

# 113學年度科學教育專案年度期末報告綱要

計畫編號：80

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)(第三年)

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
參.研究方法及步驟：	8
肆.目前研究結果：	11
伍.目前完成進度：	14
陸.預定完成進度：（113.08~114.07 計劃第二階段完結預定進度。）	23
陸.建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)	27
柒、參考資料：	127
捌、參考文獻	213

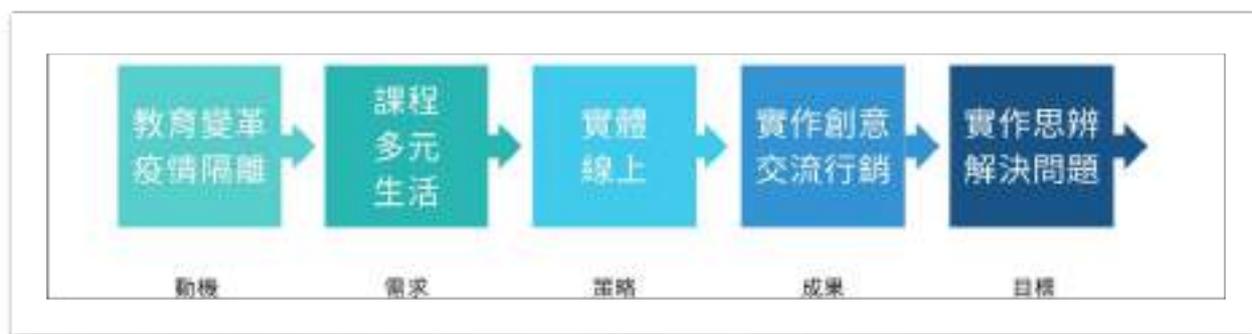
壹.計畫目的及內容：	3
一.緣由：	3
■ 第一年	3
■ 第二年	3
■ 第三年	3
二.目標：	4
參.研究方法及步驟：	8
一.課程一：開設線上社團～科展與小論文線上社團：執行與建置。	8
二.課程二：開設實體歡樂科展社團及多元課程	9
肆.目前研究結果：	11
一.課程一：科展與小論文線上社團：	11
伍.目前完成進度：	14
一.目前進度甘特圖：（113.08~114.07截稿前進度甘特圖，如圖六。）	14
陸.預定完成進度：（113.08~114.07 計劃第二階段完結預定進度。）	23
一.量化成果：（113.08~114.07 預定進度統計，如表九。）	23
五.質化成果：	25
陸.建議與討論：（含遭遇之困難與解決方法）	27
■ 第三年（聚焦於培養科學創意思維設計），原第一、二年附於其後以利閱讀連貫性。	27
一.檢討省思：檢討現行困境：（社群研討）	27
二.教學省思與成果：（社群協作心得）	29
■ 第一部分：社群省思	29
■ 第二部分：教師群省思	31
■ 第三部分：『人文科學創意思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程	34
■ 第四部分：『人文科學創意思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程前後測	50
■ 第五部分：『人文科學創意思維設計方法』II~『破稅與破權』課程	73
■ 第三年（聚焦於培養自主學習），原第一年附於其後以利閱讀連貫性。	87
一.檢討省思：檢討現行困境：（社群研討）	87
二.教學省思：（社群協作心得）	88
1. 自主學習～分為提問的勇氣、資訊識讀力、設計思維力三部分。	88
(1)提問的勇氣：	88
(2)設計思維力：	98
2. 針對AI 運用於教學分兩部分：AI擴縮寫教案試行與執行AI輔助教材教師與學習端使用問卷調查分析，分述如下。	105
(1)AI發展擴寫與縮寫教材：	105
(2)遺傳科學史的融入課程成果分析	106
3. 針對執行AI輔助教材教師與學習端使用問卷調查數據分析（問卷請參考附件七～一至五，內含原始統計數據）：	109
三.112年度教師可汗社群推廣內容具替呈現：	117
■ 第一年	118
一.檢討省思：檢討現行困境（社群研討）：	118
二.教學省思：	119
三.現況高國中具體整合：（簡介如圖十一、圖十六。）	121
四.第一年：111學年度學習端對科學的意見調查（請參閱附件五）	122
柒、參考資料：	127
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	127
附件二：課程實施剪影	132
附件三：社群實施內容I~上、下學期社群講座主題細目表	169
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)	174
附件五：學習端對科學的意見調查表調查問卷	175
附件六：附件：AI擴縮寫教案	180
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	207
附件八：『人文科學創意思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程教材手冊I（因版面過多另行印製成冊，於期末報告附上，並先行以電子檔呈現）	212
附件九：『人文科學創意思維設計方法』II~『破稅與破權』課程教材手冊II（因版面過多另行印製成冊，於期末報告附上，並先行以電子檔呈現）	212
捌、參考文獻	213

## 壹.計畫目的及內容：

### 一.緣由：

#### ■ 第一年

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，融入生活與課程中，培養實作解決問題與思辨能力。(簡介如圖一：計畫緣由與動機。)



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。

#### ■ 第二年

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。

執行建議與討論，更詳列於，『111學年度科學教育專案年度期末報告綱要之陸、建議與討論』，涵蓋：

1. 現行現性困境與解決方法，並於第二年執行與修正。
2. 執行各課程的教學反思，共分三大項12小點均分析出因果與對應策略。
1. 針對本校現行高國中的科學發展活動於本計畫中試行，並提出作法。

#### ■ 第三年

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。

## 二.目標：

~ (簡介如圖二：課程設計流程與預期目標。)

### ■ 第一年

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

5. 藉由AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)的特性開發教學應用：
  - (1) 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。
  - (2) 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。
    - 說明：
      - ① 持續第一年上述：
        - a. 『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』再完成初階版線上課程
        - b. 持續『特色課程~13教學主題線上課程』陸續建置特色主題線上課程。
      - ② 針對111年度第一學期議題討論『科學史與思維融入課程』，規劃新增素養課程~『科學發展史與思維融入線上課程』，透科學史融入聯結現行科目單元試行：
        - a. 理念：藉由科學史彌補現行教科書過度描述性的科學課程中概念不連貫及打破科學發展成果並非一人成就之迷思，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，藉此澄清先前迷思概念，並連結各個概念以學習、模仿科學思維的建構，更藉設計回饋讓學習者成為見習科學發展過程的參與者，見證、觀察、理解、體會科學的產生歷程，並發表其學習反思，以成就其對科學本質、科學思維推導的鷹架。
        - b. 執行：第二年規劃藉由現行Chat-GTP的應用，可適時提供資料蒐集、協助建構教學素材、紀錄學習歷程、彙整評量數據、分析比對回饋等功能，設計生物科遺傳學發展史線上課程
      - ③ 111年度第二學期議題討論『AI融入教學與學術倫理』，第二年計畫更增加三項執行子體，如下：
        - a. 教學課程：已規劃六個單元Chat-GTP的應用~『AI融入輔助學習課程』教學將之試行於線上課程，讓學習者實務應用於輔助自主學習。
        - b. 教學素材：針對教師教學試行AI備課，將原有課程單元逐一行解構後，藉由AI續寫、縮寫、擴寫功能進而轉化出加深、簡化、加廣的課程差異化單元教學素材。
        - c. 倫理課程：針對現行論文寫作引用不當規劃出三個單元『學術倫理課程』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。



圖二：課程設計流程與預期目標（第二年修正自第一年）。

## ■ 第三年（113年度新增）

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

(1)緣由：針對112年度第一學期議題討論具體『創意思維設計方法實踐』，規劃新增素養課程～『人文科學創意思維設計方法』課程，透創意設計方法與實作單元試行。

(2)課程：『人文科學創意思維設計方法』課程，結合目今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。

①『人文科學創意思維設計方法』課程：以各類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。

(A)理念：以各類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、收斂到作品，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。

(B)目標：課程培育在學習端在設計流程中運用的方法、技巧，並由練習幫助學習端設計創造出更符合人性化的作品。

(C)內容：分為六大內容，藉此實作練習應用設計流程內化素養，所搭配各類研究方法工具如下：

I. schedule 時程掌控：甘特圖法。

II. Analysis 分析：

(I)分析：人物誌、同理心地圖（起源、定義做法、意義用途、範例、繪製、模板、優化）、顧客服務旅程（定義、意義、做法、優勢、說明、範例：對應、模板）、心智圖。

(II)分析-定位：5W2H、SWOT、AIDMA法（起源、比較、定義、意義、操作價值、操作法、範例、素材、延伸、選擇對的方法）。

(III)分析-語意尺度建立：SD法（緣起定義、比較差異、範例）。

(IV)分析-空間尺度建立：意象尺度法（與SD差異、定義、意義與操作、分析、範例）

(V)分析-程序控管：流程程序圖法、AEIOU（定義、方法、工具、意義、日常生活觀察舉例練習、應用、實力作業）。

III. Concept 概念：

(I)概念：腦力激盪法（緣由、定義、操作、技巧、引導、影片、『六頂帽子法』案例、範例、困難克服）、噴泉法、635默寫式腦力激盪術（定義與意義、與腦力激盪法的差異、影片、實作）、廊法、身體激盪法、DEAL想像法（舉例）、SCAMPER 奔馳法、Crazy 8。

(II)概念-要項控管：檢核表法。

IV. Integration 整合：

(I)概念+整合：魚骨岡法。

(II)概念+整合：K法。

V. Evaluation 評估：形態分析法（操作、策略）、雷達圖法（定義意義、圖型分析、程式、應用）、焦點團體訪談、專家訪談、pugh、AHP、情境故事法（定義意義操作、應用、舉例：劇本設計、完整）、綠野仙蹤法（意義、實作）。

VI. Decision 決策：QFD 品質機能展開、AHP、TRIZ方法。

(D)執行流程：

I. 收集資料+界定問題+分析。

II. 概念+整合+構想提出。

III. 評估+具體化（模型完成）。

IV. 行銷報告（展示內容～題目、動機、分析、概念發散、整合方向、構想草圖、模型定案(以作品照、情境照、全體組員與作品照…等呈現)、評估測試(以影格或影片呈現)。

- ② 課程：『綠色經濟X永續轉型』課程，緣起於112年度第二學期議題討論『SDGs主題融入教學』，第三年計畫更增加『綠色經濟X永續轉型』課程執行整合，如下：
- (A) 說明：SDGs主題教學～以『綠色經濟X永續轉型』課程媒介，藉『人文科學創意思維設計方法』執行I～III單元與延伸創發展兩方向IV+V單元配套操作：
- I. 『科學史與思維融入』～全球推行碳權和碳交易的背景。
  - II. 『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』融入學習～碳交易和碳稅議題資料蒐集辯證能力。
  - III. 『人文科學創意思維設計方法』課程實務融入～針對台灣『綠色經濟X永續轉型』問題讓學習端嘗試角色扮演應用於各類創意設計方法解決實務。
  - IV. 『學術倫理寫作與技巧』結合『線上自主課程』、『線上科學書報』～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。
  - V. 實作課程『科展與小論文社團』與『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。
- (B) 內容：
- I. 第一部分～
    - (II) 方向：藉『科學史與思維融入』課程說明全球推行碳權和碳交易的背景，如ESG新經濟的崛起和自願性轉型成強制性市場。
    - (III) 方法：觀察現況+產生動機：課程將以碳稅成因與其演化史背景融入『科學史與思維融入』教材引導學習端觀察引發動機。
  - II. 第二部分～
    - (I) 方向：介紹碳交易和碳稅，針對外部成本內部化、自然資本有價化現況思維，藉由『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』課程收集資料，以STEAM與PBL技術融合『人文科學創意思維設計方法』啟發思維想法成為資訊，並讓學習端扮演角色提出面對未來『碳』將成為重要的資產的論述，如：碳有價思考但不是定值，而且具有變動性，該如何配合外部認定價值進行內部調整，藉此讓學習端思考創意發想如何做好碳資產管理，並將所學知識融入生活情境化應用。
    - (II) 方法：問題策略+創意實務：再藉由碳交易和碳稅議題搭配『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』蒐集相關資料讓學習端融入科技運用，並配合STEAM與PBL分組教學技術讓學習端產生互動，引領提出問題論點，進行分組討論與策略解決的學習，進而融合『人文科學創意思維設計方法』課程中多種『創意設計方法』，直接讓學習端扮演角色融入情境學習與實務操作以啟發創意思維。
  - III. 第三部分～
    - (I) 方向：細說國際潮流強制性市場和台灣目前自願性市場的差異：藉此『綠色經濟』課程內容針對碳權和碳交易，以及永續潮流和規定內容說明，讓學習者可以系統性和從國際角度了解碳在淨零潮流下是如何有價化和被交易，又是如何影響企業營運、國家經濟和我們的未來生活，搭配『永續轉型』課程內容，讓學習端能針對目前台灣只有自願性市場，而剛成立的碳權交易所並非碳抵換中的第三方驗證單位，而是更貼近碳權經紀人或媒合者的角色，協助企業做碳諮詢、國內碳權交易和國外碳權買賣，未來將如何面對轉型提出各項論點論述發表。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』，讓學習端針對論點聚焦後更深入進行專題製作，成就完整配討教學。
    - (II) 方法：論述表達+素養融入：藉由細說國際潮流強制性市場和台灣目前自願性市場的差異議題，透過『綠色經濟』課程針對碳權和碳交易與永續關聯，讓學習端嘗試以系統性了解國際上碳如何有價化和被交易，又如何影響未來生活，再搭配『永續轉型』課程內容，讓學習端能針對台灣碳稅未來將如何由自願性轉型成強制性市場議題提出各項論點論述發表。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』，讓學習端針對論點聚焦後更深入進行專題製作成就完整配討教學。

(3)三年度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下：

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。
- ⑥ 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。
- ⑦ 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。

## 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

## 參.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：

一.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：

(1)執行線上課程：

- ①『線上科學書報』。
- ②『探究素養課程～線上授課』。

(2)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：

(3)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』。

(4)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。

### ■ 第三年新增：

(5)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』。

(6)新增試行任務：

- 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

2. 研究步驟：（簡介如圖三：研究架構與步驟。）



圖三：研究架構與步驟（第三年修正自第二年）。

## 二.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』：

■ 第三年：（標註新增表示，其他均延續）。

### 1. 內容：執行實體課程：

- (1) 『初階高一科學思辨與創意實作 I 多元課程』。
- (2) 『初階高一科學思辨與創意實作 II 多元課程』。
- (3) 『進階高二科學思辨與創意實作 III 多元課程』。
- (4) 『進階高二科學思辨與創意實作 IV 多元課程』。
- (5) 『高階高三科學思辨與創意實作 V 多元課程』。
- (6) 『高階高三科學思辨與創意實作 VI 多元課程』。
- (7) 『歡樂科展社團』。
- (8) 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。
  - ⑤ PIDA 思源STEM創意大賽。
  - ⑥ 風力能源亞洲聯賽。

### 2. 研究步驟：

(1) 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

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 操作流程：（簡介如圖四：課程操作步驟與預期效應。）



圖四：課程操作步驟與預期效應（第三年修正自第二年）。

(6) 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。

#### 肆.目前研究結果：

本研究分兩部分執行初步質性結果：

##### 一.課程一：科展與小論文線上社團：

###### 1. 線上課程：

###### ■ 延續第一、二年（持續進行）

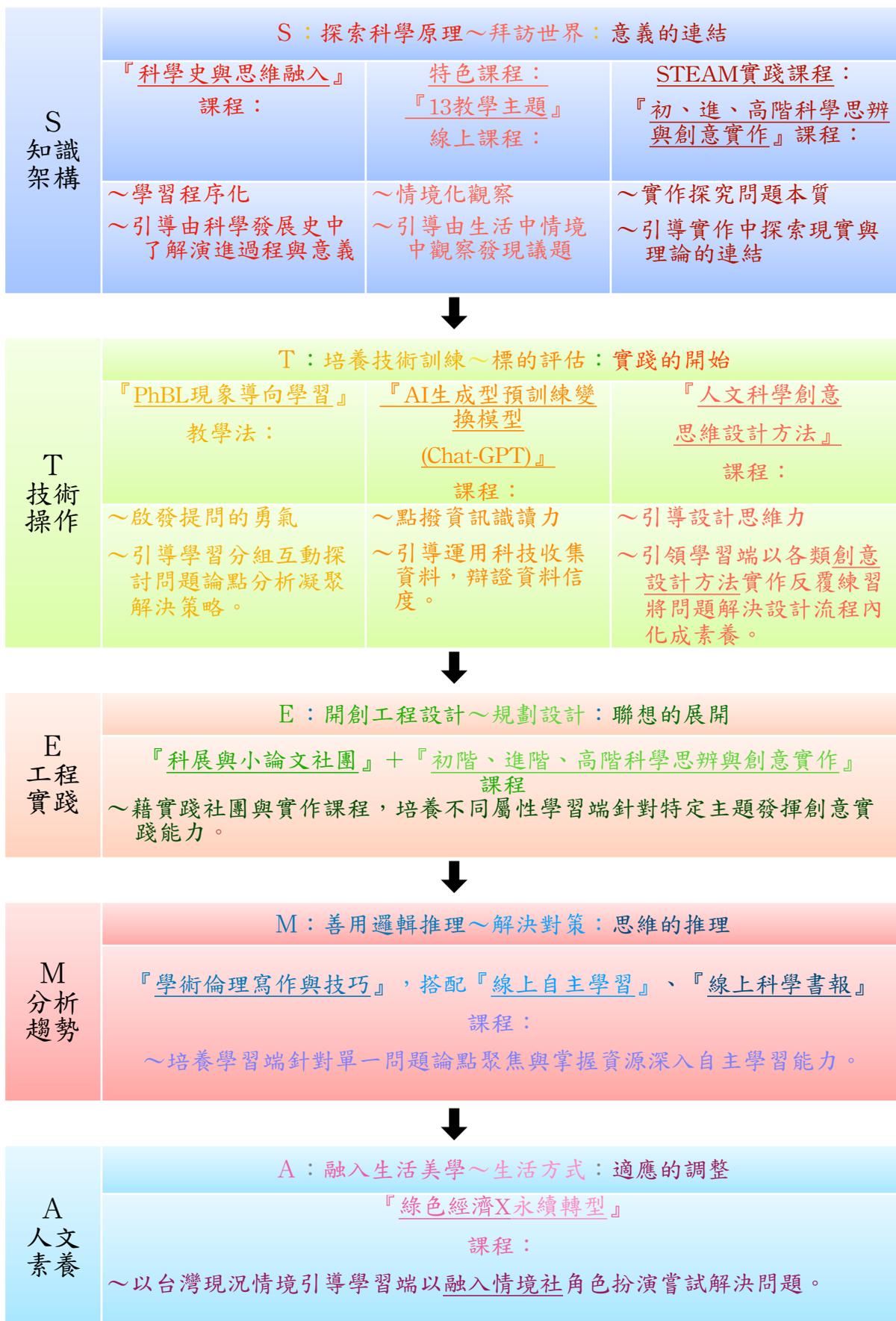
- (1) 『線上科學書報』：確實解決學習者尋求解答資源與實踐上時間欠缺回饋困境。
- (2) 『探究素養～線上授課』：落實強化學習者探究方法與行銷表達的技能。

###### ■ 延續第二年(持續進行)：『探究素養～線上授課』三大主軸如下：

- (3) 『科學史與思維融入課程～線上課程』：藉由科學史彌補現行教科書過度描述性的科學課程中概念不連貫及打破科學發展成果並非一人成就之迷思，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，藉此澄清先前迷思概念，並連結各個概念以學習、模仿科學思維的建構，更藉設計回饋讓學習者成為見習科學發展過程的參與者，見證、觀察、理解、體會科學的產生歷程，並發表其學習反思，以成就其對科學本質、科學思維推導的鷹架。。
- (4) 『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。
- (5) 『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。

###### ■ 第三年：『生活探索素養～線上授課』三大主軸如下：

- (6) 『人文科學創意思維設計方法』課程：以各類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。
- (7) 『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。
- (8) 『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。如下圖系統性整合課程架構圖



圖：系統性整合課程架構圖

## 2. 線上教材：

### ■ 延續第一、二年（持續進行）

- (1) 『加深加廣～線上自學』：使學習者深化學習層面與廣度。
- (2) 『線上自學教材』：培養學習者自學態度與訓練自學技能。
- (3) 『特色課程線上化』：引領教師群新的發想與嘗試勇氣。
- (4) 『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。

### ■ 第三年：

- (5) 新增：『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。

## 二.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、二年（持續進行）

- (1) 『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。
- (2) 『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。
- (3) 『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。
- (4) 『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。
- (5) 『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、二年（持續進行）

- (1) 全國高中小論文：落實科學寫作技能。
- (2) 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。
- (3) 國中獨立研究競賽：啟發資源搜集、聚焦分析能力。
- (4) 生物科奧林匹亞競賽：強化深度、廣度的彙整技能。
- (5) PIDA 思源STEM創意大賽：激發創意、思維程序的組建與實踐。
- (6) 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。

#### ■ 第三年：新增：

- (7) 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理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。

## 三.初步整體課程設計結論：（簡介如圖五：活動規劃與執行方向。）



圖五：（僅列第三年）截至114.07活動規劃與執行方向。



二.目前進度成果（成果請參閱，附件二）：

截至113.08~114.06分四部分呈現如下：

1. 競賽活動：（113.08~113.05進行中完成進度統計，如表一。）

(1)113.08~114.03高中小論文：

- ①探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力 3人、
- ②歪比模型模擬風扇擾流對突堤效應之影響 1人、
- ③探討以強制道歉作為回復名譽適當處分之違憲爭議1人、
- ④魚菜共生水培栽種 3人
- ⑤淺談AI科技之發展與實際應用探討 1人，共五件(8人)。

(2)113.08~114.04 2025福衛五號衛星影像應用小論文競賽：

- ①淺談衛星科技之發展與實際應用探討， 2人，共一件(2人)。

(3)113.08~114.02高中國際科展：

- ①探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力 3人，共一件（3人）。

(4)113.08~113.09高中全國科展：

- ①探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力 3人（佳作、聯發科創意獎），共一件（3人）

(5)113.08~114.04高中第五分區科展：

- ①雙管齊下~以主動性風扇因應突堤效應，2人（優等）
- ②低頻超音波對蘋果褐變之影響，3人（佳作），，共二件（5人）

(6)113.08~114.03 競賽風力能源亞洲聯賽3人，共一件（3人）。

(7)113.08~114.04 國中市級科學展覽：

- ①省水蔬果農藥清洗裝置 2人
- ②空氣落塵之偵測裝置 2人，共二件（4人）

(8)113.08~113.12 高中競賽：

- ①生物科奧林匹亞競賽，共2人。

表一：113.08~114.06 『競賽活動』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人數
113.08~114.03	全國 高中 小論文	探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力	3人(高三2+高二1)
		歪比模型模擬風扇擾流對突堤效應之影響	1人(高二1)
		探討以強制道歉作為回復名譽適當處分之違憲爭議	1人(高三1)
		魚菜共生水培栽種	3人(高三3)
		淺談AI科技之發展與實際應用探討	1人(高三1)
113.08~114.04	TASA 論文競賽	淺談衛星科技之發展與實際應用探討	2人(高二2)
113.08~114.02	高中 國際科展	探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力	3人(高三2+高二1)
113.08~113.09	高中 全國科展	探討光刻機鏡面陣列對效能提升之潛力	3人(高三2+高二1) (佳作、聯發科創意獎)
113.08~114.04	高中 分區科展	雙管齊下~以主動性風扇因應突堤效應	2人(高二2) (優等獎)
		低頻超音波對蘋果褐變之影響	3人(高二3) (佳作獎)
		超音波抑制水果褐化之影響	3人(高二3)
113.08~114.04	國中 市級科學 展覽	省水蔬果農藥清洗裝置	2人(國三)
		空氣落塵之偵測裝置	3人(國三)
113.08~113.12	競賽	生物科奧林匹亞競賽	2人(高三1+高二1)
113.08~114.03	競賽	風力能源亞洲聯賽	3人(高二)

2. 實體課程：（113.08~114.06完成進度統計，如表二。）

- (1)113.09~114.01 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)114.02~114.06 初階高一科學思辨與創意實作II多元課程，共17次（17小時）。
- (3)114.02~114.06 進階高二科學思辨與創意實作III+IV多元課程，共17次（34小時）。
- (4)113.09~114.01 歡樂科展社團上學期，共8次（16小時）。
- (5)114.02~114.05 歡樂科展社團下學期，共8次（16小時）。

表二：113.08~114.05 『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
113.08~114.01	歡樂科展社團 上學期	人文科學創意 思維設計方法I	40人 (國、高中)	8次(16小時) (16/16=100%)
114.02~114.06	歡樂科展社團 下學期	人文科學創意 思維設計方法II	40人 (國、高中)	8次(16小時) (16/16=100%)
113.08~114.01	初階高一科學 思辨與創意實 作 I 多元課程	魚菜共生組 I 1.魚菜共生· 2.虹吸鐘	28人 (高一)	18次(18小時) (18/18=100%)
114.02~114.06	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)	17次(17小時) (16/18=94%)
114.02~114.06	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)	17次(34小時) (32/36=94%)

3. 線上課程：（113.08~114.06完成進度統計，如表三。）

(1)110.05~114.06 線上科學書報：共36次（第141~175次，70小時）。

(2)113.08~114.01 探究素養課程線上授課上學期：

- ①設計思維方法論，2次
- ②創意激發概念發展，2次
- ③分析與定位I：人物誌與同理心地圖，2次
- ④分析與定位II：顧客服務旅程，2次，共8次(16小時)

(3)114.02~114.06 探究素養課程線上授課下學期：

- ①科學探究，2次、
- ②問題SWOT，2次、
- ③5W2H，2次、
- ④邏輯樹，2次，共8次(16小時)

(4)113.08~114.06 主題特色課程：

- ①主題七：微電影好攝行銷課程課程線上化、
- ②主題八：科學寫作課程線上化、
- ③主題九：在地國小服務隊活動課程線上化，共3主題。

表三：113.08~114.06 『線上課程』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人次	進度
113.08~114.01	<u>線上科學書報</u>	科學論文匯報 與討論	20人 * 35次 = 700人次	35次(70小時) (70/40=100%)
113.08~114.01	<u>探究素養課程</u> 線上授課 上學期	<u>設計思維方法論</u> 2次 <u>創意激發概念發展</u> 2次 <u>分析與定位</u> <u>人物誌與同理心地圖</u> 2次 <u>顧客服務旅程</u> 2次	20人 * 8次 = 160人次	8次(16小時) (8/8=100%)
114.02~114.07	<u>探究素養課程</u> 線上授課 下學期	<u>科學探究</u> 2次 <u>問題SWOT</u> 2次 <u>5W2H</u> 2次 <u>邏輯樹</u> 2次	20人 * 8次 = 160人次	8次(16小時) (8/8=100%)
113.08~114.05	主題 特色課程	主題七： <u>微電影好攝行銷課程</u> 課程線上化 主題八： <u>科學寫作課程</u> 線上化 主題九： <u>在地國小服務隊活動</u> 課程線上化	40人 * 3次 = 120人次	3主題(3小時) (3/3=100%)

4. 線上自學：（113.08~114.01完成進度統計，如表四。）

(1)113.08~114.01 加深加廣線上化課程上學期：

- ①積分II（2集）、
- ②電磁學I（2集）、
- ③電路學 I（1集）、
- ④R語言II（3集），共8集（約4.0小時）。

(2)114.02~114.06 加深加廣線上化課程下學期：

- ①偏微分II（2集）、
- ②數據分析I（2集）、
- ③5W2H（2集）、
- ④AIDMA（2集），共8集（約4小時）。

(3)113.08~114.01 線上自學教材：

- ①探究學習（10單元）、
- ②加廣教學(2單元)，共12單元。

(4)114.02~114.06 線上自學教材：

- ①加深教學(8單元)，共8單元。

表四：113.08~114.06 『線上課程』完成進度統計表。

時間	項目	內容	參與人次	進度
113.08~114.01	<u>加深加廣線</u>	<u>積分II</u> ：	2集	
	<u>上化</u>	<u>電磁學I</u> ：	2集	20人 * 8次
	<u>課程</u>	<u>電路學I</u> ：	1集	=160人次
	<u>上學期</u>	<u>R 語言II</u> ：	3集	8集（4.0小時） (8/8=100%)
114.02~114.06	<u>加深加廣線</u>	<u>偏微分II.</u>	2集	
	<u>上化</u>	<u>數據分析I</u>	2集	20人 * 8次
	<u>課程</u>	<u>5W2H</u>	2集	=160人次
	<u>下學期</u>	<u>AIDMA</u>	2集	8集（4.0小時） (8/8=100%)
113.08~114.06	<u>線上自學教材</u>	<u>探究學習</u> ：10單元 <u>加廣教學</u> ：2單元 <u>加深教學</u> ：8單元	40人 * 20 =800人次	20單元 (20/12=100%)

三.未來預定執行：114.07~分四部分呈現

1. 競賽活動：（114.01~114.07 預定進度統計，如表五。）

(1)114.06~114.10高中小論文：

- ①男同志在生活輔導與諮商 1人
- ②主被動風扇對海洋漂砂沈積方位之改變 1人、
- ③魚菜共生膠球螯合鐵釋放對水培植物生長提升 3人、
- ④超音波抑制水果褐化之影響 3人、
- ⑤風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響 3人

(2)114.02~115.04 2026福衛五號衛星影像應用小論文競賽：

- ①淺談衛星科技之發展對海洋探測應用，2人，共一件(2人)。

(3)114.03~115.02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風之翼~不同葉片翼型隊風能轉換之影響，3人
- ③藉由古生物學探討氣候變遷 1人，共三件（6人）

(4)114.05~115.04高中第五分區科展：

- ①土壤微生物分解 1人、
- ②藉由古生物學探討氣候變遷 1人、
- ③電化學固沙築堤 2人、
- ④電化學蝕刻技術 2人、
- ⑤飛行機翼擾流現象 2人、
- ⑥省水蔬果農藥清洗裝置 2人
- ⑦空氣落塵之偵測裝置 2人，共二件（4人）共七件（12人）

(5)114.04~115.03 競賽風力能源亞洲聯賽2人，共一件（2人）。

(6)114.05~114.12 青少年科學人才培育計畫：，共4人。

(7)114.01~114.12 高中競賽：

- ①生物科奧林匹亞競賽，共3人。

表五：114.08~114.07 『競賽活動』預定進度統計表。-1

時間	項目	內容	參與人數
114.06~114.10	全國 高中 小論文	<u>男同志在生活輔導與諮商</u>	1人(高二1)
		<u>主被動風扇對海洋漂砂沈積方位之改變</u>	2人(高二2)
		<u>魚菜共生膠球螯合鐵釋放對水培植物生長提升</u>	3人(高二3)
		<u>超音波抑制水果褐化之影響</u>	3人(高二3)
		<u>風力發電之風扇風穴增設與改變對發電之影響</u>	3人(高二3)
114.02~115.02	<u>TASA</u> 論文競賽	<u>淺談衛星科技之發展對海洋探測應用</u>	2人(高二2)
114.03~115.02	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(高二2)
		<u>風之翼~不同葉片翼型隊風能轉換之影響</u>	3人(高二3)
		<u>藉由古生物學探討氣候變遷</u>	1人(高一3)
113.08~115.04	高中 分區科展	<u>土壤微生物分解</u>	2人(高二1+高一1)
		<u>藉由古生物學探討氣候變遷</u>	1人(高一1)
		<u>電化學蝕刻技術</u>	3人(高一3)
		<u>飛行機翼擾流現象</u>	3人(高一3)
		<u>電化學固沙築堤</u>	2人(高一2)
		<u>省水蔬果農藥清洗裝置</u>	2人(國三2)
		<u>空氣落塵之偵測裝置</u>	3人(國三3)
114.02~114.12	培育	國、高中青少年科學人才培育	4人(國三)
114.01~114.12	競賽	<u>生物科奧林匹亞競賽</u>	4人(高一1+國三3)
114.04~115.03	競賽	<u>風力能源亞洲聯賽</u>	3人(高一)

2. 實體課程：（114.06~114.07 預定進度統計，如表六。）

(1)114.06~114.06 初階高一科學思辨與創意實作II多元課程，共1次（1小時）。

(2)114.06~114.06 進階高二科學思辨與創意實作III+IV多元課程，共1次（2小時）。

(3)114.06~114.06 歡樂科展社團下學期，共1次（2小時）。

表六：114.06~114.07 『實體課程』預定完成進度統計表。-1

時間	項目	內容	參與人數	預定次數
114.06~114.06	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)	1次(1小時)
114.06~114.06	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)	1次(2小時)

3. 線上課程：（114.01~114.07 預定進度統計，如表七。）

(1)114.06~114.07 線上科學書報：共2次（4小時）。

表七：114.06~114.07 『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
113.01~113.07	線上科學書報	科學論文匯報 與討論	20人*2次= 40人次	2次(4小時)

陸.預定完成進度：（113.08~114.07 計劃第二階段完結預定進度。）

一.量化成果：（113.08~114.07 預定進度統計，如表九。）

■ 延續第一、二年（持續進行）

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』。

(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。

■ 第三年（新增）：

(5)素養課程～『人文科學創意思維設計方法』課程

(6)持續拍攝『加深加廣線上自學課程～20單元線上課程』

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』完成初階版、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主題一～六項目，完成建置特色主題線上課程，成為教師成長資源。

■ 第三年（新增）：

(1)持續第一、二年上述(1)及(2)項目如下：

①『初階、進階、高階科學思辨與創意實作課程』再完成進階版線上課程

②持續拍攝『特色課程～13主題教學線上課程』案例執行影片，再建置3主題七、八、九項目，完成建置特色主題線上課程，成為教師成長資源。

(2)新增任務：

(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)執行系統性整合課程，將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。

#### ■ 第三年（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』再完成進階版線上課程共10單元建置，（細目請參考附件四~表三、表四、表五，第一部分進階版）。
- ② 素養課程~『人文科學創意思維設計方法之線上課程』：試行四單元。
- ③ 試行『SDGs主題融入教學』~『綠色經濟X永續轉型』課程。

##### (4) 『競賽活動』：

- ① 線上科學書報：共20次（40小時）。
- ② 探究素養課程線上授課：共16次（32小時）。
- ③ 全國高中小論文：共五件（8人）。
- ④ 高中國際科學展覽：共一件（3人）。
- ⑤ 高中分區科學展覽：共二件（5人）。
- ⑥ 國中獨立研究：共一件（2人）。
- ⑦ 國中市級科學展覽：共二件（5人）。
- ⑧ 高中生物科奧林匹亞競賽：共2人。
- ⑨ 風力能源亞洲聯賽競賽：共一件（3人）。
- ⑩ PIDA 思源STEM創意大賽：共一件（5人）。

### 4. 開設實體多元課程：

#### ■ 延續第一、二年（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14次，（28小時）

#### ■ 第三年（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16次，（32小時）。

## 五.質化成果：

### ■ 延續第一、二年（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：
  - ① 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。
  - ② 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。

### ■ 第三年（新增）：

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下：
  - (1) 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。
  - (2) 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。
  - (3) 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。
  - (4) 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。
  - (5) 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。
  - (6) 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。
  - (7) 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。

表九：預定完成進度 (113.08~114.07 計劃第二階段=第三年完結預定進度)

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*18次 =360人次	18集 (剪輯8小時， 拍攝40小時)
	<u>線上自學</u> 教材	加深自學教材	40人*20= 800人次	20單元
教師成長 資源建置	主題 <u>特色課程</u>	主題七、八、九 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*37次 =740人次	37次 (74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)
	競賽活動	全國高中小論文	8人	5件
		高中國際科學展覽	3人	1件
		高中分區科學展覽	5人	2件
		國中市級科學展覽	4人	2件
		國中獨立研究	4人	2件
		高中生物科 奧林匹亞競賽	4人	4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 <u>多元課程</u>	<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>高階高三科學思辨</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>人文科學創意思維</u> <u>設計方法I+II</u>	40人*16次 =640人次 (國、高中)	16次 (32小時)

## 陸.建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

■ 第三年（聚焦於培養科學創意思維設計），原第一、二年附於其後以利閱讀連貫性。

### 一.檢討省思：檢討現行困境：（社群研討）

1. 針對112年度第一學期議題討論具體『創意思維設計方法實踐』，規劃新增素養課程～『人文科學創意思維設計方法』課程，透創意設計方法與實作單元試行。

(1)理念：以各類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、收斂到作品，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。

(2)目標：課程培育在學習端在設計流程中運用的方法、技巧，並由練習幫助學習端設計創造出更符合人性化的作品。

(3)內容：分為六大內容，藉此實作練習應用設計流程內化素養，所搭配各類研究方法工具如下：

①schedule 時程掌控：甘特圖法。

②Analysis 分析：

(I)分析：人物誌、同理心地圖、顧客服務旅程、心智圖。

(II)分析-定位：5W2H、SWOT、AIDMA法。

(III)分析-語意尺度建立：SD法。

(IV)分析-空間尺度建立：意象尺度法。

(V)分析-程序控管：流程程序圖法、AEIOU。

③Concept 概念：

(I)概念：腦力激盪法、噴泉法、635默寫式腦力激盪術、廊法、身體激盪法、DEAL想像法、SCAMPER 奔馳法、Crazy 8。

(II)概念-要項控管：檢核表法。

④Integration 整合：

(I)概念+整合：魚骨岡法。

(II)概念+整合：K法。

⑤Evaluation 評估：形態分析法、雷達圖法、焦點團體訪談、專家訪談、pugh、AHP、情境故事法、綠野仙蹤法。

⑥Decision 決策：QFD 品質機能展開、AHP、TRIZ方法。

(4)執行流程：

①收集資料+界定問題+分析。

②概念+整合+構想提出。

③評估+具體化（模型完成）。

④行銷報告（展示內容～題目、動機、分析、概念發散、整合方向、構想草圖、模型定案(以作品照、情境照、全體組員與作品照…等呈現)、評估測試(以影格或影片呈現)。

2. 112年度第二學期議題討論『SDGs主題融入教學』，第三年計畫更增加『綠色經濟X永續轉型』課程執行整合，如下：

- (1) 第一部分～藉『科學史與思維融入』課程說明全球推行碳權和碳交易的背景，如ESG新經濟的崛起和自願性轉型成強制性市場。
- (2) 第二部分～介紹碳交易和碳稅，針對外部成本內部化、自然資本有價化現況思維，藉由『AI生成型預訓練變換模型(Chat-GPT)』課程收集資料，以STEAM與PBL技術融合『人文科學創意思維設計方法』啟發思維想法成為資訊，並讓學習端扮演角色提出面對未來『碳』將成為重要的資產的論述，如：碳有價思考但不是定值，而且具有變動性，該如何配合外部認定價值進行內部調整，藉此讓學習端思考創意發想如何做好碳資產管理，並將所學知識融入生活情境化應用。
- (3) 第三部分～細說國際潮流強制性市場和台灣目前自願性市場的差異：藉此『綠色經濟』課程內容針對碳權和碳交易，以及永續潮流和規定內容說明，讓學習者可以系統性和從國際角度了解碳在淨零潮流下是如何有價化和被交易，又是如何影響企業營運、國家經濟和我們的未來生活，搭配『永續轉型』課程內容，讓學習端能針對目前台灣只有自願性市場，而剛成立的碳權交易所並非碳抵換中的第三方驗證單位，而是更貼近碳權經紀人或媒合者的角色，協助企業做碳諮詢、國內碳權交易和國外碳權買賣，未來將如何面對轉型提出各項論點論述發表。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』，讓學習端針對論點聚焦後更深入進行專題製作，成就完整配討教學。

## 二.教學省思與成果：（社群協作心得）

### ■ 第一部分：社群省思

#### “人文科學創新思維設計方法”——綠色經濟X永續轉型～教學反思

##### 一.緣起：

1. 在當今快速變化的社會環境中，創新思維和可持續發展成為了關鍵議題。本課程著眼於培養學習端在設計流程中運用創新思維的方法和技巧，並將其應用於綠色經濟和永續轉型，涉及到學習端對設計流程中方法和技巧的掌握，藉此幫助他們設計出更符合人性化的作品，以深入理解SDGs（可持續發展目標）和碳稅政策來設計綠色經濟與永續轉型方案並能整合應用。

##### 二.目標：

1. 人文科學創新思維設計方法——綠色經濟X永續轉型課程，培養學習者運用創新思維設計方法，並將其應用於綠色經濟和永續轉型。藉由執行反思對課程目標、理念、內容、教學方法和評估方式的深入分析，提出未來的改進方向，並探索如何透過教學實踐來培養學習端的創新能力和實踐技能，以應對未來的挑戰。

##### 三.課程執行過程反思方向：

1. 多個維度分析，包括：課程目標的達成情況、課程理念的實踐效果、課程內容與結構的合理性、教學方法的實施效果以及評估方式的合理性。分述教學反思：
  - (1) 課程目標的達成情況：
    - ① 方法和技巧的應用：學習端是否真正理解並能夠應用設計思維方法？是否有必要增加實際案例分析，讓學習端能夠在真實情境中練習？
    - ② 人性化設計：學習端的作品是否真正體現了對人性化需求的深刻洞察？是否有必要引入更多用戶研究和測試，以確保設計的實用性和有效性？
    - ③ SDGs和政策整合：學習端是否充分理解SDGs和碳稅政策對設計的影響？是否需要更多的政策分析和案例研究來加深理解？
  - (2) 課程理念的實踐效果：
    - ① 複雜問題解決：學習端是否學會了如何將設計視為解決複雜問題的工具？是否有必要引入更多跨學科的案例來加強這一點？
    - ② 創意發散與收斂：學習端是否在創意發散和收斂之間找到了平衡？是否需要更多的指導來幫助學習端在創意過程中做出更好的決策？
  - (3) 課程內容與結構的合理性：
    - ① 內容覆蓋：是否所有關鍵概念都得到了充分的覆蓋？是否有一些主題需要更多的時間來深入探討？
    - ② 結構銜接：課程的各個部分是否銜接得當？是否有必要重新組織某些內容，以更好地支持學習進程？
  - (4) 教學方法的實施效果：
    - ① 互動性：案例研究、小組討論等方法是否充分促進了學習端的互動和參與？是否有必要引入更多的互動式學習活動？
    - ② 實踐性：工作坊、實地考察、項目實踐是否為學習端提供了足夠的實踐機會？是否有必要增加實踐活動的數量和品質？
  - ⑤ 評估方式的合理性：
    - ① 全面性：評估方式是否全面地反映了學習端的學習成果？是否有必要引入更多的自我評估和同儕評估來增強學習端的自我反思能力？
    - ② 動機：評估方式是否激勵學習端積極參與並展示他們的創新思維？是否有必要引入更多的激勵機制來提高學習端的參與度？
  - (6) 課程材料的實用性：
    - ① 更新性：教材和工具是否跟上了最新的學術和行業發展？是否有必要更新資源以確保學習端能夠接觸到最新的知識和技術？
  - (7) 課程時間安排：
    - ① 時間管理：學習端是否在給定的時間內能夠充分掌握內容並完成項目？是否有必要調整時間安排，以確保學習端有足夠的時間進行深入學習和實踐？
2. 教學意義：總結來說，這門課程的執行過程中，需要關注學習端是否達成了預期的學習目標，並且在實踐中發展了創新思維和設計能力。同時也需要反思課程的內容、結構、教學方法和評估方式，以確保都能有效地支持學習端的學習和成長。透過對這些方面的深入分析和反思，可以不斷優化課程，更好地理解課程的強項和弱點，並制定計劃來加強教學效果。這包括對課程內容的更新、教學方法的創新、評估方式的優化以及時間安排的調整。最終目標是創造一個更加動態、互動和實踐為導向的學習環境，以培養學習端的創新思維和解決問題的能力使其更加符合學習端的需要並促進他們的創新思維和實踐能力。

#### 四. 對課程執行總結和未來改進方向的建議：

##### 1. 課程執行情況總結：課程目標與實踐

###### (1) 目標達成情況

- ① 方法和技巧的應用：學習端在設計流程中的方法和技巧應用方面有所提升，但在實際應用中仍顯不足，需要更多實際案例來加強理解。
- ② 人性化設計：學習端的作品在人性化設計方面有所體現，但在深入挖掘用戶需求和創造更深刻的用戶體驗方面還有提升空間。
- ③ SDGs和政策整合：學習端在結合SDGs和碳稅政策設計方案方面有所創意，但對這些政策的深入理解和應用仍需加強。

###### (2) 課程理念實踐

- ① 複雜問題解決：學習端在如何將設計視為解決複雜問題的工具方面得到了一定的實踐，但學習端在如何將設計思維應用於跨學科問題上還需進一步指導。
- ② 創意發散與收斂：學習端在激發創意後如何有效收斂和整合創意方面存在困難，需要更多的指導來幫助學習端在創意過程中做出更好的決策。

###### (3) 課程內容與結構

- ① 課程內容覆蓋了必要的主題，但在某些領域如政策分析和實際案例應用上需要進一步深化。
- ② 課程結構在支持學習進程方面表現良好，但在某些環節的銜接上可以進一步優化。

###### (4) 教學方法

- ① 案例研究和小組討論促進了學習端的互動和參與，但需要增加更多實踐性活動來加強學習端的實際操作能力。
- ② 項目實踐為學習端提供了實踐機會，但在活動的品質和深度上仍有提升空間。

###### (5) 評估方式

- ① 評估方式全面反映了學習端的學習成果，但可以引入更多自我評估和同儕評估來增強學習端的自我反思能力。
- ② 評估方式在激勵學習端積極參與方面表現良好，但仍需探索更多激勵機制。

###### (6) 課程材料

- ① 教材和工具基本滿足了學習需求，但需要更新以跟上最新的學術和行業發展。

###### (7) 時間安排

- ① 給定的時間內容對於學習端來說是一個挑戰，尤其是在完成項目和深入學習方面，可能需要更多的時間。

##### 2. 結論與未來改進方向：為了提高課程的品質，強化培養學習端的創新思維和解決問題的能力，提出以下改進措施：

- (1) 加強實際案例分析：引入更多與綠色經濟和永續轉型相關的實際案例，讓學習端在真實情境中練習設計思維方法。
- (2) 深化政策理解：增加對SDGs和碳稅政策的深入分析，藉由案例研究和政策文件學習，加深學習端對這些政策影響的理解。
- (3) 優化創意整合：提供更多指導，幫助學習端在創意發散後如何有效地整合和收斂創意，形成可行的設計方案。
- (4) 增強實踐性活動：增加項目實踐的數量和品質，讓學習端有更多機會將理論應用於實踐。
- (5) 引入自我評估和同儕評估：鼓勵學習端進行自我評估和同儕評估，增強自我反思和批判性思維能力。
- (6) 更新教材和工具：定期更新教材和工具，確保學習端能夠接觸到最新的知識和技術。
- (7) 調整時間安排：考慮增加課程時間或調整項目截止日期，以確保學習端有足夠的時間進行深入學習和實踐。

#### 五. 結論與未來展望

透過對「人文科學創新思維設計方法」課程的深入反思，認識到為了提高課程的品質，強化培養學習端的創新思維和解決問題的能力，必須採取一系列改進措施。這包括加強實際案例分析、深化政策理解、優化創意整合、增強實踐性活動、引入自我評估和同儕評估、更新教材和工具，以及調整時間安排。這些改進措施將有助於學習端在未來的綠色經濟和永續轉型領域中取得成功，並為他們打下堅實的基礎。隨著教育的不斷進步和環境的持續變化，期待藉由這些努力，能夠為學習端提供一個更加豐富、動態和實踐導向的學習環境，以培養他們成為未來社會中具有創新精神和實踐能力的專業人才。

## ■ 第二部分：教師群省思

### 教師一：深化「人文科學創新思維設計方法」課程：教學反思與未來展望

在這個充滿挑戰與變革的時代，我們的教育任務比以往任何時候都更加重要。我們站在創新與可持續發展的十字路口，面對著培養下一代創新者的重責大任。「人文科學創新思維設計方法」——綠色經濟X永續轉型課程，便是為了迎接這一挑戰而精心設計的一個實驗課程。

這門課程不僅是一個學習平台，更是一個創新的熔爐，著眼將學習端塑造成能夠在未來的綠色經濟和永續轉型中發揮重要作用的設計者和思想家。然而，正如任何創新之旅都充滿著曲折和反思，我們在這條路上也學到了許多重要的教訓。

在課程的實施過程中，看到了學習端們在設計流程中運用創新思維方法的初步嘗試，他們的創意火花在項目實踐中閃爍，但同時也暴露出了對於實際應用和深入理解的渴望。學習端們在人性化設計的探索中展現了對細節的關注，但在挖掘更深層次的用戶需求和創造深刻用戶體驗方面，他們的旅程還遠未結束。此外，將SDGs和碳稅政策融入設計方案的過程中，學習端們雖然顯示出了創意，但對這些政策的深入理解和應用仍有待加強。

我們意識到，設計不僅是一個解決問題的過程，更是一個探索和發現的旅程。在這個旅程中，學習端們需要更多的指導，以幫助他們在創意發散與收斂之間找到平衡，將抽象的概念轉化為具體的解決方案。這需要我們在教學方法上進行調整，增加實踐性活動，讓學習端們有更多機會將理論應用於實踐，並在實踐中學習。

評估方式的完善也是我們反思的重點。需要引入更多自我評估和同儕評估，以增強學習端的自我反思能力，並激發他們的學習動力。這不僅能夠幫助學習端更好地理解自己的學習進展，也能夠促進他們之間的學習交流。

教材和工具的更新是確保學習端能夠接觸到最新知識和技術的關鍵。我們必須確保這些資源能夠跟上學術和行業的最新發展，以便學習端們能夠在這個快速變化的世界上保持競爭力。

時間安排的調整也是我們必須面對的挑戰。我們需要確保學習端有足夠的時間來消化內容、完成項目，並進行深入學習。這意味著我們可能需要重新考慮課程的時間安排，以確保學習端能在這個過程中得到充分的支持。

總之，藉由這些深刻的反思和未來的改進措施，期待能夠為學習端提供一個更加豐富、動態和實踐為導向的學習環境。我們相信，透過這些努力，我們能夠培養出具有創新精神和實踐能力的專業人才，為他們在未來的綠色經濟和永續轉型領域中的成功打下堅實的基礎。這不僅是對教育的一次革新，更是對未來的一次投資。讓我們一起期待，這些年輕的創新者將如何塑造我們的明天。

## 教師二：培育未來的創新者：對人文科學創新思維設計方法課程的深刻反思

在這個快速變化的時代，我們正站在一個關鍵的歷史節點上，面臨著前所未有的挑戰和機遇。環境問題、社會變遷和經濟轉型要求我們重新思考教育的本質和目標。「人文科學創新思維設計方法」——綠色經濟X永續轉型課程，便是在這樣的背景下應運而生，培養能夠引領未來變革的創新者。藉這次的課程的實踐、挑戰，我們嘗試如何藉由教育的力量，塑造一個未來更加可持續和人性化的世界展望。

**教育的使命：培養創新思維：**教育的核心使命之一是培養學習端的創新思維。正如亞里士多德所言：「我們是我們反覆做的事情，因此卓越不是一個行為，而是一個習慣。」在「人文科學創新思維設計方法」課程中，致力於將學習端塑造成為能夠運用創新思維解決複雜問題的設計師和思想家。這門課程不僅是一個學術的探索，更是一個實踐的旅程，讓學習端在解決現實世界問題的過程中，發展出自己的創新能力和設計技能。

**課程實踐：挑戰與機遇～**在課程實施的過程中，我們遇到了一系列的挑戰。學習端們雖然在設計流程中展現出了對創新思維方法的初步掌握，但在實際應用中仍顯得力不從心。他們需要更多的實際案例來加深理解，需要更多的實踐機會來磨練技能。在人性化設計方面，學習端們雖然能夠關注到用戶需求，但在創造深刻用戶體驗方面仍有提升空間。此外，將SDGs和碳稅政策融入設計方案的過程中，學習端們雖然展現出了一定的創意，但對這些政策的深入理解和應用仍有待加強。正如約翰·杜威所說：「教育不是準備生活，教育就是生活。」我們的課程必須反映這一點，讓學習端在真實的學習環境中成長。

**教學理念：設計與複雜性～**我們認識到，設計不僅是一個解決問題的過程，更是一個探索和發現的旅程。在這個旅程中，學習端們需要更多的指導，以幫助他們在創意發散與收斂之間找到平衡，將抽象的概念轉化為具體的解決方案。這要求我們在教學方法上進行調整，增加實踐性活動，讓學習端有更多機會將理論應用於實踐，並在實踐中學習。正如彼得·德魯克所言：「未來的文盲將是那些沒有學會怎樣學習的人。」我們的教材和工具必須幫助學習端成為終身學習者，不斷適應和引領變化。

**教學方法：互動與實踐～**案例研究和小組討論雖然促進了學習端的互動和參與，但我們需要增加更多實踐性活動來加強學習端的實際操作能力。項目實踐為學習端提供了實踐機會，但在活動的品質和深度上仍有提升空間，以確保學習端能夠充分應用所學知識。如陶行知所說：「行是知之始，知是行之成。」我們的課程必須將知識與行動緊密結合，讓學習端在實踐中學習，在學習中實踐。

**評估方式：自我反思與激勵～**評估方式的完善同樣是我們反思的重點。我們需要引入更多自我評估和同儕相互評估，以增強學習端的自我反思能力，並激發他們的學習動力。這不僅能幫助學習端更好地理解自己的學習進展，也能促進他們之間的學習交流。孔子曾說：「知之者不如好之者，好之者不如樂之者。」評估方式必須激發學習端的興趣和熱情，讓他們在享受學習的過程中取得進步。

**課程材料：更新與豐富～**教材和工具的更新是確保學習端能夠接觸到最新知識和技術的關鍵。必須確保這些資源能夠跟上學術和行業的最新發展，以便學習端們能夠在這個世界保持競爭力。如亨利·福特所言：「停止學習就意味著停止不前。」教材和工具必須不斷更新，以保持教育的相關性和前瞻性。

**時間安排：靈活性與深度品質～**時間安排的調整也是我們必須面對的挑戰。我們需要確保學習端有充足的時間來消化內容、完成項目，並進行深入學習。這意味著我們可能需要重新考慮課程的時間安排，以確保學習端在這個過程中得到充分的支持。如柏拉圖所說：「耐心是一切聰明才智的基礎。」我們必須給予學習端足夠的時間和空間，讓他們能夠耐心地探索和理解複雜的知識體系。

**未來展望：投資於教育～**藉這些深刻的反思和未來的改進措施，我們期待能夠為學習端提供一個更加豐富、動態和實踐為導向的學習環境。相信，藉由這些努力，能夠培養出具有創新精神和實踐能力的專業人才，為他們在未來的綠色經濟和永續轉型領域中的成功打下堅實的基礎。

教育不僅僅是知識的傳遞，更是價值觀的塑造。在「人文科學創新思維設計方法」課程中，我們不僅教授學習端如何設計，更教授他們如何思考、如何創造、如何改變世界。我們期待這些年輕的創新者能夠以他們的智慧和熱情，為我們的未來帶來新的視角和解決方案。

在這個充滿不確定性的時代，我們更加堅信教育的力量。讓我們攜手合作，共同培育未來的創新者，讓他們成為引領變革的力量，為我們的社會創造一個更加美好的明天。如瑪麗·居里所說：「我們必須有恆心，尤其要有自信。我們的天賦是用來做某種事情的，無論代價多麼大，這種事情必須做到。」讓我們以此共勉，繼續在教育的道路上前行，不斷探索、創新和成長。

在教授「人文科學創新思維設計方法」——綠色經濟X永續轉型課程中的一些教學心得與反思。這不僅是一段關於教學技巧和方法的探索，更是一次對教育本質的深刻領悟。

在這段旅程中，深刻體會到了教育的力量和責任。學會了更多地將學習端置於教學的中心，讓他們的需求、興趣和創意引導課程的發展。這種方法激發了學習端的積極參與，並使他們能夠更深入地投入到學習中。更意識到將理論知識與實際應用緊密結合的重要性，讓學習端們藉由解決真實世界的問題來學習，這種方式使他們能夠更好地理解理論並提高解決問題的能力。

也學到了在創造一個鼓勵創新和冒險的環境方面的重要性，提供足夠的空間讓學習端自由探索，更可能激發他們的創意和創新思維。自我反思是教學過程中不可或缺的一部分，我學會了在教學過程中不斷反思自己的教學方法和效果，這種自我反思有助於我識別哪些方法有效，哪些需要改進，並根據學習端的反饋和學習成果進行調整。

我深刻體會到教學是一個雙向過程，教師和學習端都能從中學學習和成長。在與學習端的互動中，獲得了新的視角和想法，這對教學和個人成長都有顯著的影響。也學會了在學習端面對挑戰時保持耐心，並提供必要的支持和指導。每個學習端的學習進程都是獨特的，作為教師需要尊重這種個性化，並提供適當的引導。

我意識到教師必須成為終身學習的典範。在快速變化的時代，不斷更新自己的知識庫和技能是保持教學相關性和有效性的關鍵。也學會了如何藉由正面的鼓勵和認可來激勵學習端。即使是小小的成功和進步，也值得被表揚，這樣可以增強學習端的自信和動力。

更意識到將不同學科的知識整合到教學中，可以幫助學習端建立更全面的知識體系，並激發他們對不同學科之間聯繫的理解。更重要的是在教學中引入全球視角，讓學習端理解他們的工作如何與全球問題相關聯，這樣可以培養學習端的國際視野和責任感。

總之，這段教學經歷讓我更加深刻地理解了教育的力量和責任。未來將繼續學習和成長，以確保教學實踐能夠滿足學習端的需要，並為他們的未來成功打下堅實的基礎。與夥伴攜手合作，共同培育未來的創新者，讓他們成為引領變革的力量，為未來社會創造一個更加美好的明天。

### ■ 第三部分：『人文科學創新思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程

◆ 課程簡介：『人文科學創新思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型的課程。

#### 一. 課程目標：

1. 培養學習者在設計流程中運用的方法和技巧。
2. 幫助學習者設計出更符合人性化的作品。
3. 結合SDGs（可持續發展目標）和碳稅政策，設計綠色經濟與永續轉型方案。
4. 讓學習者將能夠掌握人文科學創新思維設計方法，並能夠將這些方法應用於綠色經濟和永續轉型的實際問題中。

