

影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展

葉玉珠

國立政治大學師資培育中心

摘要

本研究基於創意發展的生態系統模式，嘗試編製三份影響國小學童科技創意表現的量表——「國小學童科技創意發展個人因素量表」(IPF-PTCD)、「國小學童科技創意發展家庭因素量表」(IFF-PTCD)以及「國小學童科技創意發展學校因素量表」(ISF-PTCD)。本研究以量化的驗證取向來編製量表，即以大樣本的創造力測驗分數來篩選能區辨高低創意的題目，之後再進行信度及效度考驗。本研究的參與者包括 2166 人位國小四年級至六年級的學童；主要的測量工具包括初編的 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 和葉玉珠（2002）編製的科技創造力測驗。研究發現，所編量表具有良好的內部一致性，而且量表中的因素之間也都具有中度到高度的相關。此外，所編量表也具有良好的建構效度，而且能有效區別高低創意的學童。IPF-PTCD 包含四個因素、IFF-PTCD 包含二個因素、ISF-PTCD 包含四個因素。

關鍵字：科技創造力、學童、個人特質、家庭、學校

影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展

緒 論

科技與資訊的發展是目前世界各先進國家較量國家競爭力的重要指標，亦即國家競爭力的關鍵在於科技。科技的發展貴在創新，而科技的創新則取決於個人的思考力，所以無論從國力或從經濟發展的角度來看，激發中小學生的科技創造力應該受到更多的重視。近來創造力人格特質的研究已涉及各領域，如藝術成就、藝術活動、科學創造（Simonton, 2000；陳昭儀，2000），但大多以成人為對象，以學童為對象而且鎖定在科技領域的創造人格特質之研究並不多見。

「科技創造力」乃個體在科技領域中，產生具有原創性與價值性的產品之歷程。葉玉珠（2000）從生態系統模式的觀點提出：小系統（個人特質）對個體的創意有最直接的影響，而中系統（家庭及學校環境）對於國小階段學童的創造力表現則有著直接與間接的影響；間接的影響在於形塑學童的創意個人特質，進而影響其創造力的表現。許多研究也指出個人特質、家庭及學校環境均為影響創造力發展的重要因素（Gardner, 1993; Hale & Windecker, 1992; Olszewski, Kulieke, & Buescher, 1987; Csikszentmihalyi, 1996/1999）。影響創造力的家庭因素主要為父母教養方式、親子關係、家庭氣氛與環境（陳宗逸，1995；羅一萍，1996；Michel & Dudek, 1991；Pohlman, 1996；Snowden & Christian, 1999）。在學校環境方面，教師的教學風格、教室氣氛與學校提供的資源及支持策略也會影響學童的科技創造力發展（Fleith, 2000；Deci & Nezlek, 1981）。

綜上所述，探究科技創造力的發展除了考量個體本身之外，與其有直接及間接影響關係的家庭、學校脈絡亦應納入，以作為觀測的指標；因此，本研究嘗試歸納並發展影響國小學童科技創造力發展的關鍵個人特質、家庭及學校因素的評量工具，以做為父母與教師培育兒童科技創造力的參考。

文獻探討

一、科技創造力

建構出一套適當的測量科技創意發展的影響因素指標，需先釐清科技創造力一詞的概念。創造力本身所牽涉的範圍甚廣，對於其定義，不同學者依據其所持面向及理論基礎而有不同的見解和看法。近年來創造力的概念已融入於領域學門脈絡之中（Amabile, 1988; Csikszentmihalyi, 1996/1999），亦即每個領域的創造力表現需有穩固且紮實的本科知識或理論，而且創意本身還需要獲得其所屬領域學門的認可。因此，科技創造力一詞應是植基於科學專門知識與產業技術之上而產生的。

科技是理論知識（如科學）的實際應用，是控制和改變自然環境的手段和方法，也是人們透過操作工具、資源及程序來解決問題與完成產品，並達成希冀目標的歷程（洪榮昭、朱永裕、鄭廉銓，2002）。因此，科技的發明或設計相當重視「實用性」（Huber, 1998），亦即運用科技創造力所產出的成品必須能夠實際為人所使用。此外，科學提供理論基礎，讓人類可以發明更多的科技產品；而相對的，新科技的發明，讓人類藉以拓展了其探索科學的能力；因此，兩者也互相依存。雖然現今有關科技創造力的文獻並不多，李大偉、張玉山（2000）認為所謂的科技創造力就是在科技活動中，所展現的創造力，其與一般的創造力不同之處在於：科技創造力的內涵不只是多種意念的提出，同時，更要有工具的操作與材料的處理，最

後，也要有成果出現。過去針對科技領域創造力所提出的理論甚少，研究者認為「科技創造力」乃個體在科技領域中，產生一具有原創性與價值性的產品之歷程；此創造歷程涉及認知、情意及技能的統整與有效應用；即創意表現乃為個體的知識與經驗、意向（包括態度、傾向、動機）、技巧與環境互動的結果。雖然科技創造力與一般創造力強調的重點有所不同，但其創作歷程與重要的影響因素應是大同小異。

二、個人特質與科技創造力

依據 Siau (1995) 所提出之影響創新的個人特質—認知、人格特質、動機傾向、知識種類，研究者進一步將其歸納為知識、意向及技巧三項，並將其分述如下：

(一) 知識

Runco 與 Walberg (1998) 在一項以研發人員為對象的研究發現：有創意的人通常具有相當的專業知識及背景知識；他們的知識基礎深厚。能建立新的知識結構，而且對知識基礎本身的缺陷具有高度的警覺性。Feldhusen (1995) 也認為知識基礎是創意產生的必備條件；他認為 Wallas 在 1926 年所提出創造歷程的四個階段皆須以知識為基礎；此外，具有創意且多產的人，通常在早年就已精熟某一領域的知識或/與技巧。葉玉珠 (2000) 訪談了 30 位科技界（包含硬體與軟體發展）的高創業者，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。

最近 Ward、Smith 和 Finke (1999) 從創造認知取向 (Creative Cognition Approach) 的概念，所提出探索模式 (Geneplore Mode)，也特別強調知識的重要性。此模式著重於了解洞見 (insight)、概念的延伸 (the extension of concepts)、新近活化的知識 (recently activated knowledge)、概念的結合 (conceptual combinations)、創造的意象 (creative imagery)。根據產生—探索模式的概念，當創造時，個體乃處於產生 (generative) 和探索 (exploratory) 過程的交互應用，並依據工作的要求與限制不斷修飾其產生與探索的架構。

(二) 意向

綜合學者們的看法（葉玉珠、吳靜吉、鄭英耀，2000；Amabile, 1997; Feldhusen, 1995; Oldham & Cummings, 1996; Ripple, 1989; Mellou, 1996; Runco, 1996; Runco & Walberg, 1998; Sternberg, 1988, Sternberg & Lubart, 1996; Torrance, 1988），具有高創造力者應具備下列意向：高度的內在動機、持續的努力、堅強的毅力、享受工作本身的樂趣、對工作有高度承諾、精力旺盛、高度的工作熱忱、多產、內控、廣泛的興趣、願意成長、富有野心、期待被肯定、對工作完全投入、對高遠目標的追求、喜歡複雜及具有挑戰性的工作、關心工作與成就、願意冒險、大膽、自信、果斷、勇於嘗試困難的工作、喜歡發明、好奇、幽默、誠實、警覺、勤奮、敏感、自治、自我力量 (ego strength) 高、堅強的意志力、期望進步、樂觀、理想主義、心胸開放、對曖昧情境的忍耐度高、智慧型的審美觀、具創意的自我意向、健全的人格、敏銳的直覺、好問的、質疑假設、注意新奇事物、要求證據、獨立、質疑傳統、喜歡獨立思考、喜歡獨自工作、自動、不為偏見及舊方法所束縛。

葉玉珠 (2000) 的訪談研究發現，下列 16 項為影響科技創造力表現的重要「意向」特質：主動學習動機強；喜歡閱讀；喜歡與人互動，分享創意；喜好思考，常俱有創新的點子；喜歡嘗試，具有冒險精神；願意成長，不斷求進步；好奇、好問；勇於表達自己的看法與才能；有主見，喜歡獨立思考；興趣廣泛；喜歡解決問題；喜歡自己動手拆東西、修東西；獨立自主；樂觀進取；具藝術興趣與審美觀；勤奮、堅毅不拔。

(三) 技巧或策略

綜合最近學者們所提出的見解與研究發現（葉玉珠等，2000；Amabile, 1988; Feldhusen, 1995; Ripple, 1989; Runco, 1996; Runco & Walberg, 1998; Sternberg, 1988; Sternberg & Lubart, 1996; Torrance, 1988），創造力的產生必須具備下列能力：產生新觀念（流暢力）、從一般的事物中經過思考而形成一個新觀念、發現問題、敏銳的觀察力、辨識好問題、發現混亂中的秩序、想像力、獨創力、洞察力、變通力、轉換（transformation）的能力、反省、使用意象、隱喻思考、適應力、特定領域的技巧、特殊的認知技能、忍受及解決衝突、多才多藝、專業技能、藝術的天賦、審美能力、隨時調適自己以符應環境需求、問題解決技巧、推理、思路清晰、有能力、高度智慧、有效決策、邏輯思考、客觀判斷、綜合、明確表達、良好的社交技巧。

