

從美國經驗看台灣的國小科技教育

張玉山

國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

根據 Daniel E. Engstrom 的研究，美國國中與高中階段的科技教育雖已制度完備，但在國小階段，不論是課程規劃、教學資源，乃至研究經驗，依然十分缺乏。在美國要成功地推展國小科技教育，最重要的要素就是老師。首先需要一位訓練有素、有活力、有創意的老師。在 ITEA 研究下，許多國小科技教師將科技定位在設計的過程，或是問題解決的過程。也有很多國小教師不管學習內涵為何，一概將實作(hands-on)活動視為國小科技學習活動。透過實作的主動學習，確實可以吸引學生，並帶給學生有效學習，但更重要的是，必須培養學生的科技素養---使用、管理、瞭解、及評估科技的能力。

如果更上一個層次，從課程角度來看，課程標準的訂頒，是有效推動國小科技教育的重要助力。多數州訂有國小科技課程綱要(framework)，課程綱要包含背景與理念、學習結果、課程概述及活動建議，但因未明訂為法律條文，也不一定要照著實施。目前訂有並出版國小科技課程標準(standard)的州，包括康乃迪克州、緬因州、密西根州、內華達州、紐澤西州、紐約州、俄亥俄州、賓州、佛蒙特州、威斯康辛州等。在課程標準中，較共通出現的內涵包括材料機具與程序、科技結果與影響、問題解決、科技與工程設計、及科技史，而對於生產系統、運輸系統、資訊系統、生物系統、及科技系統等內容安排，則不盡一致。由此可知，只有綱要是不足以作為推動國小科技課程的要件，具體內容標準的訂定，才能確保教材發展與教學的落實。

此外，在 NSF、NASA 等機構的資助下，美國近二十年來進行大型的國小科技教育研究與推廣計畫包括運轉中的世界(A World in Motion, AWIM) (<http://www.sae.org/foundation/awim/>)、兒童設計與工程(Children Designing and Engineering, CD&E) (<http://www.childrendesigning.org/>) 國小數學科學與科技的整合(Integrating Mathematics, Science, and Technology in the Elementary Schools, MSTe) (<http://www.hofstra.edu/mste>)、發明創新與探究(Invention, Innovation, and

Inquiry, I³)(<http://www.iteawww.org/i3>)、廿一世紀(Mission 21)(<http://teched.vt.edu/TE/html/ResM21.html>)。這些研究資源的投入，旨在發展與推動小學科技教育的創新方案。

從表面來看，在當前台灣的國小教育中，強調實作的「勞作」(美勞課程中的勞作部份)有逐漸從藝術與人文領域中消失的疑慮，而自然與生活科技領域中的生活科技教學，也有被輕輕帶過的忽視危機。事實上，當我們發現許多國小教師對小學生的科技創新與科技探索活動，展現出高度興趣；當我們發現許多家長對科教館、科工館、各級學校所舉辦的科技探索營、機械獸競賽、機器人研習、創新設計大賽、資賦優異學生科技創新研習等研習或競賽，熱烈報名並積極參與，我們深深感受到國小學生的科技學習活動，確實受到廣大的歡迎與迴響。從美國的經驗中，我們也發現，推動國小科技課程的內容標準訂定、發展與推廣可行的科技創新學習活動、以及致力於國小科技教育的相關學術研究，應該是今後更當加強努力的方向。

樂高組件對國小學童學習生活科技課程

「簡單機械」單元之影響研究

施能木

國立台東大學美術產業學系副教授

壹、緒論

從建構理論的學習觀點而言，有意義的學習是包括操作具體的物品，同時藉由個人的理解而產生新的概念（Papert, 1990, 1993; Piaget, 1972）。同樣的，有意義的學習是藉由先前知識體、新概念間認知結構的互動而形成的（All, Huycke, & Fisher, 2003）。在學習活動中操作具體的物品，其目的在於可表現出學習者在問題的創意，以及建構他們對真實社會的洞察力。因此，學習者能夠讓問題更加具體化，以及建構出他們自身對於問題的理解。一個良好的學習環境將提供有趣的、具挑戰性的學習活動，以鼓勵學習者進行創意的探索、改善解決問題的技能，以及引導他們發展不同的問題解決方案及歷程。

再者，教學者可選取一套良好的學習輔具，並且嘗試去協助學習者實現做中學的各種練習活動，但這過程中教學者最重要的工作是：如何將學習理論的建構觀點與他所選的學習工具，實際對應到教學活動設計的內容。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，學習者可藉由具體操作 LEGO Mindstorms 的積木組合建立模型，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。有一些研究發現：在應用樂高的學習環境中，可促進學習者的學習動機、增促進問題解決與創造的能力、達成良好的學習成效（吳志緯，2002；李謀正，2005；林智皓，2007；洪秋萍，2005；許欣男，2006；許雅慧，2005；黃世隆，2004；黃國鴻，1999；劉洲，2004；蔡學偉，2003；Jarvinen, 1998；Sipitakiat & Cavalo, 2003；Turbak & Berg, 2002）。

基於前述內容的討論，本研究利用「樂高機器人組合」（LEGO Mindstorms）為教學媒體，結合現在國小生活科技課程中「簡單機械」教學單元來設計相關的

實驗教學課程，指導六年級學童應用樂高 Mindstorms 組件來組合、創造，如此便可讓學童利用科技為工具，來進行各類探索、實驗、實際問題的解決、知識創新的對話及反省思考等學習活動，以建構屬於個人創造力與問題解決的能力，並探討應用於國小生活科技課程教學的可行性。因此，本研究的目的在探討國小學童使用樂高組件進行「簡單機械」教學單元學習時的成效與態度之影響，同時試圖探究下列待答問題：

- 一、適用於「簡單機械」教學單元所採取的教學模式為何？教學策略為何？
- 二、接受樂高組件教學的學童在學習成就表現上是否與接受傳統教學的學童有差異？
- 三、接受樂高組件教學的學童在學習態度表現上是否與接受傳統教學的學童有差異？

貳、文獻探討

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，Papert 是整個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，而此理論是以 Piaget (Piaget) 的建構論為理論架構來源。因此，研究者將從建構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如下：

一、建構理論

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 (李咏吟, 1998)。其中，心理學家 Piaget 和維高斯基 (Vygotsky) 的認知發展理論，特別受到教育學者們熱烈地討論和研究 (幸曼玲, 1996; Steffe & Gale, 1995)，常與建構主義的主張相提並論。因此，我們將說明他們的教育觀點如后：

(一)Piaget 的建構觀點

在 Piaget 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，Piaget 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，我們可得知建構論基本上有三大原則：主動原則、適應原則與發展原則（詹志禹，1996；von Glasersfeld，1989）。此三大原則的進一步說明如下：

- 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。
- 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。

上述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，若必略了「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)Vygotsky 的建構觀點

Vygotsky 認為：人類智能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。Vygotsky 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，2000）。

根據 Wertsh（1985）的解釋，Vygotsky 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，Vygotsky 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伙伴鷹架式的協助（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），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. Vygotsky 近側發展區的觀念。

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 Piaget 的心智適應的原理，是一種個人與環境互動的建構歷程。Piaget 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。

二、建造論的理論與教學應用

(一)建造論的意涵

建造論是由 Papert 所提出的學習理論，它是 Papert 延續修正 Piaget 的建構論而提出的，此理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，建造論特別強調：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特別有效率。其中，第一項觀點是建立於 Piaget 的建構論之上，而 Papert 加以擴充而成爲建造論 (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享的作品。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之時，可以隨時參照其成果的進展而獲得靈感與引導，並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，更可藉實際動手做去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序 (Roth, 1998)。

再者，由於電腦科技高度的發展，Papert (1988) 所提的建造論除強調「從做中學」的觀念外，並且認爲「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：一是學習是主動的建構新知識，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) 認爲：Papert 所提的建造論是結合 Piaget 的建構論與 Lego 組件的操作而成的。換句話說，Papert 的建造論是涵蓋 Piaget 的建構論，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：建構論認爲知識是由學習者建構，而非教師所提供；建造論認爲精進的創意通常會發生

在學習者投入某些事物的建造、或與他人分享經驗時。建造論也支持建構論的觀點：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，因這樣可讓學習者分享彼此間的創意。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)建造論的教學應用

建造論在教育上兼具有學習理論與學習策略的特性，它建立於 Piaget 的建構論。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（Paper, 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成教學目標，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評分檢核表（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，可讓學習者真正學到在有意義情境

(meaningful context) 中所發生事物的處理程序。

在教室的教學情境中，建造論能被落實在兩種教學模式 (Han & Bhattacharya, 2001): (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)。因為此兩者同樣受到建造論的理論與策略的導引，因此它們彼此間有許多共同的特性，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。

三、LBD 教學模式

研究者將針對上述建造論的教學應用內容，進一步再探討建造論的教學模式—(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)。但因本研究所進行的「簡單機械」教學單元，其實施時間為六週 (24 節)，而無法進行較長時間的教學活動，因為 LBD 的教學模式實施時間較短，故適合本研究發展樂高教學方案時之參考。茲將 LBD 教學模式的意涵與目標、學習環境的設計要領、教學策略與範例分別敘述如下：

(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，而這學習成果必須對他是有意義的。

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做互動的機會。因此，有些設計的要項是我們必須加以考量，因為這些要項可增加有效學習的價值，以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后：

- 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 2.8 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，而讓 LBD 真正可以落實在教室裡的教學情境。有關 LBD 的教學策略與實施範例，如表 1 所示：

表 1. LBD 學模式－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	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	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	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	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	設計作業可涵蓋而非侷限於下列項目： 教育性軟體 教育性競賽 網站建置、PowrPoint 的展示

6.提供學習者豐富及多樣的 回饋	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
---------------------	--

資料來源：Han & Bhattacharya (2001: 12)

綜合上述 LEGO Mindstorms 的理論基礎是 Papert 所提出的建造論，它是結合 Piaget 的建構論與 LEGO 組件的操作而成的。建造論同時強調：(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特別有效率。再者，建造論也強調學習者要從事創作外在的或可與人分享的作品，這便是「從做中學」的理念。在製作與設計的過程中，學習者除規劃作品外，更可藉實際動手做去測試其設計過程中的創意，且透過展示或與人分享而達成個人有意義化的建構學習。然而，精進的創意通常會發生在學習者投入某些事物的建造、或與他人分享經驗時。

建造論認為教師所扮演的角色是協助者的身分，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成教學目標，如此他們可以探究問題、解決問題及開創出自己的創意。同時，學習者的作品必須真實世界有關的應用，可讓學習者真正學到在有意義情境中所發生事物的處理程序。

LBD 的目的在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。因此，在教學策略上可藉由設計、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。同時，藉由鷹架的提供讓學習者在合作學習的過程中，透過能力較佳的學習伙伴鷹架式的協助而成長，這正與 Vygotsky 的建構觀點不謀而合，即是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。

參、研究設計

本研究在探究樂高組件對國小學童學習「簡單機械」教學單元的影響。因此，本研究藉由進行實驗教學，以教學法為自變項，以學習成就及學習意見為依變項，探討國小學童在生活科技課程「簡單機械」教學單元的學習成效、學習態度的表現結果。在此分敘述研究架構、研究對象、實驗設計、教學設計、研究工具如下：

一、研究架構

本研究的研究架構如圖 2 所示。本研究的研究變項共包括三類變項：1. 自變項：本研究的實驗處理要項為「教學方法」，實驗組採取樂高教學，而控制組則採取傳統教學。2. 依變項：本研究主要在探討不同組別學生在國小六年級生活科技課程中簡單機械單元的「學習成就表現」、「學習意見」等方向的學習成效，並比較其差異情形。3. 控制變項：實驗處理上為避免影響實驗結果，必須就若干因素加以控制，本研究的控制變項包括：教學者、教學時間、評量工具、教學進度及教學內容。

本實驗研究以國小六年級學生為對象，在教材內容與教學進度上均是一致，所有班級皆以實驗學校所選用「自然與生活科技六下」教科書中「簡單機械」單元為教材，且每週按照預定的教學進度進行教學活動。就教學時間而言，皆依學校排定課表授課，每週上課四節且每節上課四十分鐘，該教學單元持續上課六週，共計 24 節課。此外，為避免教師教學風格和個人特質影響教學實驗的結果，控制組和實驗組的所有教學活動皆由研究者一人擔任，並且所有測驗和評量亦皆由研究者本人親自進行施測。

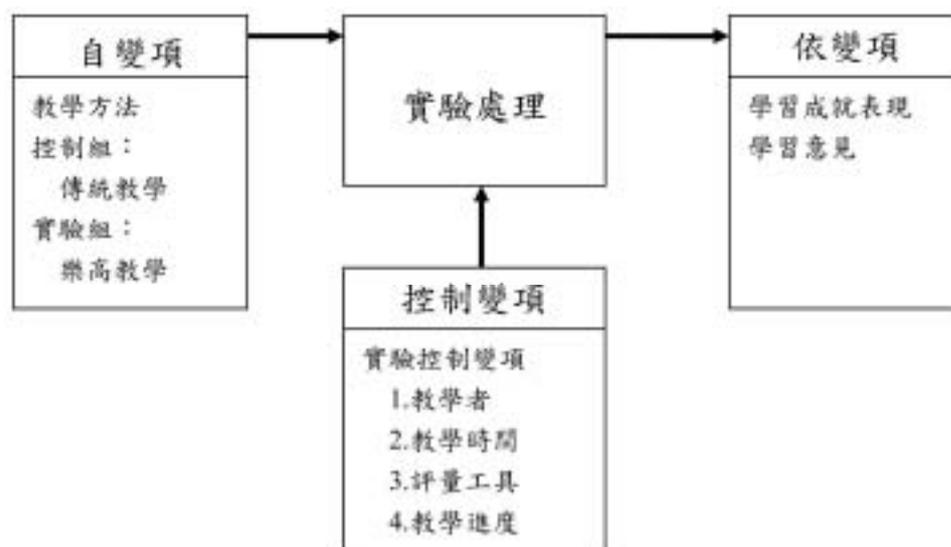


圖 2. 本研究的研究架構

二、研究對象

本研究之實驗班級為台東縣東海國小六年級二個班級為對象，每個班級人數均為 35 名。基於實驗教學所需，須考量學生特質、能力和程度的同質性，依原自然與生活科技領域教師的合作意願，分別將兩個班級分配成控制組（實施傳統教學）、實驗組（實施樂高教學）。

為了解實驗組、控制組等兩組受試者的基本能力和差異性，研究者針對兩個班級學生們「五年級自然與生活科技領域總平均」進行 t 檢定統計分析， $t(68) = 0.11$ ， $p > .05$ 。由此可知兩個班級在五年級自然與生活科技領域總平均數並無顯著差異。換句話說，兩個班級在自然與生活科技領域的起點行為是相同的。

