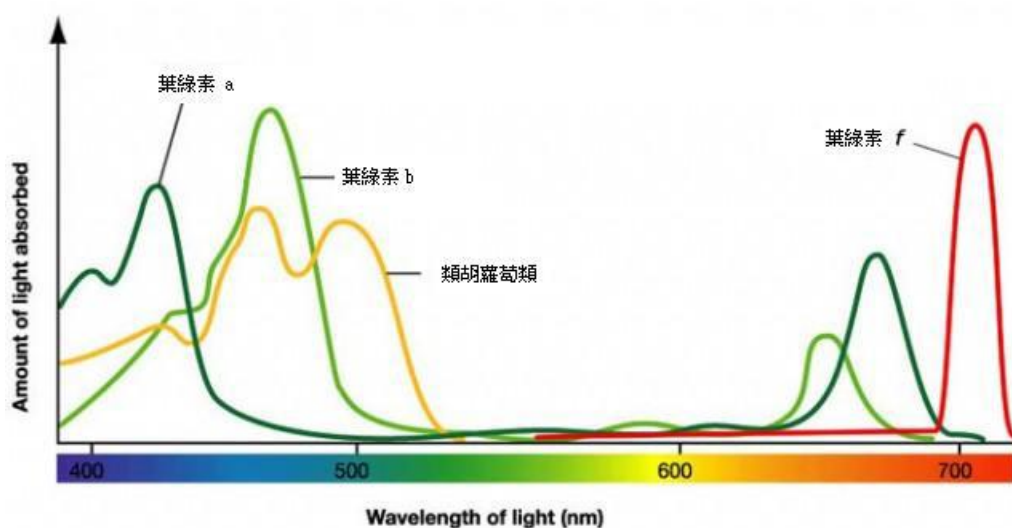


圖 3 光合作用的吸收光譜。光合作用所需光波的峰值主要落在藍光與紅光區

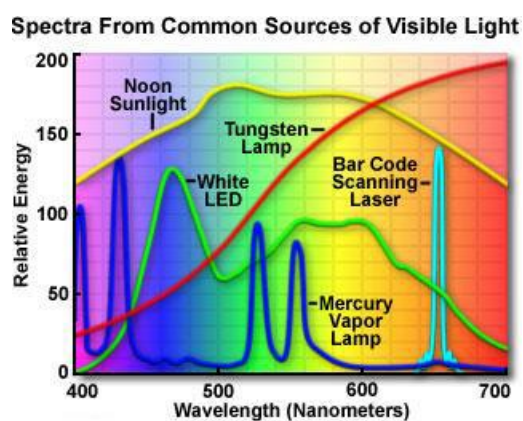


圖 4 白光 LED 的頻譜相。(資料來源：<http://www.olympusmicro.com/primer/lightandcolor/lightsourcesintro.html>)

(二)感光設備

1.感光設備設置零件名稱及功能說明(表 1、圖 6、7)：

表 1 感光設備設置零件名稱及功能

裝置	名稱	功能	備註
a	接線端子*4	用於外接線	
b	10K 歐姆電阻*1	用於阻擋電子	
c	cds 光敏電阻*1	感應光線強弱	
d	可變電阻 vr250k 歐姆*1	調整電阻強弱	
e	DIAC 二極體*1	用於防止電壓過高可起到保護做用	
f	TRIAC 電晶體*1	用於控制電流流動也可用來當作開關放大訊號	
g	104K/250V 麥拉電容*1	用於調節電流或阻隔直流電讓交流電通過	

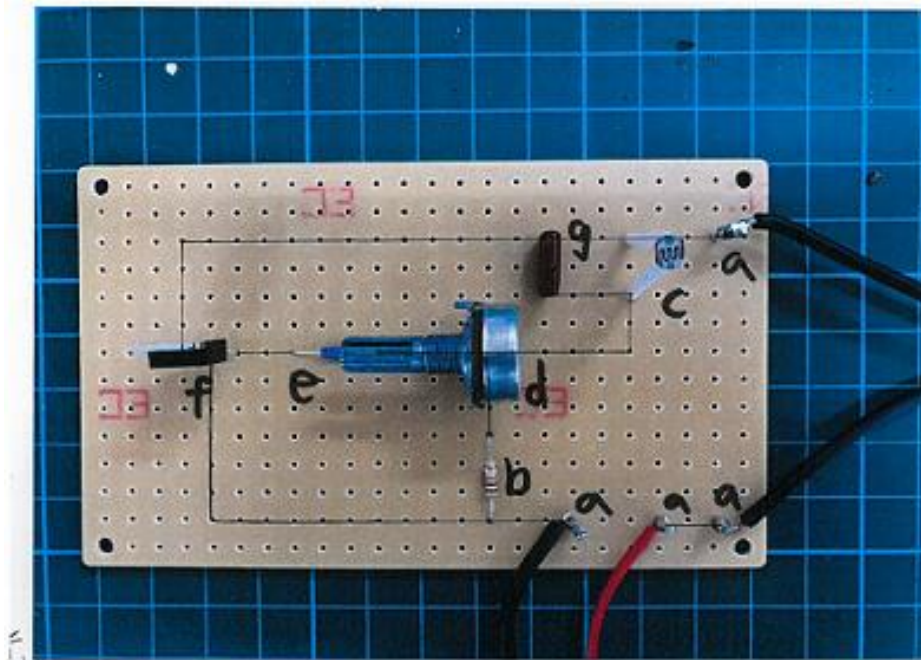


圖 5 感光設備實際配置裝置。

2.設備設置要點：

零件的部分，接線端子放靠外側較容易外接電線，其他零件排法以盡量為直線為主，零件之間以不要太靠近為主要考量。線路的部分排列，也是以直線為主。功能設定：光線不足則開啟。

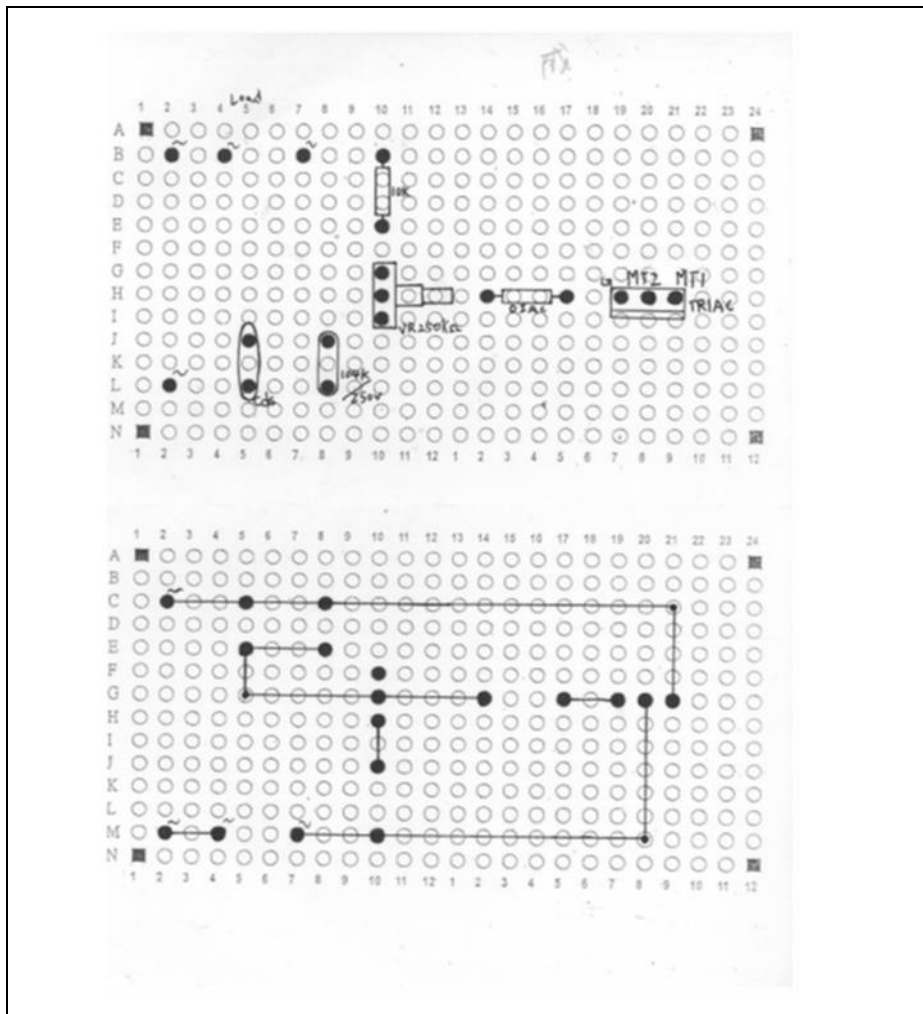


圖 6 感光設備線路配置圖

(三)調光設備

1.調光設備設置零件名稱及功能說明(表 2、圖 8、9)：

表 2 調光設備設置零件名稱及功能

裝置	名稱	功能
a	接線端子*4	用於外接線
b	15K 歐姆電阻*1	用於阻擋電子
c	150 歐姆電阻*1	用於阻擋電子
d	可變電阻 vr500k 歐姆*1	調整電阻強弱
e	DIAC 二極體*1	用於防止電壓過高可起到保護做用
f	TRIAC 電晶體*1	用於控制電流流動也可用來當作開關放大訊號
g	104K/100V 麥拉電容*1	調節電流或阻隔直流電讓交流電通
h	104K/250V 麥拉電容*1	調節電流或阻隔直流電讓交流電通過

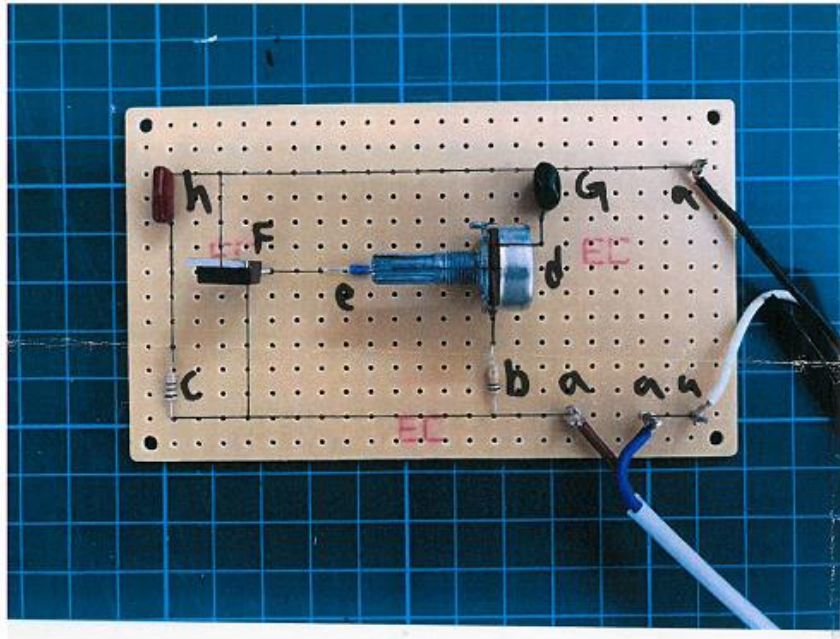


圖 7 調光設備實際配置裝置。

2.設備設置要點：

零件的部分，接線端子放靠外側較容易外接電線，其他零件排法以盡量為直線為主，零件之間以不要太靠近為主要考量。線路的部分排列，也是以直線為主。功能設定：可調整光線強度。組裝光源採可調整亮度燈泡。

