

國立台東大學教育系（所）  
教學科技碩士班  
碩士論文

指導教授：陳嘉彌 博士

LEGO MINDSTORMS 提升國小學童問題解決  
能力與科學態度之研究



研究生：蔡錦豐 撰

中華民國九十八年七月

國立台東大學教育系（所）

教學科技碩士班

碩士論文



LEGO MINDSTORMS 提升國小學童問題解決  
能力與科學態度之研究

研究生：蔡錦豐 撰

指導教授：陳嘉彌 博士

中華民國九十八年七月

NTTU Library



國立台東大學  
學位論文考試委員審定書

系所別：教育系教學科技碩士班

本班 蔡錦豐 君

所提之論文 LEGO MINDSTORMS 提升國小學  
童問題解決能力與科學態度之研究

業經本委員會通過合於  碩士學位論文 條件  
 博士學位論文

論文口試委員會：

王光復

(口試委員會主席)

郭達厚

溫雅惠

陳嘉爾

(指導教授)

論文口試日期：98年07月09日

國立台東大學

附註：一式二份經考試委員會簽後，送交系所辦公室及教務處註冊組存查。

NTTU Library





NTTU Library



## 誌 謝

我一直相信勤能補拙，所以我把論文完成了。

感謝我的論文指導老師陳嘉彌博士，這一年的指導期間，他常善用譬喻、激勵、與啟發式的方法，指導學生從反覆辯正過程中，去思維如何寫出一篇好論文。除此，他也給了學生向前進的力量，於是年近不惑的我，終於開始思索更積極的人生目標。陳師具有真正學者的風範，有為者亦若是，我願以他為榜樣，不管在學術或教學上，又或者為人處事方面，向他看齊。

口試委員師大王光復教授對於學生的論文建議一針見血，不過那是做學生的福氣。校內口委郭達源、溫雅惠兩位主任，對論文內容細心的指導、建議和鼓勵，亦令我獲益匪淺，擴大眼界，謹在此致上最深的謝意。而在修課期間，同安國小蔡慶文校長與同事斐琳、自勇老師以過來人的身份給予本人勉勵與分享心路歷程，由於你們的協助，使得個人在寫作期間擁有別人更為平坦的路，謝謝你們。另外，本研究所需樂高積木套件是由同安國小退休的蔡明賢老師與其弟聯發科蔡明介董事長贈予本校發展機器人特色教學，沒有你們賢昆仲的鼎力贊助，我的研究無法開始，更別說完成。

這次口考得以順利進行得感謝教育系辦郁霖與同學士杰，郁霖以服務學生為本位的想法，給予我行政上很大的方便，替我做了許多他不需做的事，祝福你，我相信好心的人始終會有好報；而士杰夫婦除在口試前後真心熱忱協助令人感動，且其專業的廣電傳播專業背景，使得這次前衛的視訊口試堪為典模。

感謝同學建長、可涵提供修課建議與協助，至少可以讓我少讀半年的研究所，感謝智元在論文寫作行程上不厭其煩的回答我的疑難，也感謝富家在我初次踏上台東時載我一程，讓我體會到他鄉人情的溫暖。感謝你們一路相伴，讓我得以完成研究，企盼你們一生幸福快樂。

最後感謝父親在我修業期間盡心照顧生病的母親，讓我無後顧之憂；還有沛禹、沛妮與孩子的媽，謝謝你們的體諒與付出，陪著我在房間一起寫功課時，不時還得聽我語無倫次的自言自語，難為你們了。論文終於完成了，僅以此榮耀獻給所有關心我的人，再次謝謝你們。

蔡錦豐 謹誌

2009/07

## 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、科學態度的改變情形。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」與「科學態度量表」進行施測，並於學期後取得學童自然與生活科技領域學業成就成績，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。

本研究發現如下：

一、在問題解決能力其整體表現與問題解決過程分量表，實驗組學生顯著優於控制組，但在科學解決情意分量表則無差異。

二、在科學態度其整體表現與彈性、客觀、因果觀係與科學情意分量表，實驗組學生顯著優於控制組；但實驗組與控制組學生在好奇心、批判精神、科學認知與科學行為分量表上並無顯著差異。

三、實驗組學生在自然與生活科技領域學業成就方面有顯著的提升，且實驗組成績優於控制組，但兩組之間的學業成就並未達到顯著差異的效果。

四、對於此次的教學活動，大多數學生無論對教師教學、自己學習與課程內容均有正面的回應。

最後，研究者針對研究結果加以討論，並提出建議，以作為相關教學和未來研究的參考。

**關鍵詞：**問題解決能力、科學態度、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 and scientific attitude 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.

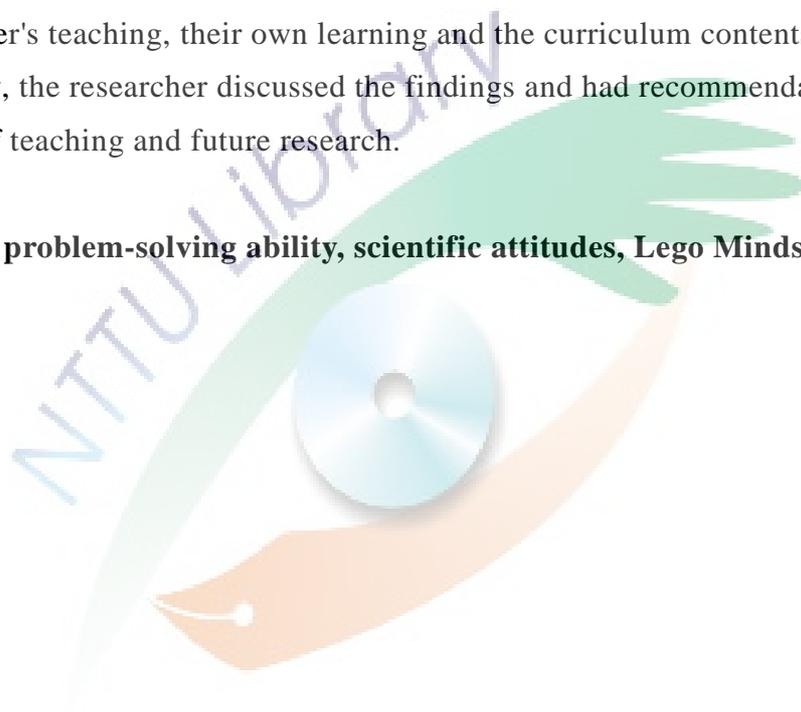
The main findings of this research were as follows:

1. Problem-solving ability in the overall performance of their problem-solving process and sub-scales, the experimental group was significantly better than control group students. However, there was no difference in the weight table of complex problem-solving.

2. In the scientific attitude and flexibility of its overall performance, objective and causal view of the Department of affective subscale and science, the experimental group was significantly better than control group students; but the experimental group and control group students in curiosity, critical spirit, scientific knowledge and scientific conduct weight didn't have significantly difference.
3. The achievement of experimental group students got significantly improvement in the natural science and living technology and the experimental group was better than the control group, but there was no significantly difference in the results of academic achievement between the two groups.
4. With regard to teaching activities, most of the students had positive responses to the teacher's teaching, their own learning and the curriculum contents.

Finally, the researcher discussed the findings and had recommendations, as reference of teaching and future research.

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



# 目 錄

誌 謝.....	i
摘 要.....	ii
Abstract.....	iii
目 錄.....	i
表 目 次.....	iii
圖 目 次.....	v
<b>第一章 緒論.....</b>	<b>1</b>
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的與待答問題.....	4
第三節 名詞釋義.....	4
第四節 研究限制.....	6
<b>第二章 文獻探討.....</b>	<b>7</b>
第一節 問題解決能力.....	7
第二節 科學態度.....	18
第三節 Lego Mindstorms 理論基礎與教學策略探討.....	24
第四節 Lego Mindstorms 在兒童教育上的內涵.....	31
第五節 Lego Mindstorms 相關研究.....	34
<b>第三章 研究方法.....</b>	<b>39</b>
第一節 研究設計與架構.....	39
第二節 研究對象.....	42
第三節 研究工具.....	43
第四節 研究假設.....	47
第五節 研究流程.....	49
第六節 教學活動設計.....	52
第七節 資料蒐集、分析與處理.....	54
<b>第四章 研究結果與討論.....</b>	<b>56</b>
第一節 Lego Mindstorms 對學童問題解決能力的影響.....	56
第二節 Lego Mindstorms 對學童科學態度的影響.....	63
第三節 Lego Mindstorms 對國小自然科技領域的影響.....	77

第四節 回饋與省思.....	82
<b>第五章 結論與建議 .....</b>	<b>91</b>
第一節 結論 .....	91
第二節 建議 .....	92
<b>參考書目 .....</b>	<b>95</b>
一、中文部份 .....	95
二、西文部份 .....	100
<b>附 錄.....</b>	<b>102</b>
附錄一、科學的態度成分一覽表.....	102
附錄二、教學單元活動設計 .....	104
附錄三、Lego Mindstorms 主題教學活動實驗紀錄與學習單.....	119
附錄四、Lego Mindstorms 機器人教學意見回饋問卷 .....	130



# 表 目 次

表 2-1 國內常見問題解決評量工具 .....	14
表 2-2 問題解決能力與性別的關係 .....	17
表 2-3 不同教學策略或工具與問題解決能力的關係 .....	18
表 2-4 九年一貫「科學態度」素養與相對應的科學態度具體成分 .....	21
表 3-1 準實驗前後測設計 .....	41
表 3-2 研究樣本分配表 .....	42
表 3-3 不同組別在「問題解決能力」與「科學態度」前測 t 檢定摘要表 .....	43
表 3-4 問題解決能力量表向度與題目構念對照表 .....	44
表 3-5 分量表與題號之關係表 .....	45
表 3-6 科學態度量表給分示例 .....	46
表 3-7 教學活動單元課程表 .....	52
表 4-1 實驗組「問題解決能力」前後測 t 檢定摘要表 .....	56
表 4-2 控制組「問題解決能力」前後測 t 檢定摘要表 .....	57
表 4-3 不同組別在「問題解決能力」之前後測敘述統計表 .....	57
表 4-4 不同組別在「問題解決能力」之迴歸係數同質性考驗摘要表 .....	59
表 4-5 不同組別在「問題解決能力」總分之共變數分析 .....	59
表 4-6 不同組別在「問題解決能力」後測調節平均數摘要表 .....	59
表 4-7 不同組別在「問題解決過程」之共變數分析 .....	60
表 4-8 不同組別在「問題解決過程」後測調節平均數摘要表 .....	60
表 4-9 不同組別在「問題解決情意」之共變數分析 .....	61
表 4-10 待答問題一之虛無假設結果整理 .....	61
表 4-11 實驗組「科學態度量表」前後測 t 檢定摘要表 .....	64
表 4-12 控制組「科學態度量表」前後測 t 檢定摘要表 .....	65
表 4-13 不同組別在「科學態度量表」前後測之敘述統計表 .....	66
表 4-14 不同組別在「科學態度量表」前後測差異比較摘要表 .....	66
表 4-15 不同組別在「科學態度量表」之迴歸係數同質性考驗摘要表 .....	67
表 4-16 不同組別在「科學態度量表」總分之共變數分析 .....	68
表 4-17 不同組別在「科學態度量表」後測總分之調節平均數摘要表 .....	68
表 4-18 不同組別在「科學態度」彈性分量表之共變數分析 .....	69
表 4-19 不同組別在「科學態度」彈性分量表之調節平均數摘要表 .....	69

表 4-20	不同組別在「科學態度」客觀性分量表之共變數分析.....	69
表 4-21	不同組別在「科學態度」客觀性分量表之調節平均數摘要表.....	70
表 4-22	不同組別在「科學態度」因果關係分量表之共變數分析.....	70
表 4-23	不同組別在「科學態度」因果關係分量表之調節平均數摘要表.....	70
表 4-24	不同組別在「科學態度」好奇心分量表之共變數分析.....	71
表 4-25	不同組別在「科學態度」批判精神分量表之共變數分析.....	71
表 4-26	不同組別在「科學態度」科學認知領域之共變數分析.....	72
表 4-27	不同組別在「科學態度」科學情意領域之共變數分析.....	72
表 4-28	不同組別在「科學態度」科學情意領域之調節平均數摘要表.....	72
表 4-29	不同組別在「科學態度」科學行為領域之共變數分析.....	73
表 4-30	待答問題二之虛無假設結果整理.....	74
表 4-31	不同組別在自然與生活科技領域前後測 T 分數敘述統計表.....	78
表 4-32	實驗組自然與生活科技領域前後測之相依樣本 t 檢定摘要表.....	79
表 4-33	控制組自然與生活科技領域前後測之相依樣本 t 檢定摘要表.....	80
表 4-34	不同組別在自然與生活科技領域之迴歸係數同質性考驗摘要表.....	80
表 4-35	不同組別在自然與生活科技領域之共變數分析.....	81
表 4-36	待答問題三之虛無假設結果整理.....	81
表 4-37	學生對教師於課堂使用的教學方式滿意度之反應情形.....	83
表 4-38	學生對教師於課堂讓自已動手做滿意度之反應情形.....	83
表 4-39	學生對教師於課堂讓自已有更多思考機會滿意度之反應情形.....	84
表 4-40	學生於課程中表達自已意見滿意度之反應情形.....	84
表 4-41	學生使用程式設計完成任務滿意度之反應情形.....	85
表 4-42	學生對合作學習教學模式滿意度之反應情形.....	85
表 4-43	學生對上課主動思考之與尋求解答滿意度之反應情形.....	86
表 4-44	學生在參與感滿意度之反應情形.....	86
表 4-45	學生認同觀察、發現問題之教學內容滿意度之反應情形.....	86
表 4-46	學生認同合作學習應用於其他課程滿意度之反應情形.....	87
表 4-47	學生對科學上之知識與技能課程滿意度之反應情形.....	87
表 4-48	學生對機器人課程期待滿意度之反應情形.....	88

## 圖 目 次

圖 2-1 問題解決能力與推理、批判、創造思考力之關係 .....	13
圖 2-2 圖形化編輯化環境 NXT-G 程式界面示例 .....	25
圖 3-1 研究架構圖 .....	40
圖 3-2 研究流程圖 .....	51
圖 4-1 實驗組「問題解決能力」前後測差異圖 .....	58
圖 4-2 控制組「問題解決能力」前後測差異圖 .....	58
圖 4-3 自然與生活科技領域學業成就組間前後測比較圖 .....	78
圖 4-4 自然與生活科技領域學業成就組內前後測比較圖 .....	79



# 第一章 緒論

教育的主要目的之一就是要培養學生帶得走的能力，九年一貫課程正式綱要裡，也明白指出要培養學生獨立思考、解決問題能力的課程目標，所以今日的科學教師在教學上應該注重的是如何讓學生具備解決問題的能力、培養學生正確的科學態度，使他們具有科學的素養。本研究旨在探討運用 Lego Mindstorms 對國小兒童問題解決能力與科學態度影響之可能性。本章共分為四節，第一節說明研究動機、第二節為研究目的與待答問題、第三節為名詞釋義、第四節為本研究的範圍與限制，茲分述如下：

## 第一節 研究動機

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，進而帶動整個社會結構與生活等各方面有如漩渦般加速地變化，變化之後所衍生的問題日趨複雜程度與日俱增，生活中充滿了未知與挑戰。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。

聯合國經濟合作發展組織在 2003 PISA 評量架構中將問題解決視為一獨立學科領域，認為問題解決是未來學習、參與社會及進行個人活動的基礎，可見問題解決的重要性逐漸為國際教育、評量組織所重視（OECD, 2003）。我國九年一貫課程綱要實施要點中也強調，學生的學習應以培養其探究和實作能力，教學活動設計應以解決問題為主，務求學生獲得獨立思考與解決問題之綜合能力。自中小學實施九年一貫課程以來，學校教育為了培養學童帶著走的能力，故在課程內容及其教學法有著顯著的改變，而觀其課程結構與課程內容的改變則以解題和推理為主流（教育部，2007），因「問題解決」這主題，不論時間經歷多久，科技如何發達，人們總是必須去面對種種問題，諸如職場上或生活上的問題等，而設法去解決問題。又以往中小學在升學主義壓力、聯考制度與社會價值束縛之下，只得應付考試，造成學生基本能力的培養不足，教師在教導解決問題相關的內容時，往

往未能採用適當的方法，以致於無法讓學童學到實際生活上所需的能力（何福田，2001）。目前課程已朝統整方式改變，而主題式、問題式教學的模式更能提供學習者主動學習、發現問題，進而尋找答案，解決問題。俗話說：「給孩子一條魚，不如教他釣魚」，教導兒童「學習如何學習」和「有效解決問題」的重要性由此可見，於是探討在教育上如何提升學童具有解決問題的能力也就成為刻不容緩的工作。

前教育部長曾志朗（2001）曾指出：九年一貫課程的改革，主要不在於課程如何改變或修改，最重要的核心理念是教師的「創新教學」。何福田（2001）亦認為，九年一貫新課程的精神強調「創新教學」，重視啟發兒童的創意與潛能，也反映了二十一世紀邁向知識經濟、國際競爭的全球化趨勢。實施多年的九年一貫課程已陸續在驗證其改革成效結果如何，其中對於兒童的問題解決能力部份，在九年一貫的實施之下，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，有些研究者則嘗試採用各種不同的創新教學模式來探討對其對學童問題解決能力的影響，也得到顯著的效果：如應用網路化問題解決教學模式、電腦益智遊戲與電腦冒險遊戲等（李佳蓉，1995；許東華，2003）。觀其研究結果發現，應用電腦或網路的創新教學模式對學生的問題解決能力雖有一定的正面影響，然目前電腦遊戲或線上遊戲常因不當的使用使人沉迷於其中而無法自拔，反而造成社會及教育上的另一隱憂，故使用時不可不甚。然而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，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。

靜態的實體積木並不能自動化的去完成任務，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（即樂高機器人套件，國內學者常以「電腦樂高」稱之）在解決一個實際的問題情境時，經由兒童對問題的思索、提出解決方案，從積木組裝建構、圖形式界面程式設計、嘗試、修正到完成，反覆邏輯辯證，終達到有意義的建構學習，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）。

研究者任教國小教職近十年，一方面競業於本身的任教班級的教學經營外，也常為引起學生學習的動機與提供不同的學習方式而嘗試應用各種教學科技工具於課堂中，如應用網路搜尋、部落格、WIKI、FLASH 動畫等教學媒體來引導學生高層次的思考並培養利用科技來解決問題或創作，但反思教學結果常是教學者主動去教而學習者處於被動的接受地位，學習效果不甚理想，直到研究者接觸 Lego Mindstorms 後，進一步閱讀相關文獻，嘗試讓學生在課堂上摸索、組合與操作，發現 Lego Mindstorms 與培養學生高層次思考智能有一定的關連性。然而有關的實徵研究文獻不多，如吳斯茜（2005）的研究結果指出「網路輔助電腦樂高課程」能夠提昇學生問題解決的態度；吳志緯（2003）運用電腦樂高後發現其問題解決的相關歷程；在高中（職）學習階段之研究較多，且集中在程式設計（許雅慧，2005；黃世隆，2004；劉洲，2004）與專業實習課程（高惠玲，2007）。有鑑於九年一貫課程同時強調「自然」與「生活科技」的重要性，在加上資訊電腦議題已加入正式課程中，本研究欲透過 Lego Mindstorms 此科技創新工具來探討其對國小學童問題解決能力之影響。

此外，九年一貫課程綱要在「自然與生活科技」學習領域中，對於科學學習所要培養之國民科學素養，依其屬性和層次分成八項來陳述，即過程技能、科學與技術認知、科學本質、科技的發展、科學態度、思考智能、科學應用與設計與製作（教育部，2007）。可見在國中小學科學教育裡，科學知識與概念、科學過程及科學態度是同等重要，尤其在小學啓蒙階段的學生，對科學的態度和興趣的維持，是引發學習的動機與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。Lego Mindstorms 的操作植基於動手做與建構理論的學習模式，符合九年一貫課程採學生為中心的建構學習理念，過去應用電腦樂高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，2003；吳斯茜，2005；李謀正，2005）。另外，陳英豪等人（1991）調查研究發現，國小學生的自然科學習成就與科學態度呈正相關，因此本研究欲進一步探討 Lego Mindstorms 對國小學童的科學態度與自然與生活科技領域學業成就的影響，應可對國小科學與生活科技教育提供一些建議與幫助。

由於本研究所引入的 Lego Mindstorms 機器人套件在 2006 年重新改版發行，即由早期的 Lego RCX 改成 Lego NXT 版本，其特性、功能與操作性有相當改變，且國內運用在教育現場仍屬少見，但其運用科技之創新教學方法早已引起國內學者重視，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）。是以本研究試圖探究 Lego Mindstorms 對國小學童的問題解決能力與科學

態度的影響，進而提供國小教師或家長利用此創新科技做為教學輔具時的參考。

## 第二節 研究目的與待答問題

### 一、研究目的

綜合上述研究動機，本研究的目的如下：

(一)瞭解應用 Lego Mindstorms 主題探究教學對國小學童的問題解決能力的改變情形。

(二)瞭解應用 Lego Mindstorms 主題探究教學對國小學童的科學態度的改變情形。

(三)瞭解應用 Lego Mindstorms 主題探究教學對國小學童的自然與生活科技領域學業成就的改變情形。

(四)研究結果形成結論並提出建議，做為日後從事機器人教學與科學教育相關人員參考。

### 二、待答問題

依據本研究動機與目的，本研究擬探討的待答問題陳述如下：

(一)國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，在問題解決能力上是否有差異？

(二)國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，在科學態度上是否有差異？

(三)國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，在自然與生活科技領域學業成就上是否有差異？

## 第三節 名詞釋義

### 一、問題解決能力

問題解決是指個人在面對問題之時，綜合運用知識技能，以其達到解決目的的思維活動歷程。在本研究的「問題解決能力」所指的是以潘怡吟（2002）依據

九年一貫綱要中問題解決能力指標所設計的「問題解決能力量表」(Problem Solving Ability Scale, PSAS) 的得分，其內容分為「問題解決過程」與「問題解決情意」兩個層面，其中包含 13 個向度，即察覺自己也可以處理事情；主動參與；提出可探討的問題；確定問題性質；處理問題、安排工作步驟；分配工作，完成合作；創意思考能從事自由聯想和腦力激盪的創造活動；求真求善的精神；評估-合理、有效；執行-設計實驗、驗證假設與操作；批評他人意見；執行-持續參與；反省；應用。

## 二、科學態度

科學態度包括了「科學的態度」與「對科學的態度」兩個不同層次。本研究科學態度是指「科學的態度」，指個人運用科學的方法探究科學知識，並應用到日常生活行為上的意願、習慣及處置的方法總稱。本研究以陳英豪等人（1991）所編製的「科學態度量表」之得分為主，本量表包含五個科學態度層面：彈性、客觀性、因果關係、好奇心與批判精神。

## 三、Lego Mindstorms 機器人套件

本研究所採用的機器人套件是由丹麥樂高公司於 2006 年和美國麻省理工學院共同開發的機器人組件型號 9797「教育用版本 Lego Mindstorms NXT」，其組件包含各式傳統的樂高積木、齒輪、輪胎、與一個 NXT 智慧型積木，即微型電腦核心 NXT 主機，藉由 4 個 port 輸入感應裝置、3 個 port 輸出動作裝置，藉由圖形化程式編輯環境 NXT-G 軟體設計程式來控制機器人。本實驗研究原則採一小組學生採用一組 Lego Mindstorms 套件，惟仍須視問題情境之所需，另準備其他擴充零件給學生使用來建構機器人。

## 四、圖形化程式編輯環境 NXT-G 軟體

本研究所指的圖形化程式編輯環境軟體是以美商國家儀器公司所開發的 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench 縮寫) 為編譯核心的程式界面平台 The NXT-G Programming Language (簡稱 NXT-G)，透過人機介面採圖形化的程式編寫方式可以更快、且容易地控制 Lego Mindstorms，工作原理即使用者藉由連結一連串的簡單圖示而形成複雜的程式後下載至 NXT 智慧型積木內進而控制輸入感應器或輸出伺服器馬達，而達成控制機器人的目的。

## 第四節 研究限制

一、基於教學現場的客觀事實，本研究無法採用隨機抽樣方式選取研究對象，故採用準實驗研究，在研究結果上僅能代表研究者個人運用 Lego Mindstorms 教學時對學生問題解決能力與科學態度影響之描述性解釋，並不適宜進一步做普遍性的推論。

二、本研究課程係以 Lego Mindstorms 為操弄工具，配合問題解決歷程自編教材內容，然因 Lego Mindstorms 應用範圍甚廣，無法一一列入課程設計考量，故課程僅以能配合國小高年級的自然與生活科技領域學習指標為範圍，並限制在物理、數學應用為原則，研究結果不宜推論至其他不同課程領域之教材上。

三、由於控制組於實驗教學活動期間未特意進行問題解決相關的教學，無法給予操作 Lego Mindstorms 機器人套件或相關 Lego 積木，然考量到研究倫理且基於受教公平性原則，故於實驗結束後，研究者將另安排時間給予控制組學生相同的活動課程。

## 第二章 文獻探討

本研究主要在瞭解 Lego Mindstorms 對國小高年級學童問題解決能力與科學態度的影響，因此本章將從文獻的回顧中，探討與本研究相關的主題。全章共分為五節，第一節對問題解決能力做探討，第二節介紹科學態度，第三節則探討 Lego Mindstorms 的理論基礎與相關教學策略應用，第四節說明 Lego Mindstorms 在兒童教育上的內涵為何，最後第五節對 Lego Mindstorms 近年相關實徵研究加以整理分析。

### 第一節 問題解決能力

本節首先探討並釐清「問題」與「問題歷程」為何後，試圖界定本研究「問題的範圍與性質，其次分析問題解決能力的內涵與其常見的評量工具，最後整理近年來問題解決能力相關的實徵研究。

#### 一、問題的定義與類型

生活中各式各樣的問題環繞在身邊，因此培養學生問題解決的能力與態度，往往是世界各國重要的教育目標。在認知心理學上，問題則是指個體在有目的待追求但尚未找到適當手段時所感到的心理困境（張春興，2005）。若以問題發生的狀態來定義問題，則是指擬定的「目標」與「實際狀況」之間的差距（Treffinger & Isaksen, 1992）。Mayer（1992）進一步指出，「問題」的定義雖有不同的表述，然大部份的心理學家所同意的定義具有下列特徵：

- 1.指定（Givens）：問題的初始狀態，問題開始於一定條件之一種狀態。
- 2.目標（Goals）：問題想要達到之目標，即該問題所預期達的狀態。
- 3.障礙（Obstacles）：思考者以其某種方式改變問題的目前狀態，但未其正確答案，亦即未能明顯獲得問題解決。

綜合以上學者的定義和界定，研究者認為問題的存在與否，是個人主觀的認知與感受，當個人認定所遇到的情境造成本身的困擾或落差時，「問題」即出現，而「欲問題解決」即是在改變現狀的過程中，藉由各種方式逐漸改變現狀以達到預先設定的目標的心理歷程，此為一種高層次思考的心理活動。

由於在日常生活中充滿各式各樣的問題，且問題包羅萬象，有大有小、有複雜有簡單，於是界定問題的範疇與理解問題的類型將有助於本研究問題的界定。以下即整理出近年國內外各學者對「問題」的分類之看法。

(一) 葉重新 (1999) 將問題分為結構性的問題、重組的問題、曲折問題與明確或不明確的問題。

(二) Sternberg (1996) 將問題分為定義良好與定義不良問題兩種。

(三) Wolfinger (1984) 認為在自然科學常見的問題有著重在「如何」運用材料得到解答的操作性問題與以「為什麼」開頭的理論性問題。

(四) Gega (1991) 將問題分為兩種，一種為較適合探索，操作的開放性問題，此問題類型較不易於預測和評量。另一個為解答空間有一定限制，答案明確可以預測的閉鎖性 (closed) 問題 (引自洪文東，2003)。

(五) Dillon (1982) 將問題分為呈現式問題、待發現問題與待創造的問題。

(六) 張玉成 (1998) 則將問題歸納成五大類型，即認知記憶性、推理性、創造性、批判性與常規管理性的問題。

(七) 張春興 (2005) 也指出心理學家常將問題分為 1. 結構性問題：指可依一定程序思維的方式求得解答的問題。2. 無結構性問題：指因情境不明或因素不足不易找到解答線索的問題。3. 爭論性問題：指帶有情緒色彩的問題。

依上述對問題分類的理解，針對 Lego Mindstorms 的特性與學生學習操作的適切性而言，研究者將「問題」限定在待發現、開放性問題或創造性問題，藉由主題式探究教學活動來讓學生從多方面進行高層次的思考，發現問題並形成表徵，提出有效的解決方法，以培養學生問題解決的能力。

## 二、問題解決的定義與歷程

問題解決是一種情境，源於現有目標與期望目標產生的差距。問題解決的產生通常是指個體面臨題情境，但一時不能依照過去的習慣或經驗解決問題，有待發展或整合出新的方法 (陳龍安，2004)。以認知的心理觀點來看，問題解決就是想辦法找到一條有效途徑來跨越這個障礙，所產生的思考心理歷程 (張春興，1993)。然而在尋求這途徑的過程，學者們常有不同的內涵詮釋，有學者認為個體將運用所學過的各種知識、經驗與技能，經思考、推理後而達到問題解決的目的

的過程（楊美雪，1994）或是主張個體將重組問題情境中的各項線索後，頓悟出來的結果（林清山譯，1997）。以下整理各學者對「問題解決」的看法：

（一）Sternberg（1999）認為「問題解決」的目的即在於消除阻塞在通往「解答」的路徑上的障礙。

（二）Polya（1957）認為「問題解決」是指：有意識地尋找某些恰能達到一項已明確構想、但無法立即達到的目標之行動。找出如此的行動，即是解決問題。

（三）Gagne（岳修平譯，2000）認為「問題解決」是個體將已學過的概念與規劃加以組合，應用來解決某一問題的過程。

（四）黃茂在和陳文典（2004）認為「問題解決」是當個體遇到問題時，能有規劃、有條理、有方法、有步驟地合理有效解決問題。

（五）黃萬居（2004）從認知、過程、能力結構此三個觀點來看問題解決，在認知觀點中，問題解決是一種訊息處理的過程。在過程觀點中，將問題解決的處理過程步驟化。在能力結構的觀點中則分析問題解決時需具有的能力。綜合以上觀點，「問題解決」是個人具有問題解決所需相關能力，在訊息處理的過程中，步驟式的將所遭遇的問題解決。

問題解決的歷程就是一個目的導向的歷程，然各種問題的產生情境、性質、範疇皆有所不同，問題解決的歷程也因問題的種類而有所差異，所以學者們各有不同的解讀而提出不同的問題解決步驟，以下整理相關學者所提出的問題解決歷程：

