

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱： 校園餘菜水族課程研發及推廣計畫(二)

主持人： 陳柏羽

電子信箱： a0922710685@gmail.com

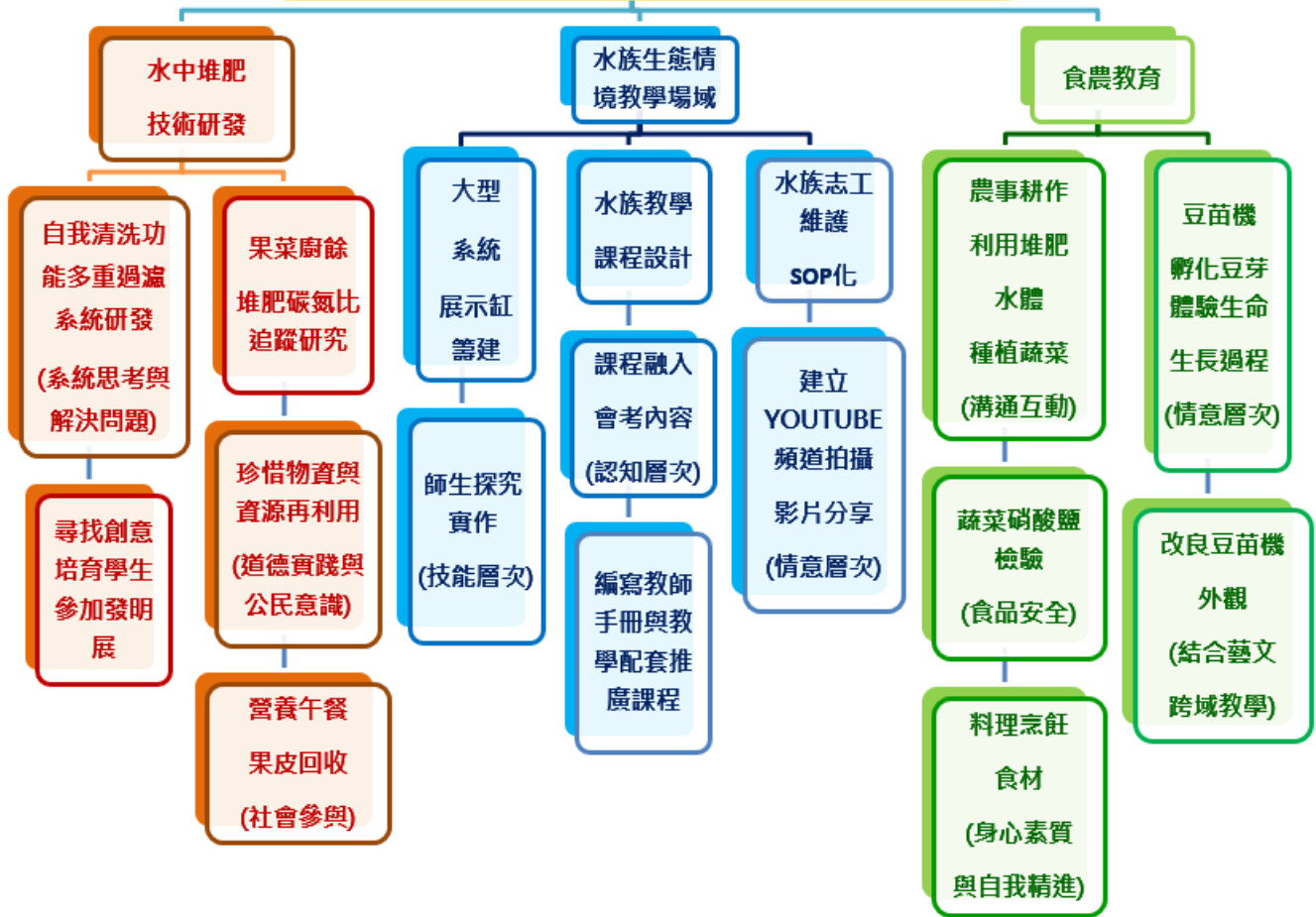
共同主持人： 黃惠汝

執行單位： 礁溪國中

一、計畫目的

1. 透過問題解決的教學模式，師生合作改良學校現有「魚菜共生系統」運作模式，設計出符合宜蘭地區適用的魚菜水耕設備
2. 研發改進「水中分解蔬果廚餘堆肥」技術與測量方法
3. 建構「水族生態情境教學場域」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
4. 開發「校園餘菜水族校本課程」教材與教法，結合食農教育，建立學生的正確飲食觀，落實完整配套教學
5. 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
6. 推廣「校園餘菜水族校本課程」教學配套與技術提供他校參考

校園「餘」菜水族課程研發及推廣計畫(二)



二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

| 教師姓名 | 任教領域 |
|------|----------|
| 陳柏羽 | 課發組長/理化科 |
| 吳水源 | 衛生組長/電腦科 |
| 林富裕 | 導師/理化科 |
| 黃惠汝 | 導師/生物科 |
| 吳瑞源 | 導師/理化科 |

三、研究方法

| 第二年 研究計畫 (今年執行) | | | |
|---------------------------|--|--|--------------------|
| 研究目的 | 步驟 | 成效評估 | 預定時間 |
| 水族生態教學情境場域 整體規劃(第二期規劃) | 1. 資料蒐集、水族專家技術諮詢 2. 校外水族館參訪(暑期縣外水族館校外教學) 3. 師生規劃設計大型系統循環缸 | 1. 培養本校師生規劃室內水族系統的能力 2. 培養學生深入了解複雜水族飼養系統功能與設計 | 109年7月 ~109年9月 |
| 生物實驗室內水族展示系統建置(第二期工程) | 1. 水族循環系統缸建置(共4層) 2. 建置第四層頂部生化過濾區與第一層底部水草栽植區工程 | 1. 了解水族與水電材料規格，並建置相關資料 2. 培養本校師生規劃與建置室內複雜水族循環系統的能力 3. 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 | 109年9月 ~109年12月 |
