

後記

蟑螂先生，您挑嘴嗎？

為了知道小昆蟲活的時候腸胃如何運作，中山女中學生何孟霓、李忻近距離觀察，運用生物放電，以解剖方式插針進入蟑螂消化道，連接電極，用電流瞭解消化道不同部位放電波形，觀察蟑螂消化道的中前腸部位構造、瞭解肌肉放電情形和探討肌肉調節機制，發現蟑螂消化道的肌肉與人類的平滑肌不同，食道內有剛毛可協助食物向後移動，前胃砂囊壁較厚有齒，具磨碎食物的功能；餵食葡萄糖和麩胺酸，則肌肉放電大不相同，難道蟑螂挑嘴？

與蟑螂的邂逅

勇氣是從已知到未知，從熟悉到陌生、從安逸到勞頓。不敢說是蟑螂有勇氣還是同學，但一個是注定悲劇的宿命，一個是冒著惡心的危險，兩者都頗令人欽佩。

沒見過那麼精密的殺蟑動作：「利用二氧化碳麻醉法，將美洲蜚蠊（蟑螂）麻醉後置於培養皿內，用小剪剪去其六肢及翅膀，再從蟲體背部兩側解剖出兩道傷口……再來以鑷子小心撕下背部的骨板，此時已完成解剖，最後只需要再將蓋住器官的脂肪體輕輕剝除，以便進行體內器官的觀察。」再加上插針研究，至少50隻以上蟑螂壯烈犧牲。

筆者驚恐地問：「當初是妳自願加入蟑螂組的嗎？」何同學抿著嘴笑說：「越怕就越想試試看。」筆者：「教教我如何活捉蟑螂！」李同學熟練地解釋：「只要用長鑷子夾住蟑螂胸腹，拿著放到蟑螂屋上，黏住他的腳，就可以了。」但蟑螂還是偶而跑出昆蟲箱亂竄，實驗室裡大家一起抓小強，如果真得不行只好用踩的解決問題。有次一位同學的蟑螂逃跑，她怕一整天的實驗報銷，心一橫徒手活抓蟑螂，獲得同學們一致敬佩，這位同學後來抓出名聲，只要哪組蟑螂潛逃就高聲呼叫她的名字。

蟑螂您挑嘴嗎？

2人研究小組解釋，此實驗是觀測食物放在蟑螂口器時，消化道的預備反射放電反應。生物肌肉放電很難偵測，當初花了整個七月不斷插針，才找到消化道的放電部位。用EMG做電流測試時，所有手機、電燈、音響和電子設備都得關機，人也不能靠近，因生物電很微弱，波形非常容易受干擾，最後終於找到消化道波形模式，如果波形不合，表示有外力干擾而非蟑螂本身放電。蟑螂插針完後還可以繼續走來走去，過一陣子才會死亡。

過程中，研究小組說最有趣的莫過於觀察「肌肉電位圖」，因為波形頗具形式美且有重要存在價值，用以比對自己的假說和研究結果；兩位宣稱過程使自己的耐性急遽地增加，因為插針很難插中放電部位，插中了還可能會跑掉，而且「失之毫釐、差之千里」，所以每張電位圖都彌足珍貴。

放電結果大不同，餵食葡萄糖液時，蟑螂的嗉囊（儲存食物）肌肉放電幅度增加，推測單糖不再需要儲存與透過澱粉酶進行分解，因此肌肉收縮，將葡萄糖擠向砂囊。餵食味精（麩胺酸）時，蟑螂的砂囊肌肉放電幅度增加，推測麩胺酸為蛋白質的一種次單位，引發砂囊肌肉做收縮活動。因應攝食種類不同，蟑螂腸胃即將展開不同的消化活動，才引發不同的放電反應。

