

從匯合取向的觀點探討科學創造力的評量

謝甫佩* 洪振方

國立高雄師範大學 科學教育研究所

壹、緒論

近年來，教育部對於創造力教育的推動不遺餘力，執行了許多行動方案，例如：創意學子栽植列車、創意教師成長工程、創意學校總體營造…等等，以期順利推動創造力教育（教育部，2002）。Sternberg 和 Zhang（2005）認為，若要學生展現他們真正的實力，教學和評量是個關鍵，不只要特別注意所使用之評量方法的重要性，也要注意評量的記分方式。再者，Mintzes、Wandersee 和 Novak（2000）認為，過去的改革並不成功，這當中有許多原因，其中之一便是過去沒有積極的投入評量實務。由此可知，科學創造力的評量在推動科學領域的創造力教育中具有重要的地位。

創造力的評量，意味著為「創造力」下操作型定義，而操作型定義則反映出創造力的概念性定義。然而，目前在創造力的評量方面卻發現，主流的創造力理論之概念性定義與操作型定義有不一致的情形。由於創造力的理論取向分為單一面向，以及匯合取向兩種，所謂單一面向，探討的是有創造力的人的人格特質，或思考，或產品具有什麼特性？而匯合取向，

探討創造力是如何產生的？除了要看創造力的表現，也要看相關的因素是如何影響創造力的產出。因為許多學者都認為不能以單一面向來考量創造力，需依賴多種因素的匯合（Sternberg & Lubart, 1999）。本文將透過這兩種取向的觀點，探討創造力的評量之概念性定義與操作型定義的符合程度，再由探討的結果綜合出對科學創造力評量的啓示。

貳、本文的重要性與目的

為什麼要從匯合取向的觀點來探討創造力？Cropley（2001）認為創造力的成分至少包括四個面向：（1）知識，包括一般知識與領域特定知識；（2）思考技能；（3）動機；（4）人格特質。

根據上述，從四種面向完全具備到全部都沒有，共有十六種組合，但是由於 Cropley（2001）只將前面五種命名，因此，在下表中只列出這五種組合作為說明：

表一：可能的組合，（修改自 Cropley, 2001, p.131）

	1	2	3	4	5
知識	+	+	+	+	-
思考技能	+	+	+	-	+
動機	+	+	-	+	+
人格特質	+	-	+	+	+

* 為本文通訊作者

表一顯示，當知識、思考技能、動機和人格特質都具備時，其創造力是「完全實現的」創造力（fully realized creativity）；如果缺少人格特質這一項，就是「被抑制的」創造力（stifled creativity）；如果缺少動機這一項，就是「放棄的」創造力（abandoned creativity）；如果缺少思考技巧這一項，就是「挫敗的」創造力（frustrated creativity）；如果缺少知識這一項，就是「假的」創造力（pseudocreativity）。由此可知，只要缺少任何一個面向，就會影響創造力的表現，所以，創造力需要從匯合取向的觀點來談。

除了 Cropley 以外，還有許多學者也根據自己的研究成果，提出匯合取向的觀點，茲將幾位比較著名的學者所提的觀點彙整於表二。

從表二可知，Simonton 提到智慧、知識和環境等變項；Gardner（1993）提到知識、人格特質、動機、環境和領域；Sternberg（1995）則提到智慧、知識、思考風格、人格特質、動機和環境。在實徵研究方面，Amabile（2002）從 9000 篇參與需要高度創造力計劃的日記中發現，適

當的時間壓力可以激發創造力，但是極端的时间壓力就無法產生創造思考。此外，Amabile（2005）分析了 7 間公司的 222 個員工日記發現，正向情緒（positive affect）和創造力的關係是線性的，是創造思考的前身。

許多學者都提到，多樣的創造力理論和定義將形成不同類型的評量，而評量上的某些變項反應創造力定義的不同（Mumford, 2003; Starko, 2005）。對於越複雜的創造力系統理論而言，試圖只測量任何單一因素就顯得不適當。是故，經由上述的探討，本文將從下列兩個目的進行深入的探討：

