POE 教學策略對國小六年級學生鐵生鏽的物質性質概念改變之研究

林士峰*、黃萬居**
台北縣立三光國小*、台北市立教育大學科學教育研究所**
sifolin@yahoo.com.tw*、**wanchu@tmue.edu.tw****

摘　要

本研究旨在運用 POE 教學策略來探討國小六年級學生學習「鐵生鏽的物質性質」區分的概念類型及概念改變的情形。以研究者所編寫設計的二階層測驗評量診斷問卷、概念圖與教學活動進行教學，探討學生的概念學習情形。

研究結果發現：（1）接受POE教學策略後，學生在問卷中正確的答題比例上表現結果比原先來得多。（2）多數原有迷思概念的學生，經POE教學後，可修正轉變至正確的科學概念。（3）鐵生鏽概念圖學習效果，無論就「概念個數」、「概念間關連敘述」、「階層層級」、「分支」、「舉例」或就「交叉連結」，教學後明顯多於教學前。

關鍵字：POE 教學策略、概念改變、概念圖、鐵與鐵鏽的物質性質

一、研究背景及其重要性

對於鐵生鏽的化學變化在國小僅引導學生探討生鏽的過程中需要水分、空氣及認識防鏽的方法，未告知學生鐵與鐵鏽是反應物與生成物，是不同種類的物質，鐵經過氧化作用的化學變化已經變成另外一種新的物質。到底物質的本質是什麼？而反應物是否變成新的物質？這些問題都應該成為物質變化學習的重點，它們牽涉到物質種類概念的發展，也需要學生對反應物與生成物的確認與辨別（劉德明，1995）。

要學會如何辨別變化前後的物質，基本上要有物質種類或分子的概念，但在目前的國小自然與生活科技學習領域課程中並無純物質與分子概念的教學，兒童對物質種類概念的獲得主要是經由生活經驗、現象學直觀的觀察以及來自他人的告知。學生常將鐵生鏽過程很簡易的視為物理變化，而產生了許多錯誤的迷思概念。在小學課程常簡略地將其分為可以復原的變化與不可復原的變化，但未明確地教導學生更細部的概念。學生容易被物質變化的奇妙過程所吸引，只專注於外表與形態上的改變，卻輕忽了它性質上真正的差異，加上課本並未清楚明確地強調，以致於學生在生疏的情況下，可能回歸日常生活現象或物質變化的概念來理解此種經由化學變化所產生的新物質，也難怪學生會產生許多別於科學社群的迷思概念。

為確認學生對於概念的理解情況，研究者採用 Champagne、Klopfer 與 Anderson 三人所發展設計的「預測-觀察-解釋」（Prediction-Observation-Explanation，簡稱為 POE）教學策略。要求學生根據自己原有的科學知識對特定的科學現象進行預測，然後進行實

驗操弄並觀察之，思索整個流程經過與結果，再對所觀察的實驗結果提出適當的解釋。主要是在激發學生面對個人既有知識架構與科學活動結果出現不一致時，重新調適與組織，以形成新的知識體系達到概念改變的目的（邱美虹，2000）。POE 教學策略是一種評估學生概念理解的工具，特別是物質科學方面的主題，有助於瞭解學生的概念與思考歷程。本研究即在藉由 POE 教學策略來診斷學生所具備的科學概念，是否與正統科學概念相容。在小學階段物質變化教學，目前最需要加強的任務是以一組反應物與生成物來讓學生瞭解辨認其不同的物質特徵或性質，相關研究顯示，學生並不會將鐵與鐵鏽視為兩種不同物質，因此研究者以「鐵與鐵鏽」為主題，幫助學生建立物質種類的概念，以作為教師改進教學、促進學生學習效果的參考。

