

教育部112年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：

計畫名稱：「溪遊記」— 以5E 學習環策略協助學生進行朴子溪科學探究活動

主 持 人：林子欽

執行單位：嘉義縣立東石國民中學

壹、計畫目的及內容：

一、研究背景：

面對多元複雜的社會變化，要培育具有「科學素養」的學生，已不能自限於學校教育，更需要將生活環境中的素材融入學習。本校位於嘉義縣朴子市，鄰近朴子溪流域下游，朴子溪及嘉南大圳的分支緊鄰學校校園北側，是極佳的「科學素養」培育場所。美國國家研究委員會於2012報告曾指出更多與生活情境相關的教材、課程與學習資源，使科學教育的本質與價值產生改變。目前正值我國積極推動十二年國民教育課程改革，這是我國歷史上劃時代的教育改革(蔡清田，2012)，特別是教育部(2010)透過「十二年國民基本教育實施計畫」指出：核心素養的概念。洪裕宏(2008)在《界定與選擇國民核心素養》與陳伯璋教授等人(2007)在《全方位的國民核心素養之教育研究》的著作中，綜合歸納出主動探索與研究、學習如何學習和獨立思考與解決問題等核心價值。由此可知，科學的素養必須先從主動探索來培養。

朴子溪原名牛稠溪，現今在六腳鄉（包括境內）以上的河段仍沿用舊名，朴子市以下才改稱為朴子溪。朴子溪發源於嘉義縣境內阿里山脈西麓海拔 1,421 公尺的四天王山之芋菜坑，流經嘉南平原，在東石鄉附近注入臺灣海峽，溪長 75.9 公里，流域面積為 426.6平方公里，計畫洪水量 2,345 立方公尺/秒，主要支流包括清水溪、濁水溪、獅子頭溪、牛稠溪、科底溪、崎腳溪，所經過的行政區域有竹崎鄉、嘉義市、民雄鄉、新港鄉、太保市、六腳鄉、朴子市及東石鄉。河川主要用為供給農業用水、水產用水及公共給水（水利署第五河川局網站，2005；嘉義縣東石鄉公所網站，2015）。



圖1 朴子溪流域

圖2 學校附近的船仔頭碼頭

二、研究目的與架構：

本研究目的在利用朴子溪流域下游生態環境及嘉南大圳灌溉分支，由老師指導學生進行淡水生物相及水質生態科學的調查與探究專題，比對朴子溪流域淡水魚蝦類與水棲昆蟲相的豐富資源之基礎資料，以作為濱海地區生態學校水域環境鄉土相關教材，並以5E 學習環策略協助學生進行朴子溪流域生態科學探究。在中小學的科學教育階段，最適合以物種多樣性(species diversity) 的階層來進行生物多樣性研究。其中陸域環境的生物相調查計畫很多，水域環境對於國中、小階段的學生來說是很難接觸到的環境。因此國中 小學階段學生能夠接近水域的機會卻不高，為了安全因素學校與家長往往禁止學生前往，更遑論利用環境資源進行水域淡水魚蝦類生物多樣性 的教學活動。因此教育與學習往往只停留於課本中的文字或影片，學生成為被動學習者，學習缺乏動機與動力。長期社區水域生物相、環境因子、水棲昆蟲與淡水魚蝦類生態學及之戶外教學，除了可讓學生體驗河川流水域的生態外，藉由實際採集與調查河域中的水生生物相，進而瞭解河川生態與保育的重要性。

(一) 朴子溪流域生態科學探究的目的

1. 瞭解學校旁的朴子溪水質、魚蝦與水棲昆蟲相之資源與現況
2. 以科學探究為主軸，運用5E 學習環策略協助學生進行朴子溪流域生態科學探究活動。
3. 瞭解外來種入侵調查水域之嚴重情形，以及群聚分布。
4. 建立完整探索課程模式，開發朴子溪生態科學探究學習教材。

