

# 教育部113學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱： 科學創新之旅-無人船之實作與田寮河生態探索

主持人： 洪光賢 校長 電子信箱：p1001@klcivs.kl.edu.tw

協同主持人： 李承熹 老師 電子信箱：t6301@klcivs.kl.edu.tw

執行單位： 國立基隆高級商工職業學校

## 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

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:

為落實本校推動科學素養與鄉土關懷兼具的教育理念，本計畫案以「基隆田寮河」為核心主題，規劃並執行一系列整合科技、環境、生態、歷史與工程實作的跨域教學與活動，期能提升學生科學探究、程式設計與自主學習能力，並深化學生對在地環境的理解與關懷。本計畫涵蓋教學工作坊、戶外踏查、實作競賽與教師共備等多元活動，共辦理27場次，內容橫跨感測器應用、Arduino與樹莓派程式設計、水質檢測、無人船研發與田寮河歷史生態探索等，並整合科學創客教育與社會參與行動，具備高度實踐性與跨領域特色。

項次	活動名稱	舉辦日期時間	活動協辦單位	活動內容
1	感測器檢測教學	113/10/13 09:00~12:00	教務處、資訊科	感測器檢測教學
2	Arduino IDE 與 ESP32程式設計教學	113/10/19 09:00~12:00	教務處、資訊科	Arduino IDE 與 ESP32程式設計教學
3	水質數據教學	113/10/26 09:00~12:00	教務處、資訊科	水質數據教學
4	Arduino水質檢測教學程式撰寫	113/11/3 09:00~12:00	教務處、資訊科	Arduino水質檢測教學程式撰寫
5	問卷設計教學	113/11/3 13:00~15:00	教務處、資訊科	問卷設計教學
6	田寮河歷史走讀	113/12/07 08:00~12:00	教務處、基隆青年陣線協會大學端業師(研究生)	08:00~12:00 田寮河導覽與歷史介紹
7	田寮河生態踏查	113/12/07 13:00~17:00	教務處、基隆青年陣線協會、海科館講師	水質檢測—室內講座(一小時) 水質檢測與植物生態觀察—戶外實作(兩小時)分組進行，以

				橋樑分不同段。 植物生態觀察－戶外 實作分組進行拍照帶 回基地觀察。
8	田寮河歷史走讀 反思報告	113/12/13 16:00~18:00	教務處、資訊科	反思報告
9	田寮河流域經濟	113/12/14 08:00~12:00	教務處、資訊科、 基隆青年陣線協會	河流城市願景－生活 想像提案工作坊 室內簡報河流城市的 生活、流域地圖製作
10	田寮河問卷訪談	113/12/14 13:00~17:00	教務處、資訊科、 基隆青年陣線協會	分組與工作分配 進行室內簡報，說明 拜訪注意事項與操 作，並確認問卷與訪 綱、實際拜訪民眾調 查意見
11	田寮河流域經濟 與問卷反思報告	113/12/20 16:00~18:00	教務處、資訊科	反思報告
12	科學教育教師跨 域共備	113/12/27 12:00~13:00	教務處、資訊科	田寮河走讀成果報告
13	田寮河生態反思 報告	113/12/27 16:00~18:00	教務處、資訊科	反思報告
14	科學教育教師跨 域共備	114/1/3 12:00~13:00	教務處、資訊科	田寮河水質檢測報告
15	船體設計教學	114/1/3 14:00~17:00	資訊科、帆船協會	船體設計教學
16	地面站的設定與 GPS規劃	114/11/30 08:00~17:00	資訊科、大學端業 師(研究生)	地面站的設定與GPS規 劃
17	GPS導航與定位教 學	114/1/4 08:00~12:00	資訊科、無人機行 業業師	GPS導航與定位教學
18	樹莓派與PIXHAWK 連線教學(一)	114/1/4 13:00~17:00	資訊科、無人機行 業業師	樹莓派設定
19	樹莓派與PIXHAWK 連線教學(二)	114/1/5 08:00~12:00	資訊科、無人機行 業業師	PIXHAWK連線教學
20	樹莓派與PIXHAWK 連線教學(三)	114/1/5 13:00~17:00	資訊科、無人機行 業業師	樹莓派與PIXHAWK連線 與3DR實際操控
21	科學教育文件撰 寫教學活動	114/2/27、 114/3/6 114/3/7 16:00~18:00	教務處、資訊科	科學教育文件撰寫教 學活動
22	無人船使用文件 撰寫教學	114/3/8 08:00~16:00	教務處、資訊科	無人船使用文件撰寫 教學
23	遙控船設計練習 遙控船比賽	114/3/28 14:00~18:00	資訊科、帆船協會	遙控船設計練習 遙控船比賽
24	科展海報製作與	114/4/17、	教務處、資訊科	科展海報製作與報告

	報告練習	114/4/18 16:00~18:00		練習
25	Python程式撰寫與測試	114/5/27、 114/6/5 16:00~18:00	教務處、資訊科	Python程式撰寫與測試
26	基隆市基優盃創客船隻競賽	114/6/6 12:00~13:00	教務處、資訊科	基隆市基優盃創客船隻競賽
27	科學教育教師跨域共備	114/6/19 12:00~13:00	教務處、資訊科	無人船設計概念與期末成果發表

#### 4. 辦理活動或研習會對象：

項次	活動名稱	參加對象	活動地點
1	感測器檢測教學	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
2	Arduino IDE 與 ESP32程式設計教學	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
3	水質數據教學	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
4	Arduino水質檢測教學程式撰寫	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
5	問卷設計教學	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
6	田寮河歷史走讀	主辦教師、資訊一、資處一、 綜高二、電機一 學生	86設計公寓、田寮河周邊 (東明路、仁一路、月眉路)
7	田寮河生態踏查	主辦教師、資訊一、資處一、 綜高二、電機一 學生	田寮河周邊(東明路、仁一 路、月眉路)
8	田寮河歷史走讀反思報告	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	田寮河周邊(東明路、仁一 路、月眉路)
9	田寮河流域經濟	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	田寮河周邊(東明路、仁一 路、月眉路)
10	田寮河問卷訪談	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工二樓大團輔室
11	田寮河流域經濟與問卷反思報告	資訊一、資處一、綜高二、 電機一學生	基隆商工二樓大團輔室
12	科學教育教師跨域共備(田寮河歷史文化走讀)	校長:洪光賢校長 學務主任:胡文琪主任 歷史教師:李蘭嫻、林正倫 公民教師:洪瑞禧、李金忠 資訊教師:蔡一賢、張順德 國文教師:許淳茹 數學教師:辛弦翰	基隆商工四樓電腦三教室
13	田寮河生態反思報告	資訊一、資處一、綜高二、 電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
14	科學教育教師跨域共備(田寮河生態探索與水質踏查)	校長:洪光賢校長 學務主任:胡文琪主任 資訊教師: 蔡一賢、張順	基隆商工四樓電腦三教室

		德、謝維城、李承熹 生物教師:彭昭蓉 國文教師:許淳茹 數學教師:辛弦翰	
15	船體設計教學	科學創客社學生、資訊一、 資處一、電機一 學生	基隆商工四樓電腦三教室
16	地面站的設定與GPS 規劃	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
17	GPS導航與定位教學	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
18	樹莓派與PIXHAWK連 線教學(一)	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
19	樹莓派與PIXHAWK連 線教學(二)	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
20	樹莓派與PIXHAWK連 線教學(三)	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
21	科學教育文件撰寫教 學活動	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
22	無人船使用文件撰寫 教學	科學創客社學生、資訊一、 資處一學生	基隆商工四樓電腦三教室
23	遙控船設計練習 遙控船比賽	科學創客社學生、資訊一學 生	基隆商工四樓工廠
24	科展海報製作與報告 練習	資訊一學生	基隆商工四樓電腦三教室
25	Python程式撰寫與測 試	資訊一學生	基隆商工四樓電腦三教室
26	基隆市基優盃創客船 隻競賽	資訊一學生	基隆商工四樓電腦三教室
27	科學教育教師跨域共 備(無人船研發與實 作)	校長:洪光賢校長 學務主任:胡文琪主任 教務主任:潘政宏主任 資訊教師:蔡一賢主任、張 順德、謝維城、李承熹 國文教師:許淳茹 數學教師:辛弦翰	基隆商工圖書館三樓自主學 習教室

5. 參加活動或研習會人數:

主要活動包含五個場次的感測器與Arduino程式設計基礎教學，七個場次的田寮河歷史走讀與生態踏查，五個場次的無人船與GPS定位系統設計與實作，七個場次的文件與科展報告撰寫、成果發表，三個場次的教師跨域共備推動課程整合

項次	活動名稱	參加教師與學生人數	備註
1	感測器檢測教學	14人	
2	Arduino IDE 與 ESP32程式設計教學	14人	
3	水質數據教學	16人	
4	Arduino水質檢測教學程式撰寫	16人	

5	問卷設計教學	36人	
6	田寮河歷史走讀	52人	
7	田寮河生態踏查	44人	
8	田寮河歷史走讀反思報告	22人	
9	田寮河流域經濟	54人	
10	田寮河問卷訪談	54人	
11	田寮河流域經濟與問卷反思報告	24人	
12	科學教育教師跨域共備	10人	
13	田寮河生態反思報告	24人	
14	科學教育教師跨域共備	9人	
15	船體設計教學	38人	
16	地面站的設定與GPS規劃	14人	
17	GPS導航與定位教學	14人	
18	樹莓派與PIXHAWK連線教學(一)	16人	
19	樹莓派與PIXHAWK連線教學(二)	16人	
20	樹莓派與PIXHAWK連線教學(三)	16人	
21	科學教育文件撰寫教學活動	9人	
22	無人船使用文件撰寫教學	9人	
23	遙控船設計練習、遙控船比賽	38人	
24	科展海報製作與報告練習	9人	
25	Python程式撰寫與測試	9人	
26	基隆市基優盃創客船隻競賽	9人	
27	科學教育教師跨域共備	10人	

