

教育部 111 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：水族綠校園得「剩」有「餘」推廣計畫(一)

主持人：陳柏羽

電子信箱：a0922710685@gmail.com

共同主持人：黃惠汝

執行單位：礁溪國中

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？（請擇一勾選） 是 否

2. 執行重點項目（請擇一勾選）：

環境科學教育推廣活動

科學課程教材、教法及評量之研究發展

科學資賦優異學生教育研究及輔導

鄉土性科學教材之研發及推廣

學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：魚菜共生課程、水中堆肥研習

4. 辦理活動或研習會對象：學校教師

5. 參加活動或研習會人數：12 場，150 人

6. 參加執行計畫人數：6

7. 辦理/執行成效：

本校舊有的魚菜共生系統常因宜蘭霸王級寒流低溫造成魚隻死亡，使得系統無法正常運作，在教學上無法給學生合適的自然科教學示範。

本計畫將舊有系統修正為「水族綠校園教學場域」與「校園生廚餘活菌液肥系統」，可以保存原本戶外養的魚進入室內「水族綠校園教學場域」成為水族活體教具庫。植物種植養分來源則來自「校園生廚餘活菌液肥系統」。

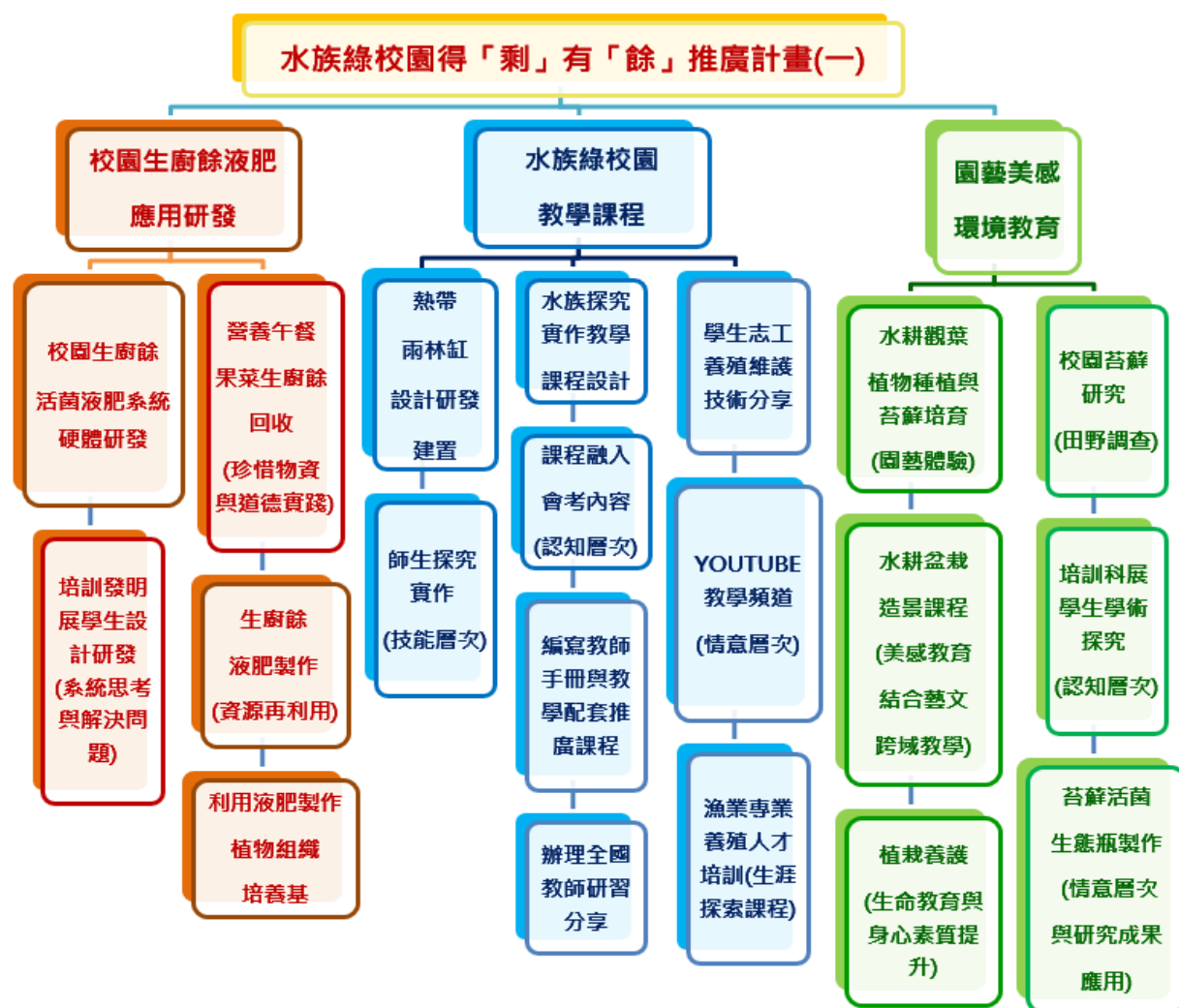
改裝系統與建構水族教學場域的過程皆由師生共同協力建置，過程中培養學生動手實作的能力，也將發展歷程中的內容編製成有系統的課程教材。學生利用建置與研發過程中，找出新的科學問題，培養學生參加科展與發明展的探究實作能力。

「校園生廚餘活菌液肥系統」除了成功解決校園生廚餘的問題，所製作出的蔬果液肥，富含豐富養分與活菌，具有多種用途。本計畫研發出利用苔蘚判斷液肥是否熟成的檢驗方式，更開發 4 種生態瓶文創商品(奇木彩彩蝦莫斯生態瓶、苔蘚水耕生態瓶、空氣鳳梨生態瓶、夢幻鬥魚生態瓶)，使學生能親身感受到研發成果運用於日常生活的體驗。

二、計畫目的

1. 建構「水族綠校園教學場域」成為校園學習生態系的理想模型與活體教具室，建置過程中培養成學生「做、用、想」的能力

2. 研發「校園生廚餘活菌液肥系統」設備與技術，落實校園生廚餘回收與自製液肥應用
3. 校園苔蘚調查與微型生態培養，培養學生細微觀察力與尊重生命的態度
4. 研發利用苔蘚檢驗廚餘活菌液肥熟成度技術，控管生廚餘液肥品質
5. 開發「水族綠校園」課程教材教法，融入部定自然課程，落實探究實作精神
6. 校內成立教師共同備課社群，彼此分享教學資源與精進教學能力
7. 推廣「水族綠校園校本課程」教學配套與技術提供他校參考



