

生活科技應重視研究發展能力之培育

王光復

國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

在重視創新(Innovation)及講求企業家精神(Entrepreneurship)的現代科技社會中，研究發展能力(研發能力)已然變成個人是否能在職場上獲致競爭優勢的關鍵因素。不論從事什麼工作，你的專門知識和技能，只能讓你勉強保住這個職位，而研究發展能力卻能讓你脫穎而出，讓你因為能對組織能產生更大的貢獻，而迅速的出人頭地，謹申述理由如下：

壹、先從研發能力的意涵上來講，研發能力是把科技創意(一個新的概念或一個新的方法)透過研究，分析其價值、用途、待解決的難題，再透過設計和製作，發展出解決方案、策略、行動計劃、實施辦法，建構出模式(model)或原型(prototype)，再經過反覆測試、修改，使其符合原設想的設計標準之後，就要朝向商品化的角度去研究改良，研究如何能讓它更貼近於使用者的真正需求，如何更能打入市場，如何能使這項研究發展獲得更大的商業利益，等到研究發展成功，再透過展示，讓外界瞭解、接受，就完成了整個研發，而產生了新產品、新程序、新策略、或新的科技服務。

貳、再從基礎能力的角度來看，研發能力也是一項基礎工作能力，它包括了：會研究、會發現問題、會解決問題、遇到故障會檢查、會做出正確抉擇判斷、會安排實驗工作、會做實驗設計、會規劃安排工作步驟流程、會設計製作、會測試、會檢討改良、會做記錄、會溝通、會做成果及性能之展示、會對商機和盈利有洞察力、會對事務之推動促銷管理具有基礎能力等。總而言之，這是一項很基本的工作能力，當它配合各類專業技能，就可以應用到各行各業。歸納起來，它就是會不會把事情辦好，會不會把工作做好，及懂不懂做生意的能力。

參、有了研發能力，你就不會永遠當附手，只是被動的、消極的、等待別人交待你做什麼。而相反的、你會積極的發現問題，經常會產生創意，會在日常工作崗位上，從日常工作流程中，為你的老板發現：系統功能的毛病、作業流程的待改良處、甚至整個組織運作的改良空間，而你的工作團隊，也會因為有你而

有更高的工作績效。

肆、這種綜合性的能力，根本不是數理科學課可以教出來的，會讀書不見得會做事，而且傳統教育的讀死書(重視動腦而非動手，採用課堂課而非實習課)，根本對研發能力的培育無法產生任何助益。試想、上述研發能力，光靠聽講，看PPT，就學得來嗎？

為今之計，唯有靠我們的科技教育(生活科技)的教學，而且是精心計劃的教學活動，針對研發能力來培育，才有可能。

如果我國 K-12 教育，能夠重視科技教育，能讓老師們在科技實習工場(而非一般教室)裏放手去教，讓全國學子，在學校就能獲得具體而微的研究發展的工作經驗，必然可以提昇未來的國民的科技素質。

而普遍提昇的研發能力，更將使我們的製造業脫胎換骨，由代工轉進為自有品牌，也使我國更早變成科技強國。所以，筆者才在此呼籲：培育研究發展能力，是刻不容緩的，也是我們科技教育界責無旁貸的重要工作。

參考資料

- ◆ 王光復(2007) 王光復老師網頁。
http://www.ite.ntnu.edu.tw/teacher/htm_wang/index.htm
- ◆ Nguyen, D. Q. (1998). The Essential Skills and Attributes of an Engineer: A Comparative Study of Academics, Industry Personnel and Engineering Students. *Global Journal of Engineering Education.*, Vol. 2, No.1.
- ◆ Oster, Jr. C. V., and Strong, J. S.(1995).Applying Options Analysis Techniques to Research and Development Projects. Retrieved May 15, 2008.
http://www.aeronautics.nasa.gov/docs/study/104/nasapapr_doc.pdf
- ◆ The Technology Workforce Development (2007). Annual Project Reports, Technology Workforce Development Grants 2005, SUMMER 2007., The Texas Higher Education Coordinating Board

如何實施教學活動以增強研究發展能力

王光復

國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

壹、前言

研究發展是科技創新改良的手段。其意義是把一個新的科技概念(或新的解決問題的方法), 轉變成為新科技產品、新製程、新服務, 真正的為人群服務。

研發的程序包括:(1)研究、(2)發展、(3)測試、(4)展示、(5)行銷及推廣應用。先做基礎研究(概念的可行性研究, 再進一步結解技術難題(通過實驗室性能測試), 及實際使用場所的測試, 最後則研究如何解決其技術上、市場行銷上、及財務上的困難, 以便設法推入市場, 提昇新科技之商業價值, 進而達到經濟規模 (Technologies Institute Secretariat, 2006)。

科技的創新必需透過科技研發, 完成商品化, 才能得到報償。商品化是指把創意(新的概念, 新的點子)轉變成為新的產品、新的製程(新的工藝過程)、新的經營管理模式(商業模式), 成功進入市場, 甚至導致新企業(項目成長如創業融資上市)及新市場的產生。

研究發展不只是科技產品和服務的創新, 也包括製程方法的改良, 及產生新的商業模式(business model)、市場行銷及策略聯盟等 (National Center for Technology Innovation, 2007)

企業要能加快自主研發的流程, 縮短新產品開發所需的時間, 而推出市場所需的創新產品, 才能具有競爭力, 而存活下去。這種創新研發的能力, 決定企業的興衰以及國家經濟的發展, 譬如韓國產業的崛起, 其成長關鍵, 就是來自研發能力的提升(盧諭緯, 2002)。

在現代科技社會, 如何研究發展已經成為每個人都應該具備的科技能力, 不但要了解研究發展的原理, 還應該體驗研究發展的程序。在日常生活及工作之中, 時時刻刻都能發現值得創新改良的問題點, 能產生研發創意(can develop his/her own research ideas), 能進行研究發展, 如此將變成更有產能的人, 全國的科技人力素質因此也得到大幅提昇。

如何在生活科技課, 教導學生們提昇其“研究發展的能力(research and

development skills)”，理應是所有從事科技教育的同仁所應該關注的問題，因此、本文就是想嘗試的解答這個問題，並分成下列四點來探討：(1)為何科技教育的教學活動可以增強研發能力，(2)教學活動之實施宜掌握之原則，(3)研究發展之教學活動實施方式，(4)如何撰寫教學計劃，(5)如何評量研發能力。由於筆者才疏學淺，管窺蠡測，所見有限，至盼透過本文，把所歸納的想法，提請各界專家學者共同來思考、激發討論，最終能使這個基本而重要的問題，找出更正確的答案。

貳、科技教育的教學活動可以增強研發能力

研究發展是重要的科技能力，國際科技教育學會(ITEA)所訂的科技能力標準第十條明白列出，學生在設計方面的科技能力，應透過解決問題的活動，體驗如何進行：故障檢出、研究發展、創新改良、以及實驗(ITEA, 2003)。

科技教育(生活科技)之教學，對研發能力之增強具有下列功能：(1)可以增強同學之科技素養以及日後面對科技問題之創造思考及解決問題的能力，(2)為未來進入職場後之創新工作做準備，(3)使能好好思考及練習著手去改善人類生活品質，(4)使能習於主動的有創意的去解決問題，(以獨力的方式，或以形成團隊的方式)，(5)會針對需求、期望、及機會，發展出科技概念或製造出產品或系統，(6)除了學會實用技能，還會評估過去和現在的科技，理解功能及產業實況，並能注重審美、社會及環保，(7)使能明智的選用科技產品，並能從事創新改良，(8)設計與製造的教學活動，能充分體驗創新設計流程，及了解科技研發程序，因而能增強設計、應用、檢修、測試、維護、實驗等科技能力，更能增進學生對科技研發及控制的能力(王光復,2007)。

要想增強學生研究發展的能力，必須採用專題製作研發類(research and development project)的教學活動(Alexandrov, 2008)，其理由可簡單歸納為下列三點：

- [1]. 研發能力必需要靠體驗而非告知：研究發展的方法以及科技產品設備的作用，都是有賴操作及應用，才能建立體驗、及才能真正了解的。一般教學時採用的教學活動，如觀看一個教學錄影帶，以及教師的生動描述講解，並不能使學生體驗如何研究發展。反之，透過動手做的實習課，讓學生有機會實際進行設計製作及操作練習，通過這種實踐活動才能真正學會。

[2]. 複雜的科技問題及科技產品流程等的創新改良,有賴從解決基本的科技問題,或進行簡單的實用設計,來建構設計及解決問題的能力和經驗。這些基本設計製作的能力,經由鍛煉,才能夠舉一反三,而應用到類似的情境,產生“學習轉移”的功效。

[3]. 很多重要的研究發展能力,諸如“注重系統總體效益的系統思考能力”,“強調分工合作、溝通協調配合、及團隊合作的態度”,“講求品質、時效、檢討改良、及精益求精的精神”以及“針對實際需求、講求商品化及市場行銷”等能力,也是需要透過各種教學活動才能培養。

參、研發能力教學活動之實施原則：

教學活動就是要讓學生們能有機會動動手、動動腦,而不是被動的聽講。

透過教學活動、使學生能經由：瞭解及體驗科技產品設備之性能、運用、評估、及操控管理,而增強科技應用管理及處理工作事務的能力。

所選擇的教學主題,和所設計的教學活動,不能太偏重理論(探討原理及性能),而應該強調探討方法及問題之解決。換言之,教學活動應該著重於:“如何做判斷及做決定”、“如何選訂目標及策略”、“如何安排工作流程”、“如何使用工具機械設備”、“如何有效運用”、“如何設計製作”、“如何解決實際的問題”,如此才較有機會使你的學生有機會增強其解決問題及研究發展的能力。

要教好研發能力,必須做好下列準備,及強調下列知識技能：

- 準備安排及佈置一安全而有利於學習的實習場所,
- 能使學生演練設計及解決問題的方法技巧,
- 能使學生練習展示及說明其設計意旨及工作程序,
- 能讓學生有機會體認現實的,最新的科技發展現況(Lee, H, 2004)。
- 除了學習製作技巧,還要加強學習創新研究能力,
- 研發的教學不應該只是侷限於技術,而應擴及管理及行銷。
- 除了學會研究發展所而的科學和科技能力,還要增強洞察商機 (identification of commercialization opportunities),
- 在增進研發(R&D)能力的基礎上,若欲增進創新能力(Innovation Skills),可進一步的補強其他專業能力:產品研發及商品化能力 (New Product Development or Commercialization Skills),製程改善能

力(Productivity Improvement Skills), 創新合作能力(Innovation Partnering Skills), 科技管理能力(Technology Management Skills), 和創新人力資源發展能力(Innovation Human Resources Development Skills), (Atlantic Canada Opportunities Agency, 2007)。

肆、研發能力之教學活動實施方式：

研究發展的教學活動可分成設計、製作、及檢討改良三大階段。

設計階段主要的教學活動為：(1)腦力激盪、集思廣益、產生新的科技概念、尋求解決方案，(2)文獻探討、了解對這個問題，目前人類已經發展出那些科技方法及工作技術來解決，充實修改自己的科技概念，使對研發的體認更趨成熟，(3)調查研究有哪些工具、儀器、材料、設備等適合來使用，(4)進行設計及製作，繪草圖、製作模型、建構解決模式、完成細部規劃、解決方案計劃、或建構出原型，表達出科技概念的效能，並不斷的進行測試、檢討、改良，(5)彙整資料，撰寫設計圖說及設計總報告書。

在教導學生如何增強研發能力之前，首先要先教“研究發展”的意義和價值，然後教導研究發展的程序方法，然後指導進行設計製作(專題製作)及“動手做解決問題”類的教學活動。另外，除了講課，安排學生動手做實習，還要要求學生把實習工作之學習歷程做成檔案記錄，亦即製作學習心得集(Portfolio)，又稱為學習歷程檔案或學習卷宗。其內容包括：

- 設計製作工作物之研究心得(背景情勢、需求、理想、作用、最新技術發展等)；
- 分析出設計之有利條件(資源)及限制；
- 設計製作的目標(功用、性能、原型之規格、結構、造型、使用方法等)；
- 進行研發的程序(策略、工作進度、步驟、方法、工作草圖等)；
- 進行測試分析評估及檢討改進(自行評量、同儕評量、家長評量、教師及專家評量等)。

伍、研發能力教學計劃之撰寫要項

要做好教學工作，事先思慮周詳的教學計劃是不可少的。

對於教學計畫之撰寫方法(教學計劃的格式及撰寫要項)，筆者的建議是：教

學計畫之要項宜包括：(1)單元名稱，(2)教學活動簡述，(3)教學目標（技能指標）及價值，(4)所用器材及教學資源，(5)課前準備，(6)教學活動安排，(7)探討之概念及想解決的問題，(8)學習方法，教學活動步驟，(9)教學輔導及教學指引，(10)評量之方法，(11)學科評量（測驗題，標準解答），(12)技能評量活動說明及評量表（Rubrics），(13)參考資料，(14)附錄。（王光復, 2003）

以下列出各要項的撰寫要領：

1. 單元名稱：題目不要太大、不要太不明確，宜設法縮小到某一特定主題(解決特定問題)，譬如：在某種指定情況下、正確的完成什麼作業(或工作)。
2. 教學活動簡述：可列出：(1)教學活動之內容(做什麼活動)；(2)教學活動之流程(怎麼做)；(3)教學活動之意義(做這個活動有何價值)。
3. 教學目標（技能指標）及價值：可列出：(1)能力目標，(2)知識目標，(3)情意目標，(4)學會本技能之價值或意義，具體說明希望學生能夠增長什麼樣的研究發展能力。
4. 所用器材及教學資源：可列出教學所可能用到的器材及教具(含媒體)：(1)教育設施(場地、教室)之需求，(2)教學設備(教具、機具、器材、材料、媒体等)之需求，(3)教材、課本，(4)其他教學資源。最好採器材表方式呈現。
5. 課前準備：可列出如何安排教學情境及完成場地設備之準備：(1)教師自己要做好什麼準備、如何展示、如何教，事先計劃好示範講解等教學之步驟及注意事項，(2)教師要設法塑造成什麼樣的教學環境(如何佈置、如何準備、要求別人支援什麼)，(3)規定學生要做好什麼準備、作業規定等。
6. 教學活動安排：可列出：(1)整個教學時段之時間安排如何？，(2)如何讓學生們知道將要做什麼活動？以及為什麼？，(3)活動流程步驟方法(如何實施,怎麼做)？，(4)有那些補充規定？注意事項？，(5)教學活動目標，希望達到的理想標準為何？，(6)如何安排結束此活動(或這一節課)。
7. 探討之概念及想解決的問題：可列出：(1)要讓學生在這節課學會哪些概念，(2)要學會解決哪些難題，(3)待研究問題之界定(釐清):詳細

說明問題的重要性及性質及希望解決的地方，可能提出的對策，最佳的研發程序及其理由。

8. 學習方法，教學活動步驟：可列出：(1) 要安排哪些教學活動，採用哪些教學方法，各用於何種情況，(2)協助找出可能的解決方案，及討論各種可能的解決方案的利弊和優缺點。
9. 教學輔導及教學指引：可列出：(1)如何發現有那些同學需要輔導，(2)如何發現有那些困難點(學生們學習上困難之所在)，(3)在學生學習過程如何給予以輔導(不同的困難情況時)，(4)要提供哪些教學指引，使他能自行學習。
10. 評量之方法：可列出：(1)評量的宗旨、原則、(全學期的評分制度)，(2)本次教學活動將採用的之評量方法，(3)評量之結果如何處置(如何透過評量改進教學)，(4)學生作品或研發成果之觀摩、討論、評估優缺點、及提出改良建議。
11. 學科評量(測驗題，標準解答)：可列出：(1)哪些所教的概念和情意(態度)要用哪些測驗題來考，(2)測驗題及標準解答，(3)學科評量的時機、安排、及施測方法、評分方法。
12. 技能評量活動說明及評量表(Rubrics)：可列出：(1)哪些所教的技能(能力)和情意(態度)要用哪些技能評量活動(術科考核)來考，(2)技能評量活動(術科考核)測驗題及標準解答，(3)術科評量的時機、安排、及施測方法、評分方法。
13. 參考資料：可列出：(1)圖書、期刊類參考資料，(2)網頁類參考資料，別忘了要註明是什麼網站，哪一天查閱的；且要依序。(3)教學媒体或教學遊戲等軟体等。
14. 附錄：可列出：(1)和本教學計畫最有關的資料，(2)和本教學計畫次有關的資料，(3)和本教學計畫稍有關的資料，(4)在撰寫作過程中，如果發現與本教學計畫有關的資料，能夠收集起來，對於日後能有參考價值的，都可列入。

