國立台灣師範大學工業科技教育學系

碩士論文

# 國中生科技創意歷程與產品創意之關係研究

研 究 生 ： 呂紹川

指導教授 ： 張玉山

中 華 民 國 九 十 八 年 六 月

# 國中生科技創意歷程與產品創意之關係研究

研 究 生 ： 呂紹川

指導教授 ： 張玉山

## 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。

研究對象為台北縣某國民中學 157 位七年級學生，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、典型相關分析探討其間的關聯及差異。主要研究結果包括：(1) 學生在作品規劃、製作組裝及功能測試的表現，與創意歷程整體表現的關係最密切，影響最大；(2) 學生在造型變化及材料變化與整體的產品創意相關性最高，受其影響最大；(3) 學生科技創意歷程表現愈好，產品創意得分愈高；(4) 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 (5) 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

# A Study on the Relation Between the Technology Creativity Process and Product Creativity for Junior High School Students

Author: Shao-Chuan, Lu

Adviser: Yu-Shan, Chang

## Abstract

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

Participants in the study were asked to fill out worksheets and create a pencil container. By evaluating both of the worksheets and the product, the subsequent correlational analyses revealed that ：(1) Students' performance on plan, analysis, manufacture and fabrication had a positive relation with the technology creativity process. (2) Students' performance on variation of shape and material had a positive relation with the technology creativity process . (3) A positive correlation was statisticed between technology creativity process and product creativity. (4) The high-scored group in technology creativity process performed better on the function of the product creativity. (5) 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 were discussed as well.

Keywords ： creativity process, technology creativity process, product creativity

# 目錄

摘要.....I

英文摘要.....III

目錄.....V

表目錄.....VII

圖目錄.....IX

第一章　緒論.....1

第一節　研究背景與動機.....1

第二節　研究目的與待答問題.....3

第三節　研究範圍與限制.....4

第四節　名詞釋義.....5

第二章　文獻探討.....7

第一節　科技創意歷程.....7

第二節　產品創意.....29

第三節　創意的評量.....32

第三章　研究方法與實施.....39

第一節　研究架構.....39

第二節　研究對象.....40

第三節　研究方法 ..... 40
第四節　研究工具 ..... 41
第五節　研究步驟與流程 ..... 53
第六節　資料處理 ..... 55
第四章　資料分析與討論 ..... 57
第一節　科技創意歷程分析 ..... 57
第二節　產品創意分析 ..... 61
第三節　科技創意歷程與產品創意之分析 ..... 66
第四節　綜合討論 ..... 77
第五章　結論與建議 ..... 83
第一節　研究結論 ..... 83
第二節　教學上的建議 ..... 85
第三節　後續研究建議 ..... 88
參考文獻 ..... 91
一、中文部分 ..... 91
二、英文部份 ..... 96
附錄一 ..... 101
附錄二 ..... 111

# 表目錄

表 2-1 不同的創意歷程比較 ..... 19

表 2-2 產品創意指標比較 ..... 36

表 3-1 研究樣本人數表 ..... 40

表 3-2 科技創意歷程-學習單對照表 ..... 42

表 3-3 科技創意歷程各階段評分表 ..... 43

表 3-4 預試評分者一致性 ..... 45

表 3-5 預試評分者分數相關 ..... 45

表 3-6 作品規劃因素分析 ..... 46

表 3-7 設計分析因素分析 ..... 47

表 3-8 製作組裝因素分析 ..... 48

表 3-9 功能測試因素分析 ..... 48

表 3-10 產品創意評分者一致性 ..... 51

表 4-1 科技創意歷程-學習單描述性統計 ..... 58

表 4-2 科技創意歷程各階段相關統計 ..... 59

表 4-3 科技創意歷程高低分組差異 ..... 60

表 4-4 產品創意各分項描述性統計 ..... 61

表 4-5 產品創意各向度描述性統計 ..... 62

表 4-6 產品創意各分項相關統計 ..... 63

表 4-7 產品創意各向度相關統計 ..... 64

表 4-8 產品創意各分項差異統計 ..... 65

表 4-9 產品創意各向度差異統計 ..... 66

表 4-10 科技創意歷程-產品創意相關統計 ..... 67

表 4-11 科技創意歷程-產品創意典型相關摘要表 ..... 67

表 4-12 科技創意歷程單因子變異數分析 ..... 70

表 4-13 科技創意歷程以造型得分分組單因子變異數分析 ..... 71

表 4-14 科技創意歷程以材料得分分組單因子變異數分析 ..... 71

表 4-15 科技創意歷程以機能得分分組單因子變異數分析 ..... 72

表 4-16 產品創意單因子變異數分析 ..... 73

表 4-17 產品創意以作品規劃得分分組單因子變異數分析 ..... 74

表 4-18 產品創意以設計分析得分分組單因子變異數分析 ..... 75

表 4-19 產品創意以製作組裝得分分組單因子變異數分析 ..... 76

表 4-20 產品創意以功能測試得分分組單因子變異數分析 ..... 77

# 圖目錄

圖 2-1 創造力之要素 ..... 8

圖 2-2 創新歷程 ..... 10

圖 2-3 創意歷程基本模式 1 ..... 12

圖 2-4 創意歷程基本模式 2 ..... 12

圖 2-5 創意歷程 ..... 15

圖 2-6 科技泛用模式 ..... 21

圖 2-7 科技創意歷程 ..... 22

圖 2-8 科技創意歷程對照表 1 ..... 25

圖 2-9 科技創意歷程對照表 2 ..... 26

圖 3-1 研究架構 ..... 39

圖 3-2 產品創意評分架構 ..... 50

圖 3-3 研究流程 ..... 54

圖 4-1 科技創意歷程-產品創意典型相關徑路圖 ..... 68

# 第一章　緒論

本章旨在說明本研究的研究背景和動機，並根據研究背景及動機，訂定研究目的及待答問題，亦對研究範圍及其限制做出說明。本章共分為以下四節：（1）研究背景與動機；（2）研究目的與待答問題；（3）研究範圍與限制；和（4）名詞釋義。

## 第一節　研究背景與動機

教育部在「創造力白皮書」中揭櫫，二十一世紀的人類社會正面臨第三次產業革命－一個以「腦力」決勝負的「知識經濟時代」（教育部，2002）。行政院教改會、國科會等也多次指出創意對社會發展、學術教育的重要性。有鑑於此，創意的教育及養成，應向下紮根，落實在學校教育之內。學校教育之目的是為培養國家社會未來所需之人力，因此對創意的養成，實有不可避免的責任。如何落實並實踐創意的培育，亦是各科教師責無旁貸的工作及使命。

國中的生活科技課程，向來注重學生動手做的能力，隨著時代的發展和需要，在動手做的課程活動中，讓學生的想法能順利表達、讓學生潛藏的創意得以發揮，亦成了今日生活科技科教師主要的教學任務。創意的理論和方法已有許多相關的研究，然而研究都指出創意無法明確且全面的定義，從而使創意的評量方式流於心理學上主觀的判斷，或片面的陳述性質。

因此 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）（引自毛連塭、郭有遹、陳龍安、林幸台，2000）。此四者已然成為研究創意的基本面向。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，並不一定在短時間內可以看到效果，因此將教學的重點放在學生的創意歷程，並由產品創意的討論分析，協助學生培養其創造力，毋寧是一條更有價值的研究路線。毛連塭等人（2000）曾指出：

> 教育的重點應在於教導學生創造的思考方式和過程，至於結果並非絕對重要。易言之，即使前人已經發現或創造出來的事物或想法，如果兒童尚未知悉，也可以用來做為「創造」教學的教材。

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，探討國中學生在產品製作過程中，對應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。教學活動後亦針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；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，期對教師及學生的教與學有更深入的瞭解。

## 第二節　研究目的與待答問題

根據研究背景與動機，本研究之研究目的及待答問題分別說明如下。

一、研究目的

本研究的研究目的包括以下三項：

（一）探討學生科技創意歷程各階段間的關係。

（二）探討學生產品創意各向度間的關係。

（三）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關係。

二、待答問題

本研究的待答問題包括以下三項：

（一）國中生科技創意歷程各階段間的關係為何?

1-1 國中生科技創意歷程各階段的相關情形為何?

1-2 國中生科技創意歷程高低分組間差異情況為何?

（二）國中生產品創意各階段的關係為何?

2-1 國中生產品創意各向度的相關情形為何?

2-2 國中生產品創意高低分組間差異情況為何?

（三）國中生的科技創意歷程各階段的表現與產品創意各向度的關係為何？

3-1 國中生的科技創意歷程表現，在產品創意得分是否造成差異？

3-2 國中生的產品創意表現，在科技創意歷程得分是否造成差異？

## 第三節　研究範圍與限制

一、研究範圍

（一）研究對象是台北縣某國民中學七年級學生。並僅限於研究者所任教的 6 個班級。

（二）本研究所討論的科技創意歷程為文獻探討的歸納，以 Mc Taylor 公司所提出之創意歷程為基礎所得，教學應用上有其限制。

（三）創意歷程指發揮創意的過程，並非指歷程中創意的表現。

（四）科技創意歷程強調在創意歷程中運用科技的方法，依作品規劃、設計分析、元件製作、組裝及功能測試五階段發揮創意，並非運用高科技、或提出新的技術。

（五）產品創意是指學生能依造型、材料及機能三個向度，製作生活科技課之作品，非創意商品的製作。

二、研究限制

（一）研究對象為台北縣之學生，與其他地區有差異，公私立學校之間也有不同，研究結果不應做過於寬廣的推論。

（二）研究對象之個別差異如：學生的學習動機、人格特質、智商與學生是否有接受過實作的課程訓練等因素，並未列入研究考量。

## 第四節　名詞釋義

一、科技創意歷程

國中階段之科技就是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科技創造力兼重「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，並分為作品規劃、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。

二、產品創意

在本研究中，產品創意為根據新奇性及價值性，學生作品在產品創意量表所評定的三個向度：樣式、材質、機能的表現程度。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。

# 第二章　文獻探討

本章旨在對本研究的主題進行相關文獻的探究，內容共分三節：第一節為探討科技創意歷程的相關理論；第二節為探討產品創意的意義； 第三節為評量科技創意歷程和產品創意的相關理論。

## 第一節　科技創意歷程

### 一、創意歷程（process）的意涵

創意和創造力在中文是兩個不同的詞，但英文卻同指向 creativity 一字。有學者刻意將創意與創造力作一個區分：「創造力」是產生創造行為的能力表現，「創意」是將創造具體化的手段。創意是創造力的必要條件，但創意的出現並不保證創造力的產生（葉玉珠， 2006）。

對於教育者而言，創意和創造力的區分並不大，因為我們希望將個人的潛力發揮最大，當然希望產生創造最大的效果和能力。因此，創意和創造力成為可以相通的名詞（王燦槐，2007）。在本研究中對創意和創造有相同的定義。

近年來對創意的研究，將創造力從五種觀點：歷程、人格特質、產品、環境／壓力和多向度去定義（王燦槐，2007）。對創造的活動（歷程）而言，應包括創造人、創造行為和創造品三要素。

圖 2-1 創造力之要素

資料來源：毛連塭，郭有遹，陳龍安，林幸台（2000）。

創造行為可說是創造人為滿足創造動機所進行的以目標為導向的行為（毛連塭等，2000）。創造行為又可分為：

內在創造歷程：指創造人為滿足創造的動機，運用內在思考的方式，找出可滿足動機的方式。

外在創造歷程：指創造人運用動作、實物、符號等有形的行為，以滿足創造的需求。

在此一歷程中，創意蘊含了人、技巧和產品，取得具有創造性內涵的設計主題，然後再根據這個設計主題去選擇適合的創意技巧來進行創意設計，才能獲得創造性的成果（賴明豐，2000）。

早期對創造力的研究，側重於創意和智力的關係，受認知心理學及心理計量法的影響，對於創意的歷程也偏重在內在創造歷程的分析上。例如 Paul（1993）認為「創造力」是創意思考（creative thinking）與批判思考（critical thinking）的結晶，兩者為一體兩面、是密不可分的。

而有關創意歷程的相關研究，亦將創造視為一種「心理活動歷程」（賴足菁，2006），最具代表性的是 Wallas（1926）提出的創意四階段：（1） 準備期（preparation）；（2）醞釀期（incubation）；（3）豁朗期（illumination）；和（4）驗證期（verification）（引自 Paul, 1996）。其中前三個階段是以創意的概念生成為主，第四個階段則是實行及驗證。

對於創造歷程，不論是內在的或是外在的部份，雖然有許多不同的看法和定義，但都是始於問題的發生和確認，從舊經驗中去尋求各種解決或創新發明的策略與方法，經長期（或短期）思索得出假設，繼而驗證假設（毛連塭等，2000）。

從應用的角度觀之，創意歷程通常是循環的，需要不停重覆的去思考，直到最後產品或結果浮現。

另一和創意歷程相仿的是「創新的歷程」，杜拉克曾說「創新是致力於企業的經濟或社會潛力面，有目的地進行計畫性改變」（李瑞芬譯，2006），僅管這是針對企業管理而言，但是仍然指出了創新是一種「計畫性的改變」，學生生活科技的教學活動中，任何的活動皆非盲目而為，在教師計畫性的指引下，發揮其創意，做出改變。創新的流程如下圖：

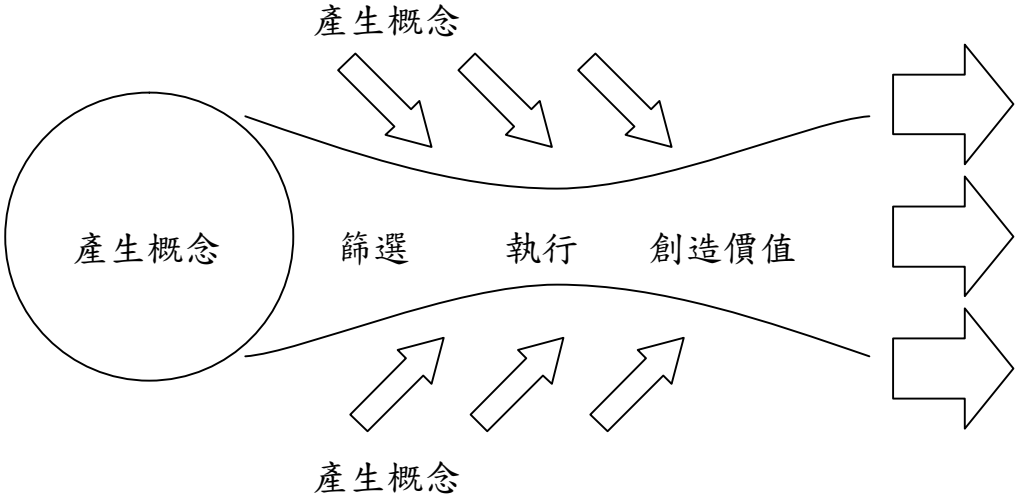



圖 2-2 創新歷程

資料來源：李瑞芬（譯）(2006：152)。

在創新的歷程中有三個階段：「創造力階段」、「執行階段」、「創值創造階段」。通過漏斗型的架構，將概念經篩選，再經過執行而創造價值。

概念的生成和執行對創造價值都是必須的，把創新能力視為創意與執行的產品，若創意為零或執行為零，創新能力也等於零（李芳齡譯，2006）。同樣在「創新三力」一書中也指出：

