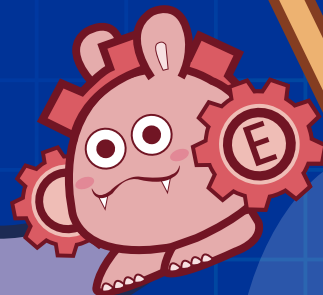
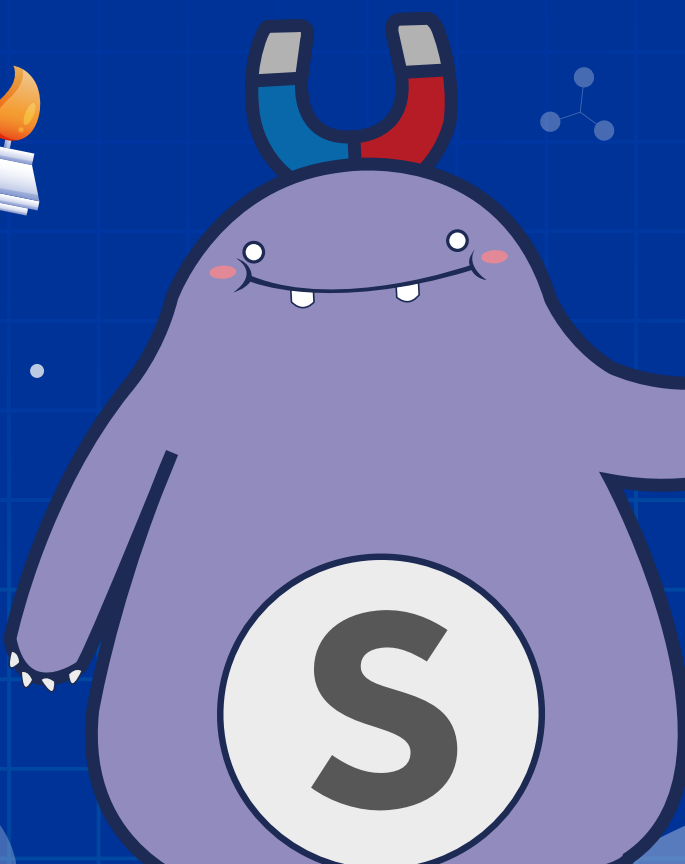
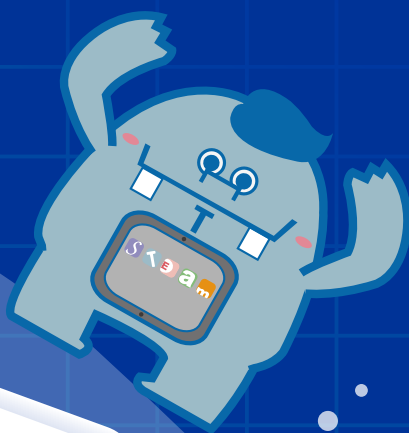
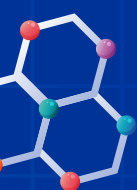


# My Dream, On STEAM

112學年度STEAM課例

教學研究專輯



# My Dream, On STEAM



## 目錄

序 .....	1
推薦序 .....	2
【政策與學校推動篇】	
新北市 STEAM 教育推動課程與教學的發展 .....	1
新北市中和區自強國民小學校長、STEAM 跨域輔導小組召集人 許以平	
緣起——我與 STEAM 教育的美麗邂逅 .....	15
新北市立金山高級中學校長 陳玉桂	
中園 STEAM 玩能源，創造無限可『能』 .....	16
新北市三峽區中園國民小學校長、STEAM 跨域輔導小組副召集人 黃孟慧	
新北市三峽區中園國民小學主任 梁哲霖	
每堂課都好玩——思賢 STEAM 遊樂園 .....	26
新北市新莊區思賢國民小學主任 張欣怡	
新北市新莊區思賢國民小學校長、STEAM 跨域輔導小組副召集人 程煒庭	
新北市新莊區思賢國民小學教師 黃湘儒	
偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例 .....	40
新北市坪林區坪林國民小學校長、STEAM 跨域輔導小組副召集人 王佩君	
新北市坪林區坪林國民小學教導主任 許智偉	
【教學研究實踐篇】	
適用年級：國小一至六年級	
祈願水晶球 .....	57
新北市雙溪區雙溪國民小學教師 林佳禾	
適用年級：國小二至六年級	
藍藍自語～藍晒（Cyanotype）文創小物與應用 .....	76
新北市中和區自強國民小學教師 劉一霖	
適用年級：國小三至五年級	
御風飛翔 .....	93
新北市板橋區信義國民小學組長 蔡明光	

# 112學年度STEAM課例教學研究專輯

適用年級：國小三至九年級

- 麥塊 (Minecraft) 炫酷搖曳光劍設計 ..... 105  
新北市立桃子腳國民中小學教師 曹崇禮

適用年級：國小四年級

- 變變多面體 ..... 124  
新北市永和區秀朗國民小學教師 許維容

適用年級：國小五年級

- 危機四伏 - 投石器 ..... 134  
新北市永和區秀朗國民小學教師 潘宏倫

適用年級：國小四至六年級

- 一碰你就亮 - 通電機關卡片 ..... 146  
新北市新莊區光華國民小學教師 馬士茵

- 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba) ..... 159  
新北市新莊區光華國民小學教師 黃炯彬

- 真實版快打旋風 ..... 176  
新北市板橋區板橋國民小學組長 楊凱文

適用年級：國小五至六年級

- 蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統 ..... 190  
新北市淡水區淡水國民小學教師 侯嘉裕

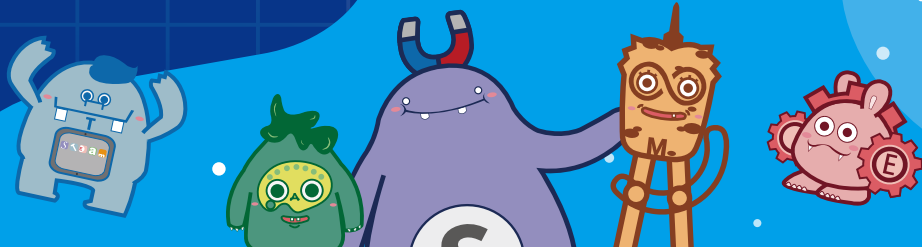
- 安靜的空間 - 探索隔音箱的奧秘 ..... 213  
新北市新莊區裕民國民小學教師 連育賢

- 載重冠軍 - 一張紙的秘密 ..... 228  
新北市新莊區丹鳳國民小學主任 許又夫

- 臺灣藍鵲飛呀飛 ..... 247  
新北市新店區北新國民小學主任 洪珮華  
新北市新店區北新國民小學教師 陳建仲

適用年級：國中九年級

- 拳擊機器人 ..... 257  
新北市立永和國民中學主任 呂紹川



## 新北 STEAM 共學共創共思共作 培育未來創新領袖

新北市政府教育局自 108 年率全國之先，推動 STEAM（科學、技術、工程、藝術和數學）政策，致力於培育未來的創新領袖和問題解決者，激發學生的好奇心和創造力，培養他們在科技時代中所需的技能和素養，新北市 STEAM 教育以跨學科整合、透過夥伴協作，運用工具與科技，在做中學的探究過程中，啟發創意設計思維 (design thinking)，並解決生活問題為核心，與 108 課綱素養導向，解決生活問題的概念不謀而合。

為達此目標，首創 STEAM 跨域輔導團，自各領域輔導小組邀請優秀夥伴聚在一起，共思共學共創共作，並創建 STEAM 大聯盟總部，設有行政中心及教室，作為政策推動及師資培育的基地，整體政策推動分為師資培育、社群營造、親子營隊和課例論壇四大主軸。

STEAM 教育是培養孩子們面對未來挑戰所必需的關鍵元素，也能培養創新和解難問題的能力，因此我們從教師的培育開始，透過種子教師的培養，讓老師具備設計思考和動手解決問題的能力，返校後嘗試課程設計，並鼓勵老師成立社群，透過一群人自主的力量，讓課程可以在學校的各種情境下開花結果。

為了進一步推廣 STEAM 教育的成果，自 112 學年起也攜手 STEAM 教師社群和自造及科技中心，擴大開設親子假日學院，這些課程包括有趣的科學實驗、創意工程設計、藝術創作工作坊、編程和科技互動活動。這些活動將由經驗豐富的教育專家指導，確保學生能夠在富有挑戰性和互動性的環境中學到知識，培養他們的團隊合作和問題解決能力。

通過 STEAM 政策推動不僅僅將影響學生，還將鼓勵學校和家長更積極地參與學生的學習過程。通過合作、創新和共享資源，我們將共同推動新北市的教育水平，培養出更多具備創造力和競爭力的人才。我們期待著在這個 STEAM 教育計畫中看到學生們的成長和成功，並相信這將為新北市的未來帶來光明和希望。

新北市政府教育局

局長

張明文



# 推薦序

## 累積一步一腳印 實踐多元共創行

新北市在推動 STEAM 教育方面，一直是值得各縣市學習的重要標竿，不僅在 STEAM 教育政策方面有系統性的規劃，且從 STEAM 師資的培訓一直到各校 STEAM 教學團隊的組成與實踐，皆是一步一腳印的為培養 STEAM 創新人才而努力。本書的發行便是積累過去幾年的成果，由教育局與許以平校長所領軍的 STEAM 輔導團，共同分享寶貴的經驗，以供其他有興趣實踐 STEAM 教育的各縣市教育局處或者學校參考。

本書中主要包含政策理念篇與課例實踐篇，在政策理念篇方面介紹了新北市推動 STEAM 教育的緣起，以及在政策推動過程中所有教育局長官、校長們與 STEAM 教師們的努力。許以平校長更有系統的介紹新北市 STEAM 教育的課程與教學，讓想要取經新北市的夥伴能夠輕鬆掌握關鍵訣竅。而在課例實踐篇方面，更有許多來自不同教育階段、學校的 STEAM 教學團隊，分享其實施 STEAM 課程的寶貴經驗。許多國家在推動 STEAM 教育時，會著重在 STEAM 教師間的協作，以及在實踐 STEAM 課程時，STEAM 教師團隊如何與學生互動的過程。

相信透過這些豐富多元的 STEAM 課例活動，一定能夠讓老師們更進一步了解在發展 STEAM 課程時，該如何規劃情境、安排學生學習經驗、以及進行多元評量等細節。展望未來，期許能夠有更多學校、教師能夠在閱讀本書後有更多的體悟，並更致力於透過 STEAM 教育提供學生更多元、創新的學習機會，以為我們國家培育未來所需的 STEAM 跨領域創新人才。

國立臺灣師範大學

科技應用與人力資源發展學系 / STEM 整合教育博士學位學程特聘教授

林坤雄

2023 年 11 月 2 日

# My Dream, on STEAM

112學年度STEAM課例 教學研究專輯

## 政策及學校 推動篇



# 新北市 STEAM 教育推動課程與教學的發展

新北市中和區自強國民小學校長 /STEAM 跨域輔導小組召集人 許以平

## 中 文 摘 要

本文敘述台灣 STEAM 教育發展的現象，並進一步敘述新北市政府推動 STEAM 教育所做的各項政策，從成立 STEAM 跨域輔導小組，辦理常態線性、系統性的種子教師培訓，其培訓內容包括初進階、回流、PLUS 等培訓課程，另外透過 STEAM 假日親子營隊辦理，作為教育推動和課例開發檢驗的機制。

文中再從 STEAM 教育教師的教學圖像和課程發展的模式，說明 STEAM 教育是一種教育典範的轉移，這種教育需要改變課堂的學習風景，透過「共學、共創、共思、共作」的核心價值，讓孩子愛上學習，從而培養其高層次的思考和問題解決能力。

## 英 文 摘 要

This article describes the development of STEAM education in Taiwan, and further describes the various policies implemented by the New Taipei City Government to promote STEAM education, from the establishment of a STEAM cross-domain tutoring group to the regular linear and systematic seed teacher training. The training content includes elementary and advanced level study, reshoring study, PLUS study and other training courses are also provided through the STEAM holiday parent-child camp, which serves as a mechanism for educational promotion and curriculum development and verify.

The article then uses the teaching images of STEAM education teachers and the curriculum development model to explain that STEAM education is a transfer of educational paradigms. This kind of education requires changing the learning landscape of the classroom through “learning together, creating together, thinking together, and working together.” The core value is to make children fall in love with learning, thereby cultivating their high-level thinking and problem-solving abilities.

## 前言

STEM 教育是美國國家科學基金會於 2003 年所提出的教育概念，其後在 STEM 中加入藝術 (arts) 形成 STEAM，目標為讓學生對全球經濟有更好的準備，以培養高科技人才。此教育於 2010 年普及於加拿大、澳洲、馬來西亞和中國。美國在歐巴馬執政時期，撥出上億美元預算大力推動，歐洲、日本、香港、中國大陸等國，也在近年陸續納進重點教育政策。其中日本文部科學省和經濟產業省為了因應工業 4.0，在 2018 年「未來教室」計畫中提出 ICT 教育的三大基礎樑柱，其中「學習 STEAM 化」為其中之一（佐藤學，2022），並從 2020 年起在小學階段開始成為新課程指南（北澤武史，赤堀漢字，2021）。

各國政府熱衷「STEAM」教育，是因為意識到科技日新月異，不斷改變人們工作型態、生活方式甚至社會結構，教育上傳統講述教學無法應付變動的未來，再不改變恐怕危及國家發展。而「STEAM」教育強調「動手做、問題解決、專題導向」三個重點概念，似乎成為可能回應現在社會發展趨勢的一種可能性。

相較於國際上先進國家致力於 STEAM 教育的推動趨勢，筆者觀察台灣 STEAM 教育發展，家長對其重視和投入的興趣，遠比政府單位來的熱絡。這從坊間各基金會、社團、才藝班、數位媒體社群和私立學校等所開設的課程可以窺見：凡是各類課程只要冠上「STEAM」，不管實質內容是否呼應於 STEAM 跨域學習，甚至在收費上比一般才藝課程要來的昂貴，但仍受到家長們的喜歡。筆者認為此乃因數位浪潮席捲全球，尤其是去年 11 月 ChatGPT 生成機器人的橫空出世，更助長了家長們認定未來工作在資訊科技發展與需求的迫切需要，而這種需要的認定，強化了對教育不確定性和複雜性的認知。這些參雜模糊、不確定性的認知，間接形成了一股對現在教育的焦慮和未來教育的期盼，而強調跨域統整學習的 STEAM 教育，似乎就成為了一種面對這種焦慮和期盼的出口。

儘管先進國家在 STEAM 教育推動上方興未艾，台灣家長對 STEAM 教育也顯得殷殷期盼，但台灣中央政府對於 STEAM 教育的概念和推動，在官方課綱 / 課程仍未具體出現過。相近的概念僅在 108 課綱總綱中出現如下的原則性宣示：「在符合教育部教學正常化之相關規定及領域學習節數之原則下，學校得彈性調整或重組部定課程之領域學習節數，實施各種學習型式的跨領域統整課程。」課綱中雖提出了「跨域統整性課程」的概念，但仍缺乏具體的做法引導和課程組織的建構。

新北市政府於 108 年，正值 12 年國教正式上路初期，為期課綱理念能在學校現場順利實踐，盱衡前述國際教育發展趨勢，審視學校現場情勢，理解到 108 課綱中的「跨領域學習」，無論在「部定課程」或「校訂課程」都是重要的核心概念；而這個核心概念相近於九年一貫課綱「統整學習」的概念。但儘管九年一貫課綱時已提出「跨領域課程」小組組織的概念，但實際上在學校現場為了統整學習而成立該課程組織是少之又少。

新北市政府教育局為了解決和提升學校現場對於「跨域學習」的薄弱，於是召開了 STEAM 跨域學習諮詢會議，邀請了台灣推動 STEAM 教育有經驗的學者和國教輔導團相關領域小組的幾位校長，研議 STEAM 教育的推動方略。這個諮詢會議促成了新北市 STEAM 教育的夢想推手四年計畫 (2019-2022)。在計畫推動下，成立 STEAM 教育大聯盟及 STEAM 教育



跨域輔導團（小組），作為新北市 STEAM 教育政策推動和師資培訓的常設組織。

STEAM 跨域輔導小組的核心任務是培育大量具備 STEAM 課程教學研發與實踐能力的老師，以擴散栽培新北市每一位學生成為具備創意思考、主動學習與問題解決能力，同時兼具人文關懷的優質跨域人才（新北市夢想推手計畫，2019）。新北市政府是台灣第一個最為積極投入 STEAM 教育的地方政府，每年投入約 300 萬元的經費，系統性、持續性的在培養 STEAM 教育的師資。

除了新北市政府外，就筆者所知台北市、台南市政府也相繼自 108 學年投入 STEAM 教育推動，台灣 STEAM 教育的推動基本上呈現地方政府比中央政府熱絡和積極。以下進一步敘述筆者這幾年對台灣推動 STEAM 教育的現況的觀察。

## 二、STEAM 教育推動與現況

台灣雖然在地方政府和民間推動上百花齊放，但因缺乏政策導引，在推動上就出現一些值得探討的現象與問題：

- （一）STEAM 教育過於倚賴酷炫新奇的科技設備，以致 STEAM 教育和這些設備使用劃上等號。學校在推動 STEAM 教育時，購置 3D 印表機、雷射切割機、機器人、無人機等硬體設備，往往強調硬體設備的使用勝於學生「解決問題、思考和生活應用」等層面的指導，而學生在問題解決、思考和生活應用的層面，可能往往僅需基本工具就可以達成，而無須這些動輒數萬或數十萬元的昂貴硬體設備。於是有形的硬體設備成為政策推動的「神主牌」。
- （二）近幾年科技發展帶動教育現場改革，108 課綱中新增「生活科技」領域，這成為 STEAM 教育推動的一個重要轉捩點。地方政府在配合中央政府對科技領域的經費補助，設立自造教育及科技中心學校，於是以「生活科技」為首，再配合科學、工程、藝術與數學四大領域的學習宣稱，透過硬體補助，成立自造 / 創課教育和科技中心的組織的策略，就等同於各縣市地方政府 STEAM 教育的推動。以「生活科技」領域掛帥的 STEAM 教育推動往往忽略了 STEAM 教育中跨域課程 / 教學研發和教師培訓，以及課堂上教師教學方略、學生學習形式的轉變。這種 STEAM 教育本質上只是生活科技領域的「外掛程式」。
- （三）STEAM 教育 / 教學為求速成，成為材料包「仿作和組裝」的課程。這類讓學生有個漂亮「作品」的思維，讓課程成為木工、晶片現成材料組裝、仿作的體驗，缺乏任務 / 活動過程中對於問題意識的覺察和解決、學科知識的驗證和應用等高層次思考的學習。所以「材料包組裝」成為 STEAM 課程的顯學。
- （四）STEAM 教育成為新潮流行的代名詞，忽略了 STEAM 教育本質上是一種教育 / 課程典範的轉移。STEAM 教育是從學科 / 教師為中心轉換成為社會 / 生活應用 / 學生為中心的派典。這種典範轉移，意味著課堂上學習的風景應有根本結構上的轉變。傳統課堂教師講述為中心的風景，要取代成為學生相互學習、合作和討論的樣貌；教師的圖像要從權威者的角色轉成引導者的角色。但依據筆者入班觀察 STEAM 教

育課堂的經驗，學生的學習樣貌多數仍停留在教師講解、說明，然後依照步驟操作的教學模式，全班有劃一的進度、食譜式的操作過程，忽略了 STEAM 教育中最為珍貴的問題覺察與解決問題的探究學習歷程。

(五) STEAM 教育在各級學校中多數依然缺乏每週固定的授課時數。STEAM 教育在學校推動大體上分為三種型態：一是融入領域的教學，這類多數仍以科技 / 資訊領域的授課節數進行 STEAM 教育的主題融入式課程；二是學校的課後社團；三是在學校的校訂彈性學習課程中。其中尤以前面兩種形式最為普遍，但融入領域和課後社團的 STEAM 教育往往依據學校擁有的專業師資而定，通常僅能服務少數的學生，而無法普及到全體的學生。

縱觀上述這些現象和問題，其背後成因可以歸納為兩點：一是教育 / 學校行政人員對 STEAM 教育概念欠缺較為完整的理解，加上為了急於看到政策成效，於是著重硬體可量化的成果；其次是教師欠缺 STEAM 課程發展與教學實踐的能力，且在教師關於 STEAM 教育上角色的體認和信念不足。

新北市政府教育局有鑒於上述 STEAM 教育推動上所見的現象和問題，於是創縣市先例在國教輔導團下成立「跨域輔導小組」，作為新北市培訓 STEAM 教育教師的常設組織，並進行 STEAM 教育的課例研發。

新北市 STEAM 跨域輔導小組成立於 108 學年度，歷經 4 年多運作，在 STEAM 教育師資培訓上累積初步經驗，這些經驗對於推動 STEAM 教育師資培訓，應有一定的價值。以下進一步就新北市 STEAM 跨域輔導小組關於師資培訓的具體作法說明如下：

### (一) 建構師資培訓課程目標

新北市 STEAM 教育的師資培訓有四個目標：

1. 培育能研發與實踐跨域整合教育之教學人才。
2. 重視創意思考、自主學習、問題解決能力、兼具人文關懷。
3. 透過實作訓練，培育能具體操作與實踐之知能與技能。
4. 具備成立 STEAM 教師社群與交流分享之能力。

上述師資培訓的課程目標有兩個特色：強調教師實作、研發課程以及領導教師社群的能力。這兩個能力是 STEAM 教育種子教師培訓的核心，透過培訓，我們期待種子教師能扮演「研究者、實踐者、領導者」三種角色。

### (二) 建構 STEAM 教育的核心價值：共學、共思、共創、共作

AI 人工智慧是無可避免的全球趨勢，未來社會問題更趨複雜難解，許多人都在思考人類該如何改變才不會被機器人取代。現在台灣有許多線上學習平台，但它們都是個人學習模式居多，學習者不容易或忽略一起共學的學習形式。在資訊科技發展日趨蓬勃的當下，人機互動的時間和頻率超越了人與人的互動。強調「共學」的 STEAM 教育剛好補足這一塊，也為少子化的台灣，創造和提升學子間互動學習方案。

STEAM 教育強調「動手做」，與強調做出成品的創客教育有所不同。新北市 STEAM 教育更期望的是孩子與別人一起「共學、共創、共作」過程，我們更強調課程中





上述初階課程內容邀請大學 STEAM 教育、設計思考的專家學者和中小學現場推動 STEAM 教育具有經驗的教師共同擔任授課教師，除了概念引導的講述外，在課程上多以討論、實作方式進行，期能讓參與的種子教師能初步體驗 STEAM 課堂以學習者為中心的課堂模式。



圖 2 初階研習活動照片

### 2. 進階課程：

進階課程採選修、必修方式，供參加培訓種子教師依據他們各自的需求、興趣進行學習。過去四年的課程內容和研習時數一直進行滾動性的修正，在初期的第一年（108 學年度）進階課程規劃學員要完成 48 小時的內容，從第二年開始調整為 32 小時。進階課程開設的時數共高達 150 小時；授課講師來自大學和 STEAM 跨域輔導小組的團員。

進階課程規劃重點有：生活需求導向 / 鏈接、設計思考、機工具訓練：工具使用廣泛性 / 安全性、科學核心 / 原理 / 探究、成品完整性 / 需求性 / 功能性、材料應用適切性、方法或課例再現性 / 可複製性、關鍵提問 / 探究思考 / 問題解決、設計美感與人文。上述課程規畫重點強調：跨域、創新、再製、實作、生活導向，期望種子教師在完整的學習之後，能嘗試將所學在各自的學校裡能創新應用。





圖 3 進階研習活動照

### 3. 回流課程

參加培訓的種子教師在每年 8 月到 12 月上完初進階課程，回到所屬學校之後，需要在自己的學校嘗試進行設計一個 STEAM 課例進行教學，然後在隔年 5 月參加一天 6 小時的回流培訓課程。

回流培訓課程內容主要是種子教師在學校的課例實踐經驗分享。我們邀請 STEAM 跨域輔導小組林坤誼指導教授進行專題講座，並給予種子教師實踐報告上回饋。在回流培訓課程中也會安排種子教師授證，由教育局長親自頒發，以彰顯對種子教師的重視和給予尊榮感。



圖 4 回流授證活動照片

### 4. 進階 PLUS 課程

歷經四年初進階課程培訓後，新北市參加研習教師數超過 400 人，培育出將近 200 位 STEAM 教育夢想推手種子教師，這些種子教師散佈在全市 85 所國中小，在各自所屬學校推動 STEAM 教育，有努力將 STEAM 教育推動成為學校彈性學習課程的主題課程，如板橋國小、思賢國小等；有成立課後學生 STEAM 社團的，如自強國小。這些種子教師回到學校推動 STEAM 時，往往遭遇許多困難，如經費不足、人力不足、行政認同……等各種問題。於是自 112 學年度起，跨域輔導小組除了原定的初進階課程外，另外開設了進階 PLUS 課程，服務這些已取得種子教師資格的實踐教師，開設進階 PLUS 課程的目的在串聯和支持這些實踐教師，同時也持續精進他們 STEAM 教育實踐的能力。

#### （四）STEAM 親子營隊

「STEAM 好好玩 親子 FUN 學趣」是新北市 STEAM 教育推動的特色。親子假日營隊每年會辦理至少 6 場。辦理的目的是讓親子一起體驗動手做活動，培養問題解決能力、提供創造思考機會，建構跨域整合知能和營造親子共學環境，增進親子情感交流。

營隊課程內容每年都會不同，如早期推出的 JSPB 空氣砲 - 熱蘭遮城的攻防戰、造型喇叭 DIY、迷你籃球機、FUN 心玩泥土、幾何水泥容器，到近期的簡單機械小玩具製作、STEAM 袋來美感……等各式各樣多元的課程。課程內容的多樣性是新北市 SEAM 親子營隊的特色。而多元性的課程創造源於 STEAM 跨域輔導小組團員對於課例開發的嘗試；而除了輔導團員外，我們也會邀請那些已經培訓過種子教師一起來開設親子營隊的課程。

團員加上種子教師的努力，讓每年的親子營隊課程受到歡迎。每次親子營隊報名推出時，都需要公平公正的公開抽籤過程，就可知受到新北市家長的歡迎，我們也常常接到台北市的家長電話詢問他們可否參加。

參加親子營隊的是一個完全免費的課程，為了提供公平和正義的學習機會，在錄取名額每梯次招收的總名額中，我們會保留幾組低收入及特殊生名額。另外，為提供偏鄉學生學習的方便性，我們也會安排數場次的營隊開拔到偏鄉學校。而每年也會開辦一場專為女性學生的場次，堪稱是重視女力的規劃。

新北市 FUM 心玩親子營隊所需的費用初期是由新北市編列預算支應，但在 111 學年，我們的努力獲得民間林柏壽文教基金會的認同和支持，這個基金會全額贊助我們營隊的費用，而在今年也將持續獲得贊助。

親子營隊進行的方式不同於坊間的才藝課程，我們堅持報名的家長必須親子全程陪同孩子參與課程，父母不能只是擔任接送孩子的角色。親子一起學習的方式創造了親子間學習上的相互對話，也促進了親子關係的交流和相互理解。就筆者的觀察，我們常常發現親子營隊的課程內容，父母投入學習的程度往往更甚於孩子，這也形成了一個有趣的現象。





圖 5 親子營隊活動照

### 三、 STEAM 教育中教師的角色

新北市在培訓 STEAM 教育種子教師是採行一種線性長期累積、在質上持續深化的策略。這種策略不是一種煙火式的閃現，也不是一種嘉年華式的歡樂。教育的轉化，在當下來到一個典範轉變的浪口，我們採用這種策略，是要促成課堂風景的質變，教師教學圖像的轉變。

STEAM 教育的推動關鍵在教師，他們的教育理念不僅只是知識的傳遞，還要培養學生的批判性思維、問題解決能力和創意。因此，STEAM 教育實踐者的角色變得多樣化、多面向，與傳統的教師圖像有所不同。筆者認為 STEAM 教育教師要具有下列的教學圖像：

#### （一）STEAM 教育實踐者是一位引導者 / 啟發者

他們需要引導學生進行多樣性的實作，並提供學生支持和反饋，以確保學生成功完成任務。這種引導不僅僅是教學，還包括了對學生的個別需求和發展的關注。

他們通過引導學生參與實際的專案，進行探究式學習，激發學生對學習的熱情。這種啟發式的教學方式不僅是全由講述或按部就班的教學可以達成。在引導和啟發過程中，教師須觀察學生學習的樣態，傾聽學生說的、未說的語言和姿態，並適時地釐清學生學習的困境，或拋出鷹架，幫助學生往上跳躍到更高的學習層級。這樣的課堂老師需要實踐智慧，在每個教學結構轉進中啟動慎思，看見學生更高的可能性。

#### （二）STEAM 教育實踐者是一位學習設計師

教師要以「學習設計師」的角色，設計有效的學習活動，以使學生參與知識建構和解決問題的歷程。STEAM 教育是要透過設計活動來協助學生體驗和整合科學、技術、工程、藝術和數學知識的過程，以學習解決問題、批判思考和創新行動的能力。他們必須精心設計課程，將不同學科整合到一個連貫的學習體驗中。這要求他們具備跨學科的知識，能夠找到不同學科之間的聯繫，並設計相應的學習活動。

教師從「學習設計師」的角度出發，意味著 STEAM 課程更為重視任務 / 活動過程中學生所經歷到的「學習經驗」，學習設計師要更在乎師生、生生之間互動所迸發的觀察、定題、問題解決的探究學習歷程；但並非所有的經驗都具有教育意義，所以教學者要審慎地進行學生「學習經驗」的選擇和組織，而學習經驗的選擇要從學習者

出發，考量經驗的「互動性」和「連續性」(杜威，1998)。

連續性和互動性是經驗價值的度量，兩者是不可分離的。經驗的互動性提醒教學者要依據學習者的需求和潛能來調整學習內容，使經驗具有教育價值，互動性的經驗和情境(situation)不可分割，STEAM 教學者要在學習環境中，提供學習者彼此談論進行中的活動、專題、閱讀書籍，或者正在執行的實驗材料和行動；教師要注意到學習者周遭的條件，運用自然和社會的環境，萃取其中的要素，形塑提供有價值的學習經驗。

經驗總是會有某種類型的連續性，會對學習者產生較好或較壞的影響。教學者組織和選擇學習經驗，要能判斷反思學習經驗對學生的影響。連續性的經驗意味著要選擇學生當下，從他現在的經驗能往上跳躍、生長的經驗，有助於未來投入學習的經驗。這種連續性經驗和未來學習之間有著一種「幽微未明」的通道(transaction)，透過教師引導或學生間的互動，可以發現這條學習通道的存在，然後讓學生進入通道進行方向的判斷與選擇。跨學科學習經驗的選擇和組織，就是 STEAM 教育教學者課程與教學的核心要素。

### (三) STEAM 教育實踐者是一位學習者

由於 STEAM 領域的不斷變化和創新，教師需要不斷學習和更新自己的知識，以保持教育的質量。他們應試圖掌握新的技術、工具和教學策略，並將這些知識應用於課堂中。STEAM 教育實踐者，作為一位學習者，展現了多重面向，對不斷進步和擴展知識的渴望。以下是他們學習者角色的三個關鍵面向：

#### ● 終身學習者：

STEAM 教育實踐者深知知識和技術領域的迅速發展。因此，他們需要參與持續專業發展活動，參加研討會、工作坊和培訓課程，以保持對最新趨勢和創新的敏感性。新北市 STEAM 進階 PLUS 的課程規劃即是提供這種學習機會。

#### ● 協同學習 / 教學者：

STEAM 教育實踐者需要認同協同學習的重要性。STEAM 教育跨域學習的特性，教師需要與同事建立協作的學習社群，成為共同學習的夥伴，彼此分享資源、教材和最佳實踐策略。通過合作，建構跨域間的教師的相互理解和賞識，挑戰提供學生最卓越學習機會的規劃和實踐。

STEAM 教育實踐者也要擔任協同教學者的角色，他們要與其他領域教師合作，共同設計和實施跨學科的專案和課程，以促進學生的跨學科思考。合作不僅是在課程的設計階段協同，更重要的是在課堂實踐中，教師要能協同其他不同領域的教師，促進學生更好地理解學科之間的聯繫，並深化學生理解解決現實世界的問題時應用的多學科知識。

#### ● 新知學習者：

STEAM 教育實踐者是不斷追求新知識的積極學習者。他們探索科學和技術的新知，並尋找新的教學方法和工具，以應對學生和科技的不斷變化。這種對新知



渴望的精神，激勵教師創造新的學習機會和路徑，從而激發學生的好奇心，並教導他們如何自主學習，進而理解學生所處的數位時代，並教導他們運用新知識來解決現實世界的挑戰。

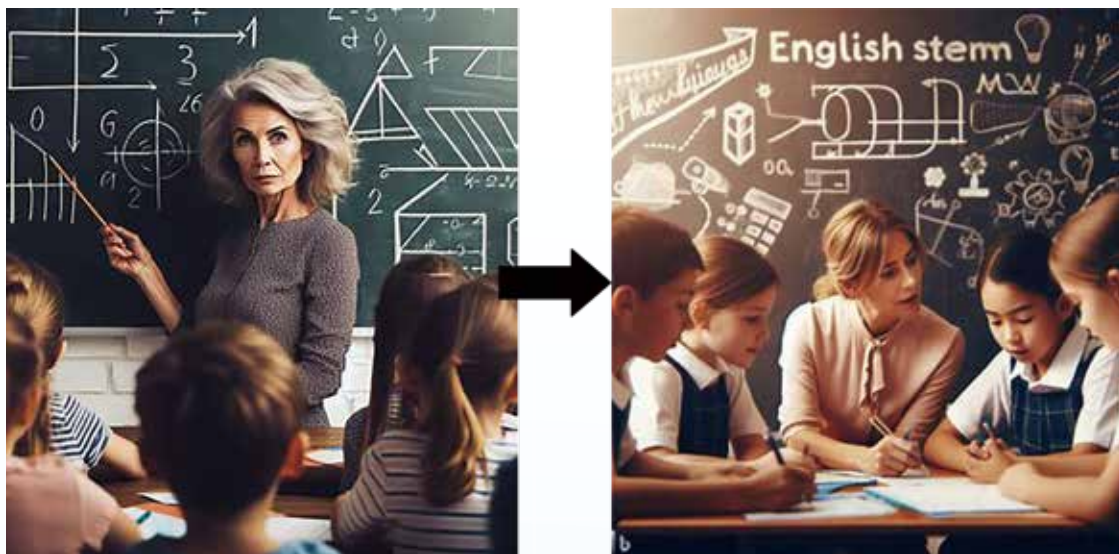


圖 6 教師教學圖像轉換

在綜合上述三個教學圖像的基礎上，STEAM 教育實踐者不僅僅是知識的傳遞者，課程 / 教學已從「教師為中心」轉變為以「學習者為中心」的學習方式，教師角色已從傳統「講述者」轉變為「學習引導者 / 啟發者、學習設計師、協同學習 / 協同教學者和新知學習者」三種圖像。這種教師圖像是多重的，充滿挑戰和機遇。

#### 四、STEAM 教育課程的發展

STEAM 教育的推動，教師的圖像認知是其中的關鍵，而教師對於課程的發展（設計、實踐和評鑑）卻是具體的實踐路徑。因此，新北市在培訓種子的課程中，除了讓學員學習團員所開設的課程外，大聯盟總部在課程規劃上更強調大學教授對於課程設計開發理念層次的學習。如「設計思考」的課程即是。筆者從目前已開發的實踐課例來分析 STEAM 教育課程的發展模式，其中使用最多有三個模式，分別是目標模式、歷程模式和情境模式。這些模式為課程發展者提供參考的框架，以便在設計和實施時，可以更為有效的掌握實踐課程時的精隨和進行決策。以下是對這些模式的簡要闡述：

##### （一）目標模式：

在目標模式下，STEAM 教育課程的設計著重於明確的學習目標和結果。這種模式強調制定清晰的學習目標，然後設計相應的課程內容和評量工具，以確保學生達到這些目標。這通常包括制定特定的技術技能和知識要求，並為學生提供明確的學習軌跡。目標模式的發展步驟和流程如下：

1. 確定學習目標：首先，明確確定要達到的學習目標，包括技術技能、知識和理解。這些目標應該與 STEAM 領域相關，並符合課程的整體目標。
2. 設計課程內容：基於確定的學習目標，開始設計課程內容，包括課程材料、教

材和教學活動。確保內容具體，並與學習目標一致。

3. 評量工具：開發評量工具，以測量學生是否達到了設定的目標。這可以包括測驗、作業、項目評量等。
4. 教學實施：在教室中實施課程，確保學生積極參與，並按照目標學習。
5. 評量和反饋：定期評量學生學習進度，提供即時反饋，並根據需要調整課程。

上述目標模式的步驟流程並非是一個線性從上到下的依序發展流程，而是可以依據設計過程中的可用資料，在各個步驟之間來回調校。目標模式對於以科技、自然、數學領域等為核心具有明確達到特定技能和知識的學習的課程發展非常適用。在本書中許又夫老師所設計的載重冠軍、馬士茵老師的通電機關卡片、桃子腳國中小曹崇禮老師的麥塊 (Minecraft) 炫靚搖曳光劍設計、永和國中呂紹川老師的拳擊機器人、裕民國小連育賢老師安靜的空間 - 探索隔音箱的奧秘、板橋國小楊凱文老師的真實版快打旋風、北新國小老師洪珮華的臺灣藍鵲飛呀飛等課例皆屬以目標模式為重的課例發展。目標模式在課程發展模式中屬於一個應用最廣、最容易上手的模式。

### (二) 歷程模式：

歷程模式著重於學習的過程，而不僅僅是結果。歷程模式強調學生的主動參與、探索和發現，通過問題解決和探索來促進學習，學生參與實驗、設計項目、解決問題等活動，這種方法有助於學生建立實際技能，通過實際操作可以更好地理解和應用所學，課程的設計側重於提供豐富的學習機會。

這種模式強調學生的主動參與，並鼓勵他們在解決真實世界問題時發展創造力和批判思考能力。歷程模式強調學習的可持續性，鼓勵學生在整個課程中不斷反思和調整。

歷程模式的發展步驟和流程如下：

1. 引發好奇心：啟發學生的好奇心，提出引人入勝的問題或挑戰，激發他們的學習動機。
2. 學習環境設計：創建一個豐富的學習環境，包括資源、工具和材料，以支持學生的探索和實驗。
3. 主動參與：鼓勵學生主動參與，提供機會讓他們發現、提問、合作和解決問題。
4. 自主學習：支持學生的自主學習，鼓勵他們根據自己的興趣和進度進行探索，並提供指導和支持。
5. 反思和調整：鼓勵學生定期反思自己的學習，並調整他們的方法。同時，教師也反思課程的有效性，並進行必要的調整。

歷程模式著重於學習的過程，這種模式特別適用於以藝術領域為核心的課程發展，本書中自強國小劉一霖老師的藍藍自語～藍晒 (Cyanotype) 文創小物與應用、光華國小黃炯彬老師的跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba) 皆較屬於歷程模式，歷程模式對於培養學生主動探究和學生會有較佳的學習效果。

### (三) 情境模式

情境模式將學習置於特定情境或現實世界環境中。這種模式強調學習的可應用性

和連接性，並將學習與實際應用相結合。課程設計側重於模擬或模仿真實情境，以幫助學生理解學科知識如何應用於實際問題。情境模式強調跨學科學習和解決實際世界的挑戰，並促使學生思考如何應用他們的知識和技能以解決現實問題。

情境模式的發展步驟和流程：

- (一) 情境設計：選擇一個現實世界的情境或應用案例，這將是課程的核心情境。
- (二) 跨學科整合：確保課程跨學科，將多個學科領域的知識和技能整合到情境中，以應對情境的需求。
- (三) 問題解決：引導學生參與問題解決，將學科知識應用於解決情境中的挑戰。
- (四) 反思和評量：學生定期反思他們在情境中的學習，同時也應該進行評估，以確保他們的學習與情境相關。
- (五) 實際應用：最終，學生應該能夠將他們在情境中學到的知識和技能應用於實際生活中，解決現實世界的問題。

情境模式強調學習置於特定情境或現實世界環境中，這種模式特別適用於以專題導向 / 問題解決導向的學習，淡水國小侯嘉裕老師的蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統、信義國小蔡明光老師的御風飛翔、雙溪國小林佳禾教師的祈願水晶球等的課例較屬於這種模式的課程發展。

上述三種課程發展模式提供教師課程發展時思考的參考框架，教師可以根據教學目標、學生需求和學習環境進行靈活的選擇。STEAM 教育的多元性，提供實踐教育者在這些模式間轉換和調整。最終目標是透過提供學生豐富和有價值的學習體驗 / 經驗，培養學生的創造力、批判思考和解決問題的能力。

## 五、結論

台灣教育長年慣性是「透過外顯行為、改變孩子內在」，老師習慣在課堂上跟孩子說「你表現很棒，幫你加分」，這種做法培育出讓孩子「因為加分才學習，而非他們內心真正喜愛上學習」。而 STEAM 教育的學習方式是讓孩子愛上學習本身的捷徑，因為 STEAM 課堂中的每一項任務，都得透過運用工程、科學、美術等跨領域知識才能解決，孩子們不必死背知識，從過程裡就能學到，最後還有親手做的成品，獲得的成就感自然讓他們愛上學習。

孤立的教學不會培育學生獲致真實世界的經驗，講述的教學不會產生深刻的理解。STEAM 教育是「跨科 / 域整合」的教育課程，很難憑「一個老師」的力量去實踐，STEAM 教育課程的推動需要教師團隊，STEAM 教育的信念是「我們不僅教孩子程式設計、科技工具操作，更要重視其背後的邏輯思維、複雜的問題解決、思考和行動創新。」，STEAM 教育的理想是從孩子由衷想解決的問題出發，組織有價值、跨域整合的學習經驗，讓孩子具備高層次思考和問題解決的能力。

新北市 STEAM 教育的推動核心在「共學、共創、共思、共作」的核心價值，「共」字是價值的核心，背後蘊含的「關係、團隊、夥伴」的創造，而這種價值核心，能改變傳統課堂風景，也為台灣的 STEAM 教育開創一種回應現代社會需求的可能性。

### 六、參考資料：

1. 北澤武史、赤堀漢字 (2021)，日本教育技術學會會刊，第 44 卷第 3 期第 297-304 頁。
2. 單文經（譯）（2015）。經驗與教育（原作者：John Dewey）。新北市：聯經。
3. 黃郁倫（譯）(2022)。學習的革命 2.0：AI 與疫情如何改變教育的未來（原作者佐藤學）。台北：親子天下。





## 緣起——我與 STEAM 教育的美麗邂逅

新北市立金山高級中學校長 陳玉桂

新北市領先全國力推 STEAM 教育 (Science 科學、Technology 技術、Engineering 工程、Math 數學、Arts 藝術)，帶動國內 STEAM 教育風潮，更引發各界對 STEAM 教育的重視與實踐。

回首我與新北 STEAM 教育的美麗邂逅，當時 2018 年負責承辦國際教育論壇業務，與未來 FAMILY 雜誌一起合辦《新課綱下的關鍵素養 -- 未來教育國際論壇》。特別邀請到美國矽谷地區教育局 STEAM 辦公室主任 Esther Tokihiro 女士，親臨剖析美國在 AI 時代浪潮之下，跨界科技整合已成為教育新主流，說明如何透過推動 STEAM 教育，以有效幫助學生進行更多的批判性思考，培養更多元的素養能力。

論壇現場座無虛席，互動反應熱烈。當時蔣偉民副局長在現場即刻提出後續新北市也要同步走在教育尖端，成立新北 STEAM 辦公室，力推 STEAM 教育，以培養迎向世界挑戰的未來人才。這場國際教育論壇正是那美麗的緣起！2019 年侯友宜市長上任，更正式宣示要在新北市全面推動 STEAM 教育，於是我非常榮幸地銜命奉派負責撰寫新北市 STEAM 教育四年發展計劃，並展開各個面向的籌辦與推動。

眼見當年所構築的新北 STEAM 教育整體發展推動計畫，經過四年來的扎根、奠基、成長、發展與全面推動，更在所有熱血投身 STEAM 教育夥伴的努力下，一一開花結果。回望一步一腳印走來，STEAM 教育的實踐歷程與成果，我深深感到欣慰。在此特別感謝一路陪伴指導我們的師範大學科技應用與人力發展學系林坤誼教授，以及後續投入擔任初階、進階種子教師培力課程的熱血教授與講師們！特別感謝當年一起從無到有，一起合力打拼創設 STEAM 大聯盟總部的許以平校長；以及當年相挺、提供相關協助與建議的國小及國中自然領域、數學領域、科技領域、藝術領域輔導團的前輩召集校長們！感謝當年義無反顧、不計辛勞投入首屆創業維艱的 STEAM 跨域輔導團團員們！沒有大家，就沒有現在的 STEAM 教育！

感恩有大家一同奮力攜手同行，我們一同實現夢想，也成為培育夢想推手種子教師背後的推手！非常開心當年的 STEAM 跨域整合型人才培育計畫內容被我們共同一一實踐了！我們培育出許許多多經過認證的初階及進階夢想推手種子教師，許多學校成立 STEAM 教師社群，甚至是跨校社群或區域策略聯盟社群；讓學生直接受益的各校 STEAM 跨域課程與教學更是蓬勃發展！

STEAM 教育有助於培養學生的協作力、創意力及溝通能力，能有效引發共同思考解決問題與分享想法，促進更多老師之間及學生之間的合作。新北市推動 STEAM 教育對全國產生深遠的影響，更帶動全國更多學校一同投入與交流，啟發學生的好奇心與創造力，幫助學生裝備迎向未來挑戰的強大多元素養能力！教師同儕間的跨域協作更因而同步展開！

新北 STEAM 教育為教育界開啟更多的無限可能性，新北 STEAM 教育的成功經驗，可以持續做為全國與世界的參考！期盼未來 STEAM 教育在新北市持續不斷永續深耕發展，帶來更深遠的影響及啟迪，為學生帶來更多的深化學習與成就！

## 中園 STEAM 玩能源，創造無限可『能』

新北市三峽區中園國民小學校長 /STEAM 跨域輔導小組副召集人 黃孟慧  
新北市三峽區中園國民小學主任 梁哲霖

## 摘要

一群老師和一間教室，開啟中園能源 STEAM 的課程故事。

老師們從教學者與學習者的需求角度出發，設立了全台第一間能源主題教室，在這間教室裡開啟了中園能源課程的扉頁。

然而，能源的概念，對國小的孩子而言，有些抽象、有些遙遠，為了讓它更生活化，本著聽不如說，說不如做的想法，導入創客的精神，孩子們不只是在玩能源，更是從創作中學能源，並落實在具體生活實踐當中，孩子成為了名符其實的能源小創客。

109 年中園國小更將 STEAM 跨領域的課程精神導入能源教育課程，開發許多豐富又去又好玩的能源 STEAM 課程，例如「奔馳吧！我的太陽能車」課程，讓能源議題更適切、更深入，也更能與各領域搭配和整合。

透過這樣的課程方式，學校的親師生都有很大的收穫與改變，也更願意持續投入能源教育的努力。在這樣豐富多元的課程基礎上，期望未來中園國小能源 STEAM 課程能夠邁向以學生自主學習模式的 STEAM 教學，讓孩子創造無限可能。

## 『能』從一間專科教室開始嗎？

當暖化問題已不再是新聞，氣候變遷的情況也逐漸為大家所習慣，對於永續環境的概念變得備受重視。

中園國小從學習的角度表達對於能源教育的認同與重視，設置了一間與能源教育主題相關的專科教室，也許你會問：一般學校裡不是已經有音樂、美勞、自然、英語……等主題教室嗎？為什麼還要有能源教室？主要是因為除了對議題本身的重視之外，更重要的是一間單一主題的教室，可以讓教學更有效能、學習更有成效，透過教具設備主題化、空間情境主題，讓主題更集中，因此學校裡有一間能源教育的專科教室，絕對可以更落實能源教育。

許多學校針對能源議題的作法是：能源教育的書籍放圖書館，教具放教具室，教材指引放教務處，海報、宣導品放學務處，而能源教育的設施可能只有總務處會使用，面對一個主題的資源分多處放置，就算一個老師真有心要教學、一個學生真有心要學習，他也會因為要四處找尋這些資源而灰了心，這就是為什麼要設置一間以能源教育為主題的專科教室的理由，是一種資源集中的概念，成為學校能源教育的教學資源中心。



圖 1 能源專科教室



## 『能』在能源教室裡做創客

能源的概念，對國小的孩子而言，有些抽象、有些遙遠，如何讓它生活化、讓孩子深刻感受，是一件重要的事。

傳統的能源教學，老師們可以取得很多能源教育相關的影片、照片，可以透過製作美麗、精彩的簡報檔，跟孩子介紹能源，孩子們也許會感到很驚奇，會獲得很多的觀念和知識，但是孩子們的感受卻不深刻，因為那不是他生活中的事物；就算他家就住在濱海的大型風力機附近，每天看著它運轉，可能也不能有太多深刻的感受，也無法體驗再生能源的好處，從電費的帳單也看不出什麼，因為電費不是孩子在繳納的。

而實地參觀是一個不錯的選擇，透過身歷其境的感受，效果絕對遠勝於紙上談兵。但是，總不能每天都勞師動眾、東奔西跑，而且在臺灣能夠具體參觀、設施豐富的能源場域實在不多，但很慶幸的，中園國小就有一間能源主題教室。

在能源教室裡，老師們帶領著孩子研究太陽能車、太陽能船、太陽能玩具、太陽能日用品、太陽能機械零件等，也創作太陽能桌遊、剪輯教學影片……好多好多內容，中園國小的孩子在能源教室裡從「玩」的角度出發，學習能源。

利用玩具車、玩具船、模型玩具、生活用品等教具，符合孩子的生活經驗，也滿足孩子們愛玩的天性，透過和再生能源的結合，讓孩子親自製作、操作、體驗和測試，學習的效果絕對遠大於教學者與學習者的想像。



圖 2 太陽能船競賽

能源教育不是只有讓孩子知道就好了，是還要讓孩子能夠身體力行的去實踐的，如果孩子能深刻感受節能的重要或再生能源的好處，相信他們不用老師們去要求也會主動去實踐，因此，好的能源教學具備長遠的影響成效。

所以，聽不如說，說不如做，這是中園國小能源創客的概念，給孩子一個具體的東西，讓孩子實際摸得到物體，孩子們的感受絕對遠遠勝過於觀看圖片、影片或聽老師說。



圖 3 能源車組裝



圖 4 太陽光模擬測試

對孩子而言，電是最貼近生活事物，生活化中隨處可見電池、插座，當孩子能夠操作一件物品，透過太陽光、風力、水力等自然現象，不需透過電池、插座就可以產生電能，那種驚奇、那種感受深刻的表情，是老師們教學最大的滿足。

因此在中園能源教室裡，孩子們不只是在玩能源，更是從創作中學能源，並落實在具體生活實踐當中，孩子成為了名符其實的能源小創客。

### 『能』從創客到 STEAM

中園國小在能源主題教室裡進行能源議題的創客教學，並以能源為主題，發展特色教學，融入校訂課程，持續開發出許多能源的實作課程。這些能源議題的創客課程，都有跨領域、動手做、生活應用、解決問題與五感學習的精神，而這也正是 STEAM 課程的教學精神。

12 年國民基本教育課程綱要總綱的「核心素養」中表示：素養指人在適應現在生活和面對未來挑戰時，所應具備的知識、能力和態度，這正與 STEAM 所倡導的學習精神符合。

中園國小的能源教育導入 STEAM 的教與學，讓孩子以專題式學習 (PBL, Project-based Learning)，帶領孩子探索 STEAM 的知識、能力和態度，從創客的基礎提升為 STEAM 的進階，讓能源議題更適切、更深入，也更能與各領域搭配和融合。

以「奔馳吧！我的太陽能車」課程為例，利用科學積木，結合真實的太陽能晶片，讓孩子建構出一臺屬於自己設計概念的太陽能動力車。透過親自動手操作的過程，學生體會綠色能源的真實效果。課程讓學生有創意的發揮並透過實做具體認識太陽能的應用，學習相關的基礎物理、科技應用與數學邏輯等相關的知識，透過自我設計操作做出一輛屬於自己的能源車，可以有效培養孩子的創造力與創意。

這套課程融合 STEAM 面向，結合數位科技應用、自然、社會、藝術與人文領域，希望學習者能建立能源應用、汽車結構、問題解決等能力與素養。

# 奔馳吧！我的太陽能車

自然

社會

藝術與人文

能資源永續

S(科學)

- 驅動原理
- 車體架構
- 太陽能原理

T(科技)

- 太陽能驅動
- 數位工具紀錄

E(工程)

- 太陽能車製作
- 車子創作
- 機械架構

M(數學)

- 距離與時間關係
- 車子的性能數據

A(藝術)

- 設計圖繪製
- 車體塑造

世界太陽能車賽

情境導入

認識暖化 &amp; 氣候變遷

介紹再生能源

認識世界太陽能車

曬太陽就能發動的車子

實物仿作

智慧知識闖關  
(概念複習)製作第一輛  
太陽能車  
(樣品仿做)

汽車設計小達人

知識應用

車子的行進原理

車子行進實驗

認識太陽能

太陽光電實驗

設計個人專屬的車子

我的第一場太陽能車賽

問題解決

設計圖分享

車子製作與妝點

作品上傳

太陽能車競賽

未來概念動力車

概念延伸

設計一台  
未來概念車認識生活中  
有綠能個人節能  
減碳行動

教學歷程從世界太陽能車大賽開始，讓學習者將太陽能與車子建立連結，透過動手實作一台太陽能動力的車子，實際研究探索汽車的構造以及太陽能的特性與應用，並藉由競賽過程，認識太陽能車的特性與優缺點，最後連結太陽能實際應用的各種理論與知識，並帶領孩子進行對未來科技與生活的想像及反思。

透過情境導入、實物仿作、知識應用、競賽模擬、創意延伸的過程進行教學，讓學習者能夠將知識應用、培育實驗分析的精神與解決問題的能力。過程中有以下幾項內涵：

## (一) 責任感、合作性

讓孩子從實作過程中，懂得分擔責任，與團體成員共同完成工作，彼此展現尊重、溝通及合作的態度，並參與討論，表達自己的意見，學到溝通技巧和團結合作的重要性。

## (二) 科學研究

透過探索科學的合作學習，能藉由觀察與實驗，察覺問題及其影響，並思考解決方



法。能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。

### （三）問題解決、設計思考

能夠利用創造力培養解決問題的能力，在執行過程中，能因應情境變化，持續調整與創新，能獨立思考與解決問題。能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果（例如：來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。

### （四）運算思維與資訊傳播科技

透過數值，了解實驗結果，再利用統計圖表，了解現象結果，最後學習以資料詮釋與分析來獲得欲找尋的問題答案。



圖 5 討論汽車結構的孩子們



圖 6 進行太陽能車馬力測試

## 無所不『能』就愛 STEAM

能源教育在教學上除了要讓孩子了解認識節能減碳的作為外，還要讓孩子能夠深刻體驗，因為深刻體驗後才比較能具體行動，而且是正確的行動，自主的行動，進而邁向美好的未來。為達成這樣的教學目標，中園國小實踐以能源議題導向的 STEAM 教育，讓孩子進行跨域學習。

能源議題導向的 STEAM 教育，獲得教學者回響，也看見孩子學習意願與成效的提升，因此我們針對能源議題，陸續開發出更多元主題的能源 STEAM 課程。

節能屋創作是學校另外一個熱門的 STEAM 教育課程，整合高年級藝文、自然、社會等領域，讓孩子設計創作節能屋。一間環保節能的能源小屋（節能屋）的創作，正是符合這樣一個想法的教學活動。

孩子利用簡單的材料和節能的器材、綠能的教具來製作一間以環保節能為目標的模型屋，透過詳盡的規劃，動手實作來親身體驗，進而更加了解生活中減碳節能的各種可能。

開始製作一間能源屋時必須考慮許多面向，包括：房屋的構造、外觀、功能、以及舒適等，以下一一介紹：

在構造方面，必須思考房屋的堅固情形，包含：防風、防水、防震、防火等。

在外觀方面，必須思考房屋的美感情形，包含：設計、造型、觀感、綠化等。

在功能方面，必須思考房屋的實用情形，包含：耐久、水電、溫度、空間等。

在舒適方面，必須思考房屋的宜居情形，包含：通風、採光、視野、聲音等。

這其中跨越很多的領域科目，需要實際動手實做，包含許多的生活應用、持續不斷的解決問題、深刻直覺的五感學習。

實際操作時，當我們問孩子，可以想像自己做的一間能源屋會是什麼樣子嗎？孩子的表情通常是茫然的。面對這樣多的面向，學生肯定是不知道從何開始下手，於是老師就需要將STEAM 節能屋課程進一步分析，如以下表格的呈現：

節能屋創作	科學 (Science)	技術 (Technology)	工程 (Engineering)	藝術 (Art)	數學 (Mathematics)
	綠色能源	風能、太陽能發電	系統建置	綠化、舒適設置	發電量計算
	環保建材	環保材質	材料分辨	選擇符合需求之式樣	發電量計算
	房屋建築	建築力學	基礎房屋建築	建立特色	耐震測量
	健康環境	宜居環境	基礎房屋建築	居住環境美化	溫度測量 光線測量

然後老師提供三種教具給孩子搭配使用，指定使用風力發電提供光源、使用太陽能發電提供室內風扇轉動、用太陽能發電提供車子動力（也是太陽能車）。

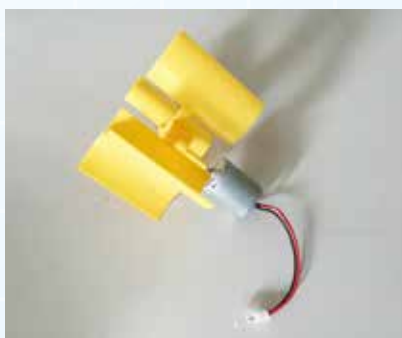


圖 7 風力發電提供光源



圖 8 太陽能發電提供風扇動力



圖 9 太陽能發電提供車子動力

在中園國小高年級的藝文領域課程中，其中一個單元的課程就是冰棒屋製作，搭配這部分和自然領域結合，還有建築時的數學計算，以及過程中的解說、溝通，可以說是涵蓋了許多學習領域，是一個非常棒的跨領域學習課程，包含環保與能源的議題創作，同時也具備了STEAM 教育精神。

教學過程中，老師也讓孩子透過電腦模擬繪製的方式，以簡單的積木方塊在電腦上作立體的模型建置，如此孩子可以更了解自己想要創作的是什麼樣的房屋。

在讓孩子正式動手創作之前，還有一個部分，就是要先了解冰棒棍屋的製作技巧，以及各式各樣的房子構造與造型，因此老師還需要利用資訊課讓孩子在網路上搜尋冰棒棍屋的各種資料。



圖 10 正在認真組裝房子的孩子

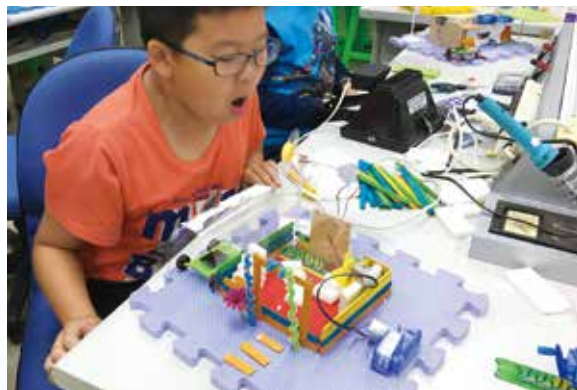


圖 11 孩子正在進行房子的風電

當房子完成了，老師學生還要針對房子進行評測，評測什麼呢？要測試房子的耐震、美觀、通風、採光、防水、綠化、節能等項目，一間好的房子應該要經得起評測。以下是評測的方法：



圖 12 綠化的能源屋



圖 13 圓樓造型的能源屋



圖 14 平房式的能源屋

於是在歷經數堂課的創作，孩子們終於完成了節能小屋的建構，每個孩子的小屋風格都不盡相同，非常多元與精采。

項目	評測方式	通過標準
耐震	將房子上下左右搖晃 5 下	不能有東西倒或掉。
美觀	由學生投票，以得票數計分。	至少獲得 3 票。
通風	強光照射房子，屋內放入溫度計，測量溫度。	不能高於 30 度。
採光	強光照射房子，屋內放入照度計，測量照度。	照度不能低於 300 LUX。
防水	以噴霧器噴房子。	室內不可以有水。
綠化	計算綠地面積。	至少 5%。
節能	使用綠能的比例。	至少有 1 項綠能發電。
設計	由創作的學生發表 3 分鐘內的設計說明。	能夠具體說出設計概念。



當然評測未通過的作品，有些項目是可以再修正，修正後再重測。

每個評測會規定通過的標準（可以從表格上看到），基本上都是最簡單的，透過這樣的評測機制，可以讓孩子對於自己的作品感到認同，也能因此更了解綠建築的內涵。

最後，老師會頒發給每間房子一張證書，證書上會註明房子通過了那些測試。並且讓孩子將自己的房屋作品，以APP軟體建立數位模型，並且上網登錄，除此之外還要為房屋拍照、建立解說卡。整個課程這樣走下來真的會讓學生感到既充實又滿足呢！

除了前面提到的太陽能車、節能屋的 STEAM 教育課程外，中園國小也嘗試開發水力能發電機、風力能車、儲電瓶……等 STEAM 教育課程。



圖 15 水力能發電機



圖 16 風力能車



圖 17 儲電瓶

### 『能』看見中園師生的改變

中園國小能源 STEAM 課程，讓孩子玩能源，讓孩子懂能源。我們看見了教師和學生的許多改變。

- 老師們在進行能源議題教學時，更頻繁的進行 STEAM 的跨域課程。
- 教師備課時從 STEAM 跨域出發，老師們發展出更多元的主題與單元。
- 圖書館的活動也開始嘗試搭配了能源 STEAM 的議題。
- 老師們發現能源 STEAM 課程，孩子們對能源議題更有興趣也更能生活中進行節能減碳的實踐。
- 透過能源 STEAM 的課程，孩子們學習更主動，能夠有方法的探索、探究，也具備更多創意。
- 孩子們更加喜愛能源課程，許多艱深的能源概念，孩子們能夠逐漸理解。
- 孩子們能夠從學會能源議題的知識，甚至可以進行導覽與解說，成為中園能源小尖兵。



圖 18 孩子介紹再生能源



圖 19 圖書館的能源 STEAM 活動

中園國小能源 STEAM 教育課程希望能培養孩子學習應用的能力，玩科技、懂科技、用科技、創新科技，如果今天出現了一台加一公升汽油就可以跑一百公里的汽車（現在的汽車一公升大致上可以跑十幾公里），這是不是一種新能源的表現呢？這是創新科技。如果今天有人研究出了一種可以加速樹木生長的藥水，讓樹木可以在一星期的時間內長成十年的樣子，這是否也是一種節能減碳的表現呢？這應該叫生物科技吧！中園國小的能源 STEAM 教育希望可以放入一些不一樣的思維，不一定只有學習怎麼省、不一定只有了解再生能源怎麼用，也可以很生態的，也能夠很科技的，當想法不再侷限，孩子的創意也才能發揮，未來就能夠造就他一個不可思議、無可限量的成就。

### 能源 STEAM 永續玩，創造無限可『能』

中園國小自建校迄今，致力於能源教育的推展，本著教育「未來的孩子」這樣的理念，逐年計畫，設立了完整而實用的能源教室和廊道，逐步建置各項能源教具，改善建築與環境的耗能狀況，從能源探索式教學，到能源創客學習，進而發展至能源 STEAM 課程，我們也將能源 STEAM 課程納入校訂課程，全面推展。除了校內的推動和落實，也辦理多項全市性與社區化的教學活動，期望透過 STEAM 教育的精神，持續傳達正確能源的理念，培養能源科技的未來人才。

中園國小透過能源 STEAM 課程的持續推展，在 2010、2013、2019、2023 年參與了績優能源學校評選，獲得了四次標竿金獎的肯定。但老師們並未因此自滿，反而繼續發展了更多設備、教材與教學，期使中園國小能源 STEAM 課程能夠更精緻、更多元。

未來中園國小能源 STEAM 課程希望能：

- 能源結合互聯網、大數據 AI 智慧、3D 列印、雷射切割等新的知識和技術，發展更符合未來的能源 STEAM 課程。
- 將中園國小能源 STEAM 課程做各年段的延伸開發，讓每個年段的孩子都能夠有合適的能源 STEAM 學習課程。
- 讓校園裡，成為能源 STEAM 教育更合適的推展場域。
- 全齡化的 STEAM 推展，結合樂齡中心、社區長者與志工夥伴，讓長者也一起體驗中園國小能源 STEAM 課程，學習能源。



圖 20 研究科技能源智慧屋課程



圖 21 結合 3D 列印製作太陽能車

中園 STEAM 玩能源，創造無限可『能』。期望未來中園國小能源 STEAM 課程能夠邁向以學生自主學習模式「Using Student Led Project as the Curriculum」的 STEAM 教學，學生從能源議題開始，能自行設計學習目標，讓每個目標須涵蓋 STEAM 學科領域至少兩門以上，教師的角色提升為陪伴者、引導者與檢核者，孩子能自主進行能源 STEAM 課程的學習。



## 每堂課都好玩——思賢 STEAM 遊樂園

新北市新莊區思賢國民小學主任 張欣怡  
新北市新莊區思賢國民小學教師 黃湘儒

新北市新莊區思賢國民小學校長 /STEAM 跨域輔導小組副召集人 程煒庭

## 摘 要

本文旨在分享思賢國小發展及實踐 STEAM 課程的風景與歷程，讓讀者如臨現場直擊教師團隊超強課發足跡。隨著新莊區首座 STEAM Lab 區中心成立，強化及引進優質的師資、教材、設備與資源，讓全校三～六年級的學生都能按部就班「Fun 課 in STEAM！」，校長也與師生團隊創發「手把手，STEAM 超 easy～」公開課，加上新北市「假日親子學院、AI In STEAM 愛因思町嘉年華、STEAM x TALK 教育講堂」，與教育夥伴攜手齊飛新北教育新紀元！

關鍵詞：思賢國小、STEAM、校訂課程、教師專業發展

This article aims to share the process of developing and implementing STEAM curriculum at Si Xian Elementary School, allowing readers to directly observe the strong curriculum development footprint of the teacher team. With the establishment of the first STEAM Lab center in Xinzhuang District, it has strengthened and introduced high-quality teachers, teaching materials, equipment and resources, so that students in grades three to six can "Fun Course in STEAM!" step by step.

The principal also worked with the team of teachers and students to create a "Hands-on, STEAM is super easy~" open class, it accompanied by the "Holiday Parenting Academy, AI In STEAM Carnival, STEAM x TALK Education Lecture" in New Taipei City, create a new era of education in New Taipei with our education partners!

