

國立臺東大學教育學系
教育行政碩士專班碩士論文

國小學童樂高學習與創意發展歷程之研究



研究生：林庭瑤
指導教授：施能木

中華民國九十八年六月

國立台東大學
學位論文考試委員審定書

系所別：教育學系(所) 教育行政碩士在職專班(夜)

本班 林庭瑤 君

所提之論文 國小學童樂高學習與創意發展歷程之研究

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件
 博士學位論文

論文學位考試委員會：謝忠祇

(學位考試委員會主席)

楊義清

施能木

(指導教授)

論文學位考試日期：98年 06月 13日

國立台東大學

附註：1.一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2.本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

謝 誌

從小我就有一個願望：希望孩子是教育殿堂的主角，能主動參與學習，對學習永遠保持探索的態度與旺盛的好奇心。完成這篇論文，讓我造就了實現夢想的平台，也激起了我不間斷學習、成長的慾望。

本文得以順利通過業付梓，首先要感謝指導教授施能木博士一路上的陪伴，在施老師悉心的指導下，讓我在寫作過程中得到許多有關研究方法及觀念上的寶貴意見，滿足了我的求知慾，更讓我學會了認真看待研究及尊重學術倫理的態度。而口試委員謝忠武館長及楊義清教授協助我釐清研究上的盲點，引導我找到明確的方向，並提供專業的見解與我分享討論。感謝三位教授在這段時間裡對學生懇切的鼓勵與指正，使我獲益良多。

在研究期間，首先我要感謝師長們及校內同仁；尤其是陳玉齡老師的協助、支持、體諒與關懷，不但增長我的專業知識、開拓我的視野，更讓我在整個求學歷程中累積了豐碩的果實。我知道學習是一種相互的分享與成長，實現夢想並不是孤單、遙不可及的！

最後，要感謝我的父母與家人，在這幾年中不間斷的給我打氣加油，給予無限的支持與包容。因為有你們，才讓我能在無後顧之憂下進修、完成論文寫作。僅以此論文，獻給所有支持我、愛護我的人，與你們分享我的成長與喜悅。

庭瑤 謹誌

中文摘要

本研究旨在利用「樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)」為教學媒體，進行創意發展與問題解決的教學，以培養國小學生的創意發展與解決問題的能力，作為其日後進行創意及問題解決教學之參考。本研究之研究目的為：探討在 LEGO Mindstorms 學習環境中，教師提昇學生創意發展及問題解決能力之教學設計。探討在 LEGO Mindstorms 學習環境中，國小學生進行創意發展、問題解決之歷程。

本研究以國小四年級學生為研究對象，進行一學年的教學研究。主要的研究方法有三種，文獻探討法、質性研究法、文件分析法。藉以歸納出國小學童創意發展、問題解決的環境背景及意義。並著重於學生創意發展歷程的討論與分析，期能針對創意學習相關的課程教學提出具體的建議。本研究結果顯示：

- 一、教師以樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)」為教學媒體，進行創意發展與問題解決的教學，對培養國小學生的創意發展與解決問題的能力，是有幫助的。
- 二、學生藉由與樂高機械人組件 LEGO Mindstorms 不斷互動的學習經驗，學生可將所學原理加以驗證，然後將所得的概念加以內化及調適，轉化為個人的知識內容，而達成有意義的學習。因此，樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)」確實可提升學生的學習成效。
- 三、就學習意見調查表的分析結果而言，樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)」對學生的學習與創意發展歷程是一種正向的態度。文末，依本研究的研究發現，「樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)」的學習對學生的學習與創意發展歷程是相當有助益的，亦可做為日後持續研究之參考。

關鍵詞：樂高機械人組件 (LEGO Mindstorms)、創意發展、問題解決

Abstract

This research utilize the LEGO Mindstorms as teaching media to implement the creativity developments and problem-solving teaching in order to cultivate those abilities in primary school students as reference for further research.

The purpose of the study is to examine the teaching design and the process in promotion pupils' creativity development and problem-solving ability under the LEGO Mindstorms circumstance.

This study regards the fourth grade students as research object through one school year. The main approaches of this study are documents research, quality research and documents analysis. With these, to sum up the background and meaning of pupils' creativity development and problem-solving environment. Further, to focus on the discussion and analysis in pupil's creativity development process and intent to make some concrete suggestion on creativity development in instructional learning. The result of this study reveals:

- 1.It's beneficial for cultivating pupils' creativity development and problem-solving ability when teachers use LEGO Minstorms as teaching media to approach.
- 2.Pupils' can confirm the study principles then transform the concept by internalization and adjustment into individual knowledge content and meaningful learning with constantly interact learning which is under the LEGO Mindstorms experience. Thus, LEGO Mindstorms can surely improve learning effect.
- 3.According to the analysis of the questionnaire, it shows that LEGO Mindstorms reveals the positiveness in creativity development and pupils' learning.

At the end of this study, according to the research, The LEGO Mindstorms is quite beneficial for pupils' learning and creativity development process. Moreover, it also might be as reference for further research.

Key words: LEGO Mindstorms, creativity development, problem-solving

目 錄

| | |
|-----------------------|-----|
| 謝誌..... | i |
| 中文摘要..... | ii |
| 英文摘要..... | iii |
| 目錄..... | iv |
| 表次..... | vi |
| 圖次..... | vii |
| 第一章 緒論 | |
| 第一節 問題背景與動機..... | 1 |
| 第二節 研究目的與待答問題..... | 4 |
| 第三節 研究方法..... | 5 |
| 第四節 研究範圍與限制..... | 6 |
| 第五節 名詞釋義..... | 8 |
| 第二章 文獻探討 | |
| 第一節 建造論的理論基礎..... | 11 |
| 第二節 創意發展理論..... | 27 |
| 第三節 問題解決與合作的學習..... | 35 |
| 第四節 與研究相關的文獻..... | 43 |
| 第三章 研究設計與實施 | |
| 第一節 研究場域與對象..... | 49 |
| 第二節 研究架構..... | 51 |
| 第三節 「樂高學習」創意課程設計..... | 52 |
| 第四節 研究工具..... | 67 |
| 第五節 研究流程..... | 68 |
| 第六節 資料分析..... | 71 |

第四章 研究發現與討論

| | |
|---------------------|----|
| 第一節 訪談資料的分析與討論..... | 73 |
| 第二節 學習意見的分析與討論..... | 86 |

第五章 結論與建議

| | |
|-------------|----|
| 第一節 結論..... | 95 |
| 第二節 建議..... | 99 |

參考文獻

| | |
|-------------|-----|
| 壹、中文部份..... | 103 |
| 貳、外文部份..... | 107 |

附錄

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 附錄一 樂高 Mindstorms RIS 2.0 零件清單..... | 113 |
| 附錄二 樂高創意學習的教學設計..... | 114 |
| 附錄三 樂高創意學習的訪談大綱..... | 130 |
| 附錄四 學習意見調查表..... | 131 |
| 附錄五 訪談資料的主要編碼表..... | 132 |

表 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 表 1 設計式教學模式 (LBD) 教學策略與實施範例..... | 21 |
| 表 2 專案式教學模式 (PBL) 教學策略與實施範例..... | 25 |
| 表 3 Grallagher 所提出的創造歷程四階段理論..... | 30 |
| 表 4 樂高創意學習的單元活動設計..... | 61 |
| 表 5 學童們對「具備簡單機械基本概念」的看法..... | 86 |
| 表 6 學童們對「喜歡這種教學方法」的看法..... | 86 |
| 表 7 學童們對「教學內容有興趣」的看法..... | 87 |
| 表 8 學童們對「能啟發創造思考能力」的看法..... | 87 |
| 表 9 學童們對「樂高創意學習是很重要」的看法..... | 88 |
| 表 10 學童們對「有成就感」的看法..... | 88 |
| 表 11 學童們對「能培養問題解決能力」的看法..... | 88 |
| 表 12 學童們對「能表達自己意見」的看法..... | 89 |
| 表 13 學童們對「能找出問題的解決方法」的看法..... | 89 |
| 表 14 學童們對「能與同組同學討論問題」的看法..... | 89 |
| 表 15 學童們對「這門課有挑戰性」的看法..... | 90 |
| 表 16 學童們對「這門課所投入精神」的看法..... | 90 |
| 表 17 學童們對「認真參與討論」的看法..... | 90 |
| 表 18 學童們對「認真作課堂作業」的看法..... | 91 |
| 表 19 學童們對「能發揮團隊合作精神」的看法..... | 91 |
| 表 20 學童們對「學習方式是有幫助」的看法..... | 91 |

圖 次

| | | |
|------|---------------------------|----|
| 圖 1 | Vygotsky 近側發展區的觀念..... | 14 |
| 圖 2 | 專案式學習模式實施的主要架構..... | 25 |
| 圖 3 | 創造性問題解決模式..... | 33 |
| 圖 4 | 不同型態的問題空間..... | 36 |
| 圖 5 | 合作型問題解決模式知識建構與重整的三階段..... | 41 |
| 圖 6 | 研究架構圖..... | 51 |
| 圖 7 | 機器人零組件的小型收納盒..... | 55 |
| 圖 8 | 機器人零組件的大型收納盒..... | 56 |
| 圖 9 | LEGO 機器人的設計流程..... | 58 |
| 圖 10 | 單馬達驅動車的概念圖..... | 60 |
| 圖 11 | 初階避障礙物機器人的配置圖(1)..... | 63 |
| 圖 12 | 初階避障礙物機器人的環境圖(1)..... | 63 |
| 圖 13 | 初階避障礙物機器人的環境圖(2)..... | 63 |
| 圖 14 | 初階避障礙物機器人的環境圖(3)..... | 63 |
| 圖 15 | 初階避障礙物機器人的配置圖(2)..... | 63 |
| 圖 16 | 進階避障礙物機器人的配置圖(1)..... | 64 |
| 圖 17 | 進階避障礙物機器人的環境圖(1)..... | 64 |
| 圖 18 | 在黑圈裡漫遊機器人的配置圖..... | 64 |
| 圖 19 | 沿黑圈行走機器人的配置圖..... | 65 |
| 圖 20 | 推骨牌機器人的環境圖..... | 65 |
| 圖 21 | 搬運機器人的配置圖..... | 66 |
| 圖 22 | 搬運機器人的環境圖..... | 66 |
| 圖 23 | 研究流程圖..... | 68 |
| 圖 24 | 質性資料蒐集與分析..... | 72 |



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

在全球化的趨勢下，世界各國均在尋求國家競爭力的最佳利基，且競爭的核心內涵已由傳統的「體力」競賽轉為「腦力」競賽。換言之，新世紀的國力競賽就是以品質、創意與速度為主的競爭，而非傳統價格與數量的競賽。因此，政府因應此創新競爭的潮流中，便提出「知識經濟」、「科技矽島」等政策走向，其目的在於確保台灣經濟領先的優勢地位。然而，在知識與創新能力的加速提昇卻是有賴於各級學校教育階段的養成，有鑑於此，政府致力於教育改革而推動「創新教學九年一貫課程」，期以整體提升國民之素質及國家競爭力。而現今的國民中小學積極推動的「創新教學九年一貫課程」，其主要精神在於以學生為主體，以生活經驗為重心，培養學生具備現代國民所需的基本能力，也就是：1.瞭解自我與發展潛能；2.欣賞、表現與創新；3.生涯規劃與終身學習；4.表達、溝通與分享；5.尊重、關懷與團隊合作；6.文化學習與國際瞭解；7.規劃、組織與實踐；8.運用科技與資訊；9.主動探索與研究；10.獨立思考與解決問題等十項基本能力。其中七至十項的基本能力係與知識的「創新系統」有關，透過這些基本能力的養成，可讓學生獲得較佳的創意發展與問題解決的能力，因而提昇國家整體的競爭力。

然而，創意發展與問題解決的學習歷程是一種認知學習的過程，須由學習者主動建構，而運用「教學媒體」來教導學習者創造能力、問題解決能力，進而提昇學習者的學習動機，使其主動參與學習活動

而達到既定的效果（楊美雪，1994）。而眾多教學媒體中，電腦的互動性、耐性及機動性是較廣被接受的，因此諸多專家學者利用 LOGO 程式設計於創造力、問題解決、認知策略等方面的研究（Yusuf, 1995；Watson, Lange & Brinkley, 1992；Lowenthal, Marcourt & Solimando, 1998；黃文聖，2001）。而 LOGO 是 1960 年代由美國麻省理工學院 Seymour Papert 教授及其研究團隊發展的一種程式語言，其目的在於提供一種簡易且功能強大的電腦語言，以幫助兒童進行相關的學習，同時 LOGO 所強調的學習環境是結合建構主義、人工智慧而成的一種學習語言，它強調發現、學習和思考的過程。同時，在諸多研究結果發現：LOGO 除可培養學生有關作計畫（planning）、除錯（Debug）和問題解決等能力外，它亦能提供符號表徵與視覺表徵的連結，並支持數學邏輯思維的建立（Clements & Sarama, 1997），及培養學童後設認知的能力。但是，LOGO 語言所建構的知識與能力是屬於抽象的形式運思期，對於認知層次仍處於具體運思期的學習者而言，他們必須藉由實物進行思考，實有隔靴搔癢之憾（田耐青，1999）。因此，自 1984 年起 Papert 開始與樂高公司合作研發新的樂高產品，讓兒童可運用電腦程式控制樂高組件的動作。經過十五年的研發過程而於在 1998 年秋季，樂高公司在英、美兩國以 LEGO Mindstorms 為系列名稱開始上市發售。

田耐青（1999）認為：LEGO Mindstorms 可讓學習者在課堂上使用到高層次認知技巧，例如：設計程式、創造模型、分析錯誤之所在、思考如何修改及評鑑自己與他人的成品、進行二度及三度空間的轉換（看圖示組合模型）等。換句話說，學習者可藉由具體操作 LEGO Mindstorms 的積木組件建立模型，然後透過程式設計賦與模型動作，

經過不繼的修正與改進以尋求最佳方案，進而學習創造、問題解決的能力，這可說 LEGO Mindstorms 的學習環境更勝於 LOGO 的學習環境。再者，Wu（2002）曾利用 LEGO Mindstorms 進行「數學—科學—科技」統整學習的研究，其研究結果發現：它能充分支援統整學習的環境；學習者皆能順利組合所需的機器人並解決預定的問題，同時也能表現小組合作的決策形態與良好的互動關係，如此讓創意與經驗能作最佳的連結。綜合上述兩者，研究者認為 LEGO Mindstorms 可以做到：1.可與建構學習理論作最佳的結合；2.可落實學習者解決問題的認知歷程；3.可讓學習者將創意發展具體表現在機器人設計的成品上；4.可使學習具有強烈的學習動機及與他人建立良好的合作學習關係。

基於上述創意發展與問題解決能力的養成、LEGO Mindstorms 的優點等研究背景，本研究計畫以建造論為理論基礎，利用「樂高機械人組件（LEGO Mindstorms RIS 2.0）」為教學媒體，設計一系列創意發與問題解決的「樂高學習」創意教學課程，指導國小學童應用樂高 Mindstorms 組件來組合、創造機器人，如此便可讓學習者利用科技為工具，來進行各類探索、實驗、解決實際問題、進行創意發展及反省思考等學習活動，以建構屬於個人創意發展與問題解決的能力。

第二節 研究目的與待答問題

本研究期能提昇國小學童創意發展、問題解決的能力，故依據建造論的相關理論基礎與教學原理，利用「樂高機器人組件（LEGO Mindstorms RIS 2.0）」為教學媒體，發展與設計「樂高學習」的創意課程，同時進行創意發展、問題解決的相關教學活動，以培養國小學童的創意發展與解決問題的能力，作為其日後國小進行創意發展及問題解決教學之參考。基於上述內容，本研究之研究目的敘述如後：

- 一、探討在 LEGO Mindstorms 學習環境中，教師提昇學生創意發展及問題解決能力之教學設計。
- 二、探討在 LEGO Mindstorms 學習環境中，國小學童進行創意發展、問題解決之歷程。

依據研究目的，本研究之待答問題如後：

1. 國小學童在應用 LEGO Mindstorms 時，應具備那些基本的知識與技能？
2. 教師引導國小學童應用 LEGO Mindstorms 進行創意發展、問題解決時，其教材內容、教學策略應如何？
3. 國小學童對於「樂高學習」創意課程的學習態度為何？
4. 國小學童應用 LEGO Mindstorms 進行創意發展、問題解決時，其經常遭遇那些困難之處為何？
5. 國小學童應用 LEGO Mindstorms 進行創意發展、問題解決時，其經常採取那些因應對策為何？

第三節 研究方法

為達成研究目的，本研究主要的研究方法有三種，敘述如後：

- 一、文獻探討法：經由蒐集國外相關文獻資料，包括書籍、期刊、論文、線上資料庫、微縮片、網站文獻等，作為本研究的理論基礎與研究架構設計之依據。
- 二、訪談法、觀察法：在教學進行的過程中，採取「質性研究」的「參與式觀察」、「深度訪談」為方法，從觀察、訪談的記錄與分析，深入探討國小學童在「樂高學習」的教學活動中，學童的創意發展的歷程與問題解決的方法。
- 三、問卷調查法：利用學習意見調查表進行學童學習態度的調查，以瞭解學童對「樂高學習」課程的學習與教材內容二個向度之想法與態度。

第四節 研究範圍與限制

一、研究範圍

本研究旨在探討國小學童創意發展、問題解決的歷程，主要的研究範圍則包括「樂高學習」的創意發展／問題解決學習活動的教學設計、教學策略，以及國小學童的創意發展、問題解決的歷程。學習活動的設計，僅限於以 LEGO Mindstorms RIS 2.0 為教學媒體的教學活動為主。

本研究重點在於創意發展歷程的討論與分析，期能針對創意學習相關的課程教學提出具體的建議。因此，對創意發展其他的觀點不加以深入探討及強行解釋。

二、研究限制

- 1.研究對象：本研究的研究對象為台東縣東海國小機器人科學社的學生，學生成員為三、四年級的學童，他們均對 LEGO Mindstorms 機器人創作具有濃厚的學習動機與興趣，因此，本研究不推論至其他地區國小三、四年級的學生表現。
- 2.研究時間：本研究受限於學校課程的安排，無法排入正式課程之中，係以學校社團活動時間為實施時間，每週安排 2 小時，本研究共計實施 60 小時教學。研究結果可能受到學習期間長短以及教材內容深度與廣度的影響，故本研究結果在應用時，亦須考慮此項因素。
- 3.本研究所使用的設備為「樂高機器人組件（LEGO Mindstorms RIS 2.0）」，每套設備價值為新台幣 11800 元，設備可說是相當昂貴，非一般學生家長經濟所能負擔。因此學校向國立台東大

學美術產業學系施能木教授借用 LEGO Mindstorms RIS 2.0 組件 10 套供研究進行實施教學之使用。至於新一代樂高機器人組件 (LEGO NXT) 不在本研究進行教學時所使用設備之列。



第五節 名詞解釋

- 一、樂高學習：本研究依據建造論的理論基礎與教學原理，利用「樂高機器人組件（LEGO Mindstorms RIS 2.0）」為教學媒體，進行教學分析，將分析所得的概念加以組合、歸納成大概念，然後再進行教學分析，並且設計出一系列創意發展、問題解決的教學活動。此教學設計內容為本研究所實施之「樂高學習」。
- 二、創意發展：根據韋氏字典（Merriam Webster's Collegiate Dictionary）的字義解釋，「創意」是指：1.有創意的資質，2.有創意的能力。由上述字義的解釋可以知道「創意」的兩個要點為：1.創意為一種與生俱來的天賦；2.創意可以是一種藉由培育而造就的能力（陳龍安，1990；陳英豪、吳鐵雄、簡真真，1987）。Feldhusen 和 Goh (1995) 提出「創意」的四個要素：1.人(Person)：創意的主體，涵蓋了個人的認知特質、人格、以及成長過程的經驗等；2.過程(Process)：指「如何」產生結果的歷程，包括創新的方法、不同的組合，以及對於既有知識經驗的新想法；3.成品(Product)：創意思考產出的成品，必須是要創新，且對社會有用或是有貢獻的；4.環境壓力(Press)：環境中那些壓力是可促進創思表現？那些壓力是阻礙創意表現的因素？以上即常稱之四 P。綜合上述內容，本研究所提的「創意」係指學童將個人發展出的點子、想法，透過發想與腦力激盪的過程具體呈現於 LEGO Mindstorms 作品的表現上，具體解決指定的問題，而研究者將這整個歷程稱為「創意發展」。

三、問題解決：本研究用來定義「問題」的一個標準訊息處理架構（information-processing framework）乃由幾個狀態（state）所構成：1.一個目標（goal）或是目的狀態（end state）；2.一個初始的或是開始的狀態（starting state），也就是對問題所做的描述；3.一些中間狀態（intermediate states），用來描述為達成該目標之所有可能的解決路徑（solution paths）。而每一個解決路徑是由一些個別的步驟所組成，這些步驟會將個體由開始的狀態運作到其目標狀態（希望如是）。這整個包含初始、中間、及目標狀態的過程即組成了一個「問題空間（problem space）」（Newell & Simon，1972）。綜合上述內容，本研究所指的「問題解決」係指：形成表徵、搜尋問題空間、以及評估解決方法等歷程。



第二章 文獻探討

第一節 建造論的理論基礎

LEGO Mindstorms 是經歷十五年的研發時間而在 1998 年開始發售，它是著名的丹麥樂高集團（玩具製造商）與美國麻省理工學院媒體實驗室（以學習及認識論著稱的研究機構）合作的計畫成果。同時，Seymour Papert 是此認識論與學習研究群的領導者，有關 LEGO Mindstorms 的學習理論基礎主要根源於他所提出的建造論（Construcionism），而此理論是以皮亞傑（Piaget）的建構理論為理論架構來源。因此，本節將從建構理論的相關文獻進行探討，進一步說明建造論的理論基礎與實施：

壹、建構論（Constructivism）

無論在哲學上、心理學上或教育學上，屬建構主義（Constructivism）派別者採用「建構（Construct）」一詞，是指他們對何謂知識（knowledge）與知識的形成（how knowledge is bluit）有其特別的主張。而在教育上的建構主義可概觀的劃分為個人的建構觀（personal construct）和社會的建構觀（social construct）兩大主流（李詠吟，1998）。而此兩大主流最具代表性人物分別為皮亞傑和維高斯基（Vygotsky），他們的建構理論特別受到教育學者們熱烈地討論和研究（幸曼玲，1996；Steffe & Gale，1995）。因此，研究者將說明他們的教育觀點如後：

一、皮亞傑的建構觀點

在皮亞傑的理論中，認為知識是認知個體主動的建構，而不

是被動的接收或吸收。因此，知識是由互動中建構而來，學習是一種將經驗有意義化的社會過程（黃國鴻，2000）。因此，皮亞傑認為：認知是一種建構作用，人們為了適應生存中的環境，憑藉著天賦或基模來認知外在環境，同時也藉由「同化」

（assimilation）、「調適」（accommodation）的作用，以建構出有助於適應環境的知識。上述「同化」係指個體能將新知識納入既有的認知基模（cognitive schema），而「調適」係指個體既有的基模不能容納新知識，則必須改變認知結構，以建構出適應環境的新知識（吳志緯，2002）。

根據上述內容的討論，我們可得知建構論（constructivism）有三大原則：主動原則、適應原則與發展原則（詹志禹，1996；von Glasersfeld，1989）。其進一步的說明如後：

- 1.主動原則：知識並非由認知主體被動地接受而來，而是由認知主體建造而來。
- 2.適應原則：認知的功能是適應性的，是用來組織經驗世界，不是用來發現本體性的真實。
- 3.發展原則：知識的成長是透過同化、調適及反思性抽取等歷程逐漸發展而成，後續知識必須植基於先備知識且受限於先備知識。

以上三大原則必須同時並存，因為，單純強調「主動原則」，雖然可以跳脫傳統知識論中的「接受觀（received view）」，卻容易墮入理性主義（rationalism）、天生論（innatism）以及觀念論（idealism）等別一端的陷阱，必須輔以「適應原則」，才能使建構論另闢蹊徑，在先天與後天之間尋找互動的可能。但是，若忽

略了「發展原則」，那麼建構將仍然不夠彰顯知識的動態性，而且不足以說明知識成長與重建的歷程。總之，必須聯合三大原則的內涵，才能使建構論的意義較為完整。

二、維高斯基的建構觀點

維高斯基認為：人類智慧的發展是來自於人與世界的互動，也就是社會互動與社會經驗的結果。維高斯基強調社會文化在學習歷程中的重要性，在歷史文化所發展的符號文字將影響學習者的發展，同時他認為發展的過程是隨著學習而產生的（黃國鴻，民 89）。