#### 二. 課程理念：

1. 設計是一個解決複雜問題的過程，涉及構想的發散與收斂。
2. 在設計、研究、調查、測試等實踐中，學習多種解決問題的方法。

#### 三. 課程內容與結構：（教材請詳見附錄八）

1. 引言與課程概覽
  - (1) 介紹課程目標、理念和SDGs的重要性。
  - (2) 討論碳稅政策對綠色經濟的影響。
2. 設計思維與方法論
  - (1) 設計訪法介紹
  - (2) 介紹設計思維的基本原則和方法。
  - (3) 分析框架
  - (4) 學習如何建立分析框架來理解問題。
3. 創意激發與概念發展
  - (1) 激發創意
    - ① 探討如何激發創意，包括（參考資料Medium、Vocus等工具）。
  - (2) PMtone：學習如何使用PMtone進行項目管理。
  - (3) 概念發展
    - ① 腦力激蕩法：學習六頂帽子法等腦力激蕩技巧。
    - ② SCAMPER奔馳法：學習如何使用SCAMPER法進行創意發想。
4. 分析與定位
  - (1) 人物誌與同理心地圖：學習如何繪制同理心地圖，理解用戶需求。
  - (2) 顧客服務旅程：學習如何分析顧客服務旅程，優化用戶體驗。
  - (3) 5W2H、SWOT、AIDMA法：學習這些分析工具，以更好地定位問題和解決方案。
5. 概念整合與評估
  - (1) 概念整合
    - ① 魚骨圖法：學習如何使用魚骨圖法整合概念。
    - ② K法：學習K法進行概念整合。
  - (2) 評估
    - ① 形態分析法：學習如何使用形態分析法進行方案評估。
    - ② 雷達圖法：學習雷達圖法進行方案比較。
  - (3) 決策與執行
    - ① QFD品質功能展開：學習如何使用QFD進行品質管理。
    - ② TRIZ方法：學習TRIZ創新問題解決理論。
  - (4) 項目實踐與展示
    - ① 收集資料與界定問題：學習如何收集資料和界定問題。
    - ② 概念整合與構想提出：學習如何將概念整合併提出構想。
    - ③ 評估與具體化學習如何評估方案並具體化設計。
    - ④ 營銷報告：學習如何製作營銷報告，包括展示內容和評估測試。

#### 四. 教學方法：

- 案例研究(科學史融入)、小組討論(AI融入)、小組團隊(PhBL應用)、實地考察(多元實作實踐)、項目實踐(STEAM探究)、成果報告(論文倫理寫作)。

#### 五. 評估方式：

- 個人與小組作業(加深加廣增能)、課堂參與度(線上自主學習)、項目報告與展示(科學書報行銷)。

#### 六. 課程材料：

1. 教材：《設計思維》、《創新者的窘境》等。
2. 工具：設計思維工具箱、SDGs相關資源、碳稅政策文件等。

#### 七. 課程時間安排：

- 每周2小時，共18周。

## ■ 課程教案：

### 第1周：引言與課程概覽

#### 一. 目標：介紹、明確課程目標和結構。

1. 課程介紹：理解SDGs的重要性和碳稅政策對綠色經濟的影響。
2. 課程目標：培養學習者在設計流程中運用的方法和技巧，特別是在綠色經濟和可持續發展領域。
3. 課程結構：介紹課程的各個模塊及其與SDGs的關聯。
4. 設計思維重要性：強調設計思維在解決複雜問題(如氣候變遷、資源短缺)作用

#### 二. 內容：SDGs與碳稅政策

##### 1. 教授課程

- (1) 教師講解SDGs的背景和目標：介紹17個可持續發展目標，特別是與環境和經濟相關的目標（如SDG 7、11、12、13）。
- (2) 教師講解碳稅政策的介紹：解釋碳稅的概念、目的及其對企業和個人行為的影響和碳稅政策，強調其對綠色經濟的影響。

##### 2. 活動：

- (1) 開場介紹和破冰活動，圍繞SDGs和綠色經濟，如：每位學習者分享自己對綠色經濟的理解和期望，教師鼓勵學習者提問和討論。
- (2) 小組討論：學習者討論SDGs與個人生活的聯繫，教師引導並記錄關鍵點。如：如何在日常生活中實踐可持續發展。

#### 三. 具體執行內容與參考資料：

##### 1. 教學素材：

- (1) 課程PPT：包含課程目標、結構、設計思維的定義和SDGs的介紹。
- (2) 聯合國SDGs官網資料：提供SDGs的詳細背景和目標。
- (3) 碳稅政策相關新聞文章和研究報告：幫助學習者理解碳稅政策現實影響。

##### 2. 意義：

- (1) 藉由課程PPT，學習者能夠快速把握課程的整體框架和學習目標。
- (2) 聯合國SDGs官網資料為學習者提供了官方、權威的信息來源，增強了學習內容的可信度。
- (3) 碳稅政策的相關閱讀材料讓學習者瞭解政策背後的經濟和環境考量，為後續的討論和項目實踐打下基礎。

#### 四. 執行流程：

1. 課程開始前，教師準備PPT和相關材料如介紹課程目標、結構和設計思維的重要性，確保能夠清晰、準確地傳達知識。
2. 學習者藉由問卷或反饋通道收集學習者的初步反饋，以便調整教學內容。
3. 課堂上，教師引導學習者進行小組討論，確保每個學習者都有機會表達自己的觀點。
4. 課後，教師整理學習者反饋，分析學習者的需求和困難，為下一節課做準備。

#### 五. 教學操作流程：

##### 1. 課程介紹（30分鐘）

- (1) 教師介紹課程目標和結構。
- (2) 討論設計思維的重要性。

##### 2. SDGs與碳稅政策講解（30分鐘）

- (1) 展示PPT，講解SDGs背景和目標。
- (2) 分析碳稅政策的影響。

##### 3. 小組討論（30分鐘）：學習者分組討論SDGs與碳稅政策的關係。

#### 六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦。

#### 七. 教室座位安排：U型或小組討論式。

#### 八. 作業：

1. 閱讀《設計思維基礎》第一章，聚焦於綠色設計的原則。
2. 收集關於SDGs的信息，特別是與綠色經濟相關的目標，準備下一次課的分享。

#### 九. 評量：

1. 質性評量：教師評估閱讀筆記的深度和廣度，特別是對SDGs與綠色經濟的聯繫的理解。
2. 量化評量：教師檢查信息收集完整性和準確性，及對SDGs目標的掌握程度。

#### 十. 舉例做法：藉由案例分析，如新港熱能工程有限公司在節能低碳、綠色發展方面的實踐經驗，讓學習者瞭解企業如何藉由能源管理優化、揮發性有機物治理、全數字化智能控制系統革新等方式，走出一條供熱領域的低碳發展路徑。

## 第2周：設計思維與方法論

一. 目標：理解設計思維的基本原則和方法，特別是在綠色經濟中的應用。

二. 內容：

### 1. 設計思維概述

- (1) 設計思維的五個階段，同理心、定義、構思、原型、測試
- (2) 如何將設計思維應用於綠色經濟問題的解決。

### 2. 設計訪法介紹

- (1) 用戶研究方法：如何以訪談、問卷方式瞭解用戶在綠色產品和服務的需求
- (2) 快速原型與迭代：強調在綠色設計中快速測試和反饋的重要性。

### 3. 活動：

- (1) 案例研究：分析成功的綠色設計思維案例，如某環保產品的設計過程。
- (2) 小組練習：角色扮演，模擬用戶訪談，聚焦於綠色經濟問題（如節能產品的使用體驗）。

三. 具體執行內容與參考資料：

### 1. 教學素材：

- (1) 設計思維案例研究：展示設計思維在實際問題解決中的應用。
- (2) 用戶研究方法手冊：詳細介紹如何進行用戶訪談、問卷調查等研究方法。
- (3) 快速原型工具和教程：指導學習者如何快速構建產品原型。

### 2. 意義：

1. 案例研究：幫助學習者理解設計思維的實際應用，激發學習興趣。
2. 用戶研究方法手冊：為學習者提供了實際操作的步驟和技巧，增強了學習的實用性。
3. 快速原型工具和教程：使學習者能夠將理論應用於實踐，提高動手能力。

四. 執行流程：

1. 教師準備案例研究材料和小組練習指南。
2. 課堂上，教師引導學習者進行案例分析，確保學習者理解設計思維的應用。
3. 小組練習環節，教師巡視指導，確保每個小組都能有效地進行角色扮演和訪談模擬。
4. 課後，教師收集學習者的項目提案，進行評價和反饋。

五. 教學操作流程：

1. 設計思維概述（45分鐘）：講解設計思維的五個階段。
2. 設計方法介紹（45分鐘）：介紹用戶研究方法和快速原型。
3. 小組練習（30分鐘）：學習者分組進行用戶訪談模擬。

六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦、錄音設備（可選）。

七. 教室座位安排：小組討論式。

八. 作業：

1. 閱讀《設計思維工具箱》，特別是綠色設計工具。
2. 小組準備：設計一個小型項目，應用設計方法。

九. 評量：

1. 質性評價：每個項目提案的創新性和可行性，特別是對環境的正面影響。
2. 量化評價：每個項目提案的結構完整性，包括可持續性指標。

十. 舉例做法：利用 App Inventor 的教育功能和代碼塊拼接編程的特點，激發學習者在信息技術課堂中對計算思維思想的興趣，提高課堂教育教學效率，達到培養中小學習者計算思維能力的目的。

---

## 第3~4周：創意激發與概念發展

### 一. 目標：

- 學習如何激發創意和概念發展，以支持綠色經濟和SDGs。

### 二. 內容：

#### 1. 激發創意

- (1) 腦力激蕩法：如何藉由集體思維激發綠色創新。
- (2) 635默寫式腦力激蕩術：每個成員在紙上寫下自己的想法，傳遞給下一個成員進行補充。

#### 2. 概念發展

- (1) SCAMPER奔馳法：藉由替代、結合、調整、修改、放大、縮小、重新排列等方式激發創意。
- (2) Crazy 8：在8分鐘內快速繪制8個不同的創意草圖。

### 三. 活動：

1. 工作坊：腦力激蕩法實踐，聚焦於綠色解決方案（如減少塑料使用的創意）。
2. 小組練習：使用635默寫式腦力激蕩術，聚焦於SDGs相關的綠色創新。

### 四. 具體執行內容與參考資料：

#### 1. 教學素材：

- (1) 腦力激蕩法視頻教程：展示如何進行有效的腦力激蕩。
- (2) SCAMPER奔馳法案例分析：藉由案例分析，教授學習者如何使用SCAMPER法激發創意。
- (3) Crazy 8創意激發工具：提供一種快速創意發想的工具。

#### 2. 意義：

- (1) 腦力激蕩法視頻教程使學習者能夠直觀地學習創意激發技巧。
- (2) SCAMPER奔馳法案例分析幫助學習者理解如何在設計中應用創新思維。
- (3) Crazy 8工具鼓勵學習者在短時間內產生大量創意，提高創意發想的效率。

### 五. 教學操作流程：

1. 激發創意講解（45分鐘）
  - 講解腦力激蕩法和635默寫式腦力激蕩術。
2. 概念發展講解（45分鐘）
  - 講解SCAMPER奔馳法和Crazy 8。
3. 工作坊（30分鐘）
  - 學習者分組進行創意激發練習。

### 六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦、創意激發工具（便簽、白板、標記筆）。

### 七. 教室座位安排：小組工作坊式。

### 八. 作業：

1. 閱讀《創新能力訓練-打破思維定式，激發無限創意》，特別是綠色創意激發。
2. 小組項目：應用SCAMPER法和Crazy 8法，設計綠色解決方案。

### 九. 評量

1. 質性評量：學習者創意的原創性和實用性，特別是對環境的正面影響。
2. 量化評量：學習者創意數量和實施難度，以及對SDGs目標的貢獻。

### 十. 舉例做法：藉由「軟銀機器人杯」2021年國際青年人工智能大賽，拓展各國青年在機器人技術，促進人工智能科技領域的交流、應用、合作，拓寬各國青年的國際視野和創新格局。

---

## 第5~7周：分析與定位

### 一. 目標：

- 學習如何進行深入分析和問題定位，特別是在綠色經濟和SDGs的背景下。

### 二. 內容：

#### 1. 人物誌與同理心地圖

- (1) 繪制同理心地圖、理解用戶在綠色經濟中的需求。
- (2) 識別用戶的痛點和需求，特別是在環保產品的使用中。

#### 2. 顧客服務旅程

- (1) 分析顧客服務旅程，優化綠色經濟中的用戶體驗。
- (2) 識別關鍵接觸點，確保用戶在使用綠色產品時的滿意度。

### 三. 具體執行內容與參考資料：

#### 1. 教學素材：

- (1) 人物誌和同理心地圖教程：教授學習者如何繪制同理心地圖，理解用戶需求。
- (2) 顧客服務旅程案例研究：藉由案例分析，學習如何分析顧客服務旅程。
- (3) 用戶體驗設計工具和模板：提供工具和模板，幫助學習者優化用戶體驗。

#### 2. 意義：

- (1) 人物誌和同理心地圖教程使學習者能夠深入理解用戶需求，為設計提供依據。
- (2) 顧客服務旅程案例研究幫助學習者從用戶的角度分析問題，提高解決方案的針對性。
- (3) 用戶體驗設計工具和模板為學習者提供實用的設計輔助，提升設計的專業性和系統性。

#### 3. 活動：

- (1) 案例分析：顧客服務旅程案例，聚焦於綠色經濟（如某環保品牌的顧客體驗）。
- (2) 小組練習：繪制同理心地圖，聚焦於SDGs相關的綠色需求。

### 四. 執行流程：

- (1) 教師準備工作坊材料和小組練習指南。
- (2) 課堂上，教師引導學習者進行腦力激蕩法實踐，確保學習者理解如何激發創意。
- (3) 小組練習環節，教師巡視指導，確保每個小組都能有效地進行創意激發和概念發展。
- (4) 課後，教師收集學習者的創意草圖和項目提案，進行評價和反饋。

### 五. 教學操作流程：

#### 1. 人物誌與同理心地圖講解（45分鐘）

- 講解如何繪制同理心地圖。

#### 2. 顧客服務旅程講解（45分鐘）

- 分析顧客服務旅程的重要性。

#### 3. 小組練習（30分鐘）

- 學習者分組繪製同理心地圖和分析顧客服務旅程。

### 六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦、繪圖工具（便簽、白板、標記筆）。

### 七. 教室座位安排：小組討論式。

### 八. 作業：

1. 閱讀《用戶研究方法》，特別是綠色用戶研究。
2. 小組項目：分析一個綠色產品的顧客服務旅程。

### 九. 評量：

1. 質性評量：學習者分析的深度和廣度，特別是對綠色用戶需求的理解。
2. 量化評量：學習者分析報告的完整性和邏輯性，包括SDGs目標的整合。

### 十. 舉例做法：藉由實地觀察的研究，確定獲取和提供研討會服務的痛點和用戶旅程，生成性研究獨立於Fixir產品進行，以獲得最客觀的數據。

## 第8~10周：概念整合與評估

### 一. 目標：

- 學習如何整合概念和評估方案，以支持綠色經濟和SDGs。

### 二. 內容：

#### 1. 概念整合

- (1) 魚骨圖法：識別問題根源，整合綠色設計概念。
- (2) K法：藉由關鍵因素分析，整合不同的設計思路。

#### 2. 評估

- (1) 形態分析法：評估綠色產品的功能和設計。
- (2) 雷達圖法：藉由可視化工具比較不同綠色方案的優缺點。

### 三. 具體執行內容與參考資料：

#### 1. 教學素材：

- (1) 魚骨圖法和K法教程：教授學習者如何使用這些工具整合概念。
- (2) 形態分析法和雷達圖法案例分析：藉由案例分析，學習如何評估設計方案。
- (3) 評估工具和模板：提供工具和模板，幫助學習者進行方案評估。

#### 2. 意義：

- (1) 魚骨圖法和K法教程使學習者能夠系統地整合設計概念，提高設計的條理性和完整性。
- (2) 形態分析法和雷達圖法案例分析幫助學習者從多個維度評估設計方案，確保方案的全面性和均衡性。
- (3) 評估工具和模板為學習者提供了標準化的評估流程，提高了評估的效率和準確性。

#### 3. 活動：

- (1) 小組團隊：魚骨圖法和K法實踐，聚焦於綠色概念整合
- (2) 小組練習：使用形態分析法和雷達圖法綠色評估方案

### 四. 執行流程：

1. 教師準備工作坊材料和小組練習指南。
2. 課堂上，教師引導學習者進行魚骨圖法和K法實踐，確保學習者理解如何整合概念。
3. 小組練習環節，教師巡視指導，確保每個小組都能有效地使用形態分析法和雷達圖法評估方案。
4. 課後，教師收集學習者的評估報告和項目提案，進行評價和反饋。

### 五. 教學操作流程：

1. 概念整合講解（45分鐘）講解魚骨圖法和K法。
2. 評估講解（45分鐘）講解形態分析法和雷達圖法。
3. 小組練習（30分鐘）學習者分組進行概念整合和評估練習。

### 六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦、評估工具（便簽、白板、標記筆）。

### 七. 教室座位安排：小組討論式。

### 八. 作業：

1. 閱讀《方案評估技巧》，特別是綠色方案評估。
2. 小組項目：整合概念並評估，聚焦於SDGs目標。

### 九. 評量

1. 質性評量：學習者所提方案的創新性和可行性，特別是對環境的正面影響。
2. 量化評量：學習者所提方案評估的準確性和客觀性，包括SDGs目標的實現程度。

### 十. 舉例做法：藉由「基於設計思維框架的變革性跨學科教學法」的課題，以培養學習者創新能力為目標，在K12領域，讓設計思維也越來越多被用在課程教與學中。

## 第11~12周：決策與執行

一. 目標：學習如何做出決策並執行項目，以實現綠色經濟和SDGs。

二. 內容：

### 1. 決策

(1) QFD品質功能展開：確保綠色產品滿足用戶需求。

(2) AHP（層次分析法）：幫助決策者在綠色項目中進行優先級排序。

### 2. 執行：TRIZ方法：藉由創新思維解決綠色設計中的技術問題。

三. 具體執行內容與參考資料：

### 1. 教學素材：

(1) QFD品質功能展開和AHP教程：教授學習者如何進行品質管理和決策分析。

(2) TRIZ方法案例分析：藉由案例分析，學習如何應用TRIZ方法解決創新問題。

(3) 決策和執行工具：提供工具，幫助學習者在項目中做出決策並執行。

### 2. 意義：

(1) QFD品質功能展開和AHP教學使學習者能進行科學品管和決策分析，提高決策合理性。

(2) TRIZ方法案例分析幫助學習者學習如何系統地解決創新問題，提升解決問題的能力。

(3) 決策和執行工具為學習者提供了實際操作的輔助，增強了項目的執行力和實施效果。

### 3. 活動：

(1) 案例研究：QFD和AHP在綠色項目中的應用

(2) 小組練習：使用TRIZ方法解決綠色問題

四. 執行流程：

### 1. 課前準備：

(1) 教師準備QFD、AHP和TRIZ方法的案例研究材料。

(2) 教師設計小組練習，確保活動與SDGs相關聯。

### 2. 課堂教學：

(1) 教師藉由PPT講解QFD、AHP和TRIZ方法的理論基礎和應用場景。

(2) 學習者參與案例研究，分析如何在綠色項目中應用這些方法。

(3) 小組練習環節，學習者應用TRIZ方法解決實際問題，教師提供現場指導。

### 3. 課後跟進：

(1) 學習者提交小組項目提案，包括綠色決策和執行計劃。

(2) 教師對提案進行評價，提供反饋，強調與SDGs目標的一致性。

五. 教學操作流程：

1. 決策講解（45分鐘）：講解QFD和AHP。

2. 執行講解（45分鐘）：講解TRIZ方法。

3. 小組練習（30分鐘）：學習者分組進行決策和執行練習。

六. 設備與器材：投影儀、屏幕、筆記本電腦、決策和執行工具（便簽、白板、標記筆）。

七. 教室座位安排：小組討論式。

八. 作業：

1. 閱讀《項目管理基礎》，特別是綠色項目管理。

2. 小組項目：做出決策並規劃執行步驟，聚焦於SDGs目標。

九. 評量：

1. 質性評量：學習者問題論點決策合理性和執行計劃可行性，特別是對環境正面影響。

2. 量化評量：學習者問題論點決策和執行計劃的詳細程度，包括SDGs目標的整合。

十. 舉例做法：藉由多模式教學、多層次階段化的逐步陪養學習者國際觀以健全培養創新與實踐，推動綠色經濟和可持續發展教育。

---

## 第13-18周：項目實踐與展示

### 一. 目標：

- 讓學習者應用所學知識完成一個綜合性項目。藉由這些詳細的學習主題項目報告，學習者將能夠全面地展示他們的各個項目成果，包括項目的策劃、實施、評估和未來建議，以及各項目對SDGs目標的貢獻。將有助於學習者深入理解項目的實際影響，並為未來的項目提供寶貴的經驗和教訓。

### 二. 內容：

#### 1. 收集資料與界定問題

- 學習如何收集與綠色經濟相關的資料，界定問題，特別是與SDGs相關的挑戰（如氣候變遷、資源浪費等）。
- 進行文獻回顧，瞭解當前綠色經濟的最佳實踐和成功案例（可參考：『實施碳中和ISO標準：成功案例與最佳實踐』，網址如下：<https://esg.bluesign.com.tw/carbon-neutrality-roadmap/%E5%AF%A6%E6%96%BD%E7%A2%B3%E4%B8%AD%E5%92%8Ciso%E6%A8%99%E6%BA%96%EF%BC%9A%E6%88%90%E5%8A%9F%E6%A1%88%E4%BE%8B%E8%88%87%E6%9C%80%E4%BD%B3%E5%AF%A6%E8%B8%90/>）。

#### 2. 概念整合與構想提出

- 學習如何將綠色概念整合併提出構想，確保方案符合可持續發展目標。
- 使用設計思維工具（如同理心地圖、魚骨圖等）進行概念整合。

#### 3. 評估與具體化

- 學習如何評估綠色方案並具體化設計，確保方案的可行性和有效性。
- 使用形態分析法和雷達圖法評估設計方案的優缺點。

#### 4. 營銷報告

- 學習如何製作綠色營銷報告，包括展示內容和評估測試。
- 報告應包括項目背景、目標、實施步驟、結果分析及未來建議。

### 三. 活動：

- 小組項目：從收集綠色資料到項目展示的全過程，每個小組選擇一個與SDGs相關的主題，進行深入研究和設計。
- 項目展示：每個小組展示他們的綠色項目成果，分享設計過程、遇到的挑戰和解決方案
- 活動評量內容與流程：
  - 項目報告
  - 項目展示
  - 同學和教師的反饋
  - 課程結束：課程總結，特別是對SDGs目標的實現程度。
  - 反饋和建議收集

### 四. 具體執行內容與參考資料：

#### 1. 教學素材：

- 項目指導手冊：提供舉例項目實施的詳細指導和建議。（如下四-2）**

##### ① 詳細內容：

- 介紹項目從構思到實施的各個階段，包括如何定義問題、進行市場調查分析、設計解決方案、測試原型和最終實施。
- 提供項目管理工具和模板，如甘特圖、預算表和風險評估工具。

② 意義：

- 項目指導手冊為學習者提供了項目實施的詳細步驟和注意事項，確保項目的順利進行。
- 項目指導手冊為學習者提供了一個清晰的項目實施框架，幫助他們系統地管理項目進度和資源。
- 項目管理工具和模板使學習者能夠更有效地規劃和監控項目，確保項目按時按質完成。

(2) 行業最佳實踐案例：

① 詳細內容

- 展示行業內成功的綠色經濟項目案例，（可參考：『實施碳中和ISO標準：成功案例與最佳實踐』，網址如下：<https://esg.bluesign.com.tw/carbon-neutrality-roadmap/%E5%AF%A6%E6%96%BD%E7%A2%B3%E4%B8%AD%E5%92%8Ciso%E6%A8%99%E6%BA%96%EF%BC%9A%E6%88%90%E5%8A%9F%E6%A1%88%E4%BE%8B%E8%88%87%E6%9C%80%E4%BD%B3%E5%AF%A6%E8%B8%90/>）。
- 收集和分析行業內成功的綠色經濟項目案例，如特斯拉的可持續能源解決方案、宜家的循環經濟實踐等。
- 提供案例分析框架，指導學習者如何從案例中提取關鍵成功因素和可學習的經驗。

② 意義：

- 行業最佳實踐案例為學習者提供了實際參考，激發學習者的創新思維和實踐靈感。
- 行業最佳實踐案例為學習者提供了實際的行業參考，幫助他們理解理論在實踐中的應用。
- 案例分析框架培養學習者的批判性思維能力，使他們能夠從不同角度分析和學習成功案例。

(3) 相關政策和法規資料：

① 詳細內容

- 提供與項目相關的政策和法規信息，確保項目的合規性。（可考『環境部氣候變遷署』<https://www.cca.gov.tw/affairs/response-policies/1999.html>）
- 匯總與綠色經濟和永續轉型相關的國家政策、國際協議和地方法規。
- 提供政策分析工具，幫助學習者理解政策對項目實施的影響和機遇。

② 意義：

- 相關政策和法規資料使學習者在設計和實施項目時能夠遵循正確的法律框架，提高項目的可行性和成功率。
  - 相關政策和法規資料確保學習者在設計和實施項目時能夠遵循正確的法律框架，提高項目的合規性和可行性。
  - 政策分析工具使學習者能夠識別政策變化對項目的影響，從而做出相應的策略調整。
- 整體意義：藉此教學素材使學習者能夠深入理解課程內容，還能夠將理論知識應用於實際問題解決中，培養創新思維和實踐能力。

2. 項目指導手冊綱要：練習項目示例題目（詳細內容請參考十）：

- (1) 設計一個促進可持續發展的校園活動（SDG 11）
  - (1) 學習者組織一個校內的綠色市集，鼓勵居民交換或出售二手物品，減少浪費。
  - (2) 執行流程：定義活動目標、策劃活動、宣傳、執行活動、收集反饋、評估影響。
- (2) 學習者設計創建一個減少碳足跡的校園計劃（SDG 13）
  - (1) 學習者實施校園內的自行車共享計劃，減少學習者和教職工的汽車使用。
  - (2) 執行流程：調查研究校園交通現狀、設計共享計劃、籌集資金、推廣計劃、實施共享系統、監測使用情況、評估環境影響。
- (3) 學習者嘗試開發一個提高能源效率的產品設計（SDG 7）
  - (1) 學習者設計一款智能插座，可以遠程控制家中電器的開關，減少能源浪費。
  - (2) 執行流程：市場調查分析、設計原型、用戶測試、迭代設計、準備生產。
- (4) 學習者規劃一個支持SDGs的企業社會責任項目（SDG 12）
  - (1) 學習者與學校組織合作，開展環保教育項目，提高學習者的環保意識。
  - (2) 執行流程：確定合作學校、設計教育項目、招募志願者、實施教育活動、評估教育成果。
- (5) 學習者設計一個鼓勵環保行為的公共空間（SDG 15）
  - (1) 學習者在校園內設置回收站和環保信息板，鼓勵遊客參與垃圾分類和學習環保知識。
  - (2) 執行流程：調查分析公園需求、設計回收站和信息板、協調管理部門、安裝設施、宣傳和教育遊客。
- (6) 學習者創建一個促進綠色消費的營銷策略（SDG 12）
  - (1) 學習者為本地農產品設計營銷活動，鼓勵消費者購買本地、季節性產品，減少碳足跡。
  - (2) 執行流程：市場分析、設計營銷策略、協調農戶和市場、推廣活動、評估銷售和消費者反饋。
- (7) 學習者開發一個減少塑料使用的校園倡議（SDG 14）
  - (1) 學習者在校園內推廣使用可重復使用的購物袋，減少一次性塑料袋的使用。
  - (2) 執行流程：調查分析校園需求、設計倡議活動、合作當地商家、推廣可重復使用袋、監測塑料袋使用減少情況。
- (8) 學習者設計一個提高水資源管理效率的城市方案（SDG 6）
  - (1) 學習者設計雨水收集系統，用於城市綠化和公共建築的廁所沖洗。
  - (2) 執行流程：調查分析城市水資源狀況、設計收集系統、協調城市管理部門、實施項目、評估水資源節約效果。
- (9) 學習者創建一個支持碳稅政策的線上教育項目（SDG 13）
  - (1) 學習者開展線上講座，解釋碳稅政策對環境和經濟的益處。
  - (2) 執行流程：調查分析公眾對碳稅的認知、設計教育內容、組織活動、宣傳講座、評估教育影響。
- (10) 學習者開發一個促進循環經濟的商業模式（SDG 12）
  - (1) 學習者創建一個校內班級在線平台，連接製造商和回收商，促進材料的循環使用。
  - (2) 執行流程：市場調查分析、設計平台、招募用戶、測試平台、優化服務、評估循環經濟效果。

## 五. 項目實踐執行流程：

1. 項目啟動（第7周）：
  - (1) 教師介紹項目要求和時間表，確保學習者理解項目目標與SDGs的關聯。
  - (2) 小組討論，選擇項目主題，並進行初步的資料收集和問題界定。
  - (3) 學習者團隊根據指導手冊定義項目目標和範圍，進行初步的市場調查分析和需求分析。
  - (4) 教師提供反饋，幫助學習者明確項目方向和重點。
2. 項目執行（第8-11周）：
  - (1) 學習者進行深入研究，使用設計思維工具進行概念整合和構想提出。
  - (2) 教師定期檢查項目進度，提供反饋和指導。
  - (3) 學習者使用形態分析法和雷達圖法評估方案，並根據反饋調整項目計劃和設計。
3. 項目展示準備（第12周）：
  - (1) 學習者準備項目展示材料，包括PPT、視頻、模型或其他視覺化輔助工具與素材。
  - (2) 教師提供展示技巧的指導，幫助學習者更有效地傳達他們的項目。
4. 項目展示與評估：
  - (1) 學習者進行項目展示，包括項目介紹、實施過程和成果展示。
  - (2) 同學和教師提供反饋，教師根據項目報告和展示進行評估。

## 六. 教學操作流程：

1. 項目啟動（第7周）
  - 介紹項目要求和時間表。
  - 分配項目小組和指導工作分配。
2. 項目執行（第8-11周）
  - 定期項目進度檢查和反饋。
  - 提供必要的指導和資源。
3. 項目展示（第12周）
  - 學習者小組展示項目成果。
  - 進行項目評量和反饋。

## 七. 設備與器材：

1. 投影儀、屏幕、筆記本電腦、展示板和標記筆。
2. 設計工具：（如便簽、白板、繪圖工具），設計思維工具箱
3. 課程材料與閱讀資料：設計思維工具箱、SDGs相關資源、碳稅政策文件等
  - (1) 《設計思維基礎》：[https://www.books.com.tw/products/CN11915550?loc=M\\_0005\\_080&srsltid=AfmBOoqycNJI021oJIGVwMZwLXCtWl9brsMo0WXXkXuMh6FmeO9kthGJ](https://www.books.com.tw/products/CN11915550?loc=M_0005_080&srsltid=AfmBOoqycNJI021oJIGVwMZwLXCtWl9brsMo0WXXkXuMh6FmeO9kthGJ)
  - (2) 《設計思維工具箱》<https://www.books.com.tw/products/0010900008?srsltid=AfmBOOrRlf6OI6z0LJ3KcIEUyaeEMQC6yrH3ndb7hvErVY3lirW It3z>
  - (3) 《創新能力訓練-打破思維定式，激發無限創意》<https://asana.com/zh-tw/resources/brainstorming-techniques>
  - (4) 《用戶研究方法》
  - (5) 《方案評估技巧》
  - (6) 《項目管理基礎》
  - (7) 《聯合國SDGs報告》
  - (8) 《碳稅政策分析》
  - (9) 《綠色經濟轉型策略》
  - (10) 《永續發展實踐指南》
  - (11) 《環境設計與永續性》
  - (12) 《社會創新與SDGs》
  - (13) 《全球暖化與碳稅》
  - (14) 《循環經濟模型》
  - (15) 《企業社會責任與SDGs》
  - (16) 《綠色營銷策略》
  - (17) 《城市可持續發展規劃》
  - (18) 《水資源管理與政策》
  - (19) 《能源效率與產品設計》
  - (20) 《校園活動與SDGs實施》

## 八. 教室座位安排：

- 根據展示需要靈活安排，確保每個小組有足夠的空間展示其項目。

## 九. 評估：

1. 報告要求：（學習者成果，如下述第十點）。
  - (1) 每個小組需提交一份完整的項目報告，包括項目背景、目標、研究方法、實施步驟、結果分析和未來建議，
  - (2) 報告內容應包含至少10頁的詳細內容，圖文並茂，數據支持，
  - (3) 報告需在第12周前提交，以供教師和同學評審。
2. 展示要求：
  - (1) 每個小組需準備15分鐘的展示，包括PPT和其他輔助材料
  - (2) 展示應清晰展示項目的關鍵點和創新之處。
  - (3) 展示後有5分鐘的問答環節。
3. 同學和教師的反饋：展示後進行問答環節，鼓勵同學和教師提出問題和建議。
4. 課程結束：課程總結，回顧課程內容，強調設計思維在綠色經濟和可持續發展中的重要性。
5. 反饋和建議收集：藉由問卷收集學習者對課程的反饋，以便於未來改進。
  - (1) 課程結束問卷內容：
    - ① 您對課程的整體滿意度如何？（1-5分）
    - ② 課程內容是否與SDGs議題緊密結合？（是/否）
    - ③ 課程中的哪些活動對您最有幫助？（開放式問題）
    - ④ 您認為課程中哪些部分需要改進？（開放式問題）
    - ⑤ 課程是否提高了您對綠色經濟和永續轉型的認識？（是/否）
    - ⑥ 您對課程材料的品質和數量滿意嗎？（是/否）
    - ⑦ 您認為課程的實踐環節是否足夠？（是/否）
    - ⑧ 您對課程的教學方法有何建議？（開放式問題）
    - ⑨ 您是否會推薦這門課程給其他同學？（是/否）
    - ⑩ 您對課程的總體評價是什麼？（開放式問題）
  - (2) 課程結束反饋：
    - 學習者完成問卷後，教師需收集和分析反饋，教師可根據學習者反饋調整教學內容和方法，以改進未來課程。
    - 意義：藉由這些項目實踐流程和教學素材，學習者將能夠將所學習人文科學創新思維設計方法與先備知識應用於實際的綠色經濟和永續轉型項目中，培養他們的創新思維和解決問題的能力。不僅有助於學習者理解課程內容與如何在設計中融入可持續發展理念，還能夠提高他們的實踐技能和團隊合作能力，特別是在SDGs的框架下進行實踐。

## 十. 項目指導手冊：實踐與展示內容分述十個項目如下：

---

### 項目1：設計一個促進可持續發展的校園活動（SDG 11）

- 一. 目標：增強校園成員對可持續發展的認識和參與。
- 二. 內容：學習者策劃一個校園綠色市集，鼓勵同學交換或出售二手物品，減少浪費。
- 三. 執行流程：定義活動目標、策劃活動、宣傳、執行活動、收集反饋、評估影響。
  1. 需求調查分析：調查校園學習者的需求和興趣點。
  2. 活動規劃：設計活動流程、確定日期、時間和地點。
  3. 宣傳推廣：製作海報、社交媒體推廣、校園通知。
  4. 資源整合：聯繫校園班級團體和組織贊助、提供場地和物資。
  5. 活動執行：佈置場地、管理活動流程、確保活動順利進行。
  6. 反饋收集：藉由問卷和訪談收集參與者反饋。
  7. 效果評估：評估活動對校園可持續發展的影響。
- 四. 報告內容：活動背景、目標、策劃過程、實施細節、參與者反饋、成果評估。
  1. 項目背景：描述校園當前的環境狀況和可持續發展的需求。
  2. 項目目標：明確活動提高校園成員的環保意識和參與度。
  3. 策劃過程：詳細說明活動的策劃步驟，包括主題選擇、目標設定、資源整合。
  4. 實施細節：描述活動的具體執行步驟，包括時間安排、人員分工、物資準備。
  5. 參與者反饋：收集並分析參與者的反饋，評估活動的受歡迎程度和影響力。
  6. 成果評估：評估活動對校園可持續發展具體影響，包括減少浪費、提高環保意識等。
  7. 未來建議：提出未來如何改進活動，使其更具可持續性和影響力。

---

### 項目2：創建一個減少碳足跡的校園計劃（SDG 13）

- 一. 目標：減少校園內的碳排放，提高學習者的環保意識。
- 二. 內容：學習者設計實施校園內的自行車共享計劃，減少學習者和教職工的汽車使用。
- 三. 執行流程：調查研究校園交通現狀、設計共享計劃、籌集資金、推廣計劃、實施共享系統、監測使用情況、評估環境影響。
  1. 現狀分析：調查分析校園交通方式和碳排放情況。
  2. 計劃設計：設計自行車共享計劃，包括站點佈局、自行車數量。
  3. 資金籌集：申請學校資金、尋找企業贊助。
  4. 設施建設：安裝自行車架、購買自行車、設置借還系統。
  5. 宣傳推廣：製作宣傳材料、舉辦啓動儀式、社交媒體推廣。
  6. 監測評估：監測自行車使用情況、評估碳排放減少效果。
- 四. 報告內容：計劃背景、目標、設計思路、實施步驟、使用數據、環境影響評估。
  1. 項目背景：分析校園內交通方式對環境的影響，特別是碳排放問題。
  2. 項目目標：減少校園內的碳排放，推廣環保出行方式。
  3. 設計思路：描述自行車共享計劃的設計思路，包括站點佈局、自行車選擇。
  4. 實施步驟：詳細說明計劃的實施步驟，包括資金籌集、設施建設、宣傳推廣。
  5. 使用數據：提供自行車共享計劃的使用數據，包括使用頻率、用戶反饋。
  6. 環境影響評估：評估計劃對減少校園碳排放的具體效果。
  7. 未來建議：提出如何進一步推廣自行車共享計劃，提高其使用率和環保效果。

---

### 項目3：開發一個提高能源效率的產品設計（SDG 7）

- 一. 目標：設計一款智能插座，減少家庭能源浪費。
- 二. 內容：學習者設計一款智能插座可以藉由遠程控制家中電器的開關，減少能源浪費。
- 三. 執行流程：市場調查分析、設計原型、用戶測試、迭代設計、準備生產。
  1. 市場調查分析：瞭解用戶（校園師生或線上）需求和現有產品的功能。
  2. 產品設計：設計智能插座的功能和外觀。
  3. 原型開發：製作智能插座的原型。
  4. 用戶測試：測試原型的功能和用戶體驗。
  5. 反饋迭代：根據用戶反饋優化設計。
  6. 準備生產：確定材料、製造商和成本。
- 四. 報告內容：設計背景、目標、用戶需求分析、設計過程、測試反饋、生產準備。
  1. 設計背景：描述家庭能源浪費的現狀和提高能源效率的重要性。
  2. 目標：設計一款智能插座，減少家庭能源浪費。
  3. 用戶需求分析：分析用戶對智能插座的需求和期望功能。
  4. 設計過程：描述智能插座的設計過程，包括功能確定、外觀設計。
  5. 測試反饋：提供用戶測試的反饋，包括使用體驗和功能改進建議。
  6. 生產準備：描述準備生產的過程，包括材料選擇、成本控制、製造商合作。
  7. 市場潛力分析：析智能插座的市場潛力和推廣策略。

---

#### 項目4：規劃一個支持SDGs的企業社會責任項目（SDG 12）

- 一. 目標：提高社群民眾和校園成員對SDGs的認識。
- 二. 內容：學習者與與校園班聯、社團組織合作，開展環保教育項目，提高學習者的環保意識。
- 三. 執行流程：調查分析需求、設計回收站和信息板、協調管理部門、安裝設施、宣傳和教育同學。
  1. 合作洽談：與學校各組織討論合作內容和目標。
  2. 項目設計：設計教育項目的內容和形式。
  3. 資源整合：籌集資金、準備教材和設備。
  4. 志願者招募：招募校園成員作為志願者。
  5. 項目實施：在學校開展教育活動。
  6. 效果評估：藉由測試和問卷評估教育效果。
- 四. 報告內容：項目背景、目標、合作過程、實施細節、教育效果評估、未來建議。
  1. 項目背景：描述企業社會責任的重要性和SDGs的關聯。
  2. 目標：提高校園成員對SDGs的認識。
  3. 合作過程：描述與學校各類組織合作的過程，包括洽談、項目設計。
  4. 實施細節：詳細說明教育項目的實施步驟，包括資源整合、志願者招募。
  5. 教育效果評估：評估教育項目的效果，包括知識提升、行為改變。
  6. 未來建議：提出如何持續推廣SDGs教育，提高企業社會責任意識。

---

#### 項目5：設計一個鼓勵環保行為的公共空間（SDG 15）

- 一. 目標：藉由公共空間設計，鼓勵校園學習者參與環保活動。
- 二. 內容：學習者在校園內設置回收站和環保信息板，鼓勵師生參與垃圾細項分類和學習環保知識。
- 三. 執行流程：調查分析需求、設計回收站和信息板、協調管理部門、安裝設施、宣傳和教育師生。
  1. 需求調查分析：瞭解校園內師生的需求和環保意識。
  2. 設計規劃：設計回收站和信息板的位置、樣式和內容。
  3. 資源整合：聯繫供應商、籌集資金、準備材料。
  4. 設施安裝：在校園內安裝回收站和信息板。
  5. 宣傳推廣：藉由公園廣播、海報等方式宣傳環保信息。
  6. 效果評估：監測回收站使用情況和師生反饋。
- 四. 報告內容：設計背景、目標、規劃過程、實施步驟、使用情況、環境影響評估。
  1. 設計背景：描述公共空間在促進環保行為中的作用。
  2. 目標：設計一個鼓勵環保行為的公共空間。
  3. 規劃過程：描述回收站和信息板的規劃過程，包括位置選擇、內容設計。
  4. 實施步驟：詳細說明設施安裝和宣傳推廣的步驟。
  5. 使用情況：提供回收站的使用數據和師生反饋。
  6. 環境影響評估：評估公共空間設計對環保行為影響，包括垃圾分類、環保意識提升。
  7. 未來建議：出如何進一步優化公共空間設計，提高其環保效果。

---

#### 項目6：創建一個促進綠色消費的營銷策略（SDG 12）

- 一. 目標：鼓勵消費者購買本地、季節性產品，減少碳足跡。
- 二. 內容：為本地農產品設計營銷活動，學習者為本地農產品設計營銷活動，鼓勵消費者購買本地、季節性產品，減少碳足跡。
- 三. 執行流程：市場分析、設計營銷策略、協調農戶和市場、推廣活動、評估銷售和消費者反饋。
  1. 市場分析：調查分析消費者購買習慣和偏好。
  2. 策略設計：設計營銷活動的主題和內容。
  3. 資源整合：與農戶或農會合作、籌集資金、準備宣傳材料。
  4. 活動推廣：藉由社交媒體、農貿市場等方式推廣活動。
  5. 銷售監測：監測活動期間的銷售額和消費者反饋。
  6. 效果評估：評估活動對綠色消費的影響。
- 四. 報告內容：營銷背景、目標、策略設計、實施步驟、銷售數據、消費者反饋。
  1. 營銷背景：描述綠色消費的市場趨勢和消費者行為。
  2. 目標：設計一個促進綠色消費的營銷策略。
  3. 策略設計：描述營銷策略的設計思路，包括目標市場、推廣手段。
  4. 實施步驟：詳細說明營銷活動的實施步驟，包括資源整合、活動推廣。
  5. 銷售數據：提供營銷活動的銷售數據，包括銷售額、消費者反饋。
  6. 消費者反饋：分析消費者對營銷活動的反應，包括購買行為的變化。
  7. 市場影響評估：評估營銷策略對綠色消費的促進效果。

---

### 項目7：開發一個減少塑料使用的校園倡議（SDG 14）

- 一. 目標：減少校園內的塑料使用，提高師生的環保意識。
- 二. 內容：學習者在校園內（園遊會）推廣使用可重復使用的購物袋，減少一次性塑料袋的使用。
- 三. 執行流程：
  1. 需求調查分析：瞭解校園居民的購物習慣和對塑料使用的看法。
  2. 倡議設計：設計倡議的活動和宣傳材料。
  3. 資源整合：籌集資金、準備可重復使用袋、聯繫商家合作。
  4. 宣傳推廣：藉由校園活動、海報、社交媒體等方式推廣倡議。
  5. 活動執行：在校園內分發可重復使用袋、舉辦相關活動。
  6. 效果評估：監測塑料袋使用減少情況和居民反饋。
- 四. 報告內容：倡議背景、目標、設計過程、實施步驟、使用情況、環境影響評估。
  1. 倡議背景：描述校園塑料使用的現狀和減少塑料使用的重要性。
  2. 目標：開發一個減少塑料使用的校園倡議。
  3. 設計過程：描述倡議的設計過程，包括活動規劃、宣傳材料設計。
  4. 實施步驟：詳細說明倡議的實施步驟，包括資源整合、宣傳推廣。
  5. 使用情況：提供可重復使用袋的分發數據和校園反饋。
  6. 環境影響評估：評估倡議對減少塑料使用的效果，包括塑料袋使用減少情況。
  7. 未來建議：提出如何持續推廣減少塑料使用的倡議，提高校園環保意識。

---

### 項目8：設計一個提高水資源管理效率的城市方案（SDG 6）

- 一. 目標：提高城市的水資源管理效率，減少水資源浪費。
- 二. 內容：學習者設計雨水收集系統，用於校園綠化和公共建築的廁所沖洗。
- 三. 執行流程：調查分析水資源狀況、設計收集系統、協調管理部門、實施項目、評估水資源節約效果。
  1. 現狀調查分析：調查分析城市的水資源狀況需求。
  2. 方案設計：設計雨水收集系統的結構和佈局。
  3. 資源整合：籌集資金、準備材料、建構團隊。
  4. 設施安裝：在校園內安裝雨水收集系統。
  5. 宣傳推廣：藉由廣播、海報等方式宣傳水資源保護。
  6. 效果評估：監測水資源節約效果和系統運行情況。
- 四. 報告內容：方案背景、目標、設計過程、實施步驟、節約效果評估、未來建議。
  1. 方案背景：描述城市與校園水資源管理的現狀和提高效率的重要性。
  2. 目標：設計一個提高水資源管理效率的方案。
  3. 設計過程：描述雨水收集系統的設計方案，包括技術選擇、成本效益分析。
  4. 實施步驟：詳細說明設施安裝和宣傳推廣的步驟。
  5. 節約效果評估：評估雨水收集系統對水資源節約的效果，包括節約量、成本效益。
  6. 未來建議：提出如何進一步優化水資源管理方案，提高水資源利用效率。

---

### 項目9：創建一個支持碳稅政策的公共教育項目（SDG 13）

- 一. 目標：提高校園對碳稅政策的認識和支持。
- 二. 內容：學習者開展線上講座與討論會，解釋碳稅政策的益處。
- 三. 執行流程：調查分析公眾對碳稅的認知、設計教育內容、組織活動、宣傳講座、評估教育影響。
  1. 需求調查分析：瞭解對碳稅政策的認知和態度。
  2. 項目設計：設計教育項目的內容和形式。
  3. 資源整合：籌集資金、邀請專家、準備教材。
  4. 活動推廣：藉由社交媒體、校園公告等方式宣傳教育活動。
  5. 活動執行：舉辦講座和討論會，與校園公眾互動。
  6. 效果評估：藉由問卷和訪談評估教育效果。
- 四. 報告內容：項目背景、目標、設計過程、實施步驟、教育效果評估、公眾反饋。
  1. 項目背景：描述碳稅政策的背景和公眾教育的重要性。
  2. 目標：創建一個支持碳稅政策的公共議題教育項目。
  3. 設計過程：描述教育項目的設計過程，包括內容開發、形式選擇。
  4. 實施步驟：詳細說明教育活動的實施步驟，包括資源整合、活動推廣。
  5. 教育效果評估：評估教育項目的效果，包括知識提升、政策支持度。
  6. 公眾反饋：分析校園公眾對教育活動的反應，包括態度變化、行為意向。
  7. 政策影響評估：評估教育項目對碳稅政策支持度的影響。

---

## 項目10：開發一個促進循環經濟的商業模式（SDG 12）

- 一. 目標：促進資源的循環使用，減少浪費。
- 二. 內容：創建一個校內班級在線平台，模擬連接製造商和回收商。
- 三. 執行流程：市場調查分析、設計平台、招募用戶、測試平台、優化服務、評估循環經濟效果。
  1. 市場調查分析：瞭解製造商和回收商的需求。
  2. 平台設計：設計平台的功能和界面。
  3. 技術開發：開發平台的軟件和數據庫。
  4. 資源整合：籌集資金、準備服務器和網絡設施。
  5. 平台測試：邀請用戶測試平台功能，收集反饋。
  6. 推廣運營：正式上線平台，推廣給製造商和回收商。
  7. 效果評估：監測平台使用情況，評估循環經濟效果。
- 四. 報告內容：商業模式背景、目標、設計過程、實施步驟、使用情況、經濟和環境影響評估。
  1. 商業模式背景：描述循環經濟的市場潛力和商業機會。
  2. 目標：開發一個促進循環經濟的商業模式。
  3. 設計過程：描述在線平台的設計過程，包括功能規劃、用戶體驗設計。
  4. 實施步驟：詳細說明平台開發的實施步驟，包括技術開發、用戶測試。
  5. 使用情況：提供平台的使用數據，包括用戶數量、使用量。
  6. 經濟和環境影響評估：評估平台對促進循環經濟的效果，包括經濟效益、環境效益。
  7. 未來建議：提出如何進一步優化成為商業模式，提高其市場競爭力和環保效果。

## ■ 第四部分：『人文科學創新思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型課程前後測

### 『人文科學創新思維設計方法』I~綠色經濟X永續轉型的課程前後測

---

#### ◆ 問卷設計依據

一. 目的：是為了全面評估學習者的學習背景、期望、學習成果和滿意度，並據此改進教學方法和課程內容。

二. 問卷設計依據和理論基礎：

1. 教育評估理論：問卷設計基於教育評估的基本理論，藉由量化和質化的數據收集，評估教學活動的有效性和學習者的學習成果。
2. 學習者中心教學法：問卷反映了學習者中心的教學法，強調學習者的聲音和反饋在課程改進中的重要性，這與以學習者為中心的教育哲學相一致。
3. Kirkpatrick四級評估模型：該模型包括反應、學習、行為和結果四個層面的評估。問卷設計覆蓋了這些層面，評估學習者對課程的反應（如滿意度和期望），學習成果（知識和技能的提升），以及潛在的行為和結果變化。
4. Bloom的認知領域目標分類：問卷中的一些問題評估學習者在認知領域的不同層次上的進步，如記憶、理解和應用。
5. 行動學習理論：問卷中關於項目實踐和團隊合作的問題反映了行動學習理論，該理論強調藉由實際項目和團隊工作促進學習。
6. 持續改進模型：問卷設計遵循持續改進的理念，藉由收集反饋來識別課程的優勢和弱點，以便不斷改進教學品質。
7. 社會認知理論：藉由評估學習者的團隊合作經驗和生涯發展，問卷反映了社會認知理論，該理論強調觀察、模仿和社會實踐在學習過程中的作用。

三. 相關研究和文獻：問卷設計參考了教育心理學、教學設計和評估領域的多項研究，包括：

1. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Addison Wesley Longman.
2. Kirkpatrick, D. L. (1994). Evaluating training programs: The four levels. Berrett-Koehler Publishers.
3. Posner, G. J. (2009). Action research for educators. Action research for the classroom teacher (6th ed.). Mcgraw-Hill Higher Education.
4. Stake, R. E. (2004). Standards-based and responsive educational evaluation. In M. C. Alkin (Ed.), Evaluation roots: Tracing influences and traditions (pp. 49-62). Information Age Publishing.