陸、研發能力之評量

研發能力的評量，應著重於解決問題滿足需求。可以從知識和技能的角度來評量，也可以從設計製作的作品表現來評量。

「知識部分」的評量，可從是否了解：(1)科技的系統和程序，(2)科技的評估管理及應用，(3)創新設計與解決問題的方法，(5)工具機械材料等之性能，及(6)製造方法等方面來評量。

「技能部分」的評量，可從是否會做：(1)設計，(2)加工製作，(3) 連接、組合、裝配，(4)完成檢測(感測)及操縱控制，(5)撰寫程式，(6)進行性能測試及調整等方面來評量。

「作品表現」的評量，可從以下列的考核各點著手：

- (1)是否切合所需解決的科技問題，
- (2)想改良的科技產品性能是否真的得到提昇，
- (3)想改良的科技流程方法是否真的比原來方法好(更經濟更有效)，
- (4)所完成的研發成果是否安全環保而沒有不良的副作用，
- (5)研發初期有沒有對現實需求做研究調查，
- (6)研發過程所採用的測試方法是否經濟有效，
- (7)整個研發過程是否符合理想的研究發展的原則，
- (8)整個研發有沒有對目前人類已經發展出的科技方法和技術做一現況分析

析及方法的比較研究(Lee, H, 2004)。

柒、結論

以上、筆者參考歸納各類文獻資料及依據多年教學經驗，提出對研發能力之如何進行教學的看法，包括：(1)為何科技教育的教學活動可以增強研發能力，(2)教學活動之實施宜掌握之原則，(3)研究發展之教學活動實施方式，(4)如何撰寫教學計劃，(5)如何評量研發能力。由於目前的課程標準及實際施教似乎過度偏重科技知識的傳授，而忽略了動手做及對研究發展能力的培育，因此本文之撰寫，是希望能提起全國生活科技教師的注意，最好是能夠拋磚引玉，透過科技教育同仁的集思廣益，研擬出一系列容易採行的教學活動，而使全國學生的研究發展能力能夠得到普遍的提昇。

參考資料

- ◆ 王光復(2007) 以教學活動來取代講授,讓學生加深體驗去認識科技及控制科技.生活科技教育月刊二〇〇七年四十卷第四期.
- ◆ 盧諭緯(2002). 研發中心, 構築下一個黃金 10 年? 2008 年 5 月 17 日, 取自 http://www2.bnext.com.tw/mag/2002_09_01/2002_09_01_220.html
- ◆ Alexandrov, N. (2008). Advanced European ERASMUS MUNDUS MSc in Network and e-Business Centered Computing. ACET Centre, School of Systems Engineering, The University of Reading., Retrieved May 20, 2008. <http://www.reading.ac.uk/sse/pg-taught/sse-pgtadvancedEuropeanErasmusMundusMSc.asp>
- ◆ Atlantic Canada Opportunities Agency (2007). The Innovation Skills Challenge: Making innovation happen in Atlantic Canada. ISBN Number: 0-662-66710-7
- ◆ ITEA(2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author.
- ◆ ITEA(2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards. International Technology Education Association. Reston, VA: Author.
- ◆ Lee, H. (2004). Technology Education Structural Systems. Course # 8141. Public Schools of North Carolina, State Board of Education. Retrieved May 18, 2008. http://www.ncpublicschools.org/cte/technology/curr/8141_curriculum_guide/8141_curriculum_guide_2004.pdf
- ◆ Technologies Institute Secretariat (2006). ENERGY TECHNOLOGIES INSTITUTE – ADDITIONAL INFORMATION. Retrieved May 20, 2008. Energy Office of Science & Innovation. <http://www.berr.gov.uk/files/file34029.doc>

中國大陸對提升創新能力所採行的科普教育措施

*王光復、**范斯淳

*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

自主創新已成為中國大陸科技發展的重要方向，並以科普教育為主要手段，以期提昇全民科技素質，加速科技發展。現任中國科學技術協會計畫財務部部長（曾任中國科學技術協會科學技術普及部部長）彭友東指出，一個國家科技創新能力的提升有賴大眾科學文化素質的提高，而科學普及的目的，就在於培育創新環境、提高國民素質以及培養創新人才（引自吳晶晶、李斌，2005）。因此，中國大陸在強調科教興國的政策下，科普教育的推展已成為提升創新能力的主要措施之一，透過相關法規的制訂，以及政府、民間機構的推動，目前科普教育在中國已有相當可觀的成果。作者擬深入探究其科普教育的做法，包括相關法規、機構、活動競賽以及教學訓練等面向，以期收到“他山之石，可以攻錯”之效益。

貳、科普教育有關法規、經費

法規的制訂以及經費的投入，對於實施科普教育的成敗，具有關鍵的影響力，故本段將針對科普教育相關之法規及經費運用情況作一探討。中國以邁向創新型國家的政策為基礎，大力推動科普教育活動之發展，於 2002 年制訂並公佈了《中華人民共和國科學技術普及法》作為中國科普推行工作最主要依循的法規。其中針對科普活動的組織管理、社會責任、保障措施以及法律責任等加以規範，主要目的是為了落實中國科教興國的政策，加強科學技術普及工作、提高公民的科學文化素質、以及推動經濟發展和社會進步（《中華人民共和國科學技術普及法》，2002）。

為了更落實其科普教育的推展，以中華人民共和國科學技術普及法為基礎，中國於 2003 年制訂了《全民科學素質行動計畫綱要》。其主要方針為「政府推動、全民參與、提升素質、促進和諧」。綱要中，以「科技教育之傳播與普及」、「創新人才」以及「全民科學素質」為主軸，全面推動中國公民科學素質的建設。希

望透過科學技術教育的發展、傳播與普及，使全民整體之科學素質能有大幅度的提高。

中華人民共和國國務院所訂頒的（2006—2020年）國家中長期科學和技術發展規劃綱要中，指明要貫徹落實科學發展觀，深入實施科教興國戰略和人才強國戰略（Jin, 2008）。其長程目標為2010年時，中國國內之科學技術教育、傳播與普及能有較大發展，公民科學素質明顯提高，達到世界主要發達國家20世紀80年代末的水準。另外於2020年時，形成比較完善的公民科學素質建設、基礎設施、條件保障、監測評估等體系，使公民科學素質達到世界主要發達國家21世紀初的水準（《全民科學素質行動計畫綱要》，2003）。

這些法規的制訂，促使政府機構、大專院校、以及民間企業等大力投入科普教育的推行，以經費運用方面而言，在最近公佈之2006年度全國科普工作統計報告中指出，2006年中國全國來自政府科普專項、部門自籌和社會贊助等的科普經費籌集額共計人民幣46.83億元，達全國生產毛額的1.42%（Jin, 2008），其中來自各級政府的財政撥款達到人民幣32.50億元，占總投入金額的69.4%，全國人民平均科普活動經費為人民幣1.18元，由此可看出，中國政府投入大量的經費支持科普工作之運作，也使得其推動所造成的影響力與相關研究成果以驚人的速度開始累積並呈現，但在科普資源的分配上，卻也產生城鄉分配不均的問題（中華人民共和國科學技術部，2008）。

參、科普教育相關機構

推行科普教育，必需要有專責機構，形成有系統的組織。中國在推行科普教育的過程中，主要專責的機構為「中國科學技術協會」。其主要工作一為學術研究、另一項便是科普教育之推展。透過中國科學技術協會的規劃，目前中國科普教育的相關機構與管道主要有：科技館、自然博物館、天文館、青少年科技活動中心（站）、社區科普工作室（站）、科普畫廊（櫥窗）等單位（吳旭君，2005）。這些科普機構中，將具有一定規模者定為全國科普教育基地，作為其重點推展的核心。

全國科普教育基地的設立是於1999年展開，當時由中國科學技術協會選出了201個相關機構，作為第一批的全國科普教育基地。2003年，為了提高全國科普教育基地的科普服務水準，促進全國科普教育基地的建設、管理與規範。中

國科學技術協會針對第一批全國科普教育基地的進行檢查。取消了 13 個未能達到《全國科普教育基地標準》機構其全國科普教育基地的稱號。因此，目前中國全國科普教育基地共計有 188 個，其中：

(1)自然科學博物館類有 78 個，包括：自然博物館、各類專業科技博物館、科技館、天文館、動物園、植物園、水族館和青少年活動場所等，占總數的 41%；(2)國家重點實驗室類有 65 個，包括：科研院所、高等院校等單位的實驗室或實驗基地，占總數的 35%；(3)高技術企業和生產基地類有 28 個，包括：科技部門的技術基地和工業、農業等部門的生產或實驗基地，占總數的 15%；(4)國家級自然保護區類有 17 個，占總數的 9%。(中國科學技術協會，無日期)

在這些科普基地當中，除了原本就以教育為目的所設立的科學博物館外，其中也將國家重點實驗室、以及部分高科技的企業納入，並規劃相關活動，開放學生及民眾進入參觀，拉近社會大眾與高科技研發與產業的距離，在科普活動當中具有不錯的成效。

肆、科普教育活動與競賽

科普教育的推廣及宣導，可透過實作活動、展覽、競賽、座談會以及演講等方式進行，以收到推波助瀾的積極效果。中國目前推展之科普教育的活動，因其地緣遼闊，各級政府與相關單位舉辦的大小活動多不勝數。單以 2006 年而言，中國全國舉辦過參加人次在 1000 人以上的大型科普活動便達 2.1 萬次（中華人民共和國科學技術部，2008）。其活動類型相當豐富，例如：科普日、科技週、科技之春（冬）、科教進社區、科技下鄉、專題展覽、科普及民農村計畫、青少年科技創新大賽、青少年電腦機器人競賽以及科普寫作競賽等，各類型的活動幾乎都有舉辦，以下筆者將以活動對象作為區分，主要分為針對一般民眾之科普教育活動、以及針對青少年之科普活動，並列舉出較有代表性的活動加以介紹。

以針對一般民眾所舉辦之科普活動而言，較具代表性者有全國科普日、全國科技週等活動。以 2007 年的全國科普日活動為例，其活動主題為「節約能源資源、保護生態環境、保障安全健康」，其中的活動有展覽館展出、演講、座談會等；而在各地方，各級政府也會舉辦自己的科普日活動，配合全國科普日活動進行各種系列活動。此外，從 2001 年起，每年所舉辦的科技活動周亦為中國重要的大眾科普活動，單以 2006 年的科技活動周便投入經費高達人民幣 2.21 億元，

其所造成之成效亦相當可觀。

另，以青少年為主之科普教學活動而言，除了學校中的社團活動、社區科普活動，以及科普場館的參觀活動以外，由教育部和中國科學技術協會所主辦的全國性青少年科普活動中，較具代表性之活動則有以下幾項：(一) 全國青少年科技創新大賽、(二) 奧林匹克學科競賽活動、(三) 中國青少年機器人比賽。

(一) 全國青少年科技創新大賽

「全國青少年科技創新大賽」是全國性的青少年科技創新成果和科學探究項目之綜合科技競賽，為中國科技教育活動中最具規模與代表性的活動。其內容是由許多競賽項目整合而成，例如在競賽方面，最主要的競賽項目為「青少年科技創新成果競賽」，其競賽內容有：發明、創新技術、工程設計和科學研究論文等，其活動方式與台灣的全國中小學科學展覽會（科展）類似。此外整個大賽還設有展示型的活動，例如：優秀少年兒童科學幻想繪畫展以及青少年優秀科技實踐活動展等。

(二) 奧林匹克學科競賽活動

中國學科競賽活動包括數學、物理、化學、生物和資訊學等五項競賽，是由中國科學技術協會所屬之各相關學會所主辦，其目標為普及科學知識，激發高中生學習學科知識的興趣和積極性，為優秀學生提供相互交流和學習的機會。透過每年舉辦之全國學科競賽，選拔優秀的中學生組成國家集訓隊，再由著名大專院校對學生進行培訓和進一步選拔，最後組成中國代表隊參加國際學科奧林匹克競賽。

(三) 中國青少年機器人比賽

中國青少年機器人競賽原名「全國青少年電腦機器人競賽」，於 2001 年開始舉辦，其比賽的項目逐年增加，以 2008 年第八屆的比賽為例，主要項目包含：(1) 中國青少年機器人設計成果展示與評審、(2) 智慧型機器人競技比賽、(3) 2VS2 青少年機器人足球比賽、(4) FLL 機器人世界錦標賽中國賽區比賽、(5) FVC 機器人工程挑戰中國賽區比賽、(6) 即興機器人擂臺賽等六項。在比賽形式方面，「中國青少年機器人設計成果展示與評審」是由參賽選手根據題目要求，於賽前進行智慧型機器人創意、設計、研製，而後於競賽當天參與競賽活動並展示其成果；而其它的比賽形式則是依照固定的比賽規則與要求，設計機器人參與競賽。

伍、科普教育之教學與訓練

除了科普競賽活動等推廣宣導工作之外，科普教育之教學與訓練更是整個科普工作中不可或缺的部分。本小節將針對科普教育之教學活動與人才訓練分別做簡單的介紹：

一、科普教育之教學活動

在中國推行科普活動的過程當中，科普教育之教學，除了透過科普基地的參觀、各式競賽等活動加以推行外，也強調學校、社區與研究單位的結合，例如其中一項「大手拉小手—青少年科技傳播行動」，就是由中國科學技術協會主辦，每年皆以不同的科普議題為主體，由科技專家與科學家親自透過座談會、演講等模式，參與中小學科普教育活動，將科學與科技知識傳播到各級學校以及較為偏遠的地區，其目的在於培養青少年科學實踐及動手做的能力，使青少年能夠面對面與科學家對話，並在科學家的指導下進行研究活動。藉由這樣的活動，可讓學生體會到專家學者之人格魅力，感受到科學與科技的力量，並提昇其科學素養與創新能力（中華人民共和國科學技術協會青少年科技中心，無日期）。

此外，為了因應中國偏遠地區，科普場館及資源缺乏，在推行科普教育的過程中，也運用了一些在台灣較不常見的方式。例如「科普大篷車」就是一個很特殊的例子，科普大篷車是由中國科學技術協會設計的多功能流動科普宣傳設施，其中可以裝載科普站展品、科普資料、科普展覽、放映科普影片等內容。科普大篷車將參與式與互動式的科技展品帶到城鎮、農村和少數民族等沒有科技館的偏遠地區巡迴展出，同時進行相關的科普活動，使很少有機會到大城市科技館參觀的偏遠地區人民，以及青少年能夠親身感受科學技術知識帶來的樂趣，因此科普大篷車也被稱為「流動的科技館」（劉舒，2007）。

