

遺傳學教學札記

文・圖／陳凱儀

回母系任教至今已有12年，而系必修課程「遺傳學」及「遺傳學實驗」的教學也即將進入第10次。回想學生時代，自己對此課程的學習，印象最深刻的一次是準備碩士班入學考試前，請陳成老師推薦了一本原文教科書，仔細地將其內容反覆咀嚼過。這個經驗讓我深刻了解到，一本好的教科書能夠補足課堂學習的不足，而且閱讀教科書中對科學史與科學家的介紹，不僅能理解理論學說的發想起點，也同時爬梳學門內不同學派觀點的辯證與演化歷程。另一次的經驗則是留學攻讀博士班的第一年，應論文指導教授的要求，重修了一次相同的課程，雖然當時對課程內容已經駕輕就熟，卻是初次對於助教一對一問答的教學方式留下深刻的印象。任教後的授課經驗也顯示，優秀盡責的教學助理對於學生的學習效果會有很好的加乘作用。

由於個人偏好研究方面的工作，對於近年臺大校內十分熱門的翻轉式教學的議題一直沒有仔細去研究，但順著此次邀稿的機緣，發現電機系的葉丙成教授已經將他這幾年推動翻轉式教學工作的心得，著作成《為未來而教：葉丙成的 BTS 教育新思維》一書，在今（2018）年4月出版。書中有許多很有意思的觀點與做法，能夠在課堂上施行。對於我們這些本來就不是教育



專業科班，只能憑自身經驗與責任心在大學任教。2011導生會。

專業科班，而僅憑藉自身經驗與責任心在大學任教的科學家而言，是一份十分有趣也有用的「在職訓練」手冊。個人十分同意設法讓學生擔任教室中的主動參與者與探究者，是擔任教師工作最重要的責任。而大學必修課授課的最大挑戰其實也是要設法啟發學生對於專業領域知識的興趣，尤其不少高中生並不了解自己對什麼專業學科具有興趣，因而

選擇大學科系志願的方式單純是「分數達標，所以就選填了這個系」。葉丙成教授的著作中有許多很好的心得與建議，所以我想在後續的文章中，僅分享個人在啟發學生興趣的方法以及和專業科目相關細節的經驗。

對於啟發學生興趣而言，個人在教學上常採取兩種方式：一是讓課

程內容與日常生活的經驗作連結；另一個則是透過實作，讓學生體驗「從做中學」的樂趣。由於高中的教科書已包含孟德爾遺傳學基本法則的介紹，所以大部分的學生對於遺傳學的基本原理並不陌生，但是學生常認為包含遺傳學在內的必修課程僅是課堂內的學問，學習目的多半是為了取得好成績與畢業資格，沒有想過這些基礎知識能與日常生活連結。

以下是幾個在課堂上使用過而較受學生關注的例子。第一類是與人類遺傳相關知識的闡述。例如，遺傳疾病（臺灣最常見的地中海型貧血與蠶豆症）、性別取向、促成交友偏好選擇的「汗濕衣物氣味試驗」、以及溯源基因檢測。

一般人對於自己未來的可預測性多半具有好奇心，在遺傳學的學習過程中，遺傳疾病與性別取向是多數學生都能認同的「命定」項目。「汗濕衣物氣味試驗」會吸引同學關注的很大原因是，科學實驗的證據說明女性對於男性汗濕衣物氣味的喜好程度，與兩人在製造免疫細胞抗原基因的相異程度呈正向相關，此證據暗示女性擇偶的過程在某種程度上也受到遺傳因子的影響。

溯源基因檢測則是本世紀初人類基因體組核酸定序計畫完成而開發的新形態高通量DNA變異檢測技術，國外「23 and me」公司即為此專業領域的知名廠商。溯源基因檢測技術可以檢查不同個體間眾多基因的歧異程度，而透過綜合分析許多人的這份DNA歧異度資料，能夠描述個人的遺傳組成是來自世界上的哪些族群、不同個體之間的親緣關係，也可以揭露個人潛在的遺傳疾病風險，是目前精準醫學的熱門話題。但也因為如此，這些個人遺傳密碼資訊的保護與使用，從人類基因體組核酸定序計畫啟動以來，一直是十分熱門的倫理議題。我在課堂上經常使用科幻電影《Gattaca》向學生展示與討論類似溯源基因檢測的尖端生物技術對於人類社群可能帶來的重大影響。此電影故事設定的時空背景是一個能夠藉由高通量DNA變異檢測技術協助父



