

國中生科技創意歷程與產品創意之關係研究

呂紹川

國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

摘要

本研究主要為探討科技創意歷程，包括作品規劃、設計分析、元件製作、組裝及功能測試五個階段，和產品創意之造型、材料及機能三個向度間的關係。研究對象為某國民中學 157 位七年級學生，男生 86 人，女生 71 人。透過教學活動，以學習單的方式紀錄學生之科技創意歷程，並分析學生在產品創意之表現。回收後的資料，以描述性統計、皮爾森積差相關、單因子變異數分析，探討其間的關聯及差異。主要研究結果包括：(1) 學生科技創意歷程表現愈好，產品創意得分愈高；(2) 科技創意歷程高分組在產品創意之總分及機能項目上，有較佳的表現；和 (3) 產品創意高分組在科技創意歷程各階段皆有較佳的表現。本研究針對研究結果提出建議，供未來研究及教學參考。

關鍵字：創意歷程、科技創意歷程、產品創意

Abstract

The study aimed at the correlations between the technology creativity process which consists of plan, analysis, manufacture, fabrication, test and the product creativity which consists of shape, material, and function.

Participants in the study are 157 junior high school students including 86 boys and 71 girls. The technology creative process is recorded by worksheets in the activity and then analyze the creativity in the products. By evaluating both of the worksheets and the product, the subsequent correlational analyses revealed that : (1) A positive correlation was statisticed between technology creativity process and product creativity. (2) The high-scored group in technology creativity process performed better on the function of the product creativity. (3) The high-scored group in product creativity performed better on every step of the technology creativity process. Based on the findings in this study, suggestions of instruction strategies are discussed as well.

Keywords : creativity process, technology creativity process, product creativity

壹、緒論

國中的生活科技課程，強調學生動手做，並在動手做的歷程中，學習及培養能力及科技素養。隨著時代的發展和需要，在課程活動中，讓學生能順利表達自己的創意，亦為生活科技課的教學目標。創意的理論和方法已有許多相關的研究，多指出創意無法明確且全面的定義，而使創意的評量方式皆基於心理學上較為主觀的判斷。

自 Rhodes (1961) 從相關文獻中歸納出下列四項與創意有關的面向，即 (1) 創造人 (person)；(2) 創造歷程 (process)；(3) 創造成果 (product)；和 (4) 創造環境 (place) (引自毛連塏、郭有通、陳龍安、林幸台，2000)。此定義成為研究創意的指標。對教育研究者而言，學生的創意人格特質和創意環境互相呼應，但是人格特質的變化和環境的營造，需較長時間觀察才能發覺其變化，因此將研究學生的創意歷程，並由產品創意的討論分析，協助學生培養創造力，在教學重要目標之一。

本研究擬在對相關文獻作出分析討論後，發掘科技創意歷程的模式，探討國中學生在科技創意歷程各階段的表現，如何影響其對產品創意的構思、製作和檢討；並從產品創意的角度探討學生作品創意呈現情況。並對科技創意歷程各階段中，學生的表現和產品之間的關聯進行分析；及探討在科技創意歷程中，高分組和低分組之間的不同得分，對產品創意的差異；最後提出建議，期對教師及學生的學習有所幫助。

本研究的研究目的包括以下三項：

- (一) 分析學生在科技創意歷程各階段表現，和產品創意各向度的相關情況。
- (二) 探討學生在科技創意歷程各階段表現，對產品創意造成之差異。
- (三) 探討學生在產品創意各向度表現，對科技創意歷程產生之差異。

貳、文獻探討

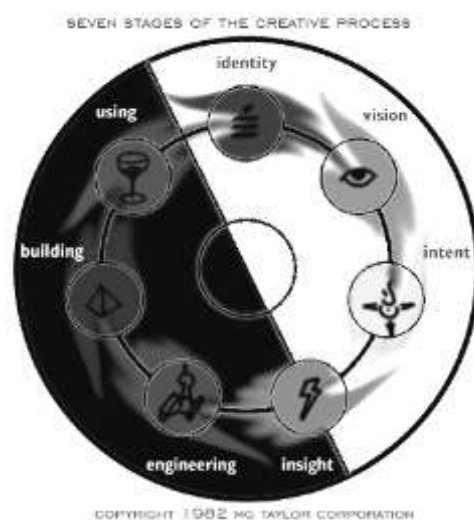
一、科技創意歷程的模式

創意歷程的步驟和定義根據不同學者的意見，有許多不同的看法。有關創意歷程之研究，創意由內在的歷程，延伸到外在的歷程，或加入更多可能影響創意的的外在因素，而形

成多元化的綜合理論，例如 Amabile (1983) 認為創造力不能只視為人格傾向或普通能力，而是人格特質、認知能力和社會環境的綜合 (引自毛連璽，2000)。

MG Taylor (1996) 公司在未出版的著作「Designing Creative Futures」定義了創意歷程的七個階段：

- Identity (定義問題)
- Vision (提出願景)
- Intent(注入熱情)
- Insight (深入了解)
- Engineering (製作元件)
- Building (成型作品)
- Using (測試應用)



圖一：創意歷程

資料來源：Taylor & Goring(1979)。引自 MG Taylor Co.(1996)

Mc Taylor 公司提出的七階段創意歷程，以問題發現和解決問題為兩大主軸，並以定義問題、提出願景、注入熱情、深入了解、元件製造、成型作品及測試應用為步驟，除了強調創意歷程是循環不止之外，更提出以每一階段為子系統，子系統亦可視為創意歷程的新起點，使歷程發展更趨於完善。相較於其他的創意歷程模式，Mc Taylor 公司所提出的模式，有以下幾點優點值得參考：

(一) 將前四個階段(發現問題、提出願景、注入熱情、深入了解)視為發現問題的部份,亦即產品創意的規劃及發想,有助於教學上的啟發。其中的深入了解,更是問題解決的關鍵。Sternberg 和 Lubart (1995)認為問題的發現是在於重新界定問題,轉換看事物的觀點與角度,才會有洞見(insight)(引自呂金燮等,2003)。

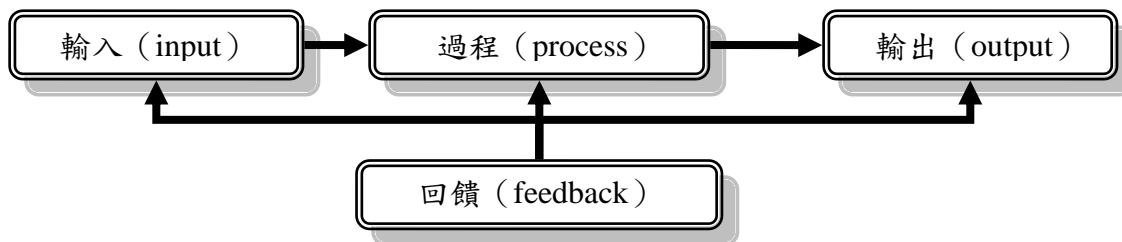
(二) 特別提出了將「願景」融入創意歷程的概念。Berkhout (2003)指出科技的願景(technological vision)映射出「可能空間」(possibility space)(引自 Vergragt & Brown, 2004)。願景能啟發人去描繪所需的自的及系統的需求(林超群,2007)。讓學生對作品有願景,同樣具有刺激學習動機的意義,同時在此模式下的願景是有計劃、有目的的,有益於學生在作品設計及製作時的規劃。

(三) 問題解決的部份以元件製造、成型作品及測試應用為基礎,強調新系統的建立,對於生活科技課而言,即強調了作品的產出,符合「動手做」的精神。

(四) 特別將製作程序分解為元件製作和組裝,每一個元件可視為模式中的子系統,每一個子系統亦為一個問題情境,可自成一個創意歷程的循環。此構想可以讓作品分析有更深入的可行情性探討。