三、研究方法

第一年 研究計畫			
研究目的	步驟	成效評估	預定時間
水族綠校園 情境教學場域整體規 劃 (第一期規劃)	◎資料蒐集、水族專家技術諮詢 ◎校內教學場地選擇 ◎結合校內魚菜共生系統與生物實驗室水族展示系統重新規劃教學功能	◎本校師生具備規劃設計室內大型水族系統的能力(水管與氣動線路) ◎本校師生具備規畫設置兩棲生態缸的	111年8月 ~111年9 月

	<p>與長期維護方式(SOP化)</p> <p>◎規劃設計兩棲生態缸設備與技術</p> <p>◎縣內水族館與農場參訪</p> <p>◎建立師生討論模式</p>	<p>「基礎知能」</p> <p>◎本校具有完善水族與魚菜共生教學展示場域</p> <p>◎建立校外專家諮詢管道</p>	
<p>師生探究實作水族展示系統建置(第一期工程)</p>	<p>◎配置電路管線(照明燈具、過濾系統、供氣系統)</p> <p>◎配置水管線路(建立補水與換水管路)</p> <p>◎配置供氣線路(安裝調節閥控制各部位供氣量)</p> <p>◎建置新進水中生物隔離檢疫系統(防止與原有水生生物交叉感染)</p> <p>◎建置大型系統缸滴流盒培養系統(室內培育水草、苔蘚)</p> <p>◎測試利用發泡劑建置小型兩棲生態缸岩體部分</p> <p>◎研發保麗龍回收與發泡劑造景技術與水流方向控制</p>	<p>◎了解水族相關水電材料規格,並熟悉施工程序</p> <p>◎培養師生 DIY 施工能力</p> <p>◎培養本校師生維護大型水族系統能力</p> <p>◎培養學生照顧生物與尊重生命的知能與良好態度(生命教育)</p>	<p>111年9月~111年12月</p>
<p>規劃「校園生廚餘活菌液肥系統」</p>	<p>◎資料蒐集、專家技術諮詢</p> <p>◎規劃採購器材、工具與設計系統設計圖</p> <p>◎師生合作繪製系統與設計生廚餘回收液肥製造系統(曝氣池、沉澱池、污泥回流系統和剩餘污泥排除系統)</p>	<p>◎開發專用設備,符合學校單位與課程需求</p> <p>◎掌握關鍵技術,無須外面廠商進行後續維護</p> <p>◎培養本校師生建置硬體與規劃施工能力</p> <p>◎培訓發明展參賽選手</p>	<p>112年1月~112年2月</p>
<p>「校園生廚餘活菌液肥系統」建置</p>	<p>◎依照設計圖施工建置水中堆肥系統生廚餘收集曝氣槽與生化培菌槽</p> <p>◎安裝供氣循環系統管線</p>	<p>◎師生共同施工打造南方松底座木架完成</p> <p>◎生廚餘回收系統硬體建置</p> <p>◎生化培菌槽造水與</p>	<p>112年3月~112年6月</p>

		硝化活菌種培養	
校園苔蘚研究	<ul style="list-style-type: none"> ◎校園苔蘚型態觀察(田野調查) ◎研究利用苔蘚檢驗廚餘活菌液肥熟成度技術 ◎研究校園採集各類型苔蘚的生長因子(基質、空氣濕度、光照強度、耐旱) ◎研究如何預防校園苔蘚黴菌滋生 ◎培訓研究苔蘚主題科展學生 	<ul style="list-style-type: none"> ◎了解影響苔蘚生長的變因 ◎在實驗室內成功繁殖與馴化苔蘚 ◎純化苔蘚品種 ◎可將苔蘚種植技術應用於「兩棲雨林生態缸」 ◎培訓出研究苔蘚的科展學生 	111年9月~111年12月
主題校本課程開發	<ul style="list-style-type: none"> ◎主題課程教材設計編寫 ◎教學歷程與心得記錄 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建立「水族綠校園」校本課程主題教學課程設計與學習單 ◎培養教師引導學生思考教學能力 ◎由學生經營 Youtube 頻道拍攝「水族生態教學情境場域」日常維護影片，建立學生表達力與自信，分享技術給校外單位 	111年7月~112年7月
成立教學共備社群	<ul style="list-style-type: none"> ◎每個月領域教師開會討論，修正課程內容 ◎課程反思檢討 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建立完整溝通模式 ◎建置「水族綠校園」課程計畫與教學資源配套，供校內外教師參考運用 	111年7月~112年7月
第二年 研究計畫			
研究目的	步驟	成效評估	預定時間
水族綠校園情境教學場域(第二期規劃)	<ul style="list-style-type: none"> ◎以 6W2H1E 模式檢討第一年研究計畫運作需要改進修正部分(滾動式修正) ◎資料蒐集、文獻探討、「兩棲雨林生態缸」專家技術諮詢 ◎校外水族館參訪(暑期縣外水族館校外教學) ◎培養學生深入了解複雜水族飼養系統運作功能 	<ul style="list-style-type: none"> ◎能以「系統思考」模式檢討計畫執行問題與採取相對應的解決之道 ◎已收集完備大型「兩棲雨林生態缸」建置資料與技術 ◎水族綠校園情境教學場域與設備已能提供本校自然領域正常教學常態運作 	112年7月~112年9月

	與培訓水族志工傳承	◎校園水族學生志工運作流暢	
師生探究實作水族展示系統建置(第二期工程)	◎建置大型水族系統缸生化過濾能力(植栽過濾與硝化菌過濾) ◎運用水族系統缸滴流盒裝置培育室內水耕觀葉植物與水耕蔬菜 ◎建置大型「兩棲雨林生態缸」	◎了解水族生態運作原理知能 ◎培養本校師生長期維護室內複雜水族循環系統的能力 ◎驗證利用水草優化自來水成為養殖水的能力,擁有節省水資源與生化藥劑的優點,研究成果可提供水族館參考 ◎具備自行建置室內定時噴霧系統與養護「兩棲雨林生態缸」能力 ◎成功在室內培養水耕觀葉植物與水耕蔬菜	112年9月~112年12月
研發「水中活菌轉化生廚餘液肥」技術	◎觀測「生廚餘」分解下水族系統的生態平衡關鍵因素 (溫度、水流、光線、PH值、溶氧量、附著面) ◎生化耗氧量 BOD 檢測 (Biochemical oxygen demand) ◎水中溶氧檢測-碘定量法	◎掌握生廚餘廢水處理重要參數 (BOD、PH值、GH值、KH值、溫度) ◎了解水中生廚餘分解硝化菌培養運作情形 (NH ₃ 值、NH ₄ 值、NO ₂ 值、NO ₃ 值)與硝化系統成熟判斷 ◎探討「生廚餘」分解時水中消耗的氧氣與有效率溶氧的方式	113年1月~113年3月
原有魚菜共生系統防蟲紗窗架高	◎師生繪製南方松木加高架設計圖 ◎木工實作加高魚菜共生系統防蟲紗窗	◎師生具備木工DIY施作能力 ◎建置過程完全由學生動手操作,養成學生「做、用、想」的能力	112年9月~112年12月
苔蘚生態瓶研究	◎結合自行培育水耕觀葉	◎能掌握微型苔蘚生	113年4月

