

# 國小學童數學創造力與科學創造力之相關性及差異性研究

張華城<sup>1</sup>

洪文東<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 台南市東光國民小學

<sup>2</sup> 國立屏東師範學院自然科學教育學系

(投稿日期：93年6月10日；修正日期：93年9月3日、11月1日；接受日期：93年11月15日)

## 摘 要

本研究旨在探討國小六年級學童數學創造力與科學創造力的相關性。研究樣本為就讀於高雄縣和屏東縣兩所國小之 208 位六年級學童。本研究採相關研究法之設計來嘗試瞭解學童之數學創造力與科學創造力的關係，並比較學童在數學創造力及科學創造力表現上之差異。結果發現：國小六年級學童之「數學創造力」與「科學創造力」具有中程度之相關 ( $r=.437, p<.01$ )，且學童在數學創造力測驗與科學創造力測驗的總分表現上並無顯著差異。

關鍵詞：國小學童、數學創造力、科學創造力。

## 壹、研究緣起

「創意是人類生活科技進步的原動力」。自古以來，人類運用其智力吸取前人的經驗，累積經驗，更運用其無窮的創造力，繼續延展經驗，創新文化。人類智力與創造力的交互運用，構成了人類一部日新又新，精益求精的文明發展史。也正如 Osborn (1953) 所說：「人類文明的歷史，主要為人類創造力的紀錄。」人類創造潛能的發展是使社會生生不息的轉變過程。而科學與技術的進步，使人類的生活更為進步，惟這些進步均與「人」的創造發展有關。Guildford (1963) 指出：「創造思考」對今日的人類，不僅限於科學研究的工作上；事實上受到科技成就的啟迪，人們正嘗試著將神奇的創造力運用於解決難題上（引自陳龍安、朱湘吉，1999）。

除了使生活進步之外，從認知心理學的觀點來看，創造力是問題解決的關鍵，創造的過程也可視為一種問題解決的過程（洪文東，2000a；Basadure, 1994）。Dewey (1933) 將思考視為問題解決的心理歷程，Torrance (1962) 認為創造乃是對問題形成新假設，修正或重新考驗該假設，以解決問題。Parnes (1967) 也認為創造乃是運用新知、想像和評鑑的功能，以發現事實、問題、概念及可接受的解決方式（引自毛連塏、郭有通、陳龍安、林幸台，2000）。所以，以創新的方法或經修正而更有效的方法，來解決已知或未知的問題，就是創造性的問題解決活動。從科學史的歷程得知問題解決與科技發展具有許多共同性，科學發展為人類解決了許多問題，人們也因對於問題的解決而促進了科學的發展。

行政院國家科學委員會科學教育發展處於 2000 年 12 月 06 日公布一項在全世界卅八國同步進行的國中生數學與科學教育成就排名，台灣地區國中生的科學成就排名世界第一；數學成就則排名第三，僅次於新加坡和韓國。這項調查是由國際教育成就調查委員會（IEA）進行的第三次國際數學與科學教育成就研究後續調查（TIMSS-R），共有卅八國參與。但是在我們為台灣學生高興的同時，不禁令人懷疑，為何台灣中學生的數理表現如此優異，卻培養不出諾貝爾獎人才？根據研究者與教授及同學的討論，發現其原因可能是因為台灣教育的創造性環境與國際化環境不足。尤其過去國內整體教育最為人詬病的就是教育制度僵化，教育出來的學生較不知變通，缺乏創造力，也許是因為缺乏創造力，才使得這些在中小學時表現優異的學生後來的表現大不如前（黃政傑，2000）。

從另一方面來看，在過去幾十年來，台灣的教育體制長期以來受升學聯考的影響，考試引導教學，且大多是以直接式的知識傳授為主，較少關注創造力的啟發與培養，使得許多人在「學以致用」的創新能力上明顯不足，而使得我國仍有多數產業技術上落後先進的國家。

因此，民國 82 年國民中小學課程標準明確的指出「啟迪創造、邏輯思考與價值判斷的能力，增進解決問題、適應社會變遷的知能，並養成終生學習的態度」為國民中小學的課程目標之一（教育部，1993）。而在目前教育部正在推動的九年一貫課程中，其課程目標第二點：「培養欣賞、表現、審美及創作能力」及第十點：「培養獨立思考與解決問題的能力」都指出了創造力的重要。為達成這些課程目標，教育部又頒訂了相對應的十大基本能力指標，其中第二點「欣賞、表現與創新」指的是培養學生感受、想像、

鑑賞、審美、表現與創造的能力，使之能具有積極創新的精神、表現自我特質，以提昇日常生活的品質。(教育部，2000)。

這一連串的教育改革措施很明顯的揭示，教育部為適應時代變遷、青少年身心發展需要，以及激發個人潛能、提高國民素質及國家競爭力，在課程都強調應培養學生能面對未來情勢、問題解決及創造的能力。為因應教育部這一連串的課程改革，創造力的研究如雨後春筍般的出現，衡觀有關創造力的研究，大部分研究者多著眼於語文、藝術或音樂等方面(引自張世慧，1993)，而近期也有許多研究者開始注意到科學創造力方面(Hacfele, 1974; Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Goor, 1974; Guilford 1967、1968; Maier & Janzen, 1969; McDonald & Rathes, 1964; Milaram, 1976; Malloy 1996; 詹秀美, 1989; 吳坤銓, 1997; 翁玉華, 1998; 陳淑絹, 1993; 湯君偉, 1998; 余瑞虔, 1998)。

然則「數學為科學之母」，數學與科學息息相關，不可分離，科學之進步與發展，必先建立在良好的數學架構上。雖然，大家都深知數學的重要性，但在我國的研究上，卻少有見到有關數學創造力的研究，而科學創造力卻是近來相當熱門之研究。由於數學方面的創造力研究甚少，但有鑒於數學與科學這兩學科之間其知識的結構性相近，彼此之間相關密切。因此，數學創造力與科學創造力之間的相關值得深究，也引發研究者對於此研究一探究竟的動機。

所以鑒於此問題，本研究就不同的問題類型來探討科學創造力與數學創造力的相關，深入了解科學創造力與數學創造力背後到底有多少相關性，以供培養創造力的需要。本研究也開發了一份「數學創造力量表」，盼能對未來研究或教師教學之需要有所助益。

## 貳、研究目的與範圍

基於上述研究動機，本研究目的主要有二：

- 一、了解國小六年級學童在科學創造力與數學創造力表現之相關性。
- 二、了解國小六年級學童在科學創造力與數學創造力表現上之差異性。

根據上述研究目的，本研究之待答問題如下：

- 一、國小六年級學童在科學創造力與數學創造力表現上相關性如何？
- 二、國小六年級學童在科學創造力與數學創造力表現上差異性如何？

本研究由於人力、時間、物力等客觀條件之無法完全配合，有下列幾點限制：

- 一、本研究以立意取樣方式抽取高雄市、高雄縣、屏東縣之國小六年級學童作為施測對象，故其研究結果之推論區域有其限制，並不涵蓋全國。
- 二、本研究以立意取樣方式抽取高雄市、高雄縣、屏東縣之國小六年級學童作為施測對象，故其研究結果之推論對象有其限制。
- 三、本研究所作之評測工具皆假設學童能將所想內容以書寫方式忠實紀錄於答案紙上，因此不能用以推論語文表達能力遠低於實際操作及問題解決能力之國小學童。
- 四、本研究乃針對學童在解決有關科學方面與數學方面之問題的歷程中，在不同類型之科學與數學的問題解決能力之表現及其與科學創造力與數學創造力之關係。結果的

