

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 :

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 : 202__.08.01 – 2025.07.31

以主題式導向的微生物實驗教學精進方案

計畫主持人(Principal Investigator) : 張麗冠

協同主持人(Co-Principal Investigator) :

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : (臺灣大學 / 生化科技系)

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 8 日

以主題式導向的微生物實驗教學精進方案

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的：

“微生物學實驗”是臺灣大學生化科技系大二下學期的必修課程，每年約有 50-60 名修課學生，需開設二個班次。由於本系沒有專任助教，所以課程的助教通常是由碩士班研究生擔任。這些研究生必須先在每年的上學期藉由修習“生化科技教學實習”之後才具備資格參與教學。為了改善有些學生對必修課程學習態度不積極，參與度也因為分組而降低，為了激發學生對微生物學的興趣而引發其自主學習，將微生物學實驗的內容以主題式進行重整，加入一些與生活習習相關的有趣及具有啟發性的題材，藉由多元評量的方式，加入學生的創意，同儕之間的合作，讓學生覺得此門課程非常有趣而積極參與。本計畫同時也將訓練研究生助教，使其具備教學的能力，進而提升將來就業的競爭力。

2. 研究問題：本計畫針對以下四個問題進行探究：(1) 主題式課程內容是否能夠激發學生的學習興趣與動力？(2) 利用合頂石課程概念的未知菌鑑定測試是否增加學生整合課程內容的能力？(3) 藉由短講競賽是否提升學生的科學邏輯思辨能力與口語表達能力？(4) 多元評量學習成效是否會讓學生的自主學習能力增加？

3. 文獻探討：本計畫的主題導向學習 (Project-based learning) 的概念，來自於探究取向教學^{2,3}，由於微生物學屬於實作科學，需要藉由動手操作來主動建構所需的知識⁴，因此比較不完全適合用問題導向的教學。專題導向學習強調的是讓學生能夠透過做中學 (learning by doing)，將所學的知識藉由實作專題的過程，逐步建構而成⁴。而期末測試是採用合頂石總整課程 (capstone course) 的概念⁵，學生需要融會貫通這學期所學到的實驗技術，將其應用在未知細菌的鑑定。

4. 教學設計與規劃：本課程將內容分為以下五個主題：(1)傳統細菌的分類及鑑定，(2) 細菌的生理與遺傳，(3) 微生物的生長與控制，(4)微生物的致病，及(5) 微生物相對生態環境及健康的影響。其中微生物相對生態環境及健康的影響包含細菌生態菌相管柱 (Winogradsky column) 實驗，水質檢測及食品微生物檢測。另外，為了補足病毒部分的實驗內容較少，以短講競賽，主題為「微生物如何致病」，讓學生學習搜集科學文獻及訓練口說能力與團隊合作。最後，在期末考以合頂石概念的評量方式，利用未知菌檢測，讓學生整合在本課程所學的原理與技術，鑑定未知菌的種類。

5. 研究設計與執行方法：

- (1) 研究設計：本計畫的對象是 113-2 修習微生物學實驗的大二學生，共有 57 位（二班次，分別有 31 及 26 位），因此在 113-1 先訓練 7 位研究生藉由修習生化科技教學實習，使其之後具備擔任助教的資格。訓練方式則依據本計劃的教學規劃內容進行。
- (2) 執行方法：本計畫的課程進度表詳如附件 1。負責此課程的助教共有 7 位小助教及 3 位大助教，分別在各週帶領各組同學負責準備當週課程所需的實作材料，並於實作課程中協助。每位學生在課程前須先自主預習並寫預習報告，實作完後需於指定時段前來觀察結果，紀錄分析並撰寫報告與討論。

6. 教學暨研究成果：

(1) 細菌生態菌相管柱（Winogradsky column）

這個實驗因為需要觀察三個月，因此在開學第一週提供同學一個塑膠瓶，每組自行決定取土壤樣品的來源，製備後放置於研究室，持續照光。學生需定期紀錄結果，於 114/5/25 前交觀察報告。在 114/5/27 及 114/5/29 上課時，將各組的結果與學生分享討論，了解細菌的生態菌相（附件 2）。