	<p>植物與苔蘚製作微型苔蘚生態瓶</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎利用回收容器製作生態瓶 ◎研究生態瓶生態成長情形 ◎研究生態瓶如何度過夏季高溫 ◎培訓科展研究學生 	<p>態瓶的成長因子</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎水耕觀葉植物與苔蘚種植造景(園藝美感教育) ◎培訓研究苔蘚生態瓶科展學生 	~113年6月
縣內教師實作研習	<ul style="list-style-type: none"> ◎科展研發成果分享 ◎宜蘭縣教師實作研習(苔蘚生態瓶) 	<ul style="list-style-type: none"> ◎縣內自然科教師了解校園內苔蘚生長特性 ◎宜蘭縣教師學習運用本計畫研發之教學資源 ◎增進宜蘭縣自然科教師實作能力 	113年6月
生廚餘堆肥水體熟成檢驗	<ul style="list-style-type: none"> ◎研究不同生廚餘堆肥條件下，堆肥水體的「碳氮比」與種植出的蔬菜硝酸鹽含量 ◎生廚餘堆肥水體對苔蘚施肥(用以檢驗堆肥水體是否已達熟成階段) 	<ul style="list-style-type: none"> ◎掌握生廚餘堆肥水體產出成分中「碳氮比」數據 ◎研發利用苔蘚判斷生廚餘堆肥水體熟成辨識技術 	113年4月 ~113年6月
食農校本課程開發	<ul style="list-style-type: none"> ◎大型系統缸自行孵化菜苗 ◎將自行孵化菜苗放入魚菜共生系統中，進行水耕蔬菜 ◎校本食農課程教材設計編寫 ◎教學歷程與心得記錄 	<ul style="list-style-type: none"> ◎培養菜苗孵化技術 ◎實施飲食教育和農事教育課程設計 ◎培養學生建立「食當地、食當季」的正確飲食觀 	112年9月 ~112年7月
教學社群共備課程	<ul style="list-style-type: none"> ◎每個月領域教師開會討論，修正課程內容 ◎課程反思檢討 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建立完整溝通模式 ◎建置教學模式與教學資源 ◎編寫教師手冊與教學配套 	112年9月 ~113年7月
主題教學成果分享 校內教師研習	<ul style="list-style-type: none"> ◎全校性教師研習 ◎研發成果分享 	<ul style="list-style-type: none"> ◎全校教師了解主題課程架構與內容 ◎建立全校水族綠校園課程教學共識 	113年7月

第三年 研究計畫			
研究目的	步驟	成效評估	預定時間
水族綠校園 情境教學場域 (第三期規劃)	<ul style="list-style-type: none"> ◎「水族綠校園情境教學場域」空間極大化與最佳運作模式 ◎「水族生物」飼養、疾病處理與隔離檢疫相關資料蒐集與專家技術諮詢 ◎學生志工養殖維護技術分享(YOUTUBE 教學頻道) 	<ul style="list-style-type: none"> ◎善用教學場域內每一寸空間,使設備每處皆能揮實驗探究教學功能 ◎實驗室具備硬體維修與「水族生物」疾病醫療能力 ◎培養學生分階段規劃複雜事務與經營大型水族養殖系統的能力 ◎漁業專業養殖人才培訓(生涯探索課程) 	113年7月 ~113年9月
師生探究實作水族展示系統建置(第三期工程)	<ul style="list-style-type: none"> ◎大型「兩棲雨林生態缸」內培育熱帶雨林植物、捕蟲植物與兩棲類生物 ◎自行設計利用自動化控制(ARDUNO)控制水族系統燈光與水中攝影 ◎學習養護兩棲類生物知能 ◎培育以「兩棲雨林生態缸」為主題之科展研究學生 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建立師生維護「兩棲雨林生態缸」專業知能 ◎能自行培育積水鳳梨、捕蟲植物提供生態瓶製作素材 	113年9月 ~113年12月
水族生物孵化仔魚照顧與疾病醫療	<ul style="list-style-type: none"> ◎熱帶魚疾病治療與養護研究 ◎利用綠水孵化水蚤餵食剛孵化的仔魚 ◎利用食鹽水孵化豐年蝦餵食繁殖幼魚 	<ul style="list-style-type: none"> ◎培養學生繁殖熱帶魚技術 ◎學生能見證生物生命的成長歷程 ◎學生學習尊重生命(生命教育) 	113年9月 ~114年7月
「水中活菌轉化生廚餘液肥」技術研發	<ul style="list-style-type: none"> ◎優化生廚餘廢水進行水草種植 ◎培養「活性污泥」 ◎探討將「活性污泥」投入菌群缺乏的環境,增加菌群豐富度的可行性,優化系統分解效率 	<ul style="list-style-type: none"> ◎生廚餘廢水水草種植 ◎運用「生物處理活性污泥法」進行污泥馴化與污泥種植 ◎植種污泥產製 ◎培養出易馴化的廢 	113年9月 ~114年7月

		水處理菌種	
運用「水中分解生廚餘堆肥」濃縮液肥	<ul style="list-style-type: none"> ◎研究水中堆肥最佳碳氮比技術製作濃縮液肥，觀察對於不同類型植物的功效(多肉植物、水耕蔬菜、觀賞型植物) ◎利用「苔蘚生態瓶」檢測濃縮液肥在微生態下的影響與水中堆肥所生產液肥之穩定度 ◎研究「活菌水」在植物栽培上的應用 	<ul style="list-style-type: none"> ◎了解「水中分解生廚餘堆肥」濃縮液肥的功效與對植物成長的影響 ◎成功出培養無化學肥料的水耕食用與觀賞植物 ◎濃縮液肥可作為土耕植物有機肥，減少使用化學肥料用量，也可減少氮肥所產生的 N₂O(比二氧化碳影響力高 300 倍的溫室氣體) ◎設計出量產型生廚餘液肥系統，供校外單位參考使用 ◎減少學校廢棄生廚餘量 	113 年 9 月 ~114 年 4 月
製作「蔬果廚餘液肥」組織培養果凍與組織培養生態瓶	<ul style="list-style-type: none"> ◎製作「蔬果廚餘液肥」組織培養果凍 ◎利用組織培養果凍製作生態瓶 ◎將熱帶雨林缸所繁殖的捕蟲植物以組織培養方式種植於生態瓶內 ◎學習組織培養植栽技術 ◎培訓科展學生 	<ul style="list-style-type: none"> ◎增加「蔬果廚餘液肥」多用途功能 ◎熟悉組織培養植栽技術 ◎發展捕蟲植物組織培養瓶製作技術 ◎培訓研究組織培養科展學生 	113 年 9 月 ~114 年 4 月
成立教學共備社群	<ul style="list-style-type: none"> ◎每個月領域教師開會討論，修正課程內容 ◎課程反思檢討 	<ul style="list-style-type: none"> ◎建立完整溝通模式 ◎建置教學模式與教學資源 	113 年 8 月 ~114 年 7 月
教學單元課程盤點	三年研究計畫所研發教學單元整理盤點	<ul style="list-style-type: none"> ◎將三年研究計畫成果建置於學校網站，供全國教師參考 ◎配合 12 年國教發展校本課程 ◎選擇應用觀察法、問卷調查法及訪談法，以及研究者的省思札記，有系統的蒐 	114 年 7 月

