中華民國第54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

佳作

030810

「細」水長「留」-設計出好管理又有趣的花盆

學校名稱:花蓮縣立美崙國民中學

作者:

國二 葉啟成

國二 金信宇

國二 葉偉成

指導老師:

戴淑萍

洪曉揚

關鍵詞:吸水花盆、Arduino

摘要

室內植栽能美化環境淨化空氣品質,而土壤濕度是影響植物存活的主因,故了解溼度對植物生長的影響及如何讓植物在節省人、物力下,使用自動化吸水花盆將室內植物照顧好的研究是很有價值的。

為開發第一代吸水花盆設計五個實驗,發現吸水花盆能依植物所需供水,利於土壤保水性,使植物生長良好延長加水間隔天數,不需每天加水是方便又省水的好花盆,又因久不需加水易使人忘記,需製作有自動警示能力的吸水花盆。第二代及第三代吸水花盆雖克服電解水及線材過長訊號漸弱的問題;但又發現房間數多情形下,易忽略警示的問題。最後,研發出有趣的第四代吸水花盆,能依植物所需供水,並在缺水時自動發送 E-mail,能幫助輕鬆管理家中盆栽植物讓生活更方便!

壹、研究動機

参加學校科學營發現 Arduino 是一套非常實用的工具,有許多能應用到日常生活中的方便功能,便想到家裡常會種植植物,但通常活不久,因此我為了擺脫「植物殺手」的臭名,便想製作出能讓植物生長良好、不用經常澆水、方便管理的花盆,使得居家生活更加美好健康。

貳、研究目的

- 一、了解水對植物的重要性,及室內種植植物的好處。
- 二、發展出能讓植物生長良好又便於管理的第一代吸水花盆。
 - (一)比較吸水花盆與傳統花盆對土壤之保水性。
 - (二)觀察吸水花盆使用何種材質有較高的吸水能力。
 - (三)利用自製土壤濕度記錄系統,測量固定水量下傳統花盆與吸水花盆土中濕度變化。
 - (四)利用自製土壤濕度記錄系統,測量固定濕度下傳統花盆與吸水花盆中濕度變化及對植物的影響。
 - (五) 觀察不同植物使用吸水花盆的情形。
- 三、改進吸水花盆構造,設計具有自動警示能力的第二代吸水花盆,解決忘記加水所造成植物枯死的問題。
- 四、探討第三代自動警示吸水花盆如何克服水因電分解的問題。
- 五、研發自動發電子郵件的第四代自動警示吸水花盆。

參、研究設備與器材

- 一、實驗器材與材料:數位放大鏡、自製溼度記錄系統、Arduino MEGA 版、濕度感測器、不同材質布料、石竹花苗、塑膠杯、LCD 液晶顯示器。
- 二、實驗軟體:Arduino、Gobetwino 自動數據記錄軟體。



圖一數位放大鏡



圖二自製溼度記錄系統



圖三 Arduino MEGA 板



圖四濕度感測器



圖五各式布料



圖六石竹花苗



圖七塑膠杯



圖八 LCD 顯示器

肆、研究過程

研究一、文獻探討:

一、研究目的:

- (一)了解水對植物的重要性。
- (二)利用網路與文獻資料了解室內種植植物的好處。

二、研究結果:

(一) 水對植物的影響:

- 1.水對植物的重要性:
 - (1) 原生質含有75%以上之水分,維持植物生命狀態與植物生命息息相關。
 - (2)維持細胞膨壓,使植株直立不倒伏。
 - (3)利用蒸散作用調節作物溫度。
 - (4)幫助養份的吸收運輸。
 - (5)參與植物體內各種生理代謝反應。
- 2.水太多對植物的影響為:一般土壤體積的30%左右為土壤空隙,通常可維持15~20% O₂濃度,足可供應根的生長所需。植物生長在排水不良時,作物根部生長土壤空隙 充滿水分,土壤通氣性不良,引起根部吸水能力降低,發生營養失調,病蟲害感染,

土壤微生物死亡。除少數水生植物外,植物則會發生濕害。

3.水缺少對植物的影響為:缺水是指植物的細胞或組織失去澎潤(turgid)的狀態,引起植株缺水的凋萎(wilting)。

(二)室內種植植物的好處

1. 世界衛生組織(WHO)一直強調VOC(如表一)是一類重要的空氣污染物。丙酮、乙醇、乙醚和二氯甲烷等常見的有機溶劑,都是揮發性物質,這一類被稱為揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds, VOC,以下簡稱VOC)的污染物在常溫常壓下擁有夠高的蒸汽壓,使它們一旦暴露到空氣中就會迅速地從固體或液體變成氣體。

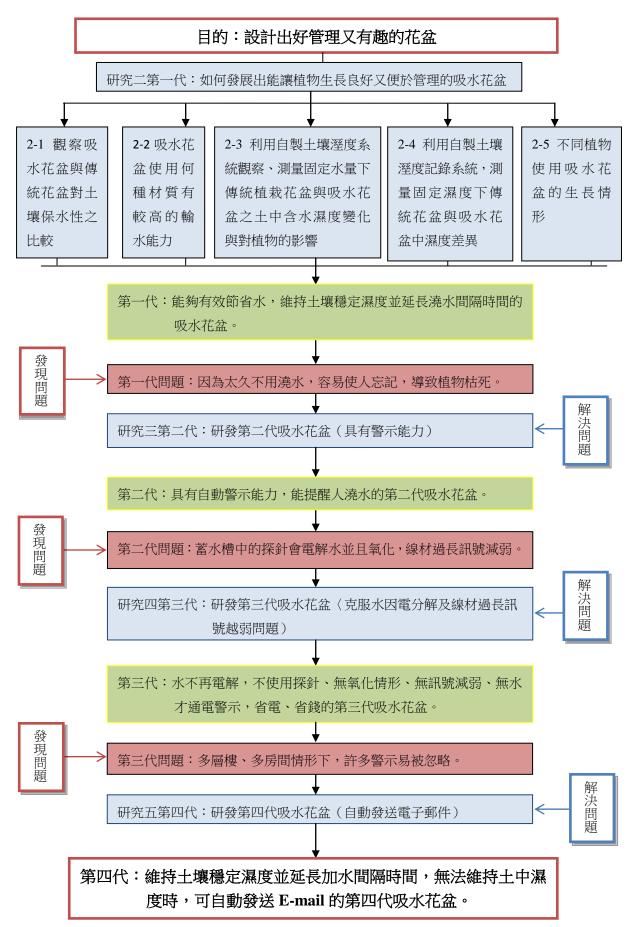
表一世界各國對 VOC 的定義

地區	VOC 的定義
加拿大	沸點約在 50℃~250℃間且會影響空氣品質的有機化合物。
歐盟	任何1大氣壓力下沸點低於或等於250℃的有機化合物。
学 🖃	美國環保署對 VOC 的定義是除 CO、CO ₂ 、H ₂ CO ₃ 、金屬碳化物、金屬碳酸鹽、和
美國	碳酸銨外,會參與大氣光學反應的含碳化合物都是揮發性有機化合物。

在室內,VOC 主要來自吸煙、烹調等產生的煙霧和天然氣(甲烷),裝飾材料、傢俱、家用電器、清潔劑等日常用品也會產生不少的VOC;此外,在室內裝飾過程中油漆、塗料和膠粘劑等是VOC 主要來源。據研究,室內在不當裝修施工中,有時室內的VOC 比室外還要多出2到5倍。VOC 對人體有有刺激性和毒性。

