

# 以 POE 策略探究中小學生對物質「可燃性」的另有概念

許良榮<sup>1</sup> 蔣盈姿<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 台中師院自然科學教育系

<sup>2</sup> 彰化縣東芳國小

(投稿日期：93 年 12 月 10 日；修正日期：94 年 1 月 10 日；接受日期：94 年 1 月 28 日)

## 摘 要

本研究目的為運用 POE 策略探究中小學生對於物質之可燃性的另有概念，研究樣本包括彰化縣之小六（68 人）、國二（73 人）以及高一（85 人），每年級各二班共計 226 人，以可燃的方糖與不可燃的雙氧水做為讓學生預測是否燃的物質。研究結果發現學生普遍持有「液體不可燃」、「硬硬的固體無法燃燒」、「物質含氧可以燃燒」、「物質熔化不會燃燒」、「可供食用的物質不會燃燒」、「物質加熱冒煙是燃燒」等與科學家不同的概念。年級越低的學生的想法受到生活經驗及直覺觀點的影響有越明顯的傾向，而年級越高的學生受學習經驗的影響則有越明顯的傾向。研究結果也顯示學生較缺乏應用解釋的能力，因此建議在教學設計上應該多給學生運用知識的機會而不僅是學習定義型的概念，以使學生不僅學習到陳述性知識(declarative knowledge)，也能學習如何運用程序性知識(procedural knowledge)。

**關鍵詞：**另有概念、可燃性、POE

作者聯絡資料

許良榮--台中師院副教授

通訊地址： 403 台中市民生路 140 號 台中師院

電 話： 04-22263181 ext 284 (O) 0928-388165

e-mail: steve@mail.ntctc.edu.tw

## 壹、緒論

### 一、研究動機

「燃燒」是基本的化學概念之一，也是日常生活經常發生的現象。從學科的觀點，燃燒牽涉到化學變化和物理變化的相關概念，如氧化還原、光和熱、熔化、燃點、可燃物、助燃物和質量守恆定律等等。現行的國民中、小學教材有關燃燒的單元或主題，範圍甚廣且分散在各個教學單元裡，從科學的發展史觀點，燃燒理論的發展係經過相當長久的時間，才從燃素的概念發展到氧化還原的概念(張容君、周進洋，2001)。而文獻顯示不少研究發現(如 Ross, 1991; BouJaoude, 1991; Schollum & Happs, 1982; 鄭豐順, 1997; 郭國成, 2002)，從國小、國中到成人有不少的比例對燃燒現象的了解是片斷的而且相互矛盾的。因此，了解學生對於物質是否可燃以及燃燒的另有概念，是相當值得研究的。

在九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域課程綱要的教材內容要項也規範在小學高年級教導學生認知燃燒的三要件(包含：燃點、可燃物、助燃物—通常為氧氣)，並且根據此三要件介紹常見的滅火原理以及火災發生時的處理方法與應變措施。雖然現行的中小學教科書中與燃燒概念相關的內容分佈甚廣，但是學生卻對可燃物了解不多，對燃燒分類存有很多迷思概念(許良榮、王瓏真，2003)。但是國內外文獻對於物質「可燃性」的相關研究並不多，相關的研究大多集中於「燃燒」概念的研究，同時根據 Hsu(2004)的研究顯示，學生對於物質是否具可燃性之分類具有多樣性的迷思概念，因此本研究聚焦於以探討中小學生對於可燃性的另有概念。另一方面，在文獻中很少以 POE (Predict-Observe-Explain) 探究學生對於物質之可燃性概念的研究，因此本研究嘗試設計運用 POE 策略來探究學生對物質可燃性的另有概念，以作為教師改進教學、促進學生學習效果的參考。

### 二、研究目的與問題

本研究主要的目的為運用 POE 策略探討中小學生對物質可燃性的另有概念，並嘗試探尋這些概念可能的來源。研問題包括：(一)、學生如何預測、觀察、解釋物質是否可燃？(二)、學生對於物質可燃性的另有概念為何？