論述只適合國小自然科學與數學學科問題方面，對於其他的學科的推論有所限制。

## 參、文獻探討

### 一、創造力的意涵

自 Rhodes (1961) 以 4P (Person、Product、Process、Place Or Press) 對創造力進行了解，將創造力看成一個涵蓋創造個體的「人格特質」、「心理歷程」、「創造的產品」及「創造個體與環境互動」的整體，心理學家也逐漸注意到以個體為單位來解釋創造力是明顯有所不足的，於是創造力的研究焦點漸由個體的建構朝向與外之連繫，研究的視野也因此開闊許多。Kelly(1973；引自毛連塹，2000)認為低共識性和低歧異性之創造表現可歸因於氣質，高共識性和高歧異性者則歸因於環境因素，其他則為氣質與環境的互動，但這樣的爭議迄 80 年代末尚未歇止。80 年代以後，創造力的研究愈顯蓬勃，各學者所抱持的態度越加開放，所持的觀點越加多元，整合理論的看法逐步地成為學界的共識並蔚為主流思想。持整合論的學者主張創造的活動不是單純的個人事件，而是個人因素、情境因素及社會環境互動的結果（劉世南、郭誌光，2002）。以下列舉互動取向的當代理論分別介紹。

#### (1) Sternberg 的投資觀點(An Investment Perspective)

Sternberg 以一般人為研究對象。因為他認為創造力就像智慧一樣，是每一個人都有的，只是擁有的程度不一樣而已，每一個人都可以去發展，使它達到某一個程度 (Sternberg & Lubart, 1995)。他認為創造力是個人運用自身所擁有的六種資源：智慧 (intelligence)、知識(knowledge)、思考型態(thinking styles)、人格(personality)、動機(motivation)，以及環境脈絡(environmental context)。在市場裡「買低賣高」(buy low and sell high)。好的創造者如同好的投資者，善於在股市裡「買低賣高」，這是成功創意表現的不二法門。「買低」是指能主動追求別人尚未知曉的想法或是別人丟棄但具有成長潛力的想法；「賣高」是指在這個想法或產品變成很有價值、為創造者賺了很多錢時，就要放手賣掉再去進行新的創造(Sternberg & Lubart, 1995)。因此，「賣高」也意味著創造者必須嚐試說服其他人接受新點子的價值並追求它，否則無法進行新的創造(Sternberg & O'hara, 1999)。而他對創造力的投資觀點可以圖 1 表達(Sternberg & Lubart, 1995)。

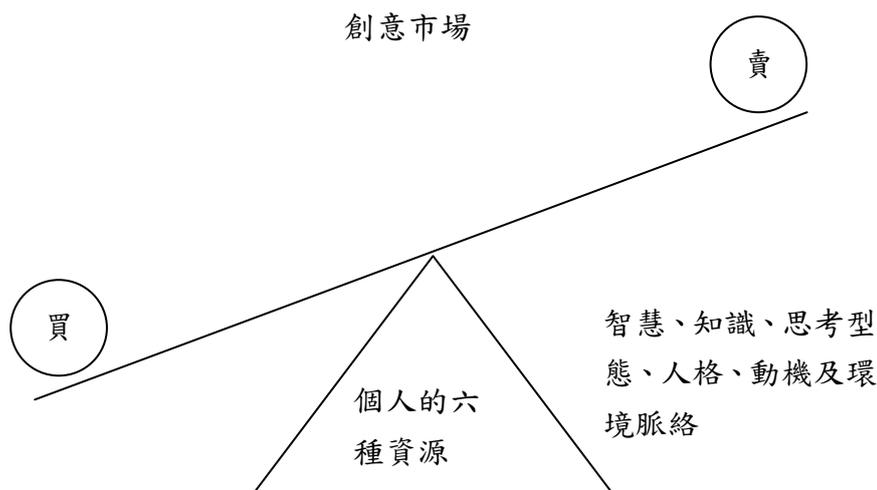


圖 1 Sternberg 對創造力的投資觀點  
資料來源：整理自 Sternberg (1995)

(5) Amabile 的脈絡觀點(A Context perspective)

Amabile 對創造力的研究，始終對動機與創造力的關係抱以高度的關注。Amabile (1983、1996)提出創造力表現的三成份說，如表 1 所示。個體創造力的產生是這三種成份交互作用而得，當三者的交集愈大時，個體的創造力愈高(如圖 2)。

表 1 Amabile 對創造力成分的觀點

	成分 1 領域相關技能	成分 2 創造力相關技能	成分 3 工作動機
內容	<ul style="list-style-type: none"> <li>●有關的領域知識</li> <li>●必備的專門技能</li> <li>●特殊的領域相關才能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●適切的認知型態</li> <li>●啟發新創意的內隱或外顯知識</li> <li>●誘導式工作型態</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●工作態度</li> <li>●對所從事工作之自我動機的知覺</li> </ul>
來源	<ul style="list-style-type: none"> <li>●先天的認知能力</li> <li>●先天的知覺與動作技能</li> <li>●正式與非正式的教育</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●訓練</li> <li>●產生創意的經驗</li> <li>●人格特質</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●對工作之內在動機的原始水準</li> <li>●明顯的外部限制之有無</li> <li>●個人對外在限制認知最小化的能力</li> </ul>

資料來源：Amabile (1996)

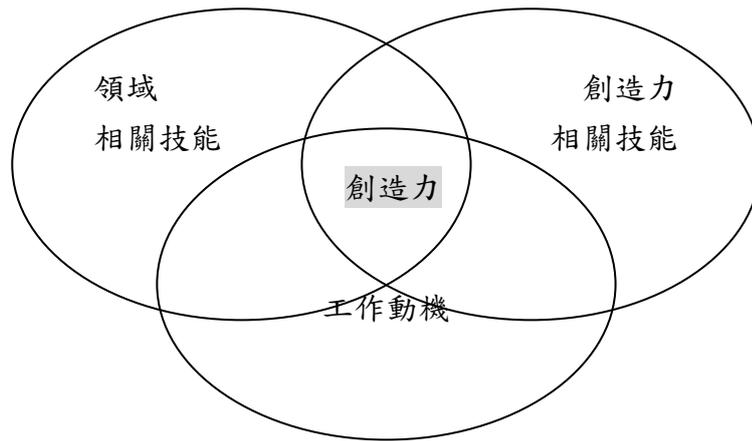


圖 2 Amabile 對創造力的交互作用觀點

資料來源：Amabile (1997, 1998)

