

科技教師們宜多教「科技的使用及研發」以 提昇專業形象

王光復

國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

這篇議論文，是專為目前堅守生活科技教學崗位，屹立不搖、仍在推展科技教育的教師同仁們所寫的。想表達的主旨就是：呼籲全體生活科技教師們，要在日常教學中，把「科技的使用及研發」當作教學的重心，因為這樣做，可以提昇我們生活科技教師的專業形象。

首先、我們先談談專業形象是什麼，簡單的說，有了專業形象，則別人就會把你當成專家，就不會老是質疑你的工作，老是想對你所做的工作下指導棋。

壹、專業是否受到肯定的簡例

以一位外科醫生為例，一般人承認他的專業，就不會以最新發明的藥劑、或新發展出來的醫療檢驗設備來考他（測試他會不會），來要求他（認為也應該會），這種情形，就是一般人對他這種職務專業，給予承認。

我們再看另一個極端的例子，當一個職業，如果不被承認有專業，那日子就很難過了。台北有所在名大學附近的國小，有些家長（自以為學歷高，不尊重國小教師的專業），常到教室裏面去旁聽，老是挑剔教的不對，教的不好，甚至有的沒修養的，會叫老師：「你下來，我來教」。這就是極度否認別人專業的情形。

貳、生活科技不受重視的現況及原因

我們生活科技教師的專業，有沒有受到普遍尊重呢？相信大家都、早就感到不但不受重視（林坤誼，2004）、不受尊重（余致賢，2009）、甚至於被剝奪授課

機會，把生活科技課配課給自然老師（吳曉亮，2004）。

對於上述生活科技不受重視、不受尊重的原因，有各種不同的解釋：

一、有人從升學的現實面來看（賴志樑，2000），各類升學考試又不考，認為那是因為生活科技是副科（簡志雄，2003）。才會如此。

二、有人從國高中課程之制度面來看，認為錯在硬把自然和生活科技兩種課併在一起（方崇雄、張玉山，2003），結果九年一貫課程壓縮了生活科技上課的時間（李隆盛等，1999），也造成物理化學生物地科的老師，沒有生活科技的專業訓練竟然也可以教生活科技（上官百祥，2005，王淑慧，2006）。

三、有人從教科書審訂的法規面來看，認為各校教務處是照著教科書，來監督各科教師的教學。換言之，教科書的內容會左右教師對教學的設計和施教。而問題的根源錯在：決定生活科技教科書內容的主管審核者，由教育部委派的，竟然不是由生活科技（科技教育的）專長人來負責，而是聘請專業背景為奈米機電的和農學院的教授（耿建興，2004）。造成的結果，是現行各版本教科書中甚少有生活科技的內容（黃麗真，汪巧玲，2003）。且由於生活科技部分占全教科書頁數比例甚低，有些學校老師授課時，就把生活科技隨便的帶過（謝曉慧，2008）。

四、有人從教學經費及設施之資源分配面來看，認為生活科技教學所需經費拮据、教學資源不足（潘淑琦，2008），很少有生活科技專業教室，教學活動空間不足，教學設備欠缺，材料不足，使教學活動窒礙難行（謝日榮，2003）。

參、不得不設法改善現況

以上的說法都對，都是生活科技課程發展及實施教學上，事實存在的阻礙，但是，我們審度情勢，在可預見的未來幾年裡，我們有把握能扭轉或去克服它嗎？

如果我們沒法改變外部情勢，那麼、至少、我們可以改變我們自己，從改變我們的教學內容和教學活動做起，使情況變成轉往對我們有利的方向進行轉移。

肆、生活科技教學內容和教學活動的回顧

先簡單回顧一下生活科技課，以往的教學情況。過去十幾年來，受到課程及教科書之主導（蔡錫濤，2004）。工藝及生活科技課，受到排擠，各校能正常上課的已經不多（曾國鴻等，2001；朱耀明，2007）。仍在正常上生活科技課的，其教學內容及教學活動主要呈現下列的變動：由動手做製作成品，轉變為動腦。在流行動手做的期間，生活科技的動手做教學活動，有的採用競賽方式進行（譬如：製作風車、滑翔機、橋樑、水火箭、降落傘、投石器、機械手、氣墊船等）。也有的則採用專題設計製作（偏重機電自動控制，譬如：自動輸送裝置、太陽電池車、水陸兩用車船、起重機等）（林弘昌，2000）。也有的採用市售零組件材料包，上課發給學生加工裝配（江文鉅、藍天虹，2008）。也有的採用教學模組以提昇學生創造思考能力（余鑑等，2008）。但是慢慢的由於課程規定，每週排課時間最多一節，所以有的學校，就把動手做，改為製作數位傳播影音短片、視訊教材製作（方崇雄、林坤誼，2004；陳蕙君，2008）。由於上課時間短，沒有專用的實習工場，器材設備短缺，很多學校的生活科技課，是把動手做改為講課，分組討論，輔以觀看 PPT 簡報及短片動畫等。

伍、重視「懂」而不重視「會做」的教學，會使生活科技課限入萬劫不復

生活科技老師都知道，科技能力目標有二：[1]使學生「懂」：教學生認識科技，了解科技本質及科技系統之運作，[2]使學生「會做」：教學生如何實際的動手做，進行設計製作，去運用科技解決問題，滿足生活實際需求，及進行科技之改良創新。

目前生活科技課普遍採行的教學方法「講課」（講解、輔以課堂問答、討論、上台發表、及小考），是過度的偏向「知識」的傳授，只是使學生「懂」得較多，但並不能使學生「會做」。因為：聽老師講、看 PPT、看短片、看講義或指定文章、技術資料等教學活動，其功用全在於「會懂、能瞭解」，全在於增長「知識」。

如果我們還傻呼呼的照著課程大綱及教科書，全力的灌輸學生各類最新的科

技知識，我們生活科技老師會很累，而且不見得學生會感興趣，更不見得對學生真正有益。何況科技分工非常專精，高新科技的飛速發展更是日新月異，靠我們生活科技教師能夠把最新科技知識有效的教導給學生嗎？如果我們不改弦更張，那麼一有新科技發展出來，任何人（包括比我們先看到那篇科技新知報導的學生）就會開始對我們生活科技老師的專業提出質疑。

更嚴重的是，如果我們繼續不重視「會做」的教學，學生將會變成只會動口說，而根本不會「做」，說起來頭頭是道，做起來卻丟三落四，不會善用科技，做事毫無績效。所以，生活科技課的教學應該加強學生科技能力之中的「會做」的部分。

陸、生活科技課的「會做」和技職教育的「會做」是不同的

生活科技課（科技教育）的能力目標中的「會做」，和技職教育能力目標的「會做」是不同的。技職教育的「會做」是使學會某項職業工作程序，學會如何操作職場工作崗位上的機械設備，學會如何完成該項作業，其目標在於培育能就業在工作崗位上有生產力的人。

但是生活科技（科技教育）的「會做」就不一樣了，因為我們造就的不是特定的職業技工，我們要造就的是：能在未來急遽變遷的科技社會，能夠機動適應，能夠有效運用科技，解決切身問題，更能夠在使用科技時，創生新的科技概念，透過研究發展，把該科技概念，具體的做出來，促其實現，使改良後的新科技，除了方便自己，更能在工作崗位上面，產生更大的實際績效。更何況這樣的教學活動，也較符合數學科學科技（MST）課程統整的理想（游光昭、林坤誼，2007）。

柒、教學生體驗及會做「科技的使用及研發」是生活科技建立專業的不二法門

對於科技能力目標中「會做」的部分中，筆者採用「科技的使用及研發」一詞來代表，並列出它的操作定義（operational definition）為：「會使用科技解決實際問題、會設計製作、會把科技概念轉化為實用的新科技」的能力。

在生活科技教學中，以「科技的使用及研發」為重心，將具有下列效益：

一、重視科技的使用及用以解決日常生活實用問題，可以奠定科技基礎能力。學生就有機會真正體驗「如何去發掘科技問題，嘗試解決科技問題」。動手做學習的重點不再是機械工具之操作，而是學會如何分析科技問題，擬訂解決對策，選用最適科技，獲取各類可能使用的科技產品設備及資源，測試解決方案。

二、重視設計與製作，學生就有機會學習使用各類「設計製作」有用的軟硬體科技工具，針對設計需求，擬訂設計規範，練習發揮創意，設計出最能妥善運用資源、符合設計需求、兼顧環保的新產品，新程序方法，或新的科技服務機制。

三、重視創新研發，這個目標其實和上述兩個目標有部分重疊，做好運用科技解決問題和做好設計，都有可能產生科技之創新研發。但是本目標的重點是強調：（一）、如何使學生學會改良現有科技，對使用上感到仍不太適合的部分，研究如何改良，以及研究如何把科技運用到以往從來未曾想到過的用途，或新的應用，（二）、教導學生使學會把概念轉化為實用的新科技，很多新的解決問題方案都可能是蠻創新的科技概念，如何設法將之具體的做出來，測試它的可行性、測試所開發新產品的性能，都是生活科技課極值得採用的教學活動。

綜合上述，如果我們採行「科技的使用及研發」這樣的動腦兼動手教學，學生就不致於「只會講、不會做事」，將來他們也較能立足於未來科技社會，做一個會善用科技而更有工作能力的人，如此不但是國家社會之福，也會使我們生活科技教師的專業和價值受到普遍的肯定。

至於「科技的使用及研發」的教學活動內容為何選定及設計？國小、國中、高中三階段不同年級的生活科技教學，其科技能力由淺到深的技能指標如何確立？各階段教學活動又該如何做好水平及垂直的銜接？則就期待各位生活科技教師們共同來做進一步的研究了。

參考文獻

- 上官百祥 (2005)。課程修訂與生活科技教學。生活科技教育月刊，二〇〇五年，三十八卷，第二期。
- 方崇雄，張玉山 (2003)。九年一貫生活科技之教學活動設計。研習資訊，第 20 卷，第 6 期，民國 92 年 12 月。
- 方崇雄、林坤誼 (2004)。高中生活科技教材的省思與展望。生活科技教育月刊，二〇〇四年，三十七卷，第二期。
- 王淑慧 (2006)。高雄市九十三學年度國中生活科技師資現況調查。生活科技教育月刊，二〇〇六年，三十九卷，第一期。
- 朱耀明 (2007)。高雄市生活科技競賽的設計意涵與實踐分析。生活科技教育月刊，二〇〇七年，四十卷，第三期。
- 江文鉅、藍天虹 (2006)。高中生活科技選修課程「科技與工程」教學活動設計——以單晶片專題製作為例。生活科技教育月刊，二〇〇六年，三十九卷，第七期。
- 余致賢 (2009)。台大智慧生活科技整合與創新研究中心。台北市家政與生活科技討論版。賢琴藝致。2009-05-05. tosaint.com/rewrite.php/tags-生活科技.html
- 余鑑、楊錦心、林弘昌、王燕超、于瑞珍、林坤誼、謝文斌、黃志燦、范道明 (2008)。應用數位典藏發展技術史 c 之研究。教學科技與媒體，84，46—60。
- 吳曉亮 (2004)。吳曉亮老師給黃部長的公開信。
<http://www.mlsh.tp.edu.tw/tech/htm/olddbbs/6.htm>
- 李隆盛、王承斌、施能木、葉宗青、王燕超 (1999)。國民中小學一貫科技課程的主題規劃。自然與科技研討會論文集。台北市：國立台灣師範大學。
- 林弘昌 (2000) 製造科技教學活動——超級起重機。生活科技教育月刊二〇〇四年三十三卷第十一期。
- 林坤誼 (2004)。國教九年一貫課程「自然與生活科技」領域教育，推動現況與問題座談會會議記錄。生活科技教育月刊二〇〇四年三十七卷第一期。

- 耿建興 (2004)。耿建興老師的回覆。<http://www.mlsh.tp.edu.tw/tech/htm/oldbbs/6.htm>
- 陳蕙君 (2008)。創意深耕，科技深根。臺北新教育廣播節目。教育週報。2008/1/11。
- 曾國鴻、薛梨真、羅希哲、黃淑滿 (2001)。國中生活科技科教師教學信念之學習時機研究。科學教育學刊，第九卷，第二期。
- 游光昭、林坤誼 (2007)。數學、科學、科技統整課程對不同學習風格學習者在學習成效上之影響。國立台南大學教育研究學報，41 (1)，1—16。
- 黃麗真，汪巧玲 (2003)。「生活科技」名存實亡？生活科技教育月刊，二〇〇三年，三十六卷，第四期。
- 潘淑琦 (2008)。國小自然與生活科技教師對教學資源滿意度之研究——以高雄縣為例。生活科技教育月刊二〇〇八年，四十一卷，第八期。
- 蔡錫濤 (2004)。生活科技課程的更張與調整。生活科技教育月刊二〇〇四年三十七卷第一期。
- 賴志樑 (2000)。生活科技教師因應國教九年一貫課程之道。生活科技教育月刊二〇〇四年三十三卷第七期。
- 謝日榮 (2003)。生活科技教室的轉型。生活科技教育月刊，二〇〇三年，三十六卷，第三期。
- 謝曉慧 (2008)。明華國中 97 課程計劃。課程發展委員會 96 下第 2 學期第 1 次會議紀錄。<http://spec.mhjh.kh.edu.tw/xoops/blog/53/read.php?67>
- 簡志雄 (2003)。微型化學實驗與生活科技教學之結合。生活科技教育月刊 二〇〇三年，三十六卷，第六期
- EEDA (2009)。Setting the direction of economic development. The East of England Development Agency. <http://www.eeda.org.uk/grant-for-research-development.asp>
- ERAWATCH (2009)。Main Research policy making mechanisms - Policy making and coordination. Research Inventory Finland.
<http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm?fuseaction=ri.content&topicID=619&countryCode=FI&parentID=44>

Kompass (2009). Technological research and development consultants - Suppliers in the UK. Reed Business Information 2005.

http://www.kompass.co.uk/directory/products/item/0/uk/Technological_research_and_development_consultants/8030117.htm

TRDA (2009). Empowering Innovation Through Technology. Florida's Technological Research and Development Authority. <http://www.trda.org/>

科技應用研發之教學活動主題之選訂

*林錫昭、**顏晴榮、***王光復

*明志科技大學電機工程系暨電機工程研究所副教授

**國立台北教育大學數學暨資訊教育學系教授系主任

***國立台灣師範大學工業科技教育學系副教授

壹、前言

科技教育應該強調多動手做，因為實作及體驗，是增強科技能力，最好的學習方法（ITEA, 2003）。科技能力（Technological Capability）是指能人類能和所生存的人造世界互動，能運用資源、改造世界、解決問題的行動能力（Stables, 1997）。

由於科技能力直接影響經濟和社會的發展，因此各國都很注重科技能力的培育。譬如美國的科技教育協會（International Technology Education Association）擬訂了科技能力各類有關標準，以及大批輔助科技教育教學的書籍（ITEA, 2009），以促進科技能力之培育績效。又譬如英國、南非、瑞典、紐西蘭等國的教育課程都重視實際能動手解決問題（McLaren, & Dakers, 2005）。其中紐西蘭的科技教育課程，還把強調科技能力的培育列為教育三大主軸之一，其他兩項為：增進科技知識，和瞭解科技與社會（Middleton, H., Pavlova, M., & Roebuck, D., 2002）。

但是，我國對科技能力培育似乎不夠重視（師大教育研究中心，2003）。我國的國中小學九年一貫課程標準，動手做的教學節數約占整體課程比例太低，我國僅占 2.8%，英國則是占 8%（陳宇楠，2006），將嚴重影響未來國民實際動手做解決問題的科技能力。

抱著「匡時弊而正法度」的心情，本文特別針對動手做的教學活動，應該如何選訂主題、如何取舍教學內容，進行探討，來就教於全體：仍執教於工藝教室或生活科技專業教室的老師，或雖然在普通教室上課，但仍克服困難，安排學生

們動手做的生活科技教師們。

爲了方便描述，本文把動手做的教學活動，用「科技應用及研發」一詞來代表。並將各類教學活動，不論是專題製作、或設計製作、或爲科學展覽競賽，所擬訂的教學活動主題，區分爲三大類：(1)會使用科技解決實際問題、(2)會設計製作及研發、(3)會把科技概念轉化爲實用的新科技。

本文之敘述，分爲兩大部分：(1) 首先在第貳章，探討生活科技教學活動的主題，到底應該如何取捨，應該注意哪些選訂原則；(2) 其次在第參章、第肆章、第伍章，分別探討上述三大類可能適用於「科技應用及研發教學活動」的點子。

希望這些不同深淺程度的可用「教學活動主題」（教學活動的點子），對於天天思考要教學生「做什麼」的生活科技老師，會像「食譜」對做三餐的家庭主婦一樣，具有實用參考價值，能夠緩解要「做」什麼的煩惱。

貳、科技應用與研發教學活動之主題選訂原則

不論我們是指導學生每週進行專題製作、或參加科學展覽、還是工藝或生活科技競賽，我們生活科技課，爲了培育及增強學生的科技能力，對於製作主題之取捨設計及選訂，應該採行下列原則：

一、應強調科技研究,而非科學研究

生活科技課的教學活動，其主題的選擇，應該強調科技研究。

科技研究基本是研究一個新方法，能夠用以有效利用資源，解決人類生存或生活問題，通常是研究人造世界的問題，而且往往具有經濟價值（可帶來經濟利益）。它所用的方法除了常常談到的：解決問題、設計與製作、故障排除、分析測試、研究發展等，還包括：科技的評估、預測、測量、試驗、建構選擇標準、系統的發展（system development）、改良、提昇效率及績效等等。

科學研究就不同了，科學研究的目標是發掘真象（通常是研究自然世界），手段是在操控制變因的條件下，進行實驗，以證實或推翻假說，而提出對真象的解釋，並進而歸納出原理原則，以便能做預測或操縱之運用。

生活科技教學爲了強調使學生熟悉科技方法，就不能不認清兩者的區別。

二、應探究實用問題如何解決,而非呈現一些科學原理,或複製一些科學效應

有些參加科學展覽的作品，是從教科書或參考書中找到一些機械設備的圖片（譬如：阿基米德式螺旋抽水機、龍骨水車），或一些物理化學效應的解說圖例（譬如：電流的熱效應、電流的磁效應），他們花了不少時間、費了不少功夫，模仿做出一個類似的裝置，問題是：這類機械結構一目了然，這類效應一聽就懂，其道理都懂了，卻還要把它們做出來。試問在這種情況下，從製作中，除了學會基本的零組件裝配的技術，又能學到什麼？所學得是科技嗎？科技能力能因爲這項設計製作而有所增長嗎？

所以對於國內科學展覽項目中，常見到的做儀器，機具或模型之製作，筆者認爲根本沒有教學價值，除非在設計製作中能測試改良儀器或機具的性能。

三、應專注於一個很小的問題,而非同時探究好幾個相關問題

很多專題製作或作業之研究，失之於研究主題範圍太廣大、研究目的和研究的問題太龐雜，由於求廣則難以深入，所以研究成果自然有限。因此在教導學生選訂專題製作題目時，要求：目標一定要專一，只探討研究一個重點，只想解決一個最嚴重的問題。

筆者這樣說，並不是認爲研究目的或研究問題只能列出一項。當然研究目的和研究問題，可以寫成好幾點，但是其主要內涵要明明白白的專注於只想深入研究一個問題。至於其他相關的問題，則應留給別人或下次去做。

四、應強調科技概念之創新價值,而非作品之製作是否精良

學生不是合格技術工人，學校生活科技專業教室也不是設施齊備的工廠，所以不應期待學生的作品，製作得如何精良。因此，教學活動主題之選訂，要以學生到底可以學到什麼科技概念和科技方法爲最高指導原則。換言之，只要透過教學活動，學生的科技能力有所增強，那就對了。

至於談到科技概念及研究工作之原創性或創新價值，並不是說：別人做過的我們再去做就沒有原創性。凡是前人未曾研究過的問題，或前人從來沒有使用過

的研究方法，我們採用了，我們就有原創性。但是這時候，要多用心做文獻探討，把所有可能得到的相關研究製作的文獻要拿來研究，找出我們所研究製作的問題（切入點）和方法（策略），和他們（前人）到底有哪些地方不一樣，而且要很清楚的在研究報告（或作品說明書）中做清楚的比較分析，免得被控告為「剽竊」。

五、應加強解決問題及設計之思考和決策，要能分析需求目標標準及程序步驟

沒有科技能力的人，如果做出了一件作品，很可能、他說不出，他是如何做到的，下次再做，他也沒有十成的把握一定能夠做成功。反過來說，一個詳細的食譜，或有專利的配方，照著方法步驟去做，十拿九穩會做成功。

這就是說明，我們教學生專題製作時，不是訂個評量標準（譬如功能 30%、製作 30%、外觀 20%）就可以了。重點是我們要讓學生，很清楚的了解：他所做的工作，目標(方向)和標準(可客觀量度)是什麼？是想符合什麼需求？採用什麼程序和方法最有效？換言之，一定要讓學生明白分析出(列出)他的專題：

- 功用價值（解決什麼問題,增進什麼科技能力），
- 設計之要求(成果及標準)、限制，
- 方法：工作流程、器材設備等。

最好，還要要求學生檢討及列出他的設計製作過程中的：

- 分組及團隊合作分工情形，
- 問題及設計需求之釐清，
- 確定有那幾種解決方案，
- 製出原型及擬妥評量法，
- 對整個設計之評量及檢討。

六、應做好現有科技及技術發展之調查，而站在發展前沿，向前探索

當我們教導學生製作一個作品參加展覽或競賽，特別要講求所選主題，對科技及方法而言，是站在該地區該學校，所儘可能取得的資源條件之下，算是站在科技發展的前沿。換句話說，科技較落後國家學校的專題製作，其研究的主題和內容可能比高科技國家落後，但是卻也可能是最實際、最切合需要的。

生活科技課的專題製作或參展製作，一定要和寫科學論文一樣的注重文獻探討。對於自己想做的，一定要查清楚，別人是否曾經做過？或曾做過到什麼程度？前人是使用什麼程序方法？要能夠做清楚的在作品說明書分析比較。同時也要把自己研究設計思考的演變記錄保存下來，供做「竊權答辯」或「申請專利」用。

七、應採用科技產品(各種零組件)而非用採用原材料製作代用品

大家都知道：當研製新汽車時，是不需要自己研製車輪的，即英諺有名的：「do not spend unnecessary time on reinventing the 'wheel'」，但是很多人還是經常犯這類的錯誤。歷屆科展都常見到這類的作品。

生活科技教學活動及參加科展或競賽，主題之選擇，與其浪費精力用於製作代用儀器（譬如：製作代用的溫度計）、代用設備（譬如：製作代用的擴音機）、和代用試劑（譬如：製作代用的指示劑）、和代用產品（譬如：製作代用的粉筆），不如多花一些精力，用在研究，如何把各類最新科技產品、儀器機具設備，學會有效使用，而發揮各類新科技產品設備之最大效益。

八、應使用實用的檢驗合格的控制器材設備

目前市面上有很多很實用的控制器材設備，可以用來輔助我們的作品的測試和實驗工作。如果能借用到大型實驗或控制系統設備，將可使設計製作之測試工作簡化、加速完成、及提昇品質。多接近新型的實驗或控制系統設備，才能體驗現代自動化實驗設備是如何的進步，也才能體驗什麼是自我診斷、自控、自調、自行判斷做決策等智慧型的檢測控制功能。

在必須自行組裝實驗或控制系統設備時，要切記只要能夠找到現成的控制器材，就不要嘗試著自己去做。因為把各類現成的實驗或控制器具組裝成爲一個完整的系統後，其效能決定於最弱的一環。而我們自成裝配製作的器具，譬如自製的光敏電阻光電控制電路等，其性能之準確度及穩定度絕對比不上市售的光電開關。因為後者是經過檢驗合格得到認證的工業級產品。

九、應使用精確的量度儀器設備

國內科展常看到有人實驗「水果電池」或「太陽電池」，用簡單的三用電表

來測量所發出的電壓「伏特值」，想來測出發出電能的情形。另一種情況是，有些實驗中需要測量照度，明明市面上有檢驗合格的照度計，不拿來應用，而卻採用簡單的太陽電池或光敏電阻，認為反正發出的電壓大小，或流過的電流大小，可以反映出照度大小，這種做法，有兩項錯誤：（1）誤以為所產生的電能，可以用電壓來有效的代表，（2）未能採用測量精度夠高的儀器。

先說第二個錯誤，儀器不準，根本就得不到精確的結果，實驗結果不可靠，做了也等於白做。所以教學活動和參加科展都應該設法多使用精準的儀器。何況，如果生活科技課都不多介紹使用新的儀器設備，學生又哪裡有機會接觸新科技、體驗新科技之使用呢？

其次談第一個錯誤，電能或電力必須用「焦耳」或「瓦特」為單位來測量，電壓只是一個現象，簡單的比喻，一個電池已經沒什麼電了，但他的斷路電壓還可能不低，但是只要一接上負載，流通電流，就現出原形。

因此正確的測試方法，應該是還要多採用一個電流表，來測試短路電流和滿載電流。這個方法在直流電路行得通，但是在交流電路（譬如想測交流發電）則又行不通了。因為在交流電路裡，又有個功率因數會影響供電，因此在交流電路裡，要採用瓦特計來測電力才準。

十、應該勇敢的向高新科技挑戰

古人說：「教學相長」，幾十年來，本系畢業生在擔任工藝及生活科技教師時，課堂上所教的很多內容，其實在師資培育的階段，並沒有學到。譬如，當初在校只學真空管，而任教後幾年教的卻是電晶體。又譬如，當初在校只學機車，而任教後幾年教的卻是汽車。靠的就是自修、終身學習、及主動積極的到處去學。

技術的教導，不過就是「做過的」當師傅，「沒做過的」當徒弟而已。以汽車之引擎修護為例，在教導學生動手之前，教師自己先學習，先後拆裝各型大小引擎（計程車、進口轎車、吉普車等），及其零組件（化油器、機油泵、起動馬達等），等熟練了，則自然勝任這份教學工作。

上述的例子是職業學校的例子，其實工藝和生活科技課的情形，也是一樣。

學校的生活科技實習工場（專業教室），就是生活科技教師技能成長的最佳學習場地。生活科技教師找資料、讀懂技術資料、學習動手做技術的能力，絕對不會比別科教師差。只要教師有心教動手做的教學活動（工場實習），自然可以利用每週教課的課餘時間，多方學習。盡可能把最新的、能取得到器材設備的科技，帶進生活科技教室（工場），使教學內容變得更豐富，教師的技能也得以不斷成長精進。

參、科技應用與解決問題教學活動主題之擬議

以下第參、肆、伍、三章，將介紹筆者群，彙集多年工場教學經驗，所想到的及討論結果所列出的：一些可用來教「科技應用及研發」動手做教學活動的點子，這些點子（活動主題）的分類，只是爲了方便閱讀，讀者可隨己意予以調動。

本章所列教學活動的點子，包括科技應用、解決問題、及工程技術三大類。工程類的教學活動是指把工程設計融入科技教育的教學中，是美國科技教育課程之新趨勢（Hill， 2006）：

一、科技應用類

- CCD 攝影機及其播放及錄影裝置之安裝、配線、及應用。
- 錄音筆及針孔攝影機配合無線電通訊錄影裝置之安裝、配線、及應用。
- 採機電組合玩具（如 LEGO，FISCHER）完成裝配，表達設計構想。
- 各類電池的性能比較、及如何有效使用。
- 各類電燈、省電燈泡、日光燈的性能比較、及如何有效使用。
- 各類電動機的性能比較、及如何有效使用。
- 各類機車或汽車的性能比較、及如何選擇購置。
- 各類瓦斯爐具的性能比較、及如何有效使用。
- 練習使用 WebQuest 整合圖書資訊利用軟體於專題研究及報告。

二、解決問題類

- 建築物屋頂外牆及浴廁，如何做好防水、防菌、防霉？

- 如何加強建築之隔熱？隔絕噪音？及防止西曬？
- 練習選購及安裝各型吸塵裝置，使能抽掉工場加工時產生的粉塵。
- 選用器材，完成天線之裝設，使短波收音機或電視機收訊效果增強。
- 如何運用網路資源，滿足找地址、安排旅遊、規劃路線等交通需求。
- 如何運用資料庫，縮小檢索範圍，迅速找到所需資料，得到所須答案。
- 如何運用網路，做好購物、訂位、購票、繳費、報名、謀職等生活事務。
- 練習購置加壓抽水機，完成配管及配電，解決供水水壓不足的問題。
- 如何做好汽機車之更換機油、更換輪胎、及日常檢查保養工作。
- 練習操作或辨識建築物中之各類警報設備、滅火設備、避難逃生設備。

三、工程技術（含測試、故障檢修、調整、控制）類

- 選用各類感測器及控制器材，完成裝配，並測試其性能及控制效果。
- 選用太陽能板、電動機及控制器材，拼裝太陽能動力車，並改良其性能。
- 試驗各型發光二極體（LED）如何接用適當電源及控制明滅。
- 如何操縱機械手臂？包括寫程式、修改程式、設定、調校等，使運作。
- 練習操縱遙控飛機、遙控車、遙控船等，了解控制的功能、範圍、限制。
- 設計語者辨識及多媒體影音互動軟體，使能辨識語音並據以進行控制作用（譬如使電燈明滅，或使門打關）。
- 練習氣壓缸與各類控制閥、控制器間之配管，完成各種順序控制。
- 練習油壓缸與各類控制閥、控制器間之配管，完成各種順序控制。
- 如何製作螺旋槳，使船舶獲得最大推進效果（推力最大？航行得最快？）
- 設計與製作輸送帶及簡易昇降機，並能良好的控制。
- 設計與製作人力（足踏）驅動的水翼船。
- 設計與製作各類型的風車，並測試其不同風速下的輸出動力。
- 設計組裝一實驗裝置，以測驗熱交換器之性能。
- 設計組裝一實驗裝置，以測驗各類保溫隔熱材料之性能。
- 設計組裝一攪拌裝置，使能更換各型攪拌翼片，並能調整攪拌轉速，使