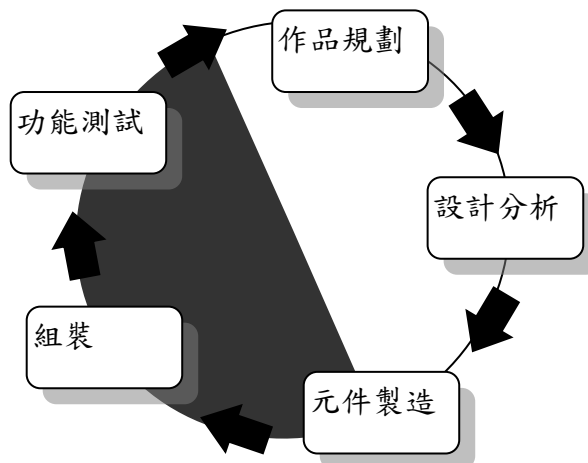
葉玉珠(2000)認為創造力乃是個體在特定領域中,產出一適當並具有原創性與價值性的產品的歷程(引自賴足菁,2006)。在生活科技的課程中,強調的是「科技的」創造力。科技創造力與一般創造力最大差異,在其獨特的創意想法需源於科學專門知識領域之上,創造出的產品價值就象徵著產業技術的創造力(洪榮昭,2001,引自何宜軒,2005)。李大偉、張玉山(2000)亦指出,科技創造力的內涵,不只是多種意念的提出,更要有工具操作及材料處理,最後也要有成果出現。

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，2002）。科技的泛用模式如圖二：



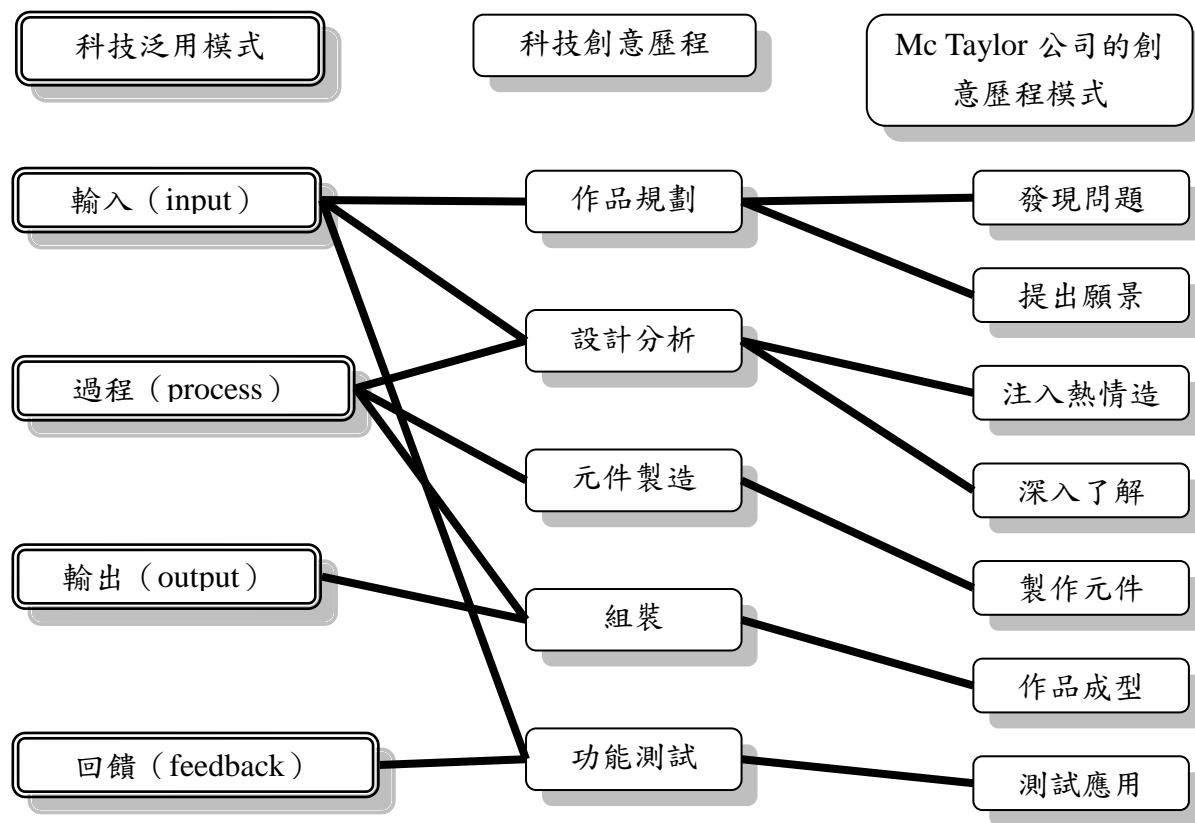
圖二：科技泛用模式

科技的創意歷程應包含上圖中各個環節，在教學活動中，科技創意歷程的呈現，代表學生能夠運用科技領域相關的知識與技能，透過創造思考方法引導得出多種概念與構想，並且加以執行以製作出實際成品的能力（朱益賢，2006）。根據上述的科技創意歷程模式的解譯，本研究採用 Mc Taylor 公司的七階段創意歷程模式。並將之合併縮減如圖三：



圖三：科技創意歷程

對應 Mc Taylor 公司的創意歷程模式架構，及科技泛用模式，本研究所之科技創意歷程和其二者對照如圖四：



圖四：科技創意歷程對照表 1

國中階段之科技泛指解決問題的方法與技術 (Knowhow)，科技創造力與創造力的不同之處在於前者兼重「概念的形成」和「實作能力」(朱益賢，2006)。在本研究中，科技創意歷程則是指，產品由概念發想到製作完成的過程，分為：作品規劃、設計分析、元件製作、組裝及功能測試五階段，以學習單的方記錄學生的表現。本研究採 Mc Taylor 公司提出之創意歷程為科技創意歷程之梗概。

作品規劃可視為張玉山 (2002) 的科技創意歷程中輸入的部份，也是作品創意的發想；設計分析可視為輸入，因為考量了作品的材料、造型、功能及可行性評估，同時設計分析也是過程的一部份，包含了設計的規劃、製作的方法；元件製造中讓學生將設計分解為每一個子作品，每一個子作品的製作都涉及了工具的使用、新問題的發現、解決及測試；組裝每一個子作品成為完整的作品，等同於過程，組裝後的產品可視為輸出；而功能測試可視為回饋，包括了功能測試、創意評量、結構、材料、造型的評分，並讓學生提出可改善的部份，從而成為新的科技創意歷程的起點。

二、產品創意

國中的生活科技課以產品實作為主，在界定學生的創意上，分析其製作之產品，為一重要的依據。創意的結果不一定指作品的呈現，但「創造力就如同一面別在公開產品上的徽章，而非只是個人內在歷程的名稱而已」（引自 Bailin, S., 1988）。藉由有創意的產品來顯示個人是否有創意，無疑是最有力的指標。

根據創意的 4P 之定義（Person, Product, Process, Place），產品可定義為：創造出的事物，可能是個創意構想（creative idea）、新設計、新產品、策略、或計畫（王思峰、黃家齊、鄭俐敏，2002）。吳靜吉（2003）則將產品的創意區分為一般性及教育上的產品。以國中階段的學生來說，具體的作品無疑是展現其創造力最佳的呈現。創造力包含流暢力（Fluency）、變通力（Flexibility）、獨創力（Originality）、精進力（Elaboration）等四個因素。學生可以透過不同的設計歷程，展現不同能力的表現，而獲得最有創意的產品。

產品創意的高低，評定向來是主觀的，Jackson 和 Messick（1965）認為創造的產品必須符合下列條件（引自邱皓政、葉玉珠、蔡明宏，1998）：

1. 在常模的脈絡中是不尋常的、恰當的，而且產生令人驚奇與滿足的效果；
2. 必須超越傳統的限制並產生新的型式，而不僅是改善舊有的事物；
3. 必須具有「創意壓縮（creative condensation）」的特性，即創意的產品應兼具簡單性與複雜性。

而 Besemer&O'Qin(1986)則提出了分析產品創意之矩陣(CPAM)，其中以三個面向：新奇(novelty)、解決(resolution)、精巧(elaboration and synthesis)。何宜軒（2005）在其研究中指出，產品創意除了兼具獨創性（不尋常的構想）、適用性（合乎實際需求）與美觀之外，還必須比先前的產品有可觀的進步之處，才能真正稱得上是一件好的創意產品。

