

114學年度科學教育專案年度期末報告綱要

計畫編號：107

計畫名稱：STEAM融入生活與探索自我可能~教師專業成長暨精進計畫(教師可汗中心)(第四年)

主持人：林聖鈞

執行單位：台南市私立德光高級中學

目錄

壹.計畫目的及內容：-----	3
貳.研究方法及步驟：-----	8
參.目前研究結果：-----	12
肆.目前完成進度：-----	17
伍.預定完成進度：（114.08~115.07 計劃第二階段完結預定進度。）-----	26
陸.建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)-----	32
柒、參考資料(文檔頁數過多，附件五~十五、僅提供電子檔，審查會另印製新增附件十六、十七文本裝訂成冊供審閱)-----	70
捌、參考文獻-----	1061

壹.計畫目的及內容：-----	3
(1)緣由：(簡介如圖一：計畫緣由與動機。)	3
111年度：第一年~秉持初心	3
112年度：第二年~逐步聚焦	3
113年度：第三年~整合展望	3
114年度：第四年~承先啟後	3
(規劃中115年度：第五年~精緻推廣)	3
(規劃中116年度：第六年~永續傳承)	3
(2)目標：-----	4
貳.研究方法及步驟：-----	8
(1)課程一：開設線上社團~科展與小論文線上社團：執行與建置。	8
(2)課程二：開設實體歡樂科展社團及多元課程	10
參.目前研究結果：-----	12
(1)課程一：科展與小論文線上社團：-----	12
(2)課程二：『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』及歡樂科展社團	15
(3)初步整體課程設計結論：(簡介如圖五：活動規劃與執行方向。)	16
肆.目前完成進度：-----	17
目前進度甘特圖：(114.08~115.06截稿前進度甘特圖，如圖六。)	17
一.目前進度成果(成果請參閱，附件二)：-----	18
二.未來預定執行：115.07~分四部分呈現	23
伍.預定完成進度：(114.08~115.07 計劃第二階段完結預定進度。)	26
一.量化成果：(114.08~115.07 預定進度統計，如表九。)	26
二.質化成果：-----	30
陸.建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)-----	32
■ 第四年(聚焦於培養數據建模)，原第一、二、三年附於其後以利閱讀連貫性(附件十~十一：第一~三年建議與討論)。	32
一.檢討省思：檢討現行困境：(社群研討)	32
二.教學省思與成果：(社群協作心得)	34
(一)初次試行課程教學省思：-----	34
■ 第一部分：執行教師反思	34
■ 第二部分：社群協作反思	34
■ 第三部分：階段的問題發現	35
(二)課程教案分析：-----	36
■ 第一部分：協作社群教案分析	36
■ 第二部分：教案分析的教師反思：-----	39
■ 第三部分：教案分析的協作社群反思：-----	39
■ 第四部分：教案改善說明：為使課程完全符合計畫目標，進行以下整合與改編：-----	40
(三)課程改善試行反思：-----	46
■ 第一部分：教案改善後執行教師的反思	46
■ 第二部分：教案改善後協作社群的反思	46
柒、參考資料(文檔頁數過多，附件五~十五、僅提供電子檔，審查會另印製新增附件十六、十七文本裝訂成冊供審閱)-----	70
附件一：初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程的課程內容(第1~4年逐步修正)-----	70
附件二：課程實施剪影(第1~4年逐步增加)-----	75
附件三：社群實施內容I~上、下學期社群講座主題細目表(僅列第四年，第1~3年請參考計畫書或成果報告書)	112
附件四：實施內容III~上、下學期：初階科學思辨與創意實作課程影片製作(各兩部份：各8單元)(僅列第四年，第1~3年請參考計畫書或成果報告書)	116
附件五：學習端對科學的意見調查表調查問卷(第二~四年逐步修正)	117
附件六：AI擴縮寫教案(第二~四年逐步增修)	121
附件七：AI輔助教材教師與學習端使用問卷與原始數據整理表(第二~四年逐年比對)	148
附件八：『人文科學創新思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程教材手冊I(第三年試行第四年一修正後逐步線上化)	154
附件九：『人文科學創新思維設計方法』II~『碳稅與碳權』課程教材手冊II(第三年試行第四年一修正後逐步線上化)	305
附件十：第一年建議與討論(第一~四年程序：秉持初心)	454
附件十一：第二年建議與討論(第一~四年程序：逐步聚焦)	464
附件十二：第三年建議與討論(第一~四年程序：整合展望)	493
附件十三：第四年教案：『地科數據建模：地震預警與半衰期推估(114-01)』二稿	553
附件十四：第四年教案：『一杯溫奶茶：生活科學與數據敘事課程(114-02)』二稿	621
附件十五：第四年教案：『米蟲行為探究與防治工程設計之統計驗證(114-03)』二稿	713
附件十六：第四年教案：『統計橋樑課程(正式python版)教學教案(114-04)』二稿	759
附錄十七：AI邏輯導師系統指令與操作指引(原型版/v1.0)	1058
捌、參考文獻-----	1061

壹.計畫目的及內容：

(1)緣由：（簡介如圖一：計畫緣由與動機。）

■ 111年度:第一年～秉持初心

因應近年教育變革及疫情，大量的教師專業課程除多元、生活、國際更須逐步線上，欲使課程落實推廣並提升教學之精進效能，故提出本計畫『STEAM融入生活與探索自我可能～教師專業成長暨精進推廣計畫(教師可汗中心)』（第二年），集結對創意發明實作有興趣教師、校友、學習端，盼能經由實體與線上課程並進，相互交流將創意與科學結合。



圖一：STEAM融入生活與探索自我可能～教師專業成長暨精進推廣計畫(教師可汗中心)（第一年）計畫緣由簡介。

■ 112年度:第二年～逐步聚焦

第一年計劃在於落實學習端線上資源的建置，並為教師授課教材提供輔助。執行以來深受學習端喜愛，尤其是每週的線上科學書報，是由本實驗室培育的學長姐主動藉由線上會議回饋指導學弟妹，且主動協助拍攝線上課程作為加深加廣的自學教材以協助學弟妹們自主專業成長，這正服膺本校校訓『敬天愛人』的服務共好的態度。故應學習端與教師需求於第二年計畫中新增『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』的教學應用、『學術倫理寫作技巧』課程、『科學史與思維融入』現行課程，並針對STEAM與PBL的特性進行融合，提出更適合學習與教學的應用。

■ 113年度:第三年～整合展望

第三年因應第二年已完成的問題論點分析與辯證學習新增『人文科學創意思維設計方法』課程，結合目今社會趨勢國際與國家正推動之SDGs與碳稅實行設計『綠色經濟X永續轉型』課程，並將三年所發展的課程進行整合，藉由引導學習端『科學史思維融入』進行生活觀察，再以STEAM與PBL教學技術融合『人文科學創意思維設計方法』啟發學習端，結合『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』科技應用於『綠色經濟X永續轉型』課程，輔以『學術倫理寫作與技巧』，搭配『線上自主課程』、『線上科學書報』與實作課程『科展與小論文社團』及『初階、進階、高階科學思辨與創意實作』課程，成就完整配討教學。更藉第一、二年計畫已建置暨有線上資源優勢進行無時空限制的推廣自主學習與資源共享，以協助教師群更多專業發展可能。

■ 114年度:第四年～承先啟後

第四年針對第三年檢討現行困境：『學生數據分析和統計應用能力不足，現有工具未能有效結合統計方法，導致知識遷移受限』，而新增設計『數據科學與批判性思維課程』細分兩階段：『數據資料轉譯』課程和『資訊決策建模』課程，藉以搭建「科學探究」與「數據科學」的方法論橋樑，透過系統化訓練，培養「因果分析→策略落實→成效驗證」的邏輯鏈，進而將實驗設計能量轉化為可驗證的數據模型，達成課綱「科技資訊與媒體素養」核心能力。

■ （規劃中115年度:第五年～精緻推廣）

■ （規劃中116年度:第六年～永續傳承）

(2)目標：

~ (簡介如圖二：課程設計流程與預期目標。)



圖二：課程設計流程與預期目標（第年修正自第一年）。

第一年（111年度）

- ①藉由實作中找到科學原理與疑問，學習探究方法的應用流程，將知識理論與實務結合延伸學習與創意應用。
- ②藉由思辨議題，讓學習者提出思考、批判，進而資料蒐集、論證，整合提出論點，表達自我的前瞻思維。
- ③藉由開放性主題，讓學習者設計規劃解決問題，應用實驗加以論證，並預測可能結果，進而討論分析建構模組運用。
- ④藉由線上與實體交流，激發相關教學工具與方法的發展，應用於開發新跨科多元選修教學課程單元，並充實素養融入課程以提升老師教學質量與學習端學習方法和機會。

第二年（112年度）

第二年計劃持續落實學生線上資源的建置，並為教師授課教材提供輔助，而增加『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』的教學應用、『學術倫理寫作技巧』課程、『科學史與思維融入』課程，並針對STEAM與PBL的特性進行融合，提出更適合學習與教學的應用。該計劃執行以來深受學生喜愛，尤其是每週的『線上科學書報』，是由本實驗室培育的學長姐主動藉由線上會議回饋指導學弟妹，且主動協助拍攝線上課程作為加深加廣的自學教材以協助學弟妹們自主專業成長，這正服膺本校校訓『敬天愛人』的服務共好的態度。

第三年（113年度）

第三年因應第二年已完成的問題論點分析與辯證學習新增『人文科學創意思維設計方法』課程，結合目今社會趨勢國際與國家正推動之SDGs與碳稅實行設計『綠色經濟X永續轉型』課程，並將三年所發展的課程進行整合，藉由引導學習端『科學史思維融入』進行生活觀察，再以STEAM與PBL教學技術融合『人文科學創意思維設計方法』啟發學生，結合『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』科技應用於『綠色經濟X永續轉型』課程，輔以『學術倫理寫作與技巧』，搭配『線上自主課程』、『線上科學書報』與實作課程『科展與小論文社團』及『初階、進階、高階科學思辨與創意實作』課程，成就完整配討教學。更藉第一、二年計畫已建置暨有線上資源優勢進行無時空限制的推廣自主學習與資源共享，以協助教師群更多專業發展可能。

第四年（114年度新增：數據科學與批判性思維課程）

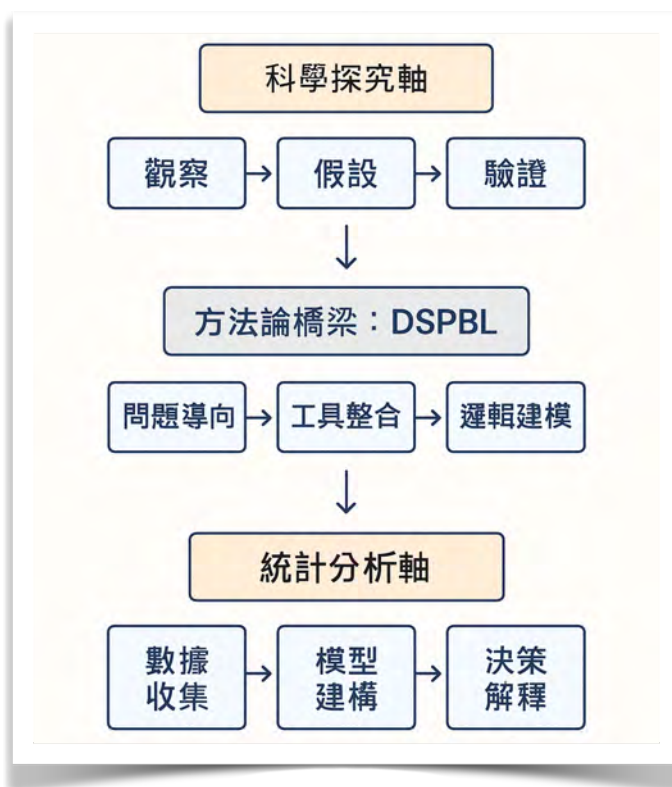
1. 緣由：「數據科學與批判性思維」課程的設計是為彌補過去以定性為主的PhBL（現象導向式學習）與科學探究課程中，缺乏系統性量化推論與統計模型運用的問題。故參考Klahr & Dunbar (1988) 提出的「雙空間搜尋模型」（Dual-Space Search Model）為理論基礎，搭配第三年統整課程架構，形成一條「方法論轉化鏈」，串聯成科學探究（定性）與統計分析（定量）兩端的教學橋梁。

(1)「DSPBL架構」 (Data Science Problem-Based Learning) 為一條三階段的教學路徑，如下表一與圖三。表一：方法論轉化鏈解構：

軸線	課程歷程	能力內涵
科學探究軸（定性）	觀察 → 假設 → 驗證	問題意識、控制變因、實驗設計
方法論橋（ <u>DSPBL</u> ）	<u>PBL</u> 問題導向學習結合統計建模	系統思維、邏輯推理
統計分析軸（定量）	數據收集 → 建模 → 解釋	資料整理、模型建立、決策推論

(2)設計目的：

- ①補強統計思維的缺口：傳統探究多偏重實驗設計與觀察推論，欠缺數據分析與假設驗證的訓練，透過DSPBL可導入如T檢定、回歸、貝式網絡等方法，實現「定性→定量」的轉化。
- ②強化跨情境遷移：將學生原本在自然科探究上的能力延伸至社會科數據議題（如校園幸福感問卷分析），提升遷移與應用力。
- ③回應課綱核心素養：如C1系統思考與A3科技資訊素養，達到觀察→分析→行動建議的完整決策鏈。



圖三：方法論轉化鏈

(3)開設「數據科學與批判性思維」課程

藉此串聯統計方法、科學思維與真實應用情境，為學習端打造一條從「描述」到「推論」、再邁向「實踐」的進階學習路徑。本課程為一學年制，分為上下兩學期，共36週。上學期『數據資訊轉譯』課程聚焦統計技能的紮根與資料的轉譯能力；下學期『資訊決策建模』課程則進一步導入系統思維工具與建模策略，協助學生整合量化分析與價值判斷，完成對真實問題的決策模擬。其詳細內容分述如下：

① 數據資料轉譯課程：讓數據說人話，解鎖敘事與觀察的連結。

在資訊洪流的時代中，學生普遍面臨一個關鍵挑戰：「看得見數據，卻說不出故事」。本課程設計聚焦於培養學生將複雜數據資料轉譯為可理解、具意義敘事的能力，建立從感測器、問卷、統計圖表到社會溝通之間的橋樑。本課程包含三大模組：

I. 模組A：異質數據整合

- 數據搜集：教導學生處理自然科學感測數據（如奶茶溫度數據）與人文問卷資料（如學生壓力來源）。
- 技能重點：缺失值填補、異常值排除、文本情感分析（BERT）、時間戳記對齊
- 工具操作：免費Google Sheets、內建Microsoft Excel（內建「XLMiner Analysis ToolPak」等外掛）、（進階：OpenRefine、Python pandas）。

II. 模組B：多維可視化與資料轉譯

- 視覺化：學習以視覺圖像轉化數據含義，如時空熱力圖、動態網絡圖。
- 實例操作：校園Wi-Fi與噪音數據熱圖、社團互動關係圖。
- 工具操作：免費CODAP（The Common Online Data Analysis Platform）（進階：QGIS、Gephi、Google Data Studio）。

III. 模組C：統計敘事力實踐

- 建構「關鍵數據點→關聯陳述→行動建議」的敘事邏輯鏈。
- 案例：通勤時間與遲到率的關聯推論→校園決策建議。
- 技法：交叉分析、可視化儀表板設計。
- 工具操作：免費canva、內建keynote、內建power point

課程藉由「數據大掃除、圖像化翻譯與邏輯鏈思考」三階段，強化學生在各類資料間進行整合、詮釋與溝通的能力，為後續建模與決策課程奠定語言與邏輯基礎。

(4) 資訊決策建模課程：從模型運算到策略選擇的邏輯訓練

下學期課程從數據的理解與敘事轉向決策模型的建立與推演。學生將學會運用統計與系統思維工具，模擬真實世界中複雜且充滿不確定性的問題情境，進行量化決策分析與策略比較。課程核心三模組如下：

I. 模組D：決策建模（決策樹與貝式網絡應用）

- 決策樹應用：米蟲捕捉裝置模型，如免費：CODAP、（進階：C5.0演算法、Gini與資訊增益比較）。
- 貝式網絡應用：分析社會學科破解性別與閱讀偏好的關聯性（文學/科普）有關聯。
- 工具操作：免費draw.io魚骨圖、（進階：Netica、邏輯節點設計模擬）。

II. 模組E：風險效益分析與敏感度測試

- 學會以淨現值(NPV)與敏感度分析預測決策成效（如地震預警與風險評估）。
- 案例比較：社區防災韌性～防災機制設計與公共安全的影響。
- 工具操作：Excel 模型、龍捲風圖、三重底線評估法（對象：經濟x環境x社會）。

III. 模組F：策略模擬（JaamSim與動態系統應用）

- 嘗試JaamSim模擬：逃生動線優化設計。
- 系統動態模擬：都市熱島效應與節能政策關聯建模。
- 未來擴展應用：可引入AR投影優化方案，建構「未來校園模擬器」。

藉由課程於培養學生「會跑模型，也會做決策」的綜合素養，從單一數據分析提升為系統策略思維訓練，不僅讓學生學會建構模型，更學會比較、選擇與批判。

2. 呼應學測大考試題分析省思規劃務實課程與教學教法

① 實驗和課本知識融會貫通

～須落實實驗預結報+課堂詮釋融入科學發展思維與邏輯推理。

- 此落實課程設計起源與其背後意義的科學法與科學史介紹，以強調模仿後的思維產生的覺知。

② 課後延伸增廣學習為重點

～需強化時事議題多面向知識範文，以作業強化課後的學習。

- 此針對多面向的發展強化廣泛閱讀與掌握時事與生活融入，而鼓勵多元嘗試與生活目的融合。

③ 題幹敘述非傳統課本描述

～需著重科學論文的閱讀，強化對論文格式意涵與圖表意義。

- 符應科學論文寫作需求，輔以內化科學素養能力結合競賽，以展示表達自我的能力發掘專長。

④ 探究實作操作設計與流程規劃

～需配合心智圖變因分析，實驗設計電腦流程圖的繪製。

- 確實要求科學方法的實踐與務實為自主規劃學習奠下基礎，務實聚焦目標與規劃可為的方向。

⑤ 圖表文字理解高層次判斷應用

～需教授實驗數據作表設計與實驗變因分析的作圖原理。

- 務實教授表圖整合系統性應用分析能力，培訓綜合總結力，以強化變因分析與結果應用創意。

⑥ 學習歷程＝升級版的備審資料

～對學習端專長建置展現主動性及特定領域熱情成果檔案。

- 實話實說：你是怎樣的人，想過怎樣的生活，如何去做到。強化決心與改變動機產生目標。
- 強調學習端課程的自述，找出主題的動機，發掘自我的改變。論述意義與論證原因內化素養

貳.研究方法及步驟：

本研究分兩部分執行，分別為課程一及課程二分述說明如下：

(1)課程一：開設線上社團～科展與小論文線上社團：執行與建置。

■ 第一年

(1)內容：

I. 執行線上課程：

- ①『線上科學書報』。
- ②『探究素養課程～線上授課』。

II. 建置線上教材：

- ①『線上自學～加深加廣課程』。
- ②『線上自學教材』。
- ③『特色課程線上化』。

■ 第二年：

III. 持續第一年上述所有項次，其中(1)及(2)新增項目如下：

- ①『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』，初階版線上課程建置。
- ②持續建置『特色課程～13個教學主題的線上課程』。

IV. 新增試行任務：

- ①試行素養課程～『科學發展史與思維融入之線上課程』。
- ②應用AI融入教學～『AI融入輔助學習線上課程』於教學。
- ③執行學術倫理教學～『學術倫理學習線上課程～學術寫作技巧』
- ④建置教學素材：針對教師教學試行AI備課，將原有課程單元逐一試構後，藉由AI續寫、縮寫、擴寫功能進而轉化出加深、簡化、加廣的『差異化單元』素材。

■ 第三年：

V. 持續第一、二年上述所有項次，其中(1)~(4)新增項目如下：

- ①『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』，進階版線上課程建置。
- ②持續建置『特色課程～13個教學主題的線上課程』。

VI. 新增試行任務：『數據資料轉譯』課程和『資訊決策建模』課程

- ①試行素養課程～『人文科學創意思維設計方法』課程。
- ②試行『SDGs主題融入教學』～『綠色經濟X永續轉型』課程。
- ③三年度執行系統性整合課程

■ 第四年新增：

VII.持續第一、二年上述所有項次，其中(1)~(4)新增項目如下：

- ①『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』，高階版線上課程建置。
- ②持續建置原『特色課程~13個教學主題的線上課程』

VIII.新增試行任務：《數據科學與批判性思維課程發展計畫》

- ①試行素養課程~『數據資料轉譯』課程。
 - A.《地科數據建模教案》
 - B.《一杯溫奶茶數據課程》
- ②試行探究課程~『資訊決策建模』課程
 - A.《米蟲行為探究與裝置設計》
 - B.《統計橋梁課程》

②研究步驟：（簡介如圖四：研究架構與步驟。）

研究步驟

搜集資料：線上讀書討論會質疑集思發想＝找到學生需求

分析資源：彙整盤點現有資源與串連人力＝人物資源盤點

聚焦主題：教師助教群線上會議凝聚共識＝課程發展主題

規劃分工：助教群專長分工分組規劃進程＝特長分工分組

設計執行：線上加深、實體引導課程共備＝針對不足強化

結果分析：縱向實體橫向線上觀議課分析＝縱橫資源整合

回饋修正：師生回饋省思、修正課程程序＝建構思維程序

討論建模：線上課程建置、課程程序建模＝去蕪存菁建模

圖四：研究架構與步驟（第四年修正自第三年）。

(2)課程二：開設實體歡樂科展社團及多元課程

～『初、進、高階科學思辨與創意實作課程』：

■ 第四年：（標註新增表示，其他均延續）。

①內容：執行實體課程：

- I. 『初階高一科學思辨與創意實作 I 多元課程』。
- II. 『初階高一科學思辨與創意實作 II 多元課程』。
- III. 『進階高二科學思辨與創意實作 III 多元課程』。
- IV. 『進階高二科學思辨與創意實作 IV 多元課程』。
- V. 『高階高三科學思辨與創意實作 V 多元課程』。
- VI. 『高階高三科學思辨與創意實作 VI 多元課程』。
- VII. 『歡樂科展社團』。

VIII.指導競賽活動：

- ①全國高中小論文。
- ②高、國中科學展覽競賽。
- ③國中獨立研究競賽。
- ④生物科奧林匹亞競賽。
- ⑤PIDA 思源STEM創意大賽。
- ⑥風力能源亞洲聯賽。

②研究步驟：

I. 設計架構：標準課程版 S T E M A（顏色搭配對應，如附件一）

S：探索科學原理～拜訪世界：意義的連結

T：培養技術訓練～標的評估：實踐的開始

E：開創工程設計～規劃設計：聯想的展開

M：善用邏輯推理～解決對策：思維的推理

A：融入生活美學～生活方式：適應的調整

II.課程分項：正式課程分六大主題逐步由認識意義、探索概念、實踐技能、生活調適。以課程為媒介將培訓轉化在自然外顯的行為上，不再需要刻意使用，而是下意識呈現素養。

III.課程分段：分為三層次培訓，初階、進階、高階以螺旋式反覆提升學習深度與廣度，將學習課程的過程為媒介，轉化成為習慣性的學習態度。

IV.課程補強：為因應差異化現象，本課程另設計有『素養及增廣課程』。『素養課程』含五大主題的科學思辨、科學論文與表達溝通以協助補強科學素養。此外為結合實作需要，另有『增廣課程』共三大主題力學、電學與磁學教學，輔助探究能力與強化理論論證。

V. 操作流程：（簡介如圖五：課程操作步驟與預期效應。）



圖五：課程操作步驟與預期效應（第三年修正自第二年）。

VI. 課程操作：四流程與意義如下

① 由為什麼要學習？

意義：連結生活，給予學習者與自己息息相關情境再引起關注，即假設在情境中你會如何？

聚焦問題，給學習者一個切實地場景，並透過此思考。

② 是什麼東西？

概念：展開聯想，激發長期記憶跟相關問題的記憶。

引導告知，這些知識的緣由、理論、論證，以理性思維來推理。

③ 具體該怎麼做？

技能：開始實踐，讓學習者身心有意識地去應用新知。

舉一反三，學習者熟練方法，即可擴展，變通，展延其他領域。

④ 現實應用中遇到變化該怎麼辦？

調適：調整適應，當學習者反覆操作一段時間後，即能夠對所學知識進行有意識的優化，使其更加適應自己的

習慣，更加適應自己應用的環境素養意識，最後就是表現在自然外顯的行為上，不再需要刻意使用，而是下意識習慣。

參.目前研究結果：

本研究分兩部分執行初步質性結果：

(1)課程一：科展與小論文線上社團：

①線上課程：

■ 延續第一、二、三年 (持續進行)

I. 『線上科學書報』：確實解決學習者尋求解答資源與實踐上時間欠缺回饋困境。

II. 『探究素養～線上授課』：落實強化學習者探究方法與行銷表達的技能。

■ 延續第二年(持續進行)：『探究素養～線上授課』三大主軸如下：

III. 『科學史與思維融入課程～線上課程』：藉科學史令學習者真實知道科學家如何形成概念、設計、實驗、分析、討論、合作、競爭的科學本質與科學家的人性，成為見習科學發展過程的參與者，並發表學習反思，成就科學本質、思維推導鷹架。

IV. 『AI融入輔助學習～線上課程』：應用AI融入教學，讓學習者實務應用於輔助自主學習。

V. 『學術倫理學習線上課程～學術寫作技巧』：執行學術倫理教學，協助學習者實務了解學術寫作技巧的意義、作法與法規。

■ 延續第三年(持續進行)：『生活探索素養～線上授課』三大主軸如下：

VI. 『人文科學創意思維設計方法』課程：創意設計方法讓學習端了解設計是一個解決複雜難題的過程，從構想發散、收斂到成果，在設計、研究、調查、測試等實作過程中，學習透過許多的方法來幫忙解決問題。培育學習端在設計流程中運用的方法、技巧，並藉反覆練習設計流程工具，幫助學習端設計創造出更符合人性化的作品。

VII. 『綠色經濟X永續轉型』課程：將112年度『SDGs主題融入教學』，與第三年計畫增加『綠色經濟X永續轉型』課程執行整合。

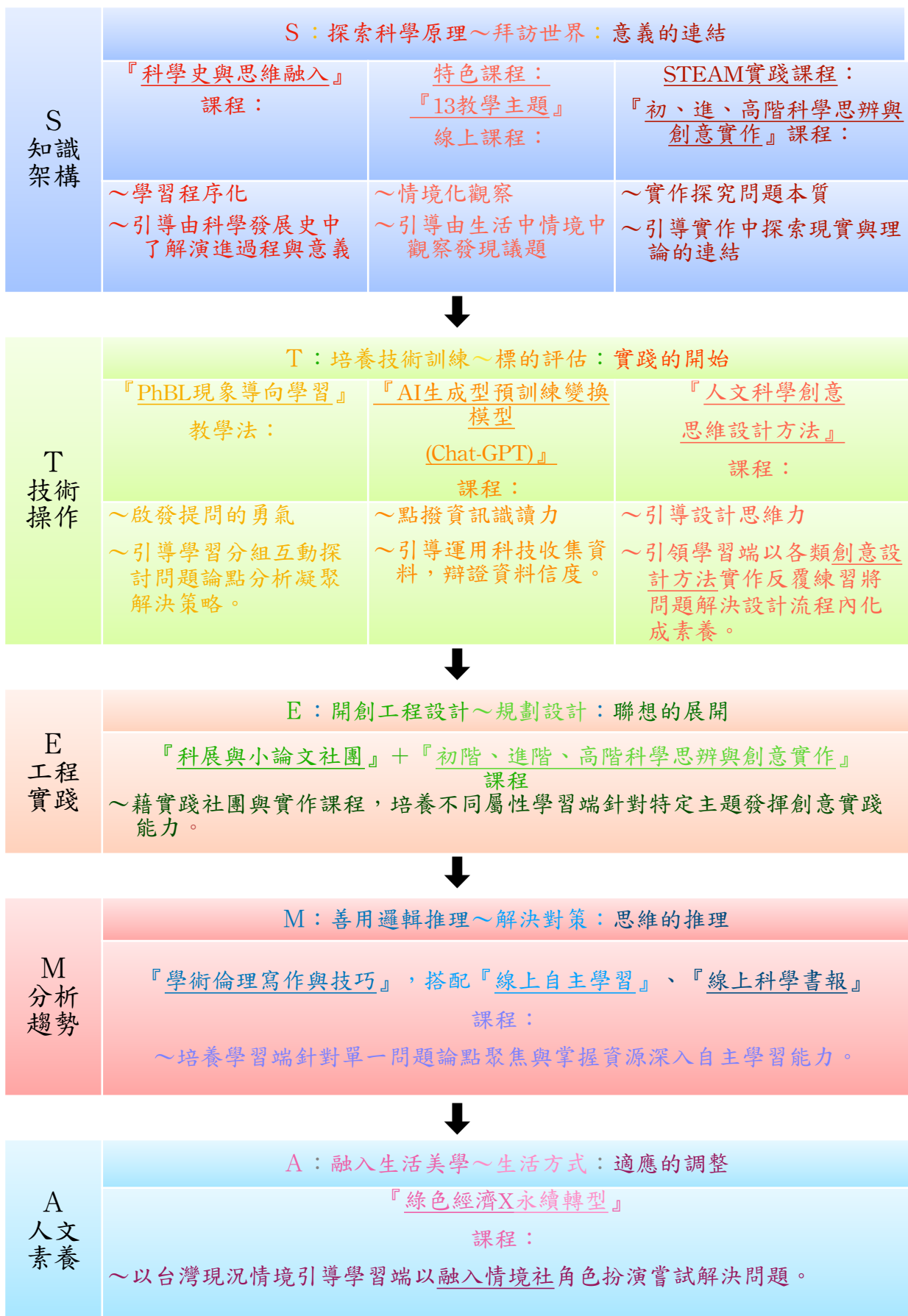
VIII. 『課程系統性整合』課程：將三年度執行課程，進行上下串聯整合成配套系統。如圖六：系統性整合課程架構圖。

■ 第四年（新增）：

IX.新增：《數據科學與批判性思維課程發展計畫》，開發「數據資料轉譯」模組和「資訊決策建模」模組對應教案，已建置三門實體化特色課程與配套統計橋樑課程，共四門簡述如下：

- ① 《地科數據建模：地震預警與半衰期推估》
 - 透過PBL模擬決策中心，進行震央定位、災害風險排序
 - 完成模型診斷報告、小組決策簡報
- ② 《一杯溫奶茶：生活科學與數據敘事課程》
 - 生活化探究→牛頓冷卻→統計迴歸→保溫策略建議
 - 產出可視化儀表板與物理—統計整合報告
- ③ 《米蟲行為探究與防治工程設計之統計驗證》
 - 行為資料收集→因果建模→擷取關鍵變項→工程優化
 - 完成設計提案、效益推估與統計驗證
- ④ 《統計，說個真實的故事》橋樑課程模組
 - 強化學生掌握「提出假設 → 執行檢定 → 解讀p值 → 做出結論」的完整邏輯

已完成的三份教案整體以符合第四年計畫願景、需求、策略定位與成果導向，強調培養科學探究、數據建模和PBL實戰能力，然而，在「進階統計方法應用」和「明確的跨領域（自然與社會）鏡像案例設計」這兩個計畫強調的關鍵點上，存在一定的差距或可優化的空間，將下半年度將配套補全後，於明年度轉為『特色線上課程』模組



圖六：系統性整合課程架構圖

②線上教材：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

- I. 『加深加廣～線上自學』：使學習者深化學習層面與廣度。
- II. 『線上自學教材』：培養學習者自學態度與訓練自學技能。
- III. 『特色課程線上化』：引領教師群新的發想與嘗試勇氣。
- IV. 『差異化單元』：針對教師教學試行AI備課，將原有課程單元逐一試構後，藉由AI續寫、縮寫、擴寫功能進而轉化出加深、簡化、加廣的『差異化單元』素材。
- V. 『生活探索素養～線上授課』：『人文科學創意思維設計方法』課程逐步試行線上。

■ 第四年：

- VI.新增：《統計，說個真實的故事」橋梁課程模組》

(2)課程二：『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』及歡樂科展社團

①實體課程：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

- I. 『歡樂科展社團』：
～藉反覆操作挫折與檢討省思將所學有意識優化，強化學習者調整適應力。
- II. 『初階高一科學思辨與創意實作 I 多元課程』：
～引領學習者開啟認識學習意義與探索聚焦問題。
- III. 『初階高一科學思辨與創意實作 II 多元課程』：
～激發學習者展開記憶與問題的聯想概念。
- IV. 『進階高二科學思辨與創意實作 III、IV 多元課程』：
～引導探索知識的緣由、理論、論證，以理性思維來推理。
- V. 『高階高三科學思辨與創意實作 V、VI 課程』：
～學習者具體實踐技能與舉一反三擴展變通，展延領域。

②活動競賽：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

- I. 全國高中小論文：落實科學寫作技能。
- II. 高、國中科學展覽競賽：具體實踐發掘、聚焦問題，解構、設計、實作、分析論證，省思、解決問題素養。
- III. 國中獨立研究競賽：啟發資源搜集、聚焦分析能力。
- IV. 生物科奧林匹亞競賽：強化深度、廣度的彙整技能。
- V. PIDA 思源STEM創意大賽：激發創意、思維程序的組建與實踐。
- VI. 風力能源亞洲聯賽：結合時事，環境共存共同責任引導共情的關懷社會共好的能力。
- VII. TASA 國家太空中心論文競賽：提升學習端科技衛星影像應用於生活主題與地環境議題的探索分析能力，啟發對科技的出發點來自生活的需求。

■ 第四年：新增：

- VIII. 中興大學月壤種植計畫：透過模擬月壤的植物栽培實驗，培養對太空農業的認識與實作能力，為太空移民準備，也為地球在未來因極端氣候等因素發生糧食危機時，提供替代方案。

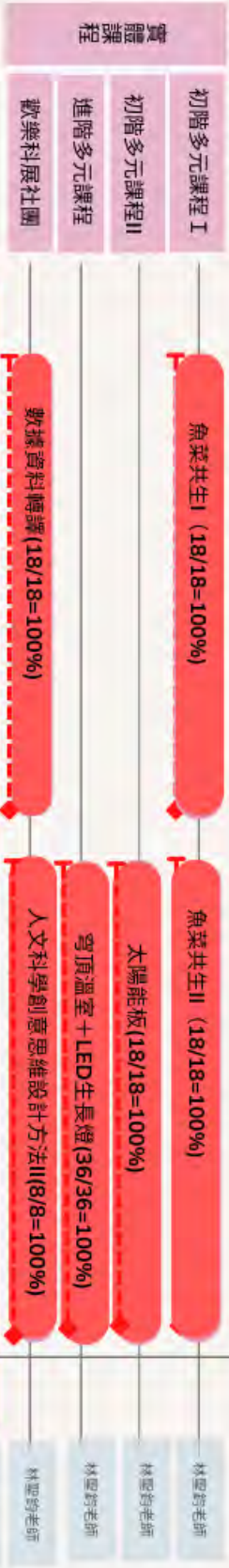
(3)初步整體課程設計結論：（簡介如圖五：活動規劃與執行方向。）



圖七：（僅列第四年）截至114.12活動規劃與執行方向。

STEAM融入生活與探索自我可能~教師專業成長暨精進計畫(教師可汗中心)115.06.

