



學思達融入BOPPPS教學模式輔助普通化學 學習成效之研究

王修璇*

摘 要

化學是自然科學的基礎學科，教學內容常有抽象的專有名詞，多變的化學現象，再加上學生對英文原文書閱讀困難，造成學習低落，影響學習成效。基此，研究者以學生學習為主體，重新設計教學策略，藉由學思達多媒體影片，讓學生從視覺化學習理解化學變化，透過圖表學習單講義，減輕閱讀原文書壓力。課堂中採BOPPPS教學模式，引導學生分段學習，並採異質性分組進行同儕互助與共學，提高學習的參與度、專注力及學習動機。課堂教學歷程以即時反饋系統進行形成性評量，透過前測瞭解學生對學思達教材學習的理解程度，透過後測瞭解BOPPPS教學模式對主題單元學習成效的影響，不僅檢視學習歷程，並即時課堂回饋，強化師生互動。本研究採個案研究法，研究對象為本校化學工程與材料工程學系大一學生，以量化和質性分析探討學習成效。研究結果顯示，學思達教學法能提升學生對化學知識的理解，在課堂中融入BOPPPS教學模式，帶動小組合作與同儕討論，有助於提升中、低成就學生的學習成效，明顯拉近高、中、低不同學習成就者在四個主題單元的表現。學習滿意度分析顯示，能增進學生學習興趣與促進學習動機。此外，教師根據學生每個主題單元學習後的質性回饋，於教學歷程中及

* 王修璇：國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系副教授

電子郵件：sswang@niu.edu.tw

投稿收件日期：2019.06.17；接受日期：2019.09.10

時調整和改善教學與學習氛圍，提升學習成效與教學品質。

關鍵詞：BOPPPS教學模式、即時反饋系統、學思達教學法、學習動機、學習成效

壹、前言

化學是理論與實驗並重的科學，主要研究物質的性質、組成、結構與變化的基礎知識與實務技能，是奠定應用科學的重要學科。研究者所服務學校之系所是以綠色產業需求之學能養成爲己任，首重培育高科技、環保材料製程與特性分析能力的人才。因此，在課程地圖中將普通化學課程列爲「化學工程學程」與「材料工程學程」專業必修基礎課程，更是技術證照考試必備的科目。

研究者於過往教學是將教學內容統整製作成簡報，以傳統講述傳遞給學生，在教學經驗中觀察到大一學生常因專業名詞與化學現象過於抽象，無法深入瞭解，加上閱讀英文原文書爲全新的體驗，部分學生對英文原文書內容理解力較弱，影響其對課程的理解程度，造成學習困難。同時，學生很少在課堂上主動發言，可能是因缺乏答案與問題的想法，或是怕答錯、發言不當丟臉，因而在課堂討論或發問的意願不高；再加上對課程所學知識不知如何應用，在缺乏認知情境下喪失學習動機，造成學習成效低落。

Mettetal (2012) 強調教學者於教學現場具有獨特的教學風格，在課堂教學找到最適合自己與學生的教學模式，可以改善教學品質，更能提升學生學習成效。研究者深刻體會課程設計必須以「學生」的角度思考才能達到學習效益；因此，將普通化學課程分成不同的主題單元，並編製系統學思達多媒體講義，包含課程教學實務影片與圖表學習單，於教學前提供學生瀏覽與閱讀，透過動畫、影片提供學生對抽象思維轉換爲形象視覺化的學習，提高對主題單元理解能力，並整合英文原文書的圖表編製成學習單輔導，減輕閱讀壓力，促進學生掌握核心知識。

課堂中運用BOPPPS (bridge-in, objective, pre-assessment, participatory learning, post-assessment, summary) (Pattison & Day, 2006) 教學模式脈絡的分段教學，可提升學生學習專注力，尤其是一開

始上課的導言，強調主題單元與生活議題關聯性，讓化學認知融入情境，誘發學生學習興趣。尤其於參與式教學的部分，教師以學習單的議題，透過小組合作共同找尋原文書答案作為討論，提高學生發言意願與參與度，營造安全學習的環境。本研究期望透過學思達教學法融入BOPPPS教學模式，提升學生學習化學認知、技能與情境；任課教師更希冀從教學歷程不斷反省、修正，打破傳統教學的困境，從學習回饋與教學省思連結，評估此教學策略對提升「教學品質」與「學習成效」的影響，作為日後再度進行相同課程教學模式之參考。

教師運用智慧型手機與行動網路，於教學現場中進行即時反饋系統（Interactive Response System, IRS）Zuvio教學策略，經由線上問答競賽激勵師生、同儕間的互動，解決學生上課分心的問題。藉由IRS平臺提供教學的前後測驗，使學生瞭解學習情形，並幫助教師瞭解教學成效，且經由數據分析評估學生的學習表現，可歸納學習改變的因素，作為改善教學內容的依據。

研究者深知化學基礎必修課程深具教學挑戰，教學者必須掌握化學巨觀與微觀之間的關聯。本研究藉由創新教學設計建構化學知識鏈並啟發思辨邏輯，配合教學經驗設計教學活動，減輕學生閱讀原文書的學習壓力，培養實務技能與解決問題的能力，透過蒐集學生的學習表現，檢視教學品質與學習成效，進而反思教學模式，建立可實踐的教學方案。本研究具體的研究目的如下：

- 一、探討普通化學以學思達教學法於課程設計與實施的可行性。
- 二、瞭解採用BOPPPS教學模式對於學生專業知能與學習成效的影響。
- 三、不同學習成就學生對本課程創新教學設計與實施的改變與感受。

依據上述研究目的，本研究的待答問題如下：

- 一、教師運用BOPPPS教學模式引導學生於教學現場的學習成效

為何？

二、不同程度學生對於普通化學課程採用創新教學設計的學習成效差異為何？

三、不同程度學生對於普通化學課程採用創新教學設計的學習滿意度為何？

四、學生對於普通化學課程採用創新教學的感受為何？

貳、文獻探討

研究者為讓學生理解化學組成、結構及變化的基礎原理，探討運用學思達教學法融合「多媒體影片」與「圖表學習單」概念，讓學生掌握核心知識與學習方向；教學現場以「BOPPPS」教學模式提供教師於課堂上各環節架構的依據，以分段教學促使課堂的安排更具合理化，解決學生上課容易分心的問題。藉由IRS（Zuvio）系統，提供學生線上學習、提高課堂參與度、發揮小組合作與促進師生間的互動，此三種教學理論交互運用於普通化學課程。以下回顧本研究所採用的教學理論內涵與相關研究。

一、學思達教學理論

張輝誠（2015，2016）提出「學思達」改變以教師為中心的傳統教學，是針對「學生」為中心所設計的教學，其融合「翻轉教室」與「學習共同體」概念；建立一套訓練學生自主導向「學」習，並透過討論、歸納「思」辨分析，藉由口語或寫作表「達」的教學法，企圖培養學生多樣化的能力，轉換成以學生為中心的適性教學；此教學法是以教師製作「問答題為導向」的講義，引發學生好奇心，刺激思考，並透過小組間「合作又競賽」的學習模式，促進學習興趣與動機。

陳邵屏（2019）以學思達融入創思技法運用於國語課程，研究結

論發現，可提升學生對課程的喜好程度，尤其是在異質討論對學習很有幫助，彼此產生更多的正向交流，學生都給予正面的評價。黃啟原（2018）以學思達教學應用於高中會計課程，研究結論發現，學生在自我導向學習的效率、獨立、創造及釐清問題的能力等方面都有正向效果。Vygotsky（1978）認為環境對學習有關鍵性的作用，尤其在教育與文化兩者皆可促進認知發展功能，主張學校應協助學生在已具有的能力上發展潛能作為教學目的。此觀點與學思達經由教師誘導及同儕互助與共學，促使從低階學習（記憶、理解）到高階學習（應用、創造）的核心概念不謀而合。相信藉由實踐學思達教學法，教師不斷誘發及維持學生好奇心，讓學生自主、思考、體驗與討論，才會樂於學習，才能培養核心素養能力，實現高品質學習成效。