而 Amabile（1983）對產品創意的要求則為：（1）產品需具有新奇和恰當（有用的、正確的、有價值的）之特性；（2）製做過程是啟發性（heuristic）的而非規則的（algorithmic）。所謂新奇即獨創（originality）（吳靜吉，2003）。獨創的產品同時需要考慮是否符合是否有用（是否能產品化）、有意義（是否符合任務需求）。在製做的過程中則強調非單一方式、非按步就班、問題解決方式不為唯一。

因此界定產品是否有創意時，最明顯的區分是評估是否有獨創性。Christiaans (2002) 研究指出，有創意的產品通常被期望是有原創性的，並且可以展現設計的價值（引自陳辰涓，2005）。對於生活科技課程作品獨創性的判別，必需兼顧產品本身及教育目的。

在本研究中，產品創意是根據新奇性及價值性，亦即產品的創意應兼顧創新及有用，以產品創意量表的三個向度：樣式、材質、機能的表現程度加以評估。參酌評分標準，由教師評定各向度之得分，其總得分愈高者則作品較有創意，反之亦然。

參、研究方法與實施

一、研究對象

本研究的研究對象為研究者任教之新北市立某國中七年級 167 位學生，男生 91 人，女生 76 人。考量班級建制及學校行政作業，無法隨機選取實驗研究對象。在實驗學校中以五個班級為研究對象。

二、研究工具

本研究的研究工具包括紀錄學生科技創意歷程的學習單、評鑑學生產品創意的量表、根據科技創意歷程模式設計之教學活動。說明如下。

（一）學習單

學習單共計四張六頁，分別在第一週、第二週、第三週及第六週使用。依照所修訂之科技創意歷程模式，紀錄學生作品規劃、設計分析、元件製造、組裝（合併為製作組裝）及功能測試五個學習歷程。學生的科技創意歷程分數將和產品創意評分表互相對照分析。學習單如附件。學習單和科技創意歷程各階段對應的目標如表 1：

表 1 科技創意歷程-學習單對照表

編號	對應歷程	階段創意歷程內涵	學習單
----	------	----------	-----

1	作品規劃	讓學生從觀察中發掘問題，並能剖析情境，從創意聯想中，挑出最可行、最獨特的方案加以製作。	鉛筆容器的聯想
2	設計分析	能將作品以子系統的概念，分解為零件加以評估，對製作過程及可行性加以討論。	鉛筆容器的製作 規劃
3	製作組裝	紀錄製作過程中所遭遇的問題和解決方式，培養實際的問題解決能力。	鉛筆容器的製作 紀錄
4	功能測試	讓學生客觀分析作品的優劣，並提出合理的改善方式。	鉛筆容器的製作 評鑑

計分方式以 Mc Taylor 的創意歷程各階段說明為依據，依專家評分採五等第評分。以五分最高，一分最低。學生各項表現情況由五個分數代表，分數越高者，表示學生在該類型科技創意歷程表現越好。學習單評分項目共分四部份：「作品規劃」10 題、「設計分析」5 題、「製作組裝」6 題、「功能測試」4 題。評分項目對應如下表 2：

表 2 科技創意歷程各階段評分表

學習單	評分重點	科技創意歷程階段
一	1.能發掘多樣的問題	作品規劃： 能對新產品的構思和畫出設計圖，以模擬產品將來的外觀、功能、材質特徵。 能對現有產品的問題，做多方面的觀察，以找出新產品可以衍伸的方向，並能指出新舊產品之間的差異。
	2.能發掘有意義的問題	
	3.使用實用的材質	
	4.外觀特別	
	5.外觀精美	
	6.功能新奇	
	7.功能實用	
	8.能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有意義的）	

	9.能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有創意的）	
	10.設計圖的呈現	
二	1.能指出元件所需材料	設計分析：
	2.能說明元件的目的	能針對設計圖做出細部的分析和討論。即能將
	3.能適當說明加工方式	產品各元件提出規劃。
	4.對元件做出評估	能對願景做出評估、修正，使願景的可行性增
	5.願景可行性分析	加。
三	1.能指出有問題之元件	元件製作及組裝：
	2.發現有意義的製作問題	
	3.能清楚說明問題	
	4.問題解決方式	
	5.問題解決方式恰當	
	6.問題解決方式有創意	
四	1.自評分數合理	功能測試：
	2.自評理由合理	藉由自評的說明呈現產品創意。而產品完成
	3.能發掘有意義的新問題	後，對新產品的問題和改善方案也會隨之提
	4.能清楚描敘述新問題	出，使科技創意歷程再次循環。

學習單內容係依據 Mc Taylor 公司的創意歷程模式架構，和本研究之科技創意歷程逐項建立，具有理論上的內容效度及因素結構。初稿並已請兩位教授及三位資深生科教師共五位學者專家審視並修改，以建立專家效度。經過預試後，回收 33 份學習單，由三位生活科技課教師評分。

預試評分結果經加總三位評分者之評分後，由 SPSS 第 15 版計算得評分者信度，由表 3 中可以得知，三位評分者在各學習單，科技創意歷程表現評分上，都有高度相關，顯示三位評分者在得分上有相當的一致性。

表 3 預試評分者分數相關

	評者 1-2	評分者 1-3	評分者 2-3
學習單 1	.805	.826	.856
學習單 2	.737	.711	.710
學習單 3	.817	.830	.788
學習單 4	.626	.658	.550
總分	.853	.852	.859

(二) 鉛筆容器創作量表

本量表修改自「木工作品創作創新程度評量表」，並針對研究所需對內容有所調整。產品創意的評分，根據李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒及劉罄儀（2006）在「不同範例展示及實作經驗對國中生技術創造力的影響」報告中指出：

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 1.獨特的；2.有效用的；3.結合獨特的及有效用的…在該理論中，包含新奇面向（Novelty，原創的、啟始的，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，具美感的成份、美化的功能）等三個面向（Peterson, 2002）。

本研究將產品創意評分亦同樣以「新奇與原創、實用與價值」兩個方面為依據，做為修改之評分表之評分參考。

產品創意評量表的項目以樣式、材質、結構三個面向，評定整體評分、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，採用五等第計分，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，總分越高表示該作品具有較高的創意表現。

(三) 教學活動設計

Amiable (1983) 曾指出，創意教學活動的選擇，有三個基本的條件：(1) 活動要以產品為導向；(2) 產品要具備可觀察到的特質；和 (3) 要合於社會心理學的基礎。同時 Amiable 也指出創意產品的製作的三個基本的面向：(1) 創意相關的；(2) 技術相關的；和 (3) 動機相關的。

因此本研究之實驗教學活動，依 Mc Taylor 的創意歷程模式，及 Amiable (1983) 之活動要求設計，以製作「創意鉛筆容器」為主題，並依照各階段的目的設定所需的目標。活動時間共計六週，前三週為準備部份，後三週為實做部份。

教學活動設計之主題為「創意鉛筆容器」，主要的活動為產品設計及作品的產出，符合本研究中科技創意歷程，及產品創意要求。教學活動設計已委請兩位大學教授及兩位資深生活科技教師審查並修改，因此活動亦具專家效度。

五、資料處理

本研究先剔除無法辨識或填答不完整的無效量表，再各項分數輸入電腦，以 SPSS 15 的統計軟體進行統計。說明如下：

- 1.以 Pearson 相關分析國中生的創意歷程分項表現與分項產品創意的相關情形。
- 2.以 ANOVA 探討科技創意歷程表現的高低分組，在產品創意分數上是否有差異。
- 3.以 ANOVA 探討產品創意表現的高低分組，在科技創意歷程分數上是否有差異。

肆、資料分析與討論

一、科技創意歷程與產品創意之相關情況

由表 4 的相關性比較發現，材料和各階段創意歷程相關係數較高（ $r=.314$ 、 $r=.293$ 、 $r=.342$ 、 $r=.327$ ），顯示在整個創意歷程的表現中，學生思考的方向是以材料的選用、取得、製作、加工方式為主要考量。選擇合宜材料，對科技創意歷程的表現有較多的影響。