(2) 食品微生物的檢視

在以顯微鏡觀察細菌染色的周次，讓學生自行準備待測的食品，例如：優格，益生菌等，以簡單染色的方法檢視其樣品中所含有的細菌。

(3) 短講競賽

由於本課程的實驗內容只有一個實驗是病毒，因此藉由短講競賽，以微生物如何致病為主題，在學期初每組先選擇一種病毒，然後收集資料，分組討論，每組都有一位助教負責擔任指導，在 114/5/6, 114/5/8 舉行五分鐘短講競賽，邀請生化科技系的碩二同學（郭姿筠/陳品婕）擔任評審，資料如附件 3。最後評選出每班次兩組表現傑出的學生，給予獎勵（附件 4）。每組在短講競賽前須先交一份書面海報，競賽後則要交演講書面報告，作為多元評分項目。

(4) 合頂石概念評量

期末考的未知菌檢測（附件 5），是要訓練學生依據本課程所學習到的技術，以細菌染色顯微鏡觀察，然後再以生化活性檢測進行菌種鑑定。每組會拿到一管未知的細菌樣品，助教會提供所有的培養基與材料，操作完成後於隔天觀察結果，然後繳交細菌鑑定報告，之後助教會公布正確細菌名稱，學生可以因此學會如何將環境中的未知細菌進行分析鑑定。

(5) 課程講義重整

本計劃以主題式內容重整，並新增實驗內容，因此我們將助教實驗手冊，及學生實驗手冊都進行編輯與修正。

7. 建議與省思： 本計畫的對象是生化科技系的大二學生，由於本課程

為必修，因此仍會有些學生缺乏興趣，或是依賴同組同學而學習態度消極。因此藉由主題式內容，動手做的概念，激發學生的好奇心，另外以競賽方式，提高其團隊合作的機會。和過去多年的教學經驗想比較，這樣的教學改進確實讓學生能夠主動學習。特別是細菌生態管柱實驗，因為學生需要到我的研究室才能記錄結果，我發現有些學生非常認真且具有好奇心，觀察仔細，而且會和別組結果進行比較。另外，由於本學年修課人數達 57 人，因此受限於時間，很多實驗只能以組為單位，較無法讓個別學生的有機會操作或是參與報告，之後可以再做一些實驗設計或是競賽方式的改良。另外，為了評量學生是否有因為此計劃的教學改進而激發其學習動力與態度，除了學校的固定教學評鑑可以參考之外，將來也可以設計問卷，作為之後的教學精進參考。

二、參考文獻

1. James G. Cappuccino, and Chard. T. Welsh (2018) *Microbiology, A Laboratory Manual*, 11 edition.
2. Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian Journal of Engineering Education*, 3(2), 2-16.
3. Chin, C., & Chia, L. G. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.
4. 陳毓凱, & 洪振方. (2007). 兩種探究取向教學模式之分析與比較. *科學教育月刊*。
5. 符碧真, 大學學習成果總檢驗：合頂石—總結性課程。 *Bulletin of Educational Research* March, 2017, Vol. 63 No. 1 pp. 31-67.

