

封面 Cover Page

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number :

學門專案分類/Division : 生技農科

計畫年度 : 113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period : 2024.08.01 – 2025.07.31

應用 AI 翻轉教室強化生物化學實驗課程成效的行動方案

計畫主持人(Principal Investigator) : 粘仲毅

協同主持人(Co-Principal Investigator) :

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 國立中央大學生命科學系

成果報告公開日期 : 立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date) : 2025 年 7 月 16 日

本文與附件 Content & Appendix

計畫名稱 (Title of the Project)

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

生命科學為一門重視實作與驗證的科學，學生是否具備良好的實驗技能與邏輯思維能力，攸關其未來從事研究或進階學習的發展基礎。因此，如何透過課程設計與教學創新，有效引導學生投入學習、啟發研究興趣，成為生命科學教育的重要課題。本系多年來致力於提升課程品質，即便在師資人力有限的情況下，仍積極探索具創意與實效的教學策略。特別是在必修核心課程如「生物化學實驗」中，學生實驗能力、思辨能力與團隊合作表現的強弱，直接反映學習成效與整體教學品質。

然而，現階段面臨多項教學現場的挑戰。首先，大班制的實驗課程使得學生個別差異更為明顯，例如背景知識落差、動手能力強弱不均、對實驗主題的興趣程度不同等問題，往往導致學習成就呈現雙峰分布：部分學生表現優異，部分學生則學習動機低落、進步有限。其次，團隊合作表現普遍不佳，學生分組後常流於形式，未能展現真正的協作與知識共享，部分學生甚至無法融入學習情境，缺乏責任感與投入度，進一步加劇學用落差的現象。

2. 研究問題 (Research Question)

為回應上述於教學現場觀察到的問題，本計畫設定的核心研究問題為：「在大班制生命科學實驗課程中，如何透過人工智慧輔助教學工具（如 ChatGPT）與合作學習策略（如拼圖法），有效提升學生的實驗技能與邏輯思考能力，同時改善學用落差與團隊合作品質，進而激發學生對研究的興趣與創意潛能？」

本計畫之教學創新方案聚焦於「以學習者為中心」的理念，強調學生主動參與與深度學習的歷程。我們引入 AI 語言模型 ChatGPT 為教學輔助工具，設計具引導性的問題情境，引導學生主動提問、釐清概念與整合知識。透過與 ChatGPT 互動的過程，學生能即時獲得回饋，進而釐清操作流程、理解實驗原理、預測實驗結果，甚至在進階階段學會如何評估數據、進行批判性思考與推論。這種結合科技的學習方式，不僅提升學習效率，也幫助學生建立自主學習與問題解決能力。

另一方面，本計畫亦設計團隊合作任務與學習成果展演機制，特別導入「拼圖法」合作學習策略，引導學生在實驗前後進行小組討論與角色分工。藉由學生相互教學與任務互賴的方式，鼓勵個體在團隊中扮演不可或缺的角色，增進責任感與合作意識。學生需在合作過程中共同設計實驗方案、分析數據並進行成果簡報，進而發展溝通協調與集體決策能力。

此外，計畫亦設計一項延伸任務，邀請本系學生發想與執行「高中生物實作工作坊」，提供實作與設計教案的真實場域。此一過程不僅深化學生對所學知識的應用，也讓他們在教學他人之中反思自身學習歷程，進一步鞏固技能並增強自信。

透過本計畫的實施與評估，期待能提出具體可行的創新教學模式，不僅提升學生學習成效與研究潛能，更能作為未來生命科學實驗課程優化與師資培育的重要參考依據。



(二) 文獻探討 (Literature Review)

1. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

(1). 建立 AI 教學助手，學生遇到學習上的困難可隨時提供教學輔助

本計畫導入人工智慧技術，建構具備即時互動與教學輔助功能的 AI 教學助手，作為支持學生進行生命科學實驗學習的數位輔具。AI 教學助手基於大型語言模型（如 ChatGPT），結合自然語言處理與資料擷取技術，能快速理解學生提出的問題，從龐大的知識庫中擷取關聯資訊，提供即時、準確且實用的回應建議，輔助學生完成學習任務。

