

## 電腦與教學

林弘昌

國立台灣師範大學工業科技教育系副教授

一九四二年，美國陸軍委託 Mauchly 博士和 Eckert 博士設計一部能夠快速計算砲彈彈道的機器，兩人於是在一九四六年以真空管製造出史上第一部電腦。隨著科技不斷進步，電腦的體積越來越小而功能卻越來越強大。在歷史上，電腦被應用在教學的活動可以追溯到九十年代初期的電腦輔助教學（Computer-Assisted Instruction，簡稱 CAI）。近幾年來由於電腦科技不斷地進步，各種超媒體、多媒體的內容令人目不暇給；而利用電子媒介的傳播來幫助學習者獲得與使用知識（即所謂 e-learning）的方式如「遠距學習」、「虛擬實境」、「網路科技」等亦不斷地推陳出新，使得電腦在教學上的應用也跟著產生變化。

Gagne (1988) 將教學定義為「促進學習者學習的一組活動。」更明白地說，教學是一種刻意安排的學習情境，使學習者能在特定的條件或情況下，產生預期的行為改變或反應，以達成教師所設定的目標。因此當利用電腦作為媒體或是輔具進行教學時，應該考慮如何發揮電腦的特殊屬性來設計教學活動，如教材的選擇、教學方法的規劃，以及教學情境的安排等，如此才能夠依據預定的目的進行，達到預期的成效，而這也是教學科技（instructional technology）所研究的範疇。

根據張俊彥（2008）的研究發現，學生本身偏愛的上課方式、以及老師所營造的學習環境，是影響學習成效的重要關鍵。由此可知，如果沒有精心設計的教學策略與適當的學習環境，電腦可能如同傳統的課本一般，只是傳遞教學內容的媒體，學生縱使身處在電腦的教學環境中，其學習效果將非常有限。

另外，蔡今中等學者（2008）分析了 2001-2005 這五年的期間在《電腦與教育》(Computers & Education)、《英國教育科技》(British Journal of Educational Technology)、《教育及教學革新》(Innovations in Education and Teaching International)、《教育科技研究與發展》(Educational Technology Research & Development)、《電腦輔助學習》(Journal of Computer Assisted Learning)等五份期刊所發表對電子化學習（e-learning）的認知有關的文獻後發現，教學策略、學習環境和後設認知是三項最熱門的研究主題。由此研究發現亦可了解教學策略和學習環境在電腦與教學研究領域中受到重視的程度。因此，在教學科技的領域中，思考如何運用電腦與網路科技的特性，探討出適切的科技學習模式及策略，以了解電腦對教學所產生的效果以及影響等，都將是電腦與教學重要的研究課題。

# 錨式情境教學法的靜像式情境教材設計

林弘昌

國立台灣師範大學工業科技教育系副教授

## 壹、前言

情境學習可以有效的提升學生的高階思考能力，並培養問題解決的能力。然而，情境學習在實際的應用上卻常遭遇到一些問題，例如教材發展困難、教學設備不足、電腦教室的電腦數量不足以致兒童必須輪流操作、情境理論難以實體化為教材等，使得一般教師對於情境學習教材的製作望之卻步，因而減少在情境教學實際教學中的應用（徐新逸，1999；黃郁雯，2005；陳慧娟，1998）。

因此，本文提出靜像式教材發展的模式，希望能夠簡化發展錨式情境教材的程序，讓老師能夠更容易設計錨式情境教學法所需要的情境式教材。

## 貳、錨式情境教學法

情境學習理論是最早是由 Brown, Collins 和 Duguid 等人所提出，他們根據 Vygotsky 的社會認知論，及對一般人認知活動的相關研究結果，提出認知是依歸於情境的，是文化及社會脈絡的產物，強調學習應在真實的情境中進行（Brown, Collins, & Duguid, 1989; McLellan, 1996；王春展，1996），以生活中可以接觸到的事物或現象中取材，讓生活情境問題作為學習的起點，透過實際的活動使學習者在真實的情境中學習知識、技能，並對知識建立合理化及有意義的詮釋。因此，情境學習應該提供一個較真實的學習情境，使學習者能夠在學習歷程中建構自己的問題解決策略，讓所學的知識不僅實用，且能夠類推到相關的情境中（邱貴發、鍾邦友，1993）。

此外，情境學習亦主張學生在互動的過程中建構知識，並使用知識，將學生由被動轉為主動（蔡錫濤、楊美雪，1996）。唯有透過實際情境，學習才可能發生。而今電腦科技的進步，情境學習能輕易將真實生活，逐一地呈現出來，更使得情境學習的教學設計有了進一步突破（楊正宏、莊麗月等，無日期），其中的錨式情境教學法（anchored instruction），便是利用影碟系統的互動功能建立影像情境教學教材，最受學者及教師的矚目。

錨式情境教學法是由美國范登堡大學 (Vanderbilt University) 的認知科技群 (Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 簡稱 CTGV) 所提出, 是一種以影碟呈現教學內容的情境教學方式 (CTGV, 1992)。錨式情境教學法利用互動式影碟系統建立一個大型的故事環境, 在故事中嵌入許多資訊, 經由學習者反覆的探索, 尋找出所需要的訊息, 藉此解決故事中所呈現的問題 (徐新逸, 1995a, 1995b)。錨式情境教學法希望能借重科技及多媒體呈現問題情境, 除了幫助啟發學生的「問題解決能力」外, 更強調透過學生親自操作的方式, 讓學生結合知識中所蘊含的實際意義, 使學生的知識能在類似的問題情境中派上用場, 達到舉一反三、學以致用的目標 (林和秀, 2005)。許多與情境教學有關的研究嘗試透過影像的方式塑造學習情境, 以探討錨式教學法的教學成效, 結果發現這種結合科技與情境式教材的教學方式在數學、理化、人文、語文等方面都獲致了良好的教學效果 (陳厚吉, 2003; 蔡宜芸, 2006; 黃建瑜, 1998; 徐新逸, 1996; 張敬宜, 2001)。另外, 國內外的研究結果亦指出錨式情境教學能有效提升學生的問題解決能力 (潘素滿, 1995; 徐新逸, 1995c; Edens, 2000) 及科學知識的應用能力 (黃郁雯, 2005; 張敬宜, 2001; Hechter, 2007)。

綜上所述, 可知錨式情境教學法確有其優點, 可以有效提升學習者的學習成效及問題解決能力, 但其所使用的教材在設計與發展的過程當中卻存在著一些技術上或是設備上的困難。學者徐新逸 (1998) 提到, 情境學習可運用現成之商業影片, 但不一定能夠符合教學的目的; 若自行拍攝影片, 則在拍攝的過程中, 除了需投入大量人力與時間之外, 後製的過程也需要經費與相關設備的支援。雖然近年來數位科技快速發展, 影片製作的相關軟硬體設備已相當普遍, 但是拍攝一部影片仍需花費許多時間與精力, 對於教學現場第一線的教師而言, 還是難以為了一個課程單元而去親自拍攝一部影片。

### 參、靜像式情境教材發展之理論基礎

傳統的錨式情境學習教材大都以影片素材剪輯而成, 為了簡化情境教材設計與製作的流程, 本文提出使用「照片」素材取代原來錨式情境教材中的「影片」素材以製作情境式影片, 作為呈現情境的主要媒材。故其概念為利用連續的「靜」止圖「像」來發展情境式影片教材, 簡稱為「靜像式情境教材」。發展靜像式情境教材所根據的理論基礎主要有以下三項:

### 一、一圖解千文

學者 Larkin & Simon(1987)認為，使用圖片來輔助教學，學生可以更快速且更輕鬆的進行學習。因為當學生使用文字進行學習的時候，需要從頭到尾看完一段文字，才可以理解其中的意義，而圖片則可以很快的找到所要運用的資訊，在理解上也比純文字更容易。例如 Winn(1993)所舉的一個家庭族譜的例子（如圖 1），學生在看右邊的圖形的時候，可以比看左邊的文字更快釐清家族之間的關係。因此，圖片表達概念的效果比文字更好，此即大家所謂「一圖解千文」的道理。

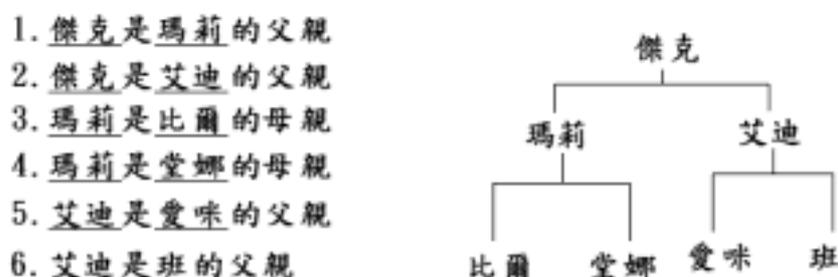


圖 1 文字與圖片所表達的概念的比較

資料來源：修改自 Winn(1993)

### 二、相片可以顯示日常生活中的情境

情境的創造方式不限於影片，許瑛瑄和廖桂菁（2002）即指出，以真實照片來輔助情境學習，有助於學生了解真實情景，加深學習印象等優勢。Hechter(2007)則認為照片可以輕易的呈現日常生活中的情境，並引導學生從照片中尋找並印證科學的原理。例如他運用湖邊風景照片中「水」的倒影現象來討論光線反射的概念（如圖 2），進而帶動學生主動拍照並討論科學原理的風氣。

許多研究均使用了圖片來幫助學生學習，王麗茹（2004）即指出，使用生字卡、圖片、實物等教具來幫助學生了解英文單字，可以讓學生加深情境印象，增加學習的興趣；而陳碧姬（2003）則是以動畫、照片、影片的方式來輔助學生進行情境式學習，用情境式學習與多媒體來教導原住民學生學習數學，有 92% 以上的學生表達了更高的學習興趣。



圖 2 利用湖邊倒影解釋光線反射的概念

資料來源：出自 Hechter (2007)

### 三、連續相關的圖片可以描述故事情境

漫畫是透過連續相關的圖片及文字來呈現內容的一種出版方式（許嘉晉，2006），其表現情境的能力比單純文字來得高（Pierson & Glaeser, 2007），能夠讓讀者具體地了解故事的劇情。相同的，相片也有異曲同工之妙，依據時間序列所拍攝的連續相片亦能夠表達故事的情節。但如欲以手工繪製漫畫的方式來製作靜像式情境教材，除需具備一定程度的美工能力外（王佳銘，2005），尚需耗費大量的時間，而數位相機的便利性恰可彌補此一缺點。數位相機除了使用上較傳統相機更為經濟、不需花費額外的底片成本外（蕭淑慧、游呈祥，2002），還能夠簡單而快速地得到製作教材所需的圖片素材，並忠實地呈現事物的樣貌（郭利德，2004）。

綜上所述，利用圖片或是照片來輔助情境學習有其使用上的優勢，而照片又比圖片來得真實生動。加上近年來數位相機的普及，幾乎人手一台，拍攝照片不但比繪製圖片更為隨心所欲，此外，自己拍攝的照片也無須擔心版權問題，可以更有效的運用在情境學習的教材設計當中。

### 肆、靜像式情境教材之設計流程

傳統的錨式情境學習教材設計是以影片為主要的素材，其教材發展採系統化教學設計模式，依照分析、設計、製作、評鑑等步驟進行（表 1）。本文參考原有錨式情境教材的設計流程，以照片素材取代原有的影片素材，運用漫畫的概

念，在影片剪輯軟體中依據時間序列安排連續性的照片，最後再輸出成為影片來呈現學習的情境，希望透過使用不同的素材能夠簡化教師在設計情境教材的流程。錨式情境教學法原來的影碟式情境教材設計流程以及本文所介紹的靜像式情境教材設計流程其間的差異情形請參見表 1。

表 1 錨式情境學習中所使用的影碟式情境教材和靜像式情境教材製作流程比較表

教材設計步驟	錨式情境教材發展流程	影碟式情境教材	靜像式情境教材
分析	理論分析探討	√	√
	訂定學科主題	√	√
設計	編寫故事腳本	√	√
	評估故事可行性(修改劇本)	√	√
	完成劇本及分類	√	√
製作	拍攝故事影片	拍攝影片技巧較高	拍攝相片較容易
	影片後製作業	剪輯影片較困難	在影像剪輯軟體中依據故事情節安排相片順序即可，較簡單
	配置影碟片	√	利用剪輯軟體所提供的節目選單功能製作
	擬定程式流程圖	√	不需要
	撰寫電腦程式	√	不需要
	測試程式(修改程式)	√	不需要
評鑑	教材評估	√	√

資料來源：參考徐新逸(1995：21)，筆者整理。

靜像式情境教材除了影片製作的流程較原來的影碟式情境教材簡化以外，製作靜像式情境教材時還需要注意以下幾項原則。除此之外，其他設計情境教材的原則與原來錨式情境教學法的教材設計原則是相同的。

- 1.故事內容是否具有教育價值。
- 2.以敘述故事的方式先後呈現相片，能創造出一個利於問題解決、內容豐富且有意義的學習情境。
- 3.故事發展的邏輯性。
- 4.相片中的景物能夠清楚交代故事發生的場景。
- 5.場景設計要考慮照片是否容易攝得。
- 6.相片之間加入適當的轉場。
- 7.掌握相片所呈現的故事節奏與重點。
- 8.以相片營造出情境後，適當的安排問題激發學生的思考。

## 伍、結語

錨式情境學習法所使用的影碟教材提供了學習者良好的學習情境，能夠充分發揮學習者的思考能力並培養問題解決的能力，但是在影片的拍攝及製作上較為複雜、困難，並非一般的教師都有能力可以自行設計及製作。有鑒於此，本文參考錨式情境教學法的情境教材設計流程，提出「靜像式情境教材」的發展模式，利用相機拍攝相片並製作錨式情境教學法所需的情境教材。

對於製作靜像式情境教材所使用的素材而言，相片內容能夠呈現的自由度較大，使用上受到的限制較小，可以配合教師的教學內容製作成教材。此外，照片在製作上比起影片要來得省時省力，且技術門檻較低，僅需於拍照後，利用影片剪輯軟體依據故事的情節安排相片呈現的順序，然後加上文字、音樂等素材後即可輸出成為教學影片。但靜像式教材所營造的情境能否成功，與教材製作者設計教材的技巧與經驗仍有直接的關係。

總而言之，筆者就歸納以上所述以及實際發展情境教材的經驗與心得，本文所介紹的靜像式情境教材具有以下的優點，值得有興趣實施錨式情境教學的教師參考運用：

- 1.數位相機的普及讓相片素材的取得及傳遞更加容易。
- 2.如為自己所拍攝的相片，使用上沒有版權的問題。

- 3.製作上較為節省時間。
- 4.製作設備價格降低。
- 5.製作技術門檻降低。
- 6.根據教材需要，教材設計者可決定教材複雜程度。
- 7.靜像式情境教學影片可輸出成為串流檔案格式，透過不同的網路教學平台呈現，教材可具多樣性。
- 8.如使用紙本式的靜像式情境教材，不需在電腦教室也可實施教學。

**參考書目**

## 一、中文部分

王佳銘 (2005)。漫畫式分格語言在動畫的研究創作。國立臺灣藝術大學多媒體動畫藝術研究所碩士論文，未出版，台北縣。

王春展 (1996)。情境學習理論及其在國小教育的應用。國教學報，8，53-71。

王麗茹 (2004)。瑞亭國小英語教學分享。2007年12月27日取自

<http://www.lles.tpc.edu.tw/~englishgov/englishgov-25/raiting.htm>

林和秀 (2005)。悅數，躍數 - 應用錨式教學法在國小數學障礙學童之個案研究。國立臺南大學特殊教育學系碩士論文，未出版，台南市。

邱貴發、鍾邦友 (1993)。情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計，台灣教育，82 (6)，23-29。

徐新逸 (1995a)。如何借重電腦科技來提昇問題解決的能力？ - 談「錨式情境教學法」之理論基礎與實例應用 (上)。教學科技與媒體，20，25-30。

徐新逸 (1995b)。如何借重電腦科技來提昇問題解決的能力？ - 談「錨式情境教學法」之理論基礎與實例應用 (下)。教學科技與媒體，21，47-51。

徐新逸 (1995c)。「錨式情境教學法」教材設計、發展與應用。視聽教育雙月刊，37 (1)，14-24。

徐新逸 (1996)。情境學習在數學教育上之應用。教學科技與媒體，29，13-22。

徐新逸 (1998)。情境學習對教學革新之回應。研習資訊，15 (1)，16-24。

徐新逸 (1999)。情境教學中教師教學歷程之俗民誌研究。教育資料與圖書館學，36(4)，420-435。

張敬宜 (2001)。多元學習情境教學模組之研發 - 以「二氧化碳」主題為例。科學教育學刊，9(3)，235-252。

許瑛珺、廖桂菁 (2002)。情境式網路輔助學習環境之研發與實踐。科學教育學刊，10(2)，157-178。

- 許嘉晉 (2006)。運動漫畫閱讀對學童運動價值觀與休閒運動參與影響之研究 - 以《灌籃高手》為例。大葉大學休閒事業管理學系碩士論文，未出版，彰化縣。
- 郭利德 (2004)。2030年數位生活情境分析-數位攝影裝置新興應用之研究。國立交通大學管理學院科技管理組碩士論文，未出版，新竹市。
- 陳厚吉 (2003)。數學步道對國中生數學學習的成效研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 陳碧姬 (2003)。一個多元文化取向的原住民雙語數學學習網站的建構與研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (NSC 92-2521-S-214-001)，義守大學。高雄市。
- 陳慧娟 (1998)。情境學習理論的理想與現實。教育資料與研究，25，47-55。
- 黃建瑜 (1998)。國中理化教師試行合作學習之行動研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 黃郁雯 (2005)。情境式問題導向融入教學對國小六年級學童科學概念及科學態度之影響。國立台北師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 楊正宏、莊麗月 (無日期)。情境學習於防疫輔助教學。2007年12月15日取自 [http://210.240.187.63/teaching/2003summer/onlinetest/ICCAI2003/pdf/B5\\_2.pdf](http://210.240.187.63/teaching/2003summer/onlinetest/ICCAI2003/pdf/B5_2.pdf)
- 潘素滿 (1995)。錨式情境教學法對問題解決策略運用之實證研究。私立淡江大學教育科學系碩士論文，未出版，台北縣。
- 蔡宜芸 (2006)。中等學校小說情境教學研究。國立高雄師範大學國文教學研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 蔡錫濤、楊美雪 (1996)。情境式學習的教學設計。教學科技與媒體，30，48-53。
- 蕭淑慧、游呈祥 (2002)。數位照片處理技巧。台北市：學貫。

## 二、外文部分

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning.

*Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992). The Jasper Experiment: An

exploration of issues in learning and instructional design. *Educational Technology*

*Research and Development*, 40(1), 65-80.

Edens, K. M. (2000). Preparing problem solvers for the 21ST century through

problem-based learning. *College Teaching*, 48(2), 55-66.

Hechter, R. P. (2007). An alternative method of revision. *Physics Education*, 42(1), 12-14.

Larkin, J. H., and Simon, H. A., (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand

words. *Cognitive Science*, 11, 65-99.

McLellan, H. (1996). *Situated learning perspectives*. N.J.: Educational Technology

Publications.

Pierson, M. R., Glaeser, B. C. (2007). Using comic strip conversations to increase social

satisfaction and decrease loneliness in students with autism spectrum disorder.

*Education and Training in Developmental Disabilities*, 42,4,460-466.

Winn, W. (1993). *An account of how readers search for information in diagrams*.

*Contemporary Educational Psychology*, 18, 162-185.

# 以電腦建構模型作為學習工具

楊宏仁

國立高雄師範大學工業科技教育學系教授

## 壹、緣起

學習是心智的活動，知識、技能、情意三者的學習都賴有效的輔助，以透過認知思辨、操作精熟以致於情境感悟來促成學習(Mills, Bradley, Woodall, & Wildermoth, 2007)。

在人類發展的過程中，科技扮演了重要的工具角色；人類利用科技來擴展能力而解決問題、獲得控制，並增進工作上的效率，然而，效率的提升並不是唯一的貢獻，強大的工具角色改變了社會的文化，除了讓社會廣為接受，也進而促成了人的行為演進(Sajid, Lipson, & Telder, 1975; Sanchez & Flores, 2008)。

紙張的發明與普及就是一個實例，有了紙張人類的心理表答成圖文，進而記錄與流通人的思想，讓人類可以將心智的創作具文化的記錄下來，促進溝通與交流。

新世紀的教育在於加強思考的效能，重視概念與複雜思考的養成，電腦在認知解構的過程中，扮演著學習工具的角色(Rivera, Galarza, Entz, & Tharp, 2002)。

## 貳、學習取向與電腦建構模型

Andersin 與 Krathwohl 等人(2001)提出知識的養成是學習的主要取向，知識的性質上分為

1. 事實知識
2. 概念知識
3. 程序知識
4. 後設認知知識

- 事實知識又細分為：1.1 術語的知識、1.2 特定細節和 1.3 元素的知識；
- 概念知識又細分為：2.1 分類和類別的知識、2.2 原理和通則的知識、2.3 理論/模式/結構的知識；
- 程序知識又細分為：3.1 特定學科的操作或演算知識、3.2 特定學科技術與方法知識、3.3 運用規準的知識；
- 後設認知知識：4.1 策略知識、4.2 認知任務知識、4.3 自我知識。

在認知歷程向度則可區分為：1.記憶、2.了解、3.應用、4.分析、5.評鑑、與 6.創造。(Andersin & Krathwohl, 2001)；電腦在這樣的學習取向上可以供給學習者良好的輔助功能。

比如在記憶認知歷程上，是指學習者從長期記憶中提取相關知識。記憶認知歷程又可區分為兩個認知任務歷程：1.1 再認：搜尋長期記憶，找出與呈現資訊一致或近似的知識。1.2 回憶：當提示(問題)出現，從長期記憶中提取相關知識；電腦上事實的紀錄，可提供學習者記憶活動上的輔助。

了解認知歷程是指學習者從教學訊息(在課堂中、在書本中或電腦螢幕上的口語、書面與圖形訊息)中創造意義；建立所學新知識與舊經驗的連結。了解認知歷程又可區分為七個認知任務歷程：2.1 詮釋：在不同知識表徵間轉換。從文字到另外文字間轉(轉述)；圖畫到文字；文字到圖畫。2.2 舉例：對一般概念或原則知識，給一個特定的例子。舉例涉及：指認出一般概念或原則的定義性特徵；使用這些特徵來選擇或建構一個特定的例子。2.3 分類：指認出某物(特定的例子)隸屬於某一特定類目(概念或原則)。分類涉及：偵測出相關特徵或組型，使其匹配於示例與概念或原理之間。2.4 摘要：對所呈現的資訊，提出單一陳述來表徵，或提取出一個主題。2.5 推論：是從一系列的示例找出一個組型。藉由登錄相關聯的屬性與注意到示例間的關係，進而抽取出一個概念或程序知識。2.6 比較：指認兩個或多個實體(物件、事件、想法、問題或情境)間的異同，乃致於能找出一個新學事物與已知事物之間的一對一關係。常與推論與實行並用。2.7 解釋：能建構及使用現象系統中因果模式。

電腦模型化的功能，能提供這七個認知歷程紀錄與操作文字與圖形上的詮釋、例舉、分類、摘要、推論與比較等程序的輔助。

在知識的性質上，學習者能藉由電腦能輔助對所學習的知識進行下列學習活動：事實的紀錄、關係的解構、程序的演練、反思與辯證。而透過模型建構，電腦的輔助可概分為下列五類：

1. 靜態檔案資料
2. 動態系統模型
3. 知識組織
4. 交談互動
5. 知識建構

### 參、透過電腦進行複雜思考學習

電腦對學習的輔助，在複雜思考上有直接的輔助作用，其工具類型可略分為：

1. 知識組織工具
2. 知識建構工具
3. 動態模型工具
4. 交談互動工具

以下茲就各工具進行說明：

#### 一、知識組織工具

資料的記錄與組織是一般數位化過程對學習者最基本的運用，透過數位的技術將圖文資料存入電腦中，鍵盤、掃描文字辨識、線上擷取、下載檔案等方式，學習者都能將資料蒐集到電腦上；在電腦上經過文字編輯軟體，資料在學習者的瞭解下，依據學習者理解的關係結構化為資訊，再經過類型的認知而結構化為知識。