#### 6. 參加執行計畫人數:

本次科學教育專案「科學創新之旅-無人船之實作與田寮河生態探索」校內行政與教師同仁共計36人參與，校外部分協助辦理單位：基隆青年陣線協會與台灣帆船協會、海科館講師，合計協助人數共12人，校外講師大學端：台灣師範大學歷史系研究生與中正大學研究生共兩位參與協助，無人機業師為企業界業師一人參與協助，全部活動總共參與師生合計參與約500多次。

#### 7. 辦理/執行成效:(以300字以內為原則)

本次計畫執行成果與具體效益如下:

- (1) 學生學習成效明顯提升：學生能實際應用感測器與單晶片控制器進行水質數據蒐集與分析，具備基礎物聯網技術應用能力。完成無人船設計與測試，並參與「基優盃創客船隻競賽」，展現創意與工程實作成果及參與第65屆北一區科學展覽競賽，均獲得佳作。學生於田寮河實地踏查中學習環境觀察、歷史脈絡分析與問卷調查技能，培養科學與人文兼具的觀點。
- (2) 跨領域課程整合成效顯著：本次科學教育成功整合資訊、科學、生物、公民、國文與數學等學科教師共備與合作教學，達成素養導向的跨領域學習目標。發展在地教材內容，包括田寮河歷史文化導覽與生態探索流程、水質檢測程式、船體結構設計、馬達控制程式等，有助於未來課程持續深化與推廣。
- (3) 師生共同參與與在地連結：教師與學生透過田寮河實地踏查、問卷訪談與社區互動，增進地方認同與環境關懷。學校與基隆地方組織建立良好合作關係，拓展學校社會參與實踐層面。

- (4) 培育創客能力與科技素養：透過樹莓派、PIXHAWK控制系統、GPS與地面站等高科技模組教學，學生實作能力大幅提升。鼓勵學生參與科展與設計競賽，培養創新解決問題的能力與展示表達技巧。

## 二、計畫目的

環境永續是一項重要議題，尤其108課綱的發展係以「核心素養」為主軸，期待學生成為終身學習者，強調「自主行動」：個人為學習的主體、「溝通互動」：廣泛運用各種工具有效與他人及環境互動、「社會參與」：學習處理社會的多元性與合作及人際關係，因此本計畫參與面向主要期待學生具備環境意識，主動參與社團活動，並關懷生態環境，並辦理跨域教師的科學教育社群，透過共同備課及增能研習，深化教師的科學教育專業。

田寮河是基隆區特有的小型河川，河道內生態豐富多樣。然而，因為周遭地區生活民眾較多，田寮河生態環境有時會遭到廢水排放與人為干擾。因此，本計畫希望進一步透過製作太陽能無人檢測船，來進行田寮河水質檢測與周遭環境紀錄，本計畫除了讓學生了解能了解生態環境的重要性，並能進一步關注環境保護議題。因此，本計畫預期達到下列目的：

- (一) 跨域社群共備：提升學校跨域性的共同協作量能，行政與教師端共同合作舉辦各種活動。
- (二) 行動研究：基隆市田寮河生物多樣性研究，學生能實地勘察，探索田寮河、體驗生態、觀察環境。
- (三) 科學實驗：水質檢測技術，感測器與數據判斷，學生能學會水質檢測原理與方法。
- (四) 科技實作：學生能建立GPS觀念與定位方法，並完成pixhawk與微電腦通訊傳輸功能。
- (五) 團隊合作：學生能完成船體設計，完整詳實紀錄研究過程並參與65屆科展。

## 三、研究方法

本計畫研究方法主要分為四大部分：

- (一) 共備社群並分享：提升學校跨域性的共同協作量能，行政與教師端共同合作舉辦各種活動。透過建立共備社群，教師得以交流教學資源、課程設計與實務經驗，激盪出更多創新教學的火花。行政單位提供制度性支持與資源整合，協助教師落實課程目標，形成有效的合作機制。此外，活動後舉辦學生成果發表會、以便進行教師社群的工作坊與專題論壇，讓不同領域的教師互相學習、啟發，進一步推動學校整體教育品質的提升，促進學生多元能力的培養。
- (二) 行動研究：組織學生實地勘察田寮河沿岸地區，讓學生親身體驗和觀察田寮河生物多樣性，並進行相關生態研究和調查，提高學生的觀察能力與實踐能力。讓學生能對於生活環境有深切的認識，提升學生對於歷史、地理、人文素養的能力。讓學生透過觀察、影像紀錄、學習單撰寫來紀錄相關內容。此外透過實地的在地居民問卷調查，了解民眾對於當地水質與空氣感受，這些與居民息息相關的真實體驗與相關數據，取得第一手資料且獨特豐富資料。

- (三) 科學實驗：為了解田寮河水質實際數據，需使用感測器與數據來判斷水質，我們最終希望使用無人船自主巡航檢測水質，為達到此一目的，需要對於河川檢測的水質相關數據與必要參數進行了解。透過水質檢測教學、科學實驗中使用了 arduino IDE 配合 arduino Uno 板及 樹莓派4 與 水質感測器(PH值、TDS值)檢測水質，並以水質檢測相關儀表來檢視數據代表的意義，並先製作簡易工具來獲取田寮河水質，可提供進一步爾後無人船的水質抽取檢測和分析。
- (四) 科技實作：最後使用無人船巡航來檢測水質，為達到此一目的，學生須具備GPS觀念與定位，完成微電腦通訊傳輸功能，所以邀請業師來教導使用 pixhawk 與微電腦進行通訊傳輸，透過地面站的功能，達到自主規劃路徑導航。透過 pixhawk 的 gps 導航功能，來跟微電腦進行通訊傳輸，最終真正達到無人船操控，將減少人員的操作失誤與網路訊號干擾，學生學會GPS的定位與微電腦的通訊傳輸。
- (五) 團隊合作：學生能分組並合作學習，從生物多樣性的觀察，船體的製作，水質的檢測，到投影片製作與科展報告的撰寫，學生將在此一過程中，能自主完成詳實紀錄研究過程，獨立思考並完成一篇科學紀錄與報告，並樂於參加65屆科展競賽活動。

#### 四、研究成果

##### (一) 共備社群並分享

1、成立科學教育社群，在社群的共備過程中，行政團隊與第一線教師密切合作，針對現行的科學教育計畫實施的每一個節點，提出具體建議事項，並透過成果分享與經驗交流，辦理增能活動，促進教師專業成長。這些活動加強教師在跨領域教學設計與課堂實踐上的能力，也建立起一個互信與合作的教學社群，鼓勵知識共創與創新教學策略的發展。

活動設計完成實施後，教師們依據共備成果進行實際活動結果探討，並依據學生回饋的滿意程度，來當作鄉土教育實施的參考，這樣的過程與精神，可以驗證學生學習成效與課程設計是否修改。教師社群的實踐歷程，有助於理論與實務的結合，能提升課堂教學品質，也為未來教案與教材的優化提供具體依據與實證資料。透過教師的實作或意見回饋，團隊也能夠調整教學策略，能逐步建立出具有在地鄉土特色且具備跨域整合能力的科學教育模式。

此外，本社群共備所累積的資源與經驗，可做為爾後課程修正的參考，也能轉化為區域性甚至全國性的教學模式，希望有機會能推廣至更多學校與教育現場，擴大影響力與可持續性。期盼未來透過更多元的夥伴團隊連結，以及科技輔助工具的運用，能讓科學教育的跨域合作將更加深化，真正實現「教學共好、專業共學、資源共享」的核心理念。



表二 教師社群共備照片

(二) 行動研究：

1、歷史走讀活動內容：了解田寮河的歷史演變及其經濟活動變化，教學活動時間：150分鐘

活動內容	評量內容與方式
1. 導入 (10分鐘) (1) 簡介田寮河的地理位置及重要性 (2) 展示相關影片、圖片	口頭提問學生分享對田寮河的初步印象
2. 講授歷史 (40分鐘) (1) 介紹日據時代至今的演變過程 (2) 討論漁業、木材集散及觀光功能的變化	樂於參與並共同討論
3. 實地走讀 (100分鐘) (1) 帶領學生沿河走讀，觀察現場 (2) 介紹沿途的歷史遺跡及經濟活動(迴船池、田寮河12生肖橋、遊廓區、福德廟、明月寺)	觀察紀錄：學生拍照記錄沿途觀察的歷史痕跡