根據 Wertsh (1985) 的解釋，維高斯基將人類心理能力發展區分為兩個層次，透過原始的 (natural) 較低層次的能力，如基本的注意和感官的知覺，個體在人際間的互動和學會使用語言工具的歷程當中，便會產生思考，並且造成心靈的變化，亦即個體重新再建構和組織意義，因而轉變到較高層次的心理能力（甄曉蘭、曾志華，1997）。再者，維高斯基認為個人與外在社會互動的結果，對於個人內在認知結構的塑造及促進認知發展，扮演著重要的角色，個人認知結構是外在社會活動逐漸內化的結果。

在合作學習的過程中，學習者可透過能力較佳的學習夥伴鷹架式的協助 (scaffolded support) 而發展成長 (Vygotsky, 1978)。他進一步的提出近側發展區 (zone of proximal development) 的觀點 (如圖 1 所示)，並且主張認知的發展必須要透過社會互動方面的協助，學習者本身自我發展的能力有限，但是可以透過同儕間的合作學習及有效的社會互動，提升個體認知發展的空間 (鄭

晉昌，2002)。基於近側發展區的觀點，教師應該在學習者發展之前，適時提供鷹架引導學習者發展潛能，讓他學得符號的意義與應用。

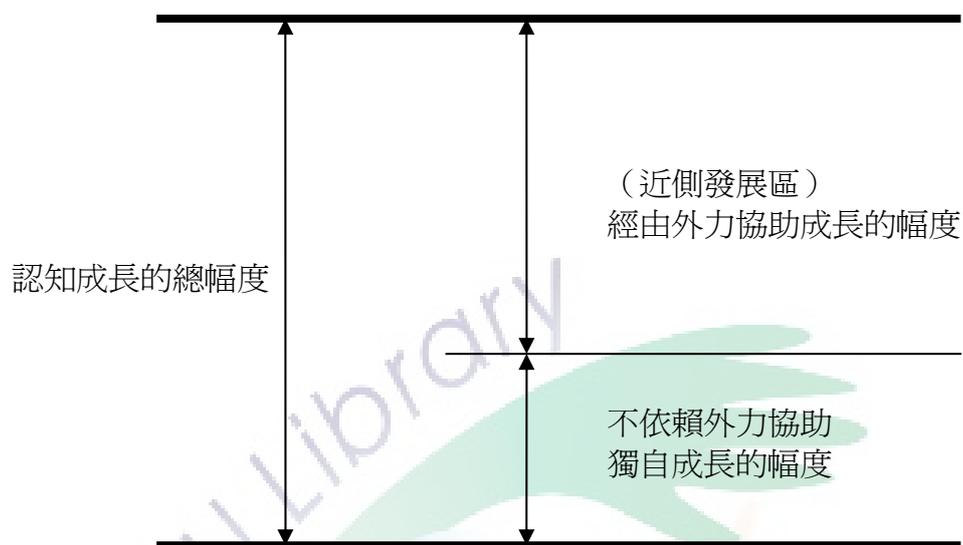


圖 1 維高斯基 (Vygotsky) 近側發展區的觀念圖

總而言之，建構論的認知發展研究乃是脫離行為學派而導向個體內在深層思維活動的探究，正如 Confrey (1991) 所指出：建構論對於知識建構的定義乃是基於皮亞傑的心智適應的原理，是一種個人與環境互動的建構歷程。皮亞傑所闡釋的認知結構或基模的理論，正是建構教學理念描述個體知識建構的內在運思活動之最佳寫照。然而另一方面，維高斯基則從社會文化的層面出發，強調人際間的互動及文化工具（語言或符號）的使用，也為建構教學理念闡釋個體的知識建構提供了另一方面的重要基礎。

貳、建造論 (Constructionism)

建造論 (Constructionism) 是由 Papert 所提出的學習理論，它是 Papert 延續修正皮亞傑的建構主義 (constructivism) 而提出的，也是 LEGO Mindstorms 的主要理論基礎，因此研究者將就建造論的意涵、建造論的落實等兩部份進一步說明建造論如後：

一、建造論的意涵

建造論特別強調學習者必須有意識的從事某項公開事務的建造。因此，此理論特別強調：1. 學習是主動的歷程，知識不是自然獲得的而是製造出來的，也就是學習者從經驗中主動建構知識；2. 當學習者熱衷於對個人具有意義的事物時，他對新知識的建構是別有效率。其中，第一項觀點是建立於皮亞傑的建構理論之上，而 Papert 加以擴充而成為建造論 (Resnick, 1996)。

建造論的基本理念是「從做中學」，強調學習者要從事創作外在的或可與人共用的作品。學習者所從事的活動並非都可以算是學習的活動，最重要的是此項活動要具備豐富的學習內容 (learning-richness) 的本質。學習者在從事建構活動時，可以隨時參照其成果的進展而獲得靈感與引導，並且可以更具體地去操作此項實物。透過這項逐漸成形的作品，創作者可以指著某實質的一部份回溯其過去的思考，並規劃出未來的活動。此外，在設計的過程中，學習者除了規劃之外，更可藉實際動手去做測試其設計過程中的創意。在學習者的作品發展過程中，他會不斷的修改，甚至推翻原有的想法，而非只是執行公式化的程式 (Roth, 1998)。

再者，由於電腦科技高度的發展，Papert (1998) 所提的建造論除強調「從做中學」的觀念外，並且認為「形式運思」的思考風格不一定優於「具體運思」的思考風格，因而提出認識多元論的主張，強調在具體的操作過程中，也可以相同的學習效果(吳志緯，2002)。因此，Papert 所提出的建造論是建立於兩個不同的建構 (construction) 觀念：一是學習主動的建構新知識，而不是被動的接受；二是透過對事物的操弄，並且進一步的展現、發展，或與人分享而達到個人有意義化的建構學習 (Papert & Harel, 1991)。McGrath (2000) 認為：Constructionism (Papert) = Constructivism (Piaget) + Construction (LEGO/LOGO)，也就是 Papert 的建造論是涵蓋皮亞傑的建構理論，再加上能夠讓學習者主動操作的實物 (如 LOGO 程式，或 LEGO 積木)。

Papert 和 Harel (1991) 指出建構論與建造論的差異在於：建構論認為知識是由學習者建構，而非教師所提供；建造論認為精進的創意通常會發生在學生們投入某些事物的建造、或與他人分享經驗時。建造論也支援建構論的觀點：學習者是一個主動的知識建構者，然而也強調在外在作品的建造，因可讓學習者彼此分享創意。雖然沒有外在作品的創作，學習者仍然可以建構且表達知識，但有更多的證據顯示藉由外在作品的創作，學習者可以有更互動，以及分享他們所瞭解的事物及想法。

二、建造論的落實

建造論 (Constructionism) 在教育上兼具有學習理論與學習策略的特性，它建立於皮亞傑的建構論 (Constructivist)。建造論

認為知識不是簡單地由教師傳達給學生們，而是學習者主動的心智建構，學習者不僅是獲取創意（ideas）而且是開創出自己的創意（Papert，1993）。因此，建造論主張：應該讓學習者主動地參與一些外在作品的創作，同時讓他們有機會表達自己的看法，及與他人分享想法，如此新的創意極有可能會被創造出來。

因此，在以建造論為基礎的學習環境中，教師所扮演的角色是協助者的身分，來指引學習者依其學習途徑進行學習活動；而學習者必須完成指定的作業以達教學目標，如此他們可以探究、產生、解決問題。所以，基於建造論所建置的學習環境必須包含下列要素（Han & Bhattacharya，2001）：

1. 陳述具有發展可能的題目（rubrics）。
2. 解說作業的對談過程。
3. 探究在完成作業過程中所用到的多樣化策略。
4. 學習者彼此間的詢問、學習討論。
5. 完成作品的展現。
6. 讓創意得以修正與發展的專案（project）。
7. 學習者間的合作（collaboration）。
8. 學習者能與外面世界的技術專家一起做事。
9. 學習者能從事真實世界的工作。

換言之，以建造論為主的學習環境，一開始就設定課程／單元目標與期望是重要的，如此學習者會清楚瞭解他們試著要獲得的內容及表現的程度。而多樣的策略就是允許學習者利用不同的方法，以解決他們所遭遇的問題；藉由展現作品及學習的討論結果，學習者可獲得回饋而來修正他們的計畫或作品；與真實世界

有關的應用，可讓學習者真在學到在有意義情境（meaningful context）中所發生事物的處理程式。

在教室的教學情境中，建造論可以落實在兩種教學模式(Han & Bhattacharya, 2001) 即：1.設計式學習模式（Learning by Design, 簡稱 LBD）; 2.專案式學習模式（Project-Based Learning, 簡稱 PBL）。因為同樣受到建造論的理論與策略的導引，因此它們有著許多共同的特性，即兩種教學模式皆是以學生為中心的學習環境，學習者被賦予更多的學習責任，同時學習者有更多機會參與對他們有意義的真實世界中的工作。然而，此兩者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，所以作品可能是一個人可完成的創作，或者是必須小組共同合作的作品；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。

參、設計式學習模式（Learning by Design, 簡稱 LBD）

根據上述內容，建造論可以落實於 LBD、PBL 兩種教學模式，研究者先就 LBD 的意涵與目標、學習環境的設計要項、教學策略與範例等三部份進一步加以說明 LBD 的實施：

一、LBD 的意涵與目標

LBD 的理論基礎源自於建造論，它強調學習的價值在於藉由產生、規劃工作時程，或者投入其他類型的設計工作而達成。設計的過程會產生一個豐富的學習情境（context），因此 LBD 的

價值在於學習的過程及其成果、作品。再者，LBD 的本質在於意義的建構，所以學習者創作出的物品、作品即代表他的學習成果，而這學習成果必須是對他是具有意義的。

以 LBD 理念所設計的學習環境中，許多目標是能被確認出來。而這些目標可隨著學習者、教材、作業、教師而可以適時調整、改變，但卻有一些共通的目標是可供我們在設計學習環境時加以參考：

- 1.從範例及經驗中去摘錄基本的概念與技能。
- 2.促使學習者能積極投入學習活動中。
- 3.鼓勵學習者提出問題。
- 4.能夠比對出正確概念與錯誤概念。

二、LBD 學習環境的設計要項

LBD 所要提供的是一個豐富的學習環境，它可提供學習者利用有意義的方法，來與教材內容進行相關的互動（施能木，2008）。因此，有些設計的要項是我們進行學習環境設計時必須加以考量，因為這些要項可增加有效學習的價值，及可反映在使學習經驗變得有價值的過程及作品上。有關 LBD 學習環境的設計要項說明內容敘述如後：

- 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.在開放性設計作業中，讓強制式、鷹架式的競爭取得平衡。
- 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.反應（reflection）。

三、LBD 的教學策略與範例

表 1 中的六種教學策略是 LBD 常用的教學策略，每種教學策略詳列出教學者在教學過程中可使用的實施範例，如此可避免不明確期望、不完整的資料、缺乏明確的教學目標、學習者偏好的接納、教師的複雜角色（從傳統到革新的轉變）、學習過程的評量等問題，而讓 LBD 真正可以落實在教室裡的教學情境。

總而言之，LBD 的理論基礎在於使學習者成為設計者、創作者的經驗，而在這個經驗中，他們必須能夠創造出可與他人分享的作品。換言之，藉由設計、分享、指導、評估、修改他們的作業及反思過程等，如此使得學習者對自身的學習能負起更多的責任。當然，教師也必須扮演起協助者、鼓勵者的角色，同時營造出一個開放性學習環境，並且在提供豐富多變的回饋機會給學習者時，能夠在激勵、協助兩種方式取得一個平衡方法。所以，藉由這種學習經驗，學習者可以建構出學習的意義，並且將學習過程加以內化。

表 1 設計式教學模式 (LBD) – 教學策略與實施範例

| 教學策略 | 實施範例 |
|--|--|
| 1.從第一天起，讓對學習者的期望變得更清楚 | <ul style="list-style-type: none"> ● 授課大綱 ● 課程說明 ● 討論時間 ● 網頁內容 ● 澄清與課程有關的問題 |
| 2.告知參與者(學習者)明確(explicit)、暗喻(implicit)的目標，及他們被評量的方式 | <ul style="list-style-type: none"> ● 在前測後的討論 ● 授課講義 ● 網頁內容 ● 問題與解答時間 ● 共同決定評量的標準 |
| 3.學習者是主動的知識建構者 | <ul style="list-style-type: none"> ● 腦力激盪 ● 小組討論 ● 競賽活動 ● 決策形成 ● 學習者有一主題的選擇機會 ● 學習者有一情境的選擇機會 ● 調查工作 |
| 4.教師扮演著協助者、鼓勵者的角色 | <ul style="list-style-type: none"> ● 協助學習者的活動 ● 激勵學習者 ● 指定開放性的設計作業 ● 平衡鷹架的提供、激勵學習者及指定完成的作業 ● 增強正確概念，消弱錯誤概念 |
| 5.作業的內容要讓學習者能設計及建構出一個可與他人分享的作品 | <p>設計作業可涵蓋而非侷限於下列項目：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 教育性軟體 ● 教育性競賽 ● 網站建置、PowerPoint 的展示 |
| 6.提供學習者豐富及多樣的回饋 | <ul style="list-style-type: none"> ● 最初對題目取得一致意見 ● 透過反應的自我評量 ● 工作日誌 ● 過程的報告 ● 班級討論 ● 短篇報告 ● 同儕評量 ● 學習歷程檔案：過程報告 ● 引導到聽眾對象 ● 引導到學科教材專家 ● 觀察學生們的互動與參與所給的回饋 |

肆、專案式學習模式 (Project-Based Learning, 簡稱 PBL)

研究者接著就 PBL 的意涵與目標、學習環境的設計要項、實施程序與教學策略等三部份進一步加以說明 PBL 的實施：

一、PBL 的意涵與目標

PBL 是個綜合性教學途徑，它可使學習者專注於持續的、合作的探究工作 (investigation) (Bransford & Stein, 1993)。PBL 是一種可讓學習者進行複雜活動的教學策略，它通常需要多個階段及一個較長的時間 (甚至長到一整個學期) 來進行。專案內容仍然集中於作品、成果的創造，以及讓學習者選擇、組織他們的活動，實際進行研究工作及綜合所得的資訊。因此，PBL 的學習環境包括真實內容 (authentic content)、真實評量、教師的協助人選 (但非指導)、明確的教育目標、合作學習及反應等。同時，在 PBL 的目標是反映在下列兩項目上：

1. 營造一個以學生為中心的學習環境；
2. 強調於作品的創作當做學習成果的一部份，而作品是基於具有多樣發展性的真實及現實生活的經驗；

因此，當學習者在面對錯誤觀念、內化教材及相關概念時，他便可成為知識的主動建構者。

二、PBL 學習環境的設計要項

PBL 學習環境有七個重要的設計要項，它們可以用來描述、評估、規劃專案內容，讓學習者可以成為知識的主動建構者，此七個設計要項說明內容敘述如後：

- 1.以學習者為中心的環境 (learner-centered environment)：此要項是被設計來擴大學生的形成決策權及專案進程的主導權，即包括主題的選定、設計、製作及展示等決定的形成。專案的進行應有合適的結構及回饋，以幫助學習者做出經深思的決策及修正。同時，藉由將學習者的決策、修正及主動的行動表現轉換成文件內容，如此讓教師們（及學習者）獲得有價值的資料，進而用來評量學生的創作及其成長。
- 2.合作 (collaboration)：此要項是用來給與學習者學習合作技能的機會，諸如小組的決策制定、互相信賴、同儕與老師所提供回饋的統整、對同儕能提供深思的回饋、及以「學生研究員 (student researchers)」的身分與同學們一起工作。
- 3.課程內容 (curricular content)：教材要能夠順利的統整，它是需要讓專案內容結合於標準 (standards)，即要有清楚的創作目標，及支援、示範有關創作的過程、製作等學習內容。
- 4.真實性作業 (authentic tasks)：此要項依專案的目的而可呈現出多種形式。專案式學習必須連結於現實生活，因為現實生活的議題可與學習者的生活或社群發現關連。藉由真實的方法、實施、觀眾的使用，可讓專案內容連結於實際的專業。同時，要與教室外的世界作溝通時，可藉由網際網路或合作而與現實生活中社群成員或專業人士作相關的連結。
- 5.多元的展現方式 (multiple presentation modes)：此要項提供學習者有效地使用多樣的科技為工具的機會，使他們可以順利使用科技來規劃、發展、或展示他們專案等。雖然，科技可輕易地變成專案的主要焦點，但多媒體的真實力量是在於：它能整

合學科課程及創作過程的實際應用。

6. 重視時間的管理 (emphasis on time management)：此要項提供學習者計畫、修訂、反應他們學習的機會。雖然專案完成時間的範圍變化很大，但必須有適當時間及教材內容的管理，來支援學習者進行有意義的創造及學習。
7. 創新的評量 (innovative assessment)：學習是一種持續進行的歷程，因此教學評量是將學習加以檔案化的持續過程。專案式學習需要多樣的及次數頻繁的評量，包括：教師評量、同儕評量、自我評量及反應。評量的實施必須被學習者充分瞭解，並且允許他們有參與評量過程的機會。

三、PBL 的實施程序及教學策略

PBL 的實施程序是區分成規劃 (planning)、創作 (creating)、處理 (processing) 等三個主要的階段 (如圖 2 所示)。在規劃的階段時，學習者要選擇主題，尋找可用的資訊來源，重組資訊成一種有用的形式；在創作的階段中，學習者要發展專案的構想，整合小組成員的貢獻，發展出專案內容；在處理的階段中，專案內容必須與其他小組分享，以便獲得回饋，以及各組對專案成果的反應。有關 PBL 的實施程序的教學策略與學習者、指導者的配合要項如附表 2 所示。

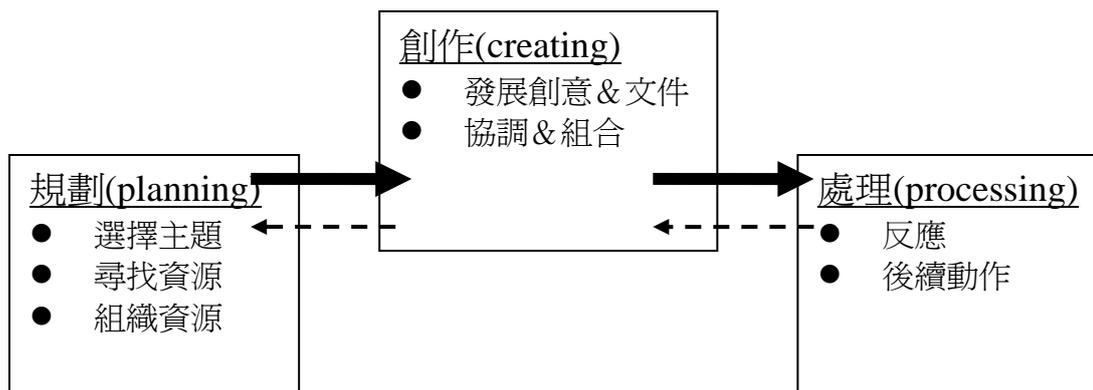


圖 2 專案式學習模式 (PBL) 實施的主要架構圖

表 2 專案式學習模式 (PBL) 的實施程序及教學策略

| 情境 | 實施程式及策略 | 學習者的配合 | 指導者的配合 |
|---------------------|---|---|--|
| 規劃(planning) | | | |
| 1.設計整體學習氣氛 | <ul style="list-style-type: none"> ●營造可以促進學習者探究及競賽的環境 ●與真實世界做連接 | <ul style="list-style-type: none"> ●允許有充分的時間進行專案 ●提供產生問題、處理方法及作品等投入(input) | <ul style="list-style-type: none"> ●瞭解專案內容，並協助學習者 ●提供開放性情境 ●協助學習活動 |
| 2.探究(inquiry) | <ul style="list-style-type: none"> ●選擇主題 ●尋找資源 ●安排合作事宜 | <ul style="list-style-type: none"> ●詢問及精鍊問題 ●系統地闡述目標 ●規劃實施的程式 ●討論已形成的創意(ideas) ●使用「拼圖法」的合作學習 | <ul style="list-style-type: none"> ●在專案開始前，找出學習者所具備的先備知識 ●提供學習者結構性探究的實施步驟，以便學習者可遵循實施 |
| 創作(creating) | | | |
| 1.分析資料 | | <ul style="list-style-type: none"> ●作出預報內容(predictions) ●設計出計畫／實驗內容 ●收集及分析資料 | <ul style="list-style-type: none"> ●指導學習者分析資料 ●納入一個技術協助的模式 |
| 2.與他人合作 | <ul style="list-style-type: none"> ●與他人溝通彼此的創意及發現 | <ul style="list-style-type: none"> ●擁有與他人一起工作的技能，以及探究已形成問題的必備知識 | <ul style="list-style-type: none"> ●著重個人及小組的學習歷程 ●提供個人應負起責任的規範 |

- | | | | |
|-----------|--------------------|----------|------------------|
| 3.發展構想及文件 | ● 創作出作品 | ● 詢問新的問題 | ● 設計教學活動 |
| | ● 將創意加以具體化並且加以建構出來 | ● 提出結論內容 | ● 提供相關資源 |
| | | | ● 給與學習者在進行專案時的意見 |
-

處理(processing)

- | | | | |
|-----------|-----------|----------------|------------------------------|
| 1.展示知識及作品 | ● 監控已知的事物 | ● 展示自己所有已具備的能力 | ● 納入要對外面觀眾展示的機會 |
| | | | ● 要求多元標準的完成（即合作、解說、展示、自我報告等） |
-

- | | | | |
|-----------|----------------------------------|----------------|--------------------|
| 2.反應及後續動作 | 評量包括： | ● 瞭解教師的評量方法 | ● 營造一個時常回饋與評量的教室文化 |
| | ● 同儕評量 | ● 產生及同意評量的標準規範 | ● 找出學習者可以比較彼此作品的方法 |
| | ● 自我評量 | ● 反應出自己的學習狀況 | |
| | ● 學習歷程檔案評量(portfolio evaluation) | ● 分享與獲得多樣的展望 | |
-

總結本節內容可知，建造論是 LEGO Mindstorms 設計與教學應用的理論基礎，該理論強調學習是主動的歷程，透過對事物的操弄可建構新知識，同時也重視「從做中學」的理念。而建造論可透過 LBD、PBL 兩種教學模式加以落實，兩者皆是以建造論的理論與策略為導引，所不同之處在於：LBD 所需要的時程序較短，而 PBL 需要長期完成一個專案作業。本研究考量國小學童的問題解決能力、學習動機的維持等因素，採用 LBD 的教學模式進行樂高學習教學設計，同時參考 LBD 學習環境的設計要項、LBD 六種教學策略，融入教學活動設計之中，以符應建造論的理論基礎。

第二節 創意發展理論

壹、創意發展的內涵

創意的定義簡單而言是一種「想法」，即與「舊」的概念是相反，也就說「剛有」、「剛經驗到的」、或「過去沒有的」想法及點子。

「創意發展」是一種創造的歷程，通常優秀作品是高度創意發展歷程的具體展現結果。陳龍安（1998）認為：創造力是指個體在支持的環境下結合敏覺、流暢、變通、獨創、精進的特性，透過思考的歷程，對於事物產生分歧性觀點，賦予事物獨特新穎的意義，其結果不但使自己也使別人獲得滿足。上述內容正表現「創意發展」的意涵，因此當提及「創意發展」一詞時，一定會相關聯想到創造力的表現。

而對於創造力的定義雖然至今仍無定論，創造力普遍被視為一種能力、一種歷程和人格特質有關（陳龍安，1998）。但從相關的理論與研究發展趨勢來看，學者們似乎已達成一個共識，那就是：「創造力的表現與發展涉及許多個人特質與環境因素」。從相關的文獻探討可知，創造力的產生所必須具備的主要個人特質至少應包括知識（含經驗）、意向（含態度、傾向、動機、承諾）、技巧／策略等三大領域的特質，而家庭教育、學校教育、組織環境及社會文化體系則為影響創造力發展的主要環境因素（葉玉珠，2000）。同時，王千倖（2000）認為：「探究創造力需兼顧人、過程、結果及環境等因素，更需要重視創造歷程的動態性、系統性和時間性」。

所以，創造力所涉及的是多面向的能力，非單一能力所能涵蓋的。

然而，從認知心理學的觀點而言，創造力是「解決問題」的關鍵，創造的過程也是一種解決問題的過程（洪文東，2000）。換句話說，學習者由於其好奇心、信念、及價值觀之驅使，促使他們經由想像、推理、去「思考問題」與「解決問題」，進而在過程中產出創造力。再者，王千倬（1999）認為：「創造是創造性思考（creative thinking）與批判性思考（critical thinking）的結晶」。同時，根據Csikszentmihalyi（1990）的看法，創造力的產生首先要具備的條件是產生「心流」—即「人們處於完全投入一個活動的狀態；即使投入這項活動必須付出極大的代價，人們仍然願意去做它，因為此一經驗本身帶給人們無比的喜悅」。「心流」可說是極端的內在動機，這種經驗的產生除必須要有一些智慧、知識及技巧為基礎之外，還需要環境提供「適當」的刺激與挑戰，而且這些內在、外在的條件必須充分配合方能產生效果。