三、附件

附件 1

113-2 生化科技系微生物學實驗

課程編號：BST2009 班次：01, 02 任課老師：張麗冠、林晉玄 教授

講解：星期二、四 PM 1:20~2:10 地點：農化二館 B10 室、系六教室

實驗：星期二、四 PM 2:20~5:20 地點：農化二館 108 室

課程主負責助教：盧怡珊、林心如、林友信

| 日期 (二) 課程 講解 | 日期 (四) 課程 講解 | 課 程 內 容 | 主負責助 教 值日生組 別 | 助教 |
|-----------------------|-----------------------|--|------------------------|-------------------|
| 2/18 張麗冠 | 2/20 張麗冠 | 課程介紹與分組/ 實驗室安全守則/ 值日生分配 細菌生態相管柱 | 盧怡珊 | - |
| 2/25 張麗冠 | 2/27 盧怡珊 | Basic Laboratory Techniques Experiment 1: Culture transfer techniques Experiment 2: Techniques for isolation of pure cultures Experiment 3: Cultural characteristics of microorganisms | 盧怡珊 林心如 | 蔡曉言 鄭子筠 許維峻 |
| 3/4 林晉玄 | 3/6 蔡曉言 | Microscopy Experiment: The microscopic measurement of microorganisms Experiment 4: Microscopic examination of stained cell preparations Experiment 5: Microscopic examination of living microorganisms using a hanging-drop preparation or a wet mount | 蔡曉言 | 尤辰如 朱逸凡 張仲恆 |
| 3/11 張麗冠 | 3/13 朱逸凡 | Bacterial Staining-I Experiment 6: Preparation of bacterial smears Experiment 7: Simple staining Experiment 8: Negative staining Experiment 9: Gram stain | 朱逸凡 | 盧旻威 鄭子筠 蔡曉言 |
| 3/18 盧旻威 | 3/20 張麗冠 | Bacterial Staining-II Experiment 11: Differential staining for visualization of bacterial cell structure Experiment: Flagella stain Experiment: 食物中的微生物 | 盧旻威 | 許維峻 朱逸凡 尤辰如 |
| 3/25 鄭子筠 | 3/27 林晉玄 | Experiment 13: Use of differential and selective media Experiment 14: Physical factors: temperature Experiment 15: Physical factors: pH of the extracellular environment | 鄭子筠 | 張仲恆 盧旻威 朱逸凡 |

| | | | | |
|-------------|-------------|--|-----|-------------------|
| | | Experiment 16: Physical factors: atmosphere oxygen requirements | | |
| 4/1 | 4/3 | 清明連假 | - | - |
| 4/8 張麗冠 | 4/10 許維峻 | <u>Bacterial Genetics-I</u> Experiment 52: Enzyme induction Experiment 54: Isolation of a streptomycin-resistant mutant Experiment 56: Bacterial transformation Experiment 37: Cultivation and enumeration of bacteriophages | 許維峻 | 鄭子筠 張仲恆 盧旻威 |
| 4/15 張仲恆 | 4/17 張麗冠 | <u>Bacterial Genetics-II</u> Experiment: Bacterial conjugation and transposition Experiment 55: The Ames test: A bacterial test system for chemical carcinogenicity Experiment 47: Standard qualitative analysis of water | 張仲恆 | 盧旻威 許維峻 蔡曉言 |
| 4/22 林晉玄 | 4/24 蔡曉言 | <u>Biochemical Activities of Microorganisms-I</u> Experiment 20: Extracellular enzymatic activities of microorganism Experiment 21: Carbohydrate fermentation Experiment 22: Triple sugar-iron agar test Experiment 24: Hydrogen sulfide test | 蔡曉言 | 尤辰如 朱逸凡 鄭子筠 |
| 4/29 許維峻 | 5/1 林晉玄 | <u>Biochemical Activities of Microorganisms-II</u> Experiment 23: IMViC test Experiment 25: Urease test Experiment 26: Litmus milk reactions Experiment 27: Nitrate reduction test Experiment 28: Catalase test Experiment 29: Oxidase test | 尤辰如 | 盧旻威 張仲恆 朱逸凡 |
| 5/6 張麗冠 | 5/8 張麗冠 | 微生物如何致病 (短講競賽) | 盧怡珊 | 林心如 林友信 |
| 5/13 林晉玄 | 5/15 鄭子筠 | <u>Physical and Chemical Agents for the Control of Microbial Growth-I</u> Experiment 40: Physical agents of control-moist heat Experiment 41: Physical agents of control-electromagnetic radiations Experiment: Physical agents of control: environmental osmotic pressure | 鄭子筠 | 許維峻 尤辰如 張仲恆 |
| 5/20 尤辰如 | 5/22 林晉玄 | <u>Physical and Chemical Agents for the Control of Microbial Growth-II</u> Experiment 42: Chemical agents of control- | 許維峻 | 尤辰如 蔡曉言 張仲恆 |

| | | | | |
|-------------|-------------|--|------------|-------------------|
| | | chemotherapeutic agents Experiment 43: Determination of penicillin activity in the presence and absence of penicillinase | | |
| 5/27 林心如 | 5/29 林友信 | 期末考：未知菌檢測 Experiment 31: Genus identification of unknown bacterial cultures | 林心如 林友信 | 朱逸凡 張仲恆 盧旻威 |
| 6/3 | 6/5 | 綜合討論/ 教學意見調查/ 實驗室整理 | - | - |

