

「情境式科學創造力測驗」之發展暨科學創造力之性別與 年級差異分析

葉玉珠¹ 彭月茵² 林志哲³ 蔡維欣⁴ 鍾素香⁵

摘要

本研究的目的為：(一) 編製一份「情境式科學創造力測驗」(SSCT) 並建立常模；(二) 了解四年級至九年級學生科學創造力的發展，以及不同性別與年級的學生之科學創造力差異情形；(三) 提供九年一貫課程「自然與生活科技領域」教學效果的評鑑指標。本研究的參與者為 1682 位四年級至九年級學生（男、女生的比率為 50.1%與 49.9%）；所採用的研究工具包括 SSCT、「生活問題解決測驗」(EPSP) 及「自然與生活科技領域」成績。

SSCT 強調生活情境中的創意問題解決；它不但解決以往創造力測驗能力指標間過度重疊的問題，也呼應創造力必須同時考量獨創性與價值性的呼籲。本研究的主要發現為：(一) SSCT 具有良好的再測信度與評分者信度；(二) 參與者在 EPSP 的得分和「自然與生活科技領域」的成績與 SSCT 有顯著相關，顯示 SSCT 具有良好的效標關聯效度；(三) 不同性別的國小階段、國中階段及全體參與者在 SSCT 的總分均無顯著差異；(四) 不同年級在 SSCT 總分有顯著差異；整體而言，中小學生的科學創造力發展可分為三個階段：四年級、五年級至六年級、七年級至九年級。

關鍵詞：情境測驗、科學創造力、小學、國中、常模

-
1. 葉玉珠，國立政治大學師資培育中心；心智、大腦與學習研究中心
Email: suchung@nssu.edu.tw
 2. 彭月茵，亞東技術學院通識教育中心助理教授
Email: FB060@mail.oit.edu.tw
 3. 林志哲，國立政治大學教育所博士班
Email: chihche1024@yahoo.com.tw
 4. 蔡維欣，國立政治大學教育所碩士
Email: n850003.tw@yahoo.com.tw
 5. 鍾素香，國立中山大學教育所助理教授
Email: suchung@nssu.edu.tw

The Development of SSCT and the Analyses of Gender and Grade Differences in Scientific Creativity

Yu-Chu Yeh¹ Yueh-Yin Peng² Chih-Che Lin³ Wei-Shin Tsai⁴ Su-Hsiang Chung⁵

Abstract

The purposes of this study were: (1) to develop the *Situation-based Scientific Creativity Test* (SSCT) and to construct its scoring norm; (2) to depict the developmental trend of technological creativity among elementary and junior high school students as well as to explore the gender and grade differences on the SSCT; and (3) to provide an evaluation instrument for the teaching effectiveness in “Natural Science and Life Technology”. The participants were 1682 4th to 9th graders (50.1% of boys and 49.9% of girls). The employed instruments were the SSCT, the *Everyday Problem-solving Test* (EPST), and the grades of “Natural Science and Life Technology”.

The SSCT emphasizes the creative problem solving in real life; it not only resolves the issue of serious overlaps in measuring indices of creativity tests but meets the demand of measuring “originality” and “value” simultaneously. The main findings of this study are as follows: (1) The SSCT had decent test-retest reliability and inter-rater reliability. (2) The participants’ scores of the EPST and their grades in “Natural Science and Life Technology” were significantly correlated with the of SSCT, suggesting that the SSCT has good criterion-related validity. (3) No gender differences on the SSCT scores were found among the elementary, the junior high school, and all participants. (4) Grade had significant effects on the SSCT scores; the development of technology creativity during the period of 4th to 9th grade could be divided into three stages: 4th grade, 5th to 6th grade, and 7th to 9th grade.

Keywords: Situation-based test, scientific creativity, elementary and secondary school, norm.

1. Yu-Chu Yeh, Professor, Institute of Teacher Education and Research Center for Mind, Brain & Learning, National Chengchi University
Email: suchung@nysu.edu.tw
2. Yueh-Yin Peng, Assistant professor, General Education Center, Oriental Institute of Technology
Email: FB060@mail.oit.edu.tw
3. Chih-Che Lin, PhD program, Graduate School of Education, National Chengchi University
Email: chihche1024@yahoo.com.tw
4. Wei-Shin Tsai, MEd, National Chengchi University
Email: n850003.tw@yahoo.com.tw
5. Su-Hsiang, Institute of Teacher Education, National Sun-Yat Sen University
Email: suchung@nysu.edu.tw

壹、緒論

Puccio於2000年指出，科學性的創造力研究始於二十世紀初，到中葉更佔有一席之地（引自吳文龍，2005）。以內容來說，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（technology）、工程（engineering）、醫藥（medicine）及公共衛生（public health）等，它既包含基礎研究，也涉及非基礎研究的應用層面（謝瀛春譯，1996）。因此，目前受到高度重視的科技創造力乃科學創造力的一部分。

國際知名競爭策略理論大師波特來台演講時指出，台灣的專長與優勢在於科技；因此，他認為台灣應該定位在「亞太科技研究中心」，並從教育全力培養科技人才，讓具有創造力的科技來突破國家競爭力的瓶頸（洪振方，1998）。經濟學家 Lester Thurow 於2000年應邀來台灣演講時，也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祕訣，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）。這些建言清楚指出教育在培養具科技創造力的人才以提升國家競爭力中所扮演的重要角色。

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）。而台灣從小學至大學除了每年都有舉辦科學競賽外，教育部顧問室更在2002年編列六千萬元經費來推動「創造力教育中程發展計畫」（教育部，2002）。此外，九年一貫課程包含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」即與創造力有明顯的直接關係，而七大學習領域中的「自然與生活科技」則與中小學學生的科學創造力有密切的相關。因此，建構一份評量科學創造力的測驗，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。

過去的創造力測驗多從擴散思考的角度思考，近年來多數學者（Amabile, 1997; Mayer, 1999; Sternberg & Lubart, 1996）認為「新奇性或獨創性」與「價值性或有用性」應為測量創造思考的指標，然而傳統的擴散性思考測驗似乎無法有效測得「價值性或有用性」。因為價值性或有用性的評估與情境息息相關，而創造性問題解決除了強調獨創性之外，也強調問題解決方案的有用性評估。因此，情境式的創造性問題解決應可改善傳統擴散性思考測驗之缺失。葉玉珠（2004）曾編製一份以荒島尋寶為主題的問題情境繪本進行訪談，研究發現國小學童十分喜歡這種形式的測驗。因此，本研究進一步修訂此一繪本，將之發展為適用國中與小學學生的科學創造力測驗。此外，科學創造力為「自然與生活科技領域」之重要能力指標（教育部，2000），因此，本研究科學創造力測驗的發展可作為評估此一領域中學生創造力表現的工具。細言之，本研究的目的為：

