科學教育學刊
2007, 第十五卷第五期, 565-591

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(5), 565-591

國小自然科創造性問題解決教學效果之研究

鄭英耀　劉昆夏　張川木
國立中山大學　教育研究所

（投稿日期：民國 95 年 11 月 1 日，修訂日期：96 年 5 月 21 日，接受日期：96 年 7 月 10 日）

摘要：本研究旨在探討創造性問題解決教學模式對國小學童自然科之學習效果。研究採不等組前後測準實驗設計，選取高雄市三所國民小學六個班級 206 位學生（實驗組：105 人，男生 52 人，女生 53 人；控制組：101 人，男生 53 人，女生 48 人）為實驗對象；其中實驗組學生接受 10 週創造性問題解決教學，控制組學生則接受一般教學，並於實驗後 6 個月進行追蹤測驗。測驗工具包括「教師創意思考教學檢核表」、「新編創造思考測驗」、「問題解決測驗乙式」以及「自然科學業成就測驗」。資料分析採單因子多變量共變數分析及獨立樣本 t 考驗。結果顯示：(1)實驗組學生在圖形創造力、問題解決能力及自然科學業成就的整體表現明顯優於控制組學生。(2)6 個月後的追蹤，實驗組學生在語文創造力的表現明顯優於控制組的學生，具延宕教學效果；圖形創造力及問題解決能力的表現，具持續性效果。

關鍵詞：自然科、問題解決能力、創造力、創造性問題解決

壹、研究背景

科技創新是促進人類文明的原動力，創新科技人才的培育則根植於國小階段的科學教育。為了找出何種方式才是培育創造力的最佳方式，Scott, Leritz 和 Mumford（2004, p.361）分析過去學者的研究發現，「促進創造思考的訓練」是最被大家所接受並用於培育創造力的方法。Scott, Leritz 和 Mumford（2004, p. 364）進一步分析 70 篇有關發展創造力的訓練方案之成效，結果發現這些創造思考的訓練方案，不僅有助於促進擴散性思考，亦能提升問題解決與成就表現。此外，該研究亦發現，最有效的創造思考訓練方案似乎都聚焦於發展創造性問題解決技巧（尤其是問題發現、概念的整合與概念的產出）、運用啟發式教學技巧與結合領域的實作練習等方式。

然而，這些有助於創造思考的關鍵性技巧，要如何有效結合，才能形成一套有系統的教學模式呢？Torrance 於 1972 年與 1983 年，分別針對培養學生創造思考能力的實驗研究進行分析，結果發現，Osborn 和 Parnes 的創造

性問題解決（creative problem solving, 簡稱 CPS）教學法及其修正的教學法，是培養學生創造力的最佳教學模式（Torrance, 1986）。此外，Rose 和 Lin（1984）以後設分析的方法，整合 46 篇創造力相關研究，結果亦發現，使用 Osborn-Parnes 創造性問題解決教學法，有助於學生語文創造力的提升。在國內，施乃華（2002）也蒐集國內 37 篇關於創造思考教學的博碩士論文（包含 12 篇運用創造性問題解決模式或策略進行教學），並以後設分析的方法進行研究，結果發現，歷年來「創造思考教學」相較於「一般傳統教學」，對學生創造思考能力之流暢力、變通力、獨創力、精進力皆有顯著提升。

再者，鄭英耀和王文中（2002）的研究發現，科展績優教師的創意思考歷程與教學行為有助於學生高層次思考能力的習得。鄭英耀和李育嘉（2003）的研究亦發現，科展績優教師的師生互動品質與教學行為皆明顯優於一般教師，而其學生在創造力與問題解決能力上也明顯優於接受一般教師教學的學生。基於此，鄭英耀、王文中和張川木（2003）進一步邀集科展績優教師，成立國小自然科創意教材發展團隊，希望藉由這些科展績優教師所組成的創意團隊，透過知識分享平台，將其內隱的創意思維，轉化成具體的教材形式。而該團隊經過 17 次的討論與共識建立，最後以 CPS 模式為架構，結合教師教學情境的設計與問題的引導，建構出適用於國小自然與生活科技領域的 CPS 延伸模式及教材。接著再透過創意教學工作坊的舉辦，完成種子教師的培訓。

基於此，本研究希冀運用鄭英耀、王文中和張川木（2003）等人發展的 CPS 延伸模式進行國小自然科之教學實驗，以考驗此教學模式對國小學生創造力、問題解決能力及自然科學業成就之影響。

貳、文獻探討

一、國外創造性問題解決相關研究

自 1967 年 Parnes 等人提出 Osborn - Parnes 創造性問題解決（CPS）模式後，學者紛紛投入 CPS 教學的實驗研究，例如，Parnes 等人曾在水牛城州立大學，運用五階段的 CPS 模式，進行為期兩年的創造性學習方案（creative studies project）實驗，對象包括 300 位學生（實驗組 150 位；控制組 150 位），研究結果顯示，CPS 教學能有效提升創造思考能力(引自 Isaksen & Treffinger, 2004, p. 79)。

Torrance 於 1972 年為了檢驗何種教學法最有助於提升創造思考的能力，針對 142 篇有關促進創造思考技巧的教學方案進行分析，結果發現：在 142 篇研究當中，有 22 篇使用 CPS 教學法、5 篇運用 CPS 歷程所設計的教學法，而這 27 篇 CPS 教學法或類似 CPS 的教學法中，有 25 篇研究發現此教學法有助於提升創造力，其成功率高達 92%，是所有教學法當中，成效最佳的（Torrance, 1986）。Torrance 進一步於 1983 年，繼續分析 166 篇有關促進創造力的教學研究，結果發現：使用 CPS 教學法（7 篇）或運用 CPS 歷程所設計的教學法（22 篇）進行實驗的共有 29 篇，其中亦有 22 篇能有效的提升創造力，成功率高達 88%（Torrance, 1986）。此外，Harris 和 Blank（1983）的研究發現，103 位接受 CPS 教學方案的五年級學生，其創造性問題解決能力有明顯的提升；Rose 和 Lin 在 1984 年以後設分析的方法，整合 46 篇創造力相關研究，結果亦發現，Osborn-Parnes 的 CPS 教學法，有助於促進學生的語文創造力（Rose & Lin, 1984）。可見，CPS 教學法及其相關模式的教學法，是培育創造力的最佳教學方式。

為進一步探究不同形式的創造性問題解決教學對學生創造力的影響，Reese 和 Parnes（1970）將中學學生分成四組進行實驗研究，包括 1.單純使用 CPS 方案的一般教學；2.使用 CPS 方案再加上教師的引導；3.不做訓練的控制組；以及 4.使用一般教學的控制組，結果發現，接受 CPS 方案加上教師引導式教學的學生，創造思考能力最佳，其次是單純接受 CPS 方案一般教學的學生，最後是控制組的學生。而過去的研究亦發現，接受 CPS 訓練方案加上轉移策略教學的學生，比起僅使用 CPS 訓練方案教學的學生，具有較高層次問題解決的轉移能力(Cramond, Martin, & Shaw, 1988; 1990)。

Harkow（1996）以 16 位二年級與三年級的學生為對象，進行 CPS 教學結合同儕互動的教學實驗，結果發現，有 80%的學生在整體圖形創造力、整體語文創造力、語文獨創力及語文流暢力的表現，有明顯的提升。Kobe（2001）亦以 118 位學生為研究對象，試圖比較接受以電腦為基礎（computer-base）的 CPS 教學的學生、接受全部 CPS 歷程教學的學生、僅接受「問題建構」訓練的學生以及未接受 CPS 教學的學生，在問題解決能力的表現。結果發現：接受 CPS 教學的學生，在學習任務、創造性問題解決任務與問題建構任務的表現優於未接受 CPS 訓練的學生；接受全部 CPS 歷程教學的學生，在問題解決任務的表現較佳。

綜合上述國外研究，可歸納出以下幾點結論：

1.CPS 教學能有效的提升學生的創造力與問題解決能力。
2.CPS 方案結合教師的引導式教學，較有助於促進學生的創造思考能力。
3.CPS 方案結合問題解決策略轉移教學，較能提升學生的問題解決能力。
4.CPS 教學結合學生的互動，較有助於提升學生的創造力。
5.接受全部 CPS 歷程教學的學生，比起只接受部分問題解決歷程教學的學生，在問題解決任務上有較佳的表現。

二、國內創造性問題解決相關研究

有關國內的研究，研究者經由全國博碩士論文資源網及教育相關期刊的搜尋發現，國內有關 CPS 教學效果的相關研究計有 27 篇，其中以國小自然科所進行的研究計有 13 篇，茲摘錄部分研究主題與結果說明如下：

劉誌文（1993）依據 Parnes 的 CPS 模式，編擬一套國小自然科的 CPS 課程，並探討其教學對國小學童創造思考能力、自然科學習成就、以及科學態度的影響。該研究以國小四年級 100 名學生為對象，其中實驗組與控制組各 50 名，進行為期 12 週的自然科創造性問題解決教學實驗。結果發現：實驗組學生的「流暢力」、「變通力」、「獨創力」、「自然科學習成就」分數與控制組學生並無顯著差異；但在「好奇心」、「因果關係」、「批判精神」、「科學情意」、「科學行為」的分數，實驗組優於控制組。

李光烈（1999）的研究旨在探討教師如何運用 CPS 教學策略於現行的國小課程，並從理論與實務的反省中，建構符合現有教學環境的 CPS 教學模式。結果顯示，透過學生觀察生活週遭發生的事件，來進行科學問題探究，可提高學生學習興趣，並增進學生探究問題的能力。

張振松（2002）以國小五年級 4 個班級，進行為期 2 週（7 節課）的自然科 CPS 實驗教學。結果發現，在創造力方面，接受 CPS 教學的實驗組學生在流暢力、開放性、變通力、獨創力及總分，均顯著高於接受一般教學的控制組學生；接受 CPS 教學的實驗組學

生在冒險性、好奇性、想像力及總分，均顯著高於接受一般教學的控制組學生。在問題解決能力方面，接受 CPS 教學的實驗組學生在解釋推論、猜測原因、逆向原因猜測、決定解決方法及總分，均顯著高於接受一般教學的控制組學生，但在預防問題項目，則無顯著的差異存在。

洪文東（2001）修改 Treffinger 和 Isaksen 於 1992 年所提出的 CPS 模式，設計一套適用於國小自然科的教學模式，包括產生困惑、發現問題、產生想法、選擇想法以及評鑑結果等五個階段，並以 32 位國小五年級的學生為教學對象，探討自然科 CPS 教學，對於學生學習成效之影響。結果發現，學生在科學創造力及問題解決能力有明顯進步。

官美君（2002）依據教室的創造力模式，設計一套國小自然科 CPS 教案，並以 35 名國小五年級學生為對象，藉由教學活動的實施來探討學生在學習歷程中問題解決的表現。結果發現，國小學生在進行創造性問題解決的過程時，會以個人的方式解決問題；在教室的創造力模式中，影響學生創造力的表現主要為教師的教學方法、自己的努力以及同學的刺激與幫忙。

呂素雯（2002）以國小六年級 4 個班級，137 位學生為對象，進行為期 10 週（共 20 節）的自然科 CPS 實驗教學。結果發現，透過 CPS 教學，能夠顯著增進國小六年級學生的問題解決能力，且能協助學生習得學科知識，達到預期的學習效果，但在問題解決態度的表現上，實驗組與控制組的學生並無顯著差異。

