國小五年級學生科學玩具遊戲學習成效之探討

賴慶三[1]、王錦銘[2]
[1]國立台北教育大學自然科學教育學系、[2]台北市太平國小
[1]clai@tea.ntue.edu.tw、[2] m8604214@hotmail.com

摘　要

本研究之目的，旨在探討透過科學玩具遊戲教學對國小五年級學生科學學習的影響。實驗組學生實施為期兩個月的科學玩具遊戲教學，對照組學生則進行一般教學。研究工具包括「空氣與燃燒學習成就測驗」、「力與運動學習成就測驗」、「過程技能測驗」和「科學態度量表」。研究工具的信度分別為.73、.72、.79 和為.94；效度則經三位教育大學教授完成專家效度考驗。研究的主要發現，包括：(1)科學學習成就方面，實驗組學生在「空氣與燃燒」及「力與運動」兩個單元的學習成就，皆顯著優於對照組學生；(2)過程技能方面，實驗組學生表現顯著優於對照組學生；(3)科學態度方面，實驗組學生表現顯著優於對照組學生。

關鍵字：科學玩具遊戲教學、科學態度、科學學習成就

壹、緒論

如何促進學生科學素養的提昇，是當前推展科學教育的重要目標。藉由科學玩具的把玩可以幫助學童獲取科學知識，利用科學玩具來進行教學，可以讓學童在快樂中學習科學原理(方金祥，2009；方金祥、劉奕萱，2007；Harlan and Rivkin, 2004；Sarquis, Sarquis, and Williams, 1995)。許多研究發現玩具可以提供學童很好的科學探究體驗與學習，並能增進孩童在認知、情意、技能、語言的學習(方金祥，2009；方金祥、劉奕萱，2007；Eisert and Lamorey, 1996; Guttfried, 1986; Kelly, 2002)。許多研究發現，遊戲教學可以促進學童良好的身心發展與科學探究體驗，能提昇孩童在認知、情意、技能、語言等層面的發展與成長(Eisert and Lamorey, 1996; Frost, 1992; Guttfried, 1986)。

因此，在科學教學活動過程，如果教師能以學生既有之背景知識為基礎，扮演支持、導引和擴展的角色，營造適當的學習情境，透過科學玩具與科學遊戲引導學生進行學習，讓學生自我建構所要學習的概念，將有助於科學教學活動的實施，並能有效提昇學生的科學素養。基於科學玩具遊戲教學對提昇學生科學素養的價值，本研究之目的，在探討透過科學玩具遊戲教學對國小五年級學生科學學習的影響。

貳、文獻探討

一、科學玩具教學

許多研究發現玩具可以提供學童很好的科學探究體驗與學習，並能增進孩童在認知、情意、技能、語言的學習(方金祥，2009；方金祥、劉奕萱，2007；Eisert and Lamorey,

1996; Guttfried, 1986; Kelly, 2002)。藉由科學玩具的把玩可以幫助學童獲取科學知識，利用科學玩具來進行教學，可以讓學童在快樂中學習科學原理(方金祥，2009；方金祥、劉奕萱，2007；Harlan and Rivkin, 2004；Sarquis, Sarquis, and Williams, 1995)。Sarquis and Sarquis (2005)進一步說明，有一些化學概念，透過科學玩具作為教學輔具進行教學，能提供學童在一個友善的環境中，獲得有意義的學習。

基於上述，本研究將科學玩具定義為「利用科學原理製成，讓兒童可以經由觀察現象，以及簡易的操作，激發兒童產生發現的喜悅及對事物的尊重，並啟發其科學認知、推理、思考等能力的器具。」

Frost(1992)指出，好的科學玩具，應具有簡易靈巧的設計，能激發想像力，並能提供學童在學校與家裡的使用與學習。方金祥(2009)指出，自製科學玩具在設計上應具備簡易性、安全性、趣味性及啟發性等特性；使用材料亦需具備器材簡易、取得容易以及操作簡便等原則。