知識組織的工具代表性的產品有 Inspiration、Mindmanger 與 Cmap tools 等，能提供使用者在概念圖的繪製與修正。這類工具的主要功能在於學習者能透過操弄圖示與文字區塊，探索、理解資料的關係與資訊的類型，如圖 1 所示。

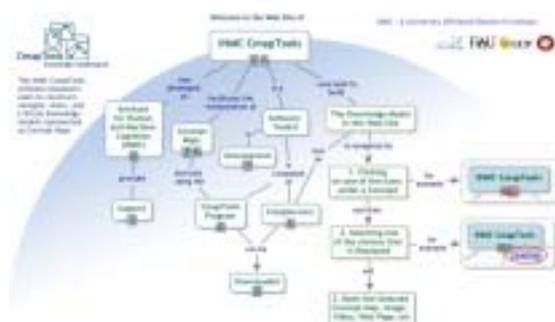


圖 1 Cmap Tools 使用於知識組織輔助應用的畫面

## 二、知識建構工具

知識是經由學習者主動參與設計而獲得的，當學習者的角色不再是單向的接受，而轉換為建構與規劃自己知識的時候，學習者要面對分析、詮釋與組織自己的個人知識的挑戰，電腦可以透過便利的圖文編輯功能，讓知識建構者隨心所欲的將多媒體資源與超連結來協助知識的建構。

透過素材的擺設與增修，學習者可將資料、資訊與基本的詮釋註記順利的擺置於電腦上，透過視覺的與聽覺的數位資訊，學習者可快速有效的將個人支是件夠的過程在電腦上進行處理與紀錄，透過超連結的運用，關係與結構能依照學習者的認知有意義的建立起來。

知識建構的工具代表性產品有網頁編輯軟體、論壇與部落格等。這些工具提供學習者將多媒體整合起來，以超連結的方式、互動討論的方式、屬性標籤(tag)等方式，將關係與類型具體建構起來，反映出學習者的知識結構。

### 三、動態模型工具

動態模型工具能輔助學習者對資料、資訊與知識間的因果關係進行操作與辯證，透過量化的數據關係或網絡化的圖形關係，透過視覺的模擬操作來建構學習者對特定知識的理解，結合統計模型對資料進行探勘；另外可程式化的特性，使得這類工具能透過演算來將模型傳達動態狀態，促進學習者對知識建構的理解。

動態模型工具代表性的產品有 Excel、Model-It、Clementine、Authorware 等，在規則與演算的設定下，可靈活的與圖示結合，可用於表達、反映資訊的動態特性，如圖 2。

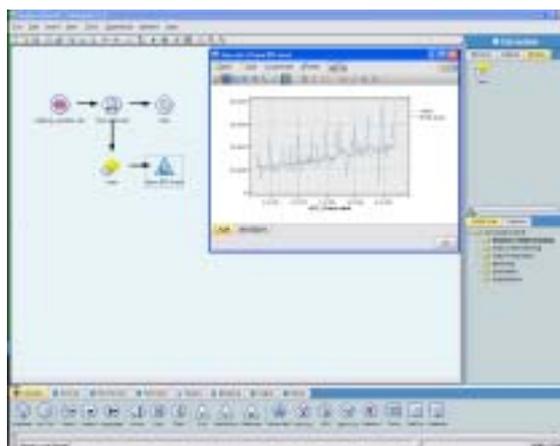


圖 2 Clementine 提通動態模型探索知識的模型與分析畫面

### 四、交談互動工具

對學習而言，空間常是學習的障礙，學習過程中互動常因同儕或教師無法聚集一堂而中斷，而電腦網路的連結與交談互動模型的建立，可充分的提供學習過程互動的需求，除了能互動外，精確的紀錄線上的知識流轉是促成良好反思的基礎。

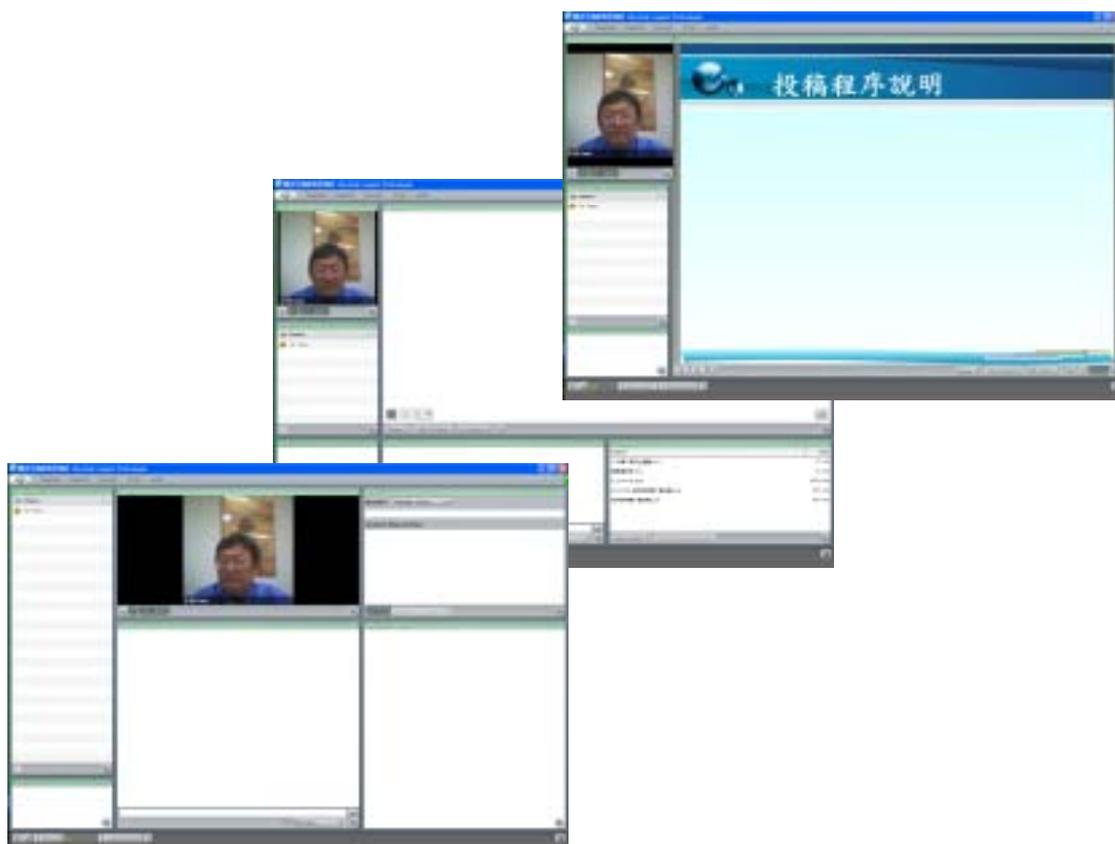


圖 3 Connect Professional Server 提供互動模型機制的畫面

這類工具的代表系統如 Adobe 的 Connection Server，提供學習者網路間互動的模組，視訊影音、白板互動、鍵盤對談、議題投票、檔案分享、教材播放及錄影等即時通訊互動交談的機制，如下圖 3 中，可建立各種線上互動交談模型，供學習者使用。

#### 肆、結論

本文介紹了學習的取向與電腦建構模型的概念，以及各輔助工具如何運用於複雜思考，而對學習者能有所貢獻。

有了電腦模型工具，學習者能主動使用模型分析、分類、確認假設、找尋關聯來發展創意與進行批判思考；透過資料、資訊的圖文結構，進行對照、對比、邏輯思考、推論與因果辯證等作業與記錄。

學習者的認知階段可透過概念圖與資料庫有結構的進行整合與分析,以對學習者有意義的過程提供輔助,在學習者對資料的理解下,電腦模型提供了輔助批判思考的機制,交談互動模型的輔助提升了學習者間溝通與相互辯證的管道,同步與非同步的溝通模型,促進了學習者間的合作互助與反思的機會,也進一步的整合了電腦學習輔助功能,為新世代的學習焦點:思考效能,提供了發展的基礎。

### 參考文獻

- Andersin, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. : Addison Wesley Longman, Inc.
- Mills, P. C., Bradley, A. P., Woodall, P. F., & Wildermoth, M. (2007). Teaching histology to first-year veterinary science students using virtual microscopy and traditional microscopy: a comparison of student responses. *J Vet Med Educ*, *34*(2), 177-182.
- Rivera, H. H., Galarza, S. L., Entz, S., & Tharp, R. G. (2002). Technology and pedagogy in early childhood education: Guidance from cultural-historical-activity theory and developmentally appropriate instruction. . *Information Technology in Childhood Education*, *1*, 173-196.
- Sajid, A., Lipson, L. F., & Telder, V. (1975). A simulation laboratory for medical education. *J Med Educ*, *50*(10), 970-975.
- Sanchez, J., & Flores, H. (2008). Virtual mobile science learning for blind people. *Cyberpsychol Behav*, *11*(3), 356-359.

# 整合 TRIZ 設計教學和網路同步學習環境的創新教學

## 規劃之探討

\*張玉山、\*\*林建志

\*國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

\*\*國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

### 壹、前言

設計教學是科技創新的基礎，由專利發明經驗所發展出來的TRIZ 設計方法，著重在解決科技與工程問題。如果能將其融入於設計教學中，應更能建立一套系統化、更有效率的創意設計教學。TRIZ 設計方法是 Altshuller 與團隊針所提出，其主要功能是縮短發明時間，以突破性思維建構流程，應用39項參數分為六大群組(物理或幾何、資源或功能、害處或操控)，並以矛盾矩陣表提供在何種情況下使用何種發明原則的資訊。運用此功能可避免許多人力物力的浪費，並可刺激人們的創新思考。

而網路同步教學，是網路時代的創新學習環境，除了網路的跨越時空及虛擬情境，在同步化的學習中，除了既有的即時資訊提供，人際同步互動的功能，也營造了嶄新的學習情境，應能展現出另一種學習的效果。

本文將探討整合TRIZ 和網路同步學習環境的理論重點，藉以提出在網路同步學習環境中TRIZ 設計教學的建構原則，作為教學應用之參考。

### 貳、網路同步學習的特性

由於寬頻網際網路的普及，加上網路學習平台與同步視訊會議系統等應用軟體在技術上不斷的研發及改進，讓網路教學的環境已經達到相當成熟穩定的階段，在非同步互動方面可以採用討論版的方式來進行，而就「同步」而言，可以採用即時的文字、語音，甚至影音的方式來進行討論。因此，網路同步學習勢將為傳統教學帶來創新變革。

多數教師對於運用科技來進行線上即時教學是抱持著保留的態度的，主要的原因在於科技操作的相關技術上，會遭遇到一些挫折（汪承蓉，2004）。但是，由於網路學習平台與同步視訊會議系統等應用軟體在技術上不斷的研發及改

進，加上寬頻網際網路的逐步普及，讓網路教學的環境已經達到相當成熟穩定的階段(施富川，2005)。這其中也包含網際網路以驚人的速度成長，上網人數大幅地增加，大量多媒體資訊，在資訊的高速公路上快速的流通。和傳統的書本平面媒體或是電視廣播電子媒體相比，它所能帶給人們的是更新、更即時、與更豐富的知識。網際網路提供多樣性的服務，透過WWW我們可以瀏覽來自世界各地各個組織、機構、公司甚至是個人所建立的網站，獲得自己想要的資料。利用E-mail、BBS、News，使用者可以和世界上的其他使用者以非同步的方式互相聯絡、討論特定的議題，而IRC、ICQ、MSN、NetMeeting等聊天室與視訊會議，更能讓多人進行同步的溝通。

網路同步學習提供了傳統教學以外更有效率的學習機會，可以不受時間和地點的限制，因此在教學及推廣上具有一定的優勢。不過，網路學習雖有諸多優勢與特色可彌補傳統教學的限制和不足，但陸續也有研究指出使用網路學習若沒有注意相關因素，其實可能會令學生產生學習沮喪、疏於時間管理、甚至學業成績退步的問題(Kubey, Lavin & Barrows, 2001)。故研究者針對國內對於網路同步學習的優點和缺點的想法整理如表1(陳文森，2003；陳一明，2005；Park & Bonk，2007a、2007b; Barclay,2008)。

表1 線上同步學習優劣表

線上同步學習的優點	線上同步學習的缺點
對 學 習 者 而 言:	
1. 容易讀取。 2. 教材可重複使用。 3. 學習者擁有獨立學習的機會。 4. 增加學習者獨立學習的自律性。 5. 使用介面更加個人化。 6. 避免在網狀結構的資料中迷失方向，導致學習挫敗。 7. 學習者便於即時回饋、互動、溝通及討論交流訊息。	1. 學習者必須具有電腦操作和網際網路運用的基礎。 2. 大量資訊閱讀使個人認知超載。 3. 對偏遠地區及學習障礙者運用網路仍是問題，數位落差嚴重。 4. 偏重知識之傳授，忽略教育應該包含學生人格之培養，尤其是中小學生。 5. 較難因應個別差異的學習速度與需要。 6. 學習時段固定，缺乏選擇性。

8. 學習者的印象因文字、圖形、聲音、影像等多媒體而加深。 9. 獲得更多元的觀點 10. 提高出席互動的頻率 11. 提供情緒與精神上的支持。	
對 教 學 者 而 言:	
1. 課程的操作品質優質化。 2. 推廣因上線簡便而變容易。 3. 教學應用範圍因虛擬實境發展更為寬廣。 4. 可以利用後端資料庫，整理學生學習資訊。	1. 互動式教材不足。 2. 因缺乏肢體行為線索而阻礙溝通。 3. 部份教師缺乏新科技相關技能而產生懼怕心理。 4. 軟硬體更新之快速加重教學者之負荷，無形中降低了教學品質。
對 學 習 內 容 與 環 境 而 言:	
1. 網上資料豐富使資料檢索容易性。 2. 學校資源共享，學生學習機會上升。 3. 網站上的資料更新快速。 4. 可推展為網絡社區教學。	1. 需要高科技引導高頻寬，所需花費經費相對龐大。 2. 較少言語溝通，將可能產生社會疏離或造成被動心態。 3. 需人力現場支援。

資料來源：本研究整理

### 參、TRIZ 設計教學歷程

設計教學是科技創新的基礎。英國的財經部也指出，創意是新點子的激發，不管是新的發明或新的應用方式；創新是對新點子加以開發應用(exploitation)，將新點子化為新產品、新服務、或是新的企業運作模式；而設計就是創意與創新中間的橋樑，它將新點子予以具體化、務實化(the United Kingdom's economics and finance ministry, 2005)。因此，有效的設計教學應該能鼓勵學生激發創意，並將創新的點子加以具體呈現。

TRIZ 為俄文Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch 之縮寫，英文譯為Theory of Inventive Problem Solving (TIPS)，其意義為「創新發明問題解決理論」，是蘇聯發明家兼工程師Genrish Squlovich Altshuller (1926 1998) 與

他的團隊，從專利文件的分析，所發展而成的一套方法（Altshuller，1999）。Altshuller在閱讀了大量專利後，注意到這些獨立的專利中，存在一些解決問題的通用模式，進而認為，假使這些發明原則，能加以確認與整理，並用來教導從事發明者，將更有助其發明過程。

Altshuller 與他的TRIZ 團隊針對TRIZ所進行的50年的研究中，提出很多發明創新之問題分析工具與解題工具，一般泛稱為TRIZ 技法。例如：39 矛盾衝突（Contradictions）矩陣與40 創新解題原則（Principles）、76 標準解決方法（Standard Solutions）、物質—場分析（Substance-field）、8 種演化類型（Evolution of Technological Systems）、技術效應等（Technological Effects）。目前TRIZ 技法已漸為世界各國所重視，紛紛為工業界採用，例如：美國克萊斯勒公司、福特公司、通用公司、全錄公司等，也受學術界所引用，並發展相關軟體例如：IWB、TechOptimizer 等，協助工程師應用TRIZ 開發產品（鄭稱德，2002）。

### 一、TRIZ 的基本論點

Altshuller 從1965 年到1969 年的研究之後，發現只有4萬個專利具有創新性，其他的都是改良而已，因此他將創新性問題劃分成五個等級（Altshuller，1999）：

第一級—解決方法明顯：只是應用本身專業領域熟悉的知識（佔32%）。

第二級—改進：要求系統相關領域內，不同方面的知識（佔45%）。

第三級—現有系統本質上的改進（解決矛盾）：要求系統相關領域外的知識（佔19%）。

第四級—是基於改變基本功能和進行原理，用突破性概念和技術，發展現有系統的新一代構想：要求不同科學領域的知識（低於4%）。

第五級—發現：一個本質上全新系統的發明或科學發現（低於0.3%）。

對於第一級，Altshuller 認為不算是創新，而對於第五級，他認為「如果一個人在舊的系統還沒有完全失去發展希望時，就選擇一個完全新的技術系統，則成功之路和被社會接受的道路，是艱難而又漫長的，因此發明幾種增進的改

進，是更好的策略」，他建議將這兩個等級排除在外，TRIZ 工具對於其他三個等級創新作用更大。其中，第二、三級稱為「革新」(innovative)，第四級稱為「創新」(inventive)。

## 二、TRIZ 的解題步驟

應用TRIZ解決創意性問題的流程，首先從問題的分析開始。問題分析主要包括了確認最後理想化結果、確立矛盾衝突區、系統功能分析及系統可用資源，其中的功能分析可依實務上的應用，細分為「技術系統分析」與「技術流程分析」兩大類。所遭遇的問題經過確認後，將這些問題詳細的整理記錄下來，再進行屬性分類找尋相對應的解決工具，在找到確認的解決方案後，接著就必須針對這些解決方案進行評估，最常用的作法是採用Pugh's Concept Selection Method來進行解決方案的比較評估，以達成問題解決的目標，如圖1。

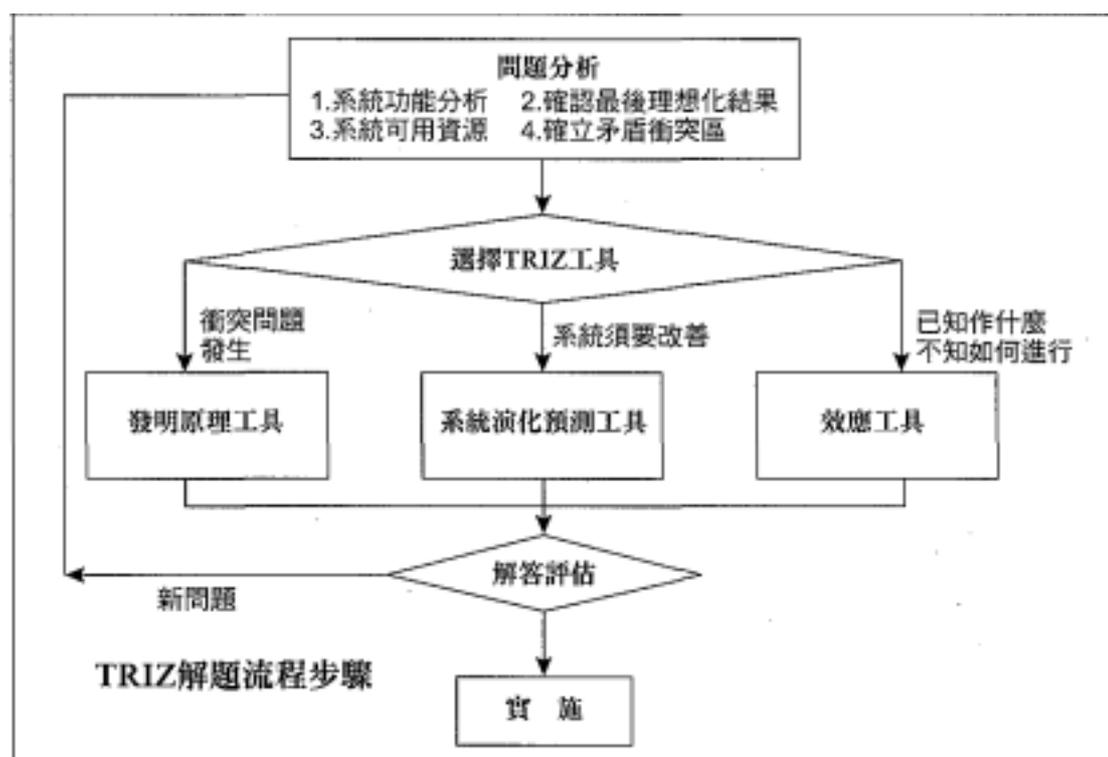


圖1 Pugh's Concept Selection Method

資料來源：曾念民(2004)

「問題分析」包含的四個項目，分別為 1. 系統功能分析；2. 最後理想化結果；3. 系統可用資源；4. 確立矛盾衝突區，將這四點進行說明(莊錦賜, 2001；

莊錦賜，無日期)：

1. 系統功能分析：分析系統、次系統及其元素，以功能運作格式加以分析修整，其目的在檢驗每一功能是否需要，又是否為系統中其他元素所能取代。如此將可突破傳統設計，降低成本及產品複雜性。
2. 最後理想化結果：一個設計或製程發展，從某一起始點向最後理想結果之演進，一般稱為理想性，它可用價值方程式表示如下：

$$\text{理想性 (I)} = (\Sigma \text{利益}) - (\Sigma \text{成本} + \Sigma \text{損失})$$

目前引用雙正矩陣作為分析工具，其步驟如下：

- a. 列出競爭系統。
  - b. 找出對立系統。
  - c. 建構雙正矩陣。
  - d. 敘述技術衝突。
  - e. 敘述欲達成之最後理想系統。
3. 系統可用資源：確認可利用之事務、能源、資訊，及其他在系統內或附近可取得之元素，與現有系統元素組合，加以改善。
  4. 確立矛盾衝突區：其目的在找出真正問題發生原因，此處所指之區域，一般為問題發生之操作時間與空間，換言之，必需知道抵觸發生真正地方與真正時間。

### 三、TRIZ 的工具

TRIZ 的主要方法與工具共可分為四種：(一) 39 矛盾矩陣與40 創新解題原則；(二) 物質、場分析與76 項標準解決方法；(三) 科學與技術效應數據庫；(四) ARIZ (姜台林，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002)。以下分別對這四種方式做一說明。

#### (一) 39 矛盾矩陣與40 創新解題原則

Altshuller 在觀察了大量的創造發明相關問題後歸納出一個重大發現，那便是「技術矛盾」。所謂的技術矛盾的存在是因為當嘗試去改進一個技術系統參數

A 時，會使得參數B 惡化，例如減少一個產品的厚度而使得它更輕薄，卻使得這個產品變得更易損壞，如果改用更好的材料，卻又會使成本增加...等等之類的問題。TRIZ 追求的是如何消除衝突，因此Altshuller 針對最具創意的40,000研究中，歸納出39個參數所產生的技術矛盾特徵，並將此列成一個矛盾矩陣。為了解決這些矛盾，他總結出40 個創新解題原則，分別針對每個矛盾衝突，給予幾項建議原則，直接選用相關原則，就可以找到解決問題的辦法。。

除了技術矛盾，TRIZ 還定義了另外一種矛盾—物理矛盾，所謂的物理矛盾是指在技術矛盾中，當增加一個有利變化參數A ，同時造成一個不利變化參數B 減少，假設只有一個可以改變的參數C，在某些情況下希望它增加，在某些情況下卻希望他減少，Altshuller把這種發生在一個參數本身的矛盾情形稱作物理矛盾。例如，軟體本身需要許多複雜的功能和選項，但同時卻又應該讓使用者容易和方便使用。（姜台林，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

## （二）物質—場分析（Substance – Field Analysis）

Altshuller提供了另一個用於分類創新問題和運算子的系統，稱之物質 - 場理論（Substance and Field Theory），或簡稱「Su-Field」。物質—場分析是TRIZ對於現有技術系統相關問題，建立模式的重要工具。技術系統中最小的單元由兩個元素，以及兩個元素間傳達的能量組成，執行一個功能，Altshuller把功能定義為兩個物質（元素 $S_1$  和 $S_2$ ）與作用於它們中的場（能量 $F$ ）之間的相互作用，也即是物質 $S_2$ 通過能量 $F$ 作用於物質 $S_1$ ，產生的輸出（功能）。物質 $S_1$ 、 $S_2$ 可以是任何複雜程度的對象。為了快速構造物質—場模式，並解決基於技術系統演化模式的標準問題，TRIZ提供了76 個標準建模和解決方法，並將這些方法分為五類：