綜合上述學者們的看法，我們可以知道解決問題、創造性思考、批判性思考等認知層面的知能，再與週遭環境互動所產生的能力皆與創造力有著極密切的關係。

貳、創造的能力、歷程與特質

一、創造的能力

創造力是一種能力，通常包含擴散性思考（divergent thinking）的幾種基本能力：敏覺力、流暢力、變通力、獨創力及精進力（陳龍安，1998），其詳細內容茲分別說明如後：

1.敏覺力（sensitivity）：指敏於覺察事物，具有發現缺漏、需求、

不尋常及未完成部份的能力，也就是對問題的敏感度。

- 2.流暢力 (fluency):指產生觀念的多少，即思索許多可能的構想和回答，是屬於記憶的過程，因人會將資料聚集貯存在腦中以供利用。
- 3.變通力 (flexibility):指不同分類或不同方式的思考，從某思想列車轉換到另一列車的能力，或是以一種不同的新方法去看一個問題。在問題解決或創造力上，我們必須要能找到不同的應用範疇或許多新的觀念。變通力是指我們要能適應各種狀況，同時意味著不要以僵化的方式去看問題。有彈性的思考者能以不同的方式去應用資料。
- 4.獨創力 (originality):指反應的獨特性，想出別人所想不出來的觀念，亦即和別人看同樣的東西，卻能想出和別人不同的事物，獨特新穎的能力。
- 5.精進力 (elaboration):指一種補充概念，在原來的構想或基本觀念再加上新觀念，增加有趣的細節，和組成相關概念群的能力。

二、創造的歷程

Davis (1986) 認為創造的歷程，可從下列三種方面來敘述：

- 1.當今的新主題或解決方案突然迸發的一剎那，是由於知覺的突然產生了改變或轉換。
- 2.創意者用來解決問題的一系列步驟或階段。
- 3.創意者有意無意間用來引發新的主題、關係、意義、知覺、轉換等的一技巧和策略。

早期諸多學者從「歷程」的觀點研究創造力，其中 Wallas (1926) 所提出的創造歷程最具代表性，其說明如後：

1. 準備期 (preparation)：搜集有關問題的資料，結合舊經驗和新知識。
2. 醞釀期 (incubation)：百思不解，暫時擱置，但潛意識仍在思考問題的方案。
3. 豁朗期 (illumination)：突然頓悟，瞭解解決問題的關鍵所在。
4. 驗證期 (verification)：將頓悟的觀念加以實施，以驗證其是否可行。

Gallagher (1975) 再根據 Wallas 所提出的創造歷程四階段理論，進一步闡述每一階段所須具備的思考運作及所需的要素，其主要概念如表 3 所示。

表 3 Gallagher(1975)所提出的創造歷程四階段理論

| 階段 | 期望的形式 | 思考運作 | 要素 |
|-----|----------------|------------|------------|
| 準備期 | 純粹，良好的組織 | 認知記憶 | 好學、維持注意力 |
| 醞釀期 | 漫不經心 | 個人思考 | 智能的自由 |
| 豁朗期 | 經常混淆，不協調 | 擴散性思考 | 冒險、容忍失敗及曖昧 |
| 驗證期 | 純粹，良好的組織及清楚的陳述 | 聚斂性思考、評鑑思考 | 智能的訓練、邏輯推論 |

上述的創造歷程是在學習過程中，學生要先創造出對事物的新見解，同時依據既有的認知再對新創造的認知進行批判性思考，如此可對新、舊認知進行批判性的評鑑，終而達到對既有認知的再創造 (re-creation) (Paul, 1993)。因此，這說明創造力產

生的四個歷程（階段），同時這四個歷程中的思考運作皆與批判思考、問題解決有著密切關係。

三、創造者的特質

創造力決定於創造者的人格特質與動機，從教育觀點看，具有創造力者，其人格特徵的研究早為心理學者所重視。創造者之人格特質究竟有那些，有關研究不少但結果不一，主要係各研究之研究對象取自不同之領域和年齡層，而且所用之研究工具和技術不盡相同所致（陳龍安，1998）。在此，僅採取 Torrance（1975）的說法，其內容敘述如後：

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. 冒險性、試探極限 | 15. 貫徹始終 |
| 2. 對於困惑的情境好發問 | 16. 喜複雜性工作 |
| 3. 嘗試困難的工作 | 17. 孩子氣，喜嬉戲 |
| 4. 完全投入於工作中 | 18. 記憶力佳 |
| 5. 好奇、追尋 | 19. 獨斷 |
| 6. 堅定、不退縮 | 20. 自信 |
| 7. 富於感性 | 21. 自動 |
| 8. 假設、猜測 | 22. 幽默 |
| 9. 獨立的判斷 | 23. 誠懇 |
| 10. 獨立的思考 | 24. 追求高遠目標 |
| 11. 勤奮、忙碌 | 25. 要求證據 |
| 12. 富於直覺、頓悟 | 26. 勇於冒險 |
| 13. 喜獨自工作 | 27. 富於幻想、理想 |
| 14. 富於興趣 | 28. 為了真，寧可造成傷害 |

由此可知，創造必須具備某些人格特質，如此可讓創造者能突破成規，超越習慣，以求新求變，冒險探究的精神、去構思觀念或解決問題，其行為表現出冒險心、挑戰心、好奇心、想像心等情意的特質。

有學者認為創造思考者應具備下列的特性與特質：敏銳的覺察力（sensitivity）及抽絲剝繭的分析能力，能突破「習以為常」、「理所當然」的習慣，從混辭中理出頭緒；勇於嘗試及面對批判的冒險精神，視失敗為創造的一部份，對自創的事物積極尋求批判；不受制於習慣羈絆的變通力（flexibility），喜歡嘗試用不同的方法解決問題；批判性的評鑑能力（critical assessment），能從回饋及實際的測試中，且拒絕接受環境的限制；多元化的流暢力（fluency）、與眾不同的獨創力（originality）、具延展性的精密力（elaboration）和重新組合的綜合能力（synthesis）（Downs-Lombardi，1996；中華創造力中心，1997）。上述的說法，正與創造力是種能力、歷程，且與人格特質有關的說法，不符而合。

參、創造性思考的教學與策略

「創造性思考」是指一個想法，具有原創性和有效性，並善於發明，能產生精緻複雜之作品。具有創造性思考的人，能夠綜合其想法，產生創意，以及運用概念，以解決問題。換言之，創造性思考是指個人能夠產生對本身具有價值的新構想和新領悟的思考。雖然同樣的構想已經被其他人想過，或者這些構想並不被認為有價值，但是只要人們能夠想得出來，而且也能滿足他們的需要與慾

望，這樣仍然是具有創造性的（呂勝瑛、翁淑緣，1991）。有關創造性思考的界定，依 Guilford（1977）的智力結構模式而論，主要涵蓋：運作（心智的功能，包括認知、記憶、評價、聚斂性思考及擴散性思考）、內容（心智運作的材料，包括圖形、符號、語意、行為）、及產品（資料處理的結果，包括單位、類別、關係、系統、轉換、應用）為智力結構的三個分析向度（王振德，1997；毛連塹，1997；郭有遙，1994）。而 Parnes（1967）針對創造性思考亦提出創造性問題解決模式（creative problem solving）。

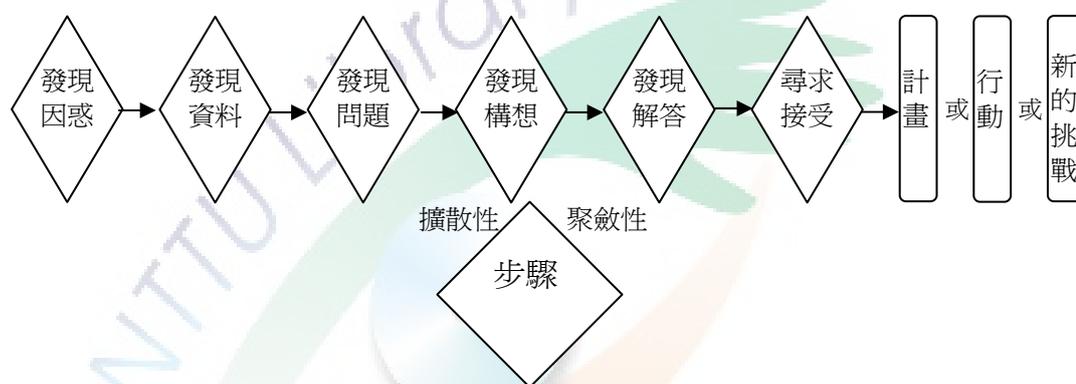


圖 3 創造性問題解決模式（引自陳龍安，1990，p. 67）

由圖 3 可以瞭解創造性問題解決的過程中的五個步驟，圖中的菱形表示每個步驟中嘗試用不同的處理方式時，再產生擴散性思考（divergent thinking）和聚斂性的思考（convergent thinking）。奧斯朋（A. F. Osborn，1963）亦提出腦力激盪術（brain storming）強調利用集體思考的方式，使思想互激盪，發生連鎖反應，以引導出創造性的思考（陳龍安，1990）。依小組成員對事物所提出的廣泛構想，再評估其合理性與可行性，以決定其是否暫時保留、修改、放棄或決定採用。

在教學過程中，我們可運用下列各種啟發創造思考的策略，使教學更生動活潑，有助於培養學生創造思考的能力（陳龍安，1998）：

1. 解凍或暖身。
2. 提供創造的線索。
3. 鼓勵與讚美。
4. 腦力激盪。
5. 屬性列舉法。
6. 形態分析法。
7. 六 W 檢討法。
8. 單字詞聯想。
9. 分合法。
10. 目錄檢查法。
11. 自由聯想技術。
12. 檢核表技術。
13. 六六討論法。
14. 六三五默寫式激盪法。
15. 創造十二談。

總結本節內容可知，創意是指與以往不同的新想法或點子，而創意發展是一種創造的歷程，即學習者在支持的環境下結合敏覺、流暢、變通、獨創、精進的特性，透過思考的歷程，對事物產生分歧性觀點，賦予事物獨特新穎的意義。因此，創意發展是與創造力有所相關，創造是一種能力、歷程、特質，而創造歷程大致可分為準備期、醞釀期、豁朗期、驗證期等四個階段，此也說明創意發展的過程也同樣必須經歷此四個階段。同時，透過創造性問題解決模式可以促進學習者依循模式的七個處理步驟，進而作創造性思考的發想依據，將具有原創性和有效性的想法，透創意發展及創造性思考的過程，進而產生精緻複雜的作品。

第三節 問題解決與合作學習

建構論的教學理念強調學習者的主動性，重視主動參與式的學習，強調「問題解決式」(problem-solving)或「發現式」(discovery)的學習活動，讓學生透過對問題情境的思考、資料蒐集、分析，設計解決方案、討論分享等活動，主動參與學習。此外，為使學習者均能達到某種預設的學習成果，建構主義非常強調學習者間的互動，因此主張小組的「合作學習」。透過同儕間對問題討論、溝通等社會協調過程，達到意義分享，建立較客觀的學習成果(朱則剛，1996)。再者，從認知心理學的觀點而言，創造力是「解決問題」的關鍵，創造的過程也是一種解決問題的過程(洪文東，2000)。因此，我們將探討問題解決的意涵與歷程以及合作學習的模式：

壹、問題解決的意涵

從認知心理學的觀點而言，用來定義「問題」的一個標準訊息處理架構(information-processing framework)乃由幾個狀態(state)所構成：1.一個目標(goal)或是目的狀態(end state)；2.一個初始的或是開始的狀態(starting state)，也就是對問題所做的描述；3.一些中間狀態(intermediate states)，用來描述為達成該目標之所有可能的解決路徑(solution paths)。而每一個解決路徑是由一些個別的步驟所組成，這些步驟會將個體由開始的狀態運作到其目標狀態。這整個包含初始、中間、及目標狀態的過程即組成了一個「問題空間(problem space)」(如圖4)(Newell & Simon, 1972；岳修平，1998)。

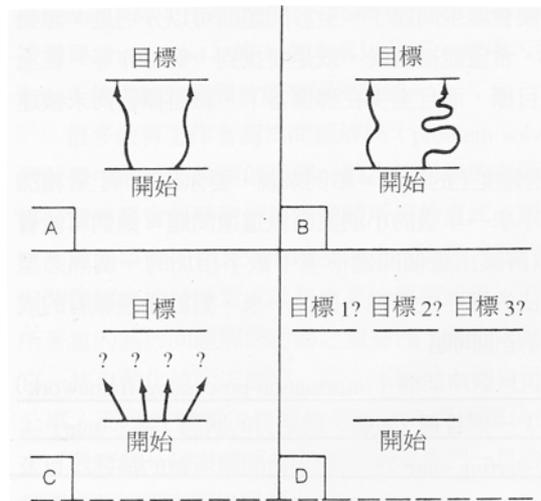


圖 4 不同型態的問題空間（岳修平，1998，p. 288）

再者，不同學者對「問題」的看法雖然是見仁見智，但大多數的心理學家皆同意一個問題有其一定的特性（Mayer，1992）即是：

1. 指定（Givens）：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，須由思考將問題由現況轉化到目標狀態。
3. 障礙（Obstacles）：思考者以其某種方式改變問題的目前狀態或目標狀態但其未知正確答案，亦即未能明顯獲得問題解決。

因此，我們可知「問題」的形成要素在於：初始狀態、目標、以及解決途徑。而「問題解決（problem solving）」的意義，便是運用個人先前已備的經驗、知識、技能和瞭解（初始狀態），去思索、探究、推理（解決途徑），以滿足未能解決的陌生情境之需求（目標）。所以，所謂「解決問題」需要將許多已知的知識與技能加以組織，運用這些知能找出解決方法或途徑，而順利將所遭遇的問題加以解決。

貳、問題解決歷程

在認知心理學裡所談論的問題解決著重於問題空間，因此無論一個問題的「問題空間」之特性為何，其問題解決的歷程卻是相同的。在初始階段中，問題解決者會對該問題形成一個表徵（form a representation），其表徵的組成可能包含在工作記憶中活化的訊息，以及其他外在的表徵。一般而言，這樣的表徵會含有對該問題的「已知」部分（givens），比方說，當面對一道以文字形式呈現的代數問題時，人們總是先讀這道問題，並在工作記憶中呈現其意義，包括指定變項的數值。或者，他們也可能會在紙上寫下一些方程式，表示出他們認為該問題的已知部分。這些表徵接著便會活化存於長期記憶中關於文字問題的知識，好比辨識出該文字問題的類型，並且從而形成可用以找出該問題解決方法的線索。這個活化解決方法的歷程會被應用在當前的情境中。至於知識的活化歷程與應用，調合在一即是所謂的問題解決歷程中的「搜尋問題空間」。最後，人們還會對所使用的解決辦法是否成功進行評估（evaluation）。

上述的這些歷程式列，在解決一個問題時可能會發生好幾次。也就是說，在形成一個問題之初始表徵，及活化該表徵的相關知識後，問題解決者可能會發現所活化的知識其實並不適用（如：在評估解決辦法後，結果發現該問題並沒有被解決）。接著，該問題解決者可能會形成另一個新的表徵，並活化不同的知識，以形成線索來找出不同的解決歷程，而這個過程的結果會再被評估。如此，重複的動作或循環的歷程會一直被持續，直到一個問題真正被解決。

由此我們可以看出，問題表徵本身對問題解決的成功與否可說是最重要的關鍵，因為表徵可以決定長期記憶中的哪一項知識會被

活化。人們有各種不同的方式可以用來形成一個好的問題表徵。有時，一個問題可能是個熟悉的問題，而問題解決者也會辨識出它是個熟悉的問題。這類情形對於問題解決者而言，要形成一個好的問題表徵便是件輕而易舉的事了——他並不需要在長期記憶中仔細搜尋該問題的表徵方式，且一旦形成了某個表徵，長期記憶中自然會有解決辦法、或是與解決辦法有關的概念。換句話說，解決辦法可能是以生產法則的形式被儲存的。反過來看，有些問題對問題解決者而言可能是較不清楚的，或是較不熟悉的，那麼這時候他們便要用到推理歷程，幫助自己對本身所有的、或是可得到的訊息，勾畫出較好的結論。

由上述可知，無論要解決的問題為何，都可以應用相同的問題解決歷程，即：形成表徵、搜尋問題空間、以及評估解決方法。其詳細說明如後：

1. 形成表徵：在問題出現後，解題者必須以其具備的知識先對問題加以表徵，找出解決問題的線索；
2. 搜尋問題空間：在問題表徵形成後，解決者必須依問題狀況的變化，隨時修正其對問題狀態的表徵；選擇適合的解題策略以克服障礙，完成目標；
3. 評估解決方法：在獲得解決方法後，解題者必須對所得的答案作檢核以確定答案能成功解決問題。

參、問題解決的步驟

人們在解決問題的過程中，通常會經歷五個步驟：1. 瞭解與思考；2. 探究與計畫；3. 選擇策略；4. 尋找答案；5. 省思與擴展問題。

這五個步驟雖說是解決問題的關鍵歷程，但各個階段都必須運用到諸多高層次的創造思考、批判思考的能力，方能順利用尋得適當的解決方案，這也就是說解題的「方法（過程）」至少和「答案（產品）」是同樣重要的。

再者，解決問題即是思考的心理活動歷程，顯然 Dewey 之五步驟觀點是最有系統的解決方法，而 Wallas (1926) 分析解決問題時個人思考的步驟有四：準備 (preparation) → 蘊釀 (Incubation) → 豁朗 (Illumination) → 驗證 (Verification)，可說是最早由內省法 (Introspection) 分析解決問題的步驟 (Mayer, 1992)。後來的學者研究創造力時，常常引用 Wallas 的看法，將此解決問題四步驟看成一種「創造」的歷程 (Wiles & Bodi, 1981; 陳龍安, 1995, 張玉成, 1993)。同時，Treffinger & Isaksen (1992) 提出創造性問題解決步驟：

1. 發現混亂 (mess-finding);
2. 發現資料 (data-finding);
3. 發現問題 (problem-finding);
4. 發現主意 (idea-finding);
5. 發現解決方案 (solution-finding);
6. 接受發現 (acceptance-finding)。

綜合上述學者們的說法，我們可以知道：問題解決是運用舊知能以創造新知能，且在四個思考步驟中蘊釀、獲得適當的解決方案，以順利解決所面臨的問題，因此問題解決與創造力有著極密切的關係。

肆、合作型問題解決模式

事實上，合作學習是一個知識一再建構與重整的過程（an interactive process of knowledge construction and transformation），學習者在合作的過程中透過交談對話，進一步的自我檢修知識的內容，調整、深化及發展知識解決問題（鄭晉昌，2002）。因此，此知識建構的過程可分成三階段（鄭晉昌、施鬱芬，1994），這三個階段的說明如後：

- 一、溝通（communication）：在知識溝通的階段裡，參與者只是儘可能的試著去攫取學習活動中的資訊，彼此間僅交換和傳遞有關學習活動的訊息，及試圖對問題的情境尋求理解。在這個階段中，雙方對社會的互動需求較少，而且對於彼此之間的概念需要修正的情況也較少。當學習者獲得更多有關問題的資訊，而且彼此間的瞭解加深的時候，將開始進一步深化彼此間的合作的內容。
- 二、協商（negotiation）：在這個階段中，參與者開始發展問題解決的策略，以及開始將他的想法分享給同伴，他試著去說服同伴同意他的看法，而且在對方有不同意見的時候，努力地辯護自己的想法。同問題解決的方案也就從一些不一致的看法中，經由協商逐漸的發展出來。知識的協商需要參與在之間相當程度的協調、互動，繼續不斷的對彼此之間共同概念加以修正。
- 三、統合（consolidation）：在知識統合的階段中，參與者已形成相當的共識，一起合作來建構及維護對問題的共同概念，一起檢驗及確定問題的解決方案。此階段需要參與者之間最程度的互動與協調。

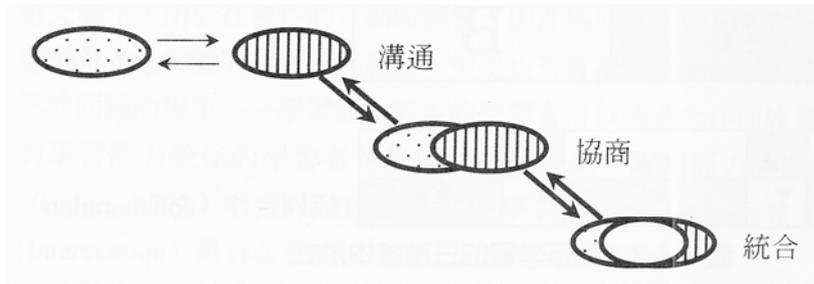


圖 5 合作型問題解決模式知識建構與重整的三階段

圖 5 說明這三個階段之間的互動演進。在統合階段，學習夥伴之間如果發現共同提出的問題解決的方案無法成功的解決問題，則統合學習將會回到協商階段，繼續合作共謀商議下一個解題計畫。如果彼此雙方不能達成問題解決的方案，則合作的雙方會進一步回到溝通階段，重新釐清對問題目標與問題情境理解上的差異。個體的知識就是在此三個階段，周而復始的慢慢建構出來。而成功的合作學習，也必在最後統合的階段中完成。

當問題解決與學習活動作結合時，便是「問題導向學習(problem based learning)」的教學模式。王千倬（1999）認為：「問題導向學習」可以培養學生批判性思考及反思的技巧，從問題解決中，提升學生的創造力。同時，「問題導向學習」非常強調以「問題」為學習的起點，而不是傳統的教學—先學習學科內容，再嘗試解決問題。因為「問題導向學習」的原創者認為從「問題」問始的學習過程，才是真正反映出日常生活中實務工作者的學習歷程—為解決問題而學習。再者，「問題導向學習」非常符合「情境學習理論」所強調的「提供學習者『真實的學習情境（authentic learning

contexts)』，「情境學習理論」的學者認為，惟有提供學習者「真實的學習情境」，才能增進學習者的學習遷移，幫助學生學以致用（Lave & Wenger, 1991；Young & kulikowich, 1992；McLellan, 1993；Young, 1993；Achilles & Hoover, 1996）。換言之，問題解決的過程中，解題者必須具備各種不同學科的知識與技能，方能順利運用舊知識以創造新知識，以解決所遭遇的問題，因此在學校教學環境中，「解決問題」必須是一種「合作學習」的「科際整合」教學活動。

總結本節內容可知，就認知心理學觀點而言，問題解決是一個標準訊息的處理架構，包含目的狀態（end state）、初始狀態（starting state）及中間狀態（intermediate state）等三個狀態，此三個狀態的過程可形成一個「問題空間」。而問題解決的歷程包含形成表徵、搜尋問題空間、評估解決方法等三個階段。而問題解決的步驟大致可分成：1.發現混亂；2.發現資料；3.發現問題；4.發現主意；5.發現解決方案；6.接受發現等六個步驟。而合作型問題解決模式的溝通、協商、統合等三個階段，正說明學習者間在解決問題過程，彼此間合作的磨合時期類型，通常會先以「溝通」作為共同解決問題時的基礎，然後再透過對問題意見的「協商」而達成彼此的共識，最後在「統合」階段可以將意見達成極高識，而可以順利且成功的解決問題。

第四節 與研究相關的文獻

壹、框架法

框架（frames）法是一種呈現知識的格子、矩陣或基礎架構。當框架作為一種認知教學策略時，乃是由教師或學生將其主要觀念分配於縱軸和橫軸兩個層面所形的組織。教材內主要觀念相關之資訊皆可填入細格中，通常我們在細格中可見事實、例子、概念、描述、解釋、經過、程式等不同訊息。

框架法在外型上看似二維空間的表格，但因知識內容和教學目標的特性，而有三種類型：矩陣（matrix）框架、問題／解決

（problem/solution）框架、目標／行動（goals/action）框架（West, Farmer & Wolff, 1991）。問題解決框架法是由使用者在欄位的最左側縱軸列出問題或事件的項目，再隨之描述問題的行動和結果，其內容如下所示：

| | 問題 | 行動 | 可能結果 |
|----|----|----|------|
| #1 | | | |
| #2 | | | |
| #3 | | | |

目的／行動框架法與問題／解決框架法頗為類似，只是最左側縱軸欄在導引學生思考事物的目的或目標，其內容如下所示：

| | 目標 | 計畫 | 行動 | 結果 |
|----|----|----|----|----|
| #1 | | | | |
| #2 | | | | |
| #3 | | | | |

貳、LEGO 在國小的相關研究

吳志緯（2002）為探討電腦樂高教學方案對國小學童科學學習的成效，採質的研究，以自編的樂高教學單元，針對六位國小學童進行為期一個月（36小時）的研究，結果發現：電腦樂高提供豐富且具高互動性的科學學習環境；樂高教學方案可提供學童問題解決的能力及合作學習的經驗，且讓學童有正向的科學學習態度。

