

教育部九十八學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計 畫 名 稱：應用樂高動力機械教材對國小學童科技學習成效之研究

主 持 人：林育沖

執 行 單 位：桃園縣成功國小

一、計畫目的

科技是二十一世紀社會重要的課題之一，人類的生活各個層面均與科技息息相關，科技也是人類想像、創新和創造力的產物，科技教育是提供未來公民、家庭成員、客戶和工作人員的基礎核心課程。Deal（1997）認為創造力是科技發展與創新最不可或缺的資源。Moshe & Yaron（1999）探究科技活動的角色，在於發展學生較高層的思考技能。

科技素養教育的課程規劃上，Martin（1995:409）認為在美國至少有兩種模式的衝突：一種為主張以科技內容為主的實質科技素養教育，課程的教學主要在協助學生對生產科技產品與系統技術與過程的理解。而另一種方式如英國的設計與科技課程，強調一種解決問題的模式，協助學生使用設計過程來解決問題（Wright, 1995:274）。

（一）科學與科技

科技為應用科學的觀點由來已久，但也遭受多方的批評，尤其在人造物和技術的研究指出，科學知識甚至對於許多最先進科技的發展影響都非常小。但「科技」此一語彙也讓我們注意到科學與科技逐漸相互依存，就像工程師可以用科學來建構工程知識一般，科學也利用科技來建造儀器，或者利用科技來發展某些知識（Sergio, 2004）。

周肇基（2008）亦指出科技的發展不同於科學研究，依循有條有理的方法進行追求完美，而是以「及時解決問題」為第一優先。

科技是人類運用工具與材料，來解決問題，擴展潛能的方法。實務性的問題解決是科技的本質，也是科技課程的核心。而科技的問題解決，其重點在實作任務，即利用材料來製作或操作事物，以達成預期的目標。其產出是具體的產品或是可行的製程設計。而問題解決則在促進科技創造力上，扮演重要的角色。透過創意問題的解決技能的學習，學生將能解決未來社會的問題（Lee, 2002）。

美國科學教育發展協會（1993）Project 2061，建議三至五年級時，學生應該進行大規模的和「真實的」設計作業。而六至八年級時，學生應該開始探索控制機構、科學測量、計算和通訊（AAAS, 1993）。

美國馬里蘭大學教授 Weber 發展收集引力波的大天線，引發許多人的跟進，並有人質疑其實驗結果。但 Weber 指出這些人可能操之過急，他可是花費多年時間去微調他的天線。因此，科學家在實驗時必須將其工具精緻化，並嚐試不同的工具和配置，並且利用他們所擁有的特殊技藝和知識。

因此，本研究目的在探究，使用「樂高動力機械」做數位科學教具，讓學生在進行科學實驗探索時，利用科技問題解決方法，讓學生透過動手實做的過程，創造自己的實驗器材，從中學習科學與科技的過程技能與知識。

(二)科學與科技過程技能

「過程技能」一詞源自於美國科學促進會（American Association for the Advancement of Science, AAAS）自 1961 年接受美國國家科學基金會（National Science Foundation, NSF）的資助，經九年的研究、實驗教學及修訂而公佈，為了訓練兒童科學方法為主而編「科學-活動過程教學」（Science-a Process Approach, SAPA）的課程，其中將科學家探究科學的活動分解成八個基本過程（觀察、應用時間或空間的關係、分類、應用數字、測量、傳達、預測、推理）和五個統整過程（控制變因、解釋資料、形成假設、下操作型定義及實驗），是科學探究過程中的基本技能。

在科學領域的「科學過程技能」是從科學的探究過程中所分析出來的基本技能，一直被科學教育界所重視。而在科技教育上，英國與澳洲將「過程技能」列入其科技教育目標架構面向之一

科學過程技能是指在探究或學習科學的歷程中，所使用的方法與智能（劉銀姬，2002）。

科技過程技能是指人類藉著運用知識、資源、工具、材料、設備、系統與創意去解決問題的規劃與應用科技過程中，必須具備可經由學習而得的心智技能與動作技能。

而許榮富（1986）Carin 和 Sund（1989）Collette 和 Chiappetta（1989）與 Ostlund（1992）所發表的科學過程技能，都將科技技能相關的測量、建立模型、操作處理與設計實驗列為其中的一項。因此，培養學生具備實驗器材設計與操做的能力，對科學教育甚為重要。

(三)科學教具

假使遊戲是兒童的工作，那麼玩具就是兒童的學習工具。而玩具可以提供小孩發展的目標多寡，決定了玩具本身的價值，好的玩具或遊戲材料，可以協助兒童發展他的能力傾向與興趣，還有對他表現不如人的活動提供練習的機會（謝光進等譯，1982）