二、研究目的

基於以上的研究背景及其重要性，茲將本研究的目的分述如下。

（一）探討國小六年級學生以 POE 教學策略學習「鐵生鏽的物質性質教學活動單元」前其概念類型。

（二）探討國小六年級學生以 POE 教學策略學習「鐵生鏽的物質性質教學活動單元」後概念之改變。

（三）探討國小六年級學生在「鐵生鏽的物質性質教學活動單元」概念學習前、後之概念比較。

三、文獻探討

（一）科學概念的研究方法

一般常用在探究學生理解相關科學研究，有（1）真實情境（2）概念關連（3）診斷測驗（4）晤談（5）電腦診斷測驗，五種概念研究方法。研究者採用 Treagust (1988) 的二階層測驗評量診斷工具、概念構圖與晤談法，三種科學概念研究的方法來進行相關的說明與探討。二階層紙筆測驗的選項內容是為了要辨別學生的迷思概念來進行設計。此方法可幫助教師在進行新的主題課程前，先對學生進行一概念診斷；或於課程教學結束後，針對學生所習得的概念來進行瞭解。在透過試題的建構、題型的組織和答案的特質來描述評量試題或作業的本質，以便能從中有效地推論出受試者的知識結構或思考型態(楊坤原、張賴妙理，2004)。

概念圖是一種後設認知工具，可以協助學生與教師更有效率、有意義來學習內容與過程，被使用作為學習的徑路圖（road map），讓學生將新學習的概念建立在原有的先備知識上。學生在學習作業完成後，可將學到的東西用構圖加以總結，使知識結構外顯，讓老師掌握學生的先備知識與經驗所擁有的認知結構；也可表現出學生的錯誤想法、疏忽及其另有的知識架構。概念圖將概念以整合、階層方式來表現其間相互關係的工具，以命題陳述的方式，將概念之間的關係以圖形表示來描繪知識結構；概念與概念以連結線連接，且概念之間有其從屬關係與相互關係(Novak & Gowin, 1984)。

Catherall認為研究者可事先設計出一套晤談原案，作為晤談之大綱，在晤談的同時，可依受試者不同的反應，進而加入探測性的問題，以能深入瞭解每一位受試者心中真正的想法（王文科、王智弘譯，1999），此種半結構晤談（semi structured interview）不但

兼具有合理性和客觀性，允許受試者充分反映己見，格外適用於科學教育研究上。

（二）POE教學策略之理論基礎

建構主義之教學理念能充分的提供概念衝突的情境，以促進學生進行概念的澄清與重組。具有建構綜合理念之教學法有多種類型，其中包括 POE 教學策略；依據建構論的觀點，學習是一種概念改變，其目的是將學生錯誤的前置概念，改變成科學家的概念。

White與Gunstone（1992）指出運用POE教學策略的目的是藉由真實情境來探測學生的認知結構及應用知識的能力，強調學生對真實事件的預測及預測的理由，較少強調正確答案與評分的問題，學生較能呈現他們真實的想法，讓學生去敘述他們所支持的理由，學生經常以日常生活的經驗去支持他們的理由，或是應用與科學原理不同的觀點去解釋自然界的現象。學生運用其原有的知識必須對某些現象、某一個事件去預測結果，其預測必須要有其支持的理由，並且表明他們預測的理由才能提出。觀察實驗完成之後的結果，具體的去描述他們所看到的現象，這事件的真正結果。解釋他的預測和真實結果之間的矛盾，學生必須調和介於預測與觀察之間的任何衝突。

（三）鐵與鐵鏽概念之相關研究

黃寶鈿與陳世雄（1993）研究結果發現學生對於物質的重量具有不正確的重量守恆推理型態中，有關鐵生鏽概念的如下：（1）將化學變化視為物理變化：學生認為「鏽」是從鐵釘本身轉變而來的，所以重量才會改變。（2）錯誤的化學知識：學生認為生鏽的原因是鐵釘與空氣氧化作用的結果，生鏽後的鐵釘多了空氣的重量，所以重量增加。（3）受日常經驗的誤導：學生認為鐵釘生鏽之後，其上的鏽容易剝落，因此生鏽後鐵釘的重量比未生鏽鐵釘的重量要輕。

