

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： MOE-113-TPRAG-0012-003Y1

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

學門專案分類/Division： 生技農科學門

申請年度/Project Period： 113 年度☒一年期 ☐多年期

產學合一 分子診斷學

配合課程名稱： 分子診斷學

計畫主持人(Principal Investigator)： 李定宇

協同主持人(Co-Principal Investigator)： 黃盈蓉

執行機構及系所(Institution/Department/Program)： 國立臺灣海洋大學 生命科學暨生物
科技學系

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 9 月 19 日

(產學合一 分子診斷學)

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的

教學動機

(1) 教學現場發現生科教學“重基礎，輕實用”，及學生“死背求高分”的現況

現今教學現場教學方式皆使用傳統教學法，授課內容主要以教科書及補充資料教導學生，此方式過度依賴教科書內死板的文字及圖表，雖然可以達到基礎知識傳授的目的，但僅局限於教科書基礎知識內容，讓學生憑空想像，缺乏與實質應用（如學術應用與生技產業應用），並且可以從學生教學回饋問題顯現學生對於基礎知識實質應用不了解。長期使用傳統教學法易使學生感覺無趣，降低求學慾望，更嚴重的問題在於上行下效，造成學生遵循老師的教學方式，“死背求高分，對實用不求甚解”。

(2) 學生界盛傳“一日生科、終生科科”認為“學習無用，對知識應用不了解”

學生界盛傳對生科錯誤扭曲的口號“一日生科、終生科科”，不只在全國大專院校盛傳，甚至連全國高中生及家長都得知此訊息，導致全國高中生對生物科技領域望之怯步，造成生科學生族群及生科人才嚴重流失。最令人擔憂的是從大學生常使用的網路論壇 Dcard 上發現，連就讀生物科技本科系的學生，雖對生物科技的基礎知識有所了解，但對生科知識有何用處十分陌生，也認為生科“學了無用”，再次驗證教學現場發現的問題“學生對生科知識如何實用不了解”，急需改善現況。

(3) 導生訪談與業界主管反饋再次驗證學生對於產學應用知識陌生及渴望

從導生訪談與業界主管反饋再次驗證了上述在教學現場所發現的問題，計畫主持人從導生訪談發現，學生常見問題如下：老師，我不知道未來要投入學術研究還是產業界？畢業後進入學術研究或產業界需要那些技能？學這些生物科技課程有用嗎？學到知識如何應用？對於未來就業有幫助嗎？另一方面計畫主持人從計畫合作的業界主管反饋發現，生科學生大多具有基礎學識能力，但對於業界需求及相關技術能力極度缺乏，強烈建議於大學授課時可以導入業界需求及所需技術。

教學目的

本計畫主要目的在於建構集結基礎知識、學術研究、產業應用三位一體的一條龍式教學模板，以教學設計與方法從教學內容、方式、師資、場域進行全面性翻轉，將基礎知識、學術應用、產業應用、實作學習等教學拼圖拼入教學模板中，改變學生對於生物科技認知及解決教學現場發現問題，讓學生從原本的知識背誦者變為實質應用者，了解“學以致用”的最大精隨。此外，也希望可以讓生科學生提早與未來就業知識接軌，了解就業所需及知識，讓學生知道上課學習對未來求職智能增進有很大助益，將可以讓學生“因了解重要性而學習”，提高學習動力。除此之外，本計畫規劃將申請人的“研究”導入“教學”，建構，使申請人教學與研究能夠相互融合，相輔相成，以達到教學實踐計畫的重要精神與目的。先以生科領域具高度實用性課程“分子診斷學”試行建立教學模板，期許可以作為敲門磚，之後廣泛推廣應用於各大生物科技相關課程，以解決生科教學“重基礎知識，輕實質應用”及學生“死背求高分，輕實用”的現況，更期許可以破除“一日生科，終生科科”的謠言，讓學生重拾對生物科技的信心與興趣，提升教學成效與品質。



2. 研究問題

本計畫從教學現場發現生科教學“重基礎，輕實用”及學生“死背求高分、對知識應用不了解”的現況、也從學生界發現盛傳“一日生科、終生科科”錯誤謠言及“學習生科知識無用”錯誤觀念、更從導生訪談及業界主管反饋再次發現學生對於應用知識的陌生及渴望，因此急需透過嶄新教學設計及教學方法，將基礎知識、學術應用、產業應用、實作學習等教學拼圖進行融合，建構全方位教學模板，解決上述教學現場發現問題，以發揮“學以致用”的最大效用。

3. 文獻探討

生物科技 (Biotechnology) 是一門多學科領域知識，為實現生物體知識在產品和服務中應用的重要學問 [1]。美國化學學會及歐洲生技協會更進一步定義為各種產業對生物之學習應用及相關產品與技術服務的整合型學問 [2-3]。綜觀以上，可以發現生物科技是一門集結基礎知識與實用科學的跨領域知識，近年來，生物科技飛快發展成各式具有經濟價值的產業，包括分子診斷、藥物研發、快篩試劑、疫苗治療……等。生技產業蓬勃發展，人才需求也急速增加，讓生物科技成為 21 世紀最受矚目的重要科技之一。理論上生物科技系學生應該對於生物科技未來充滿憧憬與希望，但近年來在全國學生界發生一個奇怪的現象，學生覺得生物科技領域是一門基礎知識且沒用的學科，甚至在全國學生常用的 DCARD 與靠北生科論壇上，盛傳『一日生科，終生科科』的錯誤謠言，處處可以感受到學生對生科領域喪失信心及深感失望。更在國內生科領域教學發現教師重基礎學識、輕實質應用，因此造就了學生在學期間著重於學習基礎知識，最後造成學生畢業後“空有理論基礎，缺乏實用知識”，最後導致於生科學生認為生物科技是一門“學了無用”的科學。

『教學』被定義為是教學者 (ex: 老師) 透過教學設計，運用適當教學設計與教學方法，使學習者 (ex: 學生) 獲得基礎知識、行為技能、與道德價值的教學與互動歷程 [4-5]。傳統教學設計著重於追求教科書知識，並視為知識權威，並利用活動與作業檢視學生學習成效，強調機械式記憶背誦，模仿、與練習，常導向單向傳授教學 [4]。近年來教學設計與教學觀念轉變發展重視盒子外教學設計 (out of the box instructional design)，重視融入真實時空情境，讓學生在學習中產生知識，並透過一連串循序漸進的教學、傳達、建構真實情況的相關知識，並融入多元觀點來確定知識及創造知識彈性，讓學生互相學習、互助合作取得知識 [4]。

在眾多教學設計中，ADDIE (A (分析)、D (設計)、D (發展)、I (實施)、E (評估)) 是最常被使用的技能培育教學設計模式，常被使用於學校與企業進行學習者技能增進。主要是針對

教學現場進行 A (分析)後尋找問題所在，決定教學目標，針對問題進行 D (設計)教學模版與方法，將設計的內容進行 D (發展)，進而在教學現場進行 I (實施)、最後以科學方式進行 E (評估)成效 [6]。隨著時代進步更發展為反覆模式及三維模式 [7-8]，更加發現此 ADDIE 即時修正模式非常適合大學課程規劃與教學設計 [8]，尤其是技能提升等課程 [8-9]。近期學者更針對 SCOTEA 影響教學的重要因子 (S 學生、C 內容、O 教學目標、T 師資、E 環境、A 評量) 與 ADDIE 教學設計模式融合發展成創新教學模式，主要在 ADDIE 教學設計的每個步驟皆針對各種影響教學因子進行設計考量，以此方式試行於大學課程後，由學生教學回饋發現此教學設計模式具有很好教學成效 [5]。

教學方法在教學設計扮演樞紐角色，決定教學設計成敗。如先前所提，傳統教學法著重於由單一師資使用教科書進行【講述教學法】，進行單向傳授教學法，讓學生進行記憶背誦法，並以考試、作業方式評估教學成效。長期實施後發現傳統講述法容易著重於基礎知識，且教學缺乏實質應用，時間久後會造成教學方法單一、枯燥乏味、最後造成學生學習成效低落。二十一世紀後逐漸延伸出許多嶄新的教學方法，與實務應用相關的常見如下【專家傳授法】、【經驗學習法】、【演示教學法】、【實地學習法】、【專題導向性學習】、【問題導向性學習法】、【探索式學習法】、【實作學習法】。目前最常見的教學設計是會保留一部分【講述教學法】，再經由評估教學現場問題後，融入適合的教學方法，系統性整合後成為最適合教學現場的教學模式。【專家傳授法】常使用專家開發受教者(ex:學生)的特定技能，讓受教者了解如何將技能應用於工作中，所以是在課程中邀請專家學者，針對其專長領域進行授課，教導學生專家學者專長的領域 [10]；【經驗學習法】經驗被認為是理論與實務間的最佳聯結，因此此教學方法是由具有經驗及知識的專家學者傳授相關經驗與知識，除了讓學生了解基礎知識，更進一步融入經驗與實質應用 [11]；【演示教學法】由具經驗知識的專家學者實際展演技術給學生看，取代講述教學法，提供學生觀察學習的機會讓學生可以了解技術實際如何運作，縮短理論與實踐的距離 [12]；【實地學習法】則是將教學現場由校園教室轉移到產業或技術場所，進行實地參訪，讓學生現場觀察產業或技術如何實質運作 [13]；【問題/專題導向性學習法】、【探索式學習法】、【實作學習法】這三種學習方式近年來非常熱門被應用在應用課程的教學上，【問題/專題導向性學習法】主要是由專家學者設計與真實情況相關的問題或專題，並設定教學目標與引導方向，將學生進行分組互助合作提出解決問題或專題的策略，需要學生將知識、技能、訓練內化後，將核心技能轉為特定環境下對實質問題的解決能力，在解決問題或執行專題的過程中，學生即進行問題/專題導向性進行學習 [14-15]。【探索式學習法】則是尋找解決策略的過程中，經由探索問題，亦能獲得許多知識 [16]；【實作學習法】則是在課堂上設計實作學習主題，讓學生實際動手操作，從體驗實作中，學習經驗及實作能力，近年來這些教學方式都被應用在課程教學中[17]。

