

教育部112學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：	國小學生經由STEAM小組合作進行「ROV」探究與實作計畫	
主持人：	吳哲銘	電子信箱：
共同主持人：		
執行單位：	基隆市港西國小	

一、計畫目的與內容

(一)研究目的：

根據中央氣象局2022的酸雨監測統計，全台19個測站中，唯獨基隆測站酸鹼度ph平均值僅4.7，是全台唯一達到pH平均值五點零以下「酸雨」標準的測站，也是自1999年起，連續廿四年蟬聯「全台最酸」的縣市。

基隆素有「雨都」之稱，年雨量可達3000毫米以上，尤其是每年的秋季至隔年的春季(9-4月)，長達半年以上時間有東北季風將水氣吹進迎風面的基隆，更容易產生持續性的降雨。我們所居住的基隆腹地不大只有132.7589平方公里，三面環山一面環海，腹地不大但卻有十多個大小漁港，漁業是除了國際貿易貨運外，基隆很重要的產業。我們想帶著學生測量基隆的海洋水域酸鹼值以了解其對海洋生態的影響。

STEAM 教育的特點包含特重觀察能力、創意提問與發想、跨科整合知識、動手實作(hands-on)與創客/自造(maker)、團隊合作等。在 STEAM 教育架構下，教育的目的不再只是單純的知識授受而已，也包含讓學生能夠「主動探究」、「學以致用」，其精神與〈12 年國教總綱總綱〉所揭示的核心素養-透過身體力行將知識整合活用頗為契合。要言之，教育 4.0 所致力培育的人才不但是學有專精，而且是具有博雅/通識精神，能將知識整合靈活運用的人。

STEAM 教育之重要概念為：以學習者為中心，整合跨領域學科知識，以及透過探索與實作等專題課程設計，協助學生發展問題解決策略、創意思考及創新應用等特質(陳怡倩，2017；Land，2013；Liao，2016)。目前正值 12 年國教開展之際，108

年新課綱「素養導向」的教育關注學習與生活的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展（教育部，2014）。在「藝術涵養與美感素養」的培育方面，強調學生能運用感官、知覺和情感，透過實作、實地參訪學習、參與操作、提升自主學習與探索能力，以辨識藝術的特質與意義，瞭解藝術與生活、社會文化的相關議題（教育部，2018）。

因此，我們想透過 STEAM 跨領域海洋科學與技術專題課程，以專題學習（project-based learning）的形式統整藝術、工程及科技領域學習內容。本研究以「水下 ROV 的探究與實作應用」為核心議題，引導學生進行海洋科學與技術專題探究，針對國小能實作一台可以潛入海水裡的水下 ROV，進行近岸的海域海水檢測，透過海水取樣檢測了解酸雨對於海洋水域的影響，進而達到關懷保護海洋的護海行動，也預期這樣的保護海洋監測水域的機器與行動可以推廣到其他水域，讓更多的學生可以經由學習「水下 ROV」成為守護海洋的公民科學家達到逐步擴大海洋的保護區的願景。

基於以上目標，我們期盼能帶領小學高年級學生以 STEAM 小組合作經由探究與實作的學習歷程實作出低成本、操作簡便的「水下海水取樣 ROV」，它應該具備以下幾個功能性：

1. 便利性:機器製作的用料取材簡單易得，方便學生們可以自行製作。
2. 環保性:使用可重複使用的鋰電池作為電力來源，具有節能環保優點。
3. 科學性:透過實驗的設計與操作培養學生對於科學探究與實作的能力，以可增加團隊的合作學習精神。
4. 教育性:應用設計思考的教學策略，結合小學所習得的創客相關繪圖、程式、電動手工具使用的相關技能，製作簡單而實用的機械裝置。
5. 推廣性:經由「水下ROV」製作工作坊及檢測海域水質的體驗活動，吸引更多學子加入製作參與共同關注環保護海洋的議題。