06月進度表
實際進度
落後進度



肆.目前完成進度：

目前進度甘特圖：(114.08~115.06截稿前進度甘特圖，如圖六。)

一.目前進度成果（成果請參閱，附件二）：

截至114.08~115.06分四部分呈現如下：

1. 競賽活動：（114.08~115.06進行中完成進度統計，如表一。）

(1)114.08~114.10高中小論文：

- ①腦部撞擊對行為之影響，1人
- ②風之翼~不同葉片翼型隊風能轉換之影響，2人
- ③雙管齊下~以主動性風扇因應突堤效應，2人
- ④魚菜共生膠球整合鐵釋放對水培植物生長提升，2人
- ⑤低頻超音波對蘋果褐變之影響，3人
- ⑥以土壤黴菌降解PLA微粒，1人，共六件(11人)。

(2)114.08~115.04 TASA小論文競賽：

- ①月壤栽植之應用探討，2人，共一件(2人)。

(3)114.08~115.02高中國際科展：

- ①雙管齊下-以主動性風扇因應突堤效應，2人
- ②建構結構方程模型：以CAB理論建構性別對高中生對同性戀態度之結構方程模型，1人
- ③探討以均變論作為演化輻射事件模型基礎以寒武紀大爆發為例，1人，共三件（5人）。

(4)114.08~115.04高中第五分區科展：

- ①探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例，1人
- ②建構結構方程模型：以CAB理論建構性別對高中生對同性戀態度之結構方程模型，1人
- ③主被動風扇對海洋漂砂沈積方位之改變，2人
- ④磁力對於電鍍結晶構造之影響，3人
- ⑤雙晶銅奈米線電鍍結晶之電化學蝕刻技術，3人
- ⑥電磁彈射機制設計對飛行機翼擾流現象之影響，2人

(5)114.08~115.03 競賽風力能源亞洲聯賽（風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響），3人，共一件（3人）。

(6)114.08~115.04 國中市級科學展覽：農地土壤PLA微粒降解，共一件（2人）

⑦114.08~115.07高中職專題製作

- ①風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響，共一件（3人）

(8)114.08~114.12 高中競賽：生物科奧林匹亞競賽，共2人。

(9)114.08~115.05高中競賽：PIDA 思源STEM創意大賽，共一件（5人）。

(10)114.08~115.07 培訓：青少年科學人才培育計畫，共1人。

表一：114.08~115.06 『競賽活動』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人數
114.08~115.03	全國 高中 小論文	<u>腦部撞擊對行為之影響</u>	1人(高三1)
		<u>風之翼~不同葉片翼型隊風能轉換之影響</u>	2人(高三2)
		<u>雙管齊下~以主動性風扇因應突堤效應</u>	2人(高三2)
		<u>魚菜共生膠球螯合鐵釋放對水培植物生長提升</u>	2人(高三2)
		<u>低頻超音波對蘋果褐變之影響</u>	3人(高三3)
114.08~115.04	TASA論文	<u>以土壤黴菌降解PLA微粒</u>	1人(高三1)
		<u>月壤栽植之應用探討</u>	2人(高二2)
114.08~115.02	高中 國際科展	<u>雙管齊下-以主動性風扇因應突堤效應</u>	2人(高三2)
		<u>建構結構方程模型：以CAB理論建構性別對高中生對同性戀態度之織結構方程模型</u>	1人(高三1)
		<u>探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例</u>	1人(高二1)
		<u>探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例</u>	1人(高三1)
114.08~115.04	高中 分區科展	<u>建構結構方程模型：以CAB理論建構性別對高中生對同性戀態度之織結構方程模型</u>	1人(高二1)
		<u>主動風扇對於海浪漂沙軌跡探討</u>	2人(高二2)
		<u>磁力對於電鍍結晶構造之影響</u>	3人(高二3)
		<u>雙晶銅奈米線電鍍結晶之電化學蝕刻技術</u>	2人(高二2)
		<u>電磁彈射機制設計對飛行機翼擾流現象之影響</u>	2人(高二2)
114.08~115.04	國中市級 科學展覽	<u>農地土壤PLA微粒降解</u>	2人(國一2)
114.08~115.07	高中職專 題製作	<u>風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響</u>	
114.08~114.12	競賽	<u>生物科奧林匹亞競賽</u>	1人(高二1)
114.08~115.05	競賽	<u>PIDA 思源STEM創意大賽</u>	5人(高一5)
114.08~115.03	競賽	<u>風力能源亞洲聯賽</u>	3人(高一3)
114.08~115.07	培訓	<u>青少年科學人才培育計畫</u>	1人(高一1)

2. 實體課程：（114.08~115.06完成進度統計，如表二。）

(1)114.08~115.01 初階高一科學思辨與創意實作 I 多元課程，共18次（18小時）。

(2)115.02~115.06 初階高一科學思辨與創意實作II多元課程，共14次（14小時）

(3)115.02~115.06 進階高二科學思辨與創意實作III+IV多元課程，共14次（28小時）。

(4)114.09~115.01 歡樂科展社團上學期，共9次（18小時）。

(5)115.02~115.06 歡樂科展社團下學期，共7次（14小時）。

表二：114.08~115.06 『實體課程』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人數	完成次數
114.08~115.01	<u>歡樂科展社團</u> 上學期	<u>數據資料轉譯</u>	40人 (國、高中)	9次(18小時) (18/18=100%)
115.02~115.06	<u>歡樂科展社團</u> 下學期	<u>資訊決策建模</u>	40人 (國、高中)	7次(14小時) (14/18=78%)
114.08~115.01	初階高一 <u>科學思辨與創意實作 I</u> 多元課程	魚菜共生組 I 1. <u>魚菜共生</u> · 2. <u>虹吸鐘</u>	28人 (高一)	18次(18小時) (18/18=100%)
115.02~115.06	初階高一 <u>科學思辨與創意實作 II</u> 多元課程	魚菜共生組 II 1. <u>植物鑑識</u> · 2. <u>水耕栽培</u> · 3. <u>植物採集</u> · 4. <u>標本製作</u> · 5. <u>種子保存</u>	28人 (高一)	14次(18小時) (14/18=78%)
115.02~115.06	進階高二 <u>科學思辨與創意實作 III + IV</u> 多元課程	魚菜共生組 III 1. <u>穹頂溫室</u> · 2. <u>太陽能板</u> 魚菜共生組 IV 3. <u>生長燈</u> · 4. <u>溫室栽培</u>	28人 (高二)	14次(28小時) (28/36=78%)

3. 線上課程：（114.08~115.06完成進度統計，如表三。）

(1)114.08~115.06 線上科學書報：共30次（第176~105次，120小時）。

(2)114.08~115.01 探究素養課程線上授課上學期：

- ①5W2H法問卷設計，2次
- ②檢查清單數據整理，2次
- ③心智圖描述性統計，2次
- ④決策樹T檢定，2次，共8次(16小時)

(3)115.02~115.06 課程線上授課下學期：

- ①MECE原則卡方檢定，2次、
- ②SWOT問題解構，2次、
- ③六頂帽子法數據可視化，2次、
- ④親和圖\魚骨圖相關性分析，2次，共8次(16小時)

(4)114.08~115.06 主題特色課程：

- ①主題十：迷失概念單元教學課程線上化、
- ②主題十一：人文訪談踏查教學課程線上化、
- ③主題十二：戶外實察教學課程課程線上化。

表三：114.08~115.06 『線上課程』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人次	進度
114.08~115.06	線上科學書報	科學論文匯報與討論	20人 * 30次 = 600人次	30次(120小時) (120/40=100%)
114.08~115.01	探究素養課程線上授課上學期	5W2H法問卷設計. 2次 檢查清單數據整理 2次 人心智圖描述性統計2次 決策樹T檢定. 2次	20人 * 8次 = 160人次	8次(16小時) (8/8=100%)
115.02~115.06	探究素養課程線上授課下學期	MECE原則卡方檢定2次 SWOT問題解構 2次 六頂帽子數據可視化2次 親和魚骨圖相關分析2次	20人 * 8次 = 160人次	8次(16小時) (8/8=100%)
114.08~115.06	主題特色課程	主題十： <u>迷失概念單元教學課程線上化</u> 主題十一： <u>人文訪談踏查教學課程線上化</u> 主題十二： <u>戶外實察教學課程課程線上化</u>	40人 * 3次 = 120人次	3主題(3小時) (3/3=100%)

4. 線上自學：（114.08~114.01完成進度統計，如表四。）

(1)114.08~115.01 加深加廣線上化課程上學期：

- ① 《數據如何說話？五分鐘看懂科學家怎麼找真相》（1集）、
- ② 《數據在說話！什麼是「統計顯著性」？》（1集）、
- ③ 《十分鐘實戰t檢定：用Google Sheets比較兩種肥料效果》（1集）、
- ④ 《實驗數據記錄的黃金法則》（1集），共4集（約2.0小時）。

(2)115.02~115.06 加深加廣線上化課程下學期：

- ① 《如何從曲線中讀出故事？》（1集）、
- ② 《卡方檢定：破解性別與閱讀偏好的關聯性》（1集）、
- ③ 《成為數據偵探：綜合應用t檢定與卡方破解校園之謎》（1集）、
- ④ 切割原教學影片成定義技術超短片（5集），共8集（約2小時）。

(3)114.08~115.01 線上自學教材：

- ①加深：科學寫作（4單元）、
- ②加廣：行銷發表（4單元），共8單元。

(4)115.02~115.06 線上自學教材：

- ①探究：地科數據建模（8單元），共8單元。

表四：114.08~115.01 『線上課程』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人次	進度
114.08~115.01	<u>加深加廣線</u>	<u>數據如何說話</u>	1集	
	<u>上化</u>	<u>數據在說話：</u>	1集	20人 * 4次
	<u>課程</u>	<u>10分鐘實戰t檢定：</u>	1集	=80人次
	<u>上學期</u>	<u>記錄的黃金法則：</u>	1集	4集（2.0小時） (4/4=100%)
115.02~115.06	<u>加深加廣線</u>	<u>曲線中讀出故事.</u>	1集	
	<u>上化</u>	<u>卡方檢定</u>	1集	20人 * 8次
	<u>課程</u>	<u>數據偵探</u>	1集	=160人次
	<u>下學期</u>	<u>技術超短片.</u>	5集	8集（2.0小時）
114.08~115.01	<u>線上</u> <u>自學教材</u>	<u>加深~科學寫作：4單元</u> <u>加廣~行銷發表：4單元</u>	40人 * 8= 320人次	16單元 (8/16=50%)
115.02~115.06	<u>線上</u> <u>自學教材</u>	<u>探究~數據建模：8單元</u>	40人 * 8= 320人次	8單元

二.未來預定執行：115.07~分四部分呈現

1. 競賽活動：（115.07~ 預定進度統計，如表五。）

(1)115.07~115.10高中中小論文：

- ①探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例，1人
- ②主被動風扇對海洋漂砂沈積方位之改變，2人
- ③磁力對於電鍍結晶構造之影響，3人
- ④雙晶銅奈米線電鍍結晶之電化學蝕刻技術，3人
- ⑤電磁彈射機制設計對飛行機翼擾流現象之影響，2人，共5件(11人)。

(2)115.07~116.04 TASA小論文競賽：

- ①月壤栽植之應用探討，2人，共一件(2人)。

(3)115.07~116.02高中國際科展：

- ①探討以均變論作為演化輻射事件模型基礎以寒武紀大爆發為例，1人，共一件 (1人)。

(4)115.07~116.04高中第五分區科展：

- ①水黴菌魚體生長抑制探討，2人
- ②牛頓冷卻機制應用於冷卻晶片，2人
- ③探討光刻機鏡面曲度對效能提升之潛力，3人
- ④車用後視鏡光學探測，3人，共四件 (10人)

(5)115.07~116.03 競賽風力能源亞洲聯賽（風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響），3人，共一件 (3人)。

(6)115.07~116.04 國中市級科學展覽：農地土壤PLA微粒降解，共一件 (2人)

⑦115.07~116.07高中職專題製作

- ①風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響，共一件 (3人)

(8)115.07~116.03 競賽風力能源亞洲聯賽（風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響），3人，共一件 (3人)。

(9)115.07~116.04 國中市級科學展覽：農地土壤PLA微粒降解，共一件 (2人)

⑩115.07~116.07高中職專題製作

- ①風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響，共一件 (3人)

(11)115.07~115.12 高中競賽：生物科奧林匹亞競賽，共2人。

(12)115.07~116.07 培訓：青少年科學人才培育計畫，共1人。

(13)115.02~116.07 培訓：自然地球科學學科能力競賽，共6人。

表五：115.07~116.03 『競賽活動』預定進度統計表。

時間	項目	內容	參與人數
115.07~115.10	全國	探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例	1人(高三1)
		主動風扇對於海浪漂沙軌跡探討	2人(高二2)
	高中 小論文	磁力對於電鍍結晶構造之影響	3人(高二3)
		雙晶銅奈米線電鍍結晶之電化學蝕刻技術	2人(高二2)
		電磁彈射機制設計對飛行機翼擾流現象之影響	2人(高二2)
115.07~116.04	TASA 論文	月壤栽植之應用探討	2人(高二2)
115.07~116.02	高中 國際科展	探討以均變論作為演化輻射事件之模型基礎以寒武紀大爆發為例	1人(高二1)
115.07~116.04	高中 分區科展	水黴菌魚體生長抑制探討	2人(高一2)
		牛頓冷卻機制應用於冷卻晶片	2人(高一2)
		探討光刻機鏡面曲度對效能提升之潛力	3人(高一3)
		車用後視鏡光學探測	2人(高一2)
115.07~116.04	國中市級科學展覽	農地土壤PLA微粒降解	2人(國一2)
115.07~116.07	高中職專題製作	風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響	3人(高一3)
115.07~116.03	競賽	風力能源亞洲聯賽	3人(高一3)
115.07~116.07	培訓	青少年科學人才培育計畫	1人(高一1)
115.07~116.07	培訓	自然地球科學學科能力競賽	6人(高二6)

2. 實體課程：（115.06~115.06 預定進度統計，如表六。）

(1)115.06~115.06 初階高一科學思辨與創意實作II多元課程，共4次（4小時）。

(2)115.06~115.06 進階高二科學思辨與創意實作III+IV多元課程，共4次（8小時）。

(3)115.06~115.06 歡樂科展社團下學期，共2次（4小時）。

表六：115.06~115.06 『實體課程』預定完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人數	預定次數
115.06~115.06	初階高一科學思辨與創意實作II多元課程	魚菜共生組II 1.植物鑑識· 2.水耕栽培· 3.植物採集· 4.標本製作· 5.種子保存	28人 (高一)	4次(4小時)
115.06~115.06	進階高二科學思辨與創意實作III+IV多元課程	魚菜共生組III 1.穹頂溫室· 2.太陽能板 魚菜共生組IV 3.生長燈· 4.溫室栽培	28人 (高二)	4次(8小時)
115.02~115.06	歡樂科展社團下學期	資訊決策建模	40人 (國、高中)	2次(4小時)

3. 線上課程：（115.06~115.07 預定進度統計，如表七。）

(1)115.06~115.07 線上科學書報：共4次（12小時）。

表七：115.06~115.07 『線上課程』預定完成進度統計表。

時間	項目	內容	預估人次	預定次數
115.01~115.07	線上科學書報	科學論文匯報與討論	20人*15次 =300人次	4次(12小時)

4. 線上自學：（均已完成）

伍.預定完成進度：（114.08~115.07 計劃第二階段完結預定進度。）

一.量化成果：（114.08~115.07 預定進度統計，如表九。）

1. 學習端自主學習課程：持續製作與修正自主學習教學課程之教案與線上教學資源，即本計畫中之『線上自學』。

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

(1) 加深加廣線上課程：共18集（剪輯為約8小時，拍攝共40小時）。

(2) 線上自學教材：加廣教學，共20單元。

(3) 持續製作與修正『自主學習教學課程』之教案與線上教學資源。

(4) AI融入教學～『AI融入輔助學習線上課程』：應用Chat-GTP於教學單元：I.自主學習，II.差異化學習，III.歷程化，IV.提問力，V.合作衝突溝通術，VI.思辨論證能，共6單元。

(5) 素養課程～『人文科學創意思維設計方法』課程，強化科學思維融入部定課程。

■ 第四年（新增）：

(6) 新增拍攝加深加廣線上課程：共12集（剪輯為約8小時，拍攝共32小時），成就差異化教學。

(7) 新增製作線上自學教材：加廣教學，共16單元，擴大教學觸角與領域。

2. 教師成長資源建置：持續拍攝13項主題課程案例執行影片，成為教師成長資源，即本計畫中之『線上課程』。

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

(1) 『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』完成高階版線上課程

(2) 拍攝『特色課程～13主題教學線上課程』案例執行影片，再建置3主題，完成建置特色主題線上課程，成為教師成長資源。

■ 第四年（新增）：

(3) 持續第一、二年上述(1)及(2)項目如下：

(1) 新增『特色課程～數據科學與批判性思維課程4主題教案』，擴大特色主題線上課程，成為教師成長資源。

(4) 新增任務：

① 試行素養課程～『數據資料轉譯』課程。

② 試行探究課程～『資訊決策建模』課程。

③ 試行加深加廣課程～『統計橋樑』課程。

④ 系統性分析後修正整合各年度計畫執行內容融入內容與完成次序架構。

(3) 師生專題製作課程：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

(1) 解構13項課程，轉化成單元學習課程，成為專題製作線上教與學應用單元，即計畫中之『線上課程+競賽活動』。

(2) 科學思辨論證與動手做創意I~VI課程8個單元線上化，並建置課程線上教學評量。

■ 第四年（新增）：

(3) 『線上課程』：

- ① 持續『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』再完成高階版線上課程共10單元建置，（細目請參考附件四～表三、表四、表五，第一部分高階版）。
- ② 素養課程～『SDGs主題融入教學』～『綠色經濟X永續轉型』：試行四單元。
- ③ 試行課程～『數據資料轉譯』課程

(4) 『競賽活動』：

- ① 線上科學書報：共30次（60小時，實際132小時）。
- ② 探究素養課程線上授課：共12次（24小時）。
- ③ 全國高中小論文：共13件（21人）。
- ④ 高中國際科學展覽：共3件（5人）。
- ⑤ 高中分區科學展覽：共10件（22人）。
- ⑥ 國中獨立研究：共1件（2人）。
- ⑦ 國中市級科學展覽：共1件（2人）
- ⑧ 高中生物科奧林匹亞競賽：共1人。
- ⑨ 風力能源亞洲聯賽競賽：共1件（3人）
- ⑩ PIDA 思源STEM創意大賽：共1件（5人）

4. 開設實體多元課程：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

(1)開設實體多元課程：開設高一～高二的三門：『初階、進階科學思辨與創意實作』多元課程。

- ①初階高一科學思辨與創意實作 I 多元課程：共18次（18小時）。
- ②初階高一科學思辨與創意實作 II 多元課程：共18次（18小時）。
- ③進階高二科學思辨與創意實作 III + IV 多元課程：共18次(36小時)。

(2)歡樂科展社團：共18次，（36小時）

■ 第四年（新增）：

(3)延續第一、二年開設高一～高二的三門：『初階、進階科學思辨與創意實作』多元課程，（詳細課程內容請見附件一，表一、表二）。

(4)歡樂科展社團：增加2次，共18次，（36小時）。

(5)新增試行任務：《數據科學與批判性思維課程發展計畫》

①試行素養課程～『數據資料轉譯』課程。

A. 《地科數據建模教案》

B. 《一杯溫奶茶數據課程》

②試行強化課程～『資訊決策建模』課程

A. 《米蟲行為探究與裝置設計》

B. 《統計橋梁課程》

表九：預定完成進度（114.08~115.07 計劃第二階段=第四年完結預定進度）度。）

項目	項目	內容	預估人次	預定 單元、件數
學習端 自主學習 課程	線上自學 授課影片	<u>加深加廣</u> 線上課程	20人 * 12次 =240人次	12集 (剪輯4小時，拍攝20小時)
	<u>線上自學</u> 教材	加深自學教材	40人 * 16= 640人次	16單元
教師成長 資源建置	主題 <u>特色課程</u>	主題10、11、12 線上化	40人 * 3次= 120人次	3主題 (6小時)
師生專題 製作課程	線上課程	<u>線上科學書報</u>	20人 * 30次 =600人次	30次 (60小時)
		<u>探究素養課程</u> 線上授課	20人 * 16次 =320人次	16次 (32小時)
		<u>全國高中小論文</u>	21人	13件
	競賽活動	<u>高中國際科學展覽</u>	5人	3件
		<u>高中分區科學展覽</u>	22人	10件
		<u>國中市級科學展覽</u>	2人	1件
		<u>國中獨立研究</u>	2人	1件
		<u>高中生物科</u> <u>奧林匹亞競賽</u>	1人	1件
		<u>風力能源亞洲聯賽</u>	3人	1件
		<u>PIDA 思源STEM創</u> <u>意大賽</u>	5人	1件
實體課程 之線上 多元課程 拍攝	開設 高中實體 多元課程	<u>初階高一科學思辨</u> <u>與創意實作 I 課程</u>	28人*18次 =504人次	18次 (18小時)
		<u>初階高一科學思辨</u> <u>與創意實作 II 課程</u>	28人*18次 =504人次	18次 (18小時)
	開設 <u>歡樂科展</u> 社團	<u>進階高三科學思辨</u> <u>與創意實作V+VI</u> 課程	28人*18次 =504人次	18次 (36小時)
		『 <u>數據資料轉譯</u> 』 『 <u>資訊決策建模</u> 』 課程	40人 * 16次 =640人次 (國、高中)	16次 (32小時)

二.質化成果：

■ 延續第一、二、三年（持續進行）

- ① 教師利用解構、製作、協作更務實發覺學習者需求，提升探索素養的教學的能力與內化。
- ② 學習端則實質藉由課程的線上話具有更多面向的學習方向選擇，更能依其性向與自主時間規劃學習，提升專題製作能力。
- ③ 師生藉由AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)的特性應用於教與學：
 - I. 以AI技術融入教學備課、產出差異化教學素材、輔助教學與建置該課程教學評量。
 - II. 設計課程使AI成為學習者的輔助工具，掌握AI使用的正確方法以駕馭AI成就學習目標。
- ④ 執行系統性整合課程，將各年度計畫執行內容融入內容與次序架構圖，如圖六：
 - I. 第二年計畫課程～『科學史與思維融入』課程～引導學習背景與動機。
 - II. 第二年計畫課程～『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』課程～引導運用科技收集資料，辯證資料信度。
 - III. 第二年計畫課程～STEAM與PBL分組教學『初階、進階、高階科學思辨與創意實作』課程～引導學習分組互動探討問題論點分析凝聚解決策略。
 - IV. 第三年計畫課程～『人文科學創意思維設計方法』課程～引導學習端以各類創意設計方法實作反覆練習將問題解決設計流程內化成素養。
 - V. 第三年計畫課程～台灣『綠色經濟X永續轉型』課程，～引導學習端以融入情境社角色扮演嘗試解決問題。
 - VI. 第一年計畫課程～『學術倫理寫作與技巧』課程，搭配『線上自主學習』課程、『線上科學書報』課程，培養學習端針對單一問題論點聚焦與掌握資源深入自主學習能力。
 - VII. 第一年計畫課程～實作課程『科展與小論文社團』及『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』，培養不同屬性學習端針對特定主題發揮創意實踐能力。

■ 第四年（新增）：

- ⑤ 回應 113學年社群回饋指出系統性整合課程落差
 - I. 痛點：
 - A. 課程教學成果僅停留『描述統計』
 - B. 學習端成果缺乏『因果推論、遷移能力』
 - II. 回應：（詳細說明可參酌本文『陸、建議與討論』部分說明）
 - A. 新增『數據科學與批判性思維課程發展計畫』，涵蓋『數據資料轉譯』與『資訊決策建模』兩課程教案設計，回應系統性整合課程落差，補足「描述→推論→決策轉化」能力斷層。
 - (a) 融入推論統計、模型擬合、誤差與模型診斷
 - (b) 採跨情境應用（自然、生活、社會議題）
 - (c) 延伸決策或策略輸出（防災、保溫設計、糧食安全）
 - B. 「數據資料轉譯」模組和「資訊決策建模」模組設計對應教案，如表十：

表十：數據資料轉譯與資訊決策建模課程設計對應表

教案	適合模組	梯層建置	知識『遷移轉化』生活連結：社會情境與在地實踐
地科數據建模	決策建模	初階	地震預警與風險評估→公共安全與防災
一杯溫奶茶	資料轉譯+建模	進階	保溫效率與能源使用→生活消費與工程
米蟲探究	資料轉譯+決策建模	高階	糧食害蟲與糧食安全→永續與生活科技
統計橋樑	數據統計建模強化	銜接	應用於各階段銜接與差異化教教學

C. 配套系統：

- (a) 遷移轉化：為強化其知識『遷移轉化』結合「雙案例對照」跨領域自然、社會案例實施，達成「知識『遷移轉化』生活連結」。
- (b) 架構呼應：針對實施學習成果、對應評量與課綱架構面向，建置PBL流程、學習單、評量指標，呼應教學需求與目標。
- (c) 實施流程：更對此課程進行系統分析，設計出兩大實施流程策略，『翻轉程序流程』與『嵌入配套流程』，並比對其適用場域，供教學參考。
- (d) 模組重組：將課程『單元活動模組化』與『教學資源包（教材與影片）』可靈活重組，以利教學現場實施與調整，減少教師教學實施時間、準備、資源等限制，也利於重組建構『差異化是性教材』。

D. 未來性（明年度）：試行後即可移轉至線上教案→成為『特色線上課程』模組化混成式教學資源。

陸.建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

■ 第四年（聚焦於培養數據建模），原第一、二、三年附於其後以利閱讀連貫性（附件十～十一：第一～三年建議與討論）。

一.檢討省思：檢討現行困境：（社群研討）

1. 針對113年度議題討論具體指出困境：

- 83%學生研究僅使用描述統計（平均數、長條圖）
- 進階推論統計使用率僅9%
- 僅21%學生能將探究成果轉用於真實議題

顯示學生具觀察與資料呈現能力，但在資料轉譯、模型推論、情境遷移、決策實踐方面仍有落差。

因此，第四年計畫聚焦建立「科學探究→統計建模→決策應用」能力鏈，補足教學斷層，強化AI時代所需之數據批判素養，與108課綱核心素養 A3、C1對應。提出《數據科學與批判性思維課程發展計畫》，規劃新增素養模組課程～「數據資料轉譯」課程和探究模組課程～「資訊決策建模」對應教案與配套「統計橋樑」課程試行。

2. 數據科學與批判性思維課程發展計畫

(1)核心框架：

- ①DSPBL (Data Science Problem-Based Learning)
- ②雙空間搜尋模型 (Klahr & Dunbar, 1988)
- ③「科學思維→統計方法→決策應用」三段式轉化
- ④鏡像案例設計，支持跨情境遷移

(2)教案設計：強調的 DSPBL (Data Science PBL) 架構，藉系統思考「科學思維（問題形成）→統計方法（模型）→決策應用（策略）」核心轉化鏈兼具科技資訊應用 Python、統計工具與視覺化應用。規劃出「數據資料轉譯」模組和「資訊決策建模」模組對應教案，如表十。

表十：數據資料轉譯與資訊決策建模課程設計對應表

教案	適合模組	梯層建置	知識『遷移轉化』生活連結：社會情境與在地實踐
地科數據建模	決策建模	初階	地震預警與風險評估→公共安全與防災
一杯溫奶茶	資料轉譯+建模	進階	保溫效率與能源使用→生活消費與工程
米蟲探究	資料轉譯+決策建模	高階	糧食害蟲與糧食安全→永續與生活科技
統計橋樑	數據統計建模強化	銜接	應用於各階段銜接與差異化教教學

(3)正式建置三門實體化特色課程及「統計橋樑」配套課程簡述如下：

①《地科數據建模：地震預警與半衰期推估》

- I. 設計：以地震與放射性定年為案例，引導學生從數據讀取、模型計算到風險決策
- II. 目標：明確包含「震央定位→災害風險建議」情境→完整呈現「由觀察→模型→決策」鏈
- III. 操作：透過PBL模擬決策中心，進行震央定位→災害風險排序→完成模型診斷報告、小組決策簡報

②《一杯溫奶茶數據課程：生活科學與數據敘事課程》

- I. 設計：從生活問題→設計實驗→統計建模→保溫策略建議
- II. 目標：使用牛頓冷卻模型、Excel分析→明確符合統計建模與應用性決策
- III. 操作：生活化探究→牛頓冷卻→統計迴歸→保溫策略建議→產出可視化儀表板與物理—統計整合報告

③《米蟲行為探究與防治工程設計之統計驗證》

- I. 目標：行為收集→回歸與因果模型→防治裝置工程決策→展現跨域資料驅動決策能力
- II. 操作：行為資料收集→因果建模→擷取關鍵變項→工程優化→完成設計提案、效益推估與統計驗證

(4)新課程教案特色：

①設計上回應困境，補上「描述→推論→決策轉化」能力斷層，如：

- I. 融入推論統計、模型擬合、誤差與模型診斷
- II. 採跨情境應用（自然、生活、社會議題）
- III. 延伸決策或策略輸出（防災、保溫設計、糧食安全）

②學習成果呼應目標且對應評量與課綱架構，如：

- I. 可視化儀表板：數據視覺化與敘事任務
- II. 決策模擬簡報：PBL成果簡報與決策建議
- III. 模型診斷報告：誤差、模型限制與反思區塊

③設計未來性（明年度），可移轉至線上教案→『特色線上課程』模組化混成式教學，如：

- I. 三份教案已建置單元活動模組化架構
- II. 三份教案已設計PBL流程、學習單、評量

二.教學省思與成果：（社群協作心得）

（一）初次試行課程教學省思：

■ 第一部分：執行教師反思

執行教師一的反思：教案分析前的教學執行困境之個人視角

作為長期擔任自然科學課程的教師，我親歷了114學年度課程執行初期的種種挑戰。回顧執行階段，最深刻的困境在於學生數據素養的斷層問題。根據113學年度社群回饋顯示83%的學生僅使用描述統計，而推論統計應用率低至9%，這直接反映在我的課堂上：學生能熟練繪制長條圖或計算平均數，但一旦要求他們用t檢驗或卡方檢驗驗證假設，便陷入迷茫。我曾嘗試在「溫奶茶」課程中引導學生分析冷卻數據，但實驗數據常因溫度計誤差或記錄不精確而失去價值，導致後續統計教學淪為形式。這種斷層不僅浪費了課堂時間，更讓學生對數據建模產生抵觸，認為統計是「額外負擔」而非「解決問題的工具」。

針對課程架構的線性設計，現場觀察從「溫奶茶」到「米蟲」的過度假設學生已精熟科學流程，但現實中，學生需同時處理實驗設計、數據收集和統計分析，認知負荷超載。因此我常看到學生在「米蟲」專案中為養蟲問題焦頭爛額，卻無暇深入理解推論統計的核心意義。此外，時間安排上，各科目課程銜接不順暢，致使技能衰減嚴重，這使我不不得不在每個模塊重新復習基礎，反而壓縮了高階思維的培養空間。這種困境暴露了課程設計過於理想化，未能貼合教學現場的混沌現實。

總之，教學執行像一場「疲於奔命的救火」，我和同事常感嘆：若不能先破解統計工具的門檻，再華麗的PBL設計也只是空中樓閣。這份反思讓我意識到，改革須從根源切入，而非在表象上修修補補。

■ 第二部分：社群協作反思

社群的反思：教學執行困境之科任教師協作視角

我們科任教師團隊（含自然、資訊、社會科）在114學年度期初的協作會議上，多次聚焦於課程整合的斷點問題。關於學生能力落差——如僅21%學生能將探究成果用於真實議題——正是我們團隊觀察到的核心困境。在陸續的執行跨科會議中，我們發現「地震科學」與「溫奶茶」課程雖強調探究，但統計工具的教學卻零散分布在不同科目，導致學生難以建立連貫的數據思維。例如，社會科教師希望引入卡方檢驗分析社區數據，卻因學生未在自然科中熟練操作而作罷。這種脫節不僅浪費了跨域潛能，更讓「鏡像案例」設計流於口號。

從社群設計團隊視角看，課程架構的線性思維是最大瓶頸。「斷點」在實際協作中尤為明顯：如地科課程在九月進行，而「米蟲」專案延至十一月，期間學生統計技能嚴重衰減。我們團隊曾嘗試通過共備會議強化銜接，但教師負擔過重（需兼學科專家、數據分析師角色），加上技術門檻（如Python或3D建模工具）的不平等，使得協作效率低下。更根本的是，課程設計以「內容完成」為導向，而非「能力建構」，導致我們在執行中常陷入「趕進度」的焦慮，而非專注學生素養的深化。

因此團隊反思認為，困境源於頂層設計的「單向度思維」，未能預留彈性空間。我們期待教案分析後的改善，能通過模塊化重構，將協作從「形式會議」提升為「能力共建」，讓統計素養成為跨科基石。

第三部分：階段的問題發現

在教案分析前，教學執行暴露出多項結構性困境，主要集中在三方面：課程設計、學生能力斷層及資源協調。

1. 學生數據素養嚴重斷層：113學年度回饋顯示83%學生僅使用描述統計（如平均數和長條圖），推論統計應用率低至9%，導致學生無法將探究成果轉化為決策實踐。對應執行教師提到，學生在「溫奶茶」課程中因實驗數據誤差而放棄統計分析，反映工具使用與探究目標脫節。
2. 課程架構線性化，存在關鍵斷點：原始設計採用循序漸進的線性思維，但現實中學生認知負荷超載。對應協作社群強調，從「溫奶茶」到「米蟲」的過渡要求精熟科學流程，但數據質量不穩定使推論統計引入失效。分析課程架構中的三個斷點，如技能衰減和跨科銜接不暢。
3. 教師負擔過重與技術門檻高：教師需兼任學科專家、數據分析師角色，而Python、3D建模等工具加劇執行難度。故易因資源取得不易或不均導致效率低下，課程以「內容完成」為導向，而非能力建構。
4. 時間安排與技能衰減：各科目課程時程不銜接，學生在前一模塊所學技能在後續應用中難以遷移。教師A觀察到，技能衰減導致每個模塊需重新復習，壓縮高階思維培養。

總結此階段問題根源在於課程設計理想化，忽視教學現場現實，導致執行疲於奔命，對此協作社群進行整體教案分析。

(二) 課程教案分析：

■ 第一部分：協作社群教案分析

1. 針對地震科學、溫奶茶、米蟲防治三份教案與計畫特定目標的對照與符合度分析，如表十一與圖七：三個教案與計畫目標的符合程度分析表與雷達圖。

表十一：地震科學、溫奶茶、米蟲防治三份教案與計畫特定目標的對照與符合度分析表

符應項目	PBL項目式學習	數據建模思維	科學探究流程	差異化教學與多元評量
地震教案	明確（地震預警中心模擬）	極強（放射性定年、走時曲線、三角定位）	完整（假設、數據收集、模型驗證、反思）	有（基礎/進階任務、多元評量規準）
溫奶茶	明確（生活科學探究專題）	強（牛頓冷卻定律模型）	非常完整（四階段探究循環）	非常詳盡（三層級設計、詳細評量體系）
米蟲探究	明確（防治裝置設計）	強（實驗數據分析、因果建模）	非常完整（七階段STEAM循環）	非常詳盡（分層任務、標準化評分規程）
整體教案	極高，均以真實問題為驅動，學生需扮演專家角色完成任務。	極高。均強調「數據→模型→預測/決策」的完整流程，與計畫「方法論橋梁」理念一致。	極高。均系統化培養科學思維，文檔2和3的流程圖尤其清晰。	高。文檔2和3的設計尤為突出，完全符合計畫對差異化支持和精準評量的要求。