◆ 問卷題目設計分析意義一：『學習前』問卷調查：課程預期與背景瞭解

一. 題目1-5：基礎知識評估

1. 題目1：您對設計思維的瞭解程度如何？
  - (1) 評分選項：1（完全不瞭解）- 5（非常瞭解）
  - (2) 依據：Bloom's Taxonomy (Anderson & Krathwohl, 2001)
  - (3) 教育意義：評估學習者是否需要額外的基礎知識介紹，以便更好地融入課程。
  - (4) 依據說明：設計思維作為一種解決問題和創新的方法論，其瞭解程度將影響課程的深度和廣度。
2. 題目2：您是否曾經參與過與綠色經濟相關的項目？
  - (1) 評分選項：是/否
  - (2) 依據：實踐經驗與學習理論 (Kolb, 1984)
  - (3) 教育意義：瞭解學習者的實際經驗，以便在課程中提供相關的案例研究和實踐活動。
  - (4) 依據說明：藉由瞭解學習者是否具有相關經驗，可以更好地將理論與實踐相結合，增強學習的相關性。
3. 題目3：您對可持續發展目標(SDGs)的熟悉程度？
  - (1) 評分選項：1（完全不瞭解）- 5（非常瞭解）
  - (2) 依據：全球教育目標 (UNESCO, 2015)
  - (3) 教育意義：確定學習者對SDGs的認知水平，為課程中SDGs的整合提供基礎。
  - (4) 依據說明：SDGs作為全球發展的共同目標，學習者對其的瞭解程度將影響課程的全球視野培養。
4. 題目4：您認為自己在創新思維方面的能力如何？
  - (1) 評分選項：1（非常弱）- 5（非常強）
  - (2) 依據：創新能力發展理論 (Sternberg, 1999)
  - (3) 教育意義：識別學習者在創新思維方面的優勢和弱點，為個性化教學提供依據。
  - (4) 依據說明：創新思維是21世紀技能之一，瞭解學習者在這方面的能力有助於定制教學活動。
5. 題目5：您對即將開始的課程有何具體期待？
  - (1) 評分選項：1（無期待）- 5（高度期待）
  - (2) 依據：學習者中心教學法 (Fink, 2003)
  - (3) 教育意義：收集學習者的個人學習目標和期望，以調整課程內容，提高學習者的參與度和滿意度。
  - (4) 依據說明：學習者的具體期待可以幫助教師瞭解學習者的需求，使課程更加符合學習者的學習動機和目標。

二. 題目6-10：學習背景和經驗

1. 題目6：您之前是否有過與本課程相關的學習或工作經驗？
  - (1) 評分選項：1（完全沒有）- 5（非常豐富）
  - (2) 依據：教育適應性理論 (Piaget, 1954)
  - (3) 教育意義：瞭解學習者的相關經驗，有助於教師確定課程的起點和深度。
  - (4) 依據說明：學習者的相關背景知識將影響他們對課程內容的理解和吸收。
2. 題目7：您在團隊合作中最常扮演什麼角色？
  - (1) 評分選項：1（從不參與）- 5（領導者）
  - (2) 依據：團隊動力學理論 (Tuckman, 1965)
  - (3) 教育意義：識別學習者在團隊中的潛在領導力和協作能力，促進更有效的團隊合作學習。
  - (4) 依據說明：團隊合作是職場中的重要技能，瞭解學習者在團隊中的角色有助於教師設計更有效的團隊活動。
3. 題目8：您認為自己在時間管理方面的能力如何？
  - (1) 評分選項：1（非常弱）- 5（非常強）
  - (2) 依據：自我效能理論 (Bandura, 1997)
  - (3) 教育意義：瞭解學習者的時間管理能力有助於設計合理的課程作業和項目截止日期，提高學習效率。
  - (4) 依據說明：時間管理是學習者成功完成學業的關鍵因素，瞭解學習者在這方面的能力有助於教師提供適當的支持。
4. 題目9：您通常如何學習和掌握新技能？
  - (1) 評分選項：1（非常困難）- 5（非常容易）
  - (2) 依據：成人學習理論，特別是學習風格理論 (Dunn & Dunn, 1992)
  - (3) 教育意義：識別學習者的學習風格，以便提供多樣化的教學方法，滿足不同學習者的學習需求。
  - (4) 依據說明：瞭解學習者的學習風格有助於教師採用更有效的教學策略，提高學習效果。
5. 題目10：您是否願意接受跨學科的學習方法？
  - (1) 評分選項：1（不願意）- 5（非常願意）
  - (2) 依據：跨學科學習理論 (Barnett, 2004)
  - (3) 教育意義：瞭解學習者對跨學科學習的態度，有助於設計更具包容性和綜合性的課程內容。
  - (4) 依據說明：跨學科學習能夠促進學習者綜合運用不同領域的知識，提高解決複雜問題的能力。

### 三. 題目11-15：課程內容和結構預期

1. 題目11：您希望課程中包含多少實踐項目？
  - (1) 評分選項：1（幾乎沒有）- 5（很多）
  - (2) 依據：實踐學習理論（Kolb, 1984）
  - (3) 教育意義：評估學習者對實踐學習的需求，確保課程中有足夠的實踐機會。
  - (4) 依據說明：實踐項目有助於學習者將理論知識應用於實際情境，提高學習的實際效果。
2. 題目12：您對課程中案例研究的期望是什麼？
  - (1) 評分選項：1（不期望）- 5（高度期望）
  - (2) 依據：案例教學法（Kohlberg, 1984）
  - (3) 教育意義：瞭解學習者對案例研究的期望，以便選擇或設計更符合學習者需求的案例。
  - (4) 依據說明：案例研究能夠提供真實的學習情境，幫助學習者理解理論與實踐的聯繫。
3. 題目13：您希望課程如何平衡理論學習和實踐應用？
  - (1) 評分選項：1（完全理論）- 5（完全實踐）
  - (2) 依據：平衡教學法（Ambrose et al., 2010）
  - (3) 教育意義：確保課程設計能夠滿足學習者對理論知識和實踐技能的雙重需求。
  - (4) 依據說明：平衡理論學習和實踐應用有助於學習者全面發展，提高學習的綜合效果。
4. 題目14：您對課程中技術工具和軟件的使用有何期望？
  - (1) 評分選項：1（不使用）- 5（頻繁使用）
  - (2) 依據：技術整合學習理論（Mishra & Koehler, 2006）
  - (3) 教育意義：瞭解學習者對技術工具的需求和期望，以便更好地整合技術資源。
  - (4) 依據說明：技術工具和軟件的使用能夠提高學習的效率和效果，瞭解學習者的需求有助於教師選擇合適的技術工具。
5. 題目15：您希望課程如何幫助您實現生涯發展？
  - (1) 評分選項：1（無幫助）- 5（極大幫助）
  - (2) 依據：生涯發展理論（Super, 1957）
  - (3) 教育意義：瞭解課程對學習者生涯發展的潛在影響，提高課程的職業相關性。
  - (4) 依據說明：課程的生涯發展支持能夠幫助學習者明確職業目標，提高就業競爭力。

### 四. 題目16-20：個人發展和目標

1. 題目16：您希望藉由本課程提升哪些技能？
  - (1) 評分選項：1（不提升）- 5（大幅提升）
  - (2) 依據：技能發展理論（Eraut, 2004）
  - (3) 教育意義：識別學習者希望提升的技能，以便課程能夠針對性地提供相關訓練。
  - (4) 依據說明：明確學習者希望提升的技能有助於教師設計更有針對性的教學活動，提高學習的相關性。
2. 題目17：您對課程中小組討論和互動環節的期望是什麼？
  - (1) 評分選項：1（不期望）- 5（高度期望）
  - (2) 依據：互動學習理論（Vygotsky, 1978）
  - (3) 教育意義：瞭解學習者對小組討論和互動環節的期望，以提高課堂互動和學習效果。依據說明：小組討論和互動環節能夠促進學習者之間的知識交流和合作學習，提高學習的積極性和深度。
3. 題目18：您希望課程如何幫助您更好地理解全球可持續發展議題？
  - (1) 評分選項：1（無幫助）- 5（極大幫助）
  - (2) 依據：全球教育目標（UNESCO, 2015）
  - (3) 教育意義：確保課程能夠增強學習者對全球可持續發展議題的理解和參與。
  - (4) 依據說明：全球可持續發展議題是當前和未來社會面臨的重要挑戰，學習者的理解對於成為全球公民至關重要。

4. 題目19：您對課程中國際視角和案例的多樣性有何期望？
  - (1) 評分選項：1（不期望）- 5（高度期望）
  - (2) 依據：國際教育理論（OECD, 2018）
  - (3) 教育意義：瞭解學習者對國際視角和案例多樣性的需求，以便課程能夠培養全球視野。
  - (4) 依據說明：國際視角和案例的多樣性有助於學習者理解不同文化和背景下的問題和解決方案，提高跨文化理解和全球競爭力。
5. 題目20：您是否有特定的學習目標或您希望課程能夠解決的具體問題？
  - (1) 評分選項：1（沒有）- 5（有很多）
  - (2) 依據：目標導向學習理論（Locke & Latham, 2002）
  - (3) 教育意義：識別學習者的特定學習目標和問題，以便課程能夠更有效地滿足學習者的個性化需求。
  - (4) 依據說明：明確學習者的學習目標有助於教師設計更具針對性的教學計劃，提高學習成效。

#### 五. 參考文獻：

1. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing : A revision of Bloom' s taxonomy of educational objectives. Addison Wesley Longman.
2. Bandura, A. (1997). Self-efficacy : The exercise of control. Freeman.
3. Barnett, R. (2004). Learning for an unknown future. Higher Education Research & Development, 23(3), 247-260.
4. Dunn, R., & Dunn, K. (1992). Teaching secondary students through their individual learning styles. Allyn & Bacon.
5. Eraut, M. (2004). Transfer of knowledge between educational settings and workplace settings. In H. Rainbird, A. Fuller, & A. Munro (Eds.), Workplace learning in context (pp. 35-58). Routledge.
6. Fink, L. D. (2003). Creating significant learning experiences : An integrated approach to designing college courses. Jossey-Bass.
7. Kolb, D. A. (1984). Experiential learning : Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.
8. Kohlberg, L. (1984). The psychology of moral development : The nature and validity of moral stages. Harper & Row.
9. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge : A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.
10. OECD. (2018). Education at a glance 2018 : OECD indicators. OECD Publishing.
11. Piaget, J. (1954). The construction of reality in the child. Basic Books.
12. Sternberg, R. J. (1999). Abilities are forms of developing expertise. Educational Researcher, 28(3), 11-20.
13. Super, D. E. (1957). The psychology of careers. Harper & Brothers.
14. Tuckman, B. W. (1965). Developmental sequence in small groups. Psychological Bulletin, 63(6), 384-399.
15. UNESCO. (2015). Education 2030 : Incheon declaration and framework for action. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
16. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society : The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

◆ 問卷題目設計分析意義二：『學習後』問卷調查～課程反饋與學習成果～(預計114.06執行)

1. 題目21：您認為課程內容的實用性如何？
  - (1) 評分選項：1 (不實用) - 5 (非常實用)
  - (2) 依據：Kirkpatrick四級評估模型 (Kirkpatrick, 1994)
  - (3) 教育意義：衡量課程內容與學習者實際需求的相關性，以提高課程的實用性和應用價值。
  - (4) 說明：此題依據Kirkpatrick模型的第一級，評估學習者對課程內容實用性的看法。
2. 題目22：您對課程中的教學方法滿意嗎？
  - (1) 評分選項：1 (非常不滿意) - 5 (非常滿意)
  - (2) 依據：教學方法滿意度 (Biggs, 2003)
  - (3) 教育意義：評估教學方法的有效性，根據學習者反饋優化教學策略。
  - (4) 說明：此題依據Biggs的教學方法滿意度理論，提升學習效率和參與度。
3. 題目23：您覺得課程是否有助於提升您的設計思維能力？
  - (1) 評分選項：1 (沒有幫助) - 5 (非常有幫助)
  - (2) 依據：能力提升評估 (Eraut, 2004)
  - (3) 教育意義：評估課程對學習者核心能力提升的影響，確保課程目標的實現。
  - (4) 說明：此題依據Eraut的能力提升理論，評估學習者在設計思維方面的進步。
4. 題目24：您認為課程中的項目實踐部分是否有效？
  - (1) 評分選項：1 (無效) - 5 (非常有效)
  - (2) 依據：實踐學習理論 (Kolb, 1984)
  - (3) 教育意義：評估項目實踐在促進學習者應用知識和技能方面的效果。
  - (4) 說明：此題依據Kolb的實踐學習理論，強調實踐在深化學習中的重要性。
5. 題目25：您對課程材料的品質和數量有何評價？
  - (1) 評分選項：1 (非常差) - 5 (非常好)
  - (2) 依據：課程材料評估 (Ambrose et al., 2010)
  - (3) 教育意義：確保課程材料能夠滿足學習者的學習需求，提供足夠的學習資源。
  - (4) 說明：此題依據Ambrose等人的課程材料評估理論，評估材料的品質和數量。
6. 題目26：您認為自己在課程中學到了哪些最重要的東西？
  - (1) 評分選項：1 (沒學到) - 5 (學到極多)
  - (2) 依據：學習成果自我評估 (Pintrich, 2001)
  - (3) 教育意義：識別學習者認為最重要學習成果，為課程內容的優化提供依據。
  - (4) 說明：此題依據Pintrich的學習成果自我評估理論，讓學習者反思自己的學習過程。
7. 題目27：您如何評價自己的團隊合作經驗？
  - (1) 評分選項：1 (非常差) - 5 (非常好)
  - (2) 依據：團隊合作能力評估 (Tuckman, 1965)
  - (3) 教育意義：評估團隊合作活動對學習者社交技能和團隊精神的影響。
  - (4) 說明：此題依據Tuckman的團隊合作能力評估理論，識別學習者在團隊中的角色和貢獻。
8. 題目28：您認為課程對您的生涯發展有何幫助？
  - (1) 評分選項：1 (沒有幫助) - 5 (非常有幫助)
  - (2) 依據：生涯發展理論 (Super, 1957)
  - (3) 教育意義：瞭解課程對學習者未來職業路徑的實際影響，提高課程的職業相關性。
  - (4) 說明：此題依據Super的生涯發展理論，評估課程對學習者職業規劃的影響。
9. 題目29：您對課程有何改進建議？
  - (1) 評分選項：1 (極度不滿意) - 5 (極度滿意)
  - (2) 依據：課程改進建議 (Chickering & Gamson, 1987)
  - (3) 教育意義：直接從學習者那裡獲得改進課程的寶貴意見，促進課程的持續改進。
  - (4) 說明：此題依據Chickering和Gamson的課程改進建議理論，鼓勵學習者提出具體的改進措施。
10. 題目30：您是否會推薦這門課程給其他同學？
  - (1) 評分選項：1 (絕對不會) - 5 (絕對會)
  - (2) 依據：課程推薦意願 (NPS - Net Promoter Score)
  - (3) 教育意義：衡量課程的整體滿意度和口碑，為課程推廣提供參考。
  - (4) 說明：此題依據NPS模型，藉由學習者的推薦意願評估課程的整體品質。
11. 題目31：您如何評價課程的整體組織結構？
  - (1) 評分選項：1 (非常不滿意) - 5 (非常滿意)
  - (2) 依據：課程結構評估 (Biggs, 2003)
  - (3) 教育意義：評估課程結構的合理性和有效性，以便進行必要的調整。
  - (4) 說明：此題依據Biggs的教學理論，評估課程的整體組織結構是否清晰、邏輯性強，以及是否有助於學習者理解和掌握課程內容。
12. 題目32：您認為課程難度是否適中？
  - (1) 評分選項：1 (過於簡單) - 5 (難度適中)
  - (2) 依據：學習難度適宜性 (Pintrich, 2001)
  - (3) 教育意義：確保課程難度既能激發學習者興趣，又具有挑戰性。
  - (4) 說明：此題依據Pintrich的學習動機理論，評估課程難度是否與學習者的認知發展水平相匹配，以促進學習者的積極參與和深入學習。

13. 題目33：您對課程中使用的案例研究有何看法？
  - (1) 評分選項：1（不相關/無用）- 5（非常相關/有用）
  - (2) 依據：案例研究教學法（Kohlberg, 1984）
  - (3) 教育意義：評估案例研究在教學中的應用效果和實際價值。
  - (4) 說明：此題依據Kohlberg的道德發展理論，藉由案例研究的應用來評估學習者是否能夠將理論與實踐相結合，以及案例研究是否有助於學習者理解複雜情境。
14. 題目34：您認為課程中的互動環節是否促進了學習？
  - (1) 評分選項：1（沒有幫助）- 5（非常有幫助）
  - (2) 依據：互動學習理論（Vygotsky, 1978）
  - (3) 教育意義：評估互動環節在提高學習效果中的作用。
  - (4) 說明：此題依據Vygotsky的社會文化理論，評估課程中的互動環節是否促進了學習者之間的知識共享和深層次學習。
15. 題目35：您對課程中包含的技術工具和軟件有何評價？
  - (1) 評分選項：1（不滿意）- 5（滿意）
  - (2) 依據：技術整合學習理論（Mishra & Koehler, 2006）
  - (3) 教育意義：評估技術工具在教學中的應用效果和學習者滿意度。
  - (4) 說明：此題依據Mishra和Koehler的技術整合學習理論，評估學習者對課程中使用的技術工具和軟件的滿意度，以及這些工具是否有效支持了學習目標的實現。
16. 題目36：您認為課程是否有助於您對SDGs的理解和認識？
  - (1) 評分選項：1（沒有幫助）- 5（非常有幫助）
  - (2) 依據：全球教育目標（UNESCO, 2015）
  - (3) 教育意義：評估課程在提升學習者全球意識方面的貢獻。
  - (4) 說明：此題依據UNESCO的教育目標，評估課程是否有助於學習者理解和認識可持續發展目標（SDGs），以及課程是否促進了學習者的全球公民意識。
17. 題目37：您如何評價課程中的教學資源（如閱讀材料、視頻等）？
  - (1) 評分選項：1（不充分/不相關）- 5（充分/相關）
  - (2) 依據：教學資源評估（Gagne et al., 1992）
  - (3) 教育意義：確保教學資源能夠有效支持學習目標。
  - (4) 說明：此題依據Gagne等人的教學設計理論，評估課程提供的教學資源是否充分、相關，並且是否有助於學習者達成學習目標。
18. 題目38：您認為課程中的評估方式是否公正合理？
  - (1) 評分選項：1（非常不合理）- 5（非常合理）
  - (2) 依據：評估公正性（Crooks, 1988）
  - (3) 教育意義：確保評估方式能夠公正地反映學習者的學習成果。
  - (4) 說明：此題依據Crooks的評估理論，評估課程中的評估方式是否公正、透明，以及是否能夠準確反映學習者的學習進度和成果。
19. 題目39：您認為課程是否有助於您未來的職業規劃？
  - (1) 評分選項：1（沒有幫助）- 5（非常有幫助）
  - (2) 依據：生涯發展理論（Super, 1957）
  - (3) 教育意義：評估課程對學習者生涯發展的潛在影響。
  - (4) 說明：此題依據Super的生涯發展理論，評估課程是否有助於學習者的職業規劃和發展，以及課程是否提供了與生涯發展相關的知識和技能。
20. 題目40：您是否會推薦這門課程給其他同學？
  - (1) 評分選項：1（絕對不會）- 5（絕對會）
  - (2) 依據：課程推薦意願（NPS - Net Promoter Score）
  - (3) 教育意義：衡量課程的整體滿意度和口碑，為課程推廣提供參考。
  - (4) 說明：此題依據NPS模型，藉由學習者的推薦意願評估課程的整體品質，以及課程是否能夠吸引和保留學習者。

#### 六. 參考文獻：

1. Kirkpatrick, D. L. (1994). Evaluating training programs : The four levels. Berrett-Koehler Publishers.
2. Biggs, J. B. (2003). Teaching for quality learning at university. Society for Research into Higher Education & Open University Press.
3. Eraut, M. (2004). Transfer of knowledge between educational settings and workplace settings. In H. Rainbird, A. Fuller, & A. Munro (Eds.), Workplace learning in context (pp. 35-58). Routledge.
4. Kolb, D. A. (1984). Experiential learning : Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.
5. Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). How learning works : Seven research-based principles for smart teaching. Jossey-Bass.
6. Pintrich, P. R. (2001). Motivated learning : The role of self-regulation. In J. M. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), Self-regulated learning and academic achievement : Theoretical perspectives (pp. 147-184). Lawrence Erlbaum Associates.
7. Tuckman, B. W. (1965). Developmental sequence in small groups. *Psychological Bulletin*, 63(6), 384-399.
8. Super, D. E. (1957). The psychology of careers. Harper & Brothers.
9. Chickering, A. W., & Gamson, Z. F. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE Bulletin*, 39(7), 3-7.

◆ 學習前問卷：課程預期與背景瞭解

引言

學習者們，您好！

本問卷評估您對即將開始的課程「人文科學創新思維設計方法——綠色經濟X永續轉型」的預期和背景瞭解。您的反饋將幫助我們更好地準備和調整課程內容，以滿足您的學習需求。感謝您的參與和支持！

題目編號	問題描述	1 (最低)	2	3 (中等)	4	5 (最高)
題目1-5：基礎知識評估						
1	您對 <u>設計思維</u> 的瞭解程度如何？	不瞭解	略知一二	一般	瞭解	非常瞭解
2	您是否曾經參與過與 <u>綠色經濟</u> 相關的項目？	從未	很少	偶爾	有時	多次
3	您對 <u>可持續發展目標(SDGs)</u> 的熟悉程度？	不瞭解	略知一二	一般	瞭解	非常瞭解
4	您認為自己在 <u>創新思維</u> 方面的能力如何？	非常弱	較弱	一般	較強	非常強
5	您對即將開始的課程有何具體期待？	無期待	低期待	中等期待	高期待	高度期待
題目6-10：學習背景和經驗						
6	您之前是否有過與本課程相關的學習或工作經驗？	完全沒有	很少	一般	豐富	非常豐富
7	您在團隊合作中最常扮演什麼角色？	從不參與	跟隨者	普通成員	積極分子	領導者
8	您認為自己在 <u>時間管理</u> 方面的能力如何？	非常弱	較弱	一般	較強	非常強
9	您通常如何學習和掌握新技能？	非常困難	困難	一般	容易	非常容易
10	您是否願意接受跨學科的學習方法？	不願意	勉強	中立	願意	非常願意
題目11-15：課程內容和結構預期						
11	您希望課程中包含多少實踐項目？	幾乎沒有	很少	中等	多	很多

12	您對課程中案例研究的期望是什麼？	不期望	低期望	中等期望	高期望	高度期望
13	您希望課程如何平衡理論學習和實踐應用？	完全理論	偏理論	平衡	偏實踐	完全實踐
14	您對課程中技術工具和軟件的使用有何期望？	不使用	很少使用	中等	多使用	頻繁使用
15	您希望課程如何幫助您實現 <u>生涯發展</u> ？	無幫助	微幫助	中等幫助	高幫助	極大幫助
題目16-20：個人發展和目標						
16	您希望藉由本課程提升哪些技能？	不提升	微提升	中等提升	提升	大幅提升
17	您對課程中小組討論和互動環節的期望是什麼？	不期望	低期望	中等期望	高期望	高度期望
18	您希望課程如何幫助您更好地理解全球可持續發展議題？	無幫助	微幫助	中等幫助	高幫助	極大幫助
19	您對課程中國際視角和案例的多樣性有何期望？	不期望	低期望	中等期望	高期望	高度期望
20	您是否有特定的學習目標或您希望課程能夠解決的具體問題？	沒有	很少	中等	多	有很多

結束語：

感謝您抽出寶貴時間完成本問卷。您的反饋對我們至關重要，將直接影響到課程的改進和教學品質的提升。我們承諾將認真考慮每一條建議，並努力為您提供更優質的教學服務。

◆ 學習後問卷調查：課程反饋與學習成果

引言：

學習者們，您好！

本問卷評估您在完成課程「人文科學創新思維設計方法——綠色經濟X永續轉型」後的反饋和學習成果。您的反饋將幫助我們改進教學方法和課程內容，以確保我們的課程能夠滿足學習者的學習需求並促進其全面發展。感謝您的參與和支持！

題目編號	問題描述	1 (最低)	2	3 (中等)	4	5 (最高)
21	您認為課程內容的實用性如何？	不實用	較不實用	一般	較實用	非常實用
22	您對課程中的教學方法滿意嗎？	非常不滿意	不滿意	一般	滿意	非常\滿意
23	您覺得課程是否有助於提升您的設計思維能力？	沒有幫助	較無幫助	一般	較有幫助	非常有幫助
24	您認為課程中的 <u>項目實踐</u> 部分是否有效？	無效	較無效	一般	較有效	非常有效
25	您對課程材料的品質和數量有何評價？	非常差	差	一般	好	非常好
26	您認為自己在課程中學到了哪些最重要的東西？	沒學到	學到很少	學到一些	學到很多	學到極多
27	您如何評價自己的團隊合作經驗？	非常差	差	一般	好	非常好
28	您認為課程對您的 <u>生涯發展</u> 有何幫助？	沒有幫助	較無幫助	一般	較有幫助	非常有幫助
29	您對課程有何改進建議？	極度不滿意	不滿意	一般	滿意	極度滿意
30	您是否會推薦這門課程給其他同學？	絕對不會	不會	一般	會	絕對會
31	您如何評價課程的整體組織結構？	非常不滿意	不滿意	一般	滿意	非常滿意
32	您認為課程難度是否適中？	過於簡單	較簡單	難度適中	較難	過難

33	您對課程中使用的 <u>案例研究</u> 有何看法？	不相關/ 無用	較無用	一般	較有用	非常相關/ 有用
34	您認為課程中的 <u>互動環節</u> 是否促進了學習？	沒有幫助	較無幫助	一般	較有幫助	非常有幫助
35	您對課程中包含的 <u>技術工具和軟件</u> 有何評價？	不滿意	較不滿意	一般	較滿意	滿意
36	您認為課程是否有助於您對 <u>SDGs</u> 的理解和認識？	沒有幫助	較無幫助	一般	較有幫助	非常有幫助
37	您如何評價課程中的 <u>教學資源</u> （如閱讀材料、視頻等）？	不充分/ 不相關	較不充分/ 不相關	一般	較充分/ 相關	充分/ 相關
38	您認為課程中的 <u>評估方式</u> 是否公正合理？	非常不合理	不合理	一般	合理	非常合理
39	您認為課程是否有助於您未來的 <u>職業規劃</u> ？	沒有幫助	較無幫助	一般	較有幫助	非常有幫助
40	您是否會推薦這門課程給其他同學？	絕對不會	不會	一般	會	絕對會

結束語：

感謝您抽出寶貴時間完成本問卷。您的反饋對我們至關重要，將直接影響到課程的改進和教學品質的提升。我們承諾將認真考慮每一條建議，並努力為您提供更優質的教學服務。

◆ 前測問卷統計數據與初步分析

一. 學習者1-28位數據

題目	學習者1-28位編號																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	4	3	5	2	4	3	4	5	3	4	3	2	5	4	3	2	5	4	3	4	5	4	3	2	5	4	3	4
2	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	否	是	是	否	是	否	是	否	是	是	否	是	否	是	否	是	是	否
3	3	2	4	1	3	2	3	4	2	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	3	4	3	2	1	4	3	2	3
4	4	3	4	2	4	3	4	4	3	3	2	4	3	4	3	2	4	3	4	4	3	4	4	3	2	4	3	2
5	5	4	5	3	5	4	5	5	4	4	3	2	5	4	3	2	5	4	5	5	4	5	5	4	3	2	5	4
6	2	3	4	1	2	3	4	5	2	3	4	1	2	4	5	2	3	4	1	2	3	4	5	2	3	4	1	2
7	領 導 者	參 與 者	參 與 者	協 調 者	領 導 者	參 與 者	協 調 者	協 調 者	領 導 者	參 與 者	協 調 者	執 行 者	領 導 者	協 調 者	參 與 者	執 行 者	領 導 者	協 調 者	參 與 者	執 行 者	領 導 者	協 調 者	執 行 者	執 行 者	領 導 者	參 與 者	執 行 者	執 行 者
8	4	3	4	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4
9	3	2	4	1	3	2	3	4	2	3	2	1	3	2	3	4	3	2	1	3	2	3	4	3	3	2	5	4
10	5	4	5	3	5	4	5	5	4	3	4	3	2	5	4	3	2	5	4	5	5	4	3	4	3	2	5	4
11	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1
12	4	3	5	2	4	3	5	4	3	2	4	3	2	4	3	5	4	3	2	4	3	2	4	3	5	4	4	2
13	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	3
14	4	3	5	2	4	3	5	4	3	2	4	3	2	4	3	5	4	3	2	4	3	2	4	3	5	4	3	2
15	5	4	5	3	5	4	5	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	5	5	4	3	5	4	3	2
16	4	3	5	2	4	3	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	2	4	5	4	3	5	4	3	4	5	4	3
17	5	4	5	3	5	4	5	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	5	5	4	3	5	4	3	2
18	4	3	4	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4	5	4	3	2	4	3	4
19	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3
20	5	4	5	3	5	4	5	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	5	5	4	3	5	4	3

## 二. 數據說明

1. 題目1：您對設計思維的瞭解程度如何？
  - (1) 目標：設計思維瞭解程度
  - (2) 統計：平均分：3.6、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者對設計思維有一定的瞭解，但存在差異，表明可能需要對不同背景的學習者提供差異化的教學支持。
2. 題目2：您是否曾經參與過與綠色經濟相關的項目？
  - (1) 目標：參與過綠色經濟項目
  - (2) 平均分：0.6（以1表示「是」，0表示「否」）、標準差：0.48
  - (3) 分析意義：大多數學習者沒有參與過相關項目，課程可能需要增加實踐環節以彌補經驗不足。
3. 題目3：您對可持續發展目標(SDGs)的熟悉程度？
  - (1) 目標：對SDGs的熟悉程度
  - (2) 平均分：2.5、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者對SDGs的瞭解普遍較低，課程需要加強對SDGs的介紹和討論。
4. 題目4：您認為自己在創新思維方面的能力如何？
  - (1) 目標：創新思維能力
  - (2) 平均分：3.5、標準差：0.5
  - (3) 分析意義：學習者普遍認為自己在創新思維方面有一定的能力，但仍有提升空間。
5. 題目5：您對即將開始的課程有何具體期待？
  - (1) 目標：對課程的期待
  - (2) 平均分：4.2、標準差：0.4
  - (3) 分析意義：學習者對課程有較高的期待，課程設計應滿足這些期待以提高滿意度。
6. 題目6：您之前是否有過與本課程相關的學習或工作經驗？
  - (1) 目標：相關學習或工作經驗
  - (2) 平均分：3.1、標準差：1.0
  - (3) 分析意義：學習者的相關經驗差異較大，課程可能需要為經驗較少的學習者提供額外的支持。
7. 題目7：您在團隊合作中最常扮演什麼角色？
  - (1) 目標：團隊合作角色
  - (2) 平均分：不適用（分類數據）、標準差：不適用（分類數據）
  - (3) 分析意義：團隊合作角色多樣，表明學習者在團隊中扮演不同的角色，課程可以利用這一多樣性
8. 題目8：您認為自己在時間管理方面的能力如何？
  - (1) 目標：時間管理能力
  - (2) 平均分：3.7、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者普遍認為自己的時間管理能力較強，但仍有改進空間。
9. 題目9：您通常如何學習和掌握新技能？
  - (1) 目標：學習新技能
  - (2) 平均分：2.7、標準差：0.7
  - (3) 分析意義：學習者在學習新技能方面的能力不一，課程可能需要提供多樣化的學習資源和方法。

10. 題目10：您是否願意接受跨學科的學習方法？
  - (1) 目標：接受跨學科學習方法
  - (2) 平均分：4.1、標準差：0.5
  - (3) 分析意義：大多數學習者願意接受跨學科的學習方法，表明課程可以採用更綜合的教學內容。
11. 題目11：您希望課程中包含多少實踐項目？
  - (1) 目標：希望課程中包含多少實踐項目
  - (2) 平均分：3.1、標準差：1.0
  - (3) 分析意義：學習者對實踐項目的需求差異較大，課程設計時應考慮平衡理論與實踐。
12. 題目12：您對課程中案例研究的期望是什麼？
  - (1) 目標：對案例研究的期望
  - (2) 平均分：3.6、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者對案例研究有一定的期望，課程應包含足夠的案例研究以滿足學習者需求。
13. 題目13：您希望課程如何平衡理論學習和實踐應用？
  - (1) 目標：平衡理論學習和實踐應用
  - (2) 平均分：3.1、標準差：1.0
  - (3) 分析意義：學習者對理論學習和實踐應用的平衡有不同看法，課程設計時應考慮這一多樣性。
14. 題目14：您對課程中技術工具和軟件的使用有何期望？
  - (1) 目標：技術工具和軟件的使用
  - (2) 平均分：3.6、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者對技術工具和軟件的使用有中等至較高的期望，課程應充分利用技術資源。
15. 題目15：您希望課程如何幫助您實現生涯發展？
  - (1) 目標：幫助實現生涯發展
  - (2) 平均分：4.1、標準差：0.5
  - (3) 分析意義：學習者希望課程能夠幫助他們實現生涯發展，課程應提供相關的生涯發展支持。
16. 題目16：您希望藉由本課程提升哪些技能？
  - (1) 目標：提升技能
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者希望藉由課程提升專業技能，課程應針對性地提供相關訓練。
17. 題目17：您對課程中小組討論和互動環節的期望是什麼？
  - (1) 目標：小組討論和互動環節的期望
  - (2) 平均分：4.0、標準差：0.5
  - (3) 分析意義：學習者對小組討論和互動環節有較高的期望，課程應設計有效的互動活動。
18. 題目18：您希望課程如何幫助您更好地理解全球可持續發展議題？
  - (1) 目標：理解全球可持續發展議題
  - (2) 平均分：3.7、標準差：0.6
  - (3) 分析意義：學習者希望課程能幫助他們更好地理解全球可持續發展議題，課程應加強相關內容。

19. 題目19：您對課程中國際視角和案例的多樣性有何期望？

- (1) 目標：國際視角和案例的多樣性
- (2) 平均分：3.0、標準差：1.0
- (3) 分析意義：學習者對國際視角和案例多樣性的期望不一，課程應考慮增加國際內容以滿足不同學習者的需求。

20. 題目20：您是否有特定的學習目標或您希望課程能夠解決的具體問題？

- (1) 目標：特定的學習目標或希望解決的問題
- (2) 平均分：4.0、標準差：0.5
- (3) 分析意義：學習者有明確的學習目標和希望解決的問題，課程應關注學習者的個性化需求。

### 三. 數據意義解釋

1. 平均分：表示學習者對每個問題的平均響應程度，反映了整體的傾向性。例如，平均分4.0表示學習者普遍對某個問題持積極態度。
2. 標準差：衡量數據的離散程度，即學習者響應的多樣性。標準差較小表示學習者的觀點較為一致，而標準差較大則表示觀點分散。
3. 高平均分即為『高期待』（如題目5、10、15、17、20）：表明學習者對課程有較高的期待和需求，希望課程能夠幫助他們提升技能、實現生涯發展，並包含互動和小組討論環節。
4. 低平均分（如題目9、11、13、19）：可能表明學習者對某些方面，如SDGs的瞭解程度較低、或實踐項目、國際視角的需求未得到充分滿足，或者對這些方面的重要性認識不足。
5. 高標準差（如題目6、9、11、13、19）：表明學習者對問題（如學習經驗、學習新技能、實踐項目、平衡理論學習和實踐應用、國際視角和案例多樣性）的看法差異較大，可能需要進一步的調查和討論來理解這些差異的原因。
6. 低熟悉度（題目3）：學習者對SDGs的瞭解不足，課程可能需要在引入階段提供更多的背景信息和基礎知識。
7. 經驗差異（題目6）：學習者在相關領域的經驗差異較大，課程可能需要提供額外的支持給那些經驗較少的學習者。
8. 學習方式多樣性（題目9）：學習者學習新技能的方式多樣，課程可能需要採用多種教學方法來適應不同的學習風格。

### 四. 整體教育意義

1. 課程設計需要考慮學習者的多樣化背景和需求，特別是在提升學習者對SDGs的瞭解和實踐技能方面。
2. 課程設計需要兼顧學習者的背景知識和個人發展目標，提供個性化的學習路徑。
3. 需要提供更多的實踐項目和國際視角，以滿足不同學習者的學習需求和期望。
4. 課程內容應與學習者的生涯發展緊密結合，以提高課程的吸引力和實用性。

### 五. 改進建議

1. 針對低平均分的題目：課程設計者可以考慮增加相關內容，如增加實踐項目、國際案例研究，以及提供更多關於全球可持續發展議題的學習資源。
  - (1) 增加SDGs的介紹和討論，以及實踐項目的數量和多樣性。
  - (2) 設計包含SDGs基礎知識的入門模塊，幫助學習者建立全球視野。
2. 針對高標準差的題目：可以組織學習者討論，瞭解不同觀點背後的原因，以便更好地滿足學習者的多樣化需求。
  - (1) 提供多樣化的學習資源和方法，以適應不同學習者的學習風格和需求。
  - (2) 提供差異化教學，如分組教學或個性化學習計劃，以適應不同學習者的需求。
3. 定期反饋：課程進行中和結束後，都應該收集學習者的反饋，以便及時調整課程內容和教學方法。

◆ 後測問卷統計數據與初步分析

一. 學習者1-30位數據 (統計30位學習者, 每題的評分範圍是1到5)

題號	學習者1-30編號																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
21	3	4	2	5	4	3	5	4	3	4	2	5	4	3	4	5	3	4	2	5	4	5	3	3	4	2	4	5	3	4
22	4	3	5	2	4	3	4	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	2	4	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	4
23	2	5	5	4	4	3	4	3	3	4	4	2	5	3	4	4	3	5	5	5	4	3	5	4	4	2	2	4	3	3
24	4	5	5	2	4	4	3	3	3	4	5	2	5	3	4	4	3	3	4	5	4	3	4	5	3	2	5	3	3	4
25	4	3	5	2	4	4	3	5	3	5	4	4	2	3	5	4	3	2	4	4	5	5	3	4	3	2	5	4	3	4
26	4	3	5	2	4	3	4	3	5	4	5	2	4	5	3	4	3	4	2	5	4	3	5	4	2	3	5	3	4	4
27	3	4	5	4	2	3	5	4	3	4	5	4	2	3	5	4	2	3	4	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	4
28	4	3	5	2	4	3	4	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	2	4	5	3	4	5	4	2	3	5	4	3	5
29	2	4	3	5	2	4	4	3	3	5	4	2	5	4	3	5	4	3	4	2	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3
30	2	3	5	4	4	3	4	5	3	5	4	2	5	5	3	4	3	2	4	4	5	3	5	4	3	2	5	4	3	4
31	4	3	5	2	4	3	4	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	2	4	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	4
32	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2	4	5	3	2	4	1	3	2
33	4	3	5	2	4	3	4	5	3	5	4	2	4	3	5	3	4	2	4	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	4
34	4	4	5	2	4	4	4	5	3	4	5	2	3	3	5	4	3	2	4	5	3	3	5	4	3	2	5	3	4	4
35	4	3	5	2	4	3	4	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	2	4	5	4	3	5	4	3	2	5	4	3	3
36	4	4	5	2	3	3	3	5	4	4	5	2	4	4	5	3	3	2	4	5	3	3	5	4	2	3	5	4	4	4
37	4	3	2	5	4	3	4	5	3	4	5	4	2	3	5	4	3	2	4	5	4	4	5	4	2	3	5	3	3	4
38	4	3	2	2	4	5	4	5	3	5	5	2	4	3	4	4	3	2	4	3	4	3	5	4	5	2	5	4	3	5
39	4	2	5	2	3	4	4	5	3	4	5	4	4	3	5	4	3	2	4	5	5	3	5	4	3	2	4	3	3	4
40	4	3	5	4	4	3	2	5	3	4	5	2	4	3	5	4	3	4	2	5	4	5	3	4	3	2	5	4	3	4

二. 數據說明

- 題目21: 您認為課程內容的實用性如何?

  - 目標: 課程內容的實用性
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 平均分接近4, 表明學習者普遍認為課程內容較為實用。標準差為0.8, 顯示學習者意見存在一定差異, 部分學習者可能認為實用性不足。
- 題目22: 您對課程中的教學方法滿意嗎?

  - 目標: 教學方法滿意度
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者對教學方法的滿意度與課程實用性評價相似, 說明學習者對教學方法的接受度較高。標準差同樣顯示了意見的多樣性。
- 題目23: 您覺得課程是否有助於提升您的設計思維能力?

  - 目標: 提升設計思維能力
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者普遍認為課程有助於提升設計思維能力, 但標準差表明效果對不同學習者的影響程度不一。
- 題目24: 您認為課程中的項目實踐部分是否有效?

  - 目標: 項目實踐部分的有效性
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者認為項目實踐部分有效, 但標準差的存在表明實踐部分對不同學習者的影響程度不同。
- 題目25: 您對課程材料的品質和數量有何評價?

  - 目標: 課程材料的品質和數量
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者對課程材料的評價與前幾題相似, 顯示了對材料品質的認可, 但標準差提示需要關注材料對不同學習者的實際幫助。
- 題目26: 您認為自己在課程中學到了哪些最重要的東西?

  - 目標: 學到的最重要的東西
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者普遍認為學到了重要的內容, 但標準差表明學習成果的個體差異較大。
- 題目27: 您如何評價自己的團隊合作經驗?

  - 目標: 團隊合作經驗
  - 平均分: 3.8、標準差: 0.8
  - 意義: 學習者對團隊合作經驗的評價較高, 但標準差的存在提示團隊合作的效果可能因團隊而異。

8. 題目28：您認為課程對您的生涯發展有何幫助？
  - (1) 目標：對生涯發展幫助
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者認為課程對生涯發展有幫助，但標準差表明這種幫助的感知程度存在個體差異。
9. 題目29：您對課程有何改進建議？
  - (1) 目標：課程改進建議
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者對課程改進有積極的反饋，但標準差表明改進建議的多樣性，需要具體分析以確定改進方向。
10. 題目30：您是否會推薦這門課程給其他同學？
  - (1) 目標：推薦課程給其他同學
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者願意推薦課程，表明整體滿意度較高，但標準差提示推薦意願的個體差異。
11. 題目31：您如何評價課程的整體組織結構？
  - (1) 目標：課程整體組織結構
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者對課程組織結構的評價與之前題目相似，顯示了對課程結構的普遍認可。
12. 題目32：您認為課程難度是否適中？
  - (1) 目標：課程難度適中
  - (2) 平均分：3.0、標準差：1.1
  - (3) 意義：平均分低於其他題目，表明課程難度可能對部分學習者來說不太適中。較高的標準差顯示了學習者對難度感知的較大差異。
13. 題目33：您對課程中使用的案例研究有何看法？
  - (1) 目標：案例研究的看法
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者普遍認為案例研究有用，但標準差提示了對案例研究價值的不同看法。
14. 題目34：您認為課程中的互動環節是否促進了學習？
  - (1) 目標：互動環節促進學習
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者認為互動環節有助於學習，但標準差表明互動環節的效果存在個體差異。
15. 題目35：技術工具和軟件的評價
  - (1) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (2) 意義：學習者對技術工具和軟件的評價較高，但標準差提示了對技術工具使用體驗的不同反饋。
16. 題目36：您對課程中包含的技術工具和軟件有何評價？
  - (1) 目標：對SDGs理解和認識
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者認為課程有助於加深對SDGs的理解，但標準差表明這種幫助的感知程度存在個體差異。
17. 題目37：您如何評價課程中的教學資源（如閱讀材料、視頻等）？
  - (1) 目標：教學資源評價
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者對教學資源的評價與前幾題相似，顯示了對資源品質的認可。
18. 題目38：您認為課程中的評估方式是否公正合理？
  - (1) 目標：評估方式的公正合理
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者普遍認為評估方式公正合理，但標準差提示了對評估方式的不同看法。
19. 題目39：您認為課程是否有助於您未來的職業規劃？
  - (1) 目標：對職業規劃的幫助
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者認為課程對職業規劃有幫助，但標準差表明這種幫助的感知程度存在個體差異。
20. 題目40：您是否會推薦這門課程給其他同學？
  - (1) 目標：推薦課程
  - (2) 平均分：3.8、標準差：0.8
  - (3) 意義：學習者願意推薦課程，表明整體滿意度較高，但標準差提示推薦意願的個體差異。

### 三. 總結

1. 平均分：表示學習者對每個問題的平均響應程度，反映了整體的傾向性。例如，平均分4.0表示學習者普遍對某個問題持積極態度，大多數題目的平均分接近4，表明學習者對課程的整體滿意度較高。
2. 標準差：衡量數據的離散程度，即學習者響應的多樣性。標準差較小表示學習者的觀點較為一致，而標準差較大則表示觀點分散，多數題目的標準差在0.8左右，表明學習者對課程各方面的看法存在一定差異，這可能與個人學習風格、期望和體驗有關。
3. 意義：這些數據可以幫助教師和課程設計者瞭解學習者的整體反饋，並識別需要改進的領域。例如，對於標準差較高的題目，可能需要進一步調查以瞭解具體的問題和改進點。

### 四. 整體教育意義

1. 高平均分（如題目21、22、23、24、25、26、27、28、29、30、31、33、34、35、36、37、38、39、40）：表明學習者對課程的整體滿意度較高，認為課程內容實用、教學方法有效、有助於提升能力、促進學習、以及對生涯發展有積極影響。這表明課程設計在很大程度上滿足了學習者的學習需求和期望。
2. 低平均分（如題目32）：可能表明學習者對課程難度的適應性存在差異，部分學習者可能覺得課程難度不適中，這可能影響學習效果和滿意度。
3. 高標準差（如題目32）：表明學習者對課程難度的看法差異較大，這可能與學習者的學習背景、能力水平和個人偏好有關。這提示教師需要考慮課程難度的適應性，以滿足不同學習者的需求。

### 五. 整體教育意義：

1. 課程設計在很大程度上滿足了學習者的學習需求和期望，但仍有改進空間，特別是在課程難度的適應性方面。
2. 課程的互動環節和實踐項目得到了學習者的認可，這有助於提高學習者的參與度和學習效果。
3. 需要關注學習者對課程難度的不同反饋，以確保所有學習者都能在課程中獲得滿意的學習體驗。

### 六. 改進建議

1. 針對低平均分的題目：對於課程難度（題目32），課程設計者可以考慮調整課程內容的難度層次，提供不同難度級別的學習材料和活動，實施動態調整策略，以適應不同學習者的學習需求。同時，可以提供額外的輔導和支持，幫助學習者更好地適應課程難度。
2. 針對高標準差的題目：對於課程難度（題目32），可以組織學習者討論，瞭解不同觀點背後的原因，以便更好地滿足學習者的多樣化需求。例如，可以調查學習者對於課程難度的具體反饋，是覺得太難還是太易，並據此調整教學策略，如對增加互動環節和實踐項目的種類和數量，以進一步增強學習者的實踐能力和創新思維。
3. 定期反饋：課程進行中和結束後，都應該收集學習者的反饋，以便及時調整課程內容和教學方法。確保課程能夠持續滿足學習者的學習需求和期望。這包括對課程實用性、教學方法、項目實踐、材料品質、互動環節等方面的持續改進，以確保課程能夠持續滿足學習者的學習需求和期望。

### 七. 綜合分析

1. 學習前後對比：
  - (1) 學習者對課程的期待與實際體驗之間的對比顯示，課程在很大程度上滿足了學習者的期待，但仍有改進空間，尤其是在課程難度的適應性和實踐項目方面。
  - (2) 學習者對課程的滿意度較高，這表明課程設計在實用性、教學方法和促進學習方面做得較好。
2. 教育意義：
  - (1) 課程設計應繼續關注學習者的多樣化需求，特別是在提升技能和生涯發展方面。
  - (2) 需要持續關注學習者對課程難度的反饋，並進行相應的調整，以確保所有學習者都能獲得滿意的學習體驗。
3. 改進建議：
  - (1) 實施課程難度的動態調整，根據學習者的學習進度和反饋適時調整教學內容和難度。
  - (2) 增加課程的靈活性，提供不同難度級別的學習材料和活動，以適應不同學習者的學習需求。
  - (3) 定期收集和分析學習者反饋，及時調整課程內容和教學方法，以提高課程的品質和效果。
  - (4) 考慮引入同儕學習或導師制度，讓經驗豐富的學習者幫助那些需要額外支持的學習者。
  - (5) 增加課程的國際化元素，如國際案例研究、跨文化交流活動，以滿足學習者對全球視野的需求。
  - (6) 藉由這些分析和建議，我們可以更好地理解學習者的學習需求，優化課程設計，提高教學品質，最終實現教育目標。

◆ 前後測進階分析理論依據（參考用2~114.06執行用）：

一. 原理：

1. 描述性統計分析

- (1) 描述性統計分析可以幫助提供了數據的概覽，幫助我們瞭解數據的整體特徵和規律，如理解數據的集中趨勢、分散程度和分布形狀等基本統計特徵。對於學習前後問卷數據，可以藉由計算中心趨勢測量（如均值、中位數、眾數）以計算每個問題的均值、中位數、眾數、標準差等，瞭解學習者對課程的整體滿意度和意見的多樣性。分析離散程度測量（如方差、標準差、極差）和分布形態測量（如偏度、峰度），我們可以得到數據的集中趨勢、離散程度和分布形態等信息。
- (2) 應用：對於學習前後的問卷數據，我們可以計算每個問題的均值和標準差，以瞭解學習者對課程的整體滿意度和意見的多樣性。同時，藉由觀察數據的偏度和峰度，我們可以瞭解數據分布的形態，判斷是否存在異常值或極端值。

2. 探索性數據分析（EDA）

- (1) 探索性數據分析（EDA）是一種用於識別數據中模式和趨勢的分析方法，即探索、描述和總結數據性質的統計技術。藉由EDA可以識別學習者反饋的數據中的模式、趨勢異常值、分布形態和潛在的關聯性，從而為課程改進提供更深入的見解。
- (2) 應用：對於學習前後的問卷數據，我們可以使用散點圖、箱線圖等可視化工具來展示學習者評分的分布情況，識別出評分中的異常值和潛在的關聯性。

3. 假設檢驗

- (1) 假設檢驗是統計學中用於驗證或反駁假設的方法。藉由假設檢驗可以幫助確定學習前後學習者反饋是否存在顯著差異。例如，我們可以使用T檢驗來比較學習前後學習者對課程實用性的看法是否有顯著變化。
- (2) 應用：例如，我們可以使用T檢驗來比較學習前後學習者對課程實用性的看法是否有顯著變化。如果T檢驗結果顯示p值小於顯著性水平（如0.05），則我們可以拒絕原假設，認為學習前後存在顯著差異。

4. 缺失值填充

- (1) 在問卷數據中，可能會存在缺失值。我們可以使用均值法、最小鄰居法等方法來填充這些缺失值，以確保數據分析的完整性。
- (2) 正態性檢驗：許多統計方法要求數據服從或近似服從正態分布。我們可以使用K-量檢驗、P-P圖、Q-Q圖等方法來檢驗數據的正態性，以選擇合適的統計方法。

5. 相關性和回歸分析：可以分析學習者對課程各個方面的看法之間的相關性，例如課程實用性與滿意度之間的關係。此外，回歸分析可以幫助我們瞭解哪些因素最影響學習者的滿意度。

6. 因子分析：因子分析可以幫助我們識別影響學習者反饋的潛在因子，例如課程內容、教學方法、評估方式等，從而為課程設計提供指導。

7. 可視化分析：藉由直方圖、箱線圖、散點圖等可視化手段展示數據的分布和規律，使人們更容易理解數據。例如，我們可以使用箱線圖來展示學習者對課程難度的感知分布。

二. 綜合分析意義：

1. 課程內容調整與教學方法改進：

- (1) 根據描述性統計分析和EDA的結果，我們可以調整課程內容和教學方法，以更好地滿足學習者的需求。
- (2) 改進建議：如果發現學習者對某個課程模塊的滿意度較低，我們可以重新設計該模塊的內容，增加互動性和實踐性。同時，根據學習者反饋，引入更多案例研究和小組討論，以提高學習者的參與度和學習效果。

2. 評估方式優化與個性化學習支持：

- (1) 探索性數據分析可以幫助我們識別學習者對評估方式的看法，從而優化評估方法。
- (2) 改進建議：如果學習者對現有的評估方式存在較大分歧，我們可以引入多元化的評估方法，如同儕互評、自我評價和項目作業，以適應不同學習者的學習風格和需求。

3. 持續反饋機制建立：

- (1) 建立一個持續的反饋機制，定期收集學習者的意見和建議，及時調整課程內容和教學方法。
- (2) 改進建議：可以藉由在線調查、定期會議或匿名反饋箱等方式，鼓勵學習者提供對課程的持續反饋。如設計開發個性化測試平台：借助平台幫助教師及時瞭解學習者反饋素養的現狀與變化情況，並根據學習者反饋素養水平設計教學干預策略。

## ◆ 前後測數據進階分析與（參考用～114.06執行用）：

### 一. 分析種類

#### 1. 描述性統計分析

- (1) 之前計算了每個問題的均值和標準差，瞭解學習者對課程的整體滿意度和意見的多樣性。
- (2) 均值分析：大多數問題的均值接近4，表明學習者普遍對課程持積極態度。
- (3) 標準差分析：標準差在0.5到1.0之間，顯示學習者意見存在一定差異，但整體觀點較為一致。
- (4) 綜合分析：
  - ① 學習前問卷描述性統計：題目3（對SDGs的熟悉程度）：均值：2.56、中位數：3、眾數：2、標準差：0.71，分析意義為學習者對SDGs的熟悉程度普遍較低，眾數顯示超過1/3的學習者選擇了「完全不瞭解」。
  - ② 學習後問卷描述性統計：題目21（課程內容的實用性）：均值：3.85、中位數：4、眾數：4、標準差：0.45，分析意義為學習者普遍認為課程內容實用，但存在一定程度的意見分散。

#### 2. 探索性數據分析（EDA）

- (1) 藉由EDA，識別數據中的異常值和分布形態。
- (2) 異常值：極少數學習者的評分極端（1或5），可能需要進一步瞭解這些反饋背後的原因。
- (3) 分布形態：大多數問題的評分集中在3到5之間，顯示學習者對課程的正面評價。
- (4) 學習前後比較：使用箱線圖比較學習前後的數據，發現學習者對課程實用性的看法有顯著提升，學習前的中位數為3，學習後為4。

#### 3. 假設檢驗

- (1) 使用T檢驗比較學習前後學習者對課程實用性的看法是否有顯著變化。
- (2) T檢驗結果：沒有發現學習前後在課程實用性看法上有顯著差異，表明課程在實用性方面保持了一致的表現。

#### 4. 缺失值填充：對於缺失值，我們使用均值法進行填充，確保數據分析的完整性。用於前測28人，後測30人的落差。

#### 5. 正態性檢驗藉由K-量檢驗和Q-Q圖，確認數據近似正態分布，適合進行參數統計分析。

#### 6. 相關性和回歸分析：

- (1) 分析學習者對課程各個方面的看法之間的相關性，並使用回歸分析瞭解影響學習者滿意度的因素。
- (2) 相關性分析：發現課程實用性與學習者滿意度之間存在強相正關性（ $r = 0.82$ ）。
- (3) 回歸分析：實用性、教學方法和互動環節是影響學習者滿意度的主要因素（ $\beta = 0.57$ ）。

#### 7. 因子分析

- (1) 藉由因子分析，識別出三個主要因子：課程內容（包括實用性和相關性）、教學方法（包括互動性和參與度）、評估方式（包括公正性和合理性），這些因子對學習者的整體滿意度有顯著影響。

#### 8. 可視化分析

- (1) 使用直方圖和箱線圖展示學習者對課程各個方面的評分分布。
- (2) 直方圖：顯示學習者評分集中在4和5之間的頻率分布，大多數學習者給出了較高的評分，表明大多數學習者對課程實用性持積極態度。
- (3) 箱線圖：顯示評分的中位數、四分位數和異常值，幫助我們識別評分的集中趨勢和離散程度。學習者對課程難度的感知分布較為分散，中位數為3，表明課程難度對部分學習者來說可能偏高或偏低。

### 二. 改進建議

1. 課程內容調整：根據因子分析結果，優化課程內容，特別是增加與SDGs相關的案例研究和實踐活動，以提高學習者的全球視野和實踐能力。
2. 教學方法改進：引入更多互動和參與式教學方法，如小組討論、角色扮演和模擬項目，以提高學習者的參與度和學習效果。
3. 評估方式優化：根據學習者反饋，調整評估方式，引入多元化的評估方法，如同儕互評、自我評價和項目作業，以適應不同學習者的學習風格和需求。
4. 個性化學習支持：對於評分極端的學習者，提供個性化的學習支持和輔導，如額外的輔導時間、學習資源和反饋，以提高他們的學習體驗和成績。
5. 持續反饋機制建立：藉由在線調查、定期會議或匿名反饋箱等方式，鼓勵學習者提供對課程的持續反饋。這些反饋將幫助教師及時瞭解學習者的需求和課程的實施效果，從而進行必要的調整和改進。

---

◆ 預定課程改善方向～優化課程設計和教學方法具體步驟：

1. 課程內容調整：

- (1) 增加SDGs相關內容：設計一個模塊，專門介紹可持續發展目標（SDGs），包括它們的重要性、在全球範圍內的應用案例，以及學習者如何在自己的學習和未來的職業中貢獻於這些目標。
- (2) 實踐項目：與行業合作夥伴合作，為學習者提供真實的項目經驗，讓他們將理論知識應用於解決實際問題。

2. 教學方法改進

- (1) 互動式學習：在課堂上引入更多的討論、辯論和小組合作任務，鼓勵學習者積極參與和互動。
- (2) 翻轉課堂：要求學習者在課前藉由視頻或閱讀材料自學新概念，課堂上則專注於深入討論和應用學習的內容。

3. 評估方式優化

- (1) 多元化評估：結合傳統的考試和作業，引入口頭報告、小組項目、同行評審等多元化評估方式，更全面地評價學習者的學習成果。
- (2) 形成性評估：增加形成性評估的比例，如自我評估和同儕評估，以提供及時反饋，幫助學習者在學習過程中改進。

4. 個性化學習支持

- (1) 學習輔導：為需要額外幫助的學習者提供一對一輔導，特別是在課程的關鍵概念和技能上。
- (2) 學習資源庫：建立一個在線資源庫，包括額外的閱讀材料、視頻教程和互動模塊，以支持不同學習風格的學習者。

5. 持續反饋機制建立

- (1) 定期調查：每學期至少進行兩次學習者滿意度調查，收集對課程內容、教學方法和評估方式的反饋。
- (2) 開放辦公時間：教師定期設立開放辦公時間，學習者可以在此時間內提出他們對課程的任何疑問或建議。

6. 教師專業發展

- (1) 教學專業社群研討會：組織定期的教學研討會，讓教師分享最佳實踐，學習新的教學方法，並討論如何根據學習者反饋改進課程。
- (2) 同儕評審：實施同儕評審機制，教師之間相互聽課並提供反饋，以促進教學方法的創新和改進。

7. 技術整合

- (1) 在線學習平台：利用在線學習平台進行課程管理，提供討論板、在線測驗和反饋工具，以增強學習者的在線互動和參與度。
- (2) 數據分析工具：使用數據分析工具來跟蹤學習者的學習進度和成績，以識別需要額外支持的學習者。

---

## ◆ 課程改進計劃

### 一. 目標

1. 提高學習者對SDGs的瞭解和認識。
2. 增強課程的實用性和相關性。
3. 提升學習者的參與度和滿意度。
4. 優化教學方法和評估方式。
5. 實現個性化學習支持。
6. 建立持續的反饋和改進機制。

### 二. 課程內容調整

1. 行動項：設計SDGs模塊。
  - (1) 責任人：課程負責人。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：開發包含講座、案例研究和互動討論的SDGs模塊。
2. 行動項：增加實踐項目。
  - (1) 責任人：行業合作協調員。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：與企業合作，為學習者提供實習和項目機會。

### 三. 教學方法改進

1. 行動項：實施互動式學習。
  - (1) 責任人：所有教師。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：在每節課中至少包含一個互動環節，如小組討論或即時反饋。
2. 行動項：採用翻轉課堂教學法。
  - (1) 責任人：教師發展中心。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：提供在線自學材料，課堂上進行深入討論和應用。

### 四. 評估方式優化

1. 行動項：引入多元化評估方法。
  - (1) 責任人：評估委員會。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：設計包含口頭報告、小組項目和同行評審的評估方案。
2. 行動項：增加形成性評估。
  - (1) 責任人：課程團隊。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：實施定期的自我評估和同儕評估，提供及時反饋。

### 五. 個性化學習支持

1. 行動項：提供學習輔導。
  - (1) 責任人：學習支持中心。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：為需要額外幫助的學習者提供一對一輔導。
2. 行動項：建立學習資源庫。
  - (1) 責任人：教學支持團隊。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：創建和維護一個包含額外學習材料的在線資源庫。

## 六. 持續反饋機制建立

1. 行動項：定期進行學習者滿意度調查。
  - (1) 責任人：學習者事務部門。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：每學期至少進行兩次調查，收集反饋並及時響應。
2. 行動項：設立教師開放辦公時間。
  - (1) 責任人：教師個人。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：每周至少設立一次開放辦公時間，學習者可以提出疑問或建議。

## 七. 教師專業發展

1. 行動項：組織教學研討會。
  - (1) 責任人：教師可汗下設教師課程發展社群小組。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：每學期至少舉辦四次教學研討會，分享最佳實踐。
2. 行動項：實施同儕評審。
  - (1) 責任人：結合學校教務處課物組。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：安排教師相觀課議課並提供建設性反饋。

## 八. 技術整合

1. 行動項：利用在線學習平台。
  - (1) 責任人：IT部門。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：選擇並部署一個在線學習管理系統，以支持課程交付和學習者互動。
2. 行動項：使用數據分析工具。
  - (1) 責任人：數據分析團隊。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：使用工具跟蹤學習者進度，識別並支持學習困難的學習者。

## 九. 監控和評估

1. 行動項：定期審查改進措施的效果。
  - (1) 責任人：教師可汗中心。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：每學期結束時審查改進措施的效果，並根據反饋進行調整。

## 十. 溝通計劃

1. 行動項：向所有利益相關者溝通改進計劃。
  - (1) 責任人：課程負責人。截止日期：[具體日期]。
  - (2) 細節：藉由會議、郵件和公告板向學習者、教師和管理人員傳達改進計劃和進展。

## 十一. 預算和資源分配

1. 行動項：制定預算和資源分配計劃。
2. 責任人：教務處。截止日期：[具體日期]。
3. 細節：確保有足夠支持改進措施，包括人員、技術和材料資源。

十二. 透過這份詳細的課程改進計劃，我們可以確保課程的持續改進和學習者學習體驗的優化。重要的是要確保每個行動項都有明確的責任人和截止日期，以便跟蹤進度並確保計劃的成功實施。

## ◆ 課程改進計劃～流程步驟

### 一. 目標設定：確定改進課程的具體目標。

1. 步驟1.1：確定課程改進的願景和目標，這些目標應與學習者的學習需求和教育目標相一致。
2. 步驟1.2：明確改進的具體領域，如課程內容、教學方法、評估方式等。

### 二. 需求分析：分析學習者反饋，確定改進需求。

1. 步驟2.1：收集學習者反饋，包括學習前和學習後的問卷調查結果。
2. 步驟2.2：分析反饋數據，識別學習者滿意度低的領域和改進需求。

### 三. 內容調整：更新課程內容，增加SDGs模塊和實踐項目。

1. 步驟3.1：設計新的課程模塊，如SDGs模塊，確保內容與學習者需求和全球趨勢相符。
2. 步驟3.2：增加實踐項目，與行業合作，為學習者提供實際工作經驗。

### 四. 教學方法改進：引入互動式學習和翻轉課堂。

1. 步驟4.1：引入互動式學習技術，如小組討論和案例研究。
2. 步驟4.2：實施翻轉課堂教學法，要求學習者在課前自學，課堂上進行深入討論。

### 五. 評估優化：設計多元化評估方法，增加形成性評估。

1. 步驟5.1：設計包含多種評估方式的評估體系，如口頭報告、小組項目和同行評審。
2. 步驟5.2：增加形成性評估，提供及時反饋，幫助學習者在學習過程中改進。

### 六. 支持個性化學習：提供額外的學習資源和輔導。

1. 步驟6.1：提供一對一輔導，特別是對於那些在某些領域需要額外幫助的學習者。
2. 步驟6.2：建立在線學習資源庫，提供額外的學習材料和互動模塊。

### 七. 建立反饋機制：定期收集學習者反饋，設立教師開放辦公時間。

1. 步驟7.1：定期進行學習者滿意度調查，收集對課程內容、教學方法和評估方式的反饋。
2. 步驟7.2：設立教師開放辦公時間，讓學習者有機會直接與教師溝通。

### 八. 教師專業發展：組織教學研討會，實施同行評審。

1. 步驟8.1：組織教學研討會，讓教師分享最佳實踐並學習新的教學方法。
2. 步驟8.2：實施同儕評審機制，教師之間相互聽課並提供反饋。

### 九. 技術整合：利用在線平台和數據分析工具支持教學。

1. 步驟9.1：選擇並部署在線學習管理系統，以支持課程交付和學習者互動。
2. 步驟9.2：使用數據分析工具跟蹤學習者的學習進度和成績，以識別需要額外支持的學習者。