## 貳、文獻探討

由文獻研究顯示，學生對於燃燒存有不少的迷思概念，Schollum & Happs (1982) 研究澳洲 10 到 18 歲學童有關燃燒的觀點發現和科學家的觀點是不同的。Meheut, Saltiel & Tiberghien(1985)的研究指出兒童對燃燒觀點受感官知覺影響，許多兒童認為有些易燃物只是熔化或蒸發，而不是燃燒。BouJaoude(1991)使用晤談技巧調查國中學生有關燃燒概念的理解。發現兒童使用記憶解釋觀察，對於燃燒概念的理解多是零碎、不一致，在不同現象有不同想法(例如蠟融、酒精蒸發、麵包變色)，也就是只對特殊活動產生解釋，沒有一般性的說明。鄭豐順(1997)以診斷問卷探測國中二至三年級的學生之燃燒概念，研究結果發現學生對燃燒概念的答對率由「溫度與熱」、「燃燒的產物」、「燃燒的條件」到「相變化」逐漸遞減，而且不同年級和性別的燃燒概念都沒有顯著差異。該研究並歸納學生燃燒概念迷思概念的來源為感官經驗、日常經驗、置換(displacement)、錯誤概念的延伸及科學名詞的誤用。張容君、周進洋(2001)

採用調查研究法，對國中學生使用二段式試題進行施測，研究結果顯示國中學生依然存有多種迷思概念。

Driver (1985) 研究指出雖然學生知道氧氣是燃燒的必要條件之一，但多數的學生對於氧氣在物質燃燒的功能並不是很清楚，學生認為物質燃燒後重量會減少，同時燃燒會產生煙或類似煙的物質。Methembu (2001) 則針對燃燒的氧化還原設計一系列的 POE 概念診斷及教學活動，做為教師教學的參考。該研究發現學生普遍存有多樣化的燃燒迷思概念，同時也指出 POE 策略有助於診斷學生的另有概念，以及促進教師的教學。許良榮 (2002) 以個別晤談及兩階段診斷測驗的方式探究中小學生對物質化學性質的分類概念的迷思概念，其所探討的化學性質包含了物質可燃與不可燃的分類概念。研究發現中小學生在燃燒分類概念上存有多樣化的迷思概念，例如：金屬不可燃、堅硬的物質不可燃、輕軟的物質可以燃燒、燃燒一定會產生煙、物質加熱熔化是燃燒... 等等，該研究並將學生對燃燒分類的判斷依據或理由的特性進行歸類，分成屬性模式、過程模式、結果模式、經驗模式、結構模式與直觀模式等不同類型的思考模式進行探討，研究發現上述之各項思考模式，可能並存在學生的認知結構中，不同的學生可能具有相同的思考模式，但對物質是否可燃卻有不同的判斷結果，顯示學生的對物質燃燒的分類思考模式具有不穩定性及多樣性。許良榮、王瓏真 (2003) 以個別晤談探究國中、國小學生對物質燃燒的迷思概念，研究發現學生認為鐵和保力龍不可燃，三成左右的學生會分類可燃物與不可燃物，但無法理解其原因。Hsu (2004) 以不可燃的液壓油做為讓學生預測物質進行 POE，結果發現小六、國二與高二皆有超過半數以上學生預測液壓油可燃，而經過實際觀察，小六至高二分分別有 28.6%、22.1%、23.2% 仍舊認為液壓油可燃。由預測的理由分析，顯示以「名稱(油)」的名詞模式為依據的比率為最高，小六至高二分分別有 60.2%、42.0% 和 33.1%，顯示了語言對於概念之形成或應用的影響。

由上述的文獻顯示學生對「可燃物」這種生活中常見的物質，仍存有許多另有概念，但目前的相關研究大都以晤談或紙筆測驗探究學生的燃燒概念，鮮少有以真實情境探究學生對物質可燃性概念的研究，因此本研究嘗試運用 POE 策略於探測學生的可燃性概念，以期能了解學生在真實情境的想法，增進對學生的概念之了解及提供教學設計之參考。

