

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期末報告

計畫名稱：(47) 土壤資源循環之友善環境耕作校本課程研究

主持人：汪以竣

電子信箱：mikeykimo@gmail.com

執行單位：新北市立深坑國民中學

第一章 研究背景

西元 19 世紀末至 20 世紀中葉，全球農業經歷多次重大的技術突破，從農藥化肥的誕生，再到耕作機械化，乃至後來的作物品種改良，這一系列的「農業革命」，使得世界農業產能大幅上升。根據聯合國糧食及農業組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations，簡稱「FAO」)的資料，在過去 50 年間，全球農業生產量每年平均增加 2~4%，現時世界農業產能足以餵飽地球上所有人(嚴永龍，2018)。但慣行農法為了滿足產量需求，無節制地大規模耕作，又在農地上使用化學肥料與農藥，不但造成大量的溫室氣體排放影響大氣，更導致健康土壤酸化、劣化造成產量降低，劣化土壤再被降雨沖刷流失，其中殘餘化學物質嚴重污染到人類賴以生存的水資源(陳俊元，2018)。因此，2015 年聯合國在「永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs)中，將「永續農業」列為第二項重要目標。(財團法人農業科技研究院農業政策研究中心，2017)強調永續利用土地、水源、森林等環境資源，並持續地創造農業經濟價值。農傳媒(2017)亦提倡循環農業之觀念，將資源利用效率發揮至極大化，並結合物質再生技術，達到廢棄物減量的生產模式，達成農業與環境的多贏局面。

本校為永續校園學校，地處非山非市的城鄉交界地區，校園內生態豐富，社區經濟型態多為一、二級產業，家長或祖父母輩務農也所在多有，但詢問孩子將來的意願，大多不願意再從事農業生產，而去轉作美容、餐飲等基層服務行業。依據行政院農業委員會(2017)針對台灣農業現況報告指出，台灣目前每農戶平均擁有耕地面積為 1.02 公頃，78.77%農戶耕種面積小於 1 公頃定義為台灣小農，農地出現可耕地面積下降與農地破碎化情形日益增加，對於糧食自給率維持相當不利。另一方面，根據吳吉玄(2017)的說明，台灣農產業結構亦邁入超高齡化，在老農面臨退休無法從事耕種的同時，國內 15-34 歲以下的青壯年農業

勞動人口僅剩 11.3%，35-64 歲之壯年農務人口佔 71.6%，而 65 歲以上之老年農業勞動力仍佔 17.1%。因此本校所在區域的農業人口流失是刻不容緩的議題。

為了增進學生對於食農的認識與興趣，進而促進農村人力傳承，本校自去年申請生物多樣性觀點之友善環境耕作校本課程研究，社團上課 320 人次，導入班級領域授課 174 人次，而本研究亦聘請樸門推廣協會的亞曼老師到校指導為教師團隊增能，發展樸門式食農課程規劃，課程成果亦也將成為本校校訂課程，納入 109 學年度的課程總體計畫，於七年級中普遍執行。

一整年下來筆者帶領學生進行科展研究，將校田中會出現的動物進行普查，建立校田昆蟲生態系的基礎模型，並嘗試以校園落葉進行循環農業落葉堆肥厚土農法校田，也可以讓多樣生物於落葉中繁衍。而去年以生物多樣性的角度，實驗之落葉堆肥厚土農法校田，研究結果顯示方法可行，種植之農作物能夠生長、腐質層生物豐富而且框架可以輕鬆的移開搬運之他處進行下一次堆肥，留下可食地景。

但利用微生物分解製肥，需要至少半年以上的時間，中間仍會造成枯枝落葉無處堆放的難題，楊哲宇(2011)以小型炭爐將生質物低溫裂解炭化之後，能有效將二氧化碳固存於土壤之中，而許靖男(2013)研究指出，以枯枝落葉製成之生物炭以 2%的比例混合對土壤改良有顯著之效果，不只提升了保肥力，也提升了保水力，對化學性改良有顯著效果。林奕文(2013)進一步研究指出小型生物炭爐製造可行，而且有 35.64%的成炭效果，而且能有效吸附水中氨氮成份，降低農業施肥造成的水污染同時達到保肥效果。而本校位處茶產區，周裕躍(2018)以南投茶園為場域，以 8%的生物炭進行土壤改良，結果發現對於茶樹的根系從 12 公分提升至 32 公分，樹高從 25 公分提高至 54 公分，樹重由 16 公克提升至 45 公克，對於茶樹成長有顯著差異。而保水能力從 1.4kg 提升至 3.3kg，保濕能力從 2.8%提升至 7.5%，對於本校建置實驗茶園有極高之參考價值。

目前搜尋生物炭爐設備，目前尚無可直接購買的小型炭爐，本研究希望能利用生活中常見的素材，發展出便宜的生物炭爐構造為了達成友善環境耕作的目標，將於今年度的計畫申請能促進學校枯枝落葉轉化為生物炭，以進行土壤資源循環之友善環境耕作校本課程研究。

