

教育部 108 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(一)

主持人：陳柏羽

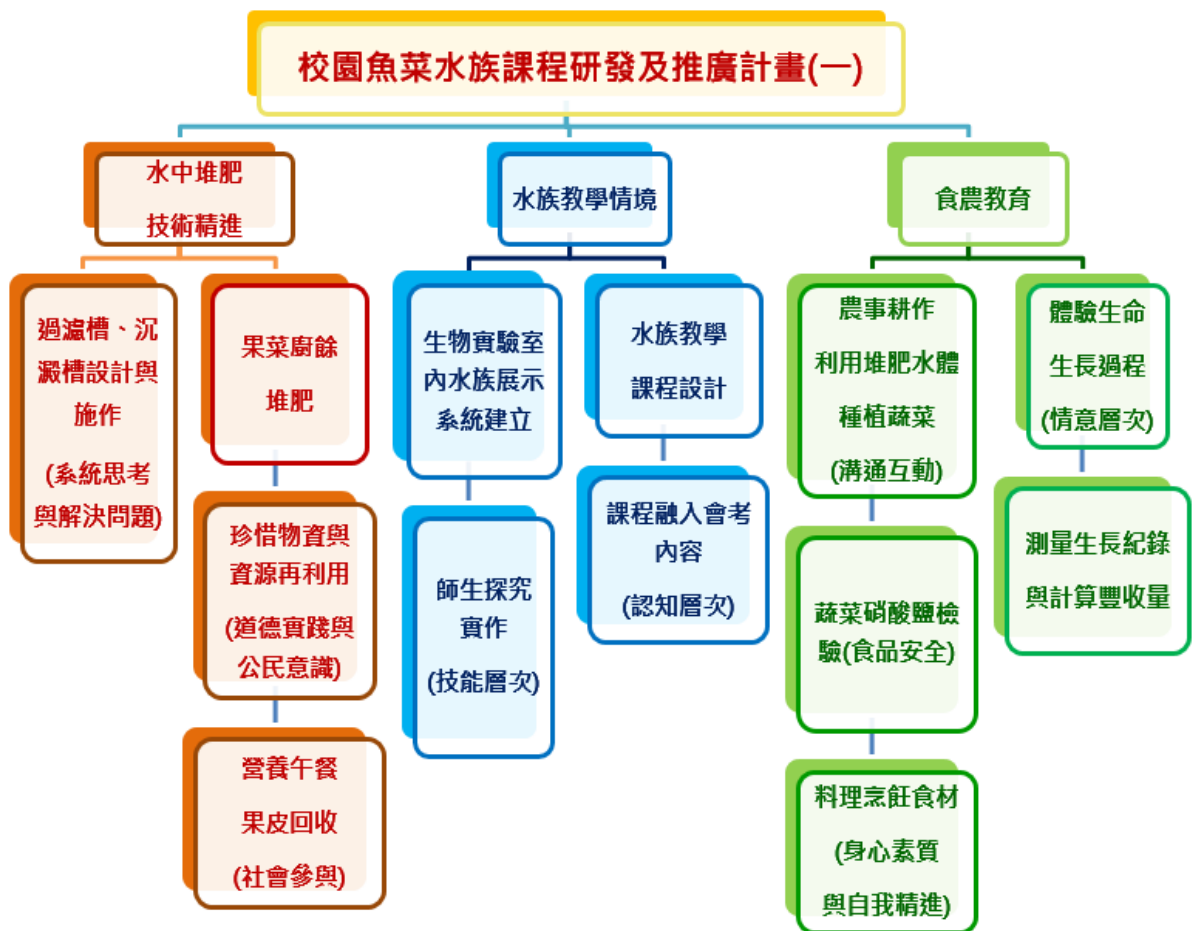
電子信箱：a0922710685@gmail.com

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「果菜廚餘供肥食農課程」教學配套與技術提供他校參考



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
黃蒨菡	學務主任/生物科
吳水源	資訊組長/電腦科
林富裕	導師/理化科
黃品臻	專任/理化科
吳瑞源	導師/理化科
黃惠汝	導師/生物科

