

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：PEE1080079

學門分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2019-08-01 ~ 2020-07-31

**DIY 綠屋頂及可食地景實作專題學習式服務學習教學設計
課程: DIYGreen 屋頂可食地景實作(大學服務學習課程)**

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 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020-08-04

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(Research Motive and Purpose)

1.1 研究背景與動機

由於綠屋頂具有降溫節能、減緩城市熱島效應等效益(Li, *et al.* 2014; Veisten, *et al.*, 2012; Susca, *et al.*, 2011; Castleton, *et al.*, 2010; Getter, *et al.*, 2009; FLL, 2002), 故已受到國內外重視及推廣, 而國內因人口密度高, 缺乏綠地, 水泥森林林立, 導致熱島效應及惡化城市空氣品質, 綠屋頂因而是台灣頗需要推廣的設施, 故本研究群於約 10 年前投入研究(李, 2010; 陳, 2012; 周, 2013), 但經數年研究發現傳統綠屋頂並不適合台灣, 因為其有(1)防水措施的要求較嚴謹(此問題是傳統綠屋頂在國內推廣的一大阻力); (2)晚上散熱能力更差(不太適合台灣的濕熱氣候)(此問題由於國內綠屋頂大多是公部門設置, 夜間無人, 故至今發現此問題的人尚不多); (3)會有污水; (4) 設置後不易移動, 維護上亦較困難; (5) 建置較花時間人力; (6) 其重量老舊建築不見得能承載; (7) 成本高等問題, 也因此導致傳統綠屋頂在國內的接受度不高。

本研究群因而放棄傳統綠屋頂, 改為開發新型綠屋頂, 經多年研發(陳, 2014; 彭, 2017), 已開發出全世界第一個原型再利用回收瓶為基座的 DIY 綠花園|綠屋頂(簡稱 DIYGreen), 讓環境不好的屋頂變成適合種植蔬果的場地, 更讓小孩及老人均可建置, 且不限用於屋頂, 任何平坦地均可使用, 如右圖所示, 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, 2018)。亦已開發了蚯蚓飼養箱、低維護綠屋頂及低維護種菜法等, 其他套件及方法亦正積極開發中。



DIYGreen 不但具有綠屋頂的所有原有效益, 更解決了傳統綠屋頂的諸多缺點, 不必作防水(反而可減少頂樓漏水的機率, 因大部分雨水會進回收瓶中), 夜間散熱能力佳, 不會有污水也不會養蚊子, 回收大量雨水供植物生長, 且不需專業人士協助, 小孩及老人均能 DIY 建置, 且不限建置於屋頂, 在任何平坦地方均可建置, 包括陽台及平地



等。且成功種植了很多植物, 包括玫瑰、百香果、四季豆、蘋果、玉米、芭樂等。

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的發展項目之一, 亦是頗適合在各校服務學習課程



中進行的實作內容, 為了將研發成果應用在教學中, 因而執行本計畫。

DIY 綠花園是循環經濟的好案例, 循環經濟是希望產業能如生態循環一再循環再利用物質, 但它並不只是回收再利用物質作為次級品, 更重要的是能創造出更好的價值, DIYGreen

原型再利用回收瓶，[原型再利用]本身已是回收方法中最佳的方式，而 DIYGreen 不但原型再利用，且更進一步把它用在更有價值的地方，回收容器若採用大回收瓶，估計新竹以北只靠雨水即足以維持植物生長，也讓原本環境對植栽頗惡劣的屋頂環境變成適種蔬果的環境，且不必防水，也不會有污水，更不太需要加水，這是傳統綠屋頂作不太到的地方。原本傳統綠屋頂需要防水，導致屋頂住戶往往會有疑慮，但 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。

