

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1090444

學門分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2020-08-01 ~ 2021-07-31

DIY 綠屋頂或可食地景實作跨校合作教學設計
課程: DIYGreen 屋頂可食地景服務學習-陽明交大
專題-朝陽大學
環境保護概論-嘉南藥理大學

計畫主持人(Principal Investigator)：高正忠

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立交通大學 環境工程研究所

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021-08-04

DIY 綠屋頂及可食地景實作專題學習式服務學習教學設計

一. 研究動機與目的

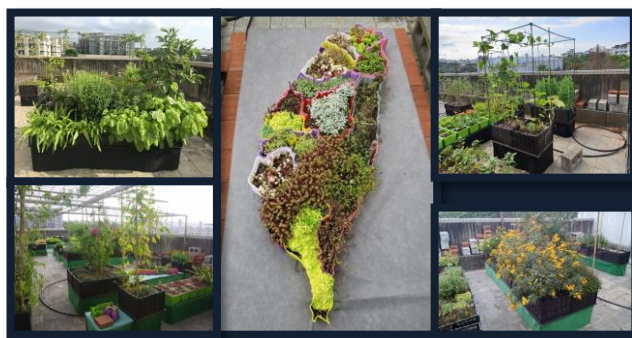
1.1 研究背景與動機

為了改善台灣下列三大環保問題:

- 熱島效應：雖然全球有溫室效應導致溫度上升，但台灣溫度上升的幅度高於全球平均值，主要原因是台灣的城市都有頗明顯的熱島效應，而熱島效應也進一步惡化城市的空氣品質。改善熱島效應最有效的方法是增加綠地，但在人口稠密的台灣都市已很難找到空地擴增綠地，故最好的方法是向屋頂及水泥地借地來創造綠地。
- 回收瓶：此問題是全球性的問題，據英國衛報報導，每分鐘使用超過一百萬個塑膠瓶，此問題甚至有人說即將超越全球性的溫室效應。
- 廚餘回收再利用：台灣的廚餘回收處理率仍頗低，有頗大的改善空間。

本研究群投入十多年已開發出全世界第一個原型再利用回收瓶為基座的 DIYGreen 循環型農園|綠花園|綠屋頂，讓環境不好的屋頂變成適合種植蔬果的場地，更讓小孩長者均可建置，且已進化至不限用於屋頂，任何平坦地均可使用，已開發盆型、框型、木框、裝置藝術及可再利用回收容器等五種型式(DIYGreen, 2021)。亦已開發了蚯蚓飼養箱、低維護綠屋頂及低維護種菜法等，其他套件亦正積極開發中。

DIYGreen 不但具有綠屋頂原有效益，更解決了傳統綠屋頂的諸多缺點，不必作防水(大部分雨水進回收瓶中，反而減少頂樓漏水機率)，夜間散熱能力佳，不會有污水也不會養蚊子，回收雨水供植物生長，且不需專業人士協助。



DIYGreen 不但可供建置適合台灣的綠屋頂，更可供建置國內外均正推廣的可食地景，國內不少學校及縣市已將可食地景作為重要發展項目之一，亦是頗適合在各校相關課程中進行的實作內容，為了將研發成果推廣應用在各大專院校教學中，因而執行本計畫。



國內回收瓶回收量若以約 600ml 寶特瓶估算，約有四十多億支，數量驚人，這是世界各國的共同問題，依 Laville and Taylor(2017) 報導，全球每分鐘用 100 萬個寶特瓶，未來十年內每年將消費 5000 億個寶特瓶，部份人士認為寶特瓶泛濫所造成的環境災難不亞於氣候變遷，這已是全球性問題，DIYGreen 是循環經濟的好案例，原型再利用回收瓶，[原型再利用] 本身已是回收方法中最佳方式，而 DIYGreen 不但原型再利用，且更進一步把它用在更有價值且具有諸多環保及食安效益的地方，沒有污水，更不太需要加水，這是傳統綠屋頂作不太到的地方。DIYGreen 不必防水，且把很大比例的雨水存入瓶子中，讓屋頂更不易漏水，且由於中空層隔熱與夜間散熱的效果都很好，讓室內更舒適。

目前各級學校均有教師正應用 DIYGreen 於各種領域的課程中。由幼兒園至高中都有學校教師應用在其課程中，本計畫進一步與跨校系教師合作開發能讓各校教師能在相關課程應

用的教具教材。主要與本校土木系、朝陽科技大學環境工程與管理系及嘉南藥理大學環境資源管理系三校教師作跨校系合作，並依據教學經驗改善教材，也評估合作指導教師對教具教材的接受度。也期望能推廣至更多其他學校教師應用。

國家要邁向永續，需要讓環境、經濟及社會等面向都能共榮發展，包括近年大力推動的循環經濟都是需要跨領域合作，很多相關問題也是如此，因此國際上已開始不再以分科教育為主，改採用主題式(program)的教育方式結合跨領域專業共同合作。各校大學生普遍少有機會接觸永續發展、循環經濟、綠屋頂等重要觀念與知識。故本計畫與三校教師合作開發專題式DIYGreen教具教材，期望能供各領域教師應用。

1.2 研究目的

本研究目的主要與本校土木系、朝陽科技大學環境工程與管理系及嘉南藥理大學環境資源管理系教師合作開發專題式[DIY 綠屋頂或可食地景實作]跨校系課程教具教材與教學程序，讓跨校系教師能應用在其課程中，也讓不同校系大學生能有機會學習到永續發展、綠屋頂、可食地景、循環經濟、食安及食物里程、園藝植栽、規劃場址與實作、團隊合作及成果展示等跨領域的知識與技能。亦期望所開發的教材可以適用於更多學校及更多領域課程。