第二章 計畫目的

本研究除成立學生社團外，進一步開設校訂課程傳遞友善環境耕作的技巧與概念，方法以實作評量為主，並佐以檔案評量了解學生在參與課程或社團運作過程中對生物多樣性的認同與友善環境耕作的感受。

本研究目的如下：

一、 研究團隊增能與社區資源連結踏查。

為了增進專業知能、教學知識與吸引更多教職員加入研究團隊，本研究安排師生於學校周邊或新北市地區之農場踏查，或邀請校外專家學者蒞校增能，以提升教師團隊的專業知能與教學知識。

二、 校園枯枝落葉製成生物炭的方法建立。

本研究希望達成校園土壤資源循環，因此預計以厚土農法循環使用校園枯枝落葉建立校田，再設置堆肥箱建立良好菌相處理落葉，而剩下的枯枝則成為循環上的挑戰。因此，本研究將整合文獻上現有的方式，結合校內現有資源，以適合校內的方法研發合宜的生物炭製作流程。

三、 友善環境耕作認識與校訂課程開發。

本研究依據聯合國 2030 永續發展目標(SDGs)設計學生社團與校訂課程，將社團發展出的生物多樣性課程，帶入七年級校訂課程中，認識人類耕種行為與環境的相互影響，並介紹友善環境耕作概念，例如：樸門、厚土、懶人、慈心與一米菜園等不同的農法，實際操作雜糧、蔬菜、瓜果、豆類與香草種植，協助師生建立耕種的節氣感。

第三章 研究方法

本研究預計執行校訂課程食農教育，傳給學生友善環境耕作的觀念與技巧，方法以實作評量為主，並針對學生學習成效施以問卷調查分析，以理解學生在課程運作過程中對友善環境耕作的認同與食農教育的感受。

本研究首先執行教師團隊增能，安排學校周邊或新北市地區之農場踏查，或邀請校外專家學者蒞校增能。其次，指導科展小組發展出適合校園使用，能將枯枝落葉以各種方式轉化為土壤適合的有機物質，而枯枝較粗難分解，因此擬以生物炭爐的方式研發製程做成生物炭。最後，將前一年度食農社團中已實驗之課程，於校訂課程中執行，於學期中以七年級校訂課程進行友善環境農法的課程，並於校園中建立校田深坑田庄，並參考及操作樸門、厚土、懶人、慈心與一米菜園等不同的友善環境耕作法。

生物炭爐方面，將透過文獻探討適合的炭爐設計，並且計算適宜的加熱方式、溫度與生炭比例，將製得生物炭將用於校田之中，達成能資源循環。

本研究預定進度如下表 1。

表 1. 預定進度甘特圖

月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
文獻探討	—————																
教師增能	—————																
課程設計		—————															
課程實施					—————												
課程評量									—————						—————		
科展指導					—————												
報告撰寫																—————	

第四章 研究成果

一、 研究團隊增能與社區資源連結踏查。

原本預期邀請的樸門基金會老師無法到學校帶領社團，而原定讓樸門老師帶學生參加的新北市小農夫市集改由研究者帶隊參加，也因此認識許多參展有效食農好夥伴，學習了農場動物循環，例如蚯蚓堆肥與黑水虻廚餘回收的方法，對於腐植土與菌種收集有更多認識，有利於枯枝落葉的堆肥與轉化。

再來的增能則是以實驗班設計實驗課程，執行教育局察鹽觀色實驗，帶學生認識不同種類的耕作思維所進行的不同耕作方式，到底是哪些原因導致蔬菜中硝酸鹽含量的差異？研究團隊與實驗班學生共同學習硝酸鹽的檢驗技術，並且帶領學生設定可能影響硝酸鹽的變因並進行實驗驗證。實驗班孩子針對陽光、水量、肥料、品種與「生物炭」五種不同變因進行實驗，學生透過耕種觀察蔬菜種子生長可以發現陽光、水量與生物炭對於生長情形有顯著差異，但可惜因為耕種技術不純熟，而且種植時間太短，實驗技術也不夠精進，在硝酸鹽檢測結果上，五者皆無顯著差異。

其次，香草作物周期短、效益高、維護相對簡單且不易蟲害，因此研究團隊希望能針對香草作物的使用有更進一步的認識。而且時逢疫情，希望能透過香草作物的種植，提升食農到園藝療法的層次，因此邀請到芳療師蒞校兩次，分別針對精油認識與人格特質的搭配、精油使用與紓壓技巧兩個不同主題進行增能。另外一次則是邀請泰國飲食專家介紹東南亞香草介紹與使用，並分享泰國飲食文化與泰式咖哩的特色。

