

臺北市 STEAM

教 育 期 刊

Education
Journal

04

2026.07

第四期



臺北市府教育局
DEPARTMENT OF EDUCATION
TAIPEI CITY GOVERNMENT

臺北市



及新科技發展辦公室

Taipei City
STEAM Education &
Emerging Technologies
Development Office

目錄 Contents

序 - 跨域實踐與永續創新：臺北 STEAM 及新科技教育的領航藍圖

／臺北市政府教育局湯志民局長

04

前言 -STEAM 教育的多元實踐：課程、場館與研究的跨域對話

／國立臺灣科學教育館劉火欽館長

06

在 AI 世代，為每一位孩子種下未來能力： 光仁小學低年級 STEAM 校本課程的建構與實踐

／天主教光仁小學梁坤明校長、天主教光仁小學李芝嫻教師

08

繪本 × 雙語 × 動手做－國立臺灣科學教育館雙語 STEAM 課程設計與實踐

／臺北市南港區南港國民小學張齡云教師、國立臺灣科學教育館推廣組佟冠誼行政專員

26

把科學變日常：科工館 STEAM 規劃與實務分享

／國立科學工藝博物館鄭瑞洲主任

37

ST(R)E(A)M 教育實證研究之數學角色與用途分析： 以 TSSCI 期刊與博士論文為例

／臺北市內湖區大湖國民小學許怡蘋教師、臺北市立大學教育學系李心儀教授

47

序

跨域實踐與永續創新： 臺北 STEAM 及新科技教育的 領航藍圖

二十一世紀資訊科技迅速發展，雲端運算、元宇宙、生成式 AI 等工具快速更新、瞬息萬變；「α 世代」的孩子們，面對世界的變化較過去更快且複雜，解決問題的方法沒有標準答案，更需要能運用多元且開放的思考能力，以因應不斷變化的未來。

臺北市重視培養孩子具備面對未來的素養能力，我們積極透過 STEAM 及新科技教育，把科學、科技、工程、藝術、數學等學科領域融會貫通，幫助孩子學會做中學、學會思考、學會與人合作，勇敢探索和創造！112 學年度臺北市創全國之先，成立「臺北市 STEAM 及新科技發展辦公室」及「幼兒創思中心」，前者統籌本市國小以上至高中的 STEAM 及新科技發展，整合全市 7 所 STEAM 及新科技教育中心，建構「縱向連結、橫向整合」的網絡，期待透過教師工作坊、課程研習及體驗課程等，滿足國小孩子對世界的好奇心、串連國中生對知識的連結，發展高中職生對專業的鑽研，讓 STEAM 及新科技教育不是高深的學問，而是扎根於生活情境的日常。

臺北市對 STEAM 及新科技教育的擘劃，期許將主動權交給學校，讓創新的力量在校園直接落實。首先，臺北市在 114 年起推動「STEAM 學校認證」，提供學校明確的發展指標與支持架構，引導學校依據自身屬性，建立學校特色、發展校本特色課程，真正落實於學校的課程與教學；《STEAM 課程地圖》採分階段、有系統的方式，培養種子教師，共同攜手協助有意願的教師增能，透過專業社群的運作，實現經驗的傳承與擴散；並且，透過與企業合作，強化學生實作經驗，結合課程與業師資源的引入，縮短學用落差，讓孩子們將課堂上所學運用於真實情境，在未來也有可能改變世界！

面對 AI 時代，在硬體方面，臺北市持續建置「新世代學習空間」，以多中心的教室設計、融合資訊和通信技術、可移動的牆壁和其他靈活的內裝元素、各種「對學生友善」的家具，並可隨時獲取資源等特點，建置可幫助學生自主學習、探索學習的空間環境；在軟體方面，舉辦「STEAM 跨域競賽」、「資通訊應用競賽」競賽，並辦理「國際見學團」參訪計畫等，希望擴展師生跨校、跨國的互動交流與國際視野。

114 年初，我們邀請專家學者、產業界及教師一同編撰全國首創「臺北市 STEAM 學習誌」，整合多學科、跨領域、連生活的 STEAM 教育實務分享，接下來我們更預計以每 2 月為一期的方式，出版「臺北市 STEAM 教育期刊」，將收錄現場教師設計的課程教材、寶貴經驗分享，以文字和影像，搭建一個平臺，讓臺北市 STEAM 及新科技教育的推動情形，能與親師生或大眾分享、交流和對話。本期創刊特別感謝刊物編審工作小組國立臺灣師範大學張玉山特聘教授、游光昭特聘教授兼執行長、國立清華大學王子華教授兼院長、國立臺北教育大學劉遠楨教授兼副校長、臺北市立大學賴阿福教授、國立臺灣科學教育館劉火欽館長、鴻海教育基金會汪芝蓁執行長、臺北市立中山女高張云蓁校長及各領域專家、學者及各協助撰稿之教育先進，因為有您和我們共同努力，才能促成本刊的發行！期許未來臺北市的 STEAM 及新科技教育持續前行，許孩子一個共學、共創、共好的永續創新學習環境，與世界接軌，成就無限可能！

臺北市政府教育局



局長

前言

STEAM 教育的多元實踐： 課程、場館與研究的跨域對話

劉火欽 館長
國立臺灣科學教育館

當今，STEAM 教育已成為全球教育發展的重要趨勢，並受到各級教育單位的高度重視。面對快速變遷的社會與科技環境，教育不僅要奠定學生的學科基礎，更應透過情境式、探究式及實作導向的 STEAM 課程，促進跨域知識整合，培養創新思維、合作溝通及解決真實問題的能力，厚植學生迎向未來的核心素養。本期共收錄四篇文章，期望提供中小學教師教學現場實務經驗，深化對 STEAM 教育的認識與應用。

從〈在 AI 世代，為每一位孩子種下未來能力：光仁小學低年級 STEAM 校本課程的建構與實踐〉一文，帶領讀者從校務發展的視角出發，了解學校如何將全人教育、人文關懷、音樂美感及國際視野等核心辦學理念，結合 AI 與現代科技，發展出具特色的 STEAM 校本課程，展現課程設計、教學實踐到成果分享的完整歷程，為校園推動 STEAM 教育與校本課程發展的典範，深具推廣與借鏡價值。

接著〈繪本 × 雙語 × 動手做—國立臺灣科學教育館雙語 STEAM 課程設計與實踐〉一文分享國立臺灣科學教育館辦理「親子雙語 STEAM 課程」，結合雙語教育與 STEAM 理念的課程設計與實踐經驗。以「英語繪本為媒介」、「雙語沉浸式學習環境」及「動手做探究」三大理念為核心，引導親子在閱讀、互動與實作中同步培養科學素養與英語溝通能力，展現科學與語言學習相輔相成的雙重效益，提供發展雙語 STEAM 課程及推動跨領域教學之重要參考。

〈把科學變日常：科工館 STEAM 規劃與實務分享〉分享國立科學工藝博物館推動 STEAM 教育的核心理念與實踐策略。以「讓 STEAM 成為全民日常學習」為目標，透過設計多元型態的教育活動，回應不同年齡層與族群的學習需求，使 STEAM 教育不侷限於特定年齡或單一形式，讓不同背景的民衆皆能接觸並參與 STEAM 學習，亦展現館內研究能量及教材教具開發成果，建構出具專業性與永續性的 STEAM 課程，實踐科學博物館推動全民 STEAM 教育的目標。

最後〈ST(R)E(A)M 教育實證研究之數學角色與用途分析：以 TSSCI 期刊與博士論文為例〉一文，從學術研究視角探討數學在 ST(R)E(A)M 教育中的角色與應用，分析臺灣相關研究文獻所呈現的數學用途。研究指出目前 ST(R)E(A)M 教育活動多以基礎運算為主要應用，幾何應用與比例運用則相對較少，建議教學者在未來課程設計中，拓展數學於工程設計、科學探究及跨領域學習中的多元應用，深化數學在 ST(R)E(A)M 教育中的角色。

本期所收錄的文章兼具教學實務與學術研究價值，從不同教育場域與觀點出發，分享 STEAM 教育的理念、課程設計與實踐成果。綜觀各篇內容，雖切入角度各異，卻展現出共同的教育核心：在教育目標上，皆以素養導向為基礎，強調跨域整合、批判思考與創新能力的培養；在教學設計上，均以學生為學習主體，重視探究、實作、互動及情境化學習，並兼顧課程規劃的系統性與教學歷程的完整性；在能力培育方面，則著重跨域整合、問題解決、表達溝通及合作學習等關鍵能力的養成。

期盼本期內容能為教育現場提供豐富的教學靈感與實踐經驗，作為教師發展 STEAM 課程、精進教學設計及推動跨域學習的重要參考，共同促進 STEAM 教育的持續深化與創新發展。

在 AI 世代， 為每一位孩子種下未來能力： 光仁小學低年級 STEAM 校本課程 的建構與實踐

梁坤明^{1,*} 李芝嫻²

¹ 天主教光仁小學校長 ² 天主教光仁小學授課教師

* 通訊作者 :tea888@kjes.tp.edu.tw

聯絡地址：108 臺北市萬華區壽德里萬大路 423 巷 15 號

摘要

本文以天主教光仁小學低年級 STEAM 校本課程為例，說明學校如何由一、二年級十六個主題出發，建構連續、普及且符合低年級發展需求的探究課程。課程以真實材料、五感觀察、紀錄表達與工程實作為核心，結合生活、國語、數學、藝術、健康及後續自然領域脈絡，讓孩子從具體經驗逐步走向概念理解。文章並從校本精神、課程設計理念、真實物件探究、跨年級螺旋延伸、SDGs 與 AI 輔助教師備課及學生發表等面向，呈現低年級 STEAM 如何成為光仁全人教育與未來素養培養的具體實踐。

關鍵詞：低年級 STEAM、校本課程、真實材料、螺旋式課程、AI 素養、全校性 STEAM

Planting Future Competencies for Every Child in the AI Era:

The Development and Practice of a Lower-Grade STEAM School-Based Curriculum at Kuang Jen Elementary School

Authors: Liang Kumiang ^{1,*} Li Chihhsien²

¹Principal, Kuang Jen Elementary School ²Teacher, Kuang Jen Elementary School

*Corresponding author: tea888@kjes.tp.edu.tw

Abstract

This article presents the lower-grade STEAM school-based curriculum at Kuang Jen Elementary School. Built around 16 themes across Grades 1 and 2, the curriculum provides a continuous and developmentally appropriate learning pathway for all students. Through real materials, sensory observation, documentation, expression, and engineering tasks, students move from concrete experience toward conceptual understanding. The article discusses the curriculum from the perspectives of school-based educational values, curriculum design, authentic-object inquiry, spiral progression across grades, SDGs, and the use of AI to support teachers in preparing learning materials. It shows how lower-grade STEAM can become a concrete practice of holistic education and future competency development in the AI era.

Keywords: Lower-grade STEAM, school-based curriculum, authentic materials, spiral curriculum, AI literacy, whole-school STEAM

壹、前言：在 AI 世代，為每一位孩子種下未來能力

隨著生成式 AI 與數位科技快速進入生活，孩子所面對的學習環境，也正在悄悄改變。資訊及知識的取得比過去容易，工具的種類也愈來愈多；對學校教育而言，重要的不只是讓孩子接收知識，更是在日常學習中，陪伴孩子練習觀察、判斷、合作與解決問題。面對這樣的時代變化，UNESCO 所提出的學生 AI 能力架構，也提醒教育現場可從人本思維、倫理理解、AI 技術理解與創造應用等面向，逐步培養學生面對未來的基礎能力（Miao et al., 2024）。

低年級學生對 AI 也許尚待學習，但 STEAM 課程學習被視為提升學生創造力、跨學科思維能力以及解決問題能力的重要途徑。國民小學階段是培養學生科學素養與創新能力的關鍵時期，然而傳統課程往往較側重知識傳遞，缺乏跨領域整合與實作機會。

湯維玲 (2022) 指出 STEAM 課程常見模式為主題式統整課程，缺少其他統整課程模式，應發展多種統整課程模式。光仁小學自 113 學年起，由低年級開始推動 STEAM 校本課程。這項課程依據作者在辦學時提出的低年級 STEAM 主題課程構想，並邀請學者專家一起探討可能的方向，結合國小課綱中的生活、國語、數學、藝術、健康及後續自然領域學習脈絡，以融合但不替代的想法，建構以主題為中心，但跨域結合的統整方式；讓孩子在低年級階段透過真實材料、五感觀察、工程實作與反思分享，建立探究世界的基礎經驗。

學校推動 STEAM 的核心，不僅在於針對少數學生的專項培訓，而在於讓每一位孩子都能參與。這是光仁重要的課程選擇，也是校本課程實踐的態度。學校願意將每一週的固定課程時段、跨域主題與教師設計投入低年級全體學生，並由低年級逐年向上延伸，是希望孩子在小學時期，就能累積面向未來的能力。

因此，光仁低年級 STEAM 的重點不只是完成作品，而是讓孩子在觀察、比較、紀錄、測試、修正與表達中，逐步形成對生活環境的好奇與觀察，並願意進一步探究世界的態度。本文將說明光仁小學如何以低年級 STEAM 校本課程，將學校長年重視的全人教育、人文關懷、音樂美感與國際視野，轉化為加入現代科技等多元、具體的課程實踐。

貳、創校精神：以關懷為底，發展面向世界的 STEAM 素養

光仁小學是一所天主教學校，也是全台第一所設有音樂班的學校。學校長期重視孩子在知識、品格、服務與關懷中的完整成長。因此，學校發展低年級 STEAM 校本課程時，並不只從科學或科技能力出發，而是將其放在全人教育的脈絡中思考。

張玉山、王嫻茵 (2025) 指出，STEAM 教育是引導學生利用 S、T、E、A、M 來進行探究、統整、及批判思考的教育方法。跨領域、實作 (元宇宙、AI、程式設計、機器人、創客手做等)、以及 5CS (合作、創意、溝通、批判思考、自發性)，組織成 STEAM 素養的架構與內涵。透過探究導向、設計導向、以及專題導向的課程教學，更有助於發展學生適應當前與未來社會的能力。

光仁對探究與實作的重視，早已累積於校園文化之中。多年來，學校持續辦理中低年級科學闖關活動，並在中高年級推動降落傘大賽等實作挑戰，在科學展覽中也有不錯的成績表現。讓學生在校園生活中接觸觀察、測試、設計與合作。面對 AI 世代的快速變遷，學校進一步將這份基礎系統化，使探究能力不只出現在活動中，也能成為孩子日常學習的一部分，如圖 1。

本課程最重要的精神，是普及化的全年級學生都參與的方式。學校相信，好奇心、觀察力、問題解決力、合作力、創造力與關懷力，應成為每一位孩子都能累積的基礎素養。加上 SDGs 議題的融入，則讓健康、環境、食農、能源、城市與永續不只是抽象概念，而能從生活經驗出發，逐步轉化為低年級可理解的全球公民責任。



圖 1 每年舉辦的科學闖關與降落傘挑戰，展現光仁小學探究實作的校園文化

參、課程設計理念：從生活可見走向真實應用

光仁低年級 STEAM 課程以孩子熟悉的生活經驗為起點，透過真實材料、五感觀察、實作挑戰與回顧分享，讓學生先建立具體經驗，再逐步形成概念理解。此設計符合兒童認知發展理論中初始階段對具體操作經驗的重視，也呼應現今教育強調學習與生活之間的連結。

在課程歷程上，學校以「生活情境—真實物件—觀察比較—動手測試—紀錄表達」作為主要路徑。孩子不是直接接受抽象知識，而是在操作與討論中看見現象、提出想法、測試方法，再整理自己的發現。這樣的歷程可對應 Kolb (1984) 的經驗學習循環。