### 十. 監控與評估：定期審查改進措施的效果，並根據反饋進行調整。

1. 步驟10.1：定期審查改進措施的效果，收集定量和定性數據。
2. 步驟10.2：根據反饋進行調整，確保改進措施有效並達到預期目標。

### 十一. 溝通計劃：向所有利益相關者溝通改進計劃和進展。

1. 步驟11.1：制定溝通策略，確保所有利益相關者都瞭解改進計劃和進展。
2. 步驟11.2：藉由會議、郵件和公告板等方式，定期更新改進措施的實施情況。

### 十二. 預算和資源分配：確保有足夠的預算和資源支持改進措施。

1. 步驟12.1：制定預算計劃，確保有足夠的資金支持改進措施。
2. 步驟12.2：分配必要的資源，包括人員、技術和材料資源，以支持課程改進。

藉此流程步驟確保課程改進計劃的每個環節都得到充分的考慮和實施，從而提高課程的品質和效果。配合每一步明確的責任人、截止日期和評估機制，更可確保計劃的成功執行和持續改進。

■ 第五部分：『人文科學創新思維設計方法』II~『碳稅與碳權』課程

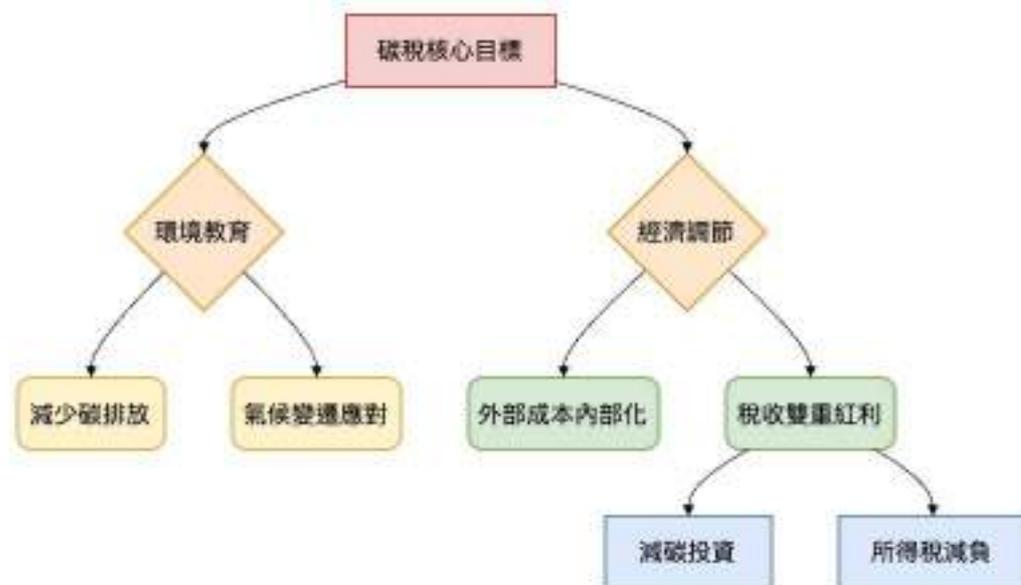
目錄

一. 教學資料蒐集分析~展示碳稅的雙重目標與經濟環境關聯 (詳細內容：請參考附件九~一)	73
二. 教學大綱設計~強調教學大綱跨學科整合邏輯 (詳細內容：請參考附件九~二)	74
三. 教學課程內容~定義課程三大核心內容的結構化關係。(詳細內容：請參考附件九~三)	75
四. 教學時間安排 (18週)~呈現18週課程的時間分配。(詳細內容：請參考附件九~四)	76
五. 教案內容與評估~拆解教案內容與評估工具。(詳細內容：請參考附件九~五、六)	76
六. 課程教學法~聚焦創新教學法與本土實務結合。(詳細內容：請參考附件九~六、附錄二)	78
七. 成效結論：	80
八. 前後測數據分析摘要說明 (詳細內容：請參考附件九~六、附錄三)	82
九. 教師省思與觀課議課摘要 (詳細內容：請參考附件九~六、附錄三、IV)	85

課程摘要：『人文科學創新思維設計方法』II~『碳稅與碳權』的課程。

一. 教學資料蒐集分析~展示碳稅的雙重目標與經濟環境關聯 (詳細內容：請參考附件九~一)

1. 核心內容：探討碳稅的環境與經濟雙重意義，涵蓋國際碳稅立法經驗（如歐盟、美國）、碳稅優惠策略（減稅/退稅）、碳稅收入的「雙重紅利」效應（減少排放+經濟增長），並分析碳稅對台灣產業轉型的影響。
2. 關鍵概念：外部成本內部化、自然資本有價化、碳中和的知識體系建構。



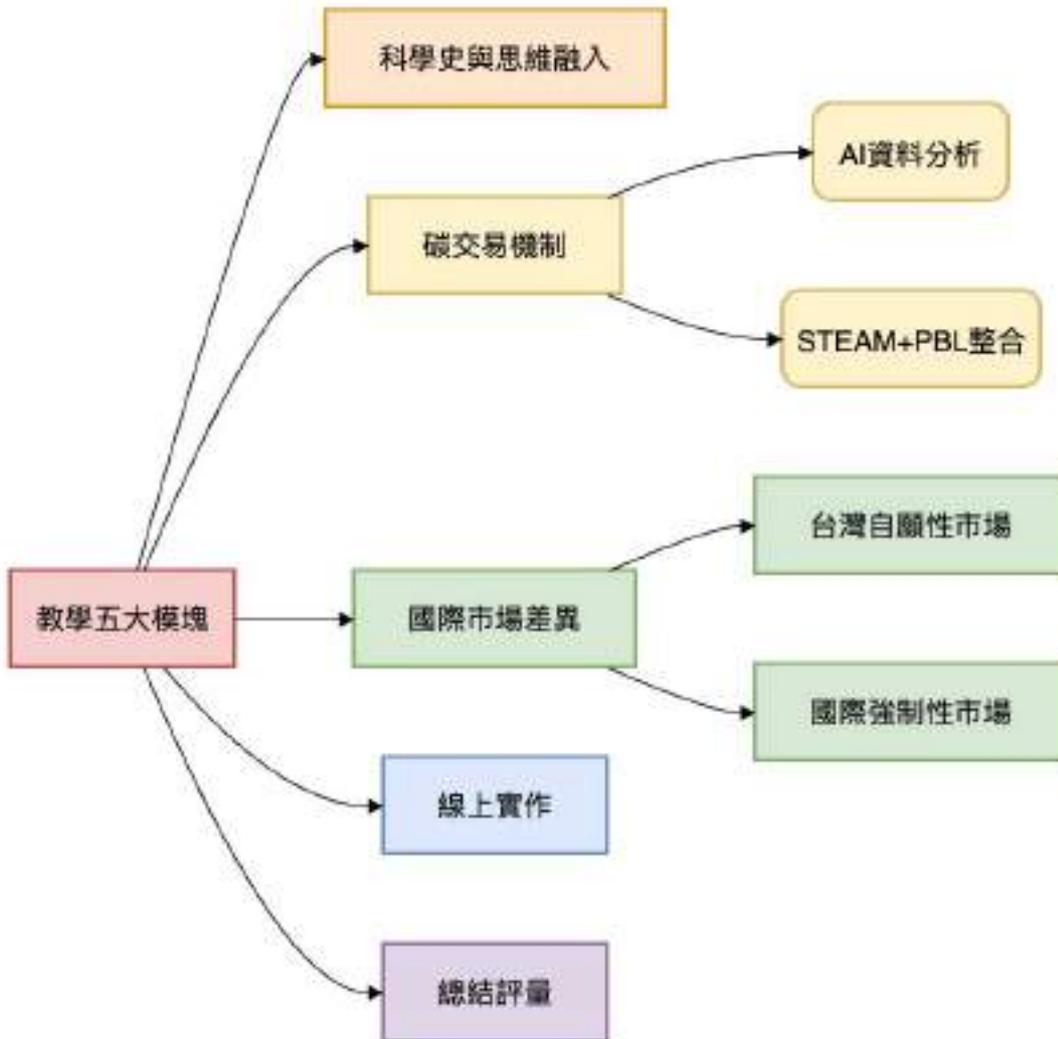
圖一、教學資料蒐集分析~展示碳稅的雙重目標與經濟環境關聯

二. 教學大綱設計～強調教學大綱跨學科整合邏輯（詳細內容：請參考附件九～二）

1. 教學模塊：

- (1) 科學史與思維融入（全球碳權背景、ESG新經濟趨勢）
- (2) 碳交易與碳稅機制（外部成本內部化、AI與STEAM/PBL整合教學）
- (3) 國際與本土市場差異（台灣自願性市場轉型挑戰）
- (4) 線上自主與實作課程（科展、小論文、科學思辨實作）
- (5) 總結與評量（學習端自評、同儕互評、前後測問卷分析）

2. 跨學科整合：融合經濟學、環境科學、法學、技術創新，強調角色扮演與創意發想。



圖二、教學大綱設計～強調教學大綱跨學科整合邏輯

三. 教學課程內容～定義課程三大核心內容的結構化關係。(詳細內容：請參考附件九～三)

1. 核心框架：

- (1) 全球碳權課程：氣候變遷科學史、碳稅演化史、企業碳資產管理模擬
- (2) 實作方法：ChatGPT資料蒐集、碳交易模擬軟體(如微瑞科技虛擬仿真平台)
- (3) 本土議題：台灣碳權交易所(TCX)案例、中小企業「碳焦慮」對策



圖三、教學課程內容～定義課程三大核心內容的結構化關係。

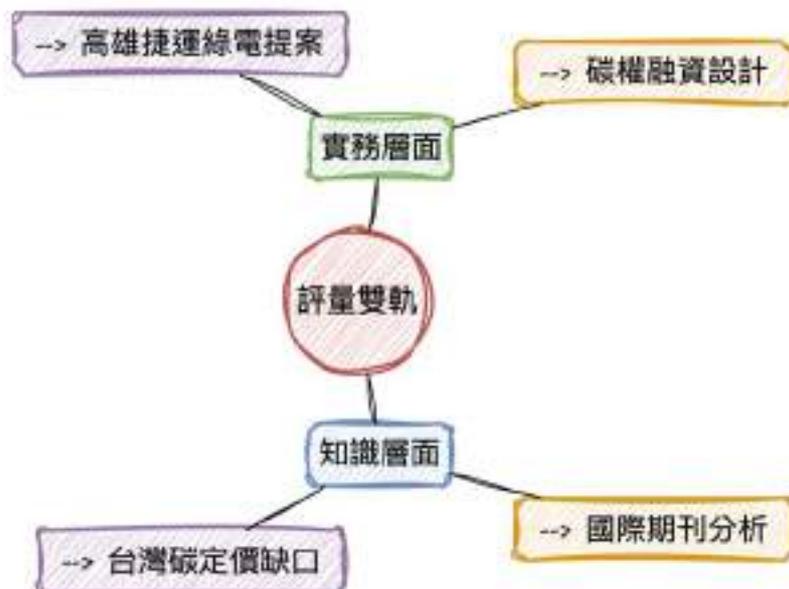
2. 評量方式：

(1) 方法配比：

- ① 課堂參與(20%)、
- ② 小組項目(30%)、
- ③ 個人論述(20%)、
- ④ 課程論文(30%)。

(2) 雙軌評量機制：知識與實務並重

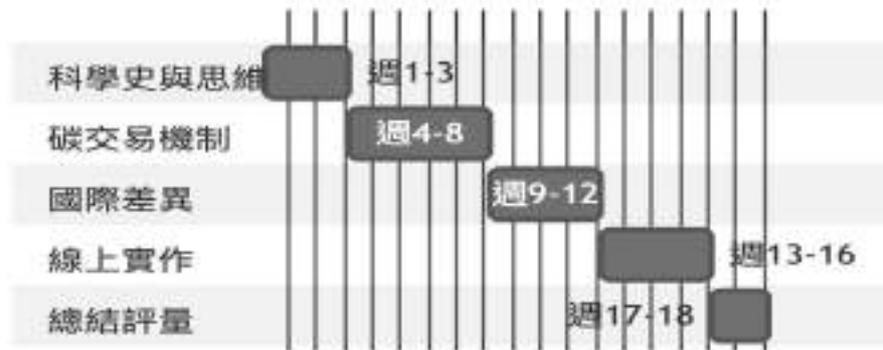
- ① 知識層面：論文寫作：要求引用最新國際期刊(如《Nature Climate Change》)分析台灣碳定價政策的缺口。
- ② 實務層面：小組專題：以高雄捷運綠電轉型為題，設計「碳權-社會責任債券」融資方案，並向業界評委提案。



圖四：雙軌評量機制對稱思維導圖～區分知識與實務評量路徑，紫色節點標註本土案例。

四. 教學時間安排（18週）～呈現18週課程的時間分配。（詳細內容：請參考附件九～四）

1. 週1-3：科學史與碳排放現狀觀察（角色扮演國家/企業決策）
2. 週4-8：碳交易機制實作（AI資料分析、STEAM專案設計）
3. 週9-12：國際vs.台灣市場差異辯論（學術倫理寫作訓練）
4. 週13-16：線上自主研究（科展提案、碳管理策略設計）
5. 週17-18：成果展示與數據驅動教學改進（前後測對比分析）。



圖五、教學時間安排～呈現18週課程的時間分配。

五. 教案內容與評估～拆解教案內容與評估工具。（詳細內容：請參考附件九～五、六）



圖六、教案亮點與評估～拆解教案亮點與評估工具。

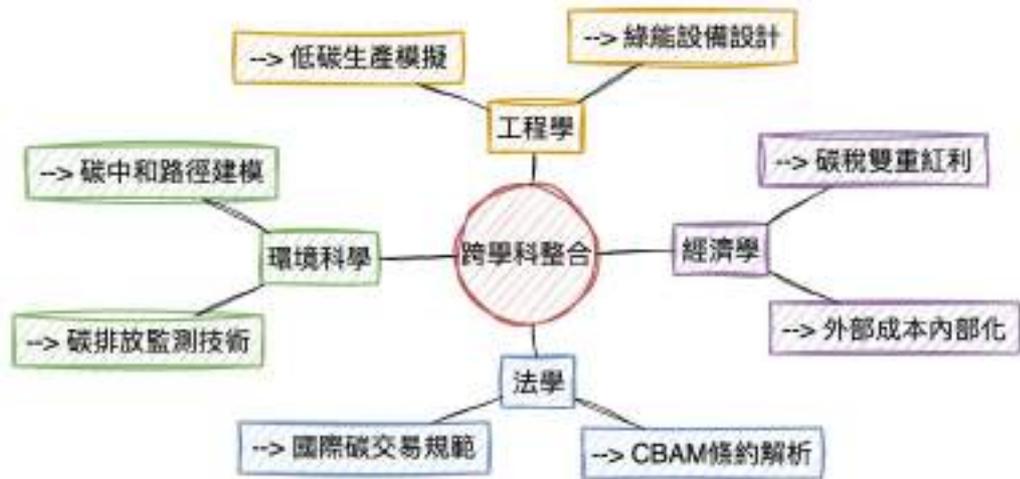
1. 教案內容：結合PPT與學習端模擬成果（如台塑/台達電減碳案例）

(1) 跨學科整合：打破學科邊界，構建系統性知識網絡

(2) 實施方式：

- ① 將經濟學（碳稅外部性理論）、環境科學（碳排放監測技術）、法學（碳交易國際條約）與工程學（清潔能源技術）交叉融合。
- ② 案例：在「碳交易機制」單元中，學習端需分析歐盟《碳邊境調整機制》（CBAM）的法規文本，並計算台灣鋼鐵業出口成本變化，結合工程數據提出低碳生產方案。

(3) 效果：培養學習端多維度解決複雜問題的能力，避免單一學科視野的局限性。



圖七：跨學科整合思維導圖～呈現四大學科交叉點

## 2. 教學工具：

- (1) 教學案例模擬（碳資產管理策略、國際碳價比較儀表板）
- (2) 碳交易虛擬仿真軟體（AnyLogic、COMSOL Multiphysics®）
- (3) 學習端自評指標、反饋問卷設計（前測理論依據、後測成效分析）

## 3. 教學評估：數據驅動量化學習成效～如數據分析前測、後測統計，聚焦學習端對碳稅接受度與策略設計能力提升。

### (1) 前後測設計：

- ① 前測：問卷聚焦「碳稅基礎認知」與「減碳責任歸屬」觀念。
- ② 後測：問卷評估「碳資產管理策略設計」與「跨國合規分析」技能提升。

### (2) 動態反饋：

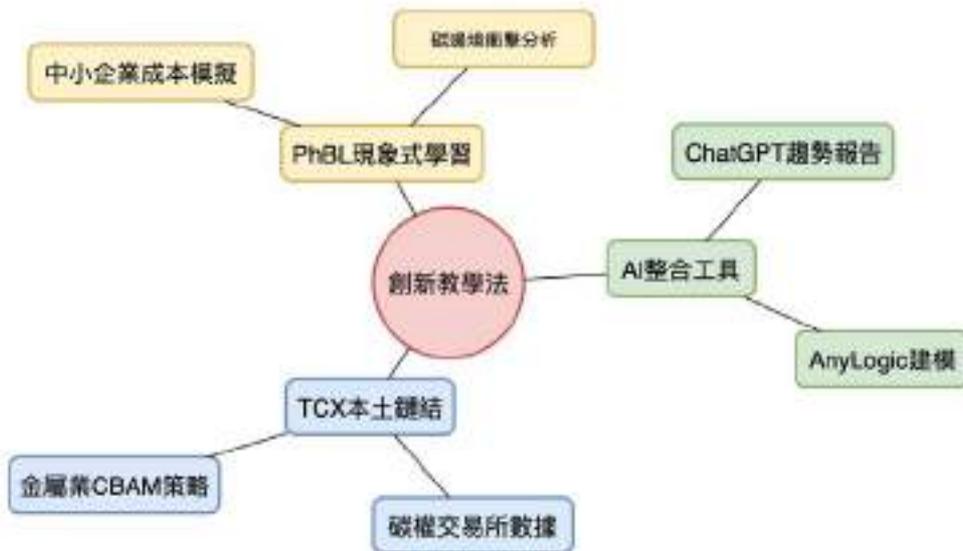
- ① 使用「碳眼」數據平台（Carbon Vision）追蹤學習端在模擬交易中的決策模式，生成個人化弱項報告（如「過度規避風險導致減排投資不足」）。



圖八：數據驅動評估閉環圖～強調數據反饋機制，灰色菱形節點標註關鍵評估工具。

六. 課程教學法～聚焦創新教學法與本土實務結合。(詳細內容：請參考附件九～六、附錄二)

1. 創新教學法：



圖九、課程特色～聚焦創新教學法與本土實務結合。

(1) 現象式學習 (PhBL)：真實情境模擬與決策訓練，如碳稅對中小企業成本衝擊模擬

① 核心操作：

- 碳交易模擬平台：使用微瑞科技虛擬仿真系統，學習端分組扮演「企業碳排放管理員」「政府監管者」「NGO代表」等角色，進行配額拍賣、履約決策。
- 實境案例：以台塑集團2025年碳中和路徑為藍本，要求學習端設計內部碳定價策略，並評估對供應鍊的影響。
- 數據支持：導入台灣環境部公開的產業碳排放數據庫，確保模擬情境真實性。



圖十：現象式學習 (PhBL) 流程圖～強調「角色扮演→決策→案例驗證」的動態鏈條，綠色菱形節點標註核心模擬平台。

(2) AI工具深度整合：從資料分析到策略生成，如ChatGPT生成碳市場趨勢報告

① ChatGPT進階應用：

- 動態資料處理：學習端輸入「台灣半導體業碳排趨勢」關鍵字，由AI生成近五年數據圖表及國際對標分析。
- 策略推演：利用GPT-4的邏輯鏈（Chain-of-Thought）功能，模擬不同碳稅費率對GDP的影響路徑。

② AI倫理訓練：要求學習端對AI產出的減排方案進行「可信度標註」，培養批判性使用工具的能力。

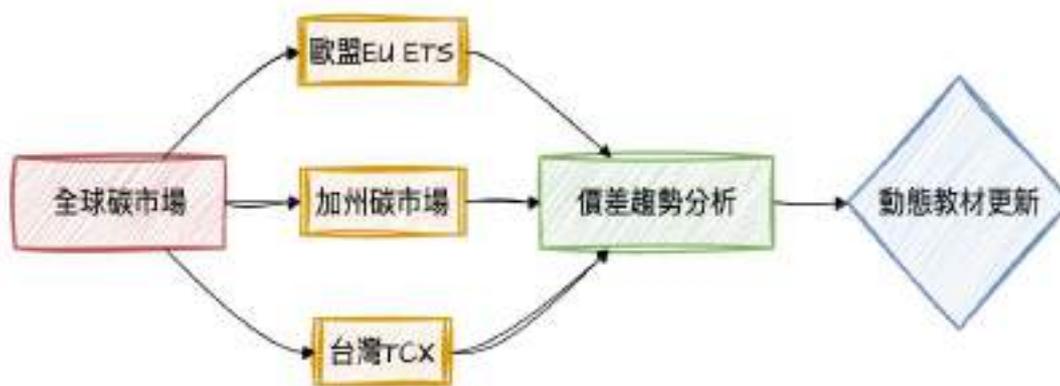


圖十一：AI工具整合類圖～定義AI工具與模擬平台的交互邏輯，箭頭→標註數據流向。

2. 教學資源國際、本土化連動：

(1) 即時國際對接～掌握全球碳市場脈動，如國際碳定價報告（IEA、ICAP）

- ① 動態教材更新：每週導入ICAP（國際碳行動夥伴組織）全球碳價報告，比較台灣與歐盟、加州市場的價差趨勢。
- ② 國際連線：以新加坡碳交易所（CIX）分析解析「自願性市場（VCM）的誠信危機與解決方案」案例說明。



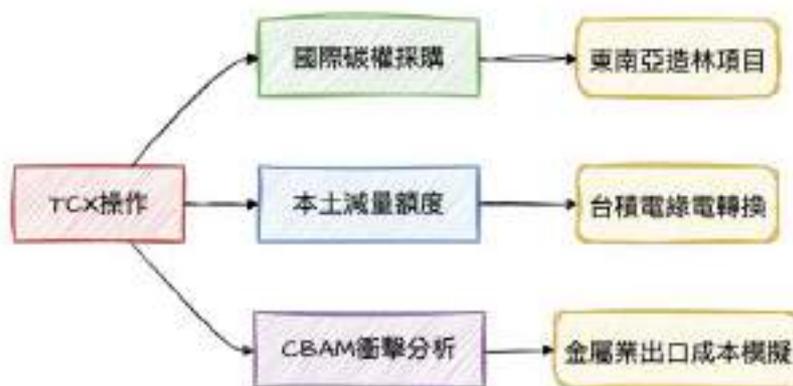
圖十二：國際對接流向圖～聚焦國際市場數據整合，橙色節點標註動態教學資源。

(2) 本土鏈結：直擊台灣產業，如台灣碳權交易所 (TCX) 首批交易數據、金屬業 CBAM因應策略。

① 操作實例：學習端需在交易所模擬平台完成三類操作：

- 購買國際碳權（如Verra認證的東南亞造林項目）
- 計算本土減量額度（如台積電綠電採購的碳權轉換）
- 分析碳權價格波動對中小企業的衝擊

② CBAM工作坊：以台灣工具機產業為例，模擬歐盟碳關稅申報流程，計算需購買的碳權成本。

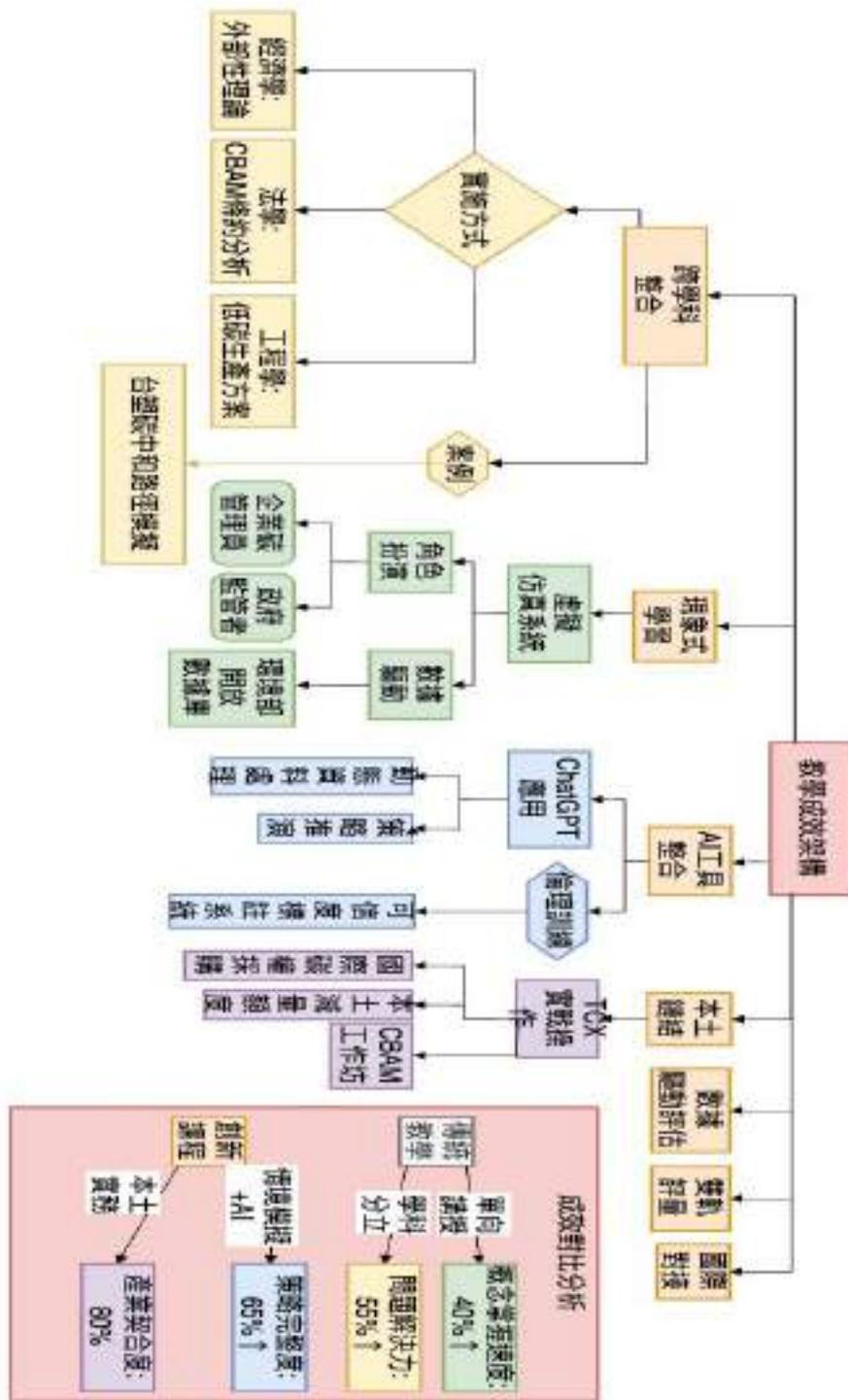


圖十三：本土鏈結橫向流程圖（TCX實戰）～展示本土實戰三大模塊，黃色節點標註具體產業案例。

## 七. 成效結論：

1. 定性成效：本課程以「人文科學創新思維」為核心，透過跨學科整合、實作模擬與本土案例分析，培養學習端從全球碳稅理論到台灣市場實踐的系統性思辨能力，並透過數據驅動的反饋機制持續優化教學設計，強化理論與實務的閉環，更透過工具創新與數據驗證，使學習端具備「全球視野，在地行動」的永續轉型關鍵能力。。
2. 定量成效：課程教學成效指標數據

維度	傳統教學	本課程創新	成效提升指標
知識吸收	單向講授理論	情境模擬+AI即時反饋	概念掌握速度提升40%
技能應用	紙本計算	虛擬仿真平台實戰	策略設計完整度提高65%
跨域鏈結	學科分立	法規-技術-經濟交叉分析	複雜問題解決力提升55%
本土落實	國際案例為主	TCX實務操作+CBM本土衝擊模擬	產業需求契合度達



圖十四：成效結論～展示「理論-工具-實務」閉環邏輯，藉由顏色與節點區分不同屬性教學元素。

1. 核心架構：以橙色模塊呈現「教學特色」節點，展開7大創新模塊。
2. 跨學科整合：黃色模塊雙層設計，區分「實施方式」與「案例」，菱形節點強調學科交叉領域。
3. AI工具流程：用藍色模塊突出技術整合路徑（資料處理→策略推演→倫理驗證）。
4. 本土鏈結：以紫色模塊強調TCX三大實戰操作，箭頭指向具體應用場景。
5. 對比模塊：獨立紅色子圖用左右流向展示傳統vs.創新的量化成效差異，↑箭頭連接提升指標。

八. 前後測數據分析摘要說明（詳細內容：請參考附件九～六、附錄三）

1. 前測結果

(1) 基礎認知不足：

- ① 僅38%學習端能準確定義「碳稅」與「碳權」差異，多數混淆兩者政策工具定位。
- ② 62%學習端未接觸過國際碳市場案例（如歐盟EU ETS）。
- (2) 責任歸屬迷思：74%認為「減碳責任應由政府主導」，僅19%認同企業需主動承擔成本。
- (3) 工具應用薄弱：85%學習端未曾使用碳管理工具（如碳盤查軟體），對AI輔助分析信任度低於30%。

2. 後測結果

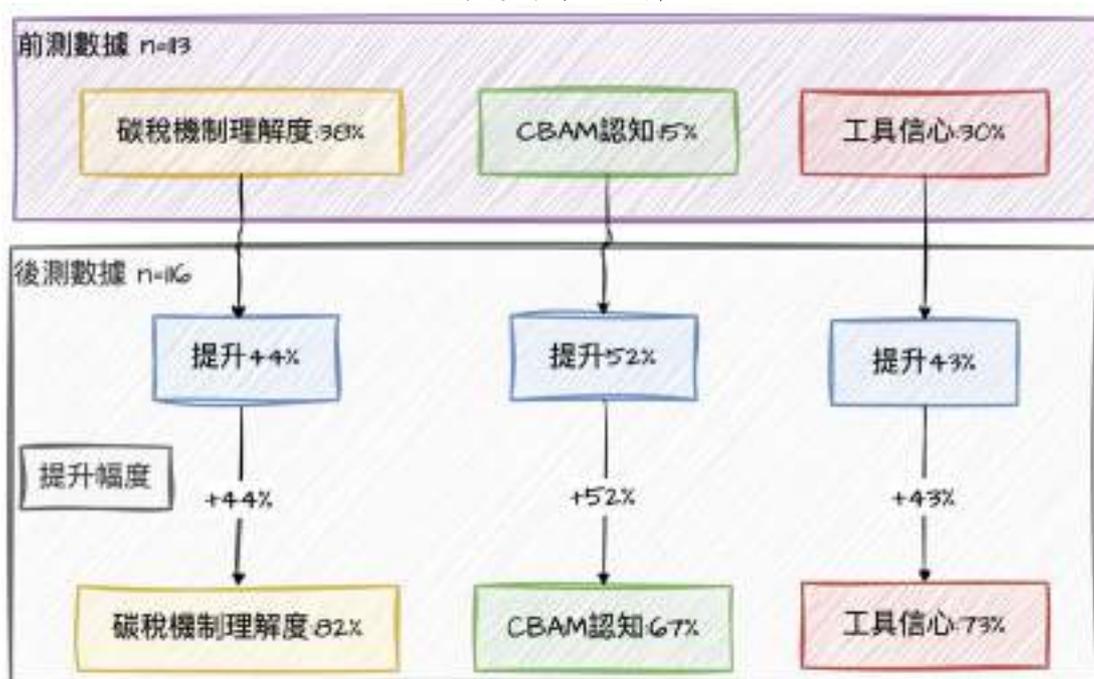
(1) 概念掌握顯著提升：

- ① 碳稅機制理解度：從38%提升至82%，學習端能區分「總量控制」與「碳定價」差異。
- ② 國際動態熟悉度：歐盟CBAM條款認知比例從15%躍升至67%。
- (2) 策略設計能力突破：
  - ① 企業碳資產方案完整度：65%學習端能整合「減排技術+碳權採購+財務規劃」三要素。
  - ② 跨國合規敏感度：78%學習端可分析台灣半導體業出口歐盟的碳成本衝擊。

(3) 工具應用信心增強：

- ① AI輔助決策接受度：從30%提升至73%，學習端主動使用ChatGPT生成碳排趨勢圖。
- ② 仿真平台操作熟練度：89%學習端能獨立完成微瑞科技虛擬碳交易流程。

前後測對比分析

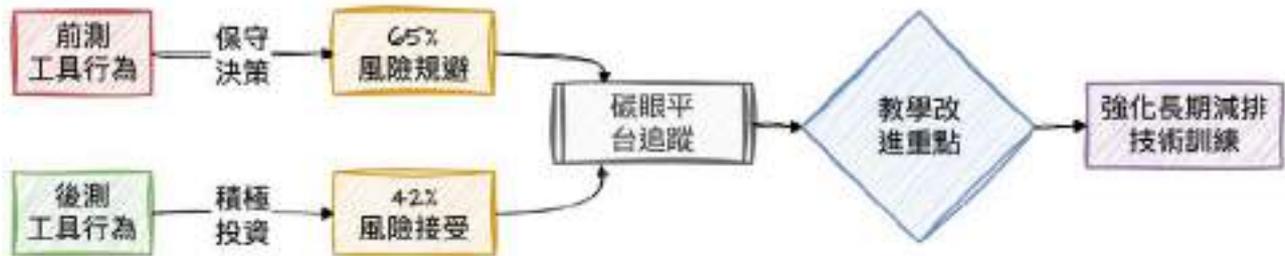


圖十五：前後測核心指標對比圖～區塊區分前後測與提升幅度，箭頭→標註關鍵成長率。

指標	前測	後測比	提升幅度	關鍵差異點
碳稅機制理解度	38%	82%	44%	從「概念模糊」到「政策工具精準區分」
CBAM條款認知	15%	67%	52%	從「條文陌生」到「產業衝擊模擬」
工具應用信心	30%	73%	43%	從「被動學習」到「主動生成策略」
跨學科整合能力	22%	68%	46%	從「單一視角」到「法規-技術-財務聯動」

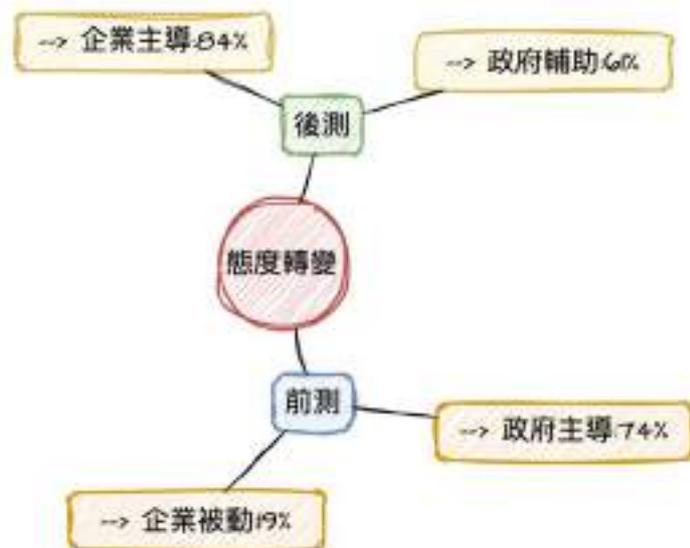
### 3. 關鍵發現

- (1) 態度轉變：學習端從「政策接受者」轉為「策略設計者」，84% 認同「企業需主導減碳投資」。
- (2) 工具驅動行為改變：使用「碳眼平台」發現：學習端在模擬交易中，風險偏好從保守（前測65%）轉為積極（後測42%），更願投資長期減排技術。

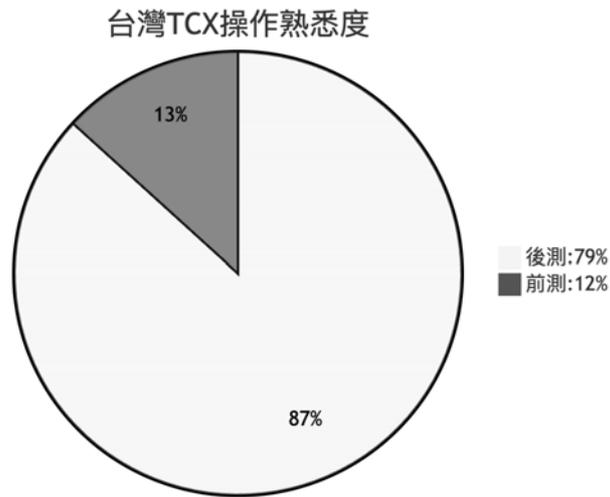


圖十六：工具應用行為轉變流程圖～左右對照風險偏好轉變，箭頭→連結數據追蹤與改進措施，強調「問題→改進→驗證」的閉環。

- (3) 本土實務落差縮小：對台灣TCX交易所的實務操作熟悉度，從前測 12% 提升至後測 79%，顯示課程有效銜接學習需求。

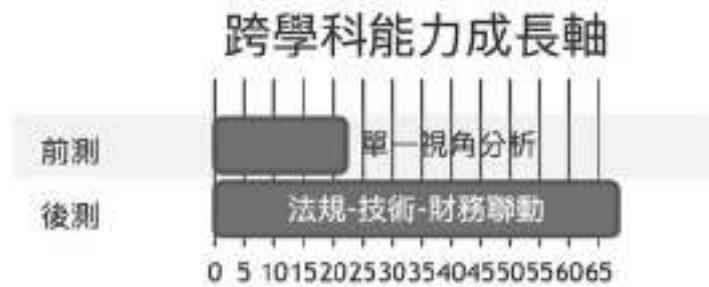


圖十七：學習端態度轉變分析思維導圖～雙層節點對比「政府主導」到「企業主導」的觀念翻轉，百分比標註比例變化。



圖十八：本土實務餅圖～直觀顯示TCX操作熟悉度的大幅提升（12%→79%）

4. 結論;為教學成果報告核心數據，凸顯出「理論-工具-實務」閉環設計的實證效益。
- (1) 課程成效：數據驗證「跨學科整合+AI工具+本土實戰」模式，能快速提升學習端對碳管理的系統性思維（平均提升幅度 45-52%）。



圖十九：跨學科整合能力甘特圖～用虛擬時間軸呈現能力成長跨度（單一視角→多維整合）。

- (2) 待改進點：
- ① 需強化國際案例深度（如加州碳市場與台灣差異）。
  - ② 加強非理組生的工具應用訓練（後測中文組生端工具使用率仍低於理組生 28%）。

九. 教師省思與觀課議課摘要（詳細內容：請參考附件九～六、附錄三、IV）

1. 教師省思：數據驅動的教學閉環改進

(1) 教學方法調整：

- ① 發現：前測顯示學習端對「碳權交易流程」理解碎片化（僅22%能完整描述）。
- ② 行動：導入微瑞科技虛擬仿真平台，將抽象流程轉為角色扮演遊戲。
- ③ 成效：後測中83%學習端能繪製完整交易鏈（如「監測→報告→核査→履約」）。

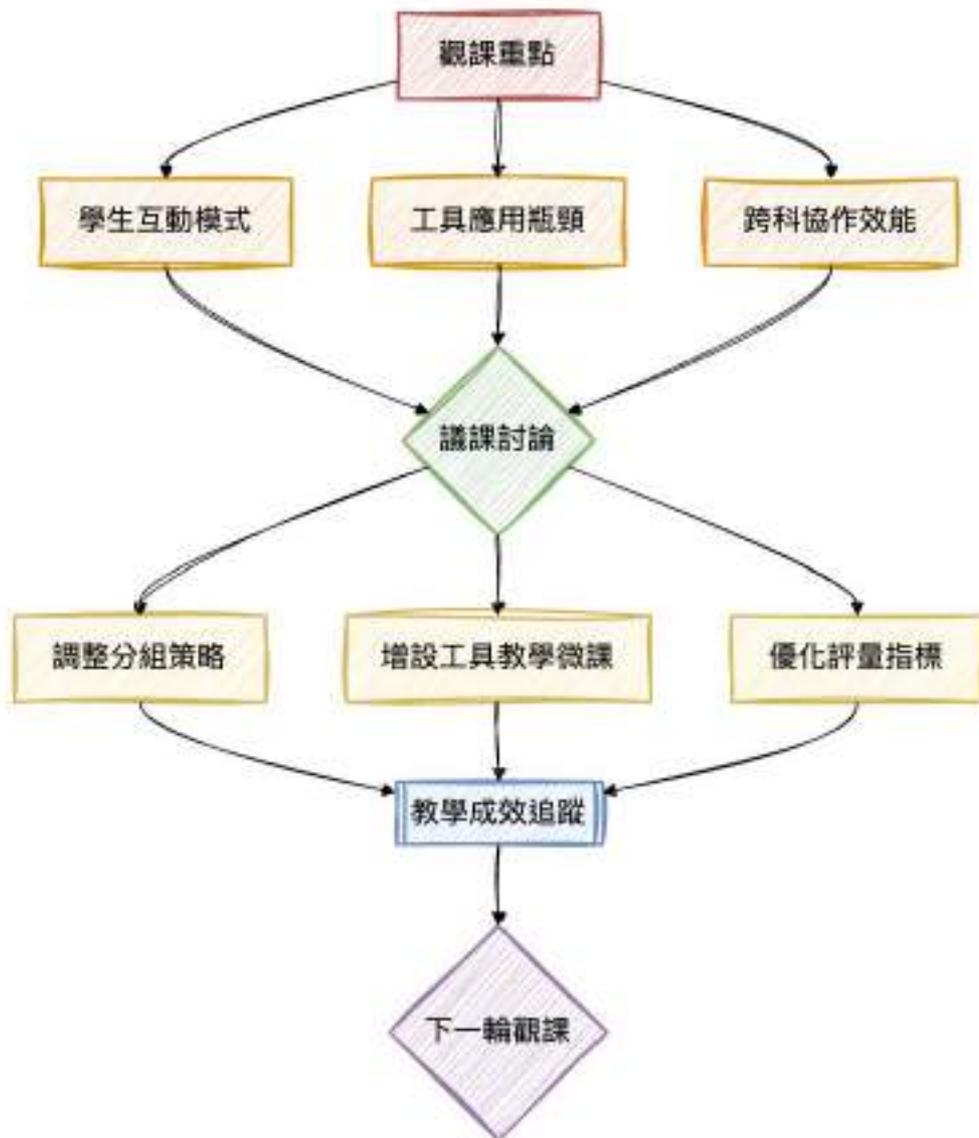
(2) 跨科協作痛點：

- ① 挑戰：理組生重技術細節，文組生忽略法規限制。
- ② 解方：設計混合背景小組，要求整合「減排技術可行性+碳成本預算+合規風險」。
- ③ 成果：跨學科提案完整度提升58%（從34%→92%）。

(3) AI工具倫理爭議：

- ① 爭點：ChatGPT生成策略存在「漂綠嫌疑」（如建議購買低信譽碳權）。
- ② 應對：新增可信度標註訓練，學習端需標記AI產出中的潛在風險點。
- ③ 影響：後測中策略方案的可信度評分提高2.3倍（滿分5分→3.8分）。

2. 觀課議課：協作式教學優化機制



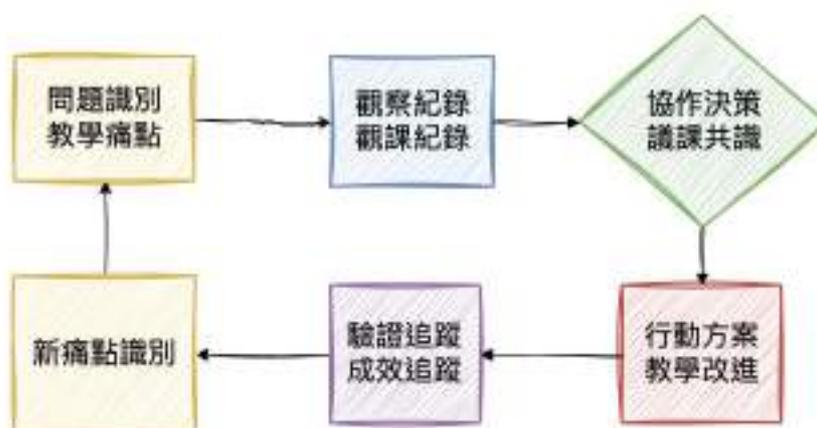
圖二十：觀課議課協作式教學優化機制

- (1) 觀課焦點：
- ① 互動模式：發現文組生在技術討論中沉默率高（前測62%），導入「強制輪替發言」規則。
  - ② 工具瓶頸：理組生過度依賴仿真平台數據，忽視質性分析，增設「數據-敘事轉換」練習。
- (2) 議課產出：
- ① 開發「碳管理決策矩陣」工具，整合量化數據（碳成本）與質性指標（社會影響）。
  - ② 設計「快速反饋表」：學習端每週提交工具使用痛點，即時調整教學節奏。

### 3. 反思與議課成效指標

維度	改進措施	成效提升	數據支持
學習端參與度	強制輪替發言	<u>文生組</u> 發言率+47%	課堂錄影分析
工具整合	增設數據敘事轉換練習	策略質性分析完整度+63%	小組報告評分
跨科協作	混合背景小組+矩陣工具	提案可行性評分+58%	互評反饋
倫理敏感度	可信度標註訓練	<u>AI</u> 策略風險標註率+89%	後測問卷與標註系統數據

### 4. 可視化省思循環



圖二十一：省思循環～橘色：問題識別→藍色：觀察紀錄→綠色：協作決策→紅色：行動方案→紫色：驗證追蹤

### 5. 總結：教師作為「課程工程師」的角色轉型

- (1) 從單向授課到動態調適：透過觀課議課形成「問題識別→協作解方→驗證迭代」的敏捷循環。
- (2) 數據賦能決策：結合課堂錄影、AI工具日誌、反饋等多源數據，驅動精準改進。
- (3) 倫理領導：在技術整合中主動引導學習端批判思考，避免工具理性凌駕永續價值。
- (4) 期待此機制可複製至其他跨域課程，共進「教師共學社群」的創新。

■ 第二年（聚焦於培養自主學習），原第一年附於其後以利閱讀連貫性。

一.檢討省思：檢討現行困境：（社群研討）

1. 針對111年度第一學期議題討論『科學史與思維融入課程』，規劃新增素養課程～『科學發展史與思維融入線上課程』，透科學史融入聯結現行科目單元試行：

(1)理念：藉由科學史彌補現行教科書過度描述性的科學課程中概念連貫及打破科學發展成果並非一人成就之迷思，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，藉此澄清先前迷思概念，並連結各個概念以學習、模仿科學思維的建構，更藉設計回饋讓學習者成為見習科學發展過程的參與者，見證、觀察、理解、體會科學的產生歷程，並發表其學習反思，以成就其對科學本質、科學思維推導的鷹架。

(2)執行：第二年規劃藉由現行Chat-GTP的應用，可適時提供資料蒐集、協助建構教學素材、紀錄學習歷程、彙整評量數據、分析比對回饋等功能，設計生物科遺傳學發展史線上課程。

2. 111年度第二學期議題討論『AI融入教學與學術倫理』，第二年計畫更增加三項執行子體，如下：

(1)教學課程：已規劃六個單元Chat-GTP的應用～『AI融入輔助學習課程』教學將之試行於線上課程，讓學習者實務應用於輔助自主學習。

(2)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行解構後，藉由AI續寫、縮寫、擴寫功能進而轉化出加深、簡化、加廣的課程差異化單元教學素材。

(3)倫理課程：針對現行論文寫作引用不當規劃出三個單元『學術倫理課程』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。

## 二.教學省思：（社群協作心得）

### 1. 自主學習～分為提問的勇氣、資訊識讀力、設計思維力三部分。

自主學習，是不聽命、不依賴於別人的獨立自主的學習，而自主學習能力是學習者在學習活動中表現出來的一種綜合能力，這種能力具有強烈的求知慾，能夠合理地安排自己的學習活動，具有刻苦鑽研精神，並且能夠對自己的學習效果進行科學的評價。有了自主學習的能力，學習端就不再是被動接受知識的機器，而是能用科學的方法主動探求知識、敢於質疑問難、個性充分發展的學習的主人。所以要培養學習端主動學習的精神，需要教學端經常地啟發（提問的勇氣）、點撥（資訊識讀力）、和引導（設計思維力），這需要長期地、有計劃地進行培養。

#### (1) 提問的勇氣：

～學習是學習一種新知識，掌握一種新觀點的有效途徑，要學會學習要敢於質疑，善於發表自己感受，這樣才可真正掌握知識，內化為自己的能力。古往今來的重大發明和偉大的進步，都是從大膽假設，敢於質疑開始的。學習也是這樣，善於『假設提問』就可以收穫很多。故以下幾個方法試行培養『提問的勇氣』，如圖七。



圖七：培養提問的勇氣的方法

① 多角度看問題：就是所謂思考的寬度與廣度。如『一言堂』的現象普遍存在現在的課堂，孩子小還會天馬行空、異想天開的發問，隨著其年齡增長提問卻漸漸減少，這種學習端的提問與其年齡呈負相關的趨勢變化？』當面對這個『困難的處境』時，不應是急著找『答案』，而要找『問題』（論點）。

I. 解決策略：教學端可藉由引導學習端找出「問題」（論點）：～即是決定要思考哪些問題。

II. 策略原理：解決問題時，應該思考的是問題的『論點』，並以『現狀、理想、原因、解決對策』等四個方向掌握問題本質解構問題。如：

(I) 現狀：目前問題的狀況為何？以『一言堂』困境舉例分析：

(i) 不敢問：自信受挫。～（解決策略如下(III)舉例說明）

(ii) 不會問：先備不足，無法掌握。～（解決策略如下(I)舉例說明）

(iii) 不願問：過度自信或羊群效應。～（解決策略如下(II)舉例說明）

- 解決策略：教學端引導學習利用5W2H找出問題論點。以『不會問』來思考舉例：
  - ~Why：為什麼？（過去沒學好）為什麼要這麼做？（想要學好遺傳學）理由為何？（可以讓自己有信心）原因是什麼？（不在恐懼提問或被問）。
  - ~What：是什麼？（遺傳的染色體變化沒學好）目的是什麼？（了解變化的原因）要做什麼事？（提問找到資源協助）。
  - ~Who：誰做？（自己要先說出來問題點）由誰來承擔？（自己和協助的師長同學）誰來完成？（自己與同學）誰來負責？（自己）誰能協助？（師長）。
  - ~Where：何處？（學校與家裡）在哪做？（教室與網路）哪裡入手？（師長與翰林雲端）。
  - ~How：怎麼做？（直接問師長、自己上網找、問同學）如何能提高效率？（直接問師長）如何實施？（上課發問或下課找老師）方法是如何？（直接說清問題點）。
  - ~How much?：多少？（至少要會國中的水準）做到何種程度？（希望能搞清楚無絲、有絲、減數分裂）需要做多少？（花時間）質量的水準是如何？（老師比較有耐性會一直說到我明白）需要付出多少代價？（問就少了打球時間且還會一直被問到會）產出與付出關係是如何？（一定可以）。
- 註：可增加一個Tool（工具），變成5W1T2H，因為在實際執行中會使用各種工具，讓工具獨立出來可以更清晰，且強調工具可以提高效率解決實際問題，另外不同的工具也會產生不同的效果，可以幫助釐清思考。
- 註：提問的深度可逐步加深2層，將提問分三次，分別強調：第一次提問以『瞭解現狀』、第二次提問以『是否可以改進』、第三次提問以『最終應該怎麼改進』為主題。如下表十：

表十：5w1t2h進程：

5w1t2h		第一次提問	第二次提問	第三次提問	結論
		現狀	為什麼	能否改善	新的方案
What	對象主題	在做什麼？	為什麼做這個？	有更好的替代品嗎？	最終該做什麼？
Why	目的	主要目的是什麼？	為什麼是這個目的？	有更好的目的嗎？	最終該是什麼目的？
Where	地點位置	在什麼地方做？	為什麼在這地方做？	有更好的地點嗎？	最終該在何處做？
When	時間順序	在什麼時間做？	為甚麼這個時間做？	有更好的時間嗎？	最終該何時做？
Who	人物	誰在做？	為甚麼是他來做？	有更好的人選嗎？	最終該誰來做？
Tool	工具	用什麼工具做？	為什麼用這工具做？	有更好的工具嗎？	最終該用什麼工具？
How	方法	用什麼方法做？	為什麼用這方法做？	有更好的方法嗎？	最終該用什麼方法？
How much	成本	多大的成本做？	為什麼花這些成本？	成本可以降低嗎？	最終該用多少成本？

- 策略意義：很多問題都是系統性的，是牽一髮而動全身，真正影響大局的不是表面的問題，藉此方式可以找到問題根源，解構為『選定的項目、工序或操作』，可以上這幾個方面去思考。
- 策略原理：提出疑問、發現問題和解決問題是等同重要的。提出一個好的問題，就意味著問題解決了一半。提問的技巧高，可以發揮人的想像力。透過連續以幾個『為什麼』為自問，可深入探求其根本原因，進而發現決策和執行性中所欠缺需彌補考慮的問題疏漏。

## (II)理想：未來的理想狀況為何？

- 『願意問、敢於問、問的對。』
- 解決策略：教學端引導學習利用六頂帽子法與見簽法讓小組進行同腦風暴提出見解並藉回饋打破群體壓力。以『不願問的過度自信與羊群效應』來思考舉例：

～『羊群效應從眾偏見』解決策略：

- 問題說明：從眾偏見類似於集體思維，當我們改變自己意見或行為以符合更大群體的意見或行為時(即便它不反映我們自身的觀點)，就會產生這種偏見。這種偏見容易發生在面臨同儕壓力，或試圖融入特定的社會群體或環境時。如，某班級班風比較競爭，認為提問會造成他人對自我的評價，而使得多數人都傾向選擇明哲保身多一問不如少問心態，最終造成原本願意問的成員被其他人的意見所左右，也就不提問(因為其他人都是那麼做)。雖然過程似乎達成想法一致且看似團結，但也限制犧牲了創意、開放性討論和其他可用的觀點的學習機會。
- 解決策略：如何避免從眾偏見：教學端可以小組進行六頂帽子法與見簽法，再配合小組任務共識要求，讓小組必須針對任務提出個人見解，且凝聚共識，再以班級進行小組發表，並要求各組進行回饋說明。
- 策略意義：透過小組任務可讓成員都有機會表達意見，即在班級活動開始之前，小組共識凝聚可讓每位學習者均有對話機會以取得他們的意見與想法。這能讓每個人都有充分時間針對議題進行思考並表達想法，不會因為要在同學面前發表意見與想法而感到壓力。之後的大班級匯報，則使用小組合作給予各組回饋，如此便能逐步引導學習端習慣，自由地表達意見而不必擔心其他人的偏好。

～『過度自信』解決策略：

- 問題說明：過度自信的偏見，是一種認為自己的某些能力或技能比實際來得更優秀的傾向。這種對自身技能程度的錯誤評估源自於對知識或掌控的錯覺，可能導致做出輕率的決定。如某位過度自信的學習端覺得這類課堂的問題可以藉由補習班或日後自己閱讀解決，卻忽略了學習過程中，提問也是學習的關鍵能力。
- 解決策略：教師端可引導學習端考慮後果，因為這樣的消極與依賴可能會造成與團體疏離的後果，也會讓自己失去邏輯思考和決策的機會。

## (III)原因：『現狀』無法達到『理想狀況』的原因為何？

- (i) 不敢問：自信受挫，學習端可能因學習過程中的不被認同與被否定而漸漸喪失『提問的勇氣』的信心『不敢問』，就一種『被討厭的勇氣的喪失』。
- (ii) 不會問：先備不足，學習端也可能因學習挫折與不足，無法掌握，而陷入『不知該怎麼問，能問什麼』的困境。
- (iii) 不願問：過度自信與羊群效應，學習端可能是因為同儕都不問而安於現狀的『羊群效應』而『不願問』，也可能是過度自信而忽略了發問也是學習過程的關鍵。

- 解決策略：教學端引導學習利用SWOT找出中的『優勢、危機、機會與威脅』。以『不敢問的自信問題』來思考舉例，如圖八：



圖八：不敢問~自信問題SWOT分析

~優勢：個人可控並可利用的內在積極因素。

- 個性特點：內向，但待人真誠，善於傾聽；有時開朗活潑，做事認真踏實，果斷有衝勁和責任感；有愛心，生活態度積極。
- 人際關係：在學校與人相處，沒有很大的矛盾或衝突；喜歡與同儕在一起討論或進行協作學習。
- 專長方面：對於電腦技術略懂一些，學過拉丁舞，有點舞蹈基礎；平時喜歡讀小說。

~劣勢：個人可控並可努力改善的內在消極因素。

- 家庭條件：學費都是申請助學貸款，生活費是母親省吃儉用省下來的。
- 缺自我認知：不會規劃自己的學習，沒有明確的追求目標，沒能把握機會鍛鍊自己的學習管理能力，知識相對貧瘠。
- 自信心不足：在眾人面前表現過於拘泥，不夠自然；做事沒耐心，競爭意識不強，對環境資源的利用不夠主動。
- 學習過保守：冒險精神不夠，受到批評是易受影響，學習積極性也會下降，自學能力、適應環境能力不佳；養成的許多不良習氣；缺乏成功經驗，學習成績較差，尤其是英檢初級考試至今未過。