- 一、從現今研究創造力的主要取向－匯合取向的觀點，探討創造力的評量。
- 二、針對相關的問題提出建議，以作為評量科學創造力的參考。

參、在匯合取向觀點之前和之後發展的創造力評量工具

由於創造力的評量工具很多，在此，僅舉部分評量工具作為說明，經由工具的簡介得到一些發現，以便依據這些發現提

表二：相關學者所提的觀點

變項	Simonton (1984、1999)	Gardner (1993)	Sternberg (1995)	Amabile (1996)	Csikszentmihalyi (1996)
智慧	◎		◎		
知識	◎	◎	◎	◎	◎
思考風格			◎		
人格特質		◎	◎		◎
動機		◎	◎	◎	◎
環境	◎	◎	◎		◎
領域相關技能		◎		◎	
創造力相關技能				◎	

出評量科學創造力時可能會產生的問題，與建議可行的做法。

一、創造力評量工具之簡介

依據上述文獻之探討，評量創造力的工具可以分成「匯合取向（約 80 年代）觀點以前發展的評量工具」，以及「匯合取向觀點以後發展的評量工具」兩類，如表三所示：

（一）匯合取向觀點以前發展的評量工具

1. Torrance 創造性思考測驗（Torrance, 1966）：

Torrance 認為創造力就是「...察覺問題、困難、資料缺漏或遺失的部分，進而加以推測或形成假設，再據以考驗其真實性而得到確定的答案，最後將結果與他人溝通」。而其所編製之創造性思考測驗分成語文和圖畫兩種版本，這兩種又分為甲式、乙式，以下以 Torrance 創造性思考測驗語文甲式為例，說明於表四，此量表共有七個分測驗，測驗內容與 Torrance 對創造力的概念性定義吻合，在此，以 Torrance

創造性思考測驗語文甲式的第六題為範例，說明此評量工具如何評量創造力：

6、在這個作業中，盡量提出有關紙盒的疑問，並將它們寫在下面及下一頁的空白處。這些疑問將會導致許多不同的答案，而且它們還可能引起別人對盒子的興趣及好奇心。你盡量想一些通常人們想不到的，有關紙盒的疑問。

- (1) _____
(2) _____

受試者盡可能於此題目下方寫下有關紙盒的疑問，評分時是依據流暢性、變通性和獨特性等三個判準各別評分，而創造力得分就是將學生在流暢性、變通性和獨創性所得的分數相加。以下說明流暢性、變通性和獨特性的計分方式：

- (1) 流暢性：計算學生產生多少點子。
(2) 變通性：計算學生在每一題答案中所用到方法量。
(3) 獨特性：計算每個答案的出現率，發展相關的參照表，再將學生的答案比對參照表中的出現率，越低的就越具獨特性。

表三：創造力評量工具之簡介

匯合取向觀點以前發展的評量工具	匯合取向觀點以後發展的評量工具
Torrance創造性思考測驗（Torrance Tests of Creative thinking, 簡稱 TTCT）（Torrance, 1966）	創造性矩陣問卷（Creatrix Inventory）（Byrd,1986）
賓州創造傾向量表（Pennsylvania Assessment of Creative Tendency, 簡稱PACT）（Rookey, 1968）	思考風格問卷（Thinking styles questionnaires）（Grigorenko & Sternberg, 1993）
Guilford創造力測驗（Guilford, 1977）	創造力測驗（Creativity tasks）（Lubart & Sternberg, 1995）
Williams創造力測驗（Creativity Assessment Packet,簡稱CAP）（Williams, 1980）	科學創造力測驗（Hu & Adey, 2002）

表四：Torrance 創造性思考測驗語文甲式之簡介

分測驗名稱	測驗內容
發問 猜測原因 猜測結果	受試者依據圖片寫下所有疑問、列出各種可能引起的原因，以及可能產生的結果。
產品改進	受試者根據一張玩具圖片，想出改進玩具的構想，使玩具更好玩、有趣。
不平凡的用途	受試者盡可能的想出有關紙盒的不平凡用途。
不平凡的疑問	受試者盡可能的想出有關紙盒的不平凡疑問。
假想看看	受試者假想一個不可能的情況真的發生時，所有一些可能發生的事情。

2. 賓州創造傾向量表 (Rookey, 1968):