在課程實施過程中，AI 教學助手可於多個學習階段中發揮作用。例如，在學生進行實驗設計或操作時，若遇到技術問題，如步驟錯誤、器材使用方式不確定，學生可透過文字或語音與 AI 教學助手互動，立即獲得明確的指引，包括步驟拆解、注意事項提示及操作技巧建議，大幅減少對教師單點資源的依賴，也提升學習的即時性與流暢性。

學生在完成實驗後所收集的數據，可透過 AI 教學助手進行初步分析與視覺化處理。系統能根據輸入資料協助執行統計計算、圖表生成，甚至初步協助學生進行結果解釋與推論驗證。這不僅有助於學生從數據中發現規律與問題，也訓練其在研究中整理與詮釋數據的基本能力。

教師端可透過實驗報告，追蹤學生與 AI 的互動紀錄，掌握學生學習歷程中出現的問題與困難，進而提供更有針對性的個別指導。這種人機協作的教學模式，能有效解決傳統大班制教學中個別輔導不足的問題，提升整體教學成效。

(2).拼圖法合作學習策略之應用

拼圖法 (Jigsaw Method) 是一種結構化的合作學習策略，旨在促進學生之間的相互依賴、知識共享與團隊合作精神。該策略將學生分組，每位組員負責學習不同部分的內容，並需將所學教導給其他組員，完成整體學習任務。透過此方式，學生不僅需對自己的學習負責，亦需依賴組員的學習成果，才能完成最終目標。

在本計畫中，拼圖法應用於生物化學實驗課程與延伸的實作活動中，例如設計高中生生物實作工作坊。學生被分配特定主題 (如某項實驗技術、數據分析工具或教學活動設計)，需深入理解並轉化為可教學內容，再於小組中彼此教學與討論。為強化參與度與學習成效，我們設計了多場活動進行前導試演 (preliminary rehearsal)，以模擬真實情境並優化實施策略，讓學生能熟悉活動流程，並即時修正或改善可能出現之問題，促進學生主動參與與知識內化，增進團隊互動。

此合作學習方式有助於培養學生的批判思考、問題解決、溝通協調與責任分工能力，特別適合用於提升大班教學中學生的學習參與度與團隊互動品質，並有效改善學習兩極化現象。

2. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

(1).問題解決之課程設計

為回應人工智慧時代對生技人才的新需求，本計畫著眼於 AI 技術與生命科學實驗教學的整合，進行課程創新設計，透過一學期的實作導向學習，提升學生的實驗技能、問題解決能力與團隊合作素養。學生除接受 AI 應用與數位資源的學習訓練外，亦親自規劃並執行鄰近高中的生命科學實作工作坊，以落實「學以致用」的理念。課程設計包含多元創新元素：

- A. 數位學習內容開發方面，蒐集線上或錄製實作教學影片，並整合實驗流程、技術操作及常見問題的教學資源，提升學生預習與複習效率。
- B. AI 教學助手應用，導入 ChatGPT 於實驗課程之後的討論中，協助學生在課前課後自主學習也能釐清實驗概念與技術問題，在撰寫實驗報告及小組討論中提供即時對話式支援。
- C. 建立在線學習社群平台 (如 ee-class)，供學生交流實驗心得，透過平台提供適切教材與討論主題，強化知識內化與同儕學習。
- D. 透過學生實驗報告的呈現，進行個別化學習輔助，提供精準建議與資源配適。

- E. 學生於實驗後可利用 AI 工具進行實驗數據分析，從統計處理到結論推論均可獲得支援，提升其資料解讀與研究設計能力。
- F. 同時，本計畫亦重視教師支援與專業成長，積極參與多場 AI 教學相關培訓課程，協助教師及課程助教熟悉翻轉教室與 AI 融入教學的應用策略。

