

高教深耕計畫教學活動記錄表

1.授課教師姓名：陳建成 職稱：教授 單位：生物科技系

2.課程名稱： 生物化學實驗 開課年級： 大三 ☒必修 ☐選修

3.任教學期：☒111 學年度第二學期 ☐112 學年度第一學期

4.課程類別：☐問題導向的教學 ☒探究導向的教學 ☐開發新的教學方法及評量工具

5.修課人數：35

6.教學概述及成效

(1) 教學目標

長期以來大學生物相關科系教師一直認為實驗室是最合適的舞台，可以在該舞台上幫助學生發展在生物科技和醫學領域取得成功所必需的思維，溝通和社交技巧。在實驗室中專注於科學技能是有效的，但是當我們嘗試提高績效以使學生能夠在全球範圍內競爭時，在課堂上的教學技能至關重要。本計畫將以探究式教學(IBL)，旨在幫助學生建立學習的一種方法理解科學概念，同時發展諸如口頭和書面交流，解決問題，批判性思維和團隊合作等技能。生物化學 IBL 活動包括三個部分：課前作業，課內活動和課後作業。課前作業有助於為學生做好準備，以便他們準備在上課期間充分參與，課堂活動的目的是幫助學生學習概念和技能。這些活動由與一個主題相關的一系列問題組成，並且在整個課堂期間，變得越來越具有挑戰性。在實踐中，學生在教師指導下開展活動的過程類似於蘇格拉底式的提問。活動中的問題設定引導學生通過邏輯思維過程，要求他們分析資訊並質疑自己的假設，學生將繼續在家庭作業中發展知識和技能。IBL 具有某些特點可以使其更適合在各種教室環境中實施，除了增加學生在課堂上的參與度之外，促進主動學習的教學策略還可以幫助學生提高寫作，口語，批判性思維，解決問題和團隊合作等技能。

(2) 教學過程

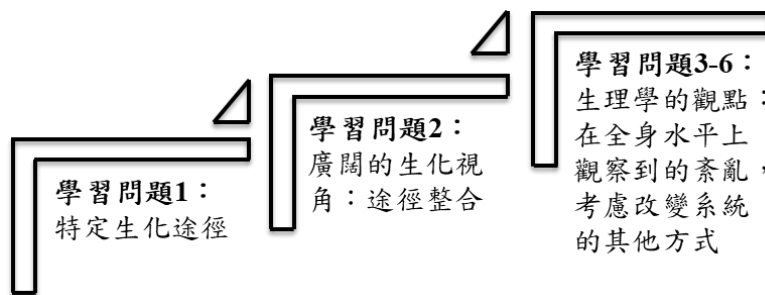
發掘問題：

在問題處理過程中，學生需要定義相對於特定主題的學習問題。學習問題可以由教師提供特定問題，也可以由學生自己制定，具體取決於學習目標是什麼。例如，在案件處理的最初階段，學生應確定將如何幫助他們解決案件“涉及哪種類型的分子，細胞，組織和器官？什麼是正常的生理功能？是什麼原因引起了生理，代謝問題？”這些類型的問題允許對概念進行解釋和整合。需要綜合和評估的其他問題可以遵循“為什麼特定的輔酶在這個系統中很重要？如何還原該系統？為什麼這些症狀表明此角色的新陳代謝受損？”仔細選擇問題或指導內容對於定義教師期望案情提供的難度或分析程度很重要。在情景類型問題中需要知識應用和整合，才能得出結論而不是事實回想，問題思考層次如圖 2 所示。

更具體地，可以對人的半乳糖血症病例進行糖酵解的介紹(先天性代謝錯誤導致無法將半乳糖轉化為葡萄糖)。如果由插圖提供了一系列症狀和診斷，則與糖酵解相關的學習問題可以啟動需要知識和理解的封閉式描述性問題。例如：(a)是什麼導致半乳糖積聚？(a)半乳糖血症的生化作用是什麼？這些之後可能是需要分析，合成和評估的問題：半乳糖脂是髓磷脂形成所必需的。解釋接受半乳糖飲食的患者如何合成半乳糖脂。

在講授光合作用時，可以設計一個涉及浮游植物群落干擾的問題。對於海洋自養生物，一個碳固定的問題可能伴隨著一系列問題，例如：(a)解釋光合作用中 CO₂ 的使用方式；(b)討論富