依據環保署資源回收管理基金管理委員會之統計資料(環保署，2017)，105年國內PP/PE瓶回收量約為7.7萬公噸，玻璃瓶約26萬公噸，廢輪胎約3.8萬公噸，寶特瓶105年為10.2萬公噸，若以約600ml的寶特瓶估算，約有四十多億支，數量驚人，依Laville and Taylor (2017)報導，全球每分鐘用去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，可能不亞於氣候變遷，可見得這已是全球性的問題，其他容器亦有類似的問題，雖然回收瓶都已有一些回收再利用的管道，但仍然需要再耗用能資源方能再製再利用，其效益均較原型再利用差。而DIYGreen不只原型再利用回收瓶回收雨水供植物生長，且用在對於環境、食安等有益的地方，幫其創造更高的價值。

目前各級學校均有教師正應用 DIYGreen 於各種領域的課程中。由幼稚園至高中都有學校教師應用在其課程中，本計畫進一步開發較易於各大專院校教師能應用的服務學習課程教材。且特別針對具有多種環境及食安等效益的綠屋頂及可食地景建立實作教材，且與本校土木系、電子工程系及資訊科學系服務學習指導教師合作進行，驗證教材的適用性及依據教學經驗改善教材，包括這些系指導教師的接受度。所有教材定案後未來也將徵求其他學校教師使用。服務學習課程以往較少加入專業及環保食安等元素，本計畫所開發的教材將可開創此方式教學，也較容易引導學生進一步進入 USR 領域走出校園對社會作出更大的貢獻。

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。此外，交大學生(其他學校亦可能如此)由於專業領域關係，加上本人所服務的是研究所，大部分教師未在大學部開課，因而交大大學生們很少有機會接觸永續發展、循環經濟等重要觀念與知識。故本計畫擬開發供各領域教師應用的教材，要讓各領域教師都能接受及應用，故門檻不宜太高，將建立各領域教師都易於接受的教材，此亦是本校鼓勵的發展方向，所開發相關教材與教學模式亦將提供給其他學校有興趣的老師應用在其指導的服務學習課程中。

1.2 研究目的

本研究目的主要是開發[DIY 綠屋頂與可食地景實作]跨領域服務學習課程教材與教學程序，讓各領域教師能應用在其課程中，也讓交大不同領域的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。以期在交大大學部服務學習課程中增加專業環保節能減碳食安等元素及協助科系建置 DIY 綠屋頂及可食地景。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。很高興知道未來土木系教師已將接手進行服務學習課程，亦將試著將教材推廣至其他學校。

教學目標主要有三項：(1)提昇學生在永續發展、循環經濟、創新創意等面對未來很重要的跨領域知能；(2)提昇學生團隊合作完成新事物與解決問題的能力；(2)提昇學生的成果展示能力。

二. 文獻探討(Literature Review)

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、戶外教學、實作、園藝植栽等，唯服務學習課程可授課時數較少，且是準備給各領域教師使用，教材有必要作調整，較專業的部分亦儘可能明確清楚易懂，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，以下只列一些重點文獻供參考。以下一一探討各子題相關文獻資料。