吳斯茜（2005）為探討網路輔助電腦樂高課程對學童問題解決態度的影響，採準實驗研究法，以自編 15 小時的網路輔助電腦樂高課程進行實驗教學，結果發現：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。

施能木（2008）為探討樂高教學方案在國小生活科技課程的可行性及其對學童創造力的影響。該研究進行文獻探討，瞭解國內外建造論、創造力、問題解決等理論基礎，作為規劃樂高教學方案的依據，採取準實驗研究法，以台東縣東海國小六年級兩個班級（各 35 名學童）為研究對，進行 24 節的教學實驗，研究結果顯示：1. 樂高教學方案適用於國小生活科技課程之教學；2. 樂高教學方案可提升國小學童在生活科技課程的學習成效；3. 樂高教學方案可提升國小學童部分創造力的能力。

洪秋萍（2005）為探討電腦樂高對學習創造力的影響，採內容分析法，以自編 10 個教學單元，針對 12 位國小五年級學生進行為期 10 週（20 小時）的研究，結果發現：合作學習有助於學生的學習，且創造力都有提升；有男生的組別在功能性角色及創造力表現優於全部女生的組別。

黃世隆（2004）為探討電腦樂高對高中生程式設計學習的成效，採行動研究，以計算機概論課程為教學單元，針對高中一年級 79 位學生進行研究，結果發現：多數學生認為使用電腦樂高有助於提升程式設計的學習興趣及成就感；學生對驅動電腦樂高硬體的指令感到困擾。

Turbak 和 Berg（2002）為探討機器人設計工作室課程對大學通識教育的成效，以自編 12/13 週機器人課程，讓 150 位不具程式設計、機械製作經驗的學生進行學習，結果發現：課程有助於引起具有不同背景及興趣的學生加入；課程可促使學生們積極投入動手做的設計及完成專案；學生可有創意地表達自己的創意與想法。

Wu（2002）在他的博士論文中，利用 LEGO Mindstorms 並且以「數學—科學—科技（MST）」為向度進行統整學習研究。他是利用皮亞傑的認知學習理論、專案開發的方式進行實驗教學，而研究對象是十位國小五年級的學生，研究時間為期二個月。在教學過程中，學生必須設計與建構出各自的「電腦控制 LEGO 專案」，而且必須運用齒輪、齒輪比及馬達的概念。這個研究設計著重於統整學習的三個面向：1. 所提供教材的統整性；2. 學生使用教材的統整性；3. 學生心智的統整性。就第 1 個面向而言，研究結果顯示 LEGO 的環境可支援「數學—科學—科技」概念的統整性學習；就第 2 個

面向而言，全體學生皆能完成他們所設計的專案，且這些專案皆給人非常深的印象；同時，他們能成功地組合齒輪、馬達及 LEGO 零件以創造出具有動力的裝置，並且能夠藉由撰寫控制指令來處理動力系統。然而與研究初期的設想有所不同之處，即學生不需使用齒輪比的「數學推理」，卻能成功地設計有效的齒輪系統，事實上，學生僅是利用大齒輪帶動小齒輪的方式建構齒輪系統，以增加動力系統的速度。就第 3 個面向而言，研究結果顯示四組學生的心智處理皆能連結數學－科學－科技的概念，以產生新的概念性結構。學生們不僅在創意與經驗能作連結，同時也能確認出合作團隊的決策形態與關係。再者，具有較高成就的學生比低成就的學生，愈能有更多的證據顯示他綜合應用的能力。這些研究發現皆能支援研究結論：在學生進行合作團隊的學習時，統整學習的三個面向是非常重要的。

總結本節內容可知，經將 7 篇研究加以分析及彙整，可發現：有 6 篇的研究結果發現：樂高教學是可提升學生的學習興趣，增進學生的學習動機（吳志緯，2002；吳斯茜，2005；施能木，2008；黃世隆，2004；Turbak & Berg，2002；Wu，2002）。有 1 篇的研究結果發現：樂高教學是可提升學生問題解決能力（吳志緯，2002）。有 4 篇的研究結果發現：樂高教學是提升學生的創造力（吳志緯，2002；施能木，2008；洪秋萍，2005；Turbak & Berg，2002）。有 2 篇的研究結果發現：樂高教學是可提升學生的學習成效（施能木，2008；Wu，2002）。由此可知，樂高的應用可具備增進學習者的學習興趣、問題解決能力、創造力、學習成效等項特性，假若再與建構學習理論作最佳的組

合，同時可促使學習者具有強烈的學習動機及與他人建立良好的合作學習關係。





第三章 研究設計與實施

本研究採文獻探討法、訪談法、觀察法、問卷調查法等方法，探討樂高創意學習活動對於台東縣東海國小機器人科學社學童有的學習影響，分析 LEGO Mindstorms 機器人創作的創意發展、問題解決歷程，並且評估樂高創意學習教學的可行性及其教學效能，以作為日後國小推動樂高創意學習的參考。

第一節 研究場域與對象

壹、研究場域的敘述

台東縣東海國小是一所位於台東市區的小學，該校成立已 12 年之久，全校班級數為 25 班。因東海國小教師進修意願高，學校的軟硬體設備良好，同時為諸多台東縣政府教育處所委託的教學計畫在該校實施，因此教學頗具相當的水準而深獲家長的青睞。然而，該校學區的學生家長社經水準不一，學生的學習資源也不盡相同，但師長對學生的各項發展均相當的重視，該校是個提供學童多元性發展的校園。

貳、學生挑選的敘述

研究者先與三、四年級班級導師協商，挑選出有意願且學習動機佳的學童，再經家長同意後始可加入機器人科學社，參與的學生為本研究的研究對象。研究對象計有 18 位學生，其中男生有 12 人，女生 4 人，同時採用 2 人為 1 組的分組方式進行教學活動。

參、協同教師的敘述

本研究計有兩位協同教師參與教學活動。其中一位協同教師已有 15 年的教學經驗，在東海國小一直擔任級任導師且兼任文書組組長。他曾任縣國教輔導團數學領域輔導員，早期多次參加板橋研習會相關領域的研究計畫及教師研習活動，具有豐富的自然與生活科技的學科知識。

另一位協同教師一直秉持著自己之教學理念，希望學生在生活中學習到豐富的科學概念。曾多次參與自然領域研習會的活動，漸以鷹架理論為基礎，發展相關生活科技教學活動。在教學上重視學生創意能力的發展，培養學生主動學習的精神，同時善用多媒體工具融入於教學活動之中，讓教學活動更加活潑且引發學童的學習意願及學習成效。

第二節 研究架構

本研究根據建造論的理論基礎，探究有關創意學習的教學理論、教學模式、教學策略，如此設計出本研究的樂高創意學習的課程及教學活動。同時，於國小的教學現場中進行相關的教學活動，以瞭解國小學童的創意發展及問題解決等歷程，根據教學的具體結果與發現，為修正樂高創意學習課程的參考，以作為日後推廣樂高創意學習的參考依據。有關本研究的研究架構如圖 6 所示。

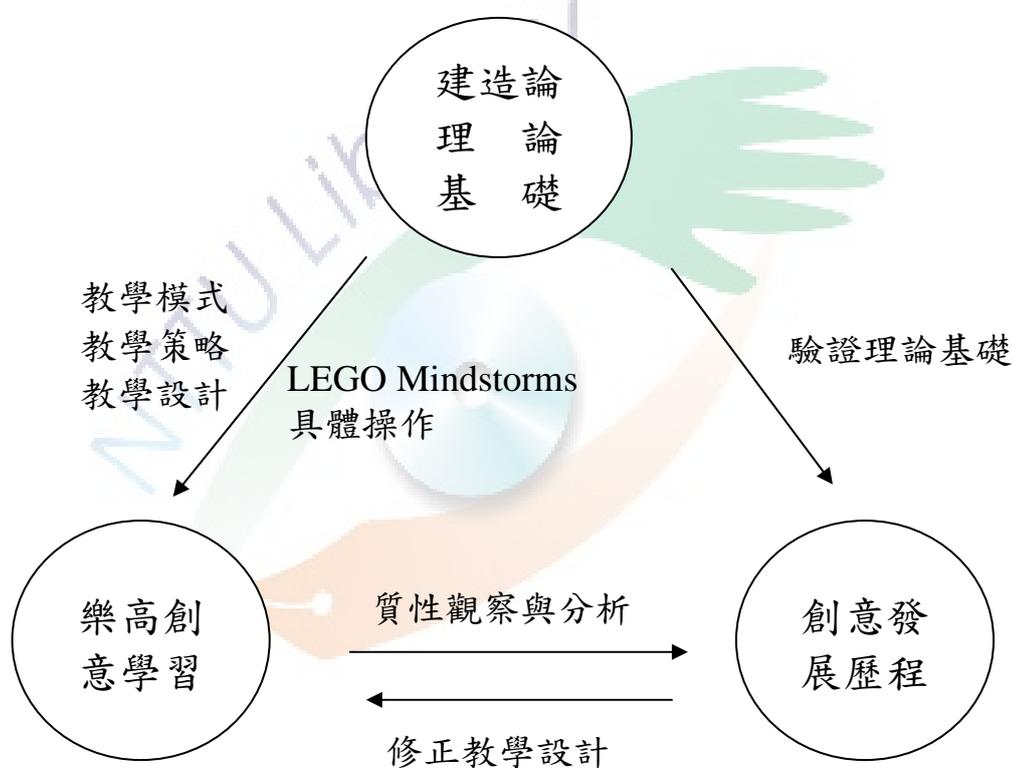


圖 6 研究架構圖

第三節 「樂高學習」創意課程設計

教學設計的過程中，必須透過「教學材分析」、「教學分析」等兩個階段方能完成教學活動的設計。教材分析即對「所要教的內容」做結構性的解析，也就是分析教材內容的重要概念及彼此間的關係，這個層面的分析不僅要確切掌握學習知識的實質內涵，也要能應用該學習知識的思維方法，及對學習知識中的基本理念要有起碼的認識。

教材分析主要針對「教什麼」，而教學分析則必須考量「怎麼教」。教師在進行教學前，必須將所要教授的教材內容轉換成教學流程，而該流程並非只是時間先後順序的安排，它還需要有一個教學的邏輯結構，即必須融入相關的教學模式、教學策略與方法，也就是這個邏輯結構必須要有理論基礎做為後盾。

根據上述內容，本研究選定「LEGO Mindstorms」組件（如附錄一所示）做為發展創意教學的核心主軸後，立刻對「LEGO Mindstorms」組件、ROBOLAB 軟體、LEGO 機器人的設計流程等進行教材分析，即對所要教授的內容做結構性的解析，以分析出教材內容的重要概念以及其彼此間的關係。在教材分析之後則進行教學分析，即將所要教授的教材內容轉換成教學流程（時間順序），同時考量各個概念間的教學先後順序及邏輯關係，以設計出「樂高學習」創意教學的課程及其教學活動，「樂高學習」的創意教學課程計的教案（如附錄二所示）。有關本研究「樂高學習」的創意教學課程設計敘述如後：

壹、LEGO Mindstorms 組件分析

LEGO Mindstorms (機器人組合) 是樂高公司與麻省理工學院經過十五年的研發工作，於 1998 年秋季在英國及美國開始正式上市發售。由它的命名「Mindstorms」可看出樂高公司及麻省理工學院對該項產品的信心，他們相信孩童經由玩這套產品，能夠對其認知與學習引發一場強烈的心智激盪。台灣在 1999 年的元月份也引進此產品，也是第一個發行該產品的非英系語系國家。這套產品包括圖形化控制軟體(Robolab)、教案、紅外線程式傳輸器(IC, Infrared Transmitter)、可程式控制積木(RCX, computer based programmable brick 或稱 Intelligent brick) 及各類型的零件組。這些零件組包含 141 種各式各樣的零件(計 716 個零件)，例如：齒輪、軸、連接管、輪胎、積木等；還有一些智慧的輸入、輸出裝置。輸入裝置有光源感應器、觸控感應器及溫度感應器；輸出裝置有馬達及燈泡等。這些輸出、入裝置與可程式控制積木搭配後，可以依據程式的指定及輸入裝置所傳回的數值，做一些控制的動作，例如：使用者可以在軟體上設計程式，當光源的降到某一程度時，馬達就開始運作。

LEGO Mindstorms RIS 2.0 計有 141 種零組件(716 個零件)，依其功能大致可區分為下列七種類別：

- 1.基本組件：此類零組件包括平板、投擲臂、橫桿、有孔積木、積木等，此類積木主要功能在於組裝機器人時，以作為組裝主體結構的零組件。
- 2.連接組件：此類零組件包括插銷、連接器。插銷用於連結橫桿與橫桿、橫桿與投擲臂，以形成穩固 LEGO 結構。連接器用於連結

軸與軸、軸與橫桿，如此可延伸軸的結構。

- 3.傳動組件：此類零組件包括齒輪、滑輪與皮帶、軸、軸襯。齒輪包括一般齒輪、冠狀齒輪、雙面斜齒輪、斜齒輪、離合齒輪、直齒條、蝸桿、差速器等，它們功能主要在於傳送動力、改變力傳送方向、改變機械速度等。滑輪、皮帶的功能是與齒輪非常類似，只是滑輪與皮帶之間可能會打滑，但優點在於滑輪尺寸不受限制且皮帶具有彈性，以至於在軸位置的安排提供靈活運用。軸、軸襯是用於將齒輪、滑輪、輪等零組件固定於橫桿之上，而形成穩定的機械傳動結構。
- 4.車輪組件：此類零組件包括各類輪圈、輪胎、履帶等。此類零組件可組合出各種類型的車輪，用於機器人移動時使用。
- 5.動力組件：此類零組件包括 9V 馬達、連接線等。此類零組件透過連接線以連接到 RCX（提供電力），以產生動力而驅動「傳動機構」，使機器人移動及動作。
- 6.感測組件：此類零組件包括觸控感測器、測光感測器、連接線等。觸控感測器用於感測機器人相關結構的碰觸訊號，以啟動機器人後續的動作。測光感測器用於測量光的強度（包括可見光和紅外光），藉由判斷光的強度程度而啟動機器人後續的動作。
- 7.控制組件：此類零組件包括 RCX、IR 傳輸器等。RCX（Robotic Command Explorer）是 LEGO Mindstorms 組件之大腦，在 RCX 上有六個端子：上面三個端子（1、2、3）是輸入端，用於連接感應器；下面三個端子（A、B、C）是輸出端，用於連接馬達和其他輸出設備。RCX 上具有液晶顯示器，可顯示有用的訊息。同時，有四個控制按鈕，及一個可播放音樂的內置喇叭和一個紅外

線通信埠。撰寫在個人電腦裡的程式，必須透過 IR 傳輸器將程式傳送到 RCX，如此便可控制機器人的動作。

考量 LEGO Mindstorms RIS 2.0 組件計有 141 種零組件(716 個零件)，這些零組件可說是相當龐雜，因為有分類與收納會有相當的困難度。因此，將這些零組件分裝成 16 個小型收納盒(零組組的分類圖如附錄一所示)，再將小型收納盒裡的零組件製作成圖片，並且貼於收納盒之上(如圖 7、8 所示)。圖中有關收納盒的編號 RIS-12-01，其中 12 是指組別次編號，01 是分類次編號，

「RIS-12-01」係指第 12 組的第 01 類小型收納盒。最後，將 16 個小型收納盒，分別裝入 RIS-12-A (裝有 RIS-12-01 至 RIS-12-08 等 8 盒)、RIS-12-B (裝有 RIS-12-09 至 RIS-12-16 等 8 盒) 等兩個大型收納盒，以便學童於機器人創意發展教學時，方便於搬運、使用、清點等工作。



圖 7 機器人零組件的小型收納盒



圖 8 機器人零組件的大型收納盒

貳、ROBOLAB 軟體分析

ROBOLAB 軟體是以美國國家儀器公司的 LabVIEW 軟體為基礎開發的圖形化編譯程式環境。在 ROBOLAB 軟體中擁有三個不同的圖形化編輯程式模式：領航者 (Pilot)、發明家 (inventor) 和探索者 (investigator)。各個程式模式的說明如下：

- 1.領航者模式最容易的程式模式。其中使用了序列式程式環境以確保程式能夠編譯和執行。
- 2.發明家模式是第二個程式模式。通常連線把圖像連接在組成程式。編寫好的程式可以包括所有典型程式語法，例如：常數、變數、迴圈和函式。
- 3.探索者模式是最後的程式模式。在此模式中包括了發明家模式中的所有功能外，還增加了資料蒐集和進階資料分析功能。

本計畫受限於實驗教學的時間為六十小時，因此僅教導學童使用領航者模式中的 Pilot 1—Pilot 4 階層的程式撰寫環境。同時，它提供學童們圖形化及序列式的程式撰寫環境，學童們可以輕易撰寫機器人動作的程式，以讓機器人作出正確的動作而解決問題。

參、LEGO 機器人的設計流程分析

利用 LEGO Mindstorms RIS 2.0 組件進行機器人的設計與製作時，除需要上述「LEGO Mindstorms RIS 2.0」零組件特性與功能、「ROBOLAB 軟體」的使用與程式撰寫等知識與技能外，整體學習過程最主要的流程在於：學童們必須將教師所指定的待解決問題加以定義與釐清，然後再透過腦力激盪方式將創意發展出來，再經過機器人的設計與組裝、撰寫程式與下載到 RCX、測試機器人、改良機器人的設計、向他人展示完成的機器人等流程。

因此，有關 LEGO 機器人的設計流程大致可區分為七個階段（如圖 9 所示）：1. 定義問題；2. 腦力激盪以產生創意；3. 設計與組裝；4. 撰寫 ROBOLAB 程式；5. 下載 ROBOLAB 程式到 RCX；6. 測試機器人的設計；7. 向他人展示完成機器人。



圖 9 LEGO 機器人的設計流程

肆、樂高創意教學的教學分析

基於 LEGO Mindstorms RIS 2.0 組件的分析，我們可知道樂高組件大致分為：基本組件、連接組件、傳動組件、車輪組件、動力組件、感測組件、控制組件等七類，所以學童必須熟悉這些機器人零組件，方能設計與組裝合適的機器人，同時撰寫正確的 ROBO LAB 程式，以讓機器人作出正確的動作而解決指定的問題。因此，在課程與教學的安排上必須循序漸進、由簡而繁的方式，讓學童們得以學會機器人的設計與組裝、程式撰寫等知識與技巧。在教學分析過程中，教學範例必須與真實情境相結合，以符合學生的生活經驗與背景知識，如此的問題解決情境方能有意義。在我們一般生活之中，具有動力車輛的使用是人們普遍的生活經驗，因此，研究者在設計教學單元時，便分析出單馬達驅動車的概念圖（如圖 10 所示），讓學童們瞭解單馬達驅動車是包括車體結構、動力結構、控制結構等次系統，而每個次系統中亦包含諸多概念，這些諸多概念的組合而成為一個大系統，如此方能讓單馬達驅動車作正確的運作，而表現出學童們所撰寫程式的相關動作，如此，對機器人的設計與組裝能夠有完整的認識與熟悉。

因此，有關樂高創意學習的教學設計，除最基礎的「認識機器人」、「單馬達驅動車」等兩個單元外，再設計出難度漸漸加深的「會轉彎的雙馬達驅動車」、「初階避障物機器人」、「進階避障物機器人」、「在黑圈裡漫遊機器」、「沿黑圈行走機器人」、「推骨牌機器人」、「搬運機器人」等七個教學單元，此九個教學單元的內容如表 4 所示。

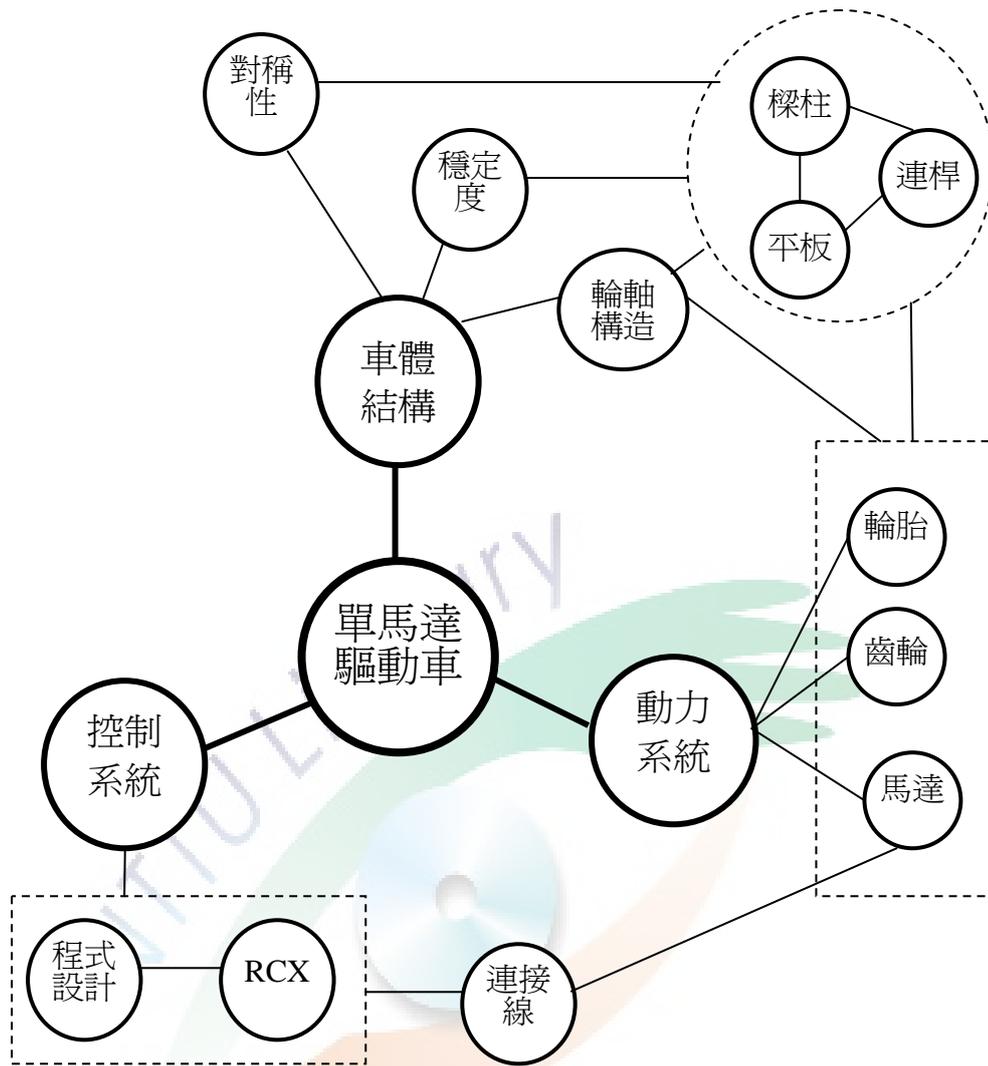


圖 10 單馬達驅動車的概念圖

表 4 樂高創意學習的單元活動設計

| 單元名稱 | 單元目的 |
|--------------|--|
| 1.認識機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.瞭解機器人積木之基本構造，及各元件之基本功能。 2.能根據教師所提供的機器人，挑選現有之積木進行模仿機器人的創造。 |
| 2.單馬達驅動車 | <ol style="list-style-type: none"> 1.依據前一單元所學之基本元件組合一簡單機器人，並使之運動。 2.學習速度及距離概念，學習視覺化、直覺式之基礎機器人程式設計。教師給定某固定長度之直線距離，學生能製作可進行簡單之定長直線運動之機器人以解決教師所提出之問題。 |
| 3.會轉彎的雙馬達驅動車 | <ol style="list-style-type: none"> 1.學習各動力機械積木之運動模式及其控制命令。 2.學習角度及平面幾何之數學概念，以程式控制動力機械模組，控制機器人進行非直線運動，使機器人能依教師所提出之不定方向軌跡問題運動。 |
| 4.初階避障物機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.學習訊息處理架構與學習感知積木之運作模式及其控制與訊息接收命令。 2.教師給予三項障礙物阻擋機器人運動，學生設計之機器人能判別障礙物並繞過或避開阻擋物繼續運動。 3.於工作桌利用綠色、紅色的膠帶繪製出起點、終點的位置，同時放置三瓶礦泉水瓶，讓小組的機器人可順利通過水瓶障礙物。 |
| 5.進階避障物機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.學習訊息處理架構與學習感知積木之運作模式及其控制與訊息接收命令。 2.教師給予二項障礙物阻擋機器人運動，學生設計之機器人能判別障礙物並繞過或避開阻擋物繼續運動。 3.於工作桌利用綠色、紅色的膠帶繪製出起點、終點的位置，同時放置二瓶礦泉水瓶，讓你們小組的機器人碰到水瓶後，會自動繞過水瓶繼續前進，直到碰到第二瓶水瓶即停止。 |

| 單元名稱 | 單元目的 |
|------------------|--|
| 6. 在黑圈裡漫遊 機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.學習訊息處理架構與學習測光感應器之運作模式及其控制與訊息接收命令。 2.讓小組所製作的履帶車，在黑色的橢圓圈裡漫遊二分鐘，且履帶車的車體不可全部超過黑圈。 |
| 7. 沿黑圈行走機 器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.學習訊息處理架構與學習測光感應器之進階運作模式及其控制與訊息接收命令。 2.讓你們小組所製作的履帶車，沿黑色的橢圓線徑前進，直到繞完二圈為止。 |
| 8. 推骨牌機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.教師安排紅、黃、綠、藍等種四種顏色的骨牌，學生所設計之機器人要能正確地辨識骨牌的顏色，並且在行進之間必須能夠順利地推倒紅色、黃色的骨牌。 2.學生必須應用之前所學習之概念、技術，及測光感測器的使用及程式的控制，以設計出機器人推骨牌的機械裝置，以解決上述的問題。 |
| 9. 搬運機器人 | <ol style="list-style-type: none"> 1.教師安排一瓶裝有半瓶水的礦泉水瓶，同時置於距離一個 15 公分見方黑框前 25 公分的位置，並且利用綠色膠帶在水瓶前 20 公分劃出一條起始線。機器人必須在碰到水瓶時抓住水瓶，並且將水瓶移至黑框內，放開水瓶且回到起始線後。 2.學生必須應用之前學習之概念、技術，及測光感測器、觸控感測器的使用及程式的控制，以設計出機器人抓取的機械裝置，以解決上述的問題。 |

