

POEC 教學策略之理論與實務

謝秉桓

桃園縣立光明國民中學

cookiecookie92@yahoo.com.tw

■ 前言

一直以來臺灣科學教育發展相較於世界上其他國家而言是十分進步的，在各學生能力評量計畫（例如：PISA、TIMSS...等）中皆可看到我國學生優秀的表現，而臺灣目前即將面對十二年國民教育的改革，許多教師與家長無不擔心國高中升學多元化後，學生有更多升學管道，是否減低學生對課業的投入？然而作者認為，教學本來就不應以考試或升學為取向，十二年國教正式實施後，教師更應該脫離以考試為指向的教學，在科學教育上更應以提升學習動機與學習興趣為主要目標，而本文將提供一套對提升學生學習效果與學習動機極為有效的教學策略——POEC 教學策略。此教學策略是由九零年代初期美國科學教育所使用的 POE 教學策略演變而來，文中將介紹原先的 POE 教學策略、經修改後的 POEC 教學策略以及以 POEC 教學策略為架構的新式教案，此三者間的關係、異同以及適用的範圍。

■ POE 教學策略

POEC 教學策略之前身為 POE 教學策略，POE 教學策略由 White 與 Gunstone(1992) 著作 *Probing Understanding* 一書中所提及。POE 教學策略為「預測 (Prediction) — 觀察 (Observation) — 解釋 (Explanation)」三個

步驟的縮寫，主要說明學生必須先針對事件進行事件結果之預測（在化學教育上通常為實驗結果之預測），並提出理由；預測結束後，讓學生正式且詳細的觀察事件（實驗）過程與結果；最後要求學生對實驗結果進行解釋。

在進行 POE 教學策略時，學生必須自行決定運用何種推理，且需要運用自己的推理進行預測，而預測的結果通常都會與觀察結果相反，再由這樣的認知衝突中進行學習，換言之 POE 教學策略用於含有認知衝突情境的教學中特別有效。White 與 Gunstone(1992) 提到，POE 教學策略與演示實驗教學廣為連結，並有許多優點。現今化學教育中，特別注重「做中學」的重要性，特別是十二年國教實施後，學生的升學壓力降低，照本宣科式或大量練習式的教學方式將會式微，而科學教師必須在教學過程中帶入大量的實作實驗，然而化學實驗對於不同年齡的學生而言會有不同程度的危險性，也因此許多教師習慣將危險性較高的實驗帶到教室演示，甚至直接用實驗影片的方式進行教學，因此更凸顯了 POE 教學策略的重要性。而當教師要求學生對實驗進行預測時，學生將更能理解實驗情境；而學生進行預測過後，對實驗的觀察將更具焦點；針對觀察前後的差異進行討論將使學習更有價值。而許多研究都使用

POE 作為研究中的教學策略 (Costu, Ayas & Niaz, 2012 ; Palmer, 1995) , 且 POE 教學策略也在實行於教學現場並被應用 (許良榮、蔣盈姿, 2005; 楊凱悌、邱美虹、王子華, 2009) 。

■ POEC 教學策略

邱美虹等人 (2005) 將 POE 教學策略修改為 POEC 教學策略, 基於原 POE 之「預測 (Prediction) — 觀察 (Observation) — 解釋 (Explanation)」, 加入「比較 (comparison)」此一步驟。而此一改動主要是為了凸顯 White 與 Gunstone (1992) 所提到 POE 教學策略中「對具爭議的觀察結果進行討論將使學習更有價值」, 雖然書中有提及對爭議進行討論, 但並未外顯化此一步驟是十分可惜的。因此將 POE 教學策略中, 學生須對其預測的推理與觀察結果中衝突的部分進行比較與討論, 外顯化為「比較」步驟成為 POEC 教學策略。其實施程序如下:

1. 向學生說明實驗裝置與實驗程序, 請學生預測將會發生的結果, 並寫下預測的理由。
2. 進行演示實驗, 並請學生觀察現象是否與預測的情形符合。
3. 無論是否符合, 請學生提出解釋的理由。
4. 再將觀察的現象與之前的預測做一比較, 以便下結論。

作者於國中二年級理化教學中實際的實施了 POEC 教學策略, 以此為實際例子分享。謝秉桓 (2014) 研究中所使用之教學單元為國中二年級下學期之「反應速率」單元, 並選用蕭次融 (2011) 所發表之實驗「可燃的鐵」。「可燃的鐵」實驗主要是利用草酸鐵