~機會：個人不可控但可以利用的外部積極因素。

- 學校環境優：給我們提供的較好的設備條件，有機會參與各種活動項目，可以積累更多的實踐探究經驗。
- 同儕的關係：身邊很多優秀的同學，有很多向他們學習的機會，並且有構建良好的人際關係的條件；熱愛接受新事物，希望與時代的發展相連接。

～威脅：指個體不可控且威脅到個體存在的因素。

- 學習壓力：大學選才對個人英語素質要求高。而我連英檢初級都還沒有藉由。且距離考試只有一年半的時間，克服的機會不是很大。
- 競爭壓力：優秀的人很多，而機會不一定是均等的，更是對個人發現機會、展示自己並無把握機會能力的考驗。
- 能力壓力：自身的優勢不多，能力不足。沒有其他同學積極的去參加學習型競賽，所以科學探究能力不強。

～盤點過去：高中生活已經過去一年半了，這個時候做計劃不同於剛來時。這一年半的時間總體來講過得有些混亂。究其原因在於對學習目標的不瞭解造成了一種盲目，時間安排的不好，學習方法也不是最優。主要是學習方面不太理想。玩樂和班級活動佔去了很多時間，課前都沒有充分的準備，於是聽課效果不好，又沒有復習，考試之前覺得很多東西沒有學好；在學校參加的活動還是很豐富的，參加班級組織的所有活動，和同學出去玩遍台南的景點。

～確立未來：（一年半的目標）

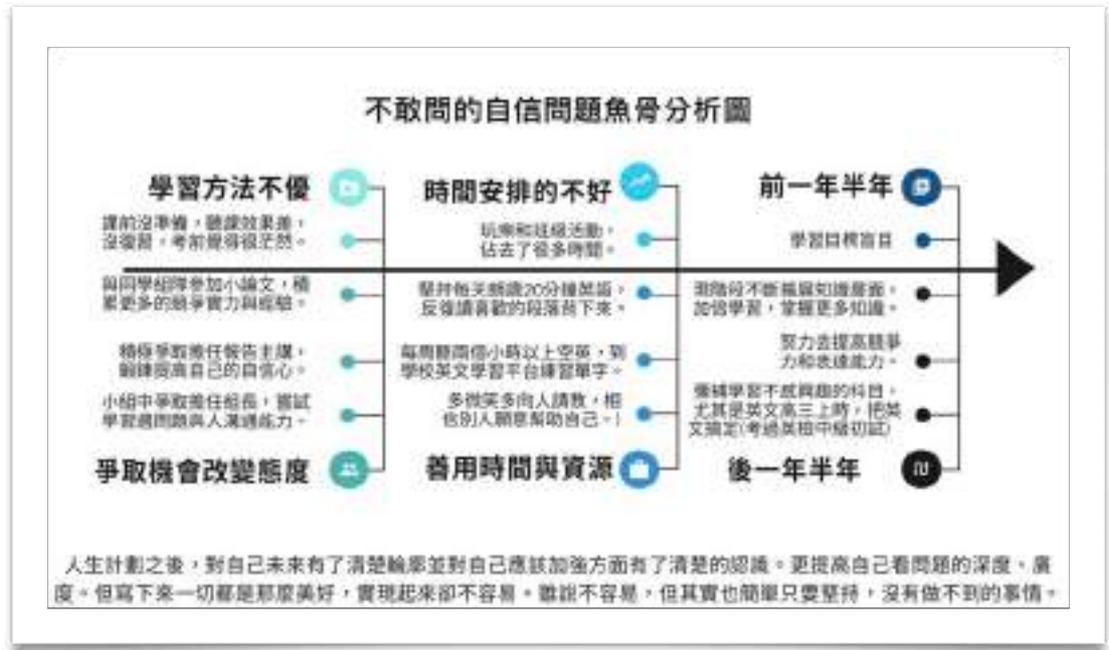
- 關於學業：加倍學習，掌握更多的知識，努力提高自己的競爭力。和表達能力。現階段不斷擴展知識面，並多彌補學習知識，特別是自己不感興趣的科目，尤其是英文。
- 英語學習：堅持每天出聲讀二十分鐘英語，並且反復讀一些自己喜歡的段落背下來；每周聽兩個小時以上的空英，到學校英文學習平台上去練習單字。一定要高三上的時候，把英文搞定（考過英檢中級初試），把英文學習好，無論將來走哪條路，都將是個優勢。
- 其他活動：打算與同學組隊參加小論文；積極爭取一些班上活動報名的機會，鍛鍊自己提高自己的自信心；小組中多對他人微笑多向人請教，相信別人都願意幫助自己。藉此培養自己的表達能力，讓表現能力盡以拓寬自己的眼界也為自己創造更多的機會，積累更多的競爭實力與經驗。關於未來：想對自己有專一改變，盡量豐富自己的拓寬自己的眼界。從專一業與相關業並行的研究行業等，既能跟個人愛好結合，獲得比較滿意的待遇，又能早日還完貸款，減輕母親的負擔。

～結語：進行了人生計劃之後，對自己的未來有了一個清楚的輪廓。並對自己應該加強哪方面的發展有了一個清楚的認識。在高中生活中，誘惑很多，可以比較自由安排的時間較多。而我則需要加強對學業知識的學習，多跟老師溝通和請教，提高自己看問題的深度、廣度。

～省思：寫下來發現一切都是那麼美好，實現起來卻不容易。雖說不容易，但其實也簡單只要堅持，沒有做不到的事情。相信我可以度過剩下的充實而美好的高中生活，並能找到心中的夢想之地。

- 策略意義：SWOT分析法可用在個人能力分析上，可協助發現本來不會發現的機會。藉由了解自己的弱點，可以有效管理和消除可能會阻礙前進的威脅。
- 策略原理：SWOT是指優勢、劣勢、機會和威脅，以及其他可納入考量的因素，利用SWOT矩陣，可以幫助評估正在做的事情：哪些重威脅？哪些必須要做？我們可以發揮什麼優勢？必須小心什麼？對自己的全面了解也將會讓成就目標更容易達到。但也有缺點，在使用時SWOT往往過度關注所要建立的四個清單，而沒有考慮產生影響的重要因素，所以教學端要提醒學習者，需要注是意SWOT分析項在某一角度看，有可能是優勢，但從另外角度看就有可能是劣勢或威脅，且過度關注細節，或許在既定程序中是優勢，但在頭腦風暴小組討論中就變成了劣勢。且SWOT並無優先原則，因此在確定目標之前，一定要回顧、評估、設定先後次序。

- 註：SWOT中的欠缺優先順序則可以魚骨圖分析法彌補，此法又名因果分析法或邏輯樹，是一種發現問題『根本原因』的分析方法。因為問題的特性總是受到一些因素的影響，藉由頭腦風暴找出這些因素，可利用因果分析法將它們特性一起按相互關聯性整理出層次分明、條理清楚的魚骨圖，可讓學習端掌握鉅細靡遺的各個問題論點互動關係，易於探索決策重要性的先後順序，如圖九。



圖九：『不敢問』的自信問題魚骨分析圖

(IV)解決對策：就是脫離「現狀」以逐步趨近「理想」。

(i) 不會問：認清現狀～就如(I)中的解決策略協助找出現狀的問題論點。

(ii)不敢問：信心問題～就如(III)中的解決策略協助分析出自我現況發生原因，具體掌握問題論點整合資源得以解決。

(iii)不願問：過度自信與羊群效應～就如(II)中的解決策略透過小組任務頭腦風暴讓成員表達見解，並藉由回饋消彌群體壓力。

III.策略意義：解決問題多角度思考的習慣比思考的深度更重要，因為思考的寬度與廣度可以包含許多方面的內容和深意，且每一個問題都有許多值得思考的地方。如能多角度地去看問題，就是一個人思維活躍的表現。因此，教學端要鼓勵學習端從多角度去考慮問題，善於發現問題的不同觀點，以達到鍛鍊思維能力的目的。

## ② 設計有感受的提問：

- I. 解決策略：教學端儘量滿足學習端的各種提問，還應經常主動向學習端提一些他感興趣的問題，引導學習端觀察事物，積極思考，發現問題，激發質疑興趣和慾望。此外的教學端還可藉由與學習端比賽提問的形式，提高學習端提問的興趣，進而培養質疑的能力。
- II. 策略原理：設計教學始於鼓勵提問、引發提問與激起好奇心，進而激發創新，而回歸學習端內心已存在的問題。
- III. 策略意義：常向學習端提問，可傳達一種示範效應，學習端此時會想：『教學端經常會提出一些問題，我也應該多提一些問題。』因為只有經常性地處於被提問的情境中，才會形成經常性思考的習慣，也才會經常性地提出自己的疑問。
- ～注意：設計提問題，要符合學習端的先備知識範圍，問題提得不能太難，也不能太簡單，否則就會挫傷學習端思考的積極性。

## ③ 鼓勵把話說出來，且不要急著確認答案正確與否。

- I. 解決策略：教學端可引導學習端把話說出來，不是單讓教學端確認答案正確與否，更是藉由說而開始彼此傾聽，引導學習端開始向內與自己對話：『為什麼大家跟我想的不一樣呢？』，如『便可繼續追問』，『為什麼看同一件事情時會有不同的想法？』，或『為什麼會造成這些差異？』，進而讓學習端生發現，『生活經驗將如何去影響、干擾，或者是引導自己去解讀外在世界。』
- II. 策略原理：提問是對於外在世界提問，同時也是對內在的自提問。藉此創造機會給學習端，就算沒有真的提問，光聽到彼此的想法不一樣的時候，學習端內在就會開始的問題；問題一旦出現，就會開始的思考理解訊息，發現與過去的已知是不同的，便開始搜尋其他的可能來幫助做判斷。
- III. 策略意義：提問本身能夠獲取的訊息往往遠大於得到一個答案，能幫助教學端更理解學習端心中對於主題的想像是什麼，與主題相連結的經驗或感受有哪些，這可幫助教學端更精準地決定下一步行動來支持學習端的成長。

## ④ 培養問題意識：

- I. 解決策略：教學端可引導學習端在學習中培養問題意識。讓學習端明白，優秀的學習者是有著強烈問題意識能夠發現那些有價值和有意義的問題，然後經過持之以恆的努力得出自己的結論。但也要提示學習端，有價值、有意義的問題並不容易發現，即是要意識到某種現象的隱蔽之處，意識到尋常現象的不尋常之處。所以培養問題意識絕不是一蹴而就、一朝一夕就能完成的事，是需要持續的努力和專注的精神。
- II. 策略原理：思維的這種問題性心理品質，稱為問題意識。這也是培養學習端質疑能力的切入點。因為沒問題意識，天才也會走向平庸。就如英國哲學家羅素曾經問穆爾：『誰是你最優秀的學習端。』穆爾不假思索地回答說是維根斯坦。羅素問為什麼，穆爾說：『因為在聽我講課的時候，只有維根斯坦有迷茫的神色，而且有一大堆問不完的問題，他總是喜歡探究各種各樣的問題。』後來，維根斯坦果然在哲學上取得了巨大的成就，甚至超過了羅素。於是又有人問維根斯坦：『羅素為什麼退步了。』維根斯坦回答說：『因為羅素沒有問題了。』由此可見，問題意識的重要性。
- III. 策略意義：『問題』是引導人類學習和智能發展的重要驅動力。『問題意識』是在認識活動中，經常意識到一些難以解決或疑惑的實際問題和理論問題，並產生一種懷疑、困惑、焦慮以及探索的心理狀態，這種心理又可驅使個體積極思維，不斷提出和解決問題。

## ⑤ 質疑方法的應用與內化：

- I. 解決策略：教學端引導學習端將質疑的方法運用於學習之中以提高學習能力與習慣養成。如可以讓學習端在『課前預習、講課中與課後複習』的過程中提出質疑。
- II. 策略意義：學習端掌握了質疑的方法，就能增長自身的探究能力激活思維，讓思想動起來取己所需，主動地參與到學習中去，使得學習興趣會變得更強，學習效率提高，使學習端成為學習的主人。

## (2) 資訊識讀力：

~就是『資訊認識判斷的思維能力=質疑思維力』，在AI的網路時代，資料的獲取不再困難，反而是如何在大量資料中判斷真偽與篩選對己具有價值、意義且有用的資料，進而將之統整後轉化成有用的資訊，作為決策與判斷的依據。故此培養『資料的質疑』與『判斷的思維』至為關鍵，如圖十。



圖十：培養資訊識讀力的方法

### ① 培養對資訊保持質疑的態度以建構思維判斷能力。

I. 策略原理：當面對所收到的訊息、要如何判斷、如何預測、如何做出決定時，都是混合了士兵心態（soldier mindset）與偵察兵心態（scout mindset），在不同境況下，展現不同心態。

- **士兵心態**：是保護自己與同儕，並且打敗敵人。  
~易受到動機、慾望與恐懼的影響，因而有強烈傾向去尋找捍衛支持論點的證據或是找理由去否定具威脅的反證，問：「我能相信這個嗎？」，卻聚焦於尋找相信此事的理由而忽略了事實的多面向。
- **偵察兵心態**：是盡可能了解真實的情況，觀察並描繪找出可能的障礙。

~正視事情的真貌，其在沒有發現確鑿證據前推理是：『這是真的嗎？我必須相信這個嗎？』，聚焦於尋找否定此事的理由，期望獲得更正確的資料，且當發現錯誤時願意去檢驗假設，發現錯誤修改，追求真相。

II. 解決策略：教學端可引導學習端面對各項資訊後進行省思檢證，如：

- 當你發現自己錯誤，他人正確時，你是否坦白承認？~因為內心承認自己錯了，就可說是具有偵察兵心態，但願意向他人坦承，則是重視真相勝過自尊心的一個表徵。這種行為也使別人將來更願意坦誠對待你。
- 面對批評，你如何反應？~嘴上說歡迎批評，但內心及實際行為不然。不能只是自問：『我是否虛心接受批評？』，而應該檢視自己是否確實正視批評，並據以採取行動。如可省思否心存感謝提出批評者？甚至曾採取某些措施，讓他人更容易對你提出批評？
- 是否曾經設法證明，自己可能錯了？~是否曾經主動證明自己是錯的？如發表一個觀點，但決定先查證反面觀點，結果發現反面觀點甚具說服力，有相當的證據支持？又如如支持一個新策略，但決定先多做一些更深入的研究，發現那個新策略並不可行？

- 是否採取預防措施，以避免自我欺騙？～你和夥伴針對目前遭遇的問題，分別構思了解決方案，在請同組其他成員評估何者較具可行性時，是否先不揭露哪一個方案是誰提出的？
- 是否有好的批評者？～因為看待批評者，常會有他們不合理、沒見識、心懷惡意等等的個人偏見，或許有些批評者是如此，但不太可能所有批評者皆是。是否能夠說出幾個，縱使未必認同他們對自己的批評，但自己仍然認為有道理的批評者？

② 透過『追問信息源』、在『比較中辨別』學習資訊識讀方法。

I. 解決策略：學習端有時候學習遇到一些問題，未必能很好地分析，這時候，教學端可適當提供陪伴與協助分析，提供更多的角度去思考和判斷。

II. 舉例說明：判斷信息的真假？

(I) 先判斷信息是否由來源。～『追問信息源』

- 先辨識信息是否存在信息來源＝信息是從哪裡來的～因為而假消息往往沒有出處。

(II) 若有信息來源，就看來源是否可靠。

- 可複製消息至可信任的網站搜索，看看有沒有人已經闢謠～因為網絡很多假信息為達到最好傳播效果，往往採取具煽動性的語言，使信息可以快速得到病毒式傳播，但卻沒公布任何與之有關證明材料。

(III) 找到信息源後怎麼辦呢？～『比較中辨別』

- 遇到不確定網絡信息，可搜索關於信息三個不同來源的報導，比較有何不同。如果查到的觀點一致，那這條信息的可信度就高。或可查找相關的書籍，比如查找字典、詞典、百科全書等，或者去圖書館、博物館查找相關的權威資料比對。

③ 敢於質疑，打破制約思維與偏見，建構多元角度思維。

I. 解決策略：教學端可引導學習端用新的眼光來重新認識身邊一些習以為常的事物，來培養創造性思維。如此多角度看待和分析事物，逐漸養成換一個角度想問題的好習慣。如，家裡買了一條魚，可問學習端：除了蒸以外，還有什麼吃法？茶杯除了喝茶的用途外，還能說出別的使用途嗎？甚或在學習端已知答案的情況下，還要有意地問一問：『為什麼？』或者故意提出自己的想法和意見與學習端辯論。

II. 策略意義：經常如此做，就會養成一種習慣，在得到答案以後仍會自己質疑和思考。藉此經常性進行發散性思維，引導對於事物的各個方面都儘量考慮周全，就能強化從多角度來思考問題，也具體認知『個人偏見』對資料收集、資訊轉化、解決方案的擬定、決策評估定奪與溝通執行造成的影響性。

④ 運用批判性思維強化資訊識讀力。

I. 策略原理：批判性思考即提出適當的問題後，激發以資料為基礎導出問題論點，並從多種角度分析將資料轉化資訊，更針對複雜資訊具體要求輕重緩急排序的釐清排出優先順序，從而確定出最佳行動方案與最佳結論。

II. 解決策略：教學端可藉由『批判性思維』的六個面向來引導學習端完整建構資訊識讀力。

(I) 『分析性思考』：引導學習端思考評估來自多個來源的資料，以發現『個人偏見』，避免因『個人偏見』造成排斥有意義的資料收集與資訊運用，提升對資料的識讀能力。

(II) 『開放性思維』：引導學習端分析和處理資料，將資料轉化為有意義的資訊，擺脫『個人偏見』造成誤判。

- (III) 『問題的解決』：引導學習端依據可用關鍵資訊凝訂適宜的決策，運用於解決問題。
- (IV) 『自我的調節』：引導學習端對既有資訊和偏好的決策作出質疑，以省思是否狹帶個人偏見，進而調整自己的想法，得出最佳決策。
- (V) 『觀察與評估』：引導學習者觀察更深入尋找超越表面價值的事物，接納多方觀點，運用識別技能發現潛在問題，避免流於假想脫離真相。且認知所有資料都非平等的，需對所收集的資料進行審慎評估其重要性與主議題合宜情況、相關度且能同時對其說明與論述。
- (VI) 『解釋與溝通』：引導學習端認知當嘗試回答問題時，答案少有淺顯易見的，既使已然放下偏見，但仍需要『自信』勇敢的依據現有資訊做出適當的決策，且在面對有著多種不同可能『解決方案』需決策的其他關係人時，更需提出證據，進行有效的溝通而使之支持結論。

III.策略意義：批判性思考可讓學習端針對複雜問題，透過分析資訊、資料、統計數字以及其他細節的確定得出解決方案與決策進而獲得解決方法，使學習端能自在應對模稜兩可的情況，進而獲致信心樂意挑戰其假設，得出最佳結論。

#### ⑤內化質疑思維力素養。

- I. 解決策略：教學端和學習端交流和討論，不要過於強調「正確答案」和「標準答案」，要給一個輕鬆的環境，保持學習端自由、主動、積極探索的心態。更應適時抓住的疑問，及時鼓勵提出自己的不同觀點和見解，發表創見、標新立異，且當提出問題時要及時表揚，切忌權威或者知識去壓制其思維。反而還應思考『為什麼會有這樣的想像，應該如何鼓勵、指導他，使他的想像力更完美、更豐富呢？』，並同時還要多
- II. 策略原理：因為創造性思維的另一個特徵是對已知事物不斷發出疑問：真的還是假的？從而尋求新的可能性。其實質疑是難能可貴的，因為有質疑說明有思考，並且敢把質疑說出來，逐步內化成為習慣於批判性地深入思考問題，那麼他的思路就會更開闊、更靈活也更具判斷能力。
- III.策略意義：欣賞新想法，提出一個問題比解決一個問題更重要。有新奇的想法，不要否定允許標新立異，此為培養思維能力的重要表現。無論是否合邏輯、常理，卻是反應其獨特的個性，即為想像力和創造力的源泉，是其自己的角度思考後得出的內化結果。

## (2) 設計思維力：

- ① 設計思維的內涵：包括多個方面的價值觀：具有好奇心和創造力、尊重和接受思想的多樣性、接受不確定性、擁抱實驗-原型文化、寬容失敗的、把失敗看作是學習的機會、彈性和韌性、關注人的價值。
- ② 設計思維的過程：是以人為本的一種創新的方法論。其基於探索的創新過程、心態及態度，創造性地解決問題，並配合可行的技術和應用方式滿足人們的需求。過程中不急於馬上尋找方案，而要先找到真正的問題所在。並不局限於一種解決方法，而要從人的需求出發，多角度地尋求創新，最後再收斂成為真正的解決方案，創造更多可能。
- ③ 設計思維五原則：
  - I. 學習端需要知道學習的原因。
  - II. 學習端藉由反覆試驗的經驗學習。
  - III. 學習的決定權放在學習端手裏。
  - IV. 讓學習端喜歡與生活息息相關的學習。
  - V. 使學習端從基於問題的環境中獲得學習機會。
- ④ 設計思維7層面：共情、定義問題、探索、設計原型、測試驗證、反思倫理、構建性格框架。但這些層面為不連續的步驟，而是一種流動的過程，如圖十一。



圖十一：設計思維七步驟

⑤ 設計思維的推動，如圖十二：



圖十二：培養設計思維力的方法

I. 共情（同理心）：

(I) 策略原理：又稱為共情，即設身處地的為處在問題核心的人、事或物著想。

(II) 解決策略：引導學習端關注於下列關鍵點，並可藉由『共情圖』如圖十三，引導學習端感受對象的感受，要思考對象的思考，看到對象所看到的東西，然後要找出對象的痛點。

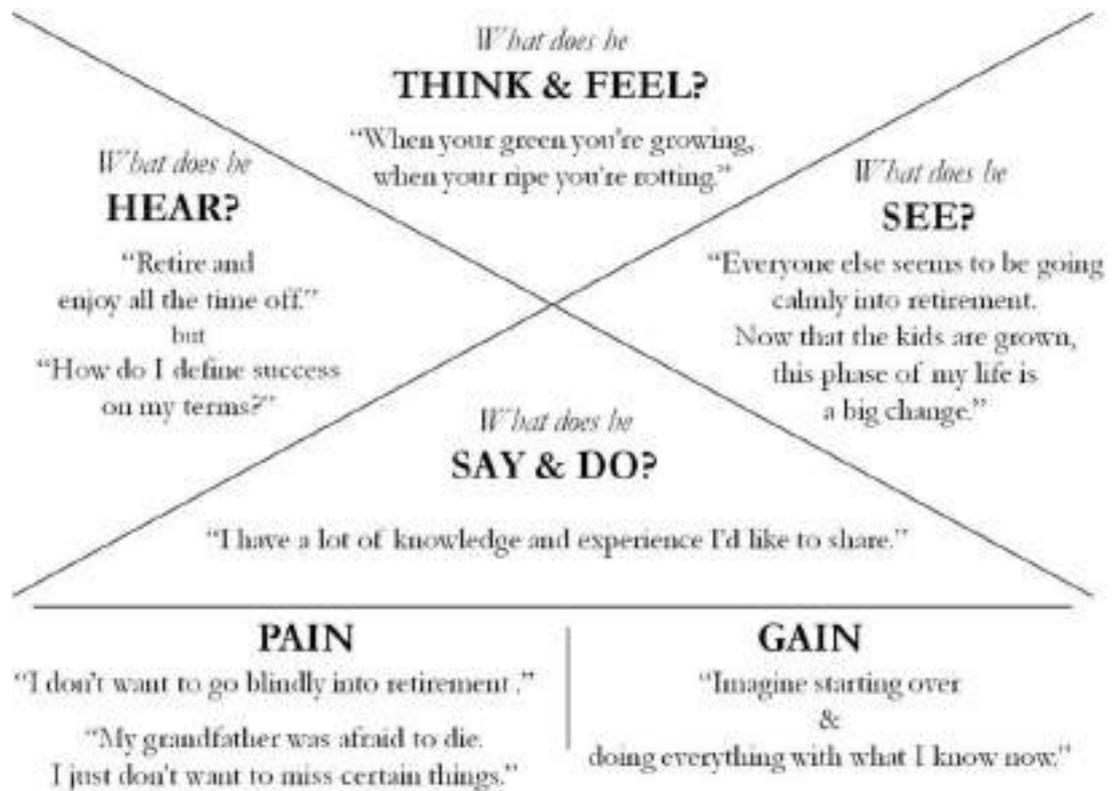
i. 當要解決特定問題時，先要去看看誰是問題的對象，他們要得到什麼樣的幫助？

ii. 對處於問題核心的人來說什麼最重要？

iii. 他們的生活是什麼樣的？

iv. 他們感覺如何，他們的背景是什麼？

(III) 策略意義：在此共情的關鍵意義，是希望學習端能夠培養一種非常強烈的興趣，對我們正在為之設計產品或服務的人、事或物進行了解。



圖十三：共情圖

II. 定義問題：定義與清楚地說明問題。

- (I) 策略原理：在與對象建立了共情、充分了解後重新評估問題，才能用清醒的頭腦去定義對象的問題了，進而運用同理心和發現對象真實需求和有意義的見解。
- (II) 解決策略：教師端可引導學習端針對『問題的背景，分析對象有什麼具體的需求?』
- (III) 策略意義：此時透過質疑的過程，協助學習端進行對對象主題背景、問題需求與問題背後意涵，產生『質疑問題，質疑假設，質疑暗示』而能達到共情後陳述清楚來龍去脈。

III. 探索：形成概念後，藉頭腦風暴發展出可能的解決方案。

- (I) 策略原理：在不設限的情形下，思維得以全面性的延伸，想法中沒有對錯與好壞的判斷，只有所謂的『主意』，如此可使思維既深、廣、縝密全面。
- (II) 解決策略：教學端可透過以六頂帽子法與見簽法進行學習端小組頭腦風暴集思廣益，突破常規界限，想出可能的解決方案。
- (III) 策略意義：透過協作發生，避免個人偏見，可逐步一一將有關挑戰及其背景的知識轉化為可操作的解決方案。

IV. 原型設計：即對原型設計的解決方案修正。

- (I) 策略原理：對原型設計的解決方案進行展示並搜集回饋修正，進而培養與試煉檢測思考與學習能力。
- (II) 解決策略：教學端藉由小組形成組員各自建構原型設計的解決方案後，以小組中進行分享或組組對話，讓學習端針對各自對原型設計行銷發表論述說明，再透過回饋與辯論與組員們產生互動對話，搜集回饋與多方角度的見解，對原型設計的解決方案進行組內的省思與修正。
- (III) 策略意義：透過行銷的展示與多角度的激盪，除可讓學習端能培養表達想法外，也更因他人多角度的刺激情境，增強對原型的解決方案的體驗，進而產生修正使得思維想法更有活力。

V. 測試與驗證：

- (I) 策略原理：透過實際檢測與測試以反映、改進和改進你的解決方案。
- (II) 解決策略：教學端藉由對小組原型設計的解決方案進行修正與凝聚共識後，帶入大團體（模擬對象）中進行發表展示小組想法並收集獲取對象針對方案還需要加強和改進反饋的見解，進而反思並做出調整，整個過程即為測試與驗證學習端的成果。
- (III) 策略意義：原型給學習端失敗的機會，讓學習過程呈現失敗進而發現失敗的特別之處在哪裏呢？透過失敗培養有不屈不撓的精神的挫折復原力。

VI. 反思倫理：

- (I) 策略原理：學習端在進行設計思維項目的團隊合作時，更應同時反思自己是否做到符合基本的社會倫理原則。
- (II) 解決策略：教學端藉由引導學習端省思執行過程，如下：
  - i. 過程中是否尊重個人和他們做出獨立選擇的權利。
  - ii. 所做要有益處，即是要做好事，不能做壞事。
  - iii. 態度是否公正，即公平地對待他人，公平地分配利益與負擔。
  - iv. 是否由關懷出發，即運用同情心思維解決方案，這將會是創造最大的益處的關鍵。
- (III) 策略原理：設計思維除培養創新能力、批判性思維能力、解決問題能力和決策能力，也培養學習端識別和開發潛在新技術的能力，但更重視藉由培養溝通、合作和移情能力，而使能共融於夥伴團體而發展出健全健康的人際互動的生活型態。

#### IV. 構建性格框架：

(I) 策略原理：性格框架是人格發展美德(品質)、價值觀(信仰和理想)的獲得與強化，目的為全面發展的生活和繁榮的社會做出明智選擇的能力(Fadel et al.2015)。也是學習如何傾聽他人的立場，克服偏見，合理地就與他人情緒或觀點不同的問題表達意見。

(II) 解決策略：教學端藉由引導學習端放在小組裏學習，因為有些出色者可以藉由棒的形式展示出自己內心隱藏的想法，藉此讓學習端多跟別人溝通自己的想法，克服各種各樣的偏見，並尊重對方傾聽別人的想法，這就是培養性格框架的方法。而性格框架當中有六個關鍵的組成部分(Fadel, 2015)，如下表與圖教學端亦可藉此引導學習端進行檢證：

- 舉例說明：在每一個六個關鍵下還有很多其它具體的概念和素質，如下敘述，圖十四、表十一：
  - ～正念，希望學習端能夠有共情感，站到對象角度，了解需與其痛點是什麼，進而激發組織自己的想法，學會反思。
  - ～好奇心，則需探索的精神，願意主動去做一些事情。
  - ～勇氣，要勇敢、有自信、能去做決定、決策與執行。
  - ～韌性，要有足夠的適應和靈活性，去調適與應對變化。
  - ～道德，在過程中永遠不會僅單一的解決方案，會有很多不同的多重解決方案，希望學習端能夠保持誠實、尊重別人、公平公正、包容，包容那些有其他不同觀點的人，且要互相幫助。
  - ～領導，在過程中嘗試扮演領導與被領導的角色，體驗學習角色的意義與溝通組織能力，已清晰自己的責任與權利。



圖十四：設計思維課程在性格框架中所確定的六項基本品質 (Fadel, 2015)

表十一：性格框架中所確定的六項基本品質與細項特色分析

項目	特質
正念	自我意識、觀察、反思、同理心、關懷、洞察力、社會意識等。
好奇心	開放的思想，探索，自我指導，動機，主動性，創新，好奇，欣賞等。
勇氣	勇敢、決心、自信、冒險、堅持、樂觀、靈感等。
韌性	毅力、勇氣、堅韌、足智多謀、自信、適應性、處理不確定性、靈活性等。
道德	正直、尊重、公平、包容、寬容、接受、真實、樂於助人、有公民意識等。
領導	職責、責任、組織等。

(III)策略意義：設計思維促成學習端角色框架的建立，如圖所示：促進性格發展的設計思維，藉此設計思維培養了21世紀教育的四個關鍵維度(Koh et al, 2015)，如圖十五、表十二。

- ～社會文化維度，需要協作能力等技能。
- ～認知維度，包括批判性和創造性思維、冒險和在結構不合理的情況下解決問題。
- ～調適維度，強調自我評估、反思和其他自我調節技能。
- ～執行維度，包括真實的任務和真實的創意發展。



圖十五：設計思維力四維度對應

表十二：學習端角色框架所對應的六項性格框架特質

維度	項目	特質		
社會文化	正念	自我意識、觀察、反思、同理心、關懷、洞察力、社會意識等。	共情	構建性格框架 反思倫理
認知	好奇心	開放的思想，探索，自我指導，動機，主動性，創新，好奇，欣賞等。	探索	
	道德	正直、尊重、公平、包容、寬容、接受、真實、樂於助人、有公民意識等。		
調適	勇氣	勇敢、決心、自信、冒險、堅持、樂觀、靈感等。	原型設計	
	韌性	毅力、勇氣、堅韌、足智多謀、自信、適應性、處理不確定性、靈活性等。	測試驗證	
執行	領導	職責、責任、組織等。	定義問題	

結論：

在AI 發展下未來精熟知識的能力將被AI所取代，未來學習的新趨勢，以跨學科統整讓學習端從真實情境中轉化知識、激發內在學習動機，並能應用所學、溝通協作、解決問題，而有面對未來挑戰以及思考的能力成為關鍵，故重新規劃教學設計。

透過PLB(PhBL, Phenomenon-based learning 現象導向學習)的操作，讓STEAM的科學、技術、工程和數學與人文科學結合起來，以學習端為中心重視其心理、興趣期望，連接社會需求在社會文化背景下構築整體性教學，打破課堂內的限制，連結課堂外正在發生的現實生活問題，引導學習端從觀察到的真實現象出發，體驗持續進行解決問題的探索過程，實際嘗試找出辦法去解決問題，如此培養學習端的解決問題的知識、技能和態度，使其擁有識別問題並找出解決生活中問題所需知識，了解當前的物質條件、智慧表現和文化環境是如何被形塑出來的，且透過質疑與詢問找出證據、進行論證結論，如此落實回歸選擇權於學習端，以提高學習的動力和目標，進而注意關心和反思當前所處社會需求，激發創意參與建設屬於學習端未來的素養社會。

未來教育趨向『培養年輕一代，讓他們勇於提問、勇於尋找答案，學會如何去問問題，而不僅僅學會如何去回答問題。讓學習端敢於創新，更讓學勇於解決新的問題，為未來創造新的機遇。但此同時也要協助學習端建立一套健全的價值觀，使其擁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，如此學習者就會願意努力的工作來實現他們的夢想。』。

2. 針對AI 運用於教學分兩部分：AI擴縮寫教案試行與執行AI輔助教材教師與學習端使用問卷調查分析，分述如下。

(1)AI發展擴寫與縮寫教材：

～完成於遺傳科學史的融入課程成果分析，並以AI擴寫教案：《遺傳發展史融入遺傳學》，及縮寫教案：《遺傳學中的科學家思路與思維方法》應用於教學，而取得分析。結果如下：

①AI發展擴寫與縮寫教材的注意事項與省思：

- a. AI可以串連知識點，但對於橫向連結所產生關聯與意義較不擅長常有謬誤，故教學時使用AI協助需審慎小心，並需提醒學習端注意此一漏洞。
- b. 但若針對AI特性，善加使用發揮其串連直系知識點，並整理出來，再利用教師知識專業，將可發現多個『直系知識點』間的連結，教學端則可藉此發展出統整知識與提升對整體知識的背後意義與價值。如人體消化一般教授方法，可藉AI細分出多個直系知識點，如消化生理演化的過程：『胞內消化-胞外消化-物性消化-化學消化』，再搭配另一直系知識點，如『單細胞生物消化特性-多細胞生物消化構造-複雜多細胞的分工消化構造』，再將兩個直系知識點藉由教師專業連結彼此進行說明。先統整兩種直系知識點關聯，再進而配合消化構造演化上的『單細胞胞內-多細胞分工囊狀-複雜多細胞消化道延長與括約肌節制獨立空間分工細緻消化-進而將口腔分離成消化道以提升效率』。此教授過程中除直系知識點教學與學習外，也進階提升對知識分析及學習統整，並發掘演化的推理及意義價值，等於一部生物演化邏輯推理史。此法成為AI結合擴寫加廣加深培養深度思維教育教材的方法，更利用其縮寫基本直系知識點的教材，協助學習端輔助強化遺漏知識點的省思整理依據範本。再搭配將課程內容線上化打破時空讓學習端可即時取得資源，並讓師資端可有得力助手於教學與運用觀摩成長的資訊。搭配已推動的科學發現史結合人類發現過程與科學方法STEAM完整呈現科學自然之結合。教學上搭配PhBL推動分組腦力風暴與設計創意流程，讓學習者由操作AI得到直系知識點並學習連貫再加以引導到小組討論觀摩修正問題論點的解決策略，形成共識決策並規劃專案學習管理時程與操作流程和分工合作，成就自主學習，藉此反覆操作的練習達成內化學習素養，並體會師法自然的敬畏自然態度。服膺本校『敬天愛人校訓與校本發展』。

②推廣作為：將線上資料規劃為單一直系知識加深、加廣、擴寫、縮寫、橫向連結整合、經社群教師審核後，縱向由各協助大學端與橫向友校師長審核後上線共享，逐步納編修正精緻化推廣。

## (2) 遺傳科學史的融入課程成果分析

針對遺傳科學史的融入課程，共發展了兩套課程，一為增廣加深，相當於AI擴寫即第一篇教案：《遺傳發展史融入遺傳學》，另一為故事連貫化，相當於縮寫即第二篇教案：《遺傳學中的科學家思路與思維方法》對於學習端來說，這兩篇教學計劃都非常適合對生物學和遺傳學感興趣的學習端。

希望更深入培養學習端由瞭解遺傳學發展歷史和科學家思維方法，而產生意願藉由實驗操作、討論和案例分析來學習遺傳學知識，並將之應用於解決實際的問題。更藉PhBL教學法與分組參與課堂活動和討論，培養學習端主動思考能力。至於教師使用的反思，經以下分析後得知教師可以利用這兩篇教學計劃來設計自己的遺傳學課程，特別是對於想要將科學家思維方法融入課堂的教師。也可以根據自己的教學風格和學習端的需求對教學內容和活動進行調整和補充。更可以參考評估方法，設計合適的評估工具來評估學習端的學習情況，並及時調整教學策略。整體而言，這兩篇教學計劃可為學習端提供了一個深入瞭解遺傳學的機會，同時為教師提供了一個有組織且不同方向的教學參考，以幫助有效地教授這門課程。

兩篇教案差異分析如下：（完整教案請參考附件六-壹與貳）

### • 第一篇教案：《遺傳發展史融入遺傳學》

#### ① 內容：

- 歷史與現代結合：將遺傳學的發展歷史融入教學，從孟德爾的豌豆實驗到現代基因組學，呈現遺傳學發展的脈絡。
- 全面性：涵蓋遺傳學的基本概念、重要實驗、現代技術和倫理問題，形成一個完整的知識體系。
- 多樣化教學方法：講解、討論、實驗和案例分析等多種教學方法並用，注重學習端的實踐和思考能力。
- 重點遺傳學基本概念：介紹基因、DNA、染色體等基本概念，奠定學習基礎。
- 重要歷史實驗：詳細講解孟德爾的豌豆實驗、摩根的果蠅實驗和華生與克里克的DNA雙螺旋結構，重現科學發現過程。
- 現代遺傳技術：介紹CRISPR技術和人類基因組計劃，展示現代遺傳學的應用。
- 倫理討論：探討基因編輯和遺傳研究的倫理問題和社會影響，培養學習端的批判性思維。

#### ② 特色：

- 教學側重：於遺傳學歷史的發展過程，從孟德爾到現代基因組學，介紹了每個重要階段的科學家及其貢獻。
- 教學目標：強調科學思維的培養和遺傳學知識的應用。涵蓋遺傳學基本概念、歷史、技術應用和倫理問題的討論。
- 教學內容：安排較為細緻，因更加詳細地列出了課程大綱、課程目標和教學內容，同樣強調了遺傳學的基本概念、發展歷史和現代技術應用，並將每一週的教學目標、內容、活動和評估方法都有具體描述。
- 教學方法：包括講授、討論、實驗和案例分析等，注重學習端的實踐和思考能力。
- 評估方法：涉及小測驗、作業、報告、課堂參與和實驗報告，多樣化的評估方法，以全面評估學習端的學習情況。

#### ③ 優點

- 結構完整，教學計劃詳細，便於教師實施。
- 涵蓋內容全面，從基礎概念到現代技術和倫理問題，形成一個完整的知識體系。
- 教學活動設計多樣，有助於提高學習端的參與度和興趣。

- ④ 缺點
- ① 可能因內容過於豐富而導致教學進度較為緊張，學習端消化和理解的時間不足。
  - ② 需要教師在每個環節投入較多的精力和時間準備。
- ⑤ 應用時注意的事項：
- a. 時間管理：合理安排教學進度，避免每週的內容過於緊湊，給學習端留出足夠的時間消化和復習。
  - b. 課程整合：在教學過程中注意各部分內容的連貫性和整合，幫助學習端形成完整的知識結構。
  - c. 靈活調整：根據學習端的反饋和實際情況，靈活調整教學內容和活動，確保教學效果。
- ⑥ 適合的學習端程度：
- a. 對於對遺傳學感興趣並希望深入瞭解歷史和現代應用的學習端。
  - b. 適合有較好科學基礎和學習能力的學習端，能夠承擔較為複雜的實驗和案例分析。
  - c. 適合具有一定批判性思維和分析能力，並能夠主動參與辯論和討論的學習端。
- ⑦ 素養教育應用：
- a. 適用於深入學習遺傳學的學習端，幫助他們全面瞭解遺傳學的發展歷史、現代應用和科學家的思維方法。
  - b. 強調培養學習端的批判性思維和分析能力，藉由案例分析和討論，引導他們深入思考和解決問題的能力。
  - c. 注重學習端的獨立思考和創新能力，鼓勵他們在課堂上提出問題並藉由實驗和討論尋找答案。
  - d. 教師可以利用這篇教學計劃，引導學習端深入探索遺傳學的前沿領域，培養其科學思維和創新意識。
- ⑧ 教師使用反思：
- a. 教師可以根據課程大綱和教學計劃的結構，有針對性地設計教學活動和實驗，以更好地滿足學習端的學習需求。
  - b. 教師可以充分利用課程中的討論和案例分析，引導學習端深入思考和分析，培養其批判性思維和解決問題的能力。
  - c. 教師可以藉由定期的評估和反饋，及時調整教學方法和內容，以確保課程的有效性和學習端的學習成果。

• 第二篇教案：《遺傳學中的科學家思路與思維方法》

- ① 內容：
- a. 強調科學思維：重點介紹重要科學家的思維方式和實驗設計方法，讓學習端理解科學研究的過程和方法。
  - b. 靈活性：課程設計靈活，適合進行深度討論和探究性學習，鼓勵學習端參與和思考。
  - c. 現代技術與應用：包括現代遺傳技術（如CRISPR）的介紹和應用，讓學習端瞭解最新的研究進展和技術創新。
  - d. 重點科學家貢獻：介紹孟德爾、摩根、華生和克里克等科學家的重要發現及其思維方式，理解科學發現背後的思維過程。
  - e. 科學研究方法：學習實驗設計、數據分析和模型構建的方法，體驗科學研究的過程。
  - f. 基因表達和調控：深入講解基因表達的分子機制和調控機制，理解基因如何控制生物性狀。
  - g. 現代技術應用：學習CRISPR等現代遺傳技術的原理和應用，瞭解技術創新的挑戰和前景。
- ② 特色：
- a. 教學側重：科學家思維方法的介紹，將遺傳學發展史中科學家的貢獻和思路納入課程中，如孟德爾、摩根、華生和克里克等的研究思路和實驗設計，以培養學習端的科學思維能力。
  - b. 教學目標：包括強調瞭解遺傳學的發展歷史及科學家思維方法的理解、突出科學研究過程和批判性思維能力等，並掌握基本概念和原理和培養分析數據能力。
  - c. 教學內容：安排較為概括，涵蓋遺傳學的重要發現和現代技術。
  - d. 教學方法：以講授、討論、實驗、視頻展示和案例分析為主，讓學習端全面理解和應用所學知識。
  - e. 評估方法：包括課堂參與、測驗、寫作作業、小組報告和項目展示等。

③ 優點：

- a. 內容集中，重點突出，特別強調科學家思維方法的培養。
- b. 課程設計靈活，適合進行深度討論和探究性學習。
- c. 評估方法多樣，強調過程性評估，有助於全面瞭解學習端的學習情況。

④ 缺點：

- a. 教學計劃較為概括，細節描述不足，教師需要自行補充和完善。
- b. 部分內容如現代技術介紹和應用可能篇幅不足，影響學習端的全面理解。

⑤ 應用時注意的事項：

- a. 教案細化：教師在實施前需要對教案進行細化，增加具體的教學活動和評估標準。
- b. 深度探究：鼓勵學習端進行深度探究，尤其是在科學家思維方法的學習中，可以增加更多案例分析和實驗模擬。
- c. 實踐應用：加強現代技術和應用案例的介紹，結合實際問題進行探討，提高學習端的實踐能力。

⑥ 適合的學習端程度：

- a. 對於對遺傳學感興趣但可能對科學家的思維方法和歷史瞭解有限的學習端。
- b. 適合有一定科學基礎但希望藉由實踐和討論進一步加深理解的學習端。
- c. 適合富有好奇心熱情，並願意積極參與課堂討論和活動學習端。

⑦ 素養教育應用：

- a. 適用於引導學習端瞭解基本的遺傳學概念和歷史背景，培養他們對遺傳學的興趣和認識。
- b. 著重於藉由基本概念的講解和簡單的實驗操作，啟發學習端的好奇心和科學精神。
- c. 注重培養學習端的探索意識和實踐能力，藉由討論和小組活動激發他們的思維和合作能力。
- d. 教師可以利用這篇教學計劃，引導學習端初步認識遺傳學，並在學習過程中培養其對科學的興趣和熱愛。

⑧ 教師使用反思：

- a. 教師可以將這個教學計劃作為引導學習端探索遺傳學的入門課程，為他們提供基本概念和歷史背景。
- b. 教師可以利用課程中的討論和實驗活動來激發學習端的興趣，並幫助他們理解遺傳學的核心概念。教師可以結合學習端的反饋，適時調整教學方法和內容，以更好地滿足學習端的學習需求。

總結：這兩篇教案雖然都涉及遺傳學的教學，但各有側重點和特色，適用於不同的教學環境和學習端需求。

第一篇教案：強調遺傳學的發展歷史和全面知識覆蓋，適合對遺傳學有全面瞭解和興趣的學習端，深入學習和探索遺傳學。

第二篇教案：注重科學家思維方法和現代技術應用，適用於初步瞭解遺傳學的學習端，希望深入理解科學研究過程和最新技術。

教師可以根據學習端的需求和課程目標選擇適合的教案，靈活運用兩者的優點和補充教學內容、方法，達到最佳的教學效果。

3. 針對執行AI輔助教材教師與學習端使用問卷調查數據分析（問卷請參考附件七～一至五，內含原始統計數據）：

~分別針對各二十位國中及高中與十位教師（含友校教師及助教）進行遺傳學AI輔助教材使用問卷調查，並分別針對國中、高中、教師高行單獨使用分析(1)、(2)、(4)，並以各二十位國、高中學習端群體進行比較分析(3)，最後再進行全體學習端（國高中生40位）與教師（10位教師）比較分析(5)，分析結果呈現如下，並附上改善方法與流程規劃：

(1) 高中生AI輔助教材使用問卷調查分析

問題	平均值	標準差	中位數	意義與分析	需改善的部分
使用次數	3.2	1.483	3	大多數學習端使用了AI輔助教材，但仍有部分學習端沒有使用，可能需要進一步推廣和鼓勵使用。	推廣AI輔助教材的使用，提高學習端對其重要性的認識。
使用體驗整體滿意度	3.65	0.852	4	學習端對於使用AI輔助教材的整體滿意度較高，顯示該教材的使用效果較好。	繼續改進教材，提供更好的使用體驗，進一步提高學習端的滿意度。
教材易於理解程度	3.15	1.208	3	學習端對於教材易於理解程度的評價較為中等，可能需要進一步改進教材的清晰度和易讀性。	優化教材的結構和表達方式，提高易讀性和清晰度。
知識點詳細程度	3.3	1.077	3	學習端認為教材提供的知識詳細程度較高，這有助於他們更好地理解 and 掌握相關知識。	確保教材內容充實詳細，涵蓋全面，滿足學習端的學習需求。
邏輯和結構清晰度	3.45	1.070	3.5	學習端認為教材的邏輯和結構清晰度較高，這有助於他們更好地理解 and 應用所學知識。	進一步提高教材的邏輯性和結構性，使學習端更容易理解和記憶。
視覺設計和版面友好程度	3.85	0.787	4	學習端對於教材的視覺設計和版面友好程度非常滿意，這有助於提高他們的學習興趣和效果。	繼續保持教材的視覺設計和版面友好，提高學習端的學習興趣和參與度。
多媒體資源是否有助於理解內容	3.55	1.047	4	學習端認為教材中的多媒體資源對於理解內容有一定程度的幫助，這可以增強教學效果。	確保多媒體資源的充分利用，使其更好地輔助教學和理解內容。
幫助學習效果對遺傳學知識的理解提升程度	3.75	0.886	4	使用AI輔助教材可以顯著提升學習端對遺傳學知識的理解，這對於提高教學效果至關重要。	持續發展和改進AI輔助教材，進一步提高對遺傳學知識的理解程度。
是否幫助更好地掌握遺傳學知識點	3.75	1.034	4	AI輔助教材的使用有助於學習端更好地掌握遺傳學知識點，這對於教學效果和學習成效具有積極影響。	持續改進教材的內容和結構，確保學習端能夠全面掌握相關知識。

是否提升了學習興趣	3.7	0.699	4	使用AI輔助教材有助於提升學習端的學習興趣，這對於促進主動學習和提高學習效果非常重要。	不斷豐富教材內容，提供吸引學習端注意力的學習資源，進一步提升學習興趣。
是否在測試和考試中取得更好的成績	3.7	0.748	4	使用AI輔助教材有助於學習端在測試和考試中取得更好的成績，這表明教材對於學習成果的提升有積極影響。	持續改進教材內容和教學方法，進一步提高學習端在測試和考試中的成績。
是否能夠更好地進行自學和複習	3.7	0.674	4	AI輔助教材的使用有助於學習端更好地進行自主學習和複習，這對於提高學習效果和成績具有重要意義。	提供更多自主學習和複習的指導和資源，讓學習端能夠更有效地進行自學和複習。

綜合分析以上數據，可以得出以下整體意義：

1. 高中學習端對於使用AI輔助教材的整體滿意度較高，認為這有助於提高他們的學習興趣和成績。
2. 教材的視覺設計和版面友好程度得到了高中學習端的廣泛認可，這對於提高高中學習端的學習參與度和效果至關重要。
3. 多數學習端認為AI輔助教材有助於提升對遺傳學知識的理解和掌握，以及在測試和考試中取得更好的成績，這反映了教材對於知識傳授和學習成效的積極影響。
4. 需要改進的方面主要集中在教材易於理解程度和自主學習複習的效果，這需要進一步優化教材的結構和內容，並提供更多的自主學習指導和資源。

## (2) 國中生AI輔助教材使用問卷調查分析

指標	平均值	標準差	中位數	教學意義	急需改善部分
使用次數	3.15	2.18	3	學習端對AI輔助教材的使用次數普遍較少，可能需要教師提供更多支持和鼓勵。	提高學習端對AI輔助教材的使用頻率。
使用體驗整體滿意度	3.45	0.97	3.5	教材整體滿意度較高，可以繼續保持，但仍應關注不滿意部分進行改進。	確保教材的品質和效果持續保持良好。
教材易於理解程度	3.35	0.80	3.5	教材易於理解程度較好，但仍有部分學習端對其理解度有疑慮，可能需要提供更清晰的解釋和示範。	增加更清晰的解釋和示範，確保所有學習端理解度一致。
知識點詳細程度	3.40	0.79	3.5	教材的知識點詳細程度較高，但仍有部分學習端認為不夠詳細，可能需要增加更多案例分析等內容。	提高教材對知識點的深度和廣度。
邏輯和結構清晰度	3.40	0.81	3.5	教材的邏輯和結構清晰度較高，但仍有改進的空間，可能需要更好地組織教材內容，使其更易於理解。	加強教材的結構和邏輯性，確保學習端易於理解教材的內容。
視覺設計和版面友好程度	3.60	0.78	3.5	教材的視覺設計和版面友好程度較高，但仍有部分學習端認為不夠友好，可能需要重新設計版面和圖像。	提高教材的版面設計和圖像友好程度。
多媒體資源有助於理解內容	3.20	1.12	3	多媒體資源對部分學習端有助於理解內容，但需要更好地整合到教材中，使其更有效地幫助學習端理解。	增加更多整合多媒體資源的機會。
幫助學習效果提升程度	3.35	0.88	3.5	教材對學習效果提升的程度較高，但仍有改進的空間，可能需要更多互動性和補充資源來提高學習效果。	增加更多互動性和補充資源。
掌握遺傳學知識點	3.25	0.79	3.5	教材對學習端掌握遺傳學知識點的效果較好，但仍有部分學習端感到掌握不夠，可能需要提供更多案例分析等內容。	確保學習端對知識點的全面掌握。
學習興趣提升程度	3.30	0.94	3.5	教材對學習興趣提升的程度較好，但仍有部分學習端認為提升不夠，可能需要更多生動的教學內容來提高學習興趣。	增加更多生動有趣的教學內容。

考試成績提升程度	3.25	0.79	3.5	教材對學習端考試成績提升的效果較好，但仍有改進的空間，可能需要提供更多練習題和測驗來幫助學習端提高成績。	提供更多練習題和測驗以幫助學習端提高成績。
自學和複習效果	3.35	0.79	3.5	教材對自學和複習效果的提升較好，但仍有部分學習端感覺效果不佳，可能需要提供更多自主學習的指導和資源。	提供更多自主學習的指導和資源以幫助學習端提高自學和複習效果。

綜合分析以上數據，可以得出以下整體意義：

1. 教材品質優異：大多數國中學習端對教材的整體滿意度較高，且易於理解程度、知識點詳細程度、邏輯和結構清晰度等方面得到了肯定。這表明教材的品質較高，能夠有效地傳達知識和促進學習端的學習。
2. 國中學習端滿意度較高：國中學習端對教材的整體滿意度、視覺設計和版面友好程度等方面給予了較高的評價。這表明教材設計符合學習端的學習需求和興趣，能夠提升他們的學習動機和興趣。
3. 改進空間存在：雖然教材在多個方面得到了肯定，但仍有部分學習端認為教材在易於理解程度、多媒體資源利用等方面存在改進的空間。因此，教師需要不斷關注學習端的反饋，及時調整教學方法和教材內容，以提高教學效果。

(3) 國、高中生 (各二十位) AI輔助教材使用問卷調查比較分析

指標	高中生	國中生	T檢驗	F檢驗	分析說明	建議改善方法
使用體驗整體滿意度	3.75 (0.53)	3.75 (0.49)	t(38) = 0.00, p > 0.05	F(1, 38) = 0.00, p > 0.05	兩組間滿意度無顯著差異。	進行更詳細的問卷調查，了解學習端需求。
教材易於理解	3.55 (0.36)	3.45 (0.33)	t(38) = 1.11, p > 0.05	F(1, 38) = 0.78, p > 0.05	兩組間易於理解程度無顯著差異。	提供更多易於理解的教材資源。
知識詳細程度	3.50 (0.27)	3.35 (0.27)	t(38) = 2.04, p < 0.05	F(1, 38) = 4.16, p < 0.05	高中生對知識詳細程度的評價高於國中生。	加強國中生的知識傳遞與詳細解釋。
邏輯和結構清晰度	3.83 (0.22)	3.71 (0.24)	t(38) = 2.43, p < 0.05	F(1, 38) = 5.91, p < 0.05	高中生對邏輯和結構清晰度的評價高於國中生。	強調國中教材的結構和邏輯性。
視覺設計友好度	3.90 (0.22)	3.76 (0.24)	t(38) = 1.38, p > 0.05	F(1, 38) = 3.44, p > 0.05	兩組間視覺設計友好度無顯著差異。	提供更具吸引力和易讀性的設計。
多媒體資源有助於理解內容	4.00 (0.22)	3.71 (0.24)	t(38) = 2.39, p < 0.05	F(1, 38) = 5.74, p < 0.05	高中生認為多媒體資源對理解內容的幫助更大。	提供更多並提高質量的多媒體資源。
幫助學習效果提升遺傳學知識	3.95 (0.21)	3.67 (0.22)	t(38) = 2.46, p < 0.05	F(1, 38) = 5.86, p < 0.05	高中生對幫助學習效果提升遺傳學知識的評價高於國中生。	強調遺傳學知識的學習方法和技巧。
掌握遺傳學知識點	3.95 (0.21)	3.67 (0.22)	t(38) = 2.46, p < 0.05	F(1, 38) = 5.86, p < 0.05	高中生對掌握遺傳學知識點的評價高於國中生。	提供更多案例和應用場景的練習。
學習興趣提升	4.05 (0.22)	3.67 (0.22)	t(38) = 2.47, p < 0.05	F(1, 38) = 5.93, p < 0.05	高中生認為教材對學習興趣提升的效果更好。	提高教材的趣味性和生動性。
考試成績提升	3.90 (0.22)	3.76 (0.24)	t(38) = 1.38, p > 0.05	F(1, 38) = 3.44, p > 0.05	兩組間考試成績提升無顯著差異。	提供更多有針對性的測試和評估。
自學和複習效果	3.90 (0.22)	3.76 (0.24)	t(38) = 1.38, p > 0.05	F(1, 38) = 3.44, p > 0.05	兩組間考試成績提升無顯著差異。	提供更多有針對性的測試和評估。

## 整體結果：

雖然在大多數項目上，高中生和國中生對於教材的滿意度、易於理解程度、邏輯和結構清晰度、視覺設計友好度等方面沒有顯著差異，但在知識詳細程度、多媒體資源有助於理解內容、幫助學習效果提升遺傳學知識、掌握遺傳學知識點、學習興趣提升等方面，高中生的評價普遍高於國中生。

這意味著教材在深度、資源的充實度以及引起學習端學習興趣等方面可能存在不足，尤其是對於國中生，需要更多的支援和引導，以確保他們能夠更好地理解 and 掌握遺傳學知識。

為了改善這一情況，建議可以加強國中生教材的知識詳細程度，增加更多並提高質量的多媒體資源，強調教材對學習效果的提升和學習興趣的引起。同時，也可以提供更多有針對性的測試和評估，幫助學習端更好地進行自學和複習。