廖仁年（2003）以行動研究的方法，運用 CPS 教學模式融入自然科之教學，探討國小四年級學童經由教學的實施後，其學習感受、學習動機及自主學習方面的影響。研究發現，學生在資料的尋找、小組討論及發表的能力上，比較缺乏；此外，CPS 六階段活動的進行可依照教材的性質調整，有些活動可以完整的使用六階段，有些活動只需使用三個階段；學生在 CPS 教學模式的學習之下，具較高的學習動機；超過半數的學生會因為有動手操作及共同合作的機會，表現得更積極，願意從事學習的活動。

綜合上述國內研究，可整理出以下幾點結論：

1. 國內 13 篇的國小自然科創造性問題解決教學中，以實驗研究法進行研究的僅有 4 篇（呂素雯, 2002; 洪文東, 2001; 張振松, 2002; 劉誌文, 1993）。
2. 上述 4 篇實驗研究中，有 3 篇的研究發現創造性問題解決教學，有助提升學生的創造力與問題解決能力（呂素雯, 2002; 洪文東, 2001; 張振松, 2002），但卻未必能提升學生的自然科學業成就。
3. 透過學生觀察生活週遭發生的事件，來進行科學問題探究，可提高學生學習興趣，並增進學生探究問題的能力。
4. 影響學生創造力的表現主要為教師的教學方法、自己的努力以及同學的刺激與幫忙。
5. 創造性問題解決模式的教學運用，可依照教材的性質彈性調整，有些教學活動可以使用全部的問題解決歷程，有些活動只需使用部分歷程。

三、創造性問題解決模式的發展與延伸

自 Alex Osborn 於 1953 年提出具體的創造歷程之後，創造性問題解決（CPS）在近 50 年的研究與發展，對於創造力的培育已產生了重大且普遍的貢獻（Isaksen & Treffinger, 2004）。回顧過去的研究，創造性問題解決的起源，可追溯至早期學者對於個人如何運用創造力解決問題的歷程之研究（Isaksen &

Treffinger, 2004）。例如 Wallas 於 1926 年提出創造的歷程說，他認為創造的歷程包括準備期（preparation）、醞釀期（incubation）、豁朗期(illumination)與驗證期(verification)。此學說的提出，立即引起學者對於創造歷程的關注，並紛紛投入如何將創造歷程具體化的研究，而創造性問題解決亦在此時由 Alex Osborn 率先提出，並經過 Sidney Parnes, Ruth Noller, Donald Treffinger, Scott Isaksen 和 Brian Dorval 等人逐步的發展與修改，而成為一套有效提升創造潛能與問題解決的方法（Christie & Kaminski, 2002; Freeman, Wolfe, Littlejohn, & Mayfield, 2001）。

綜括過去的研究，CPS 模式的發展，大致可區分為六個階段（Treffinger & Isaksen, 2005），每個階段的 CPS 模式皆具有其時代的特色與差異，以下就各階段最具代表性的模式內涵加以說明：

(一)Osborn 創造過程七階段

Osborn 於 1953 年於應用想像力一書中，首次提出創造歷程的七個階段（Osborn, 1953），包括：

1.定位(orientation)：指出問題所在(pointing up the problem）。
2.準備（preparation）：獲取相關的資料（gathering pertinent data）。
3.分析（analysis）：進行相關題材的分類（breaking down the relevant material）。
4.假設（hypothesis）：想像可選擇的方案（pilling up alternatives by way of ideas）。
5.醞釀（incubation）：放鬆以引發解釋（letting up to invite illumination）。
6.綜合（synthesis）：將相關的部分作結合（putting the pieces together）。
7.驗證（verification）：評價產出的想法（judging the resultant ideas）。

(二)Osborn-Parnes 五階段 CPS 模式

Osborn 於 1966 年過世之後，Parnes 和他的同事延續 CPS 的研究，發展出 Osborn-Parnes 創造性問題解決模式（Isaksen & Treffinger, 2004）。此模式除了首次將 CPS 用圖示（圖 1）呈現外，並將 CPS 分為發現事實、發現問題、發現點子、發現解答與尋求接受五個步驟，其運用方式說明如後：

1.發現事實（fact-finding）：問題解決者可利用 5W1H(who, what, where, when, why, how）的策略，獲取有用的訊息與蒐集相關的資料，並於解決問題之前，檢視所有可用的資料，並進行整理與分析。
2.發現問題（problem-finding）：當資料已全部蒐集好，且問題的線索也已呈現時，此時問題解決者可開始分析問題的每一

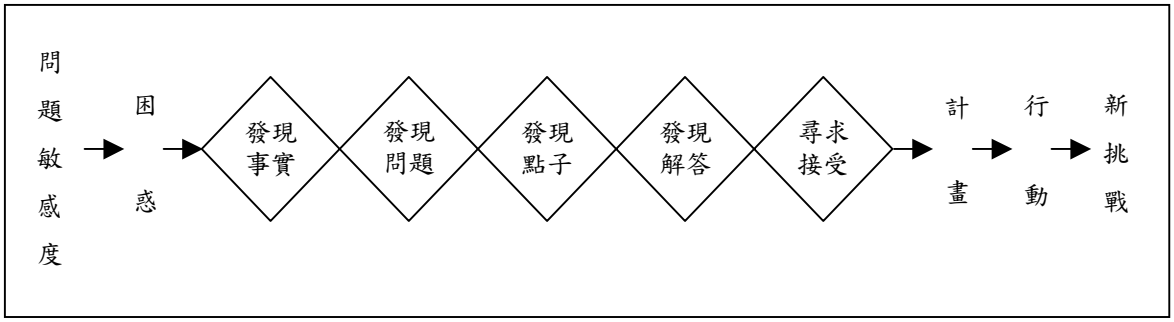

圖 1：Osborn-Parnes 五階段創造性問題解決模式

資料來源：Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004).Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), p. 80.

個成分，重新安排問題的陳述，並清楚地界定問題。

3.發現點子（idea-finding）：界定問題之後，問題解決者可以先想像所有可能解決問題的構想，並以書面方式條列呈現。

4.發現解答（solution-finding）：當提出一系列的構想之後，進一步由所有的構想中，找出最好、最實際與最合適的解決之道。

5.尋求接受（acceptance-finding）：找出最合適的解決方法之後，問題解決者必須實際執行此構想，以確認此方法是否有效，若無效則必須回到前幾個步驟，重新發現合適的構想，並付諸實行。

(三)Isaksen 和 Treffinger 六階段 CPS 模式

Treffinger 等人認為，Osborn-Parnes 創造性問題解決模式，雖然有提及擴散思考與聚斂思考，但實際上卻只著重於擴散性思考的訓練，因此，Isaksen 和 Treffinger（1985）進一步修改 CPS 成為六階段的模式（圖 2），其主要修改的部分包括：

1.新增第一個步驟，即「發現困惑」（mess-finding）：為了讓創造性問題解決模式能夠符合個人的認知與問題情境的差異，Isaksen 和 Treffinger 在問題解決的第一個步驟增加發現困惑，而隨著每個人對於問題的定位（orientation）、情境的認知（outlook）、成果的產出（outcome）、歷程的阻礙（obstacles），以及解決問題的擁有權（ownership）的差異，會產生不同的問題解決。

2.修改 Osborn-Parnes 創造性問題解決模式第一個步驟的「發現事實」（fact-finding）為「發現資料」（data-finding），其主要的主張是：有效的問題解決，不僅要考量簡單的事實，更應該獲取解題過程中所需使用的相關資料，才能順利的解決問題。

3.強調擴散思考與聚斂思考在問題解決過程中的均衡運用，亦即有效的問題解決，必須透過擴散思考與聚斂思考的交互運作方能達成，而為了讓 CPS 能夠順利的運用於教學上，Isaksen 和 Treffinger 亦將擴散思考與聚斂思考的指導要領，於六階段 CPS 模式圖中以文字加以說明。

4.將 CPS 的圖示模式，以垂直模式取代原有的水平模式。

(四)Isaksen 和 Treffinger 三成分六階段 CPS 模式

Isaksen 和 Treffinger 六階段 CPS 模式提出後，許多的學者紛紛將其運用於各種情境的教學研究，而從這些研究的發現可歸納出下列結論（Isaksen & Treffinger, 2004, p. 84-88）：

1.CPS 可以不同的方式運用於各種的情境下。簡而言之，CPS 是實用的。

2.關於人們如何運用 CPS 提升他們的效能，以符合他們面對不同的群體、任務與情境時的需要，仍有許多無法回答的問題。簡而言之，CPS 可以修改的更好與用不同的方式呈現。

