

中等學校地球科學「問題解決活動」之實驗教學研究(3/3)

A Study on the development of problem-solving-based instruction for the secondary earth science class

執行期間：88 年 11 月 1 日至 89 年 10 月 31 日

共同主持人：毛松霖

- ☐赴國外出差或研習心得報告一份
- ☐赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- ☐出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- ☐國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立臺灣師範大學地球科學系

中華民國 89 年 10 月 20 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

中等學校地球科學「問題解決活動」之實驗教學研究(3/3)

A Study on the development of problem-solving-based instruction for the secondary earth science class

計畫編號：NSC 89-2511-S-003-005-

執行期限：88 年 11 月 1 日至 89 年 10 月 31 日

主持人：張俊彥 (changcy@cc.ntnu.edu.tw)

執行機構及單位名稱：國立臺灣師範大學地球科學系

(本論文預定刊登于 *科學教育學刊* 第八卷第三期)

摘要：本研究以創造性問題解決策略融入小組合作學習的方式(Cooperative Learning and Creative Problem Solving--CLCPS)，設計三個地球科學之氣象教學單元，並以實徵教學研究初探此教學單元設計對高一學生「氣象概念」、「對地球科學學習態度」及「問題解決能力」之影響，最後並藉「課程意見調查表」了解學生對此教學單元的觀感及看法。本研究以台北市立某公立高中之 197 位學生為研究對象，實驗組學生 98 人，控制組學生 99 人，研究設計採不等前後測控制組設計；亦即在對兩組實施完前測後，實驗組學生接受為期 3 週 6 節的 CLCPS 教學，對照組則進行講述互動式的討論教學，教學結束後實施後測，實驗組學生並填寫「課程意見調查表」，經三個月後再實施延宕測驗，最後進行組別與性別雙因子的資料分析與整理。本研究的結果如下：(1) 兩組學生經過教學後在氣象概念及學習態度的表現上均有顯著地進步；(2) 對照組學生在氣象概念的表現上顯著地優於實驗組，在學習態度上兩組之間並沒有顯著的差異；而男女生間及組別與性別間的交互作用，在氣象概念與學習態度上亦均無顯著地差異；(3) 在氣象概念延宕測驗表現上，兩組學生以及組別與性別間的交互作用沒有顯著差異，但女生的成績顯著地優於男生；(4) 在「問題解決能力」的表現上，兩組學生沒有顯著差異，但女

生在「總分」及「尋求解答」部份則顯著地高於男生；(5) 實驗組學生大多對此教學單元持較正向的觀感及學習態度，他們認為這樣的教學方式應可增加創意及合作學習技巧；不過亦有學生提出上課秩序可能不佳的疑慮。

關鍵詞：中等學校、合作學習、教學模式、創造性問題解決

緒論

身處於網路資訊發達的廿一世紀中，資料 (data) 的取得變得十分方便與容易，學習不再是對零碎知識的記憶，而是著重在如何收集資料及整理資料使資料轉化為資訊 (information)，並進一步運用這些資訊，將其內化為有用的知識 (knowledge)，來解決生活上所遇到的問題。反觀現在中等學校的教學中，主要仍以傳統的講述式教學為主，學生大多依賴老師所傳授的知識，缺乏主動思考及學習的精神，等到真正面對問題時，並不知道如何收集資料並運用資訊與知識來解決問題。在面對如此多變的社會環境，教育應該重視的是「給孩子魚吃，倒不如教孩子們如何捕魚」的精神，除了知識的傳授外，更應培養孩子們問題解決的能力，讓他們在面對未來的生活中，能夠有獨立處理事務的能力。因此，近年來各國科學課程的改革浪潮中，亦特別強調培養學生問題解決

