

創造型兒童之思考特性 與科學創造力的關聯性

洪 文 東*

摘 要

本研究旨在探討創造型兒童之思考特性及其與科學創造力的關聯性。研究者藉由「Williams 創造思考測驗」、「Williams 創造傾向量表」、「TONI 非語文智力測驗」及「參與科學活動意願調查表」對五年級學童(n=142)進行調查,根據調查結果組成科學活動班(n=35)為研究樣本,依 CQ 與 IQ 高低進行分組活動並施予科學單元活動「科學創造力」評測,根據問卷分析結果選出 8 位學童作為研判「創造型兒童思考特性」之晤談樣本。

施測結果顯示:創造思考之六項特性均與總分有相當高之相關性,而且就全體樣本與科學活動班樣本,不論在性別、高低 IQ 與高低 CQ 上,其創造思考各項特性之差異程度,均有相當之相似性。由科學單元活動「科學創造力」評測結果顯示:學童之科學創造力與其一般創造力的相關並不高,除「電路 1」與「浮力 1」呈顯著低相關 $r=.391(p<.05)$ 及 $r=.381(p<.05)$ 外,其餘單元皆未達顯著水準,整體而言,科學活動內容不同,會表徵出不同的思考特性差異。

進一步經由「半結構式」晤談發現:創造型兒童在思考特性上有較凸顯的「流暢性」與「變通性」,且較有一些「獨創性」想法。本研究根據研究發現與結論,從研究過程、科學教學及學術研究,對科學教育提出一些建議。

關鍵詞: 創造型兒童、思考特性、科學創造力。

*洪文東: 國立屏東師範學院自然科學教育學系副教授

壹、緒論

一、研究背景與動機

談到創造力，大多數人總以為那是少數人才擁有的特殊能力，其實，它就像每個人的智力一樣，為大家所共有。只是由於個人的知識經驗與思考特性的不同，而表現出不同程度之創造力 (Sternberg & Lubart, 1995)。創造力既植基於知識領域之上，因此不同的知識背景便會發展出不同領域的創造力，而科學創造力便是在既有的科學知識基礎上發揮出來。換言之，由於每個人的科學知識之涵養基礎不同，再加上個人之思考特性的不同，而在科學創造力層次上有不同程度的發展與表現 (洪文東, 1997)。

Guilford(1950)認為創造力乃資賦裏一種可鑑別的能力。而 Torrance (1974)則進一步開發創造力評測工具，將創造力自智力中區分出來。Shymansky (1983)研究指出創造力可以經由活動中心課程加以發展，而且也可以由一特殊領域轉移到另一個領域。創造力的培養，應從及早發現有創造才能的學生開始，並提供適宜的環境以激發學生創造力 (簡茂發, 1982)。我國資優教育即以發展學生「創造力」為一重要目標 (朱匯森, 1983)。最近教育部 (2001) 公布國民中小學九年一貫課程暫行綱要中「自然與生活科技」學習領域之目標第五條亦強調：「培養獨立思考，解決問題的能力，並激發創造潛能」。可見科學創造力是 21 世紀最重要的人力資源，值得加以培養 (洪文東, 2001; 2000a)。

國小兒童之認知發展多數處於具體操作期 (concrete operation stage)，此階段正是引導兒童做正確科學性認知的關鍵期。一般而言，低年級兒童只會做表面的現象性思考，中年級時才能逐漸進行抽象性思考，到了高年級階段演繹式思考及形式方面推理已逐漸成為可能 (台灣省國民教師研習會, 1997)。面對此一思考發展明顯變化階段，學童所表徵之思考特性究竟如何？實值得加以探究。美國資優兒童教育法案，將資優兒童分為：1.一般智能 2.特殊學業性向 3.創造力 4.領導才能 5.視覺及表演藝術五種有卓越表現或高度潛力者 (吳武

典，1995)。由此觀之，創造力高者即為資優兒童之一種類型，本研究將此類型資優兒童稱為創造型兒童。換言之，創造型兒童應有其與一般兒童不同的特性，尤其是他的思考特性。兒童不同的思考特性，正可顯示出不同兒童的創造力。有鑑於此，研究者試圖由國小學童參與科學活動的歷程中，藉由紙筆測驗，參與觀察及個別晤談等途徑，探查創造型兒童的思考特性及其與科學創造力的關聯性，以提供國小科學教育及資優教育從事科學教學與研究的參考。

二、研究目的

根據上述研究之背景及其重要性，本研究主要針對創造型兒童之思考特性與科學創造力之關係進行探究，其目標說明如下：

- (一)、探討一般創造力高之國小高年級學童所表徵之思考特性，提供進一步探索學童科學創造力特性研究之基本資料。
- (二)、配合國小自然科單元內容，進行科學活動設計，在科學活動中探討與學童科學創造力有關之思考特性表徵。
- (三)、透過自然科單元活動、教室觀察、問卷調查與個別晤談等方法，探索創造型兒童之思考特性及其與科學創造力的關聯性。

三、名詞釋義

根據上述研究動機及目的，將本研究主題有關之名詞說明如下：

(一)創造力

依據 Williams (1980) 創造力評量組合測驗(Williams Creativity Assessment Packets)之定義，創造力主要包含流暢性、開放性、變通性、精密性、獨創性、標題性(name)六項特性，學童之一般創造力可由此六項特性在評測工具上之反應分數加以表徵。Williams(1980)原先係採用 Guilford(1967)之多元智力理論，發展出創造力評測工具。其中流暢性、變通性、獨創性、精密性、開放性，即智力結構中「擴散性圖形轉換」(divergent figural transformation)，而標題性則屬於智力結構中之「擴散性語意轉換」(divergent semantic transformation)，此六項特性較屬於認知方面。(洪文東，1998；1999a；

2000a；林幸台、王木榮,1994; Williams,1980)。

(二)科學創造力

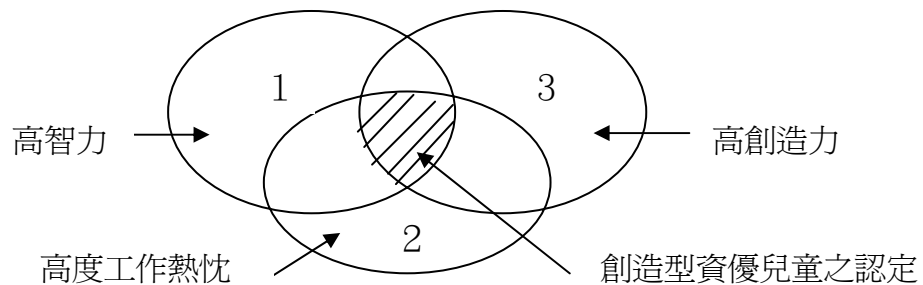
美國 Iowa State University 教授 Dr. Yager (1992；1996) 推展其 STS 科學教育理念時，指出：科學的核心包括科學概念及科學過程，必須透過科學過程才能理解科學概念。然後經由正確科學態度與日常生活之應用，最後在科學知識本質上，才能發揮其科學創造力。亦即科學創造力是個人憑其科學知識，透過基本的科學過程與適當的科學態度想出別人所想不出的科學觀念，產生別人所製造不出的新奇事物之能力（洪文東，1999a；1997）。研究者參酌 Williams 對創造力之定義，發現 Williams 創造力測驗主要是圖形測驗，尤其是「開放性」與「標題性」只能藉由受試者所繪之圖形判斷，爲了將測驗向度轉移到科學內容文字陳述上研究者再參酌 Guilford 對創造力之定義，配合自行設計的科學活動內容，將「開放性」與「標題性」修改爲「敏覺性」及「評鑑性」，如此較能彰顯科學創造思考特性。據此，研究者藉由學童對科學問題回答之陳述文句所反應出的流暢性、變通性、獨創性、評鑑性、精密性與敏覺性六項思考特性總分來表徵學童之科學創造力。

(三)科學活動班

本試探性研究之科學活動班，係針對屏師附小五年級四班 142 位學童，事先進行參與科學活動計畫之「意願調查」，將有興趣利用非周休二日之週末上午二節「團體活動」時間，參加自然科學實驗活動之學童編成一班共 35 位，爲本試探性研究之探究樣本。

(四)創造型兒童

本研究認定的創造型兒童是依據 Renzuli & Smith (1980)所提出的創造型兒童之認定模式，如圖一：



圖一 創造性兒童認定模式(Renzuli & Smith, 1980)

上圖中環 1 代表創造型兒童之智力要在一般兒童之智力以上，環 2 表示此兒童要有高度的工作熱忱亦即較高的意願參與活動，環 3 表示此兒童要有高度的創造力，三個環中任何一環不能單獨被認定，三個環重疊部份即是 Renzuli & Smith 認定創造型兒童部份（洪文東，1999a；1998）。

(五)思考特性

本研究所評量學童科學創造力有關之思考特性，係參酌 Williams 創造力測驗界定的創造思考特性：流暢性、開放性、變通性、精密性、獨創性、標題性，由於其評測之開放性與標題性主要是由圖形來判斷，較難以文字測驗來評測，經參酌 Guilford 對創造思考所界定之特性，配合自行設計的科學活動內容，將有關思考特性修改為流暢性、變通性、獨創性、精密性、敏覺性及評鑑性，由此六項設計科學創造力有關思考特性問卷，評測學生對科學問題所表徵之思考特性。

貳、理論基礎及文獻探討

一、科學創造力之意涵

科學乃是一套有系統，有組織的知識體系，它是人類探究自然事物與現象的心智結晶，也是人類文明進展的智慧工具；而在科學發展的歷程中，科學的創造更具有關鍵性地位（洪文東，1997）。科學在人類求知活動中可由其思考方式加以表徵，尤其是科學家之心智活動，更說明了人類對自然事物與現象之好奇心及求知慾。由於其內在好奇心、個人信念、及不同價值觀之驅使，促使他們想像、推理、思

考問題、及解決問題。此種活動，由哲學與認知心理學觀之，即是一種創造性活動，因為在他們心靈中已建構出一套觀念去合理的解釋自然現象（洪文東，1999a，1999b；Collette，A. T. & Chiappetta E. L. 1994）。