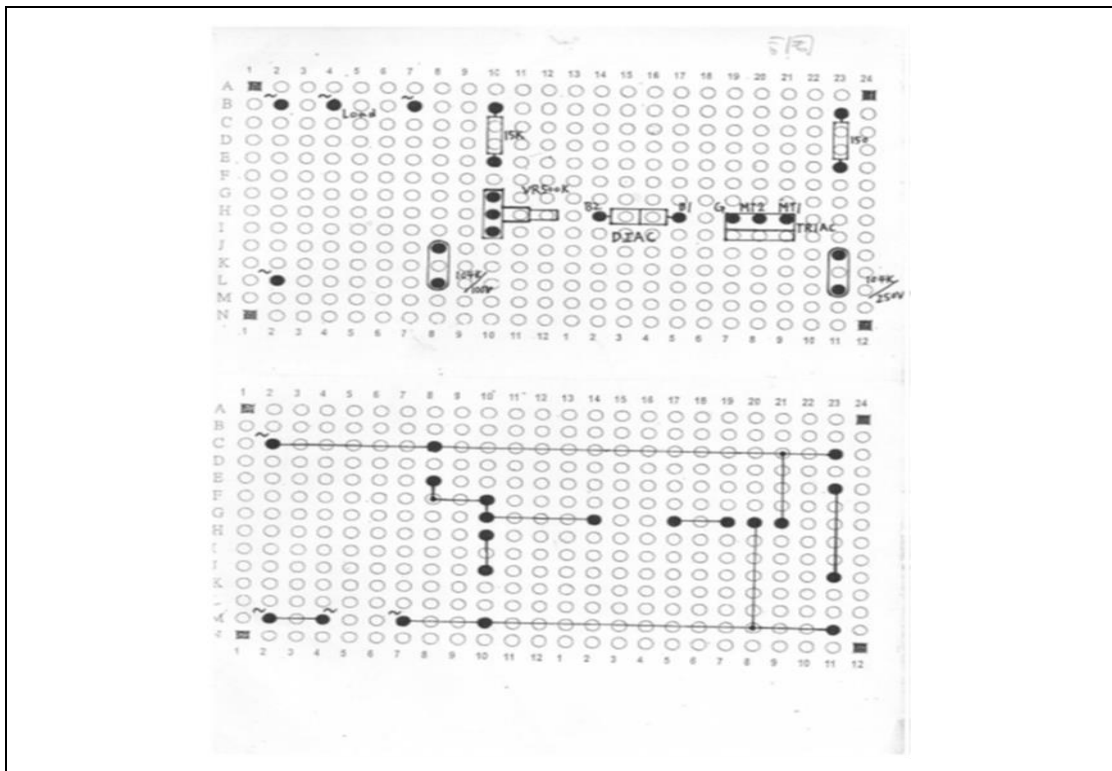


圖 8 調光設備線路配置圖

三、自動供水設備：感測土壤的濕度，自動提供植物所需水分。

(一)全自動澆水器

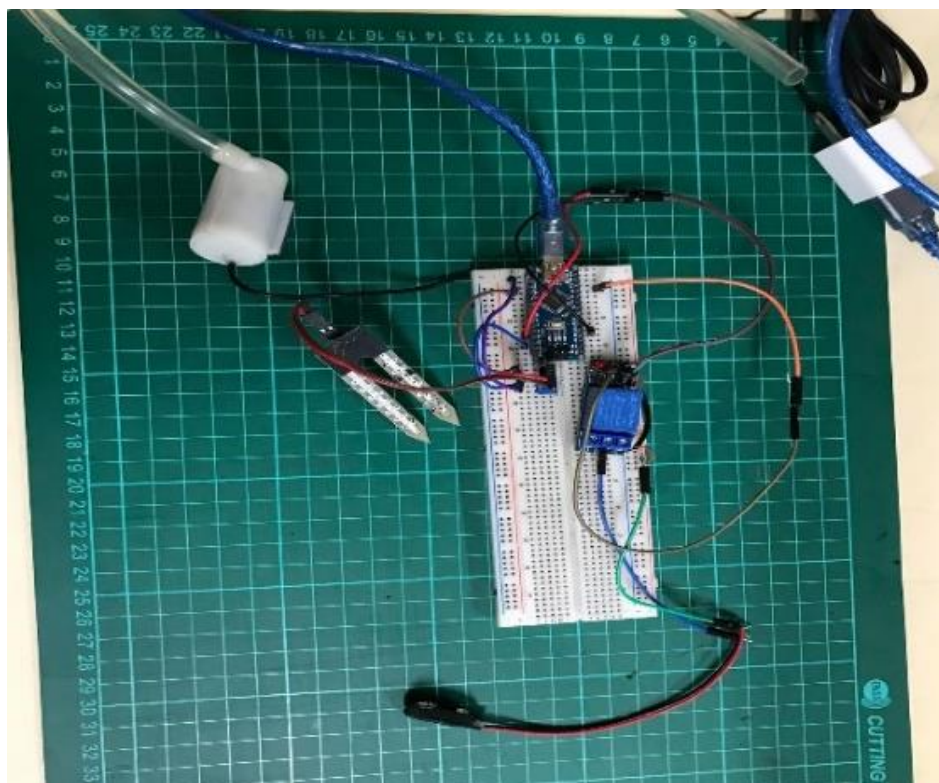


圖 9 自動澆水器

(二)零件介紹：功能

1. 抽水馬達 *1	抽水
2. 土壤溼度感測器 *1	檢測土壤濕度
3. Arduino nano V3.0 控制板*1	控制程式
4. 水管*1	輸水
5. 麵包板	
6. 1路 5V 繼電器*1	高低電平觸發

(三)土壤濕度感測及抽水馬達控制 Arduino 程式及原理：

```

//土壤濕度感測及抽水馬達錄音控制Arduino程式

void setup() {
  Serial.begin(9600); //設定傳輸速率9600bps
  pinMode(9,OUTPUT); //繼電器接腳輸出態
}

void loop() {
  delay(300); //傳輸延遲時間
  int sensorValue=analogRead(A0); //A0為土壤濕度感測數值接收端
  Serial.print("目前土壤濕度:");
  Serial.println(sensorValue); //顯示傳輸的土壤濕度感測數值
  if(sensorValue<500){ //當土壤濕度感測器感測數值低於定值時
    digitalWrite(9,HIGH); //接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作
  }
  else{ //當土壤濕度感測器感測數值高於定值時
    digitalWrite(9,LOW); //接腳不給電到繼電器，使繼電器為通路狀態，馬達開始運作
  }
}

```

(四)設計說明：

表 3 土壤濕度感測及抽水馬達控制 Arduino 程式設計及說明

設計	說明
{ Serial.begin(9600); //	設定傳輸速率 9600bps
pinMode(9,OUTPUT); //	繼電器接腳輸出態
{ delay(300); //	傳輸延遲時間 int
sensorValue=analogRead(A0); //	A0 為土壤濕度感測數值接收端
Serial.print	目前土壤濕度
Serial.println(sensorValue); //	顯示傳輸的土壤濕度感測數值
if(sensorValue<500){ //	當土壤濕度感測器感測數值低於定值時
digitalWrite(9,HIGH); //	接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作
else{ //	當土壤濕度感測器感測數值高於定值時
digitalWrite(9,LOW); //	接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作

四.環保可調整支撐架：

- (一) 製作目的是作為電子元件，照明設備，反光鋁箔墊、遮光網及網室細網等固定支架。
- (二) 技藝課程中，電機職群課程使用到大量的電管，經過裁切彎折的電管，用過後就變成了不易處理的廢棄物，處理上產生很多的困擾。經過設計組合方式，可以以最簡便可調整大小支撐架，並且充分利用廢棄電管，且不需要增購其他材料減少消耗。
- (三) 利用切管器裁切電管，利用瓦斯噴燈及擴管器軟化並彎折電管，製作連接頭。

