

教育部 103 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

主持人：趙毓圻

E-mail：yi_ch999@msn.com

共同主持人：陳世文

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：2014 花蓮縣中正國小科學創造力資優方案

4. 辦理活動或研習會對象：花蓮縣國小資優生及一般學生

5. 參加活動或研習會人數：56 人

6. 參加執行計畫人數：10 人

7. 辦理/執行成效：本計畫參與學生包含中正國小科學社團和來自花蓮縣各國小加入中正國小科學創造力區域資優方案共 41 位，分別利用每週三節課的科學社團時間和星期三下午進行為期約 18 週的科學創造力課程。課程中學生完成創意產品，參加 2014 花蓮縣第一屆青少年發明展，其中的 10 組作品取得花蓮縣代表權參加 2014 世界青少年發明展，獲得 1 銀 9 佳作之成績。除學生之優異表現外，本計畫成果以「科學創造力課程之設計與實施」口頭發表於 2015 資優教育研討會，研究結果顯示 18 週之科學創造力課程，對參與學生之科學創造力及創造力傾向，均有正向的提升。

二、計畫目的

研究者在花蓮縣透過跨校區域資優方案或校內科學社團，從事創造力教學已即將屆滿四年，為了能有效檢視教學歷程以及檢核教學成效，特將 103 學年度上學期實施之教學結構化，除了能供教學者作為往後實施之依據外，期盼也能結合自身科學教育之專長，供資優教師在設計創造力課程之參考。本計畫希望藉由課程提升參與學生的科學創造力及創造性傾向，以下分就和本研究相關之科學創造力及創造性傾向進行介紹。

Hu 和 Adey(2002)提出科學創造力結構模型(Scientific Creativity Structure Model, SCSM)，

將科學創造力分為產品、特性和過程的三維向度（圖 1）：產品向度作為題目設計用，包含科技產品、科學知識、科學現象和科學問題四個次向度；特性包含了流暢、變通和獨創，作為評分的標準；過程則包含了思考和想像，用來表現科學創造力的歷程。本研究選用依據 SCSM 所發展的科學創造力測驗，將於研究工具小節進一步說明。

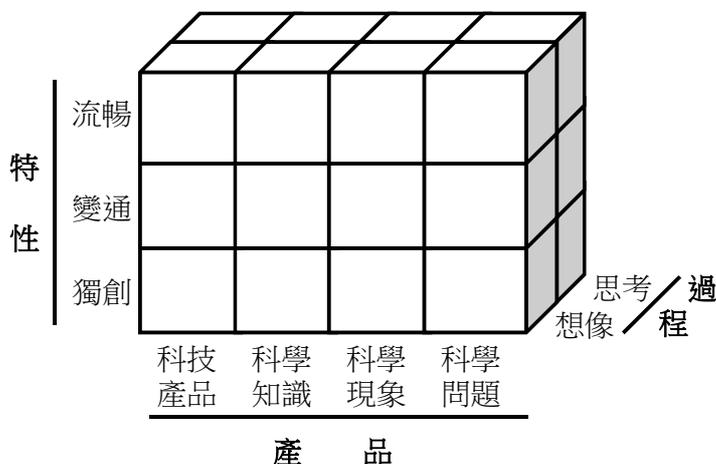


圖 1 科學創造力結構模型

創造性傾向是個體在創造活動中所表現的人格傾向，對創造力的發揮有直接的關鍵作用（李偉清，2012），研究者參考相關研究（李偉清，2012；陳振明，2005；葉玉珠，2005；潘裕豐、潘朝昱，2009），選定「好奇、冒險、挑戰和想像」作為創造性傾向量表編製之向度：（1）好奇是追根究柢的精神，是驅使個體能夠主動探索問題解決方法的主要原因；（2）冒險是勇往直前、面對模糊情境仍能前進的動力，也讓個體在遇到失敗能繼續再接再厲朝目標邁進；（3）挑戰是個體不畏艱難、明知山有虎偏向虎山行的態度；（4）想像則協助個體跳脫窠臼、能天馬行空的發現更多的解決辦法。

三、研究方法

（一）研究樣本與研究工具

參與本研究學生年齡範圍在四至六年級，分為兩個班級：第一個為花蓮縣教育處所主辦之「2014 花蓮縣中正國小科學創造力資優方案」、來自花蓮地區五個學校的 21 名學生，這些學生經由學校推薦，在每週三下午參加三節課的創造力課程；第二個班級的 20 名學生，則為星期五下午自由選修參加中正國小「科學發明王」社團之學生。

