

## 「科技創造力測驗」的發展與常模的建立

葉玉珠

### 摘要

「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。此一能力不但是知識經濟與科技掛帥的今日社會之基石，更是九年一貫課程改革所欲培育的最重要能力之一。本研究嘗試改進以往擴散性創造思考測驗的缺失、融入特定領域知識的理念、兼重思考過程的選擇及結果的合理性、強調產品導向的概念，並參考科技創意競賽的評分方向，編製了一份適用國小學童的「科技創造力測驗」。「科技創造力測驗」包含「字詞聯想」與「書包設計」二分測驗，測驗時間為三十分鐘；其評量指標分為五個向度：流暢、變通、獨創、精進與視覺造型，但以加權總分代表創造力。本研究歷時二年，進行三次的預試與修訂，最後以 1839 位國小中高年級學童（高雄市： $N=727$ ；澎湖縣： $N=511$ ；台北市： $N=601$ ）為樣本，進行信效度的考驗與常模的建立。研究結果發現，所發展的「科技創造力測驗」具有良好的信度與效度。國小學童「科技創造力測驗」的得分與其自然科成績及學習動機、學業成績、創意個人特質、創意學校因素及年級均有顯著正相關。

*關鍵詞：科技創造力、國小學童、測驗、常模*

---

葉玉珠，國立政治大學師資培育中心副教授

電子郵件地址：[ycyeh@nccu.edu.tw](mailto:ycyeh@nccu.edu.tw)

收件日期：2004.2.2；完成修改：2004.6.7；正式接受：2004.6.8

## *The Development of “Technological Creativity Test” and the Construction of Its Scoring Norm*

Yu-Chu Yeh

### *Abstract*

*“Technological Creativity” refers to the process in which an individual generates a culturally appropriate as well as an original and valuable product in technology. Technological creativity is not only a basic ability in this epoch of knowledge economics and technology, but also an important basic competence greatly emphasized in the current educational reform. Here in this study, I have tried to develop a test that is suitable for measuring pupils’ technological creativity based on the suggestions of improving divergent thinking tests, the concepts of incorporating domain knowledge, the emphasis of integrating both the selection of thinking process and the reasonableness of results, and the scoring approaches of related competitions. The Technological Creativity Test developed in this study includes two subtests, namely, Remote word association and Schoolbag design; its test time is 30 minutes. Though there were five scoring dimensions (fluency, flexibility, originality, elaboration, and visual art), a weighted score was used for representing technological creativity. This study took two years to complete. After three pretests, 1839 3rd to 6th graders (Kaohsiung: N = 727; Penghu: N = 511; Taipei: N = 601) were used to test the reliability and validity of the developed test as well as to establish its scoring norm. The findings suggest that the Technological Creativity Test has good reliability and validity, and it is related to pupils’ grade level, learning motivation of the subject “Nature,” GPA, personal traits of creativity, school environment, and age.*

Keywords: technological creativity, pupil, test, norm

---

Yu-Chu Yeh, Associate Professor, Institute of Teacher Education, National Chengchi University

E-mail: [ycyeh@nccu.edu.tw](mailto:ycyeh@nccu.edu.tw)

Received: 2004.2.2; Revised: 2004.6.7; Accepted: 2004.6.8

## 壹、緒論

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。經濟學家 Lester Thurow 於 2000 年應邀來台灣演講時，特別強調創造力對知識經濟的重要性，他指出：創意是知識經濟成功的秘訣，因此必須致力於人才的培育，獎勵創意，並提供研發的方向（張俊彥，2000）。

就世界各先進國家的教育改革而言，雖然其強調的重點不盡相同，但發展學生的科學或科技創造力可以說是各先進國家教育發展的共同趨勢。例如：美國國家科學課程標準、西澳科學課程標準以及香港中小學的科學課程綱要，均將創造力的培養當作教育的重要目標之一（湯偉君、邱美虹，1999）。我國教育部顧問室更在民國 91 年編列六千萬元經費推動「創造力教育中程發展計畫」，期盼四年之後可以將臺灣打造成一個「創造力國度」（Republic of Creativity）（陳曼玲，2002），而「創造力白皮書」草案中的六個行動方案之一為「創意學子栽植列車」（教育部，2002）。因此，培育兒童創造力（尤其是科技領域的創造力），可謂在此以知識經濟與高科技領軍的世紀中，最重要的教育目標之一。

「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；此創造歷程涉及認知、情意及技能的統整與有效應用（葉玉珠，2000）。九年一貫課程乃最近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。因此，建構一份評量科技創造力的測驗，對於九年一貫課程（尤其是「自然與生活科技」領域）有效性的評估，有其實用價值。因此，本研究的主要目的如下：（一）編製一份適用於國小學童的科技創造力測驗；（二）建立常模並進行性別與年級的差異性考驗。

## 貳、科技創造力的含意

### 一、科學創造力與科技創造力

過去有關科技創造力的文獻並不多，大多是著眼於科學創造力，而且很少有研究者將科學創造力 (scientific creativity) 與科技創造力 (technological creativity) 加以釐清。「科學」(science) 一詞是從拉丁文的「scio」而來，原意為「I know」，也就是「知識」。以範圍來說，科學涵蓋了純科學 (pure science) 基礎研究 (basic research) 應用科學或發展 (applied science or development) 科技/技術 (technology) 工程 (engineering) 醫藥 (medicine) 及公共衛生 (public health)，它既有基礎研究的意涵，也涉及非基礎研究的應用層面 (Kriegbaum, 1968/1994)；由此看來，「科技」為「科學」的一部份。「科技」(technology) 之希臘與拉丁原文分別為「techne」及「art」，二者都帶有技術的意涵在內。「科技」一詞最初起源於打鐵師傅的傳承技術，最後才逐漸演變成今日所謂的的科技領域—包含物理科技、資訊傳播科技，以及生物科技 (引自陳俐妤，2002)。

美國科技教育學家 Frey 認為「科技」(technology) 是人類的一種文化活動，其目的在「因應」人類的需求，以「製造科技」產生人造品來豐富生活，以「資訊與傳播科技」聯繫人與人之間的情感並滋潤人們的知識與思想、以「營建科技」設計建造堅固的建築來提升遮風避雨的品質、由「能源與運輸科技」開拓資源以供經濟活動之需及交通運行之便利；因此，科技的著眼點在透過科學知識的應用，改變物質世界以滿足人類的需求 (林人龍，2000；張一蕃、黃登成，1997)。惟科技的發展除了要以科學的知識作為基礎外，仍需要結合創造力以開發新穎的科技作品。由文獻探討 (洪文東，1997；洪振方，1998；簡惠燕，2000) 可以發現科學創造力多牽涉科學知識或理論的創新，而科技創造力則較傾向於科技產業上科技產品的創新。簡言之，科技是科學知識的實際應用，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、鄭廉鎧，2002)。

因此，科技的發明或設計對於「實用性」的高度重視 (Huber, 1998)，可說是「科學」與「科技」最大的不同之處。而二者的關係在於：科學創造力提供了科技創造力展現的基礎；而科技創造力的展現，則肯定了科學創造力的價值。

## 二、科技創造力的含意

Cropley (2000) 整理歷年創造力測驗，將測驗中所用的創造力定義歸納為下列四個向度：

### (一) 產品

包括獨創力 (Originality) 、相關性 (Relevance) 、實用性 (Usefulness) 、複雜性 (Complexity) 、可瞭解性 (Understandability) 、愉悅性 (Pleasingness) 、優雅性 / 精緻性 (Elegance/Well-craftedness) 、發展性 (Germinality) 。

### (二) 過程

包括無約束的概念和資訊編碼 (Uncensored perception and encoding of information) 、點子的流暢力 (Fluency of ideas--large number of ideas) 、問題辨認和建構 (Problem recognition and construction) 、不尋常的點子組合 (Unusual combinations of ideas--remote associates, category combination, boundary breaking) 、跨領域的建構 (調適) (Construction of broad categories--accommodating) 、辨認解決方案 (選擇領域) (Recognizing solutions--category selection) 、點子的轉換和重構 (Transformation and restructuring of ideas) 、發現啟示 (Seeing implications) 、精進及擴展點子 (Elaborating and expanding ideas) 、點子的自我導向評估 (Self-directed evaluation of ideas) 。

### (三) 動機

包括目標導向 (Goal-directedness) 、對工作或領域的著迷 (Fascination for a task or area) 、對過早自我封閉的抗拒 (Resistance to premature closure) 、肯冒險 (Risk-taking) 、偏好不對稱 (Preference for asymmetry) 、偏好複雜 (Preference for complexity) 、願意發問 (Willingness to ask many (unusual) questions) 、願意展現成果 (Willingness to display results) 、願意詢問他人 (Willingness to consult other people) 、渴望超越傳統 (Desire to go beyond the conventional) 。

#### (四) 特質 / 能力

包括活潑的想像力 (Active imagination) 、變通力 (Flexibility) 、好奇心 (Curiosity) 、獨立 (Independence) 、接納自己的獨特性 (Acceptance of own differentness) 、忍受曖昧情境 (Tolerance for ambiguity) 、相信自己的感覺 (Trust in own senses) 、對潛意識的開放 (Openness to sub-conscious material) 、同時處理大量點子的能力 (Ability to work on several ideas simultaneously) 、重塑問題的能力 (Ability to restructure problems) 、將具體變抽象的能力 (Ability to abstract from the concrete) 。

