

教育部 104 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：科學創造力課程對提升國小資優學生科學創造力之實施
評析(2)

主持人：陳世文 電子信箱：swc545@gmail.com

執行單位：花蓮縣花蓮市中正國民小學

一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？ 是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：科學創造力營隊

4. 辦理活動或研習會對象：花蓮縣國小學生

5. 參加活動或研習會人數：25 人

6. 參加執行計畫人數：10 人

7. 辦理/執行成效：本年度計畫延續第 1 年度科學創造力課程發展及研究之基礎，精緻化科學創造力課程，提出基礎認識、構想醞釀、創作發表等三階段 18 週的課程設計，循序漸進引領學生逐漸認識、激發、轉化其創造力，再經第 2 年實務教學研究的資料分析，證實此科學創造力課程確實具正向提升之效果。相較於第 1 年度，本年度增辦暑期科學創造力營隊，藉以推廣第 1 年度的研究成果，並承辦花蓮縣政府教育處全縣性青少年發明展及創造力科學專題競賽，藉由提供科學創造力的創作舞台，讓學生有機會發表其創意成果，同時也呈現具體之科學創造力課程主題及內容設計，並於文末提出有關課程設計與實施之相關建議，提供教師進行科學創造力教學之參考。

二、計畫目的

本年度計畫延續第 1 年度科學創造力課程發展及研究之基礎，將科學創造力課程結構化，以供教師日後實施科學創造力教學之資源，並進一步推廣科學創造力之課程教學及相關科學教育活動，讓資優教育、科學教育、創造力教育等領域議題相互結合，有機會能夠深耕於更多科學課堂之中，促進花蓮地區的科學教育發展。據此，本年度計畫目的如下：

(一) 探討科學創造力課程對提升國小資優學生科學創造力之實施成效。

1. 引導學生研發科學創意實作。
2. 評析學生科學創造力及創造性傾向之成效。

(二) 辦理等學校自辦及縣政府委辦之相關科學教育推廣活動。

1. 暑期舉辦科學創造力營隊，促進學生對科學創造力之認識。
2. 辦理 104 年度花蓮縣創造力科學專題競賽，推廣學生科研成果。
3. 辦理 2015 花蓮縣第二屆青少年發明展，提供學生創意作品發表平台。
4. 辦理 2016 花蓮縣科學展覽競賽活動，全縣學生發展其科展成果。

三、相關理論

(一) 科學創造力

有關科學創造力概念的研究，大家較為熟悉的是 Hu 和 Adey (2002) 提出科學創造力結構模型 (Scientific Creativity Structure Model, SCSM)，其將科學創造力分為「產品」、「特性」和「過程」的三維向度 (圖 1)：產品向度包含「科技產品、科學知識、科學現象和科學問題」四個次向度作為題目設計取向；特性包含了「流暢、變通和獨創」，作為評分的標準；過程則包含了「思考、想像」，用來表現科學創造力的歷程。本研究以 SCSM 所發展的科學創造力測驗作為評量工具，於研究工具中進一步說明。

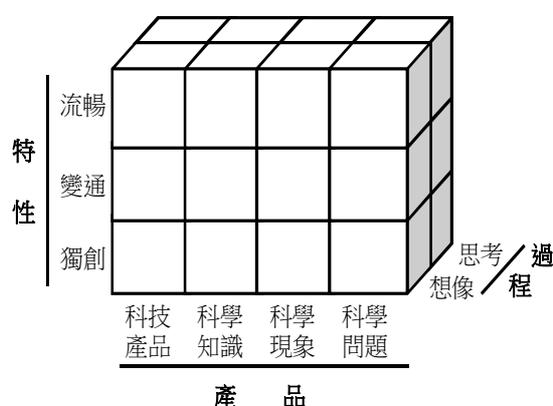


圖 1 科學創造力結構模型

表 1 科學創造力測驗(Hu & Adey, 2002)

題號	題目	產品	特性	過程
1	請盡可能寫下一片玻璃的科學用途，越多越好。	科學知識	流暢、變通、獨創	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、變通、獨創	思考、想像
3	請盡量想出所有可能改善一輛腳踏車的方法，讓它更有趣，更有用。	科技產品	流暢、變通、獨創	思考、想像

4	如果沒有重力，這世界會變得如何？	科學現象	流暢、變通、獨創	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、獨創	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、獨創	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、獨創	思考、想像