PCAT 試題之選取為根據教育學者、國小教師、藝術教師、及基本教育人員等判斷而來。由於這些判斷試題之人員均具教學經驗，和（或）熟悉創造力研究之學者，所選取之試題較能代表創造之態度。表五顯示的是陳英豪、吳裕益（1986）依據此量表編修的結果，共有兩個分測驗，簡介於下：

表五：賓州創造傾向量表的結構

分測驗名稱	測驗範例
創新變化性	*嘗試新的遊戲和活動，是件有趣的事。 *我喜歡學習用新的方法來做事。
探索性	*我喜歡可以拆開來的玩具。 *做功課時，我喜歡參考各種不同的資料，以便得到多方面的了解。

3. Guilford 創造力測驗 (Guilford, 1977):

Guilford (1977) 根據自己所提的智力結構模式，從思考運作的向度強調創造力是擴散思考的表現，並針對各個智力結

構中的單元，分別設計不同的測驗，以評量擴散思考，常見的有三種：

(1)、其他用途：

在 B、C 兩個版本上各有六個題目，均為一般常見的物品，如：鞋、鈕釦、鐵釘等，題目上舉有一答案為範例，讓受試者填寫六個答案。此測驗屬於類別的變通，可測量其智力結構中語意的類別產品和語意的轉換。

(2)、標題：

題目是一個故事，受試者看完故事後給予該故事一個標題，由此顯示其對故事整體的掌握程度。此測驗可測量其智力結構中語意的單位產品和語意的轉換。

(3)、結果：

有五個假設性的情境，如：「地心引力突然只剩一半了」，題目提出四個範例答案，另有二十行空格供受試者寫出該情境可能的結果。此測驗屬於意念的流暢，可測量其智力結構中語意的單位產品和語意的轉換。

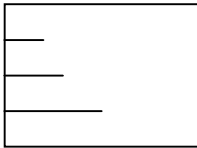
4. Williams 創造力測驗(Williams, 1980)：

Williams 為配合其創造性教學模式的實際運作，並有效評量學生行為的進步情形，乃著手設計一套評量工具，以評量學生的創造力。包括三種工具：

(1)、Williams 創造性思考活動：

屬於認知方面，是根據 Torrance 早期的創造思考測驗加以修改，成為「繪圖式創造思考測驗」。要受試者完成十二題未完成的圖形，並將完成的圖案命名。如下：

第 5 題



受試者於完成的圖案中所得分數代表 Guilford 智力結構中之擴散思考的因素：流暢、變通、獨創和精進，屬於認知層面；標題分數則需語文能力，屬於「擴散性語意轉換」。

(2)、Williams 創造性傾向量表：

屬於情意方面，是根據許多學者在創造人格特質之研究結果－高創造力者具有「冒險性」、「好奇心」、「想像力」和「挑戰性」四種主要特質。

所謂冒險性，包括：勇於面對失敗或批評、敢於猜測、在雜亂的情境下完成任務、為自己的觀點辯護；好奇心，包括：富有追根究底的精神、主意點子多、樂於接觸曖昧迷離的情境、肯深入思索事物的奧妙、能把握

特殊的現象，觀察結果；想像力，包括：幻想未曾發生過的事情、直覺地推測、能夠超越感官及現實的界限；挑戰性，包括：尋找各種可能性、了解事情的可能與現實的差距、能夠從雜亂中理出秩序、願意探究複雜的問題或主意。總分就是將冒險性、好奇心、想像力和挑戰性四項分數加總。

(3)、Williams 創造性思考和傾向評定量表：

此評定量表是由家長或教師觀察學生的實際表現後評定。包括認知和情意兩個向度，共有四十八題三點量表的題項，包含八個因素，每個因素各有六題。此外，還有四題開放式問答題。(如表七所示)

表六：Williams 創造性傾向量表

分測驗	測驗內容範例
冒險性	*我喜歡和朋友一起，和他們分享我的想法。
好奇心	*我喜歡做許多新鮮的事。 *我常想要知道別人正在想什麼。
想像力	*我喜歡想一些不曾在身上發生過的事。
挑戰性	*我喜歡聽變化多端、富有想像力的故事。 *我喜歡探究事情的真假。