- (1) **專題式學習法**：專題式學習法 (Project-based learning, PjBL)及問題導向學習(Problem-based learning, PBL)是近年來常被採用的教學方法，由於所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，故較適合採用 PjBL。
- (2) **永續發展**：永續發展是國際上共同追求的目標，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]，是大家認同的定義，其內涵雖沒有一致定義，但普遍認為環境、經濟與社會三面向要共榮發展，亦將回顧近百年發展，包括國際事件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。DIYGreen 也是植基於永續發展的理念而開發的產品。
- (3) **綠屋頂** 綠屋頂具有多項環保效益(Li, *et al.* 2014)，主持人多年前在國外看到此方面的研究，覺得很符合國內的需求，因台灣綠地不足，而都市又不易創造出更多綠地，加上國內從事相關研究的學者很少，故親自投入研究，但二年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，主持人因而放棄傳統綠屋頂，改為開發新型綠屋頂，這部分的學理可能國內很少人能像主持人說明的那麼清楚，將深入淺出準備教材讓同學們了解。
- (4) **DIYGreen 開發歷程**：此部分主要基於主持人多年來的科技部研究成果，目前仍在持續開發中。發表 DIY 綠花園/綠屋頂之前亦開發了數種輕空透氣型綠屋頂，也有正式發表，但因不能 DIY 不甚方便，故進而發展可 DIY 版本及循環型農園。將說明整個開發歷程，也期望讓學生了解創意如何一步步實現。
- (5) **可食地景**：城市的可食地景(Edible landscape)是目前國內外城市所重視及推廣的設施，它可疏緩食安及氣候變遷等城市所面對的問題，故已漸漸為各大城市所重視(新北市, 2018; Celik, 2017; UM, 2018)，也已有的一些教材(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，但城市的可種植土地已愈來愈少，故採用 DIYGreen 套件建置可食地景較符合國內各城市的現況及需求。
- (6) **循環經濟**：為了促進永續發展，這是世界各國正在努力的重點工作，Webster(2017) 提供了循環經濟一些原則，期望把以往一再報廢資源的線性經濟導引至循環型的經濟，也避免由於人口增加耗用資源，讓地球無法負荷，當前政府也大力呼籲推動中，然而這種議題雖然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，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服務學習課程中實作 DIY 綠屋頂及可食地景即是很好的示範案例。

- (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台灣的糧食自給率也頗低，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 DIY 綠屋頂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教學模式，國內各級教學也因而都有戶外教學活動，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。然而在國內由於考量學生安全及交通問題，要設計一個戶外課程並不是那麼容易，而所開發的課程是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，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**：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，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)，本計畫帶領學生實作[DIY 綠屋頂可食地景]，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**

在數位專家協助指導(包括關西高中園藝科黃盈潔老師、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、玫瑰專家張燦堂先生等)，DIYGreen 已成功種植非多的蔬果花卉植物。

三. 研究方法(Research Methodology)

本研究主要支援三個系的實作式服務學習課程，準備教具及相關教材，亦希望能讓帶課的指導老師能順利接手持續在其服務學習課程中實作，並指導三個系的學生成立團隊在校園屋頂建置可食地景，是一個實作型課程。以下一一說明研究步驟及內容。

(1) 研究架構

主要分為開發[DIY 綠屋頂及可食地景]實作服務學習課程教材、建置示範場域、建置及改善課程輔助系統、實際授課、教學成效評估五大部分，以下一一摘要說明之，之後將進一步詳細說明。

- [1] 開發[DIY 綠屋頂及可食地景]實作服務學習課程教材：為大學部服務學習課程，內容包括永續發展、台灣為何需要綠屋頂、DIY 綠花園綠屋頂開發與實驗歷程、園藝植栽、循環型 DIY 農園與循環經濟、食物里程、可食地景及成果分享討論及展示等。

- [2] 建置示範教學場域: 在交大環工館 5F 的屋頂建置一個示範場域輔助教學，亦在在工三館同一教學場所建立一個低維護綠屋頂供資訊系同學維護。
- [3] 建立及改善課程輔助系統: 課程運作除了使用臉書的私密社團，亦改善一個去年度開始自行寫程式開發的課程專屬系統，除了進行期初期末問卷線上填寫，亦新增統計及提醒等功能。也有建立網站網頁輔助教學。
- [4] 實際授課: 課程是在 108 年 9 月與大學部土木系與電工系合作開課，109 年 2 月則與資訊系合作開課。
- [5] 教學目標達成成效評估: 分為三部分評估: (a)期初及期末問卷; (b)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); (c)期中報告; (d) 成果(包括影片、投影片及報告)。

(2) 研究假設

由於交大以理工、管理及人文社會等科系為主，相信大部分交大大學生較缺乏以下經驗:

