

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：PAG1100189

學門專案分類/Division：生技農科學門

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2022.07.31

傳統主題導向學習法模式與改良式計畫導向模式教學在生物化學實驗課程教學  
與學習成效之分析

**Analysis of the effectiveness of the traditional subject-based learning mode and  
the improved project-based learning mode of teaching in the teaching and  
learning of biochemistry experiment courses**

(配合課程名稱/Course Name)

大二 (上): 生物化學實驗 (食安與醫技學系)

大三 (上): 生物化學實驗 (牙醫學系)

大一 (下): 生物技術實驗 (醫學系)

計畫主持人 (Principal Investigator)：周志銘 / Chih-Ming Chou

執行機構及系所 (Institution/Department/Program)：台北醫學大學醫學系  
生物化學暨細胞分子生物學科 / Department of Biochemistry and Molecular  
Cell Biology, School of Medicine, College of Medicine, Taipei Medical University,

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開 (統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：111 年 9 月 20 日

## 中文摘要

近年來各大學經過許多次的課程整合及學生上課學分數調整，基礎實驗課程的上課時數與教學學分數逐年降低，而實驗課程在許多科系也逐漸由必修課程改為選修課程，對於基礎實驗的訓練不再像過去一樣重視，然而生物科技領域之研究人才在國內、外仍有迫切的需求。而相關領域的教師們為因應這政策上的變革，面臨了課程內容安排上的壓力，如何在有限的授課時間內，培養學生基本的實驗核心能力，逐漸成為一重要的議題。而台灣過去對於基礎實驗課程的教學並沒有一個系統性的分析方法來評估課程適切度與學生學習成效的相關研究。本教學實驗研究計畫，將比較過去主題導向生化實驗教學與改良式計畫導向的生化實驗教學方式，對於學生學習成效之影響。將利用學生學習成效評量 (Student Assessment of their Learning Gains; SALG)，依各單元的教學目標設計課前與課後問卷，測量包含個人理解、學習技能、學習態度、整合能力、整體課程評估、課程活動、作業評分活動、課程資源、資訊提供等九個構面來評估學生對於課程的學習狀態與收穫以及課堂上的活動對於學習的幫助程度。藉由本計畫的執行，可取得學生學習成效評量資料進行系統性統計分析，未來將可提供基礎實驗課程新的規劃方向，同時也可以提升同學在基礎實驗課程中學習的興趣並提高實驗邏輯的思考能力。

**關鍵字：**生物化學實驗、主題導向式教學、改良式計畫導向教學、學生學習成效教學

## 英文摘要

In recent years, the number of class hours and teaching credits of basic experimental courses has been reduced year by year, and experimental courses have gradually changed from compulsory courses to elective courses in many departments. The fundamental training of experiments is no longer as important as in the past, but there is still an urgent need for research talents in the field of biotechnology. In response to this policy change, teachers in the field of biotechnology are faced with the pressure of course content arrangement. Within a limited teaching time, how to cultivate students' basic experimental core abilities has gradually become an important issue. In Taiwan we did not have a systematic analysis method for the teaching of basic experimental courses to evaluate the relevant research on the appropriateness of the curriculum and the students' learning effect. In this teaching practice research project, we will compare the effects of past subject-based biochemical experiment teaching and improved project-based biochemical experiment teaching courses on students' learning effectiveness. According to the teaching objectives of each topic, we designed the pre-/post-class questionnaires for Student Assessment of their Learning Gains (SALG). Nine aspects of SALG will be assessed (including personal understanding, learning skills, learning attitude, integration ability, curriculum evaluation, curriculum activities, scoring activities, curriculum resources, and information provision) to evaluate students' learning status and achievements in the course, as well as the extent to which classroom activities help their learning. Through the implementation of this teaching practice project research, students' learning effectiveness evaluation data can be obtained for systematic statistical analysis. In the future, it will provide a new planning direction for basic experimental courses, and at the same time, it can also enhance students' interest in learning in basic experimental courses and improve experimental logic thinking ability.

**Keywords:** Biochemistry experiment, subject-based teaching, improved project-based teaching, Student Assessment of their Learning Gains (SALG)

# 目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目 錄.....	III

## 一、報告內文：

1. 研究動機與目的 .....	1
2. 文獻探討.....	1
3. 研究設計與方法 .....	4
4. 教學暨研究成果.....	7
5. 參考文獻.....	15

## 二、附件：

附件一、生物化學實驗課前/課後學生評量問卷 .....	17
附件二、研究參與者同意書 (非人體研究使用) .....	25

# 傳統主題導向學習法模式與改良式計畫導向模式教學在生物化學實驗課程教學與學習成效之分析

## Analysis of the effectiveness of the traditional subject-based learning mode and the improved project-based learning mode of teaching in the teaching and learning of biochemistry experiment courses

### 一、報告本文

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

##### I. 研究動機

本校學生大多是第三類組，他們在高中其實已經學習過許多生物與化學相關的知識，且在大一上、下學期通常安排普通生物學、普通化學、有機化學與分析化學實驗課程訓練，然而大學課程安排許多基礎實驗課程訓練，但在大二生物化學實驗教學現場發現同學對於基本的實驗操作與實驗思考邏輯等相關核心能力似乎未達一定的標準，令人好奇這原因可能為何？而引發本教學實驗研究計畫的主要原因，是由於本校醫學系與國外多個醫學研究單位有合作，因此本校醫學系學生在大二、三時，有機會可以申請國外醫學相關實驗室的短期見實習 (Johns Hopkins 和 Harvard University 等醫學相關領域實驗室見實習)，開放申請並實施幾年後，國外合作實驗室反應，我們的學生聰明，對於科學理論基礎訓練扎實，學習表現積極，但實驗操作的實作與實驗邏輯的連貫性似乎未達一定水準。

##### (2) 研究目的

此教學實踐計畫主要目的，將系統性的進行傳統主題導向模式與改良式計畫導向模式教學在生物化學實驗課程教學與學習成效之分析與探討。藉由本教學實踐計畫研究的執行，希望透過取得的學生學習成效評量 (Student Assessment of their Learning Gains; SALG) 資料進行系統性統計分析，未來將提供基礎實驗課程新的規劃方向，同時也可以提升同學在基礎實驗課程中學習的興趣並提高實驗技能邏輯的思考能力。

#### 2. 文獻探討 Literature Review

##### (1) 實驗課程與正課整併之重要性：

目前大學的生物化學課程每周會有二至三節講授課程，再搭配約三小時的實驗課程。過去這樣的課程安排與教學方式，發現學生在課堂上學得的知識與實驗連結發生明顯的學習落差。2015年 Round 和 Lorn 等學者研究發現，很多大學生在講授課上所習得的知識與實驗課所要進行的實驗項目間的聯結出現連結與學習的問題。他們的研究發現，主要的原因是在於大學教育大部分是要求學生坐下來聽取老師講述科學家的新發現，但沒有動手進行實際操作，而且對於科學家進行科學研究的過程中所提出的問題、進行的實驗、解決問題及排除障礙的方法，如何透過文獻搜尋或與其他科學家的對話和研究交流，都沒有說明，造成學生學習過與片段，只單靠記憶背誦。因此有些研究指出大學生的科學學習應不能僅單靠知識的記憶，而是需要透過主動學習的方式，透過實際觀察和動手進行實驗來創造新的知識而且透過親自動手進行實驗的結果可被驗證和更新 (Moore, 1993; Alberts, 2012)。實驗課程，在大學科學課程的學習中扮演重要的角色，因為學生在這些動手實際操作的課程中學習如何應用課堂上或網路上學習到的科學知識及技術 (AAAS, 2011)，因此近年來大學的生命科學教育課程主張整併講授課與實驗課 (Round & Lorn, 2015)，目的為減少科學知識學習上的落差，同時透過主動學習、親自動手操作做讓學生能夠深入探索生命科學議題。

而科學知識不能單獨只靠記憶，是要同時具備創造力才能創造新知識，實驗課被認為是培養學生科學創造能力及探索興趣的重要方式。Jeffry 在 2016 發表的文章中指出，實驗活動最能打破學生既有的觀念，以實踐學生具備科學家思考的能力。學生常認為科學知識的主題及實驗須依循既定的、嚴謹的方案進行。為了釐清學生既有的觀念，Jeffry 等人為了證實“實驗課可能是學生學習科學態度轉變的重要預測指標，”，設計一研究方式，透過適當的前、後測表單來研究分析相同的科學基礎教育課程，依照上課成員組成(是否具備科學背景)、是否配合參與實驗課程、是否配合參與實驗相關 workshop 討論等進行有系統的分析，研究結果顯示，學習成績中等但接受科學相關統合教育的這一分組學生在「科學探究的自信與興趣」後測明顯提高，可能是全部學生都參加實驗課；而另一班學期成績原來就是前段班的學生則在「科學研究的自信與興趣」及「科學探究的理解與接受」前、後測得分皆很高，這可能因為此班學生成績本來就比較優異而且全部參加實驗課及討論課，分析的結果顯示這班學生較具有的科學探究態度及思考觀點。透過 Jeffry 等人研究結果分析顯示，實驗課可能是學生學習科學態度轉變的重要預測指標，但學生對科學的自信與興趣與學業成就比較無關連性，而且成績高低不影響學生對科學的熱忱。因此對於基礎科學課程學習方面實驗操作，對於學生的科學專業課程的學習、實驗技能與實驗邏輯思考能力的提升，在科學課程規畫上是相當重要的一環

## (2)主題導向式學習、問題導向式學習與計畫導向式學習之差異：

### 主題導向式學習方式 (subject-based learning, SBL)：

主題導向學習法 (subject-based learning, SBL) 為一種以特定主題為學習中心的方法，這是在大部分課程規劃中，一種保守且最明顯且有效的學習方式。授課教師訂定了講課的主題後，就按照課程綱要，很有系統的介紹這個題目的重要知識，按邏輯順序向學生介紹內容和技能。主題導向學習法的知識，通常架構較為完整，傳授的速度較快，這種循序漸進的方法可確保學生獲得掌握該內容領域所需的所有信息和技能。經研究證明，當通過特定主題為中心的方法進行學習時，口語，聽力，閱讀和寫作這四個技能得到了顯著提高。而以主題為中心的學習方法不僅著眼於主題的教學，而且還通過不同的方法來教學和完成課程，這對於建立生活技能和知識能力是很重要的一種學習方式，若沒有主體的知識，就無法將它們應用於現實生活中。因此，在基於主題導向學習的方法中，重點不是死記硬背，而是藉由主題中心目標，提供學生對知識內容的掌握。而基於主題導向為中心的學習，長期觀察而言，學生幾乎沒有掌握他們所學的信息（在學習周期結束時），學生很少可以應用所學到的知識，學生沒有被強迫自己思考或提出自己感興趣的問題，主題導向學習法的知識，通常架構完整，傳授速度快，但是大多是單向傳輸，師生互動較為不足，學生通常不喜歡這樣的學習方式。