（一）Dewey（1910）指出問題解決的五個歷程，依序為

1. 遭遇疑難：產生一種懷疑、認知的困惑感，或對困難的意識狀態。
2. 界定問題：嘗試從問題的情境中識別出問題，這裡包括所尋找目標的一般標記以及要達到的目的。
3. 提出假設：假設可能解決的方法，嘗試提出問題的可能解決方案。
4. 驗證假設：逐一檢驗解題的假設，以探究可行性。
5. 選選最佳假設：將成功的答案組合到認知結構中，然後把它應用於平常的問題或其他同類的問題。

（二）D'Zurilla 和 Goldfried（1971）所提的問題解決步驟則為：

1. 問題定向：包括心向或態度，如接受問題情境是生活中正常的一部份；

抑制衝動或放棄的傾向。

2. 界定問題與說明：說明問題情境中的條件，找出相關的資訊，確定主要目標。

3. 產生可能的解題途徑：產生適合解題的可能方案。

4. 做決策：從所有解題方案中找出最佳者。

5. 驗證：評估解題方案的執行結果，以便自我修正。

(三) 王美芬和熊召弟（1995）針對國小課程，認為自然科的學習包含許多實驗活動，學生經由操作實驗過程引發思考、學習科學方法並獲得科學概念。實驗的問題解決過程包含下列步驟：

1. 辨認問題：確定自己要解決什麼樣的問題。

2. 將問題轉化為可以實驗探究的型式：學習者了解問題的意義之後，將問題轉化為實驗的形式，找出實驗中的變因及性質。

3. 設計與規劃實驗的方法：規劃可以將問題付諸實現的實驗設計。

4. 實際執行實驗：將實驗實現，在過程中進行觀察、操弄變因、確實紀錄。

5. 詮釋數據與訊息並下結論：經過實驗提出結論，學習其中包含的科學概念。

6. 評鑑及檢討：評鑑實驗結果，決定是否需要進一步或是重新做實驗。

(四) 張春興（2005）參考國內外多位學者的看法，將問題解決歷程歸納為下列五點：

1. 發覺問題的存在：從教育心理學的觀點而言，要訓練學生有尋找「有結構問題」及「無結構問題」的思維能力。

2. 瞭解問題的性質：進一步去瞭解問題的性質，瞭解此問題有無結構，以及自身的知識經驗是否足以解決此一問題。

3. 搜集相關訊息：例如問題的已知條件為何、為何要求解等種種訊息。

4. 問題索解行動：即進行解決問題，此步驟亦可訓練思維能力。

5. 檢討與評價：在問題解決後對於對或錯的答案都應重視，從中吸取經驗以增進問題解決的能力。

由前述可知，已有相當可觀研究與論述在探討問題解決的定義與歷程，問題

解決歷程究竟會歷經哪些程序，學者們的觀點各有所長、繁簡不一，然見解大同小異。綜合以上學者觀點，研究者認為「問題解決」是一種認知的歷程，其運作是爲了尋找在某情境下個體察覺到現實狀況與假設目標之間的差距，且必須運用既有的知識、已學的概念來跨越這個障礙或消弭這道鴻溝。

由於考量本研究的對象爲國小學生，心智尚在發展階段，整個問題解決步驟並不宜太過於複雜，電腦樂高的學習手冊中，呈現電腦樂高的操作過程通常包括：1.設計與組裝機器人 2.在電腦上編寫程式 3.將程式下載至 RCX。4.測試與執行程式。本研究以科學與科技教育爲著眼點，故參酌國內研究者（吳志緯、黃萬居，2003；李謀正，2005）在利用電腦樂高進行教學活動時，發現較適合電腦樂高之問題解決歷程，研究者在設計教學活動時所依循的問題解決將採如下模式：

1. 發現問題：學生了解題目或競賽情境規則後，對於欲解決問題的發現問題的所在或依據競賽的目標找出干擾得勝的原因爲何。

2. 確定問題：結合學習舊經驗或教師給予的 Lego Mindstorms 新技術原理，在發現的問題中辨識出相關的科學概念後將問題以轉化爲實驗的形式。

3. 決定方法、分配工作：思考並討論競賽獲勝的策略，並決定問題解決的方法後，決定小組成員的工作。

4. 組裝、設計：包含機器人設計與程式設計，以完成目前的問題情境。

5. 執行測試：啓動組裝完成的機器人，執行所決定的問題解決計畫。

6. 反省回顧：評估計畫的執行結果，反思是否修正或補強。

### 三、問題解決能力內涵與評量工具

日常生活中的問題包羅萬象，一切對個人難以理解之事物都將構成問題的來源。「問題解決」則是運用思考能力去找出解題方法，以達解決問題目的之一段心理活動歷程（黃茂在、陳文典，2004）。顯然，思考是一種內在認知活動的行動，也是解決問題的心理活動歷程，個體在問題解決的歷程中，必須運用如分析、綜合、推理等各種思考能力，才能達到解決問題的目的。以下整理出各學者對問題解決能力的見解：

(一) Bloom, B. S. (1956) 以「問題」的認知層次將解決問題所運用的思考能力分成六大類 (引自林顯輝, 1990):

1. 知識 (Knowledge) 層次: 學生只需要記憶、背誦, 包括名詞定義、記憶事實、原理原則、觀察現象等。

2. 理解 (Comprehension) 層次: 學生能瞭解所學過的知識或概念, 並能組織、重組、解釋之。

3. 應用 (Application) 層次: 學生能夠將所其學到的原理原則、方法、步驟、規則和運用到新情境的能力, 並能應用這些原理等概念知識去解答問題。

4. 分析 (Analysis) 層次: 學生能將其所學到的概念、原理原則, 分析成爲各個構成的部分, 或找出部分之間的相互關係, 可分析化合物中組成元素或分析內容的主要主題和次要主題。

5. 綜合 (Synthesis) 層次: 指在評量學生的創造能力, 讓學生設計自己的產物, 型態模式和想法。學生須分析現象、形成假設並提出解釋學生設計出他們的實驗方法及測試假設。

6. 評鑑 (Evaluation) 層次: 屬於思考性的複雜高層次, 沒有標準答案, 需要學生就他所知的知識, 去做價值判斷, 提出解答問題的方法。學生須對問題提出判斷及評鑑, 並說明支持此評鑑的理由。

(二) 詹秀美與吳武典 (2007) 認爲問題解決的能力包括以下五項, 且這五項能力需運用運用邏輯思考與擴散思考, 來解決日常生活所遇到之問題:

1. 解釋推論的能力。
2. 猜測原因的能力。
3. 逆向猜測原因的能力。
4. 決定解決方法的能力。
5. 預防問題的能力。

(三) 黃茂在與陳文典 (2004) 認爲廣泛的問題解決能力即是「所有的能力」, 如在察覺問題階段有些問題需要想像力、批判思考; 確定問題階段有些需要推理能力, 當要執行計畫時有些則需要耐心和創造力。

(四) 洪文東 (2003) 即認爲傳統問題解決較重視分析與量化的能力, 即注重

推理思考的能力，而忽略了創造思考能力，甚至將批判思考當成對立的思考方式，於是依據 CPS (Creative Problem Solving) 學者的論點 (Treffinger & Isaksen, 1992) 進一步提出問題解決能力所需具備的三種思考智能為創造思考力、批判思考力與推理思考力，其關係如圖 2-1 所示。

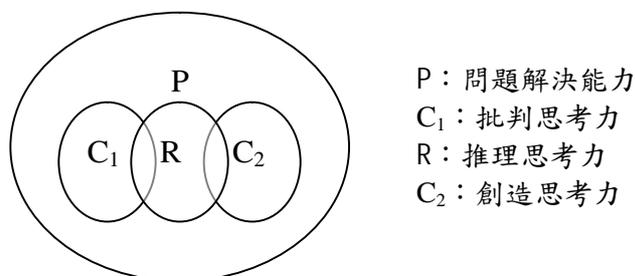


圖 2-1 問題解決能力與推理、批判、創造思考力之關係  
資料來源：洪文東 (2003)。

(五) 國民教育九年一貫課程綱要 (教育部, 2007) 在自然與生活科技領域之分段能力指標中，列出問題解決能力如下：

1. 養成動手做的習慣，察覺自己也可以處理很多事。
2. 學習安排工作步驟。
3. 學習如何分配工作，如何與人合作完成一件事。
4. 養成主動參與工作的習慣。
5. 養成遇到問題時，先試著確定問題性質，再加以實地處理的習慣。
6. 能規畫、組織探討的活動。
7. 體會在執行的環節中，有許多關鍵性的因素需要考量。
8. 能設計實驗來驗證假設。
9. 處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作。

依上述，問題解決能力顧名思義就是擁有解決問題的能力，也就是在問題解決的步驟中能具有完備的能力來經歷這些歷程，解決問題的歷程中包含許多步驟，然而問題解決能力包含了各式各樣的能力且各階段所運用的策略也有不同，研究者認為問題解決能力是一種多向度的高層次思考能力，個體在問題解決的過程中，必須運用自己的知識、經驗和技能，蒐集有用的資訊，透過不斷的創造與思考過程，分析判斷出最合適的解決方法，再經過嘗試錯誤和修正，以達到解決問題的最終目的。

國內研究問題解決能力的研究頗多，但評量工具相對而言實屬少數。以下參

考朱榮富（2006）對問題解決能力評量工具的整理並加上研究者搜尋近年來相關文獻所做的整理：

表 2-1 國內常見問題解決評量工具

編製者(年代)	評量工具	適用對象	問題解決能力向度
羅芝芸（1999）	兒童問題解決能力量表	4-6 年級	主要測量兒童日常生活之問題解決能力。 1. 逐步解決問題的能力 2. 設法解決問題的能力 3. 預想後果的能力 4. 察覺問題存在的能力 5. 察覺行為動機的能力
張志豪（2000）	創造性問題解決能力問卷	高中生	主要測量受試者創造性問題解決的能力。 1. 問題察覺 2. 問題再定義 3. 原因推測 4. 提出想法 5. 尋求最佳方案
詹秀美和吳武典（2007）	新編問題解決測驗	4-7 年級	測量兒童運用思考及推理能力，解決日常生活問題的能力。 1. 界定原因 2. 解決方法 3. 預防問題 4. 變通性 5. 有效性
潘怡吟（2001）	問題解決力量表	5-6 年級	1. 察覺自己也可以處理事情 2. 主動參與 3. 提出可探討的問題 4. 確定問題性質 5. 處理問題、安排工作步驟 6. 分配工作合作完成 7. 創意思考、能從事自由聯想 8. 腦力激盪的創造活動 9. 求真求善的精神 10. 評估－合理、有效 11. 執行－設計實驗、驗證、假設操作 12. 批判他人意見 13. 執行－持續參與 14. 反省 15. 應用
李震甌（2002）	問題解決能力測驗	3-6 年級	改編王萬清（1987）編製的「問題解決能力測驗」A 卷

(續後頁)

表 2-1 (接前頁)

編製者(年代)	評量工具	適用對象	問題解決能力向度
李震甌 (2002)	科學問題解決能力測驗	5-6 年級	1.科學背景知識或概念 2.創造思考力 3.推理思考力 4.批判思考力
王萬清 (1987)	問題解決能力測驗	3-6 年級	1.發現問題 2.界定問題 3.計劃實施步驟 4.產生合乎邏輯的分析 5.提出可行的方案
潘怡吟 (2002)	問題解決測驗	5-6 年級	1.察覺問題之存在 2.確認所存在問題之性質 3.是否需要更多資料之能力 4.辨認問題情境中有關之因素 5.決定解決方法
李曉菁 (2004)	問題解決能力自我檢核表	5-6 年級	1.釐清問題 2.提出可能的解決策略 3.決定解決策略 4.按照策略採取行動 5.評鑑行動的效能
林珮珍 (2004)	問題解決測驗	4 年級	1.察覺問題的存在 2.猜測原因 3.辨認問題情境中的有關因素 4.是否需要更多資料的能力 5.考慮可能的方法 6.選擇一個最恰當的方法 7.解釋推論
張文芬 (2004)	科學問題解決能力測驗	5-6 年級	1.面對問題的態度 2.處理事情的方式 3.科學創造思考 4.科學批判思考 5.科學推理思考

由上表 2-1 整理可知，國內問題解決評量工具，有些參酌國外版本後修改，如詹秀美和吳武典（2007），有些則參考他人而編修成符合自身研究的需求，如張志豪（2000）、李震甌（2002）等人，依問題解決理論而自編工具者，如李曉菁（2004）、林珮珍（2004）與潘怡吟（2002）等人。參考以上工具，有的年代過久，無法符合學生目前的生活狀況，有的不符合本研究對象年齡，有的實驗背景情境不同與過於偏向領域特定範圍。另外，問題解決能力的評量工具，大致分為「自評」的「量表」與「他評」的「測驗」，研究者考量到學童的書寫表達能力與施測內容代表性的效度疑慮，決定使用潘怡吟所發展出的問題解決力量表為本研究的施測工具，量表係依據九年一貫課程綱要的能力指標中「問題解決與獨立思考」

所列出的細目而定，本研究擬於第三章之研究工具中詳細論述。

#### 四、問題解決能力相關實徵研究

問題解決能力近年來已受到教育學者重視，各國也將之列為重要教育目標之一，九年一貫課程亦將獨立思考與解決問題的能力列為十大基本能力指標之一，國內學者對問題解決能力與態度的培養均投以關愛眼神，相關研究為數不少，茲分析整理如下：

##### (一) 問題解決能力與學習風格的關係

張文芬（2004）以高雄市四所國小之 250 位高年級學童為研究樣本，比較不同學習風格國小高年級學童在科學的問題解決能力之表現。其問題解決能力的內涵包含面對問題的態度、處理事情的方式、科學創造思考、科學批判思考與科學推理思考等五個向度，研究發現：學習風格變項在科學問題解決能力之無顯著差異，但「思考者」、「理論者」類型之學童在科學問題解決能力測驗的得分顯著高於「行動者」之學童。

##### (二) 問題解決能力與學習能力的關係

李震甌（2002）比較目前國小高年級 218 位高年級學童之自然科高、低學習成就學童在科學問題解決能力表現。與本研究的相關發現為：不同性別在科學問題解決能力有顯著差異。

##### (三) 問題解決能力與性別的關係

問題解決能力與性別的許多研究發現存在著性別差異，但男、女何者為佳則無定論。若依上述問題解決能力的內涵探討，研究者認為這應與問題的類型有關。以下整理國內問題解決能力與性別相關的研究，如表 2-2：

表 2-2 問題解決能力與性別的關係

研究者 (年代)	研究對象	相關研究結果
李震甌 (2002)	五、六年級學生 (218 名)	1.不同性別學童在科學問題解決能力的表現上並沒有明顯的差異。 2.不同性別學童在科學問題解決不同階段中各思考特性的表現沒有差異。
劉淑雲 (2003)	四、六年級學生 (663 名)	男女生之問題解決能力在整體層面及其他各分層面上皆未達顯著差異。
柳秀蘭 (1994)	四、五、六年級學生 (國小資優班學生 150 名;普通學生 140 名。山地學生 119 名)	三組學生除「解釋推論」無性別差異外,在其餘的四項基本能力及總分間,均有性別的差異存在,且女生優於男生。
吳坤銓 (1996)	四、六年級學生 (764 名)	男生之問題解決能力顯著優於女生。
王琇葉 (2006)	一年級學生 (33 名)	不同性別學生的問題解決能力並沒有顯著差異。

就傳統的觀念而言,一般人認為在科學上的議題上,男性的表現應優於女性,但李震甌 (2002) 的研究並不支持這種看法,而柳秀蘭 (1994) 的研究更是女生優於男生。究其因,研究者認為與測驗工具內容之各向度內涵及問題解決歷程的界定有關。本研究因樣本數少,惟恐統計效力不足而無法進一步去探討。

#### (四) 問題解決能力與年級的關係

柳秀蘭 (1994) 以國小四至六年級學生為研究對象,研究顯示不同年級之間題解決能力存在顯著性差異,且隨著年級的升高而提升。王萬清 (1987) 以國小三至六年級學生為研究對象,進行以 LOGO 為思考環境的電腦輔導問題解決課程,結果發現學生的問題解決能力,在不同年級、性別、及組別間未具有交互作用。

#### (五) 不同教學策略對問題解決能力的關係

影響問題解決能力的因素,除了研究對象本身的生理因素外,許多研究亦試圖操弄教學策略與工具來探討其對問題解決能力的影響,表 2-3 僅整理近年出實驗

對象為國小學童之國內的相關研究：

表 2-3 不同教學策略或工具與問題解決能力的關係

研究者(年代)	教學策略或工具	研究對象	相關研究結果
劉南坤 (2004)	STS 教學	五年級 123 人	1.STS 教學能提升五年級學生的問題解決能力。 2.STS 教學對不同性別學生的問題解決能力影響相同。 3.STS 教學對不同能力學生的問題解決能力影響相同。
蘇秀玲 (2004)	科學遊戲	四年級 58 人	問題解決能力量表中的問題解決過程、問題解決情意向度實驗組皆優於控制組學生。
林文賢 (2007)	黑白棋數位學習	五年級 136 人	實驗教學未能提升學童之問題解決能力。
朱柏州 (2002)	網路上的合作學習教學	六年級 63 人	合作學習策略在網路教學上對學生問題解決能力的沒有顯著的成效與影響
朱榮富 (2006)	WebQuest 學習管理系統	五年級 65 人	利用 WebQuest 學習管理系統進行學習能提升學生問題解決能力。

由以上相關研究探討發現，除了先天或生理成長的特性會對學童問題解決能力有影響外，後天的環境，如適當的教學策略或工具的操弄，亦可能有顯著的改變。目前國小的自然與生活科技領域中的生活科技教學即強調學童由實作（hands-on）中去主動學習，研究者認為若能使用 Lego Mindstorms 此創新科技融入於教學中，應可培養主動探究與解決問題的能力。

## 第二節 科學態度

九年一貫自然與生活科技學習領域分段能力指標指出自然與生活領域的學習主要目標，在於提升國民的科學素養。科學素養分別為過程技能、科學與技術認知、科學本質、科技的發展、科學態度、思考智能、科學應用、設計與製作，而科學態度是培養具有科學素養的重要一環（教育部，2007）。可見態度是科學教育研究領域當中一個重要的主題，國小學童對自然科學的態度可以說是學習科學的

原動力。

本研究試圖運用 Lego Mindstorms 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，學生對自然科學領域之科學態度是否改變，是本研究探討的重點，故以下就針對態度與科學態度的意義、科學態度的內涵一一探討：

## 一、態度與科學態度的界定

### (一)態度的意義

「態度」是指個人對人、事、物以及周遭世界，憑其認知及好惡所表現的一種相當持久一致的行為傾向（張春興，1993）。陳英豪等人（1990）則定義態度為「一個人關於特定主題的傾向、感覺、評價、認定與行動的總合」。Shrigley（1990）進一步將態度分成認知、情感及行為三種成份：

1. 認知成份—指對態度對象的瞭解或所持有的看法；
2. 情意成份—指對態度對象的感覺或喜好；
3. 行為成份—指對態度對象對刺激物發動某種反應或行動傾向。

由上知，三個成份結合後即有態度的反應，而態度的形成有一特定之對象，包括人、事物或情境，個體對此做出持久、一致性的行為傾向。而態度是可經由教育而改變的，因為教育本身亦含有知、情、意的成份，學生可透過後天的學習而產生新經驗，進而調整原有的認知基模而改變態度。

### (二)科學態度（scientific attitudes）的內涵

九年一貫對科學態度的定義是指：處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究等之科學精神與態度（教育部，2007）。然而因研究的層面過廣，科學態度常有所混淆。一般而言，在科學研究領域上與科學有關的態度可分為「科學的態度」（scientific attitudes）與「對科學的態度」（attitudes toward science）兩個不同範圍，即科學的態度（scientific attitudes）：假定科學家在做科學研究時，所應表現出的思考風格，如開放的心胸、誠實等傾向；對科學的態度（attitudes toward science）：對個別不同的對象，如科學、科學家等，反映出偏好、喜歡與否的傾向。

前者偏向認知部份，例如：懷疑、誠實、好奇心、客觀等，強調態度不是天生的，是可以經由學習而獲得，因此常被視為學習科學的要素之一。後者「對科學

的態度」則較偏向情緒方面，且會在學生學習科學或接觸有關科學的活動時，影響學生的學習意願，也影響著學生的學習成就。如鄭湧涇和楊坤原（1995）認為「對科學的態度」指對科學這門學科的態度、對科學的興趣、對科學家的態度等，這種「對.....的態度」通常均包括了態度的對象（attitude object）在內；如王美芬和熊召弟（2005）認為「對科學的態度」意指對科學家的態度、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。

本研究是針對 Lego Mindstorms 進行科學領域教學活動，使學童運用科學的方法過程，從中影響如好奇心、實驗證實、獨立思考等科學態度，另避免研究範圍過於廣泛，故以「科學的態度」（scientific attitudes）做為本研究之界定，又國內的學者習慣將「科學的態度」稱為「科學態度」，因此以下所敘述的「科學態度」係指「科學的態度（scientific attitudes）」而言。

## 二、科學態度的內涵

國內外學者都曾嘗試描述科學態度的具體成分，然也因各學者不同科學態度的定義而對科學態度的涵義有不同的見解，附錄一即為國內許多學者（林福勝，2003；莊嘉坤，1995）整理國內外學者科學態度的具體成分列表。以下僅國內常見學者與研究相關之詳細論述：

（一）莊嘉坤（1995）從數十年來各學者對科學態度成分的看法，彙整幾十位學者所列出的成分並依出現頻率排序，其中共同成份與出現順序如下：

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。

(二) 九年一貫最新課程綱要(2007)，在各階段的能力指標中，科學態度有「喜歡探討」、「發現樂趣」、「細心切實」及「求真求實」。郭琪瑩(2004)和林義修(2005)分析上述四項內涵後，發現出可對映到其他學者們常見的科學態度的具體成分，整理郭琪瑩和林義修的見解，列於下表 2-4：

表 2-4 九年一貫「科學態度」素養與相對應的科學態度具體成分

科學態度與學習階段	內涵	科學態度具體成份
喜歡探討 第一階段 (國小一至二年級)	1.喜歡探討，感受發現的樂趣。	好奇
	2.喜歡將自己的構想，動手實作出來，以成品來表現。	好奇
發現樂趣 第二階段 (國小三至四年級)	1.相信細心的觀察和多一層的詢問，常會有許多的新發現。	細心、好奇、小心謹慎
	2.能由探討活動獲得發現和新的認知，培養出信心及樂趣。	信心
	3.對科學及科學學習的價值，持正向態度。	信心
細心切實 第三階段 (國小五至六年級)	1.能依據自己所理解的知識，做最佳抉擇。	批判性思考
	2.知道經由細心、切實的探討，獲得的資料才可信。	細心、切實、小心謹慎、精確的步驟
	3.相信現象的變化有其原因，要獲得什麼結果，須營造什麼變因。	因果關係、慎思前提
求真求實 第四階段 (國中一至三年級)	1.知道細心的觀察以及嚴謹的思辨，才能獲得可信的知識。	嚴謹的思辯、謙虛謹慎、批判性思考
	2.養成求真求實的處事態度，不偏頗探證，持平審視爭議。	求真求實、客觀、不偏見
	3.瞭解科學探索，就是一種心智開發的活動。	創造性思考

(三) 劉德明(1999)綜合各專家的看法，並且爲了分析上的方便，將科學態度初步分爲四類：

1. 過程技巧傾向 (Process skill predisposition)：與從事科學活動或使用科學方法有關的科學態度，包括利用科學方法、數學、邏輯推理、歸納、演繹等的傾向。

2. 知性思考傾向 (Intellectual thinking predisposition)：除了第 1 項以外的科學家的知性或理性思考特徵，科學家共通的理性素質。例如：批判性思考、部分創造性思考、和科學知識等傾向。

3. 情緒傾向 (Emotional predisposition)：包括感受、心情、性情等類別。

4. 社會傾向 (Social predisposition)：包括在做科學時，與人際、社會關係有關的傾向。

(四) 陳英豪等人 (1991) 對「科學態度」的定義：個人運用科學的方法探究科學知識，並應用於日常生活行為上的意願、習慣及處置的方法總稱；包含五個層面：彈性、客觀、因果關係、好奇心、判斷精神；及三個領域：科學認知、科學情意、科學行為。其內容說明如下：

1. 彈性：思想新穎，思考性的工作，對於疑問追根究底，常保懷疑的態度；學生是否有新奇的想法，並嘗試著新的結論，或以不同的方法使用器材或設計新實驗進行新思量。

2. 客觀性：對於問題要考慮正、反面可能的解釋及可利用的數據，對於實驗結果或別人的意見、批評，能開朗的接受及評估，承認現實知識有不同面向的態度，並有實事求是的表現。

3. 因果關係：將不完整的科學知識統一整合成爲較完整的知識理論體系，並探詢其間關係的成因及解釋，並用各種方法嘗試用各種資料的收集或詢問來闡明因果關係。

4. 好奇心：對於新的觀念不馬上拒絕，探究其對現象解釋的可行性，對各種實驗結果感到興趣，並願意探詢，常用不同的感官來探索周圍世界，並常發問。

5. 批判精神：是否能根據決定下結論？能區辨假說與解釋。有對未知的事物有大膽假設小心求證的習慣，能指出結論矛盾不相符合處。

6. 科學認知：學生對特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人）或其有直接或間接關係的事物，在舊經驗之上所產生的認識與信念，使得影響學生行為表現的知識系統結構和在從事科學活動中所表現對科學態度的了解。

7. 科學情意：學生對特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人）或其有直接或間接關係的事物，在感官之學習經驗上所產生的喜好與價值化

的判斷，使得影響學生行為表現的價值系統的統稱。

8. 科學行為：學生對於特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人物）或其有直接或間接關係的事物，由以上兩者因素影響而表現在科學活動的實際行動。

綜合以上，本研究使學生親自動手組裝 Lego Mindstorms 機器人套件，並經由模仿、實驗、創作、合作學習與小組討論等方法，來逐漸提升學生的科學態度，符合了陳英豪等人（1990）界定的科學態度內涵，基於研究的對象、範圍適用性，所以採用陳英豪等人所下的定義，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。

### 三、科學態度相關研究

#### (一) 科學態度與學習年級的關係

吳英豪（2000）進行國小學生對養動物與種植物之科學態度調查研究，發現：二年級學生與四年級學生態度表現比六年級學生佳。陳英豪等人（1991）則指出年級愈高，科學態度愈佳。

#### (二) 科學態度與性別的關係

近幾年許多研究指出，男、女生在科學態度上並無顯著差異（楊詩潔，2005；林義修，2005；林美菊，2007）。然而吳英豪（2000）在研究中發現國小女生的態度表現比國小男生好。陳英豪等人（1991）則指出女生的科學態度除科學行為外，其餘皆顯著優於男生。

#### (三) 科學態度與學習能力的關係

楊詩潔（2005）和林美菊（2007）的研究指出，能力水準並不影響不同教學法下的科學態度。吳英豪（2000）的研究則指出，高分組與中間組的學生高於低分組。

#### (四) 科學態度與家庭背景因素

吳英豪（2000）發現家長學歷高的學生其科學態度之整體態度得分高於另外兩組家長學歷較低者。陳英豪等人（1991）指出家庭教養方式與科學態度有顯著

相關，且家庭社經地位較高之學生的科學態度顯著優於低社經地位者。

#### (五) 科學態度與教學方法或策略的關係

楊詩潔（2005）對國小三年級學童，進行「資訊科技融入自然與生活科技領域教學」，研究結果：學生在科學態度轉變上會因採用不同的教學法而有所差異，資訊融入教學組的學生表現會高於傳統教學組的學生。

林義修（2005）運用「五 E 教學模式」為「趣味科學活動」教學策略，進行準研究，發現：接受「趣味科學活動」的教學模式下，只對原本科學態度就較正向積極者有效。

柯虹如（2005）探討科學玩具遊戲教學對國小五年級學童「科學相關態度」的影響，發現科學態度並不因不同態度傾向、不同自然學業成就、不同推理能力及性別而有顯著差異。

林美菊（2007）探討採 5E 學習環教學的方法對國中二年級學生科學態度的影響，發現學生的科學態度會因為教學法不同而有所不同。

由以上研究發現，影響科學態度的因素相當多，採用教學策略企圖來影響科學態度之研究不在少數。如此情形，可否藉由運用科學玩具或遊戲來引起學童的高度興趣，進而提升學童科學態度值得探討。

### 第三節 Lego Mindstorms 理論基礎與教學策略探討

Lego Mindstorms 產品就是早期傳統的樂高積木，樂高積木通常包括了許多大小、形狀、顏色不同的塑膠積木，且可經由相互的構合而連結在一起，進而建構出成品。但不管成品如何，總是靜態的，於是樂高公司與麻省理工學院開始合作開發出新一代的玩具 Lego Mindstorms（田耐青，1999）。其實樂高積木本身就是一種「玩具」，就有讓學童從遊戲中去學習的意涵，若將 Lego Mindstorms 應用於教學現場中，明顯得知 Lego Mindstorms 可做為教學科技領域的一個輔助工具，操弄此工具以幫助學生進行學習。本節首先簡介 Lego Mindstorms 的發展簡史，再探討其理論基礎，接著探討應用 Lego Mindstorms 在教學時適合本研究的教學策略。

#### 一、Lego Mindstorms 發展簡介

Seymour Papert 是最早研究應用機器人在教育的先驅，他認為當學生自己去體驗和發現事物時，學習將更具有效果，而且他認為電腦是一個用來探索學習的完美媒介，藉此，他創造了 LOGO 程式語言，讓學生使用「Logo Turtle」機器人去解決程式設計上問題，其理念就是不讓電腦來限制兒童，而是兒童主動思考來運用電腦 (Moundridou & Kalinoglou, 2008)。

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。基於上述原因，促成 Papert 與他的團隊在 1998 年將改良後的 LOGO 與 Lego Technic 結合在一起，於是丹麥樂高公司與麻省理工學院媒體實驗室 (MIT Media Lab) 合作開發出新一代的產品 Lego Mindstorms Robotic Invention System (RIS) 套件。在 2006 年時更新為 Lego Mindstorms NXT 套件，並且贏得科技類創新玩具獎項。Lego Mindstorms NXT 套件內含 577 Lego 小積木、馬達組、齒輪、各式感應器 (觸動、光源、聲音與超音波) 和一個叫做「NXT Brick」的微處理器。另外也包含了設計 Mindstorms NXT 的軟體，簡稱 NXT-G。NXT-G 是以圖示 icon 的基礎的程式語言，非常接近 LOGO，採用拖放式的操作來控制相對應的元件，其編輯環境，如圖 2-2 所示。