課程也採行螺旋式延伸設計。一年級多從故事情境、生活經驗與孩子能理解的問題出發，重點在引發好奇、觀察差異與嘗試解決；二年級則進一步以真實應用、工程任務與生活議題進行討論，使前一階段的觀察與操作經驗，延伸為更具目的性的設計與應用。此安排呼應螺旋式課程觀點，也透過教師提問、任務引導、小組合作與成果表達，提供低年級孩子適切的學習鷹架 (Vygotsky, 1978)。

課程設計的理念包括：

- 一、依循校本精神；
- 二、具有在地情懷；
- 三、掌握國際視野；
- 四、開創多元面向；
- 五、培養核心能力等五大想法。

STEAM 校本課程理念，如圖 2。

- 一、學校的校本精神以博愛為出發點，包括平等關懷、全人教育、以及全員參與的期待。
- 二、在地情懷則從學生的生活環境取材，和食農教育、季節節慶，以及台灣的經驗相連結。
- 三、國際視野以 SDGS 的重要議題，跨區域的文化、藝術與歷史，已達成未來需要的素養。
- 四、多元面向則希望每一主題課程都兼顧 STEAM 的五個領域，從知識到實作、具體到概念、尊重每一個體也培養群性、以及連結現有的課綱領域。
- 五、核心能力則希望可以在課程實施中，培養學生的觀察力、表達力、研究力、合作能力、實作的能力，以及行動力。



天主教光仁小學

STEAM 校本課程架構

全員參與・真實探究・跨域連結

自113學年度起，一年級全校導入，讓每一位孩子都能在關懷中探索世界。



低年級課程主軸



學習歷程



尊重多元 x 跨域整合 x 在地實踐 x 永續發展 x 關懷共好

圖 2 天主教光仁小學 STEAM 校本課程架構

根據以上的 STEAM 課程設計建構理念，發展出光仁低年級 STEAM 課程，以自己生活關聯度較高的主題架構，包括主題、核心學習經驗、對應 SDGs，以及連結素養與世界議題，如表 1。

表 1 光仁小學低年級 STEAM 十六主題課程架構

年級	主題	核心學習經驗	對應 SDGs	素養與世界議題連結
一年級	水	浮沉、浮力、浮水畫、淨水過濾	SDG 6、9、14	珍惜水資源，理解水與生活、環境的關係
一年級	風	種子飛行、風力車、流體觀察	SDG 4、9、12、15	從自然現象理解能源、設計與創造
一年級	雞蛋	蛋的構造、承重、防摔、保存、蛋彩畫	SDG 2、9、12、15	尊重生命，理解食物、材料與藝術的連結
一年級	樂器	共鳴、音階、空氣柱、弦的振動	SDG 4、10、12	延伸音樂傳統，以聲音探究連結美感與科學
一年級	紙與紙鈔	吸水、溶水、防偽、剪紙與幾何	SDG 4、12	認識材料特性，培養負責任使用資源的態度
一年級	食物	水果電池、保存、醃漬、飲食文化	SDG 2、3、4、10	從飲食理解健康、文化差異與生活科技
一年級	植物	天然染、酸鹼變色、草藥、粽葉與香包	SDG 4、12、15	從植物認識節慶、生活智慧與環境照護
一年級	光與鏡子	反射、對稱、曲面鏡、太陽爐	SDG 4、9、12	在光影觀察中發展創意與能源概念
二年級	水與水流	容量估測、虹吸、毛細、造船工程	SDG 6、9	從水的流動理解工程、生活應用與資源運用
二年級	海洋世界	鹽水浮沉、藻類、海洋發電、動力車	SDG 7、9、14	關心海洋資源，理解海洋與能源議題
二年級	冬日好幫手	保暖材料、暖暖包、顏色吸熱	SDG 3、7、12	從身體感受理解材料、能源與安全使用
二年級	翱翔天際	羽毛觀察、飛行器、紙飛機測試	SDG 4、9、15	從鳥類與飛行理解自然結構與工程設計
二年級	餐桌上的密碼	米麥穀物、澱粉、麵筋、永續材料	SDG 2、3、12	連結食農教育、材料科學與責任消費
二年級	小小建築師	橋梁、承重、房屋、城市設計	SDG 9、11	理解結構安全，思考城市與生活空間
二年級	電力藝術家	導電、電路、電路畫、城市夜景	SDG 4、7、11	將電路知識轉化為創作與城市想像
二年級	健康小偵探	洗手、黴菌、顯微觀察、消化與飲食安全	SDG 3、6、12	建立健康生活與公共衛生意識

肆、課程實施特色：從校本文化到世界議題的低年級探究

光仁低年級 STEAM 的特色，在於將學校文化、真實材料、課綱連結、生活情境與國際視野，轉化為低年級孩子能理解、能操作、能討論的學習經驗。以下從五個 STEAM 主題課程實施為例，說明本課程的設計特色。

一、從一粒麥子到一段旋律：光仁校本文化的 STEAM 轉譯

學校做為天主教會所設立的小學，課程設計重視人文關懷與生活責任。例如「一粒麥子」的故事及所代表的精神，除了語文的閱讀及理解外，並延伸至食農教育、穀物觀察、澱粉複合材料與工程應用，讓孩子從食物出發，理解土地、文化、材料與生活科技之間的關係，如圖 3。

學校重視音樂的傳統也成為課程的重要主題之一。聲音與樂器主題不只連結藝術表現，也讓學生透過共鳴、空氣柱、弦的鬆緊與簡易樂器，感受音高、音色與材料條件的關係。使音樂也成為低年級孩子進入物理現象與藝術呈現的自然入口。

STEAM 的引入將學校發展已久的特色及優良傳統能夠相互結合，在舊的傳統中加入新的現代元素，原有的傳統特色因素也持續在主題中呈現，這些對學校的文化產生了漣漪效應，也使得校園談論的主題不再侷限於原有的特色，校園的文化悄悄的在轉變，增加了更多樣的面向。

因此，在理念上，是以學校既有的校園文化為圓心，與跨領域的 STEAM 為半徑，畫出了結合傳統與現代的一個圓圈圈。



圖 3 以「一粒麥子」精神與學校音樂傳統為起點，轉為穀物、材料與聲音的 STEAM 探究

二、教室裡的自然博物館：以真實物體啟動低年級探究

低年級孩子需要透過具體經驗來連結學習，因此光仁課程重視真實物體的引入。課堂中安排孩子接觸夠完整、能觀察、能觸摸、能比較的材料，讓學習從圖片與文字走向第一手經驗。例如紙主題帶入手工莎草紙與石頭紙，讓孩子比較紙的歷史演進；進行海洋植物主題時，老師準備了長3公尺的帶根海帶，讓孩子把平常吃到的海帶與真實海洋植物樣貌連結；鳥類主題準備傳統戲曲中常見的白冠長尾雉雞翎。這些材料讓孩子看見細節、感受質地、比較差異，也讓教室頓時成為一座臨時的自然博物館，如圖4。真實物件帶來的驚奇，是低年級孩子產生問題與進入探究的重要起點。

多感官的教學方式呈現，讓學生有搭配課程的教學素材來源，也可以很具體地從聽老師講到自己觀察與觸摸，說出自己的感覺和分享心得。



圖4 以鴛鳥蛋、三公尺海帶與珍稀羽翎等特殊素材，打造可觀察、可實測的教室自然博物館

三、從課本走向探究：讓跨領域學習自然發生

本課程的跨領域設計，秉持「融合但不取代」的想法，來自低年級孩子原本正在學習的課本與生活經驗。課程連結國語、數學、生活、藝術與健康等領域，使孩子在熟悉的學習內容中，看見不同知識之間的關聯，也建立起學習的立體知識體系。

例如，蛋類主題結合數學中的長度、重量與比較，讓孩子從測量進入生命與材料觀察；二年級國語課文〈遠方來的黑皮〉延伸至鳥類、羽毛與飛行觀察，使語文文本成為自然探究與文化理解的入口；植物主題則透過中草藥、花草茶與各種粽葉觀察，讓孩子累積對植物材料的生活印象。這樣的安排讓孩子從既有學習出發，逐步進入跨領域探究，也為後續中年級起的自然領域學習留下具體的經驗基礎，如圖 5。

從課本走向探究
讓跨域學習自然發生

A. 語文 × 羽毛疏水性觀察
透過實驗觀察羽毛與紙張在水中的反應，培養科學提問與語言表達能力。

B. 數學 × 剪紙對稱與幾何
以剪紙創作認識對稱與幾何形體之美，培養空間感與創造力。

C. 自然 × 中草藥植物材料探索
觀察、分類與記錄中草藥與植物材料，從生活中理解自然與文化的連結。

圖 5 課程參照低年級各領域教材與學習階段，將語文、數學與生活經驗轉化為跨域探究活動

四、在課堂中開展國際視野：SDGs、藝術文化與多元生活的連結

光仁的國際視野，不是從抽象的國際知識開始，而是從孩子能感受的生活材料展開。香料、花草茶、穀物、飲食文化、藝術媒材與宗教建築符號，看到了不同、理解到差異，都能成為孩子理解多元文化的入口。

課程透過香料與番紅花，引導孩子認識不同文化中的飲食常用植物；透過蛋彩畫，接觸西方藝術史與媒材特色；透過製作風向機，延伸認識西方教堂屋頂常見的「公雞造型風向機」其文化象徵意涵。這些設計讓 STEAM 中的 Art 不只停留在創作活動，也承載藝術史、文化符號與世界觀。SDGs 議題則進一步連結健康、環境、食農、能源、城市與永續，使孩子從低年級階段開始知道自己與世界的關係，逐漸理解其重要性，如圖 6。



圖 6 以 SDGs 為課程參照，將全球議題轉化為低年級可感受的學習經驗

五、生活時序中的真實議題：季節、健康與城市發展

課程安排呼應季節變化與生活的轉變需求。冬季主題安排保暖與羽絨材料認識，讓孩子從身體感受理解材料特性；夏季主題連結光、反射與太陽能應用，使孩子從氣候經驗進入能源與設計思考；腸病毒較需留意的季節，課程透過不同的洗手方式、吐司黴菌培養與顯微觀察，引導孩子理解健康與衛生。

此外，課程也連結食農教育與城市發展議題。孩子從穀物與食材認識土地、飲食與責任消費，也從城市規劃、公共建設與重劃區等生活議題，思考自己居住城市的發展，如圖 7。這使低年級 STEAM 不只停留在教室，也逐步連結家庭、社區與世界。

生活時序中的真實議題

從季節、健康到城市發展，讓孩子從生活經驗走進探究與設計。



圖 7 課程將生活中的現象轉化為低年級可參與的探究與討論任務

伍、整體課程架構與實施方式：從故事問題到生活應用的兩年探究路徑

光仁小學低年級 STEAM 校本課程以一、二年級為完整學習階段，共規劃十六個主題。課程每週 2 節，每學期約 18 至 20 週，透過穩定的學習節奏，讓孩子逐步累積探究經驗。班級實施時以 6 大組、12 小隊合作進行，使每位學生都有充分觀察、操作、紀錄與表達的時間機會。

一、經驗的累積轉化

一年級以「繪本故事與生活情境」作為起點，引導孩子從故事角色的困難或日常現象中發現問題，思考可以如何協助解決，並在真實材料、觀察實驗與表達分享中建立好奇心與初步探究習慣。向上延伸到二年級時，則擴展至「生活應用與問題解決」，加入更多工程任務、小組討論與分工合作。孩子不只觀察現象，也開始思考材料如何使用、方法如何調整，並透過作品製作或成果發表統整學習。

低年級學生在回顧一學期課程時，常能說出印象深刻的活動或發現，但較不容易自行整理成完整脈絡。課程透過口語分享、簡短文字紀錄與教師引導，整理出學生對實作任務、觀察發現與合作歷程的主要想法，再運用 AI 協助轉化為圖像、漫畫或故事情境，作為班級回顧與成果展示素材，如圖 8。



圖 8 AI 將學生的課程回憶具象化，提升低年級學生回顧、表達與共創的意願

二、螺旋的擴充發展

課程主題之間具有延伸關係。例如，「餐桌上的密碼」由穀物、澱粉與食物材料出發，連結糯米橋與結構概念，再延伸到「小小建築師」中的橋樑、承重與城市規劃，加上前一段時間「淡江大橋」的通車，更是引起孩子和家長的討論話題，如圖 9。

水的學習則由一年級的浮沉與淨水經驗，延伸到二年級的水流、海洋與能源議題。透過這樣的安排，孩子能在兩年課程中逐步連結材料、結構、環境、文化與生活議題，形成連續的低年級探究路徑。



圖 9 由餐桌材料延伸至工程結構，讓學生在連續活動中累積材料、承重與設計的探究經驗

三、教具的準備費心

課程中也會爲了設計各種變因探究，收集不同來源、不同狀態的素材，讓學生透過實作比較差異，學習分類、觀察與紀錄。例如，各種麵粉來源的筋度測試，可讓孩子直接從揉捏、拉伸與觀察中感受食物材料的差異；各種穀物的蒐集與比較，也能協助孩子理解日常食物背後的來源與加工過程，如圖 10。

老師在課前需類似當家的掌櫃一樣，發揮在地草根性的備料精神，到菜市場去採買準備；還好學校附近就是台北市的中央市場和漁市場，加上附近相關的產業資源，爲各種實物素材提供了些許便利性。



圖 10 透過課前蒐集與篩選差異化樣本，讓生活材料成爲可比較、可操作的探究素材

四、學生的能力提升

隨著學生有前一年的基礎和默契，進入到二年級後，他們更喜歡上 STEAM 課程，也更有能力去做一些比較有些許難度的實作，並且可以把每一次的學習主題心得，透過口頭做更多也更廣的內容發表，與其他同學分享。

對多數的學生來說，他們喜歡上這樣的課程，不但覺得有趣，也可以讓他們的觀察力提升，班級導師與家長都有分享孩子可以談論生活上的觀察，有些是家長和老師都沒有的經驗。

五、AI 的課程趣味

在本課程中，AI 的角色不是取代教師，也不是追求科技噱頭，而是作為課程設計與教材轉化的輔助工具。例如在「餐桌上的密碼」主題中，老師運用 AI 協助發展穀物卡牌、任務卡、圖像講義與遊戲化學習素材，將米、麥、粉類與永續材料等較抽象的內容，轉化為低年級學生容易辨識、願意參與的學習媒介。

AI 的價值不只在於產出教材，更在於協助課程加入視覺化、任務化與遊戲化的設計。對低年級學生而言，卡牌蒐集、角色任務、圖像提示與挑戰活動，能讓原本較偏知識性的穀物辨識與材料比較，變成更有情境感與參與感的學習歷程。因此，AI 在本課程中的應用，是支持課程內容轉譯與趣味化設計，使 STEAM 學習更貼近低年級孩子的理解方式與學習動機，如圖 11。當然也扮演的是整理與轉化的輔助角色，使低年級孩子能以更具體的方式回顧學習歷程，也讓課程中的觀察、實作與想像，有機會透過多元形式被呈現與分享。



圖 11 AI 將抽象知識轉為可看、可玩、可互動的學習媒介，提升學生參與動機

陸、課程實施省思～累積再發展的能量

從一年級到二年級，經過了近兩年的課程實施，進行的過程中有一些的挑戰與困難，在相關教師們大家同心協力下，逐漸地做一些調整與克服，也累積了一些成果。回首看來，可以分成四個部份加以說明：

