

投稿類別：自然科學

篇名： 模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

作者：

邱胤軒。壽豐國中。七年仁班

鄭羽珊。壽豐國中。七年義班

郭恩婕。壽豐國中。七年義班

朱育朋。壽豐國中。七年義班

指導老師:

陳錦松老師

陳霽語老師

壹、前言

一、研究動機：

農業，現在已經從早年的生產活動，逐漸轉變為休閒活動，我們可以觀察到越來越多的人利用有限的空間栽植作物，除了綠化環境、美觀且衛生外兼可提供糧食來源減少家庭支出。但是當前這些栽植活動要使用的土壤跟佔用的空間還是太多了，所以發想能造就節省空間及土壤的農產品栽培模組。我們更發想如果還能搭配自動可程式化調整日照強度及加水次數，並可以視情況模組化擴充，只需投入少數人、土地及水源即可達成種植農作物的目的。也可有效化解農村人力不足、天候不確定或災害(水或旱災)及爭搶可耕地(臺灣人口密集區都是可耕地)因素，促進農業轉型。如果能夠推廣可以節省許多資源，還有空間，做更有效的利用。

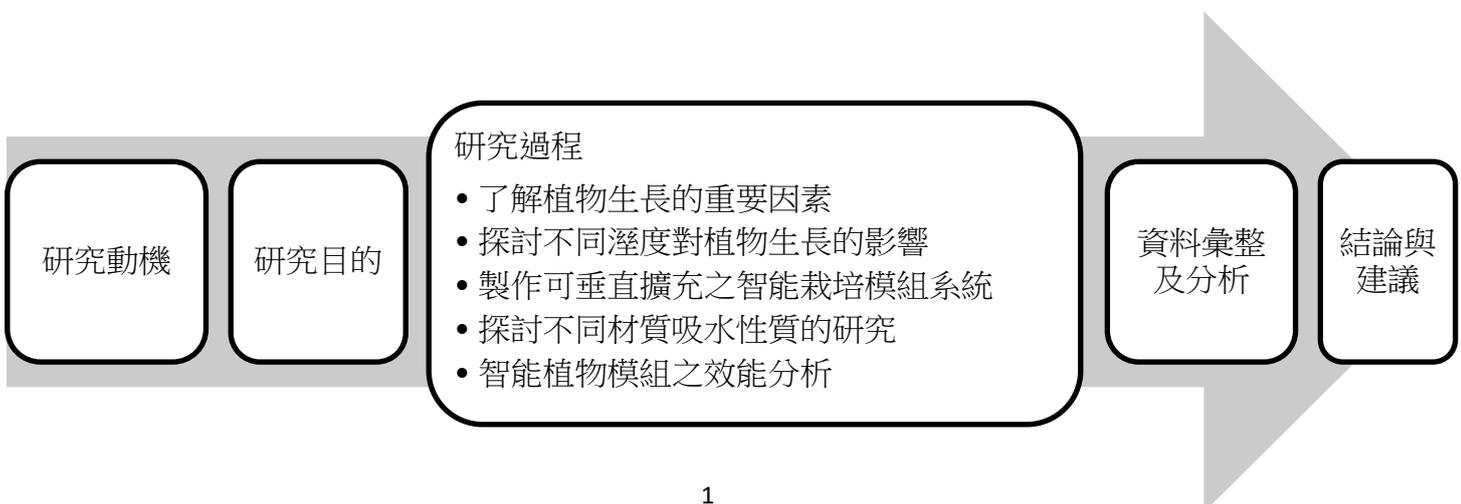
二、研究目的：

臺灣土地少人口密集，農業人口急遽外流，只剩下老人小孩，為了解決這問題我們發想之後就想實現它，看了相關的文獻與家庭農業影片之後，我們想研究家庭農業的自動化栽培模組，我們與老師討論研究構想，決定利用資訊科技課程所教的 Arduino Uno 控制板撰寫程式，設計實驗及最佳化程式控制並期許能達到最好的效果。同時也測試所撰寫的程式能否正常運行測量溫度濕度跟光照度，亦測試不同日照及濕度對作物的影響。我們選擇的作物是「萵苣」，因為門檻低、生長期較短，且易於觀察，很適合這次的研究。

