

創意教具之教學成效研究

— 以複合形體表面積為例

毛銘覬、呂長聰、黃品慈、湯中揚、劉松柏
國立屏東教育大學數理教育研究所研究生

摘要

本研究的目的是透過可具體操作的創意教具來進行教學，藉以提升學生複合形體表面積的解題能力。教材為國小五年級下學期表面積，採用準實驗研究法將學生分成實驗組與對照組來進行，實驗組採用自行改良教具教學，對照組則使用書商附贈之教具教學。於教學後收集第一次測驗資料，並於三個月後進行延宕測驗收集後測成績。測驗成績以單因子共變數進行分析，以四下數學領域學期成績為共變量，比較教學後實驗組與對照組測驗成績及經過三個月延宕後實驗組與對照組測驗成績，探討學生對複合圖形表面積單元的學習成效。綜合研究結果發現：一、教學後的第一次測驗並無顯著差異。二、經過三個月的延宕後測具有顯著差異。顯示透過可具體操作的創意教具來進行教學後，學生對複合形體表面積的解題技巧，具有較高的教學保留效應，並提升學生理解挪移後的複合形體表面積。

關鍵詞：教具、複合形體表面積、延宕

壹、前言

吳清山（1997）認為教師教學光靠一張嘴是不夠的，教學時必須多運用各種教學設備和資源，能運用多元媒體配合教學提供視、聽、觸覺等的感官經驗，才能激發學生的學習動機，收到良好的教學效果。在教學活動中，老師除了運用口語的講述教學外，若遇到抽象的觀念要表達給兒童瞭解時，最需要的就是如何運用教具來輔助學生理解。國小的學童，在皮亞傑認知發展的階段中是屬於第三階段具體運思期（Concrete-operational period）（張春興，2002），此時期的兒童是根據具體經驗和思維以解決問題，學習的安排應該以具體操作為主，教學內容以具體概念為架構，以此基礎，發展出較高層次的概念。國小學生在理解空間概念時，也應應用適當的教具，進行具體操作，來學習空間概念。

James（1981）認為兒童面積與體積概念非常不足，Rieser（1989）從實驗中，發現兒童在移動位置如簡單的轉個方向面對新的方向時，他們很難想像朝向新的方向。依據XX版五上複合形體表面積的教學模式，雖然有具體的教具堆疊出課本上的立體圖形，但是卻用非真實的操作方式，而是透過想像來理解立體圖形的表面經過挪移後的形體。在教學現場中，常發現學生在無法實際的操作下很難理解，造成學習效果不佳。本研究欲探討透過可具體操作的創意教具來進行教學，對學生在複合圖形表面積解題技巧方面的成效。

貳、文獻探討

一、教具使用的重要性

對於教師教學而言，「教具」（manipulative）的使用扮演了重要的角色；讓兒童藉由實務的操弄來探討數學知識，熟悉數與形的概念確實已經行之有年（Sowell, 1998）。

十九世紀的裴斯塔洛齊（Johann Heinrich Pestalozzi）以及後來的福

祿貝爾（Friedrich Froebel）與蒙特梭利（Maria Montessori）都倡導使用教具，在數學課程中使用教具的學生通常比不使用教具的學生表現得更好（Raphael & Wahlstorm, 1989; Sowell, 1989）。不少研究指出使用數學教具有助於學生對數學的理解（Driscoll, 1983; Greadbell, 1978; Raphael & Wahlstrom, 1989; Sowell, 1989; Suydam, 1985, 1986）。

過去許多研究證實教具對教師的教學是有正面幫助的。Parham（1983）曾經對64個學生的成就測驗做過小型的統計研究，發現使用教具學習的學生之成就測驗分數顯著高於沒有使用教具學習的學生。Suydam和Higgins在1977年重新對教具的使用與否再一次研究，判定適當的使用教具確實比不使用教具更可以提高學生在數學方面的學習成就。以下是使用教具時的要點及困境：

（一）需要教師的專業能力引導

Moyer 和 Jones（2004）研究發現孩童在自己使用教具時，多半是進行與實際學習無關的遊戲，換句話說，如果沒有教師的有效引導，教具通常會變成玩具。教具必須使用得當，指引學生方向，才能有效幫助學習。Reys（1974）建議使用教具時只要指引學生方向，而不應直接告訴學生該如何操作；應允許學生失誤並鼓舞學生自己思考，而不應勉強學生倉促作出抽象的陳述。