- （一）編製一份情境式科學創造力測驗並建立常模，以提供國中及小學科學創造力研究的評量工具；

- (二) 了解國中與小學學生科學創造力的發展，以及不同性別與年級的學生之科學創力差異情形，以提供教學的參考；
- (三) 提供九年一貫課程「自然與生活科技領域」教學效果的評鑑指標。

貳、文獻探討

一、科學創造力的涵義

Hung (1997) 認為科學創造力乃實用性的創造力；他指出，創造力有兩類：(一) 藝術性的創造力，此一領域的創造力受到較少的條件限制，不帶有實用的目的；(二) 實用性的創造力，這類的創造力的表現有較多的條件限制，較為目的取向，例如：愛因斯坦提出相對論不是因為自我表現或好玩，而是為了嘗試著說明邁克森--摩利實驗的結果；牛頓提出萬有引力理論釋是為了解釋天體的運動。這些都是科學創造力的成果表現，而非僅是科學想像；此外，這些科學理論能解釋、預測真實世界的規律。因此，科學創造力是一種功能性的創造力(陳振明，2004)。

洪文東(1999)則從產品取向定義科學創造力，認為科學創造力乃以既有的科學知識與技能為基礎，透過一番巧思後加以創新，並進一步導出新穎的科學知識或科技產品的能力。胡衛平與俞國良(2002)也認為，科學創造力是科學知識的學習、科學問題的解決和科學創造活動中，根據一定的目的和任務，運用已知的訊息，產生某種新穎、獨特、有社會或個人價值的產品之智能品質或能力。

此外，有許多學者強調科學創造力是問題解決的過程。例如，簡惠燕(2000)指出，科學創造力是個人在科學問題的解決歷程中，發現問題並清楚界定後，藉由個人的知識背景以及好奇、冒險、具挑戰性等人格特質形成解決策略，經過個人邏輯設定評鑑策略後，決定一個具有流暢、變通、獨創等特性的策略。鄭湧涇(1987)認為，「科學創造力」是一種人類特有的屬性，主要是表現於解決科學的基本問題之過程中。洪振方(1998)也認為，科學創造思考的動力來自「問題的發現與探索」，並以本身原有「豐富的舊有知識」當作科學創造思考的來源，經過靈感、想像與直覺的頓悟以及「邏輯地論證」，而產生新的科學創造思考的精華。

最後，有學者強調科學創造力應落實於生活問題的解決。Yager(2000)提出，以科學概念與科學過程為核心，透過科學探究過程與科學態度理解科學概念，才能發揮科學創造力，進而能應用於日常生活問題之解決。研究者支持此一觀點，並據此編製科學創造力測驗。

二、科學創造力的評量

(一) 創造力測驗的發展

就目前創造力理論（如 Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1999; 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以及環境因素，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（吳靜吉、陳嘉成、林偉文，1998；Cropley, 2000）。

在教育的情境中，擴散性思考測驗仍是為最受歡迎的測量創造力之技巧（Plucker & Runco, 1998）。然而，擴散性創造思考測驗有許多值得討論的問題，包括：（1）大多數測驗均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；（2）僅能評估創意表現的潛能，且容易受到施測情境、指導語方向、刺激類型（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；即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；（4）缺乏預測效度；欲提高創造思考測驗的效標關聯度與預測效度，必須考慮領域問題（葉玉珠，2004）。

過去著名的擴散性思考測驗多為一般性（非領域特定）的創造力測驗，如拓弄思創造思考測驗（Torrance Tests of Creative Thinking）、威廉斯創造力測驗、新編創造思考測驗（引自劉士豪，1998）。最近的創造力理論或模式（Amabile, 1996; Csikszentmihalyi, 1999; Sternberg & Lubart, 1999）則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中心理念。

此外，從產品評量一個人的創造力為最近創造力評量的共識。Mayer（1999）整理五十年來創造力的研究發現，大部分作者認為創造性產品必須具有兩大類的特徵：獨創性與有用性（或價值性）。如何將此二大指標以一個加權的總分來表示創造力也是發展創造力測驗應深思的問題。最後，創造力測驗應以真實世界情境（real-world situations）問題呈現，以提高其預測效度（Okuda, Runco, & Berger, 1991）。

（二）適用於中小學之科學創造力測驗

九年一貫課程「自然與生活科技」的課程目標為：（1）培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣；（2）學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活；（3）培養愛護環境、珍惜資源及尊重生命的態度；（4）培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力；（5）培養獨立思考、解決問題的能力，並激發開展潛能；（6）察覺和試探人與科技的互動關係（教育部，2002）。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：（1）過程技能；（2）科學與技術認知；（3）科學本質；（4）科技的發展；（5）科學態度；（6）思考智能；（7）科學應用；（8）設計與製作。其中第六項的思考智能下，又包括了五個能力指標，分別為綜合思考、推論思考、批判思考、創造思考與問題解決等。本研究只列出國小中高年級與國中階段學生應達到的創造思考能力指標如表 1（教育部，2000）。

表 1 「自然與生活科技」領域課程國中及國小中高年級階段之創造思考能力指標

年級	創造思考能力指標
三、四	能常自問「怎麼做？」，遇事先自行思考解決的辦法
三、四	養成運用相關器材、設備來完成自己構想作品的習慣
五、六	察覺不同的辦法，常也能做出相同的結果
五、六	相信自己常能想出好主意來完成一件事
五、六	面對問題時，能做多方思考，提出解決方法
七、八、九	養成遇到問題，先行主動且自主的思考，謀求解決策略的習慣
七、八、九	在不違背科學原理的最低限制下，考量任何可能達成目的的途徑

從前述科學創造力的發展與議題，以及「自然與生活科技領域」的課程目標中相關的能力指標看來，國中與小學創造力的培育，有隨著年齡增長，而逐漸強調創造性問題解決的趨勢。李彥斌（2002）也指出，要求國小學童以其既存的有限科學知識技能，產出新科學理論或製作新奇產品實屬不易，因此以評量「潛能」代替實際的理論或成品應較為可行。因此，研究者認為中小學學生的科學創造力是「一種創造性問題解決的過程，它是在運用科學知能以解決問題的歷程中，使用具有原創性與價值性的解決方法或策略之能力表現。」目前國內較廣為人用的創造力測驗仍為擴散性創造力測驗，且大多以一般領域為主。有一些研究者雖然自行編製或修改自國外相關測驗而發展出不同形式的科學創造力測驗，但其適用對象大多未能涵蓋中小學學生，諸如：簡惠燕（2000）根據理論文獻發展出適用小學的「問題解決過程不同階段，科學創造力與後設認知測驗」；蘇育任（2000）將日本 Shimojo 和 Tanaka 的國小學生理科創造力測驗加以修訂改編，成為適用小學的「科學創造力測驗」；洪文東（2001）依據小組討論之科學問題解決能力測驗模式，發展出適用中學的「科學創造力測驗」；陳振明（2004）將國外 Hu 和 Adey 的科學創造力測驗加以修訂改編，成為適用高中的「科學創造力測驗」；吳健志（2005）依據相關理論發展出適用高中的「科學創造思考測驗」；劉美芳（2005）綜合多位學者的「創造性問題解決」模式與創造力的理論與觀點，據以編擬出「國中生科學創造性問題解決能力測驗」。此外，葉玉珠（2002）雖然曾針對中小學編製了一份科技創造力測驗，但其題型並非創造性的問題解決（其內容包括字詞聯想與書包設計二分測驗）。因此，本研究所發展的測驗與過去發展的科技或科學創造力測驗有所不同。總之，本研究嘗試改進前述創造思考測驗的缺失，強調真實情境中的創意問題解決，並以科學領域為主要範疇，發展一份適用於中小學學生的科學創造力測驗。

