偏鄉國小科學教育營隊活動手冊

與偏鄉共學



共同撰寫

國立成功大學 2026 NCKU-iGEM 團隊

展心計畫(STEAM from Seed)

目錄

一、前言　p.3

二、合作背景與合作夥伴介紹　p.3

三、活動總覽　p.5

四、活動設計理念與教學目標　p.6

五、單場活動範例　p.8

六、課程單元介紹　p.11

七、實戰經驗、成效與挑戰　p.21

八、給未來團隊的建議　p.24

九、致謝與聯絡方式　p.25

附錄 A　共通安全守則　p.26

附錄 B　前後測問卷　p.26

附錄 C　營隊文件清單　p.27

參考文獻　p.28

一、前言

iGEM（International Genetically Engineered Machine Competition）的核心精神之一，是要求參賽團隊把實驗室裡的科學知識轉化為對社會有實際意義的行動，也就是「Human Practice」。對 2026 NCKU-iGEM 團隊而言，這不只是競賽的要求，也是我們想實踐的價值：讓科學走出實驗室，走進最需要被看見、卻最少被資源觸及的地方。

這本手冊記錄我們與展心計畫（STEAM from Seed）合作，於 2026 年暑假在台南 8 所偏鄉國小舉辦 10 場、每場為期兩天的科學教育營隊的做法。我們希望它除了是活動紀錄，也可以是一份可以直接拿來使用、參照的工具書。其他 iGEM 團隊、大學社團，或任何想投入偏鄉科學教育的人，都能從中看到我們如何設計課程、準備材料、分工帶隊，以及遇到了哪些困難。

使用方式：想**快速上手**，請先讀第五章的單場流程，再從第六章挑選課程單元；想了解**課程為什麼這樣設計**，請看第四章；想**避開我們踩過的坑**，請看第七、八章；附錄收錄安全守則、前後測問卷與文件清單。

> **關於資料來源與標註**
>
> • 課程名稱、材料與步驟以課程簡報為準；簡報沒有涵蓋的部分，補充自展心計畫的課程準備手冊，並在文中註明。
>
> • 標示「編者建議」的內容，是本手冊撰寫團隊為其他讀者加上的建議，不是營隊當時的既定做法。

二、合作背景與合作夥伴介紹

展心計畫是誰？

展心計畫（STEAM from Seed）自 2023 年 7 月起，專注於偏鄉與非山非市地區國小的科學教育推廣，服務對象是這些地區的國小學生。每年暑假固定舉辦營隊，志工團隊從最初的 11 人成長到 43 人。



展心以下列方式回應偏鄉教育常見的困境：

偏鄉教育困境	展心的做法
學習資源不足	把科學器材、實驗材料與課程帶進偏鄉學校
文化刺激與學習機會不足	設計藍晒圖、DNA 與基因、化學花園、大象牙膏、達文西橋等多元課程
學習動機不足	以動手操作、遊戲、競賽與成果展示取代單向聽講
學習無助感、自信不足	讓孩子親自完成作品或實驗，並由隊輔鼓勵與陪伴
缺少個別關注	安排隊輔組，遇到困難即時處理並與家長溝通
社會與文化資本不足	由大學生與不同專業背景的志工分享學習與升學經驗
偏鄉教學人力有限	持續培養課程與隊輔人員，團隊由 11 人發展至 43 人
教育經費與資源不足	從初期自費，到爭取台積電、威剛等企業資源
學校外部連結不足	與成大 iGEM、企業、學校及地方協會合作，建立資源網絡
各校需求不同	在不同學校與機構辦理，依現場調整課程與帶隊方式
缺乏持續關注	從一次性計畫逐步朝協會發展，建立可持續的服務模式

展心選擇從國小階段開始，是因為國小學生已具備參與科學探究活動的能力；研究也發現，低成就學生在實作活動中仍能展現積極參與。因此，透過生活化、動手操作與團體合作的 STEAM 課程，可以讓學生在較少受學業成就限制的情況下接觸科學，及早培養科學興趣、問題解決能力與學習自信（吳雅萍，2020；謝甫佩、洪振方，2004）。

展心的經費來自企業基金會的支持，包括 2024 年台積電文教基金會與 2026 年威剛文教基金會的贊助，並持續與創辦人的母校——國立南科國際實驗高級中學，及該校 FRC 6998 機器人校隊交流經費管理與團隊組織發展的經驗。

這場合作怎麼開始？

兩個團隊的緣分，起於國立成功大學校訂必修課程「踏溯台南」。NCKU-iGEM 的隊員在課堂上認識了展心的成員，聊天中發現彼此的使命高度重疊：iGEM 團隊希望把生澀的生物基因工程知識推廣給大眾，展心則期待把科普知識與科學熱情傳給國小生。有了共同的使命與目標，兩個團隊便開始交流，並展開活動籌備。

合作帶來的改變

合作之前，展心的課程主要以物理、化學、科技、工程為主，沒想過在偏鄉小學的教室裡就能讓孩

子看見生物知識。透過香蕉 DNA 粗萃取，孩子可以真正看到 DNA 是什麼、在身體裡扮演什麼角色。另一方面，NCKU-iGEM 隊員各自擁有不同的專業，也讓展心的志工學到實驗器材使用、實驗操作安全與廢棄物處理的方法；對展心來說，NCKU-iGEM 是學習的典範之一。

雙方分工

- 前期行政籌備（展心）：籌措資金、聯繫合作學校、招募與分組志工、撰寫營隊企劃書、辦理學生與志工保險等。
- 前期課程籌備（雙方）：展心志工提出課程構想，iGEM 評估技術可行性與安全性，共同優化。
- 營隊中課程執行（雙方）：兩邊志工共同投入，並由 iGEM 志工擔任 DNA 粗萃取課程的講師。





