

教育部110年度中小學科學教育計畫專案

期中報告大綱

計畫編號：1-3

計畫名稱：發展 STEAM 國際課程提升國小生科學 探究能力-以自製水管打擊樂器為例

主 持 人：陳克韋、郭世育、李義評

執行單位：臺中市龍井區龍海國小

壹、計畫目的及內容：

108課綱的核心素養希望學生「能適應現在生活及面對未來挑戰」，現代生活的周遭充斥著不斷創新的科技產品、各項資訊，以及所衍生出的問題。因此我們的國民更需要具備科學素養，能瞭解科學應用、善用科學方法及運用創新思維，面對生活中各種科學問題，能做出評論及行動。科學學習方法，當激發學生對科學的好奇心與主動學習為出發點，引導從既有經驗出發，經由主動探索、專題製作等多元途徑獲得深度學習。

教育部在2020年發佈「國際教育2.0白皮書」，提到未來努力方向有二點：1. 深化推展國際教育融入課程 鼓勵學校將國際教育融入各領域學科，或設計國際教育課程模組，提升外語、全球議題、文化課程學習及資訊科技運用能力等，圖1:接軌國際鏈結全球意涵進行課程國際化的深度實踐。2. 擴大國際交流對象與交流模式 鼓勵學校建立國際夥伴關係及實施多元國際交流模式，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習，認識不同國家及文化，提升其國際視野與競爭力。國際教育2.0理念建立在12年國教課程綱要之上，鼓勵學校教師結合中小學課程與國際教育課程，將國際議題融入各領域學科，或進行跨領域統整教學，培養學生具備「多元文化與國際理解」的核心素養。國際教育是一種體驗教育，中小學應透過結交國際夥伴來學習國際教育。透過國際夥伴關係之延伸，才能迅速獲得更多教育國際化的資源與機會。「接軌國際、鏈結全球」的意涵如圖1所示。

近年來強調客製化與動手做的「自造者運動」(Maker movement)使得人人有機會成為創意的實踐家。培養孩子發現問題、解決問題、創造改變的能力(親子天下，79期，2016)。自然課程強調「手腦並用地解決問題」，培養好奇心、探索力、思考力、判斷力與行



圖1:接軌國際鏈結全球意涵

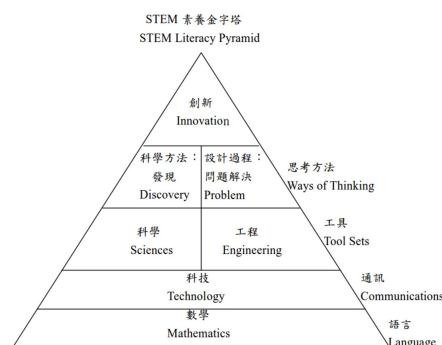


圖2:STEM 素養金字塔

動力。學生親身體驗「從無到能用」，課程貼近生活，學習變興趣(好讀周報，556期，2020)。學者研究發現，學生常以自己的經驗或嘗試錯誤來解決問題，但是面對科技的快速變動，科技學習無法再依循「試誤學習」的模式，而是必須統整與設計製作產品相關的數學及科學原理，以作為改良或創新(游光昭，2007)。

教育部已在課程目標明訂學生需具備探究及實作能力，並舉辦委請高雄師範大學辦理107學年度「自造教育及創新科技創意實作競賽」期望學生發揮創意，透過實際動手製作，從中學習與解決問題。也補助學校示範科技教育教學與探索活動，計畫實施具備實作、校本特色、師資開放、合作共好原則。本校「自造教育」課程已經10年，並將課程轉化成「聲光十色—光皮影傳奇」，參加教育部106教學卓越獎比賽，榮獲銀質獎。