		集資料，以獲知課程對學生的成效。	
主題教學成果分享 縣內教師研習	<ul style="list-style-type: none"> ◎分享本校「生廚餘」回收流程與操作心得 ◎宜蘭縣教師實作研習(蔬果廚餘液肥果凍組織培養瓶製作) ◎科教計畫研發教材與教學成果分享 	<ul style="list-style-type: none"> ◎宜蘭縣教師了解本計畫課程與教材研發成果 ◎宜蘭縣教師學習運用本計畫研發之教學資源 ◎增進宜蘭縣自然科教師實作能力 	114年5月
校外推廣水族綠校園 得「剩」有「餘」 課程計畫 經驗技術分享	<ul style="list-style-type: none"> ◎舉辦校外分享研習 ◎技術經驗交流 ◎利用 Youtube 頻道影片分享相關技術與知識 	<ul style="list-style-type: none"> ◎校外交流，形成教學策略聯盟 ◎推廣蔬果廚餘回收結合魚菜共生再利用 	113年8月 ~114年7月

四、研究執行項目

目標項目	執行完成項目說明	目前完成百分比
建構「水族綠校園 教學場域」	<ul style="list-style-type: none"> ◎資料蒐集、水族專家技術諮詢 ◎縣內水族館與農場參訪 ◎建立師生討論模式 ◎結合校內魚菜共生系統與生物實驗室水族展示系統重新規劃教學功能與長期維護方式(SOP化) 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◎配置電路管線(照明燈具、過濾系統、供氣系統) ◎配置水管線路(建立補水與換水管路) ◎配置供氣線路(安裝調節閥控制各部位供氣量) ◎建置新進水中生物隔離檢疫系統(防止與原有水生生物交叉感染) 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◎規劃設計兩棲生態缸設備與技術 ◎測試利用發泡劑建置小型兩棲生態缸岩體部分 ◎研發保麗龍回收與發泡劑造景與水流方向控制 	100%
研發「校園生廚餘 活菌液肥系統」設 備與技術	<ul style="list-style-type: none"> ◎資料蒐集、專家技術諮詢 ◎規劃採購器材、工具與設計系統設計圖 ◎師生合作繪製系統與設計生廚餘回收液肥製造系統(曝氣池、沉澱池、污泥回流系統和剩餘污泥排除系統) 	100%
	<ul style="list-style-type: none"> ◎依照設計圖施工建置水中堆肥系統生廚餘收集曝氣槽與生化培菌槽 	100%

	◎安裝供氣循環系統管線	
校園苔蘚調查 與微型生態培養	◎校園苔蘚型態觀察(田野調查) ◎研究校園採集各類型苔蘚的生長因子(基質、空氣濕度、光照強度、耐旱)	100%
研發利用苔蘚檢驗廚餘活菌液肥熟成度技術	◎研究利用苔蘚檢驗廚餘活菌液肥熟成度技術 ◎研究如何預防校園苔蘚黴菌滋生	100%
開發「水族綠校園」 課程教材教法	◎主題課程教材設計編寫 ◎教學歷程與心得記錄	持續充實中
校內成立教師共同備課社群	◎每個月領域教師開會討論，修正課程內容 ◎課程反思檢討	100%
推廣「水族綠校園校本課程」教學配套與技術提供他校參考	◎校內研習 ◎校外巡迴分享	辦完 1 場校內研習 校外巡迴服務 5 所學校

五、研究成果

(一) 師生合作建置「校園生廚餘活菌液肥系統」，打造生廚餘回收便利環境

「校園生廚餘活菌液肥系統」從設計到施工配管皆由師生合作完成，經過長期間培菌與運作，可以將植物直接種植於缸體堆肥液之中，且生長良好。活菌化的優良水質也可以直接將朱文錦與泥鰱飼養於其中，飼養於堆肥缸中的朱文錦體型異常龐大，也極能耐寒。泥鰱對於廚餘分解的成效特別好，也能存活於活性污泥之中，且泥鰱在低溫環境下活動力一樣十分良好。

獨創設計的「K1 活菌環流沙床」，打造好氧環境加速分解蔬果廚餘，分解效果極為良好，使一般生廚餘大約兩周後可以完全分解完畢。將過期牛奶倒入，測試「校園生廚餘活菌液肥系統」可在 2 天內處理 5 公升奶類廢液，透過「K1 活菌環流沙床」加速分解，分解完蛋白質泡沫，約 1 天即可撈起，萃取乳清部分。

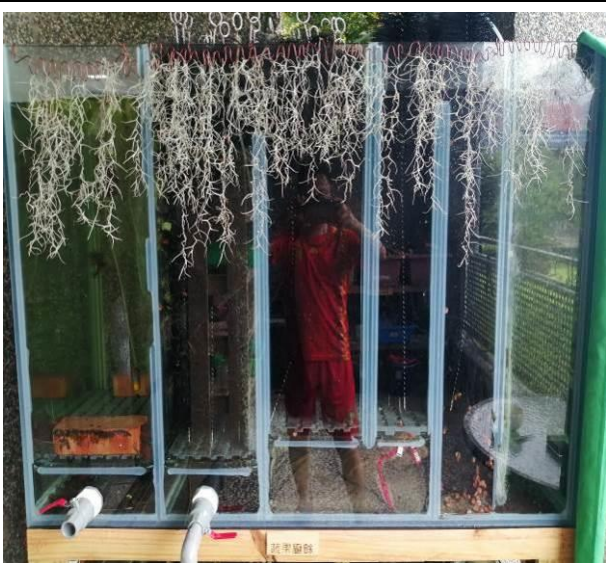
校園生廚餘活菌液肥系統



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」玻璃缸體配管工程由師生自行施工，此為準備安裝料件



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」過濾排汙口，由師生共同施工安裝



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」配管與系統安裝完成後開始運作，吊掛松蘿鳳梨，增加美觀性