表 4 科技創意歷程-產品創意相關統計

		整體評分	造形	材料	機能	產品總分
	Pearson 相關	.203*	.235**	.314**	.281**	.318**
作品規劃	顯著性	.026	.010	.000	.002	.000
	個數	120	120	120	120	120
	Pearson 相關	.215*	.202*	.293**	.202*	.277**
設計分析	顯著性	.019	.027	.001	.027	.002
	個數	120	120	120	120	120
	Pearson 相關	.290**	.260**	.342**	.229*	.337**
製作組裝	顯著性	.002	.005	.000	.014	.000
	個數	115	115	115	115	115
	Pearson 相關	.280**	.295**	.327**	.254**	.353**
功能測試	顯著性	.002	.001	.000	.005	.000
	個數	114	114	114	114	114
	Pearson 相關	.243**	.294**	.343**	.232**	.335**
總分	顯著性	.007	.001	.000	.010	.000
	個數	122	122	122	122	122

** $p < .01$ (2-tailed) .

二、產品創意對科技創意歷程之差異情況

為進一步比較科技創意歷程及產品創意之間的差異，並對樣本全體做分析討論，使用單因子變異數分析 (one-way ANOVA) 之方式，依陳建廷 (2006)「國一學生一元一次方程解題歷程之研究」中之分組，以產品創意之分數，將全部樣本前後各取 27% 分為高分組 (組 1)、低分組 (組 3)，而其餘的 46% 的學生為中間組 (組 2)；各組人數為 42 人、42 人及 72 人，必要時並以 scheffe 法作法事後分析。

由表 5 可以發現，以產品創意得分分組後，在各階段的科技創意歷程之得分有顯著差異，而根據事後分析結果，高分組和其他各組的平均得分皆達顯著水準。在科技創意歷程總分的表現上，三組組間都有顯著差異。

表 5 科技創意歷程單因子變異數分析

		平方和	df	平均平方	F	事後分析
	組間	1037.521	2	518.760	11.448*	1>2
作品規劃	組內	6615.919	146	45.315		1>3
	全部	7653.439	148			
	組間	307.730	2	153.865	9.994*	1>2
設計分析	組內	2201.597	143	15.396		1>3
	全部	2509.327	145			
	組間	563.559	2	281.780	13.141*	1>2
製作組裝	組內	2937.687	137	21.443		1>3
	全部	3501.247	139			
	組間	226.769	2	113.384	12.049*	1>2
功能測試	組內	1270.365	135	9.410		1>3
	全部	1497.134	137			
	組間	10865.920	2	5432.960	19.922*	1>2
總分	組內	40361.529	148	272.713		1>3
	全部	51227.450	150			2>3

* $p < .05$

以產品創意之造形、材料、機能向度得分分組後，同樣取前後各 27%及中間 46%分為三組，對科技創意歷程各階段得分，做單因子變異數分析。無論是在那一個向度的結果上，統計結果都顯示學生在科技創意歷程各階段的表現平均分數有顯著的差異。

表 6 科技創意歷程以造型得分分組單因子變異數分析

		平方和	df	平均平方	F	事後分析
作品規劃	組間	611.971	2	305.985	6.344*	1>3
	組內	7041.468	146	48.229		
	全部	7653.439	148			
設計分析	組間	193.259	2	96.629	5.966*	1>3
	組內	2316.068	143	16.196		
	全部	2509.327	145			
製作組裝	組間	424.173	2	212.087	9.443*	1>3
	組內	3077.074	137	22.460		2>3
	全部	3501.247	139			
功能測試	組間	355.363	2	177.681	21.009*	1>3
	組內	1141.771	135	8.458		2>3
	全部	1497.134	137			
總分	組間	8961.238	2	4480.619	15.689*	1>2
	組內	42266.212	148	285.583		1>3
	全部	51227.450	150			2>3

* $p < .05$

表 7 科技創意歷程以材料得分分組單因子變異數分析

		平方和	df	平均平方	F	事後分析
作品規劃	組間	1013.357	2	506.679	11.141*	1>2
	組內	6640.082	146	45.480		1>3
	全部	7653.439	148			
設計分析	組間	304.847	2	152.424	9.887*	1>2
	組內	2204.480	143	15.416		1>3
	全部	2509.327	145			

	組間	576.224	2	288.112	13.494*	1>2
製作組裝	組內	2925.023	137	21.351		1>3
	全部	3501.247	139			
	<hr/>					
	組間	213.239	2	106.620	11.211*	1>2
功能測試	組內	1283.895	135	9.510		1>3
	全部	1497.134	137			2>3
	<hr/>					
	組間	8666.103	2	4333.052	15.067	1>2
總分	組內	42561.346	148	287.577		1>3
	全部	51227.450	150			
	<hr/>					

* p<.05

表 8 科技創意歷程以機能得分分組單因子變異數分析

		平方和	df	平均平方	F	事後分析
	組間	695.049	2	347.524	7.292*	1>3
作品規劃	組內	6958.390	146	47.660		
	全部	7653.439	148			
	<hr/>					
	組間	183.211	2	91.606	5.632*	1>3
設計分析	組內	2326.116	143	16.267		
	全部	2509.327	145			
	<hr/>					
	組間	280.722	2	140.361	5.971*	1>3
製作組裝	組內	3220.525	137	23.507		2>3
	全部	3501.247	139			
	<hr/>					
	組間	235.330	2	117.665	12.589*	1>3
功能測試	組內	1261.804	135	9.347		2>3
	全部	1497.134	137			
	<hr/>					
	組間	6646.672	2	3323.336	11.033	1>3
總分	組內	44580.777	148	301.221		2>3
	全部	51227.450	150			
	<hr/>					

* p<.05

由表 6、7、8 之分析，可以推論學生的產品創意表現較佳者，來自較佳的科技創意歷程表現。無論是由造型、材料或機能的角度觀之，好的作品通常皆需要好的科技創意歷程支持。

三、科技創意歷程對產品創意之差異情況

以科技創意歷程總分分組，依次取前 27% 的人數為高分組（組 1）、46% 的人數為中間組（組 2）及後 27% 的人數為低分組（組 3），並以 scheffe 法作事後分析（post hoc）。

由表 9 結果發現，在產品創意各向度之 ANOVA 分析中，只有機能得分和總分達顯著差異。即科技創意歷程之高低分，無法說明產品創意中，造型和材料高低分是否有差別。研究者推論，此一組間無顯著差異之原因，可能是因為七年級學生對造型的變化，仍受限於日常生活經驗中所觀察到之鉛筆容器形象，以致於造型的變化大都揭限於圓柱形或長方形；而材料的部份也受限於對材料的認識及考量可行性，大部分的學生是以不織布或以巴爾沙木為主要材料。

而從事後比較分析之結果觀察產品創意各向度，高分組和低分組在機能及總分達顯著差異（ $F=3.454$ ， $F=3.320$ ， $p<.05$ ）。

表 9 產品創意單因子變異數分析

		平方和	Df	平均平方	F	事後分析
造型	組間	9.789	2	4.894	2.074	
	組內	290.211	123	2.359		
	全部	300.000	125			
材料	組間	9.717	2	4.858	2.394	
	組內	249.561	123	2.029		
	全部	259.278	125			
機能	組間	16.494	2	8.247	3.454*	1>3
	組內	293.665	123	2.388		
	全部	310.159	125			
總分	組間	318.769	2	159.384	3.320*	1>3
	組內	5905.366	123	48.011		
	全部	6224.135	125			

* $p<.05$

以作品規劃之得分，依高分組、中間組及低分組分析，由表 10 之結果顯示，在造型、材料、機能及總分皆達顯著水準（ $F=3.005$ ， $F=4.222$ ， $F=3.789$ ， $F=4.491$ ， $p<.05$ ）。經事後分析比較，高分組得分皆和低分組有顯著差異。

