

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：PAG1100142

學門專案分類/Division：生技農科

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2023.01.31

細胞生物學：由傳統演講連結專案實作

Cell Biology: From Lecture to Project-Based Learning

(細胞生物學/Cell Biology)

計畫主持人(Principal Investigator)：陳彥榮

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立臺灣大學 生化科技學系

成果報告公開日期：

☒ 立即公開 ☐ 延後公開(統一於 2025 年 1 月 31 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：112 年 3 月 15 日

細胞生物學：由傳統演講連結專案實作

一. 本文

1. 研究動機與目的

生命科學系或是生化科技系的學生普遍對於出社會找工作相當沒有信心，對於在大學教育中是否培養出未來在企業能受用之專業能力實際上常常在心中充滿疑問，而原因可能得歸咎於大多數的課程訓練皆是以知識傳授為主，這使得學生缺少自主思考，以及動手實踐的機會。雖然知識是一切的根本，但在無法活用的狀況下依然無法有相呼應的產出。因此學習如何活用這些知識便是在大學訓練中非常重要的一環。創造力是在各行各業都不可或缺的能力。具備創造力的人，能為企業提供嶄新的產品或是服務，而提升企業在產業的競爭力，同時具備創造力的人也因為不可取代性，在就業市場也充滿競爭力。而透過專案發想到專案執行這樣的課程規劃，可以讓學生從資料蒐集開始累積知識，透過题目的發想激發他們的創意，並從之後的實作中，將知識轉化為看的見的成果，以這樣的過程培養出具創意與跨領域整合人才。

本研究欲觀察是否透過專案式的學習，在有共同目標的努力之下，使生命科學領域的學生意識到自己在多個面向能力有顯著的提升，並且提高自信心。我們也希望了解是否「做中學」的誘導下，可以改變學生對於傳統演講課程的吸收。

2. 文獻探討 Literature Review

a. 專案式學習之定義

專題式學習法為非傳統式、問題或專案導向的學習方法。傳統的學習，著重在知識的傳授，然而缺乏實際上應用的契機，導致難以學以致用。專題式學習法則與之不同，是以學習者為主體，著重在調查或是遭遇現實面臨到的問題時，如何整合資訊，想出解決方案的實作學習。專案式學習通常有三個基礎的原則：首先專案需要有主題的特異性，第二點需要學生自己主動地投入，最後是透過團隊合作，分享此的知識與想法，共同去達成目標 (Cocco, 2006)。

專案學習之名詞最初是由 Blumenfeld 等人 (1991) 率先提出：『專案學習是一種開放的學

習策略，它鼓勵以學習者為主的有義意的學習活動，學習者對開放式的問題尋求解答，依據收尋、發現來累積規則，提出方案或計畫，搜集和分析資訊，從其中理出頭緒並製作工件以解決問題。專案學習滿足了兩個要件：(a)學習者產生疑問，並且設計運用其所擁有的資源，解決其所產生的疑惑；(b)學習者製造成品或一系列的工件，以解決其所困擾的問題；經由持續的瞭解和不斷的累積經驗，學習者可以確認、評估解決問題所需的知識和所需的資源，並整合各種資訊以解釋疑惑和做為後續參考。在專案學習中資訊資源扮演著一種關鍵性角色，專案執行的過程，學習者必需取得資訊，尤其是在解決問題的過程中需要某種知識，而卻由於所知有限時，需要知道要增強什麼知識？及如何取得？學習者如何聚焦、驗證、產生和取得資訊，並整合所取得知識資源，以解決存在的知識空缺。』(方榮爵，2016)

