

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：PAG1090084

學門專案分類/Division：生技農科

執行期間/Funding Period：109/08/01~110/07/31

以師博課教學法與即時反饋系統改善生物化學實驗課程

Improvement of biochemistry laboratory course by using SPOCs and interactive response
system

生物化學實驗

Biochemistry laboratory

計畫主持人(Principal Investigator)：徐駿森

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣大學

成果報告公開日期：

■立即公開 □延後公開(統一於 2023 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2021/09/17

Improvement of biochemistry laboratory course by using SPOCs and interactive response system

一. 報告內文(Content)

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

生物化學實驗課，是學習了生化課程後，能夠真實體驗實驗操作以及驗證課堂教學內容的實作課程，同時也為日後無論進入生命科學領域基礎研究或是生技產業應用打下厚實的基礎。好的實驗課程總能喚起學生在一般課程學習的知識並了解當初所學為何。甚至有些同學是擅於做中學，好的實驗課程會建立其信心以及強化知識背景學習的動力。

雖說實驗課應該是很有趣，但也由於為了讓這些實作生手有些驗證實驗成功與否的依據，實驗課程內容設計有別於研究室的研究主題，基本上都是別人已經試驗過的實驗，且實驗課程時間較為冗長，如何將實驗課變得有趣似乎是一個常被討論的問題。而實驗課程時間較為因此在教學現場最常遇到的問題如下：

(1)實作教學內容過於龐大：由於整套生化實驗課程希望能完整的設計，可讓學生學習到核酸到蛋白質的實驗細節。此外，科學的日新月異，也使得實驗講解內容勢必跟著進展而提升。然而在課程時間還是一樣多的情況下，很難在課堂時間做完整的介紹和講授。

(2)研習學生知識背景不一：修習台大校總區生化實驗課的同學共有四班次，分別來自獸醫系、植微系、動科系等生農學院背景。也會有部分公衛系、護理系等醫學院背景。這些科系雖為生命科學相關，但是對於生化相關知識學習的背景與重視程度也相當具有差異度，又或是較注重基礎或是強調應用與臨床的學習。因此如何強化學生的學習動機進而引起其學習興趣是教學上的難題。

(3)學生學習成效不易評量：實驗課程在背景知識與操作講解後，接下來即為動手實作。這當然是實驗課程最重要的部分，但也難以對於這兩階段過程學生的學習，做有效的評量。甚至或許同學會抱著實驗課就是等待，時間到了就可以走人的想法。事後評量的方式無法當場了解學生狀況也無法即刻得知教學成效。

臺灣大學校總區生化實驗課程在近幾年不斷的精修內容以及嘗試新的教學法，希望能提升修課同學的學習興趣與學習成效。在過去既有的教學改善基礎之上，本教學實踐計畫希望能夠重整這些資源與方法，更全面性的解決上述三個教學現場的問題。

2. 文獻探討(Literature Review)

目前已有許多不同概念的教學模式與實踐方法被提出，並應用在教學現場，如磨課師(MOOCs, Massive Open Online Courses)(1)。而在學校的教學現場，為顧及可掌握學生的學習過程並提升師生的互動體驗，因此又衍生出人數較少或因課程特性而有人數限制的小規模限制性線上課程 (SPOCs, Small Private Online

Courses)，被稱為師博課(2,3)。此外，如果能夠利用一些問題導向的方式，讓學生由被動學習轉換成主動學習，在具有強烈動機下的學習，應能有更好的效果。我們稱之為問題導向學習法(PBL, ProblemBased Learning)(4)，可以解決實際問題作為教學核心，並在教學過程中引導學生有批判性思考。若能更進一步配合即時回饋系統，以及設置討論模式，讓實驗課程的設計以解決問題為導向，再讓學生從操作過程中學習技術操作以及解決問題的方法，並於問答與討論中深刻學習。

3. 研究問題(Research Question)

