

個案研究：分析化學實驗課之數位化運用

Case Study: Utility of Digital Tools on Experimental Course of Analytical Chemistry for 3 Academic Years in MCU

陳良宇

鍾涵青

Liang-Yu Chen

Han-Ching Chung

銘傳大學生物科技學系

Department of Biotechnology, Ming Chuan University

摘要

本個案研究的對象為銘傳大學生物科技系之大二必修實驗課-『分析化學實驗』，涵蓋95-97學年度共6個班的教學記錄與分析改善過程。探討如何從教學設計的觀點將數位工具導入化學實驗的操作，包括教材上網、數位資源、作業繳交、線上測驗卷、問卷及討論區等。其中以作業繳交之數位化及討論區之領先指標教學最具效用，對同學在本課程學習行為模式的改變及學習成效有明顯的助益。本文也針對化學實驗課中日益重要之群組化活動加以分析，提出數位工具可以增加與修正的功能。

關鍵字：化學實驗；教學設計；數位學習。

Abstract

The aim of this case study is to elucidate the application of digital tools, included internet and multimedia resources, on chemical experimental course for advanced education in Taiwan. The study materials are collected from six classes of analytical chemistry laboratory (from 2006 to 2008 academic year) for sophomore students of Biotechnology Department at Ming-Chuan University. For the point of instructional design, the usage and utility of digital tools, including digital teaching materials and resources, homework uploading, online quizzes, questionnaires, and discussion bullet on the operation of chemical experiments were investigated and analyzed. Digitalized process of homework submitting and the discussion forum as a leading factor in this course change the students' learning patterns and learning outcomes, obviously. Furthermore, the group activities are more important and required increasingly for chemical experiment, which was also assayed in this article.

Keywords: Chemical Experiments; Instructional Design; e-Learning.

1. 前言

數位工具應用於教學上具有便利、多元及可再製性的優點。然而，應用於不同領域之專業課程上其效用仍缺乏實例證明，尤其以高等教育中，各專業領域課程之特有需求及教學方式，勢必造成數位工具在形式上與操作上的差異。例如在文理學院中常見的思辨教學法，蘇格拉底式(Socratic)教學，強調即時的、双向互動、討論跟回饋模式，無法於課程展開前進行精準的設計規劃，數位多媒體工具似乎僅對材料展示有所助益，甚至額外造成教師教學上的技術門檻，進而限制教學活動的互動性及流暢度。

銘傳大學生物科技系是銘傳大學現有系所中少數開設生物學及化學相關課程(基礎理論科學)的系所，其專業課程中又涵括工程類別(數學、物理及工業設計)及社會科學類別(倫理學、生態及研究方法)，課程架構的複雜性跟廣度相當的高。「分析化學實驗」是生物科技系二年級必修之專業科目，與課堂講述之「分析化學」最大的不同在於專業教室的使用，並且隨著社會需求的變化、科技的進展及教學資源的多樣化，課程內容也經常必須加以調整修正。

教學設計係以系統化的方式來進行教學策略的分析，以有目標性的方式搭配學習理論，以實作學習理論的方式將學習活動及過程組織起來並加以呈現出來。教學設計一開始常藉由分析學習動機的內在要素 (Internal factors) 與外要素 (External factors)，歸納出一些可供參考的原則。美國陸軍在 1975 年發展了一套「教學系統發展之多功能程序」(Interservice Procedures for Instructional Systems Development) 以改善軍事訓練的效能，並將教學設計活動拆解成數個階段，後來被廣為應用成為 ADDIE 模型：分別代表分析，設計，建置，發展，評鑑。

在學校鼓勵推動 MOODLE 數位教學平台的風潮下，作者為「分析化學」及「分析化學實驗」之授課教師，嘗試導入此數位教學平台與工具進入教學活動中，並已累積三個學年共六個班級的使用經驗，修習本課程及使用數位教學平台之學生人數已超過 400 人。本文將以 95-97 學年度之「分析化學實驗」課程使用數位教學平台及數位工具的經驗為例，說明過程中如何發現需求、單一課程設計、資源導入、程序改善、成效評估與學生意見回饋等，分別加以探討、分享經驗並尋求技術專家給予協助。

2. 化學實驗課之課程設計及教學特性

化學分析的應用領域相關廣泛的大學基礎科目，包括醫學、環境、生物、食品、材料、藥學、工程、地質、鑑識科學等領域之應用，其先修課程應具有普通化學、物理學跟統計學的基礎訓練。在歐、美等發展高等教育歷史悠久的國家，更設計出檢驗分析之獨立學程與學位。目前國內化學分析的教育多數仍以講述式(正課)搭配實習之課程設計為主，其內容一般可區劃為定性分析、定量分析及儀器(自動化)分析等三大單元，且自 1980 年代起儀器分析的比重越來越高，現今約佔一半左右的授課內容。