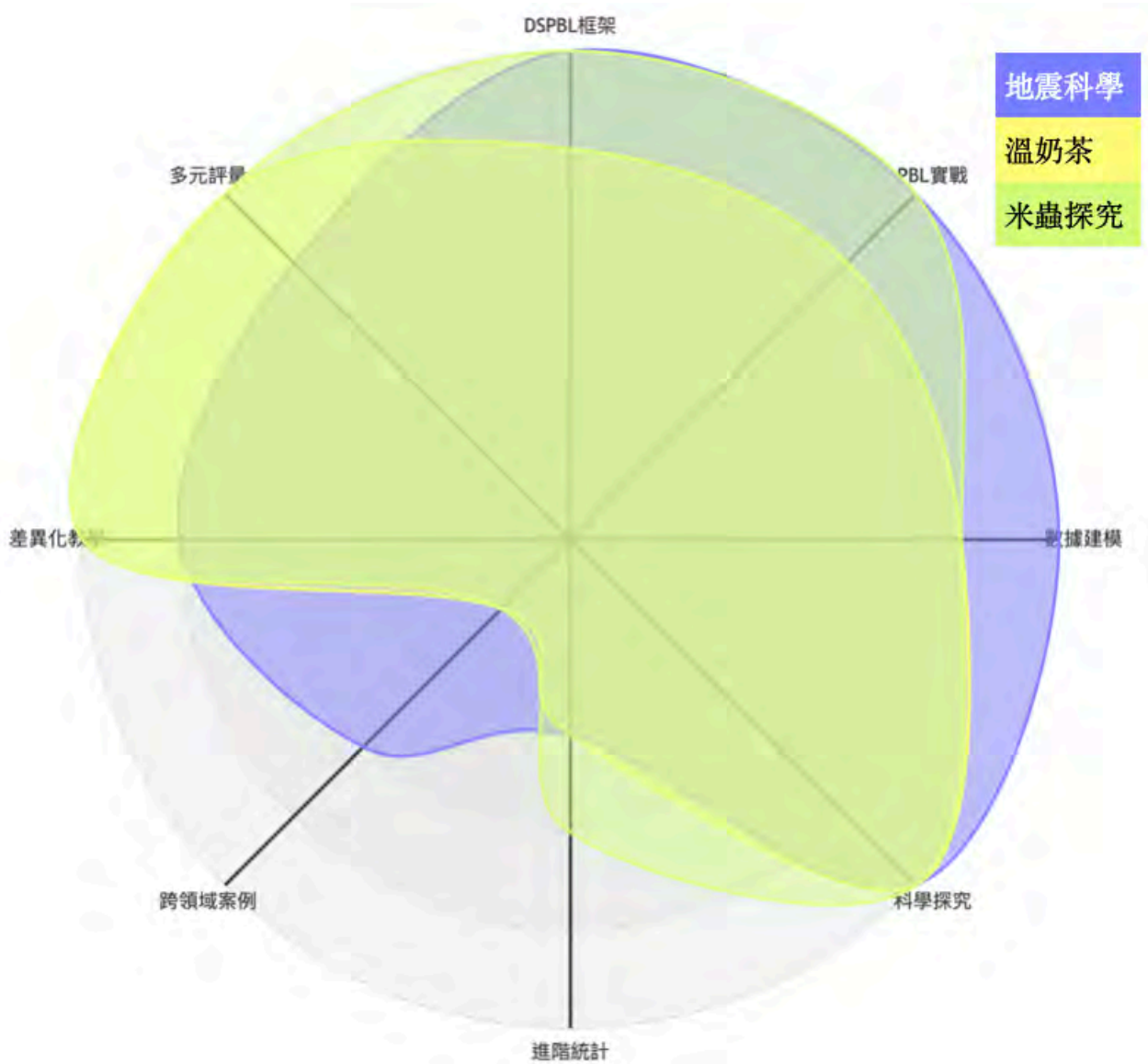
① 優點保留：

- 符合「成果導向」和「社會實踐」～均要求學生產出基於數據和模型的決策方案或實物原型，如：
 - ➡ 產出具體決策方案（如儀表板、優化方案）
 - ➡ 產出為風險評估報告和應急建議。
 - ➡ 產出為科學報告、保溫設計方案。
 - ➡ 產出為防治裝置原型、設計圖、科學報告。
- PBL流程的範例：已落實如何將一個大問題拆解成數週的學習任務。

② 計畫系統性培養「進階推論統計」能力存在差距：

- 對「進階推論統計」能力（T檢定、卡方、回歸）提及「誤差分析」，但未明確要求學生操作統計檢定。即統計工具的深度與教案對進階統計方法的應用停留在「提及」或「可選」層面，欠缺計畫要求將其作為核心能力進行系統性培養，如：
 - ➡ 提及t檢定、回歸分析（ R^2 ），並提供Python代碼，但屬進階挑戰，非核心要求。
 - ➡ 提及t檢定、方差分析，並鼓勵使用AI輔助分析，但未深入教學。
- 三者都提到了進階統計概念，但均未將其作為所有學生必須掌握的核心教學目標。

- ③ 跨領域鏡像設計「雙案例對照」→教案均為單一學科主題，缺乏計畫所強調的自然科學與社會科學案例的鏡像設計精神。
- 設計「自然」與「社會」鏡像案例：計畫要求每個單元都有自然科與社會科的對照案例，以強化遷移能力。三份教案均為單一領域的深入探究，未體現此「鏡像設計」。
 - ➡ 主題為地球科學，附帶防災教育，有輕度跨領域。主題為生活物理，未涉及社會人文案例的鏡像對照。
 - ➡ 主題為農業生物防治，未涉及社會人文案例的鏡像對照。
- ④ 需強化建立「跨教案共通指標量表」→ 對應 SS-CCI L1-L4
- ⑤ 數位化成果樣板→ PowerBI、Google Data Studio 儀表板



圖七：三個教案與計畫目標的符合程度分析雷達圖

2. 拆解課程架構分析底層困境：

(1) 原始課程架構為「循序漸進線性思維課程體系」如圖二，假設學生的學習是像爬樓梯一樣，一階一階穩定上升。但現實的教學現場，這套體系極有可能數個斷點繞學習端發生學習困難。

(2) 困境斷點分析：如圖所示，分析架構存在幾個三個「斷點」

① 斷點一（最關鍵）：從「溫奶茶」到「米蟲」的過渡須精熟才有意義。

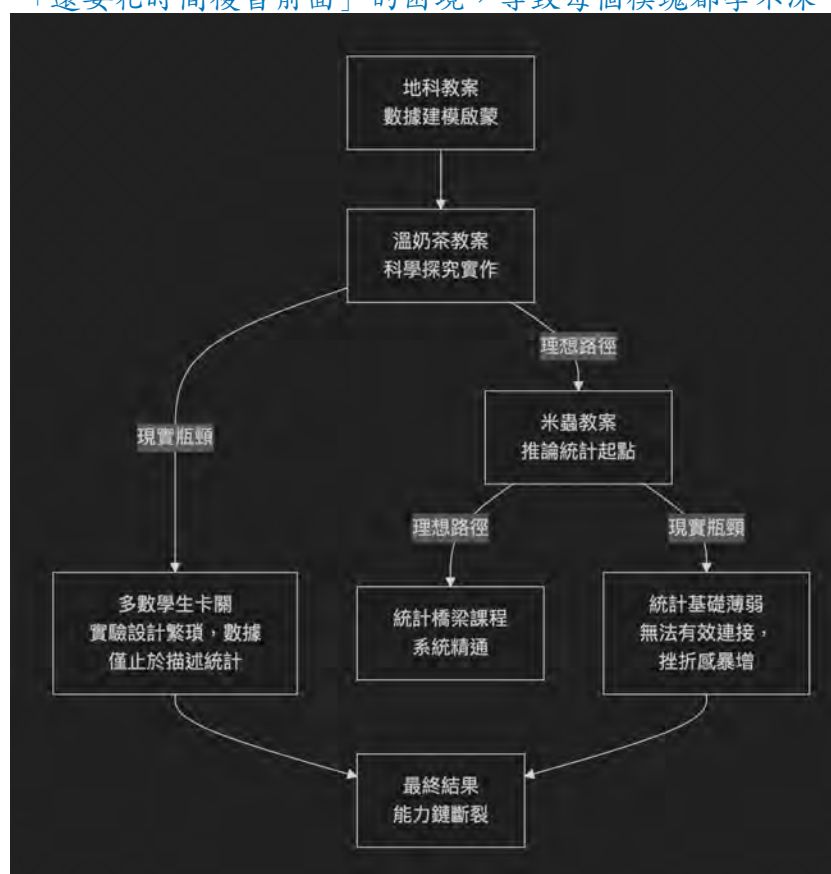
- 理想設計：學生在溫奶茶課程熟悉科學流程，後在米蟲課程自然過渡推論統計。
- 現實實行：溫奶茶課程的成敗，高度依賴於實驗設計與數據收集的「精確度」。只一個環節出錯（例如溫度計不準、時間控制不當），得到的數據就無法呈現明顯趨勢。當數據本身品質不佳時，即根本「不需要」也用「不上」t檢定，因為用看的就知道沒差異。這會讓後續引入推論統計變得極其尷尬且多餘。致使學生只覺「實驗很難做」，而非「統計很有用」。

② 斷點二：「米蟲教案」作為「推論統計起點」的門檻可能過高。

- 教案本身是一個完整的PBL專案。要求學生循序扮演昆蟲學家、工程師、數據分析師。但當學生在為「如何設計一個不讓米蟲跑掉的陷阱」、「如何養米蟲」問題長思時，「推論統計」對他們而言，可能淪為強加的額外「任務」，並非因需求而主動尋求「解決問題的工具」。這將引發認知負荷嚴重超載，導致最核心的統計學習目標反而被邊緣化。

③ 斷點三：架構忽略時間造成的「技能衰減」與「遷移困難」。

- 假設協同的地科課在九月，溫奶茶在十一月，米蟲在隔年三月。學生在每個模塊之間，數據技能會大量衰減，難以無縫接軌。每個模塊的老師都會陷入「還要花時間複習前面」的困境，導致每個模塊都學不深、學不精。



圖八：拆解課程架構分析底層困境

第二部分：教案分析的教師反思：

教案分析的教師反思：以教案分析後的教學改善設計之創新實踐視角

作為資訊教師，我積極參與了教案分析後的改善設計，尤其聚焦於如何用低門檻工具破解統計斷層。協作社群會議提出的「嵌入式統計先修站」理念讓我耳目一新——它不再將推論統計視為高階附加內容，而是PBL任務的核心武器。例如，在「溫奶茶」課程中，我嘗試插入1節「數據可視化工具教學」，讓學生先用Google Sheets練習繪製散點圖，再分析學生自己的冷卻數據。結果令人驚喜：學生從「抱著數據發呆」轉變為主動解讀趨勢，甚至自發討論 R^2 值的意義。這種改善直擊課程目標所述「描述→推論→決策」的斷層，讓工具學習與探究動機無縫綁定。

改善設計中的「鏡像案例庫」也激發了社群團隊的創新實踐。開發了「自然-社會」對照模塊：在教t檢驗時，先讓學生比較肥料效果（自然科學），再分析圖書館借閱數據（社會科學）。藉此法將可強化遷移能力，而我在執行時確實觀察到學生開始提問：「同樣的檢驗邏輯，為何在不同領域解讀方式不同？」這種批判性思維的萌芽，正是改善設計的價值所在。不過，我也發現挑戰：鏡像案例需更精細與更豐富的數據配套，而教師時間有限，若缺乏現成資源庫，設計易流於表面。

此次改善設計讓我從「技術傳授者」轉型為「思維引導者」。我深信，通過工具降維（如以CODAP替代Python）和模塊嵌入，數據素養能真正落地，但需持續迭代，避免新設計淪為另一套僵化流程。

第三部分：教案分析的協作社群反思：

教案分析的協作社群反思：教案分析後的教學改善設計之教研團隊協作視角

此次協作社群團隊在分析教案後，將改善重點放在「課程體系重構」上，意在破解線性架構的固有問題。團隊提出的「模組化靈活組合」策略，為團隊共識：我們不再強求所有班級完成完整PBL鏈，而是設計極簡版、精華版等選項，讓教師依時間壓力彈性實施。例如，針對統計斷層，團隊開發了「統計橋梁課程」模組，通過短影片（如《統計，原來如此！》系列）提供差異化支持。這種做法不僅減輕教師備課負擔，更讓學生按需學習，呼應了中「時間經濟學」的邏輯。

團隊協作中，改善設計還強調「跨科鏡像案例」的落實。我們以「米蟲」教案為藍本，與社會科教師配套設計「糧食安全與經濟損失」案例，讓學生在用卡方檢驗驗證防治效果後，進一步探討社會議題。社群提出的投資回報分析更啓示團隊：前期嵌入工具教學看似耗時，實則後期節省大量糾錯時間。故團隊通過共備會議，統一制定「填空式報告模板」和「關卡檢查點」，確保學生在分析數據時步調一致。然而也發現需改善的新瓶頸：部分教師對新技術工具（如Google Sheets外掛）適應慢，需更多實操培訓。

團隊共識，改善設計是向「學生中心」轉型的關鍵一步，但成功需依賴系統支持，如建立區域資源共享庫，讓協作從理念轉化為可持續實踐。

第四部分：教案改善說明：為使課程完全符合計畫目標，進行以下整合與改編：

1. 強化統計教學模組：

(1) 困境：教案中確實「提到」了t檢定、回歸分析，但僅止於「提及」。把最困難的部分（如何教會高中生理解「p值」、「顯著性」、「R²」的意義，並正確解讀）一筆帶過，預設學生能自然上手。這完全低估了教學難度。對於統計斷層的學生，這些內容會直接變成天書。教案的設計是「讓優秀的學生展現能力」，而非「引導普通的學生跨越斷層」。

- ① 未能對症下藥：核心問題是「統計斷層」，但教案的核心是「科學探究流程」。用「複雜的探究流程」包裝了「膚淺的統計教學」。學生可能熱熱鬧鬧地做完實驗，但對背後的統計思想依然一知半解。
- ② 性價比太低：投入巨大的時間精力，可能只讓前段5%的學生有飛躍成長，而多數學生仍在雲裡霧裡，無法達成「補強斷層」的核心目標。

(2) 改善：在沿用這些教案的探究框架的同時，獨立開發或嵌入一個「統計工具包」模組。並明確在數據分析階段前，先要求所有學生學習並能應用T檢定、卡方檢定或簡單線性回歸來驗證其假設，如以『溫奶茶』中的Excel代碼為基礎，進行系統性教學。

- ① 聚焦核心目標：更直接、更聚焦「讓學生學會用推論統計說故事」，設計一個為期3-4節課的「統計，說個真實的故事」橋梁課程模組。具體請參照本文後附錄一。
 - 範例：「用t檢定破解生活謠言」：收集「聽莫札特音樂 vs. 聽白噪音」兩組學生的專注力測驗數據，直接教如何用Excel或簡單的線上工具跑出t檢定結果，並教如何解讀p值，做出結論。
- ② 針對「統計深度嚴重不足」關鍵斷層，最有效的補強工具就是精心設計的線上教學影片～「統計核心概念補強」線上教學短片系列。可以讓學生按照自己的步調學習，也能讓教師在課堂上騰出更多時間進行實作指導。具體請參照本文後附錄二。

2. 「跨領域」流於形式：

(1) 困境：教案中的「跨領域」多是點綴，例如在科學報告裡加入「生活應用」的段落。與計畫中要求的「鏡像設計」（用同一套統計方法，同時分析一個自然科學案例和一個社會科學案例）有本質區別。後者需要極強的課程統整能力，而這些教案並未示範如何做到。

(2) 改善：

- ① 初步～創建鏡像案例庫：為每個科學主題配套一個社會人文主題。例如：
 - 在進行「地震風險建模」後，可讓學生分析「社區防災韌性」的社會數據。
 - 在完成「溫奶茶保溫探究」後，可引入「都市熱島效應與節能政策」的案例。
 - 在「米蟲防治設計」後，可探討「糧食安全與經濟損失」的議題。
- ② 進階～直接建立「鏡像案例資料庫」以分別開發：具體請參照本文後附錄一。
 - 自然科學案例包：如用t檢定分析兩種肥料對植物生長的效果。
 - 社會科學案例包：用卡方檢定分析「性別是否與圖書館借書類型有關」。讓學生用同一套統計工具，分別完成兩個領域的小專案，這樣才能真正體會方法的遷移。

3. 資源要與現實落差：

(1) 困境：

- ① 時間：每份教案都需6-12節課，還要學生課前課後投入大量時間。在正常的教學進度壓力下，不可能完整實施。
- ② 師資：教案預設教師同時是學科專家、數據分析師、程式教練、專案管理師。這對多數教師是巨大負擔。
- ③ 設備與技術：Python、Tinkercad、3D列印、感測器...這些並非每所學校的標準配備。教案寫得愈詳細，愈凸顯其「不可複製性」妨礙推廣。

(2) 改善：

- ① 活動設計的靈感庫：裡面的單元活動（如KWL圖、科學繪圖、決策矩陣、SCAMPER）設計模組化，可以抽取這些「教學零件」重新組裝靈活應用。
- ② 利用現有資源：教案中豐富的評量規準（尤其是『評量規準參考』，教師可直接修改使用）、學習單、教學指引（尤其是溫奶茶和米蟲防治的附件）資源的完備，均可直接應用於課程實施，節省大量準備時間。**具體請參照本文後附錄四～二**
- ③ 善用現成、低門檻的工具：轉移Python，優先採用Google Sheets的外掛（如XLMiner Analysis Toolpak）或像CODAP（Common Online Data Analysis Platform）專為教育設計的免費工具。降低技術門檻，學生和老師更能專注在統計思維，而非程式語法。**具體請參照本文後附錄三、四～一**

4. 課程體系架構重建：

(1) 困境：原線性架構是「以學科內容為中心」的思維，希望學生體驗完整的科學歷程，但忽略學生的時間與認知有限的困境，必須用最直接、最有效的方式，先讓他們獲得「成功使用推論統計」的核心體驗。

(2) 改善：

① 比對修正方案一與二分析如下：

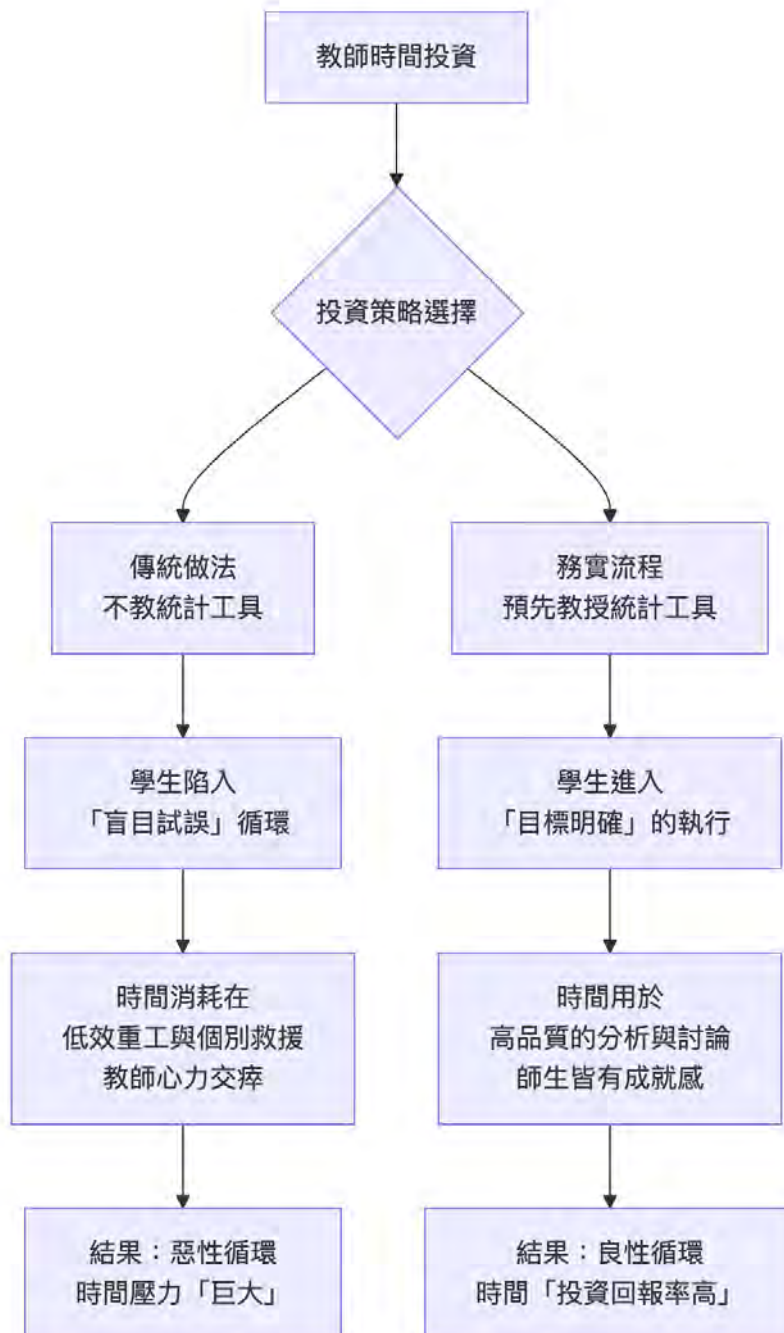
- 針對課程架構修正與配套～模組化與靈活性組合應用，教學設計中最現實的痛點，單純地「插入」新環節，會使時間壓力更大，為求「務實流程」的核心精神，不是「做更多」，而是「更聰明地做」，達到目標從根本上減輕師生長期的時間與心力負擔，針對「時間經濟學」探討，表面上任務變多，時間壓力變大，如：
 - ➡ 原本：進行PBL專案（如溫奶茶實驗）。
 - ➡ 現在：進行PBL專案 + 插入統計先修站 + 進行鏡像實戰。
- 實際上改變「時間投資」的品質與回報，關鍵在於，把時間從「低效的掙扎」轉移到了「高效的學習」上。如下圖九時間投資的回報變化：
 - ➡ 兩種路徑的對比極其明顯：

路徑一：不教統計工具（現行常見困境，時間黑洞）

- 學生端：拿到數據後陷入迷茫，不斷試錯，或等待老師救援。這個過程可能消耗1-2節課，且充滿挫折感。
- 教師端：必須不斷重複解答個別學生的相同技術問題（「老師，圖怎麼畫？」「這個數據怎麼算？」），充當救火隊，無法進行高層次引導。
- 結果：師生都累，且學習深度不足。

路徑二：預先投資1節課學習工具（務實流程）

- 學生端：工具熟練，拿到數據後能在1節課內就完成分析，並將剩餘時間用於更高層次的「解讀數據意義」和「反思實驗設計」。
- 教師端：從技術支援的雜務中解放，可以巡視各組，進行「為什麼p值會是這樣？」「這代表你的實驗設計有什麼啟示？」這類的對話。
- 結果：前期投資1節課，後續節省2-3節課的混亂時間，並大幅提升學習成效。



圖九：修正方案投資的回報變化

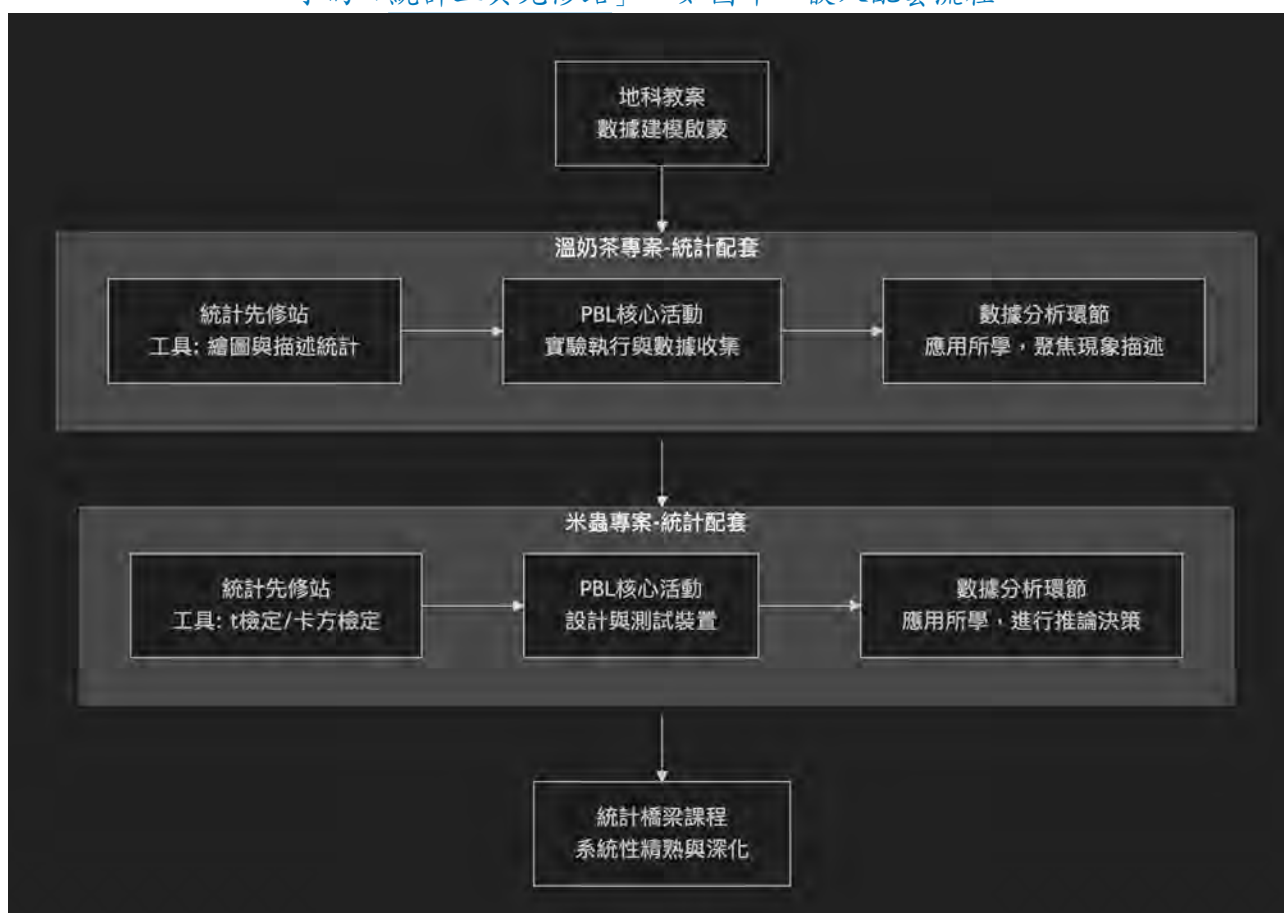
- 具體的「省時」策略與實施案例
 - ➡ 標準化與自動化：
 - 省時做法：提供「填空式報告模板」。學生不再需要思考報告格式，只需專注於填上統計結果和科學結論。這能將報告撰寫時間從1節課縮短至20分鐘。
 - 對比：讓學生自由發揮，每組產出格式各異的報告，光是最後整理分享就耗費大量時間。
 - ➡ 降低錯誤率與重複工作：
 - 省時做法：在「統計先修站」就統一教會工具，大幅減少後續因操作錯誤而產生的數據報廢、分析錯誤等需要重來的狀況。
 - 對比：各組用各種奇怪的方法嘗試分析，最後得出錯誤結論，需要額外課堂時間修正。
 - ➡ 模組化設計，便於取捨：
 - 流程設計是模組化的。如果時間真的非常緊迫，可以彈性調整：如
 1. 極簡版：只做「米蟲教案」+「統計先修站2（推論統計）」。因為這已能最精準地讓學生體驗到「用統計做決策」的核心價值。
 2. 精華版：完成「溫奶茶」和「米蟲」兩個PBL及其對應的統計先修站，這已能構成完整的學習循環。
 3. 完整版：在時間允許下，再加入地科啟蒙與橋梁課程，實現能力遷移。
- 結論：這套設計思維是多花1-2節課『教統計工具』。但也正因此，致使在進行PBL分析的速度與品質才會提升，而避免了因為學生的困境導致的無盡掙扎與時間浪費。故符合設計上的初衷～為「減輕」PBL教學中學生卡關、進度落後、教師疲於奔命的「時間壓力與焦慮感」，轉而換取一種從容、高效且富有成就感的課堂節奏，達成「務實」以「前期有計畫的少量時間投資」，換取了「後期大量的時間節省與教學品質的提升」。故以修正方案二：嵌入配套流程為前提進行修正，但仍將修正方案一：翻轉程序流程模板與課程保留呈現於後，以便後續調整靈活調度重組使用於差異化補強教學。

② 修正方案一：翻轉程序流程～具體請參照本文後附錄六

- 理念：以「以學生能力為中心」的思維「核心突破」策略，節省學生的時間並針對學生認知有限，用最直接、最有效的方式，先攻下最重要的「成功使用推論統計」的核心體驗，需要「統計橋梁課程」。
- 做法：
 - ➡ 重新定位：將「統計橋梁課程」從最後階段的「多元選修」提升為「數據素養核心必修課」。讓它成為所有學生必須通過的關卡，目標極度單一：熟練掌握t檢定與卡方檢定的操作與解讀。
 - ➡ 化整為零：將地科、溫奶茶、米蟲教案中的優質情境和數據，抽離出來，變成橋梁課程中的「案例資料包」，如下：
 - 地科案例包：提供現成的S-P波時間差與距離數據，讓學生練習用t檢定判斷「兩種不同震源深度的S-P波時間差是否有顯著差異」。
 - 溫奶茶案例包：提供精心設計的、趨勢明顯的降溫數據，讓學生分析「瓷杯與塑料杯的保溫效果是否有顯著差異」。
 - 米蟲案例包：提供標準化的陷阱捕獲數據，讓學生驗證「A陷阱與B陷阱的捕獲率是否有顯著差異」。
 - ➡ 翻轉使用：將原有專案融入學習統計倒轉成數據建模為主幹融入探究與課堂教案，去分析各種現成的、有代表性的真實數據，如此可確保數據質量，極大降低了無關變因的干擾，讓學生能聚焦於統計思維本身
- 程序：先讓學生用兩週時間，透過優質的案例資料包，成為會使用t檢定和卡方檢定的「數據能手」，建立能力和信心，去面對溫奶茶實驗中的變溫，或米蟲陷阱裡的不確定性。

③ 修正方案二：嵌入配套流程～具體請參照附件五

- 理念：但在現實教育現場，既有課程架構的調整需要時間與策略。故在不拋棄原有課程，轉化設計「嵌入式」的務實配套流程，讓新舊元素無縫接軌，讓學生在既有架構下獲得最扎實的統計基礎，如此尊重原有課程的進程，也強化了其中的統計學習環節。
- 特色：雙贏策略讓PBL成為統計思維發揮「應用知識、培養素養」的練習場，而非初學者的挫折地，不會因為基礎工具的不熟練，淪為少數學生的舞台。
- 作法：「嵌入式」統計橋梁配套流程總覽
 - ➡ 核心原則：在每個PBL專案（溫奶茶、米蟲）的「前期」，嵌入一個短小的「統計工具先修站」，如圖十：嵌入配套流程



圖十：嵌入配套流程

- 執行細則如下：

配套一：PBL專案1「溫奶茶」的統計配套

1. 目標：讓學生在進行複雜的冷卻實驗前，先熟練「數據可視化」與「描述統計」工具。
2. 實施時機：在「實驗設計」完成後、「正式進行實驗」前的1-2節課。
3. 「統計先修站」活動設計（約1.5節課）：
 1. 工具練習（0.5節課）：提供一份預先準備「假」溫奶茶降溫數據。
 - ➡ 帶領學生用Google Sheets：
 - ① 繪製帶有趨勢線的散點圖。
 - ② 使用=AVERAGE、=STDEV 公式計算每5分鐘平均溫度與標準差。
 2. 解讀特訓（0.5節課）：帶領學生解讀圖表：「趨勢線的斜率代表什麼？」「標準差大說明瞭數據有什麼特性？」
 3. 實戰連結（0.5節課）：「接下來我們自己實驗得到的數據，就會用同樣的方法來分析。請各組在實驗時，務必準確記錄，因為我們已經學會如何分析它了！」
 4. 成效：學生後續在分析自己實驗數據時，不再卡在技術操作，能專注解讀「自己的」數據意義，大幅提升PBL成就感。這正好補強了「僅止於描述統計」的缺口。

配套二：PBL專案2「米蟲」的統計配套

1. 目標：讓學生在驗證裝置效果之前，學會使用「推論統計」工具（t檢定/卡方檢定）來做決策。
2. 實施時機：在「裝置原型製作」完成後、「進行效果測試」前的1-2節課。
3. 「統計先修站」活動設計（約1.5節課）：
 - (1) 情境導入（0.2節課）：「我們要怎麼知道新設計的陷阱，是不是『真的』比舊的好？不能靠感覺，需要一個科學的判斷工具。」
 - (2) 工具教學（0.8節課）：使用預先準備好的A/B陷阱對照數據，帶領學生一步步操作Google Sheets的「t檢定」工具（或卡方檢定），並熟練「p值口訣」。
 - (3) 任務連結（0.5節課）：「接下來你們測試自己的裝置時，請記錄好A陷阱和B陷阱的捕獲數據。測試結束後，你們的終極任務就是跑一次t檢定，用p值來證明你的設計是否成功！」
- (4) 成效：將推論統計從「額外的學習負擔」轉變為「完成PBL任務的關鍵武器」。學生有極強的動機學會它，因為它直接關係到專案的成敗評價。

配套三：「統計橋梁課程」的角色定位

1. 在PBL後再開設如多元選修，角色可從「從零教起」轉為「系統精熟」與「補救教學」。
2. 對於已跟上的學生：課程提供更複雜的案例（如多元回歸、變異數分析），讓他們深入探索。
3. 對於跟不上的學生：課程提供第二次系統性學習的機會，透過結構化的影片與練習，填補PBL中沒學紮實的缺口。。

➡ 優勢：

- 最小變動，最大效益：不更動原PBL課程大綱，僅在關鍵點插入1-2節課的「統計先修站」，解決統計工具卡關的問題。
- 學習動機最大化：學生在「馬上就要用到」的迫切感下學習工具，動機最強，學習效果最好。工具與專案緊密綁定，學了就用，不易忘記。
- 減輕教師負擔：教師在PBL過程中最困擾的「學生卡在數據分析」情況會大幅減少。學生具備基礎能力後，教師能更專注於引導高層次的思考。

(三) 課程改善試行反思：

第一部分：教案改善後執行教師的反思

試行改善教案的執行教師反思：改善設計調整後的教學執行之務實實施視角

作為第一線實施教師，我在改善設計調整後，最直觀的感受是課堂節奏從「混亂」轉向「從容」。改善後的「嵌入式配套流程」讓我能精準操作：在「米蟲」專案前，我先用1節課教學生t檢驗，並套用預設的A/B陷阱數據練習。結果，學生測試自家裝置時，不再茫然於「如何分析」，而是專注「p值是否顯著」。這種務實調整直擊原始困境——統計工具從「額外任務」變為「決策依據」，學生甚至主動追問：「老師，若p值大於0.05，代表我的設計失敗嗎？」這種探究深度的提升，印證「投資回報」的邏輯。

調整後的資源優化也大幅降低執行門檻。我以Google Sheets完全替代Python，並引用CODAP讓學生拖放數據探索離群值，以聚焦統計思維學習。實行中確實看到學生更願嘗試錯誤、反思數據限制。例如，在「溫奶茶」課程中，一名學生發現冷卻曲線R²值偏低後，自發檢查溫度計校准問題，而非像過去直接放棄。這種轉變源於改善設計對「即時反饋」的強化——我通過角色輪換制（如設「數據檢查員」）和簡單評量尺規，快速診斷學習缺口，避免時間浪費。

調整後的課程確實更貼近「務實化」，但我也提醒自己：避免過度「標準化」可能扼殺創意。下一步，建議計劃引入AI工具（如ChatGPT）作為「統計助教」，讓差異化學習端都能找到成長路徑。

第二部分：教案改善後協作社群的反思

教案改善後協作社群的反思：改善設計調整後的永續發展之團隊視角

團隊從宏觀視角評估改善設計調整後的成效，重點關注課程的可持續性與推廣性。結論指出，年度KPI達成率已提升至60%，且建立了「可複製模式」，這是通過「務實的4周攻克推論統計」課程，80%學生能獨立完成t檢驗分析，呼應目標。調整後的體系將統計學習從「選修環節」提升為「核心素養」，我們未來更可通過建立線上平台（如教材QR code庫）和區域教師社群，讓資源跨校共享，降低實施成本。

調整中的「模組化設計」尤具價值。團隊以圖七的雷達圖為鑒，針對教案在「推論統計」和「跨領域鏡象」的弱項，未來陸續開發自然與社會科學案例包，並導入AI助教提供即時反饋。就如在「統計橋梁課程」中，學生用同一工具分析地震數據與社區防災，產生強化遷移能力一般。然而，團隊也發現挑戰：部分教師仍慣用傳統講授法，需通過建置「失敗實驗博物館」等機制激勵創新。團隊的角色因而轉向支持者——提供資源建置、技術培訓，讓教師能專注教學本質。

最終團隊認為，改善調整是課程永續的起點，但需持續監控迭代。建議明年度強化「鏡象案例數據庫」，並將成功模式擴散實現數據素養普及願景。

附錄一：「統計，說個真實的故事」橋梁課程模組~成果改善方法1（針對遷移化與應用）：

- 一. 課程核心目標：讓學生能獨立完成一個完整的推論統計分析，並用證據支持自己的結論。
- 二. 課程時間：3個主題模組，每個模組約3-4節課。
- 三. 設計邏輯：先教會工具（t檢定），再讓學生應用工具於不同領域（自然科學 vs. 社會科學）實戰資源包施作，體會方法的遷移。
- 四. 課程目標：直接面對教學現場的「數據素養斷層」困境，用最短時間，強化學生掌握「提出假設 → 執行檢定 → 解讀p值 → 做出結論」的完整邏輯。落實教會學生「用推論統計說一個有說服力的故事」，並藉實作讓一個統計零基礎的學生，在20分鐘內，靠自己成功完成一次t檢定或卡方檢定，並能說出p值是否小於0.05。
- 五. 課程特色與優勢
 1. 極致聚焦：目標明確，就是學會「假設檢定」這個核心概念。
 2. 低技術門檻：使用絕大多數學校都有的Google Sheets或Excel，無需編程。
 3. 鏡像設計，強化遷移：透過自然科學與社會科學的對照，讓學生透徹理解「工具是共通的」。
 4. 真實情境，高動機：從破解生活謠言出發，讓統計學變得有用、有趣。
 5. 可快速實施與評量：課程節奏快，成果具體（一份數據分析報告），易於評估學生是否達成核心目標。
- 六. 課程內容：資源包包含兩個並行的「鏡像案例」，使用完全免費工具，讓學生在3-4節課內就能掌握從假設到結論的完整統計實戰。