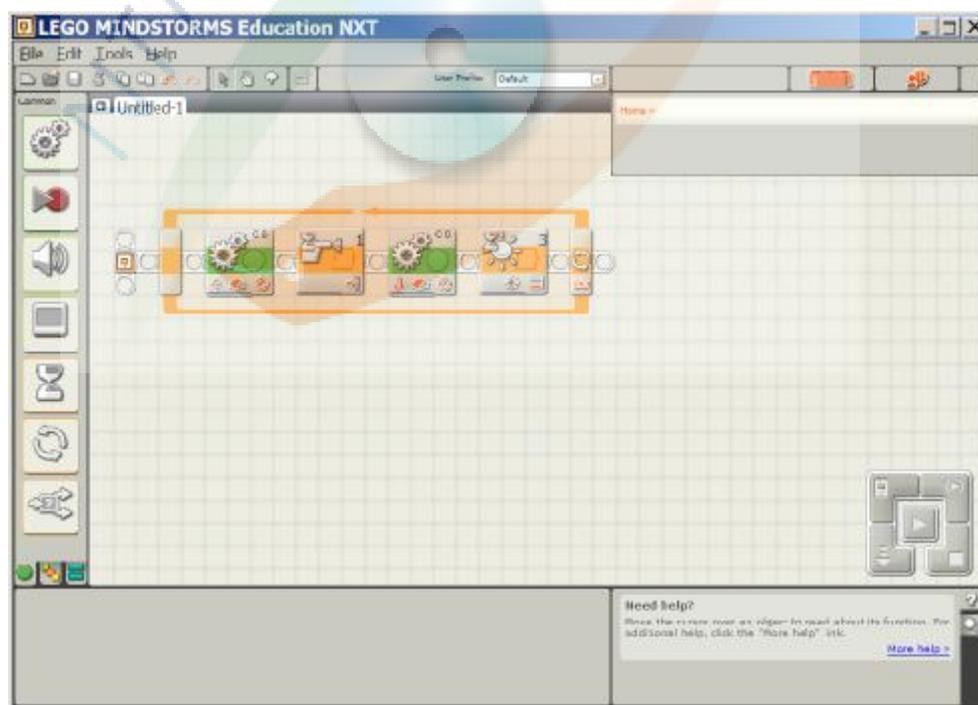


圖 2-2 圖形化編輯化環境 NXT-G 程式界面示例

## 二、Lego Mindstorms 的理論基礎

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)。以下分別從這建構主義、建造論與強調動手做的實用主義一一探討。

### (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，然不同時代背景與不同立場、看法而形成不同理論與不同學派。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，因此，建構主義可分為一般個人建構主義 (trivial constructivism)、激進建構主義 (radical constructivism) 和社會建構主義 (social constructivism)。張靜譽 (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，並依此成爲自己與外在世界聯繫的指標來預測自己的行爲，解釋外在的世界。

一般在教學活動中，課程常只爲了老師的「教」而設計，而忽略了學生的「學」，而建構主義則以學生爲認知主體，教學設計以「學習」爲主要考量，提供學生自我建構的環境。這些論點提供了研究者在使用 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。

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。本研究之實驗課程進行將採合作學習，使學習者之間

相互依賴、積極互動，個人的意見將隨小組學習過程中去做反省、修正與改變。

## (二) 建造論 (Constructionism)

建造論是由 Papert (1980) 所提出，且其理論受到 Piaget 的認知發展論的影響，認為「學習」不應該是以灌輸、被動的方式進行，然目前的學習環境，兒童卻是被動的以灌輸、強迫學習的方式來獲得知識，而不是讓他們以積極，主動的方式來參與整個學習過程，教學的過程中忽視了 Piaget 發展理論中所強調的，以自然的方式來學習的重要性，因此 Papert 認為應讓兒童自做中學 (Learn by Making)，或是以自我發現的方式，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 (Lave, 1988)。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。

## (三) 實用主義 (Pragmatism)

杜威 (John Dewey) 於其教育理念主張教學時應注重教學內容須與實際日常生活相結合，兒童為教育的中心，強調從做中學與親自動手做 (Learning by doing)，並從中去發現問題的解答，促使兒童知、行並重，而從實作活動中獲取學習經驗與知覺知識的重要性 (高廣孚, 1988)。

做中學或動手做皆為美國科學家總結出來的教育思想和方法，旨在使學生以科學的方法學習知識，強調學習方法、思維方法、學習態度的培養。科技教育所具有的一種關鍵基礎，即是在於利用動手做的活動來聯繫知識概念，教育理論家早已指出動手做的活動或經驗能引致重要的認知成長 (林人龍, 2006)。而 Lego

Mindstorms 此一創新科技工具，提供了這樣的一個環境與機會使學習者親自動手做，促進學習的效果與問題解決的能力。

由以上知，建構論、建造論與實用主義提供了我們理解人們如何學習與成長，Piaget 提供我們了解兒童在不同成長階段的發展，闡述兒童的在各階段的思考方法。而 Papert 則告訴我們兒童如何透過建構的方式來學習，強調工具的重要性，藉由具體的動手做，並與他人互動、分享，來提升兒童學習的經驗，建構出新的知識。也因如此，Papert 將科技工具如電腦引入教學中，並發展出 Lego Mindstorms 機器人套件，藉由工具的輔助後，他認為邏輯形式的「形式運思」並不必然優於「具體運思」思考風格，也就是說形式運思並非是最高、最好的運思形式，不同的人可能發展出不同的思維方式，而且都有能力處理相同的問題（Turkle & Papert, 1991）。

### 三、符合 Lego Mindstorms 理論基礎的教學策略探討

廣義而言，教學策略即教師選擇能幫助學生達成學習目標的促進活動。沈中偉（2005）指出以科技融入教學時應以學習理論與教學理論為基礎。Lego Mindstorms 雖可歸類於一種創新的教學工具，但科技學習輔具仍須靠教學者如何將學習理論的建構觀點與他所選的學習工具，實際對應到教學活動設計的內容。林弘昌（2008）即指出當利用輔具進行教學時，應該考慮如何發揮輔具的特殊屬性來設計教學活動，如教材的選擇、教學方法的規劃，以及教學情境的安排等，如此才能夠依據預定的目的進行，達到預期的成效。所以若無有效的教學策略與教學設計，則教學科技工具無法有效地增進學習。合適教學策略即為影響本研究的關鍵之一，以下即依據上述 Piaget 的個人建構理論、Seymour Papert 的建造論與 Lego 動手做、做中學的產品的學習觀特性中所衍生出來的合作學習與探究教學模式來探討，並整理出適合於本研究的教學策略模式。

#### （一）合作學習教學模式

依社會建構主義的觀點「知識的成長是透過個人與別人磋商與和解的社會建構」。因此，建構教學強調師生辯證、互動及協商的歷程，透過小組合作學習的方式，讓學生在小組中討論、發表意見、相互檢視、論辯，進而達成共識（楊龍立，1998）。

合作學習是 20 世紀 60 年代末、70 年代初興起於美國，繼而漸漸被普遍推行的一種教學法。以下整理各學者（黃政傑、林佩璇，1996；簡妙娟，2003）認為

常見用於教室內合作學習教學方法有共同學習法 (Learning Together)、學生小組成就區分法 (Students Teams-Achievement Division)、小組遊戲競賽法 (Team Games Tournament)、團體探究法 (Group Investigation)、拼圖法第二代 (Jigsaw II) 等多種隨教學目標而調整的方法。

合作學習教學主要是以社會互賴論、接觸理論認知發展理論、行為學習論為理論基礎，在教學上應用時，社會互賴論強調學習時，小組成員為達成共同目標一起努力，創造一種互助互賴的關係；接觸理論則採用異質分組，並認為人際間的合作與互助能促進小組的向心力及友誼；認知發展理論認為學生間的合作能促進學習，合作的團體行為較個別表現為好；行為學習論認為在合作學習過程中善用增強、回饋以及酬賞使學生更有學習的驅動力 (黃政傑、林佩璇，1996)。

由以上探討，可知實施合作學習的設計方法很多，各種方法都有其適用的範圍及特點，如何運用則視年級、教材或特殊需要來採取不同的設計，九年一貫課程亦強調合作學習為創新教學的重要模式，應用得當則能有效培養學生的基本能力，包括運用科技資訊、主動探索與問題解決能力等。本研究之受試對象為國小高年級學生，依心理發展狀況，應可獨立學習研究，但 Lego Mindstorms 操作結合了電腦與積木的操作，在有限的課程時間內，個人無法短時間設計出有效解決問題的作品或達成任務，故若能採用合作學習則能結合小組內成員的個人特質，相互合作，如此有助於同儕之間相互回饋、共同腦力激盪，並配合小組過關競賽，透過小組間的競爭，在學習過程給予增強，有助於課程的進行。洪秋萍 (2005) 的研究結果亦發現，採合作學習的方式，學生的創造力明顯進步，所以在電腦樂高課程的學習上可以採合作學習的方式，幫助學生學習。

有關小組組別的人數選定，為使學童有更多的機會建構、操弄 Lego Mindstorms，在國小階段學童為對象的許多研究都以 3 至 4 人為一組，Mauch (2001) 曾對六、七、八年級 40 位學生在一場 30 小時為期一周的科學營設計，應用 Lego Mindstorms 系統的一系列課程，其對各小組成員的任務指派有清楚的描述：一位學生設計 Lego 機器人 (草圖、構想)，一位設計程式，另一位負責建構 Lego 實體積木元件，最後一位則負責紀錄小組的活動。成員的負責工作在下一個任務中輪流，以確保每一位成員皆有擔任過各個角色。

## (二) 探究教學模式

探究是尋找問題和解決問題的過程，也是人類一種思考的方式，一種尋找資

料及了解事物的過程。學生可經由探究的過程，練習科學的方法。在探究的過程中，不僅可以發現問題，同時也可以尋找解決問題的方法（王美芬，熊召弟，1995）。不同於講述教學法，探究教學法（Inquiry Teaching Method）是一種以學生的知識探索為主的教學策略。

依上述建構論與建造論的觀點，在教學中兒童扮演的角色不應僅為知識的接受者，而應該是主動的探究者。一般而言，在科學領域上的探究學習有四個特點（歐陽鐘仁，2001）：

1. 學生主動去研究，經由探求的過程而獲得科學上的知識。
2. 爲了研究而培養出探究的能力。
3. 有效地形成認識自然基礎的科學概念。
4. 培養出探求未知事物之積極態度。

學者爲應因不同性質的學習課程與教學對象，發展出多元的探究教學法，主要如探究訓練模式、過程探究模式與前導組織等。探究教學的方法很多，然主要不外由五個共同階段所組成（洪振方，2003）：

1. 使學生接觸問題、事件、或現象，藉機製造衝突事件。
2. 經形成假說與測試假說的過程，以探討所提出的解釋之合理性。
3. 分析及詮釋實驗數據，綜合各部分的想法，建立模型。
4. 應用所學到新的情境。
5. 回顧與評估學到什麼及如何習得。

針對建造論在教室教學情境的應用，Han 和 Bhattacharya（2001）指出有兩種探究模式常被使用，即設計式學習模式（learning by design, LBD）與專案式學習模式（project-based learning, PBL）。兩者教學模式皆以學生爲中心，學習者被賦予更多的學習責任。不同之處在於參與者被期望完成作業的類型。在 LBD 中，參與者被期待完成一個事先有選定觀眾的作業，而這觀眾可能是同儕、老師、或家長；而在 PBL 中，作業是一個需要長期完成的專案，或者必須與其他人共同合作的作品，但它是不需要設計出一個有預設觀眾的學習環境（引自施能木，2009）。

本研究教學單元活動設計爲配合國小課程採分科教學的特性，並避免國小學生因長期操作同樣一個主題而失去學習興趣與耐心，所以不考慮採長時間的 PBL 教學模式進行，故本研究活動課程的發展，將參考 LBD 教學模式來設計課程，課

程內容以三到六節課可完成的小單元活動為主，配合學生既有的先備科學認知、素養，在教學設計中，研究者安排適當的問題情境或競爭目標事件，使學習者將所習得的知識、技能能轉移到新的情境中，且強調過程學習與解決問題任務的重要性。在教學過程中，實驗教學者應扮演著提出問題，而非問題解答者的身份，在學生學習過程中從旁協助、適時給予關鍵提示，扮演鷹架支持角色。

綜合以上探討，教學策略影響教學的成效不容忽略，本研究除運用 **Lego Mindstorms** 為教學科技之工具外，課程之實施採用小組合作學習的方式，提供學生對話、討論、分享與合作的機會，小組中的成員共同討論出如何設計出解決問題情境中機器人的主要設計方向後，每位成員即分派其個別工作，賦予責任，一位負責程式設計，一位組裝積木，一位則負責紀錄，並以 **LBD** 為原則的主題探究教學模式，設計待探索的小單元課程。然鑑於本實驗研究對象在求學過程中鮮少有探究學習的機會，且對 **Lego Mindstorms** 毫無概念及電腦技能不純熟情況下，本研究在實施課程教學活動前階段為積木組裝的訓練與 **Lego Mindstorms** 的基礎認識操作，故先輔以「模仿－熟練－創造」之教學模式（陳嘉彌，2005），以利學習者熟稔相關結構性的知識與技巧。再者，**Lego Mindstorms** 為丹麥樂高公司所生產的一種科學玩具，強調透過遊戲或競賽方式來動手操弄玩具與建構知識，使其成為兒童表達其內在的想法與做法的重要方法之一，故運用遊戲學習於教學情境中，除了使學生有較大的學習興趣與動機外，將可促使學生自主學習，與他人同組合作學習時，亦能增進學生與同組成員之間的互動。教學設計時也應以學生為出發點，教材須考量學生的起點行為，如此才不會使學生失去學習的熱忱。

## 第四節 **Lego Mindstorms** 在兒童教育上的內涵

**Lego Mindstorms** 將電腦科技與傳統的樂高結合起來，賦予樂高遊戲新的詮釋，本節首先從傳統積木所具有的教育功能開始探討，接著說明 **Lego Mindstorms** 在科學領域學習上的應用情形。

### 一、**Lego Mindstorms** 與科學玩具

成映鴻（1988）認為，只要兒童能利用事物去作各項有意義的活動和遊戲者，則無論一草一木都可稱為玩具，而這些玩具，具有科學教育意義，或利用其活動時具有科學精神，都可以稱之為科學玩具。余岳川（2001）亦認為科學玩具非常

適合用來當自然或物理、化學的教具，可以研究它的操作原理，也可以用它來研究基本科學定律。

樂高公司 (Lego COMPANY) 以木製玩具積木起家，而積木本身就是用來進行堆疊遊戲的一種玩具，該公司提出 **Play and Learn** 的口號，倡導學習和玩耍同步進行的新理念。Papert (1980) 認為兒童的學習，可以藉助某些適當的工具來增進學習效果，而電腦科技可以提供一種直接接觸的學習環境。Angier (1981) 明確指出，科學玩具可以促進學生快樂的學習，玩具在教學上具有非常重要的利用價值。

科學玩具目前應用於國中小教育階段的實徵研究甚多，如水火箭 (王淑璟，2005)、紙飛機 (阮元斌，2005) 等，研究者藉由提供趣味性的活動或設計，幫助學童了解隱藏在科學玩具背後的科學概念、培養科學素養與訓練學童基本的科學過程技能，研究發現對於科學教育也有相當程度的貢獻。

Lego Mindstorms 機器人套件結合傳統積木與電腦科技，透過觀察現象以及積木的建構與電腦的操作，培養對科學的情感、學習細心的觀察，進而啟發學童認知推理、思考等能力，依上述學者對科學玩具的看法，Lego Mindstorms 則可說是學習科學的重要輔助工具。

綜合以上，研究者認為具玩具特性的 Lego 產品應用於教育上，即是一種可以動手做的教具，透過教學設計來幫助學生學習，然而研究者認為，一旦玩具教成教學上的教具後，是否能持續學生的注意力，值得探討。

## 二、Lego Mindstorms 與多元智慧、基本能力的培養

Gardner (1999) 主張智慧是以多種方式運作於生活中的能力，這些智慧至少可被區分為八種：語文智慧、邏輯-數學智慧、空間智慧、肢體-運動智慧、音樂智慧、人際智慧、內省智慧與自然觀察者智慧。上述八種智能可加以歸類成三類：一類是與物件、事務有關的 (object-related)，包括邏輯-數學智慧、空間智慧、肢體-運動智慧、自然觀察智慧；一類是不含物件、與事務無關的 (object-free)，包括語文智慧與音樂智慧；另一類是與人有關的 (person-related)，包括人際與內省智慧 (李平譯，2003)。

田耐青 (1999) 認為，傳統的樂高與電腦科技結合促使原本的靜態積木，能產生更多的開放使用空間，並建議將教學科技融入多元智慧式的教學法中以發展兒童的多元智慧，若教師在教學中能妥善的運用，則電腦樂高的教學將有於學生多元智慧的提升。例如在 Lego Mindstorms 教學中，採小組合作學習，自然小組在

操作過程中需要溝通、對外解釋自己的成品，如此必能有助於兒童語文智慧的提升；而又如操弄積木、組裝模型則能有助於提升兒童的視覺空間智慧、自然觀察智慧與肢體動覺智慧。

國中小九年一貫課程強調將透過七大學習領域來培養學生的十大基本能力（教育部，2007）。十大基本能力包含：了解自我與發展潛能、欣賞表現與創新、生涯規劃、表達溝通與分享、團隊合作、文化學習與國際瞭解、規劃組織與實踐、運用科技與資訊、主動探索與研究、主動探索和發現問題與獨立思考與解決問題。國內相關研究者（吳志緯，2003；李謀正，2005；陳泰安，2001）都整理出學生在操作電腦樂高的過程中，所需用到的技能實例，大部份可與十大基本能力做相對應。比對以上三位研究者的整理，其中與本研究「問題解決能力」相關的是「獨立思考與問題解決」，所舉出的實例有二項：

1.在活動設計中，想要操弄所設計的機器人，必須思考各種可能的情形，透過程式的控制來確定或印證問題是否可以解決。

2.雖然 2 人一組、分工合作，但由於個人專長不同，有些同學精於邏輯思考、程式設計，而有些善於結構組裝；所以為了突破設計上的困境，免不了有獨立思考的機會，而當思想成型後，相互間的討論，或請教任課教師，皆有助於問題的解決。

田耐青（1999）認為如果教師能在教學中妥善的實踐，將「電腦樂高」融入其教學中，則將可以幫助學生培養新課程所重視的這十大基本能力。

### 三、Lego Mindstorms 與創新教學

根據 ERIC Thesaurus 的定義，創新教學（innovational instruction）是指：引進新的教學觀念、方法或器具（introduction of new teaching ideas, methods, or devices），意指運用他人已發展出的新教學觀念、方法、策略或工具來進行教學。吳靖國（2003）亦具體明確指出創新教學的三個面向：1.思維創新（指教學哲理的改變）；2.規制創新（指課程與師生互動的改變）；3.教材教具及設備的創新。

從以上定義與面向分類，Lego Mindstorms 具有創新教學的特性，屬於教材教具及工具、設備的創新，其運用傳統積木與電腦科技相結合，除了吸引學生注意力外，也提供了具體的經驗，使抽象事物的概念更清晰，有助學生學後的記憶保留。Johnassen 等人（2003）的看法，認為科技在學習工具所扮演的角色有下列五

點（引自沈中偉，2005）：

1. 科技是支持知識建構的工具。
2. 科技是探索知識以建構學習的工具。
3. 科技是有情境脈絡的以支持做中學。
4. 科技作為社會互動的媒介。
5. 科技是促進反省思考學習的智能伙伴。

不容諱言，教育本來就應以「學習為本、科技為用」，不要為科技而科技，然我們若能妥善運用這科技創新工具，支持或刺激學生思考並激發學生學習興趣。Lego Mindstorms 應能有效促進學習的進行，並培養學生高層次的思考技能。

## 第五節 Lego Mindstorms 相關研究

近年 Lego Mindstorms 相關研究常以 RCX 可程式化積木為主體居多，並配合電腦樂高課程 Lego Dacta，主要應用 NXT 的研究並不多見，原因在於 NXT 為 Lego 公司的新產品，然兩者結構、操作原理與理論基礎並無太大差別，所以瞭解 Lego RCX 相關的研究將有助於本研究自變項的深入認知瞭解與近年研究所涉及的領域，使本節文獻探討更完備。整理其相關研究結果呈現如下：

### 一、應用 Lego Mindstorms 於高中職學生，探討程式設計、創造力方面之研究

國內運用 Lego Mindstorms 於高中職的研究大多偏向程式設計領域，可能與該學習階段之課程有關，而應用 Lego NXT-G 程式採用圖示化的操作界面有助於初學程式語言，茲分析整理如下：

(一) 劉洲 (2004) 在研究中針對高中一年級 78 名學生，採準實驗研究法運用 Lego Mindstorms 機器人套件學習程式設計基本觀念的學習成就與興趣的影響，研究發現：1. Lego Mindstorms 並未能顯著提高學生的學習成就，但卻可以幫助學生對程式內部運作機制有初步的瞭解；2. 學生對運用 Lego Mindstorms 在程式設計教學顯示濃厚興趣，認為 Lego Mindstorms 有助於程式設計學習；並建議：1. 四人共用一套 Lego Mindstorms 設備是合適的人機比；2. 可使用 Lego Mindstorms 作為程式設計課程前導課程。

(二) 許雅慧 (2005) 採準實驗研究法，針對高中一年級的 70 名學生為研究樣本，瞭解學習機器人程式設計是否有助於學生未來學習高階語言程式設計。研究採準實驗研究法進行，研究結果發現：1. 機器人能幫助學生撰寫程式解決問題；2. 機器人有助於學生理解程式設計觀念；3. 機器人能產生學習遷移以幫助高階程式設計的學習。

(三) 高惠玲 (2007) 探討高職資訊科「專業實習」課程實施應用 Lego MINDSTORMS 創新教學成效研究，與本研究相關結論整理如下：1. 實施創新教學後，實驗組學生在「威廉斯創造性思考活動」之開放性的分數顯著優於控制組學生，即應用 Lego Mindstorms 創新教學所培養之創造力較傳統教學法為佳；2. 透過專業實習課程應用 Lego Mindstorms 創新教學，能激發學生較高的學習動機。

以上研究，研究對象雖以高中職生為主，且研究變項著重在程式設計或專業實習課程，整理其研究發現結果為：圖形化的程式界面確實比一般命令式的程式設計能引起學生的興趣，尤其國小高年級學童正處於形式運思與具體運思的轉換歷程，具體的操作應能有效幫助學童的思考，且對於需要外在動機的國小學童有正面的誘因，透過程式與 Lego 機器人即時的溝通、互動確能引起學生的興趣。

另外，在人機操作比例上，以上研究皆採四人共用一套電腦樂高設備，雖適合合作學習小組探究模式進行，但謝健全等人 (2004) 在其研究中則建議，在國小階段若採三人一組，可使學生動手操控習得的時間增長，更有助於學習。

再者，在學生程式設計方面，黃世隆 (2004) 則建議給予學生充分的實作時間，並提供充足的軟硬體設備支援，以及適當的教學人力協助。這點對於國小學童面對完全英文的程式界面 Lego NXT-G 軟體是否可以完全接受，值得本研究在課程設計時的考量，另外研究者採用高中生為樣本，因研究對象的同質性較高，所以採用小組學習是否能有效促進學習，亦值得進一步探討。

## 二、探討應用 Lego Mindstorms 於國小學童的相關質性研究

國小階段應用 Lego Mindstorms 的教學研究較不側重電腦程式設計部份，而偏向動手做的學習經驗歷程，且受限於實驗器材資源分配，研究方法主要以質性居多，量化為輔，茲分析整理如下：

(一) 吳志緯（2003）採社團活動的模式，使用電腦樂高進行國小學生科學領域的合作學習，探討國小六年級學生運用電腦樂高教學方案並探究活動情境，採個案研究法，其發現整理重點如下：1.在電腦樂高教學方案和探究活動情境中，能提供豐富且具高互動性的科學學習環境，讓學生可以在活動過程中培養學生科學過程技能；2.能提供學生問題解決的訓練與培養之情境；3.學生透過同儕的積極溝通、討論與互助以達合作學習之情形；4.能鼓勵與協助學生關於科學學習態度的正向發展。其研究發現學童在應用電腦樂高解決問題時之歷程為：1.問題的確定；2.分工；3.積木設計與組裝；4.程式設計與執行；5.修正。

(二) 李謀正（2005）以現場的觀察與團隊合作學習的方式進行電腦樂高教學，觀察其對學童創造力的影響。研究發現：1.電腦樂高課程活動能提供學生極佳的科學過程技能應用環境。透過積木組裝和程式設計課程活動中，培養學生科學過程技能，並在課程活動中不斷的應用、精鍊科學過程技能；2.電腦樂高科學活動課程能提升學生問題解決的能力及創造力。在課程中參與程度愈高，和同儕間的互動愈頻繁，課程活動中居於領導者地位者，那麼創造力的進步幅度愈大；3.電腦樂高課程活動中，學生能應用電腦程式來解決問題。學生應用程式設計來解決問題的歷程為：瞭解問題、擬定解決計劃、分工並實際行動、積木設計與組裝、蒐集資訊、測試除錯。

(三) 洪秋萍（2005）利用社團活動的時間，藉由電腦樂高課程的進行，將學生的創造力引發出來。其研究結論為：1.在合作學習方面：合作學習有助於學生的學習，研究的結果，採合作學習的方式，學生的創造力都進步了，所以在電腦樂高課程的學習上可以採合作學習的方式，幫助學生學習；2.在性別分組方面：不同性別的分組，解決問題的方式不同，功能性角色的出現不同，同時對創造力的進步也不相同，研究顯示，在有男生的組別中，功能性角色的出現及創造力的進步遠大於只有女生的組別，所以在樂高課程的實施中，可以採用不同性別的分組學習方式；3.在功能性角色方面：功能性角色的出現影響到創造力的進步，角色出現的種類或次數愈多，創造力就進步的愈多。

由前述研究結果來看，本研究在課程或教學策略設計時應提供給學生探究、

發現學習的機會，並採分組運作則能收合作學習之成效。

### 三、應用網路課程輔助電腦樂高教學的相關研究

「網路輔助教學」(Internet-assisted Instruction) 是利用網路資訊科技輔助教學，以補傳統教學方法的不足。以下介紹兩位研究者利用傳統電腦樂高課程結合網路教學環境的實施方式，探討其對國小學童問題解決態度與學習動機、成效的影響。

(一) 吳斯茜(2005) 依據學理設計一系列網路輔助電腦樂高課程，採準實驗設計對國小高年級的學童進行十五小時的實驗教學，得到下列結論：1.「網路輔助電腦樂高課程」能夠提升學生問題解決的態度；2.使用「網路輔助電腦樂高課程」與「一般電腦樂高課程」進行教學後，學生的問題解決態度無顯著差異。然而接受「網路輔助電腦樂高課程」教學後的學童，在問題解決態度、問題解決自信、趨避取向及自我控制上的提升程度上，仍較接受「一般電腦樂高課程」教學後之學童高。

(二) 蔡學偉(2004) 建構一個問題導向學習電腦樂高網路輔助教學方法，依此設計教學活動與網站，從原來以教學者為主及輔以學習手冊的傳統教學方法，改為學習者主動探索的問題導向學習網路輔助教學方法。經實驗結果顯示此教學方法在「電腦樂高」課程上實施的結果能提升學習者的學習動機及學習成效。

以上研究得知，運用網路工具來輔助電腦樂高的學習，在問題解決的歷程、態度、與學習動機、成效上有一定的幫助。網路學習在現今的學習已蔚為風潮，討論的不是要不要使用，而是如何使用的問題。研究者認為，Lego Mindstorms 的操作既已需使用個人電腦來撰寫程式，若能結合並開放網路讓學童觀摩他人的作品，應能提升學童的學習成效與激發更多的創作靈感。

### 四、國外應用電腦樂高教學的相關研究

(一) Barnes(2002) 運用 Lego Mindstorms 輔助 Java 程式概念的學習，他認為使用 Lego Mindstorms 的好處包括：1.初學者不需要瞭解內部硬體構造就可以操作；2.Lego Mindstorms 是看得見、可觸摸的實體，Lego Mindstorms 比模擬軟體更有吸引力。

(二) Mosley 和 Kline(2006) 採用專案導向的學習模式，運用 Lego Mindstorms

教導 Pace University of Pleasantville 的學生學習機器人學、電腦程式設計與題解決的技巧。研究中對運用 Lego Mindstorms 於教學中有以下幾點建議：1. 小班教學較為合適；2. 提供開放的實驗室讓學生自由使用操作；3. 學生組裝積木的時間應列入考量，而且設備應提早準備；4. 四人一組較為合適，一人操弄機器人；一人觀察；其餘二人負責設計；5. 給予學生充分時間去理解與操作是重要的；6. 若可能的話，提供其他的延伸套件，以備不時之須。

(三) Shakir Hussain, Jörgen Lindh 和 Ghazi Shukur (2006) 在調查為期一年的樂高訓練成效時，發現國小五年級學生經過訓練後，有助於其數學學業成就；另外，這研究亦發現，學生在操作 LEGO Dacta 機器套件時有不同的學習風格表現，因此，也強調教師在教學時當任整合角色的重要性，並使學生學會使用 LEGO 時進入更高層次的技能。

(四) Gibbon (2007) 採準實驗研究設計，研究對象為 142 位五、六年級的學生，進行為期一周共 10 小時的機器人專案課程 (LEGO Mindstorms Robotics Invention System, RIS)，活動初期依樂高手冊指示建構所指定的機器人後，再由學生依自己的想法建構發明，活動結束後給予學生展示並分享他們的創作。實驗前後施予前後測。研究發現 Lego Mindstorms 對發散性的問題解決具有正面的效果。經常操作 Lego 的兒童在收斂性與發散性的測驗得分中有顯著的提升。再者，五年級的學童比六年級的學童擁有更優越的表現。

綜合上述相關研究，發現在以國小為對象的實驗研究中，受試樣本數皆不多，一方面雖研究的經費有關，一方面也顯現出實驗課程在實施上有一定的難處，學生要學會操作可程式積木令其動作完成一件任務，必先了解 NXT 可程式電腦主機的操作與熟稔電腦程式 NXT-G 的相關指令，傳統積木的操作熟練度也得有一定的基礎才能達到自動化的歷程，所需先備知識之多可見一番。於是本研究在正式活動教學之前，將提供傳統樂高積木的環境給予實驗組學生充裕的時間自由操作，並在實驗活動之空餘時間，開放實驗室給實驗組學童自行練習組裝操弄。

## 第三章 研究方法

依據研究目的及相關理論文獻探討，本研究採準實驗研究法，探討應用 Lego Mindstorms 教學對國小學童問題解決能力與科學態度的影響，並將學童活動前、後在「問題解決能力量表」與「科學態度量表」中的分數進行統計分析，以回答研究問題。本章將對研究設計與架構、研究對象、研究工具、研究假設、研究實施流程、教學活動設計與資料處理等逐一分別說明。