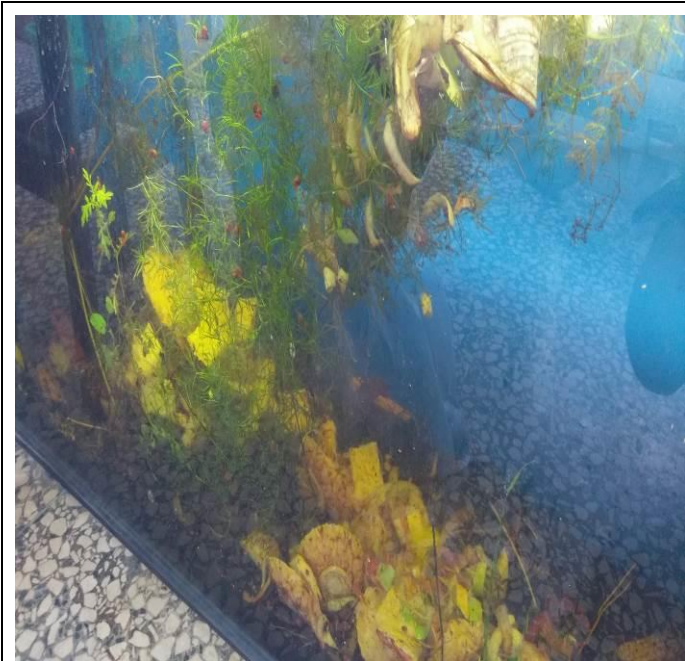
說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」已可以將植物直接種植於缸體堆肥液之中，且生長良好



說明：「教室蔬果液肥活菌處理系統」中獨家設計 K1 活菌環流沙床，循環過程



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」中獨家設計 K1 活菌環流沙床，打造好氧環境加速分解蔬果廚餘



說明:大量營養午餐果皮丟入「校園生廚餘活菌液肥系統」



說明:大量蔬果堆肥情形，經兩周後可產生營養液肥



說明:學校教師將蔬果廚餘親自投入蔬果廚餘處理系統之中



說明:學校教師也從家中攜帶生廚餘投入「校園生廚餘活菌液肥系統」進行分解處理



說明:將過期牛奶倒入，測試「校園生廚餘活菌液肥系統」處理奶類廢液能力



說明:將過期牛奶倒入，測試「校園生廚餘活菌液肥系統」處理奶類廢液能力



說明: 培菌初期牛奶中蛋白質在水中產生大量泡沫



說明: 培菌末期牛奶中的蛋白質在水中只產生少量泡沫

(二) 利用校園苔蘚研發「活菌液肥熟成檢測」，精準便利實用性高

學生在校園採集各種苔蘚，去除土壤雜質後，放入純化栽培環境下繁殖，穩定成長後，作為「活菌液肥熟成檢測」。「生廚餘活菌液肥系統」所產出的液肥若尚未達到熟成階段，噴灑後就會出現發霉現象。若達到熟成，將可提供苔蘚無土栽植的養分，且成效良好。

活菌液肥熟成檢測



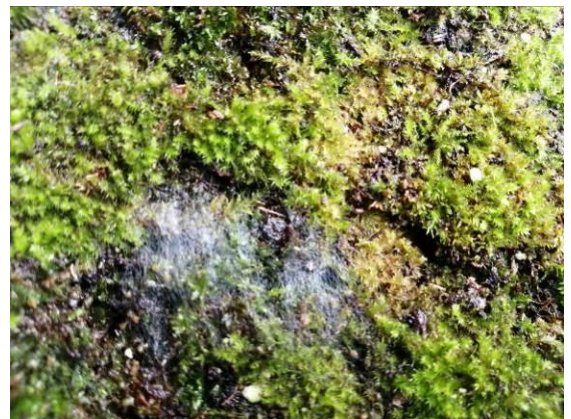
說明: 校園採集苔蘚



說明: 苔蘚後續純化栽培



說明: 尚未成熟液肥使真苔發霉



說明: 尚未成熟液肥使真苔發霉



說明：尚未成熟液肥使小金髮苔發霉



說明：尚未成熟液肥使生態瓶內大灰苔發霉



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」產出的活性污泥



說明：「校園生廚餘活菌液肥系統」產出的活性污泥



說明：土耕彩葉草感染病蟲害



說明：活菌液肥水耕彩葉草抵抗病蟲害強，成長良好

(三) 採集校園苔蘚，進行「苔蘚純化種植」，以供研究檢測大量使用

從「苔蘚活菌液肥熟成檢測」實驗過程中發現，臨時在校園採集的苔蘚由於生長環境不同差異性很大，甚至有可能本身就自帶黴菌，因此決定自行培育並進行「苔蘚純化種植」，並大量栽培以提供檢測與教學之用。