這次研究目的有以下幾點：

- (一)探討植物生長的重要因素。
- (二)探討不同溼度對植物生長的影響。
- (三)製作可垂直擴充之智能栽培模組系統。
- (四)探討不同材質吸水性質的研究。
- (五)模擬可垂直擴充之智能栽培模組系統之效能分析。

三、研究方法與架構



貳、正文

我們學校有很多同學家中從事農業，但是因為花東工作機會少，年輕力壯的人都到北漂，留下的大多是老人，我們觀察到老人要施肥耕種很辛苦，還要看天吃飯，所以我們想是不是能借助現代科技架設儀器，只要學會操作無須再擔心澆水耕作及施肥的問題。

一、探討植物生長的重要因素

我們選擇了種植萵苣，必須研究種植的方法，依據查閱到的資料及請教有種植經驗的農民，可分為土耕及水耕兩種方式，土耕組每組土壤搭配的種子數相同，只有加水次數不同；水耕組亦是在相同大小衛生紙上沾水鋪上相同數量種子，如下表 1。

表 1、種植方式

種植方式	土耕	水耕
說明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 土壤必需維持在 15 至 20 攝氏度，種苗時期需下降到 12 至 20 攝氏度。 2. 適合早春、晚秋時節，日照需充足又可維持生長適宜溫度。 3. 避免選擇厚重、高黏性土壤，可選擇微酸性的壤土或沙土。 4. 預先整地將土壤曝曬陽光下 1 至 2 週，並完成施肥。 5. 種苗冒出 4 或 5 個真葉即可挑選陰天或黃昏時分移栽。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 需將種子泡水至發芽。 2. 種植於小盆栽內至長出 3 或 4 片葉子後移栽至大盆或土地 (需先翻鬆使之透氣)上鋪上薄土。 3. 長出真葉後移栽注意連根拔起減少損傷。 4. 每株保持約 1 指的距離。
圖片	 <p>圖 1、剛種植在土耕的萵苣種子</p>	 <p>圖 2、將種子泡水</p>

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

<p>圖片</p>	 <p>圖 3 種植 5-7 天有發現有發芽</p>	 <p>圖 4 種植 5-7 天發現種子發霉</p>
<p>小結</p>	<p>實驗開始時，有幾棵種子有發芽，但因為天氣炎熱，所以導致種子最後沒有存活。</p>	<p>水耕組先把種子泡水，泡到發芽再把它們移到濕潤的衛生紙上，可是我們在移到 衛生紙上後沒幾天，種子就發霉了，所以這次的實驗只能以失敗告終。</p>

二、探討不同溼度對植物生長的影響

(一) 目的：我們這次種了很多種子，依照欲搭配的溼度做分組，為了找出最合適的種植溼度。

(二) 步驟：

1. 將每組種子放入土壤的濕度有 30%、40%、50%、60%、70%、80%這六組。
2. 我們使用濕度感測器，測試土壤濕度，測試方法就是每天測量 2 次，分別在早上 9：05 跟中午 12：00 進行測量，如表 2。

表 2 土壤濕度計測試土壤濕度

日期	9/23	9/23	9/25	9/25
時間	早上 9:05	中午 12:20	早上 9:05	中午 12:20
濕度				
30	300	600	500	294
40	700	700	700	674
50	670	700	700	647
60	610	700	700	684
70	680	700	700	691
80	720	750	710	731

3. 觀察哪個濕度種植出來的萵苣比較健康、比較好看，就用那種濕度當標準。

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

根據上述之實驗，結果得知土壤的濕度 30 感測器測的值是低於 500，植物生長不好，需要澆水；而濕度 40 以上的數值都大於 700 是不需要澆水，並且都活得很好。