伍、「待解決問題」教學設計

在教學活動的實施過程中，大多數的學生們皆願意挑戰老師所指定的問題，同時進行各組間的競賽活動，學生們都能積極地設計出可解決問題的機器人以順利解決問題（施能木，2005、2007；施能木等，2005；謝建全等，2004、2005）。因此，在教學活動之中增列 6 待解決的問題，有關 6 個待解決問題內容敘述如後：

1.初階避障礙物機器人

題目為「讓你們小組的雙馬達四輪車可順利通過水瓶障礙物。(如圖 11 所示)」，於工作桌(長 180cm；寬 90cm；高 73cm)利用綠色、紅色的膠帶繪製出起點、終點的位置，同時放置三瓶礦泉水瓶，有關實際的配置圖如圖 12-14，而問題情境的實際尺寸配置圖如圖 15 所示：

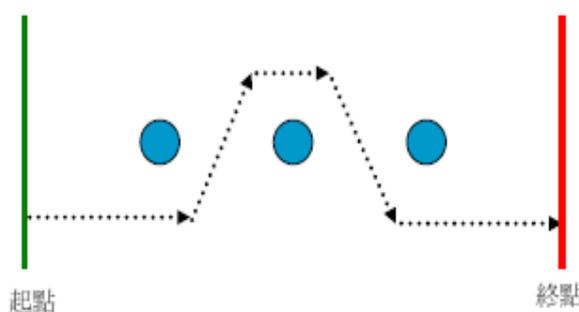


圖 11



圖 12



圖 13



圖 14

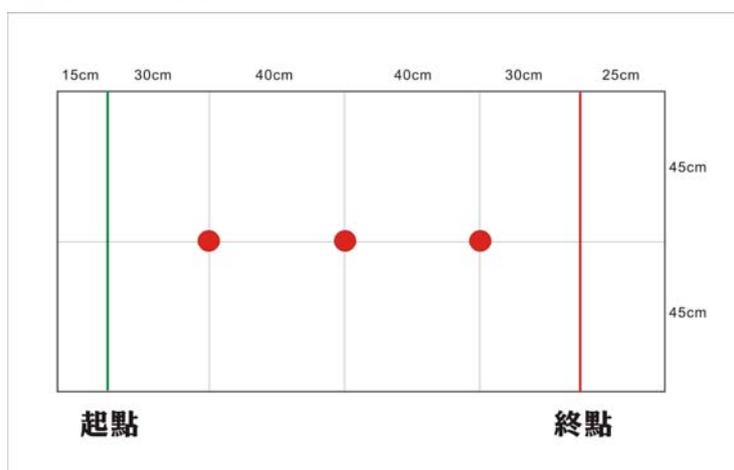


圖 15

2. 進階避障礙物機器人

題目為「讓你們小組的雙馬達四輪車碰到水瓶後，會自動繞過水瓶繼續前進，直到碰到第二瓶水瓶即停止。(如圖 16、17 所示)」。

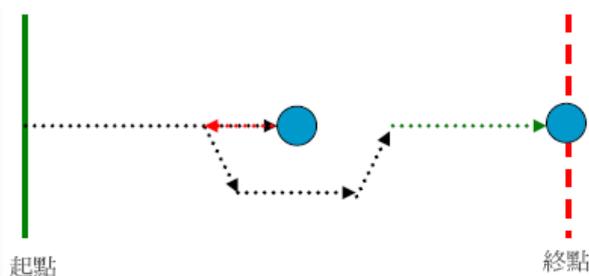


圖 16

圖 17

3. 在黑圈裡漫遊機器人

題目為「讓你們小組所製作的履帶車，在黑色的橢圓圈裡漫遊二分鐘，且履帶車的車體不可全部超過黑圈。(如圖 18 所示)」。

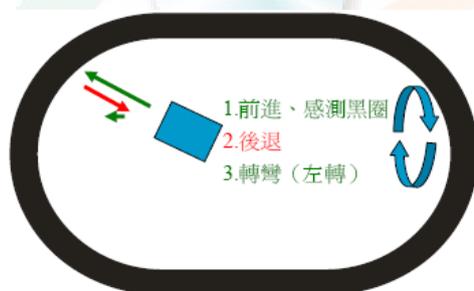


圖 18

4. 沿黑圈行走機器人

題目為「讓你們小組所製作的履帶車，沿黑色的橢圓線徑前進，直到繞完二圈為止。(如圖 19 所示)」。

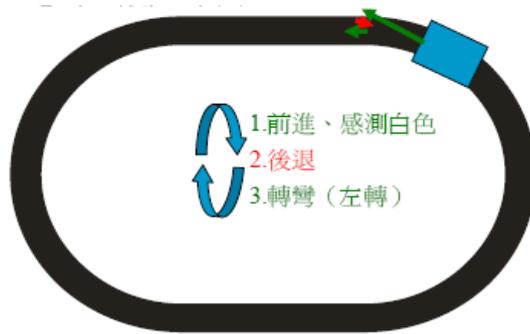


圖 19

5.推骨牌機器人

題目為「讓你們小組所製作的推骨牌機器人，它能夠順利推倒紅色、黃色的骨牌。(如圖 20 所示)」。



圖 20

6.搬運機器人

題目為「讓你們小組所製作的機器人要從起點線出發，當碰到水瓶時會抓住水瓶，然後搬移水瓶至黑色的方框內，然後機器人放開水瓶且退回起點線後，完成整個程式者，即算順利解決此問題。(如圖 21、22 所示)」。

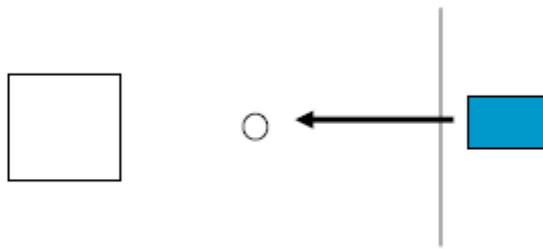


圖 21



圖 22

綜合上述內容，「樂高學習」創意學習的教學設計，是透過教材分析、教學分析等兩個階段，將學童應用 LEGO Mindstorms 時應具備的知識（概念）和技能分析出來，同時融入 LBD 教學模式的理念、教學策略和方法於教學活動設計之中。此「樂高學習」創意學習的教學設計正可符應本研究的研究目的一。

第四節 研究工具

壹、訪談大綱

由研究者自行編製，再徵詢兩位大學校院相關的專家學者意見，然後加以修正而完成訪談大綱（如附錄三所示），用以進一步瞭解學生在樂高創意教學中之學習狀況和觀感，據以改進樂高創意教學之參考。

貳、教學意見調查表：

本研究為瞭解學生接受樂高創意教學時，對於教學活動安排及學習後之意見反應情況，研究者擬參考鍾一先（1997）所編之「生活科技實驗課程學習知覺滿意調查表」，編製成「學習意見調查表」初稿。

再徵詢兩位大學校院相關的專家學者意見，然後加以修正初稿而完成「學習意見調查表」的編製（如附錄四所示）。此學習意見調查表用以瞭解學生對於課程學習與教材內容二個向度之感受。學習意見調查表係以五等級勾選方式，選出認同之選項。

第五節 研究流程

依據研究問題，研究者進入教學現場進行資料的蒐集和擬定，研究流程如圖 23。

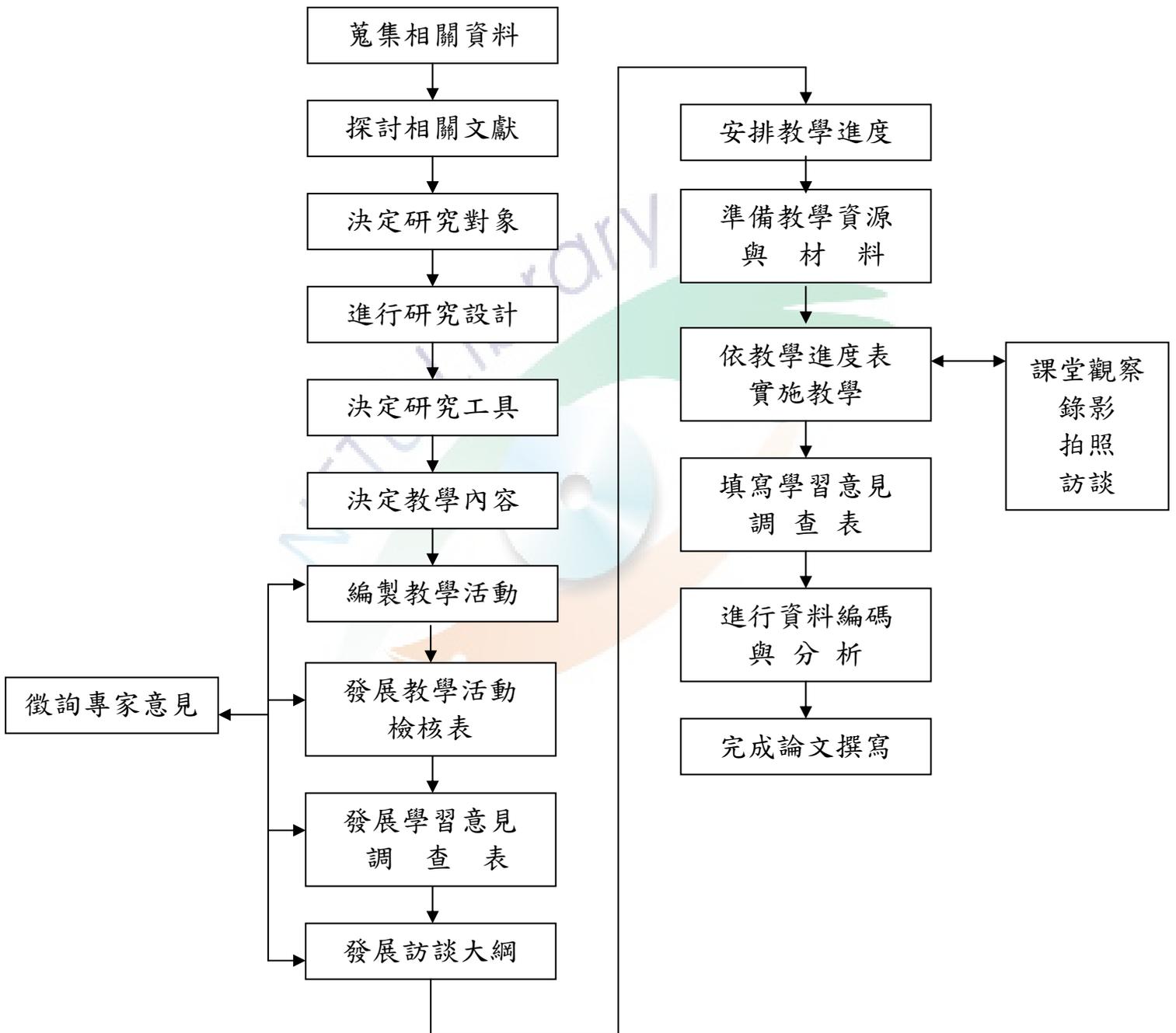


圖 23 研究流程圖

有關本研究的實施程式進一步說明如下：

- 一、蒐集相關資料：就研究主題廣泛地透資料庫、網站、期刊、書籍等方面，蒐集本研究所需的相關資料。
- 二、探討相關文獻：就蒐集的資料進行閱讀，根據資料內容所呈現的理論加以分類與彙整，以進行相關文獻的探討。
- 三、決定研究對象：就研究主題、文獻內容、研究者可進行的研究場域等因素考量，決定以台東縣東海國小三、四年級學生為研究對象。
- 四、進行研究設計：根據研究目的、研究假設，以質性研究為方法，進行本研究的研究設計。
- 五、決定研究工具：根據文獻內容、相關理論的探討，決定以創意學習課程設計、教學活動檢核表、學習意見調查表、訪談大綱為研究工具。
- 六、決定教學內容：配合 LEGO Mindstorms 組件為教學媒體，決定以自編創意學習課程為教學內容。
- 七、編製教學活動：根據 LEGO Mindstorms 組件所涵蓋的概念進行分析，依教材分析、教學分析等步驟，編製本研究所需的教學活動。
- 八、發展教學活動檢核表：依據研究者自行設計發展，以創意發展學習與 LEGO Mindstorms 組件教材內容兩個向度，徵詢專家意見作修訂，發展本研究所需的學習意見調查表。
- 九、發展學意見調查表：參考「生活科技實驗課程學習知覺滿意調查表」，以課程學習與教材內容兩個向度，徵詢專家意見作修訂，發展本研究所需的學習意見調查表。

- 十、發展訪談大綱：為瞭解學生在樂高學習與創意發展中的學習狀況及觀感，研究者編制訪談大綱，徵詢專家意見作修訂，發展本研究所需的訪談大綱。
- 十一、安排教學進度：將自行設計的教學活動內容進行教學分析，安排本研究教學的教學進度。
- 十二、準備教學資源與材料：依教學內容、教學進度，準備教學進行中所需的資源與實作材料。
- 十三、依教學進度實施教學：依照教學進度實施 60 小時的教學活動。
- 十四、學生填寫學習意見調查表：於教學結束後的第二週，參與教學活動的學生填寫學習意見調查表。
- 十五、進行資料編與分析：將研究所得的資料與數據進行編碼與分析，以獲得研究的發現。
- 十六、完成論文撰寫：依研究發現內容，歸納出研究結論，將研究所得內容撰寫成論文。

第六節 資料分析

質性資料分析之架構如圖 24，茲就圖 24 之方法說明如下：

一、依據事件先後順序、學生組別、單元活動、學生問題解決歷程對所蒐集的質性資料進行編碼與分類。

對於每一位觀察對象進行觀察，同時運用錄影、錄音及田野刮記等方式來記錄蒐集資料。其中，錄影方式的使用分為 1.記錄整節教學，以綜覽師生、同儕間的互動情形；2.記錄一段限定的短時間內的互動，以作為深入探討相關資料之來源。錄音方式的使用分為 1.記錄研究者在課堂中觀察的想法、重要的語錄；2.記錄協助學生深入探討階段的對話內容。田野刮記的撰寫方式分為「觀察中作記錄」與「在觀察後作記錄」兩種，其中「觀察中作記錄」是以研究者事先設計好的表格內容進行資料的記錄工作；而「在觀察作記錄」則是採取摘要方式撰寫，以使資料在稍後的分析中作完整的重建。

二、接下來依據編碼資料，進行因果關係之分析；依據事件發生之物理位置與時間順序，與單元活動主題的關係進行分析，尤其關注在問題解決歷程時，師生對話、同儕對話、合作學習過程、學生驗證各解決方案之機器人專案實作進行分析，以期追蹤影響創造力認知與情意因素：流暢、變通、獨創、精進四項認知能力以及冒險心、好奇心、想像力、挑戰性四項創造性情意特質在教學情境中的因果關係。

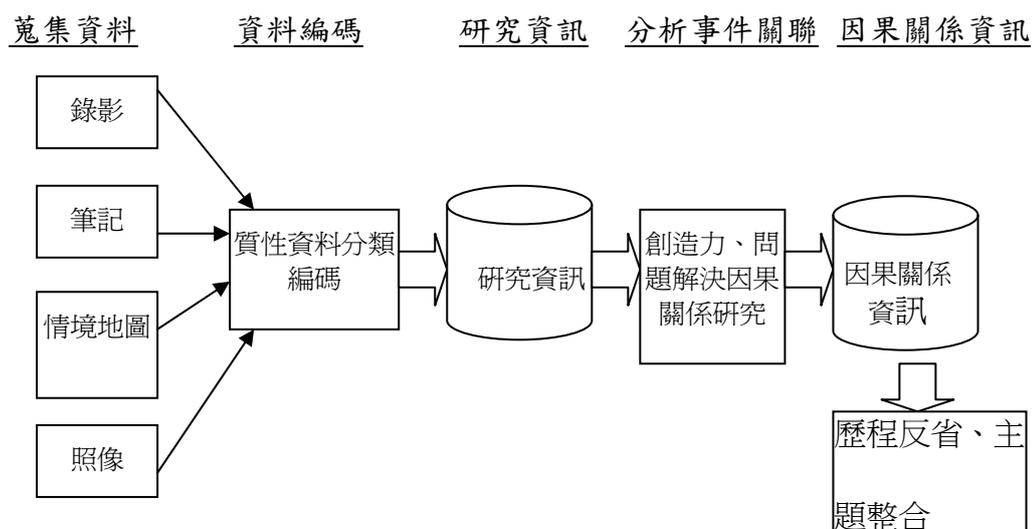


圖 24 質性資料蒐集與分析

三、依據三項整合性主題，對編碼以及進行過因果關係分析之質性資料再次進行整合分析，以進行研究反省。此三項主題分別為：創意發展與問題解決的情意歷程、創意發展與問題解決的認知歷程、以及合作學習歷程。

第四章 研究發現與討論

本研究採質性研究方法，探討樂高創意學習活動對於台東縣東海國小機器人科學社學生的影響，分析 LEGO Mindstorms 機器人創作的創意發展、問題解決歷程，並且評估樂高創意學習教學的可行性及其教學效能，以作為日後國小推動樂高創意學習的參考。

第一節 訪談資料的分析與討論

本研究根據「樂高創意學習」訪談大綱內容，於 98 年 04 月 24 日至 04 月 30 日針對參與「樂高創意學習」活動的 16 位學童進行訪談工作。訪談的進行皆在東海國小輔導室實施，每位學童均在相同的情境下接受訪談。研究者將訪談內容加以錄音，並同利用轉錄器（transcriber）轉錄成逐字稿，然後再就逐字稿內容進行分類編碼與資料分析，有關訪談分析的主要編碼表如附錄五所示。有關本研究訪談資料分析結果與討論內容敘述如後：

壹、有關學童參與教學的最大收穫

一、資料分析結果

參與機器人科學社教學活動時，學童們自身認為的收穫大致可區分為認知、技能、情意等三個部份：

1. 在認知、技能的部份，學童認為可有下列收穫：

(1) 學習到機器人組裝的知識（製作機器人）

A. 增加裝組技巧的熟練。

B. 培養邏輯思考的能力。

C.可將創意加以落實。

D.瞭解機器人的構造。

(2)學習到電腦程式的撰寫能力

A.雖然程式具有難度，但可學習到程式的撰寫。

B.透過數學的計算，讓程式具有準確性。

(3)學習創造思考的能力

A.可應用腦力激盪，增加思考能力。

B.提昇自己的創造能力，讓自己變聰明。

(4)學習到新的知識

A.學習到課堂以外的新知識。

B.提升空間感的能力。

2.在情意的部份，學童認為可有下列收穫：

(1)可以認識新朋友，促進與朋友的相處。

(2)可以與同學討論，找到解決問題方法。

(3)可以請教其他同學，學到另外的想法。

(4)可以請教老師，以便獲得相關的協助。

二、結果討論

由上述學童們認為的收穫內容，本研究可知道學童們的收穫大致與機器人的組裝、電腦程式的撰寫、增進創造思考能力、新知識的獲得，以及與同學、老師間的相處互動等項目有關，此結果正與文獻探討中，「學習者是主動的知識建構者」的理論基礎相符合。換語之，學童們積極投入機器人的建造、或與他人分享經驗時，精進的創意通常會發生，學童們的學習便是主動的歷程，同時認為學習是有意義且具有效率。再者，學童們

動手組裝機器人的過程，也符合建造論的「從做中學」基本理念。

貳、有關學童彼此間討論情形

一、資料分析結果

參與機器人科學社教學活動時，學童們與同組同學討論的情形大致可區分為下列情況：

- 1.不時常與同學討論。
- 2.偶爾會與同學討論，但意見較難相同。
- 3.時常與同學討論，但意見時常不相同。
- 4.時常與同學討論，意見時常一致。

二、結果討論

由上述學童們在教學活動中的討論情形，正與文獻討論中的「合作型問題解決模式」的「溝通」、「協商」、「統合」等三個階段相符合，在教學活動的初期，學童們僅是儘可能吸收學習活動中的資訊，學童間僅是交換和傳遞有關學習活動的訊息，及試圖對問題的情境尋求理解。因此，雙方的互動需求較少，共同概念需要修正的情況較少，所以討論的機會較少。但當學童們開始發展問題解決的策略時，他們必須將想法分享給同伴，並且試著說服同伴同意他的看法，此時會有意見相左的狀況，所以必須經過協商過程以將共同概念作合理的修正。最後，學童們在統合階段，可以一起合作來建構及維護對問題的共同概念，一起檢驗及確定問題的解決方案，所以意見通常是會一致的。然而，學童們間的互動與溝通，通常會因個人特質

而有所差異，互動與溝通的狀況會處於此三個階段中的任一個階段。

參、有關學童覺得有趣的教學單元

一、資料分析結果

參與機器人科學社教學活動時，學童們覺得有趣的教學單元與理由大致可區分如下：

1. 具有防撞桿的機器人（初級、進階避障物機器人），學童們認為它有趣的理由為：

(1) 可以使用到觸控感測器，作為馬達工作的開關。

(2) 防撞桿的機構可控制機器人的前進、停止的動作。

2. 具有辨色的推骨牌機器人

(1) 可以使用到測光感測器，作為辨識骨牌顏色的來源。

(2) 可以製作拍打骨牌的機構，可正確推倒紅、黃色骨牌。

(3) 可以作出正確辨色的機器人，正確推倒紅、黃色骨牌。

(4) 具有相當的困難度，是個深具挑戰性的問題。

3. 履帶車機器人（黑圈裡漫步、沿黑圈行走的機器）

(1) 可以製作類似坦克車、怪手的履帶車結構。

(2) 可以製作辨識範圍、路線的測光感測器結構。

二、結果討論

由上述學童們覺得有趣的教學單元及選定的理由，本研究可知學童們所選定的教學單元皆是機器人可以提供一些功能性的表現，例如：可決定馬達開關的防撞桿、能夠辨識黑圈範圍／黑圈路線的履帶機器人、能夠辨識紅／黃色骨牌的機構、正

確推倒紅／黃骨牌的機構等，這些皆與學童們平時生活的經驗相類似，同時這些功能的組裝與程式撰寫（動作驅動）可激起學童們的學習興趣，學童們也願意積極投入教學活動之中，因此學習的結果對他們而言是真正有意的學習，可以獲得相當的分享與回饋，所以學童們才會覺得這些教學單元是有趣的活動。

肆、有關學童覺得有挑戰性的教學單元

一、資料分析結果

參與機器人科學社教學活動時，學童們覺得具有挑戰性的教學單元與理由大致可區分如下：

1. 具有防撞桿的機器人（初級、進階避障物機器人），學童們認為它具有挑戰性的理由為：
 - (1) 防撞桿機器人在組裝方面有挑戰性，防撞桿結構不易做。
 - (2) 觸控感測器必須安裝在適當位置，位置的選擇有挑戰性。
 - (3) 讓防撞桿機器人表現正確動作，有關程式撰寫有挑戰性。
2. 履帶車機器人（黑圈裡漫步、沿黑圈行走的機器）
 - (1) 測光感測器必須安裝在適當位置，位置的選擇有挑戰性。
 - (2) 履帶車機器人在組裝方面有挑戰性，履帶車結構不易做。
 - (3) 讓履帶車機器人表現正確動作，有關程式撰寫有挑戰性。
3. 具有辨色的推骨牌機器人
 - (1) 打骨牌機器人的組裝方面有挑戰性，打骨牌結構不易做。
 - (2) 讓打骨牌機器人表現正確動作，有關程式撰寫有挑戰性。
 - (3) 打骨牌的機構無法停止打紅、黃色骨牌的動作，有挑戰性。
 - (4) 測光感測器無法正確測出紅、黃色骨牌，有挑戰性。