### 參、研究方法與設計

POE 技術是實際讓學生用感官知覺的方式去探究學生的概念，能引發學生的學習興趣，以及了解學生更真實深入的想法，許多研究顯示使用 POE 策略可以協助教師瞭解學生的先前概念(如 Searle & Gunstone, 1990; White & Gunstone, 1992; Palmer, 1995; Liew & Treagust, 1995; Kearney, Treagust, Yeo & Zadnik, 2001; 邱彥文, 2001; 葉辰楨, 2000)。

本研究的 POE 設計包括可燃的「冰糖」及不可燃的「雙氧水」，此兩種預測物體的選擇，是為了深入了解學生對物質燃燒分類的概念，因而選擇兩種不同性質、狀態並且容易由生活週遭取得。本研究的 POE 活動單設計內容係根據 White & Gunstone (1992) 所使用之 POE 策略為參考，活動單內容為半開放式問卷的型式。

進行程序為：首先向學生說明研究的目的是想了解學生對物質燃燒的想法，結果不做評分，也沒有對錯之分，學生填答的資料不會對外公開個人資料，請學生放心作答。接著發下 POE 活動單，每一組分發一罐冰糖，向學生提示這

是第一項 POE 實驗物質--冰糖，瓶子上的標籤記載著該項物質的品名(冰糖)、熔點(186°C)、化學式(C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)等相關資料，讓學生自行進行觀察、觸摸，或者是聞一聞氣味，學生若有任何問題可以舉手提問，研究者會加以詳細解釋。說明結束後，請學生預測該項物質是否會燃燒，並且寫出他們之所以如此預測的原因，同時也請其寫出這些想法所運用的知識或個人經驗的來源為何？之後進行實驗操作，將冰糖置於燃燒匙，以酒精燈加熱，讓學生觀察物質加熱的過程，要求學生寫下觀察該物質是否可燃？其次；如果學生的預測和觀察的結果有所差異，請學生就預測和觀察之間的不一致寫出解釋。冰糖的 POE 結束後，再以相同程序進行雙氧水的 POE。

本研究的研究樣本包括彰化縣之小六學生 68 人、國二學生 73 人以及高一學生 85 人，有效樣本共計 226 人。於民國九十二年九月中旬至九十二年十月中旬正式執行。

## 肆、研究結果與討論

### 一、POE 施測結果綜合分析

表一 POE 施測結果綜合分析表

分類客體	預測觀察	可 燃			不 可 燃		
		可 燃	不 可 燃	合 計	可 燃	不 可 燃	合 計
冰糖	小六	23(33.8%)	0	23(33.8%)	44(64.7%)	0	44(64.7%)
	國二	21(28.8%)	0	21(28.8%)	52(71.2%)	0	52(71.2%)
	高一	57(67.1%)	0	57(67.1%)	26(30.6%)	0	26(30.6%)
	合計	101(44.7%)	0	101(44.7%)	122(54.0%)	0	122(54.0%)
雙氧水	小六	33(48.5%)	15(22.1%)	48(70.6%)	8(11.8%)	10(14.7%)	18(26.5%)
	國二	2(2.7%)	38(52.1%)	40(54.8%)	0	30(41.1%)	30(41.1%)
	高一	0	24(28.2%)	24(28.2%)	0	61(71.8%)	61(71.8%)
	合計	35(15.5%)	77(34.1%)	112(49.6%)	8(3.5%)	101(44.7%)	109(48.2%)

註：1.細格內數字為統計人數（百分比）；2.填寫「其他」者未列入。

由表一顯示整體而言，能正確「預測」冰糖為可燃、雙氧水為不可燃的學生，隨著年級而增加，小六與國二約為三成，高一則達到約七成。值得注意的是，經過「觀察」，所有預測冰糖不可燃的學生，都能正確修正冰糖為可燃。而預測雙氧水可燃的學生，國二與高一學生幾乎都能正確修正雙氧水為不可燃，但是近五成小六學生仍然認為雙氧水可燃。

