

教育科學研究期刊 第五十四卷第四期

2009 年，54 (4)，1-27

不同範例展示及實作經驗 對國中生科技創造力的影響

張玉山

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系
副教授

游光昭

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系
教授

李大偉

清雲科技大學工業工程與管理系
教授

林雅玲

臺北縣永和國中
教師

摘要

本研究旨在探討不同創意層級的範例展示及實作經驗對國中生科技創造力的影響。研究方法採用二因子實驗設計之準實驗研究，研究對象為 231 位臺北縣國中生活科技課程的學生。主要研究工具為產品創意量表，內容包括整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、材料種類、外加機能、組合方法共七項。研究結果顯示，實作經驗對學生作品的造型設計與外加機能設計，有顯著的創意效果；高級與中級創意成品範例對學生作品的整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化及外加機能，都有正面的創意效果；但是在材料種類與組合方法方面，不同創意層級的範例展示及實作經驗會有交互影響。

關鍵字：生活科技課程、科技創造力、實作經驗、範例

壹、研究背景與動機

不管是個人或社會的層面，不論是中西方社會，創造力是確保生存與永續發展的重要能力之一。但是近年來，有許多西方國家的政府單位表示，學校課程普遍缺少創造力教學，令人感到憂心與不安，而許多專業人士也強調，絕不能限制年輕人的創意潛能 (Loveless, 2002)。

一般教育領域的學者專家發現，如果只是強調學生的擴散思考能力，而未顧及創意構想的可行性與價值性，終究只是對學生的放縱 (Persaud, 2007)。強調創新與價值的科技創造力，也可以從這裡看到它的特質與重要性。此外，Rosencrance (2000) 也認為個人或組織對科技創造力 (technological creativity) 的培養與應用，將可以產生很大的社會利益。例如印度的科技機構就非常強調科技創造力及創新 (Neelakantan, 2004)。因此，培養學生的科技創造力，不但是知識經濟與科技掛帥的今日社會之基石，更是九年一貫課程改革所欲培育的最重要能力之一。

科技創造力乃個體在科技領域中，產生適當並具有原創性與價值性的產品之歷程與能力。在實作相關的創意教學與學習活動中，教師常會利用「適當的」作品範例來引導學生 (詹焜能, 2003)。但是哪些範例是「最適當的」，卻無法有明確的原則，可供依循。甚至範例究竟有正面或負面效果，也少有研究加以驗證。再者，在創意教學的過程中，即使教師能引導學生激發創新構想，但是此創新構想是否能透過實作的歷程，「產生適當並具有原創性與價值性的產品」，又很可能受限於學生的實作能力與經驗，導致創意構想只能停留在構想層次，而無法化為具體的創意產品。

因此，本研究旨在探討不同創意層級的範例展示及實作經驗對國中生科技創造力的影響。並根據研究結果，對教學應用研提建議，以期提升科技創造力的教學效果。

貳、文獻探討

以下將針對科技創造力的意涵、教學實施、評量，以及重要影響因素，進行相關文獻的整理與討論，作為本研究的理論依據。

一、科技創造力的意涵

Vissers 與 Dankbaar (2002) 認為創造力的研究，應該是有關於個人的一些特質，例如人格特質、認知型態及創意成品製作等。直到今天，人們對創造力的建構，已漸趨一致。創造力更廣泛地定義是一個人有能力創造出點子或被人們判定是具有新奇性和適當性的產品 (鄭英耀、莊雪華、顏嘉玲, 2008; Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1996; Sternberg & Lubart, 1995, 1999)。而創意成品的等級不是由統計上來決定 (創造力的心理測量方法) (Plucker & Runco, 1998)，就是由專家來評定 (Hennessey & Amabile, 1988)。

科技創造力是個體在科技活動中所展現出來的創意表現（張玉山，2000）。從科技的泛用模式「輸入－處理－產出」來看（Savage & Sterry, 1990），科技創造力的表現可以是創意輸入（例如創新性材料的應用）、創意處理（即所謂製程創新的部分）及產出創意（也就是產品創意）。對於創新輸入（如綠建材的使用）常可見於產品之中，因此科技創造力的表現，常以製程創新（想出別人想不到的科技方法）（葉玉珠，2003）及產品創新（洪榮昭，2001）兩者來體現於外。

蕭述三與吳俊諤（2003）將科技創造力（或技術創造力）視為「創造力在於科技應用」。除了科技創造力之外，工程領域的學者也提出「工程創造力」的詞彙，認為工程創造力是必須包括從創意產生、形成構想，乃至於讓構想實體化之整個過程，特別是產出之結果，必須是創新且具有價值之提升者（黎文龍、黃國真，2004）。在此過程中，創意在產生新且有用的構想，創新則由創意之產出構想更進一步創造出價值（黎文龍、黃國真，2004；Hall, 1996）。

因此，科技創造力與一般創造力最大差異，在其獨特的創意想法需源於科學專門知識領域之上，創造出的產品價值就象徵著產業技術的創造力（吳明雄等，2008；洪榮昭，2001），所以在科技的活動中，區別科技創造力與一般創造力的不同，在於科技創造力不只是多種意念的提出，更強調具體成果的產出（李大偉、張玉山，2000）。當然，回歸到科技泛用模式的基本定義時，這些具體的產出，應包含產品及製程的創新性與價值性。

二、科技創造力的教學

科技創造力是個體在科技活動中所展現出來的創造力。科技教育也常常透過創意產品的探究與研發，或是創意專題的研究，來教導學生科技的概念（Knoll, 1997）。透過專題探究與實作，可以說明人們藉由使用材料、想法、經驗，來達成創意成就的方法與歷程（Besemer & O'Quin, 1993; Olson, 1973）。也就是說，學生藉由材料、工具及機器來創造產品，可以同時致力於創造活動，並學習科技的實作經驗。

科技創造力教學有一個最基本的概念，那就是「營造一個適切的環境，讓學生進行科技創新活動，以發揮及培養科技創造力」，主要策略包括備妥軟硬體環境及善用創意技法（張玉山，2006）。在創造性科技教學的環境要件中，教師首先必須注意到硬體的環境、軟體的環境，以及自身的教學態度。

在創意教學的硬體環境方面，R. Dunn、K. Dunn 及 Price 所提出的「高產能環境偏好調查」（the Productivity Environmental Preference Survey, PEPS）可供利用（引自 Vehar, 2004）。這些指標提供個人自我檢查，確認最適合自己的工作環境。科技教師在班級整體的考慮之下，則應注意：（一）多樣刺激的資源；（二）愉悅開放的空間；（三）師生共同安排。在創意教學的軟體環境方面，Stanish 與 Fberle（1997）提出五項重要的創意情境與氣氛，是科技教師營造教室氣氛的重點：（一）每個構想都很好；（二）每個人都可以發明；（三）發明是好玩遊戲；

(四) 錯誤本是創新的基礎；(五) 打破刻板的教室常規。而在教師角色方面，教師必須營造一種知性冒險的鼓勵氣氛，並且形成內在激勵，使學生對學習活動更具創造力，以及自我指導能力 (Moo, 2000)。因此，創意型科技教師應具備的特質 (或傾向) 包括教學領導者、發展的觀點、合作的態度，以及反省的取向 (張玉山, 2001; Moo, 2000; Putnam & Burke, 1992)。

此外，在一般教學環境中，常用以培養學生創造力的方法，包括缺點列舉法、希望列舉法、屬性列舉法、SCAMPER 法、檢核表技術 (check-list technique)、創造性問題解決策略、六項思考帽法 (6 hats)、生態比擬法、強制聯結法，以及 1H5W 檢討法 (洪久賢、洪榮昭、林麗娟、蔡長豔, 2007; 洪榮昭, 2001)。而在技職教育下，常以專題製作或專題研究為主，其適用的創意技法包括：腦力激盪法、卡片法、列舉法、因果法、魚骨圖法、PERT 法、檢核表法、TRIZ 法 (洪榮昭, 2001)。

由於生活科技課程的科技探究與實作，和技職教育的專題實作與專題研究，除了技術訓練的要求程度不同之外，在本質上十分相近，因此，本研究也將參考這些重要的科技創造力教學方法，發展本研究的教學活動。

三、科技創作成品的評價指標

創造力教學強調個人特質在學科領域的創意過程中產生互動，尤其是在工藝課程 (生活科技) 中，常有產品製作的產出，更具意義 (Loveless, 2002)。而教育工作者必須發現一些方式，來客觀量測創意產品的屬性，並且訓練學生，使其能夠增進創意產品的能力 (Michael, 2001)。

Moss (1966) 認為工藝與科技課程的產品創意，可以利用事先設立的指標來評價，這些指標是：(一) 獨特的；(二) 有效用的；(三) 結合獨特的及有效用的 (引用 Michael, 2001)。而當前對產品創意的評鑑指標，也常以「創意產品分析矩陣」(Creative Product Analysis Matrix, CPAM) 為基礎 (Besemer & O'Quin, 1987; Besemer & Treffinger, 1981)。在該理論中，包含新奇面向 (novelty, 原創的、啓始的，用到新的觀念、概念、程序或材料)、解析面向 (resolution, 合邏輯的、有用的、適切的、有解決功能的)、精巧及綜合 (elaboration and synthesis, 具美感的成分、美化的功能) 等三個面向 (Peterson, 2002)。

