

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 子計畫(四):國小中高年級學童科技創造力發展與其主要影 響生態系統之動態關係

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2522-S-004-010-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立政治大學教育學程中心

計畫主持人：葉玉珠

計畫參與人員：張珮甄、陳俐妤、李雅怡、詹雨臻、李梅齡、鄭芳怡、張瑋倫、  
徐悅淇

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 8 月 4 日

# 國小中高年級學童科技創造力發展與其主要影響生態系統之動態關係

## The Dynamic Relationship Between Technological Creativity Development and Its Influential Ecological Systems Among Third to Sixth Graders

計畫編號：NSC 91-2522-S-004-010-

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：葉玉珠 國立政治大學教育學程中心

計畫參與人員：張珮甄、陳俐好、李雅怡、詹雨臻、李梅齡、鄭芳怡

中山大學教育所碩士班研究生

張瑋倫、徐悅淇 政治大學資管所博士班與教育所碩士班研究生

### 一、中文摘要

延續前一年的研究，本研究主要目的為：(一)考驗科技創造力測驗的信效度並做必要的修正；(二)分析不同地區學童的科技創造力發展趨勢；(三)探討學童科技創造力的發展與其個人特質、家庭及學校環境間的動態關係；(四)探討情緒與學童科技創造力的關係。本研究第二年以 1839 位國小中高年級學童為樣本，其中屬於縱貫研究的樣本為 1051 人。研究中發現科技創造力有良好的信效度；女童的科技創造力表現略勝於男童。此外，不同地區學童創造力發展的曲線有所不同，且在這一波的教改當中，似乎是澎湖和高雄地區三年級升四年級的學生受益較多。最後，對學童而言，學校系統對其創造力的發展及創意特質的形塑，扮演重要的角色；情緒能力的影響效果則不顯著。

關鍵詞：科技創造力、國小學童、個人特質、家庭、學校

### Abstract

The main purposes of this study were to (a) test the reliability and validity of the *Test of Technological Creativity* (TTC); (b) analyze the developmental trend of technological creativity in different areas; (c) explore the dynamic relationship between three ecological systems and pupils' technological creativity; and (d) find out the relationship between emotional competence and technological creativity. Among the 1839 participants in the second-year study, 1051 pupils were longitudinal sample. The findings in this study suggest that the TTC

has good reliability and validity. It was found that the girls had better technological creativity than the boys and the developmental curve of the pupils' technological creativity varies across areas. It seems that those who lived in Penghu and Kaohsiung and turned out 4th grade had benefited the most from the recent educational reform. Finally, the ecological system of school plays an influential role to the pupils' development of technological creativity and its related personalities. No significant effects of emotion on the pupils' technological creativity were found, however.

**Key Words:** technological creativity, pupils, personal traits, family, school,

### 二、緣由與目的

二十一世紀是一個知識經濟的時代，更是一個科技領導的時代。知識經濟的發展乃利用知識創造競爭優勢，而且科技與資訊的發展並非在取代人類的智慧與創意，而是在幫助人類將其智慧與創意發揮至極致。因此，開發與培育兒童的創造力(尤其是科技領域的創造力)的重要性，可謂不言而喻。「科技創造力」乃個體在科技領域中，產生一適當並具有原創性與價值性的產品之歷程。葉玉珠(2000)在其提出「創造力發展的生態系統模式」中認為影響創造力發展的因素包含四個生態系統：小系統(Microsystem)、中系統(Mesosystem)、外系統(Exosystem)、大系統(Macrosystem)。小系統係指個人特質，中系統係指家庭及學校環境，外系統係指工作的組織環境，大系統係指社會文化及價值體系。研究者認

為小系統及中系統(即個人特質、家庭及學校環境)對於國小學童科技創造力有較為直接的影響；許多研究也發現個人特質、家庭及學校環境為影響創造力發展的主要因素(Cheng, 1999; Gardner, 1993; Hale & Windecker, 1992; Michel & Dudek, 1991; Olszewski, Kulieke, & Buescher, 1987; Runco & Walberg, 1998; Simonton, 1988; Sternber & Lubart; 1996; Walberg, 1988; 杜明城譯, 1999; 洪蘭譯, 1999; 張嘉芬, 1997; 葉玉珠, 2000)。因此, 本研究主要是針對「生態系統理論模式」中的小系統及中系統, 探討其對國小中高年級學童科技創造力發展的動態影響關係。

在學校環境方面, 課程與教學影響學童創造力發展甚巨。九年一貫課程可說是最近中小學教育最重大的改革; 其中包括十大基本能力與七大學習領域。在十大基本能力中的「欣賞、表現與創新」即與創造思考有明顯的直接關係, 而七大學習領域中的「自然與生活科技」則與學童的科技創造力有密切的關係。如何從「自然與生活科技」領域的課程與教學中, 培育兒童的科技創造力, 是此一領域課程實施的重點目標之一。提供未接受與正在接受九年一貫課程的學童科技創造力的比較, 可作為評量九年一貫課程(尤其是「自然與生活科技」領域)有效性的評量指標。

延續前一年的研究, 本研究主要目的為:(一)進一步考驗科技創造力測驗的信度與校度並做必要的修正;(二)兼採橫斷性及縱貫性研究方法, 分析不同區域國小三年級至六年級學童的科技創造力發展趨勢;(三)探討國小中、高年級學童科技創造力的發展與其個人特質、家庭及學校環境間的動態關係;(四)探討情緒與國小學童科技創造力的關係。

### 三、研究方法

#### (一)研究參與者

本研究第一年度以高雄市( $N = 602$ )、澎湖縣( $N = 532$ )、台北市( $N = 656$ )五所小學的 1790 位中高年級學童為樣本, 第二年度以相同學校、相同年級的 1839 位(高雄市:  $N = 727$ ; 澎湖縣:  $N = 511$ ; 台北市:  $N = 601$ )

