

數學－科學－科技（MST）統整課程與國中生 創造力之關係

方崇雄* 游光昭** 林坤誼***

摘要

本研究旨在探討 MST 統整課程對培育國中生創造力之影響，研究方法採「不相等組前測後測」之準實驗設計，以台北市立某國中二年級六個班級學生為實驗對象，其中三個班級共 88 人為實驗組，另外三個班級共 81 人為對照組，實施為期七週共計 14 小時的實驗教學。研究工具主要包含「威廉斯創造性思考活動」與「威廉斯創造性傾向量表」，在透過共變數分析後主要獲得下列結論：

（一）在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現優於接受傳統課程的學生。（二）在創造性傾向量表的挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生表現優於接受傳統課程的學生。

關鍵字：數學－科學－科技、生活科技、創造力。

The Relationship between Mathematics-Science-Technology Curriculum and Students' Creativity at the Junior High School level

Abstract

The purpose of this study was to examine the influence of students' creativity on learning effectiveness when using MST integrated curriculum. The "nonequivalent group pretest-post" quasi-experimental design was used for the study. The experiment was carried out for seven weeks by 169 eight-graders, including 88 students in experimental group and 81 students in control group. After the analysis of ANCOVA, conclusions of this study were as follows: (1) In the aspects of fluency, openness, uniqueness and preciseness on creative thinking activity, students who took the MST integrated curriculum performed better than those in traditional curriculum; (2) In the aspect of challenge on creative orientation scale, students who took the MST integrated curriculum performed better than those in traditional curriculum.

Keywords: mathematics-science-technology, living technology, creativity.

壹、緒論

一、研究背景與動機

近年來，為順應全球經濟型態之改變及迎接知識經濟時代的來臨，政府已將培育具備創造力的優秀人力資源列為國家主要的發展策略。教育部的《創造力教育政策白皮書》便依據行政院知識經濟發展方案「檢討現行教育體系，加強創新及再學習能力之培養」暨行政院第六次全國科技會議「培養具創造力之人才」等議題，撰寫創造力教育政策白皮書，以及規劃創造力中程計畫等工作。此白皮書之施行範圍含括幼稚園到大學等各教育階段，其中針對各個教育階段，提出了多項急需改革的問題。例如，在國中階段主要包含：(1)各項政策法令應該落實、統合，並與創造力教育結合；(2)家長觀念較為保守，學校的宣導不足；(3)學生的學習動機不足，教學時數不足；(4)師資培育機構未能體認創造力的重要性；(5)各種入學考試依舊停留在追求標準答案的窠臼中；(6)對智慧財產權的重視不足等六項（教育部，2002）。以上這些對於國中階段所提出的各項急需改革的問題，皆急需各界人士關切並尋求解決的管道。

面對前述創造力培育的問題，許多研究者紛紛透過不同角度來探索培育創造力的最佳管道。心理學家們的文獻報告中認為人類確有兩個腦，並且認同左右腦的結構與功能有別，其中左腦部份主要在控制邏輯推理與語言的表達，而右腦部份是主管直覺訊號的蒐集和創造的功能（李德高，1980）。一般而言，慣用右手者有助於左腦的訓練，而慣用左手者則有助於右腦的訓練。然而在我們的教育制度下，通常著重在左腦的語文思考方面的訓練，而缺乏著重右腦的非語文思考方面的訓練；換言之，亦即右腦無法發揮其在思考與創造領域中的功能。針對此一缺乏右腦訓練的缺失，代表著學生可能需要更多非語文思考方面的動手做（hands-on）活動課程，以增加左手的使用機會並藉此以進行右腦的訓練。

就現行中小學階段的普通教育課程而言，能夠提供學生進行動手做的活動課程並不多，而生活科技課程便屬於其中之一。生活科技課程乃由傳統工藝教育課程演變而來，在國際上通稱為科技教育（technology education）。以現階段

國際科技教育的發展潮流而言，主要以「科際整合」(interdisciplinary integration) 及「建模」(modelling) 為主；就「科際整合」而言，Foster (1994) 曾指出美國國民教育中經常最受到稱讚的是其科際間整合 (subject-matter integration) 的實踐，而科際間整合在科技教育領域中最耀眼的便是數學、科學與科技 (Mathematics, Science, and Technology, MST) 的整合。而就「建模」而言，Davies 和 Gilbert (2003) 則指出國際上學校課程中的「科學」(science) 和「科技」(technology) 領域常善用建模教學以培養學生的創造力，或藉由建模教學以連結相關領域的知識概念 (如科學教育與科技教育)，並促進學習者對創造性行為之過程要素的理解。因此，生活科技課程的特色可歸結在兩方面：(1)拋棄傳統工藝著重手工訓練的特色，提供學生設計與動手操作的學習活動，(2)整合所有學科以促進完整學習，並進而與生活實務進行相互印證。

緣此動機，本研究旨在於運用科際整合的基本理念，以發展數學、科學與科技統整課程，並進而透過建模以達成培養學生創造思考能力的目標。

二、研究目的

根據前述研究背景與動機，本研究之主要目的為探討接受 MST 統整課程的國中二年級學生在創造力測驗的改變情形。緣此，本研究之研究目的如下：

- 1.分析接受 MST 統整課程與傳統課程的學生在創造性思考活動方面的改變情形。
- 2.分析接受 MST 統整課程與傳統課程的學生在創造性傾向量表方面的改變情形。

貳、文獻探討

Lewis 認為科技在本質上便是人類創造力的一種展現 (Michael, 2001)，而 Peterson (2002) 亦認為創造力和科技十分密切相關，許多日常生活中的科技產品在剛被發明時，都是被認為是極具創意的，例如：相片、飛機、電腦等。科技教育與創造力之間的關係，主要指當學生面對科技問題 (technological problems) 時，其所發展出的創造性產品或者是創造性的解決方法 (Peterson,

2002)。因此，在科技教育課程中，科技教師便經常被賦予激發、鼓勵學生進行多元思考的任務，以藉此培育學生的創造力 (Howard-Jones, 2002)。事實上，一般的教育學者多能體會科技教育與創造力間的某種關聯性，然而為了能更深入探討科技教育與創造力間的密切關係，以下先針對創造力教育進行探討，進而探討 MST 統整課程的發展模式，藉此提供本研究建構 MST 統整課程的依據。

一、創造力教育的探討

國內外有關創造力的研究中發現，許多學者多著重於創造者特質 (persons)、創造環境 (place)、創造歷程 (process) 與創造產品 (product) 等四面向來探討創造力 (張世慧, 2003)。因此，若依照上述四個面向來探討培育學生創造力的建議，應能更加了解培育學生創造力的管道。以下分別針對這四個創造力的面向進行分析如下：

(一) 創造者特質

Davis (1986) 認為高創造力的創造者都具備有某些個人特質，若能夠透過不同策略以培養這些個人的特質，對激發學生創造力會有很大的幫助。而 Williams (1969) 認為激發學生創造力的認知、情意模式應可被發展出來。他採用 Guilford (1963) 的多元智力理論以進行創造力的研究，認為在教學情境中，認知和情意的行為對啓發創造力潛能有重大的影響。其中，認知領域包含知識 (knowledge)、推論技巧 (reasoning skills)、規則系統的真理 (algorithmic truths) (如同技術的技巧與特殊的才能)，且通常會被整合於教師的教學目標中，但會依學習者的經驗與天生能力而異 (Hennessey & Amabile, 1987)；至於情意領域，則包含審美的考量 (aesthetic concerns)、個人感覺 (one's feeling)、情感 (emotions) 等。因此，Williams (1969) 相信情意領域能促進學生欣賞自我與他人的創造性作品，就如同 Davis 和 Rimm (1985) 認為欲刺激創造性思考應該著重在「激發有助於創造力的態度」。換言之，情意領域和認知領域在刺激創造力方面可能具有同等的重要性。

(二) 創造環境

環境論者著重在探討創造環境對於創造力的影響，意即，如何建構一個適切的創造環境以培養學生創造力。所謂「創造性的環境」，就是一個能夠蘊育創

造人的創造動機，進而培養其創造者人格特質，以助長創造行為的環境（毛連塹，2000a）。針對創造性的環境，毛連塹（2000a）曾提及幾項建構創造性環境的要點：(1)建立創造的氣氛，如開放、幽默、獎勵等；(2)重視「人性」層面，不懼失敗；(3)發展學生創造的途徑；(4)鼓勵多種感覺的學習；(5)減少權威領導，鼓勵獨立或合作學習；(6)不過於強調整齊，須尊重獨特性；(7)給予充足思考時間醞釀創造性構想；(8)不做學生間的相互比較；(9)減少結構限制；(10)增強自信心；(11)適當的給予讚許；(12)提供放鬆的環境。換言之，透過此種創造性環境的建立，可以培養創造的人格特質。

（三）創造歷程

歷程論者著重於探究產生創造力的過程與階段，意即如何強化教學過程中培育創造力的要素，是其探究的重點。Wallas 曾提出最廣為被接受的創造思考過程四步驟，包括(1)準備期（preparation）；(2)醞釀期（incubation）；(3)豁朗期（inspiration）；(4)驗證期（verification）（毛連塹，2000a）。事實上，此四個步驟仍有待未來研究者進行更深入的探討，並透過不同的教學方法來了解創造的歷程，及如何培育學習者的創造力。例如，Feldhusen 和 Treffinger（1980）便認為「探究－發現」或「問題解決法」是培養創造力的一種間接性教學方法。同時，Treffinger（1980）也認為創造力與發現的過程有關，透過發現學習的經驗能夠加強創造性的表現。

Feldhusen 和 Treffinger（1980）認為創造性過程中的流暢力、變通力、精密力與獨創力能整合於「詢問－發現」的教學方法中。換言之，若能設計以「詢問－發現」或「問題解決」為主的任務，便可藉由此一過程培養學生的創造力。而此一觀點與多數學者所認同的觀點也不謀而合，亦即以問題解決與問題發現為基礎的個別任務可以刺激學生的創造力（Davis & Rimm, 1985; Karnes, McCoy, Zehrbach, Wollersheim, Clarizio, Costin, & Stanley, 1961; Subotnik, 1988）。此外，Davis（1991）以及 Davis 和 Rimm（1985）也同意教師亦應該提供學生參與團隊活動的機會，以藉此培育學生創造力，及提供學生進行同儕互動的機會（Karnes, McCoy, Zehrbach, Wollersheim, Clarizio, Costin, & Stanley, 1961）。

(四) 創造產品

根據 Amabile (1983) 的看法，她認為創意產品的誕生至少必須仰賴三個基本成份：特殊領域技能 (domain-relevant skills)、創造力關係技能 (creativity-relevant skills)、和工作動機 (task motivation) (如表 1)。其中，特殊領域技能構成創造的準備狀態，而創造力關係技能則關係著對訊息反應的搜尋。此外，一個人工作動機的高低，亦會影響其在特殊領域技能和創造力關係技能上的學習與準備，同時也會影響其創造過程中對任務的認知與對訊息的搜尋 (邱皓政、葉玉珠，1998)。

表 1 Amabile 的創造因素理論

	特殊領域技能	創造力關係技能	工作動機
內容	1. 特殊領域知識 2. 必備專門技能 3. 領域關聯特殊才能	1. 適切認知型態 2. 啓發新創意的知能 3. 誘導式工作型態	1. 工作態度 2. 對完成工作的知覺
來源	1. 先天認知能力 2. 先天知覺和動作技能 3. 正式和非正式教育	1. 訓練 2. 創新理念的經驗 3. 人格特質	1. 內在工作動機水準 2. 內外社會懷靜壓力 3. 減少外在壓力的個人認知能力

資料來源：Amabile, 1983；引自毛連塹，2000b，頁 33。

透過前述針對創造者特質、創造環境、創造歷程與創造產品的分析，可以發現在生活科技課程中的科技學習活動 (Technology Learning Activity, TLA) 過程中，有許多地方可供教學者發揮培養學生創造力的空間。例如，生活科技教師在引導科技活動主題時，可以善用創造思考教學策略以激發學生的創造者特質；而在科技學習活動過程中則可以依據創造環境中所提的各項要點，建構出能夠培養學生創造力的學習環境；此外，由於科技學習活動通常採用解決問題的過程，且期望透過此一過程協助學生製作出科技產品，因此亦能透過創造力成與創造產品的角度培育學生的創造力。綜言之，若能透過生活科技課程中的科技學習活動以提供學生創造力培育的機會，相信應能有所成就。

二、MST 統整課程模式

以現階段國際科技教育的課程目標趨勢來看，主要以美國的問題解決（problem solving）以及英國的設計與製作（design and making）為方向，而其它如澳洲、紐西蘭等國家的科技教育則亦朝向此一趨勢發展。然若檢視美國與英國的科技教育課程，其實主要發展的取向以「科際整合」（interdisciplinary integration）為主。此外，近年來由於創造力教育的興起，故如何透過科際整合以培育學生的創造力，更是成為國際科技教育的主要議題。

（一）美國科際整合趨勢

美國的科技教育學者 Donald Maley 是提倡數學、科學、科技三者整合學習的先驅，早在 1950 年代 Donald Maley 便於美國馬里蘭大學倡導在科技教育（當時稱為工藝教育）課程裡融入科學與數學應用的相關概念。在此之後，1980 年代美國的幾項國家教育報告中，科技教育皆扮演起連結數學與科學教育上的一個重要角色。且在科技教育的相關期刊中，MST 教學策略一直是個熱門的議題，從科技教育實施、師資培育課程、美國各州相關的期刊、一直到州的會議上，都圍繞著 MST 這項熱門的議題（蔡福興、游光昭，2003）。例如，在科技教育中實施 MST 最力的紐約州教育局（New York State Education Department, 1997）對於整合數學、科學與科技三門學科便曾提出下列四項強制的理由：(1) 缺少了數學的分析與工程方面的設計，我們便無法解釋科學的探索，或者擴張科學探索的力量；(2) 今日的工程家與科技家需要科學探索產生的原理與理論，以協助設計或建立理想的科技工具或技術；(3) 人民未來都將面臨許多因為數學、科學、科技和社會互動所產生的複雜道德議題，如何教導學生明智的處理這些議題（如環境保護與健康保健等）將會變得十分的重要；(4) 當學生在面臨處理真實世界的應用問題時，將更能感受到強烈需要學習數學與科學的動機。

（二）英國科際整合趨勢

英國科技教育領域中的設計與科技（Design and Technology, D&T）十分著重建模（modelling），「建模」一般定義為物件、概念、系統、事件或程序的產

生過程，在科學領域中「建模」是通常則是指個人經由學習建構心智模式的過程 (Davies & Gilbert, 2003)。因此，建模教學主要可以包含下列幾項內涵：(1) 針對現象或問題有適切的經驗；(2) 確認適切的隱喻及產出相關的類比；(3) 使建模過程的結果視覺化；(4) 創發模型；(5) 評量創發模型的範圍與限制，這些內涵均顯示出與創造力內涵相關的特質。許多國家的學校課程中的「科學」(science) 和「科技」(technology) 領域都善用建模教學培養學生的創造力，或藉由建模教學以連結相關領域的知識概念 (如科學教育與科技教育)，並促進學習者對創造性行為之過程要素的理解 (Davies & Gilbert, 2003)。因此，科際整合與創造力的結合將會突破傳統科技教育的範疇與發展方向 (Wicklein, 1993；李隆盛，1997)，進而快速演變而成爲二十一世紀中科技教育最重要的議題。

(三) MST 科際整合模式

紐約州教育局 (New York State Education Department, 1997) 對於整合數學、科學與科技三門學科，提出了下列幾項參考模式：

1. TMS

TMS 模式 (如圖 1) 的統整方法與 Fogarty (1991) 所提出的「在單一學科中的統整」觀念十分類似，主要指由科技教師協助學生在科技課程中學習與數學和科學相關的知識。換言之，TMS 模式是以科技課程爲主體來進行關聯式的統整，則科技教師在讓學生進行動手做的科技活動前，必須先教導學生與該項科技活動相關聯的數學與科學知識，藉此結合整合理論與實務，以達成統整的目的。

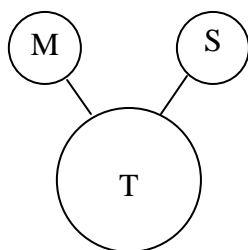


圖 1 TMS 科際統整模式

具體來說，TMS 模式是指由科技教師在科技課程中，教導學生與課程相關的數學、科學知識，而這些數學與科學知識是學生在數學、科學課程中已學習過的知識。科技教師主要是透過該課程主題，提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。

2.M+S+T+(MST)

M+S+T+ (MST) 模式(如圖 2)的統整方法與 Fogarty (1991) 所提出的「各學科間的統整」觀念十分類似，主要指由數學、科學與科技教師合作發展科際整合課程。此種模式主要由數學、科學與科技教師共同選定一個課程主題，進而針對該主題研擬可以整合的數學、科學與科技知識，最後再輔以動手做活動來整合理論與實務，進而達成統整的目的。

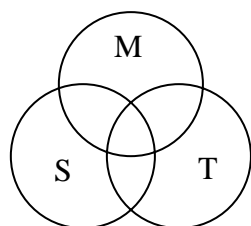


圖 2 M+S+T+(MST)科際統整模式

具體來說，M+S+T+ (MST) 模式是指由數學、科學、以及科技教師共同發展統整課程，並由數學教師在數學課中教導學生與課程主題相關的數學知識，由科學教師在科學課中教導相關的科學知識，以及由科技教師在科技課中教導學生相關的科技知識。藉此，便可提供學生將數學、科學、以及科技運用於日常生活中的機會，進而培養其統整的能力。M+S+T+ (MST) 模式的特點是可以發揮不同學科教師的專長，使得學生能夠學習更廣泛及更精確的相關知識。

3.MST Integrated Program

MST Integrated Program 模式(如圖 3)與 Fogarty (1991) 所提出的「學習者本身或學習者之間的統整」觀念十分類似，主要指學生在一門統整的數學、科學與科技課程中，進行數學、科學與科技知識的學習，並由教師團隊負責教

導。換言之，在 MST Integrated Program 模式中，傳統學科分立的角色已被淡化，故學生所學習到的知識將是著重統整式的知識體系，藉此以達成統整的目的。

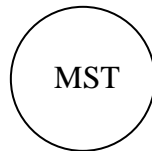


圖 3 MST Integrated Program 科際統整模式

具體來說，MST Integrated Program 模式與 M+S+T+ (MST) 模式的設計理念略有相同，同樣由數學、科學、以及科技教師共同發展統整課程。但是，學生是在一門 MST 統整課程中學習相關的知識，並由數學、科學與科技教師共同教導此一課程。此一模式與 M+S+T+ (MST) 模式的差異點在於不強調數學、科學、科技知識的分立性，而是著重在系統化的介紹與課程相關的知識。藉此，可使學生學習日常生活中科技產品的相關原理，進而培養其自我統整的能力。雖然，MST Integrated Program 模式在三種模式中是屬於最難實踐的模式，但是其設計的理念卻十分具有價值。

綜言之，以台灣的學制而言，前述三種科際統整模式主要以「TMS」以及「M+S+T+(MST)」兩項模式的可行性較高；然而，就現階段台灣的教育制度而言，以科技課程為主體，進而協助學生學習統整與科技相關的科學與數學知識，將是可行性較高的方式。

透過前述文獻的分析，科際整合與創造力對於未來生活科技課程的發展而言，應該會扮演重要的角色，故如何透過科際整合的學習，一方面提供學生在建模過程中所需的相關專業知識，另一方面亦透過建模以培育學生的創造力，相信方能逐步建構出生活科技課程的價值。

三、MST 統整課程與創造力的關係

就 MST 統整課程與創造力的關係而言，主要有下列幾項重要的文獻：

(一) 吳怡瑄和葉玉珠 (2003) 曾針對台北、高雄四所國小三、四年級學生，

共計 21 名教師與 625 名學生進行主題統整教學，進而探討主題統整教學對於學生科技創造力的影響；研究結果顯示，主題統整教學的實施程度對於學生科技創造力的表現有顯著的效果。因此，若能在生活科技課程中善用主題統整教學策略，相信應能對於學生科技創造力的培育有所助益。

(二) 林坤誼和游光昭(2004)曾深入探討中小學科技素養教育與學生創造力的關係，文獻分析結果顯示中小學科技素養教育若能著重「科際整合」(如 MST)，並透過動手實作活動以提供學生統整數學、科學、科技理論與實務的經驗，相信應能有助於學生的創造力培育。

針對前述兩份文獻結果，吳怡瑄和葉玉珠(2003)所進行的實驗教學活動缺乏提供學生實際動手製作產品的經驗，而林坤誼和游光昭(2004)則又僅侷限於文獻的分析與探討，缺乏實際教學實驗的驗證。因此，MST 統整課程與國中生創造力的關係仍有待進一步的驗證。

參、研究設計與實施

一、研究對象

參與本研究的實驗教學的人員共有台北市立某國中的教師與學生，分述如下：

(一) 實驗教學教師

本研究負責實驗教學的教師是台北市立某國中的陳老師，其中陳老師分別教導三班實施統整課程的班級與三班實施傳統課程的班級。

(二) 實驗教學學生

本研究參與實驗教學的學生主要為台北市立某國中的國二階段學生，而此一選取相同學習階段學生的原則，主要是為避免若選取不同階段的學生時，其心智發展成熟度不一，進而可能對本研究造成影響。

二、實驗設計

本研究主要為分析與探討「數學－科學－科技（MST）的統整課程」對國中生創造力的影響，為了避免造成學校行政上之困擾，本計畫的研究對象並不採用隨機分派，而採「準實驗設計」（quasi-experimental design）以進行研究。其原因在於期望能控制（或至少降低）教學過程中之不當干擾因素，例如 Fraenkel 和 Wallen 所指出的實驗地點、資料蒐集者的特色、資料蒐集者的偏誤、研究對象的態度、研究的實施等對內部效度的威脅（楊孟麗、謝水南，2003）。本實驗的設計模式如表 2 所示。

表 2 實驗設計模式

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O ₁	MST 統整課程	O ₂
控制組	O ₃	傳統課程	O ₄

資料來源：郭生玉，1997。

三、研究架構

本研究的研究架構如圖 4 所示，主要目的為了解 MST 統整課程與國中生創造性思考能力、創造性傾向之關係；緣此，研究者主要採用準實驗設計模式進行研究，實驗組學生主要接受 MST 統整課程，而控制組學生則主要接受傳統課程；此外，為降低實驗過程中的因素影響，實驗組與控制組學生皆為常態分班（故其基本學力可視為一致）、且皆使用相同的學習環境與評量工具。

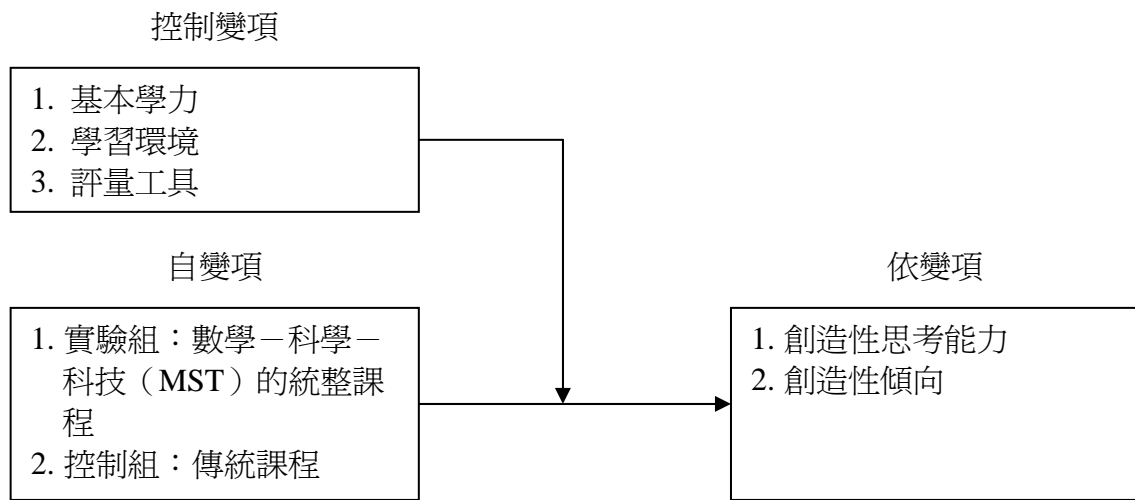


圖 4 研究架構圖

四、研究工具

本研究所使用的研究工具主要為林幸台和王木榮（1998）所發展之「修訂後的威廉斯創造力測驗」，該測驗在透過嚴格的信度（包含評分者信度、重測信度、內部一致性）、效度（包含與陶倫思圖形創造思考測驗、賓州創造傾向量表的效標關聯效度等）考驗與常模的建立。就常模方面而言，常模樣本依人口及城鄉規模分層抽樣，「創造性思考活動」有效樣本共 2283 名、「創造性傾向量表」有效樣本共 2294 名，並於 1994 年年底分別建立國小至高中常模；就信度方面而言，內部一致性係數介在.401~.877 之間、重測信度介在.489~.81 之間、評分者間信度介在.878~.992 之間，以上相關係數皆達.05 顯著水準；就效度方面而言，同時效度以「陶倫思圖形創造思考測驗」為效標，其兩者相關介在.261~.545 之間，以上相關係數皆達.05 顯著水準。修訂後的威廉斯創造力測驗主要適用對象為六歲至十八歲的男女生，其內容主要包含下列兩項：

（一）威廉斯創造性思考活動

指受試者在經過威廉斯創造性思考活動後，其在流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密力、標題等六方面所獲得之分數，分述如下（林幸台、王木榮，

1998)：

- 1.流暢力：包含量的擴充、思路流暢、相關反應的多寡等。
- 2.開放性：包含不尋常的反應、聰慧的反應、出現不同凡響的結果。
- 3.變通力：包含各種反應的多樣性、轉移類別的能力、迂迴變化的思路。
- 4.獨創力：包含不尋常的反應、聰慧的反應、出現不同凡響的結果。
- 5.精密力：包含修飾所提出的意見、擴展簡單的意念使其更趨完美、引申事物或看法。
- 6.標題：係指語文能力，屬於智力結構中之擴散性語意轉換。

前述開放性與獨創力的意義一致，主要差別為採用不同的評分原則以進行計分。

(二) 威廉斯創造性傾向量表

指受試者在經過威廉斯創造性傾向量表後，其在冒險性、好奇心、想像力、挑戰力等四方面所獲得之分數，分述如下（林幸台、王木榮，1998）：

- 1.冒險性：包含勇於面對失敗或批評、敢加以猜測、在缺乏結構的情境中完成任務、為自己的意念辯護。
- 2.好奇心：包含富有追根究底的精神、隨意玩弄意念、樂於接觸撲朔迷離的情境、肯深入思索事務的奧妙、把握特定的徵兆觀察其結果。
- 3.想像力：包含視覺化並建立新象、想像從未發生過的事、直覺地感受、超越感官即現實的界限。
- 4.挑戰性：包含尋求更多可能性、洞悉現實與理想間的差距、自雜亂中理出頭緒、深究複雜的問題或意念。

五、資料統計分析方法

本研究主要採用下列統計方法，以分析本研究的相關資料：

(一) 次數分配與百分比：用以呈現學生的基本資料分布情形。

(二) 共變數分析：以依變項和自變項的共變數，考驗變項是否符合迴歸同質性之基本假定及共變數是否為線性關係，再進行單因子共變數分析 (ANCOVA)，進而探討接受 MST 統整課程的學生在威廉斯創造力測驗方面是否會顯著優於接受傳統課程的學生。

肆、研究結果與討論

本研究為探討接受 MST 統整課程學生在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向活動方面與接受傳統課程學生的差異，故以 SPSS 10.0 作為資料分析的主要工具，而共變數分析則為主要的分析方法，分述如下：

一、學生基本資料分析

本研究實驗對象為台北市立某國中二年級的學生，其基本資料統計結果如下表 3：

(一) 性別：在性別方面男生共有 88 人 (佔 52.1%)、女生共有 81 人 (佔 47.9%)，因此男生與女生的比例大致相近，可避免因為性別因素所造成的誤差。

(二) 班級人數：在班級人數方面，某國中主要採取全校常態分班，其中「班級 1」31 人 (佔 18.3%)、「班級 2」31 人 (佔 18.3%)、「班級 3」26 人 (佔 15.4%)、「班級 4」26 人 (佔 15.4%)、「班級 5」29 人 (佔 17.2%)、「班級 6」28 人 (佔 15.4%)，因此各個班級人數大致相近，可避免因為班級人數過多或過少所造成的誤差。

(三) 組別人數：在實驗組與控制組人數方面，「實驗組」主要由班級 1、班級 2、班級 3 組成，共計 88 人 (佔 52.1%)；而「控制組」主要由班級 4、班級 5、班級 6 組成，共計 81 人 (佔 47.9%)，因此實驗組與控制組的人數大致相近，可以避免因為人數過多或過少所造成的誤差。

表 3 某國中學生基本資料統計

學生背景資料	類別	人數	百分比 (%)
性別	男	88	52.1%
	女	81	47.9%
班別	班級 1	31	18.3%
	班級 2	31	18.3%
	班級 3	26	15.4%
	班級 4	26	15.4%
	班級 5	29	17.2%
	班級 6	28	15.4%
課程種類	MST 統整課程	88	52.1%
	傳統課程	81	47.9%

二、MST 統整課程對學生創造力之影響

為分析實驗組學生與控制組學生在威廉斯創造力測驗的差異情形，並了解實驗處理之後的效果，本研究以受試者在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向活動之前測分數為共變項，後測分數為依變項，進行共變數分析，並以 $\alpha = .05$ 為顯著水準進行假設考驗。茲將結果分述如下：

(一) 創造性思考活動方面

由表 4 的創造性思考活動得分方面，可知實驗組國中生在流暢力、開放性、變通力、獨創力、以及精密力方面的後測分數皆高於前測分數，而控制組學生則僅在流暢力、變通力與獨創力方面的後測分數略高於前測分數。

表 4 國中生在創造性思考活動得分之平均數與標準差

組別	流暢力		開放性		變通力		獨創力		精密力		標題	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
實驗組(88)												
1.前測	10.82	1.97	25.33	6.03	7.05	1.57	12.98	4.78	11.31	5.01	13.10	4.10
2.後測	11.84	.66	26.43	4.26	7.60	1.28	14.85	3.78	13.40	4.51	12.86	2.28
控制組(81)												
1.前測	11.30	1.60	26.04	5.52	7.17	1.66	13.23	4.17	14.38	5.32	14.14	4.08
2.後測	11.60	1.17	24.47	4.63	7.73	1.40	13.84	4.34	12.77	4.77	12.94	2.79
整體(169)												
1.前測	11.05	1.82	25.67	5.78	7.11	1.61	13.10	4.49	12.78	5.37	13.60	4.11
2.後測	11.73	.94	25.49	4.53	7.66	1.34	14.37	4.08	13.09	4.64	12.90	2.53

註：實驗組代表接受 MST 統整課程、控制組代表接受傳統課程。

除了表 4 國中生在創造性思考活動得分的初步基本資料外，以下主要針對流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密力、以及標題等方面，進行共變數分析如下：

1.創造性思考活動之流暢力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之流暢力部分而言，實驗組平均得分為 11.84、標準差.66，控制組平均得分為 11.60、標準差 1.71。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 23.500、p 值為.000，達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之流暢力部分成績的高低會因學生是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之流暢力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

2.創造性思考活動之開放性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之開放性部分而言，實驗組平均得分為 26.43、標準差 4.26，控制組平均得分為 24.47、標準差 4.63。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 12.537、p 值為.001，達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之開放性部分成績的高低會因是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創

造性思考活動之開放性部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

3.創造性思考活動之變通力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之變通力部分而言，實驗組平均得分為 7.60、標準差 1.28，控制組平均得分為 7.73、標準差 1.40。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為.196、p 值為.659，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之變通性部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性思考活動之變通力部分的成績。