活動照片

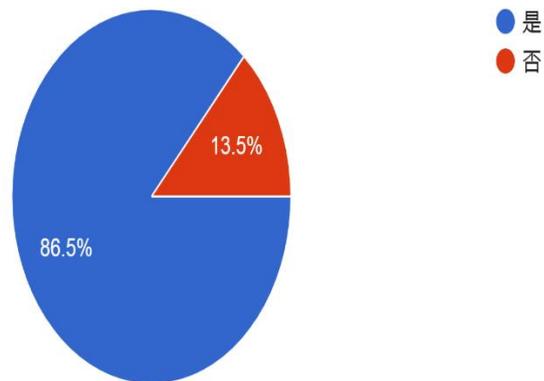




課程滿意度調查相關數據一覽

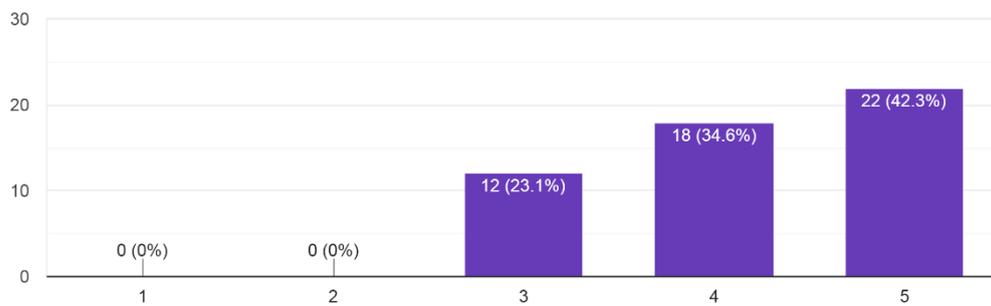
您是否願意再次參加類似的歷史文化走讀活動？

52 則回應



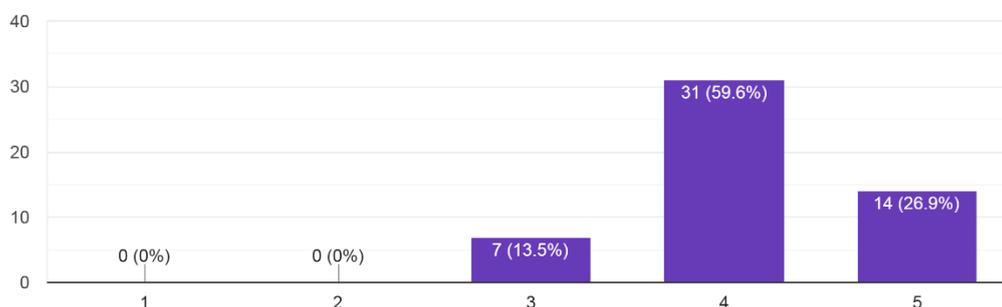
您對田寮河歷史走讀課程時間的滿意程度為何？

52 則回應



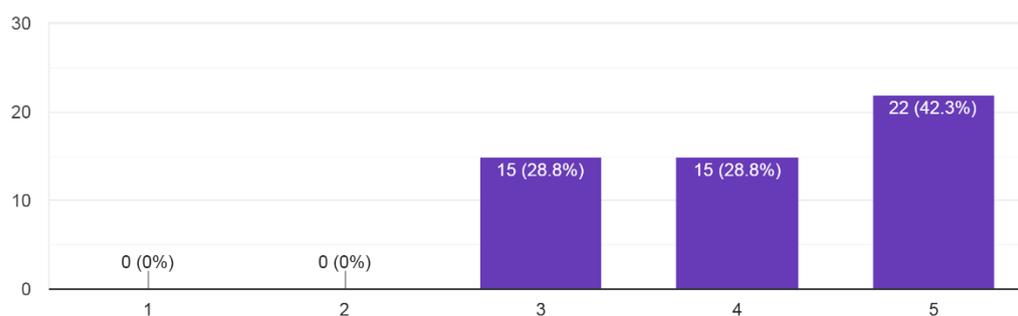
活動內容是否具有啟發性與學習價值？

52 則回應



田寮河走讀實施後，你是否對於田寮河歷史有深入了解？

52 則回應



2、田寮河周邊生態踏查：了解田寮河的植物生態及相關水質，教學活動時間：200分鐘

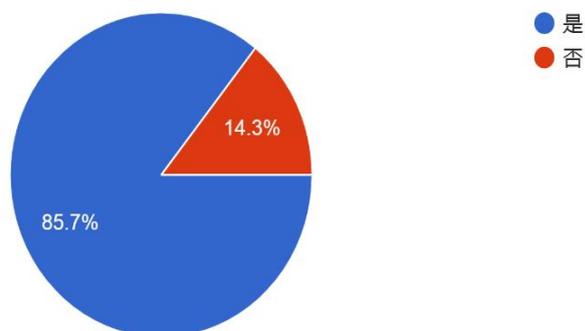
活動內容	評量內容與方式
1. 實地走讀（100分鐘） （1）帶領學生沿河，觀察植物並解說 （2）教師沿途說明植物特性與觀察重點、並請學生撿拾、採摘葉、果、花卉作為相關研究參考	使用手機觀察拍照，並以inaturalist 紀錄
2. 觀察水質（50分鐘） （1）介紹水質顏色、河川氣味形成原因 （2）不同河段水質的變化與可能原因	小組手機拍照記錄
3. 做成植物觀察記錄（50分鐘） （1）帶領學生以顯微鏡觀察 （2）撰寫學習單並發表	植物觀察紀錄表：學生拍照記錄觀察植物與觀察學習單
照片	



課程滿意度調查相關數據一覽

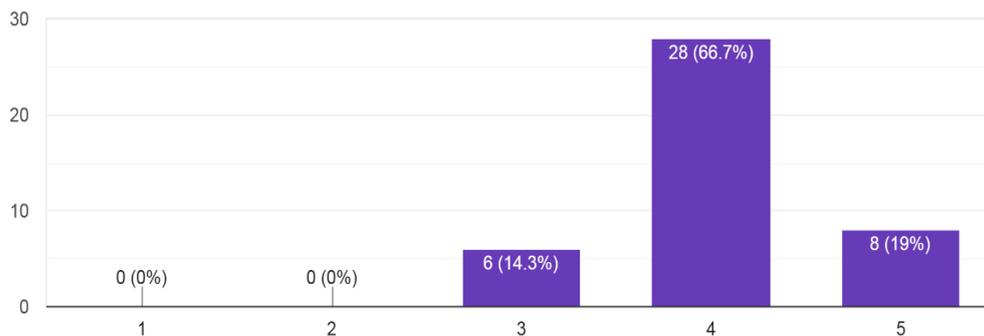
您是否願意再次參加類似的田寮河流域生態踏查活動？

42 則回應



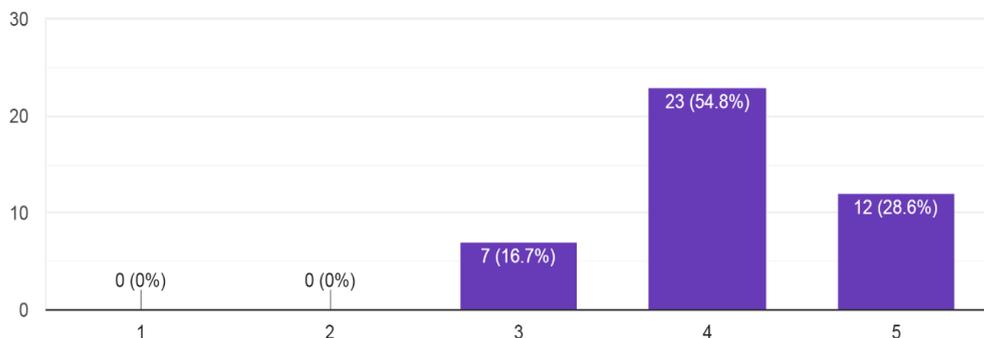
您對本次田寮河流域生態踏查的整體滿意度為何？

42 則回應



活動提供的資源或資料是否實用？

42 則回應



3、田寮河流域觀察、經濟探查、改善發想：觀察田寮河的流域與經濟活動變化，教學活動時間：250分鐘

活動內容	評量內容與方式
1. 流域觀察與經濟探查（100分鐘） （1）學生分組，並先以google地圖探查流	使用google map與定位

域附近有興趣研究項目，先行蒐集相關商店或主題 (2) 分組討論並規劃研究主題	
2. 實地調查與研究 (100分鐘) (1) 分組進行調查與觀察記錄 (2) 拍攝	小組以手機進行拍照、攝影記錄
3. 分組發表結果 (50分鐘) (1) 學生分組上台發表 (2) 思考觀察或探查主題的思考或未來方向	分組討論紀錄表