本研究運用學思達教學法三階段以達到自主學習、思辨分析及口語表達能力的訓練。第一階段透過教師專業導入，製作學思達多媒體講義，問題必須循序漸進，從簡單定義到深、廣應用，讓學生能在短時間理解學習方向，藉由核心知識、學習情境與生活經驗之間關聯，讓學生在學習中得到共鳴與啟發，教師於課堂中補充說明不易理解的認知，完成導向學習；第二階段學生分組，依循講義的圖表學習單，進行小組間的合作與競賽，讓高學習成就者協助低學習成就者，落實合作學習，透過評分指標緊密結合教學環節；第三階段透過教師的引導，學生參與搶答，以及課堂之間頻繁的師生對話，使思辨更深入認知的應用、分析、創造層次，進而提升教學現場之氛圍與學習成效。學思達教學法三階段功能如圖1所示。

二、BOPPPS教學模式

曹丹平與印興耀（2016）指出，BOPPPS Model最早於1976年加拿大英屬哥倫比亞大學（University of British Columbia）採用教學實踐為主強化訓練對教師進行培訓，探討加拿大以BOPPPS教學模式在高等教



圖1 學思達教學法三階段功能示意

育的改革成果；其強調師生互動是教學模式的核心，透過六大要素為教師提供現場教學各環節的完整架構和理論支持，使得課堂教學的安排更具條理化，能有效提升教學效果。BOPPPS也是教師評估教學計畫的工具，闡明BOPPPS教學模式採用小節的分段學習，使學生的專注力能夠持續（Lou, Dzan, Lee, & Chung, 2014）。李紋霞（2012）將BOPPPS六大基本元素的執行重點概述如下：

（一）導言（Bridge-in）：吸引學生注意力，專注於即將要介紹的內容。教師提出和教學主題相關的議題引導進入課程，喚起學生的學習興趣。

（二）教學目標（Objectives）：教師闡明教學目標，建立該課堂的學習目標和預期達到的成效，讓學生明確掌握學習方向。

(三) 前測 (Pre-assessment)：教師瞭解學生先備能力，準確掌握學生的知識基礎，協助調整教學內容深淺，藉由師生密切配合，以促進教學目標的達成。

(四) 參與式學習 (Participatory Learning)：透過師生與同儕間的互動，實現課程核心知識的交互學習，教師靈活運用各種教學媒體和資源，活化教學氛圍的環境，鼓勵學生參與教學環節，幫助學生達到學習目的，實現課堂教學目標。

(五) 後測 (Post-assessment)：課堂快結束之際，對學生進行檢驗和評估，瞭解學生對本次課程的學習成效是否達成教學目標，針對不同主題單元的課程內容，評量方式亦有所不同。

(六) 摘要總結 (Summary)：教師帶領學生總結學習要點，並回顧授課內容的學習目標，同時對後續課程內容進行預告。

將六大基本元素英文字首結合命名為「BOPPPS」，教師在進行此教學模式時，需先針對六大元素評估教學內容、學習活動與時間安排，才能在有限課堂時間，獲得良好的學習成效。將BOPPPS內涵整理為建構課堂教學模式之示意圖，如圖2所示。

三、IRS

隨著數位資訊環境的成熟，行動網路與行動載具的普及，網路IRS帶來嶄新的教學工具，增加教學創新及多元性。有鑑於此，以科技教學帶動課程活動轉化為雙向互動的模式，促成教學品質的有效改善。Sharples與Pea (2014) 相信教學成功取決於師生有效的互動，因為學習是必須經由知識共享與反思理解才能激發學習動機。Wang (2016) 以PBL和Zuvio運用於英文課程提升學習動機，藉由開發多種選擇及開放式問卷，讓學生透過手機或平板立即回答問題，讓教師可以觀察問答動態過程，學生也可參閱之前回答的紀錄，強化教與學的成效。黃建翔 (2017) 說明IRS運用於大學課程教學之策略，



圖2 BOPPPS教學模式之示意

可促進學習管道及測驗評量多元與活潑性，增進學生學習興趣與專注力，提升師生互動與評量的便利性，在課堂教學活動中，IRS對於教師教學與學生學習都有正面之幫助與成效，為大學課程帶來效益。

研究者根據多年教學經驗發現臺灣學生普遍缺乏自信，怕答錯或丟面子，在課堂發言意願低，加上過去學習經驗，大多數教師單方面傳授知識，學生很少發問，以致於在教學現場氣氛較平淡。因此，教師運用IRS科技工具的Zuvio教學策略，透過分組討論於線上作答，並在課堂以數據呈現，透過解答中的趣味互動，激勵師生、同儕間的互動，讓學生能安心暢所欲言，從中瞭解學生多元想法，活化學習氛圍，解決課堂分心的問題。

近年來快速發展課堂互動性教學系統（Classroom Response System），新興的IRS真是琳瑯滿目，其中Zuvio是目前市面上最成熟的IRS之一，係由國立臺灣大學電機研究所四位學生研發的雲端即時互動

系統，Zuvio的特色包含課前備課，提供投影片外掛功能讓教師設計題目，支援多元題型（單選、多選、題組、問答）、多元統計模式與同儕互評機制等。由於Zuvio的務實便利性，使其在各大學及中小學成為不可或缺的教學設備（廖世傑、吳錫金、黃崑巖、陳偉德，2007），藉由無線上網結合行動裝置App軟體，學生即可透過行動裝置（包括筆記型電腦、平板電腦、智慧型手機等）於課堂使用系統，不再需要仰賴以往的特殊硬體設備和遙控器，節省課前設定及課後處理器材所造成的不便（Bruff, 2009）。教師也可透過學生的答案，進行歸納、分析、綜合、比較，形成課堂進階的討論議題（許鶴齡，2017），Zuvio提高課堂參與度和促進師生、同儕間的互動，成為課堂教學成效的有利輔具。

根據文獻分析，本研究採用學思達教學法，並融合BOPPPS教學模式與IRS形成性評量，促進學生掌握學習方向，提供教師於課堂各環節架構的依據，使得教學現場運用分段教學的安排更有結構，提高課堂參與度和促進師生、同儕間的互動，解決學生上課容易分心的問題，培養學生思辨分析能力，進而促進普通化學課程的教學與學習。

參、研究方法

本研究採個案研究，研究對象為大一新生來自高中自然組，具有基礎的普通化學程度。在課程設計中以學思達教學法，運用多媒體影片及圖表學習單等教材，強化學生課前的學習成效。

將普通化學課程研究方法分為：一、認知方面：理解主題單元的核心知識，掌握化學原理與變化，圖表學習單減輕閱讀英文原文書壓力，提升學習興趣；二、技能方面：以學思達教學法多媒體影片，熟悉實務操作流程，強化實務操作技能，從中探究實驗結果的合理性，培養解決問題能力；三、情意方面：課堂中將主題單元融入新聞或生活議題，以BOPPPS教學設計學習活動，增進小組溝通合作，促進高、中、低學習

成就同學交流，活化學習氛圍並拉近學習差異。

一、研究參與對象

研究參與對象為研究者所服務學校之系所大學一年級46位學生，於107學年第二學期修習研究者開設之「普通化學二」必修課程，實施期間為2019年2月至6月，每週3小時授課；此外，每星期三晚上2小時課輔（學生自願參加）。從學生背景變項，依性別分類，男性計29位（63.0%），女性17位（37.0%）。學生於107學年第一學期修習另一位教師開設的「普通化學一」課程之學期成績分布，92~90分有2位（4.34%），89~80分15位（32.6%），79~70分10位（21.7%），69~60分19位（41.3%），作為本研究先備學習經驗的起始行為，並進行異質分組。