亦配合本校工學院所訂定的工程師萌芽與科技創新的策略方向。所開發教材的應用對象並非只有學生，也包括各領域教師，希望教材能很容易被各領域教師接受及應用在其指導的課程中。亦將試著將教具教材推廣至更多其他學校。

二. 文獻探討

與本研究所擬開發的課程相關的子題主要有專題式學習法、永續發展、綠屋頂、DIYGreen 開發歷程、可食地景、循環經濟、食安及食物里程、綠色設計、戶外教學、實作、園藝植栽等，教學單元較專業的部分亦將儘可能明確清楚易懂，亦讓其他領域教師能迅速接收，大部分教材內容已有多年的專業經驗與內容，以下一一探討各子題一些重點文獻資料。

(1) 專題式學習法

專題式學習法 (Project-based learning, PjBL)是近年來常被採用的教學方法，由於所擬開發的教材主要是讓學生分組合作建置 DIY 綠花園及可食地景，故頗適合採用 PjBL，PjBL 依 BIE(2018)的定義為”Project Based Learning is a teaching method in which students gain knowledge and skills by working for an extended period of time to investigate and respond to an authentic, engaging, and complex question, problem, or challenge.” BIE 也提供了一些應注意的主要設計元素，國內亦已有不少 PjBL 相關研究，例如王(2018)探討以 PjBL 培養國民核心素養；吳(2015)研究以 PjBL 結合行動探究活動對於五年級學生學習海洋教育成效及態度之影響；Hsu and Shiue (2018) 探討認知/社交/教學(cognitive/social/teaching)三種存在(presence)在採用線上討論及 Goggle Apps 用於跨領域 PjBL 的影響；Lin (2018) 發展一個可供評估大學生在 PjBL 下的計畫執行能力；Chang et al. (2018)開發一個用於預測 PjBL 學習效率的工具。國外也有甚多的相關研究，例如 Hanney(2018) 作了頗完整的文獻探討，其指出 PjBL 是可啟發發現而不是構建知能；Alharbi, et al. (2018)建立一個電腦輔助合作學習的環境來進行 PjBL，亦探討教師應該具備那些認知及技能；Mohamadi (2018) 比較未 e 化及 e 化 PjBL 對於學習英文成語的影響；Vogler, et al. (2018) 探討一個二年的 PjBL 研究經驗，第一年學生採用不同交流及合作軟技能，

第二年也同時採用程式設計/設計/市場研究等硬技能，其亦指出跨領域教師間的合作的重要性。本研究建立一個適用於所開發教材的 PjBL 教學程序，並與跨校教師合作進行。

(2) 永續發展

1987 年[我們的共同未來](Our Common Future)(WCED, 1987)提出了[滿足當代發展的需求必須以不影響未來世代滿足其需求能力為前提]，這已成為很多人認同的永續發展定義，雖然至今尚未有一致的定義，但環境、經濟與社會三個面向要共榮發展已是全世界的共識，亦回顧近百年的發展，包括西雅圖的天空(1854)、DDT(1939)、WHO 對婆羅州的降貓行動(綠色資本主義,2002)、寧靜的春天(Silent Spring)(Carson, 1962)、世界地球日、發展限制(The Limits of Growth)(The Club or Rome, 1972)、巴塞爾公約(Basel Convention, 1989)、21 世紀議題(Agenda 21)、京都議定書(1992)、巴黎協議 (Paris Agreement)(2015)等重要國際事件及內涵，以及地球所面對諸多問題。讓同學了解過去的問題，以期未來他們能合作思考如何讓三大面向共榮的方法。

(3) 綠屋頂

綠屋頂有很多環保效益(Li, *et al.* 2014; Veisten, *et al.*, 2012; Susca, *et al.*, 2011; Castleton, *et al.*, 2010; Getter, *et al.*, 2009; Berndtsson, *et al.*, 2008; Hilten, *et al.*, 2008; Hien, *et al.*, 2007; Mentens, *et al.*, 2006; Wong, *et al.*, 2003; FLL, 2002)，其他國家都市也都面臨熱島效應問題而推廣它，主持人十多年前在國外看到此方面的研究，台灣由於綠地不足且不易創造出更多綠地，故投入研究，但之後發現國外的傳統綠屋頂並不適合台灣，主要是因需要作防水、夜間散熱不佳及其他缺點，因而放棄傳統綠屋頂，改為開發新型且適用於台灣的 DIYGreen，此部分學理可能國內很少人能像主持人說明的那麼清楚，將深入淺出準備讓同學們易於了解的教材。

(4) DIYGreen 開發歷程

此部分主要基於主持人十多年來的研究成果，目前仍在持續開發中。已由輕空透氣型綠屋頂、DIY 綠屋頂、DIY 綠花園逐漸進展至 DIYGreen 循環型農園，設計目標是容易讓人 DIY。整個開發歷程有很多 Know-how 及創意，也期望讓學生了解創意如何一步步實現，以期啟發學生的創意與提昇他們的創新能力。



(5) 可食地景

城市的可食地景 (Edible landscape) 是目前正受國內外城市所重視及推廣，它可改善食安及氣候變遷等問題，故已為各大城市所重視(新北市, 2018; Celik, 2017; UM, 2018)，也已有一些教材(VCGN-VEL, 2016; Emily *et al.*, 2016; SHIP, 2011; Salcone *et al.* 2005)，唯可食地景案例或教材大多都是在平地土地中建立，與傳統種植類似，但台灣的城市中可種植土地已愈來愈少，採用 DIYGreen 套件建置可食地景較符合國內外各城市的現況及需求。