### 二、POE「預測」資料分析

#### (一)、冰糖之 POE「預測」資料分析

由表二各年級學生提出的預測理由顯示；學生以「外觀」判斷冰糖是否可燃，有隨著年級而降低的傾向，小六、國二和高一分別有 25.1%、6.8%、4.1%，這些學生大多認為冰糖是固體而不會燃燒。而認為冰糖會「融化」而不可燃的比率，從小六至高一分別有 29.4%、34.2%、14.15%，這些學生有區分融化與燃燒為互斥現象的傾向。（以下學生編碼方式前二碼為年級，後二碼為流水號）

0647：冰糖原本是固體但加熱後就會融化而不易燃燒，通常如果原

是固體加熱熔化那就無法燃燒。例如：奶油加熱會熔化。

0839: 我覺得冰糖只會熔化變成糖漿不會燃燒，但燃燒太久，就會燒焦，所以就是不會燃燒。

1062: 冰糖加熱後會熔化且變黑，且變為碳+水，就算燃燒不是冰糖而是碳而已。冰糖的熔點雖不知幾度，但加火變成碳和水，碳已不屬於冰糖之內，所以冰糖不會燃燒。

表二學生預測「冰糖」是否可燃之理由分析表

依據	小六(N=68)		國二(N=73)		高一(N=85)	
	可燃	不可燃	可燃	不可燃	可燃	不可燃
外觀	5(7.4%)	12(17.7%)	3(4.1%)	2(2.7%)	3(3.5%)	1(1.2%)
熔化	8(11.8%)	20(29.4%)	6(8.2%)	25(34.2%)	2(2.4%)	12(14.1%)
成分	5(7.4%)	5(7.4%)	8(11.0%)	7(9.6%)	49(57.6%)	7(8.2%)
名字	0	5(7.4%)	0	2(2.7%)	1(1.2%)	0
用途(功能)	0	9(13.2%)	2(2.7%)	8(11.0%)	6(7.1%)	0
直覺和猜測	4(5.9%)	6(8.8%)	3(4.1%)	6(8.2%)	1(1.2%)	4(4.8%)
其他	1(1.5%)	0	0	1(1.4%)	3(3.6%)	2(2.4%)

以「成分」進行預測的學生隨年級而增加，由小六至高一分別有 14.8%、20.6%、65.8%。這些學生以藥品標示的分子式含有碳、氫和氧而進行預測，其中高一學生有 57.6% 因而正確預測冰糖為可燃。

1013: 冰糖為醣類中的雙糖類，單糖葡萄糖氧化為呼吸作用，產生能量，所以冰糖應該也會氧化，所以也會燃燒。而且冰糖的分子式  $C_{12}H_{22}O_{11}$  含有 C、H<sub>2</sub>，C、H<sub>2</sub> 可燃而 O<sub>2</sub> 助燃。

1024: 冰糖的化學式為  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，是有機化合物，應該會氧化。

## (二)、雙氧水之 POE「預測」資料分析

表三 學生預測「雙氧水」是否可燃之理由分析表

依據	小六(N=68)		國二(N=73)		高一(N=85)	
	可燃	不可燃	可燃	不可燃	可燃	不可燃
外觀	9(13.2%)	7(10.3%)	2(2.7%)	3(4.0%)	1(1.2%)	3(3.5%)
成分	10(14.7%)	5(7.4%)	21(28.8%)	15(20.5%)	23(27.1%)	56(65.9%)
名稱	8(11.8%)	3(4.4%)	2(2.7%)	4(5.5%)	0	2(2.4%)
用途(功能)	11(16.2%)	3(4.4%)	6(8.2%)	2(2.7%)	2(2.4%)	1(1.2%)
直覺和猜測	12(17.6%)	2(2.9%)	6(8.2%)	8(11.0%)	1(1.2%)	1(1.2%)
其他	2(2.9%)	1(1.5%)	4(5.5%)	2(2.7%)	1(1.2%)	2(2.4%)

