實作探究對國小三年級學童「蒸發凝結」概念學習影響之研究

陳景期[1] 李素惠[2]
國立台北教育大學自然科學教育學系博士班研究生[1]
台北縣蘆洲市忠義國小[2] 、 xastboxx@gmail.com[1]

摘　要

本研究旨在以實作探究的教學策略，探討國小三年級學童「蒸發」與「凝結」之概念學習。研究對象為台北縣某國小三年級的學童 4 個班共 130 人。本研究採質量並重的研究方法，本研究資料包括晤談、概念圖、教學札記、學習單，探討學童的另有概念及概念改變類型；量化採準實驗研究法，進行單因子共變數分析，探究學童學習成就表現。本研究的研究結果如下：

一、學童在教學前持有多項「蒸發、凝結」的另有概念，且對「蒸發」概念的認知優於「凝結」概念。

二、實作探究教學策略，對國小三年級學童「蒸發、凝結」概念學習成效有顯著的提升。

關鍵字：概念學習、蒸發與凝結概念、實作探究

壹、 研究動機與目的

一、研究背景與重要性

隨著資訊、科技發達與社會快速變遷，世界各國為了提高國家的競爭力皆用心規劃教育政策，提倡學生關鍵能力的培養。學者陳文典（2002）提出要培養學生帶得走的能力，教學內容與活動設計應力求生活化，教材應以生活議題及經驗為重心，才能培養適應及改善生活環境的能力。在 TIMSS2003「國際數學與科學教育成就趨勢調查」的研究結果報告中就發現 21％的學生不喜歡自然科學。（張美玉、羅珮華，2005）顯現現行教學方式難以激發學生學習的興趣。

近年來，科學教育愈來愈重視以動手做的活動教學導向，來改進傳統的科學教學方式（王美芬、熊召弟，1995）。Edelson (2001)也主張透過活動能巧妙結合學科內容與過程技能，深化對學習內容的理解。另一方面，從情境學習理論來看，Brown, Collins, & Dugid (1989)主張知識是學習者在真實情境中所建構的內容，只有在其所產生及應用的活動與情境中去解釋，才能產生意義。國外學者 Adle (2007)指出〝驚奇〞可激發學童主動去改正他們錯誤，以尋找更好的理解，並可以推翻學童根深蒂固的觀念，是促進學習的有價值的工具。Skamp (2007)認為頭到、心到、手到三者之間互為關聯，對促進中小學學生的學習極為重要。因此教學上教師可善用〝驚奇〞來激發學童主動學習，設計適當的教學活動使學童運用頭到、心到、手到，來促進其概念的改變。水是生命之泉，和

日常生活息息相關。國民教育九年一貫「自然與生活科技」領域之課程中，與水概念相關的單元佔相當大的份量。對學童而言「蒸發」與「凝結」的概念較為抽象，此持有較多的另有概念。國內外學者如：林顯輝（1995）、張敬宜（1998）、張凱綸（2002）、Bar (1989）、Bar & Travis(1991)、Bar,V.,& Galili,I.(1994)等相關研究的文獻發現，學童對「蒸發」與「凝結」的學習常出現迷思概念，因此水「蒸發」與「凝結」概念的研究有其必要性。

二、研究目的

本研究融合以實作探究的教學策略，設計與生活情境相符的科學活動，以探究學童在「蒸發」與「凝結」概念的迷思概念即概念學習狀況。並探究實作探究的教學策略對學童「蒸發」與「凝結」的學習之影響。同時提供教師在教學上的建議，期望能對日後在小學推動科學教學有實質的幫助。