b. 專案式學習之優點

專案式的學習，相較於傳統式學習有許多優點。王金國 (2018) 於台灣教育評論月刊中有對此進行討論；傳統式的上課方式，因為缺乏使用的機會，導致學生並不了解學了這些知識之後有甚麼用，因此也會使學生缺少了學習的動機，而感到課程無聊；專案式學習則提供一個目標與情境給學生，因此能使他們更能主動投入於課程中。專案式學習的學習成效著重在起點至目的地中間的過程，為了達成目標，學生必須要全神貫注地進行思考，想方設法地找到往下一道關卡的必要資訊或方法，而這樣的過程會因為身歷其境，並且投入努力，而使學生能將學習到的東西深植於腦中，在面臨未來其他挑戰時，成為能馬上拿出來使用的工具。除此之外，在這個過程當中能學習到的除了特定領域的知識之外，更重要的是能學習到體現一個人才幹的五項關鍵能力：溝通協調能力、團隊合作能力、負責問題解決能力、獨立思考能力、以及創造力。同樣的，在達成目標的過程中，也必須要整合或是利用不同的科技去完成任務，這樣能使學生學習並應用到更廣泛的科技，能夠大幅的提升學習成效。最後因為通常解決的都是一個現實面臨的問題，專案式學習能夠讓學生在執行的過程中會有動機，會感受到愉悅感與成就感，並且產生與世界之間的連結。

c. 專案式學習的元素

專案式學習雖然在上一節中提到許多對於學習者的幫助，然而這套學習方法需要謹慎的設計，否則對於學習者而言只是徒增挫折與浪費時間的感受。方榮爵 (2006) 教授在生活科技教育月刊中有講述到專案學習的要領，首先需要建構一個基本的問題。所涉及的

問題需要與真實世界的情況有連結，並且是學生力所能及的問題，屬於開放式的，無單一標準解答，如此一來當學生在思考時因為與自身習習相關而能更能將自身投入在這個專案當中。設立好一個基本問題後，接著便是要提出一個解決的提案，在思考討論提案時，是以學生為核心去主導提案的進行，老師在此主要擔當引導者之角色，從旁協助學生取得所需的教材或是資訊，並且當學生積極進行更深入的討論時，老師也要有所準備，提供相應的回饋。提案完成後，下一步便是要設計時程表。時程表的安排能夠推動整個專案的運作，在不同的時間點設立短期目標，使學生的方向是準確朝著目標向前進。當方向偏離時，老師此時也必須出面協助學生導回正確的方向上。在這個過程中，學生也會學習到時間控管的重要性，並且具備一個專案管理的基本觀念。建立時程表後，中間需要老師監控學生專案進度。在這個階段，老師需要針對專案執行需要那些角色，或是中間過程需要檢驗進度時所需要完成的成果提出明確的說明，讓學生能夠自主的去分配團隊角色，與明白各個階段明確要完成的事情，使專案能夠有效率地進行運作。在專案執行過程中需要有評估的機制，在各個檢驗點階段時，老師可能根據成果對學生進行評價，讓學生明白目前的狀態是符合期望亦或是未達到標準，從而有改善的空間。老師需要清楚的定義出評估的標準，使學生有明確努力的方向，此時學習成效才會有效率，此外，作業之時間也必須要足夠充分，讓他們能夠積極參與，並完成自己所扮演的團隊角色，學習規劃、執行、團隊合作等等之能力。最後整個專案也需要設定評量的機制，主要是針對各個事項進行記錄與反省，在執行的過程中，事事不可能水到渠成，這個時候紀錄便是相當重要的工作，在事情不如預期後，透過記錄，可以思考究竟問題點在哪裡，如此的試誤學習能讓學生累積更多解決問題的經驗。除此之外，也能夠在紀錄中發現一些執行上做得好的地方，使得團隊的所有人都能因此受益，在未來其他情境時能保留下來這些優秀的做法。

d. 專案式學習的實施與成效

專案式學習在西方國家已經廣泛的在實施中，從小學開始就有相關的課程在進行，甚至有研究指出，小學時期實施了專案式的學習課程後，不管是甚麼民族背景的學童，皆能有效提升知識的發展、團隊合作、更具動機、且能與同儕有正向的互動模式 (Kaldi, et al, 2011)。相對在台灣，目前這樣新式的教育方針還不普遍，也因此有學者也呼籲應該要積極將這樣的學習方式實施在 12 年國教當中。