模組一：工具教學篇 - 破解生活謠言（使用 t 檢定）

1. 主題：「莫札特效應」是真的嗎？用 t 檢定來揭穿迷思！
 - (1) 驅動問題：聽莫札特音樂，真的比聽白噪音更能提升專注力嗎？
 - (2) 課堂流程（共3-4節課）：
 - ① 第1節：提出假設與數據收集
 - 情境導入：播放一段關於「莫札特效應」的短片，引發學生好奇與質疑。
 - 建立假設：
 - ➡ 虛無假設(H0): 聽莫札特音樂的組別與聽白噪音的組別，其專注力測驗平均分數「沒有顯著差異」。
 - ➡ 對立假設(H1): 聽莫札特音樂的組別，其專注力測驗平均分數「顯著高於」聽白噪音的組別。
 - 數據收集實作：
 - ➡ 將全班隨機分為兩組（A組聽莫札特，B組聽白噪音）。
 - ➡ 進行一個簡單的專注力測驗（例如：限時1分鐘的找字遊戲，計算正確數）。
 - ➡ 立即將數據輸入預先建好的Google Sheets表格，全班即時看到數據匯總。
 - ② 第2節：操作檢定與解讀p值
 - 工具教學：在Google Sheets中安裝「XLMiner Analysis ToolPak」外掛。
 - 步驟教學：
 - ➡ 點選「資料」>「資料分析」。
 - ➡ 選擇「t檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數相等」。
 - ➡ 輸入變數範圍（A組數據、B組數據）。
 - ➡ 設定 α 值（顯著水準）為0.05。
 - ➡ 按下「確定」，跑出報表。

- 解讀報表（教學核心）：
 - ➡ 直接聚焦「 $P(T \leq t)$ 單尾」這個數字。
 - ➡ 口語化教學：「這個p值，代表『虛無假設成立』的可能性有多低。如果p值很小（小於0.05），我們就有足夠證據拒絕虛無假設，接受對立假設。」
 - ➡ 決策規則：如果 p 值 < 0.05 ，表示效果「顯著」。
- ③ 第3節：說一個數據故事
 - 結論陳述：引導學生根據p值，寫出統計結論。
 - ➡ 範例（若p值為0.03）：「獨立樣本t檢定結果顯示，聽莫札特音樂組的專注力分數（ $M=XX, SD=XX$ ）顯著高於聽白噪音組（ $M=XX, SD=XX$ ）， $t(df) = XX, p = .03$ 。因此，我們拒絕虛無假設，支持『莫札特效應』在此情境下成立的假設。」
 - 反思與限制：
 - ➡ 引導學生討論：這個實驗有什麼限制？（樣本數小、測驗工具簡單、其他乾擾因素）
 - ➡ 重點：讓學生理解「統計顯著」不等於「效果巨大」，更不等於「因果關係絕對成立」。

模組二：自然科學應用篇（鏡像案例：使用 t 檢定）

2. 主題：「超級肥料」真的超級嗎？比較兩種肥料對綠豆苗生長的影響。
 - (1) 驅動問題：使用品牌A肥料 vs. 品牌B肥料（或實驗組 vs. 對照組），綠豆苗的平均高度有顯著差異嗎？
 - (2) 實作方式：
 - ① 數據來源：可實際種植（需較長時間），或由教師提供預先準備好的假數據。
 - ② 任務：學生重複模組一所學的流程：
 - 建立統計假設。
 - 將綠豆苗高度數據輸入Google Sheets。
 - 執行t檢定，獲取p值。
 - 根據p值，寫出關於肥料效果的數據故事。
 - ③ 學習重點：讓學生發現，同樣的t檢定工具，可以從「分析人類行為」無縫轉移到「分析植物生長」。這就是方法的遷移。

模組三：社會科學應用篇（鏡像案例：介紹卡方檢定）

3. 主題：性別與書籍偏好有關嗎？用卡方檢定分析圖書館借閱數據。
 - (1) 驅動問題：不同性別的學生，在「文學類」 vs. 「科普類」書籍的借閱比例上是否有顯著差異？
 - (2) 實作方式：
 - ① 數據來源：可使用學校圖書館的脫敏化借閱數據，或教師提供的模擬數據。
 - ② 新工具教學：介紹卡方獨立性檢定，用於分析兩個「類別變數」的關聯性。
 - 假設：
 - ➡ H_0 : 性別與書籍偏好「無關」。
 - ➡ H_1 : 性別與書籍偏好「有關」。
 - ③ 在Google Sheets中操作：
 - 建立一個2x2的列聯表（男/女 x 文學/科普）。
 - 使用公式 =CHISQ.TEST(實際觀察值的範圍, 理論期望值的範圍) 直接計算p值。

- ④ 解讀：同樣看p值是否小於0.05，來判斷性別與書籍偏好是否「顯著相關」。
- ⑤ 學習重點：
 - 學會區分何時使用t檢定（比較「平均數」），何時使用卡方檢定（分析「類別」關聯性）。
 - 再次體驗將統計工具應用於社會人文情境。

七. 「數據會說話」統計橋梁課程實戰資源包

1. 目標：讓學生透過一個自然科學案例和一個社會科學案例模組資源包，掌握「t檢定」與「卡方檢定」這兩項最實用的推論統計工具，並理解其跨領域應用。
 - (1) 根治統計深度不足：每部教學影片直指一個統計工具的核心概念與操作。實戰任務卡讓學生「親手算一遍」，真正理解p值的意義。
 - (2) 落實真正的「跨領域」鏡像：兩個案例並行，讓學生清晰看到：同一個「假設檢定」邏輯，可以應用於完全不同的領域。自然科學比「平均數」，社會科學看「關聯性」，工具不同，但底層的科學思維一致。
 - (3) 資源要求極低：轉移Python、Tinkercad等複雜工具，僅需全校都有的Google Workspace/微軟Office。教師無需具備高深程式能力，只需預先觀看教學影片即可引導課程，課程節奏緊湊，可在短期內完成，提高成功率。
2. 操作：資源包就是一座堅固的「橋梁」，能直接將學生從「只會算平均數」的此岸，渡到「會用推論統計驗證想法」的彼岸。可先小規模試行「自然科學案例包」，根據學生反饋微調後，再推行「社會科學案例包」。
3. 工具：Google Sheets（輔以內建外掛「XLMiner Analysis ToolPak」）
4. 實戰資源包

模組一：自然科學案例包（使用 t 檢定）

- (1) 主題：肥料效果大比拼：數據怎麼說？範例包：肥料效果大比拼：數據怎麼說？

- ① 教學影片主題（課前預習/課中播放，約10-15分鐘）

- 片名：《十分鐘搞懂t檢定：用Google Sheets驗證你的科學猜想》
- 大綱：
 - ➡ 情境導入：兩種肥料，哪個更有效？不能靠感覺，要靠數據。
 - ➡ 核心概念：什麼是「平均數的差異」？什麼是「顯著性」？用生活例子說明「 $p < 0.05$ 」的意義。
 - ➡ 工具預覽：快速展示如何在Google Sheets中安裝並啟動「XLMiner Analysis ToolPak」。
 - ➡ 成果預覽：展示完成分析後會得到的報表和結論。

- ② 實戰任務卡（學生用）驅動問題：「品牌A肥料」真的比「品牌B肥料」更能促進綠豆苗生長嗎？

- 任務：扮演農業科學家，分析實驗數據，給出有數據支持的結論。
- 數據：（教師可提供真實種植數據或標準化範例數據）

組別	綠豆苗1高度(cm)	綠豆苗2高度(cm)	...	綠豆苗10高度(cm)
A肥料組	15.2	16.5		14.8
B肥料組	14.1	13.7		15.0

- 操作步驟：
 - ➡ 建立假設：
 - 虛無假設(H0)：A肥料組與B肥料組的綠豆苗平均高度「沒有顯著差異」。
 - 對立假設(H1)：A肥料組的綠豆苗平均高度「顯著高於」B肥料組。
 - ➡ 執行t檢定：
 - 在Google Sheets中，點擊「外掛程式」>「XLMiner Analysis ToolPak」>「Start」。
 - 選擇「t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances」。
 - 輸入變數1範圍（A組數據）、變數2範圍（B組數據）。
 - ➡ 點擊「OK」，結果將輸出在新的工作表中。
- 解讀結果：在報表中找到「P(T<=t) one-tail」（單尾p值）。
 - ➡ 如果p值<0.05，表示差異顯著，拒絕虛無假設，支持A肥料較好的猜想。
 - ➡ 如果p值>=0.05，表示差異不顯著，無法拒絕虛無假設，無法證明A肥料較好。
- 成果產出（填空式報告模板）：
 - ➡ 「獨立樣本t檢定結果顯示，A肥料組的綠豆苗平均高度（M=___，SD=___）與B肥料組（M=___，SD=___）___（存在/不存在）顯著差異，t(___)=___，p=___。因此，我們___（拒絕/無法拒絕）虛無假設。本次分析結果___（支持/不支持）『A肥料效果優於B肥料』的猜想。」

模組二：社會科學案例包（使用卡方檢定）

(2) 主題：性別與閱讀偏好有關聯嗎？

① 教學影片主題（課前預習/課中播放，約10-15分鐘）

- 片名：《卡方檢定很簡單：用Google Sheets發現數據間的關聯性》
- 大綱：
 - ➡ 情境導入：男生一定愛看科幻，女生一定愛看文學？這是刻板印象還是事實？
 - ➡ 核心概念：什麼是「類別資料」？什麼是「相關不等於因果」？
 - ➡ 工具預覽：展示如何用Google Sheets的公式`=CHISQ.TEST`進行卡方檢定。
 - ➡ 成果預覽：展示如何解讀p值來判斷兩個類別變數是否有關聯。

② 實戰任務卡（學生用）

- 驅動問題：學生的「性別」與其「最喜歡的圖書類型」之間是否有顯著關聯？
- 你的任務：扮演數據分析師，分析學校圖書館的借閱數據，驗證常見的刻板印象。
- 數據：（以列聯表形式提供）

	文學類	科普類	總和
男生	15人	35人	50人
女生	30人	20人	50人
總和	45人	55人	100人

③ 操作步驟：

- 建立假設：
 - ➡ 虛無假設 (H0)：性別與圖書偏好「無關」。
 - ➡ 對立假設 (H1)：性別與圖書偏好「有關」。
- 執行卡方檢定：
 - ➡ 在Google Sheets中，於空白儲存格輸入公式：`=CHISQ.TEST(實際觀察值範圍, 理論期望值範圍)`。
 - ➡ 實際觀察值範圍：選取上面4個格子的數據 (15, 35, 30, 20)。
 - ➡ 理論期望值範圍：需要先計算 (可教學生公式，或由教師提供)。
 - ➡ 按下Enter，得到p值。
- 解讀結果：
 - ➡ 如果 p值 < 0.05，表示關聯顯著，拒絕虛無假設，支持性別與偏好有關的猜想。
 - ➡ 如果 p值 >= 0.05，表示關聯不顯著，無法拒絕虛無假設，無法證明兩者有關。
- 成果產出 (填空式報告模板)：「卡方獨立性檢定結果顯示，性別與最喜歡的圖書類型之間____ (存在/不存在) 顯著關聯， χ^2 (____) = ____，p = ____。因此，我們____ (拒絕/無法拒絕) 虛無假設。本次分析結果____ (支持/不支持) 性別與閱讀偏好有關的刻板印象。」

附錄二：「統計核心概念補強」線上教學短片系列～成果改善方法2-1線上化(針對補強與差異化、即時化)：

- 一. 系列名稱：《統計，原來如此！》- 十分鐘看懂推論統計
- 二. 對象：對推論統計感到陌生的高中學生
- 三. 特色：每部影片約10-15分鐘，聚焦單一核心概念，結合生活化比喻、視覺化動畫與立即性實作，目標是消除對統計的恐懼。
- 四. 目標：統計橋梁課程線上教學短片系列影片將直接支援前述的「統計，說個真實的故事」橋梁課程。能精準對應填補「統計深度」的缺口，將抽象的統計概念轉化為學生可理解、可操作的技能，從根本上支援橋梁課程成功實施。
- 五. 操作：影片的整合運用
 1. 翻轉教室：要求學生在課前觀看指定影片，並完成一個簡單的線上測驗（如Google表單），確保理解基本概念。課堂時間就能專注於小組討論、數據實作和問題解決。
 2. 課中輔助：在課堂實作環節，將影片連結提供給學生。跟不上進度的學生可以隨時暫停、回放，按照自己的節奏學習，教師則能去指導更需要幫助的學生。
 3. 課後複習：學生撰寫報告或複習，可反復觀看，鞏固統計工具操作流程與概念解讀。
- 六. 具體規劃內容：

1. 短片一：基礎觀念篇~1

(1) 《數據如何說話？五分鐘看懂科學家怎麼找真相》

(2) 長度：約5-6分鐘

(3) 影片大綱：

① 開場錨點（1分鐘）：

- 畫面：動畫呈現地震發生，地動山搖，人們手機收到國家級警報。
- 畫外音：「地震了！但震央到底在哪裡？我們不可能站在地震當下去找。科學家是怎麼在事後，只用幾個測站收到的數據，就精準畫出震央位置的呢？關鍵就在於『數據建模』的思維！」

② 核心概念：數據與模型的關係（2分鐘）：

- 視覺化：用「偵探辦案」比喻。
 - ➔ 數據（線索）：展示三個地震測站記錄到的S波與P波的到達時間差（例如：台北站10秒、台中站5秒、高雄站15秒）。這些是客觀的「線索」。
 - ➔ 模型（辦案公式）：介紹一個簡單的「辦案公式」：距離 = 波速 × 時間差。動畫演示，知道時間差，就能算出震央離測站有多遠。
 - ➔ 目標：科學家的目標，就是利用已知的「線索」（數據）和「辦案公式」（模型），來反推未知的「真相」（震央位置）。

③ 重要的思維：從已知反推未知（2分鐘）：

- 動畫演示：
 - ➔ 步驟一：地圖上出現台北測站。畫外音：「台北站測得S-P差10秒，根據公式，震央就在距離台北站80公里的某個地方。」地圖上以台北站為圓心，出現一個半透明的圓圈。
 - 步驟二：同理，在地圖上加入台中站、高雄站，並畫出各自的圓圈。
 - 步驟三：三個圓圈交會出一個重疊區域。畫外音：「看！三個圓圈交會的這個區域，就是震央最可能的位置！我們雖然不在現場，但透過數據和模型，我們『看』到了真相。」
 - ➔ 思維總結：「這個過程就是『數據建模』。我們用觀測到的數據（S-P時差），套用一個科學模型（波速公式），來反推一個我們無法直接測量的答案（震央）。」
- 總結與預告（1分鐘）：
 - ➔ 快速回顧：「所以，數據不會自己說話，是透過『模型』這個翻譯官，我們才能聽懂數據要告訴我們的真相。」
 - ➔ 預告下一集：「下一次，我們要來看一個更神奇的數據翻譯，叫做『統計顯著性』，它專門幫我們判斷，兩個東西的差異是『真的』，還是只是『運氣好』！」

2. 短片二：基礎概念篇～2

(1) 片名：《數據在說話！什麼是「統計顯著性」？》

(2) 長度：約12分鐘

(3) 影片大綱：

① 開場錨點（1分鐘）：用一個生活問題引發共鳴。

- 畫外音：「隔壁班這次月考平均贏我們班3分，這代表他們班真的比我們厲害嗎？還是只是運氣好？統計學的『顯著性』，就是幫我們回答這個問題的科學方法！」

② 核心概念：虛無假設 vs. 對立假設（3分鐘）：

- 視覺化：用法庭審判比喻。

➡ 虛無假設(H0)：「被告無罪」（預設的立場，除非有強力證據，否則不輕易推翻）。例如：「兩班成績沒有真實差異，觀察到的3分差距只是抽樣誤差。」

➡ 對立假設(H1)：「被告有罪」（我們想證明的研究猜想）。例如：「兩班成績有真實差異。」

- 目標：統計檢定的目的，就是看證據是否足夠「拒絕虛無假設」。

③ 重要的指標：p值的終極比喻（4分鐘）：

- 比喻：p值就像是「虛無假設為真」的尷尬指數。

• 「p值代表的是，如果虛無假設是對的（也就是兩班實力其實一樣），那麼我們純粹因為運氣差而觀察到這麼大（或更大）差距的機率是多少。」

- 視覺化：用常態分佈圖顯示「極端結果」的機率就是p值。

- 決策門檻（ α 值，例如0.05）：

➡ 如果尷尬指數很低（ $p < .05$ ），低到我們覺得「這也太尷尬了，不太可能是運氣吧！」，我們就拒絕虛無假設。

➡ 如果尷尬指數沒那麼低（ $p \geq .05$ ），我們就無法拒絕虛無假設（但並非證明它為真）。

④ 總結與預告（1分鐘）：

- 快速回顧H0, H1, p值的關係。

• 預告下一集：「理解了這些觀念，下一集我們就要實際用Google Sheets來跑一個神奇的t檢定，親手算出p值！」

3. 短片三：自然科學工具篇

(1) 片名：《十分鐘實戰t檢定：用Google Sheets比較兩種肥料效果》

(2) 長度：約15分鐘

(3) 影片類型：實作錄屏，學生可同步操作。

(4) 影片大綱：

① 情境回顧（1分鐘）：快速複習「肥料比較」案例與假設。

② 工具介紹（1分鐘）：介紹Google Sheets的「XLMiner Analysis ToolPak」外掛，並快速展示如何安裝。

③ 逐步實作（10分鐘）：

• 步驟1：開啟範例數據（A肥料組 vs. B肥料組的綠豆苗高度）。

• 步驟2：點選「外掛程式」>「XLMiner」>「Data Analysis」。

• 步驟3：選擇「t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances」。

• 步驟4：清晰說明如何選取「Variable 1 Range」（A組數據）和「Variable 2 Range」（B組數據）。

• 步驟5：點擊OK，帶出結果報表。

④ 解讀報表（3分鐘）：這是影片核心！

• 引導學生報表中找到「t Stat」、「df」（自由度）、「P(T<=t) one-tail」。

• 聚焦p值：「看！這就是我們上一集學的p值！現在我們來做判斷：我們的p值（例如：0.03）小於0.05嗎？是的！所以我們可以下什麼結論？」

• 口語化結論：「因為 $p < 0.05$ ，我們拒絕虛無假設。數據顯示，A肥料和B肥料對綠豆苗的生長效果有『統計顯著』的差異！」

⑤ 常見錯誤提醒（1分鐘）：提醒學生注意是「單尾」還是「雙尾」檢定，並簡要說明何時該用哪一種。

4. 短片四：自然科學科學工具篇～實踐篇

(1) 片名：《實驗數據記錄的黃金法則》

(2) 長度：約10分鐘

(3) 影片大綱：

① 開場錨點 (1分鐘)：

- 情境劇：兩位同學在爭執。A同學說：「我的奶茶10分鐘降了10度！」B同學反駁：「不可能！我的只降了5度，你肯定記錯了！」兩人找不到原始記錄。
- 畫外音：「糟糕，沒有可靠的數據記錄，再有趣的發現也會變成一筆糊塗帳。怎樣才能讓我們的數據自己會說話，而且句句屬實？關鍵就在於遵守『數據記錄的黃金法則』！」

② 核心概念：黃金法則三要素 (3分鐘)：

- 視覺化：用「犯罪現場調查」比喻，證據鏈必須完整可信。
 - ➡ 法則一：即時性（當場記）：證據會隨時間消失。畫面顯示溫度計讀數在變化，旁白強調：「看到溫度的瞬間就要記錄，絕不靠記憶事後補寫，否則記憶會『說謊』。」
 - ➡ 法則二：客觀性（具體數）：證據必須具體。對比「感覺變涼了」vs. 「溫度計顯示65.2°C」。強調：「只記錄測量工具顯示的具體數字，拒絕『差不多』、『感覺』這類模糊描述。」
 - ➡ 法則三：可重現（可追溯）：證據背景要完整。畫面展示數據表上除了溫度，還記錄了「環境溫度28°C」、「濕度60%」、「使用電子溫度計」。
 - ➡ 目標：確保數據的真實、準確與可回溯，這是所有科學對話的基礎。

③ 最重要的實踐：標準化記錄表 (4分鐘)：

- 動手實作：鏡頭帶到電腦前，打開一個預先設計好的Google Sheets表格範本。
 - ➡ 欄位設計：逐一說明每個欄位的意義：「時間戳記」（自動記錄輸入時間）、「測量數值」（輸入數字）、「環境條件」（下拉選單選擇）、「備註」（記錄任何異常，如「測量時有人開門」）。
 - ➡ 好處展示：演示如何利用這份標準化表格，輕鬆進行排序、篩選和後續繪圖，並強調：「一份好的記錄表，能為你省下好幾小時整理數據的痛苦時間！」

④ 常見錯誤 (1分鐘)：快速閃過幾個錯誤範例（如記錄在衛生紙上、塗改痕跡、單位遺漏），以幽默方式強化正確習慣。

⑤ 總結與預告 (2分鐘)：

- 快速回顧：「記住黃金法則：當場記、具體數、可追溯。從今天起，當個數據記錄的嚴格偵探！」
- 預告下一集：「當我們收集到乾淨、可靠的數據後，下一步就是讓它們『視覺化』。下一集《如何從曲線中讀出故事？》，我們將把冰冷的數字，變成一眼就能看懂的科學故事！」

5. 短片五：自然科學科學工具篇～數據分析篇

(1) 片名：《如何從曲線中讀出故事？》

(2) 長度：約12分鐘

(3) 影片大綱：

① 開場錨點（1.5分鐘）：

- 視覺化：畫面左邊是一整頁密密麻麻的數字（時間與溫度），右邊是將同樣數據繪成的帶有平滑曲線的散點圖。
- 畫外音：「左邊是我們上週辛苦記錄的奶茶降溫數據，右邊是它的『曲線圖』。你覺得哪一個能讓你在一秒內就看出溫度的變化趨勢？答案很明顯。這集我們就要學會，如何畫出這條線，並聽懂它要告訴我們的科學故事。」

② 核心概念：圖表類型與趨勢（3分鐘）：

- 選擇正確的圖表：對比「長條圖」（比較不同「類別」）、「折線圖/散點圖」（顯示「連續變量」隨時間或另一變量的趨勢）。強調溫奶茶實驗應選擇「散點圖帶平滑線」。
- 解讀趨勢語言：
 - ➡ 向下斜坡：「溫度隨時間下降。」
 - ➡ 陡峭 vs. 平緩：「陡峭代表溫度降得快，平緩代表降得慢。」
 - ➡ 曲線形狀：「如果是一條向下彎的曲線（指數衰減），代表一開始降溫快，後來越來越慢。」

③ 最重要的步驟：解讀故事與提出假設（5分鐘）：

- 動手實作：延續上集，將「黃金法則」記錄的數據，一步步教導如何在 Google Sheets 中選取資料範圍，插入「散點圖」，並添加「趨勢線」。
- 解讀三步驟：
 - ➡ 描述現象：「從這條曲線，你看到什麼？」（引導說出：溫度隨時間下降，且下降速度由快變慢。）
 - ➡ 連回科學原理：「為什麼會這樣？這可能和牛頓冷卻定律有關嗎？（溫差越大，散熱越快）」
 - ➡ 提出新假設：「根據這個圖形，如果我們想讓奶茶保溫更久，可以怎麼做？是不是該想辦法減少『初期的溫差』？」（例如：加蓋、使用保溫材質的杯子）。
 - ➡ 視覺化：動畫演示熱能從高溫物體傳遞到低溫環境的過程，與曲線的趨勢同步對應。

④ 總結與銜接（2.5分鐘）：

- 快速回顧：「圖表是數據的翻譯官。畫出曲線只是第一步，更重要的是讀懂它的趨勢，並將它與背後的科學原理連結起來，甚至提出新的猜想。」
- 銜接短片二：「但是『猜想』一定是對的嗎？兩個杯子的保溫效果，看起來有差，但會不會只是『運氣』造成的錯覺？將請出科學界的裁判——『顯著性檢定』，來幫我們做出客觀的判決！」

6. 短片六：社會科學工具篇

- (1) 片名：《卡方檢定：破解性別與閱讀偏好的關聯性》
- (2) 長度：約12分鐘
- (3) 影片類型：實作錄屏與動畫講解結合。
- (4) 影片大綱：
 - ① 情境導入（1分鐘）：用「性別與書籍偏好」的刻板印象引入，強調我們要檢定的是「關聯性」，而非「因果性」。
 - ② 概念區別（2分鐘）：用動畫比較t檢定與卡方檢定。
 - 檢定：比較兩組「平均數」的差異（例如：平均身高、平均分數）。數據是「數字」。
 - 卡方檢定：檢定兩個「類別」變數之間是否獨立（例如：性別vs.書籍偏好、血型vs.疾病）。數據是「次數」或「人數」。
 - ③ 實作解說（8分鐘）：
 - 展示列聯表：解釋表格中的數字代表什麼（男生選文學的有幾人…等）。
 - 使用公式：在Google Sheets中，直接輸入公式=CHISQ.TEST(actual_range, expected_range)。
 - 詳細說明如何選取「實際觀察值範圍」。
 - 解釋「理論期望值」的概念（如果性別與偏好完全無關，理論上各格子應該是多少人），並展示如何計算或由教師提供。
 - 解讀結果：得到p值後，同樣用p值與0.05比較，做出結論。
 - ④ 重要提醒（1分鐘）：再次強調「相關不等於因果」。即使檢定出有關聯，也不代表性別「導致」了閱讀偏好，可能還有其他因素。

7. 短片七：綜合應用篇

- (1) 片名：《成為數據偵探：綜合應用t檢定與卡方破解校園之謎》
- (2) 長度：約15分鐘
- (3) 影片大綱：
 - ① 開場錨點（1.5分鐘）：
 - 情境動畫：畫面呈現校園中各種待解的謎團圖標：一盆長勢不同的植物、一張圖書館借閱數據表。
 - 畫外音：「校園裡處處是謎題！A肥料真的比B肥料讓植物長得更高嗎？男生女生喜歡的課外書類型真的有明顯不同嗎？感覺會出錯，傳言不可信。身為數據偵探，今天我們將運用兩大神器——t檢定與卡方檢定，聯手出擊，用證據破解這些校園之謎！」
 - ② 核心概念：工具選擇的邏輯地圖（4分鐘）：
 - 視覺化：以「偵探選擇辦案工具」為比喻，呈現一個清晰的決策流程圖。
 - ➡ 問題一：「你想比較兩組『平均數』的差異嗎？」（例如：平均高度、平均分數）
 - 是：選擇神器一「t檢定」。畫面閃過比較植物高度、測驗分數的圖示。

- ➡ 問題二：「你想檢驗兩個『類別變項』之間有沒有關聯嗎？」（例如：性別vs.書籍類型、血型vs.飲料偏好）
 - 是：選擇神器二「卡方檢定」。畫面閃過性別與書籍類型的交叉表。

- 目標：提供一個簡單易懂的決策樹，讓學生面對新問題時，能自主選擇正確的統計工具。

③ 最重要的實戰：雙案例破解（7分鐘）：

- 實戰一：自然科學謎題（t檢定應用 - 約3.5分鐘）

➡ 案情：「A肥料與B肥料，哪個更能促進綠豆苗生長？」

➡ 偵查過程：

- 建立假設：H0：兩組平均高度無顯著差異 vs. H1：有顯著差異。
- 操作：快速回顧在Google Sheets中使用XLMiner執行「t檢定：雙樣本」的步驟。
- 破案關鍵（解讀p值）：「 $p = 0.03$ ！小於0.05，拒絕H0！結論：數據支持A肥料的效果顯著優於B肥料。」

- 實戰二：社會科學謎題（卡方檢定應用 - 約3.5分鐘）

➡ 案情：「性別與最喜歡的書籍類型（文學/科普）有關聯嗎？」

➡ 偵查過程：

- 建立假設：H0：性別與書籍偏好無關 vs. H1：兩者有關。
- 操作：展示如何將調查數據整理成「列聯表」，並使用Google Sheets的=CHISQ.TEST公式計算p值。
- 破案關鍵（解讀p值）：「 $p = 0.25$ ！大於0.05，無法拒絕H0。結論：本次調查未發現性別與書籍偏好有顯著關聯，刻板印象可能不成立。」
- 對比總結：並列兩個案例的流程圖，強調相同的「假設檢定」邏輯核心，應用了不同的統計工具解決不同類型的問題。

④ 總結與預告（2.5分鐘）：

- 核心能力回顧：「成為數據偵探的三大核心能力：1. 問對問題（比較平均還是關聯？）；2. 選對工具（t檢定還是卡方？）；3. 正確解讀p值這個『證據強度指標』。」
- 遷移挑戰：「現在，你是偵探！試著設計一個屬於你自己的校園小調查，收集數據，然後選擇合適的工具，看看你能發現什麼驚人的真相？」
- 系列總結與展望：「恭喜！從理解顯著性、嚴謹記錄數據、解讀趨勢，到現在能綜合應用工具破解謎題，已經具備了用數據思考的強大能力。未來，無論是科學研究、商業分析還是社會觀察，都能用這雙數據偵探的眼睛，看透世界的真相！」

8. 切割原教學影片成定義技術超短片：每個影片只解決一個小問題，讓學生像查字典一樣隨點隨看

- (1) 影片1（3分鐘）：什麼是p值？用「丟硬幣」的比喻講清楚。
- (2) 影片2（5分鐘）：如何在Google Sheets安裝分析外掛。
- (3) 影片3（7分鐘）：一步步帶你跑出t檢定報表。
- (4) 影片4（5分鐘）：如何在報表中找到p值，並做出判斷。

七. 詳細實施流程：三層課程藍圖銜接嵌入線上短片學習路徑

1. 學習路徑：1.激發興趣（地科）->2.熟悉流程（溫奶茶）->3.感受必要（米蟲）->4.攻克難點（橋梁課程）
2. 功能：透過線上教學短片扮演「隨叫隨到的個人化家教」角色協助以下功能：
 - (1) 補強前期課程中教師可能無法深入講解的統計概念。
 - (2) 作為核心教材用於橋梁課程，確保教學品質的標準化。
 - (3) 提供差異化支持，讓跟不上的學生可以反覆觀看，學有餘力的學生可以預習進階內容。
3. 「數據素養」課程體系總覽，如下表一：

表一：數據素養」課程體系總覽（影片參照上方完整資料短片一～七靈活重組應用）

課程階段	核心目標	主要教學方法	數據建模與統計焦點	線上短片支援重點
1. 基礎啟蒙 (地科教案)	建立「數據→模型→推論」的直覺。	情境模擬、PBL任務	認識數據建模：體驗如何用觀測數據（S-P波時間差）反推未知參數（震央距）。重點在「模型思維」的建立。	《數據如何說話？五分鐘看懂科學家怎麼找真相》
2. 探究實作 (溫奶茶教案)	親身經歷完整的科學方法論。	實驗設計、控制變因	初步數據分析：學習系統化記錄數據、繪製圖表（冷卻曲線）、進行初步解讀。重點在「科學流程的嚴謹性」。	《實驗數據記錄的黃金法則》、《如何從曲線中讀出故事？》
3. 統計起點 (米蟲教案)	從描述統計過渡到推論統計。	專題研究、優化設計	描述與推論統計：計算平均值、標準差；學習使用卡方檢定、t檢定驗證假設。重點在「從描述現象到驗證假設」的跳躍。	《數據在說話！什麼是「統計顯著性」？》、《用Google Sheets完成你的第一個t檢定》
4. 能力橋梁 (多元選修)	系統性攻克推論統計的難點。	精準教學、鏡像案例實作	推論統計的深度應用：熟練掌握假設檢定流程，並能遷移至不同領域。重點在「統計工具的純熟度與遷移能力」。	整個《統計，原來如此！》短片系列作為核心教材。並以《成為數據偵探：綜合應用t檢定與卡方破解校園之謎》為階段點。

4. 各階段間的銜接與配合邏輯

(1) 從「地科」到「溫奶茶」：從宏觀認知到親身實踐

- ① 銜接點：地科課讓學生「看到」數據建模的威力（例如：原來幾個數據點就能定位震央）。溫奶茶課程則讓學生「親手做」一次數據產出與分析的完整循環。
- ② 配合實施：在溫奶茶課程的導入階段，教師可以回顧：「還記得我們在地科課上用S-P波時間差定位嗎？今天，我們要像科學家一樣，用溫度變化這個數據，來找出奶茶保溫的祕密。」

(2) 從「溫奶茶」到「米蟲」：從流程嚴謹到決策依據

- ① 銜接點：溫奶茶課程強調了數據的「準確性」和「可視化」。米蟲課程則在此基礎上，提出更關鍵的問題：「你的裝置改良前後，效果『真的』有變好嗎？我們需要一個科學的判斷標準。」從而自然引入推論統計。
- ② 配合實施：在米蟲課程的數據分析階段，教師可以引導：「我們在溫奶茶實驗中畫了漂亮的降溫曲線來『描述』現象。現在，我們需要更進一步，用t檢定這個工具來『推論』我們的設計是否有效。」

(3) 從「米蟲」到「」：從初步接觸到系統精通

- ① 銜接點：米蟲教案是「開始接觸」推論統計，學生可能仍一知半解。多元選修的「統計橋梁課程」正是為了「系統性解決」這些困惑而生。
- ② 配合實施：
 - ➡ 診斷性教學：在橋梁課程開始前，可利用米蟲課程的經驗作為診斷：「我們之前在米蟲專案中用了卡方檢定，哪些同學覺得自己已經完全掌握了？哪些還有些疑問？」以此激發學習動機。
 - ➡ 翻轉教室：橋梁課程可直接指定學生觀看相應的線上教學短片作為預習，課堂時間則用來進行「自然科學案例包」和「社會科學案例包」的高強度實戰，鞏固技能。

附錄三：善用現成、低門檻的工具～成果改善方法3(針對推廣)：

- 一. 目標：將課程建立在「任何學校都能取得」的資源上，取代高門檻技術、付費程式與建模軟體。
- 二. 特色：課程的資源需求從「需要專業資訊師資與設備」的高門檻專案，轉變為「在任何學校的普通電腦教室與自然實驗室都能實施」的常規課程。這轉變不僅解決了資源問題，更讓教學焦點從「學習軟體操作」回歸到「培養科學探究與數據思維」的本質上，並因設備需求低更易推廣從而真正達成計畫中「普及數據素養」的核心目標。
- 三. 替換分析：將原始教案中的高門檻技術，全面替換為免費、易用的工具對照，如表一：核心工具替換總表，並針對具體的教學教案腳本修正對照，如表二：具體教學活動修正對照表。

表一：核心工具替換總表

原始教案中的高門檻技術	替代方案（免費、低門檻）	替代理由與優勢
Python 程式語言 (用於數據分析、擬合、可視化)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Google Sheets / Microsoft Excel (內建「XLMiner Analysis ToolPak」等外掛) 2. CODAP (The Common Online Data Analysis Platform) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 普及性最高：幾乎每台電腦都有安裝或可使用線上版。 2. 零程式門檻：透過點選選單或簡單公式即可執行t檢定、回歸分析、繪製圖表，學生能專注於統計思維而非語法。 3. CODAP專為教育：直觀的拖放式操作，能讓學生以「可視化」方式探索數據，非常適合初學者建立統計直覺。
Tinkercad / 3D 建模軟體 (用於設計防治裝置、列印原型)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 實體材料原型（寶特瓶、紙板、膠帶、黏土） 2. 平面設計工具 (Google Drawings, Canva, PPT) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 回歸工程本質：工程設計的核心是「解決問題」，而非3D建模。用隨手可得的材料進行原型製作，更貼近真實的發明過程，成本低、迭代快。 2. 降低技術焦慮：所有學生都能立即上手，將時間花在思考結構與功能上。 3. 聚焦溝通：用平面圖或簡報清晰表達設計理念，是更核心的溝通能力。