最後，為了提升對於友善環境農法的認識，下一步預計朝禽鳥、黑水虻、蚯蚓、魚菜共生等農場動物研究，透過網路報導去了桃園龍潭參觀了「城市蚓農」農場，了解其農場動物的種類與功能、菜葉廚餘收集方式與蚯蚓箱的打造與過濾配置，希望有朝一日能在校內打造一座資源全循環之友善耕作田庄。



校長帶隊前往小農夫市集



透過交流發現農場動物是循環重要角色

10/27 ~ 10/30

實驗組11公分
(有光澤)

對照組9公分



生物炭組進行實驗發現生長顯著差異



學生進行測量記錄與疏苗作業



學生帶著收成青菜進行硝酸鹽檢測



教師增能經驗與實驗課程轉化為校內課程



邀請林十芬老師進行精油抓周課程



能量與精油的邂逅



與會老師調製自己的精油



邀請林十翊老師進行 Fun 聊芳療課程



邀請暹羅猴老大版主侯羽穎老師分享



分享泰式綠咖哩從肚子到心靈都很滿足



參觀都市蚓農農場學習蚓箱創作巧思



學習禽鳥、蚯蚓與菜葉廚餘的關係

二、 校園枯枝落葉製成生物炭的方法建立。

深坑地處二格山腳下景美溪右岸旁，校園內生態豐富樹木茂密，因此枯枝落葉的產量

非常豐富，長久以來都是學生集中到球場圍籬旁，再由工友傾倒至景美溪堤岸「回歸大自然」。研究者自踏入食農領域以來，以友善環境農法為主軸，觀察校園環境與資源流動，覺得落葉不斷的倒入景美溪中，長期下來是種資源的淨流出，而且學生會學到廢棄物傾到河川就好的潛在價值。為了提倡正確的觀念，因此提出本計畫希望能以友善環境的方式去化校園中常見的枯枝落葉，並回歸到土壤中促進資源循環，為校田培育土壤，也解決校園內枯枝落葉的問題。

因此本研究設計課程帶領七年級 5 個班以及專門社團樸門社共 6 個單位，圍出 2 公尺*5 公尺*30cm 深的校田共 6 塊，並以厚土農法進行實作，將草皮翻開後向下挖掘 45cm，再請全校同學將外掃區的校園細枝落葉倒入，再將土壤回填以種植農作物。但實際執行上，校園落成年代的工法，為了節省土方棄置成本及避免草地凹陷，都會將建築廢土掩埋在草皮、花圃或操場下方，美其名稱呼為及配層，但卻在學生使用與學校維護上造成許多困擾。所以，本次挖掘進行到在 30cm 深的範圍，就已清出 50 多公斤的建築廢棄物，且發現水泥塊與土方結合太緊密無法清理出來，因此更改原先規劃從 45cm 變淺至 30cm。

落葉經過研究發現，量能最大的方式是透過厚土農法將落葉埋進土壤中，一單位 2 公尺*5 公尺*30cm 深的校田，能容納學校 1 週的落葉量，兩個月內會分解完畢。但校田不會每天開墾，也要配合植物的生長週期，因此今年開墾 6 塊校田也不是隨時都能去化落葉，實務上不能長久循環使用，還是要另外設置堆肥箱集中去化再取腐熟肥料施肥。後來研究者另以校園角落不要的板材，設置為堆肥箱堆置落葉與雜草，一開始僅透過微生物幫忙，一箱腐熟至少需要 2 個月的時間，但隨著開墾過程中發現的蚯蚓與馬陸投入、不請自來的白蟻幫忙啃食細枝、參與小農夫市集友校提供的黑水虻等生物協助分解，到研究尾聲發現新鮮雜草或生廚餘只要 2 週的時間即可去化成為堆肥，雖然箱子量體不大但能持續的分解產出肥料供校田使用。



購買園藝資材圈地



購買整班使用工具



深 YA 食堂七年級操作



土壤改良向下挖至不透水層



填入枯枝落葉等資材後覆土



鋪上覆蓋層



完成後靜置



學生種植國產雜糧

落葉的問題解決了，但枯枝乃至於較粗樹枝，仍然只能往景美溪送。因此，研究者規

劃研究之初，即打算以生物炭的方式製作並破碎成土壤添加物，將碳從生物圈移除達到減碳的效果(農學報導，2017)。IPCC2018年的報告肯定生物炭的淺力後(環境資訊中心，2019)，相關實驗如雨後春筍般出現，經過文獻探討，生物炭化是熱裂解的過程，依據環境科學大辭典的解釋，以缺氧高溫環境中將有機物加熱分解成氣體、液體及焦炭之作用(葉銘泉，2002)。