葉玉珠（2000）的訪談研究則發現，下列 2 項為影響科技創造力表現的最重要「能力」特質：組織與分析能力強；自我監控（自我調節）能力強。

三、家庭與科技創造力

（一）父母教養方式

一些研究指出父母以民主及尊重的方式替代權威的控制（陳宗逸，1995；羅一萍，1996）；給子女適度的自由，避免過多的評價（林逸媛，1992）；父母的心情開放，容易溝通，能鼓勵子女適當的好奇心，使其有探索、實驗、想像、質疑、驗證的機會，促發其獨立自主的個性等均有助於子女創造力的發展。張嘉芬（1997）的研究也發現下列教養方式與學童的創造力有正相關：要求展現自我及開放經驗、要求手腦並用、鼓勵發表與要求嘗試、運用新知精益求精、科學創新的問題解決以及視覺生活的設計。

（二）親子關係

親子互動關係是指家庭中父母與子女透過彼此間接觸的頻率（互動）、情感投入（心理）所構成的一種家庭關係。相關研究結果發現家長能多給予子女獎勵及愛、較少的情緒投入與干涉以及避免過度保護（Hale & Windecker, 1992; Michel & Dudek, 1991）等親子關係有助於子女創造力的發展。

（三）家庭環境與氣氛

Feldhusen（1995）亦指出若幼年失怙者所接受到的文化刺激能使其積極面對並勇於克服挫折，則對其未來的創造力表現將有所促進。而 Feldman（1999）則認為安全、自由及溫馨的家庭環境對子女的創造力發展有正面的影響。雖然有些傑出的人才出生於破碎、有問題的家庭，但是也有許多傑出的人物是出生於美滿及具有良好氣氛的家庭。此外，給子女一個安全與自由的心理環境也是相當重要的；有利於創造力發展的家庭氣氛為：互相關注、信賴與支持的家庭關係，能充分表達感受與溝通意見，注重文化與知性活動，重視成功或成就的追求（Olszewski et al., 1987）。

綜上所述，家庭應是影響個體創造力發展的一環。因此，在探究個體科技創造力表現的同時，我們應該將此一重要變項納入作為觀測的指標。

四、學校與科技創造力

（一）良師與創造力

學校教育對於個體創造力發展的主要影響似乎來自於「良師」。Houtz（1990）發現若教師本身是角色楷模並且支持與接納學生的想法，則有利於學生創造力的發展。根據 Csikszentmihalyi（1996/1999）的研究，良師對於大多數創造性人物有關鍵性的影響。他指出

當有創造潛能的年輕人之事業達到某一點時，他們必須受到該學門中年長成員的肯定，否則他們的動機會逐漸消失，他們將無以獲得訓練，也得不到機會來貢獻社會。良師所扮演的角色即在讓年輕人的身份得到適當的評價，以鼓勵他們繼續致力於該領域。

(二) 教室氣氛、教師行為與創造力

教室環境裡的師生互動，是一股重要的社會力量，能成功地化解低社經地位學生阻礙創造力發展的不利因素，並可能直接影響學生的創造力表現；觀察教室氣氛的相關變項有助於測量、描述和激勵學生創造力發展的因素 (Dudek, Strobel & Runco, 1993)。Amabile (1996) 的理論中也指出，當學生知覺教室氣氛為內在正向的導向時，其內在動機會隨之增強，進而增強創造力。有利於學生創造力發展的教室氣氛及教師行為包括鼓勵創造思考、使用會引發好奇心的發問技巧、有民主的互動、有安全的氣氛、以學生為主、有合作學習的活動、非指導式的教學方法、對學生的需求有所回應、鼓勵學生發言、給予學生獨立探索的機會、賦予學生學習的選擇權、接納學生的不同意見、提昇自信心、提供支持與資源等 (Hamza & William, 1996; Fleith, 2000; Morgan & Forster, 1999; Majoribank, 1994)。

葉玉珠 (2000) 的訪談研究發現，受訪者認為良師的引導啟發與表達對學生創造力表現的期望與信心、良好的師生互動關係 (如教師接納、支持學生的想法)、學校課程提供思考能力的訓練等，對科技創造力的發展是非常重要的。可見學校教育與科技創造力發展之間有著密切的關係。

本研究的主要目的在根據上述的文獻探討，嘗試從個人、家庭與學校三方面探討並編製可能影響學童科技創造力的量表。本研究除詳述這三份量表的發展過程外，也進行信度與效度考驗。

研究方法

一、研究參與者

本研究採立意取樣，以高雄市、澎湖縣、台北縣市的 2280 位國小四年級至六年級的學童為樣本。其中，有填答科技創造力測驗的學童共計 2166 人 (三年級：589 人；四年級：448 人；五年級：512 人；六年級：616 人)；有填答影響學童科技創造力發展三份量表的計有 1790 位學童 (三年級：527 人；四年級：417 人；五年級：390 人；六年級：426 人)。在第一階段的題目篩選時，由於以科技創造力的常模分數作為題目篩選的依據，因此採用較大樣本的 2166 人為科技創造力的常模人數。在 2166 位學童中，男生樣本佔有效樣本的 52.4%，女生樣本佔有效樣本的 47.5%。在樣本學校分佈地區方面，以高雄市居多 (佔有效樣本的 40.0%)，另外澎湖縣佔有效樣本的 28.0%、台北縣市佔了 32.0%。在年級方面，三、四、五、六年級的樣本人數大致接近；三年級佔有效樣本 28.9%，四年級佔 23.2%，五年級佔 24.7%，六年級佔 23.2%。

二、研究工具

(一) IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD

研究者歸納出與國小學童創意發展較為相關之因素，並以葉玉珠等 (2000) 所編製的三份影響科技資訊產業人員創意發展的因素之量表—創意發展個人因素量表 (IPF-CD)、創意發展家庭因素量表 (IFF-CD) 及創意發展學校因素量表 (ISF-CD) 為參考，嘗試從中選出較適用的概念並轉換為題目，進而初步編製「國小學童科技創意發展個人因素量表」(Inventory

of Personal Factors to Pupils' Technological Creativity Development, IPF-PTCD)、「國小學童科技創意發展家庭因素量表」(Inventory of Family Factors to Pupils' Technological Creativity Development, IFF-PTCD)以及「國小學童科技創意發展學校因素量表」(Inventory of School Factors to Pupils' Technological Creativity Development, ISF-PTCD)。經過研究小組針對題目概念的適當性及題目敘述的清晰性進行五次的討論與修改後，研究者完成初編的 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD。IPF-PTCD 共計 47 題、IFF-PTCD 共計 24 題、ISF-PTCD 共計 37 題。

(二) 科技創造力測驗

「科技創造力測驗」係由葉玉珠(2002)編製。雖然科技創造力應兼重「概念的形成」與「實作的展現」，但從九年一貫課程中「自然與生活科技領域」的課程目標中相關的能力指標看來，小學中高年級階段創造力的培育，仍以科技創造力「潛能」的發展與評估為主，即較著重創意產品「概念的形成」，故本測驗偏重構想力而非實作力的測量。此外，科技創造力有與一般創造力的主要區別乃在於其著重「科技領知識的融入」與強調「工具的操作與材料的處理」，因此本測驗融入科技領域知識的理念、兼顧工具的操作與材料的處理過程、強調產品導向的概念，並參考國內外科技創意競賽的評分方向將科技創造力測驗的評量指標分為五個向度，即流暢力、變通力、獨創力、精進力與視覺造型。

「科技創造力測驗」測驗包括「字詞聯想」與「創意書包發明」兩個分測驗。「字詞聯想」分測驗包含自然與生活科技領域中 24 各重要的基本元素名稱，測驗時間為十分鐘；學生在作答時必須以自然與生活科技領域的知識為基礎，並以合理的推論過程，發揮其聯想力，針對元素之間可能的組合想出各種產品；此一分測驗涉及「材料的處理」。「書包設計」分測驗中測量受試者將相關科學概念結合，並將其視覺化與產品化的創造思考能力。此分測驗包含(一)書包繪圖及(二)書包特色，前者重視造型創新，後者重視工具操作與機能創新。在書包繪圖一活動中，受試者必需將所設計的書包畫出；此外，學生必須為此書包命名；測驗時間為十分鐘。在書包特色一活動中，受試者則必須並將所設計書包的特色以及欲擁有此特色必須要具備的東西或裝置寫出；測驗時間為十分鐘。