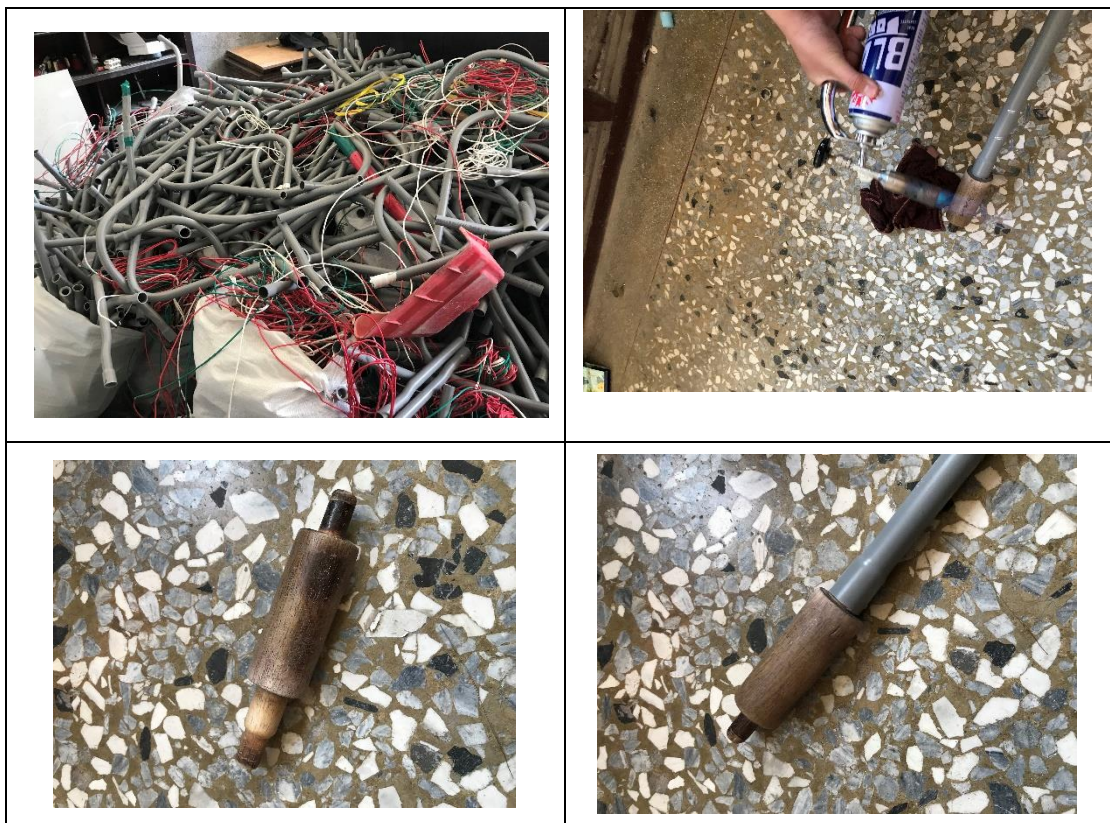


圖 10【左上】大量的廢棄電管。【左下】擴管器【右上】利用瓦斯噴燈加熱軟化【右下】利用擴管器製作電管接頭，用以連接電管。

五、設備組合栽種測試：

將電子設備與支架做組合，進行實際栽種觀察植物生長狀況。室內栽種，測試設備運作及觀察植物生長。

六、整合電子元件優化設備：

栽種實測後，將電子設備進行整合及優化。將給光及給水設備整合成同一電路板，增加液位偵測蜂鳴警示，並利用 3D 列印製作保護盒及水箱。

(一) 電路板總零件配置：

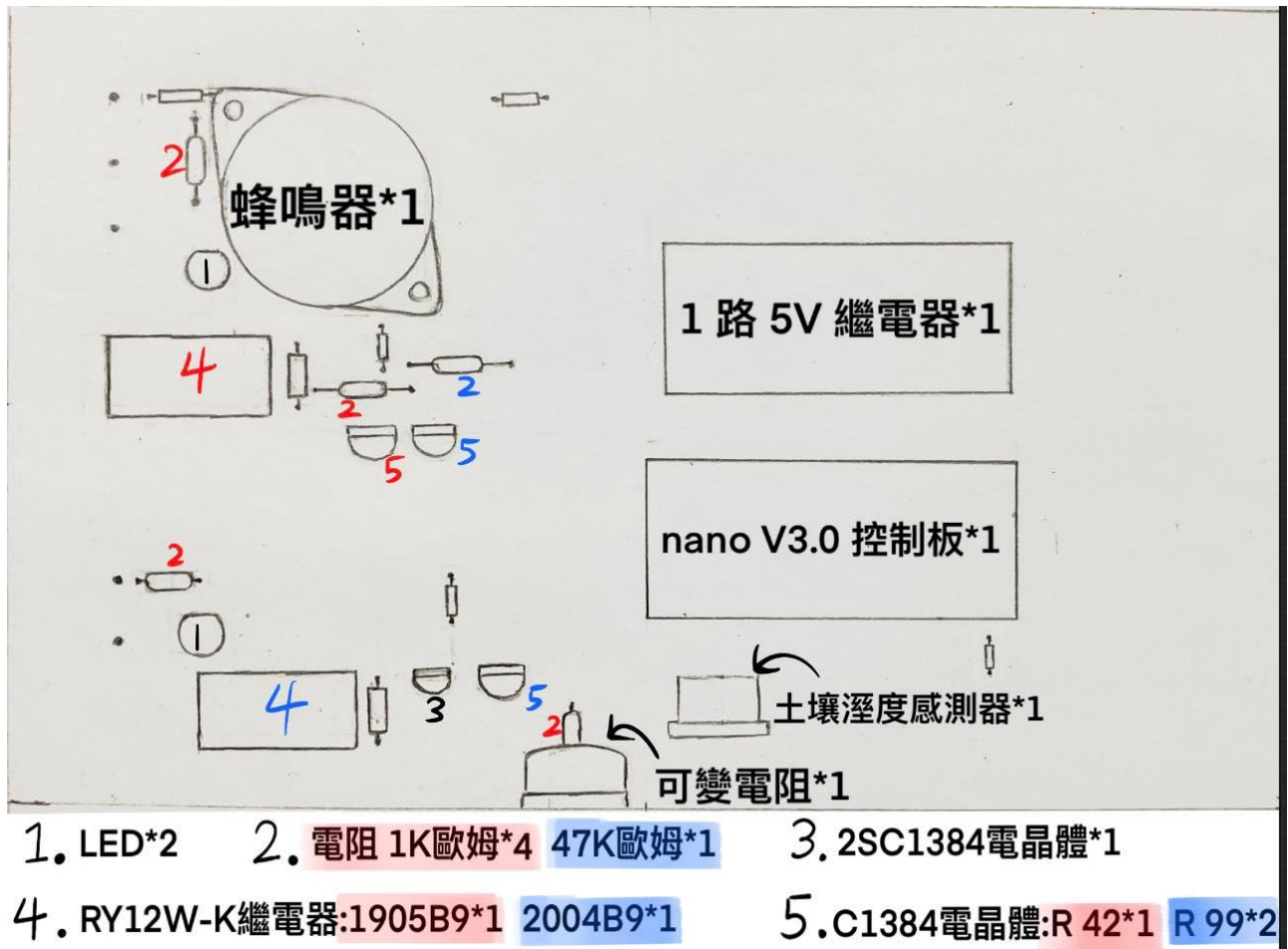


圖 11 電路板總零件配置位置圖及構造名稱。整合控光給水及水箱水位偵測警示器。

(二)給光設備優化：

1.感光設備：檢測附近是否有足夠的光源，自動補足不足的照度。

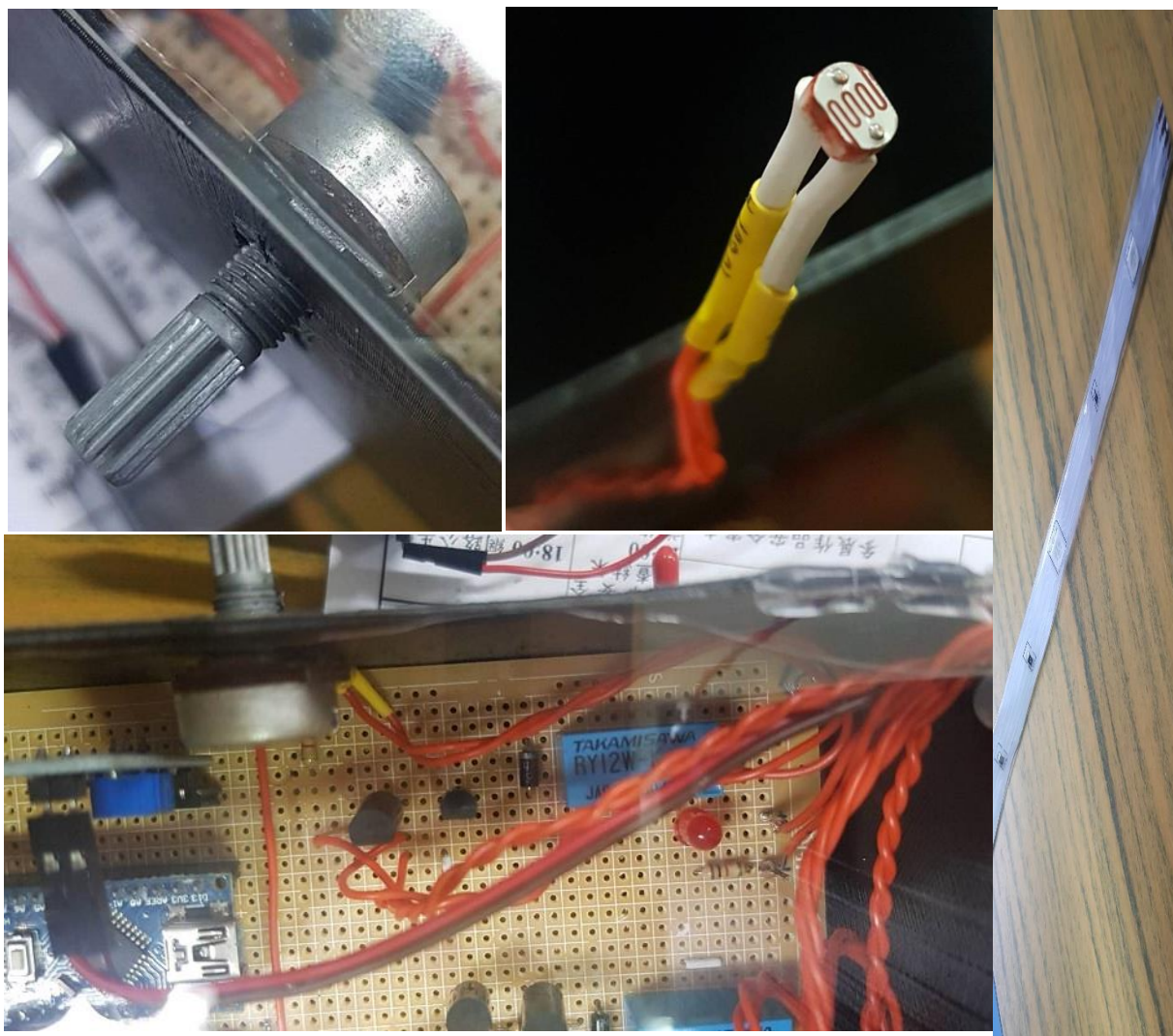


圖 12 光線控制，感光設備光源及電路板。【上左】可變電阻。【上右】光敏電阻。【下】給光設備電路配置板。【右】LED 燈條。

1. 零件及功能：

表 4 給光設備零件及功能。

零件	功能
1.LED 燈*1	發光
2.電阻 1K 歐姆*2	控制電壓和電流比例
3.2SC1384 電晶體*1	放大或開關電器訊號
4.RY12W-K 繼電器*1	可控的隔離放大
5.C1384 電晶體*1	放大或開關電器訊號
6.可變電阻*1	可以調整電阻大小
7.光敏電阻*1	感測光的亮度
8.LED 燈條*1	發光