> 卓越的策略和優異的執行，哪個比較重要？在創新這個主題上，執行比較重要。策略的價值（亦即創新構想的價值）有限…重要的不是構想本身，而是如何執行構想。(李芳齡譯，2006)

因此，創意的歷程是連續的、累積的、有方向性的。吳靜吉在接受遠見雜誌專訪時，指出創造力可以分成好幾種的「C」，有的是迷你

C，有的時小 C。這些日常生活中的創意，日積月累就有可能成為專業 C 或大 C。亦即創意的人在概念產生後，以個人經驗為基礎發揮創意的歷程（引自楊瑪利、范榮靖、黃浩榮採訪；范榮靖、呂愛麗整理，2009）。

在本研究中，將科技的創意歷程重心放在執行的過程，也就是創造的行為上，並討論其和產品創意之間的關聯。

二、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。近代的創意歷程相關研究，開始將創意由內在的歷程，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（引自毛連塭，2000）。

MG Taylor 顧問公司成立於 1979 年，為改善個人及公司的營運，已陸陸續續做出許多相關的研究。該公司曾指出創意歷程最基本的模式為：找出問題及解決問題。問題包含各種的情況，因此解決問題可解讀成對各種狀況找出可行方案。兩階段彼此互相影響，當問題解決時，可能會產生新的問題。（http://www.mgtaylor.com/index2.html）

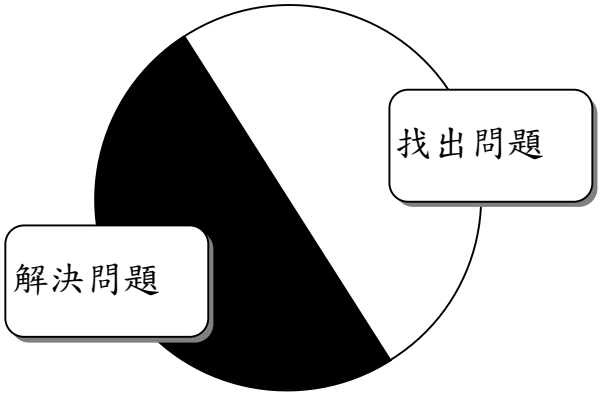



圖 2-3 創意歷程基本模式 1

資料來源：Coffman(1996)。引自 MG Taylor Coporation[MG Taylor Co.](1996a)

在問題和解決之間，還有一塊模糊的區域，包含了製作、規劃等的過程，在此過程中，情況尚未得到解決。因此可以再加二分法的創意歷程再分為：掃描、集中、行動三個階段，其中掃描即發現問題，行動為解決問題，集中則指在問題和解決之間的各種情況及過程。

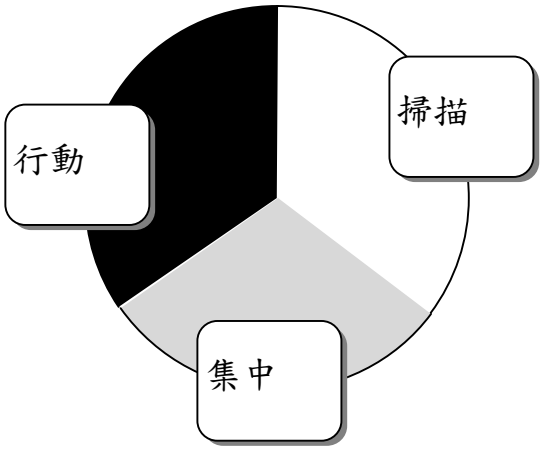



圖 2-4 創意歷程基本模式 2

資料來源：Coffman(1996)。引自 MG Taylor Co.(1996a)

MG Taylor（1996b）公司在未出版的著作「Designing Creative Futures」曾根據上述的推論，指出創意歷程的七個階段：

Identity（發現問題）：

探索、發現和了解系統如何產生該情況。即使原因已知，也再思考一次。運用合作、創意設計的技術，由不同的角度去審視系統，打破常規和舊有經驗。建立現有工作系統的模型以複製所發現的情況。也許模型不全然正確，但能提供一些深入的觀察。創意是選項的刪減，所以產生其他不同的方法去檢視系統及其組成元件。直到能看到其他人也看到的事實。然後可以組合這些觀點，產生一個粗略的新系統。

Vision（提出願景）：

想像系統如何在將來如何運作？別僅只是列出反對現有情況的項目，而是建立系統將來運作的模擬。增加或刪去元件。反問能不能由運作、元件、聯結、組織等角度描述現有的和新系統間的差異。Intent（注入熱情）：

將願景化為真實需要熱情，創意的歷程愈久，熱情就必須一遍又一遍重新注入。

Insight（洞察情況）：

此一階段只有一個阻礙：你的願景是充滿缺陷的。當解決簡單的問題時，願景已包含了明確的問題定義，甚至是解答，但是通常在過程中充滿了未知和差距。真正的問題是如何想像、發明、容許或創造出子系統以填補願景中的不足，而這會使願景更有力量。問題是如何調整情況，如何想像、設計和容許新系統的元件的改變，使新系統產生不同的情況。

Engineering（元件製作）：

將在願景中所設計的元件一一製作出來。本階段就如同一個快速的設計流程，包含了對元件的設計、測試和問題解決。組裝過程中，會使設計者在熱情和成型兩端擺盪，如果元件製作失敗，設計者就需要重新注入熱情，重新洞察問題，再重新製作。如果失敗的經驗太多，很可能會使整個過程受阻。

Building（作品成型）：

在作品成型階段中，系統將面對具體事實的考驗，可利用前測的方式，減低新系統的風險。

Using（測試應用）：

新的系統或作品完成後，代表新的情況和問題的產生。各個使用者將對新的產品和舊的產品做出比較和評鑑。

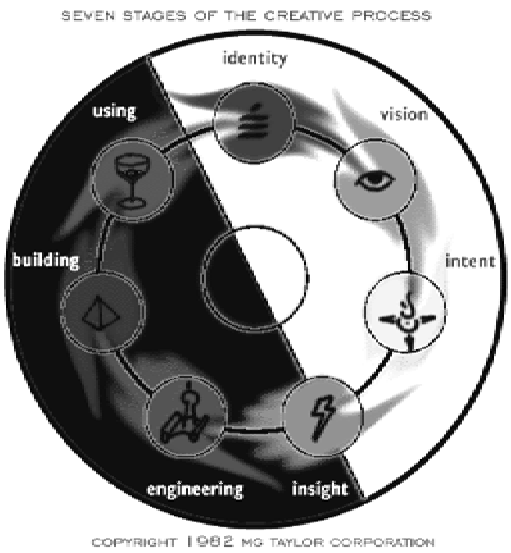



圖 2-5 創意歷程

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

Mycoted 是一家英國公司，其主要宗旨為協助改善公司或個人在問題解決時的創意和創新能力，並提供工具、訓練、書籍等服務。該公司在 Simplex（2006）一文的定義，可以分為如下的八個階段：

找出問題（Problem Finding）

此為創意歷程中最困難的部份，可以利用一些簡單的問題做思考的導引，例如客戶的要求是什麼？問題有助改善現況嗎？如何改善品質？

找出事實（Fact Finding）

了解客戶更深的需求，那些方法已經使用過？在本步驟中，可以評鑑出設計者所蒐集的資訊的品質，以檢視假設是否正確。

定義問題（Problem Definition）

對發現的問題做出更深入、更切合的定義。Min Basadur 指出可利用 Why？的問句使問題產生，利用 What？的問句使問題明確。

尋找靈感（Idea Finding）

利用各種技術找出解決問題的各種方案。就算是不好的點子，也可能引發出好的創意。

選擇和評估（Selection and Evaluation）

對於各個靈感做出選擇，並對所選的方案評估是否可行？是否值得去做。

計劃（Planning）

選定方案後，開始製訂行動計劃，利用 Who, What, When, Where, Why and How 等的問句使計劃明確。

想法展示（Sell Idea）

完作計劃後，將計劃展示給有興趣的人。

行動（Action）

將計劃付諸實行，並重新回到找出問題的步驟。

Plsek & Associates, Inc. 成立的目的是為協助企業改善創意思考及運用的方式。該公司提網站上提供了豐富的文獻及引用，供入門新手及有經驗者作為參考。根據 Plsek（1996）在 Models for the Creative

Process 一文中，提到 Wallas（1926）在 The Art of Thought 中定義模式為：

準備（Preparation）：定義議題、觀察及研究。

醞釀（Incubation）：將議題放在一邊。

成型（Illumination）：想法終於浮現。

檢測（Verification）：評估和檢驗成型的想法。

許雅惠（2005）所進行之「成人期創造力數位典藏計畫－當發明家遇見一百個為什麼?」研究中，在其研究成果網站，「成人期創造力」，上所定義的模式為：

苦境：當環境需要改變，以改善生活。

偶發：當受到刺激，使好奇心萌發，而產生想法。

失敗：在使想法完善的過程中，會不斷有阻力或新想法。

解疑：不斷研究及學習，堅持到底，以解決問題。

破釜沈舟：決定問題解決的方式後，就要認真去做。

資源何來：積極尋找可協助的資源，使成為解決問題的助力。

習慣成形：養成獨立思考和與人討論的習性，有助於製作發展上的需求。

成功：請教專業，使作品更臻完美。

Petty 的著作「Teaching Today」曾在中國第四屆國家教育及創意研討會（The Fourth National Symposium of Education and Creativity）上被指定為四本改善學生創意的書籍之一。其相關的著作和對創意的看法亦多為公司企業所用。Petty（1997）在「how to be better at creativity」網站中所指出的創意歷程模式為：

啟發（Inspiration）：蒐集並產生更多的想法。

澄清（Clarification）：把焦點放在議題的目的上。

評估（Evaluation）：重新檢視工作的過程經結果，並從其中得到經驗。

選定（Distillation）：決定出一個方案，並準備執行。

孵化（Incubation）：把工作過程留在一邊，但還是要偶爾想到它。好的點子通常會不經意的出現。

製成（Perspiration）：下定決心並堅持到最後，把工作完成。

創意歷程的定義及模式，各家有不同的看法，本研究經歸納和比較後，將不同的創意歷程整理如表 2-1：

表 2-1 不同的創意歷程比較

| 本研究規劃 | MG Taylor | Mycoted | P. E. Plsek | 成人創造力 | G. Petty |
|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | 發現問題<br>提出願景 | 找出問題<br>找出事實 | 準備 | 苦境<br>偶發 | 啟發<br>澄清 |
| 設計分析 | 注入熱情<br>洞察情況 | 定義問題<br>尋找靈感<br>選擇評估 | 醞釀 | 失敗<br>解疑 | 評估<br>選定 |
| 元件製造 | 元件組裝 | 計劃 | 成型 | 破釜沈舟<br>資源何來 | 孵化 |
| 組裝 | 作品成型 | 想法展示 | | 習慣成形 | |
| 功能測試 | 測試應用 | 行動 | 檢測 | 成功 | 製成 |

資料來源：研究者整理

綜合以上文獻，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。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，並以發現問題、提出願景、注入熱情、洞察情況、元件製造、作品成型及測試應用為步驟，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、洞察情況）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。其中的洞察情況，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、作品成型及測試應用為基礎，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性探討。

三、科技創意歷程

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）。

科技創造力為個體在特定的知識領域（domain specific）中，產生一適當的及具有原創性、適切性與實用價值的產品（或技術）之歷程（邱皓政、葉玉珠、蔡明宏，1998）。

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）。從科技的泛用模式：

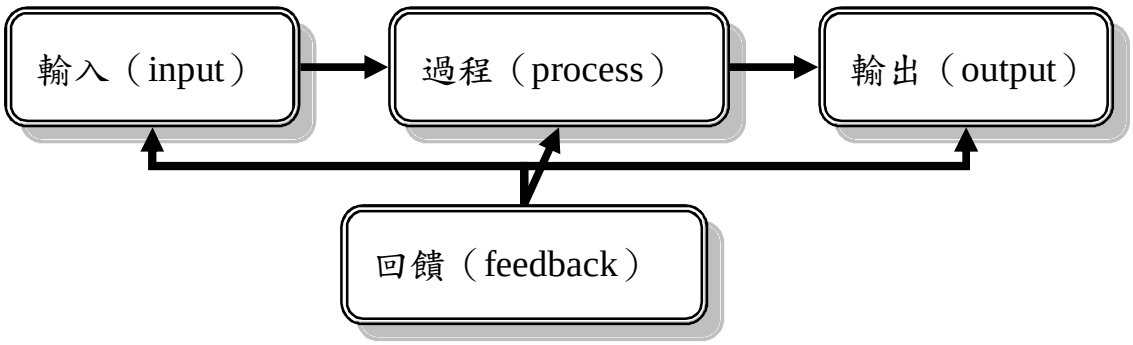



圖 2-6 科技泛用模式

資料來源：引自張玉山（2002）。

科技的創意歷程應包含上圖中各個環節，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份）、及產出創意（也就是產品創意）。區別科技創造力與一般創造力不同，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）。

因此，在教學活動中，科技創意歷程，或科技創造力的呈現，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）。

科技創意歷程若視為一種創意問題解決的模式，此時科技創意歷程與一般創意歷程之間大同小異；若從創意產品的觀點而言，科技創意歷程更著重在產品的輸出上，同時，產品的構想、製作、產出、評鑑都應有專門知識做為依據。