照片

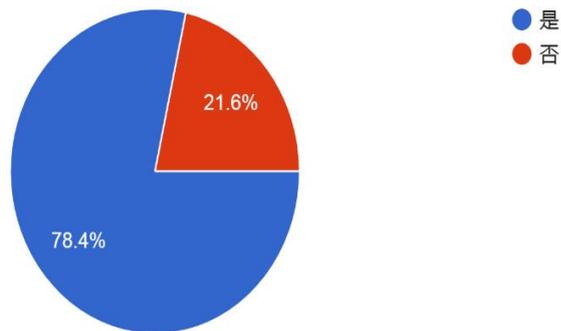




課程滿意度調查相關數據一覽

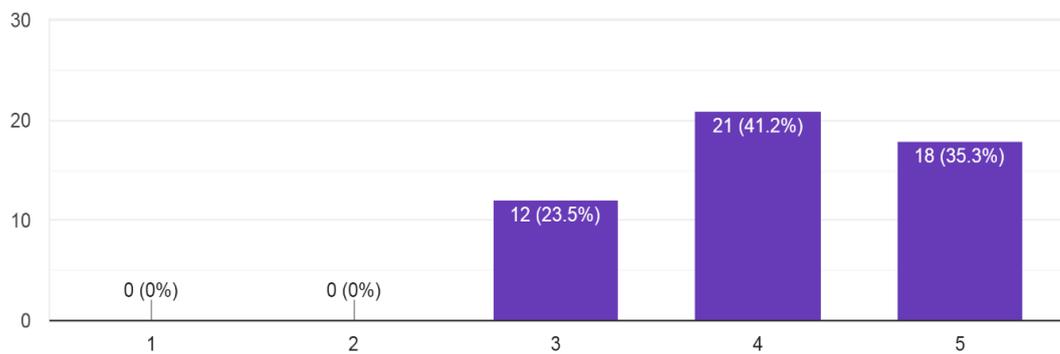
您是否願意再次參加類似的活動？

51 則回應



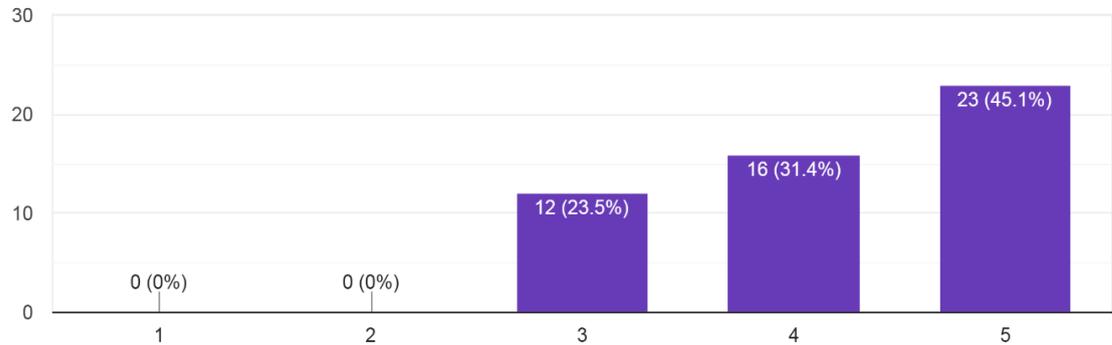
您對田寮河流域經濟課程的滿意程度為何？

51 則回應



主題內容是否與你期待的相符合？

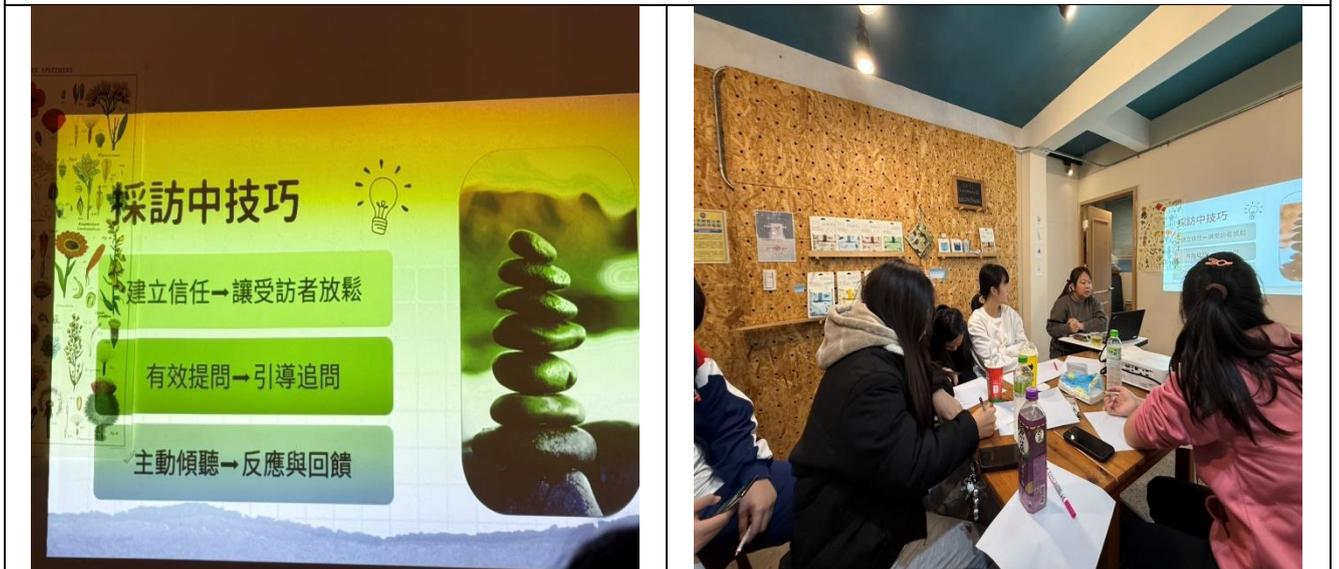
51 則回應



4、田寮河問卷設計調查與訪談：了解田寮河附近居民對於流域建議，教學活動時間：150分鐘

活動內容	評量內容與方式
1. 問卷設計（50分鐘） （1）帶領學生設計問卷與訪談大綱，教師簡報與AI工具協助完成 （2）進行分組討論	設計google問卷與訪談大綱
2. 實地問卷調查與座談訪談（50分鐘） （1）分組進行問卷調查與訪談 （2）拍攝與追問	小組以手機進行google問卷、拍照、錄音記錄
3. 分組發表問卷與訪談結果（50分鐘） （1）學生分組上台發表 （2）撰寫學習單並發表	上台發表訪談結果

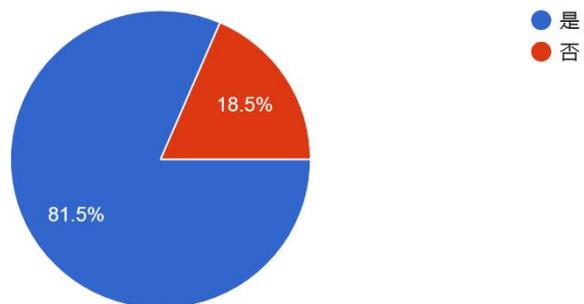
照片





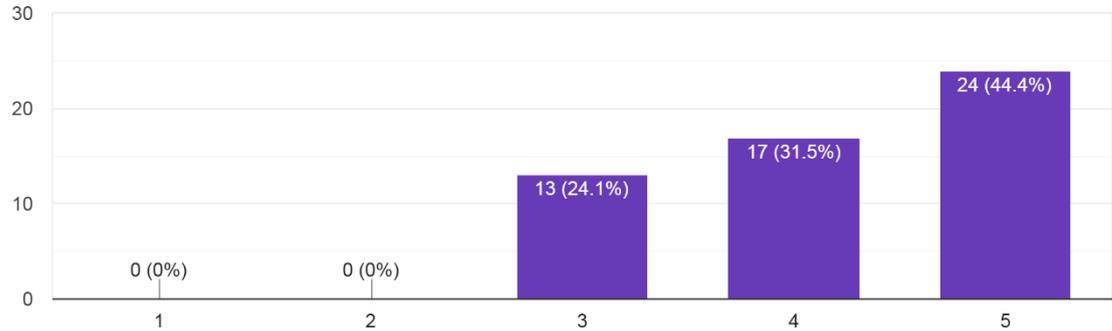
課程滿意度調查相關數據一覽

您是否願意再次參加類似的活動？  
54 則回應



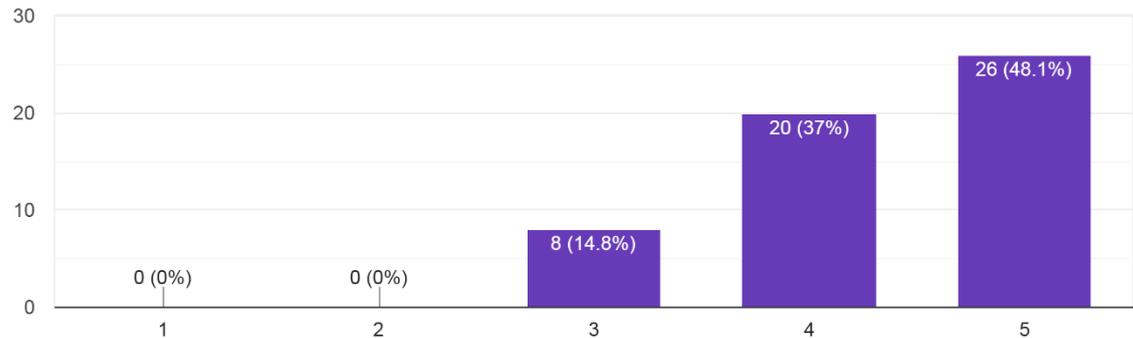
您對田寮河流域訪談課程的滿意程度為何？

54 則回應



主題內容是否與你期待的相符合？

54 則回應



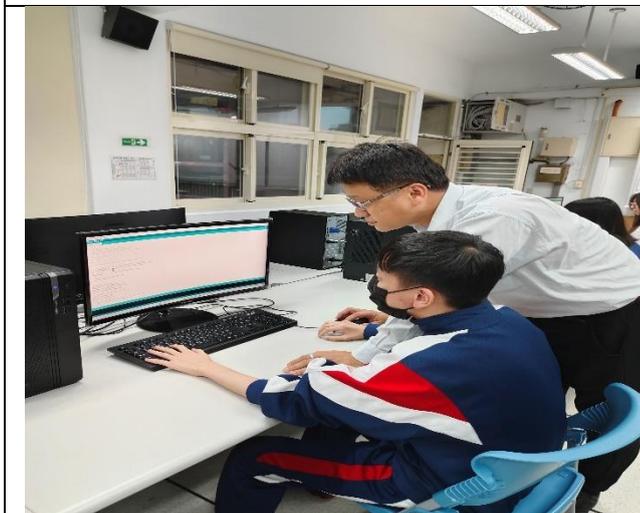
### (三) 科學實驗：

教師說明水質指標中的 pH 值與 TDS（總溶解固體）在環境監測中的應用與重要性，強調科學素養與水質環境的觀念，協助學生理解這些數據如何反映水體的酸鹼度與污染程度。教師帶領學生進行實作，使用 Arduino 感測模組，透過 Arduino IDE 撰寫程式碼，完成資料讀取與基本輸出。教學過程中強調邏輯思維、問題解決與實驗精神，讓學生在實際操作中培養科技應用與資料解釋的能力。學生上課後能掌握基礎感測技術與程式撰寫流程，將資訊科技與環境議題做有意義的連結，學校藉此課程實踐科技教育與環境教育整合，為永續發展教育奠定基礎。

進一步設計以 Python 程式設計結合樹莓派實作系統的教學活動。課程聚焦於硬體控制輸出的整合應用，協助學生建立「程式語言 × 控制邏輯 × 實體裝置」的概念。課程中，教師指導學生透過 Python 撰寫程式，控制樹莓派 I/O 腳位，實現以下功能：控制馬達模組驅動前後移動及速度調變；學生學習如何操作 GPIO 腳位、PWM（脈波寬度調變）與方向控制，實現馬達的正反轉與精準控制。啟動繼電器控制抽水幫浦；繼電器作為開關元件的作用，並引導學生以程式邏輯條件，控制水幫浦啟動與關閉，實現自動抽水檢測。