三、實驗設計

本研究之教學實驗採準實驗研究法之非隨機實驗控制組前後測設計，設計模式如表 2 所示，各組學生於實驗處理前後，接受前測和後測。本研究以台東縣東海國小六年級二個班級為實驗對象，以班級為單位，依各班之上課時間分派至控制組、實驗組。控制組施以傳統教學；而實驗組則施以樂高教學。

表 2. 本研究實驗設計模式

組 別	前 測	實驗處理	後 測
實驗組	O1	X	O3
控制組	O2		O4

X：表示實驗組接受實驗處理，施以樂高教學方案之教學。

O1i、O2i：表實驗處理前所實施的測量，包括：簡單機械單元學習成就測驗（前試）。

O3i、O4i：表實驗處理後所實施的測量，包括：簡單機械單元學習成就測驗（後測）、學習意見調查表。

四、教學設計

本研究在選定自然與生活科技領域的「簡單機械」單元為實驗教學的實施單元後，立刻對「簡單機械」進行教材分析，即對所要教授的內容做結構的解析，以分析出教材內容的重要概念及次概念。然後分析各個主概念、次概念其邏輯關係，以及彼此的教學相互性，彙整出簡單機械的重要概念架構圖。有關「簡單機械」單元的重要概念架構如圖 3 所示。

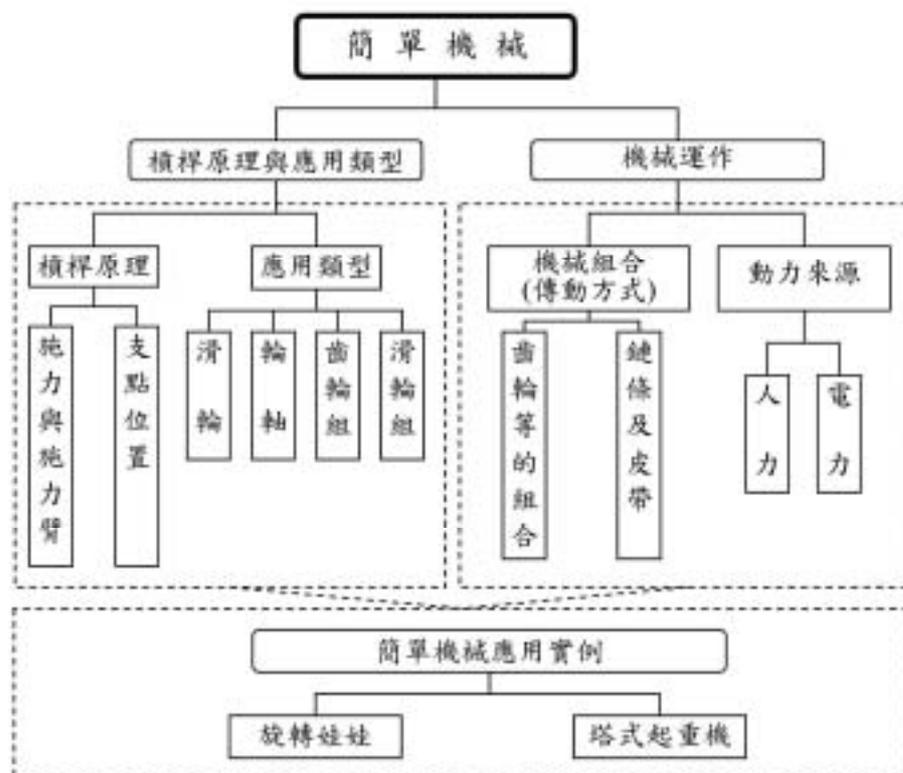


圖 3. 「簡單機械」單元的重要概念架

本研究採取的教學策略為：(1)從第一天起，讓學習者對付予的期望變得更清楚；(2)告知學習者明確、暗喻的目標，及他們被評量的方式；(3)學習者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)作業內容要讓學習者能設計及建構一個可與他人分享的作品；(6)提供學習者豐富及多樣的回饋。在教學評量的部份，除採取實作評量（製作作品）外，亦包括小組作品的製作過程記錄（學習單）、成品展示與心得分享等方式。

五、研究工具

本研究所使用之研究工具包括：「簡單機械學習成就測驗」、「學習意見調查表」等項，其編製依據及過程說明如下：

(一)簡單機械學習成就測驗

學習成就測驗的主要目的，在了解學生對簡單機械單元內容的了解程度。係由研究者根據單元教學目標、教材內容及科技概念，制定命題之雙向細目表（如表 3、表 4 所示）以建立內容效度，參考各書商所建立之自然與生活科技領域題庫和優良試題以編製試題初稿。

表 3 簡單機械前測試題雙向細目

內容	目標			題數總計
	認識一般術語	認識特定事實	瞭解原則與應用	
槓桿原理	2	3	2	7
輪軸	2	2	1	5
滑輪	2	3	2	7
簡單機械	1	2	2	5
題目總數	7	10	7	24
百分比	29.2	41.7	29.2	100

表 4 簡單機械後測試題雙向細目

內容	目標			題數總計
	認識一般術語	認識特定事實	瞭解原則與應用	
槓桿原理	3	4	3	10
輪軸	2	2	1	5
滑輪	2	5	2	9
簡單機械	2	2	2	6
題目總數	9	13	8	30
百分比	30.0	43.3	26.7	100

商請二位國小自然與生活科技教師共同討論，再徵詢他們的意見後，針對每類試卷各出二倍試題，以制定出「簡單機械成就測驗」預試試題 108 題。本研究分別於 97 年 01 月 20-23 日針對台東縣復興國小 25 位六年級學童，27-30 日針對台東縣東海國小 20 位六年級學童（非參與實驗教學班級的學童），進行兩個梯次的教學模擬。同時於教學活動結束後進行預試試題的施測，施測樣本合計 45 位。

通常試題的難度以接近 0.5 為最理想，但欲使每一題皆接近 0.5 事實上有困難，故有學者主張以 0.3~0.7 之範圍為選擇標準，四個選項的選擇難度在 0.4~0.8，是非題在 0.55~0.85，填充題在 0.4~0.8 為最適當（Chase, 1978）。再者，鑑別度則依陳英豪、吳裕益（1992）所提出的評鑑標準（如表 3.5 所示），鑑別度 0.3 以上試題是良好的試題。因此，有關簡單機械成就測驗的前測試題、後測試題等的挑選，依據上述難度、鑑別度的挑選原則及雙向細目表以決定各試題內容。在信度方面，本研究採 Cronbach α 係數，簡單機械成就測驗的前測試題之信度係數為 0.79，而簡單機械成就測驗的後測試題之信度係為 0.77。

(二)學習意見調查表

本研究為了解實驗組學生接受樂高教學方案時，對於教學活動安排及學習後之意見反應情況，研究者參考鍾一先（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，再徵詢專家的意見以修正初稿，而完成「學習意見調查表」的編製

。此學習意見調查表用以了解實驗組、控制組等兩組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第勾選方式，選出認同之選項。

肆、研究結果

一、不同教學對學習成效的影響

為探討樂高教學、傳統教學等兩種不同教學法對學童學習成效的影響，針對實驗組與控制組在「簡單機械」教學單元的學習成就測驗的分數進行共變數分析。

在教學實驗結束後，將所收集之「簡單機械學習成就測驗」前、後測數據進行統計處理。兩組學童在「簡單機械學習成就測驗」上所得「分數」的平均數與標準差如表 5 所示。

表 5 前、後測之平均數及標準差

組別	前後測	樣本數	平均數	標準差
實驗組	前測	35	59.06	13.37
	後測	35	82.83	10.35
控制組	前測	35	55.80	12.36
	後測	35	65.80	17.93

依共變項分析的基本假設，在進行共變數分析之前，需先考驗組內迴歸係數是否具有同質性的假定。因此，先將實驗組與控制組在「簡單機械學習成就測驗」的分數進行迴歸係數同質性考驗，結果如表 6 所示。由表 6 可以看出，兩組之組內迴歸係數並無顯著差異， $F(1, 66) = 0.61, p > .05$ 。表示兩前測的迴歸線的斜率相似，亦即兩組所受的共變量（前測）影響之程度相當，符合組內迴歸係數同質性的基本假定，於是進一步進行共變數分析，結果如表 7 所示。

表 6 迴歸係數同質性考驗摘要

變異來源	離均差平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值	顯著性 p
前測	618.83	1	618.83	3.19	.080
實驗處理	1710.84	1	1710.84	8.81	.004
前測*實驗處理	119.08	1	119.08	0.61	.440

表 7 共變數分析摘要

變異來源	離均差平方和 SS	自由度 DF	均方 MS	F 值	顯著性 p
前測	1650.90	1	1650.90	8.56	.005
實驗處理	4287.99	1	4287.99	22.22	.000
誤差	12929.67	1	192.98		

由表 7 的分析結果得知，在排除總分前測分數之影響後，實驗組與控制組在學習成就測驗後測的總分分數達到顯著差異， $F(1, 67) = 22.22$ ， $p < .05$ 。表示經過實驗處理後，實驗組在簡單機械學習成就測驗顯著優於控制組，亦即接受樂高教學比傳統教學更有助於提升學童簡單機械認知領域的學習成效。

根據文獻探討的結果，建造論強調：1.學習是主動的歷程，即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特別具有效率（Resnick, 1996）。還有，Wu（2002）的研究發現：在 LEGO Mindstorms 的教學環境中可促使學童具有強烈的學習動機，願意積極投入相關的教學活動之中。再者，對照學習意見調查表的結果發現：就實驗組而言，有 97.1% 學童認同樂高教學方案的教學可讓他們對簡單機械具有基本的概念；有 88.6% 學童認同樂高教學方案的教學可讓他們覺得簡單機械很重要；有 77.1% 學童認同樂高教學方案的教學可讓他們認真作課堂的作業。這些項目皆與控制組學童的填答是有顯著差異。

由上述內容可知，樂高教學可提供實驗組學童較高的學習動機，並且認為簡單機械單元是重要的新知識，願意認真去完成課堂的作業，主動積極從學

習經驗中去建構自己的知識，以使學習具有較佳的成效。本研究的結果與上述內容相符合，即實驗組學童具有高學習動機、覺得學習單元重要、願意積極參與教學活動，因此在簡單機械學習成就的表現顯著優於控制組學童。同時，此一結果與文獻探討中，有關樂高相關研究對學習成效有顯著差異的結果是相同（林智皓，2007；高惠玲，2007；許雅慧，2005；劉洲，2004；Wu，2002）。

二、不同教學法對學習意見的影響

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實驗組、控制組等兩組學童對課程學習、教材內容二個向度的感受。在實驗教學活動結束後，針對實驗組、控制組等兩組學童進行學習意見調查表的填寫，將實驗組與控制組等兩組學童對學習意見調查表 16 題題目的填答進行卡方檢定分析。在實驗組與控制組對學習意見調查表填答的卡方檢定結果發現，在第 1 題、第 5 題及第 14 題的填答出現顯著差異。此三題的統計分析結果如表 8 至表 10 所示。

表 8 意見調查表的第 1 題分析結果

題目 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	%	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%	
實驗組	24	68.6	10	28.6	1	2.9	0	0.0	0	0.0	17.50**
控制組	9	25.7	13	37.1	13	37.1	0	0.0	0	0.0	

表 9 意見調查表的第 5 題分析結果

題目 5：讓我覺得簡單機械很重要。											
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	%	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%	
實驗組	18	51.4	13	37.1	4	11.4	0	0.0	0	0.0	13.15*
控制組	7	20.0	12	34.3	11	31.4	2	5.7	3	8.6	

表 10 意見調查表的第 14 題分析結果

題目 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	%	人數	%	人數	%	人數	%	人數	%	
實驗組	10	28.6	17	48.6	6	17.1	1	2.9	1	2.9	11.88*
控制組	5	14.3	9	25.7	19	54.3	1	2.9	1	2.9	

在實驗組與控制組對學習意見調查表填答的卡方檢定結果發現，在第 1 題、第 5 題及第 14 題的填答出現顯著差異。即實驗組學童較認同樂高教學可讓他們對簡單機械具有基本的概念、簡單機械是很重要、會認真作課堂的作業。這三題目皆與簡單機械的教材內容與學習態度有關，而實驗組學童較控制組學童呈現出較更具正向的態度，因此在簡單機械的學習成效的表現相對會比控制組學童的表現佳，這與前段的討論內容呈現出一致性。

伍、結論

本研究根據研究結果，提出研究結論如下：

一、樂高教學適用於國小生活科技課程之教學

樂高教學的理論基礎為 Papert 所提出的建造論，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。

就教學模式而言，樂高教學可採用 LBD、PBL 為教學模式。兩者皆是以建造論為理論基礎，皆強調(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。但 LBD 教學模式可在較短時間內完成；而 PBL 則需要多個階段或一個較長時間來完成。本研究限於教學時間為六週（24 節課），因而採用 LBD 教學模式來設計教學。

就教學策略而言，本研究是採用 LDB 教學模式，因此在樂高教學方案可用的教學策略為：(1)從第一天起，讓學習者對付予的期望要清楚；(2)告知學習者明確、暗喻的教學目標，及他們被評量的方式；(3)學習者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)作業內容要讓學習者能設計及建構一個可與他人分享的作品；(6)提供學習者豐富及多樣的回饋。

就教學設計而言，樂高教學方案在教學設計時必須符應教學設計的要項：(1)真實性；(2)為設計活動而擬定多樣的情境；(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)對於學習者提供豐、多變的回饋；(5)討論與合作；(6)實驗與探索；(7)反應。

總結上述內容，研究者認為：在樂高教學中，一開始就設定課程目標與期望是重要，因學童可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的方法，解決他所遭遇的問題；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。同時，根據研究發現的結果，樂高教學可提升國小學童在生活科技課程的學習成效及學習態度。如此，樂高教學適用於國小生活科技課程之教學。

二、樂高教學可提升國小學童在簡單機械的學習成效

本研究實驗教學的實施單元為國小生活科技課程中「簡單機械」，該教學單元內容涉及槓桿、輪軸、滑輪、齒輪、機械組合、傳動方式、電力、人力等主要概念。國小教師普遍認為簡單機械是具挑戰且較難教好的教學單元，同時學童們的學習成效亦較會低落。

然而，在樂高教學中，提供 LEGO Mindstorms 零組件，讓學童透過實際的動手製作作品，從不斷的測試及改進過程中，將所設計的創意真正落實於作品上。同時，藉由與 LEGO Mindstorms 不斷互動的學習經驗，學童可將簡單機械的原理加以驗證，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，實驗組學童在簡單機械的學習成效確實有達顯著差異，即樂高教學確實可提升學童的學習成效。