國高中時期是學生能力養成的關鍵時刻，而有許多專案式學習的研究都顯示對於這個時

期的學童有正向的幫助。Al-Balushi and Al-Aamri (2014) 針對 62 個 11 年級的女童進行實驗，將他們隨機分到兩個班級當中，一班以傳統模式進行授課，而另外一班則採用專案式學習，兩個班級主要都是以環境科學為主題進行教學，而結果可以看到，使用專案式學習的班級在環境科學相關知識測驗都明顯高於傳統授課的班級，並且對於科學都抱有更正向的態度。Hernández-Ramos and De La Paz (2009) 對於歷史的學習也進行過相關的實驗；在結果上，相比於傳統授課方式，專案式學習能夠明顯提升學生歷史知識的吸收，並且更能掌握歷史思維的技巧。除了核心能力的提升，有相關研究也發現透過專案式學習能有效提高學習動機。Barak and Asad (2012) 在研究中發現，14-15 歲孩童接受專案式學習課程後，明顯對於科技相關主題有較高的興趣。在台灣的台北第一女子中學有實施類似的課程設計稱為 STEM (science, technology, engineering and mathematics)，而研究中發現，透過這樣的授課方式，能使學生對於專案有更高的投入程度、愉悅感、以及能有效的整合理論與實作 (Lou, Liu, Shih, & Tseng, 2011)。另外，對於低成就的學童，專案式學習也有很好的成效。在學期間，伴隨著考試的進行，難免會將學生歸類成高成就與低成就的類別，而一般傳統的教育體制，通常會花較多資源在高成就學童的養成上，而忽略低成就的學童。Doppelt (2003) 嘗試將專案式的學習導入低成就學童的學習中，並在成效上發現，會有效增進其學習動機與自我形象，並且在未來有更多的學生獲取大學錄取資格。專案式的學習在高等教育當中也在多個國家中實施，而通常主要施做的領域多半是工程類 (Kokotsaki., et al, 2016)。在澳洲，Stewart (2007) 在研究所的管理課程中進行調查，發現自主管理能力是專案式學習能夠成功的關鍵因素。另外有研究針對實習老師進行專案式學習的課程教育，發現他們在學習完後會變成更好的問題解決者 (Mettas & Constantinou, 2008)。

雖然專案式學習被認為有諸多的優點，但依然有些反對的聲音認為其沒有明確的目標，也沒有規劃好的課程，這樣只是在浪費學童課堂上學習的時間。他們認為透過敘事或是傳統講述的方式傳達能夠更有效率的利用在課堂中的時間，而這些反對的聲音事實上也確實反應出一些問題：當專案式學習過程脫離軌道後，會使學生更加迷茫而浪費時間，因此謹慎的規劃專案課程實施方法與即時掌握學生的概況是此種教育方法必需要要達成的要件。

3. 研究問題 Research Question

◎ 生命科學領域課程缺乏實作：學生沒有自信心

電資工程領域課程，往往在一般實驗課進行後，有團體專案設計課程，讓他們可以運用創意，製作小作品。這個小小的實作機會，卻帶給生物資訊領域學生有很大的自信心，因為他們可以知道由自己的創意實踐產出產品，例如小的機動元件，或是一個手機上的APP。生物科技產業，非常重視研發來產生新穎產品，然而，在生技領域大學課程當中，很多課程都處於原理介紹，學生也認為需要「背誦」，也在一般實驗課程中，僅是技術的介紹與演練，而不是發揮創意進行實作。這個落差，導致生技產業與大學的訓練有明顯的落差。除了造成落差外，大學畢業生其實缺乏機會驗證自己的創意發想是否能落實，導致自信心缺乏。

● 缺乏連結基礎與產業的轉譯課程

生命科學領域課程特色中，有許多部分不容易連結到產業思維。例如介紹細胞的老化現象，很難連結到用細胞生產抗體時細胞需要抑制老化來促進抗體生產。因此，在學習過程中，學生很難感受到將來就業所需要的知識就暗藏在課程原理當中。如何凸顯連結產業的部份，將會是需要解決之處。