- 2. 環保署委託研究台大園藝系教授葉德銘發現,室內植物不僅可減少懸浮微粒、CO₂, 而且大幅降低揮發性有機物(VOC)。
- 3. 植物與室內空間的最佳比例:每 3 坪空間可放置一棵 6 吋盆的室内植物,一週下來可以減少室內 87%的VOC,避免「病態建築症候群」出現。
- 三、實驗結論:室內種植適當植物可以美化環境並可淨化室內空氣品質,而土壤濕度是影響植物存活的重要原因,故了解溼度對植物的生長影響及如何可以讓植物在節省人力、物力下,將室內植物照顧好的研究是很有價值的。

研究架構圖



預作實驗 2-0:吸水花盆之吸水方式初探

實驗目的:了解吸水花盆在何種設計下方便觀察與記錄。

1. 實驗步驟:

(1) 取兩外杯與內杯,將內杯底戳出小洞,外杯裝有色水, 取兩條棉布、一塊棉花與同重木屑,依圖 2-0-1 架好實 驗後靜置 24hr 觀察。(裝置如圖 2-0-1)



圖 2-0-1 裝置圖

2. 實驗結果:

- (1) 靜置 **24hr** 後發現布並無運送水分,發現後決定改變布 之纏繞方式。
- (2) 由實驗步驟(1)~(3)發現,布之纏繞方式應由直接 穿入改為穿入後繞行於杯內。如圖 2-0-2。



圖 2-0-2 棉布穿入繞行於杯內

- (3) 再次實驗後發現,纏繞方式改變有確實將水分運送入內杯,但只吸入木屑中,並無吸入人造棉花中。如圖 2-0-3。
- (4) 重覆步驟(1)~(3),但內容物都改為脫脂棉,將其中一組脫脂棉與棉布都浸濕。 如圖 2-0-4。
- (5) 最後發現,平織棉布吸水速度慢,脫脂棉吸水效果佳,但因木屑的顏色乾濕情況差 異明顯,故可用木屑設計,觀察盆內溼度之變化。如圖 2-0-5。



圖 2-0-3 人造棉花不利吸水



圖 2-0-4 浸水過後的脫脂棉 效果較佳



圖 2-0-5 木屑的顏色乾濕情況 差異明顯容易觀察

3. 實驗討論:

(1)原本就處於潮濕狀態的脫脂棉,吸水速度比原本處於乾燥狀態的脫脂棉還要快,平 織棉布的吸水速度慢,證明棉布並非最好的吸水材料(與第 49 屆國小組物理科第三 名:滴水不漏~節能環保自動澆花器文獻不符),故需再探討其他布料之吸水能力。

實驗 2-1: 觀察吸水花盆與傳統花盆對土壤保水性之比較

1. 實驗目的:吸水花盆內之保水性是否比傳統花盆好。

2. 實驗步驟:

- (1) 準備 10 組內外杯(內杯底部刺 6 個小洞)、5 條(浸濕)棉布條。將棉布條穿入內 杯其中一孔,内杯加入木屑後倒入 125g 水 (如圖 2-1-1)。待水不再流入外杯,測量 外杯與內杯之水量。
- (2) 連續5天每隔24hr觀察並測量內杯水量減少及內杯木屑濕度之變化。裝置如圖2-1-2。





圖 2-1-1 裝置的情形



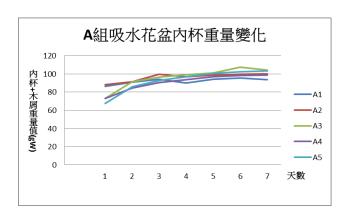
圖 2-1-2 測量木屑濕度裝置

3. 實驗結果:

(1) A 組吸水花盆內重量不斷增加,及 B 組傳統花盆內重量不斷減少之記錄情形。如表 2-1-1、圖 2-1-3、圖 2-1-4。

表 2-1-1 A、B 組盆內重量不斷增減記錄情形(單位:gw)

天數	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	В3	B4	В5
	86.5	88.0	73.0	73.0	67.4	80.4	82.6	67.5	65.0	70.5
<u> </u>	90.7	91.2	91.5	84.4	85.9	77.8	79.6	64.9	61.8	68.7
=	94.0	99.5	96.4	90.5	92.7	75.6	76.8	62.0	60.5	65.4
四	90.2	96.8	99.4	93.9	96.8	72.6	74.2	60.4	59.3	63.7
五	94.0	98.6	101.2	96.9	100.4	71.4	71.9	59.6	58.0	62.7
六	95.6	99.5	107.3	98.2	102.2	75.9	70.4	58.3	57.3	61.0
t	93.6	100.0	104.3	98.9	103.3	73.4	67.6	573	52.6	59.4



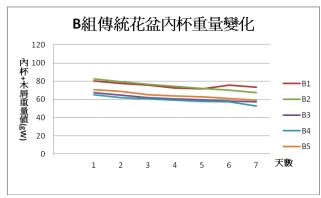


圖 2-1-3 A 組吸水花盆內杯重量變化

圖 2-1-4B 組傳統花盆內杯重量變化

表 2-1-2 A 組吸水花盆與 B 組傳統花盆之木屑濕度變化(單位:ml)

杯號/日期	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
A1	1.0	5.0	5.0	5.0	6.5
A2	1.0	6.8	6.5	8.0	7.5
A3	1.6	5.4	7.0	8.0	8.4
A4	1.8	5.0	6.0	6.0	8.5
A5	1.2	5.5	7.0	7.0	8.7
B1	1.0	3.5	1.2	1.5	1.2
B2	1.0	3.5	2.5	1.5	1.2
В3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
B4	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0
B5	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0

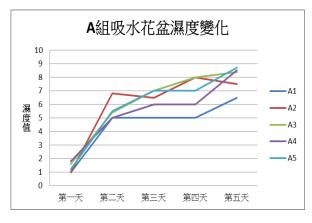


圖 2-1-5 A 組吸水花盆內杯濕度增加

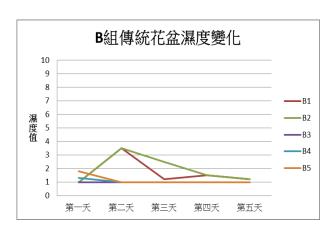


圖 2-1-6B 組傳統花盆內杯濕度減少

(2) 經過五天後吸水花盆與傳統花盆之木屑乾濕狀態分別明顯(圖 2-1-7、圖 2-1-8)。



圖 2-1-7A 組保水性比 B 組佳



圖 2-1-8A 組濕度比 B 組高

- (1) 由表 2-1-1、圖 2-1-3、2-1-4 可知:A 組吸水花盆內杯重量皆不斷增加中,表示吸水花盆可以有效地提供盆栽水分。B 組傳統花盆內杯重量皆不斷下滑,表示傳統花盆在加水後盆內水分將不斷減少。
- (2) 由表 2-1-2 及圖 2-1-5、2-1-6 可知:A 組吸水花盆濕度在加水後不斷上升,由此可知布條有將水分有效的傳回杯內。B 組傳統花盆內杯濕度有一個有趣的現象:大部分花盆皆不斷下滑,而第 1、2 盆則有先上升後才下滑,可再進一步進行觀察研究。從此可知,吸水花盆的內部濕度更容易保持濕度固定,同樣的加水量吸水花盆可循環使用,而傳統花盆不行;由此比較可知,吸水花盆比傳統花盆更能有效率使用水也更省水。
- (3)經由此實驗發現,吸水花盆可藉由毛細現象保持木屑濕潤,而傳統花盆則一直蒸發, 乾燥情況明顯。經過五天後,吸水花盆與傳統花盆之木屑乾濕狀態分別明顯。由此 可見,吸水花盆可以讓植物不會缺乏水分,有利於土壤的保水性。