三、對學習意見持較正向的態度

就學習意見調查表的分析結果而言，接受樂高教學的學童，在課程學習及教材內容的意見填答上，較接受傳統教學的學童持更正向的態度。同時，接受樂高教學的學童，普遍認為在教學中可讓他們：(1)對簡單機械具有基本的概念；(2)覺得簡單機械是很重要的；(3)願意認真作課堂的作業。因此，樂高教學確實可讓學童對學習意見持較正向的態度。在樂高教學中，可促使學童具有較高的學習動機，願意積極投入相關的教學活動之中，同時認定簡單機械是

重要的新知識，願意積極且認真去完成課堂的作業，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，同時具有較佳的學習成效。

陸、參考文獻

- 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。
- 吳志緯（2002），國小學生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。
- 李謀正（2005），國小學童創造力的研究－以電腦樂高為例。未出版碩士論文，國立雲林科技大學資訊管理學系。
- 李咏吟（1998），認知教學：理論與策略。台北市：心理。
- 幸曼玲（1996），皮亞傑與維高斯基的對話。台北市：台北市立師範學院兒童發展中心。
- 林智皓（2007），樂高(LEGO)動手做教學對國小學童科學創造力影響之研究。未出版碩士論文，國立臺東大學教育學系。
- 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。
- 高惠玲（2007），高職資訊科專業實習課程應用 Lego Mindstorms 創新教學之研究。未出版碩士論文，國立臺東大學教育學系。
- 許欣男（2006），科技創造活動與知識之作用研究。未出版碩士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系。
- 許雅慧（2005），應用 LEGO Mindstorms 視覺化環境輔助程式設計觀念學習。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學資訊教育學系。
- 許雅慧（2005），應用 LEGO Mindstorms 視覺化環境輔助程式設計觀念學習。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。
- 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。
- 劉洲（2004），應用 Lego Mindstorms 在高中程式設計教學的成效探討。未出版

- 碩士論文，國立臺灣師範大學資訊教育學系。
- 蔡學偉（2003），問題導向學習於網路輔助電腦樂高課程之研究。未出版碩士論文，國立臺灣師範大學工業科技教育學系。
- 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。台北市：正中。
- 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。
- All, A. C., Huycke, L. I., & Fisher, M. J. (2003). Instructional tools for nursing education: concept maps. *Nursing Education perspectives*, 24 (6), 20-25.
- Confrey, J. (1991). Learning to listen : A student's understanding of powers of ten. In E. von Glasersfeld (Ed.). *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 111-138). Dordrecht, The Netherlands : Kluwer.
- Han, S. & Bhattacharya, K. (2001). Constructionism, Learning by design, and project based learning. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*. Retrieved June 28, 2008, from <http://projects.coe.uga.edu/epltt/>.
- Jarvinen, E. M. (1998). The Lego/Logo learning environment in technology education : An experiement in a Finnish Context. *Journal of technology education* , 9(2), 47-59.
- McGrath, D. (2000). Prosem B-III Theory. Retrieved Octoc 20, 2004 from <Http://www2.educ.ksu.edu/faculty/McGrathD/Spring00/Mindstorms.html>.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). *Constructionism*. NewYork : Ablex.
- 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 Assocaites.
- Papert, S. (1990). *Introduction: Constructionist Learning*. Cambridge, MA: MIT Media Laboratory.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine*. New York: Basic Books.
- Piaget, J. (1972). Development and learning. In R. E. R. & V. N. Rockcastle (Eds.), *Piaget rediscovered: A report of the conference on cognitive studies and curriculum development* (pp.318-352). New York : Ithaca
- 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.
- Sipitakiat, A., & Cavallo, D. (2003). Digital technology for conviviality : Making the most of student's energy and imagination in learning environments. *Euro Logo 2003*. Porto, Portugal, pp. 264-273.
- Steffe, L. P., & Gale, J. (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- 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. S. (1978). *Mind in society : The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Wertsh, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge, MA : Harvard University.
- Wu, L. (2002). *Integrated learning of mathematics, science, and technology concepts through LEGO/Logo project*. Michigan State University dissertation.

科技博物館蒐藏品對國小學童科技教育課程上之輔助

黃俊夫

國立科學工藝博物館蒐藏研究組副研究員兼主任

壹、前言

科技的產生是為了解決問題及滿足需求（滿足人類需求當然也反應人性）。因此，早期人類運用智慧發展各種工具（技術物），擴展能力，滿足需求，最終的目的是要存活與適應環境；現今人類發展科技不僅是為了解決問題與適應環境，而是為了讓生活更舒適、更方便，或是讓人類更了解未知的事物，甚而至是為了解財富。

科技類博物館就是為了保存這些人類發展出的技術物或科技文明而存在，舉台灣來說，民國 68 年行政院頒訂十二項建設計畫，在文化建設計畫中預計在台灣北、中、南、東設立幾座國家級的博物館，後來在台中市設立國立自然科學博物館，在高雄市設立國立科學工藝博物館，在屏東縣設立國立海洋生物博物館，在台東縣設立國立台灣史前文化博物館，在基隆市設立國立海洋科技博物館（截至 98.03.10 尚未開館）。在已開放營運的國家級博物館中，位於高雄市的國立科學工藝博物館（以下稱工博館）是第一座以應用科技為展示、教育、蒐藏及研究主軸的博物館，我們可由下列工博館的建館宗旨：

- 引介科技基本原理及發展沿革，充實國民科技知識。
- 展示與生活相關之主題，啟發國民研究科技之興趣。
- 闡明科技對人類生活之影響，引導國民重視科技發展。
- 彰揚我國科技成就及發展趨勢，以建立國民自信心。

由其中不難理解工博館積極保存人類科技發展沿革中所下來的物件，藉由研究、展示及非制式教育的管道來引發國民研究科技之興趣以增進國民科技素養。

貳、科技博物館蒐藏

本篇文章將以工博館為例來探討工博館蒐藏文物對國小學童科技教育課程上的輔助。首先我們來看工博館所訂定的「蒐藏宗旨」為

- 探討科技基本原理及發展沿革。
- 記錄科技對我國民生發展上的重大影響。
- 反省科技發展歷程，以促進大眾瞭解科技與社會之相互影響。
- 表彰或實證我國科技發展上的重要成就。
- 研究我國科技文化資產，並進而與國際相關領域間，交換研究、展示與教育之成果。

由工博館所訂立的「蒐藏宗旨」來看，工博館以作為台灣本地科技產業文化資產的國家級保存單位自居。目前工博館所蒐藏的物件類別有下列幾大類

- 印刷產業科技文物類
- 度量衡產業科技文物類
- 電信產業科技文物類
- 電視產業科技文物類
- 紡織產業科技文物類
- 電子產業科技文物類（廣泛性區分，待某類產業文物增加至 30 件以上再獨立分類）
- 機械產業科技文物類（廣泛性區分，待某類產業文物增加至 30 件以上再獨立分類）

參、台灣與美國科技教育

台灣地區國民中小學九年一貫課程中有清楚的詮釋科技教育的重點。課程中描述科技素養是人類善用與科技相關的知識、技術、相關資源及價值判斷，以便適應社會變遷、改善未來生活、解決相關問題、及規劃其生涯發展的能力。其最終目標，在幫助人們成為有效率的科技使用者、科技決策者、科技消費者、科

技環境工作者乃至於科技發展者。科技素養教育的重點為（教育部，2003）

- 科技的發展與影響：主要讓學生認識科技的演進歷程及其對人類的影響。
- 科技的範疇：教導學生認識現代主要科技領域之系統、資源、程序及產品。
- 科技的應用：讓學生能以各種方式表達科技的創意和構想，並進行科技產品的設計與製作。

美國 ITEA (International Technology Education Association)協會於2000年提出二十條科技教育的標準，針對這二十條準則中，可以了解科技教育包括科技的本質、科技與社會、設計的認識、面對科技世界應有的能力、及設計的世界等五項重要的內涵，其準則說明了科技教育教學的內容重點，茲敘述如下：

- 科技的本質
 1. 對科技的特徵與領域之認識
 2. 對科技的核心概念之認識
 3. 對科技與其他領域的關係與連結之認識
- 科技與社會
 1. 文化、社會、經濟與政治對科技的影響
 2. 科技在環境上的影響
 3. 社會在科技發展與使用上所扮演的角色
 4. 科技在歷史上的影響
- 設計
 1. 設計的本意
 2. 設計工程
 3. 解決問題、研究和發展、發明與改進與實驗所扮演問題解決的角色
- 面對科技世界應有的能力

1. 實施設計的程序之能力
 2. 使用及維修科技產品與系統的能力
 3. 確定產品和系統的衝擊實施之能力
- 設計的世界
 1. 對醫藥科技之認識並可對其選擇與使用
 2. 對農業及相關的生化科技之認識並可對其選擇與使用
 3. 對能源與動力科技之認識並可對其選擇與使用
 4. 對資訊與傳播科技之認識並可對其選擇與使用
 5. 對運輸科技之認識並可對其選擇與使用
 6. 對製造科技之認識並可對其選擇與使用
 7. 對營建科技之認識並可對其選擇與使用

肆、工博館蒐藏品對國小科技教育之輔助

由上述工博館的蒐藏宗旨及蒐藏類別與台灣國民中小學九年一貫課程中的科技教育重點有許多共同的方向，相同的美國 ITEA 協會所列舉出的科技教育準則也有類似的現象。所以工博館所蒐藏的科技物件，其實對於國民中小學生及社會大眾之科技教育應會有幫助，只是要把工博館所蒐集到的科技物件「素材」，經由廚師巧妙的手法轉化成一道道的「教材」讓學生及老師使用。

以工博館所蒐藏的科技物件中有一大類別為「印刷產業科技文物類」，此類蒐藏在科技教育學科分類上為「資訊與傳播科技」中的一部份；印刷產業科技之所以重要是因為人類自從發明文字之後，傳播的發展形態則從閉鎖式的空間，進入了無限制的開放環境。人類靠著智慧的激盪，得以促進各種傳播技術的發展及改良，使傳播的方式更為廣大，並促使記錄保存的時間更為久遠，除一般的口耳相傳之外，在平面文獻的部份是借助印刷技術進行複製工作，讓手抄工作的緩慢進度得以改善，以增進其複製的速度。如此一來不僅促使產量的提升，也導致價格的降低，並使得知識的取得與傳授，不再如帝王時期般，僅存在於貴族或為統

治階層所獨享的權利，進而使得一般民眾亦能接受文化傳承和教育的陶冶。

國父在其所著的「實業計畫」中指示：「據近世文明言，生活之物質原件，共有五種，即食、衣、住、行及印刷也」。並且又說明倘人類沒有印刷此技術，文明就無法進步，真切的說明了「印刷」為文明進步的一個重大的因子。國父瞭解「印刷」的重要性，進而鄭重的提醒國人。同時又特別指出：「中華民族雖然是印刷技術的發明者，但是印刷工業的發達，反而比較遲緩」。因此，特別在「實業計畫」的第五項計畫中專列印刷工業此一章，並作詳盡的指示，印刷工業為發展文化事業重要的一環，而與其他工商礦業發生密切的關係。欲使文化事業能熱絡的展開，以見收工商礦業相輔之效果，實宜促進印刷工業的健全發展，以應事實上之需要，而得以追求各項事業發展的卓越進步。

印刷技術隨著現代科技的改變，目前已進入了數位化、電子出版時代。在此時代具備有新的優點，如：字體與版面變化多、校稿改版方便快捷、圖片色彩應用靈活、、、等等，也由於這些優點因素，使得傳統印刷方式顯露出日近西山的現象。因應科技技術的提升，使得印刷速度更加地快速，而印刷品質也越來越精良，相對著傳統印刷方式中無法改良的部份，便逐漸沒落，甚至於消失。

但是技術的傳承必然有其一貫的脈絡可循，並藉由新舊技術交替之間，足以鑑往知來，雖然在新式印刷技術的衝擊之下，傳統舊式印刷技術已經日漸式微，而以現代印刷業界的技術更替狀況來看，活字印刷術勢必走進歷史中，成為過往歷史軌跡的一部份。

工博館從 1997 年開館後，體認到印刷產業因為電腦科技的快速發展，將會產生一個劃時代巨大的變化，於是開始努力採集印刷產業即將消逝的「鉛字活版印刷技術」，整個技術經考據在台灣已使用近一世紀，該技術過程從「銅模雕刻機」將鑄鉛字的銅質模型雕刻出來，接著利用「鑄字機」把這些銅模灌注入熔融的鉛液，這就是鑄鉛字的過程；接著這些鑄好的鉛字到印刷廠，經過「撿字師傅」在數以千萬計的鉛字中撿選出所需要的字型、字體，而後再到「排版房」設計排列出顧客所需要的版型，接著將此版型利用「打樣機」先行試印個幾張樣品，經

顧客確認後再將此版型拿到「印刷機」上去大量印製成品。



銅模雕刻機



銅模



手搖鑄字機

以上所概要描述「鉛字活版印刷技術」至少含括三種以上不同產業，有印刷材料業、銅模雕刻業、鑄字業、印刷廠等等；技術層面上含括材料科技、機械科技與設計科技等等，在當時社會還沒有電視、電腦的時代，此技術在知識傳播上扮演非常重要的角色。

工博館從 1997 年開始大量採集「鉛字活版印刷技術」的「印刷產業科技文物」，在那時期恰好遇到上述狀況，所以很多鑄字廠結束鑄字的工作，工博館甚至是整廠（逢源印刷所）蒐集，到 2001 年已有初步成績，約有 300 餘件蒐藏品，有銅模雕刻機、手搖鑄字機、電動鑄字機、活版印刷機、打樣機、圓盤印刷機、為數成千上萬不同字型字體的銅模及鉛字、鉛字架、整座排版房及排版工具等等；當時考量到這些科技物件的功能性及利用性，於是申請「數位典藏國家型科技計畫」來將這些物件數位化，並與成功大學工業設計系合作開發數位教材，並將此教材在台南市大同國小中實施。另外工博館利用「鉛字活版印刷技術」中的科技知識，開發成 5 套能讓同學實際操作體驗的教具，並將這 5 套教具在館內、學校內、甚至於在國際書展會場上給民眾操作，來讓民眾或學生能藉由動手操作來體會科技演變，進而提昇科技素養。



排版工具

排版房

鉛字及鉛字架

一般博物館的蒐藏品不管是器物或標本通常是僅可以遠觀而不可褻玩焉，所以大多是躲在環境控制的櫃內，這是因為該蒐藏品材質脆弱的緣故，但科技博物館所蒐藏的科技物件通常材質比較上不像其他類別博物館蒐藏品般脆弱，所以工博館也將蒐藏品——近一甲子的「手動打樣機」修復後在特定人員指導下，開放給學生及民眾來操作，這種對蒐藏品操作的經驗比先前所述操作教具更具意義。現代不管是何種類型的博物館，其所重視的區塊已從早期對「物」的重視，轉化成對「人」的重視，所以科技博物館蒐藏品對小學生的科技教育上所能扮演的角色會更加重要。