3.CPS 被有效的運用於許多因素交互作用的動態歷程，包括個人、成果、氣氛與方法的作用。簡而言之，CPS 是一種適合以不同型態加以運用的工具。

4.針對特定任務的需要，人們會選擇 CPS 模式中部分的過程幫助他們自然的解決問題。簡而言之，人們喜歡以自然、方便的方式運用 CPS。

5.一般的人將 CPS 運用澄清對問題的瞭解、產出點子以及計劃行動。簡而言之，人們通常選擇使用部分 CPS 的歷程以符合他們的需要。

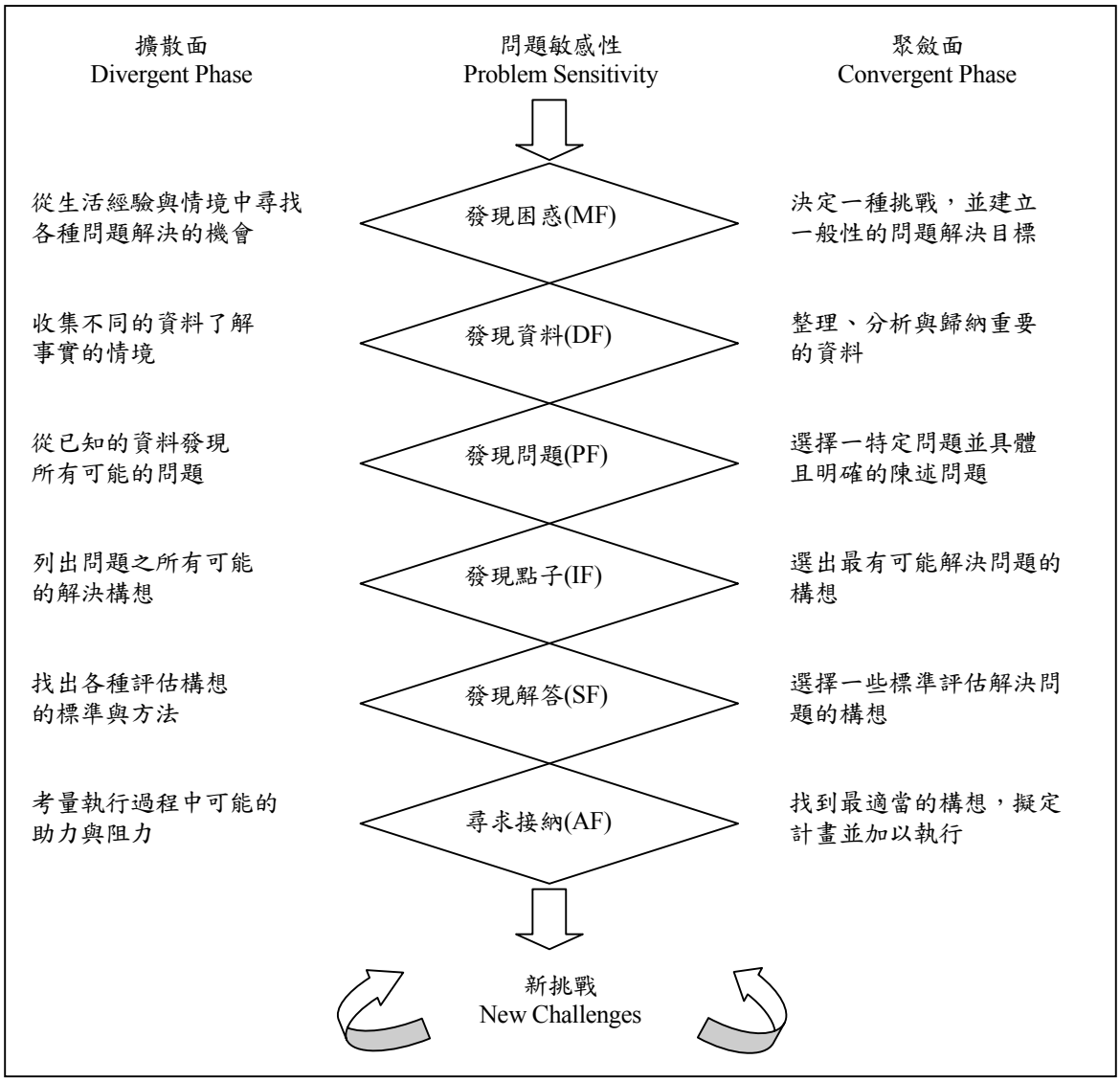

圖 2：Isaksen 和 Treffinger 六階段創造性問題解決模式
資料來源：Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004).Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), p. 83.

基於上述的研究發現，為了讓 CPS 更符合實際的應用情形，Isaksen 和 Treffinger（1987）將六階段的 CPS，又歸類為三大問題解決的成分，包括瞭解問題（發現困惑、發現資料、發現問題）、產出點子（發現點子）與計劃行動（發現解答、尋求接受），並將圖示分為三個區塊，以作區隔，如圖 3 所示。

(五)Isaksen 和 Dorval 三成分彈性循環模式

受認知科學研究發現與建構主義的影響，Isaksen 和 Dorval（1993）進一步將先前使用線性流程表示的 CPS 模式，改以各種幾何圖形彈性循環的架構表示，以呼應個人不同的需要。如圖 4 所示，CPS 包含前述的瞭解問題、產出點子與計劃行動三個區塊，但區塊

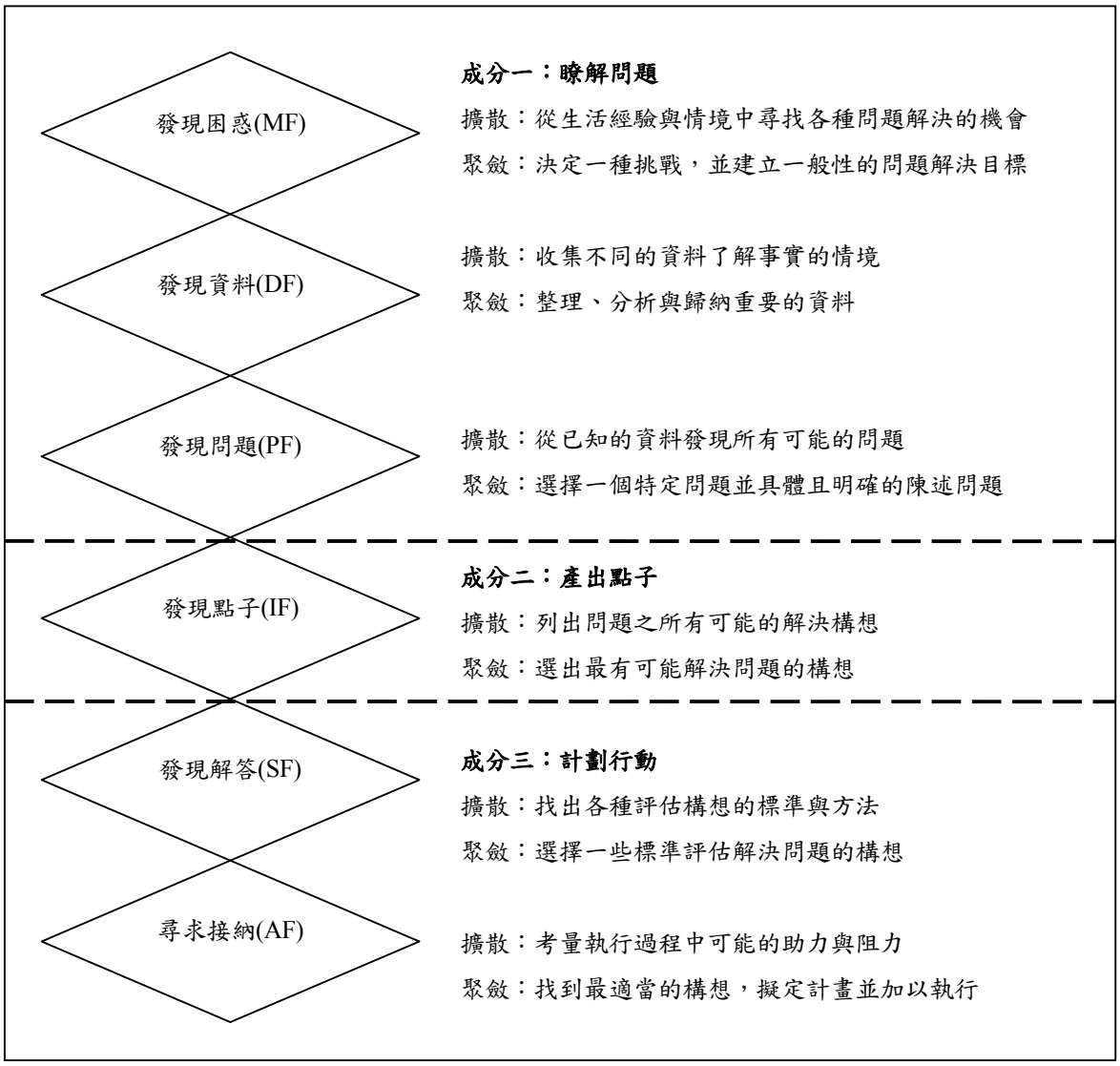

圖 3：Isaksen 和 Treffinger 三成份六階段創造性問題解決模式

資料來源：Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1991). Creative learning and problem solving. In A. L. Costa (Ed.). *Developing minds: A resourse book for teaching thinking.* (Rev. ed. Vol. 2, p. 91). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

之間是以虛點連結，代表其流程是可以彈性調整的，而各區塊內的空白方塊，亦可依個人、任務與情境的不同，選擇需要的步驟，運用於問題解決。

(六)Isaksen, Dorval 和 Treffinger CPS 系統化架構模式

基於彈性運用的原則，Isaksen, Dorval 和 Treffinger（2000）將 CPS 整合任務的評估與流程的規劃，修改為一個系統化的創造性問題解決架構（圖 5）。此外，為了讓 CPS 的使用更加友善與清楚，Isaksen 等人亦將 CPS 各流程的用詞做了些許的修改，包括將三大成分改為瞭解挑戰（understanding the challenge）、產出點子（generating ideas）與準備行動（preparing

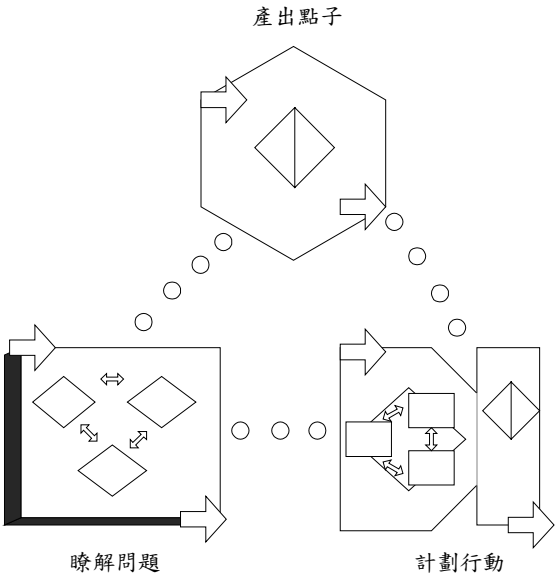

圖 4：Isaksen 和 Dorval 三成分彈性循環模式
資料來源：Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004). Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), p. 91.

for action），且瞭解挑戰又分為建構機會（constructing opportunities）、探究資料（exploring data）與架構問題（framing problem）；準備行動分為發展解答（developing solutions）與建立接受（building acceptance）。

綜合上述各個時期 CPS 模式發展的脈絡與修正方向，可歸納出 CPS 模式具有以下幾項特徵：

1.CPS 的歷程同時兼顧擴散思考與聚斂思考。
2.CPS 可分為瞭解挑戰（建構機會、探究資料、架構問題）、產出點子與準備行動（發展解答、建立接受）三大步驟。
3.CPS 可依個人、任務或情境的需求，彈性選擇部分的步驟運用。
4.CPS 是一個不斷循環的歷程，適合以圓形的圖示表示。
5.完整的 CPS 架構，應可配合情境、任務

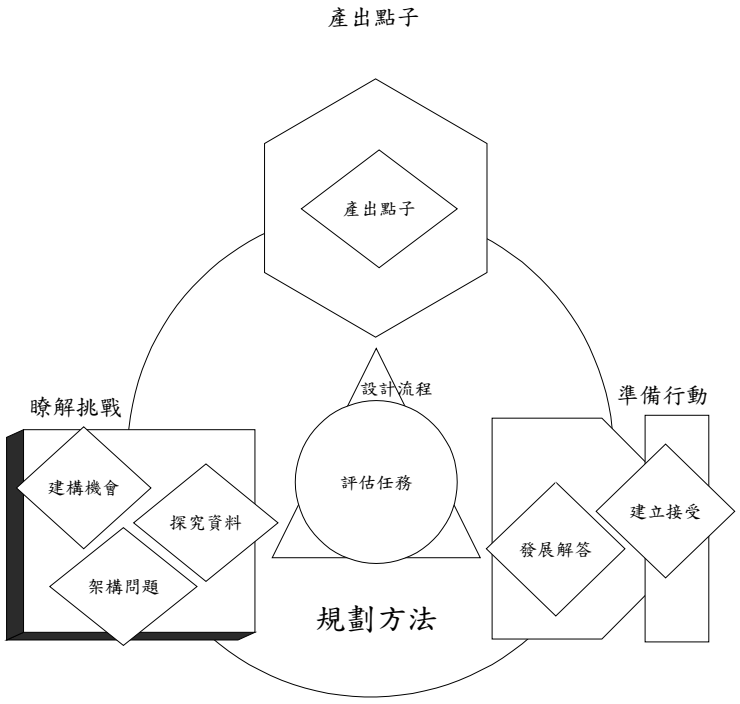

圖 5：Isaksen、Dorval 和 Treffunger CPS 系統化架構模式
資料來源：Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004).Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), p. 95.