4. 教學設計與規劃

因此本研究希望將使用最常被使用的技能培育教學設計模式 ADDIE 針對教學現場的影響教學因子 SCOTEA 進行分析，進一步根據教學現場需求融入教學方法【專家傳授法】、【經驗學習法】、【演示教學法】、【實地學習法】、【專題導向性學習】、【問題導向性學習法】、【探索式學習法】、【實作學習法】，導入學術研究與生技產業實質應用知識，建構一套集結基礎知識、學術研究、產業應用三位一體的嶄新教學方式，最後整合建構成多元創新教學模板，期許未來廣泛推廣使用於生物科技等重要課程，以解決目前國內生科領域教師重生物科技基礎

學識、輕實質應用的現況，更重要的是扭轉學生『一日生科，終生科科』的錯誤觀念，引發學生學習動機，提升學習成效，並改善學生畢業後“空有理論基礎，缺乏實用知識”的問題。

ADDIE 教學設計如下：

針對影響教學因子 (S(學生) C(內容) O(目標) T(教師) E(環境) A(評量))，進行 ADDIE 教學設計 (A(分析)、D(設計)、D(發展)、I(實施)、E(評估))

➤ **A(分析)：分析教學現場問題，設立教學目標**

S(學生)：修課學生已具備基本知能，對實用不了解

C(內容)：以傳統教學法教導教科書內容

O(目標)：課程目標著重學習教科書知識

T(教師)：受限於教師專長，教師對臨床及產業應用並不專精。

E(環境)：拘限在校園教室搭配投影機進行講授教學

A(評量)：以期中、期末進行筆試，容易導致學生死背知識。

➤ **D(設計)：依照分析問題，進行教學設計，解決問題**

S(學生)：已具備基本知能，但對實用不了解

教學設計：改為增強學生實質應用知識

C(內容)：內容以教科書搭配傳統教學法，局限教科書內容

教學設計：融入問題導向式學習、動手做做看

O(目標)：課程目標著重學習教科書知識

教學設計：建構集結基礎知識、學術研究、產業應用三位一體嶄新教學模板

T(教師)：受限於教師專長，對臨床及產業應用並不專精。

教學設計：融入專業師資，以專業領導教學

E(環境)：目前在大學校園教室，以投影片方式進行講授教學

教學設計：新增教學場域精密儀器中心、生技公司，實驗教室實作。

A(評量)：以期中、期末考進行筆試評量，不易使學生了解知識應用，且容易導致學生死背教科書知識。

教學設計：評量改為問題導向式簡報，並新增實作報告。

➤ **D(發展)：以教學設計發展教學內容、教具、場域，改善教學現況**

內容發展：從原本教科書內的基礎知識，發展學術研究加入(基礎研究及臨床研究)及發展生技產業加入(耗材、技術服務、及儀器產業)不同面向。並融入動手做做看進行蝦子疾病檢測。

教具發展：由生硬死板的教科書圖表內容，發展融入分子檢驗試劑及嶄新儀器(PCR 搭配毛细管電泳)。

場域發展：由大學校園教室以投影片介紹，發展為精密儀器中心(內含螢光顯微、qPCR、HPLC…)、生技公司、及實驗教室。

➤ **I(實施)：我們分為四個階段、七大主題實施集結基礎知識、學術研究、產業應用三位一體的嶄新教學模式，期許改變教學現況。**

本計劃分成四大階段逐步實施七大主題，第一階段：分子診斷基礎知識建立(1-7週)，實施主

題一、認識分子診斷學與相關技術，此階段由大學教師（計畫主持人）以教科書教導學生分子診斷學基礎知識。第二階段：分子診斷在學術研究的應用（8-10 週），實施主題二、分子診斷在基礎研究、臨床研究的應用，由計畫主持人及臨床研究員（共同主持人）從基礎研究及臨床研究不同面向切入，教導學生分子診斷學的基礎與臨床研究應用，並帶學生參觀海洋大學 海洋中心的精密儀器中心，介紹嶄新分子診斷技術與應用。接著實施主題三、你會使用分子診斷進行基礎研究與臨床研究嗎？由大學教師與臨床研究員提出基礎研究與臨床研究常見問題，讓學生針對問題提出分子診斷策略進行分組報告，執行問題導向式學習。第三階段；分子診斷在生技產業的應用（11-15 週），實施主題四、分子診斷在生技耗材產業、技術服務產業、儀器產業的發展與應用？分別邀請生技耗材產業、技術服務產業、儀器產業等不同生技產業主管，由不同產業面向切入，教導學生分子診斷技術在不同生技產業的應用。主題五、實地參訪了解分子診斷在生技產業如何應用。將教學現場移到生技公司，由生技公司主管介紹生技公司如何實際應用分子診斷技術，讓學生進行實地學習。接著實施主題六、你會使用分子診斷進行產業應用嗎？由生技產業主管提出生技產業常見問題，讓學生針對問題提出分子診斷策略進行分組報告，執行問題導向式學習。最後第四階段：換你作作看-分子診斷如何應用（16 週），執行主題七：讓學生實際使用分子檢測技術進行疾病檢測，實現“做中學、學中做”，從實作中學習，讓學生具備實戰能力。

➤ E（評估）：我們規劃每堂課使用即時互動軟體即時了解學生學習狀況，並以準實驗研究法比較教學現場改變前 vs. 改變後課程學習問卷、比較 112（改變前）vs. 113 學年（改變後）學生學期成績，評估學生學習成效。

A. 使用 SLIDO 即時互動軟體即時評估學生學習成效，隨時滾動式修正教學

B. 使用準實驗研究法（實驗組 vs. 對照組）比較不同階段課程學習問卷，了解教學現場改變後教學成效

C. 使用準實驗研究法（實驗組 vs. 對照組）比較修課學生 112 vs. 113 學年成績表現，了解教學現場改變後教學成效

D. 由學生期中分組、期末分組、實作報告評估學生“學以致用”能力，了解學生學習成效。

參考 2022 年林曜勝發表的融合 SCOTEA 教學影響因子及 ADDIE 教學設計學習問卷設計本計畫學習回饋問卷，設計如下表（總分 100 分），如下表：

『教學內容與設計』

題目	非常同意 (6 分)	同意 (5 分)	中立 (4 分)	不同意 (3 分)	非常不同意 (2 分)
課程內容包含分子診斷學 基礎知識					
課程內容有助了解 分子診斷學術研究應用					
課程內容有助了解分 子診斷在生技產業應用					
教師專長多元，有助於 增長分子診斷應用知識					

課程內容有助於你將分子
診斷知識實質應用

『教學方法與課程互動』

題目	非常同意 (7 分)	同意 (6 分)	中立 (5 分)	不同意 (4 分)	非常不同意 (3 分)
教學方法及內容 能教導分子診斷基礎知識					
教學方法有助於了解 分子診斷在學術研究應用					
教學方法有助於了解 分子診斷在生技產業應用					
展演學習及實際操作 有助了解技術應用					
課程導入探索問題 增加探索性與學習動力					

『學習成效與投入程度』

題目	非常同意 (7 分)	同意 (6 分)	中立 (5 分)	不同意 (4 分)	非常不同意 (3 分)
上課後我了解分子診斷 基礎知識					
上課後我對分子診斷在 學術研究應用有初步了解					
上課後讓我對分子診斷 在生技產業應用有初步了解					
上課內容豐富多元 不容易枯燥乏味					
這門課有助我學到東西 我會推薦學弟妹選修					