### 問題導向式學習方式 (problem-based learning, PBL)：

以問題導向的學習，起源於 1910 年 Flexner Report 所倡導的教學改革理念，至 1950 年美國的 Case Western Reserve 大學開始運用，而於 1960 年末加拿大的 McMaster 大學廣為完整應用 (Neufeld & Barrows, 1974)，並於 1970 年至 1980 年間漸漸推廣至其他國家。目前國內外的醫學教育上廣泛使用問題導向的學習，而其他領域如機械工程、社會工作、組織結構與管理等，在國外皆有沿用，但於國內則較少使用。專業課程教育上，國內實施現況仍以醫學教育為多 (關秉寅, 2006)。而所謂問題導向學習 (problem-based learning, PBL)，是以周遭可能碰到的實際問題為腳本，學生在老師指導下，由問題中練習如何「發掘問題、分析問題並且解決問題」。藉著處理問題的過程，自行蒐尋資訊，而學到了必要的知識。以這種

方法所取得的知識，印象深刻，記憶良久，將來實際碰到其他問題時，舊知識即時湧現。即使舊知識不足以解決當時的問題，學生所擁有的「面對問題、解決問題」能力，仍然終身受用。而基於問題導向 (problem-based) 為中心的學習，使學生有機會檢查和應用所學信息 (週期性過程)，可以幫助培養團隊合作和協作技能並提高學生的書面和口語能力，引導學生定義問題和出示相關證據的想法，支持解決方案得方式都是有學生自主學習討論得來，使學生的學習變得更加靈活。一般而言學生比較喜歡這種學習環境。而實行 PBL 的課程過程必須具有以下基本要素，才可能達到 PBL 所欲達到的效力：學習者必須擔負起自己學習的責任、PBL 的模擬問題必須是模糊、結構不良、開放性的問題，容許學生自由的探索、PBL 的學習應該整合不同學科或科目、合作學習是必要的、學生在自我引導學習過程中所學到的，透過互動討論後，必須應用於問題的再分析及解決上、對於處理問題時所學到的做一總結分析，並對學到的概念及原則做討論是必要的步驟、在一個問題解決後，以及整個學習結束後，必須要做自我及同儕評量、在 PBL 中的活動必須也是真實世界中所重視的、學生學習的評估必須以 PBL 目標來評量其進步狀況、PBL 應該是教學的基礎，而非其他傳統教學方法的一部分。簡言之，PBL 是“邊做邊學”。因此，問題導向學習 (PBL)，可以彌補傳統『主題導向學習法(SBL)』的不足。

#### **計畫導向式學習方式 (project-based learning, PL)：**

將計畫導向式學習 (project-based learning, PL) 引入課程，並不是全新或革命性的教育理念，過去十年，計畫導向式學習已發展為正式的教學策略。研究結果顯示，證實參與授課教師長久以來的觀察，透過計畫導向式模式學習：學生探討具挑戰性且複雜難解的問題時，只要與現實生活相關，便會加倍投入學習，因此有必要善加發展計畫導向式學習。何謂計畫導向式學習？計畫導向式學習是一種教學模式，讓學生針對重要問題進行研究，並在最後製作真實作品。計畫導向可增加課堂學習機會，主題內容和範圍可以相當多元，也可在不同年級推行。不過，各項計畫導向式學習主題有共同的特徵，即計畫導向所提出的問題富有挑戰性，而這些問題無法以一般傳統的學習方法解答。計畫導向式學習中，學生處於主導位置，致力於解決問題，並進行決策、研究及記錄。計畫具有明確重要的教育目標，而不只是轉移或增加「實際」課程。計畫導向式學習不只讓學生產生學習興趣，設計良好的計畫導向式學習，更能鼓勵學生積極提問，提升思考層次 (Thomas, 1998)。而研究強調計畫導向式學習活動的價值，學生「投入有意義的問題解決活動，並理解事實為什麼、何時以及如何與技巧相關」時，可提升學生吸收新知識的能力 (Bransford, Brown, & Conking, 2000)。計畫導向式學習模式有何優點？計畫導向式學習對教師及學生，均有許多益處。新興的學術研究團體，也鼓勵學校推行計畫導向式學習，讓學生參與學習，降低曠課率，促進合作學習技能，並提高教學效益 (George Lucas Educational Foundation, 2001)。對學生而言，計畫導向式學習的益處包括：提升出席率，培養自信心，並改善學習態度 (Thomas, 2000)、與傳統課堂教學相比，在專題式學習中，學生更有責任自主學習，學到的收穫也比其他教學模式多 (Boaler, 1997; SRI, 2000)、提供發展綜合技能的機會，例如高層次思考技巧、解決問題的能力、合作及溝通技巧等等 (SRI, 2000)、在課堂上學生有更多學習機會，並運用各種策略，促進不同文化背景的學生參與活動 (Railsback, 2002)。對許多學生而言，這種學習風格的吸引力在於真實的經驗。學生在特定學科的活動中，負責各種角色及行動，無論是製作有關環境問題的記錄片，設計宣傳社區重要歷史意義地點的小冊子，或製作說明興建大型購物中心

優缺點的多媒體報告，學生都是在課堂以外，進行具有深遠意義的真實活動。對教師而言，計畫導向式學習的益處包括提高專業水準，加強同事間的合作，並可增進與學生之間的關係 (Thomas, 2000)。另外，教師可在課堂上引入多種學習機會，這種教學模式適合不同學生。教師發現，在計畫導向式學習中獲益良多的學生，往往是難以透過傳統教學方法學習的學生 (SRI, 2000)。在教育上，提問具有特定意義，教師一般利用提問作為教學策略，鼓勵學生提出問題及計畫，進行研究觀察，並省思發現問題。透過持續進行提問活動，從封閉、以教師指導為中心的學習方式，到開放性、以學生興趣為動力的學習方式 (Jarrett, 1997)，皆可利用提問進行教學。所以，教師可將計畫導向式學習視為提問學習的一種。計畫導向式學習研究顯示，計畫導向式學習所關注的問題，「可讓學生認識 (並進行深入研究) 一個學科的主要概念及原理」 (Thomas, 2000)。一個計畫導向的主要活動包括學生提問，藉此幫助學生建構新知識 (Thomas, 2000)。設計計畫導向主題時，學生通常可自行選擇，以追尋自己的興趣，激發出好奇心。回答自己的問題時，學生也可以研究教師未指定為學習目標的主題。而基於計畫導向項目的學習基本要素是什麼？儘管各個學校的定義和項目參數可能有所不同，並且計畫導向的學習有時可與“體驗式學習”或“發現性學習”互換使用，但基於計畫導向項目的學習的特徵是明確且恆定的。從本質上講，PL 模型包含以下幾個特徵：(i)需讓學生在知識上應該了解並能夠做到的事情、(ii)資料來源是基於查詢而來、(iii)使用 21 世紀的學習技能，例如批判性思維，溝通，協作和創造力等、(iv)需將學生的選擇納入過程、(v)提供反饋，修訂計劃和項目的機會、(vi)要求學生陳述他們的問題，研究過程，方法和結果，以上為計畫導向項目的學習的特徵。基於計畫導向項目的學習代替了短期的記憶策略，為學生提供了一個機會，使他們可以深入地學習目標內容，從而將注意力集中在長期保留上。由於 PL 具有保持學生參與的能力，它還改善了學生對教育的態度。PL 結構有助於建立內在動力，因為它使學生的學習集中在基本的核心問題或問題以及有意義的結果上。

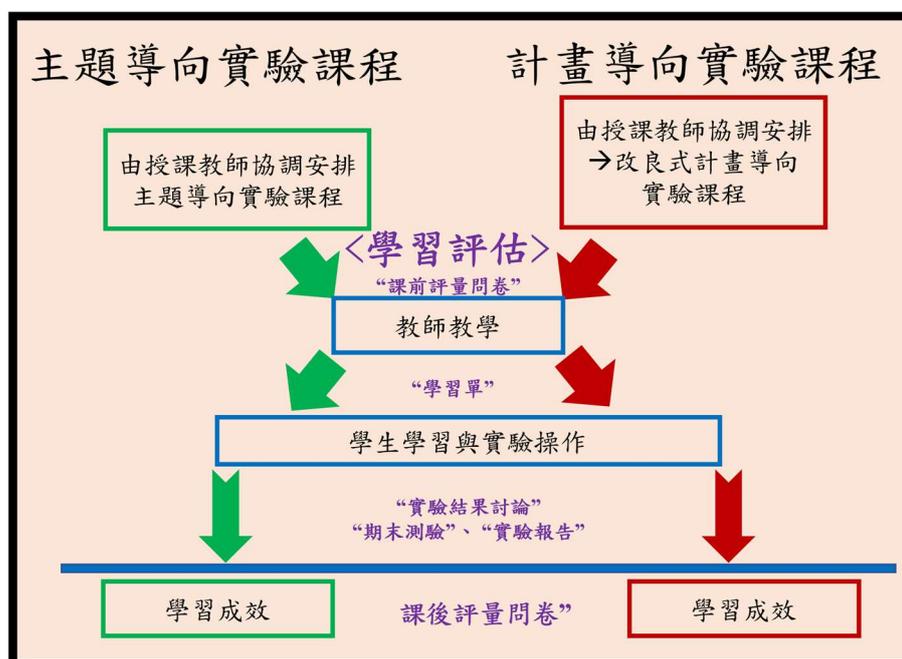
以上比較了主題式(subject-based)、問題導向式 (problem-based)學習與計畫導向性 (project-based)學習之差異，不過傳統的主題導向學習法，也不是一無是處，它的優點是知識的架構較為完整，不像問題導向學習，學生所學得的知識可能較為零散。兩者之優劣長短正好相互為補。若應用在基礎生物化學教學上，過去是使用主題式教學方式，但學生學習成效與實驗思考邏輯訓練效果並不佳，因此發展出改良式計畫導向模式課程設計將多元實驗課程有系統有效率的整合，讓學生感覺不是在修一門課，而是在專注且深入的學習如何執行一個小型研究計畫。提升學生對於實驗的學習興趣與學習效率更可訓練學生融會貫通原本看似獨立的主題導向學習法課程技術，精進學生實驗技巧與實驗邏輯之思考能力。

### 3. 研究設計與方法 Research Methodology

#### 研究架構：

本研究想探討實驗課程以傳統主題導向學習法模式與改良式計畫導入模式 (將原來主題導向的課程重新組合並以執行一計畫型式來導入學習)兩種授課方式(圖一)，修課學生在生化實驗課的學習現況。並進一步探討，全班學生及不同學系學生的課前、課後學習成效的提升幅度，以及不同學系學生的生化實驗課成績之差異。最後利用，探討「學習成效前測 (學習起點)」是否會透過不同授課方式對於生化實驗課的成績影響「學習成效後測」，以深入了解學生的學習起始程度，會不會因修習改革課程後而提升學習成效。(學習成效前測包括：1.個人理解、2.學習技能、3.學習態度、4.知識整合能力;講授課成績包含：1.學期考試 2.隨堂測

驗 3.個人作業 4.分組報告；**實驗課成績包含**：1.實驗記錄本、2.課堂討論、3.實驗操作、4.小組報告；**學習成效後測包含**：1.課程內容的理解、2.學習技能的提升、3.學習態度的影響、4.知識整合的能力、5.整體課程評估、6.課程活動、7.作業評分及考試、8.課程資源、9.網路資訊的提供)



圖一、研究架構

### 場域及課程範圍:

此研究包含二個學期的生物化學相關基礎實驗系列課程規劃，其中生物化學實驗課程為每週有一小時的課堂正課與 2 小時的實驗實作（1 學分），且由兩位授課教師參與本課程授課，各自安排主題導入式課程，資料如圖二）因本課程由兩位老師共同授課，將相同主題導入課程教學內容部分進行資料收集與比較；分子生物技術實驗含實驗課程為每週有一小時的課堂正課與 2 小時的實驗實作（2 學分）。除了測量學生對課程與實驗內容的學習成效外，也包含學生自我對實驗能力提升的感知與學習態度的影響。此外，各種課堂活動、作業與考試評分方式對學生的學習是否有幫助也會在此研究中檢測。評量以學期為單位，於學期初進行課前評量，於學期結束進行課後評量。

