

LEGO NXT 提升國小學童科學態度之研究

蔡錦豐

屏東縣同安國民小學教師

陳嘉彌

國立台東大學教育系(所)教授

壹、緒論

科學教育目標在培養全民的科學素養，九年一貫課程綱要對於科學學習所要培養之國民科學素養，可依八項來陳述：1.過程技能、2.科學與技術認知、3.科學本質、4.科技的發展、5.科學態度、6.思考智能、7.科學應用、8.設計與製作（教育部，2003）。可見科學知識與概念、科學過程及科學態度同等重要，尤其在國小階段，學生對科學的態度和興趣的維持，是持續科學學習的動力，教育學者莫不重視如何引起學生的學習動機與培養正確的科學態度。

運用科技之創新教學方法來引起科學學習動機已漸受到學者重視，並視為適合國小推動「科技支援之建構學習環境」的一大利器（田耐青，1999）。樂高機器人套件為近年應用在數學、自然與生活科技領域上的學習科技之一，利用實體機器人教學能使學生直接動手操作，提供立即的回饋，且實體機器人能與真實的世界互動，亦較能吸引學生。自然科學教育強調的是從「做」中學習，學生經由實物、模型的操作學習，進而探究、思考並從事創造性的科學活動，對於國小學童，親身經歷的體驗活動，更是科學學習的基礎（莊嘉坤，1995）。LEGO NXT 不過份強調解決問題時所應用有邏輯思維，而較重視主動建構、具體運思的學習方法（黃國鴻，2000）。利用 LEGO NXT 在解決一個實際的問題情境時，經由推理思考、一連串的操作，從積木組裝、圖形界面程式設計、嘗試、修正到完成，反覆邏輯辯證，終達到有意義的建構學習，如此操作植基於動手做與建構教學，符合九年一貫課程採學生為中心的建構學習理念，過去應用 LEGO 積木融入自

然與生活科技領域的研究，在科學創造力、科學過程技能與學習動機等方面已有良好的效果（吳志緯，2002）。再者透過 LEGO NXT 的運用，學生依學習專題的情境想辦法解決問題中，學生必須細心的設計、組合構思積木、運用高層次的思考、嚴謹的思辨問題的徵結、與他人討論合作後客觀並接受他人的建議，符合培養學生的科學態度。基於上述觀點，本研究計畫運用 LEGO NXT 教學活動探討其對國小中年級學童科學態度的影響，所得結論亦可供實際使用 LEGO NXT 為輔助教學工具者未來教學與研究之參考。

貳、文獻探討

一、LEGO NXT 介紹與理論基礎

LEGO NXT 是 LEGO 公司機器人系列的產品之一，產品操作為利用傳統的 LEGO 積木與電腦、科技相結合，使用者可依想像力、用途任意組合積木，再加上採用以 LebView 公司所開發出來的圖形化界面開發環境 NXT-G Software 配合操作，使其能隨使用者的程式做出特定的動作，常見應用於自然與科學教育領域中，而目前最新的版本為 LEGO Mindstorm NXT。其理論基礎分述如下：

- （一）實用主義：杜威在經驗主義教育理念中主張教學時應注重教學內容須與實際日常生活相結合，強調動手做、與從問題解決中學習可以培養學生良好思考的習慣（韓景春，1996）。由杜威倡導從「做中學」與科學實驗法則的觀點來看，親自動手做，並從中去發現問題的解答與事實的真相是教育中非常重要的一環，而 LEGO NXT 正提供了這樣的一個學習環境與機會讓學習者親自動手完成心中想像的機器人。
- （二）建構主義：建構主義依派別而有不同的論述，然有二個共識（王美芬、熊召弟，2005）：1.知識不是被動的接受，而是主動建構的。2.認知的功能是適應的，是經驗世界的組合，而不是實體的發現，也就是個體「知」是一種調適的過程。這些論點提供了研究者在使用 LEGO NXT 教學時，教學者應站在引導、輔導者的角色並設計出引