能力的重要性及其必要性，如我國正在研擬的「國民教育階段九年一貫課程總綱綱要」(教育部，1998)、美國國家科學教育標準(National Research Council, [NRC], 1996)及西澳科學課程標準、等。近幾十年來，有關問題解決的相關教學模式也逐漸發展而趨於成熟，包含以創造性問題解決(Creative Problem Solving, CPS)為基礎的教學模式、以社會議題(Social issues)為出發，結合科學(Science)、科技(Technology)及社會(Society)的 STS 教學法及錨式教學法(anchored instruction)、調查研究法、等等的教學策略，其主要目的皆是希望能培養學生的問題解決能力。

由於人類所面臨的問題常常是定義不明且無固定答案，並須要當事人加以界定，同時常需利用創造思考尋求較理想的解決方法(Chi & Glaser, 1985; Firestien & Treffinger, 1983a; Isaksen & Parnes, 1985; Maloney, 1994)。Isaksen 和 Treffinger (1985)指出創造思考過程包含腦力激盪、呈現各種觀點、收集並選擇資料加以批判、分析比較並選擇有效的想法、做出決定並加以評估、最後形成具體行動等步驟，他們認為這是一種蠻符合解決複雜性問題的一種方式，文獻中也證實這樣的方式可使個體更有效地處理日常生活中的真實問題(如 Firestien & Lunken, 1993; Parnes & Meadows, 1960)。此外，Hurd (1997)指出目前科學上所面臨的問題常常是複雜的，須要多方面考量及收集多種資料才能做較全面的分析；他同時認為知識的發展一日千里，傳統以單打獨鬥進行研究的方式已無法滿足現代科學與科技的需要，而團隊合作方式早已成了現代科學研究的主流。若是如此，學校的科學教育也應該從小就開始培養學生學習如何以「團隊合作」的方式來進行「創造性的問題解決」。

基於此，本研究嘗試在地球科學

課程中尋找並研發可進行「創造性問題解決」(Creative Problem Solving, CPS)教學的題材，並融入「合作學習」的策略於實際的學校教學中，最後透由學生的學習成就、學習態度及課程意見調查等來評估這種教學單元在學校實施的成效及其可行性，希望據此能提供給地球科學的教師們參考與運用。

研究目的與待答問題

本研究嘗試以「創造性問題解決」(Creative Problem Solving, CPS)的教學方式運用在地球科學的氣象單元教學上，並將合作學習(Cooperative Learning)的相關學習策略融入於小組討論中，期望學生透由此教學模式(CLCPS)增進其對氣象概念的瞭解及對地球科學學習態度，並培養他們的合作學習技巧。除此之外，本研究更進一步將此教學方法與傳統教學做比較，探究兩者間對學生學習成效影響的差異性。因此本研究的待答問題如下：

- 一、兩組學生在實驗教學後，其「氣象概念」及「對地球科學學習態度」方面的表現上是否有顯著地增進？
- 二、接受不同教學模式之兩組學生或不同性別學生在實驗教學後，其「氣象概念」、「對地球科學學習態度」、「問題解決能力」的表現上是否有顯著差異？
- 三、實驗組經過 CLCPS 教學後，對此教學單元的觀感及看法為何？

研究方法

研究方法將簡要說明本研究的研究對象、研究設計、教學活動設計、研究工具等四部分，茲分別敘述如下。

一、研究對象

本研究對象為台北市某公立高中

高一學生，該校採常態分班且男女分班的編班方式。參與的研究教師（以下匿稱為林老師），畢業於國立台灣師範大學地球科學研究所科學教育組，有十年的教學經驗。林老師對教學及幫助學生學習均非常有熱誠，但因一直採用傳統式的教學法覺得非常倦怠，又林老師對小組合作學習和創造思考的教學方式深感興趣，因此參與本研究。在整個研究過程中，林老師積極參與教案的設計與討論並了解課程進行的方式。在實際的教學中，研究者實際觀察實驗教學的過程並隨時與研究者討論教學中所遇到的困惑，並加以調整修改，藉此來確保林老師之教學策略符合 CPS 與合作學習的精髓。有關樣本數的選擇，林老師依據其所教各班之上課進度、班級氣氛、導師及學生的意願挑選出共 4 班，其中實驗組男女生各一班，合計 98 人，進行小組合作學習的 CPS 教學（Cooperative Learning CPS, 簡稱為 CLCPS），而對照組男女生亦各一班，合計 99 人，進行講述互動式的討論教學（Lecture-Interactive Teaching Method, 簡稱為 LITM），有效樣本為 185 人（測驗前後出席狀況所導致）。其中實驗組每班分成十組，每組人數 4~5 人，分組方式由學生自由選組，此乃基於高一學生剛入學沒多久，仍未形成同質性小團體，由學生自己選組也較能為自己負責，並有利於參與小組的討論（Roth, 1997）。