(二) 匯合取向觀點以後發展的評量工具

1. 創造性矩陣問卷 (Byrd, 1986)：

Byrd (1986) 認為，創造力就是創造力的思考和動機的整合，也就是創造性思考和冒險之間交互作用的結果。此測驗為五十六題的九點量表，其中二十八題評量創造思考，二十八題評量冒險性。範例：白日夢是有效的活動。

此量表的計分方式是將兩個向度上的每一題得分加總，再分成低、中、高三個等級。將每個人的得分繪成創造力－冒險兩個向度的矩陣，再將每個人分成八種類型：再製者（reproducer）、修改者（modifier）、挑戰者（challenger）、實踐者（practicalizer）、改革者（innovator）、合成者（synthesizer）、夢想家（dreamer）和計劃者（planner）。其中，再製者的創造思考和情意得分都是「低」的，而改革者的創造思考和情意都是「高」的，而夢想家則是創造思考的分數「高」，情意的得分「低」。

2. 思考風格問卷 (Grigorenko & Sternberg, 1993)：

Sternberg (1995) 認為思考風格是創造力的主要關鍵，而思考風格指的是一個運用既有智慧的方法。有三種類型：行政型，喜歡步驟清楚的計畫，只要照著做就可以；立法型，喜歡沒有結構或很少結構的工作或問題，是最有效的創意思考；司

法型，喜歡評估別人、事情、規則和程序。

此問卷分成三個部分：

第一部份，為學生自評，範例如下：

第 1 題 當我在上文學課時，我喜歡：

- 用我自己的人物、故事大綱來編造我自己的故事。
- 聽從老師的建議，……用老師的方法來分析故事。
- 評估作者的風格，批評作者的想法，評論人物的行為。

第二部分，是老師評量小朋友的型態，例如：他喜歡批評自己和別人的意見。

第三部份：請老師評估自己的教學方式，例如：我同意我們應該管教得比較嚴、比較緊。

我們可以從第一部份的作答和第二部份的作答瞭解學生的思考風格，並於第三部份的作答中瞭解老師的教學方式對於學生思考風格的影響。

表七：Williams 創造性思考和傾向評定量表

分測驗	測驗內容範例
48題三點量表 (共有八個因素，每個因素各有六題)	擴散思考： 流暢、變通、獨創、精密 情意： 好奇、想像、挑戰、冒險 1.他在回答一個問題時，會想到許多不同的答案。 7.對於一件物品，他會想出許多不尋常的用法。 25.他對每一件事、每個人都提出問題。 45.他能接納錯誤或失敗。
4題開放式問答題	1.你認為這位兒童聰明嗎？_是_不是（勾選一個） 如果是，為什麼？_____ 如果不是，為什麼？_____

3. 創造力測驗(Lubart & Sternberg, 1995)：

Lubart 和 Sternberg (1995) 認為，像 Guilford 測驗，這一類傳統的創造力測驗所關心的創造力，太瑣碎、太不重要了。他們測量寫作、繪畫、廣告以及科學四個領域的創造力，並綜合這四個領域的創造力，以便了解一個人的創造力可以製造出什麼樣的東西來。他們在四個領域所用的作業方式很相似，都包括選擇一個主題作為創意的中心。

以科學領域為例，受試者要解兩個非常不同，且平常不會碰到的問題。例如：「我們如何得知外星人摻雜在人群中，跟我們住在一起？」、「我們如何得知某人上個月去過月球？」、「我們如何解決星際大戰防衛系統中用假的飛機或飛彈來干擾雷達偵察的問題？」。

待受試者填答完畢後，採用共識評量的方法 (consensual technique)，請裁判根據他們對創造力的看法，對作品給予創造力評分，最高 7 分，最低 1 分，再把所有的分數平均起來，使每一件作品都有一個分數。結果發現有 31% 的人得分高於平均數，屬於有創意的人，共有 15 位 (N=48，評分者信度為 .92)。而比較有創意的答案是，我會想辦法跟這個可疑的人在一起，看他居住的環境，問他很多有關我們的歷史…。而比較沒有創意的答案則是，帶他去驗血。