創造有「賦予存在」的本意(Gove, 1986)，Guilford (1967)智能結構模式指出 120 心智能力中與創造力關係最密切者為擴散性思考與轉化兩種因子，其交互作用結果是「獨創力」；而擴散性思考與衍生因子交互作用結果是「精進力」；擴散性思考與單位、類別、關係交互作用結果是「流暢力」。Guilford 指出創造是一種能力，它包含著敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力等基本能力。科學的創造力，同樣具有這些能力，此可由創造的個人、歷程、產品進一步說明之(洪文東，1997；1999a；Davis,1986)。

先就「個人」而言，由於不同知識、背景的人，具有不同領域專門知識，在不同學門領域上就會有不同創造力表現。例如科學的創造力會表現不同於文學，藝術上的創造力。次就「歷程」來看，科學的創造之心理活動歷程，較偏向理性、客觀的態度；科學創造邏輯歷程則涉及假設、演繹、歸納三種推理歷程(Anderson,1987)。而文學、藝術上的創造，則較偏向感性、主觀，逐步推敲，描繪、及沈思。再就「產品」觀之，科學創造之產品，是科學上一些原理、定律、學說、理論，而其推廣與應用，不只改變人類之世界觀，也增進了人類之物質文明，提升人類之生活品質。此外，研究者認為「環境」，也是一項影響要素。科學創造的環境，通常是在實驗室、或研究室中，運用一些特定的物質手段、儀器、設備等，在操弄的典型環境中或控制的特定條件下進行探索性的實驗活動，經由觀察、記錄、資料處理、解釋、預測，而發現新事實、形成新理論(洪文東，1997；1999a；2000a；2000b)。

可見科學創造者，憑藉其「個人」的科學素養，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，然後發現新的事實、發明新的理論、或形成概括性結論，從這些「產品」中表現出獨特的科學創造力。當然，從創造

的心理觀之，創造力之核心在於人的心智運作，一般人只要能夠以正常的心智思考，便能發揮其個人獨特的創造力，並且在創造力的層次上有其個人不同程度的表現(Torrance, 1972; Wiles & Bondi, 1980; 陳英豪等, 1980; 洪文東, 1997; 1999a; 2000a; 2001)。

二、思考的特性與創造思考

思考是一種問題導向的心理活動，由於不同的問題情境而產生不同的思考方式。諸如聯想式思考不以現實問題為思考對象；反之，導向式思考則以解決問題為目的。而在導向式思考中，若涉及價值判斷、標準參照，則需要批判性思考；若根據既有知識從事推論，則進行推理性思考或稱邏輯思考。此種邏輯思考依事例又分為歸納性思考(inductive thinking)及演繹性思考(deductive thinking)，前者是由眾多事例中概括出普遍性原則，後者則從普遍性的原則推衍至特定事例(林清山, 1991; 張春興, 林清山, 1981 洪文東, 1999a; 2000a)。從另一觀點看，假若問題思考有一定的方向和範圍，可以傳統方法獲得結果，此思考方式為一種封閉式思考(closed-system thinking)，又稱為收斂性思考；假若思考無固定方向也無一定的範圍，當事者可以標新立異去尋求結果，此種思考方式則為一種開放式思考(open-system thinking)，又稱擴散性思考，一般學者也有稱之為創造性思考(張春興, 林清山, 1981; 洪文東, 1999 a; 2000a)。

在現代心理學上，思考被視為一種較高層次的認知活動，須憑記憶與想像去處理事物，進而理解其中意義之心理活動歷程(李德高, 1988)。例如科學的創造與發明，文學與藝術的創作與製造，問題的解決及推理，事理的批評及判斷，語言的表達與理解等等，無不經過思考的心理活動歷程(張春興, 1991)。因此，思考必因問題的情境不同而產生不同的思考方式，而此不同的思考方式，也表現出不同的思考特性。

若由思考特性來看，Guilford(1986)認為，思考特性(如擴散性、流暢性、變通性等)可以顯出一個人的創造力。其中以“流暢性”最常被測量，在超過 70 篇之研究中，思考的“流暢性”被發現與創造

力各種指標呈現顯著的正相關(Barron & Harrington,1981)。換言之，學生運用不同的思考特性及思考方式，正可提升其創造思考的能力，而學生創造思考的過程與結果中，亦涉及不同之思考特性與思考方式（洪文東，1997；1999a）。

在兒童身上，La Greca (1980)曾以思考的「流暢性」測驗，評測一群小學 3~6 年級學童，發現高創造力之學童比其他學童在解題策略之構想和敘述上有較強之能力，而低創造力之學童則採取較被動的態度（洪文東，1999a；2000a）。因此，本研究即以創造型兒童之思考特性為探究主題，除考慮其「高創造力」外，一般而言，資優生語言能力較強，閱讀速度較快，領悟力較高，喜發問及推理性思考，而且聯想力豐富，興趣廣泛，學習意願、動機較強，並能善作分析與歸納等特質。事實上，本研究所探究之創造型兒童也正由於其本身具有上述思考特性與人格特質，而表現出其較高之創造力。

三、由創造思考的歷程看科學創造力

創造不僅是一種個人的能力，也涉及到其中運作的歷程，(Davis,1986)，其間經歷準備、醞釀、豁朗、驗證四個階段(Wallas,1976)。Rossman(1931)曾整理分析 710 位發明家之創造思考歷程，歸納出六大步驟：(1)感知困難或需求、(2)形成問題、(3)收集資料、(4)檢視解決方案、(5)提出新方案、(6)試驗新方案並下決定。Osborn(1953)則指出創造思考歷程包括取向、準備、分析、提出方案、醞釀、綜合、評鑑七個步驟。Torrance(1975)整合各家之說，認為創造思考歷經準備、試探、脫身、頓悟、默認五種過程。陳昭儀(1993)曾訪談 20 位台灣創造發明家並進行深度分析，歸結出創造歷程有五項：(1)靈感及動機，(2)產生構想，(3)設計工作，(4)實驗及研究，(5)完成發明品。

上述各種觀點，雖然或有些許差異，但大致上仍相近於「準備」、「醞釀」、「豁朗」、「驗證」四大步驟。換言之，創造思考始於問題之察覺與界定，繼之以心智活動之醞釀，然後豁然貫通，提出問題解決之方案，最後再經過驗證、評鑑，終而獲得問題的決(張玉

成,1993；洪文東，2000a)。

當一個人創造思考發揮盡致時，便會產生創造力(Guilford，1977)，其具體之成果諸如一首詩，一幅畫、一件發明品、或一篇科學理論。然而，大多數的創造思考卻是較平凡的，沒有什麼傑出的結果，甚至可能沒有什麼可見的產品(陳龍安，1995)。科學的創造力必須植基於既有的科學專門領域知識之上，再進一步加以創新，想出別人所想不出的科學觀念，產生別人所製造不出的新奇事物，如此的能力，才是適切的、有意義的、有價值的創造力(洪文東，1997；1998；1999a)。

法國數學家 Descartes (A.D. 1596-1650) 說：「我思，故我在。」意指藉由思考的認知作用，可以直接肯定自我的存在；「賦予存在」既是創造之本意，因此，思考本質上具有創造之特性(洪文東, 1996)。可見創造性思考是每個人皆具有之思考特性之一，而其具體之表現就是一種創造力。科學的創造力亦當如此，只是由於個人之科學素養不同，再加上個人之人格特質（包括 C.Q.，I.Q.，E.Q.，性向等）與思考特性之不同，而有不同層次上之科學創造力表現。站在科學教育的立場，科學創造力是可以經由適當的科學教學策略加以因應而培育之（洪文東，1997；1999a；2000a）。

四、創造型兒童的特徵及認定

創造型兒童之特徵是所有資優兒童之組合體，一般而言創造型兒童智力較高、興趣也較廣，一般人可察覺到的特徵諸如：有高度注意力，生氣蓬勃喜歡參與各種活動，有強烈的挑戰性，能細心觀察事物，喜歡收集多方資訊，常將不同意見或想法拼湊成一個新的觀念，經常有超人獨到的意念，自己設計並持續探討下去，常將環境或用具改變做為其它用途，隨時產生新奇的想法等等(李德高，1992；洪文東，1998；1999a)。

一些專家、學者從事創造型兒童之觀察與鑑定的過程中發現有下列一些特徵：(1)觀察力敏銳，(2)喜歡求證事物結果，(3)主意多而新奇，(4)好奇，(5)毅力堅強，(6)超人的記憶，(7)有想像力，(8)喜歡

分析、綜合(9)孤獨癖，(10)精力充沛，(11)多才多藝，(12)字彙多，(13)有審美力，(14)能抽象思考，(15)善用各種符號，(16)喜排列組合，(17)閱讀早，注意力持久，(18)有原始的想法，(19)本性喜歡創造，(20)興趣驅使(李德高，1992；洪文東，1998；1999a；Joseph, 1989；Renzuli & Smith，1980)。

當然，要認定誰是創造型兒童，不能只靠一般的父母、教師或專家學者的觀察，智力測驗之鑑定也是重要的一環。Jacob(1972)研究發現從教師觀察中認定創造型資優兒童的正確性約 60%，經過智力測驗也證實此數字是可靠的；至於其餘的 10%則被證明與創造型之資優無關，另外的 30%則可能只是具有普通的智力而已。

首先使用創造思考測驗是 Guilford(1986；1987)，該測驗之重點在測驗兒童之思考力，特別是強調擴散性思考和收斂性思考，另一功能則在測知受試者之變通性、獨創性和流暢性等思考特性。研究者亦發現此三者也是創造型兒童思考方面特別凸顯之三項特性(洪文東，1999a；1999c)。

Renzuli & Smith(1980),曾提出創造型兒童之認定模式如前節圖一，可見創造型兒童是要多方面之配合加以認定，尤其是必須要有創造的行為表現(洪文東，1998；1999a)。據此，研究者藉由智力測驗、創造力測驗及工作意願調查三種途徑篩檢出創造型兒童，並進行個別晤談，由所得資料分析研判、交叉檢驗以確認創造型兒童之思考特性及其與科學創造力之關聯性。

參、研究方法及進行步驟

本研究為一試探性研究(exploratory research)，藉由幾種紙筆測驗之結果進行定量統計與定性描述，並由個別晤談創造型兒童之口語資料分析，進行三角校正法(triangulation)之交叉檢驗、比較研判，以整理歸納出科學活動班中創造型兒童所表徵之思考特性，並進一步由科學活動中探討其與學童科學創造力之關聯性。