以上兩位學者對創造力的觀點各有其獨到的見解，對創造力概念的澄清多所增益。繼心理評量學派之後，創造力的研究愈見蓬勃，使創造力的研究更趨多元而豐富，創造力的本質與形成的輪廓更益發清楚地浮現。比較其立論可以得知，現在對創造力之研究大多採用匯合的觀點(confluence approaches)，認為創造力之發生是由於多種成份的聚合(converge)，必須注意動機、學科知識、學科專家…等多方面，採用整合的觀點來評判創造力的展現，所需考慮的層面過於複雜，所以在本研究並未對全部觀點進行研究，而著眼於不同學科知識影響創造力觀點，強調從不同的學科領域（數學領域及科學領域）來評定學生的創造力，並研究其創造力表現。因此，本研究融合了古典創造力理論以及當代創造力理論的觀點，從當代理論中強調的學科知識出發（數學及科學），再以古典理論強調的創造結果來評判學生的創造力表現，希冀藉由融合兩種理論能更清楚學生創造力的表現。

## 二、科學創造力的意涵

在現今教育中，科學教育一直是教育發展重點之一。而科學創造力也是科學教育中相當重要的一環，但礙於目前對於創造力的看法不一，因此每位學者對於科學創造力的看法都有些不同。鄭湧涇（1987）認為「科學創造力」是一種人類特有的屬性，主要是在解決科學的基本問題過程中，個人對於問題解決後的表現，發現此種表現具有一種創造性的特質，它可以幫助人們發展並實現科學的目的。由此可知，科學創造力是一種在科學問題解決過程表現的創造力。

Torrance (1965) 認為科學創造力是一種從對問題敏感、覺得不足、知識上有差距、不調和等，經過界定困難、尋找答案、猜測、形成假設，及測試或重新測試假設、修改再測試，到最後得到結果。

Yager (1996、2000) 曾指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。

洪振方(1998)藉著探討創造思考的歷程說明有關科學創造力，研究結果認為科學創造思考的動力來自「問題的發現與探索」，並憑著本身原有「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」產生新的科學創造思考的精華。所以在科學的創造思考歷程中，「發現問題」、「界定問題」即是問題的發現與探索，並藉著豐富的舊有知識「形成解決策略」；再經過邏輯上的論證即「評鑑策略」、「決定策略」等步驟來完成科學創造力的過程。

洪文東(1997)認為科學的創造思考能力是植基於既有的科學專門領域知識之上，進一步的加以創新，想出別人想不出的科學觀念，產生別人所製造不出的新奇事物的能力，所以科學創造力是以個人科學素養(包括科學知識、科學方法、科學態度)之基礎，運用適切的思考方法，經由歸納、演繹、假設之邏輯推理歷程，理性而客觀地進行實驗探究與驗證，然後發現新事實、發現新理論、或形成概括性結論，從中表現出獨特的科學創造力。

王秀槐(2001)認為科學創造力包含三種能力：(1)發現問題：發現問題是指在衝突(或模糊)情境中發現知覺衝突問題，從過去的經驗中找出重要訊息或線索，選擇構成問題的要素，重新組織要素，然後發現問題；(2)解決問題：使用 Bootzin 的 IDEAL 模式來解決問題，依序為界定問題、確認問題性質、探索可行方案、擇一執行、回顧歷程；(3)表達溝通：在提出想法、解決問題後，要能有效溝通。

綜上所述，「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之後，藉由個人的知識背景以及個人科學素養(包括科學知識、科學方法、科學態度)形成解決策略，經過個人邏輯設定評鑑策略，決定一個具有流暢、變通、獨創等特性的策略。在此思考的過程中，所產生的結果便是科學創造力。

### 三、數學創造力的意涵

近來，國內創造力發展大部分多著眼於語文、藝術或音樂等方面，至於數學創造力在國內研究甚少，然而數學領域應該是很好發展創造力的科目，研究者認為數學創造力較少研究者研究的原因，可能是囿於數學的嚴密規約和高度經濟化約的思考方式，因此教師傾向數學問題應有單一的標準答案，而使得數學創造力無法發揮(朱建正，1996，p57-78)。

然而，當我們在研究數學創造力之前，應先針對數學創造力之意涵做一清楚的探討，Aiken 於 1973 年指出目前「數學創造力」的研究大多傾向在兩個不同的基礎上，一個是著眼於潛在的創造過程，另一個則是著眼於明顯的創造成果之上(引自 Haylock，1987)。以下就根據 Aiken 所說的兩個基礎來定義數學創造力。

#### (1) 創造過程

認為數學創造力研究應注重創造過程的學者，其觀點是認為數學創造力會出現在兒童解決數學問題的過程當中，所以強調應注重認知過程的本質，支持此觀點的學者有 Krutetskii (1969)，他認為數學創造力是個體在面對數學問題時，能夠簡單又輕易的轉換不同的心智操作。而 Laycock (1970) 亦認為數學創造力是個體在面對數學問題時，使用許多不同的方法去分析問題，分析後再來發現數學的型式(pattern)，進而找出問

題的相似與相異處。Romey (1970) 則認為數學創造力是個體將數學的想法、數學技巧或技術及解題方法加以組合成一個新的方法，然後使用這個方法來解決數學問題。

## (2) 創造成果

認為數學創造力應著眼於創造成果的學者，其觀點是強調評鑑數學創造力的標準應該是在教師可以觀察到的學習成果上，而不是思考的歷程。支持此觀點的學者有 Spraker (1960)，他認為數學創造力是一種能夠產生獨創或不尋常但又合適的方法來解決問題的能力。Jensen (1973) 認為數學創造力是在個體在數學情境（可能以文字、繪圖或圖表來表示）中，能夠給予許多的、不同的及適當的數學問題的能力。Jackson & Messick (1965) 認為在數學問題情境中，判斷數學創造力最重要的標準就是合適性、多量性、多樣性以及獨創性，只有在這些清楚的標準中才能衡量出學生的數學創造力。Haylock (1987) 則認為數學創造力是個體在開放的數學情境中，其產品的多量性、多樣性及獨創性。

因此，Hollands (1972) 提出了一個衡量數學創造力的標準，這標準包括了五個指標：

(1) 變通性 (Flexibility)：由學生解題的多樣方法顯現出。

(2) 精緻性 (Elaboration)：從問題延伸的或是將結果改變的更好。

(3) 流暢性 (Fluency)：在短時間產生出許多的想法。

(4) 獨創性 (Originality)：可以從學生嚐試使用新奇的或是不常見的方法解題中顯現出。

(5) 敏覺性 (Sensitivity)：學生有建設性的去評論標準的方法。

由上述數學創造力的觀點來看，我們可以發現大多數學者研究數學創造力時，乃是使用普通創造力的定義來定義數學創造力，亦即採用流暢性、獨創性及變通性來衡量數學創造力，唯其不同的是強調數學創造力應在數學問題上去探求，而非在一般問題上便可以求得。因此，我們可以瞭解，其實數學創造力也是屬於創造力的一種，只是必須是築基在數學的學科知識上。