研究者綜合分析網路上關於生物炭的製作方式，發現主要分為三種：傳統窯式、密閉桶式、露天燃燒等三種。最花費人工的為傳統窯式，佔地面積大、製程長，木頭量大，也會產生大量的煙霧，與學校的環境與特性較難兼顧。最方便的是露天燃燒式，但受限於新北市田野引火燃燒辦法，雖不能直接在校園中落地焚燒，但最受草根意識工作室的劉晉宏老師推崇。而應用價值最大的是密閉桶式，體積可依照需求增減，並開發熱能利用的方式。例如農委會高雄區農業改良場利用燃燒過程的熱能研發出生物炭氣化發電設備(高雄區農業改良場，2018)，官田區公所利用自行設計的密閉桶式生物炭爐變成菱角殼炭(低炭永續家園資訊網，2018)並做了各種吸濕包、涼感巾、袖套與菱殼炭精油等延伸性商品(吳淑玲，2020)。

研究者已完成製炭研究的為露天燃燒與密閉桶式兩種方式，傳統窯式擬以柴燒窯替代，以下分項說明：

1. 露天燃燒：

研究者與研究團隊共備，從八年級童軍露營主題中，選擇野外求生技能課程中的營火單元融入，該單元包含營火的意義、三級柴、刀斧鋸使用、架柴建灶與生火實作等教學活動。本研究改變有二：

- (1) 將木炭改枯枝：將實作單元所使用的現成市售木炭，改成讓學生在校園中收集枯枝並作分級整理，雖然燃燒效率沒有木炭好，而含水量高也較難成功，正好讓學生利用所學克服困難、吃到爆米花，並在過程中可以看到熱裂解產生的許多不同產物，讓這課程廣受學生歡迎。
- (2) 生物炭觀念導入：以往課程結束以後的炭無法利用，現在可以讓學生知道，這個炭產物可以幫助從生物圈碳循環中將碳固化在土壤中進而改善大氣碳排放，也減少課程結束後的廢棄物，將燒製的炭破碎放入堆肥中。

	
<p>學生學習堆柴，通過後才能點火</p>	<p>好不容易成功的興奮溢於言表</p>
	
<p>燃燒的不同階段能有不同加熱效果</p>	<p>烤完爆米花以後的滅跡工作，並收集生物炭</p>

2. 密閉桶式：

研究之初原訂想以烤肉區的磚頭炊事場砌上耐火磚作成小型傳統窯式生物炭爐，但學校規劃近期拆除該炊事場，因此研究後覺得密閉桶式為較可行的辦法，進一步蒐集資料與參考文獻後發現普遍推薦以現成鐵桶改裝為佳，但研究者本身缺乏金屬加工的能力，購買資源回生的鐵桶也會擔心內部曾經裝過的化學物質造成汙染。因此搜尋許久發現傳統金爐品質好容量大，需要改裝的部分少，幾乎可以立即使用，而且金爐體積以一般水龍頭即可熄滅，在校園中也安全。但小型金爐為了通風桶身都是洞，不易達到低氧的效果；而大型金爐因為附有煙囪，且有上下雙層門能透氣，所以桶身沒有打洞，桶身內部有一通氣柱，可做為固定之用。因此為了增加密閉性，共購買一大一小兩個金爐套疊，讓小金爐在大金爐中加熱，達到高溫低氧的效果，嘗試其炭化功效為何。

首先進行改裝，為了增加密閉性，共購買一大一小兩個金爐套疊，透過大金

爐加熱小金爐內的枯枝，以達到高溫低氧的效果。實驗前將小金爐的底部輪子拆除換給大金爐，並將內部鐵架反向鎖在外部，以達到小金爐桶身固定在大金爐內部又能旋轉的效果。

改裝完成後，大金爐底部放幾張防止落葉掉落底部並能引火的廢紙，再堆置收集來的枯葉作為燃料，小金爐則收集校園內的枯枝作為炭化目標。實驗當天氣溫 28.5 度，穩定燃燒後爐外最高溫測得 262.9 度，爐內溫度僅 55.4 度，未達產製生物炭溫度，且大金爐的供氧不足造成大量濃煙，決定熄火結束實驗。經過檢討，內爐比外爐高，煙囪無法使用，也讓燃燒室廢氣無處可去，從進氣的地方溢出，造成無法帶動空氣流通，無法自然進氣，因此兩層套疊的方式在缺乏金屬改裝的能力下不能提供足夠的熱量產製生物炭。若要以套疊方式製炭，後續可以考慮改進的方法為另外製造排氣的管道放在燃燒層、封住內外桶之間的隙縫引導空氣流動方向與加裝導風的裝置改善燃燒室煙霧。

既然套疊的方式無法取得足夠的溫度，因此第二次測試以直接燃燒的方式進行處理，炭爐選用大金爐，燃料則以落葉為主，一樣先在底層放上紙張防止落葉掉落，再倒入落葉高度 60cm 高，從下面燃燒口點燃，除了一開始燃燒時因為燃料有水分冒煙，後續溫度上升至 476.3 度足夠以後，燃燒的冒煙量就已經顯著降低，燃燒 30 分鐘後，蓋上無煙囪蓋子慢慢降溫，爐底生物炭取得 3cm 高，換算落葉的產製比例為 5%，並將生物炭倒入堆肥中進行活化、吸溼並加速腐熟。密閉桶式為實驗後最可行的方式，而且不落地，空汙少，可做為後續其他研究參考。