- \* 張欣怡，新北市新莊區思賢國民小學 主任  
電子郵件：susann@mail2.sies.ntpc.edu.tw
- \*\* 程煒庭，新北市新莊區思賢國民小學 校長  
電子郵件：penny333888@gmail.com
- \*\*\* 黃湘儒，新北市新莊區思賢國民小學 教師  
電子郵件：caloveja@gmail.com



## 一、看見全校實踐 STEAM 課程的風景

2023 年 8 月 28 日上午，思賢國小的演藝廳裡，超過 100 位老師齊聚一堂，聆聽著中年級老師—同時也是「新北市 STEAM 夢想推手種子教師」的黃湘儒老師，分享「三年級的課程以專題為導向（圖 1），創意積木樂園設計師為情境，透過設計思考及 6E 教學模式，讓孩子以探索、討論、合作或使用工具來學習解決問題的能力，期望孩子在未來，身邊沒有老師及專家的引導或協助時，能夠自己尋找身邊有用的資源，解決眼前真實的問題」。小學三年級的學生，5 人一組，用各式各樣的 Gigo 積木，自己設計動手做出形狀各異的「氣球車」（圖 2），合力在 STEAM 教室的地板上向前行駛，控制著方向與距離，每當達成任務時，小組就會躍起擊掌，歡聲雷動，一起慶祝彼此完成這學期的「雲思賢」STEAM 校訂課程。

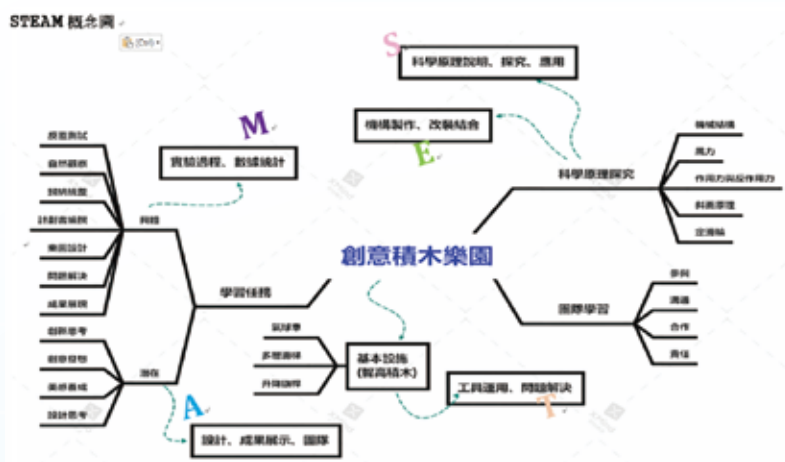


圖 1



圖 2

這些不是一場「show」、一次「競賽」，而是新北市思賢國小中年級孩子的日常風景，每個學生在不同的挑戰主題中展現團體的學習成果（圖 3）。「以前上課大部分都是看老師教、寫功課、考試，每天都期待著週末，開始上 STEAM 課程後，讓我發現我喜歡操作，也喜歡組裝，也喜歡跟老師、同學一起發想更多創意（圖 4）。」學習 STEAM 課程才 1 年，同時也是小組長的學生小恩同學說。



圖 3



圖 4



## 二、直擊教師團隊超強課發足跡

「未來孩子需要的能力是什麼？」「我們到底要給孩子怎麼樣的教學，以符應他們面對未來的社會環境？」

2019 年 2 月 13 日，在 108 學年度新課綱啟動前夕，當老師們依「自發、互動、共好」的基本理念重新檢視校本課程時，也一同反思上面的兩個問題！全校教師透過多次領域會議、學年研究會及處室會議後，共同討論出學校願景「見賢思齊、人文臻善、幸福共好」、課程願景「人文、自主、創新、省思」，並據此研發出校訂課程發展主軸「綠思賢、文思賢、美思賢、品思賢、樂思賢、新思賢、雲思賢」（圖 5），並議決自 108、109 學年度開始，由低年級教師發展「品思賢」課程並進行教學。當時服務於教務處的張欣怡主任與課研組詹雅婷組長便開始召集教師討論，確認核心素養、學習表現、學習內容後，組成教師小組分頭依中心德目分工合作發展單元課程，接著由課研組彙整教案，安排隔週共備，讓老師分享教學設計，從好上手的題材開始進行，也鼓勵老師可以找具相關專業背景的專業老師為其指導，或上網搜尋資料，豐富課程教學內容。在行政團隊、教學團隊的努力之下，圓滿完成了一二年級的「品思賢」校訂課程，之後更榮獲了【素養教學設計與實施】、【自主學習的引導策略】兩項「新北市校訂課程亮點學校面向」（圖 6）。



圖 5



圖 6



圖 7



圖 8

2021 年 1 月 15 日，程煒庭校長主持「中年級校訂課程共識會議」，並由張欣怡主任分享教務處與低年級成功的課程發展經驗，鼓勵教師共同討論適合中年級孩子的校訂課程，經過充分的討論後以「綠思賢、文思賢、品思賢及雲思賢」為主軸，其中「雲思賢」則以 Gigo 積木為教學媒材設計思賢 STEAM 課程，讓普通班的孩子也能動手做、遊戲中學習。

### 三、新莊區首座 STEAM Lab 區中心成立

在學校確立雲思賢的課程發展方向後，教師有動機、學生有期待，但是相關的器材、設備以及教學示範場域也必須到位才行。

2019 年 11 月 26 日，程煒庭校長邀請家長會長陳君鴻、榮譽會長梅綏涵，以及教學組長黃雅琪一同參加由自強國小許以平校長舉辦的新北市 STEAM 大聯盟總部啟用活動（圖 7）。「所謂 STEAM，就是結合科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art) 以及數學 (Mathematics) 創發的教學課程，STEAM 大聯盟總部的成立，也代表新北市的 STEAM 教學將從此發芽，並將種子散播到新北各校。」陳會長在活動過後，對 STEAM 教育有更進一步的瞭解，並利用機會向當時教育局蔣偉民副局長表達支持 STEAM 教育發展，獲允在思賢國小設立新莊區發展據點。

2020 年 5 月 15 日，程煒庭校長帶領張欣怡主任、資優班李函霽老師、談明倫老師至教育局，向吳佳珊科長說明 STEAM 教室的規劃及展望後（圖 8），獲局端經費並協助向教育部國教署爭取充實設施設備經費後（圖 9、圖 10），設立新莊區首座 STEAM Lab 區中心（圖 11），也是學校首間 STEAM 教室——「思賢 STEAM 夢享玩 cool 庫」。



圖 9



圖 10



圖 11

走入 STEAM 教室（圖 12、13），彈力秤、測距輪、旋轉飛機、氣球車、阻尼器、斜張橋、雙面加工機、各式各樣不同的齒輪、方框等數十套積木套件，逐櫃逐櫃的安置在教室裡讓師生隨時取用，另外還有一整面積木牆（圖 14）、專業工具箱、3D 印表機、雷雕機、木板材等。「工具放著不用，可說是資源浪費，而且不能只有少部分的學生使用這些教材教具，我們要讓每個思賢國小的孩子都能學習操作，要發展名副其實的全校 STEAM 課程。」校長與主任都認為，這些經費要能得到充分的發揮，我們就必須不同於許多只在社團、課後或資優班進行 STEAM 課程的學校。





圖 12



圖 13



圖 14

## 四、三～六年級都能上，按部就班創意 Fun

「校長，我們雖然都參考相關教學手冊完成了雲思賢課程計畫，但到底要怎麼上這門課？」即將於 110 學年度展開三年級 STEAM 積木課時，三年級教師向學校發出求救訊號。幸好，自 108 學年度起，我們就薦送黃湘儒老師、李函霽老師、張崱瑞老師、林信加老師、吳依璇老師參加「新北市 STEAM 夢想推手種子教師」初階、進階培訓，在撰寫課程計畫時，發揮了領頭羊的強大影響力，創發出「氣球車、多層滑梯、升降旗桿及創意積木樂園」等教學單元。在課程即將上路前夕，更邀請了中港國小王嘉賢老師（親子天下教育創新 100 獎得主）、Gigo 積木曾郁婷老師蒞校，帶領中年級老師進行 6 次教師 STEAM 積木教學增能研習（圖 15、16），經過講師循序漸進的引導與鼓勵後，老師們終於順利的進行課程實踐，並發展成所有就讀思賢國小的學生都能上到的校本課程，三、四年級學生每學年皆有 20 節課、五、六年級學生在 112、113 學年度亦各有 40 節課。老師們更是解析課綱，依據循序漸進、由淺入深的教學原則，透過螺旋式課程設計，讓孩子在每個教學單元中依教師的佈題任務，分組合作學習。例如中年級的課程，利用氣球、風力、曲輪、齒輪的組件，學習牛頓運動定律、速度、作用力與反作用力等，再如多層滑梯單元，讓孩子觀察斜面原理的現象。



圖 15



圖 16

「對孩子來說，積木從小玩到大，有種說不出的親近感與趣味感。」張欣怡主任指出，小學時期的兒童，大多還在具體運思期，對於形式運思的抽象概念尚待良善的引導與發展，透過可重複拆組的積木，能體現出較為抽象的學科概念或科學原理，甚至能夠進行分析、



比較和研究，透過實物的觀察與發現，逐漸形成高層次的形式運思，並可結合 PBL 教學法（Project Based Learning 專題導向學習），讓孩子思考針對所提問題產出解決方案，甚至能舉一反三開發出不同的作品。

黃湘儒老師舉例，三年級的導師會提供情境與任務，引導孩子在課堂裡將自己設計的積木小車結合氣球釋出氣體，透過操作、觀察及歸納自然現象，學習牛頓第三運動定律作用力與反作用力，並能夠讓車子前進（圖 17）。此外，也要設計車子的結構與外型，讓它能維持直線的向前進，並測量車子前進的距離，看哪一組能走的最遠。如此一來，孩子就必須去試驗重量、結構、與氣球之間的關係，讓孩子在參與實作、自主創作及發現問題的過程中，與組內成員或全體師生共同運用觀察歸納的科學原理結合創意發想，不斷的反覆測試、修正與解決問題，進而產出計畫書並執行，完成自己團隊設計的創意積木樂園。在主題挑戰任務中，偶爾會有小組「卡關」，孩子們會主動地觀摩其他組別的設計，甚至是透過互動交流來解決遇見的問題（圖 18）。



圖 17



圖 18

在氣球車主題課程中，有一堂課的課堂風景讓黃老師感動不已。當時大多數的組別已經完成氣球車試跑任務，準備挑戰 jump 題，只剩一組的氣球車無法順利行走，這時孩子們紛紛自主抬起腳步，往該組的跑道移動，有的蹲、有的坐（圖 19），甚至有的人伏地，为了更好的觀察該組的氣球車，大家一起靜下來觀察討論並提出解決方法。「雲思賢的課堂能看見每個孩子展現獨立思考及解決問題的能力，更看見孩子們在團隊中發揮溝通合作的力量。」黃老師總結出這樣的觀察。



圖 19

此外，學校要召集了幾位有興趣的小朋友，組成學生小隊參加大大小小相關競賽，如 2020 年協辦「新北市新莊程式智慧學校聯盟運作」，由楊介寧老師、簡宜廷老師指導，榮獲「新北市 AI 程式邏輯思維挑戰賽第三名」（圖 20、21）；2021 年由張崱瑞老師指導，連芷萱、劉力瑋、張國宥、陳宥翔、陳韋彤、邱妤恩參加「2021 i-STEAM PowerTech 科技創作競賽全國賽」榮獲國小全能組積分獎佳作（圖 22、23）；2022 年參加 2022 年 World GreenMech Contest 世界機關王大賽，榮獲「程式、科學小創客 - 佳作獎」等等獎項（圖 24）。



圖 20



圖 21



圖 22



圖 23



圖 24



在課程發展的前、中、後，程煒庭校長、張欣怡主任與汪政良組長開始邀請有興趣富熱情的夥伴們成立「智慧領航小組」（圖 25），開始申請相關專案進行專業成長。為了增加實務經驗，近年陸續參與舉辦「新北市科教嘉年華——科普趣味擂台賽活動（圖 26、27）」、「新北市資訊科技教育成果展（圖 28、29）」等活動，2020 年以 STEAM 教育結合校內生態池探索課程，發展「思賢 i-Eco——思賢好『窩』」課程，並榮獲新北市 109 年度科技輔助自主學習「教育雲」創新教案徵選甲等獎項。



圖 25



圖 26



圖 27



圖 28



圖 29



除了普通班進行全校式的充實課程，思賢國小資優班談明倫老師、邱進坤老師、林信加老師也進行加深加廣的課程設計，發展出具有差異化卓越特色的區分性課程，由資優生自辦 STEAM 市集（圖 30），並結合二重國小、土城國小、光榮國小、埔墘談明倫國小等 5 校（圖 33）學生跨校合作設計發想，透過 1000 張活動闖關卡互相投入各校展攤市集的教學活動（圖 31、32），如思賢國小資優班四年級學生的積木機關軌道，讓闖關者操作乒乓球落下時間點的遊戲。光榮國小展攤主題為三重眷村文化，結合科學原理與眷村文化設計關卡，介紹相關的歷史、建築、飲食……，讓闖關者操作砲台保衛家園。二重國小的「紙花齊放」、「物以類聚」則以簡單材料認識水的性質。土城國小資優生以不插電的計時巧思設計的「樂」圾「時」物，挑戰時間敏銳度。埔墘國小則結合東西方文化與數學巧思做出「開運算命攤」，讓參與者進入數學的故事旅程。



圖 30



圖 31



圖 32



圖 33

資優班師生在課程學習歷程中，亦逐漸發展出濃厚的學習興趣，進而參與更高層次的挑戰，談明倫老師指導張佐丞同學參加 2023-IEYI 世界青少年創客發明展選拔賽，以「好火伴」主題榮獲金牌獎（圖 34），由教育部林騰蛟次長與新北市教育局張明文局長親自頒發。邱進坤老師、汪政良資訊組長與思賢國小智慧領航團隊陳筱青、尤曉梅、李函霏、張勇信、楊慧如、林信加、蘇筱筑等老師參與教育部 111 年數位學習優良教學徵選，榮獲「全國特優」（圖 35）！林信加老師、李函霏主任指導鄭丞駿同學及張尹奎同學設想當全球暖化已無陸地可居住時，運用「阻尼器」設計海上平穩可居住的房子，榮獲新北市中小學科學博覽會——地球科學組優等——全市第二名佳績（圖 36-38）。



圖 34



圖 35



圖 36



圖 37



圖 38



### 五、校長公開課！手把手，教你 STEAM 超 easy ～

時值 covid-19 疫情高峰期的 2022 年 5 月 31 日，程煒庭校長原本規劃實體的 STEAM 公開課（圖 39），準備帶孩子進行 STEAM 課程「雷雕鑰匙圈」，卻遇上防疫居家遠距學習。若線上進行，孩子只能看到卻做不到，幸好六年級畢業班師長們非常用心，為了讓孩子學業不受疫情影響，堅持安排防疫加強版的畢業考，也讓校長能在同日進行公開授課，同時為了讓當時確診的孩子也能參與，以「實體 x 遠距」的虛實整合模式進行授課！



圖 39

這堂「雷雕鑰匙圈製作」，內容不難，但對學校課程以及學生學習而言是個新起點，不只學操作，而是讓畢業生成為自造「獨一無二回憶」的 MAKER 創客。因此，校長與學校教師會理事長郭泰佑主任、智慧領航小組的靈魂人物——汪政良資訊組長進行共同備課。加上有教務處採購適合教學的新設備、智慧領航團隊平日認真的教學討論及課程資料，與當時 6 年 6 班的孩子一起玩「雷雕鑰匙圈超 easy」，課中看見了孩子在經過一天五科的畢業考後，還能帶著發亮的眼神與熱情！當天有張欣怡主任、張瓊分老師（導師）、全國閱讀推手首獎的陳筱青老師、負責雙語專案推動的尤曉梅老師，以及智慧領航小組楊慧如等老師的觀課（圖 40、41），也給予專業回饋與建議，對平時埋首校務的校長而言，夥伴們的教學對話既實用且珍貴，也對發展雲思賢校訂課程有實質助益！



圖 40



圖 41

### 六、假日親子學院、AI In STEAM 愛因思町嘉年華

「為了讓更多家長可以瞭解 STEAM 教育，我們輔導團承接新北市教育局的任務，開辦假日親子學院，思賢國小就是新莊區的重要據點。」新北市首創 STEAM 輔導團的首任召集人，同時曾任思賢國小的許以平校長表示。2020 至 2023 年，由輔導團員及夢想推手種子教師開課，辦理了數十場假日親子學院，場場叫好又叫座，在思賢國小「風能仿生獸」課程（圖 42-44），利用風力、力學，創造仿生物的動作，親子共學手作，認識科學原理，共享幸福時光。





圖 42



圖 43



圖 44

不僅僅有官方辦理的親子課程，2022 年由王采翎家長會長牽線，邀請新北市中小學家長會長協會大新莊分會陳崇賢總會長擔任講師並免費提供教材，進行有趣的「彈珠台」親子課程（圖 45-47），讓親子能在動手做的過程中發現問題、解決問題，也讓家長更認識 STEAM，達到共學、共思、共創、共作之核心價值。



圖 45



圖 46



圖 47

「我們希望新莊區的親子能不論貧富貴賤，都有機會接觸這樣的課程！」程煒庭校長發起如是心願，並獲家長會陳君鴻會長、王采翎會長支持，由張欣怡主任、薛國致主任接替籌劃，自 2021 年起開辦「AI In STEAM 共創嘉年華」活動（圖 48-53），聯合「新北市 STEAM 大聯盟總部、自強國小、新莊國中、恆毅中學、愛相隨親子成長協會、編程鳥數位文創股份有限公司」，結合 S 科學、T 科技、E 工程、A 藝術或 M 數學等不同跨域能力，辦理了十數種課程活動攤位「天才小釣手、藍芽遙控車勇闖迷宮、LEGO 誰的力氣大、小 O 潛水去、與 KIBO 遊中港大排、動動邏輯腦～繞著數字環、乒乓轉轉樂、你抓不到你抓不到、STEAM 古早結構木遊戲、電流急急棒闖迷宮、人形機器人挑戰賽、酷炫大風車、趣味高爾夫、大家一起銅磁動 .....」，讓親子免費參與，完成者還能得到學習教材返家親子共學。「好開心能搶到名額。」林冠君媽媽一看到活動資訊立馬報名，孩子小徹在參加後表示最喜歡用指令讓 KIBO 機器人動起來、直走、轉彎、搖屁股唱歌，很喜歡和它一起玩。



圖 48



圖 49



圖 50



圖 51



圖 52



圖 53

STEAM 課程的推動深獲家長同感與支持，新北市教育局張明文局長也親自參與，讓方圓數公里內鄰近眾多學校的思賢國小，也因為全校親師生共同發展如此獨一無二的校本課程，從原來少子化的減班危機，近 7 年來增加 8 班，也獲得更多的教育資源。



## 七、STEAM x TALK 教育講堂，齊飛新北新紀元

「為了激盪更多元的 STEAM 思潮，我們承接了教育局及新北市 STEAM 大聯盟的重要任務——打造全國級的 STEAM 教育的分享論壇。」程煒庭校長回憶起 2020 年 11 月 24 日以「類 TED」精神舉辦的第一屆全國級的 STEAM x TALK 教育講堂（圖 54-56），並邀請臺灣在此面向頗負盛名的教育工作者前來分享，在張明文局長的主持之下，由新北市教育局蔣偉民前副局長、臺灣師範大學林坤誼教授、清華大學王子華教授、民安國小王健旺校長、板橋高中顏婉君老師、中正國中江逸傑老師、板橋國小楊凱文老師，從縣市政府、大專院校、教學現場等全方面觀點進行論述，並且由輔導團總召集人許以平校長主持倡言平臺，為現場近 200 名關心 STEAM 教育的工作者、教師與家長交織不同角度的經驗和獨特看法。



圖 54



圖 55



圖 56

睽違 3 年，因新冠肺炎 covid-19 疫情之故而暫停的教育論壇即將於 2023 年 11 月 17 日再次於新北市思賢國小舉辦，回首自 2019 年 11 月 26 日自強國小成立全國唯一矽谷級 STEAM 大聯盟總部至今，由許多培訓的種子教師筆路藍縷、攜手深耕，一年一年逐步向前邁進，已有許多驚奇與感人的教育故事，師生創發無限的可能性（圖 57），感受到未來的夢想能實現，每塊 STEAM 教育沃土中發展豐碩喜躍的成果，讓每個學生的未來不止於出類拔萃，更能超越與眾不同。



圖 57





## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例

新北市坪林區坪林國民小學校長 /STEAM 跨域輔導小組副召集人 王佩君  
新北市坪林區坪林國民小學教導主任 許智偉

### 摘要

本文旨在分享坪林國小如何結合外部資源推動 STEAM 課程的經驗，提供同為偏鄉國小的學校參考。文中先剖析 STEAM 教育的

重要性、推動的挑戰及之前的準備，接著闡述推動策略為「建立合作伙伴關係」、「資源整合與共享」及「教師的專業發展」，最後說

明在推動過程中如能創造學生的成就感、強化課程設計與整合及在校園中營造 STEAM 文化，將增進推動的成效。

隨著科技的快速發展和社會變遷，現代各國教育重視培養能跨領域的人才，我國的十二年國教課綱即是呼應此教育潮流。總綱重視培養學生的「核心素養」，揭櫫「核心素養」是一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，其並不以「學科知識」為學習的唯一範疇，而更關注學習與生活情境的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展。

STEAM 教育與十二年國教課綱都關注學習與生活情境的結合，強調跨學科整合、問題解決、創新和多元評估，由此可見 STEAM 教育在十二年國教和現代教育中扮演著非常重要的角色，學校和教師可透過整合 STEAM 元素來創新與豐富課程和教學方法，如此不僅對學生學習學科知識有所助益，還可培養許多實用的技能和思維方式，以支持學生在現代社會中成功發展。

偏鄉學校受限於師資缺乏、經費不足及交通不便等因素，較難發展 STEAM 教育，本文剖析偏鄉小學如何成功結合外部資源實施 STEAM 教育，以提升學生的競爭力。

### 一、STEAM 教育的重要性

在本校決定要實施 STEAM 教育前，我們體認到其重要性及對學生學習的助益如下：

#### （一）可培養學生跨領域的思維與能力

STEAM 教育鼓勵學生跨學科學習，將科學、技術、工程、藝術和數學相互結合，這有助於學生應對未來不斷變化的重要工作環境，並培養跨領域思維的能力，這在現代社會和職場中非常重要。

#### （二）可激發學生的創造力和想像力

STEAM 教育鼓勵學生思考、探索和創造，這有助於培養學生的創造力和想像力，使他們能夠提出新的主意、解決問題並創新。

#### （三）可強化學生的問題解決能力

STEAM 教育教導學生如何分析問題、制定計劃，並試驗解決方案，這種能力

在解決現實生活中的挑戰時非常寶貴。

(四) 可培養學生的科學和技術素養

在科技不斷進步的時代，在數學、科學和技術方面的基礎知識是現代社會中不可或缺的，STEAM 教育有助於學生建立這些重要的學科知識。

(五) 可培養學生的團隊合作能力

許多 STEAM 專案都需要團隊合作，這有助於學生學習與他人協作、溝通和共同解決問題的能力。

(六) 可引領學生適應未來挑戰

未來社會將面臨許多複雜的挑戰，包括氣候變化、科技發展和健康危機，STEAM 教育使學生具備解決這些挑戰所需的技能和知識。

(七) 可建立學生的自信心

通過成功完成 STEAM 專案，學生能夠建立自信心，如此讓他們相信自己可以克服困難，這種信心在整個生活中都是有價值的。

總之，小學階段推動 STEAM 教育有助於學生獲得多方面的教育益處，並為他們的未來奠定堅實的基礎，這不僅有助於個人發展，還對社會的進步和創新產生積極影響，因此，STEAM 教育在小學中的重要性不容忽視。

## 二、偏鄉學校推動 STEAM 課程的挑戰

在偏鄉學校，推動 STEAM 課程面臨一系列具有挑戰性的問題，尤其在沒有專業資訊師資的情況下，這些挑戰變得更加複雜。以下是我們所面臨的主要挑戰：

(一) 資源不足

在偏鄉學校，資源匱乏是推動 STEAM 課程的首要挑戰之一，這限制了學生接觸實際的科學和技術實踐的機會。例如，我們可能無法提供學生進行某些課程時所需的設備與材料，這種情形對 STEAM 課程的選擇與安排造成了侷限。

(二) 師資不足

偏鄉學校很難招聘到具有專業資訊背景的教師。教師團隊可能缺乏對科學和技術的深刻理解，這使得 STEAM 課程的規劃和實施變得困難。由於交通問題，教師也難以參加專業發展機會，以提升他們的 STEAM 教育能力。

(三) 學生背景差異大

學生來自不同的社會經濟背景，這導致他們的學習需求和興趣存在差異。一些學生可能在家中有機會接觸到科技，而其他學生可能對此一無所知。我們需要不斷調整教學策略，以確保每個學生都能受益。

(四) 缺乏外部資源共享

偏鄉學校通常與外部資源和機構的聯繫有限，這導致我們較少參加 STEAM 競賽、工作坊或與外部專家合作的機會有限。這也意味著我們無法分享最新的 STEAM 課程和資源，限制了學生和教師的成長機會。

## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例

長期以來，坪林國小一直缺乏具備資訊、自然及藝術專長的正式或代理教師，因此資訊、自然及藝術課程多由對該學科有興趣的非專長教師授課，學校會鼓勵教師多參加研習與進修，並落實課程準備，以增進教師教學專業能力，確保學生學習品質，所以學校在資訊、科學及藝術教育的基礎課程規劃及推展上本有相當難度，更難進一步發展如 STEAM 教育等深化及跨域課程。STEAM 教育要成功推動，師資是最重要的條件，如要薦派教師



圖 1. 校內教師授課 \_  
自製陀螺 \_ 積木



圖 2. 校內教師授課 \_  
自製陀螺 \_ 齒輪



圖 3. 校內教師授課 \_  
積木與齒輪的設計



圖 4. 校內教師授課 \_  
積木與齒輪的設計

參與增能研習，由於偏鄉學校代理代課教師尋覓不易，加上交通不便，皆會大幅降低教師外出研習的意願。另學校週三下午教師共同進修時間往往須配合政策安排主題研習或校內課程研發會議，實已無多餘且充裕時間安排 STEAM 教育主題工作坊，而偏鄉學校要邀請講師長期到校為教師進行增能亦非容易的事。

STEAM 課程在國小非屬部定課程，亦未明確明定須實施，故只能融入部定課程實施，或於校訂課程中以社團形式或跨領域統整性主題／專題／議題探究課程安排。但由於學校學生人數少，採社團形式成班不易；另學生在能力、興趣的個別差異大，探究課程編排是相當大的挑戰。

綜合以上種種不利因素，如學校要發展 STEAM 教育，必須排除各項困難，方能長期、有效的實施。

### 三、推動 STEAM 教育前的工作～分析需求與資源評估

坪林國小無資訊專長教師且經費有限，校內只能由非專長教師兼任網路管理、資訊設備等工作，故軟硬體較難有統整性規劃。多年前因一位教師實施課程有需求，基於支持教師教學的理念，故購置雷射雕刻機一台供教師教學使用。初期使用率尚可，後來該師未持續實施課程，以致逐漸無人使用，設備閒置未用，實屬可惜。所以在過去，我們的 STEAM 教育沒有明確目標與發展方向，缺乏整體系統的規劃，只是曇花一現或零星的實施。

十二年過教課綱的實施是一個契機，讓我們重新檢視及省思學校的課程，我們認為在開始推動 STEAM 教育前，確定需求、目標及盤點現有資源、條件是成功的關鍵因素，因此我們做了以下幾方面的努力：

#### (一) 確定學校的課程需求

首先，由於本校的課程願景之一為「科技」及校訂課程中設有「科技生活」課程，為了凝聚共識，我們透過校內教師會議討論後確定學校對 STEAM 教育有所需求。這個需求參考的面向包括學生對 STEAM 的興趣、先備知識與能力，以及學



校的課程願景、學生圖像、課程與教學目標等。

## （二）設定具體目標

根據需求分析的結果，我們設定了具體的 STEAM 教育目標，這些目標必須是可衡量的，例如在學生方面為學生能親手完成作品、相關學科的學業表現能有所提升及對 STEAM 課程學習的興趣提高，在教師方面為提高教師的 STEAM 課程教學能力、課程能永續發展等。總而言之，明確的目標有助於我們評估課程的成效及適時予以修正。

## （三）評估設備與材料

STEAM 課程主題是多元豐富的，不同的課程需要不同的設備與材料，經盤點校內有資訊教室、藝文教室及自然教室各一間可供學生上課使用，擁有基本的電腦、投影及網路設備，唯一些較專門、較進階的設備與材料不足，甚至卻乏。如課程實施時需要的設備或材料不足，我們必須自行籌措經費方能購置。我們籌措經費的方式為尋求民間扶輪社贊助或撰寫計畫向上級機關申請補助。

## （四）分析教師的專業知能

雖然我們在推動初期沒有資訊專長教師，但我們透過調查了解現有教師的專業知能水平及對 STEAM 教育推展的興趣、意願，以作為任課教師安排的依據，並組成教師專業學習社群進行增能、培訓，以提高教師在 STEAM 領域的能力與提升教學時的自信。

## （五）資源利用的創新

雖然現有各種資源相當有限，我們認為應該還是可以尋求創新的方式來充分利用這些資源。例如，受限於經費、交通等因素，我們無法請外聘講師常常來學校為社群的教師增能，也無法每週來學校為學生上課，所以我們運用既有的電腦和網路進行遠距線上學習，效果非常不錯。



圖 5. 雷射雕刻機教學



圖 6. 舉辦科丁系列活動



圖 7. rabboni 教學



圖 8. rabboni 教學

## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例



圖 9. rabboni 教學



圖 10. rabboni 教學



圖 11. 無人機 \_ 操作解說



圖 12. 無人機 \_ 實機操作



圖 13. 無人機 \_ 程式設計



圖 14. 無人機 \_ 群飛試飛

### 四、結合外部資源推動 STEAM 教育的策略

在偏鄉小學推動 STEAM 教育時，結合外部資源是實現成功的關鍵。偏鄉學校可能缺乏充足的內部資源，但透過建立合作伙伴關係、資源整合、教師專業發展和專業社群，可以克服這些限制，為學生提供更豐富的學習體驗。

#### (一) 建立合作伙伴關係

在偏鄉小學推動 STEAM 教育的第一步是建立合作伙伴關係，可採取的途徑包括：

1. 當地企業和機構：與當地企業和機構建立合作伙伴關係，以獲得資金和資源支持。這些合作夥伴可以提供資助，贊助 STEAM 活動，或提供志工協助。
2. 大學和研究機構：與附近的大學或研究機構合作，可以為學生提供專業知識和實驗室訪問的機會。這樣的合作可以擴大學校的學術資源。
3. 夥伴學校聯盟：與其他學校建立聯繫，分享最佳實踐、課程資源和教材。這種合作可以幫助學校相互學習和提高 STEAM 教育質量。

#### (二) 資源整合與共享

資源整合和共享能克服偏鄉小學資源有限的挑戰，可以從兩方面著手：



1. 共享教材和課程設計：學校可以合作開發和分享 STEAM 教材和課程設計，以節省時間和資源，這可以透過教師間的合作和線上平台實現。
2. 設備與材料交流共用：如果多所學校位於相近地區，可以考慮將設備或材料提供夥伴學校間借用，以增加學生更多的學習主題，學校間不僅可以提升設備與材料的使用率，也可以節省經費。

### （三）教師專業發展

為了提供更好的 STEAM 教育及能在學校永續推動，教師的專業發展至關重要，可採取的方式如下：

1. 專業培訓：學校可以安排 STEAM 相關的專業培訓，以提升教師的知識和技能。這可以包括參加工作坊、研討會和線上課程。
2. 教師合作：教師可以通過合作和分享經驗來相互支持，建立校內教師專業社群或是組成跨校聯盟，鼓勵相互學習與交流。
3. 專家諮詢：學校可以邀請外部專家或教育顧問提供指導，幫助教師在 STEAM 教育中更有效地教學。
4. 楷模學習：牛頓曾說：「如果我能看得更遠，那是因為站在巨人的肩膀上。」所以辦理跨校、跨縣市的交流參訪，向推動 STEAM 教育績優的學校取經，能增進推動成效。

坪林國小在推動 STEAM 教育過程中，跟璞誠基金會合作並引入扶輪社資源，聘請資策會專業師資，一起參與討論，並確立 STEAM 教育的推行方向。我們同時跟石碇區的和平國小、永定國小、雲海國小、石碇國小等夥伴組成策略聯盟，初期五校相互陪伴、共同學習，由外聘專業師資對五校學生同時進行線上教學，各校校內 STEAM 教育種子教師旁聽學習，在寒暑假備課日進行五校共備以增進教師課程知能。另坪小會再邀請外聘師資到校擔任講師，為校內教師增能並提供諮詢、指導，教師的專業知能及信心因而提升了，教學也更有成效了。



圖 15. 坪林、石碇、瑞芳、平溪十校聯合成果展



圖 16. 坪林、石碇五校聯盟上課實景



圖 17. 公私部門合作 \_ 張明文局長致詞



圖 18. 公私部門合作 \_ 計畫主持人致詞



## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例



圖 19. 坪林石碇五校共備



圖 20. 坪林石碇五校共備



圖 21. 坪林校內共備



圖 22. 坪林校內共備



圖 23. 校內社群增能



圖 24. 校內社群增能



圖 25. 校內社群增能



圖 26. 校內社群增能

### 五、STEAM 教育能創造學生的成就感

成就感是讓學生愛上學習的關鍵，它來自於學生克服挑戰、實現目標和取得成功的經驗。所以在推動 STEAM 教育時，教師可以選定一個待解決的問題或任務，引導學生透過思考、討論、實作等過程去解決問題或完成任務，在過程中容許學生嘗試錯誤，讓學生在錯誤中學習。此外，可以透過辦理校際間競賽活動，並在競賽活動中安排學生親自解說與作品展示，這些活動不僅能激發學生對 STEAM 領域更高的興趣，還能夠幫助他們將所學知識實際應用和分享給他人。

#### （一）STEAM 教育競賽活動

參加 STEAM 競賽是激勵學生學習和發揮創造力的有效途徑，並可以提供以下好處：

1. 激發學習動力：學生參加競賽的機會鼓勵他們積極參與 STEAM 領域的學習，讓他們知道自己的努力將會有所回報，這激發了他們的學習動力。
2. 實踐問題解決：競賽通常提供實際的問題或挑戰，讓學生應用他們所學的知識和技能解決問題，這有助於培養學生的問題解決能力。
3. 團隊合作：許多 STEAM 教育的競賽是團隊項目，這有助於學生學習如何與他人協作，共同實現目標。
4. 自信心提升：成功參加競賽後，學生會獲得成就感，提升他們的自信心，這對他們的整體學習和發展有積極影響。

## (二) STEAM 教育作品展示與發表

展示和發表可將學生在 STEAM 教育中的學習成果分享給他人，可以包括靜態的成品、學習單、影像紀錄等及動態的介紹、解說及示範等，其好處如下：

1. 知識分享：學生有機會向同學、教師和家長展示他們在 STEAM 領域的知識和專案成果，這有助於建立知識分享的文化。
2. 公眾演講技能：通過發表和展示，學生能夠培養公眾演講和表達自己觀點的技能，這對他們未來的溝通能力很有幫助。
3. 提升思考力：展示和發表是學生將他們的想法和創意呈現給他人的機會，這鼓勵他們探索新想法和解決問題的方法。

坪林國小在進行積木探索主題課程時，初期是採取坪林區石碇區五校聯合線上課程，各校學習進度一致，同時也會每學期安排一次跨校聯合競賽，到了後期瑞芳區與平溪區學校也加入，除了校際競賽，也會進行跨校合作，學生們利用此機會互相切磋與交流，並將作品的創作理念及使用方法一一向大家介紹，達到共學共榮的目的。



圖 27. STEAM 競賽

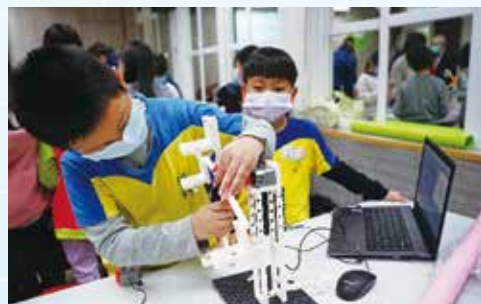


圖 28. STEAM 競賽



圖 29. STEAM 競賽



圖 30. STEAM 競賽



## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例



圖 31. 程式車 \_ 邏輯推理與記錄訓練



圖 32. 程式車 \_ 程式車實作



圖 33. 自製風力車 \_ 車架



圖 34. 自製風力車 \_ 競賽



圖 35. STEAM 競賽 \_ 主題設計



圖 36. STEAM 競賽 \_ 解說玩法



圖 37. 專題採訪 \_ 彩排



圖 38. 專題採訪 \_ 開拍

### 六、STEAM 教育的課程設計與整合

推動 STEAM 教育時，設計和整合課程是關鍵，特別是跨學科整合、問題導向學習和個性化學習，這些方法有助於豐富學生的學習體驗，提高他們的參與度和學習成效。

#### (一) 跨學科整合

跨學科整合是一種將不同學科的知識和技能結合在一起，以解決現實世界問題的方法，這對於克服資源限制和提供全面的教育體驗非常重要。以下是跨學科整合的實施方式：

1. 主題專案：設計以特定主題為基礎的學習專案，例如環境保護、可持續發展或社區改進。這樣的專案可以涵蓋多個學科，鼓勵學生綜合應用知識。



2. 跨學科協同教學：教師可以組成協同教學團隊，共同教授課程，使學生能夠看到不同學科之間的聯繫和相互作用。
3. 評量方法：開發跨學科評量方法，以評估學生的整體學習和跨學科技能的發展。

## （二）問題導向學習

問題導向學習是一種以學生的好奇心和提問能力為基礎的學習方法，這有助於激發學生的主動學習和探究精神。在偏鄉小學中，實施問題導向學習可以採取以下措施：

1. 鼓勵提問：教師應該鼓勵學生提出問題，並幫助他們將問題轉化為學習活動和研究專案。
2. 探究性學習：設計課程，使學生能夠進行實地調查、實驗和探究，以回答他們提出的問題。
3. 討論和合作：安排小組討論和合作專案，以促進學生之間的知識交流和想法分享。

## （三）適性化學習

適性化學習是根據每個學生的需求、興趣和學習風格來設計課程的方法。實現個性化學習可以通過以下方式實施：

1. 學習路徑：為每位學生設計獨特的學習路徑，根據他們的學習目標和水平來調整教材和活動。
2. 自主學習：鼓勵學生參與自主學習，給予他們選擇學習內容和進度的自由。
3. 數據分析：使用學生表現數據來調整課程，確保每個學生都得到適切的支持。

當積木探索教育結合程式設計時，坪林國小孩子們的學習差異慢慢擴大，為避免學生從學習中逃走，我們教導學生在分組創作時可再仔細分工，有的負責程式設計、有的負責美工、有的負責積木設計及組裝、有的負責介紹文案撰寫、有的負責簡介，幫助孩子找到各自的專長，創造正向的學習環境，鼓勵發問，並透過討論來達到團隊目標。在這模式下，孩子慢慢學會自主學習，並根據每個團體特性不同，而有不同的主題設計。此外，我們也結合美勞課程，將一些美工設計課程融入美勞課，並且在自然領域中力學的學習也融入積木的設計，讓資訊課及校訂課程能夠專心在程式設計及邏輯推理訓練，這些跨領域的課程規劃及實施，是推展 STEAM 教育不可或缺的部分。



圖 39. 自製無動力車 \_ 試作



圖 40. 自製無動力車 \_ 測試

## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例



圖 41. 適性學習 \_ 積木組裝



圖 42. 適性學習 \_ 積木組裝



圖 43. 適性學習 \_ 程式設計



圖 44. 適性學習 \_ 程式設計



圖 45. 適性學習 \_ 團隊分工



圖 46. 適性學習 \_ 團隊分工



圖 47. 適性學習 \_ 分組解說



圖 48. 適性學習 \_ 分組解說

### 七、在校園中營造 STEAM 文化

在推展 STEAM 教育上，營造和推廣 STEAM 文化是一項重要且有挑戰性的工作。以下是一些策略，可以幫助學校建立積極的 STEAM 文化，鼓勵學生參與、教師投入、家長支持，並將 STEAM 教育融入學校的核心價值。

#### （一）STEAM 教育課程教學相關活動

如融入各領域課程實施、舉辦校內 STEAM 競賽及成立學生社團，並擬訂獎勵措施鼓勵學生積極參與及績優表現。



## （二）STEAM 教育環境及氛圍

在校內展示學生的 STEAM 教育作品、相關活動紀錄等成果，如機器人、科學實驗、藝術品等，讓親師生能夠看到 STEAM 的成果，學生能獲得成就感及引發學習興趣；教師的教學成果能獲得學生及家長的肯定，增添教學的信心與動力。除了有形的軟硬體設施外，校長及教師可擔任 STEAM 文化的角色模範或榜樣，親自參與 STEAM 教育，表現出對 STEAM 的熱情和承諾，並確保每個學生都有平等學習的機會。

## （三）知識分享

知識分享有助 STEAM 文化加速傳播。在教師部分、可建立教師間的合作網絡，鼓勵他們分享課程資源、教學方法和最佳實踐，這亦有助提高 STEAM 教育的質量。在學生部分，可鼓勵學生分享他們的 STEAM 專案，例如在學校集會或家長會上展示他們的成果，這亦可激勵其他學生參與。在家長部分，可邀請家長參與 STEAM 活動，並鼓勵他們投入他們的專業知識和資源，如此可將 STEAM 教育的影響力擴大至社區。

坪小的 STEAM 教育起步雖然較慢，但由於多所學校聯盟共學及結合民間資源，事前並經過充分的討論及詳盡規劃，準備相當完備，所以在課程的實施上非常順利。初期除了仰賴外聘專業師資主導整個課程，我們也將校內教師培訓納入考量，所以經歷了一系列多校共備、校內共備、校內專業社群工作坊的培訓後，現在已全由校內師資進行授課，由培訓教師教導新進教師，並持續參與多校聯盟的成果展，讓學生的成果能被看見、被肯定。除了在校內推廣 STEAM 教育，我們也努力邀請家長來進行共學，讓家長能夠了解學生在 STEAM 教育的發展，並希望在家中也能夠給予支持，提高學生的榮譽感與參與度。



圖 49. 辦理 STEAM 競賽



圖 50. 辦理 STEAM 競賽



圖 51. 辦理 STEAM 競賽



圖 52. 辦理 STEAM 競賽





圖 53. 親子共學



圖 54. 親子共學



圖 55. 與他校學生合作



圖 56. 與他校學生合作

### 八、STEAM 課程的評鑑與調整

學校在推動 STEAM 課程時，為評估學生學習成效及教師教學品質，據以調整與改進，必須實施課程評鑑。教育部訂定的「國民中學及國民小學實施課程評鑑參考原則」中揭示課程評鑑應包括課程之設計、實施及效果等層面；另指出學校實施課程評鑑，應就受評課程於設計、實施與效果之過程及成果性質，採用相應合適之多元方法，蒐集可信資料，以充分了解課程品質，並進行客觀價值判斷。故學校在實施 STEAM 課程的評鑑時，可從課程設計、課程實施與課程效果三方面著手：

#### （一）「課程設計」面的評鑑

##### 1. 學習目標：

- (1) 確定學習目標是否符應 STEAM 領域的關鍵主張和技能。
- (2) 檢視目標是否明確具體、可行、可測量，以便評估學生的學習成果。

##### 2. 跨領域整合：

- (1) 確認課程設計是否成功整合科學、技術、工程、藝術及數學領域。
- (2) 評估課程中不同領域的交集部分，學生是否能在不同學科間建立連結，並能綜合應用知識。

##### 3. 教材與學習資源：

- (1) 檢視所使用的教材和學習資源是否符合 STEAM 課程目標。
- (2) 確保學習資源的多樣性，以滿足不同學習風格與能力學生的需求。

#### （二）「課程實施」面的評鑑

##### 1. 教學方法：

- (1) 評估教師的教學方法，如是否為問題導向學習、專案導向學習等。

(2) 確保教學法能引發學生學習興趣與創造力、促進學生參與和解決問題能力的發展。

## 2. 學生參與：

- (1) 觀察學生在課堂中參與及互動程度，如發表、討論及實作等情形。
- (2) 收集學生回饋，了解他們對課程內容、教材教法的看法及學習心得感想。

## 3. 環境資源：

- (1) 評估學習所需的設備、工具及材料等資源是否充足及好用。
- (2) 確保學習場域的安全、舒適和便於互動討論、分組。

## (三)「課程效果」面的評鑑

### 1. 評鑑工具及測試

- (1) 設計有效的評鑑工具，以衡量學生 STEAM 的知能。
- (2) 採用多元的評鑑方法，如作品、口頭發表、測驗等。

### 2. 學生學習成果

- (1) 評估學生的表現是否符合課程目標，其表現並能持續。
- (2) 評估學生對 STEAM 課程喜好度及知能的改變。

### 3. 回饋與改進

- (1) 向學生回饋他們的學習成果及表現，以建立其成就感和促進學習。
- (2) 定期評估課程成效，並據以進行調整及改進。

坪林國小在實施 STEAM 課程時，不會只以總結性評量來評估學生，而是以形成性評量為主，在團隊討論過程中，老師以引導者身分穿梭在各組間，鼓勵學生提出問題、面對問題及解決問題，並建立同儕觀察和評估系統，每節課都有數位教師陪同，除了指導外，更可於下課時進行討論課程，是否有需要調整及修正之處。我們也跟學生建立良好共學關係，常聆聽學生想法，也可當作我們調整課程的基準，能夠滿足不同程度學生的需求。最後，我們更是定期與外聘專家合作，除了讓教師有專業發展活動的機會，更能夠檢視課程與實際應用相關。我們也期許學生能夠建立討論文化，共同解決問題，在此良善循環之下，STEAM 課程才能夠推得久遠。雖然偏鄉學校在各項資源不如都市學校，但是我們經由引進及整合外部資源，經過幾年來的培訓及陪伴，成功克服沒有專長資訊教師的問題，校內已有師資推動 STEAM 教育，是能成功及持續推動的關鍵，未來我們將繼續努力讓學校的 STEAM 教育更優質，也希望我們的推動經驗可供有意願推動的學校參考。



圖 57. 雷雕教學



圖 58. 雷雕教學



## 偏鄉小學如何結合外部資源推動 STEAM 課程～以坪林國小為例



圖 59. 多校共備



圖 60. 多校共備



圖 61. 校內共備



圖 62. 校內共備



圖 63. 校內共備



圖 64. 校內共備



圖 65. 校內師資授課



圖 66. 校內師資授課



圖 67. 校內師資授課



圖 68. 校內師資授課



圖 69. 開心大合照



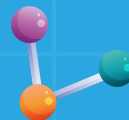
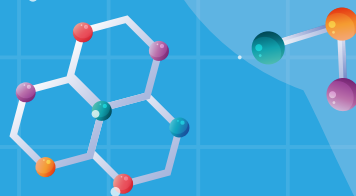
圖 70. 開心大合照



# My Dream, on STEAM

112學年度STEAM課例 教學研究專輯

## 教學研究 實踐篇



## 祈願水晶球

新北市雙溪區雙溪國民小學 林佳禾教師

## 摘要

本課程以毛蟹為主題製作一個充滿願望的水晶球，旨在培養孩子們的多方面素養，包括科學、工程、藝術、數學和環境教育。課程以水晶球象徵願望和美感，引導孩子們進入水晶球的世界，並以毛蟹的生態作為主題，強調河川生態保育的重要性，與聯合國永續發展目標的關聯。

課程涵蓋閱讀、討論、探索、發表等學習策略，以及 STEAM 跨域學習，培養學生的科學邏輯思維和藝術美感。學生需要參與專題式學習，自己解決問題，並培養多方面的素養，包括科技、環境倫理觀念、媒體識讀等。課程的目標是讓孩子們深入理解科技、資訊和媒體與人類生活的關係。

課程的第一學習任務是閱讀繪本故事書，鼓勵學生討論毛蟹的生態，培養基本語文素養和問題思考能力。第二任務涉及討論河川生態的資源寶藏，並使用媒體和網路資源。最後，第三學習任務要求學生實際創作水晶球中的造景，從中獲得自我探索和問題解決的學習體驗。

總結：本課程強調孩子們的全人教育，結合科學、工程、藝術、數學和環境教育，以培養他們多方面的素養，並引導他們解決現實生活中的問題。

## 一、設計理念：

在小時候，最喜歡透過水晶球的世界裡去尋找另一片天空，每一顆晶瑩剔透的水晶球，都代表著一個故事、一個願望，可以讓孩子們想像著進入水晶球的世界，許下一個願望並且期盼它的實現，天真的孩子，總以為有一天，願望一定會實現。

我們用了「輕土」做為材料，取其「傾吐」的諧音，希望能夠將孩子的願望，化身為小毛蟹，帶著孩子在營造夢想與願望的水晶球裡透視美麗新世界，將願望與美感的營造呈現在發亮的水晶球裡；而透過水晶球，看到孩子們內心的世界，發現孩子們的願望，並且希望能夠一一的實現。

單元課程設計以毛蟹為課程主軸，毛蟹需要乾淨水質才能繁殖、生存，因此，與聯合國永續發展 SGD 的 17 項目標中的「14- 保育海洋生態」(United Nations, 2023)，有著確切的關聯性。學生在學習過程中，必須對於毛蟹的成長過程、水文生態有所認識，以及思考毛蟹課程所帶給孩子的意義。

這個學習單元為跨領域課程，以環境教育為主軸，並納入校訂課程。課程實施包括閱讀理解、討論、探索、發表、辨識以及歸納等學習策略。透過 STEAM（科學、技術、工程、



藝術、數學)的跨域統整學習,期望學生在完成學習任務後,能夠深入挖掘課程內容與現實生活的關聯性,培養孩子具有科學、工程等數理邏輯思維,以及培養具有理性與感性的藝術美感。培養孩子「跨領域」、「動手做」、「生活應用」、「解決問題」、「五感學習」等五大 STEAM 精神,成為一項全人教育(AI Kids, 2023)。

在 STEAM 教育裡,學生要活用知識和技能來解決生活中的問題,進行專題式學習(Project Based Learning)。在專題中,學生為學習主體,學生需要自己嘗試動手做,解決問題;老師則為引導者,提供跨領域的背景知識,來因應真實世界的複雜問題(清華教育),因此本課例的目標是培養學生多方面的素養,其中包括「善用科技、資訊與各類媒體的能力」、「培養人與環境、人與鄉土關係的倫理觀念」以及「媒體識讀的素養」。此外,我們也強調培養學生的分析、思辨和批判能力,使他們能夠更深入地理解人與科技、資訊以及媒體之間的關係,這些核心素養將成為學生學習的基石。

本課程第一學習任務是透過閱讀「小毛蟹的旅行」繪本故事書,讓學生分組合作學習,共同討論並發表故事敘述中之主角人物、地點、和河川裡的生態,以激發孩子對於毛蟹生態學習的興趣與動機,讓學生學習「聽、說、讀、寫」的基本語文素養,以及生活所需的符號知能,生活中人際溝通表達,問題的思考能力。

第二學習任務是藉由「毛蟹」、「河川生態」的圖片,以及「小小毛蟹要回家—為新店溪洄游生物留一條活路」影片,讓學生進行第二次分組合作討論學習「河川除了有烏龜、魚、青蛙、浮游生物,還有許多的生物等資源寶藏。」也讓學生辨識哪些是河川裡的資源寶藏?哪些不是河川裡的資源寶藏?這些河川寶藏對毛蟹有甚麼影響?讓學生學習使用媒體、網路等學習資源。

第三學習任務是讓學生進行實作,學生在經過探索與思考後,以小毛蟹為了實現回到爸爸的身邊,以及洄游過程找尋母親的願望為創作架構,利用周圍身邊的物品,和輕土製作水晶球中的造景。從實做的過程中,給予學生自我探索學習、發現問題、解決問題的學習體驗。

## 二、課程目標：

### (一)領域核心素養

#### 1.環境議題

環 E2 覺知生物生命的美與價值,關懷動、植物的生命。

#### 2.生活領域

##### (1)生活課程核心素養內涵

生活 -E-B2 運用生活中隨手可得的媒材與工具,透過各種探究事物的方法及技能,對訊息做適切的處理。

生活 -E-B3 感受與體會生活中人、事、物的真、善與美,欣賞生活中美的多元形式與表現,在創作中覺察美的元素,逐漸發展美的敏覺。

##### (2)生活課程學習重點

學習表現：

4-I-1 利用各種生活的媒介與素材進行表現與創作，喚起豐富的想像力。

學習內容：

C-I-1 事物特性與現象的探究。

C-I-2 媒材特性與符號表徵的使用。

C-I-3 探究生活事物的方法與技能。

C-I-4 事理的應用與實踐。

C-I-5 知識與方法的運用、組合與創新。

(二) 學習目標：

### 1. 環境議題

學生能覺知毛蟹生命的美與價值，關懷毛蟹生命了解海洋生態受到的危害，並啟發以自身行動改變未來。

### 2. 生活領域

能瞭解玻璃水晶球、校園植物樹枝、防水膠(速利康)、輕土、磁鐵、LED 燈、亮粉、保麗龍膠等各項材料特性，透過創意的繪本情境，我們可以組合這些材料，製作一個充滿願望的水晶球。

## 三、核心領域：

「水晶球裡的願望」課例在 STEAM 教育中，各領域所占比例如雷達圖(圖 1)所示：Science(科學)－80；Technology(技術)－70；Engineering(工程)－50；Arts(藝術)－90；Mathematics(數學)－70。

「水晶球裡的願望」課例是以藝術領域為主軸，一個很簡易且容易上手的課程。其讓低年級學生以藝術美學為基礎，從毛蟹環境的認識，到作品製作、作品內部意象，以及作品外觀的美化呈現。其內部的裝置擺飾與造型意象，是學生呈現願望與夢想的方式，可以展現出學生在心靈層面的表現。

而在製作過程所涉略的跨領域學習，在科學方面可以讓學生探究水與膠水的流動，在製作過程中發現問題、探索問題，進而解決問題，讓學生瞭解為何水與膠水在不同比例之下，可以造成不同流動的係數，以帶入科學原理。在工程方面水晶球的製作過程，則佔比較低的比例。

## 四、學習任務：

學生能夠完成一顆運用校園裡隨手可得的媒材，透過探究與欣賞生活美的表現，完成水晶球製作。

STEAM 跨域分析圖

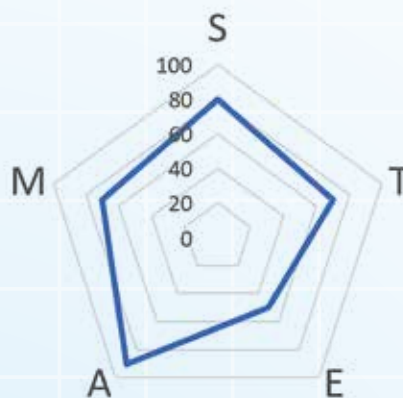


圖 1. 水晶球裡的願望的 STEAM 跨域分析圖



## 五、課程問題：

- (一) 河口的水為何鹽度會越來越高？蟹寶寶適合的鹽度是多少百分比？
- (二) 蟹媽媽到達河口後，為何要揮動剛毛？
- (三) 小毛蟹最脆弱的時候是在哪個成長階段？
- (四) 毛蟹的生長環境是什麼？毛蟹需要什麼樣的水質環境？
- (五) 影響水晶球裡的水流速度是什麼？要如何改變水流的速度，使其變快或變慢？
- (六) 亮片的流速跟什麼有關？
- (七) 除了使用速利康進行防水效果外，還可以使用什麼方法進行防水？
- (八) 水晶球注滿水才封起來，在沒有滲水的情況下，為何隔天水會變少？

## 六、課程問題：

### (一) 活動簡介


1. 小小毛蟹去旅行：利用數位繪本與學生討論毛蟹的生長過程。
2. 小小毛蟹要回家：以影片觀賞及繪本與學生探討環境對毛蟹洄游的影響。
3. 心願的由來：利用各種媒材，例如校園樹枝或照片、意象素材等各種可以呈現自己心願的元素製作水晶球裡的物件。
4. 水晶球的美麗新世界：水生動物造型（毛蟹及其他素材）製作與使用速利康進行底座防水處理。
5. 點亮希望：將LED燈纏繞置入水晶球中、灌注膠水與水，以及以速利康封口防水。
6. 我的願望：作品成果發表。

教學活動	單元一：小小毛蟹去旅行
導入	<p>活動一：認識毛蟹的家</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 老師提問：雙溪三寶有哪三寶？</li> <li>2. 老師以新北市東北角地理位置圖以及雙溪河流域說明雙溪河走向，以及周邊經過的地理環境，並說明這是雙溪毛蟹的生長及洄游的流域。學生能夠知道雙溪毛蟹的生長以及洄游的場流域是哪裡。</li> <li>3. 參考影片 -360 行向前衝節目：                      【★尋找野生黑霸王★私藏捕捉野生毛蟹秘訣!!】(圖 2)                      <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UQe8I-_ErO8">https://www.youtube.com/watch?v=UQe8I-_ErO8</a> </li> </ol> <div data-bbox="782 1644 1099 1839" data-label="Image"> </div> <p>圖 2. 360 行向前衝節目： 【★尋找野生黑霸王★私藏捕捉野生毛蟹秘訣!!】</p>

開展	<p>活動二：小毛蟹的旅行</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 老師先敘述「小毛蟹的旅行」(圖3)繪本大意。</li> <li>2. 老師講述繪本內容。</li> </ol>  <p>圖3. 數位繪本：小毛蟹的旅行</p>
挑戰	<p>活動三：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請學生分享在這個繪本故事中，聽到了什麼故事內容？</li> <li>2. 請學生分享在這個繪本故事中，觀察到毛蟹的生長環境是什麼？毛蟹需要什麼樣的水質環境？</li> <li>3. 老師提問：毛蟹洄游的目的是什麼？</li> <li>4. 老師提問：乾淨的水質與毛蟹的洄游有什麼關聯？</li> <li>5. 小小記者－利用學習單請學生訪問家人，對於雙溪河流域的生態有哪些特殊的水文生態？水質如何？為何會是雙溪毛蟹生長的地方？</li> </ol>
總結	<p>學習重點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生能夠知道什麼是雙溪三寶。</li> <li>2. 學生能夠說出雙溪三寶的特色。</li> <li>3. 學生能夠了解毛蟹洄游的目的。</li> </ol>

教學活動	單元二：小小毛蟹要回家
導入	<p>活動一：毛蟹的生活</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 老師提問：同學是否有看過毛蟹？</li> </ol> <p>老師播放毛蟹的圖片，並講解毛蟹的特徵。</p>
開展	<p>活動二：小小毛蟹要回家</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 老師說明毛蟹生長環境是需要乾淨的水質，才能孕育出毛蟹。學生能夠了解水質對毛蟹的重要性。</li> <li>2. 觀看影片「小小毛蟹要回家 - 為新店溪洄游生物留一條活路」(圖4)。  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ff3sn-rU-Dw&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=Ff3sn-rU-Dw&amp;t=2s</a> </li> </ol>  <p>圖4. 數位繪本：小毛蟹的旅行</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 請學生分享，看完影片，你觀察到了什麼？</li> <li>4. 請學生分享，你平時經過溪邊，看到了甚麼事物對溪水是好的？什麼樣的事物對溪水是不好的？</li> <li>5. 請學生分享，我們可以做那些事情，來幫助毛蟹的生存？</li> </ol>



挑戰	<p>活動三：小小毛蟹要回家</p> <p>1. 觀看影片「毛蟹返鄉記」(圖 5)。</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=Bn3xYd3WUk">https://www.youtube.com/watch?v=Bn3xYd3WUk</a></p>  <p>圖 5. 數位繪本：毛蟹返鄉記</p> <p>2. 請學生分享在這個繪本故事中，觀察到毛蟹的生長環境是什麼？毛蟹需要什麼樣的水質環境？</p>
總結	<p>學習重點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生能夠了解河川寶藏是什麼。</li> <li>2. 學生能夠了解破壞河川的殺手是什麼。</li> <li>3. 學生能夠了解河川汙染對毛蟹的影響。</li> <li>4. 學生能夠了解那些行為是對毛蟹生存有幫助的。</li> </ol>

教學活動	單元三：心願的由來
導入	<p>毛蟹的生態習性使它們偏好生活在清潔、無污染的環境中，通常選擇寧靜的山林和河畔地區作為棲息地。因此，選擇毛蟹作為環境教育的代言人，以幫助孩子更深刻地認識保護環境的重要性。這個選擇將生態保護與 SDGs 的目標相結合，為教育注入了更多生動而實際的元素。</p> <p>把毛蟹的選擇作為環境代言人是有意義的，因為它們生活環境的需求和我們所追求的永續未來有著共通之處。它們對無污染環境的依賴讓我們反思，我們是否也能在我們的生活中減少污染，讓地球更適合毛蟹和其他生物生活。</p> <p>透過毛蟹的形象，SDGs 能夠向孩子們傳達保護環境的重要性，並激發他們參與可持續發展的行動。毛蟹作為一個可愛的代言人，吸引著孩子們的關注，讓他們更容易理解為什麼需要保護我們的自然環境。</p> <p>活動一：認識毛蟹外觀</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 介紹毛蟹生態、毛蟹樣貌以及毛蟹的成長過程。</li> <li>2. 詢問小朋友是否曾經看過毛蟹？如果有，在哪裡看到的？學生能夠說出在哪裡看到過毛蟹。</li> <li>3. 詢問小朋友對毛蟹的印象為何？</li> <li>4. 請學生畫出看過的毛蟹樣態。</li> </ol> <p>學習指導注意事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生可能對於毛蟹一無所知，因此可以先描述毛蟹的外型，再給予圖片的解釋與毛蟹家族的對照，會讓學生更清楚。</li> <li>2. 毛蟹外觀可能對某些孩子不是那麼討喜，因此可以為孩子稍做解釋為何毛蟹會有這樣的外觀。</li> </ol>

開展	<p>活動二：手作毛蟹</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 先以少許的輕土做出一隻小毛蟹做為示範，並放入水中，請學生觀察毛蟹漂浮的樣態。</li> <li>2. 用毛蟹家族做為圖鑑，教導孩子用輕土搓揉出毛蟹的造型（圖 6）。</li> <li>3. 請學生討論，為何毛蟹會漂浮在水面上？</li> <li>4. 提問：如果要讓毛蟹可以些微的沉入水面下，該如何處理？請學生分組討論。</li> <li>5. 老師問：可以加什麼東西在裡面？</li> </ol> <p>學習指導注意事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 輕土容易乾化，要請學生盡快完成毛蟹作品。</li> <li>2. 輕土也可以使用輕陶土或其他素材代替。</li> </ol>
挑戰	<p>活動三：磁力與吸力</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將磁鐵條發給學生，磁鐵條是有重量的，加了磁鐵條的毛蟹可以沉入在水面下，並與學生討論磁鐵條應該放在毛蟹的哪個部位？為什麼？</li> <li>2. 學生自由發表，並說明理由。</li> <li>3. 與學生討論磁鐵有什麼特性。</li> <li>4. 學生能夠說出磁力的特性。</li> <li>5. 引導學生了解為什麼要埋入磁鐵？可以做什麼？</li> </ol> <p>學習指導注意事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 磁鐵條相當的小，容易遺失，需要確認學生將磁鐵條埋入輕土中。</li> </ol>
總結	<p>學習重點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學生手作技法呈現。</li> <li>2. 學生對於水的浮力概念的建立。</li> <li>3. 學生對於輕土與水的比重概念建立。</li> <li>4. 學生對於加入重量與載體方向、浮力改變的建立</li> </ol>  <p>圖 6. 學生作品 - 毛蟹</p>

教學活動		單元四：水晶球的美麗新世界
導入	<p>在童年時，我最喜歡透過水晶球的世界，尋找另一片屬於幻想的天空。每一顆晶瑩剔透的水晶球，就像一個神奇的願望，可以讓孩子們許下心中的願望，並期待著它的實現。那時的孩子們，總是滿懷純真，堅信著有一天，所有的願望都會成真。</p> <p>活動一：毛蟹的生態</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 複習毛蟹生長的环境。</li> <li>2. 詢問學生最希望有一個什麼樣的世界。</li> </ol>	
開展	<p>活動二：美麗新世界</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 發下水晶球底座、保麗龍膠、輕土。</li> <li>2. 請學生依照自己的發想，利用輕土製作出自己想像中的美麗新世界，並用輕土黏合於水晶球底座上。</li> </ol>	

活動三：磁力與吸力

1. 詢問學生，如果要用校園的一樣東西當作美麗新世界的造景，而且是可以放得進去水晶球底座的東西，最希望用的是什麼東西？
2. 帶學生到花園探索並撿拾地上的枯枝回到教室進行造景（圖 7）。



圖 7. 學生到校園裡面撿拾枯枝做為創作媒材

3. 可以使用保麗龍膠接著劑黏著素材，對低年級學生來說，這是一個很好用的接著劑（圖 8）
4. 完成後學生能夠欣賞自己的作品（圖 9）。
5. 使用熱熔膠槍可以很快速的固定裝飾品（圖 10、圖 11）。



圖 8. 使用保麗龍膠接著劑黏著素材



圖 9. 底座素材



圖 10. 市售熱熔膠槍



圖 11. 使用熱熔膠槍固定素材省時又快速

學習指導注意事項：

1. 毛蟹與造景需噴上一層防水漆，以避免受潮損壞。
2. 熱熔膠槍對於一年級學生是很陌生的工具，且具有潛在性的危險工具，然而並非因此就不可使用，在使用前進行使用安全教育，如熱熔膠槍使用方法、使用時須使用手套以防燙傷、如燙傷時緊急處理……等。

總結

學習重點：

1. 學生能夠了解夢想與實踐。
2. 學生能夠不破壞校園植物，以撿拾代替摘取，獲得校園植物，以達到環保與生態維護觀念。



教學活動	單元五：點亮希望
導入	<p>我們用了「輕土」做為材料，取其「傾吐」的諧音，希望能夠將孩子的願望，化身為小毛蟹，帶著孩子在營造夢想與願望的水晶球裡，願望與美感的營造呈現在發亮的水晶球裡，點燃希望的火柴，透過水晶球，看到孩子們內心的世界，發現孩子們的願望一一的實現。</p> <p>活動一</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 詢問學生：天上的流星會讓你聯想到什麼？</li> </ol>
開展	<p>活動二</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 發下 LED 燈，詢問學生，當你手中有這一串 LED 燈，你會聯想到什麼？</li> <li>2. 你覺得這一串 LED 燈可以做什麼？</li> <li>3. 如果要將 LED 燈拿裝飾水晶球，你希望它要怎麼呈現？要裝飾在哪裡？</li> <li>4. 開始裝飾 LED 燈。</li> </ol> <p>學習指導注意事項：</p> <p>老師要一一檢視學生如何黏貼 LED 燈，避免損壞。</p>
挑戰	<p>活動三</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 詢問學生：如果要將 LED 燈裝飾在水晶球裡面，你會想到什麼問題？</li> <li>2. 提示學生水晶球裡面會加入的東西。</li> </ol> <p>學習指導注意事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 如果有學生希望 LED 燈能夠裝在水晶球裡面，老師需要協助鑽孔，以避免學生受傷。</li> <li>2. LED 可從底座裝入，並使用適量的防水膠填補以避免漏水。</li> </ol>
總結	<p>學習重點：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 燈光可以帶給人夢想與希望（圖 12）。</li> </ol> <div data-bbox="705 1182 1176 1545" data-label="Image"> </div> <p>圖 12. 水晶球內部裝飾</p>

教學活動	單元六：我的願望
導入	<p>毛蟹在游到河口產卵時需要水域中有至少百分之三的鹽份含量，這有助於蟹卵的生存。因此，我們可以透過導入百分比計算的概念，來教導孩子有關膠水和水的百分比，以及如何調整百分比以改變水的流速。這樣的教學方法不僅幫助孩子理解百分比，並將科學知識與實際情境相結合，使學習變得更具意義和有趣。</p> <p>活動一：裝飾水晶球</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將上一堂課的底座放在桌上，並請學生檢視是否有損壞。</li> <li>2. 準備好水晶球、膠水、免洗筷（攪拌用）、亮粉裝飾物。</li> </ol>

開展

## 活動二：水流

1. 請學生依照自己喜好程度將膠水注入水晶球，約球體五分之一量（圖 13）。
2. 提示學生：水與膠水，膠水越多，流動越慢、膠水越少，流動越快。
3. 可以請學生想像生活中的經驗：油在水裡面流動的樣子，例如媽媽煮湯，如果湯裡面有油，油在湯裡面會流動的比水流動較慢。
4. 加入亮粉、亮片等裝飾物（圖 14、圖 15）。



圖 13. 加入膠水後的水晶球



圖 14. 市售亮片、亮粉可增加作品彩度



圖 15. 倒入少許亮片、亮粉，可增加作品風情

5. 請學生慢慢攪拌，等大部分亮粉沉入水中即可。
6. 放入毛蟹、蓋上底座，並用防水膠（速利康）封邊以及封底（圖 16、圖 17、圖 18）。



圖 16. 使用速利康做防水



圖 17. 底座塗上速利康



圖 18. 塗上速利康後均勻抹平

7. 以輕土製作一支許願棒（火材棒），埋入磁鐵，用以在水晶球體外可以吸附水晶球內的毛蟹並移動（圖 19）。



圖 19. 許願棒（火材棒）裡面埋入磁鐵

## 學習指導注意事項：

1. 要注意並且測試水晶球不會漏水。

# 挑戰

## 活動三：裝飾水晶球

1. 詢問學生，覺得水晶球的底座可以怎麼樣做會更漂亮？
2. 請學生在底座上（防水膠表面）進行裝飾與點綴。
3. 請已經完成的學生進行個別分享，分享自己的心願。

## 學習重點：

1. 學生能夠完成水晶球製作（圖 20）。
2. 水晶球經測試不會漏水。
3. 夜間將水晶球的 LED 燈點亮後，可以看到璀璨的猶如天上璀璨的星星（圖 21）。
4. 如果能加上紙盒設計，可以增加文青風（圖 22），以包裝點綴水晶球，可以是一個美麗的結合（圖 23）。



圖 20. 完成品（需靜置讓泡泡消失）



圖 21. 夜間點燈可以看到璀璨的星星

# 總結



圖 22. 加上紙盒設計，可以增加文青風



圖 23. 以包裝點綴水晶球，可以是一個美麗的結合。



## 七、課程評量：

課程分為六堂課，每一堂課都有相對的學習目標與學習評量，目的在於評估學生的學習成效，以及是否符合課程需求與學生需求。本課程的評量實施，評量者除了老師之外，也讓學生自評；在評量實施時間上採行形成性評量和總結性評量。