Besemer 與 Treffinger (1981) 根據「創造性產品分析矩陣」發展出「創造性產品語意量表」(Creative Product Semantic Scale, CPSS)。該量表包含三個基本向度，共計十四個次量表，即為「新奇向度」，包含產品、材料及設計的新奇性 (newness)；「解決向度」，包含產品的功能性 (functionality)、有效性 (usefulness)、耐用性 (workability)，以及「精巧與綜合向度」，即為最終產品精雕細琢的程度。之後歷經多位學者在信度考驗、效度考驗、精簡化等研究改善與應用，最常被引用的則是其中的原創性 (original) (信度為 .93) 及有效性 (usefulness) (信度為 .92) 兩項次量表 (Howe, 1992)。洪榮昭 (2001) 將產品創意以科技創造力的能力

因素（知識力、思考力、實作力）、產品的創新性（樣式、材料、機構）、創新類型（創新、應用），進行三維的思維建構，而提出十七個項目的產品創意量表。

從以上學者對於產品創新性的分析，可以利用「新奇與原創、實用與價值」兩個向度來予以架構。在「新奇與原創」向度中，包括特別的、新鮮的、不常見的、獨一無二的、新奇的。在「實用與價值」向度中，包括：功能很好、很耐用、多用途、經濟性、便利性、精密、完整、精美。除了整體的評價觀點，本研究著眼於評量項目的具體化，遂參考洪榮昭（2001）、Besemer 與 Treffinger（1981）等學者的主張，將「新奇原創」及「價值實用」兩項特徵，從樣式（含造型與色彩）、材料（材料種類）、結構（組合方法）、機能（外加機能）及主題設定，研擬評量架構，經創意教學、木工實作、產品設計等專家進行座談，訂定本研究「創意筆筒」的產品創意評分架構，如圖 1 所示。

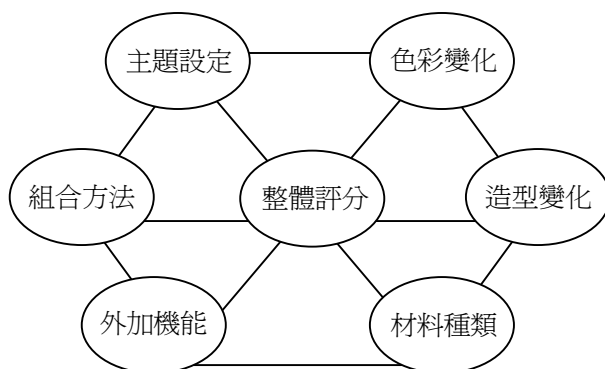


圖1 創意筆筒的創意評量架構

四、科技創造力的重要影響因素

從科技創造力的激發到具體化，包含了創意構想的產生與實作的落實兩大階段。在構想產生的階段，往往和接收到的訊息有密切關聯（李乙明、李淑貞譯，2005），「範例」是較具代表性的一項；而構想的落實，是科技創造力的重要特性（洪榮昭，2001；張玉山，2001），其又牽涉到實作的能力與經驗。

「範例」可以是實例、例證、例子、標本、樣本、榜樣及模範等，在不同的情境有不同的用法。本研究所謂的「範例」是指具有隱含相關知識的設計及符合任務要求的產品圖照片或實物。在傳統的教學環境中，教師常著重在文意的解說或原理的講解，對學生的概念理解有限，因此必須藉由適當的範例或安排實作體驗活動來提升學習效果。Kaartinen 與 Kumpulainen（2002）認為「範例」提供是鷹架的重要形式之一，用以協助學生理解、應用或推導知識。Quilici 與 Mayer（1996）研究中指出，多提供「範例」有助於解題者認知問題的結

構特徵，而瞭解問題表徵也較有利於問題解決。既然科學哲學和認知心理學觀點都認為範例有助於學生學習，因此，範例不應該只是教學中的一個例子或舉例而已，如果能將相關知識適當地結合、連結、融入在範例產品中，對學生的科技學習也應該會產生助益。所以，教師可以運用各種不同的範例展現，讓學生在科技創意實作活動中參考，並加以適當地引導及說明，相信對於學生的創造歷程和產品表現將有很大的影響。

此外，不同的訊息會引導人們做不同的聯想，而聯想物體的屬性會反射在新的實體上 (Ward, 1994)。累積知識、在原有知識基礎上建構新想法，是人類特有的才能，也是人類創造、生產的泉源 (李乙明、李淑貞譯, 2005)。但是 Smith 等人在 1993 年進行的實驗研究發現，實驗組與控制組均能產生新設計，且兩組的平均數相同，但是看過設計實例的那一組卻更可能將見過的設計特徵納入自己的設計中 (引自李乙明、李淑貞譯, 2005, p. 263)。而 Jansson 與 Smith 在 1991 年所做的研究發現，專業的設計工程師同樣會受到設計範例影響 (引自李乙明、李淑貞譯, 2005, p. 265)。Mumford、Baughman、Maher、Costanza 與 Supinski (1997) 的研究結果也指出，受試者的創作確實會受到範例的影響，但是受試者是否善用隱喻思考技術，也會對創作結果產生交互影響。Christensen 與 Schunn (2007, 2008) 的研究結果指出，任意提供範例與訊息給學生，在低抗拒徑路 (path-of-least-resistance)、固著 (fixation) 及無意識抄襲 (unconscious plagiarism) 等理論下，會同時產生利弊。範例與訊息會對個體的創意認知產生作用，而影響創意產出的獨特性及有效性。而 Ward (1994, 2004, 2007) 更指出，提供基礎的、代表性的範例，讓學生作為發展創意的基礎，實驗後發現，這些基礎級的範例會限制學生的原創性。Ward、Smith 與 Finke 歸結結論：

當我們依靠實例解決問題時，必須特別注意，一般而言，實例對於解決問題有正面幫助，不過，很明顯的，它們也會阻礙創新。(引自李乙明、李淑貞譯, 2005, p. 265)

因此，更進一步的研究可以幫助我們辨別實例何時有助益、何時有傷害，而本研究的重點則在於，何種範例可以產生助益、何種範例對創意激發會有傷害。

在實作經驗方面，最有力的學習方式往往來自實作過程中，各種成功或失敗的經驗累積、修正、調整，是在做中學的練習與試驗中獲得屬於個人的知識與技術成長。劉大和 (2003) 亦指出，在經驗學習的過程中，鼓勵學習者去思考、探索、問問題、做決定，吸引學習者的學習興趣，在學習中建立做的模式。因此所謂的學習，不只是機械性的模仿、操作，而是逐漸的「領會訣竅」。

科技的實作常以設計與製作 (design and making) 為主要活動內容，並且向來是科技教育的教學重點，也是一個完整地創造性問題解決過程，它引導學生從問題的確認、情境的瞭解、任務目標確立、資源瞭解與蒐集、發展構想、評鑑選擇構想、訂定工作計畫、執行、成果評鑑等過程，完整地執行一件設計與製作的專案 (project) (李大偉、張玉山, 2000; Leonard,

Dalton, & McDonald, 2008; Sawyer, Gasper, & Starczewski, 2007)。設計和製作是問題解決的歷程，產品或裝置為其結果，設計的思考機制為問題解決的歷程，以增進學生問題解決能力及創造思考的培養；尤其在兒童階段的發展，製作是非常重要的基礎，需依靠利用各種工具處理材料及創新的實驗性工作，以獲得真實世界的基本知識（魏炎順，2001）。「製作」是人類探知新情境與經驗世界的方式，因此，透過動手製作不僅最終可將學生的創意以實品方式呈現，同時也可讓研究者在學生實作的過程中瞭解其內在科技創意歷程。

在當前許多教育相關文獻當中，均逐漸重視實作的創造力學習價值。例如沈翠蓮（2005）認為，實作構想是「創意的學」的重點之一；傅學海（2002）所發展的科學教育創意教學模組十分強調實作與實驗等。但是實作經驗或實作能力如何影響學習者的科技創意表現，則尚待深入研究。

參、研究方法與設計

一、研究架構

本研究旨在探討範例展示及實作經驗對國中生科技創造力的影響。因此，研究的自變項為範例展示及實作經驗，依變項為「科技創造力」表現。研究架構如圖 2 所示。

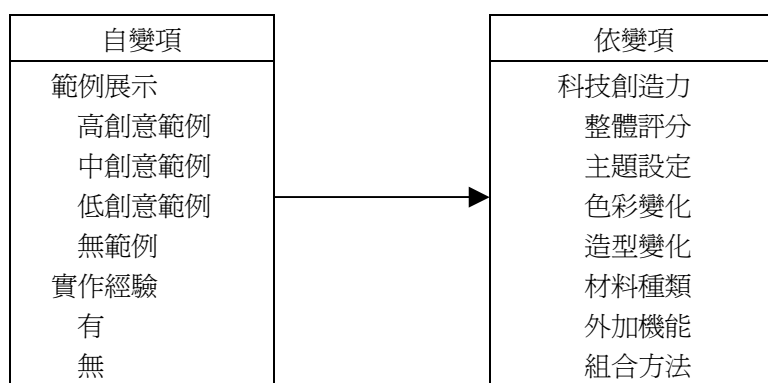


圖2 研究變項的架構

二、研究方法

本研究以教學實驗為主要的研究方法，並以國中生活科技課程為實施對象。為避免過度影響學校的運作與生態，故採用「準實驗研究法」(quasi-experimental research)。本研究的自變項包括範例展示（高創意範例、中創意範例、低創意範例、無範例）及實作經驗（有實作經驗、無實作經驗），為 4×2 的二因子實驗設計。