(5)測光感測器與程式間的調整需要很長時間，有挑戰性。

(6)打骨牌機器人的操作步驟是很繁雜，有挑戰性。

二、結果討論

由上述學童們覺得有挑戰性的教學單元及選定的理由，本研究可知學童們所選定的理由大致為：具有功能性的機器人在其特定結構（測光機構、打骨牌機構）的組裝是需要更多的應用知識與技能，所以在組裝上是有其難度而具有一定的挑戰性；要讓機器人表現正確的行動，學童們在撰寫程式時，必須先模擬機器人的列序動作，然後分析各個動作間的邏輯與先後關係，再轉化成 RoboLab 程式的圖像指令，以撰寫出所需要的程式，最後將程式下載到 RCX 裡，再測試機器人的動作能否表現出正確的動作，假若動作是不正確時則需要重新上述步驟，一直到機器人表現出正確動作，如此對學童們而言是具有相當的挑戰性。

伍、有關學童認為需要創意的教學單元

一、資料分析結果

參與機器人科學社教學活動時，學童們覺得需要創意的教學單元與理由大致可區分如下：

- 1.雙馬達的機器人，因在製作過程中需要針對車體結構、齒輪運轉、零組件選用、連接器的接法等詳加思考與設計，如此需要創意方能組裝出結構穩固的雙馬達機器人。
- 2 具有防撞桿的機器人（初級、進階避障物機器人），因為製作防撞桿結構是需要創意，它要能讓觸控感測器發生功能，以讓

馬達可以正常開關而表現出正確的動作。

- 3.履帶車機器人（黑圈裡漫步、沿黑圈行走的機器），在製作履帶車結構時，必須先對履帶車結構進行瞭解，然後構想履帶車結構的組裝方式，上述的步驟是需要創意方能落實上述各個階段的設計。
- 4.具有辨色的推骨牌機器人，在製作過程中需要考量打骨牌結構的組裝、測光感測器的測光正確與否、打骨牌機器人動作的設定必須與程式撰寫做密切的搭配，方能使機器人正確地辨識出紅、黃色骨牌，然後透過推打機構將骨牌推倒，上述這些製作步驟是需要創意，方能製作出具有打骨牌的機器人。

二、結果討論

由上述學童們覺得需要創意的教學單元及選定的理由，本研究可知學童們所選定的理由大致為：對於每個具備特定功能的機器人而言，在設計與製作的過程中，必須針對特定功能進行創意的構思，思考出可能的組裝結構與組裝方法，再選擇合適的零組件加以組裝，配合特定功能撰寫出可表現出正確動作的程式，然後測試機器人的動作正確與否，以作修改及改良的依據，上述這些設計與製作的步驟都是需要創意，方能製作具有特定功能以解決指定問題的機器人。

陸、有關學童遇到問題時排除困難的方法

一、資料分析結果

有關學童們在機器人創意發展過程中遇到困難時，他們在排除困難的方法大致區分為下列：

- 1.與同學共同討論，以尋得解決方法。
- 2.詢問同組／他組同學，以獲得解決方法。
- 3.詢問老師，以獲得相關的協助。
- 4.自行思考以獲得解決方法。
 - (1)自己發揮想像力，以獲得可能解決方法。
 - (2)自己多次修正及改良機器人，以獲得解決方法。
 - (3)自己多想一些辦法，然後進行各類的測試。
 - (4)自己靠意志力以解決問題。
 - (5)自己回家再思考解決方法。

二、結果討論

由上述學童們在遭遇困難時，排除與克服困難的方式大致區分為：與同學討論、請教同學、請教老師、自行思考等四種類別。其中「學童們自行思考以獲得解決方法」是較多學童所採取解決問題的方式，學童們可透過應用想像力、自行思考、多想辦法、有毅力的測試等方式來解決問題，此結果顯示：創意學習的教學活動與環境安排，可讓學童們透過動手做方式，組裝各類具備不同功能的機器人，因而將創意真正加以落實，同時也確實地將教師指定的問題加以解決。

柒、有關教學能增進學童問題解決的能力

一、資料分析結果

在創意教學活動中，學童們認為可以增進他們問題解決的能力，有關這些問題解決能力大致可區分為：

- 1.學會促進自己創意思考的能力。

- 2.學會撰寫程式，以解決問題。
- 3.學會組裝機器人的能力。
- 4.學會教導其他人的能力。
- 5.學會修復機器人結構的能力。
- 6.學會增進自己創造力的能力。

二、結果討論

由上述學童們認為可增進他們問題解決的能力，大致區分為上述六個部份，其中包括有關機器人創造的認知與技能、人際互動的能力、創意思考能力及創造力等。此部份的結果與文獻探討中有關創造力的心流理論相符合，即創造力的產生首要條件是產生「心流」，而心流是當人們處於完全投入一個活動狀況時，願意為此活動付出極大的代價，而且過程中會有無比的喜悅。所以心流的產生除必須有一些智慧、知識及技巧為基礎外，教學環境的互動提供「適當」的刺激與挑戰，因為這些內在、外在的條件充分配合，使得學童們認為在問題解決能力能有所增進。

捌、有關教學能增進學童生活的創意思考

一、資料分析結果

在創意教學活動中，學童們認為可以增進他們生活上的一些創意思考，有關這些創意思考的能力大致可區分為：

- 1.學會增進邏輯知識的能力。
- 2.學會做出與別人不同的機器人（創意）。
- 3.學會繪製機器人的結構圖。

- 4.學會增進自己創意思考的能力。
- 5.學會增進自己藝術設計的能力。
- 6.學會有關生活中物品組裝的能力。
- 7.學會發揮創造力去製造想要的東西。
- 8.學會增進自己實體組裝的能力。

二、結果討論

上述學童們認為可增進他們創意思考的能力，大致區分為上述八個部份，而這個八個部份與文獻探討中，所界定創造思考的智力結構相符合，即包括：運作（心智的功能，包括認知、記憶、評鑑、聚斂性思考及擴散性思考）、內容（心智運作的材料，包括圖形、符號、語意、行為）及產品（資料處理的結果，包括單位、類別、關係、系統、轉換、應用）等。在創意教學活動之中，利用機器人組件與教學設計所建構的教學環境，讓學童們藉由與教學環境的互動，進而增進他們創意思考能力，而這些能力與文獻探討的結果都能相符合。

玖、有關教學中應用到在課堂上學到的知識

一、資料分析結果

在創意教學活動中，學童們認為可以應用到學校課堂上學到的知識，有關這些課堂上學到的知識大致可區分為：

1.數學領域

- (1)幾何圖形
- (2)角度應用
- (3)計算距離

(4)計算車子速率

2.自然與生活科技領域

(1)乾電池的正、負極使用

3.資訊領域

(1)撰寫程式

(2)執行程式

二、結果討論

上述學童們認為在創意教學活動中，可以應用到學校課堂上學到的知識，大致可區分為數學、自然與生活科技、資訊領域等三個領域。在機器人的創造過程中，學童們為能夠解決教師所指定的問題，他們除必須組裝出特定的機器人，然後讓機器人能夠表現特定的功能，而這些特定功能的表現必須藉由程式撰寫及下載至 RCX 才能達成，而程式的撰寫必須涉及數學的相關計算等，而機器人的動力來源—乾電池的使用亦是學童們必須應用到的知識。在創意教學活動中，因教學設計的內容涉及不同學科領域的知識，因此學童們會應用到數學、自然與生活科技、資訊等三個領域的知識與技能。

拾、有關教學中應用到在課堂上學不到的知識

一、資料分析結果

在創意教學活動中，學童們認為可以應用到學校課堂上學不到的知識，有關這些課堂上學不到的知識大致可區分為：

1.機器人的組裝與操控

- (1)防撞桿機構的設計
- (2)履帶車結構的設計
- (3)測光感測器的使用
- (4)打骨牌機構的設計
- (5)觸控感測器的使用

2.圖像式程式的撰寫與操控

- (1)下載韌體
- (2)寫軟體

二、結果討論

上述學童們認為在創意教學活動中，可以應用到學校課堂上學不到的知識，大致可區分為機器人的組裝與操控、圖像式程式的撰寫與操控等。在創意教學活動中，教學設計主要是以機器人的組裝與動作操控為教學內容，同時將創意藉由機器人的創作而加以落實，因此，學童們會學到機器人創作的知識與技能，這個部份在現行國民小學課程中未被包含進去，所以學童們自然會這些部份是課堂上學不到的知識與技能。

拾壹、有關學生對自己在教學活動中的整體表現會打幾分（0-100）

一、資料分析結果

在創意教學活動中，學童們在對自己的整體表現基本上滿意度都很高，顯見學童們對自己在教學活動中的學習與他人的互動上都覺得不錯，對自己在課堂上的表現及創意的發展都很有信心。對自己在教學活動中的整體表現大致可區分為：

1.分工合作

- 2.自己表現可再更好
- 3.模仿老師作品
- 4.沒有認真學習
- 5.還有努力的機會
- 6.作品尚沒有完成

二、結果討論

其中自評分數 100 分的有 2 位學生，多認為自己表現非常優秀，80 幾分的有 3 人，多認為自己還有進步的空間。其餘學生均自評 90 幾分，對自己的表現亦屬滿意，對創意的表現學生多認為參加樂高機器人科學社對他們有相當大的幫助，對其他科目的學習也較具信心。

第二節 學習意見的分析與討論

壹、學習意見調查表的分析

學童對教學的支持與否是實施教學成敗的主要因素，本研究利用學習意見調查表用以瞭解學童們對課程學習、教材內容等二個向度的感受。在創意教學活動結束後，針對全程參與的 16 位元學童進行學習意見調查表的填寫，將學童們對學習意見調查表 16 題題目的填答進行卡方檢定分析，所得的處理結果如表 5 至表 20 所示。

表 5 學童們對「具備簡單機械基本概念」的看法

| 1.讓我對簡單機械具有基本的概念 | | | | | | |
|------------------|------|-----|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 45.88** |
| % | 87.5 | 6.3 | 6.3 | 0.0 | 0.0 | |

由表 5 可以看出，學童們對學習意見調查表中「具備簡單機械基本概念」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=45.88$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可讓他們對簡單機械具有基本的概念」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 93.8%。

表 6 學童們對「喜歡這種教學方法」的看法

| 2.我喜歡這種教學方式 | | | | | | |
|-------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 9 | 5 | 2 | 0 | 0 | 23.38 |
| % | 56.3 | 31.3 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | |

由表 6 可以看出，學童們對學習意見調查表中「喜歡這種教學方法」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=23.38$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.6%。

表 7 學童們對「教學內容有興趣」的看法

| 3.我對教學內容覺得有興趣 | | | | | | |
|---------------|------|-----|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 12 | 1 | 3 | 0 | 0 | 32.13** |
| % | 75.0 | 6.3 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | |

由表 7 可以看出，學童們對學習意見調查表中「教學內容有興趣」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=32.13$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可讓他們感到興趣」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 81.3%。

表 8 學童們對「能啟發創造思考能力」的看法

| 4.能啟發我創造思考的能力 | | | | | | |
|---------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 29.63* |
| % | 68.8 | 31.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

由表 8 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能啟發創造思考能力」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=29.63$ ， $p<.05$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可啟發他們創造思考能力」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 100%。

表 9 學童們對「樂高創意學習是很重要」的看法

| 5.讓我覺得樂高創意學習很重要 | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 11 | 2 | 3 | 0 | 0 | 25.88* |
| % | 68.8 | 12.5 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | |

由表 9 可以看出，學童們對學習意見調查表中「樂高創意學習是很重要的」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=25.88$ ， $p<.05$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學是很重要的」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 81.3%。

表 10 學童們對「有成就感」的看法

| 6.讓我覺得有成就感 | | | | | | |
|------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 10 | 4 | 2 | 0 | 0 | 21.50 |
| % | 62.5 | 25.0 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | |

由表 10 可以看出，學童們對學習意見調查表中「有成就感」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=21.50$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.5%。

表 11 學童們對「能培養問題解決能力」的看法

| 7.能培養我對於問題解決的能力 | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 9 | 4 | 3 | 0 | 0 | 17.13 |
| % | 56.3 | 25.0 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | |

由表 11 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能培養問題解決能力」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=17.13$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 81.3%。

表 12 學童們對「能表達自己意見」的看法

| 8.讓我有機會表達自己的意見 | | | | | | |
|----------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 8 | 4 | 3 | 0 | 1 | 12.13 |
| % | 50.0 | 25.0 | 18.8 | 0.0 | 6.3 | |

由表 12 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能表達自己的意見」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=12.13$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 75.0%。

表 13 學童們對「能找出問題的解決方法」的看法

| 9.讓我能夠針對問題找出解決方法 | | | | | | |
|------------------|------|-----|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 12 | 1 | 3 | 0 | 0 | 32.13** |
| % | 75.0 | 6.3 | 18.8 | 0.0 | 0.0 | |

由表 13 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能找出問題的解決方法」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=32.13$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可讓他們找出問題的解決方法」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 81.3%。

表 14 學童們對「能與同組同學討論問題」的看法

| 10.我們同組的同學能互相討論問題 | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 12 | 2 | 0 | 1 | 1 | 30.88** |
| % | 75.0 | 12.5 | 0.0 | 6.3 | 6.3 | |

由表 14 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能與同組同學討論問題」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=30.88$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學中，學童們可與同組同學討論問題」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.5%。

表 15 學童們對「這門課有挑戰性」的看法

| 11.我覺得這門課具有挑戰性 | | | | | | χ^2 |
|----------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | |
| 人數 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 34.00** |
| % | 75.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

由表 15 可以看出，學童們對學習意見調查表中「這門課有挑戰性」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=34.00$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學對他們是有挑戰性」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 100%。

表 16 學童們對「這門課所投入精神」的看法

| 12.我覺得上這門課所花的精神相當值得 | | | | | | χ^2 |
|---------------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | |
| 人數 | 11 | 3 | 2 | 0 | 0 | 25.88* |
| % | 68.8 | 18.8 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | |

由表 16 可以看出，學童們對學習意見調查表中「這門課所投入精神」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=25.88$ ， $p<.05$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可讓他們投入精神」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.6%。

表 17 學童們對「認真參與討論」的看法

| 13.我很認真參與討論 | | | | | | χ^2 |
|-------------|------|------|------|------|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | |
| 人數 | 9 | 4 | 1 | 2 | 0 | 15.88 |
| % | 56.3 | 25.0 | 6.3 | 12.5 | 0.0 | |

由表 17 可以看出，學童們對學習意見調查表中「喜歡這種教學方法」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=23.38$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.6%。

表 18 學童們對「認真作課堂作業」的看法

| 14.我很認真作課堂的作業 | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 10 | 4 | 0 | 2 | 0 | 21.50 |
| % | 62.5 | 25.0 | 0.0 | 12.5 | 0.0 | |

由表 18 可以看出，學童們對學習意見調查表中「認真作課堂作業」的看法是未呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=21.50$ ， $p>.05$ 。而填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.5%。

表 19 學童們對「能發揮團隊合作精神」的看法

| 15.同學們能發揮團隊合作的精神 | | | | | | |
|------------------|------|-----|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 14 | 0 | 0 | 0 | 2 | 46.50** |
| % | 87.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | |

由表 19 可以看出，學童們對學習意見調查表中「能發揮團隊合作精神」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=46.50$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學可讓他們發揮團隊合作精神」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.5%。

表 20 學童們對「學習方式是有幫助」的看法

| 16.這門課的學習方式，對我很有幫助 | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-----|-------|----------|
| 反應情形 | 非常同意 | 同意 | 中立意見 | 不同意 | 非常不同意 | χ^2 |
| 人數 | 12 | 2 | 2 | 0 | 0 | 31.50** |
| % | 75.0 | 12.5 | 12.5 | 0.0 | 0.0 | |

由表 20 可以看出，學童們對學習意見調查表中「學習方式是有幫助」的看法是呈現顯著差異， $\chi^2_{(4,n=16)}=31.50$ ， $p<.01$ 。表示學童們大多認同「樂高學習教學的學習方式對他們是有幫助的」，填寫「非常同意」及「同意」等項目的學童佔 87.5%。

貳、研究發現與討論

本研究中為瞭解學童們對於樂高創意教學中的課程學習與教材內容的感受情形，於教學活動結束後進行「學習意見調查表」的填寫與分析。有關研究發現與討論敘述如下：

一、學童們大多對課程學習與教材內容持較正向的態度：就學童們對學習意見調查表的填寫而言，在學習意見調查表的 16 個題目，填寫「非常同意」及「同意」等項目的百分比均在 75% 以上。再經卡方檢定分析的結果顯示，學童們在第 1、3、4、5、9、10、11、12、15、16 等 10 題的填答出現顯著的差異，即學童們大多認為：在樂高創意學習的教學活動中，可讓他們具備簡單機械的基本概念、對教學內容感到有興趣、能啟發他們創造思考能力、覺得樂高創意學習是很重要的、能夠找出問題的解決方法、能與同組同學討論問題、認為樂高創意學習是有挑戰性、願意投入精神、能夠發揮團隊合作精神、認為此種學習方式是有幫助的。這些題目的填答結果顯示學童們對樂高創意學習持較正向的態度。

此結果與文獻探討中的樂高應用相關研究作比較，在樂高創意教學活動中學童們持較正向的學習態度，此與樂高應用教學研究結果大致相同（吳志緯，2002；吳斯茜，2005；施能木，2008；洪秋萍，2005；黃世隆，2004；Turbak & Berg，2002；Wu，2002）。

二、部份學童對於課程學習表達非正向的意見：經卡方檢定分析的結果顯示，學童在第 2、6、7、8、13、14 等 6 題的填答出現未達顯著差異的結果，但填答「非常同意」、「同意」等項目的

百分比均在 75% 以上。此結果顯示出部份學童認為：他們在樂高創意學習的教學活動中，對於教學方法的喜歡程度表達「中立意見 (12.5%)」、對於覺得有成就感的看法表達「中立意見 (12.5%)」、對於能培養問題解決能力的看法表達「中立意見 (18.8%)」、對於能表達自己意見的看法表達「中立意見 (18.8%)」及「非常不同意 (6.3%)」、對於認真參與討論的看法表達「中立意見 (6.3%)」及「不同意 (12.5%)」、對於認真作課堂作業的看法表達「不同意 (12.5%)」。

上述在 8、13、14 題填答「不同意」、「非常不同意」項目者僅為 1、2 位學童。就平時教學活動的觀察中，這些學童他們的挫折忍受度通常較低，當遭遇到無法解決問題時，通常都不願意與同組同學進行討論、不願意積極投入機器人的改良、不願意再尋求其他解決方法，經教師一再鼓勵後僅稍稍動一下零組件，然後就在教室裡閒逛。因此，上述的結果正與教室觀察相符合。



第五章 結論與建議

本研究旨在探討國小學童創意發展、問題解決的歷程。為達研究目的，本研究首先進行文獻探討，瞭解國內外有關樂高應用教學、問題解決等理論基礎，作為規劃樂高學習的教學設計依據。然後利用樂高機器人組件（LEGO Mindstorms）為教學媒體，進行樂高創意教學活動的實施，以瞭解國小學童創意發展、問題解決歷程。本章針對第四章的研究發現做成本研究的結論，然後，提出建議事項，作為樂高學習教學的推廣，及後續研究方向的參考。

第一節 結論

本研究彙整第四章的研究發現，提出主要的研究結論如下：

壹、樂高學習的教學設計適用於國小學童創意發展、問題解決的教學

樂高學習是利用 LEGO Mindstorms 為教學媒體，配合建造論的理論基礎，它是由 Papert 所提出，此理論強調 1.學習是主動的歷程，即學習從實際經驗中主動建構知識；2.學習要從事創造外在的或可與人分享的作品。換言之，建造論特別注重「從做中學」的理念，即學習者在作品的製作過程中，可規劃作品的設計與製作流程，更可藉由實際動手做去測試設計過程中的創意，透過展示或與人分享而達成有意義的學習。

在教學設計過程中，本研究參酌 LDB 的教學模式，此模式強調 1.要以學習者為中心；2.設計具真實性的作業；3.進行合作學習；4.提供多元回饋。就教學策略而言，本研究的樂高學習可用的教學策略為：1.從第一天起，讓學童們對付予的期望要清楚；2.告知學

童們明確、暗喻的教學目標，及他們被評量的方式；3.學童們是主動的知識建構者；4.教師扮演著協助者、鼓勵者的角色；5.作業內容要讓學童們能設計與建構一個可與他人分享的作品；6.提供學童們豐富及多樣的回饋。

經過教材分析、教學分析等兩個階段的分析，本研究發現在樂高學習活動中，學童們應該學習與具備下列知識與技能：1.基本組件、連接組件、傳動組件、車輪組件、動力組件、感測組件、控制組件等七類組件的瞭解與應用；2.圖像與序列式的程式撰寫環境—ROBOLAB 的瞭解與使用；3.機器人的設計、組裝與製作；4.創意發展的技術；5.討論與問題解決的能力等。

總結上述內容與本研究第四章的發現內容，研究者認為：在樂高學習的教學中，一開始就設定課程目標與期望是重要的，因學童可以清楚瞭解所要獲得的內容及表現的程度；多樣的教學策略可讓學童利用不同方法，解決他們所遭遇的問題；藉由學習的討論及作品的展示，可讓學童獲得回饋而修正計畫或作品；與真實世界相關的應用，可讓學童學到有意義情境中處理事物的程序；教師所扮演的角色是協助者、鼓勵者的身分，可指引學童依其學習途徑進行學習活動。如此，樂高學習的教學設計適用於國小學童創意發展、問題解決的教學。

貳、樂高學習可讓學童具有多元的創意發展、問題解決能力

樂高學習的教學特別強調「從做中學」理念，即學童必須從事創作外在的或可與人分享的作品。在作品的製作過程中，學童可藉由選擇不同功能的零組件加以組合，同時透過不斷的測試、修改及

改進作品的創意，直到作品達到完善及將問題解決為止。因此，大多數學童們可學習到創意發展、機器人組裝的知識、電腦程式的撰寫能力、創造思考的能力、課堂外的新知識、人際互動的技能等。同時，在他們遭遇問題時，他們大致會以 1.與同學共同討論，以尋得解決方法；2.詢問同組／他組同學，以獲得解決方法；3.詢問老師，以獲得相關的協助；4.自行思考以獲得解決方法等方式，尋得較佳的解決方法，透過不斷改良而將問題確實解決。而學童與同組同學討論的情形：1.不時常與同學討論；2.偶爾會與同學討論，但意見較難相同；3.時常與同學討論，但意見時常不相同；4.時常與同學討論，意見時常一致。同時，學童們也會學到 1.學會促進自己創意思考的能力；2.學會撰寫程式，以解決問題；3.學會組裝機器人的能力；4.學會教導其他人的能力；5.學會修復機器人結構的能力；6.學會增進自己創造力的能力。

總結上述內容，在樂高學習的教學中，可讓學童從實際動手製作作品的過程去體會「從做中學」的意義，同時針對作品進行不斷的測試、修正及改進的工作，如此可增進學童在創意發展、作品精進、問題解決、實作等方面的能力。

參、樂高學習可讓學童具有正向的學習態度

就學習意見調查表的分析結果而言，接受樂高學習教學的學童，在課程學習及教材內容的意見填答上，大多學童們持正向的態度。即學童們大多認為：在樂高創意學習的教學活動中，可讓他們具備簡單機械的基本概念、對教學內容感到有興趣、能啟發他們創造思考能力、覺得樂高創意學習是很重要的、能夠找出問題的解決

方法、能與同組同學討論問題、認為樂高創意學習是有挑戰性、願意投入精神、能夠發揮團隊合作精神、認為此種學習方式是有幫助的。這些填答結果顯示學童們對樂高創意學習持較正向的態度。

總結上述內容，在樂高學習的教學中，可促使學童們具有較高的學習動機，願意投入相關的教學活動之中，同時認定樂高學習教學是重要的新知識，同時具有較高的學習意願，願意與同組同學討論及解決問題，主動積極從學習經驗中去建構自己的知識，進而達成有意義的學習。



第二節 建議

根據以上研究結果與結論，茲提出以下幾項建議，以供教育主管單位、學校、教師等作為改進樂高學習與創意教學與未來研究之參考。

壹、教育主管單位宜評估在國小實施樂高學習的可行性

本研究發現接受樂高學習教學的學童們，在創意發展、問題解決等能力確實有所提升，同時在課程學習亦持正向的態度。但本研究的研究對象為台東縣國小學童，所以地域關係是否會影響研究的實施成效實有待進一步研究確定，因此，相關教育主管單位可評估本研究的樂高學習教學於國小相關課程實施的可行性。