- 一、課程部份：課程的統合和區分，我國課程綱要在低年級屬於大領域的課程，並未再細分為小領域或是類似分科的課程規劃因此有許多和 STEAM 會有點重疊，在建構課程時，會參考光仁小學既有的教科書版本，對學習教材了解與分析，並可能進行相互間的參考及融合。

課程架構、主題及進度雖然有進行實施前的規劃，實際教學前仍會進行部份的微調，以更符合實際上的需要。

- 二、教學部份：STEAM 包含的內容較為廣泛，加上學校是採取普及性的教學設計，以期待建立學生的基本概念與能力。然而對低年級學生而言，並無法提供太多的理論，因此教學上，教師需要大量的具體實物，讓學生可以觀察、可以觸摸、可以親身體驗，逐步地建立探究的概念和能力。

課程既由生活經驗出發，教師須隨時掌握最近的生活時事，並將相關時事議題融入教學活動中，教學上需要關注許許多多的面向。

- 三、評量部份：學習評量減少紙本的狀況，而是以實做、分享，以及上課參與度為主。遊戲式、類闖關的方式，最能吸引小朋友的參與，學生在不覺得是評量的過程中，廣泛的發言，提出日常所見或是上課所學。教師對學生的發言多多給予鼓勵，則更能引發學生的興趣。

- 四、成果部份：國小低年級學生識字量有限，表達能力也許比較沒有那麼完整；學生在一個自由的學習氛圍下，平時提出各種的不同看法，各主題結束前，也會做感想的口頭分享，教師也會適時地做成紀錄檔案。如果有完成的小成果作品，也會讓學生帶回家與家人分享，讓學生的學習更有成就感。

柒、結論：以校本彈性回應時代，在孩子心中種下未來素養

AI 世代的變化快速而難以預測，學校教育除了依循既有課綱，也需要透過校本課程回應孩子正在面對的世界。光仁小學由低年級推動 STEAM 校本課程，正是希望把握孩子小學初期的關鍵階段，讓探究、實作、表達、合作與跨域思維，及早成為每一位孩子都能累積的學習經驗。

課程架構雖以 16 個主題為基礎，但仍然是保有校本課程的彈性，後續還是可依時事議題、季節變化與學生學習需求，適度調整內容，使課程快速持續回應真實生活。

這樣的課程推動與實施，延續了光仁多年來科學闖關活動與降落傘大賽所累積的探究傳統，也和「聯發科技教育基金會」有專案結合。過去，這些活動已是校園中重要的科學學習記憶；如今，低年級每週二節的課程安排，進一步讓 STEAM 從活動經驗走向日常學習，使孩子能在穩定的課程中接觸真實材料、觀察生活現象、討論世界議題，並把課堂中的發現帶入同儕與家庭對話。因此，這套課程的意義，不只在於低年級多了一門課，而在於它讓探究精神、動手實作與多元思維，逐步成為光仁校園新的學習文化，也是一種辦學理念的實踐。

雖然我們無法確定他們將面對哪些新問題，也無法預先知道孩子未來會進入哪一個領域或行業；但學校可以在他們成長的早期，提供面對未知所需要的基本能力。光仁低年級 STEAM 所重視的好奇心、自主學習力、批判思考、創造力、同理心與人文關懷，正是 AI 世代孩子在不同道路上都需要的底層素養。

從品格、音樂、全人教育到 STEAM，光仁持續以關懷每一位孩子為核心，陪伴新世代學生在生活中不斷累積能力，在未來世界中找到自己的方向與光亮，成為更好的人。

參考文獻

- 張玉山、王嫻茵 (2025)。序：STEAM 教育與 STEAM 素養。科技與人力教育季刊，11(3)，1-5。
- 湯維玲 (2022)。我國小學跨學科 / 領域 STEAM 課程的「資訊科技」與「藝術」案例分析。台灣教育研究期刊，3 (3)，47-69。
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Miao, F., Shiohira, K., & Lao, N. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

繪本 × 雙語 × 動手做—— 國立臺灣科學教育館 雙語 STEAM 課程設計與實踐

張齡云

臺北市南港區南港國民小學教師

佟冠誼 *

國立臺灣科學教育館推廣組行政專員、
國立臺灣師範大學工業教育學系博士生

* 通訊作者：z50522@mail.ntsec.gov.tw

摘要

國立臺灣科學教育館（以下稱科教館）作為國立社教機構推行非制式科普活動不遺餘力，配合國家 2030 國家雙語政策、十二年國教課程綱要及 STEAM 思潮，科教館與產官、學、各界合作、整合各界資源，並運用 CLIL（Content and Language Integrated Learning，學科內容與語言整合教學）教學法，在科普活動中融入沉浸式的雙語學習友善環境。本文以在科教館辦理之「親子雙語 STEAM 課程」為例，透過「英語繪本作爲媒介」、「雙語沉浸式環境」、「動手做」等三項理念，規劃繪本共讀、主題探索與討論、動手實作及分享回饋等四個步驟，落實科學內容與語言學習的雙重效益。最後，本文也報導辦理本 STEAM 課程的反思，並提供在教學現場的教師關於教學實務上及運用本課程的啟示。

關鍵詞：STEAM、CLIL、雙語學習、繪本、動手做

Picture Books × Bilingual Learning × Hands-on Activities:

Design and Practice of Bilingual STEAM Courses at the National Taiwan Science Education Center

Authors: Ling-Yun Chang^{1,*} Kuan-Yi Tung²

¹Teacher, Nangang Elementary School

²Administrative Specialist, Promotion Division, National Taiwan Science Education Center; Ph.D. Student, Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University

*Corresponding author: z50522@mail.ntsec.gov.tw

Abstract

The National Taiwan Science Education Center (NTSEC), a national social education institution, has been actively promoting non-formal science learning activities. In response to the 2030 National Bilingual Policy, the 12-Year Basic Education Curriculum Guidelines, and the global STEAM movement, NTSEC has partnered with industry, government, academia, and various stakeholders to integrate cross-sector resources. Adopting the CLIL (Content and Language Integrated Learning) approach, the Center embeds an immersive, bilingual-supportive learning environment within its science education programming. This article presents the "Parent-Child Bilingual STEAM Course" conducted at NTSEC. Guided by three core principles—English picture books as a pedagogical medium, a bilingual immersive environment, and hands-on learning—the course follows a four-step instructional sequence: shared picture book reading with bilingual instruction and translation, thematic exploration and discussion, hands-on practice, and sharing with feedback. This design aims to achieve the dual goals of science content acquisition and language development. The article concludes with reflections on the course implementation and offers practical implications for educators seeking to integrate bilingual and STEAM-based instruction in their own teaching contexts.

Keywords: STEAM, CLIL, Bilingual Learning, Picturebooks, Hands-on Learning

壹、為什麼我們需要這樣的課程？

根據「十二年國民基本教育課程綱要」，自然領域的學科學習，已經不再只強調學科內容，而是開始重視跨領域知識、探究與實作、解決實務問題及導入資訊科技。這與國際盛行的 STEM（Science, Technology, Engineering, and Mathematics）教學思潮不謀而合，這個思潮重視跨領域課程、動手實作、結合創客（Maker）運動。後來更有學者指出，可融入藝術元素（Arts，即成為 STEAM），進而整合數、理、工程的概念及藝術美感（吳紹群，2020；教育部，2018；湯維玲，2019；）。

另一方面，我國政府自 2018 年起開始推動「2030 雙語政策」，希望透過扎根國民雙語能力，增加人才與企業競爭力，並讓我國與世界持續接軌。對於公部門機構而言，配合落實雙語政策的策略之一，是在公衆活動融入雙語元素，透過營造沉浸式與互動性的雙語友善學習環境，提供民眾近用英語的機會。因此，在課程設計上，應選擇合適的雙語媒材、設計基於 CLIL（Content and Language Integrated Learning，學科內容與語言整合教學）等學習理論的科普活動、並結合在地資源，與產、關、學各界合作，打造雙語學習友善環境的課程（行政院，2023；國家發展委員會，2024）。

科教館作為國立社教機構，擁有非制式學習場域的獨特優勢。學習不被鐘聲與課桌限制，孩子可在展區自由觀察、提問、驗證，將展件、故事與手作任務連成一條「意義建構」的路徑。近年的系統性文獻回顧亦顯示，非制式 STEM 學習環境能正向影響學業成就、動機與長期的 STEM 參與意向（Anand & Dogan, 2021）。置身這樣的場域，親子與師生能以共同任務為核心形成自然的學習共同體，孩子的觀察、提問與表達在互動之中被看見、被接住。

科教館的課程與活動設計，響應十二年國教與 STEAM 思潮中的「跨領域、動手做」等元素，並以英語繪本設計雙語活動（佟冠誼、劉淑雯，2020；佟冠誼、蘇懿禎，2021）。今年，我們嘗試發展一套「親子雙語 STEAM 課程」，不但響應十二年國教課綱及雙語政策，並試圖緩解現代學生過度接觸短影音造成的注意力下降的問題。課程從一本繪本出發，邀請親子一起在故事裡遇見科學，接著讓孩子用手作與新興科技把抽象概念做成看得見、玩得動的作品；過程中，老師以輕鬆自然的中英雙語引導，讓英文在互動與實作中「活」起來。這樣的教學設計不是要增加認知負擔，而是以圖像、故事、手感與對話建構支撐點，降低進入門檻，同時把學習的重心從「被動接收」轉為「主動探索」。這種課程設計上的轉變，不只是讓孩子「學會內容」，更是讓他們「成為學習者」——有興趣、有方法、有夥伴。

貳、課程設計理念：三個核心支柱

（一）繪本作為學習的起點

我們選擇英語繪本（picture books）作為每堂課的開場，不是因為它包含引起動機的故事及豐富、可愛的插圖，而是因為它在認知設計上具備多重優勢。繪本以圖像承載關鍵訊息，搭配簡潔敘事，讓孩子能快速建立背景知識，並以促進學生科學學習概念（陳彥廷、陳穎志，

2008)。例如在介紹生態平衡時，一段動物遷徙的故事就能把因果關係、循環與系統觀自然帶入。這樣的圖文整合能有效降低認知負荷，並為後續的探究與實作鋪路。

更重要的是，繪本不只是「讀故事」，而是一把鑰匙，帶學生進入主題情境。我們從角色的困境或情節的轉折出發，提出關鍵問題，例如：「為什麼暴龍的手那麼短？」「機器人怎麼知道要往哪裡走？」孩子在故事脈絡中被激發好奇，對科學概念產生提問動機。

在課室實踐上，我們會先以中英雙語朗讀與圖像導讀，標示關鍵詞彙（如 body parts, defend, pattern, orbit），再以引導式提問確認理解，最後清楚點出故事與當日實作任務的連結。孩子帶著意義框架走進手作區，行動便有方向；作品完成後再回望繪本，故事也被重新詮釋，閱讀與實作形成回饋循環。

（二）雙語自然沉浸，語言在課程中不是主角，卻是無所不在的工具

起源於歐盟的 CLIL 教學法，透過提供雙語學科主題內容，整合學科與語言雙重目標（陳正專，2021）。此外，CLIL 教學法著重於創造真實語境的精神，讓學生學習與應用學科知識以及語言（陳若瑜，2022）。因此，我們在課程設計上採取「自然沉浸」的策略：老師以輕鬆的中英雙語節奏進行，讓英語在師生互動與任務操作中自然浮現。就像在家裡聽到台語一樣，孩子先在熟悉與安全的語境中接觸語言，感受它的韻律與用途，再逐步嘗試輸出。此外，我們也以學科任務帶動語言使用，在解決問題的需求中使用關鍵英語詞彙與句型（Cubero, 2021）。對孩子來說，當「讓機器人直走並右轉」需要說出 go straight, turn right；當「描述恐龍防禦方式」需要講出 defend, spikes, tail，英語不再是考題，而是完成任務的工具。這種以「用途」驅動的語言使用，能在不壓迫輸出的前提下，逐步累積可遷移的語感與表達自信。

（三）動手做：從「知道」到「做到」

每一堂課都安排手作或科技實作，目的不是產生「漂亮作品」，而是讓概念具體化、可操作、可分享。Papert（1980）在建構主義（constructionism）中指出，當學習者積極建構有意義且可分享的成品時，知識建構最為有效。我們將此觀點落實為「可觀察、可測試、可迭代」的任務設計：例如做一個會動的紙板暴龍，讓孩子思考連桿與支點的關係與應用；畫一張路徑並用程式讓機器人跟隨，藉此理解感測器的原理、應用與指令序列；另一方面，用嬰兒油製作「透光的 X 光片」，體驗不同材料性質的效應與觀察光的特性。

當代 Maker 教育的研究（Davies & Seitamaa-Hakkarainen, 2025）也顯示，動手做能提升學生的投入度及自我效能。於是，我們刻意設計任務有彈性難度：同一個主題，低門檻版本讓所有孩子都能起步（如用自己的手描繪出手部骨骼），高挑戰版本則鼓勵嘗試與創新（如加入簡易連桿機構或感測控制）。課堂中的角色分工也隨之調整：老師從「解題者」轉為「提問者與引導者」，家長從「旁觀者」變成「學習夥伴」，孩子則在失敗與修正的循環中，學會如何觀察、假設、驗證與溝通。

參、課程執行與實例：一堂課的四個步驟

接下來，我們從已有開課紀錄的課程中，挑選其中一堂長約 75 到 90 分鐘的課程作為範例。這些課程的主題別是「恐龍」、「骷髏」、「AI 機器人」及「太空任務」。我們將逐步說明四個步驟的做法與原則，呈現每個步驟在不同主題中如何落地。

步驟一：繪本共讀（約 15-20 分鐘）

開場先定錨主題與語言支架。老師以中英雙語導讀繪本，善用「停一問一指一連」四招：停在關鍵畫面、拋出聚焦問題（What do you see?）、指向圖像或重點詞（Look at the claws.）、連回學生經驗（Like your cat's nails, right?）。最後用快速問答確認理解，確保所有孩子帶著共同語境進入下一段。

以下是四個主題在這個步驟的實際操作：

- 1 恐龍動起來！（繪本：Dinosaurs）——老師先以中英雙語標示關鍵詞，當將繪本翻到一幅畫有暴龍圖片的跨頁時，老師停下來問：「What is special about its legs?」。孩子被多樣的恐龍外型吸引後，老師進一步拋出橋接語：「待會兒我們要製作一個紙板暴龍，讓牠的嘴巴可以張開、閉合，想想有哪些部位需要連動？」
- 2 骷髏頭的超能力（繪本：Skulls!）——老師首先用幽默的語氣拆解迷思：「骷髏不是嚇人道具，它每天都在保護你。」接著，老師會標註繪本中的關鍵詞彙（tail, spikes, claws, defend），並把看似「可怕」的骷髏轉化為提供「保護、支撐、連結」的人體結構元素。
- 3 認識 AI（繪本：Robot Robot Everywhere）——繪本以生活場景串起不同類型的機器人，老師引導孩子辨認「哪裡有機器人、它們在做什麼？」，為後續的程式實作建立情境。
- 4 太空任務（繪本：Earth Yay!）——繪本以地球為主角介紹宇宙鄰居，老師透過圖像，建構 star、planet、orbit 等概念，並連結到人類的太空探索任務，為衛星照片解碼與火星降落實驗暖身。