三、研究對象

基於 4×2 的二因子實驗設計，本研究共需要八個班級的國中學生進行實驗教學，但受限於學校編班授課，研究者無法針對個別學生進行隨機分派，不足以確保學生的科技創造力是否同質，此為本研究之限制。為了克服此研究限制，本研究以研究群所任教之臺北縣國民中學的生活科技科的學生為研究對象，教師專業度與配合度為對象選取的主要考量，同時，該校係以常態編班，生活科技課程皆為同一位教師任教，可排除不同教師授課而影響實驗結果。

此外，本研究以隨機方式依「範例展示」及「實作經驗」兩個向度進行實驗分派，也對研究對象進行「威廉斯擴散式思考測驗」，作為實驗設計之共變項，以排除學生原有創造力差異所產生的影響。然而此測驗所測得之分數，是一般創造力的擴散思考能力，而不是科技創造力，此亦為本研究的限制之一。

在進行實驗的前一個學期，四個班的學生接受為期 8 週的木工實作教學，使其具有木工實作經驗。木工實作教學的內容以花架製作為主題，重點包括繪圖、放樣、鋸切（線鋸）、砂磨（砂紙）、接合組裝（樹脂）、塗裝，使學生具備木工創作的操作技能以及完整的創作經驗，確認學生有一定的實踐能力，避免創意「想得出來，但是做不出來」。另四個班級則進行非木工實作的學習活動，視為無木工實作經驗。研究對象共計 285 位國中七年級學生，扣除未完成作品、未全程參與以及資料填寫不完全者，有效樣本共計 231 位，其中，男生 120 位，占 51.94%；女生 111 位，占 48.05%（詳表 1）。

四、研究工具

本研究所需要的研究工具包括以下四種：

（一）威廉斯擴散式思考測驗

本研究實驗設計除以隨機分派方式進行外，為確認研究結果是因實驗操作所造成，研究者選用威廉斯創造力測驗（Creativity Assessment Packet）中的擴散式思考測驗（林幸台、王木榮，1994）作為前測工具，並將其作為共變項予以排除，將可確認研究結果的真實性。該測驗主要用來評量學童的認知因素，包括流暢力、開放性、變通力、獨創力、精密力及標題六個方面。該測驗的重測信度為 .41～.68，折半信度為 .41～.92，內部一致性 α 係數為 .40～.87，評分者信度為 .87～1.00，與拓弄思圖形創造思考測驗（Torrance Test of Creative Thinking）（甲式）相關係數為 .38～.73，與賓州創造傾向量表相關係數為 .57～.82。本項資料之評分，係委由心理出版社附設心理測驗諮商學苑專業人員來進行。

（二）教學活動設計

基於國中學生的操作能力，以及當前國中生活科技教室機具設備現況，經研究小組討論結果，以「創意木工產品設計與製作—創意筆筒」為主題，依照本研究文獻探討「科技創造

力的教學」原則，設計教學活動。實驗所需的教案，由研究小組與實驗教師共同討論撰寫，並透過專家及資深教師審查後編定。

（三）產品創意評量表

本研究根據文獻探討結果，整理出創意產品評量的構面，據以發展量表初稿，並交由專業人士（木工專家、設計專家、科技教育專家、創造力教育專家）進行諮詢，最後製成正式量表。產品創意評量表的項目包括：整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、材料種類、外加機能、組合方法共七項。在量表計分方面，採用 Likert 五等尺度，由 4 位專家學者針對學生的作品進行評分，5 代表極佳、4 代表佳、3 代表尚可、2 代表差、1 代表極差，將每一個構面的評量分數加總後即可得學生在該構面所得之總分，總分愈高表示該作品具有較高的創意表現。

爲了進一步瞭解評分的可靠性與有效性，本研究以「Cronbach α 」係數考驗，進行信度考驗。根據學者 Gay (1992) 的觀點，任何測驗或量表的信度係數如果在 .80 以上，表示測驗或量表的信度甚佳。本研究聘請 4 位科技專家來擔任評鑑人員，總分之評分者一致性係數 $\alpha = .86$ ，其中整體評分 .77、主題設定 .72、色彩變化 .82、造型變化 .81、材料種類 .88、外加機能 .68、組合方法 .58，顯示評分者一致性佳。

（四）高中低不同創意等級的範例實物

本研究針對研究對象實施不同創意範例示範之教學活動，以瞭解其對產品創意的影響。Amabile (1996) 認爲，創意產品需要由熟悉該領域的專家來判定產品創意的高低程度，亦即通過領域專家的共識評量 (consensual assessment)，來檢證與選擇出所蒐集到範例的創意高低程度。因此，本研究廣泛地蒐集筆筒設計相關圖片與筆筒實物，邀請 5 位專家學者，以產品創意評量表來檢核產品範例創意的高低程度。基於「增加實驗變異量到最大」的實驗設計原則，依照統計分組（前後各 27%）（吳明隆、涂金堂，2006）及實際研究應用（前後各 25% 或 27%）的原則，將評選產品範例前後 25% 的作品定義爲高、低範例，另外取中間 25% 爲中範例，來進行產品創意教學活動。

這些創意產品的範例，都在整體設計、主題、色彩、造型、材料、機能及結構等向度上面有其獨特之處，可以提供教學上的展示之用。

而在各組的範例示範教學中，教師對範例展示的教學內容，以作品主題、材料、結構與機能的特徵介紹爲主，教學方法也以講述爲主，避免因教師的教學方法或師生互動等不同，或講述內容的差異，影響實驗的結果。

五、資料處理

爲探討不同範例展示及實作經驗，對國中生的科技創造力表現的影響，本研究將所蒐集

的資料，透過 SPSS 軟體進行以下的分析：

(一) 平均數的描述統計：主要在呈現各組學生在各項目的得分概況。

(二) 獨立樣本二因子共變數分析：主要在考驗不同範例展示及實作經驗是否對學生的科技創造力各分項（整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、材料種類、外加機能、組合方法）產生交互影響及單純效果的影響。本研究以威廉斯創造力測驗之擴散式思考測驗的前測分數作為共變量，以排除學生的創意思考能力對實驗效果的影響，並輔以效果值（effect size）（ $d = M_1 - M_2 / \sigma$ ）（Cohen, 1988）來說明研究結果的實際應用價值。

肆、研究結果與討論

一、資料分析

為瞭解不同範例展示與實作經驗是否對科技創造力表現產生影響及交互影響，本研究先將各組在各項目得分的平均數概況列示如表 1。然後進行「有無實作經驗」與「不同範例展示」對整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、材料種類、外加機能、組合方法等科技創造力表現單項分數的獨立樣本二因子共變數分析。

分析結果顯示，有無實作經驗與不同範例分組的學生在「材料種類」及「組合方法」的交互作用達顯著差異，所以必須進一步進行單純主要效果比較（simple main effects）。而在「造型變化」及「外加機能」項目中，交互作用未達顯著水準，但實作經驗與範例分組都達顯著差異，因此，將進行主要效果比較。而在「整體評分」、「主題設定」、「色彩變化」項目中，不同範例分組達顯著差異，故將進一步針對不同範例分組分析主要效果（詳見表 2）。

（一）在整體評分項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與範例分組在「整體評分」項目的交互作用無顯著差異，如圖 3 所示。實作經驗因子亦無顯著差異，而在範例分組的差異達顯著水準，因此針對範例分組進行主要效果比較。結果顯示，不同創意範例分組在整體評分項目的差異達顯著水準，經事後比較發現，高創意範例展示組（ $M=3.20$ ）及中創意範例展示組（ $M=3.14$ ）的學生在「整體評分」項目上，顯著優於無創意範例展示組（ $M=2.68$ ）的學生，實驗效果值分別為大幅的 .84 及中度的 .74。同時，高創意範例展示組的學生亦顯著優於低創意範例展示組（ $M=2.68$ ）學生，具中度效果值（.56）。