4.創造性思考活動之獨創力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之獨創力部分而言，實驗組平均得分為 14.85、標準差 3.78，控制組平均得分為 13.84、標準差 4.34。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 4.411、p 值為.37，已達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之獨創力部分成績的高低會因是否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之獨創力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

5.創造性思考活動之精密力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之精密力部分而言，實驗組平均得分為 13.40、標準差 4.51，控制組平均得分為 12.77、標準差 4.77。由表 5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 5.885、p 值為.016，已達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之精密力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動之精密力部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

6.創造性思考活動之標題部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性思考活動之標題部分而言，實驗組平均得分為 12.86、標準差 2.28，控制組平均得分為 12.94、標準差 2.79。由表

5 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為.641、p 值為.425，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性思考活動之標題部分成績的高低不會因為有否接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性思考活動之標題部分的成績。

表 5 創造性思考活動共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
1.流暢力					
組間（組別）	16.650	1	16.650	23.500*	.000
組內（誤差）	116.905	165	.709		
2.開放性					
組間（組別）	202.590	1	202.590	12.537*	.001
組內（誤差）	2682.559	166	16.160		
3.變通力					
組間（組別）	.297	1	.297	.196	.659
組內（誤差）	251.661	166	1.516		
4.獨創力					
組間（組別）	53.967	1	53.967	4.411*	.037
組內（誤差）	2030.977	166	12.235		
5.精密力					
組間（組別）	109.198	1	109.198	5.885*	.016
組內（誤差）	3079.911	166	18.554		
6.標題					
組間（組別）	2.957	1	2.957	.641	.425
組內（誤差）	766.382	166	4.617		

p* <.05

綜上所述，在威廉斯創造性思考活動方面，接受 MST 統整課程的學生在變通力與標題等二方面的表現並未顯著優於接受傳統課程的學生；但在流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

（二）創造性傾向量表方面

由表 6 的創造性傾向量表得分方面，可知實驗組國中生在冒險性、好奇心、

想像力、以及挑戰性方面的後測分數皆略高於前測分數，而控制組學生則僅在好奇心、想像力方面的後測分數略高於前測分數。

表 6 國中生在創造性傾向量表得分之平均數與標準差

組別	冒險性		好奇心		想像力		挑戰性	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
實驗組(85)								
1.前測	26.64	2.89	30.54	3.51	27.59	4.45	28.32	3.21
2.後測	26.73	2.86	30.89	3.94	28.45	4.36	28.56	3.03
控制組(78)								
1.前測	26.65	2.90	30.24	3.75	27.55	4.75	27.74	3.35
2.後測	26.55	2.89	30.17	3.73	27.71	4.60	27.26	3.56
整體(163)								
1.前測	26.64	2.88	30.40	3.62	27.57	4.59	28.04	3.28
2.後測	26.64	2.87	30.55	3.85	28.09	4.48	27.94	3.35

註：實驗組代表接受 MST 統整課程、控制組代表接受傳統課程。

除了表 6 國中生在創造性傾向量表得分的初步基本資料外，以下主要針對冒險性、好奇心、想像力、以及挑戰性等方面，進行共變數分析如下：

1. 創造性傾向量表之冒險性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之冒險性部分而言，實驗組平均得分為 26.73、標準差 2.86，控制組平均得分為 26.55、標準差 2.89。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 .254， p 值為 .615，並未達到 .05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之冒險性部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之冒險性部分的成績。

2. 創造性傾向量表之好奇心部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之好奇心部分而言，實驗組平均得分為 30.89、標準差 3.94，控制組平均得分為 30.17、標準差 3.73。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 1.314、 p 值為 .253，並未達到 .05

的顯著水準，表示創造性傾向量表之好奇心部分成績的高低並不會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之好奇心部分的成績。

3.創造性傾向量表之想像力部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之想像力部分而言，實驗組平均得分為 28.45、標準差 4.36，控制組平均得分為 27.71、標準差 4.60。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 2.842、p 值為.094，並未達到.05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之想像力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。亦即，使用 MST 統整課程或者傳統課程並不影響學生在創造性傾向量表之想像力部分的成績。

4.創造性傾向量表之挑戰性部分

根據本研究實驗後所得結果，就創造性傾向量表之挑戰性部分而言，實驗組平均得分為 28.56、標準差 3.03，控制組平均得分為 27.26、標準差 3.56。由表 7 可知，將共變項（前測分數）對依變項（後測分數）的影響力（變異量）剔除後，自變項（組別）所造成的變異量 F 值為 5.772、p 值為.017，已達到.05 的顯著水準，表示創造性傾向量表之想像力部分成績的高低會因為接受實驗處理（自變項）的不同而有顯著差異。換句話說，接受 MST 統整課程的學生在創造性傾向量表之挑戰性部分的成績顯著優於接受傳統課程的學生。

表 7 創造性傾向量表共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	p
1.冒險性					
組間 (組別)	1.446	1	1.446	.254	.615
組內 (誤差)	910.057	160	5.688		
2.好奇心					
組間 (組別)	10.905	1	10.905	1.314	.253
組內 (誤差)	1328.239	160	8.301		
3.想像力					
組間 (組別)	20.688	1	20.688	2.842	.094
組內 (誤差)	1164.848	160	7.280		
4.挑戰性					
組間 (組別)	33.995	1	33.995	5.772*	.017
組內 (誤差)	942.398	160	5.890		

* $p < .05$

綜上所述，在威廉斯創造性傾向量表方面，接受 MST 統整課程的學生在冒險性、好奇心、想像力等三方面的表現並未顯著優於接受傳統課程的學生；但在挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生的表現顯著優於接受傳統課程的學生。

伍、結論與建議

一、結論

本研究主要在探討 MST 統整課程學生在威廉斯創造性思考活動、威廉斯創造性傾向量表等方面的表現情形，透過共變數分析後，主要歸納出以下幾項結論：

(一) 在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

根據本研究的結果顯示，接受 MST 統整課程的學生在創造性思考活動的流暢力、開放性、獨創力與精密力等四方面，皆顯著優於接受傳統課程的學生。Frelldhusen 和 Treffinger (1980) 曾提出問題解決為主的課程能培育學生的流暢

力、變通力、精密力、以及獨創力，而此種觀點與本研究的結果大致相符合，亦即透過 MST 統整課程能夠培養學生的流暢力、獨創力、以及精密力。故未來的生活科技課程可以考慮採用 MST 統整課程模式以取代傳統課程模式，進而促進學生在創造力方面的培育。

(二) 在創造性傾向量表的挑戰性方面，接受 MST 統整課程的學生表現顯著優於接受傳統課程的學生。

根據本研究的結果顯示，接受 MST 統整課程的學生在創造性傾向量表的挑戰性方面，顯著優於接受傳統課程的學生。換言之，接受 MST 統整課程的學生由於必須善用數學、科學與科技原理以發展不同解決方案，進而解決其所面臨的問題；因此接受 MST 統整課程的學生傾向更能夠面對挑戰，包含尋求更多可能性、洞悉現實與理想間的差距自雜亂中理出頭緒、深究複雜的問題或意念（林幸台、王木榮，1998）。故未來的生活科技課程可以考慮採用 MST 統整課程模式以取代傳統課程模式，進而促進學生在創造力方面的培育。

(三) MST 統整課程應強化國中生在變通力與標題方面的能力

根據本研究結果顯示，在創造性思考活動方面的變通力與標題的得分並未達到顯著差異；然而根據林幸台和王木榮（1998）的定義，變通力代表包含各種反應的多樣性、轉移類別的能力、迂迴變化的思路，而標題係指語文能力，屬於智力結構中之擴散性語意轉換。MST 統整課程的主要目的便是期望學生能夠將理論與實務結合，製作出創意產品，並能適切的向他人傳達設計構想；因此，變通力與標題等兩項能力對於學生而言應十分重要，故針對此一缺失而言，十分值得未來發展 MST 統整課程時予以改進。

(四) MST 統整課程應強化國中生在冒險性、好奇心與想像力方面的能力

根據本研究結果顯示，在創造性傾向量表方面的冒險性、好奇心與想像力的得分並未達到顯著差異；然而根據林幸台和王木榮（1998）的定義，冒險性包含勇於面對失敗或批評、敢加以猜測、在缺乏結構的情境中完成任務、為自己的意念辯護；好奇心包含富有追根究底的精神、隨意玩弄意念、樂於接觸撲朔迷離的情境、肯深入思索事務的奧妙、把握特定的徵兆觀察其結果；而想像力則包含視覺化並建立新象、想像從未發生過的事、直覺地感受、超越感官即

現實的界限。因此，冒險性、好奇心與想像力對於製作創意產品而言亦十分重要，故代表本研究所發展的 MST 統整課程並未能適切的激發學生在此三方面的創造力傾向，故針對此一缺失而言，十分值得未來發展 MST 統整課程時予以改進。

二、相關建議

(一) 創造力培育方面

由於本研究所發展的 MST 統整課程的實驗結果有助於學生創造力的培育，因此，各個國中階段教育機構之生活科技課程發展小組，未來若欲發展學校本位生活科技課程時，可考慮參考本研究所發展之 MST 統整課程，以達成培育學生創造力的目標。

(二) 科際整合方面

由於國民中小九年一貫課程強調達到科際整合學習的重要性，而根據本研究之研究結果顯示 MST 統整課程不但可以達到科際整合的目標，更有助於學生創造力的培育；因此，未來國中教師可考慮採用 MST 統整課程以協助學生達到科際整合學習的目標。

(三) 未來研究方面

透過本研究的結果雖可確認透過 MST 統整課程有助於學生創造力的培育，但未來仍有必要更進一步的仔細分析不同創造者特質 (persons)、創造環境 (place)、創造歷程 (process)、創造產品 (product) 與創造力培育的關係，並藉此逐漸將創造力的培育豎立為生活科技課程的主要目標。

參考文獻

- 毛連塏 (2000a)：創造力研究的發展。載於毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台著，**創造力研究**，56—125。台北：心理出版社。
- 毛連塏 (2000b)：緒論。載於毛連塏、郭有遙、陳龍安、林幸台著，**創造力研究**，2—55。台北：心理出版社。

- 吳怡瑄、葉玉珠 (2003)。主題統整教學、年級、父母社經地位與國小學童科技創造力之關係。師大學報：教育類，48 (2)，239—260。
- 李隆盛 (1997)：科技教育的課題。中學工藝教育，30 (9)，2—6。
- 李德高 (1980)。創造心理學。台北：五南圖書出版社。
- 林幸台、王木榮 (1998)。威廉斯創造力測驗指導手冊。台北：心理出版社。
- 邱皓政、葉玉珠 (1998)：技術創造力的定義。論文發表於技術創造力研討會，國立中山大學，高雄。
- 張世慧 (2003)：創造力—理論、技術／技法與培育。台北：張世慧。
- 教育部 (2002)，創造力白皮書相關檔案。民國 91 年 9 月 4 日，取自 <http://www.edu.tw/consultant/bbs.htm/>。
- 郭生玉 (1997)，心理與教育研究法。中和：精華書局。
- 楊孟麗、謝水南 (譯) (2003)。J. R. Fraenkel & N. E. Wallen 著。教育研究法：研究設計實務。台北：心理出版社。
- 蔡福興、游光昭 (2003)。「數學、科學、科技」科際整合策略應用於網路學習環境的設計與研究。屏東師院學報，19，139—176。
- Amabile, T. M. (1983). *The Social Psychology of Creativity*. N. Y.: Springer-Verlag.
- Davis, G. A. (1986). *Creativity is forever (2nd ed.)*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Davis, G. A. (1991). Teaching creativity thinking. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds), *Handbook of gifted education* (pp. 236-244). Boston: Allyn & Bacon.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1985). *Education of the gifted and talented*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Davis, T. & Gilbert, J. (2003). Modelling: promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 67-82.
- Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1980). *Creative thinking and problem solving in gifted education*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
- Fogarty, R. (1991). How our team dissolved the boundaries. *Educational Leadership*, 49(1), 61-65.
- Foster, P. (1994). Must we MST ? *Journal of Technology Education*, 6(1), 76-84.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. N.Y.: McGraw-Hill.

- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1987). *Creativity and learning*. Washington, DC: NEA Professional Library.
- Howard-Jones, P. A. (2002). A dual-state model of creative cognition for supporting strategies that foster creativity in the classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 12, 215-226.
- Karnes, M. B., McCoy, G. F., Zehrbach, R. R., Wollersheim, J. P., Clarizio, H. F., Costim, L., & Stanley, L. S. (1961). *Factors associated with underachievement and overachievement of intellectually gifted children*. Champaign, IL: Champaign Community Unit Schools.
- Michael, K. Y. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology education. *Journal of Technology Education*, 13(1), 31-43.
- New York State Education Department. (1997). *Best practices: 5 Guiding principles*. Retrieved February 14, 2004, from <http://www.emsc.nysed.gov/guides/mst/part11.pdf/>.
- Peterson, R. E. (2002). Establishing the creative environment in technology education. *The Technology Teacher*, 61(4), 7-10.
- Subotnik, R. F. (1988). Factors from the structure of intellect model associated with gifted adolescents' problem finding in science: Research with Westinghouse science talent search winners. *Journal of Creative Behavior*, 22, 42-54.
- Treffinger, D. J. (1980). *Encouraging creative learning for the gifted and talented*. Ventura, CA: Ventura County Schools/LTI.
- Wicklein, R. C. (1993). Identifying critical issues and problems in technology education using a modified-Delphi technique. *Journal of Technology Education*, 5(1), 53-70.
- Williams, F. E. (1969). Models of encouraging creativity in the classroom by integrating cognitive-affective behaviors. *Educational Technology*, 9, 7-13.

以小組與時間分析網路專題導向學習社群線上討論之 實證研究

張基成

摘要

本研究目的旨在以小組與時間為基礎，探討網路專題導向學習期間各小組每週線上討論分享次數表現的變化趨勢。本研究以師資培育中心修習教學媒體課程的15位學生為對象，進行為期七週的網路專題導向學習之個案實證研究。資料蒐集方式為利用網路學習紀錄蒐集登入系統次數、討論次數等資料。研究結果顯示，每週平均及各小組每週平均的登入系統、公共討論、專題討論、專家討論、及線上討論總次數在七週專題學習過程中的變化曲線，皆呈現先上揚再下滑的趨勢，以中間時段的參與最為踴躍，開始與結束時段則較不熱烈。

關鍵字：專題導向學習、專題學習、網路專題學習、學習社群、線上討論、分享

An Empirical Study of Analyzing Online Discussions in Web-Enabled Project-Based Learning Community based on Team and Time

Abstract

This study aims to explore the inflection of online discussion for each project team during the period of implementing web-enabled PB. This study is a empirical case study for seven web-enabled PBL based upon a research target of 15 students who taking Instructional Media course in teacher preparation center. Data gathering method uses web learning log to find log-on frequency, posting and replying frequency. The research results reveals that the inflection curves of log-on, public discussion, project discussion, expert discussion, and summative discussion frequencies per week and per team per week are all going up and then down. Participations in midcourse are more frequent while participations in beginning and ending period are less.

Keywords: Project-Based Learning, PBL, Web-Assisted PBL, Web-Enabled PBL, Learning Community, Online Discussion

壹、前言

網路專題導向學習的過程中，透過線上學習社群的形成，可以加速專題學習作品的完成(作者將之稱為網路專題導向學習社群)。正如 Rogers (1997)所歸納，專題學習的特性之一為學習者、教師、外界專家、其他成員形成一個合作學習社群以解決問題。換言之，線上學習社群的形成有利於專題學習任務與作品的完成。網路專題學習最終的學習成果或作品可以說是線上學習社群中成員互動交流，合作分享知識、資訊與資源的結果。

根據 Al-Balooshi (2002)，線上討論比其它線上互動對學習的幫助要大，是促使網路學習成功的的要素之一。Brooks, Nolan 與 Gallagher (2001)指出，學生參與線上討論是網路學習的基本要求。Bielaczyc 與 Collins (2002)指出，網路學習過程中學習者應就自己有興趣的議題與同儕進行線上意見分享。Palloff 與 Pratt (1999)提到，除了登入系統還必須參與線上討論，才算是完成網路學習。Karayan 與 Crowe (1997)提到，教師應將學習者線上討論表現納入網路學習評估的項目之一。Al-Balooshi (2002)建議，線上討論的參與表現應納入課程的要求。這些看法顯示線上討論在網路學習過程中扮演重要的角色。對於為期數週與不同小組構成的網路專題學習，每週、每組線上討論分享如何？登入系統之後參與線上討論的頻率如何(頻率於本文指「平均每登入系統一次其參與線上討論的次數」)？學習者在不同討論區(公共討論、專題小組、專家小組)討論分享表現的差異如何？這些資料可以顯示學習者線上的表現，也可呈現專題學習期間小組、每週討論表現的變化情形，因此乃引起研究者的興趣與動機，形成欲進一步探討的議題。基於以上研究背景與動機，本研究目的旨在探討網路專題導向學習期間專題小組每週登入

系統次數、線上討論分享次數表現的變化趨勢。待答的研究問題有：學習者每週、各專題小組、每組每週登入系統次數表現與變化趨勢；學習者每週、各專題小組、每組每週於不同討論區線上討論分享次數表現與變化趨勢。

貳、文獻探討

網路專題導向學習(Web-Enabled Project-Based Learning)為透過線上合作學習的輔助機制，所進行一系列確定主題、提出問題、蒐集資料、探究問題、解決問題、製作作品或撰寫結論、發表作品、討論分享、觀摩與欣賞、作品改善等學習任務。這些合作學習輔助機制除了原先已規劃設計好有形的系統環境工具之外，在網路專題學習進行過程中自然形成的線上合作分享社群則是無形的、成員聚集的虛擬空間，此線上虛擬社群的形成將有利於專題學習任務與作品的完成。在 Rogers (1997)歸納出的專題導向學習的幾項特性當中，其中特性之一即為學習者、教師、外界專家、其他成員形成一個合作學習社群以解決問題。專題導向學習是一種較長時期且以問題為中心，融合作中學概念而成的學習方式。這樣的學習方式與過程符合建構主義的學習觀，即學習發生在社會的情境脈絡之中，學習者在社群中與人互動，並將與社群互動的認知與思考模式予以內化(internalization)，進而產生有用的知識(Bereiter and Scardamalia, 1999；Thomas, 2000)。專題導向學習是具體發揮建構主義理念的一種學習方式，學習者不僅能活用知識與培養解決問題的能力，亦能夠體認其個體本身對於社群所做的貢獻及扮演的角色，在成員所共同營造出的學習社群中成長反思；在同儕檢視的過程中，與群體共同蒐集、分析、整合各方資源與資訊，以共同尋求解決問題的方案。

Palloff 與 Pratt (1999)提到網路學習社群形成的條件有：人際間溝通互動、人與社群內容間的互動，學習者間的合作學習與問題解決，線上討論中的詢問與回應所產生的社會建構意義，知識分享與資訊交換，主動參與，相互支援與鼓勵，

相互檢視與評估彼此學習與成果等。這些因素當中，大部份都與線上討論分享有關。Nipper (2002)提到人際間社會互動有時比課程內容還重要。換言之，網路學習社群中知識的取得與累積很大部份是來自於成員之間的互動、及成員與網路學習環境的互動。Polhemus 與 Swan (2002)指出，學習者在討論區與同儕的合作及與教師的互動，是學習社群形成的動力。Markkanen, Ponta 與 Donzellini (2001)認為，專題小組可以透過線上討論與觀念分享形成學習社群。反過來看，Hung 與 Wong (2000)認為透過學習社群，專題小組可以進行討論互動、知識分享與資訊互換。Krajcik, Czerniak 與 Berger (2003)提到，在專題學習過程中學習者經由討論形成社群以探索與解決問題。這些看法顯示線上討論是學習社群形成的要素，而學習社群又是專題學習成功的關鍵。Krajcik, Czerniak 與 Berger (2003)指出，線上討論是網路專題學習的重要活動之一，可以分享小組之間或組內成員之間的意見與專題成果。Schweizer (1999)建議，專題學習過程中小組成員應透過線上討論進行意見知識與資料分享。在 Al-Balooshi (2002)的研究中，各專題小組皆有自己的小組討論園地，而參與討論的表現與專題作品表現同樣都是課程評量的範圍。Al-Balooshi (2002)建議專題學習應有各自的小組討論區。在 Markkanen, Ponta, & Donzellini (2001)發展的網路專題學習環境中，每一個專題小組都有各自的討論園地，小組成員可於該討論園地發表意見。這些看法顯示網路專題學習過程中，必須提供各小組專屬的討論區。

參、研究方法

本研究利用實證研究(empirical study)方式，以北部某大學師資培育中心的學生為研究對象，15個學生共分為5個專題小組，每組3位學生進行小組合作學習。專題作業名稱為教學媒體課程內的網路教學單元的「教學網站評鑑」，專題學習內容屬高層次的「評鑑」領域，頗適合師資培育生進行專題學習。

學生的登入系統次數、討論次數(發起議題與回覆文章次數)等資料皆由自行

開發的網路專題導向學習系統內的網路學習紀錄功能區獲得。為增加討論分享次數計算的信效度，本研究已剔除掉討論內容不恰當的次數。每登入系統一次計一分(每日最多一分)、每發起議題或回覆文章一次計二分，作為學習者網路積分計點的機制，以便有助於線上專題學習社群的形成。網路專題導向學習系統內進行知識交流的討論區有三類：公共討論區、專題小組討論區、專家小組討論區，可以供組間、組內、及拼圖式合作學習(Jigsaw cooperative learning)專家代表的交流分享。

七週的專題學習活動過程當中(如表1所示)，每週皆要求各小組填寫小組工作簿，也要求小組組員針對作品、努力、態度等進行反思、自評、組內成員互評，作為檢視同儕組員表現的依據，也讓授課教師能容易監督各小組學習狀況。各週的專題活動與學習策略分別為第一週確定主題(同時於課堂上與網路上進行)，由小組討論共同訂定主題。第二週提出問題、第三週蒐集資料、第四週解決問題，此三週要求學生利用問題導向學習與問題解決策略，期望有助於解決專題作業內的問題(二至四週在網路上進行)。正如Brooks, Nolan, & Gallagher (2001)提到，專題工作經驗與成果的分享、小組合作、同儕評論與回饋、問題導向學習等可提升網路學習的效率。第五週撰寫結論，由授課教師於網路上提供作品範例參考，希望對學生撰寫結論有所幫助。其中第三、四、五週開始由各小組代表依據該週的學習目標與內容，另外組成專家小組進行組間的成果分享交流，此即所謂的「學習目標導向或學習內容導向」拼圖式合作學習(張基成、詹雅婷，民2003)，透過各組代表進行的專家小組討論，期望可以滿足此三週階段在蒐集資料、解決問題、撰寫結論上專業交流的需要。

第六週於課堂上發表、觀摩、討論與評述作品，課後則上傳作品並繼續觀摩討論(同時於課堂上與網路上進行)，透過組間相互觀摩、欣賞與腦力激盪學習策略，培養學生發表、欣賞與評述的能力素養。第七週以後為作品觀摩與改善(網路上進行)(張基成、詹雅婷，民2003)，透過精熟學習(mastery learning)與持續改善(incremental and continual improvement)策略(Moursund, 1999)，讓學生持續觀摩與互評並允許改善作品，再正式上傳繳交作品。

表1 網路專題導向學習策略與活動表

週別	活動	策略	進行場所
第一週	確定主題	●反思、自評、組內同儕互評	課堂上與網路上
第二週	提出主題	●反思、自評、組內同儕互評 ●問題導向學習問題解決策略	網路上
第三週	蒐集資料	●反思、自評、組內同儕互評 ●拼圖式合作學習組成專家小組 ●問題導向學習與問題解決策略	網路上
第四週	解決問題	●反思、自評、組內同儕互評 ●拼圖式合作學習組成專家小組 ●問題導向學習問題解決策略	網路上
第五週	撰寫結論	●反思、自評、組內同儕互評 ●拼圖式合作學習組成專家小組 ●範例參考	網路上
第六週	發表結論與 討論作品	●反思、自評、組內同儕互評 ●相互觀摩、欣賞與腦力激盪	課堂上與網路上
第七週	作品觀摩與 改善	●反思、自評、組內同儕互評 ●精熟學習 ●持續改善 ●相互觀摩與組間作品互評	網路上

肆、學習者背景分析

本研究於專題學習活動正式開始前，經由網路專題學習社群系統的註冊機制，蒐集學習者個人背景資料。這些資料可以用來與學習者的登入系統、線上討論等表現作比較分析，以了解背景資料是否影響學習者的登入系統、線上討論等表現。學習者背景綜整如表 2 所示。將 14 項能力條件的名次點數相加，點數越小表示名次越前面。可得到五組背景條件的排名依序為第三組、第四組、第一組、第二組、第五組，其中第四組與第一組十分接近。第三組在大部份的條件條件背景中，皆排名於第一；第五組在所有的背景條件背景中，皆排名於後面。

表 2 學習者背景綜整表(每組三人，共五組)

背景	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組
1.您使用電腦的經驗 (五組中排名)	平均 3 年 (3)	平均 3 年 (3)	平均 5 年 (1)	平均 4.3 年 (2)	平均 1.6 年 (5)
2.您使用網路的經驗 (五組中排名)	平均 2.3 年 (3)	平均 1 年 (4)	平均 4.6 年 (2)	平均 5 年 (1)	平均 1 年 (4)
3.您的電腦操作能力 (五組中排名)	普通 (3)	普通 (3)	好 (1)	好 (1)	不好 (5)
4.您上網瀏覽器(IE 或 Netscape)的使用能力	普通 (3)	普通 (3)	好 (1)	好 (1)	不好 (5)
5.您目前所居住處是否有可以供上網的電腦 (五組中排名)	3 人 (1)	3 人 (1)	2 人 (4)	3 人 (1)	1 人 (5)
6.您是否喜歡上網瀏覽. (五組中排名)	3 人 (1)	2 人 (3)	2 人 (3)	3 人 (1)	1 人 (5)
7.您平日使用電腦的頻率約為 (五組中排名)	常 (2)	普通 (4)	經常 (1)	常 (2)	少 (5)
8.您平日上網頻率約為 (五組中排名)	常 (2)	普通 (4)	經常 (1)	常 (2)	很少 (5)
9.您平日是否常使用電子郵件(E-mail) (五組中排名)	經常 (1)	普通 (4)	經常 (1)	常 (3)	少 (5)
10.您平日是否參與過 BBS 討論或網路討論 (五組中排名)	1 人 (1)	0 人 (4)	1 人 (1)	1 人 (1)	0 人 (4)
11.您平日是否使用過線上即時文字交談(網路聊天室、ICQ 或 IRC 等) (五組中排名)	2 人 (1)	1 人 (3)	2 人 (1)	0 人 (4)	0 人 (4)
12.您較習慣線上閱讀或是離線閱讀網路上的文件(字) (五組中排名)	線上 1 人 (2)	線上 0 人 (4)	線上 2 人 (1)	線上 1 人 (2)	線上 0 人 (4)
13.您是否有利用網際網路進行學習或蒐尋資料活動的經驗 (五組中排名)	2 人 (2)	1 人 (3)	3 人 (1)	1 人 (3)	0 人 (5)
14.您是否喜歡透過與同儕相互切磋討論的學習方式 (五組中排名)	3 人 (1)	3 人 (1)	3 人 (1)	3 人 (1)	2 人 (5)
總排名 (名次點數)	3 (26)	4 (44)	1 (20)	2 (25)	5 (66)

伍、結果與發現

一、登入系統次數

由統計結果得知登入系統總次數最高者為第四組，而登入系統總次數最低者則為第二組。對照學習者背景，發現第四組所有成員在五組當中有最高的網路使用經驗與網路瀏覽器使用能力，成員皆喜歡上網瀏覽，這與其登入系統次數最多的結果相呼應。第二組成員的「網路使用經驗」、「平日使用電腦頻率」、「平日上網頻率」、「是否參與過網路討論(BBS)」、「較習慣線上閱覽」等背景皆有較低的傾向，因此該組的登入次數偏低正好與這些學習者的背景特性頗為一致。

每週總計及各小組每週平均登入次數在整個專題學習活動過程中的變化，均

呈現先上揚再下滑的趨勢(如圖 1 所示)，登入次數以第三週蒐集資料皆段較多、第四週解決問題階段及第五週撰寫結論階段(其中第四週最多為 225 次，佔 28%)，原因可能是此三週剛好為拼圖式合作學習中專家小組討論的時期(其它週無專家小組)，加上第三週需上網蒐集資料及第五週系統也提供範例參考等原因。此情況符合 Nipper (2002)提到的線上學習社群中知識或資訊的取得很大部份來自於成員與學習環境的互動。

第一週至第三週的登入次數呈現遞增的趨勢，推判產生這樣結果的原因可能是專題學習活動進行的前二週，學習者對於學習活動的內容還不夠熟悉，對於參與活動的興趣仍在醞釀之中，因此登入系統進行討論分享的次數呈現緩慢增加的情形。正如 Jonassen, Peck 與 Wilson (1999)指出，合作解決問題的專題學習可以加速形成學習社群。也可印證 Yang (2002)指出的，學習社群的建立是網路專題合作學習的基本要件。登入系統較頻繁的那幾週正值解決專題問題的時段，也正是加速社群形成的時刻。然而第五週至第七週則又呈現遞減的趨勢，形成這種情形的原因可能為各小組專題製作的主要架構已大體完成，學習活動的進行已逐漸進入尾聲，因此登入系統的人次也就不如專題製作進行如火如荼時來的多，而呈現出遞減的情形。

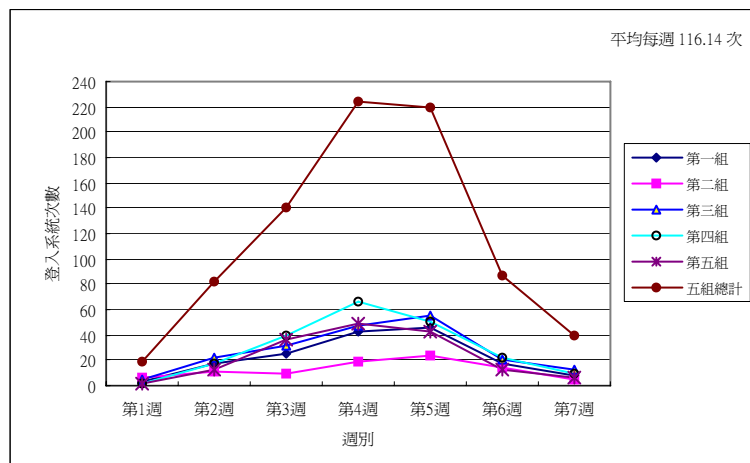


圖 1 每週總計及各小組每週平均登入系統次數統計圖

二、公共討論區討論分享次數

由統計結果得知，公共討論區的文章發表為 46 次，平均每週只有 6.57 次，平均每組有 9.2 次，發表情形並不踴躍。參照學習者背景分析的結果，只有二成的學習者參與過網路討論(BBS)、三成左右的學習者用過線上即時文字交談(網路聊天室、ICQ 或 IRC 等)，顯示學習者參與網路討論亦或利用網路進行線上交談的經驗並不普遍，以致於連帶影響到學習者於公共討論區發表文章的表現。值得特別一提的是，第五組在這二項背景調查的結果顯示皆沒有任何組員有類似的討論經驗，而第五組沒有任何發表文章的統計結果正好呼應了學習者背景分析的結果。

回覆文章為 165 次，平均每週有 24.14 次，平均每組有 33.8 次，皆遠高於前述發表文章的次數，顯示學習者較傾向於針對討論區已有的文章議題予以回覆勝過在討論區中直接發表文章或議題。在五組之中，以第二組所回覆的次數最多(41 次)。討論分享總次數為 215 次(發表文章與回覆文章合計)，第二組的總討論次數最多(56 次)，第五組最少(27 次)。若以討論分享次數總計，公共討論區平均每週有 30.71 次，平均每組有 43 次，平均每組每週 6.14 次。