二、科普教育人才之訓練

在中國推行科普教育的過程中，為了推動相關教學活動，提升科普教育品質，必須培養專業化或發掘兼職人才，建立科普工作者團隊，才能順利進行科普教育之推展。這些科普工作者稱為「青少年科技輔導員」，其主要成員是由中小學、各級教育科學研究所（室）、校外教育機構（例如：青少年科技館（站）、青少年科技活動中心）中從事青少年校內外科技教育的工作者，以及相關機構、團體和企業單位關心參與青少年科技素養提高的社會各界人士所組成。

目前其科技輔導員之組成人數雖然龐大，但卻缺乏統一的標準培訓與管理措施，故中國方面也在積極進行《青少年科技輔導員標準》的制訂，希望能提升科技輔導員的專業素質與能力，以及科普教育之品質，其列出的標準中，包含品德標準、業務標準以及能力標準。其中能力標準之項目，包含：(1) 具有從科學的角度理解現代科技及科技史概況的能力；具有瞭解最新科技發展動態以及現代科技教育發展趨勢的能力。(2) 掌握探究方法，具有創新思維，培養青少年創造性地學習。(3) 掌握現代化教學手段，具備一定的資訊技術應用能力。(4) 科學規劃職業生涯，掌握適合自己再學習的方法和途徑，具備創建學習型組織的能力。(5) 掌握科學研究的方法，具有開展課題研究的能力（中國青少年科技輔導員協會，2007）。筆者認為這些能力與台灣生活科技教師所具備的專業能力有許多相近之處，透過瞭解中國科技輔導員的能力需求，應可做為台灣培育生活科技教師的參考。

陸、結論

提昇全民的創新研發能力，才可能轉變成為創新型的國家。近年來，中國科普教育之目的，已由傳統科學知識的推廣，轉變為全民科學素養的提升。本文深入探究中國科普教育之策略及實施現況，並針對其相關法規、經費、機構、活動競賽以及教學訓練等面向分別提出研究報告，謹歸納為以下幾點結論與建議，以供科技教育學者專家參考：

(1) 中國已越來越重視科普教育之實施，但在推行方面，仍有城鄉差距、資源配不均等問題；(2) 其科普活動與競賽形式多元，與台灣之科普活動也多有相似之處，例如科技創新大賽、機器人競賽等；(3) 可深入探討其較具特色之活動方式與內容，作為台灣科普教育之借鏡；(4) 其科技輔導員的能力標準與需求，與台灣生活科技教師所具備的能力相似，應可做為台灣培育生活科技教師的參考；(5) 目前中國科普教育相關資源豐富，建議生活科技教師可善加運用，以作為教學內容之輔助。

參考文獻

中國青少年科技輔導員協會（2007）。**中國青少年科技輔導員標準解讀**。2008年5月15日，取自 <http://www.cacsi.org.cn/bztl/ShowNews.asp?ID=149>

- 中國科學技術協會（無日期）。全國科普教育基地分佈和分類瀏覽。2008年4月23日，取自 <http://app03.cast.org.cn:7005/portal/findportal.do#>
- 中華人民共和國科學技術協會青少年科技中心（無日期）。大手拉小手青少年科技傳播行動。2008年4月20日，取自 <http://www.cast.org.cn/n435777/n435799/n676835/n679475/20647.html>
- 中華人民共和國科學技術部（2008）。我國科普隊伍不斷壯大——2006年度全國科普工作統計圓滿結束。2008年4月25日，取自 http://www.most.gov.cn/kjbgz/200801/t20080116_58523.htm
- 中華人民共和國科學技術普及法（2002）
- 全民科學素質行動計畫綱要（2003）
- 吳旭君（2005）。利用社會科技教育資源促進青少年科技素質的研究。上海師範大學碩士論文，未出版，上海市。
- 吳晶晶、李斌(2005)。2005年中國科技創新與普及並重，實現協調發展。2008年4月25日，取自 http://www.gov.cn/jrzg/2005-12/11/content_123785.htm
- 劉舒（2007）。125輛“科普大篷車”奔向全國邊遠地區。2008年4月28日，取自 <http://www.cast.org.cn/n435777/n435799/n1211159/n1211216/45936.html>
- Jin, C. (2008). Innovation, Research and Development - The Keys to Achieving the MDGs in China. UN Chronicle. http://www.un.org/Pubs/chronicle/2008/webarticles/080327_china_mdgs.html

面對劇變的世界 ~ 探討科技教育存在的必要性

蔡勝安

國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

前言

我們生在一個知識以幾何倍數爆炸成長的時代。你知道嗎？每個月 Google 必須處理 27 億次搜尋；你知道嗎？我們每天傳輸的手機簡訊數量已經超越了全世界的人口總數；你知道嗎？今年全世界會製造出 1.5×10^{18} byte 的全新資訊這大約比人類在過去五千年所製造出來的資訊還要多；你知道嗎？新的科技知識大約每兩年就會成長一倍，對正要就讀大學的學生來說，他們前兩年所學的知識在三年級就全部過時了；你知道嗎？.....(朱學恆譯，2007)。

「你知道嗎(Did You Know)？」是現在 YouTube 影音分享網站上超過 300 萬人次點閱的一部影片，短短時間內被翻譯成 10 種以上的語言到處流傳，內容很簡單，就是告訴你由於科技快速發展所引起的，一些這世界正在發生但你我卻不是很清楚的「巨大改變」。短短 6 分多鐘的影片之所以令人震撼不在於有什麼華麗的影像或特效，而在於所有的數據資料都是真實的，原創編製者 Karl Fisch 整理各家學者的著作及政府部門的數據資料，透過文字圖像簡單的比較與譬喻，將世界正在發生，且將持續發生的巨大變化描述了出來，然後問了一個問題：「美國前教育部長 Richard Riley 認為，2010 年最迫切需要的十種工作，2004 年時根本不存在。我們必須教導現在的學生畢業後投入目前還不存在的工作，使用根本還沒發明的科技，解決我們從未想像過的問題。」

科技所引起的劇變正在發生，身處其中的你該怎麼作？本文將從科技的本質與影響開始談起，一步一步的深入探討這個問題作出思考與解答。

壹、何謂「科技(technology)」

對於生長在變動快速的現代社會中的人來說，科技一詞早已不是一個陌生的名詞，而是一個無時無刻不在發生和使用的「動詞」。自十八世紀工業革命以來，科技的快速發展帶動了人類社會及文明的飛躍進步，人類利用科技改變了環境，創造了無數滿足人類需求的物品，但「科技」代表的涵義為何？「科技」是如何

發生？「科技」又是如何影響人類生活？「科技」帶給人們的影響是好或壞呢？

唯有先了解科技才能去面對科技，因此，在探討如何面對科技快速發展所帶來的劇變世界之前，先探討分析科技的本質意涵。

一、科技是什麼

「科技(technology)」對大多數的人來說代表的就是「先進」、「進步」的意思，有些人認為科技的進步就是電腦的進步，科技的內容是複雜的，科技是現在才發明的，科技是工程師們在玩的東西...，然而這些觀念其實並不正確。

科技並不是近百年來才有的，科技也不僅是指電腦科技，科技更不是只有少數人才能懂的。舉例來說，原始人類一開始遇到野獸的時候就只能靠著自己的手腳與之搏鬥，但後來原始人類發現石頭是堅硬的、是可以把東西敲碎的，所以就開始利用石頭來打獵，然後隨著不斷的發現與嘗試，越來越多的工具或方法就逐漸被人類所發明使用了，這就是科技的源頭，自有人類活動開始，科技就被發明使用了，科技是用來幫助人類解決問題的。

因此，何謂科技？簡單來說，就是人類為了解決所遇到的問題或需求，用工具材料資源等各種方式，所想出來的解決方法，科技的本質就是解決問題。

以下為科技教育著名學者 Hacker 及 Barden (1987)所提出有關「科技」一詞之定義，將可幫助有興趣的讀者更深入理解科技的意涵，也做為以下章節介紹的基礎：

1. 科技是改變資源以滿足人類需求的知識之總和。
2. 科技是人類生存的一種策略。
3. 科技是人們控制和改變自然環境的手段和方法。
4. 科技是一種理論 (如科學) 的實際應用。
5. 科技是知識的應用和應用性的知識。
6. 科技是社會變遷的主要動力。
7. 科技是人類適應環境的主要工具。
8. 科技是運用科學、材料和人力資源，以達成人類期求目標的歷程。
9. 科技是運用我們的知識、工具、和技能以解決實際問題並擴展人類的能力。
10. 科技是人們運用工具、資源、和程序來解決問題或擴展他們的能力。

綜合上述所論，可以發現科技實乃人類為求生存，利用工具技術以改變資源及控制環境的方式，用來滿足人類需求及適應環境，進而促成社會的變遷。所以，科技絕不是僅有少數人才懂使用的東西，而是所有人類用以解決問題、謀求生存的一種本能。

二、科技的影響

科技是人們控制和改變自然環境的手段和方法，也是人類適應環境的主要工具(Hacker & Barden, 1987)，自原始人類發生科技活動以來，人們就開始懂得利用自然界的各種資源以滿足本身的需求。隨著科技不斷的發明與改進，人們創造發明的工具方法越來越多，也讓原本僅是用來滿足人類基本生存需求，如狩獵、居住、溝通等問題被輕而易舉的解決了，隨之而來的則是如何更快速、更方便、更省時省力的解決需求的問題，於是新的需求產生了，人們也就必須再創造出新的方法來滿足新的需求。

科技更新創造的這個循環永遠不會停止，而且不斷的在加速，因此對人們的影響也不斷加深。一項微波爐新技術的應用，影響的將是數百萬人的飲食習慣；一場球賽的轉播，將可能影響數千萬的商業利益。這樣的例子越來越多，人們也越來越習慣。

科技帶給人們的影響是深入各個層面的，從吃的食物到穿的衣服，從住的房子到開的車子，從看的書到玩的電動玩具，人們的需求大大影響了科技的發展，科技的發展也大大改變了人類。

三、科技是好或壞

面對科技的快速發展，人們對於科技的看法有著許多不同的看法。有些人認為科技可以解決人們大多數的問題，如糧食的生產、訊息的流通、貨物的運輸、疾病的治療以及安全的環境；也有些人認為科技為人類帶來了更多問題，如環境的汙染、生態的破壞、新疾病的發生以及倫理道德的爭議。這兩種看法都對，而這便是科技的演進方式：解決了一個問題便會創造一個新的問題，新的問題將促進新的科技，如此不斷的循環造成科技的演進。

工業革命的發生創造了無數新的工作機會，也造成了無數人的失業；溝通傳播方式的發展促進了人們的交流，也造成了人們的疏離；生物科技的應用延長了人類的壽命，也造成了新的可怕絕症。因此，科技本身其實沒有好或壞的差別，端看人們如何去使用這些工具與方法。

綜合以上所述可知，科技其實就是人類為了解決所遇到的問題或需求，用工具材料資源等各種方式，所想出來的解決方法；人們透過科技的手段改變了環境，環境的改變影響了人們的需求，人們的需求促使人類創造了新的科技，科技與人類不斷的相互影響；而科技的使用方式決定了科技將對人們造成怎樣的影響。

在了解科技的本質意涵後，方能理解科技與時俱進的特性，也方能懂得人應利用科技而非被科技所利用。但光是了解認識科技是不夠的，使用科技是需要學習的！因此，人們將如何因應科技所造成的劇變世界呢？在了解了科技的涵義與特性之後，以下筆者將從學習科技的角度繼續進行探討分析。

貳、如何學習「科技」

科技的本質是為了解決問題，人們透過創造科技滿足了自身的需求。在科技文明高度發展的現在世界，各式各樣科技產品或設備的應用促進了人類社會文明的發展，科技產品成了人們不可或缺的日常用品，科技影響了現代人們的一舉一動，因此，學習科技成了現代人們相當重要的一個課題。

然而，學習科技就是學習使用電腦嗎？學習科技困難嗎？每個人都需要學習嗎？以下筆者將藉由對上述問題的探討引導各位讀者深入了解學習科技的意義：

一、為何要學習科技

如前所述，科技的演進影響了現代社會的發展，影響了人類的生活型態、思考方式與文化發展，人們早已習慣一打開水龍頭就有水流出來、一打開電視就有節目、一出門就有各種交通工具可以坐，人們已經不可能脫離科技的範疇而生活了，因此，在科技發展如此快速的現代社會，為何要學習科技？是為了生活，也是為了解決人們在生活中所遭遇到各式各樣的問題與需求，然而每個人將遭遇的問題與需求皆不相同，所以每個人都需要學習科技。

二、學哪些內容

科技是人們為了解決所遭遇到的問題所想出來的解決方法，自有人類活動以來科技活動便產生了，然而科技演進至今，其各項技術與內涵知識早已是相當繁雜，因此，除了專門領域的專家學者外，一般大眾所要學習的並非是去鑽研科技其中的內含知識或技術，或者是學會其中一項產品的使用，而是在於學習「選擇」適當的科技解決問題、學習正確的「使用」科技、學習「思考」人、

科技及社會間之關聯性、學習發揮「影響」促進科技往正確的方向發展，這些與生活密切相關的內容就是我們要學的科技。

三、學習科技困難嗎

科技是人們解決問題的一種工具手段，其最大的目的便是幫助人們解決問題，而隨著科技文明的高度發展，人們解決問題的工具越來越多，方法也越來越簡易。因此，學習科技絕對不困難，科技是拿來使用的，學習科技的方法就是去使用科技，從使用過程中去學習如何選擇科技(家裡的就吸塵器不好用就換台不同產牌的)；從使用的過程中去學習如何正確使用科技(試試看新吸塵器怎麼用才好用)；從使用過程中去學習思考科技與人及社會的關係(想想看吸塵器的聲音會不會吵到鄰居)；從使用過程中去學習如何影響科技朝正確的方向發展(想想看吸塵器應該具備哪些功能會更好)，這便是學習科技的最大特性——「從做中學」。

科技活動自發生開始至今，人類社會的發展便與科技的演進密不可分，隨著科技演進的速度越來越快，人類社會的發展也越來越迅速。因此，學習科技，是為了適應發展的社會；學習科技，是要學習如何去選擇、使用、思考與促進科技往正確的方向發展；學習科技，就是從使用科技中學習。

學習科技是現代人最重要的需求，也是下一代的孩子所須面對的重要課題。然而，面對劇變的世界，今日所學的知識或技術，可能二年後就被淘汰或更新了，我們該教給孩子們些什麼呢？因此，在了解學習科技的意義目的和方法後，以下筆者將引導各位讀者從科技教育的角度對此問題做出探討，使各位讀者進一步的了解如何教科技。

參、何謂「科技教育(technology education)」

上述章節提到科技是需要學習的，而學校教育則是人一生中最有系統連慣性的學習過程，其最大目的在於使人具備足夠的知識技能，以適應社會的生活並承擔其社會責任。因此，在面對科技文明快速發展時代，學校教育所學到的知識或技能幾年後就會被更新的知識所取代這問題時，究竟學生應該具備怎樣的能力？學習怎樣的內容？如何面對變革快速的社會？這種種的問題促使「科技教育」的概念開始為人所提出，將學習科技納入了學校教育的領域中成了一個必要的課題，以下筆者便針對科技教育之本質內涵作概要介紹。

一、科技教育的意義

如前一節所述，學習科技是現代人最重要的需求，也是下一代的孩子們即將面對的問題。學習科技的意義在適應現今科技文明高度發展的社會，在解決現代生活中會遇到的問題。而教育的意義乃在於使人獲得足夠的知識技能以便於生活在社會上並承擔其社會責任。因此，科技教育的主要意涵便是希望透過有系統、有組織的學習，獲得足夠的科技知識與科技能力，使人能夠適應當代和未來社會的生活。

科技教育的學習是學習「應用」。科技教育是學習有目的地應用知識（例如：資訊和通訊科技、物料和結構、營運和製造、策略和管理、系統和控制及科技與生活）技能及經驗，去運用資源創製建構，和更新產品和系統，以滿足人類需要。（《科技教育的定義》，無日期）