表 1 實作經驗與範例分組在科技創造力表現的平均數統計表

		整體 評分	主題 設定	色彩 變化	造型 變化	材料 種類	外加 機能	組合 方法
無實作經驗	無範例展示 (n=28)	2.60	2.44	2.15	2.67	1.96	2.00	2.06
	低範例展示 (n=28)	2.83	2.70	3.06	2.70	2.05	2.16	1.88
	中範例展示 (n=30)	3.07	2.87	3.29	2.84	2.87	2.19	2.00
	高範例展示 (n=27)	3.18	3.09	3.19	3.14	2.32	2.21	1.87
	平均 (n=113)	2.92	2.77	2.91	2.84	2.29	2.14	1.95
有實作經驗	無範例展示 (n=35)	2.77	2.68	2.36	2.95	1.98	1.96	1.86
	低範例展示 (n=25)	2.90	2.68	2.83	2.84	2.34	2.30	1.96
	中範例展示 (n=29)	3.19	3.08	3.06	3.13	2.18	2.34	2.06
	高範例展示 (n=29)	3.22	3.04	3.28	3.18	2.50	2.66	2.13
	平均 (n=118)	3.02	2.88	2.88	3.03	2.24	2.31	2.00

註：N=231

表 2 實作經驗與範例分組在科技創造力表現的獨立樣本二因子共變數分析摘要表

項目	變異來源	SS (型III)	df	MS	F值	顯著性	事後比較
整體評分	共變項 (創意思考)	2.28	1	2.28	5.51	.02*	
	實作經驗	.62	1	.62	1.49	.22	
	範例分組	9.43	3	3.15	7.61	.00*	3>0, 2>0, 3>1
	交互作用項	.11	3	.04	.09	.97	
	誤差項	91.74	222	.41			
	總和項	2142.00	231				
主題設定	共變項 (創意思考)	2.07	1	2.07	5.31	.02*	
	實作經驗	.57	1	.57	1.47	.23	
	範例分組	9.00	3	3.00	7.68	.00*	3>0, 2>0, 3>1
	交互作用項	.93	3	.31	.80	.50	
	誤差項	86.64	222	.39			
	總合項	1941.81	231				
色彩變化	共變項 (創意思考)	.82	1	.82	2.33	.13	
	實作經驗	.08	1	.08	.22	.64	
	範例分組	34.92	3	11.64	33.23	.00*	3>0, 2>0, 1>0
	交互作用項	2.05	3	.68	1.95	.13	
	誤差項	77.73	222	.35			
	總合項	2047.50	231				
造型變化	共變項 (創意思考)	1.47	1	1.47	2.54	.11	
	實作經驗	2.10	1	2.10	3.64	.05*	B>A
	範例分組	4.82	3	1.61	2.78	.04*	3>1
	交互作用項	.61	3	.20	.35	.79	
	誤差項	128.12	222	.58			
	總合項	2124.75	231				

表 2 (續) 實作經驗與範例分組在科技創造力表現的獨立樣本二因子共變數分析摘要表

項目	變異來源	SS (型III)	df	MS	F值	顯著性	事後比較
材料種類	共變項 (創意思考)	1.74	1	1.74	5.79	.02*	
	實作經驗	.11	1	.11	.37	.54	
	範例分組	10.44	3	3.48	11.61	.00*	
	交互作用項	8.42	3	2.81	9.37	.00*	
	誤差項	66.55	222	.30			
	總合項	1271.94	231				
外加機能	共變項 (創意思考)	2.41	1	2.41	9.69	.00*	
	實作經驗	1.92	1	1.92	7.73	.01*	B > A
	範例分組	5.65	3	1.88	7.57	.00*	3 > 0, 2 > 0
	交互作用項	1.90	3	.63	2.54	.06	
	誤差項	55.24	222	.25			
	總合項	1207.19	231				
組合方法	共變項 (創意思考)	.17	1	.17	1.41	.24	
	實作經驗	.16	1	.16	1.28	.26	
	範例分組	.38	3	.13	1.04	.38	
	交互作用項	1.56	3	.52	4.30	.01*	
	誤差項	26.75	222	.12			
	總合項	932.06	231				

註：事後比較之 0=無範例、1=低範例、2=中範例、3=高範例；A=無實作經驗、B=有實作經驗
* $p < .05$.

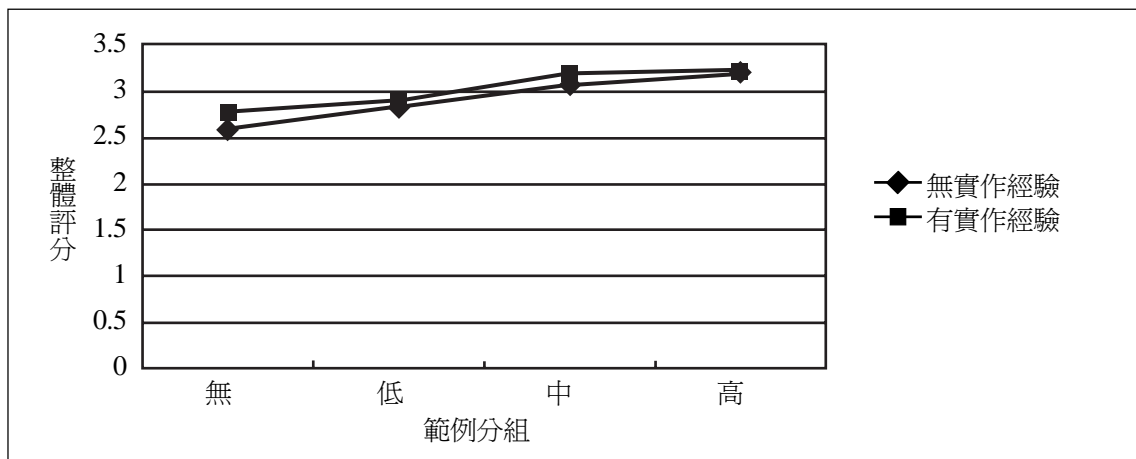


圖3 實作經驗與範例分組在整體評分項目的得分折線圖

(二) 在主題設定項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與不同範例分組學生在「主題設定」項目的交互作用無顯著差異，而在範例分組的差異達顯著水準，因此針對範例分組進行主要效果比較，如圖 4 所示。結果顯示，不同範例分組在主題設定項目的差異達顯著水準，經事後比較發現，高創意範例展示 ($M=3.06$) 及中創意範例展示組 ($M=2.98$) 的學生在「主題設定」項目上，優於無創意展示組 ($M=2.56$) 的學生，具高度與中度效果值 (分別為 .82 及 .69)，同時，高創意範例展示組亦優於低創意範例展示組學生 ($M=2.69$)，具中度效果值 (.62)。

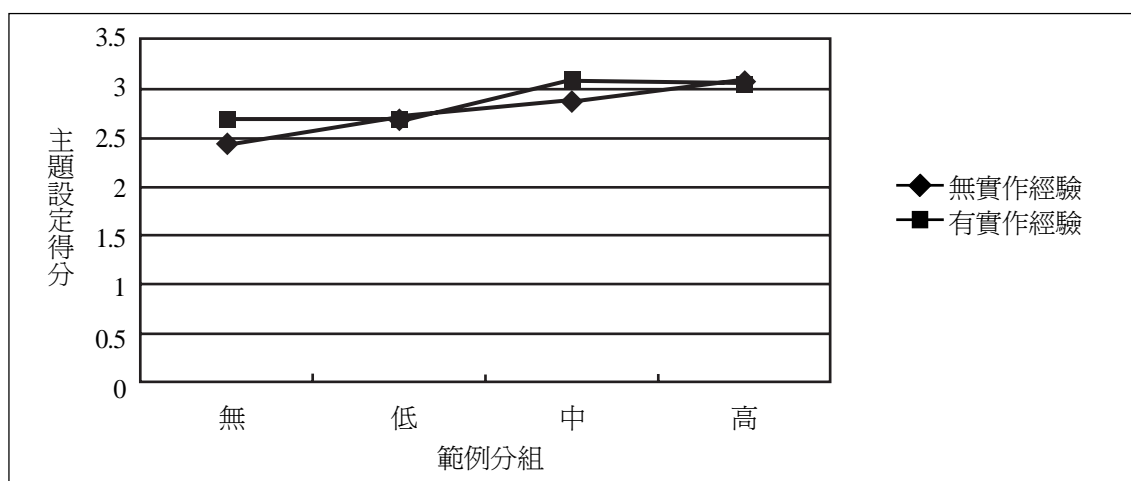


圖4 實作經驗與範例分組在主題設定項目的得分折線圖

(三) 在色彩變化項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與不同範例分組學生在「色彩變化」項目的交互作用未達顯著水準，而在範例分組有達顯著差異，因此針對範例分組進行主要效果比較。結果顯示，不同範例分組在色彩變化項目的差異達顯著水準，經事後比較發現，高創意範例展示 ($M=3.23$)、中創意範例展示 ($M=3.16$) 及低創意範例展示組 ($M=2.93$) 的學生在「色彩變化」項目上皆優於無創意範例展示組 ($M=2.25$) 的學生，具大幅效果值 (1.31、1.21 及 .91) (詳見圖 5)。

(四) 在造型變化項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與不同範例分組學生在「造型變化」項目的交互作用無顯著差異。而在範例分組的差異則達顯著水準，因此針對範例分組進行主要效果比較。結果顯示，不同範例分組在造型變化項目的差異