陳裕方、李文德（2005）選取 12 位小六學生比較接受 5E 建構式學習環概念改變教學策略與接受一般教學法，各自進行四節課的教學後學習成效的差異。研究結果：（1）比較實驗與控制組描述性統計分析之後、延宕測成績發現，控制組成績下降，但實驗組成績持平，實驗組高於控制組。（2）比較實驗組與控制組的 SPSS 成對樣本 T 檢定分析之後、前測成績發現，實驗或控制組皆達顯著水準；延宕測與前測比較，實驗組達顯著水準，控制組未達顯著水準。（3）比較教學後測、延宕測的晤談結果，整體而言實驗組較控制組概念轉變情形佳。

四、研究方法

本研究實驗設計時間歷程為二個月，探討國小六年級學生以 POE 教學策略學習「鐵生鏽的物質性質教學活動單元」前、後的概念改變情形，找出學生在鐵生鏽的物質性質概念上的想法。以「鐵生鏽的二階層測驗評量診斷問卷」，分別對學生進行前測與後測，在實施 POE 教學前，先要求研究對象針對鐵生鏽之概念構圖，而在 POE 教學實施後一周，再次要求學生重新構圖。

研究者藉由分析問卷統計資料的表格、概念圖、POE學習單與晤談資料，評對整個

活動中所得之錄影資料、省思札記等，探討六年級學生對同一個問題答題情形的差異。透過研究者所設計發展出的POE教學活動與施測工具來進行學生概念改變的討論，藉此瞭解學生的想法，並根據施測結果進而探討學生的概念學習發展與改變情形。

表一　研究對象

研究工具	研究階段		研究對象
問卷	概念訪談	學生團體訪談	男女各半，每次 4 人，共 16 位
		教師個別訪談	兩校 4 名自然教師
	半開放式問卷施測		台北市內湖區某國小四個班級，共 128 位
	正式問卷施測		四班施測，共計 130 位
鐵生鏽概念圖	前、後測		兩班共計 66 位
POE 教學單元	試驗性研究階段		男女各半，選取 10 位學生
	正式研究階段		共計 66 位學生
個別晤談			選取代表不同概念轉變的學生，共計 12 位

五、結果與討論

結果顯示，本研究所發展的工具有助於瞭解學生的迷思概念，學生可以就單一的概念類型回答，研究者也可從學生的填答情形，深入瞭解學生所持有的理由想法及概念之間的關係，減少問題選項之間的互相干擾，而有無法分析的情境產生。

（一）學生學習「鐵生鏽」單元前的迷思概念類型

「鐵生鏽的過程」方面之迷思概念

1.鐵生鏽的定義與條件之迷思，例如：（1）鐵生鏽是鐵與水中的雜質接觸，產生鐵鏽。（2）鐵生鏽是鐵同時與空氣、水分兩者中的雜質接觸，產生鐵鏽。（3）鐵有很多種類，各具有不同顏色。鐵鏽就是紅褐色的鐵，鐵變成鐵鏽只有顏色改變，並不需要其他條件。2.加速鐵生鏽的因素之迷思，例如：（1）醋含有其它物質，會累積在鐵的表面，會加快鐵生鏽速率。（2）水不能防止鐵生鏽，醋酸可以防鏽。（3）酸雨含有許多污染物質容易使鐵生鏽。（4）食鹽水是鹼性溶液，會腐蝕鐵，所以浸食鹽水會加快鐵生鏽速率。（5）食鹽水內含有許多雜質，累積在鐵的表面，會加快鐵生鏽速率。