近一甲子的「手動打樣機」修復後（左圖）在特定人員指導下，開放給學生及民眾來操作（右圖）

工博館「鉛字活版印刷技術」的蒐藏品在館方有計畫性的規劃及轉化下，達到上述對於國民中小學九年一貫課程中所詮釋科技教育的重點：讓學生認識印刷科技的演進歷程及其對人類的影響；教導學生認識現代印刷科技領域之系統、資源、程序及產品。工博館還有許多類別的蒐藏品，我們將會如同「鉛字活版印刷技術」蒐藏品一樣，持續設計規劃符合九年一貫課程中所詮釋科技教育重點的相關輔助活動，在保存台灣地區產業科技文化資產的同時，也能夠提昇國小學生科技素養。

參考文獻

教育部（2003），民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技領域。台北：教育部

朱耀明（2004），生活科技教育月刊，37(6), 3-8

徐成坤（2001），國立雲林科技大學視覺傳達設計研究所碩士論文。

ITEA(2000). Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology. Retrieved October 24, 2004 from the World Wide Web: <http://www.iteawww.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>

國小教師運用科學博物館實施科技教育課程探析

張美珍 副研究員

國立科學工藝博物館 科技教育組

壹、前言

自九年一貫課程實施後，科技教育的課程架構、內容分類等都有極大的改變，當然也影響其課程設計與教學活動的安排。早期的工藝課程重點在促使學生對工業技術有所認知，因此教學中常運用各種手工具，並要求學生須熟練操作，而教學活動的場域則以各類工場為主。但生活科技著重於科技系統的體認，課程的內容涵括了食品、材料、機械應用、電及其應用、訊息與訊息傳播、居住、運輸、能源的開發與利用、創意與製作、科技文明方面的統合能力（余鑑，2003；高睦凱，2008）。而教學的方式則朝向以解決問題為導向，引導讓學生透過實驗、報告、討論等方式進行。當然教學的場域已不再侷限於學校內的工場及課室，教師們開始學習善用校外教學資源，而科學／科技博物館即成了科技教育推展的另一個場域。

國內幾個主要大型的科學類館所，從南而北包含海洋生物博物館、科學工藝博物館、自然科學博物館以及台灣科學教育館等，均為學校校外教學的極佳選擇。而其中國立科學工藝博物館的展示主題又與生活科技課程最為相關，近幾年來更有多位科技教育相關科系研究生均以科學工藝博物館作為校外教學資源應用為主題進行研究，主要討論學校如何有效運用博物館資源進行教學（黃志燻、余鑑，2007）。顯見生活科技教育課程的實施，確實可多加運用博物館資源。從需求與供給兩個層面來看，教師需要多元教材，而科學博物館具有可供應用的資源，兩者應可充分合作，讓博物館的教育功能提升，也讓學生的學習更有效。

本文從博物館為教學資源提供者、教師為教學資源的使用者兩點出發，探究國小教師應如何運用科學博物館實施科技教育的課程，更進而探討供需兩者間如何進行交流合作，建立可達雙贏的夥伴關係，讓生活科技課程的實施更為多元有趣，

學習成效提升，使學生們成爲最大的獲利者。

貳、科學博物館與學校的關係

科學博物館是學校經常利用的校外教學場域，因為博物館不僅提供學生們多元的學習方式，也具豐富的蒐藏與展示物件可供學生進行探究與學習。而國內知名科學博物館從南至北諸如海洋生物博物館、科學工藝博物館、自然科學博物館以及台灣科學教育館等，更將學生團體視爲其主要的服務對象之一，各個館所均提供了各式的教育活動與課程，也試圖與學校正規教育課程拉上關聯，以彰顯科學博物館的教育功能（張美珍、朱耀明，2004；蘇麗英，2008）。其中週二至週五非假日時間，學生成了科學博物館主要的觀眾群。另外，在九年一貫課程實施後，教師們具有更多的彈性與自主權可編製教材安排教學，預期教師安排教學的方式應可朝向多元化，但張玉山（1994）指出：雖然一般教師曾修習有關教材編制等課程，但因由於本身上課時數偏高，且國內學校所能提供資源有限，造成發展教材與教學的困難。

與學校教育相比，博物館教育具有許多的特色，諸如：適合全民學習、無年齡及學習時間的限制、沒有課程標準、強調自發性學習、多元化的知識傳播途徑及動態個別化的學習等等。從這些特點來看，博物館可提供學生們在制式學習之外極佳的個別學習機會。從需求與供給兩個層面來看，教師需要多元教材，而科學博物館具有可供應用的資源，兩者應可充分合作，讓博物館的教育功能提升，也讓學生的學習更有效。博物館與學校共同的使命是「教育」，「館校合作」因此成爲一種彼此合作教學的長期性互動關係（廖敦如，2005）。因此國內外博物館的教育部門，常與學校教師合作發展各式配合學校課程的教材，提供學校教師免費使用，甚至辦理各式教師研習課程，進行推廣讓教師充分認識博物館的教育資源，並進而積極運用博物館作爲輔助正式課程的教學場域。

參、博物館的蒐藏、展示與教育資源

Leinhardt 與 Crowley（2002）指出博物館能成爲特別的學習環境主要的原因是：博物館內典藏的是具高度文化價值的物件與資訊，是經過精挑細選且反應時代

意義的珍品，也可能代表科學重要發明、發現及研究的物件，可能是最古老的、最大的、最稀有的或是最複雜的。博物館將這些有價值的物件鋪陳在故事中，或有系統的陳列，吸引觀眾的目光，驚艷、認識及瞭解物件的由來，更與個人生活經驗產生連結。這就是博物館之所以可以成為「教育」場域的重要原因，也因此常被視為人類知識的寶庫。

因為具有豐富的蒐藏品，提供多樣化的展示與學習活動，其學習情境非一般學校環境可達到的，尤其是配合展示物件或展示主題所設計的教材教具，以及教育活動等等，讓博物館的教育功能成為突出，在輔助正規教育上更占了舉足輕重的角色。科學性的博物館，有別於學校提供的科學教育，在科學博物館中的學情境中尤其具有多樣性與富彈性之設計。因此，近年學生利用假期到校外參加研習課程的人數越來越多，而各社教機構也紛紛舉辦研習營或競賽活動，來補足學校教育的不足。

除了展示與學習活動的辦理外，因博物館對於教育功能的重視，透過展示、教育與研究專業人員的合作，營造出更故事性、更具文化脈絡的方式展現，也讓學生有機會對物件進行探索學習，而這也成了學校參訪博物館的重要因素（Leinhard & Crowley, 2002；Moffat, 1992）。事實上早在 1960 年代，為了符合孩童在博物館中學習的教育型態，幾個歷史優久的自然史博物館便提出了設置探索室(Discovery Room) 的概念(Danilov, 1986)並陸續有博物館成立以鼓勵動手操作、探索、實驗的探索室，讓孩童在學校課室外，有一個專屬的、無壓力、可自由探索的學習空間。(張美珍, 1998)。

博物館中究竟有哪些教育資源？除了上述的展示物件與學習活動之外，導覽人員的解說為觀眾們最常使用的學習資源。但對於廣大的學生觀眾，受限於人力則常運用參觀活動單(Worksheet)作為輔助學生參觀學習的重要媒材。參觀活動單主要設計用來引導學生針對特定的物件進行觀察、探索與討論，以便獲得認知或情意上的學習。參觀活動單在國外博物館已行之有年，無論在美術館、歷史博物館、自然史博物館或科學博物館，都支持這種類似自我學習(Self-learning)的導覽資料(Adams and Millar, 1982；Lauritzen, 1982；Jones and Ott, 1983)，而國內各博物館近十年來也積極運用活動單作為輔助學生參觀的素材，除了藝術教育館、自然科學博物館、

歷史博物館乃至於幾所新成立的國立館所也都積極投入設計活動單，以供學校師生運用(左曼熹，1999；辛治寧，1997)。

綜合而言，博物館的展示是最豐富的教育資源，而配合學校正規課程而規劃的各式教育活動、以展覽為主題的參觀活動單，以及博物館內的教育服務人員，都是學校可充份運用的學習資源。但如何讓這些資源獲得最有效的運用，則須透過博物館教育人員與學校教師的合作，才能提出具體可行的方案，讓教師們真正帶領孩子進入博物館內學習。

肆、國小教師與博物館的互動與合作

一、博物館與學校的合作方式

學校教師們如何與博物館進行互動，進而合作安排國小學童進入博物館內學習呢？教師與學校的合作通常仍須透過學校行政體系運作，因而校外教學的安排常是館校合作良好狀況下才能達成。劉婉珍（2002）分析北美的博物館與學校合作的方式，歸納出六種型態的館校合作，分別是

1. 「提供者」與「接受者」：以博物館主導，博物館單方面規劃設計活動，中小學師生可選用博物館所提供的活動，然而學校教師沒有參與活動規劃過程，扮演「消費者」角色。
2. 「博物館主導」：博物館主動邀請學校教師共同參與活動規劃，博物館透過系列研討訓練，培養種子教師，幫助參與的學校教師成為活動規劃的主導者之一，與館方人員是真正合作夥伴。
3. 「學校主導」：學校教師主動向博物館提出學期活動構想，博物館則與教師溝通配合，以達成共同設定之教學目標。
4. 社區博物館學校：在社區中成立學校，並以社區中的各類博物館為主要運用資源，讓學生在博物館中的陳列室進行學習，從實務與經驗中發展批判及解決問題的能力，學校老師在此過程中扮演主導角色，讓學生充分利用博物館資源以促進學習。

5. 博物館附屬學校：整個博物館即是學校，博物館附設學校與當地中學採同樣的學制，但授課方式不同，主要是透過藝術來教授各類課程。
6. 第三仲介者：由美術館與學校之外的第三機構扮演主導角色，例如：美國北德州藝術教育中心的美術館／學校合作推展中心、史密森機構的中小學部門以及蓋迪藝術教育中心所推動的館校合作型態。

而廖敦如（2005）針對這六種類型的合作方式分析指出，在臺灣較有可能實施的型態是第二及第三類型。因為 80 年代起臺灣中小型博物館大量的興起，博物館教育普遍受到重視，而教改的理念強調社會資源的融入與利用，因而由學校主動發起與博物館合作進行課程設計，都具有發展和實施潛力。事實上，目前國內館校合作的狀況還是以第一型居多，也就是博物館扮演資源的提供者，而教師是資源的使用者或消費者。但博物館近年來因強調其教育功能，確實開始因應學校課程改革，進行了許多主動邀請學校教師合作的案例，以自然科學博物館與科學工藝博物館為例，近幾年來，配合常設展示與主題特展的幾個案例來看，規劃良好的教育活動，辦理教師研習，在彰顯展示的教育效果上確實有實質的效益（高慧芬，2001；張美珍、朱耀明，2004；張美珍，2007；黃振中，2004）。

二、國小教師與博物館合作設計教學方案實例

以科學工藝博物館為例，自民國 90 年起，因應九年一貫課程的全面實施，教師們對於自然與生活科技領域輔助教材的需求，邀請高雄市臨近學校國小教師協助編製活動方案，並印製出版免費分送全國各國小，供教師們參考運用。活動方案的設計歷程包含目標的設定、專案計畫成員的組成、教材編撰的過程與測試使用等。以下分別說明方案設計的歷程：

(一)、方案設計目標與主題的擬定

活動方案設計的主題內容以「自然與生活科技」領域為主，由該館兩位教育研究人員先行針對展示廳的展示內容與九年一貫課程之「自然與生活科技」學習領域之中所提出的主題項目，進行相關性分析。表一為與鎖與鑰匙相關的展示內容與課程主題的相關性，作為決選方案主題的依據。

表一：展示單元與課程相關性

展示單元	課程內容要項
智慧之鑰	生活科技-411 材料 生活科技-412 機械應用 創造與文明-530 創造與製造 創造與文明-531 科技文明
金庫之門	生活科技-411 材料 生活科技-412 機械應用 創造與文明-530 創造與製造 創造與文明-531 科技文明
聲音辨識門	改變與平衡-216 聲音、光與波動 交互作用-221 生物對環境刺激的反應與動物行為 生活科技-411 材料 生活科技-412 機械應用
虹膜辨識門	生活科技-411 材料 生活科技-412 機械應用 改變與平衡-216 聲音、光與波動 交互作用-221 生物對環境刺激的反應與動物行為 創造與文明-530 創造與製造

設計的主要目的在於協助教師充份運用博物館資源進行教學，透過活動的形式，讓學生們在博物館內快樂學習。因而活動方案的設計從其設計的包含兩個層面：

1. 能與學校課程作密切的連結；
2. 能充分運用博物館的展示作為學生學習的內容。

(二)、專案計畫成員的組成

方案設計的主導者是博物館教育研究人員，為了涵括上述兩個層面的需求，除了邀請具師資培育經驗與博物館教育經驗的博物館同仁參與外，主要邀請國小教師參與方案的規劃與編寫。參與的國小教師共有五位，包含二位低年級教師、一位中年級教師及二位高年級教師。為了專案執行順利，方案編撰小組，並定期召開編撰會議。

(三)、方案主題內容的擇選與編撰

在經過展示廳現場參觀、館員的深度導覽與三次的編撰會議討論後，研究者與國小教師們根據自己的學科背景與教學經驗決定了五個主題，並分別由一

位教師「認養」主筆，經過討論協商後開始著手編撰。

首先教師們須對新課的主題作深入的探討後，到展示廳內挑選出合適的展示單元，然後還要考量該份方案使用對象的先備知識，才能決定如何出題。在第三次編撰會議中決定了的呈現型式，其內容包含下列十個項目：

1. 方案主題
2. 教學時間
3. 分段能力指標
4. 具體活動目標
5. 活動內容（含預估時間）
6. 方案實施注意事項
7. 相關展示廳的重要概念
8. 參考書目
9. 參觀動線圖
10. 配合學習單

實際著手編撰方案是最為耗時的歷程，大部份的老師都先從教師指引的角度切入，先將方案的大綱與教學目標及學習活動的型式先決定好之後，才著手編製提供給學生的活動單。但有位教師提出了另類的作法，先將給預定出題的內容鋪陳出來，然後根據問題再編寫教案。這個作法在會議中引起參與教師們的一些討論，也改變幾位老師在設計方案時的想法。也有教師反應出了新課程的實施與其配課的方式，讓習慣傳統分科教學者難以適應，而活動方案的運用也同時受限。雖然各個編撰教師對自己的作品都不是很滿意，但是仍依時間將作品完成，而後送請相關領域之大學教授協助審稿，針對每份方案一一檢視。為確保活動方案及學習單的正確性與適切性，方案的審查進行二次會議審查及一次書面審查，並據以修正。

