

差異化教學化學科示例—POEC 策略

鍾曉蘭

新北市立新北高級中學

教育部高中化學學科中心

chshirley2007@yahoo.com.tw

■ 差異化教學的意義

差異化教學 (Differentiated instruction) 針對傳統式教學的缺失作一些必要的調整，讓不同程度的學生都能同時在課堂上學到適合他們能力的學習內容，為不同程度的學生調整教學環境與教學實況，以開創因應不同學習需求的適應性學習經驗。差異化教學是一種持續運用多元的教學方法，不斷的調整課程的內容、過程和成果，以回應學生在學習準備度、興趣與學業成就上的差異。差異化教學是根據持續性的評量以提供教師進行計畫並運用於課程當中，來幫助學生瞭解基本重要的原則、運用基礎的知識及技巧、持續在較高程度上維持機動並且在真實情境中運用所學。差異化教學的重要意義在於為不同能力、興趣、學習風格以及經驗背景的學生創造多元的學習途徑。

■ POEC 的教學理念與簡介

White & Gunstone (1992) 所發展的預測 - 觀察 - 解釋 (prediction - observation - explanation) 策略，簡稱 POE 策略，主要步驟是要求學生對科學現象進行預測並提出理由，然後進行觀察實驗，再對所觀察的實驗結果提出解釋，教師試圖去調解學生在預測

與觀察之間的衝突，設法使兩者達到一致。POE 廣泛運用在中小學科學教育上，用來評測學生先前概念及應用知識的能力，協助教師瞭解學生的先前概念以促進科學學習，讓學生有更多空間去建構自己的想法與理解，也較能探測出在真實情境中，學生的認知結構及應用知識之能力，POE 除了可作為評測方法，也是一種很有效的教學策略 (White & Gunstone, 1992 ; Kearney, Treagust, Yeo & Zadnik, 2001)。

進行 POE 時應注意的是 (White & Gunstone, 1992) : (1) 要提供一個學生可以預測，而且能基於個人理解進行推理的情境或實驗，若純粹只是猜測則將失去其價值；(2) 要提供真實情境與問題給學生，才有助於 POE 的效果，至少也要提供學童一些支援的線索或說明；(3) 要讓學童的觀察是直接可行的，亦即觀察的實驗結果是清晰可見的；(4) 可以用勾選的方式，提供幾種可能的情況讓學童做預測，用開放的反應模式，讓學童自己表達想法。

邱美虹教授在學生學科學習與評量其中提到在教學中運用 POE 模式時，應增加比較的部分，提出 POEC (Prediction 預測 - Observation 觀察 - Explanation 解釋 -

Comparison 比較) 模式的實驗活動與評量，提倡學生應再將所觀察的現象與之前的預測作一比較，以便下結論 (邱美虹、林世洲、湯偉君、周金城、張榮耀、王靜，2005)。POEC 模式強調問題情境與觀察現象之間的互動，針對爭議之處再思考，以達成概念的一致 (邱美虹等人，2005)。

在許多 POE 的活動，學生經常以日常生活的經驗去支持他們的理由，或者應用與科學原理相異的觀念去解釋自然界現象，因此運用 POE 策略能有效的鼓勵學生應用自己原有的知識進行推理及解釋，也能探測出在真實情境中學生運用其原有概念及認知結構的情形 (許良榮、劉政華，2004；許良榮、蔣盈姿，2005)。使用 POEC 模式教學時，發現由於作「預測」較少受到「什麼是正確 / 標準的答案？」的想法影響，較一般的課室活動更能鼓勵內向不善表達的學生投入討論活動，進而發表個人的想法，教師也能從學生的預測結果了解學生的先有概念或迷思概念。而在實驗的活動過程中，學生的投入度

與生生之間的互動亦有所提昇。所以將 POEC 模式運用在實驗活動中以及教學單元中，可以提昇合作學習之教學成效，並能改進目前學校「食譜式」的實驗教學。

本活動旨運用 POEC 模式在教學中聚焦於學生對實驗活動的了解，並藉其結果呈現科學概念的內容與關聯，期望未來教師將 POEC 模式運用在教學上能獲致正向的成效。

■ POEC 的實施程序

POEC

(Prediction-Observation-Explanation-Comparison, POEC，預測 - 觀察 - 解釋 - 比較) 的實施程序如下：

P (Prediction，預測)：向學生說明實驗裝置與實驗程序，請學生填寫預測的實驗結果，並寫下預測的理由 (也可以利用小組的討論，讓他們分享彼此的看法)。

O (Observation，觀察)：進行實驗，請學生觀察並詳細紀錄觀察現象，並判斷是否

表 1：POEC 實驗活動設計理念

活動名稱	燒不燒？有關係！（三個序列性小實驗）	
課程 概念	學生學習目標	搭配課綱
	1.鎂帶的活性與氧化還原反應	基礎化學（一）氧化還原反應
	2.金屬的活性與水反應之比較	基礎化學（一）氧化還原反應
	3.鎂帶與硫酸銅反應之解釋	延伸探討