| 改良「水中分解蔬果廚餘堆肥」技術 | 1. 進行造水與硝化菌種培養 2. 觀測與掌控蔬果廚餘分解下水生系統的生態平衡 3. 探討堆肥分解時水中消耗的氧氣與有效率溶氧的方式 4. 探討水中堆肥最佳碳氮比 | 掌握水中堆肥重要參數(碳氮比、溶氧量、溫度) | 110年1月 ~110年3月 |
| 修改果菜廚餘供肥 | 1. 師生動手實作，動腦解決問 | 1. 長時間追蹤觀察以改 | 110年4月 ~110年6月 |

| | | | |
|----------------------------|--|---|---------------------------|
| <p>水耕植栽系統</p> | <p>題</p> <p>2. 培養學生安全使用工具技能</p> <p>3. 了解過去施工缺失部分</p> | <p>進「水中堆肥多重過濾系統」運作功能，修正過去施工缺失部分與培養修護保養技術</p> <p>2. 學生研發「自我清洗」功能的過濾系統，並鼓勵學生以參加宜蘭縣青少年發明展</p> <p>3. 建置過程完全由學生動手操作，養成學生「做、用、想」的能力</p> | |
| <p>產出蔬菜硝酸鹽安全檢驗</p> | <p>探究控制碳氮比後的堆肥水體是否可以種植出硝酸鹽含量低的蔬菜</p> | <p>驗證水中堆肥的可行性</p> | <p>110年6月 ~110年7月</p> |
| <p>食農校本課程開發</p> | <p>1. 食農課程教材設計編寫</p> <p>2. 教學歷程與心得記錄</p> | <p>1. 實施飲食教育和農事教育課程設計</p> <p>2. 培養學生建立「食當地、食當季」的正確飲食觀</p> | <p>109年9月 ~110年7月</p> |
| <p>教學社群共備課程</p> | <p>1. 每個月領域教師開會討論，修正課程內容</p> <p>2. 課程反思檢討</p> | <p>1. 建立完整溝通模式</p> <p>2. 建置教學模式與教學資源</p> <p>3. 編寫教師手冊與教學配套</p> | <p>109年9月 ~110年7月</p> |
| <p>主題教學成果分享 校內教師研習</p> | <p>1. 全校性教師研習</p> <p>2. 研發成果分享</p> | <p>1. 全校教師了解主題課程架構與內容</p> <p>2. 建立全校校本食農課程教學共識</p> | <p>110年7月</p> |