三、情境式科學創造力測驗

本研究編修之「情境式科學創造力測驗」類似於情境式判斷測驗（situational judgment test）。情境式判斷測驗強調以問題情境代替傳統的文字敘述，以更真實地呈現問題，並引起受試者的作答動機。情境式的判斷測驗常用於與工作相關的情境當中，用以得知個體在面對與工作相關的問題的反應。其在施測時，給受試者一個在工作中可能會遇到

的假設且具挑戰性之情境，並伴隨幾種可能的反應或策略，受試者必須從這些選擇中選出一個因應該問題情境最有效（most effective）以及最無效（least effective）的反應或策略（Michael & Deborah, 2005）。Michael與Deborah（2005）整理了情境式判斷測驗的特性如下：（1）測驗真實性（test fidelity）：與實際狀況的一致性；（2）題目長度（stem length）：通常很短但力求清楚；（3）題目的複雜度（stem complexity）：複雜度的變化很大，從簡單到複雜都可能；（4）題目的理解度（stem comprehensibility）：能理解不同情境的意義與重要性；（5）巢狀題目（nested stems）：先有一段文字描述事件後，在有一串的簡短描述用以強調先前所描述的事件；（6）反應的性質（nature of responses）：選項反應的方式不若題目可以有許多不同的變化，通常以文字描述的選項方式呈現，供受試者選擇；（7）反應的說明（response instructions）：可有許多不同的說明方式。如選擇最喜歡的/最好的；選擇最有效與最無效的...等。但通常可歸為兩大類：認知/知識與行為；（8）選項間差異的程度（degree of item heterogeneity）：選項間最好是異質性的。

本研究編修之「情境式科學創造力測驗」，目的在了解中小學學生如何在真實的生活情境中，運用科學知能、想像力與創造力來解決所遇到的問題。因此，SSCT 以連續性的故事情境呈現主角小新在尋寶時可能會遭遇的問題，他要能運用身邊任何可取得的工具，應用科學新知與創造力來解決問題才能順利拿到寶藏。SSCT 掌握情境式判斷測驗的精神，以圖畫的方式呈現問題情境，題目長度、複雜度與理解度的設計，亦都考量國中、小學生的認知能力，不但難易適中，亦能引起受試者之興趣作答。然而，因為開放式測驗較適合測量創造力，因此「情境式科學創造力測驗」不以選擇選項的方式作答，而要求其具體寫出使用工具種類與方法，以便評量創造力指標中的「價值性」與「獨創性」。

參、研究方法

一、研究參與者

由於本研究創造力測驗的施測需要較長的時間，並且需要研究者親自至班級中施測，樣本取得不易；因此，本研究採取立意取樣。為顧及城鄉與班級人數之差異，本研究以台灣北區、南區及澎湖縣共八所國小（四至六年級）、九所國中（七至九年級）為樣本，共 1682 人。其中男、女生的比例為 50.1%與 49.9%。各年級的人數比率為：四年級 13.91%、五年級 15.58%、六年級 14.98%、七年級 17.36%、八年級 18.79%、九年級 19.38%，（見表 2）。

表 2 研究參與者

	男生		女生		總計	
	N	51.49%	N	48.51%	N	%
年級						
四年級	120	13.86%	114	13.97%	234	13.91%

五年級	131	15.13%	131	16.05%	262	15.58%
六年級	136	15.70%	116	14.22%	252	14.98%
七年級	154	17.78%	138	16.91%	292	17.36%
八年級	157	18.13%	159	19.49%	316	18.79%
九年級	168	19.40%	158	19.36%	326	19.38%
總計	866	100.00%	816	100%	1682	100.00%

二、研究工具

本研究所採用的研究工具包括「情境式科學創造力測驗」、「生活問題解決測驗」以及「自然與生活科技領域」學期成績。

(一) 情境式科學創造力測驗

「情境式科學創造力測驗」(Situation-based Scientific Creativity Test, SSCT) 係修改自葉玉珠(2004)及葉玉珠和鄭芳怡(鄭芳怡, 2004)所編製的荒島尋寶繪本, 其目的在了解中小學學生遭遇真實情境的問題時, 如何運用科學知能解決問題; 因此, 在作答時鼓勵受試者以自然與生活科技領域的知識為基礎, 發揮其想像力與創造力。SSCT 係以故事主角小新在荒島尋寶為主題, 並以連續性的故事呈現尋寶過程中可能遭遇的問題(圖 1 為 SSCT 的故事開端內容), 其內容包含三個問題情境, 且每個情境包含三個明確的主要問題。在每一個問題情境中, 受試者均可使用故事中所提供的十項工具、利用荒島上的材料或使用身邊的東西, 來協助完成兩天一夜的尋寶任務; 故事中所提供的十項工具如圖 2。

<p style="text-align: center;">情境式科學創造力測驗</p>  <p>小新躺在沙發上看電視, 不知不覺就進入夢鄉了, 而且他做了一個很奇怪的夢……</p> <p>現在, 就要帶你進入小新的夢境, 只是, 小新碰到了一些問題, 而你必須想辦法幫他解決……</p>	<p>小新自己一個人來到了海邊, 走著走著…… 突然有一支玻璃瓶飄上了岸邊。</p>  <p>小新上前撿起玻璃瓶, 打開之後發現裡頭竟是一張地圖。</p> 
---	--

圖 1 SSCT 的故事開端內容



圖 2 SSCT 故事中所提供的十項工具

在施測方面，SSCT 每個問題情境各有十分鐘的作答時間（不包括說明時間），所以完成整個測驗約需四十分鐘（說明十分鐘；測驗本身三十分鐘）。在作答過程中，受試者首先必須界定情境中的主要問題，然後再針對所界定問題問題，利用題本中所提供的十項工具、設備或就地取材來解決問題。