綜上所述，「數學創造力」是個人在開放的數學情境中，發現問題並清楚界定之後，個體在面對數學問題時，將數學的想法、技巧及方法加以組合成一個新的方法，使用此方法去分析問題，形成數學的新型式，並且決定一個具有流暢、變通、獨創等特性的策略，而其產生結果的過程中，便是數學創造力。

## 肆、研究方法

### 一、研究架構

本研究旨在探討國小六年級學童在數學創造力與科學創造力表現上的相關性。希望能夠瞭解數學創造力與科學創造力之間究竟存在著何種程度的相關性，以及學童在數學創造力與科學創造力上的表現。綜合研究者在文獻探討的結果，以創造力的三項指標：流暢性、變通性、獨創性來評定學生在數學創造力及科學創造力的表現，並以三項指標之總分代表其創造力表現之結果。研究者綜合文獻探討結果及研究目的，提出了圖 3 探

究國小六年級學童之數學創造力與科學創造力相關性的研究架構圖。

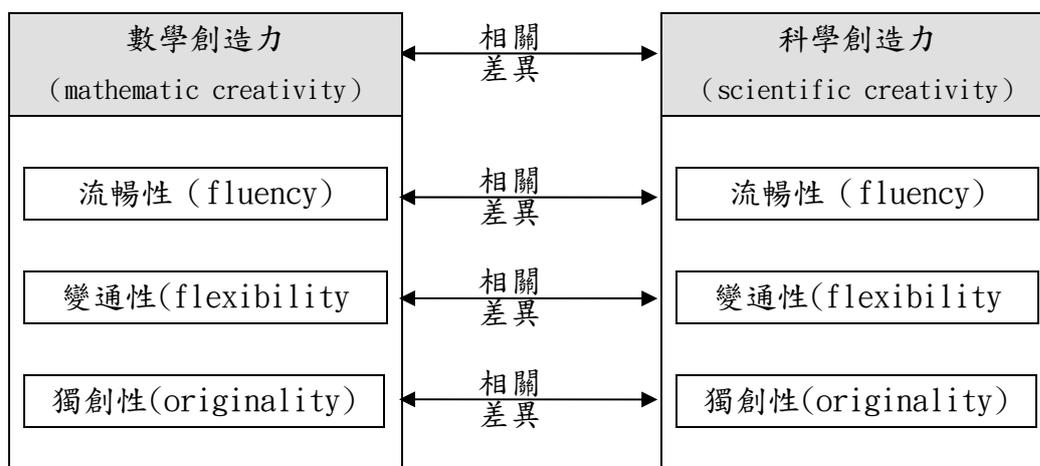


圖 3 研究架構圖

## 二、研究樣本

### (一) 預試對象

本研究先以高雄市某國小六年級學童一班（共 32 人），做為測驗信、效度之預試對象，共實施「Williams 創造性思考活動」(Test of divergent thinking) 和「數學創造力測驗」兩種測驗。經評分之後分別考驗研究者自行設計的「數學創造力測驗」的信、效度，並依預試結果修訂研究者自編的「數學創造力測驗」之「變通性」和「獨創性」部分之答案分類表及評分標準。

### (二) 正式施測對象

本研究採立意取樣的方式，在正式施測時，而分別從高雄縣及屏東縣中選取兩個國小，並在高雄縣的某國小六年級學童中，選取兩班六年級學生，以及由屏東縣某國小六年級學童中，選取四班六年級學生，總共有六個班級接受施測，這些學生同時接受「科學創造力測驗」和「數學創造力測驗」。

正式施測共有 215 位學童參與，研究者刪除無效樣本後，得到 208 位之有效樣本，並將這 208 位有效樣本所得之答案進行分析及歸類，並依據結果建立「科學創造力測驗」及「數學創造力測驗」之流暢性、變通性、獨創性的評分標準。

## 三、研究工具

### (一) 科學創造力測驗

本測驗原為洪文東博士（2001）所主持之國科會計劃「以問題解決模式提昇科學創造力之研究」小組討論之科學問題解決能力測驗模式所編製的「科學創造力測驗」。研究者取得原編製者的同意，並依據本研究目的略微修改，以期更能符合研究上之需要。本測驗共有三個開放性問題，施測時間為一節課 40 分鐘，由學生答題反應，評測其思考之流暢性、變通性與獨創性。由三個問題中每道問題之三項思考特性所評分數，合計其總分，以此代表學生之科學創造力表現。

本測驗採重測信度及評分者信度。相隔時間為二至三週的重測信度為.53 ( $p < .01$ )。為使研究結果不因研究者主觀認定影響，特請二位對於自然科有豐富教學經驗的國小教師以及研究者本身來評分，評分者信度之相關係數介於.81~.99之間，總分之相關係數為.95 ( $p < .01$ )，流暢性為.99，變通性.81，獨創性.92，皆達.01之顯著水準，顯示三位評分者所評分數有很高的一致性。

在效度方面，本研究工具除依研究理念設計命題雙向細目表加以檢核，並請五位專家加以審查修正，以增加內容效度。同時，研究者經施測同一樣本群，結果發現本項測驗與 Williams 創造力測驗之相關係數  $r = .53$  ( $p < .01$ )，與自然科學業成績之相關係數為.51 ( $p < .01$ )，亦具有中程度的相關性。

## (二) 數學創造力測驗

本研究所使用的數學創造力測驗，乃是由研究者自行編製而成，其編製原則係以產品為中心 (product-centered) 的取向來測驗數學領域的創造力。研究者參考 Haylock (1987) 的研究中所採用的數學創造力測驗方式，再依據研究者對數學創造力所下的定義：個人在開放的數學情境中，發現問題並清楚界定之後，個體在面對數學問題時，將數學的想法、技巧及方法加以組合成一個新的方法，使用此方法去分析問題，形成數學的型式，決定一個具有流暢、變通、獨創等特性的策略，而其產生的結果，便是數學創造力。同時考量 Guilford (1971) 對創造力的看法，將創造力分成流暢、變通、獨創、精盡和敏覺等思考能力。惟以國小學童而言，前三項表現較為明顯，加上參考本研究理論的建構與測驗性質，以及國內其他創造力測驗常以流暢性、變通性及獨創性作為評分指標，所以研究者在設計數學創造力工具時，便以流暢性、變通性及獨創性作為評分的指標。由三個問題中每道問題之三項思考特性所評分數，合計其總分，以此代表學生之數學創造力表現。

本測驗在信度方面採用重測信度及評分者信度。研究者以本測驗對同一批受試者 (共 32 人) 進行第二次施測，以考驗重測信度，兩次施測時間相距二週。所得之相關係數為.772，達.01 之顯著水準。所以，此評量工具具有相當的穩定性。由於本研究之測驗可能受評分者主觀因素之影響，為確定不同評分者一評分原則所評分數的一致性，故進行本項考驗。研究者與兩位國立屏東師範學院數理教育研究所的研究生經過充分討論後，依據上述評分方式進行評分，三人在這「數學創造力」的三個問題所評分數的相關係數介於.953~.975 之間，達.01 之顯著水準，因此本測驗之評分者所評分數具有相當之一致性。