(2).教學執行方法

- A. 本課程進度如表1，針對本系大學部二年級學生所設計之教學目標如下：
 - (A). 訓練學生正確操作常用的生化實驗器材與技術，提升其實驗操作的熟練度與精確性。
 - (B). 過實驗設計與數據分析，強化理論與實驗結果之間的邏輯連結。
 - (C). 訓練學生進行實驗記錄、結果整理、統計分析與圖表製作，並能以書面與口頭方式清楚呈現與報告實驗成果。
 - (D). 透過小組合作進行實驗任務，培養學生之間的分工合作、溝通協調與責任意識，增強團隊合作精神。

表 1、生物化學實驗各週課程進度表

週次	課程主題	問題解決與教學設計重點	評量
1	1.課程介紹和目標設定 2. AI 教學助手介紹 3.拼圖法合作學習概述	1.介紹工作坊的主題和學習目標，讓學生了解將要學習的內容和技能。 2. 解釋 AI 教學助手的概念和用途，讓學生瞭解 AI 在教育中的潛力。 3. 介紹拼圖法作為一種合作學習策略，解釋如何透過合作完成拼圖活動。	NA
2	1.細菌的培養與觀察 2.拼圖法合作活動	1.實作教學：細菌、細胞之繼代培養。 2.安排一個細菌培養觀察相關的拼圖活動，讓學生在合作中加深對這些概念的理解。	實驗報告 課堂互動答問
3	1.基因工程與生物科技 2.AI 教學助手應用	1. 介紹基因工程和生物科技的應用，著重討論基因改造、基因組編輯等技術。 2. 通過與 ChatGPT 互動展示一些基因工程和生物科技的案例，引發學生的思考和討論。	實驗報告 課堂互動答問
4	1.質體的基本特性及應用 2.AI 教學助手應用	1.介紹質體的基本特性及應用內容。 2. AI 教學助手提供豐富的互動學習資源，如視頻、動畫或模擬軟體，幫助學生更好地理解質體的結構和功能。	實驗報告 課堂互動答問
5.	大腸桿菌勝任細胞之製作及轉型作用	1.實作：製備大腸桿菌勝任細胞及轉型作用。 2. 通過與 ChatGPT 互動展示一些轉型作用的案例，引發學生的思考和討論。	實驗報告 課堂互動答問

6	大腸桿菌質體 DNA 的抽取	1.實作：抽取大腸桿菌質體 DNA。 2. 通過與 ChatGPT 互動展示 DNA 萃取的案例，引發學生的思考和討論。	實驗報告 課堂互動答問
7	核酸內切酶切割及切割產物電泳	1.實作：核酸內切酶切割及電泳。 2. 通過與 ChatGPT 互動展示核酸切割酶相關實驗的案例，引發學生的思考和討論。	實驗報告 課堂互動答問
8	聚合酶鏈鎖反應原理、應用、操作及 PCR 產物電泳	1.實作：核酸內切酶切割及電泳。 2. AI 教學助手提供豐富的互動學習資源，如視頻、動畫或模擬軟體，幫助學生更好地理解質體的結構和功能。	實驗報告 課堂互動答問
9.	1.生命科學的倫理議題 2.AI 教學助手應用	1. 討論與生命科學相關的倫理問題，如基因測序、克隆等議題。 2. 使用 ChatGPT 引導學生參與討論，並引發他們對倫理問題的思考。	小組分組報告 口頭報告
10.	期中考週	期中經驗分享及學習反思座談會	小組心得分享
11.	胺基酸紫外光譜分析及應用	1.實作教學：胺基酸紫外光譜分析及應用。 2.安排一個分光光譜儀相關的拼圖活動，讓學生在合作中加深對儀器使用原理的理解。	實驗報告 課堂互動答問
12.	多醣體萃取與酚硫酸分析法	1.實作教學：自香菇內萃取多醣體，並使用酚硫酸分析法進行測定。 2. 使用 ChatGPT 引導學生參與討論，蒐集多醣體濃度測定的方法及優缺點整理。	實驗報告 課堂互動答問
13.	聚丙醯胺凝膠電泳法	1.實作：聚丙醯胺凝膠電泳法。 2. 通過與 ChatGPT 互動展示箱蛋白質相關電泳法，引發學生的思考和討論。	實驗報告 課堂互動答問
14.	1.實驗設計和科學探究 2.實驗設計活動	1. 介紹科學探究的基本步驟和實驗設計的原則。 2. 讓學生規劃和執行一個簡單的生命科學實驗，並在團隊中合作完成。	小組分組報告 口頭報告
15.	籌辦高中生生命科學工作坊實作活動	讓學生設計實作活動，進行分組分工，規劃高中生生命科學工作坊實作活動內容、教材準備、演練等。	工作坊回饋問卷、現場表現
16.	舉辦高中生生命科學工作坊實作活動	舉辦高中生生命科學工作坊實作活動，活動後蒐集參與高中生反饋，讓學生評估、反思。	工作坊回饋問卷、現場表現
17	專題報告和總結	學生以小組形式展示他們在拼圖法學習及工作坊期間的學習成果和實驗結果，並進行總結和回顧。	小組分組報告 口頭報告