(二) 朴子溪流域生態科學探究研究架構圖

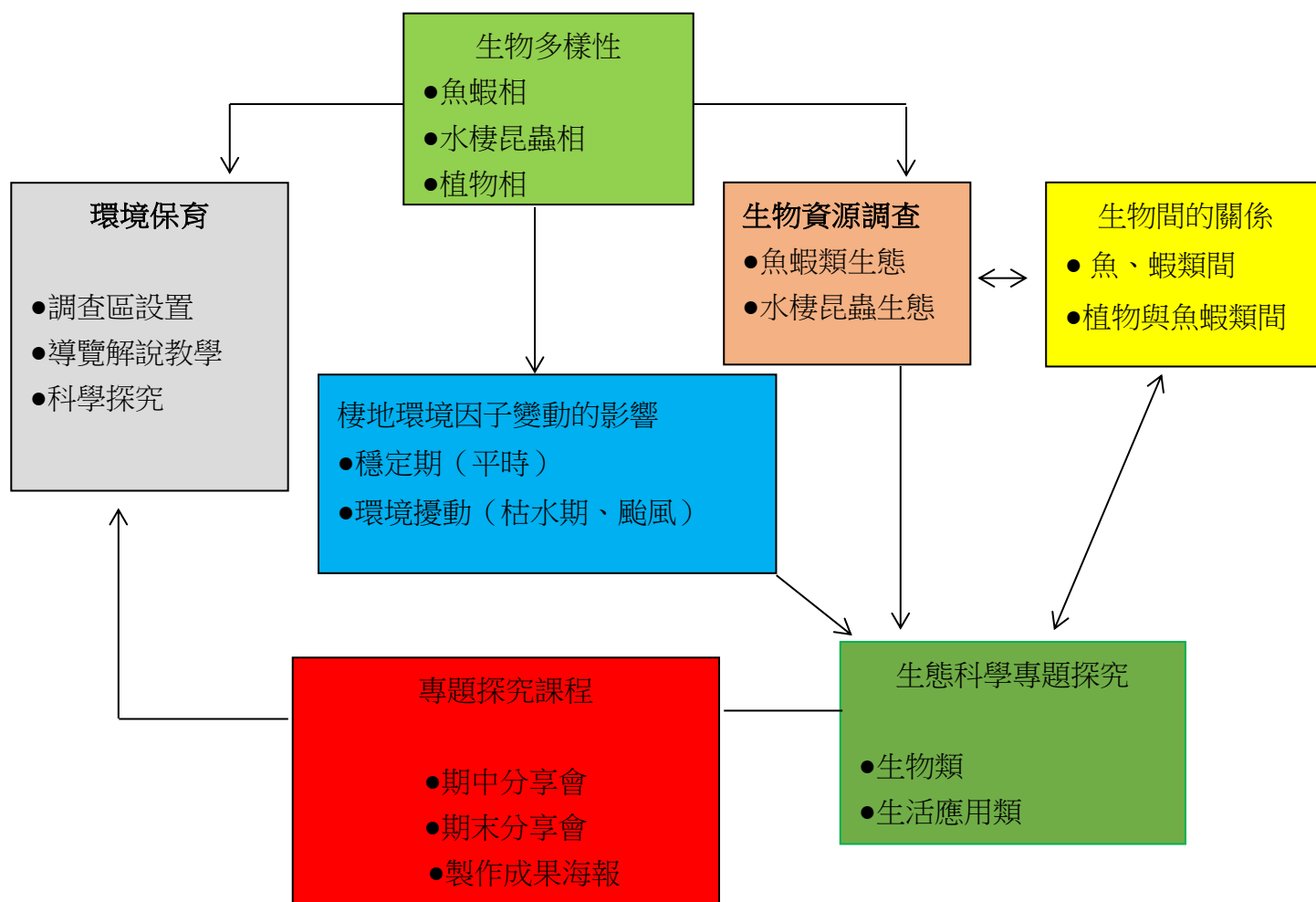


圖3 研究架構圖

三、研究方法、步驟及預定進度：

(一) 研究方法與步驟：以5E 學習環(learning cycle) 進行引導式探究建模
科學實驗探索可以建立學生自主學習即主動探索的能力，美國教育規定 k-12的學生必須具備「科學探究的能力」和「對科學探究的了解」。藉由觀察現象、提出問題、形成假說、設計並進行實驗、結果分析、確認假說和發表成果的科學程序可以培養「主動探索與研究」以及「獨立思考與解決問題」等核心素養。所以利用動手實驗進行科學探究學習是很好的一種方式。但是研究發現，資賦優異的學生比較能夠進行較為開放式的發現探究學習，而一般能力的學生則需要更多的教師協助才能達成此一目標，也就表示大多數的中小學生，在缺乏教師的指導下，是無法直接進行獨立的探究活動。