(6) 循環經濟

循環經濟是世界各國為了促進永續發展而正在推廣的重點工作，Webster (2017) 說明了循環經濟原則，英國 BSI8001(2017)則試著提供標準供各企業參考，台灣也正在推動中(黃等,2020)，期望把過去一再報廢資源的線性經濟導引至循環型經濟，也避免由於人口增加耗用資源，讓地球無法負荷，天下雜誌也曾特別報導不少國內外相關案例，當前政府也大力呼籲推動中，雖然此議題在主持人的專業領域中不算很新，但在很多非此專業的領域仍然甚少接觸到，而要促成循環經濟，必須要各領域都能有此觀念，才能讓各種資源在不同領域中一再循環應用，DIYGreen 即是一個典型的跨領域創新及循環應用的範例，循環經濟與傳統回收再利用的差異在於並不是只把回收物再製為次級品，而是幫它們創造更好價值，本計畫所要讓學生在課程中實作 DIY 綠屋頂及可食地景即是很好的循環經濟示範案例。亦正開發蚯蚓及黑水虻養殖套件及 DIYGreen 雞舍中，將更進一步擴大 DIYGreen 循環圈。

(7) 食安與食物里程(Food Miles)

近年來國內外都發生不少食安事件，也讓食品安全衛生管理法由過去數年才修訂一次的情形演變至近幾年幾乎每年都在修訂，甚至 103 及 104 年還一年中修訂了二次，台灣的糧食自給率也頗低，且一再下降中，也有不少人因而想過有機半農生活，但在都市中並不容易達成此目的。而食物由產地生產後要經過包裝及層層配送銷售才能到達都市中的消費者，尤其是國外來的食物更是要耗費不少能資源配送，也會排放不少溫室氣體，因而英國的 Prof. Time Lang 提出食物里程(Food miles)來評估(Lang, 2006; Engelhaupt, 2008)，世界各國也因此掀起一股消費在地食物的風潮，以減少食物里程，而最小的食物里程即是在家中生產，而可食地景即是可用於生產零食物里程的食物的生產基地。

(8) 戶外教學

近年來，走出戶外上課的課程愈來愈多，讓學生在大自然中學習是很棒的一種教學模式，國內各級教學也因而都有戶外教學的活動，美國在 2009 年施行了 No Child Left Inside 法案(USA, 2009)，要求各級環境教育應以戶外教育為主軸，亦即環境教育不該只是在教室中講授，應該儘可能在戶外教學。英國亦有類似的作法(The House of Commons, 2005; English Outdoor Council, 2013)，UCD (2017), Kudryavtsev, et al. (2012), Neill (2008), Ernest, M. (2004)等學者單位亦強調戶外教學對教育與學習的益處，其中 Neill (2008)所提供的 Life Effectiveness 問卷頗值得本研究參考。然而在國內由於考量學生安全及交通的問題，要設計一個戶外課程並不是那麼容易，而所擬開發的課程將在校園中的戶外建置[DIY 綠屋頂及可食地景]不會有安全或交通的問題，且大部分在戶外進行，學生在規劃建置及照顧的過程，包括植物發芽長莖等將都能讓學生有不同的戶外體驗，能實際感受課程所傳授的環境、永續及都市農園等教育內涵。

(9) 實作

目前各級學校都頗強調實作教學，做中學(learning by doing) 或經驗教育 (hands-on learning or experiential education) 是知名教育改革者杜威 (Dewey, 2009,1916) 所建議及支持的學習理論，在 DIY 的過程中，學生能實際學到所擬傳授遊戲中學習 (learning through play)，若能讓學生像在玩遊戲中學習是一個很好的學習模式(Bruce, 2011)，也是很多領域讓學生實習的目的，國內高等教育由於近年來重論文輕實作而讓學生普遍缺乏實作能力，近年來高等教育已體認到此問題，本計畫因而在相關課程內容中都將帶領學生實作 DIY 綠屋頂或可食地景，讓學生可在實作過程中學習到各面向的不同知識與技能。

(10) 園藝植栽

由於屬理工專業，園藝植栽雖是本研究群較弱的一環，但在數年研讀相關圖書及數位專家協助指導(包括關西高中(原



關西農校)園藝科黃盈潔老師、香草專家尤次雄先生、園藝專家陳奇峰先生及園藝治療專家黃盛璘女士等)下已有能力栽培不少植物,也已DIYGreen套件種成功過非常多植物,包括蔬菜、水果及花卉等。近期也成功種植了芭樂及茉莉花等。



三. 研究問題(Research Question)

本研究主要是希望改善以下三大問題：

(1) 環境、永續、可食地景等實作教育教學需求

熱島效應、回收瓶及廚餘是台灣的三大環保問題，永續發展、食物安全、循環經濟等則是跨領域學生應學習的知識，但很少有實作課程可供學生學習這些知識。因而本研究希望建立可滿足環境、永續、可食地景等實作教育教學需求的教具教材。

(2) 跨校系合作開發 DIYGreen 教具教材及教學模式

不同校系課程與學生特性均不同，如何應用 DIYGreen 在不同校系的課程中，且讓跨校系教師均可應用在其課程中，有必要依不同學校課程及不同學生開發適用的教具教材及教學模式。