STEAM課程整合科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、藝術(Art)、數學(Math)學科，是一種將藝術融入STEM課程統整模式，具備跨學科、協作性、設計性核心理念(余勝泉，2015)，如圖2所示。各學科打破框架，群科重新排列組合的合作學習模式(好讀周報，556期，2020)。Leigh(2008)指出STEM素養在科學方法和設計過程中扮演「根基」角色，以STEM為工具、通訊及語言，另以發現和問題解決為思考方法，成就創新行為。藝術學習能增強與其他學科的聯結，多元課程的融合，有助於提高學生學習意願。藝術學習提供對事物洞察力，讓學生學習分辨、判斷、思考、模仿及評論，這些都有助於其他學科的學習。此外，藝術品是人類的一種發明，藝術家的作品能感動人、也能啟發人，因此，藝術是不同智能型式，能幫助學生培養各方面能力(蔡釋鋒，2016)。科技的進步，教育現場快速改變，學生不再只是科學學習者，而是要發揮創意發想家。要帶進創造元素，就是將藝術送進教室。STEAM課程與108課綱總體目標中「進而勇於創新展現科技應用與生活美學的涵養」相契合。跨學科領域、與生活環境連結的美感、培養出機器人無法取代的「人力」(親子天下，90期，2017)。

國際教育在龍海國小已執行兩年，曾發展能源永續(SDGS)的動手做課程，最後將此一系列的感受和認知與國際夥伴印度 N.H.GOEL WORLD SCHOOL 視訊做比較並與其分享探討家鄉的故事，互相交流學習。擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。並將此課程參與2020天下雜誌創意教案比賽，榮獲「中油綠色能源教育獎」。如所示。並與英國 West Ewell Primary School 伙伴學校分享 STEAM 課程。

長期執行科教專案，將團隊所發展 STEAM 課程到校外推廣，除提升校內教師科學教育教學品質外，並到溪尾國小、彰師大、暨南大學、清華大學及寰宇電



圖3:106教學卓越銀質獎



圖4:STEAM education 分享



圖5:榮獲帶職帶薪全時進修

台分享，且引導學生參與科博館科普推展活動：團隊參與2020臺灣科學節，兩天超過500人闖關。並將成果彙整參與臺中市全國首創帶職帶薪進修計畫，成為6位獲獎人之一。

本計畫從三個面向著手，讓學童從親身探究中逐步理解、進而應用聲學原理。期待學生能從「做中學」，培養出能帶著走的能力，如表1水管打擊樂製作流程所示，符合108課綱及杜威所說的做中學及十大能力指標中主動探索與研究、運用科技與資訊及解決問題是相同的道理。第一面向是經由 STEM 課程統整模式的探索、思考、分析、創造與學習，讓孩子能解決問題，找水管打擊樂器之變因。第二面向則為將藝術融入 STEM，使學生運用保特瓶打擊樂器變因，設計、製作保特瓶打擊樂器的依據，透過科學探索課程及創意思考引導，讓學生自造出保特瓶打擊樂器。更進一步，將美學概念運用於新情境，與新興科技結合，學生創意加分。第三面向是將實作課程做轉化成英語，並與夥伴學校關係進行國際交流，包括實體及網路的國際交流，讓學生透過體驗學習。

水管打擊樂製作如下所示：

表1水管打擊樂製作流程

			
切割成各種長度	棒子拍打管口	用手機 APP 測量音高	製作水管打擊樂器

水管打擊樂使用水管製作，所需成本銅板價等優點；能讓學生瞭解當不同長度、不同口徑、敲擊媒材改變時，找出可以打擊出不同音階的水管樂。透過控制以上因子，發現水管樂器製作方法，是一種值得推廣的教具。

本計畫有五個目的：

- (一) 探討「水管打擊樂器」的科學內涵。
- (二) 以 STEAM 模式設計「水管打擊樂器」教學活動方案。
- (三) 促進研究者科學專業能力及以 STEAM 模式設計科學教學活動的能力。
- (四) 組織跨校、跨領域教師團隊，進行共同備課、觀課及議課，發展 STEAM 課程。
- (五) 與夥伴學校透過視訊進行課程交流，擴充學生國際視野，進而培養學生具有國際思維的「全球公民」。