字詞聯想分測驗的測驗總分是以流暢力、變通力、獨創力精進力四項分數分別依常模轉換成 t 分數，再將上述五項 t 分數以各占 25%的比例相加，所得之加權 t 分數總和即此分測驗的總分。創意書包發明分測驗的測驗總分是以流暢力、變通力、獨創力、視覺造型與精進力五項分數分別依常模轉換成 t 分數，再將上述五項 t 分數以各占 20%的比例相加，所得之加權 t 分數總和即此分測驗的總分。科技創造力測驗的總分為二個分測驗的平均總分。

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 ($ps < .05$)，其他指標的相關皆達到.01 之顯著水準， $rs(35) = .40 \sim .66$ 。此外，四位碩士班研究生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。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 $rs(76) = .53、.46$ ， $ps < .001$ ；與五年級學童的自然科成績與學業總成績的相關分別為 $rs(76) = .40、.45$ ， $ps < .001$ 。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 $r(153) = .26$ ， $p < .001$ (葉玉珠，2002，2003)。此外，年級與科技創造力有顯著正關係 (李雅怡，2003；吳怡瑄，2002)。

三、實施程序

本研究的施測時間為二節課，第一節課施予「科技創造力測驗」，第二節課施予「科技創意發展個人因素量表」、「科技創意發展家庭因素量表」以及「科技創意發展學校因素量

表」。

四、資料分析

本研究以 SPSS 進行資料處理與統計分析，主要採用之統計為：（一）以描述統計呈現參與者的基本資料以及其在量表之各項表現；（二）以 t 考驗檢驗 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 中個題在科技創造力測驗高低分組是否有顯著差異；（三）以內部一致性分析、探索性因素分析、驗證性因素分析、t 考驗、積差相關考驗所編量表的信度與效度。

研究結果

一、量表題目的篩選

（一）鑑別度分析與初步的題目篩選

本研究首先以國小學童科技創造力的測驗結果，依測驗 t 分數總分，將學童分為高分組與低分組（即以科技創造力的總分上下 27% 分組，切割點為 89.90 與 107.71），對每一題進行 t 考驗，並將不具鑑別力的題目剔除 ($t < .01$)。初步結果首先將個人因素量表中的第 1、6、9、10、12、13、20、21、22、29、38、42、43、44、47 題，將家庭因素量表中的第 1、2、9、10、11、14、16、17、18、21、22、23、24 題，及將學校因素量表中的第 4、8、14、22、23、30、33、34、35、37 題，加以刪除。

（二）內部一致性信度分析、因素分析與第二次的題目篩選

為使所編製量表具有更好的信度與效度，所編製三份量表之題項在前述鑑別度分析中達顯著者，則進一步進行內部一致性分析和探索性因素分析之交錯分析（即同時考量因素分析與內部一致性分析的結果，每次刪除一題最不适合題目），以將不适合的題目逐一刪除。本研究以各量表為單位，進行第二階段的題目篩選，其具體的刪題標準如下：

1. 在 Cronbach's α 內部一致性分析中，該題與總量表的校正後相關係數 (corrected item-total correlation) 小於 .35 者。
2. 探索性因素分析的因素負荷量 (factor loading) 小於 .35 者。

根據以上標準，研究者再將刪除個人因素量表中的第 5、23、24、25、36、40、45、46 題；家庭因素量及學校因素量表的題目均符合上述兩項標準，所以全部保留。經過篩選的 IPF-PTCD 共有 24 題（表 1），IFF-PTCD 共有 11 題（表 2），ISF-PTCD 共有 27 題（表 3）。

表 1 刪題後 IPF-PTCD 的 Cronbach's α 內部一致性分析

新題號	舊題號與題項	Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
1.	2.我有很多才藝。	.5365	.9199
2.	3.我的想像力很豐富。	.5813	.9191
3.	4.我遇到問題的時候，常常會想出不同的解決方法。	.4260	.9220
4.	7.當我遇到問題的時候，我常常會有一套自己的看法。	.5492	.9197
5.	8.我常常觀察到別人沒有注意到的事物。	.4360	.9218
6.	11.當我很緊張的時候，我有辦法讓自己比較不緊張。	.5371	.9200
7.	14.我不斷地追求進步，使自己有更好的表現。	.6367	.9184
8.	15.我做事的時候，通常會非常努力，而且不會半途而廢。	.5963	.9189
9.	16.我碰到困難的時候，通常都會往好處想。	.5876	.9190
10.	17.我常常學習別人的優點以充實自己。	.5757	.9193
11.	18.我常常自我反省、誠實面對自己。	.5401	.9199
12.	19.我不容易受別人的影響，而改變自己的想法。	.4618	.9214
13.	26.我是一個對自己有信心的人。	.6784	.9174
14.	27.我是個好奇又好問的人。	.5131	.9203
15.	28.當我遇到重要事情的時候，我通常會仔細考慮之後再做決定。	.6329	.9183
16.	30.我喜歡和別人分享一些自己特別的想法。	.6098	.9187
17.	31.我有勇氣表達自己的看法和才能。	.6187	.9184
18.	32.我喜歡閱讀各種不同的書籍。	.4856	.9209
19.	33.我的興趣很多樣化。	.5866	.9191
20.	34.我喜歡思考，而且常常有許多新的點子。	.6077	.9187
21.	35.我常常試著解決各種不同的問題。	.6636	.9177
22.	37.我喜歡欣賞與收集美好的事物。	.5927	.9190
23.	39.我喜歡自己一個人安靜地閱讀或學習。	.3916	.9225
24.	41.別人肯定我的表現，對我來說是很重要的。	.4884	.9207

表2 刪題後IFF-PTCD的Cronbach's α 內部一致性分析

新題號	舊題號與題項	Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
1.	3.當我在做一些新奇或特別的東西時，父母會提供我意見。	.6219	.8511
2.	4.我能做出一些新奇或特別的東西，常常是因為父母提供我很好的學習榜樣。	.6458	.8492
3.	5.父母常常提供我各種意見，幫助我解決問題。	.6490	.8499
4.	6.父母常常鼓勵我要獨立。	.5237	.8587
5.	7.父母常常告訴我要對自己所做的事情負責。	.4705	.8616
6.	8.我和父母感情很好，互相支持、關心。	.5929	.8538
7.	12.父母希望我以後能有很大的成就。	.5032	.8595
8.	13.父母會買各種書籍給我看。	.4234	.8672
9.	15.當我表現很好的時候，父母會讚美我。	.5286	.8579
10.	19.父母給我很多學習新事物的機會。	.6444	.8498
11.	20.父母常常會讓我參與討論一些家裡的事情或決定。	.6442	.8493

表3 刪題後ISF-PTCD的Cronbach's α 內部一致性分析

新題號	舊題號與題項	Item- Total Correlation	Alpha if Item Deleted
1.	1.我所參加的學校團體活動，可以促進我的想像力。	.5429	.9460
2.	2.學校舉辦的課外活動，有助於我發揮想像力。	.5767	.9456
3.	3.學校常常舉辦比賽，讓我有機會發表作品。	.4684	.9471
4.	5.學校會提供獎狀、獎品或獎金給參加科學競賽中表現優異的學生。	.5044	.9463
5.	6.在節慶的時候，學校會舉辦戲劇活動，讓我有機會扮演不同的角色。	.5197	.9464
6.	7.學校的圖書室有許多書報雜誌，方便我們收集資料。	.5531	.9458
7.	9.老師在教學的時候，常常會提出問題來讓我們思考。	.6209	.9451
8.	10.老師常常鼓勵我們從日常生活中去發現問題。	.7387	.9438
9.	11.老師常常使用討論的方式來進行教學。	.6239	.9450
10.	12.老師常常採取分組學習的方式來進行教學。	.5952	.9453
11.	13.老師除了重視考試成績之外，也很重視我在其它方面的表現。	.4793	.9465
12.	15.老師常常鼓勵我們盡量發揮想像力。	.6853	.9444
13.	16.老師常常鼓勵我們主動學習新的事物。	.7269	.9441
14.	17.老師通常能接受及支持我的一些想法。	.6354	.9449
15.	18.當老師要我們回答問題的時候，通常會先給一些思考的時間。	.6376	.9450

16.	19.老師會耐心地聽我說一些自己的想法或煩惱。	.6056	.9453
17.	20.老師有時候會讓我們自己決定怎麼做(例如訂定班規)。	.6150	.9451
18.	21.老師鼓勵我們多聽、多看,以充實自己。	.6913	.9444
19.	24.常我表現很好的時候,老師會讚美我。	.6908	.9443
20.	25.老師會鼓勵我們去探索自己有興趣的主題。	.6633	.9446
21.	26.老師發問的時候,通常會多請幾位同時回答之後,再公佈答案。	.6336	.9450
22.	27.除了使用考卷之外,老師也會使用其它方式(例如學習檔案)。	.5992	.9453
23.	28.老師會鼓勵我們先想出一個可能的答案,再收集資料看看這個答案對不對。	.6569	.9447
24.	29.碰到問題的時候,老師會鼓勵我想出可能的解決的方法,並且實際地做做看。	.6980	.9442
25.	31.我常常有機會和具有好奇心的同學一起合作學習。	.6317	.9450
26.	32.老師常常給我們問題,讓我們獨立尋找答案。	.6740	.9445
27.	36.老師常常鼓勵我們多觀察身邊事物的變化。	.6348	.9449