### 第一節 研究設計與架構

本研究主要探討應用 Lego Mindstorms 教學活動對國小學童問題解決能力與科學態度的影響，依據前述文獻探討結果，提出本研究之研究架構，如圖 3-1。



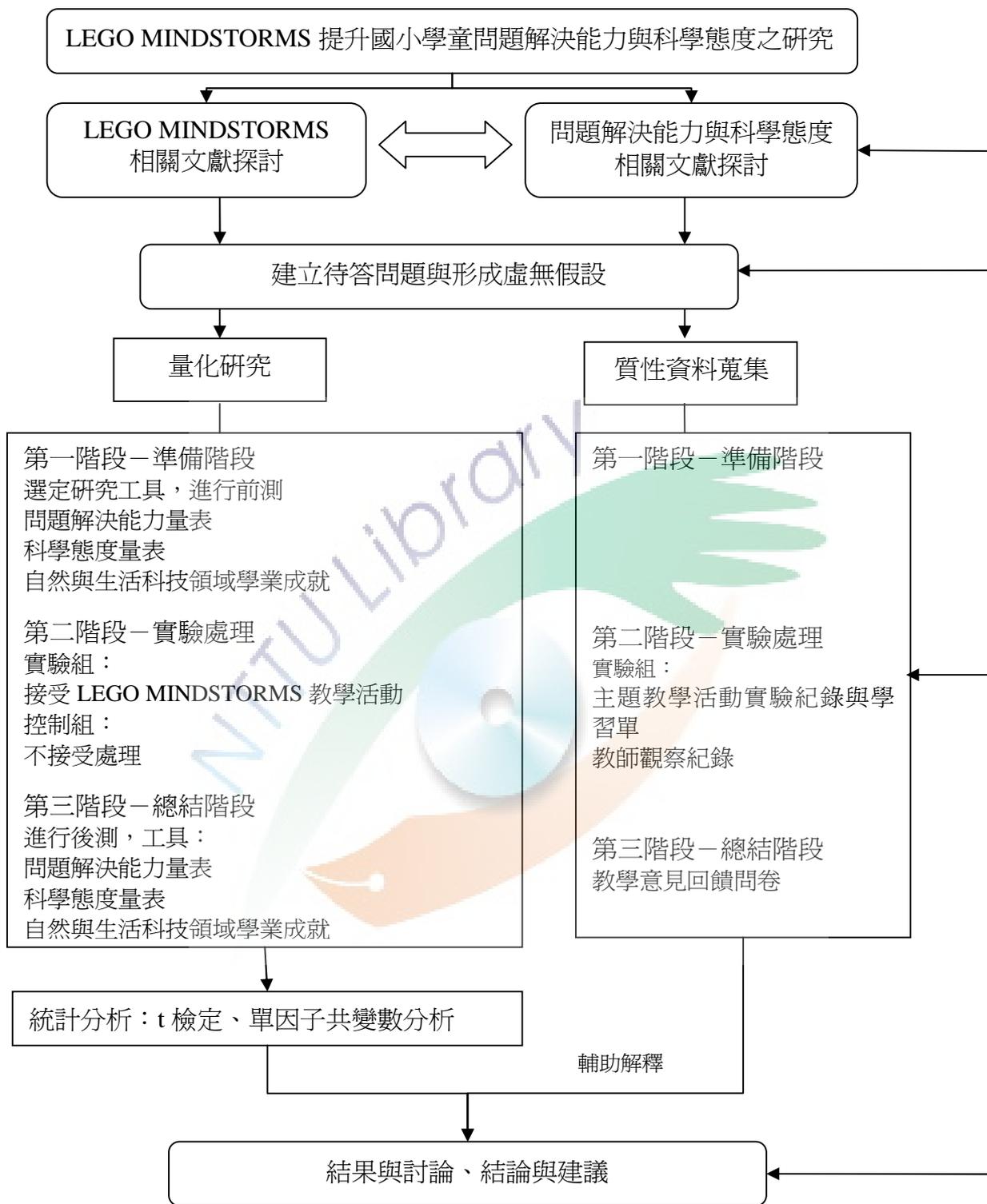


圖 3-1 研究架構圖

本研究採準實驗之前測-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、科學態度與自然與生活科技領域學習成就，依變項得分愈高，表示學童的問題解決能力、科學態度愈佳而自然與生活科技領域獲得好的成就。研究對象採方便取樣，選取本校高年級全部兒童，依受試者之上學年之自然與生活科技學業成就成績與性別將學童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的影響。然在第二章文獻探討得知，影響學童問題解決能力與科學態度除包括性別、學業成就外，尚有其他因素。在無法完全控制無關變項的情況下，故本研究仍依不等組前-後測控制組設計，在實驗之前對各組進行前測，實驗處理後再進行後測。

教學活動採小組合作學習方式進行，依謝建全等人（2004）研究結果之建議採 3 人為一小組，共 7 小組，計 21 人，實驗組與控制組男女生人數總數控制相同，且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」與「科學態度量表」前測，隨後進行為期 15 週的教學活動，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」與「科學態度量表」後測，研究設計如表 3-1 所示。量表於回收後，以 SPSS 軟體進行單因子共變數分析以瞭解實驗對依變項的影響。在教學活動過程中，藉由學生訪談紀錄、現場觀察札記、學習工作單等質性資料來輔助量化資料之不足。控制組於實驗期間未特意進行問題解決相關的教學，並且不給予操作 Lego Mindstorms 機器人套件。

表 3-1 準實驗前後測設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
控制組	O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>

O<sub>1</sub>、O<sub>3</sub>：表示前測，包含問題解決能力與科學態度兩項測驗。

O<sub>2</sub>、O<sub>4</sub>：表示後測，包含問題解決能力、科學態度與自然與生活科技領域學業成就測驗。

X<sub>1</sub>：表示實驗處理，即 Lego Mindstorms 主題教學活動。

本研究以 Lego Mindstorms 主題探究教學為自變項，依據有無接受此主題探究教學活動化分成實驗組與控制組。實驗組依各單元主題的任務，利用教學者提供的基礎教學內容與網路資源，配合問題解決的歷程來解決任務。

本研究以「問題解決能力量表」、「科學態度量表」與自然與生活科技領域學業成就成績為依變項。前兩項的分愈高，表示學生的問題解決能力與科學態度愈正向，反之則愈負向。

## 第二節 研究對象

在進行正式研究之前，研究者以本身任教班級的國小三、四年級學生 18 名做為試探性研究對象，進行實驗方案的預試，進行試驗性教學的主要目的，在於使研究者熟悉整個活動方案的實施程序，並根據實施過程與效果酌量修正活動方案（蔡錦豐、陳嘉彌，2009）。由於本研究囿於實驗器材設備數量、並基於人力、時間與學校行政上的考量，故採方便取樣，選定研究樣本為研究者本身所任教的國小五、六年級學生，男生 18 人、女生 24 人，共 42 名學童，分為實驗組 21 人與控制組 21 人。依據洪秋萍（2005）的研究指出，認為樂高機器人適合不同性別的學童去學習的，因為不同性別的解決問題方式有不同的方法，在小組合作學習方面可考慮採取男女混合編組，有助於團隊學習且解決問題的方式較佳。然而在研究者先期試探性的分組過程中，男、女生混合的組別，由於混合了不同年級的學童，反而造成了學習上的隔閡與孤離，故本研究的分組的方式依學生上學期自然與生活科技領域學習成就成績進行異質分組，依低—中—高分數選樣成一組，一組三人，合計七組，小組內性別一致，各組男、生人數分配如表 3-2 所示。

表 3-2 研究樣本分配表

性別	實驗組	控制組	合計
男生	9	9	18
女生	12	12	24
合計	21	21	42

研究者首先進行變異數同質性的 Levene 檢定分析，結果顯示：實驗組與控制組學生在「問題解決能力量表」上，兩組變異數、離散情形無顯著差異（ $F = 0.41$ ,  $p > .05$ ）；在「科學態度量表」上，兩組變異數、離散情形無顯著差異（ $F = 1.38$ ,  $p > .05$ ）。再以  $t$  檢定分析，表 3-3 數據結果得知，無論「問題解決能力量表」（ $t = 1.74$ ,

$p > .05$ ) 或「科學態度量表」( $t = 1.27, p > .05$ )，實驗組與控制組均無顯著差異存在。所以實驗組與控制組的「問題解決能力」與「科學態度」量表在實驗教學前在統計觀點上並無二致。當兩組的前測分數一致，可說成熟、測驗與工具等主要的影響力已受到控制，將更能肯定所產生的影響為實驗處理所造成。

表 3-3 不同組別在「問題解決能力」與「科學態度」前測 t 檢定摘要表

項目	組別	平均數	標準差	t	p
問題解決能力	實驗組	108.38	12.38	1.74	.090
	控制組	101.29	14.01		
科學態度	實驗組	177.19	19.48	1.27	.211
	控制組	168.43	24.85		

### 第三節 研究工具

為瞭解學生在運用 Lego Mindstorms 創新工具教學活動後，問題解決能力、科學態度與自然與生活科技領域學業成就的改變情形，研究工具以問題解決能力量表、科學態度量表等為主，並參考該學童前、後學期之自然與生活科技領域學業成就成績。另以教學問卷回饋表與課堂工作紀錄學習單等方式取得質性資料以彌補量化研究之不足。茲說明如下：

#### 一、國小問題解決能力量表

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），量表係綜合 Dewey（1910）和 Polya（1957）所提的問題解決步驟所編製而成。量表的內容項目根據九年一貫課程綱要的能力指標而訂。量表擬定之後，請國小五年級的學生先行閱讀，刪去語意不清或是文意過於艱深的題目，再請國小自然科資深教師以及科學教育專家修改，最後形成問題解決能力量表的初稿，共有 40 題，經預試後修訂成整份量表為 30 題。評量實施採團體測驗方式，時間約為 15 分鐘，介紹說明如下：

1. 評分方式：採用 Likert scale 五等第量尺計分，受試者依據自己實際的狀況作答。量表共有 30 題，其中 8、21、24、28 為反向題。正向題依「非常符合」、「符合」、「部分符合」、「不符合」、「非常不符合」順序，分別給予 5 分、4 分、3

分、2 分、1 分；反向題則反向計分。總量表分數愈高表示填答者問題解決能力佳，分數愈低則相反。

2. 信度、效度：信度採用內部一致性 Cronbach  $\alpha$  值來考驗， $\alpha$  值為.849，由此可知此量表的內部一致性頗高。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。另外在構念效度方面，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，建立問題解決力量表的構念效度。

3. 量表向度及題目對照表，如表 3-4。

表 3-4 問題解決力量表向度與題目構念對照表

向度	題目構念	題目內容
問題解決過程 (共 17 題)	提出可探討的問題	11.解決問題之前，我會先思考我所碰到的是哪一種問題？ 12.對於周遭的事物，我常常可以提出問題來發問。
	確定問題性質	2.我知道老師所問的問題，到底要問什麼？ 14.除了問題之外，與問題有關的原因也要了解。 26.我認為在解決問題之前，要先知道問題出在哪裡？
	處理問題、安排工作步驟	16.在解決問題的過程中，我常會收集相關資料。 17.遇到問題需要解決時，我會先思考問題解決的方法與步驟。
	評估－合理、有效	6.我覺得要用一個標準來比較，才能確定所採用的方法是否合適。 22.我認為解決問題時，要比較每一種解決方法所可能產生的後果。
	執行－設計實驗、驗證假設，操作	9.我會設計一些實驗來試試看，能不能將問題解決。 23.我會利用科學的方法，例如「做實驗」，來解決問題。
	批判他人意見	7.我能對別人所想的解決方法，提出問題或建議。 27.對於大家所提出的意見，我可以判斷哪一種解決方法比較適合。
	反省	15.解決問題失敗時，我會再用其他的方法試試看。 29.問題解決之後，我會比較原來所猜想的結果與後來實際結果之間的差別。 30.雖然問題解決了，我還是會去想想看有沒有其他更好的辦法。
	應用	13.我會應用所學到的方法來解決生活中所遇到的問題。

(續後頁)

表 3-4 (接前頁)

向度	題目構念	題目內容
問題解決情意 (共 13 題)	察覺自己也可以處理事情	1.遇到問題時，我相信自己有能力解決。
		4.以前我碰到過問題，而我將它解決了。
	主動參與	25.憑著自己的努力，相信我可以解決所面臨的問題。
		8.遇到問題時，我總是希望別人來幫我解決。
		18.我願意面對問題，想辦法解決。
	分配工作合作完成	24.遇到問題，我會逃避不去理會它。
		10.我會與別人合作，共同來解決問題。
創意思考、能從事自由聯想和腦力激盪的創造活動	19.解決問題時，我能將大家的工作分配好。	
	3.我希望能想出好玩、有創意的方法來解決問題。	
求真求善的精神	20.我可以想出許多種方法來解決問題。	
	5.在解決問題的過程中，我能誠實不做假。	
執行－持續參與	21.解決問題的方法想出來就好，不用認真去執行。	
	28.問題解決的過程中，我常常沒有耐心，半途而廢。	

資料來源：潘怡吟（2002：43-44）。

## 二、國小科學態度量表

本研究係以陳英豪等人（1990）所編製的科學態度量表來評量學生接受本研究實驗處理前後科學態度的改變情形。量表總計六十六題，分成九個主分量表：「彈性」、「客觀性」、「因果關係」、「好奇心」、「批判精神」、「科學認知」、「科學情意」、「科學行爲」與「誠實量表」。上述前五個分量表各有十二題，小計六十題。此六十題亦是後三個領域分量表「科學認知」、「科學情意」與「科學行爲」之題目，分量表與題號之關係如表 3-5 所示。

表 3-5 分量表與題號之關係表

分量表	科學認知	科學情意	科學行爲	題數小計
彈性	1-4	23-26	45-48	12
客觀性	5-8	27-30	49-52	12
因果關係	9-12	31-34	53-56	12
好奇心	13-16	35-38	57-60	12
批判精神	17-20	39-42	61-64	12
小計	20	20	20	60
誠實量表	21[2]、43[12]、44[23]、22[49]、65[38]、66[30]			66

本量表之施測無時間限制，約需 30 分鐘，可採團體或個別施測方式。其中「誠

實量表」包含測謊題六題（第 21、22、43、44、65、66 題為測謊題，與第 2、12、23、30、38、49 題合成作為組型），計分方式採組為單位，將組內兩題得分相減，並取其絕對值。此六組絕對值相加之分數，即為誠實量表得分，其得分若在十二分以上，表示受試者未能符合誠實作答之標準，受試者需重新作答。另外，為驗證受試者反應資料是否真實，此量表設有負向題，計 15 題，題號為：10、12、16、17、18、32、34、38、39、40、84、56、60、61、62。

此量表其隔兩週、隔四週重測信度係數分別為.75 與.72，顯示量表穩定性佳，Cronbach  $\alpha$  係數為.77 ( $p < .01$ )，內部一致性高。效標關聯效度則以「自然科學學業成績」、「教師評定」來考驗同時效度，與學業成績之相關介於 .18 至.35 之間，與「教師評定」的相關介於.227 至.455，二種相關係數共 90 個相關，大部份達顯著水準，而且絕大部份均具邏輯一致性。

量表型式為李克特式 (Likert) 四點量表以總合成績來評量科學態度。答案選項分成「完全相同」、「大部分相同」、「小部份相同」、「完全不相同」四個等級，計分時題目採正負向計分。給分方式如表 3-6 之示例。各分量表所包含題目之得分累加，即為各量表之得分，分數越高表示其科學態度越佳。

表 3-6 科學態度量表給分示例

題 型	完全相同	大部分相同	小部份相同	完全不相同
正向題	4	3	2	1
反向題	1	2	3	4

此量表信度、效度頗佳，而且計分簡便，適用範圍為國小四、五、六年級學生，內容涵括本研究所欲探討的科學態度五層面，故本研究擬以此量表了解學童活動前、後在科學態度上五層面：「彈性」、「客觀性」、「因果關係」、「好奇心」、「批判精神」與三個科學領域「認知」、「情意」、「行為」的改變情形。

### 三、自然與生活科技領域學業成就

本研究在實驗開始之前，透過學校行政單位先行取得兩組學童上學期自然與生活科技領域學業成就成績以為前測成績。在實驗課程結束後，蒐集兩組學生之自然與生活科技領域之第一次定期評量成績為後測。並考量兩班授課教師不同，以致成績評定標準不同，故在統計分析時將得分換成  $T$  分數後再做相關檢定。

### 四、單元教學活動

本教學活動設計為研究者所自編。教學對象為國小高年級學童，課程實施採小組合作學習模式進行，課程前期主要讓學童習得操作 Lego Mindstorms 的基本技巧，以利課程中、後期之主題探究活動進行，課程共分成九個小單元，每個單元依主題大小而決定課程活動節數，然為求實驗效果更為明顯，下課時開放實驗室讓學童自由操弄積木，此部份亦視為課程之延伸部份。活動設計共分為九個單元，單元一至單元七之課程內涵除有 Lego Mindstorms 各項元件之認知學習外，並利用單元所習得之元件做一個延伸的創造、競賽或問題解決之綜合活動，以利學習之遷移；單元八與單元九則為 LBD (Learn by Design) 教學活動，使學童從大型的競賽活動中綜合運用所習得的各項感應元件，並透過合作學習來建構機器人套件。

## 五、文件分析

### (一)Lego Mindstorms 教學意見回饋問卷

本調查表由研究者根據課程內容編製意見調查表，在實驗教學結束之後，由實驗組的學生填寫答案，藉以了解參與教學活動課程學生的意見及看法，當作質的研究分析。本回饋問卷主要的內容著重在對老師教學是否喜歡、對自己學習的是否有喜歡與幫助、與對課程內容的滿意度等三方面進行探討，共計十二題。問卷計分方式採用 Likert 五等第量尺計分，並提供開放式回答部份，來了解學生的想法，在填答時為免學童詞意無法正確代表其內心意涵，故於作答時，測驗者得以進一步輔導幫忙學童填答。回饋問卷表初步擬定之後，經由指導教授修改以求適合國小學生填答。其作答的方式為兩段式答題法，學生先勾選適合的項目並在其後說明勾選的原因。

### (二)主題教學活動實驗紀錄表與學習單

研究者根據各單元的學習活動設計來設計各主題活動實驗紀錄與學習單表。設計之後和指導教授討論其內容可行性，並根據所提供的意見加以修改。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，教學者瞭解學生學習困難之處獎有助於學習之進行，並有助於學童之問題解決能力之增長。

## 第四節 研究假設

依據研究目的、待答問題及相關文獻之探討，本研究提出下列研究假設加以

考驗：

### **一、待答問題一：國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，在「問題解決能力」上是否有差異？**

假設 1-1：在教學實驗活動後，實驗組學童在「問題解決能力」量表之前、後得分無顯著差異。

假設 1-2：在教學實驗活動後，控制組學童在「問題解決能力」量表之前、後得分無顯著差異。

假設 1-3：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「問題解決能力」總得分無顯著差異。

假設 1-4：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「問題解決能力」之「問題解決過程」分量表得分無顯著差異。

假設 1-5：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「問題解決能力」之「問題解決情意」分量表得分無顯著差異。

### **二、待答問題二：國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，在「科學態度」上是否有差異？**

假設 2-1：在教學實驗活動後，實驗組學童在「科學態度量表」前、後得分無顯著差異。

假設 2-2：在教學實驗活動後，控制組學童在「科學態度量表」前、後得分無顯著差異。

假設 2-3：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之總量表得分無顯著差異。

假設 2-4：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「彈性」分量表得分無顯著差異。

假設 2-5：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「客觀」分量表得分無顯著差異。

假設 2-6：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「因果關係」分量表得分無顯著差異。

假設 2-7：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「好奇心」分量表得分無顯著差異。

假設 2-8：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「批判精神」分量表得分無顯著差異。

假設 2-9：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「科學認知」分量表得分無顯著差異。

假設 2-10：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「科學情意」分量表得分無顯著差異。

假設 2-11：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之「科學行為」分量表得分無顯著差異。

### **三、待答問題三：國小學童參與和未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動，其自然與生活科技領域學業成就是否有差異？**

假設 3-1：在教學實驗活動後，實驗組學童在自然與生活科技領域學業成就前、後成績無顯著差異。

假設 3-2：在教學實驗活動後，控制組學童在自然與生活科技領域學業成就前、後成績無顯著差異。

假設 3-3：在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在自然與生活科技領域學業成就成績無顯著差異。

## **第五節 研究流程**

本研究的研究程序分為準備階段、實驗處理階段與總結階段，如圖 3-2 所示，茲依先後順序分別說明如下：

### **一、準備階段**

研究者首先進行相關書籍、雜誌期刊等文獻蒐集與閱讀，決定參與對象與分組方式，接著參考相關教材與教案後進行教學活動教材內容選定與編製。依研究目的，並經文獻探討後選用潘怡吟（2002）所編製「國小問題解決能力量表」與陳英豪等人（1991）所編製的「國小科學態度量表」為本研究之研究工具。最後

撰寫本研究計畫。

## 二、實驗處理階段

本研究在正式選定樣本後，研究者開始著手進行實驗處理，首先依受試者之上學期自然與生活科技領域學業成就成績，採高、中、低學習成就學生隨機選為一組，於實驗教學活動之前一週即對實驗組與控制組進行國小學生「科學態度量表」與「問題解決能力量表」前測工作。

配合學校本位課程，教學活動利用彈性課程、晨間時間進行，每週三節課，分 15 週進行，於每週教學活動結束後，仍開放實驗室提供教學器材給予實驗組學生自由操作 Lego Mindstorms 的機會。全部教學活動完成後立即對實驗組與對照組進行「國小學生科學態度量表」與「國小學童問題解決能力量表」後測。教學活動中進行教學觀察紀錄與令學童完成學習與工作紀錄單以輔助結果之解釋，並於活動後發給學習意見回饋問卷調查，藉以了解學生教學活動過程中，學生學習經驗之感受。

## 三、完成階段

將資料建檔整理後，進行統計分析，並參照相關文獻探討撰寫研究結果與討論，形成結論並提出教學與未來研究的相關建議。

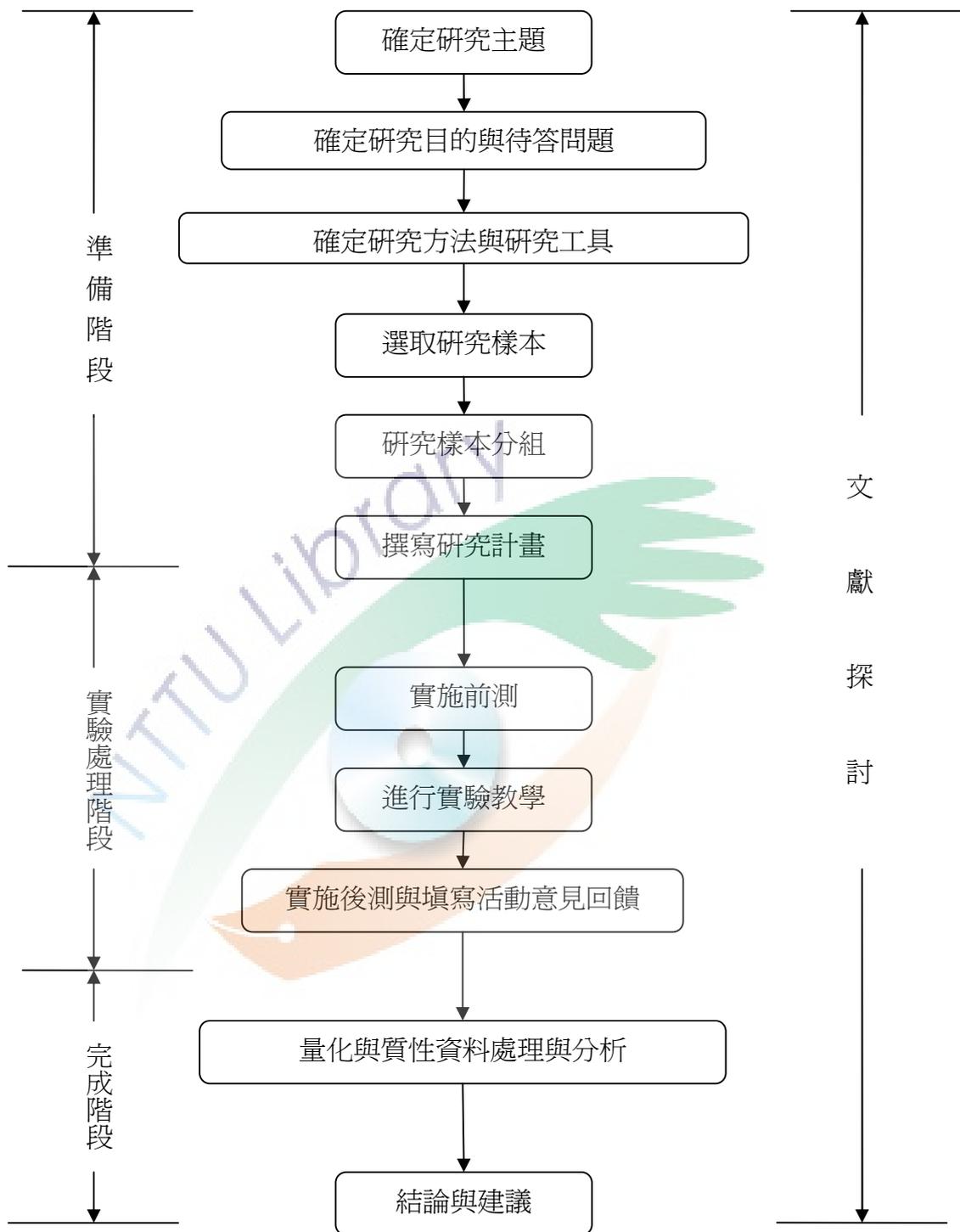


圖 3-2 研究流程圖

## 第六節 教學活動設計

### 一、教學設備與環境

本研究之實驗教學納入學校本位課程，利用彈性時間與晨間時間實施，在實驗室中配有電腦與 NXT-G 程式供學童上機練習，每一組使用一台個人用電腦，作業系統為 Windows XP，學生端可連結上網，以供查詢相關資料用。主要教學設備則為 Lego Mindstorms NXT 9797 機器人套件與輔助延伸套件 9648 型組。

### 二、活動課程內容

研究者參考 Lego Mindstorms 相關書籍、NXT-G 程式軟體所附之學習課程與美國卡耐基美濃大學機器人學院 (Carnegie Mellon University's Robotics Academy) 為 Lego Mindstorms Robots 所研發的課程活動，包含 2009797 "Introduction to Robotics" 教材與挑戰情境設計圖，並參酌吳志緯 (2003)、李謀正 (2005)、洪秋萍 (2005) 與謝健全 (2004) 等人所設計的教學活動後，配合電腦樂高問題解決歷程，設計出以主題探究為主的活動課程。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。教學活動單元課程表，如表 3-7 所示。

表 3-7 教學活動單元課程表

週別	活動單元	時間	學習目標
1	單元一：Lego NXT 與機器人介紹與仿作	120 分鐘	1. 認識 Lego NXT。 2. 能看得懂 Lego NXT 所附之組裝手冊。 3. 能模仿實做手冊的機器人。
2	單元二：積木零件組裝訓練	120 分鐘	1. 能認識並使用 Lego NXT 套件所提供的各式積木的功能與特性。 2. 利用積木來組合穩固的結構體。 3. 運用各式積木的組合完成教學者所提出的問題或任務。

(續後頁)

表 3-7 (接前頁)

週別	活動單元	時間	學習目標
3	單元三：讓機器人動起來	120 分鐘	1.能認識並使用 NXT 主機，知道輸出、入設備元件。 2.能利用 NXT 主機上 RPG 程式控制伺服馬達的轉動。 3.能認識初階 NXT 程式的操作。
4	單元四：機器人與初階電腦程式控制（一）	120 分鐘	1.能認識並熟悉 NXT-G 軟體操作界面。 2.能利用 NXT-G 軟體主機控制伺服馬達精確的轉動。
5	單元五：機器人與初階電腦程式控制（二）	120 分鐘	1.能認識機械結構-齒輪的特性與基本原理。 2.應用 NXT 所附各式齒輪，設計出不同功能的機器人。
6、7	單元六：機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用（一）	240 分鐘	1.能認識並使用 NXT-G 所提供的本基本邏輯語法。 2.能認識 Lego NXT 所提供的感應器，並學會操作應用。 3.應用 NXT-G 基本邏輯語法元件與感應器設計出能解決問題解決的機器人。
8、9	單元七：機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用（二）	240 分鐘	1.能認識並使用 NXT-G 所提供的本基本邏輯語法。 2.能認識 Lego NXT 所提供的感應器，並學會操作應用。 3.應用 NXT-G 基本邏輯語法元件與感應器設計出能解決問題解決的機器人。
10、11、12	單元八：競賽型任務專題製作（一）	360 分鐘	能應用 Lego NXT 所提供的各項積木來解決問題。 能應用 Lego NXT-G 所提供的各項元件設計出解決問題的程式。
13、14、15	單元九：競賽型任務專題製作（二）	360 分鐘	1.能應用 Lego NXT 所提供的各項積木來解決問題。 2.能應用 Lego NXT-G 所提供的各項元件設計出解決問題的程式。

本研究教學單元活動設計為配合國小課程採分科教學的特性，並避免國小學生因長期操作同樣一個主題而失去學習興趣與耐心，所以不考慮採長時間的 PBL 教學模式進行，故本研究活動課程的發展，將參考並依據 LBD 教學模式之學習環境的設計要領與原則（引自施能木，2009）：

1. 真實性（authenticity）：以真實世界中應用為基礎的作業。
2. 為設計活動而擬定的多樣的情境（multiple context）。
3. 讓強制式、鷹架式的作業取得平衡。
4. 對於設計者（學習者）提供豐富、多變的回饋。
5. 討論（discussion）與合作（collaboration）。
6. 實驗（experimentation）與探索（exploration）。
7. 反思（reflection）。

本研究活動課程（教學單元活動設計，見附錄二）進行方式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。

## 第七節 資料蒐集、分析與處理

本節的重點即是希望透過系統的資料蒐集與整理，加上邏輯性的歸納與分析，尋找資料的一致性與相異性之相關型組，本研究主要以量的方式進行資料的處理與分析並輔以質性資料佐證，針對本研究所提出的假設，使用 SPSS 12.0 for Windows 中文版執行統計分析，且本實驗之所有假設考驗之顯著水準均定為.05。

### 一、資料蒐集

本研究以量化分析為主，部份質性資料為輔。蒐集的資料有「問題解決能力量表」、「科學態度量表」與自然與生活科技領域學業成就作為量的分析資料；以「活動學習紀錄單與學習單」與「教學意見回饋表」作為了解學生學習的狀況與學習經驗的感受。