三、製作可垂直擴充之智能栽培模組系統

(一) 目的：參考永續發展目標 SDGs 目標，我們希望建構可垂擴充之智能栽培模組系統。

(二) 步驟：

1. 我們觀看相關影片與文獻後，先手稿繪出了第一代的設計圖(如圖 5)。
2. 利用小畫家繪製未來安裝電路設計圖(如圖 6)。

設計圖

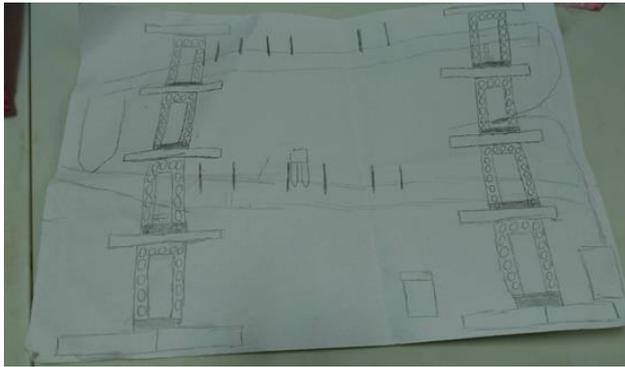


圖 5 設計手稿

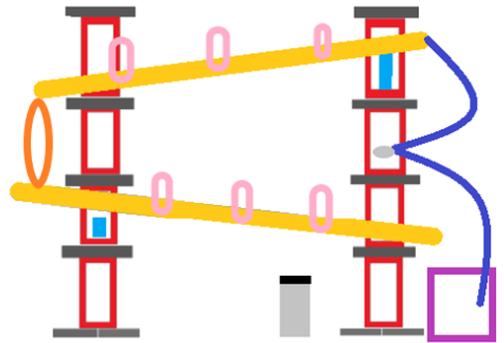


圖 6 利用小畫家繪製，將系統結構更明確

3. 將廢棄水管鋸成 2 等分，再將這些水管在劃分成 3 等分，然後挖孔，每一個孔直徑為 6.5 公分，並查詢文獻得知，每個種植作物的孔位距離最好要 15cm 公分以上。
4. 用金屬切割機從水管上裁切出孔位來，最後再測試看看能否將植物裝入寶特瓶容器並放入裁切好的孔位內。
5. 使用智高積木製作放水管的支架，支架強度及空間都確保能夠安置水管。
6. 利用水往低處流的原理，將水管一側用積木墊高位置。
7. 每個孔位上寶特瓶裡面的泥土及種苗，都能安裝濕度感測器，並連結到光敏電阻。
8. 這次製作上下雙層模組，並利用利用 Arduino Uno 程式設定濕度，低於 600 時就會自動澆水，多餘的水會流入旁邊的水槽可循環再利用，圖 7。
9. 並利用 Tinkercad 繪圖，使用 3D 列表機列印出，固定水管的架子，圖 8。



圖 7 將水循環系統設置在雙層模組(可擴充)



圖 8 3D 器材將水管固定

利用隨手可得的材料及在製作過程中，發現水管如果是平放的水根本不會動，所以我們特別把水管下面加了一個方塊積木，讓水能往低處流去澆水，在我們利用馬達的時候發現在啟動之後，就可以自動澆水，也可以達到環保及永續經營的理念。

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

四、探討不同材質吸水性質的研究

(一) 目的：為了找出吸水性最好的材質，讓植物有充足的水分，可以讓濕度感測器準確性的判斷，何時該啟動馬達澆水，這個實驗透過我們製作完成的模組系統進行實驗。

(二) 步驟：

1. 尋找生活常見的不同吸水材質成分整理如下表 3。

表 3 材質成分分析

編號	1	2	3	4	5	6
名稱	菜瓜布	棉花	抹布	工作手套	毛巾	濕紙巾
成分	以泡綿、尼龍或聚酯纖維和金屬砂為主。	纖維素約 87 - 90%	據說吸水性很強，因為結構為菌菇狀容易吸水、吸油，其中雙層車縫的吸水、吸油力更加。	主要原料是棉、紗為主。	100%純棉為素材。	濕紙巾的成分因考量的活性，除了水還會添加許多成分，例如：人工香精、殺菌劑...等。

2. 準備 6 個相同的寶特瓶然後將它的底部裁切掉。
3. 使用剪刀把瓶蓋鑽洞。
4. 將一樣長度(15 公分)、重量(2 公克)的菜瓜布、棉花、抹布、工作手套、毛巾和濕紙巾都穿過寶特瓶，如下圖 9。



圖 9 將不同材質剪成一樣的長度及重量

5. 最後把每個瓶子裡都裝滿相同重量的泥土(60 公克)。
6. 放到模組系統上並實驗，測試哪個材質的吸水效果是最佳，最後選擇吸水性最好的作為最後要用的材質，如圖 10。

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析



圖 10 依序將不同材質放置孔內(並讓水一直循環流動)