類別1.建立或破壞物質場。

類別2.開發物質場。

類別3.從基礎系統轉換到大系統或小系統，以至於微觀層次。

類別4.度量或檢測技術系統內一切事物。

類別5.描述如何在技術系統引入物質或場。(修改自曾念民)

發明者首先要根據物質—場模型，識別問題的類型，然後選擇相應的標準方法集，每一次質 - 場分析所做的調整與修正，就意味著系統的轉變或變型，因此 Altshuller 建議系統欲進行改善時，可以從類似質 - 場分析中以類比的方式產生之（姜台林，2008；曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

（三）科學與技術效應數據庫（Scientific and Technical Effect Database）

從1965年起，Altshuller 與他的工作夥伴開始以繪製質 - 場分析模型的方式，探討系統功能合作（Synthesis）的問題。當一個技術系統的需求被分解到最簡化的質 - 場模型時，它就必須使用它僅使用現有的資源去實現或執行它的功能。針對這樣的情況，Altshuller 發展了一個科學效應的抽象模式，在這個模式中，效應被描述為兩個或兩個以上參數在一定的操作條件下所產生的彼此交互作用。為了可以有效的整理這些科學效應，Altshuller 在1965~1970年間與他的工作夥伴開始以「從技術目標到實現方法」著手建立所謂的效應數據庫（曾念民，2004；鄭稱德，2002）。

效應數據庫是集中了包括物理、化學、地理和幾何學等方面的專利和技術成果，研究人員如果需要實現某個特定功能，該庫可以提供多個可供選擇的方法。在傳統的專利庫中，成果都是按題目或發明者名字進行組織的，那些需要實現特定功能的發明者，不得不根據與類似技術相關聯的人名，從其他領域（如物理、化學等）尋求解決方法。當一位發明家對他專業領域之外的事物所悉甚少時，那麼搜尋就比較困難。因此，根據科學與技術效應數據庫，發明者首先可以根據物質—場分析，決定需要實現的基本功能（技術目標），然後能夠很容易地選擇所需要的實現方法。

（四）ARIZ（Algorithm to Solve an Inventive Problem）。

由於現代發明家對於某些沒有明顯矛盾分明的複雜問題，不能直接依靠矛盾矩陣或物質—場分析解決，必須分別對其進行分析與建構矛盾。Altshuller 整理出一套可供發明家遵循解決包含矛盾衝突創意性問題的系統，這套規則系統稱為

「ARIZ」(曾念民, 2004; 鄭稱德, 2002)。

ARIZ 是為複雜問題提供簡單化解決方法的邏輯結構化過程, 是TRIZ 的核心分析工具。它隨著時間推移, 出現了多個版本, 主要的有1977、1985 和1991 版本, 各個版本之間的差異, 在於設計步驟數目不同。目前85 版和91 版均包括九個步驟(曾念民, 2004; 鄭稱德, 2002) :

步驟1: 認識並對問題公式化, 使用的方法是創新環境調查 (ISO)。

步驟2: 構造存在問題部分的物質—場模式。

步驟3: 定義理想狀態和IFR。

步驟4: 列出技術系統的可用資源。

步驟5: 向效果數據庫尋求類似的解決方法。

步驟6: 根據創新原則或分隔原則, 解決技術或物質矛盾。

步驟7: 從物質—場模式出發, 應用知識數據庫(76 項標準解決方法和效果庫) 工具, 產生多個解決方法。

步驟8: 選擇只採用系統可用資源的方法。

步驟9: 對修正完畢的系統進行分析, 防止出現新的缺陷。(修改自曾念民)

#### 肆、TRIZ設計教學在網路同步學習環境的應用

透過上述對網路同步學習理論和TRIZ 設計教學理論的介紹後, 現將根據 Pugh's Concept Selection Method 的TRIZ 設計解題步驟, 並以一個「節能四驅車保護殼的設計」教學活動實例, 說明TRIZ 設計教學在網路同步學習環境的應用。該網路同步學習平台的基本功能包括: 1.教學媒體: 多媒體教材 + 電子白板 + 桌面共享。2.教材呈現方式: 老師主控、學生自控並行。3.授課方式: 老師利用網路同步主講為主, 課程討論為輔。4.老師與學生、學生與教材距離平均約 50 公分。5.互動程度: 由於採「面對面」教學, 因此互動間接提高。6.同學或小組報告方式: 影音多媒體與文字發問並行。

### 步驟一、系統功能分析

(一) 內容：四驅車保護殼被設計來保護車體。目前我們渴望降低保護殼重量，但是四驅車在快速行進時易產生衝擊，若保護殼過輕可能導致車體損毀零件飛出。

1. 主要有用功能：阻止車體零件飛出。

2. 相關有害效應：

薄保護殼是重量輕，但車體受衝擊時保護殼易損毀，零件易飛出。厚保護殼可阻止零件飛出，但是太重可能導致電池快速消耗。

(二) 同步學習應用：

此步驟主要以教師利用多媒體教材提出「問題」，讓學生進行思考所欲進行的創作及思考有關功能和效應，並利用影音多媒體與文字發問，帶動全班腦力激盪以解決「問題」。

### 步驟二、確認最後理想化結果

(一) 內容：

此處不做矩陣之計算，以學生產品創新設計為主。最後理想化結果為四驅車可快速行進，且車體零件不易飛出。

1. 問題討論：

(1) 找出在厚殼狀態下，避免殼太重的方法。

(2) 找出厚殼能供給強度，但不導致殼太重的方法。

(3) 找出殼之強度能阻止零件飛出，但不導致殼太重的方法。

(4) 找出在衝擊狀態下，阻止零件飛出的方法。

2. 問題分類：

(1) 問題 1、2、3 這些問題立即指向「解決主要問題」：減少保護環重量。

(2) 問題 4 敘述不立即指向減少保護環重量，而是改善系統，使得保護殼變成不需要，而不用考慮其重量，因此「改善系統」可間接解決問題。

(二) 同步學習應用：

此步驟採學生主動式學習，讓學生自主思考如何解決問題，並透過教學媒體與教師作個別互動，從而讓每位學生都提出問題並加以分類。

步驟三、系統可用資源

(一) 內容：

確認可利用之保護殼、電池、強化零件、裁剪裝備，及其他在系統內或附近可取得之元素，與現有系統元素組合加以改善。

(二) 同步學習應用：

此步驟老師利用網路同步呈現可利用之資源於教學媒體讓學生自控觀看，並鼓勵學生自主思考現有材料之使用組合方式。

步驟四、確認矛盾衝突區

(一)內容：本發明問題有兩個互相衝突之處：

1.為產生高車速故需要薄保護殼，但是會引起車體受衝擊時保護殼易損毀，零件易飛出。

2.為增加保護強度，故需要厚的殼，但造成車體太重。

(二)同步學習應用：

此步驟由老師利用電子白板先舉一範例解釋事物矛盾之解釋，並在解釋完後試圖讓學生在思考過程中提出問題的衝突點。

步驟五、選擇並使用TRIZ 工具

(一) 選擇TRIZ 工具

內容：

分別針對上述問題討論出的4個問題從「問題敘述」到選出「發明原則」作出下列程序，如表2。

表2、執行政序表

問題敘述分類	需要改善之特性	引起二次不良效應	發明原則
解決主要問題 改善系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 有害之動作</li> <li>➤ 缺乏有用之功能</li> <li>➤ 缺乏有用之特性</li> <li>➤ 高度不良之特性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>重量</b></li> <li>➤ 全部尺寸</li> <li>➤ 成本消耗</li> <li>➤ 物體複雜性</li> <li>➤ 能源浪費</li> <li>➤ 時間浪費</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 保留可利用性原則</li> <li>➤ 放棄對稱性</li> <li>➤ <b>減少零組件重量</b></li> <li>➤ 強化個別零組件</li> <li>➤ <b>利用導入之物質</b></li> <li>➤ 區分輕、重零件</li> <li>➤ 應用可膨脹構造</li> <li>➤ 倒置零件可動性</li> <li>➤ 特性最佳化</li> <li>➤ 補償物體重量</li> <li>➤ 移動太重物體</li> <li>➤ 保留重物有用性質</li> <li>➤ 減少系統複雜性</li> </ul>

資料來源：本研究整理

## (二) 使用TRIZ 工具

內容：

將前述的問題分類列入後，進行零件特性、二次不良效應這兩方面的考量，最後再從40 創新解題原則中確認與提出所有可能解題概念。本次範例主要程序為：解決主要問題→面對高度不良的保護殼特性→進行重量效應的評估→確認「減少零組件重量」及「利用導入之物質」兩項發明原則。

接著進行可能解題概念如下：

### 1. 減少零組件重量：

(1) 概念：主要考量切割零組件以減少重量，例如除去四驅車保護殼和底盤非主要承受作用力的部份。

(2) 功能：變化保護環重量，在適當處減少厚度。

## 2. 利用導入之物質：

(1) 概念：強化主要承受負荷之零件，例如在保護殼上穿上避震環，用來吸引切割過較為脆弱的保護殼所受的衝擊。

(2) 功能：消除輕量化的保護殼所帶來的缺陷，不但可減輕一半重量，還能多一層保護。

(3) 避震環製作：

層級	材料
內層	鐵絲
外層	綿花、布料等軟性織物

## (三) 同步學習應用：

此步驟教師先用利用桌面共享軟體分享TRIZ 的40 創新解題原則給予每位同學，並從步驟2 中的問題分類結果40創新解題原則帶動每位學生寫出自己的執执行程序表。

接著利用教學媒體和電子白板舉一發明原則進行解題範例，再讓學生自行解題思考要如何創作以進行問題解決，並隨時利用影音多媒體與文字發言進行問題發言及討論。

## 步驟六、解答評估

## (一) 內容：

## 1. 實施解題概念 # 1的需求

- (1) 需計算保護殼的強度與重量。
- (2) 因切割零組件而增加製造程式。

## 2. 實施解題概念 # 2的需求

- (1) 研究找尋採用那種中間層較佳。
- (2) 需計算鐵絲的強度與重量。
- (3) 視避震環為一組合單元而重新設計。
- (4) 改變使用材料。
- (5) 改變製造程序。
- (6) 測試新設計。

## 3. 兩種解答概念比較如下：

解題概念	比較差異
# 1.減少零組件重量	可迅速容易地實施，但減少重量是有限的
# 2.利用導入之物質	顯而易見有效減少重量，但需要更多實施時間

## (二) 同步學習應用：

此步驟主要是讓學生自行評估創作可行性及創作過程可能發生的問題，教師在確定學生完成執行程式及創作概念後，讓每位學生針對自行創作進行製作過程的評估，並讓每位學生在各自電腦前對教師進行報告，教師同時從中協助。

## 步驟七、實施方案

## (一) 內容：解題概念 # 1 和解題概念 # 2 之實施方案規劃如下：

解題概念 # 1	解題概念 # 2
✓ 計算保護殼及底盤之強度與重量	✓ 測試各種外層材料強度
✓ 計算非主要承受作用力的部份	✓ 計算外層之差異性
✓ 設計切割部份後最佳化強度與重量之保護殼及底盤	✓ 設計一具有不同外層之避震環
✓ 切割新設計之保護殼及底盤以供測試	✓ 生產具有不同外層之避震環
✓ 按測試結果修正設計	✓ 測試避震環
✓ 修正製造程序以生產新設計之保護殼及底盤	✓ 按測試結果修正設計
✓ 開始生產保護殼及底盤	✓ 修正製造程序
	✓ 開始生產避震環

## 解答概念 # 1 實施時所產生之問題：

因增加製程操作（如：切割新設計之保護殼及底盤以供測試）導致勞力與成本增加。此時產生之二次效應問題可由降低成本對應之發明原則加以解決。

## (二) 同步學習應用：

此步驟是在已完成過程評估後，完成每位學生的創作方案，並從方案中做最後的思緒所可能產生的二次效應問題，並加以解決。

## 伍、結語

科技的學習是心智與雙手交互作用的歷程，在此歷程中內在心智的活動和外  
在的成品都很重要，科技學習雖建立於知識的理解，但絕不僅止於此，還包括實  
作的技能。將心智形成的概念，透過具體形式展現於外，才能檢視其是否有效  
(Banks, 1994)。TRIZ 是一門創造性思想的體系，現已在管理科學、教育、  
商業、行銷、社會和政治問題、純科學、生物學等應用上快速發展(姜台林，  
2008)。因此，就應用的效益來說，TRIZ 不僅是有效知識創新的工具與手法，  
更可培養學生有效的創造性科技問題解決與科技創新方法。

過去的網路學習，常有延遲回饋及人際疏離等缺失，但在網路同步的學習環  
境中，人際互動可以有即時的、影音同步等即時訊息與互動效果，不管在觀念互  
動與釐清以及情感層面的互動，均可以達到擬真的效果(Steeple, Jones, &  
Goodyear, 2002; Ng, 2007)，相信將TRIZ的科技創新思考模式，輔以網路同  
步學習環境，將可營造另一種有效的科技學習環境，對學生的科技創造力培養，  
也會有嶄新的效果。

本文僅就TRIZ 的解題步驟結合網路同步學習環境作一示例說明，後續的探  
究可以就TRIZ 的工具、方法、及效果，作更深入的探討，以期對提昇學生的創  
新能力，有更大的助益。

## 參考文獻：

- 汪承蓉(2004)。實施網路教學線上即時授課之問題探討與解決方法。國立中  
山大學資訊管理研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，  
092NSYS5396075。
- 姜台林(譯)(2008)。S. Kaplan著。TRIZ發明問題解決理論。台北市：宇河文化。
- 施富川(2005)。網路教學同步教室的教學模式探討。國立中山大學資訊管理學系  
研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，093NSYS5396094。
- 莊錦賜(2001)。工專學生機械技術創造力培育研究。中州學報，14，37-44。
- 莊錦賜(無日期)。TRIZ 創意技法。2008年8月30日，取自  
<http://3q.creativity.edu.tw/teach/4/index.htm>

- 陳一明(2005)。網路自學模式與傳統自學模式比較研究。國立台灣師範大學工業科技教育學系碩士論文。全國博碩士論文資訊網，094NTNU5036035。
- 陳文森(2003)。非同步網路教學學習路徑的研究。國立高雄師範大學資訊教育研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，091NKNU0395002。
- 陳衍華(無日期)。同步與非同步學習模式之探討。2008年8月1日，取自 [http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20030131\\_2.htm](http://www.iiiedu.org.tw/knowledge/knowledge20030131_2.htm)。
- 曾念民(2004)。TRIZ：6 Sigma創意問題解決的新利器。品質月刊，3，46-52。
- 楊家興(1998)。在具製程與途程彈性的製造系統下以機器使用機率為基礎之單元成型法。國立中央大學工業管理研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 鄭稱德(2002)。TRIZ的產生及其理論體系。科技進步與對策，1，112-114。
- Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm*. (Shulyak, L. & Rodman, S. Trans.). Worcester, MA: Technical Innovation Center.
- Banks, F. (1994). *Teaching technology*. London: Routledge.
- Barclay, K. (2008). *The Current State of e-Learning*. Retrieved September 8, 2008 from [http://www.ialearn.org/files\\_newsletter/newsletter\\_2001\\_8\\_1.pdf](http://www.ialearn.org/files_newsletter/newsletter_2001_8_1.pdf)
- Kubey, R. W., Lavin, M. J., & Barrows, J. R. (2001). Internet use and collegiate academic performance decrements: Early findings. *International Communication Association*, 366-382.
- Ng, K. C. (2007). Replacing face-to-face tutorials by synchronous online technologies: Challenges and pedagogical implications. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(1). Retrieved September 8, 2008 from <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/335/764>
- Park, Y. J. & Bonk, C. J. (2007a). Is online life a breeze? A case study for promoting synchronous learning in a blended graduate course. *Journal of Online Learning and Teaching*, 3(3). Retrieved September 8, 2008 from <http://jolt.merlot.org/vol3no3/park.htm>
- Park, Y. J. & Bonk, C. J. (2007b). Synchronous learning experiences: distance and residential learners' perspectives in a blended graduate course. *Journal of Interactive Online Learning*, 6(3). Retrieved September 8,

2008 from <http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/6.3.6.pdf>

Steeple, C., Jones, C., & Goodyear, P. (2002). Beyond e-Learning: A future for networked learning. In C. Steeples & C. Jones (Eds.) Networked Learning: Perspectives and issues. London: Springer-Verlag.

The United Kingdom's economics and finance ministry. (2007). **Cox review of creativity in business: building on the UK's strengths**. Retrieved 2007-12-25 from [http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/7/Cox\\_review-foreword-definition-terms-exec-summary.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/media/A/7/Cox_review-foreword-definition-terms-exec-summary.pdf)

# 台灣發展大眾運輸的新選擇—公車捷運 BRT

趙櫻玲

高雄市右昌國小教師

## 壹、前言

根據聯合國“跨政府氣候變遷專門委員會”(IPCC)最新報告指出，全球二氧化碳濃度已由工業革命前的280ppmv，增加至現今的380ppmv；在此份報告中也直指，人類活動非常有可能是過去250年來大氣中溫室氣體增加的主因；而台灣的CO<sub>2</sub>總排放量，以土地面積平均來說是世界第一，每人平均年排放量超過12噸，是全球平均值的三倍(葉正玲，2007)。

在2005年2月16日京都議定書正式生效後，國際上對於推動CO<sub>2</sub>減量工作勢必更加努力，而CO<sub>2</sub>排放量為世界第一的台灣當然不可能置身事外。台灣因長年來大眾運輸設施供給之不足及服務品質之低落，致大眾運輸使用率偏低，加上政府歷年對汽機車的成長未加以有效管制，使得台灣汽機車成長率不斷攀升，而汽機車的快速增加，不但造成都會區的壅塞，更是溫室氣體重要來源之一。

為使臺灣都市邁向永續發展，近年來學者紛紛呼籲政府檢討從早期以「公路為導向」(Highway-Oriented Development)的城鄉發展政策，改變為以「大眾運輸為導向」(transit-oriented development, TOD)的城鄉發展政策，而政府亦開始重視大眾運輸工具的重要性，訂定與大眾運輸相關的方案與條例，另外除台北、高雄捷運外，各縣市亦紛紛提出軌道捷運的規劃路線。

在眾多的捷運規劃案中，包含了軌道式的重軌捷運(MRT)、輕軌捷運(LRT)與公車捷運(BRT)，其中公車捷運擁有多項的特點，並且以在國外營運30年以上，並積累了許多成功經驗，筆者認為目前相當適合台灣各都會區使用，本文就台灣大眾運輸發展的危機與轉機、公車捷運的特色、嘉義公車捷運的發展及公車捷運未來展望作一簡述。

## 貳、台灣大眾運輸所面臨的危機與轉機

早期台灣因生活物資缺乏，少有私人的交通工具，然而隨著經濟持續發展，民眾逐漸有能力自備交通工具並開始重視其私人便利性，於是機車、小汽車持續成長，而政府在交通方面因採取「公路為導向」的城鄉發展政策，對於交通的投資主要在公路建設，並不重視大眾運輸之發展。在此政策下，為滿足增加的車輛，政府在各城鎮建造了更多的地面及高架道路，雖然暫時解決了交通的問題，然而再多的道路也跟不上快速成長的車輛；依據交通部於民國93年統計，我國汽機車數量(圖1)呈現不斷上升的趨勢。民國60年底，機車數量為82萬輛，至民國90年底達1,177萬輛，30年間計成長14.3倍；相同期間之小客車數量則由3.3 萬輛增加至486萬輛，成長約148倍，成長速度可謂相當驚人(世新大學公共管理顧問中心，2005)。車輛急遽增加，造成生活環境品質的惡化，不但直接影響城市競爭力，且背離了永續發展的方向。

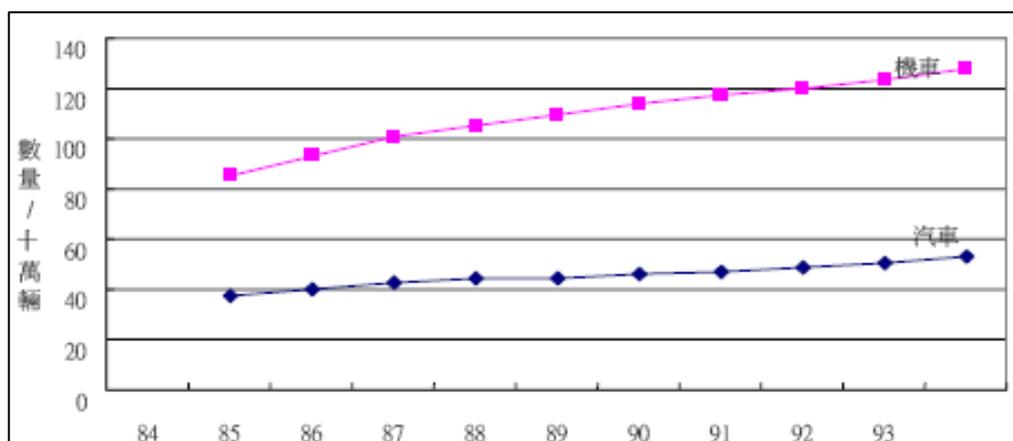


圖1 我國歷年來汽機車數量

資料來源：「臺北市應否訂定汽機車總量管制計畫」，世新大學公共管理顧問中心，2005。

此外，大眾運輸工具也因民眾私有交通工具的增加而造成營運的衰退，業者為了維持營運成本，不斷的減少班次、延長單一路線的距離，此改變使得民眾更不願意搭乘；而政府為了維持大眾運輸的生存，也必須不斷的補貼業者財務赤字，此種現象已經成為大多數城市中典型的惡性循環，其中尤以中南部地區的情

況最為嚴重。

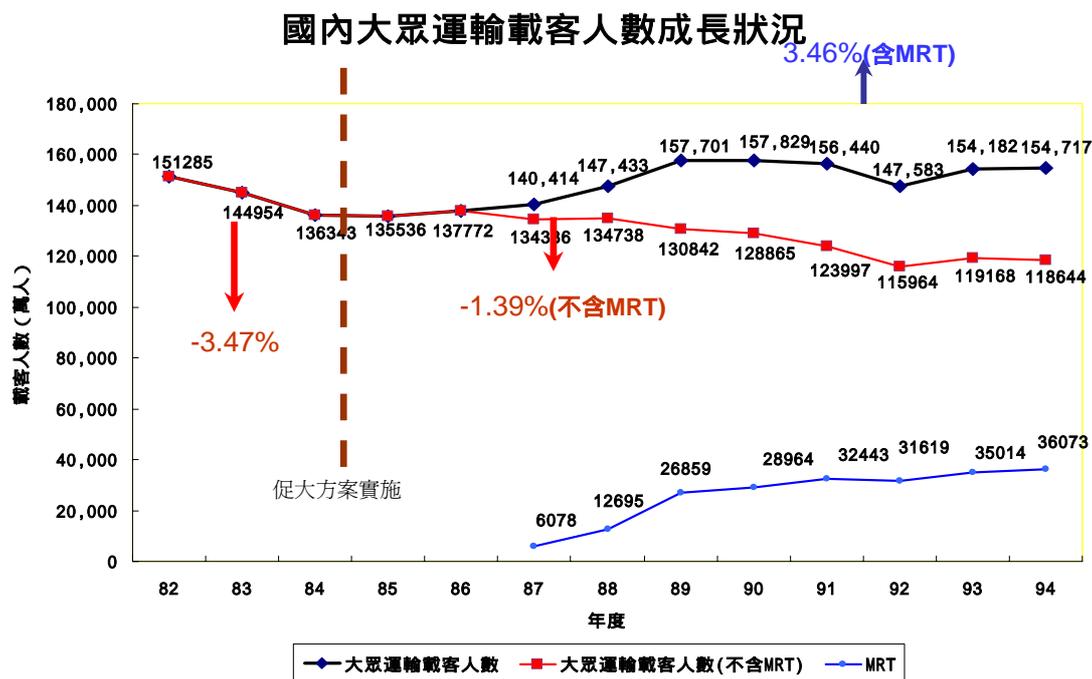


圖2 國內大眾運輸載客人數成長狀況

資料來源：「大眾/公共運輸永續發展政策」，交通部運輸研究所，2006。

為使臺灣都市邁向永續發展，近年來許多學者如張學孔教授即呼籲政府開始檢討從早期以「公路為導向」(Highway-Oriented Development)的城鄉發展政策，改變為以「大眾運輸為導向」(transit-oriented development, TOD)的城鄉發展政策。「大眾運輸導向」的發展是結合「可靠、安全、效率、環保」以及「速度快、運量大」的大眾運輸系統，並將都市的發展型態及土地使用模式與大眾運輸結合，以鼓勵民眾使用大眾運輸，並提高民眾步行機會，作為都市擴張的另一種規劃方向，是都市邁向永續發展的最佳選擇。