二、教學模式

本研究教學設計以學生學習為中心，透過學思達教學法的三階段，第一階段提供完整自學講義，讓學生掌握核心知識；第二階段啟發學生思考，縮小學習成就差距；第三階段小組合作，分享學習成果。促進學生掌握核心知識，並於教學現場將學思達的圖表學習單融入「BOPPPS」教學模式發揮小組合作與思辨能力，並透過動手做實驗，驗證化學科學原理，享受探索科學的愉悅，進而提升化學課程的學習樂趣。課堂上以Zuvio系統進行形成性評量，用以檢視學生學習歷程且可立即給予回饋，提升學習動機與學習成效。教學架構如圖3所示。

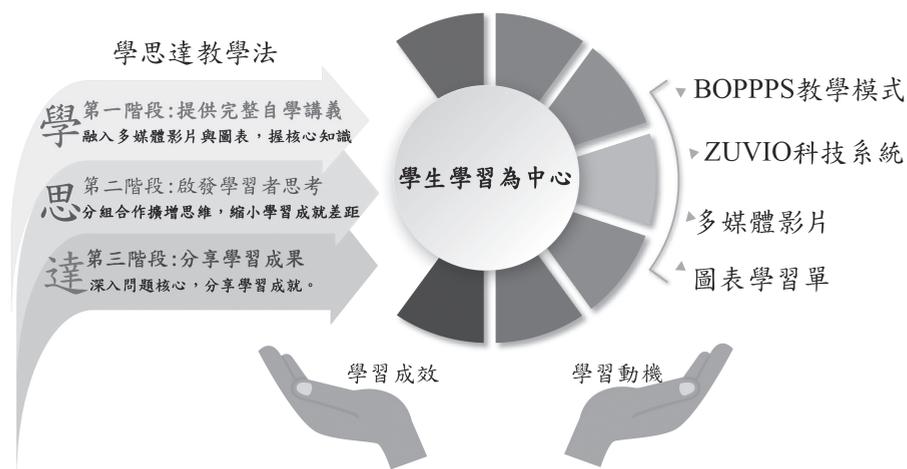


圖3 化學課程教學內容設計之教學模式

三、教學實踐歷程

本研究以學生學習為中心，著重於教學實踐，善用多元教學策略提升學習效能。本研究以普通化學課程為主，該課程分為上學期「普通化學一」與下學期「普通化學二」，「普通化學一」以研究化學的物質、組成、製備及性質作為核心知識；「普通化學二」延續化學基礎觀念，加入化學物質間應用與影響的次領域科學。

本研究以「普通化學二」作為研究學科，課程設計延伸化學基礎觀念、瞭解化學間反應、理解反應途徑、進而連結化學應用作為連貫式探究，並依課程設計訂定主題，分別為：氣體化學、酸鹼平衡、反應速率及化學熱力學等四個單元，每個單元主題測驗題目包含定義、分類、製備、影響及應用等方向。

此外，將主題單元融入時事新聞或生活議題，結合學習情境強調之間的關聯性，以提升學習動機，如圖4所示。

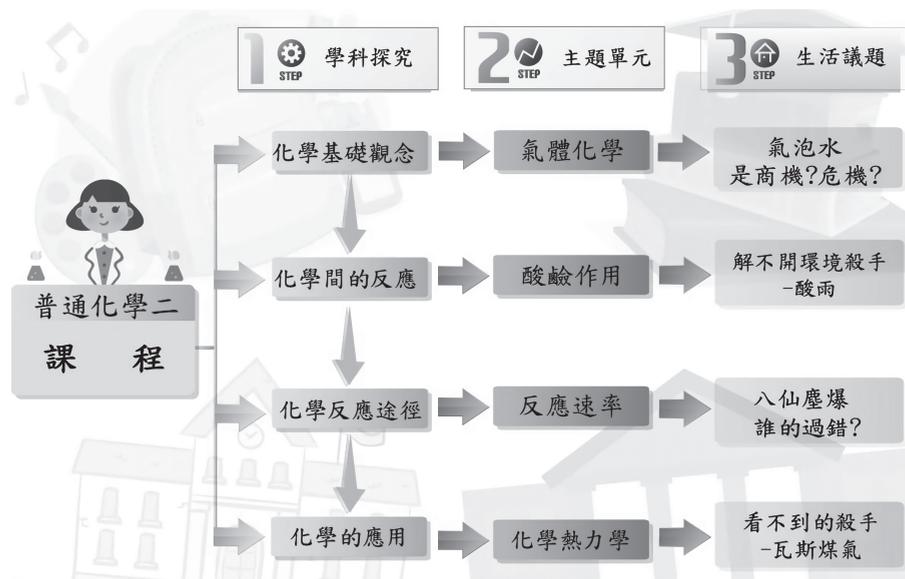


圖4 學科探究程序、教學主題單元與生活議題間之關聯

本研究教學實踐為了讓教師能完整展現其教學品質，將教學實踐的歷程分為三個階段：教學前準備階段、課堂教學運用階段及成效評量回饋階段，整理如圖5所示，並分別說明如下：

(一) 教學前準備階段

創新教學是採用多元的教學方法，培養學生如何學習的能力。本研究會在課前準備教材，如學思達多媒體教材建置，包括不同主題單元的錄製教學影片及編製圖表學習單。教學影片包含化學原理、製備、應用、數據紀錄、繪圖與分析等。圖表學習單內容，包含原文書內容圖表及重點提問單。將建置好的學思達教材上傳至學校數位學習網及學聯網，便於學生掌握學習方向。依不同主題單元製作BOPPPS的教學簡報，以便於教學現場運用，此外，課前建製各類型題目於Zuvio系統，作為課堂教學討論議題及前、後測驗。

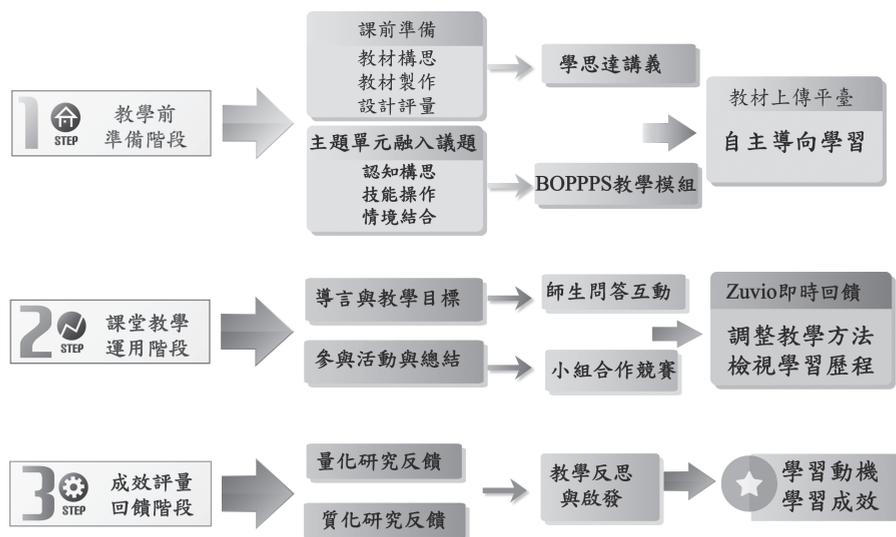


圖5 教學實踐歷程三階段之示意

以化學反應速率單元教案為例，階段一：擬訂教學目的與學習目標，確認教學方法與學習內容的一致性。階段二：運用BOPPPS教學模式的參與式學習明列出重點項目，讓分段學習有所依循，並擬訂課堂中討論議題於Zuvio平臺讓學生透過小組合作競賽，深化學習歷程。設計表中明列學生學習後應具有的認知能力與實務技能。擬訂化學反應速率主題單元教學設計表，如表1所示。