二、量表之效度分析

(一) 建構效度分析：探索性因素分析

本研究以探索性因素分析進行建構效度分析；所使用的因素抽取法為「主軸因素」(Principal Axis Factor)；所使用的因素轉軸法為直交轉軸法之「最大變異法」(Varimax)。因為研究中所發展量表在測量高科技創意者之個人特質、家庭及學校因素，因此以高創造力者(前 27%)為樣本，希冀得到較穩定的因素結構，以作為篩選科技創造力的參考。IPF-PTCD、IFF-PTCD 及 ISF-PTCD 轉軸後因素矩陣及因素解釋的變異量見表 4、表 5、表 6。

由表 7 得知：IPF-PTCD 共包含四個因素，因素的累計解釋變異量為 44.89%；由表 8 得知：IFF-PTCD 共包含二個因素，因素的累計解釋變異量為 42.70%；由表 9 得知：ISF-PTCD 共包含四個因素，因素的累計解釋變異量為 49.94%。

表 4 IPF-PTCD 的轉軸後因素矩陣 (N = 474)

題項	因素			
	1	2	3	4
2.我的想像力很豐富。	.60			
20.我喜歡思考,而且常常有許多新的點子。	.59			
4.當我遇到問題的時候,我常常會有一套自己的看法。	.52			
21.我常常試著解決各種不同的問題。	.50			
3.我遇到問題的時候,常常會想出不同的解決方法。	.44			
5.我常常觀察到別人沒有注意到的事物。	.41			
1.我有很多才藝。	.41			
14.我是個好奇又好問的人。	.35			
6.當我很緊張的時候,我有辦法讓自己比較不緊張。		.58		

16.我喜歡和別人分享一些自己特別的想法。	.49
9.我碰到困難的時候，通常都會往好處想。	.44
13.我是一個對自己有信心的人。	.44
17.我有勇氣表達自己的看法和才能。	.43
24.別人肯定我的表現，對我來說是很重要的。	.41
15.當我遇到重要事情的時候，我通常會仔細考慮之後再做決定。	.38
12.我不容易受別人的影響，而改變自己的想法。	.37
10.我常常學習別人的優點以充實自己。	.63
7.我不斷地追求進步，使自己有更好的表現。	.53
11.我常常自我反省、誠實面對自己。	.53
8.我做事情的時候，通常會非常努力，而且不會半途而廢。	.40
18.我喜歡閱讀各種不同的書籍。	.74
23.我喜歡自己一個人安靜地閱讀或學習。	.46
19.我的興趣很多樣化。	.46
22.我喜歡欣賞與收集美好的事物。	.42
解釋變異量%	12.09 11.00 9.18 8.72
累計解釋變異量%	12.09 23.10 32.27 40.99

表 5 IFF-PTCD 的轉軸後因素矩陣 (N = 465)

題項	因素	
	1	2
2.我能做出一些新奇或特別的東西，常常是因為父母提供我很好的學習榜樣。	.76	
1.當我在做一些新奇或特別的東西時，父母會提供我意見。	.74	
3.父母常常提供我各種意見，幫助我解決問題。	.61	
7.父母希望我以後能有很大的成就。		.58
5.父母常常告訴我要對自己所做的事情負責。		.57
10.父母給我很多學習新事物的機會。		.57
11.父母常常會讓我參與討論一些家裡的事情或決定。		.50
6.我和父母感情很好，互相支持、關心。		.48
9.當我表現很好的時候，父母會讚美我。		.47
4.父母常常鼓勵我要獨立。		.43
8.父母會買各種書籍給我看。		.42
解釋變異量%	21.59	20.94
累計解釋變異量%	21.59	42.53

表 6 ISF-PTCD 的轉軸後因素矩陣 (N = 442)

題項	因素			
	1	2	3	4
13.老師常常鼓勵我們主動學習新的事物。	.67			
24.碰到問題的時候，老師會鼓勵我想出可能的解決的方法，並且實際地做做看。	.63			
20.老師會鼓勵我們去探索自己有興趣的主題。	.62			
14.老師通常能接受及支持我的一些想法。	.61			
23.老師會鼓勵我們先想出一個可能的答案，再收集資料看看這個答案對不對。	.61			
19.常我表現很好的時候，老師會讚美我。	.60			
18.老師鼓勵我們多聽、多看，以充實自己。	.60			
12.老師常常鼓勵我們盡量發揮想像力。	.59			
17.老師有時候會讓我們自己決定怎麼做（例如訂定班規）。	.59			
26.老師常常給我們問題，讓我們獨立尋找答案。	.58			
16.老師會耐心地聽我說一些自己的想法或煩惱。	.56			
27.老師常常鼓勵我們多觀察身邊事物的變化。	.53			
25.我常常有機會和具有好奇心的同學一起合作學習。	.50			
15.當老師要我們回答問題的時候，通常會先給一些思考的時間。	.48			
21.老師發問的時候，通常會多請幾位同時回答之後，再公佈答案。	.43			
22.除了使用考卷之外，老師也會使用其它方式（例如學習檔案）。	.36			
9.老師常常使用討論的方式來進行教學。	.68			
7.老師在教學的時候，常常會提出問題來讓我們思考。	.63			
10.老師常常採取分組學習的方式來進行教學。	.61			
8.老師常常鼓勵我們從日常生活中去發現問題。	.52			
11.老師除了重視考試成績之外，也很重視我在其它方面的表現。	.38			
2.學校舉辦的課外活動，有助於我發揮想像力。		.80		
1.我所參加的學校團體活動，可以促進我的想像力。		.72		
3.學校常常舉辦比賽，讓我有機會發表作品。		.53		
6.學校的圖書室有許多書報雜誌，方便我們收集資料。			.51	
5.在節慶的時候，學校會舉辦戲劇活動，讓我有機會扮演不同的角色。			.49	
4.學校會提供獎狀、獎品或獎金給參加科學競賽中表現優異的學生。			.47	
解釋變異量%	22.03	11.94	9.01	6.96
累計解釋變異量%	22.03	33.97	42.98	49.94

經過研究小組多次的討論後，研究者將各因素加以命名。各量表的因素名稱、所包含的題號及題數請見表 7。IPF-PTCD 所包含的四個因素為：「富於想像、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 所包含的二個因素為：「提供意見及學習榜樣」、「提供學習機會及支持鼓勵」；ISF-PTCD 所包含的四個因素為：「支持與鼓勵的教學態度」、「討論與探究的教學方法」、「激發創意的學校活

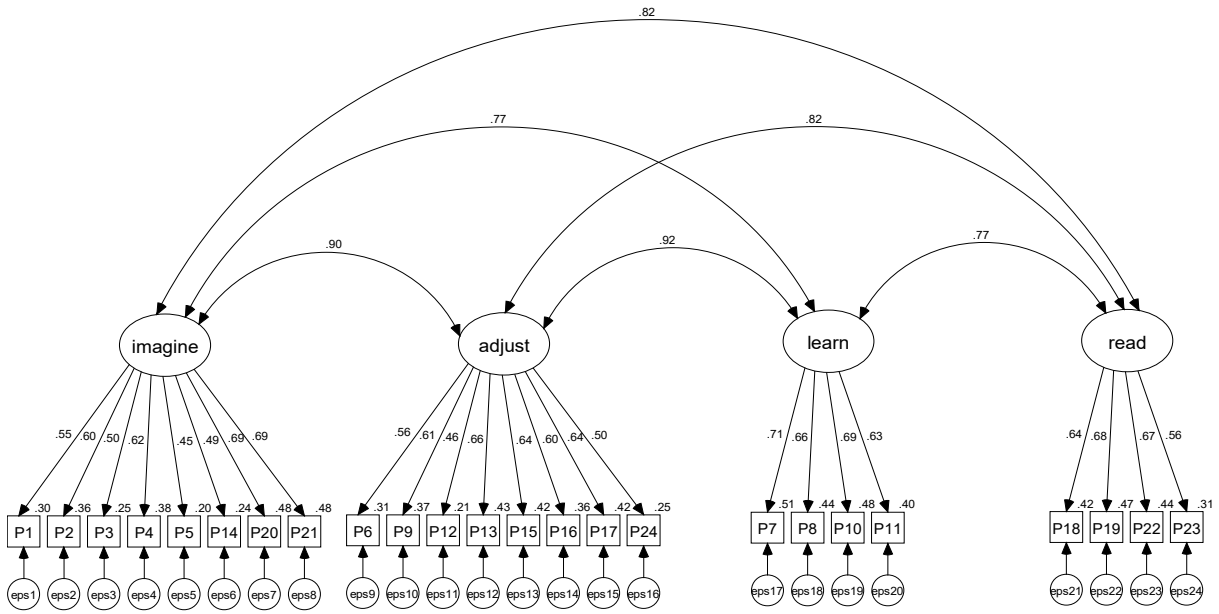
動」、「支持創新的學校環境」。

表 7 各量表的因素名稱與題目分布

量表名稱	題號	題數
國小學童科技創意發展個人因素量表		
1.富於想像、多元思考	1, 2, 3, 4, 5, 14, 20, 21	8
2.善於調適與分享、樂觀積極	6, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 24	8
3.善於學習與自省、追求進步	7, 8, 10, 11	4
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	18, 19, 22, 23	4
國小學童科技創意發展家庭因素量表		
1.提供意見及學習榜樣	1, 2, 3	3
2.提供學習機會及支持鼓勵	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	8
國小學童科技創意發展學校因素量表		
1.支持與鼓勵的教學態度	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	16
2.討論與探究的教學方法	7, 8, 9, 10, 11	5
3.激發創意的學校活動	1, 2, 3	3
4.支持創新的學校環境	4, 5, 6	3