雖然科技創造力與一般創造力的定義與所強調的重點有些許不同，但其創作歷程與重要的影響因素異中有同。張玉山 (2000) 認為科技創造力即在科技活動中所展現的創造力；它是個體遭遇問題、澄清問題、評估問題、選擇最佳方案，並落實方案的一個歷程。洪昭榮 (2001) 則指出科技創造力與一般創造力不同之處，在於它兼重科學專門知識與產業技術創造力；亦即獨特的創意想法是源自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。此外，陳仙舟、黃俊宏整理學者所提的定義，歸納出三點科技創造力的意涵 (引自張珮甄，2002)：(一) 科技創造力乃想出別人想不到的科技方法或創造出新奇的事物或產品，或應用他人的點子產生更為新穎的點子；(二) 科技創造的歷程是從模仿到創新、從假設與驗證至歸納理論，具備科技創造的人才必須包含個人專業素養、活化的思考力及實作的貫徹力等；(三) 科技創造力的評估強調產品創新或技術創新，而其能力高低可從創造產出或個人相關能力來分析。在科技教育中，學者多以創造性問題解決的能力來檢証具備科技創造力的程度，因此科技創造力也被視為在運用科技解決問題的歷程中所使用的任何新的方法策略 (蔡敦浩，1998)。

科技創造力的發揮並非天馬行空，而必須透過理論與實務結合方可達成。許多學者 (Dasgupta, 1996; Janssen, 1997; Ram & Leake, 1995; 洪文東，1999) 認為，相關的領域背景知識是科技創造發明成敗的重要關鍵；所有的創作，必須基於領域知識的建立，尤其是科技創造力更須要豐富的背景領域知識 (Janssen, 1997) 。此外，透過「實際操作」將創意具現化為科技創造力能否充分展現的另一關鍵 (洪榮昭等，2002)；Dasgupta (1996) 更明確指出設計 (design) 與發明 (invention) 為科技創造力的具體展現。

由此看來，科技創造力兼重創意產品「概念的形成」和「實作能力」。葉玉珠 (2000) 歸納新近知名的創造力理論並融合「科技創造力」的概念，

將「科技創造力」定義為：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；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）、技巧或策略與環境互動的結果。

## 參、創造力的評量

### 一、創造力測驗的起源與發展

創造力測驗的發展起於多元智能的概念以及對傳統智力測驗無法檢驗出創意潛能的質疑。早期所提出的智力測驗並未考量創意潛能的評估。因此，若以高智商作為評估創造力的標準，恐會將真正的高創意者淘汰，心理學界因而興起了創造力必需跨越傳統智力測驗界限的認知（Cropley, 1997）。

創造力測驗的發展大致與創造力的研究取向發展是一致的，而比較客觀的評量方法應在心理計量取向的研究方法被提出之後。創造力的研究取向大致可分為下列幾個階段（Sternberg & Lubart, 1999）：（一）神秘取向（Mystical Approaches）：創意的個人被視為是原來是空無一物的容器，而後由神（上帝）注入靈感。（二）實用取向（Pragmatic Approaches）：主要關心如何發展創造力、其次是如何了解創造力；對創意的效度是最不重視的。（三）心理動力取向（Psychodynamic Approach）：強調創造力是起源於意識和無意識之間的緊張關係，是自我防衛方式昇華作用的結果。（四）心理計量取向

（Psychometric Approach）：視創造力為一種特質（trait）或認知能力（cognitive ability），透過因素分析的統計方法探究受試者在紙筆測驗上的表現，以了解創造力的內涵。（五）認知取向（Cognitive Approach）：嘗試了解創造思考的心表徵及其心理歷程。強調創造力是一種認知的、理性的作用，尤其在解決問題時，常常要以智力作基礎，運用邏輯思考的方法，以達到創造性解決問題的目的。（六）社會人格取向（Social-Personality Approach）：著重於人格特質變項、動機變項及社會文化環境對創造力影響的探討。（七）匯合取向（Confluence Approach）：近年來的研究強調創造力是多重因素互動所產生的結果。雖然就目前創造力理論（Amabile, 1996; Gruber & Davis, 1988; Csikszentmihalyi, 1990; Sternberg & Lubart, 1999）的發展而言，一個完善的創造力評估方法兼顧個人因素（包括個人特質、動機、人格等）以及環境因

素(包括家庭、學校、組織與社會文化等),而且應該強調實際產品的產出,但目前大多數的創造力研究,仍以紙筆的心理計量取向為主,而且創造力測驗的評量指標多以 Guilford 所建構之擴散性思考的四個向度作為基礎(Cropley, 2000; 吳靜吉、陳嘉成、林偉文, 1998)。Guilford (1950)基於對智力的概念,認為創造力是可以採心理計量加以測量的,而且可以以一般人為研究對象;其中最常見的就是「不尋常的用途測驗」(Unusual Uses Tests);之後,研究者紛紛採用 Guilford 的建議測量創造力。在教育的情境中,擴散性思考測驗為最受歡迎的測量創造力之技巧(Plucker & Runco, 1998)。

基於「擴散性思考」的理念所編制的創造力測驗中,最負盛名的應為 Torrance (1974)所編製的拓弄思創造思考測驗(Torrance Tests of Creative Thinking)。拓弄思創造思考測驗 Torrance 的評分四大指標為:流暢力(fluency)、變通力(flexibility)、獨創力(originality)以及精進力(elaboration);而這四種能力指標所代表的含意依次為:有效反應的總數、有效反應類別的總數、反應的稀有度以及反應的精緻性。近年來,創造力測驗有逐漸強調「產品」的趨勢,因而有共識評量(consensual assessment)的產生(Amabile, 1996)。

## 二、創造力測驗的議題

目前,創造力測驗的主要議題如下(Cropley, 2000; Plucker & Runco, 1998; Mayer, 1999; Okuda, Runco, & berger, 1991; Runco, 1991; Torrance & Goff, 1989):

### (一) 評量工具的主要不在「量」的不足,而在於其「有用性」

Torrance 和 Goff (1989)整理創造力評量工具發現,目前最少有 255 種測量工具;然而,真正能測出創造力潛能的卻為數極少。

### (二) 強調一般性知識,非特定領域的知識

過去著名的創造力測驗多為一般性(非領域特定)的創造力測驗。最近的創造力理論或模式(Amabile, 1996; Gruber, 1988; Csikszentmihalyi, 1990; Sternberg & Lubart, 1999)均非常強調特定領域知識的重要性;因此,如何將特定領域知識及思考過程的合理性融入一份創造力測驗,應為未來測驗發展的核心理念。

### (三) 內隱理論 (implicit theory) 難以測量

瞭解內隱理論對於改善創意產品評量的策略有很大幫助，但卻難以測量；內隱理論不可能由單一測驗測得，需從多向度進行測量( Plucker & Runco, 1998 )。Hocevar 將有關創造力的測驗工具大致分成以下八類：(1) 擴散思考測驗；(2) 態度與興趣量表；(3) 人格量表；(4) 傳記量表；(5) 名人研究；(6) 教師推薦、同伴提名或視導者的評量；(7) 作品的評斷；(8) 自我陳述的創意活動或成就 (引自張珮甄，2002)。傳統的創造力評量多以前五項中的單一向度進行測量，日後可將此八個向度作適當的組合，進行創造力的評估。

### (四) 多強調概念的產生，少強調產品的導向

較為知名的心理計量取向創造力測驗，多強調創意「概念」的產生。最近學者對於創造力的定義多傾向支持除了要有獨特的觀點之外，更重要的是要能把概念轉變成產品。Amabile (1996) 基於創意產品的理念，為創造力下了一個共識的 (consensual) 定義：一個有創意的產品或反應「必須被判訂為 (1) 對於手邊的工作而言，它同時是新奇和適當的、有用的、正確的、有價值的；(2) 這個工作是啟發式的 (heuristic)，而非有一定系統方法可循的 (algorithmic)」( Amabile, 1996, p. 35 )

### (五) 產品評量的一致性

近年來，研究者大多同意從產品評量一個人創造力的必要性。Mayer (1999) 整理五十年來創造力的研究發現，大部份作者認為創造性產品必須具有兩大類的特徵：獨創性 (originality) 與有用性 (usefulness)。與獨創性有關的用詞包括新穎 (new)、新奇 (novel)、獨創 (original) 等；與有用性有關的用詞包括有價值 (valuable)、適切 (appropriate)、重要 (significant)、適應 (adaptive)、有效 (utility) 等。

### (六) 擴散性創造思考測驗的問題

擴散性創造思考測驗較常見的問題如下：

#### 1. 流暢力可能是污染因子

目前使用的擴散性創造思考測驗，多將創造力的評分分為流暢力、變通力、獨創力，而這些分數是否真的代表三種不同的能力值得質疑。Okuda、Runco、berger (1991) 建議應以一個加權的總分來表示創造力。

## 2. 僅能評估創意表現的潛能

這類測驗的問題之一在於僅能評估創意表現的潛能，而非創意的真正表現 (Runco, 1991)，而且容易受到施測情境 (conditions)、指導語方向 (directions)、刺激的類型 (the types of stimuli, 圖形或語文) 的影響。