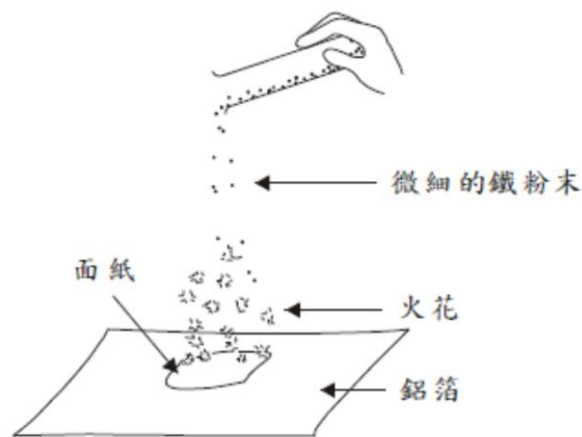


圖 1：鐵粉高處往下倒產生自燃

加熱分解製備細微的鐵粉, 並將鐵粉由高處往下倒產生自燃現象(見圖 1), 並比較鐵釘、鋼絲絨、與鐵粉的可燃性以探討表面積對反應速率的影響。實施程序如下:

1. 預測: 先以影片撥放由草酸鐵製備鐵粉之過程, 並請學生預測鐵粉由高處往下倒會發生什麼情況? 並說明理由。
2. 觀察: 讓學生觀察鐵粉高處落下自燃的現象, 並確定學生都有觀察到鐵粉自燃。
3. 解釋: 請學生對鐵粉自燃現象進行解釋。
4. 比較: 要求學生對觀察後的解釋和預測的理由之差異進行比較。

研究中採取投影片的方式進行教學, 而教學過程中對於 POEC 之策略以外顯化的方式呈現, 換言之, 學生能夠明確地得知其在學習過程中進行到預測、觀察、解釋及比較四階段。研究結果發現, 學生使用 POEC 教學策略相較於未使用 POEC 教學策略, 學生較能夠達到認知衝突情境, 充分體驗概念衝突, 並能於 POEC 教學策略中運用其後設認知能力進行思考以促進學習。

■ 三、POEC 新式教案

在教學現場中使用 POEC 「預測—觀察—解釋—比較」進行教學時，會發現此一教學策略較容易使用在實驗教學中，並由於最後的「比較」步驟屬於促進學生「個人」的後設認知學習，且每個學生的比較步驟或多或少都會有差異。因此在進行大班教學時（不限定實驗教學），作者建議使用另一種類似的 POEC 教學策略，與先前的 POEC 教學策略只有些微差異，但較適合一般課室情境中使用。

此方法為作者大學時代師資培育課程中所學習到，由臺灣師範大學化學系林如章副教授所推廣之 POEC 新式教案，林如章老師乃參考 POE 教學策略以及日本多種新式教案後綜合而成，並廣為推行，其 POEC 新式教案與 POEC 教學策略之差別在於 C 的不同，邱美虹等人（2005）所提出的 POEC 教學策略的 C 為「comparison（比較）」，而林如章老師所提倡的 POEC 新式教案的 C 為「conclusion（結論）」，以下作者以同一「反應速率」單元為例進行分享（詳見附件 1）。

此一教案格式之優點在於能夠以四格的方式將整節課的內容簡單且清楚的表達，並套入 POE 教學策略最主要的內容精華，並配合大班教學所必須要對課程內容進行整理而加入「C（結論）」的步驟，猶如舊式教案中的時常提及的課堂中起承轉合的「合」步驟，同時也補足了 POE 教學策略中較為忽略的「教學介入」之步驟。以上述之教學單元為例：P 步驟請學生「預測」鐵粉由高處往下

倒會產生的現象；E 步驟「觀察」鐵粉自燃的實驗結果；E 步驟先引導學生自行「解釋」實驗結果，教師再從給予正確的解釋；最後的 C 步驟，教師對整個實驗及教學內容進行「結論」，也可用剩餘的時間對學生進行形成性評量並給予回饋。

前一節所探討之 POEC 教學策略與 POEC 新式教案在教學原理基本上是沒有太大差異的，最主要的相同之處在於，兩者皆需要一個實驗活動貫穿整個教學內容，且必須先要求學生對實驗結果進行預測。

然而兩者的相異之處主要在 E 步驟和 C 步驟，兩者的 E 步驟都是「解釋」步驟，然而 POEC 教學策略主要以「學生自行解釋」為主，POEC 新式教案除了學生自行解釋之外，強調了「教師給予學生正確解釋」的教學功能。而 POEC 教學策略的 C 步驟是「比較」，由於 POEC 教學策略較著重於使學生產生概念改變，因此「比較」的步驟是為了使學生對先前的「預測」步驟和「解釋」步驟進行比對，促進學生的後設認知技能進而達到概念改變的目的。POEC 新式教案的 C 步驟是「結論」，誠如先前所提到的，POEC 新式教案既然為教案，即是以大班教學為主要目的，「結論」步驟強調了教師角色在整體教學過程中的重要性，並由教師主導的教學介入達到大班教學的教學目標。

■ 結語

不論 POE 教學策略、POEC 教學策略抑或是 POEC 新式教案，此一類型之教學方式最重要的步驟在於 P（預測），「預測」步驟

可說是這類型教案之精華。就理論而言，在實驗前進行預測可大幅度降低學生在進行食譜式實驗時，時常「只知其然，而不知其所以然」的缺點，學生缺乏反思能力有時不能說學生缺乏後設認知能力，而應以教師角度思考，在我們的教學過程當中，有沒有給予學生進行反思的步驟？