科技教育的學習是「全面」的，是與整體社會息息相關的。科技教育乃在研究科技及其對個人、社會和文化的影響。科技教育的基本任務則在使每個人了解他們所生活的科技社會，進而能在其中奉獻心力。（Savage & Sterry 1990；引自李博宏，2003）

二、科技教育的內容

隨著時代的演進，科技涵蓋的範圍越來越廣。學者Bendery 認為科技教育是：一項行動本位教育課程，涵蓋各種科技方法、進化、應用和意義；也涵蓋工業的組織、成員、系統、技巧、資源和產品；以及他們對社會／文化的衝擊（李大偉譯，1988；引自李博宏，2003）。

所以其實科技教育的學習內容並不複雜，都是與人們習習相關的，如材料的認識、手工具的使用、捷運系統的認識，手機傳播概念的學習...等，都是日常生活中所用到的科技知識、技術以及方法。而科技教育強調的除了學習科技的內涵知識、技術與觀念，也要學習科技的使用方式與應用範圍，更要學習運用科技對人類、社會與環境產生之影響，進而才能促進科技朝正確的方向演進。

三、科技教育的目的

科技教育想要教的不僅僅是某一類的專業知識或者是技術，更希望的是培養一種素養、一種能力。知識或技術隨著時代的加速演進，其更新淘汰的速度必將越來越快，適應當代社會所需要的能力亦隨之更替，因此，科技教育的教育目的並非專指某一類技能知識的學習，而是希望培養一種能力，一種可以讓

學生足以「學會任何他想學的東西的能力」，這能力的培養便是科技教育的最大目的——「科技素養」的培養。

四、「科技素養(technological literacy)」

簡單來說科技素養是一種應用能力。一種懂得如何「使用」、「管理」、「評估」以及「理解分析」科技的能力(International Technology Education Association, 2006)。科技是人們用來解決問題的方法，面對生活中各式各樣待解決的問題時，如何選擇出最適當的方法、如何正確的使用這些方法、如何管理控制並分析使用後所造成的影響，這些都是現代人面對劇變的世界所必須具備的能力，而科技教育的教育目的便在於使人們具備這樣的「應用」能力。

科技素養也是一種發展能力。科技素養是人類善用其知識、技術能力、價值判斷能力及相關資源，以便適應社會生活變遷、改善現在生活、解決相關問題及規劃其生涯的基本能力(朱益賢, 2006)。科技素養強調的是應用，科技是人們為了使用而創造出來的工具方法，妥善的應用這些工具和方法以解決問題，並持續不斷的發展進步，科技教育的用意便在於使人們具備這樣的「發展」能力。

科技素養更是一種可以學會任何想學的東西的能力。科技教育的目的不在於那一類專門知識或技術的傳授，而是希望透過各類不同知識的學習與綜合比較，藉由實際的實踐學習活動，從活動中去學習各式各樣的能力，並從中學習「如何去學習」，學習的能力乃是面對不斷變動的世界最需具備的能力，而科技教育的主旨便在於使人們具備這樣的「學習」能力。

科技素養是現代「地球公民」均需要具備知能力。以下筆者引用學者 Pearson 及 Young描述具有科技素養的公民所應具備特徵之資料(表3.1)，透過列表比較的方式，從三個層面向度分別列出其具備的特徵，將有助於有興趣的讀者更深入理解科技素養的具體意涵。

表 3.1 有科技素養的公民所應具備的特徵

向度	特徵
知識	認知日常生活中科技無所不在 瞭解基本工程概念和術語 熟悉工程設計程序的本質與限制 知道科技改變人類歷史和人類創造科技的方式 知道所有科技帶有風險，有些風險可被預見，有些則否 體認科技的發展和使用涉及利害相權和成本效益的平衡 瞭解科技反應社會的價值和信念
思考和行動方式	詢問自己和別人有關科技利益和風險的問題 尋找新科技的資訊 適時參與科技發展和使用來做決定
能耐	具有廣泛動手能力 能辨認和解決家裡和職場中簡單機械或科技問題 能運用和機率、比例、估計等有關的基本數學概念，就科技風險做出知性判斷

(資料來源：Pearson & Young,2002；引自李隆盛、賴春金，2002)

綜合上述科技素養之內涵，簡而言之，科技素養乃是一種應用的能力、發展的能力，亦是一種學習的能力。科技教育的目的便是為了使人們有足夠的能力將所學的專業知識技能應用到生活中，有足夠的能力利用各種資源和方式在劇變的時代裡不斷向前發展，有足夠的能力學習任何新時代所必須具備的能力。而身為一個地球村的地球公民，科技素養更是其所應具備的基本知識，亦是其思考與行動的方式，唯有具備這樣的能耐方能在瞬息萬變的世界上依循一定方向不斷前進，持續發展。

五、科技教育教學特色

科技是人類面對問題時所想出來的解決方法，注重的是實際應用。因此，科技教育與其他學門的教學方式最大的差別，便在於科技教育強調透過實際的「動手做」之教學與練習活動，使學生將所學習到的各類專業知識和技術加以綜合應用，透過問題解決的方式，如思考如何吹熄五公尺外的蠟燭？如何設計

出最好的機關通道？等，藉由有趣的問題刺激引導學生將所有學習到的知識與技術加以融會貫通並實際應用，從應用中找出自己所學的不足而補足它，從問題解決中學習分析及應用所學的能力。

科技教育強調的是科技素養的培養，教學的內容則是達成教學目標的媒介工具。科技素養是一種能力而非某一類學門的專業知識或技能，因此、科技教育的教學可以因應時代的變化作出最適時的改變，例如：高鐵通車了就將高鐵議題列入課程中，環保塑膠被發明了就在上課中探討環保議題，透過符合時代脈動的教學內容，除了可以給予學生符合時代所需的專業知識與技能外，更能藉此使所學得的內容得到直接的驗證。

而科技教育內涵知識涵蓋其他學門，要求的是主動的思考與規劃。科技本身便是人類各類知識文化的總和，因此，科技教育所探討之知識與技能相當多元，透過實際的動手實作過程中，學生所學習到的除了是專業的知識與技能外，更藉此學習如何思考與規劃的能力。

綜合上述內容可知，科技教育的概念乃順應時代潮流而生，科技教育的主要意涵是希望透過有系統、有組織的學習，獲得足夠的科技知識與科技能力，使人能夠適應並規劃當代和未來社會的生活；科技教育的學習內容是與人們學習相關的，是日常生活中所用到的科技知識、技術以及方法；科技教育的教育目的並非某一類技能知識的學習，而是希望培養一種能力，一種可以讓學生足以「學會任何他想學的東西的能力；科技教育的教學注重的是實際應用並符合時代脈動，強調的是科技素養的培養，要求的是主動的思考與規劃。

換句話說，科技教育的用意及對人們的必要性，便是希望透過科技教育的教學，使人們在面對不斷更新進化的世界時，有意願(能夠察覺並面對時代的變革)、有信心(有足夠的勇氣與正確的態度面對社會的演變)、有能力(擁有專業的知識技能與學習能力)，去面對所有遭遇到的問題，適應社會生活變遷，進而促進生涯的發展。而科技教育的歷程便是透過學習活動以獲得專業的知識和技能，藉由這些知識技能使人產生了信心，因此當問題來臨時，自然也就有意願去解決它。

肆、科技教育存在的必要性

順應時代潮流的演變，面對電腦即將超越人腦的世界，學校教育必須教導現在的學生，畢業後投入目前還不存在的工作，使用根本還沒發明的科技，解決我們從未想像過的問題。

誠如上述，科技教育對於生活在當代的所有人均絕對有其必要性。就學校教育層面來說，科技教育的主要對象是學生，然而對於家長及老師們來說，科技教育亦是其需要了解並對其有其助益的。因此，本文以學生、老師、家長三者為對象，將科技教育對其之必要性做出分析探討，協助讀者更為具體的了解科技教育於當代所有人之必要性。

一、科技教育協助學生面對未來

科技教育的教育目的在於培養學生的科技素養，也就是希望能培養學生遇到問題時，「有意願」想去、「有信心」敢去，也「有能力」去解決問題。科技教育重視知識學習及實際創作能力，藉由問題解決情境的創意學習活動，讓學生在實際動手中綜合應用自己所學的知識，學習分析問題並解決問題。

科技教育不同於一般學門的以知識教授為主(know what)，科技教育更注重的是讓學生理解生活中息息相關的各項事物之應用與內涵(know how)，知識的學習是奠定專業能力的基礎，理解應用則是將知識轉化為智慧的高階運作，面對資訊不斷爆炸成長的當代及未來社會，理解應用資訊的「技」與「能」方是促進人們適應劇變的世界之重要關鍵。

面對科技造成之不斷變革成長的當代及未來社會，科技素養的培養將可使學生具備問題解決的實際技能，擁有追求新事物的興趣，與學會任何他想學的東西的能力，更可讓孩子們學會自己做決定，找到自己的方向。這些能力是講求實際的技能，也將是現在正在求學的孩子們面對未來最需要的能力。

二、科技教育促進教師自我成長

科技持續發展所造成的劇變世界是人人都將面對的，身為教育工作者，不論是哪一專業領域學們的老師，要傳授給學生都將不再只是單純的理論知識，更須強調的應是如何應用這些知識，以及如何自我成長學習，而這些重點則都是科技教育的基本概念。因此，科技教育的概念對於老師們來說，應是未來教學時一項可供參考的教育概念。

而每一位老師自己亦都須面臨時代的轉變，面對科技時代的急速發展，老

師們自己也應檢視自己是否具備適應未來社會的能力。雖說目前科技教育的重點均擺在求學階段的學生們身上，然而科技時代最大的特色之一就是各類的資訊相當豐富且取得便捷，坐在家裡電腦前透過網路便可收集到全世界各地的資訊，老師們想要學習的內容一定都可以找的到。因此，身處科技社會的老師們應該要更具警覺性與成長企圖，以自己的專業為基礎，主動學習了解科技時代的社會特性與自我本身所需具備的知識或能力，透過各式的學習管道與方式促進自我的科技素養的提升，如此一來，除了本身的成長外，老師們的教學也必將更有助於學生們於未來社會中發展。

三、科技教育增進家長與孩子的共同成長

科技發展所帶來的時代變革是人人都必須面對的，科技教育也是當代人必須修習的一個學門。面對未來世代的發展與競爭，科技教育希望教授孩子們的是屬於未來的發展與學習能力，而對身為家長的大人們來說，本身也正面臨科技時代變革的考驗，要學習利用電腦來寫報告書，要學習利用視訊來開會，要面對崛起的網路客戶群...等，都是所有工作者必須面對的課題，科技素養也成了其所必須具備的未來競爭力。

因此，學校教育藉由科技教育促進學生科技素養的培養，家長們自己本身亦需主動瞭解科技時代的特性，學習自己所需具備的知能與觀念，方能在未來的社會中繼續生存；而透過自己本身科技素養的提升，進一步擁有正確的觀念與足夠的能力，也才能協助培養孩子們適應未來社會的能力。

科技教育的本質是希望藉由教育的方式培養所有人適應未來科技社會的能力，因此，學校教育中的科技教育乃是專為心智發展塑形中的學生而設的，希望透過有系統、有組織的學習，使孩子們獲得足夠的科技知識與科技能力，以適應當代和未來社會的生活。

然而，科技教育的意義並不僅是針對學生而言，對一般大眾成年人來說，科技教育同樣有其必要性，如何主動學習有關科技的概念與技能，增進自我科技素養的提升，培養自我的發展學習能力，亦正是面臨科技爆炸發展的所有人，最需思考注意的一個重要課題。

伍、結論

科學家們預測，2013 年建造的超級電腦將會超過人類大腦的運算能力，到了 2023 年，現在的小學一年級學生正好 23 歲，當他們正準備投入職場時，那時，售價 1000 美金的電腦就可以超越人腦的運算能力。雖然超過十五年以上的科技發展很難精確推估，科學家認為，西元 2049 年時售價 1000 美金電腦的運算能力，就會超越全人類的大腦運算能力總和(朱學恆譯，2007)。

科技發展的力量，已將世界給劃平了。面對瞬息萬變的未來，哪些能力將是人們最需要的？哪些問題是人們必須思考的？是當代所有人都面臨的一個挑戰問題。本文試著藉由對科技本質的探討，以理解科技的真正意涵與發展；利用對學習科技的疑問之解答，以體會學習科技之迫切性；透過科技教育意義與目的的分析，以瞭解科技教育對當代人，尤其是對學生們的必要性；最後嘗試從學生、老師、家長三方面的角度，以闡明科技教育對當代所有人之助益；綜合所有論述，本文的目的其實就是希望幫助讀者，開始去思考並重視如何面對劇變的未來社會。

最後呼應本文開頭所提出之問題：「劇變正在發生，你該怎麼辦？」，筆者以下列回答作為本文之結語。

劇變正在發生，所以你要去瞭解劇變為何會發生。

劇變正在發生，所以你要去瞭解發生了什麼劇變。

劇變正在發生，所以你要去學習面對劇變的世界。

劇變正在發生，所以你要去學會適應劇變的世界。

劇變正在發生，所以你要去學會在劇變的世界中發展與學習。

而這便是科技教育的教育目的。

參考文獻

朱益賢 (2006)。從科技素養到科技創造力。生活科技教育，39(8)，1-2。

朱學恆(譯)(2007)。Karl Fisch 編製。你知道嗎？(Did You Know?)【影片】。

2007 年 12 月 30 日，取自

<http://blogs.myoops.org/htsrv/trackback.php/54>

李隆盛、賴春金 (2002)。科技與人力教育的追越。台北：師大書苑。

李博宏 (2003)。我國科技教育思潮之演變—以生活科技教育月刊專論之內容分

析。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士班碩士學位論文，未出版，高雄市。

科技教育的定義（無日期）。香港特別行政區政府教育局。2008年01月03日，

取自 <http://www.edb.gov.hk/index.aspx?langno=2&nodeID=2405>

Hacker, M. & Barden, R. (1987). *Technology in your world*. Albany, NY: Delmar.

International Technology Education Association. (2006).

Technological Literacy for All: A rationale and structure for the study of technology. Reston, VA: International Technology Education Association.