「鐵與鐵鏽的物質性質」方面的迷思概念

1.鐵與鐵鏽的性質之迷思，例如：（1）鐵如果太久沒用、沒保養，鐵本身的外觀與性質會自動改變。（2）鐵與雜質接觸，外觀與性質會改變。（3）鐵鏽是鐵的一部分，跟鐵是一樣的物質。（4）鐵與鐵鏽不是同一種物質，鐵鏽是鐵與其它物質混合。（5）鐵鏽的成分是鐵與空氣、水分同時混合組成。2.鐵與鐵鏽的色澤之迷思，例如：（1）鐵生鏽後顏色由銀灰色變成綠色，且沒有金屬光澤。3.鐵生鏽的重量變化之迷思，例如：（1）鐵生鏽後重量增加，因為多了雜質的重量。（2）鐵生鏽後，鐵鏽剝落使重量分散，總重量會減輕。4.鐵生鏽的磁性變化之迷思，例如：（1）因鐵被黴菌分解而使份量減少，所以磁性減少。（2）因鐵被水溶解而使份量減少，所以磁性減少。5.鐵生鏽的導電性與導熱性變化之迷思，例如：（1）鐵生鏽後表面較凹凸不平、粗糙，使得導電性與導熱性減弱。（2）鐵鏽是鐵與雜質接觸，有雜質阻礙，導電性與導熱性變差。

「防止鐵生鏽的方法」方面的迷思概念

1.隔離之迷思，例如：（1）抹油或塗油漆可以隔絕雜質，防止鐵生鏽。（2）鐵生鏽是鐵內部的破壞，與抹油或塗油漆無關。2.電鍍之迷思，例如：（1）電鍍可以隔絕雜質，防止鐵生鏽。（2）電鍍不能防止鐵生鏽，電鍍上去的金屬一樣會吸收空氣與水分。3.合金之迷思，例如：（1）不鏽鋼與鐵兩者是相同的物質，所以不鏽鋼不能防鏽。（2）不鏽鋼是一種不會生鏽的鐵，所以它名字叫不鏽鋼，是不會生鏽。

（二）學生以 POE 教學策略學習「鐵生鏽」單元後，概念改變情形

學生教學後的概念改變情形，可由學生教學前、後所繪製的鐵生鏽概念圖比較得知外，也可從「鐵生鏽的二階層測驗評量診斷問卷」看出端倪。

表二　「鐵生鏽的過程」方面概念改變情形

前測	教學前多數學生概念想法	後測	教學後多數學生概念想法
42.4%	鐵鏽是「鐵與雜質接觸產生」詮釋生鏽過程	93.9%	鐵生鏽是需要空氣與水分
		68.2%	以化學變化詮釋鐵生鏽。

概念想法	前測	後測	增加
以化學變化之角度來詮釋鐵生鏽	37.9%	68.2%	30.3%
酸性溶液加快鐵生鏽速率之想法	37.3%	78.8%	41.5%
食鹽水溶液加快鐵生鏽速率之想法	7.6%	48.5%	40.9%
高溫能加速鐵生鏽速率之想法	42.4%	65.2%	22.8%

表三　「鐵與鐵鏽的物質性質」方面概念改變情形

前測	教學前多數學生概念想法	後測	教學後多數學生概念想法
34.8%	鐵如果太久沒使用保養，鐵本身的外觀與性質會自動改變	72.7%	鐵生鏽是鐵與空氣、水分結合，外觀與性質會改變
		56.1%	鐵鏽是鐵產生變化生成的一種新物質
50%	鐵生鏽後重量會減少	66.6%	多了空氣與水的重量

概念陳述	前測	後測	增加
對磁性有正確的科學陳述想法	39.4%	66.7%	27.3%
以鐵是金屬，鐵鏽不是金屬的觀點詮釋鐵鏽導電性與導熱性變差	28%	57.6%	29.6%

表四　「防止鐵生鏽的方法」方面概念改變情形

概念想法	前測	後測	增加
以「隔絕空氣與水分」解釋抹油或塗油漆可防止鐵生鏽之想法	65.2%	92.4%	27.2%
電鍍可以隔絕鐵與空氣、水分接觸	50.0%	87.9%	37.9%
不鏽鋼的合金概念「鐵與其它金屬熔合，降低了活性，所以可以防止鐵生鏽	31.8%	62.1%	30.3%

六、結論與建議

(一)國小六年級學生學習「鐵生鏽」單元前的迷思概念類型

本研究根據問卷施測的結果分析，參酌莊奇勳（2003）分類模式將國小六年級學生鐵生鏽概念類型依其屬性整理歸納成（1）記憶連結錯誤模式（2）推理不當模式（3）名詞誤用模式（4）生活經驗誤用模式（5）類比或模型誤用模式，五種模式。