（二）無法取得想要的教具

一般老師面臨的困境是：現有的教具資源太少、無法取得真正想用的教具，還有使用教具教學時所產生的班級秩序管理問題、教具收納問題等等，都有待克服。

教師在教學活動中，清楚的紀錄與規劃自己的教學流程，建構式的教學能讓學生在既有的知識中學習更高一層的知識，透過教具來探索學習及加深印象，對於學生學習相關的概念應該有相當的助益。教師發展創意教具，規劃出一可符合完整性、便利性及符合成本效益性之教具，並利用此教具規劃一連串有系統的教學活動。

二、空間概念與表面積教學研究

沈佑霖（2003）提出學童因對立體圖形的堆疊結構缺乏正確的認知，只憑猜測方式解釋圖形的結構。學童在初期應多具體操作，藉由視覺、觸覺感官去感受物體的存在性質。藉由幾何物體的操作經驗，發展空間視覺化的技巧。由此可得知，對學童而言，立體物件轉換成二維圖像，是學習上易產生迷思之處，兩者之間的轉換，需要空間思考能力的培養。程柏豪（2006）整理國內外學者對於空間概念的研究，認為空間能力是將形體在二維、三維中進行觀察、分析、辨識、透視，並轉換成心像且能進一步將形體在心理上做不同方位的位移、排列、拆解、組合、翻轉、摺合等操弄，進行抽象思考的一種記憶、邏輯思考、創造能力。江重輝（2008）表示學童在學習表面積概念時，常會產生迷思概念，主要因為空間概念的不足，無法察覺到物體看不到的隱藏面。可見表面積概念，對於學童的學習而言，具有一定的挑戰性。

現行國小表面積教學教材，都將三維概念的立體圖畫在二維空間的書本上，以二維教材教導學生去想像平移、翻轉，再以附贈的教具模擬操作，就是要學童在具體操作過程中進行抽象思考，教師在教學時，教具的選擇又格外的重要了。程柏豪（2006）在研究中建議教學媒體設計時應該以具體運思期學童的思考模式為主，進行設計開發，儘量提供逼真的半具體物讓學童操弄，讓其藉由反覆操作教具的過程中進行概念的學習，以利從具體操作及圖象表徵連結至抽象表徵，進而完成體積與表面積概念學習。

透過以上文獻分析可知，良好的教具正好可提供兒童在具體運思期轉換成形式運思期的一個具體思考媒介。在五年級的表面積單元教學中，大多數學生尚無法進行抽象思考，因此利用書商附贈之教具來想像複合形體的表面積挪移過程是成效不佳的。本研究旨在改良複合形體之教具，供學生能具體實際操作，幫助學生藉由具體物的操作來了解抽象性的概念，以提升學生在複合形體表面單的學習成效。

參、研究方法

本研究的目的是要探討XX版五年級上學期數學領域表面積單元中複合形體的教學教具使用與改良之教學成效，透過不同教具的使用，預期能找出複合形體表面積教學教具的改良對五年級學生學習複合形體表面積的幫助。

一、研究對象

高雄市國小編班均統一由教育局主導，採常態編班進行，且在比較同學年各班學生的月考測驗成績後發現，每班的數學平均差約在1分上下，表示學生素質平均差異不大。而在同學年中，隔壁班級任課教師採用的是書商所提供的教具，且班上人數也是28人，非常適合當作實驗對照組，因此在徵求隔壁班級級任老師同意後，以該班作為本研究的對照組別。

二、教具設計說明

本研究所改良之教具是為配合複合形體表面積的教學使用，因為課本上所探討的圖形均是由長方體與正方體所組成，因此教科書所附的教具是藉由所折成的長方體與正方體紙盒，將課本上的圖形堆疊出來，再利用盒子上不同顏色的面，讓學生想像其挪移後的形體，但基本上這也只是將原本平面上的複合形體變成立體圖形而已，學生還是必須透過想像其挪移後的形體，才能計算表面積。