科技課程演進的回顧與啓示

高陸凱

台灣師範大學工業科技教育研究生

壹、前言

自從民國十一年實施新學制以來，在教育方面的諸多主張，常以美國之想法爲本（余鑑，2003）。科技課程的發展，在近一個世紀以來，面對文化背景、社會需求、市場取向、國家發展，產生了莫大的變化。台灣的科技課程，不論是工藝或是生活科技，多數是參考國外科技課程尤其美國而加以改變，在課程綱要或教科書中都不難發現，課程名稱及內容、教學活動設計、課程架構、科技系統等多數有國外課程的倒影，少有的本土特色課程也是近年才衍生的概念。

從美國的科技教育體制來看，美國由工藝到科技教育歷經約四十年，其發展時期大致可分爲三個時期（李大偉，1991；陳階卅堃，1996）：一、思想啓發期（1950-1960），主要以Warner提出的新工藝教育課程爲主幹，Olson所述科技教育內涵與結構爲枝葉。二、課程改革與激盪期（1960-1980），各州應用Warner及Olson的理論進行課程改革，產生工藝課程計劃（Industrial Arts Curriculum Project, IACP）、馬利蘭計劃（The Maryland Plan）、緬因州計劃（The Maine State Plan）、以及俄亥俄州課程（The Ohio Approach）等課程改革計畫。三、1980 後理念整合與落實期，1981 年一群學者共同提出「傑克森坊工藝課程理論」奠定科技教育的哲學基礎；1985 年，美國工藝學會（American Industrial Arts Association, AIAA），正式更名為「國際科技教育學會（International Technology Educational Association, ITEA）」，美國各州亦漸漸重視科技素養的學習；1990 年，工藝/科技教育學者又提出「科技教育的概念架構（A Conceptual Framework for Technology Education）」，以「問題解決（Problem solving）」爲導向的科技教學模式，並增加生物科技系統教學；之後美國各州也陸續將工藝教育更名為科技教育。

台灣從農業社會轉變爲大量製造市場取向的過程，科技課程也是跟隨社會型態改變而採工業職業技術培養取向，直到90年代，因爲高科技產業的推動，以及市場價值取向的發展，科技課程才有生活科技的轉變，在不斷的改善與參考國外

科技教育課程後，產生現行的自然與生活科技領域之能力培養訴求課程。

探討課程的演進歷程，可以鑑古知新，瞭解過去的不足或優點，可以作為課程發展的參考或修正方向，將科技教育的未來推向更有價值的地位。

貳、課程演進

工藝教育的發展，余鑑（2003）將其分為手工訓練教育期、手工藝教育期、工藝教育期、工業科技素養教育期與科技素養教育期。介紹了各個時期的整體工藝教育內涵與特色。李隆盛（1986）將我國工藝課程名稱之演進整理（表1），如果將工藝延續加入科技教育，可得我國完整的課程名稱演進表，加以對照可以發現，我國工藝/科技教育的發展演進，大抵與美國的發展時間相符，雖有短時間的落後，仍是以美國的發展為參考原則，然而國家國情、社會需求不同，台灣的科技教育課程發展，是否有必要再以美國為效法對象則有待商榷，在其他國家的科技教育研究上，已有許多學者專家探討介紹與比較，取其長處來彌補台灣科技教育的不足才是首要功夫，同時更應分析探討適合台灣科技教育的知識體，建立符合國家發展與未來需求的科技教育架構。

表 1 工藝課程名稱之演進

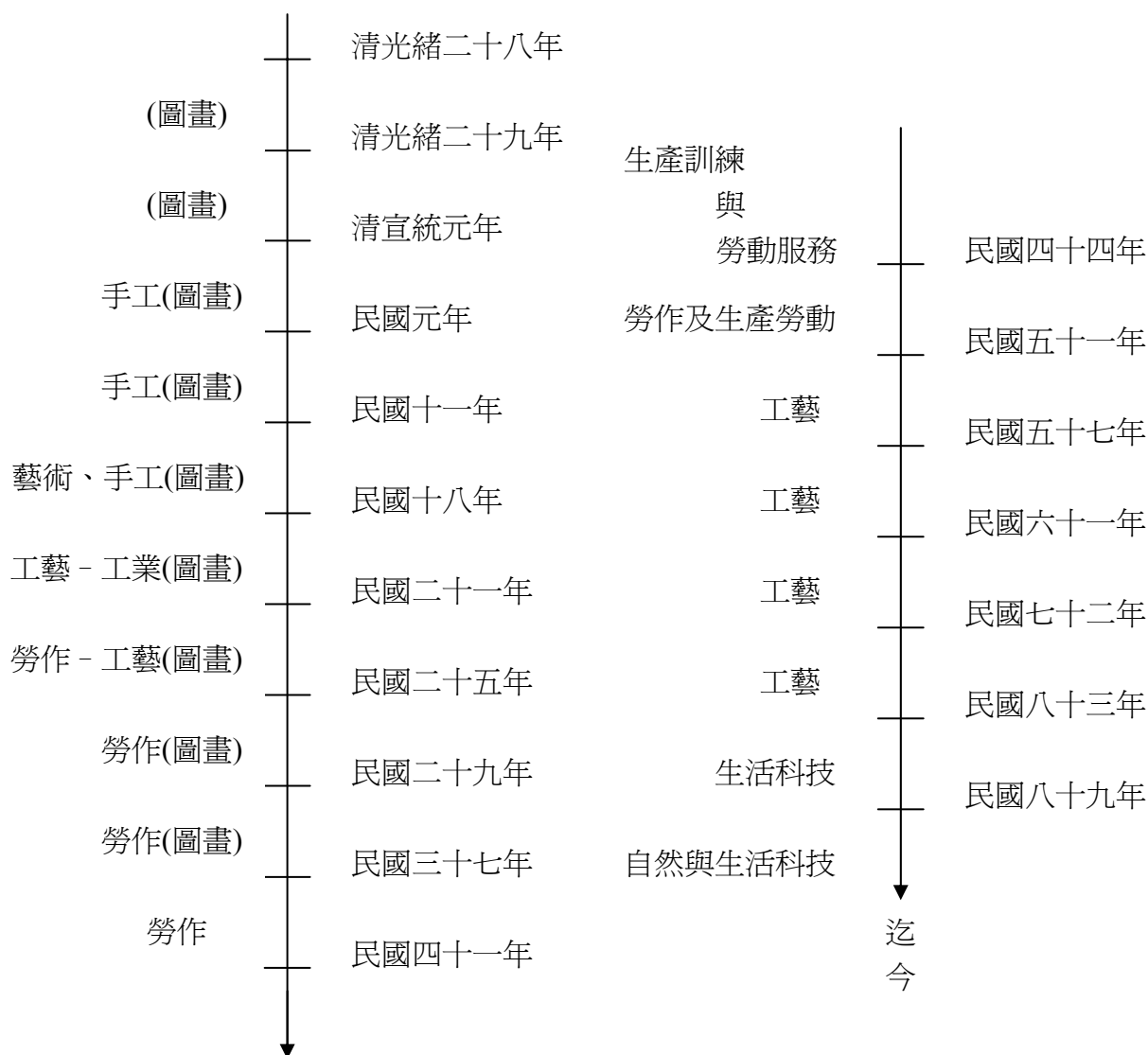


表 1 資料來源：李隆盛（1986）

台灣工藝教育發展，余鑑（2005）提出十四點值得思索的要點，說明了台灣工藝教育所經歷的困境與優劣，雖然工藝教育已成為過去式，其相關理念與優缺點卻可作為科技教育的借鏡，以避免發生相同的錯誤，讓科技教育的發展更有活力與展望。

台灣的科技教育嚴格來說是從民國八十二課程修訂開始，其後短暫五年後又歷經一次改革，課程名稱雖不變，課程目標與內涵等卻大不相同，因此，兩階段的生活科技，實在不應該歸為同樣的課程，否則不但外界難以了解生活科技課程的本質，甚至生活科技教師本身也難以調適與認知。

參、課程目標與內涵

工藝/科技教育課程的演進，於不同時期有不同的課程目標與課程內涵，余鑑（2005）將工藝與科技教育比較並將兩者視為不同概念，如加以比較生活科技與九年一貫生活科技，可以發現生活科技課程在短短五、六年間的轉變甚大，因此也延伸了許多相關問題，如教師的教學困擾與適應、教材設計、教室規劃、教師專業發展等，都是迫切需要解決的。

表 2 針對三個階段課程目標、內涵、實施方式等做一比較，可以發現，教學目標的演變是跟隨社會的改變而衍生的因應措施，從技術性的工具使用熟練培養，至發自內在對科技體認的涵養培養，最後以發展適應社會、培養能力為目標的培育方式為目標，現今社會科技人才的需求，也明顯的趨向能解決問題為考量，課程改變與社會發展的科技化過程是互相配合的。

課程內容結構也有非常大的轉變，以往工藝課程的個別工業教授個別化的技術，各職業類別分別獨立，較無關連，能適應傳統工業產業，面對新興科技產業的需求則有相當程度配合問題，因此整體化與能力培養取向的生活科技課程產生，正是取代工藝課程用以適應新型態人才需求的課程內容。

教學方式上呈現不同的課程設計方向及教學活動，工藝課程為使學生對工業技術有所認知，教學採熟練操作為主，活動區域以工場為範圍，活動方式以操作工具為原則。生活科技著重於科技系統的體認，為適應後工業社會而設計的教學活動，偏重於解決問題導向，讓學生透過實驗、報告、討論等方式進行教學活動，並且用模型、小工具、電腦展示的方式介紹科技系統，與當時的職場的方式極類似。近年來科技著重在個人特色的設計與能力適應，能夠適應科技社會是重要的課題，因此九年一貫自然與生活科技則加入學校本位特色作為課程設計的參考，教師在設計教學上需參考學校的資源加以應用，衡量學生特質而發展課程，適當的重視能力與科技素養的培養，活動場所也不拘泥於工場或專門的生活科技教室，藉由不同教室營造不同的教學效果，是較多元化的教學方式。

也因為十幾年內的課程驟變，除了讓學生能銜接課程不同帶來的差異，教師也同時有了本身適應的問題，也因此教師此時更需要以身作則，充實自己的專業，以適當的教學因應適當的時機，才能真正發揮課程綱要的精義。

表 2 工藝與生活科技課程之比較

課程 比較項目	工藝課程	生活科技課程	自然與生活科技領域-生活科技
實施時間	民國 84 年以前	民國 85 年至民國 90 年	民國 91 年以後
授課對象	男生為主	男女皆授	男女皆授
教學節數	36 節/學期	18 節/學期	18 節/學期
基本理論	在工業社會中學 習工業	在後工業社會中研 習科技	了解科學與技術的發展對人類生活的影響，學會使用和管理科學與技術以適應現代化的社會生活。
知識基礎	日常生活技藝 (包括工業的發展與有關職業的演變)	科技系統包括他的過去、現況與未來發展	自然與生活科技領域的統整教學
教學目標	透過有關工具、機器和材料的使用，培養技術素養	有關科技系統整體概念的學習，培養科技素養	1.培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。 2.學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。 3.培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。 4.培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。 5.培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。 6.察覺和試探人與科技的互動關係。
內容結構	依據個別工業及其相關的職業、工具、材料和生產程序等組織教材，偏重個別技術的操作	依據各科技系統的技術及人文社會要素組織教材，偏重整體概念的學習	以培養科學與科技素養的能力指標為要求項目： 1.過程技能 2.科學與技術認知 3.科學本質 4.科技的發展 5.科學態度 6.思考智能 7.科學應用 8.設計與製作

內容分類	根據職業、材料或生產方法，分為：設計與製圖、金工、木工、電工、電子工、汽車等	依據科技系統分為：傳播、生產（包括製造與營建）、交通運輸等	生活科技部分強調在食品、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
方法與活動	透過作業製作或有關的練習活動，使用工具及材料以發展操作技術並瞭解工業結構及實際運作情形	透過個別和團體作業（包括：實驗、製作、報告、討論等方式）瞭解各科技系統的內容、組織結構與實際運作情形，並探索有關的概念與價值系統，培養科技哲學的眼光	由學校與教師們依據能力指標衡量學校特色與學生特質自行發展課程、設計教材。
學習環境	反映工業、職業和材料的教室與實習工場	反映傳播、生產、交通運輸系統的教室和開放式實驗室	反映現代化生活的科技教室和一般教室
教學活動	75%實作—重技術	75%—重解決問題	50%活動—重視能力與科技素養的培養
教學設備	以單元工場或綜合工場的機器為主	以模型、系統圖、小型機器等為主	以模型、電腦輔助、科技資訊為主
與他科關係	較少和他科做連結	重科際整合，如MST（數學、科學、科技），STS（科學、科技、社會）	重領域統整，與自然科目（物理、化學、生物、地科）融合。
教學評量	以教師為中心，偏技能	以學生為中心，偏認知	教師、學生均衡，同時重視認知、情意與技能

資料來源：整理自黃雅莉，2002；教育部，2003；余鑑，2005

肆、啓示

民國八十二年的課程修訂中，工藝正名為科技，課程名稱也改為「生活科技」，民國八十六學年度正式實施生活科技課程教學，此一階段的教學目標與工藝課程的教學目標截然不同，課程內容也有相當大的不同，在推動科技教育時，遭遇許多障礙，原有的工藝教師面對新的課程，不論在心態上、教學策略上、教學資源上、教學設備上都需有極大的調適（李大偉、葉俊偉，1994），而此階段與家政合稱「家政與生活科技」，也造成許多家政教師兼上生活科技課的結果，在專業知能不足的情形下，教學的品質堪憂。

民國九十一年學年度全面實施九年一貫課程，生活科技被併入自然與生活科技領域，教學目標轉以能力指標為培養要點，課程內容也不再延續生活科技課程之四個子系統：「科技與生活」、「資訊與傳播」、「營建與製造」、「能源與運輸」。

由課程演進中可以發現，科技課程由技術為主的工藝轉變為以培養能力為主的生活科技，課程的內容由國定課程標準轉變為教師自主設計教材以及學校本位課程，相當於將工藝課程的知識體打破，取出以能力培養為主的內容加以整合，配合國家及社會發展的需求，將工藝課程目標轉變成為能力指標，民國八十六年至民國九十年實施之生活科技課程，雖然經課程改革已不再沿用，然而民國九十一年實施之自然與生活科技領域課程綱要，仍可見到傑克森坊四個科技子系統的影子，教師在準備教材時，仍以科技四個子系統為主要內容，在此課程轉變的短暫過程中，教師需不斷調整自己教學的步伐，實為一大挑戰（李隆盛等，2004）。

余鑑（2005）認為工藝與科技教育可以視為兩個差異甚大的教育理念，或是兩個不同的概念。比較工藝與生活科技的課程目標、內涵、能力、特色等項目，工藝重視技術的訓練，而生活科技則著重於問題解決，再仔細比較生活科技兩個階段的課程相異處，仍有極大的不同之處，生活科技有完整的知識體，即傑克森坊的四個科技子系統，而九年一貫則訴諸能力指標的培養，將課程規劃與教學內容設計的任務交予學校及任課教師，依據學校特色及需求來設計學校本位課程，

能力培養固然是未來市場價值培養的基本要求，但也不能沒有根本，教育沒有了課程，無疑是將巨石放在教師身上。台灣的科技教育，名為生活科技，培養生活中科技素養、創造思考與解決問題的能力，將課程設計交與書商去衡量，但是否有符合我們的文化背景，仍有待商榷。自由市場固然能激發競爭力，引導課程改善，然而在基礎科學的強力根基下，科技教育難免被犧牲。

伍、建議

回顧科技教育的演進，工藝時期有完整架構與知識體，生活科技有完整系統概念，九年一貫有教育部所規劃的能力指標，然而課程演進至今，仍有相當多問題待努力解決，比較課程演進可以發現以下幾項需求：

一、定義標準化知識體

科技教育演進至領域教學，許多外界誤解生活科技的課程仍是工藝，甚至有教師本身對課程的內涵不了解，以致於生活科技是什麼、教什麼、怎麼教，對於教師造成很大的困擾，領域教學著重統整，並非融化，生活科技應有標準化知識，才能與自然學科統整。

二、推展教師專業成長

生活科技教師應更積極規劃自身專業成長，參與正式或非正式的活動，加強本身的專業知能，規劃教學需求與爭取資源，加強教師本身設計教材的能力，以因應課程的轉變。

三、推廣生活科技相關活動

目前於台北市每年皆有舉辦生活科技競賽，其餘有少部分縣市也有跟進，對於科技教育的推動都是很大的助力，另外有 PowerTech 全國少年科技創作競賽，也為科技教育活動注入活水，積極推對生活科技競賽，可以提供教師教學的參考依據，也可激勵學生探究科技的動力，未來可以嘗試推動全國性的生活科技競賽，刺激學生的科技創造能力。

四、發展科技教育博物館

目前於高雄市有國立科學工藝博物館，於台中市有國立自然科學博物館，於台北市有國立台灣科學教育館，都在推動各類科學與科技的活動，以增進全民的科學與科技教育素養，科技社會裡，科技教育就如人文教育般重要，未來應推廣科技教育博物館，如文化中心一般於各縣或市成立館區，推動全民科技教育，提供全民適應科技生活與培養科技素養的場所。