18	期末考週	繳交期末書面報告	書面報告
----	------	----------	------

B. AI 教學助手應用：為提升學生於生物化學實驗課程中的學習效率與理解深度，本計畫實際導入 AI 教學助手（以 ChatGPT 為核心），作為學生學習過程中的輔助工具。執行策略分為三大階段：課前準備、課中互動與課後延伸，全程配合教學平台與數位學習資源使用，達到即時支援與自主學習的雙重目的。

(A). **課前準備階段：**學生於上課前需觀看本計畫蒐集或自製之的線上實驗操作教學影片，並透過本校 ee-class 平台提供教材，補充相關背景知識。學生可使用 ChatGPT 針對預習內容提問，如操作步驟、實驗原理或注意事項，AI 教學助手能以互動、口語化等方式解釋艱澀概念，協助學生建構實驗流程的整體理解。

(B). **課中實驗輔助：**在實驗操作階段，學生可於平板裝置或電腦手機等數位設備，輸入問題與 ChatGPT 即時互動。例如：遇到技術操作困難、數據異常或不理解的反應機制時，AI 教學助手可立即提供解釋、建議修改步驟，或協助排除錯誤。同時引導學生將操作紀錄紀錄於實驗報告中，教師可即時追蹤學生使用情形並給予進一步指導，提升課堂互動深度。

(C). **課後反思與分析：**完成實驗後，學生需輸入數據進行 AI 輔助的初步統計分析與圖表生成。學生分組進行結果討論、探討實驗中發生之問題，並提供如何撰寫結論的建議。教師可依據學生與 AI 互動紀錄，針對學生理解不足之處進行補強，進一步實施個別化教學。

C. 拼圖法合作學習策略之應用

為強化學生在生物化學實驗課程中的團隊合作、批判思考與問題解決能力，本計畫導入拼圖法（Jigsaw Method）作為核心合作學習策略。拼圖法強調「相互依賴、互補知識與集體完成任務」，可有效提升學生參與度與學習成效，特別適用於大班教學中促進學生間合作與交流。

(A). **課前準備階段：**因本課程為必修實驗課，約有40位學生修課，教師將班級分為10個學習小組，每組4~5人。每組各自分配一個實驗主題進行深入學習，同組學生會依該實驗主題之實驗原理、材料準備、操作技巧、數據分析與結果進行教學與知識傳遞，完成整體學習任務。

(B). **學期課程設計：**課程中配合設計「期末成果發表」，增強互動與實作動機。提升學習責任感與團隊合作品質。教師與助教則在過程中觀察與引導，提供必要的協助與回饋。

(C). **強化學習成效**：學生透過拼圖法的實施，從「學會內容」轉向「教會他人」，深化對知識的理解與應用能力。此策略有助於釐清概念、提升學習動機，且在團隊中學習到溝通協調、時間管理與共同解決問題的能力。對先備知識較弱的學生而言，拼圖法也提供了友善的學習環境，使其能在小組共學的支持下跟上進度。

D. 翻轉教學-舉辦兩梯次高中生生物實作工作坊活動：

為落實以學生為中心之翻轉教學理念，並強化本系學生教學設計與知識應用能力，本計畫規劃並成功舉辦兩梯次「高中生生命科學實作工作坊」活動。活動由本系大學生擔任規劃與執行主體，教師扮演引導與協助角色，提供必要資源與教學設計上的建議，讓學生從「學習者」轉變為「教學設計者與實踐者」，展現翻轉教學的實質意涵。