於上述國立臺灣大學校總區一週四班實作課程，在教學現場面臨到數個需要解決的問題。

問題一：實作教學內容過於龐大。由於整套生化實驗課程希望能完整的設計，可讓學生學習到核酸到蛋白質的實驗細節。此外，科學的日新月異，也使得實驗講解內容勢必跟著進展而提升。然而在課程時間還是一樣多的情況下，很難在課堂時間做完整的介紹和講授，通常需要同學採取預習，在報告撰寫部分也都要求有預報的準備。如果能有線上課程提供同學事先閱覽，在課堂上的教學勢必事半功倍。

問題二：研習學生知識背景不一。修習台大校總區生化實驗課的同學共有四次，分別來自獸醫系、植微系、動科系等生農學院背景。也會有部分公衛系、護理系等醫學院背景。這些科系雖為生命科學相關，但是對於生化相關知識學習的背景與重視程度也相當具有差異度，又或是較注重基礎或是強調應用與臨床的學習。因此如何強化學生的學習動機進而引起其學習興趣是教學上的難題。且面對技術原理專業知識的專有名詞與形容，感受枯燥與艱澀。除了事先預習而在課堂上再次說明可提升學習效率外，利用一些遊戲方法作為測驗及改變課堂氣氛也能加強學習效果。

問題三：學生學習成效不易評量。實驗課程在背景知識與操作講解後，接下來即為動手實作。這當然是實驗課程最重要的部分，但也難以對於這兩階段過程學生的學習，做有效的評量。因此遊戲中的過關模式猶如測驗，但也較有樂趣。而若有反饋回答的評估，更能在實驗現場即刻了解學生的吸收程度。因此針對這三大問題，申請人考慮在生化實驗課程的講授部分加入師博課的線上生化教材學習，並藉由實行目前開發中的生化教材闖關遊戲來改善實驗課程的上課氛圍，同時即時反饋系統的使用，可與闖關遊戲一起評估同學的學習效果。藉由整合這些過去已部分嘗試實施的方法，尋求一個完整的解決方案，於是形成此生物化學實驗課程教學實踐研究計畫之動機與構想。

因此對於上述生物化學實驗課程部分教學現場所遇到的問題，申請人準備以台灣大學校總區四個班級的生化實驗課作為對象，透過教材教案更新與教學方法改良，將課程規劃與教學策略重新調整，把數個教學概念引入，包含小規模限制性線上課程(SPOCs)、生化教材闖關遊戲的引入。來提升學習成效與克服教學困境。同時，適切的教學評量與問卷以及即時反饋系統也會介入，作為研究此教學實踐內容的客觀數據分析，以及提供其他教授此科目或不同科目之教師的教學參考依據。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本教學實踐計畫打算利用申請人於下學期參與教學的四班次生物化學實驗課程為執行目標，此課程為三學分課程，一個班級修課人數約為 40 人。實施過程中，亦打算和修課同學逐一討論學習成效與意見交流，藉此歸納與調查教學實踐之成效。並至少達成三個目標：

- (1)學生應可將生物化學實驗原理部分，皆由線上生化教材的自學後，經由課堂上老師的再次講解與討論，更能掌握決定實驗成敗重要的基本原理。
- (2)未來進入學術界或產業界的學生，應可將厚實的實驗基本原理與概念以及問題導向探索的能力，發揮在現場面臨的生化科學探索與產業應用上。
- (3)導入闖關遊戲與即時反饋系統的實驗課程中學習，幫助扎實的思考，發現問題到解決問題，對於未來其他事物的學習和思考也將有幫助與啟發。

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

(1) 教學過程與成果

今年面對疫情而無法實體上課，對於實驗課程即是一大挑戰。所幸在過去的授課過程，我們已經開始採用即時回饋系統與闖關遊戲於部分實驗。此外，也由於必須遠距教學，使得線上課程的部分以及線上討論的介入，成為必要的方法。讓原本要增加的部分，變成主要且必要的授課方法。