一、研究樣本

由於考慮到人力、物力上之限制，本試探性研究採立意取樣（purposive sampling）方式，僅以屏東市屏師附小五年級四班學童共 142 人做為調查對象，進行「參與科學活動計畫之意願調查」，將有興趣利用非週休二日之星期六上午二節「團體活動」時間，參加自然科實驗活動之學童共 35 位編成「科學活動班」，為本研究主要的探究樣本。

二、研究工具

本研究所用之研究工具包括(1)TONI 非語文智力測驗（Test of Nonverbal Intelligence，簡稱 TONI，Linda Brown 等編製，吳武典等修訂，1996）；(2)Williams 創造力測驗(F. E. Williams 編製，林幸台等修訂，1994)；(3)自行發展科學單元活動「科學創造力評測」問卷；(4)半結構式晤談設計(自行發展)。茲說明如下：

(一)紙筆測驗

1.創造力測驗

以 Williams 創造力測驗進行施測，本研究主要評測「創造思考」與「創造傾向」：

- (1)創造思考測驗：評定創造思考六項特性，即流暢性(最高可得 12 分)、開放性(最高可得 36 分)、變通性(最高可得 12 分)、精密性(最高可得 36 分)、獨創性(最高可得 36 分)、標題性(最高可得 36 分)。而連同總分(最高為 168 分)可以獲得七項分數。
- (2)創造傾向量表：評定創造傾向四項特性：冒險性、好奇心、想像性和挑戰性。而連同總分(最高為 150 分；最低則為 50 分)共可得五項分數。本測驗之內部一致性分析，其信度 $\alpha = .768$ ，折半信度 $\gamma = .798$ ，堪稱滿意。
- (3)信度分析：由於創造力測驗之評分多少受到評分者主觀判斷的影響，有必要進行評分者信度考驗，結果顯示各項分數之一致性介於 .867~1.00 之間，說明相當令人滿意。至於測驗之

內部一致性，各項分數之 Cronbach α 係數介於.809~.849 之間，而折半信度介於.817~.859 之間，可稱滿意。

(4)效度分析：另以 Torrance 圖形創造思考測驗(甲式)為效標，進行同時效度考驗，結果顯示各年段之相關係數國小介於 .381~.668 之間，國中介於 .379~.730 之間，高中介於 .461~.500 之間，均達實質相關程度，且皆達.01 之顯著之水準。

(5)另外，依 Williams 創造力測驗成績(C.Q)所建立之常模，國小五年級創造思考總分之平均值為 77.80，為進行統計考驗比較分析方便起見，依學生實得分數之分布情形，取 C.Q.80 為基準(高於平均值 77.80)將高創造力者訂為 80 以上，將學生分成高 C.Q(80 分以上)與低 C.Q (80 分以下)二組。

2.智力測驗

以本研究採用吳武典(1996)修訂 Brown(1982)編製的 TONI 非語文智力測驗，主要考量該測驗之基本精神在於不受語言及文化之影響，且根據國內外相關研究資料顯示，該測驗具有良好的信度與效度，適用於團體施測。TONI 非語文智力測驗進行施測，依測驗成績參考該工具所建立之常模：A(特殊優異)131 以上，B(優異)116-130 之間，C(正常)85-115 之間，D(中下)70-84 之間，E(發展遲鈍)69 以下(吳武典等，1996)。由文獻探討顯示高創造力者一般而言要有中等以上智力(郭生玉，1994；洪文東，2000a；Sternberg & Lubart，1995)，故研究者依學生接受智力測驗結果所得之成績，實際分布情形為統計分析比較方便起見，取 IQ100 為基準，將高智力者訂為 100 以上，將學生分成高 I.Q(100 分以上)與低 I.Q(100 分以下)二組。本測驗之內部一致性 α 係數在.748~.912 之間，信度堪稱理想，其與瑞文氏標準推理之智力測驗(SPM)之相關係數 $r=.542$ ，為中度相關(吳武典等，1996)。整體而言，本測驗工具之信度與效度考驗尚屬不錯。

3.意願調查

設計問卷，針對附小五年級四個班級(共 142 人)參與科學活動

之意願進行調查，以篩選出具有主動意願參與熱忱之學童共 35 人組成科學活動班，以便配合本研究進行各種科學創造力單元活動。

4.自行設計發展科學單元活動「科學創造力評測」問卷

配合科學活動中各種單元活動內容，設計有關「科學創造力評測」問卷，以調查瞭解學童科學創造力有關之思考特性：流暢性、變通性、獨創性、精密性、敏覺性及評鑑性，並由此六項特性分數及其總分，表徵國小學童於科學活動中所表現之科學創造力程度。研究者依據上述創造力理論及其六項思考特性指標建立雙向細目表，由研究小組（研究者、二位研究生及二位國小老師）共同研擬評測架構及評分基準，設計科學單元活動之科學創造力評測工具，經小組討論以建立其內容效度。並且再送三位專家及二位國小老師審查評測工具內容設計之有效性，並依其意見加以修正定稿，由專家效度與內容效度以確認所建構評測工具之構念效度。

至於評測工具之信度方面，則由二位國小老師評分，三個單元之評分者一致性係數分別為「電路」 $r=.987$ 、「丟雞蛋」 $r=.867$ 、「浮力」 $r=.953$ ，其數值均達顯著程度（ $p<.01$ ）。至於各單元活動科學創造力評測工具之內部一致性係數分別為「電路」單元 $\alpha=.7463$ 、「丟雞蛋」單元 $\alpha=.6091$ 、「浮力」單元 $\alpha=.8243$ ，顯示本研究工具之信度堪稱滿意。

(二)進行科學活動

研究者先在屏師附小五年級甲、乙、丙、丁四個班級共 142 位學童進行逐班意願調查，再將有參與意願之小朋友及合成一班（科學活動班），利用每週六（非週休二日）上午團體活動時間於屏師附小自然科教室，進行五個單元的科學活動。

茲將活動內容及進行方式說明如下：

- 1.設計科學活動內容，共發展出五個單元：電路（再分成電路 1，電路 2，電路 3 三個活動），丟雞蛋、想一想、基因、及浮力（再分成浮力 1，浮力 2 二個活動）。其中丟雞蛋，想一想、基因之部分活動內容則參考自研究者參與「國小科學創造力特

- 性及開發之研究」研究小組討論會中所提供之資料。
2. 進行分組活動：將科學活動班學童分成 A 組（高 C.Q.，高 I.Q.），B 組（高 C.Q.，低 I.Q.），C 組（高 I.Q.，低 C.Q.），D 組（低 I.Q.，低 C.Q.），於單元活動中並予以教室觀察及現場記錄。
 3. 單元活動結束後，針對每一單元進行該單元之「思考特性」問卷調查，從學童之反應資料，分析研判創造型兒童之思考特性及其與科學創造力關聯性。

(三) 個別晤談

經由幾種筆測、觀察、意願調查等多方面交叉比較，「篩選」出創造型之兒童（共 8 人），以「半結構式」晤談設計，進行全程錄音、錄影、再將口語資料轉換成文字記錄，並加以整理、分析、比較及研判，根據訊息處理理論，口語化的過程與內在認知過程是相互一致的（Ericksson & Simon, 1980；1984），因此由對話過程中所陳述之意見或所表達之想法，可以研判其表徵的思考特性。

三、研究步驟

根據上述之研究目的、研究方法與研究工具設計，本研究進行之步驟如下：

1. 界定研究目的與問題，研究範圍及樣本。
2. 進行創造力研究與創造型兒童有關的文獻探討與評述分析。
3. 協商施測學校對屏師附小五年級 142 位學童進行 TONI 智力測驗與 Williams 創造力測驗及參與科學活動之意願調查，並分析施測及意願調查結果。
4. 經由兩種筆測及問卷調查等資料之整理、分析，篩檢出有意願參與科學活動之學童 35 人為科學活動班，做為本研究之觀察樣本。
5. 將科學活動班學童依 I.Q（以正常智力平均值 100 為參照基準）及 C.Q（以常模總分平均值 80 為參照基準）高低分成 A 組（高 CQ，高 IQ）5 人、B 組（高 CQ，低 IQ）6 人、C 組（高 IQ，低 CQ）14 人再分為 C1、C2、C3，3 組、D 組（低 IQ，低 CQ）10 人再分成 D1、D2，2 組，總共 7 個小組進行分組科學活動，以便於單元

- 活動過程中，進行分組觀察及記錄。
6. 於活動中就有關科學活動單元內容設計「科學創造力評測」問卷，並進行問卷調查，由填答內容依據評分標準加以評分，以研判分析其科學創造力表現程度，及與其有關之思考特性。
 7. 根據活動觀察、紙筆測驗、問卷調查之資料分析，進一步進行半結構式晤談設計，並針對所篩檢出晤談樣本（8人）進行深度訪談，晤談過程並予以錄音、錄影。
 8. 將晤談過程之錄音、錄影資料，加以轉錄成文字記錄，以憑整理、分析、比對及研判樣本學生於對話過程中所表徵出來之思考特性。
 9. 將上述各種紙筆測驗，科學單元活動「科學創造力評測」問卷，以及個別晤談轉錄資料等加以整理、歸納、分析、比較、綜合研判創造型兒童所具有之思考特性表徵，以及創造型兒童於科學活動中所表現之科學創造力程度。
 10. 將研究發現加以分析討論，綜合歸納出創造型兒童之思考特性及其與科學創造力之關聯性，並提出本研究之結論及建議。

肆、研究結果與討論

一、學童「Williams 創造思考及創造傾向測驗」資料分析

(一)「Williams 創造思考」測驗結果分析

1. 全體樣本的資料分析

全體樣本即屏師附小五年級四班 142 位學童，皆接受「Williams 創造思考測驗」，測試所得的資料進行內部一致性分析，其信度 $\alpha = .865$ ($p < .001$)，堪稱滿意。就全體學童創造思考之六項特性分數與總分之間進行相關係數分析，結果顯示：除「變通性」與「總分」呈顯著的中相關 $r = .469$ ($p < .01$) 外，其餘五項特性分數與總分之間均具有很高的相關。其中流暢性 $r = .753$ ($p < .01$)，開放性 $r = .924$ ($p < .01$)，獨創性 $r = .844$ ($p < .01$)，精密性 $r = .841$ ($p < .01$)，標題性 $r = .810$ ($p < .01$)，均達顯著水準。這顯示全測驗具有內部一致性，