### 研究對象:

此計畫為一年期計畫，大一下學期課程參與研究的對象為 109-2 大一學生（醫學系）[選修] (N=16)，大二上學期課程參與研究的對象 110-1 學年的大二學生（食品安全學系 [必修] 與醫技學系 [選修] 合班上課 (N=75) 以及 110-1 學年度大三學生（牙醫學系）[必修] (N=91)，且由兩位授課教師參與本課程授課，各自安排主題導入式課程，資料如圖二）。

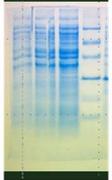
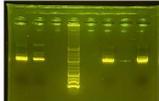
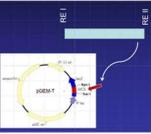
### 資料蒐集方法與工具:

將依據規劃的系列單元課程的課程內容的主題知識、實驗技巧、學習活動、評分方式等，設計出課前與課後問卷，該問卷參考 Carroll、Seymour 與 Weston 等人於 2007 年修訂的學生學習成效評量（Student Assessment of their Learning Gains, SALG）前、後測設計內容。課前問卷測量構面包含：(如附件一表格)(李曉暉, 2018) (1)個人理解：這個學期實驗課程中安排的知識主題與實驗方法。(2)學習技

能：希望提升學生的哪些能力。(3)學習態度：讓學生自評目前面對該單元時學生的心態與自信。(4)知識整合能力：讓學生自評目前自我知識整合的能力。

## 主題導向實驗課程

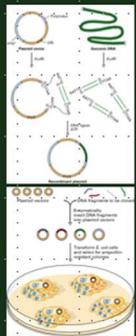
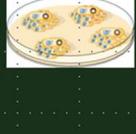
實驗課程安排主要是讓同學學習基本分子生物學研究技術，  
包含蛋白質分析與重組基因技術


- 蛋白質的定量
- 蛋白質純化(膠體過濾法)
- SDS-PAGE 蛋白質電泳分析
- 質體 DNA 萃取與 DNA 電泳
- 限制酵素反應與 DNA 電泳
- 重組 DNA 接合反應與轉型作用
- 聚合酶鏈鎖反應
- 原核生物蛋白質表達系統—  
蛋白質誘導表達

## 計畫導向實驗課程

實驗課程安排主要是讓同學學習如何進行基因片段的選殖 (EGFP or mCherry)，同時利用適當的質體當載具，以細菌當成工廠，表達想要進行研究的基因產物並純化。

- 質體 DNA 萃取與 DNA 電泳
- 聚合酶鏈鎖反應與 PCR 產物純化
- 限制酵素反應與膠體純化
- 重組 DNA 接合反應與轉型作用
- 菌落 PCR 與 DNA 電泳
- 原核生物蛋白質表達系統—  
蛋白質誘導表達
- His-tag (His 標記) 蛋白質純化
- SDS-PAGE 蛋白質電泳分析

圖二、主題導向與改良式計畫導向實驗課程相關主題之規劃

(5)個人專業主修。而課後問卷則延續課前問卷前四個構面的相同題目，如下：(1)課程內容的理解，(2)學習技能的提升，(3)學習態度的影響，(4)知識整合的能力。再加上針對評估課堂教學方式而擬出的其他構面，包括：(5)整體課程評估，(6)課程活動，(7)作業、評分活動及考試，(8)課程資源，(9)資訊的提供等共九個構面。此 SALG 評量工具著重於測量學生在該課程中的學習程度，特別是要求學生去評估自我的學習狀況及學習收穫，並從中反思學習內容如何應用到生活中。該測量工具中有五個部分需要授課教師制定測量題項，分別為：

(1) 學習前詢問學生現階段理解選修課程的知識概念程度（前測→個人理解）；

- (2) 依據學習結果評估課程知識概念的收穫程度（後測→個人理解）；
- (3) 依據學習結果評估課程活動對學習的幫助程度（後測→課程活動）；
- (4) 依據學習結果評估課程的作業、評分活動及考試對學習的幫助程度（後測→作業、評分活動及考試）；
- (5) 依據學習結果評估課程所提供的閱讀教材對學習的幫助程度（後測→課程資源）。

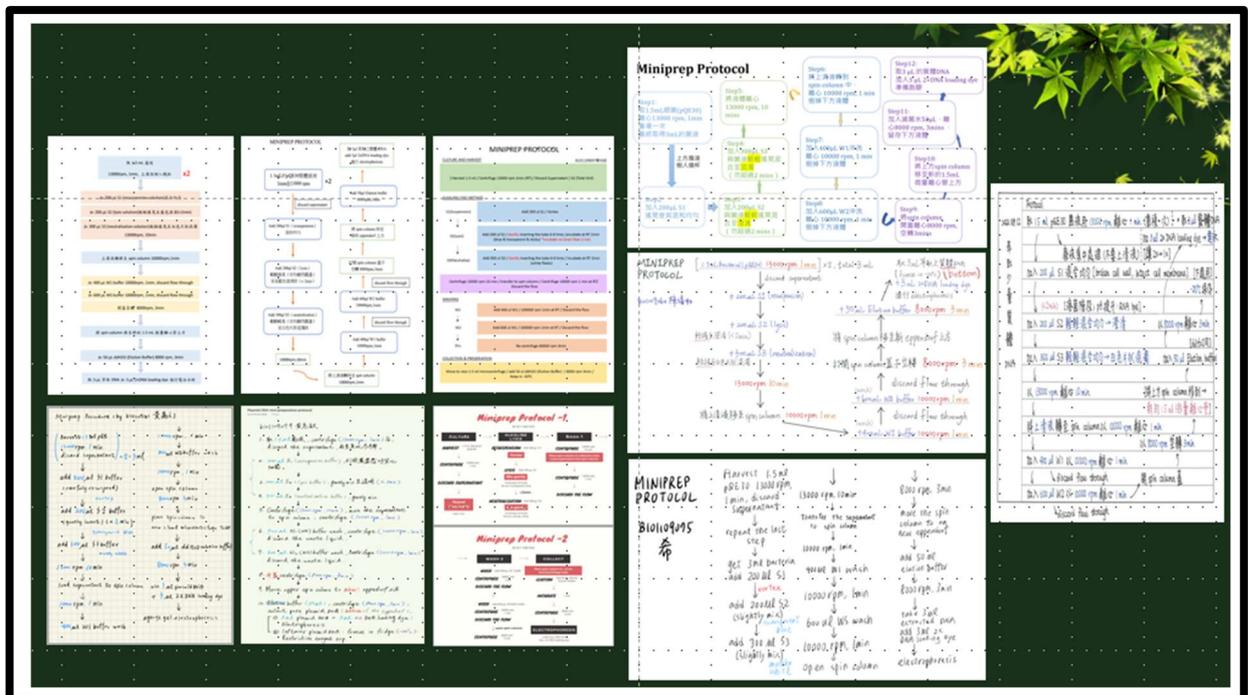
### 實施程序與分析方法：

我們將安排在學期開始上課前以及授課結束並完成期末考後，請教師迴避，由助教或工讀生發放與回收問卷。我們將回收的問卷透過題項平均數、標準差及 t 檢定等統計方法，檢驗 (1) 全體學生課前課後的個人理解、學習技能、學習態度及知識整合能力的學習收穫程度，及評估學生知覺整體課程、課程活動、作業評分與考試、課程資源及資訊提供對學習的幫助程度。(2) 學生學習成效評量前測與後測統計利用 *Student t test* 成偶雙尾檢定，評估這些測量構面中每個題項是否有顯著差異，來檢視學生學習成效是否有提升以及課程安排與教學方式對學生是否有幫助。(3) 進行不同系學生的學習成效評量各構面的單因子變異數 (ANOVA)，分析不同系的學生自陳的課程內容對於個人學習收穫與教學方式對於學習幫助的感知是否有差異。

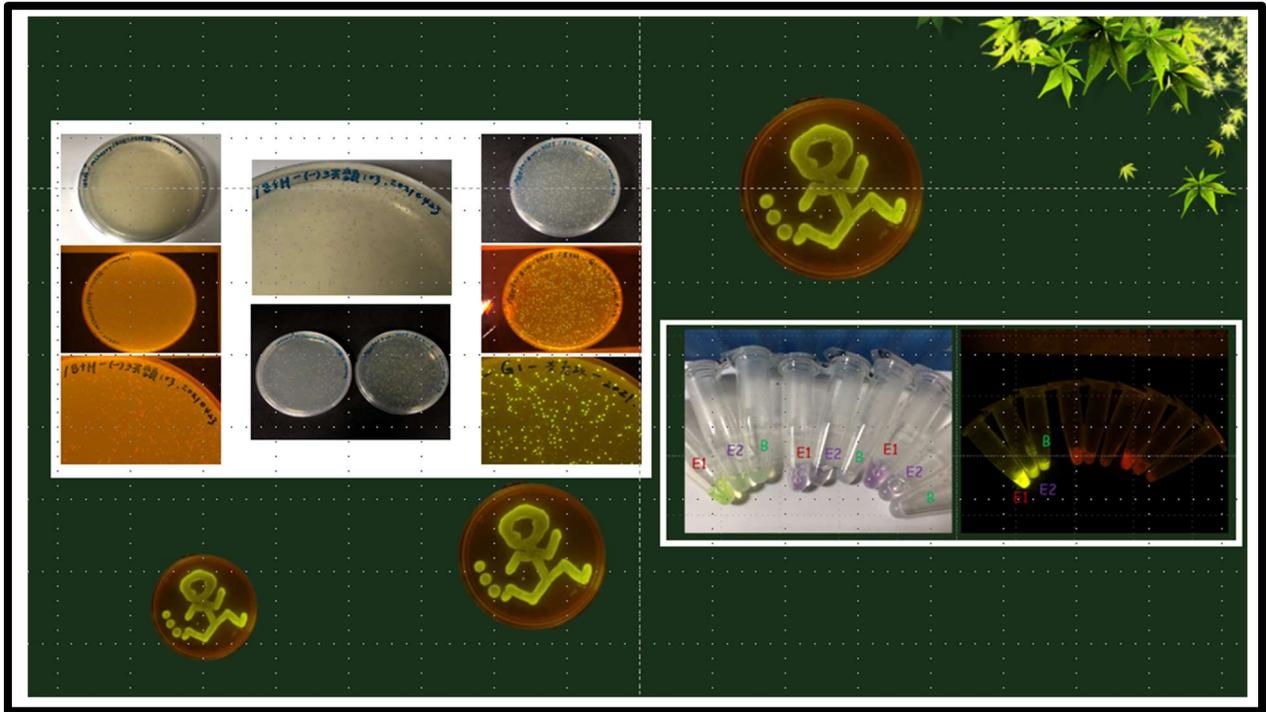
## 4. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

### I. 教學過程與成果

進實驗室進行實驗前，讓同學一老師課前講義與線上教材說明，依自己理解製作該次實驗的簡要個人實驗步驟(圖三)以及每次實驗成果之紀錄(圖四，此為計劃導向實驗課程成果紀錄)，為表達紅色與綠色螢光蛋白之實驗結果。