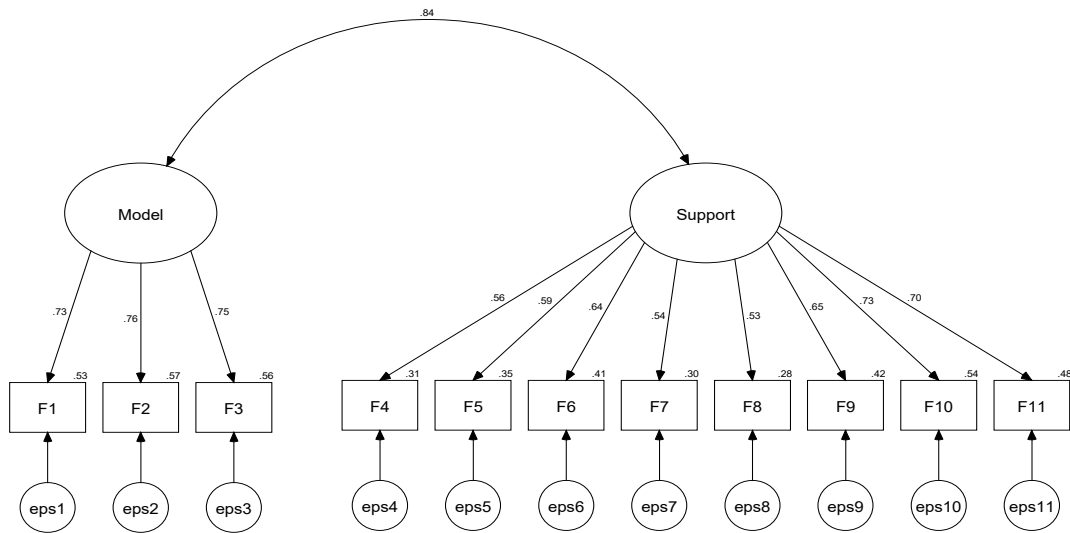
(二) 建構效度分析：驗證性因素分析

為進一步驗證探索性因素分析的合理性與有效性，研究者進一步進行驗證性因素分析。刪除漏答試題的參與者，本研究以 1236 位參與者的資料，並以 AMOS 進行模式的驗證。研究中並以最大概率法 (ML) 進行估計。結果顯示，雖然 χ^2 均達顯著，但是適配度指數 (GFI) 均達 .94 以上，調整後的適配度指數 (AGFI) 均達 .93 以上，而且殘差均方根 (RMR) 均小於 .03 (見圖 1 至圖 3)，顯示 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 均具有良好的建構效度。



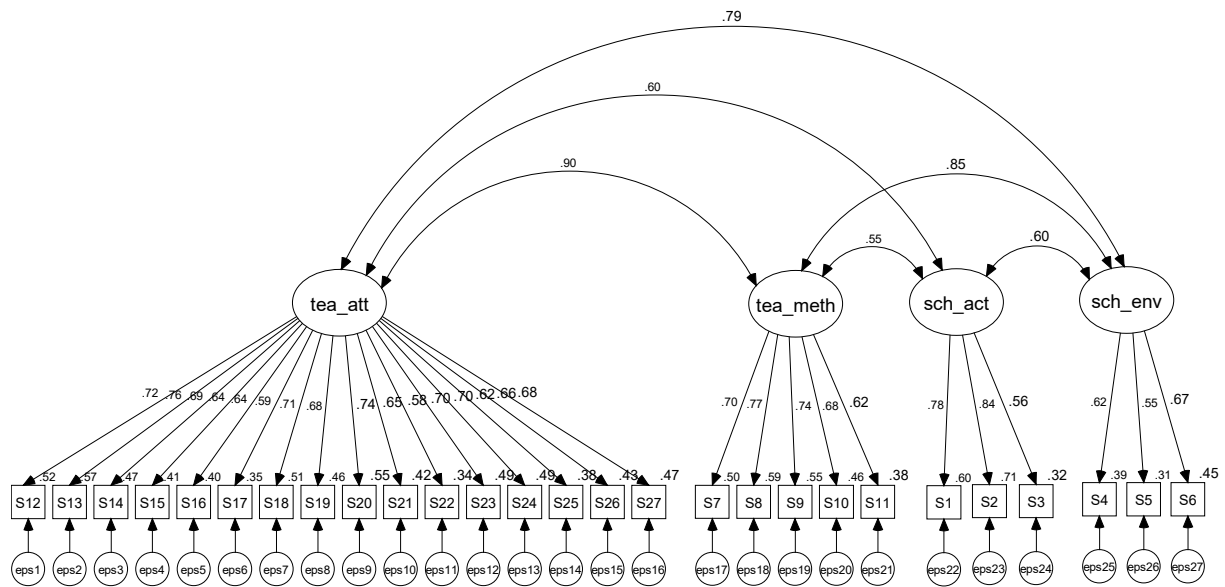
Chi square = 849.64
 df = 246
 p = .00
 GFI = .94
 AGFI = .93
 RMR = .03

圖 1 IPF-PTCD 的驗證性因素分析



Chi Square = 222.30
 df = 43
 p = .00
 GFI = .97
 AGFI = .95
 RMR = .03

圖 2 IFF-PTCD 的驗證性因素分析



Chi square = 1036.04
df = 318
p = .00
GFI = .94
AGFI = .93
RMR = .02

圖 3 ISF-PTCD 的驗證性因素分析

(三) 因素及總量表的鑑別力分析

除了進行建構效度分析之外，本研究也進行因素及總量表的鑑別力分析。這裡的分析是以各年級為單位，將其在科技創造力測驗所得的原始分數轉為 t 分數，並以 t 考驗比較科技創造力測驗高分組與低分組在各量表因素得分上的差異，以了解所編量表對科技創造力高低是否具有鑑別力。t 考驗結果顯示：各總量表及分量表均具有良好的區別效度（見表 8），所有分量表的 t 值均達 .001 的顯著水準。

表 8 科技創造力測驗得分之高分組與低分組在各量表得分上的 t 考驗

量表及因素名稱	組別	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>
創意發展個人因素量表					
1.富於想像、多元思考	高分組	469	3.00	.60	7.61***
	低分組	440	2.68	.66	
2.善於調適與分享、樂觀積極	高分組	465	3.03	.63	5.59***
	低分組	448	2.80	.65	
3.善於學習與自省、追求進步	高分組	472	3.02	.67	4.23***
	低分組	458	2.83	.72	
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	高分組	474	3.25	.67	6.54***
	低分組	461	2.95	.75	
總量表	高分組	433	3.06	.55	6.83***
	低分組	408	2.79	.59	
創意發展家庭因素量表					
1.提供意見及學習榜樣	高分組	469	3.17	.79	4.17***
	低分組	434	2.94	.83	
2.提供學習機會及支持鼓勵	高分組	465	3.34	.57	5.69***
	低分組	425	3.11	.66	
總量表	高分組	458	3.30	.58	5.35***
	低分組	417	3.07	.65	
創意發展學校因素量表					
1.支持與鼓勵的教學態度	高分組	464	3.38	.57	4.58***
	低分組	416	3.20	.64	
2.討論與探究的教學方法	高分組	472	3.47	.59	5.33***
	低分組	447	3.24	.71	
3.激發創意的學校活動	高分組	477	3.20	.76	4.65***
	低分組	439	2.96	.81	
4.支持創新的學校環境	高分組	477	3.36	.67	4.33***
	低分組	450	3.16	.73	
總量表	高分組	442	3.39	.53	5.17***
	低分組	393	3.19	.62	

*** $p < .001$ 。

三、信度分析

本研究採 Cronbach's α 內部一致性分析及皮爾森積差相關，以了解所編量表是否具有良好的信度；各量表及各因素的 α 係數請見表 9 至表 11。由表 9 得知：個人因素量表具有良好的內部一致性信度。三年級各因素的 α 係數為.70~.82，總量表為.92；四年級各因素的 α 係數為.68~.80，總量表為.91；五年級各因素的 α 係數為.75~.81，總量表為.92；六年級各因素的 α 係數為.71~.80，總量表為.91；全體在各因素的 α 係數為.71~.80，總量表為.92。