研究設計採單組前後測設計，學生在教學前後分別完成「科學創造力測驗」、「創造性傾向量表」及教學回饋單，並以成對樣本 t 檢定及 Cohen 效果值（Effect Size, ES）檢驗約 18 週的教學成效，以下就研究工具及課程設計進一步介紹。

「科學創造力測驗」原由 Hu 與 Adey（2002）針對中學生所設計，經國內研究者（張志中，2008；張素菁，2005；陳宏漳，2006；陳振明，2005）依照年齡、文化背景等國情調整，研究者最後選取三題版本作為本研究之工具，簡要題意分別為：（1）到火星上你想要研究什

麼科學問題？(2) 如何讓腳踏車有更多新奇有趣的用途？(3) 沒有地心引力的地球會變什麼樣子？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) 有效答題中再細分領域與類別，每種領域為 1 分，合計為變通性得分；(3) 獨創性依照全體學生作答出現頻率計分，小於 5% 得 2 分，介於 5~10% 得 1 分，其餘 0 分；三個题目的流暢、變通和獨創分數相加即為總分。流暢性為想出問題解決有效方法的數目，有較多的擴散性的點子後，才有較多種的變通種類及獨創的產生，本研究限於人力與時間，暫以流暢性作為科學創造力的得分。

「創造性傾向量表」參考相關研究（李偉清，2012；陳振明，2005；葉玉珠，2005；潘裕豐、潘朝昱，2009），以「好奇、冒險、挑戰和想像」四個向度編制每個向度五題、合計 20 題之五點量表。研究者以 86 名四至六年級的中正國小學生進行預試，得到全量表一致性信度為 .89（分量表介於 .69 至 .75 間）。

(二)課程設計

科學創造力課程一開始引導學生認識創造力的本質、察覺創造力無所不在、並非如貝多芬或愛迪生才擁有（大 C），使其能體會人人皆有展現創意的機會且絕非難事（小 c），對創造力有初步認識、學會簡單的創造力思考技巧、並開始願意展向創造力後，透過大量創意產品介紹，採用明示教學取徑在課堂上有意無意的時時點明「創造力在這！」，再由學生以小組合作的方式從生活中的不方便，共同討論出解決方法將其轉換成產品，並在發表、修正後公開發表。

本研究中所設計之科學創造力課程分為三個階段，第一階段（1~6 週）以明示教學取徑引導學生了解創造力的本質，第二（7~12 週）為構想醞釀階段，藉由課堂中大量的產品列舉，加深對創造力本質之連結，第三（13~18 週）為創作發表階段，由學生以小組為單位設計、修正並發表創意產品。各週進行之課程（表 1）簡述如下：第 1 至 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，以使學生對創造力有基本的認識；第 5 週和第 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；第 7 至 9 週依照世界青少年發明展對創意產品的分類，讓學生從日常生活中尋找安全健康、災害應變、社會照顧、農糧技術、運動育樂及綠能科技等不同類別的產品，在課堂上與同學分享；第 10 至 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；第 13 至 14 週由學生進行產品製作以及產品說明書的設計及撰寫；第 15 至 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互評，最後則邀請家長參加成果發表會。

表 1 科學創造力課程

| 週次 | 課程名稱 | 課程內容/進度/目的 |
|----|--------|--------------------------|
| 1 | 創造力是什麼 | 前測、創造力的定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 | 說明創造力的四個組成：流暢、變通、獨特和精進。 |
| 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 | 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 | 構想發表 | 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 | 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 | 學生進行班內發表及互評，後測。 |
| 18 | 成果發表會 | 學生公開發表創意產品。 |

(三)教學活動列舉

1.創造力在哪？

「創造力在哪？」的單元使學生察覺發現日常生活中無處不創意，每個職業都需要運用創造力，作家的作品才能生動有趣、老師上課才不會讓學生睡著、藝術家的創作才能與眾不同，賣鳳梨的老闆因為掛上了「自殺 28 他殺 30」的紙板（圖 2 左）讓他的生意變好，並透過交通安全的廣告（圖 2 中及右）由學生比較「有創意和沒有創意」之處。