## 3. 多為結果導向，少為過程與結果導向兼具

目前的擴散性創造思考測驗多鼓勵學生發揮其想像力，並將可能答案寫出，其推理過程是否合理則不予考慮。例如：Torrance 的「空罐子的用途」一測驗中，學生只要寫出答案即可，不管答案是如何產生的。學生可能寫「火箭」一答案，但他/她在作答時是否曾經思考空罐子如何可以做成火箭，此問題值得質疑。

## 4. 缺乏預測效度

譚克平 (1999) 曾對 Torrance 創造思考測驗的討論。他認為若要提高創造思考測驗與效標關聯度，必須考慮領域問題。例如，從語文產品的創造力或許可以預測受試者在文學領域的創作成就，但很難預測其數學領域的創作成就；從視覺產品的創造力或許可以預測其繪畫藝術的創作成就，但很難預測其音樂藝術的創作成就。因此，從產品入手，就必須考慮產品的領域特定性，不能單純從產品當中抽取跨領域的「獨特性」、「精進力」或「流暢性」作為預測變數，然後就忘掉產品的存在；換句話說，「獨特性」、「精進力」或「流暢性」等性質必須永遠附在某個特定領域產品的身上，才可能對該領域的創造成就具有某種程度的預測力，而且預測力也通常會隨時間的增長而縮減。此外，Okuda、Runco、Berger (1991) 認為擴散性創造力測驗應包含真實世界情境 (real-world situations) 問題，以提升其預測創意行為的預測效度。

儘管擴散性創造思考測驗有其缺點，就教育者而言，此類測驗仍有其應用價值，因為這樣的測驗簡潔且容易實施，並能提供客觀的參照標準，而且其研究範圍可擴及一般大眾而不只限於傑出成就者。沒有任何一種測驗可以適用於任何對象與情境，如何改善擴散性創造思考測驗的缺失、選擇適當的使用情境、並配合其他的評量方式來使用，這才是重點。

# 肆、編製科技創造力測驗的內涵與必要性

目前國內較為人用的創造力測驗仍為擴散性創造力測驗，其中較知名

者為：吳靜吉、高泉豐、丁興祥、葉玉珠、程炳林（1992）所修訂的「拓弄思語文創造思考測驗（乙式）」；吳靜吉、高泉豐、陳甫彥、葉玉珠（1993）所修訂的「拓弄思圖形創造思考測驗（甲式）」、陳龍安（1984）修訂的「陶倫思圖形創造思考測驗（乙式）」；林幸台（1985）所修訂的「威廉斯創造力測驗」；吳靜吉、陳甫彥、郭俊賢、林偉文、劉士豪等人所編製的「新編創造思考測驗（圖形、語文）」（引自劉士豪，1998）。可見，目前國內的創造力測驗仍以一般領域為主，並未有針對科技領域所編制，且具有信效度的測量工具。

較新近的創造理論均強調領域知識為創造力發展的基石（Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1988; Gruber, 1988; Sternberg & Lubart, 1995/1999），「創意」是科技發展的關鍵，因此科技領域的創造力測驗之編製有其必要性。九年一貫課程「自然與生活科技」的課程目標為：（一）培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣；（二）學習科學與技術的探究方法及其基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活；（三）培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度；（四）培養與人溝通表達、團隊合作以及和諧相處的能力；（五）培養獨立思考、解決問題的能力，並激發創造潛能；（六）察覺和試探人與科技的互動關係。而學生在學習各階段所應習得之能力則包括下列八項技能：（一）過程技能，（二）科學與技術認知，（三）科學本質，（四）科技的發展，（五）科學態度，（六）思考智能，（七）科學應用，（八）設計與製作。第六項的思考智能包括創造思考、批判思考與問題解決。其中國小中高年級學生應達到的創造思考能力指標如表 1（教育部，2000）；而在每個階段中，學生必須在「自然與生活科技」領域課程中習得的「欣賞、表現與創新」的能力指標如表 2（教育部，2000）。

**表 1 「自然與生活科技」領域課程中的國小中高年級階段之創造力能力指標**

年級	創造力能力指標
三、四年級	能常自問「怎麼做？」，遭遇事情會先自行思考解決的辦法。
三、四年級	養成運用相關器材、設備來完成自己構想作品的習慣。
五、六年級	察覺不同的辦法，也常能做出相同的結果。
五、六年級	相信自己能常想出好主意來完成一件事。
五、六年級	面對問題時，能做多方思考，提出解決的方法。

**表 2 「欣賞、表現與創新」在國小中高年級階段之能力指標**

年級	欣賞、表現與創新能力指標
三、四年級	2a 能欣賞生活中動植物、石頭、雲...等所各具的特性。 2b 能由觀察、探討問題、動手做實驗中，獲得樂趣。 2c 察覺巧妙的運用工具與方法，可使問題變得容易解決。
五、六年級	3a 能欣賞生命成長、物質變化等自然現象的奧妙。 3b 能欣賞科學與科技探索的歷程與樂趣。 3c 察覺許多工具和產品都是科學與科技原理巧妙的應用。

前述的科技創造力定義，雖然兼重「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」。

本研究的目的是在於嘗試改進以往擴散性創造思考測驗的缺失，融入特定領域知識的理念、兼顧思考過程及結果、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，但以加權總分代表創造力。本研究的「科技創造力」即以此五個向度及其加權總分作為測量的指標。此外，一份適用兒童的創造力測驗必須要考慮時間問題。兒童的專注力較低，測驗太長易造成兒童隨便作答。在上述的考量下，本研究編製一份適用於國小學童的「科技創造力測驗」。

## 伍、研究方法

### 一、研究參與者

本研究以高雄市、澎湖縣、台北市五所小學的 1839 位中高年級的國小學童為樣本（三至六年級的人數依次為：507、467、427、438 人），考驗科技創造力測驗的信效度並建立常模。所有研究樣本的分布見表 4；其中男女生的比率分別 52.5% 與 47.5%。

### 二、科技創造力測驗發展過程

本研究編製科技創造力的主要過程如下：

表 3 研究樣本分布

	三年級	四年級	五年級	六年級	全體
高雄					
男	131	116	66	70	383
女	117	102	65	55	339
缺失值	0	2	3	0	5
小計	248	220	134	125	727
澎湖					
男	57	51	63	84	255
女	61	51	73	69	254
缺失值	1	0	1	0	2
小計	119	102	137	153	511
台北					
男	73	83	85	82	323
女	66	61	71	78	276
缺失值	1	1	0	0	2
小計	140	145	156	160	601
全體					
男	261	250	214	236	961
女	244	214	209	202	869
缺失值	2	3	4	0	9
總計	507	467	427	438	1839

**(一) 整理國內外創造力測驗及相關理論，並腦力激盪出可能的測驗內容**

經過文獻的整理與批判，以及數次的小組腦力激盪，研究者最後決定測驗內容包含字詞聯想與書包設計二分測驗，並決定字詞聯想應包括自然課程中基礎知識的聯想與組合。

**(二) 整理國小三至六年級自然科課本內容，找出重要概念的基本元素**

在決定字詞聯想的元素時，本研究著手整理國小三至六年級自然科課本內容，歸納大單元及重要概念，以找出重要概念的基本元素，並以之為字詞聯想的測驗題目依據。

### (三) 編制題目及撰寫指導語

初編的「科技創造力測驗」包含下列二個分測驗：(一)字詞聯想：此分測驗包含自然與生活科技領域中 27 各重要的基本元素名稱；(二)書包設計：此分測驗包含「書包繪圖」及「書包特色」兩部分。

### (四) 進行第一階段預試

本測驗首次預試的時間為 2001 年 9 月，對象為兩班國小三年級學童。根據預試所發現的問題對測驗題及指導語進行修改後進行第二次預試。第二次預試的對象為四班國小三年級至六年級學童，研究者再次依據實際施測所發現的問題及對答案的內容分析，再次對測驗題目及指導語進行修改。由於字詞聯想中的 27 個元素，有三個是學生完全不會用到的，因此將其刪除。修正完畢後，隨即進行第二階段較大規模的預試。

### (五) 進行第二階段預試

第二階段以高雄市、澎湖縣、台北市、台北縣的 2280 位國小四年級至六年級的學童為樣本，進行預試，共計有效樣本為 2166 人（三年級：589 人；四年級：448 人；五年級：512 人；六年級：616 人）。預試完畢後，研究者決定將字詞聯想精進力的評分標準稍做修正，以期能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。

### (六) 進行正式施測、信效度考驗以及建立常模

確定最後版本後，本研究以高雄市、澎湖縣、台北市五所小學的 1839 位中高年級的國小學童為樣本（高雄市： $N = 727$ ；澎湖縣： $N = 511$ ；台北市： $N = 601$ ），進行正式施測、進行信度與效度考驗，並建立技創造力測驗的常模。

## 三、研究工具

本研究的主要研究工具為自編的「科技創造力測驗」、「國小學童科技創意發展個人特質因素量表」(IPF-PTCD)、「國小學童科技創意發展學校因素量表」(ISF-PTCD)、「自然科學習態度問卷」、學期學業總成績及自然科成績。