上方為大金爐(附煙囪)下方為小金爐



將小金爐爐架與輪子卸下



將爐架放在外側，並重新以螺絲鎖住



爐架在外側套疊到大金爐通風柱穩定桶身



大金爐放置燃料



小金爐放置枯枝



大小金爐套疊燃燒溫度 262.9 度



小金爐內溫度 55.4 度，煙燻可以製炭不足



冒煙量太大會有空汙問題較不適用



直接燃燒可以使用煙囪冒煙量也較小



改為直接燃燒後溫度 476.3 度



落葉製得生物炭高度 3cm 體積換算為 5%

3. 傳統窯式：

原本規劃傳統窯式的生物炭窯，為利用學生炊事場的磚造桌子進行，但因學校已規劃打除，故改以非山非市計畫申請設立柴燒麵包窯，使用完即可取得生物炭。麵包窯分兩種類型，一種為黑窯，另一種是極為罕見的白窯，差別在於燃燒室是否與麵包處在同一個空間之中，並因此造成窯體變為黑色或白色，傳統木炭窯即可視為黑窯，因為成炭的木頭與燃燒的木頭位處於同一個空間之中。而非山非市計畫設立的柴燒麵包窯，聘請深坑知名伴山農莊負責人親自設計建造，為其不斷改良設計的白窯，燃燒室位於底部，將熱氣導入窯體後從後方排煙出口排出，因尚未開窯就發布三級警戒，因此僅以照片呈現並以隔壁國小的黑窯作為對比。



黑窯從入爐口進氣溫度容易跑掉



白窯爐口封閉在下方燃燒溫度較一致

三、 友善環境耕作認識與實作課程開發。

在上一期研究的努力之下，109 學年度開設了七年級校訂課程「深 YA 食堂」與成立學生社團「樸門社」，並開發出第二學期的課程計畫。

這學年深 YA 食堂於七年級實施，共有 128 人上了 41 週累計 5248 人次，課程內容除了預計進行的課程之外，再搭配各單位活動進行微調，實際執行內容如下：

1. 深坑田庄：帶領學生從土地測量開始開墾校田，從挖出的水泥與磚頭中思考土地倫理，從鞋上的泥巴看見人與土地的疏離，操作厚土農法認識農場動物、資源循環與土壤健康，並透過種植雜糧、香草、青菜與玉米等農作物學習條播、灑種、育苗、疏苗與植物病蟲害預防等觀念。
2. 友善環境農法：透過影片的引導，與耕種過程的動植物觀察，覺察永續環境的重要並且借鏡世界各地優秀的案例，認識農場動物與其角色，從影片中的環境生態系討論，再以校園故事練習看見生態系，最後去討論思考深坑農耕環境中美好特別的生態，培養學生愛護環境的心。
3. 察鹽觀色：不同通路背後往往代表著不同的農法，而不同的農法施肥量會影響到蔬菜中的硝酸鹽含量，因此透過實際操作檢測實驗，讓學生檢測不同通路購買來的蔬菜並進行硝酸鹽數值的比較，而學生透過操作過程，也會學到各種步驟如何影響到最終實驗結果的差異，對於科學研究也能帶來啟發。本堂課同時做為研究者的市集公開課，邀請有興趣的教師共同參與研討。
4. 大樹生病了：這個是緊急課程，因為學校的南洋杉生病倒伏，因此帶學生了解大樹生長需要什麼條件與生長的運作機制。而人類在環境的開發、不當的修剪與自以為的善意操作下，會對大樹造成什麼樣的影響，對此又訂定了什麼樣的保護規定限制人類亂操作，最後實際走訪校園中各處的枯倒木與生病中的樹，讓學生認識過往學校有哪些操作對樹木造成傷害。
5. 張飛客棧：學校規劃一座野鳥救傷籠舍，希望學生參與討論，因此帶領學生了解鳥類籠舍裡面應該要有的布置與條件，並以環保材質例如回收紙箱與竹筷、鐵絲等創作心中適合鳥類居住的籠舍。內裝以木座咖啡廳改裝，因此帶學生體驗將咖

啡廳重新組裝與上保護漆的工作。

6. 野鳥救傷：從自然鳥不起桌遊切入，帶學生學會鳥類特徵與習性的差異，掌握觀察鳥類的訣竅，再進行校內鳥類的認識與辨識，帶領學生實際在校園中以望遠鏡尋找與識別鳥類，並在校內生態牆上介紹沒看到的品種。最後介紹鳥類常見的受傷原因、雛幼辨識與撿到鳥可以做的救傷工作。
7. 深坑好茶：深坑自古為茶葉產區，盛產文山包種茶，許多學生家中都曾與茶葉有相關經驗，但是學生對於而沒落也是因為國際茶產業競爭的壓力，因此透過茶葉歷史一窺廣泛的世界舞台。然後帶領學生學習茶製程、用具與泡茶方式，認識台灣這片土地的文化。