(四)、方案的測試與運用

活動方案設計初稿完成後，則透過教師研習的方式，邀請教師們試用及審閱，並就方案設計及資源提供實務面的意見，以作為修正的依據。檢視的層面包含了：設計內容項目是否清楚？評估學習時間的適合度？動線標示清楚否？能力指標的標示妥切嗎？方案的內容對學生學校課程的學習是否有幫助？等等。

透過專案計畫，張美珍、朱耀明(2004)進行研究發現 98%以上的教師都肯定方案的設計，且表示其對教師帶領學生到館參觀學習是有幫助的。但仍有部份教師針對方案設計的內容提出了具體建議。例如，雖然全部教師都認為列上能力指標對他們的教學有幫助，可是還是認為太籠統。但分段能力指標係根據九年一貫課程暫行綱要中「自然與生活科技」領域所列而來，無法修正。為使方案的目標較為具體，所以增列了方案活動目標。

工博館「自然與生活科技」領域活動方案的設計是由博物館主導與國小教師合作開發的極好案例，從民國 90 年開始出版第一份後，陸續於 91 年及 93 年又新增了第二套與第三套活動方案，初期曾申請教育部經費補助，但第二期以後均由博物館自主發起以館內經費執行，更將所有方案教材數位化公布於博物館網站的教學資源項下，供全國教師免費下載使用，獲得不錯的評價。

伍、國小教師運用博物館進行科技教育活動方案示例

國小教師如何運用博物館實施科技教育活動呢？本文提供一個運用科學工藝博物館「科學開門探索廳」的活動方案為例，說明國小教師安排校外教學活動的流程與安排。

一、確定活動方案主題

首先我們先談如何從日常的生活中引導孩子們學習。以九年一貫課程的「自然與生活科技」領域為例，將學習落實在生活中是最簡單不過的了。家長們常開車帶著孩子們到山區爬山，單純從出門到達目的地的這段路程中，就有很多科學可以玩。舉例兩個小例子加以探討：

1. 出門囉！但門要怎麼開？開了又如何關？關了要怎麼鎖起來？為什麼要有鎖？防小偷！門鎖如何防止小偷進門？古時候的人如何用鎖？現代人用的鎖又有什麼特別呢？

- 一連串的問題，包含了科技與人文的議題在其中。

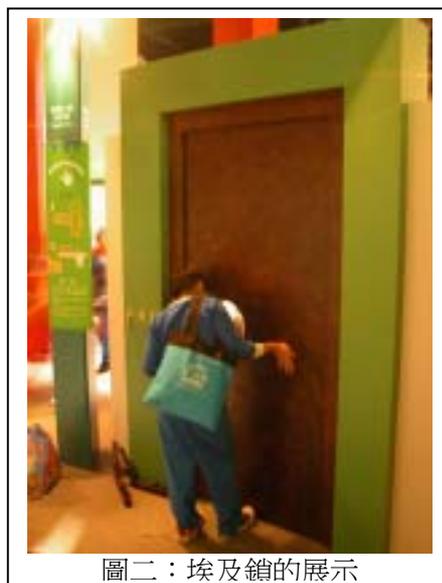
2. 要開車上路囉！咦？車子為什麼可以轉彎？用方向盤控

制的！方向盤又如何控制輪子轉彎？進一步想想，高速公路交流道的車速限制為什麼比較慢？而且交流道的迴轉路面設計有點斜？跟轉彎有關嗎？

- 這又跟學校學習的向心力與離心力有關，更進一步的則可以談到了汽車差速器的設計等等，而再進階就可討論到交通運輸的發展囉！



圖一：「智慧之門—埃及鎖」的活動單

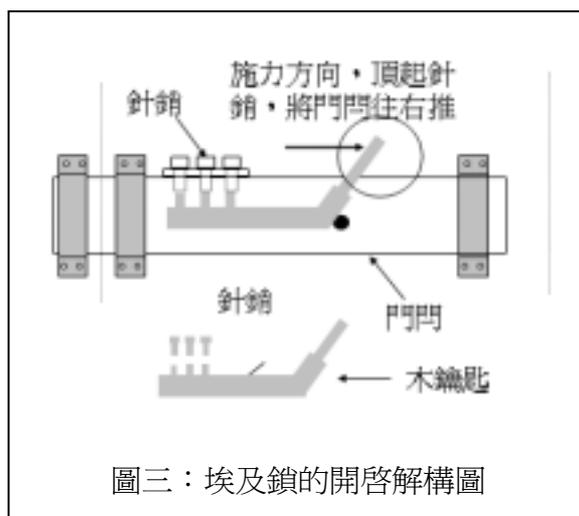


圖二：埃及鎖的展示

當老師與學生們討論確定要來一趟「鎖與鑰匙探索之旅」後，主題定案了，問題就可以一一提列出來。以圖一的學習單為例，科學開門探索廳的入口主題「科學之門」便設計了最古老的埃及鎖（附圖二），要進入從最古老的埃及鎖的探密，作為引起動機的問題，應該可以吸引學生們的注意，並激起他們一探究竟的情緒。

當然題目設計時應確認設計「問題」的目的，主要在於引導學生進行實物的觀察、回憶知識、增進思考想像能力、形成觀念與價值。博物館提供的方案教材中，即包含了明確的圖示（圖三），可供老師們作為延伸教材，讓小學生們進一步思考這樣鎖與鑰匙的應用，和現今的科技有何不同！

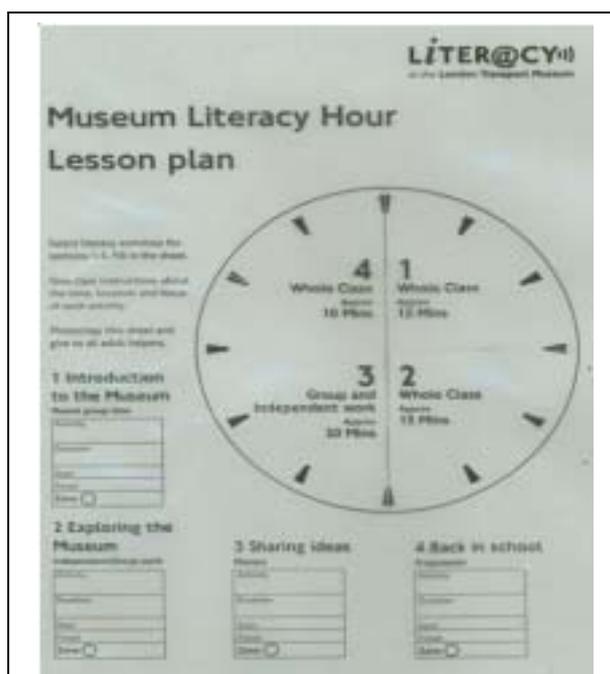
當然老師們可以充分運用博物館現成的活動單及活動指引加以編修成合適自己班上學生學習的活動單了！



圖三：埃及鎖的開啓解構圖

二、活動安排流程

校外教學老師可以自主安排的是學生的參觀學習流程，英國倫敦交通博物館提供一個以圓餅圖呈現的時間規劃表（圖四），很合適教師們參考運用。它將參訪流程分為四個階段，包含引導認識博物館、參觀、小組討論、分享與返校活動等。圓餅圖將時間切割成四份，標示每個



圖四：倫敦交通博物館的博物館素養課程計畫

階段預控的時間，並於表格內描述各階段要從事的活動。

這樣的設計是很好的參考，但在國內博物館中要帶領國小學童進行參觀時，活動安排時應注意下列四點：

1. 依方案主題選擇適合的博物館展示單元
2. 設計具挑戰性的探索路線
3. 每小組 5 人以內，因為須考量同一展品前無法容納太多人的限制
4. 提供的活動範圍不要同時涵括太大的展示區域

以「鎖與鑰匙探索之旅」為例，應可安排 10 分鐘的行前介紹並分組，自由參觀 20 分鐘，10 分鐘的分組討論，而後可於博物館內或回到課室後進行心得分享與參觀記的撰寫。

三、參觀後討論活動

博物館的環境在於營造一種具文化脈絡、故事性或主題性且具快樂學習的氛圍。因此在參觀學習後的討論，除了針對科學議題與上述的問題一同進行綜合歸納外，學習情感上的獲得也是值得國小老師與孩子們一同分享的。上述活動可從人類文明演進的角度引導學生思考 1000 多年前的人類如何解決問題，有哪些創思智慧是現代人持續運用的？若再加入「創意與製作」的課程，讓學生自行設計一個鎖及其搭配的鑰匙，或者根本不需要鑰匙，人的聲音、指紋、虹膜...就可以當作鑰匙！



圖五：聲控門

運用統整課程，一趟博物館的參觀活動可以延伸出具特色且多元的科技教育活動！

陸、結論與建議

本文從博物館為教學資源提供者，而教師是帶領學生運用學習寶藏的教學資源使用者角度，論述科學博物館與國小教師間的合作與互惠關係。除探究國小教師應如何運用科學博物館實施科技教育的課程，更進而探討供需兩者間如何進行交流合作，建立可達雙贏的夥伴關係，最後以一活動範例說明國小教師如何選用一個與課程相關的主題，運用博物館的教學資源設計一趟校外教學。科學博物館是實施科技教育活動的極佳場域，加上博物館與教師合作設計出的活動方案與活動指引，更能適切的展現其與學校課程內容搭配的特性。

本文最後提出下列二點建議：

- 一、從課程統整的角度來看，在博物館內實施科技教育活動應可納入藝術與人文、社會文化與歷史等課程，讓學生分別從社會、文化、科技發展與藝術創作等各個面向討論博物館展示的物件，而後再延伸「創意與製作」的動手做課程，讓小學生們真正從多元且更寬廣的面向看待科技發明。
- 二、博物館教學資源需要更多教師與學生的使用與檢視才能更為完備。尤其須依賴教師們的充分運用，將學生帶進博物館內學習，才能達到真正的教育效果。博物館營造愉快無壓力的學習環境，而國小階段是正規教育中學習壓力最小的時期，讓這個時期的孩子們體會學習的快樂，未來才能支持他們持續邁向終身學習之路。

參考文獻

- 左曼熹 (1999)。博物館展示活動單的設計理念與原則，**科技博物**，3(1)，18-21。
- 余鑑 (2003)。工藝教育思想的流變。**生活科技教育月刊**，38(8)，3-11。
- 辛治寧 (1997)。教育學習單於博物館教育之應用，**史博館學報**，5，121-131。
- 高陸凱 (2008)。科技課程演進的回顧與啓示。**生活科技教育月刊**，41(4)，31-39。
- 高慧芬 (2001)。以展示為基礎的博物館教育活動規劃及其評量設計。**博物館學季刊**，15(2)，91-105。
- 張玉山 (民 83)。國小科技素養教育在正式課程以外之推展策略。**國教園地**，50，58-65。
- 張美珍 (1998)。歡歡迎你來動手—談博物館探索室的設置與其功能，**科技博物**，2(5)，34-45。
- 張美珍、朱耀明 (2004)。九年一貫「自然與生活科技」領域課程活動方案的發展：以博物館為學習的場域，**科技博物**，8(2)，15-27。
- 張美珍 (2007)。歡樂學習，一路相隨--我們的科技教育活動，載於曾琪淑主編，**科工十年** (頁 60-61)。高雄市：國立科學工藝博物館。
- 黃志燾、余鑑 (2007)。科技教育的研究與展望—從教學環境的角度探討，**生活科技教育月刊**，40(8)，25-44。
- 黃振中(2004)。規劃博物館中家庭觀眾學習活動之研究。**科技博物**，8(1)，77-94。
- 劉婉珍 (2002)。**美術館教育理念與實務**。臺北：南天。
- 廖敦如 (2005)。我的教室在博物館：英美「館校合作」推展及其對我國的啓示，**博物館學季刊**，19(1)，79-97。
- 蘇麗英(2008)。教師參觀意願調查-以國立自然科學博物館為例，**博物館學季刊**，22(3)，97-120。
- Adams, C and Millar, S (1982). Museums and the use of evidence in history teaching. *Teaching History*. 34. 3-6.
- Jones, L. S. and Ott, R. (1983). Self-study guides for school-age students, *Museum*

Studies Journal, 1(1). 37-45.

Lauritzen, E. M. (1982). The preparation of Worksheets. In Hansen, T. H (ed). *Museums and Education*. ICOM/ CECA. 43-46.

Leinhardt, G. and Crowley, K.(2002). Objects of learning, objects of talk: changing minds in museums. To appear in: Paris, S. (ed). *Multiple perspectives on children's object-centered learning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Retrieved March 03, 2009 from <http://mlc.lrdc.pitt.edu/leinhardtcrowley.pdf> .

Moffat, H. 1992. The use of museum resources by young children in England. *Journal of Museum Education*, 17(1), 4-6.