本計畫研究目的如下：

1. 學生能小組合作探究並製作水下 ROV。
2. 學生能應用科學儀器設計進行基隆近岸水域水質檢測實驗。
3. 學生能知道海洋酸化對於海洋環境的影響。
4. 學生能養成減碳護海洋的素養。

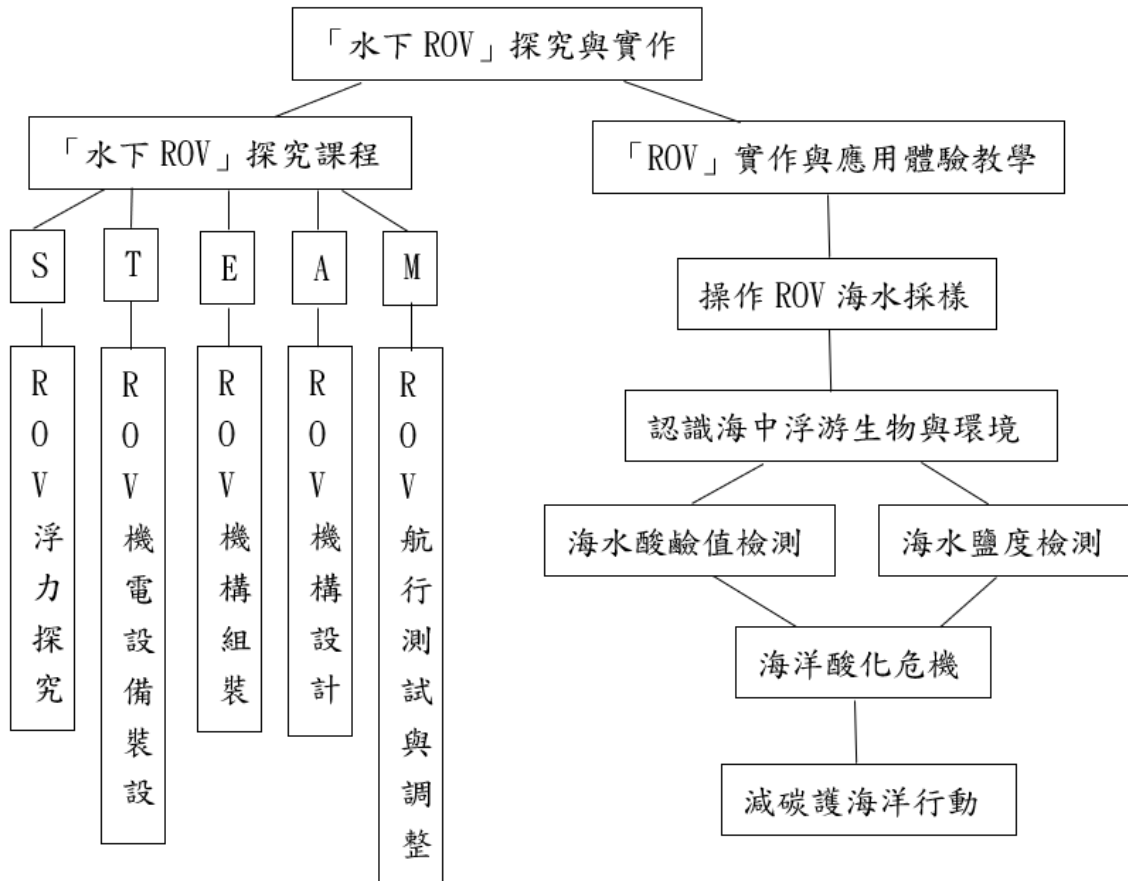
二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本校全體教職員工共同組成課程共備以及課程推行工作組織，以生態環境永續為核心精神，旨在培養學生對環境保護和永續發展的一些基本理解和價值觀，能愛護環境、欣賞自然的情操，及珍惜資源、節約能源、惜福愛物的生活習慣，輔導學生重視環境保護，讓環保成為生活的一部份，期能人人做環保、時時做環保、處處做環保，成為環保小尖兵，以影響家庭及社區。