學童為樣本, 進一步修正科技創造力的常模並探討學童科技創造力的發展情形及其與個人、家庭、學校間的動態關係。2002 年男女生的比率分別 52.7% 與 47.3%; 2003 年男生佔的比率分別 52.5% 與 47.5%。其中兩年重複受試的樣本為 1051 人, 男女生的比率分別為 51.% 與 48.5%。

在科技創造力常模的修訂方面, 本研究第一年度以高雄市、澎湖縣、台北縣市 2166 位中高年級的國小學童為樣本, 第二年度以高雄市、澎湖縣、台北市 1839 位中高年級的國小學童為樣本, 再度修訂科技創造力測驗並建立常模。

#### (二)研究工具

本研究的主要研究工具為研究者於第一年發展的「科技創造力測驗」及三份影響創意發展的生態系統量表, 以及第二年編制的「情緒能量量表」。

##### 1. 科技創造力

此測驗包含二個分測驗: 字詞聯想與書包設計。字詞聯想測驗時間為十分鐘。書包設計包含書包繪圖及書包特色, 測驗時間各為十分鐘(葉玉珠, 2002)。

字詞聯想一分測驗的評分指標包含流暢力、變通力、獨創力、精進力; 書包設計一分測驗的評分指標增加了視覺造型一指標。在進行指標間分數的相加及總分的處理時均以各指標的 T 分數進行處理。字詞聯想分測驗總分是以四項能力指標的 T 分數, 各乘以 25% 相加; 書包設計分測驗總分則以五項能力指標 T 分數, 各乘以 20% 相加; 創造力測驗的總分為二分測驗的平均總分。

在相隔兩週重測信度方面, 除了書包設計的流暢力與獨創力之外( $r_s < .05$ ), 其他指標的相關皆達到 .01 之顯著水準,  $r_s(35) = .40 \sim .66$ 。此外, 第二年四位評分者在五項能力指標的評分者信度皆達到 .001 之顯著水準, 肯德爾和諧係數為 .96~1.00。此外, 字詞聯想四個指標之間的相關為  $r_s(1826) = .66 \sim .93$ ,  $r_s < .001$ ; 書包設計五個指標之間的相關為  $r_s(1826) = .26 \sim .84$ ,  $r_s < .001$ ; 兩個分測驗的平均流暢、變通、獨創、精進及視覺造型分數(T 分數)的相關為  $r_s(1826) = .30 \sim .89$ ,  $r_s < .001$ ; 字詞聯想和

書包設計二分測驗的相關為  $r(1826) = .47, p < .001$ ；字詞聯想和書包設計與總分的相關為  $r_s(1826) = .88、.83, p_s < .001$ 。

在效標關聯效度方面，科技創造力測驗與四年級學童的自然科成績與學業總成績的相關分別為  $r_s(76) = .53、.46, p_s < .001$ ；與五年級學童的自然科成績與學業總成績的相關分別為  $r_s(76) = .40、.45, p_s < .001$ 。此外，科技創造力測驗與五年級學童的自然科學習動機的相關為  $r(153) = .26, p_s < .001$ 。

## 2. IPF-PTCD、IFF-PTCD 及 ISF-PTCD

「國小學童科技創意發展個人特質因素量表」(PF-PTCD)共有 24 題，「國小學童科技創意發展家庭因素量表」(IFF-PTCD)有 11 題，「國小學童科技創意發展學校因素量表」(ISF-PTCD)共有 27 題。此三份量表均為李克特式四點量表；每一試題的得分為 1-4 分(葉玉珠，2002)。

IPF-PTCD 包含四個因素：富於想像與多元思考；善於調適與分享、樂觀積極；善於學習與自省、追求進步；喜歡閱讀、興趣廣泛。IFF-PTCD 包含二個因素：提供意見及學習榜樣；提供學習機會及支持鼓勵。ISF-PTCD 包含四個因素：支持、鼓勵的教學態度；討論、探究的教學方法；激發創意的學校活動；支持創新的學校環境。

IPF-PTCD 各因素的 Cronbach's  $\alpha$  係數為 .71~.80，總量表為 .92。IFF-PTCD 二因素的 Cronbach's  $\alpha$  係數為 .76 與 .83，總量表為 .87。ISF-PTCD 各因素的 Cronbach's  $\alpha$  係數為 .63~.92，總量表為 .94( $N = 1678$ )。此外，此三量表對於具有高科技創意與低科技創意的學童有顯著的鑑別力(葉玉珠，2002)。

## 3. 情緒能力量表

情緒能力量表為研究主持人所自編。以 AMOS 進行驗證性因素分析並以 GLS(generalized least square)為估計方法的結果發現，情緒能力量表具有不錯的建構效度，Chi square = 401.66,  $p < .05$ ,  $df = 183$ , GFI = .94, AGFI = .92, RMR = .05。

情緒能力量表共計 21 題，包括自我情緒覺知(3 題)、人際情緒覺知(4 題)、自我情緒處理(6 題)、人際情緒處理(8 題)四個分量

表。總量表的 Cronbach's  $\alpha$  係數為 .87( $N = 613$ )，分量表的 Cronbach's  $\alpha$  係數依次為 .56、.63、.72、.76 為 .87( $N = 613$ )。情緒能力量表四個因素之間的相關  $r_s(1746) = .31 \sim .58$ ，總分間的相關  $r_s(1746) = .64 \sim .89$ 。

## (三)研究過程

本研究於 91 年 10 月中旬至下旬二週內完成第二年度所有樣本的施測。同一個學校均在同一週內，以一次或二次完成施測；每一個受試班級均在連續二節課內完成所有測驗與量表。第一節課完成科技創造力測驗，第二節完成 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 及情緒量表。

## (四)資料分析

本研究採用的資料分析方法包括內部一致性分析、皮爾森積差相關分析、描述統計、次數分配、肯德爾和諧係數、驗證性因素分析、相依樣本 t 考驗、MANOVA、ANOVA、重複量數分析、SEM。

