

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

佳作

082803

AI 綠手指-植物診療輔助系統

學校名稱： 新北市中和區積穗國民小學

作者： 小五 羅珮語 小五 林可妤 小五 賴暉承 小五 吳羽媿	指導老師： 張馨文 吳政穎
---	-----------------------------

關鍵詞： AI 物件辨識、智能監控、雲端數據

摘要

本研究希望開發一套AI植物診療輔助系統。利用AI辨識植物生長曲線，適時補充所需營養。Micro:Bit監控生長環境，建立雲端資料庫。實驗發現：

- 一、使用過濾海綿、光照9小時、營養液濃度控制在pH值5.5到6.5、EC值（導電度）800至2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的「植物生長環境」比「一般種植」的空心菜平均高度增加7.88公分，莖也更粗壯。
- 二、當植株出現病徵，如缺氮的葉面黃化，再以「AI植物診療輔助系統」種植，新葉能逐漸回復健康狀態。

本研究不僅幫助家庭簡易取得新鮮蔬菜，若推廣在科技農業，能有效減少人力成本，增加作物生長效能，邁向SDGs目標2消除營養不良與永續農業的美好願景。

壹、前言

一、研究動機

以前自然課種植時，除了澆水、除蟲等日常照顧工作外，植物也可能遭莫名的病蟲害而生長遲緩、死亡。所以我們思考，若能利用AI觀察植物健康情形、給予及時的治療，就能降低種植的難度，人人都能成為最棒的「綠手指」，享受種植樂趣。

但因都市空間有限、土壤取得不易等因素，我們選擇家中方便獲取的自來水和空心菜進行研究。控制不同變因，找出室內各類適合「植物生長環境」，再搭配自己訓練的植物健康AI辨識模型打造「AI植物診療輔助系統」。

我們認為這個研究應用在蔬菜培育上，能在菜價高漲或特殊情形時，讓家庭輕易獲取新鮮蔬菜，保障大眾健康。實踐SDGs 2消除營養不良與永續農業的目標。

二、研究目的

1. 如何設置適合植物生長環境。
2. 訓練能發現植物生長情形的AI影像辨識模型
3. 探討不同營養液的濃度，對空心菜的影響？
4. 探討不同光照時間，對空心菜的影響？
5. 探討使用不同海綿，對空心菜的影響？

三、文獻回顧

查詢歷屆全國科展作品，發現每隔幾年就有關於蔬菜種植相關研究，從基礎環境控制到機械化設定、大數據資料的建立。尤其是近年來AI技術躍進，農業逐漸開始導入判別式AI，像是害蟲即時預警、農作物收成預判等，都可利用判別式AI進行分析，可見科技農業的無窮潛力。由文獻中發現，目前尚無使用AI模型進行植物健康判別的相關研究，於是引發我們思考能否利用AI判別植物的健康狀況，及時給予回饋。讓蔬菜健康成長，加速收成。判別式AI模型可分為「物件識別」、「人臉識別」、「表情識別」、「姿勢識別」等、本研究主要利用AI模型中的「物件識別」進行植物葉面生長的即時監控，我們將蔬菜種植與AI物件識別分別行作品分析與關鍵技術整理，如表1、表2。

表1 蔬菜種植相關文獻探討

屆數	組別	作品名稱	作品分析	關鍵技術
61	國小組 生應一	智能菜圃~利用多元控制及 AI 辨識技術協助蔬菜種植之研究	自動控制土壤濕度、添加營養液的頻率以及遮陽設備，水位過低時自動補水。哈士奇AI影像辨識系統來辨識對蔬菜有害鳥類，進行驅趕。	AI物件識別 發現鳥類， 啟動驅趕器。
59	高中組農 業與食品 學科	因「菜」施教—自製水耕蔬菜自動化栽培之研究	自動加換水與營養液，讓使用者只需負責採收與觀察	自動加換水 與營養液
57	國小組 生應一	智立耕生~智慧監控栽培箱之研究	智慧調控光照、養份、溫度濕度，並把資料上傳的植物栽培箱系統。	建立植物的 雲端資料。
57	國小組 生應一	植物百寶箱-探討自製植物箱植物生長之可行性	自製「植物箱」，建立較適宜植物生長環境。利用水冷機、風扇控制貯水槽溫度。	水冷機控 溫，調節光 照與濕度。

(本表由作者自行整理)

(二)、AI物件識別方面












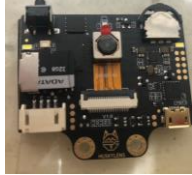



表2 AI物件識別相關文獻探討




屆數	組別	作品名稱	作品分析	關鍵技術
63	國小組 生應一	應用機器學習實現家務輔助機器人-以收玩具為例	用Teachable Machine 進行分類訓練，在車上安裝Pixetto 視覺感測器模組分辨環境與玩具，進行夾取收拾玩具。	線上平台訓練模型。 將訓練模型搭載於 視覺感測器上。
63	國小組 生應一	哈士奇撿球 - AI辨識撿取乒乓球自走滾筒	利用AI影像辨識技術，辨認乒乓球位置，判別移動方向，達成撿球之目的。	找出物件位置的x標 軸。判別左右移動 方向。

63	國中組 生應一	救從這裡來－圖像式避讓裝置效能之研究	由生活情境出發，但環境噪音會影響辨識，若在交通繁忙處辨識不易。	AI鏡頭辨認救護車位置，並及時給予避讓指示。
62	國中組 生應一	「蟲」來不「蚊」-校園AI防蚊管制系統	以ESP32-cam建立即時影像串流，搭配COCO-SSD 預練的模型進行積水容器辨別，回傳積水容器的位置。有效減少人力使用。	使用預練的AI模型搭載ESP32-cam，再利用程式調整監控角度與角度變換時間。
61	國中組 生應一	AI影像辨識輔助視力量測系統	Yolov3訓練AI模型，利用電競筆電USB WEB攝影機偵測手部模組，資料上傳雲端。	辨識手部方向，讓視力測量更方便。

(本表由作者自行整理)

貳、研究設備及器材

				
空心菜種子 (本照片作者拍攝)	水耕定植籃 (本照片作者拍攝)	定植海棉(左)、 洗碗海綿(中)、 過濾海棉(右) (本照片作者拍攝)	EC檢測計、校正液 pH檢測計、校正液 (本照片作者拍攝)	pH感測器、 EC感測器 (本照片作者拍攝)
				
含蓋收納盒 (本照片作者拍攝)	沉水馬達 (本照片作者拍攝)	水管 (本照片作者拍攝)	保麗龍板 (本照片作者拍攝)	植物生長燈 (本照片作者拍攝)
				
照度計 (本照片作者拍攝)	哈士奇AI鏡頭 (本照片作者拍攝)	Micro : bit V2.21 (本照片作者拍攝)	Robot:bit V2.0 (本照片作者拍攝)	連雲晶片 (本照片作者拍攝)

		
防水溫度感測器 DS18B20 (本照片作者拍攝)	平板 (本照片第一指導 老師拍攝)	水耕營養液、控釋尿素氮肥、鈣鎂硼液態肥、磷鉀液態肥(本照片作者拍攝)

參、研究過程或方法

一、研究架構

植物診療輔助系統

適合植物生長環境

植物健康AI偵測

不同濃度 (營養液)

收集植物病害照片

不同光照時間

進行特徵標記

不同海綿種類

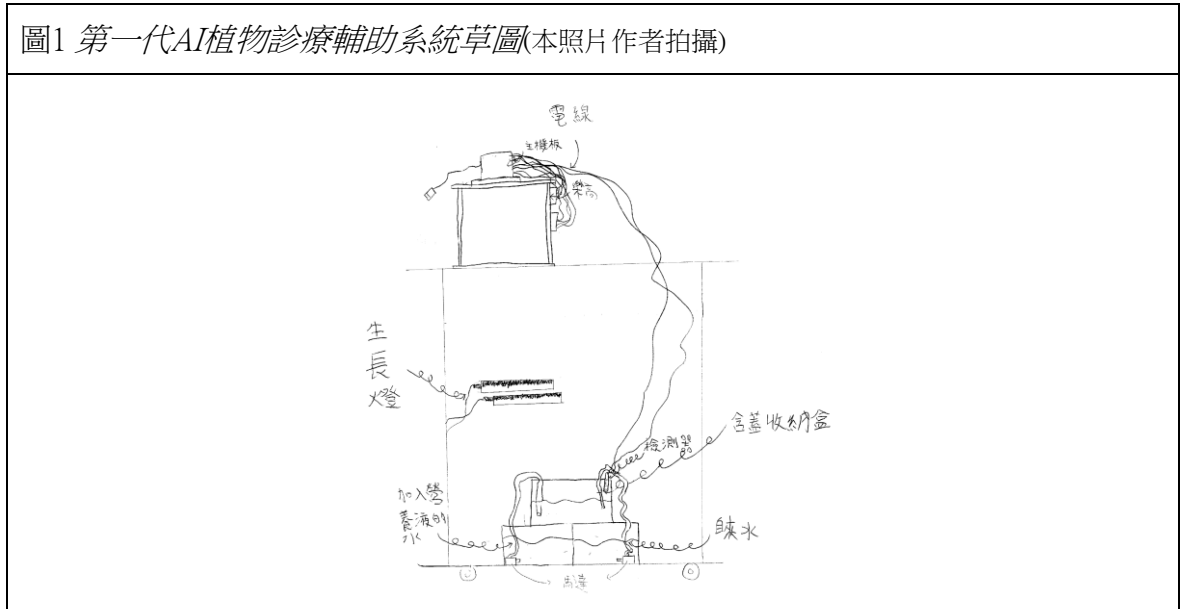
訓練AI模型

與MicroBit連接

研究一、如何設置適合植物生長環境

一、實驗步驟：

(一)構思如何設置一套適合植物生長的環境，如圖1。



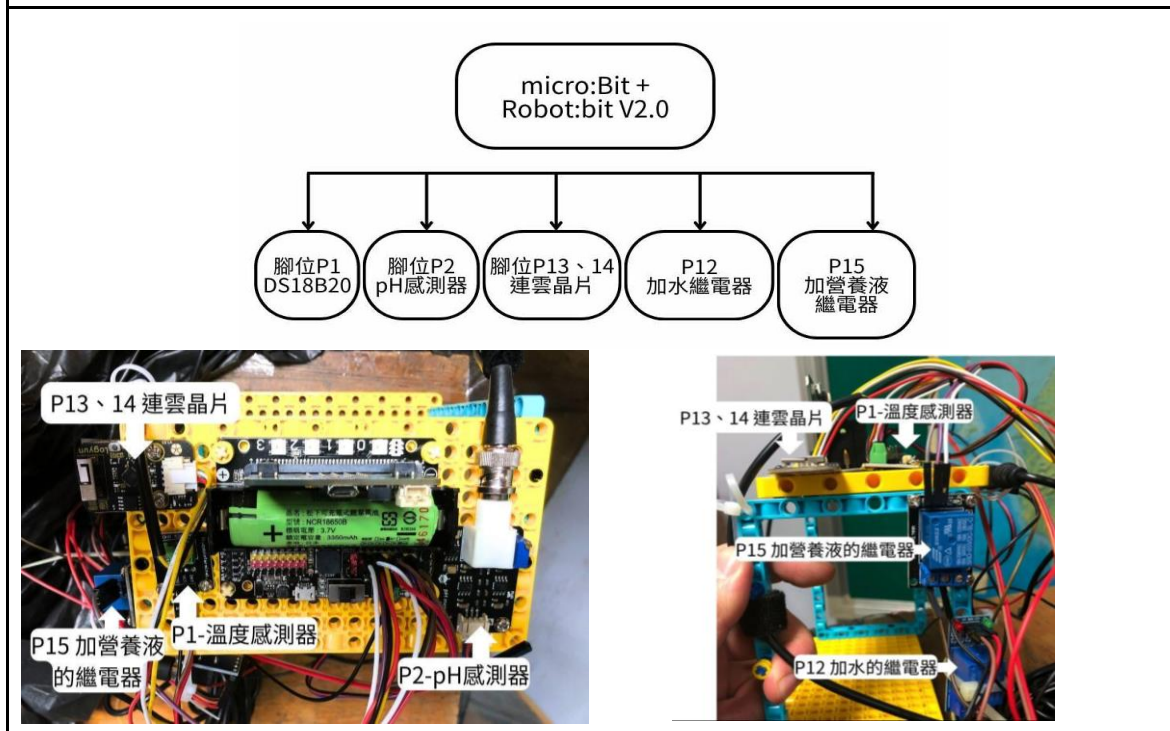
(二)使用兩張廢棄木桌裝訂成簡易植物生長箱，並在四周加裝防蟲紗網，底部安裝車輪方便移動，如圖2、3。下方可放置兩個含蓋收納盒。上方可夾植物栽培燈。



(三)搜尋農業部農業知識入口網和高德錚（1991b）的文章得知葉菜類培養液的建議pH值在5.5~6.5，溫度在攝氏25度左右。pH值偏離過多容易使水耕植物生育不正常。利用校正液對市售pH計進行校正後，檢測營養液A的pH值為3.39、營養液B的pH值為3.64、營養液C的pH值為3.93，三者皆為酸性。由此可知若檢測數值偏酸，可加水稀釋濃度提高pH值；若檢測數值偏鹼，可加入營養液降低pH值。

(四)為了能即時監控植物的各種數值，需要將植物營養液的pH數值、水溫上傳在雲端資料。先利用傳輸線將具有wifi功能的連雲晶片、pH感測器與防水溫度感測器DS18B20與Micro:Bit、Robot:bit V2.0如圖4連接。

圖4 Micro:Bit、擴充板、感測器聯接連接示意(第一代)(圖與照片由第一指導老師拍攝)



(五)由於pH感測器並無可直接使用的擴充程式，需測試不同pH值溶液對應的回傳數值，於是我們利用市售的pH值校正液與pH值檢測計進行測試，得到pH值範圍與pH值感測器的對照表，如表3。並以此作為控制依據。

表3 pH感測器數值對照表

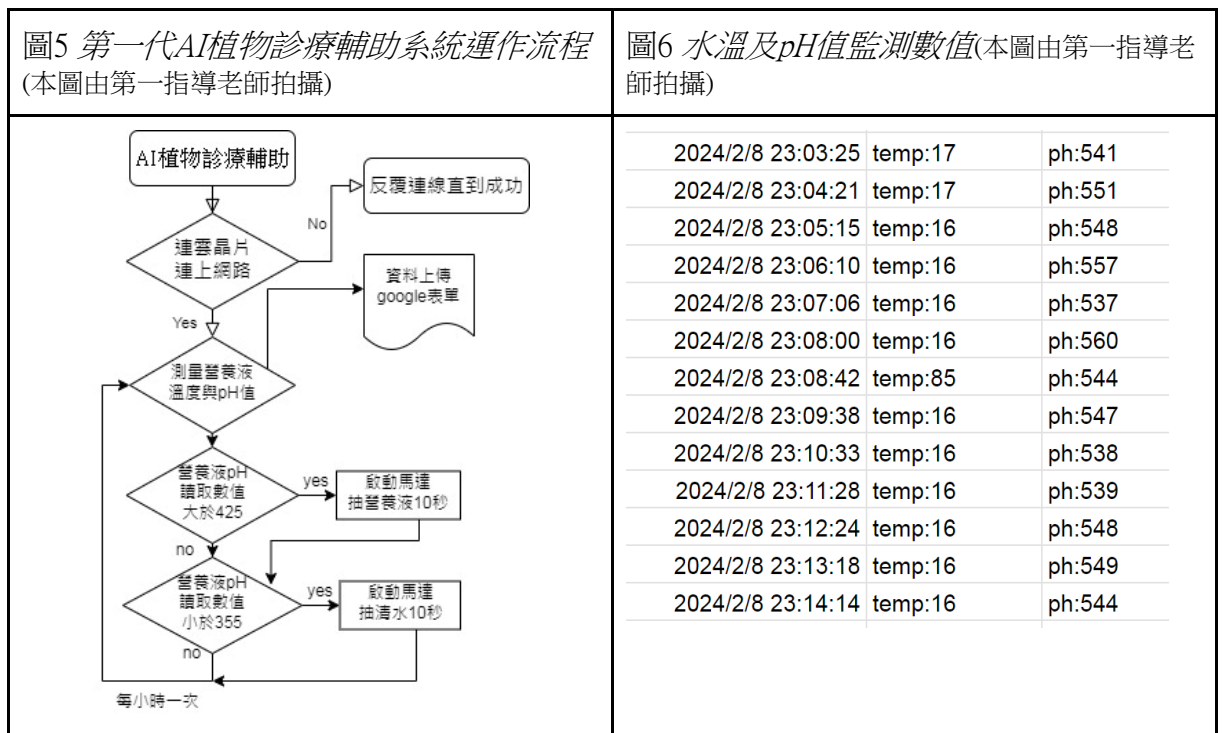
pH值	7.0	6.5	5.5	4.1
pH感測器數值	453~457	424~425	354~355	249~245

(本表由作者自行整理)

(六)將pH感測器、防水溫度感測器DS18B20感測接頭分別放入調製好的營養液中。

(七)將與繼電器聯接的沉水馬達放入事前調製好的高濃度營養液與清水中，設置每小時檢測一次。當pH感測器數值高於425(pH值 > 6.5)時，啟動腳位p15的沉水馬達，抽取高濃度營養液10秒，然後停止抽取，直到pH感測器數值降低到425以下(pH < 6.5)；當pH感測器數值低於355(pH值 < 5.5)時，啟動腳位p12的沉水馬達，抽取清水10秒，然後停止抽取，直到pH感測器數值升高到355以上(pH值 > 5.5)。系統運作流程如圖5。

(八)設置google表單接收水溫與pH值資料，憑此監控植物生長環境數值，結果如圖6。



(九)第一代系統，如圖7、8。



(十) 因導入研究二的AI辨別，將設備升級為第二代AI植物診療輔助系統，規劃如圖9。

圖9 第二代AI植物診療輔助系統草圖(本照片作者拍攝)



改進部分如下：

1. 加入AI識別模型：利用平板、哈士奇AI鏡頭與MicroBit連接。
2. 加上EC感測器監控導電度數值。
3. 將外接繼電器改用擴充版中馬達腳位M1A、M1B、M2A、M2B控制，使沉水馬達運作更為穩定與快速，也能節省空間。
4. 將原有營養液與自來水操控的水耕植物營養液，細分為液態氮肥、液態磷鉀肥、液態鎂錳肥與清水共四種，可依植物生長需求分別及時給予養分補給。
5. 第一代系統發現植株「徒長」情形。由植物燈廠商教學網頁得知綠葉蔬菜所需的光子通量密度為PPFD55至PPFD350，換算為3096.5lux至19705lux (1PPFD = 56.3 lux)。第二代系統將植物燈位置調整如圖10，使植物葉面受到照度在3100 lux至6000 lux內。

圖10 第二代系統植物燈位置與照度(本照片作者拍攝)