但畢竟五年級大多數的學生尚無法進行抽象思考，為了改善這個問題，本研究利用生活中隨手可得的長方體與正方體紙盒，透過適當的切割，使需要挪移的表面能夠移動，再加裝上磁鐵，使挪移後的面能與其他形體組成一個完整的長方體或正方體，讓學生能實際動手做，且不需要想像就可以親眼看到完整的長方體或正方體，如此就可以用先前的學習經驗來計算物體的表面積，進而學會如何計算出複合形體的表面積。

三、研究流程

- (一) 經由小組討論及小組成員訪問該校同學年教師，得知複合形體表面積是學生在數學學習上較為棘手的單元，教具的呈現較不容易讓學

生建構空間概念，因此，分析現行各版本之表面積教材，著手進行教具的改良與教案之設計。

（二）依立意取樣選定實驗組及對照組學生，蒐集兩組四年級下學期數學領域的學期成績。

（三）進行教學與測驗，蒐集兩組的學習測驗成績，作為本研究的前測成績。

（四）於三個月後實施延宕測驗，蒐集兩組的學習測驗成績，作為本研究的後測成績。

四、資料整理與分析

（一）以實驗組與對照組四年級下學期數學領域的學期成績為本研究之共變量。

（二）使用統計套裝軟體SPSS12版進行單因子共變數分析，檢視前測及後測成績有無顯著差異。

肆、研究結果與討論

一、教學後測驗結果分析

由表1得知實驗組以四下數學領域成績為共變量調整後之教學後前測成績平均數為86.145，標準差為1.464。對照組以四下數學領域成績為共變量調整後之教學後前測成績平均數為85.628，標準差為1.463。

表1 以四下數學領域成績為共變量調整之教學後前測成績平均分數

實驗組別	平均數	標準誤	95%信賴區間	
			下限	上限
實驗組	86.145	1.464	83.208	89.082
對照組	85.628	1.463	82.692	88.565

由表2得知以四下數學領域成績為共變量調整後之教學後前測成績，實驗組與對照組經F檢定後，顯著性達0.804，顯示經過教學後測驗實驗組

與對照組無顯著差異。

表 2 以四下數學領域成績為共變量調整之教學後前測成績 F 檢定

	平方和	自由 度	平均平方 和	F 檢 定	顯著 性	淨相關 Eta 平方	Noncent. 參數	觀察的檢 定能力
對比	3.736	1	3.736	.062	.804	.001	.062	.057
誤差	3114.655	52	59.897					

二、經過三個月延宕後測驗結果分析

由表3得知實驗組以四下數學領域成績為共變量調整後之經過三個月延宕後測驗成績平均數為57.999，標準差為3.972。對照組以四下數學領域成績為共變量調整後之經過三個月延宕後測驗成績平均數為39.429，標準差為3.971。顯示實驗組成績高於對照組成績甚多。

表 3 以四下數學領域成績為共變量調整後經過三個月延宕測驗成績平均分數

實驗組別	平均數	標準誤	95% 信賴區間	
			下限	上限
實驗組	57.999	3.972	50.029	65.969
對照組	39.429	3.971	31.461	47.397

由表4得知以四下數學領域成績為共變量調整後之經過三個月延宕後測驗成績，實驗組與對照組經F檢定後，P值為0.002，已達0.05顯著水準，顯示經過三個月延宕後測驗實驗組與對照組有顯著差異。

表 4 以四下數學領域成績為共變量調整後經過三個月延宕後測驗成績F檢定

	平方和	自由 度	平均平方 和	F 檢 定	顯著性	淨相關 Eta 平方	Noncent. 參數	觀察的檢 定能力
對比	4822.322	1	4822.322	10.932	.002 **	.174	10.932	.901
誤差	22937.257	52	441.101					

註：* $P < .05$ ，** $P < .01$ ，*** $P < .001$

三、綜合討論

- (一) 根據上述研究資料顯示，教學後實施的第一次測驗，由表1及表2可知兩組之間並無顯著差異。而本組成員針對此一結果共同討論後，認為最可能是因為表面積單元為該版本教科書五上最後一個單元，教師教學結束後，緊接著就是成就測驗，且以目前國小教學生態，通常老師於測驗前都會稍微複習，因此學生的學習記憶也較深刻，當然測驗成績也會較高，因此兩組之間的比較就沒有顯著差異。
- (二) 由表3及表4可以看出，經過三個月延宕後測驗，實驗組成績顯著高於對照組，表示經過了三個月的時間，實驗組學生在複合形體表面積單元的解題能力及策略的理解記憶，顯著高於對照組學生。也就是說實驗組藉由可具體操作的創意教具來進行教學，在複合形體表面積的解題策略上具有高度的教學後保留效果，而教學成果也與本組所預期的使用符合兒童認知發展程度的教具來教學會有較好的教學效果的假設相同。