二、研究設計

本研究為配合學校行政的措施與林老師教學需求，採用不等的前後測控制組設計（nonequivalent pretest-posttest control group design），亦即實驗組進行 CLCPS 教學活動，而對照組則進行 LITM 教學活動。首先兩組學生均施以「氣象概念」前測及「對地球科學學習態度」前測之紙筆測驗。在氣象單元正式實驗教學前，實驗組接受「太空之旅」單元以作為正式教學

之前的合作學習前置訓練，共 2 節課。在此階段實驗組進行小組合作討論及創造性問題解決的發散及收斂技巧的培養，老師並說明小組討論進行時需要注意的事項；而對照組對等之「太空之旅」單元，則以師生互動討論為主，由老師引發學習動機及問題引導，與同學討論，並適時教授學生正確的概念。接著兩組分別進行 CLCPS vs. LITM 的氣象單元共三週 6 節課的教學，教學後兩組學生均施以「氣象概念」後測及「對地球科學學習態度」後測，及「問題解決能力測驗」，實驗組在此時亦填寫「課程意見調查表」，之後，研究者並與研究教師進行晤談。最後在經過 3 個月後的下學期開學的第一週內，再進行「氣象概念」之延宕測驗的施測。

三、教學活動設計

在教學單元內容方面，研究者根據「高級中學地球科學課程大綱」（教育部，1995）的內容及適用 CPS 教學方式的單元，選擇以氣象為主題的教學單元。教學單元的設計乃研究者與數位具教學經驗且熟悉 CPS 教學設計的老師，在收尋相關資料並做多次的討論及修改後完成。教學單元包含前置訓練階段之「太空之旅」（修改自王如玉，1999），氣象單元之「設計雨量筒」、「製造一朵雲」、「台灣的天氣」等三個正式教學活動。實驗組進行教學時並輔以小組工作單（Slabbert, 1994; Woods, 1989）協助活動的進行及記錄討論內容。

四、研究工具

1、氣象概念測驗

此份測驗的目的是評量學生地球科學氣象方面的相關概念知識，由研究者參考教材內容及聯考試題後，研發相關題目，題目內容效度方面商請兩位氣象方面專家教授、兩位國中地球科學老師及兩位師大地球科學研究所氣象組研究生協助完成。本試題總共有 25 題，作答時間須 30 分鐘。本試

題經專家效度確定後以台北市 2 個學校 4 個班級共 181 位學生做預試，所得之內部一致信度係數 (Cronbach's α) 為 .59 之後，進行試題分析(item analysis) 刪除不佳選項並修正試題。正式教學研究「氣象概念」前後測及延宕測驗內部一致信度係數 (Cronbach's α) 在 .60 ~ .64 之間。同時，為了深入瞭解學生在不同問題層次的答題情形，根據 Bloom's Taxonomy (1956) 在認知層次上所做的分類，本測驗又分成知識、理解、應用等三層次，共商請三位高中地球科學老師與研究者分別勾選後再討論決定出各題的問題層次。本測驗卷題目層次之評分者信度約為 .70。本研究工具分為三層次的最主要目的乃希望評量出學生經由教學後在不同認知層次上的表現是否會有不同，期望能藉此了解教學在學生認知各層次上的影響。