能用於處理不同液體，獲致不同的攪拌效果。

- 設計組裝一聲控電路，使能控制插座所接之電燈、電扇等電器。
- 如何使紙飛機飛得更高？飛得更快？飛航不落地飛得更久？
- 設計一投射裝置，使子彈射得最遠、射得最直(控制得最好)、射得最快、能投射最重的子彈（載得最重）。

肆、設計製作與研發教學活動主題之擬議

本章所列教學活動的點子，包括產品、程序、及家居環境之設計三大類：

一、設計產品器物類

- 改良設計老年人用的手杖,使其腳墊耐磨、止滑、穩定、又好用。
- 如何善用最佳材料，設計出最保暖的衣服和鞋、襪、手套、帽？
- 設計防凍手套，特別注重材質、尺寸、穿戴方便、工作之穩定等因素。
- 設計各類室內運動用之健身器材。
- 針對各類農作物的特性，設計製作烘乾機，使農作物能有效烘乾。
- 設計製作太陽能聚光加熱裝置，使能使食物或冷水加熱。
- 設計製作吸收式太陽能冷卻裝置，可用於在高山上，冷藏食物或飲料。
- 製作模型展示所設計之結構、或規劃佈置之構想。

二、設計製程方法類

- 設計一夏令營類活動之報到、領取物品、分配休息區、等全套作業程序。
- 設計公共餐飲區之餐具集中回收處理作業程序，使達衛生及經濟目標。
- 如何設計一系統(規定,方法,程序),使能有效整理編排貯存及檢索自己的文件資料。
- 能設計一簡易實用之規定,方法,程序來管理個人的書房(尤其是書桌),或全家的雜誌書報及雜物,使全家整齊有序。
- 練習使用可程式控制器 (programmable logic controller)，含輸出及輸入之接線及修改程式，以認識計時、計數等各類順序控制的方法。

- 練習使用電腦視覺或機械視覺（machine vision）系統設備，以了解如何應用於辨識及控制。
- 練習運用 Director 多媒體開發系統，設計製作教學媒體教材及評量軟體。
- 設計如何使用塑膠針筒組合一個機械手臂，使具有搬運物体的功用。
- 設計製作使用橡皮筋或各類彈簧為驅動力之車、船、飛機。
- 設計製作使用小電動機或小型引擎為驅動力之車、船、飛機。
- 設計如何利用火葦藥、壓縮空氣、或高速水流、之吹管或投射裝置。
- 設計製作單張及摺頁，並比較及探討各作品的解說、溝通、傳播效果。
- 設計製作網路教學媒體，並測試比較及探討各作品的網路教學效果。
- 設計製作班級分組或個人網站，並測試比較各網站的傳播效果。

三、設計製作以改造生活環境類

- 設計 e 化房車或個人書房,個人工作崗位,個人臥室等,之內部裝潢造形。
- 練習動手組裝各類拼裝型的玩具、收納櫃、組合家具、組合櫥櫃架等。
- 設計製作屋頂灑水，或鐵皮屋、大型頂棚用之固定型，噴霧降溫的冷氣裝置，或可攜帶移動式的噴霧降溫冷氣裝置。
- 使用各類室內設計教學軟體，練習繪圖呈現室內設計之構想。
- 練習選用及拼裝各類泡綿地墊、腳踏墊、橡膠磚、耐磨灰磚等，以及各類防撞板,柱子包角包管護墊器材，完成各類不同房間場所（如花園、兒童遊戲室、健身房、老人居室等）地面鋪設之改良。
- 練習選用材料及完成各類拼裝實木地板之施工。
- 練習選用及拼裝完成組合盆栽（創意拼裝組合苗木）。

伍、科技之改良創新教學活動主題之擬議

本章所列教學活動的點子，包括產品、程序、及創新概念之改良設計三大類：

一、改良現有產品類

- 將果汁機改裝成為有計時功能的電動泡奶器（使奶粉和水均勻混合）。

- 設計改良能具有清潔地板作用的拖鞋。
- 測試比較各類型省電燈泡與日光燈之購置及長期用電成本。
- 設計改良門口的雨衣雨鞋及鞋子儲放裝置。
- 改良汽車遙控器之設計，譬如加裝記憶晶片，使控制功能更符合需求。
- 改良乒乓球自動發球裝置或排球自動發球裝置。
- 對市面上的口罩、安全帽、雨衣雨褲、雨鞋等之設計，進行改良研究。

二、改良現有系統服務或程序類

- 調查一速食店之作業程序，研究改良之，測試是否能使送餐速度加快。
- 調查一補習班之作業程序，研究改良之，測試是否能使送餐速度加快。
- 調查社區或大樓之垃圾回收處理系統，研究其程序之缺失及如何改善。
- 設計改良目前單身住戶之購買食物及自行炊食的整個程序，使達到簡便、營養、美味、節約等理想。
- 設計登山專用食譜，含食材及烹調方法，要求是簡便，食物不需冷藏。
- 研究如何結合 CNC 銑床和電腦繪圖軟體，使能自動依設計圖完成雕刻。

三、研究創新類

- 設計一腳踏動力能量儲存裝置，並能以電能或氣壓動力釋放對外做功。
- 為殘障者設計各類科技輔具，使不必坐輪椅，而能和正常人一樣生活。
- 設計統一發票自動對獎資訊系統，凡刷卡者得獎時，自動把獎金入帳。
- 利用電子商務平台，設計完成一家庭手工產品之網路交易及物流系統。
- 設計簡易的居住空間供遊民解決保暖、睡眠、及沐浴等生活問題。

陸、討論及結論

如果採用以上擬議的教學活動，會使上生活科技課的學生，大量「接觸科技」(Access To Technology)，也使生活科技教師們，會自然而然的和各種社會資源(研究機構、企業公司、專門技術的工程師和技師等)建立連繫通道，及培養出合作的夥伴關係，因而發揮科技轉移及科技育成(Technology Incubation)的功能。

我們每所學校的生活科技工場，可以成為各鄉鎮村里社區的技術中心，由於國內住宅面積偏小，一般家庭沒有車庫或地下室工作房，所以這個社區技術交流中心對於培育國民動手做的科技能力，更形重要。

在教學上，這種教學活動應有助於實現 STSE(科學科技社會環保)課程和 MST(數學科學科技)課程的理想，以及實現協同教學、合作學習、實境學習、及績效評量等的理想，如此將更可以讓生活科技課發揮培育科技人力的功能。

這時候，不但我們可能需要大量的科技儀器、設備、機械、電工電子及機械零組件，而且也可能需要的教學空間，可能遠比現在的工藝教室、單元工作實習工場、或生活科技專用教室還要大很多，因此有讀者可能會說：「那怎麼可能」？要回答這樣的問題，我們可以說：「你希望不希望我們的下一代變成科技巨人？你希望不希望我們未來變成科技強國」？

任何一個高科技國家，它的科技實力，都並不是儲存在資料庫裡，而是儲存在他們國家，呈現金字塔型結構的、科技人力的身上。如果我們沒有能把國小、國中、高中的學生，培養出紮實的科技實力，光靠大學及研究所能夠培養成功嗎？

如果我們想把國小、國中、高中的學生，培養出紮實的科技實力，我們就不能再讓生活科技課，停留在「只灌輸學生科技知識」的狀態。我們要讓生活科技課開始加強「科技應用解決問題及研發管理」的動手做教學活動。

參考文獻

- 陳宇楠（2006）國民教育中的技術教育之探討。大同大學機械工程學系，碩士論文。
- 馬季鈿（2001）。多元智慧教學對國小學生自然科學學習動機與學習成就之影響。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。
- 陳龔聲（2003）。高中生活科技教師使用之教學策略及其相關因素之研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。
- 師大教育研究中心（2006）。中小學一貫課程體系指引暨行動綱領（草案）2/15-2/17分區公聽會意見與回應統整---自然與生活領域。cer.ntnu.edu.tw/12/file/say/自然與生活領域意見統整.doc
- Hill, R. B. (2006). New Perspectives: Technology Teacher Education and Engineering Design. *Journal of Technology Education*, 43(3),
- ITEA (2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards. International Technology Education Association. Reston, VA: Author.
- ITEA (2009). Resources For Educators, Professional Publications. Series<http://www.iteaconnect.org/EbD/CATTS/cattspublicationsseries.htm>
- McLaren, S. & Dakers, J. (2005). A Curriculum for Excellence: Review of research literature. Design And Technology Education. Seed funded review. Available at: <http://www.acurriculumforexcellencescotland.gov.uk/research/index.asp>
- Middleton, H., Pavlova, M., & Dick Roebuck, D. (2002). Learning In Technology Education, Challenges For The 21st Century, Volume One. Centre for Technology Education Research, Griffith University.
- Stables, K. (1997). Critical Issues to Consider When Introducing Technology Education into the Curriculum of Young Learners. *Journal of Technology Education*. 8(2), Spring 1997

由生活科技教學活動來培養學生研究發展能力

—以「化學動力船」教學活動為例

*侯世光、**吳承瑋

*國立台灣師範大學工業科技教育學系教授

**國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

壹、前言

人類自從學會拿木棒與石塊當工具，科技的時代就已經來臨。木棒延伸了人的手臂長度，石塊增強了拳頭的硬度，人類又將木棒與石塊組成了石鎚，從此科技發展邁向了另一個里程碑。隨著科技不斷的進展，人們活的更舒適自在，糧食更加豐足、訊息更加流通、運輸更加便利、醫療更加進步、社會制度更加完善、娛樂更加多采多姿，人類的物質生活大幅的進步，而這些科技成果的展現與人類的研究發展能力有著密不可分的關係。

在現今科技發達與社會快速變遷的時代裡，每個人所面臨到的問題，已經不再是基本常識就足以應付，因此未來的工作者在面對各種問題及挑戰時，研究發展能力便成爲一種重要的基本技能。以下本文將針對提升研究發展能力對於學生的重要性、生活科技的教學活動最能提升學生研發能力、能培養學生研發能力的教學活動設計，與「化學動力船」教學活動對培養學生研發能力的價值來進行探討。

貳、研究發展能力對於學生的重要性

研發能力是一項基本的工作能力，當它配合各種不同的專業技能時就能應用到各行各業。研究發展是指把科技創意透過研究，分析其價值及待解決的難題，

再透過設計與製作，發展出解決方案，再經過反覆測試與修改，使其符合原先設想的設計後，再朝向商品化去研究改良。然後必須讓它更貼近於使用者的真正需求，使這項研究發展獲得更大的商業利益，再透過展示讓外界瞭解，就完成了整個研發，而產生了新產品或新的服務。

在現代科技社會，日常生活及工作之中隨時都能發現值得創新改良的問題，能產生研發創意，能進行研究發展。有了研發能力，你就不會只是被動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。從日常工作流程中，發現系統功能的問題、作業流程的待改良處、組織運作的改良空間，讓你能對組織產生更大的貢獻（王光復，2008）。近來經濟不景氣與失業率節節升高，研究發展能力更成為個人是否能在職場上取得競爭優勢的關鍵因素。不論從事什麼工作，只靠專業知識與技能，已不能保證能保住職位，而研究發展能力卻能让你持續的保有競爭力，這讓你能夠有更高的工作績效，讓你為組織帶來龐大利益，那麼對組織來說你便無可取代。

參、生活科技的教學活動最能提升學生研發能力

科技本質即是人類研究發展的一種展現，科技研究發展的具體化，需要以實作性技能為基礎。實作歷程的設計與製作滿足了人類生活所需，也促進了科技的研究發展，實作對於個人的發展也很重要，藉由各種工具與材料的使用及創新的實驗性工作以獲得基本知識，並探究未知的知識與世界的發展。實作性技能是科技教育的重要特質，也是科技教育的主要內涵，更是科技研究發展的重要基礎。

生活科技與其他領域最具差異之處為科技教育課程內涵除了基礎知識外，還包括了「實作性技能」、「設計」與「解決問題的方法」，而其中實作更是科技教育的根本。「實作性技能」具有實際動手做的特性，而「設計」與「解決問題」則充滿「從無到有」的創新與克服困難的歷程，這都是屬於其他科目所難以比擬的課程特質（李堅萍，2006）。

王光復(2008)在其研究中提出生活科技之教學活動，對研發能力之提升具有下列功能：

- (1) 可以增強學生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。

國際科技教育學會(ITEA)所訂的科技能力標準中也指出，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)。綜合上述，生活科技的教學活動顯然是可以提升學生研究發展能力。

肆、能培養學生研發能力的教學活動設計—製作「化學動力船」

一、教學目標

- (一)單元名稱：製作化學動力船
- (二)適用對象：國中二年級
- (三)教學節數：四 節
- (四)教學目標：
 - 1.認知方面
 - (1)認識船的基本結構。
 - (2)瞭解酸鹼中和的概念。

- (3)瞭解產品設計的原理與步驟。
- (4)培養學生創造思考與解決問題的能力。
- (5)了解基本手工具的使用方法及其功用。
- (6)能以組為單位設計並完成所設計的化學動力船。
- (7)能在設計圖上正確畫出一艘船，並具備該有的船體結構。

2.技能方面

- (1)學會使用金工弓鋸。
- (2)學會使用手提電鑽。
- (3)學習正確的黏著劑使用方式。
- (4)能更安全並正確的配合手工具的使用完成化學動力船。
- (5)在實作的過程中，培養學生的解決突發問題的能力。

3.情意方面

- (1)培養對工具的珍惜態度。
- (2)學習團隊合作的能力。
- (3)培養對環境的愛護。
- (4)使用工具後能完成歸位。

二、教學器材

每組所需材料：

編號	材料名稱	數量	功用	補充
1	保鮮盒	1 個	作為船的動力 盒子	市售保鮮盒，越密封越好， 大小約 151*108*58mm 容量約 460ml
2	瓶蓋	1 個	裝小蘇打	寶特瓶或玻璃瓶的瓶蓋皆可
3	磁鐵	2-4 個	增加重量，調整 重心用	長條形 40*10*7mm
4	珍珠板	一大片 2*15*10 (cm)	製作船的外殼 (身)	厚度須兩公分左右，避免容易斷裂。

5	AB 膠	適量	接合用	也可用矽利康(silicone)， 可達較好防水效果
6	水	500ml	酸鹼中和	一般自來水，每次用量約 25ml~100ml
7	小蘇打粉	450g/包	酸鹼中和	可在一般化工行或是超市購得，每次用量 約 1 茶匙到 3 匙
8	檸檬酸	990ml/瓶	酸鹼中和	市售濃縮檸檬原汁，每次用量約 10ml~50ml

每組所需工具：

編號	工具名稱		詳細介紹
1	手提電鑽		船身鑽孔用
2	鑽頭		船身鑽孔，配合電鑽使用 直徑為： 1mm~6mm 各一支
3	剪刀		製作船身剪裁用
4	美工刀		製作船身切割用
5	金工弓鋸		切割厚珍珠板用
6	直尺		製作船身劃線用
7	筆		劃線用
8	捲尺		測量距離用
9	銼刀		銼削珍珠板及其他材料毛邊

三、教學實施

(一)、本活動應著重作品研發歷程及創意思考的能力，並且藉由化學動力船的船身設計瞭解船體應有的構造及用途。

(二)、配合十大基本能力指標：

- 1.指導學生學習團隊溝通，並能發揮合作的精神，可以符合「尊重、關懷與團隊合作」。
- 2.鼓勵學生提出不同的船體設計方式，加強學習「欣賞、表現與創新」。
- 3.訓練學生逐步的思考、研判問題，並能有效解決問題，可以學習「獨立思考與解決問題」。

(三)、教學實施流程

節次	教學目標	教學活動	評鑑
第一節	1. 瞭解船體架構 2. 瞭解四種動力來源 3. 合作完成設計圖 4. 培養對環境的愛護	1.簡化化學動力船 2.介紹船體、動力架構 3.分組（三人一組） 4.發學習單及講解評分方式 5.討論並畫出船型設計圖 6.收回學習手冊並交代下次需帶的用具	能於課堂上完成設計圖
第二節	1.瞭解金工弓鋸的正確使用方式 2.瞭解手提電鑽的正確使用方式 3.正確操作各式手工具 4.培養對環境的愛護	1.引起動機、回顧 2.發學習單 3.示範使用金工弓鋸 4.示範使用手提電鑽 5.各組船體、船身製作（一） 6.作品、學習單回收 7.結語並交代下次需帶的用具 8.場地收拾	
第三節	1.瞭解酸鹼中和的基本概念 2.正確使用手工具完成作品 3.培養對環境的愛護	1.引起動機、回顧 2.示範動力船測試方法 3.講解簡易化學反應 4.發學習單與作品 5.各組船體、船身製作（二）+完成組別試跑 6.講解下次比賽規則 7.收拾場地	能製作完成化學動力船
第四節	1.學習問題解決能力及態度 2.培養對環境的愛護	1.引起動機、回顧 2.講解比賽規則與方法、介紹比賽場地 3.試跑+船隻調整 4.比賽 5.結語 6.收拾場地	能完成第一次試跑 比賽時成績與第一次試跑成績相比需進步

四、評鑑:

評鑑項目	評鑑內容
創意與設計 (40%)	1. 作品設計獨創性 2. 作品結構獨創性 3. 作品使用材料獨創性
設計完成度(40%)	1. 設計圖完整性 2. 作品與設計圖的一致性 3. 完成設計的程度
團隊合作 (20%)	小組分工情形

五、作品圖例:



伍、「化學動力船」教學活動對培養學生研發能力的價值

本活動中運用化學之酸鹼中和作為動力來源，而不使用常見的電池動力或太陽能動力，主要是希望藉由一個學生較不熟悉的動力來源，能給學生更大的研究發展空間。也避免學生研究發展能力受到其它舊有經驗的影響，而無法凸顯學生的研究發展能力。

研究發展是把科技創意透過設計與製作，發展出解決方案，再經過反覆測試與修改，使其符合原設想的設計後，再朝向商品化去研究改良才會產生新產品。其中成品符合原先設計理念是相當重要的一環，因此本活動相當注重設計與成品的一致性，藉此培養學生實踐設計理念的能力，也因此達到提升學生研究發展能力的效果。

此外，在「化學動力船」教學活動中除了讓學生瞭解化學動力船體應有的構造及用途的基礎知識外，教學活動還包含了「實作」、「設計」與「解決問題」能力的培養，而「實作」、「設計」與「解決問題」都是研究發展中重要的一環。

「實作」具有實際動手做的特性，透過本活動中的實作性技能的訓練，培養學生動手做的習慣，並且能增強設計、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。

而「設計」與「解決問題」則充滿「從無到有」的創新與克服困難的歷程。「從無到有」正是研究發展的重要特質，其中創新與克服困難都是研究發展中會經歷的重要歷程。因此藉由「實作」、「設計」與「解決問題」能力的培養是有助於提升學生的研究發展能力。

陸、結語

生活科技教學的目的不在於使學生學會特定領域的知識或技術，重點在於學生是否能學會主動思考與學習的能力。而生活科技也是培養學生研究發展能力的最佳課程，藉由生活科技教學活動中的「實作」、「設計」與「解決問題」的培養以達到提升學生的研究發展的能力。

生活科技的教學應不設限思考空間，以開放式的問題為情境，藉由多元的刺激與有趣的實作活動激發學生的研發能力，因此在教學過程中，強調讓學生從實際的動手活動中來進行學習，從實際的經驗中學會可以應用於日常生活中的能力，而這動手實作的過程便是學生主要的學習歷程。在教學過程中要求學生依學習目的有效率、有計畫的將學習歷程加以記錄，將有助於學生一步一步的釐清問題的所在，並透過學習歷程的自省，進而按部就班的獲得研究發展的能力，最終能達成教學的目標。

參考文獻

- 王光復(2008)。生活科技應重視研究發展能力之培育。**生活科技教育**，**41**(4)，1-2。
- 王光復(2008)。如何實施教學活動以增強研究發展能力。**生活科技教育**，**41**(4)，3-10。
- 李堅萍(2006)。培育科技創造力應重視實作技能的教學與自我效能的激發。**生活科技教育**，**39**(8)，21-128。
- 教育部(2007)。**九年一貫課程綱要**。2009年5月1日，取自 http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/EJE/EDU5147002/9CC/9CC.html
- ITEA(2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment , professional development , and program standards. International Technology Education Association. Reston , VA: Author.

能培養學生研發能力的教案設計

—製作玩具「迷宮鋼珠台」

劉冠賢

國立臺灣師範大學工業科技教育系碩士生

壹. 前言

現代的世界是一個科技發達、資訊爆炸、快速變遷的新時代。大量的機器使用、運輸工具的發明與演進、電力的發明與應用、電話與電視的發明、近50年來電腦的發明與普及，改變了們的生活型態，科技的進步更實現了「地球村」的夢想。所以，我們也應該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。尤其是與我們日常生活最接近的工具，其簡單的科學原理，讓我們常常不經意忘了它們的存在。希望透過學習使我們不但能善用更能了解各種日常生活工具所應用之科學原理，除了要知其然，更要能知其所以然；由學習，推向理解並運用，進而期待充分發揚。也唯有如此，希望提昇我國學生設計與發展能力之期望方能順利達成。

貳. 設計製作之教學活動對增長研發能力的好處

從能力的角度來看，研發能力也是一項基礎能力，它包括了：會研究、會發問題、會解決問題、能做出判斷、會規劃流程、會設計製作、會檢討改良、對事物具有洞察力等，當它配合各類專業技能，就可以應用到各種事物。這種綜合性的能力，不是單靠上課教學就可以培養出來的，會讀書不見得會做事，而且傳統教育的讀死書，對研發能力的培育無法產生太大的助益。只有配合科技教育(生活科技)的教學，以及教學活動的訓練，針對研發能力來培育，才有可能。

而動手製造在生活科技教學上佔有相當的比重。早期的工藝教育，著重於材料的處理與加工，而目前生活科技教育課程，則加入了「設計」的新元素。而就培養學生科技素養與問題解決能力而言，今日生活科技的課程實施引導中，具有確實能引導學生，熟悉問題解決的流程與步驟的各種教學策略，並能提高學生對其周遭科技事物的注意力與觀察力(王景祥，2000)。

參. 能增進學生研發能力的設計製作教學活動之設計要項

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：故障檢驗、研究發展、創新改良、以及實驗(ITEA, 2003)。

我國教育部(2003)公佈的國民中小學九年一貫課程綱要中將科技教育的內涵融入自然與生活科技學習領域，其中的「自然與生活科技學習領域課程綱要」將科學與科技素養條列為八項：(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)科學應用及(8)設計與製作。此第八項「設計與製作」在第四階段(7-9 年級)之能力指標分述如下：

一、8-4-0-1 閱讀組合圖及產品說明書

二、8-4-0-2 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想

三、8-4-0-3 了解設計的可用資源與分析工作

四、8-4-0-4 設計解決問題的步驟

五、8-4-0-5 模擬大量生產過程

六、8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整

根據國民中小學九年一貫課程綱要中的能力指標歸納出幾個原則以方便進行工具教學的挑選。

1.工具隨處可見，以便於解決生活中的問題。

2.可用來大量生產，故操作簡單。

3.學生可自己進行設計，故工具不但貼近生活，與學生無距離感，也方便學生熟練使用。

本活動欲以兒時常玩的遊戲——「彈珠台」，引起學生學習動機引導學生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。

肆. 採用簡單手工工具完成設計製作教學活動之教案：教學目標

一、認知目標

1. 使學生能瞭解產品設計的原理與步驟。
2. 使學生能瞭解玩具設計的定位與方法。
3. 了解木工手工工具的基本使用方法及其功用。
4. 培養學生創造思考與解決問題的能力。

二、情意目標

經由基本的介紹，能讓學生對木工工具不再陌生，對於木工工藝也可善用其工具，不在受限於木工半成品的組合，而能訓練自行設計並完成所設計的作品，並激盪出學生無限的創意。

三、技能目標

1. 學會以木工基本工具的技巧。
2. 家中之家俱若有輕微損壞可自行運用手工工具進行修理之工作，達到 DIY 的樂趣。
3. 在實習的過程中，培養學生的耐心與解決突發問題的能力。

伍. 採用簡單手工工具完成設計製作教學活動之教案: 教學器材

一. 教師提供每組設備與材料	
400mm*25mm*3mm 木條	1 支
250mm*100mm*2mm 合板	1 片
6mm 鋼球	1 顆
60mm*30mm*1mm 飛機木	1 片
A4 大小賽璐璐片	1 片
100 號砂紙	數張
手搖鑽	1 支
手線鋸	1 支
尖嘴鉗	1 支
斜口鉗	1 支

二. 學生自備材料

學生可依各組需求, 準備適合之材料, 如保麗龍膠、吸管、水彩、彈簧、牙籤…等。

陸. 採用簡單手工工具完成設計製作教學活動之教案: 實施方法

- 1、活動時間與各組人數：若情況許可，可調整為一人一組，活動時間為八節課 400 分鐘。
- 2、實施對象：實施對象由國小至高中皆可，唯須依實施對象的需求，調整活動時間與教學內容。
- 3、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。
- 4、在說明本活動目的時，教師可自行增設使用作品的年齡層。

5、學生在製作過程，常有許多出人意表的創意，教師可適時從旁引導，輔助他們能落實其珍貴的想法。

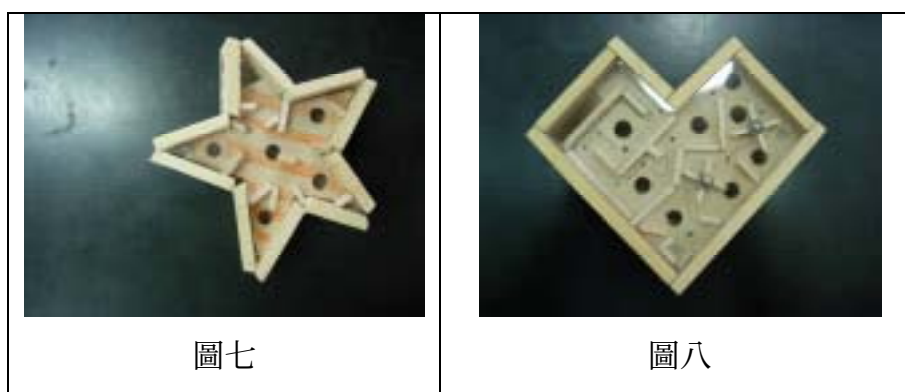
一.教學實施流程

時間分配	教學內容	備註
兩節課	老師介紹玩具基本概念，並引導學生進行創意思考，繪製創意設計圖。	1. 引導思考： (1) 玩具設計給不同人玩，是否需要不同的設計？ 如給幼兒玩與給國中生玩的差別？ (2) 洞口愈多愈好玩嗎？ (3) 坡度愈大愈好玩嗎？ 設計玩具有什麼需要注意的事項？
兩節課	解說、示範手工具的使用方法並示範組合黏合，砂磨的方法。以及進行製作。	
兩節課	解說、示範賽璐璐片的使用方法，再次引導思考其玩具挖洞、路線、坡度、外觀與影響玩具好玩程度的原因。修改「轉轉球迷宮」設計圖。	引導學生再深思：除了教師展示的玩具作法外，是否有別種機關設計？ 可讓學生分享上週課後收集的資料。
兩節課	1. 進行最後修整，教師評分、同學自評與互評。觀摩較佳作品，並引導學生討論。	讓學生互相討論其特色為何？若身為消費者，願意購買的玩具有什麼特色？

二.評分要點

評鑑項目	評鑑內容
作品實用度(45%)	1. 「鋼珠迷宮」的結構精密度。 2. 「鋼珠迷宮」的設計完整度。
創意及造型(45%)	1. 「鋼珠迷宮」結構獨創性。 2. 「鋼珠迷宮」設計獨創性。 3. 「鋼珠迷宮」使用材料獨創性。
其他(10%)	1. 團隊合作 2. 設計圖完整性

三.作品圖例



柒. 結論

而生活科技中針對研究發展能力所進行的教學目標主要是為了，培養學生肯動手做的態度，利用實作讓學生進行思考，養成親自動手的習慣，熟悉工具的使用，學生主動學習。故最好能與生活作結合，讓學生在私底下都能進行設計與製作，並於生活中培養動手操作的習慣，創意設計與製作往往與日常生活密切結合，而在設計與製作過程中手工具的使用更為不容忽視的課題，例如書架的維

修、椅子的設計等等均需要使用手工具。正確的使用觀念需於學生時期給予教育，透過教學活動的進行培養學生了解手工具的正确使用技巧、收拾習慣、安全衛生觀念等等，讓學生從教學活動與實作過程中學習是非常重要的部份。

參考文獻

王景祥。(2000)。國中生活科技課程問題解決教學策略之實驗研究—以製造科技課程為例。國立台灣師範大學工業科技教育學系碩士論文，台北。

教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要。2009年1月20日。取自

http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site_content_sn=4420

ITEA(2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards. International Technology Education Association. Reston, VA: Author.