實驗 2-2: 吸水花盆使用何種材質有較高的輸水能力

實驗目的:何種材質有較高的輸水能力。

1. 實驗材料:不同吸水布料及纖維條,如圖 2-2-1。

2. 實驗步驟:

(1) 兩個杯子為一組,將其中一個杯子放入 **250ml** 有色水,每條布浸濕後 **10cm** 放入有色水之杯



(2) 靜置 1hr、1.5hr、2hr、2.5hr,每個時段各測量一 次有色水流入空杯內之水量。觀察並記錄之。



圖 2-2-1 吸水布料及纖維條



圖 2-2-2 裝置圖

3. 實驗結果

(1) 實驗結果紀錄於表 2-2-1, 再將結果繪製成圖 2-2-4。

表 2-2-1 水流入空杯內之水量(g)

布料時間	聚酯 纖維 繩	紗布	棉麻 (混)	斜織 棉布	古布	提花綿布	平織綿布	麻布	尼龍布	胚布
0hr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1hr	66.3	2.2	0.0	14.6	0.0	16.0	0.0	3.9	0.0	0.0
1.5hr	83.6	2.5	0.0	18.9	1.0	21.4	0.0	4.5	0.0	0.0
2.0hr	94.0	4.4	0.0	23.4	1.8	27.5	0.0	6.2	0.0	0.0
2.5hr	101.2	7.0	1.0	29.0	2.8	33.9	0.0	7.8	0.0	1.1



圖 2-2-3 相同時間以聚酯纖維繩流入水量最多

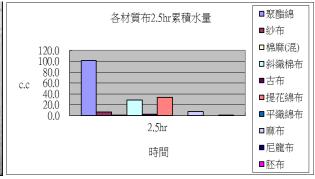


圖 2-2-4 水流入空杯內水量長條圖

(2) 由表 2-2-1、圖 2-2-4 可知,不同材質的布,會使吸水量有明顯差別,其中以聚酯 纖維繩有極佳輸水性,是吸水花盆的首選吸水材料。布料吸水量:聚酯纖維繩> 提花棉布>斜織棉布>麻布>古布>紗布>胚布>棉麻(混)>平織棉布=尼龍 布。

4. 實驗討論:

(1) 尼龍布、平織棉布、棉麻 (混)、胚布雖然也都會將水 帶入另一杯子中,但由於速度 過於緩慢,水可能會來不及供 應給植物,所以應用在吸水花 盆中,是比較不適用的。

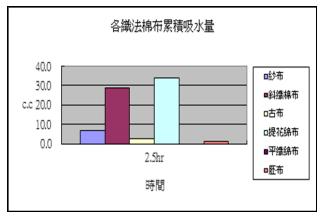
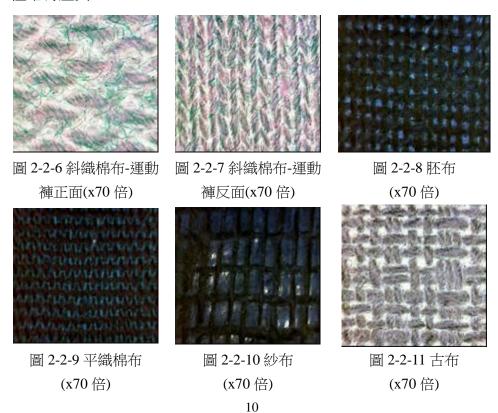


圖 2-2-5 各棉布 2.5hr 中累積吸水量以提花織法最多

- (2) 由圖 2-2-5 可知,古布、紗布、胚布、斜織棉布、提花棉布、平織棉布雖同是棉材質,但會因織法不同〈見圖 2-2-6~圖到 2-2-11〉,而使吸水性有差別。
- (3) 圖 2-2-8 與 2-2-9 可知,雖然平織棉布與胚布都屬於棉的平織法,但因胚布無染色處理,而平織棉布有經染色處理,且纖維密集度與胚布也不同,所以兩者的吸水性略有差異。



實驗 2-3:利用自製土壤溼度系統觀察、測量固定水量下傳統植栽花盆與吸水花盆之土中含水 濕度變化與對植物的影響

實驗目的:加一次相同水量後,利用自製土壤濕度記錄系統觀察,吸水花盆與傳統花盆之溼度變化。

1.實驗器材:自製土壤濕度記錄系統、石竹花盆栽。

2.實驗步驟:

- (1) 將石竹花移植至傳統花盆及吸水花盆中各 5 盆,加入 100c.c 的水進內杯,將 2 個鱷魚夾夾住 2 根銅棒後,插入花盆土壤中,利用自製土壤濕度紀錄系統監控記錄 10 盆花盆每 3 小時中土壤濕度變化,裝置如圖 2-3-1。
- (2) 設計自製土壤濕度記錄系統程式。實驗結果系統將自動記錄於電腦中。
- (3) 自製土壤濕度記錄系統所記錄的數值是介於 0~1024 的類比訊號(電壓差)。



圖 2-3-1 自製土壤濕度記錄系統

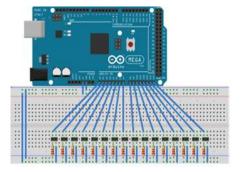


圖 2-3-2 自製土壤濕度記錄系統 Mega 板電路圖

3.實驗結果:

- (1) 土壤溼度記錄於附件 2-3。
- (2) 排除麵包板故障問題後,連續測量之各盆結果分析(圖 2-3-3、圖 2-3-4)。

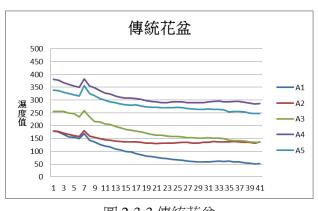


圖 2-3-3 傳統花盆

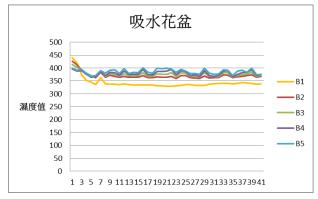


圖 2-3-4 吸水花盆

(3) 加一次相同水量後,觀察吸水花盆與傳統花盆之溼度變化。當排除掉麵包板的故障

後連續觀察5天,如圖2-3-3到圖2-3-4可知結果:

- (I) 傳統花盆土壤溼度數值不斷下滑,水分不斷在流失,無法維持固定濕度。與 實驗 2-1 結果相同。
- (Ⅱ) 吸水花盆在濕度下降後便維持恆定狀態,表示吸水花盆可依植物之所需提供 較恆定之水分。
- (Ⅲ) 由圖 2-3-5 可知吸水花盆内植物生長的情形,比傳統花盆的植物還要良好。



圖 2-3-5 傳統花盆比吸水花盆有較多黃葉



圖 2-3-6 植物俯視圖

4.實驗討論:

(1) 實驗過程中,我們發現吸水花盆的數據有不穩定的問題且連續觀察七天依然如此。由圖 2-3-7探討 B 組吸水花盆數據有不正常震盪行為,經由專家指導後發現是使用有瑕疵的麵包版,插上跳

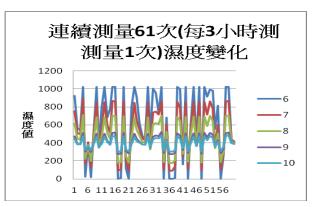


圖 2-3-7 未排除麵包板故障前之數據變化

線後解決了問題,使電流通路恢復正常。

(2) 我們從圖 2-3-4 發現生長良好的植物,濕度變化都呈鋸齒狀,而我們便懷疑濕度鋸齒 走向與植物生長良好情形有關聯,於是我們為了瞭解這種情形便設計了實驗 2-4 加 以觀察。