(三)自動供水設備整合及優化：感測土壤的濕度，自動提供植物所需水分。

1.自動澆水器含水箱：

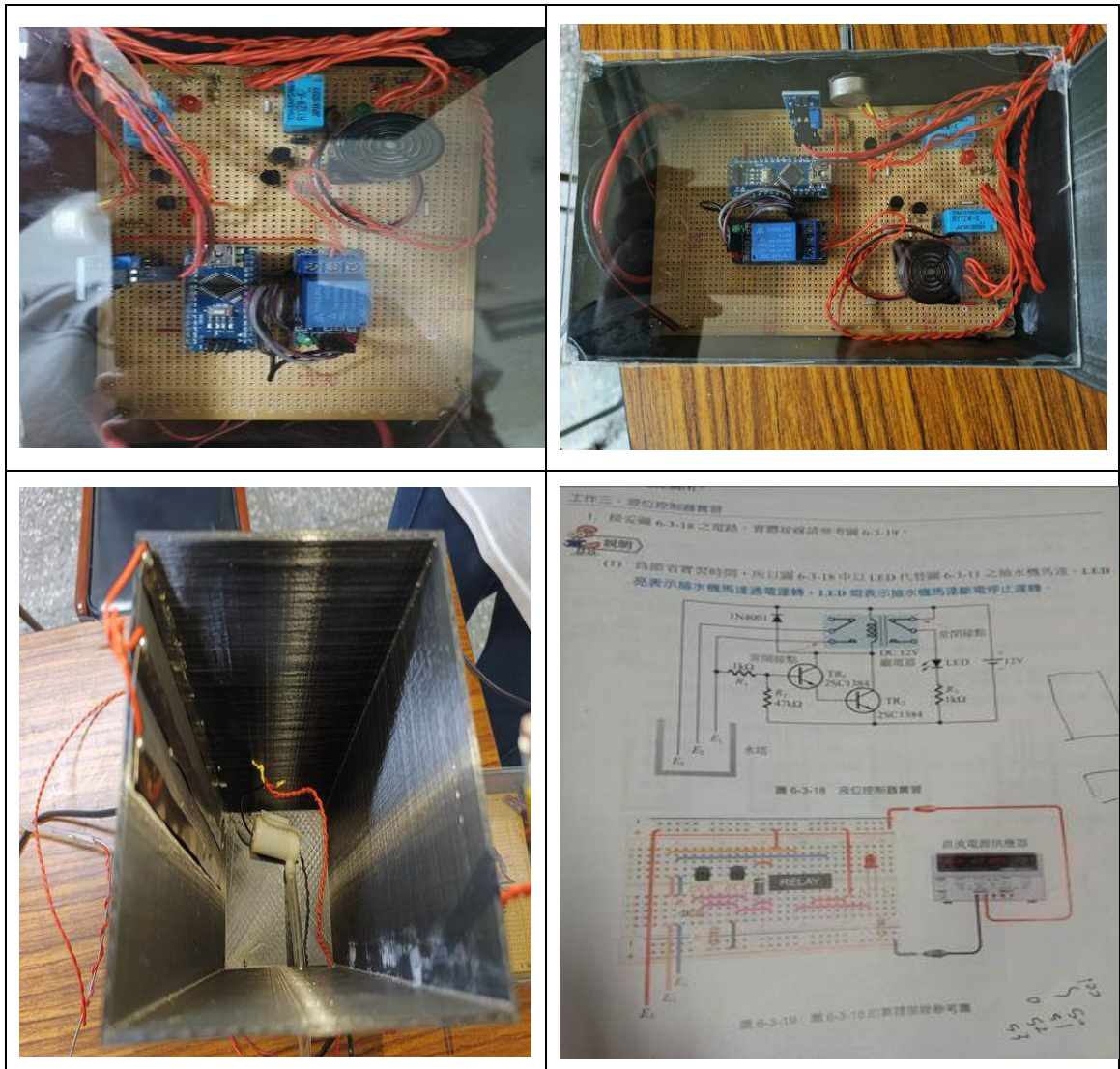


圖 13 【上左】供水設備電路。【上右】整合所有控制設備。【下左】含液位偵測器水箱。【下右】液位偵測電路設計圖。

2.零件及功能：

表 5 自動澆水器零件及功能

零件	功能
nano V3.0 控制板*1	控制程式
抽水馬達*1	抽水
水管*1	輸水
土壤溼度感測器 *1	檢測土壤濕度
1 路 5V 繼電器*1	高低電平觸發
蜂鳴器*1	水位不足時，發出聲音提醒補水

LED*1	水位不足時，發光提醒補水。
電阻 1K 歐姆*2、電阻 47K 歐姆*1	
RY12W-K 繼電器*1	
2SC1384 電晶體*2	
1N4001 二極體*1	

3.土壤濕度感測及抽水馬達控制 Arduino 程式及原理：

```

void setup()
{ Serial.begin(9600); //設定傳輸速率 9600bps
  pinMode(9,OUTPUT); //繼電器接腳輸出態 }

void loop() {
  delay(300); //傳輸延遲時間
  int sensorValue=analogRead(A0); //A0 為土壤濕度感測數值接收端
  Serial.print("目前土壤濕度:");
  Serial.println(sensorValue); //顯示傳輸的土壤濕度感測數值
  if(sensorValue<500){ //當土壤濕度感測器感測數值低於定值時
    digitalWrite(9,HIGH); //接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作 }

    else{ //當土壤濕度感測器感測數值高於定值時
    digitalWrite(9,LOW); //接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作 }

```

表 6 土壤濕度感測及抽水馬達控制 Arduino 程式設計及原理

設計	說明
{ Serial.begin(9600); //	設定傳輸速率 9600bps
pinMode(9,OUTPUT); //	繼電器接腳輸出態
{ delay(300); //	傳輸延遲時間 int
sensorValue=analogRead(A0); //	A0 為土壤濕度感測數值接收端
Serial.print	目前土壤濕度
Serial.println(sensorValue); //	顯示傳輸的土壤濕度感測數值
if(sensorValue<500){ //	當土壤濕度感測器感測數值低於定值時
digitalWrite(9,HIGH); //	接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作

else{ //	當土壤濕度感測器感測數值高於定值時
digitalWrite(9,LOW); //	接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作

4.設計說明：

(1)濕度檢測器將感測到的數值傳送到程式板，當溼度高於定值時（可依據不同的植物做調整），接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作，不給水。當土壤濕度感測器感測數值低於定值時，接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作，給水。

(2)液位偵測：三片鐵片由長到短分別為 E1、E2、E3，E1 為正極、E2、E3 為負極，若要偵測水位需有正負極。當水位高於 E3 時，正負極皆有，不須補水（圖 14 左）。當水位低 E3 但 E2 還偵測的到時，正負極還是有，水量仍夠，不須補水（圖 14 中）。但當水位低於 E2、E3 時，沒有負極，此時蜂鳴器響起、LED 發光提醒水量不足，須補水（圖 14 右）。

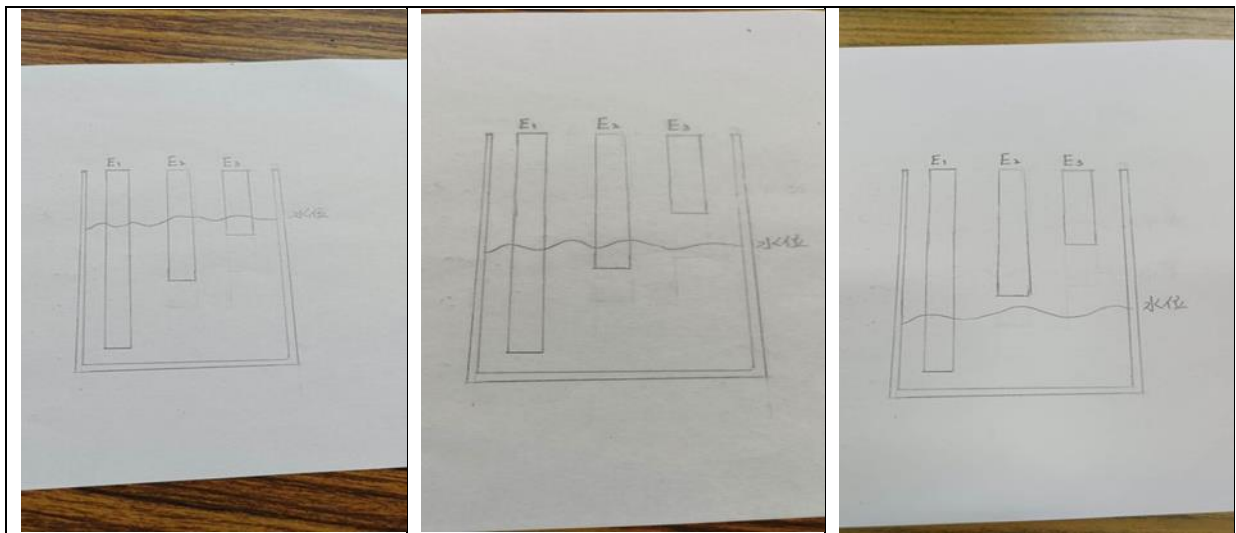


圖 14 液位偵測感應判定是否應該給水【左】高水位【中】中水位【右】低水位。

(四)水箱及電路板外盒製作：測量電路板大小、電子零件及線材空間。先用手繪，再用電腦軟體做出模型，最後用 3D 列印機打印出來。

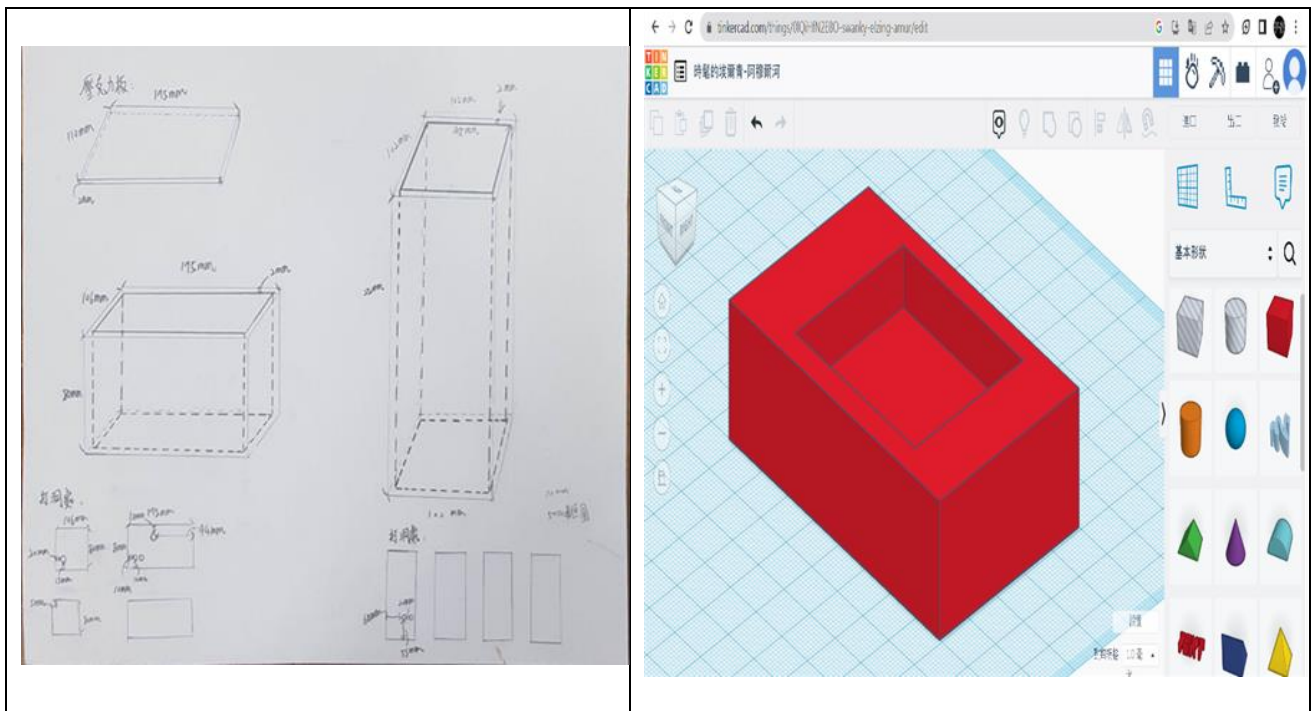


圖 15 水箱及外盒設計圖【左】手繪圖【右】電腦軟體設計圖

肆、研究結果

一、幼苗及植栽的生長狀況測試：

(一)、葉片面積生長比較：選取大小相近菜苗 2 棵，分別種植在 9*9 及 7*7 盆，選取一生長良好葉片，標誌長、寬測量點，量測葉片長寬並且記錄。9*9 盆中菜苗普遍比 7*7 盆生長良好。(表 7、圖 16)

(二)、生長狀況 9*9 較 7*7 盆植栽，葉片範圍較廣、葉片較大，葉片數目增加較多。

(三)、測量兩周後葉片逐漸枯黃萎縮，其他新葉持續長出。

(四)、不置罩網，容易得到蟲害，常見粉蝶幼蟲，俗稱菜蟲。發現後 3~5 天即可以吃殘幼苗，特別對於新芽，以至於不再生長。菜蟲對於菜苗的喜好程度包心刈菜>青花椰>白菜>皇宮菜。皇宮菜幾乎安然無恙。(圖 17、18、19)

表 7 編號 1.2.皇宮菜 3.4.白菜 5.6.青花椰菜 7.8.包心刈菜(1.3.5.7. 9*9 盆)
(2.4.6.8. 7*7 盆)兩周生長狀況記錄。(單位 cm)
葉片：葉片數。生長比：兩周後面積/初始面積。