圖三、教學過程中學生學習成果，個人簡要實驗步驟製作

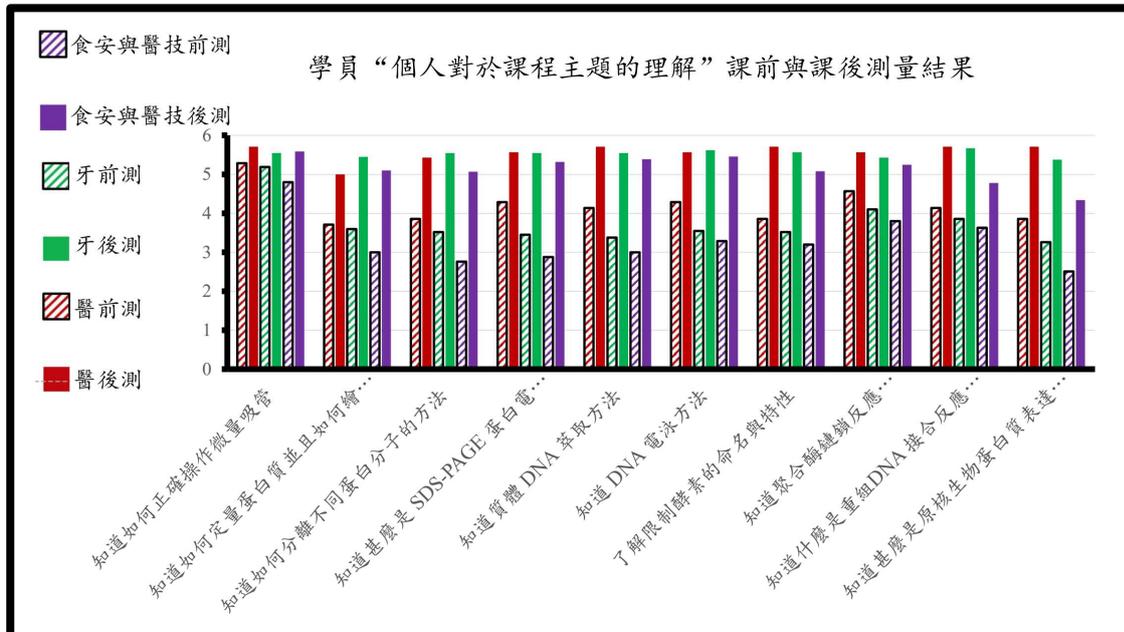


圖四、計畫導向實驗課程學生學習成果紀錄

(2) 課前、課後學生學習成效評量測量結果：

學生對課程主題內容的理解與增進：

從學生對於這個學期實驗課程教授的知識主題與實驗方法的個人理解前後測結果，學生對於大部分的實驗主題透過學習都有顯著性的增加（圖五）。而比較不同科系學生的問卷結果發現，醫學系學生(大一)前測的部分與牙醫學系(大三)差異不大，但較食安學系(大二)、醫技學系(大二)的學生理解程度略高，但我們從學測後結果發現不同科系的學生其學習感受自我評估則沒有差異（表一）。



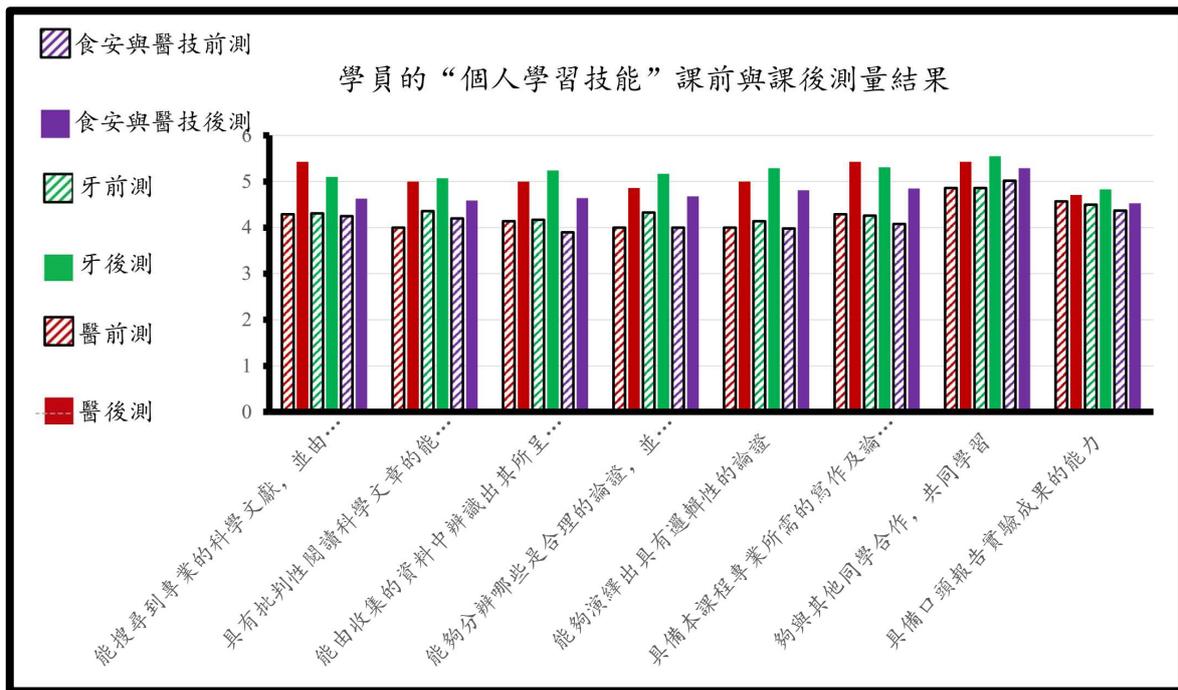
圖五、學生個人對於實驗課程主題理解之課前與課後學習成效評量結果

表一 學生“個人對於課程主題的理解”課前與課後測量結果

對下列主題的“個人理解”程度 課前：在現階段的理解程度 課後：各主題的學習收穫程度	課 前						課 後					
	醫學系		牙醫系		食安與醫技系		醫學系		牙醫系		食安與醫技系	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
知道如何正確操作微量吸管	5.29	0.951	5.19	0.862	4.8	1.013	5.71	0.488	5.55	0.67	5.59	0.561
知道如何定量蛋白質並且如何繪製定量表準曲線	3.71	1.254	3.6	1.499	3	1.326	5	1.155	5.45	0.705	5.1	0.781
知道如何分離不同蛋白質分子的方法	3.86	1.345	3.52	1.518	2.76	1.278	5.43	1.512	5.55	0.633	5.07	0.785
知道甚麼是 SDS-PAGE 蛋白電泳系統	4.29	1.254	3.45	1.418	2.88	1.391	5.57	0.787	5.55	0.633	5.32	0.73
知道質體 DNA 萃取方法	4.14	1.345	3.38	1.464	3	1.246	5.71	0.756	5.55	0.705	5.39	0.695
知道 DNA 電泳方法	4.29	1.113	3.55	1.383	3.29	1.353	5.57	0.787	5.62	0.661	5.46	0.678
了解限制酶的命名與特性	3.86	1.345	3.52	1.215	3.2	1.079	5.71	0.756	5.57	0.63	5.08	0.726
知道聚合酶鏈鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 原理與應用	4.57	0.976	4.1	0.983	3.8	1.27	5.57	0.787	5.43	0.801	5.25	0.733
知道什麼是重組DNA 接合反應與轉型作用 (Recombinant DNA ligation and transformation)	4.14	1.069	3.86	1.095	3.63	1.285	5.71	0.756	5.67	0.57	4.78	1.378
知道甚麼是原核生物蛋白質表達系統	3.86	1.069	3.26	1.326	2.51	1.12	5.71	0.488	5.38	0.697	4.34	1.422

學生“學習技能”的提升：

在學習技能的提升方面，在不同科系間透過課後學習，學生的學習技能都有進步。而牙醫系(大三，必修)學生在學習技能的提升評測中皆比醫學系(大一，選修)、食安學系(大二，必修)、醫技學系(大二，選修)有較顯著的提升。分別就不同學系學生課前與課後學習成效評量平均進行比較 可發現不同學系學生皆自我感受透過課程安排的學習，學習技能部分皆有顯著提升，如表二所示：