科學玩具是指讓兒童透過觀察現象及簡易的操作，培養孩子對大自然的情感、學習細心的觀察，進而漸漸啟發其認知推理思考等能力的玩具（信誼基金會，1987）。

成映鴻（1998）則認為玩具教學活動上，有非常重要的利用價值。而 Angier（1991）認為科學玩具可以促進學生快樂的學習。而 Thomas（1993）則指出使用科學玩具教學，有以下的功能：

1. 增進學童課外的經驗。

2. 使深奧的科學觀念更具體。
3. 讓學生和生活上的科學理論相互印證。
4. 在教師的教學活動中，解決問題時能更積極、更深入的投注注意力。
5. 在操作過一些比較商業化的玩具後，學童也能自己製作玩具。

而 Stein & Miller (1997) 的研究指出，利用玩具來教學，可以有如以下的結果：玩具可以建構概念 (model concept) 玩具可以作為實物示範 (demonstrations) 玩具是可以有助於記憶 (memonic) 玩具可以幫助說明科學與科技的整合 (illustrating science and technology integration)。

真正有教育功能的玩具，應能引發兒童的好奇心與想像力，增進兒童對事物的理解或推理能力，擴充兒童的經驗與動作技能的廣度與深度，而非取代兒童的具體學習經驗。

而本研究以多數學生從小就接觸的「樂高積木」，結合其科學探索實驗中的「科技工具設計」，讓學生從實作學習，從動手做中激發創意，並從玩樂中發展問題解決的能力。

(四)設計教學

科學的 LBD 是一個科學專題導向探究學習的方法，其目標是要希望學生能學習到較深入的科學內容，同時發展技能和需要去承擔解決複雜且非結構性的問題。當他們成功的邁向並達成設計的挑戰，他們獲得實踐設計與當前的實驗，資料分析和預設結論，製做有證據的正確決定和判斷，彼此合作與善於溝通。

Kolodner、Crismond、Gray、Holbrook 與 Puntembakar (1998) 指出「從設計中學習」目的：

1. 讓學習者可以"做"科學，包括問題、調查並且使用他們所學習的。
2. 藉由提供學習者機會發現並且面對他們的概念和誤解，幫助學習者學習科學觀念。
3. 幫助學習者學習困難但是必要的"關鍵性"概念，例如：當找出方法後必須作有系統的思考、分析看不見的因素或是時間延遲所可能產生的結果、模擬。
4. 幫助學習者在自我的經驗與科學間作出連結。
5. 幫助學習者在科學和他們周圍世界間作出連結。
6. 幫助學習者學習必要的觀念和技術。
7. 刺激學生想要學習並且提供他們參與的動機。
8. 幫助學習者想要學習、理解學習及喜歡學習。
9. 幫助學習者學習生活技能作為他們的科學經驗，特別是對於決策、證明、論證並且處理的複雜問題。

學習者在參與設計時，發現自己對問題及其解決方案知道什麼，不知道什麼，填補這一裂縫的正是學習過程。就某種意義而言，採取的每一個行動都產生針對一個問題的答案並可能提出下一個問題。由此可知，我們可把設計視作建構知識的週期，在這一週

期中，設計者提出假設，對其進行質疑並發掘能支持假設的論據，透過此一過程，進而達到學習的效果。

Kolodner、Gray 與 Fasse (2003) 將設計循環中的活動加以設計，提出科學的 LBD 的循環 (LBD's Cycle)。在科學的 LBD's Cycle (圖 2-1) 的活動中，從設計活動融入了兩個重要的學習成分—設計/再設計 (design/Redesign) 及研究/探究 (investigate/Explore)，透過多樣化的實作、思考性活動及公開的呈現來完成上述的活動。兩個學習循環是連續地，在學習循環中的每個步驟，都是經由研究及設計特有的活動所制訂的。設計包含反覆的瞭解一個新的挑戰 (及定義有什麼是需要透過學習獲得的)，以所學為基礎規劃一個好的設計方案，然後建構、測試、分析及解釋，最後再重新進入學習循環中重複上述步驟。研究則包含必須瞭解所學不足之處、理解如何完成一個研究、如何引導研究並從分析結果的過程中獲得所需的知識。研究必須透過實作才能瞭解，透過在實作的過程中學到關鍵的知識，知道如何有效去運用。在這兩個循環中最重要的就是在工作進行時，必須透過公開的分享及互相討論來增進瞭解。