(二)創造力傾向

考量科學創造力除上述研究外，創造性傾向亦是經常被提及的概念。創造性傾向是個體在創造活動中所表現的人格傾向 (Beeko, 2005; Edwin, Emily, & John, 2005; Maddux & Galinsky, 2009)，對創造力的發揮有直接的關鍵作用 (李偉清, 2012)。目前有關於創造力傾向的研究多基於 Williams(1980, 1993)的創造傾向理論為基礎，以「好奇、冒險、挑戰和想像」作為創造性傾向向度，並以 Williams 所發展的創造力傾向量表，作為評量主要工具，不過威廉斯創造性傾向量表」的試題選項只有三項(完全符合、部份符合、完全不合)明顯偏少，較難區別受試者在各試題上之反應，該量表題項的諸多用語常有含混不清、語句過長、贅詞太多、意義不清或歸類錯誤等之現象(潘裕豐、潘朝昱, 2009)，因此研究者參考李偉清 (2012) 發展之創造力傾向量表作為評量工具。

四、研究方法

(一) 研究樣本

本計畫在 104 年 7 月辦理科學創造力營隊 (一梯次五天)，招收花蓮地區四至六年級學生，學生人數 25 人。104 學年度針對本校及他校之資優班學生共 25 位(104 年 9 月至 105 年 1 月)實施約 18 週之科學創造力課程，於每週三下午和週六上午進行。

(二) 科學創造力課程設計

本計畫科學創造力課程分為三個階段：

1. 基礎認識階段 (第 1 週~第 6 週)：引導學生了解創造力的本質。
 - (1) 第 1 週~第 4 週：介紹創造力的定義、需要創造力的領域、創造力的歷程和組成，使學生對創造力有基本的認識
 - (2) 第 5 週~第 6 週：介紹創造力的思考技法，六何法讓學生可以從不同的思考角度對日常生活現象提出問題，奔馳法 (SCAMPER) 則可以利用不同的思考技巧 (如替代、結合、調整.....等) 設計創意產品。
2. 構想醞釀階段 (第 7 週~第 12 週)：學生構想醞釀科學創意想法。
 - (1) 第 7 週~第 9 週：依照青少年發明展競賽創意產品之六大分類：安全健康、災害應變、社會照顧、農糧技術、運動育樂、綠能科技，讓學生從日常生活中尋找不同類別的產品，在課堂上與同學分享。
 - (2) 第 10 週~第 12 週：由學生發表自行設計的產品構想，並尋找與其相關的市面產品進行介紹，作為設計改良自行設計產品的依據及延伸。

3. 創作發表階段（第 13 週~第 18 週）：由學生以小組為單位設計、修正並發表創意產品。
 - (1) 第 13 週至第 14 週：由學生進行產品製作以及產品說明書的設計及撰寫。
 - (2) 第 15 週至第 18 週：開始發表設計作品，並在調整修正後進行班內學生觀摩。

表 2 科學創造力課程內容

週次	階段	單元	內容
1	基礎認識	創造力是什麼	前測、創造力的意義以及與創造力相關的形容詞。
2		創造力在哪	認識需要創造力的領域、不同職業所需要的創造力。
3		創造力歷程	從阿基米德發現浮力原理說明創造力歷程。
4		創造力組成	說明創造力的三個組成：流暢、變通、獨特。
5		六何法	5W1H 教學，引導學生使用不同的觀點提出問題。
6		奔馳法	創造思考技巧：奔馳法（SCAMPER）介紹。
7	構想醞釀	產品介紹 1	安全健康類及災害應變類產品介紹。
8		產品介紹 2	社會照顧類及農糧技術類產品介紹。
9		產品介紹 3	運動育樂類及綠能科技類產品介紹。
10		產品發表	學生發表初步的產品設計構想。
11		相關產品 1	學生發表與構想作品相關之產品。
12		相關產品 2	學生發表與構想作品相關之產品。
13	創作發表	產品製作	製作產品及產品說明書。
14		產品製作	製作產品及產品說明書。
15		產品發表	學生發表初步設計作品。
16		產品修正	修正、調整自行設計之產品。
17		班內發表	學生進行班內發表、後測。
18		成果發表會	學生公開發表創意產品。

（三）研究工具

本研究之研究工具有「科學創造力測驗」及「創造性傾向量表」二份量表，研究採單組前後測設計，並以重複樣本 t 考驗課程教學成效，以下分別介紹二份研究量表。

1. 科學創造力測驗

「科學創造力測驗」原由 Hu 與 Adey（2002）針對中學生所設計，參考國內相關研究（張志中，2008；張素菁，2005；陳宏漳，2006；陳振明，2005）考量受測者年齡、文化背景等因素之建議，本文選取第 2 題、第 3 題、第 4 題作為題目，並適度修飾題句：