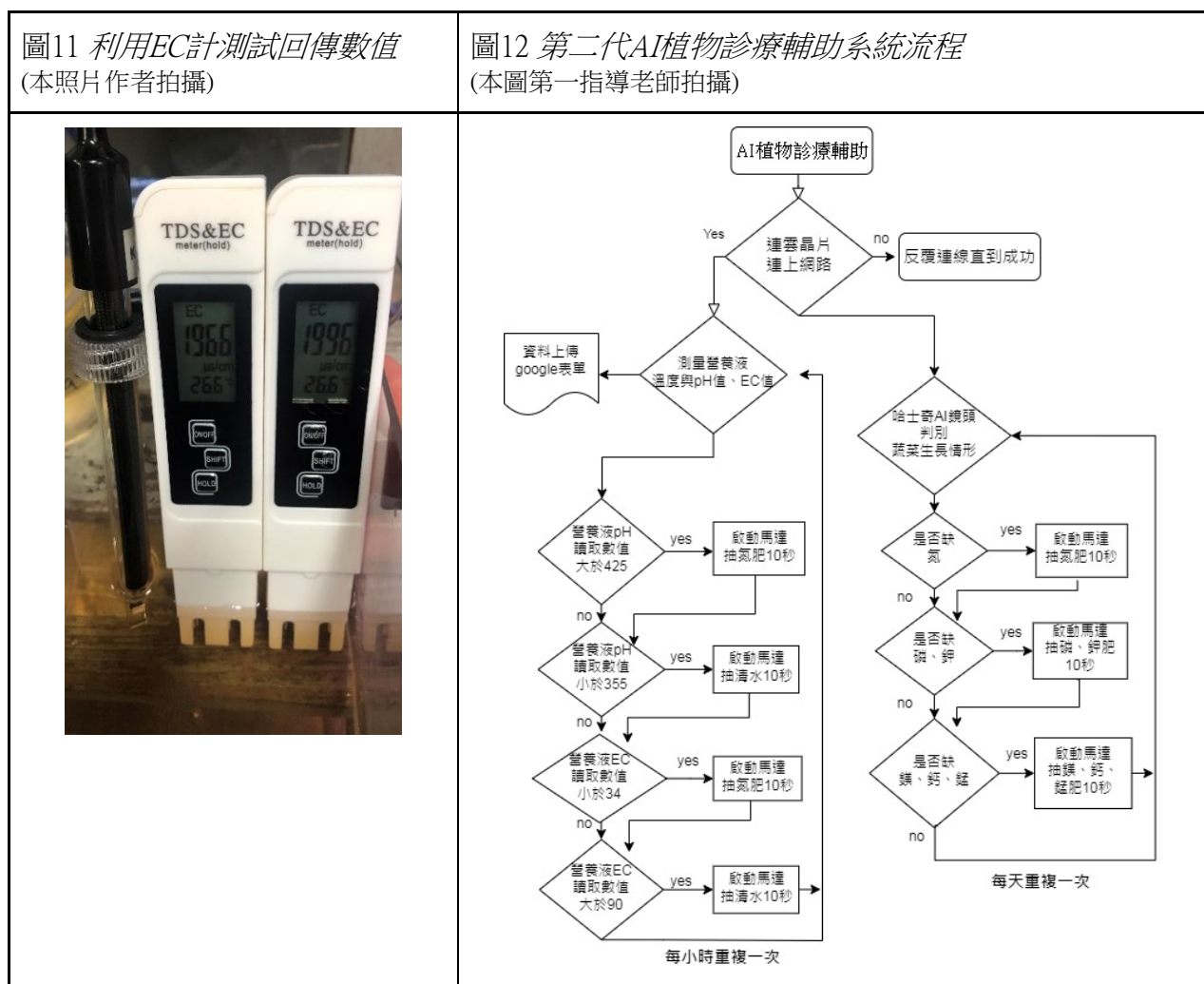


(十一)由臺南區農業改良場（2007）與農業部臺中區農業改良場網頁常見問答中設施園藝第73號問答得知，空心菜適合EC為 $800\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 至 $2000\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 。因EC感測器無Micro:Bit直接使用的擴充程式，需測試不同EC值溶液對應的回傳數值，於是我們利用市售的EC值校正液與EC值檢測計進行測試，如圖11，得到EC計與EC值感測器的數值對照表，如表4。並以此表數值作為控制依據，第二代系統控制流程如圖12，程式碼詳見附錄二。

表4 EC感測器數值對照表

EC計($\mu\text{S}/\text{cm}$)	668	752	796	1036	1220	1608	1998	2004	2180	3374
EC感測器數值	30	34	36	45	56	74	90	94	121	171

(本表由作者自行整理)



(十二)設置google表單接收上傳的水溫與pH值、EC值與各種肥料添加次數資料，憑此監控植物的生長環境數值，監測結果如圖13。

圖13 水溫及pH、EC值及肥料添加次數監測數值(第二代) (本照片第一指導老師拍攝)

2024/06/01 6:18:19	temp:27	pH:386	EC:85	N=13	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 7:18:29	temp:27	pH:404	EC:86	N=13	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 7:48:35	temp:27	pH:386	EC:86	N=13	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 8:48:44	temp:28	pH:400	EC:87	N=13	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 9:18:49	temp:27	pH:431	EC:87	N=13	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 10:19:25	temp:27	pH:411	EC:85	N=15	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 10:49:43	temp:26	pH:430	EC:84	N=16	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 11:50:05	temp:26	pH:440	EC:83	N=17	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 12:20:24	temp:25	pH:384	EC:81	N=18	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 13:20:33	temp:25	pH:394	EC:80	N=18	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 13:50:38	temp:25	pH:379	EC:80	N=18	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 14:50:49	temp:25	pH:401	EC:79	N=18	w=2	P=0	Mg=0
2024/06/01 15:20:54	temp:25	pH:382	EC:79	N=18	w=2	P=0	Mg=0

(十三)第二代系統個腳位配置如圖14，外觀如圖15，程式碼如附錄二。

圖14 Micro:Bit、擴充板、感測器聯接連接示意(第二代)(本圖、照片由第一指導老師拍攝)

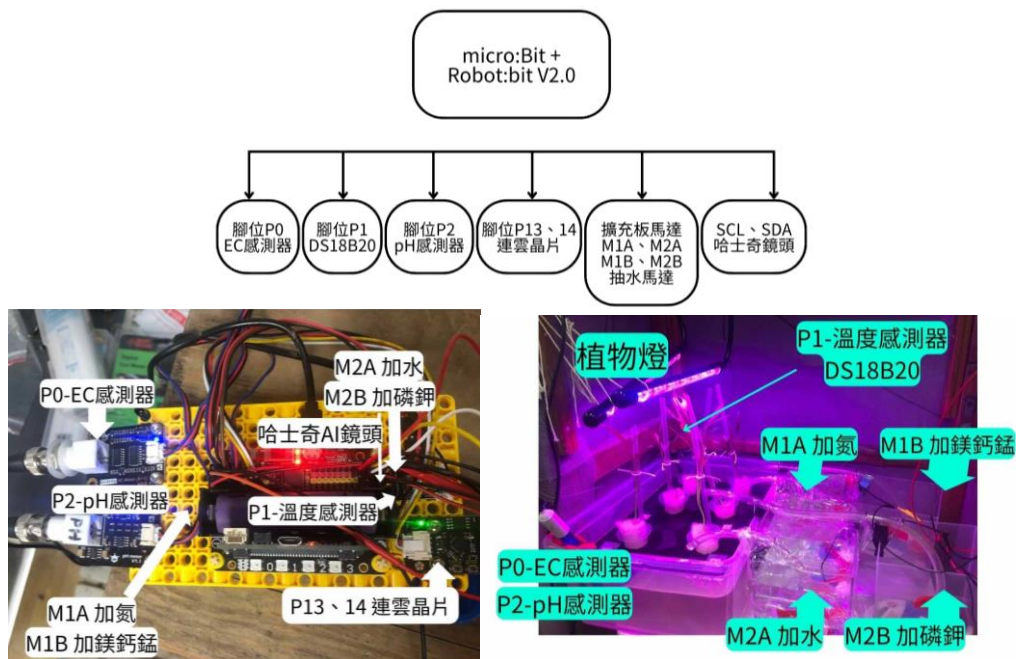
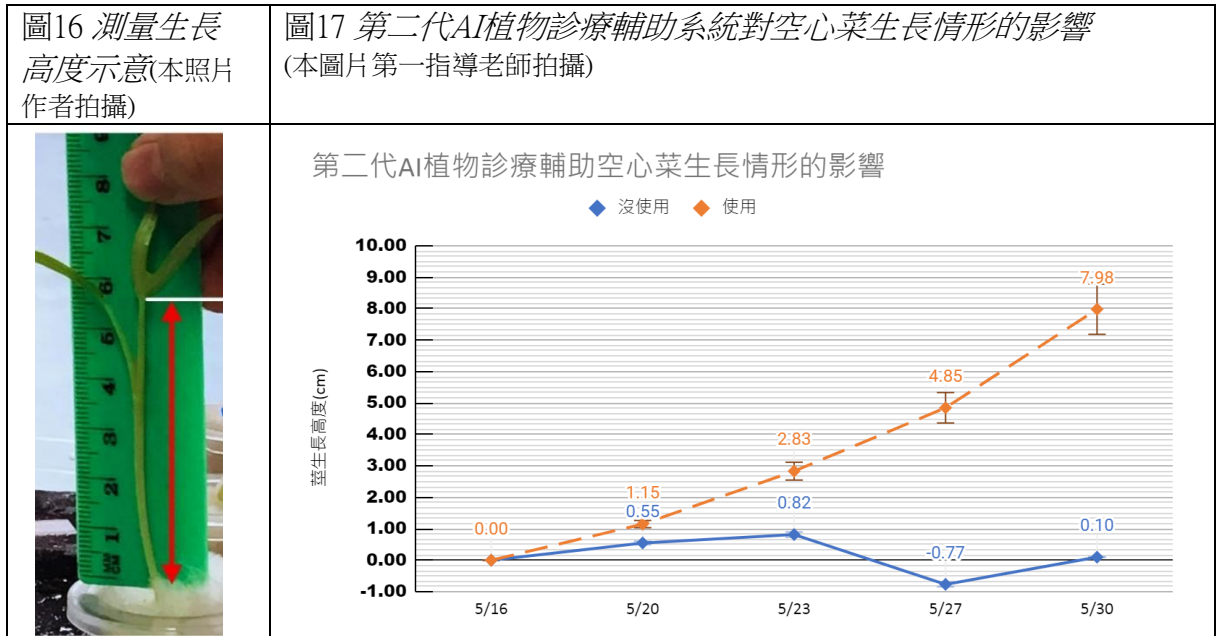


圖15 第二代AI植物診療輔助系統 (本照片作者拍攝)



(十四) 以第二代AI植物診療輔助系統種植，每隔三、四天測量六株空心菜的生長高度。本實驗所稱的生長高度為莖的露出海綿部位到最高葉片底端，如圖16。計算與第一次測量之差異、六株植株生長差異的平均，成長情形如圖17。



二、結果：

由圖18 可發現未使用系統的空心菜平均成長高度為0.1公分。只長出子葉，更有一株植株死亡，導致5/27的數值呈現負數；使用第二代AI植物診療輔助系統的空心菜平均成長高度為7.98公分。六株皆長出多對本葉，莖也更粗壯，兩者比較如圖18。由此可知第二代AI植物診療輔助系統系統能及時提供植物所需養分，提高植物生長速率。








研究二、訓練植物健康AI偵測模型

一、實驗步驟：

(一)由農業部農業藥物試驗所之「蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑」(張庚鵬、張愛華，1997)與「作物病蟲害診斷系統」中可發現蔬菜若發生營養障礙，葉片外觀和型態最先出現特殊徵狀，而後是果實、莖部等。表5為作物產生營養障礙徵狀整理表。

表5 作物營養障礙徵狀整理表

徵狀敘述	缺氮	缺磷	缺鉀	缺鎂	缺錳
老葉黃化，部分葉肉出現燒焦狀褐斑。		莖、葉易呈現紅紫色小點、葉片變厚、變小、生長緩慢	正常(左)與不同缺鉀程度葉片。葉間雜白或褐色斑點。	成熟葉肉出現脈間黃化及黃色斑點	正常(左)。缺錳葉片(右)較狹長，呈現網狀黃化。
障礙徵狀					

資料、圖片來源：「蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑」(張庚鵬、張愛華，1997)

(二)選取常見營養障礙類型，如缺氮、缺錳、缺鎂、缺磷、缺鉀與健康蔬菜共計六種類型。

由作者自行拍攝、並取得農藥所「作物病蟲害診斷系統」照片授權38張(附錄二)，共收集作物的相關葉面照片共93張。

(三)搜集AI模型訓練相關資料時，發現需使用「Python」語法進行設置。因我們沒有相關經驗，於是利用Roboflow線上平台提供的雲端GPU進行AI模型訓練。將照片上傳至Roboflow網站，成立資料集並使用方框標記不同營養障礙類型，如圖19，共標記764個特徵。

(四)將資料劃分為訓練集(training) 80%、驗證集(validation) 10%和測試集(test) 10%。將照片統一拉伸至640x640，隨機進行水平翻轉、垂直翻轉、加入5%雜訊等增強方式將照片擴增三倍。使用Roboflow Train 3.0訓練後得到模型數值分別為mAP 38.4%、Precision 44.9%、Recall 42.5%。其中Precision為「所有被檢測為目標」並「正確分類為目標」的比例，也稱為精確率。Recall為資料中的「所有目標」但「正確分類為目標」的比例，也稱為捕獲率。mAP為多個物品偵測中平均精確度。由此可知整體數值偏低，尚需調整與優化。

(五)由kaggle開放平台中取得更多植物營養障礙的照片，將原始照片增加到345張。使用多邊形標記更貼合特徵，如圖20。共標記1770個特徵。將照片隨機進行水平、垂直翻轉、不同角度旋轉、水平或垂直 $\pm 13^\circ$ 裁切等增強方式將照片擴增3倍。訓練後模型數值提升為mAP 62.9%、Precision 72.1%、Recall 59.2%。

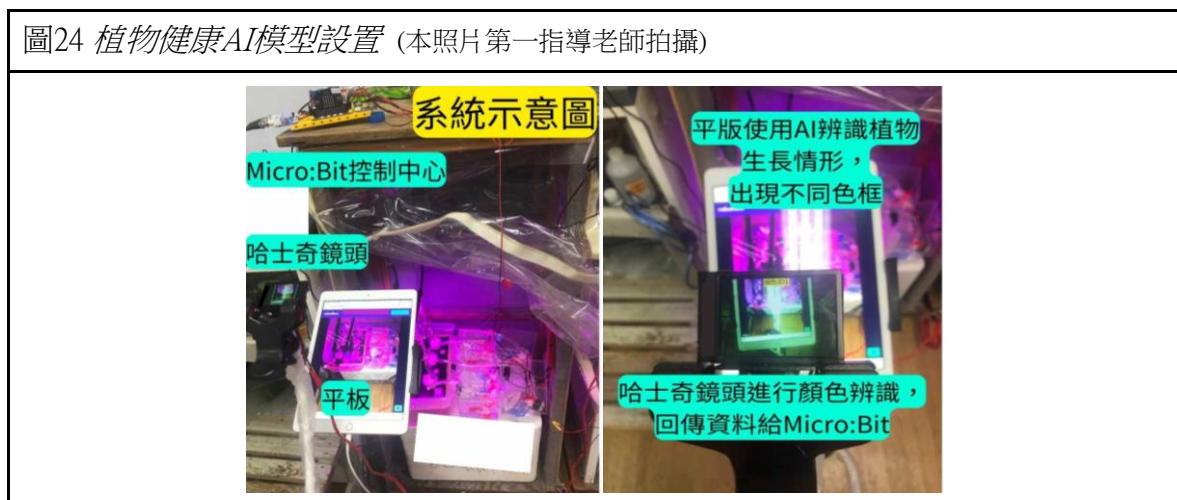


(六)將模型佈署到網頁，開啟手機鏡頭或使用電腦進行即時物件識別，如圖21、22。



(七)由於哈士奇AI鏡頭無法直接套用自製的植物健康AI模型。為此，我們將營養障礙徵狀辨別の色框顏色設定為紅色(健康)、黃色(缺氮)、藍色(缺磷、鉀)與洋紅色(缺鎂、錳)共四種，如圖23。使用哈士奇AI鏡頭中的顏色辨識模型將黃色(缺氮)記憶為ID1、藍色(缺磷、鉀)記憶為ID2與洋紅色(缺鎂、錳)記憶為ID3。

(八)平板啟動佈置到網頁上的植物健康AI模型。再以哈士奇AI鏡頭辨識平板畫面的色框，將辨識結果回傳Micro:Bit。若辨識到植物葉面出現營養障礙徵狀，便會補充對應的營養液，藉此達成植物健康的控制系統，如圖24。



(九)故意造成空心菜葉面出現缺氮的黃化與焦褐狀，如圖25。使用植物健康AI模型進行健康監測及營養補充後，新長出的葉面雖還有點狀黃化，可發現已逐漸返回綠色，如圖26。證明此模型能成功監控植物健康情況，如圖27。

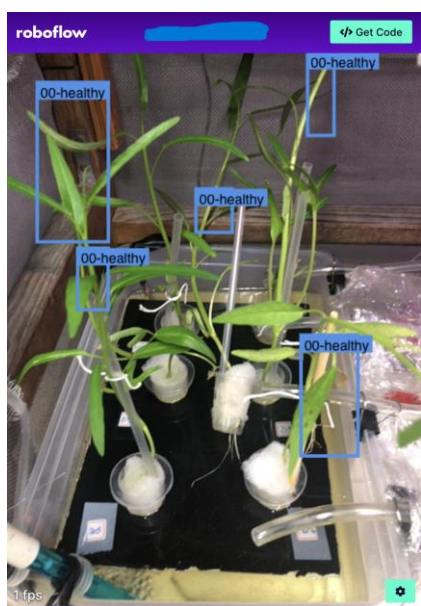
圖25 出現缺氮徵狀植株
(本照片作者拍攝)



圖26 用植物健康AI模型監控後植株
(本照片作者拍攝)



圖27 植物健康AI模型監控畫面
(本照片第一指導老師拍攝)