科技研發的實例-以 RFID 無線射頻辨識系統為例

陳偉民

國立臺灣師範大學工業科技教育系碩士生

壹、前言

科技產業近年來在台灣經濟發展中扮演著重要的角色，而研發部門更成為世界各國、企業主要競爭力的重心(如中科院、中研院等研發單位)。科技研發不僅強調擁有知識、技術，更正視知識、技術的提升與再利用。縱觀國際間已開發國家之經濟成長多半歸功於技術創新所帶來之效益，因此強化科技研發已成為我國今後科技發展之重要指標之一。為因應科技發展及變動迅速，且台灣已於2002年進入世界貿易組織，使得許多產業面臨來自國際間的挑戰。因此，科技研發、創新已成為在這個競爭、多元的國際情勢中唯一能使國家、企業面對未來挑戰的利器。本文旨在探討科技研發的意義、重要性，並以RFID無線射頻辨識系統為例，說明RFID無線射頻辨識系統的功能特長、技術研發的歷程及研發歷程所遭遇的問題及對策。希望此例能提供一拋磚引玉的功能，鼓勵更多人能在現存的技術、產品下進行改良、研發以促進科技的發展及提升人類生活的品質。

貳、研發之涵義

研發為現代社會的進步泉源，藉著科技研發的進步，人類的生活水準才能有極大的改進。此外，研發活動狀況通常被做為評估「國家科技能力」的重要指標，而科技發展狀況更被用來衡量一個國家的國力、經濟發展與社會進步之程度。根據經濟合作暨發展組織OECD(1974)解釋，所謂研究發展(research and development, 簡稱研發、R&D)乃是為增進知識存量所做的有系統之創造性活動。此等知識包括科學、文化及社會各方面，運用此等知識可發展出新的應用途徑。施顏祥(民77)根據韋氏字典的定義，認為「研究(research)」一詞為尋求事實及原理所進行的

調查或檢驗工作，或為實驗性的調查工作，與科學活動的「求知」精神非常接近，皆以探索未知的事物為對象；「發展(development)」一詞則定義為採用自然的或固定的方法及程序，促使事物一個階段推展至另一個階段，與事物的階段較有關聯，而且強調推展的結果。OECD(1974)認為研發工作的類型在層次上可分為：

一、基礎研究(basic research)

是一項實驗的或理論的創見性工作，用以發現新的知識或現象的真況。通常基礎研究並不具有特定的商業目的，而主要在分析事物的特質、結構或關係，以便測試或建立假說、理論或定律，它的結果主要是學術性的。其特性是：(1)研究結果是一種新知識的「發現」。(2)在研究過程中，並未預期有任何特殊應用。

二、應用研究(applied research)：

亦是一種試圖獲取新知識的努力，通常是將「基礎研究」的發現做進一步實際的應用。更重要的是，在此階段中，其工作性質皆具有某一特定的實用目標，一般是特定的產品、生產程序、生產方法或具有商業性質之系統理論研究。其特性是：(1)研究結果是一種新方法或新用途的「發明」。(2)以某一特定之實用目標或目的為主要導向。

三、技術發展(experimental development)：

是一項從「新發現」或「新發明」所得到的知識中，有系統地加以應用於生產新產品、重大改進產品、生產程序、生產系統或服務水準等的技術活動。其特性包括：(1)新產品的開發。(2)作業程序的改善。(3)提高生產效率的方法。

經濟部科技顧問室(民80)認為研究發展多指未知事物的探索及開發，其結果可能為知識，亦可能為事物的演進。因此，不同機構或不同人員所從事的研發工作差異甚大。如學術機構的研究發展多指學術知識的拓展，而企業機構的研究發展則指新產品或新製程的開發。至於「新知識」或「新產品」的「新」，其範圍可以全人類為比較基礎，亦可以一個單位為範圍。若不論研究發展的應用範圍為何，則研究發展的目的大致上可歸納為三類：1.發現(discovery)：指揭示已存在但尚未為人知的事實或原理。2.發明(invention)：指創造尚未存在的事物。3.創新

(innovation)：指引進新觀念、新方法或新技術以改進事物的本質。

依據以上對研發類型有關文獻加以探討，本文將以傳播科技系統RFID無線射頻辨識系統為例，說明科技研發的歷程、應用及其重要性。因為傳播科技領域從最早的口語、肢體傳播、圖文傳播、電子傳播、資訊傳播不僅隨時隨地扮演著重要的角色，近百年來更由於科技的研究發展使的傳播科技的技術、媒體不斷的創新、突破，大大的提高了各類訊息傳遞的效率，並改善了人類的生活。

叁、RFID無線射頻辨識系統的研發歷程

所謂自動辨識（Automatic Identification）系統的技術係藉由不同輸入介面的讀取裝置，將物件的特徵很快的轉換成電腦系統可儲存的數位資訊，用以降低人工輸入的錯誤並提升作業效率，進而降低成本（商品條碼策進會，n.d.），目前在自動識別系統中，除了RFID另包括條碼系統(Barcode)、光學符號識別(OCR)、生物識別(Biometric)、IC卡等。自動識別技術，依其感應時需不需要接觸讀卡機，以及包括軟硬體在內的機器自動抓取條碼、磁卡、RFID等，以識別其內容者，稱之為非接觸式自動識別技術；反之須藉由靠近讀卡機才能抓取其數據者，稱之為接觸式自動識別技術。

無線射頻辨識技術(RFID)最早的應用是在二次世界大戰時期，英國軍方為了辨別友機或敵機的所發展出來的敵我識別儀系統(Identify: Friend or Foe；IFF)，並且一直沿用改良而成為現今的航空流量管制系統。1975年RFID的科技正式公諸於市，商業化的應用則在1980年代開始萌芽，而1990年代則廣泛運用在各產業之上（黃昌宏，2003）。

一、識別技術的演進

隨著商務的拓展與產品的多元化，各行業中的庫存商品盤點、現貨的資訊查閱，多所依賴條碼不用鍵入代碼查詢的方便性與準確性。為能瞭解自動化辨識的演進，以下將以介紹條碼與無線射頻識別的歷史演進。

（一）條碼的概念與讀卡機原型的初創

條碼的發展主要是因為美國以前為快速完成戶口普查而逐漸研究發展出來

的一套資料辨識技術。1884年Hollerith提出一套由戶口普查人員將資料打洞於紙卡上，並輸入計數器的概念。他在1890成立一家公司，並於1911年合併另兩家公司後於1924年改名為International Business Machines（簡稱IBM），使他成為現今電腦的始祖（Shepard，2005）。條碼則是在1948年，Bernard Silver和他的老師Norman Woodland所共同想出於購物流程，用以擷取並記錄產品資訊的方法，在Norman Woodland不斷嘗試數月之後創造出線狀的條碼。Woodland當時所創造的條碼不同於現今大家所知道的條碼。後來他發現線狀的條碼並不如他所預期，為解決讀取資料的方向性問題，改用同心圓狀的粗細線條模式，可方便從任何角度來讀取資料，這項產品稱之為公牛眼（bull's-eye code）如圖1所示。

1951年Woodland到IBM公司任職，並同Silver建置了條碼讀卡機的原型；並且對UPC的發展扮演著關鍵性的角色。目前一維條碼因只能儲存15個文數字，內容以儲放產品或是書籍的代碼為主；二維條碼則可儲存約1100個文數字，做為資料自動收集辨識的方式（鄭同伯，2004）。1960年代中期，美國超市業者因收銀機算帳太慢，以及結帳常出錯，故由一群零售商、批發商和雜貨製造商聯合組成超市委員會（Supermarket Institute，簡稱SMI），與IBM、NCR 等當時的主要電腦廠商共同尋求解決方法，制定一套商品代碼，稱為「統一商品代碼」（UPC）；直到1973年美國統一編碼協會選用UPC碼建立條碼系統，制定相關的標準，並在食品業內以UPC碼作為標準碼推廣使用，條碼技術即由研究階段進入大規模實際應用階段（行政院主計處，n.d.）。

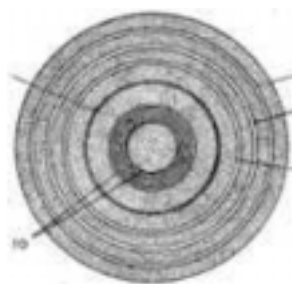


圖1 同心圓環形碼--公牛眼

（二）無線射頻識別技術之起源

無線射頻識別技術由最初在1948年Harry Stockman於無線電工程師協會所主辦的一場研討會中，發表利用反射電波信號來辨識遠端物體的文章，啟動在反射無線電波的應用（Garfinkel & Rosenberg，2005）；直到Wal-Mart宣佈從2003年6月起，其供應商出貨的商品都必須貼上RFID 標籤以供管理（鍾蕙安，2004），帶動產業間相繼投入資源開發各層面的應用。近年來無線射頻識別系統已經被列為本世紀十大重要技術，預估該技術將大幅度改變人類消費習慣。茲依照年代將RFID 技術發展的歷程表，整理如下(表1)：

年代	RFID無線射頻技術發展事件
1940~1950年	雷達的改進和應用催生了RFID技術，為第二次世界大戰發展的成果之一，並於1948年奠定RFID技術理論基礎。
1950~1960年	早期RFID技術的探索階段，主要處於實驗室實驗研究。
1960~1970年	RFID 技術理論得到發展，在應用領域開始有一些新的嘗試例如OCR技術與EAS 的發展，以及條碼的商品化。
1970~1980年	處於RFID技術與產品研發的發展時期，各種RFID 技術測試增長進行。出現一些早期採用者的RFID 應用。
1980~1990年	RFID技術及產品進入商業應用階段，成為一股主流。
1990~2000年	RFID技術標準化問題的浮現，以及應用RFID產品有更廣泛的發展逐漸成為人們生活中的一部分。
2001~2009年	美國WalMart、英國Tesco、德國Metro 等大型物流企業，以提升公司內部物流系統的效率為目標，相繼宣布將採用RFID系統。RFID 產品種類更加多元，因無線數據通訊（telecommunication and informatics,簡稱telematics）以及行動商務應用的成長，使得RFID 應用更貼近消費者隨著標籤成本的降低，應用規模才可能擴大。

表1 RFID 技術發展歷程

肆、RFID無線射頻辨識系統的功能特長及應用

隨著無線射頻識別技術的日趨成熟，RFID在生活中的應用已經日趨普遍，如台北捷運公司所採用的悠遊卡就是使用RFID的辨識技術，還有許多賣場爲了防止貨物失竊，也常會在比較小的貨品內藏入RFID晶片，另美國WalMart Stores、英國Tesco、德國Metro等大型物流企業，爲提升並達成企業內部物流系統的效率目標，已相繼於2005~2006決定導入RFID，並牽動著上游業者加入的風潮。本節將依據RFID系統的特性、優點，以及RFID與條碼辨識系統的比較：

一、RFID之優點

相較於條碼的使用，無線射頻識別具有多項的優點，如下述（資策會電子商務研究所，2005）：

- （一）體積小：條碼由於體積較大，無法使其貼附於過小的物品上，RFID則可以突破此限制。
- （二）無屏障非接觸式讀取：條碼是以光學或紅外線照射方式讀取，條碼掃描器必須在近距離且無物體阻擋下，讓掃描器的光線可以直線照射到它，並且達到條碼的辨識讀取；RFID 以無線電波傳遞訊息，只要在電波範圍內，即可傳送訊號，不會有傳輸屏障之問題。
- （三）高儲存容量：一維條碼的容量是50Bytes，二維條碼最大的容量可儲存2 至3000字元；由於容量限制，無法容納獨一無二的識別碼長度，因此只能提供商品分類等資訊。然後RFID最大的容量可達到數個Megabytes，以電子產品碼（Electronic Product Code，簡稱EPC）提供統一商品識別機制。
- （四）重複性使用：條碼印刷後就無法更改，且隨著商品的壽命結束而無效；RFID可重複新增、修改、刪除標籤內的資料，方便資訊因應不同過程之需求而隨時更新，且標籤使用次數不受限制。
- （五）同時快速多方掃描：條碼感應器一次只能掃描單一條碼；RFID辨識器因本身具防碰撞的特性，可同時讀取多個RFID 標籤，辨識速度每秒高達250個。當防止碰撞功能越強時，同時讀取RFID 標籤的數量則越多，但辨識

時間也相對增加。

(六) 耐久性：條碼附於外包紙箱或塑膠袋上，容易受到折損或毀壞；RFID標籤因不需要置放於外包紙箱上，不易損壞。

(七) 安全性：RFID具有密碼保護功能，使得標籤內容具高度安全性，不易偽造或變更。且可內嵌隱藏於物品內，除大型IC製造廠外無法被仿製。

二、RFID與條碼辨識系統的比較

茲將RFID的特性與條碼的特性，整理如下(表2)：

比較項目	RFID系統	條碼識別系統
傳輸方式	以無線射頻方式（電感耦合/微波）傳送晶片內資料	以紅外線感應
資料儲存容量	為晶片開發技術，故資料儲存容量大	受條碼位元數之限制，資料儲存容量小
重覆寫入	可重覆編寫資料	無法重覆編寫
讀取方式/距離	非接觸式/0~100M	接觸式/0~2M
讀取速度	同時讀取多個	一次一個
操作環境	操作時不受光線、覆蓋及惡劣環境之影響	操作時易受光線明暗及惡劣環境之影響
破損	仍可繼續偵測使用，MTBF 為約十年	條碼毀損或不清楚時，則無法掃描使用
重覆使用	可不斷重覆使	機會低
安全性	可加密，防改寫，安全性極高	容易被偽造及竊取資料，安全性低
最大編碼	為最新的編碼標準，世界各大廠商及將推廣	已達極限，兩年後將面臨位元數不足問題
價格	現階段略高，已趨合理	較低

表2 RFID的特性與條碼的特性比較

隨著半導體技術發展及各國對RFID技術的推動與開發，使得無線射頻電子標籤與讀取器的製造成本大幅降低，因此無線射頻系統的應用領域也越來越廣。例如常見的無線射頻身份辨識卡。另一方面，由於是無線傳輸，因此系統在判別標籤時，不需要有額外的機械動作時間，故可以增加辨識速度，進而增加工作效率。例如可以應用在動物或貨物辨識、高速公路自動收費系統、門禁管制等等，有的RFID系統加入了防碰撞機制，可以同時對多個標籤進行讀取，此系統可以用於物流的管理。而高階標籤加入了加密機制，則可使用於小金額的交易，如高速公路自動收費系統。下表列舉常見的RFID應用。

應用領域	說明
門禁管理	人員出入門禁監控、管制及上下班人事管理
資源回收	棧板、貨櫃、台車、籠車等可回收容器管理
貨物管理	航空、海運、公路運輸等的行李識別；郵件、包裹處理，存貨、物流運輸管理
物料管理	工廠的物料盤點、物料控制系統；生產製造、裝配等物料管理
廢物管理	垃圾回收處理、廢棄物管控系統
醫療管理	醫藥設備、病歷控管醫院的病歷系統、藥品管制、危險或管制之生化物品管理
交通運輸	高速公路的收費系統（ETC）、車票應用（捷運悠遊卡）
防盜應用、防偽、防仿冒	超市的防盜、圖書館或書店的防盜管理票券防偽；名牌提包、衣服、食品（例如：金門高粱）等的防仿冒
動物監控	畜牧動物管理、寵物晶片識別、野生動物生態的追蹤
自動控制	汽車、家電、電子業之分類、組裝、品管、生產
聯合票證	聯合多種用途的智慧型儲值卡、集合儲值卡、紅利積點卡、醫療、身份資料在一卡
國防安全	後勤補給管理

物流管理	供應鏈、物流及存貨控管
圖書管理	圖書館管理、文件檔案追蹤
品質追蹤	成品品質追蹤、回饋
危險物品	槍枝管制

表3 常見的RFID應用

伍、RFID的技術研發所遭遇的問題

任何一項創新的科技在實行時常會遭到許多來自不同層面的挑戰及限制，而相關挑戰及限制的克服，也將成為創新科技能否持續發展的關鍵。雖然rfid有以上優點是其他辨識系統所無法比擬的，但rfid在研發的過程中、從理論到實際的應用階段，仍然遭遇到許多的問題，有些問題已經由相關研發人員所克服、解決，而欲達到市場規模則必需解決以下所面臨的難題，才能有所突破：以RFID系統而言，其面臨的挑戰分述如下：

一、成本過高

RFID雖可廣泛應用在各種產品，但價格將影響推展速度，特別是零售業或物流系統，對於價格敏感度相當高。美國號稱RFIDTag目標價格為5美分，日本也朝向推出5日圓的Tag價錢而努力，2004年RFID Tag價格約為20到40美分，看來離目標仍有一定之距離。製程之改善與市場規模量提高將是 RFID降價之兩大關鍵因素[周湘琪，2004]。天線、被動元件與晶片進一步整合，有利於降低Tag製作成本，而市場規模量之擴大，則仍有賴於標準底定後，才能提高研究發展與廠商製造的誘因。

二、干擾源問題

RFID運作主要是基於無線電波傳送的原理，很不幸的是當無線電波遇到金屬或是液體時，訊號的傳導會產生干擾與衰減，因而影響到資料讀取的可靠性與準確度。而且如果在室內環境的話，來自週遭障礙物反射或阻隔的多路徑衰落

(Multi-path Fading) 效應和直射波有時無法被偵測[簡源甫, 2003], 對於精確度而言, 更是一項極具挑戰性且必須克服的問題。

此外, 讀取器在讀取標籤時, 也會受到周遭材質與操作頻率等因素的影響。例如水與金屬等物質會吸收無線電波, 減少無線電波之能量、縮短讀取的距離, 以及限制讀取的方向性; 而環境中電磁波的強度則是另一項干擾的問題。

三、訊號讀取的精準度

以目前的技術而言, RFID讀寫器仍無法百分百的保證能夠一次讀取所有RFID標籤的資訊。因此, 對於需要仰賴精確資料來改善作業效率、提升客戶服務以及降低成本的企業而言, 資料讀取的精確性將對企業產生重大的影響。標準化是技術廣泛獲得市場接受的必要措施, 但RFID讀取器與標籤的技術仍未見統一, 不同製造商所使用的通訊協定、運作的頻率、儲存資料的格式等皆不相同, 因此無法一體適用。運作頻率是阻礙發展的重要原因, 標準與頻率不一, 將導致RFID Reader與Tag 之產品互通性降低, 進而影響精準度。

四、標準化規格的制定

標準化是推動產品廣泛獲得市場接受的必要條件, 但無線射頻識別讀取器與標籤的技術仍未見統一, 使得跨區使用成為現階段運用之障礙。這些標準化規格, 包括RFID操作頻率、互通性、標籤規格、資料儲存格式、辨識方式, 以及表示法等有關讀取器與標籤之間的通訊協定。

五、電磁波頻段法規的管制

目前RFID設備所使用的頻段分為低頻(LF, 125KHz)、高頻(HF, 13.56MHz)、超高頻(UHF, 868~915MHz)、微波(Microwave, 2.45 & 5.814GHz), 各個頻段的設備有不同的物理特性, 如讀取的距離與讀取的速度, 因此在不同應用情境中會採用不同頻段的設備 [蕭榮興等人, 2004]。然而目前各國電磁管制頻段的範圍不同, 尤其是在UHF和微波的頻段, 各國可供使用開放的頻段不甚相同。由於頻段未統一, 在跨國的RFID應用上會產生許多問題。目前RFID設備製造商正朝著提供多頻段的功能來解決, 但此舉也會造成設備成本的增加, 而不利於RFID

應用的推廣。

六、隱私權問題

隨著RFID應用的普及，當個人所擁有的物品包含晶片的同時，不免擔心在路上或是店內有被追蹤的可能性。在企業中利用無線射頻識別系統可以即時掌握物品資訊，同時用於人員監控就會有員工進出情形與活動範圍等資訊揭露的問題產生。除此之外，在醫療院所推行的電子履歷，即有可能帶來就醫者的另一項隱憂。

未來尚需各國主管機關在隱私保護的相關法令訂定遵循的方向，特別針對RFID使用上隱私權的保護，以一些流程或機制來保障，才能促使業者開發相關確保隱私的資訊技術，並提高一般民眾使用具備RFID 技術的商品與服務的意願。

陸、結論與建議

研發等於投資未來，雖然研發充滿高度風險，但即便在最不景氣的時候，也絕不能吝惜研發經費。競爭力大師波特 (Michael Porter)來台演講時便提到台灣要維持競爭力不墜，必須要善用「科技創新」，發展台灣為「創新中心」，使台灣成為亞太區域中最特別的科技島(RD Formosa)。

雖然RFID目前仍面臨許多挑戰需要克服，但不可否認的是，它的確是當代傳播科技的重要發明之一，而且前景無限。只要人類能夠持續研究、發展，可以預期在不久的未來，RFID的技術將更成熟、運用範疇漸也將更趨廣泛，它將會廣泛影響人們的日常生活，不論是在食、衣、住、行、育、樂方面，都能藉由RFID技術帶來各項生活上的便利性。

參考資料：

- 刁建成（2005）。RFID原理與應用。台北：全華科技。
- 日經BP RFID 編輯部著（2004）。RFID 技術與應用（周湘琪譯）。台北市：旗標。
- 余敬虔（2006）。無線射頻辨識防偽機制研究。國立台灣科技大學碩士論文（未出版）。
- 呂佳陞（2005）。RFID 在圖書館的應用。國立成功大學工程科學系碩士論文（未出版）。
- 李宗江（2007）。RFID手冊－無線智慧卡與識別卡之基礎與應用。台北：全華科技。
- 周正偉（2005）。「無線射頻技術應用於圖書館館藏作業即時處理」，國立成功大學工程科學系專班碩士論文。
- 林婉如（2008）。RFID無線射頻識別系統。台北：碁峰。
- 袁杰（1999）。無線電通訊技術。台北：全華科技。
- 陳宏宇（2004）。「RFID系統入門無線射頻辨識系統」。台北：文魁資訊出版社。
- 陳宏宇（2004）。RFID 系統入門－無線射頻辨識系統。台北：文魁資訊。
- 陳志華（2005）。以提升病人安全為目的之RFID 手術室醫療系統規劃與研究。台灣大學管理學院商學組碩士論文（未出版）。
- 陳瑞順（2008）。RFID概論與應用。台北：全華科技。
- 楊智超（2006），「一個以RFID為基礎的定位機制」，國立交通大學資訊管理所碩士論文2006。
- 溫榮弘（2006）。圖解RFID。台北。全華科技。
- 葉明貴（2006）。無線射頻識別技術(RFID)規劃與實施。台北：全華科技。
- 鄭同伯（2004）。RFID EPC 無線射頻辨識完全剖析。台北：博碩文化。
- 盧菲菲（2005）。「像電達一樣的讀卡器－RFID-Radar Reader」，RFID射頻快報，第11期。

產品發展因素之探討，以電話的發展為例

李怡慧

國立臺灣師範大學工業科技教育系碩士生

壹、前言

產品發展的歷程，與生物的演化過程有其相似之處。Darvin 在 1859 於「物種起源」(The Origin of Species)一書中提出演化的理論——古代生物滅絕後，新生物由先前的生物演化而生存下去，並不斷地循環此過程；對個體差異和變異的保存，或是毀滅有害的變異的稱為自然選擇，即最適者生存(葉篤莊、周建人、方宗熙譯，1998)；而 Basalla(1988)認為：「器物的演變是代代承襲的結果。」，產品的發展遵循此演化法則，是保留人們所需要的外形與功能，因應人類的需求、改良現有的問題，一代代的發展呈現。

目前所見到的產品，大多都是歷經一代代的改變、發展而來；然而，是什麼因素影響產品的發展呢？是否產品的發展有其依循的法則呢？因此，本文將試探討出影響產品發展的因素為何，並以生活中常見的電話為例，分析影響電話發展的因素。

貳、產品發展的影響因素

產品的演進是人類需求的反映、技術進化的結果、人工器物多樣性的呈現(林人龍、黃進和、宗靜萍，2004)。對於產品發展的影響因素，學者有不同的看法：

(一) 林耀聰(2005)認為：人類科技產品創新發展的因素，可分為：(1)因觀察而產生創意靈感；(2)為了解決問題，而有新的發明創造；(3)由於專利制度，而增強創造發明的動機；(4)由於應用了新科學、新技術與新材料。

(二) 曾坤明(1979)認為：科技創新產品的發展，是因為：綜合多種要素的組合而發展，將不同的設計需求綜合一體以產生整體功能，這些需求包括：工學上的需求、人體工學上的需求，與美學上的需求等。

(三) 陳正芬(2004)認為：科技產品創新的發展，是考量各種功能：譬如美觀、

使用簡便、功能或功效、符合經濟效益等。

(四)郭恩慈、蘇珏(2007)認為：產品創新的因素為科技、經濟與美感。

綜合上述，影響產品設計發展的因素有功能、人體工學、美感與經濟考量…等，而觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明、產品定位、成本…等六項項，為實際引發產品演變的因素，故本文所採用引發產品演進發展的因素整理於表 1，並分四點探討如下：

表 1

影響產品設計發展的需求 實際引發產品發展的因素	功能 需求	人體工學 需求	美感 需求	經濟 需求
觀察周遭環境	■		■	
解決生活問題	■	■		
引起發明動機	■	■	■	
應用新知與新發明	■	■	■	
產品定位				■
成本				■

(一) 功能需求

1. 觀察周遭環境

- (1) 就地取材，如：原始人以獸皮為衣(林耀聰，2005)。
- (2) 觀察大自然，如：天文曆法與魔鬼沾的發明(陳秀蓮譯，1987；成寒譯，2001)。
- (3) 偶然發現，如：3M 的便利貼(張洋，2000)。

2. 解決生活問題

- (1) 環境差異，如：美國的斧頭是改良自歐洲的斧頭(林耀聰，2005)。
- (2) 解決問題，如：叉子的發明，是為解決只使用刀的不便(陳正芬譯，2004)。

3. 引起發明動機，如：專利制度帶來的名與利、滿足個人的創造力與藝術天份、帶來銷售量…等。

4. 應用新知與新發明

- (1) 應用所學，如：個人工作經驗、技術、科學原理…等。
- (2) 應用新發明，如：使用新材質、新產品、新技術、新工具機…等來改良舊器物。
- (3) 應用新能源動力，如：車子的動力由畜力、蒸汽機、內燃機…等的改變，所使用的能源由石油轉變為油電共生…等轉變。

(二) 人體工學需求

1. 解決生活問題

- (1) 環境差異，如：美國的斧頭是改良自歐洲的斧頭(Basalla，1988)。
- (2) 解決問題，如：石斧被改良其重量、材質…等，使用起來更為省力便捷(曾坤明，1979)。

2. 引起發明動機，如：專利制度帶來的名與利、帶來銷售量…等。

3. 應用新知與新發明

- (1) 應用所學，如：個人工作經驗、技術、科學原理…等。
- (2) 應用新發明，如：使用新材質、新產品、新技術、新工具機…等來改良舊器物。

(三) 美感需求

1. 觀察周遭環境，模仿、截取其外觀的尺寸、材質、色澤…等。
2. 引起發明動機，如：個人設計理念、產品定位需求、帶來銷售量…等。

3. 應用新知與新發明

- (1) 應用所學，如：個人工作經驗、技術、科學原理…等。
- (2) 應用新發明，如：使用新材質、新產品、新技術、新工具機…等來美化舊器物。

(四) 經濟考量

- (1) 產品定位，如：定位的客群是學生，則整體所使用的成本不能過高，否則會售價太高，銷售量不佳；反之，若產品定位為精品，則整體設計要有質感，售價不能太低，以突顯其價值。
- (2) 成本，如：生產原本所需的材料成本過高時，可能會改變產品

所使用的材料。

參、以電話發展為例，探討產品之發展

由於電話是生活中極為常見的產品，其發展歷程與上述的產品發展因素息息相關，因此以下就電話的發展為例，探討產品之發展。

一、由「大聲喊」，發展為使用透過栓在繩子兩頭的震動板來傳話。

人類很久以前，就希望能將聲音傳到遠距離的地方，偶然發現隨手將兩塊板子以繩子的綁住（如圖 1），可聽到對方的聲音(都勇譯，2003)。因此綜合上述，其發展因素為功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題，以及引起發明動機。



圖 1 震動板示意漫畫

資料來源：出自都勇(2003)

二、由使用透過栓在繩子兩頭的震動板來傳話發展為最早的手搖式電話，使用人工接線生接通。

使用震動板，還是無法隨心所欲的將聲音傳至遠方，而且美國貝爾的母親與妻子皆是聾人，使他對於「講話」有一種特殊的興趣。於是貝爾仔細研究留聲機與電報的原理，發現聲波可以加到同一個簧片上，再結合電報裝置，形成最初的電話機結構。然而，此裝置因聲波力量太小，無法推動簧片，但他偶然聽見吉他聲，想到可以利用助音箱以提高聲量，於是結合這些，發明了第一台電話；而當時的電話還必須倚靠手搖曲柄通知接線生，而後才演變為拿起電話就自動通知接

線生；電話較為普及後，成為另一種高尚生活象徵，造型由簡潔風轉變為華麗風見圖 2 所示，(林玉周，2003；林為民，2006；都勇，2003；Williams,1987)。



圖 2 手搖式電話

資料來源：出自林為民(2006)

因此綜合上述，其發展因素有(1) 功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明(2)人體工學需求：解決生活問題 (3)美感需求：觀察周遭環境、引起發明動機 (4)經濟考量：產品定位。

三、由最早的手搖式電話發展為自動撥號系統電話。

由於最早的電話要靠接線生溝通，耗時且耗人力，美國的斯特勞格利用電的原理，設計一個自動系統，這個系統可以通過轉盤(如圖 3)或按鈕(如圖 4)直接撥號碼，不必等待人工接電話(Williams,1987)；另外受撥號型式的影響，造型也有所改變，如撥盤式電話需要考慮手的操作，位置多設於便於手動操作的位置，而後 1931 年至 1970 年因塑膠材料的廣泛使用與加工技術成熟，使得電話的外觀由華麗轉變為簡潔、便利、光潔等機能感，而 1971 年之後，因社會高度經濟成長，人類生活轉向科技化與精緻化，電話普及率達百分之九十五，電子技術成熟，使得電話造形轉變為細節處理細緻，外形具科技感，(林玉周，2003)。



圖 3 轉盤式電話

資料來源：出自超愛貓(2006)



圖 4 按鍵式電話

資料來源：出自雅虎拍賣網(2008)

因此綜合上述，其發展因素有(1)功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (2)人體工學需求：解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (3)美感需求：觀察周遭環境、引起發明動機、應用新知與新發明(4)經濟考量：產品定位、成本。

四、由自動撥號系統電話發展為無線電話。

自從電話發明後，人類充分享受現代資訊社會的方便，但這只是一個開始，普及範圍不廣，隨著無線電報和無線廣播的發明，人們希望能有一種可隨身攜帶、不用電話線路的電話(如圖 5)；加上兩次大戰的需要，人類學習使用短波的電磁波與大型積體電路，發明步話機與對講機(林為民，2006)，而現代的對講機體積大幅縮小，如圖 6。



圖 5 隨身攜帶對講機

資料來源：出自維基百科(2008)



圖 6 對講機

資料來源：出自維基百科(2008)