伍、結論與建議

本研究主要在透過可具體操作的創意教具來進行教學，及了解在進行教學後是否能提升學生對複合形體表面積挪移後形體的理解。本研究以實驗組與對照組四下數學領域成績為共變量，比較教學後測驗成績與經過三個月延宕後測驗成績進行分析和討論，綜合研究結果發現：

- (一) 教學後實施的第一次測驗成績，兩組之間並無顯著差異。
- (二) 經過三個月延宕後測驗，實驗組成績顯著高於對照組。經比較後發現，使用可具體操作的教具來進行教學時，學生對挪移後的複合形體表面積的理解，具有較高的教學保留效應，可以推論，透過可具體操作的教具來進行教學，可以提升學生複合形體表面積的解題能力。

根據本研究結果提出以下幾點建議：

- (一) 透過可具體操作的教具來進行教學，可以顯著提升學生在複合形體表面積單元的解題能力，因此建議教師在教學現場中，可以多運用此類型的教具於體積、容量、重量等相關單元的教學上。
- (二) 本研究發現可以顯著提升學生在複合形體表面積單元的解題能力，建議教師可以運用操作型的教具於學生的補救教學。
- (三) 本研究僅針對提升複合形體表面積的解題能力，建議教育界的其他伙伴也能針對此一研究做更詳細的研究及資料收集。例如可以針對可操作型的教具在學生建構空間概念上的影響。
- (四) 現行九年一貫課程綱要已將複合形體表面積的學習，編入國中教材，因此建議也可以以國中生為對象進行研究。

參考文獻

- 江重輝（2008）。國小長方體表面積之補充教學（未出版之碩士論文）。國立嘉義大學，嘉義縣。
- 沈佑霖（2003）。國小六年級學童體積概念之研究（未出版之碩士論文）。屏東師範學院，屏東縣。
- 吳清山（1997）。學校效能研究。台北：五南。
- 張春興（2002）。教育心裡學－三化取向的理論與實踐。台北：東華。
- 程柏豪（2006）。資訊科技融入國小數學科教學效益之研究－以國小五年級體積與表面積為例（未出版之碩士論文）。台中教育大學，台中縣。
- Driscoll, M. J. (1983). *Research within reach: Elementary school mathematics and reading*. St. Louis: CEMREL, Inc.
- Greabell, L. C. (1978). The effect of stimuli input on the acquisition of introductory geometry concepts by elementary school children. *School Science and Mathematics*, 78, 320-326.

- James, J. Hirstein. (1981). The Second National Assessment in Mathematics. *Area and Volume, Mathematics teachers, May*, 704-708.
- Moyer, P. S., & Jones, M. G. (2004). Controlling choice: Teacher, student, and manipulatives in mathematics classroom. *School Science and Mathematics*, 104(1), 16-31.
- Parham, J. L. (1983). A meta-analysis of the use of manipulative materials and student achievement in elementary school mathematics. *Dissertation Abstracts International*, 44A: 96.
- Perl, T. (1990). Manipulatives and the computer: A powerful partnership for learners of all ages. *Classroom Computer Learning*, 10(6), 20-29.
- Raphael, D., & Wahlstrom, M. (1989). The influence of instructional aids on mathematics achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(2), 173-190.
- Reys, R. E. (1974). Division by zero: An area of needed research. *Arithmetic teacher*, 21, 153-157.
- Rieser, J. J. (1989). Access to knowledge of spatial structure at novel points of observation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 15, 1157-1165.
- Sowell, E. J. (1989). Effects of manipulative materials mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 498-505.
- Suydam, M. N. (1985). *Research on instructional materials for mathematics*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. 276569).
- Suydam, M. N. (1986). Manipulative materials and achievement. *Arithmetic Teacher*, 33(6), 10-32.