亦即六項思考特性確實可以代表學童的創造力，此亦對該測驗的構念效度提供一種確認（Anastasi & Urbina, 1997）。

研究者以 TONI 智力測驗測試全體樣本學童，其智力成績以 I.Q. 平均 100 為基準，分成 I.Q. 100 以上之高智力組（n=58），I.Q. 100 以下之低智力組（n=78），比較二組學童創造思考各項特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析其差異性，結果顯示：高智力組與低智力組之間創造思考各項特性之表現程度，並無顯著差異存在，此可能由於本研究樣本高、低智力組別思考特性之變異程度不大所致，這也表示了就本研究樣本群而言，智力與創造力沒有明顯的相關性。

研究者進一步以國小五年級常模之創造思考（C.Q.）總分平均值 77.80 為參照基準，將 C.Q. 總分 80 以上稱為高創造力組（n=52），C.Q. 80 以下為低創造力組（n=90），比較兩組學童的創造思考各項特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析，結果整理成表一：

表一 全體樣本學童高、低創造力之創造思考各項特性 t 檢定

特 性	樣本 分 數	高創造力組 (n=52)		低創造力組 (n=90)		t	p
		平均值	標準差	平均值	標準差		
流暢性		11.92	.55	9.47	2.66	8.457	.000***
變通性		7.38	1.57	6.33	1.89	3.557	.001**
開放性		24.13	3.36	14.08	4.12	14.948	.000***
獨創性		16.69	3.94	9.99	3.63	10.269	.000***
精密性		16.08	4.30	8.32	3.01	11.478	.000***
標題性		17.67	4.06	11.43	3.77	9.237	.000***

(** p<.01, *** p<.001)

由表一示，高創造力組之學童比低創造力組之學童，創造思考之各項特性表現皆高出甚多，而且除「變通性」之差異達顯著水準（p<.01）外，其餘之「流暢性」、「開放性」、「獨創性」、「精密性」與「標題性」之差異更達極顯著水準（p<.001）。

2. 科學活動班樣本的資料分析

根據測驗結果，就科學活動班 35 位學童創造思考之六項特性分數與總分之間進行相關係數分析，結果顯示：除「變通性」與「總分」為顯著的中等相關 $r=.480$ （p<.01）外，其餘五項特性分數均與總分

之間具有很高的相關。其中，流暢性 $r=.771$ ($p<.01$)，開放性 $r=.907$ ($p<.01$)，獨創性 $r=.803$ ($p<.01$)，精密性 $r=.840$ ($p<.01$)，標題性 $r=.840$ ($p<.01$)，均達顯著水準。這顯示全測驗具有內部一致性，亦即每一思考特性對創造力都是相當重要的，此亦為該測驗的構念效度提供一種證據(Anastasi & Urbina, 1997)。

研究者將科學活動班依 I.Q 平均 100 為基準，分成高智力組 ($n=19$) 及低智力組 ($n=16$)，比較學童創造思考各項特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析其差異性，結果顯示：高智力組與低智力組之間創造思考各項特性之表現程度，並無顯著差異存在。進一步將科學活動班學童之「創造思考」與「智力」進行相關分析，結果顯示兩者之間只有低相關 $r=.191$ ($p<.05$)。此種原因可能由於科學活動班之智力平均值 96.00 (標準差 16.19)，屬於正常中等智力，就高、低智力組別之分布而言，其變異程度不大，導致相關係數會較小 (Anastasi & Urbina, 洪文東, 2000)。

研究者進一步比較創造思考總分 80 以上之高創造力組 ($n=11$)，以及 80 以下之低創造力組 ($n=24$)，兩組之間創造思考各有關特性之平均值與標準差，結果顯示，高創造力組之學童比低創造力組之學童，創造思考之各項特性皆高出甚多，而且經 t 考驗分析顯示除「開放性」之差異未達顯著水準 ($p>.05$) 外，其餘之流暢性、獨創性與標題性之差異均達顯著水準 ($p<.01$)，而變通性與精密性之差異更達極顯著水準 ($p<.001$) (洪文東, 2000a)。

(二) 「Williams 創造傾向」測驗結果分析

1. 全體樣本的資料分析

就測驗結果計算內部一致性分析，其信度 $\alpha = .768$ ($p<.001$)，堪稱滿意。茲將全體學童創造傾向之四項特性分數與總分之間進行內在相關分析，結果顯示，除「冒險性」與「總分」為顯著的中等相關 $r=.674$ ($p<.01$) 外，其餘三項特性分數均與總分之間具有很高的相關。其中好奇心 $r=.817$ ($p<.01$)，想像性 $r=.804$ ($p<.01$)，挑戰性 $r=.771$ ($p<.01$)，均達顯著水準。此表示全測驗具有內部一致性，亦即四

項特性確實可以表徵學童的創造傾向，此亦對該測驗之構念效度提供一種支持的證據(Anastasi & Urbina, 1997)。

茲將全體樣本學童以 TONI 智力平均 100 為基準，分成高智力組 (n=58)，低智力組 (n=78)，比較學童創造傾向各項特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析結果顯示：高智力組與低智力組之間創造傾向各項特性之表現程度，並無顯著差異存在 ($p>.05$)。此表示創造傾向和智力高低沒有明顯的相關。

研究者進一步如前所述以創造思考總分 80 為基準，將學童分為高創造力組 (n=52) 及低創造力組 (n=86)，比較兩組之間學童的創造傾向各有關特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析結果整理成表二：

表二 全體樣本學童高、低創造力之創造傾向特性t檢定

特 性	樣本 分 數	高創造力組 (n=52)		低創造力組 (n=86)		t	p
		平均值	標準差	平均值	標準差		
冒險性		26.17	3.14	25.09	3.15	1.955	.053
好奇心		30.75	3.66	30.21	4.50	.732	.465
想像性		28.44	4.06	26.90	3.86	2.237	.027*
挑戰性		29.00	3.10	28.24	3.79	1.213	.227

(* $p<.05$)

註：本研究智力測驗人數有效樣本為 138 人 (扣除 4 位未填答者)

由表二顯示，經 t 考驗分析結果，高創造力組之學童比低創造力組之學童，創造傾向之「冒險性」、「想像性」與「挑戰性」皆高出甚多，但是「好奇心」則兩組之間相近。經 t 考驗分析顯示，高、低創造力二組之間創造傾向之各有關特性的表現程度，只有「想像性」有顯著差異存在 ($p<.05$)。

2.科學活動班樣本的資料分析

就測驗結果計算內部一致性，其折半信度 $r = .798$ ($p<.001$)，堪稱滿意。若將科學活動班學童創造傾向之四項特性分數與總分之間進行相關分析，結果顯示：冒險性 $r = .600$ ($p<.01$)，好奇心 $r = .582$ ($p<.01$)，想像性 $r = .562$ ($p<.01$)，挑戰性 $r = .580$ ($p<.01$)，皆呈

中相關且均達顯著水準（洪文東，2000）。這顯示出對科學活動班而言，該測驗具有內部一致性，而且對該測驗之構念效度亦提供一種確證（Anastasi & Urbina，1997）。

茲將科學活動班以 I.Q100 為基準，分成高智力組（ $n=19$ ），低智力組（ $n=16$ ），比較學童創造傾向各項特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析結果顯示：高智力組與低智力組之間創造傾向各項特性之表現程度，並無顯著差異存在。進一步將「創造傾向」與「智力」之間進行相關分析，結果顯示兩者之間沒有相關存在。

如前所述，研究者進一步以創造思考總分 80 為基準，比較高創造力組（ $n=11$ ）及低創造力組（ $n=24$ ）兩組之間學童的創造傾向各有關特性之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析結果顯示：高創造力組與低創造力二組之間創造傾向之各有關特性的表現程度，仍然均無顯著差異存在。進一步將「創造思考」與「創造傾向」之間進行相關分析，結果顯示兩者之間，只有低相關 $r=.218$ （ $p<.05$ ）。此可能由於樣本群少，變異程度不大所致（Anastasi & Urbina，1997；洪文東，2000a）。

Williams（1980）發展創造思考與創造傾向測驗指出，創造思考屬「認知」領域，創造傾向屬「情意」領域，兩者有相關但不高。林幸台、王木榮（1994）後來修訂 Williams 測驗工具對國小五年級學童施測並進行相關分析，亦發現兩者相關不高，此證據支持了 Williams 之觀點，本研究之發現與 Williams 等人的看法相當一致。

研究者根據科學活動班學童接受 Williams 創造思考測驗、Williams 創造傾向量表及 TONI 非語文智力測驗之施測結果，探討三種測驗分數之間的相關性，結果顯示，創造思考與智力之間存有顯著的低相關 $r=.191$ （ $p<.05$ ），創造思考與創造傾向之間亦有顯著的低相關 $r=.218$ （ $p<.05$ ），而創造傾向與智力之間，則沒有相關存在。此結果亦印證了前述經 t 考驗之結果所顯示的創造思考與創造傾向在高、低智力組別上，並無顯著性差異存在。另外原因由於個案科學活動班之智力平均值 96.00（標準差 16.19），屬正常之中等智力，就高、低智力組別智力分佈而言，其變異程度不大，導致相關係數會較小

(Anastasi & Urbina, 1997; 洪文東, 2000a)。

二、科學活動設計舉例

本研究共進行五個單元之科學活動，限於篇幅，僅例舉其中一個單元，依「設計理念」、「單元活動設計」、「單元活動思考特性問卷及評分標準」三部份，分別說明於後：

電路 1： 如何讓燈泡發亮？

壹、設計理念：

- 一、相關科目：自然
- 二、活動摘要：教師拿出燈泡展示給兒童看，請兒童設法想出让燈泡發亮的裝置，並畫圖說明，最後再讓兒童親自操作，能讓燈泡發亮的方法。
- 三、活動目標：讓兒童由實驗操作中瞭解電流通路才可以使燈泡發亮。
- 四、材料：燈泡、乾電池、電線、錫鉛紙、鱷魚夾、膠帶、迴紋針、髮夾。
- 五、時間：80分鐘。
- 六、學習循環：
 1. 意識啟發：該兒童了解電流通路才可使燈泡發亮。
 2. 觀念培養：讓兒童由實驗過程中，瞭解好的導體，是構成電流通路的主因，電池沒電、燈泡損壞、接觸不良、不良導體皆可讓燈泡不亮。