而實際的研究結果在謝秉桓 (2014) 的研究中發現，在觀察實驗前有无預測的步驟，將大幅度影響學生能否體驗實驗中認知衝突情境，有對實驗結果進行預測的學生大部分都能夠體驗實驗中的認知衝突情境，而能體驗認知衝突情境對於學生概念改變是非常重要的，學者 Posner 等人 (1982) 的概念改變條件的第一點就是學生應對舊有的知識產生不滿足，而此不滿足即是現在所提到的認知衝突。種種的理論與研究結果都能夠顯示 POE 與 POEC 教學策略的重要性。也期望此一教學策略能夠幫助中學教師們面對十二年國教的浪潮，在減少學生考試壓力的前提下，利用教學模式的改變提升學生對科學科目的學習動機。

■ 參考文獻

- 邱美虹、林世洲、湯偉君、周金城、張榮耀、王靜璇合著 (2005)。科學創意實驗書。台北市：洪葉文化。
- 許良榮、蔣盈姿 (2005)。以 POE 策略探究中小學生對物質「可燃性」的另有概念。科學教育研究與發展季刊，38，17-30。
- 楊凱悌、邱美虹、王子華 (2009)。應用數位

影音融入 POE 教學改善國小高年級學童脊椎動物分類另有概念之效益研究。科學教育學刊，17(5)，387-407。

謝秉桓 (2014)。以新興臉部微表情分析技術探討電腦互動 POEC 與師生共構教學之成效 - 奈米級鐵粉燃燒認知衝突實驗。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學，台北市。

蕭次融 (2011)。由趣味化學實驗談化學試題。科學發展月刊，462，22-27。

Coştu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 40(1), 47-67

Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: An evaluation. *Research in Science Education*, 25(3), 323-332.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

White, R., & Gunstone, R. F. (1992). Prediction-observation-explanation. In R. White & R. F. Gunstone, *Probing Understanding* (pp. 44-64). London: The Falmer Press.

■ 附件

附件 1 POEC 新式教案 (以反應速率單元為例)

第四章 反應速率與平衡

4-1 反應速率

-表面積與反應速率的關係

【教學目標】

教師使用 POEC 教學策略,使學生對鐵粉由高處落下進行預測,讓學生對既有的燃燒概念產生認知衝突,並藉由觀察鐵粉燃燒的實際情形,進而對表面積與反應速率的關係進行教學。

【教學流程】

Prediction 預測

- 請學生探討童軍課進行野營外露營教學時,為何要將竹筷削成火媒棒?
- 播放鐵粉製作之影片,並請學生對「鐵粉由高處往下倒」進行預測。

- 首先利用童軍課所教過的火媒棒製作,引起學生注意與動機。
- 利用奈米級鐵粉實驗的認知衝突情境,引出學生對於金屬燃燒與反應速率的迷思概念,並讓學生預測可能的結果。

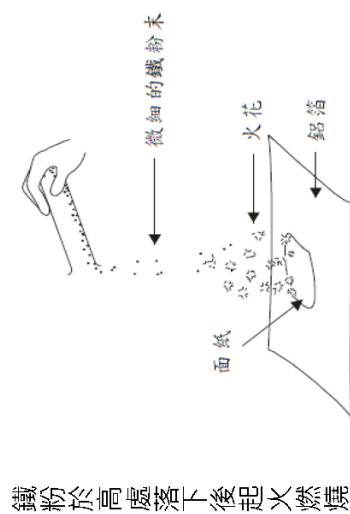
【實驗器材與藥品】

- 器材:酒精燈、打火機、蠟燭、試管夾、玻璃管、面紙、鋁箔紙。
- 藥品:草酸鐵粉。

【準備工作】

- 事先將草酸鐵粉加熱製成奈米級鐵粉。
- 將鐵粉與試管以橡皮塞塞住,並使用蠟油將其密封。

【實驗裝置圖與板書示例】



Observation 觀察

- 實際操作奈米級鐵粉實驗,將鐵粉由高處往下倒,並確定學生有實際觀察到鐵粉燃燒的發生。

- 由於實驗具有危險性,建議由教師示範即可。
- 利用實際觀察實驗結果的方式,令學生觀察到與預測不符合之認知衝突情境。

Explanation 解釋

- 引導學生對所觀察到的實驗結果進行解釋。
- 對學生的迷思概念一一澄清。
- 由巨觀現象引入微觀世界,並介紹碰撞理論。

- 以數學問題中正方體表面積,以及同體積但經過多次切割後正方體表面積之比較,說明表面積與反應速率之間的關係。
- 介紹碰撞理論中微觀粒子隨機運動以及粒子碰撞後產生反應的概念。

Conclusion 結論

- 本節重點回顧。
- 以小組合作的方式進行形成性評量。

- 回顧本節之重要概念,並與先前章節之內容進行相關概念之連結。
- 利用小組討論的方式進行評量與回饋,並表揚優良組別。