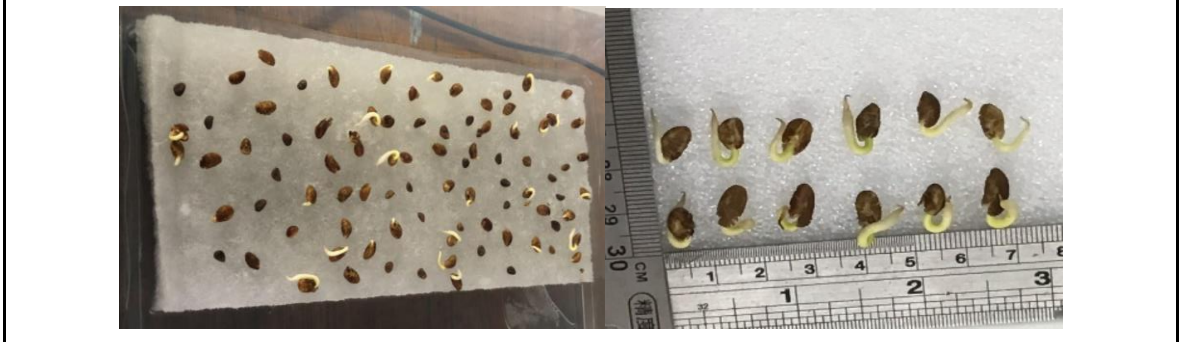


研究三、探討不同濃度營養液對空心菜生長的影響？

一、實驗步驟：

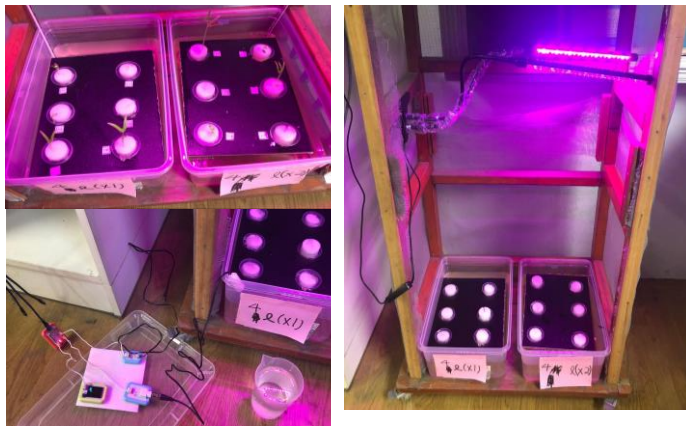
(一)在平底淺盤中放入過濾棉，加水到與過濾棉同樣高度。將空心菜種子放到過濾棉上。待種子發芽後，找12株生長狀況接近的空心菜苗進行實驗，如圖28。

圖28 育苗與挑選可供實驗使用之空心菜苗(本照片作者拍攝)



(二)取兩個含蓋收納盒分別放入4公升自來水，A盆以每公升水加入0.6ml營養液A，0.6ml營養液與1ml營養液C的比例做為一倍濃度營養液。B盆以每公升水加入1.2ml營養液A，1.2ml營養液與2ml營養液C的比例做為兩倍濃度營養液。保麗龍板挖六個洞放入水耕定植籃，並將選好的的空心菜苗與定植海綿放入定植籃，如圖29。

圖29 保麗龍板與水耕定植籃之設置情形(本照片作者拍攝)



(三)將每株菜苗進行編號，第一碼水耕盆編號，第二碼為菜苗序號。

(四)使用與研究一同樣的測量方式，每隔三到四天測量、紀錄兩個盆內各六株空心菜的生長高度，並計算與第一次測量之差異，如圖30、圖31。兩者比較如圖32。

圖30 (本圖片第一指導老師拍攝)

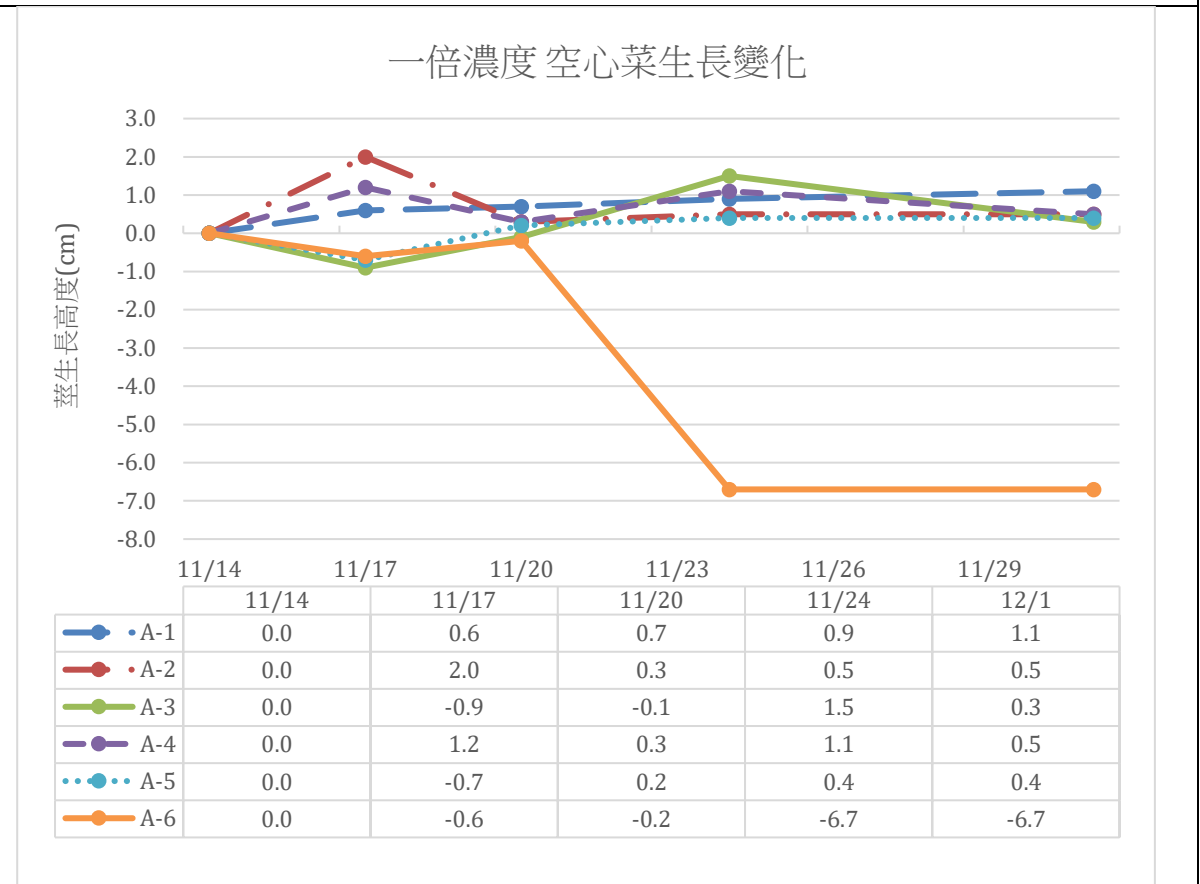


圖31 (本圖片第一指導老師拍攝)

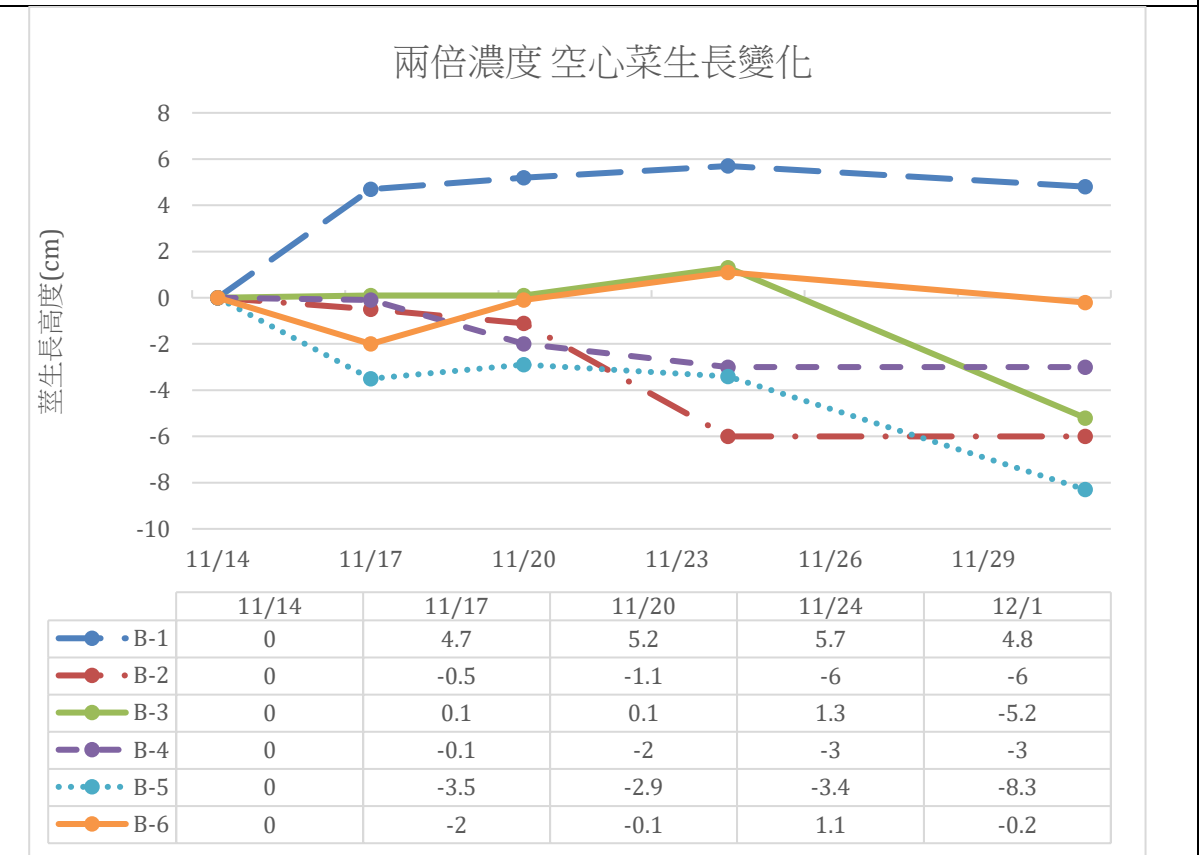
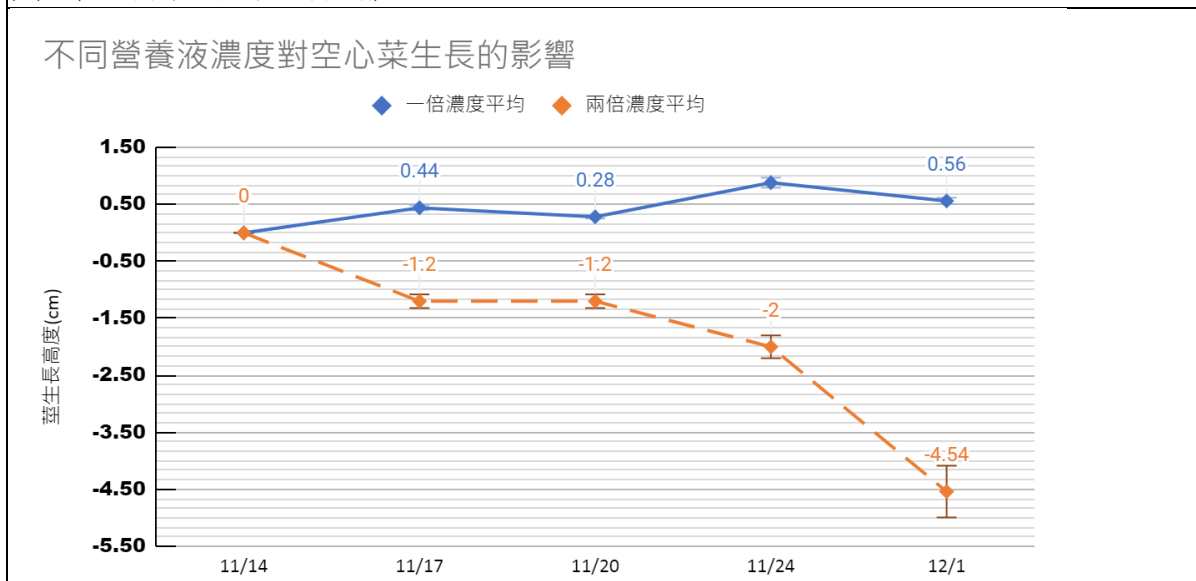


圖32(本圖片第一指導老師拍攝)



(五)為了解兩盆營養液的pH值變化，使用pH檢測器進行兩點校正後測量pH數值，如表6。

表6 A、B盆 營養液pH值

	11/14	11/15	11/16	11/17	11/21	11/24	11/25	11/28	12/01
A盆pH值	6.6	6.8	6.8	6.5	6.8	5.8	6.1	6.6	6.3
B盆pH值	6.7	6.7	6.8	6.9	6.6	6.1	6.3	6.2	5.9

(本表由作者自行整理)

二、結果：

圖30、31顯示A盆(一倍濃度)中的六株植物中，只有一株枯萎；B盆(兩倍濃度)中的六株植物，有四個枯萎。由圖32可知A盆(一倍濃度)植物平均成長高度為0.56公分，B盆(兩倍濃度)植物平均成長高度為-4.54公分。我們可以得知水耕植物需要從營養液中獲取足夠養分，若為了方便一次添加過多營養液，反而會加速菜苗死亡。所以需要控制營養液的濃度，使植物順利生長。

研究四、探討不同光照時間對空心菜生長的影響？

一、實驗步驟：

(一)在平底淺盤中放入過濾棉，加水到與過濾棉同樣高度。將空心菜種子放到過濾棉上。待種子發芽後，找12株生長狀況接近的空心菜苗進行實驗。

(二)以每公升水加入0.6ml營養液A，0.6ml營養液與1ml營養液C的比例調製4公升營養液，攪拌均勻後，將海綿和種子一起放入水耕定植籃，再放入營養液中。

(三)將簡易植物水耕箱外圍用黑色垃圾袋封住，避免環境光影響實驗結果，如圖33。A盆將植物燈設為每日連續照射三小時，B盆將植物燈設為每日連續照射九小時。

圖33 簡易植物水耕箱外觀(本照片作者拍攝)



(四)用研究一相同測量方式，每隔兩天測量、記錄每株空心菜的生長狀況。

圖34 每日光照時間三小時 空心菜生長變化(本圖片第一指導老師拍攝)

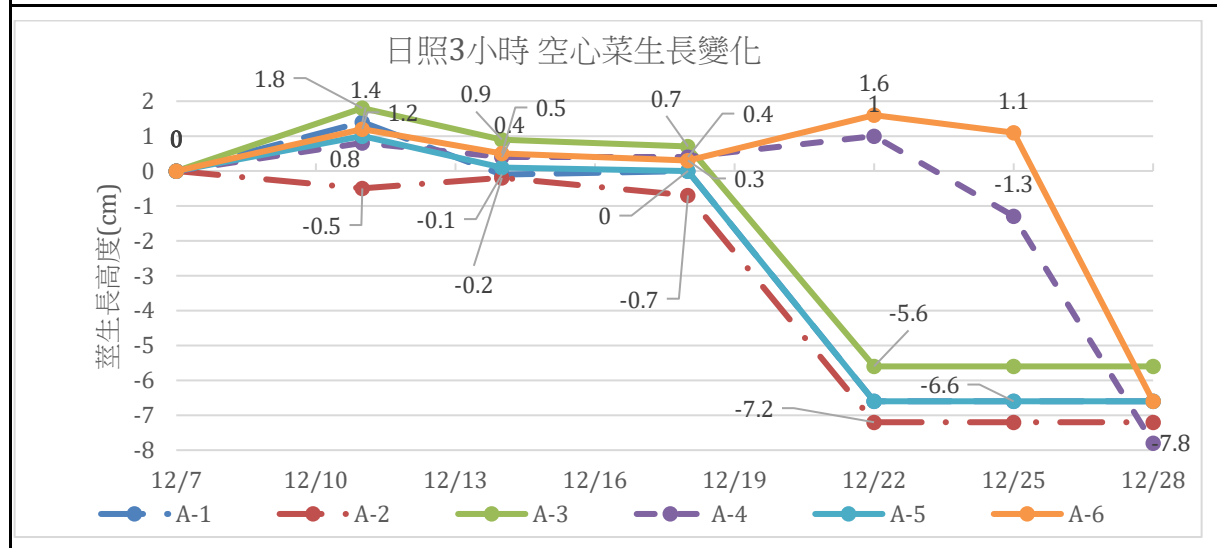


圖35 每日光照時間九小時 空心菜生長變化(本圖片第一指導老師拍攝)

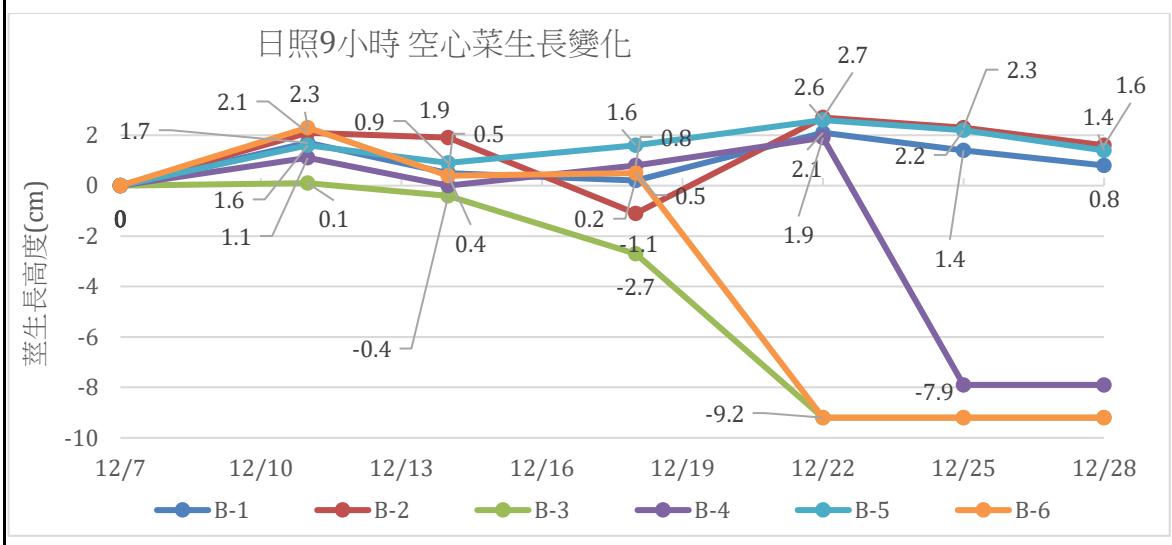
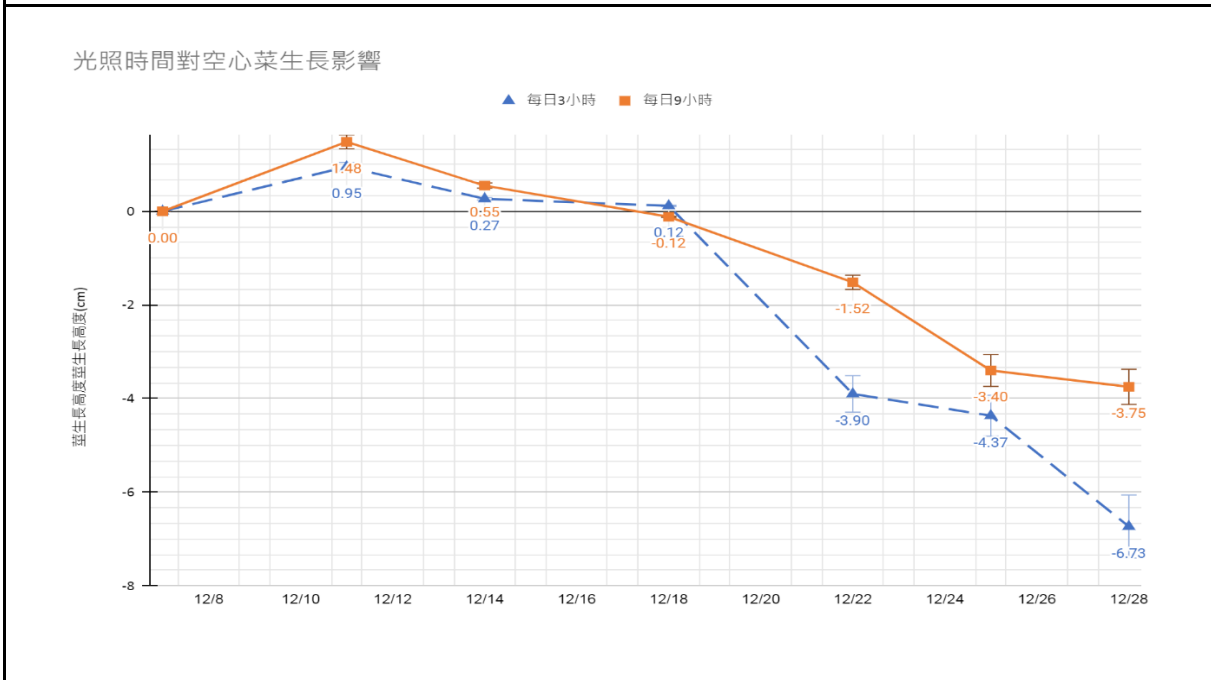