姓名	職稱	負責內容	姓名	職稱	負責內容
吳哲銘	校長	課程統籌領導與規劃	羅雅真	科任老師	協助科技教育教學
楊智仲	教導主任	環境教育課程規劃	張宛茹	科任老師	國際教育與創意教學
陳俞均	教務組長	活動協調與支援	郭雅芳	科任老師	遊學課程歷程紀錄
陳宥任	學務組長	安全管理與應變規劃	許安奇	家長志工	協助環境教學活動
王俊鑫	總務主任	團隊組織與活動執行	林文琇	幹事	課程器材整備與支援
蔣愛瓊	工友	課程器材整備與支援	李素欣	護理師	安全維護與管理
李淑華	教師	課程設計與教學實務	黃毓琇	教師	課程設計與教學實務
陳宜明	教師	課程設計與教學實務	許峻傑	教師	課程設計與教學實務
戴偉琦	教師	課程設計與教學實務	楊麗芬	教師	課程設計與教學實務

三、研究方法

(一)研究架構



(二)STEAM 小組合作探究與實作學習

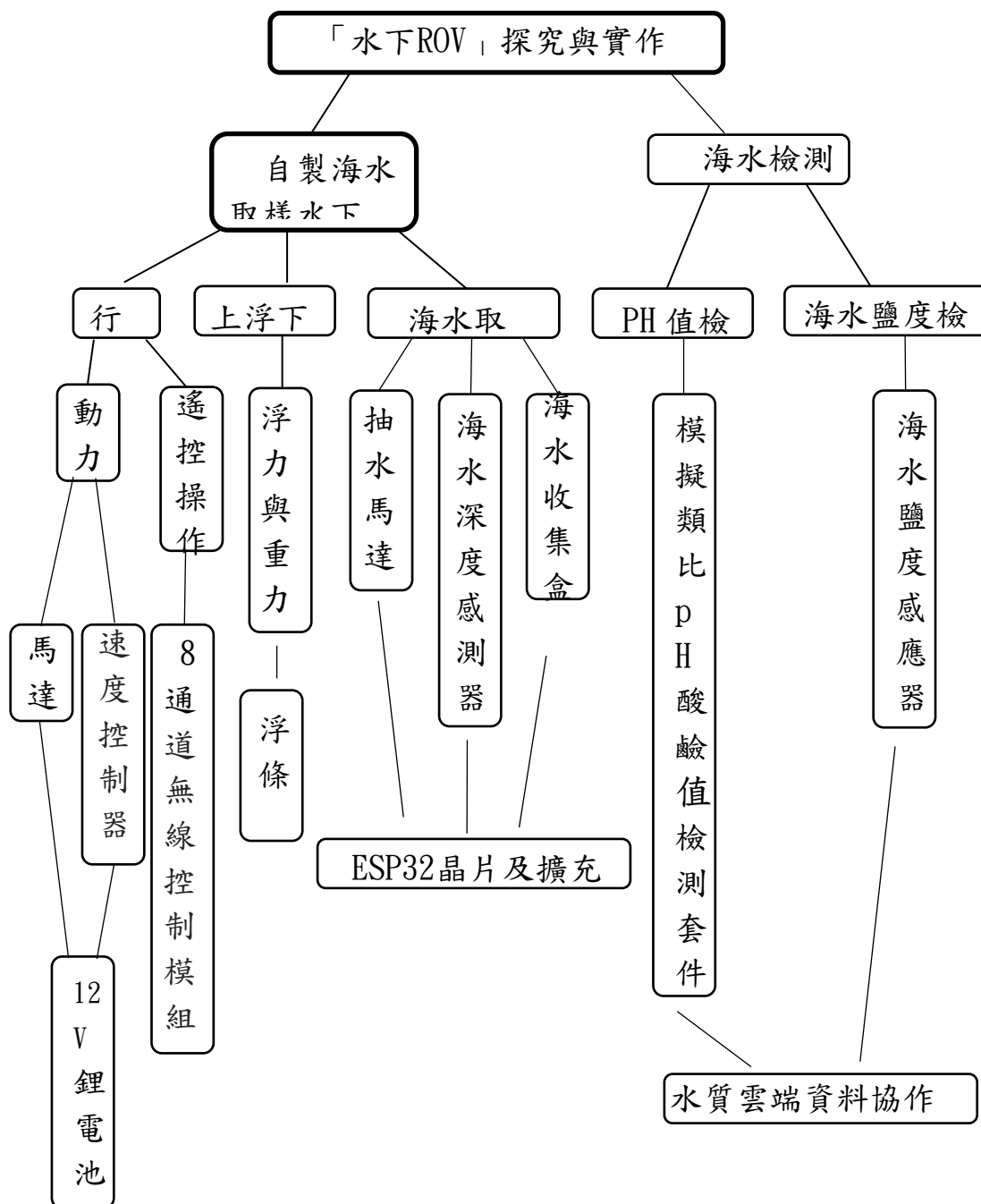
在108課綱理念推行之下，科學教育將由知識本位導向逐步轉變成素養導向的教學，強調以「探究實作」來理解科學，帶領學生手腦並用學習科學內涵（鄭文星，2003；NRC, 2013），結合動手做（hands-on）和動腦想（minds-on）的探究學習策略來更有效地培養學生科學素養（NRC, 1996），並且素養導向的科學探究特別著重情境脈絡應用與知識的連結，期望學生藉由動手作習得真實世界解決問題的能力（詹惠雪、陳美如，2018），如此連結實際情境脈絡方能使科學學習產生意義。