## 四、結果與討論

### (一)科技創造力的修訂

科技創造力包含字詞聯想與書包設計。在第二年的研究中，研究者將字詞聯想精進力的評分標準稍做修正，以使期更符合創造力測驗的精神。原本精進力的計分採較嚴格的標準，即精進力的分數乃所想出產品的「組成成分」個數；修正後的標準為除了產品本身的組成成分外，讓此產品得以產生功能的「外在因素」也納入計分。此外，在學生的反應項目中也有所增加。2002 年在字詞聯想一分測驗共歸納出 24 類，429 個答案；書包設計一分測驗共歸納出 22 類，377 個答案。2003 年兩個分測驗的類別數目不變，但答案個數依次增加為 523 個與 399 個。由於字詞聯想一分測驗的評分有所變動，本研究也重新建立了常模。從圖 1 與圖 2 可約略看出除了視覺造型外，國小學童在科技創造力五個指標、兩個分測驗及測驗總分的表現上，均有隨著年級的增長而增強的趨勢。

### (二)年級與科技創造力

由於科技創造力測驗評分的修訂，本研究再次分析了不同年級與性別的學童

在科技創造力表現上的差異。由 MANOVA 分析得知：年級對科技創造能力指標有顯著效果( $\Lambda = .894, p = .000, \eta^2 = .037$ )，而且對流暢、變通、獨創、精進、視覺造型五個指標均有顯著效果， $F_s(3, 1827)$ 依次為 30.49、38.97、29.12、50.15、12.63， $ps < .001$ 。進一步的事後比較發現在流暢力、變通力方面，3 年級的得分低於 4、5、6 年級( $ps < .05$ )；4 年級低於 5、6 年級( $ps < .05$ )；5 年級低於 6 年級( $ps < .05$ )。在獨創力方面，3 年級的得分低於 5、6 年級( $ps < .001$ )；4 年級低於 5、6 年級年級( $ps < .01$ )。在精進力方面，3 年級的得分低於 4、5、6 年級( $ps < .001$ )；4 年級低於 5、6 年級年級( $ps < .001$ )。在視覺造型方面，3、4、5 年級的得分低於 6 年級( $ps < .001$ )。因此在流暢力和變通力方面，均有年級越高得分越高的趨勢。在獨創力方面，中年級之間無顯著差異，高年級之間亦無顯著差異。在視覺造型方面，3、4、5 年級之間無顯著差異。

若以分測驗的分數來看，MANOVA 分析發現年級對科技創造力有顯著效果( $\Lambda = .925, p = .000, \eta^2 = .038$ )，而且對字詞聯想與書包設計均有顯著效果， $F_s(3, 1827)$ 依次為 45.58、21.76， $ps < .001$ 。進一步的事後比較發現在字詞聯想方面，3 年級的得分低於 4、5、6 年級( $ps < .05$ )；4 年級低於 5、6 年級( $ps < .01$ )；5 年級低於 6 年級( $p < .01$ )。在書包設計方面，3 年級的得分低於 5、6 年級( $ps < .001$ )；4 年級低於 5、6 年級( $ps < .05$ )。因此在字詞聯想，有年級越高得分越高的趨勢；在書包設計方面，中年級之間無顯著差異，高年級之間亦無顯著差異。顯示在較強調知識基礎且偏向語文創造力的字詞聯想分測驗中，國小中高年級學童的創造力，有隨著年齡增長的趨勢；而在加入類似圖形創造力的書包設計一分測驗中，則是中年級處於一發展階段，而高年級處於另一發展階段，這可能表示圖形創造力的發展階段之分化的較不明顯。

本研究的發現支持 Ward, Smith 和 Finke(1999)的研究發現，即青春期的兒童創造力會隨著年齡增長會有些微的提

高。同時也支持 Dudek、Strobel 和 Runco(1993)的發現：六年級的學童的語文創造力優於五年級。若從 Amabile(1996)強調「創意產品的產生，與專業領域知識有密切的關係」的觀點來詮釋，也頗能合理解釋為何在強調知識基礎且偏向語文創造力的字詞聯想分測驗中，國小中高年級學童的創造力，有隨著年齡增長的趨勢，因為年級越高，其專業領域知識越豐富。

### (三)性別與科技創造力

就五個能力指標而言，MANOVA 分析得知：性別對國小中高年級學童的科技創造力有顯著效果， $\Lambda_s = .956、.922、.965、.902, ps < .01$ ，而且在流暢、變通、獨創力的表現上均為女童優於男童；唯在視覺造型表現上，六年級男童優於女童。就兩個分測驗而言，MANOVA 分析得知：國小三年級至五年級的男女學童在科技創造力的表現上均無顯著差異， $\Lambda_s = .990、.989、.988, ns$ ，唯六年級的女學童在字詞聯想一分測驗的表現上優於男學童。

過去有許多研究發現不同性別在創造力表現有某些程度的差異(如 Stephens, Karnes, & Whorton, 2001; 張珮甄, 2002)。Flaherty 研究發現三年級女學童的創造力表現優於男學童(引自 Stephens et al., 2001；本研究傾向支持這樣的看法。而六年級男童視覺造型表現優於女童的發現，可能是其優越圖形創造力的展現。本研究所使用的科技創造力測驗，除了視覺造型一項外，屬於語文創造力。一般認為在小學階段，女童的語文能力發展略優於男童；因此，女童在科技創造力較優秀的表現，可能與其語文能力發展較佳有關。

### (四)創造力發展分析

在分析國小中高年級學童創造力的發展情形時，本研究結合了橫斷與縱貫設計(即 sequential design)，進行資料的收集與分析。在分析時並納入居住地區一變項，比較澎湖、台北市與高雄市地區，學童創造力發展的情形。在進行兩年(2002 與 2003)學童創造力的比較時，因第二年字詞聯想