人好奇、迷思的問題情境激發學習者去學習，讓學習者操弄實驗主動建構科學概念、獲得科學的過程與培養正確的科學態度。

(三) 建造論：Papert 結合體驗學習 (Experiential Learning) 與修正 Piaget 的建構主義 (constructivism) 後提出建造學習理論。體驗學習係指一個人直接透過體驗而建構知識、獲得技能和提升自我價值的歷程 (AEE, 1995)。而建造論認為學習就是一種積極主動的歷程，而知識非自然獲得而是學習者「建造」出來的，且當學習者熱衷於對個人有意義的事務時，他對新知識的建構特別有效率 (Resnick, 1996；引自謝建全、施能木、鄭承昌，2004)。LEGO NXT 就是讓學習者在建構積木的同時，直接透過體驗、反覆修正，得到知識與技能，符合了建造論的精神。另 Papert 認為在目前電腦科技的高度發展之下，提出邏輯形式的「形式運思」並不必然優於「具體運思」思考風格的認識多元論 (吳志緯，2002)。LEGO NXT 即採用 Leview 公司所開發圖形化程式界面，每個圖形化物件代表實體上的一個元件，如馬達、感應器，然後透過拖曳這些元件去完成操控機器人的指令，有效建構出有意義化的學習。

二、科學態度

廣義來看，科學態度包括了科學的態度 (scientific attitudes) 與對科學的態度 (attitudes toward science)。由於「對科學的態度」因各學者對其定義不同而含有多方面的意涵，如對科學家的態度、對科學課程的態度、對科學本質的了解，甚至是對科學老師與其教法的態度等 (王美芬、熊召弟，2005)。本研究試圖運用 LEGO NXT 為學習工具，使學童接觸科學領域的問題與探索知識過程時，探討兒童的科學技巧、思考與行為傾向，故本研究科學態度是指「科學的態度」。歷年來學者對於「科學態度」的定義繁多，綜合其中陳英豪等 (1991)、潘正安 (1984) 與許榮富 (1986) 等人，可歸納出科學態度是指個人在探究科學知識與解決問題時，能運用科學的方法、思考模式，並應用到日常生活行為上的意願、傾向及處置的方法之總稱。「科學態度」的內涵也因各家定義不同而有很難有一致的看法，莊嘉坤 (1995) 分析十幾位學者對科學態度內涵的看法，彙整出共同成份如下：1. 小心謹慎；2. 好奇、客觀、求證據；3. 具有開朗的心胸、批判的精神；4.

誠實；5.常具有信心及懷疑；6.尊重他意見、願意改變自己的意見。九年一貫課程綱要中將科學態度分成 1.喜歡探討；2.發現樂趣；3.細心切實；4.求真求實。而陳英豪等人（1991）所發展的「國小學生科學態度量表」分成五個層面：1.彈性-思想新穎、思考性工作、歸根究柢、具懷疑態度，是否常有新奇的想法，並嘗試下新的結論。2.客觀性-對於一個問題能考慮其正、反兩面，對於實驗的結果或別人的意見、批評能開朗的接受，體認現實的知識多不完整。3.因果關係-將零星的科學知識統合為較完整的理論體系，並探詢其間的關係，有探討成因及解釋結果之興趣，並用方法嘗試之。4.好奇心-對新的觀念與各種實驗結果感到興趣，並願意去探詢，常用不同的感官來探索周圍世界，並常發問。5.批判精神-學生能根據事實做決定、下結論，能區辨假說與解釋。有「大膽假設，小心求證」的習慣，能指出同學所下結論的矛盾、不相符之處。這些層面涵括於三個領域之內：1.科學認知；2.科學情意；3.科學行為。綜合以上，本研究使學生親自動手組裝 LEGO NXT，經由模仿、實驗、創作、合作學習與相互討論等方法，來逐漸提升學生的科學態度，符合了陳英豪等界定的科學態度內涵，基於研究的對象、範圍適用性，所以採用陳英豪等所下的定義，亦可涵蓋國小階段所訂之目標，並以此量表作為本研究科學態度之檢核工具。

參、研究方法

一、研究設計

本研究旨在探討運用 LEGO NXT 教學活動中，國小學童科學態度之變化情形，將學童活動前、後在「科學態度量表」中的分數進行統計分析，以瞭解 LEGO NXT 教學活動對提升國小學童科學態度的影響情況。

二、研究對象

因實驗器材設備有限、並基於人力與時間的考量，本研究受試對象選定為研究者所任教的國小中年級學生 18 名學生。為求能真實呈現出國小學生的科學態度，研究依學生上學期自然與生活科技領域成就進行異質分組，依低、中、高分數選樣成一組，一組三人，合計六組。

三、研究流程

本研究從準備工作到完成結論共分成三個階段，茲分別說明如下：

（一）準備階段：

開始蒐集並探討相關文獻，藉以釐清並界定研究主題，決定參與對象並依自然與生活科技領域學業成就分組，與教學活動教材內容選定與編製。

（二）施測與教學活動：

- 1.在教學之前一週對受試學生進行「國小學生科學態度量表」前測，用於資料分析後，來了解學生的科學態度是否有顯著改變。
- 2.配合學校本校課程，教學活動利用彈性課程、晨間時間進行，每次三節課，分 10 週進行。教學完畢之後進行後測測驗。