教學課程規劃：

產學合一 分子診斷學					
基礎知識建立	主題一、分子診斷學基礎知識的建立				
	週次	課程進度	授課教師	教學場域	教學方式
	1	分子診斷學簡介	李定宇老師	校園教室	講述教學
	2	檢體收集、處理、及相關檢測技術	李定宇老師	校園教室	講述教學
	3	胺基酸、胜肽、蛋白質、酵素及分子檢測技術	李定宇老師	校園教室	講述教學
	4	血脂、脂蛋白、Apo 蛋白及其他心血管危險因子	李定宇老師	校園教室	講述教學
	5	血液、尿液、及尿酸之分子檢測	李定宇老師	校園教室	講述教學
	6	腫瘤標記與癌症基因	李定宇老師	校園教室	講述教學
	7	其他分子診斷技術應用	李定宇老師	校園教室	講述教學
課程學習回饋問卷					
學術研究應用	主題二、分子診斷在基礎研究、臨床研究的應用？				
	8	基礎研究應用：如何使用分子診斷技術進行心血管疾病研究 嶄新分子診斷技術（海大 精密儀器中心 分子檢驗儀器 實機展示）	李定宇老師	校園教室 海洋中心 精密儀器中心	專家傳授 經驗學習 展示教學
	9	臨床研究應用：如何使用分子診斷技術（流式細胞儀、基因檢測、次世代定序（NGS）、生物資訊）進行血癌檢測、評估、與治療	林口長庚醫院 血液科 黃盈 蓉助研究員	校園教室	專家傳授 經驗學習
	主題三、你會使用分子診斷進行基礎研究與臨床研究嗎？				
	10	問題導向式學習（期中分組報告） 將老師提出基礎研究或臨床研究問題，學生應用所學尋找答案，提出分子診斷策略，進行分組報告	李定宇老師 林口長庚醫院 血液科 黃盈 蓉助研究員	校園教室	問題導向式學習、 探索式學習
生技產業應用	主題四、分子診斷在生技耗材產業、技術服務產業、儀器產業的發展與應用？				
	11	分子診斷在生技耗材產業的發展與應用及次世代定序與外泌體資訊	生技耗材公司 圖爾思 產品經理 Sam Hsian	校園教室	專家傳授 展示教學

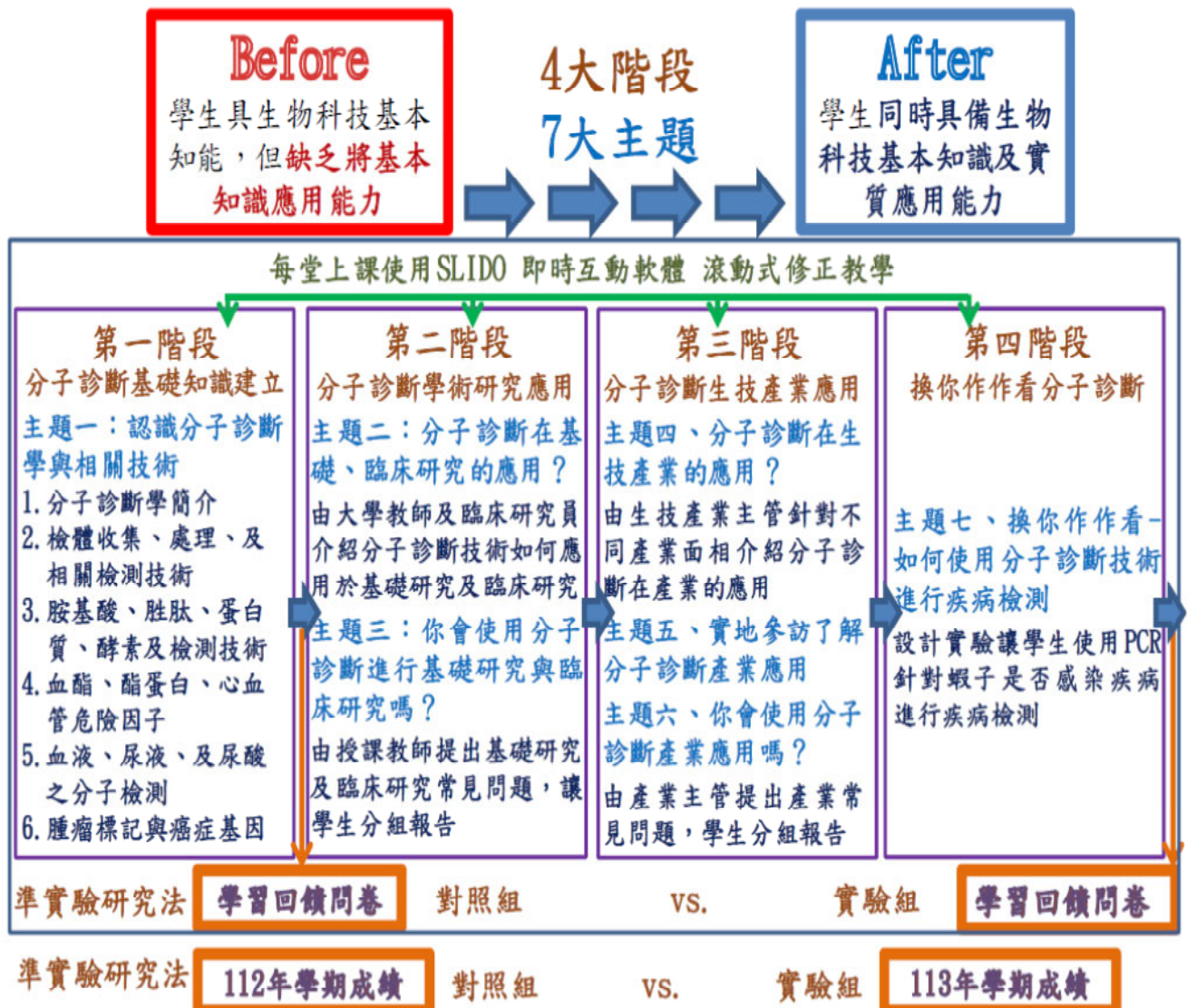
生 技 產 業 應 用	12	分子診斷技術在生技技術服務產業的發展與應用	生技技術服務公司 亞洲準譯 技術長 莊景凱	校園教室	專家傳授 經驗學習
	13	分子診斷技術在生技儀器產業的發展與應用-qPCR 搭配毛細管電泳	生技儀器公司 光鼎生技 業務發展部 總監 Alice Lin	校園教室	專家傳授 經驗學習
	主題五、實地參訪了解分子診斷在生技產業如何應用				
	14	生技公司實地參訪 (了解分子診斷技術在生技公司如何實質應用)	圖爾思公司 策略及商務發展 經理 劉永偉博士	生物科技 公司	實地學習
	主題六、你會使用分子診斷進行產業應用嗎？				
	15	問題導向式學習 (期末分組報告) 由產業主管提出生技產業常見問題，學生提出策略進行分組報告	李定宇老師	校園教室	問題導向 式學習、探 索式學習
實 作 學 習	主題七、換你作作看-分子診斷如何應用				
	16	換你作作看-分子診斷如何應用 學生親身體驗分子診斷疾病檢測	李定宇老師 林宏運老師	實驗教室	實作學習
	課程學習回饋問卷				

學生成績考核

期中分組報告 (30%)、期末分組報告 (30%)、實作學習報告 (20%)、平時表現 (20%)

5. 研究設計與執行方法

研究設計與執行規畫整體架構



(1) 研究問題意識

本計畫從教學實務經驗、教學現場問題、導生反饋、及業界主管反饋多面向觀察，發現現在生物科技系的學生具備豐厚的生科基礎知識，但對於如何將這些基礎知識應用於學術研究及產業發展極度缺乏。更進一步從教學現場出發針對各大影響教學因子進行分析、尋找問題，結果發現生科領域學生對如何將生技知識進行實質應用，充滿興趣渴望；但目前大多大學教師教學方式採用傳統教學法，只憑老師進行講述教學，且教學內容僅使用教科書教學，著重於基礎理論，單靠教課書中的文字圖表教學，雖然可以教導學生基礎知識，但常受限於教科書內的知識，且常以教科書上冰冷圖表紙上談兵，如此方式不易讓學生了解如何將所學知識進行實質應用，長期下來容易造成學生感覺無趣、學習單調，最後造成學習成效低落，更造成目前生科學生“重基礎知識，死背得高分，輕實質應用，不想動手做”的陋習，也造就目前生科畢業學生就業後發現當初大學學習的知識與產業完全脫節，過度追求理論，對於實質應用一竅不通，一進入職場後常發現所學不適應的狀況。因此急需翻轉現有課程的教學內容、方式、師資、場域，將基礎知識與學術研究及產業應用相互融合，建構一套集結基礎知

識、學術應用、產業應用三位一體的嶄新教學方式，以幫助學生了解如何將所學知識實質應用於學術研究及產業實用，也希望可以幫助學生了解目前學術研究及生技產業現況，提前與未來就業接軌，提升學生全方位能力。

(2) 研究目標

因此本計畫目標建構一套集結基礎知識、學術研究、產業應用三位一體的嶄新教學方式，以幫助學生了解如何將所學知識實質應用於學術研究及產業實用。我們從眾多生物科技系課程中，先選擇具有實用性的課程【分子診斷學】進行研究發展，期許可以建立教學模板，未來可以做為敲門磚，作為生科領域課程的仿效方式，全面對現今生技領域課程進行改變提升，增進實用價值，讓學生了解學習生科領域知識是實用、有價值的，最重要的是期許可以打破學生界盛傳的“一日生科、終生科科”的錯誤觀念。