4-1 機 電 實 作 作 品



綠色小幫手自走盆栽

臺北市立內湖高級工業職業學校
盧士凱、顧達昀、謝坪錡、郭威賢

綠色小幫手自走盆栽

A 作品特色或用途

陽光、空氣、水，是生命的三大要素，加上適合的溫度，植物才能順利的成長。一般而言，植物苗圃常以溫室來控制光、空氣、水和溫度，但對於居家環境或辦公室而言，為了盆栽而刻意建造一座溫室並不切合實際。本作品設計一個有趣的盆栽，讓植物如同動物一般，在飢餓或口渴等生理需求的時候，能夠自行走到定點來獲得補充。由於不須透過人為照料，因此盆栽主人不須付出太多精神，也能享受種植的樂趣，這是本作品的主要目的。本作器的主要特色如下：

一、感測功能：

透過各種感測器，讓盆栽能自動感測溫度、溼度、空氣品質及光照度。若溫度太冷或太熱，盆栽自行控制風扇使其開啓、關閉；陽光不足時，盆栽能自行開啓電燈；空氣品質不佳時，能自動打開窗戶；水份不足時，盆栽能自動開啟水源，並透過濕度感測器感測水份，適時關閉水源。

二、互動功能：

為了能即時讓主人知道盆栽缺乏什麼，我們加上了語音系統，使植物能夠「說話」，讓主人得知盆栽的現況。

三、自走功能：

為了解決植物沒有腳的問題，我們為「創意盆栽」加上了伺服機作為代步之用，並預留定位系統界面，一旦加上定位系統後，盆栽便能自動修正移動的位置，更精確到達定點。

四、環境控制：

為了解決植物沒有手的問題，我們為「創意盆栽」加上紅外線控制系統，例如：當植物走到水源位置時，便以紅外線來控制水源開關。

五、充電功能：

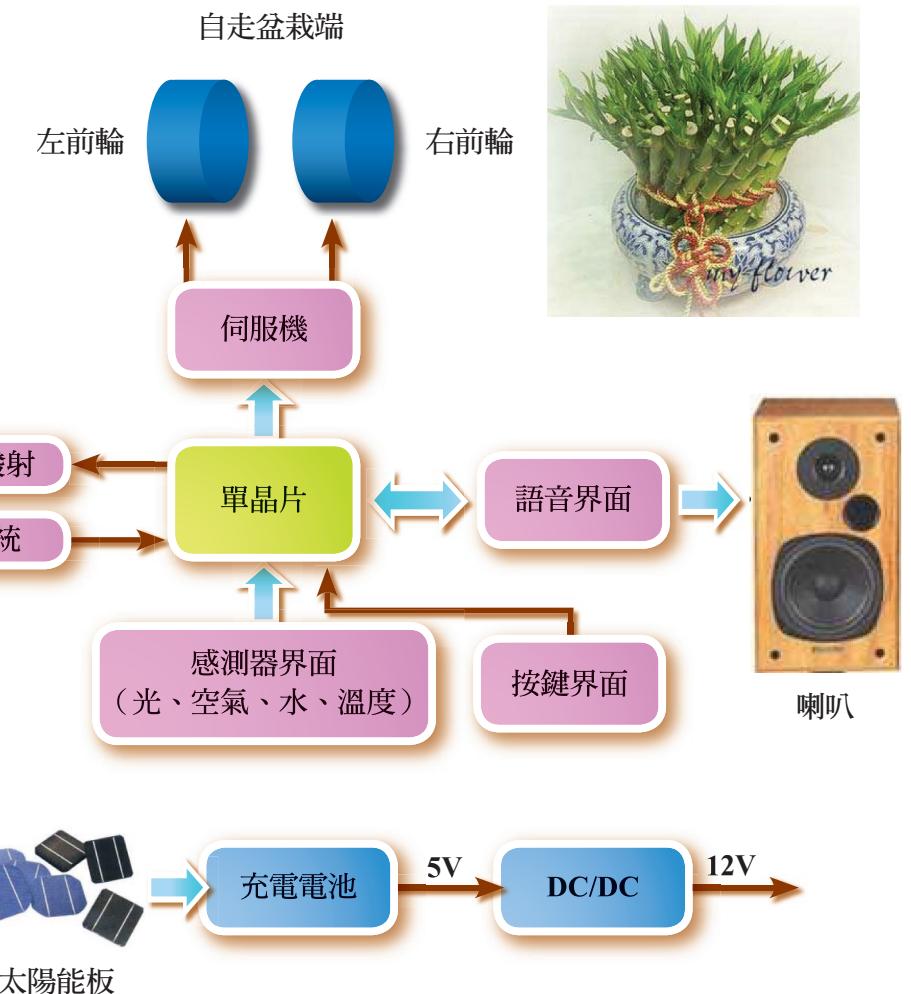
當盆栽的電力不足時，盆栽會自動移動到有光線的位置，透過太陽能板對電池充電，符合節能減碳的精神。