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

（一）執行進度與已完成項目

| 目標項目 | 完成百分比 | 已執行項目說明 |
|---------------------------|-------|--|
| 水族生態教學情境場域 整體規劃(第二期規劃) | 100% | <ol style="list-style-type: none"> 1. 水族教室建置資料蒐集與文獻探討 2. 校外水族館勘查與水族專家技術諮詢 3. 與總務處協調，決定「水族生態教學情境場域教室」場地位置與水電相關問題 4. 師生合作繪製系統設計圖 5. 已列出準備採購設備器材工具套件與規格 |
| 生物實驗室內水族展示 系統建置(第二期工程) | 60% | <ol style="list-style-type: none"> 1. 大型水族循環系統缸不銹鋼架架設 2. 建置第四層頂部生化過濾區與第一層底部水草栽植區工程 3. 魚缸 PVC 循環管路配置完成 4. 系統魚缸大型打氣馬達調節供氣裝置安裝完成 5. 建立大型系統缸養殖維護 SOP 6. 建立「水草過濾系統」 |
| 改良「水中分解蔬果廚 餘堆肥」技術 | 50% | <ol style="list-style-type: none"> 1. 資料蒐集、堆肥專家技術諮詢 2. 師生合作繪製改良式過濾系統設計圖 3. 製作小型「水中堆肥過濾系統」模型開始運作 |
| 修改果菜廚餘供肥 水耕植栽系統 | 60% | <ol style="list-style-type: none"> 1. 搬遷陽台大型魚菜共生系統 2. 課程教學中已培養學生安全使用工具的習慣與動手操作能力，<u>學生熟悉水管裁切與接管、電鑽使用、火槍焊孔、焊接電線等技能</u> 3. 已初步完成搬遷後，水電供給模式 |

| | | |
|--------------------|-----|--|
| 產出蔬菜硝酸鹽 安全檢驗 | 30% | 1. 學生已學習檢測方式，目前正在熟練檢測程序中 |
| 食農校本課程開發 | 50% | 1. 已完成主題教學課程盤點，相關教學主題，已融入會考內容 2. 教學主題完成 108 課綱中學習重點(學習內容、學習表現、核心素養) |
| 教學社群共備課程 | 50% | 1. 已舉辦兩次教學共備研習與相關觀議課 |
| 主題教學成果分享 校內教師研習 | 30% | 1. 已將教學成果上傳校內雲端硬碟 2. 持續拍攝 youtube 影片，供各界教師參考 |

(二)尚未執行項目

| 目標項目 | 即將執行計畫與修正 |
|-----------------------|---|
| 水族生態教學情境場域運作 | 1. 大型系統缸內硝化菌培養 2. 大型系統缸過濾方式優化調整 3. 水族生態教學場域情境佈置 4. 水族生態教室維護 SOP 持續「滾動式修正」 |
| 「水中分解蔬果廚餘堆肥系統」建置 | 1. 製作小型「水中堆肥過濾系統」模型運作觀測，將實驗成果，運用至大型「果菜廚餘水中堆肥系統」 2. 系統過濾槽與沉澱槽運作優化調整 3. 「重力吸引型」過濾系統開始設計，將運用於教師辦公室，首先處理教師辦公室蔬果廚餘 |
| 果菜廚餘供肥 水耕植栽系統 | 1. 陽台處水耕植栽系統水電供給模式精緻化 |
| 水中堆肥實驗參數掌握 | 目前掌握碳氮比的水中堆肥水體已能種出較市售硝酸鹽含量更低的蔬菜，但與採收時間與光照量似乎有很大關係，希望能掌握更精準的參數。 |
| 主題校本課程開發與探究實作 教學實施 | 1. 以 STEAM 教學架構整合現有教學主題 2. 開發探究實作課程教材 |
| 教學社群共備課程 | 1. 建立社群內觀課紀錄模式 2. 建置雲端教學資源 |