(3) 研究對象與場域

研究對象：生命科學暨生物科技系 大三以上學生（目前修課人數 26 人）

大三以上學生已在大一、二修習生物科技領域基本知識，對於如何將這些知識實際應用具有極度渴望

試行課程：生命科學暨生物科技系 大三課程 【分子診斷學】

教學場域：目前教學現場拘限在大學校園教室

(4) 研究方法與工具

本計畫研究方法與工具將使用教學設計法 ADDIE (A (分析)、D (設計)、D (發展) I (實施)、E (評估)) 針對教學現場的各種教學影響因子 SCOTEA (S (學生)、C (內容) O (目標) T (教師) E (環境) A (評量)) 進行全面性教學設計，了解現在教學現場的各面向現況，分析問題所在，進一步針對問題進行教學設計融入如何將生技知識進行實質應用，分為四大階段、七大主題循序漸進來實施教學現場改變，最後搭配問題導向式學習及準實驗研究法評估此教學現場改變對教學品質與成效的影響。

本計畫規劃四大階段、七大主題使用教學方法與工具循序漸進改變教學現場，改變如下：

【教學內容】改變前：以教科書為主，內容拘限在分子診斷學基礎知識

教學現場改變：本計畫規畫除了原本分子診斷學的基礎知識，新增融入如何將分子診斷應用於基礎學術研究、臨床研究、各大生技產業；內容也新增由專業老師提出常見問題，讓學生分組報告分子診斷解決策略，從解決問題中練習實用；更加入實地參訪讓學生了解分子診斷在生技產業實際應用；最後課程內容規畫動手做做看，讓學生親身體驗如何以分子診斷技術進行疾病檢驗。

【教學師資】改變前：以大學教師教導分子診斷學基礎知識，師資單一化，容易侷限於大學教師專長。

教學現場改變：從單一師資改為多元化師資，新增醫院臨床研究員介紹分子診斷在臨床研究應用及不同生技產業主管（包括生技耗材產業、生技技術服務產業、生技儀器產業主管）介紹各大生技產業如何應用分子診斷技術。

【教學方法】改變前：由單一師資以『傳統教學法』為主，對分子診斷學基礎知識進行講述教學

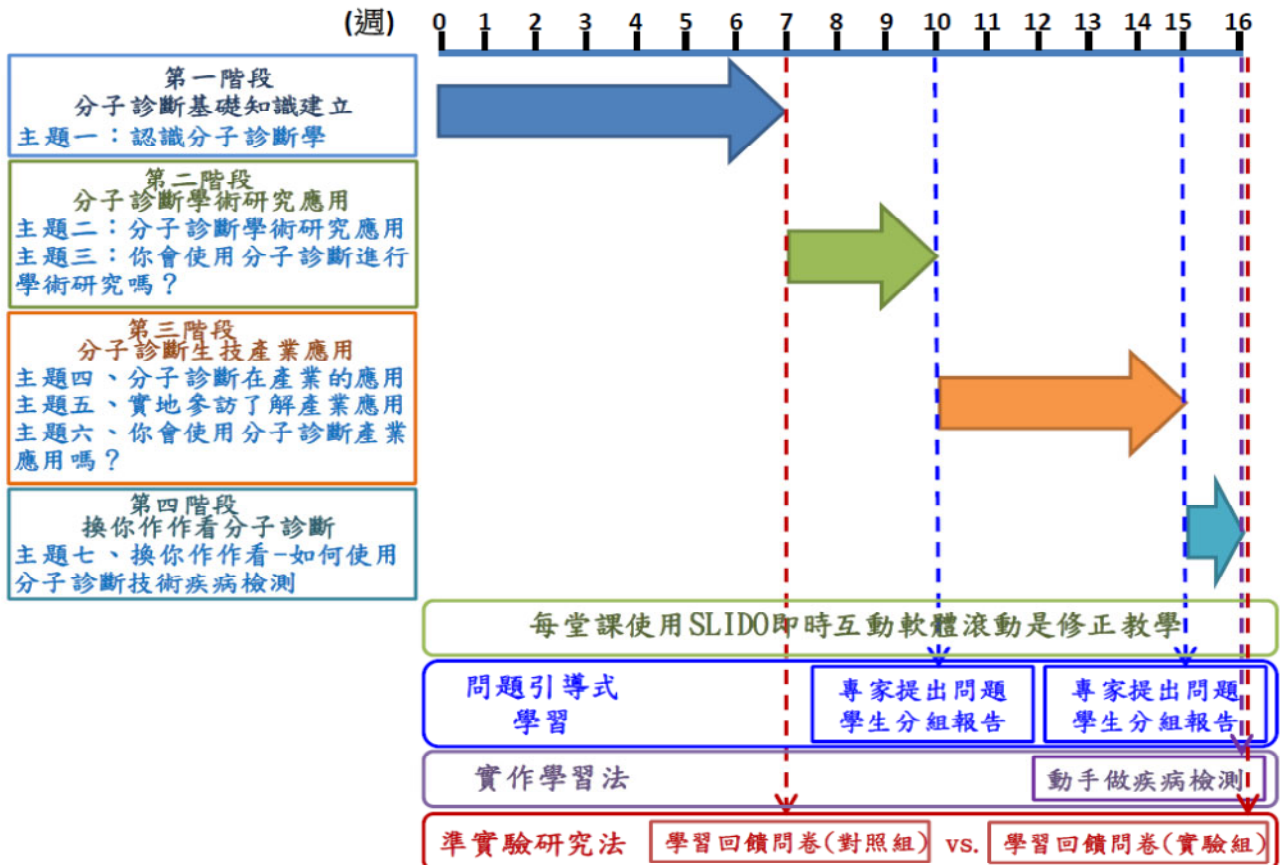
教學現場改變：除了原本的基礎知識講述教學，**新增由多元化師資針對其專長進行『專家傳授、經驗傳承』**，此外由業界主管進行『專家傳授』**示範給學生看生技產業如何使用嶄新分子診斷技術次世代定序與生物資訊偵測疾病。更新增『問題導向式學習法』及『探索式學習法』**由這些專家學者提出學術研究、生技產業常見問題，讓學生應用所學分組討論後提出分子診斷策略，進行報告，過程中學生可以從解決問題及探索問題進行學習。最後使用『實作學習法』動手做做看，設計實驗讓學生親身體驗使用分子檢測技術 PCR 進行疾病檢測，實踐“做中學、學中做”。

【評估教學現場改變後教學成效】改變前：使用學生平時表現、期中、期末考評估成效

教學現場改變後使用下列多面相方式評估對教學成效的影響：

- A. 隨堂使用 SLIDO 即時互動軟體，由參與答題學生數評估學生**課程參與度**，並以題目答對率了解學生**課程吸收狀況**。若發現不佳時，隨時對教學進行修正，達到**滾動式修正教學**的目的。此外四個階段的課程參與度及課程吸收狀況也可以幫助了解計畫實施成效。
- B. 使用準實驗研究法 (實驗組 vs. 對照組)比較教學現場改變前後反饋問卷，本計畫分為四階段對教學現場進行改變，**第一階段教學方式與改變前一樣同樣使用教科書進行講述教學**，教導基礎知識，因此我們在第一階段結束後，讓學生進行教學回饋問卷，問卷成績作為**對照組**。第二至二至四階段結束後，讓學生進行教學回饋問卷，問卷成績作為**實驗組**。最後使用統計分析軟體進行評估， $P\text{ value} < 0.05$ 視為具有顯著差異，評估教學現場改變後是否對教學品質與教學成效有所助益。
- C. 使用準實驗研究法 (實驗組 vs. 對照組)比較修課學生 112 vs. 113 學年成績表現，112 年為教學現場改變前，學生成績視為**對照組**。**113 年則為使用教學計畫對教學現場進行改變後**，學生成績視為**實驗組**。最後使用統計分析軟體進行評估， $P\text{ value} < 0.05$ 為具有顯著差異，評估教學現場改變後是否對教學品質、與教學成效有所助益。
- D. 由學生針對專家所提問題，應用本身所學尋找答案，並與同學討論後提出的分子診斷策略報告，評估學生學習吸收狀況，是否真的能夠將所學知識學以致用，評估學習成效。
- E. 由動手做做看實作環節，由學生實作學習報告可觀察學生是否可以實際使用分子診斷技術檢測疾病。

(5) 研究實施程序



6. 教學暨研究成果

(1) 教學過程與成果

1-1 計畫執行過程與各階段 SLIDO 隨堂監測成果

第一階段：基礎知識的建立

主題一、分子診斷學基礎知識

計畫執行-基礎知識建立

主題一：分子診斷學基礎知識

(對照組:為教學現場改變前的教學方式，使用傳統講述法)

課程主題	授課教師
分子診斷學簡介	李定宇
檢體收集、處理、及相關檢測技術	李定宇
胺基酸、胜肽、蛋白質、酵素及分子檢測技術	李定宇
血脂、脂蛋白、Apo蛋白及其他心血管危險因子	李定宇
血液、尿液、及尿酸之分子檢測	李定宇
腫瘤標記與癌症基因	李定宇