表1

化學反應速率主題單元教學設計表

主題單元教學設計表			
設計人：			
課程名稱	普通化學二	單元名稱	化學反應速率
階段一：擬訂教學目的與學習目標			
(一) 教學目的			
1. 熟習影響化學反應速率的因素，掌握化學本質、濃度、接觸面積、溫度與催化劑，			

(續下頁)

表1 (續)

探討生活實例與應用，提升學習興趣 2. 實務操作技能，培育數據推導出反應速率式與反應速率常數。分析能力，從中探究理論與實驗之關係 3. 小組合作與溝通協調、促進高、中、低學習成就的同學交流 (二) 學習目標 1. 認知方面：瞭解化學反應速率的原理、反應機制與化學藥品危害及回收處理 2. 技能方面：學會實務操作反應速率儀器裝置、藥品濃度配製及實驗變數控制，學生將所得的數據記錄、繪圖、分析、探討實驗合理及實務應用 3. 情意方面：培養小組合作、溝通協調、口語表達能力及負責的態度 本單元在普通化學第十章，普通化學實驗第八單元，授課重點知識的理解方面，包含化學反應速率的定義、原理、反應機制、實驗數據分析及圖表的繪製，透過多媒體教學影片，降低實驗風險，培養學生自主學習能力	
階段二：BOPPPS教學模式	Zuvio討論議題
參與式學習重點 1. 說明化學反應速率的目的 2. 說明化學反應速率的原理 3. 分析變因與化學反應速率之間的關係 4. 記錄實驗數據及繪製圖表 5. 分析實驗數據的合理性與恰當性	分組討論議題 1. 反應速率與日常生活有哪些相關 2. 說明反應結構、機制與化學速率間的變化 3. 濃度與溫度如何影響化學反應速率 4. 探究實驗數據與理論結果的連結 5. 判斷限量試劑與反應速率之間的關係
學習後具備的認知能力：	學習後具備的實務技能：

(二) 課堂教學運用階段

課堂教學運用階段以BOPPPS六大元素作為分段教學模式，依據原文書章節訂定四個主題單元，製作24份BOPPPS教學簡報。將生活議題結合主題單元作為導言，教師說明教學目標後，讓學生利用手機登入Zuvio系統進行測驗，師生於參與教學活動，藉由小組討論合作與競賽，引導學生即時互動；透過後測檢視教學內容與學生理解程度，最後整合學習要點，釐清錯誤觀念，並預告下次上課內容。以化學反應速率主題單元說明如何依循BOPPPS教學模式完成課堂教學。

以化學反應速率主題單元為例

1. 導言：透過八仙塵爆新聞影片融入化學反應速率單元，並舉例說明工廠生產為何需要反應速率快，生物氧反應速率卻要緩慢，誘發學生

興趣。

2. 說明反應速率的教學目標：（1）瞭解學習化學反應速率的定義；（2）理解化學反應速率與平衡係數之間的關聯；（3）學會如何測量反應速率。

3. 前測：瞭解學生使用學思達多媒體自主學習及掌握核心知識，如前測的測驗題得知對反應速率的限量試劑、過量試劑及化學反應三態變化未理解，但對反應速率定義、影響因素及反應顏色、現象變化較能掌握。

4. 參與式學習：依課本內容擬訂講義重點，透過小組合作、同儕討論、舉手分享結果，啟發思辨歷程，討論題目為：（1）為什麼反應物濃度高會使反應速率增加？（2）控制反應速率快慢的因素？（3）平衡係數對化學反應速率的影響？（4）如何量測反應速率？最後將前測中學生不理解的過量試劑、限量試劑及化學反應三態變化融入計算題，課堂做重點教學。

5. 後測：依據參與式學習活動與教學內容登入Zuvio系統進行測驗，掌握學生學習動態，並提升學習成效。

6. 摘要總結：教師引導回顧學習要點，Zuvio系統進行後測統計可即時回饋學生，並預告下次說明及課程內容，請同學事先自主預習。

將BOPPPS教學模式、課堂現場教學程序、教學方式與時間分配、學思達教學法內涵彙整，如表2所示。

表2

BOPPPS結合學思達應用於課堂教學的擬訂

BOPPPS 教學模式	課堂現場 教學程序	教學方式與 時間分配
B 主題單元導言	主題相關時事新聞或議題如圖4，吸引學生注意力喚起學習興趣	5分鐘 影片教學

（續下頁）

表2 (續)

BOPPPS 教學模式	課堂現場 教學程序	教學方式與 時間分配
O 教學目標	說明教學目標與學習內容之關聯	3分鐘 教師說明
P ₁ 課前測驗	檢核學生對於學思達教材掌握性，及 自主性學習狀況	7分鐘 Zuvio測驗
P ₂ 參與式學習	配合圖表學習單講義，協助學生理 解、分析與應用，深化學習歷程	20分鐘 小組討論
P ₃ 課後測驗	檢核本次課程教學內容，評估學生理 解程度，確實掌握學習動態	10分鐘 Zuvio評量 並解析說明
S 摘要／整合總結	整合教學要點與學習成果，並預告後 續課程內容	5分鐘 口頭說明

本研究透過Zuvio畫面並說明測驗使用過程，從課程題庫選取測驗題目，測驗後釐清問題並解析說明，Zuvio平臺統整資料即時回饋，掌握學生學習動態，針對測驗問題重新設計學習活動，修正教材與教學法。

(三) 成效評量回饋階段

教學必須與評量建立緊密關聯，教師關心教學法，課程關注教學內容，而評量則關照學生學習，三者息息相關，透過評量回饋功能，瞭解學生學習成果及調整教師教學策略，以達到最佳效能。為瞭解學生在學思達教學法、BOPPPS教學模式的學習效能，進行教與學的成效評量。Zuvio系統用以檢視學生學習歷程並能立即給予回饋，評估學生的學習能力。

教學起點是依據學生前一學期的化學成績，分為高、中、低學習成就者，在「量」的研究方面，每個主題單元以Zuvio實施課前分析（前測）與總結性測驗（後測）蒐集資料，瞭解對專業能力的認知，並在排除前測成績因素的影響後，瞭解不同學習成就者的學習成效。在「質」的研究方面，每個主題單元學習後，透過開放式問卷蒐集質性回饋，從

中發現潛在問題，提供教師調整教材與教法的參考。在學期的第10週及第17週，以匿名方式對課程設計、教師教學與學生學習態度進行滿意度評量。

四、資料蒐集與分析

為瞭解學思達教學法與BOPPPS教學模式對於課程的影響。首先，針對化學課程氣體化學、酸鹼平衡、化學反應速率與熱力學四個主題單元，製備四部教學影片及四份圖表學習單，編製成學思達多媒體講義，以Zuvio系統進行前測，測驗題目搭配影片、選擇題、問答題和計算題，檢核學思達講義的自主學習成效。其次，以BOPPPS模組帶動教學現場，藉由學習活動、討論，再以Zuvio系統進行後測，蒐集測驗成績與問答內容，作為評估主題單元的教學與學習成效。

依據學生「普通化學一」學期成績分布情形，分為高、中、低學習成就者，高與低成就者分別為前一學期化學成績在班上前三分之一與後三分之一，其餘則分類於中成就者。最後，在學期的期中考後與期末考前，針對課程與教學進行問卷（封閉式、開放式），調查學習經驗與學習滿意度。本研究主要採用相依樣本 t 考驗、ANOVA變異數分析及事後比較、質性分析等進行資料蒐集與分析。

肆、結果與討論

研究結果先以Zuvio系統進行前、後測驗的形成性評量，作為學習成效分析。其次，依據不同學習成就者的前測與後測描述性統計結果，瞭解不同學習成就者於不同主題單元的學習情形。最後，進行學生滿意度問卷分析及質性回饋分析。