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。並將之合併縮減為：

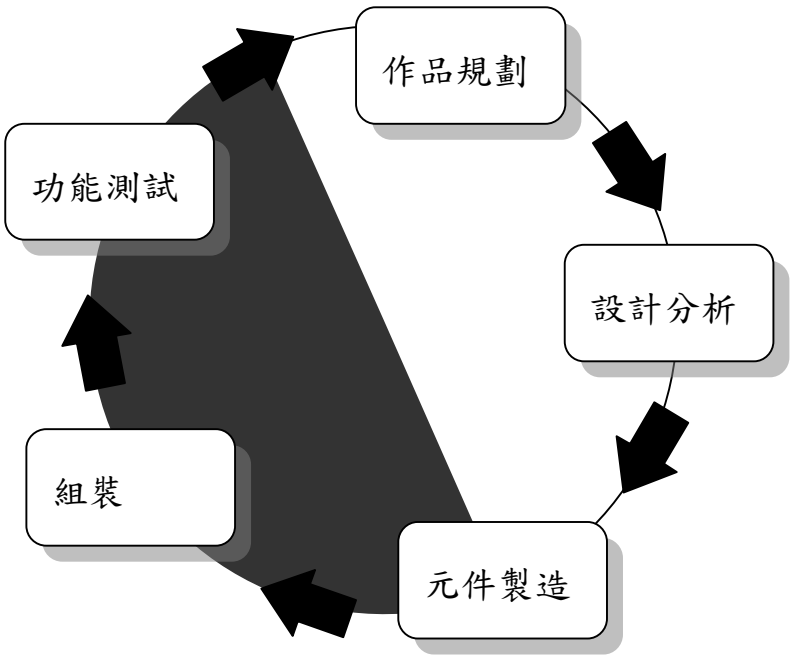



圖 2-7 科技創意歷程

資料來源：研究者整理

本研究中所歸納出的科技創意歷程對應 Mc Taylor 公司的創意歷程模式，說明如下：

（一）作品規劃：

作品規劃期包含原模式中發現問題和提出願景階段，在此兩階段中主要的目的是對現有系統的運作，提出不同的看法，以深入了解改善系統的方式。而在新產品的構思中，也必需對現有產品的問題，做多方面的觀察，以找出新產品可以衍伸的方向。

另一主要的目的是提出對新系統的模擬和設想。在產品的製作上，代表了對新產品的構思，並畫出設計圖以模擬產品將來的外觀、功能、材質、顏色等特徵。

（二）設計分析：

設計分析期包含了注入熱情和洞察情況兩階段，此兩階段的主要目的是能在願景提出後，對新系統可能帶來的改變感到興奮，進而產生動機和完成的力量。另外也針對願景中的不足之處，提出細節上的分析和修正，使新系統更趨完善。

對產品的製作而言，在設計圖完成後，除了要能引起動機外，也要針對設計圖做出細部的分析和討論，換言之，就

是對產品的各元件提出可行的規劃，並且能對各元件的材質、功能、結構、顏色等要素提出完整的敘述。

（三）元件製造：

元件製造期對應元件組裝階段，該階段主要的目的是對子系統或問題解決的方式做出測試、評估。在產品製作上，各元件的製作亦需要立即的測試，如果有問題或製作失敗，則需要重新回到上一階段檢討出其他的方法，以使作品能順利完成。

（四）組裝：

組裝期對應作品成型階段，此階段因為子系統或方案規劃得宜，便可將每一個構想聯結使之完整。而產品製作到此階段，表示對各元件的組合，在作品發表之前，亦在此階段做出測試，以確保作品的功能、結構是否如預期運作。

（五）功能測試：

功能測試期對應測試應用階段，此時新系統所要呈現的想法已可被組織成員看見並對新系統提出評鑑，同時新系統也產生新的情況，創意歷程又重新展開。

對產品製作而言，新產品此時開始接受專家的評鑑，產品創意在此時要能明確呈現。而產品完成後，對新產品的問

題和改善方案也會隨之提出，使科技創意歷程再次循環。

科技創意歷程各階段對應 Mc Taylor 公司的創意歷程模式架構圖如下：

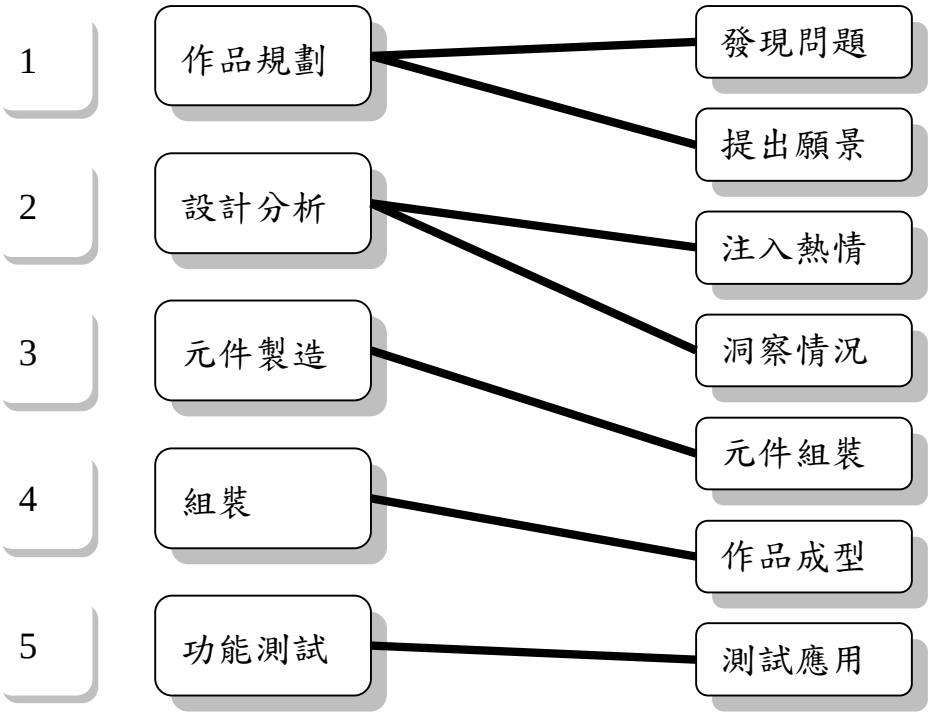



圖 2-8 科技創意歷程對照表 1

資料來源：研究者整理

考量科技創意歷程在教育上的意義，本模式和張玉山（2002）提出之科技創意歷程互相對照的關係如下圖：

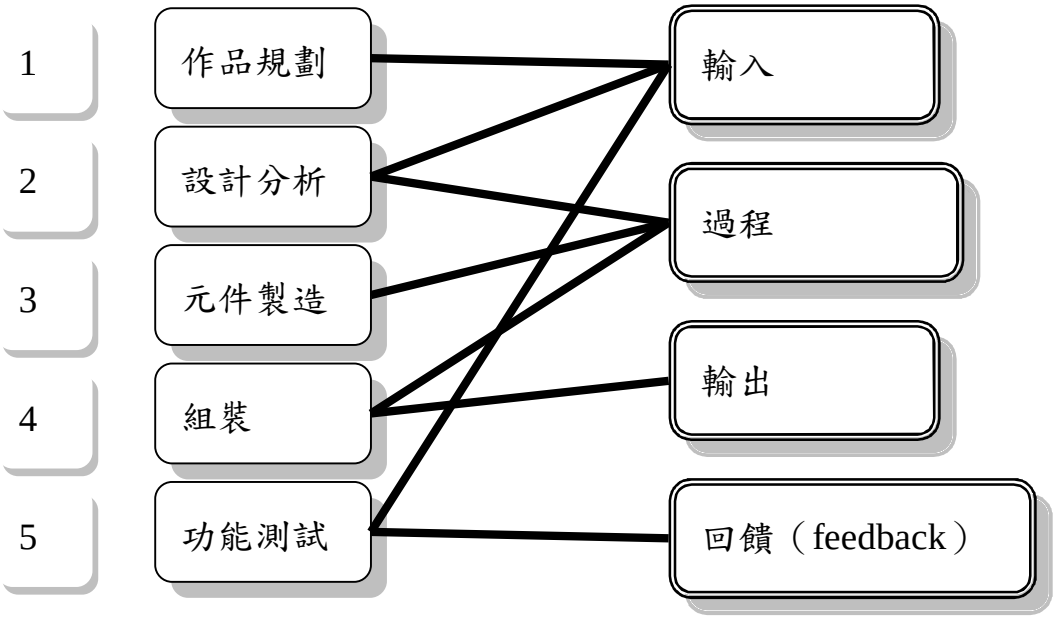



圖 2-9 科技創意歷程對照表 2

資料來源：研究者整理

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。

根據上述的說明，本研究所訂定的科技創意歷程，各階段的目的及在教學上所要達到的目標說明如下：

（一）作品規劃：

作品規劃期包含了對現有產品的問題發掘，及對將要製作的作品提出構想。對問題的看法能以多角度、多面向態度思考，跳脫出現有產品的框架。設計的作品亦能發揮獨創性，以運用多樣的材料、設計特別的造型、構思創新的功能和用途為方向。

此期並要求學生對作品畫出設計圖，傅盈璋（1998）在其研究中指出，虛擬原型應用在產品開發後期階段－構想具體化階段的評估，在使用現階段的軟體和硬體設備，其整體表現，對於小尺寸的評價，有較好的效果。因此設計圖的繪製有助於產品的評估及製作。

（二）設計分析：

產品設計成功定義為:（1）產品具特色、美觀造形與功能創新，並與目前產品有明顯區隔；（2）解決設計與生產製造問題，控制產品品質及成本（邱宏祥，1996）。

Moss（1966）提出產品創意的指標，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（引自李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒、劉馨儀，2006）。

設計分析期目的在對所規劃的作品提出深入的評估，能將製作之作品分解為各元件，並對元件的材料、功能、製作方式提出詳細的說明，對於元件製作上的問題能提出解決的方案。

同時要能對作品整體製作的可行性提出分析，如果作品的可行性不高，應予以修正，重新檢討作品規劃期的規劃是否不恰當。

（三）元件製造：

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）。

元件製造期則根據所規劃及設計之元件開始製作，此期首重過程中問題的解決，不論是工具使用、加工過程、材料應用、造型上色等，都可為成品評量的回饋依據。

（四）組裝：

組裝期是產品創意表現的最後階段，此期以作品的組裝方式為主，並對作品的誤差做出修正，平衡整體的造型及外觀色彩。

（五）功能測試：

功能測試期除了有專家評鑑外，個人也對自己的作品提出自評看法，依據整個科技創意歷程的工作紀錄和體驗，合理評估個人作品的優缺點，並對後續的產品改善或新產品的製作，提出依循的方向。

## 第二節　產品創意

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）。

僅管在以教育的觀點，創意的結果不一定要有作品的呈現，一如 Parson 認為創造力不適宜以「產品」的角度討論，而應以「人」為中心；有創造力的人是指有「能力」完成作品，而非必須要做出有價值的產品。然而 White 卻持不一樣的看法，「有創造力的，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）。在沒有明顯的證據能說明創造力和表現及測驗有所關

聯時，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。

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。從產品的角度來看是指獨創力，但在教育歷程上，必須同時考量流暢力、變通力與精進力，然而最終仍須重視獨創性（吳靜吉，無日期）。學生可以學習從眾多作品中經過選擇的歷程，而獲得最有創意的產品。

吳靜吉（無日期）將產品的創意區分為一般性及教育上的產品：

1. 一般的創意產品：發明的產品、有創意的想法、笑話、機智反應、藝術作品、建築設計、表演藝術、文學創作、政治的改革想法、Business model、高科技產品、任何可以獲得智慧財產或專利的創意、發明作品等等。
2. 教育上的創意「產品」：包括教師與學生在正式或非正式教與學歷程與後果中產生的「產物」，例如：教師教學的創意點子、教學方法、獨創研究、學生論文、教材設計、輔導學生的方法、危機處理的方法、軟體設計等，以及學生的各種作業、作文、實驗設計、創新的問題解決方法、公式發明、創意數學解題、造句、畢業製作、刊物、計畫撰

寫、科學展覽與競賽、藝術創作、活動的構想與執行、教室布置、創意造型等等。

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。

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，無日期）。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），意即是否

能合於恰當性。而對於製做的過程則要求是非單一方式、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（引自陳辰洧，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，吳靜吉（無日期）曾指出獨創性的特質及在教育上的看法：

> 獨創時必須同時考慮使用絕對（absolute）、內省（intrapersonal）或常模（nominal）的效標或層面，通常我們會從常模的角度來界定創造力，但是以教育的角度觀之，我們也必須談絕對的標準，例如：一個學生和其他學生相比時，他的創意並不獨創，但與他的過去相比已經有很獨創的表現時，便應該給予鼓勵。絕對/內省的界定是內在動機、學習導向，常模的比較則是外在動機、表現導向。

## 第三節　創意的評量

### 一、創意歷程的評量

從創意的發想與執行的歷程來看創意，任何獨創的想法，必須經過執行才能夠成為產品，學生時常在活動中會有創意的想法但並不一定會做出來，或是表現技術不足以完成產品，所以在此情況下，教師要評量的除了完成的作品之外，考量獨創的想法及想法產生的歷程亦有同等的重要性。

評量創造力的方法計有如下幾種（毛連塭等，2000）：

1.幅射式思考測驗

2.態度與興趣量表

3.人格測驗

4.傳記問卷

5.教師、同儕或督導人員的評定

6.產品評判

7.傑出人士

8.自陳式創造活動與成就

其中第十項「自陳式創造活動與成就」的評量式，強調了評量是一種動態評定方式而非靜態的紙筆問答而已，因此需要評量學生整個學習的歷程。換句話說，評量學生在作品創作的歷程，將比單純以量表型式的測驗更具意義。吳靜吉（無日期）曾提出四點評量歷程的理由：

1.光是看產品，我們很難判斷產品是自己創作或他人捉刀的。

2.從教育的角度來看，過程比產品重要，產品只是學習創造的目標與回饋。

3.創造力的訓練就是從歷程的角度實施之。

4.重視歷程可以滿足內在動機、學習導向的成就目標，學生的學習會比較有興趣，也可以培養思考習慣與意志力。

Brogden 和 Sprecher（1964）也曾指出，歷程的評量可以幫助辨別誰「真正」比較有創意。若是創意歷程涵蓋了有效率的執行，則對如何運技術及工具的使用同樣也是用以區分創意的因素之一。綜合上述，評量創意歷程可用的方法或工具有（吳靜吉，無日期）：

1.量表：拓弄思創造思考測驗、新編創造思考測驗（吳靜吉等，1998）。

2.檔案記錄或日誌（Portfolio、dossier、Journal）：記錄作品及其創造歷程。

3.放聲思考（可以運用 PDA、錄音機、錄音筆、V8、數位相機等）

4.時間取樣（Time Sampling）

5.深度訪談：自我描述或發掘點子產生的歷程

其中對於創意歷程能做連續性的紀錄，又兼具時間成本的方式，以歷程檔案評量（portfolio assessment）最佳。其特徵為「由師生共同收集學生個人在學習與成長上的資料，以證明個人的努力與進步，並作為訂定後續教學計畫的依據」。歷程檔案評量有許多譯名如：資料匣評量法、卷宗評量法、作品選輯法、學生作品檔案等。Paulson、

Paulson 和 Meyer（1991）曾定義「卷宗意指有目的地蒐集學生作品，這一系列的作品展現出學生在一個或數個領域內的努力、進步與成就。」（引自吳毓瑩，無日期）