圖36 每日光照時間對空心菜生長影響(本圖片第一指導老師拍攝)



二、結果：

實驗前8天日照9小時的菜苗平均長高1.48公分比日照3小時的菜苗平均長高0.95公分成長更好。但第12天起日照3小時的菜苗有四株逐漸枯萎，如圖34中A-1、A-2、A-3與A-5。日照9小時的菜苗存活較多，也持續成長。因枯萎菜苗的造成數據出現負數，可以由存活菜苗生長紀錄可看出日照9小時的菜苗成長較好。但植株的莖較細軟，疑似有「徒長」的情形出現。故在研究一進行第二代系統升級時，將植物燈進行位置調整。

研究五、探討不同海棉材質對空心菜生長的影響？

一、實驗步驟：

(一)在平底淺盤中放入過濾海棉，加水到與過濾海棉同樣高度。將空心菜種子放到過濾海棉上。待種子發芽後，找12株生長狀況接近的空心菜苗移植到不同海綿上實驗。

(二)取將兩個含蓋收納盒裡個別放入4公升的水，以每公升水加入0.6ml營養液A，0.6ml營養液與1ml營養液C的比例調製營養液，攪拌均勻。為了避免誤差，每個盆中各放入兩株菜苗(定植海棉)、兩株菜苗(過濾海棉)與兩株菜苗(洗碗海綿)。編號第一碼水耕盆編號，第二碼為菜苗序號。

(三)採用與研究一相同測量方式，每隔三到四天測量兩個盆內三種不同海棉生長高度，並記錄每一株空心菜的高度，如圖37、圖38、圖39。

圖37 洗碗海綿空心菜生長變化

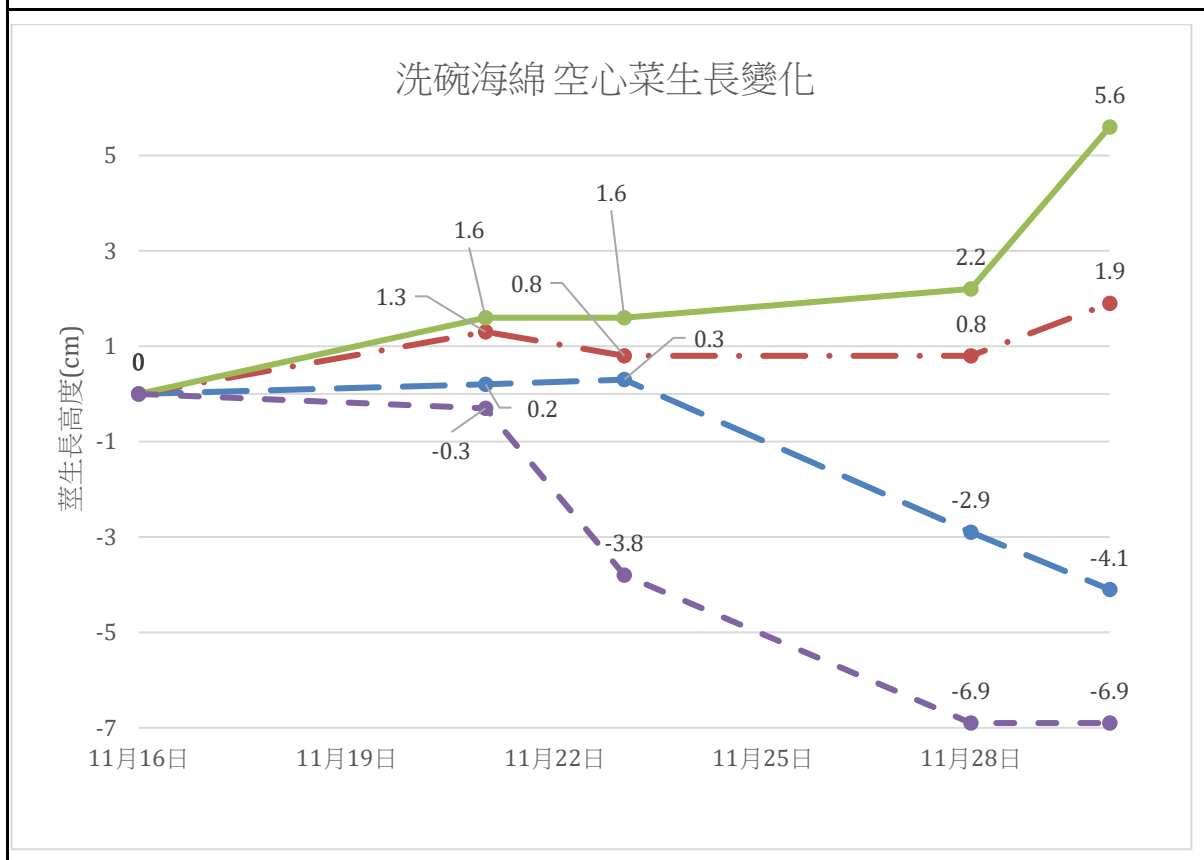


圖38 定植海綿空心菜生長變化

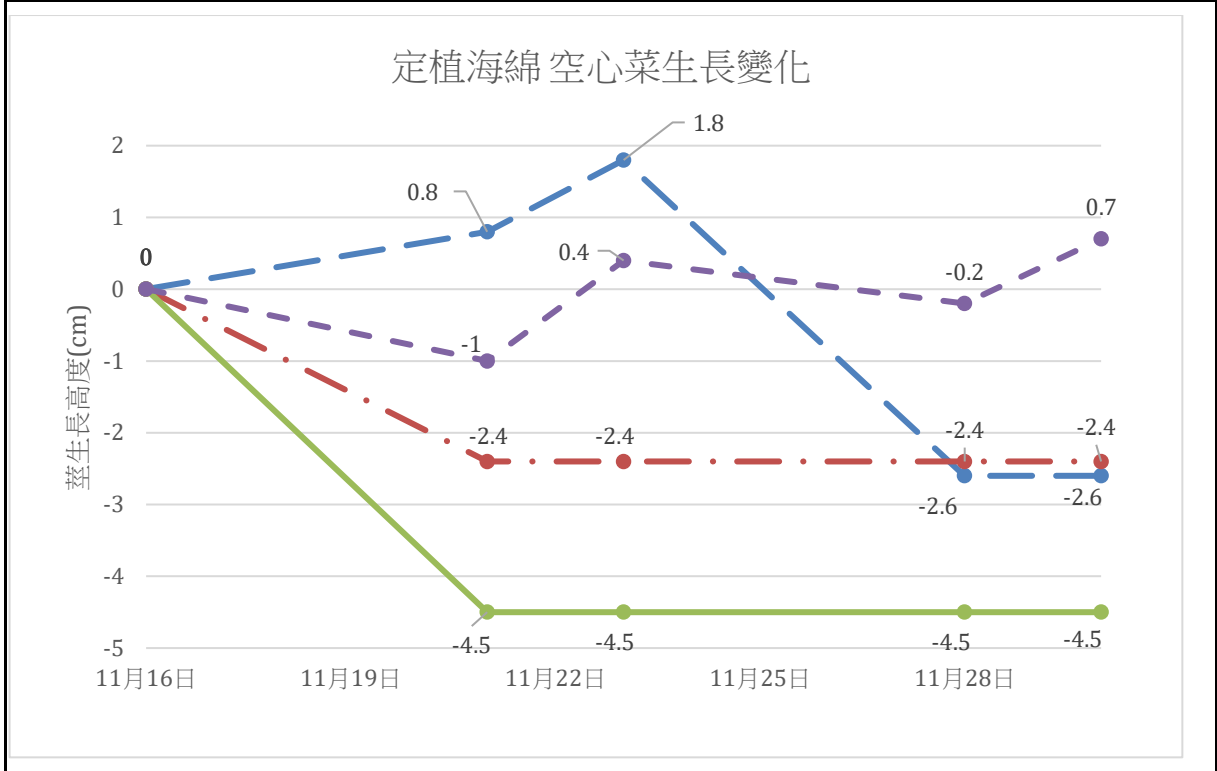


圖39 過濾海綿空心菜生長變化

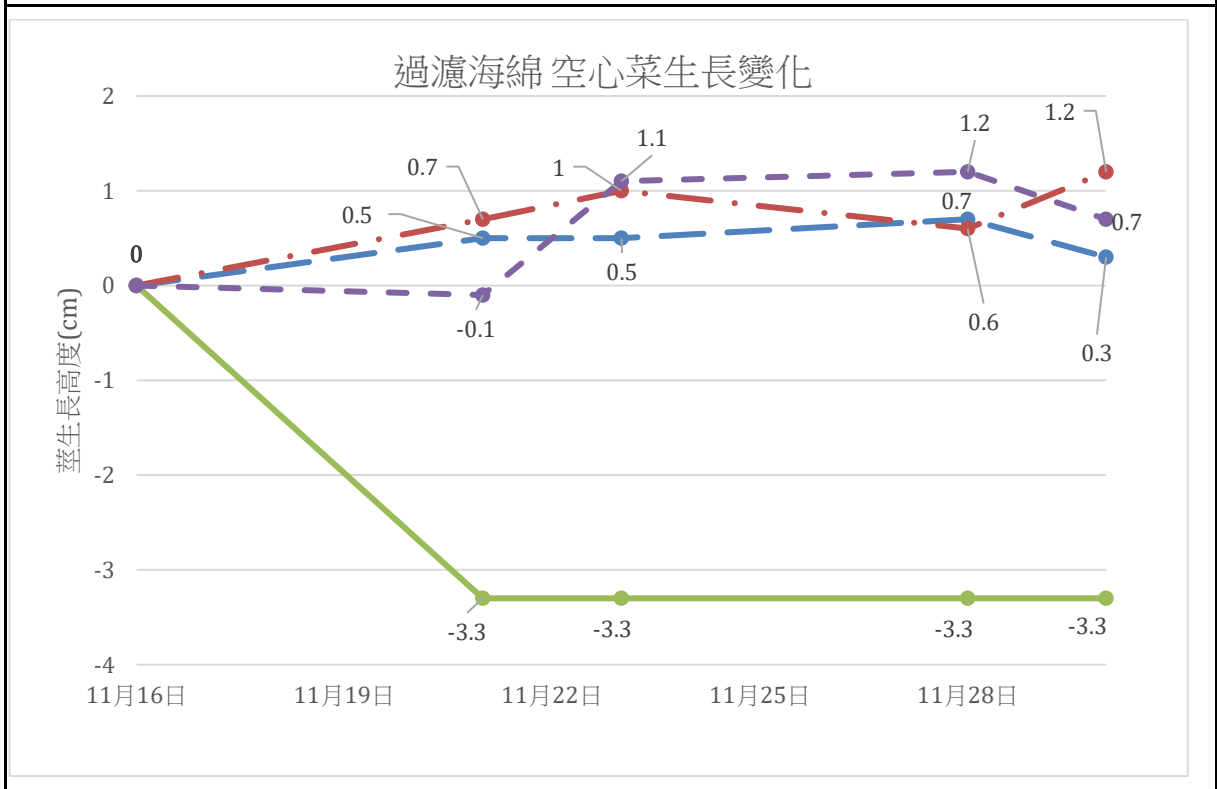
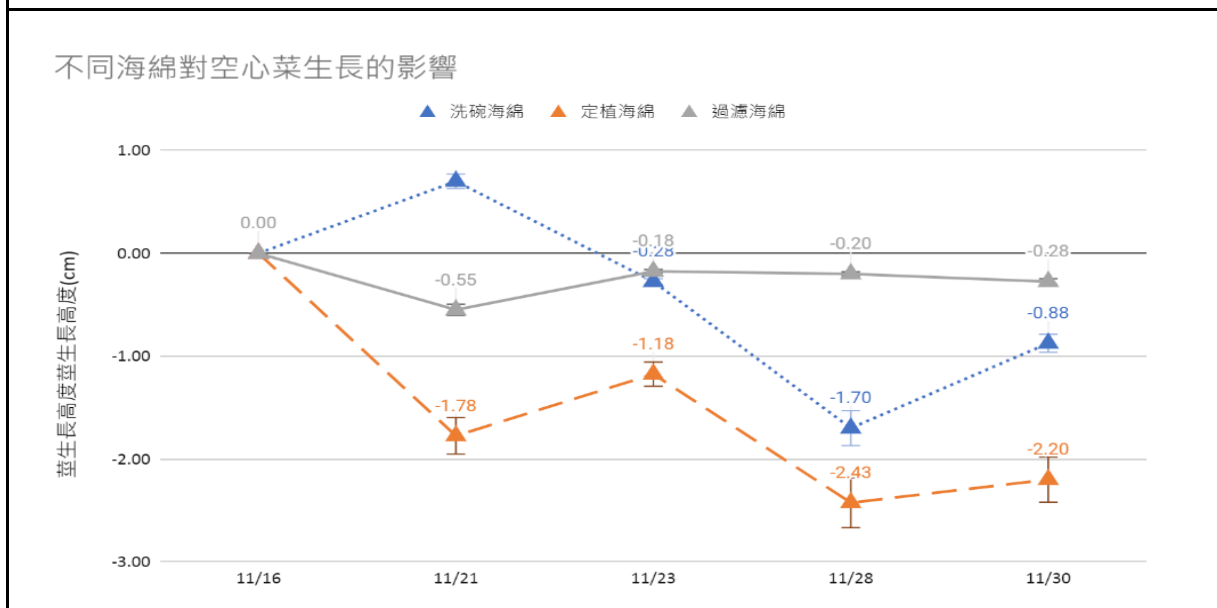


圖40 不同海棉材質對空心菜生長的影響



二、結果：

由圖40可知，實驗開始的前4天洗碗海綿比定植海綿和過濾海綿好，使用洗碗海綿種植的空心菜的平均長高0.7公分，但實驗開始4天後，使用過濾海綿的空心菜成長高度卻逐漸上提升並穩定維持，所以AI植物診療輔助系統選用過濾海綿來種植空心菜。

肆、研究結果

- 一、研究一可知第二代AI植物診療輔助系統確實能提高植物生長速率，讓植物更健康。
- 二、研究二發現，就算對「Python」語法不熟悉的新手，也能借助線上平台的雲端GPU進行簡易模型訓練。所訓練的模型搭載於
- 三、研究三結果可知營養液濃度須受控制，才能讓植物順利生長。
- 四、由研究四可得知植物燈較弱，需控制植物葉面的照度，搭配長燈照時間，才能讓植物在家中順利成長。
- 五、研究五發現，使用過濾海綿含水性較佳，種植空心菜之類的半水生植物種植效果比定植海綿和過濾海綿好。

伍、討論與建議

一、實驗開始時，發現培育出的空心菜苗的真葉葉片多有受損，且莖與根容易壞死。觀察後發現有以下幾點原因：

(一)育苗時，種皮未完全脫落，限制真葉生長，導致葉片受損嚴重。

(二)將發芽菜苗移植至海綿的過程容易使菜苗受到損傷，在種植過程中逐漸死亡。

(三)剛開始種植時，定植海棉只有接觸水的地方含水，無法將水吸至海綿上部，導致部分菜苗枯死。

(四)菜苗放置根的位置過低，導致莖部長期泡在營養液中逐漸腐爛。

上述原因導致研究三的實驗失敗，需要重新實驗。於是我們開始修正育苗的方法。將種子直接放在切割好的過濾棉上並置於淺盤中，淺盤放水讓種子微微泡在水中，每兩天換水一次，並觀察若有種皮卡住真葉的情形，會將種皮加水軟化後用鑷子協助脫落，約10天可育苗完成。此方式種子會直接將根扎入過濾棉，可有效避免移植時受到的損傷。移植時也較方便固定根的位置，避免莖部在營養液中泡爛。

二、在AI技術不停躍進的現在，越來越多線上平台開始免費提供大眾進行線上資料標記與線上GPU訓練模型，這不僅降低了AI訓練的門檻，這些開放資料也能快速推動AI在日常生活的應用，開啟人們對未來生活更多的想像。

三、在實驗過程中，需將感測器測得資料上傳google表單時，原本想利用學校wifi，卻發現無法順利連上學校網路，若使用家用wifi或手機熱點就能順利傳送。在反覆請教學校資訊組的老師與連雲晶片工程師後，發現須注意網路防火牆設定，不然就容易被擋住，使得連雲晶片無法順利運作。

四、研究時發現營養液容易出現大量孑孓，雖對空心菜不造成損害，但蚊子為登革熱傳染源，非家庭中樂見的生物。故將培養箱加裝防蚊網，發現孑孓出現情形大量減少，所以安裝防蚊網為必要措施。

五、植物燈距植物葉面過遠，需控制葉面所受植物燈照度，才能避免植株徒長，莖部過細折損的情況。

陸、結論

一、從研究一發現：

(一) 第二代AI植物診療輔助系統確實可以做到實時監控植物的生長健康狀態，適時補充所需營養，提升植物生長速度。。

(二) 從植物健康AI模型中，我們發現植物會在葉面反映營養障礙情形。未來亦可加入植物蟲害表現進行判別，讓植物健康AI模型功能更為完善。

二、從探討不同濃度營養液實驗中可以發現，種植空心菜時，一倍濃度營養液比兩倍濃度營養液更適合植物生長。濃度控制不當，會造成菜苗快速死亡。故適時監控營養液的EC值與pH值更顯重要。

三、我們從農業部農業知識入口網得知蔬菜的產量與生長期間所接受的總光量成正比。在未達光飽和點前，光強越大，光合作用越多。若超過光飽和點，則光合作用不再增加。陽性植物的光飽和點較高，陰性植物者較低。陰性植物再高光照下容易受傷。由實驗結果可知，空心菜苗在植物燈照9小時的環境中生長狀況比燈照3小時較好。表示空心菜較適合使用植物燈進行長日照環境生長。若在家中使用AI植物診療輔助系統種植空心菜，建議要使植物葉面受到照度3100 lux 至6000 lux 內及長日照的時間設置。