表二：具體教學活動修正對照表

原始教案活動 與資源要求	修正後活動與資源指引（具體操作腳本）
<p>【米蟲防治】 活動：「使用 Tinkercad 進行 3D 建模，導出工程圖。」</p>	<p>活動名稱：「廢材變黃金：用隨手可得的材料設計並製作米蟲陷阱原型」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 設計階段（使用 Google Drawings 或 PPT） <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師指令：「請用 Google 繪圖或 PPT，畫出你的陷阱二維設計圖。必須標註三個視圖（正視、側視、俯視），並用文字標明關鍵部位的尺寸（例如：入口寬度 2 公分）和材料（例如：瓶身=600ml 寶特瓶）。」 2. 目的：培養工程繪圖與規範表達能力，替代複雜的 3D 建模。 2. 製作階段： <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師指令：「根據你的設計圖，使用提供的材料（寶特瓶、紙杯、網紗、膠帶等）在 30 分鐘內製作出一個可實際測試的陷阱原型。」 2. 目的：實踐「動手做」精神，快速驗證設計可行性。
<p>【溫奶茶】活 動：「使用 Python 程式碼進行牛頓冷卻定律的模型擬合，計算 R^2 值。」</p>	<p>活動名稱：「用 Google Sheets 找出溫奶茶的冷卻規律」</p> <ol style="list-style-type: none"> 一. 數據輸入： <ol style="list-style-type: none"> (1) 教師指令：「將你每 5 分鐘測量的溫度數據輸入 Google Sheets，A 欄是時間（分鐘），B 欄是溫度（$^{\circ}\text{C}$）。」 2. 繪圖與趨勢線： <ol style="list-style-type: none"> ① 教師指令：「選取數據範圍，點擊『插入』>『圖表』，選擇『散點圖』。接著，在圖表編輯器中，點擊『自訂』>『趨勢線』，選擇『指數型』，並勾選『顯示 R^2 值』。」 ② 即時結果：Sheets 會自動繪出冷卻曲線並顯示擬合公式和 R^2 值。 3. 解讀： <ol style="list-style-type: none"> 1. 教師指令：「這個 R^2 值告訴我們，這條指數曲線能多好地解釋你的溫度數據。R^2 值越接近 1，代表擬合度越好。請根據你的 R^2 值，判斷牛頓冷卻定律是否適合描述你的奶茶降溫過程。」
<p>【地震科學】 活動：「三角定位法作圖。」</p>	<p>活動名稱：「Google Maps 地震定位師」</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 工具替換： <ol style="list-style-type: none"> 1. 原始：方格紙、圓規、尺。→ 修正後：使用 Google My Maps（或 Google Earth）的「測量距離」和「繪製圓圈」功能。 二. 活動指引： <ol style="list-style-type: none"> (1) 教師指令：「假設三個測站（台北、台中、高雄）測得的震央距離分別為 150km、120km、100km。請在 Google My Maps 上以每個測站為圓心，用『繪製圓圈』工具畫出對應的半徑。觀察三個圓圈交會的區域，那就是震央的可能位置。」 (2) 優勢：更具真實感，與現代科技結合，且免去手動作圖的誤差與繁瑣。

四. 修正後的課程資源清單

1. 必備工具（每人/每組）：
 - (1) 可上網的電腦（Chromebook 或一般電腦均可）。
 - (2) Google Workspace for Education 帳號（內含 Sheets, Docs, Drawings, My Maps）或 Microsoft 365 帳號。
 - (3) CODAP 網站連結：<https://codap.concord.org/>（免費，無需註冊即可使用基本功能）。
2. 實體材料包（每組）：
 - (1) 用於原型製作的回收材料（寶特瓶、紙盒、吸管、橡皮筋、膠帶等）。
 - (2) 基礎測量工具（尺、量杯、溫度計）。
 - (3) 實驗樣本（如米蟲、綠豆、茶包等）。

附錄四：課堂執行的「管理心法」與「加值工具」～成果改善方法4（針對管理策略）：

一. 目標：配套管理策略讓課程能運行流暢，搭配加值工具達到更深度的學習。

二. 建構課程完整藍圖

1. 核心工具（必備）：Google Sheets/Excel — 用於分析。
2. 課堂管理（心法）：角色輪換、關卡檢查、即時反饋 — 用於流暢運行。
3. 加值工具（選配）：CODAP / Looker Studio / AI — 用於深化與展示。

三. 操作：先實施「核心工具」部分，待課程運行順暢後，再逐步引入「加值工具」作為給學生的進階挑戰，如此確保課程的基礎可行性與進階挑戰性。

四. 具體內容：

1. 課堂管理與差異化學習的實用策略（「管理心法」）

挑戰	具體解決方案（「管理心法」）
學生操作步調不一	<p>實行「助教制度」與「關卡制」：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 培訓學生助教：預先教會幾位對工具上手快的學生，授予他們「Google Sheets 認證專家」頭銜。 2. 設置通關檢查點：在任務卡上設檢查點，例如：「完成t檢定報表後，請舉手讓老師或助教檢查你的p值是否正確，才能進行下一步解讀。」這能確保基礎知識過關，並及時發現問題。
如何進行有效分組	<p>採用「角色輪換制」～每組3-4人，設定明確角色（每項任務後輪換）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 數據：負責在Sheets中輸入數據、執行分析工具。 2. 檢核：負責對照教學影片或任務卡，確保每一步操作正確。 3. 記錄：負責在共享文件（Google Docs）中撰寫分析結論。 4. 發言：負責小組討論時發言，並向老師提問。 <p>→確保每位學生都參與其中，而非一人獨攬。</p>
如何評估學習成效	<p>使用「即時反饋工具」與「評量尺規」：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 即時檢查：使用即時反饋工具（如 Mentimeter 或 Google Forms）快速提問：「你認為p值小於0.05代表什麼？」瞬間瞭解全班理解狀況。 2. 成果評量～使用簡化評分表（三等級尺規）評估最終報告： <ol style="list-style-type: none"> 1. 高級（4分）：能正確執行檢定、準確解讀p值，並能討論實驗的限制。 2. 進級（3分）：能正確執行檢定、準確解讀p值，做出正確結論 3. 初級（2分）：能在協助下完成檢定，對p值的解讀基本正確。 <p>→低於此標準則需重新學習</p>

二、延伸應用：免費「加值工具」可讓數據「活起來」使學習更具深度與樂趣，非常適合在學生掌握基礎後，作為挑戰任務。

加值工具	功能與教學應用
CODAP	<ol style="list-style-type: none">1. 功能：殺手級應用！就像一個數據遊樂場2. 教學應用：將學生的數據（如綠豆苗高度、書籍借閱次數）導入CODAP。學生可以用拖放的方式，直接看到數據點變成圖表。例如，將「肥料類型」拖到x軸，將「苗高」拖到y軸，瞬間生成比較圖。他們可以用滑鼠點選異常數據點，直接看到它在數據表中的位置，直觀理解「何謂離群值」。這能培養最寶貴的「數據直覺」。
Google Data Studio (Looker Studio)	<p>教學應用：在完成分析後，讓學生擔任「數據記者」。</p> <ol style="list-style-type: none">一. 任務：「請將分析結果（例如：不同性別的書籍偏好比例）製作成一頁的互動式儀表板。包含一個圓餅圖、一個長條圖，並加上一段文字結論。」二. 意義：這是訓練「數據敘事」能力，將冰冷的數字轉化為有說服力的故事。這直接對應「可視化儀表板」的成果展現。
AI思考夥伴(如 ChatGPT, Microsoft Copilot)	<p>教學應用：將AI當成「統計學教師」，讓學生學習如何「提問」。</p> <ol style="list-style-type: none">1. 任務範例：「剛算出的p值是0.1。請將虛無假設、對立假設和p值輸入ChatGPT，並提問：『進行了一個t檢定，p值為0.1，顯著水準是0.05。請用高中生能懂的話，解釋這個結果代表什麼？』」2. 意義：藉此教會學生批判性地使用AI，並核對AI的解釋與課堂所學是否一致，深化對概念的理解。

附件五：「數據素養課程完整務實流程」總規劃～修正方案二：嵌入配套流程。

一. 特色：保留原課程架構，嵌入關鍵的『統計先修站』學習支架，為學生的PBL提前鋪好清晰的路徑，確保他們能帶著有效的工具，，逐步建立紮實的數據素養，實現「從做中學」。

二. 完整流程系統：包含四個階段及各階段的核心任務與學習目標，如下圖說明

1. 地科點燃學習動機。
2. 溫奶茶在實作中嵌入描述統計工具。
3. 米蟲在挑戰中引入推論統計決策。
4. 橋梁課程最終進行系統性精熟與跨領域遷移。



三. 各階段的詳細執行細則：

1. 第一階段：意識啟蒙（地科教案）1~2節課

(1) 核心任務：不教複雜操作，只建立「數據有用：數據 -> 模型 -> 推論」的直覺。

(2) 實施細則：

① 聚焦情境：專注於「三角定位法」的單一情境。讓學生體驗「如何用幾個簡單的數據點（S-P時差），在地圖上畫出圓圈，交會出震央」。

• 情境啟動（10分鐘）：

➡ 教師指令：「如果現在地震了，我們只有單一測站的資料，能知道震央多遠嗎？」引發認知衝突。

➡ 展示：播放一段關於S-P波時間差與距離關係的簡短動畫。

• 模型體驗（25分鐘）：

➡ 實作：發下學習單，上面已有3個虛擬測站的S-P時間差數據（如5秒、10秒、15秒）。

➡ 操作：發下圓規與地圖（已標示測站位置），引導學生以「S波速度×時間=距離」為半徑，畫圓。

➡ 關鍵提問：「三個圓交會的區域說明瞭什麼？」（答案：震央位置）

② 口語化總結反思（10分鐘）：課程結束時，教師總結：「看，我們剛剛做的就是『數據建模』。我們用觀測到的數據，套用一個科學模型（波速公式：S-P時差）和模型（圓圈），就反推出了一個我們看不見的答案（震央位置）。這就是數據的力量。」

2. 第二階段：探究實作與工具準備（溫奶茶教案）- 5~6節課

(1) 核心任務：親身體驗科學流程的嚴謹性，並學會數據的「描述」與「可視化」。

(2) 實施細則：

① PBL啟動與實驗設計（1節課）：略（依原教案進行）。

② 「嵌入統計先修站1」：數據可視化工具教學（1節課）

• 時機：在實驗設計後、數據收集前，插入1-2節課。

• 內容：使用教師準備好的範例數據，教學Google Sheets的「繪製散點圖」與「添加趨勢線」功能，以及=AVERAGE（平均值）、=STDEV（標準差）等公式。

• 目標：讓學生在進行自己的實驗前，已熟練數據記錄與可視化的工具，避免「抱著數據不知如何下手」。

• 操作細則（教師逐步引導）：

➡（分鐘 0-5）發放範例數據（A/B兩杯水每5分鐘的降溫數據）。

➡（分鐘 5-20）逐步指令：

- 「打開Google Sheets，將數據貼上。」

- 「選取時間和溫度兩欄，點擊『插入』>『圖表』，選擇『散點圖』。」

- 「在圖表編輯器中，點擊『自訂』>『序列』，開啟『趨勢線』。」

- 「在趨勢線類型中，選擇『指數型』。」

- 「勾選『顯示R平方值』。」

➡（分鐘 20-40）解讀訓練：「這條平滑的曲線就是『模型』。R²值越接近1，代表這條線越能解釋你的數據。請比較A、B兩杯水的R²值。」

③ PBL實作：

• 目標：學生進行實驗，並用學會的工具分析自己的數據，繪製冷卻曲線，描述溫度隨時間變化的趨勢。

• 操作細則

➡ 實驗執行與數據記錄（1-2節課）：學生進行實驗，並用標準化表格記錄數據。

➡ 數據分析與報告（1-2節課）：

- 任務：使用先修站所學，繪製自己實驗的冷卻曲線。

- 填空式報告模板（降低寫作負擔）：

→「我的冷卻曲線R²值為_____，這代表指數模型_____（適合/不適合）描述我的數據。」

→「從曲線趨勢來看，溫度下降的速度_____（先快後慢/保持穩定）。」

3. 第三階段：推論統計與決策應用（米蟲教案）- 5~6節課

(1) 核心任務：引入「推論統計」工具，讓學生能用科學證據支持設計決策。

(2) 實施細則：

① PBL啟動與設計（1節課）：略。

② 「嵌入統計先修站2」推論統計工具教學（1節課）：

- 時機：在裝置設計完成後、效果測試前，插入1-2節課。
- 內容：使用教師準備好的A/B陷阱對照數據，教學Google Sheets的「t檢定」（比較捕獲數量）或「卡方檢定」（比較捕獲率）操作，並熟練「p值決策口訣」（ $p < 0.05 =$ 效果顯著）。
- 目標：在測試前學會「判斷設計是否有效」的科學方法，讓學生將統計工具視為驗證設計成敗的「裁判」。
- 細部流程：（以t檢定為例）
 - ➡（分鐘 0-5）情境：「這是A、B兩種陷阱的測試數據（各10個重複的捕獲數）。我們需要科學方法判斷誰優誰劣。」
 - ➡（分鐘 5-25）逐步指令（Google Sheets）：
 - 「點擊『外掛程式』>『取得外掛程式』，搜尋並安裝『XLMiner Analysis ToolPak』。」
 - 「安裝後，點擊『外掛程式』>『XLMiner』>『Start』。」
 - 「點選『t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances』。」
 - 「在『Variable 1 Range』選取A組數據，『Variable 2 Range』選取B組數據。」
 - 「點擊『OK』，查看結果報表。」
 - ➡（分鐘 25-40）口訣教學：在報表中找到「P(T<=t) one-tail」的值。
 - 決策口訣：「 $p < 0.05$ ，有顯著差異（有效）； $p > 0.05$ ，無顯著差異（無效）。」讓學生覆誦三遍。

③ PBL實作：

- 目標：學生測試自己的裝置，收集數據後，立即進行t檢定/卡方檢定，並根據p值撰寫結論：「數據是否『顯著』支持我的設計改良是成功的？」
- 細部流程：
 - ➡ 原型測試與數據收集（1-2節課）。
 - ➡ 數據分析與決策（1-2節課）：
 - 任務：對自己測試的數據進行t檢定。
 - 填空式報告模板：
 - 「我的新舊設計比較，t檢定結果p值 = _____。」
 - 「根據p值口訣（ $p < 0.05 =$ 有效），我的設計改良_____（成功/失敗）。」

4. 第四階段：系統精熟與跨域應用（統計橋梁課程）- 6~8節課

(1) 核心任務：系統性鞏固統計工具，並實現跨領域遷移。

(2) 實施細則：

① 系統精熟（課程前半）：工具複習與精熟（2節課）

- 播放預錄線上教學短片，讓學生根據自己的弱點（繪圖、t檢定、卡方）選擇觀看重新系統性講解假設檢定的邏輯。
- 課堂活動：讓學生在課堂上，重複操作多個類似但數據不同的練習題，熟練工具並深化理解，如「技能檢定站」，提供5份小數據集，限時完成分析，教師快速檢查過關。

② 鏡像實戰（課程後半）：自然科學案例（2節課）

• 自然科學鏡像案例（地科升級）（2節課）：

- ➡ 方法：提供數據，讓學生用t檢定判斷「不同震源深度」的地震，其S-P波時間差是否有顯著差異。將統計結果連結回地球科學知識
- ➡ 任務：「用t檢定分析這份『不同深度地震的S-P波數據』，判斷深層與淺層地震的S-P時間差是否顯著不同？」
- ➡ 整合：將統計結果（p值）與地科知識（波速結構）連結。

• 社會科學鏡像案例（全新2節課）：

- ➡ 方法：提供圖書館借閱數據，讓學生用卡方檢定探索「性別與書籍偏好」的關聯性，並學習解讀「相關不等於因果」。
- ➡ 任務：「用卡方檢定分析這份『性別與書籍偏好』的列聯表，判斷兩者有無顯著關聯？」
- ➡ 關鍵討論：「相關性能等於因果嗎？可能有哪些干擾因素？」

③ 總結性任務專題（2節課）：

- 方法：讓學生任選一個感興趣的主題（自然或社會），自行尋找或生成一份小數據，完成從假設、檢定到結論的完整分析報告。
- 任務：讓學生自選一個主題（如：比較兩種學習法的成效、分析校園噪音來源），設計一個小調查，收集數據，完成一份完整的分析報告。

5. 資源與支援系統

(1) 線上教學短片：針對每個「先修站」的關鍵工具（繪圖、t檢定、卡方檢定）製作5-10分鐘的實操影片，供學生課前預習或課中隨時回放。

(2) 填空式報告模板：為每個階段的數據分析環節提供標準化模板，引導學生一步步完成思考與撰寫，降低認知負荷。

(3) 教師手冊：明確指出每個階段的「成功標準」與「常見錯誤」，幫助教師快速診斷學生的學習困難。

(4) 課堂管理心法（務實提醒）

① 關卡制：在每個「先修站」後設一個「技能檢查點」，學生必須完成一個小任務（如：跑出正確的報表）才能繼續下一步，確保基礎一致。

② 協作學習：採用「專家制」，先讓部分學生熟練，任命為「資料」，協助指導同組成員。

③ 差異化：提供「預填好的範本」給需要支持的學生，讓他們能專注於解讀；提供「進階挑戰題」給快速完成的學生（如：試著分析為什麼會失敗？）。

附件六：修正方案一：翻轉程序流程『務實4週攻克推論統計』

一. 課程：務實4週攻克推論統計課程：

二. 理念：設計面對現實中大多數學生在第一次學習時，無法同時處理「實驗設計、數據收集、數據清理、統計分析、成果美化」多任務困境。故以務實的做法，就是先教會最核心的技能（推論統計），讓學生獲得「我能做到」的成功體驗。之後進行科展或專題研究時，這項核心技能自然能嵌入更大的專案架構中。

三. 目標：4週後，班上80%的學生能獨立完成一個包含t檢定或卡方檢定的完整數據分析，並正確解讀p值。

四. 特色

1. 目標集中：一切圍繞「熟練操作工具並正確解讀p值」這單一目標。不貪多，不求快。
2. 去除所有干擾項：如不求PBL、海報美編、實驗設計。且數據由教師提供，確保品質一致，讓學生專注於統計分析本身。
3. 成果標準化：使用填空式報告，降低寫作門檻，讓教師能快速批改，並聚焦檢核學生的統計邏輯是否正確。
4. 高重複性：同樣工具（t檢定）在自然和社會案例中重複使用，強化記憶與遷移能力。
5. 即時回饋：第四週的測驗與檢討提供立即的回饋，讓學生和老師都清楚知道目標是否達成。

五. 課程內容：

第一週：工具與思維建構週

1. 核心任務：忘記複雜情境，直接擁抱工具。讓學生毫無壓力情況下，熟悉操作流程。
2. 課堂活動（1-2節課）：
 - (1) 工具操練：發放一份完全整理好的範例數據（例如：A組5個數字，B組5個數字）。教師在大螢幕上，一步一步帶全班用Google Sheets的「XLMiner」外掛跑一次t檢定。
 - (2) 記憶訓練：讓學生關掉教學畫面，憑記憶和筆記，將同樣的流程自己再操作三遍。目標是讓手記住「點哪裡、選什麼、到哪裡看p值」。
 - (3) P值口訣化：不深入講統計理論。只強化一個口訣：「p值小於0.05，代表效果顯著（有差）；p值大於0.05，代表效果不顯著（沒差）」。讓學生反覆覆誦。

第二週：自然科學案例實戰週

1. 核心任務：在一個結構化的科學情境中，應用第一週學會的工具。
2. 課堂活動（2節課）：
 - (1) 情境導入（15分鐘）：「這是某班同學用兩種肥料種綠豆的數據（教師提供已清理好的數據表）。我們來當數據偵探，用t檢定看看哪種肥料可能更有效。」
 - (2) 實作與報告（60分鐘）：
 - ① 學生兩人一組，重複第一週的工具操作，對這份新數據進行t檢定。
 - ② 發下一份填空式報告模板：「我們的虛無假設是：兩種肥料的效果沒有顯著差異。」
 - 「t檢定結果顯示，p值 = _____。」
 - 「因為p值 _____（大於/小於）0.05，所以我們_____（拒絕/無法拒絕）虛無假設。」
 - 「結論：數據_____（支持/不支持）『A肥料比B肥料更有效』的說法。」
 - ③ 關鍵：不讓學生自由發揮寫作，避免因語文能力影響統計學習。目標是產出格式統一的標準化答案。

第三週：社會科學案例實戰週

1. 核心任務：學習第二個工具（卡方檢定），並體會統計方法在不同領域的應用。
2. 課堂活動（2節課）：
 - (1) 工具教學（20分鐘）：教師示範如何使用Google Sheets的=CHISQ.TEST公式，進行卡方檢定。同樣強調「p值口訣」。
 - (2) 實作與報告（60分鐘）：
 - ① 提供社會科學數據（例如：性別與書籍偏好的列聯表）。
 - ② 流程同第二週：操作工具 → 得到p值 → 填寫標準化報告模板。

第四週：綜合測驗與反思週

1. 核心任務：驗收學習成果，並引導反思。
2. 課堂活動（2節課）：
 - (1) 實戰測驗（45分鐘）：發放一份全新的、情境簡單的數據（例如：比較兩種記憶法的效果）。要求學生：自行選擇合適的統計方法（t檢定或卡方）。
 - ① 獨立完成分析。
 - ② 填寫標準化報告。
 - (2) 集體檢討與反思（45分鐘）：
 - ① 教師公佈答案，直接講解。
 - ② 引導反思：「這一個月，你從完全不懂，到現在會自己跑統計了。你覺得這個工具在哪裡最有用？它最大的限制是什麼？（例如：數據不能亂編）」

柒、參考資料(文檔頁數過多，附件五~十五、僅提供電子檔，審查會另印製新增附件十六、十七文本裝訂成冊供審閱)

附件一：初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程的課程內容(第1~4年逐步修正)

表一：實體課程：初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程的課程內容

<p>自動化綠能魚菜共生溫室栽培 標準課程版STEMA 初階版:魚菜共生組,共40~44節(單元01~23) ~(可搭配素養課程主題一與四,強化科學素養能力)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分組與任務一節 2. 魚菜共生:原理一節,共1~2節 3. 虹吸鐘設計一節、 4. 虹吸鐘材料準備與設計修正一~二節 5. 虹吸鐘實作一~四節、虹吸鐘成果發表一節,共8~9節 6. 工程製圖:原理一節 7. 工程繪圖練習一節 8. 工程(魚菜組)設計一~二節、成果發表一節,共4~5節 9. 魚菜共生:材料設備準備與設計修正一~二節 10. 魚菜共生:組裝實做一~四節 11. 魚菜共生:試行一~二節、成果發表一節,共8~9節 12. 植物鑑識:辨識法(含APP認識)一節、 13. 校園植物辨識實作一~二節、成果發表一節,共3~4節 14. 水耕栽培:原理一節、 15. 水耕作物育苗技術一節、 16. 水耕培養液設計一節、 17. 水耕培養液實作一~二節、成果發表一節,共5~6節 18. 植物標本製作:原理一節、 19. 植物標本製作一~二節、成果發表一節,共3~4節 20. 種子採集與處理:原理一節、 21. 種子消毒技術練習一節 22. 種子採集技術實作一~二節 23. 種子標本製作一~四節,成果發表一節,共6~7節 <p>進階版:溫室魚菜共生綠能能源栽培設備技術,共40~44節(單元24~50) ~(可搭配素養課程主題二與五及增廣課程主題一,強化科學素養與學科先備能力)</p> <ol style="list-style-type: none"> 24. 分組與任務一節 25. 魚菜共生溫室綠能栽培設備技術:原理一節,共1~2節 26. 溫室花房:原理一節、 27. 穹頂建築認識一節 28. 穹頂模型實作一節 29. 穹頂設計圖一~二節、 30. 穹頂材料設備準備與設計修正一節 31. 穹頂實作一~二節,成果發表一節,共10~11節 32. 太陽能發電:原理一節、 33. 太陽能板製作練習一~二節 34. 太陽能板設計圖一節、 35. 太陽能板材料設備準備與設計修正一節 36. 太陽能板實作一~二節、成果發表一節,共7~8節 37. led生長燈:原理一節、 38. led直流燈泡電路圖原理一節、 39. led直流燈泡電路圖繪製練習一節、 40. led直流燈泡組裝一節 41. led生長燈設計圖一~二節、 42. led生長燈材料設備準備與設計修正一節 43. led生長燈組裝實作一~二節 44. led生長燈操作修正技術一節 45. led生長燈植物生長實作一節、成果發表一節,共12~13節 46. 溫室魚菜共生綠能:工程設計圖:一~二節 47. 溫室魚菜共生綠能:材料設備準備與設計修正一~二節 48. 溫室魚菜共生綠能::組裝實做一~四節 49. 溫室魚菜共生綠能::試行一~二節 50. 溫室魚菜共生綠能:成果發表一節,共10~11節 <p>高階版:自動化綠能魚菜共生栽培設備技術,共40~44節(單元51~79) ~(可搭配素養課程主題三與六及增廣課程主題二及三,強化科學素養與學科先備能力)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 51. 分組與任務一節 52. 自動化魚菜共生綠能能源栽培設備技術:原理一節,共1~2節 53. 水力發電:原理一節、 54. 水車+自動調節水杯練習與探究一節、 55. 人力幫浦實作練習探究一節、 56. 水力發電組裝設計圖一~二節 57. 水力發電組裝材料設備準備與設計修正一節 58. 水力發電實驗組裝一~三節、成果發表一節,共9~10節 59. 風力發電:原理一節、 60. 風車製作與探究一~二節 61. 簡易風力發電機實作練習與探究一~二節 62. 風力發電設計圖一~二節、 63. 風力發電材料設備準備與設計修正一節 64. 風力發電實驗組裝實作一~三節、成果發表,共11~12節 65. 發電機:原理一節、 66. 馬達製作練習與探究一~二節 67. 發電機組裝練習一~二節、 68. 蓄電池組裝盒設計圖一~二節、 69. 蓄電池組裝盒材料設備準備與設計修正一節 70. 蓄電池組裝實作一~三節、成果發表一節,共11~12節 71. arduino自動化程式:原理一節 72. 設備簡介說明一節、 73. arduino自動化程式設計說明一節、 74. arduino自動化程式寫作練習一~二節 75. arduino自動化程式設備組裝一~二節、成果發表一節,共7~8節 76. 自動化綠能魚菜共生:工程設計圖:一~二節 77. 自動化綠能魚菜共生:材料設備準備與設計修正一~二節 78. 自動化綠能魚菜共生::組裝實做一~三節 79. 自動化綠能魚菜共生::試行一~二節、成果發表一節,共9~10 <p>素養課程 搭配科學思辨論證與動手做創意I~VI實施強化素養(可視班級需求調整以應差異化教學)</p> <ol style="list-style-type: none"> ①80.科學思辨,共三單元,六節 ②蜥蜴與象鼻蟲的對決一步步為營的實驗設計二節 ③燕子的秘密武器—科學實驗中的替代解釋二節 ④小標示大學問二節 <p>81.科學論文,共三單元,六節</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑤繪製概念圖與探索POE教學二節 ⑥摘要教學二節 ⑦論證暨文章提示問句引導科學寫作的六個步驟的實作二節 <p>82.表達溝通,共三單元,六節</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑦分組簡報發表教學二節 ⑧分組互評觀摩技術二節 ⑨分組分享回饋實作二節 <p>增廣課程 搭配科學思辨論證與動手做創意I~VI實施加廣學習(可視班級需求調整以應差異化教學)</p> <p>83.力學探究,共三單元,六節</p> <ol style="list-style-type: none"> ①回力標的角度與旋轉設計(觀察與提問)二節 ②回力標的空氣阻力與擲飛技巧觀摩(假設與實作)二節 ③回力標的競賽(討論與分析)二節 <p>84.電學探究,共三單元,六節</p> <ol style="list-style-type: none"> ④電阻原理的表達說明(論述與表達)二節 ⑤材質與電阻資料搜集與原理推導(資料搜集與邏輯推導)二節 ⑥光度與時間大競賽(實作與分析)二節 <p>85.電學探究,共,共三單元,六節三單元,六節</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑦磁鐵的材質與種類及其特性簡報表達(圖表製作與判讀分析)二節 ⑧磁鐵特性與溫度關係及力學圖的繪製(論證與判讀)二節 ⑨創意淨力平衡的磁鐵大賽(創意與欣賞)二節
---	--

表二：初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程的課程內容細則

表二：初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程的內容細則		
項目說明	時數	實施對象及內容
正式課程：共六大主題，輔以素養課程：五大主題及增廣課程：三大主題詳列如下		
高一多元選修 上學期 <u>科學思辨論證與動手 做創意I</u> 正式課程 主題一：魚菜共生組 I ～初階課程主題 <ul style="list-style-type: none"> • <u>魚菜共生</u> • <u>虹吸鐘</u> 	上學 期 20~22 節	1. 實施對象：初階學習者(高一) 2. 實施單元：1~11 (請參照附錄一) ①藉由魚菜共生學習設計及繪製工程圖(創意與欣賞) ②進行分組採購材料及動手建構魚菜共生組，並將虹吸鐘及水流控制原理(實作) ③將虹吸鐘及水流控制原理融入魚菜共生組(圖表製作與判讀分析) ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 以魚菜共生的設計，使學習者發揮創意設計，並據實作觀察執行的現象，引導並鼓勵學習端探究其成因。藉各類數據紀錄與各組實驗比對結果中學習分析將結果會製成圖與表，進行表達科學意涵並行發表。
高一多元選修 下學期 <u>科學思辨論證與動手 做創意II</u> 正式課程 主題二：魚菜共生組II ～初階課程主題 <ul style="list-style-type: none"> • <u>植物鑑識</u> • <u>水耕栽培</u> • <u>植物採集</u> • <u>標本製作</u> • <u>種子保存</u> 	下學 期 20~22 節	1. 實施對象：初階學習者(高一) 2. 實施單元：12~23 (請參照附錄一) ①藉由app與電腦軟體學習 <u>植物鑑識</u> (科技應用與資料彙整) ②結合 <u>魚菜共生</u> 水耕栽種(實作與數據分析) ③ <u>植物標本採集與標本製作</u> 並與科學繪圖紀錄結合(歸納整理) ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 以 <u>魚菜共生</u> 的實作栽培，令學習者依據實作需求設計栽種品系，觀察紀錄成長過程，並引導並鼓勵學習端探究其成因。嘗試藉由將所得成果製作成實物標本，並結合科學繪圖更深入認識植物，進而體會科學中的歸納整理。
高二多元選修 下學期 <u>科學思辨論證與動手 做創意III與IV</u> 正式課程 主題三：魚菜共生組 III ～進階課程 <ul style="list-style-type: none"> • <u>穹頂溫室</u> • <u>太陽能板</u> 	主題 三 20~22 節	1. 實施對象：進階學習者(高二) 2. 實施單元：24~36 (請參照附錄一) ①藉由幾何認識與軟體設計學習 <u>穹頂溫室</u> 設計(設計創意與科技應用) ②製作 <u>穹頂溫室</u> 並分析結構之優缺(實作與分析) ③ <u>太陽能光敏化電池</u> 製作，結合 <u>太陽能板</u> 設計圖與實作結合穹頂溫室(實作與設計) ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 以 <u>穹頂溫室</u> 設計結合太陽能，令學習者由理解穹頂結構並分析設計創意實作，結合光敏化太陽能電池實作了解其運作進而設計太陽能板組建於穹頂溫室，透過，引導鼓勵學習端探究其變因，分析改善並相互觀摩，進而體會科技中與生活的結合。

項目說明	時數	實施對象及內容
主題四：魚菜共生組 IV ~進階課程 • <u>生長燈</u> • <u>溫室栽培</u>	主題 四 20~22 節	1. 實施對象：進階學習者(高二) 2. 實施單元：37~50 (請參照附錄一) ①學習電路原理繪製電路圖(實作) ②藉由植物成長需求光源分析設計 <u>生長燈</u> (設計創意與科技應用) ③組裝製作生長燈室分析結合溫室栽培分析優缺(實作與分析) ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 以植物 <u>生長燈</u> 引發動機，令學習者由理解電路學並學習繪製電路圖，分析設計生長燈，結合魚菜共生之水耕栽培，透過引導鼓勵學習端探究其影響因子，分析改善並相互觀摩，進而體會學理與科技的結合。
高三多元選修 下學期 <u>科學思辨論證與動手 做創意V與VI</u> 正式課程 主題五：魚菜共生組V ~高階課程 • <u>水力發電</u> • <u>風力發電</u> • <u>發電機</u> • <u>逆變器</u> • <u>蓄電器</u>	主題 五 20~22 節	1. 實施對象：高階學習者(高三) 2. 實施單元：51~70 (請參照附錄一) ①學習電路原理繪製電路圖(實作) ②藉由水力、風力發電結合魚菜共生裝置(設計創意與科技應用) ③組裝製作發電機、逆變器、蓄電器裝置分析其效能(實作與分析) ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 藉自給自足提供充足電能供魚菜共生組為課程目標，令學習者由整合既有水力發電，再增加風力發電設計，學習發電機，逆變器及蓄能裝置，結合魚菜共生組，透過引導鼓勵學習端探究整合科技與設計，進而領會科技的多面向結合與應用。
主題六：魚菜共生組 VI ~高階課程 • <u>arduino自動化程 式自動設備</u> • <u>全地形車</u> • <u>電動PVC車</u>	主題 六 20~22 節	1. 實施對象：高階學習者(高三) 2. 實施單元：71~79 (請參照附錄一) ①學習arduino自動化程式(程式設計) ②藉由偵測植物成長需求各類感應器設計結合自動化程式設備分析，設計AI魚菜共生組(設計創意與科技應用) ③組裝製作AI魚菜共生組分析優缺(實作與分析)，並搭配設計遙控全地形車及電動PVC車組裝。 ④進行分組發表並給予回饋(討論與分析) 3. 實施內容： 藉AI魚菜共生組為創意目標，令學習者由arduino自動化程式設計著手結合各類感應器，進行分析與控制魚菜共生組，並結合遙控全地形車及電動PVC車設計組裝，引導學習端探究自動化設計科技，進而領會程式設計與生活科技結合與應用。
素養課程： 搭配 <u>科學思辨論證與動手做創意I~VI</u> 實施強化素養(可視班級需求調整以應差異化教學)		
<u>科學思辨論證與動手 做創意I</u> 素養課程 主題一：科學思辯I 目標：補充初階探究	2節	1. 實施對象：初階學習者(高一) 2. 實施單元：(一單元) ① <u>蜥蜴與象鼻蟲的對決</u> 一步步為營的實驗設計 3. 實施內容： 在了解大自然的現象中，問對好問題，設計好實驗，是科學研究中重要的歷程。科學家從觀察中找到想了解的問題，設法驗證最初的解釋是否能夠得到支持，甚至不斷地重複這個歷程，持續的發問，讓研究成果更完整。此課程經由遊戲，互動和模擬實驗等設計的引導，來體驗科學家的思考方式與實證過程，以提升學習端執行科學實驗的能力