介紹分子診斷基礎知識



計畫執行-基礎知識建立 SLIDO 隨堂答對率 58%

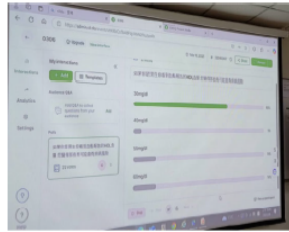
第一階段
基礎知識的建立
(對照組)

主題一：分子診斷學基礎知識

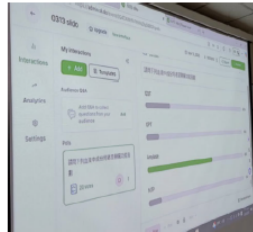
(對照組：為教學現場改變前的教學方式，使用傳統講述法)

課程主題	授課教師
分子診斷學簡介	李定宇
檢體收集、處理、及相關檢測技術	李定宇
胺基酸、胜肽、蛋白質、酵素及分子檢測技術	李定宇
血脂、脂蛋白、Apo 蛋白及其他心血管危險因子	李定宇
血液、尿液、及尿酸之分子檢測	李定宇
腫瘤標記與癌症基因	李定宇

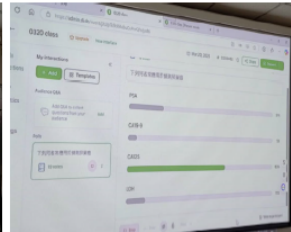
在對照組期間，每堂課使用 SLIDO 即時互動軟體，隨堂問題測試學生答對率



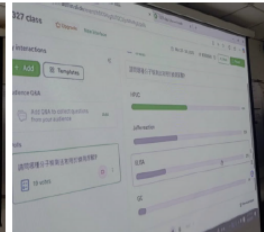
68%
114/03/06



60%
114/03/13



63%
114/03/20



42%
114/03/27

第一階段對照組 SLIDO 上課隨堂問題測試學生答對率 平均為 58%

第二階段：學術研究應用

主題二：分子診斷在基礎研究、臨床研究的應用

計畫執行-融入學術研究應用

第二階段
學術研究應用
(實驗組)

主題二：分子診斷在基礎研究、臨床研究的應用

(實驗組：開始進行教學現場改變，融入展示教學、專家傳授方式)

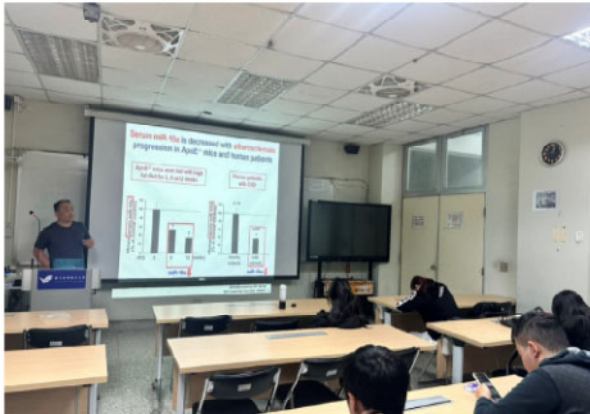
課程主題	授課教師
介紹嶄新分子診斷技術、參觀海洋大學精密儀器中心	李定宇 & 海洋中心 助教
基礎研究應用：如何使用分子診斷技術進行心血管疾病研究	李定宇
臨床研究應用：如何使用分子診斷技術（流式細胞儀、基因檢測、次世代定序（NGS）、生物資訊）進行血癌檢測、評估、與治療	林口長庚 黃盈蓉研究員

以 2023 review paper 介紹嶄新分子診斷技術
在癌症診斷的應用，包括 ct DNA 及 miRNA，
打破課本框架

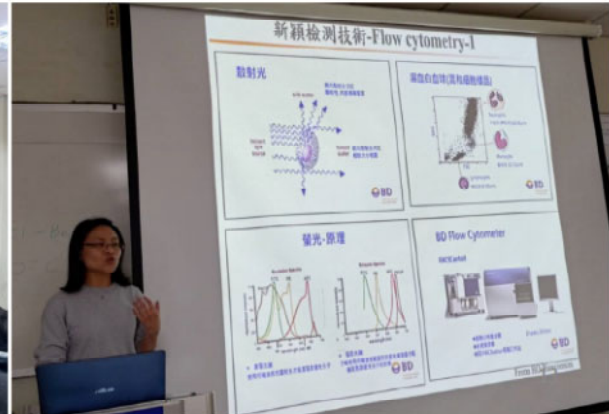
邀請海大精密儀器中心助教實機操作展示精密儀器
如何應用於分子診斷，
破除學生憑空想像



由計畫主持人 **海大教師**
介紹嶄新分子miRNA在心血管診斷的應用
學術應用 專家傳授



由共同主持人 **林口長庚研究員**
介紹血癌檢測、評估、與治療的應用
臨床應用 專家傳授



主題三：你會使用分子診斷進行基礎研究與臨床應用嗎？

計畫執行-學術研究應用 問題導向式學習

主題三：你會使用分子診斷進行基礎研究與臨床研究嗎？
(實驗組：開始進行教學現場改變，導入問題導向式學習)

學術研究應用
第二階段
(實驗組)

設立基礎研究及
臨床研究問題
讓學生進行
問題導向性學習

期中報告

下列兩題：2選一 下周請告訴我妳們的組別與題目

- 1. 請從文獻尋找如何從基礎研究發展心血管疾病嶄新診斷方式？
- 2. 目前分子診斷在“急性白血病”診斷、治療、預後面臨許多問題，請從文獻尋找現今相關研究有哪些嶄新策略，以改善現況？(例如發展…嶄新診斷分子、或…嶄新治療策略、或預後嶄新策略)
- 3人/組 共8組 有一組可2人
- 每組12分鐘 3分鐘老師提問

學生報告
代謝體學在白血病之應用



學生報告
基因體學在心血管之應用



學生報告
李定宇與黃盈蓉老師指導



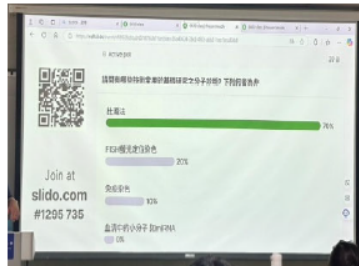
計畫執行-學術研究應用 SILDO隨堂答對率80%

第二階段
學術研究應用
(實驗組)

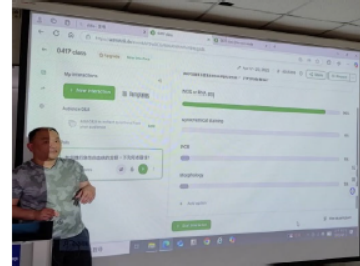
主題二：分子診斷在基礎研究、臨床研究的應用
主題三：你會使用分子診斷進行基礎研究與臨床研究嗎？

(實驗組:開始進行教學現場改變，融入專家傳授、經驗學習、問題導向式學習教學方式)

在第二階段期間，每堂課使用SLIDO即時互動軟體，學生答對率



70%
114/04/10



90%
114/04/17

第二階段實驗組SLIDO上課隨堂問題測試學生答對率 平均為80%



第三階段：生技產業應用

主題四：分子診斷在生技耗材、技術服務、儀器產業的發展與應用？

計畫執行-生技產業應用

第三階段
生技產業應用
(實驗組)

主題四：分子診斷在生技耗材、技術服務、儀器產業的發展與應用？
(實驗組:進行教學現場改變，邀請業界主管專家傳授、經驗學習)

課程主題	授課教師
分子診斷在生技耗材產業的發展與應用及次世代定序與生物資訊	生技耗材公司 圖爾思產品經理 Sam Hsian
分子診斷技術在生技技術服務產業的發展與應用	生技技術服務公司 亞洲準譯技術長 莊景凱
分子診斷技術在生技儀器產業的發展與應用-qPCR搭配毛細管電泳	生技儀器公司 業務發展部總監 Alice Lin

圖爾思產品經理
Sam Hsian

分子診斷在生技耗材
產業的發展

亞洲準譯技術長
莊景凱

分子診斷在技術服務
產業的發展

光鼎生技業務發展部總監
Alice Lin

分子診斷在生技儀器產業
的發展



主題五：實地參訪了解分子診斷在生技產業如何應用

計畫執行-生技產業應用

主題五：實地參訪了解分子診斷在生技產業如何應用

(實驗組:開始進行教學現場改變,融入實地學習 圖爾斯參訪)

第三階段
生技產業應用

課程主題	授課教師
生技公司實地參訪 (了解分子診斷技術在生技公司如何實質應用)	圖爾斯公司策略 發展部經理 劉永偉博士

了解圖爾斯公司運作

參觀圖爾斯實驗室運作



第三代次世代定序
實機展示



主題六：你會使用分子診斷進行產業應用嗎？

計畫執行-生技產業應用 問題導向式報告

主題六：你會使用分子診斷進行產業應用嗎？

(實驗組:開始進行教學現場改變,融入問題導向式學習)

第三階段
生技產業應用
(實驗組)