(二)國小六年級學生「鐵生鏽」概念學習之前、後概念比較

本研究的研究對象在鐵生鏽學習主題，有其共同性（即高比例的研究對象擁有相同迷思概念），也有其特殊性（即所持之迷思概念非常分歧），經過兩個月左右教學後，多數的國小六年級學生對鐵生鏽所存有迷思概念皆已有轉變，大都符合正確的科學概念，僅有少數學生頑固堅持原有迷思，或轉移至其它迷思概念。

在概念圖測驗上，無論就「概念個數」、「概念間關連敘述」、「階層層級」、「分支」、「舉例」或就「交叉連結」，教學後明顯多於教學前。研究者肯定運用概念圖於鐵生鏽概念學習效果，但概念構圖對學生並不易學習，需更多的學習訓練。學生普遍認為此種學習方式能幫助自己的學習成果，對概念圖的使用看法十分認同、正向。

（三）教學與 POE 實施的建議

進行教學之前，教師必須確立學生的物體與物質組成的概念、辨別鐵金屬與其它金屬種類的不同之知識、水溶液的酸鹼性質與如何區分物質性質，建議進行鐵生鏽單元教學前，不僅要熟知相關的概念內容，還應瞭解學生心中已具有的概念及誤解，以協助學生澄清錯誤，並建立正確的科學概念。

對於科學學習成果的評量方式應更多元化，本研究所發展的「鐵生鏽的二階層測驗評量診斷問卷」及「鐵生鏽概念圖」，可避免學生的概念學習僅以猜測或記憶的方式學習，無法達到正確的理解。學生在概念構圖的過程中，逐漸將所學得的知識想法轉化為有意義的、具組織與系統性的概念網絡。藉由概念圖，教師亦能真實瞭解學生所理解的科學概念，為學生診斷出迷思概念，及協助學生建構正確的概念網絡。

實驗進行應事先告知學生觀察重點所在，並明白揭示實驗重點，才不致使學生分心無法正確掌握概念來源。在實驗進行前或進行當中應教師時時提醒學生實驗觀察應注意的重點。POE教學策略所著重的解釋（Explanation）階段歷程，是如何使每個學生皆能清楚地呈現出自己的想法。使學生多加說出自己的想法，讓學生陳述原先的預測想法與實驗的觀察結果，再思索有何衝突，可漸進地引導學生進行解釋的步驟。

七、參考文獻

王文科、王智弘譯（1999）：**焦點團體訪談：教育心理學適用**。（作者：Vaughn , S. ,Schumn , J. S. & Sinagub , J）。台北市：五南。（原著出版年：1996）。

邱美虹（2000）：概念改變研究的省思與啟示。**科學教育學刊 8（1）**，1-34。

莊奇勳（2003）：**中學生對材料科學及有機化合物之迷思概念研究（II）**。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，NSC90-2511-S-415-001。

陳裕方、李文德（2005）：5E 建構式學習環教學與一般教學法探究「生鏽」概念改變成效之研究。**科學教育研究與發展季刊，39，**16-38。

楊坤原、張賴妙理（2004）：發展和應用二段式診斷工具來偵測國中一年級學生之遺傳學另有概念。**科學教育學刊，12（1）**，107-131。

黃寶鈿、陳世雄（1993）：從重量守恆推理能力探究學生對物質變化的錯誤概念。**師大學報，38，**175-201。

劉德明（1995）：小學生的物質變化與物質概念之研究。**花蓮師院學報，5**，63-112。

Champagne, A. B. , Klopfer L. E. & Anderson J. H.(1980). Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics. *American Journal of Physics, 48*(12), 1074-79.

Novak , J. D. , & Gowin , D. B. (1984). *Learning how to learn. Cambridge* , London : Cambridge University Press.

Treagust, D. F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' misconceptions in Science. *International Journal of Science Education, 10(2),* pp159-169.

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