每週討論分享總次數在七週的專題學習活動過程中的變化，呈現先上揚再下滑的趨勢，主要集中於第三、四、五週，第四週解決問題階段最多(81 次，佔 38%)，第三週蒐集資料階段居次(52 次)，第五週撰寫結論階段排第三(42 次)。此情況符合 Nipper (2002)提到的，線上學習社群中知識的取得很大部份是來自於成員之間的互動。Markkanen, Ponta 與 Donzellini (2001)也提到，專題小組有可能自然形成跨組的學習社群。顯示除了專題小組的組內討論之外，跨組的公共討論亦有其需要。第一週至第三週的發表次數遞增，第五週至第七週則呈現遞減的趨勢。各小組每週平均討論分享次數的變化，亦呈現先上揚再下滑的趨勢(如圖 2 所示)。

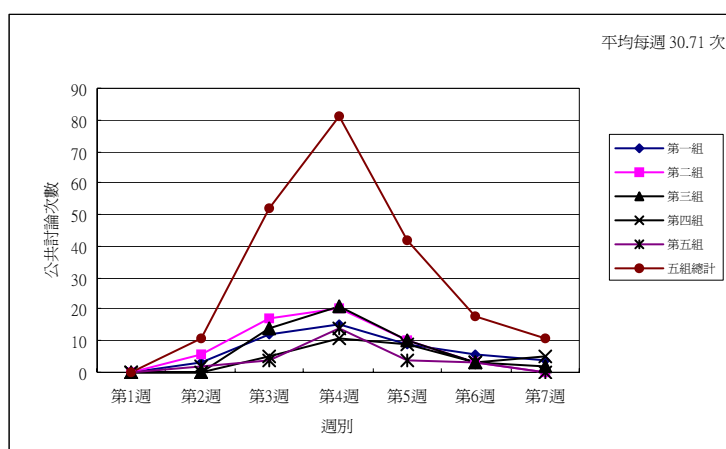


圖 2 每週總計及各小組每週平均次數統計圖

三、專題小組討論區討論分享次數

由統計結果得知，專題小組討論區的文章發表為 28 次，平均每週只有 4 次，平均每組有 5.6 次，發表情形並不踴躍。學習者網路討論(BBS)、線上即時文字交談經驗較不足的背景，或可解釋專題小組討論區發表文章不踴躍的表現。第五組組員皆沒有網路討論(BBS)經驗的背景，或可呼應只發表文章 1 次的統計結果。

回覆文章為 73 次，平均每週有 10.43 次，平均每組有 14.6 次，皆遠高於前述發表文章的次數，顯示學習者較傾向於針對討論區已有的文章議題做回覆，而較少直接發表文章或議題。在五組之中，以第三組所回覆的次數最多(21 次)，此結果或與其成員有足夠的電腦使用經驗、電腦操作能力、網路瀏覽器使用能力、喜歡上網、平日使用電腦頻率、平日上網頻率等背景有關。第五組在專題小組討論區中回覆文章次數最少(6 次)，此組在發表與回覆文章的表現上皆為最差的一組。專題小組討論區的討論分享總次數為 101 次，第三組總討論次數最多(33 次)，第五組最少(7 次)。若以討論分享次數總計，專題小組討論區的討論分享次數平均每週有 14.43 次，平均每組有 20.2 次，平均每組每週 2.89 次。

若將專題小組討論區與公共討論區中的發表文章次數做比較，專題小組討論

區中發表文章的總次數(28 次)較公共討論區中發表文章的總次數(46 次)為少。若將專題小組討論區與公共討論區中的回覆文章數二者相比較, 專題小組討論區中回覆文章的總次數(73 次)較公共討論區中回覆文章的總次數(165 次)為少。此結果顯示出學習者在各自所屬專題小組討論區發表文章與回覆文章的次數皆較在公共討論區中發表文章與回覆文章的次數為低。專題小組討論區的討論總次數(發表文章與回覆文章合計)為 101 次, 明顯比公共討論區的 215 次少了許多, 在在顯示出學習者於公共討論區進行討論的情形, 較專題小組討論區要來得活躍。但 Al-Balooshi (2002)提到, 各專題小組應有自己的小組討論園地, 而參與討論的表現也應納入課程評量的範圍。因此, 本研究的各專題小組討論頻率雖較公共討論為低, 但仍有小組組內成員討論的必要。

每週討論分享總次數在七週的專題學習活動過程中的變化, 呈現先上揚再下滑的趨勢。其中以第三、四、五週的討論分享較為頻繁, 第三週蒐集資料階段最多(29 次, 佔 29%), 第四週解決問題階段居次(27 次), 第五週撰寫結論階段排第三(12 次)。第一週至第三週的討論次數遞增, 第五週至第七週則呈現遞減的趨勢。各小組每週平均討論分享次數的變化, 亦呈現先上揚再下滑的趨勢(如圖 3 所示)。正如同 Krajcik, Czerniak 與 Berger (2003)提到, 在專題學習過程中學習者經由討論形成社群以探索與解決問題。Hung & Wong (2000)也提到專題小組成員為了完成專題聚集在一起工作學習, 形成各自的小社群。討論分享較為頻繁的那幾週也是各小組社群最容易形成的時候。

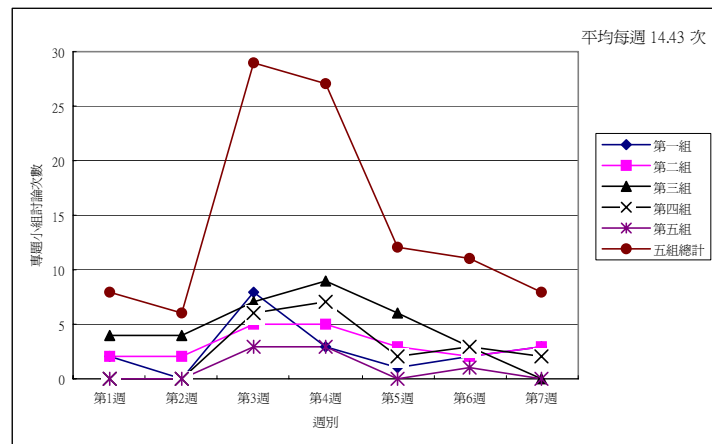


圖 3 每週總計及各小組每週平均討論次數統計圖

四、專家小組討論區討論分享次數

專題活動第三、四、五週另外組成專家小組，成員分別來自不同的專題小組。因為各專家小組的組別(E1, E2, E3, E4, E5)與原先專題小組的組別(P1, P2, P3, P4, P5)並不相同，因此需再把各專家小組每位成員線上討論分享的次數，放入專題小組的組別來加總計算，如此才可以與前述的公共討論次數與專題小組討論次數相加總及作比較。由統計結果得知，各專題小組的代表在專家小組討論園地中發表文章的情形並不踴躍，三週累計下來僅有 14 次文章發表，平均每週只有 4.67 次，平均每組有 2.8 次。其中以專題小組第三組的表現較佳，其餘各組則是偶有零星幾次文章發表，第五組則從未發表過文章。

各專題小組的代表在專家小組討論園地中回覆文章總計為 44 次，平均每週有 14.67 次，平均每組有 8.8 次，其表現較前述發表文章的表現為佳，這樣的結果與公共討論區及專題小組討論區的情形有極為相似之處，亦即學習者似乎較習慣針對討論區已有的文章予以回覆而較少在討論區中直接發表文章。若以討論分享次數總計，各專題小組的代表在專家小組討論園地中討論分享總計為 58 次，平均每週有 19.3 次，平均每組有 11.6 次，平均每組每週 3.87 次。

專家小組園地討論區內各專題小組的代表所參與討論的情況，足可反應出各專題小組成員在學習活動進行的期間與其他小組成員產生意見交流及進行學習互動的情形。對應各專家小組最終專題作品的成績來看(第一組至第五組專題作品成績分別為 B+、B+、A-、B、A)，作品成績分居第一與第二的第五組及第三組，恰好分別是專家小組園地討論區內進行討論次數最少及最多的小組。這個有趣的現象或可反應出專家小組的機制，對於專題小組的專題製作並不一定具有關鍵性的影響，亦即程度較好的專題小組在與其他小組互動不頻繁的情況下，不須藉由跨小組所形成的專家小組的意見交換及知識分享，仍然可以產生好的作品表現。Hinze, Bischoff, & Blakowski (2002)指出，小組凝聚力，個人能力與認知等會影響拼圖式合作小組(或專家小組)的功效。Clarke (1994)也提到，成員的合作誠意與相互信賴是拼圖式合作小組成果的必要條件。他進一步指出壓力、溝通技巧、知識吸收的能力、社會脈絡等會影響拼圖式合作小組將成果帶回原始專題小組的成效。顯示拼圖式合作學習要實施成功確實不是件容易之事。

專家小組討論分享總次數在三週的變化不大，但似乎呈現下滑的趨勢，第三週蒐集資料階段最多(23 次，佔 40%)，第五週撰寫結論階段排居次(18 次)，第四週解決問題階段最少(17 次)(如圖 4 所示)。

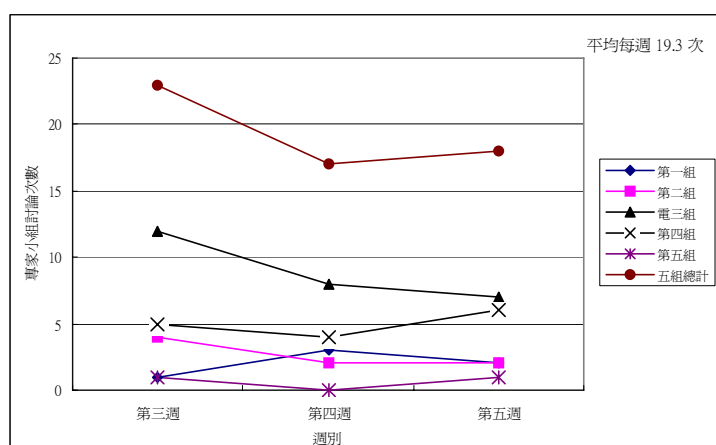


圖 4 每週總計及各小組每週平均次數統計圖

六、學習者線上討論分享的整體表現

(一)各週線上討論整體表現

根據上述所有網路討論記錄的統計結果，將所有學習者的網路討論整體表現(如表 3 所示)以及各小組網路討論整體表現(如表 4 所示)綜整如後。由表 7 得知，若以三種討論區討論次數總計，平均每週線上討論共計 53.43 次。

表3 所有學習者網路討論整體表現統計表

	登入次數	網路表現積分	心情留言	參與討論總次數	平均每登入系統一次的討論次數
第 1 週	19	35	0	8	0.42
第 2 週	82	116	18	17	0.33
第 3 週	141	349	26	104	0.74
第 4 週	225	475	38	125	0.56
第 5 週	219	363	28	72	0.33
第 6 週	87	145	18	29	0.33
第 7 週	40	78	5	19	0.48
總次數	813	1561	133	374	0.46* (平均每登入系統一次的討論次數)
平均次數/週	116.14	223	19	53.43	0.07** (平均每週每登入系統一次的討論次數)
平均每登入系統一次的次數		1.92	0.16	0.46* (平均每登入系統一次的討論次數)	

註：1.參與討論總次數為公共討論、專題討論、專家討論之總和

2.*平均每登入系統一次的討論次數；**平均每週每登入系統一次的討論次數

在為期七週的學習過程中，以第四週的登入次數最多，第五週居次，第一週

的登入次數最少，學習者登入的情形集中在第三週、第四週及第五週。若以線上討論總次數來看，以第四週的線上討論次數最多，第三週居次，第一週與第七週的登入次數最少，線上討論集中在第三週、第四週及第五週。七週的登入系統、線上討論總次數的曲線皆呈現先上揚再下滑的趨勢，顯示期中(第三、四、五週)參與線上活動較為熱絡(如圖 5 所示)。第三、四、五週的線上表現較為熱烈，除了是因為有專家小組的討論(其它週無)，帶動了其它線上表現如登入次數、心情留言亦增加；可能也是因為第三週為資料蒐集，第四週為問題解決，第五週為撰寫結論及系統內提供範例參考，此三週都是專題導向學習活動的重要階段。

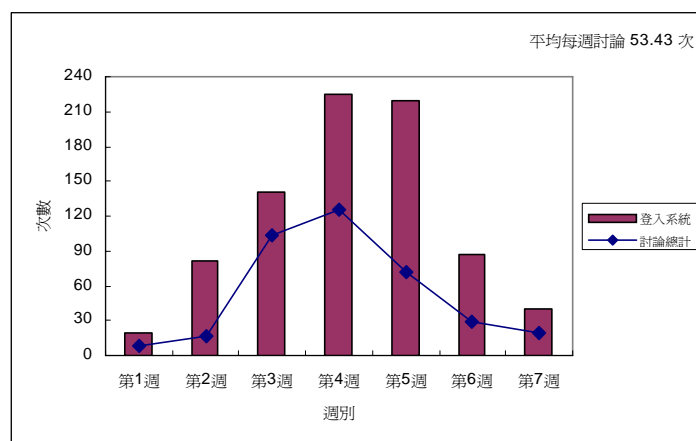


圖 5 所有學習者每週登入系統與線上討論整體表現統計圖

整體而言，七週登入總次數為813次，較線上討論總次數(公共討論、專題小組討論、專家小組討論合計)之384次多，顯示學習者每次登入系統未必都有參與線上討論。此情況與Barrett (2003)期望的，學習者每登入網路學習系統後應參與線上討論的理想有一些出入。平均每登入系統一次則有0.46次的線上討論(亦即平均每登入系統兩次約有一次線上討論)，其中又以第三週之登入後參與線上討論的頻率(或平均次數)最高(平均每登入一次有1.05次)，而以第二、五、六週之登入後參與線上討論的頻率(或平均次數)最低(平均每登入一次皆有0.33次)。若以每週平均計，平均每週每登入一次系統則有0.066次線上討論(亦即平均每週每登入系

統15次約有一次線上討論)。

(二)各小組線上討論分享整體表現

由表 4 得知，平均每組線上討論次數 74.8，平均每組每週 10.69 次。五組之中以第三組的線上討論次數最多，七週累計有 110 次，平均每週為 15.71 次；第二組 86 次次之，平均每週為 12.29 次；第一組及第四組的線上討論次數相近，各有 74 及 68 次，分居第三及第四(如圖 10 所示)；而第五組僅有 36 次，平均每週為 5.14 次，是所有組中線上討論次數最少者。正如同 Baltes (2002)提到的，相較於傳統教室教學的討論互動次數，通常網路學習的線上討論次數較高。因此第五組雖最少，但仍較傳統教室教學的討論頻率為高。

由每組登入系統後參與線上討論的頻率觀之，平均每組每登入一次會有 0.09 次的線上討論(亦即平均每組每登入系統 11 次約有一次線上討論)。其中以第二組之登入後參與線上討論的頻率(或平均次數)最高(平均每登入一次有 0.98 次)，以第三組居次(平均每登入一次皆有 0.57 次)，第五組之登入後參與線上討論的頻率(或平均次數)最低(平均每登入一次有 0.22 次)。

表 4 各小組網路討論整體表現統計表

	登入次數 / 討論次數					週總次數	每組每週平均次數
	第一組	第二組	第三組	第四組	第五組		
第 1 週	3 / 2	7 / 2	5 / 4	2 / 0	2 / 0	19 / 8	3.8 / 1.6
第 2 週	18 / 3	11 / 8	22 / 4	18 / 0	13 / 2	82 / 17	16.4 / 3
第 3 週	25 / 21	9 / 26	31 / 33	40 / 16	36 / 8	141 / 104	28.2 / 20.8
第 4 週	42 / 21	19 / 27	48 / 38	67 / 22	49 / 17	225 / 125	45 / 25.2
第 5 週	46 / 12	24 / 15	56 / 23	50 / 17	43 / 5	219 / 72	43.8 / 14.4
第 6 週	18 / 8	14 / 5	20 / 6	22 / 6	13 / 4	87 / 29	17.4 / 5.8
第 7 週	8 / 7	4 / 3	12 / 2	9 / 7	7 / 0	40 / 19	8 / 3.8
組總次數	160 / 74	88 / 86	194 / 110	208 / 68	163 / 36	813 / 374 (全組全週總次數)	162.6 / 74.8 (每組平均次數)

組平均次數/週	22.86 / 10.57	12.57 / 12.29	27.71 / 15.71	29.71 / 9.71	23.29 / 5.14	116.14 / 53.43	23.23 / (10.69)
平均每登入系統一次的討論次數	0.46	0.98	0.57	0.33	0.22	0.46	0.09
網路表現積分	308	260	414	344	235	1557	222.43

註：網路表現積分：每登入系統一次 1 分(但每日最多 1 分)，每討論一次 2 分

由表 4 可以發現七週內各小組的所有線上表現(登入系統、線上討論、網路積分等)皆呈現先上揚再下滑的趨勢(如圖 6)，顯示期中(第三、四、五週)參與線上活動較為熱絡，圖 6 為每週各小組線上討論總次數的趨勢圖。

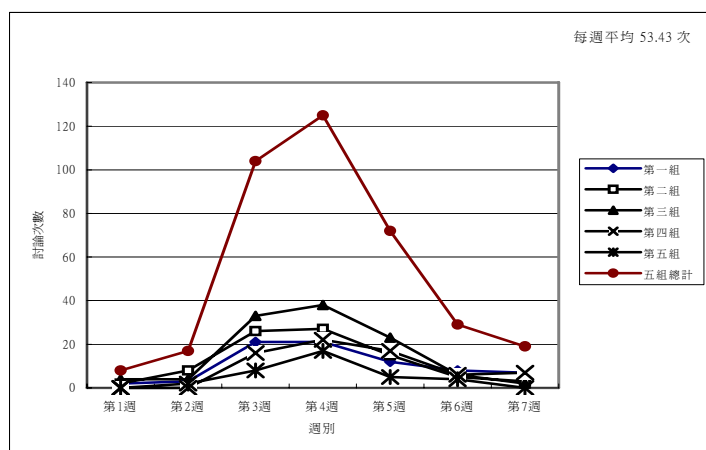


圖 6 每週總計及各小組每週平均線上討論表現統計圖

陸、結論與啓示

每週平均及各小組每週平均的登入系統、公共討論、專題討論、專家討論、及線上討論總次數在整個專題學習活動過程中的變化曲線，皆呈現先上揚再下滑的趨勢，以中間時段的參與最為踴躍，開始與結束時段則較為不熱烈。專題學習活動中間時期(第三、四、五週)的登入系統、線上討論分享較為熱絡，除了這三週有拼圖式合作學習中專家小組的討論，可能也是因為第三週為資料蒐集，第四週為問題解決，第五週為撰寫結論及系統內提供範例參考，此三週都是專題導向學習活動的重要階段所致。

第一週至第三週呈現遞增的趨勢，可能是專題學習活動進行的前二週，學習者對於網路專題學習系統及學習活動的內容還不夠熟悉，對於參與活動的興趣仍在形成之中，因此登入系統進行討論分享的次數呈現緩慢增加的情形。然而第五週至第七週則又呈現遞減的趨勢，可能為各小組專題製作的主要架構已大致完成，學習活動的進行已逐漸進入尾聲，參與活動的興趣也漸減少，因此登入系統進行討論分享的情況也就不如專題製作進行如火如荼時來的多。此一現象與Rogers(1997)所歸納出專題導向學習可以激發學習者持續參與及反省思考的特性稍有些許出入。

整體而言，七週專題學習期間的登入系統總次數約為線上討論分享總次數(公共討論、專題小組討論、專家小組討論合計)的兩倍多，顯示學習者每次登入系統未必都有參與線上討論分享。平均每登入系統約兩次才有一次線上討論分享，其中又以第三週蒐集資料階段之登入後參與線上討論分享的頻率最高，而以第二週提出問題、五週撰寫結論階段、六週發表及討論作品階段之登入後參與線上討論的頻率最低。但Baltes (2002)指出，相較於傳統教室教學的討論互動次數，通常網路學習的線上討論次數較高。顯示第二、五、六週討論頻率雖較低，但仍高於傳統教室教學的討論。

七週的活動時間雖然完整涵蓋了專題導向學習的各項學習任務，但時間稍長不容易讓學習者持續維持高昂的學習興趣與動機，反而容易造成學習者的負擔，減低了參與線上學習活動的頻率。另外，教師的參與不夠可能亦是原因之一。Krajcik, Czerniak, & Berger (2003) 就建議教師應多參與學生的討論，以增加師生互動並提升學習者動機。本研究因系統的限制，只考慮討論次數而未納入討論的字數與內容品質(分數等第)，未來可考慮讓授課教師或線上助教對討論內容評分，或讓學習者對於線上討論的內容做同儕互評。正如Brooks, Nolan, & Gallagher (2001) 也建議同儕評論與回饋、學生主持討論等可增加網路學習的效率。除了多一些考量的變數也可提升討論內容的品質。

參考文獻

- 張基成、詹雅婷(民 2003)。網路專題導向學習策略與學習活動 -- 學習目標導向
拼圖式合作學習。第十屆國際電腦輔助教學研討電子論文集，台北：台灣師
範大學。
- Al-Balooshi, F. (2002) The role of discussion rooms in developing e-learning community:
The experience of university of Bahrain. In R. Kinshuk et al. (Eds.), *Proceedings of
International Conference on Computers in Education* (pp.1241-1244). Los Alamitos,
CA: IEEE Computer Society.
- Baltes, B. (2002) Virtual classroom discussions versus traditional classroom discussions. In
R. Kinshuk et al. (Eds.), *Proceedings of International Conference on Computers in
Education* (pp.452-453). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Barrett, H. (2003). *Distance Course Policies*. Retrieved May 2003, from
<http://electronicportfolios.com/distance/policies.html>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1996). Two models of classroom learning using a
communal database. In S. Dijkstra, H. P. M. Krammer & J. J. G. van Merriënboer
(Eds.), *Instructional models in computer-based learning environments*. (p.229-242).
NY: Springer-Verlag.
- Bielaczyc, K., & Collins, A. (2002) Knowledge forum as a catalyst for fostering
knowledge-building communities. In R. Kinshuk et al. (Eds.), *Proceedings of
International Conference on Computers in Education* (pp.1241-1244). Los Alamitos,
CA: IEEE Computer Society.
- Brooks, D. W., Nolan, D. E., & Gallagher, S. M. (2001) *Web-teaching: A guide to
designing interactive teaching for the World Wide Web*. New York, NY: Kluwer
Academic/Plenum publishers.
- Clarke, J. (1994) The jigsaw method. In S. Sharan (Ed.). *Handbook of cooperative learning*

- methods*. Westport, CT: Greenwood Press.
- Hinze, U., Bischoff, M., & Blakowski, G. (2002) Jigsaw method in the context of CSCL. In P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA* (pp.789-794). Norfolk, VA: AACE.
- Hung, D., & Wong, A. (2000) Activity theory as a framework for project work in learning environments. *Educational Technology, 40*(2), 33-37.
- Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B. (1999) *Learning with technology - A constructivist perspective*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Karayan, S., & Crowe, J. (1997) Student perceptions of electronic discussion groups. *T. H. E. Journal, 24*, 69-71.
- Krajcik, J., Czerniak, C., & Berger, C. (2003) *Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Markkanen, H., Ponta, D., & Donzellini, G. (2001) NetPro: Methodologies and tools for project-based learning in Internet. In C. Montgomerie & J. Viteli (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA* (pp.1230-1235). Norfolk, VA: AACE.
- Moursund, D. (1999). *Project-Based Learning Using Information Technology*. Oregon: ISTE Publications.
- Nipper, S. (2002). Third generation distance learning and computer conferencing. Retrieved November 2002, from <http://www-icdl.open.ac.uk/mindweave/chap5.html>
- Palloff, R., & Pratt, K. (1999). *Building learning communities in cyberspace*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Polhemus, L., & Swan, K. (2002) Student roles in online learning communities: Navigating threaded discussions. In P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA* (pp.1589-1591). Norfolk, VA: AACE.

- Rogers, L. (1997). Get real! Project-based learning, practical advice for getting maximum learning out of class projects. *Learning Magazine*, 8(1), 33-42. Retrieved November 2002, from <http://www.gsn.org/weblib/real/getreal.htm>
- Schweizer, H. (1999) *Designing and teaching an online course: Spinning your web classroom*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research of project-based learning*. Retrieved June 2000, from <http://www.autodesk.com/foundation>.
- Yang, Y. (2002) A case study for promoting collaboration on online project-based learning. In P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA* (pp.52107-2112). Norfolk, VA: AACE.

問題解決導向生活科技活動學習歷程模式 之行動研究

林坤誼

摘要

我國現行中小學階段的科技教育課程，主要多以採用方崇雄（1999）所提出的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式為主；然而，由於方崇雄（1999）在發展此一模式所進行的考驗顯示，其理論模式與觀察資料並不適配，故許多教師在運用此一模式時便遭遇許多困難。緣此，本研究主要針對此一模式進行行動研究，並深入探討教師運用此一模式進行教學時所需注意的要點。本研究的研究結果如下：(1)確認與分析問題：需在學習歷程檔案中輔助學生學習分析現有資源、教師須善盡促進者的角色以讓學生確實進行腦力激盪與討論；(2)提出初步構想：未來的教學應該著重培養學生善用圖文並茂的方式以呈現構想；(3)資料蒐集與分析：教師可以額外開放一至二節課到電腦教室或圖書館以蒐集資料，進而訓練學生的資料蒐集能力；(4)構思多種解決問題的方案：教師可以採取限時的方式，或者先讓每一個組員提出自己的構想，再針對構想進行修正，以使構想更為完善；(5)選擇最佳方案：未來需落實構思多種解決問題的方案步驟，才能進而培養學生做決定的能力；(6)開發設計工作：未來需要著重在培養學生系統性規劃工作步驟、工作分配、時間分配、以及各項步驟所需的工具與材料之能力；(7)：測試、評鑑與改進：教師需要幫助學生，使其作品能達成評鑑標準。

關鍵字：問題解決、生活科技、行動研究

The Action Research of Problem Solving Based Learning Model in Living Technology Activities

Abstract

When it was mentioned that the technology education curriculum in Taiwan, the problem solving based learning model constructed by Fang (1999) was the most popular one. Meanwhile, the theoretical model, constructed by Fang (1999), did not correspond to the observed data, so when the technology teachers used the model in teaching technology learning activities, they always ran into many difficulties. Therefore, the study focused on exploring the shortcomings by using action research. The final results were as follows: (1) Recognize and analyze the problem: The design of portfolio should be included the guide to analyze usable resources and the teachers should play an important role of facilitator in order to facilitate the brainstorming and discussion between students; (2) Initial idea: The teachers should focus on developing the students' ability in presenting ideas by graphics and texts; (3) Data collection and analysis: The teachers should design one or two courses for students to collect data and train their ability at the same time; (4) Develop different ideas for problem solving: The teachers should limit the time to develop different ideas, or let the students offer different rough ideas and correct these ideas by team discussion; (5) Choose the best idea: The teachers should implement the step of developing different ideas for solving problem, and then they can develop the students' ability in decision-making; (6) Concrete design work: The teachers have to focus on developing the abilities of planning working steps systematically, task distribution, time distribution, and preparing the tools and materials in each steps; (7) Test, evaluation and improvement: The teachers should do their best to help students correct their products in order to pass the evaluation criteria or performance better.

Keywords: problem solving, living technology, action research

壹、緒論

在過去十年中，在澳洲、英國、美國、加拿大、香港與紐西蘭的課程文件皆已強調透過科技教育¹（technology education）課程以培育學生科技素養（technological literacy）的重要性（Jones & Moreland, 2003）。就科技教育領域歷年來的研究而言，Zuga（1997）發現在 1987 年至 1993 年在北美的研究偏好著重在探討課程的議題，甚少關注學習方面；de Vries（2003）也強調就 1994 年至 2000 年發表在《國際科技與設計教育期刊》²（International Journal of Technology and Design Education）的文章而言，主要著重在探討科技教育的目標、科技知識的本質、科技教育課程的內涵等相關議題，十分缺乏著重在學習方面的研究。因此，未來將有需要更著重研究學生在科技方面的學習、以及促進學習科技的方法。就學生在科技教育領域的學習而言，科技學習活動（technology learning activity）扮演相當重要的角色，而藉由科技學習活動的進行，學生將可整合理論與實務，進而達成科技教育著重動手實作的目標（王鼎銘，1999）。

就科技教育的課程與教學層面而言，許多學者認為科技教育課程的規劃應以過程方式重於實質內容方式；且由於科技日新月異，因此著重問題解決過程的課程設計模式，較著重實質內容傳授的課程設計模式，應更適合科技教育的需求（吳瓊洳，2000；林志忠，1998）。緣此，國內科技教育的學者便多著重在將問題解決過程融入科技學習活動中，並深入探討其相關成效（方崇雄，1999；李大偉，1999；Lavonen, Meisalo, & Lattu, 2001）。

以現行中小學階段所採用的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式而言，主要多以方崇雄（1999）所提出的模式為主，該模式主要囊括的要素包含七大步驟：(1)確認問題：主要讓學生確認問題、時間和限制，並了解現有的相關資源；(2)提出初步構想：讓學生能在確認問題後先提出初步構想，以進一步了解所需蒐集的相關資料；(3)資料蒐集與分析：讓學生能夠針對問題去蒐集相關的資料，並分析資料的有用程度；(4)構思多種解決問題的方案：讓學生能夠根據蒐集到的資料發展三種不同的解決問題的方案；(5)選擇最佳方案：讓學生能

¹ 科技教育（technology education）在台灣稱為生活科技（living technology）。

² 《國際科技與設計教育期刊》（International Journal of Technology and Design Education）是科技教育領域中唯一收錄在 Science Citation Index Expanded 中的期刊，而 Science Citation Index 與 Social Science Citation Index 則無與科技教育領域直接相關的期刊。

夠學習評鑑各個解決問題方案的優劣；(6)開發設計工作：讓學生能夠學習詳細地規劃工具與機器、材料、工作步驟、工作分配、時間分配、設計圖；(7)測試、評鑑與改進：讓學生能夠測試與評鑑作品的尺寸、功能等項目是否與設計圖相符合，並思考整個活動過程中所需要改進的地方、對整體活動的建議等。然而，由於方崇雄（1999）在發展此一模式時，其所進行的整體適配度考驗顯示理論模式與觀察資料並不適配，因此，若將此一模式運用於教學現場時，勢必會遭遇許多問題。如研究者本身在運用此一模式以教導科技學習活動時，便遭遇許多學生學習與教師引導方面的困難，故透過此一研究，希望能夠檢視運用此一模式進行教學時的缺失，並藉此研提相關具體建議。

綜而言之，本研究主要達成下列研究目的：

- 一、檢視問題解決導向生活科技課程學習歷程模式在教學現場的缺失。
- 二、研提問題解決導向生活科技課程學習歷程模式在運用於教學時之建議。

貳、研究方法與設計

一、研究架構

本研究的主要目的在於檢視問題解決導向生活科技課程學習歷程模式在教學現場的缺失，進而針對缺失研提教學的建議。因此，本研究的研究架構如圖 1 所示，研究者在教學現場發現此一研究問題時，便透過反省與計畫以擬定行動研究的策略，進而透過行動研究的方式，實際檢視問題解決導向生活科技課程學習歷程模式的實施成效，最後並透過與參與者（即研究者所邀請的外部檢核者）的對話，已發現問題解決導向生活科技課程學習歷程模式的缺失，並進而研提具體的教學建議，以供生活科技教師運用問題解決導向生活科技課程學習歷程模式以進行教學時之參考。

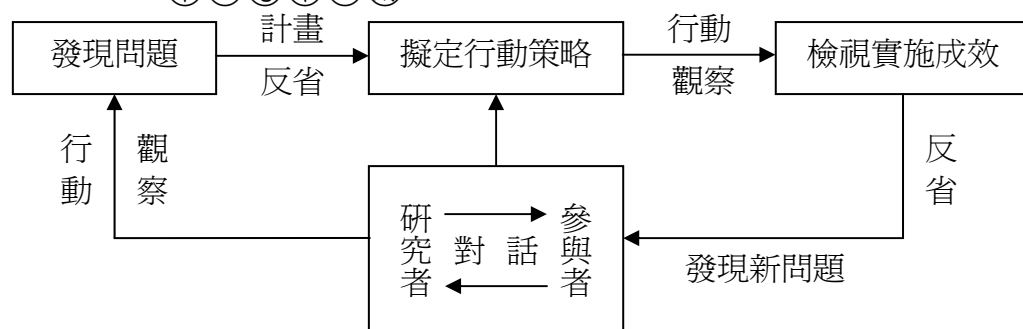


圖 1 研究架構圖

二、研究對象

本研究主要以九十一學年度第二學期台北市某市立高級中學高二階段的社會組學生為主要研究對象，研究者為促進小組組員間的合作氣氛及合作機制，故讓學生自由分組，但每組人數為至少為四人（至多五人），總共則有十個組別。

三、研究方法

（一）文獻探討

研究者主要透過收集、閱讀、解釋、分析與歸納國內外相關學者專家的看法與各國的實例，並輔以課程理論的分析為基礎，藉此發展「鼠夾車的設計與製作活動」課程，以供後續行動研究之所需。

（二）行動研究

研究者主要採用行動研究以探討本研究所發展之「鼠夾車的設計與製作活動」課程的缺失，針對相關缺失研提教學時的具體建議。由於行動研究主要涵蓋理論與實務（Zuber-Skeritt, 1992），並以螺旋式、永無止境的反思過程進行改變與改善（如圖 2）（McNiff, 1988）；因此，研究者在行動研究過程中，將會透過不斷地反思以找出「鼠夾車的設計與製作活動」課程的缺失。

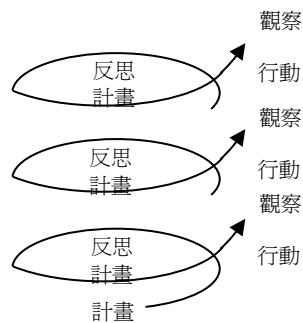


圖 2 行動研究模式

資料來源：McNiff, 1988.