7. 用濕度器測量哪個土壤的數值最高，最高的就是吸水性最好的材質，圖 11。各類材質吸水性實驗(溼度計)數據如表 4。



圖 11 利用濕度器測量土壤濕度

表 4 各類材質吸水性實驗(溼度計) 單位 %

編號	材 質	11:00	12:00	13:00	14:00
1	菜瓜布	50	58	63	72
2	綿條	50	55	72	75
3	抹布	50	65	80	81
4	工作手套	50	63	90	91
5	純綿毛巾	50	66	62	72
6	溼紙巾	50	55	83	85

經過各種材質測試結果，我們發現工作手套在實驗時間裡比其他材質的吸水性好，所以選擇工作手套作為自動控制傳遞水分至土壤的中介材質。

五、模擬可垂直擴充之智能栽培模組系統之效能分析

(一) 目的：傳統耕作土壤濕度隨外部環境會有劇烈的變化，土壤的濕度過高過低均不利植物的生長，若安裝自動澆水系統，使土壤溼度保持固定；輔助農民因忙碌忘記澆水或者天候乾旱或豪大雨，減輕對農作物不利因素所造成不良影響。

(二) 步驟：

1. 利用 Arduino Uno 撰寫程式，並使用 Arduino 面板控制感測器監控土壤溼度，並回傳數據。
2. 上面的數值若光線小於定值 500，溼度小於 600 時，就觸動馬達進行自動澆水(每次維持 3 秒)。
3. 系統狀態顯示是由 LCD 螢幕，即時監測並顯示，回傳的通電值及水流狀態，圖 13。

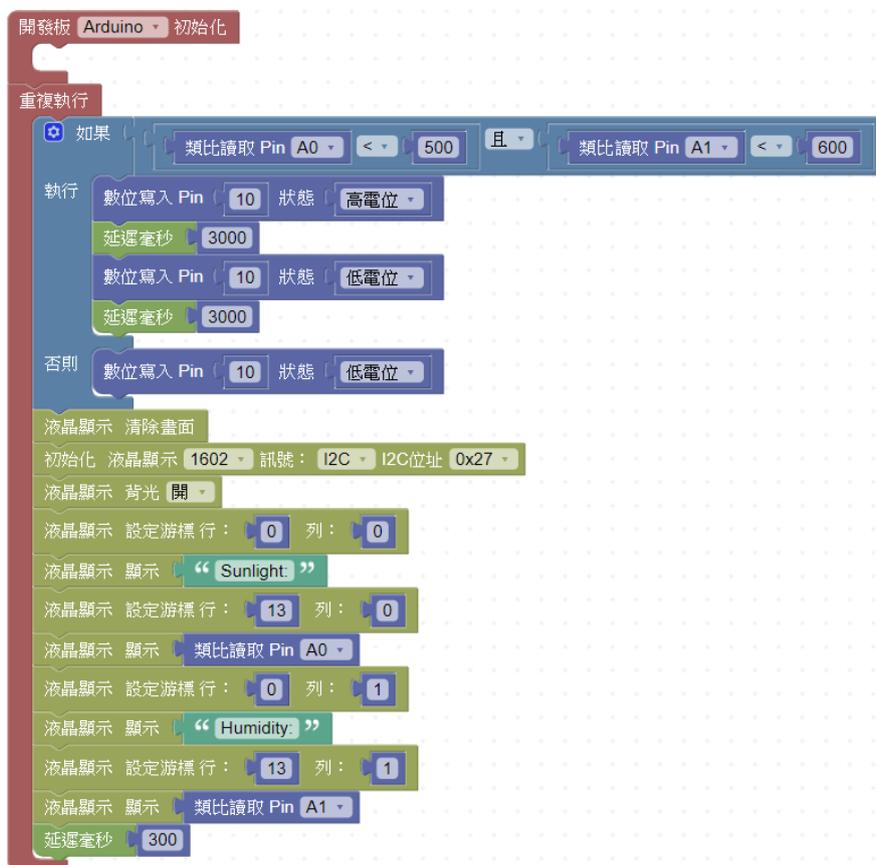


圖 13、Arduino Uno 撰寫之程式

為了解決亮度過亮或濕度不夠的問題，我們利用 Arduino Uno 積木程式設計出了可以控制土壤溼度的系統，經過設計我們解決了亮度過亮和濕度不夠的問題，為了能更好的觀察當前的亮度和濕度，我們安裝了 LCD 螢幕，達到監控環境的效果，圖 14。