本土小麥糧食議題與育苗種植法



台灣本土小麥育苗



土壤認識與耕種法灑種與條播



發芽生長觀察、疏苗和芽菜川燙食用



為了確保成果採購防蟲網確保收成



收成青菜進行硝酸鹽檢測



從堆肥中天生天養的地瓜與木耳



菜盆裡長出的蘿蔔



燕麥與蕎麥



乾燥以後採收



漂亮的麥穗做裝飾剩下將麥子摘下來



麥穗倒掛乾燥



學生將田園香草與蔬菜用於烹飪



學生邊吃邊回想栽種的辛勞



因為是友善環境耕作，有豐富生態，學生也調製無毒辣椒水驅蟲



金屬零件打磨



木頭零件打磨



對於閃亮的成品充滿成就感



木頭與金屬零件上保護漆



學生分組一起鎖鐵片接木頭



以生科教室 C 型環等工具輔助



請九年級學生協助組立籠舍



感謝木工潘隆章老師協助



翻閱圖鑑尋找鳥類名稱



自然鳥不起圖片對對碰



與金背鳩一起賞鳥



尋找喜歡棲息樟樹的綠鳩



小組討論籠舍條件



全年級討論出的籠舍條件



製作籠舍模型



小組上台分享設計理念



樹枯死引起白蟻啃食再吸引了穿山甲覓食



靈芝菌侵蝕樟樹腐朽處長出靈芝



倒伏的大榕樹剝開樹皮可見褐根病菌絲



莫名枯一半的南洋杉是遭白蟻蟻道環剝

除了帶領七年級學生上課外，另外也開了一個社團「樸門社」，一共上課 13 次，每班 16 人，加上協同參訪時的野鳥生態研究社共計 221 人次。除了帶領學生操作校田耕種與交大 DIY-GREEM 屋頂農場的製做外，還進行了兩個重要的參訪：

1. 台北市野鳥學會芝山文化綠園與得得之家：芝山文化綠園為日治時期彈藥庫改建而成，園區內除了教育中心外，遍植豐富鳥類環境的台灣特有種植物，另外特別參觀長期收留傷鳥的得得之家，認識人類活動例如樹枝修剪等對環境的影響，認識看似雜草的植物卻能對野鳥和環境帶來幫助。
2. 戀戀雞母嶺：深坑僅存最後一處水梯田景觀，能讓人遙想當年的盛況，因此特別預約插秧的季節，帶學生前往廣受好評的貢寮雞母嶺水梯田，認識友善環境農法如何在現實環境中操作，並且進行春季插秧體驗，並在現場實際從滿天的老鷹與滿樹啼叫的五色鳥當中，體會水梯田對於環境有多重要。



挖出了建築碎石思考土地正義



改造棚架移至陽光較佳的位置



自產自包蔥油餅製作



蔥油餅完工



樹木照護課程幫生病的南洋杉上藥



以鑽掘機與水刀挖洞改善根系透氣



學生填入腐植土增加養分



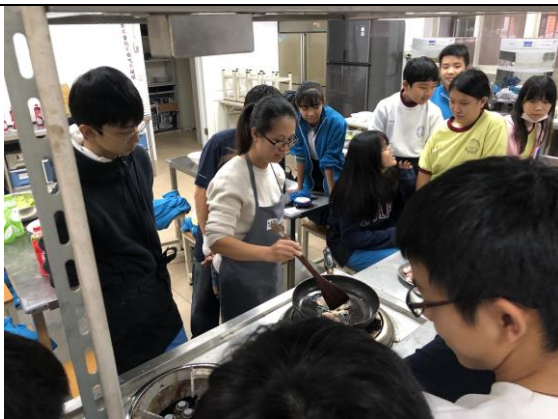
在坑洞中加上發根劑改善植物根系



與交通大學 DIY-Green 合作



適用居家陽台與屋頂的智慧農園



越南月亮蝦餅學習



越南月亮蝦餅實做



深坑區農會與園藝行參訪



芝山生態綠園參訪了解生物多樣性



認識野鳥救傷是友善環境很重要的部分



九年級學生詢問理事長從事動物保護初衷



心得撰寫與討論



食米教育之雞母嶺插秧體驗



退步是向前



低頭可見天



一開始害怕弄髒的孩子



午餐是鄉村古早味料理



將地瓜以筆筒樹汁磨泥煎成地瓜餅



課間偷閒盪鞦韆



水梯田是涵養水分與生物棲地



水稻田的土地會黏人

綜上所述，本研究累計參與人次如下：

1. 教師增能研習 6 場共 92 人次參加。
2. 食農社團 1 個，包含 2 次農場參訪在內上課 13 次共 221 人次參與。
3. 公開授課 1 場，參與教師 11 人。
4. 七年級 128 人校訂課程深 YA 食堂 1 學年 41 週，累計累計 5248 人次。