三、活動總覽

2026 年 7 月 13 日至 8 月 21 日，我們與展心計畫在台南 8 所國小共辦理 10 場營隊，每場為期兩天，服務學生共 266 人次（同一所學校辦兩場者，以場次分別計算）。每場約由 15 至 18 位志工帶領，服務對象涵蓋國小 1 至 6 年級，各年級人數分配均勻。各場營隊的格式相近：同一批核心課程，加上因學校與天氣而調整的課程順序。

場次	日期（2026）	學校	學生人數
1	7/13–14	西港國小	22
2	7/15–16	篤加國小	21
3	7/20–21	西港國小	24
4	7/22–23	歡雅國小	20
5	7/30–31	宅港國小	26
6	8/6–7	和順國小	30

場次	日期（2026）	學校	學生人數
7	8/10–11	岸內國小	30
8	8/13–14	和順國小	30
9	8/17–18	竹橋國小	45
10	8/20–21	三慈國小	18

總計：10 場、8 所學校、266 人次。





四、活動設計理念與教學目標

服務對象：國小 1 至 6 年級。營隊結構：每場兩天（約 07:45 至 16:00），單堂課約 35 至 90 分鐘，多數為 60 至 90 分鐘。同一套課程要同時服務低、中、高年級的孩子，因此我們把設計重點放在讓每個孩子都有事可做、有東西可帶走。

營隊層級的學習目標

營隊前後測以下列七個面向作為觀察指標，也可視為整體的學習目標：

- 對科學感到有趣
- 喜歡自己動手做實驗
- 降低「科學知識太難、聽不懂」的畏懼
- 實驗失敗後願意換個方式再試
- 遇到不會的問題敢舉手問
- 認識基礎生物概念（DNA 位在哪裡）
- 知道做實驗要遵守規範與操作順序

設計原則

- 情境化引導：多數課程從貼近生活的提問切入（例如「你知道海水為什麼是鹹的嗎？」「你們有看過大象用的牙膏嗎？」），讓孩子帶著好奇進入課程，而不是直接聽講。
- 動手實作優先：每堂課都有具體的操作環節，讓孩子透過親手做來理解抽象概念，並帶走自己的作品或觀察。
- 共通的課程節奏：提問引導、介紹材料、動手做、「我發現了？」開放討論、原理說明，最後以 Kahoot 總複習，孩子很快熟悉每堂課的進行方式。
- 安全設計分工：涉及危險藥劑的步驟（如大象牙膏的高濃度雙氧水、化學花園的強鹼水玻璃）由隊輔完成，孩子只做低風險的部分。
- 擬人化敘事降低理解門檻：用「水分子士兵」「氣球 = 氧氣跑出來」「開汽車出門」等比喻，說明滲透壓、催化反應與電路。
- 分層挑戰：達文西橋設計了基礎關卡與進階延伸關卡，讓不同年級、不同能力的孩子都有適合的挑戰。
- 跨領域整合：光影魔術師結合數學計算，化學花園結合化學標誌（GHS）的安全識讀；今年贊助方也希望課程多融入藝術元素，所以多數課程都包含創作成分。

每堂課的共通環節：Kahoot 即時複習

每堂課結束時，孩子都會玩 Kahoot（線上問答遊戲），作為課程的即時複習，把剛學到的重點用遊戲再過一遍。因為每堂課都有這個環節，第六章的各課程單元不再重複列出。使用時需要平板（事先向學校確認平板數量是否足夠提供每位孩子一台）：總籌先登入 Kahoot 並開好題目，隊輔負責領取與收發平板，並協助孩子登入與作答。



整體而言，課程涵蓋生物（DNA）、物理（電路、力學）與化學（光化學、滲透作用、催化反應、酸鹼與氣體）等領域，呼應 SDG-4 優質教育與 SDG-10 減少不平等，讓偏鄉學生也能接觸到不亞於都市學校的科學教育資源。

五、單場活動範例

以下以一場兩天營隊為例，說明時程與現場分工。排班表共有三個版本，各自挑選 8 至 9 堂課，課程順序略有不同，並依學校與天氣調整，因此請把它當作參考，而不是固定模板。

5.1 兩天的時程（版本一）

第一天

時間	活動
07:45–08:00	集合分組與點名
08:10–08:50	營隊介紹 + 大地遊戲
08:50–09:00	前測
09:00–10:00	光影魔術師（雨天備案：改上室內課程）
10:00–10:10	下課休息
10:10–10:45	大象牙膏
10:45–11:50	其他課程
11:50–12:00	午餐叮嚀與洗手
12:00–13:00	午餐與午休
13:00–14:00	竹筷拱橋
14:00–15:30	酒精砲彈
15:30–15:55	心得回饋
16:00	賦歸

第二天

時間	活動
07:45–08:00	集合與點名
08:00–08:30	大地遊戲
08:30–10:00	化學花園
10:00–10:15	下課休息
10:15–11:45	燈泡明信片
11:45–12:00	午餐叮嚀與洗手

時間	活動
12:00–13:00	午餐與午休
13:00–14:15	生命的終極密碼
14:15–15:30	其他課程
15:30–15:35	後測
15:35–15:55	心得回饋 + 頒獎 + 大合照
16:00	賦歸

說明：排班表中的「竹筷拱橋」對應第六章的達文西橋單元；「其他課程」不在本手冊的介紹範圍。光影魔術師需要陽光曝曬，因此準備了雨天備案。

5.2 現場角色

角色	主要工作
總籌	與校方老師對接；場勘與教室配置；控管兩天的課程時間；主持與課間串場；帶領大地遊戲或上課；登入 Kahoot、Canva 與開場簡報。
關主（左上圖）	準備並主講自己負責的課程，或負責大地遊戲的關卡。
隊輔組（右上圖）	帶領固定的一組孩子：點名、名牌、維持秩序、協助實驗、領取與回收平板、午餐排隊、放學交接。
器材組（左下圖）	為每堂課備料與護具、搬運器材、向學校借冰箱冰酒精、確認平板與午餐地點。
形象組（右下圖）	拍攝活動紀錄，並作為機動隨時提供現場協助。