貳、單元活動設計：

- 一、單元名稱：電路 1：如何讓燈泡發亮？
- 二、單元目標：
 - (1)讓兒童由實驗過程中，瞭解電流通路會讓燈泡發亮。
 - (2)兒童由實驗操作中瞭解電池沒電、燈泡壞掉、接觸不良、不良導體皆是構成燈泡不發亮的原因之一。
- 三、教學時間：80分鐘
- 四、教學用具：

燈泡、乾電池、電線、錫鉛紙、鱷魚夾、膠帶、迴紋針、髮夾。
- 五、教材說明：

本教材是在指導兒童，根據自己的經驗，嚐試解決如何讓燈泡發亮的問題，利用解決電流通路問題的思考過程中，激發自己的科學創造力。

六、教學指導要領

電路 1：如何讓燈泡發亮？

學習情境	教學過程	兒童活動
引起動機		
<p>教師將一個燈泡展示給兒童看</p> <p>◆小朋友！這個燈泡要怎樣裝置才可以發亮呢？</p> <p>◆現在老師希望你能動動腦筋！想想看！到底有多少種方法可以讓燈泡發亮？</p> <p>◆現在請你將你所想到的方法，寫出來或畫在白紙上，越多種越好！</p> <p>第一節結束</p>	<p>◆裝上電池和電線</p> <p>◆裝上燈座後通電</p> <p>：</p> <p>◆不用電線，燈泡會發亮嗎？</p> <p>◆不用電池，燈泡會發亮嗎？</p> <p>兒童動腦設計</p> <p>☆ 在下課前必需完成設計圖</p>	
學習情境	教學過程	兒童活動
<p>教師在上課前準備燈泡、乾電池、電線、錫鉛紙、鱷魚夾、膠帶、迴紋針、髮夾、剪刀，發給各組。</p> <p>◆上一節課，你們已經設計了許多讓燈泡發亮的裝置，現在請你依照你的設計組合讓燈泡發亮。</p> <p>◆如果你的設計不成功，請你找出原因，並嘗試加以改良，讓燈泡能發亮！</p> <p>◆如果成功的小朋友！請你依現有的材料可否用不同的方法讓燈泡發亮？並畫下你組合的圖形來。</p> <p>第二節結束</p>	<p>兒童操作</p> <p>◆奇怪！我的燈泡怎麼不亮呢？</p> <p>◆哇！我的設計成功了！</p> <p>：</p> <p>兒童操作</p> <p>☆ 下課前要將設計圖收回。</p>	

參、科學單元活動「科學創造力評測」問卷及評分標準：

國小學童「電路 1」單元活動「科學創造力評測」問卷

組別：_____ 姓名：_____ 班級：_____

一、小朋友！一個燈泡要怎樣裝置才可以讓它發亮呢？請你將所想到的各種可能的方法寫出來或畫出來。

1. 流暢性：學生所寫出（或畫出）的可能方法（或圖形）“數目”，每寫一個方法（或畫一個圖形）給 1 分。
2. 變通性：學生所寫（或畫出）的可能方法（或圖形）“類別數”，其出現幾題，即得幾分。
3. 獨創性：學生所寫出的可能方法（或圖形）在全體受試者的“出現率”

(1). 2% 以下：2 分

(2). 2% ~ 5%：1 分

(3). 5% 以上：0 分

二、上面所提的方法，你認為那一種方法最好？為什麼？

4. 評鑑性：學生從一些方法（或圖形）中，選出最好的方法（或圖形），並說明理由

(1). 選擇正確，理由充分：3 分

(2). 選擇正確，理由稍有不足：2 分

(3). 選擇正確，未說明理由：1分

(4). 選擇正確，未說明理由：0分

三、你能不能把你認為最好的方法，詳細的畫出組合圖形

5. 網際網路資料庫設計班精密性：學生所畫出的圖形，畫得愈詳細，愈完美。

(1). 完整，詳細：3分

(2). 尚欠完整，詳細：2分

(3). 圖形簡單：1分

(4). 未畫出：0分

四、上面你所設計的組合圖形中，還有那些要注意的地方？請你詳細說明。

6. 敏覺性：學生所發現應注意的地方。包括：因素、條件、需求、缺失、不尋常、未完成的部分等。每寫出一項，給一分。

Williams 創造力測驗所測量的形式是採用圖形或符號來評測學生創造思考的流暢性、開放性、變通性、精密性、獨創性、標題性等能力。是一使用範圍頗廣的創造力評量工具。科學的創造力亦有其創造思考、邏輯推理的成分，因此與其不無關聯。Williams 創造力測驗雖用圖形的方式測驗創造力，然已直指創造力的核心在思考運作，唯一不足之處是在於其內容並非特定領域知識 (domain-specific knowledge)，缺乏自然科學之專門知識之相關性，這也是為何本研究試圖要開發科學創造力評測工具之理由。

本研究只參考上述 Williams 創造力測驗之評測方式及其六項思考特性指標，利用出題的方法(以科學問題為內容)，調查學童對科學問題所反應出來的想法，由所陳述句內容(答題的方向)，加以研判其思考的流暢性、變通性、獨創性等特性，由此看出學童之科學創造力表現程度。當然，科學創造力之發生有賴科學知識為基礎，它與一般的創造力不同，主要植基於科學領域知識。一個人必須先有相當程度的專業知識，才能發揮其特殊的創造力。換句話說，一個人在某個特定領域比較有創造力，在其他領域就不見得有，大多數人在某個領域中比別人強，在某個領域中比別人弱。

三、科學活動班學童科學單元活動「科學創造力評測」問卷資料分析

本研究配合科學活動中各個單元活動內容，設計有關「科學創造力評測」問卷，以調查瞭解學童科學創造力有關思考特性：流暢性、

變通性、獨創性、精密性、敏覺性及評鑑性等特性之表現情況。茲將科學活動班分爲 A（高 IQ、高 CQ，共 5 人）、B（低 IQ、高 CQ，共 6 人）、C（高 IQ、低 CQ，共 14 人）、D（低 IQ、低 CQ，共 10 人）四組，再進行資料分析。以下就五個單元活動（電路、丟雞蛋、想一想、基因、浮力），將國小學童科學活動班 35 位學生的科學創造力各有關思考特性表現的平均值、標準差整理如表三：

表三 各單元活動科學創造力各項思考特性之平均值（M）及標準差（SD）

特性 分數	流暢性		變通性		獨創性		評鑑性		精密性		敏覺性	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
單元												
電路1(n=35)	2.43	1.46	1.97	.82	.39	.89	*	*	1.43	.61	*	*
電路2(n=35)	2.67	1.88	2.37	1.63	.47	1.09	*	*	1.96	.65	*	*
電路3(n=35)	3.24	1.33	2.56	.97	.44	.76	2.26	.39	1.93	.89	1.34	.81
丟雞蛋 (n=34)	4.41	1.97	2.98	.89	.88	1.18	2.06	.63	2.03	.76	1.09	.81
想一想 (n=34)	4.25	1.30	3.48	1.05	1.36	1.25	2.15	.49	2.31	.58	1.69	.79
基因 (n=33)	6.73	3.13	6.26	2.42	*	*	2.07	.57	1.69	.73	2.06	.95
浮力1(n=28)	3.89	2.11	3.46	1.77	.89	1.19	*	*	*	*	*	*
浮力2(n=28)	3.12	1.83	2.64	1.23	.54	.78	1.86	.69	1.69	.71	.64	.70

* 表示該活動單元未評測該思考特性

由表三顯示，科學活動班學童在「流暢性」方面，以「基因」單元表現最爲突出，可能是由於單元的設計，在基因單元中流暢性的總分較易得高分，其次則爲「丟雞蛋」及「想一想」單元；在「變通性」方面，亦爲「基因」單元表現最突出，理由同上，其次爲「想一想」及「浮力 1」單元；在「獨創性」方面，以「想一想」、「浮力 1」及「丟雞蛋」表現最爲突出；在「評鑑性」方面，各單元差不多；在「精密性」方面，以「想一想」及「丟雞蛋」單元表現最好；在「敏覺性」方面，以「基因」及「想一想」單元表現最好。由此可看出，「想一想」、「丟雞蛋」及「浮力 1」最能使科學活動班的學童發揮出創造思考的特性。所以整體上而言，活動內容不同，學生表現出的思考特性會因單元活動不同，而有不同的思考特性差異。研究者再進

一步對各單元活動進行信度分析，結果如表四：

表四 科學單元活動「科學創造力評測」問卷信度分析

科學單元活動名稱	內部一致性係數 (α)
電路 1	.5570
電路 2	.6954
電路 3	.7463
丟雞蛋	.6091
想一想	.6095
基因特性	.6978
浮力 1	.8243
浮力 2	.7839

由表四可知，各項問卷之係數 α 介於 .5570 ~ .8243 之間 ($p < .001$)，顯示信度堪稱滿意，尚可測量出個別能力表徵之思考特性差異。

研究者進一步以之前的標準，將科學活動班學童分為高創造力組 ($n=11$) 及低創造力組 ($n=24$)，比較兩組學童於各種科學單元活動「科學創造力評測」問卷所測得之科學創造力六項思考特性分數之平均值與標準差，並進行 t 考驗分析其差異性，在此僅將有顯著差異之思考特性整理成表五：

表五 學童科學活動班內高C.Q (11人) 與低C.Q (24人)

於單元活動中表現之科學創造力思考特性t考驗分析

特 性	樣本 分 數	高創造力 ($n=11$)		低創造力 ($n=24$)		t	P
		平均值	標準差	平均值	標準差		
電路 1 (流暢性)		3.45	2.07	1.96	.75	3.16	.003**
電路 1 (變通性)		2.41	1.02	.64	.64	2.26	.031*
電路 2 (精密性)		1.59	.58	.61	.61	-2.43	.021*
丟雞蛋 (敏覺性)		1.55	.79	.73	.73	2.47	.019*
基因 (變通性)		4.95	.83	2.67	2.67	-2.16	.038*

(* $p < .05$, ** $p < .01$)

由表五顯示，除了電路 1 單元中「流暢性」與「變通性」、電路 2 單元中的「精密性」及丟雞蛋的「敏覺性」、基因的「變通性」有顯著差異外，其餘皆無。由此可知，這些不同的單元活動設計及其科學創造力評測問卷尚可鑑別出高、低創造力組學童科學創造力一部分