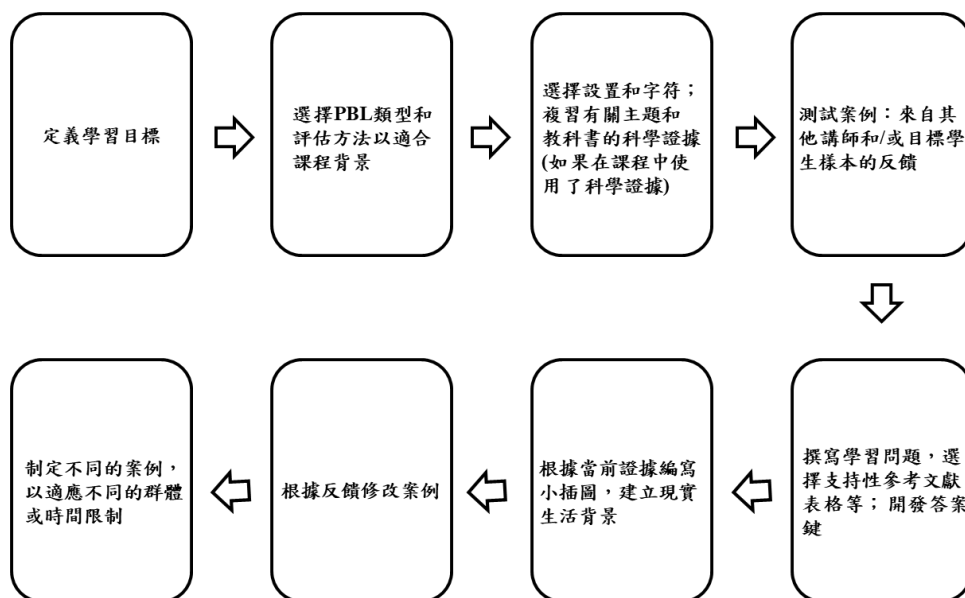
鐵水對海洋浮游植物的影響以及最終如何影響海洋食物鏈；(c)構建完整碳循環的概念圖，燃燒化石燃料與大氣中 CO_2 形成和 CO_2 釋放的關係；(d)這一切將如何影響生活在北極圈水域的浮游植物群落？在此，第一個問題需要知識和理解，而第二，第三和第四個問題需要對事實進行分析，綜合和評估。



問題思考層次分配。

自我學習：

精心設計的結果來自問題研究中所嵌入的不同教學元素之間的整合，這樣可以減輕學生承受的一些壓力和工作量，並減輕學生對 IBL 的看法的消極情緒。假設解決問題的過程可以由自學和小組工作來促進成長，並導致有助於解決案件的綜合和評估。在 IBL 學習中，解決方案更直接，提供答案鍵可以促進共識，教師應事先為開放式問題生成可能的解決方案，或為封閉式問題生成詳細的答案，以確認學習問題得到有效覆蓋。下圖為引導學生進行資料的搜尋的步驟。



問題設計遵循的步驟。

問題解決：

設計需認真考慮學習目標和指導學生由問題分析實現目標的主要行動途徑。此外，當在 IBL 環境中建立學習目標時，問題設計應包括如何與學生共享這些目標。指導老師應在問題結束時強調學生應該了解、實踐或重視的內容。例如，在生物化學過程中，主要目標不是簡單地記住葡萄糖的化學結構或糖酵解的終產物，而是確定了解葡萄糖結構或糖酵解如何實現或調節的價值。在 IBL 環境中，會破壞正常的碳水化合物代謝，因此學生必須知道葡萄糖的結構，才能確定葡萄糖如何或為什麼與其他生化分子發生相互作用，從而發生糖解作用。學生可以經由解釋葡萄糖分子如何在系統中受到影響，與改變葡萄糖的供應量或改變某些新陳代謝環境的其他因素是否有相關來進一步研究，藉此要求學生聯繫和分析事實以解釋因果關