(A). **活動規劃階段**：學生小組以生物化學實驗課程中的核心概念為基礎，自主選定主題進行教案撰寫、材料準備與教學流程設計，並搭配示範操作與互動學習活動。每梯次工作坊皆包含課前導入、實作活動與課後反思，確保參與的高中生能在實作中理解生命科學原理並激發學習興趣。

(B). **模擬試演與教學演練**：為確保活動順利進行，本系學生於正式舉辦前進行多次模擬試演與教學演練，逐步修正流程與教材內容，並經由教師與同儕回饋進行優化。正式活動期間，本系學生展現高度的教學熱誠與現場應變能力，能有效引導高中生完成實驗操作，並以淺顯方式解釋科學概念，促進雙向互動與問題討論。

(C). **高中生活動問卷反饋良好**：兩梯次工作坊活動共計接待來自不同高中的學生約70人，學生回饋問卷顯示活動具高度吸引力與學習成效，並肯定本課程學生講解清晰、實作引導具啟發性。本課程學生亦於活動後完成反思報告，整理教學經驗、檢討不足與學習收穫，展現教與學雙向成長的歷程。

E. 學習評量規劃

本計畫設計與學習任務相關的評量，以確保評量內容與學習目標一致。預期學生在評量或工作坊活動中能夠展示他們對所學知識和技能的理解和應用能力。這將促進學生對所學內容的深入思考和連結，並鼓勵他們將所學反饋社會，達到社會責任的目標。收集學生的學習成果、評估結果和學習表現的數據，包括評量結果、作業成績、課堂參與等。對這些資料進行分析，以獲得對學生學習狀況和進步的洞察。