實驗 2-4: 利用自製土壤溼度記錄系統,測量固定濕度下傳統花盆與吸水花盆中濕度變化

實驗目的:探究如何維持健康的給水方式。

1. 實驗器材:自製土壤濕度記錄系統、石竹花盆栽。

2. 實驗步驟:

- (1) 裝置如實驗 2-3。將花苗植栽於傳統花盆及吸水花盆,靜置到內杯不再有水流出為止。於各內杯中加入 100ml 水。
- (2) 監控記錄 10 盆花盆每 1 小時中土壤濕度變化。每 24 小時觀察各盆紀錄,當電腦上顯示某盆濕度小於 300,便加 50c.c 的水給該花盆並記錄於電腦上,將記錄資料製成圖表。

3. 實驗結果:

- (1) 測驗結果如附件表 2-4。
- (2) 整理附件表 2-4,21 天的 A 組傳統花盆及 B 組吸水花盆之加水量之觀察(如圖 2-4-1)。傳統花盆加水量差異特大,吸水花盆加水量在相同植物時,差異不大。

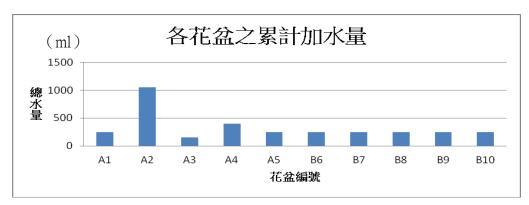


圖 2-4-1 傳統花盆(A) 與吸水花盆(B) 累積用水總量比較圖

(3) 由附件表 2-4 整理出表 2-4-1 傳統花盆與吸水花盆各花盆總用水量與平均值。吸水花盆累積用水平均較傳統花盆省水。

表 2-4-1	傳統花盆與吸水花盆各花盆總用水量與平均

傳統花盆	A1	A2	A3	A4	A5	總和	平均
用水量 (ml)	250	1050	1501	400	250	2100	420
吸水花盆	B1	B2	В3	B4	В5	總和	平均
用水量 (ml)	250	250	250	250	250	1250	250

(4) 觀察傳統與吸水花盆植物生長情形,如圖 2-4-2 至 2-4-11。



圖 2-4-2 傳統花盆 A1 普通



圖 2-4-3 傳統花盆 A2 生長良好



圖 2-4-4 傳統花盆 A 3 葉子發黃掉落死亡



圖 2-4-5 傳統花盆 A 4



圖 2-4-6 傳統花盆 A 5 葉子枯黃掉落



圖 2-4-7 吸水花盆 B1 生長良好



圖 2-4-8 吸水花盆 B 2 生長良好



圖 2-4-9 吸水花盆 B 3 生長良好



圖 2-4-10 吸水花盆 B 4 生長良好



圖 2-4-11 吸水花盆 B 5 生長良好

(5) 由圖 2-4-2、2-4-11 及表 2-4-1 整理出表 2-4-2,可知吸水花盆生長情形比傳統花盆穩 定且生長良好。

表 2-4-2 傳統花盆 A 組與吸水花盆 B 組各花盆排水性與生長情形

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	В3	B4	B5
總加水量 (ml)	250	1050	150	400	250	250	250	250	250	250
生長情形	普通	優	極差(死亡)	普通	差	優	優	優	優	優

(6) 土壤溼度計測得實驗數據共 512 筆,將巨大數據整理成圖 2-4-12、2-4-13,傳統花盆 與吸水花盆土壤每小時濕度變化圖。

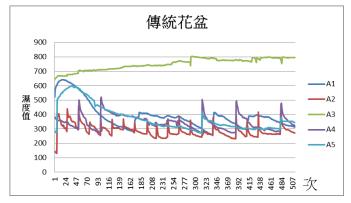


圖 2-4-12 傳統花盆土壤每小時濕度變化圖 (人工加水)

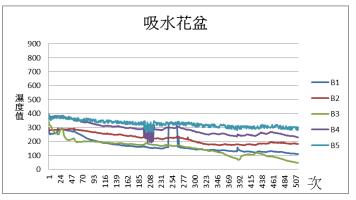


圖 2-4-13 吸水花盆土壤每小時濕度變化圖 (自動吸水)

- (1) 傳統花盆在盆中濕度少於 300 時,便人工澆水補充水分,由圖 2-4-1 可知 A1 至 A5 的傳統花盆,花盆所需之水量差異很大。A2 每次加 50ml,21 天中加了 19 次。A3 卻只需加一次水,由此可知傳統花盆,雖用同一個園藝行的盆栽,也會因個別土壤排水性不同,而需加水的量與次數,盆內植物皆有個別化的需求,增加一般人照顧的難度。
- (2)由表 2-4-2 可知,B1 至 B5 的吸水花盆所需之水量毫無差異性。21 天中各盆水量皆是 250ml 的補充水量,表示吸水花盆可以自行調節土壤濕度,在相同植物條件下供水量 差異不大,可以有效減少照顧的難度。
- (3)由表 2-4-1 可知,傳統花盆與吸水花盆各花盆總用水量,吸水花盆用水量遠比傳統花 盆節省許多。傳統花盆的用水量平均是吸水花盆的 1.68 倍,故要保持盆內濕度固定 時吸水花盆比傳統省水環保。
- (4) 由圖 2-4-12 及表 2-4-2 可知, A2 雖然總用水量較大、排水量也較多,但可保持土壤透氣性,是五盆傳統花盆中生長最好的一盆。A3 濕度數值居高不下,透氣性不良底部長期積水造成根部水傷植物易死亡。

- (5) 由圖 2-4-7 到 2-4-11 可知,吸水花盆每盆皆生長良好。圖 2-4-13 中 B1~B5 濕度變化與傳統花盆表現最優的 A2 濕度表現一致,皆是排水良好,又能適時補足土壤濕度的鋸齒折線圖,表示吸水花盆因為會將外盆的水吸回內盆給予植物,同時在加水時布條可疏散根部的積水到外盆使植物生長良好,吸水花盆會依植物需求補充盆內水分,讓盆內水分可依植物需求保持最佳溼度,比傳統花盆更利於植物的生長。
- (6) 由圖 2-4-13 可知,除了外在條件可導致植物吸水量不同之外植物在相同環境下各別差 異,也會導致植物吸水量不同。
- (7) 由圖 2-4-12 得知,一般園藝用濕度計上標示數值保持在 200 到 500 之間對植物為良好濕度生長環境,但植物在維持在此狀況之下生長結果懸殊,只有 2 號盆生長理想。故可說明使用一般溼度計的標示,不見的適合所有的植物或各種不同條件的土壤。
- (8) 由圖 2-4-13 可知,吸水花盆折線圖有相同的趨勢,且每盆皆有自己喜歡的溼度狀態。 因為個別差異導致每盆花盆吸水量不同,每盆植物所需水分不同且每盆植物會因當天 天氣而有不同的需水量。例如:吸水花盆 B1 以小幅度震盪逐漸下降大致趨勢與其他 花盆一樣,第十天植物需要更大的溼度於是數值由 157 到 358,震盪表示植物透過吸 水花盆吸取水分的過程,植物具有主導性,可自行決定當天適合自己的土壤溼度條件。

實驗 2-5:不同植物使用吸水花盆的生長情形

實驗目的:觀察並記錄不同植物在吸水花盆中之加水間隔天數及其生長情形。

1. 實驗器材:吸水花盆 10 個、大波斯菊、金毛菊、秋海 棠、夏堇、百日草、萬年青等共10盆盆栽。(如圖2-5-1)