## (4)教師（含友校教師與助教）AI輔助教材使用教學問卷調查數據分析

指標	平均值	標準差	中位數	分析說明	改善方法與建議
教學年齡	3	0.47	3	教師年齡普遍中等。	提供對不同年齡段教師的不同培訓和支援。
使用AI輔助教材的次數	3.3	1.02	3	使用頻率波動較大。	加強對教師的教材使用培訓。
使用體驗整體滿意度	3.6	0.67	4	教師整體滿意度中等。	進行更多教師反饋調查，改進教材內容。
教材內容是否有助於教學	3.9	0.3	4	教師普遍認為有助於教學。	持續提供充足的教材資源，支援教師使用。
知識點準確性	3.9	0.3	4	教師普遍認為知識點準確。	定期更新教材內容，確保準確性。
邏輯和結構清晰度	3.9	0.3	4	教師普遍認為結構清晰。	提供更清晰的結構指導，使教材更易於理解。
是否有助於減輕教學負擔	3.9	0.3	4	教師普遍認為有助於減輕負擔。	提供更多支援和教學資源，減輕教師負擔。
是否會推薦其他教師使用	3.9	0.3	4	教師普遍認為會推薦其他教師使用。	建立教師間分享平台，推廣教材使用。
是否提供充分的多媒體資源	3.9	0.3	4	教師普遍認為提供充分。	持續提供多樣化的多媒體資源。
教學效果學習端對遺傳學知識的理解提升程度	3.9	0.3	4	教師普遍認為有助於理解提升。	加強學習端評估，調整教學策略。
是否幫助學習端更好地掌握知識點	3.9	0.3	4	教師普遍認為有助於掌握知識點。	提供更多輔助教學資源，加強學習端。
<p>整體結果，彙整幾點結論和改善建議：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教學年齡、使用AI輔助教材的次數、及整體滿意度：平均值顯示教師對於教材滿意度普遍較高，但標準差較大，意味著有些教師對於使用情況的滿意度差異較大。建議進一步調查不同教師對於教材使用的具體情況，以解決不滿意的問題。</li> <li>2. 教材內容是否有助於教學、知識點準確性、邏輯和結構清晰度、是否有助於減輕教學負擔、是否會推薦其他教師使用、是否提供充分的多媒體資源：這些指標的平均值較高，標準差較小，顯示教師普遍認為教材內容完善並且有助於教學。建議繼續提供充足的支援和資源，以確保教師持續滿意並推廣教材使用。</li> <li>3. 教學效果學習端對遺傳學知識的理解提升程度、是否幫助學習端更好地掌握知識點、是否提升了學習端的學習興趣、是否注意到學習端的測試和考試成績有改善、是否有助於促進學習端的自主學習和複習：這些指標顯示教師普遍認為教材有助於學習端學習，但標準差較大，意味著教師對於學習端反饋的理解存在差異。建議加強對教材使用方法的培訓，以及加強對學習端學習效果的監測和評估，以及時調整教學策略。</li> <li>4. 改進建議：基於教師的意見和建議，我們可以進一步改進教材的詳細程度、邏輯和結構、準確性，增加插圖和多媒體內容，並提供更多的實例和案例分析。同時，我們也應該持續收集和分析教師和學習端的反饋，以不斷改進教材和教學方法。</li> </ol>					

(5) AI輔助教材使用教師（含友校教師與助教）與全體學習端（40人）的比較分析表格

指標	學習端	教師	T檢驗	F檢驗	分析結果	建議改善方法
使用體驗整體滿意度	平均值： 3.825	平均值： 3.4	p = 0.067	F = 1.657	無統計上 顯著差異	-
教材易於理解	平均值： 3.675	平均值： 3.5	p = 0.213	F = 0.872	無統計上 顯著差異	-
知識詳細程度	平均值： 3.525	平均值： 3.3	p = 0.142	F = 1.415	無統計上 顯著差異	-
邏輯和結構清晰度	平均值： 3.45	平均值： 3.55	p = 0.352	F = 0.623	無統計上 顯著差異	-
視覺設計友好度	平均值： 3.625	平均值： 3.85	p = 0.015	F = 4.905	學習端顯著 高於教師	改進教材視覺設計，使之更友好。
多媒體資源有助於理解內容	平均值： 3.65	平均值： 4	p = 0.004	F = 7.627	學習端顯著 高於教師	增加教材中的多媒體資源。
幫助學習效果提升遺傳學知識	平均值： 3.725	平均值： 3.75	p = 0.833	F = 0.013	無統計上 顯著差異	-
掌握遺傳學知識點	平均值： 3.725	平均值： 3.7	p = 0.826	F = 0.012	無統計上 顯著差異	-
學習興趣提升	平均值： 3.85	平均值： 3.95	p = 0.375	F = 0.558	無統計上 顯著差異	-
考試成績提升	平均值： 3.675	平均值： 3.65	p = 0.85	F = 0.011	無統計上 顯著差異	-
自學和複習效果	平均值： 3.725	平均值： 3.75	p = 0.833	F = 0.013	無統計上 顯著差異	-

根據以上分析結果，在視覺設計友好度和多媒體資源有助於理解內容兩個方面，學習端的平均評分顯著高於教師的評分。需在教材設計時，增強視覺設計友好度，並增加多媒體資源，以提高學習端對教材的理解和滿意度。

## (6) 針對國中與高中差異提出改善方法：

## ① 教材設計與內容調整：

- 理解程度與深度調整：高中學習端更有能力深入理解和應用遺傳學知識，因此教材可以增加更多深度的內容，如分子遺傳學和基因工程等。
- 生動有趣的案例分析：在教學中，引入遺傳學發展史中的有趣案例，如著名的孟德爾豌豆實驗，透過實例分析，讓學習端更加生動理解遺傳學的基本概念，並引起他們的興趣。
- 圖文並茂、生動有趣：針對國中學習端，可以增加更多圖文並茂的內容，如動畫、漫畫等，以吸引學習端的注意力並增加他們的學習興趣。

## ② 教學方法優化：

- 互動教學：國中學習端可能更喜歡與老師和同學的互動，因此可增加更多小組討論、角色扮演等互動教學活動。
- STEAM實驗活動：設計一個STEAM實驗活動，讓學習端藉由實際操作遺傳學實驗，如觀察豌豆植物的遺傳特徵，進行基因型和表型的分析，從而深入理解遺傳學的原理。
- 多樣化教學方式：在高中階段，可以採用更多案例分析、實驗等多樣化的教學方式，以培養學習端的實踐能力和創新思維。

## ③ 個性化輔導與反饋：

- 個性化學習計劃：針對國中學習端，可以根據他們的學習能力和興趣制定個性化的學習計劃，為其提供更有針對性的輔導和指導。
- PhBL專題研究：讓學習端選擇自己感興趣的遺傳學主題，展開PhBL專題研究，並根據學習端的學習進度和需求，提供個性化的指導和反饋。

## ④ 定期反饋與評估：高中階段的學習端更需要定期的反饋和評估，以便及時調整學習策略和提升學習效果。

(7)針對教師與學習端差異提出改善方法：

①教學目標和期望的溝通：

- 明確教學目標：教師和學習端應該共同明確教學目標，以便雙方都能清楚知道學習的方向和目的。
- 瞭解學習端需求：教師需要更多瞭解學習端的學習需求和背景，以便針對性地進行教學設計和指導。
- STEAM作品展示：教師與學習端共同設定遺傳學課程的學習目標，並藉由STEAM作品展示的形式，讓學習端展示他們的學習成果，加深對目標的理解和共識。

②靈活的教學策略和方法：

- 差異化教學：教師可以採用差異化教學策略，根據學習端的不同水平和學習風格進行個性化的教學。
- PhBL團隊合作：教師組織學習端進行PhBL團隊合作項目，如設計一個遺傳學實驗或模擬遺傳疾病的治療方案，讓學習端在團隊合作中學習與合作，發揮他們的創造力和想像力。

③支持性教學：為學習端提供支持和幫助，鼓勵他們克服困難，發揮潛力。

④建立良好的溝通與合作關係：

- 溝通與反饋：建立良好的溝通渠道，及時瞭解學習端的學習情況和問題，並提供必要的指導和幫助。
- 合作與互助：鼓勵學習端之間的合作與互助，促進彼此之間的學習和進步。
- 師生合作研究：教師與學習端共同開展遺傳學發展史的研究項目，如參與遺傳學實驗或文獻研究，建立良好的師生互動和合作關係。

(8)改善計畫的流程與時程安排：

- ①需求的分析：確定改善的目標和重點，針對國中與高中學習端之間的差異以及教師與學習端之間的差異進行深入分析，明確問題和需求～（1周）。
- ②制定計畫目標：根據需求分析的結果，確定改善計畫的目標和具體內容，包括教材設計、教學方法優化、個性化輔導與反饋等方面～（2周）。
- ③資源的準備：確保有足夠的資源支持改善計畫的實施，包括教材資源、實驗器材、教師培訓等～（2周）。
- ④實施改善措施：根據計畫目標和內容，進行具體的改善措施實施，包括調整教材內容、優化教學方法、開展個性化輔導等～（8周）。
- ⑤監督和評估：在實施改善措施的過程中，定期進行監督和評估，收教學效果和學習成效的數據，及時調整和改進措施～（4周）。
- ⑥總結和分享：在改善計畫實施結束後，對改善效果進行總結和分析，彙總教學經驗和教訓，並分享結果和成果，促進教學改革和提升教學質量～（1周）。
- ⑦持續的改進：根據總結和分析的結果，不斷改進和完善教學改革工作，持續提升教學水準和教學質量～（永續）。

三.112年度教師可汗社群推廣內容具替呈現：

表內是近年進行推廣的影片連結，主要是表格中的團隊動力、推廣教育兩部分，以科學思辯的社群教師培訓、戶外教育種子教師的培訓與國小服務隊的種子教師培訓及活動執行主體分別對應到108課綱的自主、互動、共好精神。（以下表格內標題或網址均有超連結製影片網站，請參考）。

000 教師可汗動態簡介			
執行目標	背後含義	評選價值	影片製作
1-3 科學方法	互動	回饋 反思	018議題探索 ~ <a href="https://youtu.be/BDXneMd-hDA">https://youtu.be/BDXneMd-hDA</a> 019回饋反思 ~ <a href="https://youtu.be/N5axFB2zGks">https://youtu.be/N5axFB2zGks</a> 001探究實作： ~ <a href="https://youtu.be/WxrVulg5dyU">https://youtu.be/WxrVulg5dyU</a> 004 分組報告與講評 ~ <a href="https://youtu.be/y99CkdkI-1o">https://youtu.be/y99CkdkI-1o</a>
1-1 社群開始	互動	團隊 動力	007-2科學思辯課堂授課 ~ <a href="https://youtu.be/1AT_G3R7nZ4">https://youtu.be/1AT_G3R7nZ4</a> 020觀課、議課 ~ <a href="https://youtu.be/kFb4g5ZEiDI">https://youtu.be/kFb4g5ZEiDI</a> 002-2社群戶外教學培訓： ~ <a href="https://youtu.be/cYd0TswzB9g">https://youtu.be/cYd0TswzB9g</a> 007-2科學思辯社群培訓： ~ <a href="https://youtu.be/BnIJGWoUZQI">https://youtu.be/BnIJGWoUZQI</a>
1-2 做中學	互動	呼應 校本	017科學初探 ~ <a href="https://youtu.be/oeo5xYrSXx8">https://youtu.be/oeo5xYrSXx8</a> 016迷思概念自主學習 ~ <a href="https://youtu.be/nscaqLvC-h0">https://youtu.be/nscaqLvC-h0</a> 003科學動手作 ~ <a href="https://youtu.be/repXBoa7_QE">https://youtu.be/repXBoa7_QE</a>
3-1 延伸推廣	共好	推廣 教育	015戶外教育課程實施 ~ <a href="https://youtu.be/45E9NzOHoom">https://youtu.be/45E9NzOHoom</a> 011國小服務課程實施與培訓 ~ <a href="https://youtu.be/zOqlxpNGsio">https://youtu.be/zOqlxpNGsio</a> 002-2社群戶外教學培訓： ~ <a href="https://youtu.be/cYd0TswzB9g">https://youtu.be/cYd0TswzB9g</a>
3-2 互動關懷	共好	服膺 108精神	012快閃音樂會： ~ <a href="https://youtu.be/CRez6PSqGls">https://youtu.be/CRez6PSqGls</a> 013微電影好社課程： ~ <a href="https://youtu.be/lnemRtAwasM">https://youtu.be/lnemRtAwasM</a>
2-1 社團宗旨	自主	課程 特色	014專題製作課程： ~ <a href="https://youtu.be/PeSFBkiv2do">https://youtu.be/PeSFBkiv2do</a> 004分組教育 009-歡樂科展社團： ~ <a href="https://youtu.be/SbPEu2QSSjE">https://youtu.be/SbPEu2QSSjE</a> 009-2歡樂科展社團剪影 ~ <a href="https://youtu.be/tiKqdPzPLEU">https://youtu.be/tiKqdPzPLEU</a>
2-2 打破時空	自主	資訊 融入	005加深課程： ~ <a href="https://youtu.be/P7N7Xa8q3ts">https://youtu.be/P7N7Xa8q3ts</a> 006加廣課程： ~ <a href="https://youtu.be/CM3qW5XJulA">https://youtu.be/CM3qW5XJulA</a> 010線上科學書報： ~ <a href="https://youtu.be/VkOpKzIMRLI">https://youtu.be/VkOpKzIMRLI</a>
1-4 課程實踐	互動	多元 面向	008-2多元課程剪影： ~ <a href="https://youtu.be/a61-UpYqVDM">https://youtu.be/a61-UpYqVDM</a> 008多元課程實施培訓： ~ <a href="https://youtu.be/OygP5WiuDYI">https://youtu.be/OygP5WiuDYI</a>

## ■ 第一年

### 一. 檢討省思：檢討現行困境（社群研討）：

1. 依據上年度『高階科學思辨與創意實作課程』執行省思與回饋，學習端在電學知識概念與技能操作上都出現學習困境。

(1) 依據0912教師助教群會議分析原因，高中所學電學關鍵知識點學習端沒有融會貫通，且所學均為理論極度缺乏實作技術。

(2) 解決方法：故為強化學習動力，會議決定進行規劃『生活電學』加深課程，藉由知識走進生活引發學習動機，課程設計藉由解構隨手可得的插座、電源開關、電路板等，讓學習者動手實作了解原理，並藉由組裝復原學習操作技能，進而引導教授繪製電路，啟發改善創意，過程中的實務操作商請電機助教群，實作拍攝逐步解構、組裝、原理及相關電工機械技術操作影片，建置『線上授課』課程與『線上教材』。

2. 依據1011線上主題特色課程實施社群會議，回饋反應十三主題的實施應建置系統性的執行順序，以利教學上的推動及學習端的銜接。

(1) 分析原因：十三個主題特色課發展時是單獨性考量，雖然各具強烈特色，但卻欠缺相互連動的整合，故需解構其中單元需求與目標，再重新釐清教學的先後排序。

(2) 解決方法：

① 除繼續依計畫先完成陸續三主題的線上化外，使課程單元精緻化、線上化成為學習端自主學習及教師教授各類專題課程應用資源。

② 並商請參與過的教師及助教群分工，逐步針對每個主題課程內容單元進行解構。會議共識使用心智圖及邏輯架構圖先行分析出各主題的目標、效應，學習端先備、能力需求，以利後續會議討論教學規劃、執行、籌備、訓練，實施前後測分析依據，進行系統性課程教學邏輯修正。

③ 目前主題特色課程13個教學主題分別為：①資訊融入教學，②心智圖融入教學，③分組合作教學，④迷失概念單元教學，⑤科學思辨課程，⑥微電影好攝行銷課程，⑦在地國小服務隊活動，⑧科學探究動手做課程，⑨戶外實察教學課程，⑩科學寫作課程，⑪增廣加深影片教學，⑫人文訪談踏查教學，⑬線上雲端互評。

## 二.教學省思：

省思未來學習趨勢，除由情境化引發動機，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。教學省思如下：

### 1. 學習端的需求～透過教學端的資源建置解決：

- (1)自覺的機會（S）：課程素材需取自生活中的常見事物，如門門的轉軸、抽屜的滑軌等，藉以引發學習端的好奇與實物觀察。
- (2)資源的取得（T）：關鍵知識的取得，需打破文字表達，儘可能利用多媒體，如影片、動畫以利學習端的自學理解，持續學習熱情銜接理論方法的教學。
- (3)實物的操作（T）：實物操作中需要材料及工具，這部分涉及專門術語與操作技術。可利用建置『線上教材』將專業名詞定義、原理、意義、價值、應用說明及採購用語、地點、規格等注意事項於教材闡述，讓學習端進行自學及自行採購準備。『線上授課』則強調在工具的使用、操作、技巧、安全注意及比較各類工具的差異，藉此可引領學習端開展學習方向，且藉由多媒體協助更容易解構工具使用的技巧以利掌握操作成功率，提高學習端的成就動機。

### 2. 學習端的迷失～藉由教學端的教學技巧突破：

- (1)歷程的記錄（T）：學習的過程是成功的關鍵，過程中的紀錄是發現結果差異的必然條件，如何建置完善的紀錄首在善用紀錄工具。常見的紙筆、攝影都是好工具，但要如何選擇使用時機則因時因事而異，讓學習者找到適時合用的紀錄工具也是必要的學習。故每次的教學都要求且反覆提醒，並在事後匯報中找出缺失及優點進行評比提醒，藉此逐步讓學習者習慣紀錄及掌握自己適合的紀錄方式。
- (2)結果的好壞（S）：長期制約的效應使得學習端易受結果牽動學習動機，簡而言之即缺乏挫折復原力。但事實上這是對探索事物『動機』的誤解，當學習端將動機設為符合假設即成功，反之則失敗，這就變成二元論的想法，雖然符合科學的原則，但卻不是科學的精神。故教學過程中必須不斷提醒學習端重視探求的不只是結果，更重要的是『因～果』的關係與其連動原理。這將牽動學習者是僅看到果，還是能體會到『因與果』互動的『分析』能力。所以教學中要不斷提醒學習端，探索目標在找『因果關聯』而非『服膺假設』。
- (3)分析的意義（E）：任何做過的事都會有痕跡，這些痕跡就是紀錄的資料，但資料是死板板的數據或影像，僅能說明發生過、存在過，並不能說明為何發生、為何而做、意義與目的。所以教授學習端如何將資料整理成有意義的資訊，則成為解決上述問題的出發點。首先要提醒學習端完善的紀錄、找出有意義的紀錄點、降低紀錄的誤差、精進紀錄的頻率與提升精準度與可信度，這涉及到變因分析控制及觀察的敏銳度。但更重要的是要強化學習端對趨勢性的理解，所以在完成一系列的實作紀錄後，要傳授如何作表，如將大數據中有意義與誤差分離的回歸、標準差及中位數的意義。之後銜接如何作圖，例如將大量數據進行簡化於圖中看出趨勢，又如利用『笛卡爾座標』的操作、應變變因的比對分析出相關趨勢性、精度、準

度、信度及效度等。藉此找出因果的關聯進而預測可能，之後才能引導學習端進行創意應用的發想。否則學習端未經此經歷，常會天馬行空的誤判或誤估未來可能的結果，遑論應用。

- (4) 討論與省思 (A) : 『討論』是專注於自省紀錄過程中的誤差與誤解，或是新的發現及延伸。但『省思』強調的是處事態度上的不足與太過，兩者差異類似『形與義』的不同。一則具體表象的『果』，另一則為造成此表象的真實根源『因』。如何藉由此學習媒介紀錄反覆省思重蹈覆側的根源，即為學習端自覺的洞察力。更藉此警覺自我的缺陷與不足，作為警戒與修正態度以達行為的具體優化，提升自我素質。故傳授過程強調學習端省思的必要與撰寫，並給予撰寫內容肯定與引導啟發。
- (5) 行銷的洞察 (M) : 行銷的方式可以兩種方式呈現，一為僅『文字表達』通常是單向的闡述，需儘可能鉅細靡遺才能降低閱讀者的質疑，但於此也喪失了與閱讀者的直球對決的回饋。而另一種『口語行銷』則為雙向互動，面對聽眾的即時回饋，過程就考驗行銷者靈敏的思路、健全的思維與邏輯合理性的挑戰。故『線上科學書報』教學端必須忠實扮演洞察者、監督者、反對者、質疑者的角色，不斷地刺激學習端反思思路的邏輯程序與健全思維的縝密度的訓練。
- (6) 角色的扮演 (M) : 學習與生活中扮演觀眾的頻率遠大於扮演主角。如何利用扮演觀眾角色時，學習細微的觀察辨析需求與擷取內容關鍵應用所學辨證正是知識整合生活的培養。且在面對疑惑時如何提問、溝通的對話的表達技術，則是健全人際人脈的重要技巧。故授課中利用小組操作且適時對小組提出疑問，引導小組成員對問題互動，產生對議題的辯證與論述表達則成為最佳時機，此法較全班匯報能有更多頻率操作，也更能化解初學者面對大批觀眾時的內心恐懼感。

### 3. 學習端的內省～透過教學端的堅持改變：

- (1) 優雅的處理 (A) : 面對無法閃避的問題與挑戰，比拼的就是能力的準備與時間的管理。兩者在處事的外顯行為上並不相同，如『能力』是展現在處理手法方式、手段態度。而『時間管理』則會呈現在先後程序、立論邏輯、原則目標。通常『能力不足』者會以拖待變，而『時間不足』者則會抓大放小，兩者處理都有缺憾，但魚與熊掌通常難以兼得，所以訓練學習端面對危機的處理是必要的經驗過程。故教學端可特意分組設計令學習端感受挑戰，再細微觀察紀錄組內成員處理方法適時引導與事後啟發，讓學習端能感受與嘗試發現自我特質中的優缺點，找到適合自己的轉化方法。
- (2) 挫折的復原 (A) : 面對無力的困頓，如何保持情緒的穩定與紓解是持續的關鍵點。首先要讓自己感到「安心」，透過日常中的活動與行為找到適合自己的避風港，讓自己可以獲的另一個成就感以平衡內心的恐懼與否定，待平復後再重新省思過程中的遺漏或不足。故教學端必須正視學習端必然的挫折，藉由敏感洞察力鼓勵學習端適時的暫時放手，引導學習端以其安心活動紓解情緒。

(3) 競賽的得失 (A)：學習端面對競賽的得失，難免過重，但真實的競賽是與自我的挑戰和觀摩他人之長與短，長則習之，短則警惕。其實在競賽前的實驗整備過程都有著無限的挑戰，在過程中引導孩子們面對不足勇於接納，陪伴面對情緒找到出口與方法排解，如唱歌劇、聽音樂、演奏樂器、打球及繪畫等等，都是很好的沈澱與平靜心靈再出發的避風港，而此培養過程才是競賽最珍貴的意義。因為要孩子在高國中就能做到碩博士的論文確實強人所難，但讓孩子們學會面對自己的優點與缺點與觀摩他人的長短，挪為自己成長過程的經歷才是關鍵。所以師長要捨得讓學習端受挫，要耐性陪伴他們走過，分享他們成長的喜悅，就如過程中同儕的互動，能為學長姐的付出感恩，更具體願意主動積極的回饋學弟妹們，這就是最美好的素養，也是本社團的宗旨，更是所有參與過的社員態度與精神。

### 三.現況高國中具體整合：（簡介如圖十一、圖十六。）

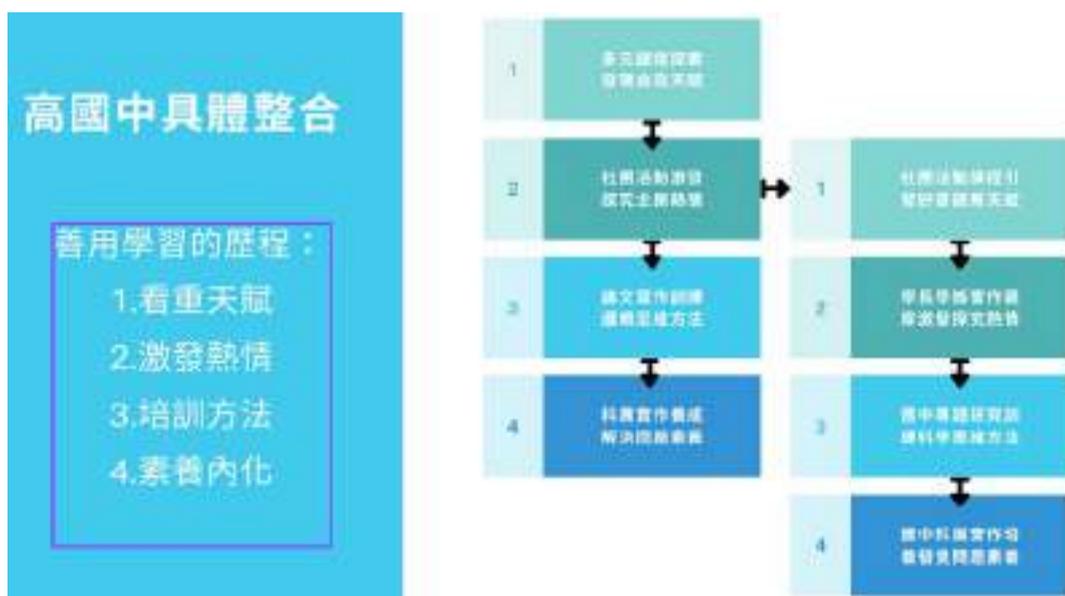
1. 善用學習的歷程：看重天賦<激發熱情<培訓方法<素養內化

2. 高中：

- (1) 多元課程探索發現自我天賦
- (2) 社團活動激發探究主題熱情
- (3) 論文寫作訓練邏輯思維方法
- (4) 科展實作養成解決問題素養

3. 國中：

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



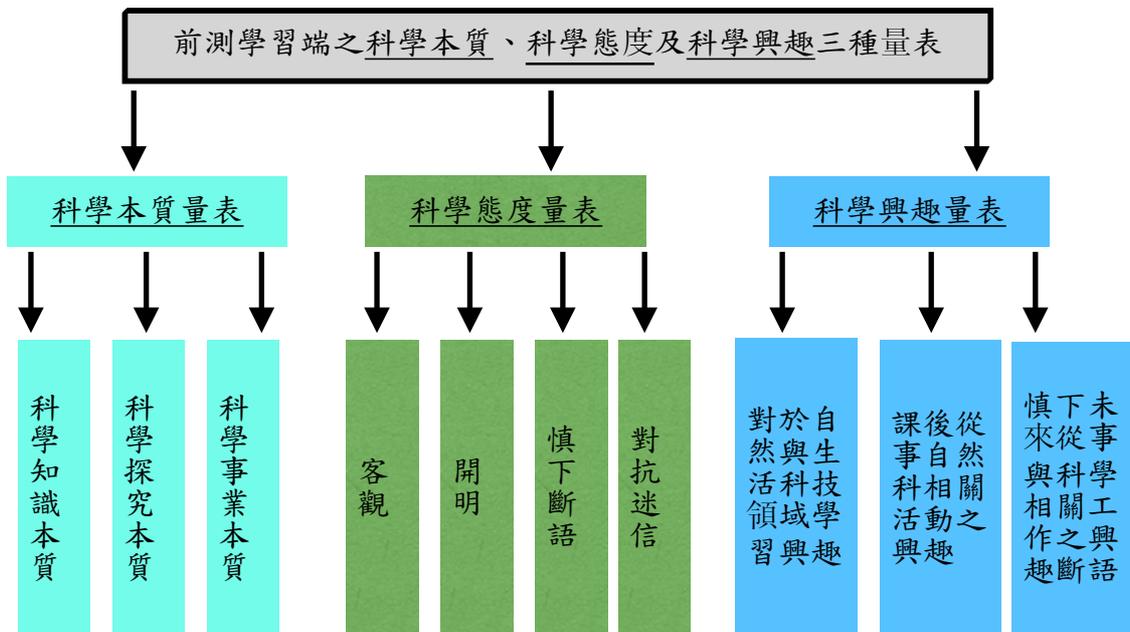
圖十六：現況高國中具體整合

#### 四.第一年：111學年度學習端對科學的意見調查（請參閱附件五）

##### 1. 問卷調查步驟：

- (1)擬定調查目的。
- (2)進行文獻探討，蒐集調查相關資料。
- (3)決定調查架構。
- (4)編製調查內容。
- (5)學習端之科學本質、科學態度及科學興趣相關量表修正與定稿。
- (6)學習端之科學本質、科學態度及科學興趣三種量表實施前測。
- (7)實際教學活動。
- (8)學習端之科學本質、科學態度及科學興趣三種量表實施後測。
- (9)進行資料分析與統計。
- (10)歸納研究所得，提出結論與建議。

##### 2. 問卷架構，如圖十七。



圖十七：問卷架構

- 因應111年問卷調查缺失：調查資料僅選項，故欠缺學習感受與心得的書面文字紀錄的調查，恐無法確切的反應實際現況，因此著手增設學習感受心得紀錄分析設計，並針對設置控制組(無參與課程學習端組)進行調查比對背景值，以更加仔細探討出該教學方法對提升科學本質、態度與興趣的價值。

### 3. 問卷內容：

在調查中之學習端科學本質量表、科學態度量表及科學學習興趣量表，可分為兩大部分：第一部份：基本資料；第二部分：學習端對科學本質、科學態度、科學學習興趣量表。內容分別敘述如下：

第一部份：基本資料：請學習端填寫自己學校、年級、班級

第二部份：量表計分方式

(1) 量表計分採「李克特式四點量表」(Likert four point scale)，每一題由填答者就其內容勾選出一個最符合自己的等級，如表十三。

表十三：計分量表（李克特式四點量表）

選項	正向題計分	反向題計分	總分計算
「非常同意」	4分	1分	所有題目得分相加， 即為填答者之科學本 質/科學態度/科學學 習興趣之總分。
「大多同意」	3分	2分	
「大多不同意」	2分	3分	
「非常不同意」	1分	4分	

#### (2) 量表內容說明

##### ① 學習端科學本質量表（我對科學的認識）

學習端科學本質量表採吳仲謀（2002）設計之科學本質量表，可區分科學本質為科學知識的本質、科學探究的本質及科學事業的本質三個向度，詳見學習端對科學的意見調查表調查問卷：二、學習端科學本質量表（我對科學的認識）。

- 內容方面：共三十題，如表十四。

表十四：學生科學本質量表（我對科學的認識）內容對應題號表

內容項目	題號
科學知識的本質	第1、4、7、10、15、18、20、26、27、29、30 題
科學探究的本質	第2、5、8、11、16、19、21、23 題
科學事業的本質	第3、6、9、12、13、14、17、22、24、25、28 題
正向題	第3、4、6、7、8、9、13、16、18、21、22、23、24、27、28、30 題
反向題	第1、2、5、10、11、12、14、15、17、19、20、25、26、29 題。

②學習端科學態度量表（我對科學的態度）

「科學態度量表」依據莊嘉坤（1993）將許榮富（1986）所發展之「科學態度量表」之二十項科學態度成份屬性進行歸類，精簡為四個科學態度類群，包括「客觀」、「開明」、「慎下斷語」及「對抗迷信」，並應用IRT多分試題反應模型，分析學習端的科學態度，達到「試題無關」與「樣本無關」客觀的測量，詳見學習端對科學的意見調查表調查問卷：二、學習端科學態度量表（我對科學的態度）。

- 內容方面：共計十四題，如表十五。

表十五：學生科學態度量表（我對科學的態度）內容對應題號表

內容項目	題號
客觀	第1, 2, 8, 9 題
開明	第3, 4, 10, 11 題
慎下斷語	第5, 6, 12, 13 題
對抗迷信	第7, 14
正向題	第1、4、7、8、9、10、13、14題
反向題	第2、3、5、6、11、12 題

③學習端科學學習興趣量表（我對科學的興趣）

學習端科學學習興趣量表採吳仲謀（2002）設計，詳見學習端對科學的意見調查表調查問卷：三、學習端科學學習興趣量表（我對科學的興趣）。

- 內容方面：共計二十題，如表十六。

表十六：學生科學學習興趣量表（我對科學的興趣）內容對應題號表

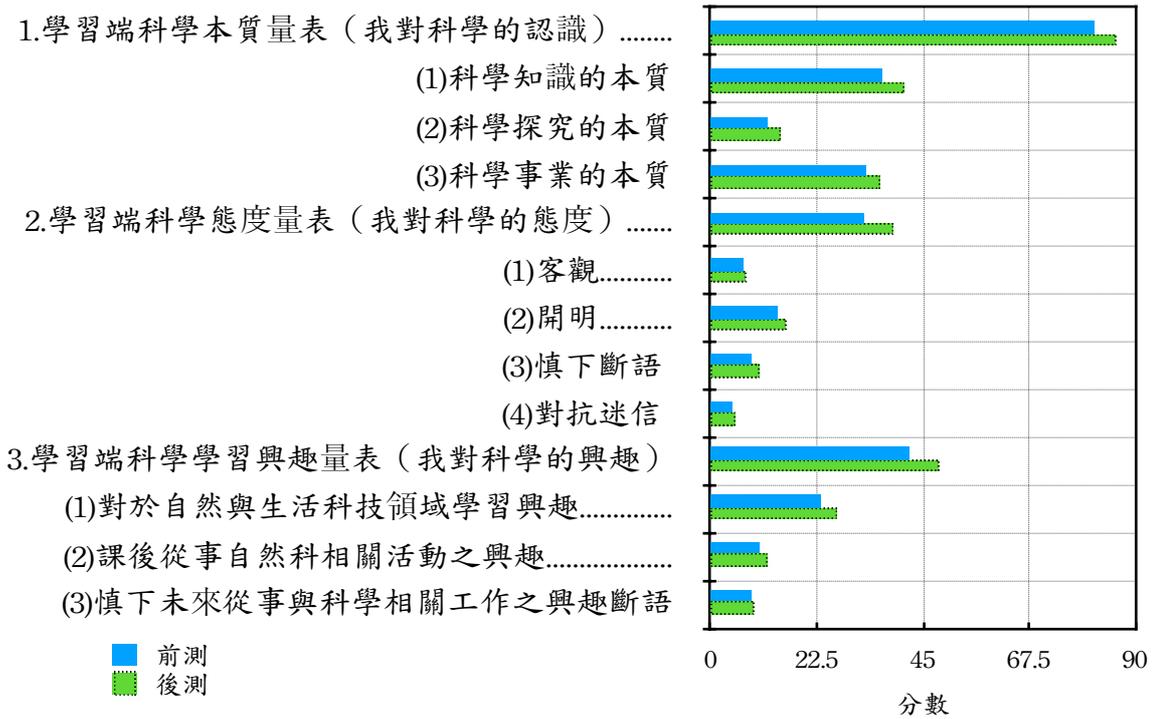
內容項目	題號	意義
對於自然與生活科技領域學習興趣	第3、6、9、11、15、17、18、19 題	探討學習端對於上自然課及實驗課的興趣
課後從事自然科相關活動之興趣	第1、2、4、7、10、14 題	探討學習端課後從事自然科相關活動之興趣
慎下未來從事與科學相關工作之興趣斷語	第5、8、12、13、16、20 題	探討學習端未來從事與科學相關工作之興趣
正向題	第 1、2、3、4、5、7、8、9、11、12、14、15、16、19、20 題	
反向題	第6、10、13、17、18 題	

#### 4. 調查結果分析：

將學習端在不同階段(實施前、後)所填的量表，針對各項類別的平均分數、標準差，透過成對樣本T檢定比較以瞭解學習端在前、後的差異情形，如表十七、圖十七：

表十七：前、後測數據統計

測驗 項目	總數 (N)	前測		後測		前後測成對樣本t檢定			
		平均 (Mean)	標準 差 (SD)	平均 (Mean)	標準 差 (SD)	差異	t 值	自由 度	P
1.學習端科學本質量表(我對科學的認識)	22	81.55	19.03	86.14	19.23	5.55	-2.78	21	0.011
(1) 科學知識的本質	22	36.42	6.595	41.03	6.42	1.69	-1.87	21	0.144
(2) 科學探究的本質	22	12.13	4.46	14.92	3.98	1.20	-2.56	21	0.039
(3) 科學事業的本質	22	32.99	4.29	35.75	4.73	1.36	-1.20	21	0.434
2.學習端科學態度量表(我對科學的態度)	22	32.60	18.17	38.67	27.32	5.20	-2.52	21	0.026
(1) 客觀	22	6.95	4.475	7.62	6.89	1.44	-1.25	21	0.470
(2) 開明	22	14.23	4.155	15.89	5.96	1.32	-1.87	21	0.125
(3) 慎下斷語	22	8.40	3.73	10.06	3.18	0.79	-2.95	21	0.020
(4) 對抗迷信	22	4.30	3.28	5.10	4.25	1.02	-2.91	21	0.010
3.學習端科學學習興趣量表(我對科學的興趣)	22	42.02	18.6	48.19	23.28	5.38	-2.65	21	0.019
(1) 對於自然與生活科技領域學習興趣	22	23.40	5.49	26.70	5.70	1.36	-2.39	21	0.077
(2) 課後從事自然科相關活動之興趣	22	10.02	4.22	12.21	3.71	1.00	-2.76	21	0.030
(3) 慎下未來從事與科學相關工作之興趣斷語	22	8.60	4.40	9.28	5.86	2.73	-3.83	21	0.420



圖十七：前後測數據統計圖

5. 結果分析：

- (1)在三大項學習端對科學本質、科學態度、科學學習興趣量表總分的後測成績均高於前測成績（P值<0.05），代表透過本課程實施均有助於提升學習端在這些面向的提升。
- (2)以成對樣本T檢定來看，在1.科學本質量表之(2)科學探究的本質、2.科學態度量表之(3)慎下斷語、(4)對抗迷信、3.科學學習興趣量表之(2)課後從事自然科相關活動之興趣（P值<0.05），顯示學習端在接受教學型態之後，在這些面向有顯著之成效。

6. 結論與建議

- (1)在統計的資料上，本調查進行了成對樣本T檢定，發現學習端在教學後學習端對科學本質、科學態度、科學學習興趣量表得分的情形有顯著的成長，意味者本課程有助於學習端的理解，重點在於教師能仔細的規劃教學、運用反饋，並明示所涉及之科學本質內涵。但教學活動之中總是存在著不確定的因素，教師更需熟悉科學本質並將之明示於教學，善用策略與時機，已應變教學中的臨時狀況。
- (2)本調查採用問卷調查法，僅能透過學習端的角度瞭解課程部分的面貌，仍欠缺學習感受與心得的書面文字紀錄的調查，恐無法確切的反應實際現況，因此未來研究可以朝此方向著手，並針對設置控制組(無參與課程學習端組)進行調查比對背景值，以更加仔細探討出該教學方法對提升科學本質、態度與興趣的價值。

柒、參考資料：

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

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> <p>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4-6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. 種子採集與處理實作一~二節 23. 種子標本製作一~四節,成果發表一節,共6-7節</p> <p>進階版:溫室魚菜共生綠能源栽培設備技術,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> <p>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. 穹頂構型實作一節 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生長燈插作修正技術一節 45. led生長燈組裝生長實作一節,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> <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>	<p>51. 分組與任務一節 52. 自動化魚菜共生綠能源栽培設備技術: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. 人力製油實作練習探究一節, 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,成果發表一節,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. 蓄電池組裝設計圖一~二節, 69. 蓄電池組裝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</p> <p>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> <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> <p>①(8)科學思辨,共三單元,六節 ②螞蟻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小橋示大學問二節</p> <p>81. 科學論文,共三單元,六節 ⑤繪製概念圖與探索POE教學二節 ⑥摘要教學二節 ⑦論證文章提示問句引導科學寫作的六個步驟的實作二節</p> <p>82. 表達溝通,共三單元,六節 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> <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 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物技巧觀察(假設與實作)二節 ③回力標的競賽(討論與分析)二節</p> <p>84. 電學探究,共三單元,六節 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> <p>85. 電學探究,共三單元,六節 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</p>
---	---

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"> <li>• <u>魚菜共生</u></li> <li>• <u>虹吸鐘</u></li> </ul>	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"> <li>• <u>植物鑑識</u></li> <li>• <u>水耕栽培</u></li> <li>• <u>植物採集</u></li> <li>• <u>標本製作</u></li> <li>• <u>種子保存</u></li> </ul>	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>魚菜共生水耕栽種</u> （實作與數據分析） ③ <u>植物標本採集與標本製作並與科學繪圖紀錄</u> 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>魚菜共生的實作栽培</u> ，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 <u>科學繪圖</u> 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"> <li>• <u>穹頂溫室</u></li> <li>• <u>太陽能板</u></li> </ul>	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>穹頂溫室設計</u> （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>太陽能光敏化電池製作</u> ，結合 <u>太陽能板設計圖</u> 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>穹頂溫室設計</u> 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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>生長燈</u></li> <li>• <u>溫室栽培</u></li> </ul>	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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>水力發電</u></li> <li>• <u>風力發電</u></li> <li>• <u>發電機</u></li> <li>• <u>逆變器</u></li> <li>• <u>蓄電器</u></li> </ul>	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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>arduino自動化程式自動設備</u></li> <li>• <u>全地形車</u></li> <li>• <u>電動PVC車</u></li> </ul>	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



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。



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。



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。



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。



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



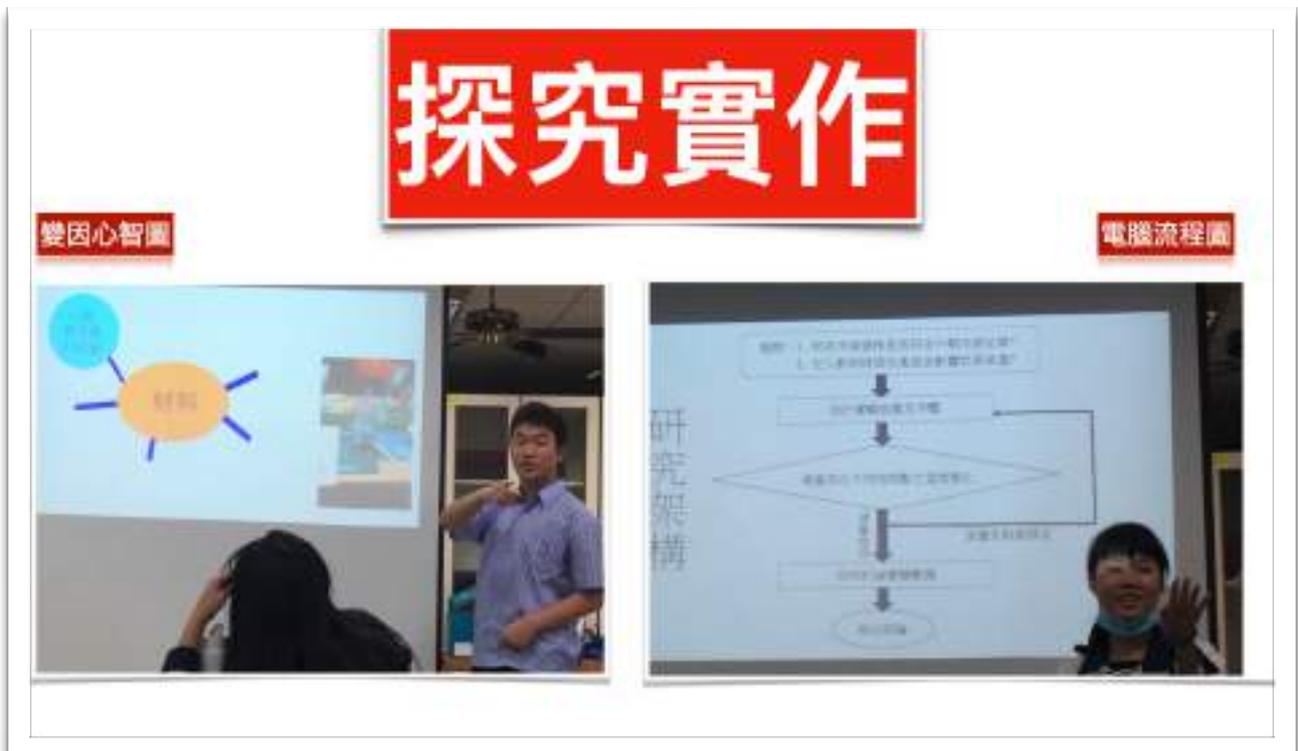
圖十：米蟲探究：藉由米蟲活體觀察行為與構造特徵的顯微觀察，讓學習端體會巨觀與微觀差異，並藉由微觀構造的科學繪圖，詳細了解構造與行為上的意義連結，學習查閱文獻驗證支持論點。



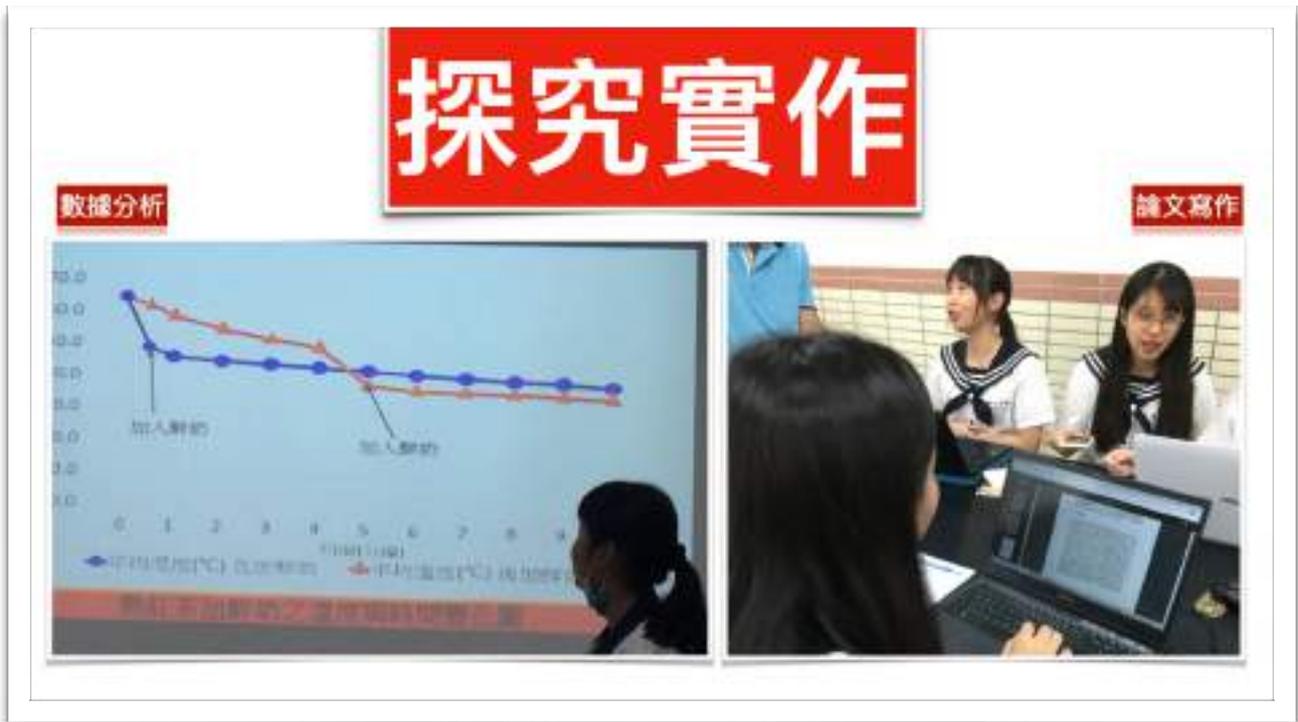
圖十一：泡泡探究：藉由『多層泡泡』的實作，發覺影響變因，藉此引入心智圖分析讓學習端進行小組頭腦風暴激發思考，並發表個人見解，引導出學習思維與論述表達溝通行銷的能力。



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。



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。



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，並解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。



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（連姿貽）

- ～論文：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MTkzMjAzNjc5Mzc5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTcwMjYzMzAxNjAy>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MTkzMjAzNjc5Mzc5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTcwMjYzMzAxNjAy>
- + 海報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MTkzMjAzNjc5Mzc5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTcwMjYzMzAxNjAy>

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/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MjQ0Mzk5NzY3Njc4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MjQ0Mzk5NzY3Njc4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>
- + 海報：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MjQ0Mzk5NzY3Njc4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>
- + 回饋：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MjQ0Mzk5NzY3Njc4/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>
- + 影片：<https://drive.google.com/file/d/1s7-aE9q1R5U6iofpNMhzaftqKzie2Fjy/view>

3. 實驗主題三：變化莫測的泡泡（孫珮軒）

- ～論文：<https://classroom.google.com/c/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MjQ5MTgyOTcwMTA5/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>

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/1N7x6S56Si1fXU1um5Mv6uGFG9rXXAxnm/view>

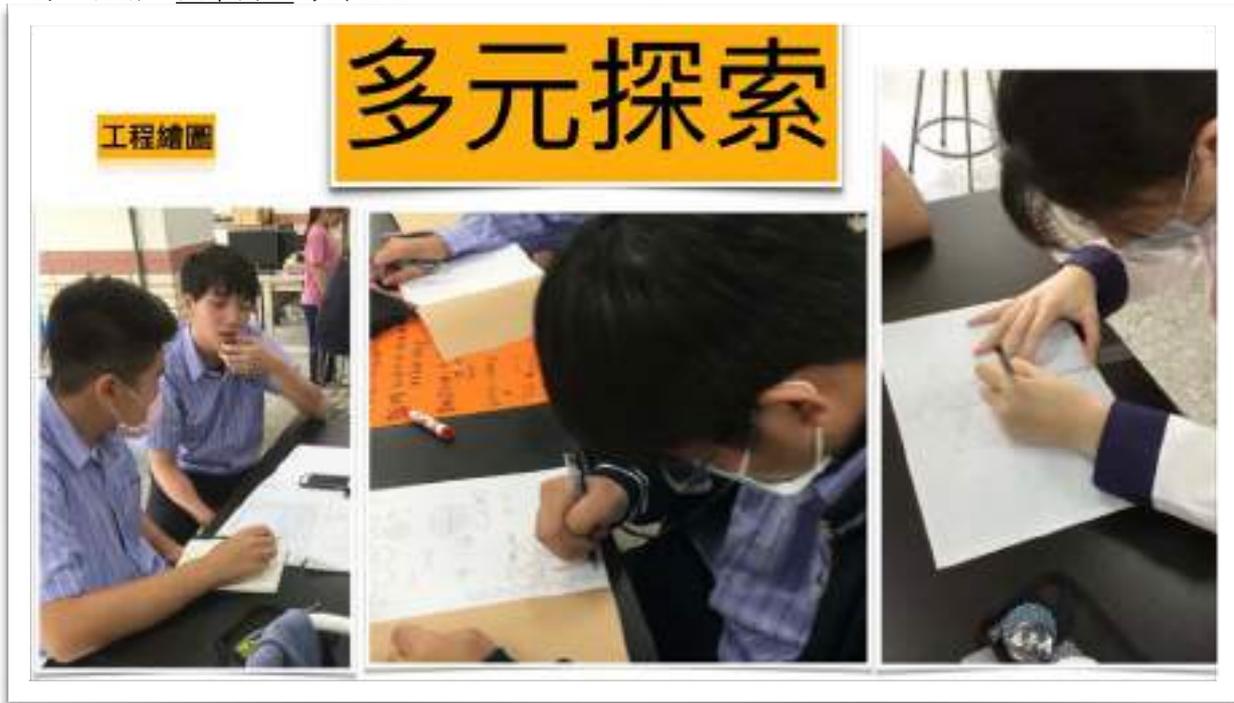
5. 實驗主題五：紅豆『氧』『酶』吐氣（蔡尚霖）

- ～甘特圖：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- ～論文：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 海報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 回饋：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 影片：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzM0MDkxOTI2MzY3#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&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/MTM4ODk3OTUxOTI4/a/MzY2NjE2OTU0MTY1/submissions/by-status/and-sort-last-name/student/MTYxMzQzNTYyNjAz>
- ～論文：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 簡報：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 影片：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 線上報告：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>
- + 心得：<https://classroom.google.com/g/tg/MTM4ODk3OTUxOTI4/MzY2NjE2OTU0MTY1#u=MTYxMzQzNTYyNjAz&t=f>

以高一初階～魚菜共生為例說明：



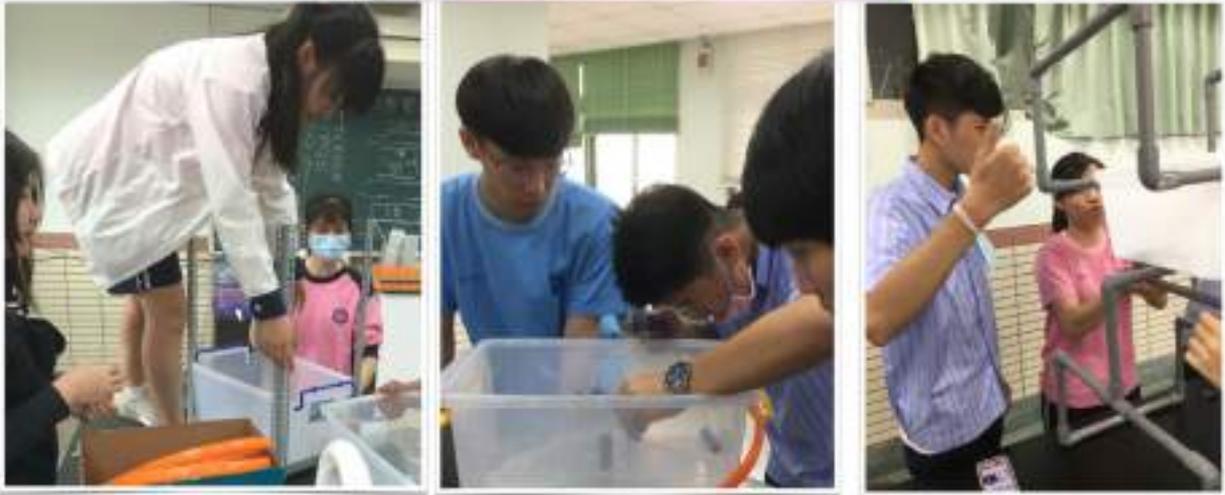
圖十七：高一初階～魚菜共生：藉由對魚菜共生的原理與發展史理解後，進行個人創意發想設計魚菜共生草圖，上傳至學習平台募集志同道合夥伴組成小組，進行頭腦風暴小組討論凝聚共識，進行可行性、應用性、價值性評估後繪製工程圖，建構器材與材料需求表並以個人擅長進行分工，規劃出可執行性的流程，同時藉由溝通人員安排建制與時間甘特圖，著手準備實作。



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。

細思調整

# 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已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/OXMa031Px4k>

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。





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。



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。



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. SDGs 17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皮農藥的最大適量，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/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUxMjA4ODIxMjQ2#u=NTI4MDM5NTU2Mzla&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/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUxMjA4ODIxMjQ2#u=NTI4MDM5NTU2Mzla&t=f>
4. Dome設計模型製作 : 影片 <https://classroom.google.com/g/tg/MjU2MTIyOTY5Mjc0MzUxMjA4ODIxMjQ2#u=NTI4MDM5NTU2Mzla&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>



圖二十九：歡樂科展社緣起：

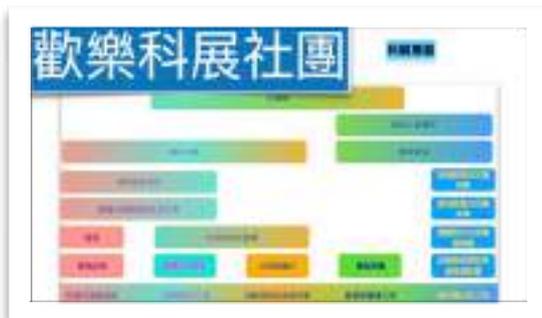
歡樂科展社前身是水工實驗室，因隨著眾多主題的加入，於2017正式改為『歡樂科展社』，承傳原實驗室的宗旨，為鼓勵學習端勇於表達想法，經過組員間討論及向學長姐和指導老師請益後實際動手操作。藉由一次次失敗培養挫折復原力，學習實驗操作技巧，了解自己不足之處並加以強化。指導老師在本實驗室扮演陪伴的角色，組員為研究發展真正主角，應積極主動進行研究，自動自發向老師或學長姐等先進請益，而非等待指示。林聖鈞老師曾說：「我培養的是領導人才。科展只是一個過程，就算拿第一名又能代表什麼？」於此學習，重要的是藉助具意義的過程，培養一輩子受用的能力。

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](https://youtu.be/Txay6k_dhdg)  
宗旨：[https://drive.google.com/drive/folders/1QruUP7W3L0b30Obf7FT\\_RRgLvYQcE1bE](https://drive.google.com/drive/folders/1QruUP7W3L0b30Obf7FT_RRgLvYQcE1bE)
- 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/PWGtqYUff5I>

2. 全國科展：

040710：「蟻」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：「蟻」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](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/b04d054a757077e71d7d11123e893bdc.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/104>

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\_35abaee6d46c3b345b4c8d576219d83532444e10/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\_35abaee6d46c3b345b4c8d576219d83532444e10/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=](https://sf.tn.edu.tw/modules/science_fair/award.php?sf_sn=6&sk_kind=&sk_subject=&award=)

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=](https://sf.tn.edu.tw/modules/science_fair/award.php?sf_sn=1&sk_kind=&sk_subject=&award=)

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 奪魂颼(甘翊廷)
3. 1040331
  - ⑦ 生態浩劫-台灣蛇類保育淺談 (張傑宥、劉軒綸、胡庭瑋)
  - ⑧ 「滿」天鋪地禁枯盡一非農藥「冰鎮雞尾酒」防治法 (施佳玟)
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(陳彥玟、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 (林芄安、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ChatGPT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。





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。





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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](https://youtu.be/s79nJPpZqG4?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT)

積分1

～影片：[https://youtu.be/N3R9Mksi7Bc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV\\_v5J0wkT](https://youtu.be/N3R9Mksi7Bc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT)

積分2

～影片：[https://youtu.be/SeSeLg7nBuc?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV\\_v5J0wkT](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](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](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](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>



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](https://youtu.be/HJ1kAVjg3mI?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT)

偏微分2

～影片：[https://youtu.be/nKpmTampH0?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV\\_v5J0wkT](https://youtu.be/nKpmTampH0?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT)

偏微分3

～影片：[https://youtu.be/uq9yHXQOnVo?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV\\_v5J0wkT](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](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](https://youtu.be/s7EeAu_aKn4?list=PL3hytCmgKoylZpDa32z0PfOOV_v5J0wkT)