因此綜合上述，其發展因素為功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明。

五、由無線電話發展為手機

由於無線電話的通訊系統容量有限，極易受大氣干擾，並且隨著人類對電磁波研究的深入和小型積體電路的問世，科學家製造了手機，它主要由送受話器、控制組件、天線與電源四部分組成，其中所需電力完全靠自備的電池來供給，不必倚靠外來的能源，體積也大幅縮小，其最初發展的手機如圖 7，目前並依客群定位而製造不同型式的手機(林為民，2006；Williams,1987)。



圖 7 最初發展的手機

資料來源：出自汶汶(2006)

因此綜合上述，其發展因素有(1)功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (2)人體工學需求：解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (3)美感需求：觀察周遭環境、引起發明動機、應用新知與新發明(4)經濟考量：產品定位、成本。

六、由手機發展為網路電話與多功能手機。

在網路化的今天，手機僅作為通話的工具是一種浪費，因為手機是最好的個人化用品，許多人投入開發手機的新功能，如：PDA 手機、具藍芽傳輸功能、具上網功能、連結電腦與印表機設備…等，如圖 8(林為民，2006)。而隨著網際網路的發達，以及網路通訊具備成本低廉及多媒體通訊的優勢，促使網路電話的發展與成長，如圖 9(卜賢琳，2005)。



圖 8 多功能手機

資料來源：出自手機王(2008)



圖 9 網路電話界面

資料來源：出自認識 skype(2008)

因此綜合上述，其發展因素有(1)功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (2)人體工學需求：解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (3)美感需求：觀察周遭環境、引起發明動機、應用新知與新發明(4)經濟考量：產品定位、成本。

電話的發展，在不同的階段，影響其改變的發展因素也不盡相同；但可從上述的分析得知，由最原始的大聲喊至現今的電話，愈接近現代的產品，其功能愈完備，用起來更為直覺，外觀也愈多變，而且也越能研發出多種不同的款式以符合各種消費者的需求，探究其發展的影響因素，可發現產品發展是傾向功能齊備、人體工學舒適便利、符合美感與經濟層面等四方面的需求，亦允為影響及改變電話發展的因素。

肆、結語

綜合前述多位學者的論點，可歸納出影響產品發展的因素包括：(1)功能需求：觀察周遭環境、解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (2)人體工學需求：解決生活問題、引起發明動機、應用新知與新發明 (3)美感需求：觀察周遭環境、引起發明動機、應用新知與新發明(4)經濟考量：產品定位、成本。

而在電話發展的歷程是由「大聲喊」轉變為「震動板」，再由貝爾發明了「手搖式電話」，進而改良為「自動撥號電話」，而後發展為「無線電話」，再進一

步演變成「手機」，最後發展了「多功能手機」與「網路電話」。上述四類產品發展的因素，在電話發展的每個階段，均呈現了相當的影響力。

筆者期盼、上述以電話的發展為例，對產品發展因素之分析，以及對產品研發脈絡之剖析結果，能夠對國內科技教育學者，在研究產品研發之工作上，能具有參考的價值。

參考書目

- 卜賢琳(2005)。以技術預測方法探討傳統電信網路及網路電話的發展。中原大學資訊管理研究所碩士論文。全國博碩士論文資訊網，093CYCU5396046。
- 手機王(2008)。NOKIA E71 產品介紹。2008 年 10 月 11 日，取自 <http://www.sogi.com.tw/product/productInfo.aspx?pno=4217>。
- 成寒(編譯)(2001)。小錯誤大發明。臺北市：健行文化出版公司。
- 汶汶(2006，7 月 15 日)。1970 Motorola 最早的手機【第 82 則訊息】。發表於 <http://mwd.hk/cgi-bin/bbs/topic.cgi?forum=84&topic=5>。
- 林玉周(2003)。電話機的造型演變之研究。樹德科技大學應用設計研究所碩士論文。中華博碩士論文摘要，091STU00619026。
- 林為民(2006)。科學的 1000 個瞬間——改變人類歷史的發明與發現。臺北：究竟。
- 林耀聰(2005)。由科技史探討發明創新的因素。生活科技教育月刊，38(1)，2—14。
- 張洋(2000)。創意靈感跳出來。臺北：晨星出版社。
- 郭恩慈、蘇珏(2007)。中國現代設計的誕生。台北縣：聯合。
- 陳正芬(譯)(2004)。Petroski, H. 著。小處著手——追求完美的設計(**Small things considered: why there is no perfect design**)。台北市：時報文化。
- 陳秀蓮(譯)(1987)。圖說科學技術史(上)，譯自：(日)平田寬。臺北：牛頓出版社。
- 葉篤莊、周建人、方宗熙(譯)(1998)。Darwin.C. 著。物種起源(**The origin of species**)。臺灣商務，臺北。
- 雅虎拍賣網(2008)。~美麗鋼琴師割愛~早期有線電話按鍵式~古董~復古~稀有~阿嬤的收藏，取自 <http://tw.f5.page.bid.yahoo.com/tw/auction/e28071909>
- 超愛貓(2006，6 月 18 日)。轉盤電話。發表於 <http://www.twbbs.net.tw/1133229.html>
- 維基百科(2008)。無線對講機。2008 年 10 月 11 日，取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AF%B9%E8%AE%B2%E6%9C%BA>。
- 認識 skype(2008)。2008 年 10 月 11 日，取自 <http://www.sogi.com.tw/product/productInfo.aspx?pno=4217>。
- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. Cambridge University Press.
- Williams, T. I. (1987). *The history of invention : from Stone Axes to silicon chips*. Great Britain: Macdonald & Co Publishers.

增長科技研發能力之教學目標及策略

蕭佩如

國立台灣師範大學工業科技教育學系 研究生

壹、前言

在瞬息萬變的社會，人類不斷的創新以追求理想的實現，將科幻王國的虛擬世界轉變為真實，將不可能轉變為可能，這就是科技的魔力。人們運用科學方法，探索自然，用科技方法解決生存及生活問題，並進而運用所獲知的科學原理及科技研發的創新科技來創造更符合人類生活的新世界。

時至今日，科技影響人類甚巨，範圍亦包羅萬象，從民生基礎的食衣住行，進而到育樂層面，為因應人們對生活品質要求的提升，科技產品不斷被創新及修正，科技研發的不斷向前趨進以滿足人類需求（ITEA，1996）。

研究發展並不是只有從事設計工作的人才能去做，因為科技對每一個人的生活都密切相關，倘若每一個人能夠對自己所應用的科技發揮一點改良創新的作用，則不但會使所用的科技更能貼心的為自己服務，也能對全人類科技的發展，產生貢獻，而這個改良創新的能力，就是科技研發能力(research and development skills)。

王光復在2008年提出所謂的科技研發是研究科技創意，分析其價值、用途、待解決的難題，並透過設計和製作，發展出解決方案，以建構模式或原型，經由反覆測試、修改，使其符合原設想的設計構想，將成品發展趨於商品化，能夠更貼近使用者的需求，研發成果包含新產品、新程序、新策略或新的科技服務。而能力則是有效執行工作所須知道的知識、操作的技能和具備的態度（李隆盛，2001），故所謂的科技研發能力為有效的知悉科技研發能力的相關知識，並經由點子發想，操作製作過程的修正、問題解決等步驟，最後完成新產品、程序、策

略及科技服務的能力。

身為現代公民應培養科技研發能力，從日常生活著手以帶動整體科技水準的邁進，而在教學上應該如何培養學生具備科技研發能力呢？本文先指出科技研發的教學目標，再根據各項教學目標提出適切的教學策略，期能對日後增進學生科技研發能力有所助益。

貳、增進科技研發能力的教學目標

要訂定增進科技研發能力的教學目標，必須先了解科技研發能力包含哪些內容，科技研發能力包括會研究、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（王光復，2008）。思考層面有發現問題、判斷、對商機的洞察力等，技術層面則包含解決問題、故障排除、執行實驗、測試、改良及展示等等，科技研發能力的養成不單單只是認知的提升，還包含技術的訓練及製程實際的操作與執行。

教育部發佈的九年一貫課程綱要自然與生活科技領域的課程目標共有七項，其中與科技研發能力相關的課程目標有：1.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。2.培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。在運用科技相關技能之前，必須對科技知識有所理解，才能夠發想、設計、選擇適切的方案，以創造出實際可行的成果。

根據國際科技教育學會於 2000 年發表科技素養的標準：科技教育的內容，明確地提出科技教育應涵蓋的二十項科技素養標準，其中與科技研發能力相關素養標準有三項，分別為：1. 學生應了解設計的特質。2.學生會工程設計。3.學生能夠執行設計程序。學生在執行科技研發計畫前，必須先知曉設計的內涵，而後再依照設計的要素來擬定研發計畫，最後根據設計程序真正創造出成果，則為學生必須具備的科技研發能力素養的標準。

統合以上理念及標準，可知曉欲增進學生科技研發能力，其教學目標包含知能及技能兩層面，其中知能包含兩大要素：發現及思索，分述如下：

- 一、發現問題：對生活的洞察力，觀察生活週遭事物，亦即能夠發現問題、可改進的產品、程序、策略或服務等。
- 二、思索解決方案：了解問題後，必須思索策略來解決問題以提升生活品質，包含閱讀相關文獻、蒐集相關資料，理解內化後將構想以文字、圖像、口語等方式呈現，具邏輯性的設計可行計劃。
- 三、選擇適切的執行策略：並非所有的設計方案都能夠執行，學生必須要能夠判斷哪些計畫執行力高，能夠真正解決問題；哪些計畫缺乏完整性的思考，必須加以修正。

科技研發能力除了知能的培養，技能方面更是不可輕忽，而技能的教學目標，如下所示：

- 一、執行設計的解決方案：學生須必須能夠執行設計的規劃、產品的製作、測試、檢討及記錄，真正的執行才能夠了解問題所在，並從經驗中得到新知，及累積個人技能操作的熟練度。
- 二、發現缺失、修正、改良：學生在設計執行的過程中發現錯誤或突發奇想更好的策略，須能夠及時修正，對最初的構想加以改良後，執行修正的策略，讓最後的產品更趨完美。
- 三、評量成品：學生從構想到實際的計畫執行，能夠體驗到哪些因素是無法實際操作的，根據成品與設計的構想比較，那些部分是無法達成的，哪些部分是修正後更加完善的，對最後的成品加以評量，除了自我評量，亦能複習整個學習過程，使整個學習概念更加內化。
- 四、產品商業化：學生製程的成品除實物外，還包含程序、策略及服務，都是對生活有助益而用心改良的，故必須宣揚其功能，讓大家知道研發產品的優點，才能夠真正發揮成品的製作的目的及功能。

為讓學生達到增進科技研發能力的教學目標，必須配合適切的教學策略，才能夠促發學生學習，確實達成科技研發能力增長的教學目標。

參、促進科技研發能力的教學策略

教學策略繁多，然而要選擇適切的教學策略以培養學生科技研發能力必須掌握科技研發能力的教學原則，強化學生科技應用管理及事務處理能力，並透過教學活動，瞭解、體認產品的性能、運用、評估及操控管理，其中教學主題及活動設計應著重問題解決能力，而非理論探討（王光復，2008）。科技研發能力的首要工作雖是讓學生具有知能才動手操作，但光有知能卻無法將設計、創意構想實現，所以整體教學重點應放在實作能力的訓練，在實際操作過程中發現問題、修正，並加以改良，最後將成品商品化，實際販售。期盼學生在整個科技研發過程深刻體驗實作的困難及限制，與原本構想的差距，調整後解決問題將成果產出，這種深刻的經驗是必須讓學生親自體驗的。

為了讓學生達成科技研發能力之教學目標，以下分別就知能及技能的各项目標分別提出適切的教學策略，知能三大教學目標：

一、發現問題：

- （一）創造思考策略：創造思考為主動的探索、促進點子發想的教學策略（上官百祥，2008），有助於學生對週遭事物的重視，對生活有不同的創意思維，進而生活中的發現問題。
- （二）競賽策略：學習過程中利用比賽的刺激來提高學生學習動機，可設計競賽活動讓學生列舉發現生活中有哪些產品、策略、程序、服務是有問題的，發現愈多問題者或小組即可獲勝，利用個人或小組間的競賽來增強學生思考。

二、思索解決方案：

- （一）科技系統整合策略：藉由統合整個科技領域系統，讓學生對科技系統有全盤概念建立，有助於界定問題的範疇、內容，進而尋求相關解決之道。

- (二) 創造思考策略：設計能夠激發學生創意思考的教學活動，使學生能夠主動探索可能的解決方案，對解決方案促發新點子。
- (三) 問題解決策略：透過問題選擇、解決方案設定等程序來培養學生創造思考及解決問題能力（上官百祥，2008）。問題解決教學策略可讓學生漸次依循計畫逐步達成階段任務，有助於其思考訓練模式（蔡麗娟、陳芳慶，2008）。問題解決策略意旨從發現問題後學生必須思考可行的解決之道、選擇並調整之，整個發想、選擇、操作、修正的過程，能夠促進學生概念的建立，使其思考模式更趨完善。
- (四) 科際整合策略：透過與其他科目的連結，學生可思考所發現的問題是否能夠運用其他科目的專業知識來協助解決問題，使其思維加深、增廣。
- (五) 產業認知策略：藉由科技系統與工業產品或服務的整合，認識系統知能於工業上的應用（上官百祥，2008）。瞭解科技系統在實務上的應用，有助於學生比照類似的解決方案，而運用此方式來解決問題。

三、選擇適切的執行策略：

- (一) 概念學習策略：利用概念學習能讓學生建立更完整的科技系統概念，確切的了解問題所在，思索解決方案與問題的概念是否符合，足以解決問題。
- (二) 問題解決策略：在此學習策略模式下，有助於學生思考適切的解決方案，循序漸進的界定問題，以尋求相關可行的解決策略。
- (三) 合作學習策略：合作學習能夠延伸學生的學習觸角，小組成員可針對自己計畫的解決方案互相給予意見，共商執行力高，且效能最佳之策略。

技能方面，針對四大教學目標，其適切的教學策略如下所述：

一、執行設計的解決方案：

- (一) 問題解決策略：學生實際執行所規劃的解決方案，以解決所發現的問題。
- (二) 合作學習策略：小組成員共同執行解決方案，除能培養與他人相處的良性互動，亦可建立組員互助的態度、行為，使問題解決策略執行效能提升。

(三) 協同教學策略：協同教學策略是整合老師個別專長的教學策略，由老師或學習小組的輪動，讓學生接受不同專長教師的指導，以增強學習效果（上官百祥，2008）。針對學生多元的解決方案，可安排不同專長的教師來協助計畫執行，使學生能夠得到最多學習資源、最專業的指導。

(四) 快樂學習策略：在學習環境營造快樂的學習氛圍，學生在執行問題解決策略時，不給予學生壓力，反而多多給予鼓勵，在無壓力的環境下讓學生快樂的學習。

二、發現缺失、修正、改良：

(一) 問題解決策略：執行所規劃的解決方案，過程中必定會發現構想與現實的差距，所面臨的問題是原本無法預測的，必須立刻修正、改良解決方案，使問題得以解決。

(二) 創造思考策略：在執行解決策略時，倘若遇到瓶頸、問題時，必須立即思考其他可行方案或瓶頸的解決之道，腦力激盪來思考策略。

(三) 合作學習策略：遇到困難時，組員必須共商解決之道，提出自己的見解、給予意見，蒐集更多的看法、建議才能讓策略順利的進行。

三、評量成品：

(一) 競賽策略：評量的對象可能為老師、同學、組員、自己或其他人，根據規劃的產品、策略、程序或服務，評量執行的完成率、設計構想的創意、機能、美觀等面向，比較個人或小組的積分，鼓勵高分作品，並分享。

四、產品商業化：

(一) 產業認知策略：在推銷自己的產品之前，必須對相關產業的運作、特性有所瞭解，知曉如何推銷自己的成品。表現所設計產品的特色，擅用廣告手法，使得成品能夠大放異彩。

(二) 合作學習策略：善用小組分工合作的方式，組員利用自己的專長來宣傳成品，有人負責銷售、有人負責製作、有人負責製程管理等，各司其所，使成品從無到有的過程標準化，才能製造最大商機。

(三) 創造思考策略：成品從規劃、製作、管理到實際銷售都可能面臨困難，在成品商品化的階段必須突發奇想異於他人的宣傳手法，彰顯成品的特色，令人有非要不可的欲望。

(四) 競賽策略：善用小組競賽策略來激發學生產品商品化的潛能，如依銷售量來做為計畫成功與否的依據，相信學生必會全力以赴。

教學策略是為達成教學目標的手段，對教師而言，使教學方向明確，實施課程計畫讓教學效能得以充分發揮；對學生而言，在學習過程中，能夠從教師身上獲得最大的回饋，促進自我成長。善用教學策略不單單只是課程設計的一個環節，而是攸關教學成功與否的重要關鍵。教師在教學前務必審慎考慮適切的教學策略，才能讓師生在教與學的過程獲得最豐盛的收穫。

肆、結語

在現今社會中，科技研發能力為現代國民不可或缺之素養，從日常生活為提升生活品質的科技研發到攸關國家安全的科技研發都與人類息息相關。而教育的重責大任必須將科技研發能力傳授給學生，才能致使未來新人類兼具這種不可或缺的能力。

而根據科技研發能力的特色，本文歸納出知能及技能兩大類的教學目標，根據其內容分為七項課程目標，分別希望學生能夠：1.發現問題，2.思索解決方案3.選擇適切的執行策略，4.執行設計的解決方案，5.發現缺失、修正、改良，6.評量成品，7. 產品商業化。為使教學能夠確實達成教學目標，依照各教學目標分設不同的教學策略，期盼學生在學習過程中能獲得最大的收穫，在實作的過程深刻感受、體驗，以培養科技研發能力。

參考資料

上官百祥（2009）。科技教育教學策略研究。未出版手稿，國立台灣師範大學工業科技教育系，台北市。

王光復（2008）。生活科技應重視研究發展能力之培育。生活科技教育月刊，41（4），1-2。

王光復（2008）。如何實施教學活動以增強研究發展能力。生活科技教育月刊，41（4），3-10。

李隆盛（2001）。美國能力本位課程發展模式。就業與訓練，19（3），37-45。

教育部（2003）。九年一貫課程綱要-自然與生活科技領域。2009年5月12日，取自<http://teach.eje.edu.tw/9CC/3-2.php>

蔡麗娟、陳芳慶（2008）。問題解決模式的合作學習--以紙飛機為例。生活科技教育月刊，41（5），61-90。

International Technology Education Association(1996). *Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, VA: Author.

International Technology Education Association(2000).*Standards for Technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: Author.

科技研發的風險

陳嘉斌

國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

壹、前言

企業為進入及占領市場而致力於科技研發，因為科技研發是企業與其他競爭者形成差異化的主要關鍵，科技研發是針對現實問題，研究找出最佳解決方案，測試其可行性，並研究如何縮短製程、降低成本、增進品質、以及再發展出最適合的商品化型態，以便把所創造的新科技產品、新科技製程、或新的服務，推入市場，而謀取獲得最大收益。

但是任何一項投資都相應的會帶有風險。越尖端的科技研發，越有突破性的新科技研發，所必須投入研發資金越大，研發所需時間也越長，同時無法掌握(及難以克服)的不確定因素也越多或越大，其結果所帶來的失敗風險也越高。譬如：在醫藥科技方面，輝瑞藥廠(Pfizer)所研發的吸入式胰島素(商品名：Exubera)，由於市場銷售欠佳，不得不停止一切有關吸入式胰島素的研究，而原所投入的研發資金28億美元就完全損失了(健康報,2007)。在運輸科技方面，上海磁懸浮運營不到四年已累計虧損四十四億台幣、負債總額高達三百多億(大陸新聞中心,2008)，另外前朝扁政府花五億美元投資研發華揚史威靈新航機更是血本無歸(王莫昀等,2008)。

如何正視這種科技研發的風險，並進而積極減少與規避科技研發時所面臨錯綜複雜的不確定性狀況，並預做妥善的系統分析(Systems Analysis research)及規劃管理，以降低風險乃是科技研發時的首要任務。

為了深入探討「科技研發的風險」，本文將從「風險的意義及分析」討論起，然後討論「風險的管理(Risk Management)」，最後提出「科技研發風險的對策」，

希望對科技教育學者，在從事「科技研發」之方法研究時，能具有參考的價值。

貳、風險的意義及分析

一、風險的定義

段開齡(1981)則將風險定義為一定情況下之不確定性，則此不確定性係指：

- 1.發生與否不確定。
- 2.發生之時間不確定。
- 3.發生之狀況不確定。
- 4.發生之後果嚴重程度不確定。

鄭燦堂(1995)認為風險的定義主要有以下兩種：

1. 風險就是事故發生的不確定性，不確定性不一定是負面的，亦有充滿希望的一面。
2. 風險就是不利事件發生而遭受損失的可能性，會造成損失的意外事件成為不利事件，不利事件發生的機會越高，風險就越高。

鄧家駒(1998)則將是風險界定為：風險乃是由於其未來結果的不確定性，而可能造成人身或者財務方面的、非預期的利益或損失。其所界定的風險基本上為可衡量的風險，此類風險大小取決於兩個因素：

1. 未來結果不確定性高低。
2. 可能帶給人身或者財務損益與利弊之大小。

二、風險之類型

根據上述我們知道風險是指一種不確定的狀態，但並非是具體科技研發影響損失發生的原因，依照最常見風險分類，其分述如下：

1. 純粹風險(pure risk)：係指「僅有發生損失，而無得利機會的風險」，例如：汽車因碰撞而受到損失的風險，而保險所處理的風險，主要是純粹風險。
2. 投機風險(speculative risk)：係指「損失、得利之機會同時兼有的風險」，

例如：股票價格變動所產生的風險，若股價下跌則損失發生、但若股價上漲則可能獲利。

3. 靜態風險 (static risk)：係指發生原因導致於自然界不正常的變動或人為錯誤與不當所引起的風險，例如：地震、火災、車禍、颱風、水災等天災人禍。
4. 動態風險 (dynamic risk)：指政治、經濟、社會或科技因素使社會環境變遷，因而產生的風險，非個人能力所能操控的，常與經濟及社會變動有密切關係，例如生產技術之改進。
5. 財產風險：指個人財產發生各種直接或間接損失的風險，例如：廠房遭遇火災、設備與存貨等有形資產的損失，造成直接的損失，因廠房毀損而不能繼續生產所導致的收入減少即為間接損失。
6. 人身風險：科技研發的過程中，最可能遭遇到的人身風險，係指因員工傷殘、疾病、辭職、退休以及死亡，對企業所造成損失的危險，這些危險不但影響員工本身繼續生活的能力，也造成企業在科技研發經費在人力資源以及生產力上額外的費用支出。
7. 責任風險：指對他人的財產或身體造成損害時，依法對他人應負賠償責任。例如企業責任風險則是指企業在生產以及行銷等經營過程中，對第三人造成身體或財產上之損害，而使企業在法律上應負的民事賠償責任之風險。
8. 政治風險：係指因有不可預期的政治事件而造成企業收益或獲利能力的可能性，例如：徵收、內戰、國際戰爭、貿易限制等等，而一般的商業性保險業者不予承保此類風險。
9. 財務風險：財務風險，一般又可稱為金融危險、金融風險，係指企業在資金融通過程中，因事先無法預測之不確定因素影響，導致經濟主體之實際收益與預期收益發生偏差，而蒙受損失或獲得利益之可能性。
10. 市場風險：市場風險，則係指因流行的變更、消費者嗜好的改變、季節性循環的價格變動而導致損失或獲得利益的可能性之風險，亦有論者稱市場風險為價格風險 (price risk)。

11. 生產風險:當企業生產所用之物料來源缺乏或足夠、關鍵技術無法提升或適時提升、或機器設備效能不足夠或足夠有效使用等因素而導致企業損失或獲得利益之情況者，即屬於生產風險。
12. 創新風險:所謂創新風險，指因新技術、新材料、新式樣、新商品等因素而導致企業蒙受損失或獲得利益之可能性的風險。

參、風險的管理

在科技研發過程中，要能夠完全掌握產品的特性，必且能達到科技研發所預期的預算、品質與目標，所以在執行科技研發前，必須要能有一套完善的計畫，而其中最難掌握是無法提早發現潛在的風險，導致科技研發時遭遇挫折，所以在科技研發前一套良好的風險管理是必須的，風險管理之建立，是開始於1931年美國企業管理協會的保險部門首先提倡，1957 年美國保險管理協會才開始重視風險管理的觀念，並成立教育委員會協助美國各大學推廣風險管理教育，到現在，風險管理已成為當今世界風險的專有名詞。

風險管理係指經濟個體如何整合運用有限資源（Resources）使風險所導致之損失對個體之不利衝擊降至最低的一種管理過程（宋明哲，1998）。其內容可分為風險辨認、風險衡量、風險處理、經濟評估與風險控制及風險稽核等五大項，由於經濟評估與風險控制及風險稽核兩項目，與本文較無直接的關聯，因此，以下僅針對前三項內容進行說明。

一、風險辨認（Risk Identification）

所謂「辨認風險」係指認識損失發生之可能性。認識損失發生之可能性是在確認損失根源之所在、性質及範圍。同時亦包括確認導致損失之有效、積極及真接之原因。前者謂之危險因素之辨認，後者則屬於危險事故之分析（宋明哲，1998）。辨識風險必須有系統且持續進行，更需嚴格分類且恰如其分地評估其嚴重程度（雷勝強，1999），風險辨識程序如圖1所示。

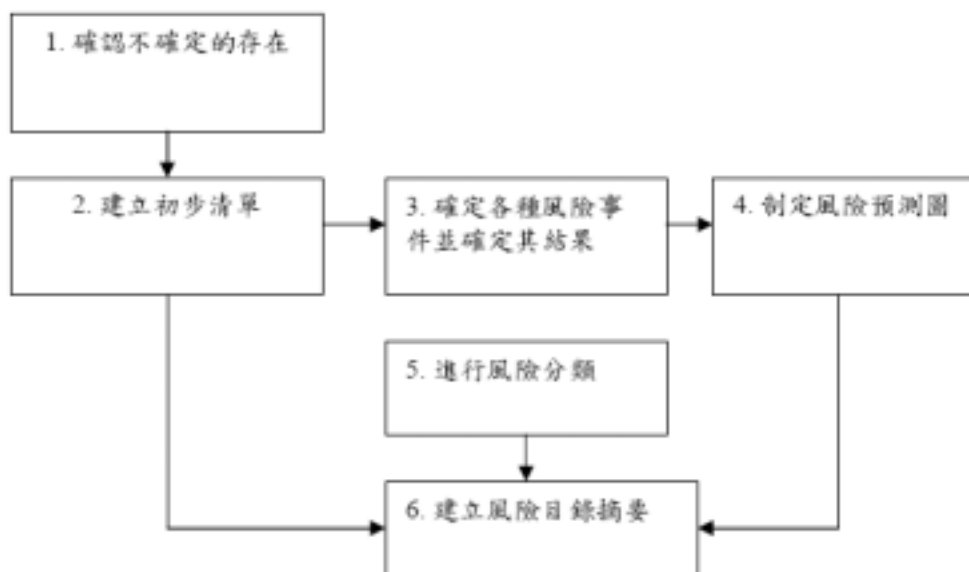


圖1 風險辨識程序圖

資料來源：（雷勝強，1999）

因人們無法察覺風險的存在，因此，風險的確認在風險管理的程序中最為重要。

二、風險衡量（Risk Measurement）

風險辨認後，下一個步驟即對風險作適當衡量。企業風險管理人員在認知企業所面臨之各種風險後，應即對各種風險可能引起之損失加以衡量，以決定其相對重要性，進而選擇適當風險管理工具（王志文，1998）。

三、風險處理（Risk Treatment）

風險管理的第三步驟為風險處理，風險處理有五種對策：風險規避(risk avoidance)、損失之預防(Loss Prevention)、損失抑制(Loss Reduction)、風險單位之割離(Segregation)、風險轉移(Risk Transfer)（宋明哲，1998），各類風險對抗策略整理如表1所示。

表1 各類風險對抗策略

對策名稱	性質	適用情形	備 註
規避	企圖使損失頻率等於零之行動。	損失頻率及幅度均極高時。	在特定範圍內有效，不但個別經濟單位免除了風險且整個社會亦可免除。
預防	降低損失頻率。	損失頻率高且損失幅度低時。	與規避不同。規避有使損失頻率等於零之企圖。
抑制	縮小損失幅度。	損失幅度高且損失頻率低時。	有時與預防甚難嚴格區分。
割離	增加風險單位使損失易於測度。	原有風險單位極少或失其原有功能時。	可分為分離及儲備。
轉移	轉移法律責任予非保險人之他人。	需要由非保險之他人承擔某一行動時。	與風險理財型之非保險轉移不同。

資料來源：（宋明哲，1998）

肆、科技研發風險的對策

在不同時空環境背景下，科技研發的進行，常常會遭遇到許多不同型態的資源、法規和技術能力以及技術經驗的限制，而在科技研發的進行過程中，應該對其科技研發的風險進行相當的規劃，透過良好的風險管理可以有效且適當地進行資源分配以及配置，降低潛在研發的風險，使科技研發如期進行，以達到其原有的目標，當我們考慮環境中許多不確定因素對科技研發的干擾，則科技研發的風險管理的安排與執行將會變得非常複雜。為了能掌握科技研發的進度，必須考量科技研發的不確定因素發生機率與風險產生後造成對科技研發的衝擊程度，可見在科技研發時風險管理之重要性。以下本文提出科技研發時對抗風險應有之對策：

1. 企業在科技研發上應以替代性較低的產品作為研發的目標

由於科技研發的速度相當的快速，往往一項科技產品的問世到沒落時間相當短暫，而導致企業在科技研發所投入的資金，遠遠的超過其利益，造成企業相當大的金錢損失，例如DRAM，有較常電腦使用經歷的人都大概知道DRAM規格和容量是一直在變由於新替代產品推陳出新，價格也是長期看跌的趨勢，甚至有可能在幾年後DRAM已經完全消失，或者甚至被整合在主機板或其他綜合晶片上，並不像稻米、茶葉的自然產物的被替代性較低，所以企業在科技研發上應以替代性較低的產品作為研發的目標，以減少金錢損失的風險。

2. 科技研發時應當以訂定長遠的目標,並促進成果的落實應用

在科技研發時應當以訂定長遠的目標,並促進成果的落實應用,以減少科技研發的損失，舉例來說在民國86年國內爆發豬口蹄疫疫情，估計整體損失超過新台幣1,700億元以上，在動植物防檢疫科技研發馬上以控制口蹄疫疫情作為長遠的目標，經歷七年科技研發相關監測、防疫評估等技術，單獨或是同時使用混合口蹄疫疫苗與豬瘟疫苗，使我國自92年5月起成為「使用疫苗之口蹄疫非疫國」，估計每年約減少新台幣6千8百萬元成本支出。

3. 企業進行科技研發時，應進行多方面的投資

科技研發時所投入的金錢是一筆相當大的預算，不見得在科技研發成功以後可以回本，甚至是獲得收益，所以企業進行科技研發時，應進行多方面的投資，不要將所有雞蛋放在同一個籃子裡，造成風險的提高，像是相當成功的企業台塑集團，就把這一點做到相當的透徹，台塑集團本身的轉投資事業眾多，且採用多角化經營的方式，以規避風險。

4. 科技研發時可以適時的將風險轉移給第三者

在科技研發過程中的風險相當高，而適時將風險轉移或分擔給第三者，典型做法是外包，由於接受外包的企業在相關事務上有專長，能讓風險發生的機率大為降低，企業也可集中精力處理其他風險，透過這樣適時的風險轉移，可以大大的將科技研發的風險降低。

伍、結論

綜合以上之論述，我們知道科技研發跟風險是密不可分的，科技的研發應該進行適當的控制，才能避免其所可能發生的風險及災害，如果企業在進行科技研發時可以夠審慎的評估風險，做好風險的管理，以及建立一套良好的對抗風險策略，就較能因應科技之風險衝擊，當面對複雜的科技研發風險時，也較能明智的做決策而降低風險。

而在調查顯示科技企業在進行研發時在設計責任、研發設備損失、以及關鍵技術人員的健康，意外傷害等保險產品方面有比較大的需求，如果這些商業性的保險業者，能夠提供更完整的科技研發時的保險產品，如此一來我國在科技研發的過程也會因此比較無後顧之憂，我國的科技研發也可能更因此而凌駕於別國之上，成為更高科技的國家，使我國能變得更加經濟繁榮，希望以及期盼能看到這一天到來。

參考文獻

- 王志文(1998)。台灣地區BOT 之投資環境風險。**臺灣土地金融季刊**, 34 (2) , 57-71。
- 宋明哲(1998)。**風險管理**, 台北：五南。
- 段開齡 (1981) 。風險管理專題演講, **產險季刊**, 40, 9。
- 雷勝強(1999)。**國際工程風險管理與保險**。台北：淑馨。
- 鄭燦堂 (1995)。**風險管理-理論與實務**。台北：五南。
- 鄧家駒(1998)。**風險管理**。台北：華泰。
- 健康報(2007)。輝瑞停止吸入式胰島素研發。中國 BioNews。線上檢索日期：2009 年 5 月 13 日。中國生物新聞網。網址：
<http://www.bionews.com.cn/Chinese/news/content/view/2329/37/>。
- 王莫昀等(2008) 華揚史威靈 選後處理。中國時報.台北報導.2008 年 2 月 28.
- 大陸新聞中心(2008) 上海磁浮虧損 44 億 百年才回本.中國時報.大陸新聞中心. 2008 年 1 月 27.