活動內容	相關程式碼與接線
1. ARDUINO程式設計 (100分鐘) (1) 講解PH值與TDS值代表意義 (2) 帶領學生撰寫Arduino IDE 程式	附件一
2. 簡易工具製作 (100分鐘) (1) 進行思考並繪圖思考工具並討論如何取得田寮河的水 (2) 實際製作	附件二
3. 水質檢測實驗 (100分鐘) (1) 檢測水質 (2) 對照分析	附件三
4. python程式碼撰寫與測試	附件四
5. 田寮河抽水船隻發想與實作	附件五

照片





#### (四)科技實作：邀請業師到校協助教學與學生實際體驗

1. 地面站規畫教學、GPS導航與定位教學：了解基本gps原理。無人機地面站開源軟體與飛控電腦安裝與設定。飛行任務規劃與參數設定調整，自動航行設定與操作。
2. gps設定與虛擬機mission planner架設：地面站控制與飛行任務規劃。實際動手安裝Mission Planner軟體、飛航電腦Pixhawk韌體安裝、校正調整與解鎖、航行任務模式與規劃、航行參數的介紹與調整，最後進行模擬任務後，實際體驗自動航行。
3. 船體設計教學：由帆船協會的業師協助推動跨領域課程與STEM教育的架構下，結合「物理、工程與資訊科技」的船體設計教學活動，引導學生從基礎理論出發，動手設計、製作與測試小型自走船模型。課程涵蓋下列方向：

##### (1) 船體設計與浮力教學

教師首先帶領學生認識阿基米德原理，講解浮力的來源與船體穩定性的關鍵因素。學生透過3D設計，評估不同形狀、材料與重心配置對船體浮力與平衡的影響。業師引導學生思考船體在靜水與流動水域中的表現，建立科學觀念與實驗精神。

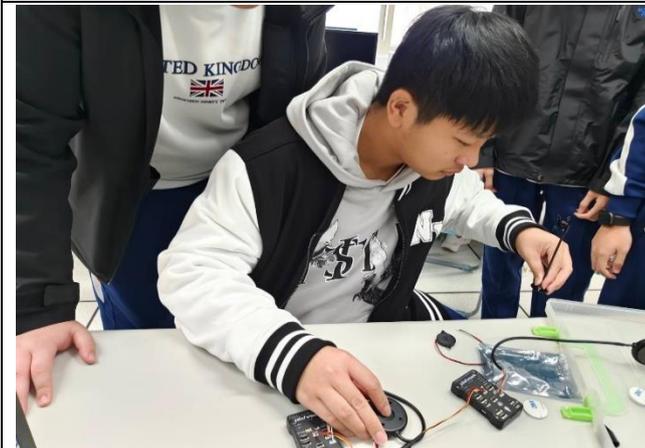
##### (2) 方向控制與操舵原理

課程運用馬達、簡易電路、遙控設備為船隻提供推進力，並由業師指導進行遙控動力。學生調整馬達啟動時間、速度與方向，模擬實際航行狀態下的操作需求。學生以程式搭配物理結構設計，實現船體轉向功能。透過實驗與調整，學生理解操控技術與動態穩定性的關聯，提升系統整合與問題解決能力。

4. 樹莓派與PIXHAWK連線教學：本校推動科技專題應用課程，規劃企業講師到校協助「樹莓派(Raspberry Pi)與Pixhawk連線教學活動」，讓學生理解感測器資料、程式邏輯與硬體

控制之間的整合運作，讓學生親自操作自動化航行／導航控制流程，並認識PIXHAWK控制器在無人載具中的核心角色。

活動照片





(五)團隊合作:學校積極設計並推動以專題探究導向為核心的學習活動,團隊合作項目主要培養學生的團隊合作能力與跨領域整合素養。學生以小組形式分工合作,從歷史走讀的反思、生物多樣性的觀察反思、簡易船體的設計與製作、控制電路的製作,最後到科學資料彙整、科學文件撰寫、投影片製作及科展報告的參與,整個過程強調合作交流與責任分擔。

學校透過共同備課時間、跨科教師協同指導,以及定期的成果社群分享,引導學生在團隊中有效溝通、集思廣益,並學習尊重他人觀點與回饋意見。

學生在65屆科展競賽過程中,能自主詳實的記錄研究過程,培養科學探究與批判思考能力,更能在合作中展現創造力與領導力,最終完成一篇具科學性與可讀性的研究報告。

此外,學校也鼓勵學生參與校內外的科學創客競賽活動,積極參與基隆市基優盃創意船隻設計競賽,學校提供練習的場地空間、課程與材料、參賽的舞台,讓學生能展現成果,並從中獲得實作經驗與成就感,進一步提升團隊合作與問題解決的能力。

#### 1、田寮河走讀活動與生態反思成果發表:

- (1)田寮河歷史走讀成果發表:為了深化學生對在地文化的認識,規劃並引導學生進行田寮河流域的歷史走讀活動。透過田野調查、社區訪談與文獻資料蒐集,學生得以了解田寮河與地方發展的密切關係。並藉由歷史走讀成果發表中,學生以投影片方式呈現研究成果,並報告內容,展現自主學習的能力,也強化了學生對家鄉歷史脈絡的理解。

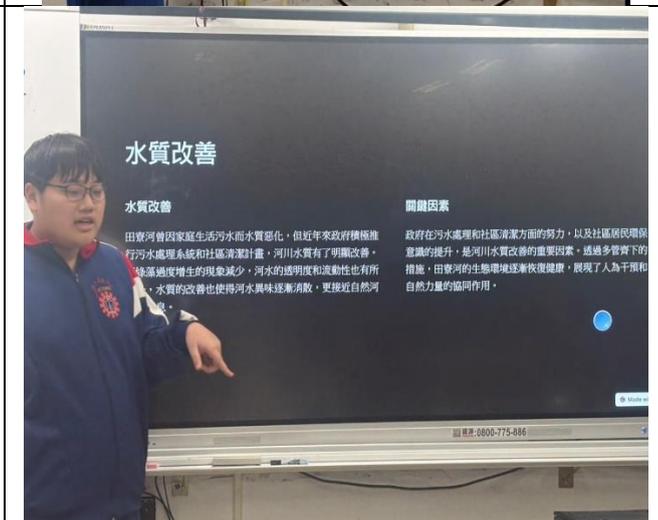
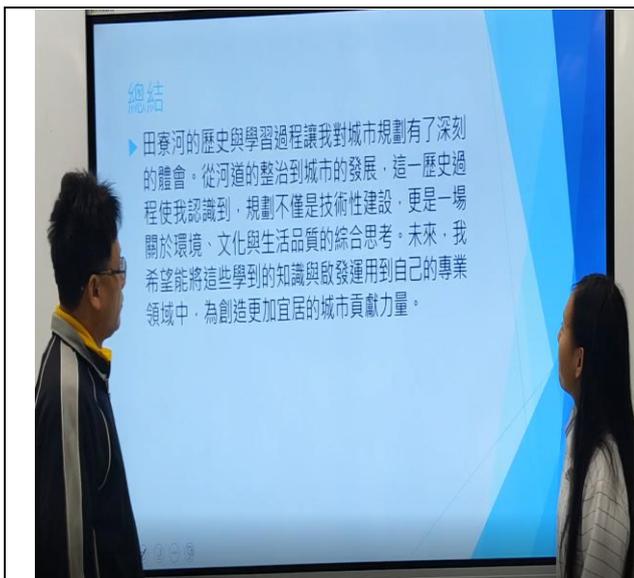
學校經由此活動繼續修正,爾後能連結鄉土課程,實踐素養導向教學,並鼓勵學生成為在地文化的傳承者,發表活動時間共120分鐘。

- (2)田寮河生態反思成果發表,配合環境教育課程目標,設計田寮河實地生態觀察與水質記錄活動,引導學生親自觀察河川的生態系統,生態反思發表過程中,學生學會以批判性思考方式審視人類對自然環境的影響,學生透過自己在課程中的實際觀察結果,表達他們的觀察與省思。教師也從旁輔導學生將所學應用於行動方案的規劃,提升公民責任感。

學校由此推動永續發展教育,培養學生具備關懷環境、積極行動的態度與能力,發表的相關活動時間共計120分鐘。

照片





2、船體設計與製作:建立學生對船舶工程與流體力學的基礎認識並發展學生的動手實作能力與解決問題的能力。本活動讓學生體驗從設計到成品的完整工程歷程，並強化團隊合作、溝通協調與專題製作經驗，以便為參加校內外科展、創客競賽等活動打下基礎。

照片

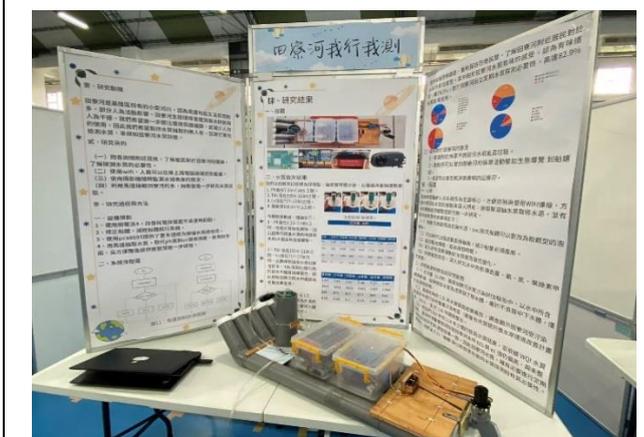
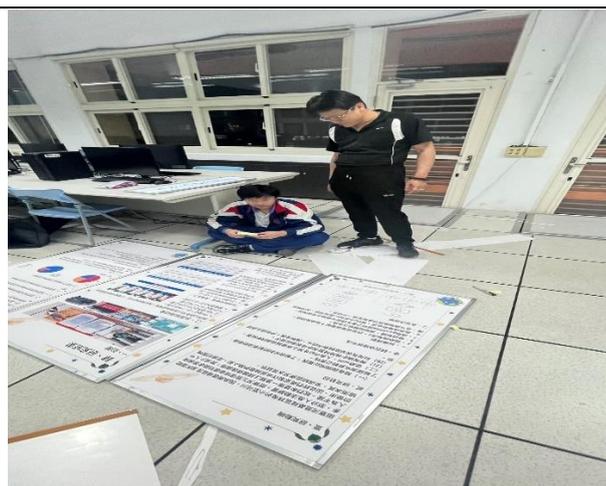