2、對地球科學學習態度量表

本量表取自王如玉 (1999) 改編修正而得的「地球科學學習態度量表」，內容包含「對地球科學的態度」、「對學習地球科學的態度」、「對參與地球科學探討活動的態度」等三構念，總共有 20 題，採 Likert 五點式法編製，作答時間為 10 分鐘。王如玉 (1999) 經正式研究施測後其內部一致信度係數 (Cronbach's α) 為 .90。本量表經由研究者商請台北縣某高中高一的一個班級預試後得到的 Cronbach's α 為 .90 與王如玉 (1999) 所得之值一樣。至於正式實驗教學時前後測所得之 Cronbach's α 為 .89，其信度值均相當接近。

3、問題解決能力測驗

本研究工具參考毛松霖與張俊彥 (1998) 所研發之「問題解決能力」測驗—「鹿與路」，該工具以 Parnes 在 1977 年提出的「創造性問題解決」模式為其理論基礎，包含「發現事實」、「發現問題」、「提出想法」、「尋求解答」等四個階段，在開放的情境下，要求

受試者針對問題情境，寫下其問題解決的歷程。原工具有效樣本為 153 人，評分者信度為 .84，內部一致信度係數 Cronbach's α 為 .71 (張俊彥和翁玉華，2000)，作答時間共 50 分鐘。張俊彥和翁玉華 (2000) 分析 CPS 各階段與總分的相關時，發現「提出想法」、「尋求解答」與總分的相關較高，其研究結果顯示學生問題解決能力的差異主要在此兩方面，本研究因考量學生回答開放性問題常因時間過久而不耐煩，且本研究教學單元的設計較著重「提出想法」及「發現解答」此兩階段，故省略 CPS 前面兩階段，將問題情境中做簡短的描述後，請學生依「提出想法」及「尋求解答」此兩階段作答。經台北縣一所高中一個班級 41 人預試，其內部一致信度 (Cronbach's α) 為 .60，在正式施測中，其內部一致性 (Cronbach's α) 為 .85，檢驗評分者信度發現研究者與協同研究者間的相關係數約為 .75，研究者經過一個月後再重新評分，所得之評分者信度的相關係數為 .79。

4、小組合作學習說明單與小組自評

小組合作學習說明單乃根據陳龍安和朱湘吉 (1999)、Johnson, Johnson 和 Holubec (1994a, 1994b)、Putnam (1997)、Slavin (1995)、等研究之合作學習的重要原則及特色、共同學習法的特色及本教學單元需求而設計，包含 (1) 合作學習說明單、(2) 角色扮演說明單、(3) 教室日誌、(4) 小組活動自評表等。其中「合作學習說明單」說明小組進行合作學習討論時須注意的事項，而「角色扮演說明單」則指明本組成員角色的扮演及其工作責任。在合作學習前置訓練階段，學生可透由錄影帶的觀賞了解小組討論進行的方式。每個單元結束後，學生須填寫小組自評表及教室日誌使老師及研究者瞭解同學們進行小組討論的情況，研究者並給予適當的回饋以增加和同學間的互動。

5、課程意見調查表

此問卷目的在調查實驗組經由 CLCPS 教學後對此教學單元的觀感及建議。內容涵蓋對學習方式的評估和學生學習的狀況，希望藉此瞭解學生進行活動的情況，以作為未來設計類似教學活動的參考。本問卷包含選擇題及開放性題目，在選擇題方面共 11 題其中，3 題為對「地球科學課程」部份，2 題為對「增加創意」部份，6 題為「小組合作學習技巧」部份。而開放性問題乃用以瞭解學生對此教學單元的意見。

研究結果

一、實驗組與對照組分析

(一) 實驗組與對照組分別在「氣象概念」及「對地球科學學習態度」之教學前後的改變情形

本部份乃分析實驗組與對照組在氣象單元教學後是否習得氣象概念及增進其學習態度，因此使用 paired t-test 分析前後測是否有達顯著差異。結果發現兩組學生在「氣象概念」測驗及其三層次和「對地球科學學習態度」測驗及其三構念之後測均高於前測並達到顯著差異