由表三分析顯示，有較高比率的學生以「成分」來作為判斷的依據，而且比率有隨著年級而增加的傾向，小六至高一分別有 22.1%、49.3% 與 93.0%。其中分別有 14.7%、28.8% 及 27.1% 的學生因而認為雙氧水可燃，學生所持的理由大多是「雙氧水含氧所以可燃」。

0661: 火是用二氧化碳撲滅的，如果用氧來滅火，火就會更旺。

0804: 分子式為  $H_2O_2$ ，雙氧水應含有氧，可以助燃。而且可以消毒，可能含有酒精成分。

1009: 雙氧水似乎會分解為  $H_2O$  和  $O_2$ ，而  $O_2$  正是燃燒的因素之一。

此外，小六至高一學生分別有 23.5%、6.7%、4.7%是以「外觀」作預測，而以「名稱」預測雙氧水可燃的比率也有逐年降低的傾向(小六至高一分別有 16.2%、8.2%、2.4%)和「用途(功能)」作為判斷理由的學生也有逐年降低的趨勢，顯示學生的判斷重心隨年級增加，而有由外顯屬性轉移到物質內隱屬性的傾向。

### 三、POE「觀察」資料的分析

由分析資料顯示(參見表一)，越高年級的學生除了對實驗現象的描述比較周詳精確，判斷物質可燃性的正確率也有越高的傾向。大多數的學生會以「是否起火」來判斷物質的可燃性，值得注意的是，許多學生以「冰糖會脫水變成焦糖」、「冰糖加熱會變成焦炭」或「冰糖加熱完會剩下黑色物質」等理由來解釋其所觀察到的現象，學生普遍認為在燃燒過程原有物質消失、被置換或變質了。但是多數學生無法以化學變化的原理來解釋其所見的現象，僅有十五位高一學生能以「燃燒是化學反應，會產生新物質」的科學原理來說明冰糖燃燒的產物。研究結果相呼應於 Andersson (1986) 研究提出的學生之化學反應分類模式，該研究指出學生對氧化燃燒的概念可分為消失 (disappear)、置換 (displacement)、修正(modification)、變質(transmutation)和化學變化(chemical interaction)等五種類型。Prieto, Watson & Dillon (1992) 及 Rahayu & Tytler (1999) 的研究也指出隨著年級的增加，學生對氧化燃燒的概念會從置換、修正、變質的概念而逐漸進展到化學變化的概念階段。

在冰糖的 POE 活動中，經過觀察之後全數的學生都能正確的辨認冰糖為可燃物，顯示學生對明顯可見起火的物質可以清楚的辨別是否可燃，但對於加熱之後會分解、冒煙蒸發的雙氧水，則有不同的判斷結果，顯示部份學生混淆了助燃與可燃的現象，以及有些學生存有冒煙即燃燒的另有概念，同時學生的既有概念可能會對其所觀察的結果產生影響。

### 四、POE「解釋」資料的分析

針對學生在 POE 活動的解釋結果，本研究將學生的解釋分成另有概念、合於科學概念及未提出解釋等三種解釋類型。另有概念類型是指在 POE 活動後學生仍保持原有的概念解釋物質的可燃性，而合乎科學概念類型是指學生能合理說明物質的可燃性。分析結果如表四所示。

表四 POE 解釋結果分析表

解釋類型	小六(N=68)		國二(N=73)		高一(N=85)	
	冰糖	雙氧水	冰糖	雙氧水	冰糖	雙氧水
另有概念	46(67.6%)	53(77.9%)	48(65.8%)	40(54.8%)	25(29.4%)	12(14.1%)
科學概念	6(8.8%)	6(8.8%)	17(23.3%)	20(27.4%)	59(69.4%)	70(82.4%)
未提出解釋	16(23.5%)	9(13.2%)	8(11.0%)	13(17.8%)	1(1.2%)	3(3.5%)