由業界主管設立
產業問題
讓學生進行
問題導向性學習

期末報告

下列三題: 3選一 下周請告訴我妳們的組別與題目

1. 目前ICU重症感染, 常因感染致病原不明及傳統檢驗方式耗時, 導致用藥錯誤或檢驗延宕無法即時知道病因而死亡, 請尋找資料報告嶄新分子診斷方式在此問題如何應用解決, 請詳細介紹技術原理, 如何檢測? 及如何應用於疾病? 選擇何種簡體? 並介紹與其他技術的優劣比較

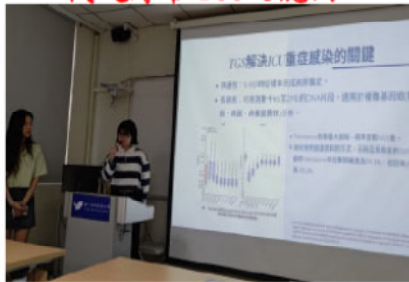
2. 目前外泌體在分子診斷領域為嶄新分子, 常應用於臨床疾病診斷, 請尋找文獻, 目前如何針對外泌體進行純化, 如何發展偵測外泌體內部分子做為疾病分子檢測? 針對外泌體, 有哪些新興外泌體的疾病分子診斷嶄新應用? 請詳細介紹

3. 資源限制下, 中小型生技儀器公司在分子診斷產品的市場驗證與國際擴展困難, 可否尋找文獻及相關資料, 有哪些嶄新技術、分子診斷標的、及相關應用 (如疾病檢測, genotyping, food safety, qexp-aqua kit...), 請詳細介紹生技儀器產業在此可以發展的方向及如何應對

3人/組 共8組 有一組可2人 (組別與期中考相同)

每組12分鐘 3分鐘老師提問

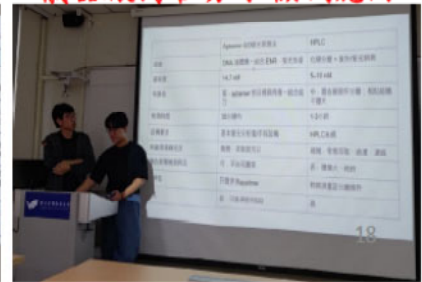
學生報告
三代定序在ICU之應用



學生報告
外泌體進行分子檢測



學生報告
儀器廠商在分子檢測應用



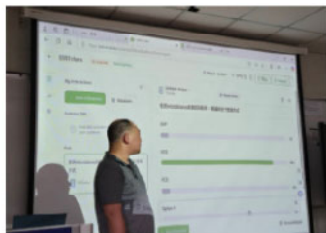
計畫執行-生技產業應用 SILDO隨堂答對率75%

第三階段
生技產業應用
(實驗組)

主題四：分子診斷在生技耗材、技術服務、儀器產業的發展與應用
主題五：實地參訪了解分子診斷在生技產業如何應用
主題六：你會使用分子診斷進行產業應用嗎？

(實驗組:開始進行教學現場改變，融入專家傳授、經驗學習、實地學習、問題導向式學習教學方式)

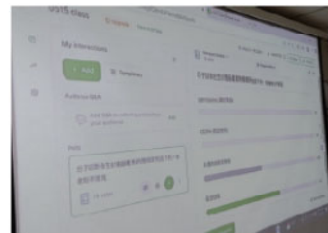
在第三階段實驗組期間，每堂課使用SLIDO即時互動軟體，學生答對率



80%
114/05/01



88%
114/05/08



57%
114/05/15

第三階段實驗組SLIDO上課隨堂問題測試學生答對率 平均為75%

第四階段：實作學習

主題七：換你作作看-分子診斷如何應用

計畫執行-實作學習

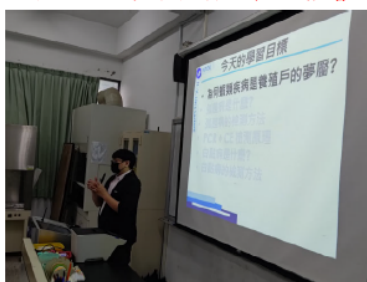
主題七：換你作作看-分子診斷如何應用

(實驗組:開始進行教學現場改變，融入蝦疾病檢測實作學習)

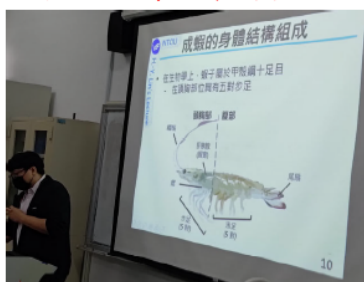
第四階段
實作學習

課程主題	授課教師
換你作作看-分子診斷如何應用 學生親身體驗分子診斷疾病檢測	李定宇老師 林宏運老師

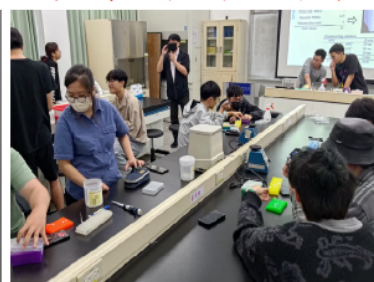
介紹蝦子疾病對產業的影響



介紹蝦子身體構造與器官



老師教導如何進行分子診斷



介紹蝦子疾病

分組收取不同部位進行分子診斷

學生動手作分子診斷



1-2 計畫執行成效評估

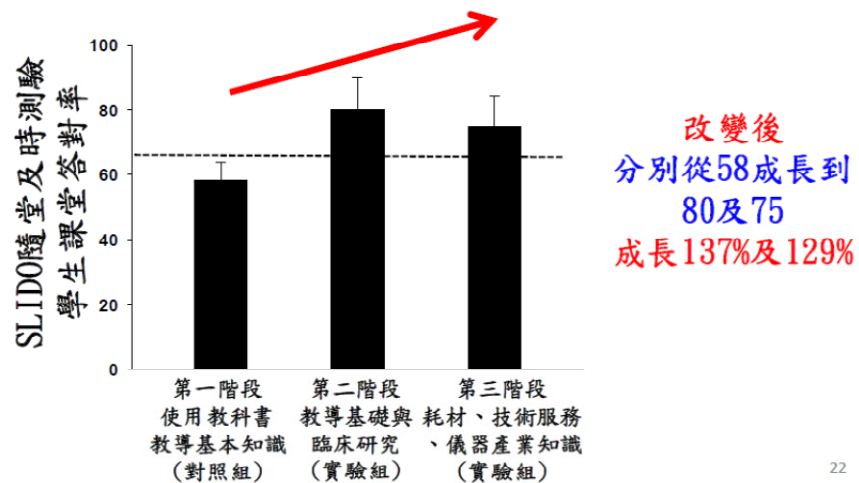
1-2-1 從不同階段 SLIDO 學生隨堂答對率可以發現原本教學現場改變前為 58%，經由教學現場改變，分別成長到 80% (導入基礎及臨床應用知識) 及 75% (導入生技耗材、技術服務、儀器產業應用知識)，顯現此計畫執行具有增加學生課程專注力的成效。

成效評估-改變前vs. 改變後SLIDO隨堂答對率

進行ADDIE教學設計 (A (分析)、D (設計)、D (發展)、I (實施)、E (評估))

E (評估)：比較教學現場改變前vs. 改變後之成效變化

不同階段SLIDO學生隨堂答對率



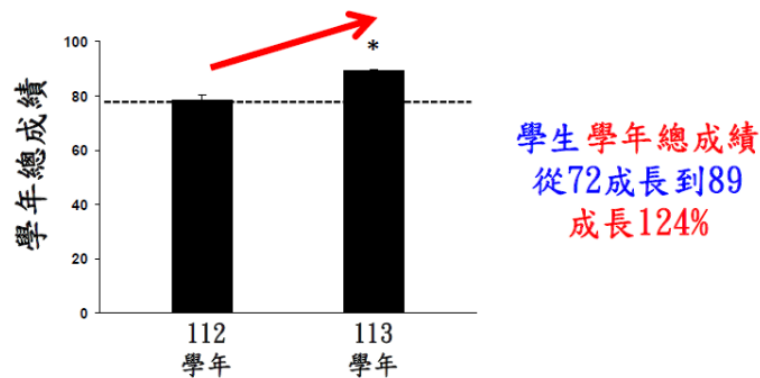
22

1-2-2 比較教學現場改變前 vs. 教學現場改變橫的學年總成績進行學習成效評估，結果發現 113 學年學生學習總成績 (教學現場改變後) 為 89 分，明顯較 112 學年學生學習總成績 (教學現場改變前) 72 分有所提升，成長 124%，顯現此計畫執行具有提升學習成效的功效。

成效評估-改變前vs. 改變後學生學年總成績

進行ADDIE教學設計 (A (分析)、D (設計)、D (發展)、I (實施)、E (評估))