## (一) 科技創造力測驗

「科技創造力測驗」包含「字詞聯想」與「書包設計」二分測驗，每個分測驗的指導與件附錄 A。「字詞聯想」分測驗包含自然與生活科技領域中 24 個重要的基本元素名稱，測驗時間為十分鐘；其優點在於能以很短的測驗涵蓋大量的知識基礎。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。其思考過程是否合理(所寫出之產品必須的組合元素是否可能)，為是否得分的篩選依據。

「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。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。此活動的加入在於強調產品造型及將產品視覺化的重要性。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。

字詞聯想及書包設計在評分時均必須先刪除不合理的答案。字詞聯想的評分指標包含：流暢力、變通力、獨創力、精進力。流暢力的評分以有效的答案個數為其得分。變通力的評分則以全部有效答案所屬類別的個數為評分依據。獨創力的評分則以答案出現的百分比為計分依據；每個答案百分比在 5% 以上者為 0 分，百分比在 2%~4.99% 者為 1 分，百分比在 1.99% 以下者為 2 分。所有答案的獨創力加總即為獨創力的分數。精進力的評分依據為每個答案有效組成成分個數的加總。

書包設計的評分指標包含：流暢力、變通力、獨創力、精進力、視覺造型。流暢力、變通力、獨創力、精進力的評分方式與字詞聯想相同，唯變通力及獨創力評分所依據的類別及反應項目名稱有所不同(類別名稱見表 4)。視覺造型的評分乃根據受試者所繪書包的裝飾類別個數為其得分，畫出一種書包所附加設備或裝飾算一分。

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分測驗的平均總分。

## (二) IPF-PTCD 與 ISF-PTCD

「國小學童科技創意發展個人特質因素量表」(IPF-PTCD) 與「國小學童科技創意發展學校因素量表」(ISF-PTCD) 均為葉玉珠、吳怡瑄、張珮甄、陳俐妤、陳炳煌所編(葉玉珠, 2002)。IPF-PTCD 有 24 題, ISF-PTCD 有 27 題。此二量表均為李克特式四點量表;「1」表示「完全不符合」;「2」表示「大部分不符合」;「3」表示「大部分符合」;「4」表示「全部符合」, 分數愈高, 表示科技創意個人特質愈高。

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。各因素的 Cronbach's  $\alpha$  係數依次為 .78、.80、.75、.71, 總量表為 .92 ( $N = 1654$ )。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。各因素的 Cronbach's  $\alpha$  係數依次為 .74、.63、.83、.93, 總量表為 .94 ( $N = 1654$ )。此外, 此二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)。

## (三) 自然科學習態度問卷

自然科學習態度問卷為王貴春(2000)所編。此問卷包含四個因素: 對自然課程的態度、對自然科教師的態度、自然科學習動機、自然科學習策略。本研究採用第三個因素(自然科學習動機)作為「科技創造力」的效標。自然科學習態度問卷間隔一週的重測信度為 .98 ( $p < .01$ )。在建構效度方面, 自然科學習態度問卷與學業成就測驗的相關為 .58 ( $p < .01$ )。

## (四) 學期學業總成績及自然科成績

此二成績為九十一學年度上學期, 學生的學期成績。

## 四、研究過程

本研究於 2002 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，第二節完成其他問卷及量表。本研究並於學期結束後向各校取得學期學業總成績及自然科成績。

## 五、資料分析

本研究採用描述統計及 T 分數建立常模；Cronbach's  $\alpha$  以考驗內部一致性信度、以肯德爾和諧係數考驗評分者信度；以皮爾森積差相關考驗科技創造力測驗因素間的相關以及其效標關聯效度。

## 陸、研究結果

### 一、編碼及分類

「科技創造力測驗」包含字詞聯想及書包設計兩分測驗。「字詞聯想」一分測驗共歸納出 24 類，523 個答案。「書包設計」一分測驗共歸納出 23 類，399 個答案；各類別的名稱見表 4。

表 4 變通力評分類別名稱

字詞聯想		書包設計	
01 交通、運輸	13 玩具	01 交通、運輸	13 口語表達
02 實驗器材	14 樂器	02 課業	14 時間
03 教學器材	15 美容、服飾	03 便利	15 改變
04 文具	16 裝飾、藝品	04 供人使喚	16 神奇魔法
05 電腦相關產品	17 健康與醫療	05 電腦相關產品	17 健康與醫療
06 通訊	18 防護	06 通訊	18 防護
07 一般家電	19 武器	07 一般家電	19 武器
08 家具	20 建築物	08 收納	20 生化
09 家用品	21 辨識、標誌	09 家用品	21 交易買賣
10 烹飪調理	22 (機械) 工具	10 食品	22 工具
11 食品	23 能源與環保	11 欣賞	23 能源與環保
12 休閒娛樂	24 民俗節慶	12 休閒娛樂	

## 二、信度分析

在進行信度分析、效度分析以及建立常模時，由於過去近三十年來最廣為人用的擴散性思考創造力測驗，被質疑流暢力可能是污染因子 (Okuda, Runco, & Berger, 1991, 1987)，應以一個加權的總分來表示創造力較為妥當，但為考量個別研究者或教師的需求，並提供更多明確的訊息，本研究在進行以下分析時，同時呈現了五個能力指標的分數 (流暢力、變通力、獨創力、精進力、視覺造型)、字詞聯想與書包設計二分測驗的加權總分、以及科技創造力總測驗的加權總分。

### (一) 重測信度

本研究以一班五年級學童為樣本，進行相隔兩週的重測，以檢驗科技創造力測驗的重測信度。表 5 呈現的為科技創造力的五個能力指標、分測驗總分及科技創造力測驗總分前後測之相關係數。流暢、變通、獨創、精進、視覺造型前後測的相關係數為： $r_s(35) = .47 \sim .65 (ps < .01)$ ；字詞聯想、書包設計、科技創造力測驗總分的相關係數依次為： $r_s(35) = .66、.47、.61 (ps < .001)$ ，可知整體而言，科技創造力測驗具有不錯的穩定性。

表 5 科技創造力前後測相關情形 ( $N = 37$ )

	能力指標前測					加權總分前測		
	流暢	變通	獨創	精進	視覺造型	字詞聯想	書包設計	測驗總分
能力指標後測								
1.流暢	.56***							
2.變通		.65***						
3.獨創			.62***					
4.精進				.63***				
5.視覺造型					.47**			
加權總分後測								
1.字詞聯想						.66***		
2.書包設計							.47**	
3.測驗總分								.61***

註：樣本為五年級學童一班。

## (二) 評分者信度

由於樣本龐大，評分作業繁複，因此本測驗之評分由四位經過訓練的教育所碩士班研究生共同完成。為檢驗本測驗的評分者信度，本研究隨機抽取四年級樣本 20 人，由四位評分員分別進行評分，並以肯德爾和諧係數考驗之。由表 6 可知，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，其係數為 .955~1.000。在加權總分方面，肯德爾和諧係數為 .999、.917、.971 ( $ps < .001$ )。可見本測驗具備相當不錯的評分者信度，不同評分者間的評分標準頗具一致性。

表 6 科技創造力測驗評分者信度

	能力指標					加權總分		
	流暢力	變通力	獨創力	精進力	視覺造型	字詞聯想	書包設計	測驗總分
Kendall's W	1.000***	.998***	.996***	.955***	.986***	.999***	.917***	.971
Chi-Square	75.966	75.834	75.683	72.581	74.966	75.924	69.657	73.814
df	19	19	19	19	19	19	19	19

註：評分者人數 = 4；樣本人數 = 20。

\*\*\*  $p < .001$ 。

## (三) 因素及分測驗間的相關

由表 7 可知，科技創造力五個指標間的相關為  $r_s(1826) = .25 \sim .89$ ， $ps < .001$ 。五個能力指標與字詞聯想的相關為  $r_s(1826) = .22 \sim .89$ ， $ps < .001$ ；與書包設計的相關為  $r_s(1826) = .55 \sim .85$ ， $ps < .001$ ；與測驗總分的相關為  $r_s(1826) = .43 \sim .96$ ， $ps < .001$ 。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  $r_s(1826) = .88、.83$ ， $ps < .001$ 。

表 7 因素及分測驗間的相關 (N = 1828)

	流暢	變通	獨創	精進	視覺造型	字詞聯想	書包設計	測驗總分
能力指標								
1.流暢	1.00							
2.變通	.89***	1.00						
3.獨創	.89***	.80***	1.00					
4.精進	.77***	.70***	.67***	1.00				
5.視覺造型	.33***	.25***	.30***	.30***	1.00			
加權總分								
6.字詞聯想	.80***	.89***	.75***	.74***	.22***	1.00		
7.書包設計	.85***	.68***	.80***	.72***	.55***	.47***	1.00	
8.測驗總分	.96***	.92***	.90***	.85***	.43***	.88***	.83***	1.00

\*\*\*  $p < .001$ 。

### 三、效標關聯效度

在效標關聯效度方面，本研究除了使用較為直接相關的自然科成績、學業總成績、自然科學習動機外，也採用了國小學童科技創意發展個人特質因素量表、國小學童科技創意發展學校因素量表的分數以及年級作為效標，進行效標關聯效度分析。個人特質因素與學校因素一般被認為是影響創意的重要因素（如 Amabile, 1988; Amabile, Conti, Lazenby, & Herron, 1996; Fleith, 2000; Oldham & Cummings, 1996; Rodd, 1999）