探究實作課程其主題的選取與設計不僅要與生活情境緊密連結而且還要具備跨領域的多面向思維（Roberts, 2007），在此策略下符合對於探究實作精神內涵、生活情境脈絡應用與跨領域整合的 STEAM 課程，將是實踐108課綱素養導向的科學探究實作之一大利器。教師在此模式之下引導學生生活用知識和技能進行專題式學習（Project Based

Learning)，透過專題式學習，老師轉變為引導者，提供背景知識與跨領域的學習架構，針對所選定之專題進行探究實作，經由 STEAM 課程設計的探究實作課程，學生能有較多的設計、探究、分析、綜合評估的學習機會，建構完整統合與應用能力（范斯淳、游光詔，2016）。

(三)執行步驟

1. 學生進行水下 ROV 的探究，透過 S(浮力科學原理)、T(機電研究)、E(機構建造)、A(機體設計)、M(航行精算)，以此五個階段學習目標完成水下 ROV 的探究學習。以下為課程的學習架構圖。



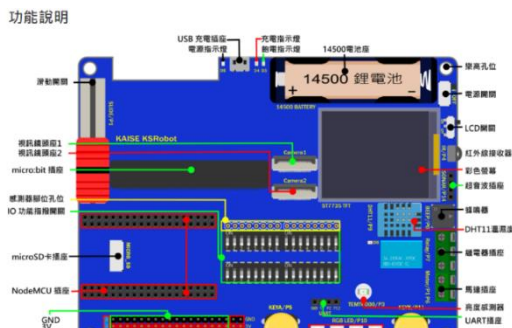
2. 水質監測實驗設計-酸鹼、鹽度偵測

(1)研究目的：

做出一個水質檢測顯示器，主要功用是檢測水質，依照檢測出來的數據，來判斷水域水質的好與壞。使用方法是將檢測的儀器放置於要檢測的水中，利用 WIFI 將檢測到的數據傳到 GOOGLE 雲端，然後在手機裝上水質 MONITOR APP，就能隨時看到水質的好與壞。

