



<i>Presentation Title</i>	<b>Lego Mindstorms 提升國小學童問題解決能力之研究</b>
<i>Format</i>	<b>Paper Session [ 4.02 ]</b>
<i>Sub-theme</i>	<b>Teaching and Education Innovation</b>

## **Lego Mindstorms 提升國小學童問題解決能力之研究**

**蔡錦豐**

屏東縣同安國民小學教師

### **摘要**

本研究主要目的在探討應用 Lego Mindstorms 主題探究活動後對國小學童問題解決能力的改變情形。研究的發現將有助於了解，在進行科學教育時，應用 Lego Mindstorms 機器人套件於實際教學時對國小學生的影響，並提供其他教學者應用此科技玩具教學時的參考與應用。

本研究以屏東縣同安國小五、六年級四十二位學童為對象，採準實驗研究法，研究樣本分成實驗組與控制組，實驗組接受為期十五週的 Lego Mindstorms 主題探究活動，並將實驗組成員分為七組，每組三人，控制組則否。實驗結束後同時對兩組進行「問題解決能力量表」進行施測，將實驗活動前、後得分進行單因子共變數分析來驗證。在活動結束後，亦透過學生填寫機器人教學意見回饋表來瞭解實驗組學童的相關想法與感受，以做為研究結果之佐證與補充。

**關鍵詞：**問題解決能力、樂高機器人

## **A Study of Applying Lego Mindstorms Learning Activities to Promote Problem Solving Ability and Scientific Attitude for Elementary School Students**

**Chin-Feng TSEI**

### **Abstract**

The purpose of this research was to explore the change situation of problem-solving ability after applying Lego Mindstorms with Subject-Inquiry-Based Learning for elementary school students. The research findings will help to understand the application of the Lego Mindstorms robot kits at the time of the actual teaching elementary school students. The results of the research would provide information and suggestions for educators and researchers in the future.

The study used a quasi-experimental, pretest-posttest nonequivalent group design and aims to 42 5th and 6th grade students in Tong An elementary school of Ping Tong Country as an object. The research divided into 2 groups of experimental group and control group. The members of experimental group divided into 7 teams and have the theme exploration activities of Lego Mindstorms, 3 classes once every week, for 15 weeks but didn't apply it for the control team. After experiment, perform the scale test of "problem-solving ability" and "scientific attitude" for the 2 groups and acquired those students' score of Natural Science and Living Technology then verify the score before and after of experiment activities by one-way ANCOVA. Meanwhile, through the robots teaching questionnaires to understand the related idea and opinions of experimental group as the evidence and supplement for the research findings.

**Keywords:** problem-solving ability, Lego Mindstorms

## 壹、 緒論

二十一世紀是一個快速變動的年代，科技以驚人的速度改變人類的生活，然變化後衍生的問題日趨複雜，生活充滿未知與挑戰。人類解決問題的方式大部份來自於學習，而目前學校教育仍是個人獲得新知或更新所學的主要場所，然而每個人在學的時間有限，只依賴學校將無法提供或更新知識變動的需求，只有面臨被淘汰一途（楊朝祥，2001）。據此，對於問題解決能力已成為個人未來生存與競爭力的重要指標，當今教育所面臨的問題之一就是如何有效的教導學生解決問題的方法。兒童的問題解決能力的教學方法已漸漸從由直接教學法轉成以兒童為中心、討論與小組合作教學模式，國內教學者試著採不同創新教學模式來探討對學童問題解決能力的影響，也得到顯著的效果（李佳蓉，1995）。把遊戲或玩具引進課堂做為輔具確實常能起學生的注意與學習興趣，引起動機在教學上是非常重要的環，國內許多研究（林智皓，2007；黃期璟，2003）曾引進傳統實體積木於教學中，採動手做、做中學的教學模式讓學童經由嘗試錯誤來探討對學習者的學習動機和創造力、問題解決的能力的影響，亦有正面的成效。靜態的實體積木對於高層次思考的培養有限，而以往的 LOGO 軟體透過程式語言來實現學習者的想法，但終究無法透過實物來思考與驗證，田耐青（1999）認為結合傳統積木與圖形化程式設計控制界面的樂高機器人套件可成為一個「科技支援之建構學習環境」，若能透過將其融入課程教學中，將有助於培養學童的獨立思考與解決問題的基本能力。兒童在運用 Lego Mindstorms 在解決一個實際問題情境時，經兒童對問題的思索、提出解決方案，從積木組裝建構、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，這樣的一個問題解決步驟正符合了心理學家對問題解決所詮釋的歷程（張春興，2005）。