圖 14、顯示光亮度跟濕度的 LCD 螢幕

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

4. 設計半日照與全日照的智能栽培模組系統之效能分析

我們製作了 3 組智能栽培模組系統，在 9 月 26 日(秋分日 9/23)開始分別置於「生活科技教室」走廊(早上的半日照，圖 15)、「電腦教室」走廊(下午的半日照，圖 16)及學校中庭的石桌(全日照，圖 17)，進行植物光照時間的生長的效能分析，其中置於中庭石桌的系統模組有加強防水與太陽能供電。小組成員與每日午休時間進行實驗觀察，如表 5。



圖 15 生科教室前



圖 16 電腦教室前



圖 17 中庭石桌上(需防水)

表 5 日照不同對植物生長的影響 (每日午休進行觀察)

日照時間	9/26 觀察說明	9/27 觀察說明	9/28 觀察說明	9/29 觀察說明
天氣說明	晴朗	夜雨，白天晴	酷熱	白天酷熱，午陰
生活科技 (上午日照)	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣 Arduino 故障(雨)	葉枯黃(2 葉) 水份不足 植物尚可	葉枯黃(3 葉)、 枯白(2 葉) 水份不足 植物枯軟
電腦教室 (下午日照)	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣	葉翠綠(有 1 葉 枯黃) 水份足夠 植物有朝氣
中庭石桌 (全日照)	葉翠綠 水份足夠 植物有朝氣	葉翠綠 土壤潮溼(夜雨) 植物有朝氣	葉枯黃(2 葉) 水份不足 植物枯軟	葉枯黃(5 葉)、 枯白(3 葉) 水份嚴重不足 植物枯軟無力

我們發現 9/26 剛植栽的萵苣葉子都很翠綠、土壤水份足夠，植物都很有朝氣的生長。經過幾天的觀察和下雨使得 Arduino 板故障的狀況排除後，發現電腦教室前的萵苣生長得最好(下午日照)。枯黃與翠綠葉子觀察比較如圖 18 所示。

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

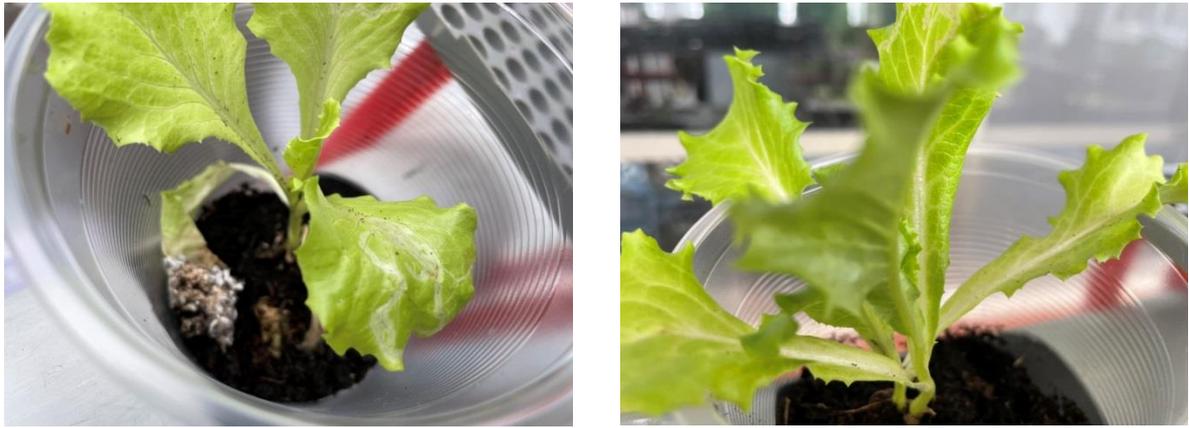


圖 18 葉子枯黃與翠綠觀察 (左為枯黃有白紋，右為翠綠有朝氣)

參、結論

根據 2015 年聯合國宣布的「2030 永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs)，SDGs 包含 17 項核心目標，其中 SDG2 消除飢餓：促進永續農業，其中 2.4 中明訂「2030 年前，確保建立可永續發展的糧食生產系統，實施可增強生產力、具彈性的農作方式，協助維護生態系統，強化適應氣候變遷、極端氣候、乾旱、洪水與其他災害的能力，並逐步改善土地和土壤品質。」