一、學習成效分析

學生透過學思達教材自主學習後，以Zuvio系統進行測驗，此測驗可作為檢視學思達教材的後測，亦可作為學生學習基準的前測，同時具有雙功能效用。課堂教學後再以Zuvio系統進行後測，檢視BOPPPS教學模式對學習成效的影響，研究者透過相依樣本 t 檢定分析學生在活動中的前測及後測成績，如表3所示。

從表3可看出，學生的前測成績顯示有能力透過閱讀好的專業教材，掌握學習核心知識；比較各主題單元的前、後測成績，如單元一（氣體化學）平均由77.71提升至88.96，約進步12.64%，而單元二（酸鹼平衡）約進步12.85%，單元三（化學反應速率）約進步18.90%，單元四（熱力學）約進步22.19%。研究結果顯示，四個主題單元經由學思達融入BOPPPS結構，對化學課程的學習後測成績均顯著高於前測成績，且達顯著差異，確實有助於學生的學習成效。

表3

大一46位學生於主題單元相依樣本 t 考驗分析

單元	前測平均	標準差	後測平均	標準差	t
氣體化學	77.71	8.005	88.96	6.805	-10.238*
酸鹼平衡	76.86	6.551	88.20	4.324	-12.956*
化學反應速率	73.98	14.141	91.23	9.410	-10.768*
熱力學	71.85	11.841	92.35	7.255	-12.786*

* $p < .05$.

表4為不同學習成就者於不同主題單元前、後測成績進行的描述性統計分析，折線圖分析如圖6所示。根據表4、圖6顯示，在單元一、二、三的成績表現中，低成就者進步的分數幅度最多，分別為單元一12.47分、單元二14.67分及單元三18.92分；在第四單元則為中、低成就者進步最多，分別為21.61分及21.33分。

根據描述性統計與折線圖分析結果可發現，整體而言，低、中成就者的進步幅度皆較高成就者多。初步推論原因為，透過BOPPPS教學模式設計，小組合作討論結合教學活動，藉由教師鼓勵每位同學上臺分享教學內容，高成就者帶領學習，激發中、低成就者的學習動機，進而在進行單元測驗中提升了學習成績，也因此拉近了不同學習成就者的表現。

表4

大一46位學生主題單元不同學習成就者的前、後測表現

單元	不同學習成就者		前測表現		後測表現	
	類型	人數	平均數	標準差	平均數	標準差
單元一 氣體化學	高成就	15	82.67	5.589	92.53	3.701
	中成就	13	79.15	2.410	90.31	2.810
	低成就	18	72.53	9.385	85.00	8.745
	總計	46	77.71	8.005	88.96	6.805
單元二 酸鹼平衡	高成就	15	82.97	2.955	89.47	3.314
	中成就	13	75.92	6.702	88.23	4.693
	低成就	18	72.44	4.527	87.11	4.714
	總計	46	76.86	6.551	88.20	4.324
單元三 化學反應 速率	高成就	15	77.53	15.236	92.80	9.344
	中成就	13	77.46	11.631	94.69	6.750
	低成就	18	68.50	13.802	87.42	10.178
	總計	46	73.98	14.141	91.23	9.410
單元四 熱力學	高成就	15	76.07	10.382	94.60	4.453
	中成就	13	72.08	10.460	93.69	6.897
	低成就	18	68.17	13.232	89.50	8.659
	總計	46	71.85	11.841	92.35	7.255

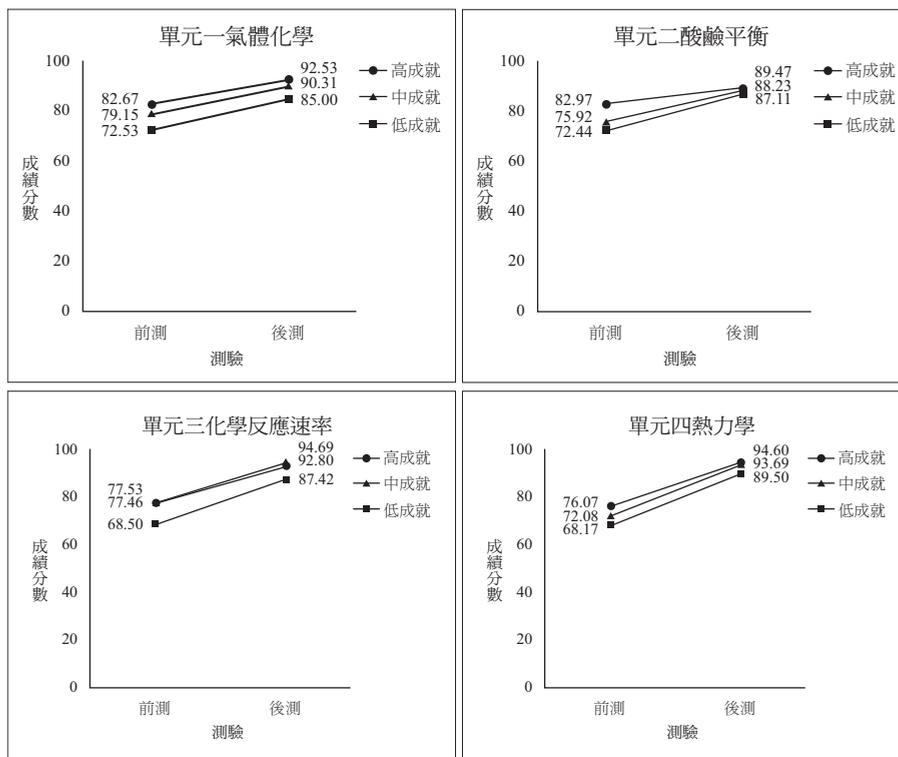


圖6 不同學習成就者在不同單元的前、後測表現折線圖

研究者進一步運用ANOVA進行不同學習成就學生前、後測成績分析。根據前測分析結果顯示，在單元一（氣體化學）及單元二（酸鹼平衡）中，不同學習成就者會有不同表現（見表5）。再從事後分析發現（見表6），高成就者的表現明顯優於中、低成就者，中成就者的表現明顯優於低成就者。但在單元三（化學反應速率）與單元四（熱力學）中，不同成就者於前測的表現則無明顯的差異。

接著，分析後測成績發現，單元一會因不同成就者而有不同表現（見表7），經由事後分析發現（見表8），高成就者表現明顯優於低成就者，但在單元二、單元三、單元四中，則不因不同學習成就者而有

不同的學習成效。

綜合上述統計分析結果，透過BOPPPS教學模式設計，小組合作討論結合教學活動，藉由教師鼓勵每位同學上臺分享教學內容，高學習成就者會帶領學習，激發中、低學習成就者的學習動機，進而在進行單元二、三、四的測驗中提升了學習成績，以此拉近了不同學習成就者的表現。加上學思達創意教學教材設計，如圖表學習單建構核心知識的大概念，帶動參與學習的意願，從課程帶動討論、啟發思考，有助於提升中、低學習成就者的學習表現，因而讓不同學習成就者的成績進步幅度無顯著差異，這是很有意義的結果。

表5

大一46位學生於主題單元不同學習成就者的前測表現－ANOVA變異數分析

單元		平方和	df	平均平方和	F	顯著性
氣體 化學	組間	879.026	2	439.513	9.429***	.000
	組內	2,004.262	43	46.611		
	總計	2,883.288	45			
酸鹼 平衡	組間	921.731	2	460.865	19.629***	.000
	組內	1,009.601	43	23.479		
	總計	1,931.332	45			
化學反應 速率	組間	887.514	2	443.757	2.352	.107
	組內	8,111.464	43	188.639		
	總計	8,998.978	45			
熱力學	組間	511.578	2	255.789	1.897	.162
	組內	5,798.356	43	134.845		
	總計	6,309.935	45			