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
水族生態教學情境場域 整體規劃(第一期規劃)	1. 資料蒐集、水族專家技術諮詢 2. 校內場地選擇 3. 校外水族館參訪 4. 師生討論	1. 將校內舊有魚菜共生系統與生物實驗室內準備建置的水族展示系統重新規劃教學功能 2. 培養本校師生規劃室內水族系統的能力	108年8月 ~108年9月
生物實驗室內水族展示系統建置(第一期工程)	1. 水族分離飼養系統建置(防止水生生物交叉感染) 2. 魚缸與大型打氣馬達調節供氣裝置安裝 3. 飼養系統水中硝化細菌培養與觀察 4. 將舊有魚菜共生系統中，冬天存活下來的水生動物移往生物實驗室內的新式水族飼養系統	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水族系統的能力 3. 保存舊有水生生物免於寒害侵襲(生命教育)	108年9月 ~108年12月
規劃「果菜廚餘水中堆肥系統」硬體改良	1. 資料蒐集、專家技術諮詢 2. 規劃採購器材與設計系統 3. 師生合作設計改良式過濾系統	1. 開發專用設備，符合學校單位與課程需求 2. 掌握關鍵技術，無須外面廠商進行後續維護 3. 培養本校師生建置硬體能力	109年1月 ~109年2月
「果菜廚餘水中堆肥系	1. 依照設計圖施工建置水中	1. 水中堆肥系統過濾裝	109年3月 ~109年6月

<p>統」建置</p>	<p>堆肥系統過濾槽與沉澱槽 2. 安裝循環系統管路</p>	<p>置與水管不會再被廚餘分解後的液態黏稠物堵塞 2. 植物根部呼吸與吸收作用更有效率</p>	
<p>主題校本課程開發</p>	<p>1. 主題課程教材設計編寫 2. 教學歷程與心得記錄</p>	<p>1. 建立校園餘菜水族校本課程主題教學課程設計 2. 培養教師引導學生思考教學能力</p>	<p>108年7月 ~109年7月</p>
<p>成立教學共備社群</p>	<p>1. 每個月領域教師開會討論，修正課程內容 2. 課程反思檢討</p>	<p>1. 建立完整溝通模式 2. 建置教學模式與教學資源</p>	<p>108年7月 ~109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 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 2. 建立全校校本課程教學共識 3. 討論校內營養午餐蔬果廚餘回收流程</p>	<p>109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(第一期規劃)	100%	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. 校內行政會議協調，決定「水族生態教室」 場地位置 4. 已列出準備採購設備器材工具套件與規格 3. 師生合作繪製系統設計圖
「水族生態教室」系統 建置(第一期工程)	50%	1. 魚缸 PVC 水管管路配置完成 2. 系統魚缸大型打氣馬達調節供氣裝置安裝 完成
規劃「果菜廚餘水中堆 肥系統」硬體改良	100%	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. 採購建置系統器材與工具
「果菜廚餘水中堆肥系 統」建置	50%	1. 水中堆肥系統過濾槽與沉澱槽開始建置 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、火槍焊孔等技能</u> ，預計下學期 完成「果菜廚餘水中堆肥系統」建置
主題校本課程開發	40%	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)

(二)尚未執行項目

目標項目	即將執行計畫與修正
水族生態教室生態運作	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水族箱內硝化菌培養 2. 系統缸過濾方式調整優化 3. 水族生態教學場域情境佈置 4. 水族生態教室維護 SOP 建立 5. 原戶外魚菜共生水中生物移往室內飼養
「果菜廚餘水中堆肥系統」 建置	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水中堆肥系統過濾槽與沉澱槽完成建置 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
水中堆肥實驗參數掌握	<p>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，但與採收時間似乎有很大關係，希望能掌握更精準的參數。</p>
主題校本課程開發與探究實作 教學實施	<ol style="list-style-type: none"> 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 3. 研發教學課程多元評量方式
教學社群共備課程	<ol style="list-style-type: none"> 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)因地制宜改良「魚菜共生」農法，提供北部地區節能與尊重生命的新選擇

本研究將「魚菜共生」農法改良為「餘菜共生」，改變過去一些為了實現魚菜共生農法，而在寒流期間使魚類凍死的情形。利用果菜廚餘水中堆肥，不僅有資源再利用的功能，更不用再寒流期間耗費大量電力給養殖池加溫。如此創新的農法更深具環保節能的教育意義。

(二)自主研发「果菜廚餘水中堆肥」掌握關鍵技術，無須委外維護

有鑑於他校發展魚菜共生常與校外農場合作，關鍵技術掌握於商家手中，建置過程也沒能讓學生參與(此為研究者最重視的歷程)，每年必須再花費大量經費委外維護，將失去教育意義。本研究所有技術皆由學校師生共同研發，將有助於日後維護與經驗傳承。