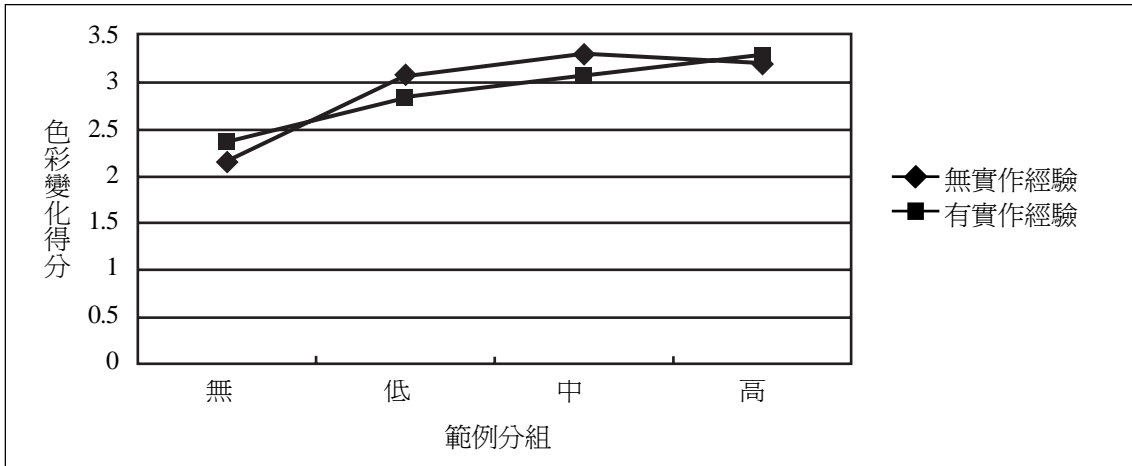


圖5 實作經驗與範例分組在色彩變化項目的得分折線圖

達顯著水準，經事後比較發現，高創意範例展示分組 ($M=3.16$) 的學生在「造型變化」項目上優於低創意範例展示 ($M=2.77$) 的學生，具中度效果值 ($.49$)。在實作經驗方面，不同實作經驗分組學生在「造型變化」項目的差異亦達顯著水準，事後比較後發現，有實作經驗組的學生優於無實作經驗組的學生 (詳見圖 6)。

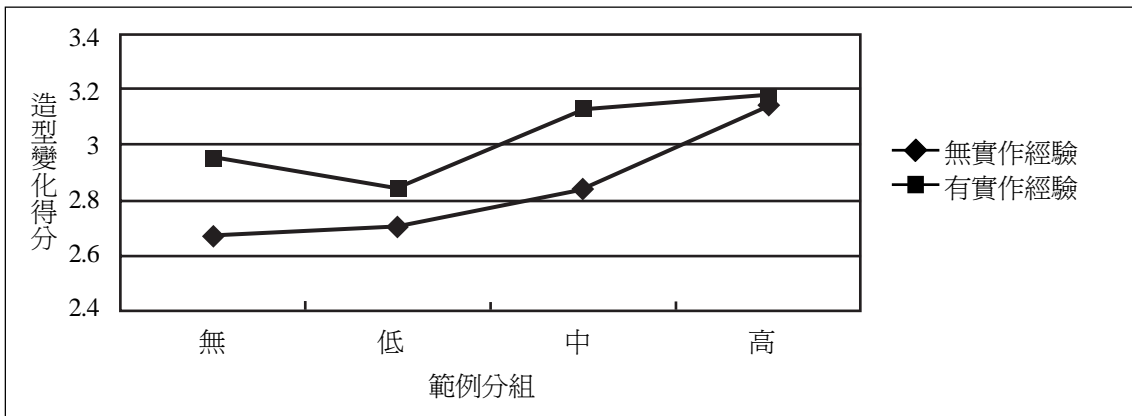


圖6 實作經驗與範例分組在造型變化項目的得分折線圖

(五) 在材料種類項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，實作經驗有無與不同範例分組學生在「材料種類」項目的交互作用有顯著差異，需進行單純主要效果比較。

統計結果顯示，對於低創意範例展示組、中創意範例展示組而言，有無實作經驗在「材料種類」項目上具有顯著差異。經事後比較發現，在低創意範例展示的班級中，有實作經驗組 ($M=2.34$) 的學生優於無實作經驗 ($M=2.05$) 的學生，具中度效果值 (.52)；而在中創意範例展示的班級中，則呈現無實作經驗組 ($M=2.87$) 的學生在材料種類的表現上顯著優於有實作經驗 ($M=2.18$) 的學生，具大幅效果值 (1.57)。另一方面，範例分組的主要效果考驗達顯著水準，經事後比較發現，在無實作經驗的班級中，中創意範例展示組 ($M=2.87$) 在「材料種類」項目上，優於無範例展示 ($M=1.96$) 及低創意範例展示 ($M=2.05$) 的組別，具大幅效果值 (1.90 及 1.46)；而在有實作經驗的班級中，高創意範例展示組別 ($M=2.50$) 則顯著優於無範例展示組別 ($M=1.98$)，具大幅效果值 (1.16) (詳見圖 7 及表 3)。

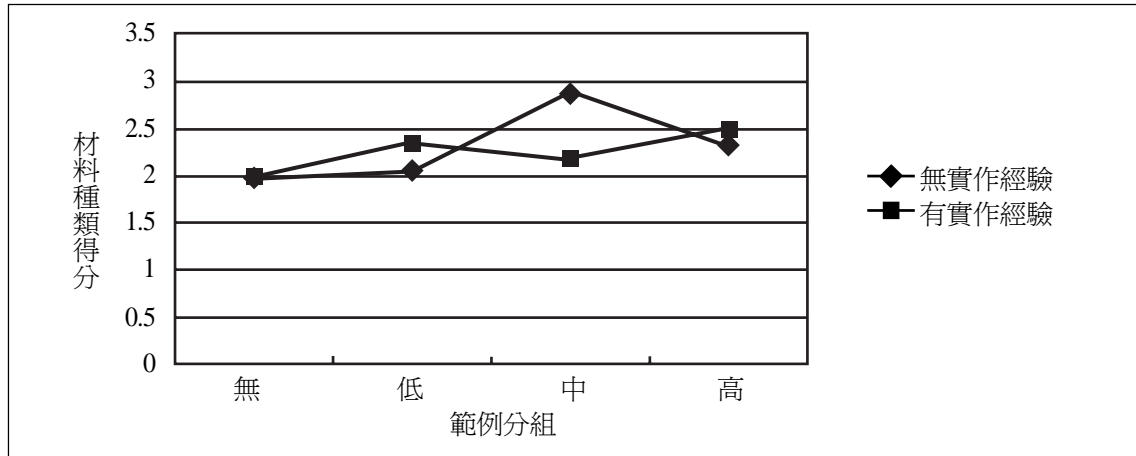


圖7 實作經驗與範例分組在材料種類項目的得分折線圖

表 3 實作經驗與範例分組在材料種類的單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F值	事後比較
實作經驗 SS_a					
無範例展示	.02	1	.02	.06	
低創意範例展示	1.13	1	1.13	3.69*	B > A
中創意範例展示	6.28	1	6.28	20.51*	A > B
高創意範例展示	.35	1	.35	1.15	
範例分組 SS_b					
無實作經驗	14.20	3	4.73	15.46*	2 > 0, 2 > 1
有實作經驗	4.09	3	1.36	4.45*	3 > 0

註：事後比較之 0=無範例、1=低範例、2=中範例、3=高範例；A=無實作經驗、B=有實作經驗
* $p < .05$.

(六) 在外加機能項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與不同範例分組學生在「外加機能」項目的交互作用無顯著差異，而在範例分組及實作經驗的差異達顯著水準，因此針對範例分組及實作經驗分別進行主要效果比較。結果顯示，不同範例分組在「外加機能」項目的差異達顯著水準，事後比較後發現，高創意範例展示組 ($M=2.42$) 及中創意範例展示組 ($M=2.27$) 優於無創意範例展示組 ($M=1.98$) 的學生，具中度以上的效果值 (1.19 及 .78)。在實作經驗方面，不同實作經驗分組學生在「外加機能」項目的差異亦達顯著水準，事後比較後發現，有實作經驗組的學生 ($M=2.31$) 優於無實作經驗組的學生 ($M=2.14$)，具中低度效果值 (.33) (詳見圖 8)。