引導式探究建模架構植基於 5E 學習環(learning cycle)，包含五個階段：投入(Engagement)、探索(Exploration)、解釋(Explanation)、精緻化(Elaboration)與評鑑(evaluation)。

1. 投入(Engagement)：此時期的教學目的是學習之間的連結，活動應該能將過去和現在的學習經驗聯繫起來，並且關注學生在當今活動學習成果的思考歷程。
2. 探索(Exploration)：這時期的教學過程提供學生鑑定及發展目前的概念，學生主動地探索他們的環境並操弄教材、教具。
3. 解釋(Explanation)：這時期要提供學生能以言語傳述他們對概念的瞭解或示範他們對投注及探索經驗的技巧和行為。同時，教師可以引介對概念、過程或行為正式的定義。
4. 精緻化(Elaboration)：這時期的教學過程要對學生概念瞭解上予以挑戰及延伸，並且提供學生驗證預期的技巧及行為的機會，以發展深入且淵博的瞭解，獲得更多的資訊及發展更高層次的技巧。
5. 評鑑(Evaluation)：這時期是鼓勵學生評量他們自己的瞭解程度及能力以及教師評量學生是否達到教育目標(王美芬、熊召弟，1995)。

5E 學習環中，「投入(Engagement)」仍是探究教學中首要被關心的，但是比5E 學習環更強調的是，學生持續投入與不斷探究的循環，透過對每一次探究的反思，以啟發學生的後設認知。科學探究循環歷程圖如下：

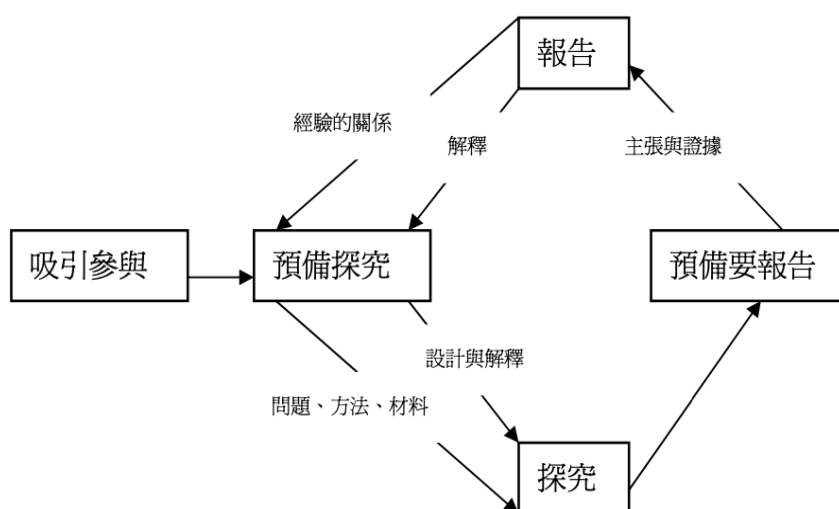


圖4 科學探究的循環歷程

(二) 發展5E 學習環(learning cycle)研究步驟規劃

藉由專題研究過程，提升學生的學習興趣，並進而帶動學生科學探究風氣。首先利用課程時間至學校附近的朴子溪及嘉南大圳灌溉分支，由老師指導學生進行淡水生物相及水質生態科學的調查。這些實驗調查的單元未來發展成教學模組，並增加趣味化與競賽化項目，讓學生至鄰近學區國