(2)實驗設計步驟：

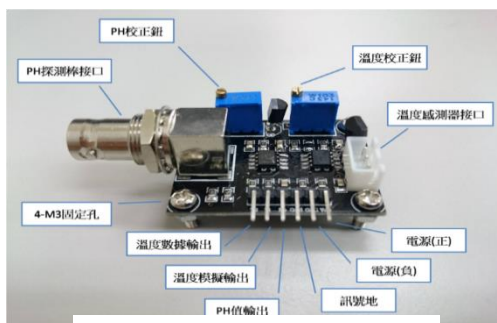
1. 將 esp32晶片板安裝於 KSB065 Automation Board 自動化擴展板上。



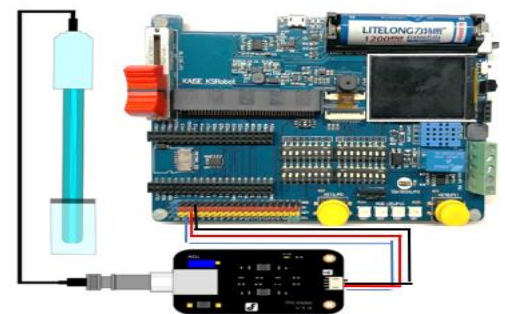
KSB065 Automation Board 自動化擴展板功能說明圖。

KSB065 擴展板螢幕顯示功能。

3. 將複合電極模擬 PH 計安裝於擴展板上。PH 感測探頭是用電極原理去測水中的酸鹼值，電極可以是金屬或非金屬，只要能夠與電解質溶液交換電子，即成為電極。在電化學分析中，電極是將溶液濃度轉換成電信號的一種傳感器。

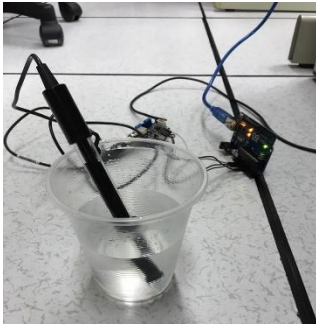


溫度、酸鹼值電路板



複合電極模擬 PH 計安裝圖

4. 將探棒放入預測的水杯中。



2040	pH: 8.19
2040	pH: 8.19
2040	pH: 8.19
2040	pH: 8.19
2043	pH: 8.18
2043	pH: 8.18
2044	pH: 8.18
2045	pH: 8.18
2044	pH: 8.18
2042	pH: 8.19
2046	pH: 8.17
2046	pH: 8.17
2046	pH: 8.17
2046	pH: 8.17
2046	pH: 8.17
2046	pH: 8.17
2051	pH: 8.16
2049	pH: 8.16
2050	pH: 8.16
2052	pH: 8.16
2051	pH: 8.16
2049	pH: 8.17
2052	pH: 8.16