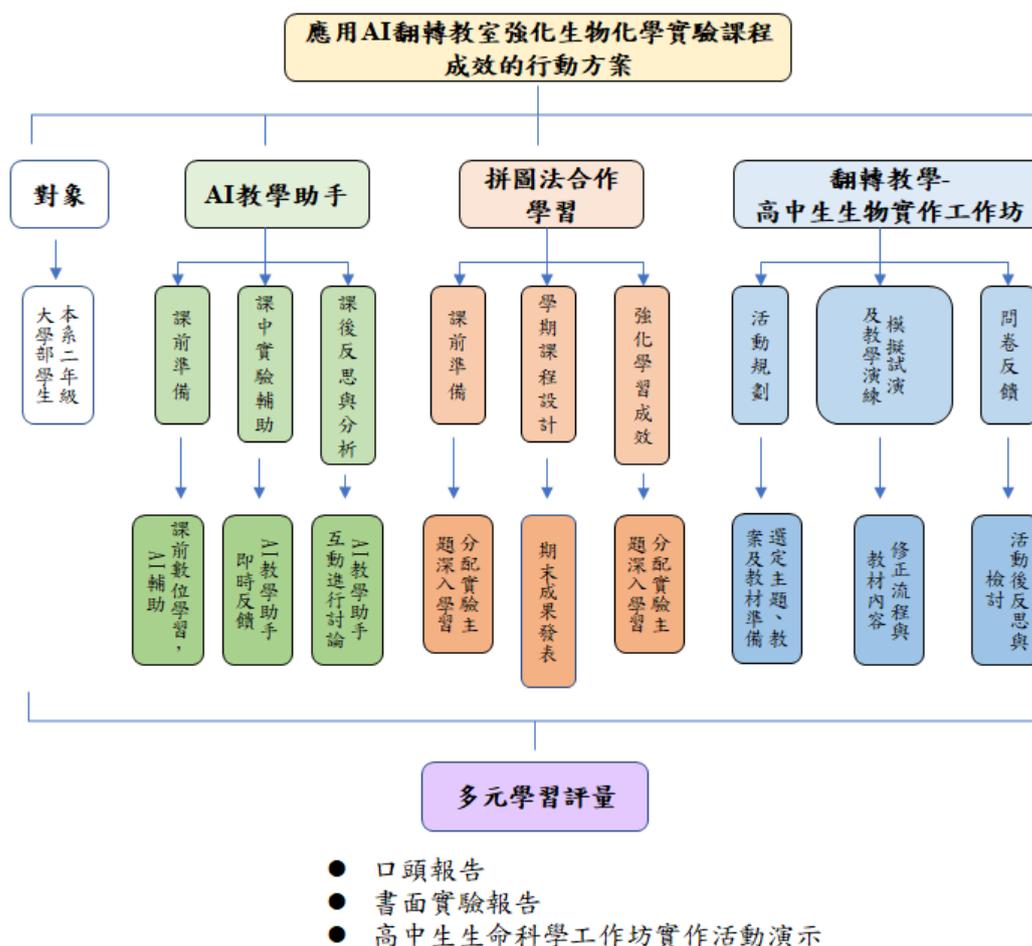
(A). 針對學生不同學習特質之多元性評量與成效驗證策略

考慮到學生的不同學習特質，使用不同的評量方式和工具來檢驗學生的學習成效，評量內容包括口頭報告、書面實驗報告、高中生生命科學工作坊實作活動演示等形式的評量。鼓勵學生以多元的方式表達和展示他們的學習成果，提升他們的學習動機和參與度。

(B). 成效評估之後續改善措施

進行教學創新將實施成效評估，以了解學習創新對學生學習的實際影響。包括學習成果的定性和定量分析，學生回饋的收集，以及觀察和紀錄學生的學習表現。根據評估結果，教師可以提取有關學生學習成效和改進的信息，並針對不足之處進行改善調整，例如調整教學策略、提供更多支持或修訂學習目標等。

表 2、本計畫研究課程架構



3. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

本計畫以「AI 教學助手」與「合作學習策略」為核心，進行生物化學實驗課程之創新設計與實踐。課程採用數位教材輔助學生預習，搭配 AI 教學助手 (ChatGPT) 提供即時解惑與學習支援，並結合拼圖法合作學習策略提升團隊互動與主動參與。整體教學歷程分為課前預習、課中實作與課後反思三階段，搭配 ee-class 平台建立學習社群，促進學生之間與師生間的多向交流。

學生透過 AI 教學助手的輔助，在實驗準備、數據分析及成果撰寫各階段均展現出明顯進步，能更有邏輯地規劃流程與解釋結果。團隊合作亦隨著合作學習策略的實施而明顯改善，學生於課堂中展現較佳的溝通協調與責任分工能力。最終舉辦的兩梯次高中生命科學實作工作坊更讓學生轉化所學，實際應用於教學設計，有效提升學生的團隊合作、知識整合等能力。

(2) 教師教學反思

在本次課程實踐中，教師從「知識傳遞者」逐步轉變為「學習引導者」與「資源整合者」，需不斷調整教學角色與策略，以因應學生主動學習與 AI 互動產生的新需求。AI 教學助手雖提供了即時支援與知識延伸，但也需要教師持續監控學生使用情形，適時進行補充與澄清，避免學生對 AI 回應過度依賴或理解錯誤。

拼圖法合作學習初期曾面臨分工不均與部分學生參與度不足等情形，但透過明確分工、互評機制與階段性回饋，逐漸建立團隊運作默契與責任感。教師亦觀察到在工作坊設計過程中，學生的創意與表達能力大幅提升，從中獲得實質成長與成就感，顯示翻轉教學具可行性與推廣潛力。

(3) 學生學習回饋

本計畫於課程結束後進行問卷調查，收集修課學生對 AI 教學工具與合作學習策略應用之回饋。調查結果顯示，學生普遍肯定本課程之創新設計與實用性，認為 AI 教學助手 (如 ChatGPT) 的導入，有助於即時釐清學習觀念與解決學習盲點，特別是在面對操作步驟複雜或理論內容抽象的實驗項目時，能提供明確且迅速的解答，顯著提升學習效率與理解深度。