藉由長期累積的學習經驗，紀錄學生的努力、進步的過程與學習成果，此亦是探討科技創意歷程的另一目的。由於歷程檔案評量強調形成性、質化的評鑑、重視學習過程，因此很適合做為科技創意歷程的評量。若能結合網路及資訊科技的技術和設備，讓歷程檔案數位化，提供更直接、更快速的回饋，便能提供科技創意歷程教學一個數位化、持續累積紀錄的學習空間，及整體全面的評量方式。

二、產品創意的評量

編製科技創造力測驗之理念為：融入特定的領域知識、兼顧思考過程及結果的合理性、並強調產品導向（吳怡瑄、葉玉珠，2006）。因此同樣可以以產品為創意發揮之評量依據。

李乙明、李淑貞(2005)指出，在傳統上創意的評量多以擴散性思考的測量為主，如 Guilford（1967）智力結構（Structure of the Intellect, SOI）中的「擴散性產品測驗」、Torrance（1962, 1974）的創造思考測驗（Tests of Creative Thinking, TTCT）、Wallach 和 Kogan（1965）、Getzels 和 Jackson（1962）亦發展出類似 SOI 測驗的「事例測驗」、「用途測驗」。但是 Amabile 和 Baer 批評擴散性思考的測量缺乏效度，因此

建議採用專家評定和共識評量技術，對創意的作品直接評量（李乙明、李淑貞譯，2005）。邱政皓（2006）指出以產品的觀點評量創造力原因有二：

1.以過程取向的定義來進行實質的測量有其難處，尤其是創造思考的進程與內容難以清處觀察測量。

2.思考過程是否具有創造力，最終仍需依賴所產出之作品或其他結果而得知。

有些學者以為，評量一個人創意高低最為直接的方法，就是一個人表現或發展出來的作品或產品（張世慧，2003）。對產品創意的評量可參考的指標如下表：

表 2-2 產品創意指標比較

| 研究者 | 產品或作品的創造力指標比較 |
|---|---|
| Besemer, & Treffinger（1981） | 新奇向度（啟發性、原創性、轉換性）；問題解決向度（適合性、適切性、邏輯性、實用性、價值性）；精進與綜合向度（吸引力、複雜性、雅緻性、表達性、系統、巧妙） |
| Torrance, Weiner, Prebury, & Hendeson（1987） | 創意想像，對社會文化建設性的影響，未來導向的成分，所涉入的情緒感覺（未來創作劇本，如 2008 年的故事） |
| Besemer, & O’ Ouin（1999） | 新奇向度（啟發性、原創性、驚奇），問題解決向度（邏輯性、實用性、價值性）；精進及統合（吸引力、複雜性、雅緻性、易了解、系統、巧妙） |
| Amabile（1983, 1996） | 使用他們自己主觀的創造力定義，依照創意的層次（非常具有創意、有創意、無法決定、相當沒有創意、非常沒有創意）來評定這些設計 |

資料來源：張世慧 （2003：pp. 117）

Tayloe（1975）曾根據創造產品的質與複雜而將創造分為五種層次：（1）即興式的創造；（2）技術性的創造；（3）發明的創造；（4）革新的創造；（5）深奧的創造。（引自朱聿嘉，2008）

陶倫士則以變通性、獨創性和精密性做為整體創造產品的評量標準。傑克森和梅西科（1967）認為創造的產品應根據（1）新穎；（2）價值；（3）轉相；和（4）精粹等四項標準來評量。基爾福特以為，創造發軔之初，創作者心中萌發的產品形象或標的物，亦會影響產品最後的表現。因此評定產品的創意可由（1）內容；（2）形式；和（3）功能，三個向度的變化情況作為評定依據。（引自陳龍安，1995）

Andrews（1975） 也指出，創意歷程的結果（outputs）即產品（products），產品會在「創新性」（innovativeness）和「生產性」（productiveness）上有所不同。高度創新性的產品會引伸出進一步的研究及發展；而高生產性的產品則有助於進一步的生產。

根據上述對產品創意評量的面向，科技創意歷程著重的是技術性及發明的創造，產品應合於獨創性及精密性，同時具有價值。

另一種對產品評量的方式為共識評量，Amabile（1983）曾提出共識評量（consensual assessment）的理論，強調評定作品才是評量創意最直接的方式。其理論將創意分為：領域相關技能（domain-relevant skills）、創意相關技能（creativity-relevant skills）、工作動機（task

motivation）三部份，並以新奇（novelty）和恰當（appropriation）為作品評分的主要依據。而作品是科技創意歷程的最後呈現，因此藉由評量學生的作品亦可成為評量作表現的方式之一。該理論以主觀評量的方法為依據，當專家認為有創意時，作品即有創意。僅管有研究能指出該評量方式和作品的創意相關，但共識評量的技術在信度和效度上仍有許多問題需要考量。

是故本研究依據研究目的，對產品創意的評量以「新奇與原創、實用與價值」為評分向度，對產品的樣式、材質、功能及整體表現做評分，兼具內容、形式、功能的要求。量表的發展依據李大偉，張玉山，林雅玲，何宜軒及劉馨儀（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」的產品創意量表修訂之。

# 第三章　研究方法與實施

本章內容為敘述本研究之研究架構、研究對象、研究步驟與流程、研究設計、研究工具以及資料分析。

## 第一節　研究架構

本研究首在探討科技創意歷程與學生產品創意之間的關係。在研究中以科技創意歷程（作品規劃、設計分析、元件製作及組裝合併為製造組裝、功能測試）為自變項，，分析其與產品創意（色彩變化、造型變化、材料合宜、材料種類、外加機能、結構機能）的關係。分析方法採用典型相關分析，X 及 Y 為對各變因權重後之變項。自變項及依變項的關係如圖 3-1：

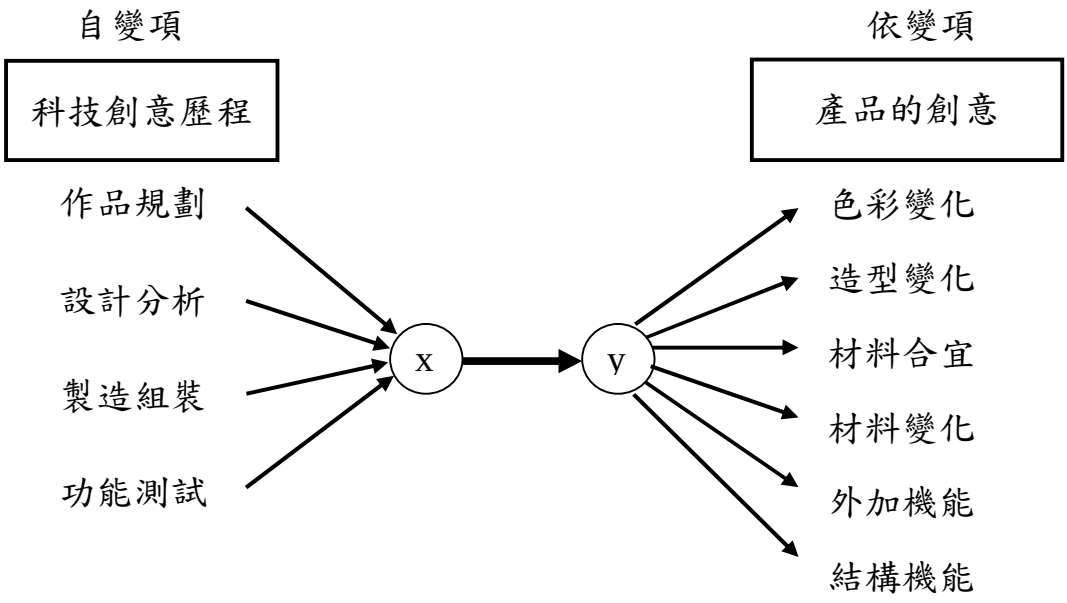



圖 3-1 研究架構

## 第二節　研究對象

本研究的研究對象為研究者任教之台北縣立某國中七年級 157 位學生。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，研究方法採相關性研究法。在實驗學校中以五個班級為研究對象，進行對創意歷程及產品創意的關聯探究

該國中位於台北縣永和市，約有學生 4500 人，七年級計有 45 班，約 1500 人。該校雖然相當注重升學，但對非升學科目亦無偏廢，各科教學時數悉按規定排定，教學正常。

本研究中 157 位學生的班級、性別及人數的統計表 3-1 如下：

表 3-1 研究樣本人數表

| 班級 | 男 | 女 | 人數 |
|---|---|---|---|
| 711 | 18 | 14 | 32 |
| 713 | 18 | 15 | 33 |
| 714 | 18 | 16 | 34 |
| 715 | 19 | 15 | 34 |
| 735 | 17 | 17 | 34 |
| 比例 | 51.0% | 49.0% | 100% |

## 第三節　研究方法

參考楊孟麗與謝水南（2003）翻譯之教育研究法一書中所提之相關性研究法，本研究透過設計之教學活動，在預試階段將蒐集之資料以因素分析之方式，歸納出各學習單評分的參考；在教學活動實施後，將學生於各學習單之得分，和產品製作之結果，利用皮爾森積差相關及單因子變異數分析之方式，探討科技創意歷程各階段之相關及

高低分組間之差異；以及產品創意各向度之相關及高低分組間之差異。最後將所蒐集之歷程和產品得分加以統計、分析、處理，以典型相關、皮爾森積差相關及單因子變異數分析探究各變項之間的關係。

## 第四節　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

根據本研究所歸納出之科技創意歷程的五個步驟，編定四張引導產品製作的學習單，並在製作的過程中，協助學生紀錄製作過程及檢討過程中所引發之問題。

（一）學習單內容：

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。學生的經驗學習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下表：

表 3-2 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 |

（二）計分方式

科技創意歷程的評分標準，以 Mc Taylor 的創意歷程各段階說明為依據，並參考何宜軒（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」中「太陽能模型車」的評分表編製。依專家評分計有五等第的評分。以五分最高，一分最低。經由計算，可得學生各項表現情況，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」11 題、「設計分析」7 題、「製作組裝」7 題、「功能測試」5 題。評分項目和科技創意歷程的階段要求對應如下表 3-3：

表 3-3 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<br>2.能發掘有意義的問題<br>3.使用特別的材質<br>4.使用實用的材質<br>5.外觀特別<br>6.外觀精美<br>7.功能新奇<br>8.功能實用<br>9.能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有意義的）<br>10.能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有創意的）<br>11.設計圖的呈現 | 作品規劃：<br>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。 |
| 二 | 1.能將設計作品清楚分成元件（子系統）<br>2.能指出元件所需材料<br>3.能說明元件的目的<br>4.能說明製作成本<br>5.能適當說明加工方式<br>6.對元件做出評估<br>7.願景可行性分析 | 設計分析：<br>能針對設計圖做出細部的分析和討論。即能將產品各元件提出規劃。<br>能對願景做出評估、修正，使願景的可行性增加。 |
| 三 | 1.能指出有問題之元件<br>2.發現有意義的製作問題<br>3.發現很多製作問題<br>4.能清楚說明問題<br>5.問題解決方式<br>6.問題解決方式恰當<br>7.問題解決方式有創意 | 元件製作及組裝：<br>對各元件的製作做立即的測試，如果有問題或製作失敗，則需要重新回到上一階段檢討出其他的方法，以使作品能順利完成。 |
| 四 | 1.自評分數合理<br>2.自評理由合理<br>3.能發掘有意義的新問題<br>4.能清楚描敘述新問題<br>5.是否能發現多個問題 | 功能測試：<br>藉由自評的說明呈現產品創意。而產品完成後，對新產品的問題和改善方案也會隨之提出，使科技創意歷程再次循環。 |

（三）信度與效度

預試時間為 97 年 11 月，預計六週，預試對象為永和國

中一個班級的七年級學生，共 33 人；學習單回收 33 份。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。經過預試後由三位生活科技課教師評分。學習單評分表項目分析如下：

1.全評分表項目分析：

預試評分結果經加總三位評分者之評分後，由 SPSS 第 15 版計算得內部一致性 Cronbach $\alpha$ 係數值為 0.934；總分結果取高低各 27%（各 8 人），分為高分組及低分組，以獨立樣本 t 檢定檢驗各試題平均分數差異（試題鑑別力分析），刪去 p 值大於 0.05 之項目：「使用特別的材質」、「能將設計作品清楚分成元件（子系統）」、「能說明製作成本」、「發現很多製作問題」、「是否能發現多個問題」。信度係數如果在.70 以上，表示測驗或量表的信度甚佳。三位評分者在各評分項的一致性係數如表 3-4：

表 3-4 預試評分者一致性

| 學習單 | Cronbach $\alpha$ |
|---|---|
| 學習單 1「作品規劃」 | .932 |
| 學習單 2「設計分析」 | .849 |
| 學習單 3「製作組裝」 | .923 |
| 學習單 4「功能測試」 | .797 |
| 學習單總分 | .934 |

三位評分者在各學習單總分之相關整如下表：

表 3-5 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 |

由表 3-4 及表 3-5 中可以得知，三位評分者在各學習單，即各階段的科技創意歷程表現評分上，在 0.01 的水準上都達到顯著，顯示三位評分者在得分上有相當的一致性。

2.作品規劃評分項目因素分析：

作品規劃的評分指標分為新奇性及價值性。第一次因子分析採主軸因子法進行分析之結果顯示，有 3 個因子的特徵值大於 1；由於取 3 個因子時無法計算，故第二次因子分析時採主軸因子法，考量評分指標彼此相關，故採斜

交轉軸並設定因子數為 2，解釋量為 67.173%；各個評分項目對各因子的負荷量如表 3-6：

表 3-6 作品規劃因素分析

| 題目 | 因子 1 | 因子 2 | 共同性 |
|---|---|---|---|
| 功能新奇 | .897 | .427 | .856 |
| 能發掘有意義的問題 | .832 | .557 | .693 |
| 設計圖的呈現 | .812 | .656 | .684 |
| 能發掘多樣的問題 | .731 | .555 | .543 |
| 能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有創意的） | .729 | .587 | .550 |
| 功能實用 | .726 | .638 | .570 |
| 外觀精美 | .605 | .963 | .929 |
| 外觀特別 | .565 | .848 | .719 |
| 能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有意義的） | .798 | .821 | .787 |
| 使用實用的材質 | .384 | .621 | .387 |
| 特徵值 | 6.089 | 1.223 | |
| 累積貢獻率 | | | 67.173 |

第一個因子和題目內容中功能新奇、能發掘有意義的問題、設計圖的呈現、能發掘多樣的問題、能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有創意的）及功能實用較有關，故命名為「新奇性」；第二個因子和外觀精美、外觀特別、能具體指出新產品和舊產品之間的不同（有意義的）、使用實用的材質較相關，故名命為「價值性」。