- [1] 很少有農園經驗，也很少有機會學習到相關知識與技能;
- [2] 應該都很難想像可在屋頂或平坦水泥地上建置 DIY 綠屋頂可食地景，相信亦能因此啟發其創意;
- [3] 所開發的 DIY 綠屋頂可食地景具有諸多效益與特點;
- [4] 所開發的教材與實作介紹一些面對未來很重要且相信都是交大大學生不易接觸及了解的領域及知識，相信可擴展其視野;
- [5] 團隊共同合作由規劃設計至建置及維護一個 DIY 綠屋頂可食地景;
- [6] 較少有機會接觸跨領域的創新創意設計;
- [7] 相信其他學校亦甚少有類似的課程。

預期所開發的課程及教材可彌補上列的不足，讓大學生能有更完整的知識與能力。

(3) 研究範圍

研究範圍分為課程規劃、教學相關資源及評量方式三大部分說明之:

- [1] 課程規劃: 所規劃的課程為服務學習課程，所擬開發的教材單元主題如研究架構中所列，將在之後研究方法中詳細說明教材內容及整合性。
- [2] 教學相關資源: 需要三個教學資源: [1] 示範場: 在交大環工館 5F 屋頂建置一個示範場及在工三館建立一個低維護綠屋頂; [2] 準備教具(含套件相關材料、培養土及種子或種苗) 供學生學習及建置 DIY 綠屋頂可食地景，所有可再利用的教具亦將回收供後續課程再開課時使用; [3] 課程輔助系統: 使用臉書私密社團輔助課程運作，亦自行以 PHP 程式語言結合 MySQL 資料庫建立一個課程專屬的輔助系統。也以網站網頁輔助教學。
- [3] 評量方式: 將分為以下: [1] 期初與期末線上問卷調查; 含所傳授知能評量; [2] 學生團隊合作表現; [3] 在臉書社團中分享成果; [3] 期中報告; [4] 成果短片: 由各組拍 3-5 分鐘間的短片介紹其成果; [5] 期末口頭報告。

(4) 研究對象

上學期包括土木系及電工系共 19 位大一學生，下學期則包括資訊系 6 位大一同學，亦試著觀察不同領域學生學習成效之差異。為跨領域實作型服務學習課程，也期望所教授的內可以讓學生在學習過程中啟發他們的創意與創新，亦期望合作教師能接受課程內容，未來能獨立指導學生。

(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]教學示範場建置; [3]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

教材單元包括永續發展、台灣為何需要綠屋頂、循環型 DIYGreen 開發與實驗歷程、園藝植栽、循環經濟、食物里程、可食地景等。

[2] 教學示範場建置

建置一個教學示範場，如右圖所示，已在在交大環工館 5F 屋頂建置了一個示範場，包含各型式的示範教學示範區、實作區等。也已在資訊學院工三館 4F 屋頂建置了低維護綠屋頂。



[3] 準備教具

上學期共分為 3 組每組分別為 8, 6, 5 位學生，下學期一組 6 位學生，每組建置 1.5-2 方公尺面積農園，加上備料，教具材料包括

- 套件：包括盆型相關套件，含基盤、套蓋及盆件等；
- 回收寶特瓶：學生分組團隊自行收集各組所需的回收瓶數量。
- 材料：包括引水條、保護層、底層、黏扣帶、培養土及種子種苗等。

除了消耗性的材料，套件及培養土於課程結束後回收，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再使用。

[4] 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：

- 臉書社團：分為二部分，一個用於整個課程，只有一個；各分組自行成立社團，供各分組團隊討論。
- 課程運作：包括期初及期末問卷線上填寫、線上點名、成績公佈等，自行以 PHP 程式語言結合 MySQL 資料庫撰寫一些程式供學生以手機簽到及查閱其個人成績等。
- 網站：提供 <http://diygreen.ev.nctu.edu.tw> 供學生參閱，包括安裝方法。