各國常在「經濟發展」與「永續發展」間難以取得一個平衡點，如同台灣的早期，由於過分注重經濟的發展，導致於大眾運輸的功能不彰，龐大的汽機車帶來了擁擠的街道與污染的環境。所以，在強調經濟成長率的同時，也應能注意到「環境」、「經濟財政」、「社會」與「政策制度」的永續性，才能為台灣帶來一個優質的生活環境。

在目前政府考量的各種大眾運輸系統中，公車捷運系統具有軌道服務品質兼

具公車營運彈性的大眾捷運系統，還能形成獨立路網疏運，而且具有建造時程短、建造成本低、運量大、營運速度快等特性，也能符合「環境」、「經濟財政」、「社會」與「政策制度」的永續性目標，相當值得推廣。

### 參、公車捷運的簡介

#### 一、公車捷運定義及發展起源

美國聯邦交通部(FTA)將公車捷運(BRT)定義為：「結合軌道大眾運輸(Urban Rail)服務品質及公共汽車運輸彈性，運轉在專用路權、高乘載車道、快速道路或一般街道，結合使用智慧運輸系統技術、大眾運輸優先權、低污染與低噪音車輛以及快速及便利收費系統，並且為結合大眾運輸導向之土地使用政策之運輸系統」(張學孔，2004)。

公車捷運系統最早出現在巴西，30多年前巴西的庫里提巴市(Curitiba)為了解決嚴重的塞車問題，又因經費拮据，於是退而求其次，以公車代替鋼軌捷運，而率先發展此運輸系統，這項劃時代的系統在建構當地捷運網的同時，也為政府節省巨大的交通建設資金以及維護費用。因此，世界許多城市都在爭相模仿與改良這項嶄新的運輸系統。在中國大陸，這種造價便宜維護成本低廉的新型態捷運系統稱之為「快速公交」。

#### 二、公車捷運的基本條件

不論是「快速公交」或「公車捷運」，由名稱均可以看得出，公車捷運具有軌道捷運的快捷的效率；要成為一個BRT系統通常必須要有幾項基本的條件：

##### (一) 具備有A型或B型路權：

「A型路權」為所行駛之道路與一般之道路完全隔離，也就是擁有專屬的道路，車輛的運行可以完全由營運單位控制的營運狀況，例如北、高捷運就是屬於A型的軌道。「B型路權」則是與一般道路部份區隔，或只是稍微突出以便區分，例如台北的公車專用道就屬於B型的路權。至於「C型路權」則是與外界混合之車道或軌道，例如某些地區之輕軌捷運就是採取C型路權。公

車捷運系統爲了能夠達成公車捷運化的目的，以確保準點發車、控制行車時間…等，系統至少須具備A型或B型的路權，才能明顯達到預期運輸的效率。

(二) 具備ITS(Intelligent Transportation System)智慧系統：

ITS乃是應用先進的電子，通信，資訊與感測等技術，以整合人、路、車的管理策略，提供即時(real-time)的資訊而增進運輸系統的安全，效率及舒適性，同時也減少交通對環境的

衝擊(中華智慧型運輸系統協會，無日期)。運用ITS系統乘客隨時可以知道車輛何時到站，在車內也知道相關的交通資訊。將BRT運輸納入交通管理系統而加以整合，不但可確保公車的優先通行權，亦可提供準點到站及轉乘順暢的服務。

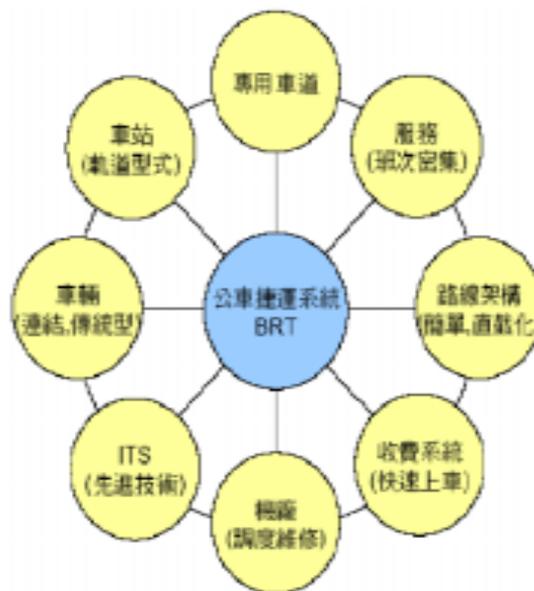


圖 3 BRT 設計要素

資料來源：「大眾/公共運輸永續發展政策」, 交通部運輸研究所, 2006。

(三) 具備高效率的收費系統：

捷運公車BRT與一般公車之不同，在於其快捷及高效率的運輸，所以收費系統必須發揮其高效率的功能，BRT的收費系統分爲乘車月台販售及車內收費，若於車內收費應具備有類似「悠遊卡」之免接觸式感應卡，方能達到快速收費之功能。

(四) 具備高容量與月台等高之車輛：

公車捷運運量必須要大，所以通常車體比一般公車來的大，在國外甚至以2-3個車廂爲一組方式營運。此外，爲加快乘客搭車的速度，BRT公車須具備有與月台齊高之車輛，不但方便攜帶行李的乘客上下車，也提供行動不便人士一個無障礙的空間。

### (五) 簡單的路線及密集的班次：

一般公車為增加營運效益，通常繞遠路而行，耽誤了乘客不少的時間，也降低民眾搭乘的意願。而公車捷運為講求快捷，必須將其路線簡單化，並配合密集的班次，以符合捷運所講求的效率。

簡而言之，公車捷運系統就是以具備先進高收費及智慧系統(ITS)之新式公車，行駛於專有或部分專有路權之專用道，並以軌道運輸方式營運的現代運輸系統。對於需急速發展大眾運輸服務的城市，BRT是軌道式捷運之外的最佳選擇。

## 三、公車捷運的優勢

世界許多城市都已經建置了公車捷運系統，並積累了許多成功經驗，且愈來愈多的國家使用，可見其具有一定的優勢條件，其優勢條件包含(張學孔，無日期)：

### (一) 建設與維護成本低、運能大、服務效率高：

相較於各種鋼軌捷運系統，公車捷運最大優勢在於建設維修成本低得很多，鋼軌捷運投資成本約為公車捷運的22.5倍，輕軌捷運為公車捷運的4倍，運量方面，公車捷運可以使用1-3個車廂為一組的方式組合，運量高於一般的公車，單程載運量至少在150人以上，若搭配密集的班次，將可提供高效率的服務。

### (二) 建設時程短、靈活性大、延伸彈性大：

鋼軌式的捷運，由於工程複雜性高，動工前必須要有較繁雜的前置作業，動工時間也要好幾年，完工後又要經過反覆的初勘、複勘與履勘作業，而建置完成後，也必須等到一定的系統規模建設完成後，才能發揮路網效益，整個過程可說是曠日費時。而公車捷運的工程相對簡單，工時自然就少了許多，只要規劃出公車專用道，配合新式公車與智慧系統(ITS)，在短短的一、兩年內就能輕鬆上路。

### (三) 滿足城市快速成長，符合高品質公共運輸服務之發展目標：

BRT公車採用ITS智慧運輸系統，將公車捷運系統中之各種軟硬體建設結合資訊、通信、電子、控制以及管理等技術，以使整體交通運輸之營運管理自動化。具有智慧之公車捷運將有快捷、準點、安全、有效率之高品質服務，同時也以可以滿足城市之快速成長。

(四) 應用清潔能源公車車輛，減少污染排放，有益城市空氣品質：

目前世界先進國家皆重視綠色運輸工具的推廣，其中新式環保公車之發展，將成爲未來之潮流與趨勢；而BRT公車應用清潔能源技術、以先進科技，降低運輸工具對環境污染之壓力，達到改善城市空氣品質之目標。

(五) 符合環境、經濟財政的永續性目標：

由於政府的財政有限，所以有關於經濟如何與永續同步，常是各地方政府爭論的議題之一，因此，發展BRT公車捷運系統，除了能形成獨立路網疏運、作爲高鐵聯外系統外，還能扮演軌道系統建置期間的過渡角色，並且BRT使用車輛動力來源皆爲環保油品，既能銜接現有交通建設，同時具有永續概念，發展公車捷運系統，是能讓台灣大眾運輸系統網更爲疏密的方法之一(李丹妮，2007)。

#### 肆、台灣公車捷運的發展概況

台灣在民國96年初高鐵開始營運之後，台灣西部地區已形成一日生活圈，「以高鐵台鐵爲經、地方捷運與客車爲緯，所構築的快速大眾運輸系統」(張學孔、陳信雄，2000)，將對台灣帶來時間與空間的革命；爲因應高鐵與市區間接駁的問題，嘉義市孕育了台灣第一條公車捷運示範道路，筆者茲將其發展歷程、行駛路線、捷運特色等做一簡介，讓大家更能了解目前台灣公車捷運實施的情況。

##### 一、嘉義公車捷運發展歷程

台灣高鐵通車後，由於車站距離市區普遍較遠，於是各地方政府紛紛建構聯外接駁公車，以方便高鐵搭乘的旅客。嘉義高鐵站位於15公里外的太保，

原先規劃興建輕軌捷運，後來考量運量不足，高鐵嘉義站改以「公車捷運」系統，做為連接市區的運輸，成為台灣首見的公車捷運系統。

民國96年元月5日，嘉義公車捷運與高鐵一同啓動，由於各種系統未及建構，所以初期的營運方式是採公車行駛於慢車道的方式運行，所以除了班次較為密集外，感覺上與一般公車並無不同，甚至與慢車爭道，而使運輸時間增長的情況。

經過一年的努力，嘉義BRT的相關系統設施正式完工啓用，於嘉義市自由友愛站及高鐵嘉義站舉行全線通車啓用典禮，公車專用道、低底盤公車、專用站台，優先號誌、公車動態資訊系統及智慧型運輸系統(ITS)均已建置完成，成為台灣第一條示範路線，提供未來發展輕軌捷運的藍圖。

## 二、嘉義公車捷運路線

嘉義市「公車捷運系統」路線是由高鐵局所規劃，全長廿五點二公里，包括三條服務路線，行車時間在卅分鐘內(維基百科，無日期)。

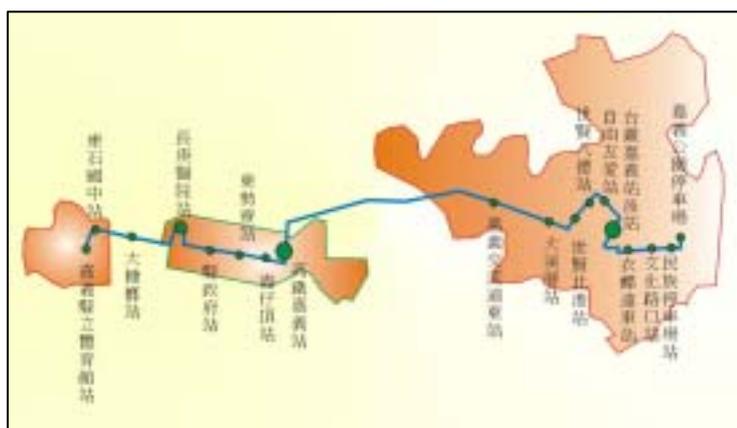


圖 4 嘉義公車捷運路線圖  
資料來源：嘉義客運公司網站

第一條主線：全長十五點七一公里，由高鐵嘉義站經太保嘉義五十米道路，接世賢路、自由路、友忠路、中興路至台鐵嘉義站後站，為了達到專用、快捷的目標，本路線中的高鐵大道(位於嘉義市的新台18線)、世賢路、自由路及垂楊路上均設有公車專用道。

第二條嘉義市區銜接線全長四點七二公里，由台鐵嘉義站後站接中興路、博愛路、嘉雄路橋、新民路、垂楊路、啓明路至嘉義公園。

第三條嘉義縣治銜接線全長四點七七公里，由高鐵嘉義站經一六八縣道、縣政府至長庚醫院。

因經費有限，貫穿縣市的BRT公車捷運系統，專用車僅4輛，另由嘉義客運12輛公車負責填補尚未到齊的新車。預計第2年更換5輛，第3年更換3輛，屆時全台第一條公車捷運系統將煥然一新。

### 三、嘉義公車捷運特色

#### (一) 嘉義公車捷運巴士

嘉義公車捷運系統初期是以傳統的公車替代，96年8月嘉義客運公司斥資三千多萬向瑞典VOLVO訂購全新低底盤公車組件，並委託國內唐榮運輸公司，組裝4輛符合BRT系統的公車，此新式公車符合BRT公車之要求，茲將其特性臚列如下：

1. 低底盤：為方便旅客的上下車，採低底盤的設計，配合等高的專用月台踏上公車，不必踩任何階梯。
2. 無障礙空間：另外，後則設置可讓行動不便使用輪椅乘客使用的渡板，上車後放置輪椅的空間就門旁，並有安全帶將輪椅套住，以避免滑動，充分提供一個無障礙的空間。
3. 行車動態資訊：車內以LED顯示器提供乘客公車動態，讓乘客可確實掌握列車的動態資訊如到哪一站？下一班車距離車站多遠等等。



圖 5 嘉義公車捷運新式車體  
資料來源：新南極轉運站部落格



圖 6 BRT 內部輪椅放置處。  
資料來源：新南極轉運站部落格



圖 7 BRT 智慧系統  
資料來源：新南極轉運站部落

4. ITS智慧型運輸系統：爲了確保公車行駛的順暢，以車上偵測觸動裝置配合車外設備之通訊裝置(採GPRS傳送)及路口號誌控制器，自動判斷若該班次車輛誤點二分鐘以上時，啓動優先號誌系統；車輛若於預定時間內則無需啓動優先號誌。目前自嘉義交流道車站起往嘉義市區連續10個路口(暫不包括世賢北港路口)實施優先號誌控制，其餘路口採號誌連鎖以縮短行車時間。
5. 行駛於剛性路面：BRT所行駛的路面鋪設爲「剛性路面」，剛性路面主要的材質是用水泥當作路面結構，常常用於車子需要加速或減速的路面，此特性正適合BRT的運行。

## (二) 售票系統

嘉義公車捷運所初期使用的票卷爲傳統的以售票機車上買票、投幣箱以及「Taiwan Money」智慧卡，筆者認爲應逐步取消車上售票，將售票機移至候車月台處，以達到BRT所講求快捷運輸之效能。



圖 8 嘉義公車捷運採用  
TM 卡及投幣式  
資料來源：新南極轉運站部落

## (三) 公車捷運車站

在嘉義公車捷運車站方面，最大特點是結合智慧系統，設置有LED的雙語動態顯示螢幕，可顯示目前公車所在的位置、距離進站的站數及預估進站的時間。公車進站前，還會顯示「公車即將進站」的字幕，可讓候車的乘客充分掌握行程。最大的缺點在於車站設置在馬路的中間，乘客須步行到馬路中央的車站候車，險象環生，應有改善的空間。

## 伍、公車捷運未來展望

台灣在民國96年初高鐵開始營運之後，台灣西部地區已形成一日生活圈，「以高鐵台鐵為經、地方捷運與客車為緯所構築的快速大眾運輸系統」(張學孔、陳信雄，2000)，將對台灣帶來時間與空間的革命；由於「公車捷運系統」具有軌道服務品質與公車營運彈性的大眾捷運系統，在興建時程上又能滿足民眾對於優質公共交通服務之殷切期望，實值得大力推廣。展望未來公車捷運在台灣可以扮演的角色有以下三點：

### 一、與都會捷運系統結合：

由於經費有限，初期的軌道捷運路網通常相當有限，所以強化聯外接駁運輸就顯得十分重要，所以擁有軌道捷運的城市必須完整規劃接駁路線，將捷運的幹線服務擴展至區域面，建立以捷運為幹、接駁公車為枝之路網型態，提供綿密之大眾運輸服務，將能吸引民眾使用大眾運輸系統。而擁有各項優勢的公車捷運將是最佳的選擇。

例如台北市可利用目前所擁有超過60公里公車專用道的優勢，逐步提升為準公車捷運系統，將使運輸更加有效率，在捷運系統遠期路網上，亦可扮演過渡的角色。而高雄市政府亦可積極思考，將目前十字型的紅、橘捷運主幹所規劃的公車接駁網及輕軌捷運路線，視路線情況修正，逐步建構為成本較低且營運靈活性高的公車捷運接駁專車，以低成本搭配低票價及快捷準點的特性，吸引民眾搭乘，使市民逐漸養成搭乘大眾運輸系統的習慣，一旦營運效益以符合輕軌捷運的條件，便可將原專用道提升為輕軌系統。總之，一套合乎經濟效益的完整公路網，將可讓捷運發展如虎添翼並且達到立竿見影的效果。

### 二、結合高鐵接駁路線

高鐵目前大都位於較為市郊的地區，其接駁的方便性與高鐵的營運息息相關，除了嘉義已經建構公車捷運，台北、板橋、烏日、左營採與台鐵共構之外，其他的城市應積極思考使用價廉物美之公車捷運，藉著高鐵附近土地

尙未完全開發之際，早日規劃公車捷運專用道，日後符合營運效益後，也可將其專用道提升為輕軌捷運，如此才是符合經濟永續之道。

### 三、結合觀光地區、商圈路線

近年來由於週休二日的實施，各地觀光事業亦隨之起飛，假日時許多觀光地區或都市商圈的道路車滿為患，而各地方政府也經常提出鉅額的道路設計畫，卻少有提出大眾運輸計畫，然而若純粹只是為因應私人交通工具的增加而不斷的興建、拓寬道路，違背環境永續發展的理念，且公共資源之運用亦背離使用者付費之不公平的交通環境！

因此，政府在撥款興建、拓寬觀光地區及城市商圈聯外道路的同時，也要能兼顧大眾運輸的發展，將公車捷運系統應用於觀光地區及商圈路線，規劃公車專用道，提供快捷、準點的方式讓民眾到達各點，免去塞車、尋找車位之苦。政府還可以規劃「公車捷運一日旅遊、購物路線」，提供一個舒適便捷的旅遊、購物行程，相信必能吸引外地遊客搭乘。

### 陸、結語

時速高達300公里的台灣高鐵，讓台北至左營僅僅花了一個半小時，高科技壓縮了空間，節省了時間，也拉近人與人的距離。然而走出了車站，眼前一片車海及混亂的交通，卻反而讓人寸步難行，嚴重暴露出交通接駁與城市配套政策的缺陷，也道盡了過去「公路為導向的城鄉政策」所帶來的惡果。

台灣是個小島，可利用的資源極為有限，過去以「公路為導向的城鄉政策」，已為我們帶來沉重的負擔，因此，國人必須支持政府持續且積極推動以「大眾運輸為導向」的政策，抑制私人交通工具的成長，優先發展大眾運輸系統以解決城市交通問題，而公車捷運在各種大眾運輸工具裡擁有許多的優勢，且在國外已經擁有30年以上的經驗累積，在此應可扮演積極的角色，嘉義公車捷運系統結合高鐵成為台灣第一個示範BRT，希望這開始的一小步，能為台灣大眾運輸史，帶來一個嶄新的面貌。

**文獻參考**

中華智慧運輸系統協會 (無日期)。什麼是「智慧型運輸系統」。民97年2月23日，取自 <http://www.its-taiwan.org.tw/>

世新大學公共管理顧問中心(2005)。臺北市應否訂定汽機車總量管制計畫。民97年2月23日，取自 <http://eppm2.shu.edu.tw/citytraffic2005/data/conclusion.pdf>

交通部運輸研究所(2006)。大眾/公共運輸永續發展政策。民97年2月23日，取自 [www.iot.gov.tw/public/Attachment/69817472971.ppt](http://www.iot.gov.tw/public/Attachment/69817472971.ppt)

李丹妮(2007)。公車捷運系統 具財經永續優勢。新台灣新聞週刊。民97年2月23日，取自

<http://www.newtaiwan.com.tw/bulletinview.jsp?period=587&bulletinid=70099>

嘉義客運公司網站(無日期)。高鐵接駁車時刻表|B R T停靠站圖示。民97年2月13日，取自 <http://www.cibus.com.tw/brtmap.htm>

張學孔(2004)。整合智能交通技術於快速公交(公車捷運)系統之研究。2004海峽兩岸智慧運輸系統學術會議簡報。民97年2月23日，取自

<http://ce11012.ce.ntu.edu.tw/paper/ITSBRT1.pdf>

張學孔(無日期)。我國應積極推動公車捷運系統。中華民國運輸學會。民97年2月23日，取自 [www.cit.org.tw/discuss/r40.pdf](http://www.cit.org.tw/discuss/r40.pdf)

張學孔、陳信雄(2000)。高速鐵路與大眾運輸系統整合計畫。中國工程師學會。

新南極轉運站部落格(無日期)。嘉義公車捷運圖片(5-8)來源。97年2月14日取

自：<http://blog.pixnet.net/ice2006/post/13805534>

葉正玲(2007)。你願面對真相嗎？台灣 CO2 排放密度世界第一。東森新聞報。民97年2月25日，取自 <http://www.ettoday.com/2007/04/13/327-2080946.htm>

維基百科(無日期)。嘉義公車捷運路線及車站一覽。民97年2月13日，取自

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%98%89%E7%BE%A9%E5%85%AC%E8%BB%8A%E6%8D%B7%E9%81%8B&variant=zh-tw>

# 創造性問題解決策略之科技教學活動設計 - 「框」不住的絕妙創意

邱仁佑

國立台灣師範大學工業科技教育系碩士班研究生

## 壹、前言

我國高科技產業發展蓬勃，各界對創造力的著重已成為一項共識，業界、研究機構在招募員工時多強調創造力的特質與能力，同時對內部員工的創意採取開放與尊重的態度。有鑑於此，教育部於民國九十年十二月公布「創造力教育白皮書」，除了強調創造力對未來教育發展的重要性外，也將創造力的培養視為教育改革與知識經濟時代裡的重點發展項目，於是各級學校紛紛調整教育方向，開始重視學生創造力的培養，以符應社會期待、合乎時代潮流。

有關提升創造力的研究發展，始自於1950年的Guilford，之後由於其對創造力的不斷提倡，許多關於創造力的研究成果陸續且大量地被發表。在研究起始階段，教育學者認為創造力是天生的，無法藉由後天培養而得。Osborn在1953年著書提出創造力可經由訓練而提升，並主張用腦力激盪法來進行自由聯想，對想像的內容不加評斷，進而尋求所有可能的解決方法。此後，創造力可以後天養成的觀念才漸漸為人們所接受。而眾多針對創造力進行培養的策略中，又以Parnes(1967)所提出的創造性問題解決策略(creative problem-solving, CPS)效果最為顯著。

生活科技課程的重要目標之一，在於強調「創意思考」、「動手做」與「問題解決能力」，正是最適合訓練學生發展創造力的科目。倘若任課教師能在課程實行時，運用創造性問題解決策略(CPS)，相信對於學生創造力的提升，勢必能夠有更正向的幫助。本文主旨即係透過單元活動設計將創造性問題解決策略應用在生活科技的課程教學，活動的產出看似一般的相框製作，卻不同於傳統上以技藝為導向的教學活動，而是採行CPS架構，讓學生在設計與製作相框的過程中，達到培養創造力的目的，同時以此例說明創造性問題解決策略在國民中學科技教育中的應用，提供教師作為未來教學的參考。