(3) 推廣與傳承

主持人預計三年後退休。希望能把 DIYGreen 傳承給各領域的教師應用。

四. 研究設計與方法(Research Methodology)

(1) 研究設計說明

將跨系及跨校合作開發[DIY 綠屋頂與可食地景實作]跨領域實作課程相關教材及教學程序，且將以 PjBL 教學方法，今年分三種形式進行

- (1)與本校土木系張智安教授合作指導校內服務學習；
- (2)與朝陽大學林宏嶽副教授合作的專題課程；
- (3)與嘉南藥理大學楊英賢主任合作的環境保護概論。

以上三個課程形式都不太相同，共同點則都是專題學習式(Project-based learning, PjBL)的 DIYGreen 實作型課程，課程由三位任課老師規劃內容(含實作)，本研究群則與他們合作開發相關教具教材及教學輔助系統與工具。

教學目標主要有五項：

- (1)讓各領域教師及學生能輕易接受及應用所開發的教材；
- (2)培養及提昇學生在永續發展、循環經濟、綠屋頂、可食地景、創新創意及園藝植栽等很重要跨領域相關專業基本知識與知能；

- (3) 建立學生建置 DIY 綠屋頂及可食地景的能力及發揮其應用 DIYGreen 的創意;
- (4) 培養學生團隊合作完成新事物實作規劃設計解決問題及成果展示的能力。
- (5) 建立可推廣至其他學校教師的相關教材及教學程序。

成績考核方式主要分為三部分:(1) 合作表現: 將分組進行 PjBL 式學習, 合作的表現將很重要;(2) 實作成品: 所建置的成品亦是考核的重點;(3) 成果展示: 將要求各組製作微影片展示各組的成果, 這亦將是考核的重點之一, 唯此部分都將由三位任課教師依該校的規定進行。評量方式亦試著建立適當的輔助工具。

(2) 研究步驟說明

(1) 研究架構

本研究之架構主要分為開發課程教具教材及教學流程、建置示範教學場域、開發課程輔助系統、實際授課、教學成效評估五大部分, 以下一一摘要說明之, 將在後續研究方法中進一步說明。

- [1] 跨系合作開發[DIYGreen 可食地景實作]服務學習課程教材及教學程序: 預計為 1 學分的大學部服務學習課程, 將與土木系張智安教授合作, 由張教授規劃課程與實作內容, 內容包括永續發展、綠屋頂、台灣為何需要綠屋頂、DIYGreen 開發歷程、可食地景、循環經濟、園藝植栽、DIY 綠屋頂及可食地景實作、期中分享、成果分享討論及展示等。
- [2] 跨校合作開發[DIY 綠屋頂與可食地景實作]專題課程教具教材及教學程序: 將由數人一組進行專題實作, 此部分朝陽科技大學林宏嶽副教授合作。
- [3] 跨校合作開發環境保護概論課程中進行[DIY 綠屋頂與可食地景實作]課程教具教材及教學程序。
- [4] 建置示範教學場域: 除了將在交大環工館 5F 的屋頂建置 DIY 綠屋頂及可食地景示範場域輔助教學, 亦與二校合作在該校建立實作教學場域, 亦將逐漸建立該校 DIYGreen 示範場域。
- [5] 開發課程輔助系統: 課程運作除了使用臉書的私密社團, 亦由本計畫自行寫程式開發一個課程專屬系統, 主要輔助進行期初期末問卷線上填寫及相關統計分析等工作。
- [6] 實際授課: 陽明交大服務學習及朝陽科技大學專題課程在 109 年度上/下學期均有開課, 嘉南藥理大學環境保護概論則在 109 年度上學期開課。
- [7] 教學目標達成成效評估: 分為量化及質化二部分評估, 量化部分:(a) 期初及期末問卷; (b) 所傳授知能評估(問卷或考卷); 質化部分:(a) 平時的教學記錄(含同學及各學生團隊平時在臉書社團中的分享); (b) 成果(包括粉絲團、影片及報告)。

(2) 研究假設

大部分大學生較缺乏以下經驗:

- [1] 對於永續發展、綠屋頂、可食地景、循環經濟、食安及食物里程、園藝植栽等很少有機會學習到相關知識與技能; 相信可擴展其視野, 且若能再結合其所學的專業, 相信可引導他們未來能協助促進台灣及世界更永續;
- [2] 應該都很難想像其有能力在校園的屋頂建置 DIY 綠屋頂及平坦水泥地上建置可食地景, 相信亦能因此啟發其創意; 相信他們都甚少有機會團隊合作由規劃設計至建置及維護 DIY 綠屋頂及可食地景;

[3] 應該很少有機會接觸跨領域的創新創意設計，相信可啟發各領域學生在其專業領域有更多創新創意，尤其是可供學生組隊實作及學習到相當知識與技能。

所開發的課程及教具教材可彌補上列的不足，讓教師可以進行 PjBL 的實作課程，課程導入 DIYGreen、永續發展、環保、食安、循環經濟及實作元素，讓大學生能有更完整的知識與能力，也相信他們會覺得課程內容有趣。