五、預期成果

(一)重新搬遷魚菜共生系統過程中,建立學生解決問題能力與培養實用技能

將一個大型系統重新搬遷是一件浩大的工程，在師生的教學歷程中，並沒有類似的經驗，從人力配置、水管重新安裝、插座配電，都是一個嶄新的學習。利用這難能可貴的搬遷過程，訓練學生建立實用技能的能力。

魚菜共生系統搬遷與重新安裝過程



說明：搬遷陽台大型魚菜共生系統



說明：搬遷陽台大型魚菜共生系統



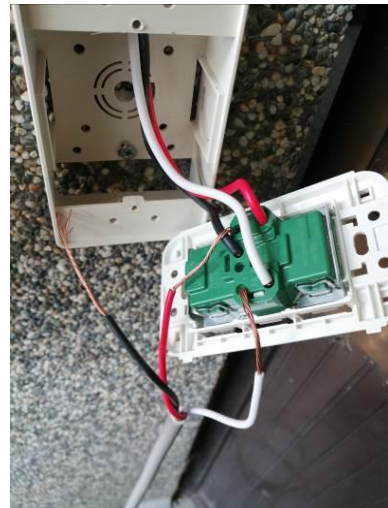
說明：搬遷陽台大型魚菜共生系統



說明：搬遷戶外大型魚缸



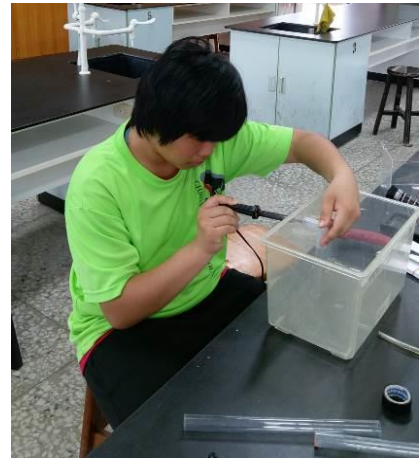
說明：搬遷後安裝，重新安裝插座



說明：魚菜共生系統，新搬遷地點安裝插座