步驟二：主題探索與討論（約 10 分鐘）

接下來，老師可透過約 10 分鐘的探索與討論階段，連結繪本的圖像與孩子的既有經驗，作為後續動手做環節的情境開場與起點。

各主題的討論，聚焦的面向各有不同：

- 1 恐龍：親子從恐龍拼圖開始，觀察身體結構並嘗試分類（肉食／草食、防禦方式／攻擊方式）。並根據恐龍特殊的身體部位，想一想跟現代的什麼動物有相似之處，透過聯想與對應，討論「它有什麼身體部位？」、「它怎麼保護自己？」。
- 2 骷髏：孩子對照自己的手掌與教材的骨骼參考圖，數一數有幾根骨頭、找出關節在哪裡，並討論「骨頭是硬的，為什麼手指卻可以彎折？」等問題，連結人體結構與自身經驗。

- 3 AI 機器人：親子討論家裡有哪些「會自己動」的東西（如：掃地機器人、自動門），透過腦力激盪，區分這些物件是屬於「人爲控制」還是「機器自主判斷」，並比較兩者的差別，爲後續的內容——理解感測器與程式指令——做準備。

圖 1 教師帶領親子進行主題探索與討論。



- 4 太空任務：以「衛星照片解碼」小任務暖身，親子一起認識 0 與 1 如何構築成一幅數位衛星照片，也透過討論「太空人要怎麼探索太空？」等問題，建立觀測—導航—著陸—辨識的任務流程概念。

圖 2 進行帶領親子進行衛星照片解碼活動。



步驟三：動手做（約 40-50 分鐘）

在動手做的階段，老師會先逐步示範如何完成每一個步驟，接著發下材料包與平板電腦，讓學生可以按照平板中的手冊進行操作以及拍照記錄。講解時，老師應清楚說明「成功準則（實作作品必須達成的項目）」與「挑戰選項（作品的額外加分挑戰）」。講解的過程中，老師的語言策略包含：「少講一點點、問多一點點」：當孩子舉手求助時，應先問「你覺得下一步是什麼？」之類的引導性問題，必要時可示範單一關鍵步驟，避免一次將所有步驟完成，這會讓學生失去作為學習主體的責任與機會。

另一方面，家長的任務是記錄與從旁陪伴與協助：他們可以用手機拍下測試、失敗與修正的歷程，並在學生遇到困難時，以引導式提問代替直接介入。這種課程規畫落實了 Vygotsky 的「近側發展區」概念：當孩子遇到挑戰時，家長可以適時、適量地增加引導（如：口語提示、分解步驟、同儕示範），當孩子的認知與能力進一步提升後，就可以撤除旁人的「鷹架」，讓他主導決策與表達（Vygotsky, 1978）。

圖 3 家長參與並協助孩子紀錄實驗歷程。



四個主題的動手做階段各有特色，但都遵循「可觀察、可測試、可迭代」的設計原則：

- 1 恐龍：製作「會動」的紙板暴龍：以紙板、割線、紙夾與線做成簡易連桿，可透過拉動尾巴來控制嘴巴開合。孩子在機構設計的過程中，逐漸理解「支點—連桿—輸出」及「身體結構與功能」的對應關係。加分挑戰是設計能操控抬起與降下的前肢，這需要孩子思考支點位置與拉力傳遞方向。

圖 4 動手製作會動的紙板暴龍。



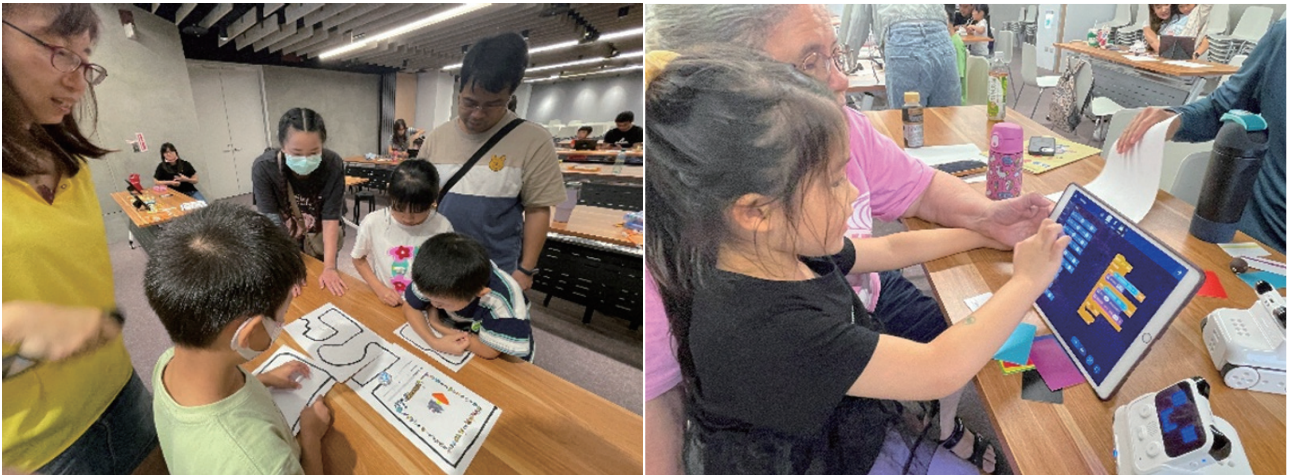
- 2 骷髏：以「紙張+嬰兒油」模擬手部的 X 光照片。孩子先在紙上描繪手掌骨骼，再以棉棒沾取嬰兒油塗抹在紙上，讓紙張在光源下呈現半透明效果，從中觀察並學習光學與材料科學的基本概念。加分挑戰任務是畫出身體其他部位，再模擬成 X 光照片。

圖 5 嬰兒油模擬手部 X 光作品。



- 3 AI 機器人：分兩段進行。第一段讓孩子透過 Animated Drawing 網站，體驗可將塗鴉變動畫的生成式 AI：孩子畫出角色、上傳、標註關節的位置、即可觀看角色栩栩如生地動起來，透過這樣的過程，讓孩子理解「資料—模型—輸出」的簡化流程。第二段以程小奔機器人實作「自駕車」：繪製道路、設置轉彎與停靠點、最後編寫指令讓自駕車機器人可以沿著道路前進。加分挑戰是為自駕車加入額外的條件判斷邏輯，如：遇到障礙物時，自駕車機器人可透過螢幕顯示 I found it! 。

圖 6 體驗實作自駕車活動。



- 4 太空任務：操作程小奔機器人模擬「火星探測任務」，在地圖上設定採樣點與避障路線；接著用紙製作「直升機葉片」，模擬火星降落器的減速設計，測試不同葉片長度與重量分布等變因，對降落穩定性的影響。孩子在實驗中練習變因控制與資料紀錄，從中經歷工程設計的循環與迭代（設計—測試—改良）。

圖 7 模擬火星探測任務。



步驟四：分享與回饋（約 10 分鐘）

完成作品後，老師請孩子帶著自己的成果，向家長與老師分享「我做了什麼、怎麼做的、遇到什麼問題」。這個環節不強制使用英語，重點是把動手做的經驗「說出來」，在語言化的過程中重新梳理概念。當孩子用國語分享時，老師會自然地用英語覆述一次重點。例如，孩子說「我拉暴龍尾巴的時候，牠的嘴巴就會打開」，老師接著說「So when you pull the tail, the mouth opens — You did it!」。這樣的覆述不是糾正，而是示範，讓孩子在無壓力的情境中再聽一次英語表達，逐步建立「原來這句話可以用英文這樣說！」的連結。如果孩子願意嘗試用英文分享，老師則用英語給予正面回饋與鼓勵，讓正向經驗強化孩子開口的意願。家長在這個環節也扮演重要角色——他們可以補述孩子在動手做過程中的關鍵時刻與突破，讓孩子感受到自己的努力被看見。這個「小舞台」的設計，讓手作經驗不只停留在動手的層次，而是透過表達與回饋，進一步內化為孩子自己的理解與自信。

這四個案例皆透過四個步驟來規劃，這樣的規劃存在一個共通的脈絡：先以繪本建立情境與詞彙；接著，透過討論連結概念與生活；動手做，讓抽象概念變成可操弄的實體；最後，經由分享把經驗語言化。於是，「讀—看—做—說」不是四段分離的活動，而是一條前後連貫、相互呼應的教學策略：看與讀讓做更有方向，做與說又反過來加深看與讀的理解。當我們把家長放在學習設計裡，孩子學的不只是知識，更是如何與重要他人協作、表達與成長。

圖 8 親子家庭參與 STEAM 課程。



肆、教學現場的觀察與反思

走進課堂，我們最先注意到的是家長角色的轉變。許多家長一開始坐在後排觀望，不確定該如何介入或參與；但當孩子在組裝機構遭遇困難、或在程式除錯的過程中皺起眉頭，父母會自然湊上前——不是搶過去做，而是用提問引導：「你覺得卡在哪裡？要不要先試這一段？」。這種從「觀眾」到「夥伴」的身分變化，是我們最樂見的。因為當家長在近側發展區內提供適度鷹架，孩子的持續力與投入度顯著提升；而當任務完成，父母的眼神裡常帶著驚喜：「原來他/她可以自己想出解法。」

英語焦慮的消融則發生在許多不起眼的瞬間。在第一堂課，總有孩子一聽到英語就變得沉默，但在輕鬆的中、英雙語節奏裡，孩子發現自己「聽得懂大意、做得到任務」，於是變得逐步敢說片語、再升級為短句。當我們不急著糾正口音、不過度糾結文法，反而專注於「讓訊息被理解、讓任務被完成」，語言就回到它的本質——溝通的媒介。

親子互動的驚喜也常在遭遇困難時出現。筆者回憶：某次課堂中，有對親子在做直升機葉片時反覆失敗。孩子堅持認為「要往上拋才能讓直升機飛起來」，家長也一度想要直接「示範正確答案」。我們引導他們兩個都試試看自己的方法、觀察哪種方法才會成功，並進行討論。這段經驗讓家長看見孩子的思考過程，也讓孩子在被傾聽中建立自信。這樣的對話會被帶回家，延伸成餐桌上的科學對談，形成持續的學習文化。

透過這些反思，或許可提供在教學現場的老師一些啓示：可部分參考這種教學模式的優點，納入自己的教學場域中。這樣的課程規畫並不一定需要昂貴設備或大型展場。例如：選一本與課程單元相關的英語繪本、設計一個 30 分鐘可完成的手作、邀請家長在週末與孩子一同完成延伸挑戰。教學成功的關鍵在於完整的流程（讀—看—做—說）與明顯的語言支架，並且把「鷹架的權衡」視為教學設計的一部分——當孩子遇上挑戰時給予適量引導與輔助、順手時則減少介入，讓學習的主導權回到學生。

伍、結語

從科教館到每一間教室，「繪本啓蒙 × 雙語沉浸 × 動手實作 × 親子共學」不是四個分散的做法，而是一套彼此支撐的課程設計邏輯。繪本為主題提供情境與語彙，雙語讓語言在任務中自然使用，動手做把抽象概念變成可操作的實體，親子共學則把學習延伸到家庭與社區。這樣的課程在科教館的非制式場域中蓬勃發生，或許也有機會在學校的教室裡變得在地化與常態化。

我們鼓勵老師可以先小規模嘗試：挑一本貼近課程單元的英語繪本、設計一個可在 30 分鐘內完成的小實作、準備三句核心句型與一張任務卡、邀請家長擔任學習紀錄與陪伴者。讓孩子在「玩」中愛上探索，在「做」中學會驗證，在「說」中整理思考。當越來越多的班級這麼做，語言就會在學科裡活起來，科學就會在生活裡長出根來。

最後，我們的樸實的願景是讓科教館成為創新教學的試驗場與擴散站，讓學校成為持續實踐的溫床，讓家庭成為好奇與對話的延伸空間。當老師們透過故事打開門、以任務搭起橋、作品築起家，孩子就會帶著好奇與自信，走向更寬廣的科學與語言的 STEAM 世界。

參考文獻

- 行政院 (2023 年 9 月 12 日)。2030 雙語政策。https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/45a00f6b-b3b2-4306-9fcd-9904f9ce0d773。
- 佟冠誼、劉淑雯 (2020 年 11 月 12 日)。繪本融入性別議題活動推廣策略——以聽繪本玩科學為例。〔論文發表〕2020 科普論壇暨國際青年海廢論壇。基隆市，臺灣。
- 佟冠誼、蘇懿禎 (2021)。從 SHERO 主題書展策展到科普推廣實務經驗談。性別平等教育季刊，(93)，94-102。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=15629716-202105-202106230015-202106230015-94-102。
- 吳紹群 (2020)。中小學教師參與博物館 STEAM 教育推廣活動之研究——以故宮 STEAM 教師工作坊為例，博物館學季刊，34 (3)，83-105。
- 國家發展委員會 (2024)。「公共服務及活動融入雙語元素」計畫徵件作業說明書。國家發展委員會。
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要：國民中小學暨普通型高級中等學校 - 自然科學領域。教育部。
- 陳正專 (2021)。CLIL 在學校推動之可行策略。臺灣教育評論月刊，10 (12)，64-69。
- 陳彥廷、陳穎志 (2008)。親子共讀情境中不同教育背景家長對科學的知識觀分析：以科學繪本《月亮·地球·太陽》為例。科學教育學刊，16 (3)，325-350。
- 陳若瑜 (2022)。探討 CLIL 雙語課程於自然領域課程實施之學習成效 - 以臺北市自編 CLIL 雙語教材 (三年級自然) 為例 (系統編號：110UT005007017) [碩士論文，臺北市立大學]。臺灣博碩士論文知識加值系統。
- 湯維玲 (2019)。探究美國 STEM 與 STEAM 教育的發展，課程與教學，22 (2)，49-77。
- Anand, N., & Dogan, B. (2021). Informal STEM learning: A review of impacts on achievement, motivation, and persistence. *ERIC. (Original work published in Journal of STEM Education)* [EJ1429622].
- Cubero, K. (2021). Theoretical Proposal: Exploring the symbiosis of CLIL and PBL to foster an intercultural learning experience in EFL. *DEDiCA. Journal of Education and the Humanities*, (19), 267-288. https://doi.org/10.30827/dreh.vi19.21829
- Davies, S., & Seitamaa-Hakkarainen, P. (2025). Research on K-12 maker education in the early 2020s—a systematic literature review. *International Journal of Technology and Design Education*, 35(2), 763-788. https://doi.org/10.1007/s10798-024-09921-6
- National Science Teaching Association. (n.d.). *Picture-Perfect Science series*. Retrieved April 6, 2026, from https://www.nsta.org/book-series/picture-perfect-science
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- SARSEF. (n.d.). *STEM Family Engagement*. Retrieved May 22, 2024, from https://sarsef.org/stem-family-engagement/
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

把科學變日常： 科工館 STEAM 規劃與實務分享

鄭瑞洲

國立科學工藝博物館主任

通訊作者：adam@nstm.mail.gov.tw

摘要

在 STEAM 教育推動上，科學學習不只發生在教室，也可以發生在日常生活中。國立科學工藝博物館（以下簡稱科工館）作為國家重要科普基地，為深化 STEAM 教育的推動，長期辦理學生冬夏令營、校外教學、大型科普競賽與成果展，樂齡學習、創客工作坊、展廳動手做等多元型態活動，目的是讓不同年齡層的民衆在「看得見、做得到」的情境中輕鬆理解科學與應用所學於日常生活中。本文以實務分享為主，介紹科工館自辦多元 STEAM 課程的特色外，並說明科工館如何與企業、基金會、學校與政府等單位跨域合作，推廣學生到館學習、館校合作或至偏鄉及社區等，並呈現科工館如何以制度治理、資源整合與多元活動路徑，擴散 STEAM 學習的可及性與社會影響力，期盼讓社會大眾更具體理解科工館在 STEAM 教育推動上的角色、作法與社會影響性。

關鍵詞：STEAM 教育、科技教育、全齡化、跨域合作、永續教育

Bringing science into everyday life: STEAM planning and practical sharing at NSTM

Cheng, Jui-Chou

Chief of Technology Education Division of NSTM

*Corresponding author: adam@nstm.mail.gov.tw

Abstract

In promoting STEAM education, learning does not only occur in the classroom; it can also happen in everyday life. As a key national science popularization base, the National Science and Technology Museum (NSTM) is committed to deepening the promotion of STEAM education by organizing diverse activities, such as student summer and winter camps, field trips, large-scale science competitions and achievement exhibitions, senior learning programs, maker workshops, and hands-on activities in exhibition halls. The aim is to allow people of all ages to easily understand and apply what they have learned to their daily lives within a "visible and doable" context. This article focuses on practical sharing, introducing the features of the diverse self-organized STEAM courses in NSTM, and explaining how the NSTM collaborates across sectors with enterprises, foundations, schools, and government agencies to promote student learning at the museum, museum-school partnerships, and outreach to rural areas and communities. It also presents how NSTM utilizes institutional governance, resource integration, and diverse activity pathways to expand the accessibility and social impact of STEAM learning. Ultimately, it is hoped that the public can more concretely understand NSTM's role, practices, and social impact in promoting STEAM education.