● 缺乏跨域團體合作訓練

隨著科技的進步，生物科技或是生命科學的解決方式，不只是單純的生物學，更是涵蓋各個學門，例如化學、數學、物理、資訊、工程等。當畢業生進入產業時，除了自己所需要的學門專業外，有更多的機會是需要和這些非生命科學領域的專家進行交流與合作。然而，目前這方面的機會與課程相當少。因此，如果能在課程中刻意安排不同領域學生組成團隊執行專案，促進將有助於學生進入產業時，能夠更理解如何與不同領域的人溝通與理解不同專業上的思維。

基於以上的在各個面相所遇到的難關，更需要對課程進行改變，這些都是本計畫想要執行的檢討的地方。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

研究架構

在我們細胞生物學的課程中，並沒有辦法或是足夠資源同時讓五六十位學生參與第二部分的實作課程。因此，可以分成非實作組與實作組。我們可以藉由學科測驗、論文導讀、發表能力、問卷等來分析兩個族群在細胞生物學上的學習成效。

研究範圍

我們以業界期待的能力作為評量指標：即實作能力，數據分析能力，口頭報告能力，書面報告能力，自信心評估等。作為指標，藉由這些指標來比較我們課程設計是否達到預期效果。我們在內容上以細胞生物學原理為核心。並且利用抗體製作細胞 CHO 細胞作為改造標的，這個細胞也是產業生產抗體所用細胞。並且利用分子生物學技術，針對細胞老化、凋亡、增生等標的進行改良，從中體悟細胞生物學原理。

研究對象與場域

研究之對象為台灣大學生化科技系大二之學生，其中將會分成控制組:未參與課程的學生，與實驗組:參與課程之學生。

課程教授與簡報呈現之場域將在 100 人左右之教室中進行。而主要進行實作之場域為生物一級安全之實驗室，符合環境安全衛生之規定，並且從旁有完成環境安全衛生訓練之助教協助各項實驗的進行以確保安全性。

研究方法與工具

1. 授課教師、助教評價：給予每次進度所需要報告的進行評價評分。此外，因為研發著重論文研讀與邏輯組合，我們會給予兩組（實作、非實作）相同論文或是資料閱讀與整理，藉由教師來給予評價，作為數值化指標。
2. 問卷：主要研究方式將會採用問卷評分表的方式進行資料蒐集。我們會進行問卷之設計，而問卷题目的含意會隸屬於四項核心能力與自信心之中，希望學生以自我評分的方式進行。在課程初期階段會進行一次問卷的前測，並且在課程完結後進行一次問卷的後測。之後會比較控制組與實驗組，於課程前後是否能感覺出這些能力的進步。除此之外也會設計開放性問題，讓參與課程之學生針對這個課程提供心得，我們再整合學生的心得，分析出此專案式課程設計的優缺點。

資料處理與分析

將資料蒐集完成後，計算出項目指標在控制組與實驗組於課程參與前後之平均值以及標準差，之後利用學生 t 檢驗，分析兩組在進行課程前後是否有顯著的差異。

實作教學模式

首先會針對基礎的背景知識進行文獻的導讀，主要教授的領域為細胞工程相關的歷史演進、設計方法、與在生醫領域的應用。之後會對學生進行分組，並在指定的時間之內，完成多次的設計提案，這部分能夠訓練學生多項能力:資料探索、簡報製作、表達能力、以及思辨能力。在聽完提案後，師生皆會在課堂時間對於提案進行詰問，從

中討論提案之優點與缺點。在進行問卷調查，表決出大家一致認可之題目後，便會開始細項的結構設計，原料購買，以及試驗設計。實驗階段會由助教帶著學生去理解各項實驗進行之原理與操作，以及實驗結果的判讀。最後會進行最終的審查報告，由學生將專案的背景、動機、設計理念、實驗結果、和未來展望，這五大點彙整在一起進行簡報呈現，由授課老師與助教針對內容進行提問以進行討論，希望學生能夠在審查的攻防中學習如何清楚的表達理念，與所完成的成果意義，此外也可訓練學生如何以合理之理論或說詞去抵抗外來的質疑。