SSCT 的測量指標主要是包含獨創性與價值性。此二指標的評分都是基於一個前提：受試者可以辨識並界定情境中的主要問題；SSCT 三個情境中的主要問題見表 3。SSCT 中，「價值性」係指解決方法的「有效性」與「適當性」。「有效性」係指可以有效解決問題。「適當性」係指可取得性與時效性，即解決方法或工具是可以取得的且取得時間不會花太長，符合情境中兩天一夜的時間限制。每一解決方法的價值性得分為 0~2 分。「獨創性」係指解決方法的稀有度（實際出現次數／全體受試者人數）；本研究的全體受試者人數為 1682 人。「獨創性」的評分乃參考常態分配的概念，最高得分為 3 分，最低得分為 0 分。

表 3 三個情境中的主要問題

情境一	情境二	情境三
1-1 迷路	2-1 野狼侵襲	3-1 過河
1-2 好冷	2-2 過夜、歇息	3-2 打開上鎖的鐵箱
1-3 肚子餓	2-3 掉進洞裡、爬出洞裡	3-3 辨認真的寶石

過去的創造力的計分多從其指標（如流暢、變通、獨創等）的分數分別來看創造力，研究者認為創造力的指標應該同時存在一個創造力的分數裡，而指標分數如何加權是一個難題。此外，本測驗的本質雖為創造性問題解決，但其重點為創造力而非問題解決，因此認為獨創性與有用性必須同時存在，而且獨創性應扮演較重要的加權角色。具體言

之，研究者認為當一個問題解決的方法具有創意且能有效解決問題時，創造力才存在，而且獨創性愈高，應要有加倍的加乘效果。若是用相加的概念，有可能當獨創性或價值性其中一個分數為 0 時，仍具有創造力，此並不合理。因此，本測驗每一個問題解決方法的計分方式為：若沒有獨創性，則不論解決方法是否有效，得分均為 0 分；若有獨創性，則其得分 = 獨創性 × 價值性，其得分最低為 0 分，最高為 6 分（見圖 3）。以情境二的「野狼侵襲」為例，在價值性評分方面，若受試者的答案是「以十字弓射野狼」，因為十字弓可立即取得，因此是「適當的」；又此方法的確能防止野狼侵襲，因此是「有效的」。若受試者的答案是「以錶丟牠」，雖然錶可立即取得，是「適當的」；但此方法無法有效防止野狼侵襲，因此是「無效的」。

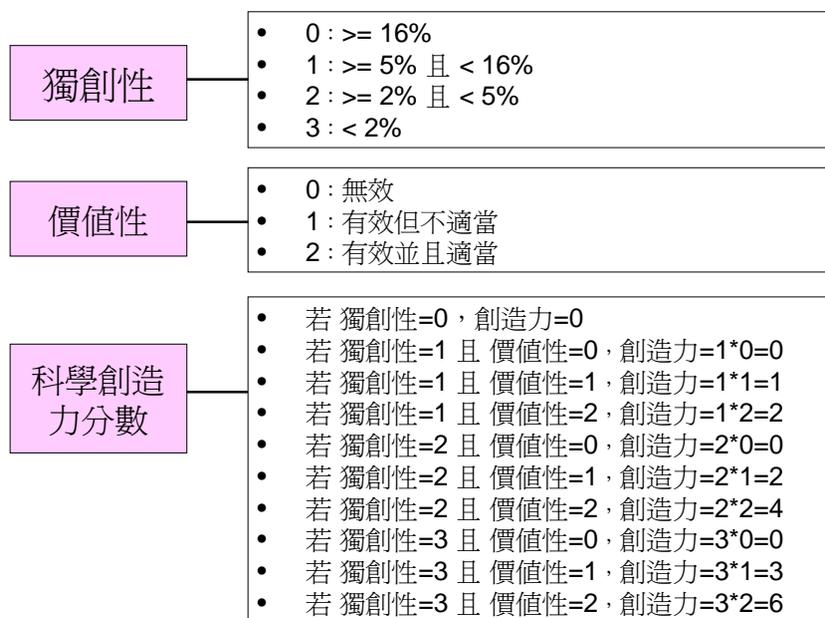


圖 3 SSCT 的評分標準

(二)「自然與生活科技領域」學期成績

因為 SSCT 的內容需應用自然領域或生活中的知能來解決測驗情境中的問題，因此，本研究亦蒐集受試者在 94 學年上學期「自然與生活科技領域」為效標之一。

(三)生活問題解決測驗

「生活問題解決測驗」(EPST) 為詹雨臻和葉玉珠 (2005) 所發展。EPST 是以故事情境繪本方式呈現，「夏令營尋寶記」為其故事的主題，透過三個情境（每個情境有三個問題）來鋪陳整個故事，每個情境下分別有一小段的文字敘述來描述三個問題狀況，且搭配一幅情境圖來加以描繪出整個問題的情境，並且於情境圖上提供一些就地取材的工具。因此，受試者於問題解決的歷程中，除了藉由題本明確提供的十項工具外，亦可從情境圖中找到線索來幫助解決問題。本測驗採團體施測。每位受試者均會有一份測驗題本及答案紙。本測驗共有三個分測驗，每個分測驗「限時十分鐘」作答，加上測

驗指導語與範例說明，共需約四十分鐘才能完成。

EPST 包含四個評分指標：界定多重問題、決定優先順序、提出解決方法、決定最佳解決方法，其測驗總分乃將四項指標換成 T 分數，再各以 25% 的比例相加，所得之加權 T 分數總分即為 EPST 的總分。EPST 具有良好的的評分者信度 ($r = .95, p < .001$)、重測信度 ($r(30) = .801, p < .001$) 與良好的鑑別度。此外，EPST 總分與年級及多元智能有顯著相關， $r_s(328) = .24、.25, ps < .001$ 。

三、研究過程

本研究於 2005 年 9 月開始進行抽樣、聯繫施測學校與時間，並於 10 月至 12 月完成所有樣本的施測。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 SSCT，第二節完成效標測驗。本研究並於學期結束後向各校取得自然科學期總成績。

四、資料分析

本研究將採用描述統計及 T 分數建立常模，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所發展測驗的重測信度、因素間的相關以及其效標關聯效度，並以單變量變異數分析來分析性別和年級的差異。

肆、研究結果

一、信度分析

(一) 評分者信度

SSCT 乃修改自葉玉珠 (2004) 及葉玉珠和鄭芳怡 (鄭芳怡, 2004) 所編製的荒島尋寶繪本。本研究在正式評分之前，首先由研究團隊 (一位學者專家、二位教育所博士班與一位碩士班研究生)，針對 SSCT 先前的答案與評分標準作逐一的討論並達成共識，以確定答案的價值性分數與評分標準。但因本研究樣本很大且評分困難，本研究甄選了四位大學部學生協助評分。為了評分的客觀性與一致性，在研究團隊的帶領下，四位大學生在正式評分前接受簡短的評分訓練 (包括了解評分規則與注意事項，以及試評十份問卷)。另外，因為 SSCT 屬於開放性測驗。因此，SSCT 評分標準的訂定都是採共識評量的方式，即所有答案的評分標準都是評分團隊討論後之共識。但是，每個分測驗都是由一位研究團隊中的研究生帶一位大學生進行評分。因此，在評分者信度的分析上，每個情境皆有二位評分者，且每位評分者評 20 份測驗 (含一份廢卷，故有效樣本為 19)。SSCT 三個情境的評分者信度依次為 .999、.992 與 .999， $\chi^2(df = 17) = 33.965、33.731$ 與 $33.965, ps < .05$ ，達顯著相關，可知有良好的評分者