的評分標準有所修正，因此僅以書包設計一分量表的得分進行分析與比較。

### 1. 橫斷研究分析

這一部份的分析首先不分地區，以書包設計總分為依變項，採單因子(年度)ANOVA，比較 2002 年與 2003 年各個年級在科技創造力表現上的差異情形；其次，加入地區一變項，採二因子(年級 X 地區)ANOVA，分析不同地區的學童之科技創造力發展狀況在 2002 年及 2003 年是否有所不同。

結果發現，不分地區來看，三年級和六年級學童的科技創造力在 2002 和 2003 年的表現並無顯著差異， $F(1, 1494) = .849, p = .357$ ； $F(1, 1201) = 18.631, p = .283$ 。四年級和五年級學童的科技創造力在 2002 的表現則顯著優於 2003 年， $F(1, 1669) = 17.908, p = .000$ ； $F(1, 1626) = 8.382, p = .004$ 。

二因子 ANOVA 的分析結果發現：在 2002，地區和年級有顯著的交互作用， $F(2, 1778) = 5.771, p = .000, \eta^2 = .019$ 。進一步的簡單主要效果考驗發現：澎湖地區學童的科技創造力在三年級時優於台北地區的學童( $p = .019$ )，但到四年級和五年級時，有下降的趨勢，且表現比台北地區學童差( $ps < .01$ )；在四年級時，澎湖地區學童的表現同時也比高雄地區的學童差。到六年級時則三個地區學童的表現均無顯著差異( $ps < .001$ ) (見表 1)。就地區而言，澎湖地區三年級與六年級學童的表現優於四年級( $ps < .05$ )。在高雄及台北地區四、五、六年級學童的表現優於三年級( $ps < .01$ ) (見表 2)。

在 2003，地區和年級有顯著的交互作用， $F(2, 1816) = 7.294, p = .000, \eta^2 = .024$ 。進一步的簡單主要效果考驗發現：澎湖地區學童的科技創造力在四年級時優於台北地區的學童( $p = .019$ )，但到五年級時，有下降的趨勢，且表現比高雄及台北地區學童差( $ps < .01$ )；高雄地區學童的科技創造力則在四年級和六年級時的表現優於台北地區( $ps < .001$ )；三年級時，三個地區學童的表現無顯著差異。就地區而言，澎湖地區六年級學童的表現優

於三年級( $p = .014$ )，且五年級的表現優於六年級( $p = .002$ )；高雄地區五、六年級學童的表現優於三年級( $ps < .01$ )，且六年級學童的表現優於四年級( $p = .000$ )；台北地區五、六年級學童的表現優於三年級( $ps < .01$ )，且五年級學童的表現優於四年級( $p = .000$ )。

### 2. 縱貫研究分析

這一部份的研究採混和設計的二因子(時間點 X 地區)重複量數分析，依變項為書包設計總分。由於縱貫研究的樣本為 2003 年的 4、5、6 年級(2002 年的 3、4、5 年級)，這部分的分析只有三個年級。Norusis (1992) 認為若能符合「轉換後的共變數矩陣在對角線有固定的變異數，使得對角線的變異為 0」這樣的假設，單變量比多變量更有說服力。本研究以下的三個重複量數分析均符合此一假定，因此均以單變量的結果來進行解釋。

在 2003 年的四年級方面，重複量數的考驗結果發現交互作用效果達顯著水準， $F(2, 356) = 5.546, p = .004$ 。針對簡單主要效果所進行的事後比較發現，在 2002 年不同地區學童的科技創造力表現無顯著差異 ( $p = .734$ )；在 2003 則是高雄與澎湖地區的學童表現優於台北地區的學童 ( $ps = .01$ ) (見表 3)。此外，在澎湖及台北地區，2002 年與 2003 年學童的表現無顯著差異；在高雄地區則為 2003 年學童的表現優於 2002 年 ( $p = .000$ ) (見表 4)。

在 2003 年的五年級方面，重複量數的考驗結果發現交互作用效果未達顯著水準， $F(2, 356) = 1.686, p = .187$ ，但地區( $F(2, 357) = 12.494, p = .000$ )及時間點( $t(358) = -3.162, p = .000$ )的主要效果達顯著水準。事後比較發現，高雄及台北地區學童的科技創造力表現優於澎湖地區的學童 ( $ps < .001$ ) (見表 5)；學童在 2003 年的科技創造力表現優於 2002 年 ( $p = .000$ ) (見表 6)。

在 2003 年的六年級方面，重複量數的考驗結果發現交互作用效果達顯著水準， $F(2, 330) = 23.790, p = .000$ 。針對簡單主要效果所進行的事後比較發現，在 2002 年不同地區學童的科技創造力表現無顯著差異

( $p = .113$ )；在2003則是高雄與澎湖地區的學童表現優於台北地區的學童 ( $ps = .01$ ) (見表7)。此外，在澎湖及高雄台北地區，2003年學童的表現均優於2002年 ( $ps < .001$ )；在台北地區，2002年學童的表現均優於2003年 ( $ps < .001$ ) (見表8)。

### 3. 橫斷與縱貫分析的整合

綜合言之，在橫斷樣本的兩年比較方面，2003年四年級與五年級的表現略遜於2002年。綜合兩年的表現來看，澎湖地區五年級學童的表現始終不及台北地區的學童，而四年級在2003有後來居上的表現。而台北地區與高雄地區學童的表現在2002年雖無顯著差異，但到2003年，高雄地區四、六年級學童的表現則顯著優於台北地區。就單一地區的發展狀況而言，澎湖在五年級始終有下降的趨勢，且年級間較明顯的差異始終存在於六年級和三年級之間。高雄地區的發展雖然隨著年級的增加，有緩和逐漸上升的趨勢，但較明顯的差異在中年級與高年級之間。台北地區則在六年級始終有下降的趨勢，且年級間較明顯的差異存在於三年級和高年級之間。