的評估作彈性的設計與應用。

基於上述 CPS 的特徵，鄭英耀、王文中和張川木（2003）乃邀集七位科展績優教師進一步延伸修改 CPS 模式，以瞭解挑戰、產出點子與準備行動三大階段為主要教學歷程，並強調教師教學情境的設計與問題的引導，最後發展出 CPS 的延伸模式，共分為六個步驟（如圖 6）。其中瞭解挑戰階段，係由教師從學生的生活經驗或社會事件設計問題情境，進而引導學生發現問題，可分為「設計情境」、「發現問題」兩個步驟；產出點子階段係由教師引導學生針對問題提出可能的原因或結果，命名為「提出假設」；準備行動階段可分為「設計驗證」、「解釋結果」與「推廣應用」三個步驟，係表示學生在教師的引導下針對問題提出解決策略，設計實驗加以驗證，並針對實驗結果提

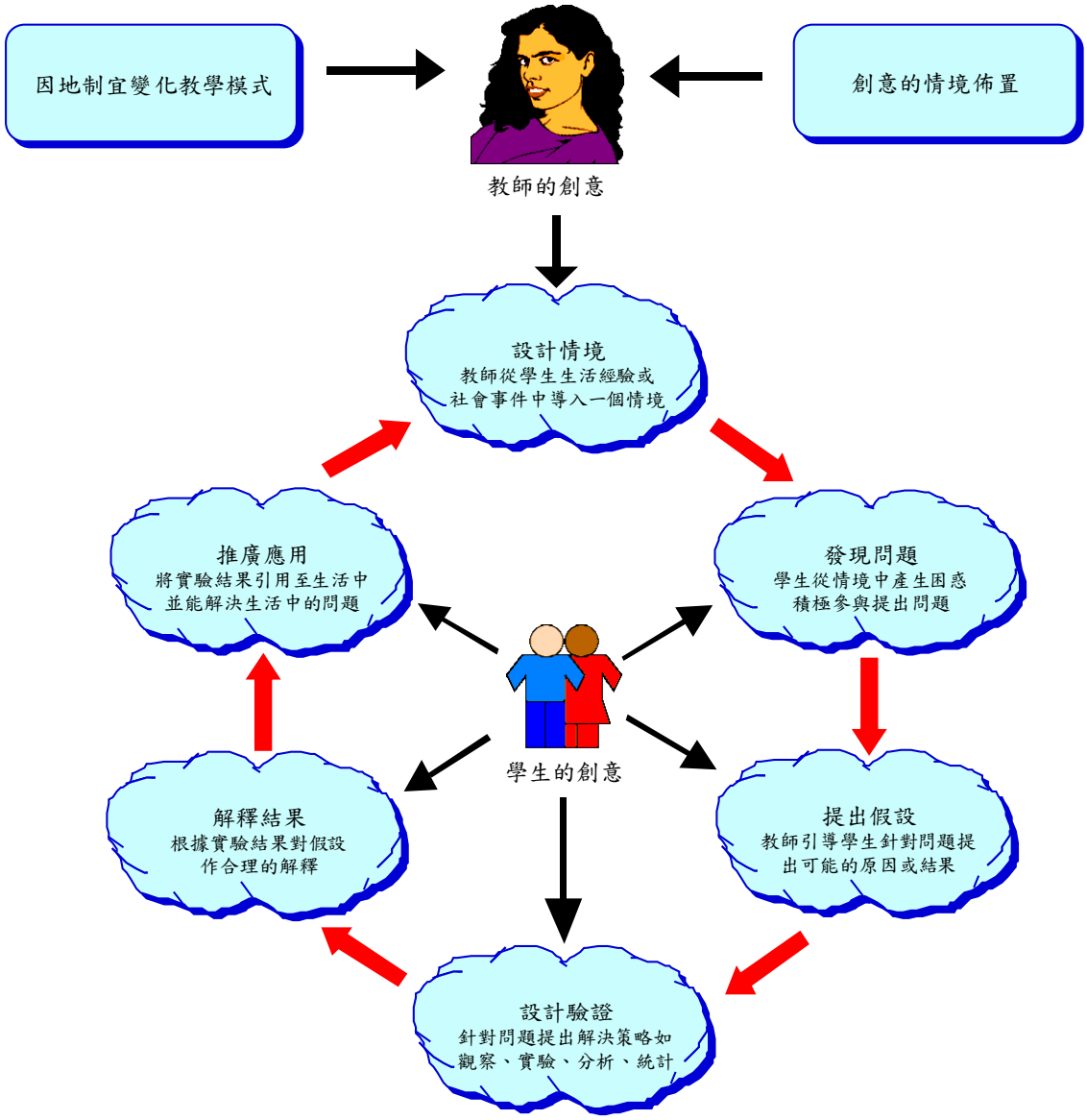

圖 6：創意思考教學模式（Creative Thinking Instruction Model, CTIM）

出合理的解釋，最後將實驗結果運用於解決日常生活的問題。由於此教學模式是以提升學生創意思考能力為核心，鄭英耀、王文中和張川木（2003）等人將此 CPS 延伸模式命名為創意思考教學模式（creative thinking instruction model, 簡稱 CTIM）。茲就上述六個時期的 CPS 模式之主要差異以及 CTIM 之比較整理如表 1。

參、研究方法

一、實驗設計

本研究之目的企圖透過教學實驗檢驗科展績優教師所發展的 CPS 延伸模式的教學對學生學習效果之影響，以作為往後在實務教學現場推廣的依據。因此，基於不改變學校既有的教學情境的原則，本實驗未採隨機抽樣隨機

表 1：各時期 CPS 模式的主要差異和 CTIM 比較表

年代	提出者	模式名稱	模式主要步驟	呈現方式
1953	Osborn	創造過程七階段	1.定位（orientation） 2.準備（preparation） 3.分析（analysis） 4.假設（hypothesis） 5.醞釀（incubation） 6.綜合（synthesis） 7.驗證（verification）	文字敘述
1976	Noller、Parnes、Biondi	五階段 CPS 直線模式	1.發現事實（Fact-Finding, FF） 2.發現問題（Problem-Finding, PF） 3.發現點子（Idea-Finding, IF） 4.發現解答（Solution-Finding, SF） 5.尋求接納（Acceptance-Finding, AF）	水平圖示
1985	Isaksen、Treffinger	六階段 CPS 直線模式	1.發現困惑（Mess-Finding, MF） 2.發現資料（Data-Finding, DF） 3.發現問題（Problem-Finding, PF） 4.發現點子（Idea-Finding, IF） 5.發現解答（Solution-Finding, SF） 6.尋求接納（Acceptance-Finding, AF）	垂直圖示
1987	Isaksen、Treffinger	三成分六階段 CPS 直線模式	1.瞭解問題（understand the problem）：包括 MF、DF、PF 2.產出點子（generation ideas）：包括 IF 3.計劃行動（planning for action）：包括 SF、AF	垂直圖示
1993	Isaksen、Dorval	三成分彈性循環模式	1.瞭解問題（understand the problem） 2.產出點子（generation ideas） 3.計劃行動（planning for action）	循環圖示
2000	Isaksen、Dorval、Treffinger	CPS 系統架構模式	1.瞭解挑戰（understand the challenge） 2.產出點子（generation ideas） 3.準備行動（preparing for action）	系統架構
2003	鄭英耀、王文中、張川木及七位科展績優教師	創意思考教學模式（CTIM）	1.設計情境（situation designing） 2.發現問題（problem finding） 3.提出假設（hypothesis proposing） 4.設計驗證（testing designing） 5.解釋結果（results explaining） 6.推廣應用（application promoting）	循環圖示

分派的真正實驗設計，而改以學校現有的班級為教學單位，選取高雄市不同地區三所國民小學六個班級，進行不等組前後測準實驗設計，教學操弄為期 10 週，並於實驗後 6 個月進行追蹤測驗，實驗設計模式如表 2。

本實驗主要操弄的自變項為教學法，欲觀察的依變項為學生在創造力、問題解決能力及自然科學業成就的學習效果。為了避免學生的先備知識與能力影響學習效果的檢驗，本實驗於教學操弄前先對所有學生進行前測，並以前測分數為共變項進行共變數分析，以排除學生的先備知識與能力對學習效果的干擾。完整的實驗架構如圖 7，茲將實驗所涉及的變項說明如下：

(一)自變項：自變項為教學法。實驗組接受 CPS 教學；控制組接受一般教學。

(二)依變項：

1.創造力：指學生在新編創造思考測驗上的表現。

2.問題解決能力：指學生在問題解決測驗乙式上的表現。

3.自然科學業成就：指學生在自然科學業成就測驗上的表現。

(三)共變項：指學生在新編創造思考測驗及問題解決測驗乙式的前測分數。

表 2：實驗設計模式

組別	前測	處理	後測	追蹤測
實驗組	Y_1	X	Y_3	Y_5
控制組	Y_2	-	Y_4	Y_6

註： X：表示實驗組接受 CPS 教學。
Y_1、Y_2：表示學生接受創造思考測驗、問題解決測驗前測。
Y_3、Y_4：表示學生接受創造思考測驗、問題解決測驗、自然科學業成就測驗後測。
Y_5、Y_6：表示學生接受創造思考測驗、問題解決測驗追蹤測驗。

二、研究對象

教師方面，包括實驗組教師 3 位，控制組教師 3 位，其中實驗組教師是指接受創意思考教學工作坊培訓後，有意願進行教學實驗的教師，分別任教於高雄市三所不同的學校。三位教師的自然科教學年資為 2 至 7 年，平均年資 4 年，其中 2 位具

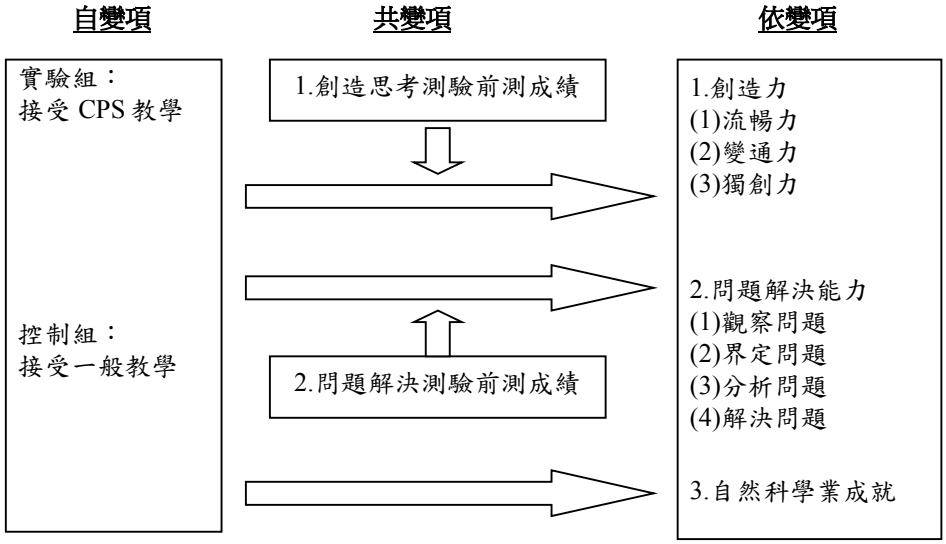

圖 7：實驗設計架構

大學學歷，1 位具碩士學歷；控制組教師則是從實驗組教師所任教的學校中，邀請另三位五年級的自然科教師擔任，三位教師的自然科教學年資為 1 至 8 年，平均自然科教學年資 3.3 年，3 位皆具有大學學歷。整體看來，兩組教師的教學年資及學歷並無太大差異。