的思考特性差異。

研究者進一步將科學活動班學童在科學活動各單元所測得之科學創造力總分，與其 Williams 創造思考測驗所測得之一般創造力總分作相關分析，結果如表六：

表六 科學活動各單元科學創造力總分與 Williams 創造思考測驗之一般創造力總分相關分析

科學創造力 一般創造力	電路 1 總分	電路 2 總分	電路 3 總分	丟雞蛋 總分	想一想 總分	基因 總分	浮力 1 總分	浮力 2 總分
創造思考測驗總分	.391*	.156	.241	.311	.091	-.199	.381*	.112

(*P<.05)

由表六 Williams 顯示科學活動班學童在科學活動各單元的思考特性總分（代表學童科學創造力表現），與 Williams 創造思考測驗的創造思考總分（代表學童一般創造力表現）相關不高，且大多未達顯著水準，只有「電路 1」與「浮力 1」兩種活動之思考特性總分與 Williams 創造思考測驗的創造思考總分呈顯著的低相關， $r=.391$ ($p<.05$) 及 $r=.381$ ($p<.05$)。由於科學活動各單元問卷的 α 係數介於.5570~.8243 之間 ($p<.001$)，其信度堪稱滿意；然而其與 Williams 創造思考測驗總分相關不高，這也顯示了科學單元活動「科學創造力評測」問卷所測得之「科學創造力」與 Williams 創造思考測驗所測得之「一般創造力」沒有顯著的高相關！有國外研究指出各個領域之間相關係數的中數為.37 (Sternberg & Lubart, 1995; 洪蘭,1999)，可見創造力既不是領域無關，也不是完全的領域相關，可說應是比較偏向領域相關的。

Williams 創造思考測驗所著重的是「一般性的創造力」，而且它的評量方式是以繪圖為主；而科學單元活動「科學創造力評測」問卷是以科學知識內容為背景來設計，所著重的是「特殊領域的創造力」，雖然他們所測的的思考特性只有兩項有差異，但是問題內容背景的不同，思考方向的不同，也會影響學童所表現出來的思考特性。這也證明了的確存在有「一般創造力」與「特殊創造力」的差異性，而科學創造力就是以科學知識內容為主的一種特殊創造力。換言之，科學創造力之發生有賴科學知識為基礎，沒有科學知識將發揮不出科學創造

力！

四、創造型兒童「思考特性」訪談資料分析

研究者觀察學童在科學活動中及相關的思考特性問卷之表現，從 A 組選出 2 位、B 組選出 3 位、C 組選出 2 位、D 組選出 1 位，共 8 位，作為個別晤談對象，其中 A 組 2 人與 B 組 3 人依原先紙筆測驗顯示有較高的創造力，即屬於創造型兒童。而 C 組 2 人與 D 組 1 人，雖原先紙筆測驗中之 CQ 成績較低，但在科學活動中表現特出，反應也較有創意。

研究者利用午休時間於屏師附小自然科教室內，對上述八位學童進行「半結構式」晤談，所提問之主題內容包括：「假如地球上沒有植物的話，會有什麼現象發生？」、「假如地球沒有地心引力了，會發生什麼現象？」、「假如有一天太陽不會從東邊升起，世界會變成什麼樣子？」，由主問題發問再引出一系列子問題，藉由訪談歷程分析來瞭解其思考特性，主要的資料收集方法為個別晤談學童、現場觀察記錄、錄音、錄影。口語資料分析是以訊息處理理論為基礎，Ericksson & Simon (1980; 1984) 根據許多實驗證據發現，認為它是研究思考過程之合適的方法，並且指出受試者對話過程中之口述內容與其內在認知思考過程是相互一致的。因此，研究者將錄音、錄影資料轉成文字資料，加以研判分析其思考特性，並提出一些發現，以作為日後設計國小自然科創造思考教學活動的參考。

茲將八位學童按照其組別加以編號為 A1、A2、B1、B2、B3、C1、C2、D1，將其個別晤談過程中對上述三個主要問題，摘述其中一個主問題及其相關的子問題之重要對話內容(限於篇幅只好省略實際晤談紀錄)，加以討論分析如下：

(編號 A1)：高 I.Q.，高 C.Q. 者

..... (省略)

T：假設地球上沒有植物的話，會有什麼現象發生？

S：很熱。

S：人會死掉。

T：為什麼？

S：植物也是在製造養分的，也有空氣，然後如果植物沒了，那也是沒有空氣啊！

地球變得空氣沒了，人就會死掉。如果沒有植物，就沒有蔭涼的地方，很熱，

每個人也是會熱死！

T：如果沒有植物的話，我們碰到這個問題怎麼解決？

S：嗯....用人工的植物吧！應該可以模仿植物，再做出新種類、新品種的植物就好了。

T：你怎麼會想出這個答案？

S：因為科技很發達的話，就有辦法啦！

T：你這個想法適從那邊來的？

S：自己想的。

.....（省略）

編號 A1 學童為高 I.Q.與高 C.Q.者，筆測成績顯示其流暢性、獨創性分數很高，由對話過程中亦發現該生對問題敏覺性強，回答問題時能侃侃而談，思考特性較有流暢性及獨創性，因為 A1 會由問題想到沒有植物時可能的現象，並對沒有植物的問題想出獨特的解決方法。

（編號 A2）：高 C.Q.，高 I.Q.者

.....（省略）

T：假設地球都沒有植物的話，怎麼辦？

S：會有災害。

T：哪一些災害？

S：山崩。

T：還有呢？

S：鳥沒有地方住？

T：怎麼會想到鳥沒有地方住？

S：因為鳥住在樹上。

.....（省略）

編號 A2 學童亦為高 I.Q.與高 C.Q.者，筆測成績顯示其流暢性、獨創性分數較高，由對話過程中亦察覺該生反應敏捷，思考特性上較具有流暢性及變通性，因為 A2 對問題會聯想到沒有植物時所發生的一些情況，對問題之敏感性強並且能進一步反映出各種不同的想法。

（編號 B1）：高 C.Q.，低 I.Q.者

.....（省略）

T：你有沒有想過現在地球上如果沒有植物是什麼原因？

S：沒有植物....人為破壞吧！大概就是有一些細菌侵入土質，使土質變化吧！像一些化學物質，就是會有放射能的啊！

T：如果說現在地球上沒有植物，你覺得會怎麼樣？

S：所有的東西都死光光啊！既然植物都是製造氧氣的，生命就是要製造氧氣啊！沒有氧氣，所有東西當然都死光光啊！

.....（省略）

編號 B1 學童為高 C.Q.與低 I.Q.者，筆測成績以流暢性、變通性、獨創性分數較高，對話過程亦覺得該生健談，思考特性以流暢性、變通

性及獨創性較凸顯，因為它會針對沒有植物的問題想到一些可能的答案，而且答案有不同類型，對問題敏覺性強，並提出較獨到的見解。

(編號 B2)：高 C.Q.，低 I.Q. 者

..... (省略)

T：如果沒有地心引力，你想會有什麼現象？

S：人會浮在空中；可能人也會死掉。

T：為什麼？

S：因為沒有空氣。

T：沒有引力就會沒有空氣？

S：對！如果人浮在空中，好像在飛的樣子，永遠沒有辦法回到地面，也有可能可以去月球吧！

T：到月球去？

S：但要有氧氣才行，不然會死在太空中。

T：太空之外，除了地球之外，有沒有其他的星球也有人？

S：應該會有吧！

T：可以描述他們的外型、特徵嗎？

S：頭上有天線、有點胖，不然就很瘦。

T：為什麼？

S：感覺有很多外星人士這樣；他們坐宇宙船在地球上飛來飛去。

..... (省略)

編號 B2 學童亦為高 C.Q.與低 I.Q.者，筆測成績以流暢性、變通性、獨創性較高，對話中亦感覺該生很有聯想力，思考特性上較具有流暢性、變通性及獨創性。因為 B2 會對沒有地心引力的問題想到各種可能情況，敏覺於所提出之問題，而且提出不同類型的答案，另外也會聯想到外星人等一些獨特的想法。

(編號 B3)：高 C.Q.，低 I.Q. 者

..... (省略)

T：那假設有一天太陽不會從東邊升起來，世界會變成什麼樣子？

S：烏漆摸黑的吧！樹木應該都活不起來了！很難工作；分不清楚現在是白天還是黑夜。

T：沒有植物的話。那地球會變成什麼樣子？

S：空氣會不好。

T：然後呢？

S：眼睛也不好。

T：對我們的生活有什麼影響？

S：沒有植物....沒有菜可以吃了。然後....有水災的話那個會流失....

T：那我們動物會怎樣？

S：動物應該會互相殘殺吧！

..... (省略)

編號 B3 學童亦為高 C.Q.與低 I.Q.者，筆測成績以流暢性、變通性、

獨創性較高，從對話過程亦發覺該生想像力不錯，思考特性以流暢性、及變通性較凸顯。因為 B3 會對沒有太陽的問題，想出各種可能的現象，並對沒有植物問題，想到各種不同的情況，對問題有較強之敏覺性，而且進一步提出不同類型的想法。

(編號 C1)：高 I.Q.，低 C.Q. 者

..... (省略)

T：好，假設有一天，地球上沒有樹木，地球會如何？

S：樹木的根不見了，容易發生土石流；人沒有氧氣會死掉；不能吃到青菜；野生動物會變少。

T：假設地球沒有植物、沒有樹木了，如何解決？

S：用機器製造氧氣；用人造的方式做成森林，讓野生動物有地方可以活動。

..... (省略)

編號 C1 學童為高 I.Q.，低 C.Q. 者，筆測成績顯示其流暢性、變通性、獨創性較高，從對話中亦可察覺該生很有想像力，其思考特性具有流暢性、變通性。因為 C1 會針對沒有樹林的問題，想到各種可能的現象，並提出不同類型的情況。

(編號 C2)：高 I.Q.，低 C.Q. 者

..... (省略)

T：那假設地球無地心引力，那世界會如何？

S：那有很多東西都要固定起來，不然會漂浮在空中。而且速度會變慢，因為無法抓住一些東西。

T：現在假設有一天太陽不會從東邊升起，那世界會如何？

S：一直像晚上，家家戶戶亮著燈，樹木不能行光合作用，人類就無法吸收到氧氣。

..... (省略)