[5] 學生學習成效評估

學生學習成效依據教學目標，分為問卷與質化二部分評估，以下分別說明之：

問卷部分

- 期初問卷：參考 Neill(2008) 所提供的 Life Effectiveness 問卷部分內容設計一份了解學生在學習前的情形，包括是否符合假設條件以及相關知能經驗，是一份線上問卷讓學生上網填寫。
- 期末問卷：類似期初問卷，試著了解學生在學習前後的成長情形。此二份問卷未列入評分依據，單純用以了解學生成長情形。

質化部分

- 學生團隊合作表現：學生團隊在整個學期需要合作規劃及建置 DIY 綠屋頂可食地景相關工作，分工及合作模式都將需要各團隊自行協調及建立適當的模式。
- 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，請學生合作製作一個 3-5 分鐘的成果影片。
- 社群臉書社團：成立一個臉書社團供各團隊發表及討論各階段的成果。

[6] 實施程序

實施程序包括九部分：

- 收集資料：收集各單元教材及問卷相關資料。
- 準備教材：準備課程教材。
- 設計期初/期末問卷：參考所收集的資料及課程內容與特性設計問卷。
- 建立課程輔助系統：撰寫程式建立課程輔助系統，包括線上問卷。
- 準備教具：建置 DIY 綠屋頂可食地景相關材料。
- 實際授課：包括指導各學生團隊規劃、建置及維護 DIY 綠屋頂可食地景。
- 整理教學成果：將依整個學期的記錄及各分組的成果整理。
- 分析及檢討教學成效：依期初、期末問卷及平日的分享評估學生在修課前後的成長情形。亦將依據教學成果的資料分析可再改善的地方改善教材。

[7] 資料處理與分析

此部分工作包括五大部分：

- 分析教學歷程記錄：包括臉書社團及臉書私訊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。
- 分析問卷：依據期初與期末問卷及平時教學觀察記錄分析學生及各分組團隊成長情形。
- 整理教學成果：依據平時的教學記錄及學生與各分組團隊的成果（含影音）整理。
- 檢討教材及課程運作：依據前述資料檢討教材及整個課程準備與運作待改進的地方。
- 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，更重要的是交接給合作授課的教師，目前已知土木系張智安教授願意接手，這也是本計畫一個非常重要的成果，讓課程可以在主持人退休後（再三年）仍能繼續延續下去。

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

(1) 教學過程與成果

- 準備：成立臉書私密社團及開發課程網路系統（包括個人簡介與分組、問卷、成績、填寫及統計等）實際選課人數上學期土木系 14 人及電工系 5 人，下學期資訊系 6 人。

Dear 藍雨，
歡迎學習「服務學習-DiYGreen屋頂可食地景實作」
若尚未填，請填履歷表格。
以下是你的專屬連結，請存好，每位連結不同，故請不要備給別人。
【個人專屬連結】(請存好)： <http://sources.ev.nctu.edu.tw/diygreen/ok.php?>
以下是個別連結，點上列個人專屬連結即會看到，千必一一存。
• 期末問卷(必須，非測驗!)
• 個人履歷(相互視察)
• 全授個人資料
• 臉書私密社團(尚未加入，請加入)(也請留意其內的公告/文件及檔案等)
若有任何連結有問題，請私訊老師 (<https://www.facebook.com/33kno.tu>)

The image displays two digital platforms related to the course. On the left is a Facebook group page titled '2020-02 服務學習-DiYGreen屋頂可食地景實作'. The page features a cover image of a lush green roof garden, a list of members, and several posts including photos of students working on the garden and text-based announcements. On the right is a website interface, likely the course's online system. It features a grid of student profiles, each with a photo and name, and a list of course activities and dates.