在課程進行過程中，孩子們會主動的針對水中亮片的流速進行測試，並且與同學討論，一起解決流速的問題。而由學習評量實施成效，可以發現，學生可以完整地從繪本到實作，最後完成作品分享，從孩子們的愛不釋手，以及家長的回饋，就是驗證最好的教學成效。

（一）形成性評量：課堂觀察、實作以及同學之間作品互相欣賞，學生能夠以小卡片寫出自己的心願及夢想，並且與老師、同學進行分享。



圖 24. 家長回饋（一）



圖 25. 家長的回饋（二）

家長回饋是對於教學的肯定以及教學呈現的驗證。

## （二）總結性評量

從課程學習評量，教學者可以了解學生每一堂課結束後，是否有達到學習的目標。而從作品的呈現，以及課室學生反饋、學生之間的對話，都可以發現，學生在學習的成效上，在作品製作過程的課室表現，以及完成作品後的表現，都能發現學生對於課程的學習充滿了興趣與動力，學習成果也能夠達成學習目標。例如班上有個孩子，成績並不理想，在班上成績墊後，功課常常都不寫、沒交，自從執行了 STEAM 融入校訂課程後，漸漸地似乎引起孩子的興趣，也知道自已必須寫完功課才能進行手作課程，因此，回家開始寫功課了，雖然成績依舊墊後，但會主動寫功課，字也越來越端正，便是有效的學習成效，我們依舊要為他喝采，並且鼓勵慢慢把書讀進去，也要讓 STEAM 的問題解決能力成為孩子帶得走的能力。

## 八、課程評量：

- (一) 在教學過程中，我深刻體會到與共備夥伴和學生互動對於課程的改進至關重要。這種互動不僅有助於我們及時修正課程內容，使教學更流暢，也有助於提升課程的品質。與共備夥伴的合作讓我們能夠集思廣益，充分利用彼此的經驗和見解，從而改進教學內容，使之更符合學生的需求和學習風格。而共同討論和修正課程使我們能夠更好地應對學生的多樣性，確保每個孩子都能夠得到有效的教育。
- (二) 在教學過程中，我感受到與學生的互動、討論和對話對於教育的重要性。學生每一次的提問，都是一個寶貴的問題，它們不僅讓我們了解學生的思維和疑惑，還能夠啟發我們的教學方法，正是所謂的教學相長。透過學生的提問，讓我們能夠深入了解他們的想法和知識背景，這有助於我們可以適當的調整課程內容，以滿足學生求知的需求。
- (三) 對於速利康的味道，有部分學生會有排斥感，雖然戴著口罩，仍然可以透過口罩聞到塑膠味；除此之外，軟木塞對於膠水溶液會有染色的問題，是有待解決的問題。
- (四) 因為我擔任一年級的導師，所以我開始考慮如何在一年級的課程中將 STEAM 教育納入其中，這對於許多老師來說可能是一個不太常見的嘗試。要面對各種學生，包括有一些特殊的學生，確實是一個具有挑戰性的任務。此外，每個孩子的學習能力都不同，這也讓教學變得更具挑戰性，有時候會令人感到相當疲憊。然而，很幸運地我發現有一些孩子非常努力，他們想要完成每個學習階段，這些孩子中甚至包括特殊生。每當他們完成一個階段時，我都會親自引導他們，分享他們的學習經驗。這種互動使整個教學過程變得更有趣也更有意義。
- (五) 這個課程設計是在校訂課程和 SDGs 議題的基礎上開展的，以雙溪三寶之一的毛蟹為主題。我們旨在探討毛蟹在其成長過程中所涉及的水文、環境教育和生命教育等議題。同時，我們透過實際的作品製作和活動，將毛蟹主題巧妙融入 STEAM 教育，使其與校訂課程相互交融，為學生提供一個更豐富的學習體驗。這樣設計不僅有助於學生對自然和可持續性的理解，更激發了他們的創造力和問題解決能力。
- (六) 在課堂實施的過程中，學生對於小毛蟹的成長過程和洄游現象表現出濃厚的好奇心，提出了大量問題。當他們觀賞相關影片時，不斷提出這些問題，我們將這些問題視為寶貴的反饋資訊，並與學生的對話、討論和深入探究，努力找出答案。這樣的做法不僅讓學生更深入地了解問題，還鼓勵他們主動參與問題的討論和解決，這正是本課程的核心重點所在。
- (七) 課程實施包括每週三早上的校訂課程，以及週一、四、五下午的課後班，這是孩子們非常期待的一個活動。為了參加 STEAM 課程，孩子們通常會在課前迅速完成家庭作業，確保沒有任何錯誤。這不僅展現了他們的學習熱情，也體現了他們對課程的高度投入。我們老師也非常感動，因為這種學生的積極參與為課堂注入了更多的動力和活力。這種情境也鼓勵了孩子們建立起負責任的學習習慣，他們會確保自己的學習進展順利，並且主動尋求幫助，以確保作品的完美呈現。這樣的學習氛圍為他們提供了一個更有價值和豐富的教育體驗。

## 九、課程實施建議：

- (一) 課程進行中不斷的能夠與夥伴，是對課程的修正以及教學過程順利進行很重要的一環，因此，多汲取共備夥伴的意見，並且不斷的修正教學內容，是讓教學更加順利與課程精進很好的方式之一。
- (二) 教學過程中，與學生的討論與對話是很重要的，從學生的提問中可以了解學生的想法，並且從學生想法中試圖引導學生進行問題式探索，並且找出問題，進而與學生一起討論出解決方案，是課程設計與課程進行中很重要的一環。
- (三) 課程進行中，部分學生對於速利康的味道有排斥感，可以再嘗試其他可防水可塑材料。或與共備夥伴進行物料試驗，找出能夠接受的材料進行教學研究。
- (四) 軟木塞在放久了之後對於水會有染色的問題，因此，可以在軟木塞表層先上一層防水材質，再進行封口。另外，課程進行可以與學生討論，選定主題後再進行製作，例如可以利用學生的照片，或家人的照片，進行防水（例如護貝）後，置入水晶球中，以增加多元性的主題，例如父親節、母親節、或聖誕節贈與家人的禮物（圖 26、圖 27）。



圖 26. 使用照片也是一個很好的主題素材



圖 27. 以聖誕節為主題，也是一個很溫馨的作品

在故事裡加上音樂，會帶給故事極大的生命力，讓故事有著不同的領悟與感受。因此，可以在祈願水晶球下方加上一個發調式的旋轉音樂盒，從音樂的旋律中感受到故事的強韌生命力（圖 28）。

除此之外，在音樂盒上搭配以輕陶土製作裝置藝術水景，是低年級學生很容易上手素材（圖 29），更可以讓祈願水晶球更添豐富性、故事性與趣味性（圖 30、圖 31），事實上，輕陶土對於低年級的孩子來說，是令人愛不釋手的素材，更能夠展現出低年級學童對於輕陶土的創造力與豐富的想像力。



圖 28. 在底座加上發條音樂盒





圖 29. 輕陶土對低年級的孩子來說是非常容易上手的。



圖 30. 圖 31. 音樂盒外觀也可以用輕陶土進行裝置藝術的手作課程。

## 十、課程材料

教材來源	校訂課程、自編 玻璃水晶球、校園植物樹枝、防水膠（速利康）、輕土、磁鐵、LED 燈、亮粉、保麗龍膠、輕陶土。
教學設備 / 資源	小小毛蟹去旅行：數位繪本
	小小毛蟹要回家：影片 - 「為新店溪洄游生物留一條活路」、繪本：小毛蟹的旅行
	心願的由來：輕土、磁鐵
	水晶球的美麗新世界：水生動物造型輕土、水晶球底座、校園植物樹枝、各種造型雕塑、保麗龍膠
	點亮希望：LED 燈、膠水、水、亮粉、防水膠（速利康）
	我的願望：作品成果發表

## 十一、延伸課例

### （一）聖誕杯杯的世界－

除此之外，可延伸至中年級相關課例，以中年級為例，可使用不同造型之玻璃容器與不同主題進行課程教學，例如可以使用「梅森杯」做為水晶球容器，以聖誕節為主題，製作「聖誕杯杯的世界」（圖 32），其中的部分元素是以學校的枯枝做為裝置意象，讓學生能夠瞭解校園的枯枝也可以進行創作，達到環境保護與愛鄉愛土的精神（圖 33）。



圖 32. 使用「梅森杯」做為水晶球容器，製作聖誕節的水晶球世界



圖 33. 聖誕杯杯的世界部分元素是以學校的枯枝做為裝置意象，讓學生能夠瞭解校園的枯枝也可以進行創作，達到環境保護與愛鄉愛土的精神。



## （二）新春福氣盒子－

低年級的水晶球用市售的禮盒做為包裝，中年級則可以進行包裝設計教學（圖 34）。由於過了聖誕節之後，就是農曆的新春佳節，因此，結合二個節慶元素，進行「新春福氣盒子」包裝盒設計（圖 35）。包裝盒設計前後包裝圖案可以以「春」、「福」為設計意象，象徵新春福氣的好彩頭（圖 36、圖 37）。



圖 34. 中年級就可以進行包裝設計教學



圖 36. 圖 37 前後包裝設計可以以新春「春」、「福」為設計意象。

## 十二、課程連結

1. 小毛蟹回家 <https://www.youtube.com/watch?v=AmhJkx0-Y0E>
2. 小毛蟹回家 - 啟動台灣大轉骨：商業周刊 1820 期
3. 吳淡如【小毛蟹回家 - 啟動台灣大轉骨】專訪呂國禎 <https://open.spotify.com/episode/384Mdys9E3Q1NPxXINHnWB>
4. 角落小夥伴：豪華水晶球製作 <https://www.youtube.com/watch?v=Uz65e83hKtQ>
5. 銀雪祭雪花飄飄水晶球製作 <https://www.youtube.com/watch?v=noeYlgAxeco>
6. 有機矽膠黏土水晶球製作 <https://www.facebook.com/Qdoh.Maxmold/vid-eos/497125618284691/>



## 十三、參考資料

1. <https://ai4kids.ai/blogs/blog/what-is-steam-education> · 2023.9.10 擷取自 AI4kids 網站
2. <https://sdgs.un.org/goals> · 2023.9.10 擷取自 United Nations 網站
3. 清華教育 (2018)。下世代教育—STEAM 新素養 · 95 · 國立清華大學。
4. 國家教育研究院 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要 · 教育部。
5. 十二年國教課程與綱要國民中小學暨普通型高中議題融入說明手冊 · 2023.9.10 擷取自教育部國民中小學課程與教學資源整合平臺網站
6. 影片：360 行向前衝節目：【★尋找野生黑霸王★私藏捕捉野生毛蟹秘訣 !!】[https://www.youtube.com/watch?v=UQe8I-\\_ErO8](https://www.youtube.com/watch?v=UQe8I-_ErO8)
7. 影片：小小毛蟹要回家 | 為新店溪洄游生物留一條活路 · <https://www.youtube.com/watch?v=Ff3sn-rU-Dw&t=2s>
8. 影片「毛蟹返鄉記」 · <https://www.youtube.com/watch?v=Bn3xXyd3WUk>



## 小<sub>ト</sub>小<sub>ト</sub>記<sub>リ</sub>者<sub>出</sub>訪<sub>ニ</sub>問<sub>ス</sub>學<sub>シ</sub>習<sub>ニ</sub>單<sub>カ</sub>

小<sub>ト</sub>小<sub>ト</sub>記<sub>リ</sub>者<sub>出</sub>：\_\_\_\_\_

受<sub>ア</sub>訪<sub>ニ</sub>者<sub>出</sub>：\_\_\_\_\_

訪<sub>ニ</sub>問<sub>ス</sub>記<sub>リ</sub>錄<sub>カ</sub>：

1. 請<sub>ク</sub>問<sub>ス</sub>\_\_\_\_\_ (家<sub>リ</sub>人<sub>出</sub>稱<sub>イ</sub>謂<sub>ス</sub>)，雙<sub>フ</sub>溪<sub>ニ</sub>河<sub>ニ</sub>裡<sub>カ</sub>的<sub>カ</sub>特<sub>チ</sub>色<sub>セ</sub>有<sub>ニ</sub>什<sub>ニ</sub>麼<sub>ニ</sub>？
2. 請<sub>ク</sub>問<sub>ス</sub>雙<sub>フ</sub>溪<sub>ニ</sub>河<sub>ニ</sub>的<sub>カ</sub>特<sub>チ</sub>色<sub>セ</sub>有<sub>ニ</sub>哪<sub>ニ</sub>些<sub>ニ</sub>？
3. 請<sub>ク</sub>問<sub>ス</sub>雙<sub>フ</sub>溪<sub>ニ</sub>河<sub>ニ</sub>有<sub>ニ</sub>哪<sub>ニ</sub>一<sub>ニ</sub>部<sub>ニ</sub>分<sub>ニ</sub>是<sub>ハ</sub>比<sub>ニ</sub>較<sub>ニ</sub>特<sub>チ</sub>別<sub>ニ</sub>？
4. 請<sub>ク</sub>問<sub>ス</sub>\_\_\_\_\_ (家<sub>リ</sub>人<sub>出</sub>稱<sub>イ</sub>謂<sub>ス</sub>)覺<sub>ヒ</sub>得<sub>カ</sub>雙<sub>フ</sub>溪<sub>ニ</sub>河<sub>ニ</sub>的<sub>カ</sub>水<sub>ニ</sub>質<sub>ハ</sub>怎<sub>ニ</sub>麼<sub>ニ</sub>樣<sub>ニ</sub>？
5. 請<sub>ク</sub>問<sub>ス</sub>\_\_\_\_\_ (家<sub>リ</sub>人<sub>出</sub>稱<sub>イ</sub>謂<sub>ス</sub>)雙<sub>フ</sub>溪<sub>ニ</sub>河<sub>ニ</sub>為<sub>ニ</sub>什<sub>ニ</sub>麼<sub>ニ</sub>是<sub>ハ</sub>毛<sub>ニ</sub>蟹<sub>ニ</sub>生<sub>ニ</sub>長<sub>ニ</sub>的<sub>カ</sub>地<sub>ニ</sub>方<sub>ニ</sub>？

藍藍自語～藍晒 (Cyanotype)  
文創小物與應用

新北市中和區自強國民小學教師 劉一霖



影音鏈接

## 摘要

本課程以藍晒為主題，讓孩子發想並創作相關文創小物，旨在培養孩子們動手做的藝文創作與美感素養，包括自然、科學、工程、藝術、數學和生活應用。課程以美感原則的對稱出發，藍晒工藝之美為主軸，希望孩子們體驗傳統工藝之美，並賦予藍晒工藝新的創意。

課程涵蓋實作、討論、探索、發表等學習策略，透過 STEAM 跨域學習，培養學生科學邏輯思維和藝術美感。學生可以依據不同學習難度進行創意發想，過程中自己發現問題，尋求解決問題的方法，並創作出對自己有意義的文創小物，延續傳統藍晒工藝的新生命。

課程分為校園植物、剪紙工藝、負片顯影、透明片應用及藍晒應用等不同部分，希望學習者有美感培養、生活美化、自我探索和問題解決的學習體驗。

本課程強調孩子們的實作、觀察與創造力，應用跨領域的相關知識解決問題，以培養孩子們多元的素養，除了引導他們能在生活中應用創作美化生活環境，深化美感教育，也期望能透過 STEAM 的五感學習，增強他們的學習興趣，培養孩子做中學的素養及解決問題的能力。

## 一、設計理念

藍晒工藝技法可以推溯至 18 世紀 (1842 年)，當時攝影技術還在初步萌芽階段，也還沒有成熟的相片複製技術，英國一位約翰·赫歇爾爵士 (John Herschel)，發明了一種名為「藍晒」的複印方法，此法可以將負片上的資料一比一地翻相到紙張上。藍晒在當時是一種有效率而且極為穩定的製圖方式，震撼了攝影與印刷製版領域，一直到銀鹽技術與印刷工藝純熟之後，才慢慢被取代掉。

這種將物體外觀翻印到紙張的方式普遍被稱為藍晒法 (Cyanotype)、藍印、氰版或鐵氰酸鹽印相法。此法不只應用在照片的複印，在工程圖表量產也有重大的貢獻。早期甚至還有人使用此方法，將植物直接貼附在感光染料上進行外觀特徵的複印製作圖鑑，這種方式不但成本低廉，還具備易於操作、製作時程短、系統穩定、易保存等特性。所以在當時的接受度非常高，也替一些知識的留存做了最棒的見證。

藍晒法應用到攝影可以追朔到歷史上第一位女性攝影師安娜·阿特金斯 (Anna Atkins) 於 1843 年 10 月自行出版了《英國海藻攝影：藍晒印象》(Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions)。雖然這本書是私人出版，副本數量有限 (目前全球只有 17 本副本)，且是手寫文字，但這本書仍被認為是第一本以攝影圖像為主體的書籍。到了 20 世紀，藍晒成為一項複製工程圖的技術，這項技術讓人們可以快速低廉複製大張的工程圖紙，其藍色的成品則被稱為「藍圖」，直到現在我們所說的「藍圖」一詞即是由這個方法而來。

雖然隨著電腦製圖與數位輸出技術越來越進步，很多工程圖紙改以列印輸出呈現，甚至



單純以螢幕閱讀，但是藍圖以藍色為底，反白表示線條與文字的獨特視覺風格，也讓藝術創作者以此為靈感創造了許多作品。

本課程以藍晒工藝的顯影技法為出發點，結合各領域課程知識，根據教學需要，配合學習者年齡，設計出不同學習難度的應用課程，透過實作深化孩子學習；並結合核心領域的美感教育，使孩子學習後，能完成屬於自己的創意小物。這種學習方式除了讓創作結合生活，產出對自己有意義的作品，也讓孩子在實作過程中學會觀察、合作、解決問題、思考探究及應用創作。

課程實施時，教學者可以依據自我的教學理念，根據教學核心領域，參照學生年齡特性和發展，選擇不同的教學活動，融入 STEAM 教育核心精神：問題解決、動手做和生活應用等概念，完成不同樣貌的藍晒課程。

## 二、課程目標：

### （一）領域核心素養

藝 -E-A1 參與藝術活動，探索生活美感。

藝 -E-C2 透過藝術實踐，學習理解他人感受與團隊合作的能力。

數 -E-B3 具備感受藝術作品中的數學形體或式樣的素養。

數 -E-A3 能觀察出日常生活問題和數學的關聯，並能嘗試與擬訂解決問題的計畫。

在解決問題之後，能轉化數學解答於日常生活的應用。

自 -E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。

自 -E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。

對應學習表現與學習內容：

	領域核心素養	學習表現	學習內容
藝術	藝 -E-A1 參與藝術活動，探索生活美感。  藝 -E-C2 透過藝術實踐，學習理解他人感受與團隊合作的能力。	II -2 能探索視覺元素，並表達自我感受與想像	視 E- II -1 色彩感知、造形與空間的探索
		1- II -3 能試探媒材特性與技法，進行創作	視 E- II -2 媒材、技法及工具知能
		1- II -6 能使用視覺元素與想像力，豐富創作主題	視 E- II -3 點線面創作體驗、平面與立體創作、聯想創作。
		II -7 能描述自己和他人作品的特徵 3- II -4 能透過物件蒐集或藝術創作，美化生活環境。	視 A- II -1 視覺元素、生活之美、視覺聯想 視 P- II -2 藝術蒐藏、生活實作、環境布置

自然	自-E-A1 能運用五官，敏銳的觀察周遭環境，保持好奇心、想像力持續探索自然。	pe- II -2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源，並能觀察和記錄。	INb- II -7 動植物體的外部形態和內部構造，與其生長、行為、繁衍後代和適應環境有關
		ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。	INb- II -6 常見植物的外部形態主要由根、莖、葉、花、果實及種子所組成。
		pc- II -1 能專注聆聽同學報告，提出疑問或意見。並能對探究方法、過程或結果，進行檢討。	INf- II -3 保持對自然現象的好奇心，透過不斷的探尋和提問，常會有新發現。 INf- II -3 自然的規律與變化對人類生活應用與美感的啟發。
數學	數-E-B3 具備感受藝術作品中的數學形體或式樣的素養。	S-7-4 線對稱的性質	s-III-6 認識線對稱的意義與其推論
		S-7-5 線對稱的基本圖形	s-IV-5 理解線對稱的意義和線對稱圖形的幾何性質，並能應用於解決幾何與日常生活的問題

## (二) 學習目標

本課程以「藍晒工藝」為出發點，融合了多重教學要素，包括跨域整合、問題解決、實際操作，以及真實情境模擬等元素，旨在啟發學生的創造力和技能。以下是本課程的具體學習目標：

1. 帶領學生認識並掌握藍晒的基本工藝技巧，使他們能夠熟練地應用這些技法。
2. 在創作過程中，透過觀察和討論，引導學生參與「問題解決歷程」，培養他們主動思考和解決面臨的挑戰的能力。
3. 藉由藍晒工藝的基礎，鼓勵學生將創意延伸至藝術和文化領域，創作出具有個人風格和獨特性的藝術品，進一步打造屬於自己的文創小物。

透過這個課程，學生不僅將學會藍晒工藝的技術，還將培養問題解決能力，並展現他們的藝術創造力，將所學應用於實際的文化和藝術創作中。

## (三) 結合領域學習：

跨域結合學習：本課例以藍晒工藝為基礎，共同部分為藍晒顯影劑的基礎調製技法及感光工序，另外配合學生學習階段、跨域應用及創意發想可以再細分為以下四部分，於課程活動中分段敘寫供教學者參考應用。

- |         |                    |
|---------|--------------------|
| A. 校園植物 | C. 攝影及電腦繪圖應用（負片技法） |
| B. 剪紙工藝 | D. 透明片應用           |

## 藍晒課程與 STEAM 概念

Science (科學)	<p>藍晒 (Cyanotype) 的運作原理基於一種化學反應，其中兩種感光液體互相混合，然後經曝曬和洗淨等過程，創造出藍色圖像。以下是該過程的簡要解釋：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感光劑液混合：首先，備妥兩種無色感光液體，分別含有檸檬酸鐵銨和鐵氰化鉀。當這兩種液體混合在一起時，它們形成了一種可反應的混合物，其中包含有階調性的普魯士藍前體。</li> <li>2. 塗抹感光劑：將這混合感光液均勻地塗抹在紙張或基材上。這些液體在基材上呈無色狀態。</li> <li>3. 曝曬：塗抹後的基材需要曝曬在紫外線（通常是陽光）下。在曝曬過程中，紫外線啟動了感光液的反應，使液體中的鐵離子氧化，形成可見的藍色普魯士藍。</li> <li>4. 洗淨：曝曬完畢後，將基材浸泡在水中。未曝曬部分仍含有未反應的感光劑，可以輕易被洗去，只留下已曝曬的部分。</li> <li>5. 顯示圖像：當基材經過清洗和乾燥後，普魯士藍圖像浮現出來。圖像的階調取決於光線曝曬的時間、強度，以及液體均勻性等因素。</li> </ol> <p>藍晒是一項古老的曝光技術，常應用於藝術攝影和印刷，以其特有的藍色調和視覺效果而受人喜愛。</p> <p>校園植物：利用藍晒法觀察校園植物 遮罩遮光應用 太陽角度、光線路徑、折射、氧化還原反應…等</p>
Technology (科技)	<p>手工工具：螺絲起子、壓克力顏料、蠟筆 電動工具：線鋸機、鑽孔機、衝擊起子、砂帶機 數位工具：調音 APP 科技一平板應用、攝影負片製作</p>
Engineering (工程)	<p><b>工序</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 調劑與塗布的工序             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 將 20g 的檸檬酸鐵銨溶於 100cc 的純水中，調配為 A 劑</li> <li>(2) 將 10g 的鐵氰化鉀溶於 100cc 的純水中，調配為 B 劑</li> <li>(3) 將 A 劑與 B 劑以 1:1 的比例調製成感光劑</li> <li>(4) 塗布於水彩紙或是其他媒材上</li> <li>(5) 陰乾（靜置效果較佳，需存放於陰暗處）</li> </ol> </li> <li>2. 選擇及製作遮罩             <p>教師可以根據課程設計或是跨域選擇內容加以調整遮罩物，根據選擇及製作方式不同，會有多種不同的結果，根據創作內容找出理想的搭配便是關鍵。</p> <p>例：校園植物、剪紙窗花、孔板製作、花磚設計、凸版印章、攝影負片…等</p> </li> <li>3. 感光：             <p>放置遮罩及固定工序跟作品成像有關，可以讓孩子嘗試不同感光方式並發現問題加以解決。</p> </li> <li>4. 漂洗：準確的曝曬工序可以避免失敗及完全顯色。             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 清水靜置</li> <li>(2) 輕輕晃動，讓感光劑溶出</li> <li>(3) 雙氧水加強還原反應</li> </ol> </li> </ol>
Arts (藝文)	<p><b>藝術</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 知識：             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 版畫、傳統工藝感光法</li> <li>● 攝影藝術最初感光成像技法</li> <li>● 孔版版畫遮罩應用</li> <li>● 美感教育：連續、對稱、漸變</li> </ul> </li> <li>2. 情意：             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 能欣賞並分享藍晒技法完成的作品</li> <li>● 能與他人合作討論</li> <li>● 能將藍晒技法應用於創作對於自己有意義的作品</li> </ul> </li> <li>3. 技能：             <ul style="list-style-type: none"> <li>● 能運用藍晒法創作</li> <li>● 運用不同遮罩模組或是各種不同的媒材，並選擇最適當的方式進行個人創作。</li> </ul> </li> </ol>



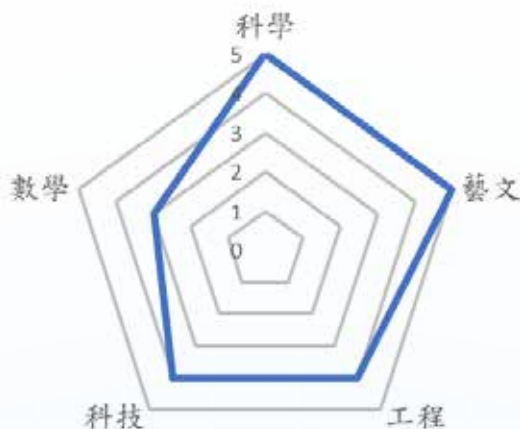
### Mathematics (數學)

邏輯：需先全面思考製作過程的順序、工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難。

對稱圖型：利用 2 方連續或是 4 方連續創作線對稱圖型遮罩。

比例：調劑運用等比例調製需要的感光劑量

測量：包含光照時間長短、感光劑濃度、日照強度、波長等，皆為測量項目。



以藝術領域的孔版畫基礎出發，應用科學感光及氧化還原的原理，最終達到創作小物的目的，在科學及藝術的占比佔了絕大部分，創作及調劑應用的工序考驗學生的工程邏輯與合作能力，由藍晒結合的文創小物應用了許多科技輔助，例如影像處理、燈條焊接、紫外燈板、並聯串聯概念等。另外也應用了剪紙及數學對稱圖形的學科應用知能，發展出不同樣貌兼具美感的藍晒創作。

### 四、學習任務：

這個課例的任務包含以下三個：首先，理解藍晒顯影原理，能夠調配正確比例的藍晒顯影劑。其次，掌握操作藍晒顯影工具的技能，以能夠順利完成應用藍晒技法創作的作品。最後，透過這個過程，思考藍晒技法如何應用到生活中的物品上，以美化日常生活，創造更多富有藝術性和獨特性的物品。

### 五、課程問題：

課程實施時，學生在藍晒文創小物創作中，教學者可以設計的問題列舉以下幾個提供參考：

- (一) 光的直射或斜射對成像有什麼影響？
- (二) 校園植物有那些部分符合美感原則？
- (三) 自然界呈現的對稱之美，如何利用剪紙呈現？
- (四) 藍晒顯影劑調劑的比例要如何增減呢？
- (五) 不同比例的顯影劑，對成像有影響嗎？
- (六) 刷在水彩紙上的感光劑厚薄，會影響成像嗎？
- (七) 如果在陰天狀況下，要怎麼實施藍晒呢？
- (八) 不同曝曬時間，成像有什麼改變？

(九) 是不是可以利用不同遮罩物，呈現藍晒顯影方式？

(十) 藍晒還可以有哪些變化？

## 六、課程活動：

### (一) 活動簡介

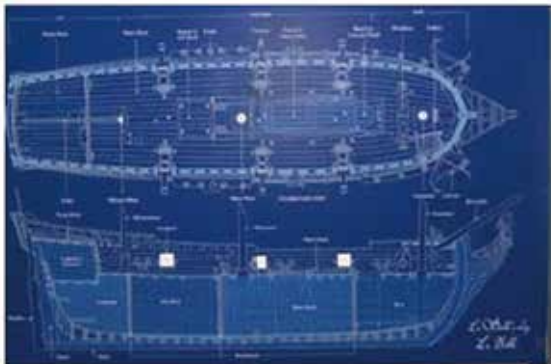
1. 藍晒工藝：簡介藍晒工藝沿革、歷史及藝術價值，並嘗試與實作藍晒工藝工序與技法。
2. 藍晒技法步驟講解與實作（依學生學習難易度舉例說明）
  - (1) 植物之美
  - (2) 人工創造的對稱圖型～剪紙工藝
  - (3) 負片顯影～負片成像技法，投影片遮罩技法
3. 藍晒成品與過程反思及分享、再創作（特殊材質顯影及創作）
4. 應用創作

### (二) 學習活動流程

#### 藍晒工藝

##### 1. 引起動機（簡介藍晒工藝沿革、歷史及藝術價值）

教師運用 PPT 及網路資源進行藍晒法傳統工藝沿革與傳統工藝技法介紹及介紹台南藍晒園區。



##### 2. 認識及體驗藍晒

(1) 觀察藍晒及藍染工藝的差異性。



藍染



藍晒

## 藍晒工藝

(2) 教師示範與實作步驟：( 演示與實作藍晒工藝工序與技法 )

- a. 調劑：將 20g 的檸檬酸鐵銨溶於 100cc 的純水中，調配為 A 劑，將 10g 的鐵氰化鉀溶於 100cc 的純水中，調配為 B 劑，將這兩瓶藥水靜置 24 小時之後，以 1:1 比例調配為感光塗料。



- b. 塗劑：利用海綿排刷刷附於水彩紙上



- c. 陰乾（須放置於較不易接觸陽光的地方，密閉空間可以存放約一週）

- d. 感光工序及裝置設置。

感光裝置設置：

第一層：壓克力板或透明片

第二層：欲顯影物（植物、剪紙、負片、等）

第三層：塗佈感光劑的物品（紙張、布、陶片、等）

第四層：壓克力板或紙板

四層以長尾夾夾緊（注意長尾夾不要遮到有塗感光劑的地方）

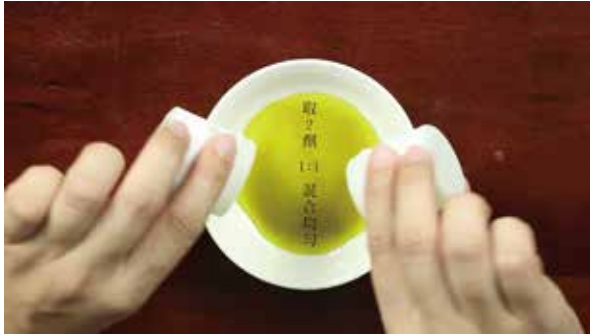


曝曬太陽光，依日照程度曝曬約 5-20 分鐘不等。



## (3) 學生分組實作

- a. 教師介紹電子秤使用與注意事項
- b. 教師簡單介紹 A 劑與 B 劑調配比例（擴分、約分）
  - A 劑：檸檬酸鐵銨：水 ---1:4
  - B 劑：鐵氰化鉀：水 ----1:10
- c. 教師根據組別分別佈題，各小組先在計算紙上分別估算出所需藥劑跟水的量，並討論調配步驟  
A 劑 +B 劑，以 1:1 比例混和成感光劑



- d. 讓學生實際調劑並記錄遭遇問題。

## (4) 問題與討論

各組依據實際調劑狀況時所遇到的問題進行討論

- a. 調劑方式及遭遇問題
- b. 解決方式
- c. 調劑成功率
- d. 記錄各組調劑方式及之後曝曬呈現的藍色做比較與討論

## (5) 刷感光劑

以排刷均勻刷於水彩紙上，陰乾，完成感光紙

## (6) 設置感光塗層裝置

感光劑完成之後，教學者可以依照學生學習難易度設計不同的創作作品

## 鑑賞植物之美

以校園植物為例

1. 教師簡介校園植物，讓學生觀察校園常見植物葉片生長方式及葉形結構。



### 2. 引導學生實地觀察與採集植物葉片



### 3. 分組整理與分類，將植物排列到感光墊上。



### 4. 教師演示運用葉片排列出具有美感的圖形



## 剪紙工藝 (認識對稱圖形)

### 1. 教師簡介對稱點、對稱軸與線對稱圖形



### 2. 教師演示剪紙工藝基本技法

舊經驗連結 (窗花剪紙)

延伸 雪花剪紙

摺紙、設計圖樣

### 3. 學生實作

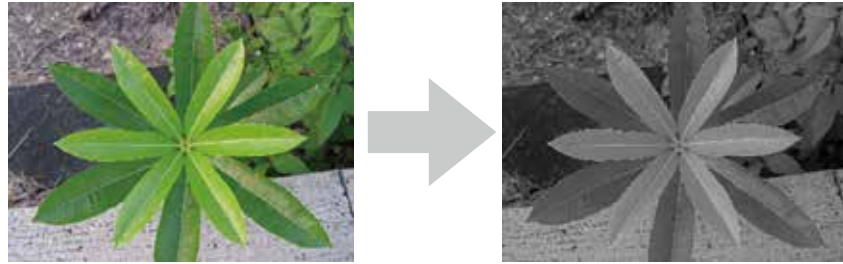
### 4. 分享、觀摩與討論



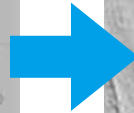
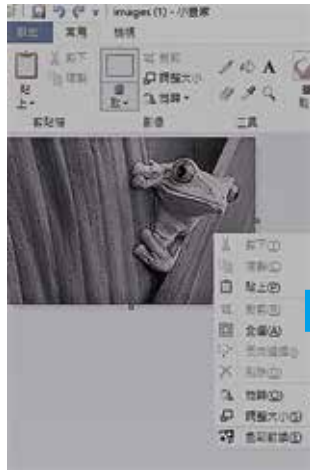
## 負片顯像技法

## 1. 教師簡介影像處理軟件負片功能

(1) 引導學生利用手機或平板攝影，並應用電腦軟體將照片轉成負片格式相片軟體轉成黑白



利用小畫家轉成負片  
(全選圖片—右鍵—色彩對換)



## (2) 列印到透明片



## (3) 教師演示透明片負片遮罩曝曬的工序與排列



## (4) 學生實作



## (5) 分享、觀摩與討論

2. 使用電腦相片軟體及小畫家軟體完成負片。
3. 配合平板電腦也可以使用 LINE Camera 處理。



## 孔版畫及透明片直接繪圖運用



1. 教師簡介孔版畫遮罩原理
2. 引導學生利結合語文或社會領域完成透明片草稿繪製
3. 利用萬能墨滴或油性黑色麥克筆進行創作
4. 教師演示透明片遮罩曝曬的工序與排列
5. 學生實作
6. 分享、觀摩與討論



## 藍晒方巾春聯：應用對稱圖型剪紙與藍晒方巾的結合創作

1. 美學原理：對稱、連續、反覆、漸變。
2. 應用對稱圖形剪紙作為遮罩創作。



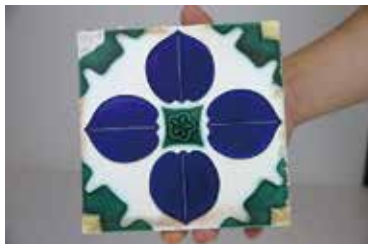
3. 教師示範配合年節春聯剪紙



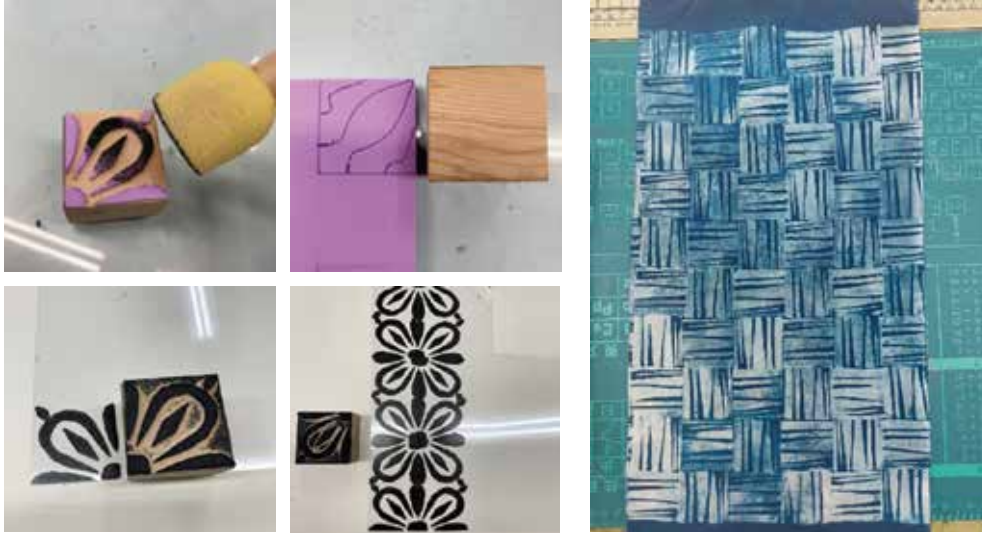
4. 學生實作
5. 分享、觀摩與討論

## 藍晒方巾春聯：應用對稱圖型剪紙與藍晒方巾的結合創作

1. 教師簡介 2 方連續與 4 方連續圖樣，教師簡介花磚歷史及應用，美學原理：對稱、連續、反覆、漸變。



2. 教師示範應用彩麗泡棉製作印章，以黑色壓克力顏料作為遮罩創作 4 方連續圖樣。



3. 學生實作  
4. 棉布藍晒工序創作  
5. 縫製手提包，裁縫工序講解與實作。



6. 分享、觀摩與討論  
7. 漂洗

曝光完成後，立即將相紙放到水盆中浸泡約一分鐘，就可以看到沒有曝光部分的黃綠色藥水緩緩地自紙張中散逸出來，等未曝光的部分變成白色後，再次以乾淨的水將相紙正面與背面殘于藥水沖掉，儘量不要水流直接對著相紙沖洗，以避免影像變淡，若紙上有藥水殘留，等乾了後藥劑仍會持續曝光，將使原來白色的部分變藍，影響影像效果，也要避免浸泡過久，否則影像變淡或者拿取時紙張易破裂。

### 設計思考及學習心得

1. 教師引導學生進行個人創作分享與報告，包含創作想法、程序與曝曬時間，遭遇問題與解決方式。
2. 透過口頭報告分享個人創作與設計，其他成員給予回饋、提出解決歷程建議。
3. 各組討論藍晒之後可能的文創應用發想。

### 七、課程評量

評量是課程的一部份，課程和評量是相輔相成的，一份好的評量能幫助教師、學生檢視自己的學習過程是否完整。STEAM 課程中往往最讓教師頭痛的部分就是評量，因為遷涉到小組合作和動手實作，有時候較容易忽略個人學習的部分。STEAM 課程實施過程中因為有實作的部分，評量作品的「結果」通常會是實施課程的一個重點，但在課程進行中，學生的自評、互評及問題解決等「過程」的評量更是 STEAM 課程希望帶給孩子的學習重點。

因此，本次課程評量重點利用學習單讓孩子勾選應該學習到的知識重點（附件 1），並透過小組分享，共同討論所遇到的問題與解決方法，以共學的方式讓孩子們自己完成探究與問題解決，進而知道如何應用與創作。

#### （一）評量方式：

1. 個人學習單（如附件 1）
2. 個人作品分享及發表創作想法
3. 互評、問題解決學習單（如附件 2）
4. 教師評量

#### （二）評量之設計與實例

過程評量是一種重要的學習成效檢核方法，教師可以透過實施過程評量來觀察學生的學習情況，識別學習過程中的困難和挑戰。

1. 實施過程評量時，透過「知識 --- 藍晒技法、工具與使用、跨預域知識點、技能 --- 步驟、問題解決、創作方式、預計完成模式與應用、「情意」--- 作品發表、互相觀摩分享、提出改善建議等三個面向進行評量，發現問題，釐清那些可能不容易察覺的問題，通過發現問題並進行討論解決方法，讓教與學皆可同時達到深化。

通過發現問題，教師可以及早介入，提供支援和指導，以確保學生不僅掌握知識，還能夠建立深刻的理解。此外，透過討論解決方法，教師可以檢視學生各階段學習表現，及時提出解決問題建議，促進學生的主動參與，培養他們的問題解決和批判性思維能力。過程評量可幫助教師瞭解學生的困難點並給予建議調整，同時可依據學生適合的程度調整預計完成的目標，實現差異化的理念。

2. 學生的自我評量可進行學習的自我檢視與反思，讓學生在操作中完成問題解決，依自身創意發想進行創作。學生在本課例中的反饋：藍晒過程很神奇，一下子就能曬出平常畫不出來的葉子和花朵。可以大量曬出自己想要的作品、體驗以前洗照片的過程，很有趣。可以自己印照片，還能做自己喜歡的東西，很酷。剪紙很好玩，還能印出來做卡片。陰天不太好曬出漂亮的藍色，比較喜歡用紫外線燈。麥克筆不夠黑，有時候曬出來比較模糊，可以兩面上色。壓克力板太厚效果比較不好，透明片效果比較好。藍晒燈很漂亮，還想做在帽子或衣服上面、赤血鹽的比例如果多一點點好像會比較藍、刷好感光劑的紙，如果馬上用失敗率比較高，放太久也會無法顯像，最好是陰乾後幾個小時內完成。沖洗時



浸泡久一點會比較好，紙也要選比較厚，比較光滑的。從上述同儕間的回饋、學習單、作品發表、設計稿、創作理念的互評中，因為他們有機會主動參與問題討論和解決方案的制定，不僅提高了他們的自主學習能力，還鼓勵他們思考和分析，以更好地理解學習材料。這種過程還能夠激發學生的好奇心，增強他們的學習動機，可以達到共學、共思、共創、共好的理念。

整體來說，實施過程評量通過發現問題和討論解決方法，不僅有助於釐清潛在的學習問題，還能夠促進教學和學習的深化，提高教育的效益和質量。

## 八、課程省思與實施建議

藍晒課程結合了傳統的藍晒工藝和孔版畫，為學生提供了一個豐富的學習體驗。依照課程難易度分別實施在低、中、高年級的藝文課程中實作，扣除天候及顯影劑調製失敗的影響，成品大多都能完整顯像，每次實施課程完成後，依據學生反饋作滾動式修正，教學反思有以下幾項：

- (一) 藍晒課程是學生對於傳統藍晒工藝與孔版畫的結合，教師實施之前如果孩子有孔版畫的先備學習經驗及概念，會更能理解本課程的技法。
- (二) 藍晒可以創作的應用範圍相當廣大，教師可以依照學生學習階段與希望跨域學習的部分加以設計，完成不同程度作品的產出，同時也可以在課程結束前引導孩子作更深入的創作學習，學生會根據自己需求進行自我學習與更深入的創作。
- (三) STEAM 課程的實施，教師的設計思考是課程成功的重要因素，因此在製作過程中，設計問題或任務，讓孩子們經由問題解決或是完成任務學習是決定孩子學習成效的重點，在課程進行中，教師可以利用佈題引導學生完成階段任務，兼顧學習弱勢的學生。
- (四) 藍晒課程十分需要陽光的配合，教師可以在課程實施之後請孩子們提出看法與意見，或是藉由晴天、陰天、室內……等不同光源進行創作比較，並發展紫外燈箱的進階學習課程。
- (五) 在課程實施前，依照每次上課的需求準備齊工具與用品，因為需要準備與收拾，許多教師會對實施本課程感到麻煩而卻步，如果可以先訓練孩子們養成良好的收拾習慣課程實施會更順利。
- (六) 藍晒課程較無法一次性完成，建議教師依學生學習階段適度調整每次上課進度及任務，依次完成。

## 九、課程材料

- (一) 調劑的部分可以在化工材料豪購得相關藥劑（檸檬酸鐵銨、赤血鹽、雙氧水），也可以購買市面上廠商調配完成的 1:1 藥劑。
- (二) 教師可以根據課程難度增減藍晒感光介質，包含水彩紙、手帕、衣服、提袋、陶瓷杯墊……等等。

- (三) 壓克力板建議厚度不需要太厚，以免發生折射影響影像清晰度，一般來說 1mm 已經足夠，3mm 以上不建議使用。
- (四) 沖洗浸泡建議使用大水盆，依照材質浸泡 2~30 分鐘不等，不建議直接水龍頭沖洗，容易直接把影像沖掉。
- (五) 負片顯影課程建議使用雷射印表機專用透明片
- (六) 刷子建議使用海綿排刷，筆刷較容易有感光劑堆疊沉澱。
- (七) 另外可以依據課程難度選用紫外光燈箱，實際操作計算曝光時間。

### 十、課程連結：

- (一) <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080212.pdf>  
藍晒相關科展研究
- (二) <https://www.youtube.com/watch?v=OWAEaETdPTs>  
藍晒步驟 (植物)
- (三) <https://www.youtube.com/watch?v=Cdd-Dy66KTQ>  
藍晒步驟 (遮罩)
- (四) <https://www.1imageart.com/post/hw2021030>  
藍晒影像運用
- (五) <https://www.youtube.com/watch?v=iXNs3nIAo8Q>  
藍晒步驟 (負片)

# 藍色狂想~藍晒學習單

	完成目標	達成度( v )
藍晒 工藝	我能了解藍晒歷史並簡單講述藍晒工藝創作步驟	
	我能簡單列出藍晒工藝所需工具	
調劑	我知道感光劑所需化學藥劑名稱	
	我知道調配 A 劑所需比例	
	我知道調配 B 劑所需比例	
	我能正確調配出感光劑	
工序	我能正確塗抹感光劑	
	我能把想感光的物件正確的排放與固定在感光紙上	
	我知道怎麼估算較好的感光時間與角度	
	我能正確漂洗出作品	



## 附件 2

作品	我的設計想法:	
我遇到的問題:		備註
我的解決方式:		

# 御風飛翔

新北市板橋區信義國民小學組長 蔡明光

## 摘要

在全球氣候變遷的課題下，潔淨能源被視為解決方案之一，世界各國都積極發展各種再生能源，台灣也不例外。透過課程介紹，學童了解風車的演化歷史，透過實作，他們更清楚了解風車的構造，以及風能如何轉換為電能。透過列出風車的優點和缺點，學生能夠更客觀地看待這個議題。同時，提出科學性的解決方案，有助於提高學童對環境的認識和關懷，使其意識到能源問題的重要性。

## 一、設計理念

台灣擁有豐富的風力資源，位於台灣海峽的風場在全球排名前 20。由於陸地風力發電場域有限，同時民眾擔心風力渦輪機噪音和鳥類生態等問題，這促使風力發電產業朝向離岸發展，並採用離岸式風力發電機。台灣發展風力發電不僅能減少大量二氧化碳排放，還有助於實現聯合國永續發展目標中有關永續能源和氣候行動的目標。這種發展有助於推動台灣朝著可持續性能源供應、減少氣候變化影響、促進清潔能源產業發展等 SDGs 的實現。

課程安排了風車的介紹和歷史、演進及文化，到現今轉變成風力發電機發電。而透過動手做，讓孩子們從實作中瞭解風車的構造，學會風車運作的原理及由風能轉變成動能再轉換成電能。

風力發電機雖是潔淨能源的來源，但仍有鳥擊等生態環境的憂慮。透過課程讓孩子瞭解禽鳥習性而提出彩繪扇葉的解決方法，除提升學生對生態環境的關心度外，也達到裝置藝術美化環境的效果。

## 二、課程目標：

## (一) 領域核心素養

總綱 核心 素養	<p>數 -E-A2 具備基本的算術操作能力、並能指認基本的形體與相對關係，在日常生活情境中，用數學表述與解決問題。</p> <p>自 -E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索。</p>
總綱 核心 素養	<p>自 -E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。</p> <p>自 -E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p> <p>自 -E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性及其背後之文化差異。</p> <p>社 -E-C1 培養良好的生活習慣，理解並遵守社會規範，參與公共事務，養成社會責任感，尊重並維護自己和他人的人權，關懷自然環境與人類社會的永續發展。</p> <p>藝 -E-A2 認識設計思考，理解藝術實踐的意義。</p>
學習 重點	<p><b>【數學】</b></p> <p>s-II-3 透過平面圖形的構成要素，認識常見三角形、常見四邊形與圓。</p> <p>s-II-4 在活動中，認識幾何概念的應用，如旋轉角、展開圖與空間形體。</p> <p><b>【自然】</b></p> <p>tr-II-1 能知道觀察、記錄所得自然現象的結果是有其原因的，並依據習得的知識，說明自己的想法。</p> <p>po-II-1 能從日常經驗、學習活動、自然環境，進行觀察，進而能察覺問題。</p> <p>pe-II-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源，並能觀察和記錄。</p> <p>ai-II-3 透過動手實作，享受以成品來表現自己構想的樂趣。</p> <p><b>【社會】</b></p> <p>2a-II-2 表達對居住地方社會事物與環境的關懷。</p> <p>2b-II-2 感受與欣賞不同文化的特色。</p> <p><b>【藝文】</b></p> <p>1-II-6 能使用視覺元素與想像力，豐富創作主題。</p> <p><b>【科技教育及資訊教育】</b></p> <p>科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。</p>

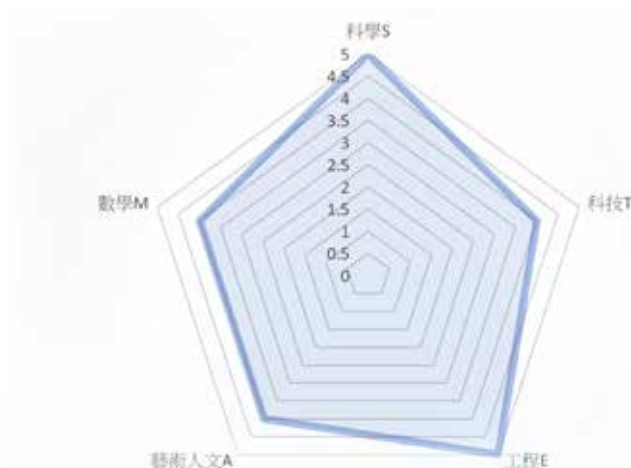


學習重點	學習內容	<p>【數學】</p> <p>N-II-9 分裝與平分。以操作活動為主。除法前置經驗。理解分裝與平分之意義與方法。引導學生在解題過程，發現問題和乘法模式的關連。</p> <p>N-III-13 角與角度（同 S-3-1）：以具體操作為主。初步認識角和角度。角度的直接比較與間接比較。認識直角。</p> <p>S-III-3 圓：「圓心」、「圓周」、「半徑」與「直徑」。能使用圓規畫指定半徑的圓。</p> <p>S-IV-1 角度：「度」（同 N-4-10）。量角器的操作。實測、估測與計算。以角的合成認識 180 度到 360 度之間的角度。「平角」、「周角」。指定角度作圖。</p> <p>【自然】</p> <p>INc-II-5 水和空氣可以傳送動力讓物體移動。</p> <p>INd-II-4 空氣流動產生風。</p> <p>INg-II-1 自然環境中有許多資源。人類生存與生活需依賴自然環境中的各種資源，但自然資源都是有限的，需要珍惜使用。</p> <p>INg-II-2 地球資源永續可結合日常生活中低碳與節水方法做起。</p> <p>INg-II-3 可利用垃圾減量、資源回收、節約能源等方法來保護環境。</p> <p>【社會】</p> <p>Ae-II-1 人類為了解決生活需求或滿足好奇心，進行科學和技術的研發，從而改變自然環境與人們的生活。</p> <p>【科技教育及資訊教育】</p> <p>科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法</p>
------	------	--

## （二）學習目標

1. 能認識人類使用風車的歷史。
2. 能了解大自然中空氣流動產生風，風具有能量。
3. 能對風能的轉換及發電有初步了解。
4. 能了解風車的基本結構。
5. 能透過畫線正確的將西卡紙平分。
6. 能利用圓規找出的圓心畫出指定直徑、半徑的圓。
7. 能利用三角板、量角器組裝適當傾斜角度的風扇。
8. 能依組裝步驟完成風車。
9. 透過小組討論與合作，找出最有效率達成組裝風車的方式。
10. 透過作品發表，分享實作心得，激發創意，探究風力發電機對社會與環境的關係。

### 三、核心領域：



本課程包含科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等跨域。科學方面，大氣中的氣壓差異和風的形成是風力發電的基礎，這同時也涉及到工程，因為風車的設計和扇葉的角度調整在轉換風能為機械動能方面至關重要，二項比重較大。而在科技方面，使用簡單的材料和工具進行手工藝技巧培養是一種技術教育，但也因工具和材料簡單，比重就較少。同時活動也涉及到數學，因為學生需要使用幾何學和測量來控制風扇的效能，而也因為要提高效能，在數學這部分也和科學和工程同等重要。至於藝術，為了解決鳥禽不慎碰撞灰色單調外觀的風力發電機這個問題，彩色設計的扇葉展現了裝置藝術的概念，使風力發電機更加吸引人的視覺藝術品，但因只在扇葉上設計圖案，比重相對較少。這些元素相互交織，共同構成了一個多層次的教育和技術項目，結合了不同領域的知識和原則。

### 四、學習任務：

學生在這個教學過程中將學習多項重要技能和能力。首先，他們將學會使用直尺來測量西卡紙的尺寸，並能夠精確地畫出對角線。其次，學生將學會如何根據西卡紙的尺寸來確定圓的直徑，並使用圓規來畫出完美的圓形。此外，他們將能夠完成扇葉的設計和彩繪，學生還將使用三角板和量角器來調整扇葉的角度，完成風車的本體設計和組裝，將所有的元件結合在一起，使風車運作起來。

### 五、課程問題：

- (一) 風車扇葉的數量不同時，風車轉動時會有什麼不同的變化？
- (二) 風車扇葉的角度不同時，風車轉動時會有什麼不同的變化？
- (三) 當改變風車的扇葉數量和扇葉角度時，我們可以得出哪些結論呢？

### 六、課程活動：

#### (一) 活動簡介

1. 風車的古往今來：從歐洲風車的豐富歷史開始，到現代風車在功能的演變，帶

領學生探索風車如何在過去到現代成為一個關鍵的能源來源。

2. 風車科學原理：向學生詳細解釋風的生成過程以及風力如何轉換為可供電力使用的能源。這一部分將透過生動的示意圖和簡單的實驗來呈現，以協助學生深入理解風能的基本原理。
3. 畫龍點睛：結合翰林版三下國語第十一課畫龍點睛，再帶入鳥類窗殺的影片後和學生討論風力發電機的鳥擊問題，及提出解決的方法。
4. 製作風車：學生就提供所需的材料，親手製作自己的風車。這個實際操作的過程將使學生更深刻地理解風車的結構和運作方式。
5. 風車舉重比賽：為增加趣味和互動我們將舉行一場風車舉重比賽，讓學生測試他們所製作的風車能否舉起最重的砝碼。這項競賽不僅鼓勵學生，還將幫助他們更好地理解風力轉化的過程。
6. 風車環保議題：在教學活動的最後，我們將與學生討論能源和環保議題，特別強調風能作為一種清潔、可再生能源的重要性。

## (二) 活動流程

### 1. 【風車的古往今來】

- (1) 介紹風車的歷史，風車是一種利用風能轉換成機械能的裝置，其歷史可以追溯到古代。
- (2) 利用你還以為風車只能用來排水與磨坊嗎？原來還傳遞著神祕暗號！\_ 商周 alive 影片介紹荷蘭的風車除了抽水、磨麥之外還有傳達訊息的功能。[https://www.youtube.com/watch?v=EQIQ3am\\_L2I&t=7s](https://www.youtube.com/watch?v=EQIQ3am_L2I&t=7s)
- (3) 介紹現代的風力發電機。

### 2. 【風車科學原理】

- (1) 風怎麼來？風車轉動需要有風，風是如何生成的。
- (2) 利用色紙剪成四個葉片，葉片的左邊或右邊略為彎摺，做成像電扇一樣。
- (3) 將剪成四個葉片中心點平放在大頭針的尖端。
- (4) 將一個透明的塑膠杯底部挖空後罩住小風車。
- (5) 手握塑膠杯，讓學生觀察小風車，小風車就會轉動起來。
- (6) 小風車會轉動是因為手掌的溫度將空氣加熱後上升而推動風車轉動。
- (7) 利用影片【生活裡的科學】20180202 - 風車超給力。<https://www.youtube.com/watch?v=BIiLNxB3gD8> 再複習一次。

### 3. 【畫龍點睛】

- (1) 利用風力發電機的鳥擊新聞事件帶入風力發電機設置除了可以產生潔淨的能源優點外，還有其他的生態問題。
- (2) 再利用翰林版三下國語第十一課畫龍點睛，課程內容有帶到寺廟內為了驅鳥，在廟的牆壁畫了龍，龍維肖維妙使鳥不敢靠近，帶入鳥類窗殺事件。
- (3) 透過影片介紹鳥類窗殺的原因及目前可改進的方法。影片：熱線追蹤 - 友善窗貼 防鳥誤撞 <https://www.youtube.com/watch?v=ZrcnI2joBks>

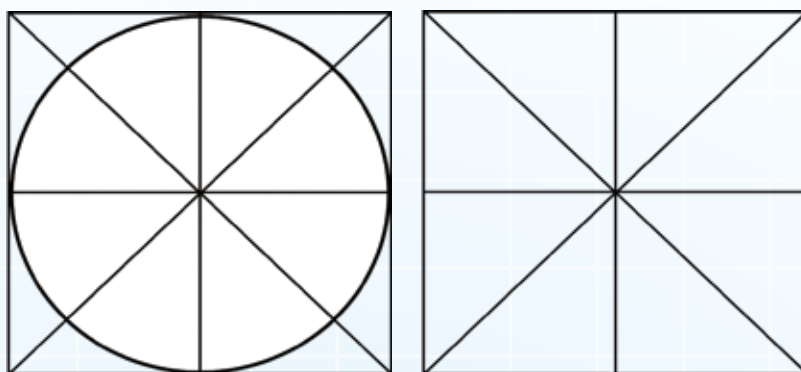


- (4) 和學生討論風力發電機的扇葉也可以利用改善鳥類窗殺的方式來做嗎？
- (5) 讓孩子設計自己風車的風扇圖案。

#### 4.【製作風車】

##### (1) 扇葉設計和製作

- a. 在課堂中，老師可以事先準備一些正方形西卡紙。每個正方形的邊長應該不同，這樣孩子們可以觀察不同大小的正方形。
- b. 將這些正方形西卡紙分發給孩子們，然後提醒他們，將正方形的對角線畫出來。你可以指導他們如何找到對角線的中點，並在中點處畫出圓心的位置。
- c. 告訴孩子們，使用正方形的邊長作為直徑，可以畫出正方形的最大內接圓。讓他們嘗試這個方法，並觀察最大內接圓的形狀。
- d. 在活動結束後，帶領孩子們討論他們的觀察結果。解釋為什麼對角線會相交於一點，以及為什麼正方形的邊長可以用來畫出最大的內接圓。這可以幫助孩子們理解圓的性質和幾何概念。
- e. 老師也可以進一步延續這個主題，讓孩子們研究其他多邊形的對角線和內接圓。這將有助於他們更深入地理解幾何學的基本原理。



提醒：對角線找圓心：對角線找圓心，在中年級的課程中還沒出現，老師可以透過實作，帶著孩子去發現正方形的對角線會相交於一點，利用正方形的邊長為直徑可以畫出這個正方形的最大的圓，也順便留下內接圓的概念。

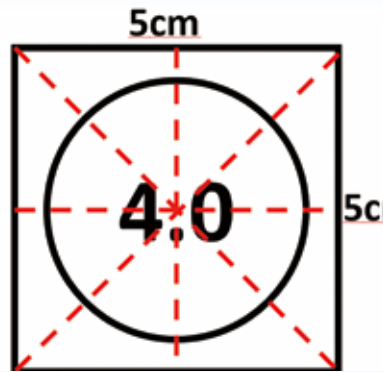
##### (2) 畫扇葉

透過鳥類窗殺的課程後讓孩子設計自己的扇葉，將設計好的圖案畫在西卡紙上。



## (3) 槳轂製作

- 利用長、寬各 5 公分的瓦楞紙片和前面扇葉一樣做平分成八等份，再用圓規半徑 2 公分畫圓。
- 將畫好的圓剪下來，這個圓就是槳轂。
- 利用熱融膠將竹籤黏上畫好的扇葉。
- 將黏好的扇葉，對邊的順序利用熱融膠黏上槳轂。
- 每組可以先做一支角度調整成是 45 度二片扇葉、一支調整成 0 度 4 片扇葉、一支調整成 45 度 4 片扇葉、一支調整成 0 度全平面的 8 片扇葉、一支調整成 45 度 8 片扇葉的風扇。
- 用椎子在槳轂圓心先鑽一個略小於竹籤的小孔。
- 將竹籤穿過小孔，只留一小段。再用快乾膠將槳轂滴滿，將竹籤黏牢固。而瓦楞紙滴過快乾膠後會硬化，風扇的部分會變得很堅固。

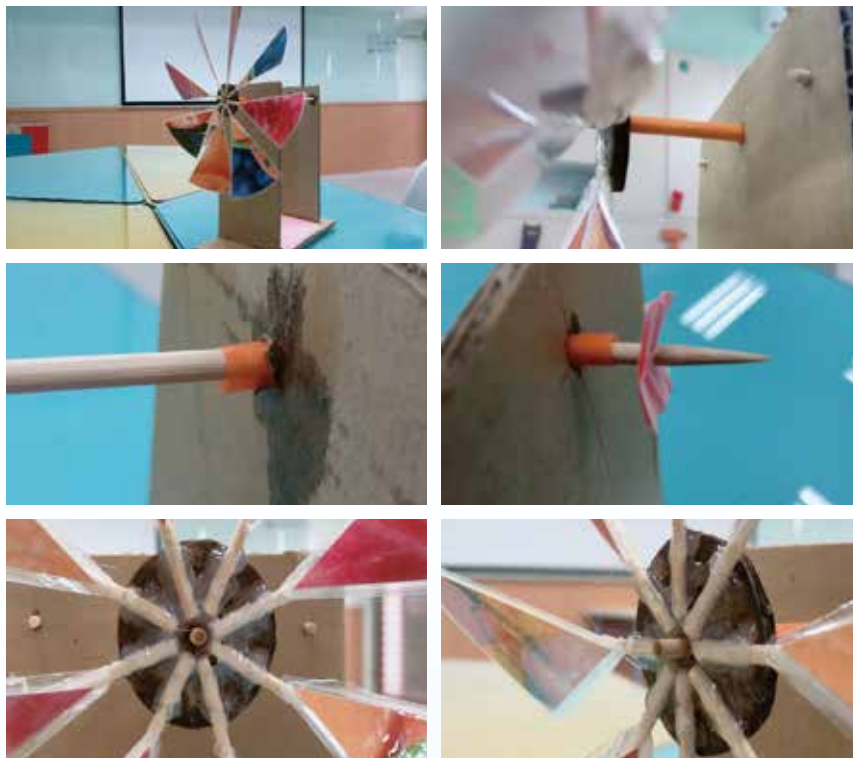


## (4) 風車本體設計

- 以荷蘭風車為範本，依據自己構想的遊戲方式來思考設計。
- 以自己設計的風車本體的裁切成零件等在下個步驟組裝。

## (5) 完成風車的組裝和測試

- 將本體的零件組裝後插上風扇，風扇軸插到本體的位置可先鑽洞再滴上快乾膠或黏上一截吸管讓竹籤轉動可以比較流暢。
- 風扇軸竹籤的後端要剪一張卡紙黏上去當限位圈，以防風扇掉落。
- 拿到電扇前，觀察風車轉動的情形，並調整一下各個零件。
- 每組先拿一台組裝完的風車本體，依序更換以上不同角度、不同葉片數量的風扇做抬彈珠的實驗並記錄結果。
- 小組依實驗結果討論哪一種配置的風扇可以抬起最多的彈珠。
- 每人依小組討論的結果調整自己的風扇。



#### (6) 舉重比賽

- 將大家的風車拿到電扇前吹動，並記錄每個人的風車可以抬起的玻璃珠數量。
- 比較哪一個人的風車可以抬起最多的玻璃珠。
- 和學生討論哪一種扇葉的角度可以抬起最多的玻璃珠。

#### (7) 風車環保議題

- 請各組學生利用平板找和風力發電機有關新聞案例。
- 請各組學生討論歸納風力發電機的優缺點有哪些？
- 請各組學生可以扮演不同角色（政府官員、居民、工程人員）討論可以解決缺點的方法。

例如：離岸風電與觀光、漁業之競合 以美國 Block 島風場為例

<https://www.re.org.tw/knowledge/more.aspx?cid=201&id=2976>

- 請各組發表以自己組別扮演的角色所提出的問題及可以解決的方法。

### 七、課程評量：

- 小組討論與合作：透過合作與討論，共同解決組裝操作所遇問題。
- 自評與同儕回饋：活動前中後之自我省思與同儕對其作品之分享。
- 形成與總結評量：活動中之操作技能觀察與完成實品之操作測試。
- 發表與批判思維：熱衷參與課堂活動，並能針對問題思考與表達及提出可能的解決方法。

說明：可配合附件一自評表進行評量。



# 新北市○○國民小學 御風飛翔 - 小組自評表與設計圖

自評組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

自評項目：

編號	評分標準	完全達到	大部分達到	半數達到	少部分達到	未達到
1	能認識人類使用風車的歷史。					
2	能了解大自然中空氣流動產生風，風具有能量。					
3	能對風能的轉換及發電有初步了解。					
4	能了解風車的基本結構。					
5	能透過畫線正確的將西卡紙平分。					
6	能利用圓規找出的圓心畫出指定直徑、半徑的圓。					
7	能利用三角板、量角器組裝適當傾斜角度的風扇。					
8	能依組裝步驟完成風車。					
9	透過小組討論與合作，找出最有效率達成組裝風車的方式。					
10	透過作品發表，分享實作心得，激發創意，探究風力發電機對社會與環境的關係。					
11	我的風扇彩繪設計 名稱：( ) 我畫的主題：( ) 設計圖：紙張不足可增列					

## 八、課程省思

### （一）課程內容分析：

1. 本課程加入了扇葉彩繪的項目，在科任或級任課程時間緊湊顯得很倉促。
2. 本次扇葉形狀只是做單純的扇形操作上雖較容易，但學生的作品在外形上比較單調。
3. 加入鳥擊課程活動，學生對生態保育有更深刻的感受，激勵他們在未來採取措施，幫助我們的翅膀朋友在世界上繼續自由飛翔。這在後來班級窗戶有五色鳥鳥擊事件發生時，全班皆很積極的協助受傷的五色鳥。
4. 最初並未預料到，有著色的扇葉風車轉動後因視覺暫留效應而產生圖案和顏色的變化。這樣的設計使風力發電機變得更具視覺吸引力，學生看到有著色的扇葉在轉動時改變了顏色和圖案而充滿了驚奇，同時也有助於減少鳥禽的不慎碰撞。
5. 本次課程只有製作水平軸的風車，種類太單調。

### （二）工具材料：

1. 使用快乾時會因為高揮發、強刺激的特性容易造成同室內人員的不適。
2. 快乾因為容易乾掉，會造成已經開的快乾會凝固。
3. 在剪竹籤時，雖然有提供防護容器給學生使用，但是不同學生因為施力的姿勢不同的關係，導致防護的成效打折。
4. 工具操作雖有經過老師講解示範，但學生在使用時仍會有差異。

## 九、課程實施建議

### （一）課程內容

1. 可以把課程拆開、在扇葉部分和美勞老師合作，由美勞老師帶孩子設計扇葉並可以擴充對風車本體做設計。
2. 扇葉可以帶進對稱圖形的概念，讓孩子自己可以設計扇葉的形狀，不一定要畫成扇形。
3. 彩繪的扇葉轉動時會因為視覺暫留的關係而混色形成新的色彩和花樣，可以將色彩變化的元素放在學生觀察風車的項目中。
4. 建立學生學習單，讓學生可以更深的思考和記憶。
5. 風車課程有介紹不同的型式風車，學生在製作風車時可以開放學生製作不同型式的風車，增加互相比較的機會。

### （二）工具材料

1. 快乾揮發性強，要在通風處使用，未用完的快乾會乾掉，建議統一集中在開放處輪流使用。
2. 學生自備護目鏡：鼓勵學生自備護目鏡，以確保他們在剪竹籤時保持安全。這