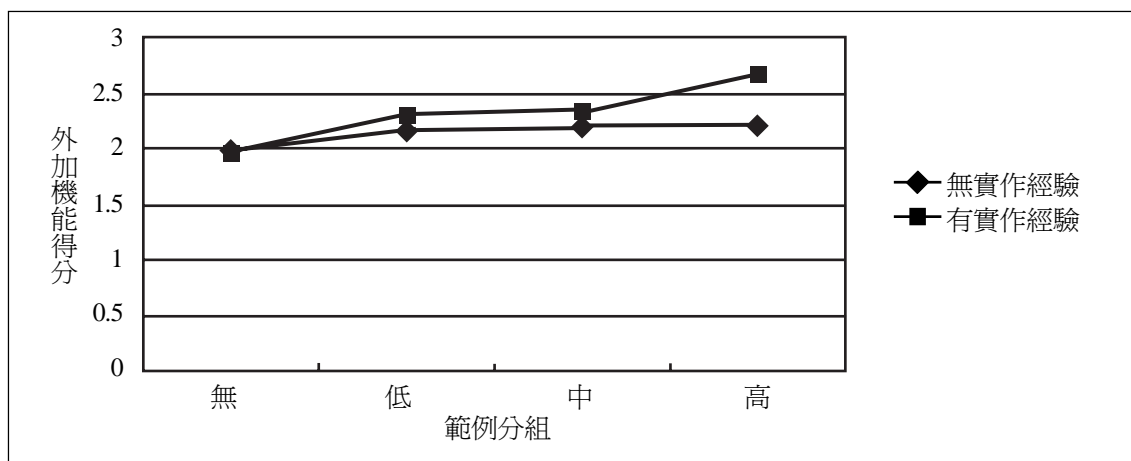


圖8 實作經驗與範例分組在外加機能項目的得分折線圖

(七) 在組合方法項目的差異

經獨立樣本二因子共變數分析結果顯示，在排除共變項後，有無實作經驗與不同範例分組學生在「組合方法」項目的交互作用達顯著差異，需進行單純主要效果比較。

研究結果顯示，對於無範例展示組、高創意範例展示組而言，有無實作經驗在「組合方法」上有顯著差異。經事後比較後發現，在無範例展示的班級中，無實作經驗組的學生 ($M=2.06$) 優於有實作經驗的學生 ($M=1.86$)，具大幅效果值 (1.11)；而在高創意範例展示的班級中，則呈現有實作經驗組的學生 ($M=2.13$) 在組合方法的表現上顯著優於無實作經驗的學生 ($M=1.87$)，具大幅效果值 (.84)。另一方面，在有實作經驗的班級中，範例分組對於「組合方法」具有顯著的影響，事後比較後發現，高創意範例展示組 ($M=2.13$) 與中創意範例展示組 ($M=2.06$) 在「組合方法」項目上優於無範例展示組 ($M=1.86$)，具大幅效果值為 1.5 及 1.1 (詳見圖 9 及表 4)。

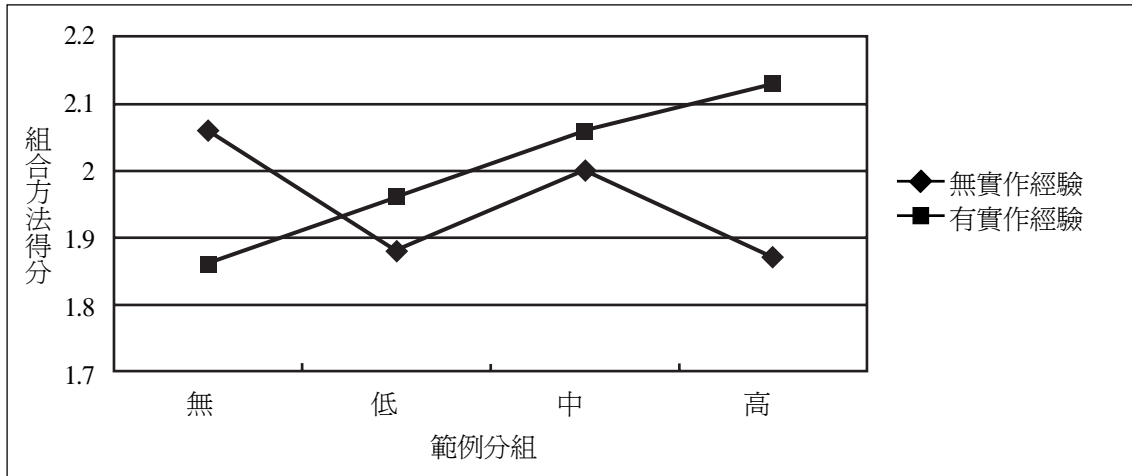


圖9 實作經驗與範例分組在組合方法項目的得分折線圖

表 4 實作經驗與範例分組在組合方法的單純主要效果分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F值	事後比較
實作經驗 SS_a					
無範例展示	.56	1	.56	4.68*	A > B
低創意範例展示	.07	1	.07	.62	
中創意範例展示	.07	1	.07	.61	
高創意範例展示	.91	1	.91	7.50*	B > A
範例分組 SS_b					
無實作經驗	.74	3	.25	2.04	
有實作經驗	1.13	3	.38	3.13*	3 > 0, 2 > 0

註：事後比較之 0=無範例、1=低範例、2=中範例、3=高範例；A=無實作經驗、B=有實作經驗
* $p < .05$.

(八) 小結

經彙整前述統計結果發現，有無實作經驗以及不同創意等級的範例展示，會對國中生的科技創造力表現產生個別的及交互的影響，如表 5 所示。大體來說，具有實作經驗的學生，在造型變化及外加機能上，會優於無實作經驗者，具有中度的效果值。高級與中級創意範例，對學生的整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化及外加機能，均能有大幅與中度的效果值。惟在材料種類與組合方法上，實作經驗會與範例展示會產生交互作用，會有不同的結果，效果值也在中度以上。

表 5 實作經驗與範例展示的影響

	實作經驗	範例展示	交互作用	
1.整體評分		高、中創意		
2.主題設定		高、中創意		
3.色彩變化		高、中創意		
4.造型變化	有實作經驗	高創意		
5.材料種類			無實作經驗×中創意 有實作經驗×高創意	低範例×有實作經驗 中範例×無實作經驗
6.外加機能	有實作經驗	高、中創意		
7.組合方法			有實作經驗×高中創意	無範例×無實作經驗 高範例×有實作經驗

註：所列者為正面效果達 .05 顯著水準者

二、討論

(一) 實作經驗對產品創意的影響

有無實作經驗對產品創意的影響方面，經變異數分析結果顯示，具有實作經驗的學生在造型設計與外加機能設計方面，比無實作經驗學生表現更好，如表 5 所示。

科技領域的實作學習是「透過實地調查、設計、製作、測試，或是改善裝置、系統或環境的一系列學習活動」(Raizen, Sellwood, Todd, & Vickers, 1995)。就如林崇宏(2003)所提到，「有些流線型汽車的造形因限於生產技術或材質的關係，則必須放棄原有創意的設計構想」，特別是木材在造形上的變化幅度，受材料性質的影響很大，而在本研究中，透過先前的實作經驗教學，教導繪圖、放樣、鋸切、砂磨、接合組裝及塗裝技術，學生的木工造型設計能力得以累進，所以實作經驗對造型設計能產生幫助。此外，由於先前的實作經驗教學，熟悉木工成形、接合組裝及塗裝操作，學生對木材的材質與基本加工技術，有更豐富的學習，對於木材上面附加功能的設計，也比較能夠掌握。

但是在整體創意、主題、色彩、材料種類方面並無明顯效果，可能是這四項與個體本身的創造思考能力有較高的相關性，較難透過一次的實作經驗獲得成長。而與實作技術有密切相關的組合方法也未達顯著效果，可能是木工接合技術(膠接、釘接、榫接等)牽涉較專業的學習，對國中生來說，在創新上較為不易。

因此，就木工設計與製作活動而言，實作經驗對於材質相關的處理與創新(例如造型設計、外加機能設計)，較能有顯著的創新教學效果。

(二) 範例展示對產品創意的影響

根據表 5 的研究結果顯示，高級與中級創意成品範例對學生作品的整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、外加機能等，都有正面的創意效果。此一結果和 Sternberg 所提出「實

例對於解決問題有正面幫助，不過，很明顯的，它們也會阻礙創新」的說法（李乙明、李淑貞譯，2005）不甚一致。在本研究中，中高創意等級的範例確實對學生的產品創意有明顯的正面效果。有可能是因為學生從這些較高創意的產品範例中，能學習到該產品的獨特性，並能將其創意原理應用在自己的作品設計之中。

也就是說，創意範例對學生成品的完成度有具體幫助，有助於問題解決（李乙明、李淑貞譯，2005；Quilici & Mayer, 1996）；同時也可以提供學生掌握創意設計的方向與訣竅（劉大和，2003；Kaartinen & Kumpulainen, 2002）。而為了增進設計問題的解決，又不妨礙學生的創意，「抽象化」的範例解說應該是比較適切的方法。誠如 Ward（1994）所說，抽象範例的屬性與特質，一定比具體範例更不明確、更少限制。Condoor、Brock 及 Burger（1993）也指出，機械工程師如果以思考問題的抽象特性起步，要比思考問題特定的解決方法，更能發展出創造性的產品。因此，對於科技實作的創意教學來說，教師可以透過高中等級以上的創意範例，導引其創意原理及創意方法，以獲得最大的創意教學效果。

（三）實作經驗與範例展示對產品創意的交互影響

根據表 5 的研究結果顯示，實作經驗與範例展示分別會在材料種類與組合方法項目中，產生交互影響。從不同的實作經驗來說，無實作經驗者在中創意範例引導下，材料種類的創意表現較佳；有實作經驗者在高創意範例引導下，材料種類的創意表現較好。可能是對於無實作經驗學生來說，中創意範例作品較能呼應其經驗，創意跳脫程度不會太大，較符合其意象，高或低創意範例或無範例教學的效果反而相對較差。這個現象意味著無實作經驗的學生，對範例的正面接受度，會有創意等級範圍，太高或太低創意的範例，反而幫助較少。