O'brien(1993)認為，科學玩具可以提供學生對基本問題充滿趣味性的解釋，幫助學生了解科學玩具背後隱藏的科學原理與概念，並提供學生設計及建立計劃的刺激。O'brien(1993)進一步闡述使用科學玩具教學，具有以下的功能：(1)增進學生課外的經驗，(2)使深奧的科學觀念更具體，(3)讓學生和生活上的科學理論相互印證，(4)在教師的教學活動中，解決問題時能更積極、更深入的投注注意力，和(5)在操作過一些比較商業化的玩具後，學生也能自己製作玩具。

Stein and Miller(1997)的研究發現，利用玩具來教學獲得以下的結果：(1)玩具可以建構概念，(2)玩具可以作為實物示範，(3)玩具有助於記憶，和(4)玩具可以幫助說明科學與技學的整合。另外，楊忠樵(2001)指出，教師如果能夠配合經過設計的科學玩具進行教學，使科學原理應用在科學實驗和自然科學習上，有助於兒童建構科學概念。

二、科學遊戲教學

許多研究發現，遊戲教學可以促進學童良好的身心發展與科學探究體驗，能提昇孩童在認知、情意、技能、語言等層面的發展與成長(Eisert and Lamorey, 1996; Frost, 1992; Guttfried, 1986)。科學遊戲就是把科學玩具或科學活動與遊戲結合在一起，寓教於樂讓學童可以從遊戲當中體會到科學原理(方金祥，2009；方金祥、劉奕萱，2007；蕭次融等，1999)。陳忠照(2003)指出，科學遊戲是指利用週遭環境的生活素材，進行的科學性遊戲，不同於一般的玩耍嬉戲，具有以下四項特質：(1)趣味性，(2)規律性，(3)創造性，和(4)分享性。許良榮(2004)認為，科學遊戲就是蘊含科學原理或科學概念的活動，能提供學生玩科學的機會；科學遊戲的重要關鍵，就是讓參與的兒童覺得好玩，並且有高度的意願參與。楊蕎安(2007)指出，科學遊戲就是將科學活動與遊戲相結合，它既是科學活動的一種，也是遊戲的形式之一，然而它並不像科學實驗那樣在意操作過程的嚴謹度，也不必過度強調實驗步驟，但是它也不似遊戲那般的隨意，因此，科學遊戲必須包含科學原理，活動過程中也必須運用到科學過程技能。

針對科學遊戲教學，陳忠照(2003)進一步闡述，科學遊戲教學的流程包括：情境關注、探索發現，及創造省思。科學遊戲教學的重點，在於教師有計畫地在所安排的教學活動中，提供學生機會學習科學過程技能，並從中獲取概念性的知識，同時也讓學生在主動參與的知識挑戰活動中，獲得學習的樂趣。其次，黃嬿樺、賴慶三(2009)指出，科

學遊戲教學時，應與日常生活經驗相結合，引起學生的興趣，並注意學生的安全，老師先示範一次，學生再仿作，多給兒童操作的機會，指導時不急於說出科學原理，讓學生慢慢探索，並培養學生正確的科學方法，啟迪兒童的科學態度及創造力。

綜合上述，科學玩具遊戲教學並不只是單純的讓學生盡情的去玩而已，教師仍然是學生整個學習歷程中的重要關鍵，教師應藉由提供必要的器具與協助，連結各學習要素之間的關聯，激發學生參與活動和推理思考，以學生的興趣為出發點，透過教師有計畫的教學活動，藉由科學玩具和科學遊戲為媒介，引導學生從活動中發展科學概念，並從中精熟過程技能、涵養建立科學態度，同時，也讓學生在主動參與的知識挑戰活動中，獲得學習的成就與樂趣。

三、科學玩具遊戲教學之相關研究

國內外近年來有關科學玩具遊戲教學相關之研究，日益增多，其重要發現包括如下：在科學學習成就的表現方面，具有建立科學概念的成效(江淑瑩，2005；林義修，2006；Butta, 1998；Fisher et al., 1998)；在科學過程技能的表現方面，具有發展精熟科學過程技能的成效(江淑瑩，2005；徐麗雪，2002；張淑慧，2003；潘怡吟，2002)；在科學態度的表現方面，具有提昇正向科學態度的成效(林義修，2006；柯虹如，2006；楊蕎安，2007；蘇秀玲，2005；Fisher et al., 1998；Horn, 1986)。