5.3 一天的執行流程重點（以竹橋國小第一天為例）

- 抵達與場勘：全員領名牌、分批搬器材上樓；總籌場勘美術、自然、視聽教室，評估桌椅數量與第二天的上課教室。
- 到校後 30 分鐘：器材組請老師冰酒精、確認平板與午餐地點；隊輔到穿堂拿點名單接孩子、黏名牌、排隊；同時佈置教室、登入 Kahoot 與簡報、勘查光影魔術師的曝曬與陰乾地點、備好問卷份數。
- 開場：營隊介紹、大地遊戲（蒙娜麗莎、支援前線）、前測，接著上第一堂課。
- 課間：器材組先備好下一堂課的料與護具（例如 5 組大象牙膏料，配 5 副護目鏡與 5 雙手套，手套先拿 M 號）；到戶外曝曬或沖洗作品時，各隊輔管好自己的小組；平板由隊輔領取並回收。
- 午餐：隊輔帶孩子洗手；每組選 1 人協助收拾；志工分工盛飯與維持排隊秩序；桶餐需自備碗筷餐具。午休時，總籌與器材組討論下午的場地與器材分配。
- 收尾與放學：隊輔引導孩子寫便利貼心得並收給總籌；各組排隊到穿堂，須等每位孩子都由家長帶走才可離開。

六、課程單元介紹

以下 8 堂課皆有課程簡報或準備手冊可依循。簡報中的名稱、材料與步驟為主，並在有出入或需補充處以「實務備註」說明。用量欄位若標明「參考用量」，指的是課程準備手冊中以 30 人、3 組（6 桌）為基準的數字。每堂課結尾的 Kahoot 即時複習見第四章，各單元不再重複列出。

單元	領域	時段（分鐘）	一句話
生命的終極密碼	生物	75–90	看見香蕉的 DNA
燈泡明信片	物理 / 電子	80–90	用銅箔膠帶做會發光的卡片
光影魔術師	化學（光化學）	60–75	感光劑與陽光做藍晒圖
化學花園	化學（滲透）	80–90	金屬鹽在水玻璃中長出「植物」
大象牙膏	化學（催化）	35–60	催化分解產生大量泡沫
達文西橋	物理（力學）	60	不用釘子搭起拱橋
下雪瓶	化學	75–90	小蘇打、檸檬酸與亮粉
酒精砲彈	化學 / 物理	90	酒精蒸氣點燃推出紙杯

時段取自三個排班版本，實際依各校調整。

1. 生命的終極密碼——探索 DNA 與基因的奧秘

領域：生物 | 約 75–90 分鐘 | 由 NCKU-iGEM 志工擔任講師

學習目標

- 透過觀察外貌特徵的差異，引發「為什麼大家長得不一樣」的好奇心
- 認識 DNA 是攜帶遺傳訊息的「生命說明書」，基因是 DNA 中「有功能的一段文字」
- 透過香蕉 DNA 粗萃取，實際看見 DNA
- 認識基因工程的應用（發光基因、基因改造作物），把科學與生活連結起來

所需材料

- 香蕉（每桌 1 根）、夾鏈袋
- 洗碗精（泡泡水）、飽和食鹽水
- 過濾杓與紗布、燒杯、量筒、洗滌瓶（裝清水）、竹筷（攪拌用）
- 冰鎮 95%酒精、玻璃小瓶（每人 1 個）

- 參考用量：冰 95%酒精 600 ml、香蕉 6 根、飽和食鹽水 6 大瓶（事先配好）、洗碗精 150 ml、夾鏈袋 30 個、玻璃小瓶 30 個

活動流程

1. 開場提問「特徵大逃殺」：用五官、四肢等圖卡，引導孩子想想為什麼每個人的特徵不一樣
2. 「生命說明書」與「認識 DNA」：用樂高說明書、密碼、百科全書等比喻介紹 DNA
3. 「DNA 裡的秘密」：說明基因是 DNA 裡有功能的一段文字
4. 動動腦時間：討論北極熊、水母等動物特徵的秘密藏在哪裡
5. 實驗——DNA 粗萃取（召喚香蕉的靈魂）：①把香蕉放進夾鏈袋壓成泥 ②加入泡泡水與鹽巴破壞細胞膜 ③過濾殘渣、留下液體 ④倒入冷酒精，觀察白色 DNA 浮出
6. 延伸「假如你有一雙魔法的手」：介紹基因工程案例（發光基因植物、黃金米等）
7. 「如果你有一把神奇剪刀」：讓孩子發想想把哪個動物的基因貼到哪個生物身上
8. 結尾：「你就是世界上最限量版的程式碼」——基因決定初始值，後天努力才是關鍵

實務備註

- 課程準備手冊的操作細節：香蕉分成 6 等分放入袋中（袋內先加 20 ml 清水與 5 ml 洗碗精）壓爛；袋底剪小口，倒出混合物，以過濾杓加紗布過濾到 100 ml 燒杯（內有 30 ml 飽和食鹽水）；攪拌後取 10 ml 混合液到玻璃小瓶，加入 20 ml 冰酒精，靜置等待。
- 酒精需事先冰鎮。營隊當天一到校，就請老師協助放進冰箱；曾有人忘了帶酒精，靠現場同伴想辦法補救。