(2) 教師教學反思

面對疫情肆虐，實驗課這類強調動手做的課程，面對了最大的衝擊。雖說師博課與線上討論本來就是希望增加的項目，但是是否能夠發展一些方法，讓實驗課能夠「停課不停學」，恐怕也是要即刻投入心力的項目。

(3) 學生學習回饋

整體而言，我們補強了線上課程與討論的部分，雖疫情關係，即時回饋系統未能於今年於「現場」演練，但已可知道過往學生對此項增進內容是給予正面的肯定。

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

我們提出的教學實踐計畫，實際上內容相當龐大，並非一次性的計畫得已完成。但也因如此，在過去尚未有計畫資助，臺灣大學的生物化學實驗就開始嘗試著進行一些即時回饋系統與配合生化教材開發，來提升學生的學習成效。藉此計畫可以將師博課等方法引進，增加學生的學習時間與深度，對原本總覺得時間不夠用的實驗課，是一個有效的方法。然而疫情改變了許多授課方法，原本需大力推動的線上同步或非同步課程已變成日常。未來此類課程真正的挑戰，在於一些實作課程著重的動手做以及是否面對面為更有效的「即時回饋」方法，這些問題也在生物化學實驗面對疫情時浮現。

二. 參考文獻(References)

1. 劉光夏(2016)。磨課師設計類學習者自我效能與學習表現之關係。教育研究月刊，272，88-102。
2. 黃能富(2015)。磨課師(MOOCs)與師博課(SPOCs)協同授課之翻轉教學法。國家教育研究院教育脈動電子期刊，1，1-8。
3. 劉怡甫(2014)。從 anti-MOOC 風潮談 MOOCs 轉型與 SPOCs 擅場。評鑑雙月刊，48，36-41。
4. 李坤崇(2012)。問題導向學習的特色與模式。教育研究月刊，220，104-114。

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。

課程大綱與各式增設線上課程、闖關遊戲、即時回饋及線上討論等輔助內容。

課程大綱 109-2 生化實驗課程進度表

1 02/23~02/26 分組•蛋白質單元授課

2 03/02~03/05 基本操作•蛋白質純化•蛋白質定量

3 03/09~03/12 蛋白質電泳•膠片染色•電泳轉印

4 03/16~03/19 免疫染色•ELISA

5 03/23~03/26 酵素活性分析(AP 活性分析)

6 03/30~04/02

7 04/06~04/09

8 04/13~04/16 基因檢測單元實作(ALDH 檢測)

9 04/20~04/23 期中考週•助教預作實驗

10 04/27~04/30 分子生物學實驗單元授課

11 05/04~05/07 Miniprep • DNA 定量 • PCR

12 05/11~05/14 Restriction Digestion • DNA 電泳

13 05/18~05/21 肉品鑑定(I)•原理講解•DNA 抽取•PCR•毛細管電泳

14 05/25~05/28 肉品鑑定(II)•鑑識科學介紹•數據分析與討論

15 06/01~06/04 蛋白質結晶學原理與實作

16 06/08~06/11 生化實驗期末測驗

17 06/15~06/18 補做實驗

Introduction to Structural Biology



Department of Agricultural Chemistry,
Program of Genome and Systems Biology,
National Taiwan University
徐駿森