（三）資料蒐集與分析：

將科學態度學習量表前、後測成績，進行統計分析，並對分析結果進行歸納與統整。

四、研究工具

因科學態度是一種潛在的變項，無法直接由實測而得，須從受試者表示的意見或其信念中來推測，本研究在探諸近年各學者所發展的科學態度研究工具後，認為陳英豪等人（1991）所編製「科學態度量表」適合本研究，該量表分成八個主要分量表：1.彈性；2.客觀性；3.因果觀係；4.好奇心；5.批判精神；6.科學認知；7.科學情意；8.科學行為，和一個誠實分量表（偽題）。採李克特式（Likert-type scales）量表型式，所得總分數即為九個分量表題目分數之累加，得分愈高表示科學態度愈佳。信度（Cornbach α ）係數為.77 至.94 之間；隔週重測信度係數為.69 至.94 之間；隔四週重測信度係數為.67 至.77 之間，內容、同時、建構效度皆分別達顯著水準（.001 以上），為一信度和效度均佳的科學態度量表，適用範圍為國小四至六年級學生。

五、教學設備、教材教法選用與設計

- (一) 教學設備：機器人實驗室-教育基本組 (9797) 與 NXT-G graphical language of the LEGO® Mindstorms® NXT system 程式 (簡稱 NXT-G)。
- (二) 本研究教學內容以單元活動進行，教材主要來源：參考美國卡耐基美濃大學機器人學院所研發的課程活動 2009797 "Introduction to Robotics"，此教材提供 24 小時的課程資料，包含 6 個主要專題及 3 個 end-of-project，內容含影片、學生的學習單和老師教授課程所需的素材，修改成適合國小中年級學童的活動設計，並依陳嘉彌(2004)「模仿－熟練－創造」之教學模式，每次上課初由教學者教導基本動作原理與此次必須用到的元件、程式之認識與操作方法，並操作單元範例供學生模仿，等到學生學會後再公佈本週的問題情境，然後學生透過合作學習方式，運用邏輯思維、動手組合積木與撰寫合適的程式碼來解決問題，達成指定的任務和爭取最好的成績。下課之前告知學生下次任務主題，以利學生有充裕時間討論與思考。

肆、研究結果與討論

研究者根據本研究的研究目的，以科學態度量表進行活動前、後測驗，活動結束後經過資料分析整理後，主要發現如下：

一、受試者在「科學態度量表」之前測、後測的差異情形

表 1 學生在「科學態度量表」前、後測考驗摘要表

	平均數	標準差	T 值	P 值
前測	148.89	13.21	-2.072	.054
後測	156.44	8.18		

*p<.05 **p<.001

表 1 所示為透過相依設計雙樣本平均數 T 檢定，實驗處理之前、後測科學態度分析，由結果得知：前、後測的平均數各為 148.89 與 156.44。顯著性為 0.54，考驗結果雖未達顯著，然從受試者的前、後測成績平均數來看，整體學生成績確有提升的趨勢。

二、不同性別受試者在「科學態度量表」之前測、後測的差異情形

進一步以性別分析資料，發現男生在實驗活動前後科學態度平均數 T 考驗達顯 ($P=0.015$)，男生後測分數較前測分高，表示實驗活動對男生的科學態度成績有幫助；女生在實驗活動前、後科學態度成績則未達顯著 ($P=0.350$)，觀察其二次平均數皆高於男生組，究其因，應與統計迴歸有相當關係。表 2 為不同性別在科學態度前、後測的變化情形。

表 2 不同性別學生在「科學態度量表」前、後測考驗摘要表

		平均數	標準差	T 值	P 值
男生	前測	145.37	9.45	-3.208	.015*
	後測	154.63	6.26		
女生	前測	151.70	15.51	-.985	.350
	後測	157.90	9.52		

* $p<.05$ ** $p<.001$

三、受試者在「科學態度量表」各分量表中前測、後測的差異情形

為瞭解學生在科學態度各分量表分析前、後測的變化情形，分析結果得知：在「因果關係」、「好奇心」與「科學情意」分量表上之得分，前、後測分數差異達到顯著水準 ($P<0.05$)，其餘分量表則未達顯著。另外，在「批判精神」分量表之後測成績反而低於前測成績。分析資料如表 3 所示。