## 貳、 文獻探討

Seymour Papert 爲了不讓電腦來限制住兒童，而是兒童主動思考來運用電腦（Moundridou & Kalinoglou, 2008），於是有了 Lego Mindstorms 的構想。LOGO 程式雖能提供學童創造與批判思考的環境，但畢竟還是數位的產品，並非實物的操作，對許多仍停留在具體運思的學童而言，仍有不完善之處。整個 Lego Mindstorms 的學習理論基礎主要以 Seymour Papert 所提出的建造論（Constructionism）為核心，而建造論又起源於 John Piaget 所提出學習觀，也就是的建構主義（Constructivism）。

### （一）建構主義（Constructivism）

建構主義基本上是在解釋「知識是什麼？」和「學習是什麼？」的一種理論模式。學者張世忠（2000）指出，建構主義的主要意涵在於把教學的核心轉移到知識學習者的本身。張靜馨（1996）綜合三派的主張，整理出在科學教育所提到的建構主義具有三個原則：1.知識並非由認知主體被動的接受，而是其主動建造而成；2.認知功能在適應，是用來組織經驗的世界，不是用來發現本體的現實；3.知識的成長是透過個人與別人磋商與和解的社會建構。John Piaget 則是個人建構主義（trivial constructivism）的先驅，他在知識論上採取了根本建構主義的觀點，其基本論點有二（引自劉宏文，1996）：1.有意義的學習必須建基在舊有的經驗基礎，而知識是不能傳達的，不論經由語言或文字，在傳達的過程中都可能發生個人意義的轉化；2.認知主體只能自行建構、解釋、形成有意義的知識結構，並依此成為自己與外在世界聯繫的指標來預測自己的行為，解釋外在的世界。一般在教學活動中，課程常只為了老師的

「教」而設計，而忽略了學生的「學」，而建構主義則以學生為認知主體，教學設計以「學習」為主要考量，提供學生自我建構的環境。社會取向建構主義（social constructivism）則強調個人建構知識是在社會文化的環境下以及交互作用所建構的，近年教學現場所採用的合作學習與情境教學法即是基於此理念下的產物。

## （二）建造論（Constructionism）

Papert（1980）認為「學習」不應該是以灌輸、被動的方式進行，強調應讓兒童由做中學（Learn by Making）以適合自己的速度及思考方式來學習，這樣方能允許兒童自己來發現知識。建造論亦受到情境認知理論（situated cognition）的影響。情境學習理論強調學習情境的重要性，學習與知識在本質上是個體與環境交互作用的結果，所以 Papert 認為透過對事物的操弄與展現，並與他人分享成果，才能達成有意義的學習。另外，Papert 認為如果我們真的看待兒童為自我知識的建構者，則所有的建構者都必須要有「材料（material）」來建構，所以教學能提供兒童一個有利科學思考的環境及活動機會，並且兒童能感覺這些環境及活動對他們是重要的及有幫助的，那麼將可以為兒童開啓一扇有價值的學習大門。若把材料層面擴大解釋，社會文化也是兒童建構知識的材料，因此教師必須提供豐富的資源協助他們建構知識。