採集校園苔蘚



說明:校園樹上苔蘚



說明:學生採集樹上的苔蘚



說明:學生採集樹上的苔蘚



說明:自行製作吸水水苔棒，用以測試苔蘚最適合種植的濕度環境



說明:學生揀選單一品種苔蘚



說明:分散純化苔蘚以利大量培育



說明:校園培育苔蘚種植區



說明:純化種植後的苔蘚



說明:大批量產的純化苔蘚



說明:大批量產的純化苔蘚

苔蘚科展研究



說明:高倍率複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察苔蘚



說明:高倍率複式顯微鏡與解剖顯微鏡觀察苔蘚特性

說明:針對苔蘚的種植介質、光照、空氣濕度、在生態瓶內的種植進行細部研究並參加科展

(四) 研發量產純化苔蘚應用於課程教學，進行「苔蘚種植美感教學」

經過科展學生純化與研發種植技巧，利用活菌液肥大量繁殖量產後的苔蘚，作為班級「苔蘚種植美感教學」的免費材料，讓學生可以製作療育苔球帶回家作紀念。

苔球製作



說明:班級苔球教學



說明:班級苔球教學



說明:學生製作苔球



說明:製作好的苔球



說明:學生學習苔球繞線技巧



說明:學生學習苔球繞線技巧



說明:大型植栽苔球



說明: 大型植栽苔球

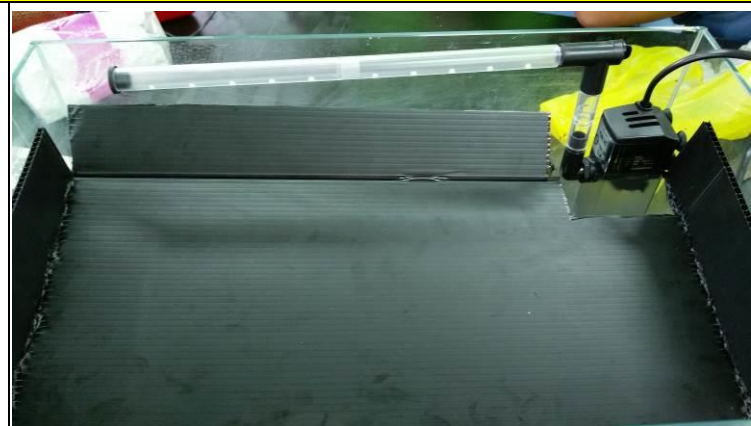
(五) 師生共同規劃「小型兩棲生態缸」製作設備與技術

經過科展學生著手研發水族館中高單價「小型兩棲生態缸」的製作技術與設備，針對進水方式與水路安排進行規劃與測試

花園生態缸製作



說明:利用學校淘汰燈罩造景



說明:安裝滴流管



說明:以瓦楞板打造種植區



說明:進行黏製工作



說明:以發泡煉石打造底部疏水層



說明:以發泡煉石打造底部疏水層



說明:植栽種植



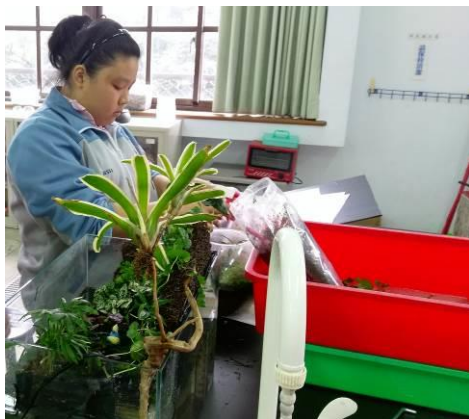
說明:植栽種植



說明:師生共同佈置植栽種植



說明:師生共同佈置植栽種植



說明:學生學習佈置植栽



說明:學生學習佈置植栽



說明:水陸缸測試水流狀況



說明:水陸缸造景完成



說明:小型燈架試作



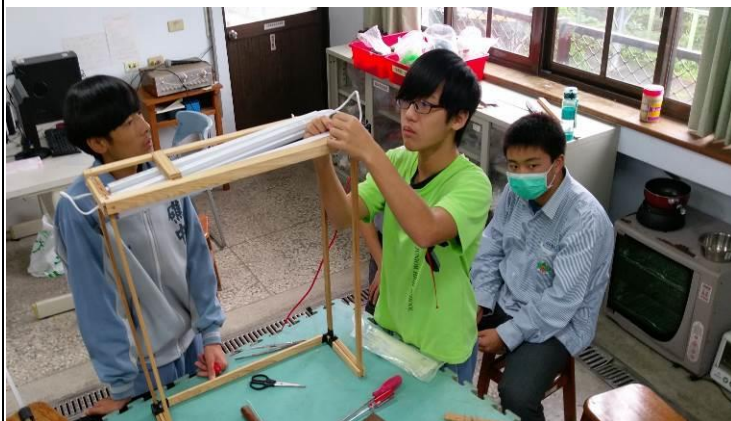
說明:裁切木頭



說明:並聯接電