科技博物館兒童教具與展示開發實務 — 以聲音的平板共振為例

曾瑞蓮

國立科學工藝博物館助理研究員兼兒童科學園廳長

壹、博物館的教育與娛樂功能

1960 年代後「博物館運動」興起，新型的「觀眾導向、經驗導向、未來導向」的博物館，以科學博物館為主從美國開始蓬勃發展起來(張譽騰，1994)。新興的博物館多以鼓勵觀眾參與、氣氛活潑、不拘形式、用經驗導向(Experience oriented)的方式營運。因此規劃多種互動參與的方式，觀眾可以動手觸摸、可以自己做實驗、可以利用電腦進行模擬遊戲，運用多重感官來進行試探。博物館營造出歡迎動手、鼓勵參與的作風，讓觀眾在參與的過程中習得科技的概念與方法過程(Danilov, 1982)。在這波互動展示風潮中，最受矚目的首推舊金山的探索館(Exploratorium)，該館更將廣受歡迎的科學互動展示設計出版為三冊展示指引(exhibit cookbooks)，使得互動展品得以複製到世界各國的科學中心。配合科技產品的發展和運用，結合聲光影音特效的展品益形豐富與多元，科學中心在世界各地廣受遊客喜愛，然而在「互動性」、「可操作」的原則下設計出的展示品，常可見到觀眾只是樂於見到自己的動作引發了展品的「反應」，卻不關心展品「為何這樣反應」。所以也逐漸產生了「科學中心」等於「遊樂場」的疑義。

從 19 世紀初起，博物館就已是一種教育機構了，但到了二次大戰以後，博物館教育才被視為一項專業。直至現在，教育的功能被視為世界上大多數博物館的主要任務與目標，在國際博物館協會(International Council of Museums)和美國博物館協會(American Association of Museums)的組織章程中，都很明確的將教育列為博物館的主要功能之一(王啓祥，2008)。而博物館娛樂功能的彰顯，確

認於英國博物館協會（MA）於西元 1998 年的新定義：「博物館讓觀眾探索藏品以獲得啓發、學習與樂趣...」，標示出學習、啓發和樂趣在博物館的重要性。美國博物館協會（AAM）與國際博物館協會（ICOM）也明確的表示，有無藏品已不是認定博物館的標準，科學中心或是兒童博物館，都被納入博物館的範疇。因此提供社會大眾學習、休閒、娛樂已成為現代博物館的重要使命。但在教育和休閒娛樂之間，博物館應如何去取捨、協調，或利用娛樂的包裝讓博物館教育內涵更爲一般觀眾所接受，抑或屈服票房、參觀人數的壓力，以教育之名行娛樂之實，這是現今博物館人員需審慎思考的問題。

貳、博物館學習的特色

Vygotsky 認爲學習與認知是一種社會文化現象，而個體思想的型式(thinking patterns)或心智技能(intellectual skills)並非自然生成，而是受到社會文化的經驗所塑造而成。這樣的認知主張，近幾年在博物館學習的運用上，也引發了特別的探討。Ansbacher 認爲每個人的探索過程都是獨特的，這與個人的過去經驗和具備的過程技能有關，但環境在探索過程中可扮演重要的支援角色(范賢娟，2007)。Hooper-Greenhill 等人（Hooper-Greenhill et al., 2003）認爲博物館中的學習不同於制式教育環境的學習，重點之一即爲博物館的觀眾非常多元，包含學校團體、家庭團體、同儕團體和不同背景的個體，無論在年齡、社會地位或動機方面，均具有異質性，具有不同學習風格、不同的動機與訴求，運用博物館的目的也不盡相同。Falk & Dierking（1992）也提出觀眾在博物館中的學習是一種複雜的互動經驗的觀點，認爲在博物館環境的學習過程中，結合了個人因素、環境因素及社會因素的影響，所提供的是脈絡相關的（contextually relevant）學習機會，因此所引發的是包含社會、空間、概念、美感等統整性的學習。除以上觀點，Falk 等人（Falk, Koran & Dierking, 1986）另外還整理出一些重要的看法，包含博物館提供一個自由選擇的環境，更爲適合用於自行建構參觀目標的觀眾、博物館的學習是非評量性的和非競爭性的，以及博物館是一個社交環境，鼓勵團體互動學習。

博物館學習環境存在這麼多與學校教育環境不同的特性，傳統的學習理論並無法完全適用於這個場域，多年來的博物館教育發展過程中，皮亞傑的「認知心理學」、布魯納的「探索學習理論」、杜威的「經驗學習理論」等相關理論，多能被適時適地的引用推廣著，但也尚未彙整發展出博物館獨特的學習理論。

Ansbacher 以杜威的「經驗學習」理論為基礎，分析博物館觀眾的參觀經驗，建議博物館不應把自己定位為資訊的提供者，而應自許為觀眾經驗的建構者。這種「以經驗為基礎的展示」(experience-based exhibits)期待能為參觀者創造出豐富的經驗內涵，使觀眾達到對知識的真正理解 (范賢娟，2007)。Johnson (2005) 也有類似的看法，認為博物館的學習是以學習者為中心，學習者是主動參與學習過程、新知識與意義的建構者，換句話說，即是博物館不僅只定位於知識呈現的地方，應進而成為學習者知識生成的所在。一般而言，學習者常經由團體互動中進行知識的協議，由其中來建構出個人的知識。若人們能在特定的環境、事物上有共同的經歷與互動，即會擁有共同的認知結構，才能互相溝通知識 (郭重吉，1992)。因此博物館在進行展示規劃和活動設計時，除了應該關心展示的安排能引起討論嗎？會激發觀眾去分享與發現嗎？(林彩岫譯，1997)，也要將促成觀眾互動的物理條件列為展示設計的重點要項，例如展座空間的安排是否為多角形，便利小團體的共同參與。因為參觀博物館主要是種社會活動，因此這種社會互動的發生應運用空間的安排與互動設施的處理來予以促成，特別是對有小孩同行的團體格外重要(李惠文譯，1997)。

美國探索館館長歐本海默曾提到，博物館可能成為學習的良好場所，它可使觀眾將學習過的東西串聯整合在一起，提供直覺及親身經驗的環境促進觀眾的學習效能，並使進一步的學習變得更為輕鬆愉快 (蕭瑞棠，2004)。教育學者長久以來便認為具體的經驗是有效的學習之道。不分年齡，人們對於不熟悉的領域，還是需要透過具象的實物，或實際的操弄才能將之內化，建立自我的理解和意義 (蔡秉宸、靳知勤，2004)。博物館應發揮實體展示的特色，將自己定位為提供參觀者豐富經驗的探索環境，讓觀眾藉由第一手的親身經歷，來產生對個人

心智有價值的意義。所以博物館在規劃展示時，應思考如何促成觀眾對展品的互動投入，以鼓勵或帶動觀眾探索的歷程（范賢娟，2007）。

在展示設計的過程當中，策展人除了主題內容的規劃呈現外，應關懷觀眾可經由展示「觀察到什麼」、「做了什麼」、「發現了什麼」，以確保展示的教育功能。Screven 認為進行展品設計時，需先將單元展示目標詳列出來，包含以下三方面：（引自朱耀明，2004）

- 一、希望觀眾參觀展示時，期望它使用的行為動詞，如摸摸看、聽聽看等。
- 二、預設這些行為發生的條件，如：具吸引力的環境佈置、音效的引導。
- 三、可接受參觀者的最起碼的行為表現，如：觀察、動手操作等。

以上可知，觀眾參觀行為的動態表現是展品學習效益是否彰顯的指標，這種引發觀察與發現、從嘗試錯誤中得到直接回饋的過程，或由問題的提出到解決方案的執行，都是在博物館中，特別是科技類博物館預期在展示與教育活動裡，期待能引導觀眾產生的探索過程，而這種體驗與能力的培養，也切合科學過程的內涵：問題導向、運用觀察、探究、實驗的特色，且科學過程的技巧可以普及到一般生活之中的特性（熊召弟等，1996），更切合科技博物館提昇大眾科技應用能力的取向。

博物館是一個開放自由的學習場域，觀眾的異質性高，每次參觀或參與活動的學習目標皆由觀眾自行建構，博物館人員僅能憑藉豐富的學習環境與規劃良好的學習內容，來引發有效益的學習行為。綜合博物館觀眾特性與學習特色，針對科技類博物館彙整兒童展示與教材發展的重要規劃考量如下：

- 一、學習者中心：學習的主體為觀眾，除了以大眾關心的議題為內容外，各項展示、教育活動以及現場輔助教育人力的重要功能，在於引起參與動機、引發討論議題和提供自行探索的必要協助，而非去主導學習的過程。
- 二、鼓勵參與：提供直覺的、輕鬆的參與環境，簡單的開始程序，使觀眾能自在的投入參與，減低面對不熟悉物件的困窘與排拒感。

三、創造經驗：運用真實物件的感動和動手操作的歷程，為觀眾創造第一手的親身經驗。

四、引發討論：主題的話題性，觀察和運作過程的驚奇與樂趣，是否能因操作方式的改變而製造不同的結果，「發現」的樂趣可以帶來後續的分享討論。

五、多人互動：操作的形式與台面的設計，便利小團體的互動參與，才能提供共同的經驗與互動，激發對談與鷹架學習，建構個人的知識。

參、平板共振教具與展示的開發

博物館教育活動教材的來源廣泛，教育人員需配合館內展示主題的需求，引入或開發、改良兼具吸引力和教育性的活動內容。誠如筆者在 2007 年於中山大學舉辦的物理教學與示範研討會論文發表時所提及，博物館教育人員的專長並不在於研發創造新的事物，重點是在教材的組合、改編及闡釋的創意。工博館自 1997 年開幕迄今，便致力於引進國內外有趣的科技(學)教材教具，也經由世界知名博物館的參訪行程，吸收新知開拓視野，十幾年來的發展成果，不僅在教育推廣活動成效斐然，在教材教具開發上，更有獨特的風格與效益。歷年來所引進、推出的各式研習型、闖關型活動內容，都可以在南部地區各縣市每年的科學園遊會中看到近似的活動，而小學與幼稚園老師也熱中於將從博物館習得的活動內容，在課堂中讓學生體驗操作(曾瑞蓮，2006)。近幾年更運用教具開發的經驗，發展互動展品，期使能有效的提升博物館參觀的學習效益。

兒童的科學學習，一般皆由生活上所熟知關切的議題開始，聲音便是一個可親又熟悉的主題，聲音的高低(頻率)、大小(響度)、音色，都能直接的由耳朵來辨識，操控性和變化性都高，很適合作為科學過程能力培養與科學態度養成的入門主題，被廣泛介紹於中小學課程之內，在兒童或科技博物館中，也是不可或缺的展示內容。本文所發展的平板振動教材，運用到駐波的原理，在高中的物理課程中，僅只提到一維方向的駐波，二維的駐波圖形已超出高中課程範圍，但由於它令人驚歎的變化，所以在博物館中還是經常被使用。

克拉尼圖形是以十九世紀初，德國科學家克拉尼(Ernst Chlandi 1756-1827)而命名，1787年他改進伽利略的方金屬板振動，用提琴的弓弦取代銼子磨擦，使金屬板振動，平板上灑上沙子，當到達某個共振頻率時，節點上的沙子仍是靜止的，不在節點上的沙子會持續跳動，一直到移動至節點為止，此時平板上的沙子排列出駐波的圖案(賀定貝、王雅惠，2003)。這種美麗的共振圖形，只要看過的人都會留下深刻的印象，許多博物館中都有此項展品，往往能吸引許多大小朋友的駐足驚嘆，雖不了解為什麼，但多會被這種自然的神奇與美麗現象所吸引。國立自然科學博物館(簡稱科博館)從美國探索館引進此項展品，台北科學教育館中，也有利用木槌敲擊平板和用弓弦摩擦平板製造克拉尼圖形的展示，不過若想形成幾種不同頻率的圖案，在操作上有一定的難度。國內逢甲大學賀定貝老師在2003年物理教學及示範研討會中，發表用簡單工具自製的儀器製作克拉尼圖形，同時也運用波驅動器(wave driver)和函數信號產生器來控制頻率，產生各式各樣的駐波圖案。類似的設施，清華大學戴明鳳教授也在清大科普教育網站(2009)上發表介紹。2005年科博館「形」的特展中，也由虎尾高中蘇裕年老師開發製作類似的設施。

在工博館內本項教具的發展引進歷程，對博物館兒童觀眾而言，可就可親得多了。大約在十年前(1999或1998)，工博館與親子教育聯盟(CPM)合作，邀請日本知名科學演示專家西村聰一到台灣來進行演示教學，西村老師帶來了著名的靜電水母系列活動，同時也介紹了「跳舞的鹽巴」活動，活動的道具很簡單，一個鍋子或桶子，上面緊繃著深色塑膠袋，要儘量拉平，上方灑上一些鹽巴，觀眾可利用各種角度、各個方向對著桶子大叫，聲音夠大，塑膠袋上的鹽巴就會開心的跳躍起來。操作者可以用紙張遮住嘴巴，證實不是因為嘴巴吹出的氣流使鹽巴亂動。西村老師介紹到此，非常神奇，但這項活動工博館用來說明麼呢？空氣是聲音傳導的介質；聲音的大小變化引發的鹽巴跳動幅度不同(用視覺來感受聲音)；對著繃緊的塑膠袋(沒有下方的桶子)大叫，上方的鹽巴不太會跳舞，顯示了一般樂器(吉他、大鼓等)音箱的功用。

但事實上，對著鹽巴狂叫，並不是每位博物館觀眾都做得出來的事情，為降低其操作難度和困窘度，工博館利用小型教學用麥克風和音箱來作為舉辦此項活動輔助的道具之一，利用麥克風來提高聲音的響度，使得參與者只要輕輕的發出聲音，就能看到鹽巴開心的舞動，當然利用擴大器和音箱會過濾部分聲音的頻率，但並不影響本項教具想要闡述的內容，所以就成為第二代的產品。

提高聲音的響度並不僅只一種做法，參與活動觀眾可以改變聲音的高低來試試看，也可以用管狀物將聲音直接引到塑膠薄膜上，或用杯子、手或各種材質圍成喇叭狀來當道具使用嘗試，桶子大小可改變，薄膜材質可變化，鹽巴也可以換成糖或沙子來試試，在兒童科學研習活動中，這便成了操作簡單，效益明顯的小隊問題解決創作題材。

戲劇性的轉變是發生於 2006 年，工博館、科博館與智高公司(GIGO)合作，邀請日本學研科學創造研究所湯本博文所長來進行教學演示，當示範者將跳舞的鹽巴道具拿出來時，大家心中都覺得早就玩過了，但等湯本所長一開口，奇妙的事情發生了，顯然受過聲樂訓練的講師，發出穩定、持續的單音，鹽巴真的在跳舞，不同的是還跳出了好美的圖案，克拉尼圖形就著樣呈現在大家的面前，靈光一閃，克拉尼圖形和跳舞的鹽巴這兩個事件有了連結。後來發現，有此感受的不僅止於筆著，中部的湯士模老師(2009)和林宣安老師(2006)顯然一樣深受感動，後來都開發了很棒的教具出來。

並非人人都是聲樂家，事實上要用人的聲音來產生既明顯又美麗又可以變化自如的克拉尼圖形真的很難，但身為博物館員，和觀眾分享這種科學的神奇與美麗是很重要的工作，所以本館的工作團隊便開始著手修正本項教具。在容易操作、效果明顯、多人共享、高度樂趣和科學真實呈現的前提下，要發展出讓觀眾能體會自己聲音帶來的感動的教具開發計畫便展開了。幸運的是有過去操作「跳舞的鹽巴」的相關經驗，了解均勻平整的薄膜、大大的共振空間、提高聲音響度的喇叭都是必要的，也由於開發系列聲學教具的歷程也到了成熟的階段，從昆特管的開發中有了使用保麗龍球的經驗，多次的嘗試，讓我們找到了教具的合理設