與預測的情形符合。

E (Explanation, 解釋): 無論是否符合, 請學生再次提出解釋的理由。

C (Comparison, 比較): 再將所觀察的現象與之前的預測做一比較, 填寫學習單, 再做學習總結討論, 比較原先預測與觀察之間的現象與前後解釋的異同。

■ 本活動設計理念

(一) 序 列 性 POEC (Sequential Predict-Observe-Explain-Comparison, S-POEC)

本活動參考許良榮教授提出之序列性 POE (S-POE: Sequential Predict-Observe-Explain) 與邱美虹教授提出之 POEC (Prediction 預測 - Observation 觀察 - Explanation 解釋 - Comparison 比較), 設

計一系列有關鎂帶的小實驗, 三個活動設計依序為 (詳見表 1): (1) 鎂帶在二氧化碳中會燃燒嗎? ; (2) 鎂帶在水中會反應嗎? ; (3) 鎂帶在硫酸銅水溶液中會跳舞嗎?

序列性 POEC 整體活動設計原則為: (1) POEC 中所涵括的實驗, 必須具有相互關連性, 其現象的解釋涵蓋相同的科學概念; (2) 所有實驗所涵蓋的科學概念, 總計以不超過三個為原則, 以達到探求學生之「科學解釋能力」的目標。因為涵蓋的科學概念過多, 將不容易歸納、推理學生的前後之解釋的一致性; (3) 每一個後續實驗, 只改變前一個實驗的一個變因, 以達能深入探討學生對於單一變因的科學解釋能力; (4) 在學生完成一個實驗 (POEC) 的說明之後, 必須明確讓學生知曉每一個 POEC 確實之「實驗結果」, 以避免學生對後續實驗落入單純的「猜測」, 而失去探究學生之「解釋一貫性」的目的; (5)

表 2 : POEC 差異化教學核心目標

核心問題	初階	中階	進階
P (Prediction, 預測)	能預測巨觀現象	能寫出與巨觀現象對應的反應式	能提出巨觀現象的次微觀層次的解釋
O (Observation, 觀察)	能觀察出巨觀現象的變化	判斷原本寫出的反應式與觀察到的巨觀現象是否吻合	能將次微觀層次的粒子行為與巨觀現象連結
E (Explanation, 解釋)	能對巨觀現象的變化提出解釋	能對巨觀現象變化提出正確的反應式	能將次微觀層次的粒子行為解釋巨觀現象的變化
C (Comparison, 比較)	比較預測與觀察之間的異同	比較原本預測的反應式與實際反應式之間的異同	比較預測與觀察後次微觀層次解釋之間的異同

每完成一個實驗 (POEC)，才進行後續的實驗 (POEC)，並要求學生不可再修改先前實驗 (POEC) 已完成的作答 (許良榮，2005；許良榮、羅佩娟，2009)。