在縱貫分析中，四年級及六年級時，高雄及澎湖地區的學童表現均優於台北地區的學童；在五年級時，則是高雄及台北地區顯著優於澎湖地區。在進步現象方面，2003年時四年級的學童中，僅有高雄地區學童的科技創造力有顯著進步；五年級及六年級學童則是高雄與澎湖地區學童的科技創造力有顯著進步，台北地區的學童科技創造力有顯著退步。

綜合橫斷與縱貫的結果發現，不同地區的學童創造力發展的曲線有所不同，如高雄地區學童創造力的發展為漸進曲線，而澎湖地區在五年級有停滯的現象，台北地區在六年級則有下降的趨勢。若不論地區，創造力的發展大致在三年級和四年級之間並不明顯，而在三年級和六年級間有較大的差異。這些地區差異的形成，可能受到多重因素互動結果的影響，包括個人、家庭、學校等因素的影響。若從2002年開始實施九年一貫課程的角度來解釋，其對學童科技創造力的發展並無貢獻（2003年四年級與五年級的表現略遜於

2002年，且三年級與六年級在2002與2003年無顯著差異）。

若從城鄉資源的差異來看，對於資源較少的澎湖地區學童而言，似乎還是有較多不利的影響。而對擁有較多資源的台北地區學童而言，他們可能因為提早面臨較多的國中升學壓力，而在小六有下降的現象。反倒是高雄地區，學童的創造力發展較為順暢。整體看來，本研究的結果較傾向支持城市學童的創造力優於鄉下地區學童的創造力(Kelgeri, Khadi & Phadnis, 1989; Srivastava, 1982)。此外，在這一波的教改當中，似乎是澎湖和高雄地區三年級升四年級的學生受益較多，這可能是因為對原本相對資源較少的澎湖和高雄地區學童而言，其教學資源有較多的改善。

### (五)創造力發展與生態系統動態關係

本研究假設個人特質、家庭及學校三個生態系統間會產生互動，進而影響學童的創造力表現。整體看來，這樣的互動模式得到支持(模式驗證均有不錯的適配度指數)。不管是2002年或是2003年、不同年級與全部樣本的考驗均發現：個人特質、家庭與學校三者之間均有密切的相關(全部樣本見圖3、圖4)。個人特質與家庭的相關介於.60~.85；個人特質與學校的相關介於.55~.78；學校與家庭的相關介於.61~.83。就相關的強度而言，在2002年，這些系統間的相關有隨年級的增加而降低的趨勢；在2003年，這些系統間的相關(除了個人特質與學校的相關到6年級有增加的趨勢外)則有在3、4、5年級持平，而到6年級驟降的趨勢。

就個人特質對創造力的影響而言，2002年在4年級與6年級的影響係數較高(.40與.26)，在其餘2個年級則甚低；2003年則僅在3年級有較高的影響係數(.22)。就家庭對創造力的影響而言，2002年除了在3年級有較高的影響係數(.20)外，其餘均為甚低的負向係數；2003年除了在6年級有甚低的正向影響係數(.05)外，其餘均為負向係數。最後，就學校對創造力的影響而言，2002年除了在3年級有較高的負向係數(-.23)外，其餘均為甚低的負向係數或正向係數(5年級為.03)，但有逐漸增強的



趨勢；2003 年則僅在 3 年級有負向的影響係數(-.18)，而且 3 年級至 5 年級有逐漸增強的趨勢，至到 6 年級驟降(見表 9)。

就縱貫研究的樣本來看，個人特質、家庭及學校之間的互動關係在 2002 年與 2003 年並無太大變動。唯有 2002 年 5 年級學童到 2003 年時，其個人特質與學校的相關有明顯的增加(從.54 到.78)。在 2003 年，個人特質對創造力的影響有隨著年級的增加而降低的趨勢，但學校對創造力的影響則有增強的狀況，尤其是 3 年升 4 年級(從-.23 到.17)以及 4 年級升 5 年級(從-.13 到.39)。這樣的發現與先前創造力發展的分析，有一致的現象，即九年一貫課程對三年級升上四年級的學生有較多助益。

綜合看來，學童個人特質對創造力的影響，似乎不像成人那麼明顯；而學校對學童的影響則較成人為直接與明顯。葉玉珠(2000)發現個人特質是影響資訊科技產業人員最直接且重要的因素，而學校則為間接的影響因素。此外，本研究發現家庭因素主要是透過個人特質或學校影響學童的創造力。從潛在模式驗證中也發現，個人特質中以「富於想像與多元思考」、「善於調適與分享」；家庭以「提供學習機會及支持鼓勵」學校以「支持、鼓勵的教學態度」、「討論、探究的教學方法」對學童創造力的表現有較穩定的貢獻；因此多提供這些相關的家庭或學校環境，以培養學童的創意特質，應有助於其科技創造力潛能的發展。

#### (六)情緒與創造力

由 MANOVA 分析得知：情緒對國小三、四、六年級學童的科技創造力指標均無顯著效果 ( $\Lambda_s$  依次為 .953、.950、.946； $p$  值依次為 .122、.095、.060)，但對國小五年級學童的科技創造力指標有顯著效果 ( $\Lambda=.932$ ,  $p=.028$ ,  $\eta^2=.034$ )，而且對流暢力、變通力、獨創力三個指標有顯著效果， $F_s(1, 291)$  依次為 4.66、6.46、4.14， $ps < .05$ 。由事後比較得知，在流暢力的表現上，高分組優於中間組( $p < .05$ )；在變通力的表現上，高分組及中間組均優於低分組( $ps < .05$ )；在獨創力的表現上，高分組優於低分組( $p < .05$ )。

過去的研究發現，情緒可能可以促進創造力，也可能會阻礙創造力(Averiall, 1999；Novick, 1998)。Amabile(1996)則指出目前的研究尚未能明確斷定情緒對創造力的影響究竟為何。「情緒能力」是在引發情緒的社會情境中，「自我效能」的具體展現(Saarni, 1990)。本研究的發現傾向支持情緒能力對學童創造力沒有顯著效果，但這樣的結果可能導因於受試者過度高估自己的情緒能力；因此，其發現有待再驗證。