可以有效地減少潛在的危險。

3. 製作教學影片：製作一個有關剪竹籤安全的教學影片，讓學生了解應該如何安全地進行這項活動。這可以提供重要的指導和建議，確保每個人都知道如何防止竹籤飛出。
4. 設立剪竹籤專區：在進行竹籤剪裁活動的地方設立專門的區域，以減少竹籤飛出的可能性。這個專區可以有特殊的安全設施，例如防護罩，以確保安全。
5. 透過這些措施，可以有效降低在剪竹籤時可能產生的危險，確保活動的安全性，同時讓學生繼續享受這個有趣的活動。
6. 要隨時提醒學生工具的操作注意事項。

## 十、課程材料

工具	材料
美工刀（大：切瓦楞紙箱等厚紙、小：切薄紙）、剪刀、鐵尺、圓規、鉛筆、橡皮擦、油性簽字筆、削鉛筆機、護目鏡（學生要自備）、工作手套（學生要自備或統一購買，建議好市多）、切割墊（工作台必備的裝備）、電扇、無線熱融膠槍	銅板卡紙（做扇葉用），如果要護貝，可以用圖畫紙。 也可以使用現成不同顏色的廣告紙、月曆紙等色彩豐富的材料。 瓦楞紙、竹籤、熱融膠條、橡皮筋、快乾膠透明膠膠杯、色紙、大頭針

## 十一、參考資料

- （一）周鑑恆 專業風車系列教具 科學教育月刊 第 434 期 中華民國 109 年 11 月
- （二）周鑑恆 風車與帆船的原理探討與科學教育 物理教育學刊 2020, 第二十一卷第二期, 23-42
- （三）丁宗蘇、林穆明／國立臺灣大學森林環境暨資源學系。海洋鳥類的生活，在離岸風機建置後是什麼風景？ 利學月刊 456 期 2019-12-19。 <https://www.scimonth.com.tw/archives/2444> 2023-09-09
- （四）林小真、黃建文 國小低年級科技教學活動－以風車製作為例 A Study on Primary Technology Teaching Activity — Making A Windmill。 <https://www.nhu.edu.tw/~society/e-j/64/64-31.htm>。 2023-09-09
- （五）台灣中小型風力機發展協會。 <http://www.small-wind.org.tw> 2023-10-19
- （六）【生活裡的科學】20180202 - 風車超給力。 <https://www.youtube.com/watch?v=BlIL-NxB3gD8>。 2023/10/21
- （七）風車（動力機）。維基百科。 [https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E8%B%B%8A\\_\(%E5%8B%95%E5%8A%9B%E6%A9%9F\)](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E8%B%B%8A_(%E5%8B%95%E5%8A%9B%E6%A9%9F))。 2023-10-24
- （八）目擊候鳥遭風機擊落 鳥會：在錯的位置留空間不能稱為鳥類廊道。自由時報。 <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/3403297>。 2023/10/25



(九)\*\* 各版本相關單元 \*\*

1. 翰林版生活課程二上第二單元和風做朋友
2. 翰林版自然與生活科技三上第三單元和風與空氣
3. 翰林版自然與生活科技四下第四單元能源與電路
4. 翰林版自然與生活科技六下第三單元生物、環境與自然資源
5. 翰林版三下國語第十一課 畫龍點睛
6. 康軒版生活課程一上第四主題風兒吹過來
7. 康軒版自然與生活科技三上主題三奇妙的空氣
8. 康軒版自然與生活科技四下第四單元自然資源與利用
9. 康軒版自然與生活科技六下第三單元生物與環境多元文化
10. 南一版三上第二單元空氣和水
11. 南一版六下第三單元珍愛家園

麥塊 (Minecraft)  
炫靚搖曳光劍設計

新北市立桃子腳國民中小學教師 曹崇禮



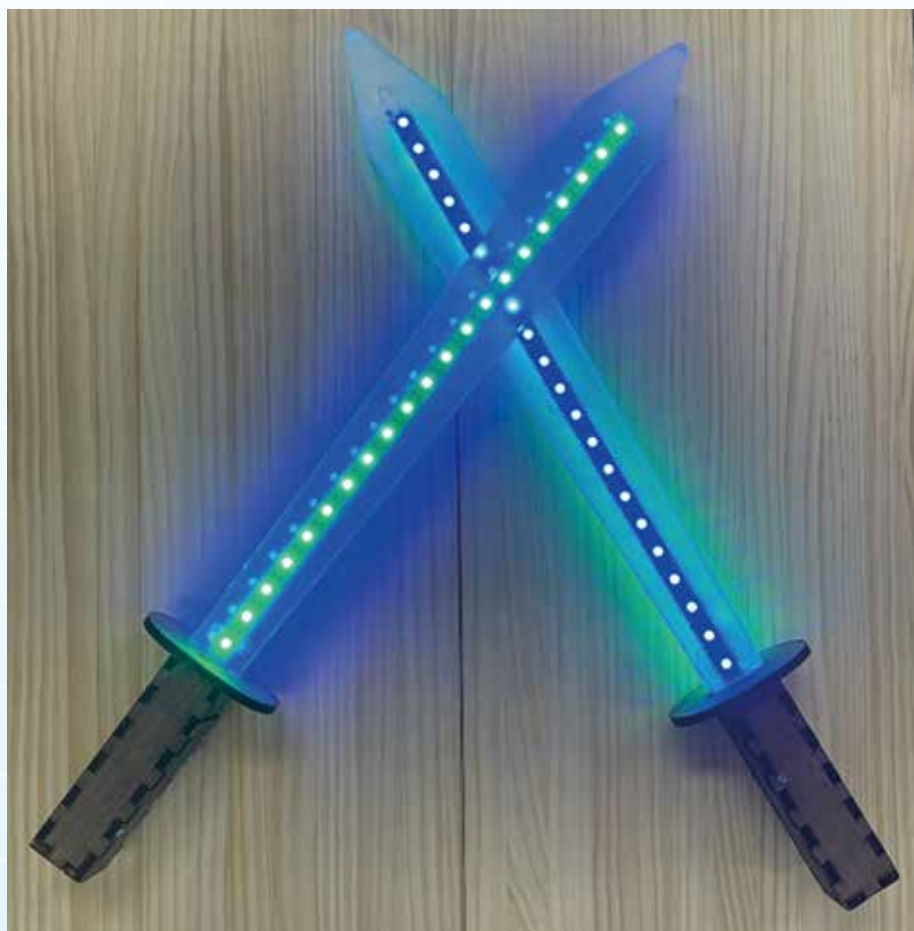
影音鏈接

## 摘要

作為 STEAM 教育的教師，主要目標是教導學生如何運用設計思維來解決實際問題，提高他們的生活科技素養。這個課程強調「做、用、想」的核心概念，培養學生的實際操作、科技應用和設計思考能力。透過實際實作、使用科技產品以及批判性思考，學生整合知識和技能，解決科技和生活上的問題，培養積極應對科技挑戰並發揮創造力的態度。

課例以台灣 LED 光電產品的應用為例，激發學生興趣，例如設計超級英雄光劍。這個 STEAM 課例包括理解電子電路原理、實際構建和焊接電路的技能，以及創造不同形狀和機電組件的組合。透過光劍製作，學生不僅學到了電路原理，還實際應用這些知識來設計和建造光劍，同時學習焊接技巧，並將電子電路知識應用到其他科技領域。

這種 STEAM 課程有助於學生培養系統性思考、創造力和科技操作技能，以應對未來的科技挑戰。



## 一、設計理念

作為 STEAM 教育的教師，我們的核心是教導學生如何運用設計思維來解決實際問題，並提高他們的生活科技素養。我們鼓勵學生發現日常需求，設計實用作品，並不斷改進，以培養學生系統性思考和創造力，同時提升科技操作和批判性思考能力。

STEAM 教育的學習目標包括知識、態度、操作技能和實作能力。通過實踐，學生能夠整合知識和技能，解決各種日常生活中的問題。我們強調跨學科知識整合，有效溝通和協作，以促進學生的創意思維，幫助他們更好地應對科技挑戰。

本課例關注三個重點：理解基本的電子電路原理、掌握實際構建和焊接電路的技能、創造不同形狀和機電組件的組合。透過光劍製作，讓學生學習電路原理知識，實際應用這些知識來設計和建造光劍；這個課程也教導焊接技巧，並讓學生將學到的電子電路知識應用到其他科技領域，如使用 SCRATCH、MICROBIT、Arduino、樹莓派等工具和平台進行機電整合。

(一) 本課例的設計理念有二：

1. 以「做、用、想」為核心概念，培養學生實際操作、科技應用和設計思考的能力。透過實作、使用科技產品以及批判性思考，幫助學生整合知識和技能，解決科技和生活上的問題，培養積極應對科技挑戰並發揮創造力的態度。
2. 在中小學科技課程中應用台灣 LED 光電產品以激發學生的興趣。學生喜歡漫威電影，並崇拜電影中的超級英雄，透過設計類似超級英雄光劍的專案，讓學生在實際操作過程中發揮更多想像力。

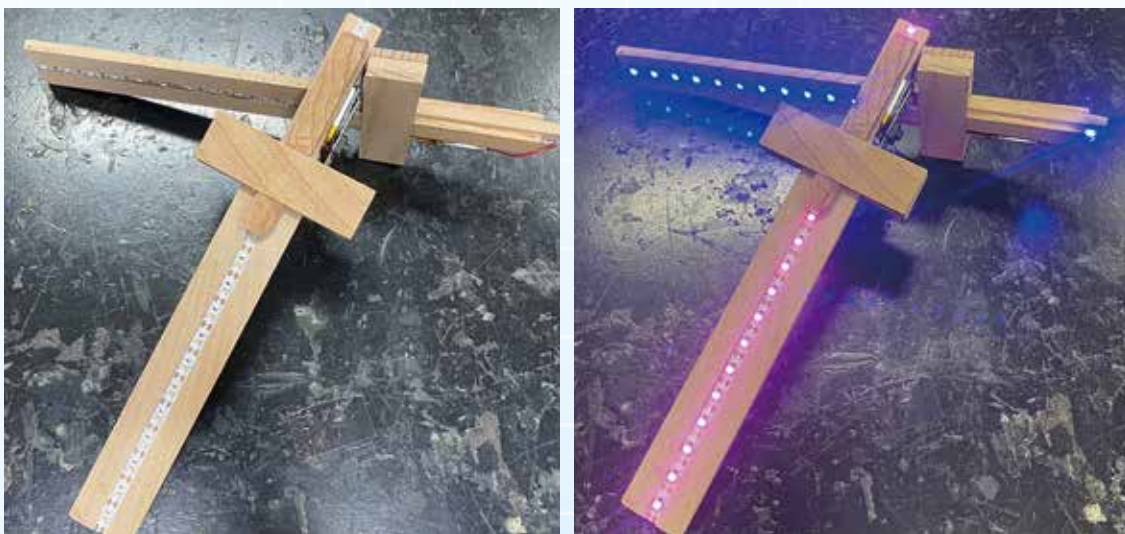


圖 1. Minecraft 光建完成造型設計

## 二、課程目標

(一) 領域核心素養與學習重點

課程目標在於確保學習重點與核心素養之間相互配合，透過學習重點的實踐來實現領域的核心素養，同時引導跨學科 / 跨科目的課程設計，提高課程發展的嚴謹性。



總綱  
核心  
素養

科 -J-B3 了解美感應用於科技的特質，並進行科技創作與分享。  
科 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。

## (二) 學習目標

1. 學生具備基本焊接電子元件的技能。
2. 學生能夠自行排解光劍上與電子元件相關的問題。
3. 學生能夠正確使用電子式多用途電表（如圖 2）和妥善保養電烙鐵。



圖 2. 電子式多用途電表

4. 學生能夠根據圖示或簡單繪製的電路圖，成功接通電路。
5. 學生認識到電路應用對生活的重要性。
6. 學生在組裝過程中，培養專注完成任務和面對挫折的能力。
7. 完成組裝後，學生能夠欣賞和讚美他人的作品。
8. 學生能夠在設計作品中融入美感的觀念。

## 三、核心領域

這個課程著重在機構結構，通過觀察摩擦力對運動的影響，學習電子元件的應用以控制馬達；並運用數學概念理解連桿模擬軌跡的運作，鼓勵學生透過實際操作解決問題，透過跨學科的知識整合，培養學生綜合問題解決能力，建立積極的學習態度，並鼓勵合作學習。

S：學習科學理論和電子控制的基本概念。

T：協助學生具有設計跨學科教學計劃，提升他們的實作技能。

E：學生經過多次焊接練習，以使在實作過程中，能夠在安全考慮下完成。

A：推崇跨學科融入視覺藝術教學策略。

M：學習 LED 焊接、間距計算、亮度規劃和孔位計算等實務技能。

透過以上方法，我們能夠更全面地培養學生的科技知識和技能，並促進他們在不同學科之間建立連結。

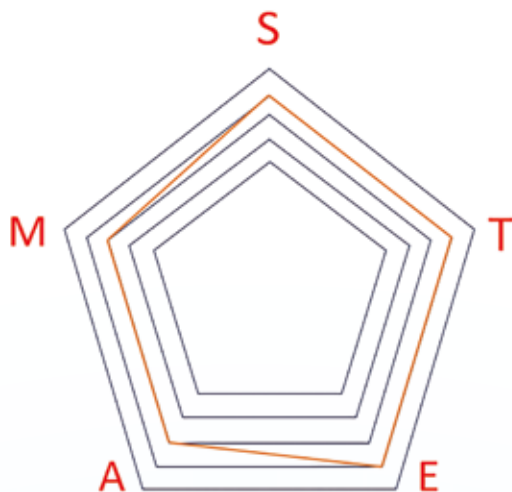


圖 3. STEAM 雷達圖

學會基本的電子電路原理，熟練製造和焊接電路，並創造多樣的機電組件組合。透過製作光劍，學生將學習電路原理，並實際運用這些知識來設計和建造光劍。此外，課程將教授焊接技巧，並鼓勵學生將所學的電子電路知識應用到其他科技領域。

## 四、學習任務

本課例引導學生動手實作屬於自己麥塊 (Minecraft) 炫酷搖曳光劍，在製作光劍過程中，學習從電子電路原理了解到焊接技能，LED 發光理論到電壓電阻的知識。

## 五、課程問題

(一) 將松木板更換成其他材質是否也能製作出相似的光劍？

說明：可以將松木板更換成其他適合的材料，如塑料、金屬或有機玻璃，以製作類似光劍。材料的選擇將影響外觀、重量和耐用性。

(二) 光劍的木架機構和結構，哪些部分可以拆卸和重新組裝？

說明：光劍的木架機構通常包括手柄、刀刃部分和內部支撐結構。這些部分通常可以拆卸並重新組裝，以進行維修或更換零件。

(三) 常用於 LED 燈珠或燈條的哪些種類？

說明：常見的 LED 燈珠或燈條種類包括單色 LED、RGBLED（可顯示多種顏色）、高亮度 LED、WS2812B（可控制多種顏色和效果）等。

(四) 有哪些不同的電子元件焊接方式？

說明：電子元件的焊接方式包括表面點焊（SMD 焊接）和通孔焊接。SMD 焊接是將元件焊接到印刷電路板的表面，而通孔焊接是將元件插入通孔並在底部焊接。

(五) 如何將電子元件與木作結合在一起？

說明：將電子元件與木作結合通常涉及將元件固定在木作上，可以使用螺絲、夾子、支架或粘合劑，視情況而定。

(六) 如何計劃、設計並估算整個「光劍設計」所需的材料和長度？

說明：規劃光劍設計需要仔細測量和計算所需的材料和長度。這包括手柄、刀刃、電子元件和線路。根據設計的尺寸和材料選擇，可以估算所需的材料和長度，然後購買相應的材料。

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

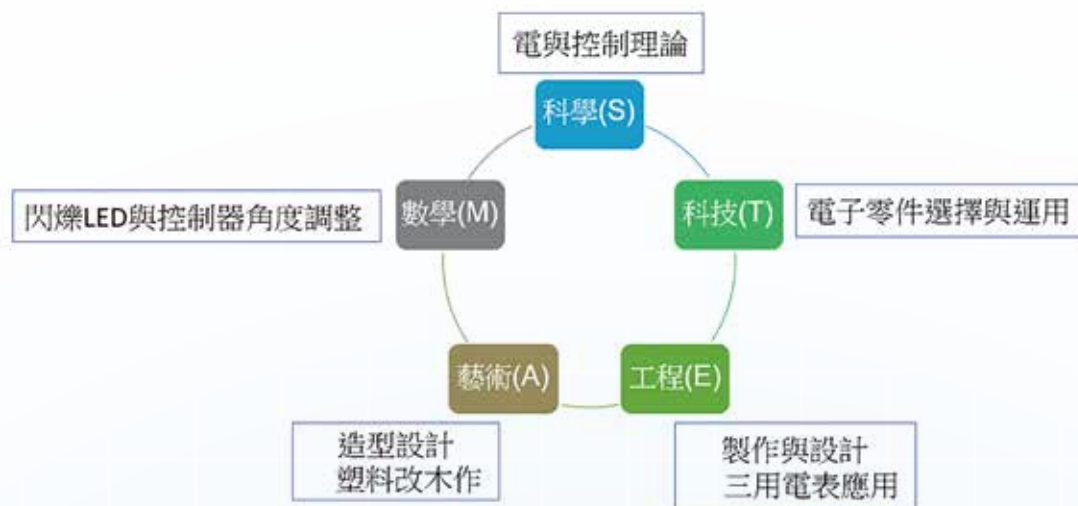


圖 2 光劍 STEAM 實作說明

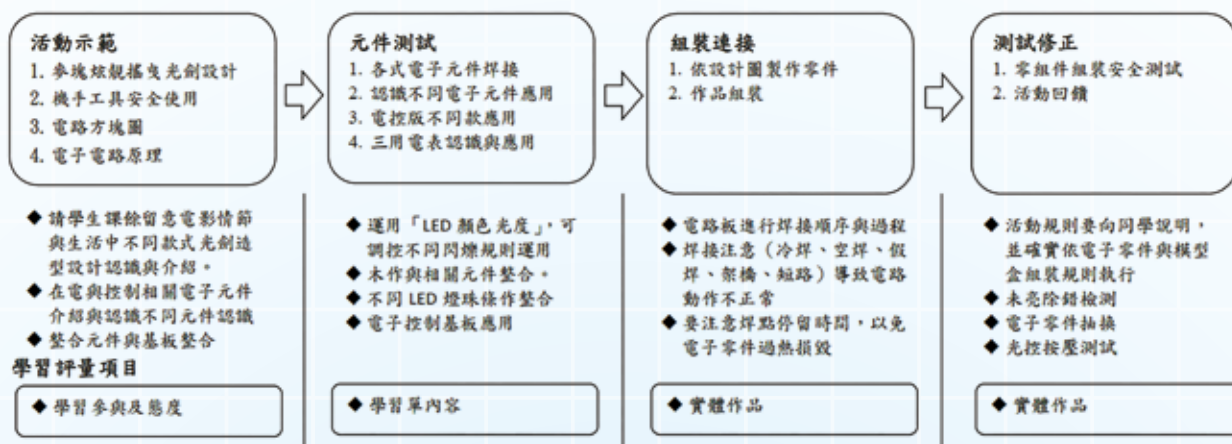


圖 3 光劍流程表

### (二) 活動流程

麥塊 (Minecraft) 炫靚搖曳光劍實作介紹	
操作流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>透過實體物件的展示、操作和網路相關的影片引起學生的學習興趣。 透過展示實際的物件，學生可以看到、觸摸和操作，從而更深入地理解主題。此外，網路上的相關影片和多媒體資源可以豐富學習體驗，吸引學生的視覺和聽覺感官，使他們更容易投入學習過程。</li> <li>透過網路相關資源影片，讓學生對光劍使用的元件有清楚的認識。 透過精選的影片，學生可以獲得對光劍元件的詳細認識，並且可以在自己的節奏下學習。</li> </ol>



操作 流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 透過實體物件的展示、操作和網路相關的影片引起學生的學習興趣。 透過展示實際的物件，學生可以看到、觸摸和操作，從而更深入地理解主題。此外，網絡上的相關影片和多媒體資源可以豐富學習體驗，吸引學生的視覺和聽覺感官，使他們更容易投入學習過程。</li> <li>2. 透過網路相關資源影片，讓學生對光劍使用的元件有清楚的認識。 透過精選的影片，學生可以獲得對光劍元件的詳細認識，並且可以在自己的節奏下學習。</li> <li>3. 引導學生觀察影片中製作方式，請學生思考在製作的過程中可能會遇到何種問題。 通過觀察影片中的製作過程，學生可以開始思考可能出現的困難或挑戰，這有助於他們預先準備和制定解決方案的計劃。</li> <li>4. 請學生構思如何利用工具解決問題。 當學生面臨問題時，鼓勵他們思考如何運用工具和資源解決它們。這不僅鼓勵學生主動參與學習，還培養了他們的問題解決技能。</li> <li>5. 介紹重要的網路資源，讓學生利用網路蒐集所訂主題之相關資源。 網絡是一個無可比擬的知識庫，引導學生使用網絡工具，如搜索引擎、數位圖書館和學術網站，以蒐集更多主題相關的資源，這有助於他們深入研究並擴展知識。</li> <li>6. 認識電阻及辨識電阻值 在電子學中，了解電阻的基本概念是非常重要的。學生應該學會辨識不同種類的電阻元件，以及如何讀取電阻值。這些知識對於設計和修理電路至關重要，並有助於學生更深入地理解電子元件的作用。</li> </ol>
----------	--

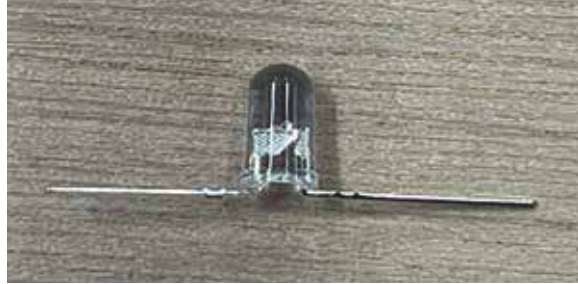
認識 LED 二極體	
操作 流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 認識 LED 發光二極體與帶狀式發光二極體 LED（發光二極管）是一種半導體電子元件，它能夠直接轉化電能為光能，具有高效能、節能和長壽命等優點，相對於傳統光源需要將電能轉化為熱，再轉化為光的過程。</li> <li>2. 利用三用電錶量測 LED 發光二極體 要利用三用電錶測量 LED 發光二極體，首先需要將電錶設置為直流電流（DC）測量模式，因為 LED 是一種直流電流設備。然後，將電錶的紅色測試探針連接到 LED 的正極，並將黑色測試探針連接到 LED 的負極。電錶將顯示 LED 的正常工作電壓，通常在 2V 至 3V 之間，具體取決於 LED 的類型。此外，電錶還可以測量 LED 的電流，這有助於確保正確的操作條件。</li> <li>3. LED 發光二極體電路介紹 一個典型的 LED 電路還包括一個限流電阻，以確保 LED 不受過大的電流損害。限流電阻的值取決於供應電壓和 LED 的規格。LED 電路也可以包括開關，以控制 LED 的開關狀態。</li> <li>4. LED 發光二極體條（國小組） 瞭解 LED 燈條的種類和節能相關知識。LED 燈條是一種新型的 LED 照明產品，它將 LED 元件組裝在柔性印刷電路（FPC）或印刷電路板（PCB）的帶狀底座上，因此得名為“燈條”。這些燈條主要使用各種 LED 光源，包括 3528、5050、2835、3014、2216、5630、5730、2110、和 4040 等不同型號的 LED 光源。 <a href="https://www.derunledlights.com/zh/16-things-you-need-to-know-about-led-strip-lights/">https://www.derunledlights.com/zh/16-things-you-need-to-know-about-led-strip-lights/</a></li> </ol>
操作 流程	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. LED3V~12V 常用的範圍 LED 的工作電壓範圍，LED 的電壓需求取決於其顏色和型號。一般而言，LED 的工作電壓在 3V 到 12V 之間，但有些 LED 可能需要更低或更高的電壓。為確保 LED 的正常運作，您應參考 LED 的規格表或生產商提供的資訊，以確定所需的供電電壓。</li> </ol>

## LED 燈珠 / 燈條的銲接

操作  
流程

1. 認識不同種類的 LED 燈條和燈珠，並進行 DIY 製作和銲接，培養解決日常家用電器銲接問題的能力。
2. 在操作電子元件基板和銲接過程中，學習基本電學知識和應用。
3. 解釋如何銲接 LED 燈條，以及在接點處使用絕緣膠帶進行絕緣。
4. LED 銲接與對接方式：

(1) LED 折腳：首先將 LED 的二隻腳左右拉平



(2) 再用尖嘴鉗將拉平左右腳向下折彎 90 度



(3) 組合 LED: 將一顆 LED 的折左右彎 90 度腳勾在另一顆 LED 上



(4) 測試銲接完成的 LED 燈條是否能正常運作。



## 操作流程



### 接電測試

將 LED 燈和電阻連接：將 LED 燈和電阻焊接在一起，注意電阻要放在 LED 的正極上。

將輸出端和電源連接：將輸出端焊接到 LED 燈的負極上，並將電源（例如電池盒）的正極連接到電阻上

進行測試：在確認所有零件連接正確後，進行測試。如果 LED 燈發亮，表示零件組裝成功。

## 電烙鐵使用及保養方式

## 操作流程

1. 利用影片瞭解使用及保養方式

2. 電烙鐵實作練習

首先，使用鉅錫來固定元件，然後再修飾焊點。鉅錫固定非常簡單，只需將已經預熱的焊槍（請注意，焊槍溫度超過三百度，請不要用手觸摸）與鉅錫絲同時放在您要焊接的位置，以確保鉅錫充分融化。

焊接是製作過程中最基本的技能之一，因為元件必須通過焊接才能建立可靠的電氣連接，並得到支撐和固定。

3. 練習焊接

4. 電烙鐵頭使用後養護

## 注意事項

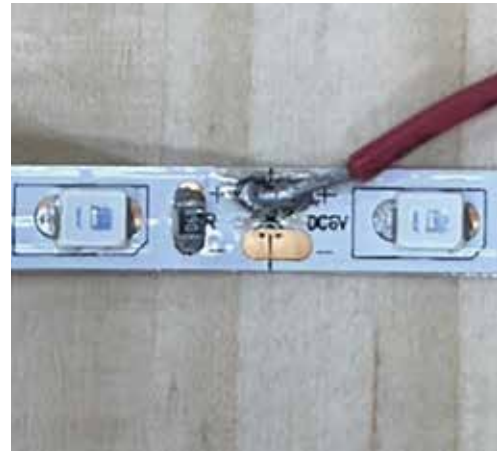
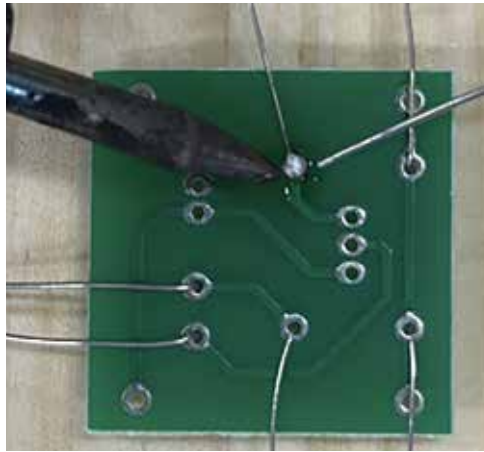
學會如何有效使用電烙鐵進行焊接是電子製作的基本技能之一，因此要特別重視這方面的學習。



假如焊接不成功，可以用吸錫泵把錫吸走。如焊錫已氧化，可加入一些新鮮的焊錫，焊錫便會回復光澤，容易吸走。請注意不要長時間加熱，否則會燒壞零件。



注意  
事項

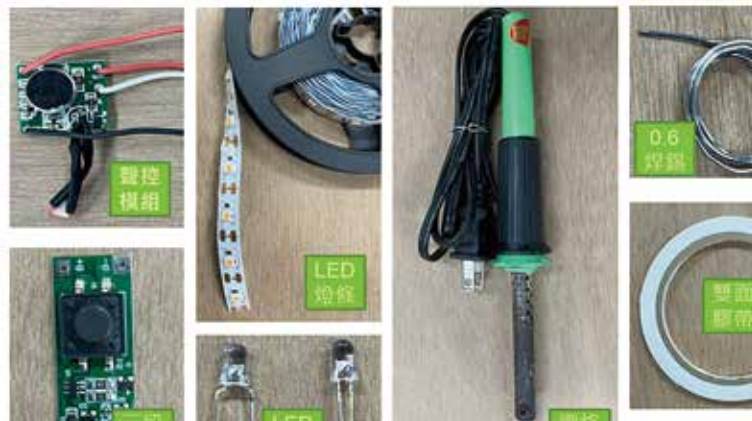


### 光劍製作

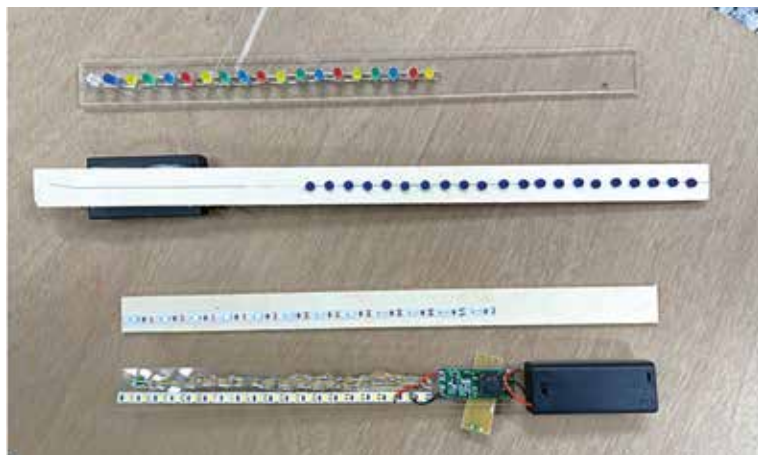
#### 1. 實作 -- 引導學生辨識元件並完成作品。

實作是教育中一個極具價值的教學方法，尤其是當涉及到電子元件和電路製作時。這種實作活動可以引導學生辨識各種電子元件，理解它們的功能，並透過實際操作完成一個具體的作品。這種體驗有助於學生將理論知識轉化為實際技能。

操作  
流程



材料規格



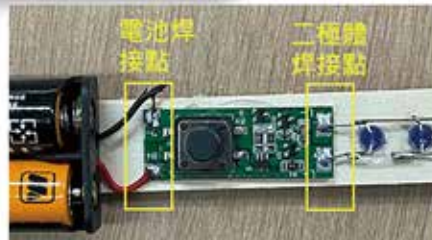
完成品

## 2. (免) 焊接與組裝

免焊接與組裝是一種非常便捷的方式，特別適合學生或初學者，因為它消除了焊接的需求，並使元件之間的連接更容易。這通常涉及使用連接線、插頭、夾子等方法，將元件連接在一起，以構建電路或作品。這樣的方法使學生更容易理解電路的連接方式，並減少了意外接觸熱的風險。



焊接呈現



電子模塊焊接

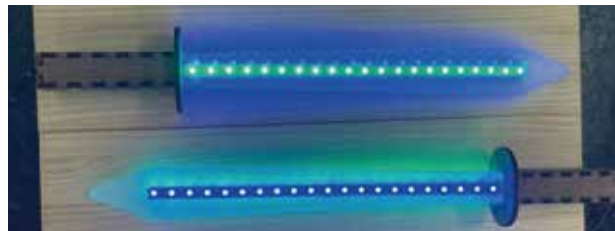
## 3. 光劍組裝

- (1) 將零件裝入光劍：將 LED 燈和其他零件放入光劍的管狀外殼中。可以使用熱熔膠或其他固定方法將零件固定在外殼內部。
- (2) 裝上電池盒：將電池盒放入光劍的手柄部分，將電池盒與其他零件連接起來。
- (3) 測試光劍：將電池盒裝上電池，打開開關，測試光劍是否發亮。如果發亮，則組裝完成。

## 4. 作品觀摩：上台報告。

學生可以互相觀摩對方的作品，這有助於他們更深入地了解不同方式組裝電路的方法。同時，觀摩也有助於學生發現在製作過程中可能遇到的困難或錯誤。這種分享和反思的機會對於學習非常重要，因為它鼓勵學生互相學習和分享解決問題的方法。

最後，要求學生上台報告他們在解決問題時所採取的方式是一個很好的實踐。這鼓勵學生分享他們的經驗，這對於整個教室的學習過程非常有益。透過這種方式，學生不僅學習如何解決問題，還學會了如何有效地溝通和分享知識，這些技能在日後的學習和職業中都非常重要。



焊接呈現

## 七、課程評量

### (一) 評量項目

本課例的評量特別關注學生在木作和電子元件焊接過程中的整合能力，有一些重要的評量項目可以考慮：

1. 立體設計圖：學生能否自行繪製能夠清晰且正確傳達他們的設計理念的立體設計圖？

這反映了他們的設計能力和視覺表達能力。

2. 光劍的設計理念：學生是否了解光劍的設計和發展過程，以及光劍在科幻文化中的背景知識？

這顯示了他們對主題的理解和掌握。

3. 木材加工能力：學生是否能夠運用相關工具，如線鋸機、鑽床、手線鋸等，進行木材的加工處理？

這評量了他們的實際技術技能。

4. 電子元件焊接技巧：學生是否能夠運用電烙鐵進行電子元件的焊接處理？這展示了他們在電子元件處理方面的技能和細緻性。

5. 合作和問題解決：學生是否能夠與小組成員合作學習電路原理，進行問題解決和故障排除？

這突顯了他們的團隊合作和解決實際問題的能力。

這些評量項目將幫助確保學生在學習中，不僅獲得知識和技能，還培養了更廣泛的能力，如設計思考、問題解決和團隊合作。這樣的評量有助於瞭解學生在實際應用中如何整合多個學科領域，並在面對真實挑戰時發揮他們的創造力和專業知識。

### (二) 素養導向教學評量 \_ 實作的評量

A	B	C	D	E
能精確地使用壓克力條或木板條繪製引孔位置，確保與規畫圖一致，並符合尺寸要求。	正確使用線鋸機將壓克力板與木板切削出適當把手，且與規畫圖吻合，尺寸規格大致相符。	部分使用線鋸機不順暢，把手邊與規畫圖有些許落差，且切削邊緣不平整，尺寸規格大略相符，不影響焊接組裝。	僅部分使用線鋸機不順暢，把手邊與規畫圖有明顯落差，且切削邊緣不平整，尺寸規格不相符，已影響組裝。	未達
能精確正確使用鑽床鑽孔，位置與規畫圖相符。	正確使用鑽床鑽孔，位置與規畫圖大致相符。	部分正確使用鑽床鑽孔，位置與規畫圖有偏差或孔徑稍大，但不影響焊接組裝。	僅部分鑽床鑽孔位置與規畫圖明顯偏差或孔徑過大，影響焊接組裝。	未達
能精確焊接組裝、焊錫點完整與電線正負級接線位置正確零件，且亮燈順暢。	正確焊接組裝與焊接點將電子元件固定，且亮燈順暢。	部分各零件能組裝，運轉稍有不順，但不影響功能。	僅部分各零件雖能組裝，但影響 LED 亮燈狀況，或影響功能。	未達



能精確使用電焊烙(槍)將電線焊接在 LED 模組的正、負極位置上，且穩固不脫落。	正確使用電焊烙(槍)將電線焊接在 LED 模組的正、負極位置上，且穩固不脫落。	部分使用焊槍將電線焊接在 LED 模組的正、負極位置上時，焊錫過多或焊槍停留過久導致電路板焦熔，但能正常通電運轉。或焊點較輕，拉扯有脫落風險。	僅部分錯誤焊接電線，焊錫過多或焊槍停留過久導致電路板焦熔，且造成 LED 模組無法正常通電運轉，或焊點太輕，電線脫落。	未達
能精確運轉時 LED 模組能正常且持續發光	運轉時 LED 模組能正常且持續發光。	部分運轉時 LED 模組能正常且持續發光。	分件表面及邊角未砂磨平滑	未達
能精確可以不同變化例如：燈條與燈珠整合設計等	大部分電子元件針腳及邊角剪砂磨平滑不割手，有去除大部分多餘腳位針。	部分分件表面及邊角未砂磨平滑		未達
能精確將電子元件與壓克力板或木板製作完整				未達

## 八、課程省思

當涉及到 STEAM 教育，結合各學科以培養學生解決問題和整合跨學科知識的能力時，課程實踐的反思如下：

- (一) 光劍教材的運用：我們將光劍教材視為靈感，並進行謹慎的內容評估和優化。我們確保在有限的時間內，學生能夠瞭解和掌握關鍵概念和技能。
- (二) 個性化教學的調整：教師需要根據自己的教學風格和學生需求進行調整。我們採用精心策劃和結構化的實作教學方法，以引導學生進行跨學科思考和實際應用，確保他們能夠在學習過程中實現個性化教學。
- (三) 實踐中的問題解決：在 STEAM 和科技領域，特別是涉及到「電力與控制」的設計和製作時，我們必須透過實際實踐來具體化課程內容。我們結合日常生活應用案例，以幫助學生建立認知連結。在學生進行實際操作之前，我們提供一些實用性的練習，確保他們具備必要的基礎知識和技能。

## 九、課程實施建議

當我們深入思考如何改進這個 STEAM 教育課例時，以下是一些更詳細的建議，以提高教學的質量和學生的學習體驗：

- (一) 安全性和材料管理：
  1. 學生安全是絕對至關重要的。在課程開始之前，應提供詳細的安全培訓，確保學生了解所有工具和設備的正確使用方法，特別是焊接設備的安全操作。
  2. 建立明確的安全程序和應對意外事件的計畫，並向學生介紹這些程序。

3. 考慮學生的年齡和技能水平，以確保課程設計符合他們的需求和能力。
4. 關於材料的取得性和成本，提供學生不同資源和選擇，以適應各種預算和實際情況。

(二) 教學方法和難易度平衡：

1. 教師應在課程設計中充分考慮學生的多樣性。使用多元化的教學方法，例如視覺、聽覺和實踐，以滿足不同學習風格的需求。
2. 提供不同難度級別的任务，以讓學生自行選擇或根據他們的進度調整難度。
3. 強調實用性和日常生活的應用性，以使學生更容易理解和應用 STEAM 概念。

(三) 時間管理和激發創意：

1. 制定詳細的課程計劃，以確保每個步驟都有足夠的時間進行。同時，為彈性時間留出空間，以處理預期之外的問題或提出的創意想法。
2. 鼓勵學生參與自主學習，進一步發展他們的創造性思維，並提供支持和資源來實現他們的創意設計。

(四) 整合考慮和實作流程：

1. 在課程中引入多個評估點，以確保學生的進步和理解，並提供有益的反饋，以指導他們的學習。
2. 建立學生與教師之間的開放溝通渠道，讓學生可以隨時提出問題、分享想法，並獲得支持。
3. 鼓勵學生將課堂學習與實際生活情境相關聯，以建立他們的認知連接，使學習更有意義。

這些建議可以提供更多細節，以確保 STEAM 教育課程的成功實施，同時幫助學生在整個學習過程中更好地參與和發展技能。

## 十、課程材料

- (一) 松木板條 35\*3\*1CM 一支
- (二) 松木板條 20\*3\*1CM 一支
- (三) 發光二極體 \*30 顆或 LED 燈條 70\*0.5CM 一條
- (四) 電烙鐵 40W 一支
- (五) 焊錫條 一捲
- (六) 電控版 一片
- (七) 電池盒雙顆 \*1 或 18650 電池盒 \*1
- (八) 3 號電池 \*2 或 18650 電池 \*1
- (九) 雙面膠 \*1

# 麥塊 (Minecraft) 炫酷搖曳光劍設計

## 十一、參考資料

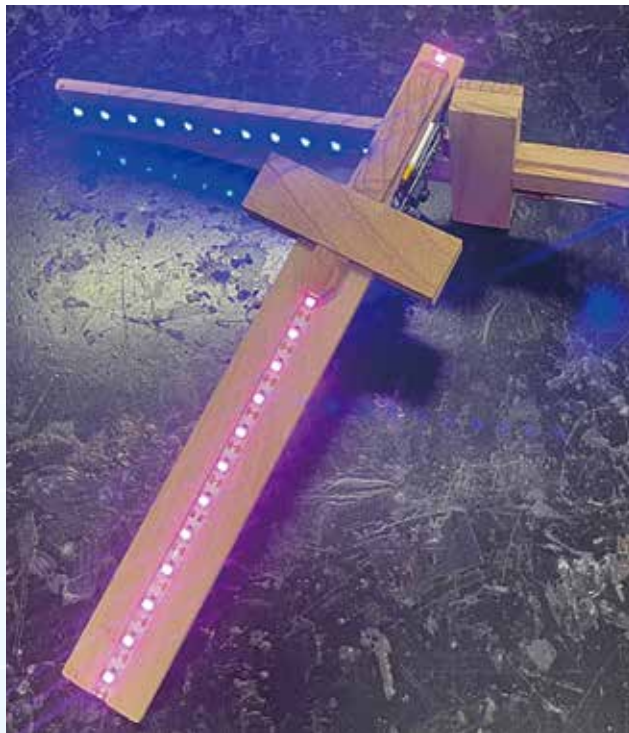
課程連結：

- (一) 光劍 DIY 影片，<https://www.youtube.com/watch?v=OHpyX4JxI8o>
- (二) 教育大市集資訊科技融入教學資源專區「常見電子零件介紹」
- (三) 電錶功能與介紹，<https://www.youtube.com/watch?v=5iobCuID5NQ>
- (四) 電烙鐵操作與保養，[https://www.youtube.com/watch?v=DukQ\\_N-8RaI](https://www.youtube.com/watch?v=DukQ_N-8RaI)

## 十二、本課例成品圖片參考



麥塊 (Minecraft) 材料設計



麥塊 (Minecraft) 樣品設計



國中階段\_LED 燈條設計



國小階段





國中小機電整合設計



國小階段 \_ 木設計



國小階段 \_LED 燈條設計



國小階段 \_LED 燈條設計



國小階段 \_LED 燈條設計

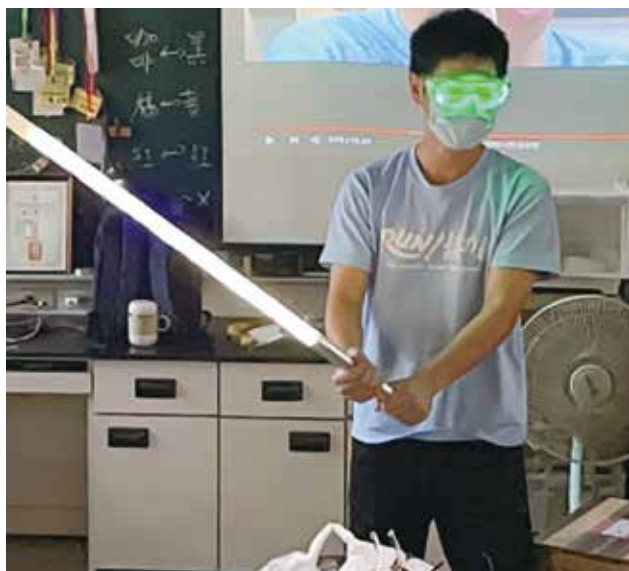


國小階段 \_LED 燈條設計

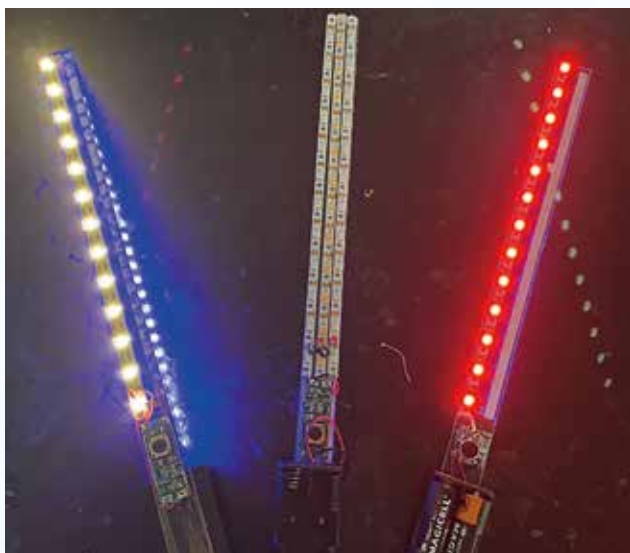
## 麥塊 (Minecraft) 炫酷搖曳光劍設計



國中階段 LED 燈珠與燈條設計



國中階段 LED 燈珠與燈條設計



國中小 LED 燈珠與燈條設計階段



國中階段 LED 燈條設計

## 單元一 實作活動紀錄表

\_\_\_\_年\_\_\_\_班級\_\_\_\_座號\_\_\_\_姓名

一、請同學於表格中劃出設計出不同 LED 搖曳光劍設計 \_ 構想草圖。

答：

二、請同學簡單寫出麥塊 (Minecraft) 炫酷搖曳光劍的實作加工步驟。

答：

步驟 1

步驟 2

步驟 3

步驟 4



## 單元二 實作紀錄表

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_班級\_\_\_\_\_座號\_\_\_\_\_姓名

一、請同學簡單寫出搖曳光劍所需的零件組裝步驟。

依實際情況回答。

步驟 1

步驟 2

步驟 3

步驟 4

步驟 5

(可以自行增減)

二、完成搖曳光劍實作加工之後，請寫加工製作的幾個學習重點。

依實際情況回答。

1.

2.

3.

4.

5.

(可以自行增減)

## 創意設計素養

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_班級\_\_\_\_\_座號\_\_\_\_\_姓名

- 一、請你發揮想像力，利用日常生活低單價一些可發光電子元件設計一個簡單的好玩光劍看看，把草圖畫下來並用文字加以說明。

## 參考說明

1. 收集所有必要的材料：LED、電線、電阻器、電池、開關和塑料管。
2. 將塑料管切割成所需的光劍長度。
3. 在管子的中心鑽一個孔用於 LED，在底部鑽另一個孔用於開關。
4. 將 LED 與電阻並聯以限制電流。
5. 將 LED 連接到電池和開關
6. 測試電路以確保 LED 亮起並閃爍。
7. 將 LED 組件插入管中並將其固定到位。
8. 關閉開關，享受光劍閃爍的燈光。
9. (可選) 在光劍的外部添加任何額外的裝飾或設計。

## 變變多面體

新北市永和區秀朗國民小學教師 許維容



影音鏈接

## 摘要

美國新世代科學標準（NGSS）在其科學教育框架的概述中提到，科學教育的重要作用不是教授所有的事實，而是讓學生準備好足夠的核心知識，以便他們能夠自己獲得更多的資訊。在十二年國民基本教育的課程綱要中，同樣強調核心素養的教學。基於這樣的概念，本課例以 STEAM 跨域整合相關學科知識為背景，以數學的多面體主題，在學生能力範圍內教授基礎幾何知識，透過問題引導學生動手進行操作活動，在探究中自主建構、理解幾何的相關概念。

## 一、設計理念

本課例在設計上以 STEAM 跨領域的知識整合及步驟化引導進行實作探究的概念為核心，整合了不同領域（數學、自然）的相關知識內容作為主題軸，進而發展為系列主題教學與學習活動。本課程以下列幾點作為設計目標：

- （一）整合並應用有意義的數學與科學內容：從自然領域的礦物形狀觀察，引導至數學領域進行幾何形狀的探究活動。除了透過操作深化數學領域的相關學習概念，也透過相關概念認識自然礦物形狀與節理變化。同時應用資訊技能輔助進行實作活動，並從幾何特徵的記錄中，發現幾何特徵之間的相關性及變化規律。
- （二）步驟式引導操作與探究活動：將相關學習活動重新編組設計，在階段性任務中明確加入相關知識技能，避免只有實作成品目標而無具體實施步驟，減少課堂中進行實作常出現的試誤歷程，有意義的串連活動，形成具體的探究歷程。
- （三）賦予探究活動目的性，使探究具生活化意義：在整個課程進行中，引導學生連結學習內容在生活中的意義性，像是材料結構影響物理性質、晶體缺陷的程度造成物質含量差異等。除了擴展相關知識範疇，也引導學生連結、想像基礎知識與未來在相關領域高端研究中的關係。

## 二、課程目標

本課例以數學為主要學習領域，針對四年級的資優生提供調整過後的加深加廣課程活動。主要領域（數學）課程目標及活動設計中的實作學習目標如下：

表 1 主領域課程目標

課程  
目標

1. 能確實應用基礎幾何概念，繪製平面圖形，完成立體模型拼組
2. 能就幾何特徵的整理，加以符號化、圖表化分析歸納出形狀中的規律



表 2 活動設計實作學習目標

學科核心概念 (DCIs)	
對應課程綱要項目	學習目標
s-II-4 在活動中，認識幾何概念的應用	透過礦物標本、照片的觀察，從黃鐵礦的自形晶形體中，發現基本的幾何圖形
s-III-5 以簡單推理，理解幾何形體的性質	認識截角與截邊，並透過幾何形體的特徵與觀察，正確推理出截面的形狀
n-II-9 理解角度的常用單位與運算，培養量感與估測能力，並能做計算和應用解題	透過模型與幾何繪圖應用程式，能正確觀察、測量並計算合成角的角度
r-III-3 觀察情境或模式中的數量關係，並用文字或符號正確表述，協助推理與解題	透過二元表格記錄並完成： 1. 發現點線面在數量上的數學關係 2. 發現並能描述頂點數與角度的相關性
S-4-6 平面圖形的全等	辨別對應的角與角度，正確點數點線面的數量，或根據幾何特徵估算複雜形體中點線面的數量
S-4-1 角度：「度」	正確比對多面體中的幾何圖形，並能測量與計算合成角的度數
S-5-1 三角形與四邊形的性質	根據頂點所連接的稜邊數，正確推論截面應有的形狀
R-6-2 數量關係	從點線面角的數據記錄，找出序列與相關性
科學與工程實作 (SEPs)	
發展和使用模型	運用基本幾何圖形，組合建構目標多面體
分析及解釋數據	記錄各項幾何數據並製作圖表來分析相關性
橫向概念 (CC)	
結構與功能	知道形狀對物質的影響，透過觀察、分析幾何形狀及結構中的組成單位，理解簡單至複雜的形體序列

### 三、核心領域：

本課例設計主要知識概念以數學領域（幾何）為主，結合自然領域的相關知識背景（礦物晶體結構與性質），透過資訊應用輔助製作出模型，驗證幾何概念的正確性，並從模型觀察中提出問題、整理數據，最後以數學模型進行數據分析，為多面體的幾何特徵進行實證與總結。各向度發展重點如下：

- S：觀察認識礦物，並藉由比較，知道晶體結構與性質的關係
- T：應用線上資源進行幾何繪圖，製作多面體模板
- E：在結構分析上，尋找有效的程序加以執行
- A：從文獻閱讀中認識資源過度擷取的後果，與科學上尋找礦藏的新思維
- M：認識多面體與其幾何特徵，並運用統計圖表，模擬進行數據分析

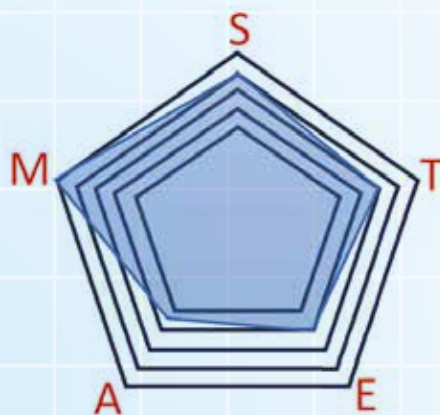


圖 1 STEAM 概念運用分析圖

## 四、學習任務：

整個課例分為四個組成單元，各單元的主要學習任務如下表：

表 3 組成單元與學習任務重點

單元	學習任務／活動重點
現代煉金術	發現礦物中的幾何圖形，運用基本圖形拼組正多面體
柏拉圖密碼	從正多面體的觀察中，發現點線面的關係
多面體世界	認識多面體的切截，並能推論切截後的形狀變化
黃鐵礦家族	製作多面體，記錄幾何特徵，歸納出形狀中的規律

## 五、課程問題：

在 STEM 的概念中，提問並發展調查實證以作為科學證據來發展解釋或論點十分重要。因此，在四個組成單元中分列出幾個主要的引導問題，讓學生依據單元引導提問進行教具操作或應用資訊進行實作，藉此發現、說明或證實相關知識概念。另外，在根據實作結果進行觀察與討論時，也從其中延伸出一些未預期的問題。兩部分的課程問題羅列如下：

表 4 單元主要引導提問及實作中的延伸提問

單元	課堂引導問題
現代煉金術	從文獻中得知，材料跟形狀有什麼關係？ 黃鐵礦的簡單晶體（單形晶）中，基本的幾何形狀是什麼？
柏拉圖密碼	正多面體有幾種？請以模型拼組出結果進行回答。 觀察柏拉圖多面體（正多面體），「相等」的幾何元素有哪些？ 觀察柏拉圖多面體，點線面的關係用數學等式來表現為何？
多面體世界	黃鐵礦的複雜晶體（聚形晶）中，多面體的構成元素有哪些？ 觀察黃鐵礦的複雜晶體（聚形晶）。說明複雜晶體是由哪一個基本形狀變化而來？它的切截方式與次數為何？
黃鐵礦家族	比較黃鐵礦的晶形數據，與構成角最相關的幾何元素是什麼？ 整理黃鐵礦的晶形數據，構成角有何條件或規則？
實作中的延伸提問	
多面體世界	非正多邊形或非對稱圖形是否能組成多面體？ 非正多邊形組成的多面體與正多面體有何不同？
黃鐵礦家族	組成十二面體的五邊形形狀是否有限制？
課後探究	特定的五角十二面體在剛性材料上是否能克服的軟性材料出現的問題？

## 六、課程活動：

課程活動以單元區分為四個單元：現代煉金術、柏拉圖密碼、多面體世界及黃鐵礦家族。依據各單元的主題重點，設計單元教學活動如下：

表 5 單元教學活動流程

### 單元一、現代煉金術

#### 一、引起動機：

1. 引導閱讀：從「淘金」到「淘金」，科學家如何從「愚人金」中找到稀有的貴金屬

【閱讀提問】

- 黃鐵礦為何叫「愚人金」？
- 科學家發現的愚人「金」是怎麼回事？
- 從黃鐵礦與其他科學實例來看，材料跟形狀有什麼關係？

2. 科學比一比：從科學性質比較「愚人金」與黃金的異同

#### 二、發展活動：「愚人金」與形狀

1. 認識礦物：展示礦石標本，引導學生觀察，每種礦石都有自己獨特的晶形，每個晶形都有一些特定的形狀，不同晶形由不同的面／形狀組成
2. 黃鐵礦觀察：學生運用放大鏡進行「愚人金」礦物標本觀察  
【觀察指導】請仔細觀察黃鐵礦的晶形，找出組成黃鐵礦晶形中的幾何圖形（例如：正方形、三角形、五邊形等）



\* 提供礦物標本及各種觀察工具

#### 三、綜合活動：正多面體

1. 黃鐵礦基本晶形：以圖片引導學生描述出黃鐵礦單形晶出現的基本形狀為正方形／立方體、三角形／八面體、五邊形／五角十二面體，且都由同樣的面組成，近似正多面體（等面性質）
2. 任務預告：根據多面體的等面性質，進行多面體拼組活動

### 單元二、柏拉圖密碼

#### 一、引起動機：正多面體

1. 多面體拼組：學生運用智慧片，以等面為原則，用相同形狀嘗試拼組各種正多面體，並將完成的結果記錄在學習單上，同時提出拼組時的想法與遭遇的問題



\* 運用智慧片拼組的實作結果，可觀察到錯誤類型，並藉以比較正多面體與其他多面體形狀的不同



2. 認識正多面體：檢視學生實作結果，揭示正多面體總共五種，並根據其面數命名為正四面體、正六面體、正八面體、正十二面體、正二十面體，這五種立體也被稱作「柏拉圖立體」（\* 延伸閱讀）  
【再試】未拼組出的形狀，讓學生依據已知的形狀、面數嘗試完成

## 二、發展活動：

1. 正多面體記錄：教師引導，在基本平面圖形中，一個形狀具有「點、線、面」三種幾何元素；在立體形狀中同樣具有「點、線、面」的元素。請學生觀察並記錄柏拉圖立體（正多面體）「點、線、面」的數量  
【實作引導】如何正確有效的知道「點、線、面」的數量？
2. 找出關係：請學生觀察「點、線、面」的數量，運用數學等式描述出點線面的數量關係  
【引導提問】  
■什麼是「等式」？數字之間的關係可以如何表示？  
■點、線、面數字可以如何放入等式中？

## 三、綜合活動：柏拉圖解碼

1. 等式說明：學生發表自己找到的數學等式，比較彼此之間的等式，發表其異同
2. 公式應用：老師介紹碳的同素異形體（石墨、金剛石、富勒烯／C60），引導學生運用公式完成 C60 的點、線、面數字

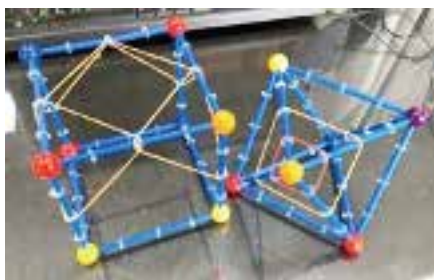
## 單元三、多面體世界

### 一、引起動機：從黃鐵礦到多面體

1. 正多面體觀察：  
■正多面體除了每一個面的形狀相同，還有哪些「相等」的幾何元素？  
→引導觀察並歸納出正多面體三特性：等邊、等角、等面（形狀、正多面體）  
■旋轉柏拉圖立體，旋轉至特定角度後可觀察到什麼？  
→旋轉特定角度後會出現重合，立體形狀具極高對稱性
2. 回顧之前所認識的黃鐵礦形狀：三種基礎形狀（立方體、八面體、五角十二面體）。除了三種單形晶，因為生成環境的不同，黃鐵礦還出現很多複雜的形狀（聚形晶），這些自然界的形狀，可以在數學的多面體中找到類似相對應的形狀，這些形狀都是多面體

### 二、發展活動：多面體世界

1. 阿基米德立體：說明以柏拉圖立體為基礎，透過數學上的方法：截角、截半（ $1/2$  邊長）、截邊，可以延伸出各種多面體。透過操作，讓學生觀察截角或截邊之後的結果



\* 改造過的頂點珠棒組，  
輔助進行切截操作與觀察

#### 【觀察歸納】形狀變化規則

- 截角／截半：對角的切截結果不變；對面的切截結果則會出現不同
- 對角形狀判斷依據：依稜數
- 對面形狀判斷依據：稜數＋頂點數
- 截邊後形狀判斷依據：依稜數

2. 展示黃鐵礦晶形序列圖，佈題：請學生根據截角、截半或截邊的概念，觀察黃鐵礦晶形序列圖，將幾種立體形狀放入序列圖的正確位置，完成後說明置入結果與分析想法
3. 黃鐵礦家族：展示黃鐵礦晶體型態序列圖，並說明任務：製作黃鐵礦晶體模型  
【引導提問】製作品體模型，需要知道哪些訊息？  
 ■ 它是由哪個基本形狀變化來的？  
 ■ 它的變化來自於哪一種切截方式？經過幾次切截？  
 ■ 經過切截之後，我們得到哪些形狀？這些形狀在晶體中各出現幾次？它們在組合成多面體時有沒有規則？  
 ■ 除了找到形狀與面數，頂點數與邊數分別是多少？如何得知？
4. 聚形晶挑戰：請學生從黃鐵礦家族系統圖中，選擇一種聚形晶的晶體型態，依據引導提問找出其點、線、面的形狀、數量，並記錄在學習單上。

### 三、綜合活動：切截分析

1. 多面體解析：學生介紹與說明選擇晶體的數據。根據引導提問，說明項目包含：基本型、切截方式與次數、形狀與面數、組合規律等
2. 預告下週任務：運用 Geogebra 繪製圖形，回家預先註冊

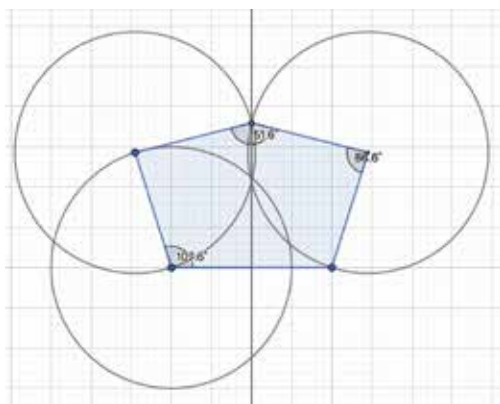
## 單元四、黃鐵礦家族

### 一、引起動機：黃鐵礦序列

1. 複雜多面體在自然界的意義：回顧主題動機：黃鐵礦的黃金藏在黃鐵礦的結構裡。並提供延伸訊息：「根據中國科學院研究，發現不同晶體型態的黃鐵礦晶體型態對金的還原—沉澱反應呈現出差異性，晶面越複雜，還原—沉澱速率越高，也預測出載金能力可能越強。」

### 二、發展活動：多面體模型

1. 聚形晶觀察思考：根據黃鐵礦晶形序列圖提出問題：  
 ■ 黃鐵礦不同的聚形晶中，這些晶體型態有什麼共同點？  
 → 形狀的對稱性、切截的規律性  
 ■ 非正多邊形或非對稱圖形是否可以組合成多面體？
2. 多面體模型製作：利用 Geogebra【幾何】繪製形狀，示範說明模型製作方式。  
 (1) Geogebra【幾何】繪圖：  
 ■ 立方體／正八面體：主格線應用與正多邊形繪製  
 ■ 五角十二面體：對稱圖形繪製  
 ■ 非對稱圖形：指定邊長、指定角  
 (2) 紙模型匯出、剪製與組合



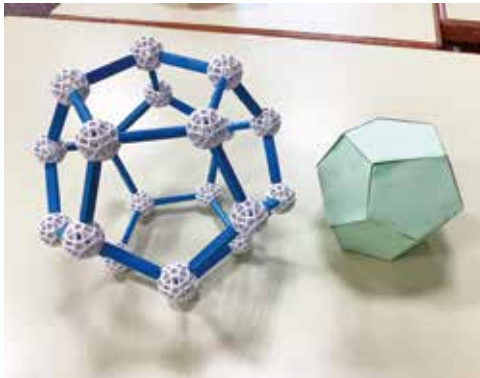
\* Geogebra【幾何】：  
對稱圖形繪製示例

3. 單形晶模型檢視：以學生自製五角十二面體進行觀察與討論：  
 ■ 非正多邊形或非對稱圖形是否可以組合成多面體？  
 → 可以組成。引導學生觀察：晶體型態上相較正多面體會有角度上的歪斜

■非正多面體的結構與正多面體相似，其點、線、面、角與正多面體有何異同？

→頂點數、稜數與面數均相同

→立體角的構成面會有兩種組合；加以平均後，會得到相同的角度



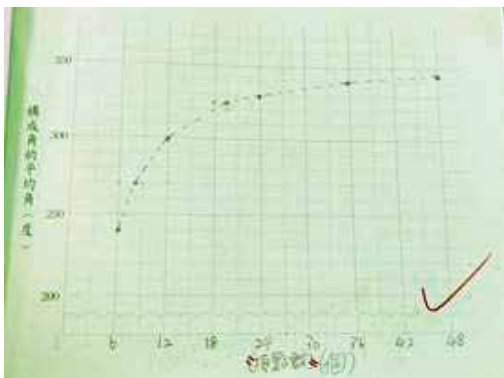
\* 學生自製五角十二面體模型與正十二面體比較

4. 單形晶數據記錄：確認記錄項目與數據呈現方式，學生觀察基本單形晶模型，完成數據記錄。
5. 學生以回家作業方式，接續完成聚形晶的幾何繪圖與紙模型製作。



\* 學生自製聚形晶模型（下排）

6. 觀察完成的聚形晶模型，完成晶形數據記錄之後，將數據登錄於線上試算表中，共同完成黃鐵礦晶體型態數據庫。
7. 提出問題：晶體的變化中是否藏有數學幾何上的規則？
8. 展示「黃鐵礦載金能力序列」，引導學生觀察形體序列與數據之間的關係：
  - 單形晶變化為聚形晶的序列中，有哪些數據跟著變化？
  - 從載金能力序列所呈現的數據中，可以得到的簡單推論是？
  - 回到幾何的角度作思考，多面體的形體變化是否有規則或限制？
9. 加上其他黃鐵礦晶體型態的數據，引導學生重新整理記錄數據，並提出問題：
  - 「構成角的角度」與點、線、面何者最相關？
  - 若繪製成分佈圖，相關性最清晰的是點（頂點數／角的數量），當點的數字越大，構成角的角度也越大
  - 多面體中，構成角的條件或規則是什麼？
  - 可接近但不能大於等於  $360^\circ$



\* 學生根據數據繪製數據分佈圖，進行分析



### 三、綜合活動：多面體 Q&A

- 回顧整體單元，請學生根據「問題與討論」做口頭的統整：
  - 柏拉圖立體可觀察到什麼有趣的幾何特性？
  - 多面體點、線、面之間的關係是什麼？
  - 構成多面體的角，有什麼基本條件？
  - 構成角的角度與基本點、線、面之間有什麼關係？
- 說明進階挑戰，提供學生生活中的多面體應用延伸活動

### 七、課程評量：

本課例透過學生在課堂上的表達、提問與結果歸納來評量學生對知識概念的掌握程度，重視實作過程中對概念的理解、應用與修正；實作結果與書面作業僅為歷程記錄與參考，並不作為主要評量重點。

針對知識概念的評量主要在幾個部分進行，以下為各評量項目的說明：

- (一)口頭報告：針對指定任務的結果，進行口頭報告，包括結果的說明與評鑑、過程的觀察與發現。
- (二)參與討論：在引導提問後，針對還未有明確結果的問題，提出自己的看法或回應同學的看法。
- (三)課堂問答：在引導提問時，是否能針對提問歸納理解的相關知識內容。
- (四)實際操作：在每個單元中都有主要的操作活動，配合預設的問題，評量學生在操作中所展現對相關內容的理解，以及是否能適當運用教具輔助口頭的發表與演示。
- (五)成果展現：運用線上應用進行幾何繪圖、印製模版、製作模型等作品；進行數據整理得到分析結果，能展示、說明結果中的發現、修正與問題。

### 八、課程省思：

本課例在實施上，透過操作與模型實作活動，讓學生在數學幾何概念的掌握上，配合實體教具，能有較以往明確具體的觀察與發現。但實施過程中，在線上應用、數據分析的部分，會出現一些限制與問題。課例實施效果與問題說明如下：

- (一)預期目標的達成：在預期目標中，學生確實透過操作活動及演示說明，清楚呈現對幾何相關概念的理解程度與迷思，也引發進一步的提問討論活動。在模型實作活動中，學生自主性的修正對形狀錯誤推理的部分，也從實體模型的觀察與比較中，實際掌握到多面體及切截的對稱等性質。
- (二)課程內容與學生需求：課程內容中，學習主軸在數學幾何的歸納分析，跨領域的自然礦物相關知識概念則主要作為背景概念與引起動機的部分。課程實施中，發現學生對各種形態的礦物確實十分感興趣，但除了主軸脈絡的文獻，並未提供更多相關知識內容。延伸性內容的探究有可能偏離主題，或許可作為自主學習材料提供在延伸閱讀。
- (三)文獻與工具使用的問題：在課堂的文獻引用中，在礦物晶體序列引用研究文獻結果，發現不同文獻中圖片編碼目的不同，同時引用時若未加引導，有可能造成序

列的迷思。另一個部分是線上應用工具，因使用電腦繪圖，測量時，被省略的小數點會造成誤差。學生對工具所造成的誤差不易理解與覺察，是線上應用的顯示限制所造成的問題。

- (四) 相關延伸活動待發展：數學概念的應用(M)、相關科學研究現況(S)作為脈絡主軸，學生在課堂中的體驗與理解是充足的。線上應用的模板繪製(T)、結構分析程序(E)雖也應用於實作活動中，但缺乏深入的應用。結構在科學上的應用新思維(A)僅在情境引導中帶過，以及課例最後的延伸挑戰活動中提及，在課例中並未讓學生有體驗實作的機會，是課例不足之處，有待發展與充實。