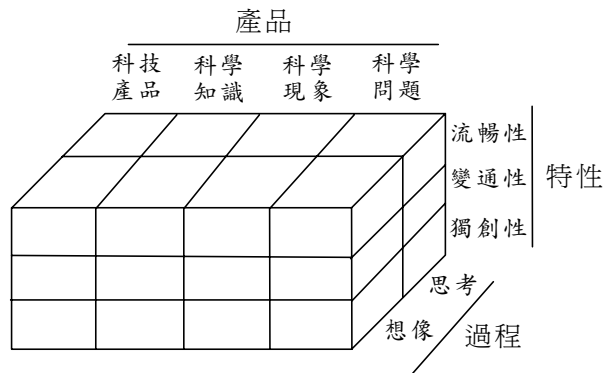
4. 科學創造力測驗 (Hu & Adey, 2002)：

Hu 和 Adey (2002)，依據創造力的產品、過程及特性，提出三個向度的科學創

造力結構模型 (three-dimensional Scientific Creativity Structure Model，簡稱 SCSM)，以下分理論架構圖與編製過程兩個部分說明：

(1)、理論架構圖

圖一顯示，科學創造力乃是個人經過想像、思考等歷程，產生科技產品、或科學知識、或科學現象、或科學問題之產品，而這些產品具有流暢性、變通性與獨創性。



圖一、科學創造力結構模型 (Hu & Adey, 2002)

(2)、編製過程

依據 SCSM，科學創造力結構包括二十四個細格，例如：「科技產品×流暢性×思考」、「科技產品×流暢性×想像」。起初，每個細格設計兩個題項，再由 50 位中國的科學教育的研究員和高中科學教師選出適合學生的題目，共有九題。最後，請倫敦的 60 位高中女學生參與，除了有兩題很難以外，她們都表示很喜歡這些題目，因此，刪除掉很難的兩題，剩下

七個題目。測驗題項如表八所示：

由表八可知，科學創造力測驗共有七個開放性問題，而其計分判準與計分方式皆和 Torrance 創造性思考測驗語文甲式相同，也是以流暢性、變通性與獨創性為判準。

二、簡介創造力評量工具所得之發現

依據上述八種創造力評量工具的介紹，共有下列幾點發現：

1. 匯合取向觀點以前發展的評量工具，只評量單一面向－認知或情意，如：Torrance 創造性思考測驗語文甲式。而且，此階段所發展的評量工具，在匯合取向觀點提出後仍然在使用，如：林幸台、王木榮（1994）修訂 Williams 創造力測驗。而匯合取向觀點以後所發展的評量工具，其評量因素不再侷限於

認知與情意。匯合取向的觀點提到許多影響創造力的變項，如 Sternberg 提到的變項有智慧、知識、思考風格、人格特質、動機和環境，也增加了評量影響創造力的變項，如：思考風格問卷（Grigorenko & Sternberg, 1993），評量的是影響學生創造力表現的思考風格。不過，此階段所發展的評量工具雖然結合了其他因素，但是卻不見得反映出匯合取向的觀點。例如：創造性矩陣問卷（Byrd, 1986），只考慮認知和情意兩個因素。

2. 由於匯合取向的觀點提到，領域相關技能對於創造力的影響，包括：領域相關的知識、需要的技術性技巧，以及特殊的領域相關天分（Amabile, 1996）。此外，Dunbar（1999）認為，科學和其他的學科不同，新的發現必須遵尋其他科

表八：科學創造力測驗

題號	題目	產品	特性	過程
1	請盡可能的寫下一片玻璃的科學用途，越多越好。	科學知識	流暢性、變通性、獨特性	思考
2	如果你能夠搭太空船到外太空的行星去，你會想研究什麼樣的科學問題？請列出所有你能想到的。例如，在這個行星上有任何生物嗎？	科學問題	流暢性、變通性、獨特性	思考、想像
3	請盡量想出所有可能改善一輛腳踏車的方法，使它更有趣，更有用。	科技產品	流暢性、變通性、獨特性	思考、想像
4	假如沒有重力，世界將像什麼？	科學現象	流暢性、變通性、獨特性	想像
5	請使用任何可能的方法將一個正方形切割成四等分。	科學問題	變通性、獨特性	思考、想像
6	這裡有兩種小毛巾，你如何測驗比較好的那一條？請寫下所有能想到的方法、工具、原理及過程。	科學現象	變通性、獨特性	思考
7	請設計一台蘋果篩選機，繪出設計圖，並指出每部分的名稱與功能。	科技產品	變通性、獨特性	思考、想像