(三) 參與觀察

研究者主要採用參與觀察法以蒐集教學現場的相關資料。觀察法淵源於人類學家的現場田野工作，研究者在觀察一個特定的行為或事件時，需積極探尋這個行為或事件與其他資料型態的關係，從參與觀察所獲得的資料，提供研究者進一步檢核和評估訪談和其他技巧所獲得的資料（黃瑞琴，1991）。

四、資料蒐集

(一) 研究日誌

本研究由研究者親自擔任參與觀察者（participant-observer）（Patton, 1990），故在教學現場時，研究者先速記觀察各組學生學習的實際情形、與學生的互動過程中的重要溝通過程等，並在當階段課程結束後整理課堂上的速記內容，並針對速記內容進行反思，故本研究將此反思札記當為本研究重要的研究日誌。

(二) 文件資料

文件（document）係指把過去事件寫下來或印出來的記錄，包括信件、日記、納稅收據、地圖、雜誌、報紙、法院記錄、官方記錄、規章、法律等（王文科，1990）；而文件的主要用途是檢驗和增強其他資料來源的證據（黃瑞琴，1991）。本研究所蒐集的文件資料主要以各組的學習歷程檔案為主，學生在學習歷程檔案中記錄每一個不同階段的討論結果，並將所遭遇的困難與建議記錄在學習歷程檔

案中，故透過學習歷程檔案的協助，可以幫助研究者蒐集許多寶貴的資料與意見。

五、研究效度

為避免研究過程中的主觀偏執和自我陶醉，研究者必須要面對研究的限制，並且釐清可能的盲點，進而藉由有效的途徑來檢核資料的取得、引用、處理和詮釋是否得當，以加強整個研究過程的嚴謹度，並讓研究結果能夠儘量確實表達實況（甄曉蘭，2003）。本研究的研究效度檢核方法主要採用三角檢證法（triangulation）（如圖3），藉由不同的方法從不同的來源蒐集資料；此外，研究者亦邀請一位任教生活科技具有二十年經驗的教師擔任外部檢核者，藉此透過參與者檢核（members check）的方式，讓參與者審閱資料的分析與詮釋是否公正、客觀，並透過參與者的回饋以檢討和修正研究者的認知與詮釋。

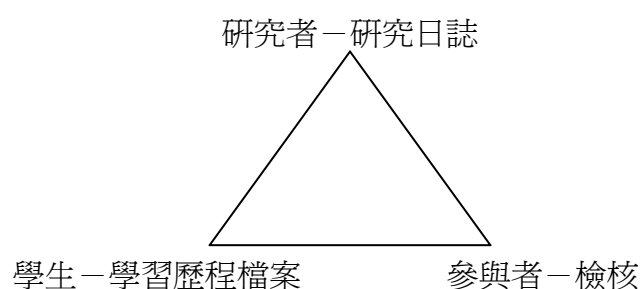


圖3 三角檢證

六、研究工具

本研究的主要研究工具，便是指研究者所發展出的「鼠夾車的設計與製作活動」課程，此一課程主要參考美國科技教育活動改編而成（Technology Notebook, 2003），並確實依據方崇雄（1999）所提出的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式進行活動流程的規劃；此外，為了順應科學與數學教育改革的潮流，發展能結合數學、科學與科技（Mathematics, Science, and Technology, MST）三學科的整合性課程，已經成為國際間科技教育專業領域裡最熱門的趨勢（Foster, 1994；游光昭、林坤誼，2004），故研究者亦採用數學－科學－科技取向以規劃活動內容，進而協助學生在動手實作過程中善用數學、科學與科技的相關知識。茲將此一活動課程簡述如下：

（一）教學時間

本活動的時間共計七週、每週兩節課、每節課 50 分鐘。

(二) 活動流程

本活動的流程主要依據方崇雄（1999）所提出的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式為主，並依據該模式中所提供的學習歷程記錄表以協助學生進行學習。

(三) 活動內容

本活動主要讓學生解決的科技問題為「設計並製作一台鼠夾車」，主要的評鑑標準有四項：(1)須運用數學、科學與科技的知識；(2)須利用三種以上的加工方式；(3)車體造型能否精緻美觀；(4)車體造型能否具有創意；以及(5)車子最少必須能夠直行 25 公尺。

七、資料處理

本研究資料處理主要分為下列兩大步驟：

(一) 資料編碼

本研究的資料編碼主要可以分為四個部分：(1)項目代號－研究過程中各種資料的項目與代號可如表 1 所示，如研究日誌的代號為 RD；(2)日期－在代號後面會加上獲得該資料的日期，如 2003 年 3 月 28 日則加上 20030328；(3)流水號－針對各項資料的文字記錄，研究者逐句進行編號。綜而言之，以研究日誌而言，RD20030328-01 的編碼其所代表的意涵為研究者在 2003 年 3 月 28 日的研究日誌第一句話。

表 1 資料項目與代號

資料項目	來源	代號
1.研究日誌	研究者	RD
2.文件資料	學習歷程記錄表	PF

(二) 資料分析

在資料分析方面，本研究採 Patton（1990）所建議的步驟：(1)先集合所有原始資料並進行編碼；(2)組織、分類、以及編輯原始性資料，使其成為易分辨的資料檔；(3)依據研究目的透過交叉分析以獲致研究結果（林素卿，2003）。由於

第一步驟已在上述資料編碼中完成，故在此研究者將著重於組織、分類、以及編輯原始性資料，進而依據研究目的並透過交叉分析以獲致研究結果。

參、研究結果與討論

研究者根據方崇雄（1999）所提出的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式以發展出「鼠夾車的設計與製作活動」課程，進而將此一課程實際運用於教學現場。依據研究者針對研究日誌、學習歷程檔案等質性資料進行分析的結果，主要分別針對學習歷程檔案中的七大項歸納出如下的結果：

一、確認與分析問題

（一）確認問題

就確認問題而言，研究者發現十組學生都能夠經由小組討論或與教師討論，進而更清楚的確認本次活動所需解決的問題（RD20030328-01）。

學生能夠透過小組討論釐清問題，然而對於問題不清楚的小組，也會透過向教師發問的方式，進而釐清本次活動所需解決的問題（RD20030328-01）。

然而就確認活動過程中的資源與限制而言，根據研究者資料分析的結果，十組的組員都能清楚認知本活動的評鑑標準（RD20030328-03）；但是在檢視現有資源方面，卻有五組的組員未能清楚認清現有的資源為何（RD20030328-04），以 A 組為例，教師所提供的材料僅有老鼠夾、木板等，但是此組學生卻將許多教師為提供的資源列入（PF20030328-02）。因此未來教師若能夠在學習歷程檔案中更清楚的標示，將會更有效解決此一問題。

學生能夠透過小組討論以瞭解活動的限制，而對於活動限制不清楚的小組，也會透過向教師發問的方式，進而釐清本次活動的限制（RD20030328-03）。學生並不注意教師所提供給各組的資源為何，因此在填寫資源一項時，未能填寫正確的現有資源，亦即，將教師未提供的資源亦寫入現有資源中（RD20030328-04）。

現有資源有老鼠夾、車輪、工具箱（including：螺絲起子、螺絲、鐵

(二) 分析問題

就分析問題而言，透過小組間的腦力激盪及討論，小組間可以凝聚各個組員的知識背景，進而針對活動所欲解決的問題主題進行更完善的分析，並使各個組員對於問題有更清楚的認識（RD20030328-05）。然而些組別爲了想快速完成學習歷程檔案，因此會採用分工制以完成此項工作，而直接省略討論的這項重要的過程，故教師必須適時扮演促進者（facilitator）的角色，增強小組組員間的討論意願，並進而落實問題分析的工作（RD20030328-07）。

小組討論的氣氛佳，各組均針對問題呈現出系統性的分析，而閱讀學習歷程檔案的記錄結果，各小組皆呈現具體的討論成果（RD20030328-05）。

A 與 J 這兩個小組採用分工的方式填寫學習歷程檔案，在活動過程中雖然已經提醒這兩組要發揮團隊合作、腦力激盪的功能以發揮綜效，但由於時間因素無法一直督促這兩個小組，未來進行教學時必須更注意改善此一缺點（RD20030328-07）。

二、提出初步構想

就提出初步構想而言，各個小組會分別採用「文字」（7 組）、「圖形」（2 組）、「文字加圖形」（1 組）等三種形式以表達初步構想，然而大多數的組別選擇使用「文字」來表達簡要的初步構想概念（RD20030328-09）；因此，這顯示學生對於使用圖文並茂的方式以表達概念或構想的能力需要精進，未來的教學應該可以朝此一方向著重培養學生的表達能力。

F 組在表達初步構想時能以文字加圖形的方式，而 B 與 H 組在表達初步構想時則能以圖形的方式，至於其他組別則多以文字描述的方式，（RD20030328-12）。

三、資料蒐集與分析

就資料蒐集與分析而言，學生由於課業繁忙、功課壓力大，因此在十個組別中只有兩個小組能夠利用課餘時間蒐集相關資料。就有蒐集資料的兩個小組而言，其所蒐集的資料多侷限於外觀造型，而缺乏了解傳動機構等相關的資料，因此學生的資料蒐集能力有必要再多加強與訓練（RD20030404-01）。因此未來在進行教學時，教師可以額外開放一至二節課，讓學生可以學習上網蒐集資料，或至圖書館蒐集相關資料，進而訓練學生的資料蒐集能力；而另一種次之的方式，則是教師先準備國內外的相關資料以供學生使用。

共有八個小組無法繳交其所蒐集的資料，普遍反應的意見為課業過於繁忙、功課壓力大。由於本校為傳統的明星學校，課業壓力的確很大，未來再進行此一資料蒐集時，或可安排一至二節課到電腦教室或圖書館以蒐集資料，一方面可教導學生蒐集資料的方法，另一方面則是可使本活動的進行更為順暢；然而，若學校電腦教室無法配合，則教師必須提供相關資料以符應學生的需求（RD20030404-01）。

四、構思多種解決問題的方案

就構思多種解決問題的方案而言，各個小組在進行腦力激盪，以構思多種解決問題的方案時，由於必須使用相關的數學、科學與科技原理，故皆面臨相當大的困難與挑戰，且由於多數小組在構想出第一個解決方案時會耗費許多時間，故缺乏足夠的時間構思其他的解決問題方案。造成此一現況的主要原因是由於研究者所選擇的問題為學生所不熟悉的問題，且因為各小組在前述蒐集資料的過程中並無法獲取有效的資料，因此學生在運用數學、科學與科技原理以發展多種解決問題的方案時會面臨相當大的阻礙（RD20030404-03）。此外，根據當組員想出第一個解決方案之後，各小組通常就不會願意去詳細構思其他兩個構想，故會造成其它兩個構想與第一個構想只有造型、材質上的些許差異，或者會隨便填寫一些不可行的方案（RD20030404-04）。

由於各小組在構思解決問題的方案時，必須運用數學、科學與科技的原理；因此，多數小組必須花費 50 分鐘以上構思第一個能運用數學、科

學與科技原理以解決問題的方案，故缺乏足夠的時間完成其它的解決問題方案。根據與學生互動討論的結果，學生對於要解決這個不熟悉的問題感到困擾，難以找到適切的切入方向與方法（RD20030404-03）。

當小組花費 50 分鐘以上完成第一個解決問題的方案後，已經覺得很難再構想出其他的解決方案，因此缺乏動力再共同構思其它解決問題的方案，雖然教師從旁鼓勵各小組可以繼續發展更佳的問題解決方案，但是各小組的反應不是意願不高，便是稍微修正造型與材質，無法產生更佳的解決問題方案（RD20030404-04）。

面對此種學習狀況，教師在教學的過程中除了必須督促各個小組構想出不同且可行的解決方案之外，亦必須在前述學生資料蒐集的過程中，確保其能蒐集到有用的資料。而為了避免學生將所有時間花費在構思第一個解決問題的方案中，教師可以採取限時的方式，讓學生在構思每一個解決問題的方案時，僅能使用 30 分鐘的時間。另一個可行的方式則是先讓每一個組員先利用 15 分鐘提出自己的構想，待構想提出後選擇出三個較佳的構想進行修正，並利用每個構想 25 分鐘的時間，分別針對每一個不同構想進行修正，以使每一個不同的構想更為完善。

五、選擇最佳方案

就選擇最佳方案而言，在各組進行選擇最佳方案過程中，多數小組在評估構想時，會給予預定想要執行的構想較高的評鑑，而其他兩個構想大多會評定為「無法解決所面對的問題」、「無法達成評鑑標準」、「設計沒有創意」等（PF20030411-23；RD20030411-02）。因此，教師在促進前述構思多種解決問題方案這項步驟時，必須更為落實且輔助學生構思多種解決問題的方案，方能夠使學生在進行選擇最佳方案這項步驟時，培養學生做決定（decision-making）的能力。

項目	構想 1		構想 2		構想 3	
	是	否	是	否	是	否
能達成評鑑標準嗎？		✓	✓			✓

（PF20030411-23）

在與學生討論評估方案的過程中，多數小組皆已經預設要選用的構想，少數組別會在選擇最佳方案中有難以抉擇的情況產生，未來進行教學時必須確實落實前述構思多種解決方案的步驟，如此方能在選擇最佳方案的步驟中，培養學生如何做決定的能力（RD20030411-02）。

六、開發設計工作

就開發設計工作而言，學生難以預先詳細的規劃活動過程中所需工具、材料、工作步驟，部分學生認為要一邊進行製作，才能了解所需的工具、材料、工作步驟；因此，十組學生皆無法具體描述每一個步驟的製作方式、所需資源，且由於無法詳細規劃出具體的工作步驟，故亦無法詳細的規劃工作分配與時間分配（RD20030411-05）。

學生在構思所需使用的工具、材料時，會寫出可能不需要使用到（或者難以取得）的工具、材料；而在構思具體詳細的工作步驟時，亦會草率填寫幾項工作步驟，並無法仔細的規劃出完整的工作步驟（RD20030411-05）。

換言之，學生十分缺乏系統性規劃工作步驟、分析所需資源、分配工作項目與時間的能力，未來需要加強學生此一方面的能力，避免因為構思不夠完善，而在活動製作的過程中遭遇更多無法解決的困難，導致學生無法解決所面臨的問題。

七、測試、評鑑與改進

就測試、評鑑與改進而言，在整個活動過程中最能夠引起學生興趣的就是學生測試自己的作品，當學生看見自己的作品能夠達到評鑑標準中的「最少必須能夠直行五公尺」時，會感到非常的喜悅且有成就感；反之則十分受挫且對於此一科技學習活動感到厭惡；因此，此時無論是針對通過評鑑標準的組別，或者未通過評鑑標準的組別，教師皆需要立即介入幫助學生，使學生進一步思考該如何改善或修正自己的作品，進而使已通過評鑑標準的作品能有更佳的表现，或使未通

過評鑑標準的作品能夠達成評鑑標準，如此方能夠逐漸提升學生的能力，並增加其自信心。

學生在測試作品時皆呈現非常興奮與愉悅的心情，起初只期望自己的作品能夠直行超過五公尺即可，後來根據組員間討論的結果、以及詢問教師的意見之後，持續不斷的調整與改進作品，且讓自己的作品跑了十幾公尺，故各個組員皆是興奮無比；然而，對於無法直行超過五公尺的組別，其組員皆呈現沮喪的表情，亦對自己花費許多時間所完成的作品感到失望，此時教師必須及時介入以幫助檢討與修正作品，避免因為過度挫折而感到失望、以及沒有成就感（RD200300509-03）。

在整個學習活動完成後，學生指出一開始對於鼠夾車這個主題並不感興趣，且在整個活動過程中的構思過程亦需花費很多腦力，因此有點討厭這個活動，然而當見到鼠夾車奔馳在跑道上時，才覺得十分有價值（PF20030411-34）；此外，就整體活動而言，的確可以培養多元的能力，但是若能夠讓自己選擇更具有實用性、更生活化的問題主題會更佳（PF20030411-36）。由前述意見可知，學生亦能夠體認活動過程中的價值，然而未來在進行問題主題的選擇時，若能更符應學生的興趣會更佳。

我們一開始覺得做鼠夾車實在太無聊了、一點也不好玩，而且還要用什麼數學、科學、科技的原理，這對我們一類的學生來說太難了。可是後來看見自己的車車在跑道上奔跑時，那種感覺實在太棒了（PF20030411-34）。……以後假如可以讓我們自己選更有趣的主题來玩的話，那麼我們的表現一定會更棒的喔（PF20030411-36）！

肆、結論與建議

透過研究者實際進入教學現場研究的結果，針對活動過程中的各個不同階段，研究者的結論與建議如下：

1. 確認與分析問題

- (1) 確認問題步驟有助於幫助學生釐清所需解決的問題。
- (2) 學生在分析資源步驟未能清楚的認清現有資源為何，故需在學習歷程檔案中更清楚的標示，以輔助學生學習分析現有資源。
- (3) 分析問題步驟有助於讓學生透過小組間的腦力激盪與討論，進而針對活動所欲解決的問題進行更完善的分析。
- (4) 教師須善盡促進者的角色，務必讓學生確實進行腦力激盪與討論，避免讓各組學生以「分工」的方式完成學習歷程檔案的「填寫」。

2. 提出初步構想

各小組在提出初步構想時，多侷限在使用文字描述的方式呈現初步構想，未來的教學應該著重培養學生善用圖文並茂的方式以呈現構想。

3. 資料蒐集與分析

- (1) 多數小組由於課業繁忙，因此大多無法事先蒐集各項所需的資料，而有蒐集資料的組別也侷限在外觀造型方面，缺乏更實用的相關資料。
- (2) 未來在進行教學時，教師可以額外開放一至二節課到電腦教室或圖書館以蒐集資料，盡而訓練學生的資料蒐集能力；而另一種次之的方式，則是教師先準備國內外的相關資料以供學生使用。

4. 構思多種解決問題的方案

- (1) 由於學生所需解決的是不熟悉的問題，再加上資料蒐集過程中無法蒐集到具體有用的資料，因此在運用數學、科學與科技原理以發展解決問題的方案時面臨很大的困難。
- (2) 多數小組花費過多時間在構思第一個解決問題的方案，因此缺乏足夠的時間以完成其它解決問題的方案，且造成其它方案僅限於造型或材質上的些許差異。
- (3) 爲了避免前述情形，教師可以採取限時的方式，或者先讓每一個組員提出自己的構想，再針對構想進行修正，以使構想更爲完善。

5. 選擇最佳方案

在各組進行選擇最佳方案時，大多皆已預設特定方案，故無法在此步驟中培養學生做決定（decision-making）的能力；因此，未來需先落實構思多

種解決問題的方案這項步驟，才能進而培養學生做決定的能力。

6.開發設計工作

各小組在進行開發設計工作時，無法具體規劃出所需的工具、材料、工作步驟、工作分配與時間分配；因此，未來需要著重在培養學生系統性規劃工作步驟、工作分配、時間分配、以及各項步驟所需的工具與材料之能力。

7.測試、評鑑與改進

(1)教師在測試、評鑑與改進的階段時，需要立即介入幫助學生，進而使已通過評鑑標準的作品能有更佳的表现，或使未通過評鑑標準的作品能夠達成評鑑標準，如此方能夠逐漸提升學生的能力，並增加其自信心。

(2)學生能夠體認科技素養教育課程的價值，但是期望未來所學習的問題主題，若能更生活化且符應學生的興趣會更佳。

針對上述本研究所提出的問題解決導向生活科技活動學習歷程模式之缺失，以及所研提的相關建議，生活科技教師未來在運用此一模式進行教學時，應可據此進行修正科技學習活動，以使得活動的進行更為順利，並更適切的培育學生的科技素養。

參考書目

方崇雄（1999）。國民中學問題解決導向生活科技課程學習歷程模式之建構與驗證研究。台北：中華民國工業科技教育學會。

王文科（1990）。質的教育研究法。台北：師大書苑。

王鼎銘（1999）。科技發展與科技教育學習經驗。生活科技教育，32（11），2—9。

吳瓊洳（2000）。科技素養教育的課程分析—以國中生活科技課程為例。教育研究資訊，8（2），46—60。

李大偉（1999）。問題解決導向的技學素養教學策略研究（二）。行政院國家科學

- 委員會專題研究計畫成果報告 (NSC88-2511-S-003-075)。台北：國立台灣師範大學工業科技教育系。
- 林志忠 (1998)。科技素養教育的哲學分析。台中：采玉。
- 林素卿 (2003)。協同行動研究－以班級經營之常規改善為例。師大學報：教育類，48 (1)，91－112。
- 游光昭、林坤誼 (2004)。國中生活科技學域能力指標轉化為課程之研究。教育研究資訊，12 (6)，113－140。
- 黃瑞琴 (1991)。質的教育研究法。台北：心理出版社。
- 甄曉蘭 (2003)。課程行動研究：實例與方法解析。台北：師大書苑。
- Foster, P. (1994). Must we MST? *Journal of Technology Education*, 6(1), 76-84.
- Jones, A., & Moreland, J. (2003). Developing classroom-focused research in technology education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3(1), 51-66.
- Lavonen, J. M., Meisalo, V. P., & Lattu, M. (2001). Problem solving with an icon oriented programming tool: a case study in technology education. *Journal of Technology Education*, 12(2), 21-34.
- McNiff, J. (1988). *Action Research: Principles and Practice*. Hampshire: Macmillan Education Ltd.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods* (2nd ed.). CA: SAGE.
- Technology Notebook. (2003). *Mousetrap Cars*. Retrieved March 15, 2003, from <http://www.sinc.sunysb.edu/Stu/ppoggio/tlinks.html>
- Zuber-Skerritt, O. (1992). *Action Research in Higher Education: Examples and Reflections*. London: Kogan Page Limited.
- Zuga, K. F. (1997). An analysis of technology education in the United States based upon an historical overview and review of contemporary curriculum research. *International Journal of Technology and Design Education*, 7(3), 203-217.

科技史與創造力之關係探討及其對科技教育的省思

萬文隆

摘 要

本研究分別探討科技史以及創造力的文獻，以解析二者的關係，首先，經由文獻分析，將科技史分成二個層面，一是物的構面，包括演化、文化，二是人的構面，包括知識、延續、選擇，其中的知識依賴個人智慧，延續則依賴集體智慧，創造力也分為二個層面，一是物的構面，包括程序、產品，二是人的構面，包括個人、團隊、組織，並深入探討兩者關係；其次，經過分析討論後，科技史中的演化與文化合而為一個構面，創造力中的程序與產品也合併為一個面向；最後，進一步探討科技史及創造力對科技教育的省思為，在個人特質方面包括著重適性探索、開發多元智慧、進行終身學習，團隊特質則是實施合作學習、團隊學習、批判思考，組織特質方面包括遵循創意程序、營造創意環境、正視科技倫理等。

關鍵詞：科技史、創造力、科技教育

The relation of technological history and creativity and the pondering over to technology education

Abstract

The purpose of this research is to probe into the literature research of technological history and creativity advancement, and then to analyze the relationship of these two subjects. First, the technological history was described from four aspects such as knowledge, continuity, evolving, and culture. Creativity was depicted including individual character, team character, procedure and products four phases. Using these four characters discuss in depth of technological history and creativity advancement. Second, after analyzing, the culture evolution and technological history integrated as an aspect; the procedure and products in creativity merge into one phase, therefore, the technological history and creativity advancement are reduced from four into three aspects. Finally, probing into the technological history and creativity in respect to the pondering over to technology education concluded as individual character, team character, procedure and products four important areas. Individual character includes teach students in accordance with their aptitude, develop plural intelligence, go on all the life learning emphatically in idiosyncrasy. Team character includes implementing cooperative learning, team learning, and critical thinking. Procedure and products include following the standard procedure, building environment to inspire invention and emphasizing technology ethics.

Keyword: technological history, creativity, technology education.

壹、緒 論

從技術產品的發展與演進史觀察，技術的發展演進包括發明與創新，展現出技術創造力(Mokyr,1990)，國際科技教育協會(International Technology Education Association, ITEA)從 1994 年進行「美國全民科技教育」(Technology for All American, TfAA)專案，在 1996 年第一階段的報告「研習科技的哲理與結構」中，重新將科技定義為「人類行動性的創新，這種創新包括知識和程序的創造，而創造知識和程序的目的在於發展資訊、物質和生物系統，以解決與延伸人類的能力」。換言之，科技就是創新、改變或修正自然環境，以便滿足察覺人類的需要及需求，科技是人類為調適環境用以滿足需求與慾望。(ITEA, 1996、ITEA, 2002)，正如 NOKIA 以「科技始終來自於人性」做為全方位行銷的訴求，充分展現無論是學界或企業界多認為，科技與創新、創造力、人性需求有關連性。

依據 Basalla (1988)的觀點，科技史是專門研究人造物品的發明、生產、使用的一門學科。換言之，科技史就是人類內在心理及智力因素，及外在社會經濟文化等因素影響下，不斷的創新，造成了人造物的多樣性，依據經濟、生物需求、意識型態、軍事、時尚、生活觀感等因素來選擇適當的人造物。

本文主要是探討「科技史」與「創造力」兩部分的理論與文獻，透過分析比較，達成下列研究目的：探究科技史的構面與內涵，探究創造力的構面與內涵，探究科技史與創造力兩者之間的關係，透過科技史與創造力的關係並提出對科技教育的省思。

目前台灣的科技教育，在國小、國中為自然與生活科技，高中為生活科技，但是，台灣的生活科技非升學考科，在國中、高中一向被忽視，根據高中生活科技學科中心在 2008 最新調查顯示，台灣的國中生約有一半沒有落實生活科技。探討科技史與創造力的關係及對科技教育的省思，屬於科技教育的基礎研究，有助落實台灣的生活科技教育。

貳、名詞定義

- 一、創造力：創造力是指有新奇、價值的能力。
- 二、科技史：科技史指科技發展史，中國大陸稱為技術史，台灣稱為科技史。
- 三、科技教育：依 ITEA(1996)，科技教育是培養科技素養，以瞭解、使用、評鑑科技的能力。

參、科技教育

科技是處理人造世界的思維，是運用資源與知識來滿足人的需求與慾望，而在人造的科技世界中，所有的人造物都是先被設計再製作出來，為滿足人類更高層及多樣化的需求，如果能體會科技史的演進與轉折，應有助創新科技產品，滿足人類的需求與慾望，更彰顯科技教育的價值。

本文探討科技教育，擬從該領域發展史上的三份重要文件，包括 Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory, A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective, ITEA 的 TfAA 及 TfA (Snyder, F. J. & Hales, A. J. (1981), Savage, E. & Sterry, L. (1990), ITEA(1996, 2000, 2002))，來研析科技教育。

依據 Jackson Mill I 及 Jackson Mill II，科技是運用資源、知識，以延伸人的能力，來滿足人類的需求及慾望，這兩份文件中，前者提出科技系統式，後者提出，「人類解決問題滿足需求後，又產生新的問題及新的需求，於是促成科技不斷的發展」的論點。到了 ITEA 發表 TAA(1996)指出，科技是人類行動的創新，更點明了，科技必須加入創造力，使得在輸入的資源、處理的過程及輸出的產品都能有創造力，讓科技有創作力，使得產品能創新。

根據上述科技的核心能力，是在科技系統模式的(I,P,O,F)各階段，具有輸入資源、選擇資源(包括材料、工具、能源等)，在處理端要能有良好的科技能力，包括解決問題能力、設計製作能力，及認知、技能、情意等科技素養，而在產品端能了解輸出可能是預期或非預期的產品，因此，在回饋端必須加以評估、控制，因此，科技的核心能力就包括資源處理及選擇的能力、科技解決問題、設計與製

作、評估、測試、控制、維修、排難解紛等核心能力。

美國工藝及科技教育發展史上，相當重要的三份報告書，Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory, A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective, ITEA 的 TfAA 及 TfA。第一份在 1980 年代提出，第二份及第三份在 1990 年代提出，分別影響我國 1980 年代國小的美勞課程、國中及高中的生活科技課程，及 1990 年代，國小及國中的生活科技課程、高中的生活科技課程。先闡述我國近年生活科技發展及目標導向趨勢，接著分別說明這三報告書形成背景與內容重點，並分析對我國生活科技發展的影響。

我國生活科技課程發展及目標導向，如下表 1，我國的生活科技教育是在國小、國中、高中各階段實施，而我國的生活科技教育一向受到美國影響，在 50 年代左右，台灣師大設立的工業教育系工藝教育組，即是接受美國工藝教育援助而設立，此後，國內的工藝教育，乃至於 80 年代之後的生活科技課程，主要都是受到美國工藝到科技教育課程演變的影響，尤其是前述兩份文件，及後來在 1996 年代 ITEA 發佈的 TAA，都是美國科技教育課程影響我國生活科技課程的三份重要報告書。

表 1 我國近年生活科技課程發展及目標導向

年代	國小	國中	高中	目標導向
40	勞作	勞作	勞作	職業導向
50	勞作	工藝	工藝	
60	勞作	工藝	工藝	工業科技導向
70	美勞	工藝	工藝	
80	美勞	生活科技	生活科技	科技導向
90	自然與生活科技	自然與生活科技	生活科技 (與家政同一領域)	標準導向