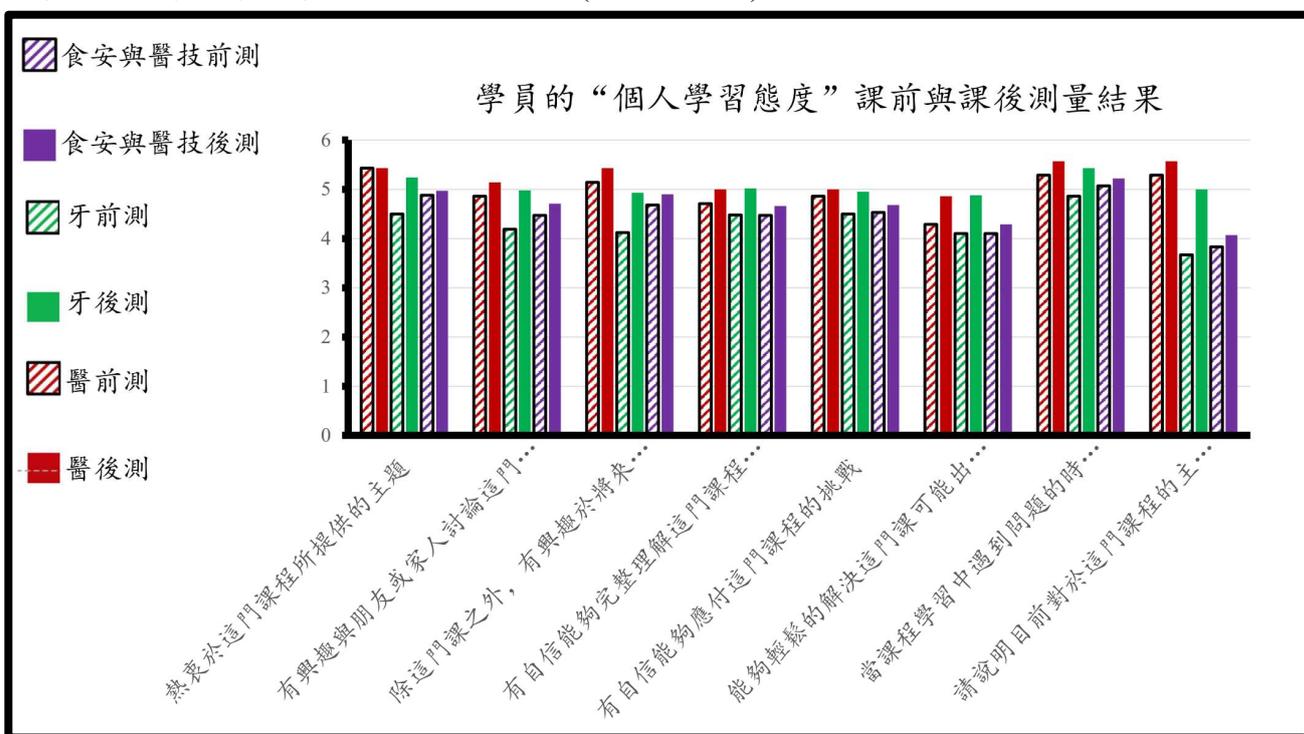
圖六、學生個人對於學習技能的提升課前與課後學習成效評量結果

表二 學生的“個人學習技能”課前與課後測量結果

對下列主題的“個人學習技能”的評估 課前：現階段會應用各項學習技能的程度 課後：經過這學期課程學生自覺各項學習技能的程度	課前						課後					
	醫學系		牙醫系		食安與醫技系		醫學系		牙醫系		食安與醫技系	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
能搜尋到專業的科學文獻，並由其中找到與學習主題相關	4.29	0.951	4.31	0.869	4.25	0.756	5.43	0.787	5.1	0.85	4.63	0.981
具有批判性閱讀科學文章的能力，並可以解決課堂上	4	1.291	4.36	0.932	4.2	0.714	5	0.816	5.07	0.867	4.59	1.069
能由收集的資料中辨識出其所呈現的分析模式	4.14	1.069	4.17	0.881	3.9	1.012	5	0.816	5.24	0.79	4.64	0.996
能夠分辨哪些是合理的論證，並可適當的使用這些證	4	1	4.33	0.816	4	0.891	4.86	1.215	5.17	0.73	4.68	1.041
能夠演繹出具有邏輯性的論證	4	1.155	4.14	0.843	3.98	0.991	5	1.155	5.29	0.742	4.81	0.861
具備本課程專業所需的寫作及論述的能力	4.29	0.951	4.26	0.939	4.08	0.97	5.43	0.787	5.31	0.749	4.85	0.867
能夠與其他同學合作，共同學習	4.86	0.69	4.86	0.783	5.02	0.777	5.43	0.787	5.55	0.67	5.29	0.696
具備口頭報告實驗成果的能力	4.57	0.976	4.5	0.89	4.37	1.049	4.71	0.756	4.83	0.961	4.53	1.135

**學生“學習態度”的影響：**

在學習態度的方面醫學系、食安學系與醫技系學生在課前與課後並沒有顯著差異而牙醫系學生學習態度方面則有些微差異，課後稍有進步。但整體而言仍然比計畫導向式學習的醫學系學生學習評估的分數低。(圖七，表三)



圖七、學生個人對於學習態度的提升課前與課後學習成效評量結果

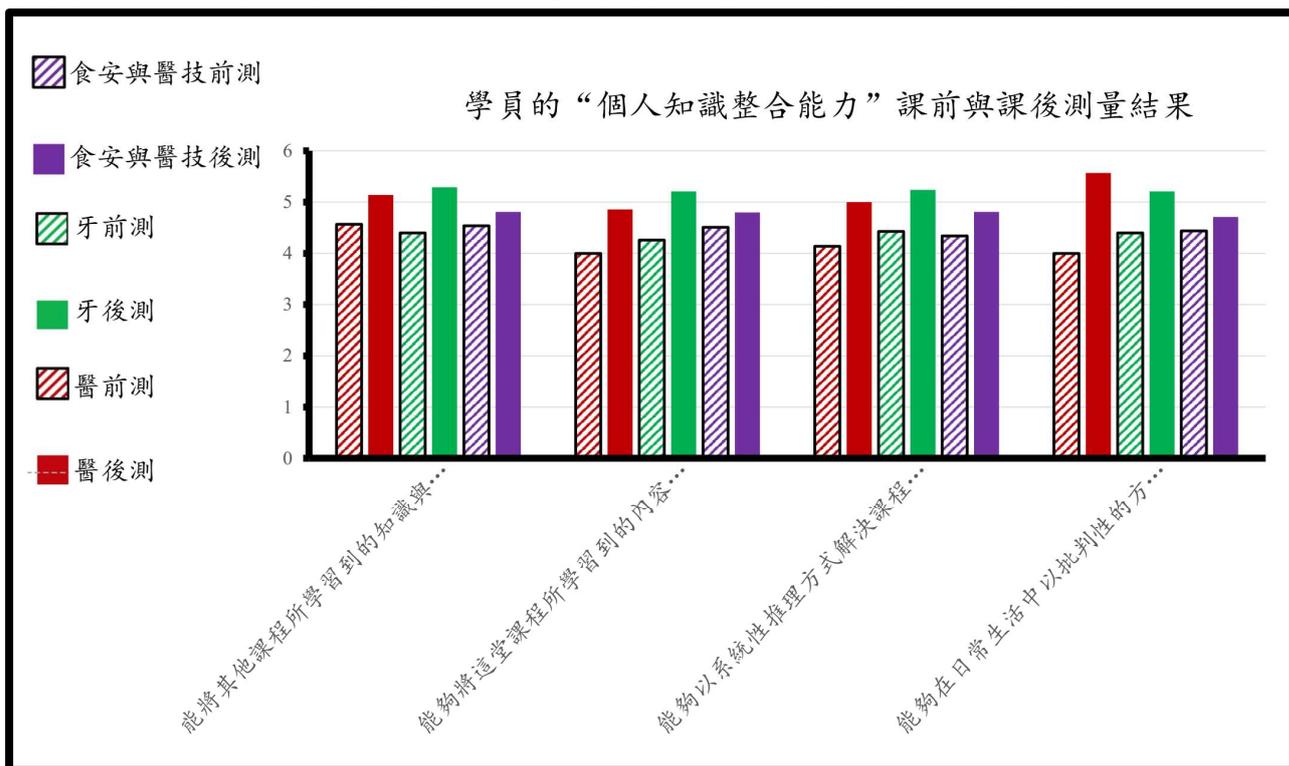
表三 學生的“個人學習態度”課前與課後測量結果

對下列主題“個人學習態度”的評估 課前：現階段自我的學習態度指標 課後：依據學習結果，學生自覺現在學習態度指標	課前						課後					
	醫學系		牙醫系		食安與醫技系		醫學系		牙醫系		食安與醫技系	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
熱衷於這門課程所提供的主題	5.43	0.976	4.5	1.042	4.88	0.721	5.43	0.976	5.24	0.79	4.97	0.787
有興趣與朋友或家人討論這門課程的內容	4.86	1.215	4.19	1.018	4.47	1.023	5.14	1.215	4.98	0.924	4.71	0.911
除這門課之外，有興趣於將來修習更多與此主題相關	5.14	1.069	4.12	1.041	4.68	0.899	5.43	0.976	4.93	0.921	4.9	0.923
有自信能夠完整理解這門課程的議題	4.71	1.113	4.48	0.862	4.47	0.774	5	0.816	5.02	0.841	4.66	0.902
有自信能夠應付這門課程的挑戰	4.86	0.9	4.5	0.834	4.53	0.817	5	0.816	4.95	0.854	4.68	0.937
能夠輕鬆的解決這門課可能出現的複雜議題	4.29	0.951	4.1	1.031	4.1	0.923	4.86	0.9	4.88	0.916	4.29	0.966
當課程學習中遇到問題的時候，會樂於尋求老師、同	5.29	0.756	4.86	0.872	5.07	0.716	5.57	0.787	5.43	0.737	5.22	0.911
請就目前對於這門課程的主題之所以感到興趣的程度	5.29	0.951	3.67	1.706	3.83	1.62	5.57	0.787	5	1.249	4.07	1.828

**知識整合的能力：**

在知識整合能力方面，不同科系透過課後學習，學生的知識整合能力都有進步。而醫學系（大一，選修）與牙醫系（大三，必修）學生在知識整合能力方面的提升皆比食安

學系(大二，必修)、醫技學系(大二，選修)有較顯著的提升。(圖八，表四)