2. 燈泡明信片

領域：物理 / 電子 | 約 80–90 分鐘

學習目標

- 認識基本電路的組成（電源、導線、開關、負載）
- 理解通路、斷路、短路的差別
- 認識電子元件的極性（正負極）
- 完成一張會發光的手作明信片，並認識基本用電安全

所需材料

- 卡片紙（每人 1 張；實務上以 4K 圖畫紙裁成 16 小張）
- 鈕扣電池（每人 1 顆）、發光二極體 LED（每人 1 顆）
- 雙導電銅箔膠帶 5 mm（每組 1 捆）、一般膠帶（每桌 1 捲）
- 有色奇異筆（每桌 1 盒）、不鏽鋼剪刀（每桌 1 把）

活動流程

1. 問題討論：什麼時候會收到或送出卡片？卡片長什麼樣子？
2. 問題討論：為什麼按開關，電燈電扇就會亮或轉？為什麼 LED 有長短腳？
3. 在卡片紙正面設計圖案，想好 LED 要放的位置
4. 翻到背面，用銅箔膠帶設計電路（注意 LED 與電池的正負極）
5. 把卡片左下角折到電池上（注意電池要完全貼在銅箔膠帶上）
6. 心得回饋分享
7. 原理說明：電路四要素、通路斷路短路、極性、限流電阻小知識
8. 用電安全：消防署「五不一沒有」

實務備註

- 最常出錯的是兩件事：LED 與電池的正負極，以及電池有沒有完全貼在銅箔膠帶上。關主也提到這堂課不一定一次成功，需要多位隊輔一起除錯。
- 關主第一次試講時發現，用「通路、短路、斷路」的名詞很難讓孩子理解，後來改用「開汽車出門」的比喻來解釋整個電路，並經過多次練習與調整。
- 建議的進行節奏：分組並讓孩子設計圖案（約 10 分鐘）、設計電路（約 15 至 20 分鐘）、統一發電池並一起除錯。曾因某一組隊輔提早發電池，讓關主原本要先提醒的極性說明被打斷，所以上課前要和隊輔對齊發電池的時機。
- 實務上「限流電阻」只作為小知識介紹，材料清單中沒有列出電阻。





3. 光影魔術師——藍晒圖

領域：化學（光化學）｜約 60–75 分鐘｜需要陽光，雨天要有備案

學習目標

- 認識紫外線（UV）與生活現象（衣服曬褪色、海報變質）
- 認識感光劑的光化學反應原理
- 在分組合作中做藥劑比例的數學計算，把化學與數學結合
- 創作專屬的藍晒圖作品

所需材料

- 20%檸檬酸鐵銨溶液、10%鐵氰化鉀（赤血鹽）溶液
- 水彩紙、水彩筆、奇異筆、透明夾鏈袋或資料夾、手套
- 茶色玻璃樣本瓶（盛裝剩餘感光劑）
- 參考用量：檸檬酸鐵銨 70 g、鐵氰化鉀 35 g；另需電子秤、秤紙、燒杯、不鏽鋼藥匙（不同藥劑用不同藥匙）

活動流程

1. 提問引導：衣服曬久了會怎樣？海報貼在玻璃上曬久了呢？為什麼戴帽子不容易曬黑？
2. 介紹材料：檸檬酸鐵銨（棕色或綠色）、鐵氰化鉀（鮮紅色，又稱赤血鹽）；鼓勵孩子用手邊的媒材創作
3. 戴上手套，依比例配製兩種溶液後混合（檸檬酸鐵銨：水＝1：5，鐵氰化鉀：水＝1：10）
4. 數學練習：每人需 0.2 g 檸檬酸鐵銨與 0.1 g 鐵氰化鉀，依組員人數算出全組需要多少公克藥劑與水
5. 說明保存方式：感光劑照光就會反應，不能放在陽光下或長時間照日光燈，平時裝在深色容器

6. 創作：戴手套把水彩紙塗滿感光劑，在資料夾上作畫，拿到陽光下曝曬觀察顏色變化（塗感光劑的一面朝上），最後用水輕輕沖掉多餘感光劑
7. 分享作品與觀察
8. 原理說明：紫外線使感光劑中的鐵離子發生氧化還原的光化學反應；並介紹紫外線的字源等小知識

實務備註

- 課程準備手冊的配製比例為檸檬酸鐵銨：水＝1：5（70 g 加 350 g 自來水），鐵氰化鉀：水＝1：10（35 g 加 350 g 自來水）；實際使用前請確認比例。
- 曝曬與沖洗作品時要帶孩子到戶外，各隊輔要管好自己的小組；現場也曾帶孩子到戶外撿樹葉。
- 要事先勘查曝曬與陰乾的地點，並準備下雨時的替代課程。

安全提醒（來自課程準備手冊）

• 鐵氰化鉀（赤血鹽）與酸混合會釋放劇毒的氰化氫氣體。盛裝容器嚴禁殘留任何酸性化學品（例如檸檬酸、醋酸）。

• 全程戴手套；皮膚接觸會有輕微刺激。





4. 化學花園

領域：化學（滲透作用）｜約 80–90 分鐘

學習目標

- 認識 GHS 化學標誌（火焰、腐蝕、驚嘆號、骷髏頭等）所代表的危害
- 認識半透膜與滲透作用

- 觀察金屬鹽在水玻璃中長出「化學植物」的膨脹、破裂與再生

所需材料

- 矽酸鈉（水玻璃）：50 g 兌 50 g 水
- 氯化鐵、硫酸亞鐵、硫酸銅、氯化鈣，各 20 g 兌 80 g 水（分別呈橘黃、黃綠、藍、白色）
- 30 ml 有蓋塑膠瓶（每人 1 瓶）、滴管、量杯、燒杯、手套