一、Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory

爲了消彌以「工業」、「工業科技」及「科技」爲知識體系的不同工藝教育理念的爭論，進而釐清科技教育的方向，在 1979-1981 年間，美國 21 位工藝教育學

者，針對工藝教育的基本理念與課程模式進行深入研討，提出 Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory，整合相關理念，為科技教育定新的里程碑。認為文化演進的理由，是人類四個知識領域，科技、科學、人文、形式，與三個適應系統，意識型態、科技、社會，不斷互動。

該報告認為工藝教育是研究「科技」與「工業」的有關問題，是一種普通教育的課程，在探討：

1. 科技的演進、運用與重要性
2. 工業的組織、人事、制度、技術、資源、產品
3. 科技與工業對於社會文化的影響與衝擊

科技是人類創造及使用工具、技術、資源與管理人造和自然環境的各種系統，以擴展潛能所做的努力而形成的知識體系

工業是社會經濟體制的一個部分，透過資源的運用，生產財貨或提供服務，以滿足個人及社會的慾望與需求。

工藝教育的目的為：

1. 了解並欣賞社會與技術的演進及相互之間的關係
2. 建立科技如何改變環境，及可能帶給人類衝擊的正確信念
3. 培養適當運用工具、技術、資源及工業制度的態度與能力
4. 培養運用技術方法，為目前及未來社會問題提供開創性的解決辦法，試探及培養生活在科技社會，扮演工作者、休閒及公民等角色所需人類潛能。

這份報告書是美國工藝與科技教育學者，在 1980 年代提出，由許多專家學者，針對工藝教育凝聚共識，經過事前多次開會討論，成員包括美國工藝教育學會(AIA)等工藝領域專家，對當時各界工藝教育歧見，提出一個共識，訂出目標，以利各界推動工藝課程。

至於該份報告書的內容要點，除了訂出科技、工藝、工業等定義，將科技定義為運用資源來滿足人類需求、以延伸人類的能力。

此外，也提出科技系統模式，如圖 1，該模式提出科技系統的運作，是透過輸入資源，經過科技處理的過程，得到成品，期間並有一個回饋控制系統。至於課程內涵方面，則提出以反映工業時代的製造、營建、傳播、運輸等領域。

該報告書對我近年生活科技課程發展的影響，主要是在 70 到 80 年代，對當時國中、高中發生影響，但對國小則影響較小。當時，我國的國中及高中的生活科技課程主要是製造、營建、傳播、運輸等課程，且科技系統模式也深深影響我國生活科技的課程。

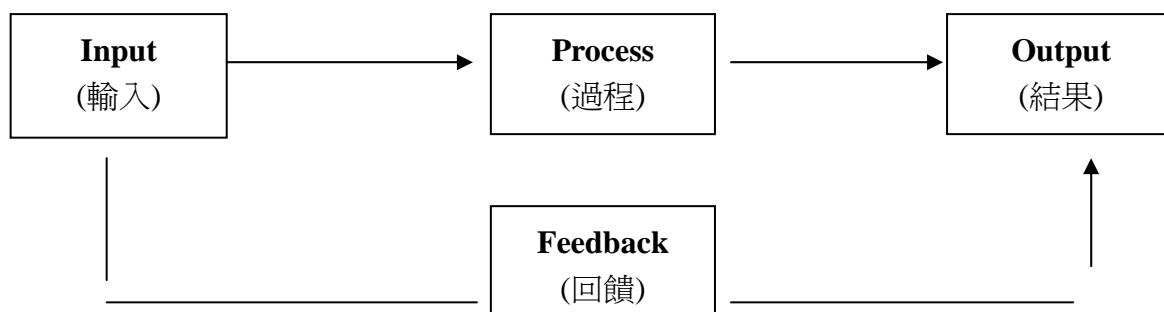


圖 1 科技系統解決問題模式

二、A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective

1980 年起，為有計畫探討科技教育，美國一些學者，每年定期召開一次「科技教育討論會」。Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory 提出後，在科技教育理論的逐漸凝聚共識，美國工藝教育學會(AIAA)在 1985 年年會正式更名為國際科技教育會 ITEA)。

隨著科技教育理念日益普及與明確化，美國技術基金會(Technical Foundation American, 簡稱 TFA)認為有必要加以檢討修正，於是支助「國際科技教育會」(ITEA)、「美國職業學會」(AVA)及「科技教師教育委員會」(CTTE)三個學術團體共同邀集專家進行研究，由 25 位科技教育專家組成的研究小組，以 Delphi 的方法，經過三個階段的深入研討後，於是在 1990 提出 A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective，定義科技為，人類使用資源(包括人力、工具／機器、資訊、物質、能源、資本、時間)，來解決問題(現在未來，已知或不確定的)，以滿足人類需求與慾望的知識與方法。

該報告提出一個問題解決模式，如圖 2。當人們對特殊的環境時，常常會利用科技來達到應的目的，而科技的運用會產生結果，這種結果可能會產生新的科技知識，並對環境造成多方面的影響，同時也會產生另一些新問題，等待人們去解決或適應，所以科技的運用會改變人們的適應型態(包括意識型態的、科技的、社會的)，及知識領域(科技、科學、人文、形式)，此二者會互相影響，並刺激彼

此的改變與成長，如此生生不息。並且利用動態的「問題解決」科技概念，來建立科技教育的理論基礎，解決問題後又面臨新問題，形成科技發展。

這份報告書是在 1990 年代提出，由美國工藝及科技教育學界，繼 Jackson's Mills I 後，再次集合專家智慧而得到的文件，此文件又被稱為 Jackson's Mills II。

就在 1980 到 1990 年代，正由工藝轉為科技教育典範，而 AIA 也改為 ITEA，顯示正如學者 Waner 所言，工藝要反映科技文明，此時，定義的科技主要是，運用資源，以滿足人類的需求及慾望，逐步由工藝轉向科技教育時代。

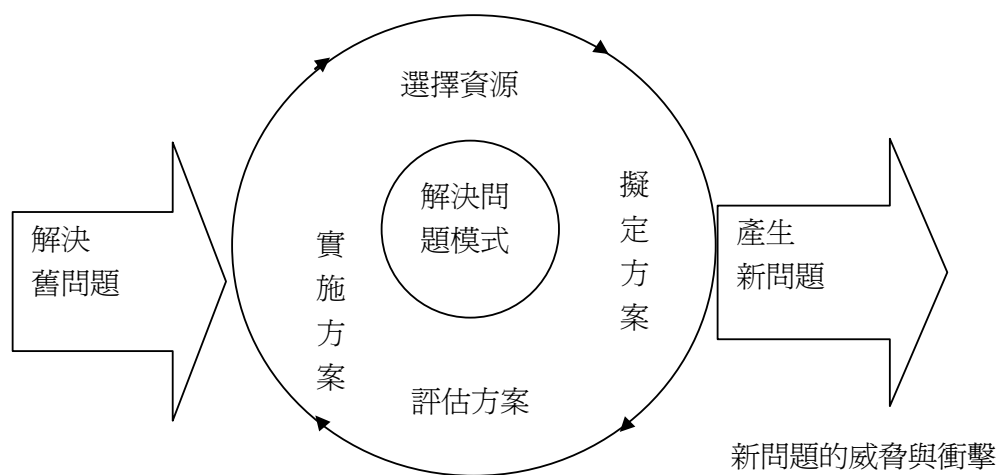


圖 2 解決問題模式

這個解決問題模式，反映了人類社會中，解決了舊有的問題之後，由於人類文明的進步，不斷會有新的問題衝擊產生，因此，形成一個循環，也促成了科技的發展。

至於這份報告書提出的課程架構為，生產(製造、營建)、傳播、運輸、生物科技等四大主軸，依年代而言，也影響我國 80 到 90 年代，生活科技九年一貫課程及高中生活科課程，並且在科技方法中，也著重在解決問題模式，作為生活科技學習活動的主軸。

三、ITEA 的 TfAA

依據 ITEA 所發佈 TfAA 中，科技的哲理與架構，如圖 3，科技的構面有三個，

知識、程序、系絡，其中的程序構面的科技素養內容，可以分設計與科技世界能力兩個構面，其中的設計可以再分為設計的屬性及工程設計兩層。

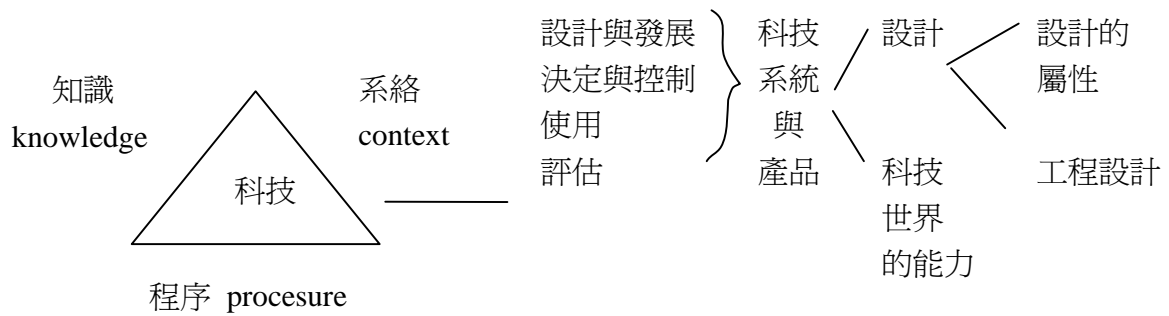


圖 3 科技的哲理與架構

由圖 3 顯示，設計是科技中一個相當重要的層面，而設計的屬性中指出的核心能力為設計的原理、沒有完美設計，而工程設計指出運用數學與科學原理來建模等核心能力。

一般而言，設計是經過 Amible 所指稱的四個階段，即準備、醞釀、豁朗、驗證，即規劃設計、評估設計、實施設計、考核設計等階段，而設計的核心能力包括了解設計原理是以人為中心，必須對機構、功能、材料、造型等深入瞭解，這些也是設計的核心能力。

依據 Basalla(1988)指出，科技的演進，是源於需求，創新、多樣性，而 Edgerton 也指出，科技演進的關鍵在於使用，在國中自然與生活科技中，科技過程技能的能力項目包括規劃、溝通、評估、控制、協調，顯示科技的進展，會扮隨著創新、發明，即科技創造力，生產出多樣化的產品，經過人類的選擇使用，才會形成現今人造世界。

因此，科技創造力，即是在科技發展中，隨著人類不斷的創新、發明，來滿足人類選擇、使用的需求。

在 ITEA 指出科技是人類行動的創新後，又接著發表 I3(Invention, Innovation, Inquire)及 TIDE(Technology, Innovation, Design, Engineering)，顯示出科技必須透過創造、發明、創新、探索、設計與工程等項目來維繫科技世界不斷的進步。

而學者指出(Amible)創造力的構面為管理、態度、專精，屬於個人層面，而創新的構面為本業專精、創造力專精，再加以態度，因此，科技創作的核心能力，除了包括能將材料、工具等資源轉化為產品的技能之外，還包括上述的創造力、創新、工程及態度情意領域。

從美國的 Jackson' s Mills Industrial Arts Curriculum Theory，到 A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective，以至於 ITEA 所發佈 TAA，影響到我國國小到高中的生活科技課程，不過，隨美國發佈 TAA 文件，及英國體系課程也相當重視設計與製作，在國小到國中階段，設計與製作為八大能力指標之一，在高中生活科技課程將創意設計製作的時間加大，以凸顯生活科技課程重視實作設計與製作的特色，表 2 彙整 Jackson Mill I、Jackson Mill II 及 ITEA 的 TfAA 及 TfA，對我國生活科技課程的影響。

表 2 Jackson's Mills I、II 及 ITEA 的 TfAA 及 TfA 的內涵及對我國生活科技課程的影響

項目	Jackson' s Mills Industrial Arts Curriculum Theory	A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective	ITEA 的 TfAA 及 TfA
提出時間	1980	1990(又稱 Jackson' s Mills II)	1990 ~ 2006
形成背景	對工藝、工業、科技等達成共識，專家學者集體智慧	反映工藝轉向科技專家學者集體智慧	全美科技教育(TfAA) 全民科技教育(TfA)
內容	科技系統模式	解決問題模式	科技環宇
重點	製造、營建、傳播、運輸	生產(製造、營建)、傳播、運輸、生物科技	知識、程序、系絡
對我國生活科技課程影響	70 到 80 年代 影響我國國中到高中生活科技	80 到 90 年代 影響我國國小到高中生活科技課程	90 年代以後 強調設計、製作

而 Lewis(1999)認為，Savage and Sterry(1990)提出標準的解決問題模式，稱為科技方法(The standard problem solving model called “the technology method”)，是 ITEA 認可的文件(in a work that had the imprimatur of ITEA)。Carty & Phelan(2006)指出，Savage and Sterry(1990, p. 21)提出概念架構模式(The conceptual model)顯示科技教育是從事一個做的活動(a doing activity)，而有別於應用科學(applied science)。

至於工藝教育與科技教育的關係，依據 Volk(1996)指出，兩者共同的部分包括工具(Tool)、材料(Materials)、活動(Activities)、過程(Processes)、目標(Objectives)、定義(Definitions)。

而 Foster(1994)指出，在 Jackson' s Mills(1981)工藝教育界定為全面、綜合、廣泛的教育課程(a comprehensive educational program)，迄 AIAA(1985)將科技教育界定為全面、綜合、廣泛，以行動為基礎的教育課程(A comprehensive, action-based education program)。

顯示 Jackson' s Mills Industrial Arts Curriculum Theory、A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective，以至於 ITEA 的 TfAA 及 TfA，三者都是全面、綜合、廣泛的教育課程，且都是從事一個做的活動(a doing activity)，具有的共同部分是工具(Tool)、材料(Materials)、活動(Activities)、過程(Processes)、目標(Objectives)等，且 A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective 所提出問題解決模式是一種科技方法，上述觀點，都深深影響台灣的生活科技課程，從工藝到科技教育，三者都重視實作，但 ITEA 的 TfAA 及 TfA 則更重視心智過程。

Jackson' s Mills Industrial Arts Curriculum Theory，A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective 及 ITEA 的 TfAA 及 TfA，三份報告書，影響台灣生活科技教育是呈現延續性的，也就是第一份報告書所提的科技系統模式及製造、營建、傳播、運輸等四個課程架構，第二份所提問題解決模式及生產、傳播、運輸、生物科技等課程架構，第三份所提的科技環宇及設計與製作的概念，對我國 80 年代以後的生活科技就產生延續性的影響。

不過，由於國中小與高中的學習條件不同，依據課程發展，統整、分化、專精，生涯發展為探索、覺知、試探等階段，在 Jackson' s Mills Industrial Arts

Curriculum Theory 所提的科技系統模式，較屬於理論層面，國中小屬於科技素養教育，著重由實際動手操作，來培養科技的內涵，可能較不適用科技系統模式，如果要導入，也應在九年級再稍作簡介，高中屬於大學預備教育，到了高中，就可以全面引入科技系統模式，以科技系統模式來銜接大學的科技素養專精教育，但是 A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective 所提的解決問題模式，及 ITEA 的 TfAA 及 TfA 科技環宇及設計與製作的概念，較屬於兼具實務及理論導向，可以適用在小學及國中，以及後續的高中階段。

到了 ITEA 所發佈 TAA 之後，從科技是人類行動的創新後，又接著發表 I3(Invention, Innovation, Inquire)及 TIDE(Technology, Innovation, Design, Engineering)，凸顯科技教育的核心概念是，創造、發明、創新、探索、設計與工程，與科技史所強調，維繫科技世界不斷進步的因素包括需求、創新、多樣性等相呼應，目前這些 ITEA 與科技史所著重的要素，都是現今從小學、國中的自然與生活科技到高中生活科技課程內涵的核心要點。

肆、創造力與科技史的關係探討

本文進行創造力與科技史的探討，是經由文獻分析，將科技史分成二個層面，一是物的構面，包括演化、文化，二是人的構面，包括知識、延續、選擇，其中的知識依賴個人智慧，延續則依賴集體智慧，創造力也分為二個層面，一是物的構面，包括程序、產品，二是人的構面，包括個人、團隊、組織，先談科技史的構面，再進行兩者之間的比較，探討兩者之間的關係。

一、科技史的探討

依據 Basalla (1988)的研究，科技史中反覆出現的三大主題包括，多樣性、需求與技術演化，多樣性指有史以來，人造物品種類繁多，是物質文明的一種必然現象，需求是人類因為動機而去發明人造物，以滿足生命中的基本需求，需求是對多樣性存在的不正確、卻是之所以流行的解釋，技術演化指通過有機類比來解釋這些新式產品為何出現及選擇機制，且不必藉助生命需求的概念就能解釋多樣性的特質。

蔡東鍾(2005)指出，科技的發展是由於人類利用過去所累積的知識以及經驗，思考如何改善生活週遭的環境，藉由不斷的研究、試驗與嘗試，發展出新的科技以具體改善生活的過程。本研究所稱的「科技史」，是指人類在所處的環境中，爲了得到較佳的生活，於發展科技過程中所發生的事實，這種事實包含巧妙用具的發明，問題解決方法的創新，與科技概念變化的。

Slaby(1973)指出，科技史以一種有意義的方式描述科技與其他力量對人類日常生活影響的經驗。ITEA(2000)指出，透過科技史的方法來學習科技，能夠讓學生對科技及在社會中所扮演的角色做出更可靠的決策。

劉君燦(1983)指出，科技史並非找尋一些已淘汰的理論、發現與發明，史料固然是史學的基礎，但絕代替不了史學，同樣科技史還要探討某些發現，發明是基於怎樣的自然觀才得到的，這些自然觀的流變如何，自然觀的流變對當時人類整體文化互動又如何，換句話說，科技史是要在整體文化史的角度下去探討的。

由 Basalla (1988)等人的論點，科技史可以歸納出二個層面，一是物的構面，包括演化、文化，二是人的構面，包括知識、延續、選擇，其中的知識依賴個人智慧，延續則依賴集體智慧。

(一)物的構面

1.演化

科技的基本單元就是人造物，假如用科技演化來解釋人造物的多樣性，我們必須展現人造物相互間的延續性，並且說明每一種人造物都不是唯一的，而是與先前已製造出的物品相關連。人造物的多樣性激勵我們尋求科技演化的熱情，且延續性是這種演化解釋的充分條件，一種演化理論如果無法顯示所談論對象世界的基本單元的連貫性，那這種演化理論就無法存在了。

2.文化

創新與文化方面。對生活在現代的歐美人士說，給予發明者承諾與報酬都是合理的行動，但在其他文化中，也有就像我們力求培植創新一樣，花費很大力氣

來詛咒創新。

西方人持續且有侵略性地，運用每一種可能的自然力量與資源，目的在於成為全球科技的領導者。在現代科學中，提供一個能了解自然世界的超級意義，將確保人類能徹底的征服自然。

讓自然來服務滿足人們需要的話題，在十七、十八世紀受到好評與探討。直到十九世紀，這個概念被廣泛地接受，且被簡化成一個詞語，即征服自然。在科技運用到淋漓盡致時，以控制並征服自然的這一個觀念，直到二十世紀上半葉都還沒有受到挑戰。它的真實性在一九六零年代受到環保運動領袖的質疑，爭論點在於它無情地征服自然，此舉不只是在毒害我們所處的環境，且消耗無法再生的資源，這都是在從事一些不道德的行為。

(二)人的構面

1.知識

Basalla (1988)研究指出，發明活動的重要因素，有一項是智力因素，其中最重要的是知識，知識分為科技傳播、科學傳播二部分，科技傳播又分為帝國主義、移民、實際知識、環境影響等項目。且有部分人認為發明有賴個人英雄式的知識與智慧。

在科技發展的傳統處理方式中，創新開始於找尋人類製造者，以及長期探索生活的必需品將導致人造物的多樣性。另外，我將尋找遊戲的人，引導他們進入創新的話題，將考慮遊戲者如何當作一個科技創新的來源。許多論者在討論科技創新的話題時，承認遊戲的重要性，並且評論從發明的遊戲中得到樂趣，這還不包括考慮到任何可能帶來的經濟與社會利益。發明者從解決他們所遭遇的難題、克服在他們面前的挑戰、運用智力來對付自然與人類的競爭中贏得遊戲的勝利，並且從中得到滿足。

由於 ITEA 中的 TfAA 課程的知識、程序、系絡，是由 Jackson' s Mills Industrial Arts Curriculum Theory，及 A Conceptual Framework for Technology Education: A

Historical Perspective 逐漸演進，而且是以科技及科學為基礎，因此與科技史的演化中的知識的科技傳播、科學傳播，有關連性。

2.延續

有一大部分區隔的人認為技術演變是不連續性的，且是依賴個別天才英雄人物勞動的傑作，例如愛迪生、亨利福特等人都是單獨依賴雙手發明獨一無二的機器與設施，以組成現代技術。但是，從一些延續性的實例包括石器、軋棉機、蒸汽機與內燃機、電動機、電晶體、帶刺鐵絲、書寫機等，這些物品的發明，都能駁斥創新發明是少數天才的技術性革新，應該是先有開端，後續再有其他人接著研發、改良，才能創造出成品。

假如演化中的變革是必然的，則新產品一定會以某種方式在具有延續性的同類中，找到自身存在的理由。這些發明家，多半是在既有的物品中，逐漸改進、改良，才能完成創舉。

3.選擇

因為技術創新過剩，創新與需求之間不能完全配合，必然會發生「選擇」的過程，有一些創新被吸收為另一種文化，有些創新則被拒絕在文化之外。那些被選擇的就會被複製，加入人造物的行列，成為新人造物變異的領先物品。選擇的因素包括外在的政治、軍事，及社會文化等因素，及內在的生理及心理因素。

而選擇與科技教育中核心概念中的創造、發明、創新、探索、設計、工程，在面臨評估整體製作時的最佳化，也有很大的關連性，因為設計、製作的各個階段，都必須選擇。

二、創造力與科技史關係探討

(一)創造力的層面

一般論及創造思考的歷程與程序，Wallas (1926)曾提出四個階段的程序，準備期(preparation)、醞釀期(incubation)、豁朗期(illumination)、驗證期(verification)等。主要是指創造思考的整個程序，必是先有一些前置性的工

作，及一定的流程，依序為收集資料並且調適本身的經驗、思考可能方案、了解問題關鍵、實施並檢驗，後來的學者所提創造力發展歷程或階段，大多數與四個階段相去不遠。

另外，有關創新過程方面，依據 Luecke R.(2003)觀點，創新的過程包括，激發點子、確認機會、評估點子、發展、商業化，如下圖 4：

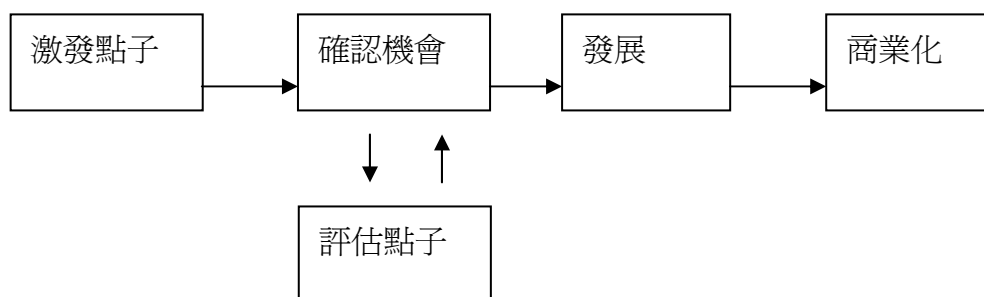


圖 4 Luecke R. (2003)創新的過程圖

Guilford (1950)將創造力定義為一種能力，並界定個人創造思考的架構包含流暢性、彈性、新奇性、統整力、分析力、重新組織與重新定義、複雜性、以及精細性。Csikszentmihalyi (1988)指出任何創意皆會受到三個力量的影響：環境、專業知識以及個人。環境係指影響選擇具價值的創造性產出之社會制度系統；專業知識則是指可以將新想法或形式進一步發展的知識基礎與文化；而個人則是指能在創造性的環境下，將專業知識加以調整的個人。

綜上所述，創造力起於準備、醞釀，有一定邏輯程序，而創新的程序也是經由激發點子，進而尋解決問題程序而進行，除了重視心理層面外，也應著重物理環境，這兩者是不可偏廢的。尤其是在確認目標後，選擇方案的過程，創造力更與科技史有異曲同工之妙。

除了創造力的內外觀點外，創造力還與產品有關。Mayer (1999)曾指出，許多學者都認同，創造力涉及新而有用的產品，包括觀念與具體物品。Hong (1997)提出技術創造思考架構，可分為創新與特徵、創新與材料、創新與機構等三方面。

有關產品創造力，Findlay 和 Lumsden (1998)指出，創造力是逐漸演進的，有創造力的產品與個人是透過突變過程所演化而來的。Sternberg, Kaufman, 和 Pretz (2002)分析指出，創造力的貢獻與推動力模型相似，創造力的種類包括複製、重新定義、向前增加、整合融合、重新創始等。

Csikszentmihalyi (1996)指稱，創造力是一種行動、觀點、或是產品，改變他們既存的現狀、或是改變既存的領域進入一個新的領域。Perkins (1981/1988)指出，創造力是人們以某種個人的態度，並且運用機智，經過選擇、計劃、摘取等過程，屬於無可避免的發明。Skinner (1971)分析指出，創造力是在演化期間自然選擇的結果。Feldman (1982,1988,1994)指稱，創造力是一種洞察力的發展改變成爲新穎的創新產品。Sternberg (1999)指出，以下列七種方式來促進創造力成果，包括(1)既有觀念複製，(2)重新定義，(3)向前增加，(4)進一步向前增加，(5)重新界定方向，(6)重新建構與重新界定方向，(7)再創新。

創造力在產品觀點方面，技術創造思考架構，可以分爲創新與特徵、創新與材料、創新與機構等三方面。創造力涉及新而有用的產品，其中包括觀念與具體物品，且創造力是逐漸演進的，有創造力的產品與個人是透過突變過程所演化而來的，而創造力的貢獻與推動力模型相似，創造力的種類包括複製、重新定義、向前增加、整合融合、重新創始，創造力是個人用以產生嶄新或新奇的產品和構想的能力；是不同觀點之嶄新構想的貢獻過程；是個人自由自在地對問題、情境、事件做不同角度之審視。

由上述討論，顯示創造力在物的構面包括程序與產品，在人的構面則分爲個人、團隊、組織。以下論述，在創造力的程序與產品的架構下，依創造力與個人特質、創造力與團隊特質、創造力與組織特質等三個構面進行研討。

(二)、創造力與科技史

1.創造力個人特質與科技史

依據 Amabile (1997)的創造因素理論，對個人而言，創造力是由三種成分才

能產生功用，一是專門技能(Expertise)、二是動機(Motivation)、三是創造性思考(Creative Thinking Skill)等。專門技能指知識、技術、程序與智慧，動機特別指固有的、內在的動機，是一種更直接影響工作環境的動機。內在的情緒能解決手邊的問題，比外在動機如給予金錢，更能具有創造力。創造性思考決定一個彈性及有想像力的人如何去解決問題。

根據毛連塏等 (2001) 引自 Gowan (1972) 從理性創造力到非理性創造力之間形成一連續體如圖 5。顯示創造力與人格特質中理性的、及非理性的項目都有關，包括認知的、開放、自我實現、前意識作用，以及存在的、幻覺的等。

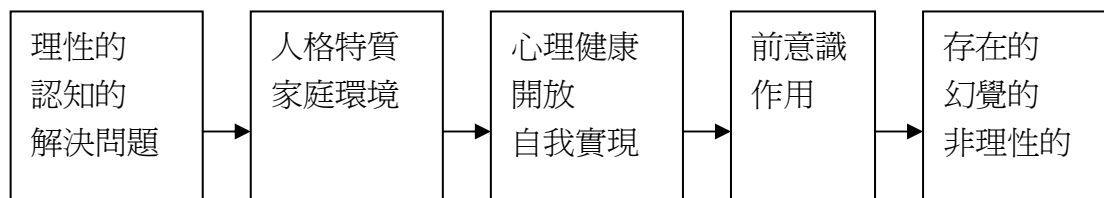


圖 5 理性與非理性創造力形成連續體

顯示創造力並非無中生有地出現，而是知識、技能以及動機三者間適當的互動得以產生，且創造力與理性、非理性等人格特質的因素有關。Guilford (1950) 認為外在環境會影響個人的知識基礎，而個人的知識基礎對於創造力的產出具有直接的影響。將創造力定義為一種能力，並界定個人創造思考的架構包含流暢性、彈性、新奇性、統整力、分析力、重新組織與重新定義、複雜性、及精細性。

不過，一般人對創造力總是有似是而非的看法，Luecke R. (2003) 指出，創造力的迷思計有，(1) 愈聰明的人，愈有創造力。其實，智力只是與創造力相關的特質之一，只要是智商在相當適中的門檻，即一百二十以上，則知智力與創造力就沒有相關。(2) 年輕人比老年人更具有創造力，事實上，年齡對創造力潛能，並非一個清楚的指標。(3) 創造力只是為肯冒很大風險的少數人，其實，只要是肯冒可計算的風險且有能力以非傳統的方式去想，就能在創造力扮演一個角色。

(4)創造力是一項單獨的行動，事實上，在全球許多重要發明，是經由人們團隊合作及互補的技術。(5)人們無法管理創造力，其實，管理者能開創出讓創造力更容易發生的條件。

在 Basalla (1988)的技術演進史一書中明確指出，發明活動的重要因素，其中有一項就是智力因素，最重要的就是知識。人類不論是創造出任何物品，都是先經由構思後，才得以完成。人類也從從發明的遊戲中得到樂趣，透過遊戲融入本身的智慧，以遊戲的新奇性來吸引人，經過重新組織與重新定義，並且發揮統整力、分析力等，兼顧複雜性、及精細性，創作發明出新事物。另外，由科技史觀點，發明者解決難題，運用知識來對付自然與人類的競爭中贏得遊戲的勝利，並且從中得到滿足，且是任何社會、階層的人都能有創造發明的潛能。

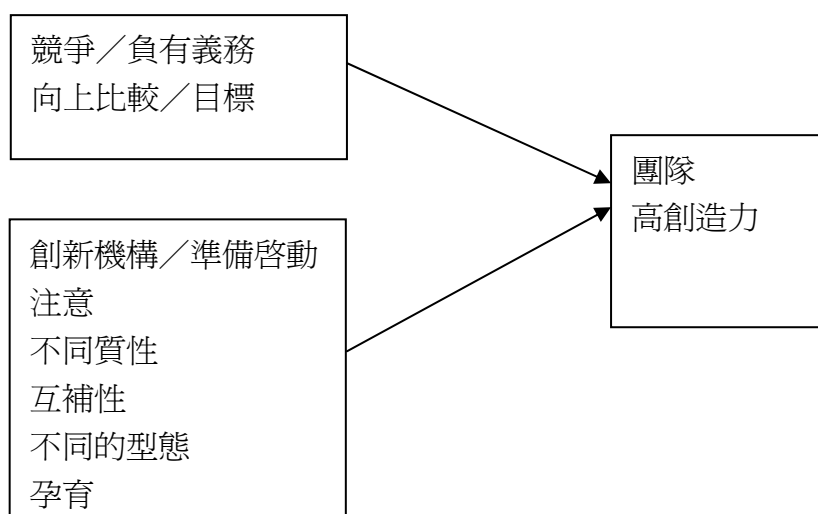
綜合上述，顯示任何人任何學生都會有他本身的能力與特質，並沒有說，智商比較高的學生一定具有較高的創造力，而智商比較低者的創造力就低，而是天生我才必有用，就看教師如何去引導與促進這些學生的創造力因子。