表 10 產品創意以作品規劃得分分組單因子變異數分析

		平方和	Df	平均平方	F	事後分析
造型	組間	13.975	2	6.988	3.005*	1>3
	組內	286.025	123	2.325		
	全部	300.000	125			
材料	組間	16.656	2	8.328	4.222*	1>3
	組內	242.622	123	1.973		
	全部	259.278	125			
機能	組間	17.999	2	8.999	3.789*	1>3
	組內	292.160	123	2.375		
	全部	310.159	125			
總分	組間	462.860	2	231.430	4.941*	1>3
	組內	5761.275	123	46.840		
	全部	6224.135	125			

* $p<.05$

以設計分析之得分，分高分組、中間組及低分組分析，由表 11 之結果顯示，除了造型、機能得分外，材料及總分皆達顯著水準。經事後比較分析，在機能及總分的差異發生在高分組及低分組間。由於設計分析階段主要目的為評估可行性，統計結果顯示，學生在評估可行性的表現上並未有明顯的差異，除了可能是因為對評估的方式不熟悉，造成造型、機能平均分數未達顯著差異的原因，推論也可能是因為學生對加工工具及知識的不足，使得評估可行性的過程重心都放在材料的取得及加工方式上。使造型牽就材料加工，

也因加工方式的難易考量，使機能表現多以外加現有設備（如：手錶、手電筒），或簡化機能（如：增加分隔）為主。

表 11 產品創意以設計分析得分分組單因子變異數分析

		平方和	Df	平均平方	F	事後分析
造型	組間	13.493	2	6.746	2.896	
	組內	286.507	123	2.329		
	全部	300.000	125			
材料	組間	15.048	2	7.524	3.789*	1>3
	組內	244.229	123	1.986		
	全部	259.278	125			
機能	組間	6.214	2	3.107	1.257	
	組內	303.945	123	2.471		
	全部	310.159	125			
總分	組間	379.843	2	189.922	3.997*	1>3
	組內	5844.292	123	47.515		
	全部	6224.135	125			

* $p < .05$

以製作組裝之得分，分高分組、中間組及低分組分析，由表 12 之結果顯示，除造型得分外，各向度之表現皆達顯著水準。經事後比較分析，高分組和其他組在材料、機能及總分上皆有顯著的差異，顯示高分組之表現明顯較佳。製作組裝階段之目的為實際製作及發現製作問題並提出解決，推論造型得分未達顯著水準之原因，可能學生在製作時的問題以材料加工及機能呈現為主。

表 12 產品創意以製作組裝得分分組單因子變異數分析

		平方和	Df	平均平方	F	事後分析
造型	組間	14.664	2	7.332	3.161	
	組內	285.336	123	2.320		
	全部	300.000	125			
材料	組間	23.558	2	11.779	6.146*	1>2
	組內	235.719	123	1.916		1>3
	全部	259.278	125			
機能	組間	25.011	2	12.506	5.394*	1>2
	組內	285.148	123	2.318		1>3
	全部	310.159	125			
總分	組間	639.645	2	319.823	7.044*	1>2
	組內	5584.490	123	45.402		1>3
	全部	6224.135	125			

* $p < .05$

以功能測試之得分，分高分組、中間組及低分組分析，由表 13 之結果顯示，各向度之平均分數皆未達顯著差異。由於功能測試階段為提出自評及改善，在無後續活動及成績考量的情況下，推論學生可能多半為求好成績，對自評分數太具信心；或對自評理由太過籠統；對可改善之處的提出，也流於應付或太過含糊，使得對各向度的改善皆未能有效提出建議。

表 13 產品創意以機能測試得分分組單因子變異數分析

		平方和	df	平均平方	F	事後分析
造型	組間	8.345	2	4.173	1.760	
	組內	291.655	123	2.371		
	全部	300.000	125			
材料	組間	.583	2	.291	.139	
	組內	258.695	123	2.103		
	全部	259.278	125			
機能	組間	2.060	2	1.030	.411	
	組內	308.098	123	2.505		
	全部	310.159	125			
總分	組間	83.265	2	41.633	.834	
	組內	6140.870	123	49.926		
	全部	6224.135	125			

* $p < .05$

四、綜合討論

綜合前述資料統計分析結果論，提出討論如下：

(一) 科技創意歷程各階段表現和產品創意相關

本研究之科技創意歷程中，作品規劃、設計分析、製作組裝、功能測試各階段和產品創意有相關。但相關不高。高靖岳(2012)的研究亦指出學生的科技創意歷程和科技創造力表現相關程度低。

由教學活動中可發現，學生在歷程中的表現可能受限於產品創意中造型設計、材料認知、機能表現的相關知識，使科技創意歷程在規劃時大都只能想到圓柱狀的或方形之鉛筆

容器；材料上也大都選擇不織布或巴爾沙木等材料；機能上則絕大多數的學生都將重心放在增加容量或分隔層，或耐摔、防水上；大部分學生對於產品的設計看法都很接近。

研究統計結果顯示，科技創意歷程和產品創意兩者之間，有一定的相關性。對照 Wallas (1926) (引自 Plsek, 1996) 提出之創意歷程模式，準備期的目的為定義議題、觀察及研究；作品規劃則為對新產品的構思，及對現有產品的問題，做多方面的觀察。作品規劃讓學生在發現問題及製作上，展現其對產品的洞察力，科技歷程的設計與製作首重洞察力的培養 (魏炎順, 2005)，這種產品設計與規劃的洞察力，往往也會著重在一種設計師的直覺洞察 (Jang, Yoon, Lee, & Kim, 2009)。

(二) 科技創意歷程高低分組在產品創意之機能及總分上有顯著差異

科技創意歷程總分的高低分組，在產品創意各向度之差異性分析中，造型和材料部份並未達到顯著水準；在機能部份則達顯著水準 ($F=3.454, p<.05$)，經事後比較分析，其中高分組和低分組之平均分數有顯著差異。科技創意歷程總分的高低分組，對產品創意之總分差異性亦達顯著水準 ($F=3.320, p<.05$)，經事後比較分析，高分組高於低分組。蕭錫錡、張仁家和黃金益 (2000) 在其研究中所指出：「學生在創意構想設計思考點中，對於「產品的功能」、「構造」、「操作方法」及「物品的新用途」等四項反應次數較高」，和本研究之結果相同。

Ashby 在「Material selection」指出：功能決定了材料及造型，而材料影響了製作的過程，造型則依賴材料的加工過程 (2005, 引自 Chang & Tomovic, 2006)。柯景耀 (2005) 的「創造性問題解決模式於產品設計教學應用之研究」論文中指出，不論是實驗組或是控制組，在設計上多以功能決定造型。侯旭峰 (2003) 的研究指出：傑出科技創作學童在作品創新部分所注重的部分，以結構創新是團隊主要努力部分，而外型的創新則是最後努力的部分。由上述研究可得知，機能創意的設計，往往是整個產品創新設計的重點。

若以作品規劃得分分組，高分組和低分組在造型、材料及機能上皆達顯著水準；以設計分析得分分組，高分組和低分組在材料上達顯著水準；以製作組裝得分分組，高分組和低分組、高分組和中間組在材料及機能上達顯著水準；以功能測試得分分組，則各組皆未達顯著水準。

(三) 產品創意高低分組在科技創意歷程表現有顯著差異

在各階段的科技創意歷程中，高分組在作品規劃、設計分析、製作組裝、功能測試各階段及總分和其他各組的得分有顯著差異（ $F=11.448$ 、 $F=9.994$ 、 $F=13.141$ 、 $F=12.049$ 、 $F=19.922$ ， $p<.05$ ）。根據統計結果，產品創意得分高分組的學生，在科技創意歷程的表現顯著優於其他二組的同學。

產品創意表現中間組及低分組之學生，在科技創意歷程表現未達顯著差異，推論或許是學生在製作時，多以互相觀摩其他同學的作品為主，Beghetto(2005)指出，教師以「做出成品」的評量方式，或許影響了學生的動機，間接使學生的製做目的有了不同的取捨。表示光是評量作品僅能評出學生科技創造力的一部份，因此也要在「歷程」中進行形成性評量（林彥志、朱益賢，2006）。因此多元評量的應用，在科技教育的教學活動上是相當必要的。