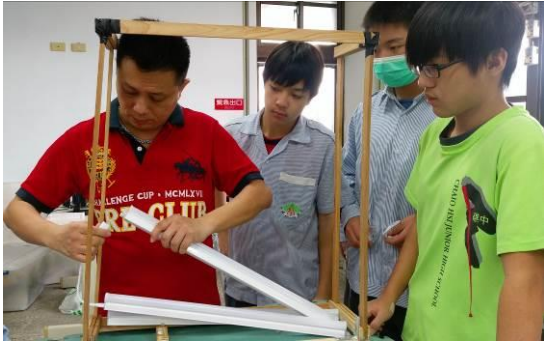
說明:老師示範燈管連接



說明:學生練習串接燈管



說明:學生練習串接燈管



說明:老師示範燈管



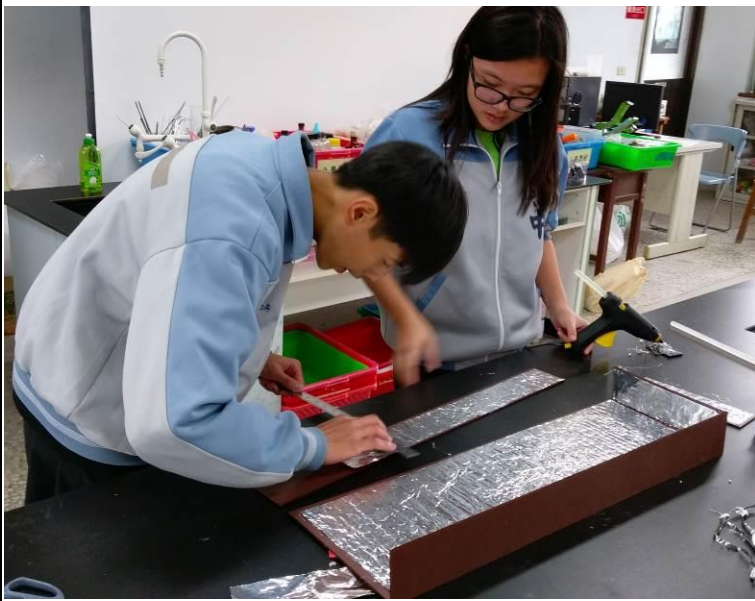
說明:燈管通電



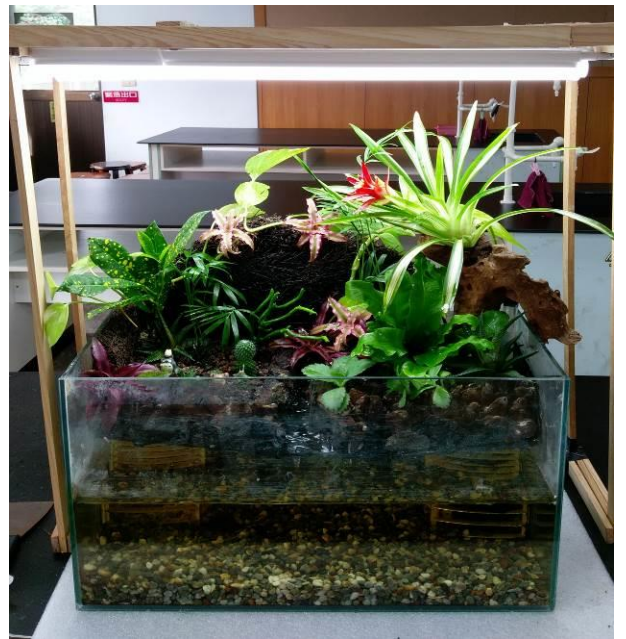
說明:師生共同觀察燈管通電後情形



說明:師生共同觀察燈管通電後情形



說明:製作燈罩



說明:燈架照明水陸缸



說明:植栽蔬菜成長情形



說明:植栽蔬菜成長情形

(六) 研發保麗龍回收與發泡劑造景技術

研發完成「平面兩棲生態缸」之後，對於「水流方向控制」已具備相當程度的技術水平，繼續著手研發保麗龍回收與發泡劑造景技術，採立體造景方式製作兩棲生態缸岩體。

切割保麗龍



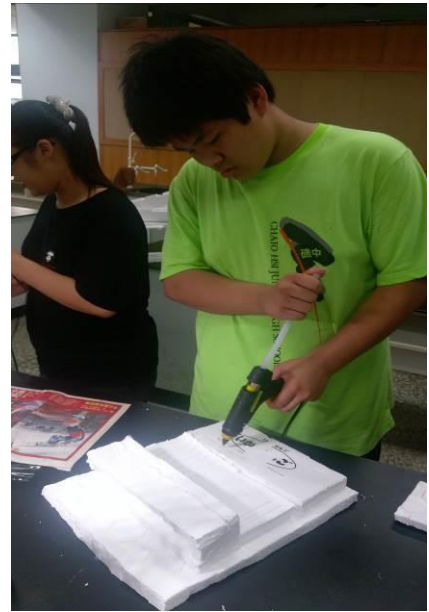
說明:切割保麗龍符合基本架構



說明: 切割保麗龍符合基本架構



說明:切割保麗龍並用熱熔槍黏製基本架構



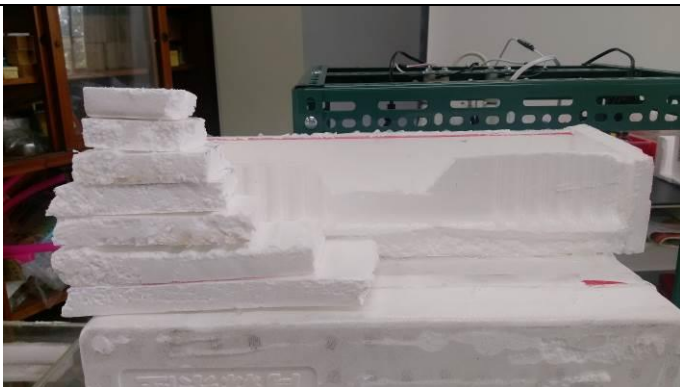
說明:切割保麗龍並用熱熔槍黏製基本架構



說明:製作出保麗龍山脈基本架構



說明: 製作出保麗龍山脈基本架構



說明:製作出保麗龍河道基本架構



說明: 製作出保麗龍河道基本架構

保麗龍發泡劑塑型



說明:打上發泡劑



說明: 打上發泡劑



說明:發泡劑雛形



說明: 發泡劑雛形修整

切出保麗龍河道與雕塑外型



說明:利用刀片切割出河道與河流切面



說明: 利用刀片切割出河道與河流切面

調色噴漆



說明:利用噴漆上色

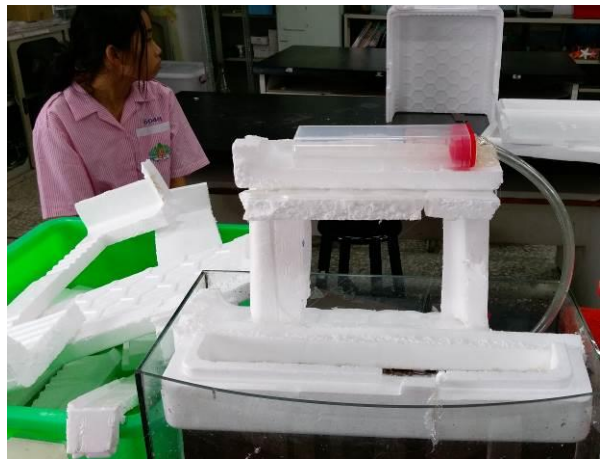


說明: 利用噴漆上色

後置過濾器



說明:製作瓦楞板出水口



說明:安裝過濾系統管路

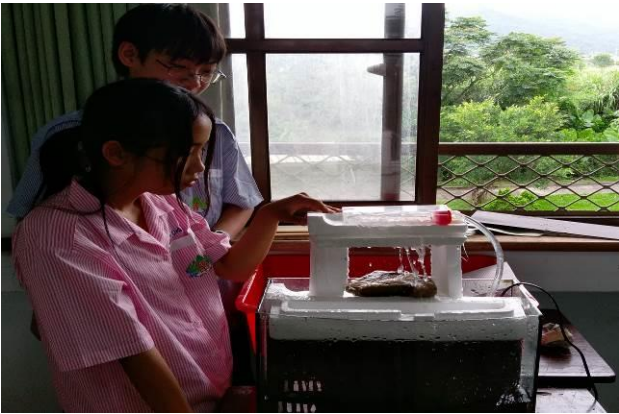


說明:後置過濾系統



說明:保麗龍發泡岩體正面

安裝馬達試水



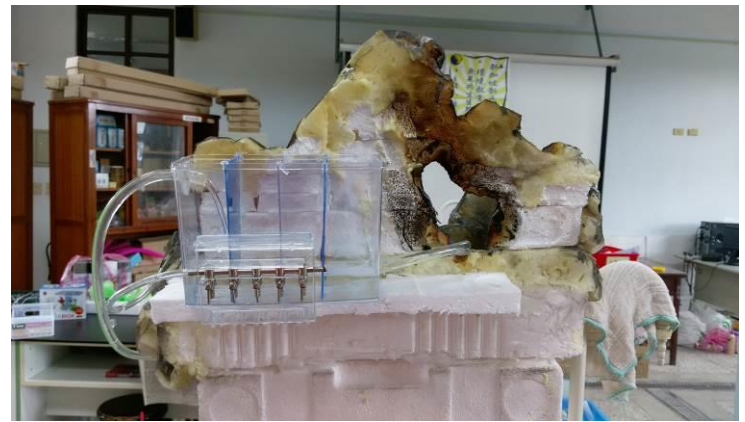
說明:測試後置過濾系統出水情形



說明: 測試後置過濾系統出水情形(正面)