六、娛樂功能：

跟動物互動並不稀奇，能夠跟植物互動，才有「寵物」的感覺。因此，我們為盆栽加上了MP3播放功能，當植物感到舒適，適合生長時，便會播出主人喜愛的音樂，使植物在賞心悅目之餘，又兼具娛樂的效果。

B 作品製作要點說明

一、系統方塊：



本作品區分為二大部分：自走盆栽端與紅外線接收控制端。說明如下：

(一) 自走盆栽端：

1. 感測器界面：偵測光、空氣、溫度與濕度。
2. 伺服機：負責驅動左輪與右輪，以便將盆栽移動到適當位置。
3. 紅外線發射：盆栽到達適當位置後，發出紅外線來控制光源、空氣調節、溫度或濕度。
4. 語音界面：將預錄的語音內容播放出來。
5. 按鍵界面：利用開關來模擬植物的生理狀態，以便展示之用。
6. 電源系統：利用充電電池作為主要電力來源，以及太陽能板作為充電電力來源。
7. 定位系統：為預留的界面。將來加上定位系統後，可以讓盆栽在移動時作更精準的定位。



圖1 系統架構

如圖2為自市面上取得的糖果禮盒外殼，稍加改裝後剛好可作為盆栽的外殼。圖3為裝上伺服機及輪子後的外觀。圖4為加上控制電路後的外觀。圖5為加上感測器及太陽能板後的外觀。圖6為自走盆栽端的機械架構圖。