Keywords: STEAM education, technology education, learning for all ages, cross-disciplinary collaboration, sustainable education

壹、科工館在 STEAM 教育扮演的角色

博物館是一個全齡學習的平台，展示廳內的展示提供情境與線索，課程與活動提供動手做的機會及挑戰，而競賽與發表則讓學習成果可以被看見、被分享。科工館以「鼓勵全齡參與科學」為目標，除既有實體營隊、研習課程、工作坊、講座、競賽與成果展示外，並持續開發創新教材教具，線上學習資源，讓學生及民衆不論是在館內、在校園或在社區，都有機會接觸 STEAM 的學習入口與延伸路徑。國立科學工藝博物館（以下簡稱科工館）長期投入科技教育推廣，目標不只是「辦活動」，而是把科技學習能成為民衆的日常：讓孩子、家長與社會大眾都能在其適合的情境中接觸 STEAM，從「覺得好玩」走向「理解原理、能動手做、願意持續學」。科工館期望能讓第一次接觸 STEAM 的人能輕鬆入門，想深入 STEAM 的人有進階路線，距離或資源受限者也能獲得學習 STEAM 機會；並透過制度治理確保 STEAM 課程品質與執行穩定，提升全民科技素養。

貳、讓 STEAM 活動成為「全齡可參與」

科工館 STEAM 活動可從「課程型態」與「參與方式」兩個面向來說明，一、在「課程型態」上，科工館辦理多日的冬夏令營隊、樂齡系列課程、工作坊、展廳體驗與等多元課程；在「參與方式」上，則同時涵蓋民衆到館參觀、學校團體到館校外教學、偏鄉推廣等。這樣多元課程型態及參與方式設計，並不是為了讓活動看起來「很多元」，而是為了回應不同學習者的時間條件、動機強度與先備能力差異，讓不同族群民衆都能在其適合的情境中接觸博物館辦理的 STEAM 活動。以下舉例 STEAM 活動如何做成全齡可參與及縮減城鄉差距：

（一）冬夏令營—以多日專題活動讓學生體驗 STEAM 旅程

營隊規劃多日專題課程是最能呈現 STEAM「從問題到作品」的形式。多日專題課程通常會包含：情境導入、任務挑戰、原型製作、測試改良、成果發表與展示分享。因為營隊讓學生在一個相對安全、可試錯的環境中，把抽象的科學與工程概念，轉譯成自己手上真正做得出來的成果，而且讓學生在短時間內密集投入，清楚經歷「想法—動手做—失敗—改良—成功」的過程，也更容易建立自信與學習動機。科工館除自辦營隊外，並與外部單位合作辦理營隊課程，以更豐富的主題與情境提升學生的體驗。例如科工館與外部單位合作積極發展「職業探索」取向的 STEAM 主題營隊，結合第一線產業與專業場域資源，開辦「輕軌探險隊」、「獸醫營」、「鑑識科學營」及「雙語廣播營」等職業探索課程，見圖 1。課程設計不僅讓學員近距離了解不同職業的工作情境與職能需求，也將相關的科技原理、科學知識與實務操作融入活動流程，引導學員以任務導向方式完成體驗與挑戰，讓學員在體驗中看見職業所需的核素養，也能把「科技如何在真實職場被使用」看得更清楚，讓參與者從課堂學習 STEAM 延伸到生活與職涯想像，增加學習動機與職場真實感，可成為學生未來投入職場的參考。



a. 輕軌探險隊學員實地參訪軌道機廠
學習鐵路的科學與原理



b. 獸醫營學員體驗獸醫實務工作
學習動物行為概念



c. 鑑識科學營透過細胞顯微
觀察與分析技術學習鑑識科學

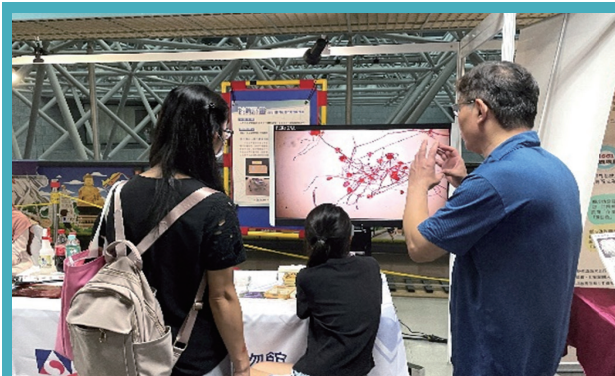


d. 雙語廣播營結合雙語學習與參訪電視台
提升學生對主播工作的認識

圖 1 冬夏令營活動照片

(二) 讓科學成為日常選項，長期養成科學素養

為培養大眾基礎科學知識與素養，科工館整合展示資源與推廣能量，規劃多元主題課程，見圖 2，以推廣全齡教育與終身學習為核心，針對學生於週末辦理 STEAM 課程，主題跨足不插電程式、動力機械、創意積木、雙語科學與手作等，課程常結合 LEGO、Micro:bit、程式語言、天文觀測或生活科學等跨領域資源，讓科技與科學概念學習呈現不同難度與形式，以適合不同學生對象，此外，樂齡長輩為對象，規劃二胡、瑜伽、電烙畫或手機應用等課程，擴大藝術與生活工藝在跨域學習中的參與面向，讓博物館不只服務學生，也成為樂齡民眾可長期回訪的終身學習場域。同時，科工館也整合展示廳資源，於週末或假日規劃展廳動手做活動，包含科學演示、教材教具體驗等，讓一般民眾在參觀動線中即可參與科學體驗，建立基礎科學素養，讓「看展」與「做中學」彼此串接，體驗科學學習樂趣。每年 11 月的臺灣科學節辦理科普戲劇、科學表演秀、科普市集、海洋教育嘉年華、创客趴、工作坊等多元活動，引導觀眾探索科學、體驗科技，期能讓科學成為民眾日常生活的選項，提升全民的科技素養。



a. 科普市集讓民衆從多元的互動攤位中探索科學的奧秘



b. 科學演示以教具操作引導觀眾觀察與體驗科學應用



c. 運用樂高 EV3 機器人學習機械結構、力學原理及程式語言



d. 結合電腦應用軟體與實際操作提升樂齡民衆數位能力及資訊素養

圖 2 多元主題課程及活動照片

(三) 創客工作坊：民衆接觸 STEAM 的入口

科工館北館地下一樓「趣自造」教室（或創客工場）辦理全齡創客工作坊，工作坊結合博物館場域與數位製造技術，規劃涵蓋兒童、青少年、成人與樂齡族群，內容橫跨工藝創作、生活科技與主題式學習等，並提供夜間時段與冬夏令營隊等多元形式，支持彈性的學習需求。透過「做中學」的學習循環，鼓勵大眾實踐「自造」精神。工作坊除了推動創客理念，更強調從「趣味」出發，引導參與者在動手操作中培養觀察、設計、製作與解決問題的能力。趣自造全齡化創客工作坊包含「原住民族科學」、「烘焙實作」、「AI 科技樂生活」與「數位應用」等主題課程，見圖 3，讓科技與日常生活情境結合，提供民衆以短期或系列課程方式進入跨域學習，體驗生活科學的樂趣。



a. 藉由創新原住民族教材 DIY 認識原住民族的科學智慧與建築文化



b. 學員從烘焙實作中瞭解食材變化的科學原理及學習烹調技術



c. 使初步接觸 AI 科技的樂齡學員理解人工智慧的概念與應用



d. 運用磁吸電路教具引導學生探索電與光的基本原理

圖 3 適合全齡民衆的創客工作坊活動照片

(四) 到館參與及偏鄉推廣：縮減城鄉差距

科工館也針對偏鄉地區學校推動「到館參與」及「偏鄉推廣」，見圖 4。到館參與能充分運用科工館的展示情境與設備資源；偏鄉推廣則能降低偏鄉學校舟車勞頓與參與門檻，將核心學習內容以行動課程、模組化教案或材料包形式帶到偏鄉地區學校，讓地理與資源差距不再成為學習門檻。



a. 邀請偏鄉地區學生到館進行程式設計及實務應用課程



b. 結合基礎生物科學前往偏鄉地區學校辦理 DNA 粗萃取實作活動



c. 至偏鄉地區學校辦理機器人及程式設計課程提升中學生科技素養



d. 藉由不插電邏輯編程機器人培養偏鄉地區國小生對程式設計的興趣

圖 4 偏鄉學生到館參訪及到偏鄉學校推廣科普活動照片

參、跨域合作：與外部資源連結，擴大影響性

科工館除自辦 STEAM 課程外，另一種推動做法，是把博物館的教育專業與外部資源連結起來，形成可長期運作的合作網絡。科工館整合內外部資源，透過產、官、學、研各界跨域合作與創新方式，持續擴大 STEAM 推廣效益，包含與地方政府、社區、企業及國內外機構合作，擴大科學教育觸及面。例如在動物科技推廣面上，科工館、高雄市動保處與壽山動物園跨域合作規劃獸醫營或生物多樣性活動；在新興科技面向上，爭取科林研發企業經費及晶片製作專業辦理偏鄉學校智慧機器人及程式設計活動；在環境永續推廣面向上，爭取工研院經費，建置臺灣首座樂活節能屋及邀請偏鄉學校師生到館參觀及參與節能主題動手做課程等，提升永續及節電素養，並引導學生探索能源永續發展議題，見圖 5。透過跨域合作，能互補專業不足外，也透過企業經費補助到館參與及偏鄉推廣的交通、材料與人力等成本，使學校到館 STEAM 課程得以擴大招募，也能使科工館 STEAM 課程深入偏鄉、離島與資源相對不足地區，讓更多學生有機會接觸。此外，科工館每年亦與外部單位合辦科技教育創意實作競賽暨成果展示、科技教育嘉年華、FIRST 機器人台灣選拔賽、索尼創意科學大賞玩具成果展及高雄市國中小學科學園遊會等大型展演或競賽活動。其意義在於讓原本不會主動報名或參與的人，也能在逛市集、看表演、做體驗的輕鬆行程中遇見科學，降低接觸門檻並擴大活動的社會影響性。



a. 教育部「臺灣能 - 永續能源創意實作競賽」鼓勵學生進行創意發想



b. 與中華職棒臺鋼雄鷹隊跨域合作辦理夜宿科工館童軍營



c. 與高雄市政府合作辦理中小學
科學園遊會透過互動體驗推廣科學教育



d. 與索尼企業合辦「索尼創意科學大賞玩具成果展」
提升民衆科學興趣

圖 5 產、官、學、研各界跨域合作推廣科普活動照片

肆、課程怎麼顧品質：開班審議讓課程「完整、可行、穩定」

當課程型態越來越多元、合作場域也越來越多樣時，「品質治理」就不再是可有可無的管理程序，而是能否長期穩定推動的關鍵。科工館課程不像學校課程有固定班級，它更常面對不同年齡、不同背景、不同動機的學習者；同一門課也可能在不同梯次、不同教室、甚至不同合作單位與場域執行。若缺乏一致的課程品質把關，課程很容易因人力變動、材料差異或場域限制等因素而產生品質不穩定，影響學習者安全與體驗，也削弱社會對科工館課程的信賴。

為確保每次課程與活動的品質與安全性，科工館針對預計開班課程辦理審議會，明定推廣教育開班審議標準作業流程，區分為三階段，包含自評、初審及複審等程序，首先在自評階段，由科工館專業人員擔任領域召集人，評審承辦人提審開班課程內容是否完備。若通過自評，則進入初審階段，由領域召集人及內部、外聘委員組成領域審議小組進行初審。若是曾開班之課程，著重評審其課程特色、安全性及效益；若是由本館自行研發且為新開班之課程，依「自行研發開班審議評估表」評審，包含必要性 (15%)、可行性 (10%)、特色 (25%)、安全性 (25%)、效益 (25%) 等項目；若是由科工館與外部單位合作且為新開班之課程，則依「與外部合作開班審議評估表」評審，評審項目與前者相同，惟配分上更著重必要性與可行性項目內容，見圖 6，於整體審議過程中邀請館內及館外專業人士擔任評審委員，從多元面向檢視課程的完整度與可開課性。審查重點包含：課程目標是否清楚、活動流程是否順暢、難易度是否適切、材料與工具是否安全可行、時間與場域配置是否能確實執行等。透過審議與修正，期望能在課程正式推出前先排除可能的風險，讓課程在不同梯次或不同場域都能更穩定地被執行，更值得民衆信賴，也能使科工館推動的 STEAM 目標能更順利達成。