參考文獻

- 李大偉 (1991)。美國各州實施科技教育的概況。中學工藝教育，24(2)，2-8。
- 李大偉與葉俊偉 (1994)。四十年來我國工藝教育發展之沿革。教育資料集刊，0 (19)，49-53。
- 李隆盛 (1986)。我國國中階段工藝課程發展之探討。中學工藝教育月刊，19(5)，2-10。
- 李隆盛等 (2004)。中小學科技教育簡介。國立台灣師範大學科技學院。
- 余鑑 (2003)。工藝教育思想的流變。生活科技教育月刊，38(8)，3-11。
- 余鑑 (2005)。台灣工藝教育發展之研究。台北：全華科技圖書。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程－自然與生活科技綱要暨實施要點。
- 陳階丕堃 (1996)。國民中學生活科技教師專門能力及其內涵之研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所博士論文。
- 黃雅莉 (2002)。國中生活科技教師課程改革之教學適應研究。國立臺灣師範大學工業科技教育研究所碩士論文。

回憶童年～橡皮筋槍教學活動設計與製作

洪國峰

臺北市立蘭雅國中生活科技教師

壹、緣起

在偶然機會瀏覽到關於「橡皮筋槍」影片檔的相關訊息，使我產生設計此教學活動的想法。然而作者就將九十三年臺北市國中生生活科技競賽題目「導入正軌—發射裝置設計與製作」的製作原理運用，轉移發展設計此單元『回憶童年—橡皮筋槍設計與製作』教學活動。

設計一堂活潑、生動的生活科技教學活動課程，讓學生透過動手作參與設計與製作，進而讓學生從不斷的試驗中思考，並且讓學生在動手動腦的創意思考中得到知識，培養科學精神及解決問題的態度。

最終希望讓孩子能體會運用生活週遭簡易的材料，可以製作出令人嘆為觀止的成品及玩出回味無窮的樂趣，好比臺灣三、四十年前的童年玩具—筷子槍、竹蜻蜓等玩具，都是就地取材製作出來的童玩即可讓人細細品味再三。

貳、活動目標

本活動是設計一個木製橡皮筋槍。主要希望學生能在八週的上課時間內，透過小組合作的方式，針對教師所給予的主題，蒐集資料並腦力激盪以繪製木製橡皮筋槍設計圖；應用教師所提供的材料、工具、彈簧等零件，並且發揮想像力及創造力設計造型，合力創作出一支木製橡皮筋槍。

再者，期望讓學生從不斷的試驗中思考、讓學生在動手動腦的創意思考中得到知識，培養科學精神及解決問題的態度。藉由木製橡皮筋槍設計這個實驗，讓學生應用虎克定律、力的大小、量測方法、工具使用、機械結構、機構運動、產品改良過程等理論原理。

其實，橡皮筋槍的原理與平常我們都會用兩隻手來彈射橡皮筋是一樣的。然而，橡皮筋槍就是摹仿兩隻手的動作，將橡皮筋彈射出去。另外，在進行此型態的教學活動時，切記應特別注意學生安全問題，嚴厲禁止同學瞄準人，以免造成不必要的傷害。

此教學活動期望能使本課程達成下列目標：

1. 運用科技的方法來解決問題。
2. 運用創造思考的方法產生創思的構想。
3. 運用各種材質的特性和加工處理方式。
4. 學習各種工具運用的重要技巧及程序。
5. 養成團體活動成員間分工、互助的學習態度。

參、設備與材料

本教學活動其需求設備及材料非常簡單。作者將所有會用到的工具、設備及材料，詳細請參考表一及表二，供大家實施參考。

表 1 回憶童年－橡皮筋槍教學活動設備一覽表

序	項目	單位	數量	備註
1	直 尺	支	1	學生自行準備
2	剪 刀	支	1	學生自行準備
3	美工刀	支	1	學生自行準備
4	鋼絲鉗	支	若干	視學校設備彈性調整
5	尖嘴鉗	支	若干	視學校設備彈性調整
6	十字螺絲起子	支	若干	視學校設備彈性調整
7	線鋸機	台	2	視學校設備彈性調整
8	鑽孔機	台	1	視學校設備彈性調整
9	砂磨機	台	2	視學校設備彈性調整
10	砂 紙	張	1	視學校設備彈性調整
11	白膠	瓶	2	視學校設備彈性調整
12	學生準備	相機、橡皮筋（厚 1~3mm，圓周長 260mm，伸長率 800%以上）及廣告塑膠板（3mm 厚珍珠板）。		

表 2 回憶童年－橡皮筋槍教學活動材料一覽表

序	項目	規格	數量	備註
1	拉伸彈簧	約 20× \varnothing 5mm	2 條	
2	橡皮筋	線徑 1~3mm，圓周長 260mm	6 條	
3	木螺釘	十字，長約 24mm	10 根	接合組裝用
4	鐵釘	長約 3mm	5 根	固定彈簧用
5	夾板	約 300×300×6mm	2 片	可用手工鋸鋸切、銼刀銼削、砂紙（布）砂磨

肆、教學進度安排規劃

一、教學進度表

本教學活動經過作者實際教學後，將教學進度作略作調整以求更符合教學現況，故詳細教學進度可參考表三所示：

表3 回憶童年－橡皮筋槍教學進度表

週次	預定授課內容
第一週 (90分鐘)	1. 認識科學理論之槓桿原理及虎克定律。 2. 認識木材種類及其加工方法。
第二週 (90分鐘)	1. 蒐集資料，撰寫木製橡皮筋槍觀察報告。 2. 利用木製橡皮筋槍觀察報告，進行腦力激盪，繪製出設計圖。
第三週 (90分鐘)	1. 依照設計圖上木製橡皮筋之尺寸，描繪於夾板上。 2. 瞭解鋸割機之操作，並且完成木製橡皮筋槍的切割。
第四週 (90分鐘)	1. 瞭解手搖鑽（鑽孔機）之操作，鑽孔並且固定橡皮筋槍。 2. 瞭解彈簧的裝設位置，完成木製橡皮筋槍的組裝。
第五週 (90分鐘)	1. 測試木製橡皮筋槍，是否操作正常。 2. 裝飾木製橡皮筋槍，增加美觀。
第六週 (90分鐘)	1. 進行個人射準比賽。 2. 成果發表與作品展示

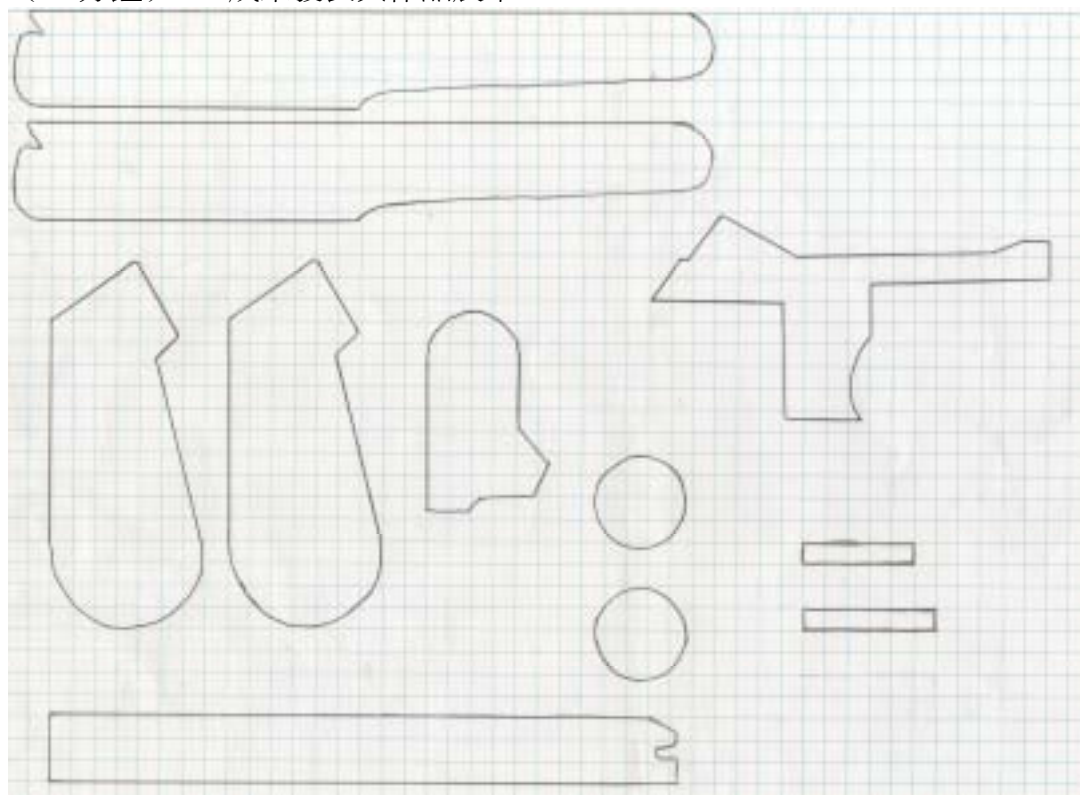


圖1 原先設計圖

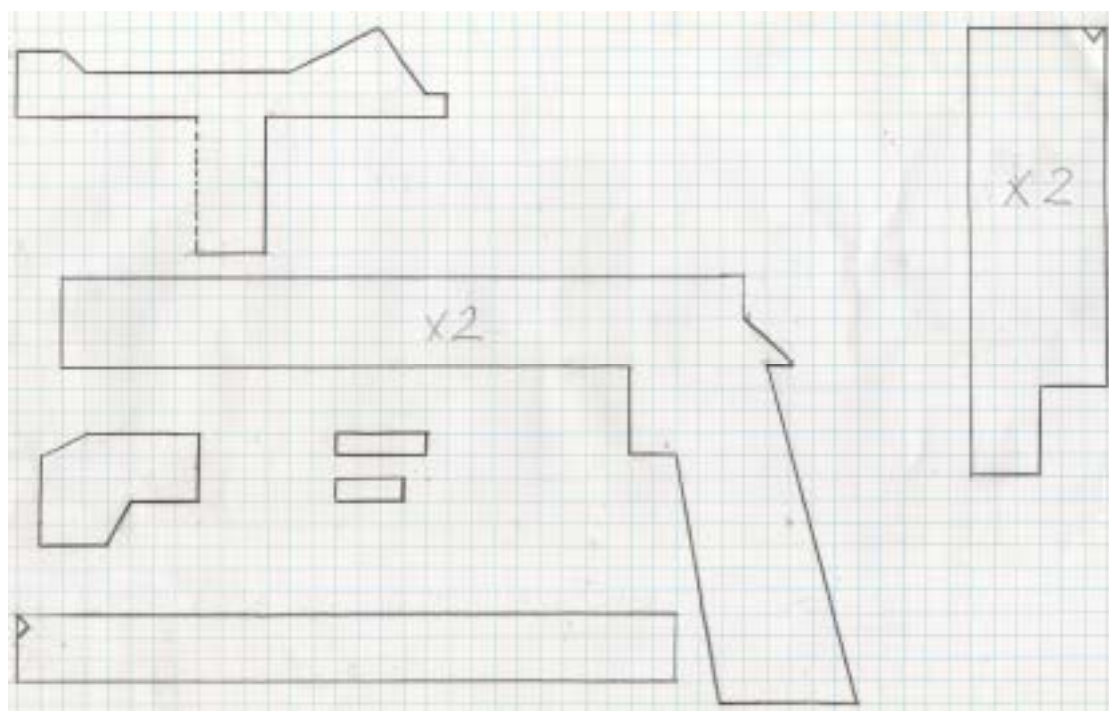


圖 2 修正後設計圖

二、教學步驟流程

根據作者實際進行教學活動，主要安排規劃的教學活動流程大致上可分為七大項，詳細請參考下列項目：

1. 繪製設計圖：決定橡皮筋槍的大小及形狀等。
2. 切割槍身：切割槍身可用弓型手線鋸及線鋸機。
3. 修飾槍身：修飾槍身可運用砂紙、砂磨機或銼刀。
4. 組裝槍身：
 - (1) 首先，在適當位置固定住彈簧。
 - (2) 再者，按部就班組裝橡皮筋槍各部位。
 - (3) 最後，在適當位置鑽孔，鎖上螺絲及螺帽。
5. 測試橡皮筋槍是否正常動作：
 - (1) 橡皮筋槍不能動作，則找出其原因並修正。
 - (2) 如果一切正常則可以裝上橡皮筋測試性能。
6. 面對目標物，進行測試，瞄準紙板等目標物射擊，嚴禁瞄準人。



圖 3 木製橡皮筋槍零件圖



圖 4 木製橡皮筋槍組裝完成圖



圖 5 木製橡皮筋槍成果展示圖

伍、評鑑要點

本教學活動進行時間長達六週，故作者針對此做了評鑑要點，詳細請參考表四所示。

表 4 回憶童年－橡皮筋槍教學活動評鑑表

回憶童年－橡皮筋槍設計與製作				
製作群	年__班	座號：__號	姓名：_____	
	年__班	座號：__號	姓名：_____	
評分項目	評分內容	評分標準	實評分數	備註

團隊合作 (20%)	1.與其他成員互動	10%		
	2.與教師互動	10%		
創意及造型 (20%)	1.槍身造型設計	5%		
	2.槍身創意設計	5%		
	3.槍枝作品功能	10%		
射擊成績 (50%)	射擊成績	50%		
其 他 (10%)	1.活動紀錄本	5%		
	2.善後工作	5%		

陸、相關資料

(一) 虎克定律

同學們有打過彈弓或是橡皮筋？或在國小時期有沒有自行製造童玩玩具“竹筷手槍”嗎？

在遊戲的同時，有沒有發現如果要讓彈弓裡的彈球或是橡皮筋射程更遠就要加大拉的距離，其實這就種彈力特性在物理上我們稱它為虎克定理。其定義及公式如下：

- 1.定義：在彈性物體在其彈產限度內，彈簧伸長量與其所受外力成正比。
- 2.公式：外力=彈力係數×伸長量 $F = k \times \Delta x$ 。

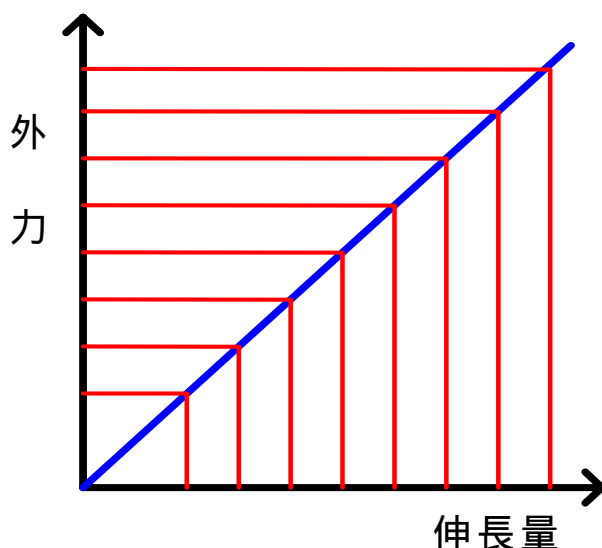


圖 6 外力與伸長量關係圖

(二) 槓桿原理

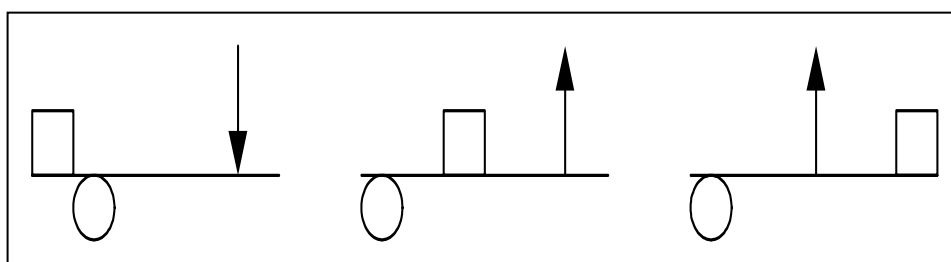


圖 7 槓桿原理示意圖

物理原理：

1. 當槓桿保持靜止平衡狀態時，其所受順時鐘方向的力矩與逆時鐘方向的力矩大小相等。此關係稱為槓桿原理。
2. 公式：施力臂距 \times 施力=抗力臂距 \times 物重。