## 二、資料分析與處理

### (一) 量化資料分析

分別將學生的量表作答結果登入電腦建立資料，並以 SPSS 軟體進行統計分析比較。統計分析以前測為共變數，後測為依變項，比較實驗組與控制組在依變項的差異。分析結果首先以描述統計來分析受試者之基本資料與各變項之分配情形後，再以如下統計檢定來比較實驗組與控制組在依變項的差異：

#### 1. 單因子共變數分析

為比較運用 Lego Mindstorms 主題探索教學活動對受試者之影響，研究者採用單因子共變數分析，以各變項「前測」成績為共變數，針對「後測」得分進行共變數分析統計處理，以進行假設之考驗。在進行共變數分析之前，先考驗實驗組與控制組之「組內回歸係數同質性考驗」(homogeneity of within-class regression coefficient)，以確保本研究各資料處理是否適合使用共變數分析。

#### 2. 成對樣本 t 考驗

為比較實驗組與控制組之進步情形，依據「問題解決能力量表」、「科學態度量表」與自然與生活科技領域學業成就之前後測得分進行成對樣本 t 考驗，以檢定實驗前後分數是否達到顯著之差異。

### (二) 質性輔助資料分析

針對學習與作業紀錄單（附錄三）與教學意見回饋問卷（附錄四）進行內容分析，作為了解學生問題解決能力的表現狀況以及教學過程中，學生學習之主觀感受，做為未來教學之建議。

## 第四章 研究結果與討論

本研究旨在探討 Lego Mindstorms 主題探究教學活動對學童問題解決能力、科學態度與自然與生活科技領域學業成就的影響，故根據研究假設，將蒐集的資料加以分析與討論。本章開始先呈現本研究對學童問題解決能力、學童科學態度的變化情形與自然與生活科技領域學業成就的影響，接著再針對學童對本研究的教學活動回饋之問卷進行探討以及根據研究者透過在教學中的觀察與學生的實驗紀錄進行省思。

### 第一節 Lego Mindstorms 對學童問題解決能力的影響

本節主要針對本研究施測的「問題解決能力量表」得分結果進行統計分析與討論。學生在 Lego Mindstorms 教學活動實施之前、後分別填寫「問題解決能力量表」，問題解決能力量表包含了兩個向度，即「問題解決過程」與「問題解決情意」二個分量表。研究結果首先說明兩組組內的前後測得分之描述統計，並利用 t 檢定考驗其在前後測得分上的差異情形；再運用單因子變異數分析來探討實驗組與控制組兩組組間在前後測上得分差異情形，分析結果與討論呈現如下：

#### 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

研究者針對實驗組學生在「問題解決過程」、「問題解決情意」分量表之前後測得分進行相依樣本 t 考驗，考驗結果如表 4-1：

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
	平均數	標準差	平均數	標準差		
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

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。

接著，研究者再針對控制組學生之「問題解決能力量表」之前後測得分之進行相依樣本  $t$  考驗，考驗結果如表 4-2：

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
	平均數	標準差	平均數	標準差		
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 4-2 經由檢定結果得知，在「問題解決過程」( $t = -1.23, p > 0.5$ )、「問題解決情意」( $t = -0.57, p > 0.5$ ) 分量表與總分 ( $t = 1.28, p > 0.5$ ) 之前後測得分差異考驗結果皆未達顯著，這表示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

爲了探討 Lego Mindstorms 主題探究教學對國小高年級學童的問題解決能力之提升是否有影響，研究者依照受試者在「問題解決能力量表」答題的答案，計算其各分量表的總分，再使用 SPSS 12 視窗中文版統計軟體進行計算統計其平均數及標準差，以了解學生在教學前、後平均數及標準差的變化情形，如表 4-3 所示，爲更清楚了解差異情形，故以圖 4-1、圖 4-2 比較各組的前後測得分的高低差異。

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	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
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

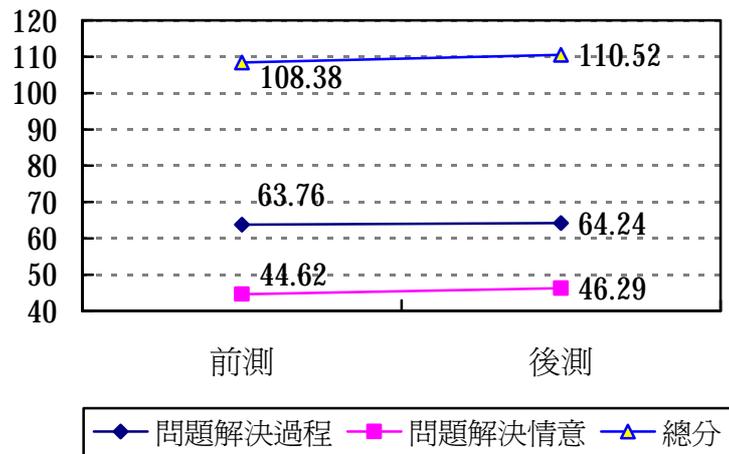


圖 4-1 實驗組「問題解決能力」前後測差異圖

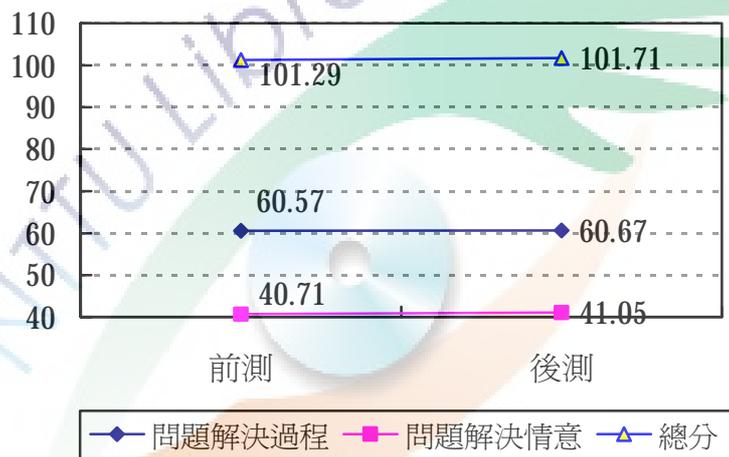


圖 4-2 控制組「問題解決能力」前後測差異圖

由表 4-3 配合圖 4-1 與圖 4-2 得知，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。爲了深入了解經實驗教學活動後，兩組組間的問題解決能力有無顯著差異，則需以學生前測成績爲共變項，學生後測成績爲依變項，組別爲自變項，進行相依樣本單因子共變數分析（one-way ANCOVA）， $\alpha$  值設定爲.05。依據共變數分析的基本假定，在進行單因子共變數分析之前，必須先針對組內迴歸係數同質性加以檢驗，以判定實驗組與控制組是否達成迴歸線之平行，分析結果如表 4-4 所示。

表 4-4 不同組別在「問題解決能力」之迴歸係數同質性考驗摘要表

項目	變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F	p
總分	組間	0.06	1	0.06	0.01	.911
	誤差	183.43	38	4.83		
問題解決過程	組間	0.23	1	0.23	0.20	.664
	誤差	44.68	38	1.18		
問題解決情意	組間	1.79	1	1.80	0.60	.443
	誤差	113.33	38	2.98		

由表 4-4 分別對問題解決能力各分量表與總分進行迴歸係數同質性檢定，結果發現 F 值分別為 0.01、0.20、0.60，其 p 值均大於 .05，表示實驗處理與前測得分無交互作用存在，故可採用前測得分做為共變數，進行共變數分析，並調整其後測之得分。

(一)兩組在「問題解決能力量表」整體表現之共變數分析

依據表 4-4 迴歸係數同質性假定，實驗處理與「問題解決能力」總分之前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，於是進一步進行共變數分析，結果如表 4-5 所示。

表 4-5 不同組別在「問題解決能力」總分之共變數分析

變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	7740.94	1	7740.94	1039.95***	.000
組間（教學活動）	35.58	1	35.58	4.78*	.035
誤差	290.30	39	7.45		

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

表 4-6 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	平均數	標準差	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

由上表 4-5 分析結果得知，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（ $F = 4.78, p < .05$ ）。因此兩組學生在「問題解決能力」總分之後測表現有相當顯著的差異。再由表 4-6 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 ( $M = 105.27$ )。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

根據表 4-4 迴歸係數同質性假定，實驗處理與「問題解決過程」分量表之前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，得以進一步進行共變數分析，結果如表 4-7 所示。

表 4-7 不同組別在「問題解決過程」之共變數分析

變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量(前測)	3647.09	1	3647.09	1491.12***	.000
組間(教學活動)	13.20	1	13.20	5.40*	.026
誤差	95.39	39	2.45		

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

表 4-8 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	平均數	標準差	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

由上表 4-7 分析結果得知，經排除共變量(前測成績)的影響後後，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 4-8 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

根據表 4-4 迴歸係數同質性假定，實驗處理與「問題解決過程」分量表之前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，得以進一步進行共變數分析，結果如表 4-9 所示。

表 4-9 不同組別在「問題解決情意」之共變數分析

變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	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		

\*\*\*  $p < .001$

由上表 4-9 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。

### 三、討論

綜合上述結果，實驗組在「問題解決能力量表」前後測總分考驗達顯著，故拒絕 1-1 之研究虛無假設；控制組在「問題解決能力量表」總分未達顯著，即接受 1-2 之虛無假設。實驗組與控制組學生在「問題解決能力」總分與「問題解決過程」分量表具顯著差異，實驗組得分高於控制組外，在與「問題解決情意」分量表上的得分均無顯著差異，即接受 1-3、1-5，但拒絕 1-4 之虛無假設。各項虛無假設與其考驗結果拒絕與否，列於表 4-10 所示。

表 4-10 待答問題一之虛無假設結果整理

	研究虛無假設	拒絕與否	備註
假設 1-1	在教學實驗活動後，實驗組學童在「問題解決能力」量表之前、後得分無顯著差異。	拒絕	後測得分高於前測得分
假設 1-2	在教學實驗活動後，控制組學童在「問題解決能力」量表之前、後得分無顯著差異。	接受	
假設 1-3	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「問題解決能力」總分得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組得分
假設 1-4	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在問題解決能力之「問題解決過程」分量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組得分
假設 1-5	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在問題解決能力之「問題解決情意」分量表得分無顯著差異。	接受	

由表 4-10 的各假設考驗整理發現：

(一)實驗組在參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後，在「問題解決能力

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，則與李謀正（2005）、吳志緯（2003）的研究發現與本研究相符，兩者研究結果皆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。

## 第二節 Lego Mindstorms 對學童科學態度的影響

本節主要針對本研究施測的「科學態度量表」得分結果進行統計分析。學生在 Lego Mindstorms 教學活動實施前後，各分別填寫「科學態度量表」，所得分數越高，表示其科學態度越好。科學態度量表共分為五個分層面與三個領域，分別為「彈性」、「客觀性」、「因果關係」、「好奇心」、「批判精神」、「科學認知」、「科學情意」與「科學行爲」。研究結果首先說明實驗組與控制組兩組組內之前後測得分之描述統計與相依樣本 t 檢定分析，接著開始採共變數分析檢驗兩組組間在前後測得分上的差異狀況，最後對所得分析結果加以討論。

### 一、兩組組內在「科學態度量表」之前後測分數差異性 t 考驗

研究者首先針對實驗組學生在「科學態度量表」總分與八個分量表之前後測得分進行相依樣本 t 考驗，考驗結果如表 4-11 所示：

表 4-11 實驗組「科學態度量表」前後測t檢定摘要表

項目	前測		後測		t	p
	平均數	標準差	平均數	標準差		
層面						
彈性	36.71	4.45	38.48	5.36	-3.90**	.001
客觀性	38.19	4.93	40.00	5.61	-3.02**	.007
因果關係	32.38	4.47	34.10	4.75	-4.08**	.001
好奇心	36.00	3.89	36.52	5.18	-0.95	.353
批判精神	33.76	5.50	33.43	5.37	-0.75	.461
領域						
科學認知	61.52	6.10	62.48	6.41	-1.49	.151
科學情意	55.43	6.85	58.95	9.42	-4.32***	.000
科學行爲	60.10	7.76	61.10	8.60	-1.78	.090
科學態度總分	177.05	19.33	182.52	22.55	-4.14**	.001

\*\*  $p < .01$  \*\*\*  $p < .001$

由表 4-11分析得知，在實驗活動結束後，實驗組學生在量表總分之前、後差異考驗結果達顯著 ( $t = -4.14, p < .01$ )，且實驗組後測平均得分 ( $M = 182.52$ ) 比前測得分 ( $M = 177.05$ ) 高，亦即表示Lego Mindstorms主題探究實驗活動對實驗組學生的科學態度有顯著提升的效果。在「科學態度量表」各分量表的表現情形中，「彈性」( $t = -3.90, p < .01$ )、「客觀性」( $t = -3.02, p < .01$ )、「因果關係」( $t = -4.08, p < .01$ ) 分量表與「科學情意」( $t = -4.32, p < .001$ ) 領域中之前後測得分差異考驗結果皆達顯著效果，其餘分量表「好奇心」、「批判精神」、「科學認知」與「科學行爲」則否。

接著，研究者再對控制組學生在「科學態度量表」總分與八個分量表之前後測得分進行相依樣本 t 考驗，考驗結果如表 4-12 所示：

表 4-12 控制組「科學態度量表」前後測t檢定摘要表

項目	前測		後測		t	p	
	平均數	標準差	平均數	標準差			
層面	彈性	35.33	5.93	35.29	7.04	0.08	.938
	客觀性	36.00	6.58	36.14	7.24	-0.46	.651
	因果關係	33.19	4.91	33.57	5.54	-1.11	.278
	好奇心	33.71	5.49	32.95	5.56	1.73	.100
	批判精神	30.43	6.38	30.67	5.78	-0.72	.479
領域	科學認知	58.10	6.79	57.52	7.78	0.86	.400
	科學情意	52.19	10.24	53.00	12.02	-1.21	.242
	科學行爲	58.38	8.52	58.10	12.02	0.65	.526
科學態度總分		168.67	24.26	168.62	26.53	0.04	.969

由表 4-12 分析得知，在實驗活動結束後，控制組學生在科學態度量表各分量之後測得分，除「客觀性」、「因果關係」、「批判精神」、「科學情意」有些許上升外，其餘得分略低於前測，然經由 t 檢定結果分析發現，各分量表之 p 值均大於.05，即總分與各分量表之前後測得分皆未達顯著差異，這表示經過一個學期後，未參與實驗之控制組學生的科學態度並未有明顯的改變。

## 二、兩組組間在「科學態度量表」之差異性考驗

爲了解實驗教學活動後，實驗組在「科學態度量表」總分與各分量表是否與控制組有所差異。首先描述兩組前、後平均數及標準差的變化情形，茲將統計分析結果與前、測後比較表列於表 4-13 與表 4-14。

表 4-13 不同組別在「科學態度量表」前後測之敘述統計表

項目	題數	實驗組 (n=21)				控制組 (n=21)			
		前測		後測		前測		後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
五層面									
彈性	12	36.71	4.45	38.48	5.36	35.33	5.93	35.29	7.04
客觀性	12	38.19	4.93	40.00	5.61	36.00	6.58	36.14	7.24
因果關係	12	32.38	4.47	34.10	4.75	33.19	4.90	33.57	5.54
好奇心	12	36.00	3.89	36.52	5.18	33.71	5.49	32.95	5.56
批判精神	12	33.76	5.50	33.43	5.37	30.43	6.38	30.67	5.78
三領域									
科學認知	20	61.52	6.11	62.48	6.41	58.10	6.79	57.52	7.78
科學情意	20	55.43	6.86	58.95	9.42	52.19	10.24	53.00	12.02
科學行爲	20	60.10	7.76	61.10	8.60	58.38	8.52	58.10	12.02
總分	60	177.05	19.33	182.52	22.55	168.67	24.26	168.62	26.53

表 4-14 不同組別在「科學態度量表」前後測差異比較摘要表

項目	前後測比較 (組內比較)		實驗組、控制組比較 (組間比較)	
	實驗組	控制組	前測	後測
彈性	+	-	+	+
客觀性	+	+	+	+
因果關係	+	+	-	+
好奇心	+	-	+	+
批判精神	-	+	+	+
科學認知	+	-	+	+
科學情意	+	+	+	+
科學行爲	+	-	+	+
科學態度總分	+	-	+	+

備註： +：後測高於前測或實驗組高於控制組 -：後測低於前測或實驗組低於控制組

由表 4-13、表 4-14 兩組科學態度量表得分平均值與比較表可以看出：一、在教學活動前，實驗組除「因果關係」分量表的前測分數 ( $M = 32.38$ ) 比控制組 ( $M = 33.19$ ) 略低外，其餘向度皆比控制組高。二、經過 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後，實驗組在科學態度量表之各分量表及總量表上的後測平均分數均高於控制組。三、在前後測得分表現，實驗組除在「批判精神」分量表，後測

低於前測外，其他各分量表及總分上的後測得分均高於前測，亦即實驗組於實驗教學活動後，其科學態度的表現有提高的趨勢。但是以上資料分析結果未能充分解釋兩組之差異情形，需進一步進行共變數分析才能瞭解差異是否達到統計上顯著。

爲了深入了解經實驗教學後，兩組的科學態度有無顯著差異，故以學生前測成績爲共變項，學生後測成績爲依變項，主題探究教學活動爲自變項，進行相依樣本單因子共變數分析 (one-way ANCOVA)， $\alpha$  值設定爲.05。依據共變數分析的基本假定，在進行單因子共變數分析之前，必須先針對組內迴歸係數同質性加以檢驗，以判定實驗組與控制組是否達成迴歸線之平行，分析結果如表 4-15 所示。

表 4-15 不同組別在「科學態度量表」之迴歸係數同質性考驗摘要表

項目	變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
五個層面						
彈性	組間	0.12	1	0.12	0.02	.889
	誤差	228.84	38	6.02		
客觀性	組間	2.44	1	2.44	0.50	.484
	誤差	185.97	38	4.89		
因果關係	組間	2.79	1	2.79	0.89	.352
	誤差	119.38	38	3.14		
好奇心	組間	10.91	1	10.91	2.10	.156
	誤差	197.63	38	5.20		
批判精神	組間	0.26	1	0.26	0.09	.768
	誤差	112.19	38	2.95		
三個領域						
科學認知	組間	5.96	1	5.96	0.65	.426
	誤差	350.12	38	9.21		
科學情意	組間	14.96	1	14.96	1.66	.206
	誤差	343.48	38	9.04		
科學行爲	組間	9.08	1	9.08	1.69	.203
	誤差	205.16	38	5.40		
科學態度總分	組間	15.24	1	15.24	0.50	.485
	誤差	1165.24	38	30.66		

由表 4-15 分別對「科學態度量表」八個分量表與總分進行迴歸係數同質性檢定，結果發現 F 值分別為 0.02、0.50、0.89、2.10、0.09、0.65、1.66、1.69、0.50，其 p 值均大於.05，表示實驗處理與前測得分無交互作用存在，故可採用前測得分做為共變數，進行共變數分析，並調整其後測之得分。

#### (一)兩組在「科學態度量表」總分之得分共變數分析

根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-16 不同組別在「科學態度量表」總分之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	23059.71	1	23059.71	761.83***	.000
組間（教學活動）	225.49	1	225.49	7.45**	.009
誤差	1180.48	39	30.27		

\*\* p < .01 \*\*\* p < .001

表 4-17 不同組別在「科學態度量表」後測總分之調節平均數摘要表

組別	人數	平均數	標準差	調節平均數
實驗組	21	182.52	22.55	177.93
控制組	21	168.62	26.53	173.21

由上表 4-16 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果具有顯著差異（ $F = 7.45, p < .01$ ），再由表 4-17 兩組「科學態度量表」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（ $M = 177.93$ ）高於控制組得分（ $M = 173.21$ ），即表示在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表的整體表現上，實驗組顯著優於控制組。

#### (二)兩組在「科學態度量表」中，彈性分量表得分之共變數分析

本分量表題目包含第 1 ~ 4 題、第 23 ~ 26 題與第 45 ~ 48 題等 12 題，目的是要測量學生是否常有新奇的想法，並嘗試下新的結論，以不尋常的方法使用器材或設計新實驗來做新的思量，而有對答案具懷疑並願意嘗試找出解答。根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-18 不同組別在「科學態度」彈性分量表之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	1338.57	1	1338.57	228.01***	.000
組間（教學活動）	28.64	1	28.64	4.88*	.033
誤差	228.96	39	5.87		

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

表 4-19 不同組別在「科學態度」彈性分量表之調節平均數摘要表

組別	人數	平均數	標準差	調節平均數
實驗組	21	38.48	5.36	37.71
控制組	21	35.29	7.04	36.05

由表 4-18 分析之資料，在排除前測成績的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果具有顯著差異 ( $F = 4.88, p < .05$ )。再由表 4-19 看到，兩組「科學態度量表」彈性分量表得分經由共變數在排除前測影響後之調節後測平均數發現，實驗組後測得分 ( $M = 37.71$ ) 高於控制組 ( $M = 36.05$ )，也就是說 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表之彈性分量表中，實驗組顯著優於控制組。

### (三)兩組在「科學態度量表」中，客觀性分量表得分之共變數分析

本分量表題目包括第 5 ~ 8 題、第 27 ~ 30 題與第 49 ~ 52 題等 12 題。目的為測量學生是否有客觀性，即對一個問題能考慮正面與反面以及可能的解釋；能用數據或圖表告訴別人；能開朗的接受及評估實驗結果或別人的意見與批評；並有實事求是的表現，與承認每個人所知有限。根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-20 不同組別在「科學態度」客觀性分量表之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	1490.16	1	1490.16	308.45***	.000
組間（教學活動）	24.53	1	24.53	5.08*	.030
誤差	188.41	39	4.83		

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

表 4-21 不同組別在「科學態度」客觀性分量表之調節平均數摘要表

組別	人數	平均數	標準差	調節平均數
實驗組	21	40.00	5.61	38.85
控制組	21	36.14	7.24	37.29

由上表 4-20 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果具顯著差異 ( $F = 5.08, p < .05$ )，並經表 4-21，經由共變數排除前測影響後之調節平均數發現，實驗組後測得分 ( $M = 38.85$ ) 較高於控制組 ( $M = 37.29$ )，意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表之客觀性分量表中，實驗組顯著優於控制組。

#### (四)兩組在「科學態度量表」中，因果關係分量表得分之共變數分析

本分量表包括第 9 ~ 12 題、第 31~ 34 題與第 53 ~ 56 題等 12 題，用意在於測量學生能否將零星的科學知識統合為較完整的理論體系，並探詢之間的關係，有探討成因及解釋結果之興趣，並用方法嘗試之，用各種資料的收集或詢問來闡明因果關係。根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-22 不同組別在「科學態度」因果關係分量表之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量 (前測)	942.79	1	942.79	300.98***	.000
組間 (教學活動)	19.32	1	19.32	6.17*	.017
誤差	122.16	39	3.13		

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

表 4-23 不同組別在「科學態度」因果關係分量表之調節平均數摘要表

組別	人數	平均數	標準差	調節平均數
實驗組	21	34.10	4.75	34.51
控制組	21	33.57	5.54	33.15

由上表 4-22 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果具顯著差異 ( $F = 6.17, p < .05$ )，並經表 4-23 共變數排除前測影響後之調節平均數可看出，實驗組後測得分為 ( $M = 34.51$ ) 高於控制組 ( $M = 33.15$ )，意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，實驗組與控制組在科學態度量表之因果關係分量表之得分達顯著差異，且實驗組顯著優於控制組。

#### (五)兩組在「科學態度量表」中，好奇心分量表得分之共變數分析

本分量表題目包括第 13 ~ 16 題、第 35 ~ 38 題與第 57 ~ 60 題等 12 題，為測量學生的好奇心，看看學生對新的觀念不馬上拒絕，並仔細考究其可行性，對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，是否會常常發問。根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-24 不同組別在「科學態度」好奇心分量表之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	947.65	1	947.65	177.23***	.000
組間（教學活動）	15.02	1	15.02	2.81	.102
誤差	208.54	39	5.35		

\*\*\*  $p < .001$

由上表 4-24 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果並無顯著的差異（ $F = 2.81, p > .05$ ），意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表之好奇心分量表中，實驗組與控制組之得分未達顯著差異。

#### (六)兩組在「科學態度量表」中，批判精神分量表得分之共變數分析

包括第 17 ~ 20 題、第 39 ~ 42 題與第 61 ~ 64 題等 12 題。主要在測得學生有沒有『大膽假設，小心求証』的習慣。看看學生是否能根據資料下結論？是否能區辨假說與解釋。能不能對同學所下的結論有矛盾的地方或有疑惑的地方提出批判而具備批判的精神。根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-25 不同組別在「科學態度」批判精神分量表之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	1133.36	1	1133.36	393.08***	.000
組間（教學活動）	0.46	1	0.46	0.16	.693
誤差	112.45	39	2.88		

\*\*\*  $p < .001$

由上表 4-25 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果並無顯著差異（ $F = 0.16, p > .05$ ），意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態

度量表之批判精神分量表中，實驗組與控制組之得分未達顯著差異。

(七)兩組在「科學態度量表」中，科學認知領域得分之共變數分析

根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-26 不同組別在「科學態度」科學認知領域之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量 (前測)	1676.39	1	1676.40	183.61***	.000
組間 (教學活動)	22.42	1	22.42	2.46	.125
誤差	356.09	39	9.13		

\*\*\*  $p < .001$

由上表 4-26 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果並無顯著差異 ( $F = 2.46, p > .05$ )，意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度度量表之科學認知領域中，實驗組與控制組未達顯著差異。

(八)兩組在「科學態度量表」中，科學情意領域得分之共變數分析

根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-27 不同組別在「科學態度」科學情意領域之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量 (前測)	4302.52	1	4302.52	468.15***	.000
組間 (教學活動)	44.59	1	44.59	4.85*	.034
誤差	358.43	39	9.19		

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

表 4-28 不同組別在「科學態度」科學情意領域之調節平均數摘要表

組別	人數	平均數	標準差	調節平均數
實驗組	21	58.95	9.41	57.03
控制組	21	53.00	12.02	54.93

由上表 4-27 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果具有顯著差異 ( $F = 4.85, p < .05$ )，並經表 4-28 共變數排除前測後之調節平均數可看出，實驗組後測得分 ( $M = 57.03$ ) 較高於控制組 ( $M = 54.93$ )，意即在 Lego

Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表之科學情意領域中，實驗組顯著優於控制組。

(九)兩組在「科學態度量表」中，科學行為領域得分之共變數分析

根據表 4-15 迴歸係數同質性假定，實驗處理與前測得分並無交互作用存在，符合了共變數分析的基本假設，故進一步進行共變數分析。

表 4-29 不同組別在「科學態度」科學行為領域之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	2633.39	1	2633.39	479.39***	.000
組間（教學活動）	17.36	1	17.36	3.16	.083
誤差	214.23	39	5.49		

\*\*\*  $p < .001$

由上表 4-29 可發現，在排除前測的影響後，發現實驗組與控制組的後測效果並無顯著差異（ $F = 3.16, p > .05$ ）。意即在 Lego Mindstorms 教學活動後，在科學態度量表之科學行為領域中，實驗組與控制組之得分差異未達顯著差異。

### 三、討論

依據本研究問題二與上述分析結果得知，各項虛無假設拒絕與否之結果，詳見表 4-30 所示。

表 4-30 待答問題二之虛無假設結果整理

	研究虛無假設	拒絕與否	備註
假設 2-1	在教學實驗活動後，實驗組學童在「科學態度量表」前後測得分無顯著差異。	拒絕	後測得分高於前測
假設 2-2	在教學實驗活動後，控制組學童在「科學態度量表」前後測得分無顯著差異。	接受	
假設 2-3	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之總量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組
假設 2-4	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之彈性分量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組
假設 2-5	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之客觀分量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組
假設 2-6	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之因果關係分量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組
假設 2-7	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之好奇心分量表得分無顯著差異。	接受	
假設 2-8	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之批判精神分量表得分無顯著差異。	接受	
假設 2-9	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之科學認知分量表得分無顯著差異。	接受	
假設 2-10	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之科學情意分量表得分無顯著差異。	拒絕	實驗組得分高於控制組
假設 2-11	在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在「科學態度」之科學行為分量表得分無顯著差異。	接受	

綜合上述分析結果與表 4-30 後，整理出以下幾點：

(一)實驗組在參與 Lego Mindstorms 教學活動後，在「科學態度量表」的後測整體表現表現明顯高於前測。

(二)進一步分析實驗組組內在教學活動後各分量表之前後測得分考驗結果，在「彈性」、「客觀性」、「因果關係」與「科學情意」等分量表皆具有顯著差異，其餘分量表則否。

(三)控制組本身在教學活動後之前後測得分考驗結果則全部未達顯著，表示未參與活動之學童於這段期間之科學態度未有明顯不同。

(四)兩組組間差異考驗結果，實驗組在「科學態度」的整體表現明顯高於控制組，此結果與林美菊（2007）、楊志隆（2004）與林義修（2005）等人的研究結果相似，但與阮元斌（2005）之研究結果不同，其研究結果發現運用科學創造性的問題解決活動對學童科學態度並無明顯提升。

(五)進一步探究各分量表發現，在「彈性」、「客觀性」、「因果關係」與「科學情意」等分量表皆與控制組具有顯著差異，並優於控制組。

針對上述之分析結果與相關研究者的異同比較，研究者依據教學活動期間之教室觀察心得與學生學習工作紀錄，探討其可能的原因，茲分述如下：

#### (一)「彈性」分量表結果

「彈性」指的是思想新穎，思考性工作，學生是否常有新奇的想法，以不尋常的方法使用器材或設計新實驗來做新的思量。也就是對任何事物皆能抱持著懷疑的態度。在本研究活動課程以動手做實驗為主，研究者發現，學生經常為了角度、圈數的修正，一直在討論問題的徵結為何，然後嘗試修改機器結構或程式、連結傳輸、上機測試，反覆不已，直到最佳的情況出現方休，研究者以為 **Lego Mindstorms** 提供了一個吸引學生實驗的工具，加上分工合作的小組教學策略，激發學生具創造力的高層次思考，使得學生喜歡上動手做實驗，也因而促成對實驗組學生在「彈性」項目上有顯著的影響。

#### (二)「客觀性」分量表結果

客觀性是指對一個問題要考慮正、反面，對於實驗結果或別人的意見、批評能開朗的接受及評估，並有實事求是的表現。在實驗活動期間，同組的學生在共同討論的過程中，若理解到組員對事物想法若有更好的見解，則在採納後即刻動手修改、組裝原有的機器人去解決所遭遇到困難，因為修改後的機器人有用與否，經由立即的實驗效果便知，導致實驗組學生能逐漸內化對事物的保持「客觀性」的科學態度。