置方式。

利用大鼓的空間和鼓面，提供良好的共振效果，喇叭在外部達不到我們預期的效益，所以就將它藏在大鼓內部，鹽巴的跳躍沒有保麗龍球來得有精神和明顯，所以鼓面上置放的是薄薄一層保麗龍球，配合隔音的需求與操作的便利，在鼓皮上方又多了一個壓克力罩，很幸運的由於這個密閉的空間，又影響加大鼓面的振動，雖然對平板振動加入了另一項影響因素，但對於本活動所想顯示的：看到聲波的振動、探討聲音的響度、頻率、共振等概念並不相衝突。教具完成了，觀眾只要對著麥克風講話、唱歌、大叫，保麗龍球就能跳躍出有趣的圖案，活動一推出，就發現老少咸宜，大家最樂於參與的，還是這種和個人直接相關、由自己的操作來引發可變化的結果，差異性高並易於觀察比較的活動類型。由於活動的成功，開發小組又繼續努力將其發展成展示，目前已設置於工博館兒童科學園奇幻國展廳之內。

肆、結語

近幾年來，國內科技(學)博物館對教育活動辦理的重視程度日漸提高，無論在值與量上都有明顯的提升，博物館的科教活動的內容與特質，也逐漸在中小學校自然與生活科技課程內容發展上，有了指標性的引導作用。而一般的家長對於博物館教育形象大多抱持肯定的態度，對博物館提供的教育資源多表現認同和需求，所以博物館只要提供有品質的學習經驗，通常都會受到觀眾熱烈的支持。因此，博物館的展示和科教活動規劃需要更謹慎的進行，如何能善用博物館的優勢，審慎的考量其兼具娛樂和教育性的特質，讓展示和教具能發揮博物館學習的特性，便是博物館科教人員應該努力的標的。

近年來由於政府教育主管單位大力推廣和多位大學校院教授的致力投入，在科教教材、教具的開發領域上，參與的人員日益增多，成果也日益精良。配合上

網路的發表平台及強大的資料搜尋功能，讓教育相關人員在教材的搜尋、編製過程遠較以往便利。工具齊備了，所需要的是一顆熱情的心和組織的創意，看到有趣的教具會讓您感動、開心嗎？就像動畫大師宮崎駿一般，心裡永遠住著一位小頑童，保持好奇心、動手嘗試體驗、培養創造性思考及問題解決等能力，不僅是科技教育的教學特色，同時也應是科技教育人員需親身實踐的事項。



平板振動教具—音波沙畫 活動現場 曾瑞蓮攝



奇幻國展品—音波沙畫 曾瑞蓮攝

參考文獻

- 王啓祥，2008。博物館觀眾學習成果與影響研究的發展與啓示，博物館學季刊，22(4)：91-107。
- 朱耀明(2004)。九年一貫探索館展示廳自然與生活科技展示內涵之研究。國立科學工藝博物館 93 年委託研究計畫。
- 李惠文譯(1997)。有效展示的設計。博物館學季刊，11(2)，29-39。
- 林彩岫譯(民 86)。建構主義者的博物館學習理論。博物館學季刊，11(4)，27-30。
- 林宜安(2006)。上帝的抽象畫--克拉尼圖形。2006 年物理教學與實驗研討會論文。線上檢索日期：98 年 3 月 2 日，網址：
<http://www.phys.ncue.edu.tw/~physeduc/conference/paper/13.pdf>
- 范賢娟(2007)：以經驗為基礎的博物館學習理論。博物館學季刊，21(1)，73-83。
- 郭重吉(1992)。從建構主義觀點探討中小學數理教學的改進。科學發展月刊，20(5)，548-570。
- 張譽騰(1994)。全球村中博物館的未來。台北：稻鄉。
- 賀定貝、王雅惠(2003)。克拉得尼平板振動。2003 年物理教學與實驗研討會論文。線上檢索日期：98 年 3 月 2 日，網址：
<http://www.cna.edu.tw/~sas/ccna/disc-phy/OA2.pdf>
- 曾瑞蓮(2006)。聲音的科學--魔音筒。2006 年物理教學與實驗研討會論文，未出版。
- 湯士模(2009)。克拉尼圖形。線上檢索日期：98 年 3 月 2 日，網址：
<http://physical.tcfsh.tc.edu.tw/physical/physdemo/other/o-4/o-4.htm>
- 熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯(1996)。科學學習心理學。台北市：心理。
- 蔡秉宸、靳知勤(2004)。藉情境學習提升民眾科學素養：以科學博物館教育為例。博物館學季刊，18(2)，129-137。
- 戴明鳳(2009)。Chladni Patterns(克拉尼圖形)。國立清華大學物理系科普教育網站。線上檢索日期：98 年 3 月 2 日，網址：

- <http://140.114.80.32/schoolpad/front/bin/ptdetail.phtml?Part=58&Category=20>
- 蕭瑞棠(2004)。博物館環境：另一種學習理念初探。博物館學季刊，18(1)，63-71。
- Daniilov, V. J. (1982). *Science and Technology Centers*. Cambridge : MIT Press.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D., 1992. *The Museum Experience*. Washington, D.C.: Whalesback Books.
- Falk, J. H., Koran, J. J., Jr. & Dierking, L. D., 1986. The things of science: Assessing the learning potential of science museums. *Science Education*, 70(5): 503-508.
- Hooper-Greenhill, E. et al., 2003. *Measuring the Outcomes and Impact of Learning in Museums, Archives and Libraries: The Learning Impact Research Project Paper*. Leicester: Research Centre for Museums and Galleries.
- Johnson, C., 2005. Science centers as learning environments: Defining our impact. *Dimensions*, November/ December, pp. 3-5.

MST 教學策略在科技教育之應用

- 以「有趣的吹泡泡遊戲」教學活動為例

朱耀明、莊淑芬

國立高雄師範大學工業科技教育學系副教授

國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士班研究生

摘要

本教學活動「有趣的吹泡泡遊戲」，運用 MST教學策略將數學概念、科學概念及科技概念相連結，希望透過吹泡泡活動的設計與製作，融入數學時間測量、長度測量、統計表等概念以及科學中溶解、空氣佔有空間、表面張力、光的反射等概念，使學生統整所學到的概念，從「動手做」(hands on)的過程中，發現問題，並發揮合作學習的功能，激發創造思考及解決問題的能力，以培養主動探索和研究的的精神，使兒童從遊戲之中，培養製作及設計能力，使科技素養獲得提升。

關鍵字：MST教學策略、科技教育、吹泡泡遊戲。

壹、前言

在傳統的數學及科學的教學中，常因只注重概念的形成與建立，無法和生活做有效的聯結，學生雖具備數學和科學的概念，卻無法活用於日常生活之中，而缺乏學習的興趣。因此，科技教育在連結數學與科學上，扮演著十分重要的角色。

自1980 年代開始MST教學策略受到重視(林坤誼、游光昭，2004)。MST 主題式科技教學活動，融合數學分析、科學探索及科技設計，統整科際間的整合教學，使抽象的概念與描述，在實際動手做的過程之中，能夠獲到印象深刻的實際驗證(侯世光，2005)。所以有效的應用數學、科學與科技的概念，能使學生在動手做的過程中，培養創造思考、解決問題、合作學習及統整等能力(林

人龍、游光昭，2005）。因此以MST為內容架構，配合問題解決為導向的教學方式，十分適用於自然與生活科技的教學（蔡齡華、陳振綱，2007）。

福祿貝爾曾指出，遊戲是兒童的生命，兒童的遊戲生活是人類行為的基礎要素。遊戲對低年級兒童而言，仍是學習的重要途徑。因此若能以遊戲的模式實施教學，使兒童能從遊戲的快樂情境之中「做中學」（Learning By Doing），必能有效的提高兒童學習的強烈動機，加深學習意願，主動學習進而達成教學目標。

泡泡在日常生活中，舉凡洗澡、洗頭、刷牙、洗碗、洗衣服隨處可見，和兒童的生活經驗息息相關；而吹泡泡所需的材料、工具簡便易得、製作簡單，所以吹泡泡遊戲常令小朋友愛不忍釋。因此本教學活動以吹泡泡遊戲，應用MST教學策略將數學概念、科學概念及科技概念相連結，希望透過吹泡泡活動的設計與製作，融入數學時間測量、數量估測、長度測量、形狀辨認、統計表等概念以及科學中溶解、空氣佔有空間、表面張力、光的反射等概念的相關知識，使學生在活動中統整所學到的概念，從「動手做」（hands on）的過程中，發現問題，並發揮合作學習的功能，激發創造思考及解決問題的能力，以培養主動探索和研究的的精神，使兒童從遊戲之中，培養製作及設計能力，使科技素養獲得提升。

貳、MST 教學模式

在美國紐約州『MST 資源指引』中，將MST 的教學模式分為三種課程設計架構（黃能堂、高長志，2004）：

- 一、連結型：科技教師將已學過的數學、科學概念融入科技活動中，透過課程主題作適當的連結，提供學生將數學、科學、及科技靈活運用於日常生活中的機會，培養統整能力。
- 二、協同型：數學、科學與科技三位教師合作進行協同教學，共同參與統整課程設計，並分別實施各科教學，提供學生將數學、科學、及科技靈活運用於日常生活中的機會，培養統整能力。
- 三、整合型：數學、科學與科技三位教師合作進行協同教學，將數學、科學與科技概念整合於課程活動之中，但是不強調數學、科學、科技分科的

知識，而著重在系統化的介紹與課程相關的知識，使三種概念能統整學習，運用於日常生活中。

本教學活動以吹泡泡遊戲為課程主軸，採取連結型的架構，融入已學過的數學及科學概念，使學生在活動的過程當中，能同時學習相關的數學、科學與科技的知識與概念，培養統整能力，期能靈活運用於日常生活之中，達到科際整合的教學目標。

參、MST 教學活動歷程

本教學活動「有趣的吹泡泡遊戲」，是透過吹泡泡遊戲的實施，在五彩繽紛滿天泡泡飛舞的情境中，先引起小朋友的學習動機，再從遊戲之中發現問題，利用科技設計系統來解決問題。經由分組討論，利用腦力激盪法（Brainstroming, BS），先提出許多想法，再從其中找出可行的方法後，經由不斷的探索、嘗試與改進，最後選用最佳方案來製造泡泡水及吹泡泡用具。從共同製作泡泡水及吹具的活動中，培養學生創造思考、解決問題、設計製作的能力及合作學習的態度。使和吹泡泡相關的數學概念、科學概念及科技概念相結合，而能將所學到的數學與科學概念實際運用到日常生活之中，讓理論和生活實務相互印証。希望以學習者為活動主體，配合探究及實作方式進行、設計與製作兼顧、知能和態度並重的精神來規劃課程，以達到主動學習、培養獨立思考、解決問題能力和團隊合作的九年一貫自然與生活科技課程目標。

一、單元名稱：有趣的吹泡泡遊戲

二、教學目標

（一）具體目標

1. 能了解時間測量、長度測量及統計表等數學概念。
2. 能了解溶解、空氣佔有空間、表面張力及光的反射等科學概念。
3. 能製造泡泡水及吹泡泡的用具。
4. 培養學生創造思考及問題解決的能力。

三、教學對象：國小二年級學生

四、教學時數：6 節課（一節40分鐘）

五、相關原理概念：

表1 MST相關概念一覽表

數學概念 (M)	科學概念 (S)	科技概念 (T)
1. 時間測量	1. 溶解	1. 製造泡泡水
2. 長度測量	2. 空氣佔有空間	2. 製造吹泡泡工具
3. 統計表	3. 表面張力	3. 創意與構想
	4. 光的反射	4. 問題解決能力

六、設備與材料

表2 教師及學生需準備的設備與材料

教師準備	學生自備
1. DVD播放器	香皂、洗碗精、洗髮精或沐浴乳 等家庭常用清潔劑
2. 教學影片	布丁杯
3. 不同溫度的水	攪拌用筷子
4. 不鏽鋼湯匙或小刀	各式粗、細吸管
5. 毛根	橡皮筋
6. 鐵絲圈	紙杯
7. 紗布	剪刀
8. 大澡盆	蠟筆
9. 甘油、蜂蜜或果糖	
10. 圖畫紙	

七、教學活動分析

本單元共分成「泡泡總動員」、「泡泡小達人」及「泡泡變變變」三個教學活動。

(一) 泡泡總動員

本活動目的在使小朋友從日常生活中，找出可用來製作泡泡水的材料、利用各種清潔劑調製泡泡水、探究加快溶解速度的方法及觀察比較清水和泡泡水二者間的差異。

1. 可鼓勵小朋友利用不同的家庭常用清潔劑如：香皂、洗碗精、洗髮精、沐浴乳等，因為清潔劑都含有界面活性劑，可減少水的表面張力而形成泡泡，因此皆可用來嘗試製作泡泡水。
2. 小朋友大多會準備液狀清潔劑，要探究如何加快溶解速度時，建議使用香皂固狀清潔劑，較能明顯分辨溶解速度。
3. 要將香皂切成小塊時，應先教導小朋友使用小刀的正确方法，並叮嚀注意安全。不會使用小刀的小朋友，可改用不鏽鋼湯匙慢慢將香皂刮下。
4. 比較泡泡水和清水二者間的差異時，老師可鼓勵小朋友仔細觀察，並特別提醒清潔劑不可食用，如不慎吸到時，需用大量清水漱口。

(二) 泡泡小達人

本活動讓小朋友利用腦力激盪法，分組討論「如何一次吹出許多泡泡」以及「如何吹出大泡泡」、分組製作吹泡泡的器具、並透過分組競賽的方式提高組員的團隊合作的精神。

1. 使用腦力激盪法時，應先指導小朋友暫緩批判，尊重他人意見，並鼓勵自由聯想，或參考別人意見後，再提出自己的新想法。
2. 二年級小朋友使用工具的能力有限，因此製作吹泡泡用具材料的選用應以安全、容易製作、材料容易取得為原則。
3. 科技創新並不容易，老師可先提供模仿製作的機會，再逐步引導。當創意與構想無法有效解決問題時，需引導小朋友重做思考與改進。
4. 先讓小朋友使用不同粗細的吸管嘗試吹泡泡，小朋友發現影響泡泡大小的關鍵因素後，再利用吸管、紙杯、毛根等材料，製作大管口的吹具。
5. 若無法察覺關鍵因素時，老師宜適時引導，使小朋友能享有成功的樂趣，成為繼續探索的原動力。
6. 利用自己製作的吹具，參加吹大泡泡比賽相當刺激有趣。小朋友在比賽

中發現問題，經過小組討論、不斷測試改良吹具，最後將紙杯與吸管兩種材料合併，做成吹大泡泡的吹具，大膽嘗試的精神值得鼓勵。

7. 泡泡不斷變大且破掉後消失於瞬間，對小朋友而言測量不易。可改成吹在附有量尺的切割墊上，泡泡雖然破滅消失，但切割墊上仍留有痕跡方便測量。

（三）泡泡變變變

本活動讓小朋友利用鐵絲圈體驗拉出大泡泡的快感，在驚呼連連中觀察所拉出泡泡的形狀，並探討泡泡形狀改變的原因、試著製作不同形狀的吹泡泡器具，看看是否能吹出不同形狀的泡泡。最後觀察泡泡表面的顏色及反射的影像，討論如何製作更富色彩的泡泡水，在圖畫紙上吹下各種顏色、大小的泡泡後，利用泡泡做創意聯想，發揮想像力，組合成一幅具創意的畫，展示作品並檢討分享。