結果發現科技創造力測驗的五個指標，除了視覺造型外，其餘四個指標對四年級與五年級學童的自然科成績與學業總成績均有良好的效標關聯效度，相關為.36-.51 ( $ps < .001$ )，自然科成績與四年級加權總分的相關  $r_s(76) = .44-.53$  ( $ps < .001$ )；與五年級加權總分的相關  $r_s(80) = .34-.40$  ( $ps < .001$ )。學業總成績與四年級加權總分的相關  $r_s(76) = .40-.46$  ( $ps < .001$ )；與五年級加權總分的相關  $r_s(80) = .39-.45$  ( $ps < .001$ )（見表 8）。

此外，科技創造力測驗總分與五年級學童的自然科學習動機的相關為  $r(151) = .26$  ( $ps < .001$ )；與國小中高年級創意個人特質的相關為  $r(1406) = .16$  ( $p < .001$ )；與國小中高年級創意學校因素的相關為  $r(1374) = .14$  ( $p < .001$ )；與年級的相關為  $r(1837) = .26$  ( $p < .001$ )（見表 8）。因此，科技創造力具有良好的效標關聯效度。

表 8 科技創造力與效標間的相關

參與者 (N)	能力指標					加權總分		
	流暢	變通	獨創	精進	視覺造型	字詞聯想	書包設計	測驗總分
自然科成績								
四年級 (78)	.48***	.51***	.43***	.50***	.27*	.44***	.47***	.53***
五年級 (82)	.42***	.43***	.40***	.38***	-.04	.34**	.36***	.40***
學業總成績								
四年級 (78)	.41***	.47***	.36***	.41***	.28*	.40***	.40***	.46***
五年級 (82)	.46***	.50***	.46***	.43***	-.12	.40***	.39***	.45***
自然科學習動機								
五年級 (153)	.23**	.16*	.19*	.32***	.22**			.26***
創意個人特質								
三至六年級 (1408)	.15***	.14***	.14***	.13***	.09***	.12***	.15***	.16***
創意學校因素								
三至六年級 (1376)	.14***	.13***	.12***	.13***	.02	.12***	.11***	.14***
年級								
三至六年級 (1839)	.22***	.24***	.21***	.27***	.12***	.26***	.19***	.26***

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ 。

#### 四、常模

本研究分別建立了國小中高年級的常模 ( $N = 1839$ ) 以及各年級的常模，其中包含了原始分數與 T 分數，以符合不同使用者的需求。

##### (一) 國小中高年級全部樣本的常模

國小中高年級全部樣本的常模如表 9。由原始分數可得知，在字詞聯想方面，國小中高年級學童的平均有效反應個數為四個、類別個數為三個、獨特性得分為四分、產品的組成成分個數為十二個；在書包設計方面，有效反應個數為四個、類別個數為四個、獨特性得分為四分、裝飾或設計個數為四個、產生功能的設備個數為八個。在 T 分數方面，五個能力指標中，視覺造型的個別差異有較大的傾向 ( $SD = 10.00$ )；而在二個分測驗中，字詞聯想的個別差異有較大的傾向 ( $SD = 9.20$ )。

##### (二) 國小中高年級各年級的常模

國小中高年級各年級樣本的常模見表 10 表 13 以及圖 1 圖 10。由表

表 9 國小中高年級學生在科技創造力各能力指標原始分數、T 分數及加權總分的平均數與標準差

測驗	Male (n = 961)		Female (n = 869)		Total (N = 1839)	
	M	SD	M	SD	M	SD
<b>字詞聯想原始分數</b>						
流暢	3.79	2.83	4.44	3.30	4.09	3.08
變通	2.90	2.02	3.52	2.26	3.19	2.16
獨創	3.80	3.72	4.42	4.48	4.09	4.10
精進	11.87	9.63	11.34	9.24	11.60	9.44
<b>書包設計原始分數</b>						
流暢	4.23	2.78	4.78	2.81	4.48	2.81
變通	4.06	1.99	4.46	2.14	4.24	2.08
獨創	4.04	3.70	4.72	3.74	4.35	3.73
精進	4.19	3.83	4.38	3.71	4.27	3.76
視覺造型	8.73	4.87	7.93	4.10	8.35	4.53
<b>科技創造力原始分數</b>						
流暢	8.01	4.48	9.22	5.07	8.57	4.81
變通	6.96	3.59	7.98	4.01	7.44	3.84
獨創	7.83	5.87	9.14	6.60	8.43	6.26
精進	16.03	11.22	15.73	11.05	15.85	11.13
視覺造型	8.73	4.87	7.93	4.10	8.35	4.53
<b>科技創造力 T 分數</b>						
流暢	49.06	7.63	51.10	8.58	50.00	8.16
變通	48.88	8.49	51.29	9.47	50.00	9.06
獨創	49.22	7.52	50.90	8.39	49.99	7.98
精進	50.02	8.05	50.01	8.01	49.99	8.02
視覺造型	50.84	10.76	49.08	9.05	50.00	10.00
<b>加權總分</b>						
字詞聯想	49.32	8.65	50.80	9.74	50.00	9.20
書包設計	49.59	7.79	50.50	7.66	50.00	7.74
測驗總分	49.43	6.92	50.65	7.62	49.98	7.28

表 10 國小三年級學生在科技創造力各能力指標原始分數 T 分數及加權總分的平均數與標準差

測驗	Male ( <i>n</i> = 261 )		Female ( <i>n</i> = 244 )		Total ( <i>N</i> = 507 )	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
字詞聯想原始分數						
流暢	2.99	2.74	3.37	2.78	3.17	2.76
變通	2.30	1.99	2.78	1.96	2.52	1.99
獨創	2.81	3.22	3.24	3.71	3.01	3.47
精進	8.62	8.86	7.71	6.66	8.15	7.87
書包設計原始分數						
流暢	4.23	2.78	4.78	2.81	4.48	2.81
變通	4.06	1.99	4.46	2.14	4.24	2.08
獨創	4.04	3.70	4.72	3.74	4.35	3.73
精進	4.19	3.83	4.38	3.71	4.27	3.76
視覺造型	8.73	4.87	7.93	4.10	8.35	4.53
科技創造力原始分數						
流暢	6.76	4.33	7.81	4.15	7.25	4.27
變通	5.85	3.49	6.78	3.41	6.29	3.48
獨創	6.23	5.23	7.37	5.26	6.77	5.27
精進	11.75	10.08	11.28	8.13	11.50	9.17
視覺造型	8.10	3.81	7.87	4.07	7.98	3.93
科技創造力 T 分數						
流暢	46.96	7.39	48.76	7.07	47.81	7.28
變通	46.27	8.23	48.47	8.07	47.31	8.22
獨創	47.20	6.75	48.67	6.73	47.89	6.77
精進	46.91	7.03	47.02	6.39	46.95	6.72
視覺造型	49.44	8.42	48.95	8.99	49.19	8.68
加權總分						
字詞聯想	46.50	8.06	47.40	7.79	46.91	7.93
書包設計	47.59	7.43	49.02	7.26	48.27	7.37
測驗總分	47.02	6.28	48.20	6.03	47.57	6.18

10 的原始分數可得知，在字詞聯想方面，三年級學童的平均有效反應個數為三個、類別個數為三個、獨特性得分為三分、產品的組成成分個數為八個；在書包設計方面，有效反應個數為四個、類別個數為四個、獨特性得分為四分、裝飾或設計個數為四個、產生功能的設備個數為八個。在 T 分數方面，五個能力指標中，視覺造型的得分有較高的傾向 ( $M = 49.19$ )；而在二個分測驗中，書包設計的的得分有較高的傾向 ( $M = 48.27$ )。

表 11 國小四年級學生在科技創造力各能力指標原始分數 T 分數及加權總分的平均數與標準差

測驗	Male (n = 250)		Female (n = 214)		Total (N = 467)	
	M	SD	M	SD	M	SD
字詞聯想原始分數						
流暢	3.52	2.57	4.13	3.50	3.79	3.04
變通	2.77	1.88	3.29	2.23	3.01	2.05
獨創	3.62	3.83	3.86	4.44	3.72	4.11
精進	11.13	8.79	10.63	9.48	10.91	9.09
書包設計原始分數						
流暢	3.91	2.43	4.79	2.94	4.30	2.71
變通	3.76	1.77	4.29	2.32	4.00	2.05
獨創	3.71	3.23	4.60	3.73	4.10	3.49
精進	4.00	3.90	4.11	3.44	4.04	3.68
視覺造型	8.04	3.44	7.69	3.32	7.90	3.38
科技創造力原始分數						
流暢	7.43	4.05	8.92	5.51	8.09	4.82
變通	6.53	3.29	7.58	4.12	7.00	3.72
獨創	7.31	5.77	8.45	6.65	7.81	6.20
精進	14.99	10.43	14.77	11.13	14.89	10.73
視覺造型	8.04	3.44	7.69	3.32	7.90	3.38
科技創造力 T 分數						
流暢	48.07	6.88	50.62	9.33	49.20	8.18
變通	47.86	7.76	50.35	9.73	48.98	8.79
獨創	48.55	7.34	50.05	8.46	49.21	7.90
精進	49.32	7.75	49.29	7.84	49.30	7.77
視覺造型	49.31	7.60	48.55	7.34	49.00	7.47
加權總分						
字詞聯想	48.67	8.08	49.75	9.99	49.16	8.99
書包設計	48.55	6.88	50.06	7.51	49.22	7.20
測驗總分	48.53	6.34	49.90	7.74	49.15	7.04