指定教科書：James G. Cappuccino, and Chard. T. Welsh (2018) Microbiology, A Laboratory Manual, 11 edition

評分方式：

1. 預習報告含小考：20%

報告內容：將實驗內容以圖示或意象圖歸納。整理後呈現，而非描述實驗步驟。預習小考為不定期，題目出自原文教科書。

2. 結果報告含習題：50%，未依規定觀察結果或抄襲報告，當次報告成績 0 分。

3. 期末考（未知菌測試）：15%

4. 短講競賽: 15%

*****4. 出席與值日生：**

無故缺席，未依規定師先請假，每次扣總分 10 分

值日生未依規定負責勤務，每次扣總分 10 分

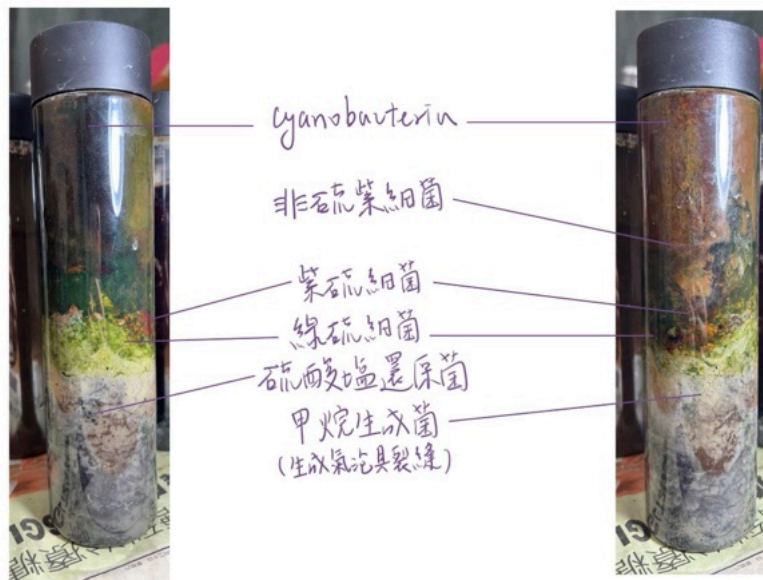
附件 2

細菌生態管柱實驗觀察

此為助教在 113-1 學期先進行測試的結果



以下為 113-2 學期學生的觀察報告：

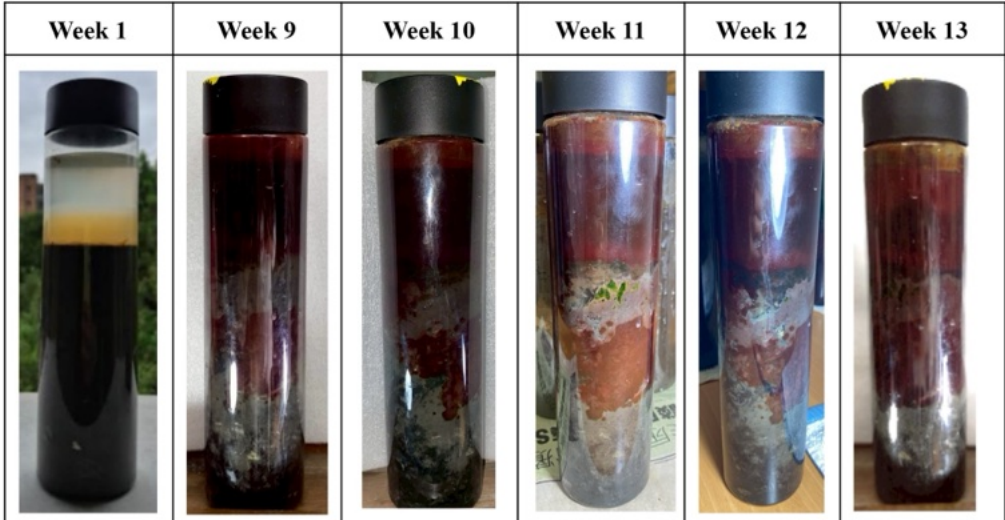


微生物生態管柱觀察結果報告

4B 彭芊雅 蔡昀真

一、材料：塑膠寶特瓶一個、雞蛋一顆、報紙一張、台大農場水田的水和泥土

| | | | |
|----|-------------|-----------|-----------|
| 系級 | : 生技二 | | |
| 學號 | : B12B02038 | B12B02041 | B12605053 |
| 組別 | : 5A | | |
| 姓名 | : 鄭愛芳 | 林若晴 | 許悅 |



5/22

照片



觀察

製作管柱第十三週。可以看到整體而言與上週相比並無明顯差別。在上層可以看到明顯的綠色藻類層與深、淺棕色的硫酸化區域；在中層可以看到有紫色、紅色、淺綠色等紫色非硫酸、綠硫層；且有看到一大塊紅色的區域，底部有看到些微的黑色，可能有硫酸氫溫菌的出現；且有著觀察到下半的瓶身有些微變形。可推測為有產氣的情形。我們觀察到後幾週的生長情形已經趨於穩定沒有劇烈改變，可能已經達成平衡，未來可能也不會有太大的變動。