3.設計分析評分項目因素分析

設計分析的評分指標為可行性。第一次因子分析採主

軸因子法進行分析之結果顯示，有 1 個因子的特徵值大於 1，解釋量為 55.578%；第二次因子分析時採主軸因子法、因只有一個因子故無需轉軸，設定因子數為 1，並將之名命為「可行性」。各個評分項目對各因子的負荷量如表 3-7：

表 3-7 設計分析因素分析

| 題目 | 因子 1 | 共同性 |
|---|---|---|
| 能說明元件的目的 | .902 | .814 |
| 能指出元件所需材料 | .856 | .733 |
| 元件評估是否恰當 | .724 | .524 |
| 可行性分析 | .666 | .556 |
| 能適當說明加工方式 | .514 | .444 |
| 因子貢獻率 | 55.578 | |

4.元件製作及組裝評分項目因素分析

元件製作及組裝的評分指標為發現問題及解決方式。第一次因子分析採主軸因子法進行分析之結果顯示，有 1 個因子的特徵值大於 1，解釋量為 60.133%；第二次因子分析時採主軸因子法，因為只有一個因子，故無需轉軸，設定因子數為 1，並將之命為為「問題解決」。各個評分項目對各因子的負荷量如表 3-8：

表 3-8 製作組裝因素分析

| 題目 | 因子 1 | 共同性 |
|---|---|---|
| 能清楚說明問題 | .929 | .862 |
| 發現有意義的製作問題 | .887 | .786 |
| 問題解決方式恰當 | .872 | .760 |
| 問題解決方式說明清楚 | .783 | .612 |
| 問題解決方式有創意 | .578 | .334 |
| 能指出有問題之元件 | .504 | .254 |
| 因子貢獻率 | 60.133 | |

5.功能測試評分項目因素分析

測試評量的評分指標有二，分別是自評及改善。第一次因子分析採主軸因子法進行分析之結果顯示，有 1 個因子的特徵值大於 1，解釋量為 59.407%；第二次因子分析時採主軸因子法、只有一個因子，故無需轉軸。設定因子數為 1，命名為「自評」。各個評分項目對各因子的負荷量如表 3-9：

表 3-9 功能測試因素分析

| 題目 | 因子 1 | 共同性 |
|---|---|---|
| 自評分數合理 | .799 | .639 |
| 能清楚描述新問題 | .791 | .625 |
| 能發掘有意義的新問題 | .747 | .558 |
| 自評理由合理 | .744 | .554 |
| 因子貢獻率 | 59.407 | |

由上述各分量表之因素分析中，共萃取五個因素，且五個因素均可以何理命名；共同因素與指標變項亦接近，表示量表的建構效度良好。

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。

（一）產品創意評分標準

產品創意的評分，根據李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒及劉馨儀（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，評分架構如下：

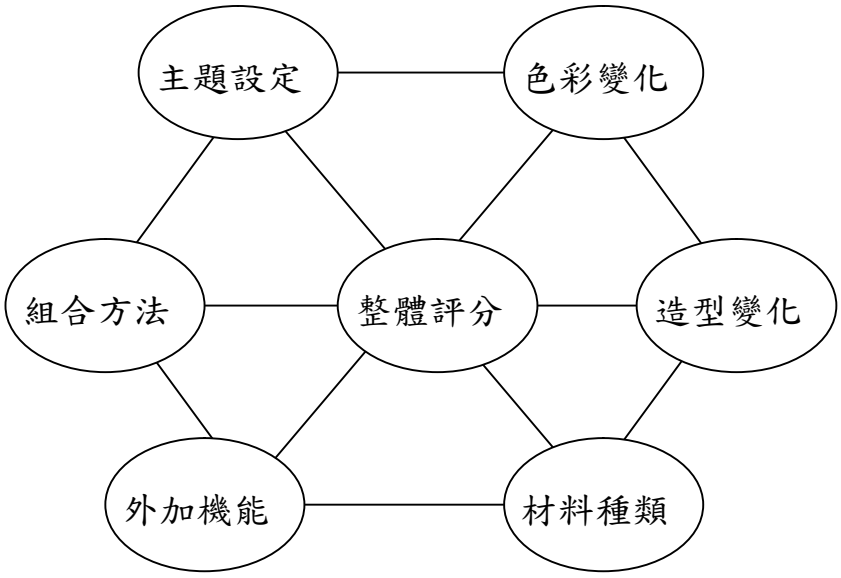



圖 3-2 產品創意評分架構

資料來源：李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒、劉馨儀（2006：5）。

（二）計分方式

產品創意評量表的項目包括整體評分、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，採用五等尺度計分，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）信度及效度

預試時間為 98 年 1 月，預試對象為永和國中一班七年級學生，共 33 人，準時完成作品 25 份。預試結果由三位專

家評分，透過 SPSS（統計套裝軟體）第 15 版計算，以建立信度的一致性。聘請三位資深生活科技教師來擔任評鑑人員，最後計算評分者一致性係數。

表 3-10 產品創意評分者一致性

| 產品創意 | Cronbach $\alpha$ |
|---|---|
| 整體評分 | .733 |
| 造形 | .826 |
| 材料 | .634 |
| 功能 | .666 |
| 總分 | .792 |

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。說明如後：

1.教學活動流程如附錄

2.信度及效度說明

教學活動設計之主題為「創意鉛筆容器」，活動範疇屬於生活科技課程中的製造科技領域。國中生活科技中的製造科技部份，主要的活動為工具的使用及作品的產出，符合本研究中科技創意歷程，及產品創意所需，針對此領域課程設計之教學活動，其來源合乎所需之表面效度。

同時本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。

## 第五節　研究步驟與流程

本研究主要的研究步驟包括決定研究主題、設立研究目的、文獻探討與資料蒐集、決定研究方法與步驟、準備研究工具、施測、整理資料、結論與建議，如圖 3-3：

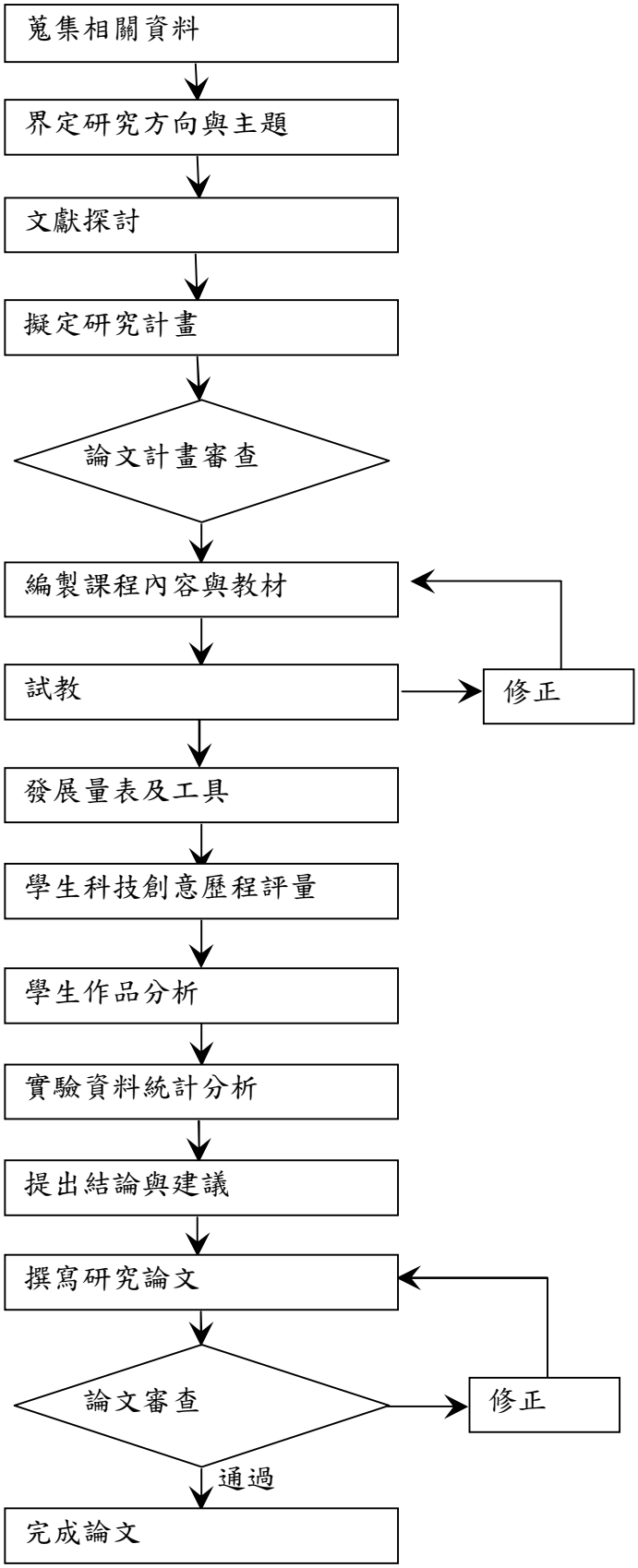

蒐集相關資料
界定研究方向與主題
文獻探討
擬定研究計畫
論文計畫審查
編製課程內容與教材
試教
修正
發展量表及工具
學生科技創意歷程評量
學生作品分析
實驗資料統計分析
提出結論與建議
撰寫研究論文
論文審查
修正
通過
完成論文

圖 3-3 研究流程

## 第六節　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：

一、以描述統計分析國中生在科技創意歷程各階段的表現情況。

二、以 Pearson 相關係數探討國中生在科技創意歷程整體表現和整體產品創意的相關情形。

三、以 ANOVA 探討科技創意歷程各階段表現的高低分組學生，分數是否有差異。

四、以 ANOVA 探討產品創意表現的高低分組學生，分數是否有差異。

五、以 ANOVA 探討科技創意歷程表現的高低分組學生，在產品創意分數上是否有差異。

六、以 ANOVA 探討產品創意表現的高低分組學生，在科技創意歷程分數上是否有差異。

七、以典型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。

# 第四章　資料分析與討論

本章將研究蒐集的數據資料，藉由統計方法完成研究結果。資料的計算是以 SPSS 統計軟體套件的 15 版。主要探討內容為科技創意歷程各階段和產品創意間的關聯及差異。科技創意歷程分為：作品規劃、設計分析、元件製作、組裝及功能測試。其中元件製作、組裝兩階段之活動合併為「製作組裝」之學習單，其餘各階段對應之學習單分數代表學生在科技創意歷程之表現。產品創意評分表則是修改自「木工作品創作創新程度評量表」。以下分節論述之。

## 第一節　科技創意歷程分析

本節為分析國中生的科技創意歷程表現情況。依據待答問題分別呈現科技創意歷程之描述性統計資料、高低分組間相關及差異情況。研究對象包含永和國中一年級 5 個班，男生 80 人，女生 77 人，共 157 人。學習單評分項目以 1~5 分評定，1 為最低，5 為最高，而未填答的項目則給 0。

### 一、科技創意歷程表現情況

各階段對應之學習單描敍性統計結果如表 4-1：

表 4-1 科技創意歷程-學習單描述性統計

| 科技創意歷程 | 統計資料 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 人數 | 平均數 | 標準差 | T 分數 | 偏態 | 峰態 |
| 作品規劃 | 135 | 25.802 | 7.385 | 84.983 | .254 | .313 |
| 設計分析 | 129 | 14.250 | 4.095 | 84.798 | .196 | -.104 |
| 製作組裝 | 120 | 15.572 | 4.818 | 82.320 | .357 | .402 |
| 功能測試 | 118 | 10.872 | 3.276 | 83.187 | .371 | -.255 |
| 總分 | 147 | 57.641 | 21.522 | 76.782 | -.226 | .447 |

四張學習單的偏態值都在+1 及-1 之間，顯示學生在各階段中的表現可視為常態的分佈。

由於各階段之評分題數不同，故將各平均轉變為 T 分數加以比較。在轉換後的分數中可發現，製作組裝的得分相對較低，表示學生在發現製作問題及解決上的得分較低，可能是因為七年級的學生受限於工具的使用及知識較少，在製作過程中多以「縫合」、「黏接」的方式來組裝，對於較為特別的組裝方式如「榫接」或使用釘子、螺絲的經驗較為缺乏。製作過程基於舊經驗而較能順利完成。而其在可行性評估一項中，大部份的學生以「做的出來」表示對作品製作的信心。

二、科技創意歷程表現各階段相關情況

學生透過量表在作品規劃、設計分析、元件製作、組裝與功能測試五個科技創意歷程獲得四個分數，代表個人在學習階段科技創意歷程表現的高低分別，歷程表現之間的相關性如表 4-2：

表 4-2 科技創意歷程各階段相關統計

| | | 作品規劃 | 設計分析 | 製作組裝 | 功能測試 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | Pearson 相關 | 1 | .547** | .414** | .476** | .751** |
| | 顯著性 | | .000 | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | 144 | 139 | 138 | 149 |
| 設計分析 | Pearson 相關 | | 1 | .494** | .442** | .494** |
| | 顯著性 | | | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | | 139 | 138 | 146 |
| 製作組裝 | Pearson 相關 | | | 1 | .588** | .740** |
| | 顯著性 | | | | .000 | .000 |
| | 個數 | | | | 137 | 140 |
| 功能測試 | Pearson 相關 | | | | 1 | .738** |
| | 顯著性 | | | | | .000 |
| | 個數 | | | | | 138 |

** p<.01 （2-tailed）.

在 Pearson 相關性的測試中都達到顯著，其中「作品規劃」和「設計分析」之得分較為相關；「元件製作及組裝」及「功能測試」之得分較為相關，顯示學生在科技創意歷程之表現合於所引用之模式。

三、科技創意歷程表現各階段差異情況

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%）及實際研究應用（前後各 25%或 27%）的原則（吳明隆、涂金堂，2006），將四份學習單依總得分之高低分為高分組及低分組及中間組（前 27%、後 27%、中間 46%），由 ANOVA 檢定檢視其平均得分之差異，發現各組在各階段間平均分數均達到顯著性差異（F=73.449、F=57.609、F=54.957、F=49.547，p<.05）。顯示雖然未經過任何特別的創造力教學引導，但在教師基本的說明工作目的、學習

單任務需求後，高分組學生在各階段有較佳的表現，並和其他各組的差異性達顯著水準。

其中製作組裝的部份，因為涉及工具的使用，為科技創意歷程中較為關鍵之處。Amibile 在其所設計的共識評量教學活動中，強調學生的創意發揮應以技術較不相關之活動為主（Amabile，1983），然而科技創意歷程之最大訴求即是要求學生在「做中學」，因此對工具的使用及操作，及對工具的認識應會影響產品的製作。在研究之教學活動中除了對各研究班級說明接著劑的使用，以及基本手工具的操作外，並無特別對其他工具使用做訓練。而在本項目中，學生的表現仍達到顯著差異，推測學生過去的學習經驗及平日對手工具已有認知。