信度（見表 4）。

表 4 SSCT 之評分者信度（ $N = 19$ ）

測驗	情境一	情境二	情境三
Kendall's W	.999***	.992***	.999***
Chi-Square	33.956	33.731	33.965
<i>df</i>	17	17	17

註：Asymp .Sig=.009。

（二）再測信度

本研究抽取國中二年級一班與國小四年級一班進行再測。相隔二週到三週的再測信度均達.001 顯著水準；三個情境、兩個指標與科學創造力總分的再測信度為： $r_s(75) = .519 \sim .815$ ， $ps < .001$ （見表 5）。

表 5 「荒島尋寶記」之再測信度（ $N=77$ ）

測驗	情境一	情境二	情境三	獨創性	價值性	科學創造力總分
SSCT	.712***	.698***	.519***	.773***	.815***	.815***

*** $p < .001$ 。

（三）情境分數、指標分數與創造力總分之相關

由表 6 可知，SSCT 中的三個情境與 SSCT 總分都有顯著高相關， $r_s(1680) = .723 \sim .835$ ， $ps < .001$ 。此外，獨創性與價值性二指標間有顯著相關， $r(1680) = .815$ ， $p < .001$ ；獨創性與價值性二指標與科學創造力總分之間也有顯著相關， $r_s(1680) = .912$ 與 $.852$ ， $ps < .001$ （見表 7）。

表 6 SSCT 與三個情境之相關（ $N=1682$ ）

測驗	情境一	情境二	情境三
SSCT	.835***	.809***	.723***

*** $p < .001$ 。

表 7 獨創性與價值性指標間的相關（ $N = 1682$ ）

測驗	獨創性	價值性	SSCT
獨創性	1.000		
價值性	.815***	1.000	
SSCT	.912***	.852***	1.000

*** $p < .001$ 。

二、效度分析

本研究以 EPST 的分數作為效標，進行效標關聯效度的考驗。分析結果發現，EPST 的得分與獨創性、價值性與創造力總分的相關皆在 .74 以上， $r_s(142) = .744 \sim .786$ ， $p_s < .001$ （見表 8）。

表 8 生活問題解決與與 SSCT 之相關

效標	獨創性	價值性	科學創造力總分
生活問題解決	.746***	.786***	.744***

註：樣本包括國小六年級兩班以及國中一、三年級各一班，共 144 人。

*** $p < .001$ 。

本研究亦以「自然與生活科技領域」之學期成績做為效標，雖然不同學校之成績評量方式可能有所不同，但若以學校為單位，跨年級將成績轉為 T 分數，也不甚合理，因為每個年級的評分都是介於 0~100 分之間，不會因為較低年級，而有較低的滿分。因此，研究者先將自然與生活科技領域之學期成績依年級轉為標準分數 T 分數後，再就每個年級的獨創性、價值性與科學創造力總分求相關。

分析結果發現，四、五與六年級參與者之「自然與生活科技領域」成績與其獨創性、價值性及科學創造力總分均有顯著相關， $r_s = .183 \sim .368$ ， $p_s < .01$ 。就國中階段而言，七年級至九年級各年級參與者之「自然與生活科技領域」成績與獨創性、價值性與科學創造力總分有顯著相關， $r_s = .239 \sim .400$ ， $p_s < .001$ （見表 9）。此外，由於在九年級部分，有兩所學校因推行九年一貫的時間不同，所蒐集到的資料為理化、地科與自然領域等科目，因此為顧及科目別的不同，本研究將此兩所學校的資料分別分析。研究者先將兩科的分數分別轉為 T 分數後，再就不同科目分別進行分析。分析結果發現，理化成績與獨創性、價值性及科學創造力總分有顯著相關， $r_s(63) = .358 \sim .440$ ， $p_s < .01$ ；地科成績與獨創性、價值性及科學創造力總分有顯著相關， $r_s(31) = .506 \sim .598$ ， $p_s < .01$ ；最後，自然領域成績與獨創性、價值性及科學創造力總分有顯著相關， $r_s(30) = .390 \sim .473$ ， $p_s < .05$ （見表 10）。

表 9 四年級至九年級參與者「自然生活科技領域」成績與科學創造力總分之相關

年級	獨創性	價值性	科學創造力總分
四年級	.200**	.277**	.283**
五年級	.183**	.214**	.211**
六年級	.299**	.322**	.368**
七年級	.239**	.312**	.324**
八年級	.340**	.337**	.387**
九年級	.356**	.348**	.400**

註：樣本人數為：四年級：211；五年級：260；六年級：251；七年級：291；八年級：316；九年級：261。

** $p < .01$ 。

表 10 九年級理化、地科和自然領域的成績與科學創造力總分之相關

效標	獨創性	價值性	科學創造力總分
理化 (N=65)	.358**	.430**	.440**
地科 (N=33)	.506**	.587**	.598**
自然領域 (N=32)	.390*	.473**	.467**

* $p < .05$; ** $p < .01$ 。

三、參與者科學創造力測驗的得分情形

由於本研究強調科學創造力總分應同時考量獨創力與價值性，且以一個加權分數來表示，因此以下常模的呈現以及性別與年級的差異考驗，均以科學創造力總分呈現。由表 11 及圖 4 可知（以原始分數呈現），除了八年級到九年級有稍微下降的趨勢外，隨著年級的增加，參與者在科學創造力總分有逐漸增加的趨勢。就三個情境來看，各年級與全體參與者在情境一的得分均稍高於情境二與情境三，且情境二的得分均稍高於情境三，顯示第三個情境是最難的。

另外，本研究也分別以小學和國中階段為單位，將原始分數化為 T 分數，提供 T 分數常模。本研究在 T 分數計算上，是先將科學創造力總分的原始分數轉換成 z 分數後，再經過 $T=10z+50$ 的公式轉換而得。但礙於篇幅，在此不呈現 T 分數的常模轉換表。