貳、文獻探討

一、實作探究

近年來，國內外的科學教育目標皆強調科學探究教學的重要性。美國科學促進協會（American Association for the Advancement of Science, 1993）與美國研究委員會（National Research Council,1996,2000）皆指出科學教學應提供學生探究自然的機會，使其在探索的過程中，理解科學概念的意涵、科學概念的發展歷程、科學探究的重要性，並從中發展進行科學探究的能力。九年一貫課程綱要（教育部，2003）亦指出，自然與生活科技領域的教學應以學生活動為主體，引導學生做科學探究，以培養學生進行科學探究與問題解決的能力。Brown,Collins 和 Duguid（1996）主張之知識本身具有透過真實活動而逐漸發展的情境特性。李賢哲（2001）認為，國小學童動手做的興趣培養能增進學童的科學創造力。洪文東（1994）也強調，科學探究的過程所涉及的心智技能，由較低階之觀察到較高階之實驗，具有由下而上之階層關係，而實驗的執行即包括基本與統整過程的綜合能力。由上述研究可發現實作活動可應用於解決生活中的問題，也可以提高學習的興趣。近年來，科學教育學者逐漸體認到，創造一個允許學生從事探究性活動之環境的重要（Roth & McGinn, 1998）。因此在設計科學探究活動時，教師要考慮如何引入活動，引發學生的興趣，使他們積極參與，同時運用適當的輔助學習工具，令學生更容易掌握科學探究的過程，來促進學生的學習。

二、實作探究活動促進概念改變

Mayer (1988）認為建構主義者強調學習是由做中學，以刺激主動學習。亦即學習是學生自己必須實行的建構活動，教師的工作並不是在於給予知識，而是在於提供學生機會與刺激以建構其知識。Pilot et al.(2005)認為課程的設計應該是在真實的環境中獲得回饋，環環相扣的螺旋式的設計每一次的課程。Linn, Davis 和 Bell (2004)認為由於教育結合了教學情境中快速、不可預期及變化的系統本質進而產生了一種新的研究方法的需求，這種新的研究方法必需能在自然情境中進行干涉性研究。「動手做」經驗通常被視為是探究教學最佳的方式（AAAS, 1993; NRC,1996, 2000）。美國研究委員會（NRC,2000）指出：科學教育必須協助學生學習三種類別的科學技能與理解：學會科學概念與原理、發展推理能力與過程技能，以及理解科學的本質。所以，學生必須具備進行探究的能力，

能藉由調查研究以驗證其想法，並瞭解調查研究的重要性。

邱美虹(2000)認為，學生在學習自然與生活科技的概念學習所遭遇困難相當的多，因為學生進行正規的自然科學學習活動前已經有相當多生活科學的先備知識，當進入科學教室學習時，學生要改變原有的舊科學概念是很困難的，學童的迷思概念常常受教學之前所持有的先備知識之影響。王美芬、熊召弟（1995）認為迷思概念影響教師教學與學生學習甚鉅，而科學教育的目的之一，在於幫助學生獲得正確的概念。科學概念因具有抽象、微觀的特性，因此學習科學概念的過程變得複雜。科學知識與其他學科最大的不同，在於有些科學知識可藉由動手操作來獲得。所以，經由科學性的探究實作活動，可以使學童學到與科學相關的知識與技能，增進學童學習的動機與興趣，促進學生有意義的學習。

參、研究方法

一、研究設計理念

本研究以建構主義為理論基礎，對國小三年級學童進行「蒸發」與「凝結」概念的實作探究相關教學活動，實作活動內容如表一。研究方法包含質性與量化研究。實施過程以「蒸發」與「凝結」概念教學前後晤談、概念圖、學童學習單以取得質性資料，進行質化分析。並以準實驗設計的方式取得量的資料，來探究學童對「蒸發」與「凝結」的另有架構、概念改變的歷程以及概念的學習。