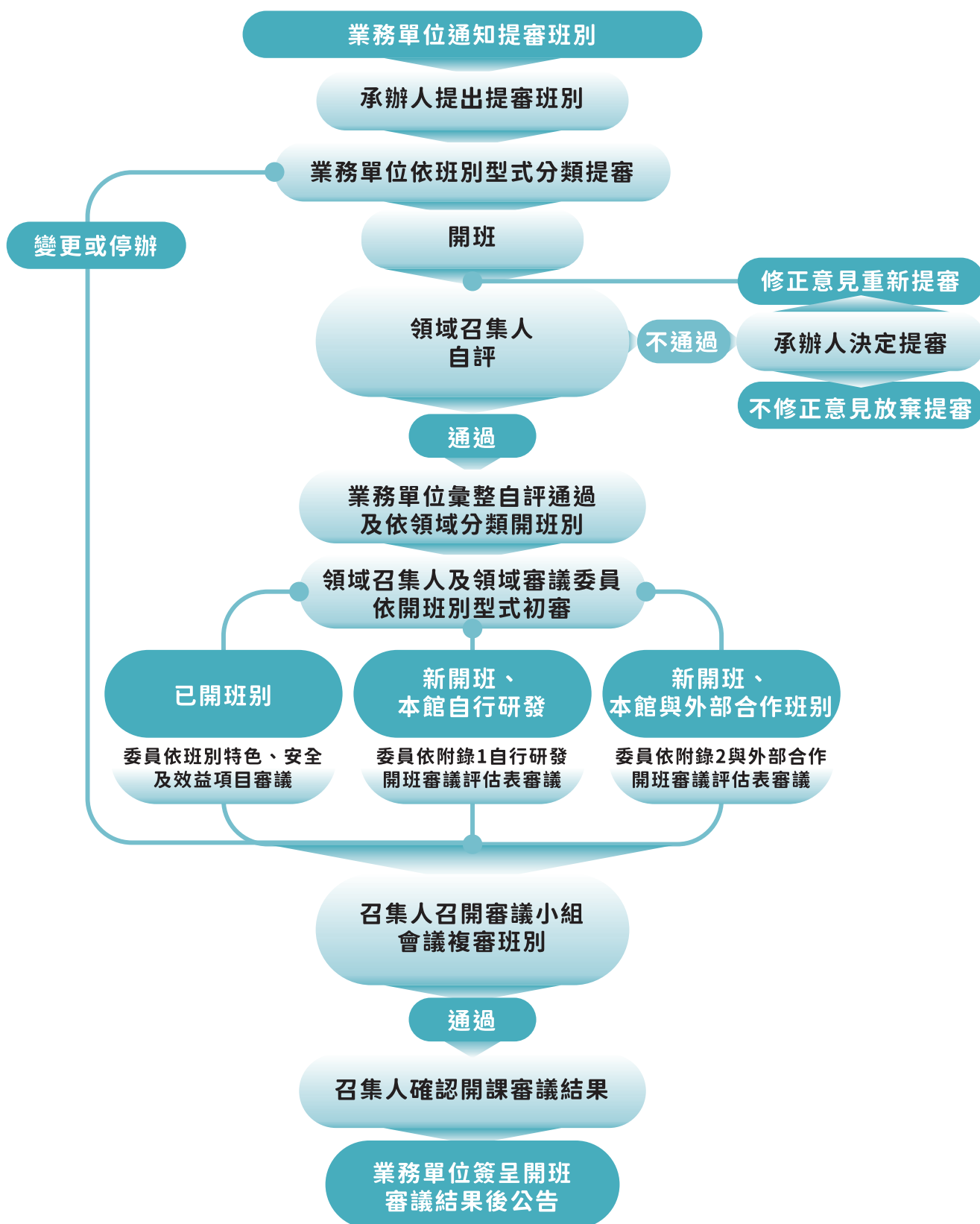


圖 6 國立科學工藝博物館 推廣教育開班審議標準作業流程圖

伍、結語：把 STEAM 變成民衆日常的參與

科工館推動 STEAM 的核心，是以設計多元型態活動以符合不同族群的需求，使 STEAM 不被侷限於特定年齡或單一型態的課程，而能以週末課程、營隊、創客課程、校外教學、競賽與結合展示廳的科普活動等多元方式讓不同人群接觸。並透過與學校、企業與基金會、政府與社區等面向跨域合作，使到館、到校、到偏鄉的推廣活動，得以產生更大的服務量能，擴散科工館 STEAM 教育的影響力。並為維持課程品質，透過課程審議制度讓課程從規劃、開班到執行能有一致的品質檢視流程，降低推廣規模擴大後產生的風險，並得以運用館內研究量能與教材教具開發形成專業 STEAM 課程支撐。對於中小學教師，我們也建議學校可參考上述科工館與外部產、官、學、研各界資源連結，增加 STEAM 課程的豐富性及專業性，或也透過與科教館所合作開發適合中小學生的 STEAM 課程進行推廣，如此館校合作能讓學生有多元形式的參與與學習機會。

科工館推動 STEAM 教育的價值不僅在於「辦了哪些活動」，更在於能否把 STEAM 活動轉化為可近用、可持續及可擴散的民衆日常參與。我們希望讓更多人看見：STEAM 可以在博物館、在學校、在社區、在偏鄉以不同形式被實踐，並在一次次 STEAM 活動推廣中累積民衆對科技、科學的理解與信心，讓科學成為民衆日常生活的一部分，以提升全民的科技素養。

ST(R)E(A)M 教育實證研究之 數學角色與用途分析： 以 TSSCI 期刊與博士論文為例

許怡蘋

臺北市內湖區大湖國民小學教師

* 通訊作者：sylee@utapei.edu.tw

李心儀 *

臺北市立大學教育學系教授

摘要

本研究探討目前臺灣 ST(R)E(A)M 教育實證研究文獻中，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與用途之分布情形，其中，ST(R)E(A)M 包含 STEM、STEAM 與 STREAM，而 ST(R)E(A)M 教育實證研究，乃指涉及蒐集在教育場域中進行 ST(R)E(A)M 教育活動相關資料的實證研究，不包含後設分析、內容分析或理論探討等之研究。本研究採用內容分析法，透過系統性檢索 2013-2024 年近十一年臺灣 TSSCI 期刊與博士論文，來源涵蓋課程與教學季刊、科學教育學刊、當代教育研究季刊、教育科學研究期刊、教育學刊、臺東大學教育學報、教科書研究期刊、教育與心理研究、教育心理學報、教育實踐與研究、教育研究與發展期刊、教育政策論壇、教育資料與圖書館學等期刊網站，以及臺灣博碩士論文知識加值系統，篩選出標題、摘要、關鍵字其一符合 ST(R)E(A)M，且為 ST(R)E(A)M 教育實證研究的文獻，共納入 41 篇文獻，包括 19 篇 TSSCI 期刊文章與 22 篇博士論文。研究結果發現，在角色方面，以數學為輔助學科的研究數最多，然而，以數學為核心學科的研究數最少。在用途方面，數學用為基礎運算的研究數最多，而數學用為比例運用和數據分析的研究數最少。

關鍵詞：數學、STEAM、STEM、STREAM

The Role and Use of Mathematics in ST(R)E(A)M Education Empirical Studies: A Case of TSSCI Journals and Doctoral Dissertations

Yi-Ping Hsu¹, Shin-Yi Lee^{2*}

¹Teacher, Taipei Municipal DaHu Elementary School

²Professor, Department of Education, University of Taipei

*Corresponding author: sylee@utapei.edu.tw

Abstract

This study investigated the roles and uses of mathematics in ST(R)E(A)M education empirical studies in Taiwan, where ST(R)E(A)M included STEM, STEAM, and STREAM education. ST(R)E(A)M education empirical studies were defined as studies that involved the collection of data from educational settings where ST(R)E(A)M activities were implemented, which excluded meta-analyses, content analyses, and theoretical discussions. The study systematically retrieved literature from 2013 to 2024, including journals and doctoral dissertations, and was conducted based on content analysis. The sources covered 13 academic TSSCI journals, such as the Curriculum & Instruction Quarterly, Contemporary Journal of Science Education, Contemporary Educational Research Quarterly, Journal of Research in Education Sciences, Educational Review, NTU Educational Research Journal, Journal of Textbook Research, Journal of Education & Psychology, Bulletin of Educational Psychology, Journal of Educational Practice and Research, Journal of Educational Research and Development, Educational Policy Forum, Journal of Educational Media & Library Sciences, and National Digital Library of Theses and Dissertations in Taiwan. A total of 41 ST(R)E(A)M education empirical studies were included, consisting of 19 TSSCI journal articles and 22 doctoral dissertations that met the criteria of relevance to ST(R)E(A)M education based on one of their titles, abstracts, and keywords. The research findings indicated that mathematics primarily served as a supporting subject. However, studies in which mathematics served as a core subject are the fewest. In addition, basic arithmetic was the most frequent use of mathematics, whereas proportional applications and data analysis were the least frequent use of mathematics.

Keywords: mathematics, STEAM, STEM, STREAM

壹、緒論

一、研究背景與動機

(一) ST(R)E(A)M 教育趨勢下的教學現場

現今社會面臨高齡化、科技發展迅速、全球化等挑戰，教育須隨之調整，以培養具備問題解決能力、終身學習力與跨領域素養的人才（教育部，2021）。十二年國教強調素養導向與跨領域學習，而 STEM 教育為能實踐此願景之路徑之一，其 S 代表科學（Science），T 代表科技（Technology），E 代表工程（Engineering），M 代表數學（Mathematics）（教育部，2021）。

STEM 教育源自美國，由歐巴馬政府推動，2007 年《美國競爭法案》（America Competes Act）即強調對 STEM 教育的投資（何佳瑞譯，2017；Land, 2013）。其後，為補足人文關懷，美國學者 John Maeda 倡議將藝術（Arts）納入，發展為 STEAM 教育，使學生學習如何將藝術融入科技應用。

而 STREAM（Science, Technology, Reading and/or wRiting, Engineering, Arts, Mathematics）教育是 STEM 和 STEAM 教育的延伸，除了 STEAM 教育的藝術以外，代表閱讀與讀寫（Reading and/or wRiting）的 R 的加入，強調語言能力的閱讀素養（reading literacy）的重要性，並將其視為應對 21 世紀教育挑戰的重要延伸。

因此，無論是 STEM，STEAM，或 STREAM 教育皆強調透過學科整合提升學生的實作與創新能力。例如，教育部於十二年國教課綱中納入科技領域，國中與高中之「資訊科技」與「生活科技」課程著重 STEM 學習，國小「生活科技」中則強調科學探索與應用（教育部，2018a）。本研究則使用 ST(R)E(A)M，包含 STEM，STEAM，與 STREAM。

(二) ST(R)E(A)M 教育與數學教育

數學在 ST(R)E(A)M 教育中具有統整不同學科的關鍵角色，文獻指出 ST(R)E(A)M 教育是以數學為基礎，並以工程與藝術為媒介來認識科學和科技（李善良、單導，2002；趙慧臣、陸曉婷，2016）。

數學領域綱要中強調數學不僅是一種語言，亦為一門處理規律的科學，應重視跨領域統整（教育部，2018b）。此外，數學能透過計算、邏輯推理與模式建構，輔助各學科的學習，進而培養學生的抽象思維與問題解決能力。

李善良與單導（2002）指出，自然現象中處處蘊含數學，其應用影響人類世界觀、思維發展與科學探究。然而，臺灣 ST(R)E(A)M 教育研究仍以科技、科學為主，較少專注於數學內容（林孟安，2023；藍星宇，2022）。因此，本研究旨在探討在目前臺灣 ST(R)E(A)M 教育實證研究文獻中，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與用途之分布情形，期為數學在 ST(R)E(A)M 教育中的發揮提供方向與參考。

二、待答問題

本研究探討下列兩項研究問題：

- (一) 在目前臺灣 ST(R)E(A)M 教育實證研究文獻中，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色之分布為何？
- (二) 在目前臺灣 ST(R)E(A)M 教育實證研究文獻中，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途之分布為何？

其中，本研究所指的 ST(R)E(A)M 包含 STEM、STEAM 與 STREAM；而 ST(R)E(A)M 教育實證研究，乃指涉及蒐集在教育場域中進行 ST(R)E(A)M 教育活動相關資料的實證研究，不包含後設分析、內容分析或理論探討等之研究。

為探討本研究之兩個待答問題，本研究分析 ST(R)E(A)M 教育實證研究中 ST(R)E(A)M 教育活動設計或實施之內容，以探討數學在其中的角色與用途。

貳、文獻探討

一、ST(R)E(A)M 教育的理念

2016 年的世界經濟論壇（World Economic Forum）提出未來科技發展趨勢漸漸模糊科學、數學等領域的界線，顯見跨領域的能力是教育的培育重點。Root-Burnstein 的研究提出 1902 到 2005 年間的諾貝爾科學獎得主，不僅擅長科學領域，也通曉藝術領域（轉引自何佳瑞譯，2017；Land, 2013）。讀寫能力代表著人類語言能力的巔峰，同時也是理解科學文本的核心方法。這一能力為傳統以動手實踐為重點的 STEM 和 STEAM 教育引入了新的教育方向（周坤億等，2022）。STREAM 教育強調了批判性反思學習，以及具有批判性思維閱讀和寫作素養的讀寫能力。

ST(R)E(A)M 教育理念與臺灣十二年國教科技領域綱要相契合，強調：

- (一) 運用科技工具與資源，培養學生動手實作能力。
- (二) 透過探究、創造性思考與運算思維，提升問題解決能力（教育部，2018a）。

STREAM 教育亦與機器人學習等新興課程相結合，如 iRobot 提供的 STREAM 教學模組，幫助學生發展邏輯推理與設計思維（Stubbs & Yanco, 2009）。這些應用顯示 ST(R)E(A)M 教育不僅符合核心素養，也有助於培養未來社會所需的跨學科人才。

二、數學與 ST(R)E(A)M 教育

（一）數學角色

根據蔡淑君等（2006）對數學本質與角色的研究，數學的角色可歸納為以下三個層次：

核心性角色：數學是邏輯推理與建構其他學科知識的核心，用於深入理解抽象概念，並提供解釋和建模的理論框架。這類角色突顯數學作為核心學科知識的重要性。

工具性角色：數學作為輔助其他學科的工具，協助進行計算、數據分析與公式推導。這類角色在 ST(R)E(A)M 教育中支援科學探究與工程實作，體現其跨學科應用的特性。

奠基性角色：數學為理解其他學科奠定基本技能，包括測量、圖表分析、統計推論、邏輯思考、符號運用與數值運算等。這層角色反映出數學在跨學科學習中的基石地位。

上述三種角色顯示，數學在不同活動中具備核心性、工具性與奠基性等不同功能。對於工具性角色與奠基性角色，由於均以支援其他學科為主，本研究將其合併為「以數學為輔助學科」類別。而核心性角色，則可視為「以數學為核心學科」的類別。此外，對於僅提及涵蓋數學學科，但未明確描述其具體用途的研究，或完全未涉及數學的研究，本研究新增「無具體描述數學」類別，以涵蓋這些情境。

綜上，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色，本研究分為「以數學為核心學科」、「以數學為輔助學科」與「無具體描述數學」三個類別。

（二）數學用途

數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與整合模式是多樣且不可或缺的。Glancy 和 Moore (2013) 指出，ST(R)E(A)M 教育的核心在於科學 (S)、數學 (M) 與工程 (E) 的結合，並將科技 (T) 視為工程的一部分，強調工程設計與問題解決的能力。在此模式下，數學不僅是 ST(R)E(A)M 教育中進行分析與建模的核心工具，更是一種促進跨學科協作的重要橋樑。

關於數學用途的類別，依據 Glancy 和 Moore (2013)，將數學用途區分為基礎運算、數據分析、幾何應用和比例運用等類別。這些類別強調數學作為跨學科學習與問題解決的重要工具，能夠促進學生將數學知識與其他學科內容相結合，並應用於真實情境中。

1. 基礎運算：基礎運算涉及數值的操作與轉換，強調將不同表徵間進行轉換，以強化數學概念的理解。
2. 數據分析：數據分析強調透過圖表與統計工具呈現關係與趨勢，並支持跨學科的溝通與翻譯，促進概念理解。
3. 幾何應用：幾何應用透過具象模型的操控與組合來理解結構與關係，提供學生探索形狀和比例的機會。
4. 比例運用：比例運用幫助學生理解數值間的比例關係，透過真實情境與建模來發展數學推理能力。

綜上，數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途，本研究分為「基礎運算、數據分析、幾何應用及比例運用」四個類別。

三、ST(R)E(A)M 教育相關研究

本文研究目的是分析數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與用途之分布情形，以下是 ST(R)E(A)M 教育相關研究之概述。

Caspi 和 Gorsky (2024) 的研究探討了影響高中生 STEM 職業期望的關鍵因素，聚焦於數學在科學、數學及工程職業中的角色。研究以 2022 年國際學生評估計劃 (PISA) 的數據為基礎，選取卡達、摩洛哥、捷克和立陶宛四個國家，代表 STEM 職業期望高與低的群體。研究模型包含數學學習動機、性別及數學課堂環境（例如課堂紀律氛圍、教師支持和促進概念理解的教學策略）三大預測變項。

結果顯示，數學學習動機不僅能直接預測學生的 STEM 職業期望，還在性別和課堂環境對 STEM 職業期望的影響中扮演了中介角色。具體而言，男生普遍對數學學習展現更高動機，而課堂紀律良好、教師支持性高且採用數學推理教學策略的環境，能顯著提升學生的數學學習動機。該模型在四個國家中表現出高度穩定性，儘管它們在經濟、族群及宗教背景上存在顯著差異。