#### (三)「因果關係」分量表結果

因果關係是指將零星的科學知識統合為較完整的理論體系，並探詢之間的關

係；有探討成因及解釋結果之興趣，並用方法嘗試之，用各種資料的收集或詢問來闡明因果關係。研究者認為小組討論的互動模式及氣氛，與活動設計時所採用的規模的適切，使得在活動進行時，學生能在即時的反覆測試中，終於觀察並明白程式的設計與現場環境（明亮、黑線、突起物等）等因素決定了機器人的行走路徑或行爲，如此有助於學生對「因果關係」的態度上有顯著的改變。

#### (四)「好奇心」分量表結果

好奇心是指對新的觀念不馬上拒絕，並仔細考究其可行性，對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。本研究在活動初期，學生對 Lego Mindstorms 此「新奇」的玩具充滿了高度的期待，上課前給予學生自由操作的機會，學生亦非常喜愛無目的、隨意的組合操弄，然隨著課程的進行，從簡單的組合到繁複的程式設計，學生雖不排斥去操作，但活動設計的新奇度也隨時間而漸淡去。究其因，研究者認為在於本研究活動課程的特性使然，無法提供各式各樣的事物吸引並維持學生的目光，一直圍繞在物理、數學特性爲主的主題探，若能設計出跨領域的主題，如節能環保設計或創意主題活動設計等，或能使學童更感興趣去探究。再者，在教學過程觀察中，女生對於像 Lego Mindstorms 這種類似男生在玩的「機器人」玩具也自我抱持著性別刻板印象，導致實驗組在「好奇心」分量表得分無法顯著提升，這點也與洪秋萍（2005）對性別的探討較不相符，該研究發現樂高機器人是適合不同性別的學童去學習的。

#### (五)「批判精神」分量表結果

批判精神是指學生是否能根據決定下結論，並能區便假說與解釋。「大膽假設，小心求證」的習慣；對同學所下結論的矛盾能指出不相符合之處。導致此次研究「批判精神」的態度無法顯著之因，研究者以爲在課程設計的各單元中，學生少有充分發表其見解之機會，況且小組內若有不同的意見，通常少有反思求證而採用直接實證的方法馬上修改、測試，於是故，學生對於需藉由蒐集、整理、應用等過程的批判活動也就無法明顯提升。

#### (六)「科學認知」領域分量表結果

科學認知是指學生對於某一特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人物）或其有直接或間接關係之事與物，基於舊經驗所產生的認識與信念，因而影響學生之行爲表現的知識系統之結構，在從事科學活動中所表現對科學態度的瞭解，簡而言之，就是對科學領域上所包含之事物的理解與看法。本研究結果顯示

實驗組學生在「科學認知」領域上並未優於控制組，歸其因，研究者認為實驗組學生在進行學習活動期間，從學習 Lego Mindstorms 的組件開始到圖形化的簡易程式設計，雖能解決教學活動中所設定的問題情境，然在科學的認知上則過於特定，導致無法類化廣泛的「科學認知」領域上。

#### (七)「科學情意」領域分量表結果

科學情意指的是學生對於某一特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人物）或其有直接或間接關係之事與物，基於感官的學習經驗所產生之喜好與價值化判斷，因而影響學生行為表現的價值系統統稱。本研究結果顯示實驗組學生在「科學情意」領域上並優於控制組。實驗組學生透過對 Lego Mindstorms 的操作，在學習、討論的過程中，明顯對科學上的實驗方法感興趣，學習合作、尊重他人的意見與漸漸喜好科學，並基於自身的感覺與喜好做出正向的價值判斷，「相信」也「願意」去化為實際的科學行動，故實驗組學生對「科學情意」有所相當程度的認同內化與提升。

#### (八)「科學行為」領域分量表結果

科學行為是指學生對於某一特定對象（科學家、科學本質、科學方法、其他人物）或其有直接或間接關係之事與物，由科學認知與科學情意兩者因素影響而表現在科學活動的實際行動稱之。依據本研究結果顯示，本研究未能提升實驗組學生在「科學行為」領域上的積極表現，這點與阮元斌（2005）的研究結果不同，其研究是針對國小六年級學生實施科學創造性問題解決活動，發現在「科學行為」層面上有顯著提升。然而本研究的課程進行大部份讓學生投入動手做的實驗操作中，卻對於學習的「科學行為」無法提升，究其原因，研究者認為與 Lego Mindstorms 的工具特性加上單元式的競賽活動有關，學生未能仔細觀察實驗結果的缺失，就急於修改程式後再上場演練以便爭取好成績，雖然最後能完成任務，卻無法去追根究柢，了解背後真正影響結果最真正的因素，是故本研究的科學活動雖有落實在問題解決的情境實驗場域中，卻未看到提升「科學行為」的具體成效，殊為可惜。

### 第三節 Lego Mindstorms 對國小自然科技領域的影響

本節主要針對學童自然與生活科技領域學業成就得分進行統計分析。前測成

績為受試者上學期之自然與生活科技領域學業成就得分，後測成績為受試者在本研究實驗活動結束後，第一次的自然與生活科技定期評量得分。研究結果首先說明實驗組與控制組之前後測得分之描述統計；接著開始探討實驗組與控制組兩者本身在前後測上得分的差異情形，最後檢驗兩組組間在前後測得分上的差異情形，茲說明如下：

### 一、自然與生活科技領域學業成就前後測得分 T 分數之描述統計

本研究於實驗活動前，透過研究對象之學校相關處室取得實驗組與控制組學生九十六學年度下學期之自然與生活科技領域學業成就成績，並於實驗教學後，取得九十七學年度下學期第一次定期評量成績當成依變項。為避免各班教師的評分標準不一致，故學業成績先以班級為單位轉化成標準 T 分數，並排除控制組一位極端值後，再進行統計檢定。茲將統計分析結果，列於表 4-31。

表 4-31 不同組別在自然與生活科技領域前後測 T 分數敘述統計表

實驗組				控制組			
前測		後測		前測		後測	
平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
50.28	6.19	52.63	6.40	49.97	7.75	49.51	8.88

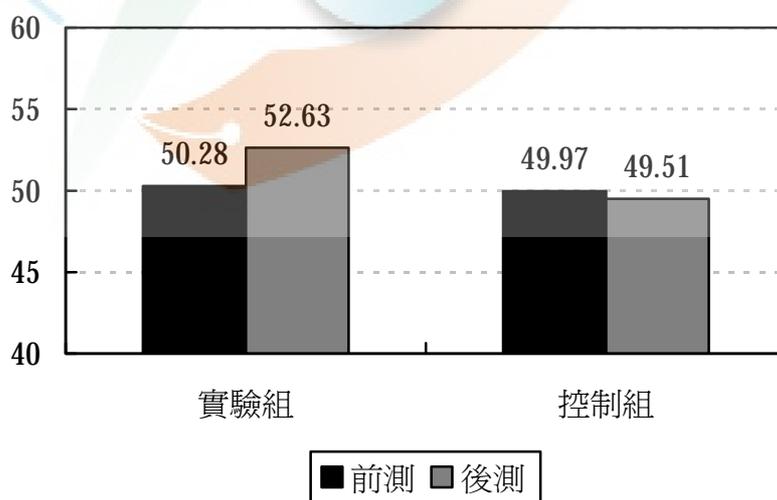


圖 4-3 自然與生活科技領域學業成就組間前後測比較圖

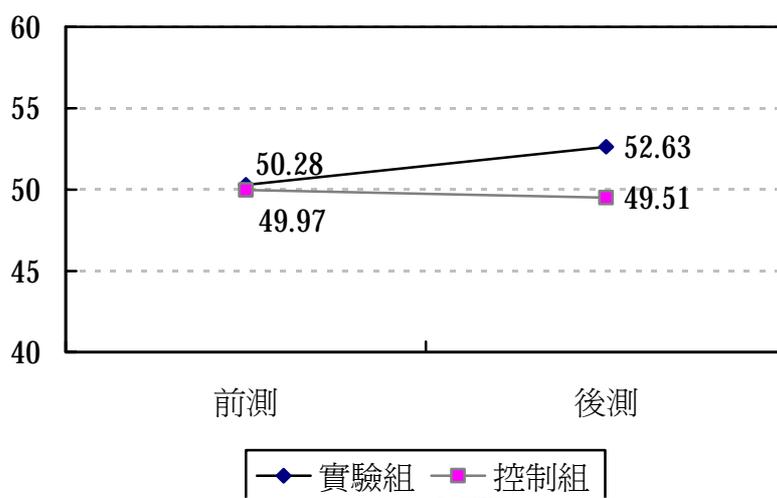


圖 4-4 自然與生活科技領域學業成就組內前後測比較圖

由表 4-31 所列出兩組在自然與生活科技領域學業成就前後測之平均數與標準差，並配合圖 4-1 與 4-2 可知，在前後測成績比較中，實驗組前測得分 ( $M = 50.28$ ) 與控制組前測得分 ( $M = 49.97$ ) 差異不大，但在教學活動結束後，實驗組的後測得分 ( $M = 52.63$ ) 則較高於控制組得分 ( $M = 49.51$ )。若以組內前後測得分比較分析，實驗組後測得分亦高於前測得分，然而控制組後測得分卻略低於前測得分。雖然以上描述統計結果實驗組優於控制組得分，然而兩組之差異情形是否到達統計上的顯著效果，需進一步進行共變數分析才能瞭解差異情形是否達到顯著。

## 二、兩組組內在自然與生活科技領域學業成就前後測分數差異性 t 考驗

研究者針對實驗組學生在自然與生活科技領域學業成就之前後測分數進行相依樣本 t 考驗，考驗結果如下：

表 4-32 實驗組自然與生活科技領域前後測之相依樣本 t 檢定摘要表

前測		後測		t	p
平均數	標準差	平均數	標準差		
50.28	6.19	52.63	6.40	-2.56*	.019

\*  $p < .05$

由表 4-32 分析得知，實驗組學生在自然與生活科技領域學業成就前後測得分之差異考驗結果達顯著差異 ( $t = -2.56, p < .05$ )，且從樣本平均數大小可以看出，後測得分 ( $M = 52.63$ ) 高於前測得分 ( $M = 50.28$ )，表示參與 Lego Mindstorms 主

題探究教學活動的學生在實驗教學活動結束後於自然與生活科技領域學業成就有顯著的進步。

研究者再針對控制組學生在自然與生活科技領域學業成就之前後測分數進行相依樣本 t 考驗，考驗結果如下：

表 4-33 控制組自然與生活科技領域前後測之相依樣本 t 檢定摘要表

前測		後測		t	p
平均數	標準差	平均數	標準差		
49.97	7.75	49.51	8.88	0.37	.719

由表 4-33 分析得知，控制組學生在自然與生活科技領域學業成就後測平均成績略低於前測得分，有下滑的跡象，但前後測得分差異考驗結果並未達顯著 ( $t = 0.37, p > .05$ )。即未參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動的學生在實驗教學活動結束後於自然與生活科技領域學業成就之前後測得分並無顯著不同。

### 三、兩組組間在自然與生活科技領域學業成就之差異性考驗

爲了深入了解經實驗教學後，不同組別在自然與生活科技領域學業成就有無顯著差異，故以學生前測成績爲共變項，學生後測成績爲依變項，依有無參與教學活動分組之組別爲自變項，進行相依樣本單因子共變數分析 (one-way ANCOVA)， $\alpha$  值設定爲.05。依據共變數分析的基本假定，在進行單因子共變數分析之前，必須先針對組內迴歸係數同質性加以檢驗，以判定實驗組與控制組是否達成迴歸線之平行，分析結果如表 4-34 所示。

表 4-34 不同組別在自然與生活科技領域之迴歸係數同質性考驗摘要表

變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F	p
組間	3.78	1	3.78	0.16	.696
誤差	904.22	37	24.44		

由表 4-34 即對自然與生活科技領域學業成就進行迴歸係數同質性檢定，結果發現 F 值爲 0.65，p 值大於.05 未達顯著標準，表示實驗處理與前測得分無交互作用存在，故可採用前測得分做爲共變數，進行共變數分析，並調整其後測之得分。

表 4-35 不同組別在自然與生活科技領域之共變數分析

變異來源	型III平方和	自由度	平均平方和	F	p
共變量（前測）	1407.95	1	1407.95	58.92***	.000
組間（教學活動）	83.04	1	83.04	3.48	.070
誤差	908.00	38	23.90		

\*\*\* p < .001

表 4-35 為兩組學生在自然與生活科技領域學業成就之單因子共變數分析摘要，在排除共變項（前測）的影響後，實驗組和控制組學生在後測成績的差異並未達到顯著（ $F = 3.48, p > .05$ ），因此實驗組與控制組自然與生活科技領域學業成就不因實驗教學活動而有顯著差異存在。

綜合以上共變數分析結果可知，實驗組與控制組在自然與生活科技領域學業成就得分並無顯著差異，然而在組內前後測平均數考驗上，實驗組學生在參與實驗活動後，其後測得分明顯優於前測得分，控制組則否。

#### 四、討論

綜合上述分析，依據本研究問題三與上述分析結果得知，各項虛無假設拒絕與否之結果，詳見表 4-36 所示。

表 4-36 待答問題三之虛無假設結果整理

研究虛無假設	拒絕與否	備註
假設 3-1 在教學實驗活動後，實驗組學童在自然與生活科技領域學業成就前、後成績無顯著差異。	拒絕	後測得分高於前測
假設 3-2 在教學實驗活動後，控制組學童在自然與生活科技領域學業成就前、後成績無顯著差異。	接受	
假設 3-3 在教學實驗活動後，實驗組和控制組學童在自然與生活科技領域學業成就成績無顯著差異。	接受	

國內學者陳英豪等人（1991）的研究結果發現國小學生的自然科學業成就和科學態度呈現正相關。相對於本研究而言，本研究對學生科學態度的整體表現具顯著的影響，在自然科成就上雖兩組沒有統計上顯著性的差異，但確實對實驗組的自然科成績有所顯著提升。另與林智皓（2007）的研究則相類似，該研究發現，利用樂高玩具進行動手做實驗教學活動後，參與和未參與教學活動之學生在自然與生活科技領域定期評量之平均分數並未有顯著差異，並探討其原因可能與該學

科在國小總學習領域所佔分量不多與實驗教學課程屬性有關。針對上述研究假設無法全部拒絕之原因，研究者從下面幾個觀點提出討論：

(一) 本研究透過 Lego Mindstorms 創新工具的操作，主要用來探討對學生科學態度與問題解決能力的變化情形，課程的內容設計較偏向物理特性的認知理解與操作與科技工具的使用，研究者即假設與學童於學校所學的自然與生活科技具有相關性，然而國小學童在高年級階段所接觸的自然科學課程包含廣泛，而生活科技的應用僅是課程的一小部份，於是對於自然科學能力的影響也就消弱不少，造成本研究無法看出實驗組與控制組較明顯之差異。

(二) 本研究發現實驗組後測成績顯著優於前測成績。這與 Shaker Hussain et al. (2006) 在課堂上運用 Lego Dacta 組件來進行相關學習的研究相類似，該研究發現參與該課程的學童無論在數學、科技學習領域都有明顯的提升。本研究採用 Lego Mindstorms 並配合主題探究教學活動課程，實驗組學生在解決任一主題時，往往需用到如觀察、測量、假設、推論與實驗等技巧，也因學生在使用科學過程技能的同時，學生在科學行為的表現得以擴展與內化，並遷移至需用到相同技巧的學科領域中，如數學與自然科學領域，因此造成學生在為期一學期的機器人課程後，自然與生活科技學習表現有顯著的進步。

(三) 若能採科技融入教學的方式於學童正進行的自然與生活科技課程中，則不僅科學行為與情意可有效遷移，在學科知識的認知亦可得到增強，如此應可在實驗組與控制組兩者間看到顯著的差異。

## 第四節 回饋與省思

此節分為兩個部份，第一部份先探討學生填寫的機器人教學意見回饋單中的內容來了解學生對本研究所進行的課程的反應，第二部份整理研究者（即教學者）在研究過程中，遇到許多的困難以及研究者認為可以改進加強的部份，茲說明如下。

### 一、Lego Mindstorms 教學意見回饋表

為深入了解參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動學生對整個課程學習經驗的感受，在實驗課程結束後，由實驗組學生填寫教學回饋問卷，問卷內容分為三個向度，分別是「對老師教學」、「對自己學習」與「對課程內容」的滿意度，

共有 12 題，每題除了有五個選項外，再提供開放性的部份請學生回答其理由，以利深入了解整個活動對學生的影響，以作為質性部份的分析。

#### (一) 學生對老師教學的滿意度

由下表 4-37 可知：很同意及同意老師上課教學所使用的方式各有 19 位與 2 位學生，為實驗組全體之人數。分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生喜歡老師上課教學方式的原因有如下：

1. 老師為人風趣、愛說笑，但很認真的教導我們。
2. 覺得很有趣、又好玩。
3. 可以學到很多新的知識。
4. 讓我覺得很快樂。

表 4-37 學生對教師於課堂使用的教學方式滿意度之反應情形

題 目	一、我喜歡老師上機器人課程活動時所使用的教學方式。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	0	0	2	19
百分比	0%	0%	0%	9%	91%

由下表 4-38 可知：很同意及同意上課時，喜歡老師讓我們發現去發現問題，動手去解決問題。教學所使用的方式各有 16 位與 3 位學生，共計 91 %，超過實驗組全體之人數之半數。分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生喜歡老師使用此教學方法有如下的原因：

1. 老師會先暗示關鍵處，如果還不會，才會講解給我們聽。
2. 要讓我們動動腦。
3. 動手做才會進步。
4. 發現問題後，才能知道如何改進。

表 4-38 學生對教師於課堂讓自已動手做滿意度之反應情形

題 目	二、上機器人課程活動時，我喜歡老師讓我們自己去發現問題，動手去解決問題的方法。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	0	2	3	16
百分比	0%	0%	9%	14%	77%

由下表 4-39 可知：很同意及同意上課時，老師讓學生有更多的思考的機會各有 15 位與 3 位學生，共計 86 %，超過實驗組全體之人數之半數。分析問卷之開放性填答內容部份，歸納出學生覺得上課時有更多思考的機會的原因如下：

1. 老師會讓我們自己嘗試去解決問題。
2. 因為老師希望我們動動腦。
3. 想通了之後，會覺得有成就感。

表 4-39 學生對教師於課堂讓自己有更多思考機會滿意度之反應情形

題 目	三、上機器人課程活動時，老師讓我有更多的思考的機會。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	0	3	3	15
百分比	0%	0%	14%	14%	72%

#### (二) 學生對自己學習的滿意度

由下表 4-40 可知：很同意及同意上課時，擔心意見不正確而不敢說出來的學生各有 1 位與 3 位學生，共計 28 %，未超過實驗組半數之人數。分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生擔心意見不正確而不敢說出來的原因有如下：

1. 怕別人笑。
2. 怕答案是錯的。

表 4-40 學生於課程中表達自己意見滿意度之反應情形

題 目	四、上機器人課程活動時，我常常擔心自己的意見不正確而不敢說出來。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	6	11	0	3	1
百分比	19%	53%	0%	14%	4%

由下表 4-41 可知：很同意及同意上機器人課程活動時，能順利地的程式設計任務，解決問題各有 10 位與 8 位學生，共計 85 %，超過實驗組半數之人數。分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生能順利地的程式設計任務的原因有如下：

1. 摸了幾次已經知道其中的功能了。
2. 參考別人的走法後，慢慢想出來的。
3. 不會的時候，我們會一起再討論。

表 4-41 學生使用程式設計完成任務滿意度之反應情形

題 目	五、上機器人課程活動時，老師要我們設計程式，我最後總是能順利地的完成任務，解決問題。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	1	2	0	10	8
百分比	5%	10%	0%	47%	38%

由下表 4-42 可知：很同意及同意上機器人課程活動時，我能和同學合作學習。各有 4 位與 16 位學生，共計 87 %，超過實驗組半數之人數。

分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生能和同學合作學習的原因如下：

1. 大家才可以分工合作。
2. 不會的部份，同學會教我。
3. 可以聽聽別人的意見與作法，也許值得學習。

而填答不同意的學生，其原因是「其他的同學都說沒意見」。

表 4-42 學生對合作學習教學模式滿意度之反應情形

題 目	六、上機器人課程活動時，我能和同學合作學習。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	1	2	4	14
百分比	0%	4%	9%	21%	66%

由下表 4-43 可知：很同意及同意上機器人課程活動時，喜歡主動思考問題並尋求解答的學生各有 8 位與 10 位學生，共計 87 %，超過實驗組半數之人數。分析問卷之開放性填答內容，歸納出學生喜歡主動思考問題並尋求解答者的有如下：

1. 因為我要找到答案。
2. 不思考就做不出像樣的東西來。
3. 我想要第一個過關。

表 4-43 學生對上課主動思考之與尋求解答滿意度之反應情形

題 目	七、上機器人課程活動時，我喜歡主動思考問題並尋求解答。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	1	2	8	10
百分比	0%	4%	9%	40%	47%

由下表 4-44 可知：很同意及同意上機器人課程活動過程中，覺得有參與感的學生各有 8 位與 12 位學生，超過半數。分析問卷之內容，歸納出學生覺得有參與感的原因如下：

1. 我做了很多東西。
2. 我有和同學一起組裝。
3. 從頭到尾，我都有做。

表 4-44 學生在參與感滿意度之反應情形

題 目	八、上機器人課程活動時，我覺得有參與感。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	1	0	8	12
百分比	0%	4%	0%	39%	57%

### (三) 學生對課程內容的滿意度

由表 4-45 可知：很同意及同意去觀察、發現問題是一件有趣的事的學生各有 8 位與 12 位學生，佔 95%，超過半數。分析問卷之內容，歸納出學生覺得有趣的原因如下：

1. 當我知道問題發生在那裡時，我會很快樂。
2. 如果我是第一個知道問題的所在，我會很有榮譽感。
3. 好像在玩遊戲。

表 4-45 學生認同觀察、發現問題之教學內容滿意度之反應情形

題 目	九、上機器人課程活動時，老師讓我們去觀察、發現問題是一件有趣的事。				
選 項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次 數	0	0	1	8	12
百分比	0%	0%	5%	38%	57%

由表 4-46 可知：很同意及同意課程中能持續使用小組討論、合作學習的方式學習的學生各有 8 位與 10 位學生，佔 86%，超過半數。分析問卷之內容，歸納出學生希望繼續使用的原因如下：

1. 可以知道別人的想法。
2. 知道自已的缺點。
3. 合作才能完成快速完成任務。
4. 每個人會的東西不一樣，可以互相幫忙。

表 4-46 學生認同合作學習應用於其他課程滿意度之反應情形

題目	十、我希望其他的課程也能使用小組討論、合作學習的方式學習。				
選項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次數	0	1	2	10	8
百分比	0%	5%	9%	48%	38%

由表 4-47 可知：很同意及同意課程中所學到的科學知識、技能是有用的學生各有 8 位與 10 位學生，佔 86%，超過半數。分析問卷之內容，歸納出學生認為有用的原因如下：

1. 做了許多不同功能的機器人。
2. 讓我知道角度、圈數的計算。
3. 我會用心去思考一件事。
4. 讓我做事情更細心、用心去觀察。

表 4-47 學生對科學上之知識與技能課程滿意度之反應情形

題目	十一、上機器人課程活動時，讓我學到科學上有用的知識與技能。				
選項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次數	0	1	2	10	8
百分比	0%	5%	9%	48%	38%

由表 4-48 可知：很同意及同意期待下次的機器人課程的學生各有 7 位與 8 位學生，佔 71%，超過半數。分析問卷之內容，歸納出學生期待下次機器人課程的原因如下：

1. 很想挑戰下次的任務。
2. 覺得每次都很好玩、很有趣。
3. 很好奇下次要做什麼機器人。

表 4-48 學生對機器人課程期待滿意度之反應情形

題目	十二、上機器人課程活動後，讓我很期待下一次的機器人課程。				
選項	很不同意	不同意	部份同意	同意	很同意
次數	0	1	5	8	7
百分比	0%	5%	24%	38%	33%

以上學生在填答過程中，有些提問中學生並無法說出心中確切的感覺，須在填答時加以解釋引導，給予選擇性的提示後，才能似有所悟的動筆寫出來，研究者認為這與學生不善於表達的人格特質或少有類似開放式的填答型式的經驗有關，若能將開放式題目設計成選擇題型，或能有助於學童表達內心的真實感覺。總結上述的分析內容，實驗組學生對於「對老師教學的滿意度」、「對自己學習的滿意度」、「對課程內容的滿意度」均為正向反應，顯示出合作學習、小組討論與探究的學習模式在課程中發揮應有的功效。

## 二、研究省思

本研究的中的課程教學者即為研究者，在整個研究過程中，雖然看到學生在學習上的愉悅與知識上的增長、進步，然在活動實施上也遇到許多的困難與研究者認為可以在往後教學再改進加強的部份。以下即研究者在教學前、中、後針對此次在課程活動所遇到的困難加以分析與討論。

### (一)在課程安排進度方面

機器人課程對教師與學生而言，皆是前所未有的挑戰。第一次接觸 Lego 的學生，心中是充滿好奇與喜悅的，每位學生都迫不及待的想要去操作與組合積木，因為這東西對他們而言，就是玩具。

然而在課程的挑戰上，學生常因為難度過高，學童的學習動機也就降低不少。於是適時修改課程內容，調整任務的難度或分段實施，並給予更多的提示，而提高了學習興趣，達到學習的成效。故單元活動原本準備很多，到真正教學時，反而隨著學生的反應而在教學過程中適時修改了單元內容，不過課程還是以能引起學童學習興趣為原則，如此才能達到教學之成效。再者，學生學習興趣漸漸低落，可能的因素除了任務所需要的技巧與技能提高外，學童對機器人好奇心也隨課程進行的次數而遞減，故研究者在活動中，亦適時的給予學生實質的鼓勵（加分、獎品等），並對學童的操作表現多持肯定的態度，學童學習的成效便有加分的效果。

## (二)學童的先備知識方面

進行探究教學，學生的先備知識很重要。在本次的研究中，學童雖已經對電腦有一定的基本素養，但平時少有操作電腦的機會，加上全英文界面的 Lego NXT-G 程式操作界面，學生經歷了很長的一段時間，才能進入狀況，有些能力不及的學生，在操作時，就必須靠同儕的幫忙始能完成。

在教學的過程之初，學童常不知如何把內心的想法轉化成電腦程式來實現。所以除了教學過程中，花費時間在程式的教導上是必要的，而且比想像的時間還要長，所以常延誤了教學進度，所幸在教學活動中期，學童已步入軌道，學童也能獨立學習了。

## (三)在學生主動探究方面

在學生的學習經驗中，在自然科學領域上的學習一直以來就是採以課本為主的傳統教學活動，問題就在課本上，學生只要找出課本上的問題答案就算學習，過去的經驗是如此，學生已經習慣了。他們少有發現問題的能力，更缺乏解決問題的能力和自主學習的技巧，無法承擔自己學習的責任。在本次的研究中，在教學初期，學生以模仿操作為主，尚可應付課程所交付的任務，但在競賽型的活動上，學童尚未習慣合作學習、主動發現探究，對於問題的徵結或設計實驗的方法都缺乏自主性，若不是不知所措，就是一直來詢問研究者該如何做？或者希望老師幫他們解決所遇到的困難，然而問題本來就無固定的解決方法，學生卻一直希望老師給予統一的答案。探究其原因，學童已經適應傳統的教學活動了。因為在探究學習中，教師的角色在於從旁協助引導，一切學習由學童主動探究為原則，當學童來詢問研究者該如何用什麼方法解決問題時，通常研究者會引導學生先說說看最重要問題是什麼，再請學生試試看自己的方法，或者只是建議他們可以先觀察別組的做法，再來思考自己解決方法能否比別組更好，總之，不幫他們做任何決定。經過幾次任務的學習後，也證明各組學童最後都能將探究問題時所獲得的知識概念，應用在 Lego Mindstorms 的操作上，最後，各組總能先後不一的解決問題，完成任務。

## (四)在合作學習方面

應用合作學習來提升問題解決能力與科學態度是本研究所採用的教學策略之一。在學童學習的過程中，必須與同學分工合作，才能有效率完成每一個主題探究學習任務。但在學生的認知上，學童雖知道應分工合作才能有效率的完成任務，

但事實上卻不知道該如何正確的與同學合作去完成一件事，所以在教學觀察中，會看到有些組別，雖小組成員皆有能力勝任，卻因意見不合，而只一人主導全部的設計操作；也有在討論時爭論不休的情形發生，雖最後能考量任務優先完成為重，但有些學生因做出的組件不被接受而心情受到影響。雖然隨著活動時間的進行，各組學童漸漸懂得合作技巧，也有組間相互幫忙，然而教學活動已到了後期。所以在活動之初，如何使非自願同一組且異質的學生能有效分工合作學習、完成任務，值得下一次相關研究中進一步探討。



## 第五章 結論與建議

本研究主要是應用科技玩具 Lego Mindstorms 為教學創新輔具，並設計一系列的主題探究課程，來探討國小高年級學生在「問題解決能力」、「科學態度」與「自然與生活科技學業成就」三方面的變化情形，並探討研究者在整個研究過程中遇到的困難及學童接受的情況。本章根據前章的研究結果與討論提出整個研究的結論，並依據此結論提出關於應用 Lego Mindstorms 於科學或科技領域課程上教學的具體建議，期望對未來研究有所助益。

### 第一節 結論

本節依據本研究之目的，經過實驗教學後，就前章各節之分析結果與討論，歸納本研究之主要結論，茲分述如下：

#### 一、Lego Mindstorms 有助於增進國小學童的問題解決能力

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。

#### 二、Lego Mindstorms 有助於國小學童科學態度的提升

學童在參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後，在科學態度的整體表現具正向且顯著的影響，亦較未接受教學活動的學童有顯著提升。進一步探討各分量表則發現，在「彈性」、「客觀」、「因果關係」與「科學情意」等四個分量表上的表現，參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動的學童較未參與的學童有顯著的差異，但是在「好奇心」、「批判精神」、「科學認知」與「科學行為」等四個分量表的表現則無顯著差異。

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科學態度整體表現有顯著提升的效果。

### **三、參與 Lego Mindstorms 主題探究教學活動的學生在自然與生活科技領域之學業成就有顯著進步，未參與之學生則否。**

研究結果顯示，兩組在 Lego Mindstorms 主題探究教學活動後之自然與生活科技領域學業成就的表現雖無顯著之差異，但針對不同組別內之前後測平均數加以檢驗得知，教學活動有助於實驗組學童自然科學業成就之顯著提升，控制組則否。

## **第二節 建議**

本節依據研究之過程與結果的發現，分別從教學活動與未來的後續研究提出如下建議：

### **一、在教學活動實務上的建議**

#### **(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) 課程內容設計**

礙於學校行政考量，本研究利用「彈性時間」課程進行教學活動，並未與體制內的課程結合。建議若能融入「自然與生活科技」領域中的各單元內或統整其他學科方式進行更深入的專題研究，應更能引起學童的求知慾與看出操弄後對受試者實際的影響。