註：細格內數字為統計人數；括弧內數字為百分比。

#### (一)、另有概念類型

由表四分析結果顯示，不論是冰糖或是雙氧水，持有另有概念的學生比率有隨著年級增加而降低的趨勢。經過 POE 的觀察，由學生的解釋資料顯示，這類型學生仍保持原有的另有概念，嘗試尋找理由以解釋預測與觀察之間的不一

致，或是以其他的另有概念去解釋冰糖可燃、雙氧水不可燃的原因。以冰糖會燃燒為例，部分學生認為燃燒的不是冰糖，而是從外加的物質(如汽油或焦油)，或是以不合乎科學原理解釋。

0634：可能是他成分有氧吧！

0868：因為有人偷偷滴汽油。

0833：是因為冰糖熔點高。

1072：可能冰糖的活性及揮發性比方糖大，使冰糖燃燒起來。

而對雙氧水的解釋，學生有保持原先的另有概念，嘗試以另外的理由去解釋不一致的原因的情形，例如：

0811：雙氧水不能燃燒的原因可能是因為雙水氧氣太少。

0824：應該雙氧水有分品種，會燃燒跟不會燃燒的。

0812：可能是雙氧水的水比氧多，所以會蒸發而已。

1003：那氣泡大概就是氧氣吧！而這氧氣並沒有助燃，因為沒有什麼東西好燒。

## (二)、科學概念類型

經過觀察之後，國一學生能合理解釋冰糖與雙氧水之可燃性的比率分別為 23.3% 與 27.4%，到高一階段分別有 69.4% 與 82.4%。例如學生能夠指出冰糖為碳水化合物，加熱會產生燃燒的化學反應，對於雙氧水也提出了合理的說明：

0850：判斷物質可不可以燃燒要看內含的物質是否為可燃物。

1001：冰糖是碳氫化合物，燃燒後會產生  $H_2O$  和  $CO_2$ 。

1005：因為冰糖為含 C、H、O 之有機物，加熱會燃燒與  $O_2$  反應生成  $H_2O$  和  $CO_2$  等物質。

1024：雙氧水加熱後，雖產生大量  $O_2$ ，但  $H_2O$  並不是可燃物質，因此雙氧水不可燃。

1006： $O_2$  和  $H_2O$  不能燃燒， $O_2$  不能燃燒只能助燃，但是當外在環境有可燃物質存在時，就可能爆炸。

從學生的解釋資料也發現有部分學生會修正原先預測冰糖不可燃的想法，例如以下學生的觀點：

0631：因為我認為天然的物品不會燃燒，但是看到實驗冰糖卻會燃燒起來，所以現在我知道天然的東西變液體也可以燃燒。

0823：我以為冰糖不會燃燒只會溶解，原來是先溶解再燃燒。

0849：原本以為不會燃燒，因為可食用，結果居然會燃燒，可見可以食用的東西也可能會燃燒。

## (三)、未提出解釋

整體總計有 11.0% 的學生經過觀察冰糖加熱實驗之後，仍無法解釋說明其對冰糖的可燃性的想法，這些學生通常是以「不知道原因」來解釋，小六至高一學生的比率分別是 23.5%、11.0% 及 1.2%，有隨著年級的增加而降低的趨勢。

## 討論與建議

由本研究的 POE 解釋資料分析顯示，學生在解釋階段的觀念可分成另有概念、合乎科學概念及未提出解釋等三種類型，研究結果也發現不論是冰糖或雙氧水，經過實驗操作的觀察之後，仍有五成左右的學生仍持有另有概念解釋物

質的可燃性，顯示學生的另有概念並不易改變，同時年級越低的學生持另有概念的比率有越高的傾向，而能以合乎科學原理解釋的學生則有隨年級而增加的傾向。值得注意的是，雖然某些學生經由 POE 活動調整了他們原先的看法，但僅有少數學生能以科學原理加以解釋，許多學生仍持有原先的另有概念，或是以其他的另有概念來解釋物質的可燃性，而呈現所謂「偽說明」的形式，如同 Taber (2001) 研究發現學生對於自然現象的說明，經常只是徒具形式 (form) 而缺乏實際說明能力的「偽說明 (pseudo-explanation)」。