## 九、課程實施建議：

根據課例實施中的觀察、學生反應與教師課程省思，對課程實施的建議如下：

- (一) 問題意識的引導：操作或實作活動，除了確實落實步驟式的設計引導，建立學生對回應重要問題的意識，會幫助學生操作與實作更有效率。除此之外，對問題的敏覺，能在演示發表的過程中，激發學生自主性進一步發現探究問題。
- (二) 由學生說明驗證：在引導提問後，讓學生作為驗證主角，以其操作結果或實作發現進行說明，或利用教具進行演示或證明。證明或說明的表達歷程，除了使學生在陳述中自我發現問題，也深化相關概念的理解；在評量上，學生直接且具體呈現出的理解程度與迷思，也幫助教師評估是否需要進一步的引導或澄清。
- (三) 工具使用的準備：線上應用的操作，除了明確區分階段性任務，有目的的進行操作，在工具使用的限制上，可預先告知，或引導操作時，提示較可行的操作程序建議，減少數據誤差等可能的問題。
- (四) 補充相關延伸閱讀：為滿足學生對知識廣度的需求，針對相關知識內容，可以活頁式資料作為延伸閱讀的補充。
- (五) 增加主題應用的實作：在分析與總結活動之後，可再引導學生進行生活應用上的研究與實作活動，拓展主題相關的思維廣度，增進人文視野(A)的體會與實踐，作為探究結果的分享活動。

## 十、課程材料：

為提供學生觀察與實作的經驗，除了運用礦物實物樣本、放大鏡等觀察工具，也運用市售教具，提供學生直接操作，或者根據教學需要改造後提供學生使用。

表 6 實物標本、工具與教具



黃鐵礦礦石標本



放大鏡(觀察工具)



寶利智慧片



頂點珠棒組

## 十一、課程連結：

線上應用資源：Geogebra.com〔幾何〕<https://www.geogebra.org/geometry>

## 十二、參考資料：

- (一) 姚荏富 (2021)。不愚人了！真的有黃金的愚人金！。檢自  
<https://pansci.asia/archives/326658> (Oct. 18, 2022)
- (二) 林義傑 (2009)。黃鐵礦。臺灣大百科全書。檢自  
<https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=9486> (Oct. 28, 2022)
- (三) 地質百科黃鐵礦 Pyrite。台灣地質知識服務網。檢自  
<https://twgeoref.moeacgs.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/ct?xItem=125767&ctNode=1233&mp=105> (Oct. 30, 2022)
- (四) 余炳盛 (2014)。愚人金——黃鐵礦，告訴您金瓜石金礦的聰明事。檢自  
[https://www.gep.ntpc.gov.tw/files/file\\_pool/1/0G252590731706267055/03\\_20140128.pdf](https://www.gep.ntpc.gov.tw/files/file_pool/1/0G252590731706267055/03_20140128.pdf) (Oct. 30, 2022)
- (五) 余樹楨 (2009)。鉛筆不是鉛做的——晶體結構如何影響晶體特性。檢自  
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000003/detail?ID=8a635a6f-4e53-4743-a3fc-5b9251022278> (Nov. 25, 2022)
- (六) 簡克志 (2020)。形狀決定材料特性！奈米世界的半導體晶面效應。檢自  
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000003/detail?ID=f7293e7a-2b6c-4981-a4dc-61c4dcbfb943> (Nov. 25, 2022)
- (七) 何宏平，鮮海洋，朱建喜，譚偉，梁曉亮，陳錫 (2019)。從礦物粉晶表面反應性到礦物晶面反應性——以黃鐵礦氧化行為的晶面差異性為例。  
岩石學報，35(1): 129-136, doi:10.18654/1000-0569/2019.01.09
- (八) 中國科學院礦物學與成礦學重點實驗室 & 科技與規劃處 (2019)。廣州地化所在黃鐵礦載金的形態標型特徵研究方面取得進展。檢自  
[http://www.gig.cas.cn/xwdt/kyjz/201910/t20191009\\_5405415.html](http://www.gig.cas.cn/xwdt/kyjz/201910/t20191009_5405415.html)



# 危機四伏 - 投石器

新北市永和區秀朗國民小學教師 潘宏倫

## 摘要

課程內容強調以完整的故事情境，設計模擬敘拉古與羅馬共和國的故事，讓學生透過操作及調整，從設計守城器械的實驗中觀察拋物線運動軌跡，習得科學原理的機制與應用，對於自然科學領域中 - 力與運動有更清楚且操作的經驗，並能以數學模型進行解釋與預測。

## 一、設計理念

依據學生的學習風格與特質，設計以 STEAM 的課程模式，從拋物線運動軌跡的實驗與觀察，讓學生能對於自然科學領域中 - 力與運動、實驗規劃與設計的概念有更清楚且操作的經驗。

- (一) Science：物體受力時，可能產生形狀與運動形狀之改變，而受力大小的觀察在國小階段從中年級了解力可以如何表示，到高年級能了解物體狀態改變的程度。
- (二) Technology & Engineering：本教學希望透過具體、可操作、可觀察的實驗設計，讓學生完成投石器的機構，能透過投石器的投射運動，觀察到物體狀態改變。
- (三) Art：課程背景將模擬歷史上敘拉古與羅馬共和國戰爭的故事，模擬羅馬的軍艦即將登陸，敘拉古人可以如何在海戰中保衛海岸線，讓學生透過此教學活動，應用所學進行保家衛國的任務設計。
- (四) Mathematics：將實驗過程中進行測量、紀錄、繪製圖表並歸納出數學模式。

## 二、課程目標

### (一) 領域核心素養內涵

從歷史情境的營造中，讓學生能就日常生活中的素材，應用所學習的科學知識與原理，進行各種組合與結果關係的觀察，養成學生對於研究變因的認識，以及透過實驗紀錄演繹出合理的數學模型與對於結果進行解釋，進而做出預測。

領域核心概念 (DCIs)	
對應課綱學習表現	對應課綱學習內容
ti-III-1 【自然科學領域】 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。	INc-III-1 生活及探究中常用的測量工具和方法。

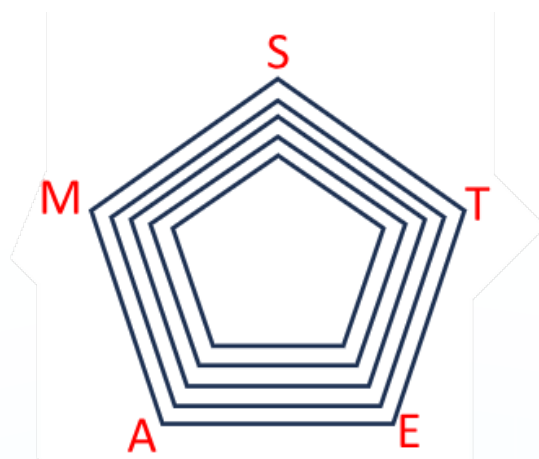
tr-III-1 【自然科學領域】 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道與他人的差異。	INc-III-2 自然界或生活中有趣的最大或最小的事物（量），事物大小宜用適當的單位來表示。
pe-III-1 【自然科學領域】 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。	INc-III-4 對相同事物做多次測量，其結果間可能有差異，差異越大表示測量越不精確。
pa-III-2 【自然科學領域】 能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果（例如：來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。	INc-III-5 力的大小可由物體的形變或運動狀態的改變程度得知。
ai-III-1 【自然科學領域】 透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心。	INd-III-2 人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量與了解。
ai-III-3 【自然科學領域】 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。	
n-III-10【數學領域】 嘗試將較複雜的情境或模式中的數量關係以算式正確表述，並據以推理或解題。	N-5-2 解題： 多步驟應用問題。除「平均」之外，原則上為三步驟解題應用。
d-III-2 【數學領域】 能從資料或圖表的資料數據，解決關於「可能性」的簡單問題。	D-5-1 製作折線圖： 製作生活中的折線圖。

## （二）學習目標

1. 學生能以教師所提供的教室中的各類素材，以不同方式做出不一樣的成品。(ti-III-1)
2. 學生能觀察自己的投石器表現，並進行紀錄與知識進行連結，比較與他人的差異。(tr-III-1)
3. 學生在進行投石器操作與紀錄時，能提出對於不同變項以及觀測次數的調整與意義。(pe-III-1)
4. 學生能從所得到的投石器數據形成自己的解釋，提出改善的方式。(pa-III-2)
5. 學生在課程中能探討投石器投擲距離的機制(ai-III-1)
6. 學生因課程中進行任務分組而與同儕產生許多對於實驗設計、調整的合作與互動機會。(ai-III-3)
7. 學生在課程最後能觀察到如投石器槓桿長度、橡皮筋彈力、物體重量或是投射原始距離對於投射距離的模式，並在實作中進行調整已完成任務。(n-III-10)
8. 學生能從統整出的資料或圖表中，提出將任務優化的方式。(d-III-2)

## 三、核心領域

Science-3/5; Technology-3/5; Engineer-4/5; Art-4/5; Mathematics-2/5



課程內容強調以更完整的故事情境，讓學生透過操作及調整，習得科學原理的機制與應用，並能以數學模型進行解釋與預測。

## 四、學習任務

本課程的核心任務，將讓學生使用課堂上所有可用的材料，製作能抵擋敵人艦隊登陸的守城設備，並從實驗中進行變項設計，並歸納出可解釋的規律。

單元	學習任務
Day1- 羅馬的戰書 緊急國民大會	實用與創作 - 教師提供教室內的可用資源，學生的學習任務包含 1. 透過討論與比較，找出這些資源可發揮功用的方式。 2. 學生能比較、評估較有效率的策略跟方法。
Day2- 守城器械製作	科學機構創作 - 教師介紹槓桿原理跟範例，學生的學習任務包含 1. 認識習得的科學原理 2. 能應用所習的原理製作投石器
Day3- 守城大戰	實驗調整 - 教師給予紀錄表單，學生的學習任務包含 1. 能擬定預計進行實驗的變項 2. 對於不同變項的紀錄 3. 比較出最佳的方案
Day4- 戰後慶功宴	圖表解釋 - 1. 學生須將測量的紀錄轉化為統計圖表 2. 對其圖表進行解釋說明 3. 在不同情境下如何應用所得資料進行預測



## 五、課程問題

學生在課堂上要面對與解決的主要的四個問題

- (一) 如何在有時間的壓力下應用現有的資源，製作出滿足任務目標要求的成品？
- (二) 如何依據不同變項調整自己的成品並提出調整的依據，讓其達到更加精進、精確、減少誤差的目的？
- (三) 如何用數據、圖表的方式呈現跟解釋不同變項實驗的結果，並比較其差異？
- (四) 在情境故事的引導下，學生是否能對於戰爭的無情與倖存者的處境有所理解，並省思人類可以如何避免戰爭？

單元	課堂引導問題
Day1- 羅馬的戰書	當面臨到別的國家攻擊，學生是否能提出什麼辦法？
Day1- 緊急國民大會	學生是否能分析現有資源與任務條件？
Day2- 守城器械製作	學生是否可以運用槓桿原理，製作守城的器械？
Day3- 守城大戰	學生能否設計不同變項？並確實記錄？ 學生能否預測自己下次投石的落點？
Day4- 戰後慶功宴	學生能否以圖表顯示投石的數據？ 學生對於這些紀錄能否提出合理的解釋？ 學生要如何調整器械，才能將投石落點投入希望的位置？

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

課程活動以單元區分為五個單元，各單元實施節次如下：

單元	活動簡介
單元一 - 羅馬的戰書	營造學生問題意識與說明故事背景
單元二 - 緊急國民大會	討論可用資源，進行草圖創作與可行性評估
單元三 - 守城器械製作	教師提供科學原理的釐清以及學生進行守城投石器的製作
單元四 - 守城大戰	要求學生進行圖表紀錄並提供學生成就經驗
單元五 - 戰後慶功宴	教師引導學生進行數據整合與解釋分享

依據各單元的主题重點，設計單元教學活動如下：

羅馬的戰書
～第一節課開始～ 一、引起動機 Day1- 羅馬的戰書 說明故事背景、任務，提升學生問題意識

## 二、發展活動

說明敘拉古與羅馬、迦太基兩大國之間的關係，以及戰爭的迫在眉睫，營造出緊張與急迫的氛圍。

迦太基與羅馬隔著地中海，而敘拉古是在海岸的小國，在第一次布匿戰爭時敘拉古是在羅馬的陣營，羅馬獲勝。

第二次布匿戰爭前期則是靠著迦太基的漢尼拔打敗羅馬軍團，使得敘拉古新就任的國王傾向改投向迦太基的陣營，引起羅馬的不滿，眼看就要兵臨城下…

## 三、綜合活動

與學生討論目前的狀況緊急，需要清點國內所有能作戰的資源，此時說明教師準備的器材，並準備召開保家衛國的會議。

### 來自羅馬的戰書

羅馬：

敘拉古(Syracuse)的國王今天收到了一封來自羅馬的戰書。戰書中，羅馬的將軍馬塞爾斯(Marcellus)沖鋒的即將率領大軍攻打敘拉古。敘拉古只是一個小小的海岸城市，該怎麼對付這大軍的羅馬軍隊呢？

各位是敘拉古的大臣、將軍，羅馬大軍從海上開著戰船抵城攻佔你的國家，你只是一個小國要怎麼抵抗強大的羅馬軍隊？

敘拉古國王以及國人：

敘拉古國王竟然將羅馬共和國以及神聖的盟約，加入迦太基的形勢。強大的羅馬共和國對朋友是絕對的寬容，對敵人是絕對的殘忍，決定對羅馬國以戰勝。

動員國內所有能作戰的器材，以免被羅馬軍隊佔領。

偉大的羅馬共和國 將軍 *Marcellus*



圖片來源：Antonio Sanna  
From <https://unsplash.com/photos/2T-q088D0a-hu8>, source=unsplash/Bu8m, credit=richard/Bu8m, content=credit/Bu8m, 2016

## 緊急國民大會

### 一、引起動機

#### Day1- 緊急國民大會

學生討論、測試守城的方法

將上一節清點出的城內資源統整出來，將這些東西與物品作簡單的介紹，可以讓學生發表這些物品可以怎麼使用，並請學生構思這些東西可以如何守城，並將方法進行討論、溝通，想到的方法請在學習單上進行描述跟作圖。(圖一)

### 二、發展活動

給予學生 15 分鐘的時間，每個人可以從清單中隨意測試與調整，找出自己覺得最有效的守城方法，最後進行比較。

### 三、綜合活動

請學生每個人都發表自己覺得最有效的守城方法，最後透過討論或是投票的方式，找出最有效的守城方法，將最後獲選的方法優點紀錄在學習單上。

～第二節課結束～

### 緊急國民大會

羅馬：

面對一觸即發的戰爭，國王緊急召開國民大會，也清點國內的重要資源

木材		磚塊		牛皮	
鐵器		麻繩		(有彈性)	
輪、軸				黏膠	

我們決定用什麼方法來守城：

請畫出防禦城池的器械與操作方法：

## 守城器械製作

## 一、引起動機

Day2- 守城器械製作 介紹槓桿、彈力的科學原理

以神秘老人的身分取代阿基米德，用以說明槓桿原理，透過現實物體的操作讓學生理解三類槓桿，避免學生因為阿基米德的名字直接套用所知道的槓桿原理，中間的錯誤迷思或刻板印象可能影響後續的表現，或是因為尚未學習到該單元的專有名詞，而失去探究原理形成知識的過程樂趣。

## 二、發展活動

## 1. 第一種省力的方法（第一類槓桿：支點在中間）

像是平常在遊戲的翹翹板，如果是體重一樣的兩個人，可以輕易的上上下下，但如果面對到體重遠高於自己的人，要如何把他抬起來？

透過圖片的觀察以及學生自己的經驗，引導說出只要調整兩人所乘坐位置就可以，再追問兩人乘坐位置的遠近，是以什麼基準作為判斷？帶出支點的概念。

## 2. 第二種省力的方法（第二類槓桿：抗力點在中間）

以獨輪手推車為例，找到不會移動的支點，點出施力的位置，與重物的位置，引導學生發現，只要施力臂越長，力氣就越大。

## 3. 第三種不省力，但可以增加移動距離的方法

（第三類槓桿：施力點在中間）

以棒球為例，打擊時選手身體作為支點，施力的手臂在棒子靠近身體的位置，抗力擊球在棒子靠近尾端離身體較遠的位置，如此一來可以給球棒揮動較大的軌跡，擊出長打。此時若學生並沒有打棒球的經驗，可以請他們拿取教室的掃把進行練習，發現握掃把越靠近尾端的位置可以掃的範圍跟幅度更大，但同時掃把也更重，若是握靠近掃把毛的位置，可以掃動的範圍跟幅度較小，但擺動速度可以更快，較好施力。

## 三、綜合活動

請學生在學會三種方法以後去思考上一節課所討論出來的守城器械方法要如何調整才能阻止羅馬艦隊從海上登陸。（圖二）

**守城器械製作**

姓名：\_\_\_\_\_

我們召集了城內有經驗的工匠，開始製作守城器械與調整，城內有一名神秘的老人，每天都在地上畫了許多數學的圖和方程式，這位神秘的老人跟大家介紹他所發現的科學原理，以及說明測試的方法再開始製作。

一、科學原理：神秘的老人說有三種可以改變力量或是時間的方法

(一)

翹翹板

(二)

手推車

(三)

打棒球

怎麼調整你的守城器械？

二、測試標準：

精準打擊：運用自製沙盤作為投石位置測量依據，比較看看在五米內誰的投石落點最精準

使用槓桿分數進行計分，五次分數的總和最高

## 守城器械製作 - 製作投石器

## 一、引起動機

Day2- 守城器械製作，學生製作投石器



## 二、發展活動

提醒學生在每次的調整與射擊都需要紀錄，紀錄距離與誤差，在校正後找到最佳的配置。(圖三)

## 三、綜合活動

學生互相討論彼此的成果，並且找到影響距離、誤差等等準度的因素有那些？

### 守城器械製作與測試

姓名：\_\_\_\_\_

在經過神祕老人的指導之後，我們現在可以進行守城器械的製作，記得把老人教的科學原理融入你所製作的守城器械中。

測試紀錄：

第一版本器械數據 調整 -

支點距離橡皮筋距離：( ) cm 支點距離石頭距離：( ) cm

	第一次	第二次	第三次	平均
距離				
偏差				

第二版本器械數據 調整 -

支點距離橡皮筋距離：( ) cm 支點距離石頭距離：( ) cm

	第一次	第二次	第三次	平均
距離				
偏差				

第三版本器械數據 調整 -

支點距離橡皮筋距離：( ) cm 支點距離石頭距離：( ) cm

	第一次	第二次	第三次	平均
距離				
偏差				

## 守城大戰

### 一、引起動機

Day3- 守城大戰以圖表方式進行記錄，並透過整合數據，預測調整進行守城大戰。

### 二、發展活動

- 在調整過後要面臨真實問題的挑戰，羅馬戰艦的三個船團將以三個標靶做為表示，三個標靶上，依據佈陣圖的相對位置放上船的剪圖表示旗艦、運兵船跟護衛船。(圖四、五、六)
- 進行第一次遊戲，在學生每投三顆石頭後船隊會向前一格，依照勝利與戰敗條件進行統計；中途學生須在進行每一次投射後，填寫紀錄表，摘要處作為備註、調整紀錄用。
- 如果第一次遊戲學生戰敗，老師可以提供第二次的機會；如果第一次遊戲時，學生即獲得勝利，也可以針對偏差較大的學生給予更多練習機會，或是讓學生嘗試挑戰另一個勝利條件，使學生透過充分的練習與測試，建立起任務中了解自變項與依變項之間的關係。  
過程中老師須檢核學生是否每次都有確實記錄，以作為後續檢討之用。

### 守城大戰

姓名：\_\_\_\_\_

我們的團隊取得了最優的資料，就是羅馬艦隊的佈陣圖。羅馬艦隊主要是由三個船團組成，一艘馬其頓所率領的旗艦圍繞四艘護衛船，與兩艘運兵船，各有兩艘護衛船，一共 11 艘戰艦。

根據古代海軍的風向與海流預測，大艦我們能移動三次的距離，護衛船向前移動 30 公尺；若是擊沉旗艦則因為士氣大減，就將會棄艦。在每投前三次才會向前移動 30 公尺。

#### 【勝利條件】

- 擊沉超過 7 艘戰艦，羅馬艦隊就會因為損失過大而撤退。
- 擊沉兩艘運兵船跟旗艦，羅馬艦隊就會投降。

#### 【戰敗條件】

- 一艘運兵船 + 兩艘護衛船被擊沉 (與你連動總為 0)
- 旗艦跟一艘運兵船被擊沉



### 三、綜合活動

當學生完成兩次遊戲與紀錄表後，不論第二次勝利或是失敗，都進入檢討會

守城大戰紀錄紙

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	我要
目標						
距離(30)						
距離(10)						
偏移						
擊沉						
	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
目標						
距離(30)						
距離(10)						
偏移						
擊沉						
	第十一次	第十二次	第十三次	第十四次	第十五次	
目標						
距離(30)						
距離(10)						
偏移						
擊沉						

### 戰後慶功宴

#### 一、引起動機

Day4- 戰後慶功宴

活動結束後進行作品設計的討論、分享，利用圖表分析，歸納對於作品改進或是射擊時表現的方法。

#### 二、發展活動

請學生就前兩次的實驗與遊戲，將紀錄結果繪製成圖、表，並分別就距離的變項與誤差的變項，提出調整與影響的原因。

##### 1. 距離

學生就距離提出他的發現，第一階層的學生應可提出，當施力臂距離變長時，投射長度也隨之變長，第二階層的學生應可提出，當施力臂變長，投射長度變化的趨勢，第三階層學生可嘗試推導出數學公式與模式，計算出不同距離施力臂與投射距離。

##### 2. 誤差

學生就角度的誤差提出投石器的位置調整的方法

#### 三、綜合活動

請學生整理相關的學習單，提出此活動的心得感想，在分享中，除了讓學生對於物理現象的觀察，也同時融入了歷史的背景以及對戰爭、國防的基本認識。

戰後慶功宴

背景：

在戰爭中許多戰士、百姓喪失了生命，損失了財產，但我們把國家守下來了，這些犧牲不能白費，我們要好好檢討這場戰役，看看有沒有甚麼方法把損失減得更少，讓對我們國家不懷好意的敵人，不敢輕易對我們出手。

(一) 距離：如何控制石頭投射出我們想要的距離，請把你的紀錄畫在下面



你能否找到點與石頭 / 橡皮筋位置與投射距離的關係？

(二) 偏移：如果發生偏移該如何調整？

戰後心得：

## 七、課程評量：

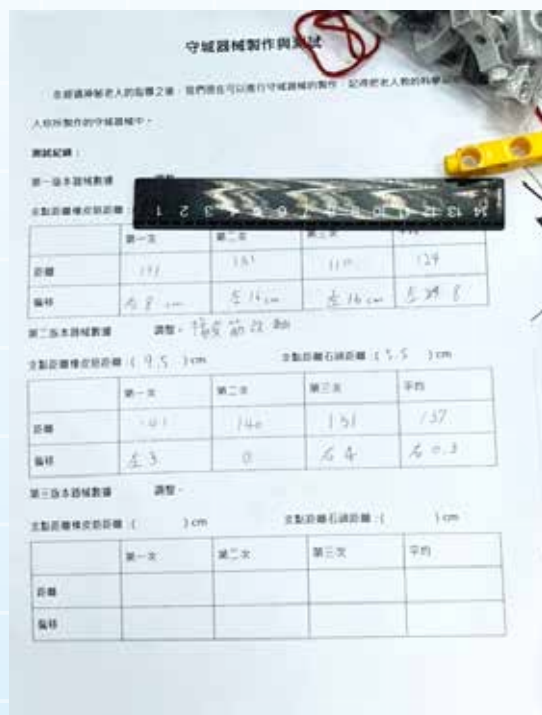
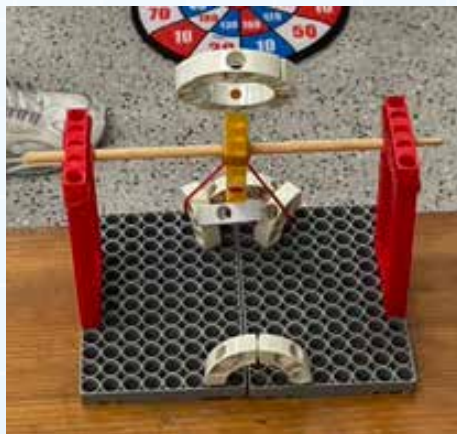
### (一) 態度檢核：

課程設計有結合情境故事以及需要團隊合作，因此態度檢核可以依照學生的表現態度（如—追求準確的研究精神、修改精進的能力）進行檢核，老師在課堂上可以訂定檢核規準，依照高（將軍）、中（隊長）、低（士兵）給予學生不同等第的評價。如表所示，可就學生的表現給予高、中、低的差異評價。

學生	擊沉數			得分	評價
	旗艦 (5)	運兵船 (3)	護衛船 (1)		
A	0	1	1	5	士兵
B	0	1	4	7	隊長
C	1	0	3	8	將軍

### (二) 資料蒐集整理：

資料蒐集整理包含學生在測試階段對於自己的守城器械是如何調整？有無整理與蒐集調整的相關數據與依據？後續活動（第三日守城大戰）結束後，有無對自己的表現、誤差進行完整的蒐集與紀錄？



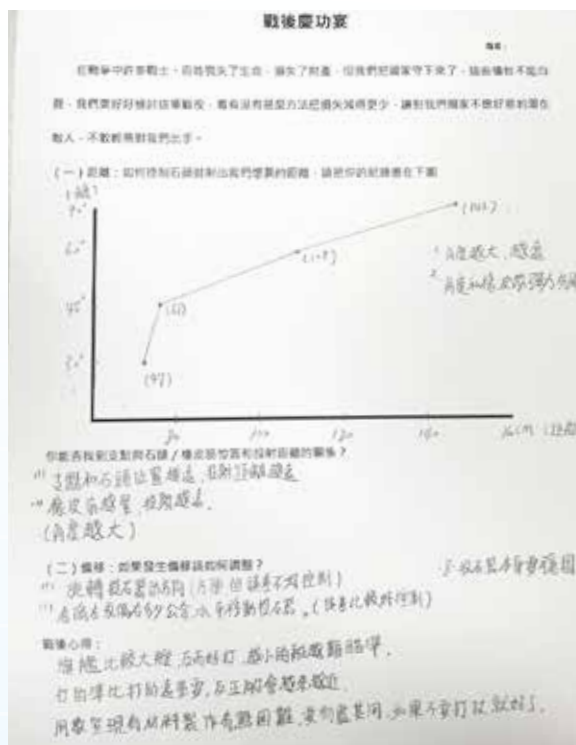
如上圖內容，學生第一版本以橡皮筋作為支點固定，測驗中發現誤差量較大（有一次偏右 8 公分，三次偏左，分別是 16 公分、16 公分、8 公分），之後將支點的軸改為以竹筷替代，第二次的測驗中誤差有明顯改善（偏左 3 公分、偏右 4 公分、0.3 公分跟無誤差）。



## (三) 口頭報告：

在戰後慶功宴的活動中，學生是否能夠將自己整理的研究成果進行歸納、演繹與報告？

如下圖，學生能從橡皮筋的鬆緊與角度中去歸納投射的距離的關係，並去反思戰爭準備的不易，以及說出改善誤差偏移的方法，最後從準備的過程中，產生避免戰爭的想法。



## (四) 參與討論：

在小組合作的過程中，小組成員是否能提出修改與精進的意見、調整的科學原理或是證據？對於教師在說明科學原理時，是否對理論與如何應用能說出正確的操作方法？

## 課程記錄一

學生 A：認為要使用第三類槓桿，才可以放大力量。

學生 B：如果是模型還可以用手來拉，但是如果要是真實的投石器，要用什麼來可以做出同方向的施力把大石頭丟出去？

學生 A：思考後修改為第一類槓桿。

## 課程紀錄二

學生甲：投石器支點的支架用泡棉膠疊起來

學生乙：你那樣會很晃，你等等誤差會很大

學生甲：認為不會

(練習時，學生甲發現因為泡棉膠不穩，投射距離不夠遠，且誤差值較大)

學生乙：就跟你說它這樣不穩

學生甲：在泡棉膠的兩側用竹筷、膠帶加固，增加穩定性。

### （五）成果展現：

課程結束後，對於自己的守城器械是否能作出完整的說明與解釋設計的原因與理念，還有可能的結果？

學生歸納出，以教室的設備器材，橡皮筋應該綁在積木上的第幾個洞跟槓桿的長度如何搭配才能夠將石頭丟在敵方船艦佈陣的位置，另外也提出以潛水夫鑿沉敵方戰艦、外交手段等等避免戰爭的方式。

### 八、課程省思：

課程設計之初，選擇與高年級課程單元內容相關的力與槓桿，讓學生能更容易的設計不同變項與進行操作觀察，而教學策略上也希望能強調情境的營造與故事性，課程容納了自然科學與數學領域的內容，讓學生能夠達到跨域整合的學習，將圖表的使用跟數據的整理在課程中實踐。

從學生學習成效反饋中，看得出學生在課程中非常投入，在實驗操作上，也讓學生能依據自行繪製的圖表進行說明，以及對於投石器的優劣作出解釋，且對於戰爭的整體有更深了解，讓學生透過課程的討論認知到戰爭的殘酷。

### 九、課程實施建議：

- （一）在課程環境的營造可以背景圖、地中海地圖、音樂、用黃色底色剪成羊皮紙捲的模樣等等的方式都是可以幫助學生進入情境的方法。
- （二）引導學生自行發現投石器是最佳解，如果學生提出其他天馬行空的想法，可以用時間、資源不足、人力困難、實踐困難等等的方式，讓學生自己覺得投石器是「自己想出來的」更能增加學生的挑戰任務動機。
- （三）三種槓桿原理的引導透過佈題、舉例、實際操作，讓學生清楚的分辨三類槓桿在生活中的應用、省力、省時的差異。重點在幫助學生後設檢核自己的設計是不是有符合科學原理。
- （四）投射物的測試紀錄給予學生提醒，找到每次自己的範圍跟誤差在哪裡？如何改進？
- （五）在守城大戰中，可依照勝利與戰敗條件進行統計。在每一次拋射後，填寫紀錄表，摘要處作為備註、調整紀錄用。過程中老師須檢核學生是否每次都有確實記錄，以便後續檢討。
- （六）將學生的投射數據製作為表，再從表中去探討平均數、標準差的概念，讓學生形成不同變項對於投射的影響。

## 十、課程材料：



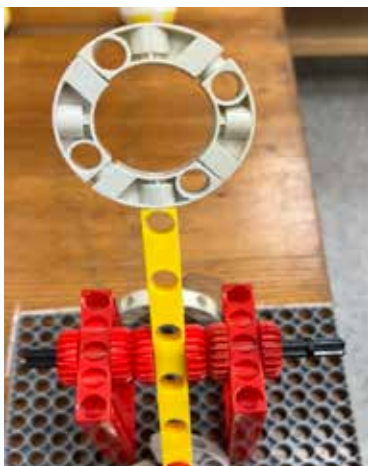
魔鬼氈



黏黏球



竹筷



組合積木



橡皮筋



成品

## 十一、參考書目

- (一) 李家銘、林宗慶、宋柏輝等 (2002)。超上古兵器 - 投石器之研究。全國中小學科展。臺北市中正區螢橋國民小學。
- (二) 白翁任、洪關強、戴瑜慧等 (2006)。攻城利器 - 投石器的探討。全國中小學科展。屏東縣潮州鎮光春國民小學。
- (三) 沈又聖、黃衣柔、溫宥崴等 (2021)。投石計器彈無虛發。全國中小學科展。雲林縣斗南鎮僑真國民小學。
- (四) 詹姆斯曼格 (2023)。印第安那瓊斯之命運輪盤。華特迪士尼影業。
- (五) 游雅婷 (審議) L., Froschauer (2020)。課堂中的 STEM 教育：核心素養與教學實踐。新北市：碩亞數碼科技，中華資訊與科技教育學會。ISBN | 978-986-98189-3-3
- (六) 陳冠宏 (2018)。下世代教育 - STEAM 新素養。清華教育 (95)。

(實施年級) 國小五年級／特殊需求領域：專長領域選修



# 一碰你就亮—通電機關卡片

新北市新莊區光華國民小學教師 馬士茵

## 摘要

透過卡片可以表達節日的喜悅，傳達傳達對親朋好友的愛與祝福。本課程採 PBL 的模式設計，以製作通電卡片為專題，鼓勵學生運用好奇心和創造力來規劃並實現跨學科整合。搭配使用 3V 鈕扣電池、LED 燈以及各種導電材料，如實驗電線、導電膠帶等，來設計和製作電路。同時，還會運用各種美術材料，如紙卡、PP 塑膠板、雷射木板等，來裝飾卡片的外觀，使其更具藝術性和吸引力。透過這個課程，學生將有機會探索電子技術和創意設計，並結合起來製作出獨特而有意義的卡片作品。

## 一、設計理念：

### （一）搭聖誕節慶意義發想主題

聖誕卡是一種傳統的節日用來表達情感和祝福的方式。通過精心製作的卡片，人們可以傳達對親朋好友的愛、祝福和關心，分享節日的喜悅和溫暖。這些卡片常常帶有美麗的插圖、溫馨的文字和個人的祝福，擔任著拉近人與人之間情感距離的角色，並強調了聖誕節的團聚、分享和慷慨精神。

### （二）跨域整合的實踐

在通電卡片製作過程中，設計和製造通電卡片需要涉及多個學科領域，包括電路原理、材料科學、系統思考與美術設計等，這種跨學科整合符合十二年國教中強調的學科整合，旨在讓學生更好地理解不同學科之間的關聯，培養跨學科思維和解決問題的能力。

通電卡片製作過程要求學生掌握多種技能，包括設計、製造、測試和問題解決等，並在製作過程中，學生需要積極參與設計、建造和測試自己的電路設計，符應十二年國教中跨域整合、全人發展、主動學習等精神。

### （三）材料碰撞出的多樣性

本課程以製作通電卡片為核心任務，以一顆鈕扣電池和一個發光二極體(LED)為發想，開啟規劃設計，再觀察生活中的材料特性，依據設計需求選擇材料，最終製作出主題卡片，透過問題解決、領域整合的學習策略，發展出獨特的主題卡片，以達到表達自我價值的目的。

## 二、課程目標：

### (一) 核心素養和學習重點

總綱 核心 素養	自 -E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索。 藝 -E-B2 學習規劃藝術活動，豐富生活經驗。 科 -J-A2 運用科技工具，理解與歸納問題，進而提出簡易的解決之道。	
學習 重點	學習 表現	【科技教育及資訊教育】 科議 a- II -2 體會動手實作的樂趣。 【自然】 po - II -2 能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出問題。 【藝術】 媒 1- II -3 能試探媒材特性與技法，進行創作。
	學習 內容	【科技教育及資訊教育】 科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。 【自然】 INe- II -8 物質可分為電的良導體和不良導體，將電池用電線或良導體接成通路，可使燈泡發光、馬達轉動。 【藝術】 視 E- II -2 媒材、技法及工具知能。

### (二) 學習目標

- 能根據通、斷路的科學知識設計電路圖。
- 在製作卡片過程中，透過觀察、蒐集資料、思考、討論發現遭遇的問題並嘗試解決。
- 透過探索，運用好奇心及想像力選用適當材料完成作品。
- 學習規劃表現的主題內容，選擇最適當的媒材技法，完成作品。
- 能用媒材傳達主題意象，豐富生活經驗。
- 能利用電腦繪圖等科技工具繪製卡片設計稿。
- 製作卡片時透過理解與歸納遭遇問題，並利用實驗用電線、導電膠帶、防火膠帶、焊錫、接線端子等工具，提出解決辦法，完成作品。

## 三、核心領域：

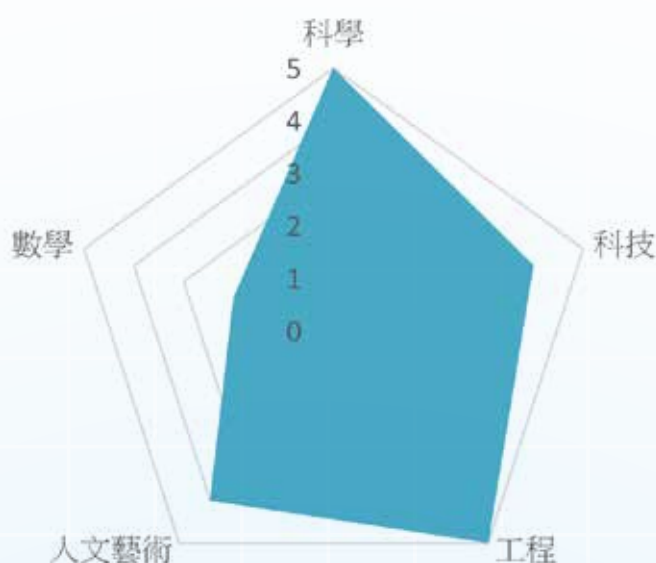
本課程採用 PBL (Project Based Learning) 學習模式，以「製作通電卡片」作為專題，旨在促進工程和藝術領域的綜合學習。製作通電卡片是一個跨學科的創作過程，融合了電子工程、視覺藝術設計和材料科學等多個不同領域的知識，並可以大致歸納為科學、科技、工程、藝術和數學 (STEAM)。

- 在「科學」方面，學生將運用電學知識來設計卡片的電路，透過應用更了解通路與斷路的原理。
- 在「藝術」方面，學生可通過聖誕節的常見元素來展現創意，例如經典的圖案和色彩，

然而，也要注意這些傳統元素有時會限制自主創作。

- 在「科技」方面，學生有多種材料和工具可供選擇，從卡紙到電路板，甚至雷射切割機等，不過，這也可能受到學校提供的設備和資源的限制。
- 在運算思維和「數學」方面，學生需要精確測量和運用邏輯，但在本課程中，數學可能更多地應用在尺寸和數值方面，而較少運用於符號和數學運算。

本課程結合了多個學科領域的知識和技能，鼓勵學生通過創作一個具有科學、技術、工程、藝術和數學元素的通電卡片，從而培養他們的綜合能力。



領域	細項說明
自然科學	<p>電學原理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 通路 在電學中，通路指的是電流從一個點或起始點流向另一個點或終止點的路徑或路線。當組合 3V 鈕扣電池、導線和 LED 燈時，建立了一個完整的電路，使電流能夠自起點流動到終點，並執行特定的功能。</li> <li>● 斷路 斷路是指在電路中無法形成完整的通路或迴路的情況。這表示電流無法流動，因為在某個地方存在一個斷開的連接，阻礙了電子的流動。斷路可以是意外的，也可以是故意設計的，以控制電流的流動。要注意的是，斷路是電子元件中常見的概念，它可以用於開關電路，控制電器設備的啟動和關閉，以及在許多電子裝置中實現各種功能。</li> </ul>
科技	<p>科技領域課程的核心理念在於引導學生通過觀察和解決日常生活中的需求或問題。這一理念強調「做、用、想」的過程，鼓勵學生不僅使用科技產品，還要培養他們的實作能力。以下是其中使用的一些工具：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 電動工具：焊槍、雷射切割機</li> <li>● 數位工具：雷雕設計軟體</li> <li>● 手工工具：防火膠帶、焊錫、剝線器</li> </ul>



工程	<p>系統思考與問題解決</p> <p>根據電路概念，在電路中添加一個開關元件，同時思考如何調整該開關，實現通路和斷路的轉換功能。此外，學生還需要考慮使用什麼材料來製造開關，以達到預期的效果。基於開關的設計，學生可以繼續規劃卡片，分項說明如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 卡片概念：首先，學生需要思考卡片的整體構想，包括設計主題、內容和互動功能。這有助於確保開關的位置和功能與卡片的主題一致。</li> <li>● 開關位置：根據卡片概念，學生應確定開關放置在何處。開關的位置應容易被使用者找到，同時能夠自然地與卡片的設計融合。</li> <li>● 圖案設計：學生可以考慮在卡片上添加圖案、插圖或裝飾元素，以增加視覺吸引力。這些圖案可以與卡片的主題相關，並突顯開關位置。</li> <li>● 製作開關：學生需要根據設計需求製作開關元件。這可能涉及選用合適的材料，例如紙、導線、導電墨水等，並組裝它們以實現預期的功能。</li> </ul>
人文藝術	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 色彩搭配 <p>透過色調，我們能夠有效地影響人們的情緒。創作者可以根據他們希望表達的信念來選擇色彩，進而製作卡片。此外，色環的配色理念也可以融入教學中。例如，在製作卡片時，我們可以考慮使用一些經典的色調，如紅色和綠色，它們在色環中是互補色，在完全飽和的狀態下，這些色調可以為人們營造一種活潑生動的效果。這種色彩選擇不僅為卡片帶來視覺吸引力，還能夠傳遞創作者的情感和信息。</p> </li> </ul>  <p>搭配色環進行教學</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 選擇適當的媒材 <p>根據作品的設計理念，必須考慮材料的各種性質，包括透光性、彈性、硬度、大小等，以確保所選擇的材料能夠最好地體現設計的意念。最終，選擇適當的材料是實現作品成功的關鍵。</p> </li> </ul>
數學	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 邏輯 <p>在進行製作之前，需要全面思考製作過程的順序和邏輯概念。同時，在製作過程中，可能會遭遇各種困難和挑戰，但這些困難是正常的一部分。關鍵是要能夠解決這些問題，進一步提高技能和創造力。</p> </li> <li>● 測量 <p>開關的尺寸、材料大小的裁切，以及如何計算適當的尺寸，以確保材料能夠相互組合。這部分的工作需要精確的測量和計算，以確保組件間的配合和組裝能夠順利進行。這是製作過程中一個關鍵步驟，需要仔細的計劃和執行，以確保作品的質量和功能性。</p> </li> </ul>

# 一碰你就亮—通電機關卡片

## 四、學習任務：

- (一) 主要任務：透過工程設計思維，運用電路設計、電腦繪圖技能設計通電機關卡片。
- (二) 過程任務：
  - 認識機構電路相關材料及原理。
  - 設計卡片封面、電路設計圖，並將兩者結合。
  - 利用電子繪圖完成卡片封面設計，如沒有機械設備亦可用紙板完成。
  - 卡片組裝、上色

## 五、課程問題：

- 通電機關卡的基本組成要素是什麼？
- 學生設計的通電卡片主題和內容是什麼？
- 卡片上的開關位置是否能夠融合到卡片內容中？
- 卡片上應該添加哪些圖案設計，以提高視覺吸引力並突顯開關的位置？
- 在製作導線時，應該選擇什麼樣的材料？
- 如何將機關設計、卡片裝飾和電路等三大項目整合成一張通電卡片？



學生利用實物進行設計規劃



將討論結果畫下

## 六、課程活動：

### (一) 活動簡介

1. 通電卡片的要素：認識通電卡片有「機關設計」、「卡片裝飾」和「電路連接」等三要素。
2. 卡片的主題與內容：了解聖誕節的經典圖案與配色，學生確認通電卡片的主題與內容設計。
3. 通路實作與機關設計：通過實驗認識通路，發現開關類型有按鈕式開關、切換式開關、機關式開關，並確定想要製作的開關類型。
4. 理解通路中的材料特性：透過實驗前的預測，實驗中的觀察、實驗後的解釋認

識通路中的材料特性。

5. 卡片裝飾與電路整合：根據設計需求製作開關、在卡片添加圖案，並整整合兩者以確保使用和達到預期效果。

## (二) 活動流程

STEAM 教育的跨領域整合，奠基於數學，透過科學與科技開展工程與人文藝術 (Yakman, 2008)。本課程採用了 5E 學習環的基本教學架構，該架構分為五個不同的階段：投入 (engagement)、探索 (exploration)、解釋 (explanation)、精緻化 (elaboration) 和評估 (evaluation)。為了符應 STEAM 課程的需求，筆者將學習環中「探索」活動修改為「工程設計過程 (engineering design process)」，這樣能夠更符合課程特性，使學習過程更容易進行並促進學生的創造性思考和解決問題的能力。

### 1. 投入 (engagement)

#### ● 認識通電卡片基本組成要素

聖誕節（或可根據需求替換其他節日）即將來臨，這是許多人以贈送卡片方式表達對他人祝福與情感的時刻。卡片的形式多樣，而本次課堂旨在教導製作具有通電機關的卡片。首先，透過觀察他人製作的多種通電機關卡片，以瞭解卡片的不同呈現形式及基本組成。接著，提出關鍵問題：「通電機關卡有哪些基本組成要素？」，讓全班進行討論，以得出「機關設計」、「卡片裝飾」和「電路連接」是任何一張卡片都應具備的要素。這些要素也是我們在製作卡片時所需具備的知識。

#### ● 聖誕節經典圖案與配色

聖誕節具有許多經典圖案，如聖誕老人、麋鹿、聖誕樹、雪花等，它們代表著這個節日的精髓。此外，紅色和綠色是聖誕節的經典配色。根據色彩學，紅色和綠色在色環中位於彼此的對立位置，也被稱為對比色或互補色。這種明顯的色彩對比為人們帶來一種活潑的感覺。此外，色環上相近的三個顏色通常組合在一起會相當協調，帶來寧靜和舒適的設計感。這些色彩原則有助於在聖誕卡片設計中創建視覺吸引力，並強調節日的氛圍。

#### ● 卡片主題與內容：學生透過討論確立欲創作的通電卡片其主題與內容。

### 2. 工程設計

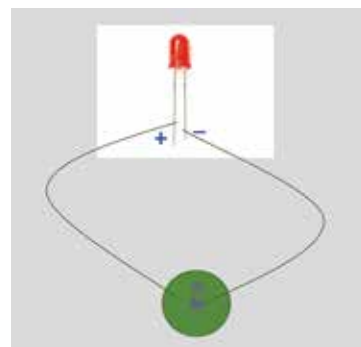
#### ● 認識通路

學生使用一組實驗用電線、一個 3V 鈕扣電池和一顆發光二極體 (LED) 進行實驗，試圖將這些材料連接起來以建立通路。通過這個實驗，學生可以發現以下情況：當電池、導線和 LED 燈形成一個封閉的迴路時，就可以實現通路的效果。此外，他們還會注意到，導線不一定是必要的實驗材料，因為可以直接將電池和 LED 燈連接在一起，同樣可以形成通路。





無導線形成的通路



有導線形成的通路

## ● 製作開關的材料

請學生思考如何選擇一種方法，以阻隔鈕扣電池和 LED 燈之間的通路，以創造一個可控制的開關。學生可以參與討論，將討論中提出的各種材料進行逐一測試。同時，應提醒學生，機關卡片的開關應達到指定位置時 LED 燈才發光，而當開關遠離指定位置時 LED 燈應熄滅，以確保卡片的機關能夠精確實現所需的功能。這個過程有助於學生理解開關的設計和製作，以達到精確性和控制性的要求。

## 3. 解釋

### ● 認識材料特性

實驗結束後，教師應依序與全班討論測試結果、材料特性以及每種方法的優缺點。教師可以提供一個表格，讓學生填寫。這個表格的設計不僅可以指導學生思考應該考慮的各個項目，還有助於讓學生的思維和學習過程有一個有條不紊的結構。這樣有助於學生更好地分析和比較各種方法，並從中學到更多關於製作開關的知識。這也培養了學生的系統性思維和問題解決能力。分組討論範例如下：

材料名稱	實驗方法	實驗結果	特性
彈簧	壓下後使彈簧上的 LED 燈和電池接觸	可以	1. 是導體，可以代替導線。 2. 有彈力、適合做彈力機關。 3. 材質較硬不好塑形。 4. 需在卡片上挖空擺放彈簧，且卡片厚度應與彈簧長度相似才能遮掩彈簧機關。
吸管	阻隔 LED 燈和電池形成通路，壓下後形成通路	可以	1. 內部中空，可以將 LED 燈的一端收納在吸管內部，一端固定在吸管外側。 2. 材質軟硬適中，可以維持既有形狀，但又可彎折。
迴紋針和磁鐵	磁鐵吸住迴紋針形成通路。	可以	1. 迴紋針是導體。 2. 材質硬無法塑形。 3. 開關處於關閉狀態時，需要在卡片設計磁鐵擺放位置。

## ● 認識開關的類型

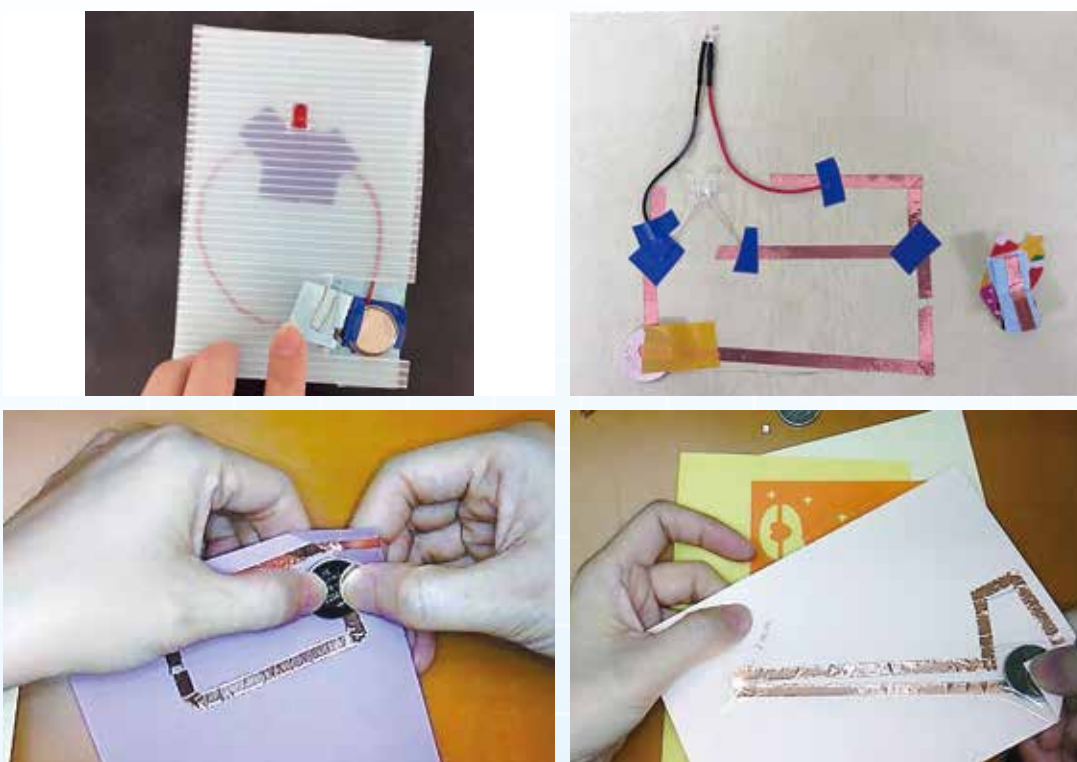
認識開關的類型有按鈕式、切換式、機關式及其電路原理，並讓學生確定想製作的開關類型。

### 4. 精緻化

完成開關設計後，接下來要進入卡片裝飾設計及電路設計步驟，開始製作前先進行設計打稿階段，設計稿的呈現方式須考量學生的認知程度，國小學生的認知程度多在「具體運思期」，意味著他們的邏輯性思考需要具體的實物操演才能運思，因此建議製作順序建議如下：

## ● 材料擺放及電路設計

給予學生所需卡片製作材料，讓學生可以在直接在卡片上思考材料及機關擺放位置。



卡片電路設計

## ● 測量卡片厚度

根據材料思考卡片本體、鈕扣電池、導線…等厚度，確認卡片的厚度是否有位置隱藏這些電路材料。

3mm	1mm	2mm	4mm	5mm
PP 版厚度	書面紙厚度	電線厚度	電池厚度	LED 厚度

## ● 卡片裝飾

根據設計想法進行卡片裝飾，並確認電路材料的外表修飾，以及裝飾後是否影響開關的精確性。



卡片裝飾作品

## 5. 評量

評量方式可以根據使用的時機分為三種，第一種是各小組根據任務的需求，對開關設計和電腦繪圖進行不斷的評估和修改。透過測試、反思和問題解決等過程，這種自我評量將持續進行。這種評量可以在小組討論的過程中被發現，例如在選擇導體材料時，學生會透過對話討論各種可行性。

二是當教師發現學生遭遇困難、受到限制，或對需求標準理解不全時，在必要時給予協助。當教師巡視課堂聆聽小組討論時，發現小組討論無法取得共識，可能學生實驗後發現長尾夾雖然是鐵製品能夠作為導體，但材質太硬無法塑形，小組討論後遲遲無法找到替代材料，教師協助討論，一起思考日常用品中哪些也是鐵製品，但材質可以彎曲，最後結果以迴紋針作為替代材料。



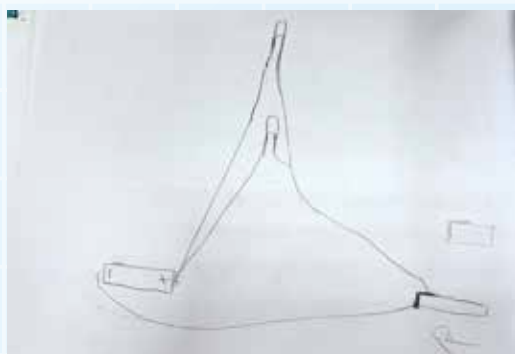
第三，當每個階段告一段落後，教師可以進行總結式評量。評量方式可以多樣化，可以由教師隨機提問學生，或者使用評量卷的方式確認學生的理解程度。總結式評量的目的在於確保學生在當前階段完全理解了相關概念。STEAM課程的任務通常是真實且複雜的，需要分解為多個小任務逐一完成，而這些任務之間相互關聯。如果某個概念沒有完全理解，很容易影響到後續任務的完成。根據三種使用時機的評量整理如下表：

時機	持續進行	過程中	活動段落結束
類型	形成性評量	形成性評量	總結性評量
說明	學生進行設計思考活動時，會遭遇材料選擇、理想設計與現實設計的最優解決辦法…等自我抉擇。	學生遭遇困難時，教師給予幫助。	階段性活動結束後的協助。
舉例	選擇適當的材料做電路設計，實驗電線便宜但較厚難以藏匿，導電膠帶黏貼需要技巧且厚度薄，導電膠較貴但操作最簡單，學生根據自己的需求選擇哪種導線材料。	1. 學生理想材料測試失敗後，給予學生相似材料的建議。 2. 學生對需求標準的理解有差異時重新釐清。	1. 學生的電路設計圖無法形成通路時，可以判斷學生的概念不全，此時正是教師協助的時機。 2. 材料測試後全班統整測試結果。

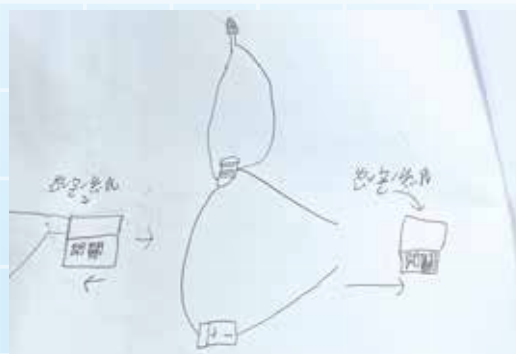
## 七、課程省思與建議：

### （一）實際與預期的目標評估

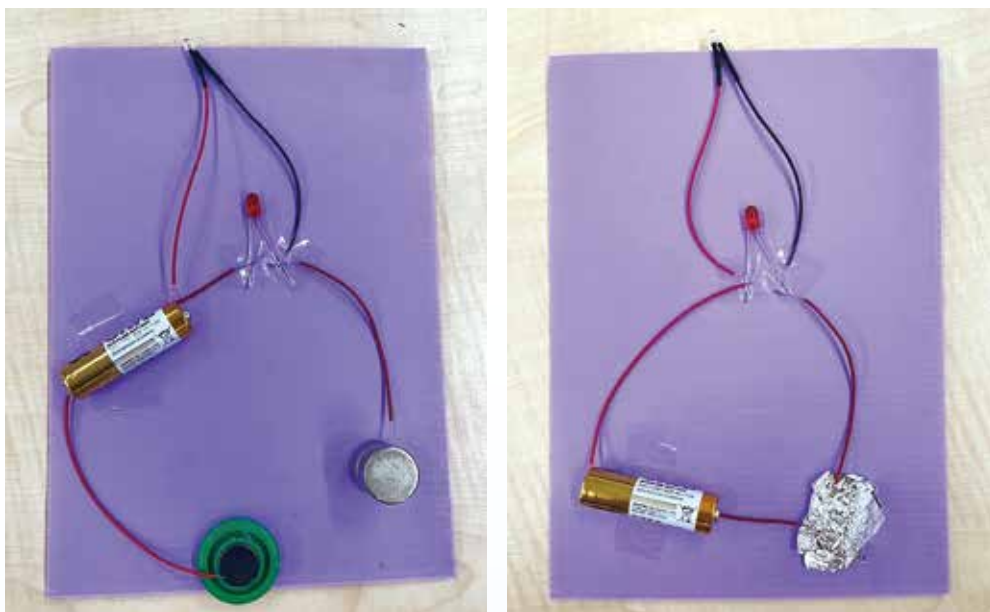
原本的課程流程按照以下順序進行：首先，學生需要熟悉電路知識，然後認識開關設計，接著學習畫電路設計圖，最終進行機關卡片的製作。然而，在實施課程時，發現有些學生在電路設計稿上經常畫出一些具有迷思概念的設計。進一步的探討顯示，這是因為學生對電路的概念尚未完全掌握。因此，決定改變方法，將電路材料提供給學生，讓他們在實際操作中進行思考，以修正任何迷思的概念。如果再次實施這門課程，將選擇直接提供材料，以使學生能夠透過實際操作和思考，而不是僅僅依賴單獨的設計電路草稿。



學生以磁鐵為開關設計



學生以鋁箔紙設計開關



學生以實物規劃電路設計稿

### （二）課程內容分析製作材料與配色

在通電卡片的製作中，LED 燈的使用是必要的，但直接裸露的 LED 燈可能不夠美觀，因此需要進行包覆和裝飾。然而，由於對外飾材料的透光性要求較高，材料的選擇受到限制。通常，使用 120 磅以下的紙張、卡點西德紙、描圖紙等紙質材料，以滿足透光性需求。除了透光紙張，學生喜歡嘗試其他紙質裝飾，例如色紙、貼紙等，但不同材質的紙張混合搭配可能會導致視覺效果不佳。

卡片裝飾材料的顏色搭配對美感至關重要，這也突顯了 STEAM 教育中藝術領域的重要性。因此，在 STEAM 課程中，藝術元素的教育和訓練是不可或缺的，它有助於培養學生的美感素養，讓他們在設計和創造中更具創意和視覺感知。

### （三）學生標準的改變

STEAM 課程的實施都會遇到同一個問題，那就是學生在施作過程容易將更改原有的預期，例如原本製作的材料厚度太厚而突出，或是太硬不易塑形，但學生並沒有選擇更換材料，而是接受這些材料不如預期，進一步探討後有以下這些原因：

#### ● 任務複雜、時間有限

本課程採用 PBL（專題導向學習）方法進行設計。當學生理解和探索問題結構時，課程圍繞著真實世界的問題展開。這可能會導致學生在實際操作中發現一些挑戰，例如受到材料限制，導致最終作品的呈現可能不如預期。然而，由於時間不足，有些學生可能最終只能接受這個結果。

建議的方法是限制學習者的製作材料，這樣他們在受到限制的情況下必須更深入地思考，這樣會更容易產出有深度的作品。這種限制可以激發學生的創造力，迫使他們在有限的資源下尋找新的解決方案，同時提高他們的問題解決能力。此外，這也有助於培養學生的細緻觀察和反思能力。

## ● 概念建立

學生在學習的過程中，前一個學習任務中未完全理解的概念可能會影響到後續的活動和施作。這正是為什麼持續評量在課堂中非常重要。教師可以在發現學生的學習狀況有問題時立即介入，以減少這種可能性。這有助於確保學生建立堅實的概念基礎，以更好地應對後續的任務與挑戰。

## ● 學生個性

當面對挑戰時，學生的態度多種多樣。有的學生勇於接受挑戰，當發現作品不如預期時，會想盡一切辦法，尋找替代方案，以解決問題，以達到設計稿的預期。而有些學生則可能認為現有的作品雖然未達預期，但也可以接受，並決定不繼續修正。STEAM 課程的特點在於其最終解決方案充滿未知的可能性，允許學生根據自己的個性和思考方式，以不同方式應對挑戰。這種靈活性有助於培養學生的創造力、解決問題的能力以及自我管理的能力，使他們能夠更好地應對未來的挑戰和機會。

## 八、課程實施建議：

(一) 電路材料選擇多元，根據各校設備有無，教師可以視教學需要選擇製作材料，建議材料範例如下：

導電材料	組合一：實驗電線、焊錫、焊槍組 組合二：實驗電線、防火膠帶 組合三：實驗電線、接線端子 組合四：導電膠帶（銅膠帶） 組合五：導電膠筆
卡片材料	組合一：PP 版、美術紙（需透光，建議 120 磅以下） 組合二：雷切木板（3-5mm）

(二) 根據美國新世代科學標準 (NGSS) 對應的跨領域能力又可分以下五項：

- 情境解構 (NGSS- 問問題與定義問題)
- 預測分析 (NGSS- 分析與詮釋資料)
- 類比推理 (NGSS- 依據證據進行論證)
- 量化思維 (NGSS- 運用數學與運算思維)
- 反思能力 (NGSS- 獲得、評估與傳遞資訊)

教師可以根據課程，挑選合適的跨領域能力設計評量，根據「情境解構」向度挑選「發現問題能力」，以及「反思能力」挑選「合作能力」設計跨領域評量範例如下：

跨領域能力	等級 A	等級 B	等級 C	等級 D
問題解決	發現問題能獨立思考並解決	發現問題能主動尋求協助解決問題	發現問題未能解決	未能察覺問題，作品未能完成
合作能力	能和其他人正向有效溝通	稍有爭執上能溝通	有部分組員參與度低	組員彼此各做各的並無交流



問題解決能力和合作能力在 STEAM 課程中是必要的核心能力。教師可以採用不同方法來評估學生在跨領域能力的表現。以下是一些建議的方式：

- 自評或組員互評：提供一個評量表，讓學生自行評估自己或彼此的問題解決和合作能力。這可以促使學生反思他們的表現，並鼓勵他們討論如何改進。
- 前、後測：在課程開始時進行前測，然後在課程結束時進行後測。這樣可以讓學生自行確認他們的問題解決和合作能力在課程結束時是否有所提高。
- 實際任務評量：在 STEAM 課程中，學生通常參與實際的任務或專題項目。評估他們在這些任務中的問題解決和合作能力，包括他們如何解決問題、與團隊合作以完成任務。
- 觀察和反饋：教師可以通過觀察課堂互動和學生的參與來評估他們的問題解決和合作能力，然後提供即時反饋，以幫助他們改進。
- 這些方法可以結合使用，以確保對學生的問題解決和合作能力進行全面的評量。這有助於提高學生的自我認識，鞏固他們的技能，並鼓勵他們積極參與 STEAM 課程中的學習和合作機會。

## 十、課程材料：

- 數位材料：雷射切割機
- 電路材料：3V 鈕扣電池、實驗用電線、led 燈、導線膠帶
- 美化材料：廣告顏料、卡紙

## 十一、課程連結：

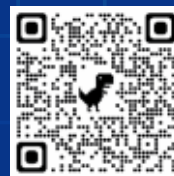
材料名稱	實驗方法	實驗結果	特性

在下方空白處畫出你們的開關設計圖。

(開關設計須包含鈕扣電池、LED 燈、阻隔通路的材料或方法)

跳躍指尖的音符 -  
卡林巴琴 (Kalimba)

新北市新莊區光華國民小學教師 黃炯彬



影音鏈接

## 摘要

本課程主軸訴說著源自非洲部落的傳統樂器卡林巴琴 (Kalimba)，並透過實作帶入聲學的相關原理，其中蘊含「跨領域」和「問題解決」的歷程，更蘊含了文化、感受、傳承的深刻寓意。課程會製作出不同的卡林巴琴，包含板式、箱式和自製三種類型，在實施時，透過思考整體構造、組裝工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難，進而理解 STEAM 中跨域、問題解決的精神。課程最後，回歸於創作者獨具意義的根源，期望讓成品能夠具有專屬於自己的故事。

## 一、設計理念

卡林巴琴 (Kalimba) 是源自非洲部落的傳統樂器，帶有祈福的文化意涵。因此，由卡林巴琴 (Kalimba) 為主軸所設計的 STEAM 課程，非常適合由藝文 (Arts) 領域出發，不僅僅是外觀、顏色設計，更蘊含了文化、感受、傳承的深刻寓意。

課程主軸訴說著卡林巴琴 (Kalimba) 的文化起源，並透過實作帶入聲學的相關原理，其中蘊含「跨領域」和「問題解決」的歷程，本課程在實施時，不採一步一步的食譜式說明，而是透過思考整體構造、組裝工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難，進而理解 STEAM 中跨域、問題解決的精神。

自行設計的卡林巴琴 (Kalimba)，融合了跨域元素、具備美感經驗創作，更重要的是對自己「有意義」。《小王子》一書中曾有一段動人的文字：「你花在你的玫瑰上的時間，使得你的玫瑰顯得如此珍貴。」

卡林巴琴的創作之所以迷人，除了動手做的樂趣外，更深層的是作品對自己所獨具的意義。因此，課程在最後回歸對於創作者獨具意義的根源，期望讓成品能夠具有專屬於自己的故事。

## 二、課程目標

### (一) 核心素養

	核心素養項目	核心素養項目說明	自然領域	社會領域	藝術領域	數學領域
A 自主行動	A2 系統思考與解決問題	具備問題理解、思辨分析的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效處理及解決生活、生命問題。	自 -E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。	社 -E-A2 敏覺居住地方的社會、自然與人文環境變遷，關注生活問題及其影響，並思考解決方法。	藝 -E-A2 認識設計思考，理解藝術實踐的意義	數 -E-A2 具備基本的算術操作能力、並能指認基本的形體與相對關係，在日常生活情境中，用數學表述與解決問題。

### (二) 學習重點

	學習表現	學習內容
Science	pa-III-2 能從資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。	INe-III-6 聲音有大小、高低與音色等不同性質，生活中聲音有樂音與噪音之分，噪音可以防治。
Technology	科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。	科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。
Engineering	科議 c-III-1 依據設計構想動手實作。	科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。
Arts	表現 - 創作展現	
	1-III-6 能學習設計思考，進行創意發想和實作。	視 E-III-3 設計思考與實作。
Math	s-III-3 從操作活動，理解空間中面與面的關係與簡單立體形體的性質。	S-5-6 空間中面與面的關係：以操作活動為主。生活中面與面平行或垂直的現象。正方體（長方體）中面與面的平行或垂直關係。用正方體（長方體）檢查面與面的平行與垂直。



### (三) 學習目標

本課程包括「跨域整合」、「問題解決」、「動手做」和「真實情境」等要素，由製作卡林巴琴 (Kalimba) 的「問題解決歷程」展開，並試著引導在製作過程中可能遭遇的問題，進而產生「問題意識」，透過問題覺察，有意識的思考問題解決方法、步驟或程序。接著回到課程核心的「文化意涵」，讓富含文化味道的元素，在課程藝文 (Arts) 的面向展現價值，使其充實飽滿。期望課程不僅是煙火式的體驗課程，更是能實際運用的 STEAM 課例。

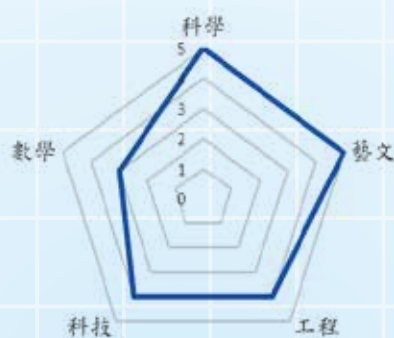
1. 能運用想像力，從觀察、閱讀卡林巴琴的發展歷史、台灣獨特文化元素，從中設計思考擷取卡林巴琴創造的元素。
2. 能依據聲學原理、聲音要素及共鳴等科學概念，思考和選擇合適的卡林巴琴製作材料，並透過思考和實作探索工序對卡林巴琴製作的影響。
3. 能運用基本的操作能力、形體與相對關係，自行設計卡林巴琴的琴身與構造。

### 三、核心領域

Science (科學)	<b>聲學原理</b> 1. 聲音的產生 聲音主要是透過物體「振動」而產生，聲音產生後需要透過「介質」進行傳播。 2. 聲音三要素 大小：主要取決於波的「振幅」，也就是振動幅度大小。 高低：主要取決於波的「頻率」，也就是物質振動快慢。 音色：主要取決於波的「形狀」，也就是物質的專屬音色。 3. 共鳴 透過不同的音箱設計，可將聲音放大。
Technology (科技)	<b>科技理念</b> 1. 核心理念 科技的核心為「做、用、想」，在課程進行中希望能將實作與思考結合。 2. 材料特性 理解材料特性，如木材軟硬、共鳴情況；自行選擇作為琴身的材質，是否適合鑽洞、共鳴等。 <b>工具操作：</b> 1. 手工工具：螺絲起子、壓克力顏料、蠟筆。 2. 電動工具：線鋸機、鑽孔機、衝擊起子、砂帶機。 3. 數位工具：調音 APP。