學家之前被接受的發現，有大量的理論、技術和實驗的知識去擴展或排除有創意的科學概念。因而評量工具的題項應該有學科知識的區別。如：科學創造力測驗（Hu & Adey, 2002），評量的是學生科學創造力中的擴散思考能力。然而，上述所介紹之創造力測驗工具，其所測的創造力大多是一般領域的創造力，而不完全是為了評量科學創造力而設計的。

3. 創造性問題解決模型（Creative Problem Solving, 簡稱 CPS）提到，真實的創造不是只有擴散思考，也需要收斂思考（Treffinger, Isaksen, & Dorval, 2000）。此外，Csikszentmihalyi（1996）的研究發現，收斂思考能使科學家辨識出值得探究與可解決的問題和理論的選擇，對科學創造力極具重要性。然而，這些創造力評量工具都缺乏針對學生擴散思考之後必須進行的收斂思考來評量。
4. 新編的創造思考測驗皆採用 Torrance 創造性思考測驗的判準，包括：流暢、變通、獨創。計分方式如下：（1）流暢性：計算學生產生了多少點子；（2）變通性：計算學生在每一題答案中所用到方法量；（3）獨特性：計算每個的答案的出現率，發展相關的參照表，再將學生的答案比對參照表中的出現率，越低的就越具獨特性。再將上述各種分數加

總即是創造力的得分。但是，Pollard（1994）認為流暢性和變通性比較牽涉創造力的開始階段，只能當作是評估創造力的部分參考資料。此外，有些研究顯示（Hocevar, 1979、1981; Chase, 1985; 林幸台，1992；葉玉珠，2004），流暢性、變通性與獨創性之間的相關很高（ $r = .74-.89$ ）。而 Chase（1985）則是建議以一種分數計分，比用三種子分數（subscores）計分後再加總還要恰當。

肆、對於評量科學創造力的問題與建議

從上述的發現，研究者認為在評量科學創造力時可能會產生一些問題，並針對這些問題說明如下：

一、問題

1. 如何以匯合取向的觀點發展科學創造力的評量工具？

目前創造力的評量若要運用匯合取向的觀點，則有些因素的評量需要借助其他的評量工具，如：科學教室環境量表（黃台珠、Aldridge & Fraser, 1998）就常常被用來測量任何與教室環境有關的議題，此量表探討的因素包括：同學的親和關係、教師支持、學生參與、探究、任務取向、合作和平等。然而，此工具的操作型定義是否符合研究者所引用的創造力理論，需要進一步的說明，否則會使讀者產生概念性定義與操作型

定義不吻合的疑慮。

2. 一般領域的創造力和科學領域的創造力如果不同，該如何設計科學領域的創造力評量工具？

匯合取向的觀點提到，創造力是需要領域知識的，由此可知，在科學創造力相關理論的內涵上會和一般領域的相關理論不同。然而，有些評量工具雖然也被用來評量科學創造力，如：Torrance 創造性思考測驗，但是此評量工具的測驗內容卻未提及科學概念。

3. 從過程的觀點來談，只以擴散思考作為科學創造力的評量如果不恰當，則該涵蓋哪些項目？

Hu 和 Adey (2002) 所發展的科學創造力測驗工具，雖然符合科學領域的特性，但是由於科學創造力測驗的計分方式是採用 Torrance 創造性思考測驗的計分方式，所以，只能評量到學生在擴散思考上的表現。

4. 將流暢、變通與獨創的得分加總如果不恰當，該如何計分？

不論是匯合取向觀點以前發展的測驗工具，或是之後發展的創造思考測驗都是將流暢、變通與獨創的得分加總。由於流暢、變通與獨創三者之間的相關很高 (林幸台, 2003)，其中流暢力可能是污染因子，因此，流暢力、變通力與獨創力的分數是否真的代表三種不同的能力值得質疑 (葉玉珠, 2004)。而根據邱皓政 (2004) 的看法，變項之間相關太高，則多重共線性明顯，有區辨效度