本測驗之效度採用同時效度及內容效度。在同時效度方面以 Williams 創造力測驗及受試學生該班教師所編製的期中考數學科成績做為參考之效標。經過統計分析結果，「數學創造力測驗」與 Williams 創造力測驗之相關係數為.533 ( $p < .01$ )。與受試學生該班教師所編製的期中考數學科成績之相關係數為.680 ( $p < .01$ )。至於內容效度方面，研究者乃依據設計理念編製檢核表，以及專家及教師評估表，由研究者自評以及請國立屏東師範學院數理教育研究所的同學互評，並請國立屏東師範學院二位數學教育系教授及三位對於數學科有經驗的國小教師討論後修正內容，以增加其內容效度。

## 五、研究結果與討論

### 一、國小六年級學童數學創造力與科學創造力總分與各項指標之相關性

#### (一) 數學創造力測驗總分與科學創造力測驗總分之相關

研究者首先要瞭解的是，究竟數學創造力與科學創造力的表現到底是否有相關性存在，所以最先探討的就是數學創造力總分與科學創造力總分的相關性，經由 Pearson 積差相關求得數學創造力與科學創造力測驗總分之相關係數呈現於表 2。

表 2 數學創造力與科學創造力總分之相關

	數學創造力總分
科學創造力總分	.437**

(\*\* $p < .01$ )

為了方便說明，我們以  $r = .60 \sim .80$  為高相關， $r = .40 \sim .60$  為中等相關， $r = .20 \sim .40$  為低相關來解釋相關係數（朱經明, 2004；邱皓政, 2004；郭生玉, 2002）。由表 2 的結果可以發現，數學創造力測驗總分與科學創造力測驗總分之相關係數達 .437 的中度相關 ( $p < .01$ )，且達到顯著水準。因此從結果來看，數學創造力與科學創造力是有相關性存在的，但是其相關係數大約是在中相關左右，而不是高相關。一般我們常常會說「數學為科學之母」，因此會認為數學創造力跟科學創造力應該要呈現高相關，而在此研究結果之所以只有中相關的結果出現，研究者認為可能是由於數學與科學的學科領域不同所影響，雖然說科學的學科知識與數學的邏輯性相近，但是不同的學科領域也就需要有不同的學科知識，因此當學科知識有所不同時，其相關性當然也就會因此而有所降低了。

由上可知，在特殊領域的創造力（例如：數學創造力或科學創造力）是必須注意到其專門學科領域方面，其學科領域的不同，在創造力的表現也會有所不同，所以不能單單只以一般創造力（例如：Williams 創造力測驗）來代表，而最近一些從事創造力研究的專家，也紛紛提出在研究特殊創造力時，必須要注意到學科領域的不同（如：Amabile, 1996；Sternberg, 1995），而這些理論結果也與研究者的結果相符。

#### (二) 數學創造力與科學創造力各項指標之相關

此外，研究者為了更瞭解數學創造力與科學創造力之相關性，乃更進一步深入分析數學創造力的三項指標與科學創造力的三項指標相互之間的相關性，經由 Pearson 積差相關求得數學創造力與科學創造力各項指標之相關係數呈現於表 3。

表 3 數學創造力各項指標與科學創造力各項指標之相關

	流暢性（數學）	變通性（數學）	獨創性（數學）
流暢性（科學）	.427**	.386**	.168*
變通性（科學）	.494**	.437**	.191**

獨創性 (科學) .210\*\* .141\* .004

(\*\*p<.01 \*p<.05)

從表 3 可見，數學創造力的三項指標：流暢性、變通性、獨創性與科學創造力的三項指標：流暢性、變通性、獨創性之間具有低相關且不完全有顯著的相關，其相關係數介於.004~.494，其中以數學創造力的流暢性與科學創造力的變通性之相關係數.494( $p < .01$ )最高，其次是數學創造力的變通性與科學創造力的變通性之相關，其相關係數為.437 ( $p < .01$ )。

從不同學科領域的表現來看，我們可以發現數學創造力的流暢性與科學創造力的流暢性的相關係數，數學創造力的變通性與科學創造力變通性的相關係數，數學創造力的流暢性與科學創造力變通性的相關係數，數學創造力的變通性與科學創造力流暢性的相關係數，也都有介於.386~.494 之間，達.01 以上的顯著水準，顯示兩者間有真正的相關存在，其可靠性為 99% (林清山, 2003；郭生玉, 2002)。

而不同學科領域中，獨創性這項指標與其他兩項指標的相關性表現較低，其相關係數約只有.141~.210 的低相關，而數學創造力的獨創性與科學創造力的獨創性的相關係數更只有.004，並且未達顯著水準。至於在數學創造力測驗與科學創造力測驗中的獨創性呈現低相關而未達顯著的結果，研究者留到數學創造力與科學創造力各項指標之間的表現上之差異性比較時，再進行探討。

## 二、數學創造力與科學創造力表現上之差異性比較

### (一) 數學創造力總分與科學創造力總分的表現

研究者為了瞭解國小學童在數學創造力與科學創造力測驗上表現是否有所不同，所以首先要探討的是，國小六年級學童在數學創造力測驗上，以及在科學創造力測驗上得分的差異比較。因此，研究者經由描述統計分析，將其表現結果呈現如表 4，以及相依樣本之 t 檢定，將其表現結果呈現如表 5。

表 4 數學創造力各項指標與總分之個別統計量

	樣本數 N	平均數 $\bar{X}$	標準差 SD
數學創造力總分	208	29.62	14.34
科學創造力總分	208	27.65	14.26

表 5 數學創造力與科學創造力之相依樣本 t 檢定 (N=208)

	平均差異	標準差	t	顯著性 (雙尾)
數學創造力-				
科學創造力	1.97	15.17	1.87	.064

由表 4 和表 5 可知，國小六年級學童的數學創造力與科學創造力兩者之間的  $t = 1.87$ ，未達.05 之顯著水準，顯示出國小六年級學童在這兩項測驗中的表現，應可視為

沒有差異的。

根據上述結果可顯示，雖然學童在數學創造力測驗所得到的平均值 ( $\bar{X} = 29.62$ ) 高於在科學創造力測驗的平均值 ( $\bar{X} = 27.65$ )，但是經過 t 檢定統計分析之後，學童在數學創造力與科學創造力的表現上是沒有差異的，這代表應該將學童在這兩項創造力測驗的表現視為是相同的，並沒有特別在哪一種創造力測驗上得到較高的分數。而會有這樣的結果出現，再加上先前所得到的數學創造力與科學創造力是有中程度相關性的結論來分析，研究者認為應是數學創造力與科學創造力的學科領域較為相近，但卻又不完全相同所造成的結果。