## 參、 研究方法

### 一、 研究設計

本研究採準實驗前後測設計，實驗處理為實驗組採應用 Lego Mindstorms 創新工具教學活動配合主題探究教學活動，控制組則否。依變項為問題解決能力，研究對象選取本校高年級全部兒童，依其上學年之自然領域學科成績與性別隨機配對分派至實驗組和控制組，因此兩組在學業成就上具有同質性，以降低潛在干擾變數影響。但影響學童問題解決能力尚有其他因素，在無法完全控制無關變項的情況下，本研究仍依不等組前後測控制組設計。活動採合作學習方式，3人為一小組，共7小組，實驗組與控制組男女生人數總數相同，為避免小組內因不同性別造成學習上的隔閡與孤離，同一組別內採相同性別為原則。實驗組與控制組於教學活動之前施以「問題解決能力量表」前測，後進行15週教學活動，配合學校行政作業，每週上課時間分為二次，一次為晨間活動時間（7:50~8:30）、一次為星期一下午（1:20~3:00），為避免因時間因素限制了學童的創意發揮空間，上課實驗期間，學童可視其個人需求短暫休息，不受拘束。本研究亦採 Mosley 和 Kline（2006）在機器人研習營中的研究建議，下課後的時間，將給予實驗組學童自由進出實驗室自行操弄 Lego Mindstorms 的機會。教學活動結束後即對學童進行「問題解決能力量表」後測。量表回收後進行分析以瞭解實驗對依變項的影響。教學活動過程中，藉由學生訪談紀錄等質性資料來輔助量化資料之不足。

### 二、 研究工具

本研究採潘怡吟（2002）所發展的問題解決能力量表（Problem Solving Ability Scale, PSAS）。信度採用內部一致性 Cronbach  $\alpha$  值來考驗， $\alpha$  值為.849，內部一致性頗高。效度方面，研究者將試題請多位國小自然科資深教師以及科學教育所專家修改，建立專家效度。構念效度則依據九年一貫課程綱要所應包含的向度依其層次，逐步擬定量表題目，建立問題解決能力量表的構念效度。活動中亦透過學習單的內容，可以

了解學生在活動中對學習內容的理解程度，並且透過實驗紀錄來分析學生在問題解決歷程中所遇到的癥結為何。

### 三、教學活動設計

考量學童對 Lego Mindstorms 的初接觸時的生疏，課程前幾週採用將以模仿現有的積木作品，藉由反覆操作，使學童能熟稔積木建構的基本原理原則，後幾週配合主題競賽遊戲活動來設計課程，藉由學童的榮譽心與成就感來激起學習的動機與意願。活動課程進行為每次上課初由教學者教導機器人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，等到學生學會並熟稔後，公佈本週的問題情境，然後學生透過小組合作學習方式，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，於每一課程活動進行時，給予各組主題教學活動學習單與實驗紀錄，以檢核學生學習之實際理解狀況，並於單元結束後收回以供研究資料分析。另外，活動期間開放機器人實驗室以供實驗組學童能自由操作練習給予更多的體驗以增加學童熟練程度。

### 肆、研究結果與討論

#### 一、兩組組內在「問題解決能力量表」前後測分數描述統計與差異性 t 考驗

表 4-1 實驗組「問題解決能力」前後測 t 檢定摘要表

項目	前測		後測		t	p
	M	SD	M	SD		
問題解決過程	63.76	8.20	64.24	8.44	-1.64	.116
問題解決情意	44.62	5.40	46.29	5.63	-3.67**	.002
總分	108.38	12.38	110.52	13.08	-3.68**	.001

\*\* p < .01

表 4-2 控制組「問題解決能力」前後測 t 檢定摘要表

項目	前測		後測		t	p
	M	SD	M	SD		
問題解決過程	60.57	9.31	60.67	9.66	-1.23	.234
問題解決情意	40.71	6.47	41.05	6.84	-0.57	.576
總分	101.29	14.01	101.71	14.66	-1.28	.217

由表 4-1 分析結果得知，實驗組在「問題解決情意」分量表 (t = -3.67, p < .01) 與總分 (t = -3.68, p < .01) 之前後測得分差異考驗結果達顯著，比較前、後平均數後發現，「問題解決情意」分量表與總分後測之得分皆高於前測得分，由此可知，實驗組學生在問題解決能力整體表現有顯著的提升，進一步檢驗分量表後，得知在「問題解決情意」分量表達顯著；「問題解決過程」則未達顯著，表示問題解決過程知識能力並未被增強。