*** $p < .001$.

表6

大一46位學生於主題單元不同學習成就者的前測表現－事後分析

單元	成就 (I)	成就 (J)	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
						下限	上限
氣體 化學	高成就	中成就	3.513	2.587	.545	-2.93	9.96
		低成就	10.139***	2.387	.000	4.19	16.09
	中成就	高成就	-3.513	2.587	.545	-9.96	2.93
		低成就	6.626*	2.485	.032	.44	12.82
	低成就	高成就	-10.139***	2.387	.000	-16.09	-4.19
		中成就	-6.626*	2.485	.032	-12.82	-0.44
酸鹼 平衡	高成就	中成就	7.044**	1.836	.001	2.47	11.62
		低成就	10.522***	1.694	.000	6.30	14.74
	中成就	高成就	-7.044**	1.836	.001	-11.62	-2.47
		低成就	3.479	1.764	.165	-0.92	7.87
	低成就	高成就	-10.522***	1.694	.000	-14.74	-6.30
		中成就	-3.479	1.764	.165	-7.87	.92

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

表7

大一46位學生於主題單元不同學習成就者的後測表現－ANOVA變異數分析

單元		平方和	df	平均平方和	F	顯著性
氣體 化學	組間	497.410	2	248.705	6.741*	.003
	組內	1,586.503	43	36.895		
	總計	2,083.913	45			
酸鹼 平衡	組間	45.420	2	22.710	1.227	.303
	組內	795.819	43	18.507		
	總計	841.239	45			
化學反應 速率	組間	454.559	2	227.280	2.768	.074
	組內	3,530.294	43	82.100		
	總計	3,984.853	45			
熱力學	組間	245.566	2	122.783	2.487	.095
	組內	2,122.869	43	49.369		
	總計	2,368.435	45			

* $p < .05$.

表8

大一46位學生於氣體化學主題單元不同學習成就者的後測表現—事後分析

單元	成就 (I)	成就 (J)	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
						下限	上限
氣體 化學	高成就	中成就	2.226	2.302	1.000	-3.51	7.96
		低成就	7.533**	2.124	.003	2.24	12.82
	中成就	高成就	-2.226	2.302	1.000	-7.96	3.51
		低成就	5.308	2.211	.062	-0.20	10.82
	低成就	高成就	-7.533**	2.124	.003	-12.82	-2.24
		中成就	-5.308	2.211	.062	-10.82	.20

** $p < .01$.

二、學習滿意度問卷分析結果

分別針對課程中的學思達教學法、BOPPPS教學模式及對課程教學設計的學習成效進行滿意度評量分析。根據數據分析顯示，對於學思達教學法的設計，學生的回饋皆非常正向，表9顯示各題項的平均分數皆超過4分。其中，對於快速掌握學科內容核心概念（表9-Q1，平均數4.50）與對學習英文原文書的壓力可以減輕（表9-Q4，平均數4.63）皆有正向回饋。此外，課堂小組合作加速作答與減少學習焦慮皆有4.50的正向回饋。使用BOPPPS作報告較有脈絡提升報告品質（表9-Q9，平均數4.57），以BOPPPS分段學習能有效提升學習成效（表9-Q11，平均數4.61），學生對此課程的教學設計感到滿意（表9-Q12，平均數4.54）。綜上所述，以學思達教學法結合BOPPPS教學模式輔助普通化學課程教學，持正向且肯定的態度，有助於提升學習成效的滿意度。

三、質性回饋分析

學生回饋是衡量教學是否有效的重要依據之一，尤其是透過質性回饋，除可瞭解學生學習心得與建議外，也可瞭解學生學習情形與需求，提供教師新的教學思維，得以適時調整進度、教學方法或課程內

表9

學習經驗滿意調查分析

題目	非常 滿意 (5)	滿意 (4)	普通 (3)	尚可 (2)	非常 不滿意 (1)	平均	標準差
1. 學思達圖表學習單教學，可提升對學科內容的核心概念	56.52% (26)	43.48% (20)	0.00% (0)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.57	0.50
2. 學思達圖表學習單教學，可提升學生的專注力	63.04% (29)	32.61% (15)	4.35% (2)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.59	0.58
3. 圖表學習單教學可瞭解xy軸之關聯，提升學生的探究力	60.87% (28)	32.61% (15)	6.52% (3)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.54	0.62
4. 學思達圖表學習單教學，可減緩學習原文書壓力	67.39% (31)	28.26% (13)	4.35% (2)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.63	0.57
5. 圖表學習單作為課堂討論，可提升學習動機	65.22% (30)	28.26% (13)	6.52% (3)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.59	0.61
6. BOPPPS分組合作，可加速同儕間課堂作答	58.70% (27)	34.78% (16)	6.52% (3)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.52	0.62
7. BOPPPS分組合作，可讓同學討論，減少學習焦慮	56.52% (26)	36.96% (17)	6.52% (3)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.50	0.62
8. BOPPPS製作簡報，每一環節脈絡有所依循	56.52% (26)	23.91% (11)	19.57% (9)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.37	0.79
9. BOPPPS簡報的分享報告有脈絡，可提升報告品質	65.22% (30)	26.09% (12)	8.70% (4)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.57	0.65
10. BOPPPS模式中前後測驗，會提升專心學習	50.00% (23)	30.43% (14)	17.39% (8)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.24	0.76
11. 使用BOPPPS分段學習，可增加學習成效	67.39% (31)	26.09% (12)	6.52% (3)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.61	0.61

(續下頁)

表9 (續)

題目	非常滿意 (5)	滿意 (4)	普通 (3)	尚可 (2)	非常 不滿意 (1)	平均	標準差
12. 對此課程教學設計的學習成效感到滿意	58.70% (27)	36.96% (17)	4.35% (2)	0.00% (0)	0.00% (0)	4.54	0.58

註：1. 括號內數字為勾選該題目的學生人數。2. 第10題答題人數45人。

容。為顧及學生因擔心教師的感受而以匿名方式填寫回饋，規劃於學期第10週及第17週實施。依據第10週回饋，發現學生喜歡以圖表瞭解章節的脈絡；在第11週後，在課堂中設計圖表串聯主題單元的學習活動，請小組同學上臺分享，並在黑板榮譽簽名進行加分，帶動整個學習氛圍。

教師依據學生單元測驗中的困境，設計教學活動補充學習迷思，以及學生對教學設計學習經驗提出具體回饋，分別歸納分析如下：

(一) 教師補救學習迷思，強化學習成效

1. 單位換算的計算：大一新生對反應速率、化學熱力學、酸鹼濃度等單位轉換容易混淆。因此，在課堂中設計「單位轉換魔術師」的活動，強化學生學習。

2. 化學反應三態變化與有效數字的迷思：學生書寫化學反應方程式對反應物與產物三態的變化產生混淆，以及計算結果有效位數運算的偏差。因此，在課堂設計「化學反應你我他」與「有效數字賓果」活動，以小組合作競賽強化學習印象。

3. 工程計算機的運用：大一新生對工程計算機的內建模式功能不熟悉，經過教學助理課輔時間教學後，於後續單元測驗計算有明顯改善。

(二) 學生對輔助化學課程的回饋

1. 生活議題與學習單元結合，提高學生學習興趣

本研究於課堂一上課即運用生活或時事新聞議題引發學生興趣及好奇心，提高課堂參與意願，以愉快的課堂氛圍帶動學習。將主題單元融

入新聞議題，如單元一（氣體化學）融入氣爆危機的新聞影片，單元二（酸鹼平衡）融入環境殺手—酸雨的新聞影片，單元三（化學反應速率）融入八仙塵暴的新聞議題與影片，及單元四（熱力學）融入人類無形殺手—瓦斯燃燒不全的生活議題。學生由這些新聞議題或影片的教學導言引發出深刻的興趣，並認為有助於學習，如：