而對於有實作經驗的學生來說，高創意範例作品可以激發更好的材料種類創意。可能是有實作經驗的學生，可以依憑其實作的經驗，從高創意作品中找到更多不同材料的靈感與聯想，並透過較佳的材料與技術掌握，而能放心地嘗試不同材料的運用。

再從不同創意的範例展示來看，中創意範例的教學中，無實作經驗的學生在材料種類的創意表現較好，有實作經驗學生的表現相對較差。而在低創意範例的教學中，有實作經驗的學生在材料種類的創意表現較佳。

就組合方法來看，有實作經驗的學生中，提供高創意範例展示的學生在組合方法的創意表現，高於其他範例展示的學生。從不同範例展示的角度來看，也是同樣的結果，提供高創意範例展示教學的學生中，有實作經驗者在組合方法的創意表現明顯較好。但是無範例展示的情形下，無實作經驗者在組合方法的創意表現，反而比有實作經驗者要好。可能是因為木工組合方法的技術層次較高，有實作經驗的學生可以從高創意範例中，找到創新組合方法的靈感。但是對於不提供範例的情形下，有實作經驗的學生多依賴既有的經驗來進行組合，顯現技術層次高的經驗會產生較高的創意約束力；反而是沒有實作經驗的學生可以有較自由的發揮空間。就如同 Jansson 與 Smith（1991）的研究結果顯示，工程設計學生在得到應避免實

例的某些負面特徵的指示之後，仍然將這些負面特徵納入他們的創造性設計之中。也就意味著，創意任務的專業性愈高時，就愈容易受到範例的影響。但是高創意範例可藉由它本身的高度獨特性，使具有實作經驗者引發創意性。對於無實作經驗者，不提供範例反而讓他們有更多想像空間，而有更好的創意表現。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 具有實作經驗的學生在造型設計與外加機能設計兩方面的科技創造力表現，比無實作經驗學生表現更好。

(二) 高級與中級創意成品範例對學生作品的整體評分、主題設定、色彩變化、造型變化、外加機能等科技創造力表現，都有正面的創意效果。

(三) 實作經驗與範例展示分別會在材料種類與組合方法的項目中，產生交互影響。無實作經驗者在中創意範例引導下，材料種類的創意表現較佳；有實作經驗者在高創意範例引導下，材料種類的創意表現較好。就組合方法來看，有實作經驗的學生中，提供高創意範例展示的學生在組合方法的創意表現，高於其他範例展示的學生。提供高創意範例展示教學的學生中，有實作經驗者在組合方法的創意表現明顯較好。但是無範例展示的情形下，無實作經驗者在組合方法的創意表現，反而比有實作經驗者要好。

二、建議

根據本研究的研究結果與結論，分別針對國中的科技創造力教學及後續研究提出建議，以供參考。

(一) 對國中科技創造力教學的建議

1. 科技實作教學應多利用中高等級以上的創意範例，激發學生的科技創意表現。由於中高等級以上的創意範例對學生各方面的科技創意表現，均有正面的效果，因此，教師應事先篩選範例，並引導學生瞭解其創意所在，以抽象化及概念的方式，學習其創意所在。

2. 對於較具實作難度的科技創作活動，教師應先安排簡化的實作練習，讓學生先具有一個完整的實作經驗。尤其是強調造型設計與外加機能設計的活動，更應如此。至於更高難度的科技創作活動，尤其是結構設計與組合創新活動，除安排事前的實作練習，更需要準備高創意範例，讓學生跨越技術障礙，進行創意表現。

3. 面對無實作經驗的學生，如果要進行材料創新應用的教學活動時，宜提供中創意範例，而如果是更高技術層級的技術創新活動（例如木材工件的組合），則不須提供任何範例，學生的科技創意表現反而更好。

(二) 對後續研究的建議

1. 研究的依變項方面

(1) 探討製程創新的範圍

科技創造力是在完整的科技實作活動中所展現出來的創造表現，它不應只是表現在型貌與機能的創新。例如洪榮昭所提出的科技創作三度思維法，即包括：a.改變物的外型、大小、圖案；b.改變物的操作順序或方式、內外部結構；c.改變物的加工方式、物化性度（洪榮昭、許書務，1998）。本研究所採用的科技創作教學活動，以木工實作的設計與製作為主，以產品創意為主要的研究範圍，對於製程創新方面的創造表現，恐無法深入瞭解。因此，應該增加以不同創作類型的科技活動，以更全面地探究學生的科技創造力表現。

(2) 探討科技創作的歷程

洪榮昭、康鳳梅及林展立（2003）曾對傑出科技創作學童特質分析中以問題解決角度探討其創作歷程，瞭解學童的創意點子擷取管道。類似對於學習者創作歷程以及創意認知歷程的探究，對科技創造力的瞭解與教學改善具有根本上的重要性。本研究探討範例與實作經驗對學生科技創造力表現的影響，發現範例與實作經驗會以個別及交互作用的方式，對科技創造力表現產生影響，這些都屬於創意產品導向的研究；至於範例與實作經驗是如何影響學生的創作，如何影響其創意認知，其影響的管道及歷程又為何，仍有待進一步的質化與量化系統研究。

2. 研究的自變項方面

(1) 探討最佳化的範例

本研究探討不同創意程度的範例，對學生科技創造力表現的影響。對範例的分類，僅以整體觀點來界定其創意高低。後續研究如果能將範例的創意因素（造形、機能、結構、材料、色彩等）進一步加以區隔，探討其與學生科技創造力表現的相關性，則更能深入分析範例對學生創作的影響，藉以找出最佳化的創意範例，不僅對學理建構更有貢獻，也更能提供教師在教學上的有效建議與指引。

(2) 探討其他的影響因素

根據本研究的研究結果，實作經驗對於技術相關性較高的科技創意表現項目（例如造型設計、外加機能設計）會產生影響，對於更高度技術屬性的組合方法創新表現，更需要實作經驗與高創意範例的同時出現，才能有顯著效果。因此，學生在科技創造力的表現上面，很可能存在著一種技術障礙（門檻）的問題，值得深入探討。此外，除了實作經驗與範例展示，學習者的主觀因素（創造風格、創作動機等）與環境因素（機具材料與時間等資源的提供與限制）的確認，也是相當重要的研究課題。

3.研究的工具與方法

本研究發現範例與實作經驗會以個別及交互作用的方式，對科技創造力表現產生影響。後續研究如果能以結構方程式等，深入探討實作經驗及範例因素等對科技創造力表現的影響力與預測力，將更具價值。

再者，除了範例與實作經驗之外，是否有其他重要的影響因素，則可以透過質性的研究方法，對個案進行科技創作歷程與創意歷程的研究。尤其在創意認知與後設認知的部分，個體是否對造形、機能、結構、材料、機具、製程等事物，產生特別的注意或反應，都是值得深入探討的課題。尤其隨著科技的發展，新研究儀器的使用，也將為研究帶來新的視野，例如「眼球追蹤儀器」就被用以蒐集「平均掃視幅度大小」資料，來分析創造力相關特質（陳學志、彭淑玲、曾千芝、邱皓政，2008）。其他有關感官與腦神經等量測器材的工具研發，也將可用以蒐集更多個體在科技創作相關的生理與心理方面的資訊，定能對科技創造力的研究產生嶄新的貢獻。

誌謝

本研究承蒙國科會經費補助（計畫編號：NSC94-2511-S-003-019），謹表謝忱。

參考文獻

- 吳明隆、涂金堂 (2006)。SPSS 與統計應用分析。臺北市：五南。
- 吳明雄、許碧珊、饒達欽、簡明忠、陳建宏、張中一等 (2008)。高職學生技術創造力指標建構之研究。師大學報：教育類，53 (3)，67-93。
- 李乙明、李淑貞 (譯) (2005)。創造力 (R. J. Sternberg 主編，Handbook of creativity)。臺北市：五南。(原著出版於 1999 年)
- 李大偉、張玉山 (2000)。科技創造力的意涵與教學 (上)。生活科技教育，33 (9)，7-14。
- 沈翠蓮 (2005)。悠遊創意奇異國。師友，462，75-80。
- 林幸台、王木榮 (1994)。威廉斯創造力測驗。臺北市：心理。
- 林崇宏 (2003)。設計概論。臺北縣：全華。
- 洪久賢、洪榮昭、林麗娟、蔡長豔 (2007)。影響教師創意教學因素之研究－以綜合活動領域為例。師大學報：教育類，52 (2)，49-71。
- 洪榮昭 (2001)。創意設計教材編撰。2008 年 8 月 28 日，取自 <http://3q.creativity.edu.tw/teach/4/index.htm>
- 洪榮昭、許書務 (1998)。專題製作對科技創造力發展之影響分析－以多功能機器人製作為例。技術與職業教育學報，創刊號，169-181。
- 洪榮昭、康鳳梅、林展立 (2003)。傑出科技創作學童創造特質分析－以機器人競賽為例。師大學報：科學教育類，48 (2)，239-254。
- 張玉山 (2000)。科技創造力教學模式在國小自然與科技學習領域中的應用。載於花蓮師範學院 (主編)，教育理念與實踐 (pp. 57-92)。花蓮市：花蓮師範學院。
- 張玉山 (2001)。國小科技課程之教學設計方法。載於花蓮師範學院 (主編)，九年一貫課程的理念與實踐－自然與生活科技學習領域 (pp. 18-32)。花蓮市：花蓮師範學院。
- 張玉山 (2006)。創造力導向的網路化問題解決活動設計－生活科技課程的實例。生活科技教育，39 (5)，48-64。
- 陳學志、彭淑玲、曾千芝、邱皓政 (2008)。藉由眼動追蹤儀器探討平均掃視幅度大小與創造力之關係 [測驗與評量專刊]。教育心理學報，39，127-149。
- 傅學海 (2002)。創意教學與模組。科學教育，249，57-60。
- 葉玉珠 (2003)。科技創造力指導手冊。臺北市：心理。
- 詹焜能 (2003)。科學創意活動舉辦經驗分享：以一個國小為例。國教輔導，43 (2)，10-13。
- 劉大和 (2003)。默會知識。2004 年 1 月 13 日，取自 <http://home.kimo.com.tw/liutaho/20030301703.htm>