當評估的結果為確實可行時，除將樂高學習教學推廣至所屬國小相關課程外，教育主管單位宜寬籌經費充實國小樂高學習教學所需的相關設備。因為樂高學習教學所需的主要教學設備為 LEGO Mindstorms（或 LEGO NXT），它是 LEGO 公司在瑞士廠所製作與生產，在銷售的價格約為一萬元以上。就樂高學習教學的實施而言，至少需要 11 套 LEGO 設備（教師 1 套、學童們 10 套）方能支應教學的實施與進行。假若要國小自行購置 LEGO 設備，在學校經費支應上實有困難之處，因此實有必要由教育主管單位寬籌年度經費，以充實國小 LEGO 或類似的教學設備，以利樂高學習教學的實施。同時，對於教學環境所需的相關教學設備，例如，教學用電腦、單槍投影機等設備，教育主管單位也應對國小進行經費補助，以充實相關教學設備。

貳、建議教育主管單位舉辦樂高學習的教學研習或教學觀，以將樂高學習的教學新知推介給國小教師瞭解與應用

身處教學第一線的教師們常因教學工作繁重，而對教育新知無法做即時性的更新。因此，有待透過舉辦教學研習或教學觀摩的方式，讓教師們對教學新知有更新的管道，以對新的教學方法有深刻的接觸與瞭解，然後才能將其應用於教學現場之中，以提升教學的實施作效。

當教育主管單位評估樂高學習教學確實可行時，可與師資培育機構合作舉辦樂高學習的教學研習或教學觀摩，充分將樂高學習的理論基礎、教學實施方式與評量方法等內容介紹給所屬國小教師瞭解與應用，以利樂高學習教學在國小相關課程的推動。

參、學校應在行政上提供教師更充足的教學資源與支援

樂高學習教學的實施有賴於教師事先充分準備、課堂進行教學、對教學狀況的掌握與處置等教學工作的推動。尤其是教師在面對要實施新的教學法時，更是要面臨諸多的情緒壓力與挑戰，此時往往因行政上的教學支援不足，而讓教師萌生退意而不願意推動新的教學法。因此，學校實有必要在行政上提供教師充足的教學支援，以讓教師無後顧之憂而願積極去推展樂高學習教學，而讓學童們在創意發展、問題解決、學習態度等方面皆能有所提升。

肆、教師在實施樂高學習教學中應扮演協助者、鼓勵者的角色

樂高學習教學強調教師所扮演的角色應該是協助者、鼓勵者的身分，同時營造出一個開放性學習環境，同時提供豐富多變的回饋

機會給學童，同時能在鼓勵、協助兩種方式取得一個平衡方法，指導學童依其學習途徑進行學習活動。同時依循 LBD 教學模式的目的，使學童成為設計者、創造者的經驗，同時在這個經驗中，學童能夠創造出可與他人分享的作品。在教學策略上可藉由設計、分享、指引、評估、修改學童的作業及反思過程等，讓學童對自身的學習負起更多的責任。如此，教師在實施樂高學習教學時，可以順利推動教學活動及達成預定的成效。

伍、未來研究的建議

- 一、就研究對象而言：本研究之研究對象只限於台東縣東海國民小學三、四年級的 16 位學童，因此研究結果的推論尚有其限制。因台東縣地處台灣偏遠地區，學童有較少機會吸收新資訊，所以樂高學習教學對不同地區、不同年級的國小學童是否具有相同效果，實有待進一步研究加以探討。
- 二、就研究時間而言：本研究的教學時間長達 30 週（60 小時），研究結果可能會受到學習期間長短以及教材內容深度與廣度的影響。因此，樂高學習教學實施的時間長短對學童們創意發展、問題解決能力的提升是否有更具有相同效果，此有待後續研究進一步探討。
- 三、就研究內容而言：本研究僅就樂高學習教學對國小學童創意發展、問題解決、學習態度的影響，進行相關的教學活動。本研究因時間、經費、設備、人力等限制，對學童的創造力、學習成效等未能做深入的探討，因此樂高學習教學對學童在創造力、學習成效等的影響，有待後續研究進一步探討。



參考書目

壹、中文部份

- 中華創造力中心(1997)：創造思考工作坊。教育部八十六年大專院校教師「創意活力營」。
- 毛連塹(1997)：創造學的孕育與發展。資優教育，63，8-12。
- 王千偉(1999)：「合作學習」和「問題導向學習」—培養教師及學生的科學創造力。教育資料與研究，28，31-39。
- 王千偉(2000)：提升教師教學創造力--「以學校為中心」的教師在職進修。中等教育，51(3)，60-71。
- 王振德(1997)：創造力三面模式評介—兼論創造力的本質與研究取向。資優教育，64，1-5。
- 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，44，24-35。
- 朱則剛（1996）：建構主義知識論對教學與教學研究的意義。教育研究，48，39-45。
- 吳志緯（2002），國小學童以電腦樂高進行科學學習之個案研究。未出版碩士論文，台北市立師範學院科學教育研究所。
- 吳志緯（2002）：國小學生以電腦樂高進行科學學習之個案研究。臺北市：臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 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。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學工業科技教育學系。
- 呂勝瑛、翁淑緣(1991)：創造與人生。臺北市：遠流。
- 李咏吟（1998），認知教學：理論與策略。台北市：心理。

- 岳修平譯(1998)：教學心理學－學習的認知基礎。臺北市：遠流。
- 幸曼玲 (1996)：皮亞傑與維高斯基的對話。臺北市：臺北市立師範學院兒童發展中心。
- 施能木 (2005)，利用機器人教導國小學童創意的發展與表現。生活科技教育月刊，38(5)，32-45。
- 施能木 (2007)，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。生活科技教育月刊，40(2)，27-34。
- 施能木 (2008)：應用樂高教學方案在國小生活科技課程對學童創造力影響之研究。未出版博士論文，國立臺灣師範大學工業科技教育學系。
- 施能木、謝建全、鄭承昌 (2005)，國中學生創意學習與問題解決歷程之研究。發表於國立嘉義大學 2005 年特殊教育學術研討會。
- 洪文東(2000)：從問題解決的過程培養學生的科學創造力。屏師科學教育，11，52-62。
- 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。未出版碩士論文，國立雲林科技大學資訊管理學系。
- 張玉成 (1993)，思考技巧與教學。台北市：心理。
- 陳龍安 (1990)，創造思考教學的理論與實際。台北市：心理。
- 陳龍安(1998)：創造思考教學的理論與實際。臺北市：心理。
- 黃文聖 (2001)，國小學童在 Logo 學習環境中數學學習與解決之研究。未出版碩士論文，國立新竹師範學院數理研究所。

- 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。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學資訊教育學系。
- 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。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學資訊教育學系。
- 黃國鴻 (2000)，以專題製作為主的電腦化學習環境之比較研究－認知取向與情境取向。未出版博士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所。
- 黃國鴻 (2000)：以專題製作為主的電腦化學習環境之比較研究－認知取向與情境取向。未出版博士論文，國立彰化師範大學科學教育研究所。
- 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。
- 葉玉珠(2000)：「創造力發展的生態系統模式」及其應用於科技與資訊領域之內涵分析。教育心理學報，32(1)，95-121。
- 詹志禹 (1996)：認識與知識－建構論 VS.接受觀。教育研究，49，25-38。
- 甄曉蘭、曾志華 (1997)：建構教學理念的興起與應用。國民教育研究學報，3，179-208。
- 歐用生 (1991)。內容分析法。載於黃光雄、簡茂發主編：教育研究法。臺北：師大書苑。
- 鄭晉昌 (2002)：建構主義與電腦支援合作學習環境的設計與發展。載於詹志禹編：建構論－理論基礎與教育應用，168-184。臺北市：正中。

- 鄭晉昌 (2002): 建構主義與電腦支援合作學習環境的設計與發展。
載於詹志禹編: 建構論—理論基礎與教育應用, 168-184。臺
北市: 正中。
- 鄭晉昌、施鬱芬 (1994): 交談模式在社會學習環境下之研究(I) (報
告編號: NSC82-0111-S-032-005)。臺北市: 行政院國家科學
發展委員會。
- 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。發表於國立台南大學
2004 年資優教育學術研討會。
- 謝建全、施能木、鄭承昌 (2006), 國中學生創意學習與問題解決
歷程之研究。教育研究月刊, 143, 57-70。
- 鍾一先 (1997): 問題解決教學策略應用於國民中學生活科技之實
驗研究。未出版博士論文, 國立臺灣師範大學工業教育學系。

貳、外文部份

- Achilles, C. M., & Hoover, S. P. (1996). Transforming administrative praxis : The potential of problem-based learning (PBL) as a school improvement vehicle for middle and high schools. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 397 471).
- Bransford, J. D., & Stein, B. S.(1993). The IDEAL problem solver. New York : Freeman.
- Clements, D. H. & Sarama, J. (1997). Research on Logo : a decade of progress, Logo : a retrospective. Computers in the schools, 14(1/2), 9-45.
- Confrey, J. (1991). Learning to listen : A student's understanding of powers of ten. In E. von Glasersfeld (Ed.). Radical constructivism in mathematics education (111-138). Dordrecht, The Netherlands : Kluwer.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow : The psychology of optimal experience. New York : Harper & Row.
- Davis, G. A. (1986). Creativity is forever. Iowa : Kendall / Hunt.
- Downs-Lombardi, J. (1996). Society's child : A mini-workshop in critical and creative thinking. (Eric Document Reproduction Service No. ED 400 726).
- Gallagher, J. J. (1975). Teaching the gifted child. Boston : Allyn and Bacon.

- Han, S. & Bhattacharya, K. (2001). Constructionism, Learning by design, and project based learning. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Available Website: <http://itstudio.coe.uga.edu/ebook/LearningbyDesign.htm>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). Situated learning : Legitimated peripheral participation. Canbridge, England : Canbridge University Press.
- Lowenthal, F., Marcourt, C. & Solimando, C. (1998). Cognitive strategies observed during problem solving with Logo. Journal of computer assisted learning, 14, 130-139.
- Mayer, R. E. (1992). Thinking, problem solving, cognition. New York : W. H. Freeman.
- McGrath, D.(2000). Prosem B-III Theory.
<Http://www2.educ.ksu.edu/faculty/McGrathD/Spring00/Mindstor ms.html>
- Mclellan, H. (1993). Situated learning in focus : Instruction to special issue. Educational Techonolgy, 33(3), 5-9.
- Newell, a., & Simon, H. A.(1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Osborn, A. F. (1963). Applied imagination. New York : Scribner.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). Constructionism. NY : Ablex.
- Papert, S. (1993). The Children's machine :rethinking school in the age of the computer. 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.(1993). The Children's machine :rethinking school in the age of the computer. New York : Basic Books.
- Parnes, S. J. (1967). Creative behavior guidebook. New York :Scribner.
- Paul, R. W. (1993). The logic of creative and critical thinking. American Behavioral Scientist, 37(1), 21-39.
- Resnick, M.(1996). Distributed Constructionism. Proceedings of the International Conference on the Learning Sciences Association for the Advancement of Computing in Education. Northwestern University.
- Roth, W. (1998). Designing communities. Boston : Kluwer.
- Steffe, L. P., & Gale, J. (1995). Constructivism in education. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Torrance, E. P. (1975). Why fly? A philosophy of creativity. Ablex Publishing Corporation.
- Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (1992). Creative problem solving : An introduction. Center of creative learning. Inc.
- Turbak, F., & Berg, R. (2002). Robotic design studio : Exploring the big ideas of engineering in a liberal arts environment. Journal of science education and technology , 11(3), 237-253.

- Von Flasersfeld, E.(1898). Constructivism in education. In T. Husen & N. Postlethwaite(Eds.), International encyclopedia of education[Suppl.], (11-12). Oxford, England :Pergamon.
- Vygotsky, L.(1978). Mind in Society : The development of higher psychological processes (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman, Trans. Cambridge, MA : Harvard University.
- Wallas, G. (1926). The arts of thought. Jonathan Cape, pp79-96.
- Watson, J. A., Lange, G., & Brinkley, V. M. (1992). Logo mastery and spatial problem-solving by young children : effects of Logo language training, route-strategy training, and learning styles on immediate learning and transfer. Journal of Educational Computing Research, 8(4), 521-540.
- Wertsh, J. V.(1985). Vygotsky and the social formation of mind. Cambridge, MA : Harvard University.
- Wile, J. & Bondi, J. (1981). Skills clusters for creative thinking activity book. Wiles, Bondi and Associates.
- Wu, L. (2002). Integrated learning of mathematics, science, and technology concepts through LEGO/Logo project. Michigan State University dissertation.
- Young, M. F., & Kulikowich, J. M. (1992). Anchored instruction as anchored assessment : An ecological approach to measuring situated learning. (ERIC Document Reproduction Service No. Ed 354 269).

Young, M. F., & Kulikowich, J. M. (1992). Anchored instruction as anchored assessment : An ecological approach to measuring situated learning. (ERIC Document Reproduction Service No. Ed 354 269).

Yusuf, M. M. (1995). The effects of Logo-based instruction. Journal of Educational Computing Research, 12(4), 335-362.





附錄一

樂高 Mindstorms RIS 2.0 零件清單

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| <p>001 8x 002 2x 003 2x 004 20x 005 8x 006 2x 007 10x 008 10x 009 8x 010 6x</p> <p>011 4x 012 2x 013 4x 014 8x 015 6x 016 4x 017 4x 018 4x 019 8x 020 6x 021 2x 022 1x</p> <p>023 10x 024 3x 025 7x 026 2x 027 8x 028 7x 029 4x 030 2x 031 2x</p> <p>032 1x</p> | <p>033 2x 034 2x 035 8x 036 6x 037 2x 038 8x 039 4x 040 12x 041 4x 042 4x 043 20x 044 20x 045 5x 046 2x 047 10x 048 8x 049 8x 050 8x 051 6x 052 6x 053 4x 054 4x 055 2x 056 2x</p> | <p>057 2x 058 2x 059 2x 060 18x 061 8x 062 16x 063 24x 064 16x 065 2x 066 24x 067 8x 068 2x 069 4x 070 2x 071 2x 072 2x 073 4x 074 2x 075 4x 076 4x 077 4x 078 4x 079 2x 080 4x 081 2x 082 2x 083 2x 084 4x 085 4x 086 4x 087 12x 088 4x</p> | <p>089 6x 090 4x 091 5x 092 4x 093 4x 094 1x 095 4x 096 1x 097 4x 098 4x 099 40x 100 2x 101 6x 102 2x 103 4x 104 4x 105 2x 106 4x 107 2x 108 2x 109 4x 110 2x 111 2x 112 2x 113 4x 114 2x</p> | <p>115 2x 116 2x 117 2x 118 4x 119 4x 120 4x 121 3x 122 3x 123 3x 124 2x 125 2x 126 2x 127 2x 128 2x 129 2x</p> <p>130 4x 131 4x 132 4x 133 1x 134 2x 135 1x 136 4x 137 2x 138 2x 139 2x</p> <p>140 1x 141 1x</p> |
| <p>01</p> <p>02</p> <p>03</p> <p>16</p> | <p>04</p> <p>05</p> <p>06</p> | <p>07</p> <p>08</p> | <p>09</p> <p>10</p> <p>11</p> <p>12</p> | <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> |

附錄二

樂高創意學習的教學設計(1)

| | | | | | |
|--|---|---|------|----|--|
| 教學單元 | 單馬達驅動車 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 97.9.17~97.10.1 | 教學時間 | 6 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由圖片或是影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 以日常生活實物為例，加以說明常見的馬達驅動車。 3. 藉由讓學生自行動手製作驅動車，加強基本元件組合及搭配馬達之運用。</p> <p>二、教學重點：藉由已具備基本元件組合簡單之觀念延伸至組成車體，並結合單一馬達作為動力。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| <p>1.依據前一單元所學之基本元件組合簡單機器人，並使之運動</p> <p>2.學習速度及距離概念，學習視覺化、直覺式之基礎機器人程式設計。教師給定某固定長度之直線距離，學生能製作出可進行簡單之定長直線運動之機器人，以解決教師所提出之問題。</p> <p>3.提供學童發表作品的機會</p> | | <p>1-1 瞭解車體傳動之過程</p> <p>2-1 能設計單馬達驅動車之車體架構</p> <p>2-2 能將設計架構以動力機械積木組合</p> <p>2-3 組合好的架構能配合動力裝置使用</p> <p>2-4 確保車體行進的穩定度</p> <p>3-1 主動發表成品，並解說設計架構</p> <p>3-2 能適當給予回饋</p> | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | 教學資源 | 時間 | 說明 | |
| 1-1 | <p>引起動機</p> <p>1.請學生舉例常接觸到的馬達驅動車。</p> <p>2.引發學生思考馬達是如何帶動車體進行。</p> <p>3.提供常見的馬達驅動車，並請學生發想設計自己的單馬達驅動車。</p> <p>4.教師指定馬達驅動車行走長度：「沿直線行走 1 公尺。」</p> <p>發展活動</p> | 教學媒體 | 60m | | |
| 2-1 | 活動一：組合馬達驅動車之基本車體 | | 實地教學 | | |
| 2-2 | 1.帶領學生分析車體架構，並設計自己的車體。 | 120m | | | |
| 2-3 | 2.協助學生安裝車體，並檢查其車體結構。 | | | | |
| | 活動二：將驅動之馬達及電腦安裝至車體之上 | | | | |

| | | | | |
|-----|---|------|-----|--|
| | <p>1.協助學生將電腦和馬達安裝至車體。</p> <p>2.檢查車體之穩固性及馬達帶動之流暢性。</p> <p>活動三：設計程式使馬達驅動車體進行</p> <p>1.協助學生設計驅動馬達行走之程式。</p> <p>2.實際讓學生測試車體行走，並注意行進間車體之穩固性。</p> | 實地教學 | 60m | |
| 2-4 | 綜合活動 | | 60m | |
| 3-1 | 1.請學生將設計好的單馬達驅動車進行實測。順利通過教師所指定距離者才算完成此項設計。 | | | |
| 3-2 | 2.請學生發表自己單馬達驅動車。並解說該車體的結構及設計理念。 | 討論發表 | | |
| | 3.請其他學生給予回饋。票選最佳造型設計，最有創意結構設計...等。並給予鼓勵。 | | | |
| | 4.教師指導講評。 | | | |

樂高創意學習的教學設計(2)

| | | | | | |
|--|--|--|------|----|--|
| 教學單元 | 會轉彎的雙馬達驅動車 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 97.10.8~97.10.29 | 教學時間 | 8 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由圖片或是影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 以直線進行的單馬達驅動車為前提，討論如何改變其行進方向及變化路徑。 3. 設定車體行進之曲線路徑，引導進階電腦程式設計之運用。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生自行動手製作會轉彎的雙馬達驅動車，引導進階電腦程式設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| 1.學習各種動力機械積木之運動模式及控制命令。 2.學習角度及平面幾何之數學概念，以程式控制動力機械模組，控制機器人進行非直線運動，使機器人能依教師所提出之不定方向軌跡問題運動。 3.提供學童發表作品的機會。 | | 1-1 瞭解雙馬達與車體間傳動過程之影響 2-1 能設計搭載雙馬達驅動車之車體架構 2-2 能將車體與控制電腦和驅動馬達組合 2-3 針對非直線運動之路徑設定程式語言 2-4 機器人運行方向能符合程式之設定 3-1 主動發表成品，並解說設計架構 3-2 能適當給予回饋 | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | 教學資源 | 時間 | 說明 | |
| 1-1 | 引起動機 1.根據之前課程所做的馬達驅動車為基礎，進一步發想如何使其改變行進方向。 2.提示使用雙馬達搭載車體的方法，請學生發想如何運用雙馬達的裝置改變行進路線。 3.請學生發想設計會轉彎的雙馬達驅動車。 4.教師指定行走非直線路徑：『設定路徑：直走—右轉—直走—左轉—直走—停。』 | 討論發表 | 80m | | |
| 2-1 | 發展活動 活動一：組合雙馬達驅動車基本架構 1.帶領學生根據馬達驅動車的基本架構，設計搭載雙馬達的車體。 | | 100m | | |
| 2-2 | 2.協助學生安裝車體，並檢查其車體結構。 | 實地教學 | 100m | | |
| 2-2 | 活動二：將驅動之馬達及電腦安裝至車體之上 | | | | |

| | | | | |
|-----|--|------|------|--|
| 2-3 | <p>1.協助學生將電腦和兩顆馬達分別安裝至車體。</p> <p>2.檢查車體承載之穩固性及馬達間驅動是否流暢。</p> <p>活動三：設計程式使機器人依指定路徑行走</p> <p>1.協助學生設定控制電腦指定車體行進路線。</p> <p>2.實際讓學生測試機器人行走路徑，並要求達成教師指定路線。</p> <p>3.修正缺失的指令，並再實行測試。</p> | 實際操作 | 100m | |
| 2-4 | <p>綜合活動</p> <p>1.請學生將設計好的雙馬達驅動車進行實測評</p> | 討論發表 | 100m | |
| 3-1 | <p>量。順利通過教師所指定路徑者才算完成此項機器人之設計。</p> | | | |
| 3-2 | <p>2.請學生發表自己雙馬達驅動車。解說該車體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。</p> <p>3.請其他學生給予回饋。票選最佳結構設計，最佳程式設計...等。並給予鼓勵。</p> <p>4.教師指導講評。</p> | | | |

樂高創意學習的教學設計(3)

| | | | | | |
|---|---|---|-----------------|----|--|
| 教學單元 | 初階避障礙物機器人 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 97.11.5~97.11.19 | 教學時間 | 6 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論影片中的機器人如何避開障礙物及變化路徑。 3. 介紹進階控制電腦程式之設計與運用。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生自行動手製作初階避障礙物機器人，引導其進階電腦程式設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| 1.學習訊息處理架構與學習觸覺感應積木之運作及其控制與訊息接收命令。 2.教師給予三項障礙物阻礙機器人運懂，學生設計之機器人能判別障礙物並繞過或避開阻擋物繼續運動。於工作桌利用綠色、紅色的膠帶繪製出起點、終點的位置，同時放置三瓶礦泉水，讓小組的機器人可以順利通過水瓶。 3.提供學童發表作品的機會。 | | 1-1 了解控制電腦的使用，並藉以改變機器人之運動 2-1 能設計搭雙馬達驅動車 2-2 能將機體與控制電腦組合，並順利使之感應 2-3 針對障礙物之路徑設定控制電腦之程式語言 2-4 機器人運行方向能符合程式之設定 3-1 主動發表成品，並解說設計架構 3-2 能適當給予回饋 | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | 教學資源 | 時間 | 說明 | |
| 1-1 | 引起動機 1.播放初階避障礙物機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生提問。 2.介紹新的動力機械積木－觸覺感應積木。 3.請學生發想觸覺感應積木如何影響機器人動作。 4.教師指定障礙路線路徑並要求通過條件：『讓你們小組的雙馬達驅動車能順利通過水瓶障礙物。』 | 討論發表 | 60m | | |
| 2-1 | 發展活動 活動一：組合初階避障礙物機器人基本架構 1.帶領學生組裝雙馬達驅動車的基本架構，並檢查其車體結構。 | 實地教學 | 60m 100m | | |

| | | | | |
|-----|---|------|-----|--|
| 2-2 | <p>活動二： 設置控制電腦</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.協助學生安裝控制電腦。 2.檢查控制電腦是否能有效發揮作用。 | 實際操作 | 80m | |
| 2-3 | <p>活動三： 設計程式使機器人依指令運行</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.學習控制電腦之程式設定，指定行進方式。 2.實際讓學生測試機器人行走障礙路徑，並要求達成教師指定路線。 3.修正缺失的指令，並再實行測試。 | | | |
| 2-4 | <p>綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.請學生將設計好的初階避障礙物機器人進行實測評量。順利通過教師所指定路徑者才算完成此項機器人之設計。 | 討論發表 | 60m | |
| 3-1 | <ol style="list-style-type: none"> 2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。 | | | |
| 3-2 | <ol style="list-style-type: none"> 3.請其他學生給予回饋。票選最佳結構設計，最佳程式設計...等。並給予鼓勵。 4.教師指導講評。 | | | |