四、從探討使用不同海綿實驗中發現過濾海棉更適合空心菜苗生長，雖然開始生長情形是洗碗海綿最好，但使用洗碗海綿內部孔洞較小，含水效果不佳，生長一段時間後空心菜苗不易持續吸到水，導致死亡。而過濾海棉孔隙較大，含水效果較好。若菜苗的根生長較慢，也能從表面輕易吸取水分。定植海棉內部孔洞則是介於過濾海棉與洗碗海綿之間，含水效果與洗碗海綿接近。推測是因為空心菜為耐熱、喜濕的半水生蔬菜，適合含水量較多的過濾海棉。

柒、參考資料

- 一、黃予馴、張哲銘、蔡承邑、任子嫻、柯筱庭、何芸樓。2021。智能菜圃~利用多元控制及 AI 辨識技術協助蔬菜種植之研究。中華民國第61屆中小學科學展覽會作品說明書。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-082811.pdf?0.0225198495372676>。
- 二、施惠馨、張庭瑜、黃彥蓉。2019。因「菜」施教—自製水耕蔬菜自動化栽培之研究。中華民國第59屆中小學科學展覽會作品說明書。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-052202.pdf>
- 三、余津聚。2011。水耕葉菜類營養元素吸收之研究(未出版碩士論文)。國立中興大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。<https://hdl.handle.net/11296/3pf6vs>。
- 四、李國權、林慧玲。1989。水耕蔬菜營養失調常見之症狀與診斷方法。養液栽培技術講習會專刊第二輯。臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。pp. 69-77。
- 五、沈再發、許淼淼。1991。蕹菜水耕之養液試驗。中華農學研究 40(4)：407-416。
- 六、高德錚（1986）。水耕栽培-精緻蔬菜生產技術之開發。台中區農推專訓56：22-31。
- 七、高德錚（1991a）。動態浮根式葉菜類水耕之栽培管理。臺中區農業改良場特刊，13-18。doi：10.29563/ZHWHGX.199106.0003
- 八、高德錚（1991b）。水耕營養液之調配與管理。臺中區農業改良場特刊，19-22。
- 九、臺南區農業改良場（2007）。空心菜設施栽培合理化施肥。https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=54846
- 十、張庚鵬、張愛華（1997）。蔬菜作物營養障診斷圖鑑。台灣省農業試所特刊第65號。台灣省農業試所印行。
- 十一、靖軒科技（2021年9月16日）。觀葉植物燈要怎麼選？PPFD 和 LUX 又是什麼？一次通通告訴你。民113年5月17日，取自：<https://www.gentech.tw/blog/posts/plantled-5#pdf>
- 十二、靖軒科技（2021年9月16日）。觀葉植物需要多少光？光補償點和光飽和點。民113年5月17日，取自：<https://www.gentech.tw/blog/posts/plantled-4>
- 十三、農業部台中區農業改良場（無日期）。73.水耕植物的營養液幾天換一次最佳，或是需要檢測什麼嗎。民113年5月2日，取自：https://www.tcdares.gov.tw/theme_list.php?theme=FAQ&category=7&print=Y&page=1#!

捌、附錄

一、農藥所作物病蟲害診斷系統照片授權書。



先生/小姐您好 Dear Sir/Madam :



您於 2024/05/07 所提問的問題如下 About your inquiry as follows :

您好:

我是新 [redacted]，
因指導學生進行全國科展的研究，

需要空心菜病蟲害照片進行ai視覺分析模型的訓練。
希望能得到

<https://diag.tactri.gov.tw/Search/CropListPrevent?CropSelId=3073>網頁中的蔬菜(空心菜)影像授權

(僅供第64屆全國科展使用)。

此外，也想請問貴所是否還有關於空心菜病蟲害的照片可供授權。

冒昧打擾，萬分抱歉。

希望貴所能同意授權，謝謝!



本所回答如下 Our answer is as follows :

有關本所診斷中心的歷史案件相關照片都放在診斷系統的網站上，目前無其他照片，使用時請標記加註來源。

若您有相關回答之後續提問需求，請勿回復此郵件。

請直接連結至「[農藥所民意信箱會員系統](#)」登入使用個人化服務。

並請填寫下方連結之「[滿意度問卷調查](#)」。

二、第二代系統程式碼。

The code is structured as follows:

- Variable Initialization:**
 - 設定溫度 A 為 0
 - 設定溫度 B 為 0
 - 設定溫度 C 為 0
 - 設定溫度 D 為 0
 - 設定溫度 E 為 0
 - 設定溫度 F 為 0
 - 設定溫度 G 為 0
 - 設定溫度 H 為 0
 - 設定溫度 I 為 0
 - 設定溫度 J 為 0
 - 設定溫度 K 為 0
 - 設定溫度 L 為 0
 - 設定溫度 M 為 0
 - 設定溫度 N 為 0
 - 設定溫度 O 為 0
 - 設定溫度 P 為 0
 - 設定溫度 Q 為 0
 - 設定溫度 R 為 0
 - 設定溫度 S 為 0
 - 設定溫度 T 為 0
 - 設定溫度 U 為 0
 - 設定溫度 V 為 0
 - 設定溫度 W 為 0
 - 設定溫度 X 為 0
 - 設定溫度 Y 為 0
 - 設定溫度 Z 為 0
- Data Input:**
 - 顯示 請輸入溫度 A:
 - 取得溫度 A 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 B:
 - 取得溫度 B 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 C:
 - 取得溫度 C 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 D:
 - 取得溫度 D 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 E:
 - 取得溫度 E 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 F:
 - 取得溫度 F 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 G:
 - 取得溫度 G 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 H:
 - 取得溫度 H 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 I:
 - 取得溫度 I 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 J:
 - 取得溫度 J 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 K:
 - 取得溫度 K 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 L:
 - 取得溫度 L 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 M:
 - 取得溫度 M 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 N:
 - 取得溫度 N 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 O:
 - 取得溫度 O 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 P:
 - 取得溫度 P 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 Q:
 - 取得溫度 Q 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 R:
 - 取得溫度 R 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 S:
 - 取得溫度 S 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 T:
 - 取得溫度 T 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 U:
 - 取得溫度 U 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 V:
 - 取得溫度 V 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 W:
 - 取得溫度 W 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 X:
 - 取得溫度 X 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 Y:
 - 取得溫度 Y 的輸入
 - 顯示 請輸入溫度 Z:
 - 取得溫度 Z 的輸入
- Processing Logic:**
 - 如果 溫度 A > 100 則
 - 顯示 溫度 A 超過 100 度
 - 如果 溫度 B > 100 則
 - 顯示 溫度 B 超過 100 度
 - 如果 溫度 C > 100 則
 - 顯示 溫度 C 超過 100 度
 - 如果 溫度 D > 100 則
 - 顯示 溫度 D 超過 100 度
 - 如果 溫度 E > 100 則
 - 顯示 溫度 E 超過 100 度
 - 如果 溫度 F > 100 則
 - 顯示 溫度 F 超過 100 度
 - 如果 溫度 G > 100 則
 - 顯示 溫度 G 超過 100 度
 - 如果 溫度 H > 100 則
 - 顯示 溫度 H 超過 100 度
 - 如果 溫度 I > 100 則
 - 顯示 溫度 I 超過 100 度
 - 如果 溫度 J > 100 則
 - 顯示 溫度 J 超過 100 度
 - 如果 溫度 K > 100 則
 - 顯示 溫度 K 超過 100 度
 - 如果 溫度 L > 100 則
 - 顯示 溫度 L 超過 100 度
 - 如果 溫度 M > 100 則
 - 顯示 溫度 M 超過 100 度
 - 如果 溫度 N > 100 則
 - 顯示 溫度 N 超過 100 度
 - 如果 溫度 O > 100 則
 - 顯示 溫度 O 超過 100 度
 - 如果 溫度 P > 100 則
 - 顯示 溫度 P 超過 100 度
 - 如果 溫度 Q > 100 則
 - 顯示 溫度 Q 超過 100 度
 - 如果 溫度 R > 100 則
 - 顯示 溫度 R 超過 100 度
 - 如果 溫度 S > 100 則
 - 顯示 溫度 S 超過 100 度
 - 如果 溫度 T > 100 則
 - 顯示 溫度 T 超過 100 度
 - 如果 溫度 U > 100 則
 - 顯示 溫度 U 超過 100 度
 - 如果 溫度 V > 100 則
 - 顯示 溫度 V 超過 100 度
 - 如果 溫度 W > 100 則
 - 顯示 溫度 W 超過 100 度
 - 如果 溫度 X > 100 則
 - 顯示 溫度 X 超過 100 度
 - 如果 溫度 Y > 100 則
 - 顯示 溫度 Y 超過 100 度
 - 如果 溫度 Z > 100 則
 - 顯示 溫度 Z 超過 100 度
- Output:**
 - 顯示 所有溫度
 - 顯示 溫度 A
 - 顯示 溫度 B
 - 顯示 溫度 C
 - 顯示 溫度 D
 - 顯示 溫度 E
 - 顯示 溫度 F
 - 顯示 溫度 G
 - 顯示 溫度 H
 - 顯示 溫度 I
 - 顯示 溫度 J
 - 顯示 溫度 K
 - 顯示 溫度 L
 - 顯示 溫度 M
 - 顯示 溫度 N
 - 顯示 溫度 O
 - 顯示 溫度 P
 - 顯示 溫度 Q
 - 顯示 溫度 R
 - 顯示 溫度 S
 - 顯示 溫度 T
 - 顯示 溫度 U
 - 顯示 溫度 V
 - 顯示 溫度 W
 - 顯示 溫度 X
 - 顯示 溫度 Y
 - 顯示 溫度 Z

【評語】 082803

這份科展作品展現了學生們對科技應用於農業領域的創新思考。他們成功開發了一套 AI 植物診療輔助系統，結合了物聯網技術、AI 影像辨識和自動化控制，用於監測和改善植物生長環境。他們系統性地探討了影響植物生長的多個因素，如營養液濃度、光照時間和種植介質等，並通過對照實驗來驗證系統的效果，他們開發與訓練了 AI 模型來識別植物的健康狀況，對於照顧植物的新手應有實際幫助。建議作者可在強調此作品的優勢，例如：在農產品大量生產或減少人力成本方面，與傳統種植方式的複雜度與經濟的分析或比較。

作品簡報



AI

總覽 手指



-植物診療輔助系統

摘要

本研究希望開發一套AI植物診療輔助系統，利用AI辨識植物生長情況，適時補充所需營養。Micro:Bit監控生長環境，建立雲端資料庫。實驗發現：一、使用「AI植物診療輔助系統」比「一般種植」的空心菜平均高度增加6.46公分，莖也更粗壯。二、當植株出現病徵，如缺氮的葉面黃化，再以「AI植物診療輔助系統」種植，新葉能逐漸回復健康狀態。

未來預計建置雲端平台，讓第三代系統取得各類作物生長數據，AI分析作物成長趨勢，自動在最佳時機給予協助，藉由AI即時判讀甚至超前部署，不但省時、省力且提高收益，吸引更多人投入智慧農業轉型，邁向SDGs目標2消除營養不良與永續農業的美好願景。

壹、研究動機

以前自然課種植時，除了澆水、除蟲等日常照顧工作外，植物也可能遭莫名的病蟲害而生長遲緩、死亡。所以我們思考，若能利用AI觀察植物健康情形、給予及時的治療，就能降低種植的難度，人人都能成為最棒的「綠手指」，享受種植樂趣。

但因都市空間有限、土壤取得不易等因素，我們選擇家中方便獲取的自來水和空心菜進行研究。控制不同變因，找出室內各類適合「植物生長環境」，再搭配自己訓練的植物健康AI辨識模型打造「AI植物診療輔助系統」。

我們認為這個研究應用在蔬菜培育上，能在菜價高漲或特殊情形時，讓家庭輕易獲取新鮮蔬菜，保障大眾健康。實踐SDGs 2消除營養不良與永續農業的目標。

參、研究設備及器材

空心菜種子、水耕定植籃、各類海綿、各類營養液、含蓋收納盒、植物生長燈、保麗龍板、水管、沉水馬達、pH檢測計、pH校正液、EC檢測計、EC校正液、Micro:bit V2.21、Robot:bit V2.0、連雲晶片、pH感測器、防水溫度感測DS18B20、哈士奇AI鏡頭、平板、照度計

貳、研究目的

1. 如何設置適合植物生長環境。
2. 訓練能發現植物生長情形的AI辨識模型。
3. 探討不同營養液的濃度，對空心菜的影響？
4. 探討不同光照時間，對空心菜的影響？
5. 探討使用不同海綿，對空心菜的影響？

肆、研究過程或方法



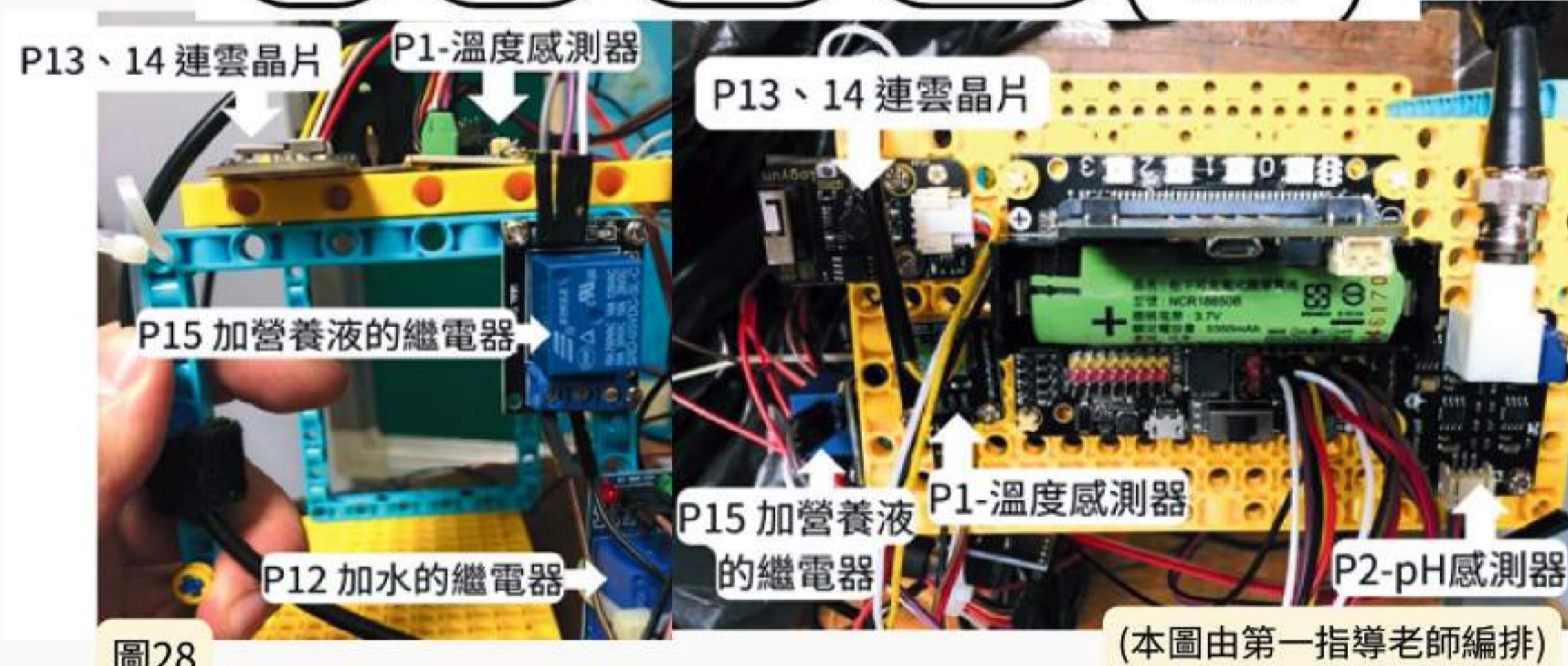
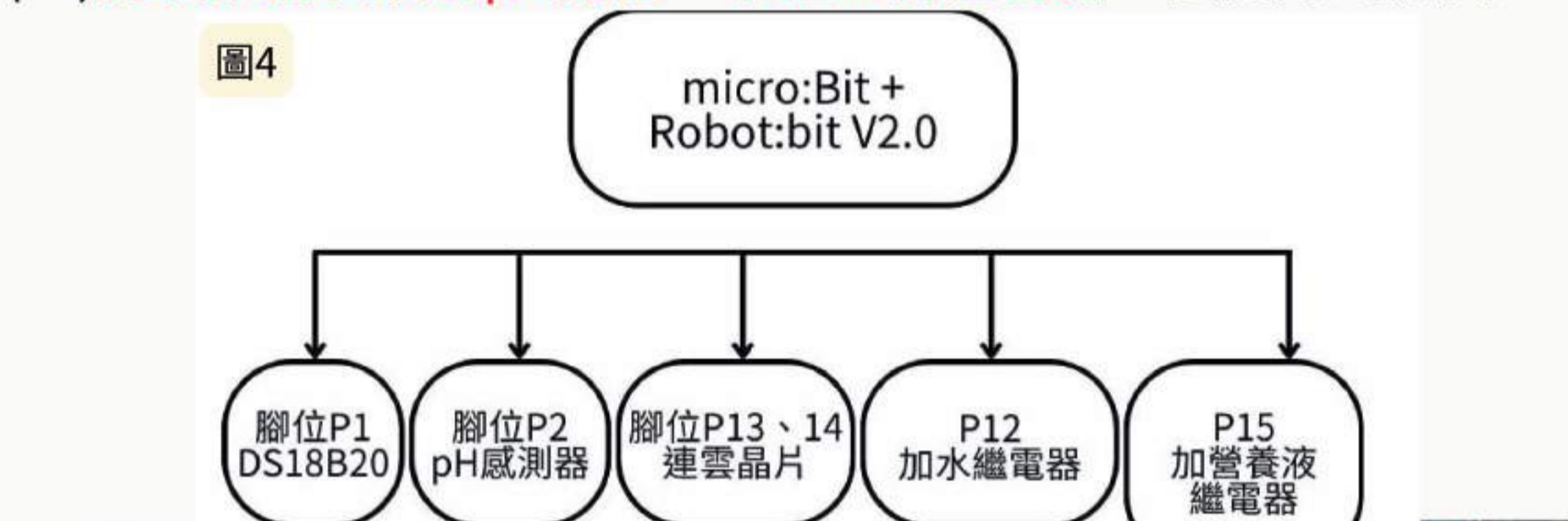
第一代植物診療輔助系統設置

建置植物生長基礎環境

- (一)構思草稿，如圖1。
- (二)用廢棄木桌訂成簡易植物生長箱，如圖2、3。



- (三)由高德錚 (1991) 文章得知葉菜類培養液建議pH值在5.5~6.5左右。用pH計檢測營養液A的pH=3.39、營養液B的pH=3.64、營養液C的pH值=3.93。可利用添加水或營養液調整pH值。
- (四)將蔬菜營養液的pH數值、水溫上傳在雲端。連接方式如圖4。