日期 編號	1. 1220	2. 1221	3. 1222	4. 1223	5. 1226	6. 1228	7. 1230	8. 0105	葉片/ 生長比
1	2.9	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3	5
	3.5	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.0	8
	10.15	10.50	10.50	10.80	11.10	11.78	12.80	13.20	(1.3)
2	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	5
	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.8	3.7	3.7	7
	30	9.45	9.45	9.45	9.72	10.64	10.36	10.73	(1.1)
3	5.0	5.5	5.7	6.1	6.3	6.3	6.4	6.4	4
	4.6	4.9	4.9	5.1	5.3	5.4	5.4	5.5	7
	23.00	26.95	27.93	31.11	34.02	34.02	34.56	35.02	(1.5)
4	4.1	4.2	4.2	4.3	4.3	4.5	4.5	4.5	4
	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.8	4.6	4.6	7
	17.63	18.90	18.90	19.35	19.35	21.60	20.70	20.70	(1.17)
5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.2	4.2	6
	5.6	6.0	5.9	5.9	6.0	6.0	6.1	6.2	10
	22.40	24.00	23.60	23.60	24.00	24.60	24.62	26.04	(1.16)
6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.8	4.7	6
	5.3	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.7	7
	24.38	24.84	25.30	25.30	25.30	25.85	26.88	26.79	(1.09)

7	3.6	3.7	3.9	4.3	4.5	4.5	4.5	4.5	6
	5.2	5.2	5.5	6.0	6.3	6.6	6.6	6.6	8
	18.72	19.24	21.45	25.8	28.35	29.7	29.7	29.7	(1.57)
8	3.0	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	---	5
	5.1	5.2	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	---	6
	15.3	16.12	17.6	17.6	17.6	18.15	18.48	---	(1.20)

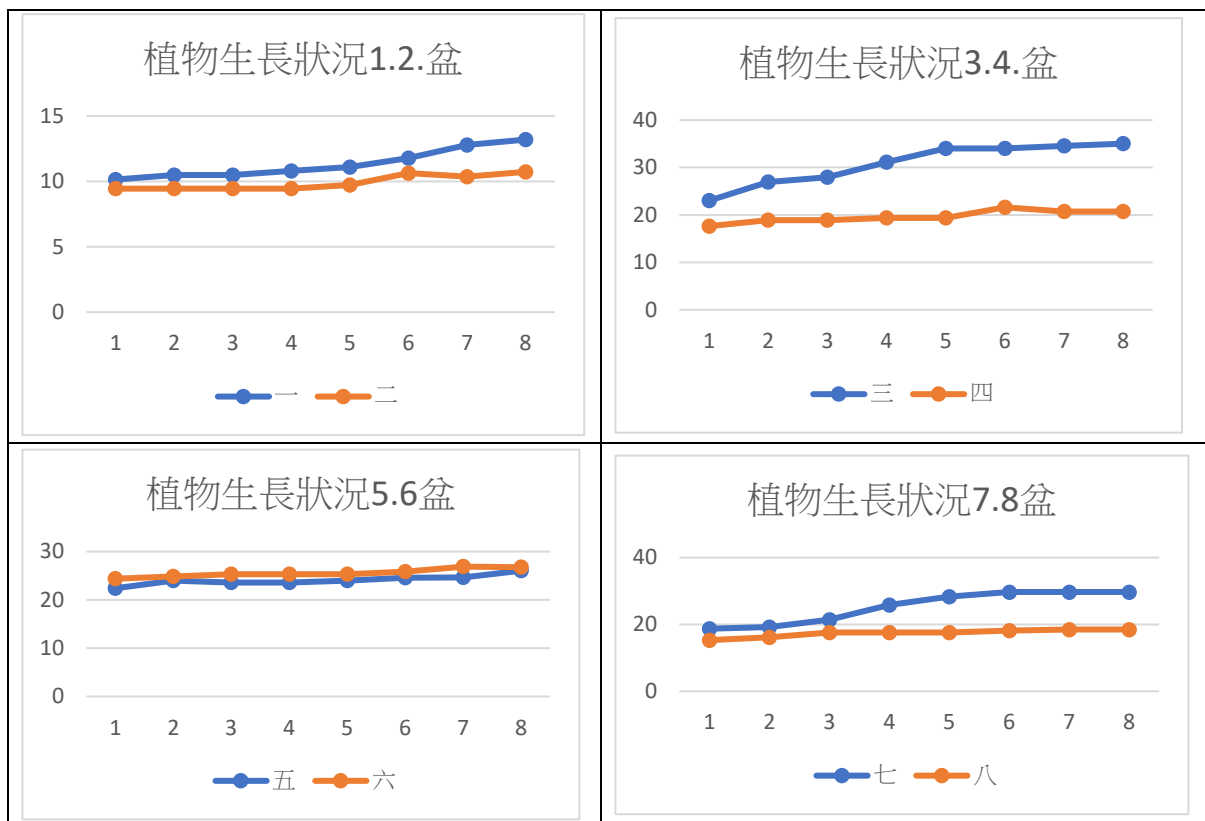


圖 16 依據表 4 兩兩比較相同植物在不同容器中生長的狀況。藍色為 9*9 盆、橘色為 7*7 盆。



圖 17 由左至右分別為編號 1.2.3.4.5.6.7.8.。置自然陽光下



圖 18 【左上】1.2.皇宮菜 【右上】3.4.白菜 【左下】5.6.青花椰菜
【右下】7.8.包心刈菜。9*9 盆生長狀況明顯比 7*7 盆佳。



圖 19 【上左】【中】白菜栽種四週後 9*9 盆長出花芽【右上】花芽持續抽高八週後住 漸枯凋。7*7 盆則持需枯凋。【下】受到蟲害，發現後約一周時間，葉片吃殘，之後不再生長。

二、調整光線設備

感光設備及調光設備。(圖 20)燈管及光源可以需求裝置。

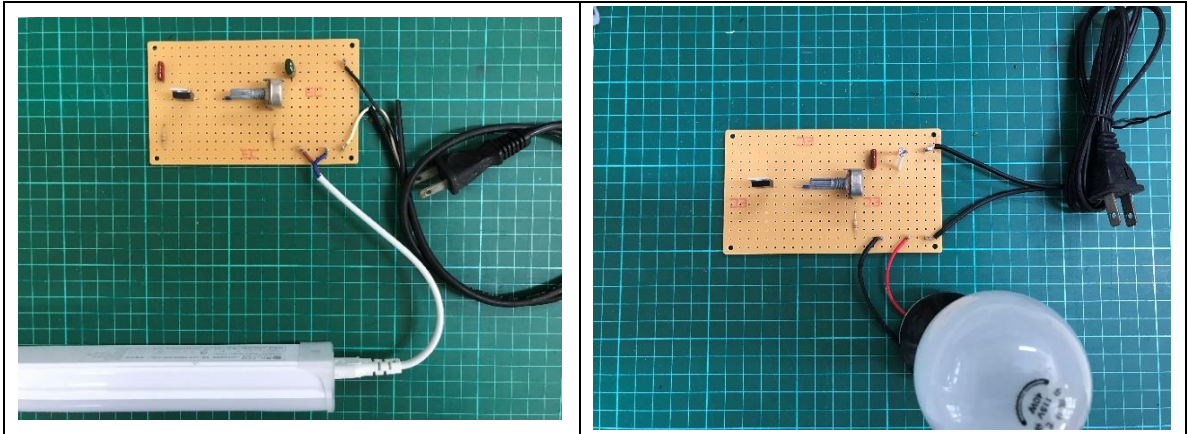


圖 20 【左】自動感光設備，可在光線不足時自動打開。LED 燈管做多可以連結六支燈管【右】調光設備，可以調亮度可以依照需要補足照度。

三、自動供水設備：

全自動澆水器：根據設計圖裝配自動澆水器，並且實際測試。土壤乾燥即補充水分，濕度 50%以上則自動停止。一般花盆需要排水孔，以避免泡水爛根，但是多餘的水流出則造成浪費。本裝置可避免植株過分乾燥，也可以減少過度澆水。

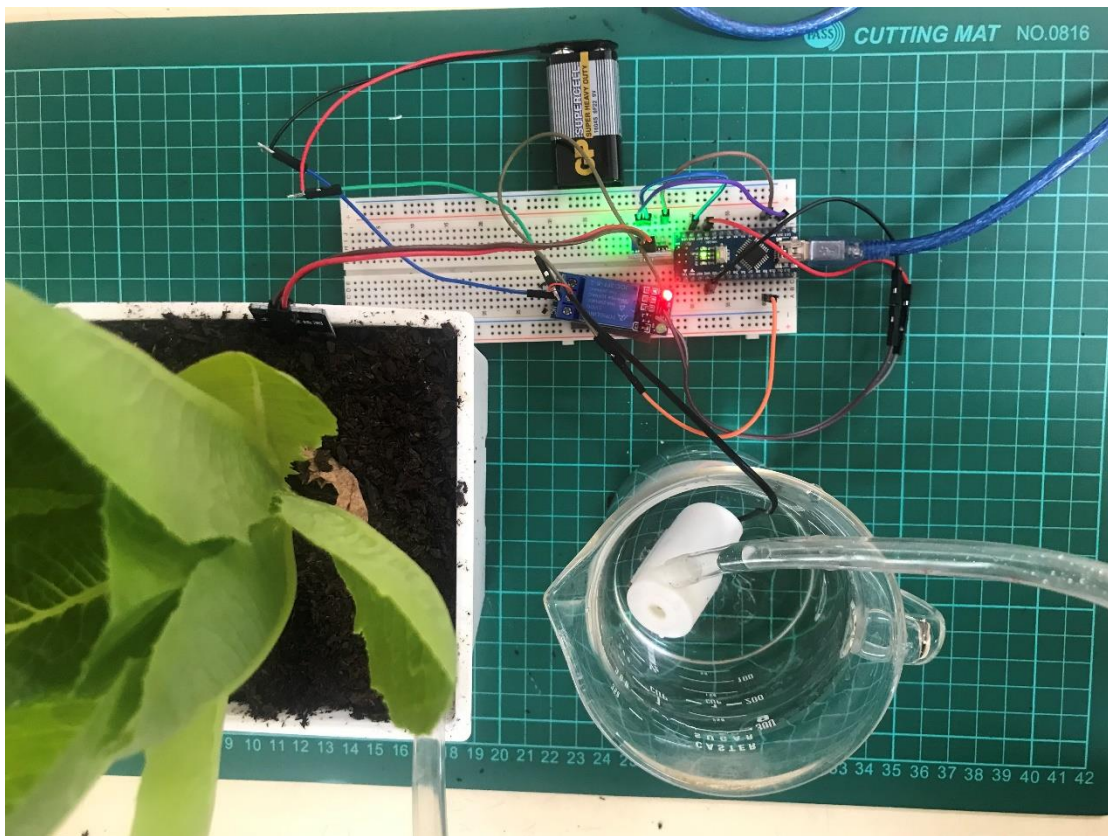


圖 21 依照自動澆水設計圖設備動澆水器實際測試，可以正常作動。

四、環保可調整支撐架：

(一) 嘗試用各種方式組合，在不另外購置轉接頭的情況下。發現並不需要做成四邊形。以椅凳型的方式即可以做成支撐架，充分利用廢料並且可以彈性的依據植株栽種狀況改變支撐架大小(圖 22)。

(二) 支架由八支 L 型管及 8 支 I 型直管組成，L 型管藉由 I 型管連接。只要改變 I 型管長度，就可以調整長、寬、高。配合植栽數、植栽高度、燈管位置等彈性調整。



圖 22 【上】 凳型支架，兩個方向都可以支撐【中】 L 型管間連接直管可以更換不同長度 I 型管，即可改變長寬高【下左】 罩網可以防治蟲害【下右】 黑網可以遮光。