圖2 自走盆栽外殼



圖3 加上伺服機及輪子



圖4 加上控制電路



圖5 加上感測器及太陽能板

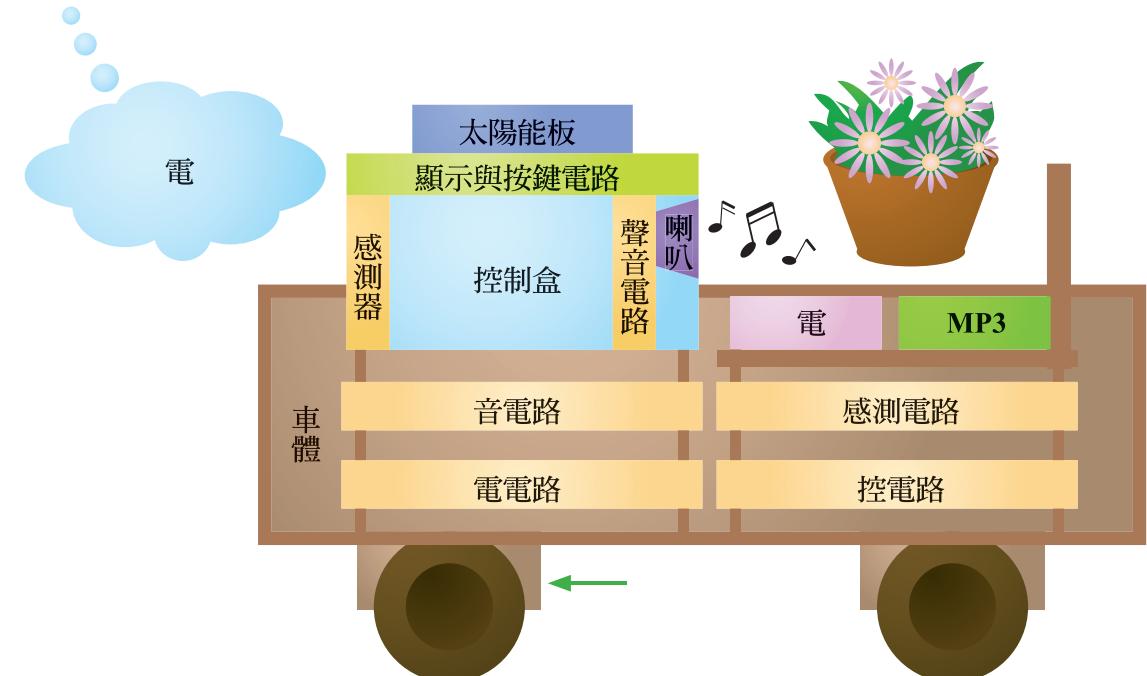


圖6 機械架構圖

(二) 紅外線接收控制端：

當盆栽發射出紅外線控制信號後，由紅外線接收控制端負責接收，再根據不同的控制信號，來分別控制光、空氣、水或溫度。如圖7為紅外線接收控制端的內部電路板規劃，圖8為加上機蓋後的外觀。



圖7 加上控制電路板



圖8 加上機蓋後的外觀

二、電路圖：

1. 主控電路：包含電源與單晶片電路。

a. 電源電路：

採用四顆1.2V 鎳氫電池作為主要電源，可提供2700mAH 的容量。太陽能板提供電池的充電來源，在100mW/cm 的照度條件下，太陽能板可得到9V，50mA 輸出，使得二極體D5，D6 導通，形成充電迴路。

b. 單晶片電路：

本作品所使用的單晶片，是具有ISP（線上燒錄）功能的AT89S51（ATMEL公司生產），電腦可透過P1.5～P1.7對單晶片進行燒錄、讀取等動作。單晶片I/O接腳規劃詳見表1。

表1 單晶片的I/O規劃

| I/O | 接腳 | 功能說明 | I/O | 接腳 | 功能說明 |
|------|-------------|----------------------------|------|--------------|----------|
| P0.0 | 光感測輸入 | 以排線連接到 語音電路 | P2.0 | 定位指示燈 | 亮：定位中 |
| P0.1 | 語音界面(INT#) | | P2.1 | 充電指示燈 | 亮：充電中 |
| P0.2 | 語音界面(SCLK) | | P2.2 | 紅外線指示燈 | |
| P0.3 | 語音界面(MISO) | | P2.3 | MP3指示燈 | 亮：MP3 ON |
| P0.4 | 語音界面(MOSI) | | P2.4 | MP3控制信號 | 1：MP3 ON |
| P0.5 | 語音界面(SS#) | | P2.5 | 蜂鳴器控制信號 | 0：蜂鳴器ON |
| P0.6 | 空接 | | P2.6 | 左伺服機控制信號 | PWM 控制 |
| P0.7 | 電子羅盤界面(MEN) | 預留 | P2.7 | 右伺服機控制信號 | PWM 控制 |
| P1.0 | 紅外線發射控制 | | P3.0 | 定位界面(SD_OUT) | 預留 |
| P1.1 | 光展示按鍵 | | P3.1 | 定位界面(SD_IN) | |
| P1.2 | 空展示按鍵 | | P3.2 | 紅外線信號輸入 | |
| P1.3 | 水展示按鍵 | 用按鍵來模擬 感測器的信號 ，以便測試。 | P3.3 | 空氣感測輸入 | |
| P1.4 | 溫度展示按鍵 | | P3.4 | 水感測輸入 | |
| P1.5 | 電池展示按鍵 | | P3.5 | 溫度感測輸入 | |
| P1.6 | 充電展示按鍵 | | P3.6 | 電池感測輸入 | |
| P1.7 | MP3按鍵 | | P3.7 | 充電感測輸入 | |