2.創造力團隊特質與科技史

創造力與團隊的關係，始於腦力激盪(Osborn , 1957)，腦力激盪的過程中，鼓勵團隊成員不必顧慮意見的品質，儘可能提出個人觀點。(Parnes & Meadow , 1959)。而許多團隊創造力是運用腦力激盪等方式，來激發團體產生出新的想法。正如 Hill & Johns(2004)指出，群體盲思(group thinking)主要是受到一致化的壓力，導致組織避免提出相反意見、避免質疑有缺點的論點，改善策品質的方法包括採取魔鬼代言(devil' s advocacy)、辯證法(dialectic inquiry)，這兩種方法有助於改善群體思考，可將重要資訊帶進決策機制，促使企業決策合理且基於全盤考量。

依據 Paulus (2000)的研究，在團隊創意產生方面，社會與認知因素與高創造力相關，如圖 6 所示。其中的社會激勵方面，能藉由增加個人績效的責任來提高團隊的激勵，當個人與其他人或比較團體，以一個在上位目標作比較，具創新機構，能注意不同質性者之間的互補性，不同的型態的激勵能孕育出團隊高創造力。

社會激勵



認知激勵

圖 6 在團隊創意產生方面社會及認知因素與高創造

依據科技史中的描述，包括石器、軋棉機、蒸汽機與內燃機、電動機、電晶體、愛迪生明系統、帶刺鐵絲、書寫機等的發明，都是持續改進、演化而得，也就是說。先有一個開端，再將該物品修正，不過，更重要的是，都是彙整眾人的智慧，站在別人已建構的成就上，再往上更進一步。歷史上，有許多產品都是由集眾人力量而完成偉人的成就，例如中國的萬里長城、埃及的金字塔、馬拿馬運河等，就連美俄的太空競賽，也是在政府的支持下，集舉國之精英，才能完成壯舉，這些無非不是集眾人的創造力，才能完成歷史之成就。這與團隊創造力是集合許多異質成員的團體智慧，頗有相通之處。

綜合上述，團隊之間的衝突、合作，經由異質、不同的思考方式，有助提出更多樣化的點子，尤其是成員之間若能進行合作，經由相互之間的激勵、研討、辯論，在不斷的溝通、修正後，往往能有更豐富的成果，因此，教師在進行評量時，也應從歷程中來考評，兼重歷程與結果，才不會陷入過份著重結果的迷失。

3.創造力組織層面與科技史

Basalla (1988)的研究認為，在選擇的過程中，是假設選擇的執行者是主動、

有生產力的個體、能夠選擇、修改需要以建構一個他們適合生存的物質世界。這些選擇者並不是代表所有的社會群體，且他們也沒有必須要關切大眾的福利。他們可以決定在那種競爭時，所選擇的創新事物是否應該被複製，而且被納入社會文化之中。不過，他們能憑自由意志去決定那一種競爭的創新人造物應該被複製，並且納入人類文化之中。這些技術演進的過程，也是經由準備期間的試探各種人類的需求，再以個人內在智慧、經驗，外在現有的產品，並且在各種物品中，選擇一些適合留存者，基本上，選擇的過程，也與創造力的程序、創新產品的流程相似。

科技史產品演進的例子，包括鎚子、軋棉機、電動機、電力照明系統、以鎚子為例子，簡單的鎚子就因為功能的不同，而有各式各樣不同的外型與材質的鎚子，所以人造物的多樣性是物質文明的一種必然現象，鎚子這項科技產品也是創造力的展現。

科技有正反效應，部分文化中對創新者給予詛咒。雖然掌控自然、創新、進步這三項在文藝復興時期，在激勵技術變革時發揮作用。而西方人不顧一切地想利用自然資源，以成為全球的技術領袖。但二十世紀人們征服自然的想法，受到環保運動者質疑。部分環保運動領袖質疑，創新發明、征服自然，不但在毒害我們所處的環境，且消耗無法再生的資源，是在從事一些不道德的行為。產品也正如兩面刃，如果正當使用，能發揮功效，一旦誤用，則會造成人類社會很大的傷害，例如歷次的世界大戰造成人類巨大的浩劫。另外，依據華覺民(2004)主編的中國科技史認為，中國朝代科技歷經長時期的文化與特質累積，所有這些社會人文因素，對中國科技的發生、發展與演變，都有著重要、正面或反面的影響與制約作用。

固然科技產品經由不斷改良與創新，呈現日新月異的面貌，尤其是在人類求新、求好的特質激勵下，持續的改進原產品，再加上科技進步，新奇的產品層出不窮，科技教師也應一直進修新科技，才能走在科技的前端，帶動科技向前邁進。

此外，科技帶為人類帶來便利，也帶來負面的效應，尤其資訊科技、及生物科技衍生的科技倫理等議題，科技教育應教導如何取利避害，達到改善生活的目的。

伍、創造力與科技史的進一步分析

如上述科技史的二個構面，一是物的構面，包括演化、文化，二是人的構面，包括知識、延續、選擇，人的構面中，知識依賴個人智慧，延續則依賴集體智慧，物的構面中，演化與文化之間的關係密切，基於演化的過程中涉及使用，使用又與當時的文化考量有密切相關，因此，以下分析科技史時，將演化與文化整併為一個項目，科技史構面中，物的構面為演化與文化，人的構面為知識、延續、選擇。

創造力二個構面中，一是物的構面，包括程序、產品，二是人的構面，包括個人、團隊、組織，在物的構面，在談及創造力程序與科技史、創造力產品與科技史時，都涉及創新、重新定義，也就是依據原先存在物品的完全創新，或是逐漸的改進，而產品在製造過程中，也很重視程序，以及完全創新或漸進式創新，因此，將創造力物的構面整併為程序與產品，人的構面則為個人、團隊、組織。

以下，將從創造力程序與產品下的，個人、團隊、組織等三個層面，與科技史演化與文化下的，知識、延續、選擇三個層面，在創造力與科技史之間，分別以三個構面來探討對科技教育的啟示，如表 3：

表 3 創造力與科技史進階關係表

科技史 關係		創造力		
		程序與產品		
		個人	團隊	組織
演化 與 文化	知識			
	延續			
	選擇			

陸、創造力與科技史關係對科技教育省思

如前所述，科技是在人造世界中，運用資源與知識來滿足人的需求與慾望，為滿足人類更高層及多樣化的需求，體會科技史的演進與轉折，有助精進科技教育，而科技教育發展史上的三份重要文件，Jackson's Mills Industrial Arts Curriculum Theory, A Conceptual Framework for Technology Education: A Historical Perspective, ITEA 的 TfAA 及 TFA，與創造力、科技史都呈現息息相關。

本研究從科技史的三個構面，在物的知識、延續、選擇，及創造力的三個層面，個人、團隊、組織，分析對科技教育的啓示。

為了精簡分析的流程，本文以科技史為主軸，在演化與文化的架構下，從知識、延續、選擇等三個構面為基準，就每一個構面，分別探討與創造力在程序與產品的架構下，個人、團隊、組織的關係，再分析推導出對科技教育的啓示。

一、科技史在知識方面

(一)針對個人激發出創造力，要依賴「適性探索」

科技史在知識層面，認為發明活動來智力、遊戲，甚至於個人極聰慧、英雄式的發明者，主要是強調個人的成就；創造力則強調，每個人智慧各不相同，有的人是聽覺型，有人是視覺型，有人智力佳，有人體力好，也有人音樂強，而在科技史、及創造力的過程中，每一種人都佔有一席之地，身為教師，應該正視學生擁有不同特長的狀況，設法啓發不同學生的能耐。

創造力的個人特質方面，不論實務及理論都是強調，不論任何年齡、聰明才智，每個人都有自己的觀點，都能發揮創造力。由科技史的個人智力來看，要促使每個人都能展現出創造力，勢必要依賴學校老師能因材施教，由探索中順利激發出個人的創造力。

尤其是在科技教育中，是以操弄實做為主，特色是除了必須耗費較多的時間外，每一位同學的先天資質不同，領悟力也不同，對實做的感受及能力更是各不相同，科技老師可能要比別的科目更要採取「因材施教」，才易讓學生體會實做

為主的科技教育，但也必須著重「探索」、「反覆嘗試」、「知識引用」的歷程，逐漸累積知識。

(二)針對團隊激發出創造力，要依賴「合作學習」

科技史在知識方面，雖然講求個人發揮個人特質、因材施教，認為個人是成就的主因，但是，創造力在團隊特質部分更是講求異質成員以激發出最佳的點子，才能開創出有成績，表面上看，兩者之間似乎有矛盾之處，前者科技史重視的是個人的部分，後者創造力著重的則在於團隊的腦力激盪。不過，如果更深一層去探究，則可以得知，透過小組之間的異質思考，即小組中的個體、個人，每一個人人都貢獻自己的智慧，就能產生出更豐碩的成果，也符合二十一世紀，科技整合，注重合作及團隊研發的特質。

在科技教育的領域中，目的在於教導科技素養的概念，並且要在動手做中注入心智活動，在這麼有限的教學時間內，如果能採取合作學習的方式，藉由異質個體成員的運作，在前測評量、自行收集資料、分享、教學、後測評量等方式之下，更容易達到科技素養的成效。

(三)針對組織激發創造力，應重視「創意程序」

創造力在知識依賴個人智慧方面，著重的是個人能力，而創造力在組織方面，則是強調創造力的層次、階段步驟等，也就是創造力需根基在一定的基礎上，有先備的知識，才能激發出創造力。創造力強調理性與非理性創造力形成連續體，且創造力並非無中生有，是在知識、技能與動機三者之間適當的互動，也就是說，即使像創造力這種高層次的心智活動，也是可以培養的，也是可以激發的，前提之一是依照一定的步驟及程序。

中西文化有相當大的差異，國父孫中山先生曾說，中國人是一盤散沙，顯示中國人重視個人主義，比較喜歡耍小聰明，不像西方人比較重視團隊程序，遵守紀律，因此，科技史依賴個人智慧的構面，及創造力在程序與產品的層面，以個人而言，就應該強調特定作業流程、遵守創意程序，才能奠基於基本能力上，進

步從事創造力。

科技教育是著重實際操作的學科，無論以具體事物為對象或是以抽象的事物為標的，都必須依循特定的流程來按表操課，因此，也必須特別重視創意程序，有基礎部分與個別差異部分，才能順利的達到科技教育的教學目標。

二、科技史在延續方面

(一)針對個人激發出創造力，要依賴「多元智慧」

科技史在知識層面，認為發明活動來智力、遊戲，甚至於個人極聰慧、英雄式的發明者，而創造力在個人特質的觀點認為每個人有特色，且有多元的面向，因此，在科技教育方面除了個別能力外，更應重視多元智慧。

每個人智慧各不相同，有的人是聽覺型，有人是視覺型，有人智力佳，有人體力好，也有人音樂強，而在科技史、及創造力的過程中，每一種人都佔有一席之地，身為教師，應該正視學生擁有不同特長的狀況，設法啟發不同學生的能耐。

在技術演化史中，沒有任何兩種產品是相同的，正如同世界上人類沒有兩個人會是一模一樣的，因此，教師對每一位學生，必須視為最珍貴的資產，以精心規劃出適合個人的教材、教法，進行因勢利導、因材施教。

而創造力的文獻也指出，任何一個人、任何智力者，都會有不同形式的創造力，基於每個人的個別能力迥異，著重實作的科技教育，在教導思考推理的過程中，應設計出適應不同學生學習型態，營造出個人及團隊學習的氣氛，讓每一位學生都有發揮機會，並且展現出對社會的貢獻。

在科技教育中，主要是設法透過設計專題、實作的方法，以生活週遭的題材，來喚起每個學生的興趣本能，再以學習歷程檔案、科技學習活動等資料，從最源頭的思考、設計階段，就能開發同學的多元智慧，激發他們的本能。

(二)針對團隊激發出創造力，要依靠「團隊學習」

由於科技日新月異，無論是軟硬體的產品都突飛猛進，身為第一線的科技教師，一定要持續進修，並且組成學習團隊，根據萬文隆(2004)指出，除了應組合

成學習型社群外，也可以從台北市生活科技輔導團員的團隊習運作方式學到經驗。由實體與虛擬情境的主動積極互動，改善國內生活科技社群普遍存在的不夠積極、主動的缺失。國內生活科技領域相關的教師、家長等人士，應以生活科技輔導團的團隊學習方式的行動學習、討論群、遊戲模擬、角色扮演等為基準，尤其是學習核心的討論群，在討論的過程中，集合大家的智慧，藉由導向正向衝突及腦力激盪，激發出解決問題的點子。最重要的是效法輔導團及時回應、分享的主動積極精神。結合大家的智慧、行動力，讓教師與科技教育一同成長，符合時代需要。

科技教育講究完成實做操弄，可以是自己完成成品，也可以是同組學生一起完成作品，無論是個人或團隊，同學之間都會有很多溝通，都可以從個人學習、組織學習、進而團隊學習，並且由單圈學習、雙圈學習到持續不斷的再學習，在與團隊互動溝通中成長。

(三)針對組織激發創造力，應重視「創意環境」

科技史在演化方面，是以漸進變化及人為選擇為兩大主軸，而創造力在程序部分，則是除了定訂出一定的創意發展過程外，對創意外在環境也相當重視，因此，對科技教育的啓示是在學習進程中，應依循一定標準流程，也要適時的提供活潑的創意環境。

在科技史創造的過程中，只有符合人類需求、透過選擇後才會留存下來，而一些產品也是在演化過程中，不斷的透過評估、測試等過程，才會進行商業化，人類才能享受到價廉物美的產品。為了符合人類社會需要，科技教育無論在課程、教學、師資、評鑑等方面，也必須與時俱進，儘可能去探究一些人類需求的新產品，並且分析內外因素包括心理智力、社會文化等層面，以這些產品內容為教材做一些後續的教學設計。

在人類為中心的社會中，科技始終是以服務人類為主，因此，科技教育除了現行從物品實作中，由創意思考中解決問題外，更應該跳脫硬體部分，也著重軟

體的人性層面，例如由馬斯洛所提的人類需求層次包括生理需要、安全需要、歸屬和愛的需要、尊重的需要、自我實現需要等，科技教育應分別從這幾個層面考量，以更能滿足不同的需求。

良好的內外環境對創造力有幫助，但是，科技教育一向比較重視產品軟硬體的實作，比較缺乏營造創造思考教學的環境，而該環境構面包括外在的物理環境，及內在的心理環境等。要營造良好的創造思考環境，應著重的層面，計有所在空間環境的佈置，例如溫度、濕度、燈光、空氣，以及在視覺、味覺、聽覺、觸覺、整體感受等，這些也是現行科技教育較不重視的部分。另外，內在環境方面，則應能帶動創造思考的開放氣氛，不干預教學互動的情境。

三、科技史在選擇方面

(一)針對個人激發出創造力，要依賴「終身學習」

科技史探討文化層面時，不只是討論正面效應，也相當重視負面的影響，並且試圖進一步尋求化解負面衝擊，而創造力在產品方面，則是重視創新特徵、材料、機構等三層面，不但是既有產品複製改良，更要著重創新，基於新科技產品日新月異，因此，對科技教育的啓示是應隨時運用科技互動，且教師應不斷進修，以跟上並超前科技的水準。

基於科技日新月異，科技產品持續推陳出新，身為科技教育教師，一定要有勇於嚐試新科技、新事物。即使產品在剛推出之際，將會有一段的行銷推廣期，不但是價格較貴，且還要花費一段相當長的時間去摸索，才能針對該項科技產品運用自如。

針對科技教育演進的過程，是由工藝到科技教育，外界部分人士指稱，科技含蓋的範圍相當廣泛，科技教育不可能包括所有科技產品，因此，是否科技教育名稱過於誇大。其實，科技教育固然主要是以科技素養教育為主體，教師對尖端科技也應留意，一有新科技產品問世，也應儘量懂得如何操控，讓科技教育能名實相符，當然，這必須依賴科技教師不斷的進修，才能獲取科技新知。

根據 Wheeler(2002)的研究，創造出個人網頁必須結合三個關鍵領域，包括社會互動、問題解決及創造力認知等，這種結合能讓他們與外來參與者互動，提供文本為基礎的溝通、發展出進一步的興趣，以及多元溝通的能力。特色在於透過互動，能持續不斷的改進本身的技術、發現新的溝通方式等，有助於創造力認知及解決問題，如圖 7 資訊與溝通科技模式對應的創造力行動。科技教育者應善用資訊科技，透過網路際網路，積極與社會互動，以增強創造思考認知、解決問題。

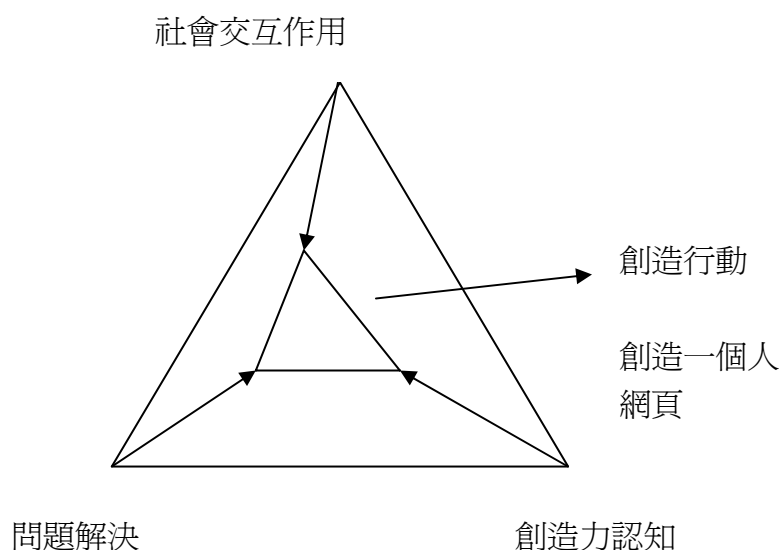


圖 7 資訊與溝通科技模式對應的創造力行動

(二)針對團隊激發出創造力，要依靠「批判思考」

批判思考的過程是指透過反省、啓蒙、解放、溝通、重建，經由這個程序，以一個事物的各種不同層面，來檢視該事物的真實性。批判思考能力，在學校實施，是要求學生針對一個議題，收集正、反等各個面向資料，再以這些資料作為自己判斷的基礎，做為下決策的依據。

創造思考的過程，從醞釀期到實施期，其中最重要的過程，是選擇、與作決策的過程，這與科技史發展過程中在創新後，是經過選擇後才能留存，其中的選擇也是一項重要的因素。

選擇，尤其是作決策、或決定，這是我國學生比較欠缺的部分，主要是從小

多半受到父母安排，尤其是在大學前的學習階段更是多數依賴父母，凡事靠父母師長指引作決策，這是我國學生缺乏作決策能力的主要原因。

在科技教育教學中，不但是要在設計與製作專題中，學會如何完成一項成品的過程，更必須要在科技與社會的議題中，學會如何針對與切身相關的公共議題下判斷、作決策。

(三)針對組織激發創造力，應重視「科技倫理」

爲了滿足讓人類活得更更好的需求，必須重視科技倫理。依據百科全書的定義，倫理就是行爲與道德規範，隨著科技進步，倫理在科技上所佔比重也上昇。爲了防止科技誤用，必須培養學生的科技素養，能正確的評價、使用科技。

無論是在台灣或是國外，層出不窮的科技倫理議題，包括科技戰爭、環境保護、天然災害、公共安全、兩性平權、科技人倫等。尤其是在這幾年，全球各地陸續發生了慘烈的戰爭、恐怖攻擊、SARS、大地震、風災土石流等，以及最近的南亞海嘯引發地區極大傷亡。另外，隨科技進展，複製羊等已聞世，以未來科技也可能會有複製人產生。這些科技對人類造成正、反兩極的衝擊，都應該從科技教育來深入探討。

這些議題，有些天然災難是因爲人類過度以自我爲中心，而未重視環境保護所導致，包括工業污染、海洋污染、戰爭造成生態的永久迫害等，如果在還沒有發生這些迫害事件之前，就從科技教育有關科技與人文、社會、文化的議題著手，就能防止災害發生，則勢必能防範於未然。

有關科技進步甚至於製造複製人一事，則涉及的層面包括人倫、公平等議題。主要的問題計有，只有極端聰明的科學家、付得起複製人費用的大富豪、擁有權勢者才可能有控制複製人的能耐。尤有甚者，更可能造成複製人反過來控制人類的不可收拾局面。因此，這些尖端科技倫理議題，也必須在科技教育中適度的教授，讓同學對這些議題能有人文的關懷。

綜上所述，從科技史、科技教育史、及創造力的文獻對科技教育的啓示包括

下列各項，科技教育應重視多元智慧開發、重視個別能力、評量多元化、團隊學習、從人類需求端出發、重視人性層面、營造創造思考教學的內外環境、教學生如何作決策、重視科技倫理、科技教師不斷進修發展、運用科技互動，如下表 4 所示：

表 4 創造力與科技史關係對科技教育啓示

科技史 關係		創造力		
		程序與產品		
		個人	團隊	組織
演化	知識	適性探索	合作學習	創意程序
與	延續	多元智慧	團隊學習	創意環境
文化	選擇	終身學習	批判思考	科技倫理

柒、結論與建議

由 Basalla (1988)科技史的演進觀點，主要著重在多樣性、需求、技術演化，其中的多樣性來自於創新，創新的因素包括心理、智力、社會、文化等，需求受選擇等影響，選擇與生物、經濟、意識型態、軍事、時尚、以及目前對好生活的觀感等相關，技術演化則是漸進式而非英雄突發式。

創造力的文獻方面，在人格特質方面著重流暢性、彈性、新奇性、統整力、分析力、重新組織與重新定義、複雜性、精細性、內在動機、直覺、審美觀、模糊容忍度、風險容忍度、堅持度、自信心、激發點子、確認機會、評估點子、發展、商業化；在產品演化方面著重漸進式的演進，以現有產品、觀點為基礎向前推動，加以複製、重新定義、向前增加、整合融合、重新創始，認為創造力是一種行動、觀點、或是產品，改變他們既存的現狀、或是改變既存的領域進入一個新的領域，是人們以某種個人的態度，運用機智，經過選擇、計劃、摘取等過程，創造力是在演化期間自然選擇的結果。

創造力可分以爲幾個派別研究方向：一是創造性思考者的創造性思考者的創造性人格特質與行爲特質，二是團隊創造力的研究，三是創造思考的過程，創造性工作互動、產品的環境脈絡。強調創造力除了內在個人特質外，還與外在環境互動，尤其是創造力也是漸進式的演化，透過規劃、選擇，創造力是一種行動、觀點、或是產品，改變他們既存的現狀、或是改變既存的領域進入一個新的領域。這與 Basalla (1988)所提出，科技史演進過程中，受到內外因素衝擊，才以創造力創新出許多供選擇的人造物的觀點，有異曲同工之妙。另外，從科技產品的演進與創造力有關的特質，凸顯出科技史演進與創造力相互之間的關連性。

科技教育的課程與教學，採用單元、獨立性較高的單元所組成的模組教學、主題式、方案法、合作學習法等，著重學生與老師共同參與，同時增進認知、技能、情意三方面，並且以學習歷程檔案、科技學習活動等，做爲教學的依據，並且配合形成式評量，從結構式、聚焦式教學，轉爲開放式教學，也就一開始不給學生明確的結構，偏重於創造性的設計與製作。

另外，教師則不只是總結式評量，更應在過程中以多元方式來持續評量。由 ITEA(2002)所訂定的評量方法包括，溝通晤談、學習歷程檔案、專題、產品、研討、反省、科技概念活動圖等，另外，一般創意思考的評量方法，比較偏重過程，而非結果。目前科技教育界較常用的評量方法是實作，以形成式評量爲主，不過，還無法跳脫以師生爲主體的評量，其實，可以參考企業界常用的三百六十度評量，概念是除了教師評量、自我評量、同儕評量外，還可以考量適度的參照本校科技教育教師、本校其他科目教師、外校科技教育教師、外校其他科目教師、外校學生、教材供應商等，以擴大評量來源，增加評量的客觀公平性。

即使科技教育著重活潑、生動、啓發式的教學，重視師生溝通互動，不過，科技教育仍比較缺乏科技史，及創造力本質所強調對人文的關懷、對創意環境的塑造、對個體特質的重視、批判思考與選擇決策、終身繼續學習等。

本文先由一些科技史與創造力文獻的探討，科技史在演化與文假架構下，由

知識、延續性、演化及文化三個層面，再與創造力在程序與產品架構下的三個面向包括個人、團隊、組織等三個面向來比較兩者的關係，並且分析對科技教育的啓示。

在分析科技史與創造力之間的關連性外，並且分別就個人特質、團隊特質、組織特質等三個面向，提出對科教育界啓示，包括科技教育應重視適性探索、合作學習、創意程序、多元智慧、團隊學習、創意環境、終身學習、批判思考、科技倫理等。

本研究只在描述、分析、比較科技史與創造力之間的關係，並研析對科技教育的啓示，屬於探索性、先導性、質性的研究，建議後續還可以做更多的研究，或是更多質化，或量化的研究，以進一步探索兩者關係，及對教育的啓發。

參考文獻

毛連塏 (2000)：緒論。載於毛連塏、郭有邁、陳龍安、林幸台著：創造力研究，2-53。台北：心理出版社。

華覺民(2004)。中國科技史。台北：五南書局。

萬文隆(2004)。台北市生活科技輔導員團隊學習之研究。高師大主辦 2004 國際科技教育課程改革與發展研討會。2004 年 11 月 5-7 日。

劉君燦(1983)。科技史與文化。台北：華世出版社。

蔡東鍾(2005)。科技史導向教材對國小學生科技素養影響之研究。台師大未出版博士論文。

Amabile, T. M. (1997). *Entrepreneurial creativity through motivational synergy*. *Journal of creativity behavior*, 31(1), 18-26.

Basalla, G. (1988). *The Evolution of Technology*. New York: Cambridge University Press.

-
- Carty & Phelan (2006). The Nature and Provision of Technology Education in Ireland. *Journal of Technology Education*, Vol. 18 No. 1, Fall 2006.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity*. New York: HarperCollins.
- Findlay, C., & Lumsden, C. (1998). *The Creative Mind*. London: Academic Press.
- Feldman, D. H. (1982). *A developmental framework for research with gifted children*. In D. Feldman(Ed.), *New directions for child development: Developmental approaches to giftedness and creativity*(pp. 31-46). San Francisco: Jossey- Bss.
- Feldman D. H. (1988). *Dreams, insights, and transformations*. In R. J. Sternberg(Ed.), *The nature of creativity* (pp. 271-279). New York: Cambridge.
- Feldman D. H., Csikszentmihalyi, M., & Gardener, H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. Westport, CT: Praeger.
- Foster(1994). Technology Education: AKA Industrial Arts. *Journal of Technology Education*, Vol. 5 No. 2, Spring 1994.
- Gowan (1972). *Development of the creative individual*. San Diego: Robert R. Knapp.
- Guilford J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Hong, J. C. (1997). *An explorative analysis of technological creativity*. Paper presented At the International Conference on Creativity Development in Technical Education and Training, Taipei, Taiwan, R. O. C.
- International Technology Education Association. (ITEA). (1996). *Technology for All Americans: A Rationale and Structure for the Study of Technology*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- International Technology Education Association. (ITEA). (2000). *Standards for Technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- International Technology Education Association (2002). *What Is Technology*. Reston,

- VA:International Technology Education Association.
- Hill, Charles W. L. & Jones, Gareth R. (2004). *Strategic Management Theory: an integrated approach* 6ed. Boston, MA: Houghton Mifflin Company.
- Kurtzberg, T. R. & Amabile, T.M., 2001, From Guilford to Creative Synergy: Opening the Black Box of Team-Level Creativity. *Creativity Research of Journal*, 13-3, 285-294.
- Lewis (1999). Research in Technology Education Some Area of Need. *Journal of Technology Education*, Vol. 10 No. 2, Spring 1999.
- Luecke, R. (2003). *Managing Creativity Innovation*. Harvard Business Essentials. HBS Press.
- Mokyr, J. (1990). *The lever of riches: Technological creativity and economic progress*. Oxford: Oxford University Press.
- Mayer, E. R. (1999). *Fifty years of creativity research*. In Sternberg, R. J. (Eds)(1999). *Handbook of Creativity* . NY. Cambridge. pp. 449-460.
- Osborn, A.F. (1957). *Applied imagination* (1st ed.). New York: Scribner's.
- Parnes, S. J., & Meadow, A. (1959). *Effect of "Brainstorming" Instructions on Creative Problem-solving by Trained and Untrained Subjects*. *Journal of Educational Psychology*, 50, 171-176.
- Paulus, Paul B. (2000). *Group, Teams, and Creativity: The Creative Potential of Idea-generating Groups*. *Applied Psychology: An International Review*, 2000, 49 (2), 237-262.
- Perkins, D. (1981). *The mind's best work*. Boston: Harvard University Press.
- Perkins, D. (1988). The possibility of invention. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity*(pp. 362-386). New York: Cambridge.
- Skinner, .B. F. (1971). *Beyond freedom and dignity*. New York: Knopf.
- Slaby, S. M. (1973). *What should we ask of the history of technology?* In G.

- Bugliarello & D. B. Doner (Eds.), *The history and philosophy of technology*.
Urbana Chicago London, IL: University of Illinois Press.
- Snyder, F. J. & Hales, A. J. (1981). *Jackson's Mill Industrial Arts Curriculum Theory*.
Reston, VA: International Technology Education.
- Savage, E. & Sterry, L. (1990). *A Conceptual Framework for Technology Education*.
Reston, VA: International Technology Education Association.
- Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. (2002). *The creativity conundrum: A Propulsion model of kinds of creative contributions*. Philadelphia: Psychology Press.
- Sternberg, R. J. (1999). *A propulsion model of types of creative contributions*, *Review of General Psychology*, 3(2), 83-100.
- Volk (1996). *Industrial Arts Revisited: A Examination of the Subject's Continued Strength, Relevance and Value*. *Journal of Technology Education*, Vol. 8 No. 1, Fall 1996.
- Wallas, G. (1926). *The Art of Thought*. New York: Harcourt-Brace.
- Wheeler S., Waite S.J. & Bromfield C. (2002). *Promoting creative thinking through the use of ICT*. *Journal of Computer Assisted Learning* (2002).18, 367-378

國小學生在網路化問題解決活動的創意思考歷程 之探究

張玉山

摘要

本研究旨在探討國小學生在網路化問題解決活動的創造歷程中，創造思考歷程的特性。本研究以 Isaksen 及 Treffinger 的理論為基礎，以「情境描述、蒐集資料、重新發現問題、引導分析、創意構思、評選方案、方案形成、製作與發表」八個活動階段，建構網頁。本研究以花蓮縣兩位國小教師與 125 位四年級學生為對象，進行「創意電動車的設計與製作」的網路化問題解決教學活動。以學生訪談、教師訪談、及網路活動資料(留言板的發言內容，以及線上繪圖板的作品與討論內容)進行資料分析及三角檢證。經分析後發現，學生在本活動中的主要創思特色包括：能充份提出新構想，較少討論創意構想；能將網路資源應用到創意歷程；有延伸式與原創式的創意發想方式；較能使用比喻的創思技法。較弱的地方包括實作經驗不足；偏重創意構想的可行性，而非創新性；較不會彙整資料與創意點子；材料取用的方便性會影響創意決策。本研究並提出教學與後續研究之相關建議。

關鍵字：創造力、創意歷程、問題解決、網路化、生活科技

A study on creativity processes of web-based creative problem solving in elementary schools

Abstract

The purpose of this study was to discuss creativity processes of web-based creative problem solving in elementary schools. Based on Isaksen & Treffinger's creative thinking theories, main steps of web-based problem solving were discussed systematically. Those were mess finding, data finding, problem finding, problem analyzing, idea finding, solution finding, acceptance finding, and producing and presenting. A web site was developed and a web-based problem solving activity was designed for grade-4 students, who were asked to design and produce creative electric model cars. There were 125 grade-4 students participating in this instructional experiment. For purposes of triangulation, data were collected from surveys, interviewing, and discussing boards on the web. According to findings, characteristics of creative thinking were: 1.students proposed more new ideas rather than discussed and integrated; 2.students could apply information on the web to form creativity; 3.students got used to referring other's ideas or addressing new ones by themselves; 4.metaphor and analogy were methods most used; 5.lack of practical experiences showed constraint on students creativity; 6.students put more emphasis on feasibility than on novelty. In addition, recommendations of instruction and research were proposed as well.