Structural and Chemical Biology Lab

上傳：何佳幸
日期：2021-05-17
觀看：168

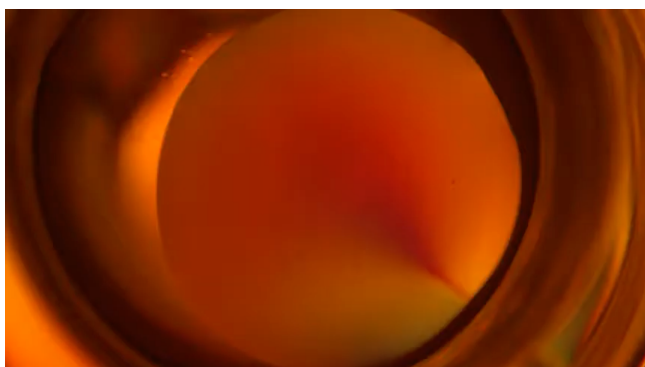
1. 結構生物學教學錄影 1:04:24



結構生物學教學錄影
1:04:24, 2021-05-17, 更新時間 05-17, by 何佳幸

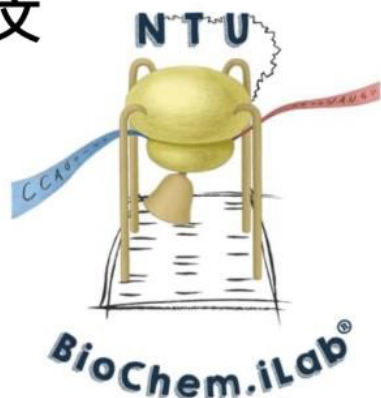
影片加值索引筆記討論全螢幕

預錄影片提供學生提早預習，後續搭配討論區學習。



提供更詳細實驗原理與實作內容，例如蛋白質結晶變化過程，以縮時攝影可給予更具體理解。

開頭文



中文發音

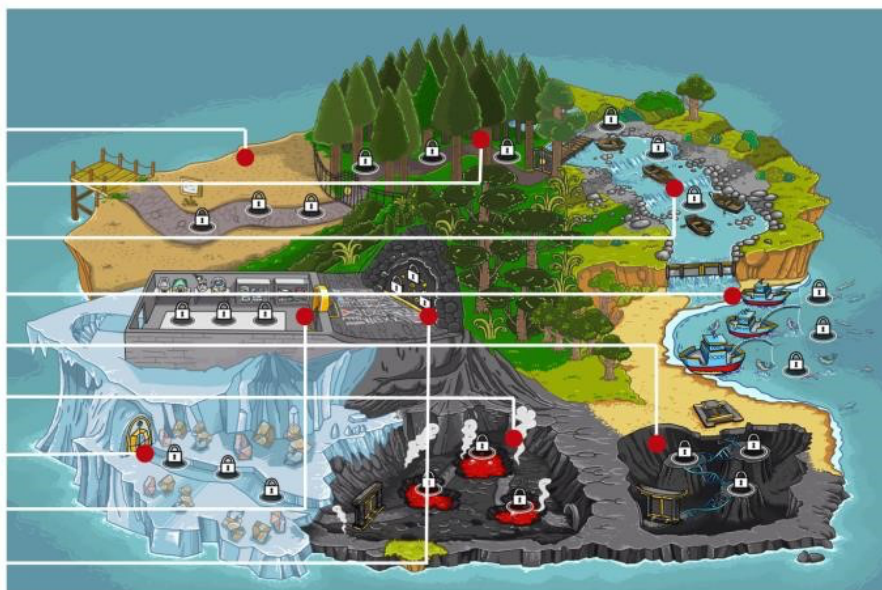
英文發音



開發中之闖關遊戲，可用於學生學習與評量。

九關卡主題地圖

1. 沙地 - 蛋白質的萃取
2. 叢林 - 蛋白質的純化
3. 河流 - 電泳
4. 海岸 - 偵測
5. 密道 - 核酸定序及重組
6. 地熱 - 聚合酶連鎖反應
7. 冰窖 - 蛋白質結晶
8. 倉庫 - 基本器材
9. 大門 - 環安衛



以螢光蛋白為主題材料的生化實驗課，搭配以尋找螢光寶石的闖關遊戲。



藥品基礎知識

Q:

如果進行反應時所配製的反應溶液必須添加鹽類，但是在反應完成後，擬從事電泳實驗，為避免鹽類干擾電泳結果，欲先除去反應溶液中的鹽類，可怎麼辦？

A:

可將反應完成後的溶液進行透析。利用小分子或鹽類可通過有孔洞的濾膜，而大分子無法通過的原理，將含有生物分子的溶液封入濾膜形成的小袋子，沉入大量低鹽或欲置換的溶液中，攪拌六至八小時，使其達到平衡，然後更換一次外部的溶液，再待平衡，即可取出。



A3透析動畫

設置關卡，以回答或選擇答案方式尋求過關。

台大生技中心學習系統
搜尋
線上人數: 1
手機版
系統教學
登入
註冊

嶄新的翻轉學習平台

ee-class 易課平台 功能特色

簡單直覺的線上教室設計 + 完整的學習記錄與分析，
實現「因材施教」的教育夢想。

公告
歷史公告

歡迎使用台大生技中心學習系統

公告期間: 2015-05-15 -

簡單直覺的線上教室設計 + 完整的學習記錄與分析，實現「因材施教」的教育夢想。
對系統或是線上開課有任何問題嗎？請先試上我們的 [範例課程](#)，即可快速掌握線上開課的秘訣。

目前開放台大教師註冊帳號後經啟用即可利用(帳號啟用時會寄通知)
欲開設課程請於帳號啟用後至頁面右上方開課申請選單中填寫課程相關資料送出
系統收到資料兩天內即會完成開課審核
教師就可以正式上傳教材或設計課程活動及進行課程設定
有任何問題請e-mail至instboch@ntu.edu.tw

社群分享
3 讚
Tweet

目前建置之學習系統與即時反饋系統，同學以手機登入後，可連線作答。

陳翰
06-01

16 樓

在經過關於結構生物學相關知識的查詢後，我發現目前在解析蛋白質結構的領域裡，無論是利用X-ray crystallography, NMR或是cryo-EM等，都面臨到一個瓶頸，就是這些結構解析的技術已漸趨飽和，但是每年卻不斷發現許多新的蛋白質結構。而在取得這些蛋白質後，如何建立出適合解析的狀態、如何純化出待解析的部分、如何大量表達，都是在解構的過程中一併會面臨的技術瓶頸。

有趣的是，結構生物學也可以應用在醫藥領域。例如，我們可以在了解一個病毒的致病機制後，去解構機制中重要的蛋白質分子，並藉由藥物設計去模仿製作出高專一性的藥物，以競爭機制中的結合位，進而達到用藥安全的提升（像是降低免疫反應、減少副作用）。

因此，在現今也有許多的分支領域站在結構生物學的肩膀上，進行更多生物化學的應用。如何解析出一個蛋白質的結構往往不再是研究的結果，反而是一個研究主題的出發點。

1
+1

引用

劉威廷
06-02

17 樓

何佳幸 (5 樓)

x射線晶體學、核磁共振及冷凍電鏡（cryo-EM）都是用來解析蛋白質3D結構的技術。同學可以延伸說明這些技術的優勢與限制！先來看...

X射線晶體學 X-ray crystallography

- 原理：蛋白質分子整齊排列而成的晶體，經由 X-ray 繞射後產生的繞射圖形與其他獲取數據時的系統參數，藉由傅立葉轉換（Fourier transform）等數學運算後，獲得蛋白質在晶體狀態下靜態結構的電子雲密度圖。蛋白質晶體內部含水量有 40-60%，所以雖然是晶體狀態下靜態的結構，其特性與生理狀態上仍十分接近。
- 優勢：與其他結構生物學工具相比，X-ray crystallography 是目前獲得高解析度結構最有效的方式。
- 限制：X-ray crystallography 對於樣本最大的要求就是要有適當的結晶。而要能達成這個目標，蛋白質樣本的濃度至少需要為 10 mg/mL、均質且純度大於 95% 的樣本來當作篩選結晶的條件。
- 現況：目前最新的光束線設置方法為自由電子雷射 X-ray Free Electron Laser (XFEL) 可以說是次世代研究中最佳的光源設

在學習系統上以發問作答、分析實驗數據與討論取代測驗，培養學生分析圖表與數據的能力。