# 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba)

Engineering (工程)	<p><b>問題解決</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 琴身設計 單板卡林巴琴（17 音）需自行設計琴身，其中需思考琴鍵預計的安裝位置、切割打磨的工序、上色材料的選擇等。</li> <li>2. 材料選擇 卡林巴琴（10 音）適合低年級操作，讓學生自行選擇各式材料當作琴身，琴身的材質與聲音的共鳴，會有多種不同的結果，找出理想的搭配便是關鍵。</li> <li>3. 琴鍵安裝： 琴鍵安裝和組裝順序有關，要如何安裝琴鍵本身就是一個挑戰。</li> <li>4. 調音： 準確的音準亦是問題解決的一環，可以使用 APP 或是調音器進行。</li> </ol>
Arts (藝文)	<p><b>藝術</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 彩繪 使用不同的彩繪方式，如壓克力顏料、色鉛筆等為琴身彩繪，再比較不同彩繪方式的差異，並賦予專屬的特殊意涵。</li> <li>2. 材料 運用不同的材料，欣賞琴鍵在各種不同材料所產生的共鳴效果，並選擇最適當的進行琴身製作。</li> </ol> <p><b>音樂</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 樂理 融入中式音階的「宮、商、角、徵、羽」（大致相當於 do、re、mi、sol、la），並和西式音階做比較對照。</li> <li>2. 意義 音樂的價值不僅在於音準，更重要的是如何演奏出心中的「意義」。</li> </ol> <p><b>文化</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 起源 透過卡林巴琴的起源與發展，理解、尊重並欣賞卡林巴琴的歷史與文化。</li> <li>2. 尋根 思考專屬「臺灣」的在地元素，並將這些獨具意義的元素，融入在卡林巴琴的整體創作裡，如琴身、音樂…等。</li> </ol>
Mathematics (數學)	<p><b>邏輯：</b>需先全面思考製作過程的順序、工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難。</p> <p><b>測量：</b>包含琴鍵長短、振動快慢、琴身尺寸、間距和鑽孔位置等，皆為測量項目。</p>



此課程以「卡林巴琴的意義」貫穿整體，並蘊含各式的「問題解決」歷程在其中，如聲學原理、機工具的使用、材料特性、科技融入…等，此課程較偏重科學、藝文領域，並透過科技、工程來解決問題，最終完成一個獨具意義的卡林巴琴。

#### 四、學習任務

##### (一) 主要任務

1. 創作一個融入「臺灣」在地元素的卡林巴琴。
2. 使用不同的材料進行卡林巴琴的琴身創意發想。

##### (二) 過程任務

1. 連結臺灣元素，並構思設計圖。
2. 使用線鋸機進行板材切割，並使用砂帶機進行打磨。
3. 琴鍵定位並使用鑽孔機進行打洞。
4. 琴身上色及設計。
5. 琴鍵安裝。
6. 使用數位工具 (APP) 進行調音。
7. 尋找其他合適的材料作為琴身使用。
8. 在自行尋找之材料進行鑽孔及琴鍵安裝。
9. 彈奏一曲對自己、文化具有特殊意涵的歌曲。

#### 五、課程問題

在 STEAM 的課堂中，「問題意識」和「問題解決歷程」是相當重要的，若是一步一步清楚的解說，就缺少了 STEAM 中引起思考的精神。因此，如何安排「問題歷程」和「失敗經驗」，便顯得極其重要。本課例進行中會遇到的問題如下：

- (一) 琴身設計：如何將卡林巴琴的起源和能夠代表臺灣文化的相關意象揉合，設計出可操作的琴身？
- (二) 安裝順序：考量自身木工能力，思考彩繪、琴鍵安裝順序等要如何進行？
- (三) 琴鍵安裝：琴鍵安裝是本課例中問題覺察與解決的重要歷程。學生在安裝中嘗試逐個安裝，會發現這種工序較為困難。這時候可導入讓學生思考更佳的解決方式：除了逐一安裝琴鍵外，是否還有其他更好的琴鍵安裝方式？這種方式和琴鍵安裝有何差別？

#### 六、課程活動

##### (一) 活動簡介

本課例製作三種類型的卡林巴琴，分別是板式、箱式和自製的卡林巴琴。這三種類型的目標與對象不同，可以評估自身的課程規劃及操作能力、機具現況、實施對象…等，再訂定課程的實施方向。如果實施對象已有一定基礎，也可以採用漸進式的課程，三種類型皆可實施。這三種類型的製作所需材料和工具敘述如下表。



## 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba)

種類	主要材料	所需器材	難易度
板式 	17 音琴鍵組  松木板 (15×15×1.5cm)	線鋸機 砂帶機 鑽孔機 十字起子 電動起子 壓克力顏料 調音 APP	中 ★★☆
箱式 	17 音琴鍵組  卡林巴琴組 (4 邊板 + 2 上下板 + 木塊)	線鋸機 砂帶機 鑽孔機 十字起子 電動起子 壓克力顏料 調音 APP	難 ★★★
自製 	10 音琴鍵組  自行尋找琴身	鑽孔機 十字起子 壓克力顏料 調音 APP	易 ★☆☆

### (二) 活動流程

#### 前置課程

##### 1. 聲學原理介紹

透過日常生活中的用品，引導學生發現「振動」會產生聲音。再以腳踏車為例，發現聲音的「高低」和物體振動「快慢」有關。



感受鐵尺的振動產生聲音。



以腳踏車示範「高低音」和振動「快慢」之關聯。

## 2. 卡林巴琴的歷史與文化

卡林巴琴 (Kalimba) 是起源於非洲的一種彈撥類型樂器，在撒哈拉沙漠以南的非洲相當普遍。主要利用拇指撥動琴體上的薄片，因此又稱為拇指鋼琴。3000 多年前，最早的卡林巴是利用竹子或樹枝製作；1000 多年前，開始使用鐵條製作；直至今日的科技與技術以鋼材為主，讓彈片能夠耐用又動聽。

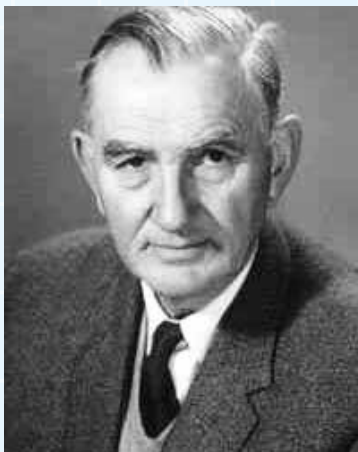
據說，由這種樂器所演奏出來的音樂不僅能夠趕走病人身上的邪氣，還能起到祈雨的作用，因此卡林巴琴是備受人們喜愛的樂器之一。在 20 世紀初，英國民族音樂學家 Hugh Tracey，他和妻子至非洲中、南部蒐集並錄製了多首民謠。Tracey 先生在 50 年間，製作了超過 35,000 首非洲民謠音樂。慢慢的，卡林巴琴流傳到全世界，變成一種受歡迎又具有療癒作用的樂器。



傳統卡林巴琴 (Kalimba) 的發展與樣式



卡林巴琴 (Kalimba) 所孕育的深厚文化內涵



Hugh Tracey 先生錄製非洲傳統民謠的情形



## 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba)

### ● 作品的獨具意義

在臺灣歷史長河中，也發展出能代表臺灣文化的意象表徵。因此，將卡林巴琴和臺灣意象的元素結合，甚至能製作出對自己獨具意義的成品，是這次課程所希望的目標。正如《小王子》一書中曾有一段動人的文字：「你花在你的玫瑰上的時間，使得你的玫瑰顯得如此珍貴。」



臺灣有專屬的文化與歷史

### ● 課程實踐問題意識引導和探究

STEAM 課程中的「問題解決」、「邏輯工序」是重要的。因此，在進行操作之前，引導學生討論在製作過程中可能會遇到的問題，並思考相對應的解決辦法為何，再進入實作，這是課例實作中培養學生問題思考的重要步驟。用問題意識先概覽任務執行的好處，是對於接下來所會遭遇的困難能有相對應的解決策略，並運用課程所學的知識概念，進行有意義的問題解決；這樣一來，可以避免「憑直覺」回應問題，真正達到「跨域整合問題覺察和解決」的目標。

### 3. 實作課程

#### ● 板式

板式卡林巴琴的優點，是有較多的發揮空間。板式卡林巴琴所設定的大問題意識，是製作一個「對自己有意義」或「具備臺灣元素」的琴，因此，學生可以根據自己腦中所構思的畫面進行設計與製作，真正賦予卡林巴琴「靈魂」。



板式卡林巴琴材料



板式卡林巴琴成品



### a. 琴身設計

設計一個「對自己有意義」或「具備臺灣元素」的琴。

### b. 使用機工具進行切割、鑽孔與打磨

設計完成後根據學生的先備經驗來選擇工具進行切割，可使用手持鋸、線鋸機切割，再使用砂紙、砂帶機進行打磨，最後使用鑽孔機進行鑽孔，供後續琴鍵組裝琴之用。

### c. 上色與美化

使用壓克力顏料進行上色，因後續要組裝琴鍵，這裡的「工序」可引導學生思考上色或琴鍵組裝的先後順序。



操作線鋸機



操作鑽孔機



為卡林巴琴琴身上色

### d. 琴鍵組裝

琴鍵組裝的「工序」亦會影響安裝的順暢度，若每個步驟逐一說明，STEAM中問題解決的成分就缺少了一些。因此，可先讓學生自行嘗試組裝，當過程中遭遇困難，便是刺激學生進行反思的時機，就可回到工序上進行思考，進而解決問題。安裝可分為以下幾個過程：枕木位置、螺絲固定、琴鍵安裝。若由這幾點進行工序上的思考，便可達到問題解決的目標。

### e. 使用 APP 進行調音

調音 APP 的使用，可以有效幫助我們完成調音，讓手機、平板等工具，成為易取得的調音工具。

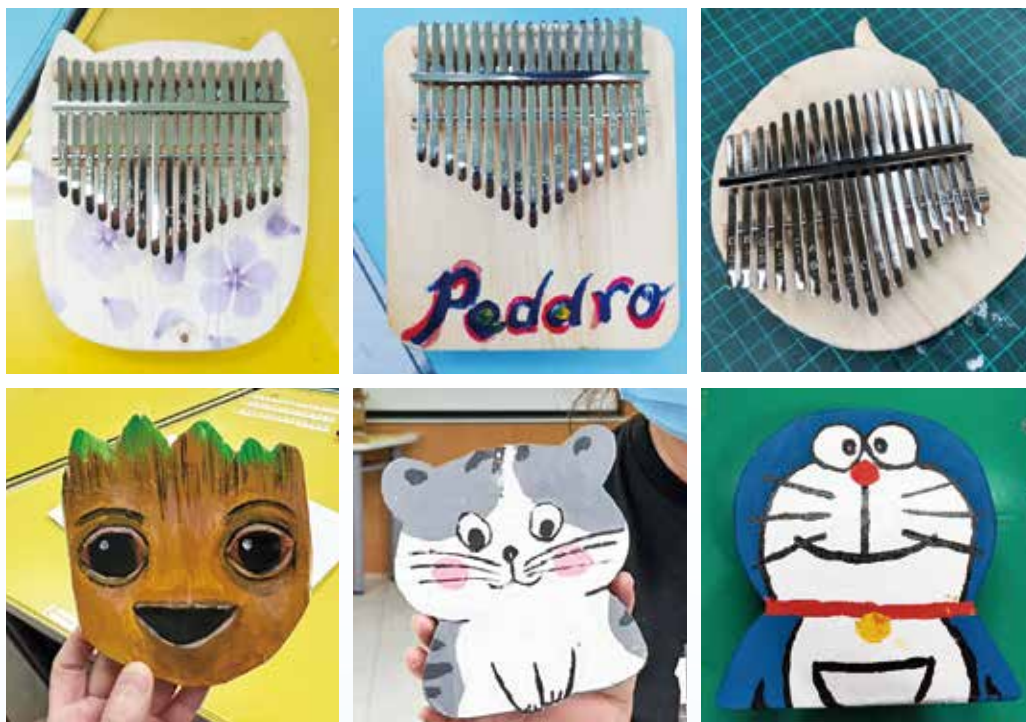
### f. 成品

無論是「具特別意義」或「具臺灣意象」的創作，都賦予了卡林巴琴「靈魂」，每當彈奏這個獨具意義的琴，總會想起創作的過程與感動，就是 STEAM 的迷人之處。



揉合了臺灣意象的創作 - 古早收音機、原住民圖騰及藍鵲、臺灣百合

## 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba)



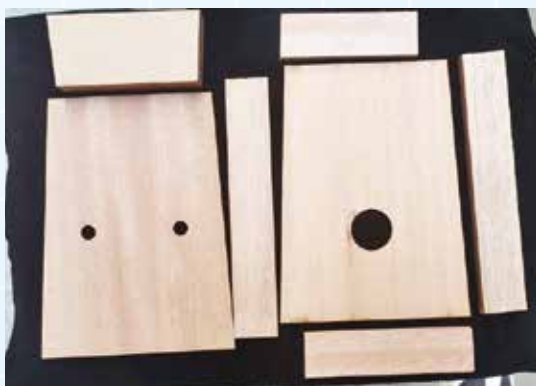
具特別意義的創作 - 學生喜歡的角色、家中寵物、兒時記憶

### ● 箱式

箱式卡林巴琴因具備共鳴箱，可以放大琴片振動的聲音，讓彈奏的樂曲更為動聽；相對的，箱式卡林巴琴的製作亦有其限制，例如製作難度較高、體積較大、價格較高、發揮創意受限…等因素。綜合來說，箱式卡林巴琴具有優美的樂音，是較適合演奏的款式，也是目前較為普遍的卡林巴琴。

#### a. 琴身設計

自行組裝的箱式卡林巴琴，可以分為上、下板，前、後、左、右板及木塊，共 7 個部件。在切割這些部件前，需先量測及計算好所需要的尺寸，再使用木工機具或雷射切割機進行裁切。



箱式卡林巴琴部件分解圖



箱式卡林巴琴組裝完成圖

#### b. 使用機工具進行切割、鑽孔與打磨

根據設計草圖使用木工機具進行裁切，或使用雷射切割機進行裁切，接著再進行打磨、為共鳴箱開孔，最後使用鑽孔機進行鑽孔，供後續琴鍵組裝琴之用。

### c. 琴鍵組裝

琴鍵組裝的過程中，可先讓學生自行嘗試組裝，當過程中遭遇困難，便是進行反思的時機，可回到工序上思考，進而解決問題。安裝過程工序上的思考教學引導，如板式製作要領。

### d. 使用 APP 進行調音

調音 APP 的使用，可以有效幫助我們完成調音，讓手機、平板等工具，成為易取得的調音工具。

### e. 成品

箱式卡林巴琴因為共鳴效果好、音色佳，是最為普遍的卡林巴琴，當動人的音符透過指尖的彈奏，化作優美的樂音絲絲扣入心中，正是卡林巴琴的獨特之處！



箱式卡林巴琴琴身



箱式卡林巴琴組裝完成後之成品

## ● 自製

自製卡林巴琴製作相對容易，在各個學習階段皆可實施，且根據每種材料的特性不同，會產生不一樣的音色或共鳴效果，可以製作出非常有趣的卡林巴琴。

### a. 琴身設計

自行尋找希望作為卡林巴琴琴身的器具，並思考其可行性。

### b. 鑽孔

根據材料特性進行鑽孔，自製卡林巴琴只需要鑽 2 孔即可，但須考量材料本身是否易碎、軟硬等因素。

### c. 上色與美化

依個人需求及設計進行，有些材料本身就極具特色，不一定要上色才能達到美化的效果。

### d. 琴鍵組裝

自製卡林巴琴使用的是 10 音琴鍵，組裝起來相對容易，鎖上兩個螺絲及琴鍵便安裝完成。



### e. 使用 APP 進行調音

調音 APP 的使用，可以有效幫助我們完成調音，讓手機、平板等工具，成為易取得的調音工具。

### f. 成品

自製卡林巴琴的彈性及創意空間極大，雖然在尋找琴身的過程中，可能會找到一些不易共鳴、或是音色不佳的材料；但透過這樣的過程，可以理解到各種材質本身具有的特性，並針對這特性進行設計與調整，這也是一種很棒的學習。



各式各樣的自製卡林巴琴，可以看到各種不同材質的特色與創意

### ● 跳躍指尖的音符

卡林巴琴之所以迷人，不僅是外型精美多樣、音色悅耳動人；更重要的是製作過程中點點滴滴的「回憶」，以及可用卡林巴琴演奏出各式「別具意義」的樂曲。這些樂曲可依照當時的心境、場合、念想…等，傳遞出心中深層的情感及抒發自身的感受，讓卡林巴琴不僅是一個樂器，而是將演奏者心中的思念、過往、情懷，渲染至周遭環境和聆聽者的一種媒介，以音樂連結了你我之間的世界。

## 七、課程評量

評量是課程的一部份，課程和評量是相輔相成的。一個好的評量能幫助教師、學生檢視自己的學習過程是否完整，如果課程規畫只有教學而缺少相因應的評量，總會有所遺漏。

我們常和孩子說「結果不是最重要的，重要的是過程中你的努力與成長」；然而，在評量設計中，大多數都是評成品的「結果」，學生的自評、互評等「過程」的評量卻鮮少著墨。

本課例進行跨域的學習，因此，在評量上更著重「領域過程評量」及「跨領域過程評量」，透過理解不同領域的思考脈絡，進而理解學生跨域學習的成效。過程評量從「跨域面向」角度思考，評量者包括教師和學生，讓教與學皆可同時達到深化。

評量實施		內容
評量者	教師	過程評量可幫助教師瞭解學生的困難點並給予調整，同時可依據學生適合的程度調整預計完成的目標，實現差異化的理念。
	學生	過程評量可讓學生進行自我檢視與反思，讓學生依自身狀況選擇進度、可完成程度和目標。亦可進行同儕間的互評，達到共學、共思、共創、共好的理念。
跨域角度		1. 由「單領域評量」及「跨領域評量」的面向進行設計，讓課程實施的同時可透過評量相互檢視，同時可兼顧各領域的核心概念，亦可發展學生之跨領域素養。 2. 可由「知識」、「技能」和「情意」等面向進行評量，並透過標準本位評量的方式進行設計，讓學生能根據標準本位評量的等級，調整自己的目標與進度。

### （一）過程評量

「跨領域過程評量」的設計，由「知識」、「技能」和「情意」等面向思考，再以標準本位評量的概念出發。

	等第 A	等第 B	等第 C
知識	（自）能知道聲音三要素	只能聽出聲音不同	完全不知道
	（藝）能理解三原色調色技巧並設計出不同顏色	只會使用三原色	完全不理解
	（音）能看著樂譜彈奏歌曲	只能看懂部分樂譜	完全看不懂
情意	能解決問題、幫助他人	能解決自己的問題	完全不能解決
	能欣賞自己和他人的作品	能觀看完成之作品	完全無法欣賞
	能賞析自己與他人所彈奏之樂曲	能聆聽彈奏之樂曲	完全不能賞析
技能	能使用正確工具完成樂器組合	在老師的指導下可以使用工具	完全不會使用
	能正確使用調音器	在老師的協助下可以使用調音器	完全不會調音
	能完整彈奏或自創歌曲	能彈奏歌曲的部分段落	完全不會彈奏

## 跳躍指尖的音符 - 卡林巴琴 (Kalimba)

### (二) 學生之過程自評與互評

可讓學生進行自我檢視與反思，並依自身狀況選擇進度、可完成程度和目標。

學生自評表			完全達到	大部分達到	少部分達到
數學	測量				
	位置				
藝文	設計				
	色彩				
	音準				
	演奏				
科技	工具				
	數位				
情意	合作				
	提問				
	溝通				
	欣賞				
語文	閱讀理解				
過程中遇到哪些困難？如何解決？					

學生互評表			完全達到	大部分達到	少部分達到
數學	測量				
	位置				
藝文	設計				
	色彩				
	音準				
	演奏				
科技	工具				
	數位				
情意	合作				
	提問				
	溝通				
	欣賞				
語文	閱讀理解				

### (三) 跨領域評量

STEAM 教育的特色其中一項即為「跨域整合」，因此，STEAM 教育非常適合發展跨領域的評量，並搭配 NGSS（美國新世代科學標準）的架構，由下列幾點進行思考與設計：

#### ● 情境解構（NGSS- 問問題與定義問題）

在面對日常生活的問題解決情境時，如何將情境解構以找出問題解決的關鍵要素，便是非常重要的核心能力之一。

#### ● 預測分析（NGSS- 分析與詮釋資料）

在解決問題的過程中需要調整不同的解決方法，需針對這些不同的方案進行評估，以預測分析不同方案可能遭遇的困難與預期效益。

#### ● 類比推理（NGSS- 依據證據進行論證）

學習者若能夠具備類比推理的能力，那麼就能夠適切的將先備知識和經驗連結至其所面臨的問題情境中。



● 量化思維（NGSS- 運用數學與運算思維）

學習者如何妥善處理資料、觀察資料，應用數學運算模式和運算思維等進行量化的推理與論證，便是 STEM 學習中重要的核心能力之一。

● 反思能力（NGSS- 獲得、評估與傳遞資訊）

當學習者所提出的問題解決方案進行測試後，便需要妥善應用反思能力以進行檢討和改進，已經精進為自身問題解決能力和達到最佳化解決方案的目標。

	等第 A	等第 B	等第 C
作品完成度	設計完整，主題明確。	部分無法按設計完成。	無法完成。
問題解決	1. 能發現問題。 2. 能獨立思考並解決問題。	能發現問題，並須教師協助解決問題。	無法發現問題和解決問題。
溝通合作	能正向有效溝通與合作。	稍有爭執，尚能溝通	無法溝通與合作
工具操作	1. 能具有邏輯且理解工序。 2. 能獨立操作工具。	能理解工序，且須教師協作工具操作及使用。	無法理解與操作工具。

## 八、課程省思與建議

### （一）課程省思

STEAM 課程需要經過多次的實施、調整、精緻才能更臻完善，卡林巴琴的課例便是如此。在多次的實施後，筆者依以下面向分享課程經驗與省思：

#### 1. 跨領域

跨領域的重點是希望學生能將不同領域的知識、概念進行「整合」，而非憑直覺思考。第一次實施課程的對象是低年級學生，在科學的 (Science) 聲學知識方面略為難了一些，而藝文 (Arts) 的層次卻略微淺薄，只有單純的「上色」而已；再次實施課程是以親子為對象，這次的調整了科學原理的訴說方式，以具體的方式呈現聲音的特性，科學 (Science) 面向清晰許多，藝文 (Arts) 的面向增加了外形、顏色設計，卻仍少了一些「意義」；經多次和藝文老師共備後，課程調整為以「文化和意義」為主軸，在完成對自己有意義的卡林巴琴過程中，會將科學 (Science)、藝文 (Arts)、數學 (Math)、科技 (Technology) 等進行整合運用，來完成卡林巴琴的整體設計與製作，真正達到「跨域整合」的目的。

#### 2. 問題解決

當筆者第一次實施課程時，學生的問題解決能力尚未培養，遇到困難就等著老師協助解決，造成老師相當忙碌的解決各種學生的小問題。後來實施課程時，為了讓學生能經歷問題解決的歷程，有許多部分留白讓學生自行探索，但這也太過困難，部分學生還是需要鷹架的支持。筆者開始省思，若將所有步驟列出，帶著學生每個步驟逐一完成，雖然作品完成度高，卻少了「問題解決」

的思考歷程，也就是少了 STEAM 中的工程思維 (Engineering)；但問題若是太過開放，仍是有學生會有困難。問題的鋪陳與拿捏相當不容易，如何適當處理是重要的課題。

### 3. 賦予意義

在筆者剛開始實施課程時，尚未與其他領域的老師充分討論，因此，卡林巴琴的課程較偏向科學 (Science)；後來慢慢調整成外型、顏色的設計，但還是少了一些藝文 (Arts) 的成分；最終以「文化和意義」為主軸，創作出專屬於自己的意義，並賦予卡林巴琴「靈魂」。

#### ● 實施建議：

(1) 跨領域的目標是期望學生能夠「跨域整合」，可由以下進行思考與實施：

- a. 在教學歷程中引入不同領域的知識、概念，並引導學生整合、活用，再依循著這些要項進行卡林巴琴創作。
- b. 建議和不同領域的老師共同討論，讓卡林巴琴的課程跨域程度更高。

(2) 問題解決可分成以下幾點：

- a. 在課程中所遇到的問題，教師可以先預想並安排學生可能會出現困難的部分，讓學生經歷問題解決的歷程。
- b. 問題意識：教師設定大的目標，如「製作一個專屬於你的卡林巴琴」，並引導學生理解、思考、轉化、設計並製作。
- c. 細部問題解決：在製作卡林巴琴的歷程中，應適時安排小問題，引導學生運用所學的知識概念，解決這些小問題。

(3) 在賦予自製卡林巴琴的「靈魂與意義」時，可由以下幾點引導學生：

- a. 文化起源：透過卡林巴琴的起源與發展，理解、尊重並欣賞卡林巴琴的歷史與文化。
- b. 尋根反思：思考專屬「臺灣」的在地元素，並將這些獨具意義的元素，融入在卡林巴琴的整體創作裡，如琴身、音樂…等。
- c. 獨具意義：在製作過程中點點滴滴的「回憶」，以及可用卡林巴琴演奏出各式「別具意義」的樂曲。

#### (二) 評量省思：

卡林巴琴的課程在剛開始設計的時候，只有教學的過程，而缺少了相因應的評量，這造成學生很開心的完成作品，卻有點不知道原理和為什麼要製作。在後續的課程調整中，筆者以學生的作品美觀、樂曲彈奏完整為評量項目，卻發現學生的自評、互評等「過程」的評量被遺漏了。因此，在和不同領域的老師共同討論後，發現適時的讓學生能依照自己的程度訂定目標，更有助於學生作品的完成度提高，且不僅以最終成品為評量要項，過程亦納入評量中，可讓學生的努力被看見。

#### ● 實施建議：

- (1) 透過理解不同領域的思考脈絡，進而理解學生跨域學習的成效。過程評量從「跨域面向」角度思考，評量者包括教師和學生，讓教與學皆可同時達到深化。
- (2) 評量能確保學生的學習成果，且需考量這些評估方式涵蓋了各個方面。同時，評量可以幫助學生調整自己的進度、不斷改進；亦可以根據學生的需求和課程的特點調整評量方式，以確保它們是有效的。
- (3) 收集學生的回饋和評價，了解他們對課程的看法和體驗，這些回饋更可以幫助改進課程，讓下一次的課程更臻完善。

課程反思是一個逐漸完善的過程，它有助於確保課程保持適切性、有效性和與教育目標的一致性。這需要教育者積極對自己的教學方式和角色進行反思，思考如何更好地支持學生的學習和成長，以確保學生能夠獲得最佳的學習體驗。

## 九、課程材料

松木板 (15×15×1.5cm)、木板 (4 邊板 +2 上下板 + 木塊)、線鋸機、鑽孔機、砂帶機、卡林巴琴琴鍵組 (17 音、10 音)、容器 (自行尋找)、電動起子、十字起子、木工膠、水彩筆、壓克力顏料、調音 APP。

## 十、課程連結

[https://twh.boch.gov.tw/non\\_material/intro.aspx?id=561](https://twh.boch.gov.tw/non_material/intro.aspx?id=561)



# 真實版快打旋風

新北市板橋區板橋國民小學組長 楊凱文

## 摘要

本課例以大型街機電玩 - 快打旋風為基底，以竹節人童玩為主體，加入 LED 與馬達等電子電機元件，融合電玩藝術風格而成的 PBL 式創客課例。目標在培養孩子運用各學科所習得的知識進行跨領域動手做的能力。引導孩子運用學習平台與電子電路模擬網站，進行自主學習。並且試著在共同協作的過程中，思考工序與練習溝通協調的能力。

本課例涵蓋物理、社會、科技、工程與藝術等領域。為一 STEAM 跨域創客類 PBL 課例。引領孩子嘗試實踐課例中，訓練孩子機工具的使用，跨域整合的能力與溝通協調。在課例的實施過程，教師必須進行協同教學，拆分課例中的不同部分於不同學科課堂中實施。是一門需要多教師合作的 STEAM 跨域課例。

## 一、設計理念

真實版快打旋風的發想，源於小時候的大型機檯電玩 - 快打旋風。對於快打旋風的迷戀，也可以稱為我的 10 塊錢童年。筆者約略念國小三年級時，快打旋風（見圖 1）電玩橫空出世，掀起一陣風潮，幾乎每位男孩都在機台前，快速的按著按鍵，希望能流暢的打出必殺技，而格鬥式電玩（英語：Fighting Game）也在快打旋風之後，如雨後春筍般問世，諸如鐵拳、拳皇、真人快打等。雖然格鬥式電玩推陳出新，但始終都在虛擬的電玩遊戲平台上，對於背後的遊戲製作，乃至遊戲程式寫作的演算法上，對於玩家來說，絲毫沒有學習的空間，有的是遊戲帶來的刺激，與戰勝對手的快感，如此而已。



圖 1. 快打旋風 30 周年版，引自遊戲發行商網站

<https://www.streetfighter.com/5/en-us/street-fighter-30th-anniversary-collection/>

筆者邁入教學生涯的二十年，對教學有一定的熱誠，但對於童年快打旋風遊戲的熱情卻絲毫未減。隨著世代交替，現階段孩子的遊戲重心，已經從大型電玩轉移至手遊，所謂的對戰模式不復存在。有的是經由網路與不知名的隊友協同打怪。傳統電玩的社交功能與情感的交流下降許多。某次筆者瀏覽 Youtube 網站時，看到竹節人的童玩（見圖 2），頓時靈感湧現，心想：如果竹節人的互動互鬥機制，可以和快打旋風電玩一致，那不就達成了真實版的快打旋風了嗎？況且，真實遊戲的互動，社交的情感交流及好玩性可遠大於虛擬的遊戲電玩呢！



圖 2. 竹節人童玩

以電玩模式開發竹節人版快打旋風童玩時，必須兼顧電玩的基本元素，如：血量機制、武器攻擊，燈光效果等。考量此次的專題課例是給國小四年級學生實施操作，於是結合四年級自然領域「簡單電路單元 - 電池串並聯的迴路概念」，並稍加變化，加入 LED 燈泡指示攻擊成功，並把電玩血量條元素轉化成實體血量進度條，讓遊戲中的失血機制可視化，是此次專案發想的最大特色。（見圖 3，圖 4）



圖 3. 竹節人快打旋風擂台



圖 4. 竹節人快打旋風實體可視化血量條

## 二、課程目標

### (一) 領域核心素養與學習重點

總綱 核心 素養	<p>自 -E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。</p> <p>藝 -E-B3 善用多元感官，察覺感知藝術與生活的關聯，以豐富美感經驗。</p>	
學習 重點	學習 表現	<p>【科技教育及資訊教育】 科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。</p> <p>【自然】 po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。</p> <p>【藝術】 媒 1-III-3 能學習多元媒材與技法，表現創作主題。</p>
	學習 內容	<p>【科技教育及資訊教育】 科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。</p> <p>【自然】 INb-III-4 力可藉由簡單機械傳遞。 INe- II -8 物質可分為電的良導體和不良導體，將電池用電線或良導體接成通路，可使燈泡發光、馬達轉動。 INe- II -9 電池或燈泡可以有串聯和並聯的接法，不同的接法會產生不同的效果。</p> <p>【藝術】 視 E-III-2 多元的媒材技法與創作表現類型。</p>

### (二) 學習目標

1. 能藉由電路驅動馬達，產生轉動，拉動棉繩及血量條產生血量損失的效果。
2. 能實際運用電路串連，將 LED 燈、玩偶武器與馬達串連成兩個獨立迴路。
3. 能運用金屬是電的良導體概念，將鋁箔包覆至玩偶與武器，讓玩偶的武器與對手的身體，在攻擊接觸時形成電路迴路。
4. 能夠運用藝術與人文學科中平面藝術類技法，將擂台打造更具臨場感，更有電玩風格，且不破壞電路達成效果。

## 三、核心領域

本課程為跨領域整合設計，橫跨科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等領域，課程設計透過竹節人童玩改造認識科學中電學電路和電力與力學能的變換，藉由組裝與操作認識科技技術中的機械結構，並解決操作所遇的工程問題，透過竹節人的裝飾與電路配置表現電玩藝術創意，惟較少應用數學部分。

本課例必須具備電學中電路邏輯概念，並且能夠明白 LED 發光與馬達轉動的科學概念。物理電磁學範疇與半導體物理是本課例最重要的科學概念。另外為了課程進行順利，需先行



建構學生的學習鷹架：以電子電路的模擬網站，讓學生學習連接電路與各項元件形成電子迴路，此項科技的運用在本課例中相形重要。

此外電子線路的安排與焊接，木工組裝與 LED 燈和馬達的佈局與安裝，考驗著學生與授課教師的手做能力，工程範疇吃重。

而美化遊戲平台，產生媲美大型電玩的藝術設計感，是遊戲平台引人入勝的重要元素。不同的媒材與藝術設計思維左右遊戲平台視覺感受，故在藝術面向上有大量的著墨。

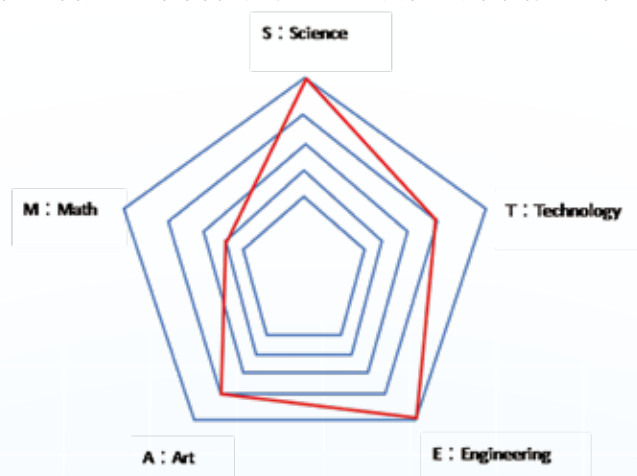


圖 5. 課程雷達圖

#### 四、學習任務

- (一) 學生能夠透過平板載具使用電子電路模擬網站，先行模擬及試誤電路，再進行實際電路連接。
- (二) 可以運用知識推論 PK 賽血量機制的原理，並能解釋血量條做動的機制。
- (三) 能運用簡單電路的知識，正確串接 LED 燈珠與馬達，並能接線人偶身體部位與對方兵器，形成電路迴路。
- (四) 能運用串連電路，將雙人 PK 賽電路正確組裝為雙迴路電路。
- (五) 能運用電動木工機工具製作竹節人偶，並能仔細量測每節竹節長短，記錄及製作兩份材料。
- (六) 能運用力學知識，利用木料搭建穩固平台，供竹節人偶在其上軌道運行。
- (七) 能運用小組合作分工，並能協調各小組成員依照工序施做。
- (八) 能進行自主學習，運用平板載具操作電路及科學實驗模擬網站。

#### 五、課程問題

- (一) 如何讓 LED 燈亮起來？LED 燈腳如何判斷正負？
- (二) 馬達轉動方向與直流電路正負極接法的有何影響？
- (三) 設計的竹節人快打旋風擂台 PK 賽，要如何達成有實際血量減損的效果？
- (四) 馬達轉動速度關係著血量條失血的速度，如何評估 TT 馬達的減速比，使用的是 1:48 或是 1:220 版本的 TT 馬達？
- (五) 操作竹節人時，拉繩的鬆緊度關係著竹節人的動作，如何操作才可以正確做出武器突刺的動作？

- (六) 木板如何組裝才可應付拉繩產生的下壓力而不崩塌？
- (七) 竹節人管材邊緣要如何導角，才可以讓竹節人可以順暢的做動？
- (八) 如何讓實體血量條如電玩血量條般動作？
- (九) 如何讓玩家在操作竹節人的過程中與觀眾有良好的互動？
- (十) 如何在中空觀察窗的兩側，讓雙迴路佈線何以走線順暢？

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

本課例共有六個活動，首先以竹節人童玩起源及玩法，以張拉結構為課程起點，介紹張拉結構的優點與缺點，建立力學概念。請同學在平板載具上搜尋張拉結構的應用並將搜尋的結果整理成筆記。在小組分享中，提出一個張拉結構應用於工程的例子進行報告。（見圖 11）



圖 6. 拉張結構

隨後給同學觀看竹節人快打旋風擂台影片，使同學在腦海中建立結構初步的鷹架。



圖 7. 竹節人快打旋風擂台影片

其次活動依序為竹節人偶與武器的製作、主結構擂台製作、血量條設計、安裝馬達與 LED 燈珠、電路安裝等。活動流程介紹如下。

## (二) 活動流程

活動一 竹節人童玩起源及玩法，並建立力學概念	
內容概述	<p>一、引起動機</p> <p>引導學生認識張拉結構 - 體育館屋頂，展覽館。</p> <p>【上課資源 】課堂簡報、網路資源</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 觀察張拉結構構成的元素，比如堅硬結構體，鋼索。</li> <li>2. 解說張拉結構的優缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>優點部分：節省材料，重量輕。</li> <li>缺點部分：一部份結構缺陷易引發整理結構崩毀，需要仔細推算。</li> </ul> </li> <li>3. 張拉結構的結構製作，綁固方式解說。</li> <li>4. 張拉作品展示。</li> <li>5. 觀看拉張結構影片 <ul style="list-style-type: none"> <li>利用反向拉力的繩子（繩子只表現拉力，張力須由衍架呈現）</li> <li><a href="https://www.youtube.com/watch?v=cQ_faKmbMvc">https://www.youtube.com/watch?v=cQ_faKmbMvc</a></li> </ul> </li> <li>6. 竹節人結構中的張拉關係，類推張拉結構與影片中的衍架與鋼索的關係。</li> <li>7. 體驗竹節人玩具，同學試拉竹節人玩具，體驗繩子的鬆緊產生不同的竹節人姿態。</li> </ol>
活動二 竹節人偶與武器的製作	
內容概述	<p>認識鋁箔金屬導電性與導熱性。燒烤食品時常使用鋁箔，借重的是金屬的良好導熱性質與鋁箔優良的塑型能力。本節利用鋁箔的金屬導電性與塑型能力，包覆竹節人的武器頭部與竹節人的身體。</p> <p>【上課資源 】課堂簡報、網路資源</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 竹節人身體組裝與銅線引穿。</li> <li>2. 鋁箔包覆於竹節人武器頭部與竹節人身體。</li> <li>3. 調整棉線與銅線在竹節管中的走線。</li> <li>4. 連接銅線與鋁箔</li> <li>5. 竹節人與武器的電路連接，試做電路後進行碰觸驗證。試驗鋁箔與銅線接觸是否優良。</li> </ol>
內容概述	<p>完成竹節人作品：</p>  <p>【上課材料 】竹節管、棉線、鋁箔、銅線、竹筷子、砂紙</p> <p>【上課所需器材 】線鋸、美工刀、剝線鉗</p>



## 活動三 主結構擂台製作

內容  
概述

工字形結構，普遍運用在建築與工程結構裡。課程中，授課教師先帶入火車鐵軌工字樑結構、鋼骨大樓鋼骨結構、橋樑底板工字樑。讓學生先建立工字樑的結構概念。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. 先行組裝主擂臺側板與上層版。
2. 於下層板再加一橫樑輔助結構穩定。
3. 一側上層板需與之前的上層版間隔約 5mm 的縫隙，讓棉線與銅線可以穿出。

成品展示：



【上課材料】松木板、木工膠、木工螺絲

【上課所需器材】電動衝擊起子、電鑽、金屬鑽尾

## 活動四 血量條設計

內容  
概述

觀察電玩格鬥遊戲中，血量條做動。類比至實體，課堂中利用遮檔的原理實現實體的血量條，並與學生討論可能的實體血量做動機制。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. 製作有顏色的血量條底板，本課例採用紅色與綠色。
2. 製作血量條外殼底板，長度約略為血量條的兩倍長。
3. 製作血量條外蓋，長度約略為血量條底板長度。
4. 使用木工膠，將外殼連接使之成為一盒式結構。
5. 於血量條底板尾端繫上棉繩。
6. 拉動血量條棉繩，測試血量條底板後拉是否做動順暢。

作品展示：



【上課材料】壓舌板、棉線、木工膠、砂紙

【上課所需器材】電動衝擊起子、電鑽、金屬鑽尾

## 活動五 安裝馬達與 LED 燈珠

內容  
概述

觀察馬達接線，連接電池正負極。馬達轉動方向是否是反向？藉此說明直流電路中電流的方向。另外LED接腳長短對應正負極（長腳為正，短腳為負），與馬達串連電路的連接，構成本課例最重要的製作步驟。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. LED 半導體原理影片。

<https://youtu.be/p2ulU0ASO90>

2. 馬達原理影片。

<https://youtu.be/KDoOgd2-xpw>

3. 學生使用平板載具於 TinkerCAD 模擬電路平台試著模擬馬達與 LED 燈串連電路。並載圖上傳至學習吧平台。

4. 學生進行學習吧串聯電路小測驗。

5. 連接馬達與 LED 燈腳形成串連。

6. 注意馬達轉軸安裝方向與棉繩拉動方向是否一致。

【上課材料】小型馬達、LED 燈珠、焊錫

【上課所需器材】焊槍、剝線鉗、吸錫器

## 活動六 電路安裝

內容  
概述

將各部分半成品，如竹節人結構、擂台、血量條、馬達與 LED 串連成兩個迴路，為本課例最後的組裝步驟。各迴路對應著竹節人身體與對方攻擊武器接觸，形成電路通路，讓受攻擊方血量條馬達產生轉動，進而拉動棉繩產生血量條失血的效果，進而 LED 燈亮起提示著攻擊有效，成為一完整的真實版快打旋風專案作品。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. 真實版快打旋風影片。

<https://youtu.be/sR35gIDqkJ8>

2. 線路整線，並擺放至觀察窗兩側。

3. 測試竹節人、馬達與 LED 間電路是否暢通。

4. 整體擂台美化。

【上課材料】焊錫、彩色筆、油性麥克筆、貼紙。

【上課所需器材】焊槍、剝線鉗、吸錫器

## 七、課程評量

此次專題，學生活動評量偏重於科技導入運用，利用平板載具，將學生自學及測驗所使用的學習平台與模擬平台產出作為評量依據。學生利用 TinkerCAD 電路模擬網站畫出電路模擬圖，並上傳截圖至學習吧平台。而學習吧平台也可以針對電路單元，實施測驗。教師利用學習平台達成無紙化與快速批改的目標，減輕授課教師的負擔。

真人版快打旋風接線模擬

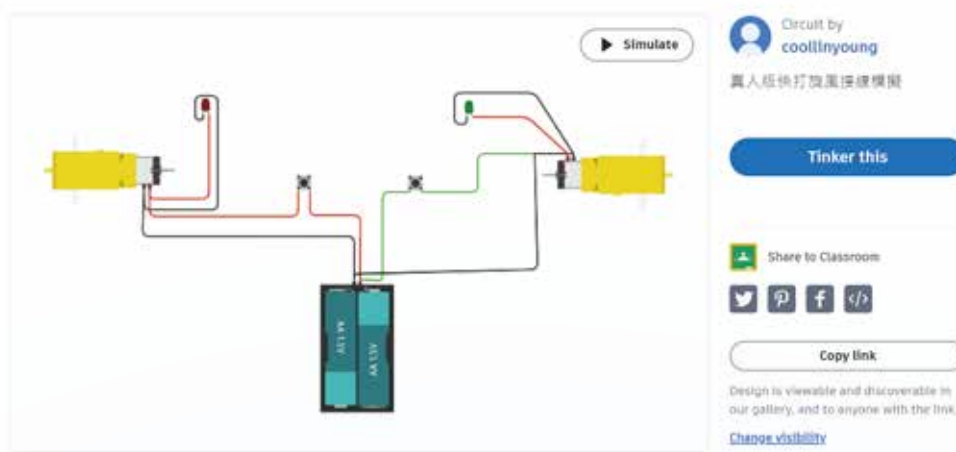


圖 8.Tinkercad 電路模擬作業

## 八、課程與省思和建議

當進行跨領域整合的課程時，特別是對於國小的學生來說，這是一個巨大的挑戰。授課教師需要仔細分割活動，妥善安排課程進度。在課程開始前，必須事先安排和培訓教師在機工具的使用和教學，這需要進行小型預演練習。這對授課教師和學生都構成了相當大的挑戰。

另外，尋求其他領域的教師一起備課是課程進行前的必要安排，尤其是藝術和人文領域的老師的加入以及活動的分配需要進行協同教學。這是專題課程進行的重要先行指標，對於參與此專題課程的老師來說，備課和機工具的預先培訓是最重要的教學指導。

材料準備部分：這個專題項目需要大量材料，對於授課教師的備料能力是一個考驗。但如果放棄了材料的準備而只使用材料包，就會失去很多關鍵知識點，比如設計思考和作品尺寸之間的關係，人因工程等知識點。因此，教師不應該為了方便而只使用材料包，而且由於這是一個創新性課程，目前還沒有可以購買的材料包。



圖 9. 竹節人整體作品



### （一）課程內容

學生作品的美化涉及個人審美觀和實際大型街機電玩的風格模仿。如何看待學生作品的美化，如何發揮藝術天賦，或者遵循電玩風格的框架，這都考驗著授課老師在創意和創作之間的取舍。四年級學生執行此專題與中學生的評估標準是不同的，我認為小學生的作品會給予更廣泛的藝術創意空間。



圖 10. 竹節人的裝飾美化

### （二）教學方法

創客專題的教學模式大致分為拼圖式和積木式兩種（引自黃信惠老師的影片：<https://youtu.be/pvaVjMaOREQ>）。拼圖式創客教育是將所需進行的專題內容，分成小部分的知識和技能教授給學生，讓學生像拼圖一樣將它們組合起來完成專題。每組學生最終完成的作品都差不多，在製作的過程中學會跨領域整合。

而積木式創客教學則是事先教導學生有關 LED 電路和半導體的知識，然後是關於電機、電子電路等相關知識，將所有相關知識傳授給學生，最後學生就像堆積木一樣，利用各個領域的知識構建不同的作品。每位學生最終產出的作品可能會有很大的差異，但它們都能正常運作。本專題是以拼圖式創客教育方式進行的，考慮到小學生的基礎知識相對薄弱，相關知識結構尚未完善，採用積木式教學模式對於學生和教師的調教能力構成了很大的挑戰，對於課堂時間的掌控也帶來了巨大的壓力。例如，血量條的製作和電機的位置安排是這個專題中最關鍵的問題。拼圖式教學模式為學生提供了大致的尺寸框架，以完成專題，不至於使學生的血量條製作產生太大的差異而失去功能性。因此，我選擇了拼圖式創客教育方法來引導學生完成這個專題。



圖 11. 血量條的製作

### （三）建議

此專案考驗一般基礎的串連電路，如果授課的對象是國中生乃至於高中生，已有程式 coding 的基礎。可以考慮將此專案利用開發版來完成，並且加入特定的音效與聲光效果，如此既可以磨練學生手做除錯能力，也可以訓練學生的運算思維，讓同一架構的專案，使用不同的開發方式來完成，是後續課例開發可以著墨的方向。



圖 12. 後續的課例開發，因應授課對象的不同：如高中生。可以考慮使用單晶片開發版達成，並加入特定聲光效果，讓專案更加完整

## 十、參考資料

### (一) PHET 科學模擬網站

網址：[https://phet.colorado.edu/zh\\_TW/simulations/browse](https://phet.colorado.edu/zh_TW/simulations/browse)



圖 13. PHET 互動模擬教學網站

### (二) Tinkercad 電路模擬網站

網址：<https://www.tinkercad.com/>

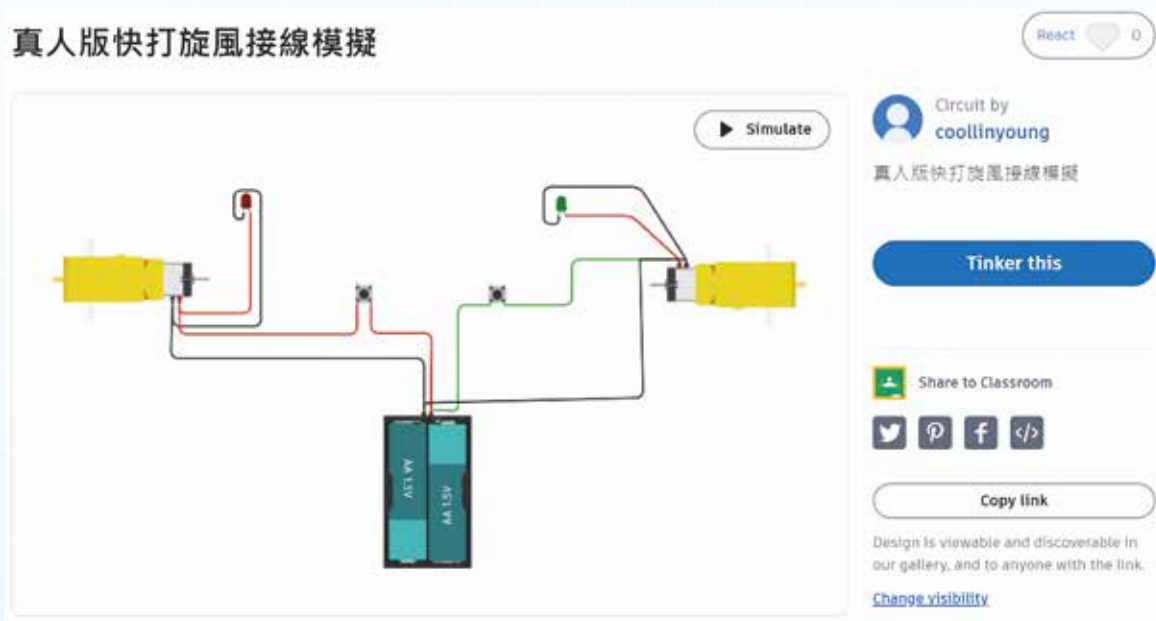


圖 14. Tinkercad 線路模擬圖



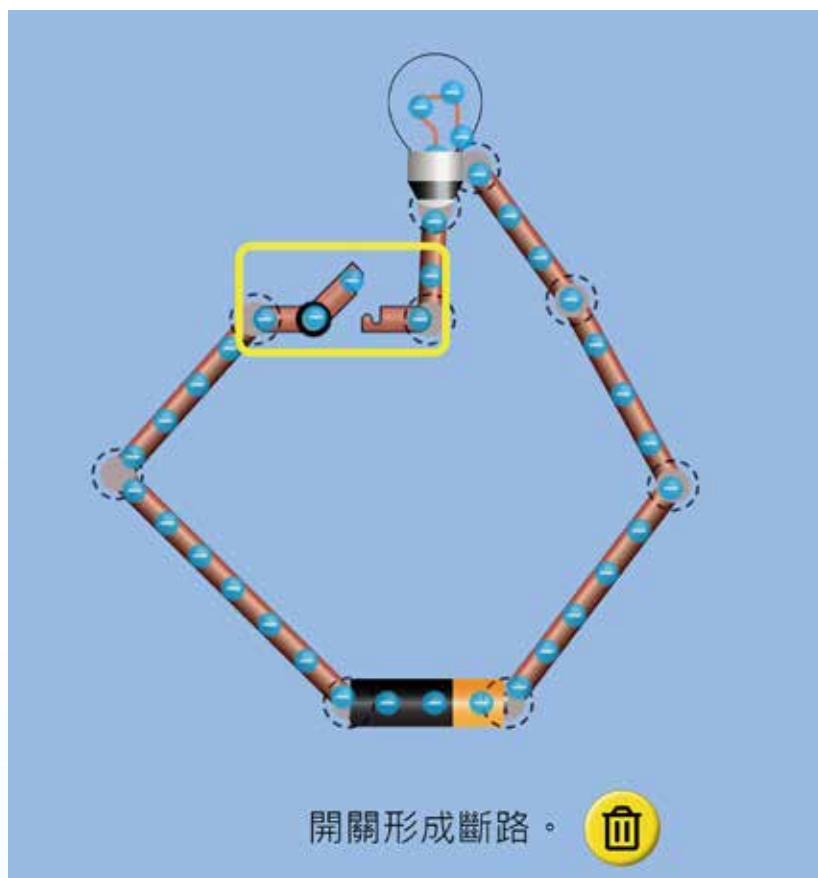


圖 15. PHET 模擬金屬薄膜接觸形成通路，斷開接觸形成斷路的開關示意圖

### 十一、課程材料

- (一) 60cm x 10cm x 1cm (長、寬、高) 松木板 三片
- (二) 30.6cm x 20cm x 1cm (長、寬、高) 松木板 兩片
- (三) 銅導線 5m 一條
- (四) 竹節若干支 直徑 1.5cm 左右為佳
- (五) 1:48 TT 馬達 兩顆
- (六) 棉線一條 (約 1mm 粗)
- (七) 壓舌板一包

附件一

## 新北市○○國民小學 真實版快打旋風 - 小組自評表與設計圖

自評組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

自評項目：

編號	評分標準	完全達到	大部分達到	半數達到	少部分達到	未達到
1	我能夠使用 TinkerCAD 電路模擬網站，模擬出串聯電路					
2	我會使用平板，將 TinkerCAD 作業截圖下來，不需要別人幫忙					
3	我會將作業送至學習吧平台中，完成作業繳交					
4	我能夠辨識串聯電路中電流的方向					
5	我能夠明確知道插台的工字型結構，在哪個部位					
6	我可以將鋁箔與銅線結合的很牢固，不至於鬆動不導電					
7	我可以使電鑽在木板上正確鑽孔					
8	我可以使衝擊起子機鎖付螺絲					
9	我能夠使焊槍將電線與馬達或 LED 燈焊接起來					
10	我能夠測試竹節人是否作動順暢。如果有哪個關節卡住，我可以故障排除					

# 蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統

新北市淡水區淡水國民小學教師 侯嘉裕

## 摘要

在 STEAM 教育中，我們鼓勵學生跨領域學習，結合科學、資訊 / 生活科技、工程、藝術和數學的知識，解決實際問題。蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統正是這樣的一個例子。

課程的背景是協助建置良好的蝴蝶食草的生態環境。食草是蝴蝶幼蟲的主食，但由於校內蝴蝶園和花圃，沒有隨時偵測土壤濕度的裝置，食草生長環境要維護顯得困難。為了保護這些珍貴的生態資源，我們需要一個能夠自動澆灌的系統，確保食草得到足夠的水分。

學生在課程中，首先需要了解蝴蝶食草的生態需求，包括生長環境、水分需求等。接著需要運用科學和數學知識，設計一個自動澆灌系統。這個系統需要能夠偵測土壤濕度，並根據濕度能自動澆灌。學生可以運用感測器，和 micro:bit 來實現這個功能。

在工程設計過程中，學生不僅要考慮技術問題，還要考慮經濟因素。他們需要選擇一種價格實惠的澆灌方式。此外，還需要考慮如何將這個系統融入校園環境中，使其既美觀又實用。

藝術在這個課程中也扮演了重要的角色。學生可以使用各種藝術材料，如撕不破的紙（合成紙）、瓦楞板、透明塑膠板、熱熔膠等，來裝飾他們的自動澆灌系統，使其與自然環境融合且具有美感。他們還可以透過藝術的方式，表達他們對蝴蝶食草和生態保護的關懷。

總之，蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統是一個結合科學、資訊 / 生活科技、工程、藝術和數學的實用課程。它不僅提供了學生一個實踐 STEAM 教育的機會，還培養了他們的創新思維和問題解決能力。

## 一、設計理念：

新北市淡水國小坐落於淡水區的西北沿海地帶，鄰近淡水河出海口而背靠大屯山。這片特殊的地理環境賦予淡水一片如詩如畫的山水景色，自古以來，它就被譽為台灣八景之一，並被暱稱為『東方威尼斯』。然而，淡水最具特色的自然生態莫過於淡水河紅樹林自然保留區，在這片綠意盎然的區域，人們可以看到蝴蝶在木棧道兩側翩翩起舞，展翅飛翔。

臺灣曾被譽為蝴蝶王國，但隨著時間推移，由於經濟發展和社會變遷，蝴蝶數量逐年減少。這個現象讓我們深感憂心，我們認為應該喚起大眾對自然生態的關心和重視。因此，我們設計了「當蝴蝶遇見智慧型機器人」課程，希望透過結合環境教育和機器人教學的方式，讓學生學習關心自然生態。淡水國小多年前在校園一隅，打造了蝴蝶園，有著豐富的蝴蝶生態和多樣蝴蝶食草植物，但我們發現蝴蝶的食草植物，在漫長的暑假後有許多植物會因為缺水而枯萎，進而影響蝴蝶生態活絡。於是，我們鼓勵學生思考如何解決這個問題，學生開發出自動澆灌系統，也讓學生進一步構思，如何讓來訪的人能夠即時了解蝴蝶的種類和相對應



的食草植物，作為未來課程延伸 -AI 影像辨識。

透過這樣的課程體驗，我們希望能夠培養學生的環境意識和創新思維。同時，也希望能夠讓更多的人認識到蝴蝶的美麗和其對生態的重要性，從而共同努力保護我們的自然環境。

## 二、課程目標：

### （一）領域核心素養、學習重點、議題融入

表 1 領域核心素養、學習重點、議題融入

學習 重點	學習 表現	<p>自然 tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。</p> <p>數學 s-III-3 從操作活動，理解空間中面與面的關係與簡單立體形體的性質。</p> <p>社會 2a-III-1 關注社會、自然、人文環境與生活方式的互動關係。</p> <p>藝術 1-III-6 能學習設計思考，進行創意發想和實作。</p> <p>科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。</p> <p>科議 c-III-3 展現合作問題解決的能力。</p> <p>資議 t-III-3 運用運算思維解決問題。</p> <p>資議 c-III-1 運用資訊科技與他人合作討論構想或創作作品。</p>
	學習 內容	<p>自然 INc-III-1 生活及探究中常用的測量工具和方法。</p> <p>數學 S-5-6 空間中面與面的關係：以操作活動為主。生活中面與面平行或垂直的現象。正方體（長方體）中面與面的平行或垂直關係。用正方體（長方體）檢查面與面的平行與垂直。</p> <p>社會 Ca-III-1 都市化與工業化會改變環境，也會引發環境問題。</p> <p>視 E-III-3 設計思考與實作。</p> <p>科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。</p> <p>資議 P-III-1 程式設計工具的基本應用。</p>
議題 融入	實質 內涵	<p>資 E3 應用運算思維描述問題解決的方法。</p> <p>資 E5 使用資訊科技與他人合作產出想法與作品。</p>
	所融 入之 學習 重點	<p>資 A-III-1 程序性的問題解決方法簡介。</p> <p>資 A-III-2 簡單的問題解決表示方法。</p>

## (二) 學習目標

### ● 蝴蝶王國的劇變：

- (1) 學生能夠了解蝴蝶在淡水的棲地生態危機，並結合智慧型機器人技術，推測環境變化對蝴蝶的影響。
- (2) 學生能進行蝴蝶及其棲地的簡單紀錄與分類，並根據所學知識分析資料。
- (3) 學生能夠關注都市化和工業化如何改變淡水地區的環境，並思考這些變化如何引發環境問題。

### ● 蝴蝶園特搜小組：

- (1) 學生能夠認識蝴蝶為淡水的珍貴生態資源，並結合智慧型機器人技術，實地調查淡水國小蝴蝶出現的地點。
- (2) 學生能夠使用生活及探究中的測量工具和方法，進行實地調查。

### ● 蝴蝶園管家：

- (1) 學生能夠學習透過實際行動，保護和維護蝴蝶的生態環境。
- (2) 學生能夠了解永續經營淡水蝴蝶園，並實際參與其管理和維護工作。

### ● AI 機器人與智慧生活：

- (1) 學生能夠了解透過智慧型機器人技術，採取實際行動減少對自然棲息地的破壞。
- (2) 學生能夠學習和應用相關的環境偵測感應器技術，實現物聯網自動澆灌系統，和設計可放置在戶外的自動澆灌裝置外殼。

### ● 蝴蝶的守護者：

學生能夠認識到淡水國小蝴蝶園的重要性，學習透過解說員角色，將蝴蝶的知識和保護意識推廣到更多的人。

## (三) 核心領域：資訊、自然、社會、藝術、數學。

1. Science (科學)：學生瞭解不同蝴蝶食草植物，其土壤濕度應多少，如何自動澆灌；瞭解常見蝴蝶（例如：鳳蝶），進行 AI 人工智慧 - 機器學習模型，進行蝴蝶種類影像辨識。
2. Technology (科技)：使用積木式程式語言，了解物聯網功能，進程式撰寫，以解決問題。
3. Engineering (工程)：設計堅固、有用的偵測裝置系統，於校園蝴蝶園進行長期監測。
4. Arts (藝術)：學生擔任蝴蝶園志工小尖兵，並透過藝術設計美化偵測裝置。
5. Mathematics (數學)：瞭解數學的水容量、體積、蝴蝶園的大小（平方公尺）、對稱、不對稱、運算思維概念。

## STEAM雷達圖



圖 1 STEAM 雷達圖

雷達圖說明：此主題跨域課程，占比最大的是科技，由資訊課程執行，因為要透過積木式程式語言，來解決問題。而整體課程，以自然課來啟蒙學生對自然環境的珍視，占比是第二，再者，因要設計能放置在戶外的自動澆灌裝置外殼，具有防水的功能，學生要能瞭解裝置結構設計，故工程占比排第三，以資訊、藝術課和課餘時間來製作；而藝術、數學為輔助學生在設計前的先備知識，故課程時間占比較少。

### 四、學習任務：

有鑑於學校蝴蝶園食草植物缺乏自動澆灌裝置，故讓學生去思索有什麼方法可解決？本課例的核心任務是利用感測器實作自動澆灌系統養護蝴蝶食草，並偵測植物狀況與蝴蝶種類。活動下的小任務分述如下：

- (一) 學生上網搜尋引發蝴蝶生態危機的相關資料，並彙整成簡報，小組報告原因。
- (二) 學生調查淡水國小蝴蝶出現地點，透過平板電腦拍攝與紀錄。
- (三) 學生運用資訊科技，透過積木式程式語言，設計自動澆灌程式，具有物聯網功能。
- (四) 學生會使用土壤濕度感測器和水泵。
- (五) 學生設計可放置戶外且防水的自動澆灌裝置外殼，以保護 micro:bit 電子零件。
- (六) 學生透過美工材料，設計美觀的自動澆灌裝置外殼，且具有水撲滿集水功能或方便加水的外殼造型。
- (七) 學生擔任校園蝴蝶園生態導覽解說員，並維護自動澆灌裝置。

### 五、課程問題：

- (一) 如何善用網路資源，搜尋正確資料？如何將大量資料進行閱讀理解並整理重點及正確引用他人資料？
- (二) 怎麼製作有條理、整齊、清楚明瞭的小組簡報報告？



- (三) 如何運用平板拍出好看且清楚的校園食草植物和蝴蝶照片？並將拍攝好的照片製作自然筆記？
- (四) 如何製作 micro:bit 自動澆灌程式且使其具有物聯網 (IOT) 的功能？
- (五) 什麼是物聯網 (IOT)？有什麼免費的物聯網網站可以用及註冊？怎麼建立一個物聯網觀察圖表？
- (六) 什麼是感測器？怎麼使用土壤濕度感測器？
- (七) 水泵的原理是什麼？
- (八) 如何製作放置戶外不會被雨淋濕的自動澆灌裝置外殼？可運用哪些美工材料製作？
- (九) 要如何擔任一位蝴蝶生態導覽解說員，跟人進行解說？

### 六、課程活動：

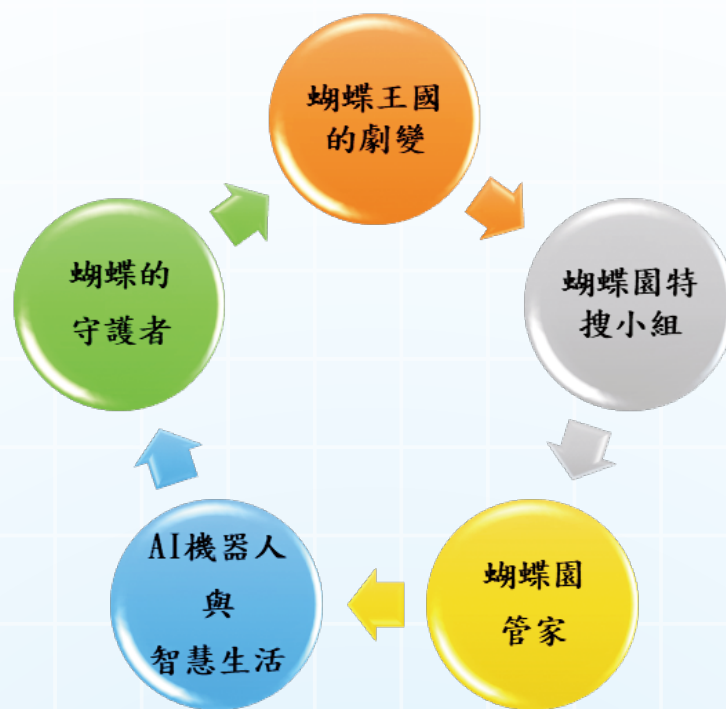


圖 2 當蝴蝶遇見智慧型澆灌機器人 PBL 課程活動示意圖

- (一) 活動簡介
- (二) 活動流程：以 Project Based Learning 專題式學習的教學方法敘述各個活動的流程。
  - 1. 蝴蝶王國的劇變：首先讓學生了解蝴蝶生態危機的問題，上網搜尋相關資料，並彙整成簡報，小組分別報告原因。
    - (1) 問題定義：學生首先需要了解蝴蝶生態危機的問題。
    - (2) 資料收集：學生上網搜尋並分析、整理資料。
    - (3) 解決方案：學生提出可能的解決策略並進行小組討論。



圖 3 蝴蝶王國的劇變 - 學生小組製作簡報報告

2. 蝴蝶園特搜小組：讓學生瞭解蝴蝶是淡水珍貴的生態資源，並調查淡水國小蝴蝶出現地點，透過平板電腦拍攝與紀錄。

- (1) 學生實地探訪蝴蝶棲息地，使用平板電腦進行拍攝和紀錄。
- (2) 學生分析所收集的資料，並進行分類和整理。



圖 4 蝴蝶園特搜小組 - 學生寫自然學習單

3. 蝴蝶園管家：與學生探究，如何永續經營淡水蝴蝶園？

- (1) 學生探討如何有效維護蝴蝶園。
- (2) 學生提出維護和管理蝴蝶園的策略。
- (3) 學生實際參與蝴蝶園的維護工作，並評估其效果。

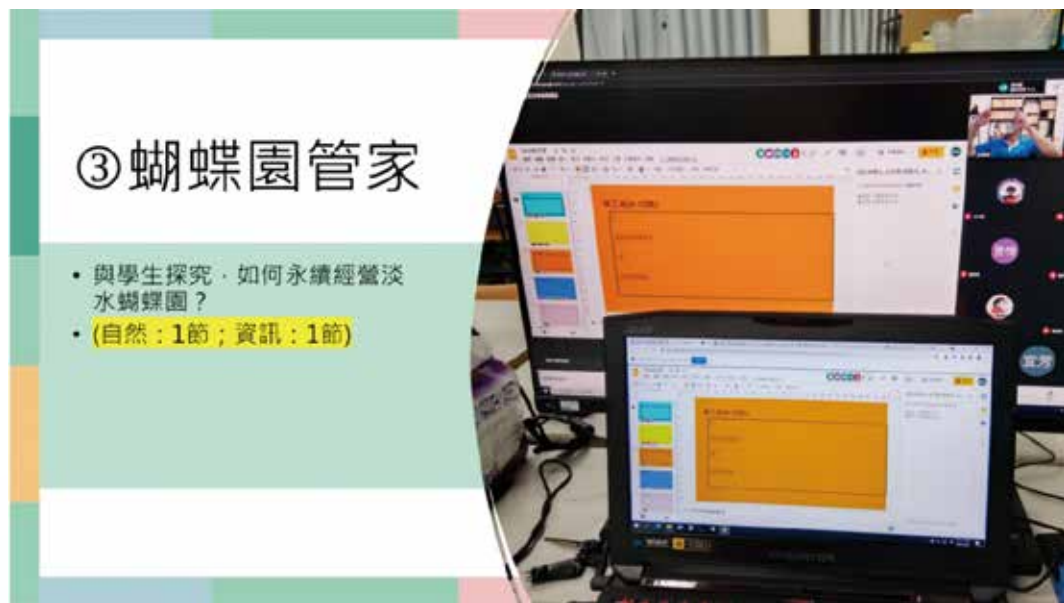


圖 5 蝴蝶園管家 - 學生將小組討論內容整理至 Google 簡報

4. AI 機器人與智慧生活：身為稱職的蝴蝶園小尖兵，有什麼方法可以更方便地讓蝴蝶園植物，不因為缺水而生長的不好？怎麼製作自動澆灌裝置外殼和 micro:bit 程式。

- (1) 技術應用：學生學習如何使用 AI 機器學習和 IOT 物聯網、數位工具應用，來解決實際問題。
- (2) 實作與測試：學生製作自動澆灌裝置和程式，並使用影像辨識技術，並進行測試。