參、研究方法

本研究採用準實驗研究法，針對國小學生於自然與生活科技五年級「空氣與燃燒」及「力與運動」兩個單元，透過科學玩具遊戲教學活動之實施，來探討學生的科學學習成就、過程技能及科學態度的學習表現。研究對象為四個五年級班級(台北市都會區 39 班的中型小學)，兩班為實驗組(52 人)實施科學玩具遊戲教學，另兩班為對照組(55 人)進行一般教學(依教學指引之教學活動設計進行教學)，二組皆由同一位自然科任教師擔任教學，教材為康軒版教科書。

實驗組實施科學玩具遊戲教學，在「空氣與燃燒」單元，融入的科學玩具遊戲教學活動，包括有：「奇妙的蠟燭」、「變色魔法藥水」、「自製仙女棒」、「不著火的紙杯」、「魔法蠟燭」等五個活動；而在「力與運動」單元，融入「投擲大賽」及「懸崖勒馬」等兩個科學玩具遊戲教學活動。科學玩具遊戲教學活動進行時，首先安排與學生生活經驗相衝突的情境，或透過玩具所產生的特殊效果，激發學生的好奇心與學習動機，再由製作及操作科學玩具的過程中，讓學生達到觀察及親身體驗的目的，經由資料收集、小組討論、學習經驗分享等來完成小組的作業，同時協助學生複習單元的概念，以遊戲競賽的方式，提高學生學習興趣，同時培養學生對科學與科學學習的價值持正向的態度。

研究工具，包括(1)科學學習成就測驗：為自編的成就測驗，「空氣與燃燒」成就測驗題目共 20 題，試題難度為.42～.89，鑑別度為.23～.77，信度為.73；「力與運動」成就測驗題目共 18 題，試題難度為.57～.93，鑑別度為.27～.80，信度為.72；(2)過程技能測驗：參考 Burns, Okey, and Wise (1985)的(TIPS Ⅱ)、洪信德(2001)及吳紀蓉(2003)的測驗來進行編製；全測驗包含「觀察」、「比較與分類」、「組織與關連」、「歸納、研判與推斷」、「傳達」等五個分測驗，各分測驗的題數分別為 5、6、5、6、5 題，全測驗計有 27 題，全測驗的信度為.79；(3)科學態度量表：為參考王貴春(2000)及郭琪瑩(2003)的量表來編

製，全量表共分成「對自然科課程的態度」、「自然科學習動機」、「自然科學習策略」、「對自然科教師的態度」等四個分量表，每一分量表有 8 題，合計 32 題，全量表的 Cronbach α 為.94。以上三項研究工具之效度考驗，經三位科學教育學者完成專家效度考驗。

肆、研究結果與討論

一、學生的科學學習成就表現

實驗組與對照組學生，在「空氣與燃燒」及「力與運動」教學前實施「科學學習成就測驗」前測，並於教學結束後隔週進行後測，測驗結果之平均數與標準差摘要表，如表 1。

表 1　兩組學生「科學學習成就測驗」之平均數與標準差摘要表

單元名稱	測驗時機	實驗組(N=52)		對照組(N=55)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
空氣與燃燒	前測	11.52	3.56	11.93	3.16
	後測	16.90	2.82	14.71	3.95
力與運動	前測	12.77	2.86	11.87	3.34
	後測	15.60	2.42	13.71	2.85

由表 1 結果發現，兩組學生在「空氣與燃燒」與「力與運動」科學學習成就測驗的施測結果，後測平均數皆高於前測平均數，顯示兩組學生皆有進步；但兩組學生在二個單元的進步幅度，並不相同。因此，進一步進行共變數分析，共變數分析摘要表如表 2。

表 2　兩組學生「科學學習成就測驗」之共變數分析摘要表

單元名稱	變異來源	型Ⅲ平方和	自由度	平均平方和	F 值
空氣與燃燒	組間	157.13	1	157.13	19.07**
	誤差	857.06	104	8.24	
力與運動	組間	51.80	1	51.80	12.10**
	誤差	445.28	104	4.28	