槓桿是一種簡單機械；一根結實的棍子（最好不會彎又非常輕），就能當作一根槓桿了。在圖 7 中，方形代表重物、圓形代表支持點、箭頭代表用力點，這樣，你看出來了吧？在圖 7 左邊的示意圖，表示在槓桿右邊向下用力，就可以把左方的重物抬起來了；在圖 7 中間的示意圖，表示在槓桿右邊向上用力，也能把重物抬起來；在圖 7 右邊的示意圖，表示支點在左邊、重物在右邊，力點在中間，向上用力，也能把重物抬起來。

你注意到了嗎？在圖 7 左邊的示意圖，支點在槓桿中間，物理學裡，把這類槓桿叫做第一種槓桿；在圖 7 中間的示意圖，其重點在中間，叫做第二種槓桿；在圖 7 右邊的示意圖，其力點在中間，叫做第三種槓桿。

1. 第一種槓桿例如：剪刀、釘鎚、拔釘器……這種槓桿可能省力可能費力，也可能既不省力也不費力。這要看力點和支點的距離：力點離支點愈遠則愈省力，愈近就愈費力；如果重點、力點距離支點一樣遠，就不省力也不費力，只是改變了用力的方向。
2. 第二種槓桿例如：開瓶器、榨汁器、胡桃鉗……這種槓桿的力點一定比重點距離支點遠，所以永遠是省力的。
3. 第三種槓桿例如：鑷子、烤肉夾子、筷子……這種槓桿的力點一定比重點距離支點近，所以永遠是費力的。如果我們分別用花剪（刀刃比較短）和洋裁剪刀（刀刃比較長）來剪紙板，花剪較省力但是費時；而洋裁剪則費力但是省時。

平常多注意身邊的器物或一般的工具，不難發現，許多東西都隱含著槓桿原理的應用，了解它就容易利用它了。

柒、結論

個人覺得從這個教學活動過程中，可以讓學生瞭解書本上的理論及原理的應用，可以創造出各式各樣不同功能的物品及玩具。然而生活科技課程教學是活潑、生動的，而不再是呆板的，因為生活科技課程可以激發學生們的創造力和想像力，至少我從孩子們的身上看到許多令人耳目一新的想法及做法喔！

參與生活科技教學活動的同學，從確定目標、蒐集資料、繪製設計圖，乃至於完成作品，投入大量時間及心血，其精神令人敬佩且可取。從孩子們的作品中個人體會觀察出以下四點：

1. 作品中顯示學生創意無窮、科技始終來自於人性及觀察入微的用心。
2. 作品在專注投入的用心之下，所呈現出來的作品是如此的堅固而細膩。
3. 共同參與活動，培養出熱愛科技的情感，在學習的過程中快樂成長，是最重要的事。
4. 本活動激發小組團隊合作、培養創造思考能力及解決問題能力，此乃活動更深意涵之處。

最終，願全國的孩子們都能在生活科技課程中都能快樂的、幸福的學習知識，成長自我。

捌、參考資料

康軒文教事業（2007）。第六章：常見的力。載於自然與生活科技第四冊（頁 97-120）。臺北：作者。

康軒文教事業（2008）。第二章：力與運用。自然與生活科技第五冊（頁 33-46）。臺北：作者。

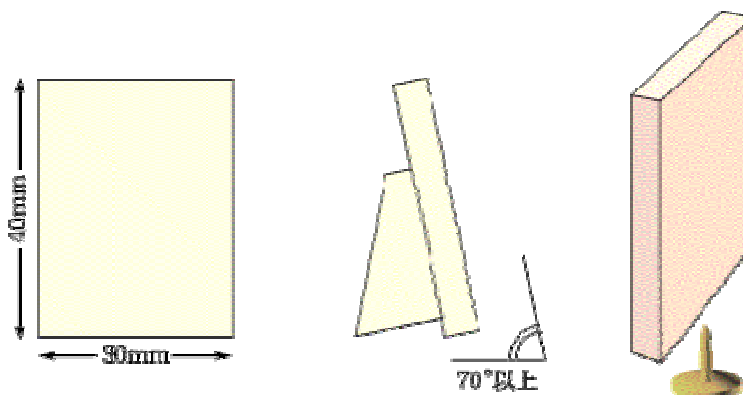
ゴム銃のオグクラフト（2008）。P210 エスフェスタ（ES FESTA）。2008年1月30日，取自：<http://win.xrea.jp/>。

K E R O K E R O 火器商会（2008）。2008年1月30日，取自：<http://warabinworld.hp.infoseek.co.jp/>。

THIRD ゴム銃工房（2008）。2008年1月30日，取自：<http://members.ld.infoseek.co.jp/chuutaicho/>。

附錄

(一) 射場：高 70 公分表面平滑桌面放置標靶。由設置台前端後方 10 公分開始擺設 20 公分間隔中擺設 5 個標靶。射擊基準線由標靶距表面 1.6 公尺。



(二) 標靶型式：

標靶長 4 公分，寬 3 公分，重量 20 克以內。70 度以上自行直立。材料不論，色澤醒目為原則。

(三) 競技：

1. 每回合 1 分鐘內射完 5 發，共要進行 5 回合。
2. 使用橡皮筋數共 25 條。
3. 直接命中、擦觸命中、桌面反彈擦中等皆算分。

(四) 記分：命中 4 分、不中 0 分、暴彈扣 2 分、總分 100 分。

姓名:			槍名:				
項目	回合	1	2	3	4	5	得分
紙 板	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	小計						
打中：		不中：		暴彈:			

製造科技課程活動 製作紙飛機及發射器

李怡慧

臺灣師大工業科技教育系碩士生

壹、 前言

製造是藉科技、人力和資源，將原料改變形狀，製造出產品的過程，它包含了產品的設計、製作及銷售服務如果企業能充分運用製造系統來從事生產，必能獲得利潤。日常生活中，食、衣、住、行、育、樂的一切用品，都是製造科技的產品，範圍非常的廣泛，它能滿足人類各方面的需求 (胡瑞原，2004)。

在生活科技的課程中，關於製造科技的活動相當的多，但大部分著重於讓學生做出一樣某項產品，缺乏刺激學生發展科技創造力的機會，並且活動有時可能面臨設備、工具不足的問題。因此本活動以兒時常玩的遊戲引起學生學習動機，引導學生將科技創造力概念落實於動手製作的活動中，進而對製造的世界有更深入的認識。

貳、 何謂「創造力」及「科技創造力」

一、 創造力

(一) 創造力的定義

張玉成 (民 72，引自毛連塏等，民 89) 提出創造思考的過程始於問題的覺知，繼以心智活動的探索，方案的提出，而終於問題的解決和驗證。在思考過程中須保求新求變，冒險探究的精神，並表現出敏覺、流暢、變通、獨特，和精進的特質。而 Gardner (1983) 認為創造力 (他稱為智力) 可包括語言的、邏輯數學的、音樂的、空間視覺的、體視覺的和社會或個人的六大領域。所以創造力是由支持性的環境、創造傾向的人格特質，發展出一種創新能力，藉著創造思考過程，去解決問題或是滿足需要，再以溝通的方式告訴他人。

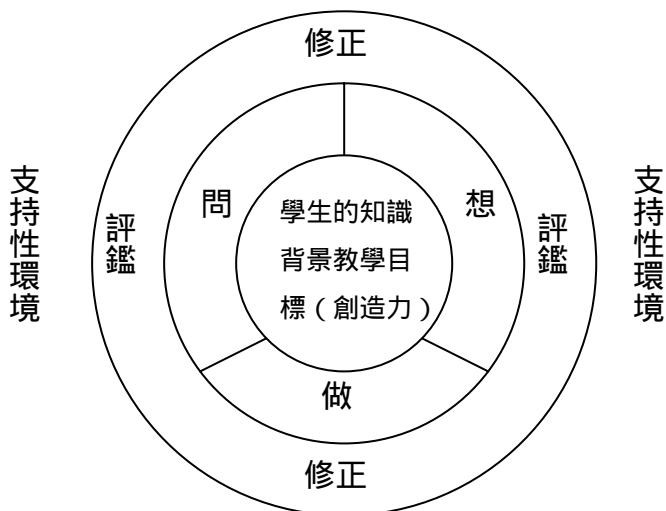
(二) 創造力發展目標和模式

創造力教學的目標，在於開發學生創造力 (Wright & Fesler,

1990；毛連塏，1989），而 Davis 也於 1986 年提出創造力教學或訓練主要在達成下列幾項目標：

1. 讓學生成為具有創造意識及創造態度的人
2. 讓學生更了解創造力的主題
3. 讓學生致力於創造力的活動
4. 讓學生應用創造性問題的解決歷程
5. 強化學生創造性的人格特質
6. 協助學生學習創造思考的技巧
7. 經由練習增強學生的創造思考能力

此外，陳龍安(1989)也綜合了各種模式和特點建立了「問想做評」創造思考教學模式，此模式是在教師的一種支持性環境下，運用啟發創造思考的「問（Asking）、想（Thinking）、做（Doing）、評（Evaluation）」四組教學策略，以增進學生創造力的一種模式。如下圖。



因此，一個好的創造力思考的教學模式，應具備明確的目標，在支持性的環境與研究資料支持下，藉由問、想、做等手段，達成教師對學生的基本期望與要求，再不斷地隨著學生的反應做修正，最後再進行評鑑，若評鑑結果未達成目標，則再進行重覆修正。

二、科技創造力

(一) 科技創造力是以想出別人所想不到的科技方法或創造出新奇的事物或產品，或應用他人的點子產生更為新穎的點子。

(二) 科技創造的歷程是從模仿到創新以及假設與驗證至歸納成理論，具

備科技創造的人才則是必須包含個人專業素養、活化的思考力及實作的貫徹力等。

(三) 科技創造力的評估是強調產品創新或技術創新(含生產程序的改良或產銷管理的改善等)之能力，而其能力高低可從創造產出或個人相關能力來分析得之。(陳仙舟、黃俊宏，無日期)

科技創造力與創造力的不同之處在於科技創造力兼重「概念的形成」和「實作能力」，培養學生的科技創造力意味著，學生能夠運用科技領域相關的知識與技能，透過創造思考方法引導得出多種概念與構想，並且加以執行以製作出實際成品的能力(朱益賢，2006)。

綜合上述，欲培養學生科技創造力，應給予學生一個可供動腦、動手做的環境，藉由問、想、做等手段，達成教師期望學生能運用科技領域相關知能，再不斷地隨著學生的反應做修正，最後再進行評鑑，若評鑑結果未達成目標，則再進行重覆修正，最後執行以製作出實際成品。

參、 實施製作紙飛機與發射器之課程

一、 教學對象

高中一、二年級(一年級為普通班，二年級為體育班)。

二、 活動目標

- (一) 使學生能瞭解影響紙飛機飛行的概念。
- (二) 使學生能了解產品設計的原理與步驟。
- (三) 培養學生創造思考與解決問題的能力。
- (四) 使學生能互相溝通協調與表達意見。
- (五) 培養學生團隊合作的精神。

三、 教學時數

四週，計四節，每節五十分鐘。

四、 設備與材料

(一) 教師自製

紙飛機數架、發射器乙個。

(二) 教師提供材料

每組 70 磅 A4 紙張 2 張。

(三) 學生自備材料

學生可依各組需求，準備適合之材料。

五、教學實施流程

(一) 第一週活動流程

時間分配	教學內容	備註
5分鐘	1. 教師示範以自備紙飛機及發射器發射紙飛機，並說明學生自行摺紙飛機且利用教師製發射器『競遠』，及初步引導思考紙飛機與發射器影響飛行的原因	1. 發射器為教師自製，可調整發射角度與發射彈力
10分鐘	1. 將全班每二人分一組，各組摺乙隻紙飛機	1. 紙限定以教師提供之70磅A4紙，並不得切割、黏合 相關再加工
15分鐘	1. 實際使用教師自製發射器發射紙飛機	
7分鐘	1. 頒獎與引導思考紙飛機與發射器影響飛行的原因	
13分鐘	1. 將全班每四人分一組 2. 三週後要以各組自製紙飛機與各組自製發射器競遠 3. 分組討論	1. 紙飛機所使用的紙張限定以教師提供之70磅A4紙，並不得切割、黏合 相關再加工 2. 發射器使用材料不限，唯其不得使用半成品或影響安全的材料 3. 學生課後收集相關資料

(二) 第二週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
5分鐘	1. 再次引導思考紙飛機與發射器影響飛行遠近的原因	
45分鐘	1. 分組討論 2. 製作紙飛機與繪製發射器設計圖 3. 製作發射器	1. 學生課後收集相關資料。

(三) 第三週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
50分鐘	1. 再次引導思考紙飛機與發射器影響飛行遠近的原因 2. 製作發射器	1. 學生課後收集相關資料。

(四) 第四週活動流程

時間分配	教學內容	備註說明
40分鐘	1. 實際測量以發射器發射紙飛機的飛行距離 2. 各組評鑑	1. 實際測量以發射器發射紙飛機的飛行距離
10分鐘	1. 教師就各組優缺點進行說明,並引導思考如何改進。	

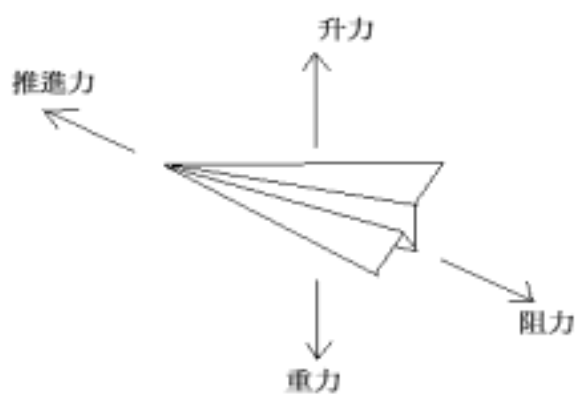
六、評鑑要點

評鑑項目	評鑑內容	備註
作品實用度(70%)	1. 紙飛機的飛行距離 2. 紙飛機結構精密度 3. 發射器結構精密度	
創意及造型(20%)	1. 紙飛機造型獨創性 2. 發射器造型獨創性 3. 發射器使用材料獨創性 4. 發射器使用方便性	
其他(10%)	1. 團隊合作 2. 設計圖完整性	

肆、影響紙飛機飛行的因素

一、紙飛機飛行基本原理

依照紙飛機飛行過程的受力狀況分析,影響紙飛機的力量主要有升力、阻力、推進力、重力(如圖一)。(引自楊志傑、吳奕麟、王智瓴、蘇雅卉整理,2005)



圖一、紙飛機飛行過程受力狀況

(一) 影響升力與阻力因素：

1. 白努力原理 (Bernoulli's Principle) : (褚德三, 2004b)

一個物體在不可壓縮、無黏滯性的流體中，會遵守一個規律：

$$P + \rho g h + \frac{\rho v^2}{2} = \text{定值}$$

(P：流體靜壓力， ρ ：流體密度，g：重力加速度，h：高度， v ：流體速率， $\frac{\rho v^2}{2}$ ：流體動態壓力。)