(3) 研究範圍

研究範圍分為課程設計規劃、教學相關資源及評量方式三大部分說明之：

[1] 課程設計規劃：所規劃跨校系合作開發的課程為服務學習、專題課程及環境保護概論，所開發的教材單元主題如研究架構中所列，採用 PjBL 法設計教材。

[2] 教學相關資源：主要建立以下三個教學資源。

A. 示範場地：在交大校區環工館 5F 屋頂建置 DIY 綠屋頂及可食地景示範場，土木系則在其門口廣場平台進行實作，嘉南藥理大學及朝陽科技大學都已在一個既有溫室前及屋頂空地實作；

B. 準備教具：包含 DIYGreen 套件相關材料、培養土及種子或種苗，供學生學習及建置 DIY 綠屋頂或可食地景，所有可再利用的教具亦回收供後續課程再開課時使用；

C. 課程輔助系統：將使用臉書的私密社團輔助課程運作，交大校區亦成立課程專屬的臉書私密社團，亦由本研究群以 PHP 程式語言結合 MySQL 資料庫建立一個課程專屬的輔助系統，供進行期初及期末問卷及相關統計比較分析。

[3] 評量方式：依據各校系規定及任課教師的規劃進行量化與質化二個部分評量學生的表現，量化部分：[1] 期初與期末線上問卷調查；[2] 所傳授知能評量，採問卷或考卷進行；質化部分：[1] 學生團隊合作表現；[2] 在臉書社團中分享成果；[3] 成果短片：為約 3 分鐘的短片介紹團隊合作的成果。

(4) 研究對象

以陽明交大、朝陽科技大學、嘉南藥理大學生為對象，亦試著觀察不同學校及領域學生學習成效之差異。但教材則以適用於各領域學生為目標。未來亦將試著推廣至其他校系。

為跨領域實作課程，學生不必先備其他經驗，也期望所提供的教材能讓各校各領域教師接受及應用，所教授的內容除了讓學生有能力合作建置 DIY 綠屋頂及可食地景之外，亦期啟發他們的創意與創新能力，甚至未來能結合其所學習的專業領域發想出更永續的技術、產品或服務。

(5) 研究方法及工具

研究方法主要分為五大部分[1]教材準備；[2]PjBL 法教學程序；[3]教學示範場建置；[4]準備教具；[4]課程輔助系統；[5]學生學習成效評估。以下一一說明之。

[1] 教材準備

雖都是新課程(服務學習課程亦將不在以綠屋頂為主軸，將以可食地景為主軸)，但由於已有在通識及服務學習課程中實際教授過一些內容，唯尚未有微學分及專題課程的經驗，加上二校的特性與交大截然不同，故有一些內容可能需要重新編排，但應該可行，教材單元包括永續發展、綠屋頂(含台灣為何需要綠屋頂)、DIYGreen 開發歷程、可食地景食安與食物里程、循環經濟/循環型農園及園藝植栽等單元。主要分為五大部分：

[A] 投影片：



[B] 講義：



[C] 網站



[D] 影片



[E] 教學示範場：請參見之後之說明。

[2] PjBL 法教學

採用 PjBL 法進行教學，教學程序如下列步驟進行：

[A] 期初問卷：了解學生上課前的現況。

[B] 組隊：期望團隊合作，故請同學組隊，由於各校系助教與各團隊進行個別討論。也讓各團隊思考如何規劃及建置。

[C] 成立一個課程專用的獨立臉書私密社團，以供未來團隊討論交流及分享，包括各小組的成果。朝陽科技大學及嘉南藥理大學教師由於較少用臉書，故未採用，他們主要採用 LINE 與學生聯絡。

- [D] 尋找適當的場地: 在校園中尋找適當的場地建置 DIY 綠屋頂及可食地景，交大校區找了土木系前的一個木造平台，朝陽科技大學則在一個校內建築屋頂，嘉南藥理大學則在一個溫室旁的屋頂表面，都是很適合建置 DIYGreen 套件的平坦地。
- [E] 規劃設計：依場地、討論構想及進行規劃設計。
- [F] 選擇植物及準備器材：由分組團隊自行討論選擇擬種植的植物種子，優先用種子栽培；培養土則依園藝植栽教學的原則選購及準備；準備套件與材料；包括收集足夠的回收瓶。
- [G] 建置：依規劃設計由學生團隊共同合作建置。
- [H] 分享成果：各小組在社團中分享其成果，並製作短片展示進度及成果。
- [I] 期末問卷：將依據期初問卷設計一份期末問卷，了解學生一學期後的成長情形，包括課程的接受度及相關建議，亦將作為後續改善教材及課程運作之依據。

[3] 教學示範場建置

在各校建置一個教學示範場，如右圖所示，已在交大校區環工館 5F 屋頂建置一個示範場，亦展示所正研發新套件以及正在進行的相關實驗。目前也已試種成功芭樂及茉莉花等較大的植物，以及試種成功百香果、絲瓜、苦瓜、瓢瓜、櫛瓜等瓜果。

朝陽科技大學及嘉南藥理大學亦正建置示範場域中，須要一段時日方能建立更完整的示範場域。



[4] 準備教具

依場地、人數及經費可行性決定各校系各小組團隊可建置面積，教具包括：

- (a) 套件：包括 DIYGreen 相關套件，含基盤、套蓋、盆件及框件等；
- (b) 寶特瓶：依學生分組團隊的規劃，透過校園或鄰近的回收系統收集。
- (c) 材料：包括引水條、保護層、底層、黏扣帶、培養土及種子或種苗等。

除了消耗性的材料以外，套件及培養土將於課程結束後回收，套件會於後續課程中再利用，培養土則將以蚓肥補充其肥力後再用。其他材料若仍勤用亦將回收於後續課程再使用。

[5] 課程輔助系統

課程輔助系統主要分為臉書社團及課程運作二部分：

- (a) 臉書社團：主要供上課學生團隊分享及交流討論實作成果。
- (b) 課程運作：主要供期初及期末問卷線上填寫及進行比較統計分析等，自行以 PHP 程式結合 MySQL 資料庫撰寫。