- [2] 臉書私密社團：如上圖所示，邀請每位同學及助教加入，除了討論，之後亦供分享成果相片心得及影片等。
- [3] 期初問卷：在上課第一週請同學上課程網路系統填寫，主要分成幾個部分：(a)對於永續發展的了解程度?(b)對於園藝植栽種菜之經驗;(c)自我評估，包括團隊合作等。
- [4] 組隊:分組由研究生擔任助教協助。
- [5] 場地：最後選擇資訊館4樓建置。
- [6] 規劃：依場地、構想及團隊（含與同一場址的不同團隊合作）規劃。
- [7] 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，上學期都採用種子栽培；下學期的第二次則買苗，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；準備回收瓶。
- [8] 建置：依規劃團隊共同合作建置建置。第一次以種子種植蔬菜；第二次上學期仍以種子，但因時間不夠長，下學期改買苗。

[Prof. Kao's ecourse: digGreen 服務學習:DIYGreen 臺灣可食地景實作] (填寫:期末問卷)

課程:請針對每一節課程仔細閱讀一節針對自己的學習心得作業
 若沒有親身體驗的經驗,第(18)(19)(20)(21)(22)請勾選無勾,其餘照填

011 了解本課程概況	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
012 了解課程進度	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
013 了解課程空間感	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
014 熟悉種植架	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
015 熟悉種植物	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
016 熟悉課程內容	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
017 熟悉課程中學習操作步驟與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
018 熟悉課程中個人工作與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
019 熟悉課程中團隊合作與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
020 熟悉在課程中與他人合作與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
021 熟悉在課程中與他人合作與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉
022 熟悉在課程中與他人合作與時間	請勾選: 不太熟悉 有點熟悉 非常熟悉 <input type="checkbox"/> 不太熟悉 <input type="checkbox"/> 有點熟悉 <input type="checkbox"/> 非常熟悉

023 請在下學期繼續服務學習課程心得及建議內容填寫



- [9] 授課：由主持人與黃盈潔老師授課。





[10] 期中分享: 上學期的三個組在第一次種菜收成後舉辦火鍋會，不少同學第一次吃到自己種的菜，均覺得是很棒的體驗，下學期則由於受疫情影響而取消了。



[11] 由種子種起至期末時時間不長，導致植物仍然成長的不算大，也因此下學期的第二次種植改為買苗來種，不再以種子種起，原排日期打算讓同學去假日花市選擇第二次想種的植物，但由於受疫情影響而取消，改為由助教至園藝行拍照回來貼在臉書社團中讓同學選擇後購買回來，再由同學領回種植。



[12] 成果分享：各小組製作短片展示進度及成果。以下為四組所製作影片截錄。



[13] 期末問卷：同期初問卷，主要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。比較期末與期初問卷，絕大多數同學都已具備永續發展及循環型農園的知識，所有同學在上完此門課後都喜歡

植物，也頗喜歡此實作式的服務學習，與小組其他組員合作愉快，且能主動發掘問題及與其他組員作有效的溝通。

- [14] 媒體報導：由於疫情影響，大家都關在家，DIYGreen 可食地景頗適合在家種植可食植物，因而引起媒體注意及報導，同學們沒有料到會被媒體報導，頗高興：

自由時報 <https://health.ltn.com.tw/article/breakingnews/3133177>

聯合新聞網 <https://udn.com/news/story/6928/4490693>

經濟日報 <https://money.udn.com/money/story/5612/4491017>

中時電子報 <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20200414004250-260405>

中央通訊社 <https://www.cna.com.tw/news/aloc/202004140221.aspx>

LINE TODAY <https://today.line.me/TW/pc/article/GLyyKZ>

凱擘大新竹 <https://www.youtube.com/watch?v=YKMYwdSEX4s> (影音)