學生方面，包括上述六位教師所任教的 6 個班級之五年級學生，分別就讀於高雄市不同行政區的三所小學。由於實驗組的學生與控制組的學生所就讀的學校相同，學習情境相似可減少實驗的干擾。所有接受實驗教學的學生共有 206 人，其中實驗組 105 人（男生 52 人；女生 53 人），控制組 101 人（男生 53 人；女生 48 人），各組的學生人數分配如表 3。

三、CPS 教學歷程與操弄

本研究實驗組教師所實施的 CPS 教學法，是由七位科展績優教師依據 CPS 主要的教學歷程所發展的 CPS 延伸模式（鄭英耀、王文中和張川木, 2003）。此教學模式包括「設計情境」、「發現問題」、「提出假設」、「設計驗證」、「解釋結果」以及「推廣應用」六個步驟，可分為「教師的創意」與「學生的創意」兩大部分。在教師的創意方面，主要是教師能從學生的生活經驗或社會事件中，設計問題情境引發學生思考，並依據學校情境與學生特質適時地調整教學模式；在學生的創意方面，是以學生為學習主體，在教師的引導下，從問題情境中發現問題、提出假設、設計驗證、解釋結果，進而推廣應用於日常的生活中。換句話說，整個教學歷程，是教師以開放式問題及情境引導學生觀察、發現、討論與探究，協助學生從主動建構知識的學習過程中，啟發其創造力及解決問題之能力。

教學前，實驗組教師首先接受為期三天的 CPS 教學訓練，控制組教師則無；其次，二組教師分別以國小五年級「太陽的運行」之單元內容，實施為期 10 週的實驗教學，實驗組教師以 CPS 模式進行教學，控制組教師則以一般方式進行教學；最後，為了檢核實驗組教師是否依照 CPS 教學模式進行教學，並瞭解實驗組教師與控制組教師在教學行為（教學操弄）上是否有差異，本研究分別針對 6 位教師的教學過程進行全程錄影，並由七位科展績優教師依據「教師創意思考教學檢核表」（係根據本研究之 CPS 教學模式所發展之教學行為檢核指標）逐項檢核每位教師的教學行為。結果發現，三位實驗組教師在創意思考教學檢核表總分（91.5~112.5）皆高於三位控制組教師（51.25~75）（表 4），顯示實驗組教師的教學比控制組教師的教學更符合 CPS 教學模式。而進一步分析實驗組教師與控制組教師在每個 CPS 教學步驟的平均得分（表 5）發現，實驗組教師在「設計情境」、「發現問題」、

表 3：實驗教學學生人數分配表

組別	實驗組			控制組		
	E1	E2	E3	C1	C2	C3
學校	A	B	C	A	B	C
班級	五年七班	五年五班	五年二班	五年三班	五年一班	五年七班
全班人數	36	33	36	31	33	37
總人數		105			101	

表 4：六位擔任實驗教學教師的創意思考教學檢核分數

組別	實驗組			控制組		
	E1	E2	E3	C1	C2	C3
學校	A	B	C	A	B	C
教師（年資）	T1（3）	T2（2）	T3（7）	T4（8）	T5（1）	T6（1）
設計情境	17.75	16.50	18.50	11.50	15.75	10.25
發現問題	20.50	19.50	24.75	10.50	14.00	11.75
提出假設	18.00	17.75	24.50	10.00	16.75	12.00
設計驗證	16.25	18.50	22.25	9.75	14.25	9.50
解釋結果	20.50	19.25	22.50	9.50	14.25	11.00
總分	93.00	91.50	112.50	51.25	75.00	54.50

表 5：二組教師在創意思考教學檢核表中每個教學步驟的平均得分

組別 / 思考階段	實驗組		控制組		*t*	*d*
	M	*SD*	*M*	*SD*		
設計情境平均	17.58	1.01	12.50	2.88	2.88*	1.76
發現問題平均	21.58	2.79	12.08	1.77	4.98**	5.37
提出假設平均	20.08	3.83	12.92	3.47	2.40	2.06
設計驗證平均	19.00	3.03	11.17	2.67	3.36*	2.93
解釋結果平均	20.75	1.64	11.58	2.43	5.42**	3.77
總分平均	99.00	11.72	60.25	12.88	3.86*	3.00

*$p < .05$;　**$p < .01$

「設計驗證」、「解釋結果」以及「總分」的得分皆顯著高於控制組的教師，且達到高度的效果量（d = 1.76~5.37）（Cohen, 1977），其中實驗組教師在「發現問題」的得分最高（21.58），平均每個題目得到 4.3 分（21.58 分/5 題，每題滿分 5 分），換句話說，實驗組教師在「發現問題」的教學行為最吻合 CPS 教學模式；而在「總分」方面，三位實驗組教師的平均得分為 99 分，平均每個題目得分 3.96（99 分/25 題），亦大部分符合 CPS 教學模式的所有檢核項目。可見，整體而言，實驗組教師的教學大都符合科展績優教師所建構的 CPS 教學模式，且與控制組教師的教學具有顯著的差異。

四、研究工具

(一)教師創意思考教學檢核表

為了檢核參與本研究之教師的教學行為是否符合科展績優教師所發展的 CPS 教學模式，以提升本實驗研究的教學效度。研究者依據科展績優教師所建構的 CPS 教學步驟，結合創造思考教學的原則，編擬教師創意思考教學檢核指標後，再經由七位科展績優教師進行內容效度的檢驗，以確保每一檢核指標皆能符合科展績優教師所發展的 CPS 教學模式之理念。經修正後，每一教學步驟保留 5 項檢核指標，六個步驟共計 30 項指標。由於本研究在分析六位擔任實驗教學之教師的

教學錄影時發現，六位教師皆未展現出檢核表中第六步驟「推廣運用」的教學行為，因此，本研究僅採前五個教學步驟的檢核項目，進行評分。每個檢核項目的評分方式，依據教師實際的教學行為與每個項目的吻合程度，從「完全做到」、「大部分做到」、「尚符要求」、「有待努力」至「力圖改進」，分別給予 5 至 1 分，總計 25 題，滿分 125 分。

(二)新編創造思考測驗

本測驗為吳靜吉、陳甫彥、郭俊賢、林偉文、劉士豪和陳玉樺（1998）所編製，包括語文「竹筷子」、圖形「人」兩個分測驗。測驗編製之施測樣本包括台灣地區國小、國中、高中、大學與研究所的學生，共計 2311 位，信度分析由不同評分者分別評二十份測驗，求得肯德爾和諧係數，在語文及圖形測驗的流暢力、變通力、獨創力均達 .93 以上。效度方面，語文「竹筷子」以「拓弄思圖形創造思考測驗乙式」中的「空罐子」為效標，在流暢力的相關為 .70、變通力為 .62；圖形「人」以「拓弄思圖形創造思考測驗甲式」中的「平行線」為效標，在流暢力的相關為 .75、變通力為 .63、獨創力為 .57，整體而言，本測驗具有良好信效度。本研究以其中之語文「竹筷子」、圖形「人」兩個測驗，測得之「流暢力」、「變通力」和「獨創力」三項分數，作為受測學生之創造力指標。

(三)問題解決測驗乙式

本測驗由鄭英耀、王文中和周宛俞（2002）根據 Parnes（1991）所提出創造性問題解決模式而發展，針對學童的觀察能力與認知能力（問題表徵）、分析能力與創造力（執行解題）進行評估，歸納出觀察問題（observation）、界定問題（definition）、分析問題（analysis）、解決問題（solution）四項解題歷程。每一項歷程，各有 8 題，全量表共 32 題，以國小五、六年級學生 284 名，求得內部一致性為 .85，四項解題歷程間之相關為 .53~.71，與總分之相關為 .78~.90（$p < .01$），與問題解決測驗甲式之相關為 .56（$n = 146, p < .01$）。本測驗具有良好的信度與效度，可用於測量學童運用自然科學知識和觀察分析與思考能力，在日常生活情境中，解決問題之能力。

(四)自然科學業成就測驗

此測驗由發展本研究 CPS 教學模式及「太陽的運行」單元教材的七位科展績優教師所編製。此七位教師，平均教學年資為 20 年，其中有五位教師曾榮獲五次以上之高雄市國中小科展第一名，且七位教師之中有三位是國小教科書的撰述委員，兼具專業的教材開發能力。此成就測驗係依據九年一貫課程自然與生活科技領域之能力指標以及坊間自然與生活科技領域各版本的「太陽的運行」單元內容所編製，符合本研究之實驗教學內容，可作為評量學生自然科學業成就表現的指標。

五、資料分析

本研究於教學前與教學後，分別對學生實施新編創造思考測驗、問題解決測驗乙式，並於教學後實施自然科學業成就測驗。其中新編創造思考測驗包含語文與圖形二份測驗，並分別可測得流暢力、變通力與獨創力，而為了減少學生起點能力之差異對教學效果的干擾，本研究以前測分數當共變項，採單因子多變量共變數分析方式，一方面排除學生起點能力之差異，他方面亦可同時瞭解不同組學生在流暢力、變通力與獨創力各分項以及整體創造力表現的差異。而由於新編創造思考測驗計分方式的限制，導致創造力三個分項（流暢力、變通力與獨創力）之間的相關高，若以三個分項的前測分數為共變項，進行多變量共變數分析，將造成統計上的誤差增加，因此本研究僅以創

造力前測的「總分」為共變項，進行單因子多變量共變數分析；而問題解決測驗乙式也包含觀察問題、界定問題、分析問題與解決問題四個分項能力，所以，亦以單因子多變量共變數分析方式進行差異考驗；至於不同組學生在自然科學業成就表現的差異考驗，則使用獨立樣本 t 考驗進行分析。

此外，為了進一步瞭解實驗處理的效果量（effect size），本研究採用 Cohen（1977）提出的統計數 d，進行差異效果的計算，亦即 $d = (X_1 - X_2) / s_P$，其中分子為二組樣本平均數的差異，分母為二組樣本的合併標準差。而由於本研究採用共變數分析，因此以二組樣本調整後的誤差項 $\sqrt{MS_{erroe}}$ 作為計算實驗效果量的分母（s_P），其中

$$MS_{error} = MS'_{w(y)}\left[1+\frac{SS_{b(x)}/(k-1)}{SS_{w(x)}}\right]$$（林清山, 1992, p. 486）。

肆、研究結果

一、創造力之差異比較

(一)教學後差異分析

1.語文創造力

以語文創造力前測總分為共變項，語文後測各分項分數為依變項，教學法為自變項，採單因子多變量共變數分析，考驗不同組別學生在語文創造力之差異。

結果顯示，組別對語文創造力的整體改變有顯著效果（Wilks' $\Lambda = .954$, $p < .05$）（表 6），再以單變量共變數分析考驗發現，不同組別的學生在語文流暢力、語文變通力、語文獨創力並無顯著差異，而兩組學生在語文創造力後測各分項調整後的平均數如表 7 所示，其中，實驗組在語文創造力的整體表現（$M = 148.82$）略低於控制組（$M = 151.26$），但其效果量（effect size）依據 Cohen（1977）的公式 $d = (X_1 - X_2) / s_P$ 計算，並以二組樣本後測調整後的誤差項 $\sqrt{MS_{error}}$ 作為分母（s_P），最後求得 $d = -.07$，根據 Cohen（1977）以 $d = .2$、$d = .5$、$d = .8$，分別作為低、中、高的效果量之建議，可見，經過實驗教學的處理，實驗組與控制組的學生，雖然在整體語文創造力的表現具有統計上的顯著差異，但卻不具有實質的實驗效果（$d = -.07$）。