五、設備組合栽種測試：

組合實測：利用感光、補光控制器及計時器，調整照光時間及照光量。配合室內外環境需求不同，可在支架加上罩網、黑網、鋁箔反光板，達到防蟲、擋光、增加照度等。補水設備設備可以正常運作，但是若是因為沒有留意到水位，則會造成馬達空轉燒掉。給水方式需要再改進，單一出水孔，水分擴散當偵測到時，水會比實際需求多。室內栽種(圖 23)感光及補光設備，光線足夠時不動作，光線不足則亮起。配合計時器，一是光照 18 小時，測試一周，植物狀況目視良好。



圖 23 【上】室內栽種為使光線反射以增加照度，支架外罩反光鋁箔版。【中】植物生長狀況良好。【下】亮度不足則可以予以補光。

六、整合電子元件優化設備：

將感光、調光及自動澆水設備(圖 24)予以整合。改變給水方式，在出水管頭增加花灑。另設置水箱並增加液位感測缺水警示(圖 25)。

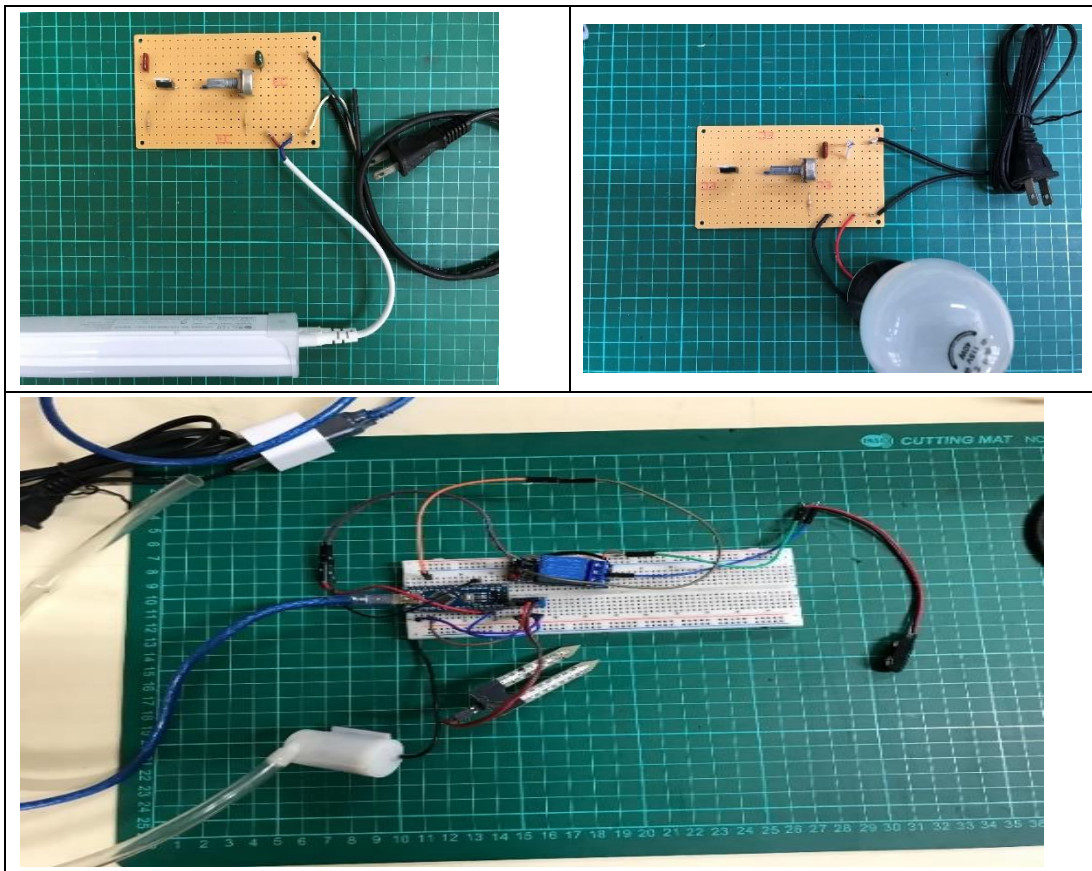


圖 24 【左】自動感光設備，可在光線不足時自動打開。【右】調光設備，可調亮度可以依照需要補足照度。【下】自動供水設備，可以依土壤濕度並自動給水。

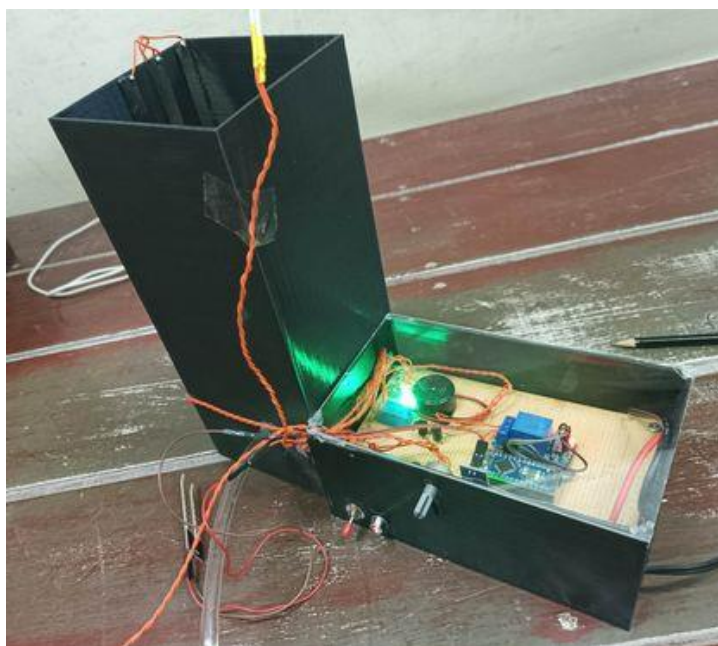


圖 25 將電子儀器設備整合後加上水箱成全向自動照顧植物機。

伍、討論

一、幼苗及植栽的生長狀況測試：

- (一) 幼苗自育苗盆中移出，栽種於 7*7 及 9*9 盆中，初期生長一周內並無明顯不同，之後逐漸產生些微差異，以結果一中記錄可見 9*9 盆中植栽無論植物種類，其生長狀況都較為良好。紀錄兩周後會出現生長遲滯，原本作為記錄的葉片脫落。新葉長出可以看出長勢，但是不容易找到記錄指標。若不換盆，不再繼續長大，開花後枯萎，或者逐漸枯萎。
- (二) 植栽在幼苗時根系不發達，需水量不多，所以採小盆栽種可以減少澆水量並避免因為積水爛根。但隨作物生長須適度換盆有利植株生長。若不換盆，利用土壤溼度偵測，適時補充水分肥料也是可行的方式。
- (三) 使用罩網可以避免蟲害，不需使用農藥。不置罩網，某些蔬菜極易得到蟲害，不用農藥幾乎無法收成。

二、光是植物生長發育的重要條件：

- (一) 光質對植物的生長、形態、光合作用、代謝以及基因表達均有調控作用。透過光質調節，控制植株形態和生長發育是設施栽培的一項重要技術。LED 具有節能環保、安全可靠、使用壽命長、體積小、重量輕、發熱量少、易於分散或組合控制等許多重要特點。傳統植物設施栽培中使用的光源一般是螢光燈、金屬鹵化物燈、高壓鈉燈和白熾燈。這些光源一般是因應人眼對光的適應性，其光譜有很多不必要的波長，對植物生長的促進作用少。LED 具備以下性能成為植物栽種設備的良好選擇：1.光譜性能好，可按照需要選擇純正單色光或複合光譜，其波長符合植物光合作用光譜需求；2.光能有效利用率高，能進行不同光質和發光強度控制；3.作為冷光源，可以近距離地照射植物，增加照度並大大提高空間的利用效率，低熱負荷和空間小型化，其耐用性也可降低成本。這些特質，讓 LED 十分適合應用於可控設施環境中的植物栽培。
- (二) 大多數植物顯示綠色，是因為反射了太陽發出的綠光，它們不使用綠光，主要是吸收紅光和藍光。只給予植物需要的光波當然很好，但是植物對於光是主動選擇，因此即便不是使用所謂的「植物燈」，在本實驗中所用一般 LED 燈，只要照度足夠亦可支持植

物生長。

- (三) 台灣地區並不缺乏光照，若土地取得不易可以使用植物工廠的概念。戶外栽種要面對多變的環境與病蟲害。若採戶外栽種在太陽下山之後，可以自動打開照明延長照光時間，或者若光照不足也可以利用調光設備補足光照，綜合兩項優點採用補光概念。利用調光設備補足照光增加生長效率縮短採收時間。

三、植物工廠基本是建立在水耕的基礎上。但是水耕有需要克服的缺點，培養液的濃度及 pH 變化劇烈下，作物的根部容易快速受到傷害，另外需要控制硝態氮或亞硝態氮，以及所用植物養分中所含之重金屬的問題，水耕易造成硝酸鹽、亞硝酸鹽的殘留。另外為提供根系氧氣持續需要打氣亦是一種能量消耗。若使用培養土，精確的控制土壤濕度，避免培養液內含物劇烈變化，可以減少這一類型的問題。以土壤、培養土栽種，植物種植環境較為穩定。植物不能缺水，過量給水也是一個問題，除了浪費水資源也容易造成爛根。因此依據土壤溼度控制器供水，可以依據植栽的種類適度供水。若要施用液肥，亦可以較為精準控制。

四、環保可調整支撐架：

技藝課程上課及訓練會產生數量龐大的廢棄電管，思考可以如何轉變為可用的材料。裁切及 L 行彎折是電機配線的基本技巧。使用這兩技法將電管制做成 L 型彎管及 I 型直管。利用這兩種形狀電管，就可以製作可以調整長、寬、高的支架。配合植栽數、植栽高度、燈管位置等彈性調整。可以配合栽種的條件調整位置非常重要。植栽的數量高度不同，空間不同需要的支架大小就不相同。而適當的光照距離可以有效節能。照度並不同光源的光通量。在光源的光通量相同的情況下，減少照光距離及增加光線反射，可以有效提高照度，減少能量消耗。

五、設備組合實測：

考量植物的生長需求支持，利用我們所設計製作的器材，可以組合成多種植物生長研究的環境。利用感光、補光控制器及計時器，調整照光時間及照光量。利用支架加上罩網、黑網、鋁箔反光板，用以防蟲、擋光、增加照度。自動補水裝置可以穩定控制給水量，穩定植物生長。

光線亮度調整補充，全日照半日照。開花照光時間控制。太陽能電池搭配。在研究過

程中，若有測光機當可更準確測得光照量以調整燈光的使用。另外如果可以利用太陽能光電板，就可以使用太陽能去增加照光時間增加種植效率及產量，而不會因為電能的使用產生能源消耗。

(一)室外：利用罩網、黑網，可以防蟲及降低過度曝曬，加上感光設備及計時器，可以增加照光時間，增加或減少照光可用以調整開花時間。

(二)室內：感光及補光設備，可以調整光照度。室內穩定的環境，可以用以測試光線強度，照光時間等對於植物生長、開花等等的影響。

六、整合電子元件優化設備

栽種實測後，我們將個別的電子組件設備進行整合及優化。將給光及給水設備整合成同一電路板，增加液位偵測蜂鳴警示，並利用 3D 列印製作保護盒及水箱。保護盒及水箱非必要，但保護盒可使設備不用擔心下雨及外力破壞。水箱加上液位偵測器可避免水乾掉後馬達空轉燒毀。光線強度如果不需要細緻調節，則可以使用燈具數量及功率來調整，更加簡單具有彈性。