表 4-3 科技創意歷程高低分組差異

| | | 平方和 | df | 平均平方 | F | scheffe 事後分析 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | 組間 | 3838.465 | 2 | 1919.232 | 73.449* | 1>2 |
| | 組內 | 3814.974 | 146 | 26.130 | | 1>3 |
| | 全部 | 7653.439 | 148 | | | 2>3 |
| 設計分析 | 組間 | 1119.674 | 2 | 559.837 | 57.609* | 1>2 |
| | 組內 | 1389.653 | 143 | 9.718 | | 1>3 |
| | 全部 | 2509.327 | 145 | | | 2>3 |
| 製作組裝 | 組間 | 1558.586 | 2 | 779.293 | 54.957* | 1>2 |
| | 組內 | 1942.661 | 137 | 14.180 | | 1>3 |
| | 全部 | 3501.247 | 139 | | | 2>3 |
| 功能測試 | 組間 | 633.748 | 2 | 316.874 | 49.547* | 1>2 |
| | 組內 | 863.386 | 135 | 6.395 | | 1>3 |
| | 全部 | 1497.134 | 137 | | | 2>3 |
| 總分 | 組間 | 39290.348 | 2 | 19645.174 | 243.567* | 1>2 |
| | 組內 | 11937.102 | 148 | 80.656 | | 1>3 |
| | 全部 | 51227.450 | 150 | | | 2>3 |

* p<.05

## 第二節　產品創意分析

本節為討論經改編之產品創意量表，所蒐集到學生在「創意鉛筆容器」教學活動中，產品製作之創意成分。依據研究目的及待答問題分別呈現產品創意表現之描述性統計資料、高低分組之相關及差異情況。評分表除整體評分外，尚有造形、材料及機能三個向度，共七個評分項目。各項目及各向度之高低分組相關性及差異性說明如下：

一、產品創意各項目表現情況

實際回收作品計有 126 份，各分項評分描述性統計資料如表 4-4：

表 4-4 產品創意各分項描述性統計

| 產品創意 | 統計資料 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 人數 | 平均數 | 標準差 | 偏態 | 峰態 |
| 整體評分 | 126 | 3.29 | 3.29 | .022 | .022 |
| 色彩變化 | 126 | 3.02 | 3.02 | .369 | .369 |
| 造形變化 | 126 | 2.95 | 2.95 | .710 | .710 |
| 材料合宜 | 126 | 3.10 | 3.10 | -.045 | -.045 |
| 材料變化 | 126 | 2.63 | 2.63 | .684 | .684 |
| 外加機能 | 126 | 2.46 | 2.46 | 1.086 | 1.086 |
| 結構機能 | 126 | 2.94 | 2.94 | -.028 | -.028 |

從表 4-4 的資料觀之，學生的作品在材料合宜的得分最高，表示大部份的學生皆能根據作品的要求，選擇符合要求所需之材料。若考量鉛筆容器造形之變化或可撓性，則學生多以「布」為主要材料；考量結構性或剛性，則學生多以「巴爾沙木」為主要材料。而這樣的考量

使得大部份的作品在材料的使用上趨於單一，並使材料變化幅度之得分相對較低。各向度和總分之描敘性統計資料整理如表 4-5：

表 4-5 產品創意各向度描述性統計

| 產品創意 | 統計資料 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 人數 | 平均數 | 標準差 | 偏態 | 峰態 |
| 造形 | 126 | 6.00 | 1.549 | .525 | .162 |
| 材料 | 126 | 5.72 | 1.440 | .320 | .351 |
| 機能 | 126 | 5.40 | 1.575 | .156 | .426 |
| 總分 | 126 | 32.06 | 32.06 | .452 | .452 |

由表 4-5 發現學生在造形向度中平均得分最高，顯示七年級的學生在製作上，最能完成的部份是以造形變化為主，其次為材料選用。受限於對材料的認識及加工方式的不足，回收的 126 份作品中，只有極少部份的產品能針對特別的材料如「舊雨衣布」或「紙」之特性做出合於要求之鉛筆容器。王保堤（2005）在其論文「設計導向課程對國中學生科技創造力影響之研究」中，也在學生的作品製作結論中，得到相似的結論。由於機能的部份需要更多的專業知識及工具的使用，對七年級的學生而言，鉛筆容器的機能改善或發想，多只是增加「容量」或「防水」。推論「機能」部份能力的不足限制了其對作品的發揮。

二、產品創意表現各項相關情況

由表 4-6 可以發現雖然各項目彼此間的相關係數皆達到顯著水準，

呈中度相關，但是取材變化和色彩變化（r=.466）及外加機能（r=.450）相關係數相對較高。為了達到產品色彩的多變，學生通常以貼紙或小飾品做為裝飾；為增加額外的功能，學生則以手錶或手電筒等物品加入鉛筆容器的構造中。產品創意各分項得分之相關如表 4-6：

表 4-6 產品創意各分項相關統計

| | | 整體評分 | 色彩變化 | 造形變化 | 材料合宜 | 取材變化 | 外加機能 | 結構機能 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 整體評分 | Pearson 相關 | 1 | .496* | .602* | .555* | .559* | .475* | .501* | .834* |
| | 顯著性 | | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| 色彩變化 | Pearson 相關 | | 1 | .342* | .201* | .466* | .279* | .222* | .648* |
| | 顯著性 | | | .000 | .024 | .000 | .002 | .012 | .000 |
| | 個數 | | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| 造形變化 | Pearson 相關 | | | 1 | .412* | .404* | .443* | .375* | .760* |
| | 顯著性 | | | | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| 材料合宜 | Pearson 相關 | | | | 1 | .294* | .352* | .379* | .660* |
| | 顯著性 | | | | | .001 | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | | | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 |
| 取材變化 | Pearson 相關 | | | | | 1 | .450* | .297* | .732* |
| | 顯著性 | | | | | | .000 | .001 | .000 |
| | 個數 | | | | | 126 | 126 | 126 | 126 |
| 外加機能 | Pearson 相關 | | | | | | 1 | .419* | .644* |
| | 顯著性 | | | | | | | .000 | .000 |
| | 個數 | | | | | | 126 | 126 | 126 |
| 結構機能 | Pearson 相關 | | | | | | | 1 | .588* |
| | 顯著性 | | | | | | | | .000 |
| | 個數 | | | | | | | 126 | 126 |

* p< .01 （2-tailed）.

從表 4-7 中可以發現造形和材料兩個向度有正相關（r=.567），可能是學生對造型和材料的考量是並行的；即針對所需的造型選擇材料，或以材料特性決定造型。而機能和材料的相關（r=.543）又較機能和造型的相關（r=.482）高，顯示機能的決定和所選的材料特性有關，剛性的材料其功能多為「防水」、「防摔」；而柔性的材料其功能則多為「分隔」。整體評分對產品總分也有高度相關（r=.834），顯示專家的整體評分結果和分項總分的結果相當一致。就各向度之總分及產品總分之間之相關性，整理如表 4-7：

表 4-7 產品創意各向度相關統計

| | | 造形 | 材料 | 機能 | 整體評分 | 總分 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 造形 | Pearson 相關 | 1 | .567** | .482** | .673** | .863** |
| | 顯著性 | | .000 | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | 125 | 126 | 126 | 126 |
| 材料 | Pearson 相關 | | 1 | .543** | .692** | .865** |
| | 顯著性 | | | .000 | .000 | .000 |
| | 個數 | | | 125 | 125 | 125 |
| 機能 | Pearson 相關 | | | 1 | .580** | .729** |
| | 顯著性 | | | | .000 | .000 |
| | 個數 | | | | 126 | 126 |
| 整體評分 | Pearson 相關 | | | | 1 | .834** |
| | 顯著性 | | | | | .000 |
| | 個數 | | | | 126 | 126 |

** p< .01 （2-tailed）

三、產品創意各項目得分差異情況

以產品創意總分將學生作品分為高分組、低分組及中間組（前 27%、後 27%、中 46%）。由於部份學生作品未能在時限內完成，使得

低分組人數較少，只有 13 人。若只考慮高分組及中間組，其在平均分數的考驗上亦達顯著差異。各組組之各分項以 ANOVA 檢定平均分數差異，檢定各分項差異性如表 4-8：

表 4-8 產品創意各分項差異統計

| | | 平方和 | Df | 平均平方 | F | scheffe 事後分析 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 整體評分 | 組間 | 51.340 | 2 | 25.670 | 66.348* | 1>2 |
| | 組內 | 47.588 | 123 | .387 | | 1>3 |
| | 全部 | 98.929 | 125 | | | 2>3 |
| 色彩變化 | 組間 | 27.739 | 2 | 13.869 | 23.963* | 1>2 |
| | 組內 | 71.190 | 123 | .579 | | 1>3 |
| | 全部 | 98.929 | 125 | | | 2>3 |
| 造形變化 | 組間 | 55.791 | 2 | 27.896 | 49.628* | 1>2 |
| | 組內 | 69.137 | 123 | .562 | | 1>3 |
| | 全部 | 124.929 | 125 | | | 2>3 |
| 材料合宜 | 組間 | 35.588 | 2 | 17.794 | 35.722* | 1>2 |
| | 組內 | 61.269 | 123 | .498 | | 1>3 |
| | 全部 | 96.857 | 125 | | | 2>3 |
| 取材變化 | 組間 | 40.597 | 2 | 20.299 | 39.712* | 1>2 |
| | 組內 | 62.871 | 123 | .511 | | 1>3 |
| | 全部 | 103.468 | 125 | | | 2>3 |
| 外加機能 | 組間 | 23.436 | 2 | 11.718 | 18.998* | 1>2 |
| | 組內 | 75.866 | 123 | .617 | | 1>3 |
| | 全部 | 99.302 | 125 | | | 2>3 |
| 結構機能 | 組間 | 33.031 | 2 | 16.515 | 23.495* | 1>2 |
| | 組內 | 86.461 | 123 | .703 | | 1>3 |
| | 全部 | 119.492 | 125 | | | 2>3 |

* $p<.05$

由各分項之得分差異，或是由各向度之得分差異，在 ANOVA 檢定下，均達到顯著水準，各分組間之產品其平均分數，在各分項，及造形、材料、機能三向度上，均有所差異。顯示科技創意歷程高分組

的學生，對產品創意有較佳的表現。就各向度之總分觀之，高低分組之差異比較如表 4-9：

表 4-9 產品創意各向度差異統計

| | | 平方和 | Df | 平均平方 | F | scheffe 事後分析 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 造型 | 組間 | 161.892 | 2 | 80.946 | 72.091* | 1>2 |
| | 組內 | 138.108 | 123 | 1.123 | | 1>3 |
| | 全部 | 300.000 | 125 | | | 2>3 |
| 材料 | 組間 | 149.793 | 2 | 74.897 | 84.142* | 1>2 |
| | 組內 | 109.485 | 123 | .890 | | 1>3 |
| | 全部 | 259.278 | 125 | | | 2>3 |
| 機能 | 組間 | 108.946 | 2 | 54.473 | 33.299* | 1>2 |
| | 組內 | 201.213 | 123 | 1.636 | | 1>3 |
| | 全部 | 310.159 | 125 | | | 2>3 |
| 總分 | 組間 | 4489.036 | 2 | 2244.518 | 159.112* | 1>2 |
| | 組內 | 1735.099 | 123 | 14.106 | | 1>3 |
| | 全部 | 6224.135 | 125 | | | 2>3 |

* p<.05

## 第三節　科技創意歷程與產品創意之分析

本節為分析國中生的科技創意歷程和產品創意之表現情況。依據待答問題分別呈現兩者間之相關、典型相關及不同分組間之差異情況。分析結果如後。

### 一、科技創意歷程與產品創意之相關情況

由表 4-10 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 4-10 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | Pearson 相關 | .203* | .235** | .314** | .281** | .318** |
| | 顯著性 | .026 | .010 | .000 | .002 | .000 |
| | 個數 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| 設計分析 | Pearson 相關 | .215* | .202* | .293** | .202* | .277** |
| | 顯著性 | .019 | .027 | .001 | .027 | .002 |
| | 個數 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| 製作組裝 | Pearson 相關 | .290** | .260** | .342** | .229* | .337** |
| | 顯著性 | .002 | .005 | .000 | .014 | .000 |
| | 個數 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 |
| 功能測試 | Pearson 相關 | .280** | .295** | .327** | .254** | .353** |
| | 顯著性 | .002 | .001 | .000 | .005 | .000 |
| | 個數 | 114 | 114 | 114 | 114 | 114 |
| 總分 | Pearson 相關 | .243** | .294** | .343** | .232** | .335** |
| | 顯著性 | .007 | .001 | .000 | .010 | .000 |
| | 個數 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |

** p< .01 （2-tailed）.

科技創意歷程和產品創意之典型相關分析摘要如表 4-11：

表 4-11 科技創意歷程-產品創意典型相關摘要表

| 科技創意歷程 | 典型變量 $\chi_1$ | 產品創意 | 典型變量 $\eta_1$ |
|---|---|---|---|
| 作品規劃 | -.891 | 造型 | -.685 |
| 設計分析 | -.731 | 材料 | -.927 |
| 製作組裝 | -.771 | 機能 | -.716 |
| 功能測試 | -.470 | | |
| 抽出變異量% | .536 | | .614 |
| 重疊係數% | .091 | | .104 |
| 典型相關 | .412 | | |
| 特徵值 $\rho^2$ | .169 | | |
| 顯著性 p | .023 | | |

萃取出的典型相關係數中只有一組（$\rho$=.412）達到.05 以上的顯著水準（p=.023），顯示科技創意歷程和產品創意有正向的相關。典型相關中，控制變項（科技創意歷程）的典型相關因素$\chi_1$可以解釋效標變項（產品創意）的典型因素$\eta_1$的總變異量為.169；$\chi_1$可以解釋科技創意歷程五個階段（四張學習單）之變異量為.536，由科技創意歷程可以解釋產品創意之典型相關因素$\eta_1$變異量為.091；$\eta_1$可以解釋產品創意三個向度之變異量為.614，而$\eta_1$可以解釋科技創意歷程典型相關因素$\chi_1$為.104。科技創意歷程和產品創意之典型相關分析徑路如圖 4-1：