針對「您認為 AI 工具在課程中的應用是否具有創新性並切實解決了學習中的問題？」此題，學生給出的平均分數為 4.5 分 (滿分 5 分)，顯示 AI 教學工具在本課程中獲得高度肯定。學生亦指出，AI 的應用提升了學習的自主性與彈性，特別是在課前預習與課後反思階段，能有效補足課堂教學的不足，提升學習成效。

此外，學生亦對拼圖法合作學習策略表達正面評價，認為此法促進了小組成員之間的互動與知識分享，使其在學習過程中更具參與感與責任感，進而提升了對課程內容的理解與記憶。

參與設計與執行高中生命科學工作坊的學生表示，這是一個難得的機會讓他們體驗「從學習者變成教學者」，在備課、簡報、現場引導等過程中學習到如何將知識轉化並有效傳達，也提升了自信與團隊合作能力。期待未來能持續保留此類「反向教學任務」，作為實驗課程的延伸與整合應用。

4. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本計畫結合 AI 教學工具與合作學習策略，於生物化學實驗課程中實施教學創新，初步成果顯示對學生學習動機、知識理解與團隊合作能力均有明顯助益。然而，在實施過程中亦發現若干挑戰與可精進之處，值得作為未來課程規劃之參考。

AI 教學助手(如 ChatGPT)雖能即時提供學生學習支援，其回應內容是否確實，則受限於其提問方式與背景，學生須具備基本問題表述與資訊媒體辨識能力，否則易產生誤解，須由教師、助教隨時留意學生與 AI 教學助手之互動情形。建議未來可針對 AI 工具使用進行教學引導，提升學生「如何問問題」的能力，並發展具引導性之提問模版，另外，增加安排媒體識讀與資訊辨識相關講座，期待能夠提高互動效率與學習成效。

其次，合作學習的推動需仰賴良好的小組動力與教師監控機制，部分小組初期仍有分工不均與參與落差現象。未來可加入更多具體的學習任務與評量指標，例如個別貢獻紀錄、學習歷程反思與同儕回饋。

二、參考文獻 (References)

- 蘇金豆、蘇冠綸，〈以教育性 AI 科技發展探究學生自然科學導論學習成效〉，《教育傳播與科技研究》第 125 期（2021 年 4 月），頁 55-70。
- 馬曉磊，黃延紅，宋志剛，張向陽，PBL 結合翻轉課堂在「生物化學與分子生物學」教學中的應用，濟寧醫學院學報 41(5) (2018) 375-378.
- 蔡瑞君 (2014). "數位時代「翻轉教室」的意義與批判性議題." 教育研究與發展期刊 第十卷第二期.
- Hwang, J.-J. (2014). "The Flipped Classroom and Its Concepts, Problems, and Perspectives." 臺灣教育評論月刊 3 (12).
- Ramírez, D., Hinojosa, C., & Rodríguez, F. (2014). "ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF FLIPPED CLASSROOM: STEM STUDENTS'

PERCEPTION." 7th International Conference of Education, Research and Innovation ICERI, Seville, Spain. Vol. 17.

Styers, M. L., et al. (2018). "Active Learning in Flipped Life Science Courses Promotes Development of Critical Thinking Skills." CBE Life Sci Educ 17(3): ar39.

Mauri, Jacopo. "4 Benefits Of AI In Personalized Learning." ELearning Industry, 6 May 2020

Daniel Weitekamp, Erik Harpstead, Ken R. Koedinger. "An Interaction Design for Machine Teaching to Develop AI Tutors" CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Pages 1-11, 23 April. 2020

Leopold T (2017) "A professor built an AI teaching assistant for his courses – and it could shape the future of education. Insider." Business Insider, 22 Mar. 2017

Slavin, R. E., Madden, N. A., & Leavey, M. (1984). Effects of team assisted individualization on the mathematics achievement of academically handicapped and nonhandicapped students. Journal of Educational Psychology, 76(5), 813–819.