陸、結論

一、育苗，幼苗及植栽的生長，栽種過程中除了光照、給水也必須顧及到蟲害、根系生長的空間及養分供應。

二、利用電子元件設計可以配合光線明暗調整的光源。利用太陽光及人造光共同進行節省能源及促進植物生長。LED 燈是栽種植物很好的光源。

三、自動供水設備設計可以感測土壤的濕度，依照需要自動提供植物所需適量的水分並可用於施用液肥。

四、環保可調整支撐架。可作為電子元件，照明設備，反光鋁箔墊、遮光網及網室細網固定支架。將廢料重新再生使用。

五、透過不同的器材組合，可以因應植物生長需求。

柒、參考資料與資料來源

- 一、康軒書局。2021。自然與生活科技國一上學期課本。臺北。康軒文教事業股份有限公司
- 二、王弈辰、陳定緯 “光” 科技 LED 展 “生” 機—探討高亮度白光 LED 下番茄的生活史中華民國第 51 屆中小學科學展覽會國中組生物科 030304
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/030304.pdf>
- 三、吳翊辰 農業 LED 光控制 <https://sites.google.com/site/09wuyeechen/zhi-hui-nong-chang/nong-ye-yong-guang>
- 四、植物生長燈與室內農業 <https://www.uprtek.com/zh-TW/application/grow-lights-and-indoor-agriculture>
- 五、張榮洲、張宥凱 電子電路及 Arduino 應用。全華圖書。

【評語】 032908

本作品的主軸在於組合各式電子元件，有效結合科技建構植物生長照護系統，內容包括電路設計提供植物感應自動化光源與土壤濕度給水系統、建製反光鋁箔分散光源、利用細網避免蟲害及支撐所有元件的環保支架。作品如能有效應用電子組件和 Arduino 組件，減少農作的人力需求以及提升農作品質，並應用在生活中應會有不錯的助益。但作品內容似乎缺少試誤過程的敘述，建議應加入各變因的對照組及研究變因的影響，此外，若能針對過去技術發展限制提出對應創新作法，會更凸顯研究價值。最後在植株上的應用建議應可比較 LED 和植物燈的效果，更能凸顯此一設計的節能環保價值，也要考量放大規模可能遇到的問題。作品內容趨勢圖的縱軸與橫軸座標需清楚標註單位。

作品海報

摘要

本次的研究，我們了解到植物的生長除了需要光，適度地給水，還需要給足夠的生長空間及防蟲害。LED 燈可以做為栽種植物良好的替代光源。利用自製感光、自動給水器及附件支架的設計，製作「全向顧植物機」，可以用來幫助自己栽種蔬菜作物及了解植物的生長。附件支架可以解決廢棄電管問題，並且可以提供農家使用，所有設備設計兼顧節能、節水、減少汙染及環境保護。了解植物的生長與環境間的互動是件有趣的事，可以利用技藝課程、科技課所學，自己製作機械、設計程式收穫良多。

研究目的

- 一、在自然的環境下育苗，了解幼苗及植栽的生長狀況，及栽種過程中容易遇到那些問題，作為後續研究參照。
- 二、設計製造可感應光線設備。1. 利用電子元件設計可以配合光線明暗調整的光源。利用太陽光及人造光，共同進行節省能源及促進植物快速生長，並且控制植物照光時間，調整植物開花花期。2. 探討光照時間與生長的關係。有效光照時間，最低光照時間，找到最佳光照時間。光照時間對於植物開花時間的影響。
- 三、設計製造自動供水設備。感測土壤的濕度，依照植物種類、大小自動提供植物所需水分。
- 四、設計製造環保可調整支撐架。作為電子元件，照明設備，反光鋁箔墊、遮光網及網室細網等固定支架。
- 五、設備組合栽種測試，可以達到植物正常生長目標。
- 六、整合電子元件優化設備。

參、研究過程與方法

一、培育葉菜盆栽，觀察在自然光源下的生長情形。

(一)使用本季四種常見葉菜。

(二)生長測試：

選取大小相近不同種類菜苗各2棵(圖1)，分別種植在及7*7及9*9盆，選取一生長良好葉片，標誌長、寬測量點，量測葉片長寬並且記錄(23)。置放自然光下生長，每日水澆透。

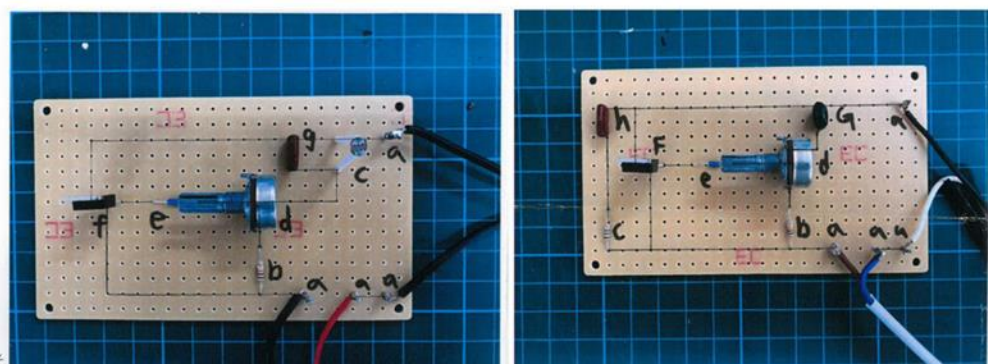
(三)將植物移植到12*12盆，觀察植物生長狀況。與維持生長在9*9盆中生長狀況做比較，並記錄。

二、設計給光設備：

(一) 搜尋文獻資料發現光合作用的吸收光譜(圖3)與白光LED的頻譜相比較(圖4)，白光LED接近正午日光頻譜照光。另外植物生長滿足光合作用的最低光照需求12000 lux.(照度：物體表面每單位面積所吸收可見光的光通量，用於入射表面的光)若植物完成完整生長週期，需要2~3倍的最低光照量，也就是說要能達到24000~36000lux 以上的環境照明。如果我們使用10W/900 lm(光通量：單位時間內由光源所發出或由被照物所吸收的總光能)的光源6組，不作任何設置，一旦光線射出後，如因角度因素未照射到植物讓植物所吸收，它就會消失，這樣的照度可能不足夠。在自然日光下是一個漫射光的環境，所以這個部分我們可以利用錫箔反射光線增加照度，模擬漫射光照的環境來進行。

(二)感光設備

(三)調光設備



壹、前言

七年級上自然課，對於生物老師在說明植物的光合作用及在對環境的感應，例如調整開花時間，很感到興趣。九年級技藝教育參加電機電子職群，技藝老師教到電路板及管線線路時設計，期間學習到可以依照需求調整燈光。在設計調光、控光電路時，想到這可不可以用來調整植物的生長狀況。另外看到近期市面上各種植物箱當道，其功能粗略但卻價格不斐，因此想應用所學設計具有多功能植物生長條件調控實驗箱，並解答當時關於光線對於植物生長所造成影響的疑惑。

貳、研究器材與設備

一、使用設備、器材：

- (一) 感光元件：電路板*1、接線端子*4、10K歐姆電阻*1、cds光敏電阻*1、可變電阻vr250k歐姆*1、DIAC二極體*1、TRIAC電晶體*1、104K/250V麥拉電容*
- (二) 調光元件：電路板*1、接線端子*4、15K歐姆電阻*1、150歐姆電阻*1、可變電阻vr500k歐姆*1、DIAC二極體*1、TRIAC電晶體*1、104K/100V麥拉電容*1、104K/250V麥拉電容*
- (三) 人工光源：1.燈管電子式10瓦特交流式直型管(圖1)。光通量900lm。2.白熾燈泡40W(台灣日光燈)，可調光。
- (四) 自動控制供水元件：Arduino nano V3.0控制板*1、抽水馬達*1、水管*1、土壤溼度感測器*1、1路5V繼電器*1、蜂鳴器*1、LED*1、電阻1K歐姆*2、電阻47K歐姆*1、RY12W-K繼電器*1、2SC1384電晶體*2
- (五) 自動給光元件：LED燈*1、電阻1K歐姆*2、2SC1384電晶體*1、RY12W-K繼電器*1、C1384電晶體*1、可變電阻*1、光敏電阻*1、LED燈條*1
- (六) 可調環保支架：廢棄電管(南亞CNS1302電線導管PVC管16mm*4M)、切管器、擴管器、瓦斯噴燈。
- (七) 生長環境條件調整器材：反光鋁箔墊、遮光網、網室細網。
- (八) 3D列印機。

二、實驗材料：

- (一) 介質：興農牌花蝴蝶培養土，成分全氮N:2.0%全磷P2O5:2.0%全氧化鉀K2O:1.0%有機質85.5%
- (二) 植栽：皇宮菜、牛奶白菜、青花椰菜、包心刈菜、大陸妹、紅鳳菜
- (三) 塑膠盆器：7*7、9*9、12*12



圖1 店家販售蔬菜幼苗，挑選大小相近植株作為實驗樣品。



圖2 葉片上以麥克筆標示測量的位置點，分別位於葉尖葉底及最寬處的兩側。圖中標示a、b為測量長度，a:長度為葉寬b:長度為葉長。

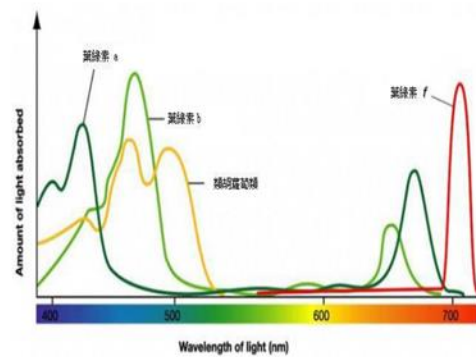


圖3 光合作用的吸收光譜。光合作用所需光波的峰值主要落在藍光與紅光區

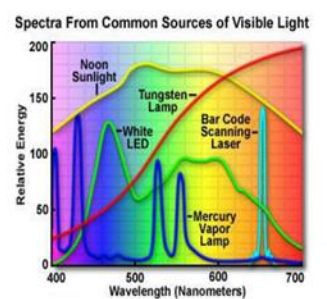
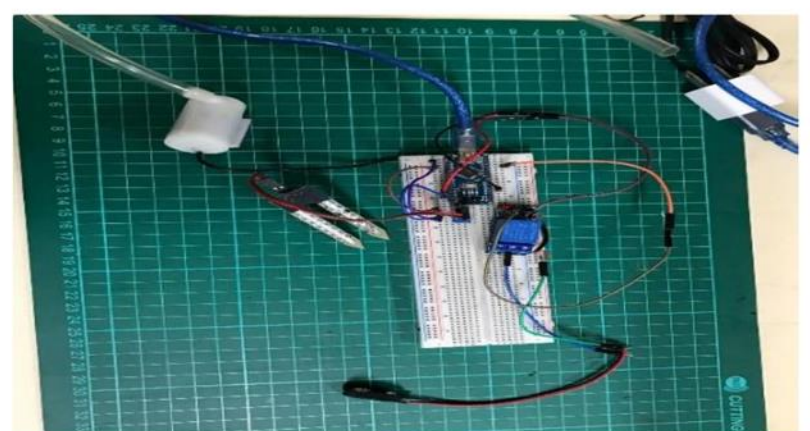