日期: 2/21

照片



觀察

製作管柱的第一天，加入生雞蛋、自來水、土、兩張 A4紙。土壤來源是家裡種菜使用的土。照著步驟加入後，放到實驗室照光。

附件 3

短講競賽：以微生物如何致病為主題，進行五分鐘短講競賽

週二班與週四班各選出二組表現傑出組別，予以獎勵



短講競賽主題：

週二班 5-6-2025

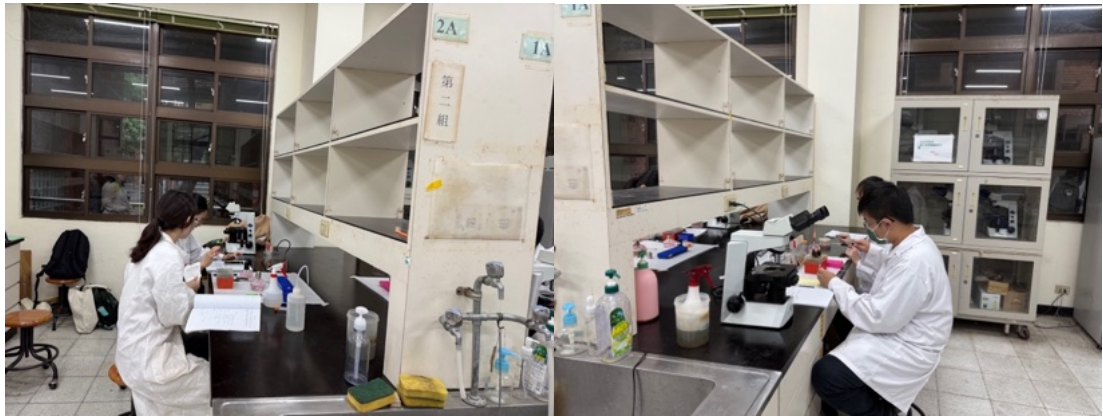
| | | 內容與知識 正確性 (35) | 口語表達 (35) | 海報設計 (20) | 整體印象 與台風 (10) | 總分 (100) |
|----|--|-------------------|--------------|--------------|------------------|----------|
| 1A | B 型肝炎病毒 (HBV) | | | | | |
| 1B | 沙門氏桿菌(Salmonella) | | | | | |
| 2A | 洋蔥伯克氏菌(B.cepacia) | | | | | |
| 2B | 伊波拉病毒 (Ebola virus) | | | | | |
| 3A | 人類第四型疱疹病毒 (EBV) | | | | | |
| 3B | 福氏內格里原蟲(Brain- eating amoeba) | | | | | |
| 4A | 諾羅病毒 (Norovirus) | | | | | |
| 4B | 幽門螺旋桿菌 (<i>Helicobacter pylori</i>) | | | | | |
| 5A | 克里米亞- 剛果出血性熱(CCHF) | | | | | |
| 5B | 狂犬病病毒 (Rabies virus) | | | | | |
| 6A | 黃熱病毒(Yellow fever virus) | | | | | |
| 6B | 人類乳突病毒(HPV) | | | | | |