運用問題導向學習來提升學生研究發展能力

吳承瑋

國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

壹、前言

九年一貫課程，是最近年來重要的教育改革方案之一。教育部依據九年一貫課程改革，公佈十大課程目標與十項基本能力為指標，其課程目標之一即在培養獨立思考與解決問題的能力，而獨立思考與解決問題都是研究發展能力中相當重要的部分。在科技發達與社會快速變遷的時代裡，社會越來越複雜與多元，發展學生問題解決能力與提升研究發展能力，以適應瞬息萬變的科技社會更顯得相當重要。

問題導向學習是由教師設計一個現實生活中常發生的問題，作為學習的起點，在進行教學前提出問題，由學生主動進行問題解決的過程，讓學生從中學習知識與技能。學生不但可以透過討論而反映出不同學習型態的學習特質，更可以透過意見的交換，記錄所見所聞、驗證自己對於問題的了解（林麗娟，2002）。

以下本文將針對生活科技課程能提升學生研究發展能力、問題導向學習能有效提升學生研發能力來進行探討，並以一教案「創意太陽能車教學活動」為例，探討如何實施問題導向的學習。

貳、生活科技課程能提升學生研究發展能力

依據教育部公佈的「九年一貫課程綱要」，自然與生活科技為國民教育的基礎課程。自然與生活科技的學習應以探究及實作的方式來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重。

在民國九十二年修訂的國民中小學九年一貫課程自然與科技學習領域課程

綱要中，課程目標與分段能力指標重點敘述如下：(教育部，2007)

一、課程目標

- (一) 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。
- (二) 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。
- (三) 培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度。
- (四) 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
- (五) 培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能。
- (六) 察覺和試探人與科技的互動關係。

二、分段能力指標

爲了提示教師經由學校教育，安排適當的課程設計與教學情境，以促進學生有效的學習與培養解決問題的能力，因此依據所培養之國民科學與科技素養的屬性和層次，制定了學生在學習各階段所應學到的能力指標。在生活科技方面的分段能力指標爲：(教育部，2007)

- (一) 過程技能：科學探究過程之心智運作能力的增進。
- (二) 科學與技術認知：科學概念與技術的培養訓練。
- (三) 科學本質：對科學本質之認識。
- (四) 科技的發展：了解科技如何創生與發展的過程。
- (五) 科學態度：處事求真求實、感受科學之美與威力及喜愛探究等之科學精神與態度。
- (六) 思考智能：資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力。
- (七) 科學應用：應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力。
- (八) 設計與製作：運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品。
 - 1.閱讀組合圖及產品說明書。
 - 2.利用口語、影像、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。
 - 3.了解設計的可用資源與分析工作。
 - 4.設計解決問題的步驟。

5.模擬大量生產過程。

6.執行製作過程中及完成後的機能測試與調整。

其中「設計與製作」，主要是使學生瞭解如何運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品，這正是科技研究發展的重要內涵。研究發展是把科技創意透過設計與製作，發展出解決方案，再經過反覆測試與修改，再朝向商品化去研究改良後產生新產品。因此，「設計與製作」對於研究發展能力的培養是很重要的一環。國際科技教育學會(ITEA)所訂的科技能力標準中也指出，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)。

參、問題導向學習能有效提升研發能力

問題導向學習是由教師設計安排一個問題或任務，再交由學生去解決問題或達成任務而在解決問題的過程中在經由與他人合作時而發展出自己建構的知識和技能(計惠卿、張杏妃, 2001)。問題導向學習是以學生為學習的中心，老師只提供適時的指引，讓學生藉由分組討論及實作，習得知識並完成作品。問題導向學習中包含了「實作」能力的培養，而「實作」是研究發展中重要的一個環結。「實作」具有動手做的特色，透過生活科技教學活動中的實作性技能的訓練，培養學生動手做的習慣，更能增進學生對科技研發的能力。

問題導向學習的出發點為真實情境中的問題，引導學生進行探究，最後設定教學目標為問題解決。這樣不但能提高學生的興趣與動機，還能與原本的概念與生活經驗作結合，讓學生自我探索，自我學習，進而能將學習概念應用在日常生活中，而問題導向學習也能將上課內容和教學方法融入實際的生活情境，學生也能就此培養主動學習與主動察覺問題的態度這對於提升學生的研究發展能力有很大的幫助。

問題導向學習有助於提升「實作」與「問題解決」能力。而「實作」與「問題解決」的過程中充滿創新與克服困難的歷程，而創新與克服困難正是研究發展的重要特質。因此藉由「實作」與「解決問題」能力的培養是有助於提升學生的

研究發展能力。問題導向學習以生活中會發生的問題為學習的起點，以問題解決為學習的動機，如此不僅能增強學生的問題解決能力也能提升學生研究發展能力。問題導向學習也能配合九年一貫課程所要培養的十大基本能力「主動探索與研究」、「獨立思考」與「問題解決能力」。

肆、教案分享 — 「創意太陽能車」

一、教學目標

(一)單元名稱：製作創意太陽能車

(二)適用對象：國中一年級

(三)教學節數：八 節

(四)教學目標：

1.認知方面

- (1) 能認識太陽能車的各項配件。
- (2) 瞭解產品設計的原理與步驟。
- (3) 培養學生創造思考與解決問題的能力。
- (4) 了解基本手工具的使用方法及其功用。
- (5) 能觀察太陽能車如何利用力的作用與傳動現象來運動。
- (6) 能和同學討論如何著手進行製作太陽能車並根據結果進行製作。

2.技能方面

- (1) 學會正確使用基本手工具。
- (2) 能更安全並正確的配合手工具的使用完成太陽能車。
- (3) 在實作的過程中，培養學生的研究發展能力。

3.情意方面

- (1) 培養學生創造思考的能力。
- (2) 培養學生分析解決的能力。
- (3) 培養學生團隊合作的精神。
- (4) 激發其對科技產品的探究興趣。

(5) 對於不同於自己的意見或想法能虛心接受並相互溝通。

二、教學器材

每組所需工具與材料：

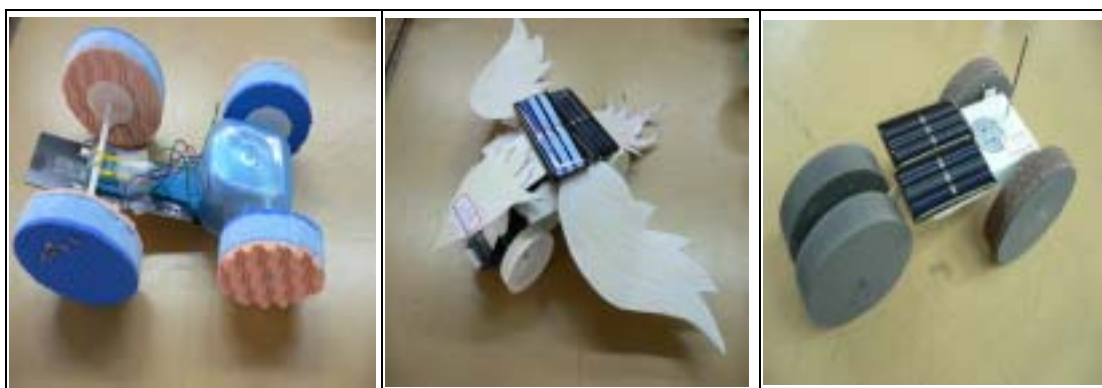
編號	名稱	數量	詳細介紹
1	太陽能晶片	一片	發電用
2	齒輪	數顆	傳動用
3	軸	2 根	傳動用
4	手提電鑽	一把	車身鑽孔用
5	鑽頭	數根	車身鑽孔，配合電鑽使用 直徑為：1mm ~6mm 各一支
6	剪刀	一把	製作車身剪裁用
7	美工刀	一把	製作車身切割用
8	金工弓鋸	一把	切割厚珍珠板用
9	直尺	一把	製作車身劃線用
10	筆	一隻	劃線用
11	熱熔槍	一把	接合車身
12	雙面膠	一捆	接合車身
13	珍珠板	一大片 2*15*10(cm)	製作車的外殼(身)
14	潤滑油	一瓶	潤滑用
15	厚紙板	一片	製作外型
16	彩色筆	一組	上色塗裝

三、教學實施流程

節次	教學活動	活動內容	評鑑
第一節	一、發現問題 學生觀察太陽能車無法前進的可能原因，小組討論後將所有可能記錄下來。	教師提供數台故障之太陽車，讓學生觀察其可能的故障原因，小組討論並以口頭發表。	製作流程與設計圖
第二節	二、學生思考學習議題 小組討論，太陽能車和行進的相關因素與太陽能車所需的各項零組件。	經由同學彼此之間的經驗享，小組成員的之間的分析和討論，可驅使學生澄清模糊概念，知識再統整應用。	
	三、決定適合的設計與製作 1.分組討論如何組合和設計出最完美的太陽能車，並詳細紀錄流程和想法。 2.完成各組的組合流程。	透過小組成員的討論和評估，並參考相關網站的資訊，以小組的共識決定設計與組合太陽能車。	
第三節	一、呈現結果： 1.根據決定的流程和設計製作太陽能車。 2.測試製作結果。 3.觀察太陽能車動力的傳動情形。	請學生將討論結果作成自己的紀錄。	
第四節	二、透過問題進行探究 1.為什麼有些人的太陽能車動不了？提出可能的原因？ 2.根據可能的影響的原因設計實驗 控制變因逐一解決問題。 3.問題探討結果分享	教師要求小組經由腦力激盪，探究原因提出意見，並設計實驗以解決問題。	

第五節	一、分組提出製作過程中所遭遇的問題與解決方案	小組討論並以口頭發表的方式，提出製作過程中所遭遇的問題並提出多個解決方案。	
	二、自我指引研究 學生觀察太陽能車的運動情形，太陽能車為什麼會運動的原因？	據舊經驗和實際觀察，小組共同討論和分析太陽能車運動的因素。	
第六節	三、學生透過問題進行探究 1. 什麼是摩擦力？ 2. 摩擦力在生活上有何作用？ 3. 如何增加或減少摩擦力？ 四、學生討論 1. 車子行進時的受力情形？包含哪些力？	小組討論並以口頭發表的方式，提出如何降低或增加車子行進時的摩擦力。 小組討論並以口頭發表的方式提出意見。	
第七節	一、改良和試驗 各小組經由充份討論和詳細評估，並依據製作太陽能車之學習經驗，針對場地進行太陽能車的最佳改良和試驗。		能製作完成太陽能車
第八節	二、呈現結果 各小組經過測試表呈現改良方法和試驗結果，最後進行各組公開比賽	1. 計時賽。 2. 障礙賽。	
評鑑	團隊合作 (20%) 競賽成績 (40%) 創意與設計 (40%)		

四、創意太陽能車設計與製作－學生作品:



伍、結語

問題導向學習需把學習目標轉化為與真實生活經驗相關的問題，如此學生所學習的知識與技能才不會因為與生活脫節而無法運用在現實生活中。教師應鼓勵學生積極參與發言，勇敢提出自己對事情的看法，並且能使每個學生都能持續不斷的學習。最重要的是，希望讓學生在學習活動中，始終都是保持對課程內涵的積極參與，主動產生學習的意願與解決問題的企圖心，最終能達到提升學生研究發展的能力。

參考文獻

- 林麗娟（2002）。「問題導向學習」在網路資源式學習之應用。**教學科技與媒體**，60，42-53。
- 計惠卿、張杏妃（2001）。全方位的學習策略－問題導向學習的教學設計模式。**教學科技與媒體**，55，58-71。
- 教育部（2007）。**九年一貫課程綱要**。2009年5月21日，取自 http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/EJE/EDU5147002/9CC/9CC.html
- ITEA(2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment , professional development , and program standards. International Technology Education Association. Reston , VA: Author.

增強科技創新研發能力的專題製作類教學活動

*侯世光、**劉冠賢

*國立台灣師範大學工業科技教育學系教授

**國立台灣師範大學工業科技教育學系研究生

壹、前言

科技日新月異，固守基本的技能與知識已經跟不上時代的變遷，現代人不但需要有自主學習成長的態度，還需要具備研究發展能力，才能不被這時代所淘汰，而創意研發也不再僅僅是產生新的科技產品，將新的概念運用，變成新流程，新模式也是研發的一環，能進行研究發展才能適應新時代，變成有產能的人，進而提升人力素質，而教育義不容辭地必須扮演此重要的角色。

有鑑與此，筆者嘗試在生活科技的教學上找出適當的教學方法，希望能夠增進教學上的效果。來提升學生的研發創造能力，經過文獻探討與教學觀察之後，發覺動手做專題製作類的教學活動，是一種能夠幫助學生提高思考能力，並進行研發創造的學習法。

因此筆者嘗試以製造科技之教學活動為例，先探討專題製作類的教學活動如何能提昇科技研發能力，然後以一篇教案為例，希望能提供生活教師作為日後教學參考之用。

貳、生活科技課程提升研究發展能力

研究發展是重要的科技能力，根據國際科技教育學會(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)。

由上得知要想增強學生研究發展的能力，必須採用專題製作類的教學活動，根據 Alexandrov(2008)其理由可簡單歸納為下列三點：

1. 提升研發能力必需靠體驗：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，才能真正了解的。透過動手做的實作課，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提升研發能力。
2. 難度或複雜性較高的科技問題及科技產品流程等的創新改良，能夠先由簡單的問題解決做起，而之後才能夠舉一反三，應用到類似的情境。。
3. 很多重要的研究發展能力，像是系統思考能力，溝通協調以及團隊合作的態度，也是需要透過各種教學活動才能培養。(Alexandrov, 2008)

生活科技課程中相當注重專題製作類的教學活動，根據王光復（2007）生活科技之教學論述，科技研發能力之增強具有下列功能：(1)可以增強學生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)使能習於主動的有創意的去解決題，(以獨力的方式或以形成團隊的方式)，(3)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)。

綜合以上所述，學習者在動手做專題製作的過程中，能夠自行將各種相關概念連結成一個完整的知識，意即將新知識與原有認知中既存的相關概念做聯結。最後成為完整的概念思考，其最大優點在於不像傳統式學習只記住原理原則而已，更是要求學習者實踐學習內容。並促進既有觀念的延伸，具有學習架構與增加學習延伸的效果,有助於培養學生的創造研發能力。

教學活動就是要讓學生們能有機會動手去做，而不是傳統的講授式教學。透過教學活動 使學生能經由過程去瞭解及體驗科技原理之運用而增強科技應用管理及處理工作事務的能力。而為了提升研發創造能力所選擇的教學主題,和所設計的教學活動，更應該使用特別的探討方法與教學工具。以下將提供一篇目的為建構學生科技概念並提升學生研究發展能力的專題製作類教學活動，希望能提供各位一些參考。

參、製造科技課探討科技概念之教學活動

一、教學主題：“我的未來不是夢”-商品研發創新設計

授課年級：國中一年級，

授課時數：四堂課

科技領域別：製造科技

教學內容提要：

1. 人類科技演進介紹
2. 製造工具原理演進介紹
3. 繪製概念簡圖
4. 日常生活問題思考
5. 商品設計介紹
6. 設計概念

二、課程綱要對照：

（一）創意設計與製作：

- 1.設計之意涵、方法與程序：能夠在日常生活中發現問題並思考問題解決的方法與步驟，提出方案，進而選擇最佳的解決方式，以達到設計創新之目的。
- 2.設計規劃與實作：利用文字、繪圖或其他方式，清楚的表達創意與構想，並且能安排完整的製作程序
- 3.製造規劃：探討製造中的管理活動；包括產品的研發、生產流程規劃、材料管理與運送、機具安置等要項。
- 4.製造加工：探討各式材料。

（二）活動大意：

目的希望學生提升研發創造能力並能清楚表達自己的創意概念，同時藉著小組合作討論，讓學生體驗團體討論、製造之流程，藉此讓學生發揮創意及團隊精神完成工作。

（三）活動目標：

- (1)能大量蒐集資料
- (2)能瞭解製造的基本概念

(3)能利用圖表文字等東西建構自己的概念並加以延伸

(4)能進一步運用概念構圖使自己的幻想更接近實現

三、活動流程：

第一週：資料蒐集、創意發想，分組進行日常生活問題發想，蒐集資料，繪製概念圖。

第二週：製造科技演進以及設計原則介紹，同學分組根據老師講解之設計原則，再重新審視創意概念之優缺點。

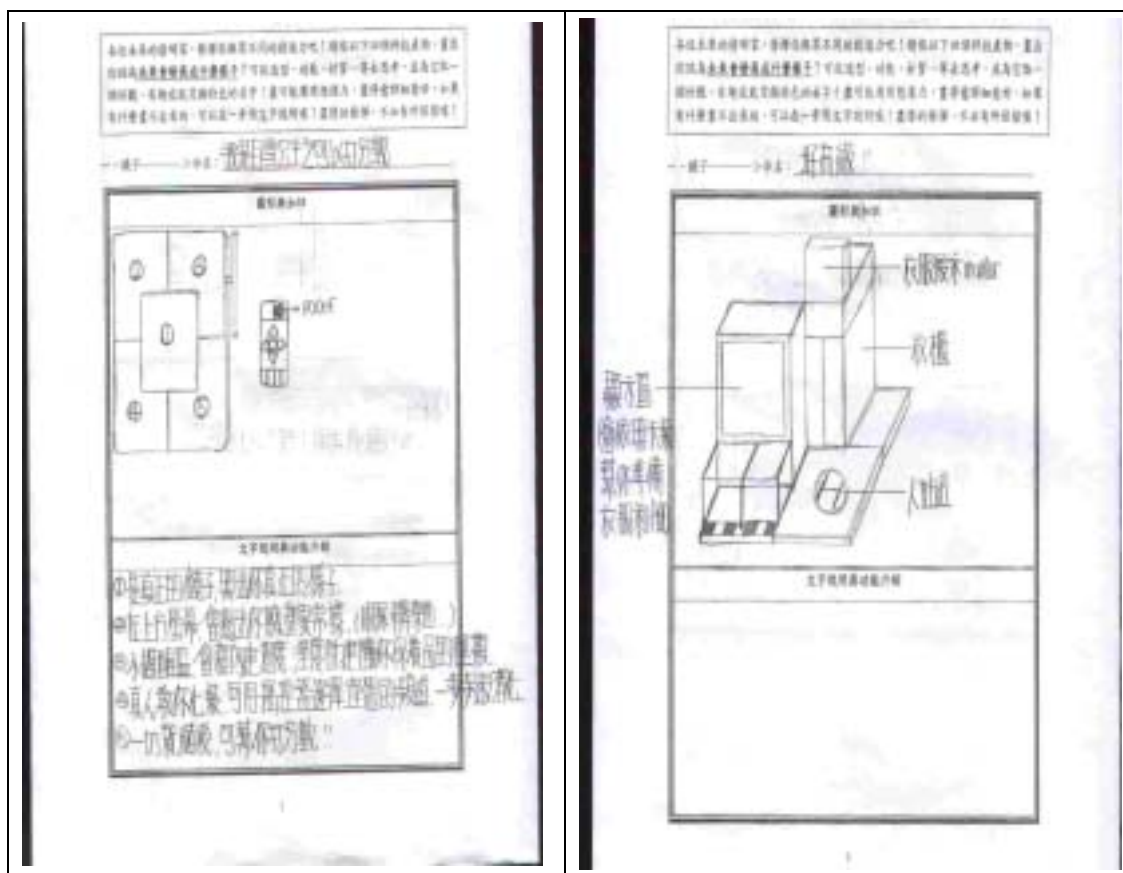
第三週：分組討論並改進，同學分組討論創意之優缺點及可行性，改進創意概念。

第四週：創意分享評分，上台分享自己的創意概念並進行互評。

評量要點：

- 1.教師根據創意、主題呈現、繪圖來進行評量，佔 60%
- 2.各小組間進行互評，佔 40%。項目為創意、主題呈現、繪圖

學生設計圖分享



肆、結語

生活科技教師若能善加利用多元的教學方式，並結合豐富的教學資源，就能順利幫助學生有效統整知識，並靈活運用所學的知識於日常生活中，讓每個學生能自我了解，增進研發創造能力，並充份發展其潛能，以適應、改善生活，進而能獨立自主解決所遭遇的問題與衝突，也能規劃生涯與終身學習。

如果能在自然與生活科技領域課程中，運用專題製作類的動手做教學活動，不僅可以讓學生建立自主學習的態度，而且學習內容經過學習者自己的認知架構組織後，更能體會出學習內容的意義，並能加以延伸，提升研發創造能力。因此生活科技課程中專題製作類的教學活動，可以透過團體討論，擴展個人學習，釐清概念，建構新知，提升研究發展能力。

專題製作研發類的教學活動還能提高學生學習的樂趣與活力，不但可以提升學生學習力，更可以增進學生自我發想，創新的自主力，事半功倍，如此也才更有機會使你的學生增強其研究發展的能力。而且「寓教於樂」，對老師來說又何嘗不是一件教學上的美事。

參考文獻

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.

李秀娟(1998) 不同教學策略對國中生學習生物的影響。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。

張春興(1996) 教育心理學—三化取向的理論與實踐。台北：東華書局。

蔡清田(2000) 教育行動研究。台北：五南。

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>

ITEA(2003). Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards. International Technology Education Association. Reston, VA: Author.

基因改造科技之研發問題探討

莊孟蓉

臺北市立中正高級中學生活科技教師兼設備組長

壹、前言

2000 年 6 月人類基因組草圖之公布，可以說是全球生物科技發展的大躍進，目前生物科技發展的影響與需求正逐步擴大，已然形成一門新興科技。預估全球生物科技企業之銷售成長率，在 2008 年至 2012 年，將可持續維持 20%（黃英傑，2009）。

目前全球生物技術產業的重鎮仍以美國為中心，歐洲成長雖快，但比例仍較小，而台灣也將生物技產業列為重點發展產業，1982 年行政院就將生物技術列為八大重點科技之一，2002 年 5 月更將生物技術產業列為兩兆雙星產業之一。（經濟部，2009）。教育部頒訂的 99 課綱、高中生活科技的新課程，也把生物科技納入新興科技產業之範疇中。

在各種生物科技技術中，「基因改造」與「人」的本體最具相關，不論是農作物或動物之食品基因改造，都會影響人基本的生存需求。人體醫學上的基因改造，更影響了疾病之治癒與壽命之延長。

在我們的一生當中，不免經歷生、老、病、死，而在自己親身去面對之前，很少有人會認真的去思考這一類的相關問題，由於筆者年幼時曾有至親長輩因癌症而離世，再加上近幾個月前媒體報導的「英國無乳癌基因寶寶誕生」，使我想到曾在科幻電影看過的，將生絕症的人用高科技低溫保存，等到數十年或數百年後，新醫療技術發展出療法後，再將人體解凍，使用新技術治癒。希望在不久的將來，會發展出更多基因科技新療法，透過基因改造的技術，在電影中的劇情在將來也能實現在我們的生活中，也期許基因改造科技能帶給人們全然不同的疾病治療方式與疾病預防方式。

對於基因改造的意義、它所包含的部分與研究發展的過程中，在實際應用上，到底會產生哪些道德與法律上的問題，這些都是本文想深入探討的。希望這些對基因改造發展及研發應用所衍生問題的探討，能激發更多相關的討論與研究，而且能有助於生活科技教學，提昇學生們對生物科技中基因改造研發技術上有更深入的認識。

貳、基因改造

基因改造大略以實際操作對象區分為植物與動物兩大部分，而在動物的部分，目前絕大部分用於非人體的實驗為多，但是最終的目的當然是要運用在人體的基因治療與基因增益上；以往我們會說科技最終的目的是改造人的世界，使人更適於生存於其中；而現在愈來愈多的基因改造食品充斥我們的生活中，而以動物為主的基因改造實驗，想當然爾，最終是要運用在人體上。現在或許我們也可以說，科技也可以改造「人」本身，使人適合生存在這個世界。

「基因改造科技」：為改良或增加生物的特性與功能，改變生物（植物、動物、微生物）的基因遺傳物質。其基因改變的方式係透過基因技術，而不是以自然增殖及／或自然重組的方式產生。此基因改造技術可包括：(1) 載體系統重組核酸技術；(2) 藉由顯微注射法、巨量注射法及微膠囊法將生物體外製備之遺傳物質直接注入生物體內的技術；(3) 能克服自然生理學上、生殖上或重組上障礙的細胞融合或雜交技術等，但傳統雜交育種與突變技術則否。（孫智麗、許嘉伊、劉翠玲，2007）

病人在身體有疾病的情況下，需要醫師以其專業對「疾病」作「治療」，以消除該疾病而重獲健康；而個人身體狀況「正常」的情形下，如果希望加強某些生理或心理上的功能，則需要「增益」技術的幫忙，使自己在某方面有異於一般人的能力。（羅欣寧，2003）

有別於傳統醫療行為，舉凡利用非患者自體基因序列修復患者自體異常基因表現之行為都可視為「基因治療」。基因治療的過程是在得知患者基因表現異常

後，將被人為修正後的異常基因序列或選殖後的正常基因序列送入患者體內，藉由這些正常基因的表現修復異常表現基因之功能。（賴美渝，2007）

廣義而言，基因治療是指應用基因或基因產物治療疾病的方法；狹義的基因治療是指將外界的正常基因或治療用基因透過載體傳送到人體的標的細胞，以進行基因修正或表現，而達到改善疾病的一種治療方式。（杜寶恒，2001）

基因治療是一種透過正常基因加入細胞，進而彌補缺陷以對付疾病的一種治療方式。（周業人譯，2004）

由以上之論述可知，基因改造包含了動物與植物的改造，植物的改造多半用於基因食品的生產，而動物的改造除了科學上的研究，以各類動物為研究對象，其最終的目的是運用在人體醫療上，而基因治療主要是應付疾病的需求，是屬於生存上的需求，基因增益則是透過基因的改造，使得個體之基因得到增強，而擁有益於常人的能力，這部分通常需要大量的資金才能進行，因此，有人認為這會造成另類的生命競爭，有錢能進行的人才能享有這類基因的增益增強，而適存於社會環境中。

參、基因改造的現況發展

一、基因改造用於非人體部分：

從英國第一隻桃麗羊、我國的牛寶到最近英國「無乳癌基因寶寶」的誕生，基因改造一直向前躍進。而我國農業的發展上，從二、三十年前的「農改」試驗，到近來基因改造技術之後的更多種類的研究，更是突飛猛進。