假設空氣符合上面的條件，當飛機飛行時，使機體上下的流體動態壓力不同產生壓力差，若向上壓力較大飛機就向上爬升。產生一個向上的壓力差公式為 $P = \frac{\rho}{2} (v_{\text{上}}^2 - v_{\text{下}}^2)$ ($v_{\text{上}}$ ：上面氣體對機翼的相對速率、 $v_{\text{下}}$ ：下面氣體對機翼的相對速率)。



圖二、飛機飛行時機翼剖面圖。

2. 重心的影響：(卓志賢, 2004)

除了一些形狀比較怪異的紙飛機之外，一般的紙飛機的重心位置都分布在前面大約三分之一的地方。

3. 機翼面積的影響：

機翼面積增大，空氣給機翼的反作用力會變大，升力及阻力皆會變大。

(二) 影響推進力的因素：

1. 發射器提供的推進力

發射器提供紙飛機推進能量可能為化學能轉動能、位能轉動能，其產生能量的方式可能為燃燒(如鞭炮)、壓力差(如水火箭)、彈力(如橡皮筋、繩子)。

2. 發射器推進力被飛機抵消的程度

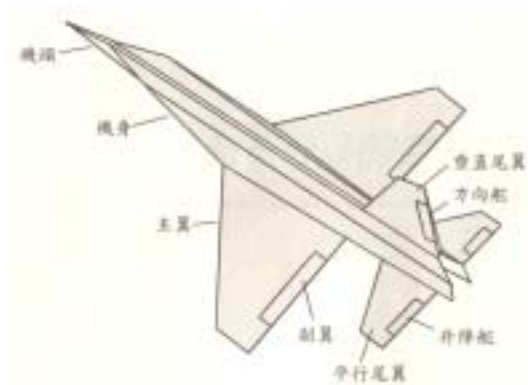
紙飛機與發射裝置的結構：單層 70 磅 A4 紙張厚度不足，容易變形，若使用彈力做為推進力，會造成部分彈力被紙張抵消，並造成機體結構的破壞。彈力愈大，愈易破壞機體結構，影響飛行；但彈力愈小，推進力亦愈小，因此考驗學生如何在這兩者中取得一個平衡。

(三) 影響重力的因素：

本活動因一架紙飛機只能使用一張 70 磅 A4 紙張，只能以摺紙的方式造型，不可切割、黏合 相關再加工，因此重力因素不列入考慮。

二、紙飛機基本外形結構 (整理自卓志賢，2004)

紙飛機的基本外形結構有機頭、機身、主翼、副翼、平行尾翼、垂直尾翼、升降舵、方向舵等。



圖三、紙飛機基本外形結構圖。

(一) 機頭：主要影響重心的配重。

(二) 機身：是實際飛機的簡化形狀，不完全立體，主要在方便「擲射」。

- (三) 主翼：最大承載飛機重量產生升力的地方，是最重的部位之一。
- (四) 副翼：因紙飛機本身無動力，會形成太多阻力，較少製作。
- (五) 平行尾翼、升降舵：幾乎是紙飛機「升降」調整、修正的靈魂，是
用到最多的結構。
- (六) 垂直尾翼：穩定直線方向的功能
- (七) 方向舵：修正方向，但若單一使用「升降舵」做調整，則不用「方
向舵」，以減少阻力的發生。

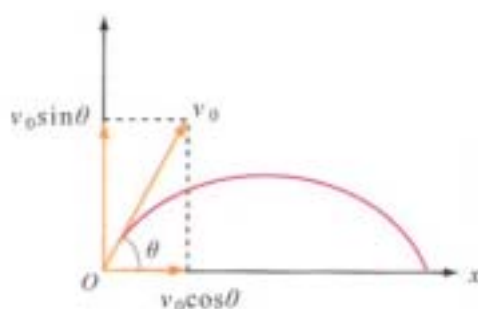
三、發射器投射角度與紙飛機飛行距離(褚德三, 2004a)

將飛機與發射器置於座標軸的原點，其推進速度(v_0)可分為水平分
速($v_0 \sin \theta$)與垂直分速($v_0 \cos \theta$)，如圖四。可推導飛行距離為

$$R = \frac{v_0 \sin 2\theta}{g}$$

，當 $\sin 2\theta$ 最大時，即可得最大射程。因 $\sin 2\theta$ 的最大值為 1，

因此 $2\theta = \frac{\pi}{2}$ ，即 $\theta = \frac{\pi}{4}$ ，亦即以 45 度的射出角拋射出的紙飛機，能飛行
最遠。



圖四、發射器投擲飛機原理示意圖。

伍、本活動之分析與面臨問題探討

一、學生學習狀況分析

(一) 學生摺紙飛機，以教師自製發射器發射

本階段一至兩人一組，共四個班，計六十六組。

第一週上課時，教師一開始上課，拿出紙飛機，說本活動只摺
紙飛機、比誰射得遠時，幾乎全部的學生都是呈現很失望的狀態；
但是要求須以教師自製的發射器發射，且射得最遠加總平均一分

時，每班約有四分之三的學生覺得很興奮，熱烈地和組員討論該怎麼摺才能飛得最遠。因為只限一次發射機會，大部分學生會思考該如何摺到最完美，並以手擲試射多次之後，才會拿至發射器發射。

發射器放置在講桌上，是可自行調整角度與發射彈力，根據教師觀察，約有二分之一的學生會考量發射器與天花板的距離，選擇以仰角 30 度發射，約有三分之一選擇仰角 45 度，其他的選擇 15 度、60 度；幾乎全部學生皆選擇橡皮筋拉力最大，只有一組會考慮飛機結構強度，而選擇次大的。另外，一個班有三分之一至三分之二的組別覺得這個活動很好玩，告訴教師：「老師這個發射器是你自己做的，好厲害喔！」，甚至還有學生說：「這麼好玩，我回家也要自己做一個來玩！」

(二) 學生摺紙飛機，以學生自製發射器發射

本階段三至五人一組，共四個班，計三十三組。

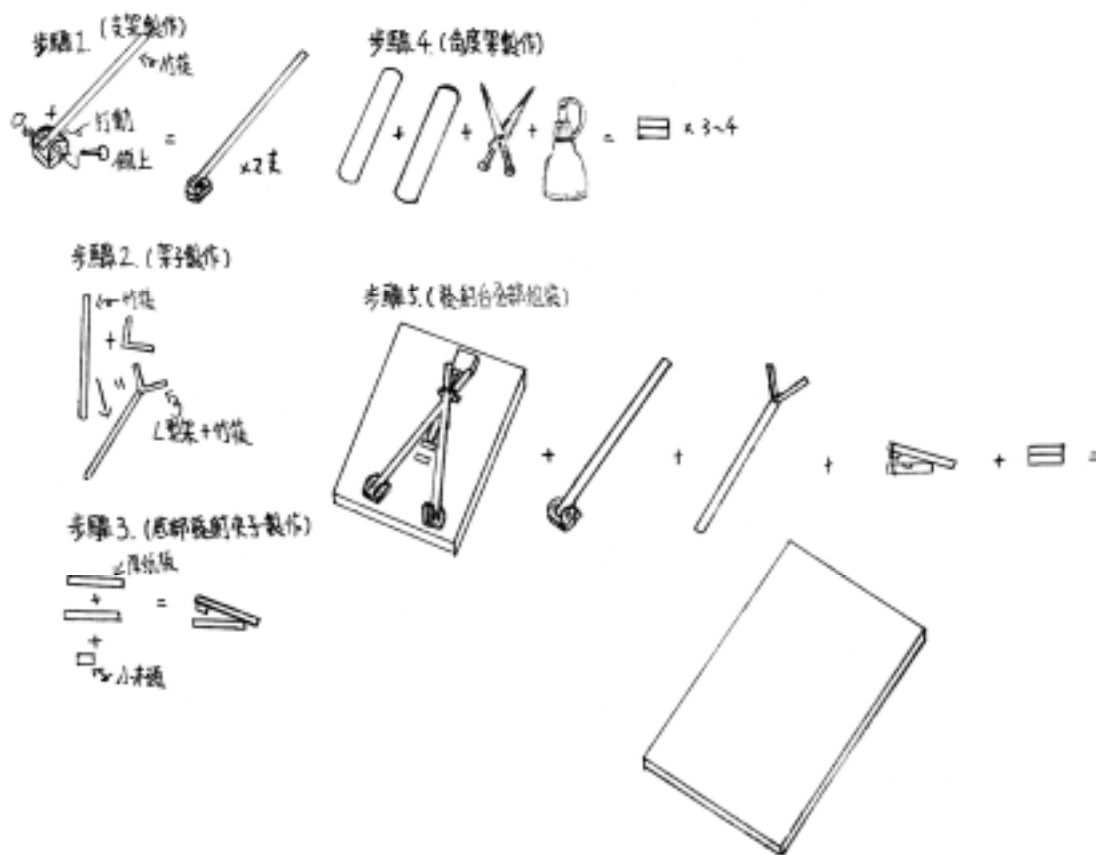
之後二週，學生四人一組，除了摺紙飛機外，再加上自行設計發射器。高一各班約有四分之一很積極的討論、二分之一邊玩邊做，其餘的可能是忘記帶材料，或是做其他科的作業。但高二的體育班非常出人意表，平時上課時，因體能訓練太過辛苦，上課總昏昏欲睡，但本活動進行時，一組中至少有一、二位非常認真，有的是將設計圖繪製十分精細 企圖心很強，有的是對摺紙十分投入(上課摺的雖不是紙飛機，但其摺的作品非常精緻)，有的對於造型花許多心思。

實際發射時，經二次發射，取最佳成績，約有五分之一的組別發射達十公尺以上，五分之三成績在四至七公尺之間，約一、兩組成績未達一公尺。

二、 學生作品分析

(一) 設計圖

大部分的學生設計圖只是勾勒出大輪廓，但高二體育班有一位學生將所有流程與材料均繪製的十分精細(見圖五)。



圖五、學生發射器設計圖

(二) 飛機功能性、創意及造型

因為第一階段，學生瞭解紙飛機欲飛得遠，造型、重心有一定的限制，是故這部分學生無太大的變化，多摺成頭窄尾寬、重心約為由尾部至機頭的三分之一處；然而學生多數注意到發射器會破壞機體結構，但因若尾部再摺一層，會使重心偏移，故他們採取兩個方案：

1. A4 紙先對摺，再開始摺飛機，使飛機結構較穩固
2. 不管其破壞性，摺數架紙飛機，測完一次就直接換一架。

(三) 發射器功能性、創意及造型

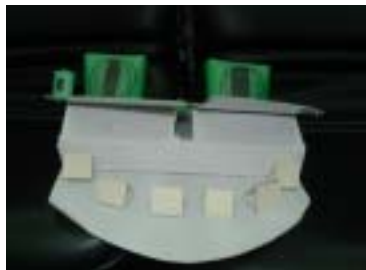
學生的作品非常天馬行空，由於教師事先說明，若與教師自製發射器雷同，則創意部分分數極低，因此多數學生至少於造型上(如圖)會有所不同，甚至更為簡化(見圖六、圖七、圖八、圖九)。



圖六、鱷魚造型圖



圖七、鱷魚造型側拍圖



圖八、鱷魚造型正拍圖



圖九、固定角度發射器

有一部分是以教師的發射器為基礎，再延伸自己的想法，下圖發射器是可活動式的，見圖十、圖十一、圖十二。



圖十、角度活動發射器側拍



圖十一、角度活動發射器側拍



圖十二、角度活動發射器正拍

另外有二、三組，以「彈弓」、「竹筷子槍」或「弓箭」的方式，製成發射器，將飛機當成「石頭」或「箭」發射出去。所使用的材料有筷子、雨傘傘骨，見下圖十三。



圖十三、彈弓型發射器

三、本活動實施所面臨的問題及檢討

(一) 活動時間太短、各組人員太多

由於教師在此活動外，尚規畫其他進度，使得該活動必須在四週以內完成；因擔心時數不足，故分配各組人員較多，導致部分組別未能分工合作，反而工作是落在少數學生身上。此外，因生活科技課是每週一節，有時學生討論定案後，來不及製作隨即下課，影響學生思考製作。

(二) 發射器放置高度不固定

第一週時，教師自製發射器是固定放置在講桌上；學生使用自製發射器時發射紙飛機，於空曠的走廊測試，因此無課桌以茲放置發射器，使得影響飛行遠近的變因多了發射器放置的高度，而非單純紙飛機與發射器的製造良劣問題。

(三) 場地不佳

本活動原訂於本校生活科技教室進行，教室設備有小組工作桌，可讓學生能充分討論與製作，但因適逢本校課表變更，使得無法使用該教室，只能在普通教室上課時，每組將三至五張的學生桌併在一起權充小組工作桌，造成每次上課前後會使用部分時間排桌椅，桌面上常有其他學生的物品，不但桌面不夠大，討論、製作也不方便。

(四) 工具不足

本活動原先規畫製作發射器的主要材料為木板，使用的主要工具為手工鋸，但因機具、設備不足，因此請學生自行準備適合、易製作的材料與工具，材料部分有厚紙板、珍珠板、西卡紙、筷子、橡皮筋、木條、雨傘傘骨等，而工具部分有剪刀、白膠、保利龍膠、美工刀等。

陸、 結論與建議

經過實際教學實施，筆者針對教學成果的檢討與分析整理後，綜括以下幾項教學修正與建議：

- (一) 活動時間可增加至六至八小時、各組分配二至三人，應可使學生工作分配較為平均，不致於只有某些學生在操作。

- (二) 發射器放置高度，可於第一週宣布的作業即規定，使學生紙飛機的發射距離，單純只由紙飛機與發射器所影響。
- (三) 在動手製作作品時，有時在一般教室實施會有諸多限制，教師在實施此一教學活動時必須事先安排好教學地點及使用工具。
- (四) 學生在製作過程，常有許多出人意表的創意，教師適時從旁引導，使他們不致於空有良好的點子，而無法落實。

參考文獻

- 王智瓊、吳奕麟、楊志傑、蘇雅卉(2005)。誰在搞飛機?-影響紙飛機飛行因素的探討。2008年01月15日，取自 http://science.boe.tcc.edu.tw/up45/234_紙飛機s.doc
- 毛連塹、郭有遙、陳龍安、林幸台(民 89)。創造力研究。台北：心理。
- 朱益賢(2006)。從科技素養到科技創造力。生活科技教育月刊，39(8)，1-2。
- 卓志賢(2004)。紙飛機工廠。台北：聯經。
- 胡瑞原(2004)。製造科技課程 - 「玩具」的設計與製造。生活科技教育月刊，37(5)，1。
- 陳仙舟、黃俊宏（無日期）。科技創造力教育之初探。2008年01月15日，取自 http://www.cdda.org.tw/able/electric_magazine/creative_edu.htm
- 陳龍安（1989）。「問想做評」創造思考教學模式的建立與驗證。國立台灣師範大學教育研究所博士論文。全國博碩士論文資訊網，078NTNU2331020。
- 褚德三(2004a)。物質科學物理篇(上)。台北：龍騰。
- 褚德三(2004b)。物質科學物理篇(下)。台北：龍騰。
- Davis, G. A. (1986). Creativity is forever. Iowa : Kendall/Hunt Publishing-Company.

網站介紹—Flying Pig

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

「Flying Pig」網站 (<http://www.flying-pig.com/index.php>) 是由英國的老師Rob Ives設計，運用機械原理讓紙模型「活起來」，也就是流傳百年的動態立體紙模型 (Paper Automata)。透過飛天豬DIY動態3D立體紙模型製作，可以訓練學生的機械原理概念、增強數學幾何觀念、強化識圖與製圖、組合邏輯、手眼協調等能力。

在「Flying Pig」網站上有提供一部份免費動物造型樣式，供大家下載製作成品。另外一方面，也可以供國民中學、高中生活科技教師在設計教學活動上的參考。



圖1 多采多姿的Flying Pig 網站

資料來源：<http://www.flying-pig.com/index.php>