#### **(三) 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。

#### (四) 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耍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。

## 二、對於後續研究上的建議

### (一) 研究方法

高層次思考能力之訓練與態度的培養，短期成效與長期成效是否有顯著差異，值得後續有興趣者進行深入研究，在研究方法上建議可採中長期縱貫式的研究。

### (二) 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。

### (三) 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。

承上，國外研究提出學童在操作 Lego 機器人套件時具有多樣化的學習風格表現。若研究對象人數足夠，建議可探討不同學習風格的學童在應用 Lego Mindstorms

學習時對問題解決能力或科學態度是否有不同的影響。

再者，本研究中的實驗對象皆為初次接觸 Lego Mindstorms 科技產品的學生，在課程設計，須顧及學生的科學起點行為外，亦須加入 Lego Mindstorms 的基礎認識課程使學童習得領域特定的知識，所以課程的設計以漸進式的小單元主題為主，並偏向物理領域。建議未來研究者可採個案式或改變組別人數，並在教學設計採長時間專案式的學習模式。



# 參考書目

## 一、中文部份

- 王美芬、熊召弟 (1995)。國民小學自然科教材教法。台北：心理。
- 王美芬、熊召弟 (2005)。國小階段自然與生活科技教材教法。台北：心理。
- 王淑璟 (2005)。透過專題式學習探討國小學童科學過程技能之個案研究--以水火箭為例。國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。
- 王琇葉 (2006)。STS 教學模式配合問題解決教學歷程融入國小一年級生活課程對學童問題解決能力及科學態度之影響研究。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班碩士論文，未出版，新竹。
- 王萬清 (1987)。電腦輔助問題解決課程對兒童問題解決能力及程序思考能力之影響。國立臺灣師範大學輔導研究所碩士論文，未出版，台北。
- 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。
- 成映鴻 (1988)。兒童科學實驗。台北：台灣書店。
- 朱柏州 (2002)。合作學習在網路教學上對問題解決能力影響之研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文，未出版，高雄。
- 朱榮富 (2006)。WEBQUEST 學習管理系統設計及對國小學生問題解決能力與學習態度之影響。臺北市立教育大學自然科學教育學系碩士論文，未出版，台北。
- 何福田 (2001)。九年一貫 Smart 教師增能自修手冊。台北：國立教育研究院籌備處。
- 余岳川 (2001)。科學玩具實驗 1。台北：眾光。
- 吳志緯 (2003)。國小學生以電腦樂高進行科學學習之個案研究。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 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。
- 吳坤銓 (1996)。國小學生認知能力問題解決能力與創造傾向之相關研究。國立高雄師範大學教育學類研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 吳英豪 (2000)。國小學生對養動物與種植物之科學態度調查研究。臺中師範學院自然科學教育學系碩士論文，未出版，台中。
- 吳斯茜 (2005)。網路輔助電腦樂高課程影響學童問題解決態度之研究。國立臺灣

- 師範大學工業科技教育學系碩士論文，未出版，台北。
- 吳靖國（2003）。創新教學的問題與展望。載於國立台灣海洋大學教育研究所（主編），**創新教學理論與實務**（頁 259-280）。台北：師大書苑。
- 李平（譯）（2003）。T. Armstrong 著。**經營多元智慧**。台北：遠流。
- 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。
- 李震甌（2002）。**高低學習成就學童科學問題解決能力之比較研究**。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 李曉菁（2004）。「**問題探討式**」班會模式之實驗研究。國立花蓮師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。
- 李謀正（2005）。**國小學童創造力的研究—以電腦樂高為例**。雲林科技大學資訊管理系碩士班碩士論文，未出版，雲林。
- 沈中偉（2005）。**科技與學習理論與實務**。台北：心理。
- 阮元斌（2005）。**科學創造性問題解決活動對國小六年級學童科學態度影響之研究**。國立臺中教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台中。
- 岳修平（譯）（2000）。E. D. Gagne, C. W. Yekovich, & F. R. Yekovich 著。**教學心理學—學習的認知基礎**。台北：遠流。
- 林人龍（2006）。「**動手做科技**」—創作與設計的尋思與釋例。生活科技教育月刊，**39**（2），22-23。
- 林文賢（2007）。**黑白棋數位學習對國小五年級學童推理能力、創造思考能力及問題解決能力的影響**。臺北市立教育大學自然科學系碩士班碩士論文，未出版，台北。
- 林弘昌（2008）。**電腦與教學**。生活科技教育月刊，**41**（5），1。
- 林美菊（2007）。**5E 學習環模式對「奈米科技」學習成效與科學態度之研究**。國立屏東教育大學應用化學暨生命科學系碩士論文，未出版，屏東。
- 林珮珍（2004）。**生活化之自然與生活科技學習領域在問題解決能力方面的評鑑方式之研究**。臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 林清山（譯）（1997）。R. E. Mayer 著。**教育心理學-認知取向**。台北：遠流。
- 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。
- 林義修（2005）。**趣味科學活動對學童學習成就與科學態度之影響研究**。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班論文，未出版，新竹。
- 林福甦（2003）。**落實九年一貫課程自然與生活科技學習領域國小學童科學態度能**

- 力指標多元評量之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 林顯輝（1990）。科學、技學和社會三者相結合的科學教育新理念。國教天地，87，24-31。
- 施能木（2009）。樂高組件對國小學童學習生活科技課程「簡單機械」單元之影響研究。生活科技教育月刊，42（2），3-26。
- 柯虹如（2005）。從科學玩具遊戲教學探討國小學童的科學相關態度。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台北。
- 柳秀蘭（1994）。資優學生、普通學生、山地學生創造力與問題解決能力之比較研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文，未出版，彰化。
- 洪文東（2003）。創造性問題解決化學單元教學活動設計與評估。科學教育學刊，11（4），407-430。
- 洪秋萍（2005）。電腦樂高（LEGO Dacta）對學習創造力的研究：以功能性角色探討。雲林科技大學資訊管理系碩士班碩士論文，未出版，雲林。
- 洪振方（2003）。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之初探。高雄師大學報，15（3），641-662。
- 高惠玲（2007）。高職資訊科專業實習課程應用 Lego Mindstorms 創新教學之研究。國立臺東大學教育研究所碩士論文，未出版，台東。
- 高廣孚（1988）。教學原理。台北：五南。
- 張文芬（2004）。國小高年級學童之學習風格與科學問題解決能力之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 張世忠（2000）。建構教學－理論與應用。台北：五南。
- 張玉成（1998）。思考技巧與教學。台北：心理。
- 張志豪（2000）。高中生活科技課程創造思考教學對學生學習成效之影響。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 張春興（1993）。現代心理學。台北：東華。
- 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。
- 教育部（2007）。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。
- 許東華（2003）。網路化問題解決融入數學教學對國小六年級學生問題解決能力之研究。屏東師範學院教育科技研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 許雅慧（2005）。應用 Lego Mindstorms 視覺化環境輔助程式設計觀念學習。國立

- 臺灣師範大學資訊教育學系碩士論文，未出版，台北。
- 郭琪瑩（2004）。學校本位戶外教學對於科學態度之影響—以象山生態教學為例。  
**臺北市立師範學院學報**，**35**（1），165-186。
- 陳英豪、葉懋堃、李坤崇、李明淑、邱美華（1990）。國小學生科學態度量表之編製及其相關因素之研究。（國科會專案報告，計畫編號：NSC78-0111-S024-001）。
- 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。
- 陳泰安（2001）。「電腦樂高」於統整課程上之應用。**2001 資訊與教育雜誌特刊**，9-20。
- 陳嘉彌（2005）。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。2008年8月25日，取自<http://www.creativity.edu.tw/modules/wfsection/article.php?articleid=273>。
- 陳龍安（2004）。創造思考教學的理論與實際。台北：心理。
- 曾志朗（2001）。教師的專業成長與新使命。2008年7月25日，取自[http://www.tp.edu.tw/teacher/lens\\_03.jsp](http://www.tp.edu.tw/teacher/lens_03.jsp)。
- 黃世隆（2004）。應用電腦樂高輔助高中生程式設計學習之行動研究。國立臺灣師範大學資訊教育學系在職進修碩士班碩士論文，未出版，台北。
- 黃幸美（2003）。兒童的問題解決思考研究。台北：心理。
- 黃政傑、林佩璇（1996）。合作學習。台北：五南。
- 黃茂在、陳文典（2004）。「問題解決」的能力。**科學教育月刊**，**273**，21-41。
- 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。
- 黃萬居（2004）。問題導向生活化國小自然與生活科技教學模組發展及學習成效研究。**台北市立師範學院學報**，**35**（1），187-210。
- 楊志隆（2004）。以**5E**學習環教學模式提昇學童科學態度成效之研究。屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 楊美雪（1994）。問題索解導向之教學策略與媒體應用。**教學科技與媒體**，**2**，38-44。
- 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>。
- 楊詩潔（2005）。資訊融入自然與生活科技領域教學之影響—以南勢國小為例。元智大學管理研究所碩士論文，未出版，桃園。
- 楊龍立（1998）。建構教學的研究。**台北市立師範學院學報**，**29**，21-37。

- 葉重新 (1999)。心理學。台北：心理。
- 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。
- 詹秀美、吳武典 (2007)。新編問題解決測驗指導手冊。台北：心理。
- 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。
- 劉南坤 (2004)。STS 教學對國小五年級學生問題解決能力和問題解決態度之影響。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 劉洲 (2004)。應用 Lego Mindstorms 在高中程式設計教學的成效探討。國立臺灣師範大學資訊教育學系碩士論文，未出版，台北。
- 劉淑雲 (2003)。臺灣中部地區國小學童問題解決能力及其相關因素之研究。臺中師範學院諮商與教育心理研究所碩士論文，未出版，台中。
- 劉德明 (1999)。小學自然的科學態度之研究。花蓮師院學報，9，83-119。
- 歐陽鐘仁 (2001)。科學教育概論。台北：五南。
- 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。
- 蔡學偉 (2004)。問題導向學習於網路輔助電腦樂高課程之研究。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 蔡錦豐、陳嘉彌 (2009)。Lego NXT 提升國小學童科學態度之研究。屏教大科學教育，29，30-41。
- 鄭湧涇、楊坤原 (1995)。對生物學的態度量表之發展與效化。科學教育學刊，3 (2)，189-211。
- 謝建全、施能木、鄭承昌 (2004)。機械人組合教學輔具在國小創意學習與問題解決歷程教學上之應用。論文發表於國立台南大學主辦之「2004 年資優教育」學術研討會，台南。
- 簡妙娟 (2003)。合作學習理論與教學應用。載於張新仁 (主編)，學習與教學新趨勢 (頁 403-463)。台北：心理。
- 羅芝芸 (1999)。兒童認知風格、情緒智力與問題解決能力之相關研究。國立高雄師範大學教育學系碩士論文，未出版，高雄。
- 蘇秀玲 (2004)。科學遊戲融入國小自然學童的科學態度與問題解決能力之研究。國立臺南大學自然科學教育學系碩士班碩士論文，未出版，台南。

## 二、西文部份

- Angier, N. (1981). Fun and learning with science toys. *Discover*, 12, 46-51.
- Barnes, D. J. (2002). Teaching introductory Java through Lego Mindstorms models. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(1), 147-151.
- Bloom, B. S.(1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook I: Cognitive domain*. New York: Longmans, Green and Co.
- Dewey, J. (1910). *How we think*. Boston: D. C. Heath & Co.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *Journal of Creative Behavior*, 16, 97-111.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Gega, P. C. (1994). *How to teach elementary school science*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Gibbon, L. W. (2007). *Effects of LEGO Mindstorms on convergent and divergent problem-solving and spatial abilities in fifth and sixth grade students*. Unpublished master's thesis, Seattle Pacific University, Seattle.
- 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.
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. *Educational Technology & Society*, 9(3), 182-194.
- Mauch, E. (2001). Using technological innovation to improve the problem-solving skills of middle school student: Educators' experiences with the Lego Mindstorms robotic invention system. *Clearing House*, 74(4), 211-214.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

- 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.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Princeton University Press.
- Shrigley, R. L. (1990). Attitude and behavior are correlates. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(2), 97-113.
- Sternberg, R. J. (1999). *Cognitive psychology*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace College Published.
- Turkle, S., & Papert, S. (1991). Epistemological pluralism and the reevaluation of the concrete. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 161-191). New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Treffinger D. J., & Isaksen, S. G. (1992). *Creative problem solving: An introduction*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning, Inc.
- Wolfinger, D. M. (1984). *Teaching science in the elementary school*. Boston: Little, Brown and Company.

## 附 錄

附錄一、科學的態度成分一覽表

研究者	時間	科學的態度成份
Curtis	1926	堅信因果關係、高度好奇心、延遲判斷的習慣、重視實證的習慣、尊重他人的觀點。
Noll	1933	精確的步驟、誠實開放的胸襟、延遲判斷的習慣、尋找因果關係、批判的習慣。
Heiss	1958	好奇心、不偏見、不迷信、開放的胸襟、批判精神、誠實、相信因果關係、願意改變意見。
Haney	1964	好奇理性、慎做判斷、批判精神、誠實謙遜、客觀、開放的胸襟、尊重生命。
NEAP	1966	尋求數據和意義、尊重邏輯、考慮前提、質疑、要求確證、考慮結果、渴望知道和理解。
Diederich	1967	懷疑的態度、相信解決問題的可能、意圖以實驗證明、精確、喜歡新事物、不固執己見、謙虛、客觀、忠於事實、重視數據、尊重學理、慎下斷語、不迷信、喜歡科學解釋、熱愛完整知識、能區別假說與解釋、瞭解假設、判定基本定義與一般現象、接受或然率的概念、接受有根據的結論。
SAPA	1968	科學分析、尊重過去成果、懷疑、審慎、試驗性、質疑權威、好奇心、樂觀滿足、進取。
Moore	1970	科學定律的可變性、科學解釋的來源、誠實、科學理論的價值、科學大眾化、對科學的喜好。
Brown	1971	瞭解自然科學間的相關性、瞭解自然科學與其他學科間的相關性、科學對社會的貢獻與應用、對科學的興趣、客觀。
Cohen	1971	誠實、真相、懷疑、好奇心、創造力、創新、發明。
ESS	1971	接受證據、批判性思考、好奇心、堅持、自信、自尊、進取、樂意。
BSCS	1973	真實取向、客觀、精確、尊重學理、開放、好奇心、冒險、自信、堅持、滿足、負責、一致與合作。
Shulman&Tamir	1973	準確、相信觀察不相信教條、好奇、接受失敗、堅持、發現的滿足、負責、合作與一致。
Billeh et al.	1975	理性、好奇、開明、反對迷信、客觀、誠實、慎下斷語。
Kozlow et al.	1976	質疑的態度、慎下斷言、尊重事實、誠實、客觀、改變意見的意願。
Fraser	1978	好奇、虛心、武斷、因果關係、客觀、不迷信、誠實、懷疑新證據。
Welch	1981	重視函數關係、轉化為實驗問題、鑑別決策證據、準確、尋求批評。
Dixon	1989	追求理性答案、重視證據、審慎、求真、誠實、完整、懷疑、

研究者	時間	科學的態度成份
		無私和非個人性、主觀。
Dixon	1989	追求理性答案、重視證據、審慎、求真、誠實、完整、懷疑、無私和非個人性、主觀。
Blough et al.	1990	願意改變心意、慎下判斷、可靠證據、仔細和準確、不迷信、虛心、好奇。
Cain&Evans	1990	客觀、開放、試驗性、有理解力的失敗、好奇、把結論建立在可得的數據上、不害怕挺身而出、犯知性的錯誤。
Abruscato	1992	傳達、真實、常則、懷疑論、原創性、自由。
Victor	1993	自由思考、慎下判斷、猜測、直覺思考、不迷信、好奇、尊重生命、保育習慣、喜歡科學、合作、瞭解科學對生活的重要性。
Beichner et al.	1994	保留判斷、懷疑、客觀、使偏見最小化、接受複查、好奇心、虛心。
Carin	1994	強調證據、懷疑、接受意義含糊、願意改變解釋、好奇、對失敗做正面處理、合作。
Martin	1994	可靠資訊、懷疑、避免廣泛概括、保留判斷、願意改變心意、不迷信、容忍其他意見、好奇心、堅持、失敗的正面處理、虛心。
Project 2061	1994	重視邏輯、量化、準確測量、重視證據、誠實、批判性反應、不迷信、對新觀念開放、好奇心。
Moore et al.	1997	科學是可改變的、科學是有限的、誠實、依靠客觀觀察、願意改變心意、尊重理論、懷疑、創新的想像力、喜歡科學工作、科學大眾化。
盧欽銘等	1977	科學習慣、科學動機、創造思考、小心謹慎、科學興趣。
鍾聖校	1983	好奇、關切、求真、精確、客觀、謙虛謹慎、堅毅、獨立思考、開明、存疑。
潘正安等	1983	好奇進取、虛心客觀、負責合作、小心謹慎、堅毅恆心、信心。
歐陽鍾仁	1987	好奇心、關心、運思操作、勇於發言、創造性思考、方法技巧運用、批判性思考、客觀、恆心。
許榮富等	1986	客觀、開朗、慎下斷語、對抗迷信。
鄭湧涇等	1990	客觀、好奇心、尊重證據、不輕下判斷、虛心、批判性。
陳英豪等	1991	彈性、客觀性、因果關係、好奇心、批判精神、科學認知、科學情意、科學行爲、誠實。
劉德明	1999	過程技巧傾向、知性思考傾向、情緒傾向、社會傾向。

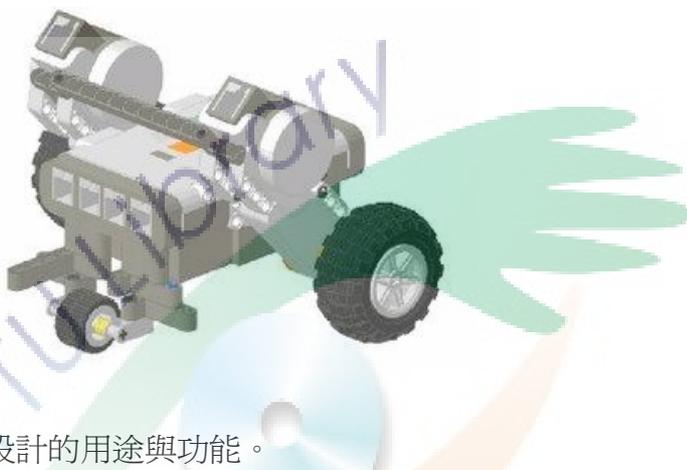
修改並整理自林福賡（2003）與莊嘉坤（1995）

## 附錄二、教學單元活動設計

單元名稱	一、Lego Mindstorms NXT 機器人套件介紹與仿作	
教學時間	三節(120 分鐘)	
教學目標	初步認識 Lego Mindstorms 機器人套件。 能看得懂 Lego Mindstorms 所附之組裝手冊。 能模仿手冊上機器人的組裝步驟建構機器人。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元一	
	教學活動	活動說明或備註
	<p>一、教學準備：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請學生課前蒐集有關任何機器人的資料。</li> <li>2. 事先依研究設計分組。</li> <li>3. 環境佈置：電腦、Lego Mindstorms NXT 套件。</li> </ol> <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (引起動機)讓學生發表心目中夢想的機器人應有的功能。</li> <li>2. 簡單介紹機器人的涵義與生活上的應用。</li> <li>3. 說明 Lego Mindstorms 與機器人的關係。</li> <li>4. 播放 Lego Mindstorms 在生活上的創意與應用。</li> </ol> <p>三、延伸活動(模仿—熟練)： 分組動手做模仿手冊上的機器人 (TaskBot)。</p> <p>四、綜合活動(創作)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 將作品依自己想法改裝創作並命名。</li> <li>2. 彼此分享組裝過程心得。</li> </ol>	<p>上網、書本或實物(玩具)。</p> <p>使學生理解機器人具自行控制，可程式的概念。 YouTube 網路影片。</p> <p>透過模仿而熟練(熟悉相關知識與技能)。</p> <p>以現有的積木自行創新發明機器人。</p>
	<p>◎教學注意事項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 學童對於機器人常有的迷思概念為「機器人是有人手有腳會走動的」。教學中需引導學童對機器人重新建立正確的觀念。</li> <li>2. 廣義來說，機器人為模擬人類思想與行為的機械；狹義而言，指的是能自動執行任務的人造機器裝置。</li> </ol>	

單元名稱	二、積木零件組裝訓練	
教學時間	三節(120 分鐘)	
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能認識並使用 Lego Mindstorms 套件所提供的各式積木的功能與特性。</li> <li>2. 利用積木來組合穩固的結構體。</li> <li>3. 綜合運用各式積木的組合完成教師所提出的問題或任務。</li> </ol>	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元二	
	教學活動	活動說明或備註
	<p>一、教學準備：</p> <p>生活各式結構運用圖片或實物(如電扇、椅子、橋樑等)</p> <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (引起動機)展示上述圖片。</li> <li>2. 引導學生理解各式結構與所運用的原理。</li> </ol> <p>三、延伸活動(模仿－熟練)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 由教師示範如何運用 NXT 各式積木來建構出「電風扇」。</li> <li>2. 示範利用 NXT 主機驅動馬達帶動電風扇扇葉。</li> <li>3. 各組動手操作練習與模仿教學者所教的範例。</li> </ol> <p>四、綜合活動(創作)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主題創作作品提示：遊樂場設施-旋轉木馬、摩天輪等。</li> <li>2. 作品展示與評分。</li> <li>3. 彼此分享組裝過程心得。</li> </ol>	<p>引導學生抽象化物件，才能注意到主要結構為何。</p> <p>使學生熟稔各式積木組合之特性與功能。</p> <p>以現有的積木設計出符合主題的機械人(設備)。</p>
	<p>◎教學注意事項：</p> <p>學生有時無法掌握主要的大架構，而去擔心小細節，如做出來的電風扇不會涼，這時需提醒學生只要注意其工作原理與主要結構即可，畢竟運用現成的積木仍有其盲點。</p>	

單元名稱	三、讓機器人動起來	
教學時間	三節(120 分鐘)	
教學目標	能認識並使用 NXT 主機，知道輸出、入設備元件。 能利用 NXT 主機上 RPG 程式控制伺服馬達的轉動。 能認識初階 NXT 程式的操作。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元三	
教學活動	活動說明或備註	
<p>一、教學準備：</p> <p>先依手冊組裝會轉彎的機器人或自行創作者同樣功能的機器人，以節省教學時間。</p> <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 講解 NXT 主機與一般電腦的異同。</li> <li>2. 了解 NXT 在機器人上的角色、功用。</li> <li>3. 講解 NXT 主機的各項基本操作與功能。</li> </ol> <p>三、延伸活動(模仿－熟練)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 依 NXT 主機內的 DEMO(Try Me)組裝積木與感應器，並演示其功能。</li> <li>2. 示範如何利用 NXT 主機 RPG 模式撰寫可前進的機器人。</li> <li>3. 分組動手做模仿教學者所教的範例。</li> </ol> <p>四、綜合活動(創作)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 討論並設計出其他(移動)動作的機器人。</li> <li>2. 作品展示與命名。</li> <li>3. 彼此分享組裝過程心得。</li> </ol>	<p>參考相關書本(或上網查看)</p> <p>使學生熟稔 NXT 主機內的各項功能與操作。</p> <p>以現有的積木自行創新發明出不同功能之機器人(車)。</p>	
◎教學注意事項：	<p>NXT 主機本身就是個電腦微處理器，透過主機上面的 LCD 顯著配合幾個按鍵就能讓機器人(車)做出前進、後退與轉彎的簡易動作，雖然每個步驟皆以有意義的圖示所連結而成，但仍需注意學生是否看得懂並使其反覆操作以求熟練。</p>	

單元名稱	四、機器人與初階電腦程式控制(一)	
教學時間	三節(120 分鐘)	
教學目標	能認識並熟悉 NXT-G 軟體圖形化操作界面。 能利用 NXT-G 軟體主機控制伺服馬達精確的轉動。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元四	
	教學活動	活動說明或備註
	<p>一、教學準備：</p> <p>依手冊組裝會轉彎的機器人或自行創作具同樣功能的機器人，如下圖所示。(http://www.hs1wels.at/elearning/downloads6/9797BasicCar.pdf)</p>  <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 講解程式設計的用途與功能。</li> <li>2. 講解 NXT-G 軟體與 NXT 機器人的關係。</li> <li>3. 講解 NXT-G 軟體的初階操作與功能。</li> </ol> <p>三、延伸活動(模仿－熟練)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 示範如何利用 NXT-G 撰寫如何控制伺服馬達，理解輪胎轉動角度、秒數、圈數的不同。</li> <li>2. 各組動手做模仿教學者所示範的實例。</li> </ol> <p>NXT-G 教學範例：</p> <p>03、Drive Forward 向前走的的機器人</p>  <p>08、Drive in Square 走方形軌跡的機器人</p>	



一個由 30cm X 30cm 所圍成的正方形。利用「直走」與「轉彎」Block 設計一台可以繞著正方形行走的機器人。

(詳細操作步驟請參閱：

<http://www.nebomusic.net/NXT-G-DriveASquare.html>)

3. 各組練習後，公開表演，並給予適時的獎勵。

#### 四、綜合活動(創作)：

1. 競賽活動：會煞車的機器人。
2. 會煞車的機器人-教師安排一障礙物於前方 2 公尺處，機器人出發後須於障礙物前停止，以最靠近且不碰到障礙物的機器人為優勝。
3. 問題解決活動：走不固定矩形軌跡的機器人。
4. 給定一個題目，如「凹」字型。出發後沿著線走，最後回到原點。
5. 優良作品展示與組裝過程分享。

#### ◎教學注意事項：

1. 需注意學生對全英文界面的接受度，亦可使學生理解到英文與圖示之間對應，才不會一味排斥英文。
2. 學童第一次使用 NXT-G 軟體設計程式，尚無法清楚理解「迴圈」、「判斷式」等語法，所以可先使用簡單的「前進」Block 來設計，然後隨學生個別差異，可引導到較進階如「迴圈」的 Block，讓程式更簡潔、更容易閱讀。

單元名稱	五、機器人與初階電腦程式控制(二)	
教學時間	三節(120 分鐘)	
教學目標	能認識機械結構-齒輪的特性與基本原理。 應用 NXT 所附各式齒輪，設計出不同功能的機器人。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元五	
	教學活動	活動說明或備註
	<p>一、教學準備：</p> <p>於上節下課後或課前提醒學生在放學後，注意日常生活中有應用齒輪的機械(如自行車、鐘錶、抽水馬達等)，並嘗試畫下來。</p>  <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (引起動機)讓學生分享在放學後所注意到有關運用齒輪的機件(上台畫圖)。</li> <li>2. 上網尋找各式齒輪結構。</li> <li>3. 講解 Lego Mindstorms 所附各式齒輪的特性，與其在生活中的應用。</li> <li>4. 講解介紹齒輪比的改變與轉速、扭力的簡單關係。</li> </ol> <p>三、延伸活動(模仿－熟練)：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 示範如何利用 NXT-G 撰寫如何控制伺服馬達，理解輪胎轉動角度、秒數、圈數的不同。</li> <li>2. 利用電腦樂高積木組裝嚙合的齒輪，讓學生觀察齒輪轉動的方向。</li> <li>3. 理解大小齒輪交互帶動時，其速度與力量的差異。</li> <li>4. 學生開始模仿、動手組合。</li> </ol>	<p>大齒輪帶動小齒輪時，轉動的速度變化如何？</p> <p>小齒輪帶動大齒輪時，轉動的速度變化如何？</p>

四、綜合活動(創作)：

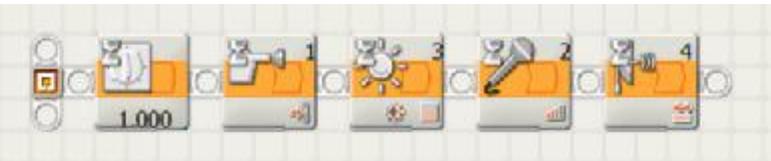
1. 問題解決活動：機器人爬坡賽。
2. 利用各式齒輪的組合製作一台可爬坡的機器人，以完成坡度較高的一組為獲勝。
3. 優良作品組裝設計過程分享。

備案：機器人競速賽。  
利用各式齒輪的組合製作一台機器人，以最快時間達到終點的一組為獲勝。

◎教學注意事項：

齒輪在生活與工業上的運用極為廣泛，本單元設計著重在利用齒輪的特性，製作省力與省時的機器裝置，其他如改變方向、利用皮帶、鏈條等方式則可隨課程時間進度允許而進行補充。



單元名稱	六、機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用(一)	
教學時間	六節(240 分鐘)	
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能認識並使用 NXT-G 所提供的基本邏輯語法(圖示)。</li> <li>2. 能認識 Lego Mindstorms 所提供的感應器，並學會操作應用。</li> <li>3. 應用 NXT-G 基本邏輯語法元件與感應器設計出能解決問題解決的機器人。</li> </ol>	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元六	
	教學活動	活動說明或備註
	<p>一、教學準備：</p> <p>參考 NXT-G 軟體所附範例，製作一個裝設聲控感應器並具轉彎功能的機器人，如下圖所示：</p>  <p>二、教學活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 講解電腦程式邏輯語法與人類語法上溝通上的差別。</li> <li>2. 上線示範「WAIT FOR」指令的屬性與使用時機。</li> </ol>  <p>上圖由左至右分別為「等待秒」、「等待碰觸」、「等待光值大於一個固定值」、「等待外界聲音大於一個固定分貝值」與「等待偵測到一個固定距離」後才開始下一個命令。</p>	<p>建構 TaskBot 可下載</p> <p><a href="http://www.cs.duke.edu/robocup/dukeonline/taskbot.pdf">http://www.cs.duke.edu/robocup/dukeonline/taskbot.pdf</a></p> <p>程式語法具有結構性與明確性。</p>