(二) 實驗組與對照組在「氣象概念」後測及「對地球科學學習態度」上之差異分析

在進行分析前，本研究就「氣象概念」及「對地球科學學習態度」前測間作相關分析，發現兩量表前測相關性甚低，因此這兩個前測適合作為共變量 (Stevens, 1996)，用 2×2 MANCOVA 分析兩組學生及男女生間在「氣象概念」後測及「對地球科學學習態度」後測表現上是否有顯著差異。研究亦發現實驗組與對照組間達顯著差異，而男女生、組別與性別間的交互作用無顯著差異。

深入分析後發現，對照組在「氣象概念」後測的表現上優於實驗組並達顯著差異 ($p < .045$)。而在「對地球

科學學習態度」後測部份，實驗組調整後的平均值雖高於對照組，但未達顯著差異。以全體男女生的分析而言，在「氣象概念」後測，與「對地球科學學習態度」的表現上，男生與女生間均未達顯著差異。

(三) 實驗組與對照組在「氣象概念」延宕測驗上之差異分析

以「氣象概念」及「對地球科學學習態度」前測作為共變量，以 2×2 ANCOVA 分析兩組學生及男女生間在「氣象概念」延宕測驗部份是否有差異，結果發現實驗組與對照組調整後平均值幾乎相同，並沒有顯著差異。男女生之分析即發現，女生調整後平均值顯著地高於男生，組別與性別間的交互作用則無顯著差異。

(四) 實驗組與對照組在「問題解決能力」測驗之差異分析

本測驗僅在教學完後施測，因此以 2×2 ANOVA 分析實驗組與控制組及男女生間差異，研究結果發現實驗組與對照組分數相當接近，在「總分」、「提出想法」、「尋求解答」部份均未達顯著差異。男女生間的分析則發現女生在「總分」及「尋求解答」部份顯著地高於男生，在「提出想法」部份女生雖高於男生但未達顯著差異。由此發現在問題解決測驗上實驗組與對照組間無顯著差異，女生的表現卻顯著地優於男生。

討論與建議

實驗組與對照組學生經由教學後，在「氣象概念」及「對地球科學學習態度」的後測均高於其前測成績並達顯著差異，由此可知不論是 CLCPS 或 LITM 的教學均能使學生增進他們的知識概念及學習態度，這與之前的相關研究結果相當類似。(王如玉, 1999; 邱美虹和林妙雲, 1996; 湯偉君, 1999; Lazarowitz, Hertz-Lazarowitz & Baird, 1994; Slavin, 1995)。許多學者認為在創造力的培養

中，相關概念知識的了解是相當重要的 (Glaser, 1984; Sternberg, 1988; Walberg, 1988)，因此若能適時的教導相關活動的基本知識，有助於學生在問題解決的過程中做正確的選擇。本研究將學科單元知識融入此次教學中並以配合學校的教學進度，發現學生的確能夠習得相關的氣象知識概念，且運用此教學法亦能增加學生對地球科學的學習態度。

有關兩組的教學方式對學生學習的影響是否有差異部份，同時以「氣象概念」及「對地球科學學習態度」前測為共變量，使用 MANCOVA 分析其後測，發現實驗組與對照組間有顯著差異，其中在「氣象概念」後測表現上，對照組顯著地優於實驗組。由此可見在 LITM 教學中，由於老師較有系統的教導學生知識，可能使學生對知識概念的學習有較佳的效果，但反觀 CLCPS 的教學，由於學生較不習慣這樣的教學方式，且擔心進度落後的問題，故在概念的學習上顯著地低於 LITM 組。因此小組學習中可能因較缺乏有系統的知識教導，學生在概念知識上記憶或學習會有較大的困擾。但經過 3 個月後，從「延宕測驗」部份兩組之間並無顯著差異的情況來看，即使是有系統的傳授知識，在記憶保留的成效上仍是有限。至於在「對地球科學學習態度」部份，實驗組雖高於對照組但並無顯著差異。而在「問題解決能力」測驗部份兩組無顯著差異，探究其原因可能是因能力的訓練須要較長久的時間(湯偉君, 1999; 劉誌文, 1995; Ayer, 1989)。雖然 Woods(1986,1989)建議課程的安排至少要 6 小時才能對能力有所影響，不過本研究結果之 8 小時的教學時間，對問題解決能力的培養似乎仍嫌不足。有鑑於未來國民教育「九年一貫」課程中強調學生能力的培養及合科教學，因此若能將類似本研究的教學單元規劃為整合型教材，並做較長時間