伍、結論與建議

一、研究結論

(一) 學生科技創意歷程表現愈好，產品創意得分愈高

研究統計結果顯示，科技創意歷程和產品創意有中度的相關。由科技創意歷程高低分組在產品創意上之比較，高分組和低分組在機能及總分得分有顯著差異。

學生在科技創意歷程各階段的表現愈嚴謹、愈完整，其在產品創意的表現愈佳。相關統計結果亦說明作品規劃和產品創意有較高之相關性，其中作品規劃高低分組在產品創意各向度之得分皆有顯著差異。

(二) 科技創意歷程高分組在產品創意之總分及機能項目上，有較佳的表現

科技創意歷程和產品創意之總分有較高的相關，趙偉順(2011)的研究亦指出，國中生科技創作表現的現況以整體評分最佳。高低分組間，在產品創意表現之造形及材料上，未達顯著水準，在機能及總分上則達顯著水準。統計結果顯示，透過科技創意歷程，學生在機能的得分上有顯著的差異。由差異性的分析結果也顯示，學生的科技創意歷程的設計重心，是放在產品機能(結構機能及外加機能)上，顯示學生作品以達成目的，即產品的機能，較優先，張育楨(2008)的研究也指出，國中生的科技問題解決品質以「目的性」表現最佳。而在科技創意歷程表現較佳的學生，才能在機能創意設計上面，有較佳的成果。

(三) 產品創意高分組在科技創意歷程各階段皆有較佳的表現

本研究統計結果顯示，產品創意高低分組間，在科技創意歷程各階段表現之平均分數差異達顯著水準，顯示表現較佳的產品創意通常來自於各階段表現較佳的科技創意歷程。

二、教學上的建議

依據研究發現、研究結論及教學活動實施過程中之觀察，提出教學建議如下。

(一) 教學上宜將產品創意的三個向度做出適當的限制

根據研究結論，科技創意歷程和產品創意有中度相關，可能是七年級的學生實作能力及相關知識不足，影響其科技創意歷程及產品創意之表現。由於研究中並未對造型、材料、機能做出額外的限制，使學生產品大多集中在造形變化上。教學上建議生活科技科教師不妨一次只針對一個向度做出教學活動設計，讓學生更有餘力，專注在一個面向，使科技創意歷程之設計分析、製作過程之問題解決、產品創意之多樣化，有更為深入之表現，並使科技創意歷程及產品創意彼此間有較佳的相關。

(二) 創意的表現有賴實作能力之培養

研究顯示學生在科技創意歷程和產品創意表現上，最大的困難是實作能力不足，Atkinson (1999) 在其研究中也指出，學生的點子，當需要透過製造的階段來完成時，常會受限於學生自身科技和手工製作之能力。因此在促使學生有好的創意表現，或應用教學創意思考技能之同時，若能增進學生專業知識及能力的訓練，例如手工具之操作、機具之認識、接裝及成型技巧之練習等，亦可與創意表現有相輔相成之效果。

國中生在學習科技課程時，特別是對於需要動手實作之教學活動，需要輔助以相關技能。除了相關的知識，技術面之能力亦同樣的重要。林彥志及朱益賢 (2006) 也曾提出相關論述：

首先應該先針對基礎專業知能中的工具操作、工具介紹、材料特性和材料加工方法進行介紹和基礎實作練習，使學生對材料和工具有一定程度的了解後，才能讓學生在創思過程中有能力分析問題並且綜合應用所學。

其中便指出在實施科技課程時，實作經驗的重要性。相關研究也指出，學生解釋整個活動是讓人興奮的，但在製做過程中因為對害怕使用工具，而使樂趣減少；而這會導致對活動的興趣降低且難以克服 (Davies, 2000)。Boston Consulting Group 亦曾做出結論：「創造過程最後最大的挑戰是執行，而非創新」(Mahle, 2007)，因此在學生已養成基本的工具使用能力，及相關知識的備全，才能更盡情地發揮科技創造力。

另外對於創造思考能力之培養也應更落實於生活科技教育之中，嘗試及錯誤是設計歷程的一部分，而設計歷程只能由設計師啟發性的知識加以改良 (Hardaker & Fozzard, 1997)。因此讓學生在課程活動中能熟悉各種創意思考的技術，則能對其科技創意歷程及產品創意表現上，有較開闊的思維。

而生活科技課以「動手做」為其主要課程特色，更應讓學生在動手之餘，對工具的使用有基本的認識，並能廣泛的了解各種工具使用時機及目的，能針對工作目的，適切地選

擇合宜的工具，進而發現更深入的製作問題並尋求解決，以對生活科技內涵有較為透徹之認識。

(三) 科技創意歷程之順序不應成為達成產品創意之限制

產品設計對今日教學上的問題之一為：學生傾向於破壞既定好的歷程模式 (Flowers, 1998)。在科技創意歷程的表現中，教師往往要求學生就已設定好的步驟進行活動，而學生也為達到教師要求而改變了本身的思考方式 (Hennessey & McCormick, 1994, 引自 Williams, P. J., 2000)。觀察學生之科技創意歷程，部份學生在作品規劃階段並無繪製設計圖，部份學生對於元件分析的描述不盡完備；或為了提出問題解決寫了無關緊要之問題，或為了評估元件而做出非必要的分析，但結果大都仍能完成作品。顯示了學生對科技創意歷程和產品製作本身即有一定的思考和製作模式，教師所提供之方法和步驟應是協助其發揮創意的路徑之一，而不應為唯一。

三、後續研究建議

(一) 建立科技創意歷程評分參考

多元評量是現今教育的趨勢，而歷程的評量除了可展現學生創意表現，也可代表學生在學習過程中所付出的努力。本研究雖以專家評分的方式進行預試，但專家間的共識不足，或評分標準的歧異，都可能在研究中造成過多的誤差。建議後續相關的研究，能針對學生的回答方式及內容，建立評分參考的依據，並擴大樣本的背景，使科技創意歷程的評量有更明確的參照，做為日後相關研究的依據。

(二) 研究工具的改進

本研究在研究工具方面，採用自行編製之科技創意歷程評分表，產品創意為改編「木工作品創作創新程度評量表」，同時研究亦並未對研究對象之態度、動機、環境、背景等因素做探討。在「創意中學生在學校中的經驗」研究中指出，創意產品受社會影響甚多 (Spooner、Marc, 2002)。而 Denton (2005) 在其研究結論中指出，設計能力最強的學生，

在就學前就已有較深的動機。今後研究建議採用多種研究與資料蒐集工具（情境式科技創造力測驗、構想創意評量表等），以增加研究數據的多樣化及準確性。

科技創意歷程雖和產品創意互有影響，但在本研究中只採檔案評量之形式，以學習單紀錄學生表現。彭森明（1996）年指出實作評量的缺點之一，即是實施和評分的时间較長。在本研究中使用檔案評量的方式對學生科技創意歷程加以評分，其過程耗時甚鉅。教學應用上，由於生活科技科教師任教班級相對較多，若有意為之，應對檔案內容有更謹慎的規劃；而學生對問題內容多樣化的回答，更考驗教師的專業，同時也容易造成評分上的誤差，對於利用限制回答方向之選擇題方式，或開放式之問答，教師在編製檔案時都應有所考量，使學生在歷程及產品創意表現之關係更加緊密。

（三）以不同的科技創意歷程起點之後續研究

科技創造力的培養與提升不是短時間可以達成的，需透過長時間的訓練才能看到顯著的效果。本研究由於時間與人力的限制，研究時間前後約八週，對於學生科技創意歷程的表現和產品創意表現所得之數據較不周全。而且並未對學生提出的產品改善，再進行科技創意歷程對產品創意進一步之研究。在今後的研究，可規劃較長期的時程，或以產品創意的檢討為起點，以提高研究結果的準確性，並得到其他更廣泛的推論。