水質測試圖

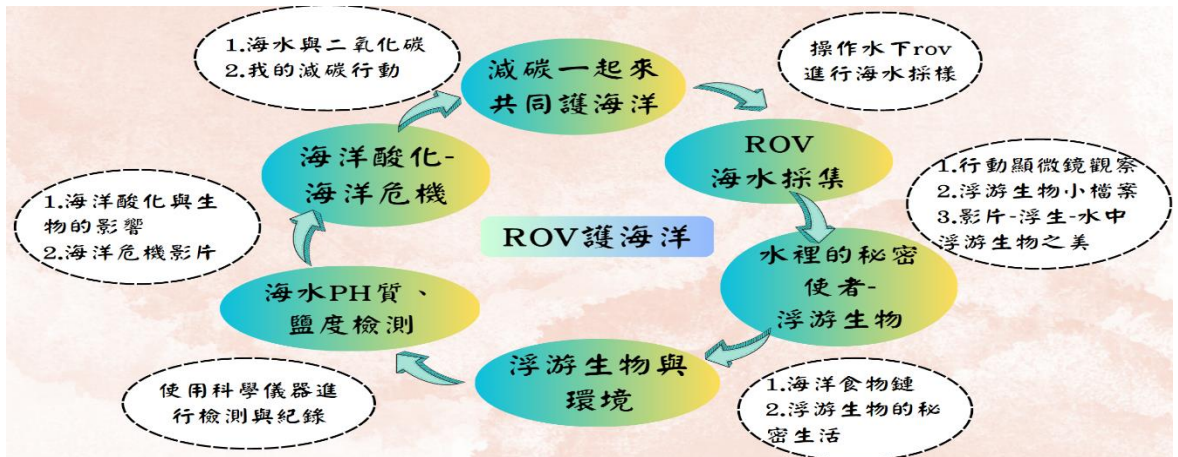
水質測試讀值

程式積木圖

電位差計 (mv)	標稱 pH	電位差計 (mv)	標稱 pH
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

探頭電壓輸出映射表，非模擬端電壓輸出。電級輸出為毫伏級，與 pH 值的關係圖

5. 設計 ROV 護海洋體驗課程







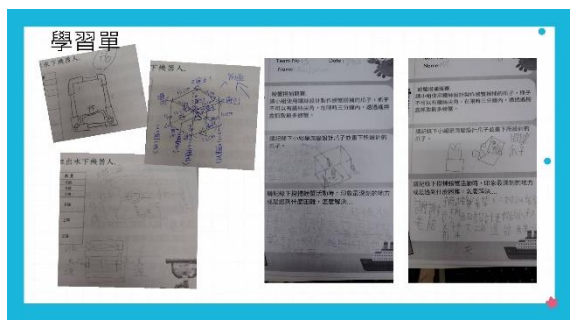
ROV 護海洋體驗課程	
ROV 進行海水採集	1. 學習操作水下 ROV。 2. 使用水下 ROV 進行海水採集。
水裡的秘密使者-浮游生物	1. 學習使用行動顯微鏡觀察海水中的浮游生物。 2. 認識常見的浮游生物。 3. 知道浮游生物的外觀與類別。
浮游生物與環境	1. 認識海洋食物鏈。 2. 認識浮游生物適合生存的環境。
海水 PH 值、鹽度檢測	1. 學習使用科學儀器進行海水檢測。 2. 學習觀察後的數據紀錄與應用。
海洋酸化與海洋危機	1. 認識海洋酸化與生物的影響。 2. 知道海洋有哪些危機。
減碳一起來、共同護海洋	1. 透過海水吹氣實驗了解二氧化碳對於海水酸化的影響。 2. 知道如何做到減碳行動。

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

目前已完成執行進度：

1. 教學計畫書。
2. 每月一次完成5場教師共備會議。
3. 完成教學教材購置。
4. 完成水下 ROV 組裝工作坊。國高中三場、國小四場、教師工作坊兩場。

預計時程	112 8月	112 9月	112 10月	112 11月	112 12月	113 1月
擬定教學計畫書						
教師共備教學會議						
硬體設備建置						
科學課程實施						



五、預期成果

將會繼續辦理國小 ROV 護海洋課程體驗活動，讓更多人可以近距離認識水下機器人，以及實際參與水下探測的公民行動，其以此引起更多人參與此公民科學家一起自製水下機器人共同守護我們的海洋活動。

預計時程	113	113	113	113	113	113
	2	3	4	5	6	7
	月	月	月	月	月	月
工作坊與體驗活動辦理	➡					
期末成果報告書						➡
經費結報作業						➡

六、檢討

目前的研究與推廣課程工作坊皆是以組裝水管 ROV 為主要教學目標，所以課程皆是在室內進行，戶外採水的活動只在校內學生進行，預期在接下來的計畫執行時間裡，培養校內學生為活動小助手，辦理戶外近港水域的水質採樣活動。