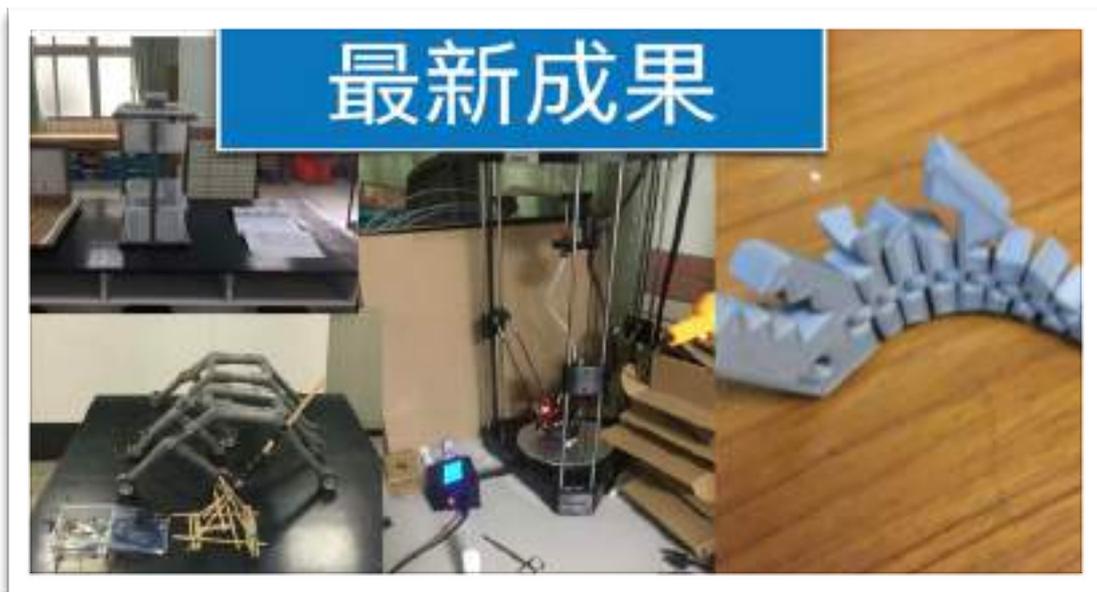
課程一：線上書報～舉例共計122次

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-WU18>

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。

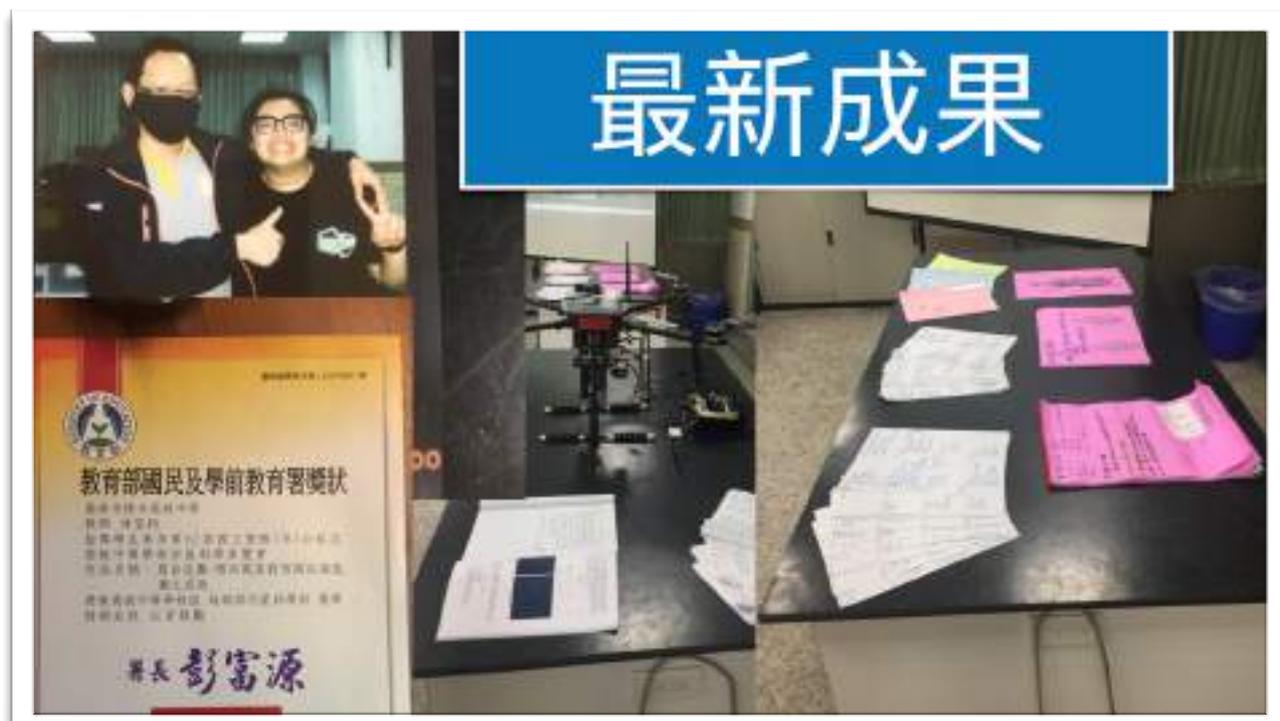
1. 善用學習的歷程：看重天賦<激發熱情<培訓方法<素養內化

2. 高中：

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

3. 國中：

- (1) 社團活動課程引發好奇觀察天賦。
- (2) 學長學姊實作觀摩激發探究熱情。
- (3) 國中專題研究訓練科學思維方法。
- (4) 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



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，校長楊惠輝表示，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



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、許晉瑋組成跨校團隊，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、

張育鉸、方羽熏、

葉冠廷



圖五十一：  
國際科展捷報  
2023 02-29

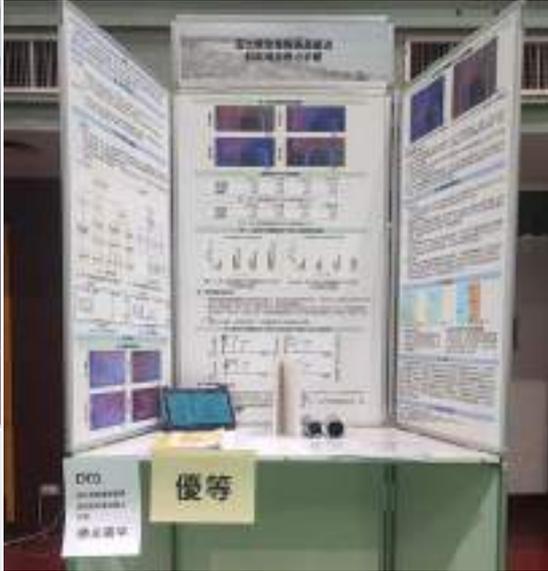
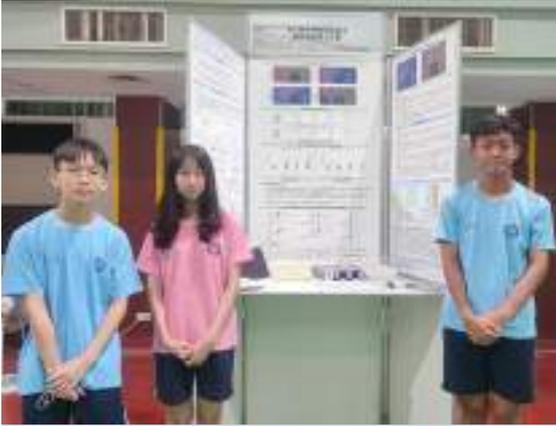
賀！！2024.04.17 64屆高中第五分科學展覽『歡樂科展社』獲獎

**賀 台南市第14屆全私立高級中學學校第五分區科學展覽成果 (1特優2優等4佳作) 賀**

特優	優等	佳作	佳作	佳作	佳作	佳作
<b>工程學科(一)</b>	<b>地球與行星科學</b>	<b>資訊與資訊科學</b>	<b>生物</b>	<b>地質學科</b>	<b>地質學科</b>	<b>特異與社會科學</b>
作品名稱：雙倍光學顯微鏡 專科設計與製作 件之製作	作品名稱：海洋生態環境 遙感監測與應用 系統設計	作品名稱：地質遙感 應用——以人工 智慧為例	作品名稱：基因組學 應用——以人工 智慧為例	作品名稱：地質遙感 應用——以人工 智慧為例	作品名稱：地質遙感 應用——以人工 智慧為例	作品名稱：地質遙感 應用——以人工 智慧為例
學 生：S207吳思軒 S205吳威儀 S202陳翰偉	學 生：S207林國城 S205林和宜 S202陳翰偉	學 生：S207陳光輝	學 生：S207陳紅萍 S207陳其行 S207劉林基	學 生：S207陳紅萍 S207陳其行 S207劉林基	學 生：S207陳紅萍 S207陳其行 S207劉林基	學 生：S207陳紅萍 S207陳其行 S207劉林基
指導老師：林聖尚老師	指導老師：林聖尚老師	指導老師：吳冠廷老師	指導老師：吳冠廷老師 陳清森老師	指導老師：吳冠廷老師 陳清森老師	指導老師：吳冠廷老師 陳清森老師	指導老師：林聖尚老師



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)

<p><b>吳恩妤同學</b></p> <p>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</p>	<p><b>吳庭儀</b></p> <p>中央工學系 清華工程甲 陽交不分系 海大電機系</p>	<p><b>周郁臻</b></p> <p>中央化材系 清華工程甲</p>
--	--	--

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



## 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



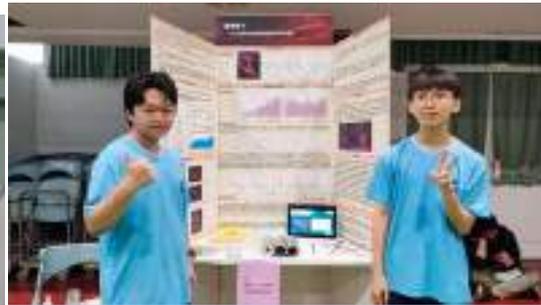
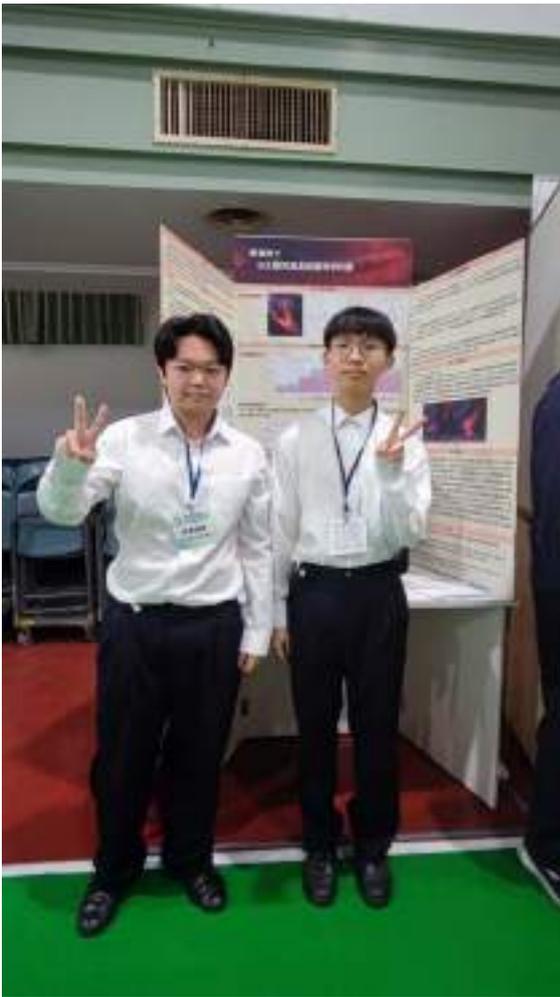
### 大會獎 佳作

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



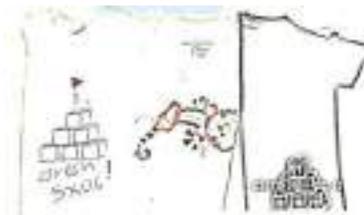
## 2025捷報～

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

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
<p>1.創意思維設計概念~ 1：問題驅動</p>	<p>針對學習者面對問題如何規劃解決方案與步驟。</p>	<p>效益：透過解決問題規劃以增強覺察力、分析力、思考力。</p> <p>作法：學習者應先由理解問題屬性包括分析問題情境、類型，進而形塑問題、思維解決可能、擬定評價標準。進而盤點自我能力、尋求協助蒐集資訊、判定可信資訊、分組討論。最後思考如何將所學應用於相似問題。</p> <p>意義：訓練學習對於與問題出看法與假設。</p>
<p>2.創意設計與應用策略~ 2：解構問題</p>	<p>引導學習者針對問題進行深度分析，以確保問題認知的完整性</p>	<p>效益：藉由深度思維訓練學習對人事物縝密的分析與理解，生成對問題因果與發展過程完整的理解，進而展開應用。</p> <p>作法：利用5W2H來分析問題所涉及與有能力解決的人、解決問題的必要性及難度、發生問題範疇與解決的著力點、發生的頻率與解決問題的時機、歸納問題發生的人事物與解決的限制、分析問題發生歷程與影響。</p> <p>意義：認真面對問題的層面、深度、影響與歷程。</p>
<p>3.創意人與物實例你我他~ 3：分組團隊角色扮演</p>	<p>強化學習者合作學習的能力與自我認知</p>	<p>效益：團隊中的不同角色扮演，如同現今社會的運作，進而培養同理各類工作角色的需求，營造團隊不斷的向前邁進。</p> <p>作法：</p> <p>① 領導者：需規劃安排討論時地與議題、引導激勵與掌控流程、歸納彙整目標結論、分配協調任務、適時關懷與反思、即時控管進度與檢視。</p> <p>② 組員與紀錄：針對議題提出意見、想法、並協助歸納討論內容、進行反饋與記錄執行省思。</p> <p>意義：體驗式培訓方法進入角色。領悟角色的所思所想，也體會角色的酸甜苦辣，進而找到自己的團隊定位。</p>

主題	目標	內容：具體作法
<p>4. <u>創意行動方案的撰寫</u>～ 4：議題討論七大步驟</p>	<p>藉由議題討論，讓學習者串連既有知識與經驗對議題表達看法、意見交流、增進人際互動、釐清議題概念。</p>	<p>效益：熟習議題、發展批判能力、激發持續動力、促進團隊與自我了解、增進溝通技巧。</p> <p>作法：針對議題的專有名詞澄清解釋、界定可以的問題、討論分析問題與提出可能解釋與假說、找出問題關聯系統分類、形成聚焦目標、訂出資源搜尋策與評估、彙整資料成摘要文本、互動討論發表心得。</p> <p>意義：師生主題討論中產生自我探究的「問與答」的過程，所有參與者在說、聽與觀察的過程當中，彼此溝通意見，進而達到溝通協調辯證澄清。</p>
<p>5. <u>有效能的創意討論</u>～ 5：回饋訓練</p>	<p>讓學習者能回饋是一件困難但十分重要的工作，在小組討論中不僅師生均要對小組與同儕給予回饋，還需要鼓勵與訓練學習端學會如何產生有意義與好的回饋。</p>	<p>效益：愈是有能力的人，愈是渴望獲得他人的意見回饋，而這種人的成長速度也會愈快。</p> <p>作法：</p> <p>① 針對小組回饋：強調小組目標、效率與互動</p> <p>② 針對同儕回饋：強調發言頻率與問題解決最好的發言、描述問題分析能力、參與討論態度與意見、資料蒐集、理解與運用能力。</p> <p>意義：回饋具體觀察及建議訊息，可視為創造「正向的結果」目的。不論傳遞、接收意見回饋，運用得當將能在日常生活上發揮莫大成長功效。</p>
<p>6. <u>創意作品的展現</u>～6： 評量反思</p>	<p>評量學習端自我學習和解決問題的能力，以協助學習端建立正確學習模式、提高學習效率並有效應用學習知識以解決問題。</p>	<p>效益：透過接受自己的不完美，可增強學習者同理心和寬容度，以同理他人行為背後原因，並為之提供支持和鼓勵建立真誠的人際關係與幸福的社會環境。</p> <p>作法：小組、個人自評（強調小組氣氛效率及個人溝通表達態度）、同儕互評（強調見賢思齊、見不賢內自省）、師生互評（強調小組領導力與學習者具體優缺改進）</p> <p>意義：藉著讓小組互評可幫助小組及成員提升表現。小組思考、反省學習表現渴為下次改進的依據，更搭配回饋他人協助彼此成長參考。</p>

主題	目標	內容：具體作法
<p>7.科學發展史與思維融入課程~素養實導課程實務講座：『<u>板塊構造學說</u>』或『<u>植物學向性發展史</u>』用於發展『<u>綠色經濟X永續轉型</u>』</p>	<p>藉由現行課程融入科學史以提供真實的科學情境，以促進學習端對科學概念、科學過程性理解、與科學情境的理解。</p>	<p>效益：讓學習端覺得自己像是一個科學家，循著科學發展的足跡往前探索，以理解科學發展活動過程貼近生活應用。</p> <p>作法：教學準備中由選定主題、資料搜集、訂出主題軸線與關聯、發展出HEM。再引導學習者閱讀與提問、分組扮演軸線主角討論對話。進而統整學習、發表成果、網頁心得回饋與評量。</p> <p>意義：使用科學史做為載具來分享、溝通與了解個人經驗，學習端更能成功的理解微妙的科學各面向，與了解科學、文化與世界觀的互動。</p>
<p>8.實作評量設計講座 ~針對課程規劃實作評量 ~應用 <u>Chat-GPT</u> 於『形成性及總成評量』教學輔助II</p>	<p>實作評量設計： 強調能針對跨領域主題，文獻探討分析、閱讀理解論述、邏輯推論、圖表資訊判讀、證據應用及進行論述表達等學習表現區分層次。</p>	<p>效益：能分析學習者的知識應用與解決問題層次</p> <p>作法：利用<u>Chat-GPT</u>評量</p> <p>1.質性邏輯能力與態度評量 (強調資料分析推論、反思評價、語文表達、整合運用。)</p> <p>→提問情境，同時收回 學習端以<u>Chat-GPT</u>問與答產生AI最初文本及執行<u>CER</u>論證思辨論述文本，</p> <p>→兩份文本同時藉<u>Chat-GPT</u>驗證及分析紀錄，並將其歷程進行可視化邏輯繪圖</p> <p>→藉歷程邏輯繪圖遞迴層次及問答邏輯推理合理性可初步分析能力與態度。</p> <p>2.量化評量指標自動評分 (強調建置層次性、敘述性、等級制的評量依據指標。)</p> <p>→準備評分標準： 準備評分標準，涵蓋所有可能的答案(此可藉<u>Chat-GPT</u>先設提問蒐集學習端問答之AI文本進行關鍵字分析建構初級參考指標即為「訓練數據」)，並建構答案所對應的分數。</p> <p>→訓練 <u>ChatGPT</u>： 使用「訓練數據」等素材來監督訓練 <u>ChatGPT</u>。</p> <p>→測試 <u>ChatGPT</u>： 訓練後藉使用「已知分數測試數據」測試評分準確性。</p> <p>→調整和改進： 可以藉由調整訓練數據、改進評分標準等方法來提高評分準確性，以優化自動評分。</p>

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.教法研發與教材設計I~探究實作訓練I： ~利用『科學史與思維融入』課程 ~引導學習背景與動機。</p>	<p>針對學習端素養訓練I： 藉由現行課程融入科學史以提供真實的科學情境，以促進學習端對科學概念、科學過程性理解、與科學情境的理解。</p>	<p>效益：讓學習端覺得自己像是一個科學家，循著科學發展的足跡往前探索，以理解科學發展活動過程貼近生活應用。 作法：教學準備中由選定主題、資料搜集、訂出主題軸線與關聯、發展出HEM。再引導學習者閱讀與提問、分組扮演軸線主角討論對話。進而統整學習、發表成果、網頁心得回饋與評量。 意義：使用科學史做為載具來分享、溝通與了解個人經驗，學習端更能成功的理解微妙的科學各面向，與了解科學、文化與世界觀的互動。</p>
<p>2.教法研發與教材設計II~探究實作訓練II： ~利用Chat-GPT於引導運用科技收集資料，辯證資料信度。</p>	<p>針對學習端素養訓練II： 需引導學習端發現與覺知生活與先備的融合，嘗試理解訓練與思考的程程序，以令學習者發發現生活需要並思考排序聚焦並學習辯證資料來源的信度。</p>	<p>效益：課後延伸增廣與學習重點聚焦。 作法：使用Chat-GPT針對問題探索建構多面向知識範文，以作業形式進行小組討論強化課後自主學習。 意義：此落實課程設計起源與其背後意義的科學法與此針對多面向的發展強化廣泛閱讀與掌握時事與生活目的融合。</p>
<p>3.教法研發教材設計III~探究實作訓練III： ~利用STEAM與PBL分組教學 ~引導學習分組互動探討問題論點分析凝聚解決策略。</p>	<p>針對探究實作訓練III： 學習端所學應能應用於自主學習分組合作規劃與設計，結合創意實作與探究驗證，以令學習者能凝聚問題論點、規劃時間並擬訂具體操作策略實踐。</p>	<p>效益：能探究問題，規劃流程並設計實作 作法：學習端藉由分組討論，配合心智圖搭配變因分析及邏輯架構圖實驗設計，安排流程的電腦流程圖的繪製。 意義：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。</p>
<p>4.教法研發與教材設計IV~探究實作訓練IV： ~利用『創意設計方法』課程 ~引導學習端以各類創意設計方法實務融入情境角色扮演嘗試解決問題。</p>	<p>針對探究實作訓練IV： 學習者須能對問題論點分析外，更能應用創意設計方法，進行問題論點探索，將知識系統整合與邏輯表達展示，以令學習者理論論證並自我行銷。</p>	<p>效益：能於問題論點中並找適當方法進行問題的解決策略。 作法：使用創意設計方法，強化對分析論點意涵與並應用創意設計方法發展創意。 意義：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。</p>

主題	目標：問題方向	內容：具體作法
5. 教法研發與教材設計V~探究實作訓練V：『學術論文寫作與技巧』結合『線上自主課程』、『線上科學書報』針對單一問題深入對點聚資源學習能力。	針對探究實作訓練強調能讓學習者應用線上資源對跨領域主題，文獻探討分析、閱讀理解論述、邏輯推理、圖表資訊判讀、證據應用及進行論述表達進而發展創意等表現。	效益：能閱讀科學論文並找出關鍵論述。 作法：使用Chat-GPT配合CER論證思辨演繹訓練科學論文的閱讀，強化對論文格式意涵與圖表意義的認識。 意義：符應科學論文寫作需求，輔以寫作內化科學素養能力，以展示表達自我的能力發掘專長。
6. 教法研發與教材設計VI~探究實作訓練VI：『科展與小論文社團』與『科學社思辨與創意課程』~培養不針對特定主題創意實踐能力。	針對探究實作訓練IV：學習者能須針對檢討列出討論細則，思考生活應用創意，省思改變與創下進一步，以令學習者激發創意實踐動機並內化再出發。	效益：圖表文字理解高層次判斷應用 作法：藉由實作進行訓練、培養分析實驗變因、邏輯思維、實驗規劃、數據統計、圖表設計與推理趨勢預測應用。 意義：對應科學實踐要求，輔以實作內化科學素養能力結合競賽，以展示實踐能力探索自我潛能。
7. 教法研發與教材設計VII~針對學習歷程規劃設計執行~利用於『歷程化II』分析教學設計	針對學習歷程訓練：學習端需覺知自我專長，並建置展現主動性及特定領域熱情成果檔案。	效益：論述意義與論證原因內化素養作法 作法：利用個人學習紀錄產生所建構學習歷程，探索自我，強化決心與改變動機產生個別化的學習目標。 意義：強調學習端課程的自述，找出主題的動機，發掘自我的改變。
8. 素養命題設計講座：~針對課程素養命題規劃~利用Chat-GPT於『人文科學創意思維設計方法』命題設問教學輔助II	素養命題方向：以現實與學術情境化素材閱讀素材，並由其中搜尋數據、圖表理解判斷來設計層次性命題。	效益：能從题目的情境陳述中發掘知識、技能面向以及整合運用。 作法：使用Chat-GPT將同一教學目標進行不同情境的命題並透過其縮寫、續寫、擴寫已精簡、加深、加廣設問出不同命題層次~設問層次評量（引導，理解，說明） 1. 初階：題幹搜羅關鍵字 → 擷取作答 ~ 題目特色：長題文 2. 進階：題幹數據分析 → 歸納推論判斷作答 ~ 題目特色：圖表數據 3. 高階：整合進階與先備知識 → 理解、發展解釋應用或反思評價，綜合表達 ~ 題目特色：非選題

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)

<p>表三：上學期社群線上教學影片製作與施行：</p>	<p>表四：下學期社群線上教學影片製作與施行：</p>
<p>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></p>	<p>1. <u>科學思辨與創意實作IV</u>          ～初階課程：<u>溫室魚菜共生綠能能源栽培設備技術</u></p>
<p>(1)魚菜共生組～溫室花房原理</p>	<p>(1)<u>LED生長燈原理</u></p>
<p>(2)魚菜共生組～穹頂建築認識</p>	<p>(2)<u>LED生長燈電路圖繪製</u></p>
<p>(3)魚菜共生組～工程(穹頂)設計</p>	<p>(3)<u>LED生長燈組裝與操作</u></p>
<p>(4)太陽能～<u>光敏化太陽能發電原理</u></p>	<p>(4)溫室綠能原理、設計</p>
<p>(5)太陽能～<u>光敏化太陽能板實作</u></p>	<p>(5)<u>溫室綠能實作技術</u></p>
<p>2. <u>科學思辨論證與動手做創意I～VI</u>          ～素養課程：搭配實施科學論文寫作，共三單元</p>	<p>2. <u>科學思辨論證與動手做創意I～VI</u>          ～增廣課程：搭配實施強化磁學探究，共三單元</p>
<p>(1)繪製概念圖與探索POE教學</p>	<p>(1)磁鐵材質、種類及特性（圖表製作）</p>
<p>(2)科學論文寫作學～摘要教學</p>	<p>(2)磁鐵特性與溫度關係（論證與判讀）</p>
<p>(3)論證暨文章題是問句引導科學論文寫作</p>	<p>(3)創意靜力平衡大競賽（創意與欣賞）</p>

## 學習端對科學的意見調查表調查問卷

同學：您好。

這份自評量表是為反應你對科學態度的意見而設計的，可以幫助你檢視自己的學習狀況，請仔細地閱讀每一個問題，認真填寫符合你目前情況的答案。請不要花太多時間在某一句子上，並依你自己的現況點選「非常同意」、「大多同意」、「大多不同意」或「非常不同意」。這份量表與你們的成績無關，請放心回答。

填答說明：

1. 本測驗卷共有64題，沒有時間限制，請你仔細閱讀每個題目。答案紙上每題都有四個欄位，請在適當的欄位內用「v」選答。若你認為「非常同意」，請在第一個欄位內打「v」；若你認為「大多同意」，請在第二個欄位內打「v」；若你認為「大多不同意」，請在第三個欄位內打「v」；若你認為「非常不同意」，請在第四個欄位內打「v」。
2. 每一題都要回答，不要有遺漏，也不要弄錯題號，如果有不明白的地方可以發問。
3. 請先把校名、性別、年級、班級、測驗日期等都填好後，再開始作答。

### 基本資料

學校：\_\_\_\_\_

性別： 男 女

年級：\_\_\_\_\_

班級：\_\_\_\_\_

測驗日期：\_\_\_\_\_年 月 日

# 一、學習端科學本質量表（我對科學的認識與信念）

（出處：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。）

（出處：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。）

## 題目開始

題號	檢視項目	非常同意	大多同意	大多不同意	非常不同意
1	科學知識的形成不必經過長時間的累積。				
2	做科學實驗有固定的步驟和方法。				
3	我認為科學家本身的道德觀念(如：環保、公德心…等)會影響他的科學研究方向。				
4	我認為科學家工作的性質和藝術家的工作性質一樣，都是需要想像力和創造力。				
5	做實驗的時候應該按照課本中所提到的方法去做，不可以試其他方法。				
6	我認為科學家在從事科學研究時，不必考慮到人與人之間關係。				
7	我覺得科學知識不一定是正確的，它可能也會有錯誤的地方。				
8	一個科學問題可能有很多種解決的方法。				
9	我相信社會上的一些看法和現象一定會影響到科學的發展。				
10	我相信科學知識永遠是正確的，它是永遠不會改變的。				
11	我認為世界上每一個人對科學知識的想法都是一樣的				
12	我覺得科學知識不會受到文化和社會環境的影響。				
13	我覺得科學家在觀察的時候，會受到他的生活經驗和知識所影響。				
14	科學資訊的流通對科學發展沒有幫助。				
15	科學家如果有新的研究發現，不需要公開發表讓大家都知道。				
16	做實驗時，我覺得每一個人的想法會不太一樣。				
17	我覺得科學家的研究成果，不需要經過該知識領域的科學家們的確認。				
18	我覺得科學家們必須清楚地發表他們所觀察到的科學現象				
19	兩位科學家故自觀察同一件自然現象，他們一定會做出相同的報告。				
20	科學知識是以證據為基礎不能有科學家自己個人的想法				
21	當有新的想法產生，我知道可以利用實驗的方法來試試看。				
22	我覺得傳播媒體(如電視、廣播、電腦…)迅速傳播科學資訊，是促進科學進步的重要因素。				
23	我相信每個人只要仔細觀察，就常常有新奇的發現。				

24	我覺得科學家在社會中，也會運用他的科學專業知識來解決公眾事務的問題。				
25	科學家只能從事科學有關的事，不適合做其他領域如政治、文化等的事。				
26	我覺得科學知識的產生不必經過試驗階段。				
27	我覺得科學家所做的研究，必須要讓其他的科學家也可以做出類似的結果。				
28	科學知識必需經過該知識領域的科學家們的確認。				
29	科學實驗只要有一個成功就可以算是科學知識，不一定要其他的科學家也做出相同的結果。				
30	我覺得科學知識的形成不是短時間內就可以得到的，必須經過長時間的累積而形成。				

## 二、學習端科學態度量表（我對科學的態度）

（出處：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。）

題目開始					
題號	檢視項目	非常同意	大多同意	大多不同意	非常不同意
1	如果驗結果和理論不符合時，應該再作一次看看。				
2	我認為要做實驗之前最好先知道答案。				
3	科學家不必承認自己有不能回答的科學問題。				
4	科學家之間要主動交換研究結果。				
5	我認為我們不應該懷疑科學家所下的結論。				
6	相同的科學實驗結果，只能有一種解釋。				
7	科學與迷信是對抗的。				
8	科學家應該根據研究的結果來下結論。				
9	科學家應多與支持自己看法的同事討論，以便能有相同的研究結果。				
10	科學是不斷在改變的。				
11	我們對自己的研究結果可以不必考慮別人不同的意見。				
12	科學實驗的結果，若不能以現有的科學理論解釋，那就是失敗的實驗。				
13	別人意見與我們不同時不要馬上拒絕他，應該從多方去探討它的可能性。				
14	我認為科學比迷信對人類的幫助較大。				

### 三、學習端學習興趣量表（我對科學的興趣）

（出處：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。）

題目開始					
題號	檢視項目	非常同意	大多同意	大多不同意	非常不同意
1	讓我喜歡看和自然科學有關的電視節目				
2	我希望和科學家做朋友				
3	我喜歡上自然科學課				
4	我喜歡閱讀登載報章、雜誌上和科學有關的文章				
5	我希望長大以後，可以當一位科學家				
6	自然科學課是無趣的				
7	我喜歡參加課外的自然科活動，像自然科學營等				
8	長大後，我希望做和科學有關的工作				
9	上自然課時，常讓我覺得感到驚奇、興奮				
10	除了上自然課外，讀有關自然科學的書或雜誌是在浪費時間				
11	我覺得上自然科學課，比上其他科目更快樂				
12	我對科學研究工作很有興趣				
13	我不會想成為一位科學家				
14	在圖書館裡，我喜歡讀和自然科學有關的書或雜誌				
15	自然科學課的內容既生動又有趣				
16	我覺得不管成績好不好，只要對科學有興趣，都可以試著做科學研究工作				
17	上自然科學課時，我常覺得無聊，希望趕快下課				
18	學校的自然科學課很難				
19	我知道如何完成自然科學課的習作作業				
20	如果我將來當老師，我最希望教自然科學科				

## 壹.以『遺傳發展史融入遺傳學』課程

一.前言：在教學計劃中加入遺傳學發展史中科學家的思路與思維方法，能讓學習端更理解遺傳學的發展過程，更能培養科學思維能力。以下是教學大綱和教學計劃，包括科學家的思路與思維方法。

### 二.課程大綱與教學計劃

#### 1. 課程概述

- (1) 這門課程讓學習端深入了解遺傳學的基本概念及其發展史，並掌握現代遺傳學技術的應用。
- (2) 課程將結合理論教學、實驗操作、案例分析和倫理討論，培養學習端的科學思維和實踐能力。

#### 2. 課程目標

- (1) 掌握遺傳學的基本概念和原理。
- (2) 了解遺傳學的發展歷史，從孟德爾到現代基因組學。
- (3) 學會應用遺傳學知識解決實際問題。
- (4) 培養批判性思維，能夠分析和評估遺傳學研究的設計和結果。
- (5) 探討遺傳學研究的倫理問題和社會影響。

### 三.教學內容與計劃：

#### 1. 第1週：課程導論和遺傳學基礎

- (1) 內容：
  - ① 課程介紹和學習目標
  - ② 遺傳學基本概念：基因、DNA、染色體、突變
- (2) 活動：
  - ① 課堂討論：什麼是基因？如何影響性狀？
  - ② 基本概念測驗
- (3) 評估：基本概念小測驗

#### 2. 第2-3週：遺傳學的起源和孟德爾的工作

- (1) 內容：
  - ① 孟德爾的豌豆實驗：實驗設計和遺傳規律
  - ② 孟德爾定律：分離定律和自由組合定律
  - ③ 孟德爾的思路：科學假設、實驗設計、數據分析
- (2) 活動：
  - ① 小組討論：孟德爾實驗的現代意義
  - ② 模擬實驗：模擬豌豆雜交實驗
- (3) 評估：小組報告和課堂參與

#### 3. 第4-5週：染色體理論和摩爾的果蠅實驗

- (1) 內容：
  - ① 染色體理論：基因在染色體上的位置
  - ② 摩爾的果蠅實驗：基因連鎖和交叉互換
  - ③ 摩爾的思路：觀察實驗現象、提出假說、驗證假說
- (2) 活動：
  - ① 課堂演示：果蠅實驗
  - ② 討論題：基因連鎖對遺傳學研究的影響
- (3) 評估：課堂演示評估和討論參與

#### 4. 第6-7週：DNA結構和功能的發現

- (1) 內容：
  - ① 華生和克里克：DNA雙螺旋結構
  - ② DNA複製、轉錄和翻譯
  - ③ 華生和克里克思路：從模型建構到結構解析
- (2) 活動：
  - ① PPT講解和動畫演示：DNA雙螺旋結構和功能
  - ② 結構模型製作：學習端動手製作DNA模型
- (3) 評估：模型製作評分和課堂參與

#### 5.

#### 6. 第8-9週：基因表達和調控

##### (1) 內容：

- ① 基因表達：轉錄和翻譯過程
- ② 基因調控：操縱子模型和調控機制
- ③ 分子生物學家思路：發現分子機制、設計實驗驗證

##### (2) 活動：

- ① 實驗觀察：觀察細胞內基因表達過程
- ② 數據分析：分析基因表達數據

##### (3) 評估：實驗報告和數據分析第10-11週：現代遺傳學技術

##### (4) 內容：

- ① 基因工程技術：CRISPR、轉基因生物
- ② 基因組學研究：人類基因組計劃
- ③ 技術開發者的思路：技術創新、應用實驗設計

##### (5) 活動：

- ① 技術演示：CRISPR技術應用
- ② 文獻閱讀：閱讀和分析現代基因組學研究文獻

##### (6) 評估：技術應用報告和文獻分析報告

#### 7. 第12週：遺傳學研究的倫理問題

##### (1) 內容：

- (1) 基因編輯的倫理問題和社會影響
- (2) 遺傳學研究的法律和道德考量
- (3) 研究倫理思路：風險評估、道德考量、政策制定

##### (2) 活動：

- ① 辯論賽：基因編輯的倫理問題
- ② 寫作練習：撰寫倫理問題分析報告

##### (3) 評估：辯論表現和寫作報告

#### 四. 教學方法

1. 講授法：使用PPT和多媒體工具講解理論知識。
2. 討論法：組織學習端進行小組討論和課堂辯論，促進互動和思考。
3. 實驗法：藉由實驗操作和數據分析，讓學習端動手實踐。
4. 案例分析法：使用歷史案例和現代研究實例進行分析。

#### 五. 評估方法測驗和考試：

1. 定期進行小測驗和期末考試，以檢測學習端的知識掌握情況。
2. 作業和報告：要求學習端提交作業和研究報告，以評估其應用能力。
3. 課堂參與：根據學習端在討論和活動中的表現進行評估。
4. 實驗報告：藉由學習端提交的實驗記錄和數據分析報告進行評估。

#### 六. 教案

##### 1. 第1週：課程導論和遺傳學基礎

##### (1) 教學目標：讓學習端了解課程安排並掌握遺傳學的基本概念。

##### (2) 教學內容：

- ① 課程介紹（10分鐘）
- ② 基本概念講解（30分鐘）：基因、DNA、染色體、突變
- ③ 學習端討論和測驗（20分鐘）：討論基因如何影響性狀，小測驗檢測理解情況

##### (3) 教學方法：

- ① PPT演示基本概念
- ② 小組討論：分組討論基因影響性狀的方式

##### (4) 評估方法：

- ① 基本概念小測驗：檢測學習端對基本概念的掌握情況

##### (5) 教案內容：

##### ① 導入部分：

- a. 課程介紹
  - (a) 課程目標
  - (b) 教學計劃
  - (c) 評估方法
- b. 遺傳學概述
  - (a) 定義
  - (b) 歷史發展

##### ② 主要內容：

- a. 基因：基因的定義、基因的功能
- b. DNA：DNA的結構、DNA的功能
- c. 染色體：染色體的結構、染色體的功能
- d. 突變：突變的類型、突變的影響

- (6) 活動設計：
- ① 小組討論
    - a. 討論題目：基因如何影響性狀？
    - b. 每組選出代表分享討論結果
  - ② 基本概念小測驗：測驗題目涉及基因、DNA、染色體、突變等基本概念
- (7) PPT 內容：第1週PPT內容：

- ① 封面：
  - 課程名稱：遺傳學
  - 主講老師：XXX
  - 學校名稱：XXX
- ② 課程介紹：
  - 課程目標
  - 教學計劃
  - 評估方法
- ③ 遺傳學概述：定義、歷史發展
- ④ 基本概念：
  - 基因：定義、功能
  - DNA：結構、功能
  - 染色體：結構、功能
  - 突變：類型、影響
- ⑤ 討論題目：基因如何影響性狀？
- ⑥ 小測驗：
  - 基因的定義是什麼？
  - DNA的主要功能是什麼？
  - 染色體由哪些部分組成？
  - 列舉一種突變類型及其影響。

2. 第2-3週：遺傳學的起源和孟德爾的工作

- (1) 教學目標：
  - ① 理解孟德爾的豌豆實驗設計和遺傳規律。
  - ② 掌握孟德爾定律及其現代意義。
  - ③ 分析孟德爾的科學思路和方法。
- (2) 教學內容：
  - ① 孟德爾的豌豆實驗：實驗設計和遺傳規律
  - ② 孟德爾定律：分離定律和自由組合定律
  - ③ 孟德爾的思路：科學假設、實驗設計、數據分析
- (3) 活動設計：
  - ① 小組討論：孟德爾實驗的現代意義
  - ② 模擬實驗：模擬豌豆雜交實驗，學習端設計並記錄數據
- (4) 評估方法：
  - ① 小組報告：討論結果匯報
  - ② 課堂參與：參與討論和實驗活動的積極性
- (5) PPT 內容：第2-3週PPT內容：
  - ① 封面：
    - 課程名稱：
    - 遺傳學主講老師：XXX
    - 學校名稱：XXX
  - ② 孟德爾的豌豆實驗：
    - 實驗背景
    - 實驗設計
    - 實驗數據與結果
  - ③ 孟德爾定律：
    - 分離定律
    - 自由組合定律
  - ④ 孟德爾的思路：
    - 提出假設
    - 設計實驗
    - 數據分析
    - 確認假設
  - ⑤ 活動設計：
    - 討論題目：孟德爾實驗的現代意義
    - 模擬實驗：設計豌豆雜交實驗

3. 第4-5週：染色體理論和摩爾的果蠅實驗
  - (1) 教學目標：
    - ① 理解染色體理論及其證據。
    - ② 掌握摩爾的果蠅實驗及其發現。
    - ③ 分析摩爾的科學思路和方法。
  - (2) 教學內容：
    - ① 染色體理論：基因在染色體上的位置
    - ② 摩爾的果蠅實驗：基因連鎖和交叉互換
    - ③ 摩爾的思路：觀察實驗現象、提出假說、驗證假說
  - (3) 活動設計：
    - ① 課堂演示：果蠅實驗，觀察基因連鎖和交叉互換
    - ② 討論題：基因連鎖對遺傳學研究的影響
  - (4) 評估方法：
    - ① 課堂演示評估：學習端參與和理解情況
    - ② 討論參與：學習端在討論中的表現
  - (5) PPT 內容：第4-5週PPT內容：
    - ① 封面：
      - 課程名稱：遺傳學
      - 主講老師：XXX
      - 學校名稱：XXX
    - ② 染色體理論：
      - 染色體的結構
      - 基因在染色體上的分布
    - ③ 摩爾的果蠅實驗：
      - 實驗背景
      - 基因連鎖和交叉互換實驗結果和結論
    - ④ 摩爾的思路：
      - 觀察現象提出假說
      - 設計實驗驗證假說
    - ⑤ 活動設計：
      - 課堂演示：觀察果蠅實驗
      - 討論題目：基因連鎖對遺傳學研究的影響
4. 第6-7週：DNA結構和功能的發現
  - (1) 教學目標：
    - ① 理解DNA的結構和功能。
    - ② 掌握華生和克里克發現DNA雙螺旋結構的過程。
    - ③ 分析華生和克里克的科學思路和方法。
  - (2) 教學內容：
    - ① DNA雙螺旋結構：結構組成、功能意義
    - ② 華生和克里克的發現過程：模型建構到結構解析
  - (3) 活動設計：
    - ① PPT講解和動畫演示：DNA雙螺旋結構和功能
    - ② 結構模型製作：學習端動手製作DNA模型
  - (4) 評估方法：
    - ① 模型製作評分：根據學習端製作的DNA模型進行評分
    - ② 課堂參與：參與討論和實驗活動的積極性
  - (5) PPT 內容：第6-7週PPT內容：
    - ① 封面：
      - 課程名稱：遺傳學
      - 主講老師：XXX
      - 學校名稱：XXX
    - ② DNA雙螺旋結構：
      - 結構組成：鹼基、糖、磷酸鹽
      - 結構功能：遺傳信息的存儲和傳遞
    - ③ 華生和克里克的發現：
      - 模型建構：如何推斷DNA結構
      - 結構解析：實驗方法和數據分析
    - ④ 華生和克里克思路：
      - 資料收集
      - 假設建立
      - 模型構建
      - 驗證假設
    - ⑤ 活動設計：
      - 模型製作：學習端動手製作DNA雙螺旋模型

5. 第8-9週：基因表達和調控

- (1) 教學目標：
  - ① 理解基因表達的過程和調控機制。
  - ② 掌握轉錄和翻譯的分子機制。
  - ③ 分析分子生物學家研究基因表達和調控的思路和方法。
- (2) 教學內容：
  - ① 基因表達：轉錄和翻譯過程
  - ② 基因調控：操縱子模型和調控機制
  - ③ 分子生物學家思路：發現分子機制、
- (3) 設計實驗驗證活動設計：
  - ① 實驗觀察：觀察細胞內基因表達過程
  - ② 數據分析：分析基因表達數據，理解調控機制
- (4) 評估方法：
  - ① 實驗報告：記錄實驗觀察結果和數據分析
  - ② 課堂參與：參與討論和實驗活動的積極性
- (5) PPT 內容：第8-9週PPT內容：
  - ① 封面：
    - 課程名稱：遺傳學
    - 主講老師：XXX
    - 學校名稱：XXX
  - (2) 基因表達：
    - 轉錄過程：RNA合成
    - 翻譯過程：蛋白質合成
  - (3) 基因調控：
    - 操縱子模型：lac操縱子的調控機制
    - 基因調控的層次：轉錄、轉錄後、翻譯、翻譯後調控
  - (4) 分子生物學家的思路：發現分子機制設計實驗驗證
  - (5) 活動設計：
    - 實驗觀察：觀察細胞內基因表達過程
    - 數據分析：分析基因表達數據

6. 第10-11週：現代遺傳學技術

- (1) 教學目標：
  - ① 理解現代遺傳學技術及其應用。
  - ② 掌握基因工程技術和基因組學研究方法。
  - ③ 分析技術開發者的思路和創新過程。
- (2) 教學內容：
  - ① 基因工程技術：CRISPR、轉基因生物
  - ② 基因組學研究：人類基因組計劃
  - ③ 技術開發者的思路：技術創新、應用實驗設計
- (3) 活動設計：
  - a. 技術演示：CRISPR技術應用
  - b. 文獻閱讀：閱讀和分析現代基因組學研究文獻
- (4) 評估方法：
  - ① 技術應用報告：描述CRISPR技術的應用和影響
  - ② 文獻分析報告：分析現代基因組學研究的結果和意義
- (5) PPT 內容：第10-11週PPT內容：
  - ① 封面：
    - 課程名稱：遺傳學
    - 主講老師：XXX
    - 學校名稱：XXX基因
  - ② 工程技術：
    - CRISPR技術：原理、應用
    - 轉基因生物：應用案例
  - ③ 基因組學研究：
    - 人類基因組計劃：目標、成果
    - 基因組學技術：測序技術、數據分析
  - ④ 技術開發者的思路：
    - 技術創新
    - 應用實驗設計
  - ⑤ 活動設計：
    - 技術演示：CRISPR
    - 技術應用文獻閱讀：分析基因組學研究文獻教案

## 7. 第12週：遺傳學研究的倫理問題

- (1) 教學目標：
  - ① 理解基因編輯的倫理問題和社會影響。
  - ② 掌握遺傳學研究的法律和道德考量。
  - ③ 分析研究倫理的思路和決策過程。
- (2) 教學內容：
  - ① 基因編輯的倫理問題和社會影響
  - ② 遺傳學研究的法律和道德考量
  - ③ 研究倫理思路：風險評估、道德考量、政策制定
- (3) 活動設計：
  - ① 辯論賽：基因編輯的倫理問題
  - ② 寫作練習：撰寫倫理問題分析報告
- (4) 評估方法：
  - ① 辯論表現：辯論中的論據和表達能力
  - ② 寫作報告：撰寫的倫理問題分析報告
- (5) PPT 內容：第12週PPT內容：
  - ① 封面：
    - 課程名稱：遺傳學
    - 主講老師：XXX
    - 學校名稱：XXX
  - ② 基因編輯的倫理問題：
    - 技術背景
    - 潛在風險和益處
  - ③ 法律和道德考量：
    - 現行法律規範
    - 道德討論
  - ④ 研究倫理的思路：
    - 風險評估
    - 道德考量
    - 政策制定
  - ⑤ 活動設計：
    - 辯論賽：基因編輯的倫理問題
    - 寫作練習：撰寫倫理問題分析報告

## 附錄一：各個科學家的思路和思維方法的詳細流程

### 1. 孟德爾的思路和思維方法科學假設的提出：

- (1) 背景知識：孟德爾在開始實驗前已經具有植物學和數學的知識。
- (2) 假設建立：他假設遺傳特徵是由離散單位（現在稱為基因）傳遞的，每個特徵由兩個因子控制，一個來自父本，另一個來自母本。
- (3) 選擇豌豆：孟德爾選擇豌豆進行實驗，因為豌豆具有明顯且容易觀察的性狀（如花的顏色、種子的形狀），且能夠進行自花授粉和人工授粉。
- (4) 實驗設計：
  - ① 單性狀雜交實驗：孟德爾設計了單性狀雜交實驗（如高莖和矮莖），追蹤這些性狀在多代中的表現。
  - ② 純系培育：他首先培育出純系（即在多代自交中表現穩定的性狀），以確保實驗結果的可靠性。
  - ③ 雜交實驗：他進行了大量的雜交實驗，記錄每一代豌豆的性狀比例。
- (5) 數據收集和分析：
  - ① 仔細記錄：孟德爾仔細記錄每一代的性狀數據，並進行數據統計分析。
  - ② 提出定律：藉由數據分析，他提出了兩條重要的遺傳定律：分離定律和自由組合定律。
    - a. 分離定律：在配子形成過程中，成對的遺傳因子分開，每個配子只包含其中一個因子。
    - b. 自由組合定律：不同性狀的遺傳因子在配子形成時是獨立分配的。
- (6) 結果驗證：
  - ① 重複實驗：他藉由重複實驗來驗證其假設，結果一致。
  - ② 預測能力：他的定律能夠預測後代性狀的比例，進一步支持了他的假設。

## 2. 摩爾的思路和思維方法

### (1) 觀察實驗現象：

① 性聯遺傳：摩爾在果蠅中觀察到一些性狀（如白眼）與性別相關，這種現象無法用孟德爾定律解釋。

### (2) 提出假說：

① 基因位於染色體上：他假設基因位於染色體上，並且基因之間的距離影響它們的連鎖和分離。

### (3) 實驗設計：

① 果蠅實驗：摩爾選擇果蠅作為實驗對象，因為果蠅繁殖快，易於觀察，且有許多可見性狀。

② 性聯遺傳實驗：他進行了一系列性聯遺傳實驗，特別關注性別與特定性狀的關聯。

③ 基因連鎖和重組實驗：藉由雜交實驗，他研究了基因之間的連鎖和重組現象。

### (4) 數據分析：

① 重組頻率：他發現基因間的連鎖和重組頻率與基因在染色體上的物理距離相關，重組頻率可以用來繪製基因圖譜。

### (5) 結果驗證：

① 多次實驗：藉由多次實驗和不同性狀的研究，他驗證了基因位於染色體上的假說，並進一步確立了基因連鎖和重組的概念。

② 基因圖譜：他的研究結果導致了基因圖譜的繪製，成為遺傳學的重要工具。

## 3. 華生和克里克的思路和思維方法

### (1) 資料收集：

① 多學科知識：華生和克里克綜合了X射線晶體學（由羅莎琳德·富蘭克林和莫里斯·威爾金斯提供）、化學、分子生物學等多方面的知識和數據。

② 文獻研究：他們研究了當時所有關於DNA結構的文獻，尤其是查加夫法則，指明了A與T和G與C的比例相等。

### (2) 假設建立：

① 雙螺旋結構：他們假設DNA是由兩條螺旋形的核酸鏈構成，並且鹼基配對使得雙螺旋結構穩定。

② 鹼基配對：他們提出A與T、G與C配對的假設，這一配對機制解釋了遺傳信息的準確複製。

### (3) 模型構建：

① 物理模型：他們用紙板和金屬片構建物理模型，試圖找到能夠解釋實驗數據的結構。

② 迭代過程：藉由多次嘗試和修正，他們最終確定了DNA的雙螺旋結構。

### ③ 驗證假設：

a. 結構解析：他們的模型能夠解釋X射線晶體學數據，特別是富蘭克林的B型DNA的X射線衍射圖譜。

b. 預測複製機制：他們的結構模型還預測了DNA複製的半保留機制，這一點後來在實驗中得到了驗證。

## 4. 分子生物學家的思路和思維方法（基因表達和調控）

### (1) 發現分子機制：

① 觀察和假設：科學家觀察到細胞內基因表達的分子機制，假設基因表達分為轉錄和翻譯兩個主要階段。

② 假設RNA在轉錄中作用：他們假設RNA是DNA轉錄的中間產物，並進一步假設核糖體在翻譯中將RNA轉換為蛋白質。

### (2) 設計實驗驗證：

① 實驗方法：設計並進行放射自顯影、酶反應分析、分子克隆等實驗，以確認轉錄和翻譯的具體步驟。

② 放射性標記：使用放射性標記核苷酸和氨基酸來跟踪DNA、RNA和蛋白質合成過程。

### (3) 數據分析：

① 定量分析：藉由定量分析實驗數據，確定每個步驟的具體分子機制。

② 結論驗證：數據支持了基因表達的假設，具體描述了RNA聚合酶在轉錄中的作用、核糖體在翻譯中的作用等。

### (4) 確認機制：

① 多種技術手段：使用多種技術手段（如電泳、質譜、顯微鏡等）進一步驗證基因表達的具體機制和調控方式。

② 廣泛驗證：藉由不同生物樣本和多次實驗驗證，確認了基因表達和調控的普遍機制。

## 5. 技術開發者的思路和思維方法（現代遺傳學技術）

### (1) 技術創新：

- ① 背景知識：技術開發者基於對細菌免疫系統中CRISPR-Cas系統的研究，提出其可用於基因編輯。
- ② 問題定位：他們確定了現有基因編輯技術（如ZFN和TALEN）的局限，尋找更簡單、精確的編輯方法。

### (2) 應用實驗設計：

- ① 設計試驗：設計試驗以測試CRISPR技術在不同細胞和生物體中的基因編輯效果。
- ② 改進技術：根據實驗結果，不斷改進CRISPR技術以提高編輯效率和精確度，開發多種Cas蛋白變體和修飾。

### (3) 數據分析和改進：

- ① 數據收集：詳細記錄每次實驗的編輯效率和脫靶效應。
- ② 數據分析：分析實驗數據以評估CRISPR技術的有效性和精確度，識別脫靶效應和其他潛在問題。
- ③ 技術改進：根據分析結果，進行技術改進，如開發更精確的gRNA設計算法，使用修飾的Cas9蛋白，減少脫靶效應。

### (4) 技術應用和推廣：

- ① 多樣化應用：將CRISPR技術應用於多種生物體和細胞類型，包括人類細胞、動物模型和植物，以展示其廣泛應用前景。
- ② 臨床應用：探索CRISPR技術在治療遺傳疾病中的潛力，如杜氏肌營養不良症和囊性纖維化等疾病的基因編輯治療。
- ③ 農業應用：在農作物改良方面，使用CRISPR技術進行基因編輯以提高作物抗病性和產量。
- ④ 知識傳播：藉由發表科學論文、參加學術會議和舉辦工作坊，向學術界和工業界傳播CRISPR技術的原理和應用。

### (5) 評估和調整：

- ① 持續監測：對CRISPR技術的應用效果進行持續監測，確保其安全性和有效性。
- ② 政策制定：根據技術應用中的倫理和法律考量，參與制定相關政策和規範，確保基因編輯技術的負責任應用。

## 6. 科學家思路的綜合總結：科學家的思路和思維方法展示了遺傳學研究中從觀察、假設、實驗設計、數據分析到結果驗證的完整科學過程：

- (1) 觀察與假設：觀察自然現象並提出假設是科學研究的起點。孟德爾、摩爾、華生和克里克等科學家都基於觀察提出了具體的假設。
- (2) 實驗設計：設計嚴謹的實驗以驗證假設。這包括選擇合適的實驗材料和方法，並確保數據的準確性和重複性。
- (3) 數據收集與分析：仔細收集和分析實驗數據，使用統計方法確定結果的可靠性。孟德爾使用數學分析他的數據，摩爾和分子生物學家使用實驗數據繪製基因圖譜和確定基因表達機制。
- (4) 模型構建與驗證：根據數據建立模型並進行驗證。華生和克里克藉由構建物理模型來理解DNA結構，分子生物學家藉由一系列實驗驗證基因表達機制。
- (5) 技術應用與推廣：將研究成果應用於實際問題，開發新技術並推廣應用。CRISPR技術的開發和應用展示了現代遺傳學技術的創新過程和應用潛力。
- (6) 倫理考量與政策制定：在應用新技術時，考慮倫理和法律問題，確保技術的負責任使用，這在現代基因編輯技術的應用中特別重要。這些科學家的工作和思維方法不僅推動了遺傳學的發展，也為現代科學研究提供了寶貴的經驗和方法論指導。

附錄二：執行前準備教材資源：

1. 《高中生物遺傳學》：該書介紹了遺傳學的基本概念、遺傳規律以及遺傳在生物學中的應用，包括基因組學和遺傳工程等。
2. 教育部的「e化教學資源」：包括多媒體課件、教學影片和互動模擬實驗等，這些資源可以在課堂中用於生物學相關主題的教學。
3. 《遺傳學雜誌》：該期刊刊載了最新的遺傳學研究論文和科學發現，可供教師參考，並可用於學習端的進階閱讀和討論。
4. 實驗器材：
  - (1) DNA提取試劑盒：包括提取DNA所需試劑、試劑管和抽取棒等實驗用具。
  - (2) 離心機：用於離心實驗，分離混合物中的成分，如DNA、RNA等。
  - (3) 顯微鏡：用於觀察細胞和染色體等生物學結構，幫助瞭解生物學原理。
5. 教師培訓材料：
  - (1) 《遺傳學教學指南》：提供教師教學策略、教學資源和評估工具等指導，幫助教師更好地設計和實施遺傳學課程。
  - (2) 教育部線上學習平台的遺傳學教學課程：提供教師相關的遺傳學教學培訓課程，包括課程規劃、教學方法和評估等方面的內容。
6. 學習端學習資源：
  - (1) 《遺傳學入門》：適合高中生學習的遺傳學基礎入門書籍，介紹了遺傳學的基本概念和遺傳規律。
  - (2) Khan Academy 的遺傳學課程：提供高中生適用的遺傳學課程，包括基本遺傳學知識和應用等。
7. 課程設計資料：
  - (1) 教學大綱和教學計畫：包括課程目標、教學內容、教學方法和評估方式等，有助於教師設計適合學習端的遺傳學課程。
  - (2) 教案、課堂PPT等教學資料：用於輔助教師的教學，包括具體的課程安排和教學內容。
  - (3) 學習端學習成效評估工具：
    - ① 測驗試題：用於評估學習端對遺傳學知識的理解和掌握程度，包括單選題、多選題、填空題等。

## 貳.以『遺傳學知識融入遺傳科學史（遺傳學中的科學家思路與思維方法）』課程

一. 課程名稱：遺傳學中的科學家思路與思維方法

二. 課程目標：

1. 了解遺傳學的發展史及重要科學家的貢獻。
2. 掌握遺傳學基本概念和原理。
3. 體驗科學研究的過程，學會科學思維和實驗設計。
4. 培養分析數據和批判性思維的能力。
5. 了解現代遺傳學技術及其應用。