不足的疑慮，所獲得的因素結構價值不高。因此，若將此三種得分加總，則會有重複計分之虞。

二、建議

依據上述四個問題，研究者提出下列四個可行的方法，以作為日後評量科學創造力之建議：

1. 目前許多匯合取向的學者，已經提出創造力模式，我們可以利用這些模式中的相關變項為基礎，加入科學領域的特性，如：知識，必須是科學概念，以建立符合匯合取向的科學創造力模型，對科學創造力定義出合理的概念性定義。再依據此概念性定義，設計評量工具，使科學創造力的操作型定義和概念性定義相吻合。
2. 在我們建構出符合匯合取向的科學創造力模型之後，就可以依據各個變項的概念性定義編製相關的評量工具。如：參考 Sternberg 的投資理論所建構的科學創造力模型，其「環境」變項可以包括：工作的情境、作業的限制、評量、競賽、合作、家庭氣氛、角色模範、學校氣氛、機構組織的氣氛和社會的環境等因素，並依這些因素編製題項。

此外，由於匯合取向的觀點提及「創造力是許多因素的匯合」，必然要透過許多的評量工具才能評量出學生科學創造力。然而，這樣又會產生另一個困擾：受試者需要寫很多的問卷。不過，我們從上述的評量工具介紹中知道，某些因

素的評量工具是可以採用不同格式來編製的，也就是說，必須要讓受試者填寫就讓受試者填寫，如：思考技能的工具，因為我們要評價學生透過擴散思考、收斂思考和論證思考的過程之後的產品；然而，有些因素是可以藉由老師或家長的觀察而評量的，如：學生在思考風格上的表現。如此一來，就可以減少同一位受試者必須回答很多問卷的困擾。

- 3.「收斂思考」對科學創造力而言是重要的，可以幫助學生刪除不恰當的創意。再者，Lubart 和 Sternberg (1995) 認為，一個有創造力的人必須知道如何宣揚、精進自己的想法，是屬於「論證思考」。所以，在評量科學創造力的題項安排上可以先讓學生針對「擴散思考」的問題進行回答，再以適當的題項激發學生進行「收斂思考」，再想辦法「說服」別人認同，才能測到品質比較好的科學創造力。
- 4.關於創造力的計分判準與計分方式大致上有兩種可行的方法：第一種方法，採用加權計分，如：降低流暢性、變通性的配分，增加獨創性的比重。因為以往將流暢性、變通性與獨特性的分數加總的做法，會令人產生創造力的得分到底是因為流暢性的得分而產生的，還是因為變通性的得分而產生的困惑。如果某位受試者在流暢性的得分很高，但是在變通性和獨創性的分數很低，是否屬於高創造力的人？因此，建議以加權的方式，重新分配此三項分數的計分。

第二種方法，是根據 Mayer (1999) 整理五十年來創造力的研究發現，大部分的作者認為創造性產品必須具有「獨創性」和「有用性」這兩個特徵。因此，可以採用「獨創」及「有效」這兩個判準來計分，首先，受試者的答案要符合「有效」的門檻，也就是，符合科學社群所接受之科學原理，因為學生的創意表現必須是運用所學的科學概念提出新穎的問題或產品。但是，因為創造力必須符合「獨創」的特徵，因此，「有效」是不計分的，然後再根據其作答是否符合「獨創」而計分。而不是以「流暢性」、「變通性」和「獨創性」這樣的單一向度分開來計分之後，再將總分算出來。

伍、結語

本文從匯合取向的觀點審視匯合取向觀點以前和以後發展的創造力評量工具，並從這兩類工具之介紹發現：

- 1.匯合取向觀點以前所發展的工具到目前仍在使用，而匯合取向觀點以後所發展的工具，卻不見得反映出匯合取向的觀點。
- 2.目前創造力評量工具所測得的創造力大多是一般領域的，而不完全是為了評量科學創造力而設計的。
- 3.未評量學生在收斂思考與論證思考上的表現。
- 4.對於創造思考的評量皆以流暢性、變通性和獨創性為評分判準。