表 4-2 經由檢定結果得知，控制組學生在實驗活動前後，「問題解決能力」整體表現與各分量表之得分未有明顯差異。

## 二、兩組組間「問題解決能力量表」前後測得分之差異性考驗

表 4-3 不同組別在「問題解決能力」之前後測敘述統計表

	實驗組 (n=21)				控制組 (n=21)			
	前測		後測		前測		後測	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
問題解決過程	63.76	8.20	64.24	8.44	60.57	9.31	60.67	9.66
問題解決情意	44.62	5.40	46.29	5.62	40.71	6.47	41.05	6.84
總分	108.38	12.38	110.52	13.08	101.29	14.01	101.71	14.66

由表 4-3 可知，在前後測得分比較上，「問題解決過程」、「問題解決情意」兩個分量表及總分，實驗組的平均分數皆高於控制組。實驗組學生前後測表現在問題解決過程分量表與問題解決情境分量表得分均有提升之現象，然而控制組在問題解決過程分量表與問題解決情境分量表的前後測得分亦有些微進步。

## (一)兩組在「問題解決能力量表」整體表現之共變數分析

表 4-4 不同組別在「問題解決能力」後測調節平均數摘要表

組別	人數	M	SD	調節平均數
實驗組	21	111.48	13.86	107.20
控制組	21	101.00	14.47	105.27

經排除共變量（前測成績）後，發現兩組在後測的得分具顯著差異（ $F = 4.78, p < .05$ ）。再由表 4-4 兩組「問題解決能力」經由共變數排除前測影響之調節後測平均數發現，實驗組得分（ $M = 107.20$ ）高於控制組（ $M = 105.27$ ）。表示在 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，有助於實驗組在「問題解決能力」總分整體表現的提升。

## (二)兩組在「問題解決過程」分量表之共變數分析

表 4-5 不同組別在「問題解決過程」後測調節平均數摘要表

組別	人數	M	SD	調節平均數
實驗組	21	60.33	10.14	62.36
控制組	21	65.24	9.18	62.21

經排除共變量（前測成績）的影響後，發現兩組的後測效果具有顯著差異（ $F = 5.40, p < .05$ ）。因此兩組學生在「問題解決過程」後測表現有相當顯著的差異。再由表 4-5 兩組「問題解決過程」後測得分經由共變數排除前測影響之調節後測平均數發現，實驗組後測平均得分（ $M = 62.36$ ）高於控制組（ $M = 62.21$ ），亦即表示在 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，有助於實驗組在「問題解決過程」表現的提升。

## (三)兩組在「問題解決情意」分量表之共變數分析

表 4-6 不同組別在「問題解決情意」之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p
共變量 (前測)	1324.12	1	1324.12	402.34***	.000
組間 (教學活動)	9.23	1	9.23	2.80	.102
誤差	128.35	39	3.29		

\*\*\* p &lt; .001

由上表 4-6 可發現，在排除共變量（前測成績）的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果並無顯著差異（ $F = 2.80$ ， $p > .05$ ），亦即在 Lego Mindstorms 教學活動後，實驗組學生在「問題解決情意」方面的得分並不會比控制組來得高。

由以上的研究分析結果，分別做如下討論：

(一)實驗組在參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後，在「問題解決力量表」的後測得分表現明顯高於前測，而控制組在量表總分之前後測得分則無明顯差異，在消除所有無關的變項影響下，此結果的形成應能歸因於應用 Lego Mindstorms 教學活動的操弄。