說明：學生親自安裝插座



說明：安全使用焊槍燒焊

實用技能訓練



說明：接電線訓練



說明：修改管路



說明：電鑽使用



說明：鑽洞壁掛安裝



說明：管路安裝訓練



說明：水電材料零件配置



說明：魚菜共生系統木架製作

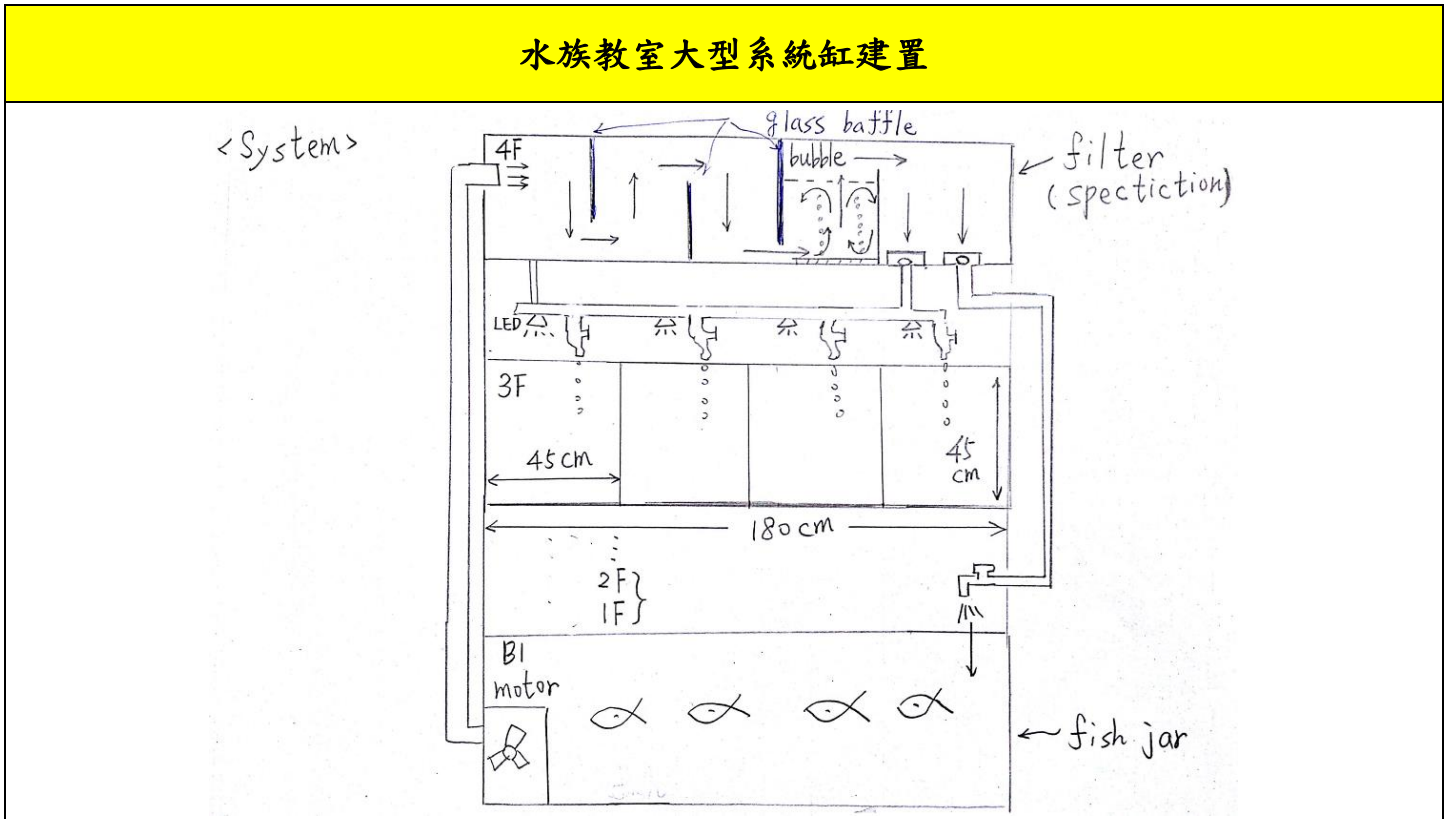


說明：魚菜共生系統木架製作

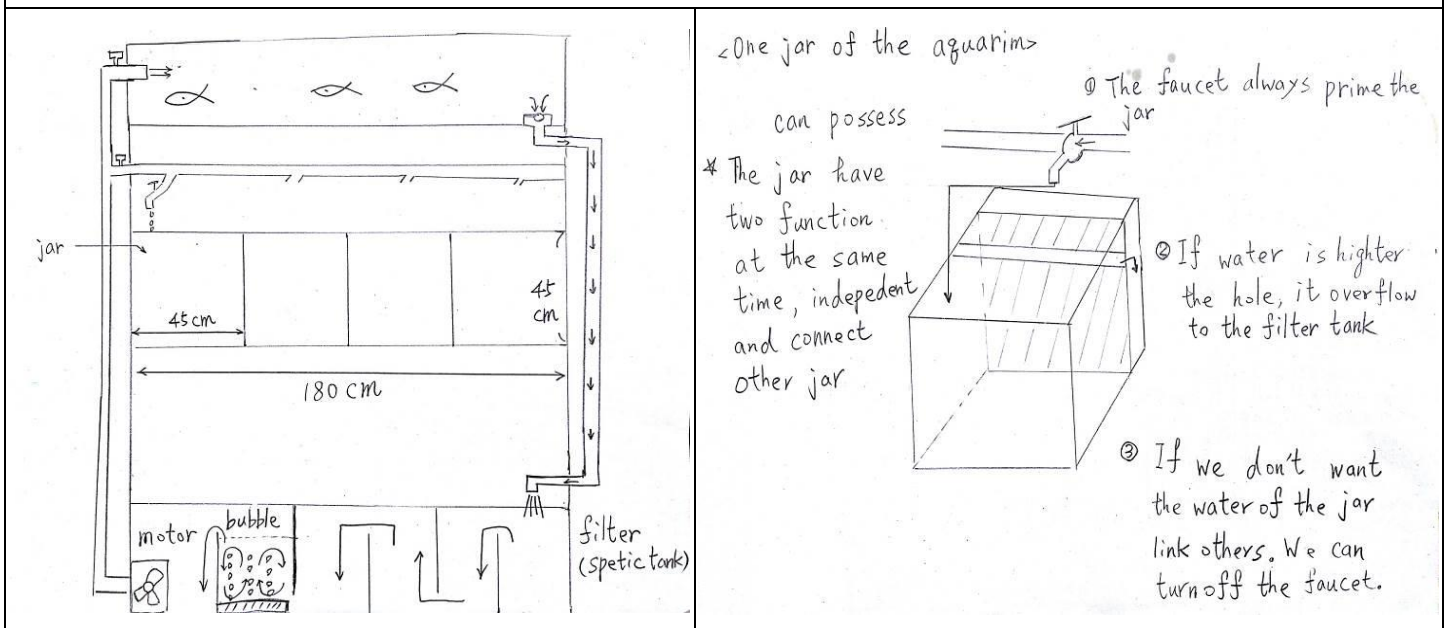
(二)建置水族教室大型系統魚缸，培養學生設計與規劃能力

本計畫有外籍教師進行協同教學，因此師生在設計大型系統魚缸時，除了繪製不同構型的魚缸之外，也利用英語標示設計圖。從無到有的設計，學生需要具備空間測量，預估水流流量與管路配置的能力，此過程中經過無數次的修改與小型模型測試，不斷增加經驗值，朝專業設計邁進。

水族教室大型系統缸建置



說明：大型系統缸雙語設計圖(第一種)



說明：大型系統缸雙語設計圖(第二種)

說明：滴流養殖槽雙語設計圖



說明：大型系統缸不鏽鋼架



說明：大型系統缸安裝上架



說明：大型系統缸不鏽鋼架鑽牆固定，防止地震發生倒塌



說明：大型系統缸安裝完成

(三)安裝大型系統魚缸系統缸濾材，培養全方位物理生化過濾流程

本計畫中水族教室的大型系統缸希望能建置一套長期不用清洗，且過濾效果強大的生化過濾系統。濾材的配置與水流經過的流程，都考驗學生過去所學的知識與新問題之間的連結。為了節省成本與創新環保，我們利用學校換下來的燈罩當作底部過濾浪板，使下方騰空一個部分成為水流可以流經的區域。