的訓練與教學在未來的教育中也許是可嘗試的方向(張世慧, 1988; 劉誌文, 1995)。儘管如此，就林老師本身的觀察，她表示實驗組學生在進行完教學後，在課堂上的表現比教學前好，學生較會發言且所提出的點子會較好。

(T33：有啊，像我現在問學生問題，實驗組都比較會主動回答，……………說出來的答案，實驗組會比較好，說得答案較有意義。)

分析全部男女生發現，在「氣象概念」及「對地球科學學習態度」的 MANCOVA 分析中，兩者間均無顯著差異，但在延宕測驗部份女生的表現顯著高地於男生，由此可見女生的記憶保留時間可能較男生為久。就研究者觀察及與林老師的晤談中亦發現女生班在討論時的氣氛較佳，她們願意花較多的時間討論，工作單的學習亦比男生班較仔細，對課程的學習較深入，男生班常常一下子便討論完，學的較快，但忘的可能也較快。而女生班由於花較多時間仔細討論，對單元的學習也會較熟悉及深入，因此可能導致女生在延宕測驗部份有較佳的表現，同時對照組男女生間似乎也有類似的狀況發生。

有關問題解決包含「提出想法」及「尋求解答」部分，分析實驗組與對照組及男女生班差異，發現在「尋求解答」即批判思考能力部分，女生的表現優於男生且達顯著差異，在「提出想法」亦即發散思考部分，兩者之間並未達顯著差異。由此可看出男女生性別角色的差異，女生在批判思考即評估其想法的合理性、嚴謹性及可行性方面比男生思慮可能較為周詳。Han 和 Hoover(1994)及 Esquivel 和 Brenes (1988)的研究中均指出女生的口語表達能力及寫作能力測驗均高於男生，研究者從學生填寫開放性題目答案的分析中亦發現，女生均寫的較詳細，文詞較通順，但值得注意的是男生填答「問題解決能力」測驗的表現，是否可能因男生對這類試題的接受程度與女生不同，值得再做深入的

研究。

實驗組的學習意見調查中，有將近一半以上同學表示希望再有類似的活動，並認為能增加其對課程、創意及小組合作學習技巧，其中「增加同學間的溝通」及「激發創意」部份更高達九成。在小組合作學習中，三分之一以上的學生主動認為可「增進溝通能力」，增進溝通能力包含自我表達能力、接納他人意見、……等，由此可見若能給予學生較多小組討論的活動及工作，學生可從互動中學習溝通、表達個人意見，接納他人，幫助他人、……等社會技巧，這些結果亦與一些合作學習相關研究的看法類似(Isaksen, 1983; Johnson, Johnson & Holubec, 1994a; Villa & Thousand, 1994;)。

在上課的小組討論中，學生及老師均表示秩序不佳是 CLCPS 教學中較大的問題，學生覺得秩序不佳包含人多嘴雜、吵鬧、和同學聊天、老師無法控制秩序。在小組討論中這個部份真的不太容易掌控的，因為各組討論難免有聲音，而若習慣傳統教學的學生或老師，在運用小組討論時都較難衡量如何去掌控班級秩序，雖在小組討論說明單中有特別提醒學生不宜太吵鬧，不過在進行活動時，根據研究者的觀察亦發現到，常常因為秩序的吵鬧，使老師在傳達一些事項時，並無法讓學生都聽到或了解，不過經過幾次經驗，林老師也找到一些解決的辦法。「後來我在想我應該在他們那一組放張紙條，當我走過發現他們很認真討論時，便幫他們打勾，發現他們做壞事時便打叉，當場糾正也許會讓學習氣氛好一點。」