2. 實驗步驟:

- (1) 將 10 盆植物裝入吸水花盆中。如圖 2-5-2。
- (2) 將每盆吸水花盆蓄水槽加入 250c.c.的水。圖 2-5-3。 圖 2-5-1 10 盆各種盆栽植物



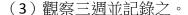




圖 2-5-2 將植物裝入吸水花盆中



圖 2-5-3 吸水花盆加入 250ml 水

表 2-5-1 植物澆水平均間隔天數及生長情形(平均室溫 28° C)

盆號 植物品種	1 大波 斯菊	2 大波 斯菊	3 大波 斯菊	4 金毛 菊	5 秋海 棠	6 秋海 棠	7 夏堇	8 夏堇	9 百日 草	10 萬年 青
加水間隔天數	8天	10天	7天	8天	7天	7天	8天	10天	8天	12 天
生長情形	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好	良好

3. 實驗結果:

- (1) 由表 2-5-1 可知吸水花盆可大幅延長植物加水間隔天數。
- (2) 10 盆植物皆生長良好,表示吸花盆可適用於不同植物。



圖2-5-4植物脫水後再加 水長得不好

4. 實驗討論:

(1) 由實驗可知部分植物雖不同但仍生長良好,是因吸水花盆

依植物所需自行供水,不會有植物因所需水分不同使水量過多或過少而死亡的問題。

- (2)延長植物澆水間隔天數可有效節省水分,進而達到節省水資源的目標。
- (3)因為太久不用澆水,容易忘記,導致植物枯死。所以需設計可自行警示的吸水花盆。

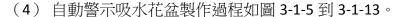
研究三:研發第二代吸水花盆(具有警示能力)

實驗目的:使用 Arduino 偵測蓄水槽是否還有水,並自動警示。

1. 實驗器材:Arduino 板、蓄水槽、花盆 3 大 3 小、水盤、跳線接頭、LCD 面板。

2. 實驗步驟:

- (1) 將挖好的小花盆、水盤、蓄水槽由上往下由螺絲釘組合(如圖 3-1-2)。
- (2) 將組好的(1)放入大花盆中,並將預留的單芯線接上 內側接頭(如圖 3-1-3)。重複上述步驟再做出 2 組。
- (3) 設計一個可以個別管理花盆是否還有水,且能在 LCD 面板提示哪一盆盆栽已沒水的程式。



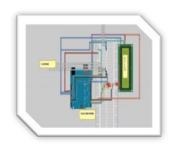


圖 3-1-1 自動花盆警示器電路圖



圖 3-1-2 自動警示花盆上半部裝置



圖 3-1-3 自動警示花盆內部接線

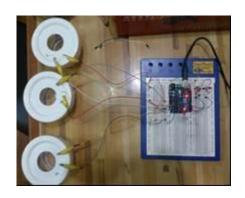


圖 3-1-4 自動警示花盆和 Arduino 板



圖 3-1-5 自動警示花盆的製作



圖 3-1-6 自動警示花盆線路結構



圖 3-1-7 自動警示花盆電路設計圖



圖 3-1-8 焊洞洞板過程(1)



圖 3-1-9 焊洞洞板過程(2)

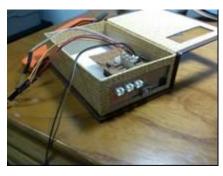


圖 3-1-10 自動警示控制器內部



圖 3-1-11 自動警示花盆測試圖

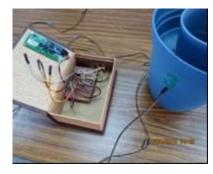


圖 3-1-12 自動警示器與外部花盆 連接圖



圖 3-1-13 自動警示花盆外觀成果

3. 實驗結果:

- (1) 第二代吸水花盆程式見附件 3-1。
- (2) 當底部蓄水盆無水時、控制器的燈即開始閃爍 LCD 版即顯示「no water!」,當每盆 皆有水時,LCD 版即顯示「water ok!」,且每盆獨立顯示,達到了提醒我們的目標。
- (3) 控制器上的燈及顯示器可個別顯示儲水槽內是否還有水,完成了統一管理的需求。
- (4) 前往東區成果發表會及台北華山文創園區 Maker 展發表結果與照片彙整如下:
 - (I) 我們的花盆受到許多同好與教授支持。
 - (Ⅱ)有來參觀的教授指出,因訊號皆使用線材,所以會有拉越長信號越弱的狀況發 生。



圖 3-1-14 東區成果發表吸引民 圖 3-1-15 與專家說明設計原理 眾注意





圖 3-1-16 Maker 展發表受到許 多同好與教授支持

- (1) 我們把大面積麵包版電路縮小化,並焊在洞洞板上縮小面積也易於使用和攜帶。
- (2) 長時間使用後我們發現蓄水槽的水變得混濁(類似舒跑的樣子)。如圖 3-1-17。這是因為水長期 通電導致水電解,負極的銅產生銅離子使水產生 淡藍色混濁。需再進一步研究探針氧化及水電解 的問題。



圖 3-3-17 蓄水槽水便混濁且 探針氧化

- (3) 程式設計為每隔一陣子便測量一次,不斷發送訊息,也因此浪費電能。
- (4) 感謝有來參觀 Maker 的教授指出,因訊號皆使用線材所以會有拉越長信號越弱的狀況發生。於是我們便想進一步改進這個花盆。

研究四:研發第三代吸水花盆〈克服水因電分解及線材過長訊號越弱問題〉

實驗目的:避免讓蓄水槽的水電解,能以簡單電路通知蓄水盆缺水。

1. 實驗器材: 蓄水槽、花盆一大一小、水盤、跳線接 頭、浮桶開關、改造電池盒、電池。

2. 實驗步驟:

- (1) Arduino 吸水花盆外觀重複研究三的實驗步驟
 - (1) 將浮桶開關與電線接好並使用熱縮管包

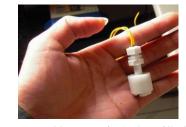


圖 4-1-1 浮桶開關實際大小構造圖

- 好,將浮桶開關放於水中,並將預留的單芯線接上內側接頭。將電池盒改造成3個 接孔,將 LED 接於盒上。(如圖 4-1-3)。
- (2) 使用電話線設計一電路使其能缺水時閃爍 LED 燈,達到提醒加水及減少訊號減弱的 目的。





時閃爍 LED 燈

接孔,將LED接於盒上

圖 4-1-2 設計一電路使其能缺水 圖 4-1-3 電池盒側邊改造成 3 個 圖 4-1-4 水並無電解, 蓄水槽無 水時控制燈會開始閃爍

3. 實驗結果:

- (1) 啟動電源後水並無電解,經多日蓄水槽無水時控制燈會開始閃爍。
- (2) 浮桶開關多次操作後仍無電解水且操作簡單設備十分的穩定。

- (1) 浮桶開關不需用水來當通電的媒介故不會電解水。過程中不需使用探針故不會有探 針氧化的問題,保持第二代的優點,並達到讓水不電解的目標。
- (2) 程式設計為缺水時才通電發送訊息,比前面的程式每隔一陣子測量一次,較為省電。
- (3) 多樓層多房間時,許多警示容易被忽略,且能夠監控的盆數少,所以需在進一步設 計、改進。

研究五:研發第四代吸水花盆(自動發送電子郵件)

實驗目的:了解如何用 Arduino 發送 e-mail,以達遠端提醒效果。

1. 實驗步驟:

- (1) 重複研究三的實驗步驟(1)到(2)。將線插入麵包板,並將 Arduino 板連接電腦。
- (2) 將自行設計程式灌入板中。反覆測試直到自動警示花盆能成功發送 e-mail。