目前相似的生物或化學實驗課程多強調學員在操作的體驗，並由教師於過程中提醒學員缺失，並立即矯正改善操作的缺失。雖然實驗課程更強調實做及體驗的過程，但受限儀

器設備的精密性與昂貴價格，目前每週三至四小時課程設計並無法落實完整分析方法之操作。且學習過程應由淺而深的次第觀念引導，分析實驗課大多仍以驗證定性及定量分析或系統之複雜性分析為主。傳統化學實驗的課外活動有向前跟向後沿伸的特性，例如：進入實驗室操作前必須預習實驗程序並繳交報告，又稱為『預報』，完成實驗操作後再依實習結果撰寫討論式之報告，又稱為『結報』。因此，每個單元的實驗課程都會產生二倍以上的作業報告，也就是課程活動的運作並不會限定於授課時間內來完成。

3. 電子檔案作業的實行與效用

在教學設計在應用數位工具時，必須注意到學習重心的移轉，由傳統以教師為主改變至以學習者為主的視野觀點，並且要考慮到數位工具（例如：動畫、影片、線上測驗卷、互動式論壇、學習紀錄）的屬性並善加利用、組織、設計，以達成良好的數位教學設計，獲得預期的學習成效。

然而，數位多媒體教材的運用空間於化學實驗操作中所能傳達的體驗有限，故一般使用數位多媒體的機會並不多，但是通知、收集及批改同學的作業卻經常佔據課程活動的多數時間，根據初期與學生的訪談後發現，平均單一實驗中操作所花費學生學習時間的比重約為 40%。而此時間分派對照教師之執行課程運作及處理作業的程序後發現，作業繳交與收發基本上是佔據同學及教師於教學過程中的非課程內相關活動，僅為必要之『程序活動』。當扣除 14% 作業繳交與回應的時間後，師生於操作實習活動所佔的時間投入比例就比較接近了，皆為 43-41%。而實行電子檔案作業繳交後，學生於操作實習活動的時間投入比例甚至有更加提升的現象。

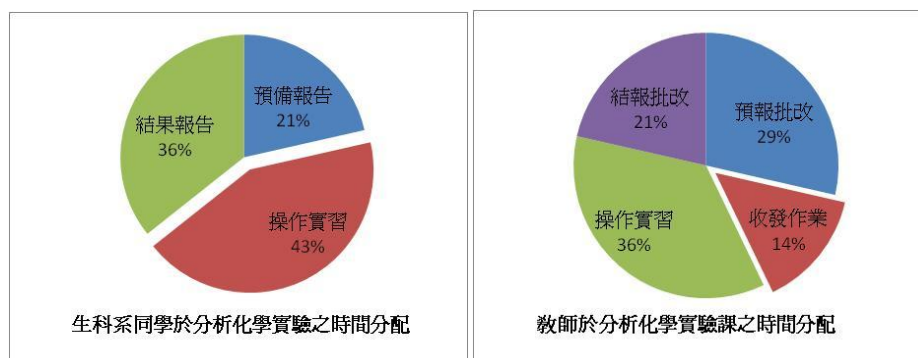


圖 1 未採用數位工具前師生課程活動之時間分配。

因此，本課程於運用數位工具之初，即採用降低簡化作業繳交活動為主要目標，改為線上繳交作業的方式。雖然初期也遇到一些數位工具使用上的技術障礙，但經歷 3-5 個周期(週)後，技術問題發生的頻率已降低至可容忍的程度(每週上課少於 2 起 Moodle 繳交作業的問題)。同時，我們也觀察到同學學習行為的部份轉變。首先，因為同學不會繳交紙本的作業，故作業內容變得比較簡明，較少封面及彩繪設計，也同時減少保存大量紙張報告的習慣。數位化作業繳交的使用，最明顯的效益就是減少文具資源(紙張、碳粉、接著劑和塑膠封套)的浪費。其次，由於個人文書作業系統及網路傳播工具的普及使用，學生於資訊分享