本研究結果發現 LITM 教學在學生概念的學習情況優於 CLCPS 教學，而在氣象概念的延宕測驗及問題解決能力測驗中女生的表現優於男生，此外，CLCPS 組的學生認為這樣的教學可以增進他們合作學習技巧及激發創意，此結果是否意味著 LITM 教學更適合傳統知識概念的學習，而 CLCPS 教

學適合用來增進小組成員的互動，因此建議未來的研究者可透由此兩種教學法的長處加以配合，做適當的安排，將可使教學發揮更佳的功效。

最後值得注意的是，本研究結果之推論應基於本研究設計及客觀因素之限制，例如本研究以台北市某公立高中高一學生為研究對象，因其班級分配為常態的男女生分班，因此不宜推論到其他年級、男女合班或其他所有高中生。研究推論範圍應與本研究設計類似之學校及學生。就教學內容而言，本研究以氣象單元為主，共經過 4 個單元 8 小時的課程學習，著重在儀器設計、天氣圖判讀，不宜過度推論到其他地球科學相關領域或不同性質的科學內容及不同的教學模式上。最後，本研究實際進行的教學僅有四週八節課的時間，若能將教材及教學時間再作增加（長），在教學效果的探討上應會更趨完善。

參考文獻

- 王如玉 (1999)：問題解決教學模組對高一學生學習之影響。國立臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文(未出版)。
- 毛松霖和張俊彥 (1998)：中等學校地球科學「問題解決活動」之實驗學研究 (1/3)。國科會研究報告。NSC 87-2511-S-003-026。
- 余瑞虔 (1999)：國中理化創造性教學法影響國中學生創造思考能力之研究。國立臺灣師範大學化學研究所碩士論文(未出版)。
- 周立勳 (1996)：合作學習的班級管理。嘉市文教, 47, 16-20。
- 邱美虹 (1998)：水資源創意教學模組開發研究，「八十七年度推動學校愛護水資源教育宣導統籌計畫」。台灣師範大學科學教育研究所。
- 邱美虹和林妙雲 (1996)：合作學習對國三學生學習「地層記錄地質事件」的影響。教育研究資訊, 4(6), 108-128。
- 張世慧 (1988)：創造力問題解決方案對國小資優班與普通班學生創造性問題解決能力、創造力和問題解決能力之影響。特殊教育研究學刊, 4, 193-224。
- 張俊彥和翁玉華(2000)：我國高一學生的問題解決能力與其科學過程技能之相關性研究。科學教育學刊, 8(2), 35-55。
- 教育部 (1995)：高級中學課程標準。台北市：教育部。
- 教育部 (1998)：國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。台北：教育部。
- 陳龍安和朱湘吉(1999)：創造與生活。台北：五南書局。
- 湯偉君 (1999)：創造性問題解決(CPS)模式的沿革與應用。科學教育月刊, 223, 2-20。
- 劉誌文 (1995)：國民小學自然科創造性問題解決教學效果之研究。國民教育研究集刊, 1, 385-402。
- Abell, S. K. (1990). The problem-solving muse. *Science and Children*, 28, 27-29.
- Atkins, M., & Rohrbeck, C. A. (1993). Gender effects in self-management training: Individual versus cooperative interventions. *Psychology in the Schools*, 30(4), 362-368.
- Ayer, S. J. (1989). Creative problem solving in the classroom. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 317 446)
- Blissent, S. E., & McGrath, R. E. (1996). The relationship between creativity and interpersonal problem-solving skill in adults. *The Journal of Creative Behavior*, 30(3), 173-179.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives. handbook I: cognitive domain. (Ed.) New York: David Mckay.
- Burron, B., James, M. L., & Ambrosio, A. L. (1993). The effects of cooperative learning in a physical science course for elementary/middle level preserve teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 697-707.
- Chi, M. H., & Glaser, R. (1985). Problem solving ability. In R. T. Sternberg (Ed.), *Human abilities: an information process approach*. New York: Freeman.
- Christensen, K. W. (1992). Teaching creative problem solving. *Technology Teacher*, 52, 9-11.
- Davidson, N. (1994). Cooperative and collaborative learning. In J. S., Thousand, & R. A. Villa, & A. I. Nevin. *Creativity and collaborative learning*, (pp.13-30). Baltimore: Paul H. Brooks Publishing Co.
- Esquivel, J. M., & Brenes, M. (1988). Gender differences in achievement in Costa Rican students: science, mathematics and Spanish. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 292 637)
- Firestien, R. L., & Lunken, H. P.