樂高創意學習的教學設計(4)

| | | | | | |
|--|--|--|---|----------|----|
| 教學單元 | 進階避障礙物機器人 | | 設計者 | 林庭瑤 | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | | 教學者 | 林庭瑤 | |
| | | | 教學年級 | 4 | |
| 教學日期 | 97.11.26~97.12.17 | | 教學時間 | 8 小時 | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論影片中的機器人如何避開障礙物及變化路徑。 3. 以初階避障礙物機器人為基礎，設計進階電腦程式。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生自行設定進階避障礙物機器人之程式語言，更了解進階控制電腦程式之設計。</p> | | | | |
| 單元目標 | | | 具體目標 | | |
| <p>1.學習訊息處理架構與學習觸覺感應器之運作及其控制與訊息接收命令。</p> <p>2.教師給予兩項障礙物阻礙機器人運懂，學生設計之機器人能判別障礙物並繞過或避開阻擋物繼續運動。於工作桌利用綠色、紅色的膠帶繪製出起點、終點的位置，同時放置二瓶礦泉水，讓小組的機器人碰到第一個水瓶後，會自動繞過水瓶繼續前進，直到碰到第二個水瓶及停止。</p> <p>3.提供學童發表作品的機會。</p> | | | <p>1-1 了解觸覺感應器的使用，並藉以改變機器人之運動</p> <p>2-1 能設計初階障礙機器人</p> <p>2-2 針對障礙物之路徑設定觸覺感應程式語言</p> <p>2-3 機器人運行方向能符合程式之設定</p> <p>3-1 主動發表成品，並解說設計架構</p> <p>3-2 能適當給予回饋</p> | | |
| 具體目標 | 教學重點 | | 教學資源 | 時間 | 說明 |
| 1-1 | <p>引起動機</p> <p>1.播放進階避障礙物機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生提問。</p> <p>2.請學生發想如何修改初階避障礙物機器人的程式語言，使之行徑動作符合進階障礙物機器人之要求。</p> <p>3.教師指定障礙路線路徑並要求通過條件：『讓你們小組的雙馬達四輪車碰到水瓶後，會自動繞過水瓶繼續前進，直到碰到第二瓶水才停止。』</p> | | 討論發表 | 80m | |
| 2-1 | <p>發展活動</p> <p>活動一：以初階避障礙物機器人架構為基礎進行指令程式之修正</p> | | | 實地教學實際操作 | |

| | | | | |
|-----|---|----------|------|--|
| 2-2 | 1.完成初階機器人之架構 | 實際 操作 | 120m | |
| 2-3 | 2.學習觸覺感應器之進階程式設定，修改成指定行進之指令。 | | | |
| 2-3 | 3.實際讓學生測試機器人行走進階障礙路徑，設法達成教師設定目標。 | | | |
| 2-3 | 4.修正缺失的指令，並再實行測試。 | | | |
| | 綜合活動 | 討論 發表 | | |
| 3-1 | 1.請學生將設計好的進階避障礙物機器人進行實測評量。順利通過教師所指定路徑者才算完成此項機器人之設計。 | | | |
| 3-2 | 2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。 | | | |
| | 3.請其他學生給予回饋與鼓勵。 | | | |
| | 4.教師指導講評。 | | | |

樂高創意學習的教學設計(5)

| | | | | | |
|---|--|--|--|------|----|
| 教學單元 | 在黑圈裡漫遊機器人 | | 設計者 | 林庭瑤 | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | | 教學者 | 林庭瑤 | |
| | | | 教學年級 | 4 | |
| 教學日期 | 97.12.24~98.1.14 | | 教學時間 | 8 小時 | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論如何限制機器人僅在範圍內活動。 3. 引進測光感應器介紹，及其相關電腦程式設計之運用。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生自行動手製作在黑圈裡漫遊機器人，介紹測光感應器之使用，並引導其電腦程式與指令設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | | 具體目標 | | |
| <p>1.學習訊息處理架構與學習測光感應器之運作模式及其控制與訊息接收命令。</p> <p>2.讓小組所製作的履帶車，在黑色的橢圓圈裡漫遊二分鐘，且履帶車的車體不可全部超過黑圈。</p> <p>3.提供學童發表作品的機會。</p> | | | <p>1-1 了解測光感應器的使用，並藉以改變機器人之運動</p> <p>2-1 能設計搭載測光感應器之機體架構</p> <p>2-2 能將機體與測光感應器組合，並順利使之感應</p> <p>2-3 針對活動範圍設定測光感應器之指令</p> <p>2-4 機器人運行方向能符合程式之設定</p> <p>3-1 主動發表成品，並解說設計架構</p> <p>3-2 能適當給予回饋</p> | | |
| 具體目標 | 教學重點 | | 教學資源 | 時間 | 說明 |
| 1-1 | <p>引起動機</p> <p>1.播放初在黑圈裡漫遊機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生提問。</p> <p>2.介紹新的動力機械積木—測光感應器。</p> <p>3.請學生發想測光感應器如何影響機器人動作。</p> <p>4.教師指定限制範圍並要求通過條件：『讓你們小組所製作的履帶車，在黑色的橢圓圈裡漫遊二分鐘，且履帶車的車體不可全部超過黑圈』</p> | | 討論發表 | 80m | |
| 2-1 | <p>發展活動</p> <p>活動一：組合黑圈裡漫遊機器人基本架構</p> <p>1.帶領學生設計黑圈裡漫遊機器人的基本架構，並搭載測光感應器裝置的車體。</p> | | 實地教學 | 80m | |
| 2-2 | <p>2.協助學生安裝基本機體，並檢查其機體結構。</p> <p>活動二：設置測光感應器裝置</p> | | 實際操作 | 120m | |

| | | | | |
|---|---|-------------------------------------|------------------------|--|
| <p>2-2</p> <p>2-4</p> <p>3-1</p> <p>3-2</p> | <p>1.協助學生安裝測光感應器裝置。</p> <p>2.檢查光感應器裝置是否能有效發揮作用。</p> <p>活動三：設計測光感應器程式，使機器人依指令運行</p> <p>1.學習測光感應器裝置之程式設定。實測限制範圍黑線之測光數值。</p> <p>2.實際讓學生進行機器人測光感應測試，並要求達成教師指定通過條件。</p> <p>3.修正缺失的指令，並再實行測試。</p> <p>綜合活動</p> <p>1.請學生將設計好的黑圈裡漫遊機器人進行實測評量。符合教師所指定通過條件者才算完成此項機器人之設計。</p> <p>2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。</p> <p>3.請其他學生給予回饋。票選最佳結構設計，最佳程式設計...等。並給予鼓勵。</p> <p>4.教師指導講評。</p> | <p>實際操作</p> <p>實際操作</p> <p>討論發表</p> | <p>80m</p> <p>120m</p> | |
|---|---|-------------------------------------|------------------------|--|

樂高創意學習的教學設計(6)

| | | | | | |
|---|---|--|------|----|--|
| 教學單元 | 沿黑圈行走機器人 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 98.3.11~98.4.1 | 教學時間 | 8 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論如何限制機器人僅在範圍內活動。 3. 引進測光感應器介紹，及其相關電腦程式設計之運用。</p> <p>二、教學重點：以在黑圈裡漫遊機器人為基礎，藉由讓學生延伸設計沿黑圈行走機器人，加強測光感應器之使用，並引導其電腦程式與指令設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| <p>1.學習訊息處理架構與學習測光感應器之運作模式及其控制與訊息接收命令。 2.讓小組所製作的履帶車，沿黑色的橢圓線徑前進，直到繞玩兩圈為止。 3.提供學童發表作品的機會。</p> | | <p>1-1 了解測光感應器的使用，並藉以改變機器人之運動 2-1 能設計在黑圈裡漫遊機器人 2-2 針對黑色的橢圓線徑設定測光感應器 2-3 機器人運行方向能符合程式之設定 3-1 主動發表成品，並解說設計架構 3-2 能適當給予回饋</p> | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | 教學資源 | 時間 | 說明 | |
| 1-1 | <p>引起動機</p> <p>1.播放初沿黑圈行走機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生討論提問。 2.請學生發想如何修改在黑圈裡漫遊機器人的程式設定，使之行徑動作符合初沿黑圈行走機器人之要求。 3.教師指定限制範圍並要求通過條件：『讓你們小組所製作的履帶車，沿黑色的橢圓線徑前進，直到繞玩兩圈為止。』</p> <p>發展活動</p> <p>活動一：以在黑圈裡漫遊機器人架構為基礎，進行測光感應器指令程式之修正</p> | 討論發表 | 80m | | |
| 2-1 | 1.完成漫遊機器人之架構 | 實地教學 | 280m | | |
| 2-2 | 2.修改測光感應器進階程式設定，實測限制範圍黑線之測光數值，並將行進動作修改成規定路線。 | 實際操作 | | | |

| | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------|-------------|--|
| <p>2-3</p> <p>3-1</p> <p>3-2</p> | <p>3.實際讓學生進行機器人測試，並要求達成教師指定通過條件。</p> <p>4.修正缺失的指令，並再實行測試。</p> <p>綜合活動</p> <p>1.請學生將設計好的沿黑圈行走機器人進行實測評量。順利通過教師所指定路徑者才算完成此項機器人之設計。</p> <p>2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。</p> <p>3.請其他學生給予回饋與鼓勵。</p> <p>4.教師指導講評</p> | <p>實際操作</p> <p>討論發表</p> | <p>120m</p> | |
|----------------------------------|---|-------------------------|-------------|--|



樂高創意學習的教學設計(7)

| | | | | | |
|---|--|--|-------------|----|--|
| 教學單元 | 推骨牌機器人 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 98.4.8~98.4.29 | 教學時間 | 8 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論如何限制機器人僅在範圍內活動。 3. 引進測光感應器介紹，及其相關電腦程式設計之運用。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生自行動手製作在黑圈裡漫遊機器人，介紹測光感應器之使用，並引導其電腦程式與指令設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| <p>1.教師安排紅、黃、綠、藍等四種顏色的骨牌，學生所設計之機器人要能正確地辨識骨牌的顏色。並且在行進之間必須能夠順利推倒紅色、黃色的骨牌。</p> <p>2.學生必須應用之前所學習之概念、技術，及測光感應器的使用及程式的控制，以設計出機器人推骨牌的機械裝置，以解決以上問題。</p> <p>3.提供學童發表作品的機會。</p> | | <p>1-1 了解測光感應器的應用，並藉以控制機器人判別動作</p> <p>2-1 能設計推骨牌之裝置機體</p> <p>2-2 能將推骨牌裝置與測光感應器藉由控制電腦連接</p> <p>2-3 針對不同顏色之骨牌設定測光感應器之指令</p> <p>2-4 機器人推骨牌動作能符合程式之設定</p> <p>3-1 主動發表成品，並解說設計架構</p> <p>3-2 能適當給予回饋</p> | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | 教學資源 | 時間 | 說明 | |
| 1-1 | <p>引起動機</p> <p>1.播放推骨牌機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生提問。</p> <p>2.請學生發想如何製作推骨牌裝置。</p> <p>3.請學生發想測光感應器如何影響機器人動作。</p> <p>4.教師指定通過條件：『讓你們小組所製作的推骨牌機器人能夠順利推倒紅色、黃色的骨牌』</p> | 討論發表 | 80m | | |
| 2-1 | <p>發展活動</p> <p>活動一：組合推骨牌機器人基本架構</p> <p>1.帶領學生設計推骨牌機器人的基本架構，並設計推骨牌裝置。</p> <p>2.協助學生安裝基本機體，並檢查其機體結構。</p> <p>3.檢查推骨牌裝置是否能有效發揮作用。</p> | 實地教學 實際操作 | 80m 120m | | |

| | | | | |
|-----|--|------|------|--|
| 2-2 | <p>活動二： 設置測光感應器使之與推骨牌裝置連接</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.協助學生安裝測光感應器和控制電腦，並注意兩者與推骨牌裝置之間的連結性。 | 實際操作 | 100m | |
| 2-4 | <p>活動三： 設計測光感應器程式，使機器人依指令運行</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.學習測光感應器裝置之程式設定。實測紅、黃、綠、藍等四色的測光數值。 2.讓學生依照各色測光數值下達程式指令，並要求達成教師指定通過條件。 3.修正缺失的指令，並再實行測試。 | 實際操作 | 100m | |
| 2-4 | <p>綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.請學生將設計好的推骨牌機器人進行實測評 | 實際操作 | | |
| 3-1 | <ol style="list-style-type: none"> 量。符合教師所指定通過條件，推倒紅、黃兩色者，才算完成此項機器人設計。 | 討論發表 | | |
| 3-2 | <ol style="list-style-type: none"> 2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。 3.請其他學生給予回饋。票選最佳結構設計，最佳程式設計...等。並給予鼓勵。 4.請學生思考推骨牌機器人與生活中相關之運用。 5.教師指導講評。 | 討論發表 | | |

樂高創意學習的教學設計(8)

| | | | | | |
|---|--|---|-------------------------|-----|----|
| 教學單元 | 搬運機器人 | 設計者 | 林庭瑤 | | |
| 教學資源 | 1.教室多媒體設備 2.教師自備教具 | 教學者 | 林庭瑤 | | |
| | | 教學年級 | 4 | | |
| 教學日期 | 98.5.6~98.5.27 | 教學時間 | 8 小時 | | |
| 教學研究 | <p>一、教材分析： 1. 由機器人影片等多媒體教具引起學習動機。 2. 討論如何限制機器人僅在範圍內活動。 3. 引進測光感應器介紹，及其相關電腦程式設計之運用。</p> <p>二、教學重點：藉由讓學生動手製作搬運機器人，來結合各個感應器之使用，並引導其控制程式與指令設計之運用。</p> | | | | |
| 單元目標 | | 具體目標 | | | |
| <p>1.教師一瓶裝有半瓶水的礦泉水瓶，同時至於距離一個15公分見方黑框前25公分的位置，並且利用綠色膠帶在水瓶前20公分畫出一條起始線。機器人必須在碰到水瓶同時抓住水瓶，並且將水瓶移至黑框內，放開水瓶並且回到起始線後。</p> <p>2.學生必須應用之前所學習之概念、技術，及測光感應器、觸覺感應器的使用及程式的控制，以設計出機器人抓取的機械裝置，以解決以上問題。</p> <p>3.提供學童發表作品的機會。</p> | | <p>1-1 了解各個感應器的功用，並藉以設法控制機器人動作</p> <p>2-1 能設計具備測光感應、觸覺感應裝置、抓取裝置的機體。</p> <p>2-2 針對工作桌面上各色膠帶設定測光感應器之指令</p> <p>2-3 能透過控制電腦連接各個感應器裝置進而操控抓取裝置</p> <p>2-4 機器人搬運牌動作能符合程式之設定</p> <p>3-1 主動發表成品，並解說設計架構</p> <p>3-2 能適當給予回饋</p> | | | |
| 具體目標 | 教學重點 | | 教學資源 | 時間 | 說明 |
| 1-1 2-1 | <p>引起動機</p> <p>1.播放搬運機器人之影片，或是現場操作成品供學生觀賞，並請學生提問。</p> <p>2.請學生發想如何製作抓取物品裝置。</p> <p>3.請學生發想如何利用測光感應器與有色膠帶，影響機器人移動水瓶之距離。</p> <p>4.請學生發想觸覺感應裝置與抓取裝置之間的控制。</p> <p>5.教師指定通過條件：『讓你們小組所製作的機器人從起點線出發，碰到水瓶時會抓住水瓶，然後搬移至黑色的方框內放開水瓶，且完成動作後會</p> | | <p>討論發表</p> <p>實地教學</p> | 80m | |

| | | | | |
|-----|--|------|------|--|
| 2-1 | <p>退回到起點線後。完成整個程序者，及算順利解決問題。』</p> <p>發展活動</p> <p>活動一：組合搬運機器人基本架構</p> | | 80m | |
| | <p>1.帶領學生設計搬運機器人的基本架構及搬運物體裝置。</p> | 實際操作 | | |
| 2-2 | <p>2.協助學生安裝基本機體，並檢查其機體結構。</p> <p>3.檢查搬運物體裝置是否能有效發揮作用。</p> | 實際操作 | 100m | |
| 2-3 | <p>活動二：設置測光感應器</p> <p>1.協助學生安裝測光感應器和控制電腦，注意測光感應器和控制電腦與機器人各個裝置之間的連結。</p> | 實際操作 | 100m | |
| 2-4 | <p>活動三：設置觸覺感應裝置與搬運裝置</p> <p>1.協助學生安裝觸覺感應裝置和控制電腦，並注意兩者搬運物體裝置之間的連結。</p> <p>活動四：設定感應器程式，使機器人依指令動作</p> | | | |
| 2-4 | <p>1.設定測光感應限制機器人行動距離與動作。</p> <p>2.設定觸覺感應裝置控制抓取水瓶動作。</p> | | 120m | |
| 2-4 | <p>3.實地測試機器人抓取與放置水瓶之連貫動作。</p> <p>4.修正缺失的指令，並再實行測試。</p> | 實際操作 | | |
| 3-1 | <p>綜合活動</p> <p>1.請學生將設計好的搬運機器人進行實測評量。符合教師所指定通過條件，將水瓶移至定位者，才算完成此項機器人之設計。</p> | 實際操作 | | |
| 3-2 | <p>2.請學生發表機器人。解說該機體的結構及設計理念，並針對程式語言的編寫提出適當的流程及設定。</p> <p>3.請其他學生給予回饋。票選最佳結構設計，最佳程式設計...等。並給予鼓勵。</p> <p>4.教師指導講評。</p> | 討論發表 | | |

附錄三

「樂高創意學習」的訪談大綱

- 1.參加機器人科學社，自己覺得最大的收獲是什麼？為什麼？
- 2.在教學活動中，你覺得自己跟同組其他同學討論的情況如何？
- 3.在這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最有趣，為什麼？
- 4.由這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最具有挑戰性？為什麼？
- 5.由這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最需要發揮創意？為什麼？
- 6.在機器人創意發展過程中遇到困難時，你是如何排除（克服）這些困難？
- 7.你覺得在教學活動中，是否能增進自己在問題解決的能力？為什麼？
- 8.你覺得在教學活動中，是否能增進自己在生活上的一些創意思考？為什麼？
- 9.在本次活動中，你曾經應用那些在學校課堂上學到的知識？
- 10.在本次活動中，你自己學會那些是在學校課堂上學不到的知識？
- 11.你對自己在教學活動中的整體表現會打幾分（0-100）？為什麼？

附錄四

學習意見調查表

班級：_____年_____班 姓名：_____

填答說明：

以下每一題的敘述，表示對於學習「樂高創意學習」這個課程後的感覺，請你依：非常同意、同意、中立意見、不同意、非常不同意等五個等級來表達你的看法，請直接勾選起來。

| | 非 常 同 意 | 同 意 | 中 立 意 見 | 不 同 意 | 非 常 不 同 意 |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1.讓我對簡單機械具有基本的概念 | <input type="checkbox"/> |
| 2.我喜歡這種教學方式 | <input type="checkbox"/> |
| 3.我對教學內容覺得有興趣 | <input type="checkbox"/> |
| 4.能啟發我創造思考的能力 | <input type="checkbox"/> |
| 5.讓我覺得樂高創意學習很重要 | <input type="checkbox"/> |
| 6.讓我覺得有成就感 | <input type="checkbox"/> |
| 7.能培養我對於問題解決的能力 | <input type="checkbox"/> |
| 8.讓我有機會表達自己的意見 | <input type="checkbox"/> |
| 9.讓我能夠針對問題找出解決方法 | <input type="checkbox"/> |
| 10.我們同組的同學能互相討論問題 | <input type="checkbox"/> |
| 11.我覺得這門課具有挑戰性 | <input type="checkbox"/> |
| 12.我覺得上這門課所花的精神相當值得 | <input type="checkbox"/> |
| 13.我很認真參與討論 | <input type="checkbox"/> |
| 14.我很認真作課堂的作業 | <input type="checkbox"/> |
| 15.同學們能發揮團隊合作的精神 | <input type="checkbox"/> |
| 16.這門課的學習方式，對我很有幫助 | <input type="checkbox"/> |

對這種教學方式的感想與建議：

感想：_____

建議：_____

附錄五

訪談資料的主要編碼表

1.參加機械人科學社，自己覺得最大的收獲是什麼？為什麼？

A-1 怎麼組（組機械人、製作機械人）

A-1-1 邏輯思考（數字學習）

A-1-2 組裝技巧熟練

A-1-3 創意落實

A-2 電腦程式

A-2-1 非常難做

A-2-2 會算得很好

A-3 機器人構造

A-4 思考（動頭腦）

A-4-1 運用大腦

A-4-2 變聰明

A-5 老師從旁協助

A-6 認識新朋友

A-6-1 促進朋友相處

A-7 學習新知識

A-7-1 課堂以外的新知識

A-8 互相討論

A-9 請教他人

A-10 發揮創造力

A-10-1 提升創造力

A-11 提升空間感

2.在教學活動中，你覺得自己跟同組其他同學討論的情況如何？

B-1 不常與人討論

B-1-1 偶爾討論

B-1-2 意見不合

B-2 時常有討論

B-3 解決問題

3.在這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最有趣，為什麼？

- C-1 防撞桿
 - C-1-1 觸控感測器
 - C-1-2 停止（前進）動作
- C-2 打骨牌
 - C-2-1 測光感測器（車子有眼睛）
 - C-2-2 拍打機構
 - C-2-3 辨色功能
 - C-2-4 具有挑戰性（難度）
- C-3 履帶車
 - C-3-1 怪手
 - C-3-2 坦克車（戰車）
- C-4 沿黑圈行走
 - C-4-1 辨識路線行走
- C-5 轉彎的雙馬達車
 - C-5-1 走動的角度

4.由這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最具有挑戰性？為什麼？

- D-1 防撞桿
 - D-1-1 程式撰寫困難
 - D-1-2 機器人組裝困難
 - D-1-3 觸控感應器裝在適當位置
- D-2 沿黑圈行走
 - D-2-1 程式撰寫困難
 - D-2-2 操控困難
 - D-2-3 程式無法順利工作（跑出去）
- D-3 打骨牌
 - D-3-1 程式撰寫困難
 - D-3-2 機器人組裝困難
 - D-3-3 無法停止打紅、黃骨牌的動作
 - D-3-4 操作步驟很繁雜
 - D-3-5 測光感應器無法順利測紅、黃骨牌
 - D-3-6 測光調整需要很長時間
- D-4 履帶車
 - D-4-1 繞黑圈失敗（無法順利繞黑圈）

- D-4-2 組裝困難
- D-5 繞水瓶
 - D-5-1 程式撰寫困難

5.由這些樂高創意學習活動中，你覺得那一個單元最需要發揮創意？為什麼？

- E-1 防撞桿
 - E-1-1 防撞桿結構正確工作（觸控器發生功能）
- E-2 履帶車
 - E-2-1 構想車子結構（瞭解基本結構）
 - E-2-2 較難組裝
- E-3 雙馬達車
 - E-3-1 車體結構
 - E-3-2 齒輪正常運作
 - E-3-3 連接線的接法
 - E-3-4 零組件的選用
- E-4 打骨牌
 - E-4-1 打骨牌結構組裝
 - E-4-2 程式設計困難
 - E-4-3 需要用腦思考

6. 在機械人創意發展過程中遇到困難時，你是如何排除（克服）這些困難？

- F-1 問同學
 - F-1-1 與同學討論
- F-2 問老師
- F-3 自行思考
 - F-3-1 發揮想像力
 - F-3-2 多次修正及改良
 - F-3-3 多想一些辦法
 - F-3-4 靠意志力解決
 - F-3-5 回家思考解決方案

7.你覺得在教學活動中，是否能增進自己在問題解決的能力？為什麼？

- G-1 促進思考能力

- G-2 學會解決方法
 - G-2-1 程式的撰寫
- G-3 組裝機器人能力
- G-4 教其他人的能力
- G-5 修復機器人結構的能力
- G-6 增進創造力

8.你覺得在教學活動中，是否能增進自己在生活上的一些創意思考？為什麼？

- H-1 增進邏輯知識
- H-2 做出與別人不同的東西（創意）
- H-3 畫機器人的結構
- H-4 增進創意思考
- H-5 增進藝術設計能力
- H-6 生活中物品的組裝
- H-7 發揮創造力去製造想要的東西
- H-8 增進實體拼裝能力（疊金字塔）

9.在本次活動中，你曾經應用那些在學校課堂上學到的知識？

- I-1 數學
 - I-1-1 幾何圖形
 - I-1-2 角度應用
 - I-1-3 計算距離
 - I-1-4 車子速率
- I-2 自然與生活科技
 - I-2-1 乾電池（正、負極）
- I-3 電腦
 - I-3-1 執行程式
 - I-3-2 撰寫程式

10.在本次活動中，你自己學會那些是在學校課堂上學不到的知識？

- J-1 組裝機器人
 - J-1-1 防撞桿
 - J-1-2 履帶車

- J-1-3 測光感應器的使用
- J-1-4 打骨牌
- J-1-5 機器人結構（技巧）
- J-1-6 觸控感應器的使用
- J-2 程式的撰寫（操控）

11.你對自己在教學活動中的整體表現會打幾分（0-100）？為什麼？

自評分數：

| 100分 | 99分 | 98分 | 96分 | 95分 | 94分 | 90分 | 80分 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2人 | 2人 | 1人 | 2人 | 3人 | 1人 | 4人 | 3人 |

- K-1 分工合作
- K-2 自己表現可再更好
- K-3 模仿老師作品
- K-4 沒有認真學習
- K-5 還有努力的機會
- K-6 作品尚沒有完成