老師一上課就用新聞事件的影片，吸引住我們，讓我們很想知道這跟化學氣體化學有什麼關聯。

老師請小組討論此新聞值得被播放的原因，大家針對人、事、時、地、物發想，小組天馬行空的討論，大家看到的重點都不同，真的很有趣。

2.愉快的課堂氛圍帶動學習動機

以小組分工合作彼此支持，從腦力激盪、發想到聚焦主題單元，愉快學習氛圍啟發學生思維，帶動學生學習動機，如：

老師用BOPPPS教學模式輕鬆，小組分工合作找尋圖表答案，很有趣。

BOPPPS教學模式，這樣分段學習比較輕鬆，並能很快進入學習。

課堂上可以發表意見，用圖表串聯章節學習，小組互相練習，很好玩。

課堂中的報告與分享都要跟組員討論，師生互動好，是上過最好的課。

本研究結果與吳清山（2014）提出大學教學場域應不再局限於教室，不能為教學而教學，必須建立以學生學習為中心，著重的是教學實

踐，教學者善用多元教學策略，培養學生「樂在學習」的態度，才能提升學習效能的看法一致。

茲歸納學生對於創新教學設計學習經驗的具體回饋，包含有主題單元學習印象深刻事項與課程設計建議事項，彙整如表10所示。

表10

學生對化學課程具體建議

主題單元學習印象深刻事項	課程設計建議事項
學思達圖表學習單清楚主題單元要點，從理解圖表間的關係，瞭解原文書中說明，減輕學習英文壓力	終於瞭解八仙塵暴的原因，學習反應速率功效
比起死板上課，BOPPPS教學模式輕鬆，圖表學習單中分組尋找答案有趣	導言影片各組討論分析，老師可以即時說明嗎？到總結才說上課會一直想
BOPPPS模式對分段學習較輕鬆，使我很快進入學習	除了自己組內互動外，建議可以到別組交流
學習製作BOPPPS簡報有脈絡又有趣，我上過最好的課	更深入瞭解平衡常數K、Ksp、Kw分別定義
我喜歡以圖表學習單進入課程，然後再延伸各小節	計算題與證明題，可以再詳解
我喜歡圖表學習單，讓我更瞭解到這章節的重點，更容易理解	以圖表串聯章節架構的小組接力賽，多點時間思考再長一些
以前的老師都不太講解圖，發現圖可以學到很多東西	明白熱力學的自發與非自發程序的架構圖
喜歡學思達講義+老師摘要引導，可以很快瞭解章節重點	圖表學習單很清楚
用圖表學習單讓我更容易瞭解而非憑空想像，BOPPPS清楚明瞭，老師摘要引導快速瞭解課本章節要說啥	填寫學習單答案的時間再長一些
	課堂的報告與分享都要跟組員討論，師生互動好，是上過最好的課
	同學報告，老師說優點，也可以說明必須改進及缺點的地方
	可發表意見，同時圖表說明不用太多英文說明
	上臺報告可以改用相聲？好讓大家增加深刻印象
	小組彼此練習圖表串聯整章的邏輯很好玩
	討論時間可以增長些
	老師跟學生互動好，是我上過最好的課
	教學內容是可以減輕英文原文書閱讀，是否可以於課堂講解習題以英文敘述

綜合上述問卷分析與質性分析結果，顯示對於學思達教學法的回饋皆非常正向。學生喜歡圖表學習單講義，小組合作找尋答案的學習過程輕鬆有趣，可以快速掌握學習重點，減輕閱讀原文書的壓力，透過小組合作可以很快進入學習情境部分，學生表示喜歡這樣的教學模式與師生的互動，較傳統教學好，與學習經驗滿意度調查問卷結果一致。

伍、教學反思與啟示

研究者藉由研究成果對教學實踐進行反思，期許此教學模式可供日後教學參考。研究案例教學成果顯示，首先，學生非常喜愛學思達多媒體影片教學，透過實務操作連結動畫，讓學生瞭解化學變化現象，有助於理解化學結構的形成，幫助學生克服學習化學課程的困境。其次，大一新生對於閱讀原文書的恐懼，常讓其在學習上卻步，於案例教學成果顯示，學生喜歡教師將原文書中的圖表整合，有邏輯、脈絡說明文章精髓，再以同儕合作找尋原文書中粗體字，結合兩種學習方式，解答教師所提出的問題，有助於克服學習原文書的障礙。最後，觀察到一開始上課的導言很重要，案例教學顯示學生對主題單元時事新聞議題的導言感到好奇時，會提高課堂參與意願，教師對願意舉手發言的破冰者，必須給予肯定與支持，營造安心發表環境，提升學習自信，活絡教學氛圍。

研究者透過問卷調查瞭解學生學習經驗滿意度，並藉由開放性問卷瞭解其學習觀點；但也由於開放性問卷蒐集到較廣泛的資料，難以進行量化與統計分析。因此，研究者認為未來必須結合訪談，深入了解學生需求及建議，才能更聚焦於學習問題，學生才能由創新教學法習得更佳的學習態度與學習成效。

本研究透過教學實踐流程，改善學習成效及克服學習問題，具體歸納三個教學反思：

一、在導言時將教學主題與日常生活議題結合，誘發學習好奇心可增加學生發表意願及自信，甚至可提高主動學習之精神。如在案例教學反應速率主題單元，教師以八仙樂園派對塵暴時事新聞報導揭開序幕，讓學生瞭解派對、材料與反應速率之間的關聯，發現學生對此議題深感興趣，加深課堂互動。因此，發掘更多生活議題融入單元主題，提升學習興趣對學習成效是有影響。

二、發現運用科技工具結合創新教學模式，對啟發學習思維較有幫助。但在化學計算及證明題的教學，教師發現必須以傳統的講述教學方式，引導學生分析題意，運用原理、公式等關鍵，掌握學生解題思路，實際解決操練，才能強化學科的綜合訓練。

三、教師於教學與研究設計往往置重心於課程內容，忽略學生的差異性。本研究的案例教學觀察到有些學生反映「學不好，學不懂，記不住，不會用」等信心不足時，除了教師耐心陪伴及釐清困難點之外，高學習成就者加入小組討論合作學習，可加速釐清低學習成就者學習的問題，增加彼此學習的信心，進而拉近高、中、低學習成就者的差異，對教學品質與學習成效有實質功效。

陸、結論與建議

一、結論

本研究採用學思達教學法，並融合BOPPPS教學模式與IRS，主要研究發現如下：

(一) 在四個主題單元前、後測的學習成效明顯提高，如單元一約進步12.64%，單元二約進步12.85%，單元三約進步18.90%，單元四約進步22.19%。

(二) BOPPPS教學模式結合了小組合作學習，顯著降低高、中、低學生在後三個學習單元的學習成效差距。

(三) 學生回饋顯示喜歡以圖表引導原文書的重點提要，快速掌握核心知識，減輕閱讀原文書的壓力。

(四) 學生於質性回饋顯示，教學現場運用BOPPPS教學模式可在教學活動中提高學習興趣及參與度，尤其在小組合作，觀察到高、中、低不同學習成就者，互相協助共同學習，有助於拉近不同學習成就者於主題單元的學習表現。

(五) 學生對化學創新教學設計的回饋非常正向，如小組合作減少學習焦慮、圖片教學減輕原文書閱讀壓力、BOPPPS簡報分享提升報告品質等，其滿意度皆在4分以上。

整體而言，以學思達教學法融入BOPPPS教學模式值得推廣，IRS的教學科技可融入各科目教學，使教學策略多樣化，本研究對學生的學習成效與經驗帶來正面影響，有助於後續相同科目授課教師參考。

二、建議

(一) 本研究為初探性研究，根據課堂觀察及問卷無法精細得知學生各別的學習動機與目標，建議採用訪談法，透過雙方互動的對話，更能獲得完整資料。

(二) BOPPPS六個階段確實讓教師在教學現場能有所依循，活化教學氛圍，惟學生熱烈討論易造成時間不足，在未來規劃教學時程時，宜將參與式的學習時間延長，以符合學生學習所需。