(2) 教師教學反思

- [1] 感受：帶三個系的同學實作，發現同學們的興趣都很高，雖然有碰到蟲入侵等問題，但過程中都相當合作，分工也很好，一些同學甚至希望能再選修。土木系的指導教師也表示高度意願願意接手帶學生以 DIYGreen 套件建置綠屋頂可食地景，這是本計劃很重要的成果。讓此課程不至於由於主持人休假退休(三年後)後而失傳，很高興達成這個很重要的研究目的。
- [2] 未來改善方向：
- (a)第二階段用種子種時間不太足夠，有二個改善方式:(1)仍然種菜，蔬菜成長期較短，但宜種不同的菜會較有趣；(2)用種苗種，此方式可行，故第二學期採用種苗的方式，原想讓同學自行去花市找適種的苗，但很可惜，因疫情而作罷，若能由同學們合作自行研究及選擇，應該效果會更好。
- (b)除了蔬菜及香草，也可試著增加其他不同型式的實作，如籐網型百香果園，可增加隔熱的面積及效益。
- (c)可考量規劃成二學期的實作課程，甚至種植百香果等讓同學們共同照顧數年，直到畢業。
- [3] 整體教學成效：雖是第一次開課，但二學期下來感覺良好，所規劃的課程內容雖然仍有上述應改善的內容，但應頗適合推廣至各領域。未來亦將向校外推廣，目前正與其他學校教師洽談規劃微學分及專業導向課程中。

(3) 學生學習回饋

- [1] 普遍很訝異能在大學的服務學習課程中學種菜/花卉，更訝異可以在水泥地上進行；
- [2] 與同學合作種植物及製作成果影片是頗新體驗，也促進同學合作完成專題的能力。
- [3] 很喜歡這個服務學習，希望下學期還能開這門課，不少同學希望能再選修。
- [4] 四組所製作的成果短片都很棒，也分享了學習過程及回饋，團隊合作優異。
- [5] 在種植過程中了解不少相關知識，每個禮拜看植物漸漸長大心情會很開心。
- [6] 很高興能夠參與這類型的實作課程，是一次很寶貴的經驗。
- [7] 每次幫它們澆水，看它們一點一點的長大，真的非常療癒，希望以後有機會可以自己在家種種看。

五. 參考文獻(References)

- 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。
- 許瑞銘, (2016), 「屋頂綠化熱效益之研究」, 朝陽科技大學建築及都市設計研究所, 碩士論文。
- 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。
- 陳泓翔, (2014), 「中空式綠屋頂降溫實驗分析」, 國立交通大學, 碩士論文, 新竹。
- 錫瑠基金會, (2019), 「你也能有綠屋頂」, 錫瑠環境綠化基金會, 台北。
- 陳淑君, (2012), 「企業建築綠覆指標之比較-以溫室氣體減量為基準」, 國立交通大學, 碩士論文, 新竹。
- 周政隆, (2013), 「企業綠屋頂節能與環境效益評估」, 國立交通大學, 碩士論文, 新竹。
- 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。
- 農委會, (2016), 農業指標—糧食自給率, <http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/indicator/Indicator.aspx> (accessed on 2018/01/15)。
- 環保署 (2017), 回收量統計表。 <http://recycle.epa.gov.tw/recycle/result/回收量86年-105年.pdf>。
- 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, DOI:10.1080/1475939X.2018.1473289.
- Berndtsson, J. C. (2010). “Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review.” *Ecological Engineering*, 36, pp. 351-360.
- 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.
- BSI. (2017). BS 8001: 2017 A new standard for the circular economy. The British Standards Institution, UK.
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S. B. M., Davison, J. B. (2010). “Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit.” *Energy and Buildings*, 42, pp. 1582–1591.
- Celik, F. (2017). “The importance of edible 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. (2018). <http://diygreen.ev.nctu.edu.tw>.
- Emily Lovell, Gab Rosado, Isaac O’Leary, Julia Modell, Natalie Dean, Neal Pope, Ruthie Schnitt,