說明:安裝打氣與分流管路



說明: 安裝打氣與分流管路

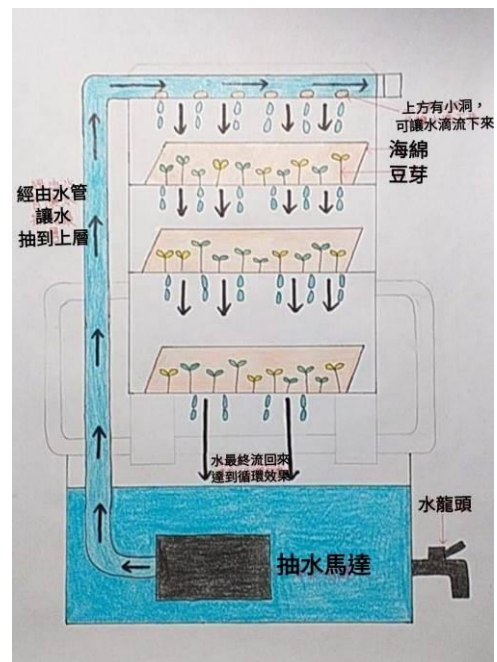
(七) 利用發泡劑造景技術研發「水山水豆苗機」

本系統是結合蔬果清洗、孵豆芽、空氣保濕三合一功能系統。利用抽水馬達將系統內水進行循環，水往下滲透至滴流盒內做為豆芽孵化與蔬果清洗之用。

本系統利用水族專用臭氧機以無聲放電法輸出臭氧，輸出濃度穩定。由於臭氧(O₃)氧化能力很強，藉此分解附著在蔬果表面上殘留與清洗後水中的農藥，且很容易還原成氧氣，不留下任何殘餘汙染物。過濾槽內活性炭可吸附有害化學物質與水中氯氣。

因為配置了過濾槽與活性炭濾材，可維持水質清澈，有別於一般豆芽機3天要換6次水，本產品直到豆芽孵化全程不用換水，且孵芽時間可從5天縮短至3天。

通常最有效的蔬果清洗方式就是利用長時間水流帶走農藥，但容易浪費水也可能無法沖洗到所有部位。本產品將水流分流成水滴透過慢慢滴流的方式全方位



清洗蔬果。除了滴流清洗外，本產品配備臭氧機，利用將氧化力極強的臭氧溶解於水中，深入蔬果的凹皺處，有效降低附著於蔬果上的表面殘留農藥後，分解還原成氧氣，不會殘留任何污染物。

水山水豆苗機



說明:山水豆苗機正面滴流盒



說明: 山水豆苗機滴流盒測試水流



說明:山水豆苗機噴漆上色



說明:山水豆苗機佈置大理石球與樹枝裝飾



說明:山水豆苗機造景完成



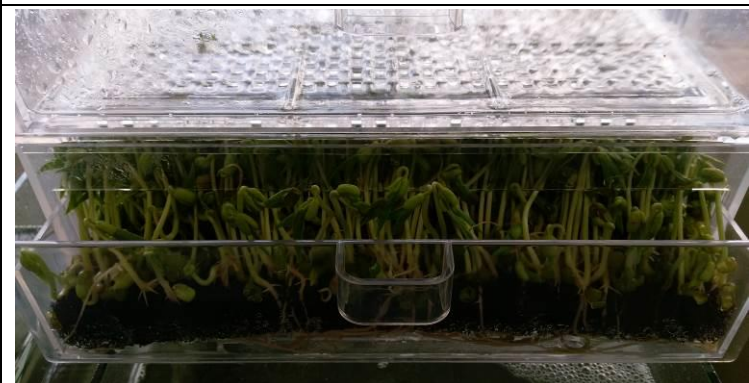
說明: 山水豆苗機造景完成



說明:豆苗機洗出的綠豆蛋白質



說明:逐漸發芽的綠豆苗



說明:茂盛的綠豆苗



說明:茂盛的綠豆苗



說明:收成的綠豆芽



說明:收成的綠豆芽



說明:綠豆芽茂盛根部



說明:採收的綠豆芽

(八) 科展學生認真踏實研究，成績亮眼，榮獲縣賽第一名

本科教計畫的主要目的，利用計畫提供的經費進行水族科學研發，並從中發現過去尚未研究的創新題目，讓科學資優的學生進行科展研究。再將科展研發的成果應用於學校科學教育之中，使科教專案申請經費能貢獻給每一位學生。

科展競賽



說明：科展學生向校內學生發表研究成果



說明：科展學生向校內學生發表研究成果



說明：榮獲宜蘭縣生物科展第三名



說明：榮獲宜蘭縣生物科展第三名



說明：榮獲宜蘭縣生活應用科學科展第一名



說明：榮獲宜蘭縣生活應用科學科展第一名

六、討論及建議

(一)「校園生廚餘活菌液肥系統」蛋白質泡沫分解機制尚待研究

實驗過程中發現「校園生廚餘活菌液肥系統」已能針對過期牛奶與優格進行有效分解，只是過程中產生太多泡沫(沒有造成系統內水生生物死亡)，尚待研究其中分解機制。

(二)將科學研究成果應用於日常教學的心得分享

1. 了解最新的科學研究：教師應該持續學習並了解最新的科學研究成果，以保持對科學知識的更新。這可以透過閱讀科學期刊、參加研討會、追蹤科學新聞等方式實現。
2. 整合科學研究成果：根據自己的教學主題和內容，選擇與科學研究成果相關的內容，並將其融入教學計畫中。這可以是實驗教學、討論、案例研究或項目導向的學習。
3. 使用真實世界的例子：將科學研究成果與真實世界的例子相連結，讓學生更容易理解和應用這些概念。例如，使用最新的天文學研究來解釋星球運行的原理，或者使用環境科學的研究來探討氣候變化對生態系統的影響。
4. 實地考察和實驗：安排實地考察和實驗活動，讓學生能夠親身體驗科學研究的過程。這可以增加他們的動手能力和觀察力，並將科學研究應用於解決真實問題。
5. 啟發探究和批判思考：鼓勵學生主動參與科學研究，提出問題、進行實驗、觀察結果和進行分析。這種啟發式的學習方法可以培養學生的批判思考和解決問題的能力。
6. 利用科技工具：運用科技工具和線上資源，使學生能夠探索和理解科學研究成果。例如，使用模擬軟體、數據分析工具或線上科學資源，讓學生能夠進行虛擬實驗或分析真實數據。
7. 與科學社群合作：建立與科學研究者或科學社群的聯繫，邀請他們到教室進行演講或工作坊，或者安排學生到研究機構進行參訪。這樣的合作能夠將學生連結到科學實踐的前線，並啟發他們對科學研究的興趣和熱情。