1. 長柄的拉泡泡器具較易拉出大泡泡。鐵絲圈太細太軟不易拉出泡泡，可使用曬衣架做成圈圈使用。
2. 拉泡泡器具的邊緣可使用繃帶、毛線纏繞，且要緊密不能太薄。沾附的泡泡水較多，較易拉出大泡泡。
3. 添加少量甘油，除了能降低水溶液的表面張力使泡泡擴張到最大以外，也可以減緩泡泡膜表面水分的蒸發，有效延長泡泡破掉的時間。
4. 調配好的泡泡水，若能先放置幾個小時至一天，讓甘油分子在泡泡水中均勻分布，效果會更好。
5. 在此次教學中泡泡水比例為洗碗精：水：甘油 = 12：10：1，但因使用之清潔劑不同，可依實際狀況做彈性調整。
6. 不論是以何種形狀的毛根吹具，吹出的泡泡因受到表面張力的影響，都會把表面積縮為最小，剛開始時受重力影響呈水滴狀，但是到最後只能形成球體，而無法隨心所欲的吹出其他形體的泡泡。
7. 當泡泡越來越大時，表面張力小於地心引力，所以泡泡形狀就越不圓。
8. 泡泡形成之初表面顏色五彩繽紛最為美麗動人，隨著時間增長表面顏色亦隨之黯淡，最後泡泡亦隨之破滅，老師可提醒小朋友仔細觀察其變化。

9. 將適量的水彩加入泡泡水中，可在圖畫紙上留下彩色泡泡，做創意聯想，小朋友的學習興致高玩得非常愉快。唯泡泡破掉時，顏料亦隨之四濺而使衣服也留下痕跡，老師可提醒小朋友穿上圍兜或工作服，以免弄髒衣服不易清洗。
10. 吹泡泡遊戲結束時，需指導小朋友如何處理剩下的泡泡水，如洗碗盤、洗抹布、擦地板等，不要造成環境的污染。

八、活動情形及學習成果

(一) 製作吹泡泡用具及測試情形

		
<p>圖一 用毛根製作吹泡泡用具</p>	<p>圖二 將吸管剪開，做吹大泡泡用具</p>	<p>圖三 測試自製的吹泡泡用具</p>
		
<p>圖四 將吸管與紙杯合併，改良後的吹泡泡用具</p>	<p>圖五 泡泡不斷變大且瞬間即破，測量不易</p>	<p>圖六 用切割墊較易測量泡泡大小</p>

(二) 拉泡泡活動照片



(三)、「泡泡創意聯想」小朋友作品分享：



九、教學評量

教學評量的主要目的在瞭解學生的學習情形，是否能達成教學目標，以及做為教師教學改進的參考依據。「泡泡世界」教學活動的評量內容兼重形成性評量及總結性評量，評量層面包含認知、情意及技能三部分，評量的方式包括教師評量、自評及同儕互評。內容分述如下：

(一) 形成性評量

1. 教師評量：

教師依據學生課堂參與情形及態度表現，於上課時記錄，並進行評量。

2. 學生自評：

學生依據自己課堂的參與情形及態度表現，於每次上課時進行自我評量。

3. 同儕互評：

學生依據小組成員的課堂參與情形及態度表現，於每次上課時進行相互評量。

(二) 總結性評量

1. 教師評量：

(1) .學習單內容的正確性。

(2) .設計是否具創意性（獨創性、流暢性、精密性及變通性）。

設計是否具有效性（有效一次吹出最多泡泡及最大泡泡）。

(3) .小組成員間合作互動的情形。

表3 教師評量的百分比

評量項目	比例
1. 學習單	30%
2. 創意造型 (獨創性、流暢性、精密性及變通性)	20%
3. 有效性 (有效一次吹出最多泡泡及最大泡泡)	20%
4. 小組合作互動情形	30%

2. 小組互評：

(1) . 能利用自製的吹泡泡器具，有效吹出最多及最大泡泡。

(2) . 吹泡泡器具的創意造型。

肆、教學建議

在實施教學時，提出以下建議：

一、 了解學生的先備知識：教師在設計活動前，應對學生的先備知識有所了

解，以作為學習的基礎，使學生能擁有成功的經驗，而對教學活動充滿興趣。

- 二、蒐集MST相關的知識：教師在設計活動時，需蒐集與本活動相關的數學、科學與科技的相關知識，融入教學活動中。當學生在設計與製作的過程中遇到困難時，老師可適時的給予指導，協助學生解決問題。
- 三、教師的引導與鼓勵：教師的引導使學生發揮創造力，教師的鼓勵提供學生創作的原動力。因此，在設計與製作過程中，以學生為活動主體，教師需扮演引導者的角色，使學生能充分發揮其創意，並使MST之知識與技能產生連結而能靈活應用。
- 四、同儕間的技术移轉：創新不易，需不斷的嘗試和改進。同儕間若能相互討論，共同解決問題，利用技術移轉，可減少摸索時間達成目標。
- 五、達到最佳化：學生利用腦力激盪法，提出許多獨一無二具有創意的新構想，但是新的創作未必是有效而可行的方案，因此需有鍥而不捨的精神，不斷的研究改進，使能達到最佳化。
- 六、適當的教學環境：教學環境影響教學品質。此教學活動的地點宜選擇室外，以免因地板濕滑而產生危險。最好選擇無風的環境，風太大會影響泡泡的形成，且不易觀察。
- 七、評量的多元化：除了總結性評量之外，亦可以利用競賽、自評與同學間的互評，使評量多元化。

伍、結語

運用MST教學策略於教學活動中，學生不僅能習得科技方面的知能，更能與數學和科學的知識做適當的連結，並能實際運用於學習活動之中，對提高學習興趣與活用所學具有正面的影響。

本教學活動中，學生在此策略學習之下，在數學方面：學習時間測量、長度測量及統計表等概念。科學方面：學習溶解、空氣佔有空間、表面張力、及光的反射等概念。科技方面：學習製造泡泡水、製造吹泡泡工具、創意與構想及問題解決能力。學生能整合此三方面的概念，使所學不再是片段的知識而能實際運用於日常生活之中。

參考文獻

- 何宜軒、莊善媛（2005）。MST 教學策略運用在科技教育-以運輸科技「勇闖船世界」為例。生活科技教育月刊，38（8），73-105。
- 林坤誼、游光昭（2004）。透過中小學科技素養課程以培養學生創造力之探討。南大學報，38，15-30。
- 林人龍、游光昭（2005）。水平整合的思考：以MST 為導向的九年一貫生活科技課程設計。生活科技教育月刊，38（8），24-41。
- 周家卉（2007）。MST 教學策略在製造科技的應用 - 以風力車為例。生活科技教育月刊，40（5），14-30。
- 侯世光（2005）。透過創意設計活動強化生活科技的核心能力。生活科技教育月刊，38（8），1。
- 科學遊戲實驗室（無日期）。民國97年11月3日，取自國立台中教育大學科學應用與推廣系網頁：http://scigame.ntcu.edu.tw/Site1/big_bubble.html
- 黃能堂、高長志（2004）。MST 教學模式運用在國中生活科技課程中之研究。生活科技教育月刊，37（6），60-67。
- 葉富源（2002）。教學演示用肥皂泡、肥皂膜的製造研究。高雄市：國立高雄師範大學物理學系碩士論文。
- 蔡齡華、陳振綱（2007）。自然與生活科技的結合。生活科技教育月刊，40（6），2-11。

附錄

壹、教學活動設計

活動名稱	節次	教學內容	教學法	教學設備、器材
一、泡泡 總動員	第1節	<ol style="list-style-type: none"> 1. 討論日常生活中何處可以發現泡泡。 2. 觀賞「美麗的泡泡」VCD。 3. 討論製造泡泡水所需的工具和材料。 4. 從日常生活中，找出可用來製作泡泡水的材料。 5. 利用各種清潔劑調製泡泡水。 6. 觀察香皂等清潔劑在水中溶解的情形，設法加快溶解速度。 7. 仔細觀察泡泡水和清水，比較二者間的差異。 	討論 討論 發表 實作 探究 觀察 講述	DVD播放器、教學影片 香皂、洗碗精、洗髮精、沐浴乳 布丁杯 各式吸管 攪拌用筷子 不同溫度的水 不鏽鋼湯匙或小刀
二、泡泡 小達人	第2節	<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用腦力激盪法，分組討論「如何一次吹出許多泡泡」及「如何吹出大泡泡」的方法。 2. 從日常生活中，找出各種能吹泡泡的器具。 3. 分組製作吹許多泡泡及大泡泡的器具。 	討論 發表 示範 合作 競賽	泡泡水 布丁杯 各式吸管 紙杯 橡皮筋 剪刀

	第5節 第6節	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察泡泡表面的顏色及反射的影像。 2. 討論如何留下泡泡的色彩。 3. 製作更富色彩的泡泡水。 4. 利用彩色泡泡水，在圖畫紙上吹下各種顏色、大小的泡泡。 5. 利用泡泡做創意聯想，發揮想像力，組合成一幅具創意的畫。 6. 展示作品，檢討分享。 	觀察 討論 創意思考 實作 示範 創意思考 欣賞	泡泡水 布丁杯 攪拌用筷子 水彩 各式吸管 圖畫紙 蠟筆
--	------------	--	--	--

貳、學習單

一、泡泡總動員學習單

- (一) 想想看：在我們的日常生活中，有哪些材料可以用來製作泡泡水？
 有哪些材料可以用來製作吹泡泡的器具？

製作項目	使用的材料			
泡泡水	1.	2.	3.	4.
吹泡泡的器具	1.	2.	3.	4.

- (二) 試試看：小朋友，用什麼方法可以加快香皂溶解的速度呢？請你試試看，並將方法記下來。

加快溶解速度的方法		所需時間
1.		()分鐘
2.		()分鐘
3.		()分鐘

- (三) 比比看：小朋友請你仔細觀察，比較泡泡水和清水有什麼不同？請在正確的
 中打 v

比較項目	泡泡水		清水	
摸起來	滑滑的	澀澀的	滑滑的	澀澀的
看起來	混濁	透明無色	混濁	透明無色
聞起來	香香的	沒有氣味	香香的	沒有氣味

二、泡泡小達人學習單

(一) 做做看：小朋友請你利用吸管、紙杯、毛根等材料，設計出可以一次吹出許多泡泡，及可以吹出大泡泡的器具。請先將你的設計圖畫出來，再動手做做看。

製作材料	可以一次吹出許多泡泡	可以吹出大泡泡
1. 吸管		
2. 紙杯		
3. 毛根		

(二) 量量看：小朋友請在附有量尺的切割墊上吹泡泡，各組將泡泡大小記錄下來，再將三次泡泡的大小合起來，看看誰吹的泡泡最大。

姓名 成績	組員姓名				
	1.	2.	3.	4.	5.
第一次	()cm				
第二次	()cm				
第三次	()cm				
合計	()cm				
名次	第()名				

三、超級變變變學習單

(一) 吹吹看：小朋友請你先設計不同造型的吹泡泡器具，再利用毛根做出不同形狀的吹泡泡器具。吹吹看，能不能吹出不同形狀的泡泡呢？

設計吹泡泡器具造型	
1. 能吹出 () 形的泡泡 只能吹出圓圓的泡泡	2. 能吹出 () 形的泡泡 只能吹出圓圓的泡泡
3. 能吹出 () 形的泡泡 只能吹出圓圓的泡泡	4. 能吹出 () 形的泡泡 只能吹出圓圓的泡泡

(二) 畫畫看：小朋友請你利用彩色泡泡水，先在圖畫紙上吹出各種顏色、大小的泡泡後，再將泡泡做創意聯想。發揮你的想像力，把泡泡組合成一幅具創意的畫吧！

2009 數位學習創意與應用學術研討會

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

本研討會論文採線上投稿。徵稿稿件經大會審查委員審查結果，依發表形式分為口頭發表及壁報發表。請全國大專院校教師、高等教育研究人員、研究生、中小學教師踴躍參加研討會。故本研討會之主要議題如下：

數位學習與教學	數位典藏融入教學	數位學習平台系統
數位課程設計與創意	資訊融入案例教學	設計
教學	資訊科技融入教學與	數位資訊系統設計
網路教學與數位學習	學習	行動學習科技應用
網路學習社群	數位資訊融入課程教	Web2.0 教學應用
數位學習落差	材	其他相關議題
數位教學行動研究		
數位教材設計與應用		
數位學習與課程教材		
教法		

時 程	日 期
論文投稿截止	98 年 4 月 30 日(星期四)
審查結果通知	98 年 5 月 15 日(星期五)
完稿收件截止	98 年 5 月 24 日(星期日)
註冊報名日期	98 年 4 月 15 日至 5 月 31 日

詳細請參考網站：<http://kkp.nknu.edu.tw/teachercf/>

2009 中華民國系統科學與工程研討會

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

中華民國系統學會以提昇國內系統理論、推廣技術與其應用、提供資訊交換與經驗交流為宗旨。秉持這個宗旨，中華民國系統學會今年將於淡江大學舉辦全國性的系統科學與工程會議（National Symposium on System Science and Engineering, NSSSE），期望集合全國在系統科學與工程領域的精英，進行論文與學術研討，以達到資訊交換與經驗交流之目的。使系統科學與工程的進步帶動台灣產業競爭力之提昇、與產品之昇級。本次會議將匯集優秀之研討會論文，推薦並發表於 International Journal of Fuzzy Systems 期刊，充分提昇國內系統理論並推廣其技術與應用。故本研討會之主要議題如下：

1. Modeling and Simulation
2. System Applications in Business and Industry
3. Foundations of Information Systems and Technology
4. Biological Systems and Evolution
5. Medical and Health Systems
6. Decision and Control Systems
7. System Engineering Language
8. Communication Systems
9. Intelligent Systems
10. Agile System Engineering
11. Systems Complexity and Optimization
12. Social Systems and Social Change
13. Educational and Political Systems
14. Human Systems
15. Information and System Engineering Management
16. Industrial Organizing and Management
17. Traffic Science and Engineering
18. E-Commerce Systems

時 程	日 期
論文摘要截稿	2009 年 4 月8 日
審查結果通知	2009 年 4 月26日
完稿截稿日期	2009 年 5 月26 日
大會舉辦日期	2009 年 6 月26 日

詳細請參考網站： <http://www.ee.tku.edu.tw/nssse2009/index.php>