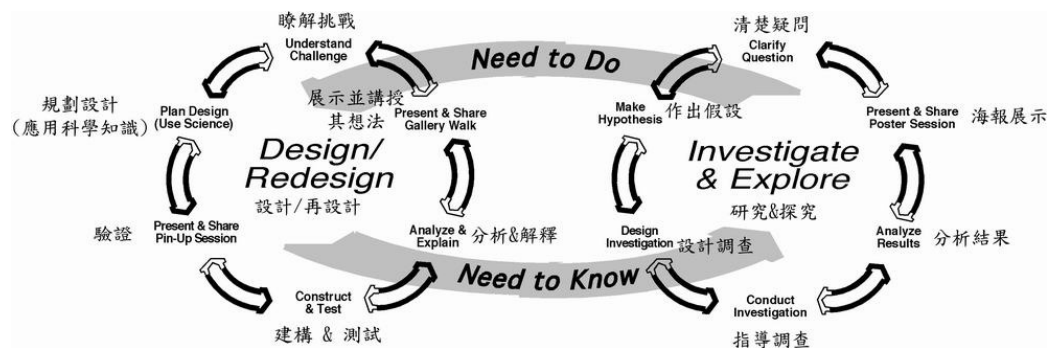


圖2-1 科學的LBD's Cycle

資料來源：Kolodner,Gray & Fasse (2003: 3)

二、執行單位對計畫支持()情形與參與計畫人員

(一) 支 情形

- 1.桃園縣教育處配合教育部 項補助。
- 2.桃園縣科學金 計畫相關經費支 教學設備。
- 3.本 提供行 支 與教學課程的 。

(二) 參與計畫人員

名	務 單 位	稱
許 得	桃園縣成功國民小學(立中 大學科教所)	教務主任
	桃園縣成功國民小學	教師
	桃園縣成功國民小學(立教育大學自科所)	

	桃園縣成功國民小學(立中大學科教所)	資訊
	桃園縣成功國民小學(花教育大學科教所)	教師

三、研究方法

本研究之實驗對象，以桃園成功國小四年級一個學生為研究對象進行行動研究。研究架構如圖 3-1。

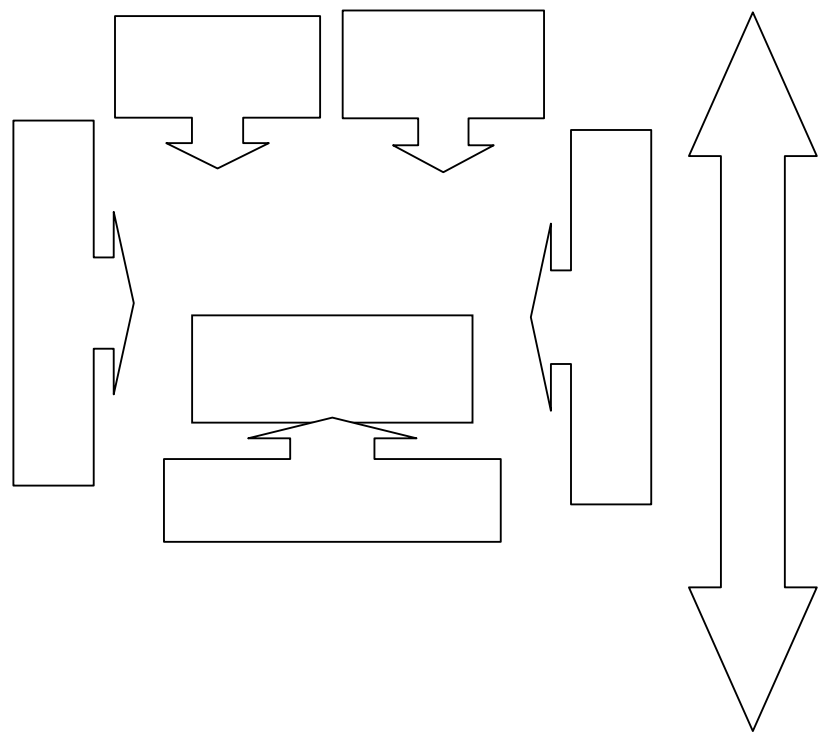


圖 3-1 研究架構

(二) 研究工具

1.研究者手冊：

研究者手冊記錄研究者研究的歷程，包括蒐集、參與觀察教師及證者的討論心得、教學情形記錄、研究者自傳、心得等。

2.問題解決測驗：

此量表使用於本研究之前、後測，以瞭解經過實驗教學之後，實驗學生之問題解決能力是否會優於控制學生。此量表是採自大(1998)所主持之國科會研究報告：「問題導向的技學素養教學策略研究」由該研究小組據Heppner和Petersen(1982)所編製的The Problem Solving Inventory(PSI)之內容譯而得，主要是評量受試者面對問題解決時的程度與行為傾向。

3. 結構大：

ERROR: rangecheck
OFFENDING COMMAND: .buildcmap

STACK:

-dictionary-
/WinCharSetFFFF-VTT491A9C96t
/CMap
-dictionary-
/WinCharSetFFFF-VTT491A9C96t