表 11 各年級與全體參與者在 SSCT 三情境與科學創造力總分的平均數與標準差

測驗	M	SD	M	SD	M	SD
四年級	男生 (N=120)		女生 (N=113)		全體 (N=233)	
情境一	4.47	4.38	3.85	4.40	4.17	4.39
情境二	2.38	3.30	2.45	3.57	2.41	3.43
情境三	2.14	2.41	2.59	2.89	2.36	2.66
科學創造力總分	8.98	7.37	8.89	8.04	8.94	7.69
五年級	男生 (N=131)		女生 (N=130)		全體 (N=261)	
情境一	6.95	6.05	6.78	6.35	6.87	6.19
情境二	4.60	5.13	5.38	5.14	4.99	5.14
情境三	3.47	3.10	3.95	3.55	3.71	3.33
科學創造力總分	15.02	10.33	16.11	11.25	15.56	10.79
六年級	男生 (N=136)		女生 (N=116)		全體 (N=252)	
情境一	7.75	6.61	6.93	6.04	7.37	6.35
情境二	4.27	4.85	4.82	5.65	4.52	5.23
情境三	3.54	3.63	4.32	3.66	3.90	3.66
科學創造力總分	15.56	11.55	16.07	11.12	15.79	11.35
七年級	男生 (N=154)		女生 (N=138)		全體 (N=292)	
情境一	10.75	8.46	12.34	8.95	11.50	8.71
情境二	7.58	7.69	8.63	7.64	8.08	7.67

情境三	6.58	5.52	7.78	6.38	7.15	5.96
科學創造力總分	24.91	17.29	28.75	18.92	26.73	18.15
八年級	男生 (N=157)		女生 (N=159)		全體 (N=316)	
情境一	11.89	9.59	12.01	10.13	11.95	9.85
情境二	9.41	8.56	9.72	8.87	9.57	8.71
情境三	6.94	5.81	7.25	6.63	7.10	6.23
科學創造力總分	28.24	19.16	28.98	21.17	28.61	20.17
九年級	男生 (N=168)		女生 (N=158)		全體 (N=326)	
情境一	12.36	9.35	12.69	9.55	12.52	9.43
情境二	8.10	7.57	9.67	8.31	8.86	7.96
情境三	7.01	5.78	7.53	6.22	7.26	5.99
科學創造力總分	27.46	17.50	29.89	20.30	28.64	18.92
全體參與者	男生 (N=866)		女生 (N=816)		全體 (N=1682)	
情境一	9.35	8.30	9.49	8.73	9.42	8.51
情境二	6.32	7.05	7.11	7.49	6.71	7.28
情境三	5.16	5.10	5.80	5.64	5.47	5.37
科學創造力總分	20.84	16.52	22.40	18.35	21.60	17.44

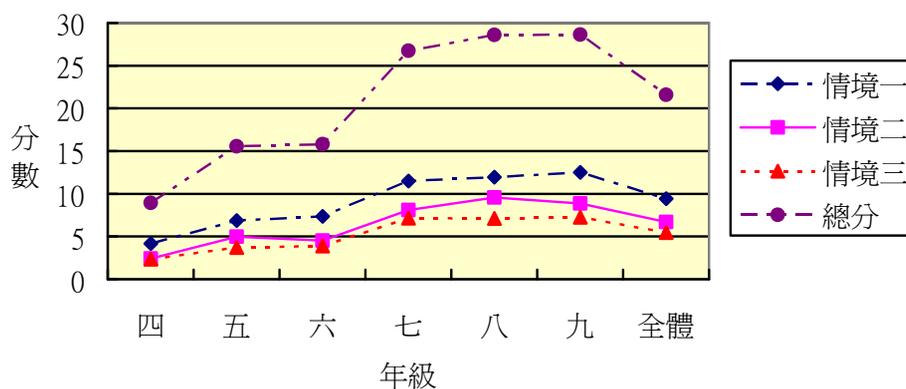


圖 4：各年級及全體參與者在 SSCT 三個情境與科學創造力總分的平均得分

四、年級在科學創造力表現上的差異分析

本研究以年級為受試者間因子，以科學創造力總分為依變項，進行單因子變異數分析。分析結果發現，不同年級的參與者在科學創造力總分上有顯著差異， $F(5, 1676) = 76.433$, $p = .000$, $\eta^2 = .186$, $d = .794$ (見表 12)，而且科學創造力總分可以被年級解釋的變異量為 18.6%。進一步進行 Sheff'e 事後多重比較發現，國中階段的七、八、九年級參與者的科學創造力總分均高於小學階段的四、五、六年級的參與者，但國中三個年級之間並無顯著差異存在。在國小三個年級方面，五年級與六年級參與者的科學創造力

總分顯著高於四年級，但五年級與六年級之間並無顯著差異。

表 12 年級對科學創造力測驗總分的效果之變異數分析

年級	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	ANOVA <i>F</i> (5, 1676)				比較
				<i>MS_b</i>	<i>F</i>	Sig.	η^2	
四	8.94	7.67	234	18996.193	76.433	.000*	.186	四<五、六、七、八、九
五	15.54	10.77	262					五>四；五<七、八、九
六	15.79	11.34	252					六>四；六<七、八、九
七	26.73	18.15	292					七>四、五、六
八	28.61	20.17	316					八>四、五、六
九	28.64	18.92	326					九>四、五、六

五、性別在科學創造力表現上的差異分析

本研究以性別為受試者間因子，以科學創造力總分為依變項，進行單因子變異數分析。分析結果發現，不同性別之參與者在科學創造力總分上沒有顯著差異， $F(1, 1680) = 3.380$ ， $p = .066$ ， $\eta^2 = .002$ （見表 13）。因此，不同性別的中小學參與者在科學創造力總分上並無顯著差異，且只有低度的解釋量。進一步分國小階段與國中階段來看發現，性別對國小階段（ $F(1, 746) = .356$ ， $p = .551$ ， $\eta^2 = .000$ ）與國中階段（ $F(1, 932) = 3.471$ ， $p = .063$ ， $\eta^2 = .004$ ）參與者的科學創造力均無顯著效果，因此，不同性別的四～六年級與七～九年級的參與者在科學創造力的表現均無顯著差異，且其解釋量亦低。

表 13 性別對科學創造力測驗總分的效果之變異數分析

性別	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>	ANOVA			
				<i>MS_b</i>	<i>F</i>	Sig.	η^2
全體							
男生	20.84	16.52	866	1027.180	3.380	.066	.002
女生	22.40	18.35	816				
四～六年級							
男生	13.34	10.39	387	39.875	.356	.551	.000
女生	13.80	10.78	361				
七～九年級							
男生	26.90	18.01	479	1265.365	3.471	.063	.004
女生	29.23	20.17	455				

伍、討論、結論與建議

本研究最主要的目的為發展「情境式科學創造力測驗」(SSCT)測驗並建立常模。研究中除了提供各年級及全體的原始分數常模外，也提供了國小階段、國中階段及全體的 T 分數常模，以做為教師及研究者了解中小學學生科學創力表現的參考。