授業教師在過程當中主要扮演引路人的角色，提供他們資料探索的渠道，同時也會安排時程規劃，讓學生能夠有效率跟著進度進行。另外在討論的過程中，會對專案的提案或執行拋出問題，希望能激發學生更多面向的思考，並且能夠主動去探究這些問題的可能回答，達到主動學習之目的。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

a. 課程概述

這門課我們會用相同課名課號連開兩學期的方式進行（共6學分）。其中包含兩個部分，讓學生執行：

1. 細胞生物學原理演講
2. 細胞工程實作

其中第二個細胞工程實作部分，會採取抗體製作的主題（但不強制學生發想），由學生來針對抗體生產過程中，在生產細胞運行上，藉由專案設計的方式，實作改善。從這過程可以獲得的專案實驗擬定、設計、執行、結果分析以及結果報告與呈現為主軸來貫穿整個課程，主要是藉此訓練學生科學文獻閱讀與分析、實驗操作訓練等以達成專案式學習的能力。在這樣的過程中希望讓學生能對未知的領域進行自主的探索，並從中結合知識與創意，進行專案题目的提案訓練，藉此培養未來在職場中企劃之能力。除此之外實作時所遭遇的問題如何進行克服，也能訓練學生解決問題之能力。

b. 教學目標

(1)培養學生創造能力:在有限制之資源、系統的規範下，構思可行方案題目。可以培養學生創造能力。

(2)培養學生實務操作:所有的基因、細胞系統有相對應的背景知識，橫跨本系基礎課程

與核心課程。除了科學文獻的蒐集與分析外，學生可以藉由自己的雙手將元件整合製作出要求之作品。

(3)團隊合作能力:本專案設計與實務內容龐大並且需要分工合作，因此可以訓練彼此團體合作能力。

(4)表達與思辨能力:從計畫擬定、執行與成果發表。學生均會面臨到許多的質疑和報告的撰寫。藉此反覆地訓練可以有效提昇表達與思辨的能力。

c. 成效評量

(1)專案主題擬定與試驗設計：由指導老師來評估學生對於實作材料之熟悉與了解，及如何取得各基因、細胞系統資料與分析，並透過小組擬定專案題目，依據題目來設計試驗，討論與分析試驗可行性。由有經驗學長姊與師長，來評價所提出之專案設計進行控管。並且以上台報告來分析鑑定學生對於專業知識的掌握度。

(2)實作：透過實作來驗證所設計之實驗，藉此讓學生學習如何解決問題。同時也要求學生建構網頁、建立問題中需要的數學模式。此階段定期辦理進度報告，進行控管。我們也會列研究進度，審視進度來衡量實作任務與目標。

(3)成果展現：以口頭報告的方式來做呈現。在過程中學習數據的處理與展現、科學成果的寫作、口頭表達能力的訓練。這是最後階段進行之控管。

d. 演講課程部分（一個學期，一年雙循環）

週次	
1	課程介紹
2	從細胞到組織
3	細胞骨架 I
4	細胞骨架 II
5	細胞內輸送
6	細胞內輸送細胞能量
7	細胞膜與訊息傳遞
8	期中考
9	細胞週期
10	細胞分化與死亡: 幹細胞、癌細胞與細胞凋亡
11	細胞週期: 細胞生物學技術: 現代生物技術原理
12	訊息傳遞: 細胞生物工程學: 動物細胞培養
13	細胞生物工程學: 合成生物與基因編修 / 粒線體
14	細胞凋亡/ 分子細胞生物技術
15	文獻小組討論與報告 I
16	文獻小組討論與報告 II
17	文獻小組討論與報告 III
18	期末考

專案實作進度

討論會議進度	
1	課程介紹與分組
2	小組構想報告與分析
3	小組構想報告與分析
4	科學文獻的搜尋與閱讀
5	計畫擬定與撰寫
6	實驗設計 I
7	實驗設計 II
8	構想書
9	期中口頭報告
10	研究實作與討論
11	研究實作與討論
12	研究實作與討論
13	研究實作與討論
14	研究實作與討論
15	研究實作與討論
16	中間成果展示
17	中間成果展示
18	期末檢討分析