(三) 深刻體會創新教學透過小組討論，分享表達，惟更重要的是有自我學習沉澱思維的時間，才能深化學習歷程。

(四) 未來規劃跨領域合作授課，可帶領學生服務在地小農，實際應用專業分析技能輔助農產品檢驗，達到教學相長，提升學習成就。

研究者深刻感受創新教學效益必須經過長期追蹤與觀察，累積更多教學實踐經驗，作為日後再度進行相同課程教學模式之參考。

參考文獻

- 李紋霞（2012）。有效教學結構：BOPPPS模組。取自http://speech.ntu.edu.tw/sng/ci/index.phd?c=User&m=vod_film&film_series=90&film_sn=1511
- [Li, W.-X. (2012). *Effective teaching structure: BOPPPS module*. Retrieved from http://speech.ntu.edu.tw/sng/ci/index.phd?c=User&m=vod_film&film_series=90&film_sn=1511]
- 吳清山（2014）。善用活化教學提升學生學習效能。師友月刊，559，31-35。doi:10.6437/EM.201401_(559).0008
- [Wu, Q.-S. (2014). Make good use of activation teaching to improve students' learning efficiency. *The Educator Monthly*, 559, 31-35. doi:10.6437/EM.201401_(559).0008]
- 陳邵屏（2019）。不只是學思達一學思達融入創思技法於國小國語課程之行動研究。臺北市：國立臺灣師範大學。doi:10.6345/THE.NTNU.MPCD.004.2019.F02
- [Chen, S.-P. (2019). *Not just "share start": An action research on the integration of "share start" teaching method and creative thinking skills in chinese courses for elementary school students*. Taipei, Taiwan: National Taiwan Normal University, doi:10.6345/THE.NTNU.MPCD.004.2019.F02]
- 張輝誠（2015）。推廣學思達教學法的十年策略。中等教育，66（2），6-15。
- [Chang, H.-C. (2015). The ten-year policy of promoting: Self-studying, critical thinking, and expressing teaching. *Secondary Education*, 66(2), 6-15.]
- 張輝誠（2016）。翻轉教學：學思達的自學能力培養與圖書館新教養。國立成功大學圖書館館刊，25，1-7。取自http://www.lib.ncku.edu.tw/journal/25/pdf/25_01.pdf
- [Chang, H.-C. (2016). Flip teaching: Xue Sida's self-learning ability training and library new education. *National Cheng Kung University Library Journal*, 25, 1-7. Retrieved from http://www.lib.ncku.edu.tw/journal/25/pdf/25_01.pdf]
- 許鶴齡（2017）。運用哲學諮商與數位科技進行翻轉教學。哲學與文化，44（5），109-126。
- [Xu, H.-L. (2017). Flipped education by philosophical counseling and digital technology.

Philosophy and Culture, 44(5), 109-126.]

曹丹平、印興耀（2016）。加拿大BOPPPS 教學模式及其對高等教育改革的啟示。實驗室研究與探索，35（2），196-249。

[Cao, D.-P., & Yin, X.-Y. (2016). The BOPPPS teaching mode in Canada and its implications for higher education reform. *Research & Exploration in Laboratory*, 35(2), 196-249.]

黃啟原（2018）。學思達教學應用在技術型高中會計課程之實驗研究。臺北市：國立臺灣師範大學。doi:10.6345/THE.NTNU.DIE.038.2018.E01

[Huang, Q.-Y. (2018). *An experimental study on share-start teaching method applied to accounting courses in technical high schools*. Taipei, Taiwan: National Taiwan Normal University. doi:10.6345/THE.NTNU.DIE.038.2018.E01]

黃建翔（2017）。淺談IRS即時反饋系統運用至大學課程教學之策略。臺灣教育評論月刊，6（10），81-87。取自<http://www.ater.org.tw/journal/article/6-10/free/05.pdf>

[Huang, J.-X. (2017). Talking about the strategy of applying IRS interactive feedback system to university course teaching. *Taiwan Education Review Monthly*, 6(10), 81-87. Retrieved from <http://www.ater.org.tw/journal/article/6-10/free/05.pdf>]

廖世傑、吳錫金、黃崑巖、陳偉德（2007）。藉由互動性教學系統提升醫學院課堂講授教學成效。醫學教育，11（2），8-15。

[Liao, S.-C., Wu, H.-C., Huang, K.-Y., & Chen, W. (2007). Improving the effect of lecturing in medical education via the classroom response system. *Journal of Medical Education*, 11(2), 8-15.]

Bruff, D. (2009). *Teaching with classroom response system: Creating active learning environment*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Lou, S.-J., Dzan, W.-Y., Lee, C.-Y., & Chung, C.-C. (2014). Learning effectiveness of applying TRIZ-integrated BOPPPS. *International Journal of Engineering Education*, 30(5), 1303-1312.

Mettetal, G. (2012). The what, why and how of classroom action research. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1), 6-13. Retrieved from <https://scholarworks.iu.edu/journals/index.php/josotl/article/view/1589>

Pattison, P., & Day, R. (2006). *Instructional Skills Workshop (ISW) handbook for*

participants. Vancouver, Canada: ISW International Advisory Committee.

Sharples, M., & Pea, R. (2014). Mobile learning. In K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed.) (pp. 501-521). New York, NY: Cambridge University Press.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wang, B.-T. (2016). Applying PBL and ZUVIO to enhance English learning motivation. *International Journal of Cyber Society and Education*, 9(1), 1-16. doi:10.7903/ijcse.1433

Incorporation of the BOPPPS Model into Sharestart Teaching Method for Improving the Learning Outcomes of General Chemistry

Hsiou-Hsuan Wang*

Abstract

Chemistry is a basic subject in natural science, and its teaching involves the explanation of various abstract technical terms and chemical phenomena. Moreover, students with difficulty in English reading may face additional challenges when English textbooks are used for the teaching, leading to low learning efficiency and outcomes. Accordingly, this study redesigned a teaching strategy centered on student learning and used videos produced by Sharestart to help visualize the learning content of chemistry (e.g., graphical worksheets and supplementary learning materials) for students, thus improving their comprehension of the English textbooks. The bridge-in, objective, pre-assessment, participatory learning, post-assessment, summary (BOPPPS) teaching model was used to guide student in learning stage by stage. Heterogenous grouping was applied to facilitate mutual assistance and colearning among peers, thereby enhancing learning engagement, concentration, and learning motivation. This study conducted formative assessment on the classroom teaching process by using an interactive response system, and investigated students' comprehension on the Sharestart learning materials through pre-assessment. In addition, post-assessment was conducted to understand the effect of the BOPPPS teaching model on

* Hsiou-Hsuan Wang: Associate Professor, Department of Chemical and Materials Engineering, National Ilan University
E-mail: sswang@niu.edu.tw
Manuscript received: 2019.06.17; Accept: 2019.09.10

theme-based learning outcomes. These practices enabled the researchers to examine students' learning process, facilitated instant feedback in class, and enhanced teacher-student interaction. Adopting a case study design, this study conducted quantitative and qualitative analyses to explore the learning outcomes of the research participants, who were first-year students at the university's Department of Chemical and Materials Engineering. The results revealed that the Sharestart teaching method improved students' comprehension of chemistry concepts. Incorporation of the BOPPPS teaching model in class boosted teamwork and peer discussions, which was conducive to improving students' learning outcomes with moderate-to-low academic performance and thus substantially reduced the differences among the learning performance of students with high, moderate, and low learning achievements in the three learning themes. An analysis on the learning satisfaction showed that the teaching model increased students' interest in learning and motivation to learn. Moreover, using the qualitative feedback provided by students in the end of each subject, the teachers adjusted and improved the atmosphere of teaching and learning in the course of teaching, hence improving the learning outcome and teaching quality.

Keywords: BOPPPS learning model, interactive response system (IRS), Sharestart teaching method, learning motivation, learning outcome