- (1) 如果你能夠搭太空船到火星上，你會想要研究什麼科學問題？
- (2) 如何讓腳踏車有更多新奇有趣的用途？
- (3) 如果沒有地心引力，這世界會變成什麼樣子？

三題作答時間合計 15 分鐘，計分方法分成流暢、變通和獨創三部分：(1) 每個與科學相關的有效答案計 1 分，合計為流暢性得分；(2) 有效答題中所使用或是涉及的領域與類別數目，分別得，合計為變通性得分；(3) 獨創性依照全體學生答案出現的頻率計分，機率在 5% 以下得 2 分，介於 5~10% 得 1 分，大於 10% 得 0 分；三個题目的流暢、變通和獨創分數相加即為總分。

2. 創造性傾向量表

「創造性傾向量表」則以李偉清(2012)效化之國小資優生創造傾向量表為依據，該量表共計 16 題，經因素分析分為「好奇、冒險、挑戰和想像」4 個向度，每個向度 4 題，採五點量表計分，在量表信度上，各向度分量表之內部一致性介於.80 至.92 之間，屬高信度之工具。在量表效度上，經內容效度考驗、建構效度考驗、平均變異收抽取量及複核效化等檢驗，亦具高效度。其量表題目如下：

表 3 創造性傾向量表

題數	題目	向度
1	我喜歡拆開玩具看看裡面的構造。	好奇
2	我喜歡探尋事情發生的前因後果。	
3	我喜歡翻閱新的報章雜誌看看裡面的內容。	
4	面對問題我喜歡打破砂鍋問到底。	
5	我喜歡利用舊報紙、舊月曆或舊罐頭等等來做各種好玩的東西。	冒險
6	我喜歡在同學面前發表。	
7	做事情遇到挫折時、我喜歡再接再勵把它完成。	
8	我喜歡嘗試新鮮事的感覺。	挑戰
9	當大家的意見分歧時、我喜歡解決大家的難題。	
10	我喜歡戰勝問題的感覺。	
11	我喜歡面對問題、接受挑戰。	
12	我喜歡用邏輯推理的方法來解決生活中所遭遇到的問題。	想像
13	我喜歡想像一些不曾在自己身上發生過的事。	
14	我喜歡想像故事書中的不同結局。	
15	我喜歡推測一些我想知道或我想做的事。	
16	我喜歡自己編故事或歌曲。	

五、研究成果

全體受試者在「科學創造力測驗」及「創造性傾向量表」之表現如表 4。科學創造力測驗平均值由 11.63 進步至 24.61，創造性傾向量表平均值由 72.18 進步至 78.28，p 值均為.000 達顯著值，而與第 1 年度的研究結果相較，亦有相同的教學實驗效果。顯示整體而言，本研究科學創造力課程確實有助正向促進學生之科學創造力及創造性傾向。

表 4 科學創造力測驗及創造性傾向量表表現

工具	N	前測		後測		t 值	p 值
		M	S.D.	M	S.D.		
科學創造力測驗	25	11.63	7.86	24.61	8.94	-8.72	.000**
創造性傾向量表	25	72.18	10.37	78.08	10.78	-4.38	.000**

**：p < .01

在創造性傾向之分量表表現（表 5）上，「冒險」和「挑戰」向度達顯著差異，而「好奇」及「想像」則未達顯著，顯示科學創造力課程能有效提升冒險和挑戰向度，但好奇和想像則否，推測好奇和想像前測平均值已高，後測平均值雖有增加，但不易提升達到顯著差異，也有可能科學創造力課程設計在好奇及想像向度的提升上有待改善。

表 5 創造力傾向量表表現

向度	N	前測		後測		t 值	p 值
		M	SD	M	SD		
好奇	25	18.26	2.36	19.95	2.73	-1.92	.057
冒險	25	17.80	2.42	19.46	2.16	-2.17	.036*
挑戰	25	17.95	2.55	19.31	2.38	-2.81	.009*
想像	25	18.17	2.61	19.56	2.45	-1.56	.152