- and Sasha Strohkendl. (2016). Edible landscaping at UC Davis. Final report. University of California Davis, Sustainable Agriculture & Food Systems Capstone.
- 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).
- Fiksel, J. (2009). Design for Environment, McGraw-Hill, ISBN 0-07-118973-4
- FLL. (2002). *Guideline for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof sites*. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. Bonn.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., Robbertson, G.P., Gregg, B.M., and Andresen, J.A. (2009), "Carbon Sequestration Potential of extensive Green Roofs." *Environmental Science and Technology*, 43, pp. 7564-7570.
- Hanney, R. (2018) Doing, being, becoming: a historical appraisal of the modalities of project-based learning, *Teaching in Higher Education*, 23:6, 769-783, DOI: 10.1080/13562517.2017.1421628.
- Hillbilly, U. (2015). *Worm Farming for Beginners: Vermiculture Starter Guide: Become a Backyard Worm Farmer Make and Sell Natural Worm Compost*. Lulu.com.
- 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.
- Hilten, R.N. (2005). *An analysis of the energetic and stormwater mediation potential of green roofs*. The graduate faculty of The University of Georgia, Athens, Georgia, USA.
- 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.
- Kudryavtsev, A., Krasny, M. E., and Stedman, R. C. (2012). "[The impact of environmental education on sense of place among urban youth](#)". *Ecosphere*. 3 (4): 1–15. doi:[10.1890/ES11-00318.1](https://doi.org/10.1890/ES11-00318.1). ISSN 2150-8925.
- 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
- Lloyd, C. (2009). *What on earth evolved? 100 species that changed the world*. Bloomsbury Publishing PLC, UK.
- 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.
- Murphy, M. (2010). *Beginner's guide to earthworm farming*. Penguin Books, South Africa.
- Neill, J. T. (2008). *Enhancing personal effectiveness: Impacts of outdoor education programs*. PhD thesis. Sydney: University of Western Sydney.
- Nigels, B. D. (2011). *Start a worm farm for a green home garden*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Rasche, Andreas; Morsing, Mette; Moon, Jeremy (2017). *Corporate Social Responsibility: Strategy, Communication, Governance*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp. 6f. [ISBN 978-1107114876](#).
- Salcone, J. and the Sacramento Hunger Commission. (2005). *The edible landscaping toolkit*. The Sacramento Hunger Commission, USA.
- Sherman, R. (2018). *The Worm Farmer's Handbook*. Chelsea Green Publishing.
- SHIP (Statewide Health Improvement Program). (2011). *Creating and growing edible schoolyards*. Created in partnership between Anoka County Community Health & Environmental Services Department's SHIP initiative and the Anoka-Hennepin School District. Funded by the Statewide Health Improvement Program administered through the MN Department of Health, USA.
- Stevens, C. (2017). *Worms at Work: Harnessing the Awesome Power of Worms with Vermiculture and Vermicomposting*. Urban Homesteader Hacks.
- 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. UCD. (2017). UCD Outdoor Learning Lab. <http://www.ucdenver.edu/academics/colleges/ArchitecturePlanning/projects/studentprojects/StudentGallery/archive/GreenRoof/Mission/Pages/Mission.aspx>.
- 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.
- Veisten, K., Smyrnova, Y., Klæboe, R., Hornikx, M., Mosslemi, M., and Kang, J. (2012). "Valuation of green walls and green roofs as soundscape measures: Including monetised

amenity values together with noise-attenuation values in a cost-benefit analysis of a green wall affecting courtyards.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9, pp. 3770-3788.

Vezzoli, C. and Manzini, E. (2008). *Design for Environmental Sustainability*. ISBN 978-1-84800-162-6 e-ISBN 978-1-84800-163-3.

Vogler, J. S., Thompson, P., D, Davis, D. W., Mayfield, B. E., Finley, P. M., Yasseri, 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](#).

Wiche, P. and Valdiva, S. (2014). *Life cycle thinking in Latin America*. UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

Wong, N. H., Tay, S. F., Wong, R., Ong, C. L., and Sia, A. (2003). “Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore.” *Building and Environment*, 38, pp. 499-509.