學生學習的樂趣多來自實作。與學生攝於實驗室（2016）。



教學近十年，努力讓遺傳學和生活產生連結，初衷在引起學生興趣，也希望學生明白必修課不只是為了取得畢業資格。圖為2018撥穗。

母親選擇自身最優良精子與卵子結合生育下一代的未來世界，但故事的主角卻是個非透過此技術、自然生育的個體。由於電影中所設定的虛擬情境在未來的世界有可能真實地發生（部分的情境已經是現世的事實），藉由設想電影主人翁在該虛擬世界中所受到的歧視，可以讓學生反思這些技術使用於人類本體所帶來的衝擊，以及可能因應的對策。畢竟科技發展的初心，是希望為全體人類帶來更幸福的生活。

第二類與日常生活經驗連結的範例則與農藝系本科的作物育種領域相關。得助於本系林彥蓉教授與臺南區農業改良場陳榮坤博士的共同努力、以及楊泮池校長的大力推廣，臺大鹿鳴米已是農藝系學生耳熟能詳的商品，被暱稱為臺灣越光米，在全國良質米競賽中屢屢得獎。事實上，臺大鹿鳴米確實是以日本越光米的遺傳組成背景，將越光米中對日長敏感的對偶基因型置換為對日長鈍感的對偶基因型，育成了適合在臺灣環境下生產的稻米品種。臺大鹿鳴米的例子就教學與新型育種研究方法而言，可說是個簡單易懂的經典範例。此外，兩位諾貝爾獎得主 Barbara McClintock 與 Norman Borlaug 在基礎科學與農業科學的貢獻，也是課堂上鼓勵學生投入科學研究常用的題材：前者在玉米的研究中發現了 transposable element，後者則是將半矮性對偶基因導入許多小麥品種、促成第一次綠色革命，適時解決二戰後的世界糧食危機問題。

至於實作體驗的部分，則採取配合正課的教學進度，同時開設必修的遺傳學實驗課程，並

採取小班教學，使每位學生都能夠有機會動手實作，強化正課教學內容中較為抽象的觀念。在我接任此必修課程之前，實驗課程並沒有專用的教學實驗室與硬體設備，十分感謝蔣丙煌與莊榮輝兩任教務長提撥經費，協助設立與強化農藝系的實驗課教學教室及相關硬體設備。從歷年學生的反饋意見得知，使用果蠅進行性聯遺傳觀察的實驗單元總是帶給學生最為難忘的回憶。由於該實驗單元要求同組同學每八個小時要抓一次尚未交配的雌蠅作為實驗的材料，因而常有學生相伴於午夜時分仍在實驗教室中奮鬥，體驗研究工作的辛苦。此外，農藝系的遺傳育種專業領域在生命科學範疇中向來強調基因遺傳定位的原理與應用，也就是透過分子生物技術與統計分析的工具連結作物基因型與外表型的相關性。遺傳學實驗課程的授課內容特別針對基因遺傳定位的主題設計了一系列的實驗單元，並以將近四年的時間產生一份專用於實驗課遺傳定位主題的水稻族群試驗材料，這是農藝系遺傳學實驗課與其他系所開設同名課程於教學內容上最明顯的不同。

回顧近十年來的教學成果，平心而論，多數學生投入在研讀正課內容的時間不多、但投入在實驗課的時間不少。雖然正課考試題目刻意偏難，考驗學生舉一反三的能力，但教學評鑑中的文字意見以及評分仍以正面的評價居多，顯示對多數修課學生而言，遺傳學課程的教學有達到引起學生興趣的目的。但願仔細拜讀葉丙成老師的大作之後，往後的教學除了能豐富教學方法之外，也能夠找到適當的方式，解決入學基礎程度不足學生的學習障礙、以及外籍生日漸增多而無法適應中文授課的問題。（本期專題策畫／農化系李達源教授&醫技系方偉宏教授&經濟系謝德宗教授&公衛系張靜文教授）



陳凱儀小檔案

學歷：美國康乃爾大學植物育種與遺傳學博士（1998-2005）

臺灣大學農藝學研究所作物科學組碩士（1991-1993）

臺灣大學農藝學系學士（1987-1991）

經歷：臺灣大學農藝學系副教授（2014-迄今）

國立臺灣大學農藝學系助理教授（2006-2014）

美國康乃爾大學博士後研究（2005-2006）

榮譽：臺灣大學 106 學年度優良導師（2018）

教育部公費留學獎學金 - 植物育種學門（1998-2001）

研究：歐盟 H2020 計畫 _ 番茄耐熱特性的遺傳研究（2016-迄今）

番茄核心種原基因體資源開發及快速育種平臺之建置（2017-迄今）