接下來的期間，我們將不斷測試系統過濾最佳的配置方式，希望能將經驗分享給各界。

系統魚缸濾材安放



說明：利用報廢日光燈燈罩製作底部過濾浪板



說明：日光燈燈罩上方放置培菌生化陶瓷粒



說明：學生在過濾槽上打熱熔膠固定



說明：學生在過濾槽上打熱熔膠固定



說明：大型系統缸角鋼安裝



說明：大型系統缸角鋼安裝



說明：最上層生化過濾缸



說明：大型系統缸初步建置完成大合照

六、檢討

(一)建立水族志工 SOP 流程，培養學生做事細心嚴謹的職人精神

有鑑於現在學生在家都是爸媽寵愛的寶貝，鮮少有做家事與將物品工具回歸原處的習慣，利用午休時間培訓水族志工，傳承水族換水維護的經驗，希望在此過程中，能培養學生負責任、愛整潔的習慣。

但此過程中，的確遭遇到不少問題，例如學生不愛惜維護工具，造成物品大量損毀。或是對於清潔耗材的浪費使用，這些問題都需要建立一套嚴謹的 SOP 才能「滾動式」修正缺點。

志工維護



說明：陳柏羽老師指導換水工作



說明：學生操作



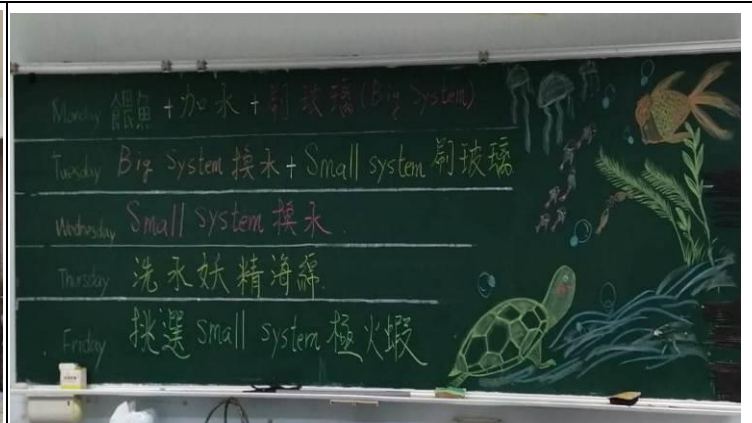
說明：自製換水工具



說明：學生利用自製工具換水



說明：在大黑板上畫上橫線，繪製維護 SOP 表



說明：水族教室日常維護 SOP 工作表



說明：刷洗魚缸



說明：虹吸抽換水



說明：調整打氣風管排氣量



說明：午休期間，每位志工各司其職，執行不同維護工作

(二)創建 Youtube 頻道，培養表達與影片剪接製作能力

本計畫於 109 年 8 月 15 日外聘在 Youtube 網紅教師旗山農工戴逸群老師擔任講師，為水族志工講解影片剪輯與拍攝技巧，並實際指導學生拍攝一支影片當作研習成果。

本實驗室已逐漸開始經營 Youtube，影片製作皆由學生剪輯製作完成，過程中學生必須克服台風與口條，才能使拍攝的品質更趨完美。因此學生開始自主訓練歷程。且需要將拍攝腳本「綱要化」，才能讓影片在短時間內有更清楚的呈現。