E (評估)：比較教學現場改變前vs. 教學現場改變後之學年總成績



1-2-3 從學生繳交實作報告可以發現，學生從實作學習中不但學習到如何進行疾病診斷，更學習到如何判讀分子診斷結果及學習討論診斷結果與預期不同時之原因

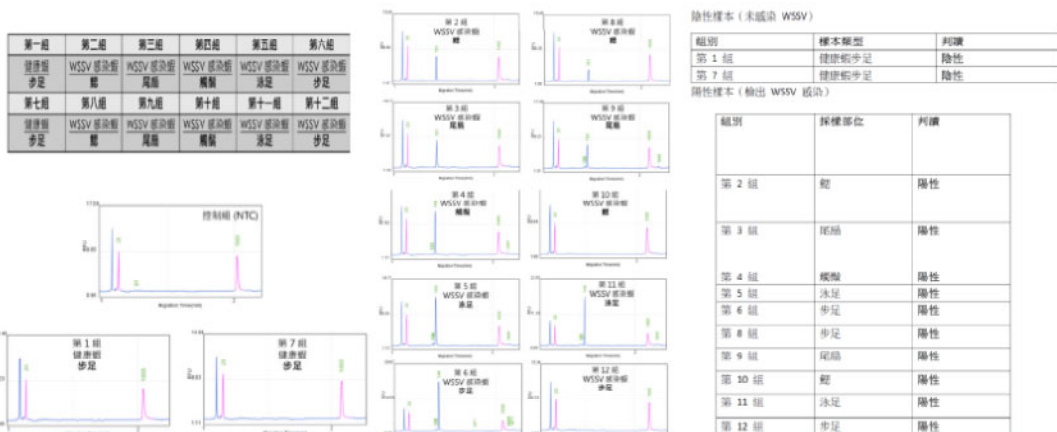
成效評估-實作學習 學生實作報告

主題七：換你作作看-分子診斷如何應用

(實驗組:開始進行教學現場改變，融入實作學習)

繳交實作報告(下述內容擷取自學生繳交實驗報告)

第四階段
實作學習



學生學習判讀分子診斷結果

看完結果中的圖譜，我認為可以確定150bp左右的訊號為白點病毒訊號，可惜沒有負控制組無法了解標準的染病訊號應為多少，而圖中也可以看出鰓與尾扇的表現量相對較少，步足表現量相對較多，其中步足的表現量最大，符合上課時的預測。

學生學習討論診斷結果與預期不同之原因

有少數感染蝦無峰值，雖然有可能是真的無訊號，但無訊號組剛好是在有重複的鰓與表現量最大的步足，所以為人為造成的可能性極大，而實驗中有可能造成無訊號的失誤為

1. 部位並沒有完全浸泡於lysis buffer 中導致DNA並無釋出
2. 稀釋時出現問題，並未稀釋或稀釋不完全都可能造成訊號消失
3. primer忘了加，所以無法用PCR將訊號放大到可偵測範圍
4. DirectGO PreMix 藥劑出現問題，可能在組員手上太久導致變質

1

(2) 教師反思

經由計畫執行後，有以下反思

- 本計畫以教學設計導入創新教學方法，設計四大階段、七大主題，教導學生學以致用。
- 融合多元師資，實踐“專家輔助教學”、翻轉教學現場至精密儀器中心及生技公司、實施問題導向式學習與探索式學習，更增加動手做做看，讓學生進行實作學習。
- 從 SLIDO 隨堂學生答對率、學習回饋問卷、及學年總成績三大面向成果發現此教學計畫能有效提升學習成效。

綜觀以上，本計畫建構融合基礎知識、學術研究、產業應用多元化教學模板，希望可以解決生科教學“重基礎，輕實用”之現況，更期許可以破除學生“一日生科、終生科科”之觀念，引導學生了解生科價值。

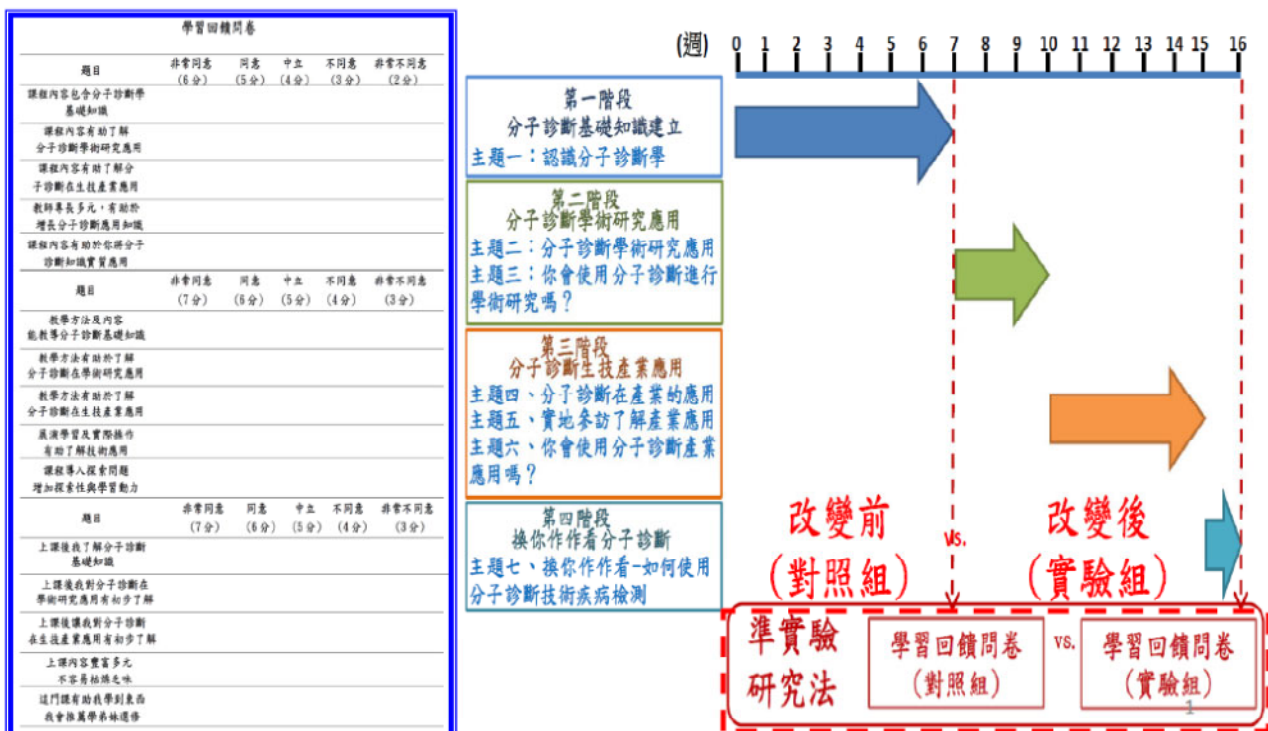
(3) 學生學習回饋

3.1 我們設計教學回饋問卷，分為教學內容與設計、教學方法與課程互動、學習成效與投入程度(如第 5-6 頁)三大面向，分別在教學現場改變前 vs. 改變後讓學生填寫，期許全面性評估學生對此教學計畫之學習回饋

成效評估-改變前 vs. 改變後教學回饋問卷成績

• 進行ADDIE教學設計 (A (分析)、D (設計)、D (發展)、I (實施)、E (評估))

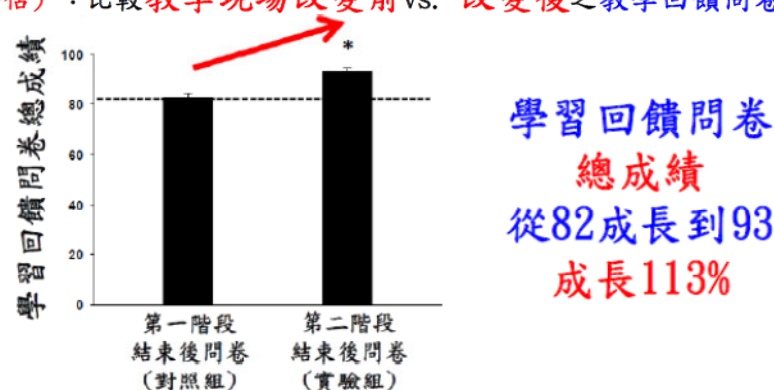
E (評估)：比較教學現場改變前 vs. 教學現場改變後之教學回饋問卷成績

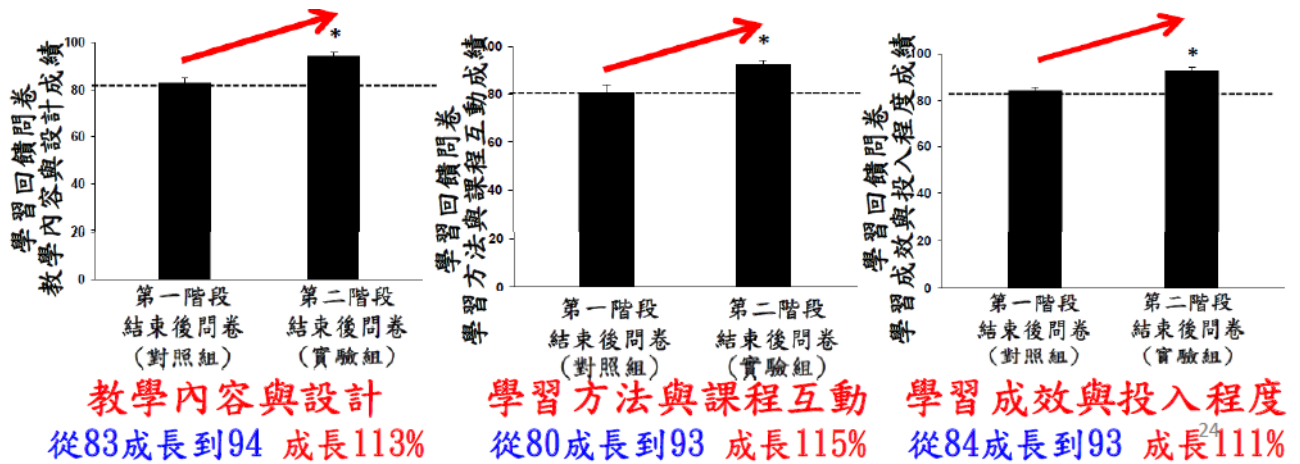


3.2 我們以教學回饋問卷成績進行成效評估，分為總成績、教學內容與設計成績、教學方法與課程互動成績、學習成效與投入程度成績，結果發現在教學現場改變後之總成績及教學內容與設計、教學方法與課程互動、及學習成效與投入程度三大面向成績皆教改變前顯著提升。