第五章 結論

一、研究影響

本研究分教師增能、課程發展與學生學習三個方面，分別敘述如下：

1. 教師增能

辦理相關研習 6 場，從去年的初級產業的研習晉升到加工利用的主題，今年除了教師研習以外，還有師生共學的部分，研究者自身也挑戰進實驗室公開授課，因此對於實驗操作的嚴謹與繁瑣產生新的認識，難怪自然領域老師講到做實驗表情都會面有難色。而生物炭爐實驗也讓我重新認識了實驗的不確定性與控制變因的重要，許多時候在實驗設計的過程就要避免發生問題，但實際操作中又會冒出新的問題，而且燃燒產生的濃煙非常難克服，還要再不斷的改進。

而研究團隊除了原本的綜合領域團隊外，擴展到專輔團體加入一起學習芳香療法，並且從學校的樟樹中提煉出了純露使用，放在水霧機或噴瓶中幫助舒緩學生輔導諮商時的緊張。並以精油純露做為媒介，進一步的思考課程設計的可能。

2. 課程發展

以社團課程深耕，校訂課程廣耘，從去年一學年社團課程的基礎上，稍加調整並結合深坑在地特色，在沒有外援的協助下獨立帶領一年，執行適合學校的友善環境農法課程。上學期已將堆肥用於校田之中實現資源循環再利用，下學期挑戰實際關懷野鳥的生命教育與插秧等實務體驗。

校訂課程方面，將去年社團一整年的課程放大為班級操作，並且思考與討論下學期的課程架構，例如將去年所學的茶文化正式納入課程中，雖然因為防疫關係無法實際操作，但也讓研究者科技運用的能力有長足的進步。

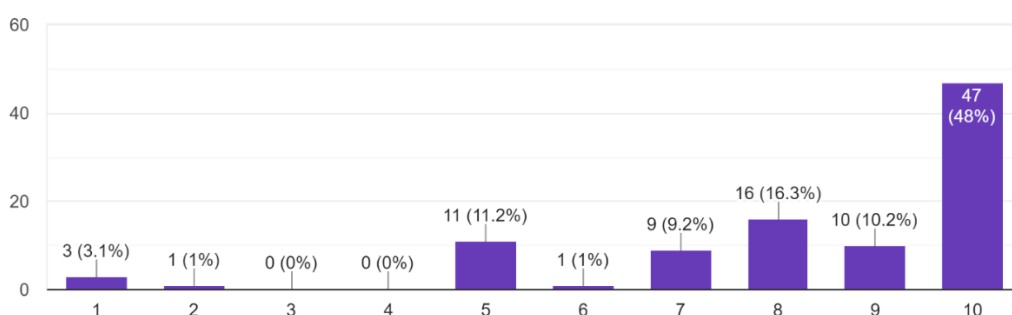
3. 學生學習

以食農為媒材，科學為方法，教導學生了解農業與食品中的科學原理，促進學生對於科學的興趣與探索，並學習過程中需要的各類工具使用技巧。去年僅帶領科展小

組，今年為指導全年級進行生物觀察與科學實驗。學生對於這些認真動手做課程，充滿了興趣，且對各種實驗器具操作也有進一步認識，雖然實驗數據結果出來並不穩定，但這種教科書上沒有的實驗已經讓學生大開眼界。研究者於六月底最後一堂課進行課程滿意度與印象深刻的調查，不出意料的印象最深的大都是種菜、鳥類觀察等等實際操作課，而走出教室以生科工具實際搭建籠舍更是印象難以忘懷。而是否會推薦學弟妹上這堂課的滿意度調查結果如下：

若可以選課你是否會推薦學弟妹上這堂課？

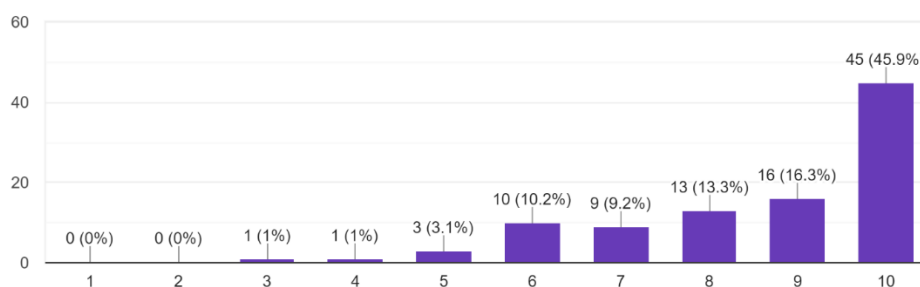
98 則回應



認識友善環境農法、觀察校園內生態系、親身操作了解農業耕作的辛苦，再到搭建野鳥救傷的籠舍、實際觀察校內鳥類生態與接觸傷鳥，研究者期許學生透過課程學習能發自內心關懷環境與生命的素養並轉移到生活之中，經過調查學生大都有正面的回應，並且能願意在生活中支持有理念的小農產品，而量化的學生回饋如下圖，比上課滿意度有更明顯的正面肯定。也就是說雖然怕髒怕累，但課程能產生正面影響，讓學生更珍惜食物、農夫與環境。