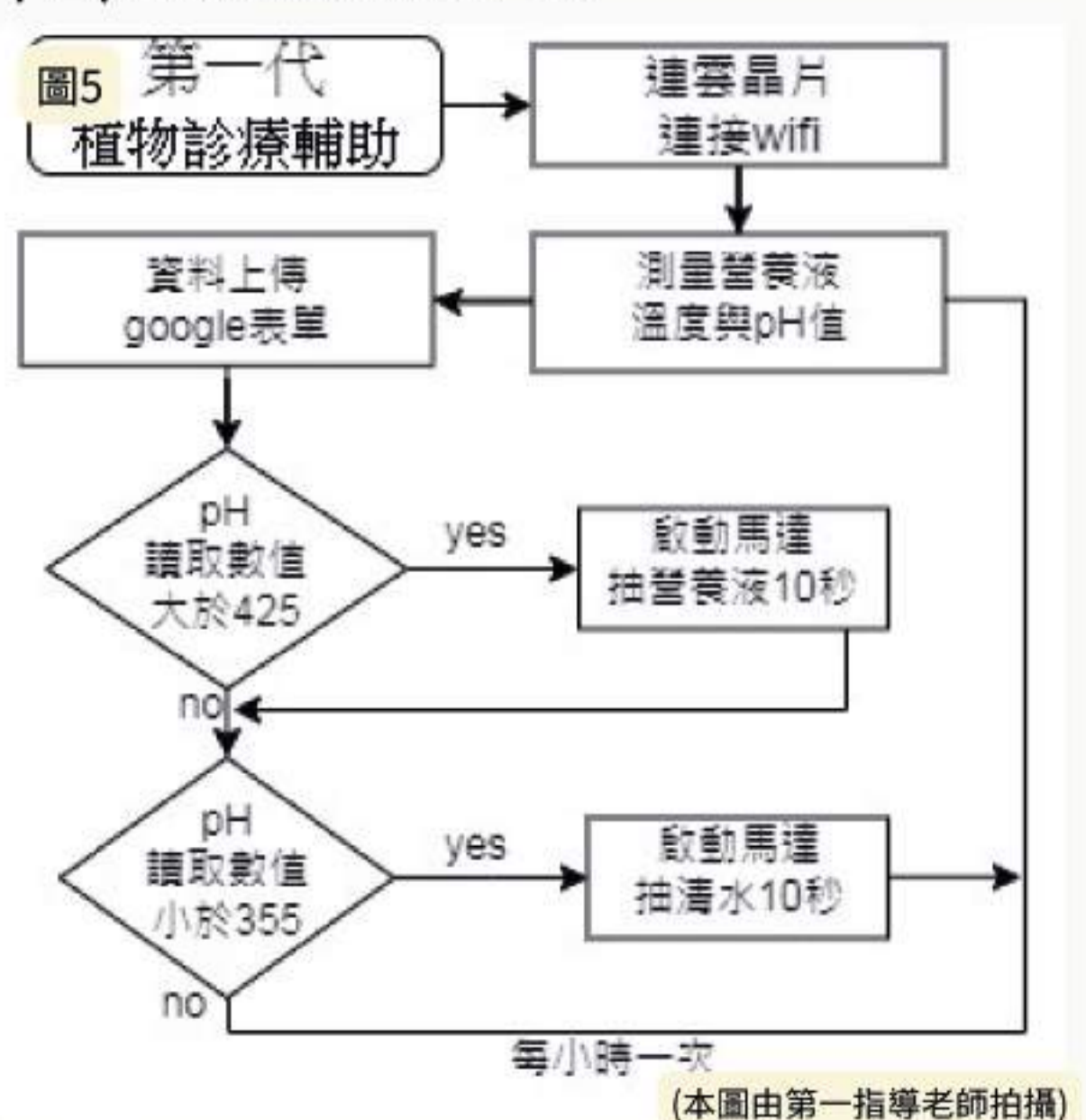
- (五)利用pH值校正液與pH值檢測計進行測試，得到pH值範圍與pH值感測器的對照表，如表3。並以此表數值作為控制依據。

表3 pH感測器數值對照表

pH值	7.0	6.5	5.5	4.1
pH感測器數值	453~457	424~425	354~355	249~245

(本表由作者自行整理)

- (六)系統運作流程如圖5。
- (七)監測結果如圖6。



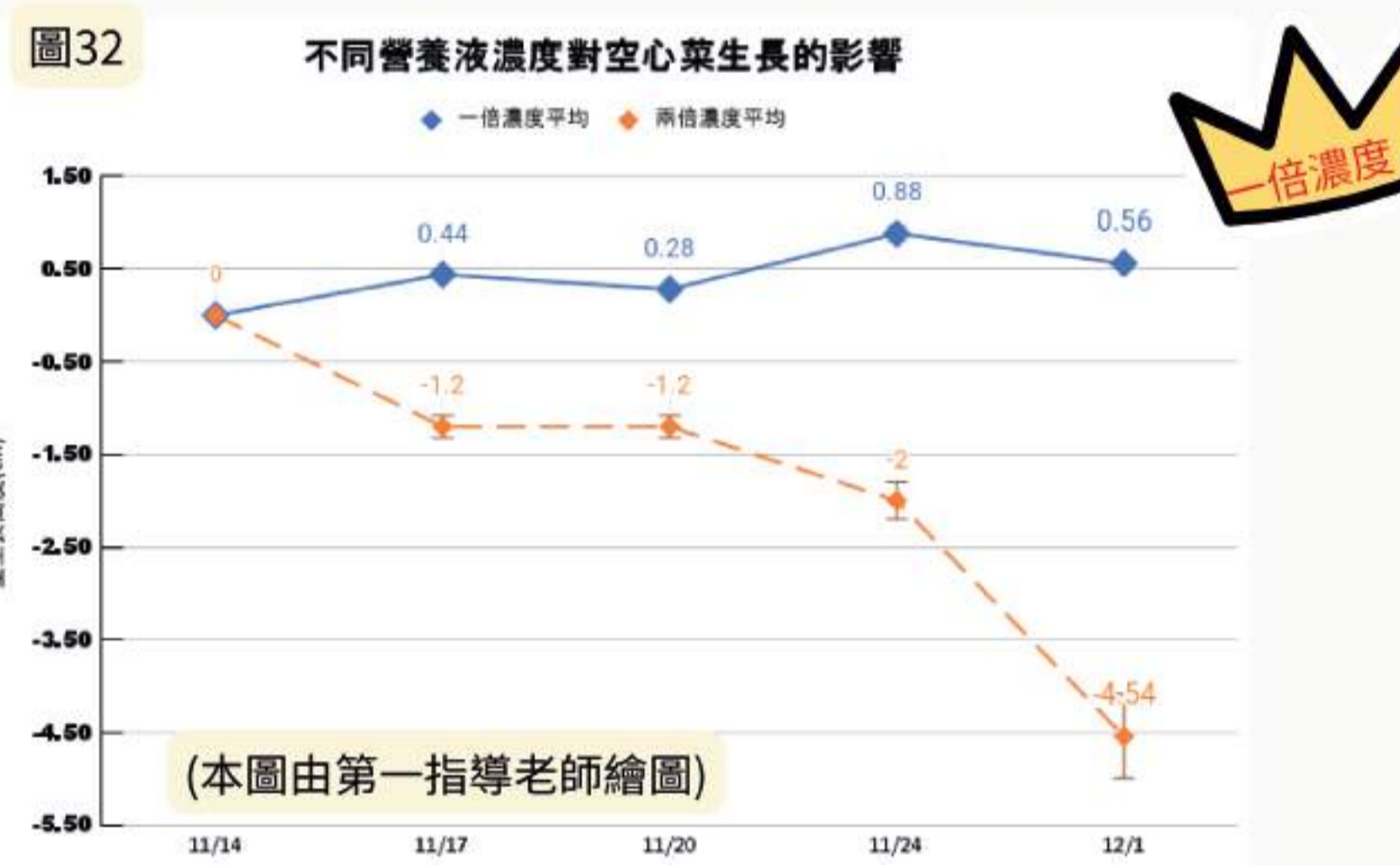
Time	Temp	pH
'12/22 13:11:06	temp:18	ph:354
2023/12/22 13:11:09	temp:18	ph:354
2023/12/22 13:11:11	temp:18	ph:354
2023/12/22 13:11:13	temp:17	ph:413

- (八)第一代系統，如圖7、8。



實驗步驟:

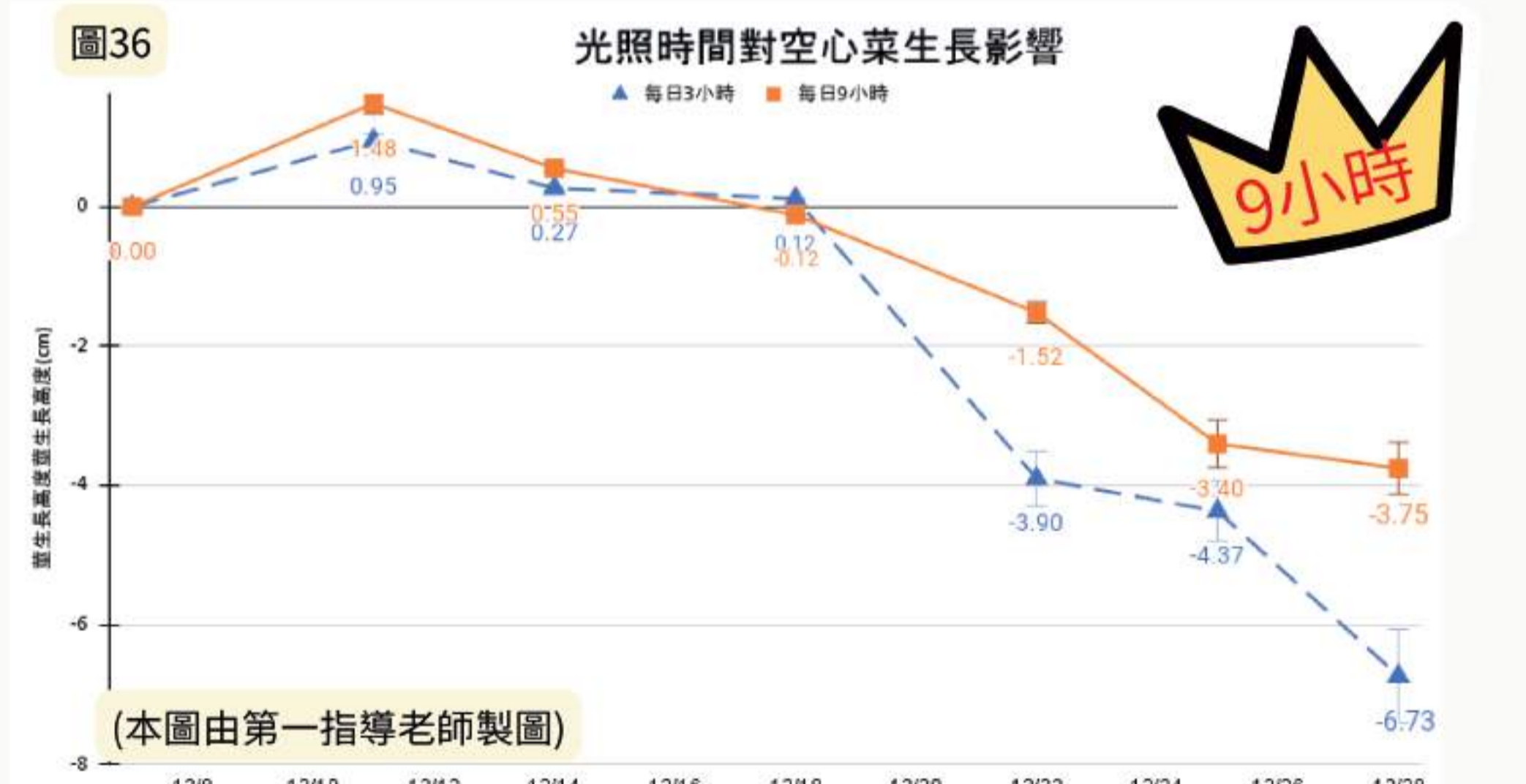
- (一)過濾海綿育苗，取12株生長狀況接近的空心菜苗實驗。
- (二)一倍濃度:0.6ml營養液A+0.6ml營養液B+1ml營養液C。二倍濃度:1.2ml營養液A，1.2ml營養液與2ml營養液C。
- (三)測量生長高度，如圖16，計算與首次測量之差異，平均值比較如圖32。



- (四)A盆(一倍濃度)只有一株枯萎；B盆(兩倍濃度)有四株枯萎。
- (五)圖32可知A盆(一倍濃度)植物平均成長高度為0.56公分，B盆(兩倍濃度)植物平均成長高度為-4.54公分。
- (六)若為了方便一次添加過多營養液，反而會加速菜苗死亡。所以需要控制營養液的濃度，使蔬菜順利生長。

實驗步驟:

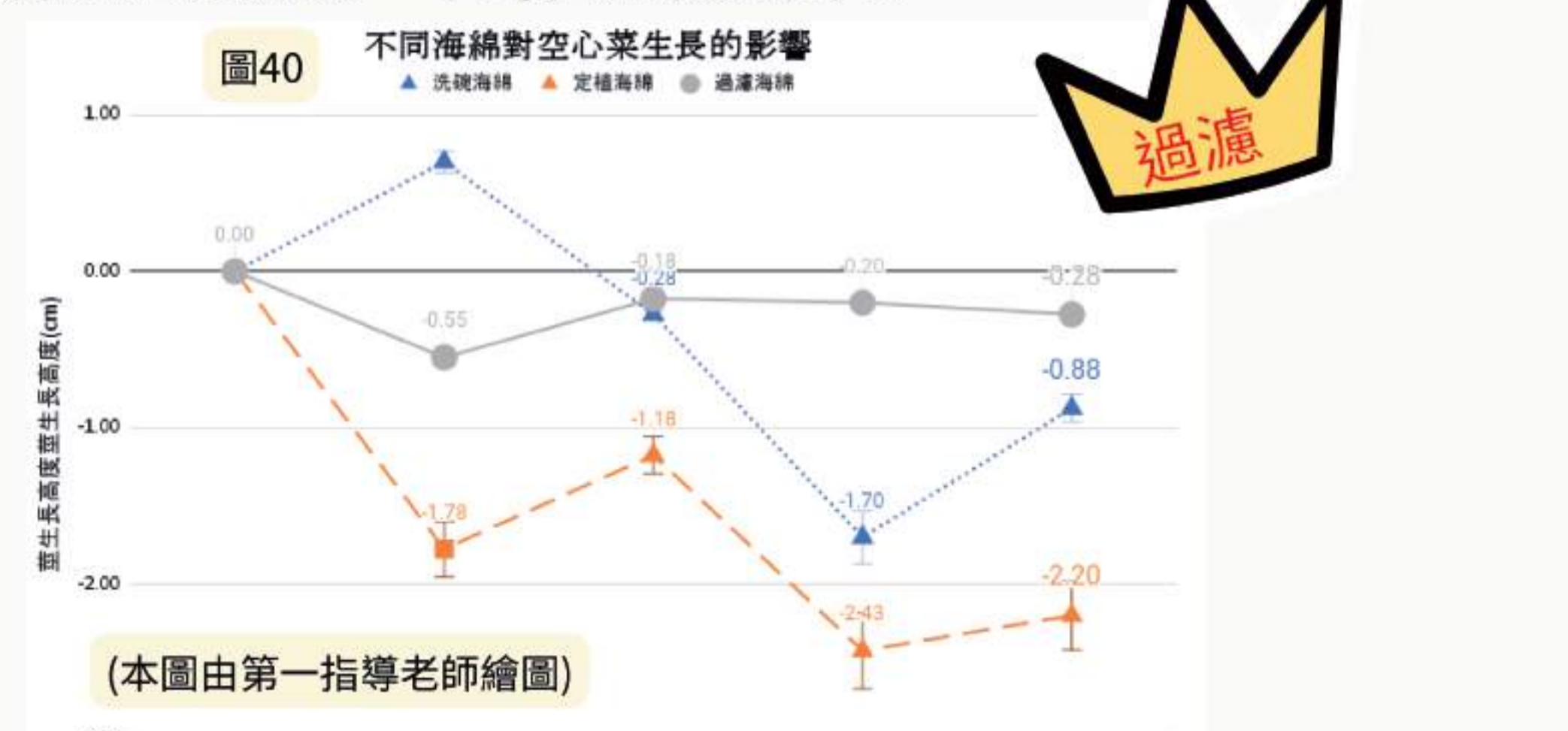
- (一)植物生長燈於A盆設為日照三小時，B盆設為日照九小時。
- (二)測量生長差異，比較如圖36。



- (三)前8天日照九小時的菜苗比日照三小時的菜苗成長更快。第12天起日照三小時的菜苗有四株逐漸枯萎。日照九小時的菜苗存活較多，也持續成長。

實驗步驟:

- (一)兩個盆中各放入兩株菜苗(定植海綿)、兩株菜苗(過濾海綿)與兩株菜苗(洗碗海綿)。
- (二)測量生長差異，平均值比較如圖40。



- (三)由圖40可知，前4天洗碗海綿最好，菜苗平均長高0.7公分，但第4天後，使用過濾海綿的空心菜成長高度卻逐漸上提升並穩定維持，所以後面的實驗我們選過濾海綿來種植空心菜。

第二代植物診療輔助系統

利用pH、EC 進行雙重控制

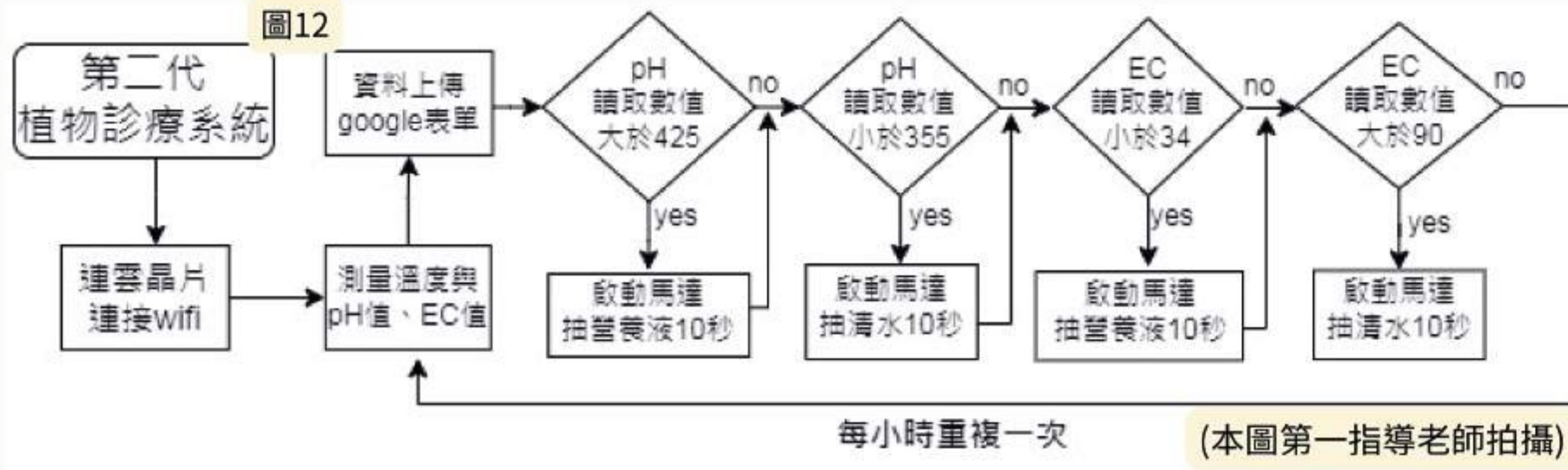
一、改進部分：

(一)由臺中區農業改良場網頁得知，空心菜適合EC值為800~2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。以EC值校正液與EC值檢測計進行測試，得到EC計與EC值感測器的數值對照表，如表4。以此作為控制依據，控制流程如圖12。