Keywords : creativity, creativity process, problem solving, web-based learning, technology education

壹、前言—研究背景與研究目的

科技發展及社會變遷的迅速，使人們不斷面臨嶄新的問題。即使是曾經出現過的問題，也因需求與期望的不同，而需要新的解決方法。創造力(creativity)也因此顯現其重要性。尤其在當前日趨複雜的知識社會中，也必須將問題解決能力視為一種基本能力(Markham & Lenz, 2002; Visser, 2003)。換句話說，一般性的、制式的問題解決將不能滿足所有情境，另一種強調創意，強調與眾不同的解決方案，已受到更多的重視與迫切需要。因此，創造性的問題解決(creative problem solving, CPS)，或是在問題解決過程與結果當中，展現出來的創意，益發顯得重要。

問題解決能力是指個體運用邏輯思考及擴散思考能力，來解決問題的能力。因為新的問題情境常常是陌生與未知，所以問題解決是一種高層次的心智活動(Hunt, 1994)。Blumenfeld、Soloway和Marx指出，課堂上所有的學習活動是由問題來組織與引導，活動最後會有成果或具體的成品產出，這是整個教學活動最高點(劉佩雲及簡馨瑩譯，2003)。這種專題(或方案)所開展的學習活動(project-based learning)，肇始於方案裏的「問題」，可以使教學活動更加有意義。而透過問題導向的問題解決教學，就是利用問題，來引起學生的好奇心與挑戰性，進而提高學習的主動性與積極性。

在另一方面，隨著網際網路的普及，許多有關透過網路以提升學習成效的研究逐漸蓬勃發展，網路在問題解決教學的應用，也受到越來越多的重視

(Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)。正因網路資料的多元、豐富、迅速等特性，在創造性問題解決的學習中，可能對學生的創意思考歷程，產生不一樣的影響，因此，本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性。因此，本研究的研究目的包括以下三項：

- 1.設計一個網路化的國小生活科技問題解決創新活動單元
- 2.探討學生在活動各階段的創造思考表現特性
- 3.探討學生在活動各階段的創造思考困擾

貳、文獻探討

一、創造歷程與創造思考

Wallas 所提出的創造歷程包括「準備期、醞釀期、豁朗期、驗證期」，此一觀點已普遍受到國內外相關研究學者專家的認同(陳李綢及郭妙雪，1998)。再根據Amabile (1996)的創意成份理論，創造的歷程包括「問題或任務確認、準備、產生回應、有效反映與溝通、及產出」五個主要的步驟，可作為本研究的理論基礎。

1. 問題或任務確認：主要在接收來自外部的刺激與內部刺激。及覺知階段。
2. 準備：建立並回憶相關資訊，以及回應的規則(與系統)。即知識連結階段。
3. 產生回應：蒐尋記憶與眼前環境，以產生可能的回應。即產生新構想的階段。
4. 有效反映與溝通：對照真實的知識與其他規準，以測試反應的可能性。即探索與測試階段。
5. 產出：目標的達成、部份達成，或是失敗。產出的結果，將使創造活動告一段落，或是重複其中的若干步驟。

在創意歷程中，認知的運作從未間斷。創造性的認知主要著重在衍生與推論。在衍生與推論的過程，也是一般人的心智運作，其結果符合了創造性產品的雙重標準：即嶄新與實用；這些過程包括以下六項：(李乙明及李淑貞譯，2005)

1. 從記憶中取回存在的認知結構。
2. 在這些結構中形成簡單的連結或組合。
3. 綜合新的結構。
4. 將存在的結構轉化成新的形式。
5. 類比傳遞不同領域的訊息。
6. 將存在的結構在概念上簡化為更原始的元素。

尤其在外顯創造性成果的內在先驅----「前創造結構」中，更顯示創意認知的主要歷程，包括視覺化、具體到概念化、混合、舉例、模式化、及組合共六項(李乙明及李淑貞譯，2005)。Shadinger (2004)整理Finke et al.(1992)等觀點指出，創

造性認知的歷程包括衍生(generation)、探索(exploration)兩大認知活動。從表1的內容可以看出，衍生思考較屬於擴散性思考，而探索思考則較強調可行與機能性的聚斂思考。

表 1 衍生模式中的創造性認知歷程

階段	認知歷程
衍生	取回知識 連結、類推轉換 綜合、精簡類別 轉變
探索	概念的詮釋、功能的推論 背景系絡的改變 發現屬性、測試假設、尋找限制
以上兩者皆有	理解、記憶扭曲與曲解、洞察、潛伏、異類元素間的活化

(資料來源： Shadinger, 2004)

除了創意認知的歷程之外，Amabile(1996) 在創意成份理論中指出，有關創造力關係技能的內涵，主要包含適切的認知型態、產生新構想的啟發性智能、以及誘導式的工作型態。其中，適切的認知型態是指能夠理解錯綜複雜的事物、或在問題解決過程中能夠有破除成規的能力。以下幾項認知型態的特徵，都與創造力息息相關：(1)破除知覺成規；(2)破除認知成規；(3)理解錯綜複雜的事物；(4)儘可能使回應能力延長；(5)暫時取消判斷；(6)使用廣泛的種類；(7)正確的記憶；(8)破除制式的表現；(9)創意性的接收。

因此，創意思考的研究課題，可以從以下方向加以思考：

1. 創造思考的歷程：發現事實、發現問題、發現構想、發現解答、及發現接納。
2. 創造思考的認知歷程：取回知識、連結、類推轉換、綜合、精簡類別、轉變、探索與測試等。
3. 創造思考的認知型態：在知識與資訊的覺知(接收)、理解、判斷、回應、應用、記憶等程序中，表現出有利於創意表現的特徵與傾向。

4. 創造思考的技術：腦力激盪、類推、假設式分析、另類思考、屬性列表、隨機字詞等。

二、問題解決與創造性問題解決

在心理學上，大家普遍接受的解題運思包括五個步驟：覺知問題的存在、瞭解問題的本質、結合相關的訊息、形成和執行解答的方法，以及評量解題的方法(李咏吟，1998)，在過程中，陳述性知識(declarative knowledge) 和程序性知識(procedural knowledge)對問題解決能力影響較大(李咏吟，1998)。

張俊彥(2006)以科學教育為例，進行教學實驗後發現，觀察技能、資料詮釋、提出假設等三項科學程序能力(science-process skills)有密切關連，而問題解決能力較佳的學生，在問題解決各階段的表現，也會比較好。其進一步在數位學習環境中的實驗結果顯示，學科知識、推理技能、及態度是科學問題解決的三項重要成份(張俊彥，2006)。

再者，問題解決的教學，就是希望學生能成為有效的問題解決專家，從解決問題的生手變成專家(王春展，1997；郭美辰，2002)，「以專家為目標，培養學生問題解決能力」就是具體的問題解決教學目標，這些專家能力包括以下三項：1. 先備知識，描述性知識、程序性知識、解題經驗、系統性組織訊息的能力。2. 問題表徵能力，重視問題的核心，而不是表現意義；善用不同媒材來呈現問題；有效合適的問題空間。3. 解題策略，迅速尋找有效的解題方法；後設認知與類比推理能力佳；解題效率佳。

經彙整李永吟(1998)、張俊彥(2006)、王春展(1997)、郭美辰(2002)等的看法，特定學科領域問題解決能力的關鍵能力應該包括(1)學科知識能力(2)問題表徵能力(3)解題策略的能力(4)相關的態度。

此外，如果從教學的角度來看，問題解決教學的重要原則，包括以下七項(Cyert,1980; Gagne,1985; Polya,1973)：

1. 保留問題的大圖像，但未失去重要細節。
2. 藉由圖形、影像、符號或公式去重述問題、創造問題、簡化問題、細化問題。
3. 嘗試改變問題的空間，或是提出反向答案。

4. 保持正確方向的線索，並在必要時組合。
5. 採取比較法或比喻法。
6. 介紹思考技巧的教學。
7. 回憶過去的類似經驗。

創造性問題解決最原始的意義，係指將創造力應用在問題解決程序中(Isaksen & Treffinger, 2004)，步驟係由Alex Osborn所提出「定向、準備、分析、假設、潛伏、綜合、驗證」最為明確，歷經五十餘年，有許多改版與調整，如表二所示。簡單地說，和一般的問題解決比較起來，強調創造力與創新能力的創造性問題解決，則以問題解決程序為基礎，在創造性問題解決的模式中，特別強調混亂狀況的描述，即問題的發現(Isaksen & Treffinger, 1984; Stanish & Eberle, 1997)，鼓勵學習者從不同的角度來發現問題、定義問題與呈現問題。

表二 創造性問題解決模式的代表性演進

版本	提出學者	年代	重點
1	Alex Osborn	1953	定向、準備、分析、假設、潛伏、綜合、驗證
2	Noller, Parnes, & Biondi	1976	問題敏覺、混沌或目標、發現事實、發現問題、產生構想、產生方案、尋求接受(規劃)、行動、面對新挑戰
3	Isaksen & Treffinger	1985	問題敏覺、發現混沌、發現資料、發現問題、發現構想、發現方案、尋求接受、面對新挑戰
4	Isaksen & Treffinger	1992	瞭解問題(發現混沌、發現資料、發現問題)、產生構想(發現構想)、行動規劃(發現方案、尋求接受)
5	Isaksen, et.al.	1992	瞭解問題、產生構想、行動規劃
6	Isaksen, Darvaki, & Treffinger	2000	瞭解挑戰(建立機會、形成問題、探求資料)、設計程序--產生構想(產生構想)、規劃進路--準備行動(發展方案、建立可行性)，並且隨時進行評估

(資料來源：修改自Isaksen & Treffinger，2004)

三、網路化學習的特性

當前的網路學習環境，具有以下三項特點，包括(Hackbarth，1997)：1.網路提供了快速而經濟的搜尋方式，可供線上搜尋人物以及各類型式的資料。2.網路快速更新的特質，使得網路的內容相較於其他媒體更為豐富且新穎。以及 3.網路可以使個人(老師或學生)的作品與世界各地的其他人共同分享。在這樣的多元化、豐富化、快速取得資源的網路環境下，網路教學遂有以下三項基本特性：1.

學習者可以隨時自行瀏覽全球網路上的教材；2.學習者可透過網路環境，自行建構知識；3.教師的角色轉換成一個領導者身份，引導學生在網路環境中尋找知識(溫嘉榮，1999)。因此，在網路環境下所建構的問題解決學習活動，將可以充份利用網路資源豐富與互動便利的特性，提供學習者更好的問題解決環境(Bhattacharya, 2004)。

在教室中激發創造力是教師的主要職責，無論學生智育成績的高低，其創造思考能力皆是可以培育的，只要教師能夠提供適切的情境，學生皆能獲得相關的技巧與知識(Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)。創造的能力在實務應用的情境中最能予以增強，而資訊傳播科技(ICT)能夠提供學生立即「動手做」(hands on)的機會，並使學生感覺自己能夠控制自我的學習(Wheeler, Waite & Bromfield, 2002)。資訊傳播科技運用在培養學生創造力的模式可如下圖 1 所示，社會互動、問題解決和創造性認知等三項活動模式(activity modes)與創造性行為最密切相關，透過社會互動、問題解決和創造性認知三者的融合與轉換(transformation)，將可產出創意的行動。

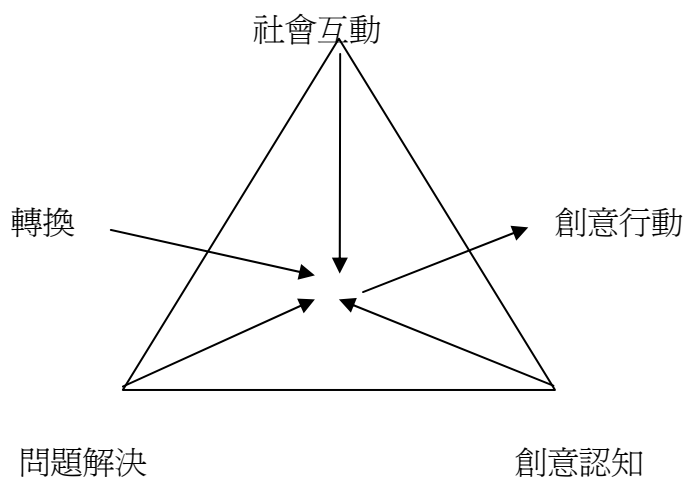


圖 1 創造性的使用資訊傳播科技之模式
(資料來源：Wheeler, Waite & Bromfield, 2001)

四、網路化問題解決與創造思考歷程

網路化問題解決係將網路環境與資源，應用到問題解決上面(Laporte, 2001)。

依照應用的程度不同，而有多種網路化問題解決的模式。網路化問題解決包括專業性與教育性兩種。專業性的網路化問題解決集結眾多領域專業人士，共同討論與解決問題，例如美國NSF所贊助開發的「偏微分方程」問題解決平台即是(Weerawarana, Houstis, & Rice, 2007)。而教育性的網路化問題解決的目標，則在促進學生的問題解決能力與專業能力，例如南佛羅里達大學所發展的「化工網路化問題解決平台」(Chemical Engineering Web Based Problem Session)就是典型的例子(Cular, Joseph, & Bhethanabotla, 2007)，其設計原理均以結構性問題及非結構性問題為基礎，來激發學生聚斂性問題解決與擴散性問題解決能力(Kelly, 2007)。因此，在網路化問題解決中，最主要的特色在於利用電腦的運算、模擬、繪圖等功能，結合網際網路的廣泛資料來源，加上遠端人力資源(專家)的互動，達成問題的解決，或是培養專業能力與問題解決能力，但較少以創造力激發為目標的設計。

在科技教育領域的網路化問題解決中，因為軟體的發展，學生可以在網路上模擬機械結構，繁複的繪圖、設計、與修正程序也獲得電腦的協助，減輕學生的負擔，大大提高學生的學習興趣。但是過度虛擬的結果，卻引發缺乏實作的問題(Laporte, 2001)。因此，如何在網路化問題解決活動中，同時使實作能力與實作經驗獲得強化，將是另一個重點。

由於創造性問題解決的教學，係以發現困惑(mess finding)、發現資料(data finding)、發現問題(problem finding)、發現點子(idea finding)、發現解答(solution finding)、尋求接納(acceptance finding) (Isaksen & Treffinger, 1984; Stanish & Eberle, 1997)六大步驟較為完整，並具有代表性。基於創造力培養的需要，宜在構思前段，加入創意思考的引導(利用型態分析法，引導學生分析的方向)，以彌補前述創意激發的不足，而成為：1.混亂狀況的描述、2.搜集資料、3.發現問題、4.引導分析、5.構思、6.評選方案、以及7.方案形成，共七大步驟。Isaksen 和 Treffinger (2004) 從聚斂面與擴散面來分析創造性問題解決的創意認知與思考，如圖2所示。本研究根據此一理論，發展各階段活動的聚斂性與擴散性創意行為觀察重點。

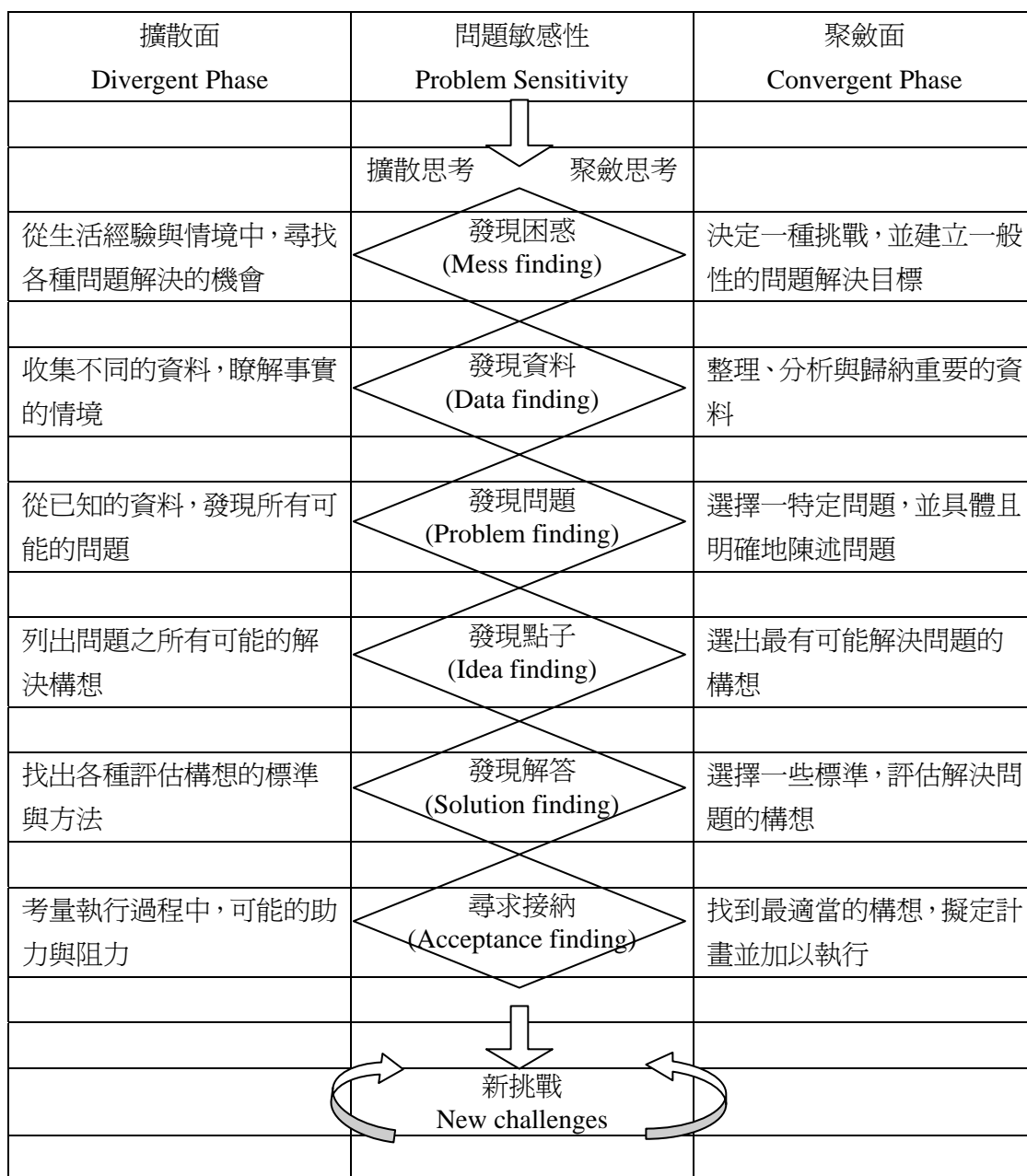


圖 2 創造性問題解決的擴散與聚斂思考
(資料來源：Isaksen & Treffinger, 2004)

參、研究設計

一、研究方法

本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性，因此，本研究以半開性訪談為主要的資料蒐集方法。由於本研究的目

的在探討學生在活動各階段的創造思考表現特性，以及創造思考的困擾，不在作效果的比較或驗證，並未強調網路化問題解決教學與其他教學形式的成效比較，所以沒有規劃實驗組與控制組的設計。

二、研究的對象

為求教學實驗能準確進行，教學實驗教師的配合度與專業性為選擇的主要考量。因此，本研究以研究群所任教與輔導之花蓮縣兩所國小為研究對象，共選取四個四年級班級，共計兩位教師及 125 位學生參與教學實驗。

此外，本研究針對網路化創造性問題解決的學生，進行訪談，以瞭解學生在網路化問題解決教學中，創造思考的歷程，以及可能會遇到的問題。這些受訪學生的選取，主要以立意抽樣的方式，選取創意表現較佳的學生，針對創造性問題解決各階段任務，進行半開放訪談。

三、研究工具

(一)、網頁設計

本研究旨在探討國小學生在網路化生活科技問題解決活動中，各階段的創意思考特性。根據文獻探討的結果，規劃網站的架構，並以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為主題，設計一個網路化問題解決教學網站。主要的網頁介面包括：

1. 故事情境(Flash 動畫)。
2. 蒐集資料，包括舊經驗討論(ASP 留言板)、必要知識探索(Flash 動畫)、知識分享(ASP 討論區)、更多知識(資源網頁連結)、新知分享(ASP 討論區)。
3. 發現問題，多方向注意到問題(Flash 互動網頁)。
4. 引導分析，多方向觀察與分析(Flash 互動網頁)。
5. 創意構思，包括創思訓練(Flash 動畫模擬)、及腦力激盪(ASP 討論區)。
6. 評選方案，決定規準再評選方案(討論區)。
7. 方案形成，構想表達與程序規劃(Flash-ASP 線上繪圖板及 ASP 討論區)。
8. 製作與發表，包括實作、線上展示與分享(圖文網頁與 ASP 討論區)。



本研究委請三位學者及三位專家共六位，進行網頁評鑑。參與評鑑學者專家，均為大學教授，並在上述專業領域中，擔任行政院國家科學委員會研究專案主持人職務者。有實務經驗的專家則是對網路化教學、創造力教學有實務經驗的國小現職教師。

專家評鑑的項目係針對問題解決程序的適切性，主要是以建構學習、問題導向學習、網路化創造性問題解決為基礎，所彙整的檢核重點，進行五等第的評量。評分表共有十三個項目(張玉山，2006)，各項得分平均數多在 4.0 以上，如表 3 所示。但在「2.喚起回憶、5.提問、9.創思練習」三方面需要做加強與調整。

在專家評鑑與修正後，並在新竹縣的一所國小進行試探性的實驗，確認其可行性。

表 3 網路化問題解決教學程序的適切性

問題內容	同意程度 平均數(標準差)
1.學習內容難易適中.....	4.0(1.0)
2.充份讓學生回憶(喚起)過去的相關經驗.....	3.7(0.58)
3.適切地引導學生分析問題(將問題切成數個小問題)...	4.3(0.58)
4.先提供情境式的開放性問題.....	4.3(0.58)
5.充份利用提問使學生注意教材重點.....	3.0(0)
6.完全沒有提供自學(獨立個別學習)的機會.....	4.3(0.58)(負向計分)
7.組員間有良好互動機制(發表與討論).....	4.3(1.15)
8.可以學習蒐集網路資料.....	4.0(0)
9.根本沒有介紹與練習創思技術.....	3.3(0.58)(負向計分)
10.組員可以充份地進行創意腦力激盪.....	4.0(0)
11.組員可以共同評選方案.....	4.7(0.58)
12.可以將方案加以具體化(完成設計的計畫書).....	4.3(0.58)
13.有適切的成果發表與欣賞活動.....	4.7(0.58)
	4.1(.07)

(二)、訪談架構表

本研究根據文獻探討的結果，採用「問題敏感性、發現困惑、發現資料、發現問題、發現點子、發現解答、尋求接納、新挑戰」的創造性問題解決模式，規劃創造性問題解決活動網站的架構包括「描述混亂狀況(情境動畫、動動腦、暢談舊經驗)、蒐集資料(暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享)、發現問題(發現問題)、引導分析(引導分析、留言板)、構思(創意構思練習、創意構思留言板)、評選方案(評選討論)、方案形成(方案形成)、製作與發表(線上作品欣賞、討論及心得發表)」。訪談架構即以這些階段性的問題解決活動中，瞭解學生的創造性思考表現(包括擴散性與聚斂性思考)(張玉山，2006)，項目如表 4 所示。

表 4 網路化創造性問題解決活動過程的觀察與訪談重點

網路化的創造性問題解決活動	WEB-based CPS 的主要機能	預期的學生反應 (觀察的重點)	
		擴散性 (與獨創性、奇特性有關)	聚斂性 (與機能性、精緻性有關)
1. 描述混亂狀況【情境動畫、動動腦、暢談舊經驗】	1-1 多媒體畫面觸動 1-2 討論區學生的舊經驗	1-1 會從畫面中，更清楚瞭解問題 1-2-1 會從畫面中，注意到(找到)不同的癥結點 1-2-2 會在討論區中，提到較多或較不一樣的相關經驗	1-1 發現最重要的問題癥結 1-2 知道那些經驗是重要的、應該參考的
2. 蒐集資料【暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享】	2-1 從動畫教學中，有效學習專業知識 2-2 從網站資源中，廣泛尋找資源 2-3 分享區裏分享新知	2-1 學生會更專心學習，注意到細節 2-2 從常用連結中，找到更多或更不一樣的新知識、圖片等 2-3 在分享區裏提出多種新知	2-1 注意到不完整的細節 2-2 將網路資料，歸納出結果(結論) 2-3 在分享區裏激盪新知(討論歸納出結果)
3. 發現問題【發現問題】	3-1 提供思考問題的方向(向度)	3-1 思考問題的方向比較多種，例如輪子、車體、機能等	
4. 引導分析【引導分析、留言板】	4-1 提供思考線索 4-2 問題核心的討論	4-1 瞭解、提出問題的核心 4-2-1 凝聚更多問題的核心 4-2-2 激盪出不一樣的問題核心	4-1 具體地指出問題 4-2 統整出一個(或幾個)問題的核心
5. 構思【創意構思練習、創意構思留言板】	5-1 提供創意設計的練習機會 5-2 提出創意點子	5-1 專心操作練習介面 5-2-1 提出自己的點子 5-2-2 提出特別的點子 5-2-3 提出很多點子 5-2-4 以不同的認知模式來產生點子(引用、比喻等)	5-2 提出的構想，具有可行性
6. 評選方案【評選討論】	6-1 充份地討論評選構想	6-1-1 設計構想的討論，會比較深入 6-1-2 設計構想的討論時間，會延續較久	6-1 提出評選方案的標準(例如造形的獨特性)

表 4 網路化創造性問題解決活動過程的觀察與訪談重點 (續)

7. 方案形成【方案形成】	7-1 外形的設計 7-2 製作方法的討論	7-1-1 他人設計作品會正面影響自己的設計 7-1-2 他人設計作品會激發自己不同的構想 7-2-1 提出的材料較多樣 7-2-2 提出的製作程序較完整	7-2 提出的材料,具有可行性(易取得.易加工.便宜) 7-3 製作程序具有可行性
8. 製作與發表【線上作品欣賞、討論及心得發表】	8-1 實物製作 8-2 網上作品展示 8-3 欣賞 8-4 針對創意設計的討論	8-2 發現自己作品的優點缺點 8-3 發現他人不同的創意 8-4 討論如何增加設計的創意	8-1-1 會上網討論製作過程中遇到的問題 8-1-2 會持續討論不同的解決方法

四、資料蒐集

本研究資料的蒐集工具方法包括訪談及網頁資料。訪談資料由前述開放性訪談架構中，引導受訪者陳述其活動歷程與感想。網頁資料則由學生在網頁的討論區及留言板的發言內容為主。

五、資料處理

本研究將訪談資料及網路討論內容以歸納式分析(inductive analysis)進行處理。首先以完整語意的段落，訪談紀錄加以編碼，研究者以開放的態度(Seidman, 1991)，將各段落分編到各類項中。建立初步研究發現，並尋找是否有反面資料(吳芝儀及李奉儒譯，1995)。在建立初步的研究發現後，並以所有的研究事例，進行「再檢核」(reexamination)，確定沒有負面例證之後，分析的程序才算結束(Bowen, 2006; Bitsch, 2005)。

至於網路繪圖板的塗鴉與設計作品，則以共識評量技術(consensual assessment technique, CAT)(Baer, Kaufman, & Gentile, 2004)的原理，透過研究小組成員獨立評判，獲取一致看法，作為評定的結果。

六、信效度

在本研究中，主要以一致性檢核(consistency check) (Thomas, 2003)來建立資料分析的信效度。參考 Lombard, Snyder-Duch,& Bracken (2005)的分析程序，由研究小組成員之一根據原始紀錄，比對前 20%資料的分類，發現分編者間的一致性為 91.4%。最後再將分析結果交由參與教學實驗，同時也是受訪對象的兩位教師，確認資料分析與呈現是否適合，更重要的是，檢視資料結果的詮釋是否適合 (Hoepfl,1997)。

此外，對於研究發現的可信度方面，則以不同的資料來源，包括網站上的活動紀錄(留言板發言內容、線上繪圖板的塗鴉作品、線上繪圖板的討論內容)、學生訪談、以及教師訪談，進行三角檢證，檢查其結果是否一致。反面事例的尋找及檢核，則用以考驗及強化研究發現的立論(Bowen, 2005; Bitsch, 2005)。茲將用以三角檢證的資料來源與分析技術，表列如下。

表 5 本研究資料來源與分析方法

內容	來源	分析技術
1.網路留言板內容	網站紀錄	歸納式分析
2.線上繪圖板作品	網站紀錄	共識評量技術
3.線上繪圖板討論內容	網站紀錄	歸納式分析
4.教師訪談	半開放訪談	歸納式分析
5.學生訪談	半開放訪談	歸納式分析

肆、資料分析與討論

本研究將學生訪談、教師訪談、以及網頁留言討論資料，進行統整、比較、與對照，來進一步瞭解學生在各個活動階段的創造性聚斂性與擴散性認知活動歷程。以下即依本研究前述「Web-based CPS 活動過程的觀察重點」分項敘述如次。

(一)描述混亂狀況【情境動畫、動動腦、暢談舊經驗】

透過多媒體的動畫，呈現出問題的情境，可以引起學習的動機，能讓學生對學習主題產生興趣，並促進學效果，學生的正面反應幾乎達 100%。這些表現包括「好好玩喔、好多車喔、車子多到疊在一起了」(林師)等的學生反應。而討論區也可以引起學生更多互動的興趣，有正面評價的學生約三到四成。這些表現包

括「學生在操作討論區時，興致通常很高昂，有時會難以控制場面……表現出躍躍欲試的情緒」(莊師)。詳見表 6。學生在擴散性思考的相關表現包括：

1. 可以從動畫中發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。「能夠讓我更了解電動車的造型、與經驗，讓我把完美的電動車做好，不僅是這樣而已，還有其他的步驟也要做好」(婉汝)。「能夠讓我想到自己更了解怎樣把車做好，而且能把它做好，也能做的漂亮」(雅萍)。「老師給我們的電動汽車和操做，讓我領悟到很多，畫面也激盪了我做電動車的方法及經驗」(捷瑀)。但是也僅止於「製作得快的、與眾不同的電動車」的概念，較難從畫面中，更清楚(深入)瞭解與分析問題，就如實驗教師指出，「會從畫面中提出問題發問的，相當少數」(莊師)。在網頁的留言板中，也出現「小明沒有裝飾，所以不知道是誰的」(雅芳)、「動力車的輪子要很平滑才能跑很快吧」(留言板，佩雅)、「車殼：設計小一點會比較快，車頭尖的會比較快，因為不會受到風的影響」(留言板，靜宜)等相類似的討論內容。
2. 學生可以從討論區當中，看到其他人不同的期待與想法。這些特徵出現在「做得跟別人不一樣就好了、寫上名字或貼上姓名貼紙」(林師)。例如「車殼可以用保麗容，它可以在水面上游泳喔」(留言板，海媛)！「我喜歡賽車」(留言板，茹涵)等。
3. 曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。「多數人沒做過，但都有看過電動車，都期許自己能做出不錯的作品；有做過的小朋友是做配置好的材料包，或是拆卸現成的玩具」(林師)，例如「我從來沒有做過電動車希望能做一部又快的車子」(留言板，茹涵)。少數有經驗的如「我以前幼稚園時好像做過電動車耶」(留言板，念念)。因此，在網路化的創造性問題解決活動中，可能必須將問題的範疇定位在學生已經歷過的經驗當中，以便學生可以有充份的舊經驗作為發展創意的基礎。另一方面，這也呈現出國小學生對於科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗相當缺