2.圖形創造力

以圖形創造力前測總分為共變項，圖形後測各分項分數為依變項，教學法為自變項，採單因子多變量共變數分析，考驗不同組別學生在圖形創造力的差異。

結果顯示，實驗組與控制組學生在圖形創造力的總分達顯著效果（Wilks' $\Lambda = .945$, $p < .05$），如表 8 所示，再以單變量共變數分析考驗發現，兩組學生在圖形流暢力（$F(1,195) = 11.275$, $p < .001$）、圖形變通力（$F(1,195) =$

表 6：不同組別學生在語文創造力前後測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		後測 ANCOVA		$F(1, 195)$
	df	Λ	流暢力	變通力	獨創力
組別（教學法）	1	.954*	.005	2.455	.067
誤差	195				
全體	196				

*$p < .05$

表 7：不同組別學生在語文創造力後測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	*d*
語文流暢力	49.97	50.05	11.58	-.01
語文變通力	48.95	51.01	12.29	-.17
語文獨創力	49.90	50.20	11.62	-.03
語文總分	148.82	151.26	34.06	-.07

7.547, $p < .01$）、圖形獨創力（$F(1,195) = 6.793$, $p < .05$）皆達顯著效果。而兩組學生在圖形創造力後測各分項調整後的平均數如表 9 所示，實驗組的學生在圖形流暢力、變通力、獨創力以及圖形創造力總分皆優於控制組學生，且達中低度實驗效果量（d = .22~.29）（Cohen, 1977），顯示 CPS 教學有助於提升學生的圖形創造力。

(二)教學後 6 個月追蹤測驗差異分析

1.語文創造力

以語文創造力的後測總分為共變項，語文創造力各分項追蹤測分數為依變項，教學法為自變項，以單因子多變量共變數分析考驗不同組別學生在教學後 6 個月的語文創造力之差異，而其效果量依據 Cohen（1977）的公式 $d = (X_1 - X_2) / s_P$ 計算，並以二組樣本追蹤測調整後的誤差項 $\sqrt{MS_{error}}$ 作為分母（s_P），計算 d 值。

結果顯示，實驗組與控制組學生在語文創造力的總分達顯著效果（Wilks'' Λ = .939, $p < .01$）（表 10），再以單變量共變數分析考驗發現，兩組學生在語文流暢力（$F(1,193)$ = 11.321, $p < .001$）、語文獨創力（$F(1,193)$ = 10.852, $p < .001$）皆達顯著效果，可見，CPS 教學對於學生的語文創造力總分、語文流暢力和語文獨創力具有延宕教學效果。而由兩組學生在語文創造力追蹤測各分項調整後的平均數（表 11）亦可發現，實驗組的學生在語文流暢力、變通力、獨創力、以及語文總分皆高於控制組的學生，且達中低度實驗效果量（d = .15~.34）（Cohen, 1977）。

再進一步分析實驗組與控制組的學生在語文創造力前測、後測與追蹤測總分的成長情形，如圖 8 所示，其中前測與後測的時間間距為 2 個月，而後測與追蹤測的時間間距為 6 個月。由圖 8 可發現，實驗組學生，在語文創造力後測的分數比起前測略降 2.04，但經過 6 個月後，學生的語文創造力卻又提升 4.58，可見，

表 8：不同組別學生圖形創造力前後測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		後測 ANCOVA		$F(1, 195)$
	df	Λ	流暢力	變通力	獨創力
組別（教學法）	1	.945*	11.275***	7.547**	6.793**
誤差	195				
全體	196				

*$p < .05$ **$p < .05$ ***$p < .001$

表 9：不同組別學生在圖形創造力後測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	d
圖形流暢力	51.49	48.07	11.96	.29
圖形變通力	51.39	48.27	12.06	.26
圖形獨創力	51.11	48.42	12.30	.22
圖形總分	153.99	144.76	34.81	.27

表 10：不同組別學生在語文創造力後測及追蹤測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		追蹤測 ANCOVA $F(1, 193)$		
	df	Λ	流暢力	變通力	獨創力
組別（教學法）	1	.939**	11.321***	2.358	10.852***
誤差	193				
全體	194				

**$p < .01$ ***$p < .001$

表 11：不同組別學生在語文創造力追蹤測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	d
語文流暢力	51.80	48.25	10.28	.34
語文變通力	50.97	49.09	12.25	.15
語文獨創力	51.81	48.21	12.05	.30
語文總分	154.58	145.55	34.48	.26

接受創意教學的學生在語文創造力的表現呈延宕成長的趨勢。

2.圖形創造力

以圖形創造力的後測總分為共變項，圖形創造力各分項追蹤測分數為依變項，教學法為自變項，以單因子多變量共變數分析考驗不同組別學生在教學後 6 個月的圖形創造力之差異，而其效果量依據 Cohen（1977）的公式 $d=(X_1-X_2)/s_P$ 計算，並以二組樣本追蹤測調整後的誤差項 $\sqrt{MS_{error}}$ 作為分母（s_P），計算 d 值。

結果顯示，不同組別的學生在圖形創造力的總分並未達顯著效果（Wilks' $\Lambda=.985$, $p>.05$）（表 12）。而兩組學生在圖形創造力追蹤測各分項調整後的平均數如表 13 所示，可見，實驗組的學生在圖形創造力各分項分數及圖形總分皆略高於控制組學生，且達低度實驗效果量（$d=.05$~.15）。

再就成長趨勢分析發現（圖 9），實驗組學生，在圖形創造力後測的表現，具有明顯的提升，而後測與 6 個月追蹤測的表現，則呈現持平的狀態，可見，創意教學對學生的圖形創造力具有持續性效果。

二、問題解決能力之差異比較

(一)教學後差異分析

以問題解決能力前測總分為共變項，後

表 12：不同組別學生在圖形創造力後測及追蹤測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		追蹤測 ANCOVA		$F(1, 195)$
	df	Λ	流暢力	變通力	獨創力
組別（教學法）	1	.985	2.392	2.285	.229
誤差	195				
全體	196				

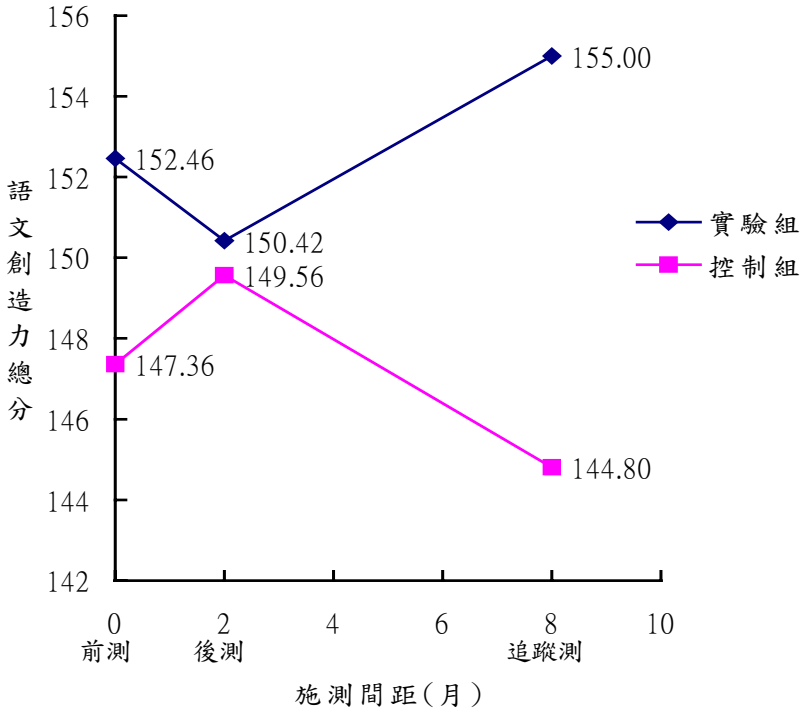

圖 8：不同組別學生在語文創造力總分的成長情形

測各分項分數為依變項，教學法為自變項，採單因子多變量共變數分析，考驗不同組別學生在問題解決能力之差異。

結果顯示，組別對問題解決能力的整體改變達顯著效果（Wilks' $\Lambda = .908, p < .01$），如表 14 所示，再以單變量共變數分析考驗發現，兩組學生在觀察問題（$F(1,156) = 11.459, p < .001$）、解決問題（$F(1,156) = 7.623, p < .01$）的得分達顯著效果。比較兩組學生問題解決測驗後測各分項調整後的平均數（表 15）發現，實驗組的學生在各分項及總分的分數皆優於控制組學生，效果量依據 Cohen（1977）的公式 $d = (X_1 - X_2) / s_P$ 計算，並以二組樣本後測調整後的誤差項 $\sqrt{MS_{error}}$ 作為分母（s_P），求得實驗效果量 $d = .13 \sim .27$，達中低度效果量（Cohen, 1977），顯示，接受 CPS 教學之學生在問題解決測驗的表現優於控制組學生。

表 13：不同組別學生在圖形創造力追蹤測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	d
圖形流暢力	50.81	49.13	11.18	.15
圖形變通力	50.85	49.09	11.56	.15
圖形獨創力	50.32	49.76	11.44	.05
圖形總分	151.99	147.98	32.60	.12

(二)教學後 6 個月差異分析

以問題解決測驗後測總分為共變項，追蹤測各分項分數為依變項，教學法為自變項，以單因子多變量共變數分析考驗不同組別學生在教學後 6 個月問題解決能力的差異。

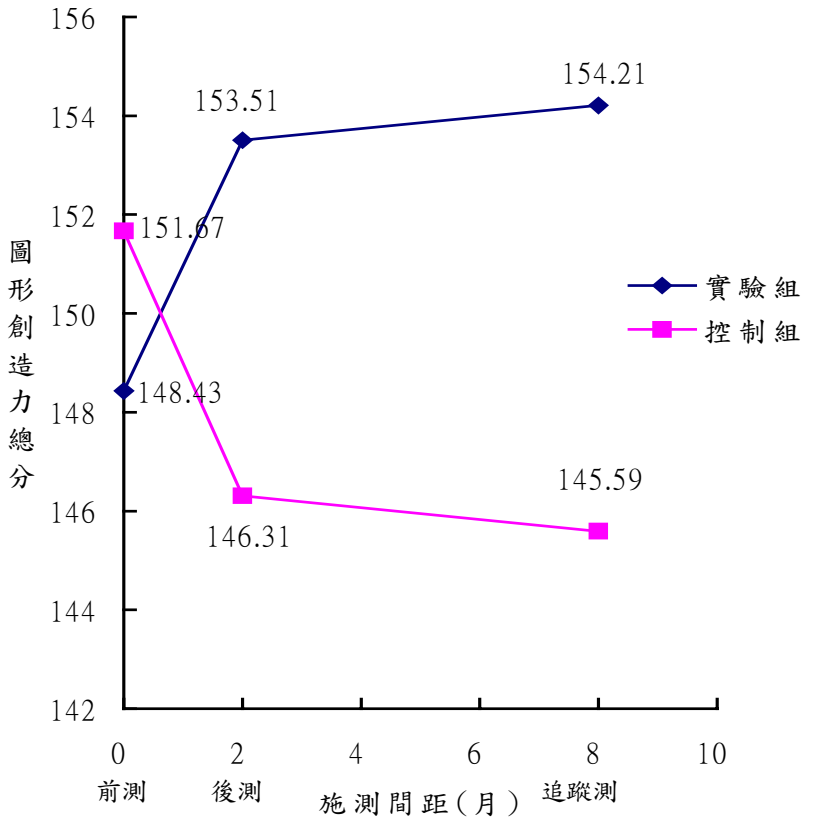

圖 9：不同組別學生在圖形創造力總分的成長情形

表 14：不同組別學生問題解決能力前後測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		後測 ANCOVA $F(1, 156)$			
	df	Λ	觀察問題	界定問題	分析問題	解決問題
組別（教學法）	1	.908**	11.459***	2.794	2.916	7.623**
誤差	156					
全體	157					