由表 10 得知：家庭因素量表具有不錯內部一致性信度。三年級兩個因素的 α 係數分別為.71 與.85，總量表為.88；四年級兩個因素的 α 係數分別為.76 與.82，總量表為.86；五年級兩個因素的 α 係數分別為.77 與.83，總量表為.87；六年級兩個因素的 α 係數分別為.81 與.80，總量表為.86；全體在兩個因素的 α 係數分別為.76 與.83，總量表為.87。

由表 11 得知：學校因素量表具有不錯內部一致性信度。三年級各因素的 α 係數

為.76~.92，總量表為.95；四年級各因素的 α 係數為.64~.92，總量表為.94；五年級各因素的 α 係數為.60~.92，總量表為.94；六年級各因素的 α 係數為.56~.93，總量表為.94；全體在各因素的 α 係數為.63~.92，總量表為.94。

表 9 IPF-PTCD 各因素的內部一致性信度

因素名稱	題數	Cronbach's α				
		三 ($n=458$)	四 ($n=392$)	五 ($n=422$)	六 ($n=391$)	全體 ($N=1654$)
1.富於想像、多元思考	8	.76	.77	.81	.80	.78
2.善於調適與分享、樂觀積極	8	.82	.80	.79	.76	.80
3.善於學習與自省、追求進步	4	.73	.77	.76	.75	.75
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	4	.70	.68	.75	.71	.71
總量表	24	.92	.91	.92	.91	.92

表 10 IFF-PTCD 各因素的內部一致性信度

因素名稱	題數	Cronbach's α				
		三 ($n=465$)	四 ($n=398$)	五 ($n=413$)	六 ($n=401$)	全體 ($N=1677$)
1. 提供意見及學習榜樣	3	.71	.76	.77	.81	.76
2. 提供學習機會及支持鼓勵	8	.85	.82	.83	.80	.83
總量表	11	.88	.86	.87	.86	.87

表 11 ISF-PTCD 各因素的內部一致性信度

因素名稱	題數	Cronbach's α				
		三 ($n=458$)	四 ($n=392$)	五 ($n=422$)	六 ($n=391$)	全體 ($N=1654$)
1. 支持與鼓勵的教學態度	3	.76	.75	.72	.70	.74
2. 討論與探究的教學方法	3	.86	.64	.60	.56	.63
3. 激發創意的學校活動	5	.79	.83	.83	.81	.83
4. 支持創新的學校環境	16	.92	.92	.92	.93	.93
總量表	27	.95	.94	.94	.94	.94

在各量表因素間的相關方面，表 12、表 13 與表 14 顯示：各量表因素間均有顯著的相關。在個人因素量表方面，三年級在各因素的相關係數為.63~.75；四年為.52~.71；五年級為.55~.70；六年級為.46~.73；全體在各因素的相關係數為.56~.72，均達.01 顯著水準（見表 12）。在家庭因素量表方面，三年級在「提供意見及學習榜樣」及「提供學習機會及支持鼓勵」兩個因素的相關係數為.67；四年級為.65；五年級為.64；六年級為.66；全體在兩個因素的相關係數為.66，均達.01 顯著水準（見表 13）。在學校因素量表，三年級在各因素的相關係數為.51~.80；四年級為.54~.78；五年級為.43~.80；六年級為.38~.73；全體在各因素的相關係數為.48~.78，均達.01 顯著水準（見表 14）。

表 12 IPF-PTCD 各因素間的相關

因素名稱	1	2	3	4	總量表
三年級 (n = 507)					
1.富於想像、多元思考	1.000				
2.善於調適與分享、樂觀積極	.74***	1.000			
3.善於學習與自省、追求進步	.65***	.75***	1.000		
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	.64***	.67***	.63***		
總量表	.90***	.93***	.84***	.82***	1.000
四年級 (n = 404)					
1.富於想像、多元思考	1.000				
2.善於調適與分享、樂觀積極	.71***	1.000			
3.善於學習與自省、追求進步	.59***	.71***	1.000		
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	.52***	.62***	.57***	1.000	
總量表	.87***	.92***	.82***	.75***	1.000
五年級 (n = 413)					
1.富於想像、多元思考	1.000				
2.善於調適與分享、樂觀積極	.68***	1.000			
3.善於學習與自省、追求進步	.55***	.70***	1.000		
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	.62***	.64***	.54***	1.000	
總量表	.88***	.90***	.79***	.80***	1.000
六年級 (n = 413)					
1.富於想像、多元思考	1.00				
2.善於調適與分享、樂觀積極	.73***	1.00			
3.善於學習與自省、追求進步	.58***	.67***	1.00		
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	.56***	.50***	.46***	1.00	
總量表	.90***	.90***	.78***	.73***	1.00
全體 (N = 1678)					
1.富於想像、多元思考	1.00				
2.善於調適與分享、樂觀積極	.72***	1.00			
3.善於學習與自省、追求進步	.60***	.71***	1.00		
4.喜歡閱讀、興趣廣泛	.59***	.62***	.56***	1.00	
總量表	.89***	.92***	.81***	.78***	1.00

*** $p < .001$ 。

表 13 IFF-PTCD 各因素間的相關

因素名稱	3	4	總量表
三年級 (n = 483)			
1.提供意見及學習榜樣	1.00		
2.提供學習機會及支持鼓勵	.67***	1.00	
總量表	.84***	.97***	1.00
四年級 (n = 389)			
1.提供意見及學習榜樣	1.00		
2.提供學習機會及支持鼓勵	.65***	1.00	
總量表	.83***	.96***	1.00
五年級 (n = 397)			
1.提供意見及學習榜樣	1.00		
2.提供學習機會及支持鼓	.64***	1.00	

總量表	.83***	.96***	1.00
六年級 (n = 404)			
1.提供意見及學習榜樣	1.00		
2.提供學習機會及支持鼓勵	.66***	1.00	
總量表	.85***	.96***	1.00
全體 (N = 1671)			
1.提供意見及學習榜樣	1.00		
2.提供學習機會及支持鼓勵	.66***	1.00	
總量表	.84***	.96***	1.00

*** $p < .001$ 。

表 14 ISF-PTCD 各因素間的相關

因素名稱	1	2	3	4	總量表
三年級 (n = 503)					
1.支持與鼓勵的教學態度	1.00				
2.討論與探究的教學方法	.80***	1.00			
3.激發創意的學校活動	.59***	.54***	1.00		
4.支持創新的學校環境	.68***	.64***	.51***	1.00	
總量表	.97***	.88***	.70***	.79***	1.00
四年級 (n = 397)					
1.支持與鼓勵的教學態度	1.00				
2.討論與探究的教學方法	.78***				
3.激發創意的學校活動	.58***	.54***			
4.支持創新的學校環境	.65***	.69***	.54***		
總量表	.97***	.87***	.69***	.78***	1.00
五年級 (n = 408)					
1.支持與鼓勵的教學態度	1.00				
2.討論與探究的教學方法	.80***	1.00			
3.激發創意的學校活動	.50***	.47***	1.00		
4.支持創新的學校環境	.55***	.58***	.43***	1.00	
總量表	.96***	.88***	.64***	.68***	1.00
六年級 (n = 410)					
1.支持與鼓勵的教學態度	1.00				
2.討論與探究的教學方法	.73***	1.00			
3.激發創意的學校活動	.51***	.38***	1.00		
4.支持創新的學校環境	.54***	.48***	.38***	1.00	
總量表	.97***	.82***	.63***	.67***	1.00
全體 (N = 1717)					
1.支持與鼓勵的教學態度	1.00				
2.討論與探究的教學方法	.78***	1.00			
3.激發創意的學校活動	.55***	.49***	1.00		
4.支持創新的學校環境	.61***	.60***	.48***	1.00	
總量表	.97***	.86***	.67***	.736***	1.00

*** $p < .001$ 。

四、分數常模

各年級及全體參與者的得分平均數及標準差見表 15~表 17。由於有些參與者未填性別，

所以全體的人數（因沒有性別資料漏失之虞）有時候會多於兩個性別的總和。常模的分數顯示：研究參與者在三個量表的得分趨勢大致一致；即女生的得分有稍高的傾向，而且在六年級有稍微下降的趨勢。