(二)兩組在共變數考驗比較得分並獲得顯著的差距，實驗組在「問題解決能力」總分之後測得分比控制組高，故活動結束後實驗組之問題解決能力整體表現有提升。

(三)若以分量表的表現分析，在「問題解決過程」此一向度上實驗組則有顯著的提升，而「問題解決情意」則否。

(四)實驗組本身在「問題解決情意」實驗前後測得分有顯著提升，但與控制組組間進行共變數分析比較，並無顯著差異。

實驗組在「問題解決能力」整體表現明顯優於控制組，此研究結果與蘇秀玲（2004）與潘怡吟（2002）以遊戲型態教學方式進行教學來提升學生的問題解決能力的研究結果相符，推測其原因可能在於本研究在教學課程中的綜合應用活動時，亦採取遊戲、競賽式的模式有關。若以建造論所建議的「動手做」的特性與其他研究比較，則與吳志緯（2003）的研究發現與本研究相符，其研究結果指出電腦樂高讓學生可以在活動過程中，使用豐富的科學過程技能、精練學生科學過程技能與培養學生科學過程技能。

Jonassen（2000）認為學習者在面對問題情境時，必須在具備足夠成熟的智能技巧前下，運用內在的認知處理與外在的社會處理技能，始能達成問題解決的目標。對本研究而言，外在的社會處理技能即反應出學童的合作學習的成效，而內在的認知處理亦透過具動手做特性的 Lego Mindstorms 科技性玩具培養出高層次的思考技能，即問題解決能力。研究者認為本研究在提升學生問題解決能力成效方面，可以從幾個方面來探討：

(一)實驗組的學生在課程進行學習中，一直接受思考→預測→動手操作驗證→討論→反思等問題解決過程的訓練，正如杜威的經驗主義所要表明的教育理念，即「動手做」目的在培養思考，然後藉由思考反應出你所完成的。所以在「問題解決過程」的能力會比控制組學生優異，因此實驗組分數，後測高於前測，且明顯優於控制組。

(二)實驗組在「問題解決情意」的表現與控制組在統計上的檢定結果並無顯著上的差異，探究其原因，研究者認為「情意」的培養的主要關鍵還是在於教學者的教學風格與策略，再者為期 15 週的教學活動時間是否足夠培養其問題解決情意，值得進一步探究，數據顯示，實驗組的「問題解決情意」之後測得分 ( $M = 46.24$ ) 略高於前測 ( $M = 46.10$ )，表示兩組在此分量表的得分尚受其他因素所影響，如成熟、或測驗本身等因素。研究者認為，倘若能將課程改為一學年的設計或上課時間更改為密集式的活動，或能有效提升學生的問題解決情意。

(三)研究者認為本研究課程後期，實驗組學生在進行小組合作時未能確實分工，有些學生自認無法克服問題而放棄，導致能力較強的學生一手主導機器人的設計組裝。是否因如此而導致實驗組在「問題解決情意」分量表之「分配工作合作完成」與「主動參與」兩項構念無法有明顯的提升，值得進一步深思。

## 伍、 結論與建議

學童在參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後，其問題解決能力整體表現與「問題解決過程」分量表較未接受參與之學童有顯著提升。

進一步探討兩組內在前後測得分差異的顯著性，結果顯示參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動的學童在問題解決能力整體表現與「問題解決情意」也有提升的效果。本研究最後做出以下幾點建議：

### (一) 合作學習方面

由於小組分配採低-中-高能力分成一組，每位成員雖皆有其任務工作，但並不確保皆能勝任，故分配任務時，應考量學生的個別因素與專長，且應配合問題情境的難度，在個人負責的工作告一段落後，即可相互幫忙與學習。在小組獎勵方面，亦須分別表揚表現優異的個別學生與成績最好的小組。

### (二) 學生引導方面

基於學童的人格特質與其他背景變項，並非每位學童在 Lego Mindstorms 的學習上都能達到一定的學習標準，對於挫折感較重的學童，應小心處理其失敗的經驗，並鼓勵學童勇於嘗試，從失敗中得到寶貴的經驗後，再創成功之經驗。