你覺得上了一年深YA食堂是否讓你更珍惜食物、農夫與環境呢？

98 則回應



二、研究建議

謝謝科學教育中心的教授們指導與科教夥伴的分享，這兩年來研究者對於科學教育免於閉門造車，能在觀念與技術上有長足的進步，雖然研究只能到今年為止，但學到的知識、技術與價值等滿滿的收穫歸納三項如下，則能繼續運用在研究者的教學中。

1. 學習其他領域專業需要更多專業成長。

本校因地處偏遠在少子化衝擊之下已無生物老師，短期內也不可能補充該科師資，去年還超額自然領域教師，因此研究者這次大膽挑戰實驗室公開課，更是深刻體會魔鬼藏在細節裡，科學教育路上需要更多專業成長，也需要向更多人請益。這次因業務工作關係有很多校外的夥伴指導，讓研究有很多有趣的成果，也有更多未解的挑戰。

2. 食農課程是跨領域課程設計的好題材。

研究團隊非自然領域教師，因此課程設計上隨時都圍繞生物多樣性與友善環境農法，是非常素養的跨領域課程設計。從上一個學年度的生物多樣性切入，到這一個年度的資源循環利用，後續還有很多食品加工的科學原理可以探究，希望有更多有興趣的老師看見，並將食農課程研究繼續發展下去。

3. 友善環境不只是課程更是種價值選擇。

友善環境有時需要等待，對於環境有時野趣叢生，會面臨其他同儕的壓力，課程設計上部定課程的學習內容與友善環境農法的選擇也是，課程進行中的堅持或妥協就是一種價值選擇，例如學生我會要求他們每個人都必須要有下田的經驗，實際體驗過辛苦，他們才能體會農業付出與收穫的不成正比。雖然之後沒辦法再申請科學教育計劃繼續進行研究，但研究者在學校內，仍然會盡己之力將友善環境的觀念納入課程中並影響更多師生，為了下一代的環境繼續努力。

參考文獻

- 行政院農業委員會，2017。稻作生產量及基準收穫量調查。行政院農業委員會農糧署，取自：<http://statsvy.dgbas.gov.tw/43/43mos/query/wrkitem.asp?calno=18126>。
- 西村和雄，2013。懶人農法：活用雜草打造無農藥的有機菜園。晨星，臺中。
- 低炭永續家園資訊網，2016。資源循環-農業廢棄物回收再利用。低炭永續家園資訊網，取自：https://lcss.epa.gov.tw/LcssViewPage/Responsive/PrjDetail.aspx?WikiPrjMain_Id=0CD0E4DF3B51DB55
- 吳吉玄，2017。台灣萎縮性鄉村地區發展社會企業之初探：以台南市為例。成功大學未出版碩士論文。
- 吳淑玲，2020。廢棄物燒出商機！公務員翻轉台南小鎮打造黑金產業。聯合新聞網，取自：<https://udn.com/news/story/7326/4919150>
- 呂光洋，1991。Biodiversity-生物歧異度、生物龐雜度、生物多樣性。大自然季刊，(31)：4-9。
- 亞曼，2019。亞曼的樸門講堂：懶人農法。新自然主義，臺北。
- 周昌弘，1995。生物多樣性：觀念假說及研究。科學月刊，26(7)：547-553。
- 周昌弘，1998。生物歧異度之理論基礎。生物多樣性前瞻性研討會論文集，55-56 頁。
- 洪明毅，2020。請問植物醫生-植物病蟲害圖鑑與防治。城邦，臺北。
- 倪禮豐、范美玲、黃鵬，2016。農業與節能減碳。豐年雜誌，取自：
<https://www.facebook.com/coataiwan/posts/1681779702146860/>
- 高雄區農業改良場，2018。循環農業創新技術發表會～「生物炭發電」。行政院農業委員會，取自：https://www.kdais.gov.tw/theme_data.php?theme=activity&sub_theme=activities&id=7335
- 設樂清和，2013。懶人農法第 1 次全圖解。大雁，臺北。
- 葉銘泉，2002。熱裂解，Pyrolysis。環境科學大辭典，取自：
<http://terms.naer.edu.tw/detail/1320216/>
- 賈福相，1998。生物多樣性教育。生物多樣性前瞻研討會論文集，131 頁。
- 農學報導，2017。農業與節能減碳。行政院農業委員會，取自：
https://kmweb.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=54845
- 趙榮台，1999。生物多樣性保育公約及其教育原則。環境教育季刊，(38)：17-27。
- 環境資訊中心，2019。潛力無窮的黑暗物質：生物炭一年可抵消 10 億噸碳。環境資訊中心，取自：<https://e-info.org.tw/node/221739>