係。除了學習內容外，還希望學生行使其他屬性，例如溝通，團隊合作和職業道德，尤其重要的是要向學生強調這些是相關的學習目標。

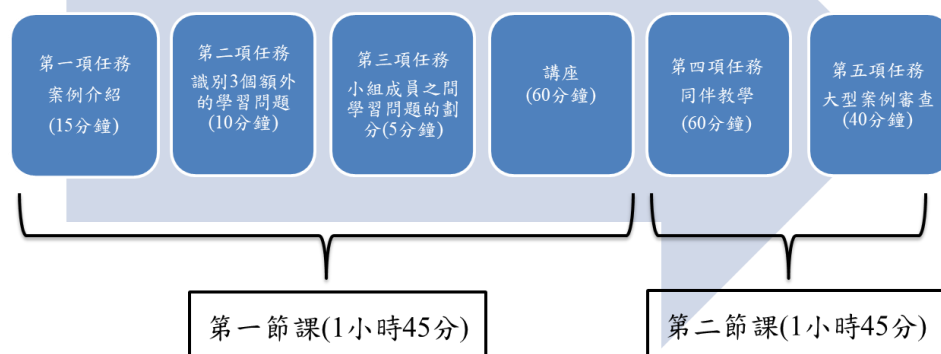
問題和附帶的學習問題將概念嵌套在概念中：每個學習問題都有一個特定的目標，並且學生應該解決的認知複雜性不斷提高。學生不僅要了解正常生化作用，還要了解干擾物的引入如何影響該生化作用途徑以及為什麼干擾作用會影響全身的穩態。這提供了一個機會，不僅可以靜態地彙編數據，還可以感知生物化學主題，還可以作為獲取，整合，分析和解釋可以幫助解決現實困境的生物化學數據的機會。表 1 是預計於本計畫實施的精心設計問題研究。

課程模組相關的主動學習活動和問題研究

模組編號和主題	非PBL主動學習活動	PBL案例研究
模組1：醣解作用	劃出葡萄糖，果糖和半乳糖代謝之間的關係概念圖	嬰兒小葵天生有遺傳性果糖不耐受性疾病
模組2：醣質新生	測定從三種不同的先驅物共產出幾種反應物和生成物	馬拉松選手 <u>達敏</u> 有豐富的肝醣
模組3：檸檬酸循環	預測檸檬酸循環的5種代謝紊亂的結果	開發中國家救援人員葛蘭特員患有腳氣病
模組4：電子傳遞鏈	追蹤從三種不同的受質釋放的一對電子到達氧氣的路徑	健美運動員 <u>館長</u> 服用松蘿酸減肥補充品
模組5：肝糖代謝	比較並對比肝糖代謝的同化代謝途徑	嬰兒小新天生有肝糖分解代謝途徑和肝糖貯存性疾病
模組6：脂質代謝	以通俗語言說明脂質代謝中的降解和合成路徑	<u>卡爾</u> 在大一的開學弗羅什週後得了酒精性脂肪肝
模組7：蛋白質代謝	說明採兩種不同代謝途徑的三種器官的氮代謝過程	<u>德明</u> 因尿素循環缺陷進行了阿特金斯飲食
模組8：代謝統整	整理四個代謝狀態的三個組織的代謝活動	<u>阿源</u> 進行了28天的果汁排毒

分組討論：

IBL 非常適合生物化學入門課程，學習問題是通過構造為具有單個預定答案的問題向學生提供的，因此該方法可以直接且具體地涵蓋內容密集的主題，從而使教學內容具有同質性。下圖為本計畫 IBL 將執行的代表性問題模塊實施流程。第一節課包括小組隨機安排，問題介紹和初步討論以及 60 分鐘的講座。希望學生在課外見面並藉助教科書和在線資源解決問題。在 IBL 導向學習中，為學生提供一些特定的參考以在問題開發過程中保持重點是有利的。在最後的課堂中，學生向小組展示小組答案或提交書面報告。講師有助於達成共識，因此整個班級都將獲得相同的統一答案，教師可以根據自己的意願決定是否提出更多或更少的問題，以適應特定課程的學習目標。



IBL 導引學生分組討論實施流程。

(3) 評量方式

結果呈現：

本課程以翻轉教育為主軸，課程整體架構分為兩階段，每階段實施一學期第一階段(相同核心問題)：提供大量相關資料供學生閱讀並自行歸納尋找答案，帶領學生進行實驗實作，藉由實驗結果佐證知識本體後，再分組發表分享報告。第二階段(自行尋找問題和開放式答案)：學生於相關領域中找尋欲探討之開放性問題，自行分組設計實驗解決問題並獲得答案，分組報告發表。