小帶領國小學弟妹實作，推動河川生態調查。並挑選發現的問題，可實施的研究專題後，再進行實驗的設計，運用於科學實驗活動之中，並進一步發展出科學展覽的探索素材。我們先由週日成立科學社團開始，由課餘時間起步，每週帶領同學進行科學探究，上學期安排從9月開始起，每月至少三次實作，並於寒假時間安排期中成果分享，隔年6月進行期末成果分享會。科學專題探究課程的5E 學習環規劃圖如下圖5所示：

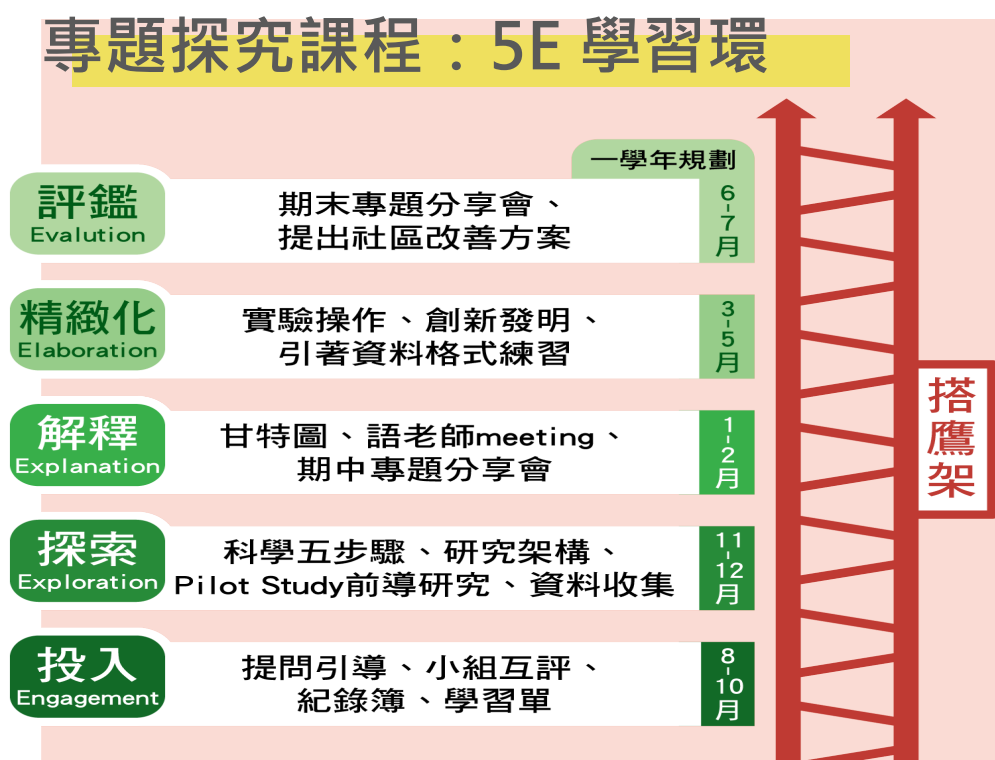


圖5 科學探究課程的5E 學習環規劃圖



圖6 帶領學生進行科學探究課程

貳、 目前研究成果：

一、 學校旁的朴子溪生態資源調查

1. 辦理朴子溪生態資源調查研習

邀請台南大學王一匡教授至本校，和自然科教師介紹朴子溪生態資源調查方法。



圖7 邀請王一匡教授到校介紹朴

2. 朴子溪生態資源調查

(1) 選定朴子溪流域的3個點

A(23.4718370,120.2256374)位於朴子溪旁的船仔頭社區、

B(23.4680232,120.1920806) 點及 C 點(23.4680186,120.1921004)

位於東石大橋下，作為定點觀察採集的三個點。



圖8 A 點位於船仔頭社區



圖9 B 點及 C 點位於東石大橋下



圖10 師生於朴子溪東石大橋下進行水質檢測

3. 冬季朴子溪河口漂流的橈足類調查

(1) 調查時間：與同學約定2023.12.24(農曆12日)、2023.12.31(農曆19日)、
2024.01.21(農曆11日)、2024.02.18(農曆9日)、2024.02.25(農曆16日)、
2024.03.17(農曆8日)等6次，早上8：30~11：00至現場採樣及調查。