例如受訪學生 0824 認為冰糖會燃燒，是由於冰糖會熔化的關係，以及受訪學生 0815 認為雙氧水不會燃燒，是由於雙氧水是水的一種，但學生卻無法以合乎科學原理的理由加以解釋，因此顯示學生的說明和演繹能力也是教學上值得注意改善之處。

另一方面；由研究結果發現學生對於物質是否可燃的分類概念，主要受其在日常生活知覺感官及學校中學習經驗的影響，學生會以物質是固體或液體之「外觀特徵」、是否具「熔化」的性質、是否含氧、碳、水等「成份」、「名稱」中是否有水、「用途(功能)」是食用或化工用途以及加熱過程是否會有「起火」、「冒煙」、「焦黑」等現象來分類物質是否可燃，而且學生經常以在「日常生活經驗」和「學校經驗」中相近的物質來類比、說明其對物質是否可燃的看法，顯示學生對物質可燃性的概念偏向於經驗導向。同時研究發現，學生普遍持有「液體不可燃」、「硬硬的固體無法燃燒」、「物質含氧可以燃燒」、「物質熔化不會燃燒」、「可供食用的物質不會燃燒」、「物質加熱冒煙是燃燒」等與科學家不同的概念，此結果也呼應了 BouJaoude (1991) 指出學生對燃燒的理解是零碎的、矛盾的而且經常與科學原理有所差異。進一步探究學生的可燃性另有概念的來源，年級越低的學生的想法受到生活經驗及直覺觀點的影響有越明顯的傾向，而年級越高的學生受學習經驗的影響則有越明顯的傾向，同時越低年級的學生會有較多傾向個人質樸概念和另有概念的想法。顯示可能由於課程並未對物質的可燃性概念有整體而系統性的學習設計，因此較低年級學生傾向以生活經驗及直覺的觀點來解釋物質的可燃性，而隨著學生年齡的增加，累積的學習經驗越多，科學知識也越豐富，學生可以將可燃性分類的概念解釋得更有意義。

此外，研究也顯示學生較缺乏應用知識解釋的能力，可能是由於一般課程設計較著重在給學生陳述性知識(declarative knowledge)，而運用程序性知識(procedural knowledge)的機會較少，例如教燃燒概念的時候僅給學生「燃燒的三個必要的條件是要有可燃物、助燃物及溫度要達到燃點」的定義，因此學生雖然了解其定義，但是面對不同情境的時候，學生會不曉得如何去運用這些概念。因此建議在教學設計上應該多給學生運用知識的機會而不僅是學習概念和定義而已，例如在給學生「燃燒的三個必要的條件是要有可燃物、助燃物及溫度要達到燃點」的定義之後，能夠再給予一些實際的例子讓學生能有應用其所學的知識去做判斷以及說明和解釋的機會。而由研究也顯示部份學生透過 POE 調整原先的想法，同時學生對燃燒現象的概念傾向於可觀察的現象特徵。另一方面，POE 策略也具有引導學生觀察及思考解釋的功能，教師於燃燒概念教學時，POE 或許是一個值得思考的教學方案。因此建議教師可運用 POE 策略設計與學生經驗相結合的科學活動，提供學生生活化的問題情境與概念衝突的機會，透過預測、觀察、解釋的教學程序，逐步引導學生去推理、驗證以及歸納思考，以達整體概念之學習的目的。