(2) 教師教學反思

計畫執行的回饋與學生表現反思：

計畫結束後，學生成績與學習狀況上，我們得到的結果如下

在細胞生物學的學習考試成績平均上，實驗組（16 位）同學是 86 分，控制組（10 位）同學是 81 分。成績雖然有差異，但可能來自於學習習慣佳或是積極性高的學生自願參加實驗組，但也有可能是因為專案的設計，讓實驗組同學對於學科興趣提高。

我們進行文獻閱讀（內容、原理、背景知識等）後進行評量，倒是看到的差異。由我、博士後研究員與助教組成評分下，滿分 100 分標準，平均分數來說，實驗組（16 位）同學是 76 分，控制組（10 位）同學是 62 分。這顯示在研究論文的掌握度上，比單純修課學生有更好的表現。這可能是因為理解文獻架構，重點與實驗技術的設計有關。

計畫執行反思：

在本次計畫中，是第一次讓細胞生物學學生輔以實作發想為計畫內容，對於大多數大二學生，會感到焦慮

1. 調整計畫內容：檢視計畫內容，是否有一些任務或目標太過困難，可以考慮將其刪減或調整，讓任務更加具體明確，並且符合成員能力和時間。
2. 提供相關資源：學生會成員可能需要更多的資源來完成任務，例如指導、培訓、模板或範例等。提供這些資源可以幫助他們更好地理解 and 完成任務。
3. 建立有效的溝通機制：建立有效的溝通機制可以讓學生會成員在計畫進行中隨時向其他成員或指導老師尋求幫助和支持。例如，建立網上討論區或社交媒體群組，或者安排固定的會議時間。
4. 鼓勵和肯定：當學生會成員完成任務時，應該及時給予他們肯定和鼓勵。這可以增強他們的成就感和自信心，並激勵他們繼續努力完成其他任務。

總之，要讓學生會成員更有成就感，可以通過以上方法幫助他們更好地完成任務，並及時給予鼓勵和肯定。這不僅可以讓他們更有信心和動力，還可以提高整個學生會的效率和成果。

(3) 學生學習回饋

我們設計問卷讓學生評量（滿意/同意 5 分，不滿意/不同意 1 分）：

評估學生在本過程中的課程整體狀況與滿意度：

- | | |
|-----------------------------|-----|
| ● 整體來說，你本參與本計畫符合你原本的期待？ | 4.6 |
| ● 你是否覺得本計畫比傳統教學更容易讓你理解課程內容？ | 4.5 |
| ● 你在計畫中遇到過困難嗎？ | 4.9 |
| ● 你在計畫中感到學習壓力嗎？ | 2.1 |
| ● 你覺得本計畫是否有助於提高你的創造力？ | 4.5 |
| ● 你認為本計畫是否讓你更有動力學習？ | 4.2 |
| ● 你認為本計畫是否增加了你的自信心？ | 4.2 |
| ● 你認為本計畫是否提高了你的學習興趣？ | 4.8 |
| ● 你是否會推薦本課程計畫給其他人？ | 4.3 |

上述的結果可以反應，本計畫對於大多數的學生來說，可以提昇學習興趣，也可以感受到自信心提昇，也符合告知後的期待。但是對於課程設計內容來說，也遭遇到困難。然而因為沒有給予成績評分上的要求，對於學習上反而沒有過多壓力的產生。

評估本計畫對學生學習效果：

- 你認為本計畫是否提高了你的學習成果（細胞生物學）？ 4.3
- 你認為本計畫是否有助於你的專業發展？ 4.8
- 你是否覺得本計畫提供了充分的資源和支持？ 4.1
- 你是否覺得本計畫適合不同程度的學生參與？ 4.0
- 你是否覺得本計畫與現實問題有連結？ 4.8