(三)營養午餐蔬果廚餘回收再利用減少垃圾量，更為環境教育最佳見證

雖然營養午餐廠商會將中午時的廚餘回收，但仍有許多師生會將水果留到下午才享用，此時所製造的果皮通常會直接丟入垃圾桶，而不會分類。建置此系統後，全校師生隨時可以投入果皮廚餘，並且經過「水中堆肥」後的營養水體，可以供給蔬菜養分，此為物質循環再利用的最佳見證。

(四)建立學校「水族生態教學情境場域」，唯有營造真實情境，才能真正落實素養導向教學

為調整過去研發的「魚菜共生」為「餘菜共生」，先前飼養的水生動物將移往生物實驗室的「水族展示系統」，透過營造「水族生態教學情境場域」，提供學生真實的學習情境。

「眼見為憑」的自然教學常能深入學生記憶深處，舉凡生物課本上所需觀察的動植物，例如：植物(食蟲植物、營養器官繁殖植物、維管束觀察水芹)、觀察血液流動的小魚、甲殼類與軟體動物們(螯蝦、蘋果螺、河蚌)、

顯微鏡下的水中小生物(水綿、矽藻、新月藻、草履蟲、圓水藻、渦蟲)…。等，皆可以適量取用，不造成採樣與採購上的浪費。活體生物觀察後即可放回原生系統中，不會危害傷害動物生命。對外也可供應各校師生個人或研究小組因實驗、研究需要者。將資源設備充分利用，也可成為其他教學單位可參考的教學模型。

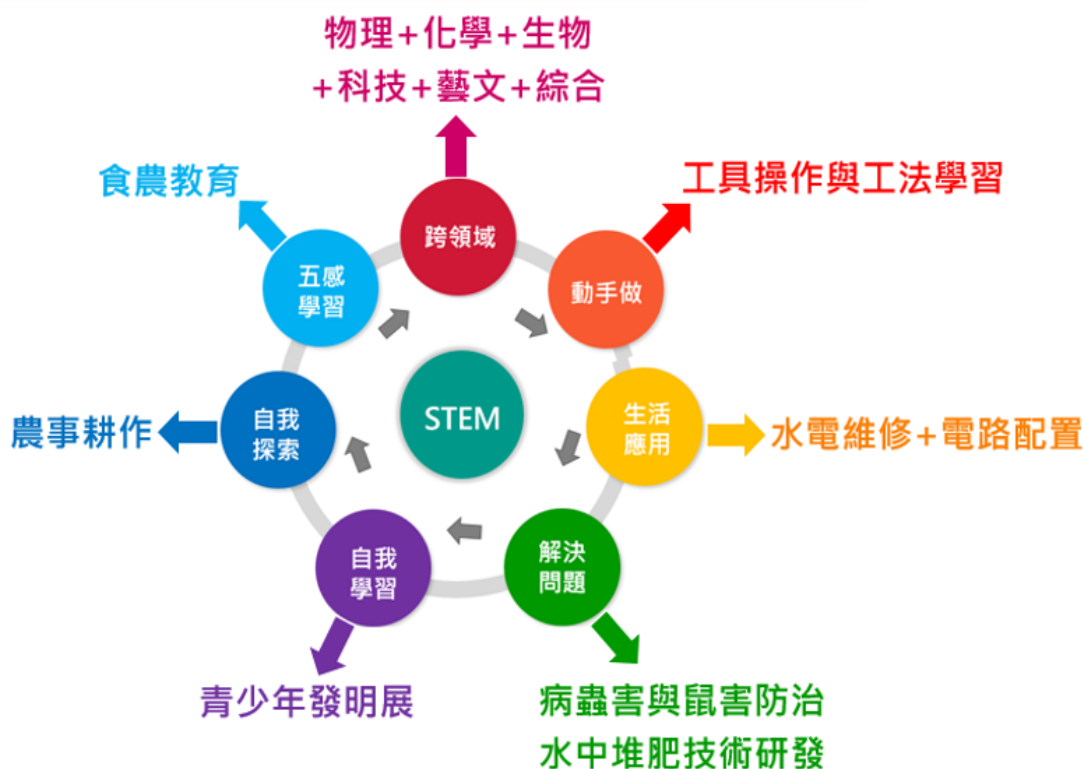
(五)「果菜廚餘供肥校本食農課程」精進社群與教學資源分享教學點滴，提供他校發展參考