### (三) 教師的角色

雖然 Lego Mindstorms 本身就是玩具，然而當成教具之後，學生是否能維持高度的興趣值得注意。通常學生對漫無目的的弄弄玩具比教學時操弄教具更具持久的興趣。所以教學者在課程設計時，如何讓學童主動動手做與快樂學習，如何把相對枯燥的數學、科學知識變得活潑，也就顯得重要。

### (四) 研究變項

科技創造力乃個體在科技領域中，產生一適當並具有原創性與價值性的產品之歷程 (葉玉珠, 2004)。在研究過程中，研究者觀察到多學童除了擁有良好的問題解決能力表現外，對於應用科技的創造力表現更是豐富且多元，值得後續研究者利用 Lego Mindstorms 探討其對學童科技創造力的表現。另外，在教學活動中，學童對於此創新

學習工具保持一定的興趣，後續研究或能再運用此工具並融入於自然與生活科技學習領域中，並探討此工具對此課程的學習態度與成就。

再者，現階段的學習課程規畫，程式設計在國小階段並未納入學習指標中，然在本研究中所採用的圖形化程式設計，國小學童在使用上並無發現難以適應之處，所以運用相關圖形化的程式界面是否有助於處於具體運思期的學童進行高層次思考，值得進一步研究。

#### (五) 研究對象

本研究受限於實驗對象人數之不足，在量化上的統計效力的考量，無法針對在科學領域中多人關注的性別變項做深入探討，建議未來研究者選定研究對象時可增加受試樣本數。

## 參考書目

- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective* (2<sup>nd</sup> ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Mosley, P., & Kline, R. (2006). Engaging students: A framework using Lego robotics to teach problem solving. *Information Technology, Learning and Performance Journal*, 24(1), 39-45.
- Moundridou, M., & Kalinoglou, A. (2008). Using Lego Mindstorms as an instructional aid in technical and vocational secondary education: Experiences from an empirical case study. In P. Dillenbourg & M. Specht (Eds.), *Times of convergence: Technologies across learning contexts* (pp. 312-321). Maastricht, Netherlands: Springer-Verlag.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2003). *Measuring student knowledge and skills: The PISA 2003 assessment of reading, mathematical, scientific, and problem solving literacy*. Paris, France: OECD.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1988). The conservation of Piaget: The computer as grist to the constructivist mill. In G. Forman & P. B. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp. 3-13). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Papert, S., & Harel, I. (Eds.). (1993). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- 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、黃萬居 (2003)。以電腦樂高進行國小科學教學活動設計與實施之研究。《**科學教育研究與發展季刊 2003 專刊**》，51-87。
- 李佳蓉 (1995)。電腦益智遊戲對國小高年級學童的推理能力、問題解決能力及電腦態度之影響。國立台南師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，台南。
- 林智皓 (2007)。樂高 (LEGO) 動手做教學對國小學童科學創造力影響之研究。國立臺東大學教育學系 (所) 碩士論文，未出版，台東。
- 張世忠 (2000)。《**建構教學－理論與應用**》。台北：五南。
- 張春興 (2005)。《**教育心理學：三化取向的理論與實踐**》。台北：東華。
- 張靜馨 (1996)。何謂建構主義？。《**教育研究集刊**》，3，217-240。
- 黃期璟 (2003)。幼兒操作建構性玩具之創造力表現~以「樂高」為例。國立台北護理學院嬰幼兒保育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 楊朝祥 (2001)。《**學習如何學習－創建終身學習社會**》。2008年7月25日，取自 <http://old.npf.org.tw/PUBLICATION/EC/090/EC-P-090-025.htm>。

- 葉玉珠（2004）。「科技創造力測驗」的發展與常模的建立。測驗學刊，51（2），127-162。
- 劉宏文（1996）。建構主義的認識論觀點及其在科學教育上的意義。科學教育月刊，193，8-24。
- 潘怡吟（2002）。遊戲型態教學對國小學生自然與生活科技學習之研究。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北。

## 作者

Chin-Feng TSEI（蔡錦豐）國小教師  
屏東縣同安國民小學  
台灣屏東縣南州鄉同安路 79 號  
Tel +886939854282  
Email: oak123@gmail.com