2. 實驗結果:



圖 5-1-1 電腦網路信件畫面

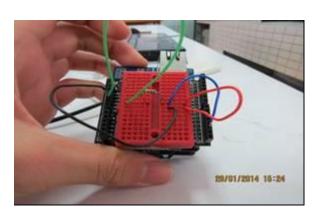


圖 5-1-2 Arduino 網路板電路照片

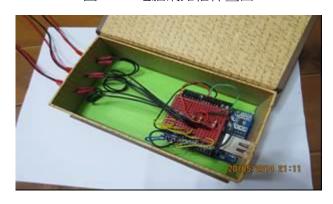


圖 5-1-3 網路版電路組裝圖



圖 5-1-4 整體裝置圖

- (1) 第四代吸水花盆程式見附件 5-1。
- (2) 當底部蓄水盆無水時,浮筒開關便會形成通路,Arduino 板及發送 e-mail 至指定信箱,提醒缺水訊息,例如:「主人我很渴」、「快為我加水喔!心愛的花盆敬上」等,達到了提醒我們的功能又增加樂趣,且達到利用網路設計遠端監控、警示花盆。

- (1) 程式設計為有第三代所有的優點,克服了在多樓層多房間容易忽略警示的問題。
- (2) 實驗程式亦可設計控制多盆,在某盆缺水時網路板便會發送 E-mail,達到遠端提醒。

伍、實驗結論

- 一、為了解吸水花盆對植物生長情形的影響,因此設計了研究二實驗1到5,其結果如下:
 - 1.由實驗 2-1 結果可知:吸水花盆可讓土壤保持在穩定濕度區間,傳統花盆則不能。
 - 2.由實驗 2-2 結果可知:聚酯纖維繩有極佳輸水性,是吸水花盆的首選材料,並得知棉布並非最好的吸水材料。
 - 3.由實驗 2-3 結果可知:固定加水量下,傳統花盆的溼度數值在五天中皆呈現下滑,而吸水花盆可在數值下滑後,將數值提升到穩定值,其植物生長結果也比傳統花盆良好。
 - 4.由實驗 2-4 結果可知:吸水花盆可將外盆的水吸回內盆給植物,加水時布條可疏散根部 積水到外盆,亦能供給植物所需之水分,使盆內濕度穩定,傳統花盆則易因根部排水 不良而死亡。
 - 5.由實驗 2-5 結果可知: 10 盆植物皆生長良好,表示吸花盆可適用於不同植物。
- 二、為了解如何能製作出自動警示缺水裝置,因此設計了研究三到研究五:
 - 由研究三結果可知:控制器明確顯示出缺水盆栽並無需自行檢查。控制器上的燈個別顯示儲水槽內是否還有水,完成了統一管理。
 - 2. 由研究四結果可知:浮桶開關不會電解水,過程中不使用探針故無氧化問題,缺水時 電路才呈通路,平時不耗電能環保節能,也沒有線材長度影響訊號的問題。
 - 3. 由研究五結果可知:底部蓄水盆無水時,浮筒開關形成通路,Arduino 板即發送 e-mail 至指定信箱,提醒缺水訊息達到遠端提醒的效果,再也不會有忽略警示的情形發生,且經濟又便宜。

陸、心得

這次我們很幸運地能參加科展活動,這過程很辛苦!兩年寒假及假日幾乎都在實驗室中度過,雖然遇到了許多困難與挑戰,不過在研究中經一番的磨鍊後,習得了該有的科學精神、得到了許多難能可貴的實驗經驗,更重要的是我們體驗到了團隊精神的重要。因應實驗的需要我們要克服許多像如何由網路資料學習 Arduino 基本電路、C 語言、使用麵包板及電路接錯時,導致 Arduino 電路板燒壞或找不出程式錯誤等困難。我們一路過關斬將,將實驗中充

滿挑戰的地方給解決掉,最後,我們才完成了改善吸水花盆自動提示功能的實驗,將所有成果與大家分享時,那真是好有成就感呢!

柒、建議

- 一、在未來可將洞洞板所焊的電路板換成印刷電路板,以減少體積並降低故障率。
- 二、因本實驗使用 Arduino 乙太網路版未來可嘗試使用 Arduino 無線網路版,無線化。

捌、參考資料

- 一、翰林出版社(102)自然與生活科技【1上】第四章生物體的運輸作用 p.88。
 - 翰林出版社(102)自然與生活科技【1下】第七章科技與文明 p.162。
 - 翰林出版社(102)自然與生活科技【1下】第八章資訊傳播與網際網路 p.190。
 - 翰林出版社(102)自然與生活科技【3上】第一章生活中的電 p.40。
- 二、九十六學年度科學展覽會作品說明書/理化科/有趣的線水管/台北市立螢橋國中國明中學。
- 三、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會/生活與應用科學科/神奇小吸管-生活好幫手/ 桃園縣大園鄉溪海國民小學。
- 四、梅克·施密特(Maik Schmidt)/Arduino快速上手指南/初版/台北市/馥林文化/2012年10月。

五、網路資料:

- 1. Definition of VolatileOrganicCompounds. http://epa.gov/ttn/naaqs/ozone/ozonetech/def_voc.htm/美國環境保護局。
- 2. http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4290&cpage=1/國科會高瞻自然科學教學資源平台 國立臺灣大學/國立台灣大學化學系陳光彦/揮發(Volatility)與揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds, VOC)。
- 3. http://cec.npust.edu.tw/e-learning/agronomy/古明萱/農藝學第六章作物與水/屏科大。

附件

附件表 2-3 土壤溼度記錄

楣1 🔻	無布盆一▼	無布盆二・	無布盆三・	無布盆四・	無布盆五	有布盆一▼	有布盆二・	有布盆三・	有布盆四 •	有布盆五▼
2014/2/1	449		405	501	455	922	754		473	447
2014/2/1	472		417	519	454	1023	857		500	469
2014/2/1	488		424	531	466	8	129		291	314
2014/2/1	497		430	539	480	563	505		389	385
2014/2/1	503	475	436	546	496	546	509	449	391	386
2014/2/1	508	477	442	577	508	463	449	409	375	374
2014/2/1	511	480	447	589	518	545	497		386	382
2014/2/1	516	482	452	595	526	177	311	322	341	350
2014/2/1	517	477	456	628	536	0	132		294	312
2014/2/1	519	510	459	633	543	1023	888	712	511	472
2014/2/1	520	516	461	638	550	10	136	203	288	314
2014/2/1	520	515	461	641	556	1023	892	712	511	478
2014/2/1	522	512	461	659	561	26	168	223	302	322
2014/2/2	522	513	461	662	564	27	154	215	293	319
2014/2/2	520	514	461	664	568	371	401	379	365	368
2014/2/2	521	515	460	665	570	399	407	381	364	368
2014/2/2	521	515	460	668	573	396	411	384	366	371
2014/2/2	522	517	457	670	575	1023	877	699	508	473
2014/2/2	522	517	454	672	575	21	129	200	297	320
2014/2/2	523	519	453	674	576	444	426	392	372	374
2014/2/2	523	520	449	676	576	427	436	401	377	377
2014/2/2	524	522	447	678	577	536	516	455	397	391
2014/2/2	520	523	443	682	578	507	476	430	385	382
2014/2/2	520	526	441	683	579	1023	861	693	509	473
2014/2/2	521	529	440	687	580	1023	850	685	501	469
2014/2/2	521	530	438	688	580	255	192	234	311	325
2014/2/2	523	534	439	688	582	413	260	274	326	335
2014/2/2			438	691	584	370	352		350	357
2014/2/2			439	694	585	1023	855		504	470
2014/2/2			438	695	587	629	553		404	395
2014/2/2			439	696	587	794	547	468	402	387
2014/2/2		547	437	697	588	386	268		324	332
2014/2/2			437	698	590	388	247		319	329
2014/2/2			435	699	590	1023	851	687	503	467
2014/2/2			434	625	591	1023	853		500	467
2014/2/2		559	433	626	591	1023	849		500	466
2014/2/2			431	625	592	682	595		421	411
2014/2/3			429	625	591	80	186		304	324
2014/2/3		570	426	624	590	440	272		328	336
2014/2/3			425	623	590	780	513		391	380
2014/2/3		574	423	622	589	297	329		342	354
2014/2/3			420	622	588	584	548		412	408
2014/2/3				621	586	1023	865		512	478
2014/2/3				630	585	1022	102		288	309
2014/2/3 2014/2/3			415	629 624	584 582	1023 1023	862 862		503 514	470 470
2014/2/3			414	624	580	708	439		375	368
2014/2/3			413	623	580		509		399	394
2014/2/3				622	579	528	96		276	301
2014/2/3		1	411	621	578	606	562		414	404
2014/2/3			411	621	576	770	674		447	428
2014/2/3		1		621	575	8	107		282	309
2014/2/3			409	621	573	489	480		393	389
2014/2/3			412	620	570	1023	858		509	466
2014/2/3			412	618	568	1023	861		513	400
2014/2/3			410	617	566	1023	853		503	474
2014/2/3			406	615	565	1023	853		505	470
2014/2/3		1	404	612	562	1023	209		306	328
2014/2/3				611	559	0	95		282	305
2014/2/3				608	557	873	846		492	462
2014/2/3			400	606	556	0	92		283	303,
20171213	737	001	100	000	550	U	72	170	200	505