## 貳、創造性問題解決策略的內涵

Parnes(1967)曾綜合創造思考策略與Osborn(1953)的腦力激盪法，提出創造性問題解決策略，以系統的方法來研討並解決問題，主要的步驟有：1.發現事實(fact finding)、2.發現問題(problem finding)、3.發現主意(idea finding)、4.發現解答(solution finding)、5.尋求接受(acceptance finding)。和一般問題解決不同，CPS主張在選擇與實行解決方法之前，要儘可能思考出更多變通的可能方案，以求得更好的構想。

Isaksen和Treffinger在1985年於原有的五階段前，再加入了「發現困惑(mess finding)」，同時將原本的「發現事實(fact finding)」重新定義為「發現資料(data finding)」。並強調各階段發散性思考與聚斂性思考，以發散性思考刺激不同創意的延伸，聚斂性思考加以歸納、交互使用。

1992年，Isaksen和Treffinger提出更加完整的CPS教學流程，將六個步驟進一步組成三個成分：瞭解問題(understanding the problem)、提出想法(generating ideas)、行動計畫(planning for action)。如圖1所示。



圖 1 創造性問題解決模式

資料來源：Isaksen & Treffinger, 1992

綜觀CPS的發展沿革，發源於Osborn、Parnes，接著由Isaksen、Treffinger等人持續投入發展，茲將其主要的發展、運用，整理如表1所示

表1 CPS五十年來發展的不同面貌

年代	研究者	內容	階段名稱或主要改變	表示方式
1953	Osborn	創造過程七階段	導向(orientation)、 準備(preparation)、 分析(analysis)、 假設(hypothesis)、 醞釀(incubation)、 綜合(synthesis)、 驗證(verification)	文字說明
1966	Parnes	CPS 五階段	發現事實(ff) 發現問題(pf) 發現主意(if) 發現解答(sf) 尋求接受(af)	文字說明
1967	Osborn	CPS 三階段	ff、if、sf	文字說明
1967	Noller & Parnes	CPS 五階段	ff、pf、if、sf、af	水平圖示
1977 1978	Parnes	CPS 五階段	ff、pf、if、sf、af	文字說明
1982	Treffinger , Isaksen & Firestein	CPS 五階段	把聚斂思考的重要性與技巧提升到擴散性思考平衡	文字說明
1985	Isaksen & Treffinger	CPS 六階段	發現困惑(Mess Findong)、 發現資料(Data Findong)、 發現問題(Problem Findong)、 發現主意(Idea Findong)、 發現解答(Solution Findong)、 尋求接受(Acceptance Findong)	垂直圖示
1987 1992	Isaksen & Treffinger	CPS 三成份六 階段	三成份：整理問題、產生主意、行動計畫 六階段：mf、df、pf、if、sf、af	垂直圖示
1992	Isaksen & Dorval	CPS 三成份六 階段	三成份：整理問題、產生主意、行動計畫 六階段：mf、df、pf、if、sf、af	循環圖示
1994	Isaksen , Dorval & Treffinger	CPS 三成份六 階段	三成份：整理問題、產生主意、行動計畫 六階段：mf、df、pf、if、sf、af	循環圖示

資料來源：引自湯偉君、邱美虹，1999，p.12

綜合上表與前述所言，CPS 歷經五十年來許多學者不斷的修正，其間由原本五階段到僅包含發現事實、發現主意、發現解答的三階段，而後強調發現困惑及納入資料蒐集的步驟，成為今日所見的三成份、六階段，架構漸趨完整。本活動的發展即是依據 CPS 的三成份、六階段來進行活動流程的安排。

### 參、教學活動設計

一、單元名稱：「框」不住的絕妙創意

二、具體目標：

1. 認識相框的構造
2. 認識材料的特性
3. 學習資料蒐集與整理
4. 培養學生創造力
5. 培養學生問題解決能力
6. 培養學生表達能力

三、對象：國中八、九年級學生

四、教學時間：7節課（一節45分鐘）

五、器材：筆、紙、鋼尺、剪刀（美工刀）、白膠、著色用具、透明片及製作相框所需之材料、其他工具。

六、教學活動簡述：

請同學參考市面上常見之相框，針對其造型、功能與特色進行分析，加以改良、結合，設計出一款專屬自我的相框。教師在教學過程中，先讓學生進行商品觀摩，並透過討論激發創意；接著設定待解決目標，規定學生產出之相框，必須兼具保護相片及方便更換相片的功能，讓學生思考能確實完成作品的點子與做法，透過實作過程中面臨的困難與解決，逐步完成創意相框的製作。

七、教學活動內容：

本教學活動流程及內容如下所列：

節次	時間	教師教學活動內容	學生進行活動	教學資源
一	20	(1) 教師展示範例作品引起學生學習動機	(1) 認真聽講 (2) 經驗分享討論	範例作品 學習單
	10	(2) 設定待解決目標：保護相片、方便更換相片	(3) 完成學習單一，於下節課繳交	
	15	(3) 說明學習單一的填寫注意事項，協助學生蒐集資料		

節次	時間	教師教學活動內容	學生進行活動	教學資源
二	20	(1) 根據學習單一的填寫內容，引導學生開始構思自己的作品，找出問題	(1) 繳交學習單一 (2) 認真聽講 (3) 創意思考	學習單
二	25	(2) 分發學習單二，協助學生進行創意發想，選擇最能執行之方案	(4) 找出、排除可能遭遇之問題 (5) 完成學習單二 (6) 規劃所需材料工具， 下節課攜帶	
三	45	(1) 針對個別學生選擇之材料，分別說明其特性，及加工方式與注意事項	(1) 規劃工作流程 (2) 提出問題 (3) 進行實作	
到		(2) 協助學生進行問題解決思考		
五		(3) 注意學生實作安全		
六	90	(1) 學生作品發表，並對同學說明功能與特色	(1) 欣賞同學作品 (2) 參與討論及提出建議	
到		(2) 討論與建議		
七				

1. 運用「腦力激盪法」來引導學生思考相框的結構與功能，讓學生在短時間內提出大量的構想（材質、造型、功能以及操作方便性等）。教師在活動進行中須支持學生的創意，盡可能不加入任何主觀評語。
2. 接著再引導學生用新的概念來分析已知的事物，讓學生嘗試依其材質做其他的設計與改良。
3. 在學生製作相框的過程中，避免直接告訴他應該怎麼做，而是引導學生自己思考如何解決所面臨的問題，讓他經由思考、測試的過程當中學習如何解決問題。

## 八、評分規則

本教學活動設計之評分規則如下：

1. 相框必須能達到「保護相片」、「方便更換相片」兩項目標。
2. 材料的選用需考量加工便利性，採用環保材質予以額外加分。
3. 完成的作品，由全班選出造型設計前三名，以及最佳創意獎一名，另行加分，並讓同學們欣賞與學習。

表2 教師評分標準表

評分項目	配分
1.是否專心聽講	10 %
2.是否適當操作工具	10 %
3.是否能運用問題解決能力完成目標	25 %
4.成品是否具有創意與美觀	25 %
5.是否完成學習單並按時繳交	20 %
6.作品發表是否清楚並能參與討論	10 %

## 九、教學建議

1. 教師在課堂上能先準備一些坊間的相框作為樣品，展示給學生看，引發學生學習動機及創意。
2. 觀摩過市面產品後，教師須引導學生思考能夠做改良或添加功能的地方，並隨時注意每個人的狀況，適時加以鼓勵。
3. 為了避免學生過份模仿而喪失創意，因此建議教師以「最佳創意獎」鼓勵學生去發揮、展現不一樣的想。

## 十、作品示範

筆者在教學活動進行中，特針對作品進行拍攝，提供欲進行本活動之教師作為參考，詳見附錄三。

## 肆、結論

此教學活動設計目的在於激發學生的創造力與問題解決之能力，這部分正是我國學生最普遍缺乏的。在筆者任教的經驗裡，大部分學生習慣由教師直接教導他們進行各項學習活動，僅有很少數的學生願意積極地動腦筋去完成作業，因此教師在整個教學活動裡，最重要的就是必須能夠引導學生一步一步發揮創意，適時從旁協助並加以鼓勵。在製作的過程中，學生會從一開始的摸索、模仿，到同儕彼此間的觀摩，甚至嘗試突破或功能整合，最後由成品的發表獲得成就感。這樣的訓練課程有助於養成學生思考的習慣、提升學生的創造力，然而迫於升學主義的壓力下，多數無法付諸實行，甚至連課程都名存實亡，非常可惜。科技教育目的在培養國民的科技素養，訓練其具備問題解決的能力，以因應未來生活所需，為了讓我們的下一代不輸在起跑點上，需要科技教師的堅持與共同努力。

## 參考文獻

### 一、中文部份

教育部（2002）。**創造力教育白皮書**。台北：作者。

湯偉君、邱美虹（1999）。創造性問題解決模式(CPS)的沿革與應用。**科學教育月刊**，223，2-20。

### 二、英文部份

Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444-454.

Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, New York: Bearly.

Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner.

Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Scribner.

Treffinger, D. J. & Isaksen, S. G. (1992). *Creative problem solving: An Introduction*. Center of creative learning, Inc.

## 附錄一 學習單一

## 小小市調大搜查

市面上有許多的相框產品，其中有很多的設計十分精美、別具巧思，請你利用課餘時間去蒐集一些你認為比較特別的產品，並將照片(或自行手繪圖)貼在下面的方框裡面，記得下節課帶來跟大家交換分享喔！

1.	2.
3.	4.

PS.至少要完成兩個方框才能交作業唷！ ^\_^



## 附錄二 學習單二

# 動腦時刻到囉！

我的創意相框長成這樣：



我打算用這些材料：

名稱	尺寸	數量	說明

儘量填寫詳細，能讓材料的使用更確實、更節省唷！

附錄三 學生作品示範



附圖1 利用磁鐵來夾持前方塑膠護片



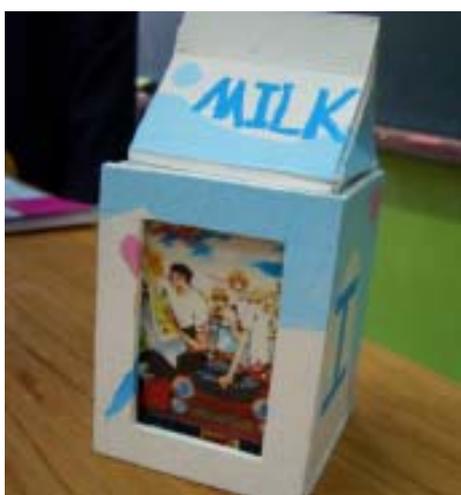
附圖2 以巴沙木為原料的活動式相框



附圖3 木頭鋸切平整、外表塗裝，還加上照明



附圖4 相框可拆解成兩件式，右圖為分離的實況



附圖5 結合相框及筆筒、收納盒等多種功能



附圖6 複合式材質的運用



附圖7 保利龍球挖空，外裹紙黏土，彩繪後十分精緻可愛

# 問題解決模式的合作學習

## --以紙飛機為例

蔡麗娟<sup>1</sup> 陳芳慶<sup>2</sup>

<sup>1</sup>國立高雄師範大學工業科技教育研究所研究生

<sup>2</sup>國立高雄師範大學工業科技教育研究所副教授兼系主任

### 摘要

在設計「紙飛機」擲遠活動中，除了教授學童初步了解飛機的構造外，主要目的是要培養低年級學生透過小組合作學習的方式，來建構屬於學童自己問題解決的能力。透過本教學活動設計的學習，與人溝通、討論、支持與分享等等的社會技巧概念，學童去體會達成成功目標需要整個小組成員的努力，而非只有靠小組內的少數人獨撐大局。在合作學習活動中，學童必須要會去試著察覺小組的問題，試著溝通討論、分享資源，化被動學習為主動，培養正確的學習態度，增進自己的獨立思考能力與解決問題的能力，並增進自己的自信心。

關鍵詞：問題解決、合作學習、紙飛機

### 壹、前言

實施國中小九年一貫教學以來，教育部積極推展創造思考教學，希望全國教師能藉著活潑生活化的教學活動設計，培養學生創造思考的能力。除此以外，在九年一貫課程綱要中，也明白揭示學生要有解決問題的能力，學生在這九年一貫課程中習得「帶著走的能力」，而不是「背不動的書包」。相對於以往制式化的分科教學課程，期許現代的教師擁有更多教學自主權，依照課程綱要編選設計優質的教材，目的也是在訓練學生能依自己習得的「解決問題的能力」來解決日常生活中的難題。

在這次的教學活動設計裏，研究者者想了解培養低年級學童問題解決能力，以及在解題（problem solving）歷程中，透過對合作學習（cooperative group learning）的科技教學活動模式，培養小組成員彼此的科技素養、合作關係與社會技巧。社會文明的飛躍，科技的不斷研發是最主要的動力，但成功往往不是少

數人的努力，而是一群成功的合作團隊在眾多難關下披荊斬棘，才能享受甜美的成果。因此，藉由這樣的合作學習活動，讓學童明白在生存的大環境下合作的重要性，在逐步達成主學習目標的過程中，也培養自己的學習自信心與經營人際關係的副、附學習目標。

## 貳、文獻探討

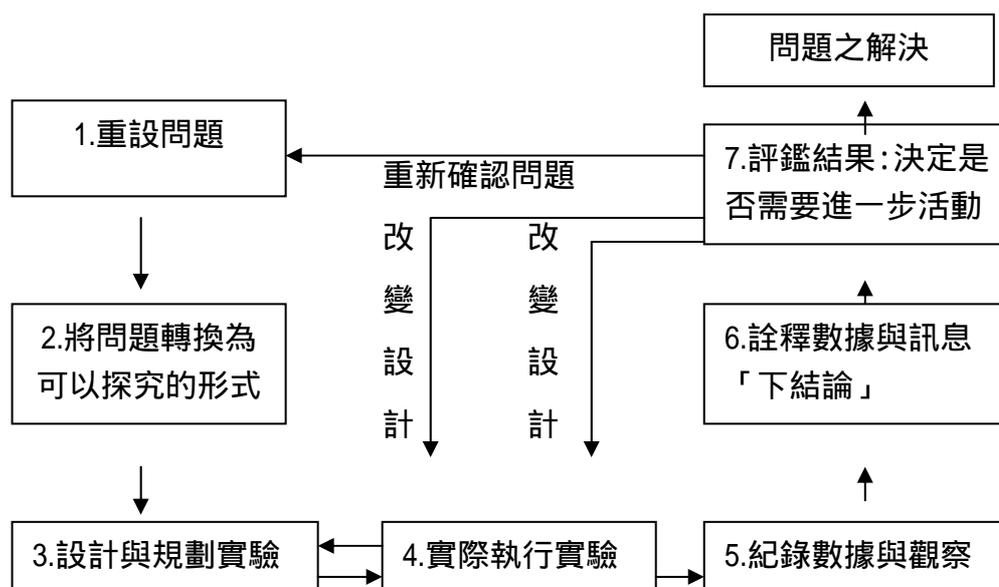
### 一、問題解決 (Problem Solving)

人活在這個多變的世界一直遭逢問題，也唯有克服層出不窮的問題，人類文明才得以不斷提升進步。對於「問題解決」一詞，一般心理學家的定義係指在問題情境下，經由思考與推理來達到目的的心智歷程(張春興, 1991) Gagne(1985) 則指出問題解決是學習階層中最高階層，也是知識與策略交互使用的綜合表現。就教育而言，解題能力的培養可說是長久以來課程與教學的所訴求的重要目標(張春興, 1994)。Kahney(1993) 認為為了達成目標而做的事情，稱為問題解決。Mayer(1983) 則認為將問題界定在從一給定狀態到目標狀態，其中遇到困難、產生問題，其間的心智運作的歷程則是問題解決。

國內學者楊文金、熊召弟(1996) 依據心理學，定義問題是呈現情境與目的情境的衝突與差異，所以問題解決具有四個要素：呈現情境、目的情境、解題限制與解題規則(包含演算規則與捷思規則)。依照這四個要素，設計了問題解決環，教師常以此模式來訓練學生問題解決的能力。而解題的本質可以下面所描述各層面來詮釋：

- (一) 問題解決是一種學習者習得的過程。
- (二) 問題解決是一種思考的過程。
- (三) 問題解決是一種複雜的心智能力(楊坤原, 1999)。

因此綜合以上學者說法，問題解決可以說是學習者在學習知識的過程中，經由訊息處理而找出合適的解決方法或途徑之思考過程或能力。



圖一 問題解決環（楊文金、熊召弟，1996）

而問題解決的能力與歷程會因學習者先備知識的差異而有所優劣。好的問題解決者花許多時間在編碼上，是被認為較精緻的問題表徵結果，可促進隨後的操作過程。Sternberg (1977) 指出較好的推理者比較弱的推理者花較多的時間在問題的編碼上。越聰明的人，花較長時間在編碼上的是比較優勝的解題策略，如此一來可使用的推理及應用等工作能進行的比較有效率。

換句話說，專家因為有較多的知識，較好的結構組織，因此能夠整合他們的知識於特定領域來解決問題 (Kahney, 1993)。然而學習者則必須持有特定的認知策略，才能巧妙的運用知識 (Smith & Ragan, 1993)。楊坤原 (1999) 也指出問題解決者的知識是所有影響解題因素中最重要的一環。沒有知識做為思考的材料，解題便無法進行。唯有運用知識與解題策略，方能達成問題解決任務的第一要件 (林靜萍, 2005)，因此，王春展 (1997) 說明教師在教導學生如何成為一個較好的問題解決者策略應用上，建議採用提供豐富的知識基礎訓練、設計適當的課程與情境方法，以便協助學生順利成為專家問題解決者。所以，良好的認知策略常被視為訓練學習者良好解題能力的基石。

張俊彥與翁玉華 (2000) 也指出科學教育活動中應融入問題解決活動與科學過程技能的運用，使學生藉由探究活動的過程中，提升學生問題解決的能力。另外，林靜萍 (2005) 認為問題解決著重在學生之間問題解決過程之表現與互動，

這也是學生學習的關鍵所在，合作學習除了增進問題解決的能力外，學習人際關係技巧的互動也是同等重要。團體同儕間的腦力激盪，往往會有令人異想不到的靈感點子，彼此的互信與鼓勵也是同儕學習者之間創新能力的補給站。

因此在本教學活動設計上，提供學生適當的教學情境，在學生解題的過程中，教師是協助學生學習的促進者角色。教師透過不斷的教育研究訓練或行動研究等，設計以學生為中心的教學活動，幫助學生在問題解決的過程中，能盡快的學會運用適當的策略成為專家問題解決者。

## 二、合作學習(Cooperative group learning)

80年代，Maynard Reynolds 發現合作學習能使身上有不同程度殘疾而導致學習障礙的學生得到幫助（引自劉秀嫻，1998）。以國內而言，合作學習的研究自80年代才逐漸普遍。

### （一）合作學習的理論基礎

形成合作學習教學策略的理論基礎不少，國內外學者 Slavin(1995)、Johnson & Johnson, Holubec (1998)、黃政傑和林佩璇(1996)都曾為合作學習提出其理論基礎，研究者綜合各家看法，大致上將合作學習的理論基礎歸納為社會互賴論、動機論、認知論等取向。以下就這三方面來簡單陳述合作學習的理論基礎：

#### 1. 社會互賴論

心理學家 Kurt 認為社會學習的重要本質就是社會成員間的相互依賴，成員間藉由互賴朝向內部一致的共同目標努力邁進，彼此之間互相幫助而達成積極學習。

#### 2. 動機論

Slavin (1990) 指出獎勵與目標兩結構能促使團體成員間能共同去達成目標的兩大誘因。唯有團體目標達成了，個人目標才有可能達成。

#### 3. 認知論

認知論者比較強調共同工作本身即是一種良好的效果。在認知論與合作學習較有相關的兩大領域即是認知發展論與認知精緻論。

綜合以上三個論點，學校單位應該增加合作活動，學生在學習活動中的互動可增進其成就表現。因此，教師在實施分組時也應該考慮學生同儕間的能力差異及合作溝通技巧，隨時注意是否要調整教學方式以適時協助學生學習。

## (二) 合作學習的意涵

「合作」即是團體與團體間或是團體成員間一起工作、相互溝通協調或鼓勵，且貢獻一己之力量，以達成團體共同的目標（張淑美，1992）。合作學習是一種有結構、有系統的教學策略，可適用於不同年級不同領域（Johnson、Johnson & Holubec,1998）。在四到六人的異質性小組裡，大家一起學習，以團隊的型態一起解決問題，同儕間可提出意見修正批判彼此意見，互相幫忙互相激勵，一同分享資源與成果以達成一個共同的目標，此目標不但利己也利人（Parker,1985）。

## (三) 合作學習的基本要素

Johnson、Johnson & Holubec（1998）指出合作學習具有積極互賴、面對面助長互動、個別責任、人際及小團體技巧與團體歷程等五種基本要素。

### 1.積極互賴

團體成員必須積極互賴，大家一起學會教材才能達到成功。

### 2.面對面助長互動

小組座位是採取面對面式，彼此的互動直接，且必須要相互幫助、相互鼓勵支持。

### 3.個人責任

合作學習內每個成員都有其責任執掌分配，為達團體共同目標，個人績效也不容忽視。

### 4.社會技巧

團體成員學會合作技巧及其使用時機，重複練習直到學生內化這些技巧為止，如此合作學習才能真正落實。

### 5.團體歷程

團體歷程的目的無非就是在提供小組成員間反省檢討的機會，期望下次再合作時，能夠表現的進步、更優異。

## (四) 合作學習的實施方式

合作學習發展至今，普遍被採用的教學模式之一就是學生小組學習法（STL），而學生小組學習法又分成三種類型：小組成就區分法、小組遊戲競賽法、小組輔助個別學習法。茲將三種學習類型的優缺點整理如下：

表一 學生小組學習法的類型

類型	實施過程	優缺點
小組成就區分法	1.全班授課 2.分組學習 3.小考 4.換算個人進步分數 5.小組表揚	優點： 以教學目標為導向，可適用於各領域學科，以進步的分數做為獎勵的依據，可提高學生的學習動機。 缺點： 過於注重小組績效而易於忽略個別表現，酬賞方式較為不公。
小組遊戲競賽法	1.全班授課 2.分組學習 3.小組遊戲競賽 4.能力系統 5.小組表揚	優點： 遊戲競賽的方式活潑有趣，提升學生主動參與的動機。 缺點： 其缺點與小組成就區分法相同，遊戲過程中秩序較難掌控。
小組輔助個別學習法	1.分組 2.前測 3.學生在小組內進行個別學習 4.形成性評量 5.小組評分表揚 6.作業單練習 7.總結性評量 8.全班教學，進行綜合性的整理討論	優點： 前測有助於老師了解學生的起點行為。自我學習過程中鼓勵彼此討論，並尋求老師或同學的協助。 缺點： 測驗繁多，易引起學生的學習焦慮。

資料來源：改編自陳麗霜（2006）。合作學習應用於數學教學之研究—以台北市國小一年級為例。

根據以上的分析，各種學習模式都有其優缺點，研究者考慮研究對象為國小二年級學童，其認知能力與社會技巧可能無法勝任較複雜的學習模式，因此採用小組遊戲競賽法，藉此提高學生學習興趣與學習成效。以下簡要介紹小組遊戲競賽法五大要點：

#### 1. 全班授課

以老師為主角來授課，採口頭講述、問答、討論等各種教學方法。

#### 2. 分組學習

小組採異質分組的方式，依據性別、課業學習成就等將學生採 S 型分組，老師在小組間巡視走動，觀察小組成員討論互動情形，並適時介入小組的學習。

#### 3. 小組遊戲競賽

每組成員在練習階段都有階段競賽，依照分數高低給於五、四、三、二、一個積分，使每個成員都要彼此幫助才能得分，但真正遊戲競賽開始後，每個成員就要靠自己的努力才能贏得高分，競賽結束後再以小組總積分為表揚的依據。