[6] 學生學習成效評估

學生學習成效依據教學目標，分為量化與質化二部分評估：

量化部分

- (a) 期初問卷：設計期初問卷，交大校區的問卷主要參考 Neill(2008) 所提供的 Life Effectiveness 問卷，朝陽科技大學則參考 6E 學習模式(Berry, 2014)設計，嘉南藥理

大學則依課程特性以交大校區問卷調整，由於以往研究設計的 25 題問卷學生反應問題太多，故今年度全部改為十題，滿點均為 8 點，也讓學生填寫[期初對課程的期待]，均是線上讓學生上網填寫。

- (b) 期末問卷：期末問卷希望了解學生在學習前後的成長情形，亦是一份線上問卷讓學生上網填寫，及讓學生填寫[期末心得分享]。
- (c) 朝陽科技大學及嘉南藥理大學則另有要求期末報告及考試。

質化部分

- (a) 學生團隊合作表現：學生團隊需要合作建置 DIY 綠屋頂或可食地景相關工作，分工及合作模式主要由各團隊自行協調。
- (b) 成果分享：由組隊、討論、規劃、準備、合作建置、維護至期末的整個過程，都鼓勵學生們記錄，也包括影像/音部分，交大校區請學生合作製作一個 40 秒至至多 5 分鐘的成果影片。
- (c) 社群臉書社團或 LINE 群組：交大校區成立一個臉書社團供各團隊發表及討論各階段的成果，各團隊亦成立社團或 LINE 群組。朝陽科技大學及嘉南藥理大學則以 LINE 群組為主。
- (d) 團隊參與討論及建議：各團隊成果發表於課程社團中，讓所有同學進行互動交流。

(6) 資料處理與分析

此部分工作包括五大部分。以下一一說明之：

- [1] 分析教學歷程記錄：包括臉書社團中與學生們之互動訊息、相片、文件、檔案及影音資料，主要整理出應檢討改進的地方，並據以研擬改善方向及作法。
- [2] 分析問卷及學生成長情形：比較及統計期初與期末問卷結果，以及平時教學觀察記錄分析學生及各分組團隊成長情形。
- [3] 整理教學成果：依據平時的教學記錄及跨校系學生與各分組團隊的成果（含影音）整理一份教學成果。
- [4] 檢討教材及課程運作：依據前述的資料檢討教材及整個課程準備與運作待改進的地方。也包括與跨校系教師合作歷程與經驗，並據以改善教材。
- [5] 研擬後續課程改善方向與作法：依據上述待改進的地方研擬改善方向及具體作法。

五. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

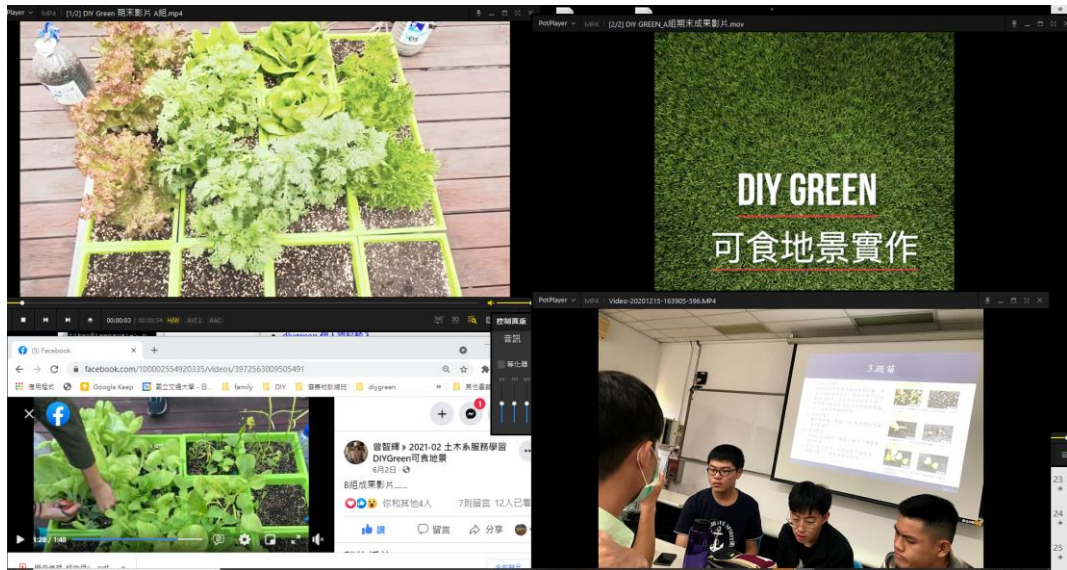
[1] 課程規劃：與三位教師詳細討論課程規劃

- A. 交大校區土木系張智安教授擬出完整的課程規劃，詳細討論內容後執行。
- B. 朝陽大學林宏嶽老師規劃了 18 週專題，透過 DIYGreen 讓學生了解綠屋頂相關效益及進行一些相關實驗與分析。
- C. 嘉南藥理大學楊英賢則安排在環境保護概論課程中實作 6 小時，不包括蔬菜生長期間平時之維護。