圖 2 創造力在？

2.創造力的歷程

創造力的歷程透過TED阿基米德發現浮力原理的影片，結合科學史引導學生認識「準備、醞釀、豁朗和驗證」四個階段：(1)準備期為阿基米德接受到國王檢驗王冠真假的任務；(2)醞釀期是阿基米德開始思考問題解決方法，不同的問題可能因為知識背景的不同而形成時間的差異；(3)豁朗期在漫畫或卡通中是頭上「登！」出現燈泡的畫面，是靈光一閃、是恍然大悟，阿基米德在滿水浴缸泡澡時悟出不規則物體的體積測量方法，接著是學生最喜歡的裸奔；(4)驗證期阿基米德將想法付諸實行，發現摻入其他密度較低金屬時，會讓王冠的體積較大，因此成功辨別王冠的真偽。

3.廣告單是創意教學的好物

發明是結合不同的點子和想法，是改良現有產品的不方便，發明出現在我們的日常生活中，有著各式商品的廣告單正是創造力教學的好物，有助學生建立創意思考技巧的鷹架：

- (1) 強迫聯想法：先任選五種不同種類的商品貼在學習單上，再請學生思考所選商品有沒有蹦出新火花的機會？
- (2) 相關產品：自選一樣產品剪下貼在白紙中心，接著向四周擴散思考與選定內容相關的產品，如捕蚊燈為中心的擴散思考產品可包含蚊香、蚊帳、殺蟲劑、捕蚊拍……等等。
- (3) 產品演進：選定產品後寫出該產品的前後代產品，可讓學生思考後代產品如何解決前代產品的缺點，新產品是否又有可延伸之處，如拖把的前身是抹布、後代是海棉拖把和好神拖，橡皮擦—原子筆橡皮擦—立可白—立可帶也是教學時可提到的範例。
- (4) 創意產品寫作：綜合上述教學活動並進一步延伸，透過學生自選產品思考其特定的使用者、使用時機、帶給使用者的便利性，和前後代產品及可能的延伸，研究者所供給學生之寫作鷹架如下：「我是_____產品，_____（哪些人）常在_____（什麼地方）常會用到我，我給人類帶來_____的便利，沒有我的話人類會造成_____的不方便。我最早的時候是_____，後來增加了_____，現在則是_____，我覺得我還能有_____的新功能可以讓我變得更有用（這一段主要描述這個產品的過去—現在—未來）。我和_____（產品名字）結合起來，可以有_____其他（或不常見）的用途。」

四、研究成果

本研究旨在提升參與課程之科學創造力及創造性傾向，本小節依據研究所蒐集之量化與質性資料，進行分析與討論。41名參與課程之學生，在「科學創造力測驗」及「創造性傾向量表」之表現如表2：學生在科學創造力測驗的平均由10.73進步至23.93分，創造性傾向量表平均由80.39進步至84.83分，p值分別為.000及.007達到顯著差異，ES值分別為1.34及0.42均達到高效果量（Cohen, 1988），顯示本研究所設計之課程能有效提升學生之科學創造力及創造性傾向。

表 2 科學創造力測驗及創造性傾向量表檢定

| 測驗工具 | N | 前測 | | 後測 | | t 值 | p 值 | ES 值 |
|---------|----|-------|------|-------|-------|-------|--------|------|
| | | M | SD | M | SD | | | |
| 科學創造力測驗 | 41 | 10.73 | 7.19 | 23.93 | 12.49 | -8.01 | .000** | 1.34 |
| 創造性傾向量表 | 41 | 80.39 | 9.99 | 84.83 | 11.26 | -2.84 | .007** | 0.42 |

**：p < .01

研究者進一步檢核學生在創造性傾向之分量表表現（表 3），「冒險」和「挑戰」兩個向度在成對樣本 t 檢定中達到顯著差異，四個分量表的效果值中，「挑戰」達到高效果量（大於 0.4），其餘三個分量表「好奇」、「冒險」和「想像」則為中效果量（介於 0.2 和 0.4 之間）。

表 3 創造力傾向量表分量表檢定

| 分量表 | N | 前測 | | 後測 | | t 值 | p 值 | ES 值 |
|-----|----|-------|------|-------|------|-------|-------|------|
| | | M | SD | M | SD | | | |
| 好奇 | 41 | 21.00 | 2.36 | 21.95 | 2.92 | -2.00 | .053 | 0.36 |
| 冒險 | 41 | 19.80 | 3.39 | 20.80 | 3.14 | -2.17 | .036* | 0.31 |
| 挑戰 | 41 | 19.51 | 3.63 | 21.20 | 3.55 | -2.71 | .010* | 0.47 |
| 想像 | 41 | 20.07 | 3.27 | 20.88 | 3.54 | -1.36 | .182 | 0.24 |