#### (七)結語

本研究嘗試以兩年時間修訂一份適用於國小學童的科技創造力測驗，以及四份量表-- IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 以及情緒能力量表。除了完成其信效度考驗外，也建立了分數常模、百分等級，並進行了相關的考驗。本研究二年來的發現，有再度驗證既有理論者，也有新的發現。希望這些研究發現能提供這一波教改些許的省思與參考。

### 五、計畫成果自評

本研究第一年與第二年均達到預期的效果。在進度上、研究方法及研究結果均與原計畫相符，且研究樣本幾乎為原訂的 2 倍(第一年原訂 1200 人，實際樣本為 2280 人；第一年原訂 1200 人，實際樣本為 1838 人)。本研究所發展的科技創造力測驗及相關量表，在九年一貫課程中應有其實用價值。兩年的研究結果已有一篇發表於師大學報，四篇發表於學術研討會，相關的碩士論文有六篇。兩年的研究結果正在整理以投稿學術期刊(見附錄 A)。

### 六、參考文獻

- 杜明城譯(1999)。**創造力**。台北：時報出版社。
- 洪蘭譯(1999)。**不同凡想**。台北：遠流。
- 張嘉芬(1997)。**依附風格、創意教養環境與創進行為的關係**。國立政治大學教育研究所碩士論文。
- 張珮甄(民 91)。**國小五年級學童性別、出生序、家庭結構、情緒、創意個人特質與其科技創造力之關係**。國立中山大學未發表之碩士論文。
- 葉玉珠(2000)。「創造力發展的生態系統模式」及其應用於科技與資訊領域之內涵分析。



- 教育心理學報, 32(1), 95-122。
- 葉玉珠 (2002)。國小中高年級學童科技創造力發展與其主要影響生態系統之動態關係 (國科會專案報告, NSC 90-2511-S-110-006)。
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Boulder, CO: Westview Press.
- Averiall, J. R. (1999). Creativity in the domain of emotion. In T. Dalgleish, & M. Power (Eds.). *Handbook of Cognition and Emotion*, Chap.36, 765-781.
- Cheng, S. K. (1999). East-west difference in views on creativity: Is Howard Gardner correct? Yes and no. *Journal of Creative Behavior*, 33(2), 112-125.
- Dudek, S. Z., Strobel, M. G., & Runco, M. A. (1993). Cumulative and proximal influences on the social environment and children's creative potential. *The Journal of Genetic Psychology*, 154(4), 487-499.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. New York: Basic Books.
- Hale, C. & Windecker, E. (1992). *Influences of Parent-child Interaction During Reading on preschoolers' Cognitive Abilities*. ERIC Digest, ED360083.
- Kelgeri, Khadi, P. B., & Phadnis (1989). Creativity among urban and rural boys and girls. *Indian Journal of Behaviour*, 13(4), 10-14.
- Michel, M. & Dudek, S. Z. (1991). Mother-child relationship and creativity. *Creativity Research Journal*, 4(3), 281-286.
- Norusis, M. J. (1992). SPSS/PC+ Advanced Statistics. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Novick, R. (1998). The comfort corner: Fostering resiliency and emotional intelligence. *Childhood Education*, 74(4), 200-204.
- Olszewski, P., Kulieke, M., & Buescher, T. (1987). The influence of the family environment on the development of talent: A literature review. *Journal for the Education of Gifted*, 11(1)6-28.
- Runco, M. A., & Walberg, H. J. (1998). Personal explicit theories of creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 32(1), 1-17.
- Saarni, C. (1990). Emotional competence: How emotions and relationships become integrated. In R. A. Thompson (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation: Vol 36. Socioemotional development* (pp. 115-182). Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- Simonton, D. K. (1988). Creativity, leadership, and chance. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 386-427). New York: Cambridge University Press.
- Srivastava, B. (1982). A study of creative abilities in relation to socio-economic-status and culture. *Perspectives in Psychological Researches*, 5(2), 37-40.
- Stephens, K. R., Karnes, F. A., & Whorton, J. (2001). Gender differences in creativity among American Indian third and fourth grade students. *Journal of American Indian Education*, 40(1), 57-65.
- Sternberg, R. J., Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677-688.
- Walberg, H. J. (1988). Creativity and talent as learning. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 340-361). New York: Cambridge University Press.
- Ward, T. B., Smith, R. A., & Finke, R. A. (1999). Creative cognition. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 189-212). New York: Cambridge University Press.