(2) 採集水樣

- A. 抵達調查現場先穿戴好水上安全裝備後，才進行各項調查。
- B. 採水水桶綁上2公尺塑膠繩索，站在岸邊將水桶朝河面拋出，待水桶沉入一半時，立即收回繩索，將所採取的緩流區表層水樣倒入廣口瓶，水樣分成2組，其中1組加入魯歌試液，另1組保持原液，進行後續檢測。(圖 11甲乙)
- C. 利用採水水桶採取消波塊邊的水樣，其中1組加入魯歌試液，另1組保持原液，進行檢測。(圖11丙)



圖11 冬季朴子溪河口漂流的橈足類調查採集水樣

(3) 水樣鏡檢

- A. 取加入魯歌試液水樣利用網目0.01mm²濾網過濾，吸取濾網上殘留物進行40X，100X顯微鏡鏡檢拍照。(圖 12甲)
- B. 將濾液置入離心管離心後，取下層液體進行鏡檢拍照。(圖 12乙)
- C. 將原液依上述方法進行檢測拍照。(圖12丙)



圖 12甲



圖 12乙



圖12丙

(4) 研究結果

- A. 由圖13發現6次調查，3個調查點所發現的浮游性動物種類共有3門7個屬；其中

橈足綱發現5個屬。

- B. 由圖14發現6次調查，3個調查點所發現的浮游性動物共有204隻，第2次調查所發現的總數量最多，以纖毛蟲門的游仆蟲屬發現數量最多，橈足綱動物則以虎斑猛水蚤發現數量最多。

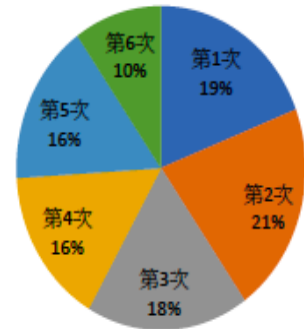
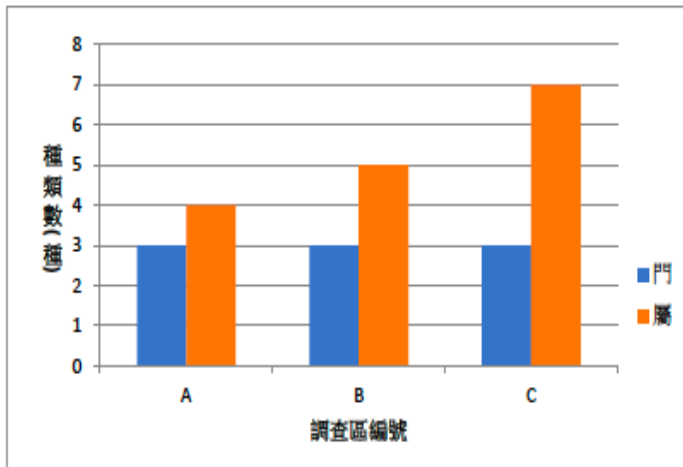


圖 13 個調查區發現的浮游動物種類 圖 14 每次調查發現的個調查區發現的浮游生物總數量比較

(5) 研究結論

橈足類在水系生態中扮演位居食物網底層，維持整個生態系穩定發展的角色，在朴子溪沿岸選定3個調查點進行6次調查。以100X以下倍率鏡檢發現的浮游性動物種類共有3門7個屬；其中橈足綱發現5個屬。以纖毛蟲門的游仆蟲屬發現數量最多，橈足綱動物則以虎斑猛水蚤發現數量最多。累枝蟲屬、輪蟲屬和鐘形蟲屬動物是在過濾出的懸浮物上發現的，隨著懸浮物在流水中流動，而虎斑猛水蚤屬動物是重要的水產養殖飼料。