## (二) 數學創造力與科學創造力各項指標之間的表現

接著，研究者分別從數學創造力與科學創造力的流暢性、變通性及獨創性等三項指標，來進行差異性比較。

由表 6 可知，在這兩科測驗的三項指標比較中，在這三項比較中，我們可以發現 t 值皆達到 .001 的顯著水準 ( $p < .001$ )，也就是說國小六年級學童在數學創造力與科學創造力測驗上的流暢性、變通性及獨創性等各項指標的表現上是不同的，學生在數學創造力測驗上流暢性與獨創性上的表現優於其在科學創造力測驗上流暢性與獨創性上的表現，而在科學創造力測驗上變通性上的表現則優於其在數學創造力測驗上變通性上的表現。

表 6 數學創造力與科學創造力各項指標之間之相依樣本 t 檢定 (N=208)

	平均差異	標準差	t	顯著性 (雙尾)
流暢性 (數學) -				
流暢性 (科學)	2.86	9.76	4.23	.000***
變通性 (數學) -				
變通性 (科學)	-2.04	4.75	-6.19	.000***
獨創性 (數學) -				
獨創性 (科學)	1.14	2.90	5.67	.000***

(\*\*\* $p < .001$ )

何以會產生上述的研究發現呢？針對學生在數學創造力測驗上的流暢性表現較佳部分來看，其原因是因為數學創造力測驗之題型較科學創造力測驗來的略為簡單，研究者曾問過兩位受試者學生之班級教師對兩份問卷的看法，兩位教師一致反應科學創造力測驗較為偏難，學生較不容易瞭解題目要問些什麼，需要教師在旁加以說明，也需要多一些的教師指導語來引導學生瞭解題意，反觀研究者自編的數學創造力測驗的題意就較為簡單易懂，從測驗上的題目與指導語，便可瞭解題意來作答，以致於在流暢性上便有所差異。而另一方面，會造成流暢性有所差異的原因，是因為在科學創造力測驗上必須以文字加以回答，也就是其題型屬於問答題，學生必須用較多的文字來說明其回答的答案，也許是因為這樣，容易造成學生作答之意願降低，學生較不願意很多的文字、花較

多的時間來填寫測驗，雖然研究者在測驗時有請該班教師幫忙協助，並施以增強物以增加學生作答之意願，但是還是免不了會有些許之影響。而在數學創造力測驗上面，學生是以數字、符號或是幾何圖形來作答，其作答方式較為簡單，因此，其作答時間也較為迅速，所以學生作答的意願也比較高。此外，學生雖以幾何圖性來作答，但是因為研究者在計分時，並不考慮其圖形的精緻性或是美觀性，所以，學生的表現並不會受到繪圖能力好壞之影響，反倒是因為是繪圖題而使學生回答時間縮短，而更能表現出流暢性。因為流暢性的計分方法是以學生回答的有效數目來計算，所以，上述的兩個原因，科學創造力題目偏難較不易瞭解題意，以及需要用較多文字來加以回答，應是造成在兩項創造力測驗上流暢性有所差異的主要原因。

再來針對學生在科學創造力測驗上的變通性表現較佳部分來看，其與其他兩項指標（流暢性、獨創性）有不同表現的原因，研究者認為應是，科學創造力所涵蓋的範圍較廣，不論是學科領域、學科知識、或者是學生日常生活中所接觸的生活經驗，都比數學創造力要來的廣泛，又因為變通性的計分方式是由學生回答答案的類型多寡來計算，所以，學生在回答時，其答案類別的表現上皆可以與平日的日常生活經驗作結合，以致於學生在科學創造力上的表現，其類型上便比數學創造力來的多上許多，其回答也較為天馬行空、不受限制。相對的反觀數學創造力，由於在研究者所研究的對象屬於國小階段，在國小階段的學生所接觸到的數學，大多偏重在觀念的養成及算則的熟練，而比較沒有創造思考方面的訓練，而更深一層的數學解題能力也較為缺乏，再加上日常生活中學生所接觸到的數學，大多是簡單的四則運算，以致於在作答時也沒有太多的日常生活經驗可供參考，所以其答案反映出的類別大多傾向於研究者所給的範例，或是教師上課教授過的答案，再加上數學這門學科較容易被嚴密的歸約所限制住，還有學生數學知識的不足，以致於學生在類別數量的表現上，便沒有科學創造力來的出色了。

最後針對學生在數學創造力測驗上的獨創性表現較佳部分來看，其原因研究者認為應從學生回答的答案來看。若仔細從學生回答答案的情形來看，因為獨創性的計分方式是由學生每個答案佔全體學生回答此答案的比例來做計算，比例越少得分越高，最高一個答案可得兩分，所以，雖然科學創造力的變通性比數學創造力要來的好，但是學生回答的答案是廣佈在每個類別之中，而且在每個類別中大多數學生想到的都差不多，回答的都是較為平常可見的，因為答案的雷同性過高，以致於科學創造力的獨創性降低。而學生在數學創造力上的回答，雖然在變通性上比科學創造力的表現要來的差些，但是其答案都聚集在少部分的類別中，若一有特別的類別表現，一定就會是相當獨特的答案，相對的比較起來，學生回答相同的答案比例也就較少，所以，得到的獨創性分數也較高，這也就是在獨創性上，數學創造力表現會高於科學創造力的原因了。

綜合上述結果我們可以發現，整體而言，國小六年級學童在數學創造力總分與科學創造力總分上的表現是沒有差異的，但是仔細探討其創造力的三項指標的表現之後，國小六年級學童在數學創造力測驗中流暢性及獨創性的表現較佳，而在科學創造力測驗中則是變通性表現較佳，研究者認為，會造成其在創造的三項指標上表現有所差異的原因，應該是數學創造力與科學創造力所需的學科領域知識與生活經驗不同，尤其是在變

通性上的表現。以變通性的表現來說，國小六年級學童在科學方面的學科知識與生活經驗都遠勝於數學方面的學科知識，因為國小學童的數學知識較為簡單，重心大致在於重要的數學概念和精熟的演算能力，而較深入的部分則不是這個階段的學童所必須具備的，而反觀科學方面，人類觀察自然，並且研究各種現象變化的道理，於是產生科學，對於國小六年級學童也一樣，其生活周遭所觀察出的自然現象，都可形成其自己的科學知識，所以在變通性類別的表現上，學童在科學創造力的表現就會比數學創造力來的好。但是，也正因為學童以自己生活周遭所觀察到的現象作為科學創造力回答的依據，所以，囿於學童生活經驗的有限，學生回答的答案是廣佈在每個類別之中，而且在每個類別中大多數學生想到的都差不多，回答的都是較為平常可見的，因為答案的雷同性過高，以致於科學創造力的獨創性降低。

## 六、結論與建議

以往在教室中，教師講得太多，學生缺乏主動探索，提出問題，與自行解決問題之能力。加上數學或科學成就測驗，為批改方便避免爭議，大多為一些偏重記憶和理解的封閉性題目，缺乏創造力的啟發與訓練，因此造成學生缺乏數學創造力或科學創造力表現。而隨著九年一貫統整課程的推展，新課程的精神強調的是學童能力的提昇，強調學童能夠獨立思考及解決問題，以及能有欣賞、表現與創新的能力。因此，提昇學童的數學創造力及科學創造力是刻不容緩之事。茲將本研究之發現與相關之建議分述如下：