一、討論

(一) SSCT 的信度與效度

在 SSCT 的信度分析方面，SSCT 三個情境的評分者信度皆達 .99 以上，且 SSCT 的總分之再測信度達 .815 ($p < .001$)。此外，SSCT 中的三個情境與科學創造力總分都有顯著高相關， $r_s(1680) = .723 \sim .835$ ($ps < .001$)。在效度分析方面，本研究發現「生活問題解決測驗」的得分與科學創造力二指標與科學創造力總分具有高相關，而且四~九年級之「自然與生活科技領域」成績與其科學創造力總分均有顯著相關。創造力的發展是「自然與生活科技領域」重要的課程目標，且從九年一貫課程中「自然與生活科技領域」的課程目標來看，國中與小學創造力的培育，有隨著年齡增長，而逐漸強調創造性問題解決的趨勢，本研究發現 SSCT 與「生活問題解決測驗」得分與「自然與生活科技領域」成績的顯著相關，顯示 SSCT 具有良好的信度與效度，而且 SSCT 可作為九年一貫課程四年級到九年級學生在「自然與生活科技領域」學習效果的參考指標。然而，從 SSCT 與四、五年級「自然與生活科技領域」成績的偏低相關來看，有可能是四、五年級在「自然與生活科技領域」的教學不夠強調創造力的培育，也可能是因為此份測驗對四、五年級學生來講，難度偏高；其原因究竟為何，有待進一步驗證。

(二) 科學創造力的年級差異

本研究發現不同年級的參與者在科學創造力測驗的表現上有顯著差異。細言之，國中階段的七、八、九年級之整體科學創造力得分均顯著高於國小階段的四、五、六年級之得分，而且國中三個年級之間以及國小階段的五年級和六年級之間在整體科學創造力得分均無差異，然而五年級和六年級的得分高於四年級。本研究的發現大致與過去的研究發現一致(葉玉珠，2002，2003；鄭芳怡，2004)。葉玉珠(2002)發現五、六年級學童在科技創造力測驗中的字詞聯想表現優於三、四年級。之後，她綜合 2002 及 2003 年橫斷(地區)與縱貫(年級)的結果更發現，科技創造力的發展大致在三年級和四年級之間並不明顯，五年級和六年級間的差異也不大，而在三年級和六年級間有較大的差異(葉玉珠，2003)。因此，整體而言，中小學生的科學創造力發展可分為三個階段：四年級、五年級和六年級、七年級到九年級。

此外，本研究在常模的分析發現，除了八年級到九年級有稍微下降的趨勢外，隨著年級的增加，參與者在科學創造力總分有逐漸增加的趨勢。此發現一方面支持 Ward、Smith 和 Finke (1999) 的研究發現，即青春期前的兒童創造力最強，而且學齡期兒童的擴散思考能力會隨著年齡增長有些微的提高；一方面可能反應出強大的升學壓力，有礙創造力的表現。Baer 與 Oldham (2006) 的研究結果顯示，創造力表現與壓力會成一倒

U字形的關係；亦即當個體感受的壓力過小與過大時，個體表現較差，唯有當壓力適中時，個體的表現最佳。而由 Amabile (1996) 的成份模式中可知，一個人工作動機的高低，會影響其在領域相關技能和創造力相關技能上的學習與準備，也會影響其創造過程中對任務的認知與對訊息的蒐尋（引自葉玉珠，2006）。因此，若課室氣氛讓學生感受強烈壓力而缺乏動機時，可能會壓抑學生的創造力表現。領域相關的專業知識是決定科學或科技創造發明成敗的重要關鍵（洪文東，1999; Dasgupta, 1996; Janssen, 1997; Ram & Leake, 1995）；Weisberg (1988) 也指出創意問題解決有賴於經驗和知識的累積。因此，科學創造力的發展應與個體本身所具備的領域知識有關。中小學學生隨著年齡的增長，其科學創造力相關的知識、經驗和能力也隨之增加，因而有較佳的科學創造力表現。

(三) 科學創造力的性別差異

本研究發現不同性別的國小階段、國中階段及全體參與者在科學創造力總分均無顯著差異。就國小階段而言，本研究的發現與蔡擇文 (2003) 的發現一致，即國小五年級男、女學童的科技創造力無顯著差異，但與葉玉珠 (2002) 及鄭芳怡 (2004) 的發現不一致。葉玉珠 (2002) 發現國小學童在創意書包發明的表現上女生優於男生；鄭芳怡 (2004) 則發現國小中高年級女學童在科技創造力測驗之價值性與獨創性的表現均優於男學童。因此，國小階段在科技創造力的性別差異有待進一步驗證。就國中階段的性別差異而言，本研究結果雖與周宜平 (2005) 和游坤源 (2004) 的發現一致，即國中學生的創造傾向及創造思考能力不因性別而有差異。

二、結論與建議

(一) 結論

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、兼顧思考過程及結果、重視「選擇」的合理性、強調生活情境中的創意問題解決，並以 1682 名七至九年級為參與者發展出 SSCT。研究發現 SSCT 具有良好的信效度。過去以流暢力、變通力、獨創力等為評分指標，最遭到詬病的就是這些分數是否真的代表三種不同的能力，且流暢力可能是一個污染因子 (Okuda, Runco, & Berger, 1991)；尤其是流暢力與變通力的相關常達 .95 以上。本研究所發展的 SSCT 採用獨創性與價值性兩個評分指標，且研究發現其相關為 $r(1680) = .815$ ，此高相關可能因為本研究的獨創性評分乃植基於價值性之上，即必須要能有效解決問題，才有獨創性可言，因此二者息息相關。雖然獨創性與價值性仍具有高相關，但其相關的強度已顯著低於過去研究常發現流暢力與變通力 .95 以上的相關 ($z = 20, p < .001$)。此外，SSCT 採用 Okuda、Runco 和 Berger (1991) 的建議，以真實世界情境 (real-world situations) 問題為測驗內容並以一個加權的總分來表示創造力。SSCT 在計分上與過去最大的不同在於：過去的創造力的計分多從其指標的分數分別來看創造力，SSCT 在計算每一得分時則同時考慮獨創性與價值性；即在獨創性不為 0 時，其得分 = 獨創力 × 價值性。傳統的創造力測驗對於創造性產品只要求「變異」，即只要求是「獨一無二的」或是「新奇的」。但是，誠如 Amabile (1987) 所

提出的觀點：一個產品若「只是新奇」，並不能被視為創造性產品，它還必須正確、有價值、有用或適切的。因此，SSCT 不但解決以往創造力測驗能力指標間過度重疊的問題，也呼應創造力必須同時考量獨創力與價值性的呼籲。

(二) 建議

本研究在發展「情境式科學創造力測驗」時，亦有需多現階段無法克服之限制與疏忽之處。茲提出以下建議供未來研究參考：

1. 擴大抽樣以建立更具代表性之常模

因 SSCT 在施測與評分上的費時耗力，使得本研究在取樣上無法同時抽取台灣各大行政區。因此，未來研究可針對本研究未涵蓋的東部與中部，進行抽樣，以比較其與本研究的差異，以建立更完整、更具代表性之常模。