圖 6 教師講解 micro:bit、EZ Start Kit Q 擴展板如何接線





圖 7 學生實物操作和閱讀 LearnMode 學習吧的自動澆灌系統講義



圖 8 學生進行定點自動偵測澆灌程式實驗



圖 9 學生設計自動澆灌裝置的外部保護外殼 -(1)



圖 10 學生設計自動澆灌裝置的外部保護外殼 -(2)



圖 11 學生完成自動澆灌裝置的外部保護外殼作品 -(1)



圖 12 學生完成自動澆灌裝置的外部保護外殼作品 -(2)





圖 13 戶外花園實測自動澆灌裝置 - 第一代版本



圖 14 戶外花園實測自動澆灌裝置 - 第二代版本



圖 15 自動澆灌裝置 - 第三代版本





圖 16 學生校外展覽發表 -(1)



圖 17 學生校外展覽發表 -(2)

5. 蝴蝶的守護者：以永續經營淡水國小蝴蝶園為目標，讓學生及家長付之實際行動，共同守護珍貴的生態資源，並將蝴蝶的知識透過解說員推廣出去。
- (1) 社區參與：學生和家長（蝴蝶園志工）共同參與蝴蝶園的維護工作。
  - (2) 知識傳播：學生擔任解說員的角色，將蝴蝶的知識和保護意識推廣到更多的人。

S

T

E

A

M



讓學生瞭解不同蝴蝶食草植物，其土壤濕度應多少，如何智慧澆灌。



使用積木式程式語言，了解物聯網功能，進行程式撰寫，以解決問題。



設計堅固、有用的偵測裝置系統，於校園蝴蝶園進行長期監測。



學生能擔任蝴蝶園志工小尖兵，並美化自動澆灌裝置。



能瞭解數學的水容量、體積、蝴蝶園的大小(平方公尺)、對稱、不對稱、運算思維概念。


圖 18 當蝴蝶遇見智慧型機器人 - 主題跨域課程示意圖



## 六、課程評量

- (一) 蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統裝置實作評量，引用自「生活科技教育月刊 二〇〇八年 四十一卷 第七期 - 實作評量在生活科技課程實施之探討」，再進行此課例之評量改版，如下表所示。

表 2 自動澆灌系統裝置實作評量表

評量 向度	評量向度分為製作、造型、結構設計、程式設計等四部分，依程度優劣由 5 給至 1 分。				
	評分內容				
	優	中			劣
					
製作	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □
	製作向度依材料加工精緻程度與組裝接合細膩程度給分。				
造型	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □
	造型向度依造型設計獨特性、少見性與外觀搭配精緻性與美觀性程度給分。 「造型」項目評分的方向為造型設計（獨特性、少見性）外觀搭配（精緻性、美觀性）				
結構	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □
	結構向度依防水設計、便利放置 Micro:bit 擴展板與整體搭配協調性程度給分。 「結構」項目評分的方向為防水設計（作品不會浸水至內部裝置）和便利性（方便放置 Micro:bit 板與土壤濕度感測器、WiFi 感測器、沉水馬達）、整體搭配（好拿、輕巧、零件配置位置）				
程式 設計	5 □	4 □	3 □	2 □	1 □
執行自動澆灌程式運作是否順暢：會編修程式數據，依照不同植物水分要求程式設計依廣播、迴圈、函式等，執行自動澆灌程式運作是否順暢。					



## 2. 作品示意圖



圖 19 作品結構完整且可戶外實驗、有透明板可方便觀察數據 - 評量「優」。



圖 20 作品結構完整且可戶外實驗，但都封閉型，不方便觀察 - 評量介於「中」。



圖 21 作品不好放置零件、功能性低、較不美觀、且不方便觀察 - 評量 - 「劣」。

## 七、課程省思：

這次的課程設計「蝴蝶食草的好幫手-自動澆灌系統」，不僅結合了資訊/生活科技、自然、藝術和數學等多元領域，更讓學生從中體驗到跨領域學習的魅力。以下是我對此課程的深入反思：

(一) 目標評估：課程的初衷是讓學生了解蝴蝶食草植物的土壤濕度和蝴蝶園生態的影響，並透過科技方式進行解決。從學生的反應和成果中，學生表示：「在五年級時接觸的是 Scratch 積木式程式語言，是以電腦實作來執行程式作品，但沒有像六年級這次有小專題實作，可以結合感測器進行實驗。」還有學生表示：「這樣的課程既有挑戰性又能實際解決問題，相當有趣！」綜合上述，我認為未來可以更明確地描述學生預期的學習成果，以便更精確地評估學生的學習效果。列舉如下：

1. 基礎程式設計：學生能夠了解基礎的 micro:bit 程式邏輯，如條件判斷、迴圈、變數等進行基本的程式設計，若沒有書籍教材，可參考 STEAM 教育學習網 -micro:bit 教學。
2. 資訊檢索能力：學生能夠有效地使用搜尋引擎，找到所需的資訊，並學會辨別資訊的真實性，能善用關鍵字搜尋。
  - 搜尋關鍵字詞：例如「蝴蝶圖鑑」。
  - 運用擴充功能：開啟 Google Chrome 瀏覽器，至 chrome 線上應用程式商店，安裝瀏覽器擴充套件：「Google 學術搜尋」。

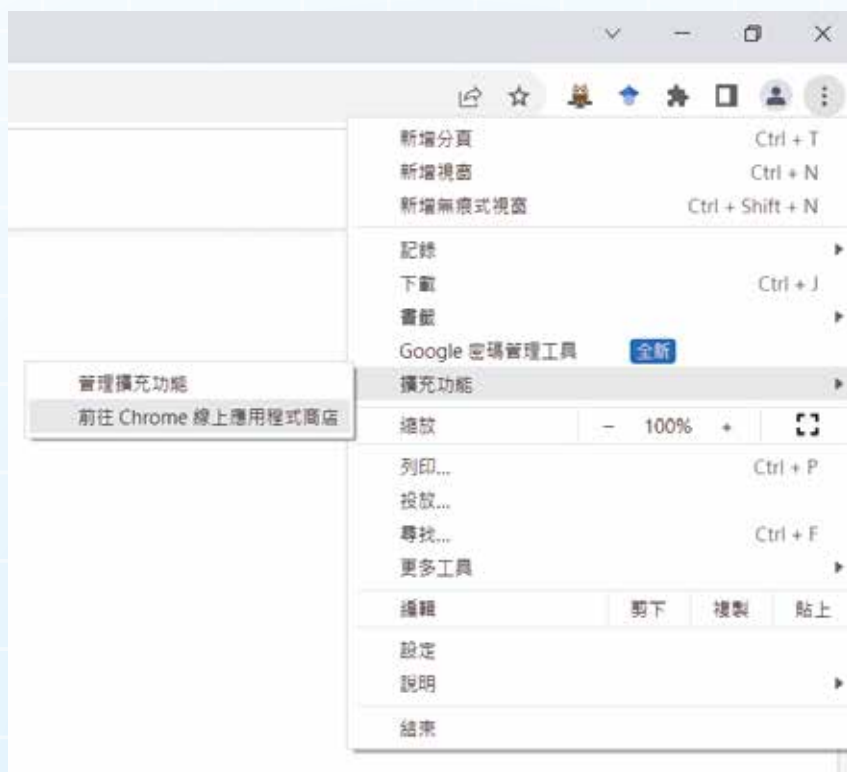


圖 22 安裝 Google 學術搜尋操作示意圖 -(1)



圖 23 安裝 Google 學術搜尋操作示意圖 -(2)

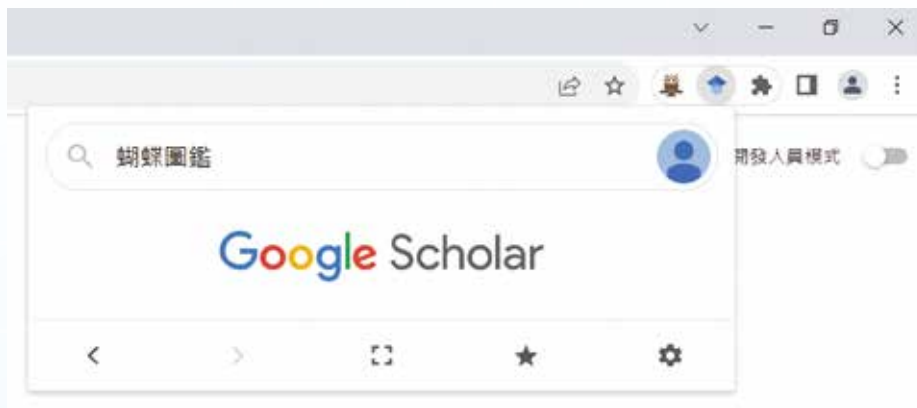


圖 24 安裝 Google 學術搜尋操作示意圖 -(3)



圖 25 安裝 Google 學術搜尋操作示意圖 -(4)



## 蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統

- 特定網站：「嘎嘎昆蟲網」、「臺灣蝴蝶網路圖鑑」、「蝴蝶圖鑑」。
- 學生運用免費的 Chat Everywhere 網站，在生成式 AI 網站，進行下指令 (Prompt)，以下舉例，如下圖：
- Prompt 範例：「您好，我是一位國小六年級學生，我想找臺灣常見的蝴蝶種類介紹，還有蝴蝶的食草、蜜源植物，請舉例 5 個網站，讓我查詢，謝謝。」

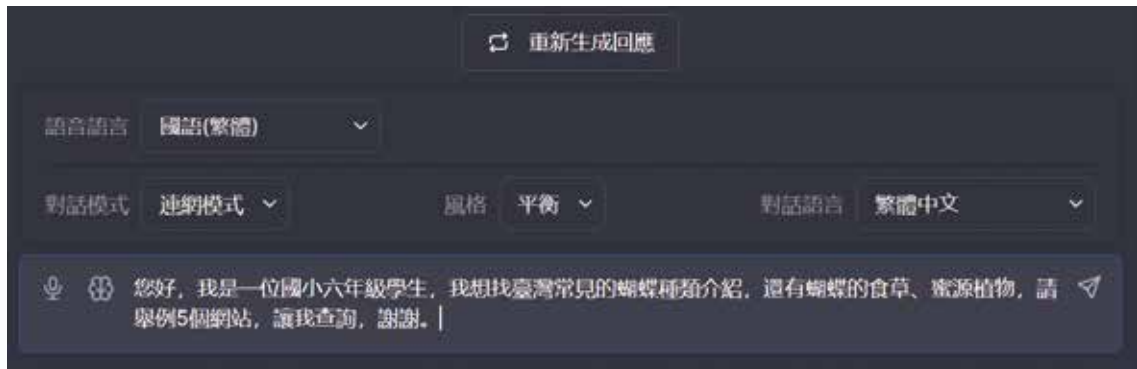


圖 26 Chat Everywhere 網站操作示意圖 -(1)



圖 27 Chat Everywhere 網站操作示意圖 -(2)

3. 數位創作：學生能夠使用基本的數位 / 雲端工具，如文書處理軟體、簡報軟體、平面設計軟體等，進行基本的數位創作。
  - (1) 小組報告 - 主題名稱、組別、姓名。
  - (2) 搜尋了什麼蝴蝶？牠的食草植物、蜜源植物是？列出網站出處。
  - (3) 淡水國小蝴蝶園有沒有牠們的蹤跡？
  - (4) 組員分享心得，彙整至報告。
4. 團隊合作：在進行資訊相關的小組專案時，學生能夠學會與他人合作，分工合作完成任務。

小組檢核點：兩人一組如何分工合作？誰負責什麼？誰是主要撰寫 micro:bit 程式，誰是搜尋資料？誰是整理報告資料？

5. 問題解決能力：當遇到技術問題或挑戰時，學生能夠獨立或與他人合作，尋找解決方法。

小組檢核點：如何問題解決？提供學生策略與方法，例如：回想 LearnMode 學習吧的「自動澆灌系統講義」、善用網路資源精準搜尋，如雨撲滿的結構設計、與別組同儕討論，觀摩別人作品；當學生詢問教師怎麼做時，教師以提供方法，讓小組學生抉擇即可。

- (二) 教學方法評估：使用 PBL（專題式學習）的教學方法，確實激發了學生的學習興趣和動機。他們在小組合作中，學會了獨立思考和解決問題的能力。但我也發現，部分學生在面對困難時容易感到挫折。未來，我會考慮在教學中加入更多指導和支持，幫助學生克服學習上的障礙。舉例如下：當教師已明確告知各小組學生，1. 防水、2. 好操作、3. 能保護擴展板、4. 輕巧、5. 好放置，但仍有部分組別製作出的封閉型裝置，且不好放置零件。未來再執行該課程階段時，教師須放慢教學速度，最好能預先設計好草圖更好。



圖 28 自動澆灌裝置外殼 - 評量 - 「劣」

- (三) 課程內容分析：整體課程內容豐富，涵蓋了多個領域。但在實際執行中，有部分學生對於物聯網 (IOT) 的概念感到困惑，建議教師把教學概念再降階，以生活中的案例舉例，再者是教師得視教學概況，斟酌讓學生註冊物聯網網站 (ThingSpeak)，因操作較繁瑣，或是預先錄製操作影片。
- (四) 評量方式檢討：課程中的評量方式主要是透過學生的實作成果和小組報告。這種評量方式能夠真實反映學生的學習狀況，但也存在一定的局限性。例如，部分學生在小組合作中的貢獻不均，可能影響到評量的公正性。未來，我會考慮加入其他評量方式，如學生的自我評估和同儕評價，以獲得更全面的評量結果。
- (五) 學生反饋收集：
1. 喜好實作和探索的學習方式：大部分的學生表示他們喜歡這種實作和探索的學習方式。這意味著學生喜歡動手製作出屬於自己的自動澆灌裝置的外殼，和針

對不同的蝴蝶食草植物、蜜源植物，在 micro:bit 程式中，設定不同的土壤濕度澆水條件，例如：該植物需要較多水分，則土壤濕度感測器偵測到小於 450，由水泵提供自動澆水。

2. 希望有更多的實際操作時間：有些學生提到，他們希望未來的課程可以有更多的實際操作時間。這可能意味著學生在課程中可能覺得實作的時間不足，或者他們對某些部分的操作還不夠熟悉，需要更多的時間來練習和掌握。

這些反饋顯示學生對於實作和探索有很高的興趣，但他們也希望有更多的時間來實際操作和練習。這對於未來課程的設計和調整提供了很好的參考方向。

(六) 學生參與度的觀察：我注意到學生在課程中的參與度非常高。列舉如下：

1. 主動發問：學生在課程中，經常舉手提問，對於不明白的地方迅速尋求解答。
2. 積極討論：當給予學生討論時間，會與同伴熱烈討論，分享自己的想法。
3. 專注於課程：觀察到學生在課堂上的目光集中，不易分心，且對於教學內容表現出高度的興趣。
4. 主動參與實作：在需要動手操作或進行實作的環節，學生都會積極參與，並嘗試自己解決問題。
5. 分享學習成果：學生在完成任務或專案後，都願意站出來分享自己的成果，並與同學交流心得。
6. 尋求額外資源：學生在課後會主動上網搜尋相關資料，或詢問老師更多的延伸學習資源。
7. 與老師互動：課堂上學生不僅與同學互動，也會主動與老師互動，例如回答問題或提出自己的觀點。

他們對於如何利用科技解決實際問題充滿了好奇和熱情。這也讓我意識到，當課程與學生的生活經驗和興趣結合時，學生的學習動機和參與度都會大大提高。

(七) 資源和設備的考量：在課程實施過程中，我發現資源和設備的支持是非常重要的。

例如，學生在製作自動澆灌系統時，需要各種感測器和電子零件。未來，我會更加重視資源的整合和利用，並考慮如何更有效地利用學校的資源和設備。

(八) 與其他科目的連結：這次的課程讓我看到了資訊 / 生活科技與其他科目的無限可能性。例如，學生在資訊、藝術課和課餘時間設計自動澆灌系統的外殼，不僅能夠培養他們的美感，還能夠結合科技知識。這也讓我意識到，未來在課程設計時，可以更加重視與其他科目的連結和整合。

### 八、課程實施建議：

根據先前的「課程省思」，以下是我對課程實施的建議：

- (一) 明確的教學目標：在開始每一堂課之前，我會清楚地告訴學生今天的學習目標是什麼，這樣可以幫助他們明確知道他們應該學到什麼，並對學習有所期待。列舉如下：



1. 蝴蝶王國的劇變：在課程結束後的一週內，學生應能獨立完成一份關於蝴蝶生態危機的簡報，並能夠列舉出至少三種原因。
2. 蝴蝶園特搜小組：學生應能在課程中認識到至少五種淡水地區的蝴蝶品種，並能使用平板電腦進行基本的蝴蝶觀察和紀錄。
3. 蝴蝶園管家：學生應能提出至少三種方法，以永續經營和維護淡水國小的蝴蝶園。
4. AI 機器人與智慧生活：學生應能設計和製作一個 microbit 的自動澆灌裝置，並能夠解釋其工作原理。
5. 蝴蝶的守護者：學生應能組織學習知識或參與至少一次的蝴蝶園解說活動，並向其他學生、老師、家長介紹蝴蝶的知識和保護意識。

這些教學目標不僅明確且具體，都是可衡量和達成率高的，能夠幫助教師更好地進行課程反思和改進。

- (二) 學生中心：我認為每位學生都是獨特的，他們有自己的需求和背景。了解每位學生的學習風格，並根據他們的需求進行教學，例如透過小組討論、角色扮演等方式，讓學生能夠主動參與學習。
- (三) 多樣化的教學方法：資訊 / 生活科技和 STEAM 教育都是非常實踐的領域，使用多種教學方法，如實際操作、模擬實驗、小組討論等，以確保每位學生都能夠從中獲得最大的學習效果。
- (四) 清晰的組織和結構：每一堂課都有清晰的組織和結構，例如使用大綱、章節或模組來結構化課程內容，這樣可以幫助學生更容易理解和吸收知識。
- (五) 主動參與：我鼓勵學生在課堂上提問和分享自己的觀點，這不僅可以增加他們的學習興趣，也可以幫助他們培養批判性思考的能力。
- (六) 反饋和評估：定期給予學生反饋，讓他們知道他們的學習進展，並使用多種評估方式，如小測驗、作業、專題研究等，以確保他們真正理解和掌握了知識。
- (七) 使用技術：在資訊課程中，積極利用各種工具，如 AR/VR/MR、3D 列印、雷射切割、木工、積木玩具等技術，來增強教學效果和學生的參與度。

## 九、課程材料：

自編講義 (LearnMode 學習吧)、臺灣蝴蝶食草植物全圖鑑、/ 個人電腦、iPad 平板、教學廣播系統、Micro:bit V2、Micro USB 傳輸線、Grove 4pin 連接線 (線長建議至少 20 公分)、土壤濕度感測器、水泵 (微型沉水馬達 DC3V~DC5V)、塑膠盆、透明矽膠水管、杜邦線、EZ Start Kit Q 擴展板、Logyun 連雲 (物聯網模組)、18650 鋰電池 (3400mAh)、18650 帶線電池盒 (並聯 /4 節電池座)、撕不破的紙 (合成紙)、瓦楞板、透明塑膠板、熱熔膠、熱熔膠槍、布膠帶，如下表所示。

## 蝴蝶食草的好幫手 - 自動澆灌系統



Micro:bit V2



土壤濕度感測器



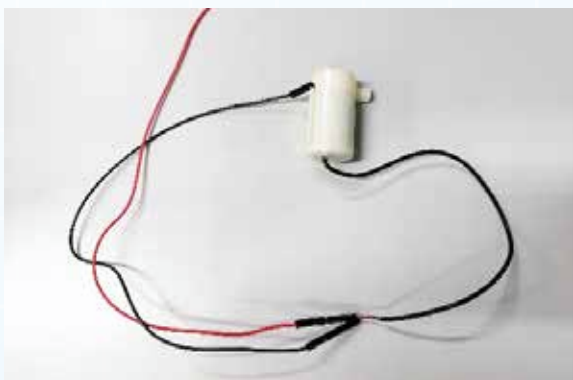
Logyun 連雲 (物聯網模組)



EZ Start Kit Q 擴展板



EZ Start Kit Q 擴展板 - 背面



水泵 (微型沉水馬達 DC3V-DC5V)



透明矽膠水管



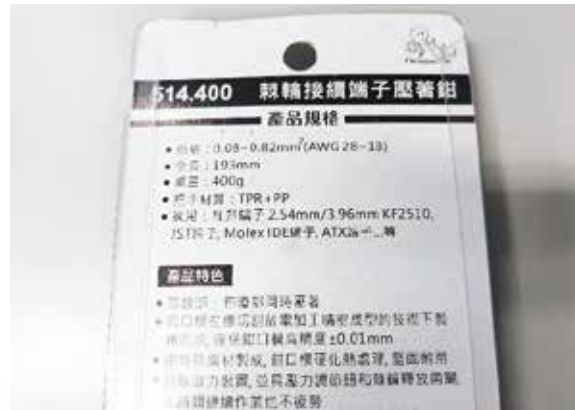
完成作品 -(1)



完成作品 -(2)



杜邦端子壓接鉗



杜邦端子壓接鉗 - 參考規格



杜邦端子 - 製作水泵的杜邦線用



杜邦接頭



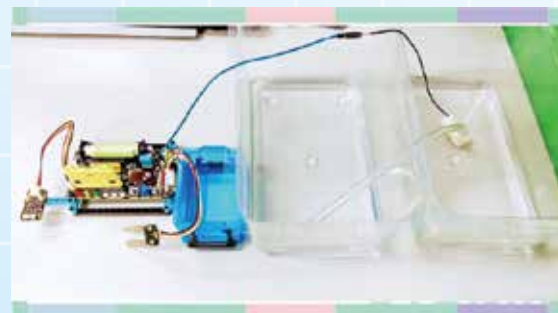
Micro USB 傳輸線



Grove 4pin 連接線 (線長建議至少 20 公分)



教學用零件盒 (方便收納)



感測器連接方式



### 十、課程資源和影片分享：

1. LearnMode 學習吧 - 自動澆灌系統 -Micro:bit 講義 (<https://www.learnmode.net/course/398085>)，課程邀請碼：711997，QR 圖如下：



圖 29 LearnMode 學習吧 - 自動澆灌系統 -Micro:bit 講義

2. 洪裕榮（民 109）。臺灣蝴蝶食草植物全圖鑑。臺北市：貓頭鷹。
3. 周家卉（民 97）。實作評量在生活科技課程實施之探討。生活科技教育，41(7)，51-83。http://portal.lib.ntnu.edu.tw:8080/server/api/core/bitstreams/c4d6f716-7d7a-4fa4-b5b9-f6d61185cccc/content
4. 【110 年數位深耕計畫期末成果展】新北市淡水區淡水國民小學 (<https://youtu.be/nd-gwIEYLh04?si=FQfVqiZ8kRe1CuPV>)
5. 【111 年數位深耕計畫期末成果展】新北市淡水區淡水國民小學 ([https://youtu.be/\\_V2j-C6LSCqw?si=YdmV9OaDnubuJkxt](https://youtu.be/_V2j-C6LSCqw?si=YdmV9OaDnubuJkxt))
6. 自動澆灌裝置 - 作品 Demo1 (<https://youtu.be/7Uo73jneqCA>)
7. 自動澆灌裝置 - 作品 Demo2 (<https://youtu.be/dNP9i0nhITw>)
8. 定點自動澆灌程式（含物聯網）範例程式 ([https://makecode.microbit.org/\\_RUPLjz2ss-7CU](https://makecode.microbit.org/_RUPLjz2ss-7CU))



圖 30 定點自動澆灌程式（含物聯網）範例程式

# 安靜的空間 - 探索隔音箱的奧秘

新北市新莊區裕民國民小學教師 連育賢

## 摘要

這門課程融合了 108 國教課綱的理念，將學科知識與現實生活緊密結合。透過 5E 學習環境的教學策略，讓學生不僅學習聲音、機械工具和設計等知識，還能將所學應用到實際情境中。課程中引入了實際生活情境，如 KTV 包廂、錄音室和汽車提升等，讓學生在與同儕合作解決問題的過程中，深入了解所學知識的應用。課程著重培養學生的探究能力和問題解決能力，並強調實作技能的培養。學生通過設計、製作和測試隔音箱，探究聲音傳遞和物體結構的關係，並透過比較和對照的方式，分析不同設計和材料對隔音效果的影響。課程中鼓勵學生彼此學習，分享彼此的探究成果，培養他們的科技態度和動手實作能力。最終，學生不僅學到了實用技能和知識，還培養了解決問題的能力，使他們更好地適應未來的需求。

## 一、設計理念

在 108 國教課綱中強調將所學知識和生活緊密結合的重要，這就是所謂「知其然亦知其所以然」的素養。因此，在這個課程設計中，筆者嘗試運用問題解決的學習策略，讓學生不僅學會相關聲音、機工具、設計等相關知識，還能夠將所學應用到其他情境中，以適應現實生活和未來的需求。

同時，我們在課程中融入實際生活情境，如 KTV 包廂、錄音室、汽車等環境，讓學生透過同儕一起解決問題的歷程，深入理解自己的選擇和知識之間的聯繫。這符合 STEAM 跨學科整合學習的理念，使得科學知識變得更加生動有趣，不再枯燥。

此外，我們還強調培養學生動手做和問題解決的能力。在自然領域課程中，探究能力是非常重要的學習表現，而在 STEAM 教育中，解決問題的過程也被高度重視。因此，我們在課程中設計了課程情境和生活經驗線索，在簡報、文本中提出線索，探究聲音在不同材質對應傳播的效果，讓學生在閱讀和實際操作中，不僅完成教師指定隔音與設計任務，繪製出設計圖、做出實際的隔音箱有效降低聲音，還能夠進行深入的探究和問題解決。

至於隔音箱，它源自於測試電聲元件及電子機械產品的聲學噪聲水準的主要設備，擁有卓越的聲音隔絕性能，同時深植科技和隔音領域的精髓。因此，針對隔音箱所設計的 STEAM 課程，特別適合以科技和科學領域為出發點，不僅關注其外觀和工程設計，還深入探索其中蘊含的科技原理和聲學知識，以及科技應用的各種可能性。

在這個課程發展中，筆者先深入挖掘隔音箱的科技根源，透過實際操作來介紹與聲學相關的科學原理，並包含跨學科的學習歷程和問題解決的元素。讓這一堂課不再拘泥於傳統的步驟教學，而是要求學生思考組裝次序、工序細節，以及操作方法等邏輯概念。學生們將親身體驗過程中所面臨的科技挑戰，從而更深刻地理解 STEAM 教育的精神，包括多元學科整

合和探究解決問題的能力。本課例透過自然 5E 學習環的教學策略進行設計，期望透過一系列問題解決的歷程，增進學生自我的反思能力、操作能力，以及和他人的互動關係。

最終，每位學生自行打造的隔音箱不僅融合了跨學科的元素，還包含了科技應用的創作過程，更重要的是賦予了每位創作者作品的「科技意義」。就像科學家阿爾伯特·愛因斯坦所言：「科學地描述一切是可能的，但這毫無意義；就像你將貝多芬的交響曲描述為波壓的變化一樣，這將毫無意義。」STEAM 教育之所以令人著迷，不僅在於親手製作的樂趣，更深刻的是每個作品都能為其創作者帶來獨一無二的科技體驗。因此，本課程最終強調科學與應用為核心，期望每位學生的成品都能突顯科技的特點和應用價值。

這門課程融入了「跨領域整合」、「問題解決」、「實作技能」以及「實際情境」等關鍵要素，以隔音箱製作為核心，啟發學生的「解決問題能力」。在製作過程中，我們特別關注可能出現的技術挑戰，鼓勵學生培養「問題識別技巧」，以主動思考解決方案、流程或程序。隨著課程的進展，我們將重點放在隔音技術的「科學原理」，通過實際操作和實驗，學生將更深入地了解聲學和隔音的科學基礎。我們期望這門課程將不僅僅是一次短暫的體驗，而是有助於學生在科技領域中培養實用技能和專業知識。

## 二、課程目標

### (一) 核心素養

表 1. 核心素養

	核心素養項目	核心素養項目說明	自然領域	科技領域	藝術領域	數學領域
A 自主行動	A3 規劃執行與創新應變	具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。	自 -E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備與資源，進行自然科學實驗。	--	藝 -E-A3 學習規劃藝術活動，豐富生活經驗。	數 -E-A2 具備基本的算術操作能力、並能指認基本的形體與相對關係，在日常生活情境中，用數學表述與解決問題。
	核心素養項目說明	具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。				



## (二) 學習重點

表 2. 各領域的學習表現與學習內容

	學習表現	學習內容
S	pa-III-2 能從資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。	INe-III-6 聲音有大小、高低與音色等不同性質，生活中聲音有樂音與噪音之分，噪音可以防治。 INd-III-2 人類可以控制各種因素來影響物質或自然現象的改變，改變前後的差異可以被觀察，改變的快慢可以被測量或了解。
T	科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。	科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。
E	科議 c-III-1 依據設計構想動手實作。	科議 P-III-2 工具與材料的使用方法。
A	表現 - 創作展現	
A	1-III-6 能學習設計思考，進行創意發想和實作。	視 E-III-3 設計思考與實作。
M	s-III-3 從操作活動，理解空間中面與面的關係與簡單立體形體的性質。	S-5-6 空間中面與面的關係：以操作活動為主。生活中面與面平行或垂直的現象。正方體（長方體）中面與面的平行或垂直關係。用正方體（長方體）檢查面與面的平行與垂直。

## (三) 學習目標

依據前述的領域核心素養內涵，本課例的學習目標如下：

1. 學生能依據文本中的資訊，發現聲音傳遞與物體之間的結構與性質和聲音的大小有關。
2. 探索降低噪音的方法，嘗試工具與材料的使用，設計構想與動手實作，建立自己的降噪箱。
3. 透過降噪箱測量數據，解釋控制各種因素對隔音箱的影響。並能將自己的探究結果和他人的結果比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。
4. 透過組間彼此互學之差異，發現達成指定目標之設計，展現動手實作的興趣及正向的科技態度。

## 三、核心領域

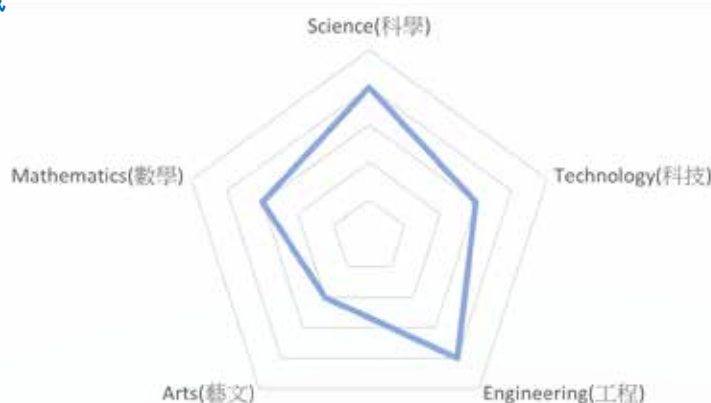


圖 1. STEAM 雷達圖

本課例在科學和工程方面佔比較多，主要是因為學生需要先理解隔音的科學理論，並在材料的選擇和使用上下功夫。同時，不同材料之間的組合也是相當重要的一環，因此這兩個方面佔據了課程內容的主要比例。

其次，在數學和科技方面，數學的部分主要涉及到空間和材料裁剪，而科技方面則包括了數位工具和手工具的使用。雖然這些都是必要的技能，但並非課程的重點，所以在課程內容中佔比較少。這些技能通常被視為先備知識，或者是學生需要自行掌握的基本技能。

最後，在藝術和人文方面，課程並未過多強調。唯一的涉及是在製作隔音箱時，可能需要考慮到小組成員的美感。儘管如此，這部分的比例相對較小，並不是課程的主要焦點。

表 3. 各領域相關知識與工具

Science (科學)	<p>聲學原理 聲音的產生 聲音主要是透過物體「振動」而產生聲音，接著需要「介質」進行傳播。</p> <p>聲音三要素 大小：主要取決於波的「振幅」。 高低：主要取決於波的「頻率」。 音色：主要取決於波的「形狀」。</p> <p>傳遞 透過不同材質的性質，可將聲音吸收或是反射，達到減少降低聲音的傳遞。</p>
Technology (科技)	<p>手工具：組裝隔音材料時，使用美工刀、剪刀、膠帶、各種黏著劑等進行裁切、黏著、丈量等。</p> <p>電動工具：了解熱熔膠槍的安全操作，安全使用熱熔膠槍。</p> <p>數位工具：分貝計 APP 熟知分貝計的操作，做為實驗的記錄。 使用拍照功能上傳到 padlet，進行活動紀錄，同時也分享。</p>
Engineering (工程)	<p>問題解決 紙箱空間設計：將紙箱設為一個內部空間（如一間房間），因此要在有限的空間之中，做設計。</p> <p>材料選擇：隔音材料的選擇，有硬材質（木塊）、軟材質的不同（海綿、布、棉花、紙板），會有多種排列組合，並在其中找出理想的搭配便是關鍵。</p> <p>建材安裝：安裝（固定）隔音材料在紙箱牆面上和工序以及選擇黏著劑有關，要如何安裝將隔音材料本身就是一個挑戰。</p> <p>邏輯：需先全面思考製作過程的順序、工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難。</p>

Arts (藝文)	<p>藝術</p> <p>材料：運用不同的材料，發現各種不同的材料所產生的隔音效果，並選擇最適當的材料進行隔音箱製作。</p> <p>創作：使用不同的材料，如棉花、木頭等為隔音材質，再在不同的組合下創作出屬於自己的隔音箱，並賦予專屬的特殊意涵。</p>
Mathematics (數學)	<p>邏輯：需先全面思考製作過程的順序、工序、作法等邏輯概念，再親身體會過程中所遭遇到的困難。</p> <p>丈量：在有限的材料情況下，我們需要巧妙運用，避免浪費。此外，紙箱的每一面都有固定的尺寸，因此我們必須精確裁切材料，以符合這些尺寸限制。在貼合材料時，由於材料的厚度會影響結果，我們需要仔細確認剪裁的位置，以確保最終的組裝是準確無誤的。</p>

#### 四、學習任務

- (一) 主要任務：了解隔音原理，完成隔音箱設計圖，使用教師提供之材料完成隔音箱，有效將噪音降低 15 分貝。
- (二) 過程任務
  1. 閱讀文本，了解聲音傳播與阻隔。
  2. 給予紙箱、材料（限制），以及丈量紙箱的尺寸。
  3. 透過學習單完成設計圖。
  4. 按照設計圖拿取材料，並開始手工具進行裁剪。
  5. 進行組裝隔音箱。
  6. 使用數位工具 (APP) 進行測試隔音效果。
  7. 使用數位工具 (APP) 上傳一次組裝。
  8. 觀摩他人成品並改良。
  9. 再次上傳組裝及測量。

#### 五、課程問題

在 STEAM 課堂中，「問題意識」和「問題解決歷程」相當重要，若是一步一步清楚的解說，就缺少了 STEAM 問題解決的精髓。因此，本課例透過「問題歷程」和「試誤學習經驗」的安排，激發孩子好奇心，培養孩子動手實作的興趣。本課例實踐時安排的問題如下：

##### (一) 認識聲音的傳播原理

將降低噪音的線索安排在文本之中，透過閱讀與同儕互動，認識聲音如何傳播？  
探究如何有效降低聲音傳播？

##### (二) 限制材料

在有限的紙箱尺寸和材料下，我們需善用資源。因此，學生在評估材料特性後，需要思考的問題是：

1. 如何進行精確測量材料的尺寸？
2. 裁剪時需如何操作，才能組合剩餘材料，發揮材料最大限度利用？



### (三) 組裝順序

隔音箱的隔音效果受組裝順序、工序和邏輯影響。材料要如何黏貼，才能產生隔音的最佳效果？

### (四) 試誤學習經驗

組裝完成的隔音箱可能會無法有效降低噪音 15 分貝時，可能的原因是什麼？這種實驗試誤和檢視的歷程是本課例的核心。

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

STEAM 教育著重五個領域的統整學習，奠基於數學，透過科學與科技促進開展工程與人文藝術 (Yakman, 2008)，而本課程的核心任務是製作隔音箱，在課程中學生需要處理三大項目：創作設計圖、組裝隔音材質、實驗測量。學生必須化身小工程師，解決每個問題，並設計不同的解決方案。

本課例設計為四節課，採用 5E 學習環方式進行探究與跨領域教學。5E 學習環包含以下步驟：投入 (engagement)、探索 (exploration)、解釋 (explanation)、精緻化 (elaboration) 及評量 (evaluation)。透過 5E 學習環的教學模式進行 STEAM 課程，為教學提供一個基本架構，讓教師更容易進行課程。因應 STEAM 課程的問題解決核心概念，在 5E 的步驟歷程中，指派學生不同的任務，使用問題導向的方式讓學生進行思考，並在小組之間一起解決問題，在活動流程之中有詳細列出學生學習脈絡以及教學設計上的內容。

### (二) 活動流程

此次教學活動以 5E 學習環的教學法進行設計，期望透過一系列問題解決的歷程，增進學生自我反思能力、操作能力以及和他人的互動關係。

#### 1. 投入 (engagement)：誘發投入學習

教師透過投影片，介紹生活中什麼情況會使用到隔音原理呢？點出本課例的主題 - 隔音箱。隔音的原理涉及到音波的控制和管理，這在許多日常生活情境中都是非常重要的，比如音樂錄音室、家庭劇院、辦公室、甚至汽車內部等都需要隔音。探究隔音重點性，要思考的是如何減少聲音的傳播或阻止聲音進入特定的區域。

透過閱讀文本（如附件 1），要讓學生完成兩個任務，一是瞭解隔音的原理，如軟的材質可以吸音、硬的材料可以反射聲音，使聲音有效下降；二是讓學生思考錄音室、家庭劇院、辦公室、汽車內部等這些地點所使用的材料有什麼相同點？這些材料具有什麼科學原理？並思考解決的可能策略，來建構出隔音箱。



圖 2. 學生畫製與討論設計圖

學生閱讀文本時，讓學生主動挑選出自己不熟悉詞彙或科學概念，然後進行小組和全班的討論。這個學習過程有助於學生釐清疑問、理解難點，並透過與同儕的討論來深化對所學知識的理解。這種互動式學習有助於促進學生之間的協作和知識交流，同時也提高了他們的學習效益。

這時候提出本課例的任務：讓室內空間具備隔音的功能，將鬧鐘的聲音降至指定的分貝範圍內。

在開始畫設計圖之前，先介紹可使用的材料，讓學生知道有哪些材料可以使用。在製作設計圖的過程中，學生需要運用量測技能和邏輯思考，來計劃如何有效地使用現有材料，並將每個組件的組裝步驟清晰地呈現在設計圖上。這包括如何逐層組裝以及如何安排各個部分的相對位置。

這階段是專注於規劃和準備的關鍵時刻，學生的創造力和協作能力將在設計圖的製作中充分展現，同時也為接下來的實際製作打下堅實基礎。

## 2. 探索 (exploration)

在探索階段，學生使用教師提供的材料，嘗試組裝出與設計圖相符的隔音箱。在完成設計圖後，各組將繼續進行下一步，即實際製作隔音箱。然而，由於每組進度可能有所不同，教師需要根據各組的需求和進度進行調整和協助。在這過程中，他們不僅嘗試應用所學的學科知識，也在實際操作中尋找最佳解決方案。

不同材質的裁剪方式、使用不同裁剪工具，甚至黏貼時所使用的黏著劑，都會對結果產生影響。例如，在將海綿黏貼在隔音牆上時，學生需要考慮選擇最適合的黏著劑，以確保海綿能夠堅固地附著在牆面上，實現有效的隔音效果。學生們嘗試不同的黏著劑，觀察它們的黏附力，找出最適合他們隔音箱設計的方式。這個過程既考驗學生們的實作技能，也提供了實際問題解決的機會，讓他們更深入地理解隔音原理。

學生在過程中會先投入，然後不斷地討論、製作、修改，再製作，從中也可以看到小組之間的合作，直到隔音箱有初步的雛形出現。小組之間的合作，如圖 3 所示，需要將一塊柔軟的布料裁減成特定的形狀或尺寸。個人單獨使用剪刀可能很難達到精確的切割，因為柔軟的材料容易變形或移動。這時候，小組合作可以派上用場：一個人負責將布料展平，以確保它處於緊張的狀態，而不會皺摺或移動，另一個人使用美工刀或剪刀進行精確裁剪，依照所需的形狀或尺寸進行操作。這樣，一個人幫忙固定材料，另一個人可以更容易地進行裁剪，提高了精確性和效率。



圖 3. 組員之間的合作

這種合作方式不僅可以應用於布料，還可以用於其他柔軟材料的裁剪，如紙張或塑料膠。透過協作，我們能夠克服柔軟材料帶來的挑戰，確保最終裁剪出來的尺寸符合我們的需求。

因此，合作和小組互助可以在處理柔軟材料時發揮重要作用，讓我們能夠更容易地裁剪出所需的尺寸，同時也提高了工作的效率和精確性。這種方式反映了工作中團隊合作的重要性，以便有效地完成任務和項目。

### 3. 解釋 (explanation)

學生在此階段分享他們的材料選擇和設計決策，並解釋為什麼他們選擇此種方法。這階段不僅有助於學生理解科學原理，還促使學生再次思考如何應用這些原理來創造效果更佳的隔音箱，同時也幫學生再次統整背後的科學概念。透過分享，學生得以彼此受益，獲得新的觀點和靈感，有助於他們的設計變得更加完善。

學生在分享中解釋硬材質和軟材質在如何隔絕聲音傳播方面的不同作用，以及這些差異在他們隔音箱組裝中的實際應用。此外，他們也可以嘗試解釋自己的組裝方式，並說明所使用的各種材料，例如在一個小組中，他們在紙箱上使用了三種材質，依序是軟墊、棉花、紙板（由內到外）。學生的解釋應該包括每種材料的具體功能和效果，以及為什麼他們認為這樣的組裝方式能夠實現有效的隔音效果。

這個分享和解釋的過程不僅有助於學生更深入地理解他們自己的設計，還能夠讓他們學習他人的經驗和知識，拓寬視野，提高創造力和解決問題的能力。這也是一個促進學生互相學習和成長的機會，並鼓勵他們在未來的設計中更有信心地應用科學原理。

### 4. 精緻化 (elaboration)

這個階段希望學生整合之前學到的概念，重新應用在新的情境和解決方式上，同時確保最終目標能夠被達成。學生透過這樣的操作和討論，不斷地檢視和反思自己對所學知識的理解程度。

在本課例操作中，學生使用 Padlet 軟體，將他們隔音箱的照片上傳，同時解釋他們的設計和選擇。其他組別可以透過平板設備直接觀看這些分享，這不僅讓學生能夠學習到其他人的做法，還可以為他們的修改和改良提供參考。同時，這也有助於學生了解不同組別之間的差異和多樣性，促進互相學習和知識交流，這有助於他們重新遷移至新的情境並進一步改良隔音箱時發揮作用。整體而言，這個階段的教學和學生學習脈絡的結合，有助於學生更深入地理解和應用隔音原理。



圖 4. 學生能表達自己的設計理念



## 5. 評量 (evaluation)

在本課例結尾，我們將進行實際測試，對所設計的噪音箱，透過音貝 APP 測量以量化降噪的效能。我們的評量標準是：噪音降低必須達到或超過 10 分貝以上的音量。

此外，在質性評量方面，我們將考察兩個主要領域。首先學生需要能夠清晰、明確地說明他們的設計理念和操作過程，這意味著他們不僅要理解自己的設計，還要能夠以清晰的語言將其傳達給他人。其次在學習歷程中，我們將關注學生的獨立思考和邏輯推理能力。我們期待學生能夠運用已知的科學知識來解釋他們的設計理念，並能夠在與同儕的分享和溝通中展現這種能力。因此，在評量方面，我們的重點是學生的說明清晰度以及他們在獨立思考和邏輯推理方面的表現。這兩個方面的評量，提供了解學生在這個課例中習得實際應用和思考能力的路徑。



圖 5. Padlet 上記錄學生製作過程

## 七、課程評量

在這個課程活動中，我們運用了 5E 學習環，強調在學生探索和解釋後提供即時的回饋。因此，在每個階段的活動中，教師進行形成性評量至關重要。這有助於評量學生對新概念和技能的學習程度以及應用情況。最終，課程的結尾部分也將進行一個總結性評量，確保學生在課程中所學的知識和技能得到充分的理解和應用。

### (一) 形成性評量

1. 學生在閱讀文本時，讓學生主動挑選不熟悉的詞彙或科學概念，接著進行小組和全班的討論。在這過程中，教師可以了解學生是否釐清了科學概念，並在適當時機提供協助，針對學生不理解的地方給予協助，確保學生能夠理解並掌握重要的知識內容。
2. 在設計隔音箱的過程中，形成性評量是持續且關鍵的一環。教師利用 Padlet 等工具，鼓勵學生在指定時間內上傳他們的設計圖，這不僅讓教師隨時了解學生的進度，也為即時性的形成性評估提供了機會。舉例來說，在 20 分鐘內完成設

計圖的任務中，教師可以藉由 Padlet 即時檢視學生的成果。如果學生無法在指定時間內完成基本雛型，教師可以提供引導和支援，也可以根據學生的進度調整目標。例如，如果某組學生在時間內無法完成任務，教師可以給予額外時間，並同時了解各組之間的差異。這樣的評量方式允許教師根據學生的需要進行個別化指導，確保每個學生都在合適的水平上進行學習，同時也能夠即時回饋學生的困難點，促使他們更好地理解 and 應用所學內容。這種即時的、個人化的回饋機制是形成性評量的核心，它鼓勵學生主動參與學習，同時也確保了他們在學習過程中的持續改進。

3. 在學生進行組裝隔音箱的過程中，形成性評量發揮關鍵作用。當學生在裁剪和黏貼階段遇到困難時，這些挑戰提供了寶貴的評量機會。教師可以觀察學生在解決問題時所選擇的策略和方法同時也可以評量學生之間的合作與溝通能力，並了解他們在裁剪方式和黏貼材料選擇上的決策過程。

### (二) 總結性評量

1. 設計圖檢核表評量表：可採取檢核的表格。

表 4. 設計圖檢核表

項目	是否達到	備註
基本雛形	<input type="checkbox"/>	
尺寸	<input type="checkbox"/>	
列出所需材料	<input type="checkbox"/>	
其他	<input type="checkbox"/>	Ex. 列出材料層序

2. 隔音箱評量：可採取標準本位評量。

表 5. 隔音箱標準本位評量表

等第	A	B	C	D
內容	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以在時間內完成</li> <li>2. 可以成功降低 10 分貝以上</li> <li>3. 可以詳細的說明介紹自己設計理念</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以在時間內完成</li> <li>2. 可以成功降低 10 分貝以上</li> <li>3. 無法詳細的說明介紹自己設計理念</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 可以在時間內完成</li> <li>2. 無法成功降低 10 分貝以上</li> <li>3. 無法詳細的說明介紹自己設計理念</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無法在時間內完成</li> <li>2. 無法成功降低 10 分貝以上</li> <li>3. 無法詳細的說明介紹自己設計理念</li> </ol>

## 八、課程省思

在教育領域中，我們不斷追求更好的方法來傳遞知識和幫助學生更深入地理解概念。特別是在科學和工程領域，將理論知識與實際應用相連結是至關重要的。因此，課程實踐的省思就提供了課程實踐精進的管道。以下是筆者對本課例的省思。

### （一）課程實施流程

在原本的課程中，觀察到學生在科學理論和實際應用之間存在隔閡，缺乏將所學應用到實際情境的機會，這使得他們在組裝隔音箱時感到困惑。同時，在解釋隔音箱的詳細內容時，學生對科學概念的理解也顯得模糊不清。在這方面，增設一個實驗導向的課程流程可以為學生提供更深刻的學習體驗，特別是當涉及到複雜的主題，例如聲音傳播和隔音技術。

### （二）課程內容分析

1. 在隔音箱製作方面，筆者觀察到學生所繪製的設計圖參差不齊，甚至有些組別需要額外提醒尺寸與材料，這種情況為學生在製作隔音箱時帶來了額外的困難。這或許是因為學生缺乏足夠的繪圖技巧或者設計指導。這不僅增加了學生在實際製作過程中遇到問題的機會，也使得老師需要在繪製圖方面花費更多時間和精力去評量，難以在其他方面提供更多協助。



圖 6. 參差不齊的設計圖

2. 因為所有的材料都是由教師提供，學生在材料選擇上受到了一定的局限，這導致所製作的隔音箱產生相似性。這種相似性可能限制學生的創造力、問題解決能力和科學思維的發展。學生缺乏在材料選擇和應用方面的自由，這可能影響了他們對於隔音箱設計的獨立性和靈活性。
3. 在最終階段的隔音箱效果檢測實驗，設計和檢測方式完全由老師負責，學生並未參與這一過程。這種實驗設計方式使得學生僅限於測量數據，而沒有參與實驗的設計過程。這樣的教學方式類似於將魚放入學生手中，卻未教授他們如何釣魚的技能。學生缺乏參與設計和思考的機會，導致他們無法真正理解為何需要進行這樣的實驗，以及實驗的意義和目的。

### （三）評量方式檢討：

1. 在設計過程的記錄，學生主要使用 Padlet 工具上傳照片或影片，這樣的紀錄形式雖然呈現了他們的實際操作，但卻難以清晰地呈現他們的設計理念和解釋。這為教師在評量時帶來了挑戰。



2. 在評量方面，僅僅由教師進行評量可能存在客觀性不足和局限性。為了提高評量的客觀性和全面性，可以考慮納入多樣化評量項目，如外觀或是讓學生也一同參與評量。
3. 最終成品評比僅用了表 5，學生的隔音箱僅評分了隔音效果、科學原理運用等方面。其次，應該也要將外觀設計也將受到評量，包括美學和創意性放入評量之中。

### 九、課程實施建議

#### （一）課程實施流程

1. 筆者建議在文本閱讀階段前增設一個與聲音傳播相關的實驗。這可以提供學生將在理解相關理論之前直接透過實驗，連結閱讀所學知識。這方式可以激發學生的學習欲望，並且讓他們更迅速地理解聲音傳播的基本原理。例如，可以通過測試聲音在不同介質中的傳播狀況來開始實驗。這樣，學生就能親身體驗聲音傳播與隔音的情況，這種實踐經驗將會為他們的學習提供寶貴體驗。
2. 為了更好地銜接理論與實踐，也建議在課程中增加更多的互動性元素。例如，引入小組討論、學生分享和問答環節，讓學生有機會將他們的理解與他人分享，同時也可以在這個過程中解決彼此的疑惑，進一步鞏固所學知識。這樣的互動式學習環境將促使學生更積極地參與，提高他們的學習效果。
3. 在隔音箱製作方面，建議提供學生一個具體的設計圖格式，包括尺寸、材料和製作步驟的詳細說明，例如三視圖。這樣的具體引導將有助於學生更輕鬆地製作自己的隔音箱。這不僅對學生的當前製作有所幫助，同時也為他們未來的設計工作提供了基礎。這種明確的設計引導能夠減少他們製作過程中的試誤學習。
4. 引入多元的隔音材料和開放性的材料選擇、工具選擇和組裝順序，學生可以從家中、生活中取得材料，這也有助於將學習與日常生活相聯繫。同時，這也激發了他們對材料選擇和科學原理的好奇心，促使他們更深入地探究這些材料的特性和效能。可以提高學生的設計和製作能力，培養學生創造力、問題解決能力和科學思維的有效方法。
5. 在進行最終實驗之前，我們應該與學生討論隔音箱效果檢測的實驗設計，這包括實驗的目的、假設、變數、實驗步驟和數據收集方法。這樣的討論將提升學生理解如何設計一個具有隔音效果且有效的實驗，還能夠幫助他們準確地收集和分析數據，提高實驗的準確性和可信度。讓學生參與實驗設計也能夠培養學生的科學探究能力，使他們更好地應用所學的科學知識。

總之，改進課程流程以將實驗和實際應用納入其中，可以幫助學生更全面地理解聲音傳播和隔音的概念。這種課程設計不僅提高學習的深度，還培養學生的實際應用技能，這對他們未來的學術和學習都將大有幫助。

## 十、課程材料

表 6. 課程材料

手工具			
剪刀	美工刀	直尺	鉛筆
膠水	膠帶	保麗龍膠	白膠
隔音材料			
木板	棉花	報紙	棉布
保麗龍	海綿	硬紙板	瓦楞版
數位工具			
平板（相機功能）	padlet	分貝計	
電動工具			
熱融膠	鬧鐘		
教學者額外準備（注意）			
簡報	投影機	電腦	文本
確認教室網路			

## 十一、課程連結

（一）網路資料：關於隔音原理的小常識

（二）書籍及文章

1. 自然與生活科技（六上）。台北市。翰林出版社。
2. 林詩敏等（2004）。吸音大法。中華民國第四十四屆中小學科學展覽會。
3. 洪其正等（2003）。這裡真安靜 - 隔音材質的探討。臺灣二〇〇三年國際科學展覽會。

### 附件一

### 隔音效果知多少 ?!

研究調查顯示長時間處在噪音的環境下，會對人體健康造成嚴重的影響，因此噪音問題越來越受到人們的關注和重視。如何透過選用適當的材料來降低噪音的污染呢？

降低噪音的原理我們會分成兩種，其中一種為使用柔軟的物質，這類柔軟的物質具有大小不同的縫隙，不僅可以讓空氣流通也具有吸音的效果，像是吸音棉、吸音板、吸音木絲（圖一）。



圖一 音棉 吸音板 吸音木絲（來源：雷能興業有限公司、diytrade）

另一種則是使用高密度（註一）的物質，這類高密度的物質可以阻擋聲音的傳遞，讓聲音的在裡頭反射傳不出去，而做到隔音的效果，像高速公路上的隔音牆（圖二）就是利用這個原理設計的。



圖二 高速公路隔音牆（來源：聯合報 udn 聯合新聞網、FB: 建設大台中）

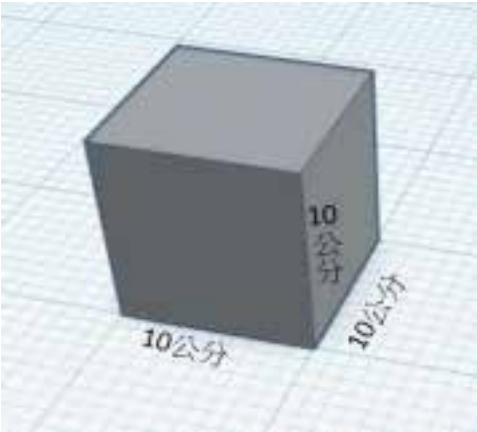
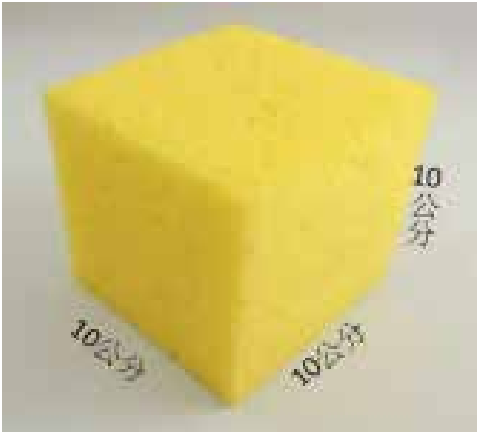
生活中我們很常同時使用這兩種材料（柔軟的物質和高密度的物質）來製作隔音牆，並透過不同的形狀及排列組合來提高降低噪音的效果（圖三）。除此之外，也可以透過膠條的密封以減少空氣的流通，讓聲音更不容易傳遞出去。





圖三 吸音材質與隔音材質組合（來源：普洛影音網）

註一：高密度是指在相同體積下比較重的物質

10cm*10cm*10cm 的鐵塊	10cm*10cm*10cm 的海綿
	
高密度	低密度

## 隔音箱設計圖

1. 先和組員構思隔音箱的構造（包含需要那些材料、黏貼的位置），並繪製在下方空白處

※ 只能在紙箱內的牆壁上加工

※ 無論選什麼材料，都需要固定在紙箱的內壁上

2. 完成設計圖後，請掃旁邊 QRcode 拍照上傳到自己的組別

3. 老師確認上傳後，就可以開始動手製作

4. 組裝完成後，將隔音箱內部構造拍照上傳 padlet

5. 確認上傳後，即可領取鬧鐘進行隔音測試，並記錄在 padlet

※ 鬧鐘需擺放在箱子正中間

6. 測試完成可再調整、改造讓音量更低

※ 每次測試前要拍照上傳，同時測試資料也要上傳。



# 載重冠軍 - 一張紙的秘密

新北市新莊區丹鳳國民小學主任 許又夫

## 摘要

本課例希望藉由 STEAM 跨領域的概念，進行專題概念探索學習，從教師派遣學習任務「用一張 4K 西卡紙完成長方體載體，並能承載自己的體重。」，繼而探索問題內涵，啟發學生學習，經由不斷嘗試解決方案，邊做邊學邊修正，動手做出「長方體載體」。

本課例包含科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等跨域，較偏重在科學探究長方體載體內部結構形體，工程探究長方體載體解決方案的數量、大小、排列及跨距，數學探究長方體載體解決方案的資源計算與評估，藝術探究長方體載體彩繪設計，惟科技領域較無應用機電及程式控制。

課例學習焦點分為三個部分：一、改變「內部結構」：將木棧板改成一張 4K 的西卡紙，並做出「長方體載體」且同時能用來堆放（承載）重物，而透過改變「內部結構」才能達成載重的目標。二、應用「小形體」：透過設計思考、手腦並用來動手完成「長方體載體」作品，而比較應用內部結構之「小形體」的種類、大小、數量、排列、跨距、組裝等因素皆能提升其載重效果。三、彩繪「長方體載體」：將完成的長方體載體作品，外觀進行彩繪。

## 一、設計理念

我們在日常生活中所遇到問題，常常是跨科、跨領域的性質，無法以純粹的課程領域來進行分類，例如電動車的問世，跨越了化學、力學、結構學、材料學、物理、機械、電機、電池、數學、資料分析、演算…等。因此在課例設計上結合科學、科技、工程、藝術、數學等領域，採取 STEAM 教育 (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) 跨學科的方式，讓學生在數學邏輯的基礎下，藉由動手建構工程與呈現藝術美學，來學習科學和科技的內涵。

本課例希望藉由 STEAM 跨領域的概念，進行專題概念探索學習，從教師派遣學習任務，探索問題內涵，啟發學生學習，經由不斷嘗試解決方案，邊做邊學邊修正，動手做出「長方體載體」，進而縮短「腦中設想與實作呈現」的距離，反覆考驗與驗證，進而「解決複合性的問題」，在嘗試解決問題的歷程中，透過小組團隊合作共同學習，從了解問題、蒐集資料、檢索腦海中針對此議題過去各科（跨領域知能）相關所學、預估可能的解決方案、嘗試動手做、澄清迷思、增加解決方案的效益、再測試、再修正、協力破解、到完成最終作品獲得解決方案。

## 二、課程目標

## (一) 領域核心素養與學習重點

總綱 核心 素養	<p>數 -E-A2 具備基本的算術操作能力、並能指認基本的形體與相對關係，在日常生活情境中，用數學表述與解決問題。</p> <p>數 -E-C2 樂於與他人合作解決問題並尊重不同的問題解決想法。</p> <p>自 -E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自 -E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p> <p>藝 -E-A2 認識設計思考，理解藝術實踐的意義。</p> <p>藝 -E-C2 透過藝術實踐，學習理解他人感受與團隊合作的能力。</p>	
學習 重點	學習 內容	<p>【數學】</p> <p>N-6-5 解題：整數、分數、小數的四則應用問題。二到三步驟的應用解題。含使用概數協助解題。</p> <p>S-6-4 柱體體積與表面積：含角柱和圓柱。利用簡單柱體，理解「柱體體積＝底面積 × 高」的公式。簡單複合形體體積。</p> <p>【自然】</p> <p>INc-III-1 生活及探究中常用的測量工具和方法。</p> <p>INc-III-5 力的大小可由物體的形變或運動狀態的改變程度得知。</p> <p>【藝術與人文】</p> <p>視 A-III-1 藝術語彙、形式原理與視覺美感。</p> <p>視 P-III-2 生活設計、公共藝術、環境藝術。</p>
學習 重點	學習 表現	<p>【數學】</p> <p>n-III-6 理解分數乘法和除法的意義、計算與應用。</p> <p>s-III-4 理解角柱（含正方體、長方體載體）與圓柱的體積與表面積的計算方式解題。</p> <p>【自然】</p> <p>pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。</p> <p>pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、影像（例如：攝影、錄影）、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型等，表達探究之過程、發現或成果。</p> <p>【藝術與人文】</p> <p>1-III-6 能學習設計思考，進行創意發想和實作。</p> <p>3-III-4 能與他人合作規劃藝術創作或展演，並扼要說明其中的美感。</p>

## (二) 學習目標

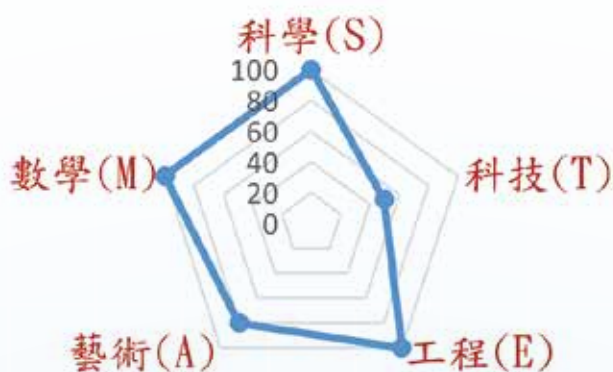
1. 能理解長方體載體內部形體會受外部作用力（載重）而改變。
2. 能應用基本形體設計在長方體載體的內部當做支撐小形體。
3. 能計算長方體載體內部形體的側邊表面積。
4. 能理解自變項、應變項並預測長方體載體內部形體改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。
5. 能分析長方體載體受外部作用力（載重）的情況。
6. 能綜合及評估一張 4K 西卡紙所完成長方體載體的載重成效。
7. 能與他人合作規劃，並進行長方體載體美感設計。



## 三、核心領域

本課例包含科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等跨域，較偏重在科學探究長方體載體內部結構形體，工程探究長方體載體解決方案的數量、大小、排列及跨距，數學探究長方體載體解決方案的資源計算與評估，藝術探究長方體載體彩繪設計，惟科技領域較無應用機電及程式控制。

### 「載重冠軍——一張紙的秘密」課程跨域關聯表



## 四、學習任務

請用一張 4K 西卡紙完成長方體載體，並能承載自己的體重。

## 五、課程問題

- (一) 如果我們將木棧板改成一張 4K 的西卡紙，是否也能用來堆放木棧板承載的這些重物呢？
- (二) 長方體載體結構可拆解成哪些部分？
- (三) 長方體載體內部形體可以是哪些種類？
- (四) 如何將長方體載體的「底板」進行定位？
- (五) 如何進行規劃、設計、估算整個「長方體載體」的面積 $\leq$ 一張 4K 西卡紙的面積？
- (六) 如何調整長方體載體內部形體的大小？
- (七) 如何配合長方體載體內部形體的種類、大小來調整「妥適的跨距」？

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

1. 改變「內部結構」：將木棧板改成一張 4K 的西卡紙，並做出「長方體載體」且同時能用來堆放（承載）重物，而透過改變「內部結構」才能達成載重的目標。
2. 應用「小形體」：透過設計思考、手腦並用來動手完成「長方體載體」作品，而比較應用內部結構之「小形體」的種類、大小、數量、排列、跨距、組裝等因素皆能提升其載重效果。
3. 彩繪「長方體載體」：將完成的長方體載體作品，外觀進行彩繪。

## (二) 活動流程

## 學習活動流程

## 一、引起動機

1. 我們在日常生活中所遇到問題，通常無法以純粹的課程領域來進行分類，常常是跨科、跨領域的性質。
2. 跨域的重要，一直都在發生…
3. 例如電動車的問世：  
跨越了化學、力學、結構學、材料學、物理、機械、電機、電池、數學、資料分析、演算、符號辨識、感測、安全保護、防暴衝（燃）、環保…等整合，進而解決不同層次的問題。

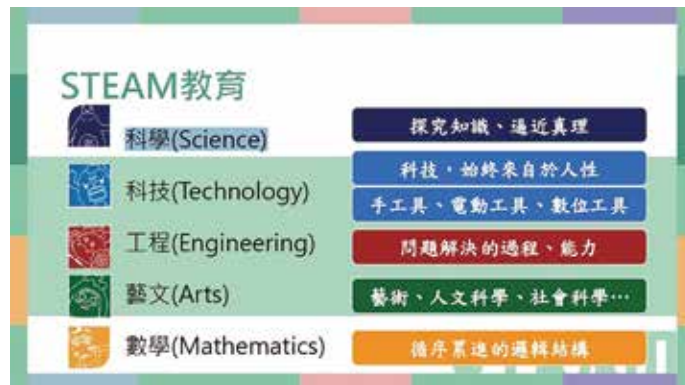


教師引起動機



教師說明跨域的內涵

## 二、STEAM 教育意義



說明：科學、科技、工程、藝術（文）、數學在 STEAM 教育中所代表的意涵，本課例設計上結合科學、科技、工程、藝術（文）、數學等領域，採取 STEAM 教育 (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) 跨學科的方式，讓學生在數學邏輯的基礎下，藉由動手建構工程與呈現藝術美學，來學習科學和科技。

## 三、課程跨域關聯

1. 我們常在日常生活中看到用木棧板來堆放物品。



木棧板



木棧板的承載

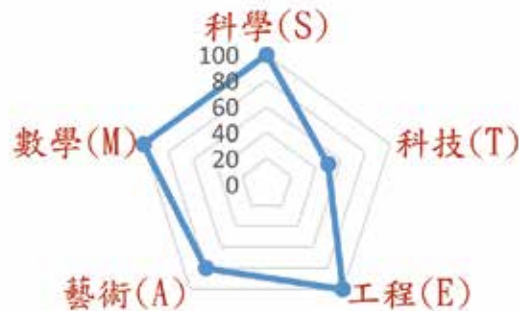
## 2. 日常生活問題...