根據上述的發現，研究者認為評量科學創造力時，可能會產生的問題，並針對這些問題提出可行的方法，提出下列的建議：

1. 建立符合匯合取向的科學創造力模型。
2. 依據所建構之科學創造力模型編製相關的評量工具，而且某些影響因素的評量工具可以採用不同格式來編寫，以減少同一位受試者必須回答很多份問卷的困擾。
3. 加入收斂思考與論證思考的題目，以便測到品質比較好的科學創造力。
4. 在擴散思考的計分方面，應重新分配流暢性、變通性和獨創性的配分，或以獨創性和有效性為計分判準。

參考文獻

- 林幸台(2003): 創造力評量。載於毛連塏、郭有遜、陳龍安和林幸台合著: 創造力研究(pp.263-318)。台北市: 心理出版社。
- 林幸台和王木榮(1994): 威廉斯創造力測驗指導手冊。台北: 心理出版社。
- 邱皓政(2004): 量化研究與統計分析-SPSS 中文視窗版資料分析範例解析。台北: 五南圖書公司。
- 黃台珠、Aldridge, J. M. 和 Fraser, B. (1998): 台灣和西澳科學教室環境的跨國研究: 結合質性與量的研究方法。科學教育學刊, 6(4), 343-362。
- 教育部(2002): 創造力教育白皮書。
- 葉玉珠(2004): 「科技創造力測驗」的發展與常模的建立。中國測驗學會測驗學刊, 51(2), 127-162。
- Amabile, T. M. (1996). Creativity in context. Co: Westview Press.
- Amabile, T., Constance N. H., & Steven, J. K. (2002). Creativity under the gun. Harvard Business Review, 80(8), 52-61.
- Amabile, T. M., Barsade, S. G., Mueller, J. S., & Staw, B. M. (2005). Affect and Creativity at Work. Administrative Science Quarterly, 50(3), 367-403.
- Byrd, R. E. (1986). Creativity and Risk-taking, Pfeiffer International Publishers, San Diego, CA.
- Chase, C. I. (1985). Review of the Torrance Tests of Creative Thinking. In J. V. Mitchell Jr. (Ed.), The ninth mental measurements yearbook (pp. 1631-1632). Lincoln: Buros Institute of Mental Measurements, University of Nebraska.
- Cropley, A. J. (2001). Creativity in education and learning: A guide for teachers and educators. Lodon, UK: Kogan Page.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention. NY: Harper Collons.
- Dunbar, K. (1999). Science. In M. A. Runco, & S. R. Pritzker (Eds.), Encyclopedia of creativity, 2, p.525-531. CA: Academic Press.
- Gardner, H. (1993). Creating minds. NY: Basic Books.
- Hocevar, D. (1979). Ideational fluency as a confounding factor in the measurement of originality. Journal of Educational Psychology, 71, 191-196.
- Hocevar, D. (1981). Measurement of creativity review and critique. Journal of Personality Assessment. 45(5), 450-464.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. International Journal of Science Education, 24(4),

- 389-404.
- Mayer, R. E. (1999). Fifty years of creativity research. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (p.449-460). New York: Cambridge University Press.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (1999). *Assessing science for understanding: A human constructivist view*. Academic Press, California.
- Mumford, M. D. (2003). Where have we been, where are we going? Taking stock in creativity research. *Creativity research journal*, 15(2&3), 107-120.
- Polland, M. (1994). The evaluation of creative behaviors. ED 369539.
- Simonton, D. K. (1984). *Genius, creativity, and leadership*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Simonton, D. K. (1999). Creativity from a Historiometric Perspective, In Sternberg, R. J. (Ed.), *Handbook of Creativity* (pp. 116-133). Cambridge: Cambridge University Press.
- Starko, A. J. (2005). *Creativity in the classroom : Schools of Curious Delight* (3rd Ed.). New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Grigorenko, E. L., & Sternberg, R. J. (1993). Thinking styles questionnaires for teachers and students.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). *Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity*. New York: The Free Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigm. In Sternberg, R. J. (Ed.) . *Handbook of Creativity* (pp.3-15). NY: Cambridge.
- Sternberg, R. J., & Zhang, L. F.(2005). Styles of Thinking as a Basis of Differentiated Instruction, *Theory Into Practice*, 44(3), 245-253.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2000). *Creative Problem Solving: An Introduction* (3rd Ed.). Center for Creative Learning.