*：p < .05

蔡淑君（2009）整理與創造性傾向相關的研究，認為大部分創造力教學課程（毛綺芬，2007；洪惠瑕，2008；徐毓苓，2008；詹瓊華，2004；劉炳燈，2003；以上引自蔡淑君，2009）可能由於創造力課程時間不長，或者學生在學習時仍有學科的學習壓力，導致學生的創造力傾向無法在短時間內提升。本研究之科學創造力課程為期 18 週，除了能夠有效提升學習者科學創造力之外，亦能透過長時間的薰陶，營造合適的教學環境讓學生「願意」展現創造力。

研究者重新審視教學歷程，認為教學中與創造性傾向四個向度的對應如下：學生在前測中「好奇」和「想像」為兩個平均超過 20 分的向度，顯示對創造力課程有興趣的學生，本身已具備探求事物真相的好奇心及天馬行空的想像力，研究者在教學中提供新奇有趣的創意產品，能夠藉由產品原理了解的解惑過程，延續其好奇心；而發明創造的歷程本身即為想像力的實踐，學生必須從天馬行空的點子中，挑選出符合其能力的並將想法轉換為實際產品。利創造力發展的教室氛圍如同鋼索下的安全網，研究者會在課堂上列舉流言終結者“Failure is

always options”（研究者喜歡譯為作好失敗的準備）或高鐵上的小科學家努力追求真理的研究歷程（youtube 上可搜尋到）等作為例子，讓學生不會害怕失敗，當學生察覺失敗是被允許甚至是有價值、沒有什麼瘋狂的點子會被認為瘋狂時，學生自然願意踏出舒適圈（comfort zone），勇敢的去「冒險」和「挑戰」。

五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

除了創造力教學文獻所常提及的方法外，研究者依照科學創造力課程實施屆滿四年的經驗，認為培養學生在情意面向的教學要點依序為：（1）人人都有展現創意的機會，並非要像愛因斯坦的相對論才是創造力，除了大 C 之外，日常生活問題解決的小 c 也是創意的展現；（2）創造力存在於日常生活中每個角落，把紗網套在掃把刷毛方便清理纏繞的頭髮是創意、保特瓶打洞塞在土中讓植物根部吸水更容易是創意，明示取徑的教學透過時時點醒「這就是創意！」，更能讓學生體會創造力的本質；（3）創造力是為了解決日常生活中、甚至是人類所遭遇到的問題，而非為了在發明展中得獎，從創造力理論可得知引發學生的內在動機，會比外在動機的競賽得獎導向來得持久。研究者在教學時會列舉改變人類生活的發明，例如能節省菲律賓居民照明電費的一公升的陽光（A Liter of Light）、能直接生飲汗水的生命吸管（LifeStraw）讓開發中國家的居民可以有乾淨的水可以喝、以便宜材料製成的蒲公英掃雷器（Mine Kafon）讓戰區的孩童免於受到地雷威脅的恐懼，列舉改變人類生活的發明，在介紹產品創意性的同時，也埋下小發明家對解決未來人類遇到問題的責任感。

綜上所述，本研究以 18 週之課程，能有效提升參與學生之科學創造力及創造性傾向，除課程時間拉長外，以明示教學取徑讓學生能夠理解並實踐創造力的本質，為實施課程成功之關鍵。限於時間與篇幅，本文尚未將學生於回饋單之質性內容置入，研究者在教學後發展之「創造力因素量表」（分成學校支持、家庭支持、內在動機以及個人特質四個向度，用以探討學生具備高科學創造力之可能原因），將一併於後續研究發表。期望本文所提供之科學創造力活動設計與課程實施歷程，能提供國內資優教師作為參考。

六、參考文獻

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ:

Lawrence Erlbaum Associates.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.

王靜如（2001）。小學教師科學本質概念及教學之研究。*科學教育學刊*，9（2），頁 197-217。

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。

林淑榜、葉辰楨、張文華、陳素芬（2012）。運用明示和暗示科學本質文本對七年級學生學習演化單元的效益。*科學教育學刊*，20（4），頁 367-392。

- 洪振方 (2010)。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。科學教育學刊，**18** (5)，頁 389-415。
- 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，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，高雄市。
- 陳宏璋 (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。
- 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。
- 葉玉珠 (2005)。影響國小學童科技創意發展的因素之量表發展。師大學報：科學教育類，**50** (2)，頁 29-54。
- 潘裕豐、潘朝昱 (2009)。國中學生創造性傾向量表之編製研究。「2008年創造力國際學術研討會論文集」發表之論文 (145-171 頁)。
- 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。