課程評量

形成性評量：上課發問 15%、期中報告 20%

總結性評量：紙筆測驗 15%、模組報告 20%、實驗結果發表 30%

(4) 學生學習成效

學生學習成績考核採用傳統教學紙筆測驗成績、作業成績與分組口頭綜合報告作為評量方式外，評量化分數與質性回饋資料，以及生物化學學習評量概念問卷表作為本次課程設計規劃的評量方式。至於總體學習成效評量將以自行設計之 3 種學習評量概念問卷表(表 2~4)包含：(1) 不同技能領域的進步的調查評估表(2)學習領域的調查評估表(3)每個必修課程要素實用性的調查評估表各表包含不同評量項目各學生接受傳統授課方式和翻轉教學方式後的主觀感受給不同分數從 5~1 分或不回答再依後述資料處理。

表 2: 不同技能領域的進步的調查評估

這門課對您的技能有多少幫助？	課程	5	4	3	2	1	平均
解決問題	T	6	13	16	4	0	3.5
	C	15	12	10	2	0	4.0
設計/提出實驗	T	12	13	7	5	2	3.7
	C	20	15	3	1	0	4.4
尋找數據趨勢	T	10	14	8	5	2	3.6
	C	19	12	4	2	2	4.1
得出結論	T	11	8	10	7	3	3.4
	C	16	12	9	2	0	4.1
嚴謹地評論文章	T	6	9	15	6	3	3.2
	C	12	15	8	3	1	3.9

與他人有效合作	T	5	6	6	15	7	2.7
	C	14	11	10	4	0	3.9
科學交流	T	6	9	13	7	4	3.2
	C	14	11	10	3	1	3.9

表 3：學習領域的調查評估

您在本課程中取得那些成就？	課程	5	4	3	2	1	平均
了解主要概念	T	4	9	14	8	4	3.0
	C	9	12	11	6	1	3.6
了解概念之間的關係	T	6	10	11	9	3	3.2
	C	11	13	8	6	1	3.7
了解與其他科學的關係	T	9	12	13	3	2	3.6
	C	13	11	7	7	1	3.7
了解與現實世界相關的問題	T	6	8	11	10	4	3.1
	C	12	13	9	4	1	3.8
了解生物化學的性質	T	6	9	11	8	5	3.1
	C	11	13	10	3	2	3.7
欣賞生物化學方法	T	7	10	10	9	3	3.2
	C	10	13	8	8	1	3.7
思考問題或爭論的能力	T	9	9	12	5	3	3.3
	C	12	11	9	6	1	3.7
對您進行生化研究能力的信心	T	7	8	14	5	5	3.2
	C	11	13	9	5	1	3.7
對複雜的想法感到自在	T	6	8	11	9	5	3.0
	C	9	11	12	5	2	3.5
對生物化學的熱忱	T	8	9	11	6	5	3.2
	C	10	12	10	6	1	3.6

表 4：每個必修課程要素實用性的調查評估

這門課的哪些項目對您的學習有幫助？	課程	5	4	3	2	1	平均
線上學習	T	8	8	14	6	3	3.3
	C	10	12	9	7	1	3.6
每周章節習題集	T	9	10	12	6	2	3.5
	C	10	13	10	5	1	3.7
講座（在線或課堂上）	T	7	10	12	6	4	3.3

	C	10	13	11	5	0	3.7
課堂上關於活動或問題集的小組工作	T	9	9	12	7	2	3.4
	C	11	13	10	4	1	3.7
課本中指定的閱讀材料	T	7	9	12	7	4	3.2
	C	10	12	11	5	1	3.6

就學生的問卷平均得分來分析傳統講座的授課方式與 IBL 教學方式，以 IBL 的生物化學教學方式得分皆較高，亦即 IBL 教學使學生就各個評估項目諸如生化課程觀念的理解、學習的動機、處理複雜的想法與日常生活的連結等，並在結束時與他人有效合作該課程比傳統的講座學生，學生的書面意見也表明對翻轉授課形式的高度滿意和支持對他們的學習比傳統課堂有用。學生學習成績考核採用傳統教學紙筆測驗成績、作業成績與分組口頭綜合報告作為評量方式外，評量化分數與質性回饋資料，以及生物化學學習評量概念問卷表作為本次課程設計規劃的評量方式。至於總體學習成效評量將以自行設計之 3 種學習評量概念問卷表(表 2~4)包含：(1)不同技能領域的進步的調查評估表(2)學習領域的調查評估表(3)每個必修課程要素實用性的調查評估表各表包含不同評量項目各學生接受傳統授課方式和翻轉教學方式後的主觀感受給不同分數從 5~1 分或不回答再依後述資料處理與分析方法做統計分析看是否有顯著差異。