二、實驗設計及研究對象

本研究之實驗設計包括量化研究及質性研究。量化研究採取準實驗研究設計，研究的對象以研究者任教之台北縣某國小三年級學童為研究對象共 130 人。自研究者任教之四個班級，其中兩個班級為實驗組（65 人），實施實作探究教學活動，另外兩班為控制組（65 人），實施傳統教學活動。教學前分別進行「蒸發與凝結學習成就測驗」之前測，實施教學後，進行後測及延宕後測，以獲取量化資料進行分析。質性研究採取半結構性晤談內容、 概念圖進行分析，晤談對象為研究者將依學童二年級的語文、數學、生活、綜合等四個學科的總分，全班的前 27%為高學習成就學童、中間 46%為中學習成就學童、後 27%為低學習成就學童三組。再從四個班級以立意取樣選取晤談對象 16 人。分別從實驗組與控制組中，每班選取高學習成就學童 1 人、中學習成就學童 2 人、低學習成就學童 1 人，於教學前、中、後各進行一次晤談。

表一　實作探究活動內容

教學主題	科學概念	活動名稱
蒸發概念	概念一：水在一般的狀態下，會變成水蒸氣是蒸發現象。	活動一：水畫 活動二：水不見了
	概念二：水蒸氣存在空氣中。 概念三： 水蒸氣是看不見的氣體。	活動三：尋找形小子
	概念四：影響蒸發的因素有風、太陽、熱等。 概念五：溫度越高，蒸發速度越快。	活動四：瓶蓋的水

凝結概念	概念六：水蒸氣遇冷會變成水是凝結現象。	活動五：水珠哪裡來 活動六：呵出一口氣 活動七：碗蓋裡的秘密
綜合	概念七：水遇熱，會變成水蒸氣；水蒸氣遇冷會凝結成水。	活動八：水開了 活動九：蒸發凝結變變變

肆、研究結果

一、國小三年級學童對「蒸發」與「凝結」概念的另有概念

本研究利用學習成就測驗、訪談及繪製概念圖的方式，來探究學童的另有概念，以學童在學習成就測驗及概念圖中回答中，佔 10%以上；晤談中佔了 20%以上，視為常見的另有概念。將所得結果彙整如下：

（一）蒸發的另有概念

1.蒸發現象：（1）灑在地上的水不見了，是被太陽及地面吸走。（2）一杯水放在桌上兩天後，原來的水量會減少是因為水被空氣吸走了。

2.蒸發形成的物質：（1）水蒸氣只會跑到天空中。（2）水蒸發會變成空氣。（3）水滾了一段時間後，水中產生的泡泡是熱空氣、氧氣、二氧化碳。（4）沒有封好的餅乾變軟的原因是被太陽照到、被風吹使水份被蒸發了。（5）水蒸氣是看得到。（6）水蒸氣是水的固態、液態、氣態三種型態都有可能。

3.蒸發的條件：（1）水只有在太陽下、拿到爐子上加熱、放到冷氣房裡才會讓水蒸發（2）吹風不會讓水蒸發。

4.影響蒸發速度的因素：（1）溫度愈高，水蒸發的速度會愈慢。（2）溫度高低、風的強弱和陽光的強弱不會影響蒸發速度。

5.日常生活中蒸發的例子：學童認為「洗熱水澡時，浴室牆壁的小水滴」、「裝熱包子的塑膠袋中的霧氣」、「天上的雲」是蒸發現象。

（二）有關凝結的另有概念

1.凝結現象：（1）將水蒸氣變成小水滴視為蒸發及凝固現象。（2）水變成冰是凝結現象。

2.凝結的成因：由冰箱裡的飲料拿出來放一段時間，外壁會有小水滴的例子中，學童認為是從:飲料蒸發出來的及冰箱的水來的。

3.凝結形成的物質：水滾開時，冒出的白色的煙霧是水蒸氣、熱空氣。

4.凝結的條件：水蒸氣在溫度變熱會變回水。

5.日常生活中凝結的例子：（1）認為「呵氣在鏡子上，鏡子會變得模糊不清」是蒸發現象。（2）認為「濕衣服漸漸乾了」、「魚缸裡水變少了」、「地上的積水不見了」視為是凝結現象。