及報告處理上更為快速，更可實質提昇學習效能並熟悉資訊工具。而教師並不需要保留大量的學生紙本作業，更可以彈性的安排時間批改作業。

4. 討論區的使用做為領先教學指標

教學活動的內容與執行必須透過有效的溝通才能發揮效用，而『可追溯性』是有效溝通的特質，意思就是必須有所記錄。從設計課程活動之初，到實驗執行、量測數據交換、成果展現、教師評核與教學回饋都應該要有所依據，並可以隨時使用此記錄來進行稽核。於作業電子檔案化之後，隨即將許多教學資源放置於系統平台上，然而，學生卻缺乏主動學習的動機，或因為生物科技系之課業要求較重，導致教學平台上之教學資源使用率偏低。本課程於96學年度下學期開始導入討論區的運作，以強化師生於教學活動上的雙向溝通。將評分活動(作業及小考)的細節資訊刊載於佈告欄中，能有效吸引同學至 Moodle 系統中瀏覽資訊，並可將教學資源拆解成數各單元，以群組的方式批次呈現。此外，針對數位教學上所擺放的教學資源，將於討論區中立即開啟問題式討論串，並以參與討論串之成果做為出席點名之主要優先指標，並給成績的肯定。以此討論串做為教學活動領先指標的效益有以下幾點：1. 降低點名(出席率評量)的負荷，只有參與討論的學員具有點名的機會；2. 正向回饋，被點名表示會被加分，同學會樂於被點到名，而且不會代點；3. 為爭取機會，同學會把握機會上討論串發問並發表評論，且珍惜出席上課的機會。

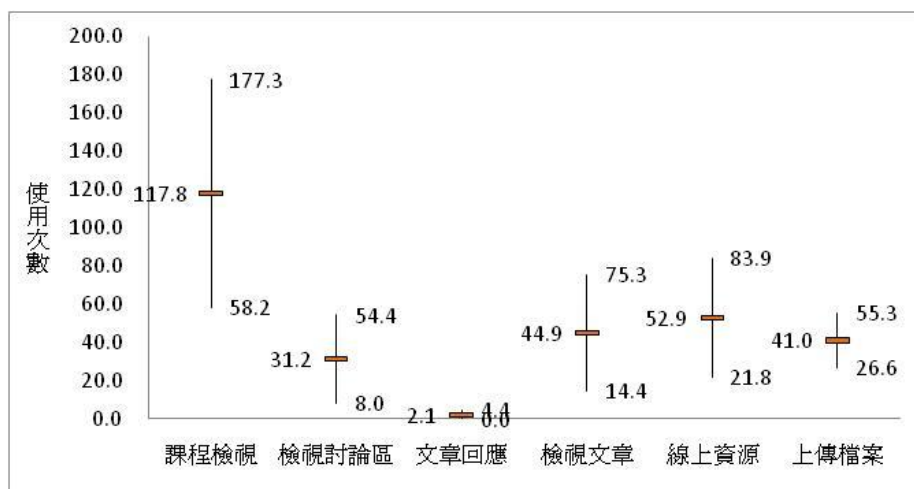


圖 2 同學利用數位平台之平均使用次數及其標準差(SD)。

在雙向學習的效用上，在於採用數位平台工具後，學生及教師皆可隨時回顧其學習歷程，並依照學習歷程的記錄發現核心問題所在。運用討論區的方式更可以提高學習歷程的可見度，強化穩固同學的學習信心，更做為其他參考同學的學習模範。透過討論區的運作將教學設計之分析、建置、發展、評量、回饋改善等程序串聯起來，改善分析化學實驗課程原先散落之個單元教學資源與活動，能夠整合並方便存取使用，降低教師及學員保存個別學習歷程的困難性。

5. 結論與展望

運用數位工具及教學平台後，對於分析化學實驗課程的進行達成程序簡化的效果，其中以電子檔案作業的成效最為顯著，並將綠色科技的概念順利導入教學活動中。在雙向學習的效用，在於採用數位討論平台後，學生及教師皆可隨時回顧及檢視其學習歷程，提高各別學習活動的可見度並可立即予以調整。

數位工具如何良好導入於群組化的課程活動之中？於 98 學年度開始，本課程更納入服務學習內涵，在實驗活動的設計及執行上必須有所調整並將遇到一些困難。現代生化科技的發展強調學門的整合，但是受限於硬體設備與空間資源，團隊合作與分時共享的概念也是很重要的學習核心能力。各別小組間應具有獨立的意見交流與資源分享功能，也就是如何在課程中區劃出更小規模但完整的數位教學平台。此外，討論區若能提供同學匿名發表的功能，或許是降低台灣學生不敢表達自己看法的方式。

6. 參考文獻

- [1] 張淑萍，當教學設計遇上 e-Learning，東吳大學教與學電子報 NO.5，民國 95 年 1 月。
- [2] 黃昱翔、許朝淵、陳智文，OXYGEN-化學實驗遊戲教學，國立臺南大學數位學習科技學系畢業專題實作，民國 96 年 12 月。