編號 C2 學童亦為高 I.Q. 與低 C.Q. 者，筆測成績顯示其流暢性、變通性、獨創性較高，從對話中發現該生表達力不錯，其思考特性上較具有流暢性與變通性，針對沒有地心引力的問題會掉各種可能的現象，針對太陽不會東邊升起的問題也會提出各種可能的情況，而且這些情況中也會呈現不同類型的答案。

(編號 D1)：低 I.Q.，低 C.Q. 者

..... (省略)

T：假設地球沒有地心引力了，會發生什麼現象？

S：東西都會浮在空中，東西會四處飄亂，不能固定，無法停下來

T：好，再請問世界上如果沒有樹木，對世界有什麼影響？

S：二氧化碳沒有地方消除，空氣比較糟糕；水土保持沒有辦法做好。

..... (省略)

編號 D1 學童雖然筆測時屬於低 I.Q.與低 C.Q.者，筆測成績顯示未具有高的流暢性、變通性、獨創性分數，但於科學活動中表現良好，反應不錯，經面談結果發現，其針對問題亦反應出思考特性上的流暢性與變通性，因為它會針對地心引力的問題及沒有植物的問題，提出可能的情況及不同類型的答案。此個案反應出筆測時未必真能完全地鑑別出創造型兒童來，或許該學童在筆測時，未能認真作答也有可能。

本研究於紙筆測驗中以學童之科學活動六項思考特性分數表徵其科學創造力，經由定量的統計分析發現以流暢性最具指標性，其次為變通性，而獨創性則最具有鑑別性。然而，經由筆測與科學活動觀察所選出之 8 位晤談樣本，個別晤談結果顯示創造型兒童在思考特性上，皆表徵出明顯的「流暢性」及「變通性」，另外 A.B 二組更比 C.D 二組凸顯出思考性的「獨創性」。整體而言，研究者個別晤談創造型兒童所得之資料分析，根據訊息處理理論，口語化的序列與內在思考序列是平行一致的。因此，由上述對話過程中所表現出來之思考性研判，更加確認前述筆測分析研判之結果。

伍、結論與建議

創造力就像人的智力一樣，為吾人所具有之一種能力，只是在表現的程度上有其「質」與「量」的不同，而不是「有」與「無」之分別（Sternberg & Lubart, 1995; Williams, 1980; 洪文東, 1997, 1999a; 2000a; 陳龍安, 1995; 饒見維, 1994; 張玉成, 1993）。創造力的評量可從「認知」與「情意」兩種層面加以偵測，前者指流暢性、變通性、獨創性、精密性等特性，後者則包括冒險性、挑戰性、好奇心、想像性等特性（Williams, 1980）。認知與情意實為一體之兩面，彼此相輔相成，關係極為密切，故應同時兼顧（林幸台, 王木榮, 1994）。站在科學教育的立場，如何有效地評量學童的科學創造力，實乃一值得加以探究的課題。

有鑑於此，研究者嘗試由創造思考（認知層面）與創造傾向（情意層面）兩個面向，以國小學童科學活動班為本研究之探究樣本，初步探討與學童科學創造力發展有關的上述各項特性（洪文東, 1999a;

2000)；並嘗試在與科學內容有關的問題下對「創造型兒童」進行個別晤談，探討 Williams 創造思考測驗所評測之「一般創造力」與科學問題晤談中學童所反應出的「思考特性」及學童於科學活動中所表現出的「科學創造力」的關聯性。研究者更進一步想找出科學活動班創造型兒童所表現的「科學創造力」其所表徵出來的一些思考特性，雖然說由如此少量的晤談樣本及科學問題內容，並不一定能完整的探究出「科學創造力」的全貌內涵，但由這些科學活動班的學童所反應之資料分析研判中，也多少能瞭解到「創造思考特性」、「創造傾向特性」、「科學創造力」與「一般創造力」之間的關聯性，由於這只是一種試探性研究，相信在此研究基礎上，假以時日將能獲得相當程度的突破。

一、結論

綜合前述各節的研究結果與發現，本研究結論分為：（一）Williams 創造思考及創造傾向測驗結果；（二）科學單元活動「科學創造力評測」問卷測驗結果；（三）晤談創造型學童思考特性析結果，共三項研究結果，加以說明。

（一）Williams 創造思考及創造傾向測驗結果

Williams 創造思考測驗整體看來，六項思考特性與總分之間具有相當高的相關。由全體樣本看來，在高、低 IQ 差異上，幾乎均無差異；而在高、低 CQ 差異上，各思考特性與總分均達顯著差異($p<.01$)，高 CQ 學童的思考特性分數很明顯高於低 CQ 學童。由科學活動班學童看來，在高、低 IQ 差異上，亦均無差異；而在高、低 CQ 差異上，各思考特性與總分幾乎均達顯著差異 ($p<.01$)，高 CQ 學童的思考特性分數也很明顯的高於低 CQ 學童。所以，由此看來全體學童與科學活動班學童所表現出之創造思考各項特性之差異程度有相當的相似性（洪文東，1999a）。

再由 Williams 創造傾向測驗整體看來，四項特性分數與總分之間具有相當高的相關。在高、低 IQ 差異上，就全體學童或科學活動班而言幾乎均無差異；而在高、低 CQ 差異上，各思考特性也同樣幾

乎均無差異。由相關分析發現科學活動班學童之創造思考與其智力只有顯著的低相關 $r=.191$ ($p<.05$)；而其創造傾向與智力則未有相關存在。另外，科學活動班學童本身之創造思考與創造傾向，兩者之間也只是存在著顯著的低相關 $r=.218$ ($p<.05$)。所以，由此看來創造傾向與 IQ、及 CQ 並無極大的相關，此亦印證文獻上所謂：「智力與創造力之間有正相關的趨勢，但智力愈高者其與創造力之相關愈低」(郭生玉，1994;林清山，1991;Sternberg & Lubart，1995)。此說明高創造力者一般而言要有中等以上的智力；換言之，智力是創造力之必要條件而非充份條件(洪文東，1999a；2000a)。

(二)科學單元活動「科學創造力評測」問卷測驗結果

本研究依照各科學單元活動內容，自行研發的科學單元活動「科學創造力評測」問卷，經內部一致性考驗，其 α 係數介於 .5570~.8243 之間 ($p<.001$)，顯示信度堪稱滿意，應能測量個別能力之差異。整體看來，各科學單元活動之「科學創造力」總分與 Williams 創造思考測驗的「創造思考」總分相關不高，除「電路 1」與「浮力 1」二個單元呈顯著的低相關 $r=.391$ ($p<0.5$) 及 $r=.381$ ($p<0.5$) 外，其餘單元皆未達顯著水準；換言之，學童於科學活動中所表現之「科學創造力」與活動之前所測得之「一般創造力」兩者之間的相關程度並不高。其中只有「電路 3」、「想一想」、及「浮力 2」三單元活動最能有效測出「科學創造力」，而「丟雞蛋」單元似乎最不能有效測出「科學創造力」(洪文東，1999a)。整體而言，學童會因科學單元活動內容不同，而產生不同的思考特性差異。至於科學創造力總分與 Williams 創造傾向總分則皆未具有顯著性相關。

當然，科學創造力之發生有賴科學知識為基礎，它與一般創造力不同，主要基於科學領域專門知識，一個人必須先有相當程度的專業知識，才能發揮其特殊領域之創造力。換言之，兒童在某學科領域有創造力，其他學科領域就不見得有，大多數學生在某一學科領域中比別人強，在某一學科領域中會比別人弱。例如在藝術方面具創造力的學生，在科學方面不見得具有創造力，反之，有科學創造力的學生亦

不見得會有藝術創造力。

(三)個別晤談創造型學童「思考特性」資料分析結果

由科學活動班中選出的 8 位學童，進行科學問題內容設計的「半結構式」個別晤談，初步發現學童的科學知識會影響其對於科學問題思考所表現之科學創造力。另外，「創造型學童」較喜歡發問，思考特性上有凸顯「流暢性」與「變通性」，對問題之敏感性較強，且較有「獨創性」想法（洪文東，1999a；1999c）。

二、建議

綜合上述的研究發現與結論，研究者分別從研究過程、科學教學及學術研究等三個方面，對科學教育提出一些建議如下：

(一)對研究過程的改進建議

1.研究樣本及研究工具方面

本研究只以「立意取樣」方式進行小規模試探研究，無法提供大量的定量比較與數據分析，故研究結果不能推論至其他領域的創造力及所有的國小學童上。研究者認為有必要在此試探性研究之基礎上，進一步進行大規模的調查研究，期能以較大量的統計資料，加以比較分析研判，進而確證本研究之發現是否正確。

在研究工具上，除採用已標準化的 Williams 創造力測驗及 TONI 智力測驗外，本研究亦自行開發出「科學創造力評測」問卷，雖然信度考驗堪稱滿意，但為進一步普遍化於較大樣本之學生，本研究有必要繼續進行相關的評測工具設計，發展及效化，以提高測驗之可靠性及準確性。

2.晤談內容設計的改進

由於本研究要探討的是創造型學童之思考特性與科學創造力的關聯性，所以在晤談內容的設計方面，僅針對研究者所設計之科學單元活動及相關的科學問題來進行晤談。由訪談記錄資料分析顯示，有些學童對於一些科學問題會作較深入的思考，而由於採「半結構式」晤談設計，晤談題目易受制於課餘時間有限而有所不足，以致於無法

深入晤談瞭解學童對科學問題的創造思考過程為何，此有待後續研究在晤談設計及時間安排上加以改進。

3. 施測時間的配合

本研究晤談設計上，主要先針對科學單元活動「科學創造力評測」問卷有關問題內容加以確認其想法。然後再適時穿插一些科學性的問題，由其臨場反應，進一步加以比較對照其中所表徵出之一些思考特性。由於筆測之後，學童因參加過幾次科學活動，再進行晤談時，前後時間間隔約一月，故有些問題於筆測前後想法有些變動，所幸經晤談結果變化不甚明顯。將來若要進一步晤談時應儘可能將筆測與晤談時間拉近，以減少時間延宕之影響，增加研究效度。

另外，在晤談時間安排上由於是利用學童中午午休時間，精神狀態可能不是很好，以致於學童在回答問題時會有些匆促、煩悶的情形，建議以後訪談前盡量與該班導師協商配合時間，在學童之最佳情緒狀態下進行個別晤談，以提高個別晤談之效果。