由表 11 的原始分數可得知，在字詞聯想方面，四年級學童的平均有效反應個數為四個、類別個數為三個、獨特性得分為四分、產品的組成成分個數為十一個；在書包設計方面，有效反應個數為四個、類別個數為四個、獨特性得分為四分、裝飾或設計個數為四個、產生功能的設備個數為八個。在 T 分數方面，五個能力指標以及二個分測驗的得分都很接近。

表 12 國小五年級學生在科技創造力各能力指標原始分數 T 分數及加權總分的平均數與標準差

測驗	Male (n = 214)		Female (n = 209)		Total (N = 427)	
	M	SD	M	SD	M	SD
字詞聯想原始分數						
流暢	4.08	2.75	4.81	3.42	4.43	3.12
變通	3.11	1.96	3.75	2.36	3.43	2.19
獨創	4.08	3.48	5.11	4.92	4.58	4.27
精進	12.87	9.35	12.87	9.87	12.80	9.58
書包設計原始分數						
流暢	4.65	2.77	4.80	2.60	4.70	2.68
變通	4.36	2.02	4.63	2.16	4.48	2.10
獨創	4.49	3.61	4.87	3.75	4.65	3.68
精進	5.12	3.84	5.35	3.99	5.21	3.91
視覺造型	8.47	4.21	7.74	3.45	8.09	3.85
科技創造力原始分數						
流暢	8.73	4.50	9.61	5.04	9.14	4.79
變通	7.47	3.50	8.38	4.21	7.91	3.92
獨創	8.54	5.88	9.98	7.12	9.22	6.54
精進	17.98	10.70	18.23	12.00	18.01	11.35
視覺造型	8.47	4.21	7.74	3.44	8.09	3.85
科技創造力 T 分數						
流暢	50.29	7.66	51.74	8.50	50.96	8.12
變通	50.10	8.28	52.22	9.93	51.12	9.25
獨創	50.14	7.54	51.94	9.03	50.99	8.33
精進	51.79	7.67	52.11	8.77	51.88	8.23
視覺造型	50.26	9.31	48.65	7.61	49.43	8.50
加權總分						
字詞聯想	50.23	8.25	52.19	10.43	51.17	9.43
書包設計	50.76	7.91	51.19	7.57	50.92	7.73
測驗總分	50.46	6.77	51.69	8.03	51.03	7.45

由表 12 的原始分數可得知，在字詞聯想方面，五年級學童的平均有效反應個數為四個、類別個數為三個、獨特性得分為五分、產品的組成成分個數為十三個；在書包設計方面，有效反應個數為五個、類別個數為四個、獨特性得分為五分、裝飾或設計個數為五個、產生功能的設備個數為八個。在 T 分數方面，五個能力指標中，精進力的得分有較高的傾向 ( $M = 51.88$ )，而在二個分測驗中，字詞聯想的的得分有較高的傾向 ( $M = 51.17$ )。

表 13 國小六年級學生在科技創造力各能力指標原始分數 T 分數及加權總分的平均數與標準差

測驗	Male (n = 236)		Female (n = 202)		Total (N = 438)	
	M	SD	M	SD	M	SD
字詞聯想原始分數						
流暢	4.68	3.00	5.65	3.08	5.13	3.07
變通	3.51	2.06	4.42	2.18	3.93	2.16
獨創	4.85	4.02	5.73	4.46	5.26	4.24
精進	15.35	10.28	14.90	9.35	15.14	9.85
書包設計原始分數						
流暢	4.68	2.90	5.17	2.94	4.91	2.92
變通	4.65	2.03	5.03	1.97	4.82	2.01
獨創	4.65	4.00	5.40	3.85	4.99	3.95
精進	4.71	4.02	4.61	3.67	4.67	3.86
視覺造型	10.40	6.96	8.47	5.30	9.51	6.32
科技創造力原始分數						
流暢	9.36	4.61	10.82	5.13	10.04	4.91
變通	8.16	3.68	9.45	3.86	8.76	3.81
獨創	9.50	6.12	11.12	6.81	10.25	6.49
精進	20.06	11.90	19.51	10.99	19.81	11.48
視覺造型	10.40	6.96	8.47	5.30	9.51	6.32
科技創造力 T 分數						
流暢	51.33	7.85	53.77	8.73	52.45	8.35
變通	51.72	8.68	54.74	9.10	53.11	9.00
獨創	51.33	7.84	53.40	8.67	52.29	8.29
精進	52.57	8.48	52.20	7.90	52.40	8.21
視覺造型	54.52	15.37	50.25	11.70	52.55	13.95
加權總分						
字詞聯想	52.31	9.16	54.57	9.29	53.35	9.28
書包設計	51.83	8.25	52.04	8.06	51.93	8.15
測驗總分	52.07	7.24	53.31	7.76	52.64	7.50

由表 13 的原始分數可得知，在字詞聯想方面，六年級學童的平均有效反應個數為五個、類別個數為四個、獨特性得分為五分、產品的組成成分個數為十五個；在書包設計方面，有效反應個數為五個、類別個數為五個、獨特性得分為五分、裝飾或設計個數為五個、產生功能的設備個數為時個。在 T 分數方面，五個能力指標中，變通力得分有較高的傾向 ( $M = 53.11$ )，而在二個分測驗中，字詞聯想的得分有較高的傾向 ( $M = 53.35$ )。