目前台灣可耕地越來越少，氣候愈趨極端，同時從事農業勞動力也變少，進口糧食比例日益增加，所以我們設計「可垂直擴充之智能栽培模組系統」，其特點為節省佔地空間，相較以往農業需有大片土地頗具效益，因為氣候極端導致降水不平均，容易水或旱災造成農損，所以我們設計自動澆水系統，能維持土壤溼度的範圍。

經這次的研究，我們統整出以下結論：

一、探討植物生長的重要因素

原本這次要從種子發芽來進行探討，但因溫溼度沒有控制好，我們直接改成萵苣幼苗種植於土壤。

二、探討不同溼度對植物生長的影響

根據實驗結果得知 30% 的用土壤感測器測的值是低於 500，由於溼度感測器不夠精準，但只要設定土壤感測器的數值小於 600 就可以設定自動澆水。礙於經費限制，也是偏鄉小校經費不足的困境之一，無法購買高端的檢測設備。

三、製作可垂直擴充之智能栽培模組系統

利用廢棄水管、寶特瓶及智高積木就可以組裝一個可垂直擴充之智能栽培模組系統，材料隨手可得又可以環保及永續經營的理念。資訊科技課程所教的程式可派上用場，學以致用。

四、探討不同材質吸水性質的研究

根據研究結果，工作手套是吸水性最好的材質。因此，我們做為自動控制傳遞水分至土壤的中介材質。

五、模擬可垂直擴充之智能栽培模組系統之效能分析

1. 土壤溼度回傳：土壤溼度感測器會感測土壤的通電值並回傳判斷，設定夜間澆水。
2. 馬達開啟智慧判斷：當回傳的通電值小於定值時會開啟馬達進行澆水(每次 3 秒鐘)直到傳感器回傳之數值大於定值。

模擬可垂直擴充栽培智能模組系統之效能分析

3. 系統狀態顯示：LCD 螢幕即時顯示回傳的通電值及水流狀態。
4. 半日照與全日照的效能分析：壽豐地區位於花東縱谷地段，白天多為烈陽高照，午後天氣多轉為日照不強的多雲天氣。對於萵苣生長的觀察，我們發現放置在電腦教室前(下午日照)的萵苣生長的情形最好。我們認為白天的日照太強會讓我們的系統模組的水份嚴重流失，使得植物生長的情形不好。

經由上述結論，我們可以提出以下建議：

一、導入散熱系統，維持土壤溫度

若因白天日照太強，因天候冷熱導致寶特瓶內土壤溫度有變化時，設置風扇可以帶動氣流，形成降溫效果，達到溫度控制，增加用水的效率，減少水資源浪費，達到節水節能之效果。

二、加裝太陽能板提供綠色電力來源

當晴朗白天時能夠使用太陽能板進行儲電，讓能源方式趨向綠能。

三、增添其他周邊設備

1. 增添 T5 燈管作為生長光源，管控植物之光照週期，因應不同需求改變燈光照射時長與光質。
2. 設置藍芽、WiFi 和 AI 配備做連結，將偵測之溫溼度資料上傳至雲端方便之後的生長狀態分析與調整，這是我們日後研究的方向。

目前我們所研發的智能栽培模組在下午半日照的植栽上有不錯的成效，會持續改進上午日照與全日照的模組所產生的問題。期盼我們能推廣「可垂直擴充之智能栽培模組系統」於一般家庭與學校，將其放置於窗邊或陽台等可接受光照的地方，作為不受天候、食安影響之蔬果收成來源；在學校亦可作為結合自然科學課程和科技程式教學之教材，發揮多元教學功能。

肆、引註資料:

1. 粘恩睿(2018)，植物百寶箱—利用冷熱蒸散原理之環控建構植物生長最佳環境—2018 年台灣國際科學展覽會。
2. <https://futurecity.cw.com.tw/article/1867>，永續發展目標 SDGs ? 17 項目標一次掌握。
3. <https://hdl.handle.net/11296/6eevvh>，智能化植物工廠。
4. <https://reurl.cc/pm269x>，小型植物栽培環境控制箱的建構與分析。