**$p < .05$ ***$p < .001$

表 15：不同組別學生在問題解決能力後測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	*d*
觀察問題	10.08	9.02	4.35	.24
界定問題	10.41	9.83	4.56	.13
分析問題	7.88	7.18	3.93	.18
解決問題	8.10	7.01	3.96	.27
問題解決總分	36.47	33.05	15.10	.23

結果顯示，組別對問題解決能力的整體改變並未達顯著效果（Wilks' Λ = .948, $p > .05$）（表 16），而由兩組學生問題解決測驗追蹤測各分項調整後的平均數（表 17）亦顯示，接受 CPS 教學之學生與接受一般教學的學生，在教學後 6 個月的問題解決能力表現並無太大的差異。

圖 10 成長趨勢分析顯示，實驗組學生在問題解決能力總分，從前測的 34.20，至後測的 36.70，再提升至追蹤測的 38.26，呈現持續成長的趨勢；而控制組的學生雖然在 6 個月的追蹤測也有成長，但仍較實驗組為低，可見 CPS 教學對學生問題解決能力，具有持續性效果。

三、學科知識概念之差異比較

以獨立樣本 *t*-test 考驗不同組別學生在學科成就之差異。表 18 顯示實驗組學生在學科知識概念測驗的分數顯著高於控制組學生（$t = 4.996$, $p < .001$），且實驗差異達到中高效果量（$d = .78$）（Cohen, 1977），亦即接受 CPS 教學的學生在學科成就之表現明顯優於接受一般教學的學生。

伍、討論與結論

過去 Torrance（1986）的研究發現，創

表 16：不同組別學生問題解決能力後測及追蹤測共變數分析摘要表

變異來源	MACOVA		追蹤測 ANCOVA $F(1, 146)$			
	df	Λ	觀察問題	界定問題	分析問題	解決問題
組別（教學法）	1	.948	.109	.331	.240	.332
誤差	146					
全體	147					

造性問題解決模式是培養學生創造思考能力的最佳方法，本研究乃基於此論點，實際進行教學實驗。實驗結果發現，接受 CPS 教學的實驗組學生，在教學後的整體圖形創造力、圖形流暢力、圖形變通力、圖形獨創力的表現皆顯著優於接受一般教學的控制組學生。但實驗組學生在教學後語文創造力的分數，雖然與控制組的學生無明顯差異，卻略低於教學前的分數。其原因可能由於近年來學童語文表達能力普遍偏低（吳雪綺、張雅淨、羅天豪、陳濼翔、周仲賢、林志汀和李嘉鈞, 2006），再加上前後兩次測驗的時間較接近，因此，在進行需要不斷書寫的語文創造力測驗時，學生可能因作答動機不高，而造成後測分數較前測分數略低之現象。Torrance 在進行 1974 年版創造思考測驗（TTCT）的信度檢驗時也發現類似現象；亦即進行相同測

表 17：不同組別學生在問題解決能力追蹤測各分項調整後平均數比較

	實驗組	控制組	$\sqrt{MS_{error}}$	*d*
觀察問題	10.43	9.90	4.69	.11
界定問題	10.32	9.94	4.77	.08
分析問題	8.48	7.98	4.30	.11
解決問題	7.99	8.34	3.96	-.09
問題解決總分	37.22	36.16	16.36	.06

表 18：不同組別學生在學科知識概念之 *t* 考驗

組別	*N*	*M*	*SD*	*t*	*d*
實驗組	104	86.28	10.27	4.996***	.78
控制組	100	79.71	8.45		

***$p < .001$

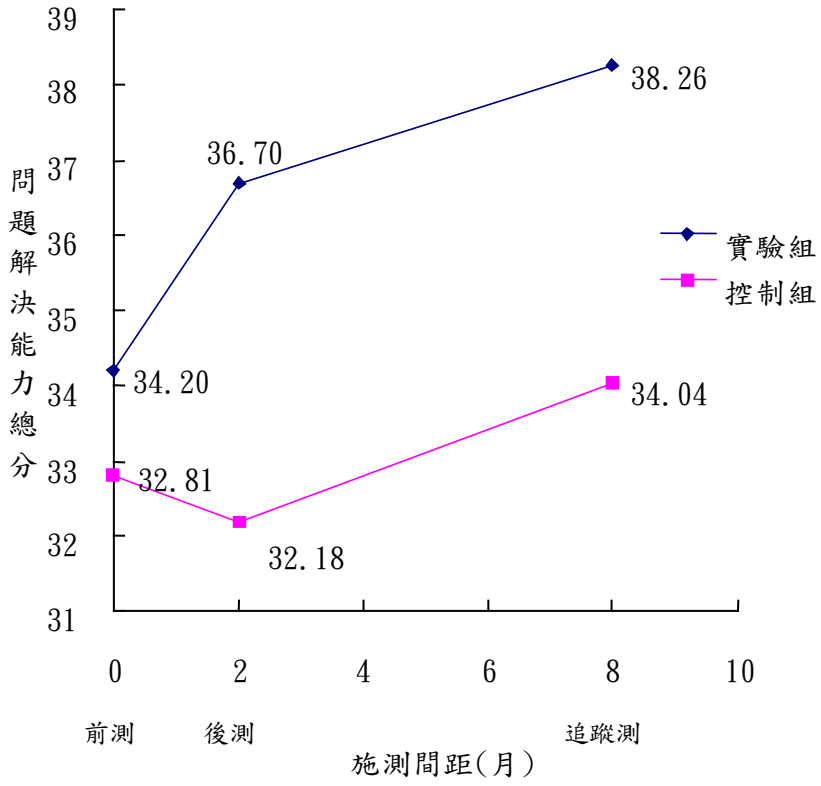

圖 10：不同組別學生在問題解決能力總分的成長情形

驗的重複施測時，由於學生作答動機的影響，造成測驗再測信度偏低（誤差增加）的現象（引自 Kim, 2006, p. 6）。經比較兩組學生在圖形創造力和語文創造力的表現可發現，經過 10 週的實驗教學，實驗組學生在圖形創造力的表現有明顯提升，但在語文創造力的表現，也許是受文字書寫與語文表達詞彙所限或作答動機的影響，以致無法透過文字展現創意想法。而此發現與 Harkow（1996）與 Nichols（1993）以國小學生進行 CPS 教學的實驗結果部分相符，亦與國內運用 CPS 模式於國小自然科教學的研究結果相呼應（洪文東, 2001; 張振松, 2002）。

再者，本研究從教學後 6 個月的追蹤測驗結果發現，接受一般教學的學生，其語文創造力和圖形創造力皆有下降趨勢，其原因可能是一般組的學生所接受的教學較制式化，教學過程中，老師較少鼓勵學生提出新奇、創新的想法，而是希望學生能專心聽講，把老師所教的內容學會即可。過去許多的研究亦發現，經過學校制式化的教育訓練下，學童在進入小學後，創造力會有逐漸下降的趨勢（引自 Claxton, Pannells, & Rhoads, 2005, p. 328; Torrance, 2003）。反之，接受 CPS 教學的學生，在語文創造力的表現呈現成長的趨勢，具有延宕效果，亦即教學後 6 個月，學生在語文創造力的表現比起教學後立即測驗的表現進步更多，尤其在語文流暢力、語文獨創力更是顯著高於控制組的學生，其原因可能與學生語文能力及表達詞彙的增加有關。亦即經過 6 個月的語文科學習，學生因語文能力的提升，進而反應在語文創造力追蹤測驗的成長，而這似乎與 Russo（2004）的研究結果相符；亦即學生在創造思考測驗中的語文流暢性的表現會受其語文能力之影響。此亦間接呼應 Guilford（1968, 1977）和 Williams（1970）的觀點，即學生創造思考能力的展現，必須以既有的知識經驗（包括語文、自然、社會…等學科知識）為基礎，方能有較佳的表現。因此，為了有效測量創造能力，未來的研究除了可採用特定領域的創造力測驗外，或許可考量創造力概念的多元本質，採用多元的評量方式，包括各種創造思考測驗、創意作品評量…等，而不只是依賴單一種創造力評量工具（引自 Kim, 2006, p. 11; Torrance, 2003, 2004）。

Scott, Leritz 和 Mumford（2004）的研究發現，創造思考的訓練方案不僅有助於促進擴散性思考，亦能提升問題解決與成就表現。本研究接受 CPS 教學的學生，除了在語文創造力與圖形創造力的表現優於接受一般教學的學生外，在教學後的問題解決能力測驗的表現，亦高於控制組的學生，此與過去的研究發現相符合（Harris & Blank, 1983; Schack, 1993）。而實驗組的學生在「觀察問題」和「解決問題」的能力，顯著優於控制組的學生，亦與過去的研究相呼應，即「問題的發現」是影響創造性問題解決和創造表現的主要因素之一（Getzels & Csikszentmihalyi, 1976; Okuda, Runco, & Berger, 1991; Rostan, 1994）。此外，國內有關國小自然科 CPS 教學研究的發現，亦都支持本研究的結果，包括張振松（2002）的研究發現：接受 CPS 教學的學生，在解釋推論、猜測原因、逆向原因猜測、決定解決方法及問題解決總分，均顯著高於接受一般教學學生；洪文東（2001）的研究發現：國小五年級的學生，接受 CPS 教學後，問題解決能力有明顯的提升；以及呂素雯（2002）以國小六年級 137 位學生為對象，進行為期 10 週的自然科 CPS 實驗教學，結果發現，透過 CPS 教學，能夠顯著增進國小六年級學生的問題解決能力。

Hartman（2001a）的研究指出發展學生的後設認知知識與技能，能有助於學生的學科學習。而後設認知的兩個主要特徵為對自己思考的自覺（awareness）和監控（control）（Hartman,