4. 朴子溪下游冬季岸邊的魚蝦蟹苗調查

(1) 調查時間：6次（同上），早上8：30~11：00至現場採樣及調查。

(2) 採集水樣：

- 抵達調查現場先穿戴好水上安全裝備後，才進行各項調查。
- 在調查點先拋灑一些釣魚店購買的誘餌粉，吸引攝食的動物靠近。
- 將採水水桶綁上2公尺塑膠繩索，站在岸邊將水桶朝河面拋出，待水桶沉入一半時，立即收回繩索，將所採取的緩流區表層水樣倒入廣口瓶，帶回學校進行後續檢測。
- 利用採水水桶採取消波塊邊的水樣，水樣倒入廣口瓶，帶回學校進行檢測。
- 利用細目手撈網在灑誘餌粉處迅速同方向撈捕5次，將撈獲物置入廣口瓶，帶回學校進行檢測。

(3) 解剖顯微鏡鏡檢

- A. 取回的水樣利用網目1mm2濾網過濾，吸取濾網上物體進行倍率40X以下解剖顯微鏡鏡檢拍照。
- B. 將所拍攝的生物照片先比對圖鑑，若仍無法判定時則委請網路社群進行判定。
- C. 紀錄生物種類。

(4) 訪談：透過學校校友及家長介紹訪問3位當地撈捕魚苗販售的達人，研究期間若有進行魚苗撈捕，則讓我們到魚苗分裝地點進行拍照訪問。

(5) 水質檢測

- A. 測量表層水體水溫。(圖 15甲)
- B. 利用比重計測量水樣鹽度。(圖 15乙)
- C. 測量水樣酸鹼值。(圖 15丙)
- D. 利用T_e_s_t_K_i_t_s_水質檢測包測量水樣濁度及溶氧量。(圖 15丁)
- E. 測電解質(圖 15戊)



圖 15 水質檢測

(6) 研究結果

- A. 調查區附近魚塭飼養水產種類訪查結果結果，發現調查區附近魚塭飼養水產種類統計有19科24種。以混養方式居多，通常混養少量魚種作為工作魚。淡水養殖以草魚、青魚和尼羅河口鱒魚為大宗，半淡鹹水養殖則以虱目魚和烏魚為主。
- B. 3個調查點魚蝦蟹苗種類共發現有12種魚類幼苗、蝦苗和蟹苗各2種，總共16種；A調查區魚苗4種、蝦苗1種，B調查區魚苗7種、蝦苗2種、蟹苗2種種類和數量最多，C調查區魚苗2種、蝦苗2種。
- C. 其中以01.21找到的總數量最多，A調查區以五鬚蝦苗數量最多，B調查區以彈塗魚和金錢魚魚苗數量最多，C調查區以五鬚蝦苗數量最多。
- D. 訪查達人結果：甲、乙都是進行夜間照光撈捕，丙達人則用三角撈網沿岸邊進行撈捕。共撈獲魚苗10種、蟹苗3種、蝦苗2種。甲達人以撈捕白鰻苗為主，乙達人以烏魚苗和豆仔魚魚苗為主，丙達人則以魚塭水產苗為主。

E. 冬季潮汐對出現的魚蝦蟹苗種類和數量的影響

甲. 潮汐方面：2023.12.24(農曆12日)A調查點正滿潮B調查點則是開始退潮、2023.12.31(農曆19日)A和B調查點為漲潮中段、2024.01.21(農曆11日)A和B調查點為退潮中段、2024.02.18(農曆9日)A和B調查點為接近乾潮底、2024.02.25(農曆16日)A和B調查點為接近滿潮、2024.03.17(農曆8日)A和B調查點為接近乾潮底，C調查點有閘門控制較不受潮汐影響。

乙. 潮汐對魚蝦蟹苗種類和數量的影響

由圖16發現漲退潮不同時，所發現的稚苗種類數並沒有太大的差異，第3次調查時所撈獲的稚苗總數最多。C調查點最不受潮汐影響發現的蝦苗數最多，彈塗魚和金錢魚在退潮時最容易撈獲。