表4 EC感測器數值對照表

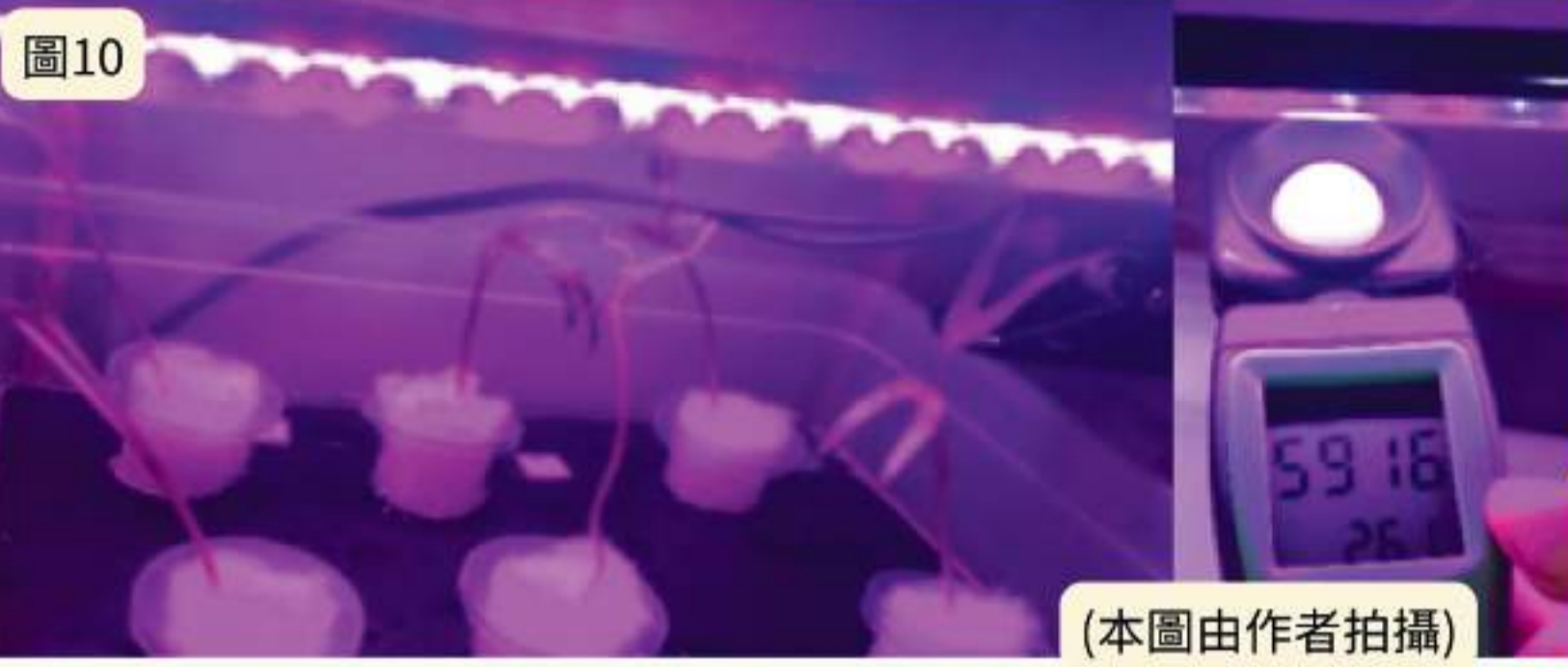
EC計($\mu\text{S}/\text{cm}$)	668	752	796	1036	1220	1608	1998	2004	2180	3374
EC感測器數值	30	34	36	45	56	74	90	94	121	171

(本表由作者自行整理)



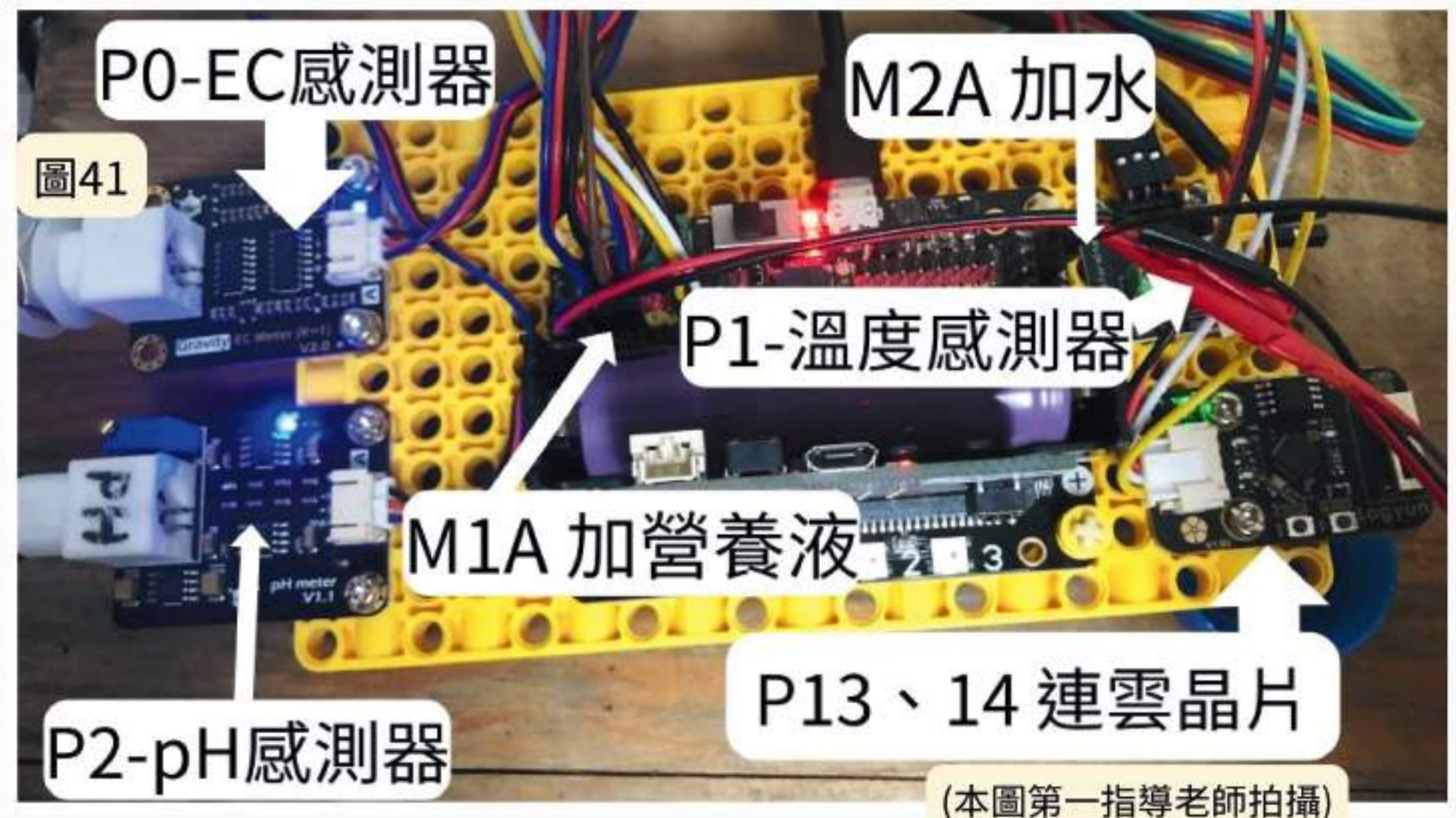
(本圖第一指導老師拍攝)

(二)植株有徒長情形，莖部容易折損死亡。綠葉蔬菜所需的光通量密度為PPFD55至PPFD350。換算為3096.5Lux至19705Lux (1PPFD = 56.3Lux)。將植物燈位置調整如圖10，使葉面受照度在3100Lux至6000Lux內。



(本圖由作者拍攝)

(三)繼電器改用擴充版中馬達腳位控制，可穩定控制抽水速度，也能節省空間。第二代系統如圖41



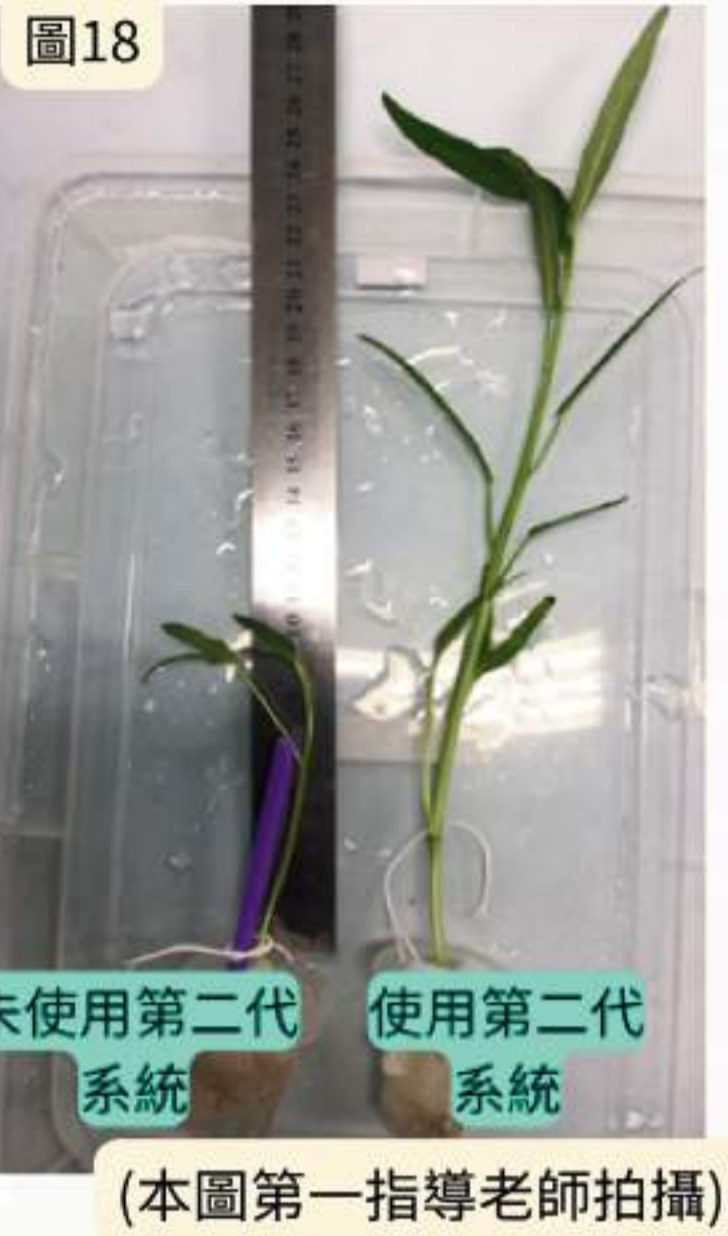
(本圖第一指導老師拍攝)

(四)以第二代系統種植，每隔三、四天測量空心菜的生長高度。計算六株植株生長差異的平均，成長情形如圖17。

圖17 第二代AI植物診療輔助空心菜生長情形的影響



(本圖第一指導老師繪製)



(本圖第一指導老師拍攝)

第三代 AI植物診療輔助系統

加入AI 植物診療模型辨識健康狀態

一、訓練植物健康AI偵測模型：

(一)農業部農業藥物試驗所「蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑」(張庚鵬、張愛華，1997)與「作物病蟲害診斷系統」中可發現蔬菜若發生營養障礙，葉片外觀和型態最先出現特殊徵狀，如表5。

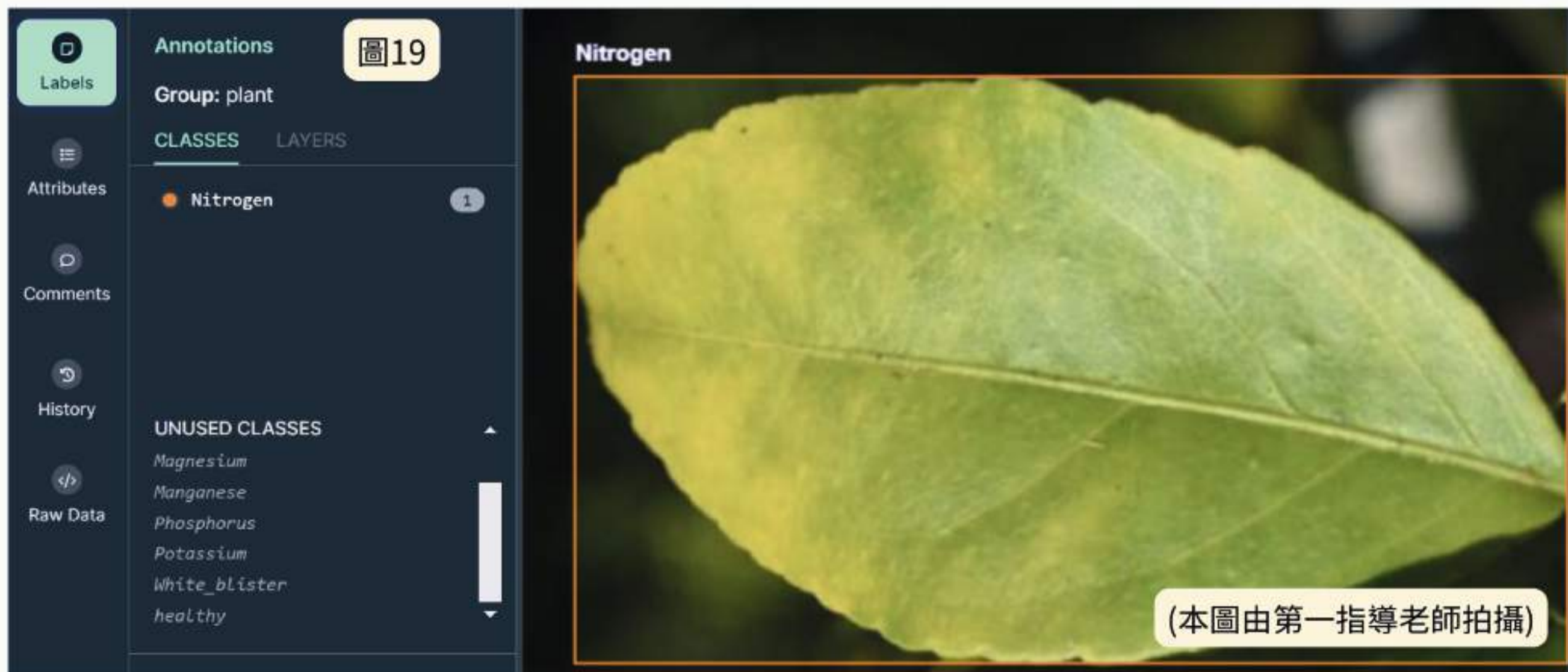
表5 作物營養障礙徵狀整理表

徵狀敘述	缺氮	缺磷	缺鉀
老葉黃化，部分葉肉出現燒焦狀斑斑。	莖、葉易呈現紅紫色小點、葉片變厚、變小、生長緩慢	正常(左)與不同缺鉀程度葉片。葉間雜白或褐色斑點。	
障礙徵狀			
徵狀敘述	成熟葉肉出現脈間黃化及黃色斑點	正常(左)。缺錳葉片(右)較狹長，呈現網狀黃化。	
障礙徵狀			資料、圖片來源：「蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑」(張庚鵬、張愛華，1997)

研究二

(二)選取常見營養障礙類型，如缺氮、缺錳、缺鎂、缺磷、缺鉀與健康蔬菜共六種類型。由作者自行拍攝、並取得農藥所「作物病蟲害診斷系統」照片授權，共收集作物的相關葉面照片共93張。

(三)建立雲端資料集並使用方框標記不同營養障礙類型，如圖19，共標記764個特徵。



(本圖由第一指導老師拍攝)

(四)統一調整尺寸至640x640，隨機進行水平、垂直翻轉等增強方式將照片擴增三倍，訓練出AI模型。以各類障礙類型相片進行測試，如圖42。發現正確率偏低，須加強與優化。

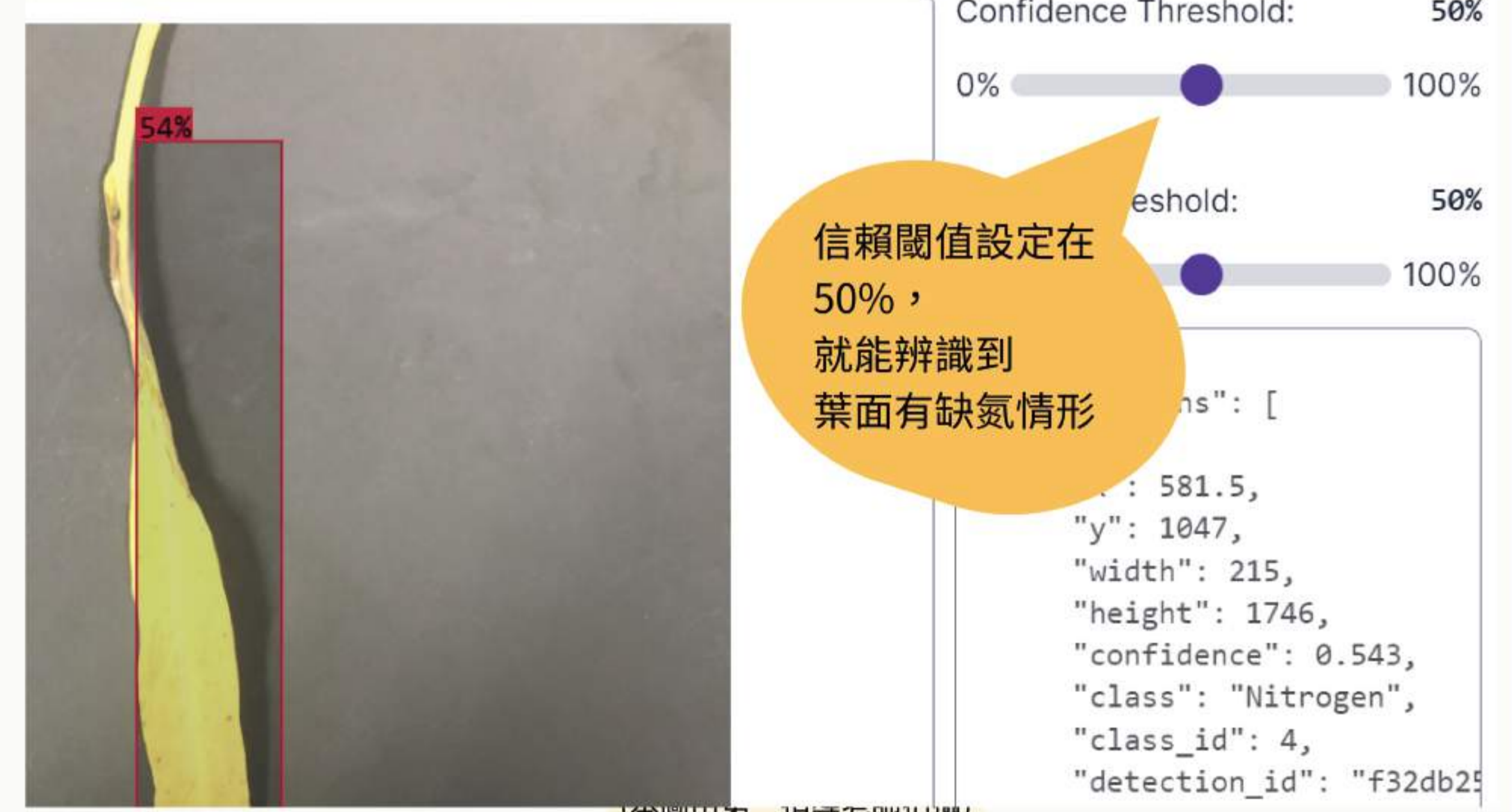


(本圖由第一指導老師拍攝)