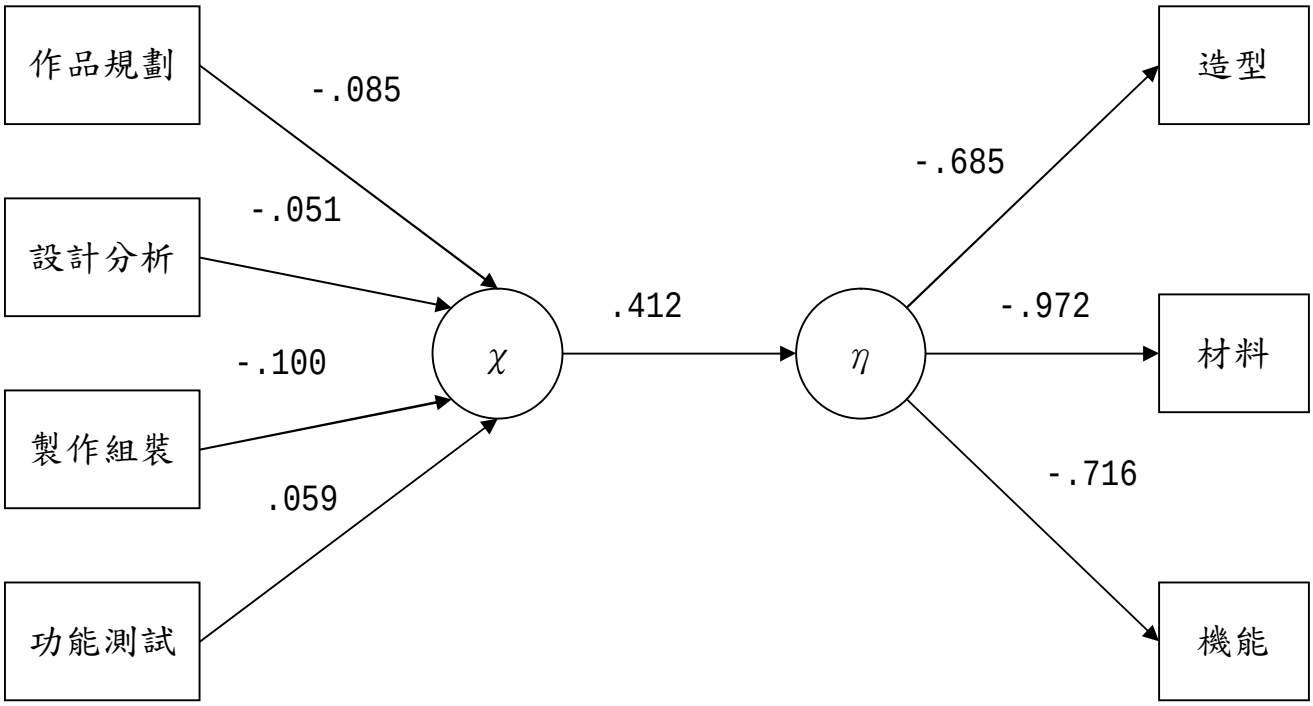



圖 4-1 科技創意歷程-產品創意典型相關徑路圖

在科技創意歷程中，作品規劃、設計分析、製作組裝三項對$\chi_1$之結構係數較高（-.891、-.731、-.771），顯示在整個科技創意歷程中，作品規劃、設計分析、製作組裝對歷程的貢獻值較高，而功能測試雖普遍認為是科技創意歷程發揮中重要的一環，但推測因為缺乏後續活動的支持，例如針對改善之處再重新製作作品，使得此一階段的貢獻較低。

產品創意的部份以材料之結構係數（-.972）最高，顯示產品創意得分中，以材料向度之得分占得之成分（-.972）最多，而造型向度占最少（-.685）。研究者推測此一差別主要之因素，可能是由於學生在產品造型上的完成度較高，然而對於造型之變化較少，或者說是較特殊造形之作品較少之故。

整體觀之，典型相關分析中，典型相關係數為.412，而科技創意歷程各階段之表現，和產品創意三個向度皆呈正向相關，顯示科技創意歷程正向的加強，對產品創意之提升亦為正向。

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 4-12 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 4-12 科技創意歷程單因子變異數分析

| | | 平方和 | df | 平均平方 | F | scheffe 事後分析 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | 組間 | 1037.521 | 2 | 518.760 | 11.448* | 1>2 |
| | 組內 | 6615.919 | 146 | 45.315 | | 1>3 |
| | 全部 | 7653.439 | 148 | | | |
| 設計分析 | 組間 | 307.730 | 2 | 153.865 | 9.994* | 1>2 |
| | 組內 | 2201.597 | 143 | 15.396 | | 1>3 |
| | 全部 | 2509.327 | 145 | | | |
| 製作組裝 | 組間 | 563.559 | 2 | 281.780 | 13.141* | 1>2 |
| | 組內 | 2937.687 | 137 | 21.443 | | 1>3 |
| | 全部 | 3501.247 | 139 | | | |
| 功能測試 | 組間 | 226.769 | 2 | 113.384 | 12.049* | 1>2 |
| | 組內 | 1270.365 | 135 | 9.410 | | 1>3 |
| | 全部 | 1497.134 | 137 | | | |
| 總分 | 組間 | 10865.920 | 2 | 5432.960 | 19.922* | 1>2 |
| | 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 4-13 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 | scheffe 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 4-14 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 | scheffe 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 | | | |
| 製作組裝 | 組間 | 576.224 | 2 | 288.112 | 13.494* | 1>2 |
| | 組內 | 2925.023 | 137 | 21.351 | | 1>3 |
| | 全部 | 3501.247 | 139 | | | |
| 功能測試 | 組間 | 213.239 | 2 | 106.620 | 11.211* | 1>2 |
| | 組內 | 1283.895 | 135 | 9.510 | | 1>3 |
| | 全部 | 1497.134 | 137 | | | 2>3 |
| 總分 | 組間 | 8666.103 | 2 | 4333.052 | 15.067 | 1>2 |
| | 組內 | 42561.346 | 148 | 287.577 | | 1>3 |
| | 全部 | 51227.450 | 150 | | | |

* p<.05

表 4-15 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 | scheffe 事後分析 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 作品規劃 | 組間 | 695.049 | 2 | 347.524 | 7.292* | 1>3 |
| | 組內 | 6958.390 | 146 | 47.660 | | |
| | 全部 | 7653.439 | 148 | | | |
| 設計分析 | 組間 | 183.211 | 2 | 91.606 | 5.632* | 1>3 |
| | 組內 | 2326.116 | 143 | 16.267 | | |
| | 全部 | 2509.327 | 145 | | | |
| 製作組裝 | 組間 | 280.722 | 2 | 140.361 | 5.971* | 1>3 |
| | 組內 | 3220.525 | 137 | 23.507 | | 2>3 |
| | 全部 | 3501.247 | 139 | | | |
| 功能測試 | 組間 | 235.330 | 2 | 117.665 | 12.589* | 1>3 |
| | 組內 | 1261.804 | 135 | 9.347 | | 2>3 |
| | 全部 | 1497.134 | 137 | | | |
| 總分 | 組間 | 6646.672 | 2 | 3323.336 | 11.033 | 1>3 |
| | 組內 | 44580.777 | 148 | 301.221 | | 2>3 |
| | 全部 | 51227.450 | 150 | | | |

* p<.05

由表 4-12、4-13、4-15 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%的人數分高分組（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 4-16 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侷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）。機能得分的差異，可能是學生對機能的設計較陌生，所以在科技創意歷程表現中，將設計的重心放在機能上；而總分上之差異推論，學生的科技創意歷程中對產品不同之創意表現，可能對評分者而言都顯得不明確，只有在作品整體呈現時才較能顯露出來。

表 4-16 產品創意單因子變異數分析

| | | 平方和 | Df | 平均平方 | F | scheffe 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 4-16 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 4-17 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 | scheffe 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 4-18 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 4-18 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 | scheffe 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 4-19 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 4-19 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 | scheffe 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 4-20 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 4-20 產品創意以功能測試得分分組單因子變異數分析

| | | 平方和 | df | 平均平方 | F | scheffe 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

## 第四節　綜合討論

綜合前述資料統計分析結果論，提出討論如下：

一、科技創意歷程中，作品規劃、製作組裝及功能測試和總分的相關性較高；高低分組各階段之得分皆達顯著水準

設計與科技都是以滿足人類需求為發展目的，故設計與科技在本質上是相關連的（張聖麟，2006）。統計結果顯示，學生在本研究中所歸納的科技創意歷程表現上，各階段的得分皆有顯著的相關，其中作品規劃、製作組裝及功能測試之得分，和總分的相關性較高（r=.751，r=.740，r=738）。設計分析對總分相關性較低的原因，可能是因為學生對元件評估及可行性的探討不熟悉的緣故。而在得分差異性的分析上，各組間皆達顯著水準。

二、產品創意中，造型變化和材料變化和總分有較高的相關；高低分組間之得分皆有顯著的差異

由產品的完成情況觀之，在本研究中協助參與的 156 位七年級學生中，有 127 位最後將產品完成，約占總樣本數 81%，且集中於高分組及中間組，顯示大部份的學生都能在時限內將產品完成。張育禎（2008）在研究結果中，也指出多數學生皆能將科技問題解決，運用適當的材料來設計有效的作品。

李堅萍（2006）在分析多種科技創造力的觀點後指出：科技本質即是人類創造力的一種展現，科技創造力的具體化，需要以實作性技能為基礎。在此基礎上，學生的產品創意，經統計結果顯示整體評分和總分間有高度的相關（r=.834），各分項得分以造型變化和材料變化和總分有較高的相關（r=760，r=.732）；以向度區分，統計結果顯示，造型、材料及機能之得分和總分皆有高度的相關（r=.863，r=.835，r=.729）。在差異性的分析上，不論是各分項或各向度，在高低分組間皆有顯著的差異，顯示高分組在產品創意的表現上，以造型、材料及機能的得分皆明顯高於低分組。

三、科技創意歷程各階段表現和產品創意呈正相關

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之材料向度相關性較高（r=.314、r=.293、

r=.342、r=.327）。科技創意歷程和產品創意呈正相關顯示，完善的科技創意歷程需要配合適當的相關知識及實作能力。對於科技創意歷程中的相關知識，葉玉珠（2005）曾指出：

> 葉玉珠（2000）訪談了 30 位科技界（包含硬體與軟體發展）的高創意者，發現「具有豐富專業知識」為影響受訪者創造力表現的重要特質。可見，知識（尤其是專業領域的知識）是創造思考產生的基礎。

在本研究的教學實驗中發現，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，致使學生的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。

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。

其中便指出在學習科技課程時，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。

且根據典型相關的統計結果，顯示科技創意歷程和產品創意的表現相關（r=.412），其中作品規劃、設計分析、製作組裝對歷程的貢獻值（結構係數）較高，且對產品創意之材料向度有較大的影響。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）。

四、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。

五、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、F12.049、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，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。

# 第五章　結論與建議

本章依照研究目的及待答問題依序撰寫研究結果，並對教師在教學上的安排與未來研究提出相關建議。

## 第一節　研究結論

本節依據資料分析與討論提出研究結論，並提出討論如後。

一、學生在作品規劃、製作組裝及功能測試的表現，與創意歷程整體表現的關係最密切，影響最大

學生在科技創意歷程的表現中，以作品規劃、製作組裝及功能測試的表現與創意歷程整體表現的關係較佳。大部份的學生透過科技創意歷程皆能呈現所欲呈現之創意。而設計分析雖然對總分的相關性較低（r=.494），但亦有中度相關。本研究所歸納出之科技創意歷程模式，基於問題發現及解決，強調設計在歷程中的重要性。根據結計結果，學生在科技創意歷程的表現大致良好，並展現其創意。

二、學生整體的產品創意與造型變化及材料變化相關性最高，受其影響最大

經本研究統計顯示，學生的產品創意，以造形變化和材料變化影響得分較明顯。本研究中所實施之「創意鉛筆容器」作品製作，以實作能力為基礎，強調產品製作時創意的呈現。根據「新奇性及實用性」的原則，學生皆能透過產品製作發揮創意。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問題解決的歷程（李大偉等，2006）。

三、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，高分間組和低分組在機能及總分得分有顯著差異。

在本研究歸納之科技創意歷程中，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。典型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。

四、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，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。

五、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。

## 第二節　教學上的建議

本節依據研究發現、研究結論及教學活動實施過程中之觀察，提出教學上的建議，整理如下：

一、科技創意歷程之功能測試部份需要後續活動的支持

根據文獻探討，科技創意歷程是循環的結構，因此在功能測試後，應將產品可改善之處做為新的歷程起點，歷程的發軔決定歷程的順序（Williams, 2000）。然而受限於研究時間及課程安排，無法讓學生對於所提出之回饋和改善，做出後續的活動，使功能測試的部份在科技創意歷程的意義上有所消減，也使得學生的自評及改善建議目的有所損失。在相關的教學上，建議可以現有產品的分析及提出改善之道做為科技創意歷程之起點，展開活動。

二、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，影響其在科技創意歷程之思考，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，專注在一個議題上，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，且使科技創意歷程及產品創意彼此間有較佳的相關。

三、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。

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，是以對彰顯生活科技內涵有較為透徹之具體實踐。

四、科技創意歷程之順序不應成為達成產品創意之限制

產品設計對今日教師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）。根據研究者觀察，部份的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分析，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。

英國對青少年及兒童科技喜好的調究研究中指出，青少年對玩玩具顯得太年長，但對進行成人的活動又顯得太年幼（Clarke, 2005）。學生不應該在過多成人思維下進行學習相關之活動。在多元教學的今日，及讓學生適性發展的前提下，教師更應扮演引導的角色，激發且促進學生的身心發展，使學生本身的特色能有所精進，而非讓學生在

即定的模式下遵循規則思考，相信對學生，也對生活科技的課程會有更多的啟示及新的發現。

## 第三節　後續研究建議

一、擴大研究對象，以做出更多之推論

本次的研究是以七年級學生為主，由於七年級的學生剛接觸生活科技課程，對工作操作、材料認識等相關專業能力有所欠缺，使其在科技創意歷程及產品創意的表現上，完成度高而變化性較低。建議後續研究能擴大研究的對象，例如以八、九年級或高中生為對象實施，在已修習生活科技課一段時間後，對課程有較深入的了解，則可對科技創意歷程和產品創意之間的關聯，做出更多有意義之推論。

二、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，或評分標準的岐異，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。

三、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，即是實施和評分的時間較長。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。

四、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

## 一、中文部分

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。

王保堤（2005）。**設計導向課程對國中學生科技創造力影響之研究**。國立台灣師範大學工業科技教育系碩士論文，未出版，台北。

毛連塭、郭有遹、陳龍安、林幸台（2000）。**創造力研究**。台北：心理。

王燦槐（2007）。創意如何產生。**公訓學報**，**126**，9-12。

朱聿嘉（2008）。創意形成方式。2009 年 3 月 15 日，取自 http://www.scribd.com/doc/2022997/

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。

李乙明、李淑貞（譯）（2005）。Robert J. Sternberg 編。**創造力 I-理論**。台北：五南。

李大偉、張玉山、林雅玲、何宜軒、劉馨儀（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，33**（9），頁 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。