貳、研究方法及步驟：

(一) 研究方法：

本研究採行動研究的方式，從初步的計畫到反覆的行動、觀察、檢討過程中所面臨的困難一一篩檢，再提出解決辦法，修正計畫，再繼續行動、觀察、檢討。深入問題核心，尋找具體可行的教學改進之道。研究者擬定此次的研究計畫，研究流程如圖6所示：主要以 STEAM 課程統整模式來發展此次的教學課程，因此針對探究教學與聲學相關的文獻進行探討，再經由文獻中提到的問題加以修正，並與專家學者及合作的教師群共同設計素養導向的聲音教學課程，接著以設計好的課程來實施教學，先針對龍海、快官、及靜修國小30名學生進行教學，教學後，與合作的教師們討論學生學習的狀況與教學上遇到的問題，並擬訂解決方式，對學習單與教學方式進行調整，再對龍泉國小30名學生及家長進行教學，觀察是否有解決問題。

(二)研究步驟：

以下針對水管打擊樂器與 STEAM 概念互相結合，說明如下：

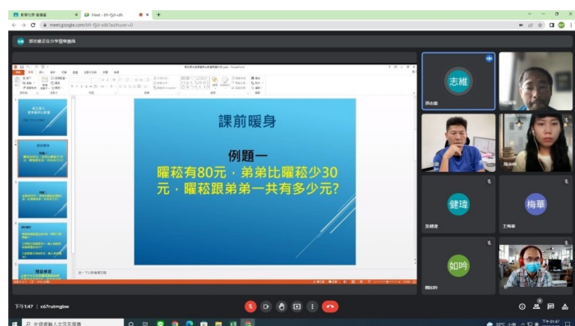
科學(S)	發出聲音的原理
	聲音的高低
科技(T)	材料的選擇
	學習科技工具-手機 APP 的使用
	加工方式
工程(E)	認識水管的尺寸、種類
	研究水管的裁切方式
	選擇適合的拍打棒材質
	水管的組裝
	調整音高
藝術(A)	造型設計(形象、形狀、形體)
	創意思考
	水管彩繪
數學(M)	水管口徑測量
	水管長度測量
	小數加減法

參、目前研究成果：

1. 已籌組科教專案小組，成員包括兩位校長、主任、組長、導師、及退休主任及校外國中教師、國小教師共20，並商請彰師大、清華大學、逢甲大學及勤益科大教授諮詢。
2. 已使用單變因實驗來確認水管打擊發聲的影響因子。由實驗得知，水管長度愈長，空氣柱長，聲音愈低。水水管愈粗，聲音音高愈低。水管彎曲與直立對樂器聲音的沒影響。但較佔空間的直立水管改成彎曲水管，可縮小體積。為了讓水管打擊樂器方便演奏，我們利用水管製作了一個平台，可以將不同长度的水管架設在一起，配合頻率音名唱名對照表，製作出具有音階的水管打擊樂器！
3. 召開16次專業談，共有98人次參加，包含專家、課任、級任，及外校6位教師。
4. 以「這聲音你聽過嗎？水管打擊樂器」，參與109學年度臺中市科展，榮獲物理科佳作。
5. 團隊獲邀參加臺中市111年度雙語教育成果博覽會設攤活動，科教團隊及英語教師合作規劃活動:運用空氣柱長短原理自製打擊樂器，學生用英語介紹闖關方式。師生共同準備，校內先進行預演，師生於1月15日在文化創意園區設攤，一個上午就吸引250人以上參與闖關，參與學生12名，親師16名。