二、以實作探究的教學策略，探討學童對「蒸發」與「凝結」概念改變之情形

本部份以學習成就測驗後測試題中，呈現學童常見另有概念的錯誤選項，來分析學童概念改善的程度。選取的題目為學童常見的另有概念試題，錯誤的單一選項比例乃參考倪啟堯（2005）的文獻，將其單一選項進步為 20%以上，定為學童經過教學後，另有概念之概念改善情形為「極為顯著改善」；將其單一選項進步為 10%-20%，定為學童經

過教學後，另有概念之概念改善的情形為「顯著改善」；將其單一選項進步為 10%以下，定為學童經過教學後，另有概念之概念改善的情形為「未有顯著改善」。歸納施測結果如表二、表三所示。

表二　實驗組學童「水的蒸發」概念改善情形

概念改善情形	題號	另有概念內容	前測	後測	進步比例
極為顯著改善	2(2)	水蒸發後所形成的水蒸氣會跑到天空中。	65%	23%	42%
	11(2)	洗熱水澡時，浴室牆壁的小水滴是蒸發現象。	48%	17%	31%
	11(4)	裝熱包子的塑膠袋中的霧氣是蒸發現象。	37%	11%	26%
	6(2)	只有把水拿到爐子上加熱才會讓水蒸發	29%	1%	28%
	28(4)	水蒸氣是水的固態、液態、氣態三種型態都有可能。	37%	9%	28%
	14(4)	打翻在水泥地上的水不見了，是被太陽吸走	24%	0%	24%
顯著改善	29(2)	溫度愈高，水蒸發的速度會愈慢。	23%	6%	17%
	3(4)	水蒸氣是看得到的。	19%	5%	14%
	6(1)	只有把水放在陽光底下才會讓水蒸發。	23%	12%	11%
	13(3)	水煮開一段時間後，水中冒出的泡泡是氧氣	23%	13%	10%
	16(1)	陽光強弱不會影響蒸發的速度。	15%	5%	10%
未有顯著改善	16(2)	溫度高低不會影響蒸發的速度。	15%	6%	9%
	16(3)	風的強弱不會影響蒸發的速度。	13%	6%	7%
	13(4)	水煮開一段時間後，水中冒的泡泡是二氧化碳。	15%	8%	7%
	27(4)	沒有密封好的餅乾會變軟是因為被太陽照到	11%	4%	7%
	30(2)	水蒸發會變成空氣。	20%	15%	5%
	27(1)	沒有密封好的餅乾會變軟是因水份被蒸發。	26%	22%	4%
	13(1)	水煮開一段時間後，水中的泡泡是熱空氣。	19%	18%	1%

綜合以上結果得知，透過實作探究教學，學童在蒸發概念改變的情形，18 個另有概念中，有 6 個為極為顯著改善，5 個為顯著改善，7 個未有顯著改善；在凝結概念改變的情形，9 個另有概念中，有 3 個為極為顯著改善，2 個為顯著改善，4 個為未有顯著改善。由後測發現，學童對蒸發概念的答對率為 83%，凝結概念的答對率為 72%，顯示在教學後的「蒸發」概念表現優於「凝結」概念佳。進一步比較蒸發與凝結另有概念進步的成效，在蒸發概念方面，以「洗熱水澡時，浴室牆壁的小水滴是蒸發現象。」的另有概念，改善的情形較佳，有 31%的學童轉變為極為顯著改善。在凝結概念方面，以「呵氣在鏡子上會變得模糊不清是蒸發現象。」的另有概念，改善的情形最佳，有 54%的學童轉變為極為顯著改善。