成效評估-改變前 vs. 改變後教學回饋問卷成績

E (評估)：比較教學現場改變前 vs. 改變後之教學回饋問卷成績





7. 建議與省思

省思

- 7.1. 此計畫建構融合基礎知識、學術研究、產業應用嶄新教學模板，以【分子診斷學】課程試行教學現場改變後，具有很好成效，我發現可以讓學生實現多元化學習。
- 7.2. 本教學計劃融合多元師資、針對不同階段與主題邀請專業師資對學生學習實現“專家輔助教學”，從單一大學教師的教學現場，改變為融入多元師資，由大學教師負責教導分子診斷基礎知識、實驗室主持人教授分子診斷基礎知識基礎研究應用、醫院臨床研究員教授分子診斷基礎知識臨床研究應用、不同生技產業主管（如生技耗材、生技技術服務、及生技儀器產業）從不同產業面相切入，我發現不但解決了現今教學現場常受限於教師專長問題，無法教導其他非專精領域，也讓學生學習到生技知識如何實質應用，更可以讓學生了解產業如何實質應用，提早與產業接軌。
- 7.3. 本計畫翻轉教學現場至精密儀器中心及生技公司，在精密儀器中心方面，由海大海洋中心精密儀器中心助理介紹及展示教學精密儀器後，可以發現學生充滿好奇及興趣，且過程中有學生反應說：老師，這些儀器之前只有在教科書上敘述原理及冷冰冰照片，我是第一次看過實機展示耶。聽到學生這樣的反應更加驗證這樣的教學改變是能夠提升學生學習興趣與知識的。另外，參訪圖爾斯生技公司，學生對生技公司充滿好奇，包括瞭解公司有那些部門、也詢問公司有何相關職缺，認知本身的優缺點，為未來就業提早準備。此外，學生參觀公司研究室時發現整體配置跟學校實驗室是差不多的，也有學生在過程中說：老師，生技公司實驗室跟我在實驗室用到的東西差不多耶。圖爾斯公司業展示最新的三代定序機器，讓學生了解目前公司是使用二代定序、及三代定序機器進行分子診斷，讓學生了解到產業現況。上述過程都讓我發現這樣的教學現場改變是很值得的，從讓學生從原本教科書的冷冰冰圖表講述教學改為接受到實機展示、生技公司巡禮全面性體會與了解生技知識實際應用。
- 7.4. 本計畫設計學術研究應用與生技產業應用常見問題，實施問題導向式學習與探索式學習，本計畫是規劃由專家學者設計學術研究應用與生技產業應用常見問題，讓學生分組進行報告，我發現在過程中學生應用所學、尋找答案，從學生報告中發現他們報導很多目前最新的技術，包括外泌體、三代定序、微生物體學.....等；並經由分組討論，分工讓整個主體及報告完整，提出分子診斷策略進行報告，過程中不自覺的已在互助

學習、同儕學習。此教學方式讓學生從問題及探索中將所學知識實用，這樣的教學現場改變透過問題導向式學習與探索式學習，讓學生學習如何自我學習生技應用相關知識。

- 7.5.本教學模版融入實作學習，讓學生親身體驗分子診斷疾病檢測，最讓我驚豔的是在學生的實作報告，我發現到學生學習到如何判讀蝦疾病檢測的毛細管電泳結果，除此之外，學生更針對結果進行比較與分析，討論哪個蝦子部位具有最好的檢測效果，並討論與上課教導的知識不同之原因，或是為何可能偵測不出來的相關原因，這些都是我當初規劃實作實習沒有預料到的成效。

建議

- 建議生科實用相關課程可以融合多元師資，實現“專家輔助教學”。
- 建議生科課程中可部分融入翻轉教學現場，讓學生可以身歷其境，眼見為憑。
- 建議生科課程可以融入問題導向式學習，設計產業或實際面臨問題讓學生找尋相關答案，進行學習。
- 建議生科課程可以融入實作學習，讓學生親手做做看，過程中會學習到知識實用的體驗。
- 我期許此教學模板未來可以應用於生技領域其他課程，讓生科教學全面性融入多元化學習知識，突破課本框架，讓學生全面學習生技知識實用。

總結

本計畫以生物科技系較實用的分子診斷學課程作為計畫試行課程，藉由教學設計與方法，針對影響教學各項因子進行分析尋找教學現場問題，進而針對教學現場問題進行教學設計，翻轉教學現場現有的教學內容、師資、場域、及方式，期許建立一套融合基礎知識、學術研究應用、生技產業應用的全方位教學模板，改變教學現場與現況，提升教學品質與成效。更期許建立此教學模版後，可以全面套用於其他生技農科領域的課程，大範圍推廣到各個領域，教導生技農科領域學生如何將所學基礎知識進行實質應用，將可提供給全國生技農科領域教師作為教學參考。也希望可以藉由此教學方式提早讓學生了解知識應用的重要性，讓學生知道生技知識不只是單純基礎知識，而是兼具極高學術應用、臨床應用、及產業應用價值，以破除學生界盛傳的“一日生科，終生科科”的錯誤觀念。更希望學生學習知識後了解產業應用與需求，提早與產業接軌，解決生科學生不了解為何而學及畢業後缺乏實質應用能力的現況。遠觀來說，希望可以打破台灣學生對於生科領域的誤解，以解決現今全國學生因盛傳錯誤觀念而害怕投入生科領域的問題，期許更多優秀學子投入生技領域，迎合 21 世紀全球生技產業快速發展，厚植台灣生技優秀人才，讓台灣生技領域更具有競爭力，在全世界疾病檢測與新藥、疫苗研發領域佔有一席之地。

二、參考文獻

1. "Biotechnology". IUPAC Goldbook. 2014.
2. "Biotechnology". portal.acs.org. American Chemical Society. 2013
3. "Biotechnology-principle&process " European Federation of Biotechnology, 2015.
4. 沈翠蓮 教學原理與設計。台北，五南圖書出版公司. 2021.
5. 林曜勝「ADDIE 模式」及「SCOTTEAM 教學要素」在大學課程的教學設計之應用：以大學「教學原理」課程為例。教學實踐與創新。5(1): 99-149, 2022.
6. Peterson, C. Brining ADDIE to life: Instructional design at its best. Educational Multimedia and Hypermedia, 12(3): 227-241, 2003.
7. Thomas, M., Mitchell, M., & Joseph, R. The three dimension of ADDIE: A cultural embrace. TechTrends, 46(2): 40-45, 2002.
8. Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. 學習導向的教學設計原理（郭聰貴、鄭麗娟、林麗娟、吳佳蕙，譯）。台北，湯姆生, 2007.
9. Kurt, S. An introduction to the ADDIE model: Instructional design: The ADDIE approach. Independently published, 2019.
10. 蔡淑芳、王素秋、洪麗玲、張麗銀。論護理臨床教師培育計畫之推動。源遠護理, 10(1), 21-26, 2016.
11. 羅寶鳳、白亦方。經驗學習理論在九年一貫課程教學策略上的應用。課程與教學, 5(4), 2002.
12. 李青松。演示教學之特質與其效用。國立臺灣師範大學碩士論文. 2004。
13. 陳榮政、李重毅、楊雨樵。師資生 vs. 偏鄉教育：從教學實踐研究計畫得到的反思。課程與教學, 26(2), 35-64, 2023.
14. PBL 的誤用與釐清：認識三種 PBL 教學法. 親子天下翻轉教育. 2022.
15. 專題式學習 PBL 是什麼？課程設計、教學、評量一次看. 親子天下翻轉教育. 2022.
16. 楊建民。探究式教學法與講述式教學法在國小 Scratch 程式教學學習成效之研究。國立屏東教育大學資訊科學系碩士論文, 2009.
17. 王淑綺。生理學與基礎醫學的創新教學：運用課堂實作及線上應用程式於教學。大學教師優良創新課程及教學競賽專刊. 1-27, 2018.