根據行政院衛生署藥物食品檢驗局網站文章（基因改造作物（GMC）在台灣的發展現況）指出，台灣基因重組技術的發展已有二十多年的歷史，在15年前新竹食品工業發展研究所即已發表利用基因重組技術開發出生產蛋白質分解酵素之商業化生產菌株。而致力於研究基因轉殖作物的單位，包括了：中央研究院、亞洲蔬菜中心、農委會農業試驗所，以及台灣大學、中興大學等數所大學。研究的成果，包括了：

1. 基因重組米類產品：

中央研究院利用基因重組技術改良傳統米品種，使其離胺酸（lysine）之含量較傳統品種高。台灣農業改良場亦利用此技術開發出抗蝗蟲害的稻米。

2. 基因重組水果、蔬菜及園藝類產品：

農業試驗所與台灣大學開發一系列的產品，包括有耐馬塞克（鑲嵌）病毒 (mosaic virus) 之芥菜葉及香瓜。中興大學開發出抗蛾害及耐高溫 (diamond-back moth, heat tolerant) 的花椰菜及包心菜；抗輪點病毒 (potato ring spot virus) 之木瓜品種。亞洲蔬菜中心開發出抗黑葉病 (Gray leaf spot diseases) 之蕃茄品種。

3. 基因重組魚類及動物產品：

中央研究院利用基因重組技術開發出新品種的魚 (Sweet fish)，增加生長荷爾蒙分泌而使成長速度加快；還有三倍染色體之牡蠣，比正常之牡蠣長得快而且大。台灣大學開發出一種乳羊，其所生產之羊乳含有氣喘抗原 (asthma antigens)。

這些研究的標的與成果，多是將特性基因轉移到植物基因體中。與應用研究相關的，則有醫學或工業用外源蛋白質或酵素之基因，或防止植物老化、增加植物抗逆性（高鹽、乾旱、高溫、低溫等）及抗病蟲害特性等基因之研究

(<http://gmo.doh.gov.tw/Web/life/main4.shtml>)。

根據農業生技應用推進協會(ISAAA)統計，在 1996 年時，全球基因改造作物的種植面積僅約 170 萬公頃，至 2003 年時已超過 6770 萬公頃，而 2004 年更達 8100 萬公頃，成長率為 20%，總計 9 年間增加了 47 倍，且每年均有 10% 以上的成長。為降低基改作物之潛在未知風險，政府相關部門已啟動部會管理機制，做好謹慎的防範之道。（袁雅芬，2007）

由於基因改造產物具有其它潛在的風險，例如過敏體質的人吃了基因改造食品是否更容易引發其過敏機制，或是產生更多新的過敏物質，而經過基因改造的魚種若較能適應環境，可能成為新的魚種且具威脅性，而其他魚類可能成為被掠食的對象，進而破壞生物多樣性與環境的平衡，相對其他的生物及物種，也可能會有相同的情形發生。對此，政府必需要採取適當的管理方針，來降低可能造成的危害及風險，並藉此推動標示的制度及改造程度的區分等，來提高基因改造產品的接受度。

二、基因改造用於人體部分：

隨著衛生環境、醫療品質的提升，以及醫藥產業的發展，一些因醫療照護不足而致死的疾病已漸漸絕跡；相較之下，因工商業的發展，環境的污染與生活壓力的累積，慢性疾病則成為國人死因中的最大主因。然而隨著醫藥的發展及醫療照護的完善，大部分疾病已可獲得控制，但遺傳基因相關疾病卻在無法被治癒的

已知疾病中佔有相當大的比例。(賴美渝, 2007)

「治療」或「醫療」, 通常也被認為是隨伴、因應「疾病」而同時出現、產生, 亦即當人們的身體、心理等功能或表徵出現衰退或毀壞時, 如何去使其恢復一般客觀應有的標準或是其原本存有的狀態, 透過醫療技術去緩和或是治癒該疾病所帶來的痛苦與敗壞。換言之, 治療所要完成的工作, 就是針對就疾病加以診療, 以解除當中的痛苦、恢復原本的功能, 以達健康的狀態。(劉端鈺, 2007)

根據衛生署 65 年衛署 107880 號解釋, 舉凡利用非患者自體基因序列修復患者自體異常基因表現之行為都可視為「基因治療(gene therapy)」。(賴美渝, 2007)

在人體的部分, 除了基因治療之外, 對於基因增強、增益也在醫學應用的範疇內, 其對研究基因對生理系統的機轉、人類疾病的模式建立, 及對人類疾病的致命機轉研究與器官捐贈方面的研究供獻良多。

肆、基因改造可能造成之問題

「人」到底有沒有權利改造人的基因, 是信守適者生存, 或是選擇希特勒的優生概念。在一步步地解開基因密碼之後, 造成了不少的爭論。水可載舟亦可覆舟, 我們該全面的開放基因改造, 或是應該有所節制; 以下將提出基因改造可能造成之問題, 一一討論之。

一、基因改造界線之問題:

從英國的桃莉羊到我國的牛寶, 從黃豆、大豆的基因改造食品到現階段國外少部分國家核准之蕃茄、玉米等作物, 基因改造技術的範圍是日益加大, 基因改造的技術也是日新月異。原本大部分的基因改造都未在人體上施作, 但是最近的一篇新聞關於「英國無乳癌基因寶寶」的誕生, 基因改造的界線該如何設限的議題, 又被熱烈的討論。「人」能代替上帝決定物種的改變嗎? 或是如著名電影所講的「生命會找到自己的出路」?

「英國無乳癌基因寶寶」起因於其母親因長輩中數名女性親屬都患乳癌, 家族可能遺傳的機會很高, 而動念, 最後選擇做了胚胎基因篩選的方式。這種胚胎篩檢作法是採用名為「植入前遺傳診斷」技術。在英國境內, 此一技術已被用來進行囊泡性纖維症等疾病的胚胎篩檢。(楊攻寧, 2008) 母親不可能對子女做不好的選擇與決定, 但是因目前基因改造技術尚未完全成熟, 是否有其它的後遺症, 尚不可得知。這些科技應用範圍, 該是只限於非人類的部分, 或是為了人類更能適

存於世界而全數開放之，在一些科技未來電影中，有時會有類似的問題探討，複製的層級若是器官、細胞、組織、動物，非人體的實驗，看來是較沒有爭議性，若提高到「人」，其可適用到那一部分，對此界限的開放與管控，也需國家立法來規範之。

二、基因改造決定權之問題：

誰可以去決定基因改造，是改造的個體本身，成人就有決定權或是需要法律來約束呢？若被基因改造者並非有「決定」的能力，如植物、非人之動物或無行為能力之人，是誰有權利決定它是否接受基因改造，是糧食短缺問題的人類可以，是有遺傳性疾病而不敢擁有下一代的父母，或是希望延長自己心愛寵物壽命的有錢主人？

在一般醫學中，將胚胎發育八週後即可將之稱為胎兒。學者 Bonnie Steinbock 認為，具有「知覺」即足以擁有最低度的道德地位，所有有知覺主體，包括人、動物、有知覺的胎兒及嬰兒，其利益都應該被考慮。（羅欣寧，2003）一個新的生命並無法選擇自己是否要出生，也無法參與是否接受基因改造的選擇，父母在胎兒出生之前為新生命做了一輩子不能重新來過的重大選擇，但在現今的技術之下，就算接受了基因的改造，是否所有基因都能外顯出來，或是有一些隱性基因並不會明顯的展現在個體上，其它的相關的基因或是外在環境，例如：不潔的環境會引起過敏反應等，能不能達到先前基因改造所預期的效應並不可得知，使胎兒或是胚胎接受了基因的改造，這對他們未來漫長的人生發展可能造成不可挽回的重大影響，是好是壞，並無法先預見其結果。

三、基因改造道德之問題：

基因改造若是因為疾病的治療，一般認為較沒有太大的爭議，而我們也認同基因增強、增益本身不是一件天大的壞事，身體不夠健壯可經由後天運動的鍛練，臉部不夠立體漂亮可經由化妝改善，但是生了病是不是能經基因改造來治療之，並不如化妝、運動是暫時性、可恢復且是在個體上並不影響他人，基因增強所影響的不單單只是人體本身，還包括社會整體及未來世代的基因選擇。

現今，我們不能在孩子出世之前，就以基因改造來選擇我們想要的基因組成模式，所以母親只要能平安生產就是最大的滿足了，因為其他部分都交給上帝去決定的，正如我們常說的孩子是上天的恩賜，基因是隨機的遺傳因子的組合，並沒有人能事先做好規劃及管理；一旦基因增強開放可行的話，廣告詞「孩子我要

你比我更強」、「不能輸在起跑點上」反應出家長望子成龍、望女成鳳的期待，一個孩子出生後若有不符合各方期待的行為能力表現時，家長會受到其它人的質疑，是否因為。就像產前篩檢成為常態以後，一旦生下身心障礙的孩子，人們總是會質疑母親——而不是父親：「當初有做產前篩檢嗎？」父母有權利而到底「人」有沒有權利，去替代「上帝」來決定基因的選擇。

伍、結論

任何一種科技本身應該都是中性的，科技本身並不帶有原罪，基因改造亦不例外，「善良/邪惡」「對/錯」的對立，取決於使用者如何運用之。而基因改造所帶來的問題，可能涉及龐大的商業利益，也可能涉及複雜的人文議題，單靠法律並不能解決所有的問題。因此基因改造的議題討論，也是占相當重大且值得討論的部分。人造生物一旦釋放於環境中，也不知道會對原來的生態環境造成什麼影響，諸多的未知與恐懼，令人想起希臘神話中「潘朵拉的盒子」，一旦因為好奇而打開它之後，人世間因此就充滿了災難與痛苦。科學技術之發展是起因於人類謀求幸福之必然趨勢，核能科技能用於發電用，也可用於製造殺人武器，不論是那一種科技技術，重要的是如何去應用它？應用在什麼地方？就算是一般的科技，若未合理應用，亦會造成災難。因此，法律應是規範人的，而非規範科技本身的。

狂牛症危機引發消費者對於食用牛肉及其他牛隻衍生相關產品之恐慌，歐洲的牛肉市場受到了銷售下滑的影響。狂牛症危機也降低了民眾對於政府之信心，也直接地影響到了大家對於基因改造食品之接受度。歐洲人民有感於狂牛症的事件，對於基因改造食品這種實驗室產出品之安全性存有高度之不信任感，相對於美國人的樂觀態度，歐洲人則顯現相當保守與謹慎的態度。而對於大自然我們應該懷抱謙卑之心，用學習的心態，面對所有的問題，不要對所有的事太過的確定與否定。沒有絕對的對與錯，現在不行，可能到未來是可行的，現在覺得對的，可能在未來證明是錯的。

綜觀現今世界各國，基因改造科技以及相關醫藥的研究和發展，大部分的經費來源還是由各國家所支持與提供，既然取得並發展出新興醫療，應該就必須實質地加以公平分配給所需要的人，否則將會顯然地不符合我國所追求的社會福利

照顧與公平正義原則。因此，基於國家有照顧國民健康之義務，應該努力探討如何去避免過度禁止，或如何去避免保護不足，是各國在未來所要去面對與解決的重要課題。

生物科技突飛猛進，使得各國立法的速度跟不上科技研發所需要的各項法規，我們應該全面性的去瞭解其內涵，以期能在全盤的考量之下訂定出適用的法律，以因應生物科技的發展。

參考文獻

- 黃英傑(2009)。百達生物科技基金績效傑出奪冠。經濟日報. 2009.3.4.
- 經濟部(2009)。我國生技產業政策與推動歷程。經濟部生物技術與醫藥工業發展推動小組全球資訊網。 <http://www.biopharm.org.tw/2t2s/action.html>
- 賴美渝 (2007)。實施基因治療之法律問題。世新大學法律學系未出版之碩士論文。
- 羅欣寧(2003)。科技改造人類的界限—以基因改造為中心。中原大學財經法律學系未出版之碩士論文。
- 杜寶恒 (主編) (2001)。基因治療的原理與應用 (頁 3-4)。台北市：九州圖書。
- 周業人 (譯) (2004)。D. Karl 著。DNA 的十四堂課 (頁 314-315)。台北市：天下文化。
- 孫智麗、許嘉伊、劉翠玲 (2007)。我國消費者對基因改造食品認知程度與接受度。台灣經濟研究月刊。30 (10) (頁 117)。
- 基因改造作物 (GMC) 在台灣的發展現況 (2006)。2009 年 5 月 26 日，取自 <http://gmo.doh.gov.tw/Web/life/main4.shtml>。
- 袁雅芬 (2007)。我國基因改造食品管理現況。2009 年 5 月 26 日，取自 <http://www.pabp.gov.tw/AreaBus/LibA/aa503.asp>。
- 劉瑞鈺 (2004)。人類胚胎基因治療之法許可性。國立成功大學法律學系未出版之碩士論文。
- 楊玫寧 (2008, 12 月 24 日)。英國第一個沒有乳癌基因小寶寶本週將誕生。中央通訊社，2009 年 5 月 26 日，取自 <http://tw.news.yahoo.com/article/url/d/a/081224/19/1bqsb.html>。

科技研發與知識創新之關係

蔡富元

國立台灣師範大學工業科技教育研究所研究生

壹、前言

高科技產業向來是台灣經濟成長的火車頭，也是台灣產業轉型的典範，使得國家擁有更尖端的技術，朝工業先進國家的目標邁進。根據工商時報的報導，台灣的半導體及面板產業吸引逾六成民間投資、創造兆元產值，占出口比重近三成，可見其對台灣經濟發展的重要性了。而科技研發是產業賴以維生的根本，研發的工作需要大量的人力來支援，而這些科技人才所擁有的知識與其知識的創新，正是產業進步的基礎。

在競爭激烈的環境中，除了保持組織原有的知識外，知識還要不斷地創新才得以維持競爭優勢(Parent et al.2000)。知識創新成效的高低，與組織績效關係密切(Han, 1998)，亦即組織的績效愈好，知識創新的成效愈高。知識能夠在團隊、個人、組織等不同的層級間，透過有計畫、系統性以及有意義的學習，使得知識之累積產生正面的螺旋狀成長(Nonaka & Takeuchi, 1995)。這一個「知識螺旋」的模式，是否能增強知識創新對科技研發的影響，正是本研究要探討的重點。

對於「知識創新」與「科技研發」兩者關係的探討，本文將從「知識創新理論的探討」討論起，然後討論「知識創新如何促進科技研發的進行」，最終討論「知識創新對科技研發的效益」，以期對兩者間的關係，有較深刻的認識。

貳、知識創新理論的探討

知識被定義為是一種能協助使用者根據環境來做正確的判斷，並創造價值之有用的資訊。知識也是一種將資訊經由客觀的解釋與主觀的認知轉化為行動或決策的能力。而知識可以包括了事實、信念、觀點、觀念、判斷、期望、方法論與實用常識等。知識在分類上可分為以下三類：組織、個人以及結構的知識，任

何前述三類知識都有可能是外顯性(explicit)或內隱性(tacit)的知識。這兩種知識的型態之定義如下：「外顯知識」是可用形式化的方式呈現，能透過語言傳遞的知識；「內隱知識」是指未經正式化的知識，屬於個人的一種直覺式的內隱知識，與特別的情境有關，較難以形式化且難以溝通(O' Dell & Grayson, 1998)。

本研究歸納整理出各學者們對於知識的定義，如下表所示：

表12-4. 知識的定義

學 者	定 義
Nonaka (1995)	從組織的角度來看，知識是一種辯證之信念，能使個體產生有效行動的能力增加。另外，知識與資訊的相異處有下列三項： 1.知識涉及意義，它與特殊的情境互相呼應。 2.知識涉及行動，知識通常含有某種目的。 3.知識涉及信仰與承諾，關係著某一特定的觀點、立場或動機。
Beckman (1997)	知識是對資訊和資料的一種邏輯推理，能夠提升人類的決策、工作、學習和問題解決的績效。
Miller & Morris (1999)	知識不只是「知道哪些事可以做」，更加重要的是要「知道如何去做」。在知識經濟的時代，「知識」不只是侷限於求真的主旨，而是較為偏重功效的、可解決問題、功能性的、可具體產生商業利益、提升生產力、有助提升服務，以及改良產品的知識。
Spek & Spijkervet (1997)	知識涵蓋一切人們日常是真實且正確的經驗、程序與洞察力等等，能夠用來導引人們的溝通、行為和思考。
Wiig (1997)	知識涵蓋了一些觀點、信念、判斷、事實、期望、觀念與實用知識等等。
Housel & Bell (李書政譯, 2002)	知識為一種透過人類心智活動，直接或間接產生的構思、觀念。

另外，與知識創新息息相關的是知識創造，知識能夠在團隊、個人、組織等不同的層級間，透過有計畫、系統性以及有意義的學習，使得知識之累積產生正面的螺旋狀成長(Nonaka & Takeuchi, 1995)。「知識創造」強調產生新的知識，

且須涉及知識轉換的四種模式，包括：

- (一) 共同化 (socialization)：指組織成員之間內隱知識的移轉，透過經驗分享，達到創造內隱知識之過程。由於個人豐富而尚未開發的內隱知識是組織創造知識之基礎，因此組織欲創造知識，首要之務須使組織成員彼此分享內隱知識，以建立相關成員之間共同之知識基礎。
- (二) 外化 (externalization)：將內隱知識表達為外顯知識之過程。因為透過共同化彼此分享經驗所創造出的知識概念，通常較粗糙、模糊且不完整，經由外化能夠使組織成員具體且清楚地了解組織需要有的知識或想要傳達的目標、觀念，進而使組織成員明瞭須採取什麼樣的具體行動來達成目標。
- (三) 結合 (combination)：是指外顯知識轉化成更複雜的外顯知識，即將觀念加以系統化而形成知識體系之過程。結合是把觀念加以系統化而形成知識體系之過程，此種模式的知識轉換涉及組合不同的外顯知識體系。簡而言之，結合約等於知識創造過程當中的原型建立階段，就是將透過外化所確認之觀念轉換為具體之原型，而建立原型之過程則需要組合既有之外顯知識來達成，亦即是把新觀念結合既有的外顯知識以建立原型之過程。
- (四) 內化 (internalization)：是由外顯知識轉化成內隱知識的過程。內化是指把透過共同化、外化以及結合所創造出的新知識體系，轉化為個人的內隱知識，進一步形成個人獨特的工作能力之過程。內化對組織而言，是指把知識普及化之過程，亦即是知識創造過程當中的跨層次知識擴展階段。

在這四個階段的循環中，個人內隱知識的分享始於「共同化」，當經驗透過共同化、外化以及結合，進一步內化到個人內隱知識的基礎上時，它們就成為有價值的資產，而這四種型態的交流互動，稱之為「知識螺旋」。當大部分成員把此知識內化之後，將形成組織文化的一部分。經由內化而蓄積在個人層次之內隱知識，便能夠再次經由共同化與他人分享，將會啟動知識創造螺旋，如此不斷的

循環，將可使知識螺旋不斷擴大，使組織知識的質與量同時不停的增加。知識創造是從個人的層次開始，逐漸上升且擴大互動之範圍，由個人擴大至團體、組織，甚至到跨組織之間。

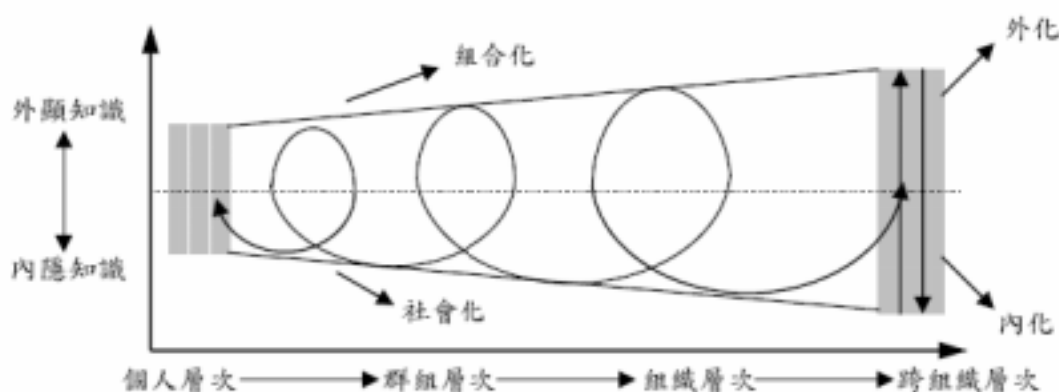


圖1. 「知識螺旋」圖

資料來源：楊子江、王美音 譯（1997）。Nonaka, I. & Takeuchi H. 著。創新求勝（頁96）。台北：遠流。

參、知識創新如何促進科技研發的進行

在知識創新的理論中，這四種 SECI 型態的交流互動，稱之為「知識螺旋」。以下以著名的知識管理學者野中郁次郎所提出的日本松下電氣公司開發家用麵包機的例子來進行說明。在 1985 年，松下公司正研發一種新型的家用麵包機，但卻遲遲無法掌握讓機器烤出美味麵包的技巧。而研發人員甚至動用 X 光機對機器製造的麵糰與麵包師傅手工揉製的麵糰進行比對分析，結果還是無法得到有意義的數據。當時，研發人員田中郁子於是決定拜大阪國際飯店的一位著名的麵包師傅為師，希望學得揉麵的手藝。由於他的認真學習，田中逐漸掌握了揉麵的祕訣。而在經過一段時間的反覆試驗之後，田中與公司共同研發的工程師們在機器內添加了特殊的肋骨狀凸紋，將他在飯店師傅中學得的手藝成功地呈現出來，不但確保了麵包的風味，也從而創造出松下公司獨家的麻花麵糰技術。而此種新型麵包機在問世的一年內，也創下了同類產品銷售的新紀錄。

上述麵包機研發的例子確實說明了知識創新的螺旋程序：

- 1.首先，田中學到了飯店師傅的內隱訣竅，這是共同化的過程。
- 2.其次，他將此訣竅轉化成可以與公司共同研發團隊的成員們彼此交流的外顯知識，這就是外化的過程。
- 3.接著，研發團隊將揉麵的知識與機器設計和其他相關知識結合起來，從而創造出新型產品的製作技術與方案，這是結合的過程。
- 4.最後，藉由新產品的發明，田中與其研發團隊的成員豐富了他們自己的內隱知識，這就是內化的過程。

以上說明了知識創新的螺旋過程如何來促進科技研發的進行，經過了一輪的知識螺旋，相同的程序可以再度展開，透過內化而累積在個人層次之內隱知識，便能夠經由共同化與他人分享，將會再次啟動知識創造螺旋，如此不斷的循環，將可使知識螺旋不斷擴大，使組織知識的質與量同時不停的增加。這也是一個更高的層次，以松下公司研發新型麵包機為例，在機器設計的過程中，田中所學到的內隱祕訣，可以非正式地傳遞給公司其他產品的研發團隊（例如：烤箱的研發成員們），該成員利用此種知識，研製出烤箱機器的設計程序，以期能烘烤出更美味的披薩。這樣一來，整個組織的知識基礎不斷擴大，組織的績效就愈好，知識創新的成效也就愈高，愈能增加科技研發的成效。

肆、知識創新對科技研發的效益

許多研究指出，創新程度愈高的組織，其擁有的競爭優勢就愈明顯。當組織建構了良好的知識累積機制，組織成員參與知識創新的規模就愈大，更能促進內隱知識與外顯知識的交流互動，而結合了知識螺旋的過程，便顯現出知識創新是由組織中的個人層次開始，逐漸上升且擴大互動之範圍，逐步擴大至團體、組織，甚至到跨組織之間。由上述我們可知，經過了一輪的知識螺旋程序，又會再度啟動知識創造螺旋，就如同螺旋般不斷地旋轉，亦即當研發人員獲得了新的內隱知識後，透過知識的螺旋，這個知識就猶如滾雪球般愈滾愈大，不但該團隊獲益，最終惠及其他研發團隊，當組織的知識基礎不斷擴大，科技研發的基石就愈穩固，愈能促進科技研發的進行，所以知識創新對科技研發的效益是顯而易見的。

「組織知識創造」是知識創新的內容之一，是指企業創造新知且將新知擴散至整個組織，並將其融入企業的組織文化以及產品的能力，以下舉日本企業為例，說明知識創新對科技研發的效益。Nonaka&Takeuchi（1995）的知識創造論中提及，日本企業成功的因素在於「組織知識創造」上的最適運用。他們擅長於以漸進、螺旋的方式創新，因此「組織知識創造」可說是日本企業獨特的創新方式。而日本企業持續創新的因素在於一種由外而內而外的轉換過程，公司研發人員由外部獲取新知，且提供內部產品研發團隊使用，而後創造出新產品，再將製造出的新產品銷售給外界，同時也讓整個研發團隊豐富了各自的內隱知識。這個過程就是本文之前提到的知識創新的螺旋程序，而這正是日本企業之所以成功的關鍵。

伍、結論

科技產業在台灣的经济發展中占有舉足輕重的地位，不但是出口貿易的主力之一，替台灣賺進大量的外匯，同時也讓國內的民眾享有價廉物美的科技產品，可見科技產業的發展對台灣的经济與人民的生活是相當重要的。雖然我們的科技產業蓬勃發展，但是我們也不能沾沾自喜，所謂「強中自有強中手，一山又有一山高」，韓國的三星電子、LG、海力士等等企業正是我國科技業強勁的競爭對手，而美國、日本等工業先進國家更是不在話下。

台灣的科技業要在重重的競爭中脫穎而出，就必須持續地創新，而知識創新正是其中相當重要的一環。知識創新強調產生新的知識，且有共同化、外化、結合以及內化等四種知識轉換的模式，而這四種模式的交流互動，稱之為「知識螺旋」。上述列舉了著名知識管理學者野中郁次郎所提出的日本松下公司開發家用麵包機的例子，來說明知識創新的螺旋過程如何促進科技研發的進行，而知識螺旋就如同螺旋般不斷地旋轉，從個人獲得新知識的層次開始，經過了一輪之後，相同的程序將再次展開，如此不斷的循環，組織的知識基礎就會不斷擴大，最終所有的研發團隊都獲益，因此促進了科技研發的進行，也提升了科技研發的成效，而日本企業的成功就是最佳的例子。

參考文獻

- 楊子江、王美音 譯 (1997)。Nonaka, I. & Takeuchi H. 著。創新求勝。台北：遠流。
- Beckman, T. (1997). A Methodology for Knowledge Management: Proceeding of the IASTED, *International Conference on AI and Soft Computing*.
- Miller, W. L., & Morris, L. (1999). *4th Generation R&D: Managing Knowledge, Technology and Innovation*. New York: John Wiley.
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company*. London, Oxford: University Press.
- O'Dell, C. & C. J. Grayson (1998). *If only we knew what we know*. New York: The Free Press.
- Parent, M., Gallupe, R.B., Salisbury, W.D., and Handelman, J.M. "Knowledge creation in focus group: Can group technologies help?," *Information & Management* (38:1), 2000, pp. 47-58.
- Spek, R. & Spijkervet, A. (1997). *Knowledge Management: Dealing Intelligently with Knowledge*. Knowledge Management and Its Integrative Elements. Liebowitz & Wilcox, eds. CRC Press.
- Wiig, K. M. (1997). *Roles of Knowledge-Based Systems in Support of Knowledge Management: Knowledge Management and Integrative Elements*. New York: CRC Press.