乏。

學生在聚斂性思考的相關表現包括：

1. 瞭解最重要的問題癥結在那裏。學生最能了解製作的重點之一就是製作的獨創性，例如「我發現車子都長的一樣。我能自己認出自己的車子」(林師)。此外，也有學生找到不同的重要癥結，「重要的是馬達要和齒輪卡在一起，輪子才會動。你的輪子可以，後面大前面小，也會跑的很快」(玫妤)。「做電動車時要考慮車身的大小,以及重量」(建霖)。「果把車輪用平滑的速度愈快」(留言板，茹涵)。
2. 學生對於性能及製作可行性，相當重視。「大多數的學生會問一個問題就是，老師，我可以這樣做嗎？我可以那樣做嗎？通常我會跟學生說，你們可以試試看，真的不行的話，老師再幫你們想辦法」(莊師)。
3. 瞭解那些舊經驗是重要的，應該參考的。如上所述，有實作經驗的學生為數甚少，但是對於有相關經驗的學生而言，卻很能將該經驗加以轉換與應用，例如「清楚潛水艇的組裝讓我做動力車的時候很有幫助」(柏弘)。

表 6 「描述混亂狀況」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
1. 描述混亂狀況	1-1 多媒體畫面觸動 1-2 討論區學生的舊經驗	1.可以從動畫中發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。 2.可以從討論區當中，看到其他人不同的期待與想法。 3.曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。	1.瞭解最重要的問題癥結在那裏。 2.對於性能及製作可行性，相當重視。 3.瞭解那些舊經驗是重要的，應該參考的。

(二) 蒐集資料【暢談舊經驗、常用連結、動畫教學、新知識分享】

在創造性問題解決的「資料蒐集」階段中，本研究提供動畫教學(效果回應約九成)、網站資源(效果回應約七成，但也有三成負面回應)、以及新知分享(效果回

應約七成)三項機制。希望學生從動畫教學中，有效學習專業知識；從網站資源中，廣泛尋找資源；更在分享區裏分享新知。詳見表 7。根據教師的回饋訊息，學生在擴散性思考的相關表現包括：

1. 部份學生已能注意到不完整的細節(應該加以改進的地方)，例如「車殼沒辦法做的很堅固」(柏弘)。
2. 學生對其他資料的主動蒐尋情形，不甚踴躍。部份認真的學生，會認真地點選連結，例如「有好多車子的網站 好有趣，我覺得有這些連結網站 讓我可以獲得更多車的知識」(留言版，昀瑾)。但是有更多學生未認真地點選連結，「老師沒有要求，以致能自動連結瀏覽的小朋友不多」(林師)。學生也指出，「我沒有連上去看，因為我想玩遊戲」(柏弘)。此外，也有人因為部份資源網站點不出來而放棄繼續點選(婉汝、雅萍)。因此，對於上網蒐集資料的學習活動，除了分享與討論的機制之外，仍需要加強其他的激勵措施，例如獎勵或建立學習檔案 (portfolio) 的小組競賽。
3. 新知分享的情形欠佳，一方面是主動尋知的表現較差，另一方面，新知分享的知能也較欠缺。教師(林師)指出，「連結的小朋友不多，相對影響提出的討論內容……沒連結的小朋友就沒上去做討論」。因此，對於國小學生而言，在網路上主動蒐尋新知以及分享知識的能力與態度，都有待加強。
4. 大家大多抱持相同的看法與認知，並無較為新穎的想法(林師)。

學生在聚斂性思考的相關表現包括：

1. 對專業知識的動畫教學，會認真地逐一點選觀看。教師(林師)認為，「對動畫教學，學生充滿期待，能一點一點選畫面。學生會觀察畫面連結處，並自己點選……能從中了解構成電動車要素，以及相關電的知識」(林師)。學生也認為，「我可以從網路學習中得到知識，可以讓我更專心」(江岳)。「會變的更專心、仔細，因為這是最喜歡的興趣」(玫好)。

2. 學生會上網尋找資料，而且偏向可行性、製作要領的相關知識，並非創新性或新奇性的資訊，例如「大多數會去尋找軌道車模型的網站」(莊師)。
3. 能歸納新知討論的結果。「齒輪要大和小」(江岳)。「電線要裝好才會跑」(柏弘)。「馬達要擺正確才行，如果沒有擺好的話車輪會不能動」(婉汝)。「如果馬達熱熱的，就要讓他休息，不然馬達會燒掉」(玫好)。「因為馬達和電池連接在一起放在車子裡就會跑」(雅萍)。「這些東西既有創意.好玩.有科學性.讓我感到好奇.所以.我學到ㄉ很多!向賽車因為是要比快的 所以它的車輪表面較平滑 登山車是要登山越嶺 所以它的車輪表面較粗糙.....等」(留言板，可佳)

表 7 「蒐集資料」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
2. 蒐集資料	2-1 從動畫教學中，有效學習專業知識 2-2 從網站資源中，廣泛尋找資源 2-3 分享區裏分享新知	1. 部份學生已能注意到不完整的細節 2. 學生對其他資料的主動蒐尋情形，不甚踴躍 3. 新知分享(主動尋知及新知分享)的知能欠缺 4. 無較為新穎的想法	1. 對專業知識的動畫教學，會認真地逐一點選觀看 2. 學生會上網尋找資料，而且偏向可行性、製作要領的相關知識 3. 能歸納新知討論的結果。

(三) 發現問題【發現問題】

學生會從多種方向去發現問題，正面回應約有九成，詳見表 8。在擴散思考的部分包括：

經過適當的引導，學生可以瞭解相關的問題與方向。尤其「老師參考網站另行補充做補救教學，學生大致了解相關問題。例如補充教師手冊資料，營造學生相關疑問：車體輕重，輪胎光滑與否、大小，電池的接法與數量…等」(林師)。而學生也從很多不同的角度來發現問題，例如輪子要硬一點(江岳)、輪子的大小(柏弘)、車殼如果太重的話，車子會跑不動，凡而會跑很慢(玫好)、車殼要怎麼裝才好(雅萍)。

表 8 「發現問題」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
3. 發現問題	3-1 提供思考問題的方向(向度)	1. 經過適當的引導，學生可以瞭解相關的問題與方向	

(四) 引導分析【引導分析、留言板】

在本階段中，網站引導學生、提供學生思考問題的方向(向度)(正面回應約五成)，但在問題核心討論方面，則只有三成左右的正面回應，詳見表 9。在擴散思考的部分包括：

1. 小朋友能提出他們自己的看法，並得到多數小朋友的認同，例如「1.車子要輕、2.輪子光滑、3.輪子圓形、大小一樣、子要有獨特的造型才夠拉風」等(林師)。
2. 其他小朋友提出的不同想法(多種問題核心)，能讓大家作為思考測試的方向。例如「1.輪子要粗糙、2.前輪小後輪大」(林師)。「確實，透過網站的學習，學生比較能進入狀況，也比較能切中問題核心發問問題」(莊師)。「老師讓我們上網畫電動車的模型」(哲明)。

也就是說，學生會在網站上面提出各自的問題，在看過他人的想法後，也會有人提出不一樣的看法，但是比較少進行互動與討論。

在聚斂思考的層面，主要在具體地指出問題，以及將問題核心加以彙整與統整。在具體指出問題方面，學生可以將問題具體化，並嘗試提出解決的重點，屬於「know How」的部份。例如，「能讓學生緊抓問題所在，做起電動車更能得心應手」(林師)。齒輪如何組裝的方法(江岳)。輪子的構造有大小的隙縫，能夠提高抓地力(柏弘)。我遇到的問題是馬達(婉汝)。

而對主要問題的統整，也有部份學生提出「馬達和齒輪的轉動方法」(婉汝)的統整結果。換句話說，學生會個別地指出重要的問題，但比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論。

表 9 「引導分析」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
4. 引導分析	4-1 提供思考線索 4-2 問題核心的討論	1. 會在網站上面提出個自的問題 2. 在看過他人的想法後，也會有人提出不一樣的想法，但是比較少進行互動與討論	1. 可以將問題具體化，並嘗試提出解決重點，屬於「know How」的部份 2. 會個別地指出重要的問題，但比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論

(五) 構思【創意構思練習、創意構思留言版】

創意練習介面有助於創意思考技術的熟練，正面回應接近 100%，詳見表 10。

在擴散思考方面，包括以下發現：

1. 專心操作練習介面。「學生對模擬式創意練習系統的操作，十分感興趣」(林師)。
2. 大多都能提出自己創意的看法與意見。「並能嘗試不同造型，反覆操作」(林師)。例如「正方體的車身，長耳朵，前輪後輪一樣大，用紙做造型」(留言板，淑萍)。但也有部份學生沒有提出自己的構想，「因為我自己也不知道」(江岳)。可見學生對於創意思考的技巧，仍不甚熟悉，如果能將動畫模擬的創意技法，再增加創思技法的種類，以及增加練習的次數，從質與量一併增強，應該會有助於創意激盪的效果。但是，也有學生未能將構想表達出來，「我沒有提出想法，但我的頭腦有很多想法」(晶菁)，主要是因為在學校上網時間不夠，而回到家中，家長不贊成她使用網路的關係。
3. 學生較能使用比喻的創意思考方法，「能用其他形體作為電動車外型的比喻，並詳細描述，例如蠍子、南瓜、包子……」(林師)。例如「正方形的體型，有很毒的蠍子但是很可愛喔，還有排器官，....很帥吧」(留言板，偉瑄)。

聚斂思考方面著重於構想的可行性，有學生指出，構想可行性較低，因為「材

料不夠」(雅萍)、「因為材料不夠用」(玫妤)。也有學生認為「過於複雜」(江岳)，因此可行性較低。「加蓋車子的屋頂，可是不能太重不然車子會跑不快」(哲明)。此外，學生所提的構想，會以創意及性能為主。但是在整個實作過程中，會有逐步的修正，逐漸趨向可行性較高的構想。例如「學生在實作過程中會知道車子要跑的快需要提高摩擦力，所以在輪子的材質上就會使用比較多元的材質來做改善，學生也會發現，車子要跑的快並不一定一味地減輕車子重量，相反的，有時候要加重車子的重量」(莊師)。

也有學生認為可以顧及可行性，因為「畫的比較簡單」(婉汝)。基本上，如果為了可行性，而簡化設計，或降低設計的創意，將可能損失創意程度，也不是教學活動的目的。因此，本階段宜適度降低聚斂性思考。

表 10 「構思」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
5. 構思	5-1 提供創意設計的練習機會 5-2 提出創意點子	1. 專心操作練習介面。 2. 大多都能提出自己創意的看法與意見。 3. 學生較能使用比喻的創意思考方法	1. 聚斂思考方面著重於構想的可行性 2. 會為了可行性，而簡化設計，或降低設計的創意

(六) 評選方案【評選討論】

「評選的討論」會有助於創意設計作品的完成(正面回應達九成)，詳見表 10-1。在擴散思考方面，學生花在討論構想的時間，遠低於思考設計上面。誠如莊師指出，「學生在設計上的確花了很多時間，有時候會陷入位設計而設計的迷思，而這樣的結果會導致最後無法在規定的時間如期完成，造成雷聲大雨點小的結果，原因出在於，學生也是有課業的壓力，無法全新的投入所有的時間製作電動車」。

更確切地說，國小學生對於方案評選的討論，較少有明確的進行時段，反而與後續的設計階段，融合在一起。「在做電動車時,想的時間會比較久, 不過做的就比較豐富」(捷瑀)。「設計車子造形時,我會上網參考,讓自己的作品更豐富」(建霖)。

此外，也有學生會思考不同方向的需求度來評選與設計。「小朋友會根據資料

中的評定標準審慎考量三張作品中哪張作品勝出」(林師)。

在聚斂思考方面，主觀偏好及材料取得為主要考量。例如「大多都會以自己喜歡的角度，和材料的取得度為主」(林師)。

表 10-1 「評選方案」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
6. 評選方案	6-1 充份地討論 評選構想	1.花在討論構想的時間， 遠低於思考設計上面 2.評選作為與後續的設 計，融合在一起	1.主觀偏好及材料取得為 主要考量

(七) 方案形成【方案形成】

有助於外形的創意設計，是本階段正面回應最好的項目，見表 10-2。在線上繪圖板與討論中，學生的設計圖越來越精緻，「有些設計圖中，可以看得出車體的結構性」(林師)。學生也「會花較多的時間在設計圖像造型上，繪畫較為精美、仔細」(林師)。此，在擴散思考方面包括：

1. 小朋友繪畫的內容不一，圖像的設計不大會影響他們的創作。但是電腦繪圖工具(例如現成的南瓜圖樣)會影響學生的設計，「學生常會遷就現成的圖樣工具，而不是自行使用筆刷工具來創作」(林師)。
2. 他人設計作品會激發自己不同的構想。學生看到別人的作品就會生出「喔！原來這樣也可以」的感覺，就會勇於創作。「他人設計作品會正面影響自己的設計嗎?會，因為他想到的我沒想到」(柏弘)。「其他人的作品有激發我自己不同的想法」(晶菁)。「有，我先將其他人的作品全部綜合起來,並找出最合適的造形,且最特別 最快的當作我參考的來源」(建霖)。
3. 也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思，例如「要相信自己做的東西，不要老是靠別人」(玫妤)。「因為別人的普通」(雅萍)。「不會，因為我想朝自己的目標做」(江岳)。和前一項結果比較後發現，學生的創新可能是來自於不斷修正與激盪的結果，也可能是純粹自發性的創意表現，這是兩種不同的創意模式，至於哪一類學生適合用哪一種創意模式，則有待進一步研究。

在聚斂思考方面，包括：

1. 多數者都依據教師提供的材料為設計方向，較少數同學會依據家中的物品來設計。「提出的材料，具有可行性(易取得.易加工.便宜)? 有，因為老師提供材料」(江岳)。「我的作品材料幾乎都是老師發的」(晶菁)。
2. 材料會因不好收集而受限(林師)。「在材料方面，大多數的學生會利用教室的資源回收物來製作，當然有些學生會到玩具店購買軌道車零件」(莊師)。

表 10-2 「方案形成」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
7. 方案形成	7-1 外形的設計 7-2 製作方法的討論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 小朋友繪畫的內容不一，圖像的設計不大會影響他們的創作 2. 他人設計作品會激發自己不同的構想 3. 也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 多數者都依據教師提供的材料為設計方向，較少數同學會依據家中的物品來設計 2. 會因不好收集材料而受限

(八) 製作與發表【線上作品欣賞、討論及心得發表】

創意效果正面回應最好的項目，是「發現自己作品最成功與最弱的地方」，見表 10-3。在擴散性思考方面：

1. 學生可以從他人作品中，發現他人不同的創意。「學生大多能給予具有創意作品的回饋，但大多只是單純以美、醜來做評論」(林師)。「學生所提出的其他心得或評論包括 1.可以攻擊別人車子的造型、2.貼上可愛的貼紙、3.做專屬自己的車牌號碼、4.可以隨時換裝電池或檢閱馬達的機動車殼、5.為減輕重量，用棉花來代替車殼」(林師)。「大多數的學生都能發現自己作品的優缺點，也能體會並學習別人的優點，當然，最後會將它變成自己的。不過，因為個人差異，有些模仿其他小朋友作品的會變的有些不倫不類」(莊師)。

2. 學生可以找出自己作品的多個、不同的(獨特的)優缺點。「我的作品有很多缺點,但經由我的努力思考,後來找出了缺點,並改善過來了」(晶菁)。「我發現自己作品的多個優缺點:優點是很帥;缺點是不堅固,車殼會飛」(柏弘)。「發現他人不同的創意:「有,有四輪傳動的」(玫好)。「別人作品的優點是有加棉花」(柏弘)。

在聚斂思考方面包括:

1. 在製作過程中,學生遇到問題時,並不會上網探究,他們直接和班上同學討論。主要原因是「1.製作時機都在班上製作,並沒有接觸電腦。2.小朋友怕麻煩」(林師)。「會上網討論製作過程中遇到的問題?很麻煩,和同學講就好了」(雅萍)。
2. 在測試過程中,會尋求同學或老師的幫助,來讓電動車的運轉更順或更快速的方法。「例如,1.不知道如何裝設齒輪和馬達,更不清楚發下瓦楞版的特殊用意,須由老師指導。2.輪子無法轉動的原因,摩擦力不夠,加上砂紙或改換現成玩具塑膠輪胎。3.齒輪沒接合,大小沒配好。4.齒輪和同學互換光,沒有能帶動輪子跑的。5.黏膠不夠牢固,熱熔膠遇到馬達過熱會融解脫落,改以保麗龍膠代替。6.車身會偏,輪子大小不一或車體重量(馬達和電池擺放位置)不平均」(林師)。
3. 學生會上網討論,但是因設備與時間關係,無法達到充份互動。「發現作品有缺點時,我會問問其他人要如何改善或想法,並改善過來」(建霖)。「上網討論的學生會有,但畢竟學生能上網的時間不多,所以大多還是會在課堂上(本實驗課程),或是其他課程的下課時間討論」(莊師)。
4. 學生可以清楚地瞭解自己作品的最大優點與最大缺點。「優點是有用心做,缺點是跑不快」(玫好)。「優點:跑的比較快,外型有創意,缺點:珍珠版容易壞掉」(捷瑀)。「優點是跑的很快;缺點是電線很容易就掉了」(子賢)。
5. 學生會討論分享進一步改善創意的的方法。包括「可以設計車殼的造型」(柏

弘)、「有和同學討論車殼的組裝」(婉汝)、「我和同學分享怎麼組裝車子」(雅萍)、「是討論怎麼跑會比較快」(玫好)。但是這些創意的產生，多半只是 one-shot 的單一創意，不是從多個點子中，產生出來最佳化的創意點子。

表 10-3 「製作與發表」階段的創意表現

活動階段	活動重點	學生反應	
		擴散性	聚斂性
8. 製作與發表	8-1 製作 8-2 網上作品展 8-3 欣賞 8-4 針對創意設計的討論	1. 學生可以從他人作品中，發現他人不同的創意 2. 學生可以找出自己作品的多個、不同的(獨特的)優缺點	1. 在製作過程中，學生遇到問題時，並不會上網探究，他們直接和班上同學討論 2. 在測試過程中，會尋求同學或老師的幫助 3. 學生會上網討論，但是因設備與時間關係，無法達到充份互動 4. 學生可以清楚地瞭解自己作品的最大優點與最大缺點 5. 學生會討論分享進一步改善創意的的方法

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究透過創造力導向的網路化問題解決教學活動，來分析學生在創意過程中的思考歷程。茲依研究目的，將主要的研究結果說明如下：

(一)學生在活動各階段的創造思考表現特性

以下依八大活動階段，將學生在各階段的創意活動之聚斂思考與擴散思考表現特性，描述如下：

1.描述混亂狀況中，具廣泛發現的能力

擴散思考方面，在動畫中，可以發現造型、漂亮、製作步驟等，多項製作重點。聚斂思考方面則是瞭解那些舊經驗是重要的。在多媒體的畫面的觸動之下，

確實可以引發學生注意到更多元的問題所在，這點與Cular、Joseph和Bhethanabotla (2007) 的研究結果是一致的。

2.蒐集資料中，能注意到問題，並歸納新知

擴散思考方面是已能注意到不完整的細節(應該加以改進的地方)。聚斂思考方面是能歸納新知討論的結果。

3.發現問題階段，需要教師的引導

擴散思考方面是，經過適當的引導，學生可以瞭解相關(多方向)的問題核心與方向。也就是說，本研究的四年級學生在網路化問題解決活動中，對問題掌握與表徵等關鍵能力上面(Chang, 2002; 李咏吟, 1998; 張俊彥, 2006)，較為薄弱，這也是後續在發展平台或教師教學時，所應注意的地方。

4.引導分析階段，能循線思考，但集中在實作問題

擴散思考方面為，所提出的不同想法(多種問題核心)，能讓大家作為思考測試的方向。聚斂思考方面為可以將問題具體化，並嘗試提出解決的重點，屬於「know How」的部份。在這方面的結果，並非完全如學者(Shadinger, 2004; 李乙明及李淑貞譯, 2005)所提到的，豐富生活與實際經驗，以利其記憶取回，產生創意，而是學生對科技實作(材料應用與工具操作)的經驗不足，以及好奇心趨使，所以引起較多的討論。

5.構思階段習慣於使用比喻式的創意思考技術

擴散思考方面是，較能使用比喻的創意思考方法，提出自己創意的看法與意見。聚斂思考方面則是思考方面著重於構想的可行性。較常應用在網路學習環境的創思技術包括腦力激盪、SCAMPER、以及隱喻類推技術(Clemons, 2005)，本研究的國小學生較習慣於使用比喻式的技術，可能和認知發展有關。

6.評選方案常以主觀喜好和材料的取得度為主要考量

擴散思考方面是，花在討論構想的時間，遠低於思考設計上面。聚斂思考方面是，多以主觀喜好和材料的取得度為主要考量。

7.方案形成有自創與參考兩種創意模式

擴散思考方面為，他人設計作品會激發自己不同的構想，但是也有些學生不喜歡參考他人的構想，寧可自己從頭構思。聚斂思考方面為多數人以教師提供的材料為設計方向。創意技術雖有與多種類(沈翠蓮, 2005)，概可分為始創性創意

以及延伸性創意，在網路環境中，學生很容易看到其它學生的創意，因此，造成延伸性創意明顯較多。

8.製作與發表較少創意互動

擴散思考方面為，可以從自己及他人作品中，發現不同的創意所在。聚斂思考方面則是，在製作過程中，學生遇到實作及設計問題時，並不會上網探究，他們直接和班上同學討論。互動性高是網路化學習的重要特性(Bhattacharya, 2004)，也是網路創意激發的重要成份(Wheeler, Waite, & Bromfield, 2002)，但本研究的學生並未有充份的創意互動，除了影音即時互動機制不足外，學生不習慣創意互動，可能也是其主因之一。

(二)、學生在活動各階段的創造思考困擾

在整體創意活動中，會出現若干阻礙創意活動的狀況：

1.實作經驗與生活經驗太少

曾做過電動車的小朋友不多，能適當提出經驗的少之又少。就如多位學者(Shadinger, 2004；李乙明及李淑貞譯，2005)所強調，個體經驗對創造力的重要，而網路又可以在實務情境的體驗作適度補強(Wheeler, Waite & Bromfield, 2002)，對國小學童來說，更具以其意義與必要性。

2.蒐集資料的主動多方蒐尋及新知分享能力較差

上網尋找資料，偏向可行性、製作要領的相關知識，並非創新性或新奇性的資訊。

3.引導分析階段，比較不會將問題加以彙集，做成統整的、完整的結論。

4.方案形成會因材料不易收集或可行性低而放棄構想

本研究結果除了受個體成長發展的影響(Hui & Lau, 2006)之外，也印證了網路化過度虛擬，導致具體感官經驗的薄弱(LaPorte, 2001)，限制科技實作創意的發展，確為值得注意的課題。

5.製作與發表中，會因設備與時間關係，無法達到充份互動。

二、教學之建議

本研究根據研究的結果，針對國小網路化情境的科技創造力教學，提出教學建議如下：

1.強化學生的科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗

研究發現，國小學生對於科技活動經驗，以及實地設計製作的經驗相當缺乏。因此，在網路化的創造性問題解決活動中，必須將問題的範疇定位在學生已經歷過的經驗當中，以便學生可以有充份的舊經驗作為發展創意的基礎。另一方面，國內中小學相關課程應該加強「設計與製作」的實作教學，以提供學生更多經驗的基礎。

2. 提升學生主動上網蒐尋新知與分享的能力

對於本研究參與實驗的國小學生而言，在網路上主動蒐尋新知以及分享知識的能力與態度，都有待加強。在網路化問題解決活動中，教師應透過有效的激勵措施，誘導學生吸收網路知識。另一方面，其他各學科或領域教學，也應該在資訊融入方面，強化學生主動求知的態度與知能，以利創意專業基礎知能的建立。

3. 加強創思技術的運用能力

學生對於創意思考的技巧，仍不甚熟悉，如果能將動畫模擬的創意技法，再增加創思技法的種類，以及增加練習的次數，從質與量一併增強，會有助於創意激盪的效果。另外，學生會為了顧及可行性而簡化設計，或降低設計的創意，而損失創意程度。因此，本階段宜適度降低聚斂性思考。並且透過教師的協助與鷹架的搭建，協助學生克服技術性的障礙，俾利學生創意的發揮。

4. 尊重並發展學生多元化的創意激發策略

在創意方案形成階段中發現，學生的創新可能是來自於不斷修正與激盪的結果，也可能是純粹自發性的創意表現，這是兩種不同的創意模式。教師應該同時教導並鼓勵學生利用適合自己的創意模式，來進行創意設計與製作。

5. 鼓勵互動式創意激發活動

本研究在創意發表階段中發現，在網路化問題解決活動中，學生會討論分享進一步改善創意的的方法，但是這些創意的產生，多半只是one-shot的單一創意，不是從多個點子中，產生出來最佳化的創意點子。根據創意U形理論來看，中高年級學生受外在影響逐漸明顯之際，固然應積極鼓勵個人創意的發揮，但更應引導學生進行團隊式或互動式的創意激發歷程，以利學生在社會情境中的創意表現。

三、後續研究之建議

本研究以國小四年級的「創意電動車設計與製作」為教材範圍，透過教學實驗，深入瞭解學生的創意思考歷程。本研究發現學生能在網頁介面中，充份練習

創意思考技法，提出個人獨特的創意，但是較少創意互動。如何透過激勵或情境的設計，來提高學生的創意互動，是值得進一步探討的問題。

再者，本研究也發現，學生的創意類型概可分為延伸型與原創型兩種。應如何針對學生的創造類型，來設計適合網路情境或機制，以因應學生的創造特質與需要，也將是另一個重要的研究課題。

最後，本研究以立意抽樣方式，選取創意表現較優秀的學生，作為訪談的對象，未將創意表現較弱的學生也一併納入考量，深入瞭解其困難，並尋求解決與改善之道，是後續研究值得努力的地方。

參考文獻

- 王春展(1997)。專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示。**教育研究資訊**，5(2)，80-92。
- 吳芝儀及李奉儒譯(1995)。**質的評鑑與研究**。台北：桂冠。
- 李乙明及李淑貞譯(2005)。**創造力**。台北：五南。
- 李咏吟(1998)。**認知教學理論與策略**。台北：心理。
- 沈翠蓮(2005)。**創意原理與設計**。台北：五南。
- 張玉山(2006)。**透過網路化的生活科技創新課程培養國小學生創造力之研究－問題解決活動**。行政院國科會委託研究。
- 張俊彥(2006)。**認知、心理、語言與科學數位學習之整合型研究－數位學習環境中學生之科學問題解決能力的探討(3/3)**。行政院國科會委託研究。
- 郭美辰(2002)。**問題解決教學策略應用於教學網路之研究－以大學「微處理機」課程為例**。彰化師範大學碩士論文，未出版。
- 陳李綢及郭妙雪(1998)。**教育心理學**。台北：五南。
- 溫嘉榮(1999)。**離島及偏遠地區教師遠距教學課程手冊**。國立高雄師範大學的網際大學。高雄市。
- 劉佩雲及簡馨瑩譯(2003)。**問題解決的教與學**。台北：高等教育出版。
- Amabile, T. (1996). *Creativity in context: update to the social psychology of creativity*. Boulder, Co: Westview Press.

- Baer, J., Kaufman, J. C., & Gentile, C. A. (2004). Extension of the consensual assessment technique to nonparallel creative products. *Creativity Research Journal*, 16(1), 113-117.
- Bhattacharya, M. (2004). *International Conference on Computers in Education 2004*. Retrieved July 30, 2005 from http://plum.yuntech.edu.tw/icce2004/Theme3/063_Bhattacharya.pdf
- Bitsch, V. (2005). Qualitative research: A grounded theory example and evaluation criteria. *Journal of Agribusiness*, 23 (1), 75-91.
- Bowen, G. A. (2006). Grounded theory and sensitizing concepts. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(3). Retrieved July 25, 2008 from http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/5_3/PDF/bowen.pdf.
- Chang, C.Y.(2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 441-451.
- Clemons, S. A. (2005). Encouraging creativity in online courses. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1). Retrieved July 24, 2008 from http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article05.htm
- Cular, S., Joseph, B., & Bhethanabotla, V. (2007). *Welcome to the chemical engineering web based problem session*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.eng.usf.edu/~cular/interactive/index.html>
- Cyert, R. (1980). Problem solving and educational policy. In D. Tuma & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: theory, research and application*. Cambridge: MIT Press.
- Gagne, E. D. (1985). *The cognitive psychology of learning*. Boston, MA: Little, Brown & Company.
- Hackbarth, S. (1997). Integrating Web-based learning activities into school curriculums. *Educational Technology*, 37(3), 59-69.
- Hoepfl, M. C. (1997). Choosing Qualitative Research: A Primer for Technology Education Researchers. *Journal of Technology Education*, 9(1). Retrieved June 30, 2007 from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v9n1/hoepfl.html>
- Hui, A. & Lau, S. (2006). Drama education: a touch of the creative mind and communicative-expressive ability of elementary school children in Hong Kong.

Thinking Skills and Creativity, 1(1), 34-40.

- Hunt, E. (1994). Problem solving. In R. Sternberg (Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 215- 232). New York: Academic Press.
- Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (1984). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, NYL: Bearly Limited
- Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. (2004). Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior*, 38(2). Retrieved October 28, 2006 from <http://www.cpsb.com/resources/downloads/public/Celebrating%2050%20Isak-Tr ef.pdf>
- Kelly, R.R. (2007). *Web-based guided practice to improve math word problem solving*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.rit.edu/~techsym/cgi-bin/abstract.cgi?M10C&Ronald+R.+Kelly&Web-based+Guided+Practice+to+Improve+Math+Word+Problem+Solving>
- Laporte, J. (2001). Applied latin and a caveat on virtual problem solving. *Journal of Technology Education*, 13(1),2-4. Retrieved June 30, 2007 from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v13n1/pdf/JTEv13n1.pdf>
- Lombard, M., Snyder-Duch, J.,& Bracken C. C. (2005). *Practical resources for assessing and reporting intercoder reliability in content analysis research projects*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.temple.edu/sct/mmc/reliability/#What%20is%20intercoder%20reliability>
- Markham, T. & Lenz, B. (2002). Ready for the world. *Educational Leadership*, 59, 76–80.
- Polya, (1973). *How to solve it (2nd ed.)*. NY: Double day.
- Seidman, I. E. (1991). *Interviewing as qualitative research*. New York: Teachers College Press.
- Shadinger, T.V. (2004). *Optimization of creativity: the roles of processes and components*. Unpublished doctoral dissertation. Tuscaloosa, Albama: The University of Alabama.

- Stanish, B. & Eberle, B. (1997). *Be a problem-solver: A resource book for teaching creative problem-solving*. (ERIC Document Reproduction Service NO. ED 405-273).
- Thomas, D. R. (2003). *A general inductive approach for qualitative data analysis*. Retrieved July 25, 2008 from <http://www.health.auckland.ac.nz/hrmas/resources/Inductive2003.pdf>.
- Visser, Y. L. (2003). *The effect of problem-based and lecture-based instructional strategies on learning problem solving performance, problem solving processes, and attitudes*. Unpublished doctoral dissertation. Florida: Florida State University.
- Weerawarana, S., Houstis, E. N., & Rice, J. R. (2007). *WWW//ELLPACK: A web based problem solving environment for partial differential equations*. Retrieved June 30, 2007 from <http://www.cs.purdue.edu/research/wwwellpack.html>
- Wheeler, S., Bromfield, C. A., & Waite, S. J. (2001). *Promoting creative thinking through the use of web based learning resources*. Retrieved August 30, 2005 from <http://rilw.emp.paed.uni-muenchen.de/2001/abstracts/wheeler.html>