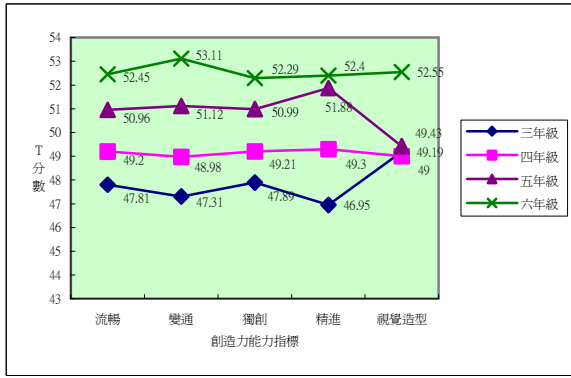


圖 1：2003 年國小三至六年級學生在科技創造力五個指標的得分平均數趨勢圖

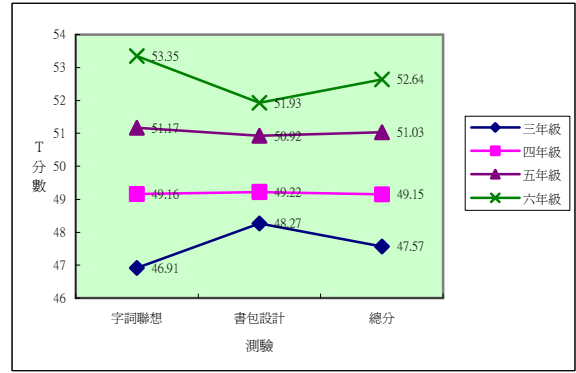


圖 2：2003 年國小三至六年級學生在科技創造力二個分測驗及總分的得分平均數趨勢圖

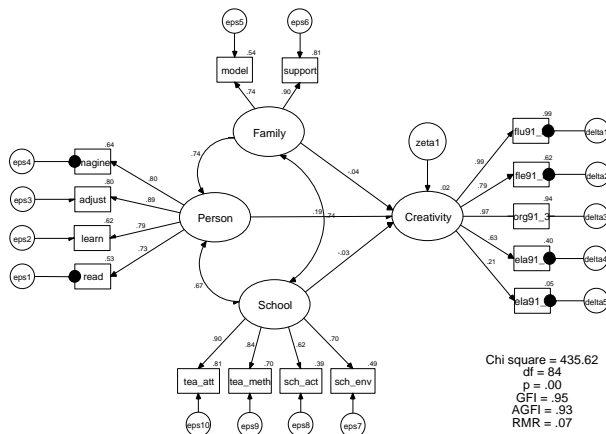


圖 3：2002 年全體樣本創造力與其影響生態系統間的關係

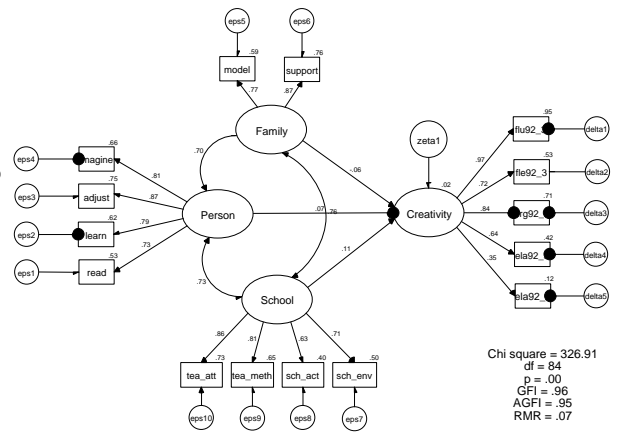


圖 4：2002 年全體樣本創造力與其影響生態系統間的關係

表 1 Simple Main Effect of Area at Grade on Pupils' Creativity in 2002—Cross-sectional Sample

Variance	Descriptives			ANOVA				Sheff'e
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>MS</i>	<i>F (df)</i>	Sig.	Partial $\eta^2$	
Area at Grade 3								
澎湖	49.71	7.35	114	197.787	4.153 (2, 527)	.016	.016	澎湖>台北 ( <i>p</i> = .019)
高雄	47.93	6.87	239					
台北	47.37	6.63	177					
Area at Grade 4								
澎湖	47.05	6.59	138	715.092	13.727 (2, 421)	.000	.061	澎湖<台北 ( <i>p</i> = .000) 澎湖<高雄 ( <i>p</i> = .000)
高雄	50.72	6.73	136					
台北	51.16	8.14	150					
Area at Grade 5								
澎湖	49.50	6.97	115	362.280	5.748 (2, 401)	.003	.028	澎湖<台北 ( <i>p</i> = .004)
高雄	51.06	7.35	130					
台北	52.77	8.99	159					
Area at Grade 6								
澎湖	50.88	8.06	165	61.469	.943 (2, 429)	.390	.004	<i>n.s.</i>
高雄	51.17	8.58	97					
台北	52.05	7.78	170					

**表 2 Simple Main Effect of Grade at Area on Pupils' Creativity in 2002—Cross-sectional Sample**

Variance	Descriptives			ANOVA				Sheff'e
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	<i>MS</i>	<i>F</i> ( <i>df</i> )	Sig.	Partial $\eta^2$	
Grade at area1(澎湖)								
Grade 3	49.71	7.35	114	376.891	7.045(3, 528)	.000	.038	Grade 3 > Grade4 ( $p = .042$ ) Grade 6 > Grade4 ( $p = .000$ )
Grade 4	47.05	6.59	138					
Grade 5	49.50	6.97	115					
Grade 6	50.88	8.06	165					
Grade at area2(高雄)								
Grade 3	47.93	6.87	239	447.160	8.517(3, 598)	.000	.041	Grade 3 < Grade4, 5, 6 ( $ps < .01$ )
Grade 4	50.72	6.73	136					
Grade 5	51.06	7.35	130					
Grade 6	51.17	8.58	97					
Grade at area3(台北)								
Grade 3	47.37	6.63	177	995.312	15.978(3, 652)	.000	.068	Grade 3 < Grade4, 5, 6 ( $ps < .001$ )
Grade 4	51.16	8.14	150					
Grade 5	52.77	8.99	159					
Grade 6	52.05	7.78	170					

**表 3 Simple Main Effect of Area at Year on Fourth Graders' Creativity—Longitudinal Sample**

variance	Descriptives			ANOVA(2, 356)				Comparison Results (Sheff'e)
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Sig.	Partial $\eta^2$	
Area at year 2002								
澎湖	47.87	8.56	62	25.04	.310	.734	.002	<i>ns.</i>
高雄	47.12	9.45	186					
台北	47.86	8.41	111					
Area at year 2003								
澎湖	50.25	7.59	62	429.71	9.616	.000	.051	高雄>台北( $p<.001$ ) 澎湖>台北( $p<.01$ )
高雄	50.32	7.08	186					
台北	46.96	5.32	111					

**表 4 Simple Main Effect of Year at Area on Fourth Graders' Creativity—Longitudinal Sample**

variance	Descriptives			Paired t-test			Sig.	Comparison Results
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>df</i>			
Year at area1(澎湖)								
2002	49.77	6.48	62	-.45	61	.657		<i>ns.</i>
2003	50.25	49.77	62					
Year at area2(高雄)								
2002	48.08	50.25	186	-4.08	185	.000		2003>2002
2003	50.32	48.08	186					
Year at area3(台北)								
2002	47.67	50.32	111	1.07	110	.286		<i>ns.</i>
2003	46.96	47.67	111					