活動流程

1. 提問引導：說到花園你會想到什麼？化學跟花園有什麼關係？做實驗最重要的是什麼？（帶出安全）
2. GHS 化學標誌介紹：易燃、氧化性、高壓易爆、腐蝕（需戴手套）、環境危害、刺激性或過敏性、高急毒性等
3. 介紹「花朵種子」：水玻璃與各種鹽類（此鹽非彼鹽，不是食鹽）及其對應的 GHS 標誌
4. 前置準備（由隊輔完成）：依比例配好各鹽類溶液；並事先把水玻璃分裝到小瓶中
5. 孩子的任務：選 1 至 3 個喜歡的顏色，用滴管把選好的溶液滴到瓶底，下一個顏色要與上一個錯開位置
6. 觀察「化學植物」的生長
7. 原理說明（擬人化）：金屬離子溶液碰到水玻璃瞬間形成半透膜（隱形城牆）；水分子像士兵湧入使膜膨脹；膜脹破後藥液漏出，再與水玻璃反應形成新膜補上破洞，反覆循環，長出中空的彩色管狀枝條

實務備註

- 課程簡報原設計是孩子自己把水玻璃加入瓶中；課程準備手冊改為由隊輔提前分裝，不讓孩子接觸，因為水玻璃是強鹼。手冊中每瓶事先加入 15 ml 水玻璃。
- 課程準備手冊的鹽類溶液配法：各取 30 g 溶於 120 ml 清水，再平均分裝到 6 個 50 ml 燒杯（每杯約 25 ml）。

> **編者建議**
>
> • 金屬鹽與水玻璃的廢液不要直接倒入水槽，集中收集後依實驗室廢液規範處理。
>
> • 水玻璃接觸皮膚時要立即用大量清水沖洗，並就醫評估。





5. 大象牙膏

領域：化學（催化反應）｜約 35–60 分鐘

學習目標

- 透過觀察反應現象（顏色、氣味、質地），培養科學觀察力
- 認識催化反應與氣體釋放（以擬人化比喻理解，不涉及艱深的化學式）
- 體驗「預測、觀察、解釋」的科學探究歷程

所需材料

- 35%雙氧水 40 ml、碘化鉀粉末 1.5 g、洗碗精 25 ml、食用色素、溫水
- 大小燒杯各 1 個、托盤、塑膠袋（鋪底防污）
- 護目鏡、手套

活動流程

1. 提問引導：你看過大象用的牙膏嗎？是什麼顏色？看過火山爆發嗎？
2. 穿戴好安全裝備
3. 材料介紹提問：大象牙膏裡加了什麼？還需要什麼？
4. A 劑（由隊輔製作）：鋪好塑膠袋、放好托盤後，把雙氧水與洗碗精倒進大燒杯，孩子可以選喜歡的食用色素加入
5. B 劑：把 1.5 g 碘化鉀加到溫水裡攪拌均勻
6. 把裝有 A 劑的大燒杯放在托盤正中央，快速倒入 B 劑，然後立刻退開
7. 觀察討論：看到什麼？第一時間的感覺？顏色、氣味、質地像什麼？
8. 原理講解：雙氧水遇到催化劑分解、釋放大量氧氣；用「氣球 = 氧氣跑出來」「洗碗精抓住氣球，聚集起來變成大象牙膏」來說明

實務備註

- 危險的混合步驟（A 劑）由隊輔完成，孩子只做低風險的部分，這個分工是本課的安全核心。
- 因為碘化鉀受原物料上漲影響、超出預算，實務上曾改用二氧化錳作為催化劑。課程準備手冊的版本是：過氧化氫水溶液 50 ml、洗碗精 25 ml、每桌二氧化錳 1.5 g（溶於 30 ml 清水）。
- 課程準備手冊提醒：高濃度雙氧水是強氧化劑，要注意危險；不要用攪拌 A 劑的玻棒攪拌 B 劑。

> **編者建議**
>
> • 35%雙氧水會灼傷皮膚與眼睛。請由有經驗的成員配製、全程戴護目鏡與手套，並讓孩子站在安全距離外。
>
> • 若沒有護具或經驗，可改用低濃度（例如藥局的約 3%）雙氧水，泡沫較小，但安全許多。





6. 達文西橋

領域：物理（力學）｜約 60 分鐘｜排班表亦稱「竹筷拱橋」

學習目標

- 認識達文西在藝術、科學與數學上的跨領域成就與橋梁手稿
- 認識重力與摩擦力
- 透過不用釘子的拱橋實作，理解結構力學的基本原理
- 培養團隊合作與開放性問題的探索能力

所需材料

- 冰棒棍（3 人一組，每組 21 根，事先用橡皮筋捆好）
- 一瓶水（過關條件用）

活動流程

1. 介紹達文西的生平與設計手稿
2. 提問：橋一定要用釘子、螺絲嗎？沒有這些的橋站得住嗎？
3. 介紹達文西橋：9 根以上的木棒交錯排列、不用釘子就能拱起；說明 19 世紀被國王擱置的計畫由來
4. 提問：為什麼橋不會倒？（帶出重力與摩擦力）
5. 基礎關卡：①先放兩根木棒 ②交叉放上其他木棒 ③一根接一根卡住 ④完成拱橋形狀
6. 過關條件：橋要能承受一瓶水的重量
7. 進階延伸：如何加長橋梁？①把橋的一端抬起 ②在原本兩根支架下放入一根新木棒 ③再插入兩根木棒延伸
8. 想想看：怎麼跟組員合作比較快、比較穩？發現了什麼？還有別的搭法嗎？
9. 原理解釋：重力與摩擦力的定義，並以地球重量做趣味類比