#### 4. 能力系統

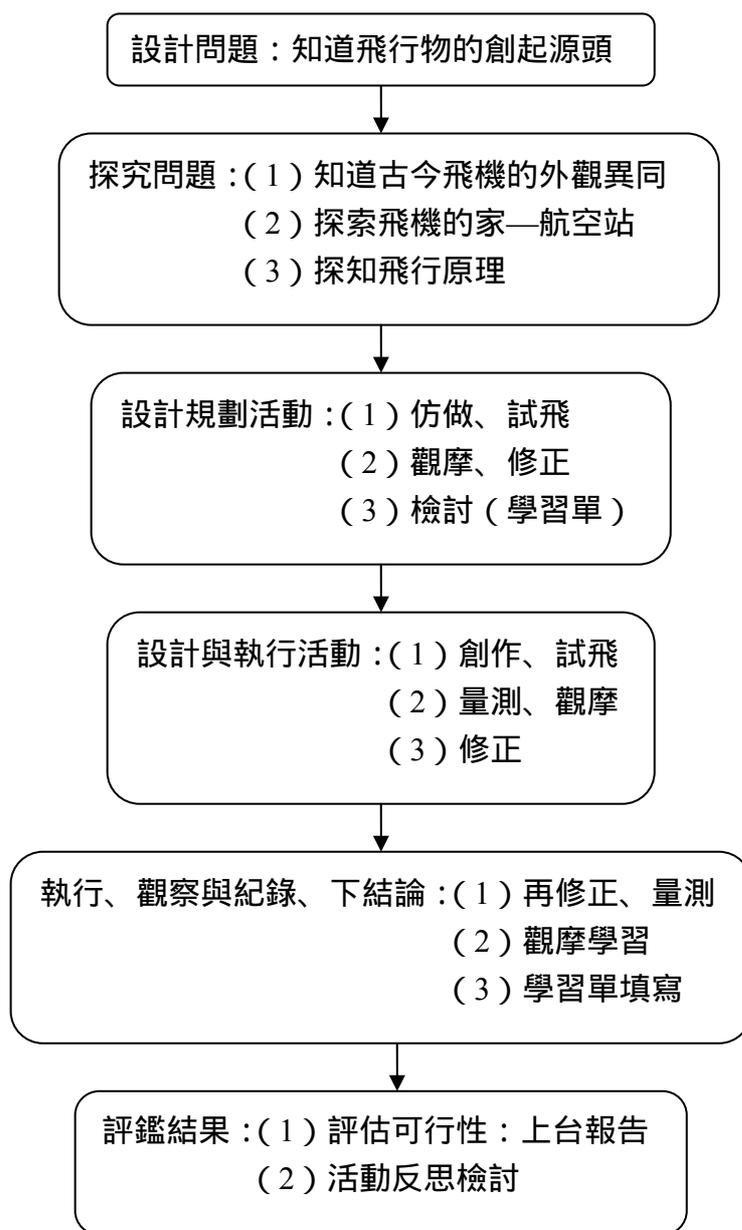
能力相似的同學被分派到同一個競賽進行比賽，每組都有參賽者來爭取小組分數，競賽後依據學生表現的成績再次調整其競賽組別，如此學生不會固定在同一組。

#### 5. 小組表揚

以小組總分為表揚的依據，使小組成員有彼此是命運共同體的體認，每位成員都應該盡力為自己及整組而努力。

支紹慈(1999)指出在合作學習的學習情境下，可以潛移默化更多的學習行為，比較傳統式的教學而言，合作學習更可增加人際關係的互動，提高學習效果，使其達到統整試探、試探分化、分化專精的原則，這也是此次教學活動的主要目的之一，觀察學生在合作學習的模式下，學習如何與同儕互動討論，如何去提昇自己的學習效果。

### 參、教學流程



圖二「紙飛機」問題解決模式的教學流程

## 肆、研究設計

## 一、教學活動設計

- (一)教學對象:高雄縣內某國小二年級某一班學生 30 人,男生 15 人,女 15 人。全班從未以「合作學習」方式來授課。
- (二)分組方式:採異質分組,依照課業成就表現採 S 型分組,每組 6-7 人,全班共分成五組。此班在此活動之前從未參與過合作學習方式。各組工作分配,有組長 1 人,副組長 1 人,其餘組員 4-5 人,每人各司其職,相互支援。
- (三)小組遊戲競賽法:以小組合作學習方式進行紙飛機競遠活動,整組飛行效果最好為最佳合作團隊,在競賽結束時得以接受老師的獎勵。
- (四)規則限制:每位學生使用一張影印過的 A4 規格紙張來摺紙飛機,過程中可以使用剪刀剪去多餘的部份,卻不能使用膠水等黏貼用具來外加紙張重量,機身重疊部分可使用透明膠帶貼牢補強,或使用一枚迴紋針夾住紙飛機頭部以增加重心。

表二 教學活動設計

教學主題	飛啊!紙飛機	教學節數	九節課(360分鐘)
教學所需器材	教師:網路電腦、單槍、放映用布幕、A4 影印用廢紙、迴紋針、學習單、教學 DVD、數位相機、錄影機。 學生:剪刀、透明膠帶。		
教學目標	1. 對於飛機飛行原理、空氣力學有初步概念。 2. 能發揮創意,自行設計出具創意的紙飛機。 3. 能安全選用工具,順利完成作品。 4. 能與同儕合作學習,折出可成功飛行的紙飛機。 5. 能使用網路資源,幫助自己完成規定的紙飛機造型。 6. 能評估最佳化紙飛機的效果,順利解決紙飛機飛行的障礙。		
相對應能力指標	<b>【自然生活科技】</b> 1-3-3-1 實驗時,確認相關的變因,做操控運作 1-3-5-4 願意與同儕相互溝通,共享活動的樂趣。 1-3-5-5 傾聽別人的報告,並做適當的回應。		

	2-4-8-7 使用網際網路蒐集資料傳遞訊息 2-4-8-9 認識空中交通工具。 6-3-2-3 面對問題時，能做多方思考，提出解決方法： <b>【資訊教育】</b> 2-2-2 了解網路使用規範。 5-3-1 能找到合適的網站資源、圖書館資源。		
<b>第一節 飛行歷史演進之介紹</b>			
<b>「問題解決」 教學模式流程</b>	<b>教學活動</b>	<b>具體目標</b>	<b>教學資源</b>
設計問題 探究問題	1. 介紹飛行物之起源—風箏 2. 介紹飛行物之發明創造歷程 (1) 萊特兄弟飛行器 (2) 第一次世界大戰飛機簡單介紹 (3) 第二次世界大戰飛機簡單介紹	能大約了解飛機飛行的原理	網際網路
<b>第二節 現代的飛行器之介紹</b>			
<b>「問題解決」 教學模式流程</b>	<b>教學活動</b>	<b>具體目標</b>	<b>教學資源</b>
探究問題	1. 現代飛行器的介紹（介紹飛機機身構造名稱） 2. 比較現代飛行器與以前飛行器的異同 3. 簡介高雄小港航空站	能大約了解飛機飛行的原理	網際網路

第三節 飛行原理之介紹（柏努力定律）			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
探究問題	1. 飛行原理—柏努力定律之介紹 (升力、空氣流速、壓力)	能大約了解飛機飛行的原理	網際網路 教學 DVD
第四節 紙飛機仿作與試飛（網路學習）			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
設計與執行	1. IEP 教學與合作學習：分組紙飛機仿作（觀看網路動畫教學，仿作兩種不同折法的紙飛機） 2. 各組同儕觀摩相互指導 3. 紙飛機試飛（成品試飛、修正）	能使用網路資源，幫助自己完成規定的紙飛機造型 能安全選用工具，順利完成作品 能與同儕合作學習，折出可成功飛行的紙飛機	網際網路 A4 廢紙 剪刀
第五節 紙飛機競遠活動（一）			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
執行、觀察與紀錄	1. 合作學習：紙飛機競遠活動（到操場試射修正後的紙飛機） 2. 同儕相互觀摩學習，比較不同樣式的紙飛機飛行效果。 3. 觀察班上紙飛機飛行最	能評估最佳化紙飛機的效果	學習單一紙飛機 數位相機 錄影機

	遠的特徵、屬性等通則。 4. 完成學習單一。		
第六節 紙飛機創作與觀摩			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
觀察與紀錄	<ol style="list-style-type: none"> <li>紙飛機創作活動： 依據上次的競遠觀摩活動，兩位學童一組自行討論與創作紙飛機一架。（不得使用膠水或定書機等外加物）</li> <li>不同組別間的紙飛機創作活動觀摩與比較。</li> <li>全班選出最佳造型、最佳飛行、最佳創意獎項。</li> <li>完成學習單二</li> </ol>	<p>能評估最佳化紙飛機的效果。</p> <p>能發揮創意，自行設計出具創意的紙飛機。</p>	<p>學習單二</p> <p>剪刀</p> <p>A4 廢紙</p> <p>數位相機</p>
第七節 紙飛機創作試飛			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
觀察與紀錄	<ol style="list-style-type: none"> <li>紙飛機試飛活動。</li> <li>紙飛機修正、微調、最佳化過程。</li> <li>完成學習單三。</li> </ol>	<p>能評估最佳化紙飛機的效果。</p>	<p>數位相機</p> <p>錄影機</p> <p>剪刀</p> <p>A4 廢紙</p>
第八節 紙飛機競遠活動（二）			
「問題解決」	教學活動	具體目標	教學資源

教學模式流程			
觀察與紀錄、 下結論	1. 紙飛機競遠活動。 2. 找出最佳效果的紙飛機 類型。 3. 完成學習單四。	能評估最佳化 紙飛機的效果。	數位相機 錄影機
第九節 成果發表			
「問題解決」 教學模式流程	教學活動	具體目標	教學資源
評鑑結果	1. 分享：各組上台報告 2. 回饋：其他組別提出意見或建議。 3. 老師做總結與獎勵優異的小組合作學習。	能評估最佳化紙 飛機的效果。	實物投影機 學習單

## 二、教學注意事項

- (一) 教師應以開放的態度接受學習者天馬行空的想像，並給予肯定與鼓勵，藉此方式激發學習者腦力激盪，訓練其發散式思考。
- (二) 教師在教學活動中應扮演引導者與輔導者的角色，隨時支援學生認知上的不足。教師適時的搭建學習鷹架，得以提升學習者的解題能力。
- (三) 教師鼓勵小組成員間熱絡討論，並隨時觀察與紀錄（錄音、錄影）小組成員間的互動與討論，並在課後隨時記錄教學手札，探討學習者的合作學習情形。
- (四) 適時激勵小組的良好表現，可獎勵整組成員或是個別成員皆可，例如認真收集資料、熱烈參與討論與製作，填寫學習單詳盡等等，強化學童的學習動機與意願。
- (五) 鼓勵學童儘可能去收集有助於活動進行的資訊，因為大部分二年級學童尚未上過電腦課，因此無法像中高年級的學生使用電腦上網，因此，無論是家人提供的資料、上圖書館查資料、同組學童的腦力激盪所產生的點子等等各種方式皆可。

(六) 珍惜地球資源，為避免浪費紙張，因此整個活動都是使用 A4 影印過的廢紙再利用，用完後丟棄的紙飛機一律再紙類回收。

### 三、教學評量

本教學活動設計採多元評量，注重小組合作學習討論與分工績效，不以紙筆測驗或學習單為唯一的評量。除此之外，「飛吧！紙飛機」科技教學活動更是強調學生歷程檔案及實作評量，觀察學生如何運用已知的知識運用有待解決的問題之中。此外，小組同儕間的溝通、分工、討論技巧與資源分享等等，觀察低年級學習者的「合作學習」模式也是評量的重頭戲。

表三 多元評量項目

編號	評量項目	百分比	評鑑		
			很棒喔	還不錯	要加油
1	上課學習態度	10 %			
2	小組合作學習情形 (參與討論、收集資料、填寫學習單、上台報告)	20 %			
3	實作評量(紙飛機仿作：飛行距離量測結果)	10 %			
4	實作評量(紙飛機創作：飛行距離量測結果)	30 %			
5	學生歷程檔案	10 %			
6	學生學習單	20 %			
7	總分	100 %			

### 伍、結果與討論

#### 一、科技教學活動生活化、趣味化

遊戲式的科技教學活動除了教導學生科學知識(如科學定理—白努利定理)外，也引導學生去注意身邊的生活科技相關問題，如機場的設備、飛機飛行所造成的空氣污染、如何使自己製作的紙飛機能飛的好，過程中所要注意的數學量測與科學常識的運用等等，無疑是進行一種 STS 教學策略，三者環環相扣的教學單元，學童在教學活動中需活絡科學概念與數學量測的能力，運用適當的工具來

解決實際問題。有別於傳統的教室教學，在整個教學活動中，學生習得的是內化的知識、帶的走的能力與高昂的學習興趣。

## 二、合作學習的學習成效

經教學活動的資料收集後發現：

- (一) 學生經由小組合作學習，能逐步學習科學知識探究技能，如討論、工作分配、問題解決與上台報告。
- (二) 合作學習能改善學生的學習態度，提升學生的學習興趣，使學生樂於學習，並發展出自信的自我認同（黃詠仁、王美芬，2002）。除此之外，學生參與同組的團隊活動，不僅能相互激勵與勉勵，提高彼此的學習動機（羅文秀，2005）。
- (三) 合作學習增加學生與教師互動的機會：教師只是教學現場的諮詢者、引導者與輔導者，師生互動較頻繁。
- (四) 合作學習可增進學生社會技巧：學生小組間可隨時腦力激盪，隨時激發創意點子，增進彼此的解題能力。（黃詠仁、王美芬，2002）
- (五) 同儕間的合作學習與討論可截長補短，對學習幫助甚多（黃德祥、謝龍卿，2005）。
- (六) 合作學習之行動研究，有助於教師專業成長：透過觀察、晤談、資料收集等，教師更能了解學生的學習狀況與學習策略。

國內學者邱美虹和林妙雲（1996）指出在1972年至1993年期間，有64%的合作學習研究報告結果顯示：合作學習小組的學習成效優於傳統教學組，且達顯著水準。因此從國內外的研究顯示：合作學習的教學策略，在學生的學科學習成就、合作社會技巧的學習及學習態度和動機上，均有正面積極的成效（引自黃詠仁、王美芬，2002）。

## 三、低年級學童的問題解決歷程

### （一）各組合作解題情形

每組六至七人的異質分組，全班共分成五組，依各組組員的合作互動可發現，每組的表現因其組員學習風格上的差異而有不同的學習表現與問題解決方式。

以不同的學習型態區分，積極主動型和慎思熟慮型的學生在課堂中傾向以自我想法和以舊經驗進行問題解決，而按步就班型和漠不關心型的學生，則較

少在共同討論時提出想法，遇到問題時，則多傾向根據課本的方法進行問題解決。

組別	教室觀察紀錄	小組組長訪談紀錄
第一組	<p>大部分組員學習態度不專心、相當依賴老師所給於的提示與指導，一但需要整組投入討論，整組學習進度則容易因多數人不參與討論或搜尋資料過少而停擺。</p>	<p>師：你們這組經過第一次試飛後，有沒有討論到解決問題的方法？</p> <p>生：有，我有自己先想辦法，真的沒有法子時，就會回家問爸爸，爸爸就教我另一種紙飛機的折法。在教室裡如果有人提供意見也會試試看。</p> <p>師：這樣的修改有飛的比較遠嗎？</p> <p>生：有變好一點點。</p> <p>師：其他同學有在一起認真討論想辦法？</p> <p>生：只有 Gr102、Gr105 有和我一起想辦法，其他人都沒有。</p> <p>師：那他們都在做什麼？</p> <p>生：Gr101 沒有吵我們，都在旁邊聽我們講，然後跟著旁邊學折法。</p> <p>師：那另外的人呢？有沒有跟著一起學？</p> <p>生：Gr106 和 Gr103 一直在私底下說話，不然就發呆。 (教室日誌 G1970414)</p>
第二組	<p>組員雖然專心學習，但整組的參與討論與蒐集資料不夠熱烈，常只有二至三個人認真參與討論，憑想像去找尋答案而已，問題解決活動只</p>	<p>師：你們這一組在討論上有沒有遇到問題？</p> <p>生：我和 Gr201 有在討論，Gr204 偶爾也會提供意見，其他人在只是在聽，沒表示意見。</p> <p>師：沒表示意見的人都在做什麼？</p> <p>生：一直拼命在折飛機，也不確定有沒有在聽。</p> <p>師：是不是他們太害羞了？</p> <p>生：不知道，大概是吧？</p> <p>師：對於你們這一組的試飛滿意嗎？</p> <p>生：(聳聳肩) 不知道。</p> <p>師：有沒有和同學想到更好的解決辦法？</p>

	<p>有這幾個人 在實作中 摸索探 究科學 知識， 合作解 題狀況 與第一 組類似。</p>	<p>生：有。 師：什麼方法？ 生：我和 Gr201、Gr204 有討論到是不是把飛機的頭再改變一下會不會更好？（教室日誌 G2970414）</p>
第三組	<p>有三、四位 學習積極 主動，會 相互討論 交換意見， 其餘害羞 內向的同 學雖然不 提供討論 意見，但 會配合組 長的指示。 在組長的 強勢領導 下，整組 的活動向 心力不錯。</p>	<p>師：這一組有討論出結果嗎？ 生：有啊，Gr301 很厲害，都會教我們怎麼做。 師：他怎麼教呢？ 生：他慢慢教，一步一步慢慢來。如果有人跟不上，他就會過去折給他看。 師：大家都有提供意見嗎？ 生：除了 Gr304 和 Gr306 比較不說話以外，其他人都沒有在聽。 師：只是在聽而已嗎？都沒有提出想法討論？ 生：（想了一下）因為 Gr301 一開始就直接告訴我們飛機要怎麼折，我們都覺得他很厲害，反正我也想不到更好的方法。（教室日誌 G3970414）</p>
第四組	<p>馬上投入 老師分派 的研究主 題，在舊 經驗豐富 的組長帶 領下，每 一位都熱 烈的討論 並提供意 見，整組 向心力十 足。</p>	<p>師：你們覺得你們這組表現算怎樣？ 生：我覺得我們這組很厲害耶，都飛的比別組還要遠。 師：有全部的人都找尋資料嗎？ 生：幾乎每一位都有提供意見，我們再聽看看誰比較有道理。 師：可以舉例說更清楚嗎？ 生：像 Gr405 說飛機的頭要重一點、尾巴要輕一點。 Gr402 一直說要有飛行板的大弧度。Gr403 說機身要貼膠帶，飛出去才會比較遠。Gr406 有在家上網找資料，提供一些方法。（教室日誌 G4970414）</p>

第五組	只有兩位組員馬上參與討論交換意見，並會在實作活動中印證構想，下課後兩位組員仍會繼續研究討論，其餘組員被動參與，幾乎沒有參與對談。	師：你們這組好像只有你和 Gr502 比較認真在討論？ 生：對呀，Gr506 和 Gr505 都在旁邊玩。 師：那你們這一組到現在為止有沒有新發現？ 生：我和 Gr502 討論說把飛行板折出一個弧度，看看會不會飛的比較好？ 師：結果有比較好嗎？ 生：試飛後覺得沒有比較好。 師：還有其他的修正辦法嗎？ 生：下課的時候，跑到隔壁班去問一位好朋友，他有教我怎麼摺會飛的比較遠。最後還是決定要摺出飛行板的弧度會飛的比較好。教室日誌 G5970414 )
-----	--	--

以上根據教室觀察及訪談等資料發現：

1. 低年級學童的初次合作學習活動，因以前從未有過這樣的學習經驗，因此大部分的學生仍相當依賴老師的提示與協助，依據教室的觀察發現，不同學習風格的學生就會有不同的學習效果。積極主動型的組長帶領整組，組員給於百分百的信任和依賴，組長的熱情和學習動機會間接影響組員，組長說什麼組員就配合行動。若是按部就班型的組長帶領，那麼整組的學習成效則必須仰賴其他組員的配合而定，組員若配合度高則學習效果比較好，漠不關心型的組員則是在旁邊看好戲心態。想像力豐富的組長因創造力十足，天馬行空，自我意識較強，但整組的學習氣氛愉悅。
2. 一向學習低成就的學生在紙飛機競遠活動中，積極探索的動機比平常上課來的強烈，彷彿在這一個領域找到他的強項，尋回自信心。整班比較起來，男生在紙飛機競遠部份又比女生表現主動積極，經晤談發現不少學生喜歡這個活動是歸咎於小時候的舊經驗，特別是小時不曾玩過手擲紙飛機的女生，遇到問題便不知如何解決，主動解決問題的能力普遍依賴同組的男生。
3. 在紙飛機競遠活動中，以學習興趣而言，男生又普遍高於女生。即使活動結束了，男同學仍樂此不疲繼續手擲紙飛機，女生繼續研究探究的行為減少許多。

## (二) 各組解題作法探討

表四 各組解題策略

組別	第一次 試飛	第一次 修正策略	第二次 試飛	第二次 修正策略	第三次 試飛	第三次 修正策略
第一組	整組效果不佳，決大部分都在 3~5 m，只有一位可以飛到約 12 m。	效果平平，討論後決定改採頭部比較尖的造型。	約 5 m，稍稍有小進步。	接近頭部的機身要貼膠帶。	飛行距離有稍好，可達 7~8m，但有些組員仍沒有進步。	增加飛行板的飛行弧度。
第二組	大部分都在 2~5 m，最佳也只在 8 m。	小幅度改變，評估要多出機翼飛行板的弧度，可能飛的較遠。	約 10 m，進步很多。	改變另一種飛機摺法，機翼面積較大一些。	6~7m，效果稍佳。	機身貼膠帶。
第三組	大部分都在 3~7 m 之間。	改變機翼飛行板弧度。	約 5 m，沒有明顯改變。	機身貼緊膠帶。	飛行可達 7~10m。	再稍加調整飛行板弧度，讓它彎曲角度更大。
第四組	整組飛行效果較佳，最短有 6 m，	覺得飛行效果佳，目前暫不做任何改	約 10 m，大部分都有進展，飛得	在摺飛機時更留意讓頭部更尖，使阻	飛行距離 8~12m，平均都有 9~10m 的	沒有特別的修改動作。

	最佳也有 1 2 m。	變，只有 在機身部 分貼緊膠 帶。	比較遠， 但仍有其 瓶頸。	力更小。	成績。	
第五組	飛行效果 最差，大 致在 1 3 m 之 間。因機 身重疊處 沒有貼膠 布，以致 於飛行阻 力太大， 紙飛機會 側 彎 飛 行。	飛行效果 差，整組 信心受 創，決議 徹底改變 紙飛機整 體造型。	約 4 m， 稍有小進 步。	改採另一 種飛機結 構後，再 決定以膠 帶貼緊機 身重疊的 部份。	飛行可達 5~7m。	決定摺出 飛行板的 飛行弧 度。
備註						

### (三) 科技知識的習得

雖經過三、四次試飛結果，經由老師指導的或是學生小組合作學習的錯誤嘗試，在過程中，發現學生所習得的紙飛機科技知識情形如下：

表五 影響紙飛機飛行的因素

項 目	影響紙飛機飛行的 因素	有影響 (人)	百分比 (%)	無影響 (人)	百分比 (%)	不知道 (人)	百分比 (%)
1	紙張材質(厚、薄)	22	73.3	6	20	2	6.6
2	飛機結構(好、差)	21	70	7	23.3	2	6.6
3	飛行板弧角(大、小)	21	70	4	13.3	5	16.6

4	機翼面積（大、小）	4	13.3	12	40	14	46.6
5	飛機重心位置	29	96.6	1	3.3	0	0
6	飛機重量（重、輕）	14	46.6	7	23.3	9	30
7	投擲飛機的角度	23	76.6	4	13.3	3	10
8	投擲飛機的力量	24	80	6	20	0	0
備註： （1）在多次試飛下，多數學生仍未確實掌握機翼面積對飛行效果的影響力。 （2）因限於 A4 紙張的使用，多數學生對於飛機所用的紙張材料與飛機重量之間的關係仍不知其所以然，此為老師下次教學需要加強注意之處							