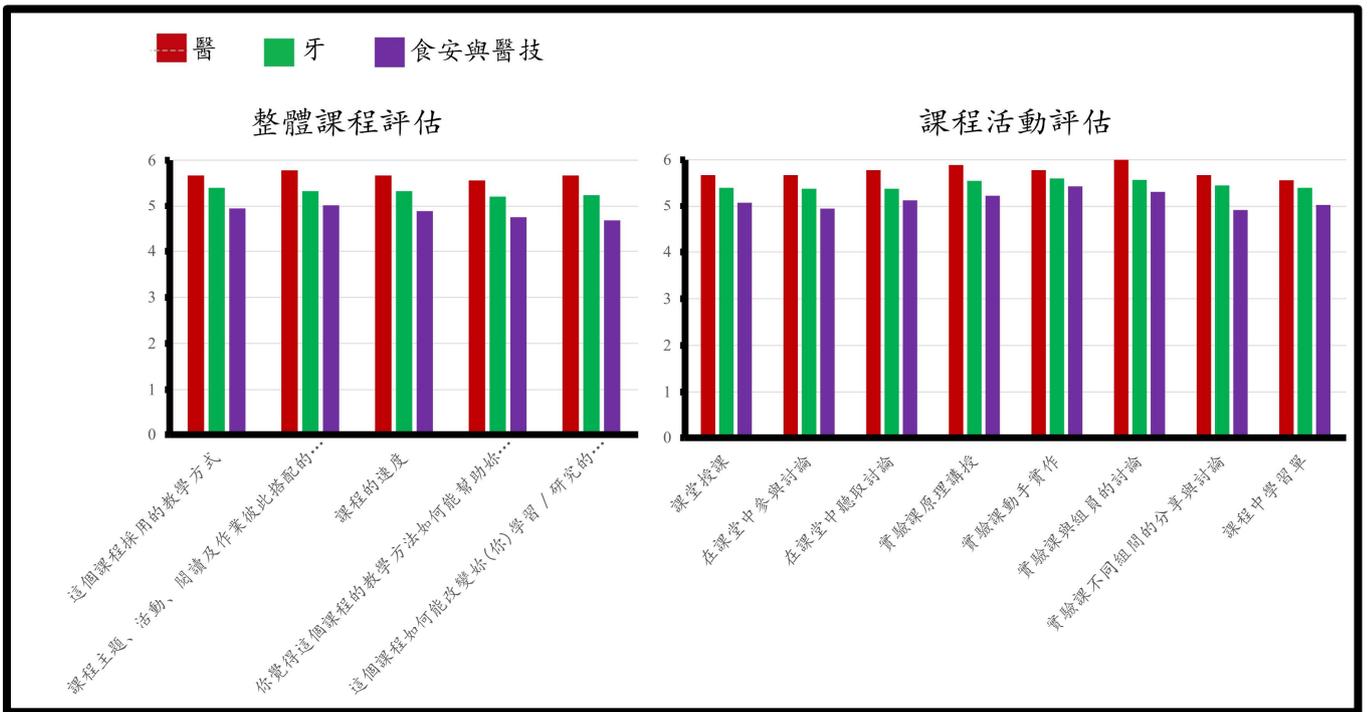


圖八、學生個人對於知識整合能力方面的提升課前與課後學習成效評量結果

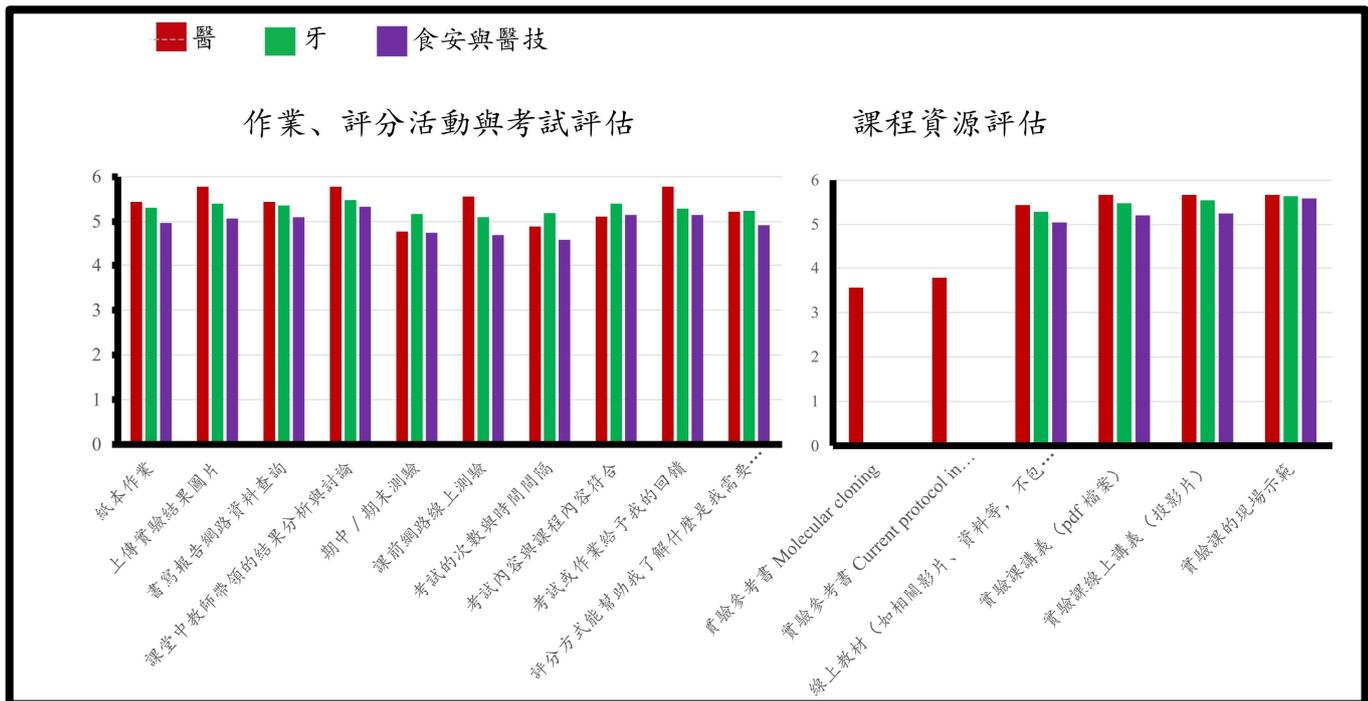
表四 學生的“個人知識整合能力”課前與課後測量結果

對下列主題“個人知識整合能力”的評估 課前：現階段自覺個人各項知識整合的能力 課後：依據學習結果，學生自覺個人各項知識整合的能力	課 前						課 後					
	醫學系		牙醫系		食安與醫技系		醫學系		牙醫系		食安與醫技系	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
能將其他課程所學習到的知識與這堂課程的內容相互連結比較	4.57	0.976	4.4	0.734	4.54	0.897	5.14	0.9	5.29	0.742	4.81	0.955
能夠將這堂課程所學習到的內容應用到其他的領域	4	1.291	4.26	0.939	4.51	0.838	4.86	0.9	5.21	0.782	4.8	0.961
能夠以系統性推理方式解決課程裡的問題	4.14	1.069	4.43	0.831	4.34	0.863	5	0.816	5.24	0.759	4.81	0.84
能夠在日常生活中以批判性的方式分析資料與論證	4	1.155	4.4	0.734	4.44	0.952	5.57	0.787	5.21	0.813	4.71	0.929

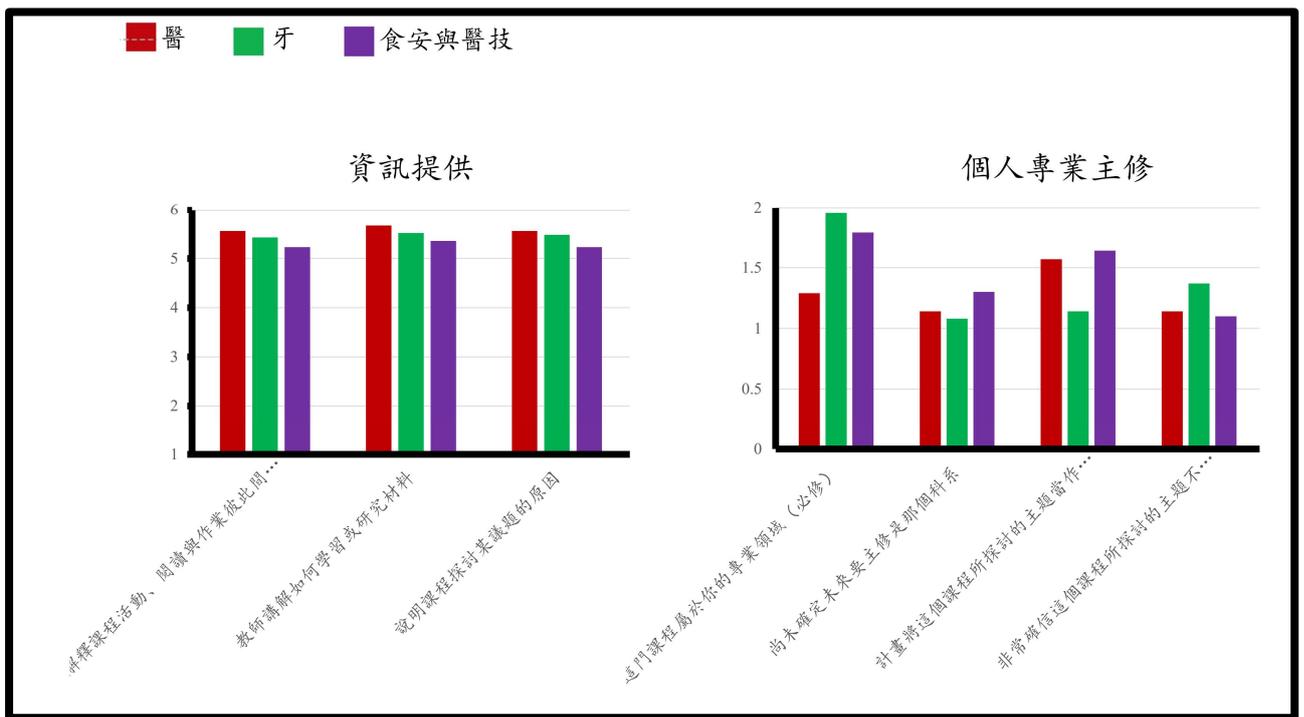
除了收集上述課前與課後學習成效評量來評估學生個人對於傳統主題式實驗課程與計畫導向式實驗課程的學習成效之外，並設計整體課程與課程活動對於學習成效評量，來評估兩種不同導入方式的實驗課程對於學生學習之影響(圖九)。初步結果顯示計畫導向式實驗教學課程與方式，學生對於課程與課程活動滿意程度與評分皆比較高，而在作業、考試評分活動與課程資源提供以及課程資的評估方面(圖十)，對於學習並沒有顯著影響。而不同科系的學生專業主修對於學習態度與學習成效評估結果則有顯著的影響(圖十一)，專業必修與計畫導向式課程安排的介入與修課人數的多寡對於基礎實驗課程的學習皆有顯著的影響。



圖九、學生對於整體課程與課程活動對於學習影響的學習成效評量結果



圖十、學生對於作業、評分活動與考試以及課程提供學習資源等對於學習成效評量結果



圖十一、學生對於課程資訊提供與個人專業主修對於學習成效評量結果

### (3) 教師教學反思

由於近年來經過許多次的課程整合與學生上課學分數調整，基礎實驗課程的上課時數與教學學分數逐年降低，而實驗課程在許多科系也逐漸由必修改為選修，對於基礎的實驗訓練不再像過去一樣重視，而教師們為因應這些政策上的變革，也面臨了課程內容安排上的壓力，如何在有限的授課時間內讓同學有基本的實驗核心能力訓練，逐漸成為一重要的課題。而過去對於實驗課程的授課方式與學生學習效率評估，皆沒有進行系統性分析，因此在實驗課程教授與修訂皆無所依據參考。因此在本教學實踐研究計畫申請案，將探討生物化學實驗課程分別以主題導向學習法與計畫導向學習法的課程模式授課方式是否對於學生生物技術實驗相關技能、實驗邏輯思考與實驗相關核心能力有提升之成效。

為了增進學生學習成效、實驗技巧、實驗邏輯思考能力與實驗核心能力，嘗試運用計畫導入式教學方式來改進生物化學實驗教學。為瞭解此系列課程對於學生的學習成效影響，將分別根據教學內容與目標設計了學生學習成效評量課前與課後問卷，問卷包含九個構面 (1)個人理解；(2)學習技能；(3)學習態度；(4)知識整合能力；(5)整體課程評估；(6)課程活動；(7)作業、評分活動及考試；(8)課程資源；(9)資訊的提供等共九個構面。前面四項分析主要是為學生自我感受的學習成效評估，後五項則為學習評量後測中對於整體教學方式、課程活動、評分方式、課程資源的提供等所進行的問卷評估。透過此有系統的分析希望能夠探討學生個人理解的學習成效上，前、後測結果是否有明顯差異，來評定計畫導入是教學方式是否具有有良好的學習成效。而在課前問卷中可以比較不同科系學生在個人理解方面是否有差異(可了解學生過去在生物相關知識背景與學習成績優異程度對於學習前的自信心程度)，這可以提供教師未來在不同科系課程安排的細部調整依據。另外也可以透過課後問卷中的學習後自我評量結果探討同班級或不同科系同學在顯示三個學習技能、學習態度與知識整合能力方面是否有差異，這可說明原先的成績或學生程度是否會影響學生在學習過程中的自信建立與能力提升；此外，不同科系的學生後五項的評量結果也可探討學生在學習過程中的學習興趣與學習熱誠是否與學生過去學習背景與程度有相關性。從這些學生的回饋中，可以幫助授課教師了解哪些課堂活動、教學方式、以及



- 根據教學內容與目標設計了學生學習成效評量課前與課後問卷
- 以個人理解、學習技能、學習態度、知識整合能力等四個構面來評估學生自我感受的學習成效
- 以整體課程評估、課程活動、作業與評分活動及考試、課程資源、資訊的提供等五個構面來評估整體教學方式

### III. 如何改進學習效果？

- 採小班教學、兩人一組、增加實際操作實驗機會，以期達到，提升同學生物技術實驗相關技能。
- 透過改良式計畫導向模式教學設計連貫性的實驗課程教材引導同學學習與思考
- 提出各實驗主題間相關的開放問題，提升同學實驗邏輯思考能力

## 5. 參考文獻 References

李曉暉 (2019) 建構整合的生命科學基礎課程, 教育部教學實踐研究計畫成果報告。PMN107028

國立陽明大學醫學系, PBL 學習手冊, <http://www.pbl.idv.tw/manual/>

關秉寅 《問題導向與行動導向的通識教育》(臺北：國立政治大學，2006)

Alberts, B. (2012). Trivializing science education. *Science*, 335, 263.

American Association for the Advancement of Science. (2011). *Vision and Change in Undergraduate Biology Education: A Call to Action*, Washington, DC. <http://visionandchange.org/finalreport>.

Boaler, J. (1999, March 31). Mathematics for the moment, or the millennium? *Education Week*. <http://www.edweek.org/ew/vol-18/29boaler.h18>

Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.