(五)原始照片增加到345張，並使用多邊形標記更貼合特徵，如圖20、22。共標記1770個特徵。將照片隨機進行水平、垂直翻轉、不同角度旋轉、裁切等增強方式擴增，以同張的相片進行測試，能有效提高正確率。



(本圖由作者拍攝)



(六)將模型佈署到網頁，開啟手機鏡頭或使用電腦進行即時物件識別，如圖21。



(本圖由作者拍攝)

(七)利用用哈士奇AI鏡頭記憶並辨識作物營養障礙徵狀辨別の色框顏色，整理如表7。

表7 作物營養障礙與顏色辨識對照表

營養障礙類型	健康	缺氮	缺磷、鉀	缺鎂、錳
植物健康 AI 模型色框顏色	紅色	黃色	藍色	洋紅色
哈士奇 AI 鏡頭顏色辨識代號		ID1	ID2	ID3

(八)平板與哈士奇鏡頭設置情況，如圖24。



(九)第三代控制流程，如圖12。監控資料，如圖13。

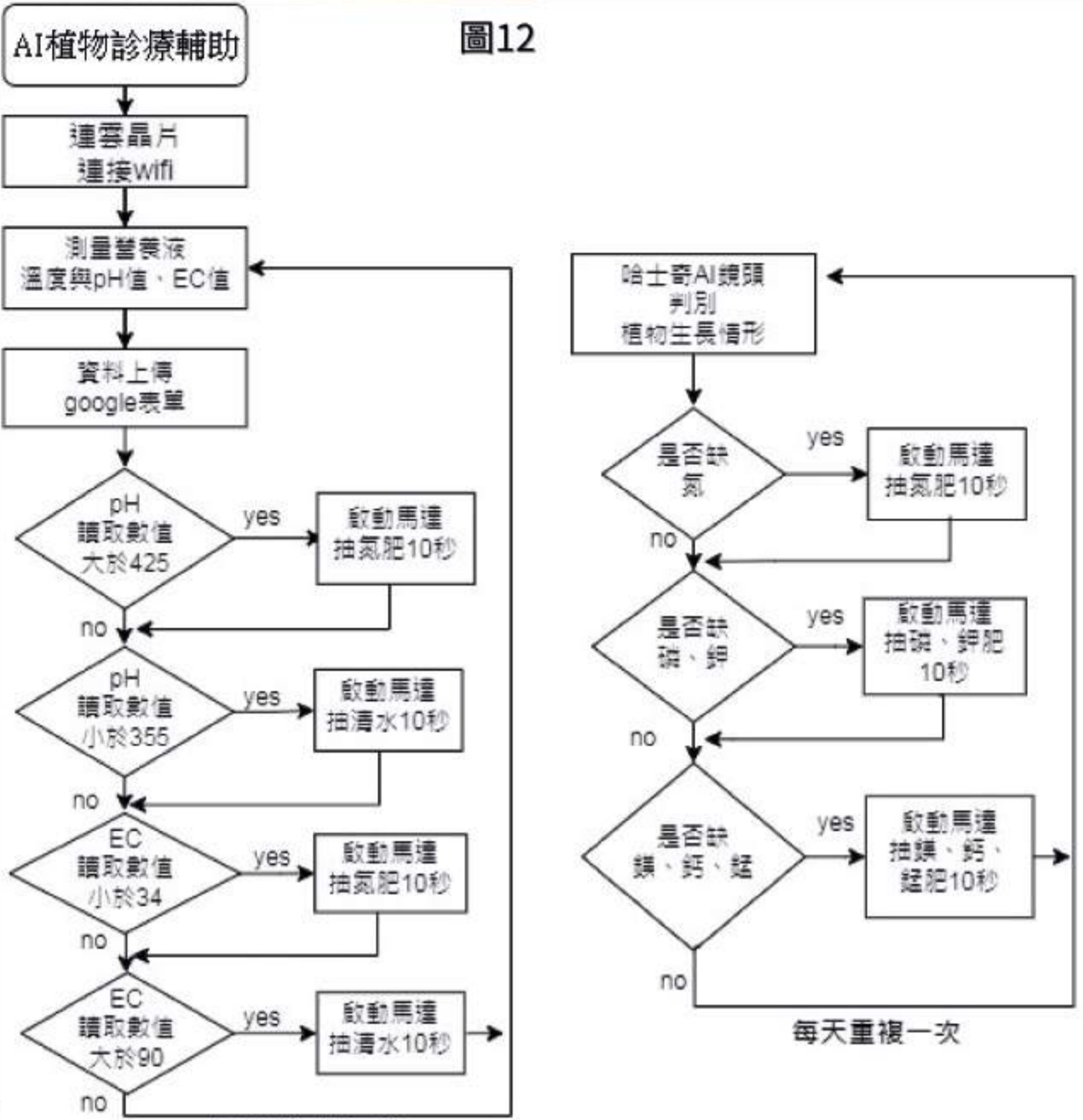
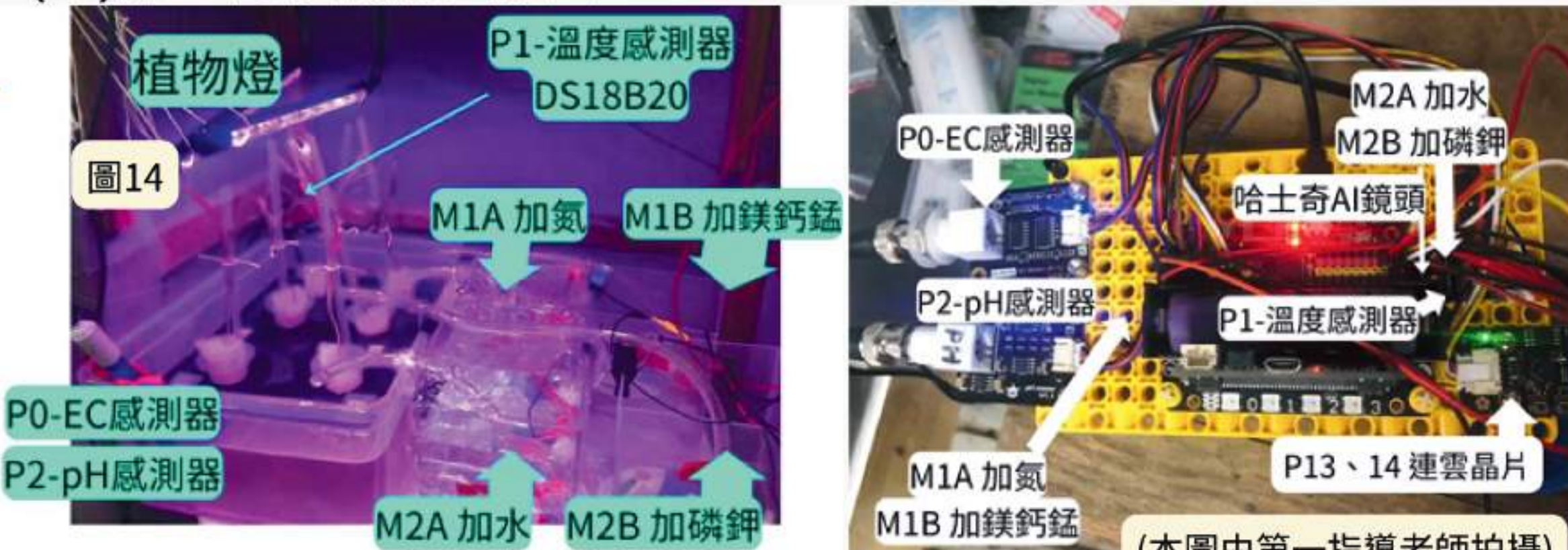


圖13 2024/06/03 11:58:43 temp: 2024/06/03 12:58:53 temp:26 pH:401 EC:84 N=18 w=3 P=0 Mg=0 2024/06/03 14:59:13 temp:26 pH:381 EC:84 N=18 w=3 P=0 Mg=0 2024/06/03 15:59:25 temp:26 pH:383 EC:86 N=18 w=3 P=0 Mg=0 2024/06/03 18:00:10 temp:25 pH:386 EC: (本圖由第一指導老師拍攝) :0

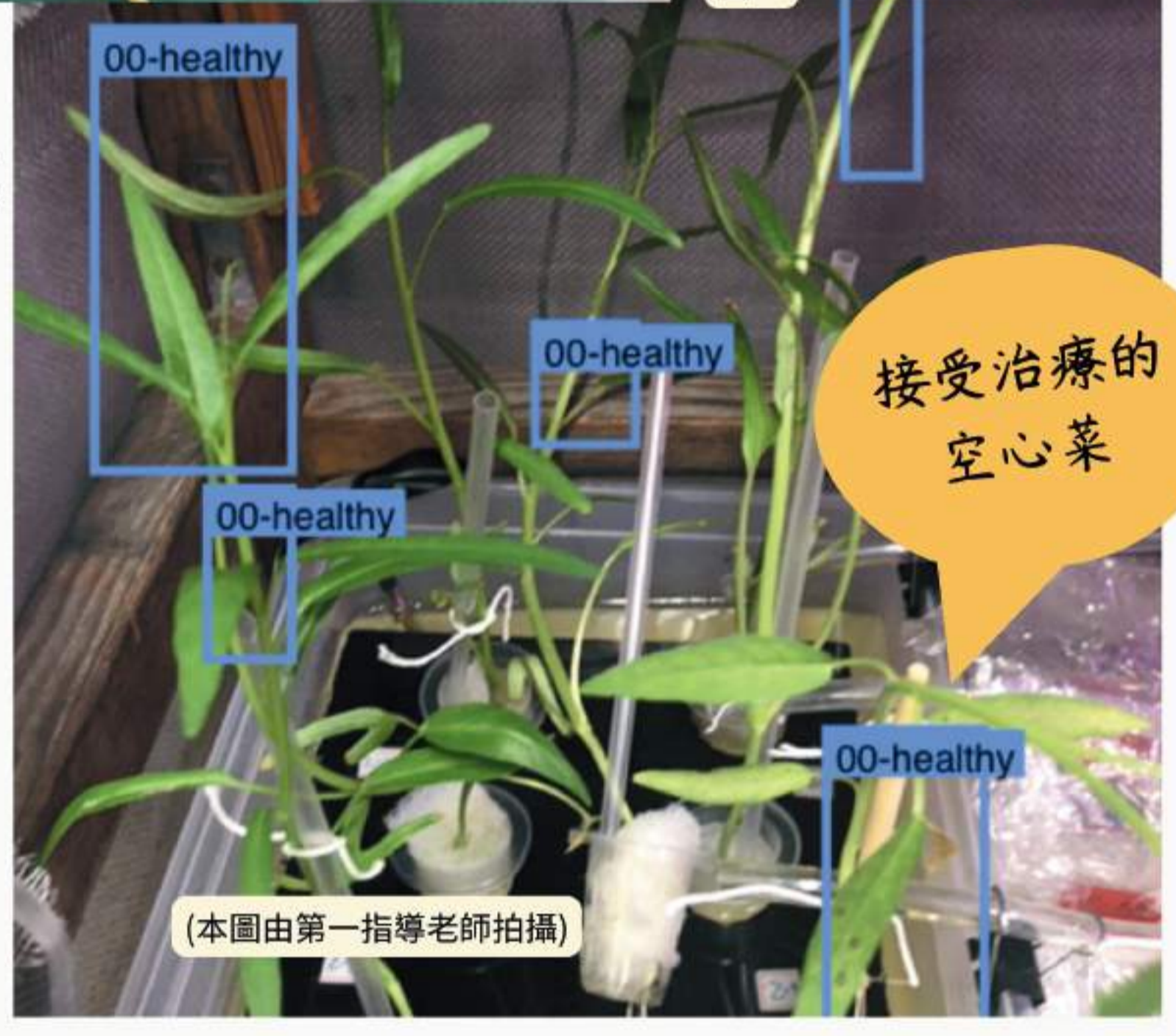
(十)第三代系統配置如圖15



(十一)故意造成空心菜葉面出現缺氮的黃化與焦褐狀，如圖25。以AI植物診療系統種植，新長出的葉面雖還有點狀黃化，可發現已逐漸返回綠色，如圖26。



(十二)接受治療的空心菜在第三代系統中，被辨別為健康狀態，如圖27。



雲端 AI植物診療輔助系統

- 家庭使用者**
- (一)預計建置雲端平台，購買本系統家用硬體裝備與耗材，如AI鏡頭、液態肥料、種子等。即可使用雲端平台服務。
 - (二)依據作物種類於雲端平台選擇不同AI模型，系統自動下載作物生長趨勢資料。使用者只需依指示放入種子，添加各類耗材，第三代系統便會自動運作，不僅能進行診療輔助，更可預測收穫時間，讓使用者輕鬆體會種植與收穫的樂趣。
 - (三)持續利用第三代系統所得數值，雲端平台持續進行AI模型優化與更新作物生長趨勢，提高雲端平台服務效能。

- 企業使用者**
- (一)購買企業硬體設備與定時添購耗材，即可依企業需求設置專屬化雲端平台。
 - (二)將AI拍攝影像、數據結果、分析報告上傳至雲端平台，利用雲端平台了解作物生長情形或病蟲害的狀況。
 - (三)可利用AI模型制定最佳的作物生長方案，提高生產效率及作物品質。更可預測收穫日期，規劃後續自動化採收與運送。
 - (四)可利用AI鏡頭進行作物品質分級，管理生長履歷，提供農產品或加工品的溯源與防偽的服務，提升企業收益。

伍、討論與建議

- 一、實驗開始時，發現培育出的空心菜苗的真葉葉片多有受損，且莖與根容易壞死。觀察後發現有以下幾點原因：
 - (一)育苗時，種皮未完全脫落，限制真葉生長，導致葉片受損嚴重。
 - (二)將發芽菜苗移植至海綿的過程容易使菜苗受到損傷，在種植過程中逐漸死亡。
 - (三)剛開始種植時，定植海綿只有接觸水的地方含水，無法將水吸至海綿上部，導致部分菜苗枯死。
 - (四)菜苗放置根的位置過低，導致莖部長期泡在營養液中逐漸腐爛。
 上述原因導致育苗失敗，需要重新實驗。於是我們開始修正育苗的方法。將種子直接放在切割好的過濾棉上並置於淺盤中，淺盤放水讓種子微微泡在水中，每兩天換水一次，並觀察若有種皮卡住真葉的情形，會將種皮加水軟化後用鑷子協助脫，約10天可育苗完成。種子會直接將根扎入過濾棉，可有效避免移植時受到的損傷。移植時也較方便固定根的位置，避免莖部泡爛。
- 二、研究時發現營養液容易出現大量孑孓，雖對空心菜不造成損害，但蚊子為登革熱傳染源，非家庭中樂見的生物。故將培養箱加裝防蚊網，發現孑孓出現情形大量減少，所以安裝防蚊網為必要措施。
- 三、植物燈距植物葉面過遠，需控制葉面所受植物燈照度，才能避免植株徒長，莖部過細折損的情況。
- 四、預計建置雲端平台，持續優化AI植物診療系統，讓家庭使用者輕鬆得到種植與收穫的樂趣。為企業使用者制定最佳作物生長方案，提高產能，更能進行農業風險評估、蟲害防治、預警等，提升收益。藉此吸引更多投入智慧農業，達成永續農業願景。

陸、結論

- 一、研究中可發現：
 - (一) 第三代AI植物診療輔助系統確實可以做到實時監控植物的生長健康狀態，適時補充所需營養，提升植物生長速度。
 - (二) 從AI植物診療系統中，我們發現植物會在葉面反映營養障礙情形。未來亦可加入植物蟲害表現進行判別，讓AI植物診療系統功能更為完善。
- 二、從探討不同濃度營養液實驗中可以發現，種植空心菜時，一倍濃度營養液比兩倍濃度營養液更適合植物生長。濃度控制不當，會造成菜苗快速死亡。故適時監控營養液的EC值與pH值更顯重要。
- 三、空心菜較適合使用植物燈進行長日照環境生長。若在家中使用AI植物診療輔助系統種植空心菜，建議要使植物葉面受到照度3100 Lux 至6000 Lux 內及長日照的時間設置。
- 四、從探討使用不同海綿實驗中發現過濾海綿更適合空心菜苗生長，雖然開始生長情形是洗碗海綿最好，但使用洗碗海綿內部孔洞較小，含水效果不佳，生長一段時間後空心菜苗不易持續吸到水，導致死亡。而過濾海綿孔隙較大，含水效果較好。若菜苗的根生長較慢，也能從表面輕易吸取水分。定植海綿內部孔洞則是介於過濾海綿與洗碗海綿之間，含水效果與洗碗海綿接近。推測是因為空心菜為耐熱、喜濕的半水生蔬菜，適合含水量較多的過濾海綿。

參考資料

- 一、黃予馴、張哲銘、蔡承邑、任子嫻、柯筱庭、何芸樓。2021。智能菜園~利用多元控制及 AI 辨識技術協助蔬菜種植之研究。中華民國第61屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 二、李國權、林慧玲。1989。水耕蔬菜營養失調常見之症狀與診斷方法。養液栽培技術講習會專刊第二輯。臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所。PP. 69-77。
- 三、高德錚 (1991)。水耕營養液之調配與管理。臺中區農業改良場特刊，19-22。
- 四、張庚鵬、張愛華 (1997)。蔬菜作物營養障礙診斷圖鑑。台灣省農業試驗所特刊第65號。台灣省農業試驗所印行四