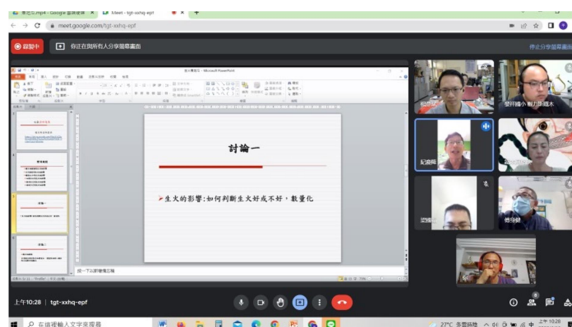
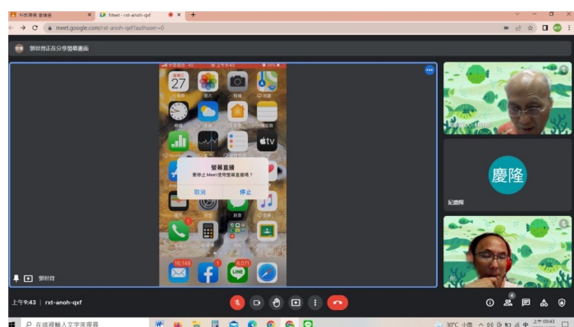
6. 邀請彰師大 秦爾聰教授4/28分享，題目：「數學探究共備、觀及議課」，參加師生共30名。
7. 邀請彰師大 林建隆教授4/22分享，題目：「科學研究之”溫故而知新”」，參加師生11名。



8. 與加拿大 Maryview 小學、惠文高中、東光國小組成跨領域團隊，參加天下雜誌「2021微笑臺灣創意教案比賽」，榮獲佳作。
9. 與 Maryview Primary School Canada 的 Tammy Davis 老師經由 email 聯繫，將目前發展 Steam 教學進行交流。
10. 111年3月份台中市教育電子報，以「善用活化教學，翻轉教學現場」為題投稿，榮獲刊登。
11. 獲邀2/7-2/9到三峽國教院擔任教育部「111年度教學基地學校各領域教師寒假共同備課研習」分組講師。參加教師50人。



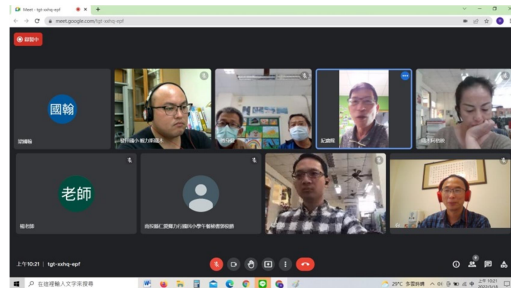
12. 邀請彰師大 林建隆教授4/27分享，題目：「科展及科學營之注意事項」，參加師共4名。
13. 於4/15獲邀擔任南投發祥、紅葉、力行三校科學營課程共備主持人，題目：「生火煮地瓜」，共備教師7位。
14. 於4/21獲邀擔任南投發祥、紅葉、力行三校科學營課程共備主持人，題目：「陷阱」，共備教師5位。



15. 團隊籌畫3/29「龍海科學日」活動，關主組成有外師、老師及學生，將水管打擊樂結合雙語教育，參與闖關師生共400人次。
16. 團隊到南投仁愛發祥國小，擔任國立暨南國際大學 USR 提升科學教育成效計畫講師。經由共備、觀課及議課。並以 STEAM 教學進行交流。參與師生38人次。



17. 於4/13獲邀到大肚國小「任自然領域工作坊」擔任講師，參與師生共19人。
18. 於3/18獲邀擔任南投發祥、紅葉、力行三校自然領域共備主持人，共備教師10位。
19. 假龍海國小於4/20、4/27、5/4開 STEAM 科學實作營，參與師生110人次。



肆、目前完成進度

年月	111 01	111 02	111 03	111 04	111 05
文獻資料蒐集					
自製水管打擊樂器					
教案撰寫					
水管打擊樂網頁					
報告撰寫					
科學教育進廣					
跨校聯盟					

伍、預定完成進度

年月	111 01	111 02	111 03	111 04	111 05
文獻資料蒐集					
自製水管打擊樂器					
教案撰寫					
水管打擊樂網頁					
報告撰寫					
科學教育進廣					
跨校聯盟					

陸、討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

柒、參考資料