Carroll, S., E. Seymour, and T, Weston. (2007). *Student Assessment of their Learning Gains (SALG)*. Madison, WI: Wisconsin Center for Education Research.

George Lucas Educational Foundation GLEF provides a summary of project-based learning research, along with a gallery of project examples (in print and video versions). [www.edutopia.org](http://www.edutopia.org) \*

Jeffery, E., Nomme, K., Deane, T., Pollock, C. & Birol, G. (2016). Investigating the Role of an Inquiry-Based Biology Lab Course on Student Attitudes and Views toward Science. *Life Science Education*, 15(4), 1-12.

Kulak V, Newton G. (2014) A guide to using case-based learning in biochemistry education. *Biochem Mol Biol Educ*. 2014 Nov-Dec;42(6):457-73.

Moore, J. A. (1993). *Science as a way of knowing*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Railsback, J. (2002) *Project-based instruction: Creating excitement for learning*. Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. <http://www.nwrel.org/request/2002aug/index.html>

Round, J., & Lom, B. (2015). In Situ Teaching: Fusing Labs & Lectures in Undergraduate Science Courses to Enhance Immersion in Scientific Research. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 13(3), 206-214.

SRI International. (2000, January). Silicon valley challenge 2000: Year 4 Report. San Jose, CA: Joint Venture, Silicon Valley Network.  
<http://pblmm.k12.ca.us/sri/Reports.htm>

Thomas, J.W. (1998). Project-based learning: Overview. Novato, CA: Buck Institute for Education.

Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk. <http://www.k12reform.org/foundation/pbl/research>

Wood EJ. (1990) Biochemistry is a difficult subject for both student and teacher. *Biochemical Education* Volume 18, Issue 4.

## 二、附件 Appendix (請勿超過 10 頁)

### 附件一、生物化學實驗課前／課後學生學習評量問卷

#### 台北醫學大學生物化學實驗課前評量問卷

系級: \_\_\_\_\_ 學號: \_\_\_\_\_

本問卷目的主要為幫助學生學習，讓老師瞭解學生修習這門課之前，對課程中所涵蓋的主題與相關概念的理解程度。學生所提供的訊息將有助於老師在教學過程中了解學生的學習效能，同時前測評量結果將幫助老師改進教學的方向與內容。若你對某個問題完全沒有經驗或未選修該門課，請勾選「該問題不適用(N/A)」。每一個調查子題在最後一欄，都提供一個空間讓同學直接填寫相關意見。完成本問卷對教師的教學調整有無比的重要性，如該班人數少於四人或者填答人數少於三人，則該部分的資料將不能進行分析。問卷結果與同學的學期成績毫無關係，請放心填答。

### 一、個人對於課程主題的理解

1. 以下幾個重要的主題概念，將在這門課程中被探討。在現階段，妳(你)對下列主題概念的理解程度為何？	該問題不適用	完全沒有概念	有少部分概念	有基本的概念	有大部分概念	有完整的概念
1.1 知道質體 DNA 萃取方法	N/A	1	2	3	4	5
1.2 知道 DNA 電泳方法	N/A	1	2	3	4	5
1.3 了解限制酵素的命名與特性	N/A	1	2	3	4	5
1.4 知道什麼叫膠體純析 (Gel elution)，什麼叫 PCR 產物純化 (PCR clean-up)	N/A	1	2	3	4	5
1.5 知道聚合酶鏈鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 原理與應用	N/A	1	2	3	4	5
1.6 知道什麼叫菌落 PCR 與細菌接種 (Colony PCR and bacterial amplification)	N/A	1	2	3	4	5
1.7 知道什麼是重組 DNA 接合反應與轉型作用 (Recombinant DNA ligation and transformation)	N/A	1	2	3	4	5
1.8 知道甚麼是 SDS-PAGE 蛋白電泳系統	N/A	1	2	3	4	5
1.9 知道甚麼是原核生物蛋白質表達系統	N/A	1	2	3	4	5
1.10 妳(你)曾經在其他的課程中，學習過與這門實驗課程所要探討的主題概念相關知識嗎？妳(你)學習過的這些知識與本課程的主題概念有哪些有相契合的地方？(請以文字填寫在右側空格內)						

### 二、個人學習技能

2 妳(你)在現階段，會應用下列各項學習技能的程度為何？	該問題不適用	完全沒有技能	有少部分技能	有基本的技能	有大部分技能	有完整的技能

2.1 能搜尋到專業的科學文獻，並由其中找到與學習主題相關的參考資料，並能從中自主性的學習	N/A	1	2	3	4	5
2.2 具有批判性閱讀科學文章的能力，並可以解決課堂上所遇到的問題	N/A	1	2	3	4	5
2.3 能由收集的資料中辨識出其所呈現的分析模式	N/A	1	2	3	4	5
2.4 能夠分辨哪些是合理的論證，並可適當的使用這些證據	N/A	1	2	3	4	5
2.5 能夠演繹出具有邏輯性的論證	N/A	1	2	3	4	5
2.6 具備本課程專業所需的寫作及論述的能力	N/A	1	2	3	4	5
2.7 能夠與其他同學合作，共同學習	N/A	1	2	3	4	5
2.8 具備口頭報告實驗成果的能力	N/A	1	2	3	4	5
2.9 妳(你)期望在這門課結束時，能夠學習到哪些你目前還無法理解或掌握的知識或技能？（請以文字填寫在右側空格內）						

### 三、個人學習態度

3 在現階段，我的學習態度是	該問題不適用	完全沒有態度	有少部分態度	有基本的態度	有大部分態度	有完整的態度
3.1 熱衷於這門課程所提供的主題	N/A	1	2	3	4	5
3.2 有興趣與朋友或家人討論這門課程的內容	N/A	1	2	3	4	5
3.3 除這門課之外，有興趣於將來修習更多與此主題相關的課程	N/A	1	2	3	4	5
3.4 有自信能夠完理解這門課程的議題	N/A	1	2	3	4	5
3.5 有自信能夠應付這門課程的挑戰	N/A	1	2	3	4	5
3.6 能夠輕鬆的解決這門課可能出現的複雜議題	N/A	1	2	3	4	5
3.7 當課程學習中遇到問題的時候，會樂於尋求老師、同學或助教的協助	N/A	1	2	3	4	5
3.8 請說明目前對於這門課程的主題之所以感到興趣的理由，或者妳(你)對於課程的想法？（請以文字填寫在右側空格內）						

### 四、個人知識整合能力

4 在現階段，我嘗試於學習當中	該問題不適用	完全沒有能力	有少部分能力	有基本的能力	有大部分能力	有完整的能力
-----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

4.1 能將其他課程所學習到的知識與這堂課程的內容相互連結比較	N/A	1	2	3	4	5
4.2 能夠將這堂課程所學習到的內容應用到其他的領域	N/A	1	2	3	4	5
4.3 能夠以系統性推理方式解決課程裡的問題	N/A	1	2	3	4	5
4.4 能夠在日常生活中以批判性的方式分析資料與論證	N/A	1	2	3	4	5
4.5 請評論這門課程所能提供的知識，如何讓妳(你) 將它整合或運用到你的學習、生活甚至是生涯規劃之上？（請以文字填寫在右側空格內）						

### 五、個人專業主修

5 妳(你)現在，在大學主修科系為何？	
5.1 這門課程屬於你的專業領域（必修）	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5.2 尚未確定未來要主修是那個科系	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5.3 計畫將這個課程所探討的主題當作未來工作的專業領域	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
5.4 非常確信這個課程所探討的主題不會是未來工作的專業領域	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

## 台北醫學大學生物化學實驗課後評量問卷

本問卷目的主要為幫助學生學習，讓老師瞭解學生修習這門課之前，對課程中所涵蓋的主題與相關概念的理解程度。學生所提供的訊息將有助於老師在教學過程中了解學生的學習效能，同時前測評量結果將幫助老師改進教學的方向與內容。若你對某個問題完全沒有經驗或未選修該門課，請勾選「該問題不適用(N/A)」。每一個調查子題在最後一欄，都提供一個空間讓同學直接填寫相關意見。完成本問卷對教師的教學調整有無比的重要性，如該班人數少於四人或者填答人數少於三人，則該部分的資料將不能進行分析。問卷結果與同學的學期成績毫無關係，請放心填答。

系級: \_\_\_\_\_ 學號: \_\_\_\_\_

### 一、課程內容的理解

1. 依據你對這門課的學習結果，下列請就妳(你)所理解的項目收穫程度為何？	該問題不適用(N/A)	毫無收穫(0%)	有一些的收穫(25%)	有適中的收穫(50%)	有很多的收穫(75%)	有豐富的收穫(100%)
1.1 知道質體 DNA 萃取方法	N/A	1	2	3	4	5
1.2 知道 DNA 電泳方法	N/A	1	2	3	4	5
1.3 了解限制酵素的命名與特性	N/A	1	2	3	4	5
1.4 知道什麼叫膠體純析 (Gel elution)，什麼叫 PCR 產物純化 (PCR clean-up)	N/A	1	2	3	4	5
1.5 知道聚合酶鏈鎖反應 (Polymerase chain reaction, PCR) 原理與應用	N/A	1	2	3	4	5
1.6 知道什麼叫菌落 PCR 與細菌接種 (Colony PCR and bacterial amplification)	N/A	1	2	3	4	5
1.7 知道什麼是重組DNA 接合反應與轉型作用 (Recombinant DNA ligation and transformation)	N/A	1	2	3	4	5
1.8 我可以清楚辨識以上這些主題概念之間，存在的關聯性	N/A	1	2	3	4	5
1.9 此課程內學到的概念，與在相同領域其他課程內學到的概念有關連	N/A	1	2	3	4	5
1.10 此課程內學到的概念，與其他領域課程的所學到的概念有關連	N/A	1	2	3	4	5
1.11 這個領域內所學到的知識，能幫助人們解決真實世界的問題	N/A	1	2	3	4	5
1.12 依據這個課程的學習結果，請說明課程如何改變妳(你)對主要概念的理解？						
1.13 請評論這個課程的教學方式如何幫助妳(你)記憶重要的概念？						

### 二、學習技能的提升

2 經過這學期的課程，妳(你)自覺目前下列各項學習技能為何？	該問題不適用(N/A)	毫無收穫(0%)	有一些的收穫(25%)	有適中的收穫(50%)	有很多的收穫(75%)	有豐富的收穫(100%)

2.1能夠在專業的科學文獻中找到跟學習主題相關的參考資料	N/A	1	2	3	4	5
2.2能針對課堂上提出的議題，批判性的閱讀相關文獻	N/A	1	2	3	4	5
2.3能夠從收集的資料中辨識出所呈現的分析模式	N/A	1	2	3	4	5
2.4能夠認知哪些是合理的論證而且適當的使用這些證據	N/A	1	2	3	4	5
2.5能夠演繹出具有邏輯性的論證	N/A	1	2	3	4	5
2.6能寫出受過適當專業訓練的文件內容	N/A	1	2	3	4	5
2.7能夠有效地和其他同學合作，共同學習	N/A	1	2	3	4	5
2.8具備口頭報告學習成果的能力	N/A	1	2	3	4	5
2.9 請說明妳(你)在這個課程中獲得哪些技能？						