項目說明	時數	實施對象及內容
<p><u>科學思辨論證與動手做創意II</u></p> <p>素養課程</p> <p>主題二：<u>科學思辯II</u></p> <p>目標：補充初階探究</p>	2節	<p>1. 實施對象：進階學習者(高一)</p> <p>2. 實施單元：(一單元)</p> <p>② <u>燕子的秘密武器—科學實驗中的替代解釋</u></p> <p>3. 實施內容： 科學是一個了解大自然的過程，因此經常有新的研究發現推翻了舊有的結論，或是發現這樣的事實背後還有更多複雜的關係。這樣子一個不斷提出質疑，追求更接近事實解釋的科學過程，是科學不斷進步的動能。本課程以家燕研究為例，從各種訊息中討論雄家燕與雌家燕尾巴長短差異的可能原因，嘗試建立學習端不斷質疑並且提出其他可能解釋的科學思維。</p>
<p><u>科學思辨論證與動手做創意II</u></p> <p>素養課程</p> <p>主題三：<u>科學思辯III</u></p> <p>目標：補充初階探究</p>	2節	<p>1. 實施對象：高階學習者(高一)</p> <p>2. 實施單元：(一單元)</p> <p>③ <u>小標示大學問</u></p> <p>3. 實施內容： 基因改造作物上市迄今已超過20年，關於它的爭議與討論始終不斷，雖然我國進口黃豆已有90%以上是基因改造的，但民眾似乎仍對其食用安全心存疑慮。本教學單元從消費者的選購意向談起，一步步闡明基因改造作物的來龍去脈，並簡述科學家對其食用安全風險的評估原則。最後則以論證的方式探討一項質疑基因改造黃豆安全性的實驗。引導學習端一同檢視其正確可靠性，藉以瞭解在論證中「當反駁無效時，論點依然成立」的準則。</p>
<p><u>科學思辨論證與動手做創意III與IV</u></p> <p>素養課程</p> <p>主題四：<u>科學論文</u></p> <p>目標：強化進階探究</p>	6節	<p>1. 實施對象：進階學習者(高二)</p> <p>2. 實施單元：(三單元)</p> <p>④ <u>繪製概念圖與探索POE教學</u></p> <p>⑤ <u>摘要教學</u></p> <p>⑥ <u>論證暨文章提示問句引導科學寫作的六個步驟的實作</u></p> <p>3. 實施內容： 科學教育從強調概念認識，到親手操作實驗，再到科學方法應用、過程技能熟練達成學習端能主動探究科學目標。若同時科學寫作教學，引導學習如何陳述科學現象，並運用推理技巧組織訊息概念詮釋自己想法，甚或提出新主張成特定論點，一連串科學寫作就是一個完整建構個人科學理解過程。就如真實世界科學家們進行研究時會藉由寫作的方式先將想法記錄下來，再經由實驗觀察去檢視想法與現象是否一致，以周延自己的觀點。這一連串概念的擴展與知識的應用，正是學習端必須學習的科學素養。</p>
<p><u>科學思辨論證與動手做創意V與VI</u></p> <p>素養課程</p> <p>主題五：<u>表達溝通</u></p> <p>目標：強化高階探究</p>	6節	<p>1. 實施對象：高階學習者(高三)</p> <p>2. 實施單元：(三單元)</p> <p>⑦ <u>分組簡報發表教學</u></p> <p>⑧ <u>分組互評觀摩技術</u></p> <p>⑨ <u>分組分享回饋實作</u></p> <p>3. 實施內容： 以個人分享或是小組共同討論凝聚共識後發表，並將實作過程錄影剪輯，上傳網路雲端與同儕分享。再藉由設計回饋性問卷的google table 收集回饋省思外，更藉探索所得數據分析其意義，作為修正方向與增廣學習觸角。</p>

項目說明	時數	實施對象及內容
增廣課程 搭配科學思辨論證與動手做創意III~VI實施加廣學習（可視班級需求調整以應差異化教學）		
<u>科學思辨論證與動手做創意III與VI</u> 增廣課程 主題一： <u>力學探究</u> 目標：增廣進階探究	6節	1. 實施對象：進階學習者(高二) 2. 實施單元：(三單元) ①回力標的角度與旋轉設計（觀察與提問） ②回力標的空氣阻力與擲飛技巧觀摩（假設與實作） ③回力標的競賽（討論與分析） 3. 實施內容： 以日常生活隨手可得材料：塑膠手套、氣球及竹籤，讓學習端探索『力與壓力』關係。運用簡單三片紙片重疊固定，製作及調整迴力鏢，感受飛行轉彎時所需向心力。培養學習端觀察中找尋問題，觀摩中模仿學習改變動機，進而引領創意展現。
<u>科學思辨論證與動手做創意V與VI</u> 增廣課程 主題二： <u>電學探究</u> 目標：增廣高階探究	6節	1. 實施對象：高階學習者(高三) 2. 實施單元：(三單元) ④電阻原理的表達說明（論述與表達） ⑤材質與電阻資料搜集與原理推導（資料搜集與邏輯推導） ⑥光度與時間大競賽（實作與分析） 3. 實施內容： 藉由電池及鋼絲絨的實際操作，引發學習端對電學中短路的認知，並瞭解短路的危險性。以電池及自動鉛筆筆芯(HB及2B)，了解串聯電路及石墨亦能導電，觀察不同筆芯的串接的差別，並探討其原因。藉由操作過程中分組學習討論紀錄，並藉由搜集資料學習資料統整判讀並分析資料圖表表達科學意涵。
<u>科學思辨論證與動手做創意V與VI</u> 增廣課程 主題三： <u>磁學探究</u> 目標：增廣高階探究	6節	1. 實施對象：高階學習者(高三) 2. 實施單元：(三單元) ⑦磁鐵的材質與種類及其特性簡報表達（圖表製作與判讀分析） ⑧磁鐵特性與溫度關係及力學圖的繪製（論證與判讀） ⑨創意淨力平衡的磁鐵大賽（創意與欣賞） 3. 實施內容： 以環形磁鐵排列不同陣行，使磁鐵達成靜力平衡，依據觀察存在的條件，引導並鼓勵學習端探究其成因。藉由各類材質與實驗比對結果中學習分析將結果會製成圖與表，進行表達科學意涵並進行發表。

附件二：課程實施剪影(第1~4年逐步增加)



圖一：優美、動聽，觸動人心

～德光校訓：『敬天愛人』＝敬畏上天，關愛眾人。

『敬天』：依循自然之理，與人為善，即堅持正確做人之道，推至誠。

『愛人』：擯棄一己私慾，及無私的體恤他人，持利他之心，推至誠。



圖二：新素養～

STEMA (顏色搭配對應，如附件一。)

S：探索科學原理～拜訪世界：意義的連結
T：培養技術訓練～標的評估：實踐的開始
E：開創工程設計～規劃設計：聯想的展開
M：善用邏輯推理～解決對策：思維的推理
A：融入生活美學～生活方式：適應的調整

以國一科學初探：芹菜運輸實驗舉例說明～



圖三：國一科學初探：芹菜運輸實驗～藉由閱讀文獻學習匯集整理資料找出實驗原理，準備實驗材料認識各類儀器特性與藥品應用，再進行分組討論繪製材料、設備表，並為實驗創意發想命名主題，再藉由流程圖的學習規劃實驗流程，以理解步驟間的互動意義。



圖四：國一科學初探：芹菜運輸實驗～進行流程圖的實驗架構與實驗步驟規劃與創意草圖繪製，藉此讓學習端習得實驗架構與流程步驟的差異，並在此導入各類流程圖工具與電腦流程符號的介紹，令學習端能學會善用現代多媒體工具的應用與符號的意義與價值。

科學初探

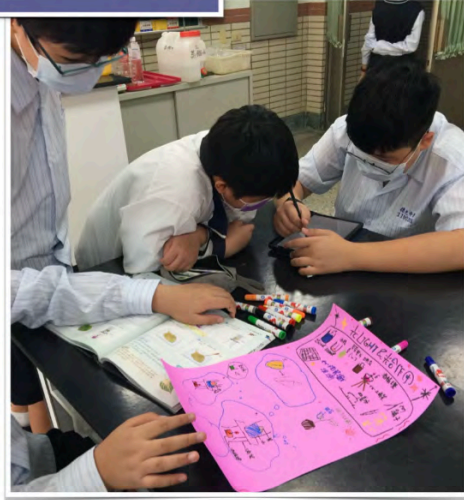
國一 實驗操作觀察



圖五：國一科學初探：芹菜運輸實驗～以芹菜橫切疏導組織實物觀察繪製科學繪圖，培養學習端之縝密、細心觀察能力與詳實記錄能力，並習得如何以文字表達圖形意義和瞭解繪圖規則中比例尺、繪製點圖的原因，藉此瞭解規則中的價值與意義。

科學初探

國一 實驗數據整理



圖六：國一科學初探：芹菜運輸實驗～藉由紀錄水分蒸發與葉片數量多寡的變化，習得影響變因，再令學習者以記錄方式繪製實驗記錄表詳實記錄數據，並將之紀錄數據資料學習轉化為圖形，進行笛卡爾座標學習匯出趨勢曲線藉此將了解資料轉化為資訊的意義與價值。

科學初探

國一 實驗講解發表



圖七：國一科學初探：芹菜運輸實驗～藉由小組實驗結果與分析討論變因後，整理出小組彙報資料如投影片與實驗報告，並行行個小組簡報，拍攝會報內容並放置學習平台收取回饋取得反思資料，進行心得檢討與反思態度的內化修正，藉此讓學習端習得行銷報告觀摩回饋，體會扮演主講與觀眾的角色與心態達到共情之意義。

科學初探

國一 實驗簡報

芹菜實驗

學校名稱：德光中學
科目：自然生物
實驗題目：芹菜實驗
指導老師：林聖鈞
班級：J107

台南市德光中學 自然科探究與實驗報告 葡萄糖鑑定

J107
7號許宸燻
8號羅佳聖
9號吳杰龍
10號許諾

台南市德光中學 自然科探究與實驗報告

芹菜與光合作用實驗之2
組員：
J107
7號許宸燻
8號羅佳聖
9號吳杰龍
10號許諾
11號邱岳穎
12號王昱權

德光中學

科目：自然與生活科技
題目：葡萄糖的測定
教師：林聖鈞老師
班級：國中1年7班
組員：許宸燻、邱元鼎、王昱權

生物科實驗報告

指導老師：林聖鈞

班級：J107

組員：31 林亭諭 1100316@tkgsh.n.tn.edu.tw

32 吳京芸 1100317@tkgsh.n.tn.edu.tw

33 蘇方淇 1100318@tkgsh.n.tn.edu.tw

34 葉羽涵 1100319@tkgsh.n.tn.edu.tw

35 林庭儀 1100320@tkgsh.n.tn.edu.tw

36 劉岳穎 1100321@tkgsh.n.tn.edu.tw

報告人：林亭諭 1100316

葡萄糖的檢測

德光高中附屬國中部 110學年度

自然與生物科技 生物篇

指導教師：林聖鈞 師

班級：J107 第六組

組員：

林庭諭 31 1100316@tkgsh.n.tn.edu.tw

吳京芸 32 1100317@tkgsh.n.tn.edu.tw

蘇方淇 33 1100318@tkgsh.n.tn.edu.tw

葉羽涵 34 1100319@tkgsh.n.tn.edu.tw

林庭儀 35 1100320@tkgsh.n.tn.edu.tw

劉岳穎 36 1100321@tkgsh.n.tn.edu.tw

圖八：課程一：國一科學初探～芹菜運輸實驗～成果作品

1. 芹菜運輸實驗

～簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MzcxMjY0NDQzNzg4/NDI5NDMyNjQwMjUy#u=Mzg2NjMxMzEwNzA2&t=f>

～實驗報告：<https://classroom.google.com/g/tg/MzcxMjY0NDQzNzg4/NDI5NDMyNjQwMjUy#u=Mzg2NjMxMzEwNjg1&t=f>

～影片：<https://youtu.be/0Hxfim8X3FU>

2. 芹菜運輸實驗

～簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MzcxMjY0NDQzNzg4/NDI5NDMyNjQwMjUy#u=Mzg2NjMxMzEwNjcw&t=f>

～實驗報告：<https://classroom.google.com/g/tg/MzcxMjY0NDQzNzg4/NDI5NDMyNjQwMjUy#u=Mzg2NjMxMzEwNzAz&t=f>

～影片：<https://classroom.google.com/g/tg/MzcxMjY0NDQzNzg4/NDI5NDMyNjQwMjUy#u=Mzg2NjMxMzEwNjcw&t=f>



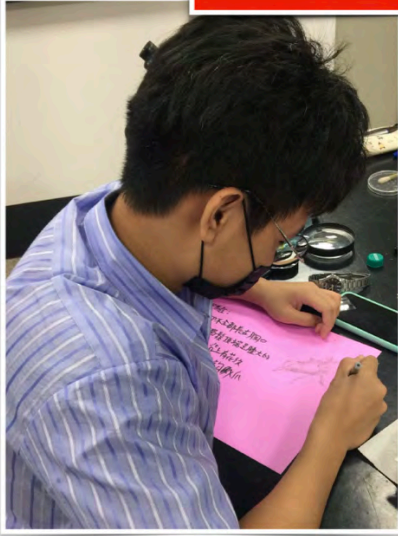
圖九：國二、三科學初探與素養探索

未來學習趨勢，情境化引發動機，取材生活化、應用跨領域化打破科目框架外，更重要是看見學習端的迷失，於教學過程中不斷反覆提醒、引導才能打破學不會、不想學、懶得學的困境。

- ① 學習需求～教學端資源建置解決
- ② 學習迷失～教學端教學技巧突破
- ③ 學習內省～教學端的藉堅持改變

探究實作

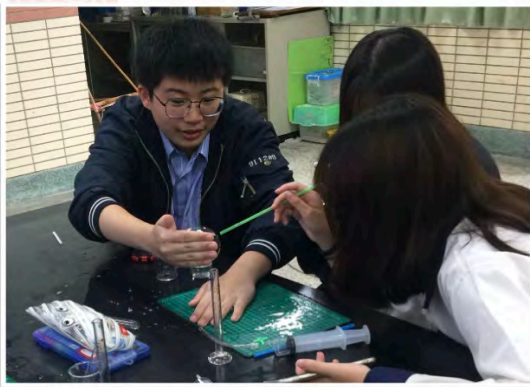
科學繪圖



圖十：米蟲探究：藉由米蟲活體觀察行為與構造特徵的顯微觀察，讓學習端體會巨觀與微觀差異，並藉由微觀構造的科學繪圖，詳細了解構造與行為上的意義連結，學習查閱文獻驗證支持論點。

探究實作

科學實作



討論論證



圖十一：泡泡探究：藉由『多層泡泡』的實作，發覺影響變因，藉此引入心智圖分析讓學習端進行小組頭腦風暴激發思考，並發表個人見解，引導出學習思維與論述表達溝通行銷的能力。

探究實作

實作驗證



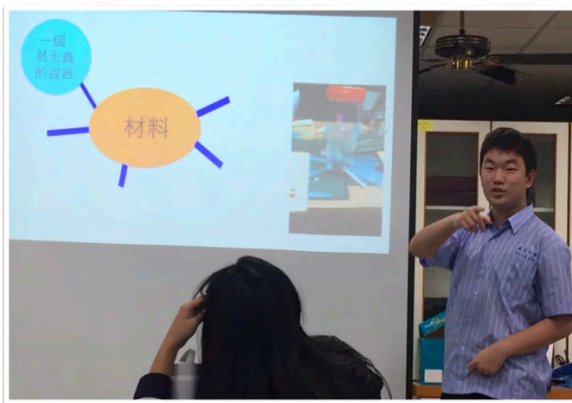
實作觀察



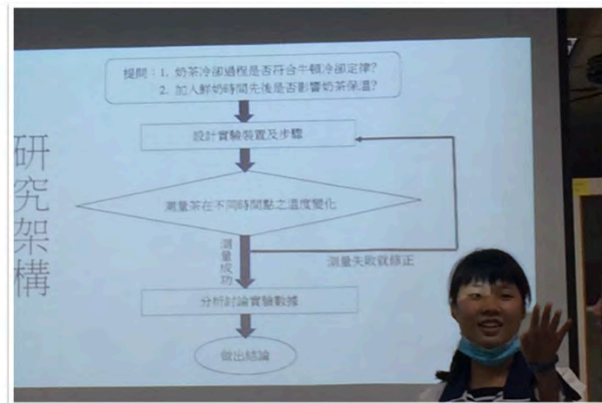
圖十二：投石機探究：藉由創意發展設計工程圖到實做成品，不斷地反覆修正，令學習者體會理論與實務上的差異，領會過程中失敗挫折轉化為成長修正資訊意義，並搭配成品競賽進行觀摩。

探究實作

變因心智圖



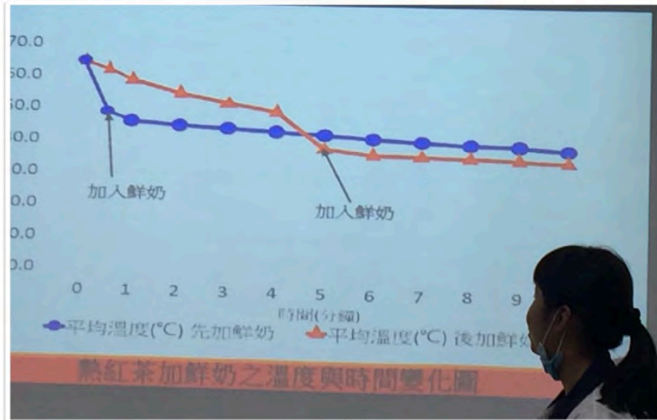
電腦流程圖



圖十三：酵素探究：藉由繪出心智圖探究分析變因的分類，在以小組討論進行可行性評估聚焦收斂實驗假設，並進行規畫實驗步驟，進行繪製實驗執行邏輯順序與結果可能推導流程設計。

探究實作

數據分析



論文寫作



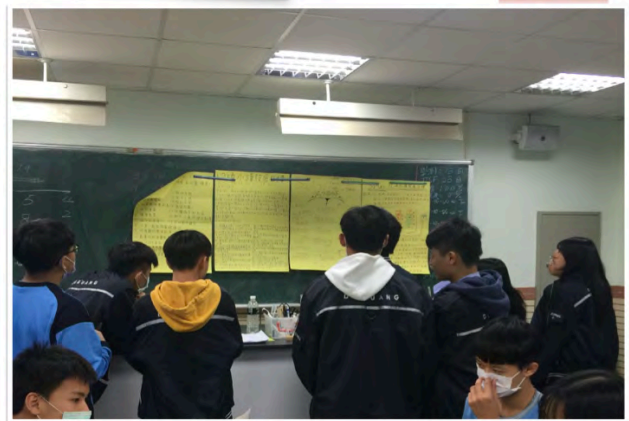
圖十四：紙飛機探究：藉由紙飛機的折法與外型構造設計，了解各類影響變因，並藉由飛行數據紀錄資料進行轉化為圖形趨勢資訊，學習預測分析，並藉此導入回歸偏差分析，令學習者習得對於操作與誤差的產生及數據精度、準度、信度的判斷依據、原理與意義。

探究實作

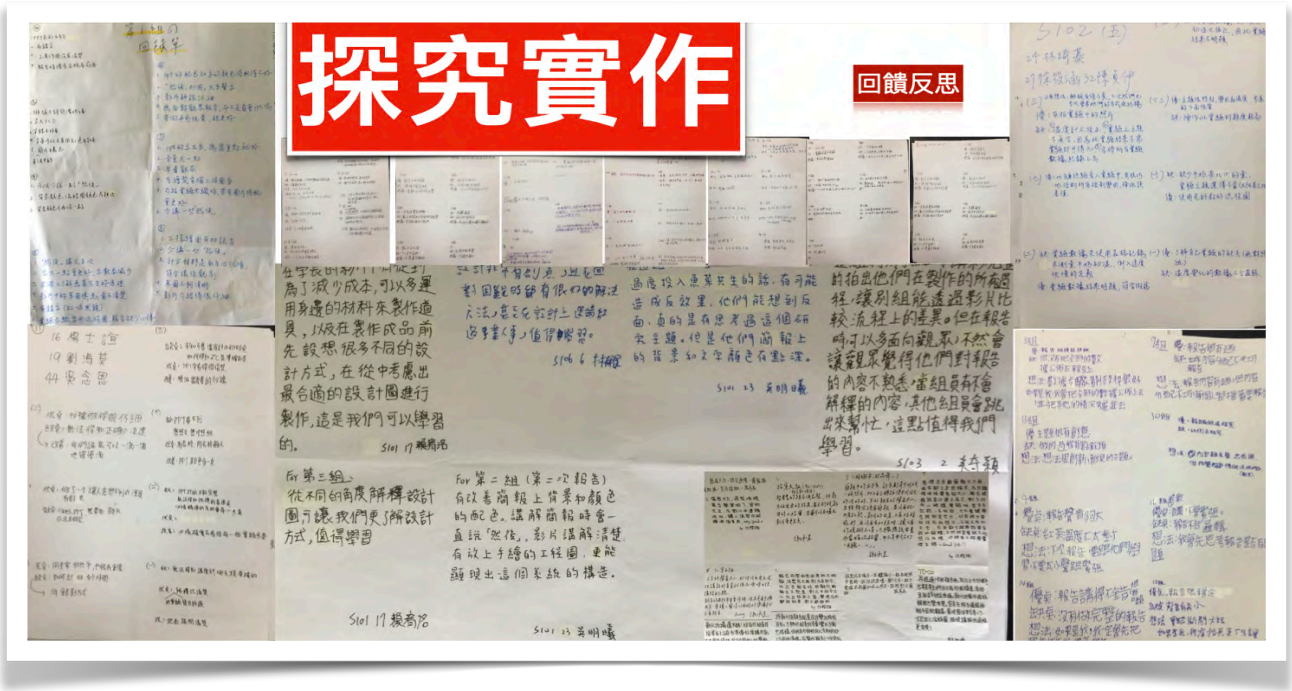
行銷報告



觀摩回饋



圖十五：行銷論述：藉由實作所獲致的操作體會、有意義實作紀錄、數據分析與討論檢討，將之轉化成個人論述撰寫成實驗報告，並藉由分組報告創意展現各組行銷內容，分享與觀摩體會扮演主角與觀眾的角色，透過提問學會溝通表達。



圖十六：回饋反思：藉由回饋進行修正與反思，針對個人與小組及探究活動參與過程，進行SWOT分析，令學習端更深刻發覺個人優勢、劣勢、機會與威脅問題所在，分析了解個人現況與理想落差，找出改變現況的可能與機會，並規劃消除個人內在劣勢與外在威脅。

課程一：探究實作～成果作品

1. 實驗主題一：當紅茶遇到鮮奶（連姿怡）

- ～論文：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MTkzZmJhZjZjZmZ5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTc1MjYzMzAxNjA4>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MTkzZmJhZjZjZmZ5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTc1MjYzMzAxNjA4>
- + 海報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MTkzZmJhZjZjZmZ5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTc1MjYzMzAxNjA4>

2. 實驗主題二：WHO怕WHO—米蟲怕什麼精油?（李宜珊）

- ～論文：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MjQ0MzkyNzY3NjE4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MjQ0MzkyNzY3NjE4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>
- + 海報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MjQ0MzkyNzY3NjE4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>
- + 回饋：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MjQ0MzkyNzY3NjE4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>
- + 影片：<https://drive.google.com/file/d/1s7-aE9q1R5U6iofpNMhZqftqKzie2Fjy/view>

3. 實驗主題三：變化莫測的泡泡（孫珮軒）

- ～論文：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MjQ0MzkyNzY3NjE4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>

4. 實驗主題四：攻城掠地的好幫手-投石機（劉又甄）

- ～論文：<https://drive.google.com/file/d/1N7x6S56SilfXU1um5Mv6uGFG9rXXAaxnm/view>

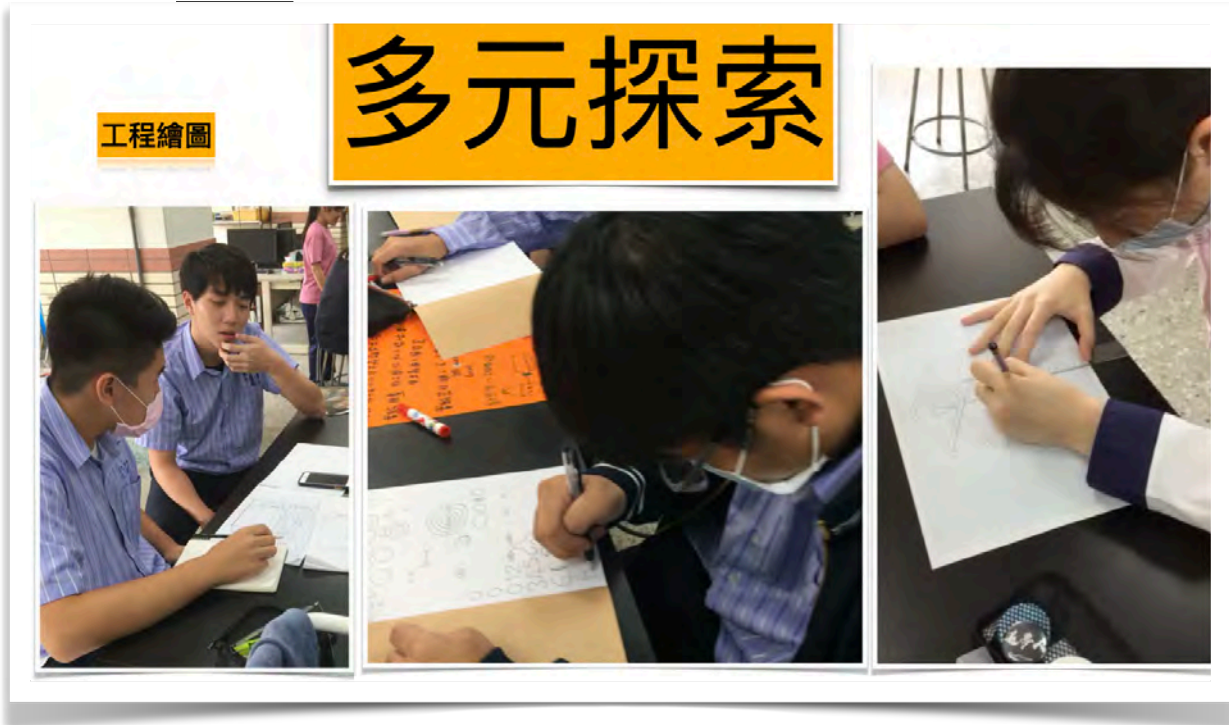
5. 實驗主題五：紅豆『氧』『酶』吐氣（蔡尚霖）

- ～甘特圖：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- ～論文：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 海報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 回饋：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 影片：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzQ0MzkyNzY3NjE4#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>

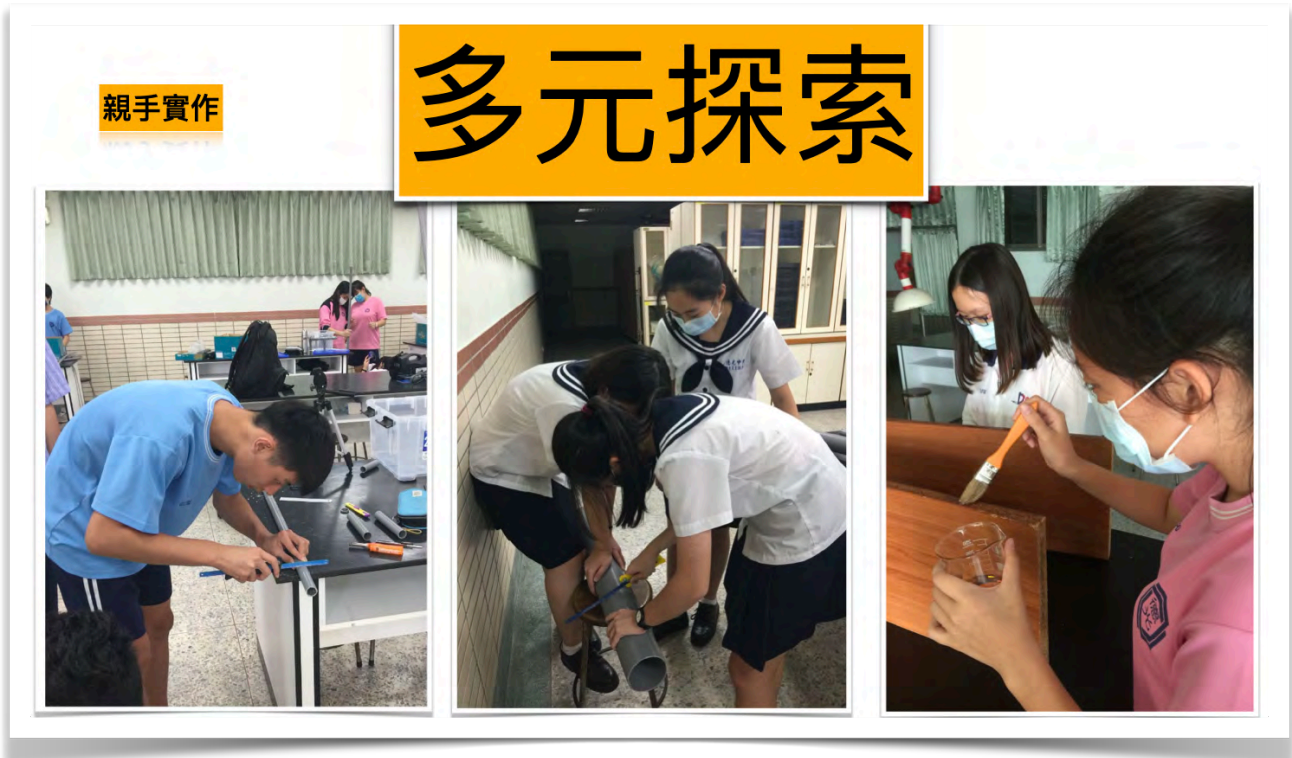
6. 實驗主題六：久久不墜的紙飛機（李宜珊）

- ～甘特圖：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjA4>
- ～論文：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 影片：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 線上報告：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>
- + 心得：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4a/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjA4&t=f>

以高一初階～魚菜共生為例說明：



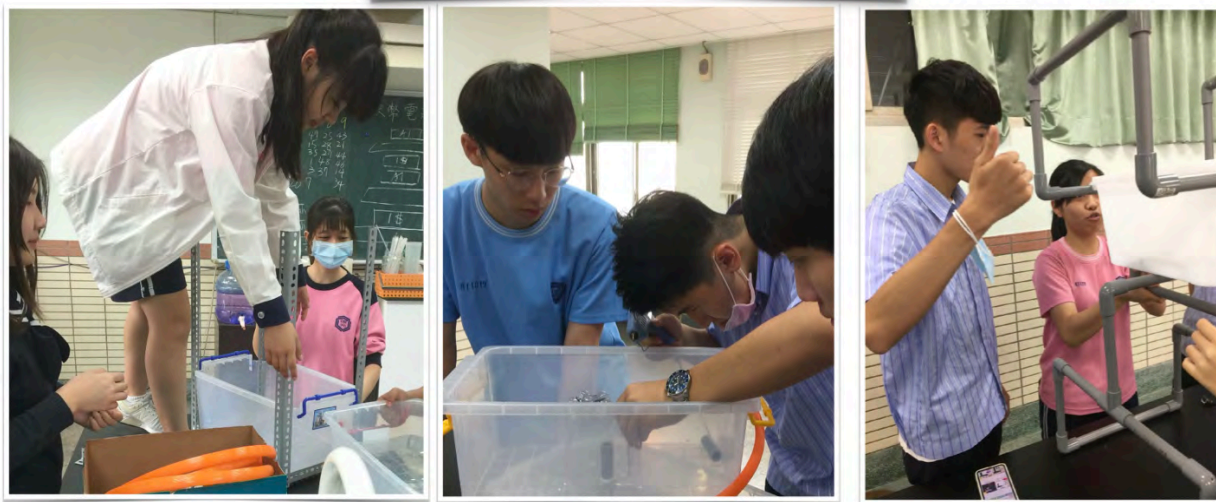
圖十七：高一初階～魚菜共生：藉由對魚菜共生的原理與發展史理解後，進行個人創意發想設計魚菜共生草圖，上傳至學習平台募集志同道合夥伴組成小組，進行頭腦風暴小組討論凝聚共識，進行可行性、應用性、價值性評估後繪製工程圖，建構器材與材料需求表並以個人擅長進行分工，規劃出可執行性的流程，同時藉由溝通人員安排建制與時間甘特圖，著手準備實作。



圖十八：高一初階～魚菜共生：依據設計圖進行採購材料與尋找資源準備工具，並針對工具屬性進行線上學習了解各類器材的用途與操作技術後進行實作，過程中學習磨合彼此的溝通與合作協調能力。

初步組裝

多元探索



圖十九：高一初階～魚菜共生：組裝設計過程中難免意外連連，出乎意料之外，這也就是理論與實作之差異，讓學習者領悟打破既有的理想制約，事無當然、必然過程只要有一點些許的決策疏漏就會造成嚴重的偏差。

討論改良

多元探索



圖二十：高一初階～魚菜共生：針對偏差的發生進行修正前，進行問題論點分析，藉由六頂帽子法來讓小組成員集思廣益，再藉由邏輯樹的分析找出之為細節上的疏漏，進行權衡輕重的解決方案設計並進行方案討論，避免個人偏見干擾決策的判斷。

細部調整

多元探索



圖二十一：高一初階～魚菜共生：進行虹吸鐘與菜池的設計與規劃，鑒於之前的經驗學習者進步了，更鉅細靡遺地探索設計原理，找尋設計眉角，更利用多媒體工具詳實紀錄操作過程中，以便後續找出問題，過程中衝撞也以逐步找到默契，溝通與協調的越來越具體明確。

成功喜悅

多元探索



圖二十二：高一初階～魚菜共生：歷經各種困難，都在成果展現的最後一刻前，浮現學習者既期待又怕被傷害的臉上，直到成功的喜悅落下，那塊石頭終於放下，喜悅的嘴角、熱情的眼神與雀躍的肢體都在肯定了自己的努力獲得了賞識與意義，知道自己可以做到不一樣的改變。

課程二：

1. 多元科學思辨與動手做：魚菜共生的意義

～影片：<https://youtu.be/w0Z6uCAHFYM?list=PLPFyUGYEX3X1YsFYaTSiY197oMaHoWeV5>

2. 魚菜共生普及化的可能性

～影片：<https://youtu.be/OXMα031P×4k>

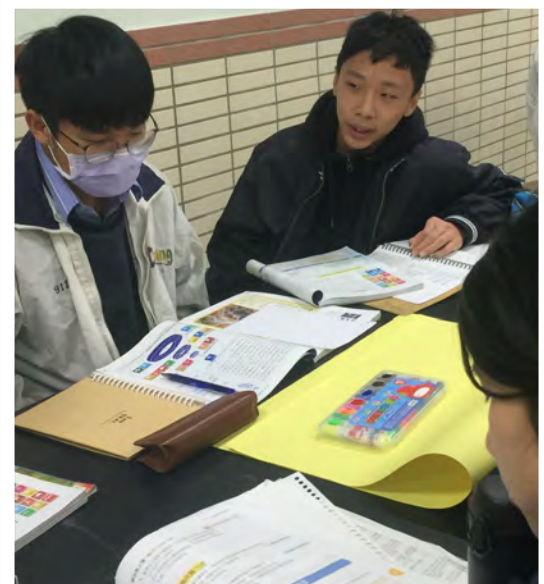
3. 魚菜共生設計說明

～影片：<https://youtu.be/TZuWID0TRHE>

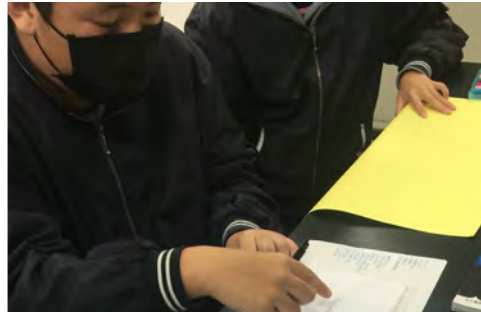
～設計圖：<https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0/Mjk5ODY1NTc4MTE1#u=NTI2OTYxMDAzMjda&t=>

議題探索

小組討論



圖二十三：SDGs在地議題探索：小組個人針對解決方案進行發表分享，讓學習端能思考與觀摩，並培養論述說明能力。



小組共識

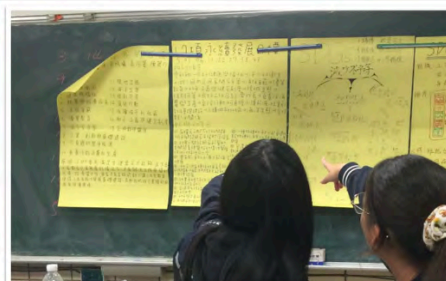
議題探索



圖二十四：SDGs在地議題探索：小組針對解決方案進行邏輯樹的分析將其所在重要性與現行資源與能利進行解決的順序，過程中經歷過第一次的磨合學習者已然掌握表達必須明確且不能有所保留，否則又會造成從眾效應與導致個人偏見而影響最後適當的決策。

溝通行銷

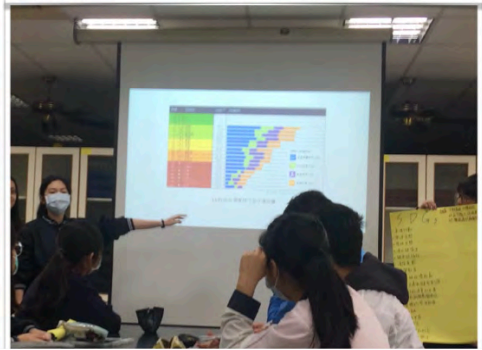
議題探索



圖二十五：SDGs在地議題探索：藉由小組討論好的決策仍需獲得更多的支持與建言，所以在進行組組相互對話的討論，這個過程儼然與小組內討論不同，反爾比較像是辯論會，因為個小組經過設計思維的決策後，都頗具理論與論述基礎，故常常見到風風火火的雄辯，且似乎沒有半刻停下舉手的時間，這說明了議題已經內化而且學習者已然將此種探索能力養成習慣。