### 三、延伸活動(模仿－熟練)：

1. 介紹聲控感應器 Sound Sensor 的特性與使用時機。

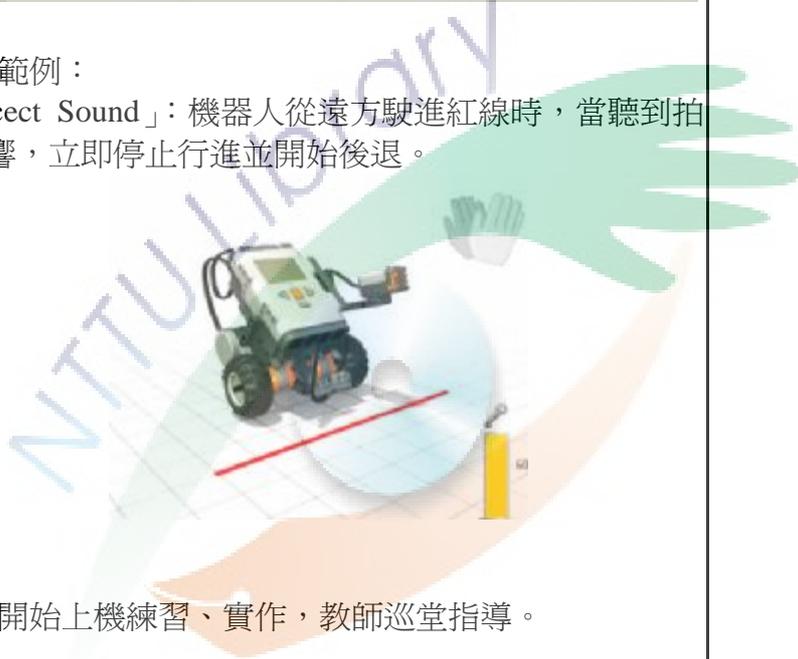


2. 介紹並示範 NXT-G 界面上聲音感應器、元件的各項屬性與用途。



3. 教學範例：

「Decect Sound」：機器人從遠方駛進紅線時，當聽到拍掌聲響，立即停止行進並開始後退。



4. 學生開始上機練習、實作，教師巡堂指導。

### 四、綜合活動(創作)：

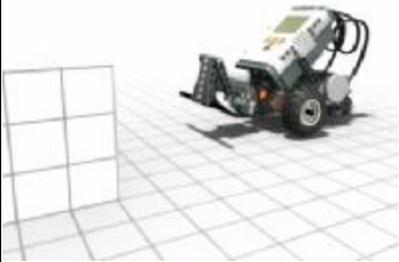
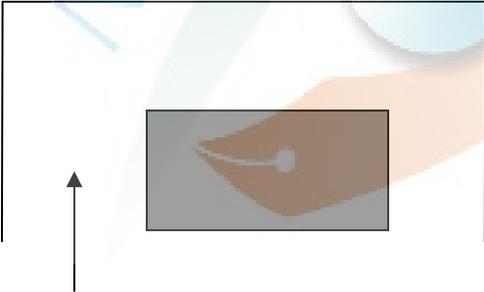
1. 問題解決活動：「芝麻開門」。  
設計出聽到聲音後會開門的機器人(裝置)，並發出聲響後關上(開)門。
2. 作品展示。
3. 優良作品組裝設計過程分享。

#### ◎教學注意事項：

1. 程式語法與人類語法上溝通上的差別最大的不同應是結構性與精確性。如此人類才能交付機器人精細、明確的任務。
2. 創作活動中的「芝麻開門」之作品變化很多，教師可事先請學生完成書面設計後給予審核，避免在實體創作中，各組相互模仿，如此則失去創作的原意。

NXT-G 教學範例位於 Common Palette 中的  
12、Decect Sound

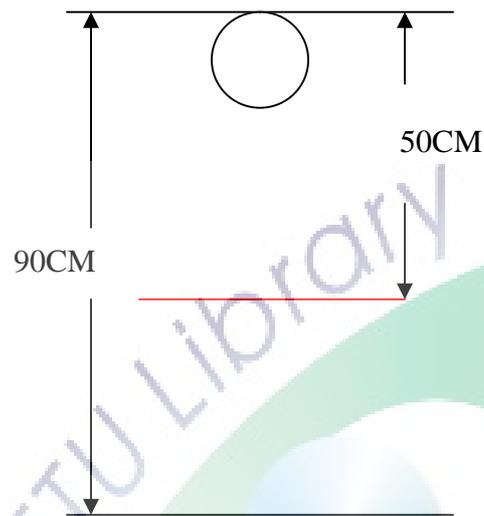
單元名稱	七、機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用(二)	
教學時間	六節(240 分鐘)	
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能認識並使用 NXT-G 所提供的基礎邏輯語法(圖形化)。</li> <li>2. 能認識 Lego Mindstorms 所提供的感應器,並學會操作應用。</li> <li>3. 應用 NXT-G 基礎邏輯語法元件與感應器設計出能解決問題解決的機器人。</li> </ol>	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元七	
教學活動	活動說明或備註	
	<p>一、教學準備：</p> <p>課程進行前請學生參考 NXT-G 軟體所附範例，製作一個裝設觸控感應器並具前進與後退功能的機器人。 (<a href="http://www.hs1wels.at/elearning/downloads6/9797BasicCar.pdf">http://www.hs1wels.at/elearning/downloads6/9797BasicCar.pdf</a>)</p> <p>二、教學活動(模仿－熟練)：</p> <p>上線示範「迴圈 LOOP」的屬性與使用時機。</p> 	<p>以走正方形的機器人為例</p>
	<p>三、延伸活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 介紹觸控感應器 Touch Sensor 的特性功能與使用時機。</li> </ol>  <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 介紹並示範 NXT-G 界面上觸碰感應器、元件的各項屬性與用途。</li> </ol> 	

<p>3. 「Decect Touch」：機器人從遠方駛進時，當碰撞到牆面並壓觸到觸碰感應器時，立即停止行進並開始後退。</p>  <p>4. 學生開始上機練習、實作。</p>	<p>NXT-G 教學範例位於 Common Palette 中： 18、Decect Touch</p>
<p>四、綜合活動（創作）：</p> <p>1. 問題解決情境：簡易迷宮競走</p> <p>任務內容：機器人往口形迷宮走入，當偵測到前方有障礙時，做出轉彎等動作，直到走出迷宮」。</p>  <p>前進方向</p> <p>2. 優良作品組裝設計過程分享。</p>	
<p>◎教學注意事項：</p> <p>綜合活動中，機器人行走的方向，往往不是精準的直線前進。若在前進時碰到牆面，可能會導致「卡住」或改變方向。這時常用的解決方法就是在驅動輪的兩側安裝導輪(側輪)。</p>	

單元名稱	八、競賽型任務專題製作(一)	
教學時間	九節(360 分鐘)	
教學目標	1. 能應用 Lego Mindstorms 所提供的各項積木來解決問題。 2. 能綜合應用 Lego Mindstorms NXT-G 所提供的各項元件 (Blocks)設計出解決問題的程式。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元八	
教學活動		活動說明或備註
<p>一、機器人相撲比賽</p> <p>任務說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 讓學生觀看日本真人相撲比賽影片，了解相撲程序與基本技巧。</li> <li>2. 讓學生觀看機器人相撲比賽影片，引起動機，並了解競賽規則。</li> <li>3. 利用 Lego Mindstorms 各種積木設計、組裝、程式設計出能把對方推出的機器人。</li> </ol>	<p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=Np6lvdaRtbw">http://www.youtube.com/watch?v=Np6lvdaRtbw</a></p> <p>詳見「機器人相撲比賽」學習單。</p>	
<p>準備位置</p> <p>直徑 60 公分</p> <p>中線</p> <p>準備位置</p> <p>平板離地 20 公分</p>		
<p>【圖一】 機器人相撲場地圖</p>		
<p>二、行走投籃機器人比賽</p> <p>說明：</p>		

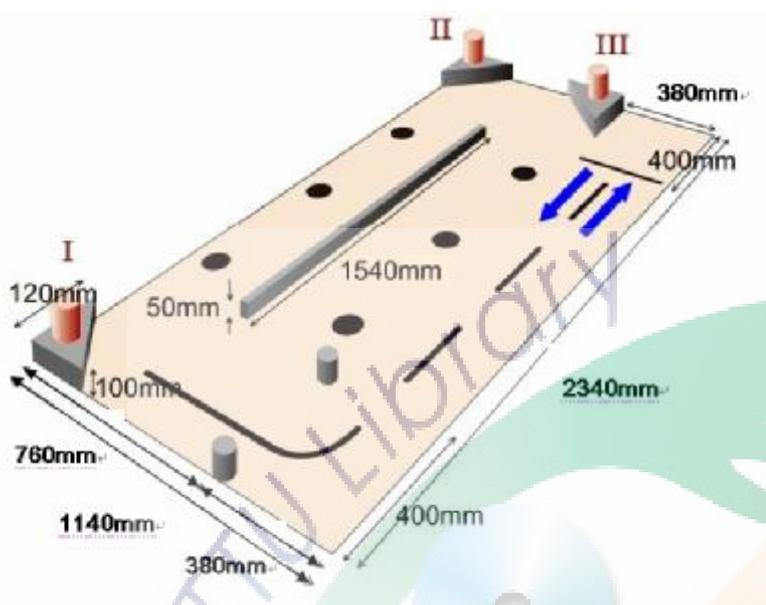
讓你們小組所製作的投籃機器人，位於籃板前 90 公分處投擲線，開始前進至距離籃板 50-60 公分處，不得超越紅線(50 公分處)，在一分鐘時間內看投入籃框內的乒乓球數，投入最多的組別獲勝。

詳見「行走投籃機器人」學習單。



◎教學注意事項：

1. 機器人相撲比賽中，應讓學生從競賽中去學習，當在競賽中失敗時，學生會企圖理解失敗的原因，並找出問題的徵結，有時來自於結構、有時來自於程式，也有可能來自於對手（一物剋一物）。
2. 行走投籃機器人中，學生投籃的方式可能多樣化，如採投石器或彈射，教學者應不設限，以免阻礙學生創造思考。

單元名稱	九、競賽型任務專題製作(二)	
教學時間	九節(360 分鐘)	
教學目標	能應用 Lego Mindstorms 所提供的各項積木來解決問題。 能綜合應用 Lego Mindstorms NXT-G 所提供的各項元件(Blocks)設計出解決問題的程式。	
學習檢核	主題教學活動實驗紀錄與學習單 單元九	
教學活動	<p>競賽主題：Base Runner 基地競速賽</p>  <p>1. 機器人須於起始區域出發，並且機器人在啓動前不能超過起始區域。</p> <p>2. 任務順序：機器人於起始區域出發，依指定之行走路線（上圖箭頭方向）穿越閘門後挑戰得分物件，最後須再次穿越閘門並回到結束區域(即起始區域)。</p> <p>3. 罐子擊落順序：I à II à III</p>	<p>活動說明或備註</p> <p>詳見「BaseRunner 基地競速賽」學習單。</p>
◎教學注意事項：	<p>1. 機器車在行走直線時可能發生不「直」的情形，這時可提醒學生注意結構上左右平衡的問題，或者輪子是否有完全安置妥當。</p> <p>2. 機器人擊落罐子的方法可能多樣化，也可能不實用但有創意，教學時應給予鼓勵。</p>	

單元教學活動設計參考之資料來源：

1. 2009797"Introduction to Robotics"，Carnegie Mellon University's Robotics Academy。
2. 高職資訊科專業實習課程應用 **Lego Mindstorms** 創新教學之研究，高惠玲(2007)。
3. 電腦樂高機器人實驗室教學活動設計，吳志緯(2003)。
4. 應用機器人於國小學童「自然與生活科技」領域創意學習之課程設計與實施，施能木(2007)。
5. NXT Tutorial Version1.16，Dale Yocum，<http://inside.catlin.edu/site/msrobotics/index.html>。
6. NXT-G 軟體內附教學課程(情境、建構圖、程式碼)。
7. **Lego MindstormsNXT 9797** 建構手冊。
8. 2008 年全國智慧型機器人大賽辦法-機器人相撲比賽規則，東南科技大學。
9. 2008 年國際奧林匹克機器人大賽國小組競賽規則。



### 附錄三、Lego Mindstorms 主題教學活動實驗紀錄與學習單

#### 單元一 機器人介紹與仿作

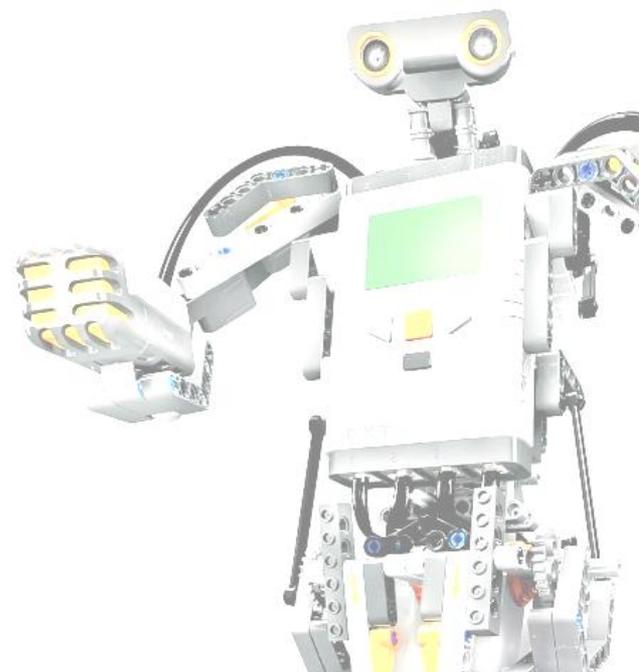
組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

一、同學們，上完今天的課後，你對機器人印象如何？與你心中所想的一樣嗎？說說看哪裡不同吧。

二、你喜歡今天老師為你介紹的樂高機器人嗎？在生活中有許多工作需要用到機器人喲！如洗衣機、提款機、板擦機等等。你能舉出其他的例子嗎？

三、同上題一樣，聰明的你一定想到在日常中也能應用機器人的點子，發揮你的創意，說說看可以應用在哪裡？

四、貼上或畫出今天你創作的機器人，並為它取一個閃亮的名字吧？  
(請畫或貼於背面)



## 單元二 積木零件組裝訓練

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

一、寫出以下硬體的名稱與他們的功能。

(1)



名稱：\_\_\_\_\_

功能：

(2)



名稱：\_\_\_\_\_

功能：

(3)



名稱：\_\_\_\_\_

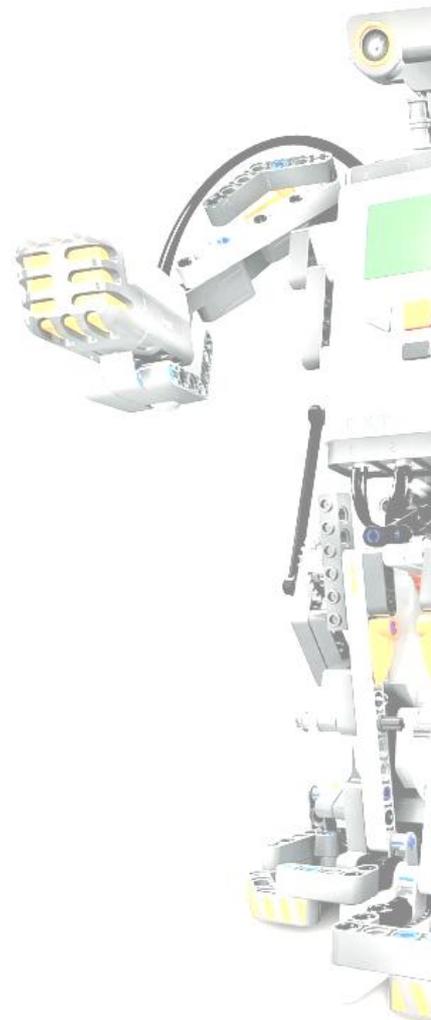
功能：

二、今天的設計主題是摩天輪或旋轉木馬。

甲、請畫出設計圖（可畫於紙張背後）。

乙、說明它的功能與特色。

丙、程式設計流程圖（可畫於紙張背後）。



### 單元三 讓機器人動起來

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

一、寫出以下感應器的名稱與他們的功能。

(1)



名稱：聲音感應器

功能：可以用來測量目前環境中的聲音的大小。

(2)



名稱：\_\_\_\_\_

功能：\_\_\_\_\_

(3)



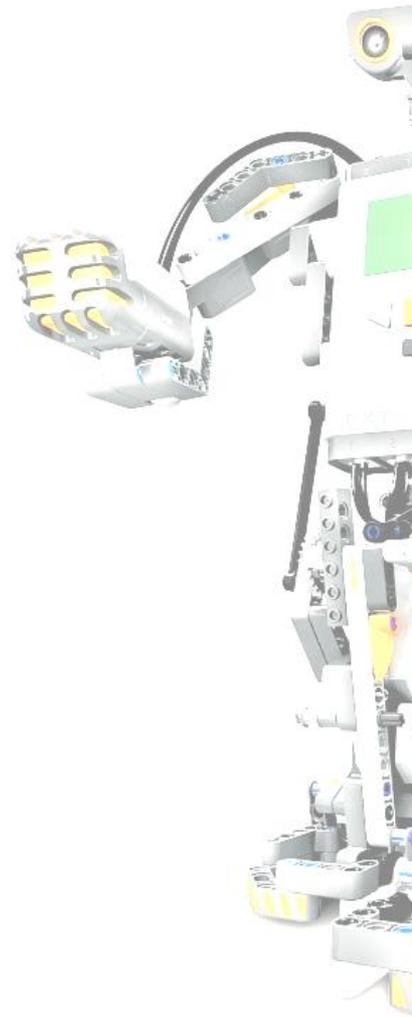
名稱：\_\_\_\_\_

功能：\_\_\_\_\_

二、今天的設計主題是會轉彎的機器人。

甲、寫出需要用到的主要零件。

乙、程式設計流程圖（可畫於紙張背後）。



## 單元四 機器人與初階電腦程式控制(一)

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

一、寫出以下元件的名稱與他們的功能。

(1)



名稱：USB 連結線

功能：

(2)



名稱：移動 MOVE 指令

功能：

(3) 下列哪一個部份是在控制馬達轉動是採圈數或是角度數或是秒數方式動作，請把它圈起來。



二、今天的設計主題是會煞車的機器人。

甲、寫出你想到的構想與設計草圖（可畫於紙張背後）。

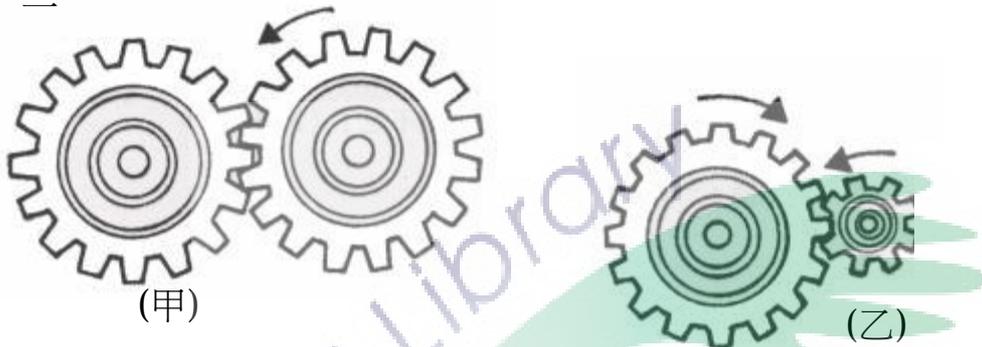
乙、請畫出程式設計流程圖（可畫於紙張背後）。

## 單元五 機器人與初階電腦程式控制(二)

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

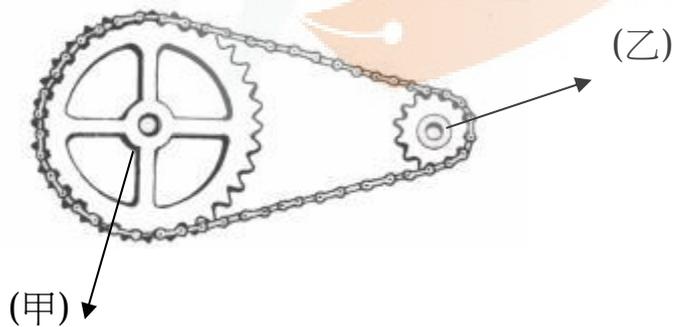
一、根據齒輪的外型來分類，請拿出套件內的積木，看看哪些是齒輪，並試著依自己的觀點來分類。

二、



1. 請問以上哪個齒輪組會改變輸出的速度？
2. 請問以上哪個齒輪組會改變輸出的方向？

三、以下是一個齒輪鏈條組。



1. 如果把馬達裝在甲齒輪上，乙齒輪的速度會變快、變慢或不變？
2. 如果車子要爬坡，應該把馬達裝在甲齒輪上，乙齒輪的速度會變快、變慢或不變？



四、 今天的設計主題有是機器人爬坡賽。

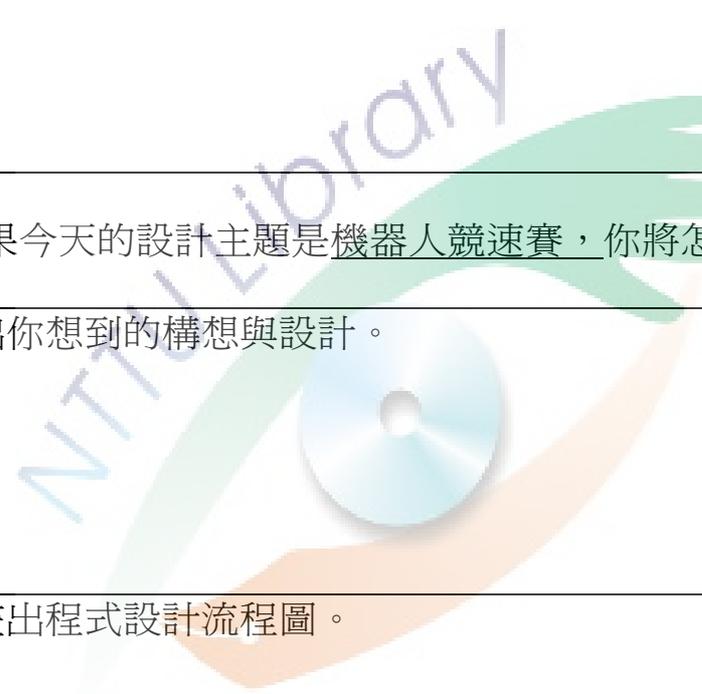
甲、 寫出你想到的構想與設計。

乙、 請畫出程式設計流程圖。

五、 如果今天的設計主題是機器人競速賽，你將怎麼做？

甲、 寫出你想到的構想與設計。

乙、 請畫出程式設計流程圖。



## 單元六 機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用(一)

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

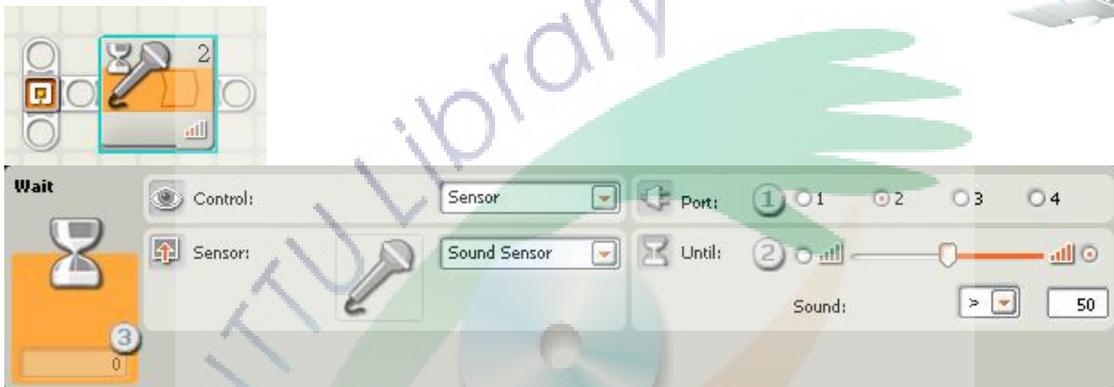
一、 元件的名稱與他們的功能認識。



名稱：\_\_\_\_\_

功能：\_\_\_\_\_

二、



根據上面的程式圖示，如果你要機器人聽到更大的聲音才做動作，我們應該修改哪一個值？請把它圈起來吧。

三、 今天的設計主題是芝麻開門。

甲、 寫出你想到的構想與設計（可於背面畫寫）。

乙、 請畫出程式設計流程圖（可於背面畫寫）。

## 單元七 機器人與程式語言流程控制元件與感應器應用(二)

組別：\_\_\_\_\_ 成員：\_\_\_\_\_

一、元件的名稱與他們的功能認識。



名稱：迴圈指令

功能：

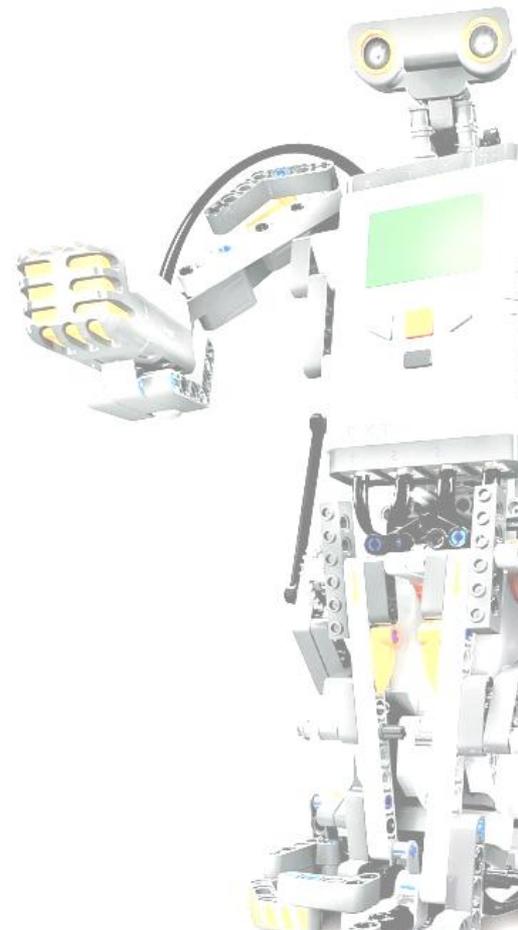
二、根據下面的程式圖示，程式執行後，程式會如何運作，請說明。



三、問題解決情境：簡易迷宮競走-「機器人往冂形迷宮走入，當偵測到前方有障礙時，做出轉彎等動作，直到走出迷宮」。

甲、寫出你想到的構想與設計。

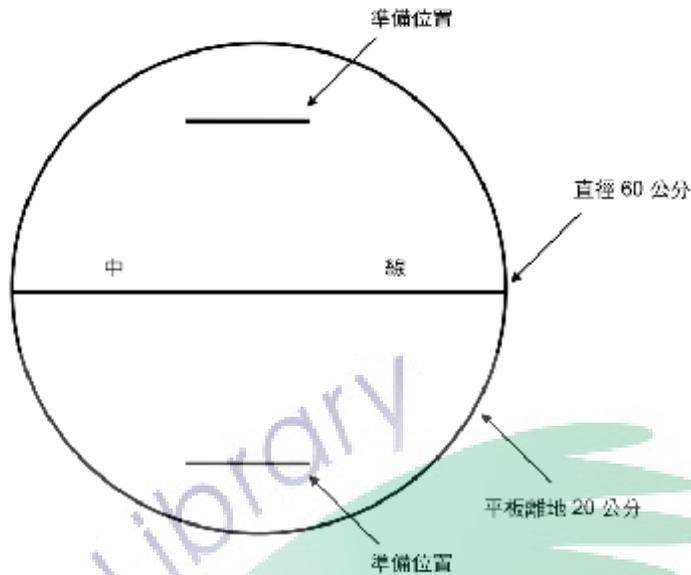
乙、請畫出程式設計流程圖。



## 單元八 競賽型任務專題製作(一)

### 一、機器人相撲比賽

#### 一、比賽場地



[圖一] 機器人相撲場地圖

#### 二、比賽規則簡介

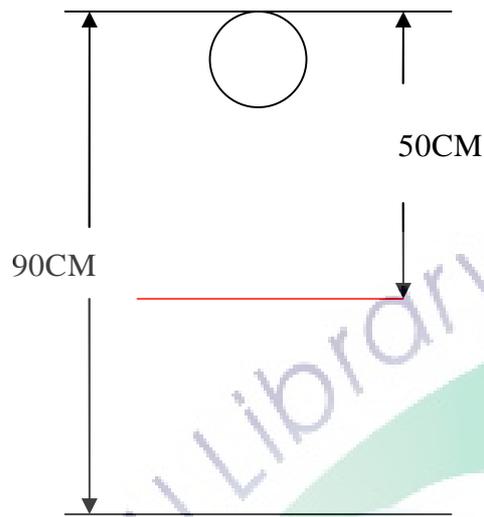
- 1.依抽籤決定組別出賽次序。
- 2.比賽時雙方各就位於準備位置，當裁判發出哨聲後，雙方的操控手即開始啟動機器人。
- 3.凡機器人被推倒或跌倒超過 10 秒無法站起來繼續比賽，或被推到場地外者，即告失敗。
- 4.比賽以 2 分鐘為限，時間終止時，若雙方均未被推倒或掉到場地外，則以機器人在場地上的位置判斷輸贏，即時間到時，對方機器人越過場地中線而位於己方的場地時，且己方機器人未將對方機器人推越場地中線回到對方的場地時，則對方即為勝方。

(修改自 2008 年全國智慧型機器人大賽辦法-機器人相撲比賽規則，東南科技大學。)

◎請寫出你們這組的想法，例如發現問題的關鍵在那裡？怎樣組裝才能獲勝？  
等等..

## 二、行走投籃機器人比賽

問題情境為：「讓你們小組所製作的投籃機器人，位於籃板前 90 公分處投擲線，開始前進至距離籃板 50-60 公分處，不得超越紅線(50 公分處)，在一分鐘時間內看投入籃框內的乒乓球數。」



◎寫出你們這組的想法，如發現問題的關鍵在那裡？怎樣組裝才能獲勝？等等..



## 附錄四、Lego Mindstorms 機器人教學意見回饋問卷

親愛的同學你好：

這是一份研究用問卷，主要目的在於瞭解這次機器人教學的情形。你的合作不僅是本研究成功的要素，而且對於以後的課程的改進會有很大的幫助，所以請你詳細地在每一題填答。你所填的資料絕對保密，除了研究人員外，沒有人知道你作答的內容，而且也不會影響到你其他科目的成績與老師對你的態度，所以請你放心的依照自己真實的情況回答每一題。謝謝你的協助與合作。

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

題 目	很 不 同 意	不 同 意	沒 意 見	同 意	很 同 意
一、我喜歡老師上機器人課程活動時所使用的教學方式。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
二、上機器人課程活動時，我喜歡老師讓我們自己去發現問題，動手去解決問題的方法。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
三、上機器人課程活動時，老師讓我有更多的思考的機會。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
四、上機器人課程活動時，我常常擔心自己的意見不正確而不敢說出來。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
五、上機器人課程活動時，老師要我們設計程式，我最後總是能順利地的完成任務。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
六、上機器人課程活動時，我能和同學合作學習。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
七、上機器人課程活動時，我喜歡主動思考問題並尋求解答。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				

題 目	很 不 同 意	不 同 意	沒 意 見	同 意	很 同 意
八、上機器人課程活動過程中，我覺得有參與感。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
九、上機器人課程活動時，老師讓我們去觀察發現問題是一件有趣的事。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
十、我希望其他的課程也能使用小組討論、合作學習的方式學習。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
十一、上機器人課程活動時，讓我學到科學上有用的知識與技能。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				
十二、上機器人課程活動後，讓我很期待下一次的機器人課程。 為什麼：	<input type="checkbox"/>				