### 三、學習態度的影響

3依據這堂課的學習結果，妳(你)自覺現在的學習態度為何？	該問題 不適用 (N/A)	毫無 收穫 (0%)	有些微 的收穫 (25%)	有適中 的收穫 (50%)	有很多 的收穫 (75%)	有豐富 的收穫 (100%)
3.1對這堂課的主題有學習熱忱	N/A	1	2	3	4	5
3.2有興趣與朋友或家人討論這門課程的內容？	N/A	1	2	3	4	5
3.3除這門課之外，有興趣或計畫於將來修習更多與此主題相關的課程	N/A	1	2	3	4	5
3.4有自信能了解這門課的教材	N/A	1	2	3	4	5
3.5有自信能做好這個學科領域相關的事	N/A	1	2	3	4	5
3.6處理複雜議題時的輕鬆程度	N/A	1	2	3	4	5
3.7當課程學習中遇到問題的時候，會樂於尋求老師、同學或助教的協助	N/A	1	2	3	4	5
3.8請說明這個課程如何改變妳(你)對這個主題的學習態度？						

### 四、知識整合的能力

4 經過這學期的課程，妳(你)自覺目前下列各項知識整合的能力為何？	該問題 不適用 (N/A)	毫無 收穫 (0%)	有些微 的收穫 (25%)	有適中 的收穫 (50%)	有很多 的收穫 (75%)	有豐富 的收穫 (100%)
4.1能夠將重要課程概念與其他知識做連結	N/A	1	2	3	4	5
4.2 能夠將這堂課程所學習到的內容應用到其他領域	N/A	1	2	3	4	5

4.3 能夠以系統性推理的方式解決課程裡的一些問題	N/A	1	2	3	4	5
4.4 能夠在日常生活中以批判性的手段分析資料與論點的你會把所學習到的什麼知識帶入其他課程或是生活觀點中？	N/A	1	2	3	4	5

### 五、整體課程評估

5 下列的課程項目幫助妳(你)學習的程度為	該問題 完全沒 有些微 有適中 有很多 有極大 不適用 有幫助 的幫助 的幫助 的幫助 的幫助					
5.1 這個課程採用的教學方式	N/A	1	2	3	4	5
5.2 課程主題、活動、閱讀及作業彼此搭配的狀況	N/A	1	2	3	4	5
5.3 課程的速度	N/A	1	2	3	4	5
5.4 你覺得這個課程的教學方法如何能幫助妳(你)學習？						
5.5 這個課程如何能改變妳(你)學習／研究的方式？						

### 六、課程活動

6 下列各項課程的教學內容或方式對妳(你)學習的程度的幫助有多少？	該問題 完全沒 有些微 有適中 有很多 有極大 不適用 有幫助 的幫助 的幫助 的幫助 的幫助					
6.1 課堂授課	N/A	1	2	3	4	5
6.2 在課堂中參與討論	N/A	1	2	3	4	5
6.3 在課堂中聽取討論	N/A	1	2	3	4	5
6.4 實驗課原理講授	N/A	1	2	3	4	5
6.5 實驗課動手實作	N/A	1	2	3	4	5
6.6 實驗課與組員的討論	N/A	1	2	3	4	5
6.7 實驗課不同組間的分享與討論	N/A	1	2	3	4	5
6.8 請說明妳(你)覺得課程中哪些方式如何幫助妳(你)學習？						

6.10請說明妳(你)多常參與課堂與實驗課的討論，以及怎樣的氣氛可以增加你參與討論的意願？	
---	--

### 七、作業、評分活動及考試

7 下列各項課程觀點幫助妳(你)學習的程度有多少？	該問題 完全沒 有些微 有適中 有很多 有極大 不適用 有幫助 的幫助 的幫助 的幫助 的幫助
7.1紙本作業	N/A 1 2 3 4 5
7.2上傳實驗結果圖片	N/A 1 2 3 4 5
7.3書寫報告網路資料查詢	N/A 1 2 3 4 5
7.4課堂中教師帶領的結果分析與討論	N/A 1 2 3 4 5
7.5期中／期末測驗	N/A 1 2 3 4 5
7.6課前網路線上測驗	N/A 1 2 3 4 5
7.7考試的次數與時間間隔	N/A 1 2 3 4 5
7.8考試內容與課程內容符合	N/A 1 2 3 4 5
7.9考試或作業給予我的回饋	N/A 1 2 3 4 5
7.10 評分方式能幫助我了解什麼是我需要去做的	N/A 1 2 3 4 5
7.11請說明評分的活動及測驗如何幫助妳(你)	

### 八、課程資源

8 下列各項課程面向幫助妳(你)學習的程度有多少？	該問題 完全沒 有些微 有適中 有很多 有極大 不適用 有幫助 的幫助 的幫助 的幫助 的幫助
8.1 實驗參考書 Molecular cloning	N/A 1 2 3 4 5
8.2 實驗參考書 Current protocol in Molecular Biochemistry	N/A 1 2 3 4 5

8.3 線上教材（如相關影片、資料等，不包含教師所提供的線上講義）	N/A	1	2	3	4	5
8.4 實驗課講義（印製成冊的講義）	N/A	1	2	3	4	5
8.5 實驗課線上講義（投影片）	N/A	1	2	3	4	5
8.6 實驗課的現場示範	N/A		2	3	4	5
8.7 請說明課堂上的資源如何幫助妳(你)學習？						

## 九、資訊的提供

9 下列各項課堂面向幫助妳(你)學習的程度有多少？	該問題 完全沒 有些微 有適中 有很多 有極大 不適用 有幫助 的幫助 的幫助 的幫助 的幫助					
9.1 解釋課程活動、閱讀與作業彼此間的關聯性	N/A	1	2	3	4	5
9.2 教師講解如何學習或研究材料	N/A	1	2	3	4	5
9.3 說明課程探討某議題的原因	N/A	1	2	3	4	5
9.4 請說明課堂上獲得的資訊如何幫助妳(你)學習？						

## 研究參與者同意書 (非人體研究使用)

研究計畫名稱	傳統主題導向學習模式與改良式計畫導向模式教學在生物化學實驗課程教學與學習成效之分析		
研究機構名稱	台北醫學大學	經費來源	教育部
計畫主持人	周志銘	職稱	副教授
聯絡電話	27361661 轉 3163	職責	主持人
共同主持人		職稱	
<p><b>一、研究目的</b></p> <p>將透過將目前主題導向學習法模式的生物化學教學內容統整，設計以改良式計畫導向模式教學。將過去主題導向學習法教學內容進行串聯，以一個螢光蛋白基因選殖當成課程計畫內容，將原先區塊模式課程從新排序組合讓參與本研究計畫同學將原本獨立且片段的實驗主題與技術透過基因選殖的實驗計畫，依基因重組實驗的思考邏輯出發讓參與此研究計畫的同學依序透過不同的區塊主題技術訓練，最後表達出螢光蛋白並學習純化此螢光蛋白的技術，建構出一系列整合性且為一計畫具模式的實驗基礎課程，以期可以協助同學整合所學的技術並加以應用，最後希望這樣的計畫模式的實驗教學方式取得相關教學與學生學習成效的分析結果，可以提供給其他相關基礎實驗課程設計與執行之參考。</p>			
<p><b>二、研究對象</b></p> <p>此計畫為一年期計畫，大一下學期課程參與研究的對象為 109-2 大一學生（醫學系，30 名），大二上學期課程參與研究的對象 110-1 學年入學的大二學生（醫技術學系與食品安全學系合班,約 55 名）。</p>			
<p><b>三、研究方法與程序</b></p> <p>將依據規劃的系列單元課程的課程內容的主題知識、實驗技巧、學習活動、評分方式等，設計出課前與課後問卷，該問卷參考 Carroll、Seymour 與 Weston 等人於 2007 年修訂的學生學習成效評量（Student Assessment of their Learning Gains, SALG）前、後測設計內容。課前問卷測量</p>			
<p><b>四、參與研究應配合事項</b></p> <p>參與研究過程中，參與者應盡量配合相關問卷的填答，提供正確的資訊，以利後續數據之分析。</p>			
<p><b>五、研究益處</b></p> <p>對參與者而言，可以接受整合式的優質教學品質，提升參與者相關之研究技能，連結未來生物科技職場所需專業技能</p> <p>對於教師，提供基礎科學實驗教學相關教師課程設計與執行之參考依據</p> <p>對於學校單位，提供給學校對於基礎科學研究課程安排之參考依據</p> <p>對於社會，提供專業生物技術人才，發展生物科技產業，提升國人醫療品質</p> <p>對於國家，提供國家生物技術相關研究人才培育</p>			
<p><b>六、研究參與者之權益</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 參與本研究您不需負擔任何費用。</li> <li>2. 個人資料保護機制，研究計畫主持人將依法把可辨識您身分的紀錄與個人隱私的資料視為機密處理，絕對不會公開。將來發表研究結果時，您的身份仍將保密。中央主管機關在不危害您的隱私情況下，依法有權檢視您的資料。</li> <li>3. 新資訊之提供，過程中如有新資訊可能影響您繼續參與本研究意願的任</li> </ol>			

何重大發現，都將即時提供給您。

4. 損害賠償或保險，您簽署本知情同意書後，在相關學習與成績評量上之權益與法律上的任何權利皆不會因此受影響。

#### 七、中止研究參與或退出

您可自由決定是否參加本研究，研究過程中不需要任何理由，可隨時撤回同意或退出研究。如果您拒絕參加或退出，將不會引起任何不愉快，也不會有任何的懲罰，更不會損及您的任何權益。若您決定撤回同意或退出研究，可透過（請填寫下方撤回方式）進行，計畫主持人將會（依參與者下方填寫方式，後續處理相關資料）。研究計畫主持人或研究計畫贊助或監督單位，也可能於必要時中止該研究之進行。

若您決定退出本研究時(請勾選)：

同意研究者使用已提供之資料。

不同意研究者使用已提供之資料，研究者應將該資料銷毀。

#### 八、研究可能衍生之商業利益及其應用之約定

本研究資料內容僅供教學課程修訂參考與學術論文使用並發表，不做任何其他用途。

#### 九、研究材料之保存期限及運用規劃

本研究所獲得之研究資料，以電子方式儲存至加密資料夾中，分析資料之內容已去連結。保存期限為論文發表後五年，到期後將其資料全數刪除。資料內容僅供教學課程修訂參考與學術論文使用並發表，不做任何其他用途。

#### 十、研究主持人/研究人員聲明

計畫主持人或研究說明者已詳細解釋有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，及可能產生的風險與益處。

研究主持人

正楷姓名：周志銘 簽名： 日期： 年 月 日

研究說明者（擔任本研究計畫職稱：計畫主持人）

正楷姓名： 簽名： 日期： 年 月 日

#### 十一、參與者聲明

計畫主持人或研究說明者已完整地向本人說明本研究之性質與目的，且已回答本人有關研究的問題，同時也解釋本人有權隨時退出研究。

研究參與者

正楷姓名： 簽名： 日期： 年 月 日

※ 若本研究對象包括成年人與未成年人，請計畫主持人保留以下核選方塊，或是增加參與者出生年次資料欄位，以確認參與者已成年。未成年人者，需取得法定代理人同意。此項若無需要請刪除。

我已年滿 20 歲。+

法定代理人

正楷姓名： 簽名： 日期： 年 月 日

與參與者關係：

※ 參與者為無行為能力（未滿七歲之未成年人或禁治產人），由法定代理人為之；限制行為能力人（滿七歲以上之未成年人），應得其法定代理人之同意。