註：**表示 $p < .01$

從表 2 得知，排除兩組學生「科學學習成就測驗」前測分數(共變量)的影響之後，實驗效果顯著，在「空氣與燃燒」及「力與運動」兩個單元之 F 值分別為 19.07 及 12.10，均達 $p < .01$ 的顯著水準。研究結果顯示，藉由科學玩具遊戲教學策略進行教學，確實有助於提升國小五年級學生的科學學習成就。

經進一步探討，實驗組學生表現優異的可能原因，係由於科學玩具遊戲教學策略，比一般教學更能激發學生的學習興趣，在科學玩具遊戲活動的教學情境中，例如「奇妙的蠟燭」、「變色魔法藥水」、「不著火的紙杯」、及「懸崖勒馬」的競賽活動，實驗組學生的參與情況熱烈積極，對科學現象與科學原理的探討也更加投入，所以實驗組學生的科學學習成就表現也就相對提高。

二、學生的過程技能表現

實驗組與對照組學生，在教學前實施「過程技能測驗」前測，並於教學結束後隔週進行後測，測驗結果之平均數與標準差摘要表，如表 3。

表 3　兩組學生「過程技能測驗」之平均數與標準差摘要表

測驗	測驗時機	實驗組(N=52)		對照組(N=55)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
全測驗	前　測	16.73	4.99	16.16	4.67
	後　測	19.85	4.35	17.60	4.82

由表 3 結果發現，兩組學生在「過程技能測驗」的施測結果，後測平均數高於前測平均數，顯示兩組學生皆有進步；但兩組學生的進步幅度，並不相同。因此，進一步進行共變數分析，共變數分析摘要表如表 4。

表 4　兩組學生「過程技能測驗」之共變數分析摘要表

測驗	變異來源	型Ⅲ平方和	自由度	平均平方和	F 值
全測驗	組　間	90.64	1	90.64	9.51**
	誤　差	991.80	104	9.54	

註：**表示　$p<.01$

兩組學生在「過程技能測驗」全測驗的表現，由表 4 得知，排除兩組學生前測分數的影響之後，後測分數經共變數分析結果，其 F 值為 9.51，$p<.01$，表示實驗效果顯著。研究結果顯示，藉由科學玩具遊戲教學策略進行教學，確實對於國小五年級學生整體過程技能的培養有顯著的提昇。

經進一步探討，實驗組學生表現優異的可能原因，包括：

1.科學玩具遊戲教學活動，有更多實驗與實作的體驗學習機會，實驗組學生對科學玩具製作的學習情緒高昂，包括「自製仙女棒」、「投擲大賽」、及「魔法蠟燭」等活動的實作歷程，動手操作與動腦思考的練習增多，對科學過程技能的運作也更加熟練，所以實驗組學生的過程技能表現也就比對照組學生相對提高。

三、學生的科學態度表現

實驗組與對照組學生，在教學前實施「科學態度量表」前測，並於教學結束後隔週進行後測，施測結果之平均數與標準差摘要表，如表 6。

表 6　兩組學生「科學態度量表」之平均數與標準差摘要表

量表	測驗時機	實驗組(N=52)		對照組(N=55)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
總量表	前　測	124.42	16.73	130.89	17.67
	後　測	134.94	17.24	124.75	17.92

由表 6 結果發現，兩組學生在「科學態度量表」的施測結果，實驗組學生後測平均數高於前測平均數，但是對照組學生的後測平均數卻低於前測平均數。因此，進一步進行共變數分析，共變數分析摘要表如表 7。

表 7　兩組學生「科學態度量表」之共變數分析摘要表

量表	來源	型Ⅲ平方	自由度	平均平方和	F 值
總量表	組　間	5268.07	1	5268.07	27.35***
	誤　差	20034.47	104	192.64	

註：***表示 $p<.001$

兩組學生在「科學態度量表」全量表的表現，由表 7 得知，排除兩組學生前測分數的影響之後，後測分數經共變數分析結果，其 F 值為 27.35，$p<.01$，表示實驗效果顯著。研究結果顯示，藉由科學玩具遊戲教學策略進行教學，確實有助於提升國小五年級學生的正向科學態度。