該研究強調，學生對數學的興趣、認知到數學的重要性、對數學任務的自我效能感，以及課堂環境的質量，均在形成 STEM 職業期望中扮演重要角色。實務上，這一模型為設計能提升數學學習動機的教育干預措施提供了依據，進一步促進學生選擇 STEM 職業的可能性。

Dyulgerova 等人 (2023) 探討了基於 STREAM 教育方法的教學策略，特別是在綠色創新理念生成和跨領域技能發展方面的潛力。該計畫採用了以問題為基礎的學習 (problem-based learning, PBL) 模式，讓學生作為實際問題的研究者和創作者，並創造真實內容和創新產品。研究實施於一所具外語訓練並專注於數學、資訊科技 (information technology, IT) 和創業的創新高中。教師團隊作為專業學習社群 (professional learning community, PLC) 的一部分，設計了這種新型學習環境，改變了傳統學習空間的工作條件，教師在這個過程中充當導師和促進者，帶領 14 至 15 歲的學生進行問題識別、解決方案提出及立場表達，重點放在學生透過外語學習和計算機科學方法獲得並評估跨領域技能的發展。

該研究表明，IT 學習小組能為課外學習創造空間，幫助學生掌握計算機科學領域的專業能力。此外，該計劃還介紹了如何整合計算機科學與外語學習的學習方法，並提供了易於使用的評估與自我評估工具，這些工具不僅能為學生和教師提供即時反饋，還能測量學習與教學的成效。該研究最後對所提方法學進行了反思，描述了工作中的挑戰並提出了解決方案，並討論了如何在不同學科領域中有效地融合學習方式。

Darmawansah 等人 (2023) 針對以機器人為基礎的 STEM (R-STEM) 教育進行了系統性文獻回顧，探討了機器人在 STEM 教育中的角色及研究趨勢。該研究分析了 2012 至 2021 年間發表的 39 篇相關文獻，發現 R-STEM 教育的研究主要集中於美國，且以 K-12 階段的教育為主。這些研究多著重於學習者與教師對於機器人學習設計的感知，其中，LEGO 是最常使用的教具，以達成學習目標。從學科應用角度來看，科技中的程式設計是最主要的應用範疇，而在學習策略上，專案導向學習 (project-based learning, PBL) 則是最常被採用的教學方法。此外，該領域的教育目標多集中於 STEM 知識的學習及可轉移技能的培養。

該研究指出，機器人在 STEM 教育中不僅是教具，更是促進學生解決跨學科問題的重要工具。研究還對未來在 R-STEM 教育中進行課程設計與研究提出建議，例如強調跨學科技能的整合和技術應用的深化。該研究與本研究在探討 STEM 教育的特定元素角色與用途方面具有共同點，例如分析不同教學情境中關鍵學科的定位。這提供了有關 STEM 教育中具體學科角色的研究背景，為進一步探討數學在 STEM 教育中的用途和角色提供了重要參考。

Ye 等人 (2023) 探討如何在 K-12 數學教育中融入運算思維 (computational thinking, CT)，其中，自 2018 年以來的系統性回顧文獻顯示，許多實證研究仍未明確說明 CT 如何支持數學學習或在數學活動中的應用。為填補此研究缺口，相關研究進行了系統性文獻分析，檢視 CT 在數學教學中的融入方式及其對學生學習的影響，範圍涵蓋 2006 至 2021 年間於 Web of Science 平台發表的 24 篇文章。研究分析了不同教育階段與教學環境中的 CT 導向數學教學，探討編程工具的應用、CT 與數學學習成果的互動關係等面向。

該研究結果顯示，透過幾何化編程活動及以學生為中心的教學方法，有助於學生在 CT 與數學領域的學習成效。此外，CT 導向數學學習是一個循環交互的過程，包括數學推理與計算推理的結合，主要表現在三個層面：（一）應用數學以建構 CT 產物；（二）應用數學來預測與解讀 CT 結果；（三）與 CT 發展並行地生成新的數學知識。這些結果說明，CT 與數學在學習過程中的互補關係有助於深化對 CT 導向數學教學的理解 (Ye 等人，2023)。

林孟安 (2023) 藉由繪圖軟體 Adobe Illustrator 帶領一所國中九年級學生學習從生活中常見的標誌解析其中的數學幾何概念，以行動研究法進行研究，研究結果發現該研究之 STEAM 教育方案有助於發展數學學習之價值，增進學生應用數學知識的能力，以及學習數學的興趣。

盧秀琴、賴淑菁 (2020) 運用 6E 教學策略以及 STEAM 教育的專題導向學習法教導新北市某國小六年級一個班 28 位學生如何製作「電磁車」，並進行專題研究，期許過程中培養學生的 STEAM 素養。在過程中，學生從精準地量銅線圈的長度來避免浪費銅線，也從數學老師的引導中了解到銅線圈繞的直徑跟銅線圈的長度有密切關係，也被老師提醒而注意到記錄電磁車使用材料的粗細或厚薄的單位。製作完成的電磁車後續也被拿來做為製作專題的主體，從科學、科技、工程、藝術、數學方面進行不同領域的專題，其中數學領域是從電磁車的競速速度以及運送方面著手計算速度。

葉栢維 (2017) 以橡皮筋動力車為主題發展國小生活科技 STEAM 教育的教學活動設計，其中數學的部分，在製作動力車的前後輪時，量測合適的車子車軸長度，也在設計瓦楞紙材質的動力車底板大小和外觀時，運用到數學的測量技能 (p. 68)。

以上研究顯示，ST(R)E(A)M 教育多以科技製造的產品或作品作為課程發展的媒材 (林孟安，2023；盧秀琴、賴淑菁，2020；Darmawansah et al., 2023；Dyulgerova et al., 2023)，以及課程評量的依據 (葉栢維，2017)。而林孟安 (2023) 回顧相關研究後也指出，STEM 與 STEAM 教育的實踐多以「科技製品」作為學習成果的主要表現形式，反映出其教學模式的趨勢。

此外，STEM 教育的學科整合仍面臨挑戰。林坤誼 (2021) 指出，許多研究仍以單一學科視角探討 STEM 教育，跨領域整合視角較為不足。中小學教師在實施 STEM 課程時，亦常面臨跨領域協同教學與學習經驗安排的困難，顯示 STEM 教育中各學科的角色界定仍不夠清晰，特別是數學的價值與功能有待進一步探討。

鑑於此，本研究透過分析 ST(R)E(A)M 教育實證研究，探討數學在教育活動中的角色與用途分布，以為未來 ST(R)E(A)M 教學與研究提供參考。

參、研究方法

一、資料蒐集

本研究選取 2013-2024 年間發表於 TSSCI 核心期刊的期刊文獻，及臺灣博碩士論文知識加值系統的博士論文。期刊論文來源涵蓋科學教育學刊、數位學習科技期刊、課程與教學季刊、教育科學研究期刊、教科書研究期刊、教育學刊、教育研究與發展期刊、當代教育研究季刊、臺東大學教育學報（原東大教育學報）、教育與心理研究、教育心理學報、教育實踐與研究（原國立臺北教育大學學報）、教育政策論壇、教育資料與圖書館學，以各期刊網站上的所有卷期進行查詢。而博士論文則透過 ST(R)E(A)M 教育相關關鍵字檢索獲得。最終篩選出 19 篇期刊論文與 22 篇博士論文，共 41 篇研究樣本。

二、類目說明

本研究依據過往文獻發展編碼類目，探討數學在 ST(R)E(A)M 教育中的角色與用途。

（一）數學角色

依據蔡淑君等（2006）對數學本質與角色的探討，本研究將數學角色分為三類：

1. 以數學為核心學科：數學是教育活動的核心學科之一，強調概念建構。
2. 以數學為輔助學科：數學用於支援與輔助其他學科，例如作為輔助計算、數據分析或幾何設計等工具，是為了達成其他學科的學習目標而使用數學。
3. 無具體描述數學：文獻未明確說明數學用途，或僅限於概念的大致描述，並無具體描述數學。

（二）數學用途

數學用途依據 Glancy 與 Moore（2013）分類為：基礎運算、數據分析、幾何應用、比例運用。

1. 基礎運算：關於簡單的數學計算，例如加、減、乘、除等，主要應用於直接的數值運算、換算、估算，以及運用公式計算等，通常用於記錄與計算基礎數據。例如：林建佑（2015）STEM 整合教學模式中，學生會運用數學來計算電動車的結構設計所需的尺寸和材料，並將其與力學和電學原理結合以確保設計的合理性和可行性。
2. 數據分析：運用統計工具對數據進行整理、分類、視覺化與深入分析，例如繪製圖表、統計軟體等，探討數據傳達的涵義、數據間的關係與趨勢，此用途超越了基礎運算，強調處理與分析多組數據。例如：Asmara（2024）無人機主題的 STEAM 課程中，學生透過繪製圖表進行飛行距離可視化呈現與分析，以理解無人機的飛行路徑與距離變化。
3. 幾何應用：包括長度、面積、體積、角度的測量與推算，或幾何圖形的繪製與設計、變換與組合等，常見於需要立體空間概念或結構設計的情境中。例如：蔡慧音（2016）的 iSTEM 專案式學習模式中，學生需要運用幾何知識來計算船體的角度、弧度和面積等，以提升船體設計精度。

4. 比例運用：關於比例、比率或百分比的運算與應用，通常用於比較不同數值之間的關係，或依據比例進行推導與判斷。例如：周芬美（2024）STEM 課程中，學生運用比例設計合理的降落傘繩長與傘面比例，以確保空投物資能穩定降落。

因此在本研究分析的文獻中，關於數學用途的部分，同一篇文獻可能涵蓋多種數學用途類別。

（三）資料分析

針對研究目的，本研究分析數學角色與用途的分布情形，並計算各類目的出現次數。為確保評分者間信度，本研究 41 篇文獻皆進行雙人獨立編碼，信度分析結果顯示，數學角色分類信度為 0.988，數學用途分類信度為 0.977，皆達良好標準，顯示編碼結果具有可靠性。

肆、研究結果

一、數學角色

本研究將 41 篇 ST(R)E(A)M 教育實證研究文獻，依照「以數學為核心學科」、「以數學為輔助學科」與「無具體描述數學」，加以分類。分析結果如表 1 所示。

表 1 ST(R)E(A)M 教育實證研究中數學角色次數分配表

	以數學為核心學科	以數學為輔助學科	無具體描述數學	總篇數
期刊	0	11	8	19
博士論文	0	11	11	22
總篇數	0	22	19	41

（一）以數學為核心學科

在期刊文獻與博士論文中，皆未發現 ST(R)E(A)M 教育中的數學被明確定位為核心學科的文獻。這表明數學雖然是 ST(R)E(A)M 教育中的關鍵工具，但並未被賦予核心學科的地位，更多地作為支持其他學科應用的手段。

（二）以數學為輔助學科

在 41 篇文獻中，共有 22 篇文獻屬於將數學視為輔助學科，主要用於支援其他學科的學習與應用。從輔助的領域來看，數學最常輔助工程與科學領域，例如三維建模、浮力計算、結構分析與數據視覺化（吳柏菱，2024；周芬美，2024；張基成、陳怡靜，2018；游志弘等，2019；Asmara, 2024）。此外，數學也在資訊與程式設計課程中支援變數運算、邏輯推理與感測數據處理（吳佳娣，2021；李敏瑄等，2023；李隆盛、楊秀全，2019）。在商業領域中，數學應用於成本分析、產品定價與供需分析（周坤億等，2022；蘇啓鴻，2021）。而在藝術領域中，數學則協助幾何結構設計與比例規劃（蔡慧音，2016；Ong, 2020）。

整體而言，這些研究顯示數學在 ST(R)E(A)M 課程中主要作為輔助學科，支援其他學科領域，但並非課程核心學科。因此，這些課程皆歸類為「以數學為輔助學科」，顯示數學在跨領域教育中的重要支撐性。

（三）無具體描述數學

在期刊文獻中，有 8 篇未具體描述數學的用途，而博士論文中則有 11 篇屬於此類別。這些文獻提及數學作為背景知識，但未深入探討其具體用途，例如：

期刊中，雖可推測運算思維能力相關的概念可能與數學有關，但數學未被具體描述（吳誌維、謝百淇，2023）。

博士論文中，數學概念如布林函數或真值表僅作為工程背景知識（李佳政，2022）。

這些文獻大多聚焦於跨學科設計或技術應用，數學的角色多為隱性，未對其在學習成效中的具體用途做出詳細說明。

在 41 篇文獻的分析中，大部分研究（期刊 11 篇，博士論文 11 篇）將數學視為輔助角色，少部分文獻（期刊 8 篇，博士論文 11 篇）未具體描述數學的角色。儘管數學的核心地位未明確呈現，其在支援 ST(R)E(A)M 跨學科學習與實踐中發揮了不可忽視的作用，為學生理解並應用其他學科知識提供了基礎。

二、數學用途

本節探討數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的具體用途。22 篇「以數學為輔助學科」的期刊與博士論文之分析結果如表 2 所示。

表 2 以數學為輔助學科的 ST(R)E(A)M 教育實證研究中數學用途次數分配表

	基礎運算	數據分析	幾何應用	比例運用	總次數
期刊	7	5	6	4	22
博士論文	11	4	6	5	26
總次數	18	9	12	9	48

從表 3 可知，運用單一數學用途類別的文獻較為少數（約 32%），顯示數學在教育活動中的用途較為集中於一種數學用途類別。相較之下，運用兩種以上數學用途類別的文獻，則顯示多數（約 68%）為比較多元的應用。有助於了解數學在 ST(R)E(A)M 教育中的用途範圍，並探討其如何在不同學科中發揮輔助作用。

表 3 以數學為輔助學科 ST(R)E(A)M 教育實證研究中數學用途類別數量次數分配表

	1 種類別	2 種類別	3 種類別	4 種類別	總篇數
期刊	5	1	5	0	11
博士論文	2	4	4	1	11
總次數	7	5	9	1	22

以下分述基礎運算、數據分析、幾何應用、比例運用四個類別的分析結果。

（一）基礎運算

基礎運算是最常見的數學用途類別，期刊文獻和博士論文皆大量涉及，分別出現 7 次與 11 次。期刊文獻中，數學主要用於計算距離、成本及頻率等基礎數據（李隆盛、楊秀全，2019；張基成、陳怡靜，2018；游師柔等，2020；盧秀琴、馬士茵，2019）。博士論文中，基礎運算更進一步支持測量、單位換算與結構設計等工程實作（吳佳娣，2021；周芬美，2024；林建佑，2015）。這些數學用途不僅奠定了學生數學運算能力的基礎，還將數學工具融入 ST(R)E(A)M 跨學科教育活動中。

（二）數據分析

數據分析在期刊文獻與博士論文中分別出現 5 次與 4 次，用途集中於數據視覺化與統計分析。期刊文獻強調學生透過圖表解讀科學現象的能力（邱甯維等，2021；鄭立婷等，2021），而博士論文則聚焦於數據間關聯性的深入探索（范斯淳，2016；Asmara, 2024）。這類應用不僅促進了數學與科學的融合，還幫助學生加深對實驗數據的理解。

（三）幾何應用

幾何應用出現在 6 篇博士論文與 6 篇期刊文獻中。期刊文獻主要集中於結構設計與形狀分析（李敏瑄等，2023；游志弘等，2019），而博士論文則結合幾何概念進行體積計算、路徑規劃等（陳信宏，2022；蔡慧音，2016）。幾何應用不僅提升了學生的空間理解能力，也加深了其設計與建模的專業素養。