### 一、結論

#### (一) 國小六年級學童數學創造力與科學創造力總分與各項指標之相關性

1. 國小六年級學童在數學創造力測驗總分與科學創造力測驗總分之相關具有中程度相關。
2. 國小六年級學童在數學創造力測驗與科學創造力測驗中，數學創造力測驗中流暢性、變通性及獨創性各項指標與科學創造力測驗中流暢性、變通性及獨創性各項指標彼此之間具有中低程度的相關性。
3. 國小六年級學童在數學創造力測驗與科學創造力測驗中，惟數學創造力測驗中獨創性指標與科學創造力測驗中獨創性指標彼此之間的相關性未達顯著。

#### (二) 數學創造力與科學創造力表現上之差異性比較

1. 國小六年級學童在數學創造力測驗總分與科學創造力測驗總分的表現上是無顯著差異。
2. 國小六年級學童在數學創造力測驗中之流暢性與獨創性兩項指標的表現，皆優於其在科學創造力中之流暢性與獨創性兩項指標的表現。
3. 國小六年級學童在科學創造力測驗中之變通性指標的表現，優於其在數學創造力中之變通性指標的表現。

### 二、建議

針對上述的研究發現與結論，研究者分別從研究過程、國小數學科及自然科之教學設計及未來研究等三個方向，提出建議，以供未來研究及教學之參考：

### (一) 對於研究過程的改進建議

1. 樣本的選擇方面，本研究採用立意採樣，雖遍及高、高、屏三縣市，但仍覺樣本不夠，人數若能在增加至 500 人以上，相信更會接近隨機採樣的效果。
2. 對於數學創造力及科學創造力之影響因素並非只有思考特性上的差異而已，本研究為一個初步試探性的研究，並未著墨於創造力以外的其他相關因子，尤其是家庭背景、智力、創造力人格特質及動機等方面的差異。若能兼顧這些方面的瞭解，相信對於本研究則將會更加完善。
3. 本研究在分析上以量化來研究，對於近來教育方面的研究傾向於質量並重，研究者建議，若後續研究者欲瞭解數學創造力與科學創造力之相關性，可加入學生或教師的訪談，以增進質性方面的分析，相信對於本研究將會更加完善。

### (二) 對於數學科及自然科教學的改進建議

1. 以往在教室中，教師講得太多，學生缺乏主動探索，提出問題，與自行解決問題之能力。因此，教師可將數學創造力融入教學設計，以激發學生的創造力，讓學生在教師設計的教學活動中，可以培養其數學創造力及科學創造力。
2. 本研究所編製的數學創造力測驗可以有效評測學生數學創造力的表現，因此，教師可以使用此研究者自編的評測工具來評測學生的數學的創造力表現，以作為其教學是否能有效提昇學生創造力表現之依據。
3. 對數學科學習成就的測驗，以往為批改方便，避免爭議。都較喜歡出一些偏重記憶和理解的封閉性題目。教學者若能提出一些關聯分析型、綜合解釋型、批判評鑑型的開放式數學問題，相信必能激發學童之思考能力，進而達到主動觀察、獨立思考、激發創造潛能，增進數學問題解決能力之目標。
4. 研究結果顯示，數學創造力與科學創造力之間有著密不可分的關係。因此，當教師在進行數學創造力或是科學創造力其中一種創造力的培養時，也可同時進行另一種創造力的培養，因為兩者之間有著相關性存在，所以，若能同時進行的話，應能達到事半功倍的效果。
5. 隨著九年一貫統整課程的推展，新課程的精神強調的是學童能力的提昇，強調學童能夠獨立思考及解決問題，以及能有欣賞、表現與創新的能力。所以，九年一貫課程指出了創造力的重要性，因此，提昇學童的數學創造力及科學創造力是刻不容緩的。

### (三) 對於未來研究的建議

1. 本研究在發展數學創造力評測工具時，因受限於學生的作答時間及考慮題目量過多會影響學生的作答動機，所以將評量工具的題數設計為三大題，因此在內容方面顯得廣度不夠。後續研究者若能將題目廣度增加，使其內容包括數與量、幾何、代數、統計與機率、連結五個主題，相信能使研究工具更加完善，亦能對科學創造性問題解決作更進一步之探討。
2. 本研究所編製的評測工具屬於紙筆測驗，刺激物均為文字。對於數學創造力的評量，紙筆測驗並不是一個最好的方法，學生多少會受到其語文表達能力或作答動機之影

響表現。若能配合部分實作評量，研究者更可從學生的操作中，看出其如何將其創意轉換成可行的實際行動的能力。

3. 本研究受限於人力及財力，無法以活動的方式或使用電腦資訊科技來進行評測。後續的研究者若能以活動的方式或使用電腦資訊科技來進行問題解決及創造力之評測，相信能使研究的結果更加精確。
4. 對於本研究的數學創造力及科學創造力文獻方面，研究者認為仍然不夠，尤其是數學創造力方面，國內相當缺乏在數學創造力方面的文獻，雖然最近相當多人投入數學創造力的研究，但是，大多將焦點放在數學創意教學上，對於數學創造力的定義，以及數學創造力的評測卻乏人問津。研究者認為，要投入數學創造力研究，就應先就數學創造力來下定義，而且必須發展出一套可信的數學創造力評測工具，否則，在定義不明且缺乏可信的數學創造力評測工具的情形之下，如何說明學生是有創造力的，這是相當容易令人質疑的。
5. 本研究探討數學創造力與科學創造力之相關，研究者著眼於學童的表現上，並未深入研究其思考模式。其實，數學與科學領域相近，可以深入探討其相關性的方面相當多。因此，後續的研究者可以從數學與科學的思考模式、數學與科學的發展史、數學與科學的本質…等方面著手，相信都是一些相當值得深入探討的研究。
6. 本研究主要是在探討數學創造力與科學創造力之相關。建議未來研究可去探討數學創造力與其它領域(例如：國文科、藝術科、社會科…等)的相關性。