議題發表

議題探索



圖二十六：SDGs在地議題探索：該來的還是會來經過組組的捉對廝殺後，個組似乎更卯足勁地要驗證自己的論述，豐富的報告內容在短短的幾分鐘之內，不但能流暢且清晰的表達，而其所製作的投影片更是特別有看頭，能夠以具體的線上搭配口語的表達完整的呈現，著實不錯。

課程一：SDGs 在地議題：

1. SDGs17項永續發展目標：

～簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTcxMzY5MjU4NjEz&t=f>

～照片：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTcxMzg0NDUwOTgw&t=f>

～海報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTcxMzg0NDUwOTgw&t=f>

2. 聯合國永續發展目標：

～簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTYxMzQyODYxNTcx&t=f>

～海報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTYxMzQyODYxNTcx&t=f>

～回饋單：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTM5MjU0MTAyODY0&t=f>

～備搞：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTc1MzQ3MjYyMTMy&t=f>

～心得：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODIwNDc0MjAy/MjQ5MTUwMTcxNzgZ#u=MTcxMzkwNDQwODY1&t=f>



圖二十七：自主專題：由個人針對社會觀察設定目標，進行學習平台的論述說明募集1~2夥伴組成小組，進行實驗與議題的設計，透過探究、多元訓練這群學習者是最具實力、有各項不同的技能，如育苗高手、針對魚菜共生的幼苗培育方法，找出最適的鐵質濃度，化學分析高手想要找到分解蔬果表皮的農藥的最大適量，在電子與程式高手正在著手設計如何讓太陽能板能夠自動向陽汲取最大能量，在都在凸顯無限創意。

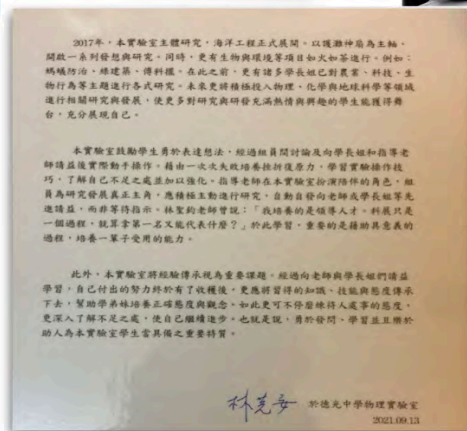


圖二十八：課程二：自主專題～成果作品

1. 種番茄?我居然竟然敗在.....心得紀錄 : <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzQ3NjU5MTU3MzI1#u=NTI2OTYxMDAzMjda&t=f>
2. 種子保存與消毒：影片 <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUxMjA4ODIxMjQ2#u=NTI4MDM5NTU2Mzla&t=f>
3. 植物標本製作：影片 <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUxMjExODc5MDI5#u=NTI2OTYxMDAzMjda&t=f>
4. Dome設計模型製作：影片 <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUzMDA5MDM5NDUz#u=NTI2OTYxMDAzMjda&t=f>
5. 科學思辨與論證I 蜥蜴與象鼻蟲的對決 學習單成果： <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzU5NzIzMTY4MTcw#u=NTI2OTYxMDAzMjda&t=f>
6. 「針」相大白拉午爾定律實驗之改良專題：論文+計畫書+簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTI1MTYyMDE5MzU4OTE4NTEyMzc5#u=NTIzNzQwMDQyNjRa&t=f>

歡樂科展社團

緣起宗旨



圖二十九：歡樂科展社緣起：

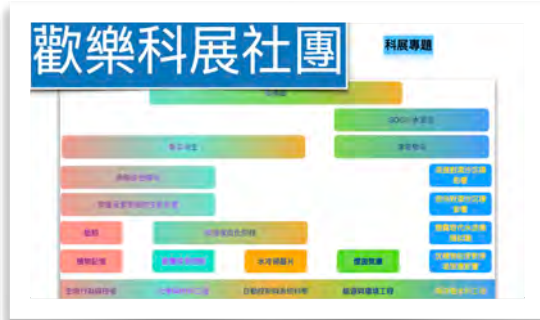
歡樂科展社前身是水工實驗室，因隨著眾多主題的加入，於2017正式改為『歡樂科展社』，承傳原實驗室的宗旨，為鼓勵學習端勇於表達想法，經過組員間討論及向學長姐和指導老師請益後實際動手操作。藉由一次次失敗培養挫折復原力，學習實驗操作技巧，了解自己不足之處並加以強化。指導老師在本實驗室扮演陪伴的角色，組員為研究發展真正主角，應積極主動進行研究，自動自發向老師或學長姐等先進請益，而非等待指示。林聖鈞老師曾說：「我培養的是領導人才。科展只是一個過程，就算拿第一名又能代表什麼？」於此學習，重要的是藉助具意義的過程，培養一輩子受用的能力。

此外，本實驗室將經驗傳承視為重要課題。經過向老師與學長姐們請益學習，自己付出的努力終於有了收穫後，更應將習得的知識、技能與態度傳承下去，幫助學弟妹培養正確態度與觀念。如此更可不停磨練待人處事的態度，更深入了解不足之處，使自己繼續進步。也就是說，勇於發問、學習並且樂於助人為本實驗室學習端當具備之重要特質。

圖三十：課程一：歡樂科展社

- 歡樂科展社創社宗旨～影片：https://youtu.be/Txay6k_dhdg
宗旨：https://drive.google.com/drive/folders/1QruUP7W3L0b3OObf7FT_RRqLvvOqEibE
- 科展社社長的一封信～影片：<https://youtu.be/Gdh1v89ErkI>





圖三十一、圖三十二：課程一：科展專題～成果作品

1. 國際科展：

180009：護「灘」神「扇」－風扇擾流應用於延緩突堤效應

～獎項證明：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2021/earth.html>

～論文：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2021/pdf/180009.pdf>

～影片：<https://youtu.be/PWGtqYUtf5I>

2. 全國科展：

040710：「蝻」天鋪地葉枯盡－非農藥”冰鎮雞尾酒”防治法

～獎項證明：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/senior.htm#a5>

～論文：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/55/pdf/040710.pdf>

051905：護「灘」神「扇」－風扇擾流應用於延緩突堤效應

～獎項證明：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/senior.html>

～論文：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-051905.pdf?257>

052105：好咖配好茶

～獎項證明：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/63/senior.html>

～論文：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/63/pdf/NPHSF2023-052105.pdf?0.4290320448338758>

3. 分區科展：

4：「蝻」天鋪地葉枯盡－非農藥”冰鎮雞尾酒”防治法

～獎項證明：https://www.tntcsh.tn.edu.tw/ischool/publish_page/43/?cid=812

D02：護「灘」神「扇」-風扇擾流應用於延緩突堤效應

～獎項證明：<https://www.sfsh.tn.edu.tw/ischool/resources/>

[WID_229_1_2754a75ea37a3bc8d1365e8031998427452a0078/](#)

[CLS_229_1_d019d2ab765150833dfc315578f0d3a6cee6ae86/b04d054a757077e71d7d1123e893bdc.pdf](#)

扇自造灘-預測風扇對西南沿海造灘之成效

～獎項證明：<https://www.bmsh.tn.edu.tw/nss/p/I04>

F01：好咖配好茶

～獎項證明：<https://www.hysh.tn.edu.tw/ischool/resources/>

[WID_52_2_91c07825b181366355835ab10871f9a6e7edc588/](#)

[NEWS_52_2_35abae6d46c3b345b4c8d576219d83532444e10/attached/](#)

[%E7%A7%91%E5%B1%95%E6%88%90%E7%B8%BE%E8%B3%87%E6%96%99%E5%85%AC%E5%91%8A.pdf](#)

D01：中「流」砥柱－探討無動力幫浦應用於沿岸流發電

～獎項證明：<https://www.hysh.tn.edu.tw/ischool/resources/>

[WID_52_2_91c07825b181366355835ab10871f9a6e7edc588/](#)

[NEWS_52_2_35abae6d46c3b345b4c8d576219d83532444e10/attached/](#)

[%E7%A7%91%E5%B1%95%E6%88%90%E7%B8%BE%E8%B3%87%E6%96%99%E5%85%AC%E5%91%8A.pdf](#)

4. 市級科展：

111-27-143：有球鐵必應

～獎項證明：https://sf.tn.edu.tw/modules/science_fair/award.php?sf_sn=6&sk_kind=&sk_subject=&award=

107-27-188：潮起潮落-虹吸高溶氧循環裝置對小白菜生長之影響

～獎項證明：https://sf.tn.edu.tw/modules/science_fair/award.php?sf_sn=1&sk_kind=&sk_subject=&award=



圖三十三、圖三十四～課程一：全國高中小論文專題：：成果作品
資料來源～<https://www.shs.edu.tw/Customer/Winning/EssayIndex>

1. 1020331 :
 - ① 人體的防線-淋巴系統(蔡佳欣)
 - ② 星光與星色的意義與價值(許家瑀)
 - ③ 未卜先知的神奇預測-氣象預報(王熙茜)
 - ④ 星光的探秘(黃于軒)
 - ⑤ 啟動生命的開關：探討地球的起源(甘翊廷)
2. 1030331
 - ⑥ 奪魂颶(甘翊廷)
3. 1040331
 - ⑦ 生態浩劫-台灣蛇類保育淺談 (張傑宥、劉軒綸、胡庭璋)
 - ⑧ 「滿」天鋪地禁枯蟲一非農藥「冰鎮雞尾酒」防治法 (施佳玆)
4. 1051115
 - ⑨ 人類大腦皮層的奧秘 (陳暉承、胡芸甄、曾宇韻)
5. 1060331
 - ⑩ 大風吹，吹哪扇-利用窗戶設置與風扇旋轉方向使風扇效果最大化(陳彥玆、張智凱、馬健凱)
6. 1061115
 - ⑪ 「油戲規則」-美國頁岩油對全球經濟與環境的影響 (魏春年、王靖茹)
7. 1071115
 - ⑫ 理想魚菜方程式-探討魚菜共生系統對於節省環境資源的貢獻 (朱育德、黃品軒)
8. 1081031
 - ⑬ 極端氣候-自然的考驗 (陳柏勳、龔祥鈞)
9. 1090325
 - ⑭ 農民救星-呼「硼」「蟻」伴 (陳柏勳、林冠璋、曾筠喬)
10. 1091015
 - ⑮ 傷口環境比較與利用高分子合成敷料SOMAGEL促進傷口癒合 (林芫安、楊翰堂)
 - ⑯ 飼養龜之常見疾病調查及病理探討 (陳奕翔)
11. 1100315
 - ⑰ 雙管齊下(蕭敬學、呂承翰、林璟雯)
12. 1110315
 - ⑱ 如何有效驅趕米蟲-以薑為例 (王崇洺)
 - ⑲ 流速變化對水中漂沙藉由七葉風扇之變因探討 (李俊逸、洪慈嬪)
 - ⑳ 水到渠成 (杜雅真)
13. 1111015
 - ㉑ 改良柑橘類精油製作過程之研究 (謝語臻、杜雅真)
 - ㉒ 斑馬魚與過氧化氫濃度-尾鰭截肢再生 (郭定謙、郭旻藥、黃稚恩)
14. 1120315
 - ㉓ 米象對趨光性及有色光的反應之探討 (林子耘、花駿騰)
15. 1121015
 - ㉔ 淺談AI人工智慧及Cha tGPT之發展與應用 (葉冠紳)



圖三十五：社團活動剪影

培養年輕一代，讓他們勇於提問、勇於尋找答案，要學會如何去問問題，而不僅僅學會如何去回答問題。讓學敢學習端於創新，讓學習端勇於解決新的問題，為未來創造新的機遇。同樣重要的是，希望幫助年輕人建立一套健全的價值觀，使得他們有堅強的意志和韌性，能夠處理生活當中不可避免的挫折，而不被過度的沮喪影響意志，所以，他們就會願意努力的工作來實現他們的夢想。



歡樂科展社團



圖三十六、圖三十七：社團活動剪影

由生活觀察探索、找到議題、探索問題論點、進行文獻探討、小組頭腦風暴、分析變因心智圖、邏輯樹排序可行性評估、產生解決方案、以六頂帽子法降低偏見、浮出共識決策方案、建制實驗架構、會實驗裝置草圖、以邏輯樹遺漏修正、規畫實驗設備與採購、進行流程圖進行工序步驟設計、建制實驗紀錄、凝訂分工工作分配與時間甘特圖、執行施做、實驗進行實踐紀錄分析、修正實驗變因誤差、進精度、準度、信度評估、數據統計分析將資料轉化為可預測資訊趨勢圖、討論分析原因、找出立論依據、探討可能應用、進行論文資料整理、產出摘要轉寫論大綱、著手論文寫作、進行文獻整理、準備發表簡報、練習口語行銷、建制回饋表單、正式發表搜集回饋、修正檢討、進行反思、凝訂心探索方向、建構個人角色性格，創意形塑未來素養社會。

空室	模稜型積積	模稜型積積	平均型積積	
底面積	14,044 cm ²	24,021 cm ²	14,020 cm ²	9,086 cm ²
底面積方程式	$0.00017x^2 - 0.0006x + 0.0001$	$0.00017x^2 - 0.0006x + 0.0001$	$0.00017x^2 - 0.0006x + 0.0001$	$0.00017x^2 - 0.0006x + 0.0001$
曲率	0.0434	0.392	0.469	0.425
標準差(σ)	N/A	1.096% σ ₀ ≤ 0.280	0.312% σ ₀ ≤ 0.133	0.431% σ ₀ ≤ 0.151
沉積角 θ = 1/4π	0.951 ≤ θ ₀ ≤ 0.976	0.484% θ ₀ ≤ 0.056	0.132% θ ₀ ≤ 0.105	0.151% θ ₀ ≤ 0.183
沉積角 θ = 3/4π	N/A	N/A	N/A	N/A
最大容積面積	30,456 cm ²	65,530 cm ²	32,417.96306063	19,221.04514612
平均沉積高度	1.794 cm	0.823 cm	0.898 cm	1.362 cm

七) 平均沉積高度

從桂芳安、謝定宏(本人) · 2021年台灣國際科學展覽會研究報告書「飛「塵」神「扇」— 風扇擾流應用於延緩突塊效應得知，因發光沙少量固定，實驗在理想狀態下，發光沙的側面皆為三角形，利用 D=M/V 公式推導，得平均沉積高度公式，由此得知其平均沉積高度，及漂沙之集積程度。

$$Z = \frac{2M}{\int_0^{\Delta x} [f(x) - g(x)] dx \cdot k^2} \cdot \rho$$

式中 Z 為平均沉積高度
 [0,Δx] 為圖形沉積起始點至圖形末端點
 f(x) 為上方函數
 g(x) 為下方函數
 k 為依比例換算標準網格與實際長度所得之常數
 M 為實驗使用發光沙質量
 ρ 為發光沙密度

天然觸感設計圖

攻城用 守城用

成果分析

設計原理
 此觸感係利用每個傳感器知覺屏序的特性製作。
 不論生活在哪環境下，所以用物體接觸可減少不必要的產生量。
 減少介質
 及每個傳感成天然觸感的一個應用更換一次

此外，72.4%的人認為肉品類有安全上的疑慮，46.9%的人認為海產品有安全上的疑慮，僅次於肉品類，22.9%的人認為日常中的農產品也有安全上的疑慮，更有 43.8%的人認為加工產品有安全上的疑慮，如圖四。





圖三十八：課程一：科學書報～成果作品

1. 游敦閱第二次報告(主題：植物所需的微量元素)
～影片：<https://youtu.be/1yqHOc8Dqa8>
2. 董育廷(主題：斑馬魚的再生能力討論)
～影片：<https://youtu.be/vzbswEOBYRQ>
3. 李俊逸 & 洪慈嬪第一次報告
～影片：https://youtu.be/V1sDuVNLApq?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P
4. 許諾第一次報告(主題：蚯蚓對植物的影響)
～影片：https://youtu.be/hu8eTtzYOCQ?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P
5. 杜雅真專題報告(主題：SDGS水資源的永續利用)
～影片：<https://youtu.be/OLJEvwO3rrg>
6. 石膏組之黃怡靜、許曉涵、林綺蓁快樂的一天
～影片：https://youtu.be/xYnY-HLVCX4?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P
7. 國一李沂家(主題：煙囪效應)
～影片：<https://youtu.be/80Iioxqmg38>
8. 吳致陞報告(主題：耳機製作的原理)
～影片：<https://youtu.be/qE03pPDsj0A>
9. 杜雅真失敗的第一次專題報告
～影片：https://youtu.be/NEL8GqNwu10?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P
10. 苗苗的首度報告(主題：奶茶)
～影片：https://youtu.be/CYpfITU5H4s?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P
11. 葉品寬、王柏堯、蕭敬學高三難得的報告
～影片：[zlist=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P](https://youtu.be/zlist=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P)
12. 苗苗的第二次報告(主題：魚菜共生)
～影片：https://youtu.be/ie8T6SC1EBU?list=PLMYbtRZP1J6ebEzHvB8sOHIw_K5kLah-P



圖三十九：社團活動剪影～國際科展的感念：奔跑吧，孩子！

芄安 奔跑吧 年輕信念 起飛 別停

奕翔 奔跑吧 愛的勇氣 揚帆 別停

定宏 奔跑吧 逆風而行 翱翔 別停

為你們 共同的未來 各自的夢想 奔跑吧 別停

努力、汗水、淚水、歡笑 會讓彼此強大 加油 別停！

人生就是一個個不同角色的階段，很開心在我們生命中，能擁有彼此陪伴的經歷，而今感恩我們一起走過，各自都找到新與心的目標，即將展開另一個開始，就讓我祝福你們，一起再聽一次這首-從這裏開始。<https://www.youtube.com/watch?v=Jp6qPZHTMJ8>

師 聖鈞



圖四十：社團活動剪影～全國科展

不要想著贏，要想不能輸：
～要有成功不必在我，但要為後輩留下根基，
不是阿Q的輸也要奮戰到底。



圖四十一：社團活動剪影～分區科展

孩子還記得你們國中畢業時我給你們準備的最後一課嗎！

讓我們一起回故吧。

夢想這首歌是我帶著你們做科展的意義與實現一起回故吧！

<https://youtu.be/f11zIfh-VD4>

兩年了，每個早自修、每個午休實驗室成為我們最深的記憶與夢工廠。由原本的空寂的四人做夢，到今日人聲鼎沸二十多人一起做夢，一起抱怨失敗的不公平，一起聞體會汗臭，一起爭辯想法、操作，一起感動成功，感嘆學姊們的被迫終止。看過、試過、做過、領會過你們也逐漸成熟，由作者變成學長、接手當助教。看著、聽著你們指導學弟妹的身影與分享，是多美好的承傳啊！感謝有你們真好，讓我祝福你們即將邁入新的開始！此刻就一起回憶當年我送你們的廣告：奔跑吧孩子！你們做到了，我以你們為榮！<https://www.youtube.com/watch?v=8n7x2BK2Pdc>





圖四十一、圖四十二：社團活動剪影～【老鳥，也會墜機】～魔鬼的細節

人因熟悉，生自信，而輕忽。

因熟悉而～「從表面上來看都很類似」，慣性的以過往經驗斷定
～「不會陌生，就如此」，陷入～「舊酒新瓶」不自知。

致使對環境改變

～「視而不見，由外看內」不自覺輕忽掌握機會的精髓。

所以 必須刻意培養 自己做～「新舊差異比較」的學習慣性。

自我提出～「差異報告」，

從而 深度觀察是否～「精確捉住」新機會特質。

如此一來，不致陷入盲點不自知。共勉共警之

師 聖鈞





圖四十三：社群活動剪影～

我們共同特質是活力、無私、創新、專業，不斷精進創新自己的教學。共同散發出來的教育熱忱，點燃教育的火花。



我們目標看到每一個孩子的亮點與需求，因為每個孩子都有不同的天賦，都應該得到啟發，所以把生硬的課程轉換成實際情境的對話與實作，讓孩子感受到結合生活的學習樂趣，「陪伴」和「同理」『傾聽』學習端心聲，縮短知識和學習端的距離。



圖四十四：課程一：線上自學~加廣課程~成果作品

第一堂 函數的極限與極限的意義

~影片：https://youtu.be/izkfw_zcgVc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

第二堂 函數的連續性與中間值定理

~影片：https://youtu.be/khQ6kJYxvRw?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

第三堂 導數的意義、性質與合成函數

~影片：https://youtu.be/bAdpdYMCHMI?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

第四堂 微分例題講解

~影片：https://youtu.be/s79nJPpZqG4?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

積分1

~影片：https://youtu.be/N3R9Mksi7Bc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

積分2

~影片：https://youtu.be/SeSeLg7nBuc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

第一堂 R的操作環境簡介

~影片：https://youtu.be/ZFICikLuXTU?list=PL3hytCmgKoylA9LTA_ibJZxZ0z-r2MySB

第二堂 R語言的套件

~影片：https://youtu.be/UimHtgA5DqQ?list=PL3hytCmgKoylA9LTA_ibJZxZ0z-r2MySB

R語言下載與安裝

~影片：https://youtu.be/D4yRUALh2kM?list=PL3hytCmgKoylA9LTA_ibJZxZ0z-r2MySB

如何製作甘特圖？（附範例檔案可自行下載使用）

~影片：<https://youtu.be/cuN8CFoPKlo>

The screenshot displays a digital learning environment with two main columns. The left column, titled '教學講義' (Teaching Materials), lists nine lessons: Lesson 9 (多元學習魚菜共生), Lesson 8 (甘特圖), Lesson 7 (自主學習), Lesson 6 (專題製作), Lesson 5 (實驗報告寫作), Lesson 4 (小論文寫作), Lesson 3 (工程繪圖), and Lesson 2 (問卷製作與原理). The right column, titled '線上會議' (Online Meetings), lists thirteen sessions from the 27th to the 33rd, including dates and times. A blue box on the far right contains the text '線上課程與書報'. Below the text are several video thumbnails, including one for 'Excel 甘特圖 教學' and another for '有機物'.

圖四十五：課程一：線上自學課程～加深課程～成果作品

偏微分1

～影片：https://youtu.be/HJ1kAVjg3mI?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

偏微分2

～影片：https://youtu.be/nKpmTampH0?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

偏微分3

～影片：https://youtu.be/uq9yHXQOnVo?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

水中漂沙數據分析教學（上）

～影片：https://youtu.be/yUTPnaLoQzE?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

水中漂沙數據分析教學（下）

～影片：https://youtu.be/s7EeAu_aKn4?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT

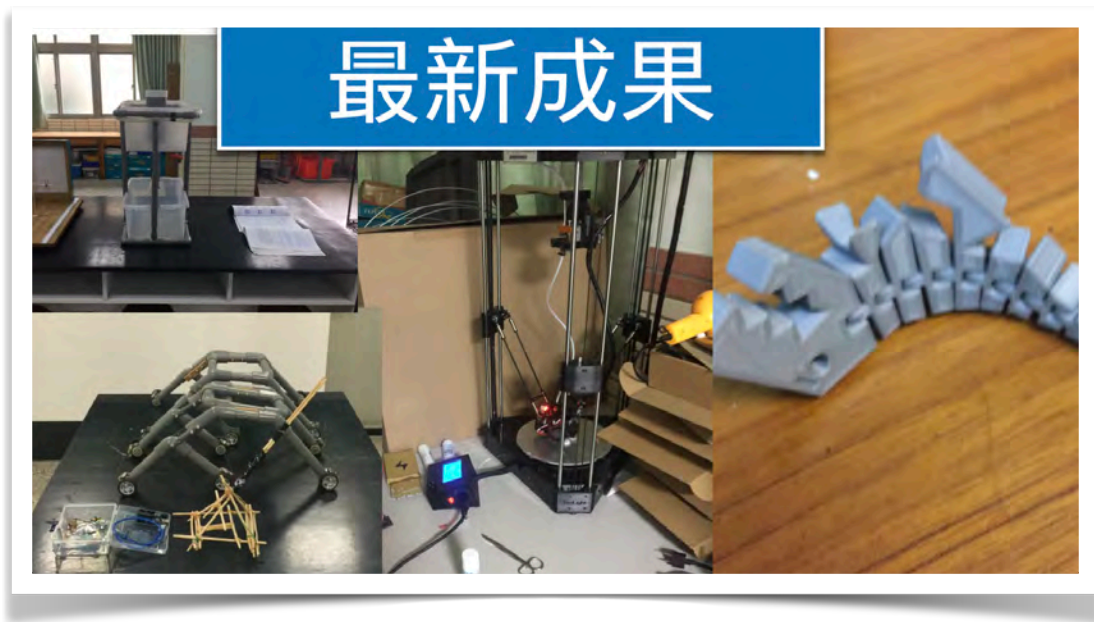
課程一：線上書報～舉例共計122次

第三十三次 高國中 線上會議 11/14 0800~1200 線上討論

～影片：<https://youtu.be/KwdPp-WUll8>

第107次 線上會議 2023 03/12 0800~1100 線上討論教學

～影片：<https://youtu.be/XXyOHHRgc28?list=PLPFyUGYEX3X1YsFYaTSiY197oMaHoWeV5>



圖四十六、圖四十七：社團理念與成果

理念：天份輸給熱情，熱情輸給方法，方法輸給習慣，習慣輸給感恩。

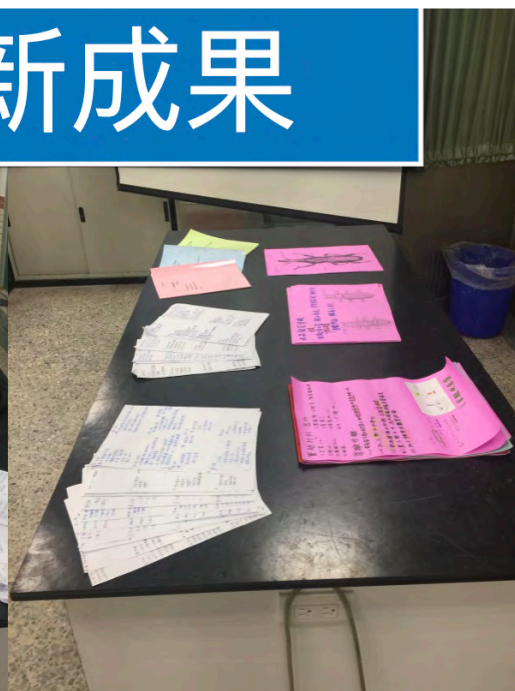
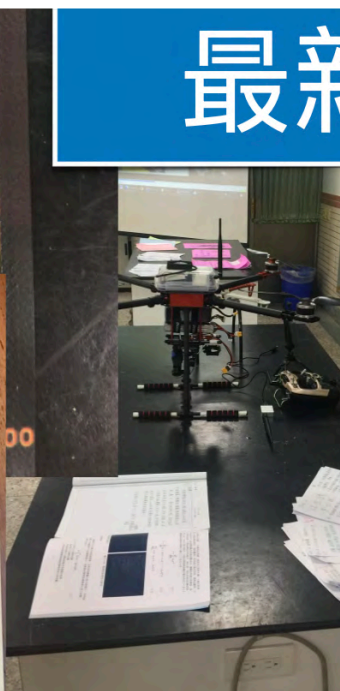
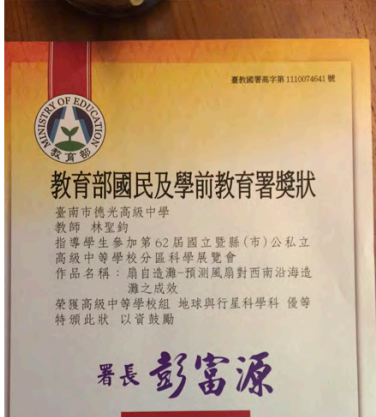
①善用學習的歷程：看重天賦<激發熱情<培訓方法<素養內化

②高中：

- I. 多元課程探索發現自我天賦。
- II. 社團活動激發探究主題熱情。
- III. 論文寫作訓練邏輯思維方法。
- IV. 科展實作養成解決問題素養。

③國中：

- I. 社團活動課程引發好奇觀察天賦。
- II. 學長學姊實作觀摩激發探究熱情。
- III. 國中專題研究訓練科學思維方法。
- IV. 國中科展實作培養發覺問題素養。



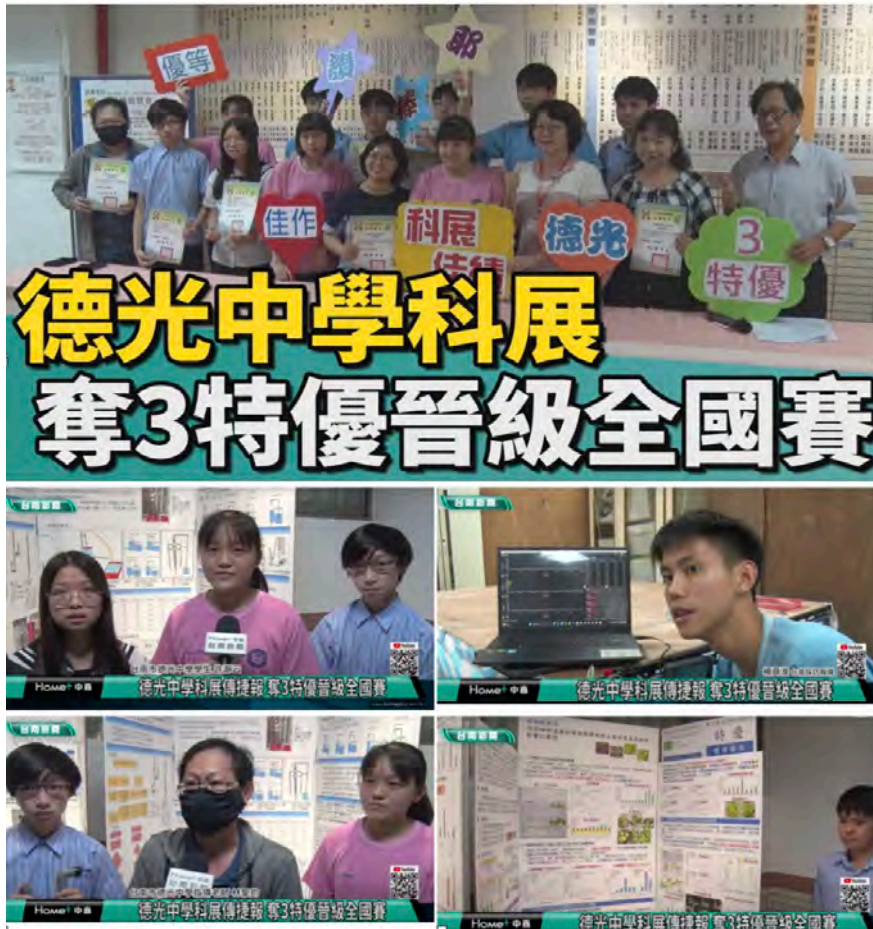
112.04.26 63屆分區科展獲獎1特優與1優等

Home+ 中嘉 新聞網

請輸入想查詢的新

德光中學科展傳捷報 奪3特優晉級全國賽

26-04-2023 • 生活 台南 • 楊興池



台南市德光中學參加今年第63屆第五區科展，榮獲3項特優、1優等、1佳作的成績，校長楊惠娜表示，科展有這樣的成果，對師生來講是非常大的鼓勵，而奪得特優的作品，也將代表第五區台南區晉級全國賽。

台南市德光中學參加第63屆第五區科展，今年拿出6件作品比賽，其中就有5件作品得獎，其中3件更是拿到特優，成功晉級全國賽。德光中學相當重視自然科探究與實作課程，課程的教學與內容，與過去非常不同，可以看到這次得到特優的分別是化學科、動物與醫學科以及植物學科，由學生自行發掘主題，並分組將研究論證和實踐。

另外得獎的是地球與行星學科，三位學生從去年暑假開始，花了將近半年的時間，以探討無動力幫浦，應用於沿岸流發電為主題，得到優等，也是相當不簡單。其中有一組是製作風力發電機，簡單用帆布加上葉片，形成模擬風場，利用電腦將數據拿出來做研究，是相當有看頭，指導老師林聖鈞表示，雖然他們沒得獎，但是透過學生自己去了解，利用學校資源，就是對他們最好的成長，希望他們可以再接再厲，未來取得好成績。

圖四十八：63屆第五分區科展捷報

CDNS E

2023年7月28日



德光中學學生參加今年全國科展高中組展覽，參展的三件特優作品全數獲獎，分別獲得化學科第二名、動物與醫學學科第三名、植物學科第三名。

德光中學高二學生詹侑霖、柯兆恒、陳仕閎，以作品「二硫化物交聯核酸在癌症藥物的應用」作品獲得全國科展高中學校組化學科第二名，團隊藉由二硫化物交聯核酸的奈米材料在癌症藥物的應用上，經過不斷地實驗，做出奈米級的核酸載體，未來極可能成為生醫的材料。

高二王苡珊則與南一中鍾招佑、許晉璋組成跨校團隊，以「構造、力學能耗比較淡水螺的仰泳機制」作品獲得動物與醫學學科第三名。三人發現會仰泳的螺，但仰泳其實非常不符合生存法則，因為會提高生物本身被獵捕的機會，為了了解這種淡水螺的生存機制，他們研究起淡水螺，經生物的觀察和物理的計算，發現淡水螺之所以要仰泳，是因為牠的力矩大、儲值比高，仰泳速率較快。

另王崇洺以「好咖配好茶」作品獲得植物學科第三名及大成獎優等獎。他利用咖啡渣和茶葉渣，經過不斷的實驗，調製成最適合植物生長的發酵土壤，他說，面對全球極端氣候和戰爭所引發的糧食短缺與肥料大漲，希望能藉由這個實驗，為再生肥創造出新的價值。

圖四十九：63屆全國科展捷報

歡樂科展社捷報
恭喜實驗室
獲得
生物奧林比亞競賽獎勵
李佳祐優良
及郭奕宏嘉獎
另李維宸、陳宜穎、
張育鈞、方羽熏、
葉冠廷

2024年臺灣國際科學展覽會

大會獎-生物化學科【三等獎】

代表臺灣參加2024年「巴塞隆納科學展覽會」

作品名稱：3-氨基苯硼酸修飾的奈米纖維素與二硫化物交聯製成的核酸奈米水膠在抗癌藥物載體的應用

參賽學生：S307詹侑霖、S308陳仕閔、S306柯兆恒

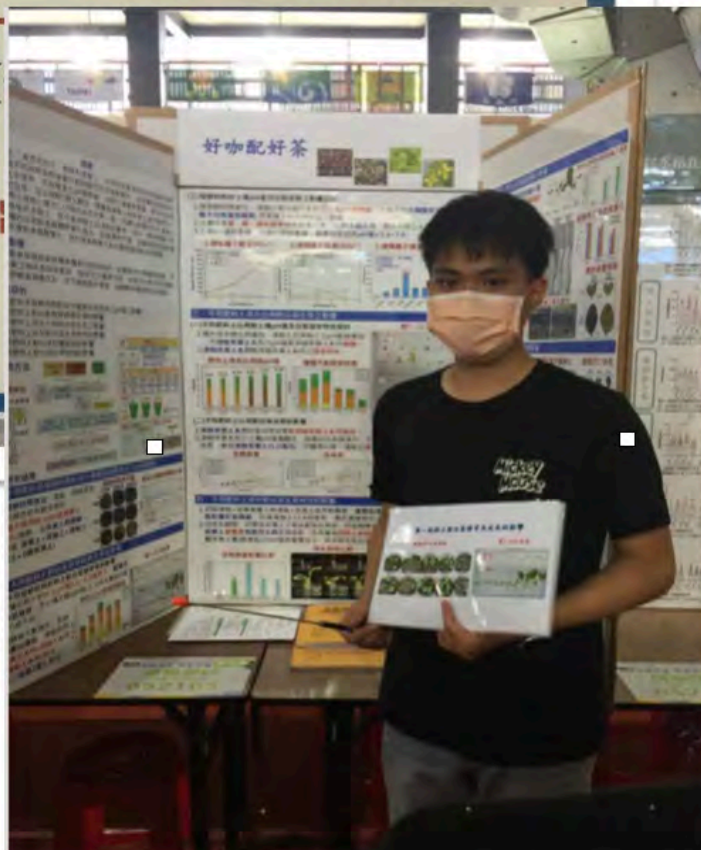
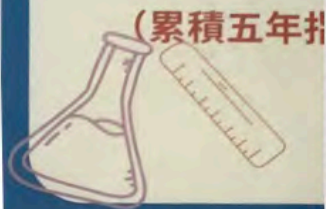
指導老師：侯美如、陳宇楓(臺東大學)