四、討論

經進一步探討，實驗組學生表現優異的可能原因，包括：

1.科學玩具遊戲教學活動引起實驗組學生濃厚的學習興趣，對自然課充滿期待，學習過程充滿歡欣與成就感的氣氛，這種透過親自動手操作尋求解答的學習方式，對於實驗組學生整體科學態度的培養相當有幫助，所以實驗組學生的科學態度表現也就比對照組學生相對提高。

2.然而對照組學生在無意中得知，實驗組學生參與了科學玩具遊戲學習活動，但他們卻沒能參與相關科學玩具遊戲活動，只是依課本內容進行上課，質疑老師教學偏心不公平，這可能是影響對照組學生在科學態度的後測得分降低的原因。因此，對教學活動設計所需考慮的事項，在未來的教學活動設計，宜更加注意對照組學生的內心感受，並事先做好適切的規劃與安排，假若時間、經費及其他條件允許狀況下，宜安排對照組學生在實驗教學完成之後，能夠補上科學玩具遊戲教學之課程，以避免對照組學生在科學態度產生負面影響。

伍、結論

學生「科學學習成就」的表現：「空氣與燃燒」和「力與運動」單元科學學習成就測驗之結果顯示，以科學玩具遊戲教學策略進行教學的實驗組學生的學習表現，優於一般教學策略的對照組學生，實驗效果顯著。由上述結果充分顯示，科學玩具遊戲教學策略確實有助於國小五年級學生的科學概念發展，所以實驗組學生顯露出優異的科學學習成就表現。

學生「過程技能」的表現：在過程技能全測驗的表現，實驗組學生的過程技能全測驗的得分，顯著優於對照組學生，實驗效果顯著。表示以科學玩具遊戲教學策略進行教學後，對於國小五年級學生整體過程技能的培養，達到顯著的成長，充分顯示科學玩具遊戲教學策略確實有助於國小五年級學生的科學過程技能的提昇，所以實驗組學生顯露出優異的科學過程技能表現。

學生「科學態度」的表現：在整體科學態度的表現，以科學玩具遊戲教學策略進行教學的實驗組學生，其「科學態度量表」的得分優於對照組學生，實驗效果顯著。充分顯示科學玩具遊戲教學策略，確實有助於國小五年級學生的科學態度的提昇。

參考文獻

方金祥(2009)。幼兒創意安全科學玩具之設計與在科學遊戲創意教學上之應用研究—以「潛水夫與蟬鳴器」為例。**南台人文社會學報，1**，55-74。

方金祥、劉奕萱(2007)。創意童玩設計及在幼兒科學遊戲創意教學上之應用研究。**幼兒**

保育學刊，5，75-86。

許良榮(2004)。從科學遊戲到科學教學。**國教輔導，44**(2)，6-11。

陳忠照(2003)。**科學遊戲創意教學：致盛先師 vs.至聖先師**。台北市：心理。

黃嬿樺、賴慶三(2009)。科學玩具遊戲教學對國小三年級學童「空氣」單元學習的影響。**華人地區社會變遷與科學師資培育國際學術研討會**。台北市：國立台北教育大學。

楊蕎安(2007)。**趣味科學活動融入自然與生活科技學習領域教學之研究**。國立台北教育大學自然科學教育學系碩士論文，未出版，台北市。

Burns, J. C., Okey, J. R., and Wise, K. C. (1985). Development of an integrated science process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching, 22*, 169-177.

Harlan, J. D., and Rivkin, M. S. (2004). *Science experiences for the early childhood years: An integrated affective approach* (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.

Horn, P. J. (1986). *Are you game? Science games in the classroom.* (ERIC Document Reproduction Service No. ED 309923)

Kelly, K. (2002). Science toys you can make with your kids. *Whole Earth, 110,* 73.

Sarquis, J. L., and Sarquis, A. M. (2005). Toys in The Classroom. Journal of Chemical Education, 82(10), 1450-1453.

Sarquis, J. L., Sarquis, A. M., and Williams, J. P. (1995). *Teaching chemistry with toys, Activities for grades K-9.* New York: McGraw-Hill.

Stein, M., and Miller, D. (1997). Teaching with toys. *Science Teacher, 64*(4), 22-25.

Veith, A. (1993). *Santa's scientific christmas: A school play with music for grades K-6, plus eight fun toy-based science activities.* Middletown, OH: Terrific Science Press.