三、附件 (Appendix)

1. 學生課後問卷

題項	平均數(滿分五分)
您是否有想過 AI 工具可以應用在生物實驗上?	4.53
AI 教學工具翻轉教室的形式是否提升了您的學習興趣?	4.22
您是否覺得課堂討論與 AI 輔助學習工具的互動增強了對課程的理解?	4.86
您是否覺得使用 AI 工具能夠幫助您解決實驗課程中的問題?	4.89
您覺得相較於傳統教學模式，翻轉教室是否提升了實驗成果的質量?	4.42
您認為 AI 工具在課程中的應用是否具有創新性並切實解決了學習中的問題?	4.50

您對課程還有哪些具體建議或期望？希望可以學習到哪種類的 AI 工具？

目前沒有，chat gpt 的資訊也未必為完整或正確，需要判斷或使用它作為整理資訊的輔助，目前在課堂有機會運用他感覺還不錯。
語言處理相關的 AI 工具 相關軟體協助我們閱讀文獻資料
協助資料收集的 AI，ChatGPT 可以提供資料，但比較不會提供準確的資料來

源

我覺得可以多學習一些在統計上可以使用的 AI 工具

2. 期末拼圖合作學習活動紀錄



專題小組分組報告-聚合酶鏈式反應



專題小組分組報告-蛋白質純化



專題小組分組報告-西方點墨法



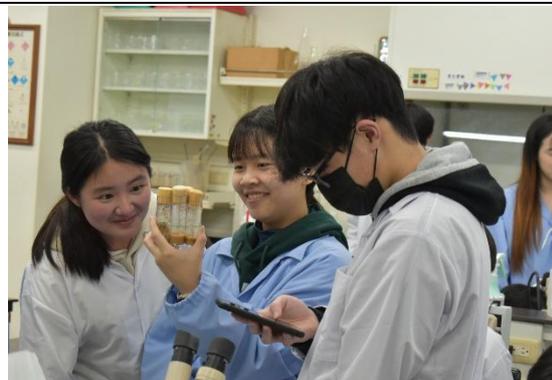
專題小組分組報告-多醣體萃取與分析

3. 高中生生物實作工作坊活動紀錄

3.1 活動照片



活動前多次演示



實際觀察模式生物-果蠅生殖系統

	
<p>翻轉教學，由修課學生自行設計教案</p>	<p>翻轉教學，由修課學生自行設計教案</p>
	
<p>實作前的教學</p>	<p>實作前的教學</p>
	
<p>工作坊活動大合照</p>	<p>高中生動手操作</p>

3.2 策畫工作坊的學生，活動後心得：

最有成就感的時刻：對於高中生的提問，能夠給予正確的解答。讓我對於在生科系的學習較為肯定，也十分有成就感。

看到高中生認真投入的模樣並完成實驗成果，作為教學者感到非常的有成就感。

得到高中生很好的反饋，甚至有表示想考生命科學系。

雖然備課、準備器材很辛苦，但能設計出受到高中生肯定的教案還是很有成就感的。

活動時間的規劃很重要，要掌握好節奏，避免高中生覺得無聊或貧乏而失去熱忱，帶活動會比較辛苦。

有機會的話，希望活動可以有一些時間可以帶高中生認識系館。

有一個環節由我負責解題，但事前準備挺不容易的，除了要講得流暢還要讓高中生能夠充分理解，在準備的過程中，善用 AI 工具很重要。

3.3 參與工作坊的高中學生，活動後心得：

主講者流暢的果蠅介紹，讓我感覺很有收穫。

這次活動最讓我感興趣的地方是：了解果蠅的一生，包括生命週期、生殖系統及繁殖方式等。

把果蠅的生殖器官從尾部拉出時，很容易失敗，但漸漸比較上手，有成就感。

這次活動很有收穫，希望還有機會能夠解剖其他生物。

進行革蘭氏染色實驗，讓我清楚觀察到牙垢細菌和大腸桿菌的型態。

經過革蘭氏染色實驗，我熟悉顯微鏡的使用，不再只是書本背誦。

革蘭氏染色實驗剛好跟學校的課程內容有關，能夠做連結。

學到很多的專有詞彙，跟操作在學校沒有使用過的器材。

我們這組的組長一直很有耐心的協助調整顯微鏡，還會提醒操作的注意事項。