2. 強化 SSCT 的效度證據

本研究無同時測量適當的變項，以估算測量特質在控制其他測量下的解釋力。因此，未來研究可透過部分相關估算測量特質在控制其他測量下的解釋力，以提供增益效度。再者，本研究因囿於施測時間的限制，無法再施予標準化的「自然與生活科技領域」學業成就測驗；雖然發現各年級參與者的「自然與生活科技領域」學期成績與其科學創造力表現均有顯著相關，未來研究可嘗試施予標準化的「自然與生活科技領域」學業成就測驗，驗證其對科學創造力表現的預測力。最後，未來研究可納入學業成績以外的效標，同時提供輻合與區別效度，以作為 SSCT 的效度補強之證據。

3. 建立「情境式科學創造力測驗」施測手冊

研究者在施測時發現，受試者容易受到施測者在說明施測指導語時的口氣、態度之不同，而表現出不同強弱程度的作答動機。因此，若能建立標準化的施測手冊，可降低施測時的非系統誤差，以提高施測結果的信、效度。

致謝

「情境式科學創造力測驗」的發展完成，感謝國科會科教處的經費支助 (NSC94-2511-S-004-001-)。此外，感謝鄭芳怡、陳俐好、吳怡瑄、張佩甄在問題情境發展上的意見提供以及葉桂菁在繪圖上的協助。

參考書目

- 林清山 (1992)。心理與教育統計學。台北市：東華書局。
- 李彥斌 (2002)。從科學活動過程技能中增進國小學童科學創造潛力。國立屏東師範學院數理教育研究所之碩士論文，未出版，屏東市。

- 吳文龍（2005）。自然科創意與批判思考教學對國小學生學習動機、批判思考及科學創造力之研究。台北市立師範學院科學教育研究所之碩士論文，未出版，台北市。
- 吳健志（2005）。高一學生創意行為特質與科學創造思考關係之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所之碩士論文，未出版，高雄市。
- 吳靜吉、陳嘉成、林偉文（1998，11月）：創造力量表簡介。論文發表於國立中山大學舉辦之「技術創造力」學術研討會，高雄市。
- 周宜平（2005）。智力、性別、出生序、家庭社經地位與國一學生創造力傾向之關係。國立高雄師範大學科學教育研究所之碩士論文，未出版，高雄市。
- 洪文東（1999）。科學的創造發明與發現。台北市：臺灣書店。
- 洪文東（2001）。從問題解決能力培養學生的科學創造力：化學學習活動模組與教學活動設計（I）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC89-2519-S-153-006）。
- 洪振方（1998）。科學創造力之探討。高雄師大學報，**9**，289-302。
- 胡衛平、俞國良（2002）。青少年的科學創造力研究，教育研究，23（1），44-48。
- 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，15版。
- 教育部（2000）。國民中小學九年一貫課程暫行綱要。台北市：教育部。
- 教育部（2002）。創造力教育白皮書。台北市：教育部。
- 陳振明（2004）。影響高一學生科學創造力的因素之研究。國立高雄師範大學特殊教育學系之博士論文，未出版，高雄市。
- 游坤源（2004）。國中學生創造力相關因素之研究。國立台北科大學創新設計研究所之碩士論文，未出版，台北市。
- 湯偉君、邱美虹（1999）。創造性問題解決（CPS）模式的沿革與應用。科學教育月刊，**223**，2-20。
- 葉玉珠（2002）。國小中高年級學童科技創造力發展與其影響生態系統之動態關係。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC 90-2511-S-110-006）。
- 葉玉珠（2003）。國小中高年級學童科技創造力發展與其影響生態系統之動態關係。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC 91-2522-S-110-004）。
- 葉玉珠（2004）。國小學童科技創造的認知歷程及其影響因素之訪談分析—以「自然與生活科技」領域為例（III）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC92-2511-S-004-002）。
- 葉玉珠（2006）。創造力教學 過去、現在與未來。台北市：心理。
- 詹雨臻、葉玉珠（2005）。「生活問題解決測驗」之發展。測驗學刊，**52**（1），1-30。
- 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。國立政治大學教育研究所之碩士論文，未出版，台北市。
- 劉美芳（2005）。國二資優生與一般生科學創造性問題解決歷程之比較研究。國立高雄師範大學科學教育研究所之碩士論文，未出版，高雄市。
- 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。國立中山大學教育研究所未出版之碩士論文，未出版，高雄市。

- 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之碩士論文，未出版，高雄市。
- 鄭湧涇 (1987)。科學的才能。創造思考教育，**2**，1-6。
- 謝瀛春 (譯) (1996)。科學與大眾媒介 (Science and the mass media)。台北市：遠流。
- 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。屏東師範學院國民教育研究所之碩士論文，未出版，屏東市。
- 蘇育任 (2000)。運用 STS 模組學習活動以促進國小學生的創造思考能力 (II)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告 (NSC89-2511-S-142-001)。
- Amabile, T. M. (1987). The motivation to be creativity. In S. C. Isaksen (Ed.), *Frontiers of creativity research* (pp. 223-254). New York, NY: Bearly Limited.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity*. Boulder, CO: Westview Press.
- Amabile, T. M. (1997). Entrepreneurial creativity through motivational synergy. *Journal of Creativity Behavior*, *31*(1), 18-26.
- Baer, M., & Oldham, G. R. (2006). The curvilinear relation between experienced creative time pressure and creativity: Moderating effects of openness to experience and support for creativity. *Journal of Applied Psychology*, *91* (4), 963-970.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313-338). San Diego, CA: Academic Press.
- Cropley, A. J. (2000). Defining and measuring creativity: Are creativity tests worth using? *Roepers Review*, *23*(2), 72-80.
- Dasgupta, S. (1996). *Technology and creativity*. New York: Oxford University Press.
- Hung, H. C. (1997). *The nature of science-problems and perspectives*. Belmont, CA: Wadsworth Pub. Co.
- 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.
- 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.
- Michael, A. M., & Deborah, L. W. (2005). Retrieved January 4, 2007, from <http://www.ipmaac.org/conf/05/mcdaniel.pdf>
- Okuda, S. M., Runco, M.A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving or real-world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *9*, 45-53.
- 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. *Roepers Review*, *21*(1), 36-39.
- Ram, A., & Leake, D. B. (1995). *Goal-driven learning*. London: A Bradford Book.

- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, *51*(7), 677-688.
- 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.
- 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.
- Weisberg, R. W. (1988). Problem solving and creativity. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 152-160). New York: Cambridge University Press.
- Yager, R. E. (2000). A vision for what science education should be like for the first 25 years of a new millennium. *School Science and Mathematics*, *100*(6), 327-341.