探討基因食品科技的研發

林杏諭

國立台灣師範大學 工業科技教育學系研究生

壹、前言

科技的發展，對人類生活及社會與環境都產生了重大的影響。各門各類的科技不停的推陳出新，以滿足人類新的需求，以及解決人類新的問題。

目前對人類生活影響最大的科技，除了最基礎的能源科技、運輸科技、製造科技、營建科技、傳播科技等，又有一些新興的科技，譬如生物科技，也開始產生較大的影響。

生物科技可來改造生物個體，變成經濟價值更高的農林漁牧產物。也可以用來發展生質能，紓緩能源短缺的壓力，更重要的，生物科技可來改良食物的生產，以緩解全世界糧食供應的不足。

食物是所有生物包括人類賴以維生的基本資源，沒有足夠的食物來帶給我們能量的話，生物將無法生存於這個世界上。古人採集食物、只是追求果腹為生，如今演進到豐富而精緻的生活，人類對食物的品質特性要求，已經有了巨大的改變。這些對食物特殊品質的要求，可以賴生物科技中的遺傳工程基因改造技術以達成。

人類利用基因工程來改造食品的科技研發結果，可以提高產量、縮短產期、改善產品外觀、提高產值、減少農藥及肥料的使用。但是，食用基因食品也會對人體、自然環境、及農漁食物之未來發展，造成難以完全掌握的影響，因而引起很多人心中的疑慮與困惑。因此，對基因食品科技的意義、現況及未來發展，能有進一步的瞭解，是非常重要的。

對於基因食品科技，本文將從其意涵及對人類生活的關係，開始探討起，其

次探討基因食品科技及基因食品產業之發展現況，最後探討基因食品科技的發展，所產生的影響、引發的疑慮、及未來發展的展望，希望藉由本文有系統的探討，能增進月刊讀者們，對基因食品的認知與瞭解。

貳、基因食品科技的意涵

一、何謂基因食品

根據聯合國糧農組織/世界衛生組織(FAO/WHO)所組成之食品標準委員會(Codex)及歐盟規範基因改造生物蓄意釋出指令(Directives 90/220/EEC)對「基因改造生物」(Genetically Modified Organisms, 簡稱GMOs)之定義為：「基因改造生物是指其遺傳物質係以非自然交配與／或非自然重組方式產生改變之生物。(王希平, 2002)

基因改造食品(Genetically Modified Foods, 簡稱GMF)是以現代基因工程技術從基因改造生物製造出來的食品。

基因改造食品依照作為食品之基因改造生物之不同，可區分為：

1. 基因轉殖微生物與其產物，包括微生物可作為發酵食品的菌元，或用以生產酵素、胺基酸、有機酸、維生素、色素、香料等食品添加物；
2. 基因轉殖植物及其加工品，基因轉殖作物是基因改造生物中發展最快的領域，已有黃豆、大豆、玉米、番茄、馬鈴薯等基因轉殖作物上市；
3. 基因轉殖動物，如轉殖生長激素基因的鮭魚等，雖然基因轉殖動物作為用途的研究報告時有所聞，但至今尚無此類基因改造食品正式上市。(王希平, 2002)

二、基因食品科技的意義及對人類生活的關係

基因改造是指利用基因改變他種生物原來之特性，即以人為方法改變物種之基因排序。基因改造之技術大大地增加了科學家可以援用以改變食品來源生物之可利用性狀的範圍。因為重組DNA 技術可以將一個或一些基因引介入一個生物體，例如一種作物。基因改造技術大幅地增加了基因轉殖之準確性並擴大了可轉

殖基因之範圍。

「基因改造生物」之原文為“genetically modified organisms”，其縮寫為“GMOs”。此名詞指所有經由基因工程技術改造的有機體，也間接地指其間涉及的各项議題。從字義來說，“GMOs”一詞可以有非常廣泛的涵蓋範圍，幾乎可以囊括所有與生命科學、基因工程、生命倫理學、基因倫理學相關的議題。（王希平，2002）

因此我們可以得知，基因改造技術影響了不只是醫學技術，甚至也悄悄蔓延至我們日常生活的食物。基因食品科技不僅可以改變物種本身的特性，甚至可以改善產量、生長過程與時間等，只要改變其基因，我們的食物可以更美味，我們的收成時間可以更短暫。對人類的農業科技來說，的確是一個很大的收穫。然而，基因改造食品卻有被污名化的危機，開始有許多產品特別標示「無基因改造食品」。因此，我們可以透過瞭解基因改造食品的定義與特性，來判定對人體健康是否有害。

參、基因食品科技的發展現況

一、近年來新興基因食品科技的最新發展

基因食品科技的發展日益蓬勃，很多基因改造食品紛紛上市，以中國大陸為例，中國大陸是第一個將基因轉殖植物商品化的國家；美國則是率先批准基因食品上市的國家。歐盟、加拿大、日本與中國大陸等亦陸續有基因食品的上市。

目前已上市的基因改造食品有大豆、玉米、油菜、棉花、稻米、蕃茄、小麥、果樹、甜菜及馬鈴薯等十種作物。以國人最常食用的稻米來說，由日本菸草產業公司與美國孟山多公司合作研發出蛋白質含量較低的基因轉殖水稻，其他公司所研發的目標則包括改良水稻的碳水化合物、蛋白質、油脂等成分，以及含高量維生素 A 等目標。

由上述描述我們可以得知，基因改造食品已漸漸嶄露頭角，世界各國均致力

於發展基因改造食品科技，以求得到最佳的產量與產值。在世界各國紛紛跟進的趨勢下，基因改造食品的未來指日可待。

二、基因食品產業的發展

有鑑於世界各國紛紛開始進行基因改造食品的農業發展，研究顯示於 1996 年，世界上僅有 170 萬公頃之地域種植基因轉殖植物，至 2001 年已增至 5260 萬公頃，亦即從 1996 年至 2001 年，全球栽種基因轉殖植物面積增長了 30 倍之多。

至於栽種基因改造食品之國家則增長了一倍，從 1996 年至 2001 年間，栽種國家由 6 個增加至 13 個國家。而大部分的栽種地區均在工業化國家，如美國及加拿大，但是值得注意的是，於 2001 年，全球栽種地區已有 1/4 分布在發展中國家，如阿根廷、中國大陸、南非、墨西哥、印尼及烏拉圭（王希平，2002）。

由上述研究可再次印證，基因改造食品已成最新興的產業之一，人類除了開始追求食品的產量外，也因應健康考量開始改造食品基因以得到食品的最佳的營養價值。因此，基因改造食品產業的實不容小覷。

肆、基因食品科技發展的問題探討

一、基因食品的發展所產生的影響及安全疑慮

世界各國均非常重視基因改造產品之安全性問題，並訂定相關之評估辦法及管理規範。而安全性問題包括了二大類：

1. 基因改造生物產品對生態環境之影響；
2. 基因改造生物產品作為食品及飼料用之安全性。

基因改造產品之安全性目前並無有效之評估方法，且其對人體或環境的影響可能須長時間才會顯現，因此現階段無法斷言其安全性，須等待完整且具科學根據之評估方法建立後，方能解決基因改造生物產品安全性之爭議。

人類對基因改造食品的爭議原因在於過敏原、安全性及微生物引發的病原性等。以社會大眾最普遍的疑慮來說，一旦會引起過敏食物之基因，經由 DNA 重組技術而轉移到其他食物，則原本會導致過敏的成分，就可能連帶移轉到其他食

物，若未適當標示，可能會造成誤食。事實上，過敏性反應均有可能發生於任何一種食品中。此外，利用基因轉殖技術生產或製造食品時，所使用的微生物必須不具病原性，以免基因改造食品受到汙染。

上述原因是基因食品一直引發爭議的原因，然而經由各研究顯示，基因改造食品的轉造基因並不會進入人體中；事實上，基因改造食品與傳統人工育種已無實質的差異，僅利用的育種方式不同而已。人類食用基因改造食品已有十年以上的歷史，至今也並未傳出基因改造食品對人體有害之相關消息，由此看來，基因改造食品對人體的影響基本上應該是安全無虞的。且人類已致力於改造基因食品的技術，基因食品未來的發展值得期待。

二、基因食品產業發展的展望與預測

在這幾十年之間，基因食品技術已日趨成熟，從一開始的蕃茄至現在的稻米等，基因食品已開始在我們的世界佔有其一席之地。在這一波浪潮下，人類開始無法喘息，因此制訂了許多法規來限制基因食品的過度發展。

我們可以大膽預測，未來的基因食品產業將會發展出越來越多種的產殖方式。然而，人類試圖運用科技改變世界的企圖下，可能也會造成大環境的反撲，不僅生物物種可能會瀕臨絕種，且也可能造成新的環境污染等，可謂隱憂重重。隨著基因改造食品的發展重點從性狀改變至可能欲利用基因食品來取代疫苗，相信引發的安全性爭議將會越演越烈。對於這種未來的基因改造食品恐怕要以更嚴格的管制方式處理，否則一旦誤食或食用過量，對人體之危害就會更大，對於生態之影響亦會更為嚴重。

因此，我們需要開始著手於更完善的法規制訂，避免不肖商人為了追求商業利益而引發災害及生物環境的反撲。此外，人類應不抱持過分的改造野心，將發展步調放慢，來因應法規與大環境的趨勢，才能使基因食品的發展對人類產生最大的福利。

伍、結語

生物科技的發展，不僅僅是影響了我們的社會，也影響了食品改造的發展，我們無法想像，未來可能會出現多少基因改造食品項目，基因不僅僅會影響人類，也影響了食品的產值、營養成分等。隨著各國基因改造食品技術的發展與演進，越來越多的品項問世，而種植的面積增加速度也可謂一日千里，值得人類加以探討與重視。

由於「基因」兩個字的作祟，人類開始擔心基因改造食品是否會對人體安全性甚至是環境造成任何的影響。雖基因並不會轉殖到人體內，但人類內心的恐懼與疑慮仍未消除，而開始發展越來越多的基因食品法規來規範這一波一波的基因改造食品狂潮。

在安全性、環境等隱憂下，人類開始重視基因食品的科技發展，不但期待嶄新一頁的新發展，卻又擔心會造成環境的災害等矛盾的心態。我們可以大膽推測，基因食品將會在人類的矛盾狀態下發展出越來越成熟的技術。對人類來說，基因食品的發展將會成為兩面刃，對人類既有益又可能有害。我們要如何面對如基因食品這類科學技術發展下的產物，實為我們該解決的一大課題。

參考文獻

王西平（2002）。基因改造食品管理之相關法律問題研究。東吳大學法律學研究所碩士論文。

李素華，由聯合國及歐盟基因改造食品管理標示規範趨勢——研析我國基因改造食品相關法制(下)，科技法律透析，2001。

李素華，由聯合國及歐盟基因改造食品管理標示規範趨勢——研析我國基因改造食品相關法制(上)，科技法律透析，2001。

郭淑珍（1998），科技領域的風險決策之研究——以德國法為中心，台大法研所碩士論文。

澳洲二維建構科技教育課程及其啟示

許穎琦

國立台灣師範大學工業科技教育系 研究生

壹、前言

澳洲位處於南太平洋，純樸厚實的民風加上先天多元的物產資源，得天獨厚，是一個資源豐富、地大物博的國家。澳洲在通訊、航空運輸、生化科技等高科技領域上的技術成就與發展保有傲人的成績，亦是諾貝爾榮耀科學家產出的重鎮，使得澳洲在激烈的國際競爭考驗中始終屹立不搖。這些輝煌的科學、科技成就除了歸功於全民一心的通力合作與天然資源先天優勢外，良善的科技教育基礎亦功不可沒。

故以，本文將針對澳洲的科技教育課程及其二維方式建構的科技教育內涵作探討，並循而從中得到啟發。

貳、澳洲的科技教育

早期，澳洲曾淪為英國的殖民地，所以澳洲科技教育的前身仍是承續著英國的手工/工藝教育（木工、金工、汽車修護等）內容，並未有明確的自我方向。直至澳洲建國後，才開始著手於本位式課程內涵的方向發展（Technology and the curriculum, 1994）。

到了八零年代初，隨著世界局勢變化和時代腳步快速變遷；全球經濟與教育趨勢、要求科技發展以強化國家經濟、科技在工作場所的變遷與協助學生進入工作世界的準備、提昇高中後兩年的就學率、以及對科技素養在社會中重要性的認知等因素的影響，外加上澳洲聯邦政府對結合教育資源的作法，而加速傳統技術教育課程的改革，進而促使科技教育成為中小學八大關鍵學習領域之一（黃能

堂，2004）。這可視為澳洲科技教育發展向前躍進的轉捩點。

1989 年，澳洲教育委員會發表了赫巴特宣言（Australian Educational Council, 1989）。內容除了宣示普通與共識的教育目標之外，也全力推動八個關鍵的學習領域，將「科技」獨立列在學習領域之列，並著手編寫科技領域學習內涵的「課程敘述（curriculum statement）」與「課程描述（curriculum profiles）」（Williams, 2005）。

澳洲的國定課程將科技教育定為關鍵學習領域（key learning area, KLA）之一。澳洲「關鍵能力」中運用科技的能力，可經由科技教育來達成。澳洲的科技教育課程架構分為：設計、製作與評價（Designing, Making and Appraising）；材料（Materials）；資訊（Information）；和系統（Systems）等四大層面（Strands），「層面」被認為與課程監控、修訂和改革有交互相關同時也是其基礎（Technology Education Federation of Australia, 2000）。

澳洲科技教育課程規劃依照教學內涵層次的深淺劃分為 K-6、7-10、11-12 三個學習群組，共十二個學習層級。澳洲中小學科技課程的安排上，與英國頗為相近，係採用「設計與科技」（Design & Technology, D & T）課程名稱。在小學階段（K-6），並未分科，「科技」與「科學」結合，屬必修。國中階段（7-10）則單獨列為核心必修課程之一；後期高中階段（11-12）則是改為選修，其「設計與科技」課程與「高級學校認可」（Higher School Certificate, HSC）結合，可作為大學申請入學之學習歷程文件檔案（Kimbell, 1997）。

澳洲科技課整合了理論和實務，也是橫跨學科的（interdisciplinary）。科技涉及理念與原則的發展，如其他學習領域的應用、工程和商業化等。在義務教育的階段（第 1-10 年）男女生者必須修科技課程。中學課程更專門化，通常在 12 年級時進入獨立的課程。在後期中等教育階段，許多科技課程著眼於教育與學校外的生活與工作。科技課程可以成為獨立的課程，也可以與其他領域的學習結合（Rasinen, 2003）。

澳洲科技教育學習領域的課程內涵分別由四條課程向度、三個學習群組與十

二個學習層級共組而成。然而，在這四門科技領域課程的縱向學習活動之外，尚有四則獨立的「過程要素」，共同建構澳洲在世界諸多科技教育課程中獨樹一幟的「二維建構科技教育的課程」。

參、澳洲的二維建構科技教育課程

澳洲以二維的方式建構科技教育課程，縱貫向是代表科技教育課程內涵組成之領域(Content organizer)，即「設計、製作與評價(Designing, making and appraising, DMA)」、「資訊(Information)」、「材料(Materials)」及「系統(Systems)」等四條課程向度(strand)；另一方面橫向聯結則以「調查(Investigating)」、「策劃(Devising)」、「製造(roducing)」與「評估(Evaluating)」等四項作為學習活動過程中的「過程要素(Process Strands)」，各項教學活動都必須透過此四項過程要素達成教學目標(黃能堂，1998)。

徐啟源(2002)將「課程向度」與「過程要素」的二維關係整理如圖(圖1)：

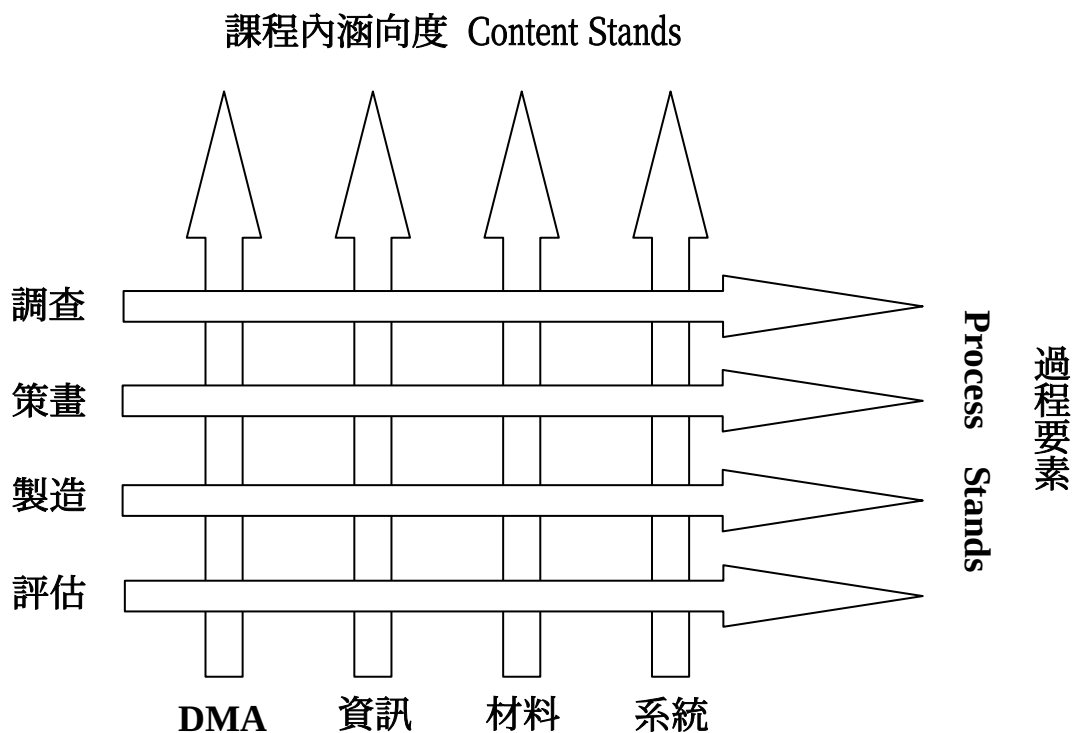


圖 1 澳洲的科技教育課程架構

(資料來源：徐啟源，2002)

澳洲科技教育課程以「設計、製作與評價（DMA）」、「資訊」、「材料」以及「系統」等四個研習方向（Strand）作為組織課程內涵之軸向，在此課程內涵之架構下，Technology Studies（Queensland Studies Authority, 2007）將 K-10 階段的科技教育課程教學目標敘述如下：

- 一、培養學生擁有卓越的技能與主動求知的習慣並具有批判思考與創新的態度。
- 二、使學生習得科技與未來及過去的互動能力。
- 三、促進學生對於工業、創新、與設計生產有更多的瞭解。
- 四、鼓勵學生探討科技、工業、社會與永續發展之間的關係。
- 五、使學生對於資源的利用更具識別力與責任感。
- 六、培養學生自我成長與融入社會的能力，能主動關心他人與環境，在職場上能互助互惠，進而提升自我價值。
- 七、評估產品的設計與研發在文化、經濟、政治、社會、環境、種族與道德等層面上的影響。
- 八、使學生能從學習的過程中將安全的議題融入日常生活。
- 九、培養學生在未來繼續學習科技知識與技能的能力。

在 11-12 階段，則分由三個面向來在詮釋科技課程的教學目標：

- 一、科技原則：使學生瞭解科技對於產品設計、工業、社會和永續發展間的相互影響。
- 二、安全性：使學生瞭解設計與生產過程中必須注意到的安全考量，並鼓勵學生將安全的需求融入於現實生活中。
- 三、產業與資源：使學生瞭解各個產業的持續發展與資源的有效利用。

除了知識與技能的習得外，澳洲科技教育課程亦強調學生在過程中必須建立的科技「態度（Attitudes）」與「價值觀（Values）」（Department Of Education And Training—Technology, 2009）：

- 一、問題解決在設計生產過程中的利用。
- 二、透過安全管理體認安全在科技過程中的益處。
- 三、工具、材料與技術的用途與益處。
- 四、有效控制能源的消耗。
- 五、科技系統對環境的影響。
- 六、透過科技管理控制生產的過程。
- 七、古今科技的流變對社會環境的影響。
- 八、產品的設計與研發包含文化、經濟、政治、社會、環境、種族與道德等層面的考量。

澳洲科技教育課程經由「課程敘述 (curriculum statement)」訂定科技教育的教學目標，再透過「課程描述 (Curriculum profile)」說明各層級的課程目標細目與活動範例，此即科技教育課程實施的目標模式。澳洲科技教育課程採取目標模式與過程模式交互進行的方式，這麼作是為了彌補在目標模式下，常常不易發現學生在學習過程中的問題癥結，導致學習上困難與不解。故而衍生出調查、策劃、製造和評估等四個過程要素來補足目標模式的缺失 (Williams, 2007)。因此，各項教學活動都必須透過此四項過程要素來達成教學目標，讓學生在學習的過程中透過調查、策劃、製造與評估的方式，學習相關的科技素養並進而發展問題解決的能力。這是相當值得台灣科技教育效尤之處。

四項「課程向度」及四項「過程要素」的二維關係建構課程起課程內容，循序漸進的方式敘述其各層級的教學目標。如此學生便可依循習得的知識進行後續的學習活動與技能的應用，教師亦能根據具體的教育目標來訂定適宜的課程內容，並設計教學活動及實施教學評量。教學目標與教學過程要素相輔相成，完整而詳實，教師與學生皆能清楚瞭解學習的目標與內涵。

肆、澳洲二維建構科技課程對我國科技教育的啟示

澳洲科技教育課程規劃依照教學內涵學習層次的深淺劃分為 A、B、C 三個

學習群組，各學習群組對應的學生學年為：A (K-6)、B (7-10)、C (11-12)，每位學生依照自己的學習進度逐步加深，各群組劃分並不明顯，反較強調各學群間的銜接。學生在學習歷程中可能重疊學習相同層級的課程與課程知識，一方面可作為上下兩學群間課程知識的統整，另一方面也能藉由再次重複的內容教授，提高學習能力較弱的學生之學習信心。無論對課程內容或學生學習上，都不會有間斷與片段化的情形產生。

近年來，我國生活科技的課程中常常套用「問題解決」、「工業導向」等系統學習模式，在少數科技系統的教學中獲得不少成效。然而，並非所有科技涵蓋的系統都適用這些的學習模式。且不同科技領域有自成一格的系統內涵，各系統間整合的教學還必須開發出新的教學策略與融合，無法一制套用。相反的澳洲科技教育課程在基本的理論架構上，則以「調查」、「策劃」、「製造」、「評估」為主軸，作為各項科技教學活動過程中的過程要素，讓學生在學習的過程中可以透過一套調查、策劃、生產與評估的流程模式，考量實際生活所需及學生的科技知能，學習相關的科技素養並進而發展不同問題的解決能力。

澳洲的二維架構科技課程是採科技教育的本質與技術兩主軸兼行的模式為出發點，恰與我國科技教育重視知識、情意與技能並重的學習理念異曲同工。此外，澳洲強調實務導向的科技教育課程，偏重於科技素養中「實作」能力的培養；我國的生活科技則是強調能力指標的實踐，並兼顧知識與情意層面的學習，講求較完整「全面」的能力培養，這是我國較優越之處。然而，在課程內涵方面，台灣的科技教育欠缺如澳洲二維科技教育課程中橫向的過程要素，致使生活科技雖然雖有九年縱貫，教師卻在教學目標與含糊不明且間斷的能力指標間摸索，沒有一項可作為教學活動的依循準則，學生亦無法兼顧科技本質及技能的統整學習。

澳洲的科技教育無論在其課程架構的規劃或是教學內容的鋪陳都具有其特殊性與完整性，課綱與教學目標的編寫以及課程的推動也相當務實。這種面面俱到的科技課程體制，值得我國在規劃整體科技課程上作為參考。

伍、結語

澳洲科技教育的目標定義得相當具體且具彈性。首先利用課程敘述（Curriculum statement）解釋科技課程的重要性、課程目標、實施方式，以作為課程內容的指引。進而再透過課程描述（Curriculum profile）說明課程的教學目標細目與實施範例。同時又將整體課程劃分成遞增層級，使得教師可以根據學生當下的學習狀況與瞭解程度，及時彈性修正或晉、降階課程內容的深度與廣度，而非只是刻板地「規定」學生在某一年級必須達到某段教學目標與能力指標，讓學生拘泥在太過困難或太過簡單的窘境中，使得「教師教的無力，學生學的無趣」的情況發生。這樣的課程規劃，無論是在教學活動設計、教學方式的實施、教學評量的方法等也給予教師彈性選擇相關教材的權力。教師可根據學生的特性及科技相關智能的發展層級，設計出不同層次的作業，以因應不同學習能力學生間的個別差異，作出「適性化」的教學活動，因材施教。這種課程架構在將來我國科技課程的建構上是值得引以參考的借鏡。

參考文獻

- 徐啟源 (2002)。中英美澳四國小學科技教育課程之比較研究。臺中師範學院。
- 黃能堂 (2004)。澳洲科技教育。生活科技教育月刊, 37 (3) , 8-24。
- 張永宗、謝文斌 (2006) 。澳洲與台灣中小學科技教育師資培育與專業發展之比較。生活科技教育月刊, 39 (1) , 7-26。
- Paige K. & Treadwell K. (1994). *Technology and the curriculum*. Retrieve April 1, 2009, from <http://www.ascilite.org.au/aset-archives/confs/edtech94/mp/paige.html>
- Kimbell, R. (1997). *Accessing Technology: International trends in curriculum and assessment*. Buckingham: Open University Press.
- TEFA. (2000). *Technology Education Federation of Australia*. Retrieved April 17, 2009, from <http://www.pa.ash.org.au/tefa/wite.html>
- Rasinen, A. (2003). An analysis of the technology education curriculum of six countries. *Journal of Technology Education*. 15(1), 31-47.
- Williams, P. J. (2005). *Technology Education In Australia: Twenty Years In Retrospect*. Retrieve April 18, 2009, from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT15/Williams.pdf>
- Williams, P. J. (2007). *A research based national action plan for Technology Education in Australia*. Australia: Edith Cowan University, Perth.
- Queensland Studies Authority. (2007). *Technology Studies*. Queensland Government, Australia: Author.
- Queensland Government. (2009). *Department Of Education And Training — Technology*. Retrieve April 28, 2009, from <http://education.qld.gov.au/curriculum/area/technology/index.html>

傳播科技學習活動之探討－認識照相機

曾若蘭

台灣師大工業科技教育系研究生

壹、前言

攝影的功能：在沒有攝影術的時代，一切人物及其活動實況都靠繪畫。但繪畫很難百分百的真實，例如博物館陳列的歷代元首畫像，真實到甚麼程度，不無可疑。自從光學與化學產生了攝影術，照相機代替了畫筆，攝影就成為記錄各種人物及活動的必要手段。社會上發生了重大事件，可以照片刊載報紙雜誌，作為文字敘述的輔助，以提高其真實性。某地方發生竊盜或兇殺等事，警探人員可將出事的現場拍攝照片，以利偵查。科學家研究細胞或病菌等，可由顯微鏡觀察所得拍攝照片，幫助研究。在目前大眾傳播事業繁盛的年代，在在都需要攝影。至於日常生活，郊遊旅行，婚嫁喜慶，年節闔家團圓，皆可藉攝影留做紀念。尤有要者，攝影是一種藝術，能增進生活情趣，昇華生活素質，陶冶身心，美化人生。

隨著科技一日千里，相機發展到今天，不管造型也好、功能也罷，都遠非過去所能比，不過拍攝原理與構造，基本上都是一樣。

相機一詞源自於希臘語「Camera Obscura」暗箱之意，早在十一世紀，人們便了解針孔成像原理。針孔照相機是一種古老的成像工具，它不需要鏡頭、反光鏡或其他光學零件，只需要讓光線穿過一個小孔，在暗箱形成外部景物的倒像。它最早起源于 19 世紀達文西和其他當代畫家用來繪畫的“暗箱”透過暗箱後面的毛玻璃倒像，畫家們可以輕易地描繪出更逼真的畫像。針孔成像的原理是光線以物體上的每一點發出，沿著直線方向向前傳送，穿過暗箱小孔會聚於底片上，構成與物體上下左右相反的影子。

針孔成像是未必對焦點的，因為無論遠近都能結成較為清晰的影像。透過這

樣的簡易相機製作與拍攝，讓學生可以找到最原始的影像呈現，也能體會科學應用是這麼的既容易又有趣呢！

本教學活動是希望從對光的認識（反射、直線進行與折射），了解相機的成像原理；進而對相機各部位解說介紹，融入物理光學、光化學反應等科學知識；加入相機攝影科技發展史理解攝影和快速成像術發明有時靠靈感和運氣；透過設計與製作針孔相機與透鏡相機，讓學生更加清楚具體感受科學應用的真實感。

貳、教學活動設計

一、單元名稱：光的繪畫

二、教學對象：國中八年級學生

三、教學先備知識：對光學有基礎的認識

四、教學時數：七節課

五、教學目標：

（一）學習本課程，學生可習得下列目標：

- （1）瞭解與攝影相關的行業與廣泛應用
- （2）認識相機與眼睛的相似性
- （3）運用光的性質及其應用：直線進行、針孔成像、反射與折射
- （4）瞭解相機原理、演進及發展趨勢
- （5）認識相機的種類、構造及其工作原理與相關知識
- （6）瞭解傳統相機與數位相機的異同
- （7）認識軟片產生潛影的過程與工作原理
- （8）設計與製作簡易針孔相機與透鏡相機
- （9）培養學生問題解決的能力
- （10）正確使用機具、材料、設備等，並注意工作安全
- （11）培養學生共同討論之良好態度。

(二) 分段能力指標 (表 1)

本教學活動的實施，主要可達成九年一貫的分段能力指標，如下表 1 所描述：

表 1：教學活動可達成的能力指標

能力指標	分段能力指標
過程技能	1-4-4-4-9 能執行實驗，依結果去批判或瞭解概念、理論、模型的適用性
	1-4-5-5-4 傾聽別人的報告，並能提出意見或建議
能力指標	分段能力指標
過程技能	1-4-5-6-4 善用網路資源與人分享資訊
科學與技術的認知	2-4-1-1 由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能
	2-4-5-6 認識聲音、光的性質，探討波動現象及人對訊息的感受
科學本質	3-4-5-10 察覺依據科學理論作推測，常可獲得證實
科技發展	4-4-1-1-3 了解科學、技術與數學的關係。
	4-4-1-2-3 了解技術與科學的關係。
	4-4-2-1-8 從日常產品中了解台灣的科技發展。
	4-4-2-2-9 認識科技發展的趨勢。
	4-4-3-1-3 認識和科技有關的職業。
思考智能	6-4-5-2-5 處理問題時，能分工執掌，做流程規畫，有計畫的進行操作
科學應用	7-4-1-2 察覺每日生活活動中運用到許多相關的科學概念
	7-4-4-10 接受一個理論或說法時，用科學知識和方法去分析判斷
設計與製作	8-4-2-4 利用口語、影像(如攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想。
	8-4-3 了解設計的可用資源與分析工作。
	8-4-4-10 設計解決問題的步驟。
	8-4-6-7 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整。

六、所需工具與材料

(一) 教師於教學前須準備的器材 (表 2)

表 2：教師教學器材表

名稱	數量	備註
單槍投影機	1 台	
筆記型電腦	1 台	
學習單、電腦簡報、 圖片、網站、書籍等		教學資料

(二) 學生實作所需的工具與材料 (表 3)

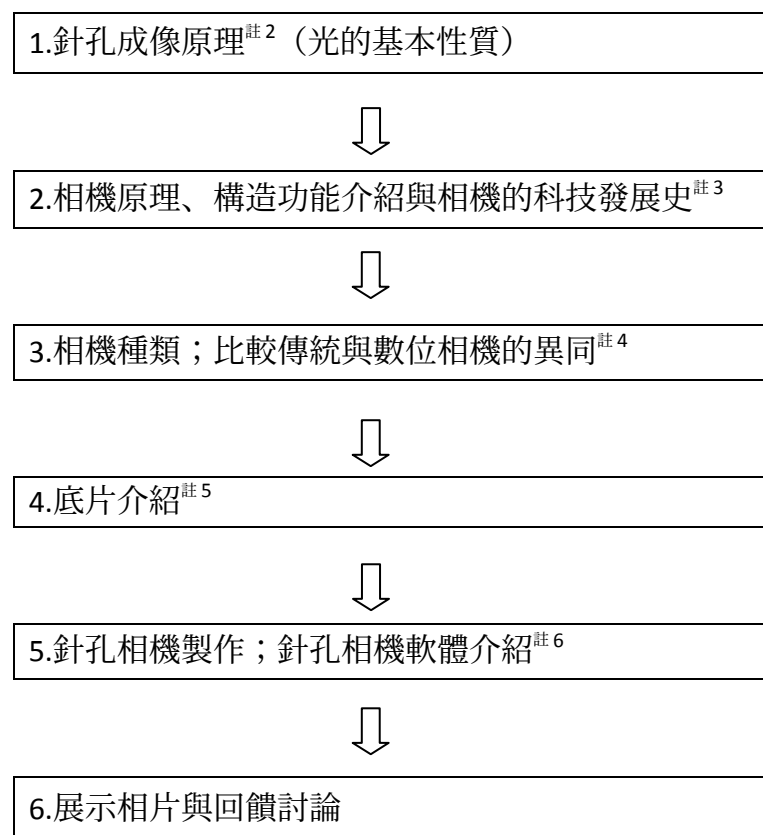
表 3：學生實作材料表

名稱	規格	數量	備註
牙膏盒 ^{註 1}	175g 包裝	1 個	均個人為單位
牙籤或筷子		1 根	
鋁罐	250c.c.	1 罐	
135 底片捲		2 捲	
美工刀		1 支	
粗/細砂紙	# 500 ; # 1000	各 1 張	
縫線針		1 根	
黑色油性筆		1 根	塗黑盒子用
直尺	15 公分以上	1 把	
白膠或膠水		若干	
切割墊		1 塊	
電工膠帶	黑色	1 捲	
圓規		1 把	

➤ 註 1：須將紙盒展開後的紙板用油性黑筆全部塗黑，以免光線進入機身內產生不必要的反射。

七、教學流程（表 4）

表 4：教學流程



- 註 2：光線反射、針孔成像、透鏡折射。可衍生其他光學儀器應用光的性質，如望遠鏡，眼鏡、顯微鏡等。
- 註 3：眼睛與相機可互相比擬，融合健體領域；相機原理：相機暗箱的針孔成像，將影像投射到底片；相機各部位構造功能說明：鏡頭長短、快門的速度與光圈大小的 F 值介紹等。
- 註 4：相機種類：單眼、雙眼、數位相機、拍立得與即可拍等；比較傳統與數位相機的異同：影像感應儲存媒介、便利性等列表說明。
- 註 5：底片種類：感光度（ISO 值）大小而異。
- 註 6：分為相機機身、內層底片室、外殼快門組、過片轉扭、裝片與拍攝

八、活動內容與時間分配（表 5）

表 5：活動內容與時間分配

時間單位：分鐘

教學項目	教師活動	學生活動	時間	備註
複習光的基 本性質	說明光學性質的應用 舉例說明 教學活動概述 引導填寫學習單	專心聽講 舉手回答問題 填寫學習單【1】	25	潛望鏡鏡子反射 凸透鏡放大鏡 簡易針孔暗箱 學習單【1】
相機原理構 造介紹	暗箱針孔成像原理 鏡頭、光圈、快門、軟 片介紹 相機科技發展史 單眼與雙眼相機介紹 傳統與數位相機介紹	專心聽講 舉手回答問題 填寫學習單【1】、 【2】、【3】、【4】	20	教學投影片 學習單【1】、【2】、 【3】、【4】
相機製作 1	針孔製作流程示範	磨針孔、做針孔 片 填寫學習單【5】	20	學習單【5】
相機製作 2	機身製作流程示範	機身製作	25	學習單【5】
相機製作 3	內層底片室製作流程 示範	內層底片室製作	25	學習單【5】
相機製作 4	外殼快門組製作流程 示範	外殼快門組製作	20	學習單【5】
相機製作 5	針孔片、機身、底片、 外殼快門各零件組合 示範	相機各零件加以 組合	20	學習單【5】
裝片與拍攝	裝片示範	裝片製作 進行拍攝 底片送洗	10	學習單【5】
作品成果展 示分享討論	引導小組討論 回饋提供意見	填寫學習單【5】	45	學習單【5】

九、針孔相機製作流程

自製針孔相機可分成五個步驟：1.針孔片；2.機身；3.快門組；4.內層底片；5.