2. 感測器電路：

感測器電路包含光、空氣、濕度、溫度、電池、充電等，分別說明如下：

a. 光感測：

平常樞密特反相器輸出為邏輯1，當照度低於10 Lux時，光敏電阻與電阻分壓後的電壓高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為光感測輸出。

b. 空氣感測：

乾淨空氣時，樞密特反相器輸出為邏輯1；當空氣污濁時，TGS800輸出高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為空氣感測輸出。

c. 水份感測：

土壤潮濕時，樞密特反相器輸出為邏輯1；當土壤乾躁（相對濕度≤70%）時，水份感測器電阻上升，與電阻分壓後電壓高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為水感測輸出。

d. 溫度感測：

平常AD590輸出電流在可變電阻產生的壓降低於臨界電壓，使樞密特反相器輸出為邏輯1；當溫度上升到某一值時（例如40°C），壓降將高於臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為溫度感測輸出。

e. 電池偵測：

電池電力充足時，電池輸出邏輯1；當電池電壓下降至某一程度(DC4.5V)時，經可變電阻分壓後低於樞密特反相器的臨界電壓，使第一級反相器輸出邏輯1，再經第二級樞密特反相器後輸出邏輯0，作為電池偵測輸出。

f. 充電偵測：

未充電時，樞密特反相器輸出邏輯1；當進行外部充電時，充電電壓將高於樞密特反相器的臨界電壓，使反相器輸出邏輯0，作為充電感測輸出。

3. 語音電路：

a. 錄放音電路：採用ChipCorder所生產的錄放音IC ISD4004，ISD4004內含3840KB的非揮發性記憶體，能夠儲存約8分鐘的聲音資料。透過控制線，能夠直接進行錄、放音。語音IC的實驗步驟如下：



圖9 系統架構

b. 語音內容規劃：語音內容是以分段的方式，儲存在不同的位址，內容規劃如下：

表2 語音內容規劃

| 發音時機 | 語音內容 | 起始位址 | 秒數 |
|--------|-----------------------|-------|------|
| 光線不足 | 這裡好暗呀！我需要明亮的陽光。 | 0000H | 12.8 |
| 空氣污濁 | 這裡好悶呀！我需要新鮮的空氣。 | 0040H | 12.8 |
| 濕度不足 | 好渴呀！我需要充足的水份。 | 0080H | 12.8 |
| 溫度太高 | 哦！這裡好熱呀我想要涼快一下。 | 00C0H | 12.8 |
| 電力不足 | 哎呀！我快要沒電了我需要充電。 | 0100H | 12.8 |
| 充電時 | 我正在充電中，請稍候片刻。 | 0140H | 12.8 |
| MP3 開啓 | 請享受美妙的音樂謝謝。 | 0180H | 12.8 |
| 光線充足 | 好了！我獲得足夠的陽光了。 | 01C0H | 12.8 |
| 空氣清新 | 哈！有新鮮空氣真好。 | 0200H | 12.8 |
| 濕度充足 | 好了！我獲得充足的水份了。 | 0240H | 12.8 |
| 溫度適中 | 好了！我覺得涼快多了。 | 0280H | 12.8 |
| 電力充足 | OK！我現在的電力很充足。 | 02C0H | 12.8 |
| 充電完成 | OK！我已經充電充好了。 | 0300H | 12.8 |
| MP3 關閉 | 音樂已經關掉了。 | 0340H | 12.8 |
| 開機時 | 你好我是你貼心的綠色小夥伴，我是創意盆栽。 | 0380H | 12.8 |