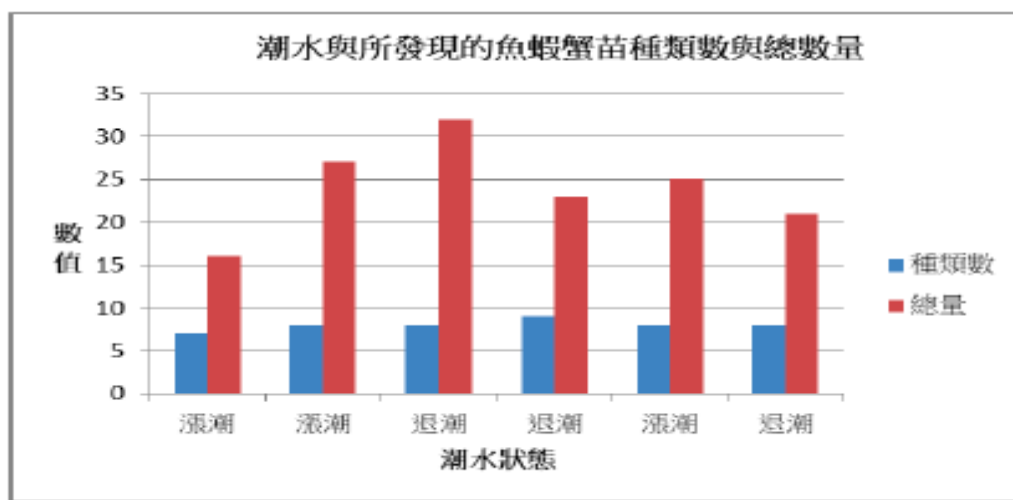


圖 16 潮水汐與魚蝦蟹苗種類和數量

F. 水中鹽度對出現的魚蝦蟹苗種類和數量的影響

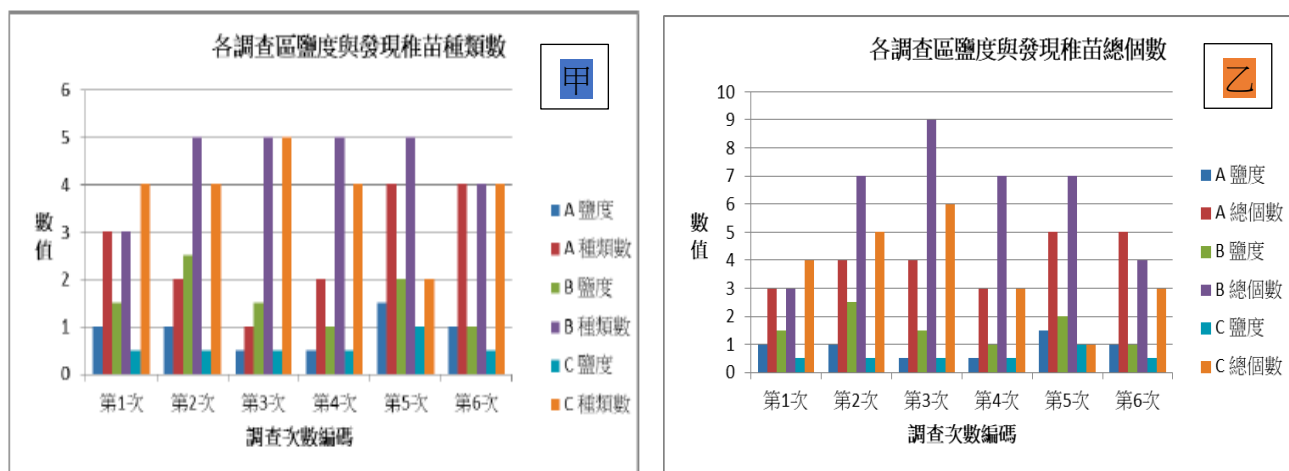


圖 17 水中鹽度與魚蝦蟹苗種類和數量

二、運用5E 學習環策略協助學生科學探究活動。

1. 成立教師科學探究社群

邀請校內老師與校外志工組織科學探究社群，並聘請有經驗的科學教師擔任領頭羊，利用星期日中午每二週聚會乙次，進行經驗分享交流。



圖18 目前教師科學探究社群共有8位教師

2. 開辦假日科學活動，鼓勵學生跨班跨年級參加。

利用星期日上午9:00-12:00實施，招收本校一、二年級普通班學生，目前參加學生27人。



圖19 分組專題探究課程，由科學教師指導各自組內學生



圖20 整體課程一同授課

3. 辦理期中與期末科學活動成果發表會，讓學生有表現的舞台。

<p>嘉義縣立東石國民中學 112學年度第2學期週日科學AI班期末成果發表會 辦理時間：113年06月16日(日) 上午09:00 地點：本校後棟2F會議室</p>		
時間	活動流程/主題	主持人與報告人
09:00-09:05	開幕式	林子欽校長、林忠毅教授、許教授、楊淑珍教授、張敬煥老師、洪國坤主任、陳俞佑博士、陳炳宏老師、張博愛老師
09:05-09:22	報告1：埋伏在空中的有毒懸浮物質	張尚澤、莊景澤、王連元
09:22-09:39	報告2：厭氧/好氧發酵產氫差異性	柯孟良、黃章樞、陳滿溢
09:39-09:56	報告3：宴會飲料如何運用再利用	黃中平、蘇承恩、張正潔
09:56-10:13	報告4：室外運動場場水研究	黃昇嘉、陳滿盛、陳定武
10:13-10:33	中場休息	校長室督會
10:33-10:50	報告5：水庫淤泥資材利用研究	蘇顯文、蔡宗波、陳有英
10:50-11:07	報告6：冬季淡鹹水的隱形產生者	黃麗堯、伍彥威、陳宏岳
11:07-11:24	報告7：冬季隨波逐流的魚蝦蟹苗	李秉程、蕭子奕、曾瑋倫
11:24-11:41	報告8：冬季河口漂浮的穩定鰓	侯程耀、王久東、劉文仁