本活動的主旨是讓學生從實驗中觀察並瞭解活性對燃燒 / 氧化還原反應的影響，從鎂帶在二氧化碳會燃燒的小實驗，讓學生瞭

解物質並非僅在氧氣中才會燃燒，到鎂帶在熱水中也會反應，最後以鎂帶在硫酸銅水溶液反應的特殊情形，引導學生探討鎂帶的活性、溫度等對鎂帶反應的影響。

(二)本活動融入差異化教學設計之理念

設計理念參考自 Johnstone (1991) 提出

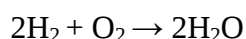
表 3：活動－差異化教學核心問題與核心目標

核心問題	初階	中階	進階
P (Prediction，預測)	能預測鎂帶在二氧化碳中是否發生反應，並提出巨觀現象的解釋。	能預測鎂帶在二氧化碳中是否發生反應，並提出巨觀現象的解釋與對應的反應式。	能預測鎂帶在二氧化碳中是否發生反應，並提出巨觀現象的解釋、對應的反應式，必能以粒子碰撞的觀點解釋反應過程或機制。
O (Observation，觀察)	能確實說出與紀錄鎂帶在二氧化碳燃燒的巨觀現象。	將觀察的巨觀現象轉成反應式(若與預測相同，不需修改)。	以粒子碰撞的觀點聯結巨觀現象。
E (Explanation，解釋)	再次提出巨觀現象的解釋(增加或修正原有的預測)。	增加或修正原有的反應式。	增加或修正以粒子碰撞的觀點解釋反應過程或機制。
C (Comparison，比較)	能比較預測與觀察巨觀現象之異同。	能比較預測與觀察書寫反應式之異同。	能比較預測與觀察以粒子碰撞的觀點解釋反應過程或機制之異同。
當鎂帶製造工廠起火時，能否以二氧化碳來滅火呢？	能說出鎂帶燃燒時，不能以二氧化碳來滅火，原因是鎂帶的活性比碳大。	能寫出： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$	能說出 CO_2 分子碰撞到 Mg 表面時，在能量足夠時(達到燃點或超過低限能)，產生電子 (或氧) 轉移，為氧化還原反應。

P 預測可能發生的現象並提出合理解釋：	O 觀察燃燒的鎂帶在二氧化碳中的現象並紀錄：
E 學生就觀察現象再次提出解釋：	C 比較預測與觀察現象的異同：

圖 1：學生進行 POEC 實驗活動

在學習化學有三個層次的表徵：巨觀 (macro)、次微觀 (sub-micro)、和符號 (Symbol)。化學上的巨觀表徵如看見顏色變化、形成沉澱、氣泡產生與等肉眼可直接觀察的現象；次微觀表徵則藉由分子、原子、次原子粒子的排列或運動 (粒子之間的交互作用) 來解釋；而符號表徵則藉由符號、數字、分子式、方程式、結構式或反應式來表徵，例如：



本活動將三個層次的表徵應用在差異化教學的核心目標評估：

初階：學生能對巨觀現象 (macro) 進行現象的預測、觀察、解釋與比較

中階：學生能對巨觀現象 (macro) 寫出化學符號 (如反應式) 的預測、觀察、解釋與比較

進階：學生能對巨觀現象 (macro) 提出次微觀 (粒子層級) 之解釋或反應機制的預測、觀察、解釋與比較

各種 level 學生學習核心目標判準如表 2 所示。

■ 活動內容與學習單範例

活動一：鎂帶在二氧化碳會起火燃燒嗎？

※教師示範活動



學生先進行預測



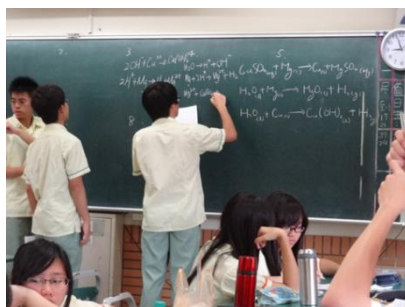
學生觀察實驗



小組互相討論



師生互相討論



小組提出解釋



互動時間

圖 2：教學活動剪影

教師將點燃的線香分別放入氧氣瓶與二氧化碳瓶中，請學生觀察線香燃燒情形。教師接著提出問題：「如果將燃燒的鎂帶放在二氧化碳瓶中，會發生什麼現象？」

※器材及藥品

碳酸鈣 / 1 瓶、濃鹽酸 / 1 瓶、鎂帶 / 一包、氣體收集裝置 / 每組、酒精燈 / 每組一個、火柴 / 每組一盒

※學生進行 POEC 實驗活動 (圖 1)

※共同討論

1. 當鎂帶製造工廠起火時，能否以二氧化碳來滅火呢？原因為何呢？

※差異化教學核心目標

活動一的差異化教學核心問題與初階、中階與進階核心目標詳見表 3。

■ 教學活動剪影

POEC 活動引導學生主動思考，增進同儕間互相學習的機會，教學活動剪影如圖 2 所示。

■ 參考資料

- 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 (2005)。序列性 POE 之特色與設計。國教輔導，45(2)，6-12。
- 許良榮、劉政華 (2004)。中小學生之溶解概念的形成與發展。科學教育學刊，12(3)，265-287。
- 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。

許良榮、羅佩娟 (2005)：以序列性 POE 探究學生的科學解釋能力：以「大氣壓力與表面張力」為例。屏東教大科學教育，30，42-55。

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.

Kearney, M., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. G. (2001). Student and teacher perceptions of the use of multimedia supported Predict-Observe-Explain tasks to probe understanding. *Research in Science Education*, 31(4), 589-615.

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