大會獎-植物學科【四等獎】

作品名稱：好咖配好茶

參賽學生：S304王崇洺

指導老師：林聖鈞、曾大千(清華大學)

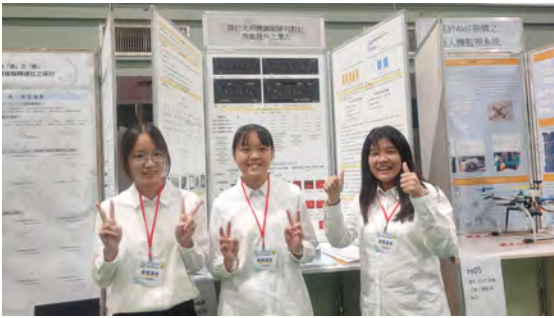


圖五十一：
國際科展捷報
2023 02-29

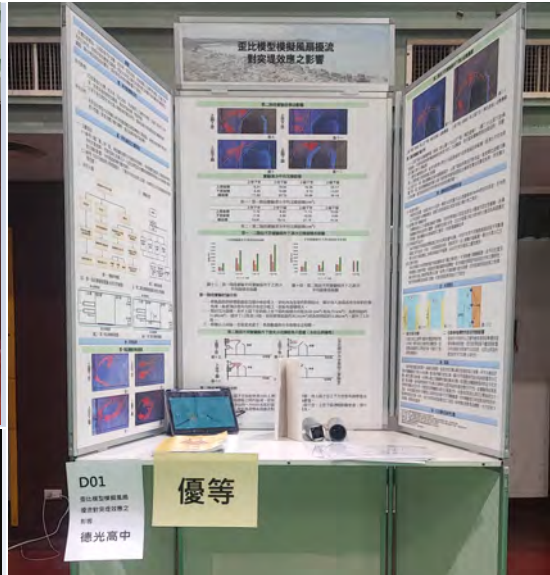
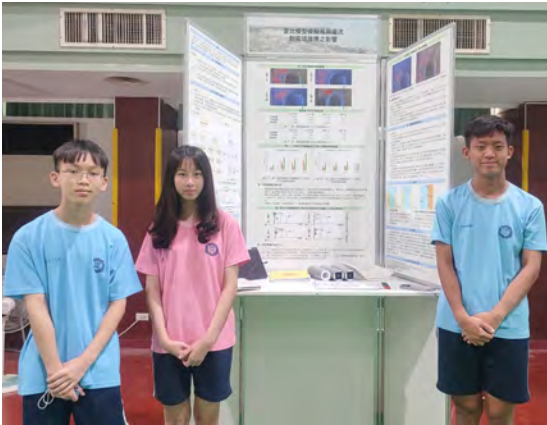
賀！！2024.04.17 64屆高中第五分科學展覽『歡樂科展社』獲獎

賀 臺南市第64屆公私立高級中等學校第五分區科展競賽成果 (1特優2優等4佳作) **賀**

特優	優等	佳作	特優	優等	佳作	特優	優等
工程學科(一)	地球與行星科學科	電腦與資訊學科	數學科	植物學科	植物學科	植物學科	行為與社會科學科
作品名稱：探討光刻機鏡面陣列對於效能提升之潛力	作品名稱：臺北模型模擬風扇電機轉動現象之影響	作品名稱：磁力感測器陣列—人工智慧辨識磁鐵	作品名稱：磁鐵模型	作品名稱：探討茶葉風味與其中芳香揮發物與天然生成揮發物的可能	作品名稱：探討黑藻在環境下的生存競爭能力	作品名稱：探討以「強制遷移」作為四種名學適當處分之道違的可能性	
學生：S207吳恩軒 S205吳庭儀 S305周柳殊	學生：S207張羽璇 S305林和昱 S103楊文昌	學生：S101陳光松	學生：S106蘇鈺涵 S106邱家軒 S106劉椿菁	學生：S206陳耘蕙 S206賴鈞基 S206蘇育右	學生：S206鄭百龍	學生：S202李恩鈞	
指導老師：林聖鈞老師	指導老師：林聖鈞老師	指導老師：吳蓓怡老師	指導老師：林雅香老師 陳彥森老師	指導老師：江芝韻、鄭楷騰老師	友校陳以勤	指導老師：林聖鈞老師	



圖五十二：2024 64屆第五分區科展～特優捷報～代表第五區參加2024.07全國科展在台南工程組（一）



圖五十三：2024 64屆第五分區科展～優等捷報～傳承水工科展精神



圖五十四：2024 64屆第五分區科展～
優等捷報～首次勇闖人文科展



賀 本實驗室 通過特殊選才
(依通過次序排列)

吳恩妤同學

中央光電系
清華工程甲
中山光電系
海大光電系
臺師光電系

吳庭儀

中央工學系
清華工程甲
陽交不分系
海大電機系

周郁臻

中央化材系
清華工程甲

圖五十五：2024.07 64屆全國科展工程組（一）

~大會獎 佳作

~特別獎 聯發科技創意無限可能獎

~參加2025.01 64屆 國際科展中

~參加2025.01 64屆 國際科展中



全國科展
SHINING 臺南

113年第64屆

全國中小學科學展覽會（全國科展）

探討光刻機鏡面陣列對於 效能提升之潛力

S307 吳恩妤

S305 吳庭儀

畢業生 周郁臻

指導老師 林聖鈞老師



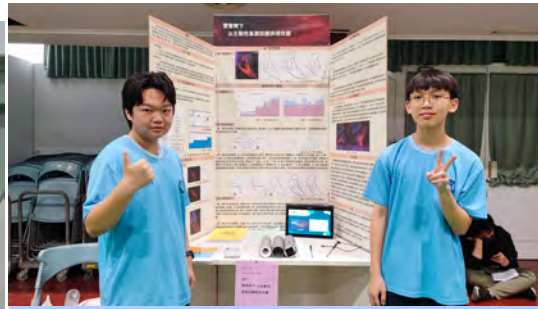
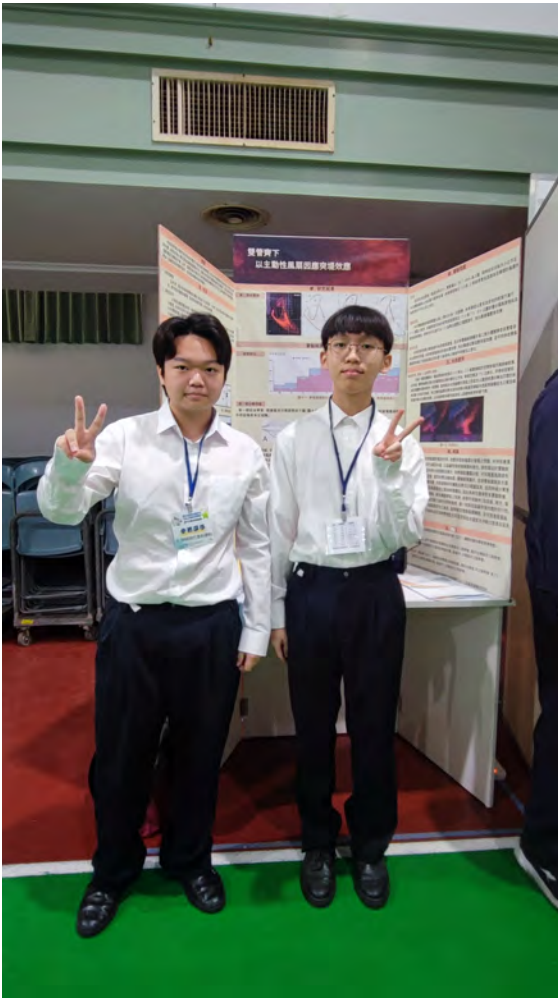
大會獎 佳作

高級中等學校組 工程學科(一)



特別獎 優等

聯發科技創造無限可能獎



2025捷報～

圖五十六：2025 65屆第五分區科展～地球與行星科學科優等獎，並於2026年參加國際科展。

圖五十七：2025 65屆第五分區科展～農業與食品科學佳作。



傳承社徽



附件三：社群實施內容I~上、下學期社群講座主題細目表(僅列第四年，第1~3年請參考計畫書或成果報告書)

表一：上學期講座主題內容如下(序號對應)：1~8		
主題	目標	內容：具體作法
1.統計學核心模組~ <u>數據敘事力建構</u>	(1)目標：掌握描述性統計核心概念與視覺化技巧。 (2)基礎：正確選擇T檢定/卡方檢定方法(獨立樣本/配對樣本判斷)。 (3)進階：解讀p值與效應量的實質意義。 (4)整合：設計雙盲實驗驗證校園政策成效(如：延後到校時間對學習效率影響)。	1.效益：破解「數據過載卻無洞見」困境，提升數據解讀效率。 2.作法：運用 <u>五數概括法</u> 分析校園微氣候數據，搭配QGIS繪製 <u>時空熱力圖</u> 。 3.意義：建立「數據→圖表→決策建議」的邏輯鏈，銜接後續推論分析。
2.統計學核心模組~ <u>假設檢定實戰</u>	(1)目標：精熟T檢定與卡方檢定應用情境。 (2)基礎：精準匹配檢定方法與數據特性(獨立/配對?參數/非參數?)錯誤率下降。 (3)進階：發展雙盲實驗設計能力，同步應用於「農改試驗」與「教學成效評估」。 (4)整合：建構「顯著性 vs 實務顯著性」判準，避免P值崇拜陷阱。	1.效益：使實驗組/對照組差異檢定正確率提升。 2.作法：設計「有機肥vs化學肥」農業實驗，搭配「性別與選課偏好」社會調查雙案例。 3.意義：培養「控制變因→驗證假設」的科學思維基礎。
3.統計學核心模組~ <u>變異數分析(ANOVA)</u>	(1)目標：解析多組別差異與 <u>事後檢定</u> 。 (2)基礎：完成單因子/多因子ANOVA計算與三線表製作。 (3)進階：運用事後檢定(Tukey HSD)定位差異來源。 (4)整合：將實驗室成果轉化為生活方案(如最佳化水培營養施肥組合建議書)。	1.效益：辨識影響因子貢獻度，優化實驗設計效率。 2.作法：分析三種教學法對學生成績影響，結合土壤類型對蚯蚓生物量實驗應用於教學。 3.意義：銜接後續因子分析，建立多變量研究架構。
4.統計學核心模組~ <u>相關與迴歸模型</u>	(1)目標：區辨因果關係與虛假相關。 (2)基礎：區辨皮爾森/斯皮爾曼/點二系列相關適用情境。 (3)進階：診斷共線性問題並執行變量篩選(如：VIF>10處理流程)。 (4)整合：建構可解釋性AI模型特徵工程基礎能力。	1.效益：降低決策誤判風險。 2.作法：建構「金屬導體溫度-電阻」物理模型 vs 「社群媒體使用-人際滿意度」社會模型。 3.意義：導入殘差診斷四象限法，銜接機器學習建模。
5.統計學核心模組~ <u>機率分配與抽樣理論</u>	(1)目標：理解常態分配與 <u>中央極限定理</u> 實務意義。 (2)基礎：模擬中央極限定理在不同樣本數的表現。 (3)進階：計算分層抽樣誤差邊際與成本效益平衡點。 (4)整合：設計調查抽樣架構(兼顧差異與統計檢定力)。	1.效益：提升問卷抽樣設計效度，減少誤差邊際。 2.作法：模擬「學生通勤時間」抽樣分佈，對比「植物葉面積」自然變異。 3.意義：奠定推論統計基礎，銜接貝氏網絡建模。

主題	目標：問題方向	內容:具體作法
6.統計學核心模組~ <u>信效度分析</u>	(1)目標：確保數據品質與測量工具穩健性。 (2)基礎：執行Cronbach's α 係數與再測信度檢驗。 (3)進階：驗證建構效度 (CFA) 與區辨效度 (HTMT比率) (4)整合：開發跨域量表 (如：東西方學生壓力源比較研究)	1.效益：使量表Cronbach's α 係數達0.7以上標準。 2.作法：檢驗紅外線測溫儀重測信度 vs 校園歸屬感問卷效度。 3.意義：銜接後續結構方程模型驗證。
7.評量與AI應用模組~ <u>數據素養動態評</u>	(1)目標：建立跨領域遷移能力指標。 (2)基礎：開發「數據素養基因圖譜」，定位子能力發展狀態。 (3)進階：設計反思性評量題組 (如：解讀媒體報導的統計謬誤)。 (4)整合：建立個人化補救路徑，針對性提升「機率直覺」或「模型診斷」弱項。	1.效益：診斷統計謬誤率降低。 2.作法：設計「生態謬誤 vs 過度外推」情境測驗。 3.意義：銜接108課綱核心素養評量。
8.評量與AI應用模組~ <u>AI基礎與Python實作</u>	(1)目標：掌握機器學習入門技術。 (2)基礎：掌握特徵關鍵技術 (如：缺失值填補/類別變量嵌入)。 (3)進階：建構模型選擇流程線 (如：A/B測試不同演算法效能)。 (4)整合：發展AI倫理檢查表，(如預防「年齡歧視性放貸模型」等風險)。	1.效益：使隨機模型準確度達提升。 2.作法：實作「顧客分群」與「物價預測」專案。 3.意義：銜接大數據分析職能。

表二：下學期講座主題內容如下(序號對應)：1~8

主題	目標：問題方向	內容：具體作法
<p>1.科學思維整合 模組： ~<u>決策樹與 MECE原則</u></p>	<p>(1)目標：建立系統化變因分類架構。 (2)基礎：開發變因影響力權重計分卡（1-5級影響度×可控性）。 (3)進階：建構「微氣候調控」與「學生幸福感」雙領域決策路徑圖。 (4)整合：銜接ISO 9001品管流程，應用於「實驗室風險管控」</p>	<p>1.效益：提升實驗設計變因完整性。 2.作法：拆解「微氣候影響因子」與「學生幸福感指標」。 3.意義：銜接機器學習特徵工程。</p>
<p>2.科學思維整合 模組：~<u>因果 迴圈圖建模</u></p>	<p>(1)目標：解析動態系統反饋機制。 (2)基礎：識別系統槓桿點，使決策介入成效預測準確度提升。 (3)進階：模擬「校園生態池惡化」的延遲效應（如：Delay元件應用）。 (4)整合：發展動態平衡策略，（如：破解「節能導致通風不足」等矛盾迴路）。</p>	<p>1.效益：預測決策介入長期效應準確度提升。 2.作法：建構「校園生態池水質惡化」與「少子化教育衝擊」模型。 3.意義：培養複雜系統思考能力，銜接AnyLogic仿真。</p>
<p>3.科學思維整合 模組：~<u>風險效益量化 模型</u></p>	<p>(1)目標：導入敏感度分析與成本效益評估。 (2)基礎：導入實質選擇權(Real Option)評估框架，量化決策彈性價值。 (3)進階：建構「三重底線儀表板」，（如：整合碳排成本與社會外部性）。 (4)整合：發展壓力測試情境，（如：驗證「極端降雨下的防洪方案」）。</p>	<p>1.效益：優化決策方案投資報酬率提升。 2.作法：計算太陽能板建置淨現值 vs 班級人數調整政策風險。 3.意義：銜接決策模擬與資源分配實務。</p>
<p>4.科學思維整合 模組：~<u>實驗 設計與偏誤控 制</u></p>	<p>(1)目標：掌握隨機對照試驗（RCT）核心要領。 (2)基礎：掌握區組設計技術，如：控制「季節變化對植物生長」的干擾。 (3)進階：發展安慰劑效應檢測機制，應用於「新教學法成效試驗」。 (4)整合：建構「倫理審查紅線清單」，預防社會實驗潛在傷害。</p>	<p>1.效益：降低研究結果偏差率。 2.作法：設計「光照對植物生長」實驗 vs 「教學法成效」社會試驗。 3.意義：銜接AI模型驗證流程。</p>
<p>5.科學思維整合 模組：~<u>結構方程模型 (SEM)</u></p>	<p>(1)目標：驗證多變量路徑關係。 (2)基礎：驗證中介-調節混合模型，如：解析「師資培訓→教學熱忱→學生動機」鏈。 (3)進階：發展多群組比較技術，如：辨識「都會vs偏鄉」教育成效差異路徑。 (4)整合：銜接B2B市場分析，應用於「顧客滿意度→品牌忠誠度」建模。</p>	<p>1.效益：解析隱變量影響力，提升模型解釋力。 2.作法：建構「教育投入→師資→成績」鏈 vs 「水質→藻類→魚類」生態模型。 3.意義：整合量化分析與質化理論。</p>
<p>6.科學思維整合 模組：~<u>時間 序列預測</u></p>	<p>(1)目標：掌握ARIMA模型與季節分解法。 (2)基礎：掌握異常值處理（如：STL分解殘差控制）。 (3)進階：發展「預測-監測-修正」動態循環，如：應用於「家庭用電量調控」。 (4)整合：建構早期預警系統，如：識別「圖書館借閱暴跌」前兆指標。</p>	<p>1.效益：提升趨勢預測準確率。 2.作法：分析池塘溶解氧日波動 vs 圖書館借閱週期。 3.意義：銜接AI時間序列預測模型。</p>

主題	目標：問題方向	內容：具體作法
7. 評量與AI應用 模組：~ <u>決策</u> <u>模擬</u> 與 <u>AnyLogic</u> 應用	(1)目標：建構數位學生決策系統。 (2)基礎：開發數位學生配套，如模擬「配置調整」的長期影響。 (3)進階：建構多智能體互動規則（如：學生移動模式/群聚行為演化）。 (4)整合：發展決策溝通劇本，如：將模擬結果轉化為「模擬議會聽證簡報」。	1.效益：縮短決策測試週期。 2.作法：模擬校園餐廳動線優化 vs 交通流量管制。 3.意義：培養系統工程思維。
8. 評量與AI應用 模組：~ <u>跨域</u> <u>專題</u> 成果	(1)目標：整合統計、思維與AI技術。 (2)基礎：實踐敏捷式專案管理（如：兩週衝刺週期）。 (3)進階：開發影響力評估矩陣（如：學術價值×社會效益×可行性）。 (4)整合：建構知識資產管理庫，如：將學生作品轉化為課程模組。	1.效益：產出可落實解決方案達。 2.作法：開發「校園碳足跡評估系統」與「健康風險儀表板」。 3.意義：展現數據驅動決策完整能力鏈。

附件四：實施內容III～上、下學期：初階科學思辨與創意實作課程影片製作(各兩部份：各8單元) (僅列第四年，第1~3年請參考計畫書或成果報告書)

表三：上學期社群線上教學影片製作與施行：	表四：下學期社群線上教學影片製作與施行：
1. <u>科學思辨與創意實作III</u> ～進階課程： <u>溫室魚菜共生綠能能源栽培設備技術</u>	1. <u>科學思辨與創意實作IV</u> ～進階課程： <u>溫室魚菜共生綠能能源栽培設備技術</u>
(1)魚菜共生組～led生長燈原理	(1)魚菜共生～led生長燈設備與設計修正
(2)魚菜共生組～led直流燈泡電路圖原理	(2)魚菜共生～led生長燈操作修正技術
(3)魚菜共生組～led直流燈泡電路圖繪製	(3)魚菜共生～led生長燈植物生長實作
(4)魚菜共生組～led直流燈泡組裝	(4)魚菜共生～溫室綠能：工程設計圖
(5)魚菜共生組～led生長燈設計圖	(5)魚菜共生～溫室綠能：組裝實做
2. <u>科學思辨論證與動手做創意I～VI</u> ～增廣課程：搭配調整以因應差異化強化電學探究教學，共三單元	2. <u>科學思辨論證與動手做創意I～VI</u> ～素養課程：搭配實施強化科學思辨能力教學，共三單元
(1)電阻原理的表達說明（論述與表達）	(1)蜥蜴與象鼻蟲的對決～步步為營實驗設計
(2)材質與電阻資料搜集與原理推導（資料搜集與邏輯推導）	(2)燕子的秘密武器～科學實驗中的替代解釋
(3)光度與時間大競賽（實作與分析）	(3)小標示大學問～論證與質疑力培養

捌、參考文獻

1. 張芳全(2014-07-21)。問卷就是要這樣編(第二版)。臺北市。心理。
2. AND股份有限公司。(2020-02-27).把問題化繁為簡的思考架構圖鑑：五大類思考力。臺北市。采實文化。
3. 史蒂文·謝平(2016-12-21)。科學革命：他們知道了什麼、怎麼知道的，他們用知識做什麼(新版)。臺北市。左岸文化。
4. 史坦利·萊斯(2020-03-30)。像科學家一樣思考。臺北市。商周出版。
5. 湯姆·范德比爾特(2021-12-28)。學以自用。臺北市。親子天下。
6. 林子斌、張錦弘(2021-07-07)。雙語教育：破除考科思維的20堂雙語課。臺北市。親子天下。
7. 葉丙成(2021-09-01)。線上教學力：全球趨勢X觀念心法X課堂實作X好用工具。臺北市。親子天下。
8. Stella Cottrell,(2013-12-20)。批判性思考：跳脫慣性的思考模式(第2版)。臺北市。深思文化。
9. 孔恩(2017-06-29)。科學革命的結構(3版)。臺北市。遠流。
10. 《親子天下》編輯部,台大創新設計學院,DFC台灣團隊(2017-05-02)。設計思考：從教育開始的破框思維。臺北市。親子天下。
11. 鄭志鵬(2021-08-04)。教出科學探究力。臺北市。親子天下。
12. 藍偉瑩(2021-11-25)。提問力：啟動探究思考的關鍵。臺北市。親子天下。
13. 池內了 (2018-04-19)。科學素養：看清問題的本質、分辨真假，學會用科學思考和學習。臺北市。經濟新潮社。
14. 蔡淇華(2020-06-03)。青春微素養：36個通往更理想自己的基本功。臺北市。親子天下。
15. 張芳全(2021-09-22)。論文就是要這樣寫(第五版)。臺北市。心理。
16. 黃國珍 (2020-09-18)。探究式閱讀：黃國珍的閱讀進階課，從自我提問到深度思考，帶你讀出跨域素養力。臺北市。親子天下。
17. 黃光國(2018-06-01)。社會科學的理路(第四版思源版)。臺北市。心理。
18. 吳國盛(2010-05-19)。科學的歷程。臺北市。科技圖書。
19. 黃春木(2021-08-25)。高層次閱讀與思考。臺北市。親子天下。
20. 高慧蓮(2006)。九年一貫課程「自然與生活科技」領域國小學童科學本質多元化評量工具之發展與個案研究(3/3)。行政院國家科學委員會專題研究計畫，成果報告，台北。
21. 黃惠娥(2005)。科學史教學對國小五年級學習端之科學本質、科學態度及科學興趣之影響。國立台中師範學院自然科學教育研究所，碩士論文，台北。

- 22.李婉瑜 (2022)。高中生修習自然科學探究與實作對其科學態度及探究能力影響之研究。國立臺中教育大學教育學系碩士班，碩士論文，台北。
- 23.黃春木 (2022-10-05)。專題探究教學力：跨科共備X 提問思考 X 批判閱讀，啟動高層次思考。台北市。親子天下。台北市。
- 24.洪震宇 (2022-03-02)。精準提問：找到問題解方，培養創意思維、發揮專業影響力的16個提問心法。台北市。漫遊者文化。
- 25.齋藤嘉則。譯者：郭苑琪 (2019-03-21)。發現問題的思考術 (10週年紀念版)：正確的設定、分析問題，才能真正解決問題。台北市。經濟新潮社。
- 26.梁繼權 (2008-09-01)。Problem Based Learning教師手冊。台北市。國立臺灣大學醫學院
- 27.吳緯中(2019-09-20)。合作課：從我到我們的團隊練習。台北市。親子天下
- 28.Jackie Acree Walsh, Beth Dankert Sattes。譯者：張碧珠, 陳曉蕙, 呂潔樺, 林芯汝, 劉慧平, 梁家慶 (2022-09-01)。課室討論的關鍵：有意義的發言、專注聆聽與深度思考 (二版)。台北市。五南。
- 29.中原淳。譯者：張嘉芬 (2018-05-05)。Feedback回饋的技術。台北市。商周出版。
- 30.謝名娟,程峻 (2021-03-16)。素養導向評量：理論與實務。台北市。
- 31.楊倍昌 (2012-02-29)。科學之美：生物科學史閱讀手記。台北市。巨流圖書公司。
- 32.悉達多·穆克吉(2018-04-01)。基因傳：眾生之源。台北市。中信出版社。
- 33。(澳)邁克爾·馬修斯。(2017-04-01)。科學教學：科學史和科學哲學的貢獻 (漢英)。台北市。外語教學與研究出版社。
- 34.江寶釵 (2022-04-27)。中文書寫創襲傳統與學術倫理。台北市。遠流。
- 35.蔡宜坦, (2023-04-24)。ChatGPT 4 萬用手冊：超強外掛、Prompt 範本、Line Bot、OpenAI API、Midjourney、Stable Diffusion。台北市。施威銘研究室, 旗標。
- 36.吳媛媛 (2022-04-13) 思辨是我們的義務：那些瑞典老師教我的事【新公民素養暢銷口碑版】。台北市。奇光出版。
- 37.千葉義和。譯者：林詠純 (2022-02-19)。一日一頁圖解生活科學：從7大主題認識365個基礎知識的科學素養課。台北市。墨刻。
- 38.田口力。譯者：侯詠馨 (2018-08-23)。聚焦思維：奇異公司栽培一流工作者的7種能力！。台北市。大樂文化。
- 39.麥金泰爾 (Lee McIntyre)。譯者：王惟芬 (2021-07-28)。科學態度：對抗陰謀論、欺詐，並與偽科學劃清界線的科學素養。台北市。國立陽明交通大學出版社。
- 40.蔡任圃 (2022-10-27)。動手做科學探究：輕鬆運用生活中的材料，培養提問、設計實驗、邏輯思辨與表達能力。。台北市。紅樹林。
- 41.賴鴻州 (2018-07-26)。機構基礎含3D列印與3D繪圖 Use iPOE P0創客機構包 最新版 (第二版)。台北市。台科大。

- 42.葉士昇 (2020-10-07)。自主學習成就解鎖：帶你找到最想學、打造獨有學習歷程。。台北市。親子天下。
- 43.劉廷植 (2021-04-14)。為什麼優秀的人都有科學腦？：從邏輯思辨到自我成長，55種教你突破盲點的科學基本功。台北市。木馬文化。
- 44.林志育 (2016-05-10)。當自己的大設計師：歡迎報名我的「設計思考課」，創意解決人生疑難（隨書附件—創意桌遊：人生設計局）。。台北市。大寫出版。
- 45.安齋勇樹 (ANZAI Yuki)，塩瀨隆之 (SHIOSE Takayuki) 。譯者：李欣怡, 周芷羽 (2022-01-08)。提問的設計：運用引導學，找出對的課題，開啟有意義的對話。(問いのデザイン：創造的對話のファシリテーション)。台北市。經濟新潮社。
- 46.王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧 (2008-10-07)。教育測驗與評量-教室學習觀點(Educational assessment： A classroom learning perspective)。。台北市。五南。
- 47.譯者：謝廣全, 謝佳懿 (2016-06-22)。學習評量：概念與應用。台北市。麗文文化。
- 48.Sarah Stein Greenberg (2023-06-28) 。史丹佛設計學院——把好奇心化為點子的81個創意練習：重現史丹佛設計學院的教學場景 {近百個難忘的課堂案例+新潮的指定作業。台北市。大塊文化
49. 李森 (2023/11/28) 。這是一個好問題1：這是為什麼 科學素養，不僅由答案引領，更由問題驅動。喜歡問問題，答案就變簡單了！。台北市。任性出版。
50. (美) 約翰·斯賓塞, (美) A.J.朱利安尼 (2018/10/01) 。如何用設計思維創意教學：風靡全球的創造力培養方法。中國青年出版社。
51. 劉勁 (2023/03/01) 。構性思維：解決複雜問題的方法論。台北市。浙江大學出版社
52. (美) 蕾切爾·福卡迪 (2023/06/01) 。跨代合作：讓年齡差異成為團隊競爭力。。台北市。浙江教育出版社。
- 53.河田真誠 (2018/02/26) 。問出改變力：讓員工主動思考、團隊不缺創意、顧客增加需求的破冰提問法則。。台北市。台灣東販。
- 54.三村真宗 ，譯者：実瑠茜 (2024/03/15) 。麥肯錫最強團隊協作力：激發組織士氣與終結隔閡，每個人都能自我貢獻的回饋策略。台北市。方言文化。
- 55.高木芳德，譯者：周若珍 (2023/02/09) 。解決問題、創意湧現、高效表達的3×3系統思考法：日本跨國企業、東大、頂尖發明家……都愛用的「TRIZ九宮格」，讓你工作和生活得心應手。。台北市。采實文化。
- 56.詹姆士·波斯克特 (James Poskett) ，譯者：蔡承志 (2023/05/02) 。被蒙蔽的視野：科學全球發展史的真貌。時報出版。
- 57.馬丁·魯維克 (Martin J.S. Rudwick) ，譯者：馮奕達 (2021/03/24) 。地球深歷史：一段被忽略的地質學革命，一部地球萬物的歷史。台北市。左岸文化。
- 58.陳淵鑫 (2017/06/01) 。全球環境正義視域中的國際碳稅制度研究。台北市。中國政法大學出版社。
- 59.吳兆田 (2022/09/10) 。引導反思的第一本書 (四版) 。台北市。五南。

60. 新北市教育團隊，口述，陳好寧（2023/12/23）。AI塑造的學習未來：教育現場的智慧觀點。台北市。商周出版。
61. 孟獻華（2015/12/01）。科學與傳承：基於學科史的化學教學。台北市。科學出版社。
62. 陳瑞麟（2020/03/04）。人類怎樣質問大自然：西方自然哲學與科學史，從古代到文藝復興。台北市。八旗文化。
63. 詹妮佛·拉加德,達倫·哈金斯（Jennifer LaGarde, Darren Hudgins），譯者：羅世宏,羅敬文（2020/10/25）。假新聞教戰手冊：中小學教師怎麼教媒體素養與批判思考。台北市。五南。
64. 曼弗雷德·泰森（Manfred Theisen），譯者：王榮輝（2019/10/03）向下扎根！德國教育的公民思辨課7—「過濾氣泡、假新聞與說謊媒體——我們如何避免被操弄？」：有自覺使用媒體的第一步。台北市。麥田。
65. 臺南市政府教育局,親子天下整合傳播中心團隊（2018/08/14）。20個STEAM新視野：臺南創新教學典範。台北市。親子天下。
66. 何昕家,何青晏,邱婉菁,周芳怡,張凱銘,張德忻,陳鳳涵,游曉薇,舒玉,鄭岳和,蕭戎（2022/08/23）。我們想要的未來2 SDGs最實用課程設計：從解說、引發動機到行動，校園、機關團體、企業講習最佳教材。台北市。新自然主義。
67. 陳欣希（2021/09/01）。自學·共好·有策略：我會策畫主題創意展。台北市。天衛文化。
68. 親子天下,葉丙成（2021/09/01）。線上教學力：全球趨勢X觀念心法X課堂實作X好用工具。親子天下。
69. 工藤勇一，譯者：陳嫻若（2021/04/15）。當啟動自主學習力：沒有段考、導師和功課的學校，如何造就未來最需要的人才。台北市。聯經出版公司。
70. 連宏城（2024/02/17）。Tello空拍機入門含影片拍攝後製與Scratch程式設計最新版（第二版）附MOSME行動學習一點通：評量·影音·加值。台北市。台科大。
71. 比爾·柏內特、戴夫·埃文斯（Bill Burnett、Dave Evans），譯者：許恬寧（2016/10/28）。做自己的生命設計師：史丹佛最夯的生涯規畫課，用「設計思考」重擬問題，打造全新生命藍圖。台北市。大塊文化。
72. 蜜雪兒·齊默曼（Michelle Zimmerman），譯者：江坤山（2020/09/18）。AI時代的教與學：探索學習新疆界。台北市。親子天下。
73. 麥可·路里克,派翠克·林克,賴利·萊佛（Michael Lewrick,Patrick Link,Larry Leifer），譯者：朱崇旻，繪者：阿奇姆·史密特（Achim Schmidt）（2021/09/02）。設計思考工具箱：50種策略應用大解析，建構邏輯思維，打造貼近顧客需求的商業模式研究方法：入門與實務。台北市。寶鼎。
74. 鈴木香織/竹原一彰，譯者：李貞慧（2016/12/10）。圖解機率·統計（全新修訂版）。台北市。積木文化。

- 75.博蓄誠品 (2022/10/01) 。Excel數據分析與可視化一本通：數據處理·統計分析圖表展示。台北市。化學工業出版社
- 76.吳明隆,張毓仁 (2017/05/25) 。R軟體在決策樹的實務應用。台北市。五南
- 77.大上丈彥, 譯者：許郁文 (2013/09/26) 。3小時讀通統計：通往假設檢定之路。台北市。世茂。
- 78.(美)弗蘭克·L.施密特, 約翰·E.亨特, 譯者：韓翼。元分析方法：校正研究結果中的誤差和偏差 (原書第3版) 。台北市。機械工業出版社
- 79.陳耀茂 (2022/06/01) 。圖解多變量分析。台北市。五南。
- 80.德瑞克·朗奇, 譯者：甘錫安 (2024/03/07) 。不流淚的統計學:寫給所有人的零基礎統計學入門。台北市。臉譜出版社。
- 81.David E. Bell & Arthur Schleifer Jr, 譯者：林維君 (2000/06/15) 。資料分析、迴歸與預測 (Data analysis, Regression and Forecasting) 。台北市。弘智。
- 82.日本Newton Press, 譯者：林筑茵 (2021/03/06) 。統計與機率：自基礎至貝氏統計 (人人伽利略24) 。台北市。人人出版。
- 83.鄭天澤 (2014/05/01) 。抽樣調查 (Scheaffer & Mendenhall & Lyman Ott & Gerow: Survey Sampling 7/E) 。台北市。高立圖書。
- 84.李城忠 (2023/05/25.) 。應用統計學: SPSS & AMOS範例分析完全手冊。台北市。新文京開發出版股份有限公司
- 85.薄喬萍(2010/11/30)。信度與效度。台北市。東華。
- 86.蓋瑞·史密斯 (Gary Smith), 譯者：劉清山 (2023/10/02) 。統計的假象：拆穿混淆的假設、揪出偏差的數據、識破扭曲的結論，耶魯大學最受歡迎的十八堂公開課 (二版) 。台北市。日出出版。
- 87.日本Newton Pres, 譯者：李友君 (2024/04/03) 。統計：培養資料分析的能力 (新觀念伽利略3) 。台北市。人人出版。
- 88.牛奔, 耿爽, 王紅 (2025/02/26) 。AI時代的資料科學，驅動創新的大數據技術：技術框架×創新模式×行業應用×商業價值……整合基礎概念、技術實踐與倫理挑戰，構建資料驅動的未來。台北市。沐燁文化。
- 89.阮敬 (2019/07/25) 。Python數據分析基礎：包含數據挖掘和機器學習。台北市。五南。
- 90.羅凱揚、蘇宇暉、鍾皓軒 (2021/08/11) 。最強行銷武器：整合行銷研究與資料科學。台北市。碁峰資訊股份有限公司。
- 91.周國元 (2024/07/12) 圖解麥肯錫結構化戰略思維：掌握MECE分析法、洞察數據資訊，終結邏輯混亂，成為解決問題的高手。台北市。方言文化。
- 92.(美)吉恩·F.富蘭克林等 (2016/07/01) 。動態系統的反饋控制 (原書第7版) 。台北市。機械工業出版社。

93. 宋明哲 (2020/03/28) 。超圖解風險管理：全視角與案例學習，神速掌握重點。台北市。五南。
94. 巫佳煌, 唐麗英, 黎正中 (2023/02/01) 。實驗設計與分析(Montgomery : Design and Analysis of Experiments 10/E)(精華版)(三版)。台北市。高立圖書。
95. 陳寬裕 (2018/09/15) 。結構方程模型分析實務：SPSS與SmartPLS的運用。台北市。五南
96. (美)阿爾瓦羅·富恩特斯，譯者：高蓉、李茂。(2022/08/01) 。Python預測分析實戰北京市。人民郵電出版社。
97. 王燕 (2019/07/01) 。應用時間序列分析 (第5版)。北京市。中國人民大學出版社。
98. 何瑞春 (2023/07/01) 。基於AnyLogic的系統建模與仿真。台北市。化學工業出版社。
99. 紀文昌 (2020/09/01) 。35.Scratch+跨領域學習。台北市。千華數位文化股份有限公司。
100. 郝志峰 (主編) (2019/01/01) 。數據科學與數學建模數據。北京市。華中科技大學出版社。