### 3、科學教育文件與無人船使用文件撰寫教學、海報製作、報告練習

為培養學生科學寫作的基本能力，讓學生能清楚紀錄實驗設計、實作歷程與觀察結果。強化學生對科學探究與工程操作之間關聯的理解與表達、展示學習成果，訓練科學思維與邏輯表達，活動中指導學生撰寫與操作相關的技術文件，並經由海報製作的過程，學生能將研究成果、實驗觀察與資料彙整成具吸引力的視覺展示。最後上台報告練習的過程，來提升學生的表達與實務應用能力。

照片



## 五、 討論與建議

### (一) 討論

誠摯感謝教育部國民及學前教育署對本校師生的支持與肯定，賦予我們這次珍貴且具有啟發性的成長機會。在本學期的計畫實施歷程中，不僅大幅提升了本校教師在科學教育領域的專業量能與教學視野，也促使學校團隊積極規劃並實際執行一系列兼具創意與科學精神的體驗式學習活動，為學生開啟更廣闊的學習視野，並實際促進了科學素養的深化與內化，讓科學教育從課堂走入真實世界，造福了許多學子。

在計畫推動的過程中，我們歡喜地見證了學生在知識、態度與能力上的明顯成

長，特別是在探索鄉土環境議題的過程中，更進一步激發出他們對於家鄉—基隆的認同與關懷。這種學習動機轉變，正是教育最珍貴的成果之一。我們深信，持續推動此類結合在地特色與科學探究的教育模式，將更有效培養學生主動學習、批判思考與跨域整合的能力，進而培育出具備公民素養與環境責任感的未來人才。

尤其令人振奮的是，在本次第65屆北一區科學展覽中，參與活動的學生就以「田寮河我行我測」為主題，參加環境科學類競賽並榮獲「佳作」成績，展現了學生將在地議題與科學方法相結合的實踐成果。這不僅肯定了學生在課程中所付出的努力，也印證了本計畫對於學習成效的正向促進。

我們期盼未來能持續深化此類研究主題，進一步拓展對環境永續議題的理解與行動力，讓教育成為改變社會與守護環境的重要力量。

在本次教師社群的討論活動中，來自歷史、生物、地理、資訊等不同學科領域的教師，透過跨域交流與集體探究，進一步深化了對學科整合教學的理解與實踐可能性。這樣的專業對話不僅激發出更多創新的課程構想，也拓展了教學視野，形成了前瞻性與可行性的跨領域合作模式。

在社群討論的過程中，教師們針對本次活動進行回顧與檢討，並提出下一年度的課程規劃方向與改進策略，具體構想如下：

1. **改良動力來源，關注生態友善：**為避免水下舵槳可能對魚類造成傷害，並防止水下舵槳被河川垃圾纏繞，教師提議將動力機制由水下推進改為風力驅動，設計「風力船」。同時，計畫搭配風力船槳的拉力實驗，以科學探究的方式檢視其動力效能與可行性，並進一步培養學生工程設計與物理概念的統整能力。
2. **優化船體設計，提升浮力實測體驗：**鑒於先前使用PVC材質製作船體導致過重的問題，教師群建議改採用泡棉材質進行新一輪的設計與測試，透過實際操作與浮力實驗，引導學生理解材料科學、力學與流體動力之間的關聯，並培養解決問題的能力。
3. **歷史地圖疊圖應用，促進時空素養：**為深化學生對地方歷史的理解，教師們計畫引導學生運用國家級歷史地圖資料，將日治時期地圖與現代地理資訊進行重疊分析，讓學生從地圖的變遷中觀察基隆地區的環境、地貌與人文發展演進，進而培養時空轉換與資料解讀的能力。
4. **生態觀察與生活連結，提升環境意識：**基隆教師反應田寮河沿岸，春夏之際有白鷺鷥大量聚集的自然現象，鳥類糞便對戶外停車造成困擾的影響。規劃以此為主題，引導學生從生態攝影、食物鏈與人類活動等多重角度進行探究，進而思考人與自然共處的策略。

## (二) 建議

計畫的順利實施與推展，必須在充分考量實際執行層面的前提下進行周密規劃。尤其在涉及協助團體（如外部專業機構、大學端資源、企業安排講師等）以及學校

本身的教務教學與學務活動安排時，這些時間的協調安排更顯得格外關鍵。

因此，為確保能有效提升整體計畫的執行效率與成效，建議主管單位能夠盡早公布計畫審查結果與通過日期的時程。越早明確計畫的核定時程，能讓執行團隊及早著手進行後續準備工作，包括體驗活動的設計、師資與場地的安排、教具教材的準備、以及實驗流程的擬定與測試，更有助於校內外既有行事曆做出整合與調整，避免時間上的衝突，並確保學生在參與歷程中的完整性與連貫性。

## 七、參考資料

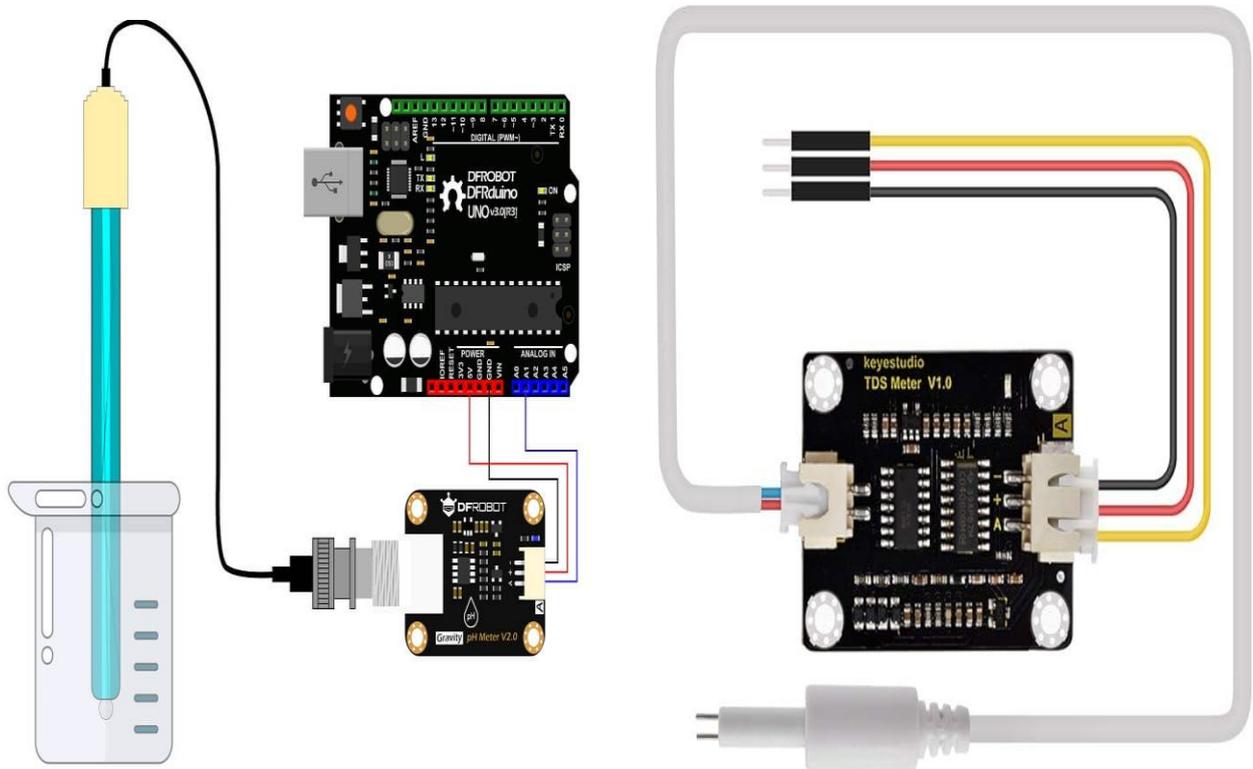
基隆市港水質提升水岸環境改善計畫、全國水環境改善計畫整體計畫工作書。網址：<https://reurl.cc/WANgAx>

基隆田寮河水質分析(2010)，方天璽、陳幸達，國立台灣海洋大學海洋環境資訊學系博士論文。

基隆市田寮河的時空探究(2021)，王明志、許品瑄，台北市立大學裡歷史與地理學系社會科教學碩士論文。

## 八、附件

### (一) 附件一：



```

void loop(){
  for(int i=0;i<10;i++){ //10次平均值
    buf[i]=analogRead(SensorPin);
    delay(10);
  }
  for(int i=0;i<9;i++){ //排列數據大小
    for(int j=i+1;j<10;j++){
      if(buf[i]>buf[j]){
        temp=buf[i];
        buf[i]=buf[j];
        buf[j]=temp;
      }
    }
  }
  avgValue=0;
  for(int i=2;i<8;i++)avgValue+=buf[i]; //取10次的中間
  值 (第2到第8次)
  float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6; //convert
  the analog into millivolt
  pHValue = -5.70 * pHValue + calibration_value;
  //convert the millivolt into pH value
  Serial.print(" pH Value: ");
  Serial.print(pHValue);
  delay(1000);
}