為瞭解不同性別受試者在各分量表前、後測的變化情形，本研究進一步分析其差異，結果整理如下表 4 所示。由表得知，若依不同性別分析，在「因果關係」、「好奇心」與「科學行為」分量表上，男生在前、後測的成績達顯著；而女生在各分量表皆未達顯著。由以上分析並討論原因，本研究認為：1. 整體在「因果關係」達到顯著，這與陳英豪等人 (1991) 研究結果較不一致，究其原因應為 Lego 機器人透過電腦程式實作後，立即可由使用者測試其結果，學習者較能由操作中得到回饋，理解其因果；2. 整體在「好奇心」層面達到顯著，然進一步分析，女生並未顯著，這點也與陳英豪等人 (1991) 研究不一致，本研究認為 Lego 機器人既定位於玩具，則科學性質的玩具，男生應比女生更具強烈的好奇心所致；3. 男生在「科學行為」上的成績達顯著，此或因男生在特徵上較趨於實動行動所致。

表 3 學生在科學態度各分量表前、後測描述統計量與考驗摘要表

分量表		平均數	標準差	T	P
彈性	前測	30.00	3.308	-.694	.497
	後測	30.67	2.679		
客觀性	前測	31.11	3.740	-1.607	.127
	後測	32.94	3.539		
因果關係	前測	29.22	3.507	-2.787	.013*
	後測	32.72	3.304		
好奇心	前測	28.28	3.083	-2.920	.010*
	後測	31.56	3.276		
批判精神	前測	30.28	4.142	1.770	.095
	後測	28.56	2.036		
科學認知	前測	52.22	6.422	-1.103	.285
	後測	54.17	7.748		
科學情意	前測	47.22	5.494	-2.522	.022*
	後測	51.11	5.999		
科學行為	前測	49.44	9.930	-.916	.372
	後測	51.17	5.171		

表 4 不同性別學生在科學態度各分量表前、後測描述統計量與考驗摘要表

分量表		男生				女生			
		平均數	標準差	T	P	平均數	標準差	T	P
彈性	前測	30.25	2.121	1.183	.275	29.80	4.131	-1.335	.215
	後測	29.25	1.909			31.80	2.741		
客觀性	前測	31.13	3.603	-1.297	.236	31.10	4.040	-1.078	.309
	後測	32.75	3.012			33.10	4.067		
因果關係	前測	27.88	1.642	-4.216	.004*	30.30	4.270	-1.167	.273
	後測	32.75	2.712			32.70	3.860		
好奇心	前測	26.63	1.996	-4.112	.005*	29.60	3.239	-.899	.392
	後測	32.38	3.815			30.90	2.807		
批判精神	前測	29.50	2.777	1.695	.134	30.90	5.043	.981	.352
	後測	27.50	1.414			29.40	2.119		
科學認知	前測	53.75	5.751	-.577	.582	51.00	6.960	-.936	.374
	後測	54.63	3.114			53.80	10.272		
科學情意	前測	44.75	3.059	-1.492	.179	49.20	6.321	-2.058	.070
	後測	47.13	4.357			54.30	5.272		
科學行為	前測	46.88	8.114	-3.191	.015*	51.50	11.158	.648	.533
	後測	52.88	5.463			49.80	4.756		

*p<.05 **p<.001

四、上課中師生晤談與觀察紀錄中，看出學生科學態度各層面的變化

（一）彈性

T3-1：大部份的組別，大都採用碰觸的方式來解決撞倒杯子的問題，而這位學生卻異想天開，在上方又裝了一個馬達，企圖採用「直昇機」式的旋轉方法來解決（圖 1）。



圖 1 學生使用另一顆馬達企圖擊落鋼杯

（二）客觀

S6-3：沒關係啊！反正修改一下，下一回一定能成功。

S14-2：XX 說我的做法不對，其實我想想也是，不過又不是我故意的，他如果提出更好的方法來，我們就照他的方法去做。

（三）因果關係

S18-1：我們發現一開始就會偏向一邊，結果就愈偏愈多，到最後就會摔下去，直到老師跟我們提示這與整個組件有關，我們才一個一個去調整，後來雖然還會偏一邊，不過不像剛開始歪的那麼厲害。

（四）好奇心

T6-1：這位學生問我：「如果我只用一顆馬達，可以做出一輛車子嗎？」，當然，我會請他想想看，等下課後利用時間在來這兒實際操作看看。

T0-3：今天，我們把一些作品展示給其他的同學看，他們張大眼睛，表現出高度的好奇與興趣（圖 2）。



圖 2 同學們目不轉睛的看著機械人相撲賽

(五) 批判精神

S15-2：這次我們會贏（指的是機械人相撲賽）應該是前面設計比較低而不是像 XX 說的重量比別組的重才會贏。如果不相信，我可以把前面的積木拿掉，再找那一組來試試看，我們應該會輸。