每一個教學課程開發至成熟皆必須歷經一段很長時間，其中投入的心力與經費也十分龐大，本研究希望透過自身的研究經驗，將開發成熟的課程與教材無私地分享給有意願採用的老師，讓研究成果能適用於其他學校，讓這樣的主題課程在成功經驗上繼續精進，透過相互交流，更能激盪出教學的火花。

六、檢討

(一) 以 STEM 教學理念多面向角度檢視課程設計

校園餘菜水族課程計畫



礁溪國中校本課程

1. 小心呵護學生對科學的興趣：

在強調升學的國中教學場域，如何讓學生快速選出正確答案，已成為現今教學的主要目的，本末倒置的教學已使學生厭倦了原來最美好的科學探究精神。

在本課程中透過跨領域教學讓學生跳脫學科的藩籬，考試的束縛，回到最原始、最自在的學習方式，重新燃起對科學的好奇，修復他們被考試與考卷摧殘的「科學心」。

2. 在校園創造 STEM 環境，課程中進行「有深度的玩耍」：

課程教學中非常強調學生要有基礎的程度與背景知識，再開啟探索的歷程，讓學生在有準備下，進行「有深度的玩耍」，老師不給規範與目標，讓學生盡情地運用手邊器材進行探究。

課程中透過對生活現象和事物的觀察、產生好奇、進而動手探索 (explore)，再由探索歷程誘發問題，引發深度的探究 (inquiry)，包括自發性的觀察、測量、記錄、表達等，為了解決真正的問題，學生會進一步想要運用工具或設計器材，於是這種在生活情境中對科學與數學現象的探索與探究，就會加強動手操作與解決問題的能力的，進而形成完整的 STEM 探究歷程。