圖4 白光LED的頻譜相。

(資料來源：<http://www.olympus.com/jrmer/lightsource/lightsourceintro.html>)

三、自動供水設備：感測土壤的濕度，自動提供植物所需水分。



四、環保可調整支撐架：

- (一) 製作目的是作為電子元件，照明設備，反光鋁箔墊、遮光網及網室細網等固定支架。
- (二) 技藝課程中，電機職群課程使用到電管，經過裁切彎折的電管，用過後就變成了不易處理的廢棄物。經過設計組合方式，可以以最簡便可調整大小，並且充分利用廢棄電管，且不需要增購其他材料減少消耗。
- (三) 利用切管器裁切電管，利用瓦斯噴燈及擴管器軟化並彎折電管，製作連接頭。



圖11【左上】大量的廢棄電管。【左下】擴管氣【右上】利用瓦斯噴燈加熱軟化【右下】利用擴管器製作電管接頭，用以連接電管

五、設備組合栽種測試：

將電子設備與支架做組合，進行實際栽種觀察植物生長狀況。室內栽種，測試設備運作及觀察植物生長。

六、整合電子元件優化設備：

栽種實測後，將電子設備進行整合及優化。將給光及給水設備整合成同一電路板，增加液位偵測蜂鳴警示，並利用3D列印製作保護盒及水箱。

(一) 電路板總零件配置：

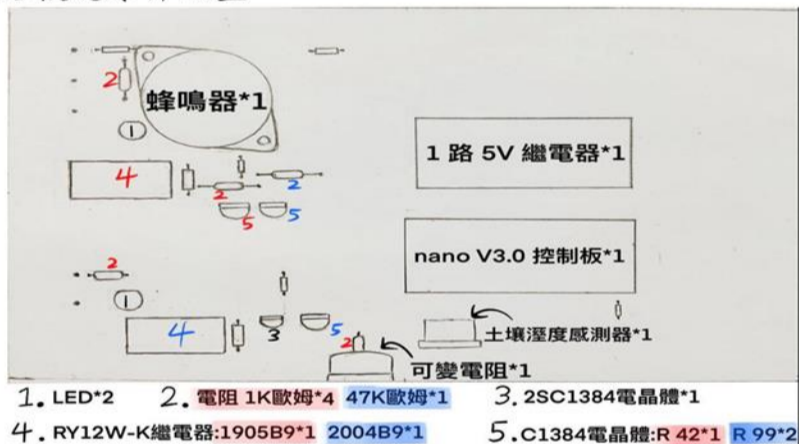


圖11 電路板總零件配置位置圖及構造名稱。整合控光給水及水箱水位偵測警示器。

(二) 給光設備優化：

1. 感光設備：檢測附近是否有足夠的光源，自動補足不足的照度

•零件及功能：

表4 給光設備零件及功能。

零件	功能
1.LED燈*1	發光
2.電阻1K歐姆*2	控制電壓和電流比例
3.2SC1384電晶體*1	放大或開關電器訊號
4.RY12W-K繼電器*1	可控的隔離放大
5.C1384電晶體*1	放大或開關電器訊號
6.可變電阻*1	可以調整電阻大小
7.光敏電阻*1	感測光的亮度
8.LED燈條*1	發光

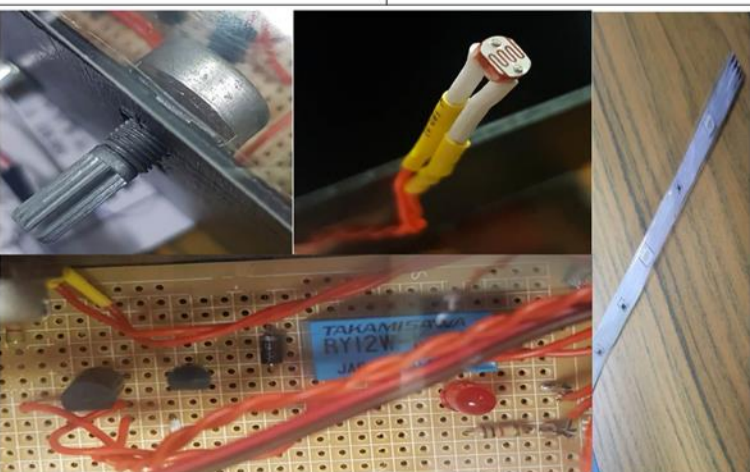


圖12 光線控制，感光設備光源及電路板。【左上】可變電阻。【右上】光敏電阻。【下】給光設備電路配置板。【右】LED燈條。

(三)自動供水設備整合及優化：感測土壤的濕度，自動提供植物所需水分。

1.自動澆水器含水箱：

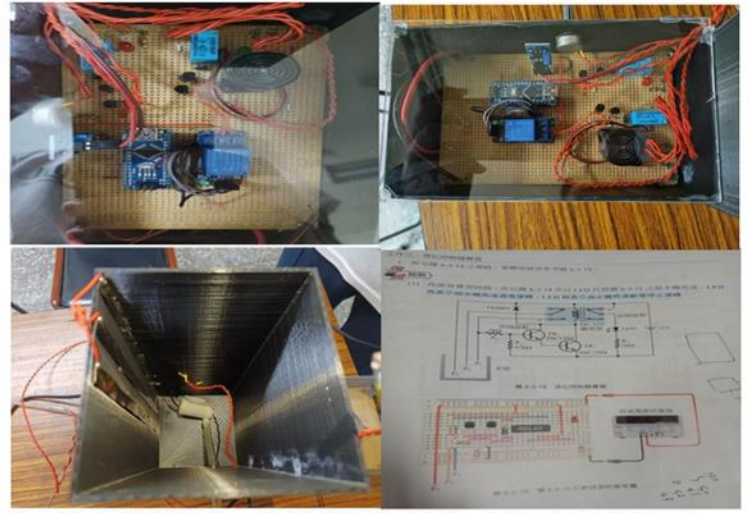


圖13【左上】供水設備電路。【右上】整合所有控制設備。【下左】含液位偵測器水箱。【下右】液位偵測電路設計圖。

2.零件及功能：

表5 自動澆水器零件及功能

零件	功能
nano V3.0控制板*1	控制程式
抽水馬達*1	抽水
水管*1	輸水
土壤溼度感測器*1	檢測土壤濕度
1路5V繼電器*1	高低電頻觸發
蜂鳴器*1	水位不足時，發出聲音提醒補水
LED*1	水位不足時，發光提醒補水。
電阻1K歐姆*2、電阻47K歐姆*1	
RY12W-K繼電器*1	
2SC1384電晶體*2	
1N4001二極體*1	

3.土壤濕度感測及抽水馬達控制Arduino程式及原理：

```
void setup()
{ Serial.begin(9600); //設定傳輸速率9600bps
  pinMode(9,OUTPUT); //繼電器接腳輸出態 }

void loop() {
  delay(300); //傳輸延遲時間
  int sensorValue=analogRead(A0); //A0為土壤濕度感測數值接收端
  Serial.print("目前土壤濕度:");
  Serial.println(sensorValue); //顯示傳輸的土壤濕度感測數值
  if(sensorValue<500){ //當土壤濕度感測數值低於定值時
    digitalWrite(9,HIGH); //接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作 }

  else{ //當土壤濕度感測數值高於定值時
    digitalWrite(9,LOW); //接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作 }
```

表6 土壤濕度感測及抽水馬達控制Arduino程式設計及原理

設計	說明
{ Serial.begin(9600); //	設定傳輸速率9600bps
pinMode(9,OUTPUT); //	繼電器接腳輸出態
{ delay(300); //	傳輸延遲時間 int
sensorValue=analogRead(A0); //	A0為土壤濕度感測數值接收端
Serial.print	目前土壤濕度
Serial.println(sensorValue); //	顯示傳輸的土壤濕度感測數值
if(sensorValue<500){ //	當土壤濕度感測數值低於定值時
digitalWrite(9,HIGH); //	接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作
else{ //	當土壤濕度感測數值高於定值時
digitalWrite(9,LOW); //	接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作

4.設計說明：

- (1)濕度檢測器將感測到的數值傳送到程式板，當溼度高於定值時（可依據不同的植物做調整），接腳不給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達開始運作，不給水。當土壤濕度感測器感測數值低於定值時，接腳給電到繼電器，使繼電器為斷路狀態，馬達停止運作，給水。
- (2)液位偵測：三片鐵片由長到短分別為E1、E2、E3，E1為正極、E2、E3為負極，若要偵測水位需有正負極。當水位高於E3時，正負極皆有，不須補水（圖14左）。當水位低E3但E2還偵測的到時，正負極還是有，水量仍夠，不須補水（圖14中）。但當水位低於E2、E3時，沒有負極，此時蜂鳴器響起、LED發光提醒水量不足，須補水（圖14右）。

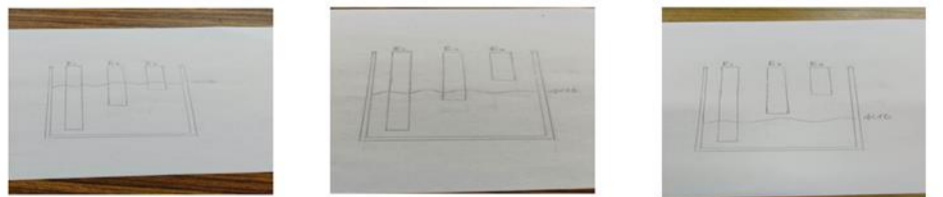


圖14液位偵測感應判定是否應該給水【左】高水位【中】中水位【右】低水位。

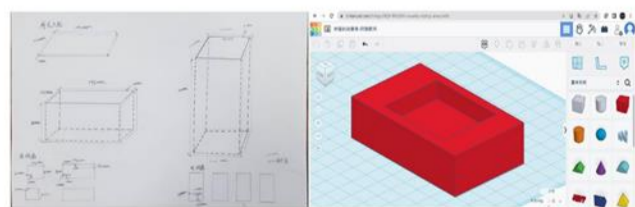


圖15 水箱及外盒設計圖【左】手繪圖【右】電腦軟體設計圖

(四)水箱及電路板外盒製作：測量電路板大小、電子零件及線材空間。先用手繪，再用電腦軟體做出模型，最後用3D列印機打印出來。

肆、研究結果

一幼苗及植栽的生長狀況測試：

- (一)、葉片面積生長比較：選取大小相近菜苗2棵，分別種植在9*9及7*7盆，選取一生長良好葉片，標誌長、寬測量點，量測葉片長寬並且記錄。9*9盆中菜苗普遍比7*7盆生長良好。(表7、圖16)
- (二)、生長狀況9*9較7*7盆植栽，葉片範圍較廣、葉片較大，葉片數目增加較多。
- (三)、測量兩周後葉片逐漸枯黃萎縮，其他新葉持續長出。
- (四)、不置罩網，容易得到蟲害，常見粉蝶幼蟲，俗稱菜蟲。發現後3~5天即可以吃殘幼苗，特別對於新芽，以至於不再生長。菜蟲對於菜苗的喜好程度包心>刈菜>青花椰>白菜>皇宮菜。皇宮菜幾乎安然無恙。(圖17、18、19)