2014/2/4											
2014/2/4	2014/2/4	438	600	398	600	554	427	408	387	367	370
2014/2/4	2014/2/4	436	600	398	598	551	21	95	181	288	307
2014/2/4	2014/2/4	436	599	397	594	551	798	546	470	405	390
2014/2/4	2014/2/4	435	598	395	590	548	392	362	353	351	360
2014/2/4	2014/2/4	434	598	393	587	546	549	504	451	392	387
2014/2/4 429 588 396 589 538 483 450 414 380 380 2014/2/4 430 587 391 589 534 914 655 545 443 420 421 580 388 588 530 5 100 183 290 312 2014/2/4 424 574 386 605 523 246 298 314 342 354 2014/2/4 422 570 384 603 516 621 551 482 413 405 2014/2/4 418 567 383 600 510 1008 838 675 497 466 2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 849 683 500 468 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 845 648 497 458 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 377 338 546 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 32	2014/2/4	433	596	391	583	543	1023	848	683	502	463
2014/2/4 430 587 391 589 534 914 655 545 443 420 2014/2/4 427 580 388 588 530 5 100 183 290 312 2014/2/4 424 574 386 605 523 246 298 314 342 354 2014/2/4 422 570 384 603 516 621 551 482 413 405 2014/2/4 418 567 383 600 510 1008 838 675 497 466 2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 <	2014/2/4	431	591	390	591	541	1023	853	690	509	476
2014/2/4	2014/2/4	429	588	396	589	538	483	450	414	380	380
2014/2/4 424 574 386 605 523 246 298 314 342 354 2014/2/4 422 570 384 603 516 621 551 482 413 405 2014/2/4 418 567 383 600 510 1008 838 675 497 466 2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380	2014/2/4	430	587	391	589	534	914	655	545	443	420
2014/2/4 422 570 384 603 516 621 551 482 413 405 2014/2/4 418 567 383 600 510 1008 838 675 497 466 2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467	2014/2/4	427	580	388	588	530	5	100	183	290	312
2014/2/4 418 567 383 600 510 1008 838 675 497 466 2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470	2014/2/4	424	574	386	605	523	246	298	314	342	354
2014/2/4 415 562 380 602 505 24 126 197 301 326 2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470	2014/2/4	422	570	384	603	516	621	551	482	413	405
2014/2/4 413 560 379 600 502 478 449 414 383 382 2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376	2014/2/4	418	567	383	600	510	1008	838	675	497	466
2014/2/4 412 555 377 599 499 1023 849 683 500 468 2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 848 683 495 467 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352	2014/2/4	415	562	380	602	505	24	126	197	301	326
2014/2/4 410 552 376 599 496 1023 846 682 501 469 2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352	2014/2/4	413	560	379	600	502	478	449	414	383	382
2014/2/4 409 548 374 595 492 442 429 402 378 380 2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475	2014/2/4	412	555	377	599	499	1023	849	683	500	468
2014/2/4 407 546 372 593 490 436 411 389 370 374 2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439	2014/2/4	410	552	376	599	496	1023	846	682	501	469
2014/2/4 405 542 371 590 490 1023 848 683 495 467 2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439	2014/2/4	409	548	374	595	492	442	429	402	378	380
2014/2/4 404 540 368 589 487 1023 849 688 502 470 2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315	2014/2/4	407	546	372	593	490	436	411	389	370	374
2014/2/4 402 536 366 613 482 12 100 185 289 313 2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455	2014/2/4	405	542	371	590	490	1023	848	683	495	467
2014/2/4 400 531 365 609 479 438 419 394 371 376 2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450	2014/2/4	404	540	368	589	487	1023	849	688	502	470
2014/2/4 397 526 363 606 477 497 333 327 346 352 2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 321 363 323 576 416 0 101 184 288 313 <	2014/2/4	402	536	366	613	482	12	100	185	289	313
2014/2/5 396 521 362 650 461 1023 798 648 497 458 2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313	2014/2/4	400	531	365	609	479	438	419	394	371	376
2014/2/5 391 517 358 640 473 1023 855 692 504 475 2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 <	2014/2/4	397	526	363	606	477	497	333	327	346	352
2014/2/5 388 513 356 638 470 1004 741 605 469 439 2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302	2014/2/5	396	521	362	650	461	1023	798	648	497	458
2014/2/5 385 509 356 636 467 0 103 188 293 315 2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305	2014/2/5	391	517	358	640	473	1023	855	692	504	475
2014/2/5 343 397 333 598 426 958 746 620 482 455 2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/5	388	513	356	638	470	1004	741	605	469	439
2014/2/6 337 388 322 592 422 733 713 610 474 450 2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/5	385	509	356	636	467	0	103	188		315
2014/2/6 331 376 319 584 417 1023 861 702 519 482 2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/5	343	397	333	598	426	958	746	620	482	455
2014/2/6 327 363 323 576 416 0 101 184 288 313 2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/6	337	388	322	592	422	733	713	610	474	450
2014/2/6 325 352 323 569 414 682 611 528 437 426 2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/6	331	376	319	584	417	1023	861	702	519	482
2014/2/6 328 348 321 568 417 0 91 174 274 302 2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/6	327	363	323	576	416	0	101	184	288	313
2014/2/6 328 345 325 567 421 0 92 175 277 305 2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/6	325	352	323	569	414	682	611	528	437	426
2014/2/6 324 338 333 564 422 9 139 208 290 316	2014/2/6	328	348	321	568	417	0	91	174	274	302
	2014/2/6	328	345	325	567	421	0	92	175	277	305
2014/2/6 321 331 334 559 423 1023 855 692 509 473		324	338	333	564	422	9	139	208	290	316
	2014/2/6	321	331	334	559	423	1023	855	692	509	473

附件表 2-4 傳統花盆與吸水花盆之累計加水量(A組:吸水花盆/B組:傳統花盆)(ml)