參考文獻

- 王思峰、黃家齊、鄭俐敏 (2002)。團隊知識轉換與知識創造的實驗研究：知識螺旋理論的驗證。**管理與系統**，9(1)，29-60。
- 毛連塏、郭有通、陳龍安、林幸台 (2000)。創造力研究。台北：心理。
- 朱益賢 (2006)。從科技素養到科技創造力。生活科技教育月刊，39(8)，1-2。
- 李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒、劉罄儀 (2006)。不同範例展示及實作經驗對國中生技術創造力的影響。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 (94-2511-S-003-019)。台北：國立台灣師範大學工業科技教育學系。
- 李大偉、張玉山 (2000)。科技創造力的意涵與教學 (上)。生活科技教育月刊，33(9)，9-16。
- 呂金燮、李乙明、鄒韻淇、陳偉仁、黃楷茹、黃珮琇、楊翠凌、黃文玟、陳彥瑋、吳青陵、梁靜琴、王小萍、黃楨芬 (2003)。「問題本位學習模式」資優教師創意教學行動研究。教育部委託專案報告。台北：國立臺北師範學院特殊教育學系。
- 邱皓政、葉玉珠、蔡明宏 (1998, 12)。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。
- 何宜軒 (2005)。透過網路化創造性問題解決教學活動以培養國中學生科技創造力之研究。國立台灣師範大學工業科技教育系碩士論文，未出版，台北。
- 林彥志、朱益賢 (2006)。從生活科技製造領域教材分析探討科技創造力的啟發。生活科技教育，39(8)，29-42。
- 吳靜吉 (2003)。創造力的評量-4P 觀點。2008 年 10 月 10 日，取自 http://3q.creativity.edu.tw/modules/newbb/viewtopic.php?topic_id=12321&forum=51
- 林超群 (2007)。願景導向之創新產品設計。國立成功大學工業設計學系博士論文，未出版，台南。
- 侯旭峰 (2003)。傑出科技創作學童點子發想之研究。國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 陳辰洧 (2005)。創意、設計與科技。生活科技教育，38(8)，57-72。

- 陳建廷 (2006)。國一學生一元一次方程解題歷程之研究。國立中山大學碩士論文。全國碩博士論文資訊網，095NSYS5331003。
- 張玉山 (2002)。虛擬團隊之創造力研究-以師院勞作課程為例。國立台灣師範大學工業科技教育研究所博士論文，未出版，台北。
- 彭森明 (1996)。實作評量理論與實際。教育資料與研究，9，44-48。
- 賴足菁 (2006)。Amabile 創造力成分模式與共識評量技術之驗證—以國小五年級繪畫為例。國立中山大學碩士論文，未出版，高雄。
- 魏炎順 (2005)。解構與科技創造力的實現。生活科技教育，38(5)，2-9。
- 柯景耀 (2005)。創造性問題解決模式於產品設計教學應用之研究。台灣師範大學工業科技教育系碩士論文，未出版，台北。
- 蕭錫錡、張仁家、黃金益 (2000)。合作學習對大學生專題製作創造力影響之研究。科學教育學刊，8(4)，395-410。
- 高靖岳 (2012)。國中生智力因素、創意認知與科技創造力表現之關聯性研究—以創意燈具製作為例。國立臺灣師範大學科技應用與資源發展研究所碩士論文，未出版，台北。
- 趙偉順 (2011)。國中生認知風格與科技創作表現關係之研究 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北。
- 張育禎 (2008)。國中生之經驗學習歷程與科技問題解決能力之關係。國立臺灣師範大學工業科技教育學系碩士論文，未出版，臺北。
- Amabile, T. M. (1983). *The social psychology of creativity*. New York : Springer-Verlag.
- Atkinson, E. S. (1999). Key factors influencing pupil motivation in design and technology. *Journal of Technology Education*, 10(1). Retrieved May 15, 2009 from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v10n2/atkinson.html>
- Bailin, S. (1988). *Achieving extraordinary ends : An essay on creativity*. Dordrecht. Kluwer academic publishers.
- Beghetto, R. A. (2005). Does assessment kill student creativity? *The Educational Forum*, 69(2), 254-263.

- Besemer, S. P., & O'Quin, K. (1999). Confirming the three-factor creative product analysis matrix model in an American Sample. *Creativity Research Journal*, 12(4), 287-296.
- Chang Y. H., & Tomovic, M. (2006). Material selection. Retrieved May 15, 2009, from www.purdue.edu/discoverypark/PLM/SME/Material_Selection.pdf
- Davies, T. (2000). Confidence! It's role in the creative teaching and learning of design and technology. *Journal of Technology Education*, 12(1). Retrieved May 15, 2009, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v12n1/davies.html>
- Denton, H. G. (2005). Effective student industrial designers : Identifying formative factors. *Data international research conference 2005*, 57-62.
- Flowers, J. (1998). Problem solving in technology education: A Taoist perspective. *Journal of Technology Education*, 10(1). Retrieved May 15, 2009, from <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v10n1/flowers.html>
- Hardaker, C. H. M., & Fozzard G. J. W. (1997). Communications the bra design process – a study of professional practice. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9(4), 316.
- Jang, S., Yoon Y., Lee I., & Kim J. (2009). Design-oriented new product development. *Research Technology Management*, 52(2), 43.
- Mahle, U. (2007). The path to invention : some companies have found a way to reach an elusive goal. *Mechanical Engineering*, 129(9), 37.
- MG Taylor Corporation(1996). Seven Stages of the Creative Process. Retrieved September 15, 2008 from <http://www.mgtaylor.com/mgtaylor/jotm/fall96/7stanat.htm>
- Plsek, P. E. (1996) . Models for the creative process. Retrieved September 15, 2008, from <http://www.directedcreativity.com/pages/WPModels.html>
- Spooner & Marc. (2002). Creative teenage students : What are they telling us about their experience in (and around) our high school? *Alberta Journal of Educational Research*, 48(4).

Vergragt, P. J., & Brown, H. S. (2004, December). Policies for Social Learning: “Bounded Socio-Technical Experiments”. Paper presented at the meeting of Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change ”Greening of Politics-Interlinkages and Policy Integration”. Berlin.

Williams, P. J. (2000). Design: The only methodology of technology? *Journal of Technology Education, 11*(2).

附錄

活動教案

主題	創意鉛筆容器製作				
年級	一年級	授課時數	6 節課	關鍵字	科技創意歷程、產品創意
領域	✓ 傳播 ✓ 製造				
教學內容提要	1.鉛筆容器的觀察及討論 2.依觀察及討論，設計創意鉛筆容器 3.製作所需之手工具之說明 4.學生自評				
課程綱要對照	1-4-1-2 能依某一屬性（或規則性）去做有計畫的觀察 6-4-5-2 處理問題時，能分工執掌，做流程規劃，有計畫的進行操作 7-4-0-6 在處理問題時，能分工執掌、操控變因，做流程規劃，有計畫的進行操作 8-4-0-3 了解設計的可用資源與分析工作 8-4-0-4 設計解決問題的步驟 8-4-0-6 執行製作過程中及完成後的機能測試與調整				
材料單	學生依所設計之鉛筆容器，蒐集所需之材料				
配合活動	1.藉由觀察現有產品提出個人看法 能從現有的鉛筆容器中發掘出可改善之處，至少一個 能針對材料、外形、功能提出製作方向，至少針對一項 能根據設計，繪製設計草圖 2.能評估可行性 能由設計的產品中，將元件列表分析，至少二項 能描述材料由何處取得、造型如何製作、功能如何添加，至少各一項 3.問題發現及解決 能發現製作問題至少一個 能針對發現的問題提出解決，至少一個 4.自評及回饋 能根據作品給自評分數，並說明至少一個理由 能提出作品可改善之處，至少一個				
評量要點	1.教師根據科技創意歷程評分表，評量學生的 4 張學習單之表現 2.教師根據創意鉛筆容器評量表各項目，評量學生作品				
教學要點	1.教師可利用各式激發創意點子的教學策略引導學生對現有產品做出觀察及討論 2.應針對所要加工之材料加以提示，並對所需工具之使用提供講解及操作說明 3.若需要使用機具，教師應從旁指示，以確保操作安全 4.學生在製作時，教師應適時提供指導及協助				