#### （四）小結

1. 經第一次試飛結果發現，有黏貼膠帶的紙飛機飛得較遠，因此第二次試飛前大家都互相叮囑要把重疊的機身部份用膠帶黏貼牢固，所以第二次試飛，幾乎每一位學生的紙飛機都飛的比第一次好。
2. 第二次的試飛經驗成功率大增後，原本不太參與討論的某些第一、二和第五組組員都精神大振，回家積極搜尋資料或尋求家人協助的學生人數就變多了，下課也很積極的射擲紙飛機或相互競賽。
3. 依據學生的舊經驗，70%小時候有摺過紙飛機的，在這次活動中學習較主動，30%沒有摺過的學生，學習較為被動，全依賴組上能力較強的同學指導他們。同組之間互相支援互相打氣的氛圍，使得有些學習被動的組員也跟著動了起來，也會跟著組員一起學習。
4. 經過調查發現學生找資料有以下來源：
  - （1）回家詢問父母親，以父親居多。
  - （2）回家詢問哥哥姐姐。
  - （3）經由家人指導上網。
  - （4）回憶舊經驗：如幼稚園老師曾經教過。
  - （5）腦力激盪：和同組同學討論或隔壁班同學。
  - （6）經老師指導後，加上自己的創意。

## 陸、結論與建議

### 一、結論

(一) 合作學習在學生學習方面的助益：

1. 適當運用合作學習策略，提升學生學習動機與自信心。
2. 合作學習機制協助學生問題解決能力的成長。
3. 合作學習方式增加學生人際互動，增進溝通與協調的能力。
4. 合作學習延伸學生學習觸角，化被動為主動學習。

(二) 問題解決模式教學讓孩子學習觸角自主延伸：

1. 主動搜尋所需資料，即使無法獨立查資料，也能藉助身邊的人力資源而取得協助。
2. 問題解決模式教學引發學生思考問題，經由「從做中學」活動中錯誤學習而成長，進而找到問題解決的方法或關鍵。
3. 問題解決模式教學使學生藉由實作活動中去統整習得的知識與技能。
4. 問題解決模式的教學使學生漸次依循計畫逐步達成階段任務，是一種不錯的思考訓練模式。孔子所謂的「學而不思則惘，思而不學則怠」就是這樣的寫照。

### 二、建議

本教學活動設計因限於教學團隊的專長關係，在教學評量上較缺乏教學平台環境的建置，若能再加入具有資訊管理專長與語言程式設計的教師，一同來設計、管理線上教材與增設師生討論區的功能，做為校內發展資訊融入科技教學的知識管理平台。這樣一來，師生不僅可上線學習進行討論，教師也可隨時掌握學生的學習困難與學習進度，隨時提供學生解決問題的專家諮詢者，使學生早點由問題解決的生手前進的熟手或者是專家等級，其他老師也能藉由教學平台進行知識的分享與交流。期許本教學活動設計能順利協助國小教師完成資訊融入教學的教學目標，並且在此過程中獲得專業成長。

**參考書目**

## 中文部分

- 王春展 (1997)。專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啟示。**教育研究資料**, 5 (2), 80-92。
- 支紹慈 (1999)。合作學習在綜合高中資訊應用學程規劃運用的探討。**技術及職業教育雙月刊**, 49, 38-42。
- 林靜萍、楊坤原(2004)。自然與生活科技領域教學經驗談——小組合作學習之成效。**國立編譯館館刊**, 32(1), 78-84。
- 陳麗霜 (2006)。合作學習應用於數學教學之研究——以台北市國小一年級為例。**國立台北教育大學幼兒教育學系碩士論文**, 台北市。
- 張淑美 (1992)。合作學習的涵義、實施與成效。**教育文粹**, 21, 20-25。
- 張春興 (1991)。現代心理學。台北：東華。
- 張春興 (1994)。教育心理學：三化取向的理論與實踐。台北：東華。
- 張俊彥、翁玉華 (2000)。我國高一學生的問題解決能力與其科學過程技能之相關研究。**科學教育學刊**, 8 (1), 35-55。
- 黃政傑、林佩璇 (1996)。合作學習。台北：五南。
- 黃詠仁、王美芬 (2002)。國小自然科合作學習教學策略之行動研究。**科學教育研究與發展**, 28, 1-19。
- 黃德祥、謝龍卿 (2005)。維果斯基社會認知論與英語教育。**教育研究**, 138, 95-102。
- 楊文金、熊召弟(1996)。問題解決教學法。載於黃政傑主編：多元化的教學方法。台北市：師大書苑。
- 楊坤原(1999)。問題解決在科學學習成就評量上的應用。**科學教育月刊**, 216, 3-16。
- 劉秀嫻 (1998)。合作學習的教學策略。**公民訓育學報**, 7, 285-294。
- 羅文秀 (2005)。希望理論、測量及教育上的應用。**中等教育**, 56 (4), 112-123。

## 英文部分

- Dansereau, D.F.( 1988 )*Cooperative learning strategies*. In C.E.Weinstein,E.T. Goetz, & P.A. Alexander ( Eds. ) Learning and Study strategies : Issues in assessment, Instruction, and evaluation, 103-120. Orlando, FL : Academic Press.
- Gagne, R. M. (1985). **The conditions of learning** (4th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Hulten,B.H. and Devries,D.L. ( 1976 ) *Team Competition and group practice : Effects on student achievement and attitudes* ( Report No.212 ) .Baltimore : Johns Hopkins University.Center for Organization of schools.
- Johnson, D.W.,Johnson R.T.& Holubec E. ( 1998 ) *Cooperation in the classroom*.7rd edition. Edina, MN : Interaction Book company.
- Johnson, D.W.& Johnson,R.T.(1991).*Learning Together and Alone:Cooperative, competitive and individualistic learning*. New Jersey : Allyn and Bacon.
- Kahney,H. ( 1993 ) *Problem solving-current issues*.Philadelphia : Open University Press.
- Parker, J.P. (1978). We All Have Problems... Who doesn't ? But Can They All Be Solved. **Gifted Child Today**. March/April, 61-63.
- Slavin,R.E. ( 1990 ) *Comprehensive cooperative learning models : Embedding cooperative learning in the curriculum and the school*. In S. Sharan ( Ed. ) ,Cooperating learning theory and research, 260-280. N.Y. : Praeger.
- Slavin,R.E. ( 1995 ) *Cooperative learning : theory, research,and practice*. Boston : Allyn and Bacon.
- Smith, P.L., & Ragan, T. J. (1993). **Strategies for problem-solving lessons**. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.Inc.
- Sternberg, R. J. (1977). **Intelligence, Information Processing, and Analogical Reasoning: The Componential Analysis of Human Abilities**. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vygotsky,L.S. ( 1978 ) *Mind in society : The development of higher psychological processes*. Cambridge,MA : Harvard University Press.

附錄一（學習單一）

# 飛呀！紙飛機

第（ ）組，組員：\_\_\_\_\_

小朋友完成了紙飛機仿作後，請回答下列問題：

1.看完網站上的動畫指導後，你是否可以依樣畫葫蘆，完成一架紙飛機造型？

是否，為什麼：\_\_\_\_\_

2.請將自己的紙飛機造型畫下來。



3.想想看，為什麼你認為這種造型的紙飛機可以飛的比較遠呢？請把原因寫下來：

可能是因為\_\_\_\_\_

家長簽名：

附錄二（學習單二）

# 造飛機

第（ ）組，組員：\_\_\_\_\_

1.我們這組認為可以飛的很遠的飛機應該要考慮下面幾種因素：

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_

2.我們這組希望創作出來的飛機有何特色？請寫下來。

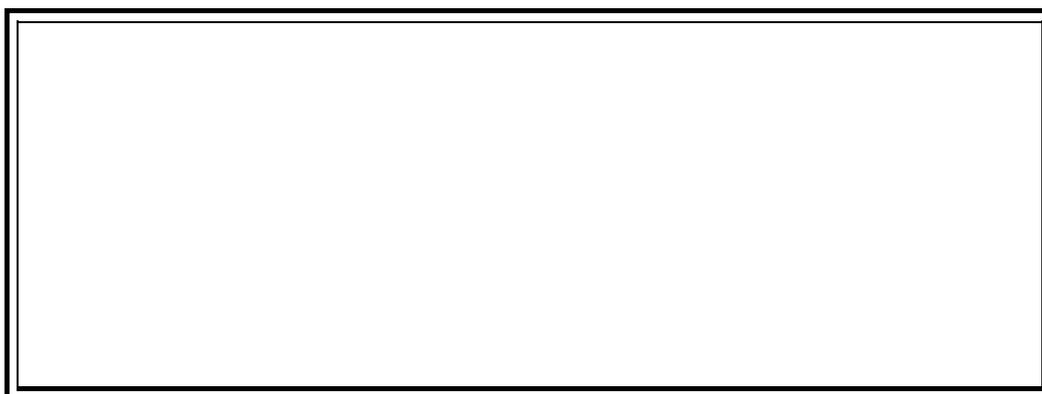
希望 (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_ (4) \_\_\_\_\_

3.請把構想中的紙飛機畫下來：



4.請把實際完成的紙飛機畫下來：



5.請把創作前與創作後作品的差異在哪裡？

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

家長簽名：

附錄三 (學習單三)

# 機不可失

第 ( ) 組, 組員姓名: \_\_\_\_\_

1. 我們這組創作的紙飛機為什麼飛得不遠呢? 經試飛與修改後, 我發現原因可能是:

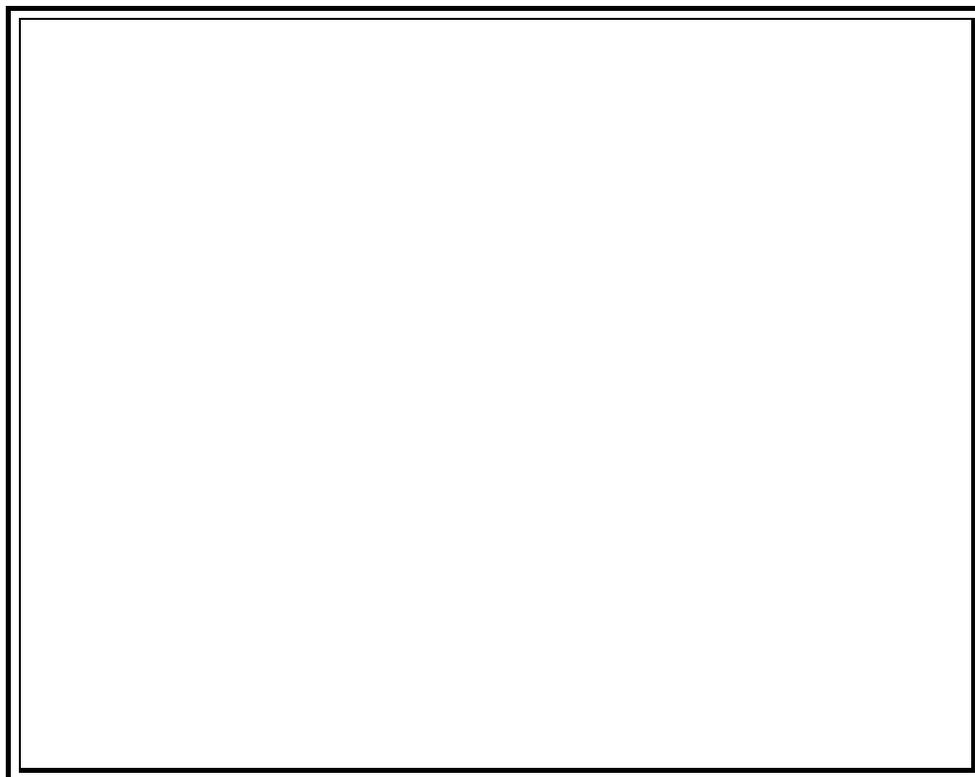
(1)

\_\_\_\_\_

(2)

\_\_\_\_\_

2. 請把微調修正後的最佳化紙飛機畫下來:



3. 我發現修正後的飛機, (1)  紙張較厚       紙張較薄  
(2)  重量較輕       重量較重  
(3)  重心在機頭       重心在機身  
(4)  機翼面積較大       機翼面積變小了  
(5)  需以上升角度擲遠  平直角度擲遠就可以了  
(6)  其他 \_\_\_\_\_

家長簽名:

附錄四（學習單四）

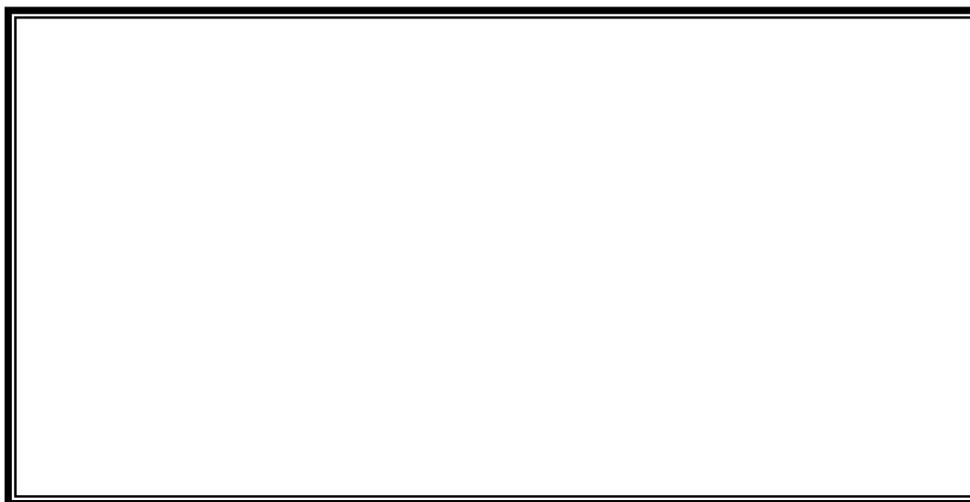
# 叫我第一名

第（ ）組 組員：\_\_\_\_\_

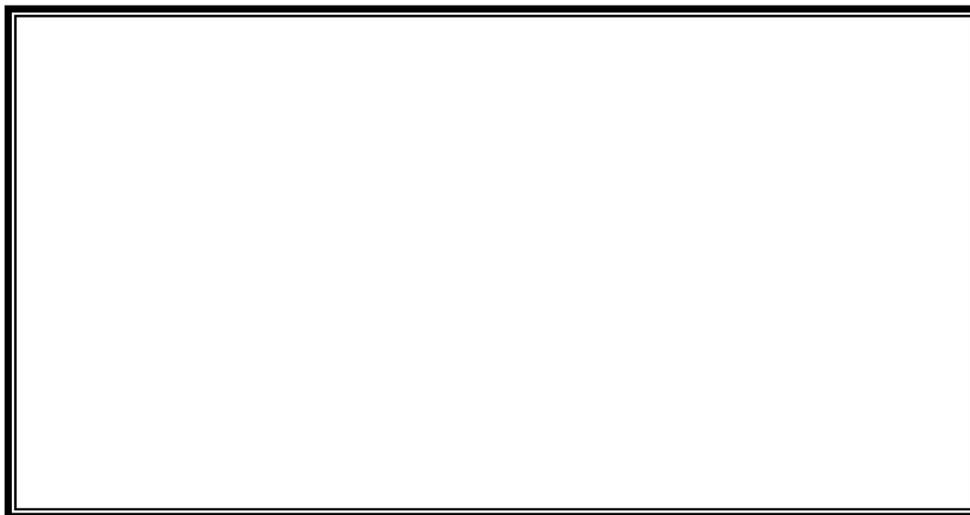
1. 這次紙飛機競遠活動中，我對於自己設計的飛機感到：

- 非常滿意    滿意    沒意見    要加油

4. 這次紙飛機競遠活動中，造型最獨特的是第（ ）組，讓我把它畫下來：



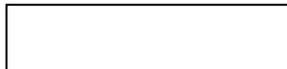
4. 這次紙飛機競遠活動中，飛的最遠的是第（ ）組，讓我把它畫下來：



5. 經過這次活動，我們這組發現要讓紙飛機飛的遠，就要特別注意哪些地方呢？

(1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_

(4) \_\_\_\_\_ (5) \_\_\_\_\_ (6) \_\_\_\_\_

家長簽名： 

附錄五（自評表）

# 學生自評表

學生姓名：\_\_\_\_\_

小朋友，在整個紙飛機競遠活動中是否收穫良多？請為自己的表現評分。

在以下表格中，請依照當時的感受，在五個□中選擇一個適當的答案打「✓」：

編號	內 容 項 目	不 困 難	有 點 困 難	很 困 難
01	在紙飛機活動剛開始時，你對於要設計一個飛的遠的紙飛機作業是否感到很困難？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02	在老師介紹完飛機的飛機原理之後，是否對「柏努力定律」有了更进一步的認識？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03	我會依照電腦的折飛機動畫指示順利完成紙飛機作品？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04	我的仿作紙飛機飛得遠嗎？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05	和同伴再修正紙飛機後，可以飛的更遠嗎？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06	我可以和同伴互相合作完成創作的紙飛機作品嗎？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07	在創作紙飛機的合作過程中，是否能與同伴盡情表達與討論心中的構想？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08	在創作紙飛機的試飛過程中，是否能與同伴細心觀察與探討飛得更遠的原因？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09	觀察別組的紙飛機作品，我們這組是否可以從中得到更好的設計與修正的靈感？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	在修正作品的過程中，我們小組是否會妥善利用資源查詢資料，解決自己的問題呢？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	在紙飛機競遠活動結束後，對於飛機的飛行原理有更进一步的認識與知識？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

家人的回饋：

爸/媽簽名：\_\_\_\_\_

## 附錄六（小組合作學習工作分配表&amp;評分表）

我們是第（     ）組

職稱	姓名	職掌（工作分配）
組長		上台報告
副組長		資料整理
組員		資料收集
組員		資料收集
組員		資料收集、其它
組員		紀錄（填寫學習單）

## 小組內部表現自評

姓名	工作表現評分 (表現很好 10-8 分，還不錯 7-5 分，要加油 4-1 分)				
	資料收集	參與討論	上台報告	填寫學習單	總分

# 國小高年級創造性問題解決教學活動設計

## 以「自製簡易樂器」為例

翁昇宏

國立高雄師範大學工業科技教育所研究生

### 壹、前言

生活科技課程的主要課程目標在培養科技知能、科技素養，以增進學生在問題解決和創造思考的能力。教師的教學活動應運用各種教學策略和適當的教學方法，以提升學生對科技學習的興趣。且教學應以學生活動為主體，引導學生依問題解決流程進行設計與製作專題（教育部，2000）。創造性問題解決策略為主的教學，主要在培養學生循問題解決的程序，並發揮創意有效解決所遭遇到的問題。

本教學活動設計即學生經由觀察與實驗操作，了解聲音是由物體振動產生，並從自行設計實驗的過程與結果中，來思考何種物質可以傳播聲音。經由自製簡易樂器的方式，除了培養動手做的能力，還可以了解樂器各有不同的特色，及探究音量大小與音調高低的決定因素。在了解聲音的變化的原理後，即可融入「設計與製作」的歷程，此單元活動實施對象設定為國小高年級學生，引用創造性問題解決教學模式實施教學。實施過程中希望能讓學生了解樂器發生的原理、建立學生實際操作的能力、同儕間的合作學習、問題解決的能力及激發出生活中的創意，擴充學生的生活經驗。

### 貳、創造性問題解決教學模式

創造性問題解決（CPS）的發展歷程，雖然每位學者對創造思考歷程的階段定義有所不同，但其實發展的過程卻很相似。它的發展肇始於 Alex Osborn與 Sidney Parnes 的發起，Osborn 在 1963 年《應用想像力》（Applied Imagination）一書中提倡運用個人的創造力，認為創造力是可以經由訓練而提升邊，且主張運用腦力激術來進行自由聯想，對任何想像並不給予評論，進而尋求多種可能的解決方法。Parnes是發展自Osborn所倡導的腦力激盪法（brainstorm），其教學模式如

下圖所示：

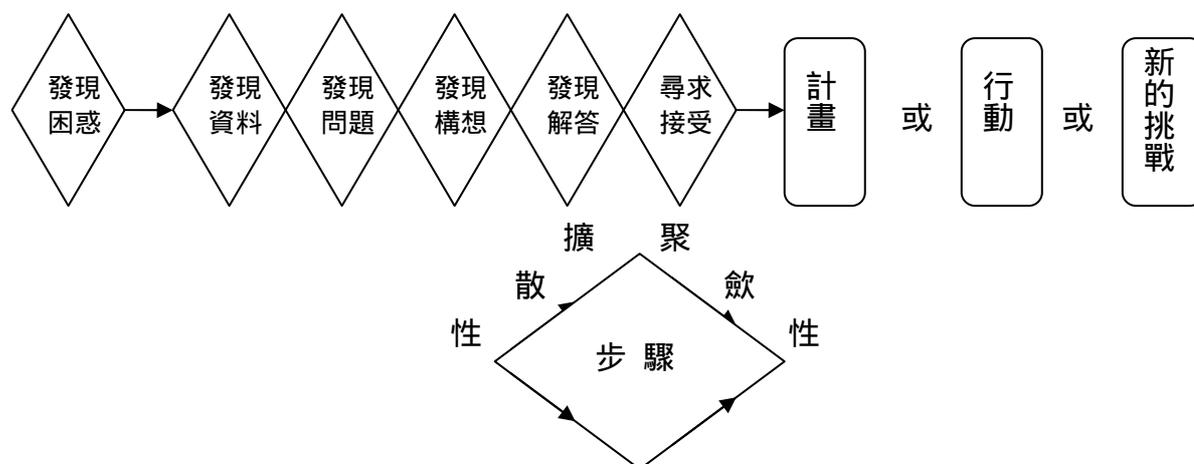


圖 1 Parnes 的創造性問題解決 (CPS) 教學模式

(引自陳龍安, 1995)

創造性思考的兩種思考模式為擴散性思考 (Divergent Thinking) 和聚斂性思考 (Convergent Thinking), 由此圖可看出問題解決的各步驟中, 是以有系統的方法, 運用循序漸進地經歷六個步驟, 然後找出解決的方案。這個教學模式強調創造性思考, 也就是說教師藉由課程和活動, 提供創造性的環境, 以激發學生的創造性思考能力, 表現出創造的行為, 以增進其創造力的教學模式。

創造性問題解決 (CPS) 的六個步驟分述如下：

1. 發現困惑 (Mess-finding)：從紊亂的事實中客觀審視、分析並呈現問題。
2. 發現資料 (Data-finding)：蒐集、整理相關資料。
3. 發現問題 (Problem-finding)：思考可能的問題，並界定問題。
4. 發現構想 (Idea-finding)：利用擴散思考和聚斂思考，儘量提出可能的解決方案。
5. 發現解答 (Solution-finding)：客觀評量各個解決方案，並選出最可行的方案。

6. 尋求接受 (Acceptance- finding) : 針對所選取的最佳方案, 思考擬定實施計畫, 作為行動的依據。

創造性問題解決 (CPS) 的分階段解題模式, 其最大的特色, 是解決問題的過程中每一階段都先有擴散性思考, 再有聚斂性思考, 是一種具目標導向的循環過程, 相當適合用來解決開放性的問題, 以解決實際生活中各種問題。創造性問題解決 (CPS) 的步驟按部就班、循序漸進, 最終的目標是要達成「創意解決問題及生活的挑戰」, 讓學生能在生活中運用 CPS 的方法, 正確的解決各種與生活上相關的問題, 建立解決問題的態度與自信心, 進而影響週遭的人, 讓大家做起事來更有效率。

### 參、創造性問題解決教學在國小生活科技之教學設計

一、單元名稱：自製簡易樂器

二、教學對象：國小五年級學生

三、授課時數：360分鐘 (9節課)

四、教學單元目標

- (一) 認識樂器各構造的功能, 並能畫出樂器的構造簡圖。
- (二) 知道樂器上有哪些構造和聲音的變化有關。
- (三) 能將樂器簡化的想法, 畫成自製簡易樂器的設計圖。
- (四) 會根據簡易樂器設計圖, 規劃製作程序並安排製作方法, 完成簡易樂器。
- (五) 能將所學知識應用於生活中, 以解決問題。
- (六) 能夠養成分工合作的態度, 並夠尊重別人的想法。

五、相關原理

樂器發出聲音的三大要素：

- (一) 響度：聲音的大小稱為「響度」, 響度與物體的振幅, 以及聽者和振動的物體的距離有關; 聲音的強弱用分貝來表示。

(二) 音調：聲音的高低稱為「音調」，物體每一秒振幅的次數稱為「頻率」，頻率高表示音調也高，頻率低表示音調也低。

(三) 音色：各種樂器、東西所發出的聲音都不太一樣，每個人說話或唱歌的聲音也不太一樣，這稱為「音色」不同。因為每種東西的質地、構造不同，共鳴箱也不同，所以產生的音質也不相同；人的聲帶粗細厚薄不同，頭腔、胸腔、腹腔的大小、形狀也不同，所以產生的共鳴效果各異，因此每個人的聲音都不太一樣。