實務備註

- 材料成本低、操作風險低，是很適合入門的課程。
- 基礎加進階的分層設計，讓快的組別有事情可以挑戰，慢的組別也能完成。





7. 下雪瓶

領域：化學｜約 75–90 分鐘｜此單元只有課程準備手冊，沒有課程簡報

學習目標

- 觀察小蘇打（鹼性）與檸檬酸（酸性）混合後冒出氣泡，認識「酸和鹼反應會產生氣體」
- 觀察氣泡冒出時瓶中亮粉的變化，把看不見的氣體變成看得見的現象
- 練習依照步驟與比例操作，並用自己的話描述看到的變化

所需材料

- 嬰兒油（每組 200 ml）、亮粉
- 小蘇打粉（每組 50 g）、清水（每組 100 ml）
- 食用色素（每組約 3 滴）、檸檬酸（10 g）
- 500 ml 燒杯（每組 1 個）

活動流程

1. 在燒杯中加入 100 ml 的水、50 g 小蘇打粉、3 滴食用色素與一匙亮粉
2. 開始攪拌
3. 慢慢加入 10 g 檸檬酸
4. 慢慢加入 200ml 嬰兒油





8. 酒精砲彈

領域：化學 / 物理 | 約 90 分鐘 | 此單元只有課程準備手冊，沒有課程簡報

學習目標

- 認識酒精是易燃物，燃燒需要燃料、氧氣與火源，並建立使用火源與易燃物的安全觀念
- 觀察酒精蒸氣燃燒後氣體迅速膨脹、把紙杯推出去，認識氣體膨脹可以產生推力
- 練習觀察並比較每次發射的結果，說出自己的猜測
- 遵守火源安全規範：由成人操作點火、不對人發射

所需材料

- 75%酒精（每組 1 瓶）
- 養樂多瓶、塑膠杯（有多少拿多少）
- 點火槍（3 支）

活動流程

1. 隊輔在養樂多瓶中噴灑適量酒精
2. 隊輔把養樂多瓶裝到點火槍上，並將裝置交給孩子
3. 瞄準目標紙杯
4. 發射（注意不要對人）

> **編者建議（課程準備手冊只寫了「不要對人」，以下為建議補充）**
> • 酒精與點火全程由成人操作，孩子只負責瞄準與觀察。
> • 酒精瓶蓋緊並放在遠離點火處，每次只用少量。
> • 發射方向前方淨空，避開人、布幕與紙張等易燃物；長髮要綁好。
> • 在通風處進行，身邊備好濕布或滅火器。





七、實戰經驗、成效與挑戰

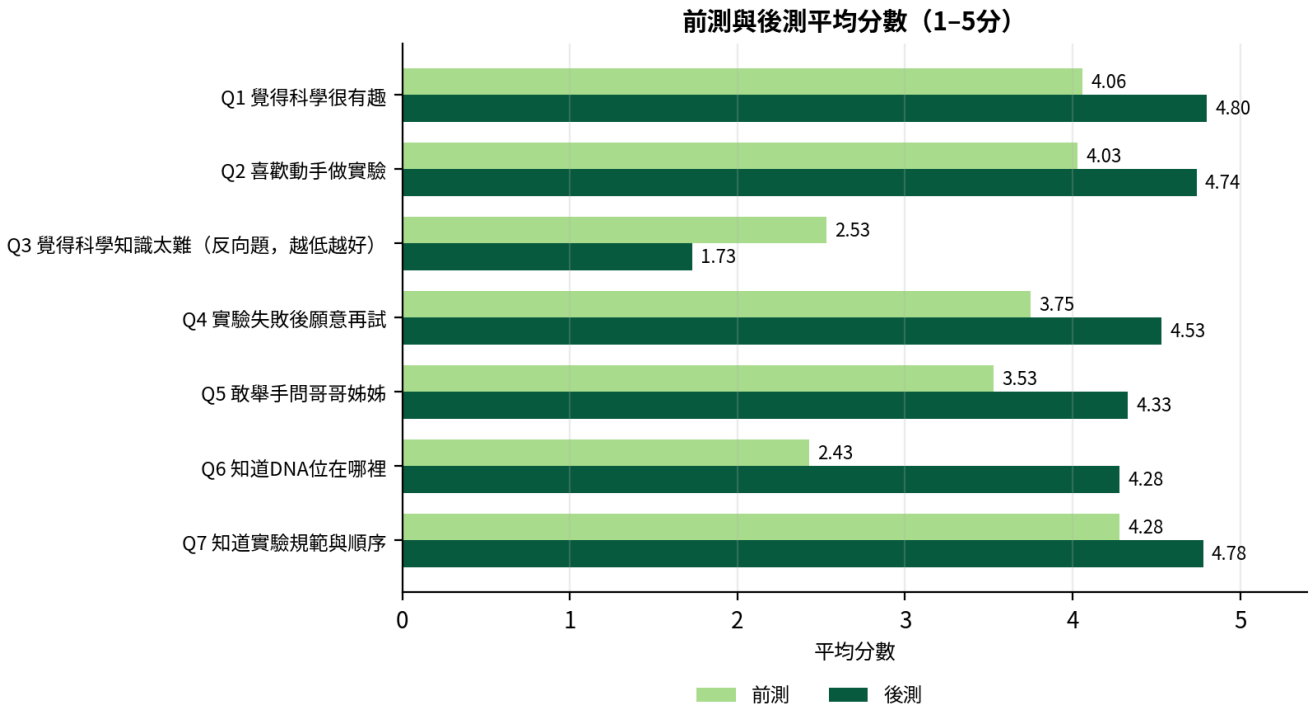
7.1 學生前後測

每場營隊在第一天上課前實施前測，第二天結束前實施後測，使用同一份問卷（7 題，以表情符號代表五點量表，題目見附錄 B）。下表為各題的平均分數。

題	內容	前測	後測	變化	Cohen's d
Q1	覺得科學很有趣	4.06	4.80	+0.74	—
Q2	喜歡動手做實驗	4.03	4.74	+0.71	—
Q3	覺得科學知識太難（反向題）	2.53	1.73	−0.80	−0.79
Q4	實驗失敗後願意再試	3.75	4.53	+0.78	—