Youtube 媒體製作



說明：暑假期間舉辦「影片製作營」



說明：外聘網紅教師旗山農工戴逸群老師擔任講師



說明：學生分組練習，影片剪接技巧



說明：「影片製作營」將上課地點移至水族教室



說明：學習拍攝製作水族教學影片



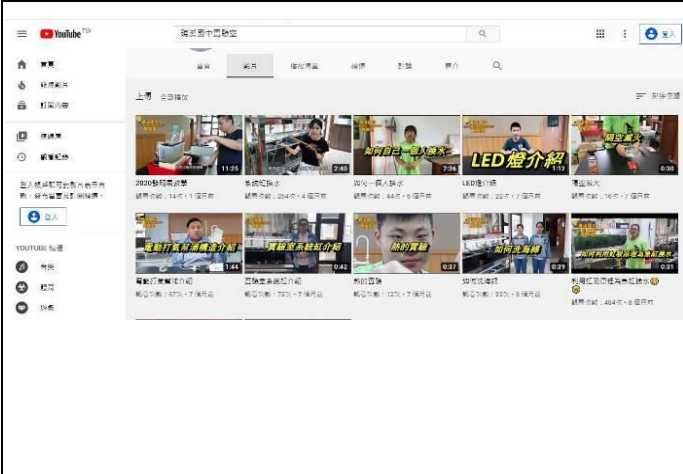
說明：學習拍攝製作水族教學影片



說明：練習拍攝 youtube 影片



說明：練習拍攝 youtube 影片



說明：youtube 影片頻道:礁溪國中實驗室



說明：學生咬筷子，練習一邊微笑一邊解說

(三) 建置蔬果分解過濾系統小型模型與底濾系統，培訓學生參加發明展

實驗室運作經費有限，無力購買許多昂貴的飼養設備，因此研發與改裝 DIY 是十分重要的，此過程中不但可以節省經費，更可以提供學生參加科展與發明展的題目。

研發是一條花費時間與金錢的路，雖然研發成功後，節省的經費沒有很多，但卻得到了寶貴的實務經驗與培養學生解決問題與創新的能力。

蔬果分解過濾系統小型模型(發明展)+底濾系統



說明：研發「免打孔底濾改裝套件」，使沒有事先打孔的魚缸也有底濾的功能

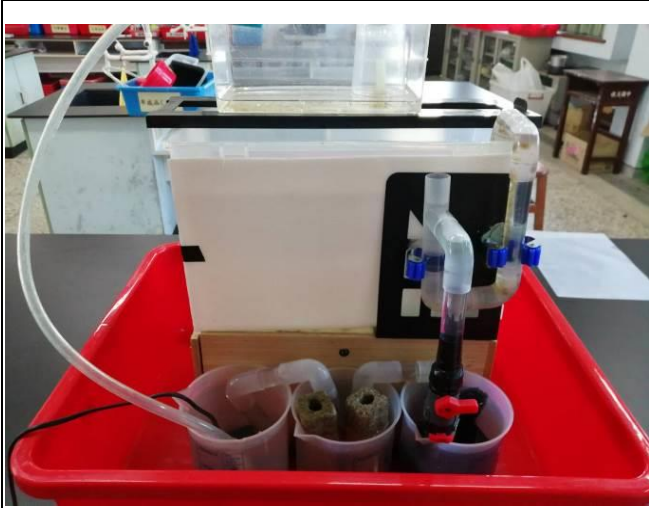
說明：研發「免打孔底濾改裝套件」



說明：自製教具說明魚菜共生虹吸鐘原始模型
會考融入課程：地球科學潮汐現象(滿潮、漲潮、落潮、潮差)



說明：學生改進第二版，結合背部過濾系統



說明：「水中分解蔬果廚餘堆肥」過濾系統研發，建置小型模型測試版



說明：背部過濾系統包含過濾桶、沉澱筒、培菌筒可大量培養蔬果廚餘分解的硝化細菌

(四) 透過校外教師研習分享教學研發心得

109年9月15日特別從宜蘭南下台南新市國中，協助該校教師架設魚菜共生系統，過程中以實務的方式交流架設技巧與分享融入校本課程的經驗。希望能在科學教育專案的計畫補助下，造福更多對此主題有興趣的教師，在教學上減少許多探索的時間。

透過校外教師研習分享研發心得



說明：協助台南新市國中架設校園廚餘蔬果系統



說明：協助台南新市國中架設校園廚餘蔬果系統



說明：協助台南新市國中架設校園廚餘蔬果系統

說明：協助台南新市國中架設校園廚餘蔬果系統



說明：新北市金山國中分享環境教育經驗

說明：新北市金山國中分享環境教育經驗



說明：桃園市草漯國中分享生態瓶製作經驗

說明：桃園市草漯國中分享生態瓶製作經驗



說明：桃園市草漯國中分享生態瓶製作經驗



說明：桃園市草漯國中分享生態瓶製作經驗