4. 控制盒電路：控制盒位於自走盆栽上方，作為感測及展示操控用途。包含感測器板、中央控制板、音訊板。如圖10為控制盒位置圖。

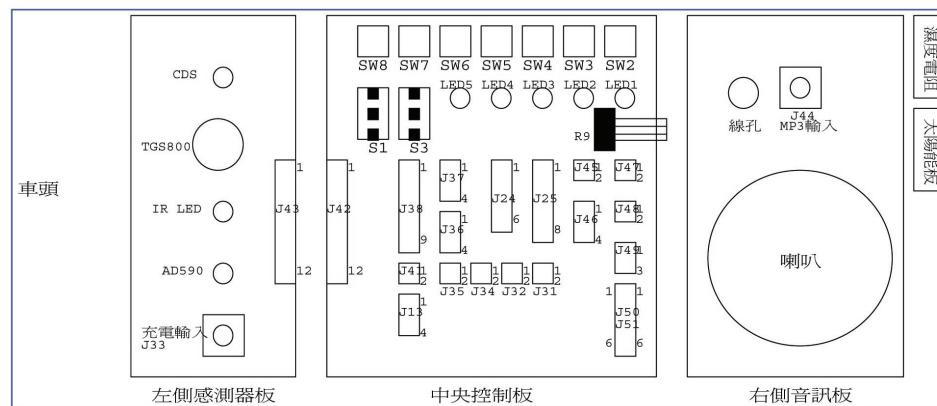
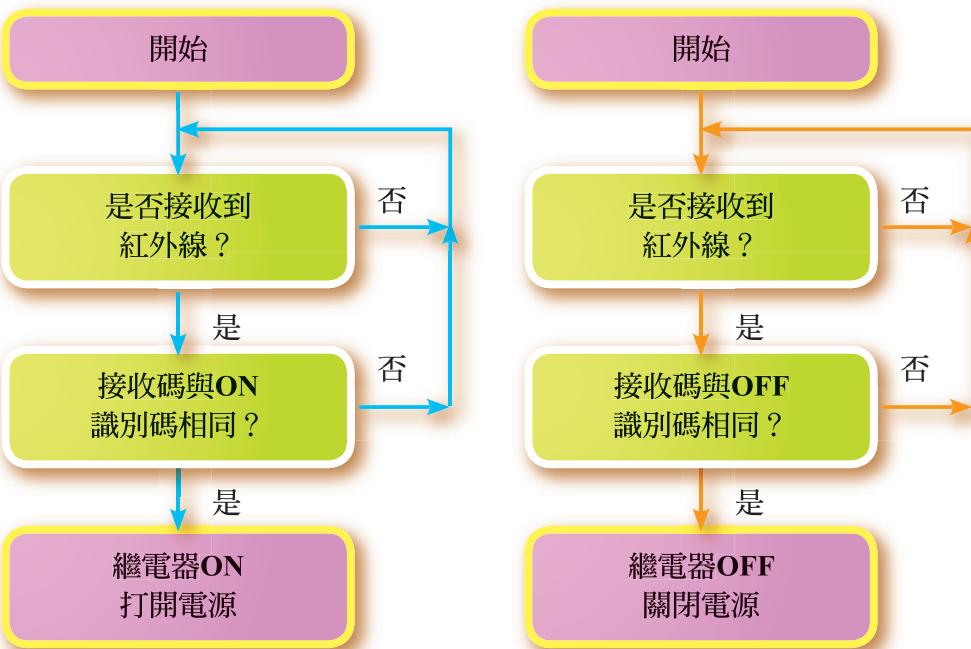


圖10 控制盒位置圖

控制盒電路圖，說明如下：

- 感測器板：將各感測器固定在控制台外殼，以便感測光、空氣、水、溫度。
- 中央控制板：包括電源開關與展示開關（展示光、空氣、水、溫度、電池電力、音樂播放等功能）。以及電源、MP3、充電、紅外線、定位的LED 指示燈。
- 音訊板：包含喇叭及MP3 輸入插座。