題	內容	前測	後測	變化	Cohen's d
Q5	敢舉手問哥哥姊姊	3.53	4.33	+0.80	0.74
Q6	知道 DNA 位在哪裡	2.43	4.28	+1.85	1.60
Q7	知道實驗規範與順序	4.28	4.78	+0.50	0.59

團隊的分析報告指出，各題前後差異皆達統計顯著（$p < 0.001$）。「—」表示分析報告未列出。



怎麼解讀：

- 提升最大的是 Q6「知道 DNA 位在哪裡」（2.43 到 4.28，d = 1.60），與 NCKU-iGEM 負責的 DNA 課直接對應。Q3「覺得科學太難」的分數下降（2.53 到 1.73），也是往好的方向。
- Q1、Q2、Q7 的前測本來就超過 4 分，能提升的空間有限。

限制

• 這是孩子的自評量表，不是知識測驗。例如 Q6 測的是「我知道 DNA 在哪裡」的自信，不是實際答對與否。

• 沒有對照組，前後測又都在同一個兩天營隊內，所以結果只能說明「孩子自評有提升」，不能證明是課程造成。

• 孩子在營隊結束時的心情較好，也可能拉高後測分數。

7.2 學生與老師的回饋

問卷最後有一欄「秘密小天地」，讓孩子寫下想對哥哥姊姊說的話。部分回饋如下：

- 「我喜歡每一堂課，我喜歡這種課，希望可以一直玩。」
- 「我覺得哥哥姊姊們教我們的科學很好玩。」
- 「大哥哥、大姊姊很貼心，還教我們科學實驗，真有趣。」

多數孩子很開心有大哥哥大姊姊走進他們的世界，花時間陪玩、一起動手做實驗。對回家後多半由 3C 產品陪伴的偏鄉孩子來說，年齡相近的人的陪伴是很大的慰藉。合作學校的老師與主任也表示感謝，認為這樣的活動能給學生不同的視野，補足平時課堂無法帶到的實驗。有一位孩子對志工說：「謝謝有我們的陪伴，讓他們更愛上了科學。」

7.3 志工心得（匿名整理）

以下整理自志工的書面心得，不列姓名。

- 試講與換位思考：有志工發現照著課本講原理，孩子會心不在焉；改用貼近生活的比喻（如「開汽車出門」講電路）並反覆練習後，孩子才跟得上。
- 關主與隊輔要事先對齊：課程進行的節奏（例如什麼時候發電池、什麼時候提醒極性）沒有講好，會讓原本的教學設計被打斷。
- 每所學校、每個孩子都不一樣：不同學校對秩序與作息的習慣不同，有志工形容每一場都像「拆驚喜包」；也有志工提到，面對特別消極的孩子會有無力感，需要更多耐心與彈性。
- 課程內容的建議：有志工認為，低年級孩子缺乏化學與生物的前備知識，實驗若能多一些物理類、或做出看得見成果的作品，孩子會更有興趣；也希望減少像上課一樣的單向講解，多一些互動。有些可以玩、規則簡單的活動特別受歡迎。
- 事前檢查清單與備案：曾發生忘記帶冰酒精，靠同伴補救；戶外課程要依台南不穩定的天氣調整，需要雨天備案。
- 總籌的負擔：總籌要對接老師、控管兩天時程、串場並帶大地遊戲，工作量大，志工建議把工作分給總籌組，避免壓力集中在少數人身上。
- 志工自己的成長：許多志工第一次當隊輔、關主或總籌，從緊張到能自在上台、與孩子互動，也學會用不同方式溝通。

7.4 遇到的困難與應對

- 場地資源不足：偏鄉學校的場地不像市區那樣充裕，曾有學校為了省電，即使超過 30 度也不開冷氣；學校平時班級人數少，教室桌椅不夠整個營隊使用，需要借禮堂等大空間。
- 交通：服務地點偏遠，今年經費不足以租遊覽車，志工只能各自騎車，或請家長協助接送。
- 每一場都像拆驚喜包：學校對學生的管理鬆緊不同，不是每所學校的孩子都習慣有大哥哥大姊姊進校辦營隊，營隊作息與學校鐘聲衝突時孩子可能不滿。我們用最有彈性的方式調整，並以同理心陪伴每個孩子。
- 臨時狀況：有一場沒帶到課程的關鍵器材（打氣筒），只好用手邊材料改出新的實驗；大象牙膏的碘化鉀因價格上漲超出預算，改用另一種催化劑，實驗仍順利進行。
- 團隊管理：展心團隊經過四年，讓管理方法一再經歷「解凍、改變、再凍結」，一年比一年更有邏輯地面對突發狀況；今年分工還不夠平均，明年希望關主組能把工作再平分。

八、給未來團隊的建議

課程設計

- 設計教案時先請教第一線帶過的人，換位思考被服務者的知識水平可能落在哪裡，以此當作出發點。
- 正式上課前先試講。孩子聽不懂時，先想辦法換成貼近他們生活的比喻。
- 盡量選擇孩子能做出作品、看得見結果的課程；對低年級，物理與可直接操作的活動通常比抽象的化學與生物更容易上手。
- 同一套課要服務不同年級，可以用基礎關卡加進階延伸關卡來分層。

現場執行

- 當孩子失控或反應不如預期時，先想想這個反應從哪裡來；走進偏鄉，了解學校、家庭與社區的文化背景，會更容易同理孩子。
- 事先確認學校的桌椅、冰箱、平板與午餐地點，並預留備用場地（例如借用禮堂）。
- 為每堂課準備檢查清單與備案：忘了帶的器材要有替代做法，戶外課程要有雨天備案。
- 上課前，關主要與隊輔對齊節奏（例如發放材料的時機與需要提醒的重點）。
- 把總籌的工作分給總籌組的其他人，避免壓力落在一個人身上。
- 放學時要等每位孩子都由家長帶走，志工才能離開。