誌謝：本研究之完成承國科會經費補助（NSC 92-2522-S-142-005），謹此致謝。

### 參考文獻

- 邱彥文（2001）：**國中理化課試行 POE 教學之個案研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 張容君、周進洋（2001）：**發展二段式紙筆測驗探討國中學生「燃燒」概念**。中華民國第十六屆科學教育學術研討會。台北：中華民國科學教育學會。
- 許良榮（2002）：**科學概念學習研究(II)－化學科－子計畫四：中小學生對於物質化學性質的分類概念發展之研究(II)**。國科會專題研究成果報告(報告編號：NSC 90-2511-S-142-004)，未出版。
- 許良榮、王瓏真（2003）：**中小學生對物質「燃燒」的迷思概念之研究**。**科學教育研究與發展季刊**，2003 專刊，1-17 頁。
- 郭國成（2002）：**國小學童「燃燒」概念另有概念之研究**。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 葉辰楨（2000）：**POE 模式在國一生物科教學之運用**。中華民國第十六屆科學教育學術研討會。台北：中華民國科學教育學會。
- 鄭豐順（1997）：**國中學生燃燒概念之診斷與探討**。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文，未出版，台北市。
- Andersson, B. (1986). Pupil's Explanations of some Aspects of Chemical Reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689-704.
- Driver, R. (1985). Beyond appearances: The conservation of matter under physical and chemical transformations. In R. Driver, E. Guesne, & A Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science (pp.145-169)*. Philadelphia: Open University Press.
- Hsu, L. R. (2004). *Using the predict-observe-explain strategy to explore students' alternative conceptions of combustibility*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver.
- 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.
- Liew, C. W., & Treagust, D. F. (1995). A predict-observe-explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion of liquids. *Austrian Science Teacher Journal*, 41(1), 68-71.
- Meheut, M., Saltiel, E., & Tiberghien, A. (1985). Pupil' (11-12 year olds') conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83-93.
- Methembu, Z. (2001). *Using the predict-observe-explain technique to enhance the students' understanding of chemical reactions (Short Report on pilot study)*. Paper presented at the Annual Meeting of the Australian Association for Research in Education (2001). ISSN: 1324-9339.
- Palmer, D. (1995). The POE in the primary school: an evaluation. Research in

- Science Education*, 25(3), 323-332.
- Prieto, T., Watson, R., & Dillon, J. S. (1992). Pupils' understanding of combustion. *Research in Science Education*, 22, 331-340.
- Rahayu, S., & Tytler, R. (1999). Progression in primary school children's conception of burning: Toward an understanding of the concept of substance. *Research in Science Education*, 29(3), 295-312.
- Ross, K. (1991). Burning : a constructive not a destructive process. *School Science Review*, 72(251), 39-49.
- Schollum, B., & Happs, J. C. (1982). Learners' view about burning. *The Australian Science Teachers Journal*, 28(3), 84-88.
- Searle, P., & Gunstone, R. F. (1990). *Conceptual change and physics instruction: A longitudinal study*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association. Boston, MA, April 16-20, 1990. (ERIC Document Reproduction Service No. ED320767).
- Taber, K. S. (2001). Shifting sands: a case study of conceptual development as competition between alternative conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 731-753.
- White, R. & Gunstone, R. F. (1992). Prediction-observation-explanation. In White, R., & Gunstone, R. (Eds), *Probing Understanding (pp.44-64)*. London : The Falmer Press.

# Using the POE Strategy to Explore Students' Alternative Conceptions of Combustibility

Liang-Rong Hsu<sup>1</sup> Yin-Tzu Chiang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Science Education, National Taichung Teachers College

<sup>2</sup>Dongfung Elementary School, Changhua County

## Abstract

The purpose of this study was to explore students' alternative conceptions of combustible matter by using the predict-observe-explain (POE) strategy. The subjects included 68 6<sup>th</sup> graders, 73 8<sup>th</sup> graders and 85 11<sup>th</sup> graders (two classes for each grade, total N=226). And the matter used was cubic sugar (combustible) and the peroxide hydrogen. The results indicate students hold some alternative conceptions: liquids were incombustible, solid matters were incombustible, combustible matters should include the element of oxygen, confuse melting and combustion, all of the foods were along incombustible matters, smoking was necessary phenomena of combustion. The results also indicate the daily experience has obvious effect on lower grade's idea, and school learning has obvious effect on higher grade's idea. Most students lack the ability of explanation, however, we should provide the opportunity for applied knowledge to explain natural phenomena in teaching that enhance for learn of procedural knowledge, not just learn of declarative knowledge.

**Key words: Alternative Conceptions, Combustibility, POE**