S8-2：把左右兩個馬達串在一起，請問這樣怎麼轉彎？我們剛才就卡在那裡（圖 3）。



圖 3 學生在建構過程中常見的錯誤

伍、結論與建議

一、結論

（一）量化資料分析發現，經過十週的實驗活動課程後，學生在科學態度並無顯著提升，究其主因應與研究對象年齡和實驗時數不足有關，蓋科學態度不易在密集的教學活動中產生明顯的改變，因此研究若能配合其他領域課程並安排課後練習，科學態度應能有所提升。然進一步分析後，對男生有顯著的提升，女生則否。在進一步分析各

分量表後發現，整體在「因果關係」、「好奇心」與「科學情意」有顯著的提升，且實驗活動對男生比女生來得有效果。這樣的結果應可解釋為 LEGO NXT 機器人的互動性與可程式特性使得學生易於即時操作與觀看學習的成果，並從中修正，而且男生一般來講比女生喜歡觀察、動手做的特性有相當的關係。

- (二) 應用 LEGO NXT 主題式探究教學實驗活動後發現對於國小中年級學童的科學態度並無顯著提升，其原因可能是中年級學生在自然與科學領域的先備知識不足、身心發展尚未完全成熟有關。
- (三) 實驗活動對於科學態度上之因果關係及科學行為有所助益，且男生在科學行為上更有顯著的提升。對於其餘面向則無顯著差異，其原因可能是教學設計的活動內容有一定的困難度，學童一方面沒接觸過類似的科技玩具，在摸索之餘，還得學習如何使用電腦程式操作所組合成的機械，著實不易，在研究中，預計規劃三節課要完成的進度，往往延後二、三節課，如此急促之下，可能對學童在科學態度的其餘面向無所助益。

二、建議

- (一) 本研究礙於經費、設備與學生人數，採前實驗研究進行，實驗對象為中年級學生，難免在電腦與英文界面操作上有所生澀，建議研究對象可以高年級以上的學生應更能測得真正的變化。
- (二) 本研究實驗活動教學進行十週，但活動期間因定期評量與國定假日致使課程不連貫，故建議後續研究者能嚴謹控制教學時數與連續性，以使控制因素更臻完善。
- (三) 學童對於所要求的功能結構積木，常無法有效組合，建議可在教學前，進行單純組合積木課程。
- (四) 學童在操作過程中常出現科學上的迷思概念，值得進一步探討。
- (五) 若無經費與學校行政考量，建議採取較為嚴謹的實驗控制，如增加樣本數與對照組。

參考文獻

- 王美芬、熊召弟（2005）。**國小階段自然與生活科技教材教法**。台北市：心理出版社。
- 田耐青（1999）。由「電腦樂高」談新世紀的學習：一個「科技支援之建構學習環境」實例。**教學科技與媒體雙月刊**，**44**，24-35。
- 吳志緯（2002）。國小學生以電腦樂高進行科學學習之個案研究。在**中華民國第18屆科學教育學術研討會**，國立彰化師範大學。
- 教育部（2003）。**國民中小學九年一貫課程綱要**。台北：教育部。
- 莊嘉坤（1995）。國小學生科學態度潛在類別的分析研究。**屏東師院學報**，**8**，112-135。
- 許榮富（1986）。學生特性及學習環境對科學態度成就影響分析研究。**師大學報**，**31**，695-719。
- 陳英豪、葉懋堃、李坤崇、李明淑、邱美華（1991）。國小學生科學態度量表及其相關因素之研究。**台南師院學報**，**24**，1-26。
- 陳嘉彌（2004）。**激勵偏遠地區學童創造力之教學行動策略研究**。教育部補助創造力教育中程發展計畫專題研究。
- 黃國鴻（2000）。以專題製作為主的電腦化學習環境之比較研究：認知取向與情境取向。國立彰化師範大學科學教育研究所博士論文，未出版。
- 潘正安（1984）。國中學生科學態度之研究。國立臺灣師範大學教育研究所，未出版。
- 謝建全、施能木、鄭承昌（2004）。**機械人組合教學輔具在國小學童創意學習與問題解決歷程教學上之應用**國科會專案報告，計畫編號：（NSC92-2413-H-415-009）。台北市：行政院國家科學委員會。
- 韓景春（1996）。**教育哲學**。台北：師大書苑。
- AEE（1995）。Association for Experiential Education. AEE definition of experiential education. *The AEE Horizen*. 15 〈1〉.21.