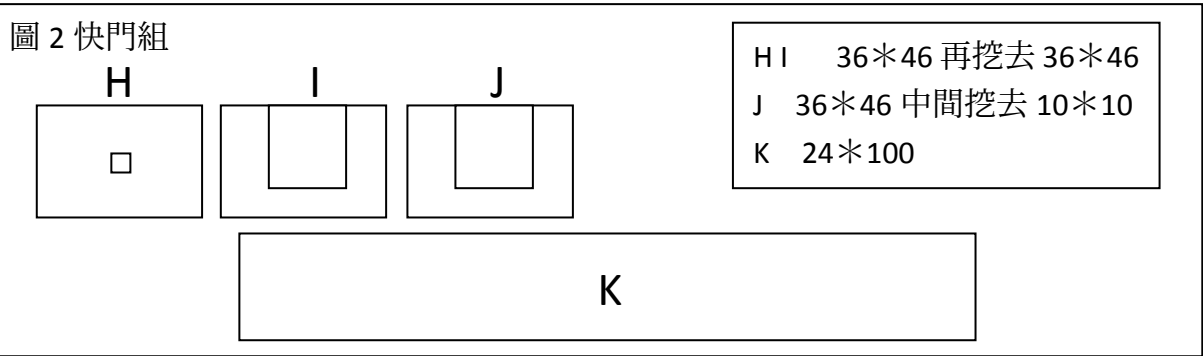
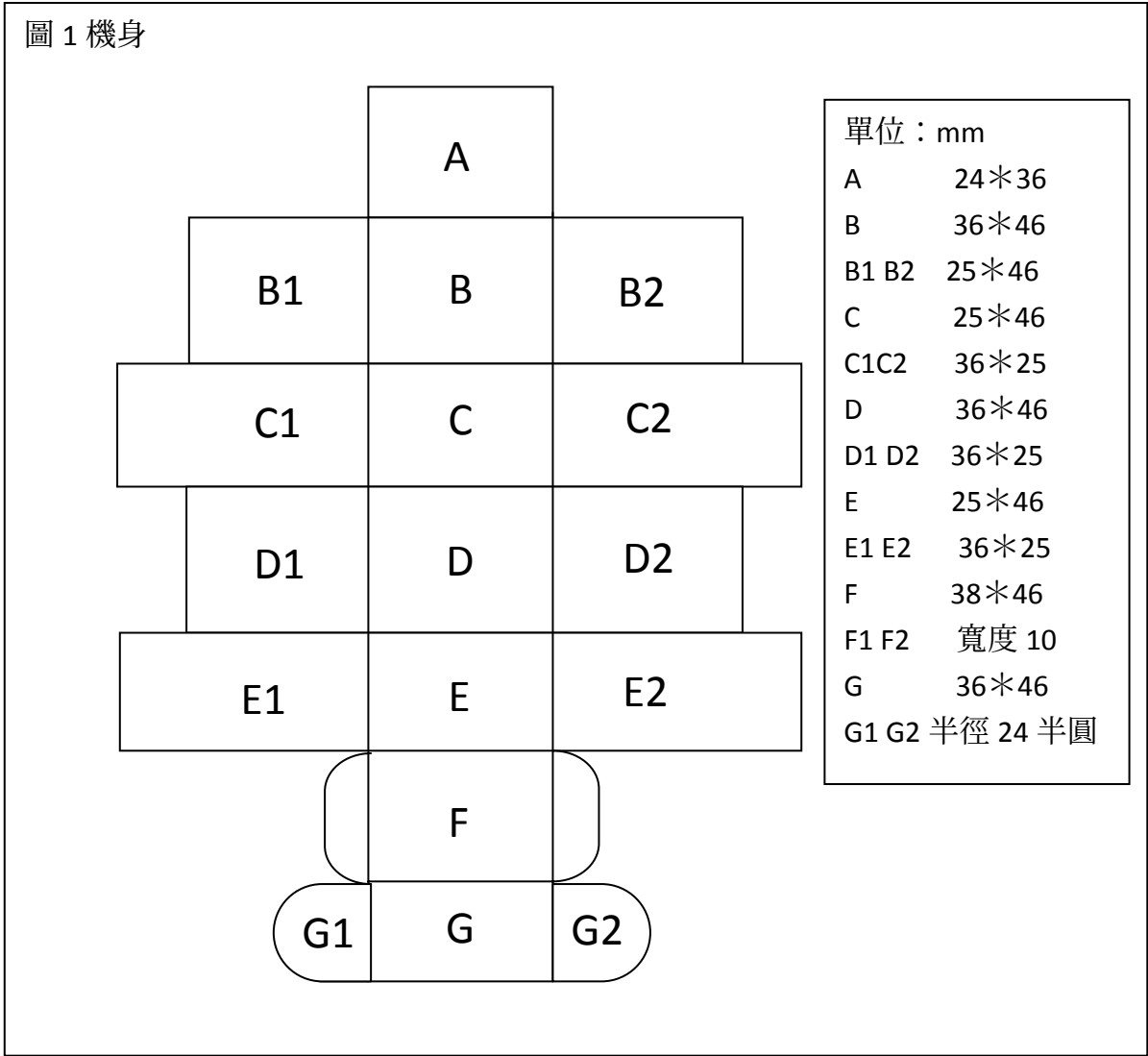
將以上零件組合成相機。以下詳細說明各零件的製作流程。

(一) 針孔片

1. 取鋁罐並鋪平 	2. 切割 	3. 頂出一個凸出點 
取得清洗乾淨的鋁罐（易捏扁扁）並將罐子之上下裁剪掉而後剪開如一張紙（小心鋁片邊緣的銳利）。	使用美工刀與直尺，將鋁片切割成 2cm×2cm 的正方形尺寸，可剪個 4~10 片不等。	利用牙籤或筷子的鈍頭頂住小鋁片的中心，用力向下壓，可造成小鋁片的另一面被頂出一個凸點。
4. 砂磨 	5. 用針戳洞 	6. 逆光檢查、再打磨 
先用 500 號砂紙，在用 1000 號砂紙，將凸點磨薄，磨至彷彿快破了為止。	用針（拿最細的）並在戳之前，先將鋁片塗黑。	戳完之後，逆光可看見針孔；再放回桌上，輕輕仔細的磨，將針尖戳過去的小凸起磨平，最後怕有雜質塞住針孔，因此，再補戳一次，通針孔。

(二) 機身部分：機身與快門組

1. 選用黑人牙膏紙盒是用來確定紙的厚度，以免使用過薄或過厚的紙張造成製作的失敗。
2. 圖 1 ABCDE 五個區域就是相機的內部；圖 2 為快門組



(三) 快門組

1. 所需材料 	2. 割除 30×24 	3. 正中央開 10×10mm 的洞 
先割出 3 張 36mm×46mm 的紙板和 1 張 24×100mm 並將相同 2 張 36×46 貼合在一起	將黏合的 2 張，畫出 24×30mm 並用美工刀把它割除	將第 3 張於紙板中間開個 10×10mm 的洞；最後將三片貼在一起。
5. 快門遮片		
將 24×100 紙條對折並貼合形成快門組之快門遮片		

(四) 底片組

所需材料：兩個捲片筒。一為空捲片筒，另一為未使用過的底片。



和照相館要一捲空片筒，並要求仍有一小截底片露在外面才能與另一捲是即將要拍攝的底片連結在一起

(五) 相機零件的組合

1. B 中央挖掉、貼針孔片	2. A → E 如圖	3. C1 → E1、 C2 → E2 B1 → D1、 B2 → D2
		
B 中央挖掉，並將針孔片貼在 D 的中央。	把 A 向內折到 E 的位置，並貼起來	把 C1 折貼在 E1 上， C2 折貼在 E2 上，方型紙盒的形狀就出現了！
4..機身完成，如圖	5.快門組加入	
		
快門組是貼在 F 的後面，並試試看快門遮片是否能順利插取。		
6.加入底片組，如圖		
		
如圖，在邊角地方貼上黑色膠帶，以免漏光		
		

十、 活動注意事項

(一) 磨針孔的部分：以幾何學的觀點來講，可以用縮小針孔的直徑來增強成像的清晰度；但是也不能縮得過小，過小會引起光的衍射，也會影響影像的清晰度。而太大的孔徑則會加大被攝物體在底片上的成像點而降低影像清晰度。

(二) 拍攝階段

- 1、 請盡量在白天陽光下拍攝。(針孔這種進光量極少的小孔成像，能正常顯影靠的就是長時間的曝光)
- 2、 拍攝時，請固定好一個定點，就將相機擺在那裏，不建議用手持著，因為曝光時間大多超過 1 分鐘，甚者 10 分鐘以上。
- 3、 建議裝設 ASA200 之底片在陽光下拍攝，最佳成像區落在 2.5M~10M 處，儘量把主題放置在這個區段。(參考台灣針孔攝影聯盟)

十一、 學習評量

(一) 認知部分

- 1、 是否能說出相機的成像原理
- 2、 是否能說出相機發展的演進情形
- 3、 是否能說出相機的各構造功能（鏡頭、快門、光圈、軟片）
- 4、 是否能分辨出相機種類間的差異

(二) 情意部分

- 1、 上課是否專心聽講。
- 2、 上課中師生互動情形是否良好。
- 3、 實作過程中，是否遵守注意相關規定。
- 4、 能欣賞並指出他人作品的優點。
- 5、 蒐集資料與口頭報告表現情形。

(三) 技能部分

- 1、 是否能夠正確的操作針孔相機軟體而得到應有的曝光時間數據。
- 2、 針孔磨得情形是否夠圓，且孔的周圍是否磨得單薄。
- 3、 底片是否能順利過片。
- 4、 相片拍照後洗出的效果是否清晰。
- 5、 相機外殼造型是否具有創意而獨一無二。

十二、 教學資源

1. 台灣針孔攝影聯盟。見
<http://www.wretch.cc/mypage/pipemore7>
2. 物理教學示範實驗教室。見
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=8364&forum=63>
3. 數碼學院。見
http://www.dpnet.com.cn/school/school_show_new.asp?id=1862
4. The Art of Pinhole Photography。見
<http://www.pinhole.com/gallery/>
5. 相機的原理與構造。見
<http://cck0217.myweb.hinet.net/TNGNEW-0.html>
6. 針孔成像。見
http://content.edu.tw/primary/nature/ks_gc/think/htm/a45ans.htm
7. 何謂數位相機。見
http://home.kimo.com.tw/titi6524/new_page_A_07.htm
8. 奇摩知識。見
<http://tw.knowledge.yahoo.com/>
9. 台中市三光國中數位教材資料庫。見
<http://www.sgjh.tc.edu.tw/resources.htm>

10. 科學教育學習網。見

<http://science.edu.tw/index.jsp>

十三、 相關學習單（附件）

1. 學習單之一—針孔成像&相機與眼睛。
2. 學習單之二—鏡頭與光圈。
3. 學習單之三—快門&相機構造。
4. 學習單之四—單眼與雙眼相機&傳統與數位相機。
5. 學習單之五—針孔相機製作。

參、 結語

本教學活動是希望從對光的認識（反射、直線進行與折射），了解相機的成像原理；進而對相機各部位解說介紹，融入物理光學、光化學反應等科學知識；加入相機攝影科技發展史理解攝影和快速成像術發明有時靠靈感和運氣；透過設計與製作針孔相機與透鏡相機，讓學生更加清楚具體感受科學應用的真實感。

參考資料

王宏海（民 94 年），**第一次攝影就上手**。台北：易博文化。

冼鏡光（民 96 年），**數位相機：觀念、技巧與原理**。台北：儒林。

曾恩波（民 62 年），**世界攝影史**。台北：藝術。

豐田堅二（民 96 年），**圖解相機結構**。台北，世茂。

相機的原理及結構，98.2.10 取自

<http://cck0217.myweb.hinet.net/TNGNEW-0.html>

針孔成像，98.2.10 取自

http://content.edu.tw/primary/nature/ks_gc/think/htm/a45ans.htm

附錄一：認識相機原理與構造 1 學習單 1

相機原理與構造 1 針孔成像&相機與眼睛

1.針孔成像原理：攝影的基本原理是建立在針孔成像原理之上的。

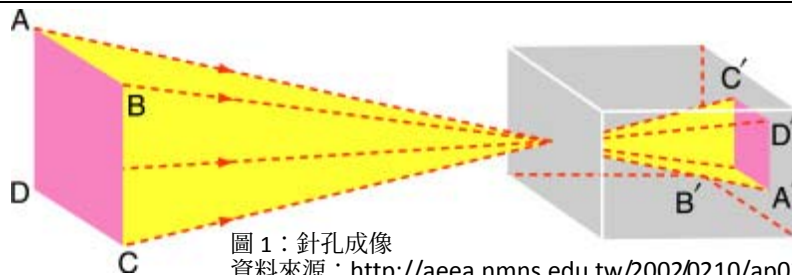


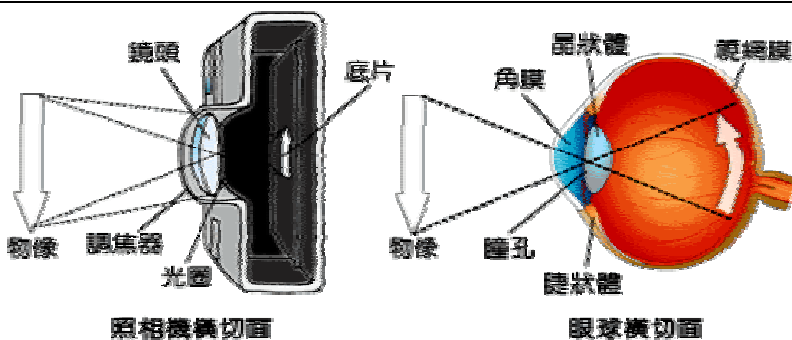
圖 1：針孔成像

資料來源：<http://aeaa.nmns.edu.tw/2002/0210/ap021002.html>

Q1：針孔所成的像為何？

Q2：若是將針孔逐漸增大會如何？影像所看到影像的亮度變得更大？變得更清晰嗎？

2.相機與眼睛



照相機橫切面

眼球橫切面

圖 2：相機與眼睛

資料來源：http://www.taichungphoto.org/inee_3.htm

相機：照像時，肉眼由觀景窗瞄準被攝影物體，鏡頭則蒐集從被攝物體反射的光源，經過光圈到快門，如果此時按下快門鈕，則光源便可到達軟片而曝光，被拍攝的物體便映在軟片上，照相機便完成拍攝的過程。

眼睛：瞳孔是光線進入的孔道，水晶體有如攝影機的鏡頭。物體發出的光線透過角膜、瞳孔，經過水晶體的聚光調節，影像就清晰地落在網膜下，好像照相機的底片，網膜佈滿神經，將外面傳入的光線傳入大腦顯現成像，這就是眼睛可以視物的道理。

眼睛的構造	相機的構造
眼瞼	鏡頭蓋、快門
角膜	鏡頭
虹膜、瞳孔	光圈
水晶體	對焦裝置
視網膜	底片

附錄二：認識相機原理與構造 2 學習單 2

相機原理與構造 2 學習歷程檔案【2】

相機的基本四個構造—鏡頭、光圈、快門、軟片

■ 鏡頭：通常是由數片凹凸透鏡組合，蒐集被攝體的光源。鏡頭焦距則決定成像的大小。



① 圖 3：景深

資料來源：<http://www.flickr.com/photos/slyang/1347379907/>

鏡頭為由長到短的照片排序：____→____→____→____→____

■ 光圈：由許多金屬葉片所構成的圈狀開孔，來控制光量進入的多寡。較小 f 值表示較大光圈。

連連看，看哪張照片是用哪個光圈下拍的？



圖 4：影像亮度

資料來源：<http://www.digital.idv.tw>

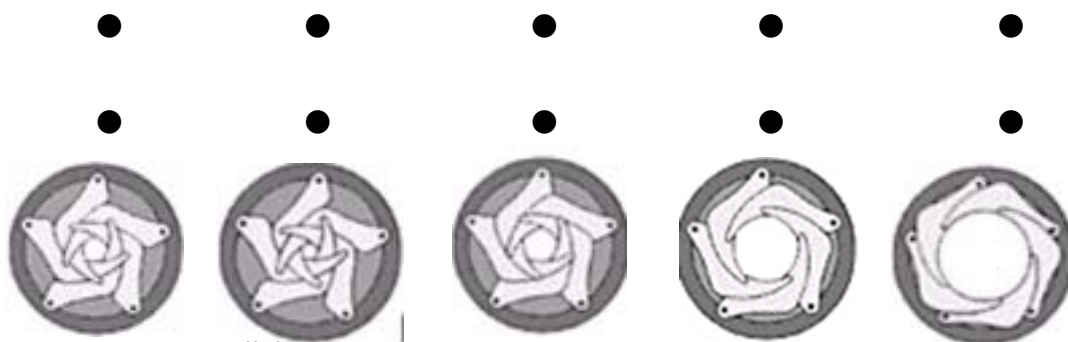


圖 5：光圈葉片大小

資料來源：<http://www.digital.idv.tw>

F11

F8

F2

F5.6

F2.8

附錄三：認識相機原理與構造 3 學習單 3

相機原理與構造 3 學習歷程檔案【3】

相機的基本四個構造—鏡頭、光圈、快門、軟片

■ **快門**：是相機鏡頭與底片之間的一個門，控制光量進入時間，影響畫面動感。

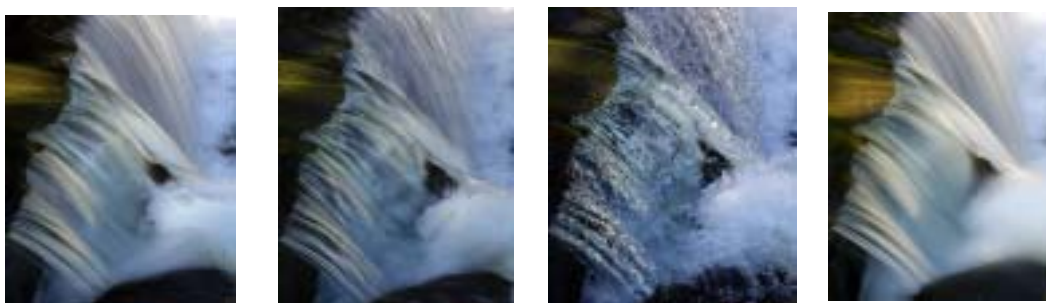


圖 6：影像凍結與流動感
資料來源：<http://www.digital.idv.tw>

①

②

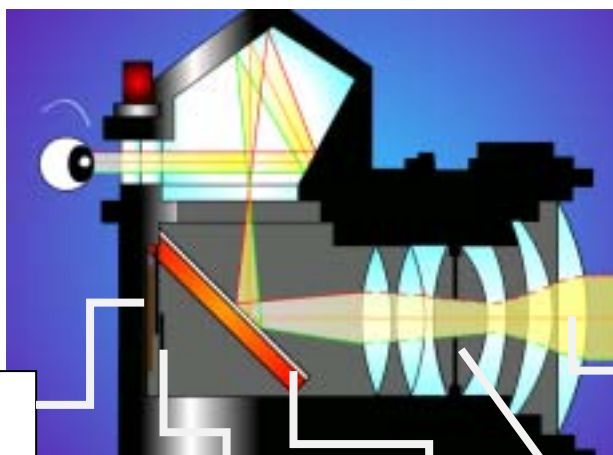
③

④

快門速度為由快到慢的照片排序：____→____→____→____

■ **軟片**：是一張張薄且具有感光性質的膠合物，一般分為黑白軟片、彩色軟片及幻燈片等。依照感光度分為低感度、中感度及高感度三種。

綜合測驗



左圖為單眼相機的剖面圖，請在左圖標示相機各部位的名稱。

圖 7：相機內部構造
資料來源：
<http://www.digital.idv.tw>

附錄四：認識相機原理與構造 4 學習單 4

大家比一比 學習歷程檔案【4】

■ 單眼相機與雙眼相機

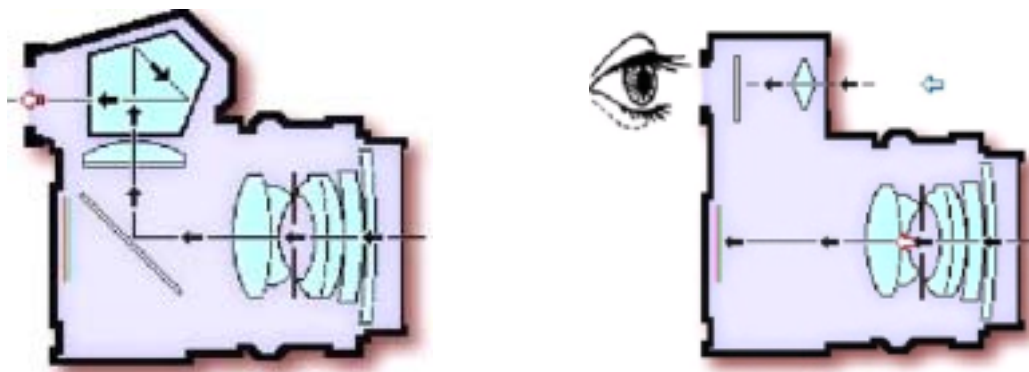


圖 8、9：相機內部構造

資料來源：<http://www.nmns.edu.tw/>

1. 上圖為 _____ 相機。
2. 比起右上圖多了：_____ 和 _____。
3. 本相機為**所見即所得**還是**所見非所得**？
4. 此照相機的光線似乎無法到達底片，該怎麼辦呢？

1. 上圖為 _____ 相機。
2. 本相機為**所見即所得**還是**所見非所得**？
3. 拍照的專業人士應會選擇
(單眼相機、雙眼相機)

■ 傳統相機與數位相機

	傳統相機	數位相機
儲存方式		
感光方式		
解析度		
預覽畫面		
拍攝成本		
購買成本		
耗費電力		
使用便利性		

附錄五：針孔相機製作 學習單 5

針孔相機製作 學習歷程檔案【4】

=====【材料使用紀錄表】=====

名稱	規格	數量	備註

=====【執行製作紀錄】=====

請將製作「針孔相機」的製作方式及製作過程大約的記錄下來，並註明製作過程中所遭遇的問題，以及如何問題解決？

針孔相機構造	1、機身	2、內層底片室	3、外殼快門組	4、過片轉扭
遭遇問題 (分點說明)				
解決對策				

針孔相機製作 學習歷程檔案【4】

回歸影像最單存原始的一面，沒有光學鏡片矯正影像畫面；沒有濾鏡影響影像反差，經由光的入射，我們找到最原始的影像呈現—針孔攝影。

我們已經了解相機原理來自於針孔成像，接下來，我們就要利用這項科學原理來製作一部針孔照相機。



圖 10：自製相機外型

資料來源：<http://zeropinhole.blogspot.com/>

一、 界定問題

- 1、 我們需要解決的問題是甚麼？

- 2、 老師所給的資源和限制是甚麼？

- a. 預定完成日期：_____
- b. 條件限制：

①相機大小須小於 150mm*150mm*150mm

②

- 3、 評分標準：

學習單 (30%)				相機製作 (70%)		
設計圖 (15%)	設計說明 (5%)	製作過程 (5%)	材料工具 (5%)	造型美觀 (25%)	製作精巧 (25%)	相片清晰度 (20%)

二、 分析問題 (請繪製成概念地圖)

三、 資料蒐集記錄

From 網站或部落格

- 網站名稱：_____
- 網址：_____
- 網站名稱：_____
- 網址：_____
- 網站名稱：_____
- 網址：_____

From 相關書籍

- 書名：_____
- 取得內容項目：_____

From 其他來源

- 來源 1：_____
- 取得內容項目：_____
- 來源 2：_____
- 取得內容項目：_____

黏貼上相關資料（不夠貼的，請製成 A4 大小補充）

黏貼處

四、繪製構想草圖（務必繪製兩種方案；描述愈仔細分數愈高）

構想 1

構想說明： _____

構想 2

構想說明： _____

五、 評估並決定構想方案

依據前頁兩個構想方案，分析其優缺點，並選出最佳方案（分析時，若符合評估項目，請在欄內打「√」，並計算最後總分，訂出優先順序）。

項目	構想 1	構想 2
有符合功能需求嗎？		
是否有用到不易取得的材料？		
能否限定的時間內完成嗎？		
造型外觀是否有別於他人且精緻美觀呢？		
操作方便嗎？		
加工容易嗎？		
得分		
優先順序		

根據上表的評分結果：採用構想 _____。

六、 製作工具

編號	工具名稱	備註

七、 製作過程

步驟	步驟內容	使用工具及注意事項

八、 機能測試

1.針孔片	2.過片轉鈕	3.外殼美觀
☐ 孔徑需考慮對應的相機焦距 (針孔相機焦距:針孔到底片的距離) ☐ 針孔必須非常的圓 ☐ 針孔的周圍要非常薄	☐ 轉鈕操作順利 ☐ 轉鈕機構與相機密不透光	☐ 外殼具創意 ☐ 整體密不透光
相片成果 (請選兩張自己最得意的)		
名稱: _____ 針孔直徑: _____ 曝光時間: _____ 拍攝時間: _____ 拍攝地點: _____		
名稱: _____ 針孔直徑: _____ 曝光時間: _____ 拍攝時間: _____ 拍攝地點: _____		

九、 檢討改進

Q1: 在製作過程中, 曾發生甚麼令你驕傲、高興或有趣的事?

Q2: 若再讓你製作一次, 根據前一次的結果, 你會如何改良?

最新消息與動態

洪國峰

臺灣師大工業科技教育系博士生

一、全國高級中學第二屆生活科技學藝競賽活動

延續第一屆以「符合生態、節能、減廢、健康四大概念之綠建築」的主題，定訂本屆主題為「創意綠建築夢想王國—愛與回饋」。鼓勵高中學生重視環境保護、並利用有限材料進行節約能源、資源利用之創意設計與製作，進而培養高中學生對環境永續發展的觀念，為地球環境盡一份心力。

本次設計作品之主題方向包含有：

1. 環境保護（內含綠建築指標如：基地綠化、基地保水…等）。
2. 節約能源（內含綠建築指標如：日常節能、溫度調節、水資源…等）。
3. 健康環境（內含綠建築指標如：二氧化碳減量、生物多樣性、室內空氣品質與環境、污水與垃圾改善…等）。
4. 資源回收再利用（內含綠建築指標如：廢水回收、廢棄物減量或再利用…等）。

詳細請參考網站：<http://tech.pcsh.tpc.edu.tw/techreg/html/rule.html>