## 致謝

本文部分內容曾於中華民國第十九屆科學教育學術研討會中口頭報告，並承論文審查委員提供卓見指正，謹此致謝。

## 參考文獻

- 毛連塏、郭有通、陳龍安和林幸台（2000）：**創造力研究**。台北市：心理出版社。
- 王秀槐（2001）：**課程設計的理念與架構**。發表於九年一貫課程學生科學創造力研討會。
- 朱建正（1996）：**創意的數學教學**。數理科教學法，台北，師大書苑，57-78 頁。
- 朱經明（2004）：**教育統計學**。台北：五南圖書公司。
- 余瑞虔（1998）：**國中理化創造性教學法影響國中學生創造思考能力之研究**。台北：國立台灣師範大學化學研究所碩士論文（未出版）。
- 吳坤銓（1997）：**國小學生認知能力、問題解決能力與創造力傾向之相關研究**。高雄：國立高雄師範大學教育學系碩士論文（未出版）。
- 李震甌（2002）：**高低學習成就學童科學問題解決能力之比較研究**。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文（未出版）。
- 邱皓政（2004）：**質化研究與統計分析**。台北：五南圖書公司。
- 邵惠靖（2000）：**擴散性思考、數學問題發現與學業成就的關係**。國立政治大學教育研究所碩士論文（未出版）。
- 林清山（2003）：**心理與教育統計學**。台北：東華書局。
- 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 (1998): 創造型資優兒童的特徵及學生科學創造力培育之探討。科學教育研究與發展月刊, 10, 6-13。
- 洪文東 (1999): 國小學童科學創造力特性開發之研究——子計劃一: 創造型兒童之思考特性研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告: NSC87-2511-S-153-015。
- 洪文東 (2000a): 從問題解決的過程培養學生的科學創造力。屏師科學教育, 11, 52-62。
- 洪文東 (2000b): 國小學童科學創造力特性開發之研究——子計劃一: 創造型兒童之思考特性研究。行政院國家科學委員會專題研究成果報告: NSC89-2519-S-153-002。
- 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。
- 洪文東 (2002): 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 (II)。行政院國家科學委員會專題研究成果報告: NSC89-2519-S-153-006。
- 洪文東和李震甌 (2001): 從科學問題的解決看創造思考的研究。屏師科學教育, 14, 46-59。
- 洪振方 (1998): 科學創造力之探討。高雄師大學報, 9, 頁 289-302。
- 徐俊男 (1999): 高中數學創造思考活動的設計與評量。國立交通大學應用數學研究所碩士論文 (未出版)。
- 翁玉華 (1998): 問題解決能力與科學過程技能之相關探討。台北: 國立台灣師範大學地球科學研究所碩士論文 (未出版)。
- 許育彰 (1999): 探討高中生從力學情境中發現問題的能力之研究。國立師範大學科學教育研究所博士論文 (未出版)。
- 郭生玉 (2002): 心理與教育研究法。台北: 精華書店。
- 陳淑絹 (1991): 「創造性問題解決訓練課程」在國小輔導工作的運用。國教輔導, 31: 2, 頁 12-19。
- 陳龍安和朱湘吉 (1999): 創造教學的理論與實際。台北: 心理出版社。
- 教育部 (1993): 國民小學課程標準。台北: 台捷。
- 教育部 (2000): 國民教育階段九年一貫課程 (第一學習階段) 暫行綱要。台北: 教育部。
- 黃政傑 (2000.12.07): 中學生數理優諾貝爾結緣難。聯合報。
- 湯君偉 (1998): 創造性問題解決模式對國三學生科學學習的影響。台北: 國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 詹秀美 (1989): 國小學生創造力與問題解決能力的相關變項研究。台北: 國立台灣師範大學教育與心理輔導研究所碩士論文 (未出版)。
- 張世慧 (1988): 創造性問題解決方案對國小資優班與普通班學生創造性問題解決能力, 創造力和問題解決能力的影響。台北: 國立台灣師範大學特殊教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 張世慧 (1993): 國小創造性數學問題解決活動設計策略與實例。創造思考教育, 5, 40-47。

- 張華城 (2003): 探討國小六年級學童數學創造力與科學創造力之相關性與差異性。國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 鄭湧涇 (1987): 科學的才能。創造思考教育, 2期, 頁 1-6, 台北市立師範學院出版。
- 劉世南和郭誌光 (2001a): 創造力與智慧的關係。資優教育, 80, 頁 16-21。
- 劉世南和郭誌光 (2001b): 創造力的概念與定義。資優教育, 80, 頁 1-7。
- 劉世南和郭誌光 (2002): 創造力的概念與理論: 一個心理構念的反思。發表於創意學術研討會, 國立嘉義大學人文藝術學院編, 頁 90-114。
- Amabile, T. M. (1983). The social psychology of creativity: A componential conceptualization. *Journal of Personality and psychology, 45*, 357-376.
- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in Context: Update to the Social Psychology of Creativity*. Oxford: Westview Press, Inc.
- Basadur, M. (1994). Managing the Creative Process in Organization. In Mark A. Runco (ED.), Problem, Finding, problem Solving, and Creativity. *New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 237-268*.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: P.C. Heath.
- Gardner, H. (1988). Creativity: An interdisciplinary perspective. *Creativity Research Journal, 1*, 8-26.
- Gardner, H. (1993). *Creating minds*. Basic Books.
- Getzels, J. W. & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: Wiley.
- Guilford, J. P. (1971). *Creative and its Cultivation*. N.Y. Harper and Row.
- Guilford, J. P. (1986). *Creative talents: Their nature, uses, and development*, Buffalo, NY: Bearly.
- Guilford, J. P. (1988). Some changes in the Structure-of-Intellect Model. *Educational and Psychological Measurement, 48*, 1- 4.
- Haylock, D. W. (1987a). Mathematical Creativity in Schoolchildren. *Journal of Creative Behavior, 21(1)*, 48-59.
- Haylock, D. W. (1987b). A Framework for Assessing Mathematical Creativity in Schoolchildren. *Educational Studies in Mathematics, 18(1)*, 59-74.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied Imagination*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Scribers.
- Rhode, M. (1961). *An analysis of creativity*. Phi Delta Kappan.
- Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd*. Big Apple Tuttle-Mori Agency, Inc.
- Torrance, E. P. (1964). *Education and Creativity*. IN C.W. Taylor (ed.). *Creativity: Progress and Potential*. NY: McGraw-Hill.
- Torrance, E. P. (1965). Scientific view of creativity and factors affecting its growth. *Daedalus, 94*, 663-664.
- Torrance, E. P. et. al., (Eds.) (1972). *Creativity: Its educational implications*. John Wiley and Sons.

Torrance, E. P. & Orlow E. B. (1986). *Torrance tests of creative thinking steam lined (revised) manual*. Bensenville, IL: Scholastic testing Service.

Williams, P. E. (1980). *Creativity assessment packet(CAP): Manual*. Buffalo: D. O. K. Publishers, Inc.

Yager, R. E. (1996). *Teaching science in the elementary school*. Boston: little, Brown and Company.

Yager, R. E. (2000). A Vision for What Science Education Should Be Like for the First 25Years of a New Millennium. *School Science and Mathematics, 100(6)*, 327-341.

# **A Relationship and Difference Study of Mathematic Creativity and Scientific Creativity among Elementary School Students**

Hua-Cheng Chang<sup>1</sup> Wen-Tung Hung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tung-Kung Elementary School Tainan ,Taiwan

<sup>2</sup>National Pingtung Teachers College Pingtung,Taiwan

## **Abstract**

This exploratory study investigated the performance of mathematic creativity and scientific creativity for 6<sup>th</sup> grade students. Subjects include 208 elementary school students from Kaohsiung and Pintung, and instruments include Mathematic Creativity Test and Scientific Creativity Test.

The results of two tests indicated (1) that there is a significant correlation ( $r=.437$ ,  $p<.01$ ) between mathematic creativity and scientific creativity for elementary school students. (2) that there is no significant difference between the students' performance of mathematic creativity and scientific creativity.

**Key words: elementary school student, mathematic creativity, scientific creativity**