加水日期	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	В3	B4	B5
2/6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2/7		50			50					
2/8		50								
2/9		50	50	50		50	50	50	50	50
2/10		50								
2/11		50		50						
2/12		50								
2/13		50								
2/14	50									
2/15		50				50	50	50	50	50
2/16		50								
2/17		50								
2/18		50								
2/19		50		50						
2/20		50		50	50					
2/21	50	50								

2/23		50		50		50	50	50	50	50
2/24	50	50								
2/25		50								
2/26		50								
2/27		50		50	50					
總量	250	1050	150	400	250	250	250	250	250	250

』 附件 3-1 第二代吸水花盆程式↩

```
#include <SD h>√
#include <Wire.h> ₽
#include <LiquidCrystal_I2C.h>√
LiquidCrystal I2C lcd(0x27,16,2); //
set the LCD address to 0x27 for a 16
chars and 2 line display↓
//使用 while 涵式測試↩
                                           {⊕
int A0waterPin=0:«
int A1waterPin=1;€
int A2waterPin=2; ←
                                             lcd.print("1
int A0ledPin=2; ₽
int A1ledPin=3; ₽
                                       值熄燈)₩
int A2ledPin=4:4
int A0waterPin_val=0;↓
                                           {44
int A1waterPin val=0;€
int A2waterPin val=0;↓
char Str4[]= "arduino"; ↔
char Str5[]= "Hello ";↔
void setup(){ ←
    pinMode(A0ledPin,OUTPUT); ₽
    pinMode(A1ledPin,OUTPUT);
     pinMode(A2ledPin,OUTPUT);
  lcd.init();
//initialize the lcd ←
                                            341
  // Print a message to the LCD.↓
                                          delay(500);₽
 lcd.backlight();
}#
voidloop()₽
{₩
                                                delay(500); ←
lcd.clear(); ←
lcd.setCursor(0,0);

√
lcd.print("
                 Water OK!");₽
```

```
A0waterPin_val=analogRead(A0waterPin);
A1waterPin val=analogRead(A1waterPin);
A2waterPin val=analogRead(A2waterPin);
if(A0waterPin_val>1015)√
      digitalWrite(A0ledPin,LOW); 4
      lcd.setCursor(0.0);

√
                      No water!");↔
    if(A1waterPin_val>=1015)//(大於此
      digitalWrite(A1ledPin,LOW);↓
      lcd.setCursor(1,0);

√
      lcd.print(",2 No water!");↓
    if(A2waterPin_val>=1015)√
      digitalWrite(A2ledPin,LOW);↓
      lcd.setCursor(3,0);

√
      lcd.print(",3 No water!");₽
       digitalWrite(A0ledPin,HIGH);↓
      digitalWrite(A1ledPin,HIGH);↓
      digitalWrite(A2ledPin,HIGH);↓
```

附件 5-1 第四代吸水花含程式。

```
#include <SPI.h>..
                                         <game881225@gmail.com>")); //設定
#include <Ethernet.h>...
                                         收件者姓名 <收件者 E-mail>。
byte mac[] = \{0x90, 0xA2, 0xDA, 0x00,
                                           client.print(F("From:"));...
0x59.0x67}; ...
                                           client.println(F("Arduino
char server[] = "smtp.anet.net.tw";...
                                         <arduino@myarduino.com>")); //設定
                                         寄件者姓名《寄件者 E-mail》。
EthernetClient client:...
//腳位 4,10,11,12,13 不能使用。
                                           client.print(F("Subject:"));...
constint buttonPin = 2: //按鈕腳位,記
                                           client.print(F("老爸! 我快不行了"));
得要接地,不然會一直寄信。
                                         /設定 郵件主旨。
int check = 0; //狀態確認。..
                                           client.println(F("\r\n"));...
int x = 0;
                                           client.println(F("我好渴!"));
void setup()...
                                         client.println(F("快給我水喝!")); ...
                                           client.println(F("."));...
£.,
  Serial.begin(9600);...
                                           if(!eRcv()) return 0;...
  pinMode(buttonPin, INPUT); 輸入. | Serial.println(F("Sending QUIT"));...
  pinMode(4,OUTPUT);...
                                           client.println(F("QUIT"));...
  digitalWrite(4,HIGH);...
                                           if(!eRcv()) return 0;...
  //Ethernet.begin(mac, ip, gateway,
                                           client.stop();...
gateway, subnet); ...
                                           Serial.println(F("disconnected"));...
  while (Ethernet.begin(mac) == 0){...
                                           return 1:..
    Serial.println("Connect Internet");...
    delay(3000); ...
                                         byte eRcv()...
  Serial.println("Connect Successful");...
1.0
                                           byte respCode;...
void loop()...
                                           byte this Byte;...
                                           intloopCount=0;...
  if(digitalRead(buttonPin) == HIGH)...
                                           while(!client.available()) {..
                                             delay(1);...
    if(check == 0)\{...
                                             loopCount++:...
      if(sendEmail()){ ...
                                             // if nothing received for 10 seconds,
         Serial.println(F("Email sent"));
                                        timeout...
                                             if(loopCount>10000) {...
      3.7
      else {...
                                               client.stop():..
                                                Serial.println(F("\r\nTimeout"));..
         Serial.println(F("Email
                                               return 0;...
failed"));...
      }..
                                             }..
```

```
}..
                                               respCode = client.peek();...
    check = 1;...
  3.0
                                               while(client.available())...
  else {...
                                                 thisByte = client.read();
    check = 0:
                                             Serial.write(thisByte);...
  delay(10000);...
                                               3.0
                                               if(respCode >= '4')...
byte sendEmail()...
£.,
                                                 efail();...
  byte this Byte = 0;...
                                                 return 0; ...
  byte respCode;...
                                               }...
  if(client.connect(server,25)) {...
                                               return 1;...
     Serial.println(F("connected"));...
                                             void efail()...
  } else {...
     Serial.println(F("connection
failed"));...
                                               byte this Byte = 0;...
                                               intloopCount=0;...
    return 0;...
  1.0
                                               client.println(F("QUIT"));...
  if(!eRcv()) return 0;...
                                               while(!client.available()) {...
    Serial.println(F("Sending helo"));...
                                                 delay(1);...
  client.println(F("helo 0.0.0.0"));...
                                                 loopCount++;...
  if(!eRcv()) return 0;...
                                                 // if nothing received for 10 seconds,
     Serial.println(F("SendingFrom"));..
                                            timeout...
  client.println(F("MAIL From:
                                                 if(loopCount>10000) {...
<arduino@myarduino.com>"));
                                                    client.stop();...
if(!eRcv()) return 0;...
                                                    Serial.println(F("\r\nTimeout"));...
     Serial.println(F("Sending To")):...
                                                    return:..
  client.println(F("RCPT To:
                                                 1
<game881225@gmail.com>")); //設定
收件者 E-mail...
                                               while(client.available())...
  if(!eRcv()) return 0;...
  Serial.println(F("Sending DATA"));...
                                                 thisByte = client.read();
  client.println(F("DATA"));...
                                                 Serial.write(thisByte);...
  if(!eRcv()) return 0;...
                                               }...
Serial.println(F("Sending email"));...
                                               client.stop();..
  client.print(F("To:")); ...
                                               Serial.println(F("disconnected"));...
  client.println(F("You.
```

【評語】030810

- 1. 利用纖維繩等吸水材質設計保持花盆水分之設備。
- 2. 利用溼度計傳出缺水信號可以用 LED 或無線傳輸方法通知栽植者澆水。
- 3. 具有實用價值潛力,可以成為智慧型盆栽設計。