表 15 學童在 IPF-PTCD 得分的平均數與標準差

量表名稱	三年級			四年級			五年級			六年級			全體		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
1. 富於想像、多元思考															
男	2.88	.67	241	2.84	.63	204	2.84	.65	203	2.73	.59	205	2.82	.64	853
女	2.83	.65	236	2.91	.62	187	2.86	.61	190	2.77	.58	191	2.84	.62	804
全體	2.85	.66	498	2.86	.62	420	2.84	.62	451	2.76	.59	417	2.83	.62	1786
2. 善於調適與分享、樂觀積極															
男	2.96	.69	245	2.97	.63	203	2.83	.64	208	2.80	.54	205	2.90	.64	861
女	3.00	.66	240	3.07	.60	183	2.98	.56	184	2.85	.54	193	2.97	.60	800
全體	2.97	.68	506	3.01	.62	415	2.90	.60	448	2.84	.54	416	2.93	.62	1785
3. 善於學習與自省、追求進步															
男	2.96	.70	255	2.89	.72	203	2.84	.71	207	2.68	.63	213	2.85	.70	878
女	3.04	.77	246	3.09	.68	193	3.05	.62	194	2.89	.58	196	3.02	.68	829
全體	3.00	.74	521	2.98	.70	427	2.94	.67	459	2.80	.63	429	2.93	.69	1836
4. 喜歡閱讀、興趣廣泛															
男	3.06	.75	264	3.03	.68	208	2.86	.78	211	2.82	.69	211	2.95	.74	894
女	3.20	.74	241	3.29	.67	193	3.26	.69	194	3.23	.62	197	3.24	.68	829
全體	3.11	.75	526	3.14	.69	433	3.05	.75	459	3.03	.70	429	3.08	.72	1847
全體															
男	2.97	.63	214	2.94	.55	188	2.85	.59	190	2.76	.52	189	2.88	.58	781
女	2.99	.61	216	3.04	.55	178	2.99	.52	176	2.90	.48	184	2.98	.55	754
全體	2.90	.63	544	2.96	.55	438	2.88	.56	469	2.82	.51	438	2.91	.61	1701

表 16 學童在 IFF-PTCD 得分的平均數與標準差

量表名稱	三年級			四年級			五年級			六年級			全體		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>
1.提供意見及學習榜樣															
男	3.02	.84	242	3.17	.79	202	2.97	.80	200	2.85	.80	209	3.00	.82	853
女	3.25	.75	238	3.24	.74	184	3.16	.76	184	2.97	.84	191	3.16	.78	797
全體	3.13	.80	483	3.20	.76	389	3.06	.79	395	2.90	.82	404	3.08	.80	1671
2.提供學習機會及支持鼓勵															
男	3.21	.69	235	3.26	.59	195	3.17	.62	200	3.16	.60	203	3.20	.63	833
女	3.27	.65	227	3.32	.61	182	3.32	.59	187	3.23	.54	194	3.28	.60	790
全體	3.24	.67	465	3.29	.59	380	3.24	.61	397	3.19	.57	401	3.24	.62	1643
總量表															
男	3.17	.68	226	3.23	.59	193	3.12	.60	193	3.08	.61	197	3.15	.62	809
女	3.27	.63	227	3.31	.59	180	3.29	.59	180	3.16	.56	187	3.26	.60	769
全體	3.22	.66	451	3.27	.59	376	3.20	.60	383	3.12	.59	388	3.20	.61	1598

表 17 學童在 ISF-PTCD 得分的平均數與標準差

量表名稱	三年級			四年級			五年級			六年級			全體		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
1. 支持與鼓勵的教學態度															
男	3.27	.63	235	3.26	.63	203	3.25	.61	190	3.20	.59	194	3.25	.62	822
女	3.28	.64	229	3.41	.53	188	3.46	.49	180	3.29	.56	189	3.35	.57	784
全體	3.27	.64	466	3.33	.59	394	3.36	.56	380	3.25	.58	385	3.30	.59	1625
2.討論與探究的教學方法															
男	3.28	.68	252	3.34	.65	203	3.32	.67	203	3.45	.59	212	3.32	.65	870
女	3.30	.71	238	3.49	.62	191	3.51	.52	190	3.41	.58	194	3.42	.62	813
全體	3.28	.69	513	3.40	.64	427	3.42	.60	447	3.39	.58	428	3.37	.64	1815
3.激發創意的學校活動															
男	3.09	.68	252	3.16	.77	202	3.30	.84	204	2.90	.79	212	3.04	.82	864
女	3.19	.81	238	3.20	.77	187	3.18	.67	188	3.02	.67	194	3.15	.74	807

全體	3.14	.84	505	3.16	.77	421	3.10	.76	442	2.97	.74	426	3.10	.78	1794
4.支持創新的學校環境															
男	3.20	.79	257	3.27	.75	202	3.20	.73	206	3.14	.67	216	3.20	.74	881
女	3.35	.73	243	3.40	.63	189	3.37	.56	192	3.27	.59	192	3.35	.64	813
全體	3.26	.76	522	3.32	.71	422	3.30	.65	452	3.20	.63	430	3.27	.69	1826
總量表															
男	3.26	.60	216	3.30	.57	191	3.25	.57	182	3.20	.54	187	3.25	.57	776
女	3.29	.62	215	3.40	.51	180	3.43	.45	175	3.29	.50	179	3.35	.53	749
全體	3.20	.63	530	3.30	.57	432	3.30	.54	456	3.21	.52	435	3.25	.57	1853

討論與結論

本研究基於創意發展的生態系統理論(葉玉珠, 2000), 嘗試編製三份影響國小學童科技創意表現的量表—國小學童科技創意發展個人因素量表、國小學童科技創意發展家庭因素量表以及國小學童科技創意發展學校因素量表(IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD)。研究發現, 所編製的三份量表具有良好的內部一致性信度, 而且量表中的因素之間也都具有中度到高度的相關。此外, 各年級在各總量表及各因素的 Cronbach's α 係數, 以及各因素間的相關型態均非常接近, 顯示所編量表具有良好的信度且適於國小中高年級各年級。

在效度方面, 可能是本研究樣本橫跨四個年級, 變異性很大, 所以探索性因素分析的解釋變異量並沒有非常高, 但因為樣本數很大, 此因素分析的結果應有其穩定性。此外, 本研究以驗證性因素分析發現, 所發展三個量表的適配度指數均達.94 以上(雖然 χ^2 均達顯著, 但殘差均方根均小於.03), 顯示 IPF-PTCD、IFF-PTCD、ISF-PTCD 均具有良好的建構效度。

此外, 本研究所編三份量表也具有良好的效標關聯效度, 而且能有效區別高低創意的學童。過去編製相關的量表, 大多根據文獻歸納後編製題目, 隨即進行一般的信度考驗及因素分析, 很少以大樣本的創造力表現分數來篩選真正能區辨高低創意的題目。本研究以此量化的驗證取向來編製量表, 而且樣本多達二千餘人, 其效度應該更受到肯定。

過去關於創意個人特質的研究, 大多以高創造力者為對象, 但是創造力並不是僅限於這些具有特殊天分的人, 平凡人也可以有創意, 而且這種能力是能透過後天加以培養的。一般而言, 高創意者間有共通的特質傾向(毛連塹, 1995; 陳龍安, 1998), 若能找出這些傑出創造者所共同擁有的特質, 對於創造力教學與有心培育具有創意子女的父母, 應有很大的幫助。就個人特質而言, 科學理論的存在是科技創意產品誕生的必要條件; 換言之, 科技創造力的發揮並非天馬行空, 必須透過理論與實務結合方可達成, 而相關的領域背景知識是科技創造發明成敗的重要關鍵(Dasgupta, 1996)。事實上, 除了科技範疇的知識之外, 跨領域的知識亦不可或缺(洪榮昭等, 2002)。本研究發現, 廣泛的閱讀書籍是影響學童科技創意的重要因素。此外, 傳統以來大部分的創造力測驗均以認知性的能力來了解人類的創造力, 並以流暢力、變通力、獨創力及精進力為測驗的核心成分(Guilford, 1967), 本研究則發現, 善於調適(尤其是情緒的調節)與分享以及自我反省、面對自己, 也是影響學童科技創意發展的重要特質; 此與現今強調的情緒智商與多元智慧中的人際及內省智慧有高度的相關, 父母與教師應多培育孩子這些方面的特質。

社會環境在創造力發展的歷程中扮演重要的一環 (Simonton, 2000 ; Amabile, 1983)。葉玉珠 (2000) 在其「創造力發展的生態系統模式」中指出，中系統 (家庭及學校) 對學童創造力有著直接與間接的影響。在家庭環境方面，過去的研究發現民主的教養方式 (陳宗逸, 1995 ; 羅一萍, 1996)、正向的親子關係 (Hale & Windecker, 1992)、和諧的家庭氣氛 Feldman (1999) 等，均有助於孩子的創意發展。本研究則發現，父母如何透過提供意見及學習榜樣，以及提供多樣的學習機會及不斷的支持與鼓勵，對學童的科技創造力有重大的影響。此外，科技創造力是可以透過教育歷程加以激發的，學校可說是除了家庭之外影響國小學童最深切的環境。本研究發現，學校環境中最直接影響學童科技創造力的因素包括：教師的教學態度與方法，以及學校的活動與環境。良師對高創意者的影響一向是受到肯定的。例如，Zuckerman 發現在 1901-1977 年間的 92 位諾貝爾獎得主中，有 48 位在得獎前曾經擔任過諾貝爾獎得主的研究生、博士後研究員或合作研究者，且大多在這些良師尚未得獎前即與之共事。這些得獎者在訪談中表示：他們從這些良師身上學到科學的技術、對工作要求的標準、思考問題的方式、洞察問題的獨到眼光、以及如何經營科學家團體 (Csikszentmihalyi, 1996/1999)。雖然從國外相關的文獻也可看到學校教育對於高創意的傑出人物有頗不一致的影響，如愛因斯坦 (Albert Einstein) 與畢卡索 (Pablo Picasso) 在學校的成績均非常低落，而弗洛伊德 (Sigmund Freud) 和艾略特 (T.S Eliot) 在學校均有優異的成績表現 (Gardner, 1993)。但整體而言，正面的學校環境還是有助於學童的科技創意發展。