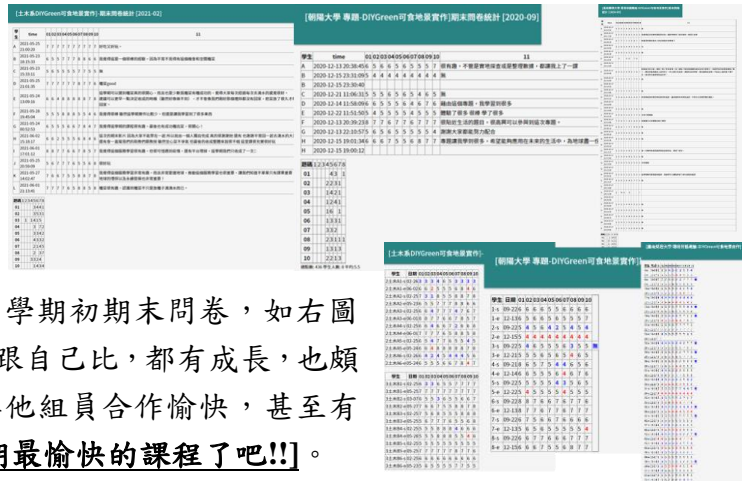
[11] 成果分享：各小組製作短片展示進度及成果。以下為各組所製作影片截錄。各組都肯定此課程，也覺得此課程有趣且頗有成就感，製作的成果分享微影片也甚有趣。



[12] 期末問卷：用於了解學生一學期後成長情形，包括課程接受度及相關建議，亦作為後續改善之依據。比較期末與期初問卷，以下是問卷統計結果，滿點為 8：

- 交大校區：5.5 → 6.4
- 朝陽：5.6 → 5.5
- 嘉藥：4.8 → 5.4

可看出交大校區及嘉南藥理大學學生都有顯著成長，朝陽科技大學則前後測並沒有顯現明顯差異。比較個別每位同學期初期末問卷，如右圖所示，發現絕大多數同學自己跟自己比，都有成長，也頗喜歡此實作式課，且與小組其他組員合作愉快，甚至有同學反應[這門課大概是這學期最愉快的課程了吧!!]。



(2) 教師教學反思

- [1] 感受：三個學校課程不同，學生特性也不同，故有點難以作跨校系比較，但在三個校系同學實作過程發現同學們的興趣都很高，雖然有疫情干擾等問題，但分工很好，同學反應很好且有成就感，都有成長及學到所擬傳授的知識技能。
- [2] 未來改善方向：
 - (a)已嚐試不同類型 DIYGreen 套件教具於課程中，未來也可嚐試更多不同型式實作。
 - (b)受疫情影響頗大，若未來未解封，實作小組人數有必要限縮。
 - (c)二個學校都有遇到蟲害的問題，學生也希望了解，未來將儘可能補充此部分教材。
- [3] 整體教學成效：三個跨校系合作的課程均進行的頗順利，學生頗有成就感及有所成長，教具教材應頗適合推廣至各領域。

(3) 學生學習回饋

- [1] 我覺得這個課程很適合大家，也希望未來能夠讓更多人參與，在現今溫室效應嚴重的情況下每個人都應該了解永續發展的意義並落實，發揮自己小小的影響力就能幫助地球。
- [2] 很幸運能選到可食地景實作的服學課程，因為是實作課程很有趣所以很开心!這門課大概是這學期最愉快的課程了吧!!
- [3] 這次服務學習的主題蠻好玩的，是以前從來沒有接觸過的。雖然過程中不斷遭遇蟲害，以至於有些菜被蟲吃掉了，但是那種親手種出菜然後吃掉是很有成就感的事。希望未來學弟妹也能體驗看看 diygreen 可食地景的服務學習課程。
- [4] 這次實作很有趣，沒想到可以在一塊空地種菜，也了解到綠屋頂及它的重要性。
- [5] 我覺得這個服務學習非常有趣，而且非常愛護地球，推動這個服務學習也很重要，讓我們知道不單單只有課業重要，地球的環保以及永續發展也非常重要！
- [6] 很有趣，不管是實地探查或是整理數據，都讓我上了一課
- [7] 很貼近生活的題目，很高興可以參與到這次專題。
- [8] 第一次實作綠屋頂覺得很新奇很好玩，學到了很多。
- [9] 這學期實作課程是綠屋頂，我覺得可以讓我們更了解什麼是綠屋頂。

六. 建議與省思

(1) 建議

- [1] 嘉藥學生實作歷程比其他二校短，未來宜規劃更長時數，但也宜同時建立較短實作時數的課程教材，可因此適用更多課程。
- [2] 學生建議增加一些觀察記錄重點，目前觀察記錄由學生依自己的觀察拍照主動上傳及記錄，並沒有規劃記錄重點，若給重點也可能反而限制學生的創意，宜再評估。
- [3] 宜思考如何推廣及讓更多學校教師了解 DIYGreen 及應用於相關實作課程。

(2) 省思

- [1] 三個學校是三種不同類型課程與學生，如何作跨領域跨校系學生的比較有必要思考如何作跨校系評量，也據以改善教材。
- [2] DIYGreen 除了適合實作課程，也適合創新創意與設計課程，故除了實作課程，宜試著尋求適當的教師合作應用在這類課程中。