表三　實驗組學童「水的凝結」概念改善情形

概念改善情形	題號	另有概念內容	前測	後測	進步比例
極為顯著改善	8(1)	呵氣在鏡子上會變得模糊不清是蒸發現象。	68%	14%	54%
	9(2)	水滾開時，壺口噴出的白煙是水蒸氣。	62%	35%	27%
	17(2)	冰箱裡的飲料拿出來放一段時間，外壁會有小水滴是從冰箱的水來的	26%	2%	24%
顯著改善	17(3)	冰箱裡的飲料拿出來放一段時間，外壁會有小水滴是從飲料中蒸發出來的	25%	6%	19%
	4(3)	地上的積水經過一段時間後不見了是凝結現象。	22%	6%	16%
未有顯著改善	9(4)	水滾開時，壺口噴出的白煙是熱空氣。	21%	12%	9%
	4(2)	魚缸裡水變少了是凝結現象。	15%	8%	7%
	4(1)	濕衣服漸漸乾了是凝結現象。	11%	8%	3%
	18(4)	將凝固視為凝結。	9%	6%	3%

教學前，學童對白煙是水蒸氣存有迷思概念，透過的實作活動後，有 27%學童有極為顯著改善，顯示具體的操作活動，可達成概念的改變。因此教師可透過實作活動，再透過詰問及第二次實驗讓學童經由認知的衝突，建立正確的概念。

伍、結論與建議

一、 學童在教學前持有多項「蒸發」與「凝結」的另有概念

由本研究結果得知，學童在教學前持有多項「蒸發」與「凝結」的另有概念。在前測中發現，學童在蒸發及凝結概念的答對率分別為 50%及 42%，顯示學童在教學前對蒸發概念的認知優於凝結概念。在蒸發的另有概念中，以「洗熱水澡時浴室的牆壁會產生小水滴是蒸發現象」持有的比例較高，為 43%；在凝結的另有概念中，持有的比例較高的有「呵氣在鏡子上會變得模糊不清是蒸發現象」(68%) 及「水滾開時壺口噴出的白煙是水蒸氣」(62%)。由此可看出學生對水蒸氣未有真正的了解，探究原因可能是水蒸氣是不可見的氣體，不易觀察，加上日常生活中的視覺印象形成的錯誤認知，因而較多學童對此持有較深的迷思。

二、學童「蒸發」概念改善的程度優於「凝結」概念

本研究由學習成就前、後測、概念圖及晤談的研究結果得知，學童的「蒸發」概念改善的程度比「凝結」概念佳。探究原因是學生對「蒸發」概念較熟悉的生活經驗，透過實作探究所建立的概念更加的深刻，促進概念改變效果亦較顯著。

三、教學建議

「凝結」概念對三年級學童而言是較難理解，但藉由生活化的實作探究活動，學童的概念亦有顯著改善，但對於有些學童在凝結概念的學習仍出現困難，主要在於凝結是由看不見的水蒸氣遇冷形成的，學童在活動中經由感官觀察到的只有其所需的條件與形

成的物質-水，難以把看不見的水蒸氣在遇到溫度變冷時會形成水做推理聯結，因而形成學習的困難。由於學童對於凝結概念較為陌生貧乏，因此學童在凝結概念持有的另有概念比例高於蒸發概念。因而建議教師蒸發現象於三年級實施，凝結概念的可延後至四年級實施。由於水的蒸發與凝結現象有些部份是屬於微觀粒子的概念，較難具體觀察，透過實作探究教學後，仍有部份抽象的概念無法達到顯著的成效，建議未來的教學者或許可採用資訊融入教學的策略，如動畫教學，及類比教學，來改善學童的另有概念，達到概念的改變。

陸、參考資料(詳洽作者)

王美芬、熊召弟（1995）。**國民小學自然科教材教法**。台北市：心理。

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

林顯輝（1995）。**國小兒童蒸發與凝結概念之研究**。國科會專題研究計畫成果報告，NSC830111-S-153-002。

張敬宜（1998）。教師對國小四年級學童蒸發、凝結與沸騰概念之研究。**台北師院學報**，**11**，453-472。

Adler, J. E. (2007). Surprise. *Educational Theory, 58*(2), 149-173.