李堅萍（2006）。培育科技創造力應重視實作技能的教學與自我效能的激發。**生活科技教育，39**（8），21-28。

李瑞芬（譯）（2006）。T. Davila, M. J. Epstein & R. Shelton 著。**創新地圖**。台北：台北培生教育。

李芳齡（譯）（2006）。V. Govindarajan & C. Trimble 著。**創新三力**。台北：天下雜誌。

邱宏祥（1996）。**產品設計成功因素之研究**。國立台灣工業技術學院工程技術研究所論文。全國碩博士論文資訊網，085NTUST027026。

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。

邱皓政（2006）。創造力的測量與共識衡鑑。**教育資料集刊，30**，267-298。

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。

吳明隆、涂金堂（2006）。**Spss 與統計應用分析**。台北：五南。

吳怡瑄、葉玉珠（2006）。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。

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（無日期）。**創造力的評量**。2008 年 10 月 10 日，取自 http://3q.creativity.edu.tw/modules/newbb/viewtopic.php?topic_id=12321&forum=51

吳毓瑩（無日期）。**我看、我畫、我說、我演、我想、我是誰呀？－卷宗評量之概念、理論、與應用**。2008 年 10 月 10 日，取自 http://awk.caes.tpc.edu.tw/sci_edu/sci_assessment/

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。

陳龍安（1995）。創造思考教學的理論與實際。台北：心理。

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。

張聖麟（2006）。由創意設計看科技教育的發展。**生活科技教育，38**（8），18-23。

彭森明（1996）。實作評量理論與實際。 **教育資料與研究，9**，44-48。

傅盈璋（1998）。虛擬原型應用在產品設計評估可能性之探討--以吹風機和電腦桌為例。國立交通大學應用藝術所論文。**全國碩博士論文資訊網**，087NCTU0509003。

張世慧（2003）。**創造力-理論、技術/技法與培育**。台北：張世慧。

張育禎（2008）。**國中生之經驗學習歷程與科技問題解決能力之相關研究**。台灣師範大學工業科技教育系碩士論文，未出版，台北。

教育部（2007）。**創造力教育政策白皮書**。2008 年 10 月 15 日，取自 http://www.creativity.edu.tw/

葉玉珠（2006）。**創造力教學---過去、現在與未來**。台北：心理。

葉玉珠（2005）。影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展。**師大學報：科學教育類，50**（2），29-54。

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：麥格羅希爾。

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。

賴明豐（2000）。**GSS 應用於產品創意發想階段之研究**。國文台灣科技大學資訊管理系碩士論文，未出版，台北。

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。

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。

許雅惠（2005）**當發明家遇見一百個為什麼—成人期創造歷程數位典藏計畫**。台北：僑光技術學院通識教育中心(教育部委託研究)。

楊瑪利、范榮靖、黃浩榮採訪；范榮靖、呂愛麗整理（2009）。創造力將成為新公民權。**2009 創意特刊**，26-27。台北：遠見。

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。

## 二、英文部份


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

Andrews, F. M. （1975）. Social and psychological factors which influence the creative process. In I. A. Taylor & J. W. Getzels（Eds.）. *Perspectives in Creativity*（pp.117-145）. Chicago：Aldine Publishing Company.

Bailin, S. （1988）. *Achieving extraordinary ends：An essay on creativity.* Dordrecht. Kluwer academic publishers.

Brogden, H., & Sprecher, T. （1964）. Criteria of creativity, In Taylor, C.W., *Creativity, progress and potential*. New York: McGraw Hill.

Clarke, B. （2005）. Children's trends in Europe. *Young consumers: Insight and ideas for responsible marketers*, *6*, 34-39.

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-roiented 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 Coporation(1996a). *Anatomy of the creative process.* Retrieved September 15, 2008 from http://www.mgtaylor.com/mgtaylor/jotm/fall96/7stanat.htm

MG Taylor Coporation(1996b). *Seven Stages of the Creative Process.* Retrieved September 15, 2008 from http://www.mgtaylor.com/mgtaylor/jotm/fall96/7stanat.htm

Petty, G. （1997）. *How to be better at creativity*. Retrieved September 15, 2008 from http://www.greenfields.u-net.com/docs/home.html

Plsek, P. E. （1996）. *Models for the creative process.* Retrieved September 15, 2008, from http://www.directedcreativity.com/pages/WPModels.html

*Simplex.* （2006）. Retrieved September 15, 2008, from http://www.mycoted.com/Simplex

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）.

*The creative process* （n. d.） Retrieved September 15, 2008, from http://www.mountaineagleweb.com/Creative/Creative.htm

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

附錄一

# 活動教案

<table>
<tr><td>主題</td><td colspan="5">創意鉛筆容器製作</td></tr>
<tr><td>年級</td><td>一年級</td><td>授課時數</td><td>6 節課</td><td>關鍵字</td><td>科技創意歷程、產品創意</td></tr>
<tr><td>領域</td><td colspan="5">a 傳播　a 製造</td></tr>
<tr><td>教學內容提要</td><td colspan="5">1.鉛筆容器的觀察及討論<br>2.依觀察及討論，設計創意鉛筆容器<br>3.製作所需之手工具之說明<br>4.學生自評</td></tr>
<tr><td>課程綱要對照</td><td colspan="5">1-4-1-1　能由不同的角度或方法做觀察<br>1-4-1-2　能依某一屬性（或規則性）去做有計畫的觀察<br>1-4-5-6　善用網路資源與人分享資訊<br>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<br>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<br>8-4-0-2　利用口語、影像（如攝影、錄影）、文字與圖案、繪圖或實物表達創意與構想<br>8-4-0-3　了解設計的可用資源與分析工作<br>8-4-0-4　設計解決問題的步驟<br>8-4-0-6　執行製作過程中及完成後的機能測試與調整</td></tr>
<tr><td>材料單</td><td colspan="5">學生依所設計之鉛筆容器，蒐集所需之材料</td></tr>
<tr><td>配合活動</td><td colspan="5">1.藉由觀察現有產品提出個人看法<br>能從現有的鉛筆容器中發掘出可改善之處，至少一個<br>能針對材料、外形、功能提出製作方向，至少針對一項<br>能根據設計，繪製設計草圖<br>2.能評估可行性<br>能由設計的產品中，將元件列表分析，至少二項<br>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<br>3.問題發現及解決<br>能發現製作問題至少一個<br>能針對發現的問題提出解決，至少一個<br>4.自評及回饋<br>能根據作品給自評分數，並說明至少一個理由<br>能提出作品可改善之處，至少一個</td></tr>
<tr><td>評量要點</td><td colspan="5">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<br>2.教師根據創意鉛筆容器評量表各項目，評量學生作品</td></tr>
<tr><td>教學要點</td><td colspan="5">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<br>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<br>3.若需要使用機具，教師應從旁指示，以確保操作安全<br>4.學生在製作時，教師應適時提供指導及協助</td></tr>
</table>

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<br>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 | | |

| 週次 | 時間 | 活動內容 | 學習單 | 創意歷程 |
|---|---|---|---|---|
| | 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?

我的作品名程：_____

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 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

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？

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。 |

附錄二

# 學生作品

## 學習單一：鉛筆容器的聯想

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：735　座號：26　姓名：陳郁禎

1.我覺得我自己的鉛筆盒有什麼地方是我想要改變的?

(1) 防水
(2) 能在黑暗中找到
(3) 方便攜帶
(4) 其中有分隔，方便分類
(5) 盒內柔軟、鉛筆才不會受損
(6) 盒內呈深色，看起來較乾淨
(7) 可放置衛生紙或便條紙

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：尼龍、不織布、布料、螢光劑、海綿

外觀：用防水材質做成，外觀呈橫條紋，黑白相間，並在白色條紋處塗上螢光劑，盒內縫上深色海綿，盒外有可提拿的布條。全長約20公分，寬約8公分，盒外還有一層空間可裝衛生紙。

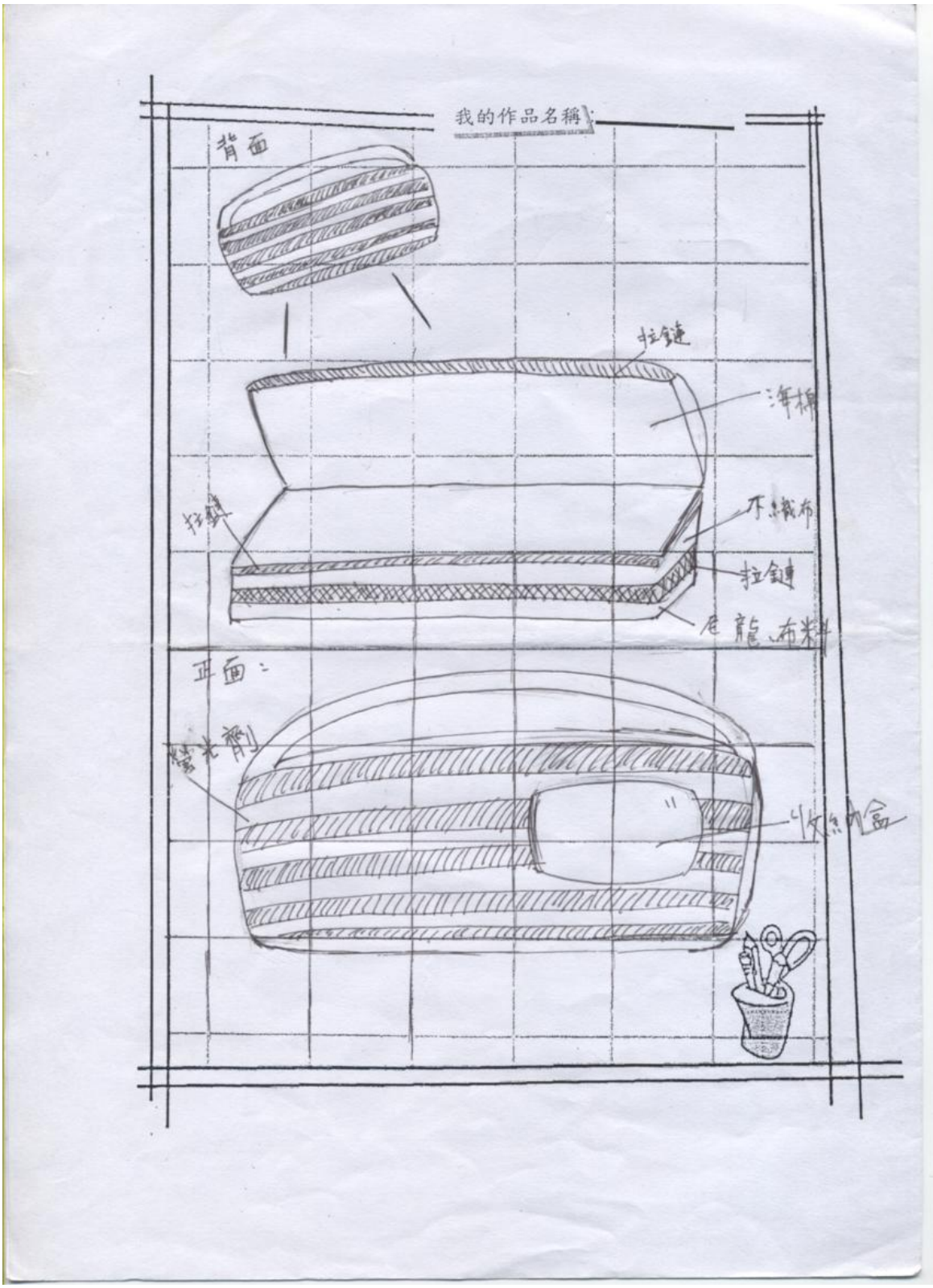
功能：盒上塗螢光劑、方便尋找，盒內有海綿，鉛筆不會受損，同時，也方便提拿。盒外有容納衛生紙的地方。

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?

(1) 能夠在黑暗中快速找到。
(2) 防水材質。
(3) 方便提拿。
(4) 有放置衛生紙、便條紙的空間。
(5) 盒內柔軟，文具不會受損。

(6) 有分兩層，方便分類

學習單一：鉛筆容器的聯想-設計草圖繪製



# 學 習 單 二 ： 鉛 筆 容 器 的 製 作 規 劃 - 元 件 分 析

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：735　座號：26　姓名：陳郁禎

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 | 鉛筆容器主體 | 尼龍、不織布 | 收納鉛筆。 |
| 2 | 盒外袋子 | 布料 | 收納衛生紙or便條紙。 |
| 3 | 螢光 | 螢光劑 | 在夜晚中方便尋找。 |
| 4 | 拉鍊 | 現成的 | 鎖住鉛筆盒，防止鉛筆掉出。 |
| 5 | 提鍊 | 現成的 | 方便提拿。 |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

學 習 單 二 ： 鉛 筆 容 器 的 製 作 規 劃 - 可 行 性 分 析

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？ | 2～3小時 |
| 2 | 作品的預算約是多少？ | 300～400元 |
| 3 | 所使用的材質要如何上色？ | 材料本身就有顏色 |
| 4 | 造型變化要使用的工具有那些？ | 螢光劑 |
| 5 | 材料要到何處取得？ | 布店、書店 |
| 6 | 增加的功能要如何完成？ | 縫上去 |
| 7 | 組裝的方式為何？ | 縫、黏起來 |
| 8 | 相關資料的來源? | 個人構想 |

根據評估，我覺得我做的出來嗎？若是做不出來，我該怎麼辦？

做的出來

學習單三：鉛筆容器的製作紀錄-製作問題發現及解決

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：935 座號：26　姓名：陳郁禎

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 | 鉛筆盒主体 | 布太厚，縫製遇到問題<br>使用更粗的針 | 12/12 |
| 2 | 拉鍊 | 要縫上主體時遇到困難<br>請同學協助 | 12/12 |
| 3 | 小袋子 | 布太厚，縫製遇問題<br>把內部多餘的布割掉 | 12/12 |
| 4 | 魔鬼氈 | 黏不住不織布<br>用縫的 | 12/12 |
| 5 | 圓形縫紉 | 布太厚<br>用粗針 | 12/12 |

# 學習單四：鉛筆容器的製作評鑑-自評及提出改善

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：7年5座號：26　姓名：陳郁禎

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 |
| --- | --- |
| 90 | 縫得還不錯，外觀也簡單、乾淨，有鉛筆盒的功能。<br>達到 |

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 |
| --- | --- |
| 側邊連接處 | 因設計疏忽，側邊連接處縫歪了。 |
| | |
| | |
| | |
| | |

作品說明（造型）：

學生以卡通人物為造型，利用不織布、魔鬼氈及縫紉、黏貼的方式完成作品。容器開口處在頭頂處。

作品說明（材料）：

學生利用串珠材料及編織方式，完成作品。圖中較大的串珠為固定開口處。

作品說明（機能）：

學生利用布可彎曲的特性，縫製鉛筆容器。並利用鈕扣及細繩，可決定鉛筆容器的大小，同時鈕扣搭配不織在縫製之人物作圖樣變化。