「科技創造力測驗」的發展與常模的建立

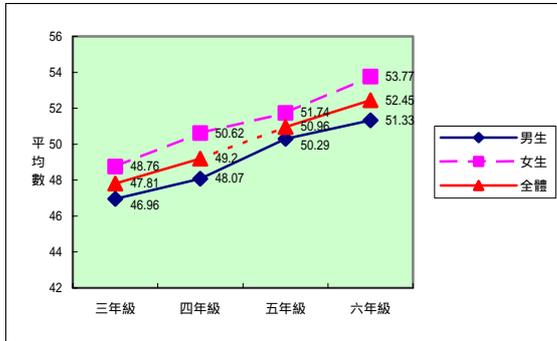


圖 1：國小中高年級學童在流暢力 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

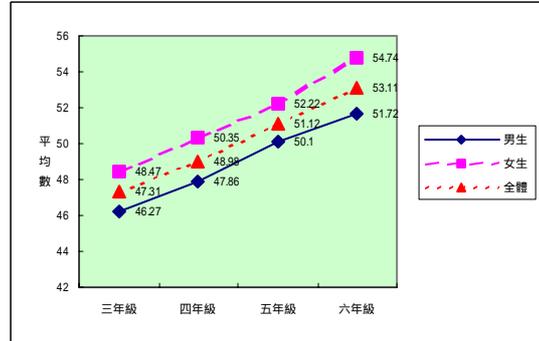


圖 2：國小中高年級學童在變通力 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

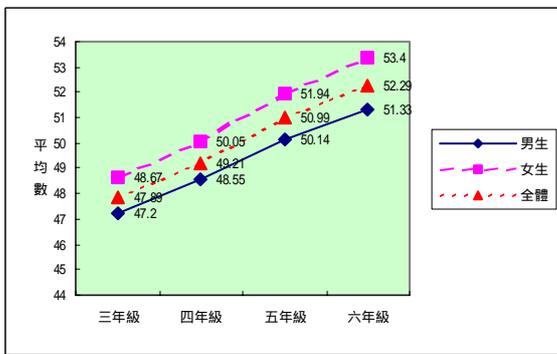


圖 3：國小中高年級學童在獨創力 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

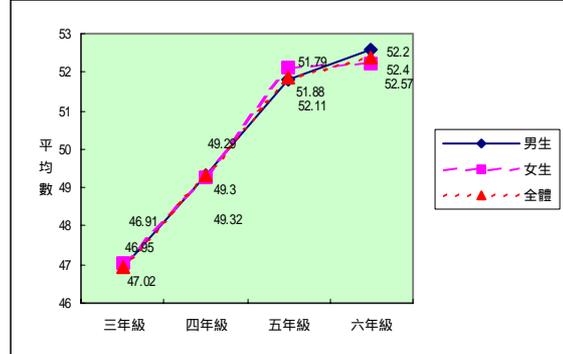


圖 4：國小中高年級學童在精進力 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

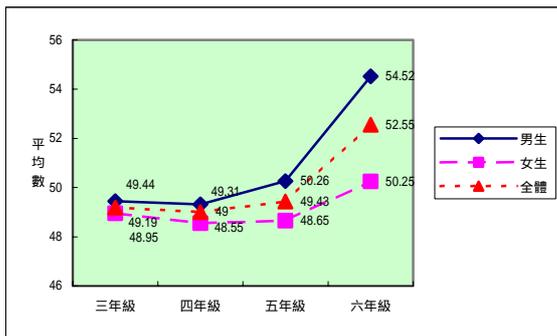


圖 5：國小中高年級學童在視覺造型 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

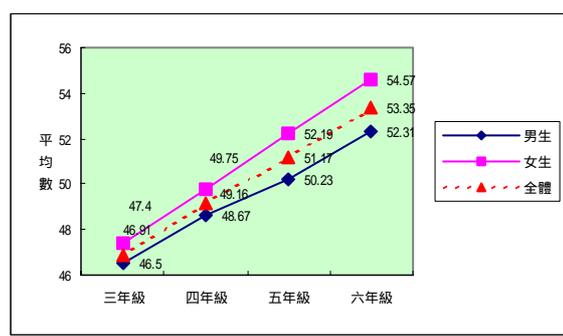


圖 6：國小中高年級學童在字詞聯想的得分平均數趨勢圖

「科技創造力測驗」的發展與常模的建立

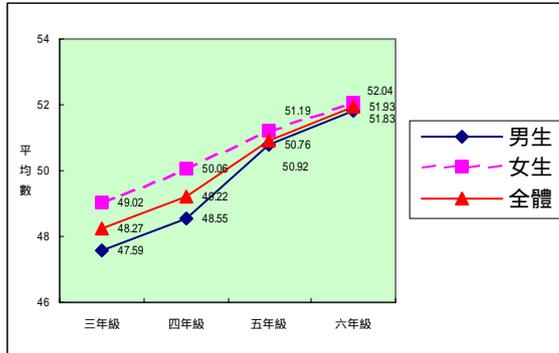


圖 7：國小中高年級學童在書包設計的得分平均數趨勢圖

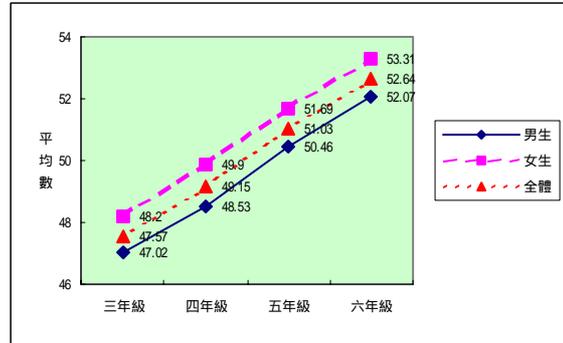


圖 8：國小中高年級學童在科技創造力測驗的得分平均數趨勢圖

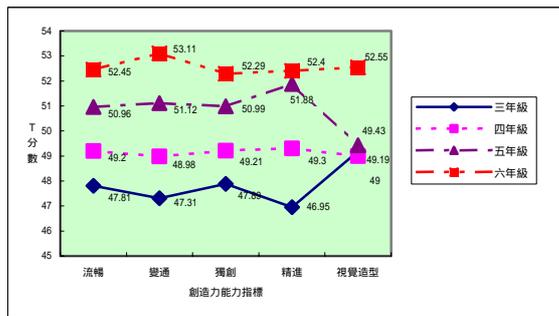


圖 9：國小中高年級學童在科技創造力五個指標 (T 分數) 的得分平均數趨勢圖

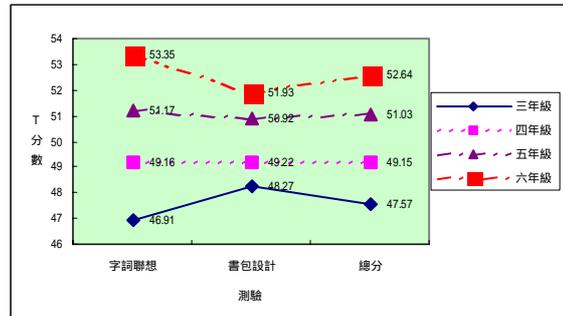


圖 10：國小中高年級學童在科技創造力二個分測驗及總分的得分平均數趨勢圖

### 結論與討論

本研究藉由探討現有創造力評量的議題與可能改善的方向，以及編製特定領域創造力測驗的必要性，嘗試編製一份適用於評量國小學童科技領域的創造力測驗。歷經兩個階段、三次的預試（二次小規模預測與一次大規模預測）。本研究歷時兩年，完成了「科技創造力測驗」的發展，並訂定了國小三年級至六年級的常模。本研究雖然同時呈現了流暢力、變通力、獨創力、精進力以及視覺造型五種能力指標的分數，但在使用的時候，建議以總分來表示。本測驗與過去擴散性創造力測驗較大的不同在於：(一) 加入視覺造型

一能力指標；(二)為領域特定，強調科技領域知識的應用；(三)強調產品導向的概念；(四)融合圖形與語文創造力；(五)以加權總分代表創造力；(六)兼重「變異」與「選擇」對創造過程及創造性產品的影響，強調「選擇」過程的合理性。

在信度方面，「科技創造力測驗」具有不錯的重測信度、良好的評分者一致性，兩個分測驗(字詞聯想和書包設計)和測驗總分之間也有高度相關。在效度方面，本研究也發現「科技創造力測驗」與自然科的學期成績、自然科的學習動機、創意個人特質、創意學校因素、年級等變項均有良好的效標關聯效度。九年一貫課程中，「自然與生活科技領域」的重要教學目標之一為促進學童在此一領域的創造力，此一測驗的完成有助於這一波教改的評量與改善。

內在動機對於創造力的影響最近幾年頗受重視，如 Csikszentmihalyi (1997) 所提出的「心流」(flow) 一概念已廣泛為創造力相關的研究及教學所引用。最近的研究也發現(蔡擇文, 2003)，自然科的學習動機與科技創造力有顯著相關。研究指出(Rodd, 1999; Fleith, 2000)教育人員和教師同意創造力是可以發展的，而且在教室的環境中鼓勵學習創意是最有效的方式。若我們相信科技創造力是可以經由後天的學習來培養的—教育者應該要有的信仰，則自然科的學習動機對於學童科技創造力培育的重要性，當然是不言而喻。學習動機是個人特質中非常重要的一部份，個人特質深深影響創造力發展，是這些年來研究創造力學者們的一致結論(如 Amabile, 1988; Amabile et al., 1996; Oldham & Cummings, 1996)，本研究也發現個人特質與科技創造力有顯著相關。

值得注意的是：教室中使用創造力評量的目的不是在產生創造力的分數或是把學生區分為「有創意」或「沒創意」，而是在使教師能辨識學生的創造力並創造有利於學生創意發展的情境與條件。本研究的效標關聯效度考驗也發現：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等因素與國小學童的科技創造力有關。在教室環境中，師生之間的良好互動關係不但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，更能提供正向的教室氣氛或狀態，直接影響學生的創造力表現(Dudek, Strobel & Runco, 1993)。

Houtz(1990)指出有利於學生創造力發展的教室氣氛為鼓勵創造思考、允許獨立、使用會引發好奇心的發問技巧、促進民主的互動、營造安全的氣氛、以學生為主、有合作學習的機會、非指導式的教學方法、對學生的需求

有所回應。許多研究 ( Hamza & William, 1996; Fleith, 2000; Morgan & Forster, 1999; Majoribank, 1994; Soh, 2000 ) 也建議能促進學生創意思考和問題解決能力的教室氣氛, 主要為(一)學生知覺到的正向溫暖的感覺, 如溫和對待、鼓勵發言、接受不同意見的雅量、給與獨立探索的機會、賦與學習的選擇權; (二)正向的教師行為, 如接納不同意見、提昇自信、提供支持與資源。本研究發現, 國小學童的科技創造力也與其學期總成績有顯著相關; 亦即, 創造力有其領域特定性 ( domain-specific ), 也有其領域一般性 ( domain-general )。因此, 國小學童科技創造力的培育並非只是自然與生活科技領域教師的責任, 而是每一位教師均責無旁貸。

就年級而言, 國小階段屬於創造力的發展期 ( Simonton, 1975 )。在創造力生命週期的三個階段中, Lesner 和 Hillman ( 1983 ) 將其定義為「創造力的內部豐沛期」; 此一階段創意的驅力主要是以自己覺得獨特、有價值的創意作品來滿足自己, 因此又稱為內部創造力認同發展期。就這些理論而言, 在國小階段, 科技創造力的發展應是隨著年齡而增長。從本研究的平均數約略可發現這樣的趨勢。此外, 創造力的獨創性與有用性與演化論中的「變異」與「選擇」有關 ( 教育部, 2002 )。獨創性為變異, 有用性則為選擇。聯合「新穎與價值」兩大向度以及「個人或社會文化層次」的考量, 可將創造力的發展分為四個階段:(一)創造一些對自己來說是新穎的、非習慣性的產品;(二)創造一些對自己來說是新穎的、非習慣性的、個人所珍視的產品;(三)創造一些對自己來說是新穎的、非習慣性的、個人所珍視的, 對社會文化來說是非傳統性的產品;(四)創造一些對自己來說是新穎的、非習慣性的、個人所珍視的, 對社會文化來說是非傳統性的、社群所珍視的產品。這四個階段的發展雖有其大致的順序, 但可能會有兩個以上的階段並存。此外, 這四個階段應該是領域特定的, 而且不論年齡, 每個人學習任何一個領域, 都可以追求這四個階段的發展, 而會在不同的領域則有可能會處於不同的階段。最後, 這四個階段的發展會有個別差異; 亦即, 就同一個領域而言, 有些人可以在很年輕時就達到階段四, 但有些人可能一輩子都達不到階段四。進行有用性的「選擇」與批判思考有關; 因此, 欲促進學童在此四個階段的發展, 必須同時發展學童的批判思考與創造思考。