週四班 5-8-2025

| | | 內容與知識 正確性(35) | 口語表達 (35) | 海報設計 (20) | 整體印象 與台風 (10) | 總分 (100) |
|----|--|------------------|--------------|--------------|------------------|----------|
| 1A | A 型流感病毒(IAV) | | | | | |
| 1B | 癩菌 (<i>Mycobacterium leprae</i>) | | | | | |
| 2A | 猴痘病毒(Monkeypox) | | | | | |
| 2B | 伊波拉病毒 (Ebola virus) | | | | | |
| 3A | 沙門氏桿菌(Salmonella) | | | | | |
| 3B | 登革熱病毒 (Denguevirus) | | | | | |
| 4A | 幽門螺旋桿菌 (<i>Helicobacter pylori</i>) | | | | | |
| 4B | 人類乳突病毒(HPV) | | | | | |
| 5A | 病毒 71 型(EV71) | | | | | |
| 5B | 間日瘧原蟲 (<i>Plasmodium vivax</i>) | | | | | |
| 6A | 黃熱病毒 (Yellow fever virus) | | | | | |
| 6B | B 型肝炎病毒 (HBV) | | | | | |

附件 4

合頂石概念期末評量：未知菌測試與學生鑑定報告



113-2 微生物實驗期末考 鑑定報告

組別：2A 實驗日期：2025/5/27

報告結果撰寫：B12B02007 生技二 潘柏均

本次實驗未知菌鑑定共進行 12 種檢驗方式，並且根據本學期於這些實驗中有使用過的細菌共 11 種，以下列出所有菌株候選：

- *Escherichia coli* (E.c)
- *Bacillus cereus* (B.c)
- *Pseudomonas aeruginosa* (P.a)
- *Staphylococcus aureus* (S.a)
- *Shigella flexneri* (S.f)
- *Salmonella typhimurium* (S.t)
- *Alcaligenes faecalis* (A.f)
- *Proteus vulgaris* (P.v)
- *Enterobacter aerogenes* (E.a)
- *Klebsiella pneumoniae* (K.p)
- *Lactococcus lactis* ATCC 11454 (L.l)

而根據鑑定的實驗結果與本學期撰寫的實驗結報案照下列順序 (隨機) 進行初步比對，將不符合實驗結果的菌株刪去以縮小篩選範圍：

1. 由 Milk agar 可以刪去 E.c、S.a
2. 由 Litmus milk 可以刪去 L.l、E.c
3. 由 Tributyrin agar plate 可以刪去 B.c
4. 由 TSI agar slant 可以刪除 E.c、A.f、P.a、S.f
5. 由 SIM deep 可以刪除 E.a、K.p

至此剩下 P.v 和 S.t，而根據網路上的「cultural and biochemical characteristics of unknown organisms」表格，P.v 和 S.t 最大的差別在於 SIM deep 檢驗的 Indole production (S.t 為 negative 而 P.v 為 positive)，而我們的 SIM deep 加了 Kovac's reagent 後有變紅故為 indole negative，因此得知此菌應為 *Salmonella typhimurium* (S.t)。

以下根據「cultural and biochemical characteristics of unknown organisms」表格做更仔細的篩選判斷分析：

故綜合以上實驗測試結果，判斷此細菌應為 *Salmonella typhimurium* (S.t)

感謝教授及助教這學期的教學，最後這個未知菌檢測我覺得很有趣，運用了整學期的內容來找到答案的過程很有成就感，再次感謝教授和助教，辛苦了～