結果：學生的創新表現發現基於探究學習的課程有顯著改善 ($P < 0.001$) 與學生在傳統課程中的表現相比，在臨床知識術語。問題的 5 點李克特量表問卷對學生進行管理，以了解他們對 IBL 有用性的看法。98% 的學生報告說，在 IBL 會議上，小組進行了寶貴的思想交流討論。97% 的學生認為通過 IBL 課程，理解主題/主題更好，所有學生都報告說它在術語上很有幫助未來的知識應用。

7. 教學反思和評估

從本學期課堂觀察結果、問卷分析，及綜合上述結果來看，IBL 教學模式可使學生於課堂間學習的積極度有所提升，同時增加了學生在課堂上的發問、互動以及同儕間的討論的頻率，教室的學習氛圍也有好轉，但仍有些部分未達到理想目標，例如部分學生在課堂報告時，因尚未完全清楚生化觀念或反應機制故，無法清楚地解釋給台下同學，致使台下同學因為沒辦法完全理解內容，而無法與台上進行討論交流，改進方法是可請報告組別先將報告內容於上台報告前行給授課教師看過評估哪些可能會出現這種情形可事先提醒。第二，學生雖然提升了自主學習，但畢竟尚在學習可能導致學生僅學到片段知識或以有限知識加以強行解釋不懂之處，建議教師可以提供學生在學習各階段隨時可提問的方式如事先請教或與教師私訊。

IBL 在生物化學教育中提供了簡潔明了的步驟來設計議題，透過將議題作為教學手段和研究手段來實施導引學生與學生以及學生與老師之間就生物化學這門學科的對話。就本計畫的問卷分析、學生訪談與意見反饋發現學生對 IBL 的系統評價顯示：(a) 學生喜歡 IBL；(b) 學生認為 IBL 是他們學習的增強；以及 (c) 老師喜歡使用 IBL 進行教學，因為它可以吸引學生。但結果的重點主要取決於總體經驗指標的結果上（即學生認為體驗很愉快）。但是，報告的經驗通常基於軼事或學生的訪談。儘管這種反饋非常有用，但仍需要使用統計上合理的研究工具（例如經過驗證的學生和教師問卷）來證實。也就是 IBL 的潛在好處似乎很多。然而在科學教育中的成功實施及其對學習方法的影響仍須量化。IBL 可能有助於學習者獲得直接和主動的認知體驗，但其長期影響尚待評估。其次，相對於其他主動學習技術或傳統講座，還缺乏關於 IBL 有效性的全面研究。另外尚沒有證據表明 IBL 在教學內容上的成功程度。這些困難可能會阻礙教師願意接受變革並在課程中引入 IBL 的意願。與傳統講座所倡導的認知模式相比，這一變化暗示了一種新的認知模式：從僅依靠記憶轉變為進行分析，綜合和評估科學內容的努力。

8.教學照片

圖1



圖2

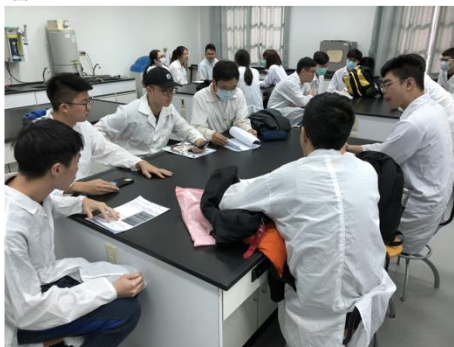


圖3



圖4



圖 1~4: IBL 課程活動中，各組分配模組題目學生討論其內涵並做出結論，老師適時參與討論但不強力主導或干擾學生討論方向與總結。

註 1：問題導向的教學是通過設計問題和情境，以及教師適當的引導和支持，激發學生的興趣和動機，提高他們對學習的參與度，培養學生的思考能力、解決問題的能力和自主學習的能力。

註 2：探究導向的教學是通過探究活動（包括提出問題、設計實驗、收集和分析數據、推理和解釋結果等），幫助學生建構和擴展他們的知識，培養學生主動學習、探索和思考的能力。此需要教師提供適當的指導和支持，並創造一個支持探究的學習環境。

註 3：數學探究有四個主要的元素：（1）教師給予一個能引起豐富概念性討論的數學問題。（2）學生分組或個人解題，而教師巡視其中。（3）全班性討論。比較、對比不同解題策略，並獲得一致的共識。（4）總結。其中，步驟（3）是整個數學探究教學的關鍵。