誠如 Hennessey 與 Amabile ( 1988 ) 所言: 沒有一個方法可以滿足創造力教學的所有標準, 假定某些技巧對於某些評量的需求而言是適當的, 這才是比較合理的。例如要從全國性的大樣本中去辨識資賦優異的兒童, 可能適

用某一評量技巧；而當要從某一班級選拔資賦優異的兒童時，則可能適用其他的方法。創造力的培育需要「選擇」或「批判」的能力，身為教師者，在創造力評量工具的應用與教學上，更需要這樣的「選擇」或「批判」的智慧。

## 參考書目

- 吳靜吉、高泉豐、丁興祥、葉玉珠、程炳林 (1992) : **建立「拓弄思語文創造思考測驗乙式」常模**。教育部訓委會研究報告。
- 吳靜吉、高泉豐、陳甫彥和葉玉珠 (1993) : **建立「拓弄思圖形創造思考測驗甲式」常模**。教育部訓委會研究報告。
- 吳靜吉、陳嘉成、林偉文 (1998) : **創造力量表簡介**。論文發表於國立中山大學，國立中山大學教育研究所主辦之「技術創造力」研討活動(二)，高雄。
- 林人龍 (2000) : **創意與實踐：在行動中思考—有關「生活科技」學習活動設計的想法與釋意**。生活科技教育，33 (9), 17-25。
- 林幸台 (1995) : **威廉斯創造力測驗修訂報告**。特殊教育究學刊，11, 133-149。
- 洪文東 (1997) : **創造性思考與科學創造力的培養**。國教天地，123, 10-14。
- 洪文東 (1999) : **科學的創造發明與發現**。台北：臺灣書店。
- 洪振方 (1998) : **科學創造力的探討**。高雄師大學報，9, 290-301。
- 洪昭榮 (2001) : **試析科技創作力**。2000 年 月 日，取自 <http://140.122.71.71/html/teacherreport.htm>
- 洪榮昭 朱永裕 鄭廉鐙(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 頁。
- 張一蕃、黃登成 (1997) : **日本創造力暨科技大學考察報告**。科學發展月刊，26 (8) , 948~952。
- 張玉山 (2000) : **九年一貫科技課程的訂頒與後續因應**。2001 年 12 月 8 日，取自 <http://mail.nhltc.edu.tw/~publish/35homepage/13.htm>
- 張俊彥 (2000 年 12 月 27 日) : **教育、研發、吸引人才-建立知識經濟環境**。聯合報，第十五版。

- 張珮甄 (2003) : 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。國立中山大學教育研究所未出版之碩士論文。
- 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。
- 陳曼玲 (2002) : 師生創造力教部創意出招。2002年1月3日, 取自 <http://www.cdn.com.tw/live/2002/01/03/text/910103e4.htm>
- 陳龍安 (2004) : 創造思考教學對國小資優班與普通班學生創造思考能力之影響。台北: 台北市立師院。
- 教育部 (2000) : 國民中小學九年一貫課程暫行綱要。台北: 教育部。
- 教育部 (2002) : 創造力教育白皮書。台北: 教育部。
- 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。
- 劉士豪 (1998) : 年齡、性別、成就目標、目標導向與創意生活經驗、創造力之關係。國立政治大學未發表之碩士論文。
- 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。
- 簡惠燕 (2000) : 國小學童在科學問題解決過程中創造力與後設認知之相關研究。屏東師範學院未發表之碩士論文。
- 譚克平 (1999) : 創造力定義之探討和台灣與香港國中學生數學創造性解題之比較。國科會專題研究計畫報告 (NSC88-2519-S003-004-C)。
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in Organizational Behavior*, 10, 123-167.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context*. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Amabile, T. M., Conti, R., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154-1184.
- Cropley, A. J. (2000). Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using? *Roepers Review*, 23(2), 72-80.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper & Row.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York: BasicBooks.

- Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Fleith, D. S. (2000). Teacher and student perceptions of creativity in the classroom environment. *Roeper review*, 22(3), 148-153.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5, 444-454.
- Gruber, H. E., & Davis, S. N. (1988). Inching our way up Mount Olympus: The evolving-systems approach to creative thinking. In R. J. Sternberg (Ed.), *The nature of creativity* (pp. 240-273). New York: Cambridge University Press.
- Hamza, Khalid, Nash, & William, R. (1996). *Creating and fostering a learning environment that promotes creative thinking and problem solving skills*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED406435).
- Hennessey, B. A., & Amabile, T. M. (1988). Storytelling: A method for assessing children's creativity. *Journal of Creative Behavior*, 22, 235-246.
- 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.
- Jassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45 (1), 45-94.
- Kriegbaum, H. (1968/1994). *Science and the mass media*. 謝瀛春 (譯)。科學與大眾媒介。台北：遠流。
- Lesner, W. J., & Hillman, D. (1983). A developmental schema of creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 17(2), 103-113.
- Majoribanks, K. (1994). Family, schools and children's learning: A study of children's learning environment. *International Journal of Educational Research*, 21, 439-555.

- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 449-460). New York: Cambridge University Press.
- Morgan, S., & Forster, J. (1999). Creativity in the classroom. *Gifted Educational International, 14*, 29-43.
- Okuda, S. M., Runco, M.A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment, 9*, 45-53.
- Oldham, G. R., & Cummings, A. (1996). Employee creativity: Personal and contextual factors at work. *Academy of Management Journal, 39*(3), 607-634.
- Plucker, J. A., & Runco, M. A. (1998). The death of creativity measurement has been greatly exaggerated: Current issues, recent advances, and future directions in creativity assessment. *Roeper Review, 21*(1), 36-39.
- Ram, A., & Leake, D. B. (1995). *Goal-driven learning*. London: A Bradford Book.
- Rodd, J. (1999). Encouraging young children's critical and creative thinking skills: An approach in one English elementary school. *Childhood education, 75*(6), 350-354.
- Runco, M. A. (1991). *Divergent thinking*. Norwood, NJ: Ablex.
- Simonton, D. K. (1975). Sociocultural context of individual creativity: A transhistorical time-series analysis. *Journal of Personality and Social Psychology, 32* (6), 1119-1133.
- Soh, K. (2000). Indexing creativity fostering teacher behavior: A preliminary validation study. *Journal of Creative Behavior, 34*(2), 118-134.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). New York: Cambridge University Press.
- Torrance, E. P. (1974). Torrance tests of creative thinking: *Directions manual and sorting guide* (Figural test, Form B). Princeton, NJ: Personnel Press.
- Torrance, E. P., & Goff, K. (1990). *Fostering academic creativity in gifted students*. (ERIC Document Production Series No. ED321489)

## 致謝辭

本測驗的編製得以順利完成，要感謝國科會計畫的部分支助（NSC90-2511-S-110-006 和 NSC91-2522-S-004-010-），更要衷心感謝的是測驗編製期間一群認真的研究生的協助：吳怡瑄、張珮甄、陳俐妤、陳炳煌、李雅怡、蔡啟堂、陳彥良、張珮甄、陳俐妤、李雅怡、詹雨臻、李梅齡、鄭芳怡、張瑋倫、徐悅淇。

## 附錄 A 科技創造力測驗的指導語

### 一、字詞聯想（限時十分鐘）

很多東西的發明，都是把一些原來沒有關係的事物組合在一起而形成的。下面有 24 個字詞；某些字詞組合在一起之後，可能會讓你產生一些聯想，並想到一些『東西或物品』。請發揮你的聯想力，寫出所有你可以想到的『組合情形』和『東西或物品的名稱』。你所想到的東西或物品可以是很大的，也可以是很小的；可以是現在世界上已經有的，也可以是現在世界上還沒有，但以後可能會出現或被發明的。請記住：你想到的『東西或物品』可以很簡單，也可以很複雜，但是最少需要用到『兩個』字詞。

1.溫度	2.布	3.電線	4.土	5.濾網	6.磁	7.木材	8.水
9.輪子	10.力	11.紙	12.風	13.金屬	14.空氣	15.塑膠	16.速度
17.電池	18.方位	19.細菌	20.油	21.光	22.馬達	23.玻璃	24.聲音

### 二、書包設計：(一) 書包繪圖（限時十分鐘）

「書包的過去你來不及參與，但是書包的未來一定有你。」現在科學這麼發達，書包卻是一成不變。假如你現在參加科學營所舉辦的『創意書包發明大賽』，你會如何設計一個獨一無二的書包呢？請記住：結合愈多有關科學的想法愈好哦！請把你所設計的書包畫在下面空白的地方，並且請你依照自己設計的書包外型，給一個適當的名稱。

### 二、書包設計：(二) 書包特色（限時十分鐘）

請把你剛剛所設計書包的特色寫在左邊的格子裡，並在右邊的格子說明需要有什麼東西或設備，才能具有你所想要的特色。剛剛沒想到的，現在也可以寫。你可以參考剛剛已經畫好的書包，但是不可以再回去繼續畫。請記住：結合愈多有關科學的想法愈好哦！