*：p < .05

六、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

- （一）蔡淑君（2009）指出大部分創造力教學課程時間不長，或者學生在學習時仍有學科的學習壓力，導致學生創造力傾向無法在短時間內未有變化。本研究之科學創造力課程為期一學期共 18 週，除了能夠有效提升學習者科學創造力之外，也讓學生在好奇、冒險、挑戰、想像等創造力傾向上有正向的提升，充分讓學生有時間展現創造力。
- （二）雖然本研究科學創造力課程實施較長時間，有時間培養學生科學創造力的成長，但是這樣的課程並不在正式課程中，而是屬於外加課程的性質，如週三下午或週末實施，這種外加課程需要花費額外時間和心力來推動，有時實施時間過長，反而讓教師及學生覺得疲憊，容易降低學習動機及效能，而外加課程必然會佔用到學生的時間，導致學生在其他學習時間上受到壓縮，也相對增加學生正式課程的學習壓力，反而影響原有科學創造力課程實施的效果。因此過短課程無法發揮創造力發展成效，而過長的課程也會影響。這是未來相關研究科學創造力課程設計與實施上需要考量之處。
- （三）科學創造力課程中強調發想的重要性，因此在課程中常鼓勵學生努力去想，這是一種演繹的教學取向，從既有的規律中去推理和放大，儘管學生的擴散想法大多過於理想、不切實際，教師仍儘量鼓勵學生去嘗試。但是創造力不只是一種演繹的思考，同時也是一種歸納的思考。學生如何從擴散思考中去收斂、聚

焦、彙集、歸納出具體可行的想法，或是教師要如何引導學生去進行聚斂思考，這是科學創造力課程中更不容易設計的部份。可見科學創造力課程所需考量的不僅是課程階段、單元和內容的設計，在教學方法上如何去引導學生提問、思考、回答問題，教材上如何設計並與教學方法搭配，都是需要考量的元素。

- (四) 本年度計畫除了持續探討科學創造力課程對提升國小資優學生科學創造力之實施成效外，同時也提供學生創意作品的發表舞台，例如創造力科學專題競賽，青少年發明展等比賽。經過此科學創造力課程的實施，雖然學生的科學創造力及創造力傾向在量表上的表現均有進度，但是其創意作品在參加這些比賽的成績並不理想。顯然的量表上的科學創造力表現的提升，不一定能夠具體轉化在其創意作品上，當然競賽成績的評定有時較為主觀，不宜從競賽成績來評斷學生科學創造力的表現。不過如何將其提升的科學創造力，化為具體的產出，相信是另一個努力的課題。
- (五) 以現階段來說，如何評量科學創造力似乎要比設計科學創造力的課程來得具體。本計畫經過二年的研究，已初步建構出科學創造力課程的形貌與結構，經過嚴謹效化的量表測驗，也驗證此科學創造力課程具有正向的提升成效。不過影響學生科學創造力之因素很多，例如學生豐富的生活經驗能有助於其對科學知識、科學問題、科學現象、科學產品的發想；教師的教學策略需能有效引導學生進行發散思考及聚斂思考；教師課堂使用的教學媒材、引用之教材能與課程主題與學生先備經驗結合；學生在量表上進步的科學創造力如何進一步轉化成創意作品的產生；都是進行科學創造力課程設計以及增進學生科學創造力議題需要綜合考量的因素。

柒、參考文獻

- Beeko, E. O. (2005). *Creative processes in Akan musical cultures: Innovation within tradition*. University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA.
- Edwin, C. S., Emily, J. S., & John, C. H. (2005). *The creative personality*. *Gifted Child Quarterly*, 49, 300-314.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Maddux, W., & Galinsky, A. (2009). *Cultural borders and mental barriers: The relationship between living abroad and creativity*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(5), 1047-1061.
- Williams, F. E. (1980). *Creativity assessment packet (CAP): Manual*, Buffalo, NY: D.O.K Publishers.
- Williams, F. E. (1993). *Creativity assessment packet (CAP): Examiner's manual*, Austin, TX: Pro-ed.
- 李偉清 (2012)。「國小資優生創造傾向量表」之編製研究。*特殊教育研究學刊*, 37(1), 頁 79-102。

- 張志中 (2008)。國民小學學生的學習動機與科學創造力之研究。國立臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班碩士論文，台北市。
- 張素菁 (2005)。國小高年級學童科學教室環境知覺與科學創造力表現關係之研究。高雄師範大學科學教育研究所碩士論，高雄市。
- 陳宏漳 (2006)。國小六年級學童認知風格、學習動機、學業成就與科學創造力之關係。高雄師範大學科學教育研究所碩士論文。
- 陳振明 (2005)。影響高一學生科學創造力的因素之研究。資優教育研究, 5(2), 頁 63-81。
- 潘裕豐、潘朝昱 (2009)。國中學生創造性傾向量表之編製研究。發表於 2008 年創造力國際學術研討會論文集，頁 145-171。
- 蔡淑君 (2009)。創造力競賽活動對國中學生創造力與創造性傾向之成效研究。國立臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班，台北市。