教學活動流程

週次	時間	活動內容	學習單	創意歷程
1	10min	教師提出作品要求，並將學生分組	一	作品規劃
	15min	利用學習單，引導學生做腦力激盪，並請學生寫下作品的可能性		
	20min	選定最佳的方案，並對作品畫出草稿		
2	10min	請學生分析草稿的可行性（材料如何取得、加工的困難）	二	設計分析
	30min	讓學生把草圖的各元件分化出來，並對元件的目的、作法、材料、外觀、結構做出規劃		
	5min	請學生重新檢視各元件的必要性及是否需要修改		
3 4	15min	說明手工作的使用安全規則，並示範使用的方法	三	元件製造
	20min	讓學生練習及熟悉工具的使用		
	55min	將帶齊之材料，加工製成各個元件		
5	15min	說明各式接著劑的使用特性，並讓學生提出其他組裝的問題	三	組裝
	30min	作品組裝及修改		
6	20min	功能測試及產品評量	四	功能測試
	25min	讓學生對作品自評，並提出新的問題或可改善的部份		

學習單

活動名稱：鉛筆容器的無限可能

學習單一：鉛筆容器的聯想 班級： 座號： 姓名：

1.我覺得我自己的鉛筆盒有什麼地方是我想要改變的？

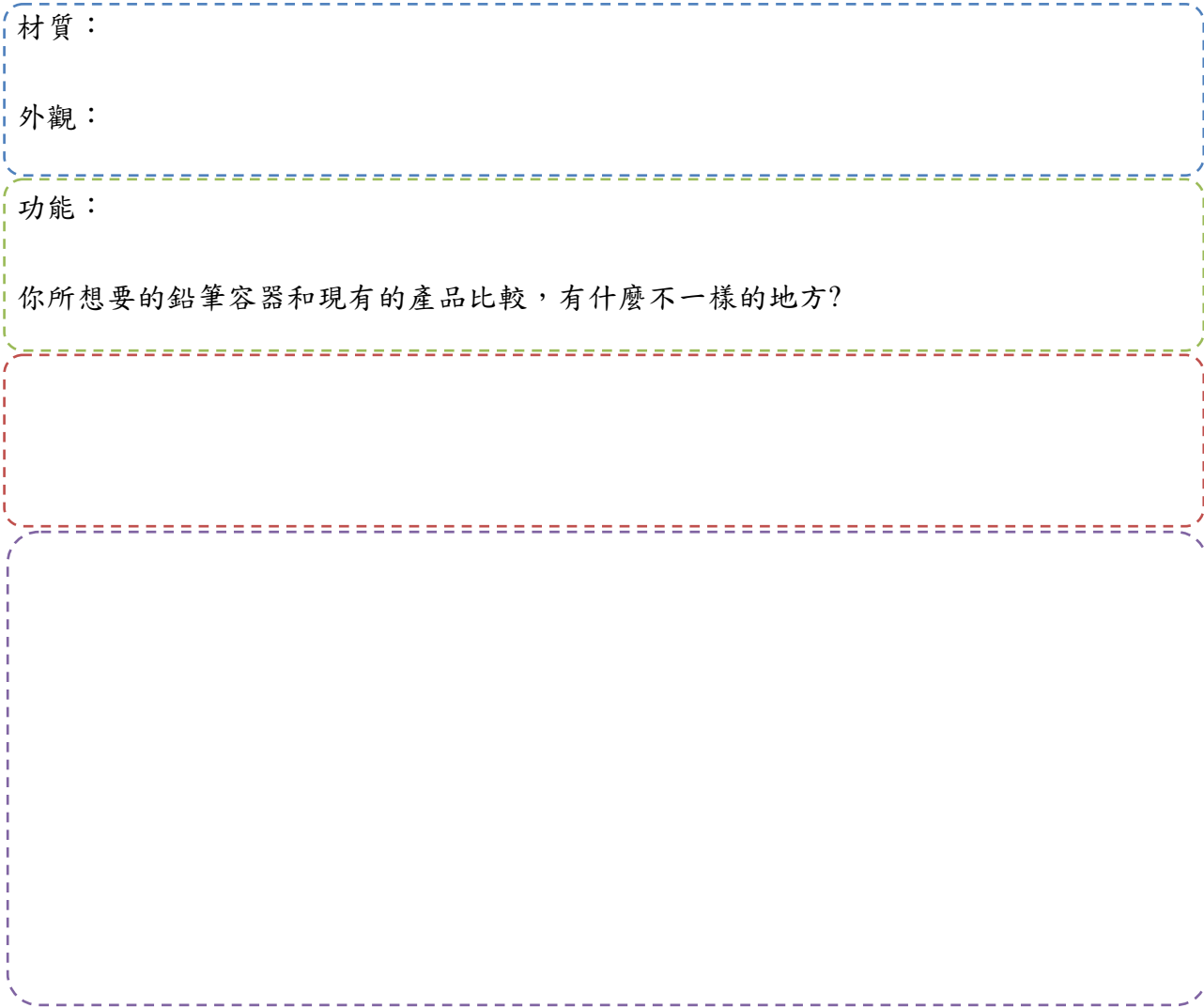
2.如果能買到，我希望我買到的鉛筆盒有什麼特別之處？

材質：

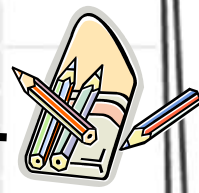
外觀：

功能：

你所想要的鉛筆容器和現有的產品比較，有什麼不一樣的地方？



我的作品名稱：



活動名稱：鉛筆容器的無限可能

學習單二：鉛筆容器的製作規劃

班級： 座號： 姓名：

1.根據你的設計，請將設計圖中的鉛筆容器分解成零件？再把這零件填入下表，愈詳細愈好：

編號	零件名稱	材料	目的
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

2.接下來請評估你的想法，依如下的評估表，評估作品的可行性。

編號	項目	可行性說明
1	構想所需要的時間約幾小時？	
2	作品的預算約是多少？	
3	所使用的材質要如何上色？	
4	造型變化要使用的工具有那些？	
5	材料要到何處取得？	
6	增加的功能要如何完成？	
7	組裝的方式為何？	
8	相關資料的來源？	

根據評估，我覺得我做的出來嗎？若是做不出來，我該怎麼辦？

作品名稱：鉛筆容器的無限可能

學習單三：鉛筆容器的製作紀錄

班級： 座號： 姓名：

1.請依照所規劃的零件表逐一製作出來，並請紀錄製作過程中，所遭遇的問題及解決的方法。

編號	零件名稱	製作過程問題／解決方法	完成日期
1			
2			
3			
4			
5			

活動名稱：鉛筆盒的無限可能

學習單四：鉛筆容器的製作評鑑

班級： 座號： 姓名：

1.我覺得我的作品可以得幾分？有什麼特色讓我的鉛筆盒值得這個分數？

自評分數	理由
------	----

2.如果再做一次，我希望這個鉛筆容器再進化成什麼樣子呢？

零件部位	可改善之處

鉛筆容器創作作品評量表

評量向度		優	中	劣		
整體評分		5□	4□	3□	2□	1□
樣式	主題設定	5□	4□	3□	2□	1□
	色彩變化	5□	4□	3□	2□	1□
	造型變化	5□	4□	3□	2□	1□
材質	材料合宜性	5□	4□	3□	2□	1□
	取材變化幅度	5□	4□	3□	2□	1□
結構	外加機能	5□	4□	3□	2□	1□
	結構機能	5□	4□	3□	2□	1□

色彩變化	色彩使用是否與眾不同。
造型變化	外型變化，如幾何圖形的應用。
材料合宜性	是否取用適合作品要求之材料。
取材變化幅度	材料的多樣性。
外加機能	除了裝筆或放文具之外特別之功能
結構機能	結構變化，組裝方式及開闔方式變化程度。