如果我們將木材改成一張 4K 的西卡紙，是否也能用來堆放（承載）這些重物呢？可能嗎？可行嗎？

## 3. 本課程跨域關聯表

本課程包含科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等跨域，較偏重在科學探究長方體載體內部結構形態，工程探究長方體載體解決方案的數量、大小、排列及跨距，數學探究長方體載體解決方案的資源計算與評估，藝術探究長方體載體彩繪設計，惟科技領域較無應用機電及程式控制。

「載重冠軍——一張紙的秘密」課程跨域關聯表



## 4. 【網路資源】2021 東奧選手村紙箱床



教師介紹 2021 東奧選手村紙箱床影片



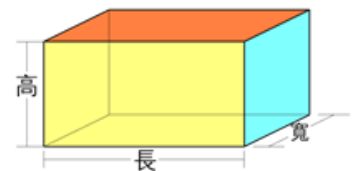
教師派遣學習任務

## 四、學習任務

請用一張 4K 西卡紙完成長方體載體，並能承載自己的體重。

## 五、澄清、分析問題

- 請各組用一張 4K 西卡紙完成長方體載體結構，內部放置所設計的小形體以支撐上方的重物，如下圖，側面不封外板。  
(圖示來源：維基百科 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/長方體>)



### 2. 完成條件一：

- (1) 完成長 26 公分、寬 10 公分、高 4 公分之長方體載體，長方體載體的總重量  $\leq$  原一張 4K 西卡紙重量 + 7 公克。
- (2) 完成體只能增加最多 7 公克。
- (3) 完成體增加的公克數越少成績越高。
- (4) 一整張 4K 西卡紙必須盡量用完。
- (5) 側面不須封版，以利觀察。(圖示來源：維基百 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/長方體>)
- (6) 舉例記錄測量各組西卡紙重量、完成長方體載體重量、載重等數值，如下方一覽表：



組別	重量	原一張西卡紙重量 (公克)	完成長方體淨重 (公克)	載重 (公斤)	排序	完成長方體淨重限制 (公克)
1		39.84				$\leq 46.84$
2		38.85				$\leq 45.85$
3		39.73				$\leq 46.73$
4		39.20				$\leq 46.20$
5		39.36				$\leq 46.36$
6		39.86				$\leq 46.86$



教師說明完成長方體載體的條件



教師說明 4K 西卡紙的淨重及完成長方體載體之重量限制

### 3. 材料、工具及黏著限制：

(1) 可用材料及工具：4K 西卡紙、直尺、美工刀、剪刀、雙面膠、透明細膠帶、筆、橡皮擦、電子秤、體重計等。

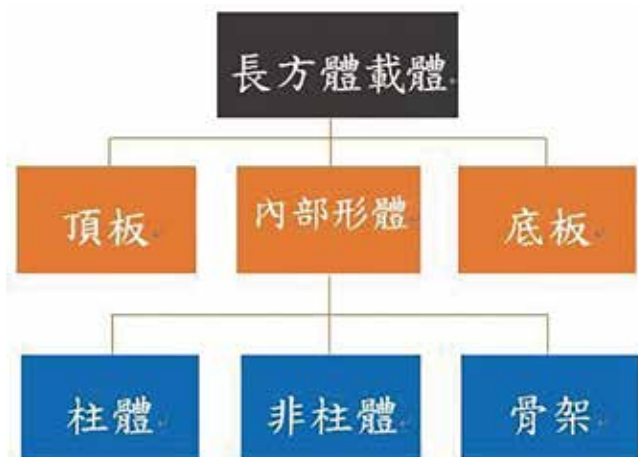
(2) 完成的長方體載體結構：只能含西卡紙、雙面膠或透明細膠帶。

4. 美感設計：請將您的長方體載體作品外觀進行彩繪，例如可愛的圖案、線條…等皆可。

5. 通過驗證：長方體載體結構最少要能承載自己的體重。

### 六、完成各階段任務

1. 長方體載體結構可拆解成哪些部分？





教師說明長方體載體的拆解部件



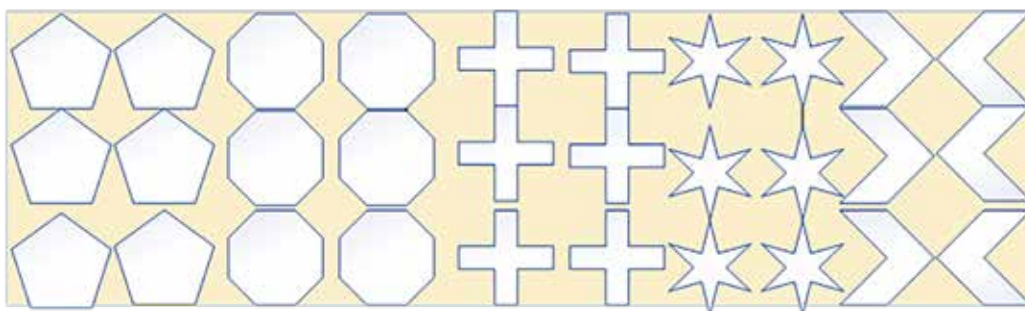
教師分發操作之材料及工具

## 2. 長方體載體內部形體可以是哪些種類？

(1) 基本形體，俯視圖示如下舉例：

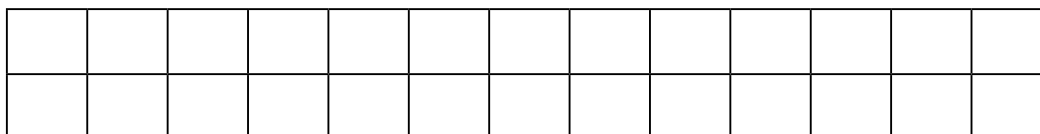
形體樣式	圓柱	正三角柱	正四角柱	螺旋圓柱	人字形/組合形	縱橫交錯形	波浪
A							
B							

(2) 其他形體，俯視圖示如下舉例：



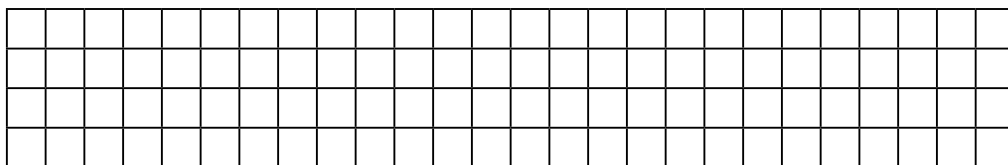
## 3. 如何將「底板」進行定位？

(1) 畫上每格 2 公分 × 2 公分的格線，局部示意。



備註：配合「圓柱、正三角柱、正四角柱、螺旋圓柱、人字形/組合形」等各種小形體體排列擺放大小較合適，易操作。

(2) 畫上每格 1 公分 × 1 公分的格線，局部示意。



備註：配合「縱橫交錯形、波浪形」排列擺放大小較合適，易操作。

4. 如何進行規劃、設計、估算整個組裝「長方體載體」時所使用的紙張面積 ≤ 一張 4K 西卡紙的面積？

舉例長方體載體內部之小形體「大小圓柱體◎」：

(1) 計算式：原一張 4K 西卡紙面積 - 頂板面積 - 底板面積 - 大圓柱側面積 - 小圓柱側面積 = 4K 西卡紙剩餘面積

(2) 2147.3 平方公分 (原一張 4K 西卡紙面積) - 260 平方公分 (頂板面積) - 260 平方公分 (底板面積) - 1040 平方公分 (大圓柱側面積) - 574 平方公分 (小圓柱側面積) = 13.3 平方公分 (剩餘紙張面積)

(3) 備註：實際裁剪紙張的過程易造成誤差及零碎的情況，未必能裁剪如下方的理想狀況數量。

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	大圓柱 (側面積)	6.5	4	40	1040
4	小圓柱 (側面積)	3.5	4	41	574
剩餘 (項次 A - 1-2-3-4)					13.3

5. 如何調整長方體載體內部形體的大小？

(可選擇基本形，舉例如下或自行設計一項方案執行即可)

(1) 單一圓柱 (每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	圓柱 (側面積)	6	4	65	1560
剩餘 (項次 A - 1-2-3)					67.3

(2) 大小雙圓柱 (每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	大圓柱 (側面積)	6.5	4	40	1040
4	小圓柱 (側面積)	3.5	4	41	574
剩餘 (項次 A - 1-2-3-4)					13.3



(3) 單一正三角柱（每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算）

項次	形體	長（公分）	寬（公分）	數量	面積（平方公分）
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	正三角柱（側面積）	6	4	65	1560
剩餘（項次 A-1-2-3）					67.3

(4) 大小雙正三角柱（每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算）

項次	形體	長（公分）	寬（公分）	數量	面積（平方公分）
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	大正三角柱（側面積）	6.5	4	41	1066
4	小正三角柱（側面積）	3.5	4	40	560
剩餘（項次 A-1-2-3-4）					1.3

(5) 單一正四角柱（每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下圖計算）

項次	形體	長（公分）	寬（公分）	數量	面積（平方公分）
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	正四角柱（側面積）	6	4	65	1560
剩餘（項次 A-1-2-3）					67.3

(6) 大小雙正四角柱（每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算 A）

項次	形體	長（公分）	寬（公分）	數量	面積（平方公分）
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	大正四角柱（側面積）	8.5	4	28	952
4	小正四角柱（側面積）	6	4	28	672
剩餘（項次 A-1-2-3-4）					3.3

(8) 中螺旋柱（每格 2 公分 × 2 公分的格線，如下表計算）

項次	形體	長（公分）	寬（公分）	數量	面積（平方公分）
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	中螺旋柱（側面積，含內捲）	15	4	27	1620
剩餘（項次 A-1-2-3）					7.3

(9) 大螺旋柱 (每格 2 公分 × 2 公分的格線, 如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	大螺旋柱 (側面積, 含內捲)	20	4	20	1600
剩餘 (項次 A-1-2-3)					27.3

(10) 人字形 / 組合形 (每格 2 公分 × 2 公分的格線, 如下圖計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	長方片	2	4	203	1624
剩餘 (項次 A-1-2-3)					3.3
備註: 3 個長方片背對背貼在一起, 則 $203 \div 3 = 67.67$ , 故可做成 67 組人字形。					

(11) 組合形 (每格 2 公分 × 2 公分的格線, 如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	長方片	2	4	203	1624
剩餘 (項次 A-1-2-3)					3.3
備註:					
(1) 將每 3 個長方片背對背貼在一起, 則 $203 \div 3 = 67.67$ , 故可做成 67 組人字形。					
(2) 將每 8 組人字形成組合形, 則 $67 \div 8 = 8.38$ , 故可做成 8 組組合形。					

(12) 縱橫交錯形 (每格 1 公分 × 1 公分的格線, 如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	長方片 (橫軸)	26	4	9	936
4	長方片 (縱軸)	10	4	17	680
剩餘 (項次 A-1-2-3-4)					11.3

(13) 波浪形 (每格 1 公分 × 1 公分的格線, 如下表計算)

項次	形體	長 (公分)	寬 (公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板	26	10	1	260
2	底板	26	10	1	260
3	長方片	54.5	9.9	3	1618.65
剩餘 (項次 A-1-2-3)					8.65
備註: 將每長方片摺成波浪形, 最後將 3 波浪形接起來。					

6. 如何配合長方體載體內部形體的種類、大小來調整「妥適的跨距」？

(可選擇基本形舉例如下或自行設計一項方案執行即可)

(1) 單一圓柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)

Y														
5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

(2) 大小雙圓柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)

Y														
5	◎		◎		◎		◎		◎		◎		◎	
4	◎		◎		◎		◎		◎		◎		◎	
3	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
2	◎		◎		◎		◎		◎		◎		◎	
1	◎		◎		◎		◎		◎		◎		◎	
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

(3) 單一正三角柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)

Y														
5	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
4	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
3	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

(4) 大小雙正三角柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)

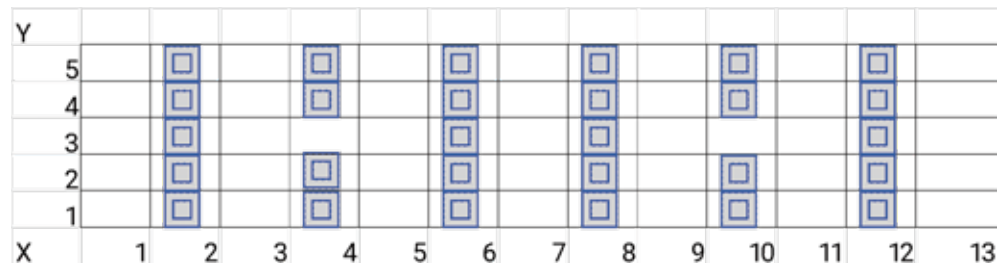
Y														
5	△		△		△		△		△		△		△	
4	△		△	△	△		△	△	△		△	△	△	
3	△		△		△		△		△		△		△	
2	△	△	△		△	△	△		△	△	△		△	△
1	△		△		△		△		△		△		△	
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

(5) 單一正四角柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)

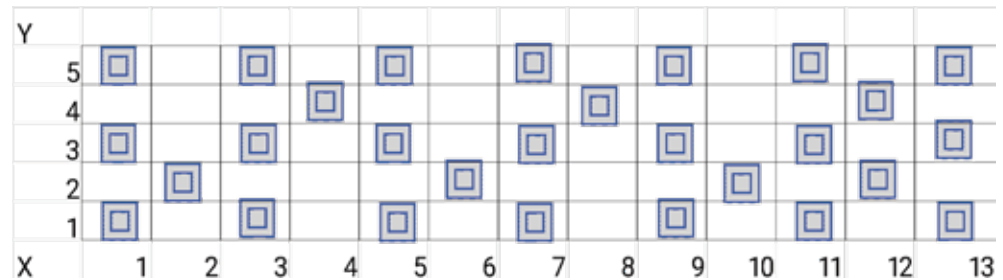
Y														
5	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
4	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
1	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	



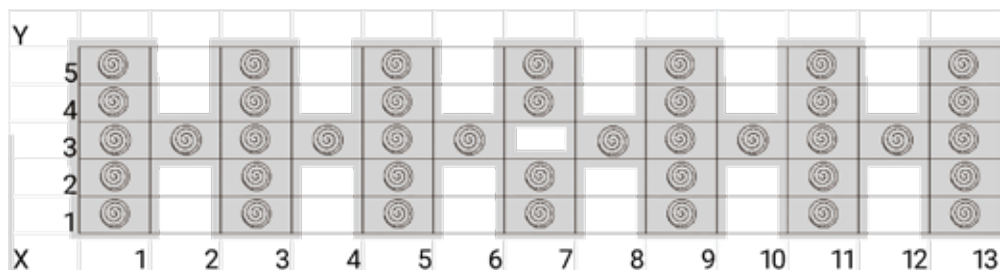
(6) (i) 大小雙正四角柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線, 如下圖排列 A)



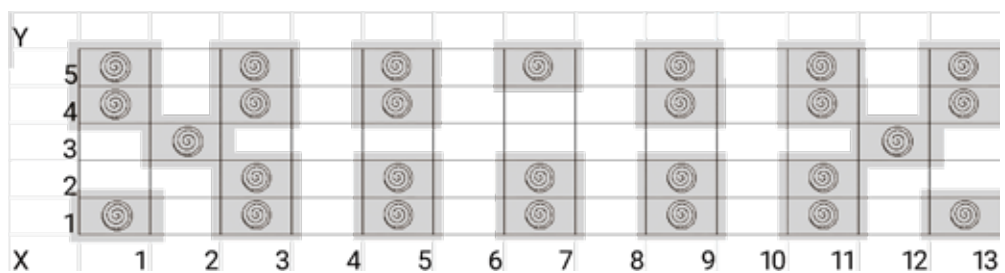
(ii) 大小雙正四角柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線, 如下圖排列 B)



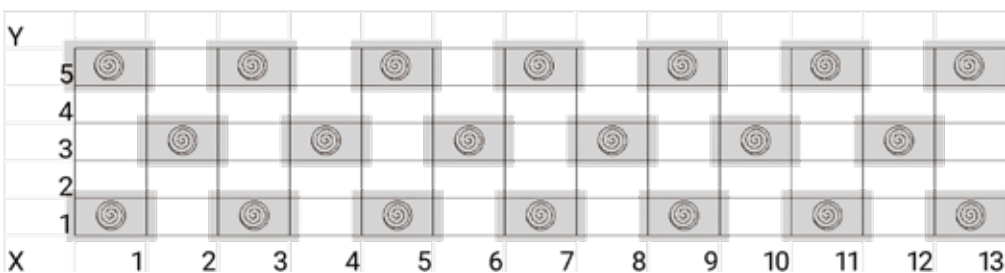
(7) 小螺旋柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線, 如下圖排列)



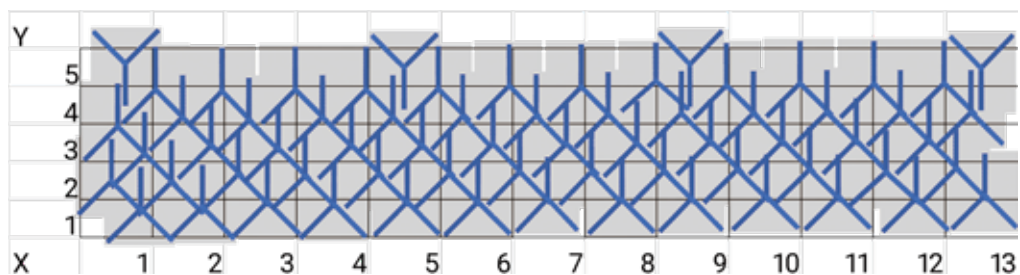
(8) 中螺旋柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線, 如下圖排列)



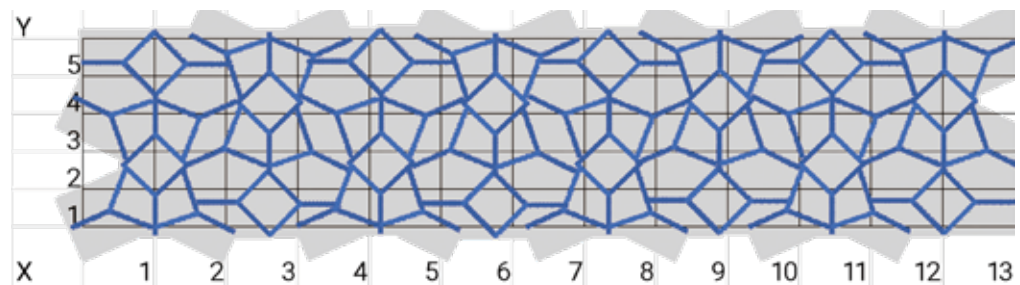
(9) 大螺旋柱 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線, 如下圖排列)



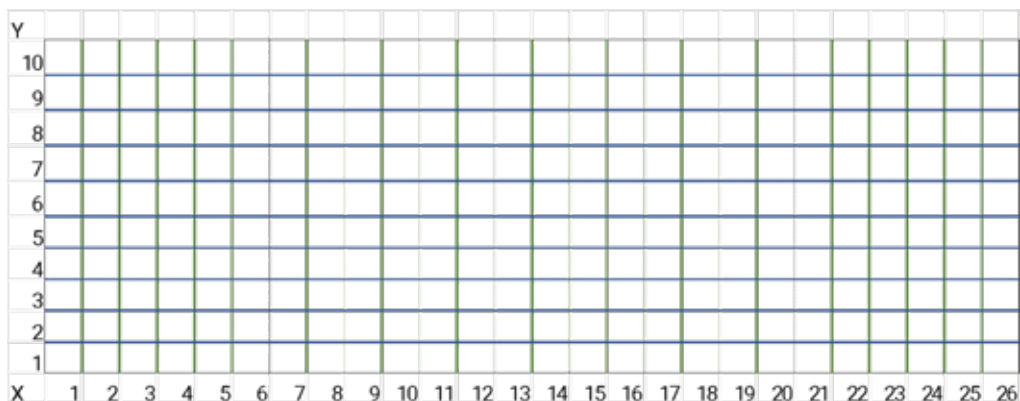
(10) 人字形 / 組合形 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)



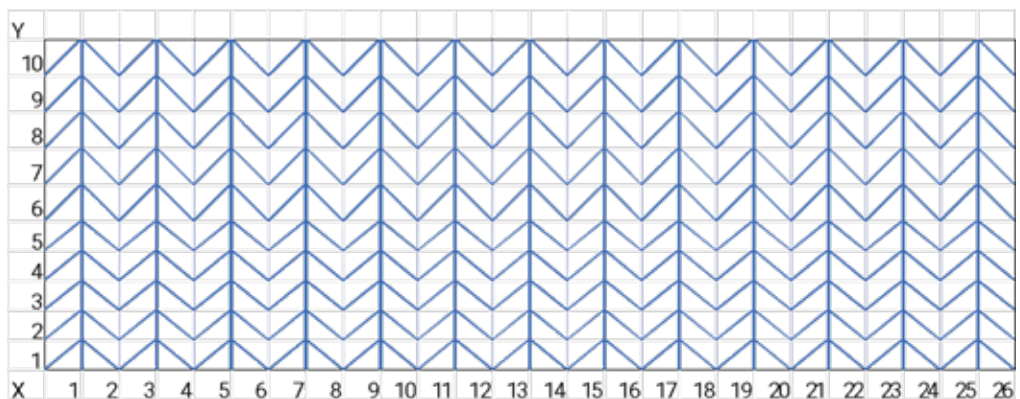
(11) 組合形 (每格 2 公分  $\times$  2 公分的格線，如下圖排列)



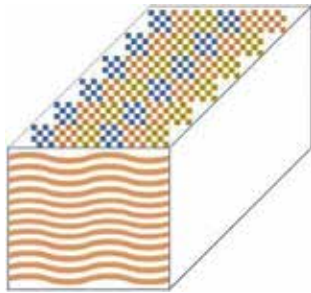
(12) 縱橫交錯形 (每格 1 公分  $\times$  1 公分的格線，如下圖排列)



(13) 波浪形 (每格 1 公分  $\times$  1 公分的格線，如下圖排列)



## 7. 長方體載體作品外觀彩繪



學生規劃、測量、裁切各部件 1



學生規劃、測量、裁切各部件 2



學生規劃、測量、裁切各部件 3



學生規劃、測量、裁切各部件 4

## 七、動手嘗試、調整修正

1. 請大家動動腦！動動手！手腦並用！
2. 一起小組合作共同經歷調整、修正、再調整、再修正解決問題。

## 八、通過驗證

### 1. 學習評量

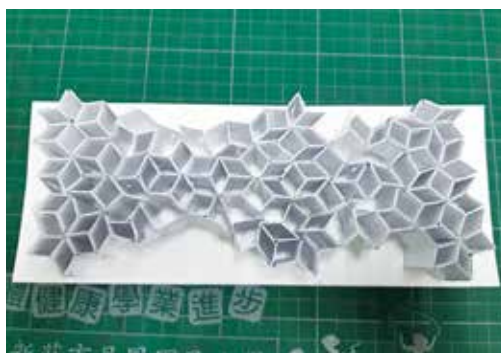
- (1) 小組發表作品設計原理，並展示實際載重成果，並記錄是否通過？
- (2) 驗證：長方形的結構體  
 (長：26 公分、寬：10 公分、高：4 公分)，完成的結構體總重量  $\leq$  (各組紙重) + 7 公克。  
 (i) 完成體只能增加最多 7 公克。  
 (ii) 完成體增加的公克數越少成績越高。  
 (iii) 一整張 4K 西卡紙必須用完。  
 (iv) 側面不須封版，以利觀察。
- (3) 小組發表學習心得及將來可調整的方向？
- (4) 小組自評與他評。



## 2. 欣賞他人的成果

(1) 動腦、動手、跨域解決問題的學習結束了感謝參與解決問題

(2) 後記：一起來欣賞他人的成果



長方體載體內部結構 1



長方體載體內部結構 2



長方體載體作品 1



長方體載體作品 2



長方體載體作品 3



長方體載體作品 4



長方體載體作品 5



將以長方體載體放在電子秤上秤重



單人驗證長方體載體的載重 1



單人驗證長方體載體的載重 2



雙人背負驗證長方體載體的載重 1



雙人背負驗證長方體載體的載重 2

### 九、學習心得報告

小組上台口頭發表報告包含：

設計想法、發覺所遇到的問題（如形體造型、形體數量、形體大小、排列方式、形體間的跨距、變形的情況）、解決所遇到的問題（如形體造型、形體數量、形體大小、排列方式、形體間的跨距、變形的情況）、修正過程、驗證結果。

## 七、課程評量

（一）小組討論、實作、報告、自評：

1. 小組討論：學生間能互相溝通，充分投入參與，討論整張西卡紙的規劃如頂板、底板、形體種類、形體大小、形體數量。
2. 實作：將已劃記的西卡紙，進行裁切、並妥適式排列，黏著固定；長方體載體外觀設計彩繪。
3. 報告：小組上台口頭發表報告包含：設計想法、發覺所遇到的問題（如形體造型、形體數量、排列方式、形體間的跨距、變形的情況）、解決所遇到的問題（如形體造型、形體數量、排列方式、形體間的跨距、變形的情況）、修正過程、驗證結果。
4. 自評：組內成員相互討論達成共識，並配合附件，自我評分。

- (二) 組間互評：各小組之組內成員相互討論達成共識，並配合附件，給予各組評分。
- (三) 通過驗證：先測量單人體重，再將雙腳站上所設計的長方體載體的載體上，載體不變形；測量 2 人體重，並互相背負，再將雙腳站上所設計的長方體載體的載體上，載體不變形。
- (四) 教師評量：教師採以上方式進行綜合性、歷程性及總結性評量。

## 八、課程省思與建議

### (一) 教學方法評估：

1. 學生很容易以直覺來進行紙張的裁剪，而不是經過一連串的思考、規劃、計算來通盤考量可能可製作形體種類？形體大小？形體數量？為增加學生的設計思考能力，因此增加輔助表格，引導學生依據表格內容進程序性思考，如下：

項次	形體	長(公分)	寬(公分)	數量	面積 (平方公分)
A	4K 西卡紙	54.5	39.4	1	2147.3
1	頂板				
2	底板				
3	形體 1(側面積)				
4	形體 2(側面積)				
剩餘(項次 A-1-2-3-4)					
備註：形體 2(側面積)視設計情況而定，未必需要設計列入。					

2. 教學可導入讓學生運用 EXCEL 試算軟體來估算一張 4K 西卡紙，可拆解頂板、底板面積後，剩餘的面積可估算製作之形體種類、形體大小、形體數量。
  3. 增加教學時間，以引導學生分組嘗試挑戰長方體載體的內部形體能以「非圓柱」的形體來設計，對比「圓柱」的形體而言較難製作組裝。
  4. 增加教學時間，以引導學生分組嘗試挑戰長方體載體的內部形體能以「不同的排列位置」來設計。
- (二) 課程內容分析：所設計長方體載體(長 26 公分、寬 10 公分、高 4 公分)能否調整？當然可以，可先試著調整縮小長、寬、高的尺寸來預作模擬版(測試版)。惟正式實作時須注意下方原則：
1. 長方體載體太小：不易操作載重物體(如人雙腳站立在上方)，紙張會過剩。
  2. 長方體載體太大：紙張會明顯不足。
- (三) 學生回饋：
1. 不知道如何開始動手做？很難估算、規劃、設計要作的長方體載體及內容小形體。
  2. 實作時間明顯不足，做不完，必須用到其他課餘時間完成作品。
  3. 以為可使用其他黏著劑來強化長方體載體內部的小形體，如保麗龍膠灌入小圓柱體內。



## 九、課程材料

### (一) 資源材料：

1. 成本概念，有限的資源。
2. 每組 1 張 4K 西卡紙。

### (二) 黏著限制：

細雙面膠、細透明膠帶

### (三) 使用工具：

剪刀、美工刀、直尺、電子秤、體重計

## 十、課程連結

- (一) 【2021 東奧】選手村紙箱床 <https://www.facebook.com/pinksjapanese/videos/%E9%81%B8%E6%89%8B%E6%9D%91%E7%9A%84%E7%B4%99%E7%AE%B1%E5%BA%8A/203543761718417/>
- (二) 流言追追追的部落格：第五十集 - 力大無窮的紙－當集流言破解要素大公開  
<https://buzzgogogo.pixnet.net/blog/post/12552371>
- (三) 紙張力大無窮的秘密？流言追追追 - 【實驗精華片段】part1  
[https://www.youtube.com/watch?v=5Sed\\_i4B9yc](https://www.youtube.com/watch?v=5Sed_i4B9yc)

附件一

## 新北市○○國民小學小組規準評分表

評分類別：☐自評 ☐互評

自評組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

互評 - 評分組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

互評 - 受評組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

自評標準：（請組員逐條確認）

編號	評分標準	完全達到	大部分達到	半數達到	少部分達到	未達到
1	長方體載體符合：長：26 公分、寬：10 公分、高：4 公分					
2	長方體載體淨重符合 $\leq$ 原紙重 +7 公克					
3	能將一整張 4K 西卡紙用完					
4	長方體載體包含頂板、底板、內部形體					
5	長方體載體側面不須封版					
6	長方體載體外觀美感設計					
7	長方體載體，其內部多採用_____形體					
8	長方體載體可承受組員雙腳站上去載重_____公斤，而不變形。					
9	長方體載體可承受組員再背負 1 人，雙腳站上去載重_____公斤，而不變形。					
10	提升長方體載體的設計包含（ <input type="checkbox"/> 小形體造型 <input type="checkbox"/> 製作程序 <input type="checkbox"/> 製作精細度 <input type="checkbox"/> 適當跨距的支撐小形體 <input type="checkbox"/> 適度分散載重）或其他_____。					
合 計						

# 臺灣藍鵲飛呀飛

新北市新店區北新國民小學主任 洪珮華

新北市新店區北新國民小學教師 陳建仲

## 摘要

本課例期望藉由 STEAM 教育跨學科的統整學習，從學生喜愛的凸輪玩具為發想，以校園中常見的臺灣藍鵲為觀察對象，帶領學生認識其生活習性、外型特徵，及其在臺灣原住民族的重要性與意義，更透過神話傳說認識其外形典故，體會藍鵲的精神意象。結合學生喜愛的機關玩具 - 凸輪結構的設計與製作，將學習聚焦於以下三部份：一、理解凸輪及從動件的接觸方法與運動方式；二、組合凸輪簡單機械，並運用其結構組合出藍鵲凸輪玩具；三、分析及應用凸輪機構原理，合作設計其他的凸輪玩具。

## 一、設計理念

近年來，主要分布於中、低海拔闊葉林裡的臺灣特有種鳥類 - 臺灣藍鵲，已逐漸適應都市環境，在我們生活當中越來越常見。尤其在學校校園或鄰近公園的樹林裡，仰頭望向高處，循著響亮的嘎嘎聲，便可看到這可愛的臺灣特色保育類動物。

本課程希望藉由 STEAM 教育結合科學、科技、工程、藝術及數學等跨學科統整的學習，從學生喜愛的凸輪玩具為發想，課程設計以在校園裡築巢的臺灣藍鵲為觀察對象，帶領學生認識臺灣特有種鳥類的生活習性與外型特徵，進而了解其在臺灣原住民族的重要性與意義，更透過神話傳說認識其外形由來之典故，並能體會其團結、敏捷、堅毅強悍的精神意象；結合學生喜愛的機關玩具 - 凸輪結構的設計與製作，讓臺灣藍鵲展翅翱翔，期能培養學生自然觀察、社會人文涵養及邏輯思維的基礎；經由動手建構與藝術陶冶，探究玩具結構中的科學、技術之內涵與奇妙，並嘗試專題學習。

## 二、課程目標

### （一）領域核心素養與學習重點

總綱  
核心  
素養

自 -E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。

藝 -E-B3 善用多元感官，察覺感知藝術與生活的關聯，以豐富美感經驗。





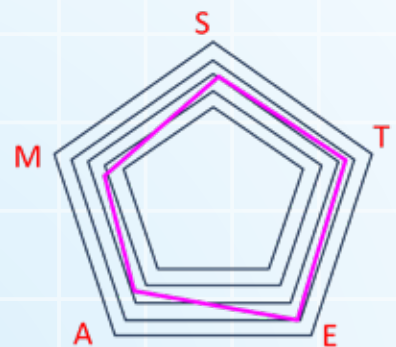
學習重點	學習表現	<p>【科技教育及資訊教育】</p> <p>科議 a-III-2 展現動手實作的興趣及正向的科技態度。</p> <p>【自然】</p> <p>po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。</p> <p>【藝術】</p> <p>媒 1-III-3 能學習多元媒材與技法，表現創作主題。</p> <p>【社會】</p> <p>2b-III-2 理解不同文化的特色，欣賞並尊重文化的多樣性。</p>
	學習內容	<p>【科技教育及資訊教育】</p> <p>科議 A-III-2 科技產品的基本設計及製作方法。</p> <p>【自然】</p> <p>INb-III-4 力可藉由簡單機械傳遞。</p> <p>INd-III-6 生物種類具有多樣性；生物生存的環境亦具有多樣性。</p> <p>【藝術】</p> <p>視 E-III-2 多元的媒材技法與創作表現類型。</p> <p>【社會】</p> <p>Bc-III-1 族群或地區的文化特色，各有其產生的背景因素，因而形塑臺灣多元豐富的文化內涵。</p>

## (二) 學習目標

1. 能理解臺灣藍鵲的分布、形態描述、覓食 / 繁殖方式及生活狀態。
2. 能理解鄒族服飾與臺灣藍鵲外型特徵的社會文化連結。
3. 能理解凸輪及從動件的接觸方法與運動方式。
4. 能組合凸輪簡單機械，並運用其結構設計出藍鵲凸輪玩具。
5. 能理解凸輪機構原理，將藉由簡單機械傳遞至運動的部位。
6. 能分析「臺灣藍鵲飛呀飛」凸輪機構的組合與連動作用方式。
7. 能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」各單元部件，並彩繪外觀，成功讓臺灣藍鵲翅膀與凸輪機構連動。

## 三、核心領域

本課程包含科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering)、藝術 (Art)、數學 (Mathematics) 等跨域，課程設計透過凸輪部件運作，理解「科學」中物理學的運動與力的關係，藉由操作組裝藍鵲凸輪玩具，認識「科學技術」中的凸輪機械結構與應用，並解決操作所遇「工程」之組裝程序問題與邏輯。透過藍鵲色彩造形、生活環境部件、原住民圖騰色彩配置等表現「藝術」創意，惟較少提供學生表現自主自性之創造空間；運算思維之「數學」部分，著重認識凸輪結構中形體與運動方式的相對關係（如圓形與橢圓形），惟較少應用數學語言、符號、運算及其它表徵部分。



#### 四、學習任務

- (一) 能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」之臺灣藍鵲單元部件，並彩繪外觀。如圖 1
- (二) 能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」之棲息地情境單元部件，並彩繪外觀。如圖 2
- (三) 能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」之箱體單元部件，並彩繪外觀。如圖 3
- (四) 能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」之凸輪機構作動單元部件。如圖 4
- (五) 能組裝整體「臺灣藍鵲飛呀飛」之作品，並讓臺灣藍鵲翅膀與凸輪機構連動。如圖 5、圖 6



圖 1 臺灣藍鵲單元部件



圖 2 棲息地情境單元部件



圖 3 箱體單元部件



圖 4 凸輪機構作動單元部件



圖 5 臺灣藍鵲翅膀與凸輪機構連接連動



圖 6 臺灣藍鵲飛呀飛

#### 五、課程問題

- (一) 臺灣藍鵲的外型與生活習性，和原住民的生活文化有什麼連結？
- (二) 簡單凸輪機械的各個部件具有什麼功能？又有什麼運動關聯？
- (三) 如何將這些部件組合在一起，以達到凸輪玩具運動的功能？
- (四) 如何運用凸輪機械的部件，設計出翅膀會動的臺灣藍鵲玩具？

## 六、課程活動

### (一) 活動簡介

1. 臺灣藍鵲的特徵、行為：認識臺灣藍鵲捍衛領域的生活習性與紅喙紅腳、黑頭 / 頸 / 胸及藍長尾等外型特徵。
2. 臺灣藍鵲的傳說、意象：了解臺灣藍鵲為臺灣原住民鄒、邵、布農族的神鳥，具犧牲自己挽救族人的使命，並衍生出團結、敏捷與堅毅之意象。
3. 凸輪機械結構玩具：認識凸輪玩具由各種軸承、齒輪、凸輪等機械部件所組成之結構差異與運動方式；並了解凸輪玩具如偏心輪、多輪組合、連桿機構、凸輪形狀等不同的機械結構應用，透過手眼協調綜合應用部件組合與工藝基本技能，完成凸輪玩具。
4. 臺灣藍鵲飛呀飛凸輪玩具：透過手眼協調綜合應用部件組合與工藝基本技能，動手完成凸輪玩具。

### (二) 活動流程

#### 臺灣藍鵲的特徵、行為

##### 一、引起動機

引導學生認識學校附近的新朋友 - 臺灣藍鵲，透過影片觀察其外型特徵、叫聲與生活習性。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. 觀察臺灣藍鵲的外型特徵：紅喙紅腳、黃眼、黑頭 / 黑頸 / 黑胸、藍長尾，以及藍色尾羽末端的留白。
2. 認識臺灣藍鵲的合作育雛行為：幼鳥會留在巢邊協助親鳥尋找巢材、餵食雛鳥或共同禦敵。
3. 了解臺灣藍鵲的驅敵行為：大多具明顯、強悍的保護領域傾向，集體主動驅趕進入其領域的生物。
4. 推測臺灣藍鵲的延伸意象：由活動特質推衍其積極、團結、敏捷、堅毅強悍的形象特質。

#### 臺灣藍鵲的傳說

##### 二、文化背景特色

認識臺灣原住民 - 鄒族與臺灣藍鵲的傳說故事：自告奮勇為救族人帶回火種，致火種燙傷鳥喙、鳥爪，最後犧牲自己。

【上課資源】課堂簡報、網路資源

1. 觀察鄒族服飾與臺灣藍鵲外型特徵的連結：鄒族婦女傳統服飾上身為藍衣、紅臂，從裙襬到綁腿皆做效台灣臺灣藍鵲藍、白、黑相間的羽色。
2. 觀察臺灣原住民的傳統圖騰樣式與色彩。





## 認識凸輪玩具

## 三、認識凸輪玩具

生活中有許多利用凸輪結構產生運動方式的機械，藉由影片與觀察，認識生活中的凸輪結構應用與不同的接觸方法、運動方式。

【上課資源】網路影片

1. 認識凸輪玩具由各種軸承、齒輪、凸輪等機械部件所組成之結構差異與運動方式。
2. 了解凸輪玩具如偏心輪、多輪組合、連桿機構、凸輪形狀等不同的機械結構應用。
3. 透過影片的運動方式，推測凸輪玩具應用的組合樣態。

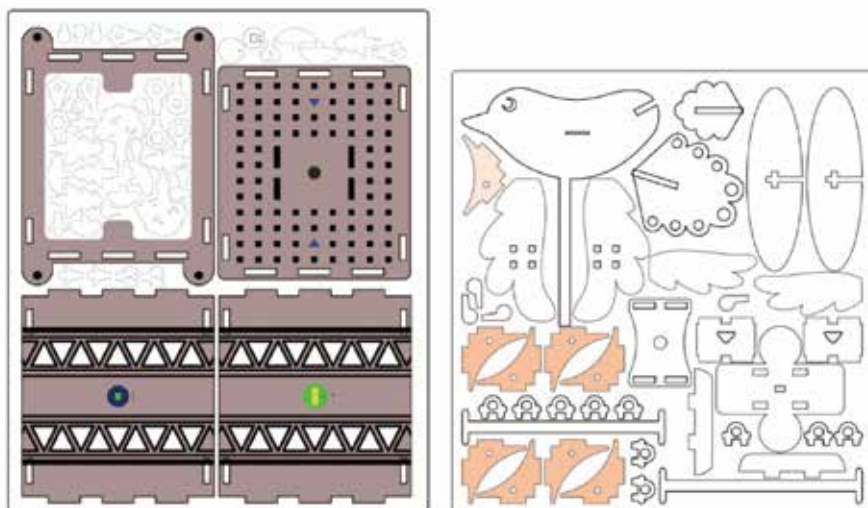
## 臺灣藍鵲飛呀飛

## 四、凸輪玩具與臺灣藍鵲的結合

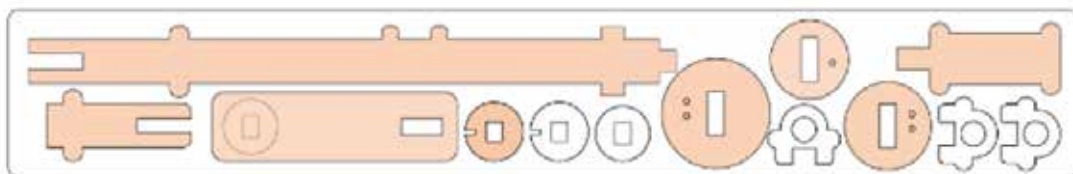
生活中的臺灣藍鵲與我們息息相關，將其做成凸輪玩具讓臺灣藍鵲也能運動、展翅，並佈置其生活環境與鄒族文化的連結。

【上課資源】雷切部件、教學影片

1. 動手拆卸臺灣藍鵲的雷切部件，並能運用工具協助修整部件與基礎組件。



2. 橫桿安裝、運動盤安裝、底座與橫桿安裝、吸管孔安裝。



- 3 觀察臺灣藍鵲外型顏色，繪製雷切的臺灣藍鵲與裝飾物。
4. 臺灣藍鵲翅膀尾部安裝、吸管固定安裝、翅膀支撐架安裝。



5. 臺灣藍鵲生活環境的園藝裝飾。



6. 測試臺灣藍鵲的飛翔樣態，進行底部安裝、運動盤安裝。



## 五、設計思考及學習心得

【上課資源】教學影片、小組自評表與設計圖

1. 探究凸輪結構中的力傳遞方式與結構，思考本作品後續的可能設計修正。
2. 基於臺灣藍鵲飛呀飛的雷切部件與組裝經驗，設計小組的凸輪玩具。
3. 思考裝飾零件與圖騰樣式的變化，創造其他的主題角色、動作及其配件。
4. 透過口頭報告分享小組設計，其他小組給予回饋，提出可能問題與建議。

## 七、課程評量

- (一) 小組討論與合作：透過合作與討論，共同解決組裝操作所遇問題。
- (二) 自評與同儕回饋：活動前中後之自我省思與同儕對其作品之分享。
- (三) 形成與總結評量：活動中之操作技能觀察與完成實品之操作測試。

(四)發表與批判思維：熱衷參與課堂活動，並能針對問題思考與表達。

說明：可配合附件一自評表進行評量。



## 八、課程省思與建議

### (一)教學方法：

1. 本課程於各部件組裝時多採教學影片示範，建議教師於課堂中多提問，適時拆解問題及思考組裝程序不同之影響，以引導學生隨時注意作品組裝及運動時的程序性與邏輯性。
2. 分組合作學習仍常見單一學生獨立完成組內同學作品，建議教師須持續行間巡視、鼓勵容錯與協助除錯，增加其他學生自信與作品的自我實踐。

### (二)課程內容：

1. 本課程於自然觀察、文化引導及小組凸輪玩具設計上，時間較為窘迫，建議課程實施時間為 4 節課以上，以利發展活動。
2. 本課程臺灣藍鵲與凸輪機構的連動部位僅限於身體與翅膀，可建議學生自行設計「頭部位」的連動裝置。



3. 後續小組其他主題角色的創作設計，鼓勵學生於課餘時間或延伸課程完成，以落實學生設計思考的發想、規劃與執行。如：

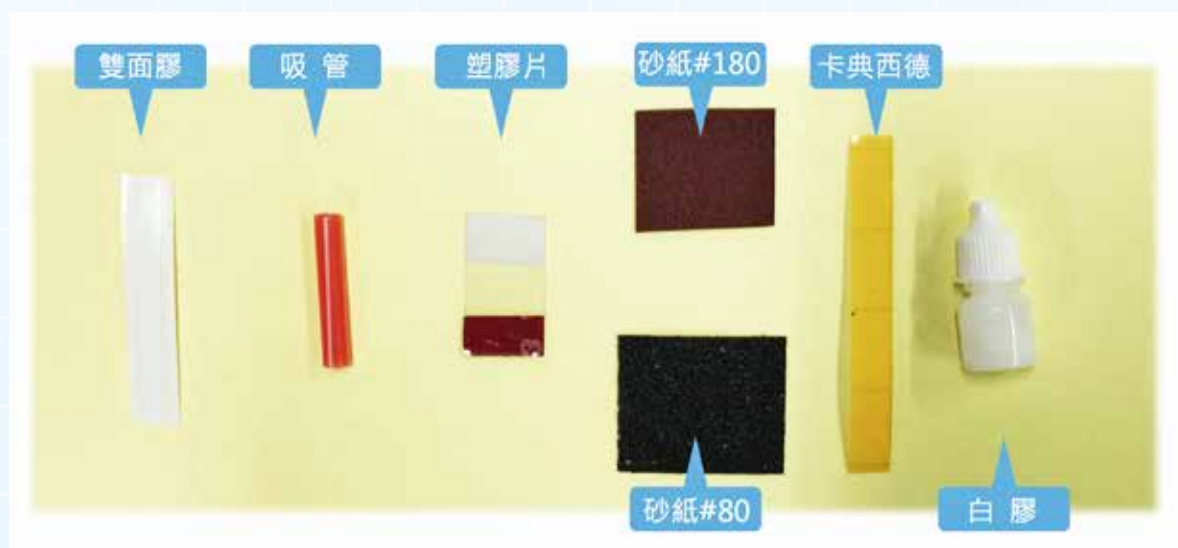
- (1) 改以紙材製作主題角色與裝飾部件，節省雷切操作所費時間，並增加自主動手完成之實踐性。
- (2) 結合後續電繪課程或開放電腦使用時間，讓學生以電腦繪製各單元部件及其零組件，並學習操作雷切雷雕機，鼓勵從設計、切割、組裝、凸輪機構連動、配色、彩繪、到完成作品，皆由學生小組合作、獨力完成。

### (三) 材料使用：

1. 小結構部件較多，組裝繁雜容易出錯，導致跟不上教學進度；建議以底座、運動部件為雷切材料即可，臺灣藍鵲以紙材替代。
2. 藍鵲生活環境美化部件亦可換其他材質開放學生自行設計，如輕黏土、紙製品等。

## 九、課程材料

- (一) 雷切雷雕機
- (二) 臺灣藍鵲造型設計（含主體及小結構各零組件）
- (三) 臺灣藍鵲棲息地之基礎設計
- (四) 橫桿、運動盤、底座、吸管孔等各零組件設計
- (五) 臺灣藍鵲生活環境的園藝裝飾設計
- (六) 裝置凸輪機械之箱體設計
- (七) 資源材料：



- (1) 雷切雷雕之部件（楊木合板）。
- (2) 白膠。
- (3) 吸管。
- (4) 雙面膠。
- (5) 塑膠片。
- (6) 砂紙 #80/#180。
- (7) 卡典西德。
- (8) 斜口鉗。

## 十、課程連結

### (一) 臺灣藍鵲

1. 分布範圍
2. 形態描述
3. 覓食與繁殖
4. 生活狀態
5. 社會文化
6. 資料來源：維基百科 [https://zh.wikipedia.org/zh-tw/ 台灣藍鵲](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/台灣藍鵲)

### (二) 凸輪機構

1. 凸輪機構組成及特點
2. 凸輪機構的動作原理
3. 凸輪機構分類
4. 凸輪機構的優缺點
5. 資料來源：機械設計中必須掌握凸輪機構的知識！  
<https://kknews.cc/tech/eao2pz.html>

附件一

## 新北市○○國民小學 藍鵲飛呀飛 - 小組自評表與設計圖

自評組別：☐第一組 ☐第二組 ☐第三組 ☐第四組 ☐第五組 ☐第六組

自評項目：

編號	評分標準	完全達到	大部分達到	半數達到	少部分達到	未達到
1	能理解臺灣藍鵲「分布、形態描述、覓食與繁殖方式、生活狀態」的特點					
2	能理解鄒族服飾與臺灣藍鵲外型特徵的社會文化連結					
3	能理解凸輪及從動件的接觸方法與運動方式					
4	能分析「臺灣藍鵲飛呀飛」凸輪機構的組合與連動作用方式					
5	能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」藍鵲部件、棲息地情境部件、鄉體部件，並彩繪相應的顏色					
6	能組裝「臺灣藍鵲飛呀飛」凸輪機構作動單元部件					
7	能組裝整體「臺灣藍鵲飛呀飛」作品，並讓臺灣藍鵲翅膀與凸輪機構順利連動					
8	能說明未來可改良的部位與凸輪機構連動之方式差異，如： ( )					
9	能討論、規劃，並完成設計新凸輪機械結構玩具的草圖					
10	我們的新凸輪玩具設計 名稱：( ) 主題角色：( ) 動作部位：( ) 使用材料：( 主題部件： 情境部件： 箱體部件： ) 主題角色之單元部件設計圖(含動作部位拆解)：紙張不足可增列  整體設計圖：紙張不足可增列					



# 拳擊機器人

新北市立永和國民中學主任 呂紹川

## 摘要

寓教於樂是學習最好的方式，本課例希望透過做中學的過程，利用動手製作玩具，使用科技、應用科學、融入工程及數學、並加入美感，讓 STEAM 的教育精神，能在一步步的操作過程中，成為學生的基本素養。學習歷程以：馬達探究、認識減速馬達、機器人移動、連桿機構設計、製作連桿機構、機器人測試為藍本，期望學生在教師的引導下，能設計製作出自己的拳擊機器人。

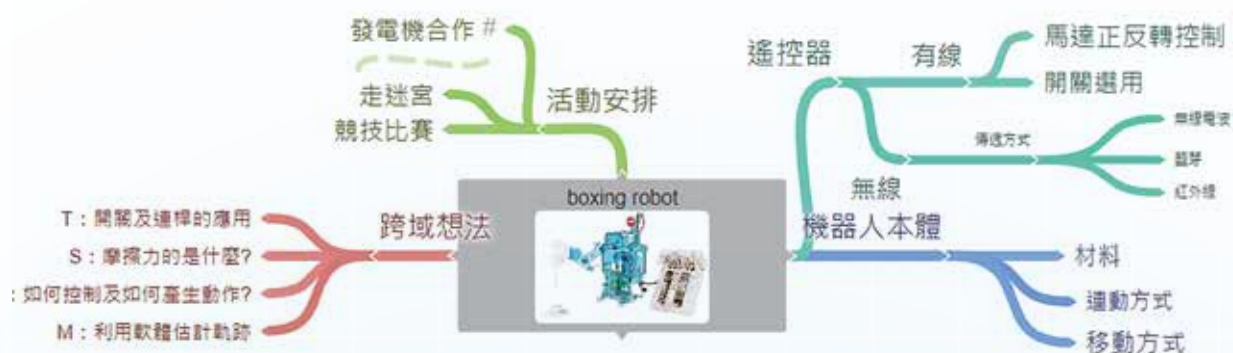


## 一、設計理念

廢材機器人是一項製作機器人的活動，藉由機器人的製作，提供學生多元學習的內容。本課例利用簡單的科技及材料，讓機器人動起來。活動本身以趣味性為出發點，過程中藉由簡單材料加工，使用馬達帶動連桿以產生動作的方式、以零件轉動產生摩擦力讓機器人移動及控制馬達正反轉的方法等，綜合應用不同領域知識及技能，進行將 STEAM 跨領域的統整學習，達到寓教於樂的效果。

本課例強調學生的合作學習，在自製玩具的專題活動過程中，藉由觀察玩具動作，發現問題及找出解決方式。從討論、加工、分享的合作過程裡，培養良好的科技學習態度；教師藉由提問、範例，引導各分組學生進行子任務，在循序漸進的過程中，讓學生能主動參與科技實作活動及試探興趣。最後讓作品成為學習歷最佳呈現，並從心得或回饋的填答中，重新審視學習的過程。

國中生需要有更多的學習自主，才能產生足夠的內在學習動機，引導學生在玩樂中學習做，用，想的能力，更有機會產生學習遷移，使學生能進一步自主探究，並使 STEAM 教育的理念能在活動中落實。本次課例的課程發想如下圖：



## 二、課程目標：

### (一) 領域核心素養及學習重點

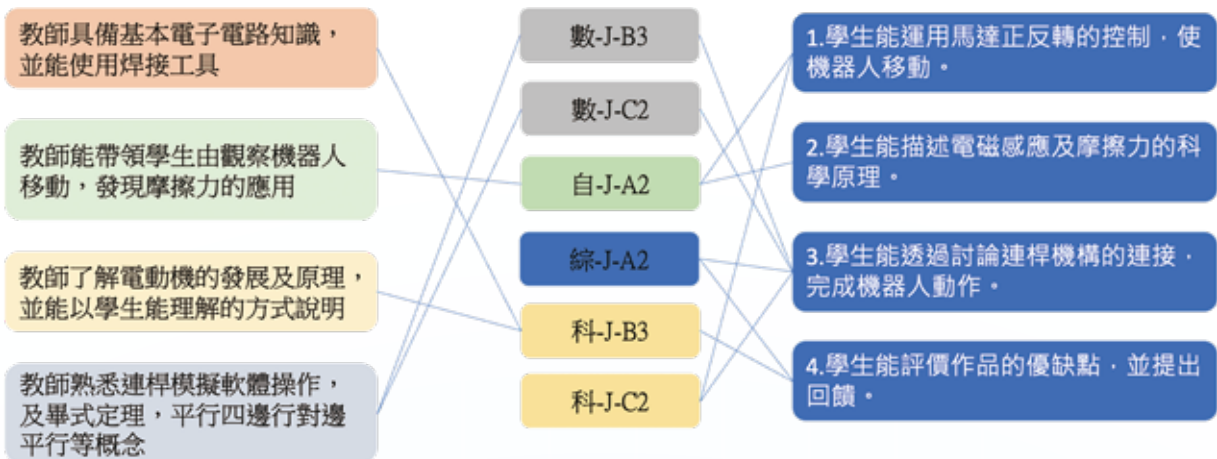
綜合科技領域學習內容，以機構結構，鼓勵學生動手實作以解決問題。結合跨域知識，以解決問題，培養綜合能力，例如透過觀察，發現摩擦力產生運動；學習電子元件知識，控制馬達轉向；運用數學概念，了解連桿模擬軌跡的運作。以發展學生綜合解決問題能力，培養良好的學習態度，建立合作學習的模式。領域核心素養如下：

#### 總綱 核心 素養

- 數 -J-B3 具備辨認藝術作品中的幾何形體或數學關係的素養，並能在數學的推導中，享受數學之美。
- 數 -J-C2 樂於與他人良好互動與溝通以解決問題，並欣賞問題的多元解法。
- 自 -J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態或進行檢核，提出問題可能的解決方案。
- 綜 -J-A2 釐清學習目標，探究多元的思考與學習方法，養成自主學習的能力，運用適當的策略，解決生活議題。
- 科 -J-B3 了解美感應用於科技的特質，並進行科技創作與分享。
- 科 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。

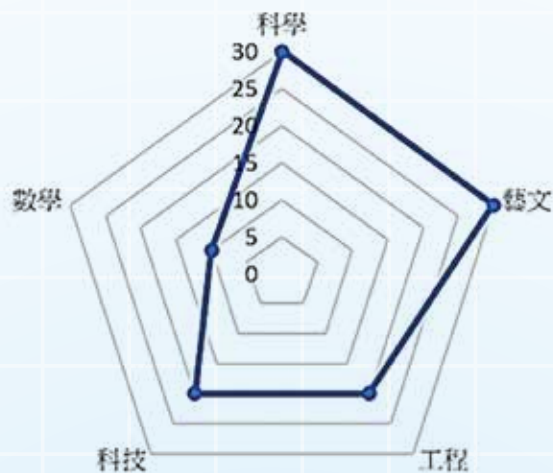
## (二) 課程學習目標

補充課例教師層級設定呼應於領域學習重點的學生學習目標。



## (三) 核心領域：

本課例除著重科技和工程的應用，例如電路的連接，及最佳化結構的模擬，也需要有更多的科學探究，例如摩擦力的觀察，及電動機的原理；同時也融入美感在其中，例如對稱，平衡，及完整的作品設計。數學部份融入較少，以應用數學的基本原理為學習內容。雷達圖繪製如下：



## (四) 學習任務：

本次課例欲完成的學習任務有 6 項，以合作討論的方式，引導學生合作達成，並在達成任務進行調整，以做為下一任務的基礎。說明如下：

1. 學生能認識馬達的原理及控制的方法。
2. 學生能瞭解齒輪比的意義及輸入、輸出之間的關係。
3. 學生能透過利用摩擦力的應用，使機器人前進。
4. 學生能使用軟體模擬，繪製機器人揮拳的軌跡。
5. 學生能利用不同的工具，完成零件的加工。
6. 學生能完成作品進行測試，並提出心得回饋。



## （五）課程問題：

本次的課程活動，以解決每一個課程問題為路徑，依據學習任務規畫，引導學生在動手實作的過程中，藉由觀察及討論，進一步思考作品的發展。課程問題如下：

1. 馬達如何轉動？
2. 如何利用不同的齒輪，讓輸出更有力或更快？
3. 如何利用科學原理（例如摩擦力），讓機器人移動？
4. 應用模擬軟體找出最佳化的軌跡，有什麼優點和困難？
5. 加工零件和組裝，需要使用到那些工具和技術？
6. 如果機器人的動作不如預期，可以怎麼調整？

## 六、課程活動：

依照課程問題安排，透過拳擊機器人的製作，學習 STEAM 相關的知識及能力，課程活動說明如下：

### （一）活動簡介

- (1) 馬達探究：認識馬達轉動的原理，電流、磁場如何產生力
- (2) 認識減速馬達：利用生活經驗，認識齒輪的應用，及如何解決生活的問題
- (3) 機器人移動：透過摩擦力公式的定義，討論摩擦力如何讓機器人移動
- (4) 連桿機構設計：以模擬軟體操作，引導學生認識機構，並繪製合理的軌跡
- (5) 製作連桿機構：帶領學生使用不同的工具，完成零件加工
- (6) 機器人測試：藉由競賽活動，讓學生測試調整作品，並提出反饋

### （二）活動流程

活動一 馬達探究	
<b>對應核心素養</b>	
自 -J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 科 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用作品展示引起學生動機               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 讓學生實際操作作品，體驗拳擊機器人的控制及移動方式。</li> <li>- 利用提問，引導學生觀察是什麼零件，讓機器人移動？</li> </ul> </li> <li>● 帶入材料說明 - 馬達               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 配合簡報，介紹直流馬達的構造</li> <li>- 利用網路影片，簡要說明電磁感應原理</li> <li>- 使用學習單，讓學生能指出右手定則中，磁場，電流，力的方向</li> </ul> </li> <li>● 使用電池盒或電源供應器，實際接上馬達兩極               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 將電源反接，說明電流方向如何改變馬達轉動方向</li> <li>- 配合學習單，讓學生指出電源正負極交換，會讓馬達轉動方向改變</li> <li>- 適當調整電源供應器，或增加電池數量，觀察馬達轉速的改變</li> <li>- 教師提問，讓學生能指出增加電池或電壓，會讓馬達轉快一點</li> </ul> </li> </ul>	

## 活動二 認識減速馬達

## 對應核心素養

自 -J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。

科 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。

- 利用網路影片，引導學生對齒輪配比的學習動機
  - <https://www.youtube.com/watch?v=qti2dplAA0s>
  - 教師提問，引導學生從變速腳踏車變速的方式，思考齒輪比和施力大小的關係
- 利用手搖發電活動，體驗使用和沒有使用減速馬達的差別
  - 使用沒有減速齒輪的馬達，連接到馬達上，並用手轉馬達的軸
  - 使用另一個減速馬達，安裝手搖柄並使用排線連接兩個馬達
  - 以提問的方式，引導學生說出使用上的差異，使學生能連結到減速齒輪的影響
  - 要求學生觀察轉動方向，轉動快慢，說出對馬達轉向及轉速的影響
  - 配合學習單，讓學生觀察到手轉愈快，馬達轉動愈快；手反轉，馬達就會反轉

## 活動三 機器人移動

## 對應核心素養

自 -J-A2 能將所習得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。

科 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。

- 觀察機器人作品移動的方式，找出機器人移動的方法
  - 機器人轉彎方式的說明
  - 學生能觀察到 2 種轉彎的方式：2 個馬達轉動不同反向，及 1 馬達停止，1 馬達轉動，可以產生不同的轉彎
- 摩擦力的產生概念說明
  - 摩擦力介紹及摩擦力的公式的意義
  - 學生能透過公式，說出下壓力愈大，摩擦力愈大
  - 配合影片介紹摩擦力 <https://www.youtube.com/watch?v=36GpnedjUOQ>
- 零件組裝
  - 使用已設計好的孔位的木板安裝馬達
  - 學生能使用螺絲和起子，正確安裝馬達在指定的位置
  - 在已定位馬達軸孔的木片上，製作摩擦機器人的“腳”
  - 測試是否能使用手搖發電方式，讓腳動起來



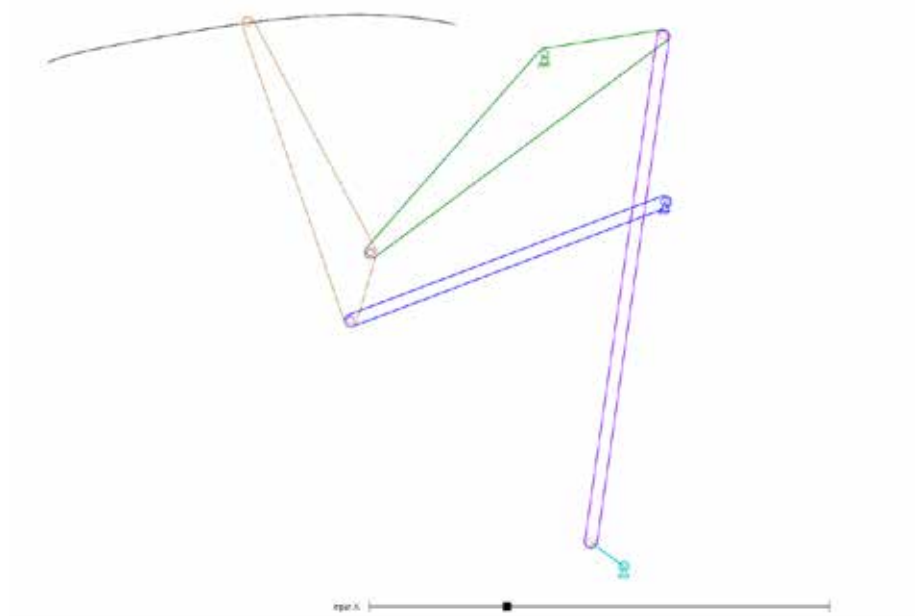
學生組馬達

## 活動四 連桿機構設計

### 對應核心素養

數 -J-B3 具備辨認藝術作品中的幾何形體或數量關係的素養，並能在數學的推導中，享受數學之美。  
科 -J-B3 了解美感應用於科技的特質，並進行科技創作與分享。

- 觀察成品如何利用連桿產生動作
  - 教提以提問方式，引導學生發現馬達轉動，使連桿產生揮拳動作
  - 教師引導學生觀察，找出不會動的 2 個點，此為固定軸
- 連桿模擬 - 使用 linkage 軟體實作
  - 依指定的固定軸位置，繪製自己的揮拳連桿
  - 學生能在模擬軟體上，畫出拳頭的軌跡
  - 紀錄零件在模擬軟體上的尺寸及位置，做為實際製作的參考



## 活動五 製作連桿機構

### 對應核心素養

綜 -J-A2 釐清學習目標，探究多元的思考與學習方法，養成自主學習的能力，運用適當的策略，解決生活議題。

數 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動。

- 利用冰棒棍製作連桿
  - 使用冰棒棍鋸成模擬長度，並鑽 m3 的孔
  - 學生能使用合適的工具，鋸切出指定的長度，並使用鑽台在指定位置完成鑽孔
- 鬆配合和緊配合概念說明
  - 鬆配合 - 做為可活動的部件，零件連接需保持間隙，使可活動
  - 緊配合 - 組合的零件不可產生相互移動，需固定在一起
- 連桿組裝及測試
  - 利用 m3 的螺絲和螺帽連接連桿
  - 測試腳轉動是否能產生揮拳動作



## 活動六 機器人測試

## 對應核心素養

綜 -J-A2 釐清學習目標，探究多元的思考與學習方法，養成自主學習的能力，運用適當的策略，解決生活議題。

數 -J-C2 運用科技工具進行溝通協調及團隊合作，以完成科技專題活動

## ● 組裝測試

- 使用紙盒子將身體兩側黏住，測試及調整作品
- 學生能完成作品且可進行活動



作品測試

## ● 拳擊競賽活動

- 兩人一組，分別手搖一側的馬達
- 計時間 1 分鐘，進行比賽活動

## ● 活動回饋填寫及收拾

## 七、課程評量：

## (一) 實作評量

- 依進度評量每一步驟是否完成，每一個零件製作的任務，都會影響下一步驟的內容。評量方式除了確認是否能使用相關工具，只要確認零件是否加工完成即可。
- 使用相關軟體進行模擬，並能依要求完成零件、軌跡繪製。

## (二) 教師提問

- 利用生活的例子引導學生提出觀察的結果，例如腳踏車變速的方式及影響。
- 操作過程中，學生能進行相關討論，並找出結論，例如改變電壓、電流的大小，對馬達轉速也會產生改變。

## (三) 學生合作討論

- 透過操作，學生能進行相關討論，例如改變電壓、電流的大小，對馬達轉速的影響。
- 學生能在討論中，發現如何讓機器人轉彎。
- 配合模擬軟體，學生能合作畫出合理的軌跡。

## 八、課程省思與建議：

### (一) 教學方式省思

1. 本活動的教學目標，是期待透過實際操作，以學習 STEAM 相關知能。例如從觀察中探索科學、數學的原理，並實際應用；從模擬、加工、原型製作的過程學生，培養工程的素養。
2. 活動中因應不同的任務，使用示範教學、問題教學、討論、合作學習等教學法，希望引起學生的動機，並讓學生能主動參與，進而自主學習。其中討論學習的部份，學生需要「練習怎麼討論」，否則易淪於聊天，或無法得到結論。

### (二) 課程內容分析：

1. 課程內容及活動，應屬連貫並扣合活動主題，從生活經驗，到科學觀察，然後進行材料加工，最後完成作品以進行活動。可以加入課外閱讀、或產業動向，希望學生能了解機器人的發展及趨勢。

### (三) 評量方式檢討

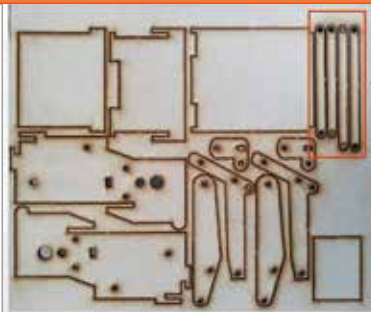
1. 提問部份以加分的方式，鼓勵學生發表並提出看法。
2. 討論及部份操作活動，以學習單的方式紀錄過程，評估學生的參與態度。例如回答的內容是否符應教學目的。
3. 作品評分以創意和精緻程度評分，可同時配合同儕互評及自評，讓學生說出自己製作的理念和目的，也接受別人的回饋。

### (四) 課程實施建議：

1. 由於課程重點在馬達的控制，所以本體為雷射加工，對於不同的學習重點，教師及學生是否有能力利用其他材料製作。
2. 部份需探究的活動，要更多時間才能有較深入的討論。
3. 連桿為教師設計，未來若要自行規劃動作，教師是否能應用相關模擬軟體完成連桿動作。

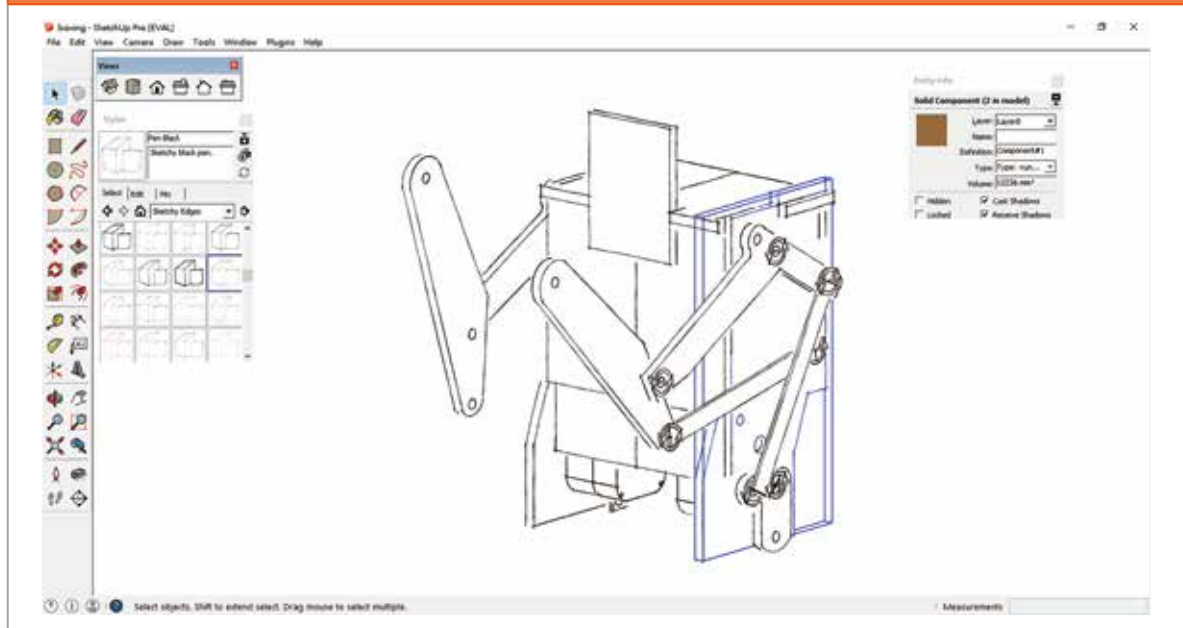
## 九、課程材料：

材料：排線，密集板，馬達，螺絲



編號	品項	數量
1	M3x15 螺絲	14
2	M3x25 螺絲	4
3	M3 螺帽	18
4	M3 止滑螺帽	14
	4P 排線	1

工具：雷射機，平板電腦，線鋸機，鑽台



#### 十一、課程連結：

自然：力學

數學：數值模擬

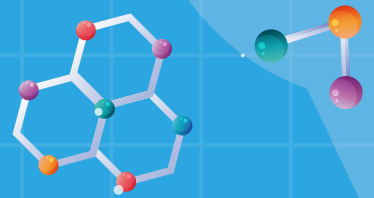
美術：機器人造型

工程：揮拳的最佳軌跡

科技：材料加工和機具操作



# My Dream, on STEAM



## 112學年度STEAM課例 教學研究專輯



發行人：新北市政府教育局

總編輯：張明文

編輯總監：歐人豪、劉明超、丁雅君、翁健銘、連峰鳴、張雅惠

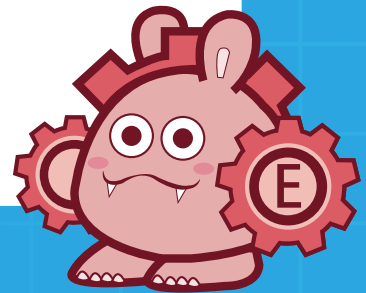
主編：許以平

執行編輯：程煒庭、黃孟慧、王佩君、連育賢、曾雅屏

承印：凱意視覺設計有限公司

電話：(02)2951-2347

出版日期：中華民國 112 年 11 月 17 日



# My Dream, On STEAM

2023跨域學習我啟動