- 鄭英耀、莊雪華、顏嘉玲 (2008)。揭開創意教材的神秘面紗。師大學報：科學教育類，53 (1)，61-85。
- 黎文龍、黃國真 (2004)。以創思設計及製作競賽為例分析工程創造力。臺北科技大學學報，37 (1)，1-14。
- 蕭述三、吳俊祺 (2003)。技術創造力課程學習模組之發展、實證與評量—總計畫。行政院國科會委託研究。桃園縣：國立中央大學機械工程系。
- 魏炎順 (2001)。設計與製作創造思考問題解決教學模式探討。生活科技教育，34 (6)，8-19。
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, CO: Westview Press.
- Besemer, S. P., & O'Quin, K. (1987). Creative product analysis. In S. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research* (pp. 344-347). Buffalo, NY: Bearly Limited.
- Besemer, S. P., & O'Quin, K. (1993). Assessing creative products: Progress and potentials. In S. G. Isaksen (Ed.), *Nurturing and developing creativity: The emergence of a discipline* (pp. 331-349). Norwood, NJ: Ablex.
- Besemer, S. P., & Treffinger, D. (1981). Analysis of creative products: Review and synthesis. *Journal of Creative Behavior*, 15, 158-178.
- Christensen, B. T., & Schunn, C. D. (2007). The relationship of analogical distance to analogical function and preinventive structure: The case of engineering design. *Memory & Cognition*, 35(1), 29-38.
- Christensen, B. T., & Schunn, C. D. (2008). The role and impact of mental simulation in design. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 1-18.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Condoor, S. S., Brock, H. R., & Burger, C. P. (1993, June). *Innovation through early recognition of critical design parameters*. Paper presented at the meeting of the American Society for Engineering Education, Urbana, IL.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*. New York: HarperCollins.
- Gay, L. R. (1992). *Educational research: Competencies for analysis and application*. New York: Maxwell Macmillan International.
- Hall, D. J. (1996). The role of creativity within best practice manufacturing. *Technovation*, 16, 115-121.
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1988). The conditions of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 11-37). NY: Cambridge University Press.

- Howe, R. (1992). Uncovering the creative dimensions of computer-graphic design products. *Creativity Research Journal*, 5(3), 233-243.
- Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design Study*, 12, 3-11.
- Kaartinen, S., & Kumpulainen, K. (2002). Collaborative inquiry and the construction of explanation in the learning of science. *Learning and Instruction*, 12(2), 189-212.
- Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), 59-80.
- Leonard, M., Dalton, S., & McDonald, M. (2008). *Technology education curriculum guide grades 6-12*. Retrieved August 27, 2008, from <http://www.littletonpublicschools.net/Portals/0/Learning%2520Services/Technology%2520Education%2520Guide.pdf>
- Loveless, A. M. (2002). *Literature review in creativity, new technologies, and learning* (Rep. No. 4). Bristol, UK: NESTA Futurelab.
- Michael, K. Y. (2001). A comparison of students' product creativity using a computer simulation activity versus a hands-on activity in technology education. *Journal of Technology Education*, 13(1). Retrieved August 25, 2008, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v13n1/michael.html>
- Moo, S. N. (2000). *Teacher dispositions and classroom environments which support the teaching of creative and critical thinking skills*. Retrieved May 30, 2001, from <http://www.soe.ntu.edu.sg:8000/react/1997/2/2.html>
- Moss, J. (1966). *Measuring creative abilities in junior high school industrial arts*. Washington, DC: American Council on Industrial Arts Teacher Education.
- Mumford, M. D., Baughman, W. A., Maher, M. A., Costanza, D. P., & Supinski, E. P. (1997). Process-based measures of creative problem-solving skills, IV: Category combination. *Creat. Res. J.*, 10, 59-71.
- Neelakantan, S. (2004). *World business (A special report); Teaching tech: Why have so many Indian engineers succeeded around the world? The Indian Institutes of Technology may be one answer*. Retrieved August 28, 2008, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=700091751&sid=2&Fmt=3&clientId=28084&RQT=309&VName=PQD>
- Olson, D. W. (1973). *Tecno-l-o-gee*. Raleigh, NC: North Carolina University School of Education.
- Persaud, R. (2007). Why teaching creativity requires more than just producing more 'creativity'. *Thinking Skills and Creativity*, 2(1), 68-69.
- Peterson, R. E. (2002). Creativity and problem solving in technology education. *Technology Education Journal*, 4, 20-26. Retrieved August 14, 2008, from <http://www.tec.appstate.edu/te/>

- organizations/NCCTTEJournalVol5.pdf
- Plucker, J. A., & Runco, M. A. (1998). The death of creativity measurement has been greatly exaggerated: Current issues, recent advances, and future directions in creativity assessment. *Roepers Review*, 21(1), 36-39.
- Putnam, J., & Burke, J. B. (1992). *Organizing and managing classroom learning communities*. New York: McGraw-Hill.
- Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 144-161.
- Raizen, S. A., Sellwood, P., Todd, R. D., & Vickers, M. (1995). *Technology education in the classroom*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Rosencrance, L. (2000). *Innovators feted with Smithsonian Awards; Technology leaders presented awards for creativity that is benefiting society*. Retrieved August 14, 2008, from <http://www.accessmylibrary.com/article-1G1-62722734/innovators-feted-smithsonian-awards.html>
- Savage, E., & Sterry, L. (1990). *A conceptual framework for technology education*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Sawyer, J. M., Gasper, K. M., & Starczewski, C. E. (2007). *Oak middle school curriculum guide 2007-2008*. Retrieved August 27, 2008, from <http://www.shrewsbury-ma.gov/schools/Oak/PDF/curriculum07/OMSCurriculumHighlights0708.pdf>
- Stanish, B., & Fberle, B. (1997). *Be a problem-solver: A resource book for teaching creative problem-solving*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: Free Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). New York: Cambridge University Press.
- Vehar, J. (2004). *Innovation space exploration: Designing your optimal creative environment*. Retrieved August 28, 2008, from <http://www.creativity-portal.com/articles/jonathan-vehar/designing-creative-environments.html>
- Vissers, G., & Dankbaar, B. (2002). Creativity in multidisciplinary new product development teams. *Creativity and Innovation Management*, 11(1), 31-42.
- Ward, T. B. (1994). Structured imagination: The role of conceptual structure in exemplar generation. *Cognitive Psychology*, 27, 1-40.
- Ward, T. B. (2004). Cognition, creativity, and entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 19(2), 173-188.
- Ward, T. B. (2007). Creative cognition as a window on creativity. *Methods*, 42(1), 28-37.

Journal of Research in Education Sciences

2009, 54(4), 1-27

Effects of Exemplars and Hands-on Experiences on Technological Creativity of Junior High School Students

Yu-Shan Chang

Department of Institute Technology Education,
National Taiwan Normal University
Associate Professor

Ta-Wei Lee

Department of Industrial Engineering & Management,
Ching-Yun University
Professor

Kuang-Chao Yu

Department of Institute Technology Education,
National Taiwan Normal University
Professor

Ya-Ling Lin

YongHo Junior High School,
Taipei County
Teacher

Abstract

The purpose of this study was to discuss effects of exemplars and hands-on experiences on technological creativity of junior high school students. A quasi-experimental and two-factor research design was adapted to teaching experiment in Living-Technology curriculum. There were 231 junior high school students in Taipei county participating in this study. A product creativity scale, which included items of holistic view, subject matter, color design, styling design, material diversity, function design, and structure combination, was used to collect data. Results of this study indicated that significant creativity effects on styling design and function design caused by factors of hands-on experiences. Moreover, high creative and medium creative exemplars showed positive effects on holistic view, subject matter, color design, styling design, and function design. Nevertheless, there were interactive effects between hands-on experiences and creative exemplars on material diversity and structure combination.

Keywords: living-technology curriculum, technological creativity, hands-on experience, exemplar