**表 5 Main Effect of Area on Fifth Graders' Creativity—Longitudinal Sample**

variance	Descriptives			ANOVA				Comparison Results
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Sig.	Partial $\eta^2$	
Area								
澎湖	48.14	5.53	112	521.909	12.494	.000	.066	澎湖<台北( $p<.001$ ) 澎湖<高雄( $p<.001$ )
高雄	51.77	6.43	119					
台北	51.87	7.20	128					

**表 6 Main Effect of Year on Fifth Graders' Creativity—Longitudinal Sample**

variance	Descriptives			Paired t-test			Sig.	Comparison Results
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>df</i>			
Year								
2002	50.03	7.57	359	-3.162	358	.000		2003> 2002
2003	51.32	7.86	359					

**表 7 Simple Main Effect of Area at Year on Sixth Graders' Creativity—Longitudinal Sample**

Variance	Descriptives			ANOVA <i>F</i> (2, 330)				Comparison Results (Sheff'e)
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Sig.	Partial $\eta^2$	
Area at year 2002								
澎湖	53.21	10.22	85	219.20	2.19	.113	.013	<i>ns.</i>
高雄	50.73	9.46	105					

台北	53.20	10.26	143					
Area at year 2003								
澎湖	54.23	7.86	85	653.78	9.97	.000	.057	台北 < 澎湖(p<.001)
高雄	54.10	9.66	105					台北 < 高雄(p<.001)
台北	50.16	6.90	143					

表 8 Simple Main Effect of Year at Area on Sixth Graders' Creativity—Longitudinal Sample

variance	Descriptives			Paired t-test			Comparison Results
	M	SD	n	t	df	Sig.	
Year at area1(澎湖)							
2002	49.66	7.02	85	-5.45	84	.000	2003 > 2002
2003	54.23	7.86	85				
Year at area2(高雄)							
2002	50.80	7.37	105	-3.52	104	.001	2003 > 2002
2003	54.10	9.66	105				
Year at area3(台北)							
2002	52.67	8.99	143	-3.79	142	.000	2003 > 2002
2003	50.16	6.90	143				

表 9 Summary Table of SEM

樣本	個人與家庭相關		個人與學校相關		學校與家庭相關		個人對創造力影響		家庭對創造力影響		學校對創造力影響		Chi square		GFI		AGFI	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
三年級	.85	.67	.77	.76	.81	.78	.11	.22	.20	-.01	-.23	-.18	152.30	121.18	.94	.94	.91	.92
四年級	.77	.79	.72	.73	.83	.79	.40	.09	-.14	-.06	-.13	.17	204.05	159.94	.92	.93	.89	.91
五年級	.67	.77	.54	.70	.63	.82	.16	.08	-.05	-.38	.03	.39	175.16	174.94	.92	.93	.89	.89
六年級	.60	.60	.55	.78	.61	.64	.26	.09	-.07	.05	-.01	.06	229.41	161.38	.90	.93	.86	.90
全體	.74	.70	.67	.73	.74	.76	.19	.07	-.04	-.06	-.03	.11	435.62	326.91	.95	.96	.93	.95

註：所有 Chi square 的  $p$  均為 .00。Chi square 的  $df$  為 84。估計方法為 ML。2002 年三至六年級及全體的人數依次為 308、312、262、297、1179。2003 年三至六年級及全體的人數依次為 252、303、289、325、1169。

## 附錄 A 已發表論文與相關碩士論文

1. 吳怡瑄、葉玉珠(2003)。主題統整教學、年級、父母社經地位與國小學童科技創造力之關係。**師大學報**(已被接受)。(TSSCI)(NSC 90-2511-S-110-006)
2. 葉玉珠、吳怡瑄、張珮甄、陳俐妤、陳炳煌(2002, 9月)。個人特質、學校環境、主題統整教學與國小高年級學童科技創造力之關係。發表於中國心理學會第四十一屆年會之論文，國立成功大學，台南。(NSC90-2511-S-110-006)
3. 吳怡瑄、葉玉珠(2002, 10月)。主題統整教學及創意教室氣氛與國小學童科技創造之關係。發表於第四屆「中等教師之教學與學習」學術研討會，交通大學，新竹。(NSC90-2511-S-110-006)
4. 陳俐妤、葉玉珠(2003, 3月)。多元智能融入自然領域教學對國小四年級學童應用多元智能於自然科學習及其科技創造力之影響。發表於「創造力實踐歷程」研討會，國立政治大學，台北。(NSC 90-2511-S-110-006)
5. 張珮甄、葉玉珠(2003, 3月)。國小五年級學童出生序、家庭結構、情緒、創意個人特質與其科技創造力之關係。發表於「創造力實踐歷程」研討會，國立政治大學，台北。(NSC 90-2511-S-110-006)
6. 吳怡瑄(2002)。主題統整教學、教室氣氛、年級及父母社經地位與國小學童科技創造力之關係。國立中山大學未發表之碩士論文。
7. 張珮甄(2002)。國小五年級學童性別、出生序、家庭結構、情緒、創意個人特質與其科技

- 創造力之關係。國立中山大學未發表之碩士論文。
8. 陳俐妤(2002)。性別、多元智能融入自然領域教學對國小四年級學童應用多元智能於自然科學習及其科技創造力之影響。國立中山大學未發表之碩士論文。
  9. 陳炳煌(2002)。學習單、思考風格及自我概念與國小高年級學童科技創造力之關係。國立中山大學未發表之碩士論文。
  10. 李雅怡(2003)。年級、城鄉別、出生序、建設性思考、情緒能力與國小高年級學童科技創造力之關係。國立中山大學未發表之碩士論文。
  11. 蔡擇文(2003)。國小五年級自然科融入 STS 教學對學生學習態度、批判思考與科技創造力之影響。國立中山大學未發表之碩士論文。