5. 紅外線接收控制盒電路：當接收到盆栽所發出的紅外線信號後，便啟動電源(燈光、抽風機、水源、散熱風扇等)，來達到控制的目的。紅外線接收控制電路的實驗步驟如下(圖11)：



C 作品製作流程圖示



後記

便利生活的極致：自走盆栽

想像以下畫面，你培植的盆栽居然在家裡閒晃，一下開窗、一下給自己澆水？內湖高工同學結合多種科技，開發了想像力十足的「自走盆栽」。

小盆栽坐在一台禮品桶改裝的四輪小車子上面，指揮小車子跑來跑去，難不成是植物放電，釋出心電感應？非也。靠著環境偵測器，包括壓在土裡的自製濕度電阻板、光敏電阻板、TGS8000空氣感應器、AD590溫度感應器，陽光空氣水等環境因素化成電流大小，透過樞密特反相器的邏輯閘，遙控IC晶片，使資訊傳輸到伺服器，再接至紅外線偵測及定位系統，啟動馬達帶動輪子，使得自走車在土壤太乾時跑到澆花處、光不夠奔向光源、空氣污濁開電扇，電力耗盡自行充電。植物一如寵物，高興時甚至說話，像「哈！有新鮮空氣真好」、「請享受美妙的音樂」、「OK！我已經充電好了」。

自走盆栽全面啟動

當初為「減輕盆栽主人的負擔」、「增加蒔花弄草的樂趣」，內湖高工的盧士凱、顧達昀、謝坪綺、郭威賢四位同學想出這個點子；羅文煜老師則是幕後推手，也是放音設備中假裝植物說話、變聲器變音的播音男聲。盧士凱同學說：「我們老師人超好！」如果電路設計出錯，研究小組卻又再三揪不出錯誤，羅老師這時候總是擔任救火員研究到底；一次同學把一台三用電表不小心炸掉還冒火花，心裡緊張得七上八下，怕平日溫和的老師真得怒火，結果羅老師只沈穩地說：「老師這邊還有一台拿去用。」同學至今忘不了當時場景。

研究小組的強項在於程式和電路板設計，利用學校的電路板設計軟體把電路板實體圖規劃出來，不斷偵錯不斷修改，設計出5種相互交錯的複雜電路系統。所有電路板圖設計好打印出後，需照圖手工焊，焊接不只是科學，還是門藝術，郭威賢同學雙手特別靈巧，拉線排線都漂亮，最不會歪歪扭扭造成短路，每每被要求焊主控板，其他同學巧詐地套《蜘蛛人》說：「力越大，責任越大。」

風吹日曬 成長茁壯

過程中充滿艱辛，研究小組說，最辛苦的莫過於在教室走廊上長期研究濕度、溫度、照度等感測參數，接受不同天候狀況的淬煉，才能決定適合植物生長的參數，實用層面上還面臨另一個考驗，每種植物對環境需求不同，不同植物需更改環境參數；紅外線偵測也是一大挑戰，路線定位後還有角度偏斜的問題，需規劃新程式才能精密微調。同學們不怕挑戰，只希望好點子能不斷成長茁壯，未來如能把概念延伸至輪椅、醫療輔具的應用，將能造福眾社會大眾，成就更好的便利生活。

同學們除了本質學識增強，也很感激老師的反覆磨練，使自己演說能力突飛猛進，知道如何挑重點表達，面對人群也克服了恐懼。現在研究小組都上了大學，不僅口頭報告餘刃有餘，也比其他同學多了一份成熟與自信。

4-2
機 電
實 作 作 品



插座電力負荷安全顯示器

臺北市立大安高級工業職業學校
蔡奕甫、陳韋立