## 六、教學活動準備

### (一) 教師部分：

1. 蒐集相關樂器圖片、音樂、樂器及網頁資料。
2. 設計相關問題、學習單及記錄單
3. 運用合作學習，以3-6人為一組，進行小組合作學習。
4. 教師熟悉創造性問題解決教學模式，運用腦力激盪法提升學生創意展現。

### (二) 學生部分：

1. 蒐集樂器相關圖片及樂器資料
2. 材料：準備吸管、寶特瓶、試管、玻璃瓶、厚紙板、玻璃杯、紙盒、竹筷、棉線、氣球、鐵罐、釣魚線、鐵釘、橡皮筋。
3. 工具：剪刀、美工刀、透明膠帶、雙面膠、鐵鎚。

## 七、教學活動流程

節次	分鐘	教學活動要點	CPS教學策略
1	40	物體發出聲音的原因	發現困惑 ( Mess-finding )
2、3	40	認識樂器各構造的功能	發現資料 ( Data- finding )
4	40	樂器發聲部位及音色探索	發現問題 ( Problem- finding )
5、6	80	簡易樂器設計	發現構想 ( Idea- finding )

7、8	80	簡易樂器製作	發現解答 ( Solution- finding )
9	40	簡易樂器大挑戰	尋求接受 ( Acceptance- finding )

## 八、教學活動設計

教學主題	自製簡易樂器		
學習對象	國小五年級	學習領域	自然與生活科技
評量方式	發表、觀察、實作、學習單	學習時間	9節
學習目標	<p>一、認識樂器各構造的功能，並能畫出樂器的構造簡圖。</p> <p>二、知道樂器上有哪些構造和聲音的變化有關。</p> <p>三、能將樂器簡化的想法，畫成自製簡易樂器的設計圖。</p> <p>四、會根據簡易樂器設計圖，規劃製作程序並安排製作方法，完成簡易樂器。</p> <p>五、能將所學知識應用於生活中，以解決問題。</p> <p>六、能夠養成分工合作的態度，並夠尊重別人的想法。</p>		
能力指標	<p><b>【自然與生活科技】</b></p> <p>1-3-1-1 能依規畫的實驗步驟來執行操作。</p> <p>1-3-3-1 實驗時確認相關的變因，做操控運作。</p> <p>1-3-4-1 能由各不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。</p> <p>1-3-4-3 由資料顯示的相關，推測其背後可能的因果關係。</p> <p>1-3-4-4 由實驗的結果，獲得研判的論點。</p> <p>1-3-5-4 願意與同儕相互溝通，共享活動的樂趣。</p> <p>1-3-5-5 傾聽別人的報告，並做適當的回應。</p> <p><b>【資訊教育】</b></p> <p>2-2-2 了解電腦教室(或教室電腦)的使用規範；熟悉視窗環境軟體的操作、磁碟工具程式的使用、電腦檔案的管理、以及電腦輔助教學應用軟體的操作等。</p> <p>4-2-2 了解網路使用規範。</p> <p>4-2-3 會網路基本操作(包括 BBS,e-mail,www、ftp)。</p> <p>5-3-1 能找到合適的網站資源、圖書館資源，會檔案傳輸。</p>		

相對應能力指標	活動主題	(教學階段) 階段目標	教學活動	教學資源	節數	教學策略
【自然】 1-3-1-1 1-3-5-4 1-3-5-5	認識樂器的聲音及	一 【發現困惑】 能運用腦力激盪原則來思考問題，解決所欲到的問題	1.教師展示各種不同的樂器，並聆聽 CD 唱片之樂器演奏之聲音，請學生思考同的樂器為何要如此設計。(擴散性思考) 2. 運用腦力激盪法，各組討論出「樂器」應具有之特點。 3.共同討論發現困境的內容及感受到的挑戰。 4.討論結果發表。(聚斂性思考)	1. 不同發音構造之樂器 2. 樂器聲音之CD唱片 3. CPS 學習單一	1	CPS1 腦力激盪法
【自然】 1-3-5-4 1-3-5-5 【資訊】 2-2-2 4-2-2 4-2-3 5-3-1	構造	二 【發現資料】 藉由網路及圖書館資料了解樂器的構造及功能	1.教師指導學生上網及圖書館資料蒐集的技巧。 2.欣賞各組蒐集的相關圖片資料。(擴散性思考) 3.各組資料彙整報告。(聚斂性思考)	1. 網際網路 2.圖書館 3. CPS 學習單一	2	CPS2

<p>【自然】</p> <p>1-3-1-1</p> <p>1-3-4-1</p> <p>1-3-4-3</p>	<p>樂器發聲部位及音色探索</p>	<p>三</p> <p>【發現問題】</p> <p>能透過樂器或圖片觀察樂器發聲的原理</p>	<p>1.欣賞各類樂器相關圖片資料。</p> <p>2.學生觀察後提出樂器發出聲音的必要條件及其音色的差異。(擴散性思考)</p> <p>3.各組討論出製作樂器的主題,並報告其結論。(聚斂性思考)</p>	<p>1.樂器圖片</p> <p>2.CPS 學習單三</p>	<p>1</p>	<p>CPS3</p>
<p>【自然】</p> <p>1-3-1-1</p> <p>1-3-5-4</p> <p>1-3-5-5</p>	<p>簡易樂器設計</p>	<p>四</p> <p>【發現構想】</p> <p>將所想到的「自製簡易樂器」構想畫出設計圖</p>	<p>1.自製簡易樂器介紹(附件2)</p> <p>2.請學生思考並畫出具創意的設計圖。(擴散性思考)</p> <p>3.請學生討論彙整,並應用於該組的自製簡易樂器。(聚斂性思考)</p>	<p>1.附件2之自製簡易樂器介紹</p> <p>2. CPS 學習單四</p>	<p>2</p>	<p>CPS4</p>
<p>【自然】</p> <p>1-3-1-1</p> <p>1-3-3-1</p> <p>1-3-5-4</p> <p>1-3-5-5</p>	<p>簡易樂器製作</p>	<p>五</p> <p>【發現解答】</p> <p>依據設計圖製作簡易樂器並操作修正</p>	<p>1.利用材料、工具製作簡易樂器。</p> <p>2.各組依照樂器發聲的效果討論修改的方式。(擴散性思考)</p> <p>3.各組討論,依結果修正樂器。(聚斂性思考)</p>	<p>1. CPS 學習單五</p>	<p>2</p>	<p>CPS5</p>

【自然】	簡易樂器大挑戰	六 【尋求接受】 能欣賞並參考別組作品的優點	1.進行各組樂器評比。 2.各組討論參賽樂器的優缺點。(擴散性思考) 3.各組依討論結果再次修正。(聚斂性思考)	1. CPS 學習單六	1	CPS6
1-3-1-1						
1-3-3-1						
1-3-4-4						
1-3-5-4						
1-3-5-5						

## 肆、評量方法

## 一、教師評鑑表：

單元名稱	自製簡易樂器	班級：座號：
		姓名：
評分項目		得分
1.是否專心聆聽及積極參與討論		10%
2.是否能與組員分工合作完成任務		10%
3.是否瞭解物體發出聲音的原因		10%
4.認識樂器各構造的功能		10%
5.樂器發音部位及音色探索		20%
6.是否能完成簡易樂器設計圖		10%
7.是否能根據樂器設計圖完成簡易樂器製作		20%
8.是否能於檢討後修正樂器		10%
總分		100%

二、配合創造性問題解決教學編製以下的學習單，記錄學生的學習過程：

(附件1)

學習單名稱	評分重點
1. CPS學習單一--CPS-1. 發現困惑	詳實記錄各樂器的特點，並能提出較佳的困惑點
2. CPS學習單二--CPS-2. 發現資料	利用網際網路、圖書館資料等蒐集資料之呈現
3. CPS學習單三--CPS-3. 發現問題	針對所蒐集到的資料，提出需要解決的問題，並討論出問題的主題
4. CPS學習單四--CPS-4. 發現構想	簡易樂器設計圖具創意
5. CPS學習單五--CPS-5. 發現解答	製作簡易樂器的過程及樂器的效果、討論、修改
6. CPS學習單六--CPS-6. 尋求接受	根據自己的簡易樂器，再觀摩其他組的作品，設計出最佳自製簡易樂器設計圖
7. 「自製簡易樂器」自我評量表	詳實記錄自我的學習過程及感想

### 伍、教學建議事項

- (一) 學生使用工具時須注意操作安全。
- (二) 在教學過程中，宜多讓學生腦力激盪激發出創意的想法，因此在節數安排上盡量充裕，讓學生有充分的時間思考，避免匆促而無法達到預期的效果。
- (三) 各分組討論時，老師要注意各組學生的反應，注意每位學生是否都能充分參與討論，並且給予適當的方向引導。

- (四) 在學生設計與製作簡易樂器的過程當中，以學生為本位，教師只是整個活動輔助角色。而教師應視情況予以協助，並鼓勵其繼續思考，盡量不要直接告訴他應該怎麼做，而是使用腦力激盪及合作學習的方式，來讓孩子們思考如何解決所面臨的問題。
- (五) 為了激發出學生的創意，老師需營造輕鬆、有趣、活潑與互動佳的教學情境。因此，老師要多給學生肯定與讚美，用鼓勵代替責罰，並靈活運用比賽及獎勵的方式給予孩子正增強。
- (六) 設計製作簡易樂器時，如果缺乏科學原理的依據，很容易被轉化成美勞課程。因此，教師一定要強調樂器發聲的原理。
- (七) 注重擴散性思考和聚斂性思考能力的訓練，激發學生創造思考的能力，讓學生小組合作的腦力激盪方式，提出不同的見解與創意來解決問題。
- (八) 因為教學的時間有限，老師可於上課前提供學生相關網站相站、書籍資料，使學生於上課前閱讀相關資料，對主題也有更多的了解並進入狀況。

## 陸、結論

學校教育要能從教學中透過思考、討論來培養學生創造思考、解決問題的能力(林美嬌，2005)。而創造性問題解決教學單元在課程的活動設計非常注重創造力的培養，並提供學生問題解決的機會，讓學生能在課堂中充分體會手腦並用的樂趣，對於提高學生創造力及問題解決態度有良好的效果。因此，身為教育工作者的我們，必須時時接受創意的新知，創設有利於學生的學習環境，注重發散思維能力的培養，培養學生創造力的人格，鼓勵學生與有創造力的人接觸，在學習的過程中得到最大的助益。

**參考資料**

教育部 (2000)。國民教育九年一貫課程綱要，「自然與生活科技」課程綱要。

教育部編印。

湯偉君 (1999)。創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。國立台灣師

範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

陳龍安 (1995)。創造思考教學的理論與實際。台北：心理出版社。

林美嬌 (2005)。創造性問題解決教學在國小生活科技之應用。生活科技教育月

刊，38(3)，62-79。

王美芬 (2008)。自然與生活科技5下。台北：康軒文教事業。

## 附件 1

CPS 學習單一--CPS-1. 發現困惑 \_\_\_\_\_年\_\_班 組別\_\_\_\_姓名\_\_

樂器能發出美妙的聲音，是經過多少人精心研究，且經過長時間的修改、調整，才能有今天的美妙樂曲。而你知道各種樂器為何要這樣設計呢？而樂器之間又有什麼樣的共通點跟相異之處？現在讓我們一起來動動腦，發揮創意設計一個自製的簡易樂器。

請各組合作討論，把你們所感受到在製作簡易樂器時的「問題困惑」記錄下來：



樂器的種類、發聲的部位和方式為：

樂器種類	發聲方式	發聲部位	特點

請依據上表的記錄把你們所感受到的「問題困惑」記錄下來：

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

現在大家應該對「樂器」有更進一步的認識了，接著我們要從各方面來蒐集更多的資料。請同學們到圖書館、網路等等去查閱相關資料，也可利用課餘和假日期間，認真的去蒐集相關資料，並帶到學校與同組同學們分享。

## CPS學習單二--CPS-2. 發現資料

\_\_年\_\_班 組別\_\_姓名\_\_

利用網際網路、圖書館等等方法所蒐集到有關樂器的構造及功能的資料，請填寫在以下的表格中：

項目	樂器名稱	構造	發聲部位及原理	造型特色 (可以用畫、剪貼)	資料來源

你覺得這些樂器中，你最喜歡、最想要學習的的樂器是哪些？

項目	樂器名稱	喜歡的原因



## CPS學習單三-- CPS-3. 發現問題

\_\_年\_\_班 組別\_\_姓名\_\_

我們搜尋了相當多關於樂器方面的資料之後,接下來我們就要利用這些資料來發現問題。

請各位同學填在下列的空格中。

運用我們所蒐集的資料,需要解決的問題有:

例:樂器的種類不同,發聲的原理也不相同。

1.

2.

3.

4.

5.

6.

7.

經過分組討論後,我們發現問題的主題為:

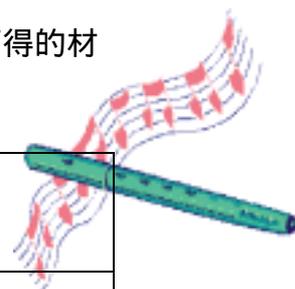
--



## CPS學習單三-- CPS-4. 發現構想

\_\_年\_\_班 組別\_\_姓名\_\_

請各組同學利用腦力激盪法，發揮最大的創意，於日常生活中隨手可得的材料中，設計出簡易的樂器，除了畫出設計圖外並說明其特色。



項目	簡易樂器設計圖（含特色說明）
1	自製簡易樂器名稱： 特色說明：
2	自製簡易樂器名稱： 特色說明：
3	自製簡易樂器名稱： 特色說明：
4	自製簡易樂器名稱： 特色說明：
5	自製簡易樂器名稱： 特色說明：

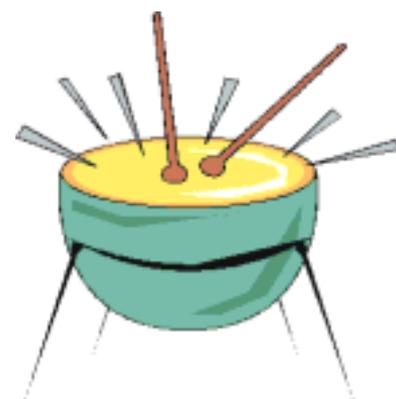
CPS學習單三-- CPS-5. 發現解答

\_\_\_年\_\_\_班 組別\_\_\_姓名\_\_\_

經由簡易樂器設計圖的繪製，現在我們分組實作簡易樂器的製作，在製作的過程、成品操作及不斷的修改後，你是否可以找出影響樂器發聲的原因，將影響樂器發聲的原因加以評估分析，即可做出一個最佳的樂器了。

自製簡易樂器名稱：( )

析 影響樂器發 聲的原因	評估分				結論

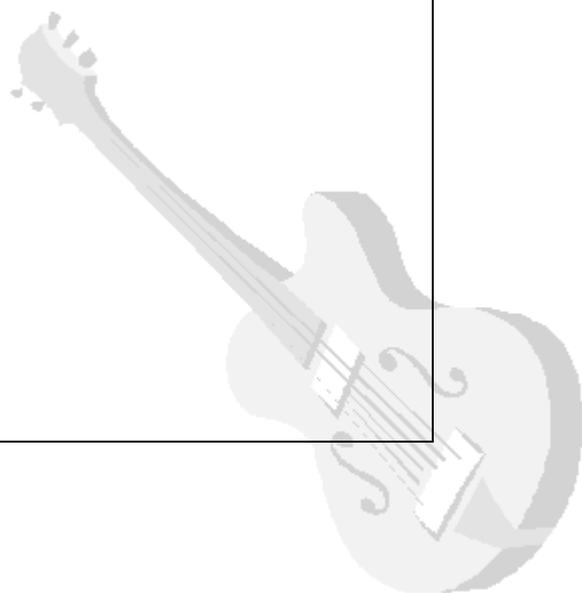


CPS學習單三-- CPS-6. 尋求接受

\_\_\_年\_\_\_班 組別\_\_\_姓名\_\_\_

參觀及聆聽了其他組別的自製簡易樂器報告之後，請各組再次修正，並設計出本組最佳的自製簡易樂器的設計圖，作為製作時的依據，也請詳細列出材料及詳細做法說明。

( _____ ) 設計圖
材料：
作法說明：

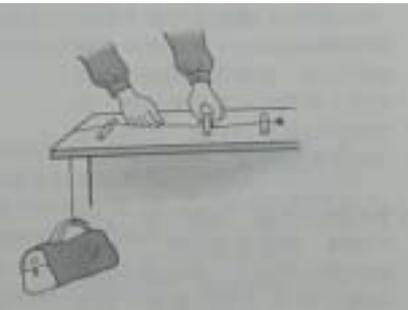


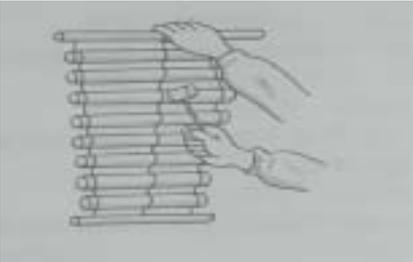
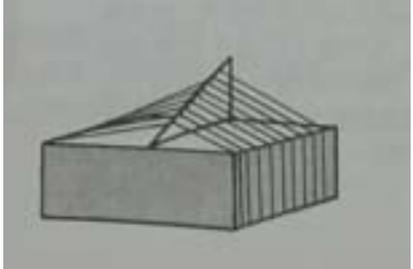
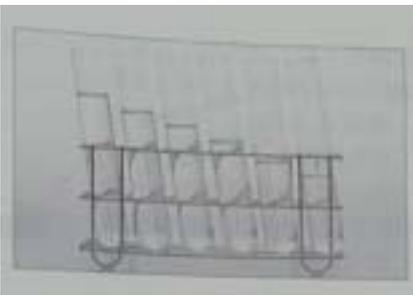
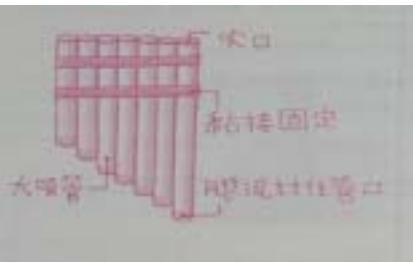
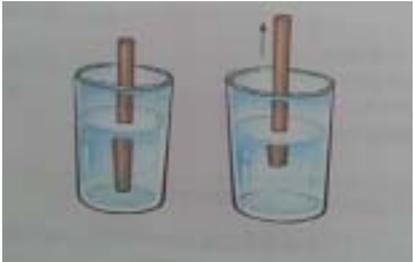
## 「自製簡易樂器」自我評量表 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_班 組別\_\_\_\_\_姓名\_\_\_\_\_

學習主題	評量項目	自我評量		
		太棒了	再加油	不太好
物體發出聲音的原因 CPS-1. 發現困惑	1.能運用腦力激盪法，討論出「樂器」應具有之特點。			
認識樂器各構造的功能 CPS-2. 發現資料	2.善用網路及圖書館資料了解樂器的構造及功能。			
樂器發聲部位及音色探索 CPS-3. 發現問題	3.會整理並運用所蒐集的「樂器」相關資料，決定出問題的主題。			
簡易樂器設計 CPS-4. 發現構想	4.能畫出具創意的設計圖。			
簡易樂器製作 CPS-5. 發現解答	5.會利用材料、工具製作簡易樂器。			
	6.能依照樂器發聲的效果討論修改的方式。			
簡易樂器大挑戰 CPS-6. 尋求接受	7.各組依討論結果再次修正，並設計出最佳的設計圖。			
小組團隊合作	8.能仔細聆聽組員的發表。			
	9.能踴躍發表自己的想法。			
	10.對於別人的指正能虛心接受。			
請寫下此活動的心得與收穫（100字以上）				

## 附件 2

## 自製簡易樂器介紹

<p><b>自製吉他1：</b>在鐵罐邊緣釘穿幾個小洞，用鐵絲把鐵罐綁在木條的一端，然後在木條的另一端釘上一排釘子，最後在每根釘子上都綁上釣魚線，線的另一端拉緊，綁在鐵罐上原先穿好的小洞上，就完成了自製吉他，可以調整釣魚線的粗細或鬆緊來改變音調的高低。</p>	
<p><b>自製吉他2：</b>在一塊木板上丁一個釘子，準備一條鋼絲當作弦，將鋼絲的一端固定在釘子上，木板上放置2根短木棍讓鋼絲橫跨在上面，鋼絲另一端則懸掛一個重物，一個簡易吉他就完成了。另外準備一根短木棍作為改變「弦」長短的工具，用手撥動不同長短的「弦」，就會聽到高低不同的聲音。</p>	
<p><b>吸管笛：</b>拿一枝大吸管，並剪下約15公分備用；在筷子的另一端用橡皮筋固定一團棉花，並將棉花沾濕，從吸管下端塞入即可完成。吹奏時只需拉動竹筷，改變管內空氣柱的長度，即可發出高低不同的聲音。</p>	
<p><b>波浪鼓：</b>準備一個小紙盒、1枝竹筷、兩個珠子及細棉線，將兩個小珠子固定在細繩子上，並使其不會掉落，將串有珠子的繩子另一端固定在紙盒兩側上，在紙盒底部插入竹筷後固定，波浪鼓便完成了，轉動竹筷便可使繩子上的珠子敲擊紙盒，而可發出如同波浪鼓的聲音。</p>	
<p><b>氣球鼓：</b>準備一個圓形開口容器和氣球，將氣球尾端剪下，套在圓形開口容器上，並以橡皮筋綁在圓形紙筒上固定氣球，用手輕拍鼓面或拉彈鼓面便可發出聲響。可更換不同大小的圓形容器，使發出的聲音大小不同，改變鼓皮的鬆緊，發出的聲音高低便不同。</p>	

<p><b>紙筒琴：</b>收集一些質地、大小相同的硬紙筒，裁成長短不同的紙筒，再用繩子依序一個個懸吊起來。另外用一枝筷子插上一塊軟木塞，作為敲打紙筒的鼓槌，這樣紙筒琴就完成了。</p>	
<p><b>多弦琴：</b>將一塊薄木板或硬紙板裁成三角形，把它豎立在一個長方體的硬紙盒背面，在三角形板上的斜邊切幾個缺口，用幾條橡皮筋繞過盒子，再分別嵌入缺口，就完成了——個簡單的多弦琴。</p>	
<p><b>試管樂器：</b>將幾支試管排放在試管架上，試管內裝不等量的水，向試管內吹氣，會聽到高低不同的聲音。</p>	
<p><b>簡易排笛：</b>準備大吸管數支，將吸管剪成不同的長度，用膠帶將吸管黏接固定，再用膠泥封住管口，在吹口處吹氣，會聽到高低不同的聲音。</p>	
<p><b>吸管伸縮喇叭：</b>把一個杯子裝八分滿的水，用一根粗吸管插入水中，當嘴向吸管内吹氣，就會聽到聲音，若調整吸管插入水中的深度，則會聽到高低不同的聲音。</p>	
<p><b>鐵釘鋼琴：</b>拿一塊木板，將相同的鐵釘依深淺的順序逐一釘入木板中，使鐵釘看起來一根比一根短。另外再準備一塊小木塊，釘上一根釘子，演奏時用這小木塊上的釘子輕敲木板上其他幾根鐵釘，就可以聽到高低不同的聲音。</p>	

資料來源：自然與生活科技 5 下 (2008)。聲音與樂器。康軒文教事業。

## 賀李大偉教授榮任清雲科技大學校長

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

李大偉校長為本校工業教育系畢業，分別在美國東密西根大學及賓州州立大學取得碩士及博士學位後返系服務，曾任本系系主任、藝術學院院長、教務長，行政歷練完善。

李老師除了行政經歷完備，在學術領域上無論在科技教育、教材教法、教學評量及成人教育等領域，均曾發表多篇學術論著於國內外著名的期刊雜誌或書籍。

李老師為人謙和，與學生相處亦師亦友，但對學術的要求嚴謹而紮實，我們在此衷心恭賀李老師步步高陞、大展鴻猷。