- [3] 正考量寫出一本教科書，其中有各種單元供不同學校教師應用於不同課程，每一個單元儘可能可獨立應用。

七. 參考文獻

- 王金國，(2018)，「以專題式學習法培養國民核心素養」，臺灣教育評論月刊，2018，7(2)，頁101-111。
- 台灣綠屋頂暨立體綠化協會，(2012)，「我愛綠屋頂」，城邦文化事業股份有限公司麥浩斯出版，台北。
- 李京澄，(2010)，「綠屋頂之降雨截水能力分析」，國立交通大學，碩士論文，新竹。
- 吳建勳，(2015)，「專題式學習結合行動深究活動對五年級學生學習海洋教育議題之成效及態度的影響」，臺北市立大學，碩士論文，台北。
- 新北市，(2018)，可食地景。<https://www.landscaping.ntpc.gov.tw/cht/index.php?code=list&ids=11.7>
- 彭聖閔，(2017)，「回收寶特瓶為基座組合式植栽大盆件套件開發設計」，國立交通大學，碩士論文，新竹。
- 環保署 (2017)，回收統計。<https://www.epa.gov.tw/Page/836B6F9C506E71D3> (accessed on 2021/07/31)。
- Alharbi, N. M., Athauda, R. I., and Chiong, R. (2018). "Empowering collaboration in project-based learning using a scripted environment: lessons learned from analyzing instructors' needs." *Technology, Pedagogy and Education*, 27(3), 381-397.
- Barry, N. (2014). "The ITEEA 6E learning byDeSIGN™ Model." *Technol. Eng. Teach.* 73, 14–19.
- BIE. (2018). "What is PBL?" Buck Institute for Education. http://www.bie.org/about/what_pbl.
- Bruce, T. (2011). *Learning Through Play: For Babies, Toddlers and Young Children* (2nd ed). London: Hodder Education.
- Celik, F. (2017). "The importance of editable landscapes in the cities." *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 5(2), pp. 118-124.
- Dewey, J. (2009). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. New York: WLC Books. (Original work published 1916).
- DIYGreen. (2021). <http://diygreen.ev.nycu.edu.tw>.
- Engelhaupt, E. (2008). "Do food miles matter?". *Environmental Science & Technology*. 42: 3482. [doi:10.1021/es087190e](https://doi.org/10.1021/es087190e).
- English Outdoor Council. (n.d.). "[High Quality Outdoor Education](#)" (PDF). English Outdoor Council. Retrieved July 19, 2013.
- Ernest; Monroe (2004). "The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking". *Environmental Education Research*. 10 (4): 522. Retrieved 14 March 2014.
- EU. (2017). Life Cycle Thinking and Assessment. European Commission-Joint Research Centre. <http://lct.jrc.ec.europa.eu/> (accessed on 2017/12/31).
- FLL. (2002). *Guideline for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof sites*. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. Bonn.
- Hanney, R. (2018) Doing, being, becoming: a historical appraisal of the modalities of project-based

- learning, *Teaching in Higher Education*, 23:6, 769-783.
- Hien, W.N., Yok, T.P., and Yu, C. (2007). "Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate." *Building and Environment*, 42(1), pp. 25-54.
- Hsu, Y.-C. and Shiue, Y.-M. (2018). "Exploring the Influence of Using Collaborative Tools on the Community of Inquiry in an Interdisciplinary Project-Based Learning Context." *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), pp. 933-945.
- Lang, T. (2006). "Locale/globale (food miles)", *Slow Food (Bra, Cuneo Italy)*, 19, May 2006, pp. 94-97.
- Laville, S. and Taylor, M. (2017). A million bottles a minute: world's plastic binge 'as dangerous as climate change.' *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2017/jun/28/a-million-a-minute-worlds-plastic-bottle-binge-as-dangerous-as-climate-change>. (accessed on 2018/01/15).
- Li, D., Zeid, E. B., and Oppenheimer, M. (2014). "The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies." *Environmental Research Letters*, 9, pp.1-16.
- Lin, C.-L. (2018). "The Development of an Instrument to Measure the Project Competences of College Students in Online Project-Based Learning." *J. Sci. Educ. Technog.*, 27, pp. 57-69
- Mentens, J., Raes, D., and Hermy, M. (2006). "Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?." *Landscape and Urban Planning*, 77(3), pp. 217-226.
- Mohamadi, Z. (2018). "Comparative effect of project-based learning and electronic project-based learning on the development and sustained development of english idiom knowledge." *J. Comput. High Educ.*, 30, pp. 363-385.
- Neill, J. T. (2008). *Enhancing personal effectiveness: Impacts of outdoor education programs*. PhD thesis. Sydney: University of Western Sydney.
- Salcone, J. and the Sacramento Hunger Commission. (2005). *The edible landscaping toolkit*. The Sacramento Hunger Commission, USA.
- Susca, T., Gaffin, S. R., and Dell'Osso, G. R. (2011). "Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs." *Environmental Pollution*, 159, pp. 2119-2126.
- The House of Commons. (2005). *Education Outside the Classroom*. Education and Skills Committee.
- UM. (2018). Edible landscaping. University of Maryland Extension. <https://extension.umd.edu/st-marys-county/home-gardening/edible-landscaping>.
- USA. (2009). No child left inside Act. <http://www.opencongress.org/bill/hr2054-111/text>.
- VCGN-VEL. (2016). *Edible landscaping & community gardening toolkit*. The Vermont Community Garden Network and Vermont Edible Landscapes, USA.
- Vogler, J. S., Thompson, P., D, Davis, D. W., Mayfield, B. E., Finley, P. M., Yasserli, D. (2018). "The hard work of soft skills: augmenting the project based learning experience with interdisciplinary teamwork." *Instr. Sci.* 46, pp. 457-488.
- Webster, K. (2018). *The circular economy: A wealth of flows*. 2nd ed. Ellen MacArthur Foundation Publishing, UK.
- WCED. (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press. p. 27. [ISBN 019282080X](https://doi.org/10.1017/CBO9780511526751).