3. 創造機會教育，日常生活中處處是學習，不只學知識、而是用知識：

在動手實作歷程中，常會出現意想不到的問題，這樣在生活情境中解決問題的體驗。在過程中，需要大量自己思考、判斷、設計，最容易讓學生體會到運用知識的可貴。

(二) 學生研發「環保豆芽機」，榮獲宜蘭縣發明展農耕技術類第一名

學生研發「高效率環保豆芽機」，於今年宜蘭縣發明展榮獲農耕技術組第一名佳績。



本校研發的「高效率環保豆芽機」榮獲宜蘭縣發明展第一名

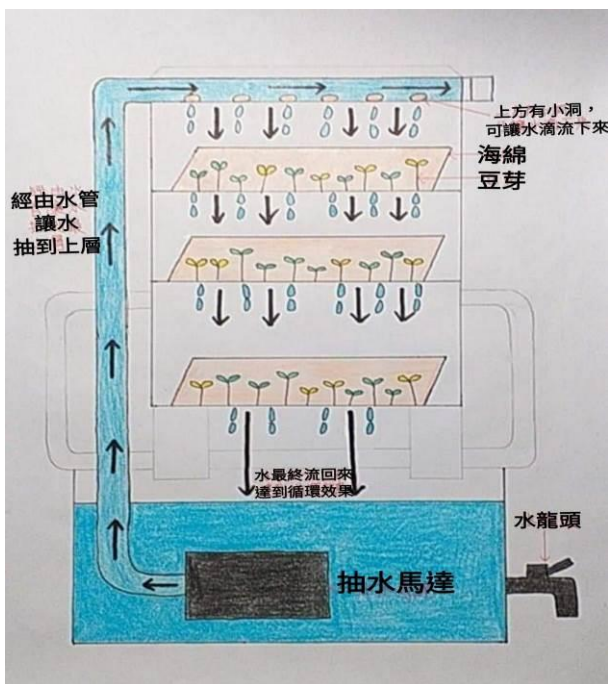


「高效率環保豆芽機」突破過去傳統豆芽孵化方式

1. 作品的傑出特性與創意特質：

特殊滴流過濾方式，孵豆芽不用換水，孵芽時間大幅縮短：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。

學生環保創意發明(STEM):高效率豆芽機



說明：豆芽機設計圖

說明：分層孵化豆芽，簡單方便又環保



說明：設計發明學生

說明：豆苗在節省大量水資源條件下，仍成長迅速

2. 落實食農生命教育於家庭：

現代人習慣於在超級市場買菜，所以小朋友常無法理解務農的辛苦與食物的珍貴，因此本系統可以讓孩子見證種子孵化的過程，也可以是富含教育意義的活教材。

食農教育:料理自行孵化的豆芽



說明：學生鋪設豆芽種子至分層抽屜



說明：種子萌芽初期



說明：學生利用電腦控制澆水頻率



說明：每層抽屜鋪設不同種子



說明：豆芽豐收



說明：豆芽豐收



說明：豐收爆棚的豆芽



說明：必須三人合力才能完整採收



說明：教師講解孵化情形



說明：孵化豆芽品質優良



說明：豐收的喜悅



說明：準備烹飪農產品



說明：挑選豆芽菜，增加口感



說明：挑選豆芽菜，增加口感



說明：準備大快朵頤



說明：有機豆苗沙拉



說明：挑選好豆苗準備下鍋熱炒



說明：利用紅外線溫度計測量鍋子溫度



說明：學生親手下鍋炒豆芽



說明：豆芽炒絞肉，營養均衡



說明：學生親手下鍋炒豆芽

說明：吃到自己親手炒的豆芽菜，感覺真好

(三)學生研發「水中吸塵器」，榮獲宜蘭縣發明展綠能科技類第三名

課程教學中培養學生動手做與研發能力，協助學生研發「水中吸塵器」，於今年宜蘭縣發明展榮獲農耕技術組第一名佳績。比賽過程中獲評審一致好評，認為在環保省水的貢獻上深具發展潛力。



1. 採用氣動馬達，有別於市面吸水幫浦，省水省電，零故障：

一般吸塵器採用「轉子繞軸馬達」耗電且容易因為污垢卡於軸心之間，而產生故障與損壞。但本產品採用氣動馬達為動力來源，省電且髒汙完全不會接觸到馬達，最重要的兩大優勢。

2. 模組化設計，方便拆裝，適應環境可採用兩種不同運作方式：

本產品有兩種運作模式，第一種方式是將過濾罐接於吸水管上，適用於吸塵處上方空間較大。若吸塵處上方操作空間狹窄，可以採用第二種操作方式，將過濾罐固定於魚缸邊，此時只須手持吸水管吸塵即可，操作更為輕巧。

3. 吸力強大，可吸起玻璃彈珠，也可自由調整吸力大小：

本產品設有調節閥，可調節吸力，對於小型魚缸或不需要太強擾動的情形，皆可以適用。由於本產品設計能產生良好的真空區，因此在水中連玻璃彈珠皆能吸起，因此可以吸起所有水中的髒汙。

4. 低水位也能運作：

一般人在魚缸換水時，常利用虹吸管方式換水，利用液體壓力差能夠推動液體越過最高點，向低端排放。但如遇到高低落差不大的情況下，虹吸管換水法就會失效。本產品利用氣動方式形成管內真空區，完全不受水位高低影響，因此可以適用於各種高低水位情形。



吸塵器本體

(四)現在學生實作能力不足，「做中學」是未來教學趨勢：

由於少子化關係，每位孩子在家中都是父母的掌上明珠，在家中較少做家事，因此動手操作的能力較差。此外教學過程中也發現有些成績非常好的學生，在操作能力上非常薄弱，相對的一些學習成就較差的學生，操作技術卻非常熟練，因此實作課程是一個可以讓每種程度學生都能參與的教學課程。課本上的理論知識已無法滿足平時接受多元刺激的學生，唯有透過實作與親自觀察才能讓學生體會科學的實用性，進而對課本內的知識加強學習。

(五)動手實作課程，要讓學生在嘗試錯誤中學習，備料必需多準備

在傳統教學中老師總擔心學生做錯，常在事先叮嚀後仍不放心全程監控學生的操作，反而因介入太深，無法讓學生在實作過程中多加思考，或是在錯誤中領悟出道理。在教學過程中，常會多準備一些材料，讓學生省思失誤後，重新製作。利用此方式，雖然損耗一些材料，但反而更能使學生在下一

次的實驗中謹慎思考在著手動作，以長遠眼光而言，是一種高報酬的教育投資。

(六)校本課程應採加強全校性教師研習宣導與領域共同備課進行：

校本課程既然是一個學校的特色課程，就應該讓全校每一位老師都能清楚課程的內涵，因此本計畫執行的目的希望平時學校教師個別在自己的領域內努力教學，鮮少有跨科討論的機會，透過計畫中舉辦的全校性研習，互相交流討論，凝聚共識，並將課程中相關專業的部分帶回領域中共同備課淬鍊出更為具有領域精神底蘊的教學。