上述的結果可以反應，本計畫雖然無法涵蓋所有細胞生物學相關內容，但是對於預期將來可能面對的研發、研究等現實職涯技能有產生連結。

評估本計畫的教學方法與過程：

- 你認為本計畫的教學方法是否有效？ 4.8
- 你是否認為本計畫的教學方法比傳統教學方法更好學習與理解？ 4.9
- 課程過程中，我感到學習目標明確。 4.1
- 我覺得課程設計可以幫助我發展批判思考的能力。 4.9
- 課程中，我有充分的時間準備和進行研究。 3.8
- 課程中，我能夠與同儕進行有效的討論。 3.6
- 我覺得這個課程設計可以幫助我發展團隊合作的能力。 4.3
- 課程中，我得到了足夠的支援和指導。 4.1
- 我覺得課程中老師的角色很重要。 4.3
- 課程中，我感到學習到了實際應用的知識和技能。 4.6
- 我得到了學習的成就感。 4.8
- 可以幫助我提昇自主學習的能力。 4.9
- 過程中，我感到學習到的內容和問題與現實生活與職涯有關。 4.6
- 我覺得這個課程設計可以幫助我發展解決問題的能力。 4.2
- 我與同儕的合作順利進行。 3.7
- 我能夠主動參與討論和提出問題。 4.1
- 我覺得可以幫助我發展有效的溝通能力。 4.3
- 我可以隨時獲得老師的回饋和指導。 4.1
- 我覺得課程設計可以幫助我發展批判性思維的能力。 4.3
- 我能夠積極參與團隊討論和合作。 4.1
- 我覺得學習氛圍融洽和諧。 4.9
- 我認為這個課程是一個有趣且富有挑戰性的學習方式。 4.6

在教學設計上，多數的同學表示有提昇自主學習能力、並且感到學習氣氛融洽，也獲得成就感，並且覺得相當有挑戰性。另一方面也覺得比傳統課堂講演學習方式來得有效。這結果也符合大多數問題導向學習方式的結論，也反應在生命科學的課程上。

透過對談的方式，以下是部分學生的學習訪談整理：

1. 生技系學生：感到計畫內容實用且能夠提升自己的能力和知識，對自己的學習和未來職業發展有很大的幫助。特別針對發想的部份，有別於過去只是聽老師上課，或是沒有人指導該怎麼去想一個計畫主題。經由這次的經驗，可以結合課本，找論文這些都能理解與結合課堂所學。
2. 生技系學生：計畫的內容有些難度，特別是要閱讀文獻的部份，很多實驗方法沒有學過，需要更多的時間和努力來學習，但是過程很有趣，可以看到以前沒看到的東西。
3. 化學系學生：這門課的內容和化學系的背景有些差異，和生技系組員或是助教討論時，對於生命科學的運作，有更深刻的印象。
4. 化工系學生：看一些生物背景的文獻論文有些壓力，報告的時候，有很多地方都不太清楚，但透過老師的解釋，也讓我收穫很多。
5. 生技系學生：設計實驗的過程很難，特別是我們只有大二的基礎。但是一次一次的修改，整個過程變得可行。
6. 化學系學生：可惜課程期間遇到疫情，很多實作都受限，期待後續疫情趨緩，會持續進行。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

執行整個計畫，有以下的一些情況與需要於日後修正的問題：

1. 明確的目標設定：一開始是讓學生自由發想，但是可以發現學生對於開放性目標，反而比較不能聚焦，特別是本計畫是在一個期限內，也因此蒐集資料與閱讀資料上，佔據相當時間。若能讓學生發想的目標能聚焦，且稍加明確且具體，可能會提高學生的學習成就與完成度。
2. 溝通與協作：計畫需要有一個明確的溝通和協作機制，包括學生、老師和助教等相關者。雖然我們透過社群軟體直接溝通，但是仍缺乏較多實體碰面討論的機會。這樣才能夠確保每個人都知道自已的責任和角色，並且能夠在順暢的流程中進行學習與工作推動。

3.鼓勵反饋：計畫需要有一個積極的反饋機制，例如定期多次調查學習狀況，讓學生可以幫助教學團隊更好地了解學生的需求和問題，進一步改進和改善計畫。

4.推廣宣傳：計畫需要有一個有效的推廣宣傳策略，這樣可以讓更多的學生知道這個計畫，目前是開課後，才告知修課學生，可能影響學生的時間安排。也會影響後續執行進度。因此，可以在開課前對可能的修課學生進行宣傳。