(二) 對科學教學的建議

最近教育部(2001)公布九年一貫課程「自然與生活科技」學習領域目標亦強調「培養獨立思考，解決問題能力，並激發創造潛能。」因此，本研究建議在科學活動班創造型兒童之創造思考特性、創造傾向特性、與科學創造力關聯性之探究基礎上，進一步依據有關發現，設計創造性科學活動模組，進行國小高年級自然科學單元教學之實驗研究，比較實驗教學處理前後學童之科學創造力成長差異形，由結果分析研判進而提出適切可行之培育國小學童科學創造力之教學模式，期能使國小學童之科學創造力得以充份的發展。

此外，在個別晤談學童思考特性中發現，創造型兒童對科學問題之思考反應上，在量的方面有較凸顯的「流暢性」，而在質的方面，則有較凸顯的「獨創性」與「變通性」，此三者應可做為研判創造型兒童思考特性指標。研究者認為自然科學的教學應注重學童在創造思考方面的訓練，多鼓勵學童多做方面、多層次的思考，並針對問題能更深入去探索、解釋，以增進對科學問題思考之流暢性、變通性及獨

創性，進而提升國小學童之科學創造力。

(三)對學術研究的建議

本研究僅以立意取樣方式進行小規模試探研究，後續之大量的、實證性研究，有必要在此初步探討所得之資料基礎上，進一步進行比較研究，尤其是探討學生「創造思考特性」、「創造傾向特性」與「科學創造力」彼此之間的關聯性，期能由研究所得，獲致我國中小學科學教育上一些新的啓示。

本研究限於人力、物力，只針對屏師附小五年級學童 142 人中所選出的科學活動班 35 名學童施測，而進一步根據筆測資料篩選出創造型兒童樣本 8 名，加以晤談其想法，所提出創造型兒童思考特性指標及其與科學創造力的關聯性，有待後續的研究繼續加以檢驗確認，期能使創造型兒童之思考特性及其與科學創造力的關係更趨明朗化。

謝辭

本文的發表及有關研究的完成，承行政院國科會專題研究計畫(NSC87-2511-S-153-015,NSC-89-2519-S-153-002)補助以及許照榮、劉誌文、林心怡、李秋英、林沂昇五位先生在測試與晤談上的協助特此感謝。

參考文獻

- 朱匯森（1983）我國資賦優異教育的發展。*明日世界*，106，27。
- 台灣省國民學校教師研習會（1997）*國民小學自然科新課程概說*。台北：台灣省國民學校教師研習會編印。
- 李德高（1992）*創造心理學*。台北：五南。
- 李德高（1988）*教育心理學*。台北：五南。
- 林清山譯，梅爾(Mayer, R. E.)著（1991）*教育心理學--認知取向*。台北：遠流。
- 林幸台、王木榮（1994）*威廉斯創造力測驗指導手冊*。台北：心理。
- 林幸台（1995）威廉斯創造力測驗修訂報告。*特殊教育研究學刊*，11，133-149。

- 吳武典、蔡崇建、胡致芬、王振德、林幸台、郭靜姿（1996）*托尼非語文智力測驗*。台北：心理出版社。
- 吳武典（1995）資優教育的正思與迷思。載於中華民國特殊教育學會主編，*資優兒童鑑定與輔導*，頁 13-18。台北：心理出版社。
- 洪文東（2001）*國小自然科學創造思考教學模組設計與評估*，九十學年度師範學院教育學術論文發表會，國立台中師範學院主辦。
- 洪文東（2000a）*創造性思考與創造性傾向：學童科學活動班個案*。八十八學年度師範教育學術論文發表會論文集，頁 455~482。國立台北師範學院主辦。
- 洪文東（2000b）*國小學童創造思考教學模式之探討*。八十九學年度師範學院教育學術論文集，國立新竹師範學院主辦。
- 洪文東（1999a）*國小學童科學創造力特性及開發之研究：創造型兒童之思考特性研究*。行政院國科會專題研究計劃成果報告，NSC87-2511-S-153-015。
- 洪文東（1999b）科學思考與非科學思考：學童科學活動班個案。*1999科學史、哲與科學教育學術研討會論文彙編*，頁 129-149，國立高雄師範大學主辦。
- 洪文東（1999c）*利用個別晤談探訪科學活動創造型兒童的思考特性*。中華民國第十五屆科學教育學術研討會短篇論文彙編，國立彰化師範大學主辦。
- 洪文東（1998）創造型資優兒童的特徵及學生科學創造力之培育之探討。*科學教育研究與發展*，10，6-13。
- 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（1996）*典範式思考與敘述式思考在科學文章閱讀中之關聯性*。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文，未出版。
- 張玉成（1993）*思考技巧與教學*。台北：心理出版社。
- 張春興（1991）*現代心理學*。台北：東華書局。
- 張春興、林清山（1981）*教育心理學*。台北：東華書局。
- 教育部（2001）*國民中小學課程綱要：自然與生活科技學習領域*。教

- 育部網站（國民中小學九年一貫課程與教學網站）資料。
- 郭生玉（1994）*心理與教育測驗*，第八版。台北：精華書局。
- 陳昭儀（1993）*二十位傑出發明家的生涯路*。台北：心理出版社。
- 陳英豪、吳鐵雄、簡真真編著（1980）*創造思考與情意的教學*。高雄市：復文圖書出版社。
- 陳龍安（1995）*創造思考教學的理論與實際*。台北：心理出版社。
- 賈馥茗主編，杜威(John Dewey)著，(1992)*我們如何思維*。台北：五南。
- 簡茂發（1982）我國資賦優異兒童創造思考能力之研究。*師大教育心理學報*，15，97-110。
- 饒見維（1994）*知識場論--認知、思考與教育的統合理論*。台北：五南。
- Anastasi, A. & Urbina, S. (1997). *Psychological testing*.(7th ed.) New Jersey: Prentice-Hall,Inc.
- Anderson, D. R. (1987). *Creativity and the philosophy of C. S. Peirce*. Martinus Nijhoff Philosophy Library, 27, Martinus Nijhoff Publishers.
- Barron, F. & Harrington , D. M. (1981) . Creativity , intelligence , and personality. *Annual Review of Psychology* , 32 , 439 - 476.
- Collette, A. T. & Chiappetta E. L. (1994). *Science instruction in the middle & secondary schools*. New York : Macmillan Publishing Company.
- Davis, G. A. (1986). *Creativity is forever*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- De Bono, E. (1992). *Teach your child how to think*. London: Viking.
- Devine, T. G. (1981). *Teaching study skills*. New York: Allen & Bacon.
- Dewey, J. (1933). *How we think*. Boston: D. C. Heath.
- Ericksson , K. A. , & Simon, H. A. (1980) . *Verbal reports as data*. *Psychological Review*, 87(3) , 215-251.

- Ericksson , K. A. , & Simon, H. A. (1984) . *Protocol analysis*. Cambridge: The MIT Press.
- Gove, P. B (1986). *Webster's 3rd international dictionary of the English language*. Springfield Massachusetts: G.& C. Berrian Company Publishers.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist* , 9 , 444 - 454.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1977). *Way beyond the I.Q.* Buffalo, New York: Creative Education Foundation, Inc.
- Guilford, J. P. (1986). *Creative talents: their nature, uses and development*. New York: Bearly.
- Jacob, P. J. (1972). Everlasting the teaching of intelligence. *Educational and Psychology Measurement*, 32.
- Joseph, B. (1989). *Teach the gifted child*. Gifted Child Monthly, March.
- La Greca, A. M. (1980) . Can children remember to creative ? an interview study of children's thinking process. *Child Development* , 51 , 572 - 575.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. (3rd.ed.) New York: Scribner's.
- Popplestone, J. A., & Mcpherson, M. W. (1988). *Dictionary of concepts in general psychology*. Connecticut: Greenwood Press, Inc.
- Ren zu li , L. and Smith, L. H. (1980). *An alternative approach to identifying and programming for gifted and talented students*. G/C/T , November / December , 4-11.
- Rossmann, J. (1931). *The psychology of the inventor*. Washington, D.

C.: Inventors Publishing Company.

Shymansky, J. A. et al.(1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching* , **20** , 387 - 404.

Sternberg, R. J. & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd : cultivating creativity in a culture of conformity*. New York : The Free Press, A Division of Simon & Schuster Inc.

Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively ? *Journal of Creative Behavior*, **6**, 114-143.

Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking : norms-technical manual* , Princeton , N. J. : Personnel Press , Inc.

Torrance, E. P. (1975). Assessing children, teachers and parents against the ideal child criterion. *Gifted Child Quarterly*, **19**(2), 130-139.

Wallas, G. (1976). *Stage in the creative process*. in A. Rothenberg and C. R.Hansman (Eds.) The creativity question. Duke University Press.

Wiles, J. & Bondi, J. (1980). Teaching for creative thinking in the intermediate grades. *A Journal on Gifted Education*, **3**(1). 4-6.

Yager, R. E. et. Al. (1992) . Science / Technology / Society as reform of science in the elementary school. *Journal of Elementary Science Education* , **4**(1) , 1 - 13.

Yager, R. E. et. Al. (1996) . *Science / Technology / Society as reform in science education*. N. Y. : State University of New York Press , Albany.

A Relationship Study between Science Creativity and Thinking Characteristics of Creative Gifted Children

Wen-Tung Hung*

Abstract

This exploratory study investigated the relationship between science creativity and thinking characteristics of creative gifted children. The subjects were 142 students at grade 5. The instruments were Williams Test of Divergent Thinking, Williams Test of Divergent Feeling, Test of Nonverbal Intelligence, Test of Thinking Characteristics of Science Activity, and Inventory of Science Activity Class Intention.

The major findings were:

- 1.The six characteristics of creative thinking have similar degree of difference between large sample(n=142) of total Grade 5 students and small sample(n=35) of science activity class.
- 2.The correlation between thinking characteristics of science activity and thinking characteristic of creative thinking is nonsignificant .The students have different degree of difference of thinking characteristics for different science activity.
- 3.The semistructured individual interviews. indicated that the highlight thinking characteristics among creative gifted children are fluency, flexibility, and originality.

Based on the findings of this study, the researcher proposed some suggestions for future research and implications for science education.

Key words: Creative Gifted Children, Science Creativity , Thinking Characteristics.

* Wen-Tung Hung: Associate Professor, Department of Natural Science Education
National, Pingtung Teachers College.