```

**ph值主程式**  
**取六次平均判讀**

```

#define TdsSensorPin A0
#define VREF 5.0 // arduino UNO 電壓5V // ESP32 3.3V
#define SCOUNT 30 // sum of sample point

int analogBuffer[SCOUNT]; // store the analog value in the
array, read from ADC
int analogBufferTemp[SCOUNT];
int analogBufferIndex = 0;
int copyIndex = 0;

float averageVoltage = 0;
float tdsValue = 0;
float temperature = 27; // 目前溫度

// median filtering algorithm
int getMedianNum(int bArray[], int iFilterLen){
    int bTab[iFilterLen];
    for (byte i = 0; i < iFilterLen; i++)
        bTab[i] = bArray[i];
    int i, j, bTemp;
    // 泡末排序法
    for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++) {
        for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++) {
            if (bTab[i] > bTab[i + 1]) {
                bTemp = bTab[i];
                bTab[i] = bTab[i + 1];
                bTab[i + 1] = bTemp;
            }
        }
    }
    // 判斷數組長度是奇數還是偶數
    if ((iFilterLen & 1) > 0) {
        // 如果是奇數，返回中間的元素
        bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
    } else {
        // 如果是偶數，返回中間兩個元素的平均值
        bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
    }
    Serial.print("TDS Value:");
    Serial.print(tdsValue, 0);
    Serial.println("ppm");
}
} // 返回計算出的中位數
return bTemp;
}

void setup(){
    Serial.begin(115200);
    pinMode(TdsSensorPin, INPUT);
}

```

```

void loop(){
// 定義一個靜態變數來記錄上次讀取的時間點
static unsigned long analogSampleTimepoint = millis();

// 檢查當前時間與上次讀取時間的差異是否超過40毫秒
if(millis() - analogSampleTimepoint > 40U) {
// 更新上次讀取的時間點
analogSampleTimepoint = millis();

// 從TDS感測器讀取數值並存入analogBuffer
analogBuffer[analogBufferIndex] =
analogRead(TdsSensorPin);

// 增加下一個analogBuffer索引
analogBufferIndex++;

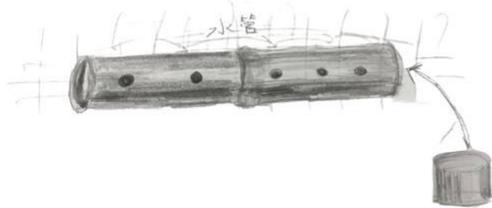
// 如果緩衝區索引達到預定大小，則重置索引
if(analogBufferIndex == SCOUNT) {
analogBufferIndex = 0; // 重置索引以覆蓋舊數據
}
}

// 記錄print時間
static unsigned long printTimepoint = millis();

// 檢查當前時間與上次print時間的間隔是否超過800毫秒
if(millis() - printTimepoint > 800U) {
// 更新print時間為當前時間
printTimepoint = millis();
// 遍歷tds數據
for(copyIndex = 0; copyIndex < SCOUNT; copyIndex++)
{
// 將當前的tds數據複製到臨時緩衝區
analogBufferTemp[copyIndex] =
analogBuffer[copyIndex];
// 通過中位數濾波算法讀取更穩定的模擬值，並轉換為
電壓值
averageVoltage = getMedianNum(analogBufferTemp,
SCOUNT) * (float)VREF / 1024.0;
// 溫度補償公式：fFinalResult(25°C) =
fFinalResult(current)/(1.0 + 0.02 * (fTP - 25.0));
float compensationCoefficient = 1.0 + 0.02 *
(temperature - 25.0);
// 進行溫度補償
float compensationVoltage = averageVoltage /
compensationCoefficient;
// 將電壓值轉換為TDS值
tdsValue = (133.42 * compensationVoltage *
compensationVoltage * compensationVoltage -
255.86 * compensationVoltage *

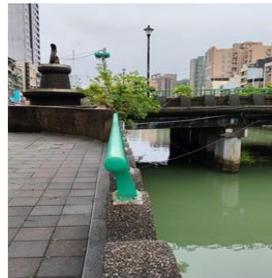
```

附件二



取樣工具設計與發想

附件三



名稱	自來水	財鼠橋	旺牛橋	福虎橋	玉兔橋	祥龍橋	銀蛇橋
Ph	7.33	7.49	7.47	7.52	7.47	7.47	7.47
Tds	133	2190	1910	1554	1712	1648	1840
Ec	66	1090	960	777	856	824	920
鹽度	0	0.1	0.09	0.07	0.08	0.08	0.09

名稱	自來水	寶馬橋	吉羊橋	美猴橋	金雞橋	富狗橋	喜豬橋
Ph	7.33	7.47	7.48	7.47	7.48	7.47	7.47
Tds	133	1893	1652	1829	1903	1737	1904
Ec	66	925	873	917	972	864	946
鹽度	0	0.09	0.09	0.1	0.09	0.08	0.09

附件四

1. 開發webcam 程式碼

```
(1)webcam.py
#!/usr/bin/env python3
# -*- coding: utf-8 -*-
from flask import Flask, render_template, Response
import cv2

app = Flask(__name__)
camera = cv2.VideoCapture(5)

def gen_frames():
    while True:
        success, frame = camera.read()
        if not success:
            break
        else:
            ret, buffer = cv2.imencode('.jpg', frame)
            frame = buffer.tobytes()
            yield (b'--frame\r\n'
                + b'Content-Type: image/jpeg\r\n\r\n' + frame + b'\r\n')

@app.route('/video_feed')
def video_feed():
    return Response(gen_frames(),
                    mimetype='multipart/x-mixed-replace; boundary=frame')

@app.route('/')
def index():
    return render_template('webcam.html')

if __name__ == '__main__':
```

```
app.run(host='0.0.0.0', threaded=True)
```

(2)webcam.html

```
<html>
  <head>
    <title>Video Streaming Demonstration</title>
  </head>
  <body>
    <h1>WiFi 即時影像監控畫面</h1>
    
  </body>
</html>
```

2. 開發motor程式碼

**三種馬達**：我們使用了python的語法，搭配Flask框架，控制馬達前進後退、舵機左右角度、抽水馬達由繼電器來驅動動作。

# 定義電變控制通道

```
ESC_CHANNEL = 0
```

```
SERVO_CHANNEL = 1
```

```
PUMP_CHANNEL = 2
```

```
ESC_MIN = 150 # 電變最小值 (逆時針方向)
```

```
ESC_MAX = 500 # 電變最大值 (順時針方向)
```

```
ESC_NEUTRAL = 375 # 電變中立值
```

#初始化

```
def esc_init():
```

```
    #for i in range(7):
```

```
        # pwm.set_pwm(ESC_CHANNEL, 0, ESC_MIN)
```

```
        # time.sleep(0.1)
```

```
    #for i in range(7):
```

```
        # pwm.set_pwm(ESC_CHANNEL, 0, ESC_MAX)
```

```
        # time.sleep(0.1)
```

```
    for i in range(7):
```

```
        pwm.set_pwm(ESC_CHANNEL, 0, ESC_NEUTRAL)
```

```
        time.sleep(0.1)
```

```
    pwm.set_pwm(DOOR_CHANNEL, 0, ESC_NEUTRAL)
```

```
    time.sleep(0.1)
```

# 控制函数

```
def set_esc_speed(speed):
```

```
    pulse = int(ESC_NEUTRAL + (ESC_MAX - ESC_NEUTRAL) * speed)
```

```
    pwm.set_pwm(ESC_CHANNEL, 0, pulse)
```

```
def set_servo_angle(angle):
```

```

    pulse = int((angle / 180.0 * 200) + 275)
    pwm.set_pwm(SERVO_CHANNEL, 0, pulse)

def set_pump():
    pwm.set_pwm(PUMP_CHANNEL, 0, 375)

def open_door():
    pwm.set_pwm(DOOR_CHANNEL, 0, 525)

def Drive_Motor(Dir, Speed):
    if (Dir == 'FW'):
        # 控制前進
        set_esc_speed(0.9) # 電變速度 90% (1 到 0)
        set_servo_angle(90) # 舵機放置中央位置
        # 停頓一段時間
        time.sleep(2)

    elif (Dir == 'BW'):
        # 控制後退
        set_esc_speed(-0.6) # 電變速度 -50% (-1 到 0)
        set_servo_angle(90) # 舵機放置中央位置

        # 停頓一段時間
        time.sleep(2)

    elif (Dir == 'STOP'):
        set_esc_speed(0) # 電變速度停止
        set_servo_angle(90) # 舵機放置中央位置
        # 停頓一段時間
        time.sleep(1)

app = Flask(__name__)

@app.route('/')
def main():
    #esc_init()##
    return render_template('motor.html')

@app.route('/Forward')
def Forward():
    print('click 前進')
    Drive_Motor('FW', 0.9)
    return render_template('motor.html')

@app.route('/Backward')

```

```

def Backward():
    print('click 後退')
    Drive_Motor('BW', -0.6)
    return render_template('motor.html')

@app.route('/Left')
def Left():
    print('click 左轉')
    set_esc_speed(0.5) # 電變速度 50%
    set_servo_angle(180) # 舵機放置左轉
    # 停頓一段時間
    time.sleep(1)
    return render_template('motor.html')

@app.route('/Right')
def Right():
    print('click 右轉')
    set_esc_speed(0.5) # 電變速度 50%
    set_servo_angle(-25) # 舵機放置右轉
    # 停頓一段時間
    time.sleep(1)
    return render_template('motor.html')

@app.route('/Stop')
def Stop():
    print('click 停止')
    set_esc_speed(0) # 電變速度 0
    set_servo_angle(90) # 舵機放置中央位置
    # 停頓一段時間
    time.sleep(1)
    return render_template('motor.html')

@app.route('/PUMP')
def Stop():
    print('click PUMP')
    set_pump()
    # 停頓一段時間
    time.sleep(10)
    return render_template('motor.html')

if __name__ == '__main__':
    try:
        esc_init()
        app.run(host='0.0.0.0', port=9000, debug=True, threaded=True)
    except KeyboardInterrupt:

```

```

set_esc_speed(0) # 電變速度 0
set_servo_angle(90) # 舵機放置中央位置
# 停頓一段時間
time.sleep(1)
print("\nQuit")

```

## 附件五

### 一、動力控制

(一) 研發 CNC舵機組:繪製結構圖形，並以CNC車床製作水下船舵:

基本組成:

1. 螺旋槳 (Propeller) : 產生推力，使船隻前進。
2. 推進軸 (Drive Shaft) : 使用直連式軟軸 (直接將螺旋槳軸與馬達軸接合) 將馬達動力傳遞至螺旋槳，優點是結構簡單，但缺點震動傳遞明顯
3. 軸承座與支撐結構: 穩定推進軸，減少晃動與摩擦。



(二) 程式控制: 依據遙控器訊號相關數據，做為程式撰寫模擬遙控導航

PWM 脈寬 (us)	油門示意
500 us	全速後退
1500 us	油門中點 (零)
2500 us	全速前進

### 二、方向控制

(一) 伺服馬達控制參數



型號: TD8120MG，控制方式: PWM (Pulse Width Modulation)，脈寬範圍: 500 - 2500 微秒 (us)，中心位置: 約 1500 us 對應中立 (0°)，旋轉角度: 可達 180°，依 PWM 訊號線性控制，控制電壓: 5V~12V

上方伺服連桿機構: 利用伺服臂與連桿 (Linkage rod) 連接舵片。使用線軸連接減少角度偏移時的應力。伺服馬達固定於支撐結構上方，舵軸通過軸承座連接至舵片

(二) 伺服馬達控制訊號由樹莓派輸出訊號給PCA9685，並依據遙控器遙控方式尋找下方時脈提供給方向控制。

PWM 脈寬 (us)	對應方向
500 us	最大左轉 (-90°)
1500 us	正前方 (0°)

PWM 脈寬 (us)	對應方向
2500 us	最大右轉 (+90°)

### 三、繼電器模組及抽水幫浦

(一) 繼電器模組輸出端包括NO1、COM1、NC1、NO2、COM2和NC2等，控制1路和2路繼電器的各種功能。

端子	功能說明
COM (Common)	公共端，通常接入外部電源一端
NO (Normally Open)	常開端，當繼電器動作時才會與 COM 導通
NC (Normally Closed)	常閉端，預設導通，當繼電器動作時斷開

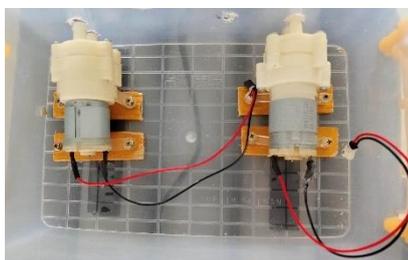


繼電器模組工作流程：

1. 接收到抽水指令，輸出 HIGH 訊號至 IN1 (控制腳位)
2. 第一路繼電器吸合，NO1 與 COM1 導通
3. 馬達通電運轉 → 抽水開始
4. 抽水完成 → IN1 輸出 LOW，繼電器斷開，馬達停止

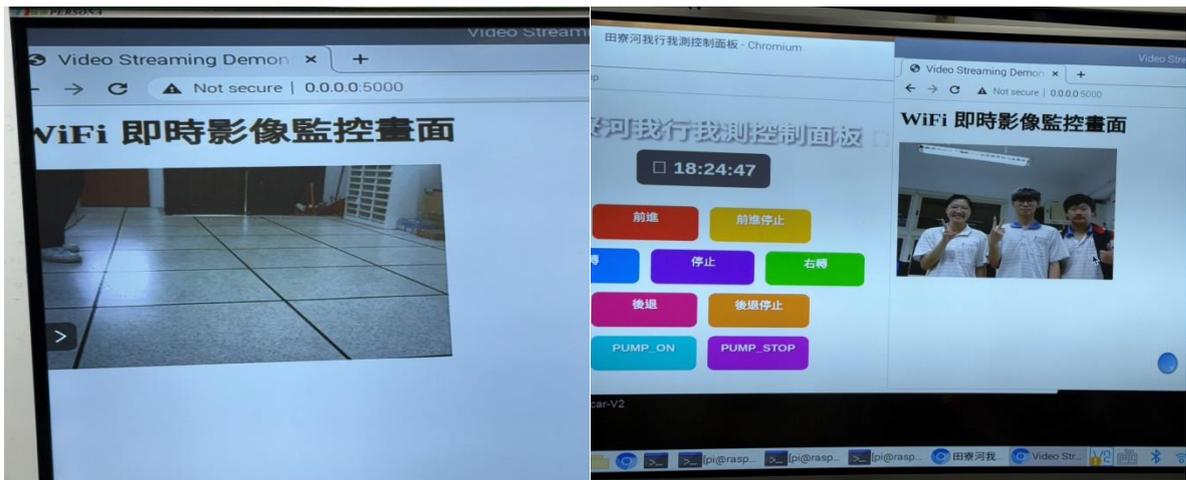
### (二) 抽水幫浦

原本規畫使用來抽取水質，直接由 ARDUINO 與水質 PH 質與 EC 質感測器測量，因為價格昂貴且功能單一，因此我們後來使用抽水幫浦，規格是 DC12V 的額定電壓，每分鐘可抽取 1.2 到 1.5 公升的流量。來抽取田寮河水，作為研究檢測水質使用，這樣的好處是可以將抽取的水質放於水瓶中帶回，如後續與大學實驗室合作，能將水質進行更加進一步的觀察與各項水質數據檢測。



### 四、攝影器材

(一) 為提升無人船自主航行與遠端觀測能力，本系統搭載一組 羅技 Logitech Webcam 720p，安裝於船體前方，作為前視影像鏡頭。該鏡頭具備基本高清畫質與 USB 傳輸介面，適用於即時監控、影像辨識或視覺導航應用。



- (一) **鏡頭固定方式**：安裝於船頭平台，使用螺絲固定。稍微抬高安裝角度，以取得前方遠景與近景資訊。鏡頭 USB 端口接至樹莓派 Raspberry Pi 的 USB 埠。使用 OpenCV / MJPEG-Streamer 等工具進行影像擷取或即時串流。具備**遠端即時監控**：操作時可透過無線網路或 Wi-Fi 模組取得實時視訊，判斷船隻航向與環境狀況。爾後可以**影像辨識或導航**：搭配 AI 模型進行水面障礙物辨識或目標追蹤。

五、船體主結構：PVC 管船筏設計說明：使用 5 根 PVC 水管為浮體骨架，具有良好浮力與結構穩定性。水管間以鋁板與木板結構件固定，形成平台式布局。前方略為上翹設計，有效降低水阻與水花拍擊，提升直線穩定性。船身角度與設計考量：前緣微抬角設計（ $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ）：利於入水流動導向與減震。重心向後偏移：利於前方鏡頭觀測與後方螺旋槳推進配重平衡。鋁合金固定件可快速調整浮筒寬度與高度，具良好改裝彈性。

#### 六、功能模組整合敘述

##### 1. 抽水系統

搭載 DC 12V 抽水幫浦 x2（裝設於透明盒內），導水管路已與幫浦出水口接合，可導引至感測模組或儲水盒，透過 雙路繼電器模組 控制開關

##### 2. 控制中樞

使用樹莓派嵌入式控制板將繼電器、伺服馬達、鏡頭模組等皆連接至控制板進行集中控制，外接電池供電（鋰電池模組位於右側）

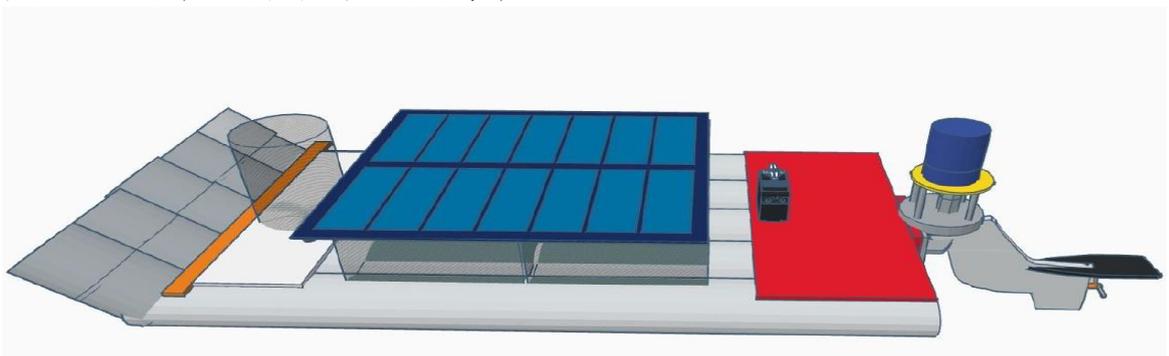
##### 3. 前視鏡頭模組

安裝一顆 Logitech Webcam 720p 於船頭，固定於 PVC 管支架內，可用於即時影像傳輸與視覺導航應用，鏡頭視角設計指向前方微斜下，便於觀察河面與進水口

##### 4. 動力與舵控系統

使用後方馬達 + 螺旋槳推進模組，伺服馬達（TD8120MG）連接控制舵片，透過 PWM 控制方向偏移

水冷散熱與防水設計可延長長時間運作壽命



原始設計理念圖



實際成品狀態圖