2001a, p. 34）。本研究所採用之CPS教學模式，基本上即是透過自然科單元教學歷程，引導學童對學習材料與內容進行反思、覺察、監控與解題，是一種主動的，有意義的學習。Hartman（2001b）另一個以學生生物科學習的後設認知及迷思概念的研究也指出，結合後設認知歷程的科學教與學，學習者的主動性（active）和有意義的學習（meaningful learning）是重要的。此外，Sternberg（1988）提出的智力三元論亦主張，後設認知在創造性問題解決的過程中，具有問題發現和辨認、問題界定、形成問題解決策略、選擇問題解決策略、監控、回饋與評價問題解決過程等功能。何雲偉、謝居盛和施焜耀（2004）的也研究發現，發散性思考能力高的學童，其後設認知能力也較高。Coll（2005）整理有關運用模型（models）和比擬（analogies）的方式於科學教學的研究也指出，在教學過程中，教師透過學生小組合作和討論的方式，適時的引導學生建構並批判科學模型，有助於提升學生的認知及後設認知技能。此與本研究的CPS教學，運用小組合作、討論、發表的方式，引導學生從發現問題、提出假設、設計驗證、解釋結果及推廣運用的過程，發展學生科學問題解決的思考模型的觀點相符，此皆間接支持 CPS 教學模式對國小自然科的學習、問題解決能力及創造思考能力的培育是有效的。

綜言之，本研究以高雄市三所學校六個班級 206 位學生為對象，進行國小自然科教學實驗，以考驗創造性問題解決教學對國小學生創造力、問題解決能力及學科成就之影響。結果發現，CPS 教學對於學生語文創造力的提升具延宕效果。在圖形創造力部分，實驗組的學生在圖形創造力的整體表現以及圖形流暢力、圖形變通力、圖形獨創力的表現皆顯著優於控制組的學生。教學後 6 個月的追蹤結果顯示 CPS 教學仍具持續性效果。此外，經過 10 週的 CPS 教學，實驗組的學生在問題解決能力的整體表現以及觀察問題、解決問題的表現皆顯著優於控制組的學生。教學後 6 個月的追蹤測驗亦顯示，CPS 教學具有持續性效果。在自然科成就測驗方面，接受 CPS 教學的學生在學科成就之表現亦明顯優於接受一般教學的學生。整體而言，科展績優教師所開發的創意思考教學模式，有助於提升學生的創造力、問題解決能力及自然科學習成就。建議未來可持續將此模式運用在國小六年級或國中自然科教學的研究上，逐步建立一套可銜接國中、小自然領域的創意思考教學模式，以擴大實務推廣的效益。

致　　謝

感謝國科會補助本研究的部分經費（補助編號：NSC 93-2511-S-110-001）以及高雄市何夏枝、吳紫雲、曾秀玉、萬家睿、葉安琦、謝惠聰、魏汎百等七位教師的鼎力協助，才得以讓本研究順利完成。

陸、參考文獻

1. 吳雪綺、張雅淨、羅天豪、陳濼翔、周仲賢、林志汀和李嘉鈞（2006）：國內教育輿情。**教育資料與研究雙月刊**, **69**, 297-303。
2. 吳靜吉、陳甫彥、郭俊賢、林偉文、劉士豪和陳玉樺（1998）：**新編創造思考測驗研究**。台北市：教育部輔導工作六年計畫研究報告。
3. 呂素雯（2002）：**自然科創造性問題解決教學對國小六年級學童問題解決能力、態度及學習成就之影響研究**。台北市：國立台北師範學院碩士論文（未出版）。
4. 李光烈（1999）：**國小自然科教師應用創造性問題解決的教學策略之行動研究**。高雄

市：國立高雄師範大學碩士論文（未出版）。
5. 何偉雲、謝居盛和施焜耀（2004）：從後設認知探討國小學童創意問題提出能力。**屏東師院學報**, **21**, 37-68。
6. 林清山（1992）：**心理與教育統計學**。台北市：東華書局。
7. 官美君（2002）：**啟動國小學生創造性問題解決機制之研究-以『彩色光影魔術師』教學為例**。台北市：國立台北師範學院碩士論文（未出版）。
8. 施乃華（2002）：**創造思考教學成效之後設分析**。彰化市：國立彰化師範大學碩士論文（未出版）。
9. 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集, 961-991。台中市：國立台中師範學院。
10. 張振松（2002）：**自然科創造性問題解決教學對國小學童創造力及問題解決能力之研究**。台北市：台北市立師範學院碩士論文（未出版）。
11. 廖仁年（2003）：**創造性問題解決教學模式融入國小自然科教學之行動研究**。花蓮市：國立花蓮師範學院碩士論文（未出版）。
12. 劉誌文（1993）：**國民小學自然科創造性問題解決教學效果之研究**。台南市：國立台南師範學院碩士論文（未出版）。
13. 鄭英耀和王文中（2002）：影響科學競賽 績優教師創意行為之因素。**應用心理研究**, **15**, 163-189。
14. 鄭英耀、王文中和周宛俞（2002）：**創造性問題解決測驗之編製**（未出版）。
15. 鄭英耀、王文中和張川木（2003）：**科學創意教學實驗與教材發展—以國小自然科為例**（2/3）。行政院國家科學委員會研究計畫成果報告（NSC 91-2522-S-110-003）。高雄市：國立中山大學教育研究所。
16. 鄭英耀和李育嘉（2003）：**國小自然科教學行為之差異分析：科展績優教師與一般教師之比較**。2003 創造力實踐歷程研討會論文集（下）, 885-906。台北市：國立政治大學。
17. Christie, K., & Kaminski, K. (2002). Creative problem solving at the United Way. *Communique, 13*, 8-11.
18. Claxton, A. F., Pannells, T. C., & Rhoads, P. A. (2005). Developmental trends in the creativity of school-age children. *Creativity Research Journal, 17*(4), 327-335.
19. Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral science* (revised ed.). New York: Acadimic Press.
20. Coll, R. K. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education, 27*(2), 183-198.
21. Cramond, B., Martin, C. E., & Shaw, E. L. (1988, April). *An investigation of the application of training in creative problem solving to content area problem*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA.
22. Cramond, B., Martin, C. E., & Shaw, E. L. (1990). Generalizability of creative problem solving procedures to real-life problems. *Journal of the Education of the Gifted, 13*(2), 86-98.
23. Freeman, T., Wolfe, P., Littlejohn, B., & Mayfield, N. (2001). Measuring success: Survey shows CPS impacts Indiana. *Communique, 12*, 1-6.
24. Getzals, S. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). *The creative vision: A longitudinal study of problem finding in art*. New York: Wiley.
25. Guilford, J. P. (1968). *Intelligence, Creativity and their educational implications*. San Diego: Robert R. Knapp.

26. Guilford, J. P. (1977). *Way beyond the I. Q*. Buffalo, NY: Creative education Foundation and Bearly Limited.
27. Harkow, R. M. (1996). *Increasing creative thinking skills in second and third grade gifted students using imagery, computers, and creative problem solving.* Master's Final Report, Nova Southeastern University.
28. Harris, D. G., & Blank, S. S. (1983). A comparative study: Two approaches to enhance creative problem-solving in grade five students. *B. C. Journal of Special Education, 7*(2), 129-152.
29. Hartman, H. J. (2001a). Developing students' metacognitive knowledge and skill. In H. J. Hartman (Ed.). *Metacognition in learning and instruction.* (pp. 33-68). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
30. Hartman, H. J. (2001b). Metacognition in science teaching and learning. In H. J. Hartman(Ed.). *Metacognition in learning and instruction.* (pp. 173-201). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
31. Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (1993). Changing views of CPS: Over 40 years of continuous improvement. *International Creativity Network, 3*, 1-5.
32. Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2000). *Creative approaches to problem solving* (2nd Ed.). Dubuque, IA: Kendall/Hunt.
33. Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: The basic course*. Buffalo, NY: Bearly Limited.
34. Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1987). *Creative problem solving: Three components and six specific stages.* Instructional handout. Buffalo, NY: Center for Studies in Creativity.
35. Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (2004). Celebrating 50 years of reflective practice: Versions of creative problem solving. *Journal of Creative Behavior, 38*(2), 75-101.
36. Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity test? A review of the Torrance Test of Creative Thinking (TTCT). *Creativity Research Journal, 18*(1), 3-14.
37. Kobe, L. M. (2001). *Computer-based creativity training: Training the creative process.* Doctor's Final Report, The University of Nebraska-Lincoln.
38. Nichols, T. M. (1993, November). *Effects of problem solving strategies on different ability levels*. Paper presented at the Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, New Orleans, LA.
39. Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real world problems. *Journal of Psychoeducational Assessment, 9*, 145 -153.
40. Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative thinking.* New York, NY: Charles Scribner's Sons.
41. Reese, H. W., & Parnes, S. J. (1970). Programming creative behavior. *Child Development, 41*(2), 413-423.
42. Rose, L. H., & Lin, H. T. (1984). A meta-analysis of long-term creativity training programs. *Journal of Creative Behavior, 18*(1), 11-22.
43. Rostan, S. M. (1994). Problem finding, problem solving, and cognitive controls: An empirical investigation of investigation of critically acclaimed productivity. *Creativity Research Journal, 7*, 97-110.
44. Russo, C. F. (2004). A comparative study of creativity and cognitive problem-solving strategies of high-IQ and average students. *The Gifted*

Child Quarterly, 48(3), 179-190.

45. Schack, G. D. (1993). Effects of a creative problem solving curriculum on students of varying ability levels. *Gifted Child Quarterly, 37*(1), 32-38.
46. Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. C*reativity Research Journal, 16*(4), 361-388.
47. Sternberg, R. J. (1988). *The triarchic mind: A new theory of human intelligence.* New York: Viking.
48. Torrance, E. P. (1986). Teaching creative and gifted learners. In M. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*. (3rd ed. pp. 630-647). New York: Macmillan.
49. Torrance, E. P. (2003). The millennium: A time for looking forward and looking back. *The Journal of Secondary Gifted Education, 15*(1), 6-12.
50. Torrance, E. P. (2004). Great expectations: Creative achievements of the sociometric stars in a 30-year study. *The Journal of Secondary Gifted Education, 16*(1), 5-13.
51. Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (2005). Creative problem solving: The history, development, and implications for gifted education and talent development. *The Gifted Child Quarterly, 49*(4), 342-357.
52. Williams, F. E. (1970). *Classroom ideas for encouraging thinking and feeling.* (2nd ed.). New York: D. O. K. Publishers, Inc.

The Effect of Creative Problem Solving Instruction on Elementary Schools Science Lessons

Ying-Yao Cheng, Kun-Shia Liu and Chuan-Muh Chang
Graduate Institute of Education, National Sun Yat-Sen University

Abstract

This study mainly explored the effects of creative problem solving instruction on creativity, problem solving, and science performance for elementary schools pupils. The method of quasi-experiment with non-equivalent-group pretest-posttest design was employed. A total of 206 fifth grade pupils from 6 classes in three Kaohsiung elementary schools were assigned to an experiment group (n = 105, 52 male, 53 female) with 10-week creative problem solving instruction, and a control group (n = 101, 53 male, 48 female) by traditional instruction. The follow up test was done 6 months latter after the experimental instruction. The instruments include *Creativity Test, Creative Problem Solving Test, and Subject Knowledge and Concept Test*. The data were analyzed through One-Way MANCOVA and t-test. The results indicated that students in the experimental group perform better on figure creativity, problem solving competence, and science subject knowledge than those in the control group. The results of follow up test (6 months after the experiment) revealed that students in the experimental group perform better on verbal creativity than those in the control group, indicating the lasting effect of the instruction.

Key words: Science Lessons, Problem Solving Competence, Creativity, Creative Problem Solving