5.持續改進：計畫需要不斷地進行評估和改進，以確保其有效性和可持續性。在本計畫執行後，新的細胞生物學依然採取相同的運作方式，讓學生可以藉由實作。我們會及時檢視執行情況，並且不斷地改善，以確保其能夠不斷地滿足學生的需求和期望。

二. 參考文獻 References

Al-Balushi, S. M., & Al-Aamri, S. S. (2014). The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 23, 213–227.

Barak, M., & Asad, K. (2012). Teaching image-processing concepts in junior high schools: Boys' and girls' achievement and attitudes towards technology. *Research in Science & Technological Education*, 30, 81–105.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369–398.

Cocco, S. (2006). Student leadership development: The contribution of project-based learning (Unpublished Master's thesis). Royal Roads University, Victoria, BC, Canada.

Doppelt, Y. (2003). Implementation and assessment of project-based learning in a flexible environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 13, 255–272.

Hernández-Ramos, P., & De La Paz, S. (2009). Learning history in middle school by designing multimedia in a project-based learning experience. *Journal of Research on Technology in Education*, 42, 151–173.

Kaldi, S., Filippatou, D., & Govaris, C. (2011). Project-based learning in primary schools: Effects on pupils' learning and attitudes. *Education 3–13: International Journal of Primary, Elementary and Early Years Education*, 39, 35–47.

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. h

Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., & Tseng, K. H. (2011). Effectiveness of on-line STEM project-based learning for female senior high school students. *The International journal of engineering education*, 27, 399–410.

Mettas, A., & Constantinou, C. P. (2008). The technology fair: A project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 79–100.

Stewart, R. A. (2007). Investigating the link between self-directed learning readiness and project-based learning outcomes: The case of international masters students in an engineering management course. *European Journal of Engineering Education*, 32, 453–465.

王金國 (2018)。以專題式學習法培養國民核心素養。台灣教育評論月刊，7 (2)，107-111

方榮爵 (2006)。科技專案學習 (Technology Project-Based Learning)。生活科技教育月刊，39 (3)，20-31。

三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

團隊發想與文獻討論

Timer 的結構

想像的構造圖

時間越短的優勢：彼此的時間數據就不會差太多時間

如何開啟定時器？

我目前想到是可以應用奈米磁粒子（去磁化）

Recombinant Human Erythropoietin (rHbEPO)

Asanep = darbepoetin alfa = HbE

Asanep 是 HbE 的 glycosylated form

Asanep 的結構

Asanep 的優點

Asanep 的缺點

用hydroxyurea(HU)提高細胞knock-in(KI)效率

用hydroxyurea(HU)提高細胞knock-in(KI)效率

用hydroxyurea(HU)提高細胞knock-in(KI)效率

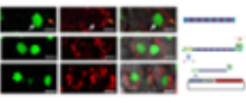
主題聚焦與實驗設計

Progress Report

9/15

1

The GAL4-DRE has an intrinsic nuclear localization signal.



2

Conclusion

It was shown that functionalization with an NLS increases the nuclear uptake of 0.18 μm x 100-200 nm rod-shaped polymeric nanoparticles.

Efficiency because of its size, but rather to a low efficiency of the GAL4-DRE NLS.

A "stronger" NLS might increase its nuclear uptake.

3

Gene-regulating Protein (Domains)

NLS

KRAB (Krippel-associated box domain)

4

VP16

From Herpes Simplex Virus (HSV-1)

Recent HSV-1 domain engineering and VP16

VP16 is a potent activator gene for transactivating domain

VP16 is a potent activator gene for transactivating domain

5

KRAB (Krippel-associated box domain)

Present in approximately 900 human zinc finger protein-based transcription factors

KRAB is a transcriptional repressor

Recent work suggests that KRAB (KRAB-associated protein 1)

6

Aptamer

Small TSP

Small TSP

Small TSP