11:41-11:50	綜合座談	林子欽校長、林忠毅教授、許教授、楊淑珍教授、張敬煥老師、洪國坤主任、陳俞佑博士、陳炳宏老師、張博愛老師



4. 參加嘉義縣第64屆科展獲團體組特優。



三、嘉義大學實驗室校外參訪活動

為鼓勵學生參加假日科學活動，除免費開班授課外。首先帶領同學參觀嘉義大學實驗室，拉近學生與科學的距離，感謝生化系楊懿玲教授協助安排科學課程，及嘉義高中畢業學長學習分享。



圖 21 A 為科學體驗操作課程、B 圖為實驗室參訪活動及交流活動

參、預定與目前完成進度

項目	預定完成日期	目前完成進度
研究小組會議	112/8~113/6	112/9月起每月二次小組會議
棲地踏查與調查樣區協調設置	112/9~113/12	112/12月完成調查樣區設置
建置雲端研究社群	112/10~112/12	成立 Line 師生群組
生物相及水質生態科學調查	113/01~113/06	113/1月起每月一次生態科學調查
專題探究課程(每學期14次)	112/9~113/06	112/9月開始 6/16日完成
教授專家指導	112/11~113/06	安排5次，預定6/16日完成。
學習問卷調查	113/1~113/6	1月進行前測，6月進行後測
教師專業成長研習	112/11~113/6	已辦理二場次
專題探究成果發表會	113/01~113/04	2場次；1月10日期中發表會 6月16日期末發表會
製作成果專輯	113/06~08	

肆、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、實驗室老舊缺乏儀器設備

學校實驗室老舊，淪為工具儲藏室，缺乏實驗使用的機器與設備，打算分批慢慢增購，目前已購買離心機乙台，複式顯微鏡已用數位顯微鏡解決，實驗室設備有待克服困難。

二、多數學生缺乏學習動力

因國中學生居住位置較遠，須坐公車回家，而且課後多需課後輔導與回家，學生缺乏學習動機與時間，需要時間與課程體驗的激勵，目前多利用星期日上午進行課程，但學生至三年級時有會考壓力，往往選擇離開科學社群，目前請教退休有成功經驗的教育前輩協助。

三、能合作教師有限，需要更多機會了解