三. 教學計畫總課時數：16週，每週2小時，共32小時

1. 課程概述與遺傳學基本概念（第1週）

- (1) 教學目標：介紹遺傳學的基本概念和歷史背景，簡介課程內容和學習目標。
- (2) 教學內容：遺傳學概述，基因、染色體和DNA的基本概念。
- (3) 教學方法：講解和課堂討論。
- (4) 評估方法：課堂參與和問答。

2. 孟德爾的遺傳定律第2-3週）

- (1) 教學目標：了解孟德爾的遺傳定律和其實驗設計思路，學習基本的數據分析方法。
- (2) 教學內容：孟德爾的生平和研究背景，分離定律和自由組合定律，豌豆雜交實驗設計。
- (3) 教學方法：講解和小組討論，模擬孟德爾的雜交實驗。
- (4) 評估方法：課堂測驗，寫作作業：分析孟德爾的實驗設計。

3. 摩爾的基因連鎖和重組（第4-5週）

- (1) 教學目標：理解基因連鎖和重組的概念，學習摩爾的實驗方法和思維方式。
- (2) 教學內容：摩爾的生平和研究背景，性聯遺傳和基因連鎖，基因圖譜的繪製。
- (3) 教學方法：講解和案例分析，實驗模擬：果蠅遺傳實驗。
- (4) 評估方法：小組報告，寫作作業：摩爾實驗數據分析。

4. 華生和克里克的DNA雙螺旋結構（第6-7週）

- (1) 教學目標：了解DNA雙螺旋結構的發現過程，掌握科學模型構建和驗證的方法。
- (2) 教學內容：華生和克里克的生平和研究背景，X射線晶體學和雙螺旋結構，DNA的複製機制。
- (3) 教學方法：講解和視頻展示，模型構建活動：用材料構建DNA雙螺旋模型。
- (4) 評估方法：課堂展示，寫作作業：雙螺旋結構模型報告。

5. 基因表達和調控（第8-9週）

- (1) 教學目標：理解基因表達的分子機制，學習實驗設計和數據分析方法。
- (2) 教學內容：轉錄和翻譯的分子機制，RNA聚合酶和核糖體的作用，基因調控的機制。
- (3) 教學方法：講解和實驗演示，分析經典實驗數據。
- (4) 評估方法：實驗報告，小組討論。

6. 現代遺傳學技術（第10-11週）

- (1) 教學目標：了解現代遺傳學技術（如CRISPR）的原理和應用，學習技術創新的過程。
- (2) 教學內容：CRISPR技術的原理和發展歷程，基因編輯的應用案例，技術創新的挑戰和前景。
- (3) 教學方法：講解和案例分析，技術應用討論。
- (4) 評估方法：技術應用方案設計，課堂演示。

7. 遺傳學在醫學和農業中的應用（第12~13週）

- (1) 教學目標：理解遺傳學在醫學和農業中的實際應用，掌握應用遺傳學技術解決實際問題的方法。
- (2) 教學內容：遺傳疾病的基因治療，基因工程在農業中的應用，遺傳學技術的倫理和法律問題。
- (3) 教學方法：講解和案例研究，模擬應用場景討論。
- (4) 評估方法：小組報告，案例分析報告。

8. 綜合複習與期末評估（第14-16週）

- (1) 教學目標：回顧課程內容，鞏固學習成果，綜合運用所學知識和技能進行項目設計和評估。
- (2) 教學內容：遺傳學重點內容回顧，科學家思路與方法的綜合應用，期末項目展示。
- (3) 教學方法：回顧與總結，小組合作項目設計和展示。
- (4) 評估方法：期末考試，項目報告和展示。

#### 四. 教案

##### 1. 第1週教案：

(1) 課程主題：遺傳學概述與基本概念

(2) 教學目標：

① 了解遺傳學的基本概念和歷史背景。

② 簡介課程內容和學習目標。

(3) 教學內容：遺傳學的定義與範疇、遺傳學的歷史發展簡介、基因、染色體和DNA的基本概念

(4) 教學活動：

① 引入活動：提問學習端對遺傳學的初步認識和興趣點。

② 講解：使用PPT介紹遺傳學的基本概念和歷史背景。

③ 小組討論：分組討論遺傳學在日常生活中的應用。

(5) 評估方法：

① 課堂參與和問答

② 簡短小測驗：測試學習端對基本概念的理解

(6) 教學資源：

① 課堂PPT

② 學習端閱讀材料

(7) 課堂PPT內容（第1週）：

① Slide 1：

• 課程介紹課程名稱：遺傳學概述與基本概念

• 課程目標：介紹遺傳學的基本概念和歷史背景，引導學習端進入遺傳學的世界。

• 課程內容概述：本節課將著重介紹遺傳學的基本概念，包括遺傳學的定義、歷史發展、基因、染色體和DNA的基本概念。

② Slide 2：

• 遺傳學的定義遺傳學的基本定義：

~介紹遺傳學的概念及其研究對象，以及遺傳學在生物學中的地位 and 作用。

• 遺傳學研究的範疇：

~概述遺傳學所涉及的範圍，包括遺傳變異、基因表達、遺傳過程等。

③ Slide 3：

• 遺傳學的歷史發展古代對遺傳的認識：

~簡要介紹古代人對遺傳現象的觀察和理解。

• 孟德爾的遺傳定律：

~介紹孟德爾的遺傳實驗和定律，以及其對遺傳學發展的貢獻。

• 摩爾的基因連鎖：

~概述摩爾對基因連鎖的研究及其對遺傳學貢獻。

• 華生和克里克的DNA結構發現：

~介紹華生和克里克對DNA結構的發現及其意義。

④ Slide 4：

• 基因、染色體和DNA基因的定義：

~解釋基因的概念，以及基因對生物性狀的控制和遺傳方式。

• 染色體的結構和功能：

~介紹染色體的組成、結構和功能，以及染色體在遺傳中的作用。

• DNA的基本結構：

~概述DNA的化學結構、雙螺旋結構及其在遺傳信息傳遞中的作用。

⑤ Slide 5：

• 遺傳學在日常生活中的應用醫學應用：

~舉例解釋遺傳學在疾病診斷、基因治療等方面的應用。

• 農業應用：

~介紹遺傳學在作物育種、品種改良等方面應用。

• 生物技術應用：

~概述遺傳學技術在生物工程、基因工程等領域的應用。

⑥ Slide 6：

• 課程目標和學習方式課程目標：

~再次強調本節課的學習目標，並提醒學習端要關注重點。

• 學習方式和評估方法：

~總結本節課的教學方式，並提供評估方法的簡要介紹。

⑦ Slide 7：問答與討論

• 提問：你知道哪些遺傳學應用？

• 分組討論：學習端分組討論遺傳學在他們日常生活中的例子，並分享他們的看法和觀點。

• 意義：透過這些PPT示例內容，學習端將能夠清晰地了解本節課的內容結構，並透過圖像和文字的呈現方式更容易理解遺傳學的基本概念和歷史發展。

## 2. 第2-3週教案：

- (1) 課程主題：孟德爾的遺傳定律
- (2) 教學目標：
  - ① 了解孟德爾的遺傳定律及其實驗設計思路。
  - ② 學習基本的數據分析方法。
- (3) 教學內容：
  - ① 孟德爾的生平和研究背景
  - ② 分離定律和自由組合定律豌豆雜交實驗設計
- (4) 教學活動：
  - ① 講解：介紹孟德爾的生平、遺傳定律及其實驗。
  - ② 小組討論：學習端分組討論孟德爾的實驗設計和結果
  - ③ 實驗模擬：進行豌豆雜交實驗的模擬，讓學習端親身體驗實驗過程。
- (5) 評估方法：
  - ① 課堂測驗：考察學習端對孟德爾遺傳定律的理解。
  - ② 寫作作業：要求學習端分析孟德爾的實驗設計及其結果。
- (6) 教學資源：
  - ① 課堂PPT
  - ② 學習端閱讀材料
  - ③ 豌豆雜交實驗材料
- (7) 課堂PPT內容（第2-3週）
  - ① Slide 1：
    - 孟德爾的生平和研究背景孟德爾的生平概述：  
~出生、教育背景、生涯等。
    - 他對植物遺傳的研究動機：  
~孟德爾對植物遺傳的興趣和動機。
  - ② Slide 2：
    - 分離定律和自由組合定律的解釋和實驗示例：  
~概述分離定律的原理和實驗結果。
    - 自由組合定律的原理和應用：  
~介紹自由組合定律對基因的組合和分離的認識。
  - ③ Slide 3：
    - 豌豆雜交實驗設計孟德爾的豌豆雜交實驗設計概述：~介紹孟德爾的實驗設計和過程。
    - 實驗結果及其解釋：  
~分析孟德爾實驗結果，解釋其支持的遺傳定律。
  - ④ Slide 4：
    - 學習評估課堂參與和問答：  
~評估學習端對孟德爾遺傳定律的理解程度。
    - 簡短小測驗：  
~測試學習端對基本概念的理解，例如基因型和表現型的關係。
  - ⑤ Slide 5：
    - 教學資源課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT。
    - 學習端閱讀材料：  
~推薦閱讀相關的孟德爾遺傳定律的文章或章節。
    - 實驗模擬工具：  
~供學習端使用的豌豆雜交實驗模擬工具。
  - 意義：這些PPT示例內容能夠幫助學習端更好地理解孟德爾的遺傳定律和相關概念，並引導他們進行深入的思考和學習。

3. 第4-5週教案：

(1) 課程主題：摩爾的基因連鎖和重組

(2) 教學目標：

- ① 理解基因連鎖和重組的概念。
- ② 學習摩爾的實驗方法和思維方式。

(3) 教學內容：

- ① 摩爾的生平和研究背景
- ② 性聯遺傳和基因連鎖基因圖譜的繪製

(4) 教學活動：

- ① 講解：介紹摩爾的生平、基因連鎖的概念和實驗。
- ② 案例分析：分析摩爾實驗結果，理解基因連鎖和重組機制。
- ③ 實驗模擬：進行果蠅遺傳實驗的模擬，讓學習端親身體驗基因連鎖和重組的現象。

(5) 評估方法：

- ① 小組報告：要求學習端組成小組，就摩爾實驗進行報告和討論。
- ② 寫作作業：要求學習端撰寫摩爾實驗數據的分析報告。

(6) 教學資源：

- ① 課堂PPT
- ② 學習端閱讀材料
- ③ 果蠅遺傳實驗材料

(7) 課堂PPT內容（第4-5週）：

- ① Slide 1：課程回顧
  - 上週內容回顧：
    - ~簡要回顧孟德爾的遺傳定律和實驗設計。
    - 本主題介紹：摩爾的基因連鎖和重組。
- ② Slide 2：摩爾的生平和研究背景
  - 摩爾的生平概述：摩爾的教育背景、科研生涯等。
  - 基因連鎖的概念引入：
    - ~介紹基因連鎖的概念和摩爾的研究動機。
- ③ Slide 3：性聯遺傳和基因連鎖
  - 性聯遺傳的解釋和實驗示例：
    - ~概述性聯遺傳的特點和實驗結果。
  - 基因連鎖的概念和發現：
    - ~介紹基因連鎖的概念和摩爾的實驗結果。
- ④ Slide 4：基因圖譜的繪製
  - 基因圖譜的意義和方法：
    - ~解釋基因圖譜在遺傳研究中的作用和繪製方法。
  - 實例分析：
    - ~以實際案例為例，展示如何進行基因圖譜繪製。
- ⑤ Slide 5：實驗模擬
  - 摩爾的果蠅遺傳實驗模擬：
    - ~介紹模擬實驗設計和操作步驟。
  - 實驗結果分析：
    - ~分析模擬實驗結果，討論基因連鎖和重組現象。
- ⑥ Slide 6：問答與討論
  - ① 提問：基因連鎖和重組對遺傳學的重要性？
  - ② 討論：學習端討論基因連鎖實驗的結果和意義。
- ⑦ Slide 7：學習評估
  - 小組報告評估：
    - ~評估學習端對摩爾實驗結果的理解和分析能力。
  - 寫作作業：
    - ~要求學習端完成有關摩爾實驗的數據分析報告。
- ⑧ Slide 8：
  - 教學資源課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT。
  - 學習端閱讀材料：
    - ~推薦閱讀有關性聯遺傳和基因連鎖文章或章節。
  - 實驗模擬工具：
    - ~供學習端使用的果蠅遺傳實驗模擬工具。

- 意義：引導學習端理解基因連鎖和重組的概念，並進行相關實驗模擬和分析，從而加深對遺傳學的理解和應用。

4. 第6-7週教案：

(1) 課程主題：華生和克里克的DNA雙螺旋結構

(2) 教學目標：

- ① 了解DNA雙螺旋結構的發現過程。
- ② 掌握科學模型構建和驗證的方法。

(3) 教學內容：

- ① 華生和克里克的生平和研究背景
- ② X射線晶體學和雙螺旋結構DNA的複製機制

(4) 教學活動：

- ① 講解：介紹華生和克里克生平、DNA雙螺旋結構發現過程。
- ② 視頻展示：播放有關DNA雙螺旋結構的發現過程的視頻。
- ③ 模型構建活動：

~讓學習端使用材料構建DNA雙螺旋模型，體驗DNA結構的三維形式。

(5) 評估方法：

- ① 課堂展示：要求學習端展示他們構建的DNA雙螺旋模型。
- ② 寫作作業：要求學習端撰寫關於DNA雙螺旋結構的模型報告。

(6) 教學資源：

- ① 課堂PPT
- ② 學習端閱讀材料
- ③ DNA模型構建材料

(7) 課堂PPT內容第6-7週：

① Slide 1：課程回顧

- 上週內容回顧：簡要回顧摩爾的基因連鎖和重組。
- 本週主題介紹：華生和克里克的DNA雙螺旋結構。

② Slide 2：華生和克里克的生平和研究背景

- 華生和克里克的生平概述：  
~他們的教育背景、科研生涯等。
- 對DNA結構的研究動機：  
~介紹他們對DNA結構的研究動機和意義。

③ Slide 3：X射線晶體學和雙螺旋結構

- X射線晶體學的原理和應用：  
~解釋X射線晶體學在解析分子結構中的作用。
- DNA雙螺旋結構的發現：  
~介紹華生和克里克藉由X射線晶體學發現DNA的雙螺旋結構。

④ Slide 4：DNA的複製機制

- DNA的半保留複製：  
~解釋DNA複製的半保留性和過程。
- 複製酶的作用：  
~介紹DNA聚合酶在DNA複製過程中的作用。

⑤ Slide 5：模型構建活動用材料

- 構建DNA雙螺旋模型：  
~指導學習端使用簡單的材料構建DNA雙螺旋結構的模型。
- 實際操作：  
~學習端在課堂上進行模型構建活動，加深對DNA結構的理解。

⑥ Slide 6：問答與討論

- 提問：DNA雙螺旋結構的發現對生物學的意義？
- 討論：學習端討論DNA結構的重要性和應用。

⑦ Slide 7：學習評估

- 課堂展示評估：  
~評估學習端構建的DNA模型的準確性和理解程度。
- 寫作作業：  
~要求學習端完成有關DNA雙螺旋結構的模型報告。

⑧ Slide 8：教學資源

- 課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT。
- 學習端閱讀材料：  
~推薦閱讀有關DNA結構發現的文章或章節。
- 模型構建材料：  
~提供給學習端使用的構建DNA模型的材料。

- 意義：幫助學習端理解DNA的雙螺旋結構的發現過程和重要性，並藉由模型構建活動加深對DNA結構的理解，提高他們的參與度和學習效果。

5. 教案第8-9週：

(1) 課程主題：基因表達和調控

(2) 教學目標：

- ① 理解基因表達的分子機制。
- ② 學習實驗設計和數據分析方法。

(3) 教學內容：

- ① 轉錄和翻譯的分子機制
- ② RNA聚合酶和核糖體的作用基因調控的機制

(4) 教學活動：

- ① 講解：介紹轉錄和翻譯的分子機制，以及基因調控的機制。
- ② 實驗演示：進行實驗演示，展示RNA聚合酶和核糖體作用。
- ③ 分析經典實驗數據：  
~學習端分析經典實驗數據，理解基因表達和調控的原理。

(5) 評估方法：

- ① 實驗報告：要求學習端根據實驗結果撰寫實驗報告。
- ② 小組討論：學習端組成小組討論基因表達和調控的相關問題。

(6) 教學資源：

- ① 課堂PPT
- ② 學習端閱讀材料
- ③ 實驗演示材料

(7) 課堂PPT內容第8-9週：

- ① Slide 1：課程回顧
  - 上週內容回顧：
    - ~簡要回顧華生和克里克的DNA雙螺旋結構。
  - 本週主題介紹：基因表達和調控的分子機制。
- ② Slide 2：轉錄和翻譯的分子機制
  - 轉錄過程：解釋RNA聚合酶在轉錄的作用和過程。
  - 轉譯過程：介紹核糖體在翻譯中的作用和過程。
- ③ Slide 3：RNA聚合酶和核糖體的作用
  - RNA聚合酶的作用：
    - ~詳細介紹RNA聚合酶在轉錄中的作用和機制。
  - 核糖體的組成和功能：
    - ~解釋核糖體在翻譯中的作用和組成。
- ④ Slide 4：基因調控的機制
  - 轉錄後調控：
    - ~介紹轉錄後調控機制，如miRNA和siRNA作用。
  - 轉錄前調控：
    - ~解釋轉錄前調控的機制，如啟動子和轉錄因子的作用。
- ⑤ Slide 5：實驗演示
  - 分析經典實驗數據：
    - ~藉由實驗數據分析，了解基因表達和調控的分子機制。
  - 實驗演示：
    - ~進行基因調控相關的實驗演示，加深學習端對機制的理解。
- ⑥ Slide 6：問答與討論
  - 提問：基因表達和調控對細胞功能的影響？
  - 討論：學習端討論基因表達和調控的相關問題。
- Slide 7：學習評估實驗報告
  - 評估：評估學習端對實驗結果的理解和分析能力。
  - 小組討論：
    - ~組織學習端進行基因調控機制的討論，促進思想交流和深入理解。
- ⑦ Slide 7：教學資源
  - 課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT。
  - 學習端閱讀材料：推薦閱讀有關基因表達和調控的文章或章節。
  - 實驗演示材料：
    - ~提供給學習端使用的基因表達和調控實驗演示材料。

- 意義：幫助學習端理解基因表達和調控的分子機制，並藉由實驗演示加深對機制的理解和應用。

6. 第10-11週教案：

(1) 課程主題：現代遺傳學技術

(2) 教學目標：

① 了解現代遺傳學技術（如CRISPR）的原理和應用。

② 學習技術創新的過程。

(3) 教學內容：

① CRISPR技術的原理和發展歷程

② 基因編輯的應用案例

③ 技術創新的挑戰和前景

(4) 教學活動：

① 講解：

~介紹CRISPR技術原理、發展歷程及基因編輯的應用案例。

② 案例分析：

~分析CRISPR技術在不同領域應用案例，探討影響和潛力。

③ 技術應用討論：

~學習端討論，探討CRISPR技術的倫理、法律和社會問題。

(5) 評估方法：

① 技術應用方案設計：

~要求學習端設計一個CRISPR技術的應用方案，並提出相關的倫理和

法律考慮。

② 課堂演示：

~學習端進行設計方案的課堂演示，分享他們的想法和結果。

(6) 教學資源：

① 課堂PPT

② 學習端閱讀材料

③ CRISPR技術應用案例資料

(7) 課堂PPT內容第10-11週：

① Slide 1：課程回顧

• 上週內容回顧：簡要回顧基因表達和調控分子機制。

• 本週主題介紹：現代遺傳學技術。

② Slide 2：CRISPR技術的原理和發展歷程

• CRISPR/Cas9的原理：

~解釋CRISPR/Cas9技術的基本原理和操作過程。

• 技術發展歷程：介紹CRISPR技術的發現和演進。

③ Slide 3：基因編輯的應用案例

• 基因編輯在醫學上的應用案例：

~列舉一些基因編輯在醫學上的成功案例，如基因治療。

• 基因編輯在農業上的應用案例：

~介紹一些基因編輯在農業上的應用，如農作物基因改良。

④ Slide 4：技術創新的挑戰和前景

• 技術挑戰：

~討論CRISPR技術面臨挑戰，如準確性和副作用。

• 技術前景：

~展望CRISPR技術的未來發展和應用領域。

⑤ Slide 5：技術應用討論

• 學習端討論：

~組織學習端進行CRISPR技術應用討論，探討其在不同領域

的潛在應用和影響。

• 應用方案設計：

~要求學習端設計一個CRISPR技術應用方案，包括目標、方

法和預期結果。

⑥ Slide 6：問答與討論

• 提問：CRISPR技術的應用帶來的倫理和社會問題？

• 討論：學習端討論CRISPR技術的倫理和法律問題。

⑦ Slide 7：學習評估

• 技術應用方案設計評估：

~評估學習端設計的CRISPR技術應用方案的創新性和可行

性。

• 課堂討論評估：

~評估學習端在討論中的參與度和思考深度。

⑧ Slide 8：教學資源課堂PPT：

• 提供給學習端參考的課程PPT。

• 學習端閱讀材料：

~推薦閱讀有關CRISPR技術的相關文獻或文章。

• 設計方案模板：

~提供給學習端的CRISPR技術應用方案設計模板。

• 意義：有助於引導學習端了解CRISPR技術的原理和應用，並藉由討論和設計方案加深對技術的理解和應用。幫助學習端理解基因表達和調控的分子機制，並藉由實驗演示加深對機制的理解和應用，更藉由討論和設計方案的活動提高他們的參與度和學習效果。

7. 教案第12-13週：

- (1) 課程主題：遺傳學在醫學和農業中的應用
- (2) 教學目標：
  - ① 理解遺傳學在醫學和農業中的實際應用。
  - ② 掌握應用遺傳學技術解決實際問題的方法。
- (3) 教學內容：
  - ① 遺傳疾病的基因治療
  - ② 基因工程在農業中的應用
  - ③ 遺傳學技術的倫理和法律問題
- (4) 教學活動：
  - ① 講解：介紹遺傳學在醫學和農業中的應用案例，以及相關的倫理和法律問題。
  - ② 案例研究：分析遺傳疾病基因治療和基因工程在農業中的案例，討論其影響和限制。
  - ③ 模擬應用場景討論：學習端模擬不同場景下的遺傳學技術應用，討論相應的倫理和法律問題。
- (5) 評估方法：
  - ① 小組報告：要求學習端組成小組，就遺傳學技術應用案例進行報告和討論。
  - ② 案例分析報告：學習端撰寫遺傳學技術應用案例的分析報告，包括倫理和法律問題的討論。
- (6) 教學資源：
  - ① 課堂PPT
  - ② 學習端閱讀材料
  - ③ 遺傳學技術應用案例資料
  - ④ 倫理和法律問題相關資料
- (7) 課堂PPT內容第12-13週：
  - ① Slide 1：課程回顧
    - 上週內容回顧：簡要回顧CRISPR技術的原理和應用。
    - 本週主題介紹：遺傳學在醫學和農業中的應用。
  - ② Slide 2：遺傳疾病的基因治療
    - 基因治療的概念：解釋基因治療的原理和應用方法。
    - 成功案例：介紹一些基因治療在遺傳疾病治療中的成功案例，如遺傳性失明和囊性纖維化等。
  - ③ Slide 3：基因工程在農業中的應用
    - 農作物基因改良：說明基因工程在農業中的應用，如提高產量、增加抗病性等。
    - 成功案例：列舉基因工程在農業中成功案例，如轉基因作物等。
  - ④ Slide 4：遺傳學技術的倫理和法律問題
    - 倫理問題：討論遺傳學技術應用所涉及的倫理問題，如個人隱私和社會公平等。
    - 法律問題：介紹與遺傳學技術相關的法律法規和規範，如生物安全法和個人資料保護法等。
  - ⑤ Slide 5：模擬應用場景討論
    - 學習端討論：組織學習端進行模擬應用場景討論，探討遺傳學技術在醫學和農業中的應用場景和可能影響。
    - 案例分析報告：要求學習端根據討論結果撰寫一份遺傳學技術應用場景的案例分析報告。
  - ⑥ Slide 6：問答與討論
    - 提問：遺傳學技術應用的倫理和法律問題如何影響社會？
    - 討論：學習端討論遺傳學技術應用的倫理和法律問題。
  - ⑦ Slide 7：學習評估案例分析
    - 報告評估：評估學習端撰寫的遺傳學技術應用場景案例分析報告的深度和全面性。
    - 討論參與評估：評估學習端在討論中的參與度和思考深度。
  - ⑧ Slide 8：教學資源
    - 課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT。
    - 學習端閱讀材料：推薦閱讀有關遺傳學技術應用相關文獻或文章。
    - 模擬討論指南：提供給學習端的模擬應用場景討論指南。
- 意義：有助於引導學習端了解遺傳學技術在醫學和農業中的實際應用，並討論相關的倫理和法律問題。同時，討論和案例分析報告也有助於加深對應用場景的理解和分析能力。

8. 教案第14-15週：

(1) 課程主題：綜合複習與期末評估

(2) 教學目標：

① 回顧課程內容，鞏固學習成果。

② 綜合運用所學知識和技能進行項目設計和評估。

(3) 教學內容：

① 遺傳學重點內容回顧：

② 科學家思路與方法的綜合應用

③ 期末項目展示

(4) 教學活動：

① 回顧與總結：回顧遺傳學課程的重點內容，幫助學習端鞏固所學知識。

② 小組合作項目設計：學習端分組進行項目設計，綜合應用所學知識和技能解決具體問題。

③ 期末項目展示：學習端進行項目展示，展示他們的設計方案和成果。

(5) 評估方法：期末考試：

① 進行遺傳學課程的期末考試，評估學習端對課程內容的理解和掌握程度。

② 項目報告和展示：評估學習端在小組合作項目設計和期末項目展示中的表現和成果。

(6) 教學資源：

① 課堂PPT

② 學習端項目設計材料

③ 期末考試題目

(7) 課堂PPT第14-15週：

(1) 課程回顧

- 上週內容回顧：簡要回顧遺傳學技術在醫學和農業中的應用及相關倫理和法律問題。

- 本週主題介紹：綜合複習與期末評估。

(2) Slide 2：遺傳學重點內容回顧

- 摘要內容：概述本課程涵蓋的重點遺傳學內容，包括孟德爾遺傳定律、基因連鎖、DNA結構、基因表達和調控、現代遺傳學技術等。

(3) Slide 3：科學家思路與方法的綜合應用

- 學習成果回顧：回顧學習端在本課程中學到的科學家思路與方法，包括實驗設計、數據分析、問題解決等。

- 綜合應用：提出幾個綜合應用問題，要求學習端運用所學知識和技能進行分析和解答。

(4) Slide 4：期末項目展示

- 項目設計：要求學習端在小組合作的情況下設計一個遺傳學相關的項目，包括題目、目標、方法、預期結果等。

- 展示安排：安排學習端在期末展示會上展示他們的項目成果，並進行評估和討論。

(5) Slide 5：問答與討論：學習端提問和討論課程回顧和展望

(6) Slide 6：學習評估

- 期末考試：安排一場綜合性的期末考試，考核學習端對課程內容的理解和應用能力。

- 項目報告和展示評估：評估學習端項目報告和展示的內容、準確性和表達能力。

(7) Slide 7：教學資源

- 課堂PPT：提供給學習端參考的課程PPT，包括本週內容和展示要求。

- 學習資料：提供給學習端的補充閱讀材料，幫助他們準備期末考試和項目報告。

- 項目設計指南：提供給學習端的項目設計指南，幫助他們順利完成項目的設計和準備。

- 意義：有助於將整個課程的學習成果進行綜合回顧和應用，並為期末考試和項目展示提供了指導和安排，更能夠幫助綜合應用所學知識和技能進行項目設計和評估，並藉由期末項目展示彙報學習成果。

附註一：每週的學習端閱讀素材建議：

1. 第1週：
  - 學習端閱讀材料：介紹遺傳學的基本概念和歷史背景的文章或章節。
  - 建議書籍：《遺傳學導論》、《遺傳學：原理、概念和應用》等。
2. 第2-3週：
  - 學習端閱讀材料：孟德爾的生平和研究背景相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《孟德爾的豌豆》、《孟德爾遺傳學》等。
3. 第4-5週：
  - 學習端閱讀材料：摩爾的基因連鎖和重組的實驗相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《摩爾與果蠅》、《遺傳學的歷史》等。
4. 第6-7週：
  - 學習端閱讀材料：華生和克里克的DNA雙螺旋結構的發現相關文章或章節。
  - 建議書籍：《雙螺旋》、《發現DNA》等。
5. 第8-9週：
  - 學習端閱讀材料：基因表達和調控的分子機制相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《分子生物學》、《基因的啟動與控制》等。
6. 第10-11週：
  - 學習端閱讀材料：CRISPR技術的原理和應用案例相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《CRISPR革命》、《CRISPR之爭》等。
7. 第12-13週：
  - 學習端閱讀材料：遺傳學在醫學和農業中的應用案例相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《基因治療的未來》、《農業基因工程》等。
8. 第14-15週：
  - 學習端閱讀材料：遺傳學的綜合複習相關的文章或章節。
  - 建議書籍：《遺傳學綜合複習指南》、《遺傳學筆記》等。

這些閱讀素材將有助於學習端更深入理解每週的教學內容，並擴展學習端對遺傳學相關主題的知識。

附錄二：各週科學家思路的整理：

1. 第1週：課程概述與遺傳學基本概念

- 學習目標：介紹遺傳學的基本概念和歷史背景，引導學習端了解遺傳學的重要性和應用價值。
- 先備引導啟發：學習者首先需要瞭解遺傳學的核心概念，例如基因、染色體和DNA等，並藉由課堂討論和問答活動激發對遺傳學的興趣和好奇心。
- 科學家思路～課程概述與遺傳學基本概念科學家思路：在介紹遺傳學的基本概念和歷史背景時，學習端將受到啟發，了解早期科學家對遺傳學的探索過程，例如格里高利·孟德爾對豌豆雜交的實驗和發現。透過歷史回顧，學習端將了解科學家如何藉由觀察、實驗和理論推理來推動遺傳學的發展，從而激發他們對科學研究的興趣。

2. 第2-3週：孟德爾的遺傳定律

- 學習目標：了解孟德爾的遺傳定律和其實驗設計思路，學習基本的數據分析方法。
- 科學家思路～孟德爾的遺傳定律科學家思路：藉由模擬孟德爾的豌豆雜交實驗，學習端將體驗到科學家的思考方式和實驗設計的過程。他們將學習如何觀察現象、提出假設，並藉由實驗收集數據，從而得出結論。這將有助於他們培養科學思維、實驗設計能力和分析能力。

3. 第4-5週：摩爾的基因連鎖和重組

- 學習目標：理解基因連鎖和重組的概念，學習摩爾的實驗方法和思維方式。
- 科學家思路～摩爾的基因連鎖和重組科學家思路：藉由模擬果蠅遺傳實驗，學習端將了解基因連鎖的概念和遺傳物質的遺傳規律，並執行基因圖譜的繪製方法，並學習到科學家如何設計實驗來探索基因之間的關係，並藉由觀察實驗結果來推斷基因的分布和遺傳方式，這將培養學習端利用的實驗設計和數據分析解決遺傳學問題。第6-7週：華生和克里克的DNA雙螺旋結構
- 學習目標：了解DNA雙螺旋結構的發現過程，掌握科學模型構建和驗證的方法。
- 科學家思路～華生和克里克的DNA雙螺旋結構科學家思路：藉由模擬構建DNA雙螺旋模型的活動，學習端將體驗到科學家的創新思維和實驗驗證的過程。他們將學習如何從觀察和分析中推斷出DNA的結構，並藉由構建模型來驗證自己的假設。這將培養他們的創造力和解決問題的能力。

4. 第8-9週：基因表達和調控

- 學習目標：理解基因表達的分子機制，學習實驗設計和數據分析方法。
- 科學家思路～基因表達和調控科學家思路：藉由分析經典實驗數據和模擬基因調控實驗，學習端將深入理解轉錄和翻譯的基因表達分子機制，將學習如何設計實驗來研究基因的轉錄和翻譯過程，並藉由數據分析來解釋實驗結果。這將有助於他們理解細胞運作的原理和調控機制，並培養實驗設計和數據分析能力。

5. 第10-11週：現代遺傳學技術

- 學習目標：了解現代遺傳學技術（如CRISPR）的原理和應用，學習技術創新的過程。
- 科學家思路～現代遺傳學技術科學家思路：藉由討論CRISPR技術的原理和應用案例，學習端將了解技術創新的挑戰和前景，他們將思考如何應用這一技術來解決現實世界中的問題，並討論其潛在的影響和風險。這將有助於他們對當代遺傳學技術的理解和應用，並思考技術在不同領域的應用。

6. 第12-13週：遺傳學在醫學和農業中的應用

- 學習目標：理解遺傳學在醫學和農業中的實際應用，掌握應用遺傳學技術解決實際問題的方法。
- 科學家思路～遺傳學在醫學和農業中的應用科學家思路：藉由案例研究和模擬應用場景討論，學習端將探索遺傳學技術在醫學和農業領域的潛在應用，並討論相關的倫理和法律問題。透過這些活動，他們將理解科學家如何應用遺傳學知識解決真實世界的問題，並學會如何應用這些技術來改善人類和農業的生活質量。

7. 第14-15週：綜合複習與期末評估

- 學習目標：回顧課程內容，鞏固學習成果，並綜合運用所學知識和技能進行項目設計和評估。
- 科學家思路：學習端將進行課程內容的綜合回顧，並透過項目設計和評估來檢驗自己對遺傳學的理解和應用能力，鼓勵他們將所學知識應用到實際問題中。這些科學家思路的設計藉由模擬、討論、實驗等活動，培養學習端的科學思維、解決問題的能力，並激發他們對遺傳學及相關領域的興趣和熱情。

附錄三：『遺傳學中的科學家思路與思維方法課程』中重要科學家

1. 第1-3週，基本的遺傳學概念和孟德爾的遺傳定律。以下是

(1) 主要科學家：格里高利·孟德爾：以其對豌豆雜交實驗的貢獻而聞名，提出了孟德爾遺傳定律，奠定了遺傳學的基礎。

(2) 孟德爾的科學家思路：

① 貢獻：

- 格里高利·孟德爾（Gregor Mendel）：孟德爾是遺傳學的奠基者之一，他的思路和方法在當時是非常獨特和先進的。

② 思維過程：孟德爾透過豌豆雜交實驗觀察到基因的遺傳規律，他的思考流程包括觀察自然現象、提出假設、進行實驗驗證以及得出結論，這一過程被稱為歸納推理。故強調系統性觀察、實驗設計、數據分析和結果推廣的重要性，這些方法對當時遺傳學的發展起到了關鍵作用，也對後來生物學研究的方法和思路產生了深遠影響，也奠定了現代生物學研究的基礎，如豌豆植株的遺傳交配實驗。

③ 思維方式：

- 系統性觀察：孟德爾對豌豆植株進行了大量的系統性觀察，包括各種性狀的表現、遺傳特徵的傳遞等。如選擇性繁殖：孟德爾在選擇實驗材料時，選擇了豌豆這種具有明顯遺傳特徵的植物，並根據不同的性狀進行了系統性選擇和繁殖，以確保實驗的可控性和準確性。
- 提出假設：基於他的觀察，孟德爾提出了遺傳單元的概念，即後來被稱為基因的遺傳單位，以及遺傳規律的假設，即後來被稱為孟德爾遺傳定律的原則。
- 設計實驗：孟德爾設計了一系列的遺傳交配實驗，藉由豌豆植株的雜交和自交，驗證了他的遺傳定律，如交配實驗：孟德爾進行了豌豆植株的人工授粉，藉由不同性狀的植株進行雜交和自交實驗，觀察並記錄了後代植株的性狀表現。
- 數據分析：孟德爾對實驗結果進行了詳細的數據分析，包括統計數據和比例分析，以確定遺傳特徵的傳遞規律，如孟德爾對實驗結果進行了詳細的數據記錄和統計分析，包括各種性狀的表現比例、遺傳特徵的遺傳規律等，確定了後代植株的遺傳特徵。
- 得出結論：藉由對實驗結果的系統性分析，孟德爾得出了後來被稱為孟德爾遺傳定律的基本原理，即分離定律和自由組合定律，如藉由對實驗數據的分析，孟德爾發現了後代植株性狀的遺傳規律，並提出了分離定律和自由組合定律等基本原理解，奠定了遺傳學的基礎。
- 推廣應用：孟德爾的實驗結果對後來的遺傳學研究產生了重大影響，不僅在理論上推動了遺傳學的發展，還在實踐上促進了農作物的遺傳改良和品種培育。

④ 教學引導：引導學習端思考孟德爾當時的思維過程：

- 他如何藉由精心設計的實驗來驗證自己的假設？
- 他如何將實驗結果量化並提出遺傳定律？
- 意義：這樣的思考過程可以幫助學習端理解科學家如何運用觀察、假設、實驗和推理等科學方法來解決問題。

2. 在第4-5週，摩爾的基因連鎖和重組。

(1) 主要科學家：格里芬·摩爾：在果蠅上進行遺傳實驗，證明了基因的連鎖性和重組現象，進一步發展了孟德爾的遺傳學理論。

(2) 摩爾科學家思路：

① 貢獻：托馬斯·亨特·摩根（Thomas Hunt Morgan）：摩根的科學家思路主要體現在他對果蠅的遺傳實驗中：

② 思維過程：摩爾藉由果蠅遺傳實驗證明了基因之間的連鎖關係，他的思考流程包括觀察實驗結果、提出假設、設計實驗驗證以及解釋實驗結果，這一過程需要細致的觀察和分析。故強調了對生物特徵的系統性觀察、精細的實驗設計和準確的數據記錄，以及對實驗結果的深入分析和解釋，這些方法對後來遺傳學的發展和生物學研究的方法論產生了深遠影響。

③ 思維方法：

- 選擇性實驗對象：摩根選擇了果蠅（*Drosophila melanogaster*）作為研究對象，因為果蠅生長迅速，生殖周期短，且遺傳特徵易於觀察和分析。
- 性狀的選擇和觀察：摩根觀察了果蠅的不同性狀，包括翅膀形狀、體色等，並選擇具有明顯遺傳特徵的性狀進行實驗。
- 遺傳交配實驗：摩根進行了果蠅的交配實驗，藉由雜交和自交的方式，觀察和記錄後代果蠅的性狀表現，以驗證遺傳規律。
- 發現基因連鎖：摩根的實驗結果顯示，某些基因並非完全獨立地遺傳，而是存在一定的聯合遺傳現象，即基因連鎖。這一發現對當時的遺傳學理論提出了挑戰，並擴展了對基因遺傳的理解。
- 觀察到重組事件：在他的實驗中，摩根還觀察到了基因的重組現象，即染色體上的基因不是固定不變的，而是可以進行交叉互換和組合，這一發現對遺傳學的進一步發展起到了重要作用。

### 3. 在第6-7週，華生和克里克的DNA雙螺旋結構

(1) 主要科學家：詹姆斯·華生和弗朗西斯·克里克：藉由分析DNA的雙螺旋結構，提出了DNA的結構模型，為遺傳學和分子生物學的發展作出了重要貢獻。

(2) 威爾金斯和羅薩琳·富蘭克林：

- 思維方法：藉由X射線晶體學來獲取DNA的結構信息，並進行系統性的數據分析。儘管他們沒有直接參與DNA結構的解析，但他們的研究為華生和克里克的發現提供了關鍵的實驗數據。

(3) 詹姆斯·華生（James Watson）和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）：

① 貢獻：

- 華生和克里克於1953年提出了DNA的雙螺旋結構模型，這項發現被譽為20世紀最重要的科學發現之一。
- 他們的研究揭示了DNA分子是如何以雙螺旋的形式存在的，並確立了腺嘌呤與胞嘧啶、鳥嘌呤與胞嘧啶之間的鹼基配對規律。

② 思維過程：華生和克里克藉由分析X射線晶體學照片得出了DNA的雙螺旋結構，他們的思考流程包括分析實驗數據、建立模型、驗證模型以及提出新的理論，這一過程需要創造性的思維和科學直覺。故突出了他們對實驗數據的精確分析和對複雜問題的敏銳洞察力。更強調了對前人研究成果的整合和分析、基本模型的建立和優化，以及對實驗結果的確認和解釋，這些方法對後來的分子生物學和基因組學研究產生了深遠影響。

③ 思維方式：

- 整合前人研究：華生和克里克廣泛閱讀先前的研究成果，並將這些資訊與他們自己的實驗結果相結合，以建立全面的理解基礎，如開展研究之前，仔細研究了許多先前科學家對DNA結構的實驗結果和理論假設，包括羅薩琳·富蘭克林（Rosalind Franklin）等人的X射線晶體學數據。
- 建立基本模型：基於前人研究的基礎上，華生和克里克建立了DNA的基本模型，認為DNA是一個雙螺旋結構，由兩條螺旋狀的核苷酸鏈彼此纏繞而成。
- 分析結構特點：華生和克里克對DNA分子的結構特點進行了仔細的分析，包括鏈結方式、骨架結構等，並根據實驗數據對模型進行了不斷修改和優化。
- 建立模型：他們善於將觀察到的現象與理論模型相結合，並藉由建立假設來解釋這些現象，如確認了DNA的雙螺旋結構是正確的，並提出了鹼基配對原則，即腺嘌呤與胞嘧啶、鳥嘌呤與胞嘧啶之間形成特定的氫鍵結，以研究確認核心概念。
- 勇於提出假說：華生和克里克在面對未知問題時，不畏懼提出大膽的假說，並藉由實驗驗證其有效性。如華生和克里克於1953年在《自然》雜誌上發表了他們的論文，闡述了DNA的雙螺旋結構模型，這一發現被認為是現代生物學中最重要的突破之一。

④ 教學引導：探討DNA結構發現的過程時，可以讓學習端思考

- 他們是如何藉由分析實驗數據和提出假設來建立DNA雙螺旋結構的模型的？
- 他們又是如何利用晶體學和化學知識來驗證這一模型的？
- 意義：這樣的思考過程可以幫助學習端理解科學家在研究中所面臨的挑戰和解決問題的方法。這些例子可以藉由討論和分析科學家的研究過程來幫助學習端理解科學思維和方法，並激發他們對科學的興趣和熱情。

#### 4. 第8-9週：基因表達和調控

(1) 主要科學家：Jacques Monod和François Jacob等，他們對基因的轉錄和翻譯過程作出了重要貢獻。

(2) 賽門·利文斯坦 (Sydney Brenner)：

① 貢獻：

- 賽門·利文斯坦是分子生物學的先驅之一，他對線蟲模式生物研究做出了巨大貢獻。
- 他的研究成果包括對基因調控和神經系統發育的深入理解，以及對RNA的功能和轉譯的研究。

② 思維過程：強調了他對基礎科學的堅持和對實驗數據的嚴謹分析。

③ 思維方式：

- 利用模式生物進行研究：利文斯坦選擇了線蟲作為他的研究對象，這種選擇基於他對這一生物的熟悉程度和對其基因組的了解。
- 結合理論與實驗：他善於將理論和實驗相結合，藉由對生物過程的理解來指導實驗的設計和解釋。

(3) 弗朗索瓦·雅各布 (François Jacob) 和 雅克·莫尼 (Jacques Monod)：

① 貢獻：

- 雅各布和莫尼提出了著名的運算子模型，該模型解釋了基因的調控和表達。
- 他們的研究發現了調控基因表達的機制，其中包括基因的啟動子和運算子等結構，並提出了“啟動子”的概念，這對於後來的基因表達研究起到了重要作用。

② 思維過程：突出了他們對基因調控機制的深入理解和對生物系統的系統性思考。

③ 思維方式：

- 系統性思考：他們藉由對生物系統的整體理解，提出了運算子模型，這一模型將基因的調控與細胞內的環境變化相結合。
- 結合理論與實驗：他們的研究既包括理論模型的建立，也包括對實驗數據的嚴謹分析，這使得他們的理論得以驗證並得到廣泛應用。

④ 教學引導：在教基因表達和調控時，可以弗朗索瓦·雅各布和雅克·莫尼操作子模型，解釋基因的調控機制。引導學習端：

- 思考雅各布和莫尼是如何藉由對大腸桿菌的實驗研究發現這一調控機制的？
- 他們是如何將實驗數據與理論相結合，提出這一新理論的？
- 意義：這樣的思考過程可以幫助學習端理解科學家如何從實驗數據中推導出新的理論，並且將理論應用於解釋生物現象。

(4) 瑪麗·克勞德·金 (Marie-Claude King)：

① 貢獻：

- 金是一位法國分子生物學家，她在基因表達和RNA研究方面取得了重要成果。
- 她的研究貢獻了對RNA聚合酶的理解，以及對轉錄和翻譯過程的探索，這些研究對於理解基因表達的機制至關重要。這些科學家的研究成果深刻影響了分子生物學和基因表達領域的發展，為我們深入理解生物學的基本過程提供了重要的理論基礎和實驗證據。

② 思維過程：強調了她對基因表達調控機制的深入研究和對實驗技術的精通。

③ 思維方式：

- 精確實驗設計：她精心設計實驗來驗證她的假設，並藉由精確的技術來收集數據。
- 理論與實驗相結合：她的研究既包括對基因表達的理論模型的建立，也包括對實驗數據的嚴謹分析，從而得出對基因調控機制的深刻理解。

④ 教學引導：在討論遺傳學在醫學和農業中的應用時，可以瑪麗·克勞德·金對遺傳疾病的基因治療和農業中的基因工程應用的研究為例，引導學習端思考

- 金是如何藉由對基因的精確研究來開發新的治療方法和農業技術的？
- 她是如何將基礎科學研究應用於解決實際問題的？
- 意義：這樣的思考過程可以幫助學習端理解科學家如何將基礎科學研究轉化為實際應用，並且促進學習端思考科學研究對社會和人類生活的影響。

5. 第10-11週：現代遺傳學技術，如CRISPR。

(1) 以下是幾位與這一技術密切相關的科學家以及他們的

(2) 貢獻：他們共同開發了CRISPR-Cas9基因編輯技術與應用。

(3) 思維過程：他們都反映了他們在科學研究中的獨特貢獻，同時也啟發了後人在遺傳學和基因工程領域的探索。

(4) 珍妮弗·杜松納（Jennifer Doudna）和艾米莉·查爾法諾（Emmanuelle Charpentier）：

① 思維方式：作為CRISPR-Cas9技術的開發者，她們的思維方式注重跨學科合作和創新。她們藉由將基礎科學研究與工程應用相結合，開發出了一種革命性的基因編輯技術。

② 教學引導：以CRISPR技術的發展為例：

- 啟發思考：引導學習端思考CRISPR技術的核心問題如～如何精準編輯基因？如何確保編輯的準確性和安全性等？引導思考可從不同的角度思考這些問題，並提出解決方案。
- 強調問題解決：以基因治療為例，引導學習端思考如何利用CRISPR技術來治療遺傳性疾病，並討論可能面臨的挑戰如：如何解決副作用問題和倫理道德問題。

(5) 朱利安·德雷普諾（Julian Drapeau）：

① 思維方式：作為CRISPR-Cas9技術的應用者之一，他的思維方式強調實踐和應用。他將基礎科學研究轉化為實際應用，開發出了許多基於CRISPR的基因編輯技術，並應用於生物醫學和農業等領域。

② 教學引導：舉例來說

- 促進跨學科思維：CRISPR技術結合了生物學、化學和工程學等多個學科領域的知識和技術，故引導學習端舉例解釋CRISPR技術是如何整合這些不同學科的知識和技術，並解決現實世界中的問題。
- 強調創新和探索能力：介紹CRISPR技術在農業中的應用如：如何利用CRISPR技術改良作物的基因，提高其產量和抗病能力。引導鼓勵學習端勇於探索新的想法和方法，並敢於挑戰傳統觀念。啟發學會從不同角度思考問題，並提出創新的解決方案，並思考如何應用CRISPR技術解決現實世界中的問題。
- 資源分享和合作學習：安排學習端分組合作，共同研究CRISPR技術的應用和影響。鼓勵學習端分享資源、討論想法，並透過合作學習促進彼此之間的思想交流和碰撞。藉由與同儕的合作，學習端可以從不同的觀點和方法中獲得啟發和反饋。
- 意義：有助於培養學習端的批判性思維、創新能力和解決問題的能力，並鼓勵他們成為具有跨學科思維和方法論的素養能力。

## 6. 第12-13週：遺傳學在醫學和農業中的應用

(1)貢獻：他們對基因編輯技術的應用進行了深入研究。

(2)思維過程：針對遺傳學技術在醫學和農業中的應用，思考如何應用科學知識解決現實世界的問題，同時也需要考慮相關的倫理和法律問題，這一過程需要綜合考慮多方面因素並做出合理的判斷。這些科學家的思考流程展示了他們如何藉由觀察、實驗、分析和推理來推動遺傳學的發展，並解決現實世界中的問題。這些思考流程也是學習端在學習遺傳學時可以參考和借鑒的重要思維模式。強調觀察自然現象、提出假設、進行系統性的實驗和數據分析，並且他們的研究對遺傳學、農業科學和生物醫學領域的發展都做出了重大貢獻。

(3)George Beadle 和 Edward Tatum：

①思維方法：利用生物化學和遺傳學方法來研究黴菌的遺傳特性，並提出一個基因對應一個酶的假設。藉由系統性的遺傳分析和實驗驗證，他們確立了這一重要的遺傳學理論。

②教學引導：梅登和塔圖姆的黴菌實驗，引導學習端~

- 分析梅登和塔圖姆的研究思路和實驗設計。
- 指導學習端提出關於案例的問題，如科學家面臨的挑戰、採取的方法以及取得的成果，從而培養他們的批判性思維和問題解決能力。

(4)Barbara McClintock：

①思維方法：藉由觀察玉米的遺傳現象，如色素斑點和玉米染色體的移動，來提出「跳躍基因」的假設。她藉由系統性的實驗和觀察，確定了染色體的可移動性，這一發現對遺傳學的發展有著重要影響。

②教學引導：麥克林托克的玉米基因研究，引導學習端~

- 模擬實驗：設計模擬實驗利用模擬玉米基因的移動過程來說明基因重組的原理。
- 讓學習端親身參與實驗操作，觀察實驗現象並記錄數據，從而讓他們更加直觀地理解科學家的思考方式和實驗過程。

(5)Norman Borlaug：

①貢獻：諾曼·博拉格，作為農業遺傳學的領導者之一，博拉格在農業品種改良和基因工程方面有著深遠的影響，他的研究促進了農作物的品質和產量的提高。

②思維方法：利用遺傳學知識和育種技術，來改良作物的基因組，以提高作物的產量和抗病性。他藉由田間實驗和遺傳分析，成功地開發出多個高產、高抗性的小麥品種，解決了當時的糧食危機。這些科學家的思維方法包括觀察自然現象、提出假設、進行系統性的實驗和數據分析，並且他們的研究對遺傳學、農業科學和生物醫學領域的發展都做出了重大貢獻。

(6)教學引導：自主探究

①科學家思維的探究性學習：

~提供學習端自主探究的機會，引導選擇一個感興趣的遺傳學主題，並藉由文獻調研、實驗設計和數據分析來深入探究。鼓勵學習端提出新的問題和假設，並藉由實驗驗證，從而培養他們的創新意識和解決問題的能力。

②科學家思維的故事分享和討論：

~邀請相關領域的人士分享科學家的故事，講述他們的研究經歷和科學成就，激發學習端對科學的興趣和好奇心。

③進而啟發學習端的好奇心和創造力：

~藉由介紹這些科學家的故事和研究成果，激發學習端對生物學的興趣，鼓勵他們思考生物學問題時的創造性解決方法。

④啟發學習端思考：

~引導學習端思考科學家在發現和創新過程中所採用的思維方式。透過舉例和案例，讓學習端理解科學家是如何提出問題、建立假設、進行實驗和推理的。

⑤強調問題解決：

~鼓勵學習端學會提出具體的科學問題，並尋找解決問題的方法。教導他們如何運用科學方法進行假設驗證和實驗設計，以解決真實世界中的問題。

⑥教導科學方法和思維模式：

~引導學習端掌握科學研究的基本方法，包括觀察、假設、實驗、分析和推理，並教導他們如何將這些方法應用於解決問題。

⑦強調實驗設計和數據分析：

~鼓勵學習端設計精心策劃的實驗來驗證假設，並教導如何準確地收集、分析和解釋實驗數據。

⑧促進學習端的批判性思維和問題解決能力：

~藉由討論這些科學家的研究成果和方法，培養學習端對科學問題的批判性思考能力，並鼓勵他們提出新的問題和解決方案。

⑨鼓勵合作和團隊工作：

~組織學習端進行小組討論或辯論，就科學家的思維方式和研究方法展開深入探討，促進他們之間的思想交流和碰撞。藉由小組討論、合作實驗和項目設計等活動，促進學習端之間的合作和交流，並培養他們的團隊合作精神。

⑩促進跨學科思維：

~鼓勵學習端跨越不同學科領域，將不同的思維方式和方法論結合起來解決問題。

- 意義：藉由以上具體的方法幫助學習端更加深入地理解和運用科學家的思維方式，從而培養他們的科學思維和問題解決，激發科學素養和創新興趣和熱情。

## 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

(這份問卷調查包含了對學習端和教師使用AI輔助教材後的各個方面的詳細了解，將能夠提供有力的數據支持以進一步改進和優化AI輔助教材。這樣的整理能夠使問卷調查更易於理解和填寫，同時有助於收集到更具深度和全面性的數據。

### 一.學習端問卷

#### 學習端問卷調查

注意事項：

1. 請在填寫問卷前仔細閱讀每個問題，確保您理解問題的意思並提供您真實的回答。
2. 請根據您的實際經驗和感受，選擇最貼近您的選項。
3. 如有不明白的問題或需要進一步解釋，請隨時與調查者聯繫。
4. 請確保您的回答真實、客觀，不要受到外在因素的影響，如其他人的意見或期望。
5. 感謝您的參與和配合，您的回饋將對我們改進教材和教學方式有所幫助。

這些注意事項有助於提醒受測者在填寫問卷時保持客觀、真實和細心，確保問卷結果的準確性和可信度。

基本信息

年級：\_\_\_\_\_ 學科：\_\_\_\_\_

1. 使用AI輔助教材的次數：0次 / 1-2次 / 3-4次 / 5-6次 / 7以上
2. 丁使用體驗整體滿意度：很滿意 / 滿意 / 一般 / 不滿意 / 很不滿意
3. 教材內容易於理解程度：非常容易 / 容易 / 一般 / 困難 / 非常困難
4. 知識點詳細程度：非常詳細 / 詳細 / 一般 / 不詳細 / 非常不詳細
5. 邏輯和結構清晰度：非常清晰 / 清晰 / 一般 / 不清晰 / 非常不清晰
6. 視覺設計和版面友好程度：非常友好 / 友好 / 一般 / 不友好 / 非常不友好
7. 多媒體資源是否有助於理解內容：非常有幫助 / 有幫助 / 一般 / 沒有幫助 / 完全沒有
8. 幫助學習效果對遺傳學知識的理解提升程度：大幅提升 / 有所提升 / 一般 / 無提升 / 有所下降
9. 是否幫助更好地掌握遺傳學知識點：非常有幫助 / 有幫助 / 一般 / 沒有幫助 / 完全沒有幫助
10. 是否提升了學習興趣：大幅提升 / 有所提升 / 一般 / 無提升 / 有所下降
11. 是否在測試和考試中取得更好的成績：是 / 否
12. 是否能夠更好地進行自學和複習：是 / 否
13. 改進建議教材內容改進建議（多選）：  
詳細程度  
邏輯和結構  
易理解性插圖和多媒體  
實例和案例分析  
其他：\_\_\_\_\_
14. 其他建議或意見：\_\_\_\_\_

## 二.教師問卷

### 教師問卷調查

#### 注意事項：

1. 請在填寫問卷前仔細閱讀每個問題，確保您理解問題的意思並提供您真實的回答。
2. 請根據您的實際經驗和感受，選擇最貼近您的選項。
3. 如有不明白的問題或需要進一步解釋，請隨時與調查者聯繫。
4. 請確保您的回答真實、客觀，不要受到外在因素的影響，如其他人的意見或期望。
5. 感謝您的參與和配合，您的回饋將對我們改進教材和教學方式有所幫助。

這些注意事項有助於提醒受測者在填寫問卷時保持客觀、真實和細心，確保問卷結果的準確性和可信度。

#### 基本信息

教學科目：\_\_\_\_\_ 教學年齡：1-5年/6-10年/11-15年/15-20年/20年以上

1. 使用AI輔助教材的次數：0次/1-2次/3-4次/5-6次/7以上
2. 使用體驗**整體滿意度**：很滿意/滿意/一般/不滿意/很不滿意
3. 教材內容是否**有助於教學**：非常有幫助/有幫助/一般/沒有幫助/完全沒有幫助
4. **知識點準確性**：非常準確/準確/一般/不準確/非常不準確
5. **邏輯和結構清晰度**：非常清晰/清晰/一般/不清晰/非常不清晰
6. 是否有助於**減輕教學負擔**：非常有幫助/有幫助/一般/沒有幫助/完全沒有幫助
- 7.
8. 是否會**推薦其他教師使用**：非常有意願/有意願/一般/沒有幫意願/完全沒意願助
9. 是否提供充分的**多媒體資源**：非常有幫助/有幫助/一般/沒有幫助/完全沒有幫助
10. 教學效果學習端對遺傳學知識的**理解提升程度**：大幅提升/有所提升/一般/無提升/有所下降
11. 是否幫助學習端更好地**掌握知識點**：非常有幫助/有幫助/一般/沒有幫助/完全沒有幫助
12. 是否提升了學習端的**學習興趣**：大幅提升/有所提升/一般/無提升/有所下降
13. 是否注意到學習端的測試和考試**成績有改善**：非常有幫助/有幫助/一般/沒有幫助/完全沒有幫助
14. 是否有助於促進學習端的**自主學習和複習**：大幅提升/有所提升/一般/無提升/有所下降
15. 改進建議教材內容改進建議（多選）：  
詳細程度  
邏輯和結構  
準確性  
插圖和多媒體  
實例和案例分析  
其他：\_\_\_\_\_
16. 其他建議或意見：\_\_\_\_\_







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（因版面過多另行印製成冊，於期末報告附上，並先行以電子檔呈現）

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（因版面過多另行印製成冊，於期末報告附上，並先行以電子檔呈現）

## 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：郭菀琪(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.李焱 (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。