本研究在建立常模的過程中發現，六年級學童在三個量表的得分上均有低於五年級學童的傾向，而且女學童的得分有優於男學童的傾向，其間是否有顯著差異存在，應作進一步的探討。但年級的差異現象是否反映了六年級學童面臨即將升上國中，學童個人、家長、老師等都給予較大的壓力，而產生了較多的負面影響因素，而這樣的負面影響是否會進一步阻礙其科技創造力的表現，值得進一步探討。此外，過去的研究 (鄭芳怡, 2004) 發現國小女學童的科技創造力優於男學童，這樣的結果似乎可以解釋為何本研究中女學童在三份影響創意發展的因素量表中的得分均優於男學童；因此，此一結果支持了本研究所發展量表的外在效度。

總之，創意個人特質是影響學童科技創意展現的關鍵因素；專業知識、意向、技巧，三者缺一不可。我們可以說所有科技領域創意環境的營造，其目的都在培育與促進這些科技創意的相關個人特質，但是當我們努力要培育孩子這些特質時，不要忘了要設定「適當的」教學或教育目標。簡言之，科技創意是可已經由測驗發掘的，父母或教師必須瞭解孩子的創意所在與能力，提供適當的期望與環境，以幫助其發展科技創意的潛能。

參考文獻

- 毛連塏 (1995)：創造力研究的心理學觀。創造思考教育，7，1-6。
- 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。國立中山大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 李大偉、張玉山 (2000)：科技創造力的意涵與教學 (上)。生活科技教育，33 (9)，7-14。
- 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。國立中山大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 杜明城 (譯) (1999) Csikszentmihalyi, M. 著。創造力 (Creativity)。台北：時報文化。(原著出版年：1996)
- 林逸媛 (1992)：家庭環境與子女創造性之相關研究。國立政治大學社會研究所碩士論文，未出版，台北市。

- 洪榮昭、朱永裕、鄭廉鏗 (2002)：科技創作能力發展分析—以第二屆「POWER TECH：全國少年科技創作競賽」為例。《台灣教育》，614，16-23。
- 張嘉芬 (1997)：國小高年級學生依附風格、創意教養環境與創造行為之關係。國立政治大學教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 陳宗逸 (1995)：家庭背景、教師行為、制握信念與國小學童創造思考相關之研究。國立屏東師範學院初等教育所碩士論文，未出版，屏東。
- 陳昭儀 (2000)：傑出理化科學家之人格特質及創造歷程之研究。《師大學報》，45 (1)，27-45。
- 陳龍安 (1998)：創造思考教學的理論與實際。台北：心理出版社。
- 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)，95-121。
- 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)。高雄市：國立中山大學教育研究所。
- 葉玉珠 (2003)：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 91-2522-S-110-004)。台北市：國立政治大學師資培育中心。
- 葉玉珠、吳靜吉、鄭英耀(2000)：影響科技與資訊產業人員創意發展的因素之量表發展。《師大學報》，45(2)，39-63。
- 鄭芳怡(2004)。國小學童解釋形態、領域知識、創意生活經驗與科技創造力之關係。國立中山大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。
- 羅一萍 (1996)：父母的傳統性、現代性、管教方式與兒童的創造力相關之研究。國立屏東師範學院初等教育研究所碩士論文，未出版，屏東。
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of personality and social psychology*, 45(2), 357-376.
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10, 123-67.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Amabile, T. M. (1997). Entrepreneurial creativity through motivational synergy. *Journal of Creativity Behavior*, 31(1), 18-26.
- Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.
- Deci, E. L., & Nezelek, J. (1981). Characteristics of the rewarder and intrinsic motivation of the rewardee. *Journal of personality and social psychology*, 40(1), 1-10.
- Dudek, S. Z., Strobel, M. G., & Runco, M.A. (1993). Cumulative and proximal influences on the social environment and children's creativity potential. *Journal of Genetic Psychology*, 154(4), 487-499.
- Feldhusen, J. F. (1995). Creativity: A knowledge base, metacognitive skill, and personality factors. *Journal of Creative Behavior*, 29(4), 255-268.
- Feldman, D. H. (1999). The development of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.). *Handbook of creativity*. NY: Cambridge University Press.
- Fleith, D. S. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment. *Roeper Review*, 22(3), 148-153.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind*. London: Heinemann.

- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. New York: Basic Books.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hale, C., & Windecker, E. (1992). *Influences of Parent-child Interaction During Reading on preschoolers' Cognitive Abilities*. East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning. (ERIC Document Production Service No. ED360083).
- Hamza, K. & William, R. (1996). *Creating and fostering a learning environment that promotes creative thinking and problem solving skills*. East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning. (ERIC Document Production Service No. ED406435)
- Houtz, J. C. (1990). Environments that support creative thinking. In J. H. Hedley and A. Barratta (Eds.), *Cognition, curriculum and literacy* (pp. 61-76). NJ: Ablex, Norwood.
- Huber, J. C. (1998). Invention and inventivity as a special kind of creativity, with implications for general creativity. *Journal of Creative Behavior*, 32(1), 58-72.
- Marjoribanks, K. (1994). Families, schools and children's learning: A study of children's learning environment. *International journal of educational research*, 21, 439-555.
- Mellou, E. (1996). The two-conditions view of creativity. *Journal of Creative Behavior*, 30(2), 126-149.
- Michel, M., & Dudek, S. Z. (1991). Mother-child relationship and creativity. *Creativity Research Journal*, 4(3), 281-286.
- Morgan, S., & Forster, J. (1999). Creativity in the classroom. *Gifted educational international*, 14, 29-43.
- Oldham, G. R., & Cummings, A. (1996). Employee creativity: Personal and contextual factors at work. *Academy of Management Journal*, 39(3), 607-634.
- 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.
- Pohlman, L. (1996). Creativity, gender and the family: A study of creative writers. *Journal of Creative Behavior*, 30(1), 1-24.
- Ripple, R. E. (1989). Ordinary creativity. *Contemporary Educational Psychology*, 14, 189-202.
- Runco, M. A. (1996). Personal creativity: Definition and developmental Issues. *New Directions for Child Development*, 72, 3-30.
- Runco, M. A., & Walberg, H. J. (1998). Personal explicit theories of creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 32(1), 1-17.
- Siau, K. L. (1995). Group creativity and technology. *Journal of Creative Behavior*, 29(3), 201-216.
- Simonton, D. K. (2000). Cognitive, personal, developmental, and social aspects. *American Psychologist*, 55(1), 151-158.
- Snowden, P. L., & Christian, L. G. (1999). Parenting the young gifted child: Supportive behaviors. *Roeper Review*, 21(3), 215-221.
- Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 125-147). New York: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51(7), 677-688.
- Torrance, E. P. (1988). The nature of creativity as manifest in its testing. In R. J. Sternberg (Ed.),

The nature of creativity (43-75). 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.

致謝辭：本研究的完成，感謝國科會計畫（NSC 90-2511-S-110-006）的部分資助以及研究助理群：吳怡瑄、張珮甄、陳俐妤、陳炳煌等，在問卷施測以及資料整理上的協助。

The Development of Inventories for Determining Factors that Influence Pupils' Technological Creativity

Yu-Chu Yeh

Institute of Teacher Education, National Chengchi University

Abstract

Based on the ecological systems model of creativity development, this study aimed to develop three inventories for determining factors that influence pupils' technological creativity. The three inventories were: *Inventory of Personal Factors in Pupils' Technological Creativity Development* (IPF-PTCD), *Inventory of Family Factors in Pupils' Technological Creativity Development* (IFF-PTCD), and *Inventory of School Factors in Pupils' Technological Creativity Development* (ISF-PTCD). This study employed a quantitatively confirmatory approach to develop the above inventories. In other words, before analyzing the reliability and validity of the test items, this study used the scores on a technological creativity test as the criterion for choosing appropriate items for the inventories. The participants in this study included 2166 pupils. The main instruments used were the IPF-PTCD, IFF-PTCD, and ISF-PTCD. The findings suggest that the developed inventories have good internal-consistent reliability, and the factors in each inventory have a medium to high level of correlation. Moreover, the developed inventories have good construct validity, and each item as well as each factor can effectively discriminate the high-creativity pupils from the low-creativity ones. The IPF-PTCD, IFF-PTCD, and ISF-PTCD included four, two, and four factors, respectively.

Keywords: technological creativity, pupil, personal traits, family, school