（四）比例運用

比例運用在期刊文獻和博士論文中分別出現 4 次與 5 次，主要用於設計參數調整與模型比例測試。期刊文獻中，學生學習透過比例計算解決材料配方及工程結構問題（張基成、陳怡靜，2018；盧秀琴、馬士茵，2019），而博士論文進一步將比例運用於結構設計與環境數據轉化（吳柏菱，2024；周芬美，2024）。比例運用的多元性表明其在教育活動中的實用價值。

（五）綜合分析

整體而言，基礎運算為數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中最普遍應用的類別，顯示教育活動普遍有簡單計算需求。然而，博士論文的 ST(R)E(A)M 教育活動中更注重數據處理與比例計算的深化，教育活動內容更加複雜與多樣，反映出其研究對象面臨的挑戰與學習目標的差異。

伍、研究結論與建議

本章歸納研究成果，並提出相關建議。研究結論闡述本研究對於研究目的的主要成果；研究建議則根據研究結果提出建議，供相關研究者與教育實務工作者參考。

一、研究結論

本研究分析 2013-2024 年臺灣 ST(R)E(A)M 教育實證研究，共 41 篇文獻（19 篇期刊文章、22 篇博士論文），探討數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與用途。研究結果顯示：

（一）數學角色

數學主要扮演輔助學科的角色（22 篇），而作為核心學科的研究則為 0 篇。此外，約 46%（19 篇）的研究未具體描述數學的用途，顯示部分研究對數學的角色缺乏明確說明。

（二）數學用途

本研究將數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途分為基礎運算、數據分析、幾何應用及比例運用四大類別。

依據研究目的一的研究結果，屬於 ST(R)E(A)M 教育的實證研究範疇的 41 篇期刊與博士論文中，有 0 篇屬於「以數學為核心學科」，有 22 篇屬於「以數學為輔助學科」，而有 19 篇屬於「無具體描述數學」。

由於其中「無具體描述數學」的文獻無法從中了解其數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途的具體內容，並且本研究未檢索到屬於「以數學為核心學科」的文獻，無法分析「以數學為核心學科」的文獻中，其數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途，因此針對數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途之分析集中於 22 篇屬於「以數學為輔助學科」的文獻，包含期刊文獻與博士論文各 11 篇。

在 22 篇「以數學為輔助學科」的期刊文獻與博士論文的 ST(R)E(A)M 教育活動中，其數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途，有 18 篇運用到基礎運算，有 9 篇運用到數據分析，有 12 篇運用到幾何應用，有 9 篇運用到比例運用，總計所有期刊文獻與博士論文中，運用到數學用途的總次數為 48 次。

可知在 22 篇「以數學為輔助學科」的期刊文獻與博士論文的 ST(R)E(A)M 教育活動中，其數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途以基礎運算類別最多，幾何應用次之，數據分析與比例運用再次之。

二、研究建議

根據研究結果，提出以下建議：

（一）數學角色

1. 「以數學為核心學科」的文獻數量為零篇，未來可考慮探索相關教育活動設計與實施方式

本研究分析的 41 篇實證文獻中，尚未發現以數學為核心學科的教育活動研究。此現象可能反映當前 ST(R)E(A)M 教育發展中，以數學作為主軸的跨領域教育活動較少被探討或發展。未來若能進一步探索與發展以數學探究為核心的教育活動設計，將有助於學生深入理解數學本質，並激發其對數學在 ST(R)E(A)M 跨學科情境中的應用能力。

2. 「無具體描述數學」的文獻數量偏多，未來可考慮改善無具體描述數學的現象，提升數學角色的明確性與重要性認識

研究中有 19 篇文獻未具體描述數學角色，顯示部分研究者對數學在 ST(R)E(A)M 教育中的角色較缺乏清楚陳述於研究中。未來研究可多重視數學角色的明確呈現，詳細描述數學在教育活動設計與實踐中的用途，也能讓教育工作者有更明確的 ST(R)E(A)M 教育活動設計參考。

（二）數學用途

1. ST(R)E(A)M 教育活動中常見應用基礎運算，顯示 ST(R)E(A)M 教育活動中的數學主要用於基礎運算，可針對基礎運算之外進一步涵蓋更多元化數學用途

本研究結果顯示，在 ST(R)E(A)M 教育活動中，其數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途以基礎運算類別最多，可見基礎運算為最常見的用途類別。這可能反映出教育工作者對於基礎運算的熟悉程度，以及其在教育活動設計中易於操作的特性。因此，建議未來的教育活動設計除了基礎運算外，也可注重結合其他數學用途類別。

2. 數據分析與比例運用類別的 ST(R)E(A)M 教育活動有待多加發展

數據分析與比例運用類別的文獻為計次最少的數學用途類別。建議設計更多結合工程、設計與科學探究的數據分析與比例運用教育活動，提升學生對數學用途的全面理解。

3. 數學用途策略及未來實踐發展方向

本研究將數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的用途分為四類，包含基礎運算、數據分析、幾何應用及比例運用。然而局限於本研究的研究樣本與研究者的類目編碼以及劃分標準，其他未涵蓋在本研究的 ST(R)E(A)M 教育相關研究中，也許存在更多其他數學用途的類型，值得進一步探索與發掘，以更加了解數學在 ST(R)E(A)M 教育中的用途策略，並將其實踐於未來 ST(R)E(A)M 教育中。

（三）擴大研究範疇

本研究限於 2013-2024 年之臺灣期刊與博士論文，建議未來研究拓展至其他年份與文獻，進一步了解 ST(R)E(A)M 教育活動中數學在 ST(R)E(A)M 教育活動中的角色與用途。

期望本研究的成果與建議，能為教育實務工作者、教育活動設計者與未來研究者等提供參考，助力 ST(R)E(A)M 教育的持續發展，並啟發更多後續研究，進一步促進數學在 ST(R)E(A)M 跨領域教育中的深層次融合。

參考文獻

- 何佳瑞譯（2017）。Full STEAM Ahead: The Benefit of Integrating the Arts into STEM [全速前進之 STEAM 教育：藝術 (Arts) 融入 STEM 的效益]。教育研究月刊，281，110-120。https://doi.org/10.3966/168063602017090281009
- 吳佳娣（2021）。運用專注力督導系統於國小高年級學生運算思維教學之成效分析（未出版之博士論文）。國立臺北教育大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。https://hdl.handle.net/11296/c9zhtj
- 吳柏菱（2024）。國小學童在 STEM 整合學習中的知識建構研究：以氣候變遷議題探究為例（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。https://hdl.handle.net/11296/a2rzd
- 吳誌維、謝百淇（2023）。「專題式 STEM 科際整合課程」融入資訊科技對高職生二十一世紀關鍵能力的影響。數位學習科技期刊，15（4），1-24。https://doi.org/10.53106/2071260X2023101504001

- 李佳政 (2022)。**心理建構程度導向之 STEM 人才培育策略研究 - 以國中學生學習科技課程為例** (未出版之博士論文)。國立雲林科技大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/4bnzda>
- 李敏瑄、蕭聖哲、陳思如、林育慈 (2023)。**建模引導之科學程式設計教學**。**科學教育學刊**，**31** (4)，357-389。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.202312_31\(4\).0003](https://doi.org/10.6173/CJSE.202312_31(4).0003)
- 李善良、單導 (2002)。**我們為什麼要學習數學—兼及新世紀中小學數學課程目標**。**數學傳播**，**26** (4)，77-88。
- 李隆盛、楊秀全 (2019)。**範例引導學習與問題導向學習之教學策略對國小學生機器人程式學習的影響**。**數位學習科技期刊**，**11** (4)，77-104。 <https://doi.org/10.3966/2071260X2019101104004>
- 周坤億、楊淑晴、羅藝方、林佳弘 (2022)。**永續發展教育架構下 STREAM 跨領域教育之探究**。**課程與教學季刊**，**25** (2)，87-128。 [https://doi.org/10.6384/CIQ.202204_25\(2\).0004](https://doi.org/10.6384/CIQ.202204_25(2).0004)
- 周芬美 (2024)。**國中生 STEM 學習成果覺知量表發展與其應用之研究** (未出版之博士論文)。國立彰化師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/puxyva>
- 林坤誼 (2021)。**STEM 跨領域教學合作設計模式與有效失敗經驗設計之研究**。**人文社會科學研究教育類**，**15** (2)，1-18。
- 林孟安 (2023)。**從教育美學觀點探究整合 STEAM 學科的數學教育實踐**。**學校行政**，**148**，136-161。 [https://doi.org/10.6423/HHHC.202311_\(148\).0006](https://doi.org/10.6423/HHHC.202311_(148).0006)
- 林建佑 (2015)。**實施科技輔助合作問題解決教學於 STEM 課程中對學習成效、合作問題解決能力及實作技能影響之研究** (未出版之博士論文)。國立臺灣師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/e8kyns>
- 邱甯維、魯盈謙、洪瑞兒、許文怡 (2021)。**情境式 STEM 探究教學提升國小學童 STEM 參與度、自我效能及探究能力效益**。**科學教育學刊**，**29** (4)，325-350。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.202112_29\(4\).000](https://doi.org/10.6173/CJSE.202112_29(4).000)
- 范斯淳 (2016)。**高中工程設計取向之課程設計與實驗：跨學科 STEM 知識的整合與應用** (未出版之博士論文)。國立臺灣師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/rx4xa2>
- 張基成、陳怡靜 (2018)。**機器人跨領域 STEM 主題式統整課程與任務導向式教學的設計及評鑑**。**科學教育學刊**，**26** (4)，305-331。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.201812_26\(4\).0002](https://doi.org/10.6173/CJSE.201812_26(4).0002)
- 教育部 (2018a)。**十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校 - 科技領域**。教育部。 <https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>
- 教育部 (2018b)。**十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校 - 數學領域**。教育部。 <https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>
- 教育部 (2021)。**十二年國教課程綱要總綱**。教育部。 <https://www.naer.edu.tw/PageSyllabus?fid=52>
- 陳信宏 (2022)。**線上跨領域問題解決之工程策略知識** (未出版之博士論文)。國立東華大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/6765q7>
- 游志弘、林育慈、陳湘庭、吳正己 (2019)。**應用三維列印於 STEAM 課程對創造力的影響**。**數位學習科技期刊**，**11** (4)，1-24。 <https://doi.org/10.3966/2071260X2019101104001>
- 游師柔、葉宣靈、孫之元 (2020)。**STEM 模式整合穿戴式擴增實境和穿戴式虛擬實境應用於科學教育：探討科學學習自我效能來源對高中生科學學習自我效能和學習成效之影響**。**數位學習科技期刊**，**12** (3)，25-57。 <https://doi.org/10.3966/2071260X2020071203002>
- 葉栢維 (2017)。**STEAM 理論融入國小科技實作的活動設計：橡皮筋動力車向前衝**。**科技與人力教育季刊**，**4** (1)，63-75。 [https://doi.org/10.6587/JTHRE.2017.4\(1\).5](https://doi.org/10.6587/JTHRE.2017.4(1).5)
- 趙慧臣、陸曉婷 (2016)。**開展 STEAM 教育，提高學生創新能力——訪美國 STEAM 教育知名學者格雷特·亞克門教授**。**開放教育研究**，**22** (5)，4-10。 <https://doi.org/10.13966/j.cnki.kfjyjj.2016.05.001>

- 蔡淑君、段曉林、邱守榕 (2006)。數理教師對科學、數學與數理統整的態度與信念。 **科學教育學刊**，14 (5)，545-570。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.03>
- 蔡慧音 (2016)。 **高中職學生 iSTEM 想像力專案式學習之研究** (未出版之博士論文)。國立高雄師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/776z8m>
- 鄭立婷、魯盈謙、洪瑞兒、許文怡 (2021)。情境式探究論證導向教學提升國中生 STEM 素養之成效。 **科學教育學刊**，29 (4)，299-323。 [https://doi.org/10.6173/CJSE.202112_29\(4\).0001](https://doi.org/10.6173/CJSE.202112_29(4).0001)
- 盧秀琴、馬士茵 (2019)。設計 STEAM 課程培養國小學生的 STEAM 素養：以「動物模仿獸」為例。 **教育科學研究期刊**，64 (3)，85-118。 [https://doi.org/10.6209/JORIES.201909_64\(3\).0004](https://doi.org/10.6209/JORIES.201909_64(3).0004)
- 盧秀琴、賴淑菁 (2020)。使用 6E 教學策略教導國小學生製作「電磁車」專題以培養 STEAM 素養。 **中等教育**，71 (1)，10-28。 [https://doi.org/10.6249/SE.202003_71\(1\).0002](https://doi.org/10.6249/SE.202003_71(1).0002)
- 藍星宇 (2022)。 **以機關盒 STEM 統整課程提升國中學生數學學習興趣及數學價值認同之研究** (未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學。臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/hn3ry9>
- 蘇啟鴻 (2021)。單一課程融入跨領域主題式 STEAM 課程統整設計對大學生學科探究實作表現。 **教育學刊**，57，075-125。 <https://doi.org/10.3966/156335272021120057003>
- Asmara, A. (2024). *Investigation of Student Engagement, Self-Efficacy, and Problem-Solving Inventory for Introducing Computational Thinking into STEAM Course* [Unpublished doctoral dissertation]. National Yunlin University of Science and Technology. National Digital Library of Theses and Dissertations in Taiwan. <https://hdl.handle.net/11296/u8g784>
- Caspi, A., & Gorsky, P. (2024). STEM career expectations across four diverse countries: motivation to learn mathematics mediates the effects of gender and math classroom environments. *International Journal of STEM Education*, 11(52). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00511-5>
- Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: a systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10(12). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>
- Dyulgerova, K., Atanasova, D., & Milanova, M. (2023). STREAM Education - Potential for Engaging Students in Generating Innovative Green Ideas and Development of Transversal Skills, *46th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO)*, Opatija, Croatia, pp. 699-704. <https://doi.org/10.23919/MIPRO57284.2023.10159795>
- Glancy, A. W., & Moore, T. J. (2013). Theoretical foundations for effective STEM learning environments. *School of Engineering Education Working Papers*. Paper 1. <http://docs.lib.purdue.edu/enewp>
- Land, M. H. (2013). Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Ong, K.-J. (2020). *Investigation of Students' STEAM Learning Interests and Effectiveness through Model of Interest Development* [Unpublished doctoral dissertation]. Tunghai University. National Digital Library of Theses and Dissertations in Taiwan. <https://hdl.handle.net/11296/6uzn9e>
- Stubbs., K., Yanco., H. (2009). STREAM: A workshop on the use of Robotics in K-12 STEM education [Education]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 16(4), 17-19. <https://doi.org/10.1109/MRA.2009.934830>
- Ye, H., Liang, B., Ng, O.-L., & Chai, C. S. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: a systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education*, 10(3). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00396-w>

Taipei STEAM

Education
Journal

版權頁 Copyright page

出版單位／
臺北市政府教育局

發行人／
湯志民

主辦單位／
臺北市政府教育局 資訊教育科

承辦單位／
臺北市 STEAM 及新科技發展辦公室
Mathematics

指導委員／
湯志民、鄧進權、廖文靜、鍾德馨、卓育欣、
黃冠禎、白可欣

總編輯／
張玉山

編審委員 (依姓氏筆畫)／
王子華、汪芝蓁、張玉山、張云蓁、游光昭、
劉火欽、劉遠楨、賴阿福

本期責任編輯／
劉火欽

執行編輯／
柯靜蓉

線上閱覽網址／
<https://reurl.cc/NOZ5nx>



線上閱覽