安全

- 涉及危險藥劑的步驟由隊輔完成，孩子只做低風險的部分。
- 營隊前先列出每個場地附近的醫療院所，並把總籌的聯絡方式告訴所有志工。
- 詳見附錄 A 的安全守則。

評估與文件

- 前後測問卷要備份，並事先決定樣本數、配對方式與缺漏資料的處理。
- 拍攝孩子的照片前，先取得影像授權同意書。
- 把課程簡報、準備手冊、器材清單與排班表整理成一套文件（見附錄 C），下一屆才接得起來。

九、致謝與聯絡方式

感謝展心計畫的團隊與總召，以及每一位投入營隊的志工；感謝提供場地與協助的 8 所台南國小的師生；感謝威剛科技與威剛文教基金會的贊助，讓營隊有更充足的資源；也感謝所有讓這本手冊得以完成的人。本手冊由國立成功大學 2026 NCKU-iGEM 團隊與展心計畫共同撰寫。

國立成功大學 2026 NCKU-iGEM 團隊

Email: nckuigem2026@gmail.com

Instagram: @nckuigem

展心計畫（STEAM from Seed）

Email: steamfs.7879@gmail.com

Instagram: @steamfromseed

附錄 A　共通安全守則

以下整理自展心計畫的安全守則（2026 年 7 月）。

- 取用所有化學藥劑時一定要戴手套，並檢查手套有沒有破洞；用完的藥劑要及時鎖緊，避免暴露在空氣中而潮解。
- 所有隊輔要再三叮嚀孩子：不要把藥品吃下去、沒戴手套不要碰藥品、不要拿著滴管到處亂噴、不要拿玻璃器具敲來敲去。
- 打翻藥品時：先戴好兩層手套，用拖把或拋棄式吸水紙巾擦拭，擦完即丟棄；擦拭處再用清水擦拭與沖洗至少三次。
- 若有人接觸藥品：確認並記錄接觸的是哪種藥品；帶孩子用流動清水持續沖洗接觸部位；請周圍的人通知總召與相關負責人；視情況決定是否送醫；一定要告知家長與老師，並追蹤後續。

> **編者建議：沖洗時間**
> • 團隊守則沒有寫明沖洗多久。一般化學灼傷的急救建議是用大量流動清水沖洗至少 15 至 20 分鐘（鹼性物質常需更久），並依化學品的安全資料表（SDS）處理；眼睛接觸請立即沖洗並就醫。不要用酸鹼互相中和。

各課程的主要風險

課程	主要風險	預防重點
大象牙膏	高濃度雙氧水（強氧化劑）	隊輔配製、護目鏡與手套、孩子保持距離
光影魔術師	鐵氰化鉀遇酸產生氰化氫；皮膚刺激	容器不可殘留酸、全程戴手套、避光保存
化學花園	水玻璃（強鹼）、金屬鹽類	隊輔預先分裝水玻璃、戴手套、認識 GHS 標誌
酒精砲彈	易燃酒精與點火	成人操作點火、不對人、前方淨空
生命的終極密碼	95%酒精易燃	遠離火源、不可入口

附錄 B　前後測問卷

問卷標題：2026 ADATA 威剛科技 × 展心計畫 STEAM from Seed × NCKU-iGEM 台南偏鄉國小暑期科學教育營隊　前後測問卷（前後測使用同一份）。

指導語：「小朋友們，這邊有 5 個你的秘密武器（請看著圖案挑選喔！）」。五點量表以表情符號

呈現：

- 超級同意（就是像這樣！完全沒有錯）
- 有點同意（大部分是這樣）
- 不一定（一半一半）
- 有點不同意（好像不太對，很少這樣）
- 超級不同意（絕對不是這樣！完全沒有）

一、我的科學日常

1. 我覺得科學非常有趣。

2. 我喜歡自己動手做實驗的感覺。

3. 我覺得科學知識的東西太難了，我根本聽不懂。（反向題）

4. 如果實驗做失敗了，我會想換個方式再嘗試一次，不會馬上放棄。

5. 如果遇到不會的問題，我敢勇敢舉手問哥哥姊姊們。

二、我的科學小知識

6. 我知道生命的密碼（DNA）是位在哪裡。

7. 我知道實驗操作時需要遵守規範以及操作順序。

三、秘密小天地

你有沒有什麼話想跟哥哥姊姊們說的話，都可以寫下來或用畫的喔！

計分：五點量表，超級同意為 5 分、超級不同意為 1 分；第 3 題為反向題，分數越低越好。

附錄 C　營隊文件清單

展心計畫在營隊前整理了以下文件，建議其他團隊也準備一套：

文件	用途
課程簡報總覽	各堂課的授課簡報
課程準備手冊	各課的材料與比例、器具與數量、步驟與安全注意事項
前後測問卷原稿	營隊成效評估（附錄 B）
影像授權同意書	拍攝與使用孩子影像前取得同意

文件	用途
團康遊戲企畫書	大地遊戲等團康活動的設計
營隊中 checklist	現場執行的檢查項目
排班表	兩天的時程與人員排班
器材清單與器材清點單	營隊器材的清單與出發前後清點
報帳單	公帳核銷表單

參考文獻

吳雅萍（2020，12 月）。淺談偏鄉教育之現況與問題。

https://doi.org/10.6701/JEPR.202012_67(2).0003

謝甫佩、洪振方（2004）。國小學生科學探究活動的課程設計與實施成果之個案研究。師大學報：科學教育類，49(2)，61–86。