- (1993). Assessment of the long-term effects of the Master of Science degree in creative studies on its graduate. *The Journal of Creative Behavior*, 27(3), 188-199.
- Firestien, R. L., & Treffinger, D. J. (1983a). Creative problem solving: Guidelines and resources for effective facilitation. *Gifted Child Today*, January/February, 2-10.
- Firestien R. L., & Treffinger D. J. (1983b). George's group: A creative problem-solving facilitation case study. *The Journal of Creative Behavior*, 17(1), 32-37.
- Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39, 93-104.
- Han, L., & Hoover, H. D. (1994). Gender differences in achievement test scores. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 369 816)
- Howe, R. (1997). Creative problem solving approaches process for teaching and doing creative activity. **創造思考教學研討會研習手冊. 台北市：台灣師範大學科學教育研究所。**
- Hurd, P. D. (1997). Inventing science education for the new millenium. New York and London: Teachers College, Columbia University.
- Isaksen, S. G. (1983). Toward a model for facilitation of creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 17(1), 18-30.
- Isaksen, S. G., & Parnes, S. J. (1985). Curriculum planning for creative thinking and problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 19(1), 1-29.
- Isaksen, S. G., Puccio, G. J. & Treffinger, D. J. (1993). An ecological approach to creativity research: profiling for creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 27(3), 149-170.
- Isaksen, S. D., & Treffinger, D. J. (1985). Creative problem solving: the basic course. Buffalo, NY: Bearly Limited.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1991). *Learning together and alone*. Boston: Allyn and Bacon
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994a). *Cooperative learning in the classroom*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994b). *The New Circles of Learning : Cooperation in the classroom*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1994). An overview of cooperative learning., In J.S. Thousand, R.A. Villa, & A.I. Nevin, *Creativity and Collaborative Learning*. (pp31-44) Baltimore : Paul H. Brookes Publishing Co.
- Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., & Baird, H. (1994). Learning science in cooperative setting: Achievement and affective outcomes. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1121-1131.
- Maloney, D. P. (1994). Research on problem solving: Physics. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. (pp. 327-354). New York: National Science Teachers Association.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner's.
- Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination*. (2nd ed) New York: Scribner's.
- Parnes, S. J., & Meadows, A. (1960). Evaluation of persistent effects produced by a creative problem-solving course. *Psychological Reports*, 7, 357-361.
- Putnam, J. W. (1997). *Cooperative learning in diverse classrooms*. Upper Saddle River, N. J.: Merrill.

- Roth, Wolff-Michael. (1997). Interactional structures during a grade 4-5 open-design engineering unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), 273-302.
- Siau, K. L. (1995). Group creativity and technology. *Journal of Creative Behavior*, 19(3), 201-216.
- Slabbert, J. A. (1994). Creativity in education revisited reflection in aid of progression. *The Journal of Creative Behavior*, 28(1), 60-69.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of Education Research*, 50, 315-342.
- Slavin, R. E. (1995). Cooperative learning--theory, research and practice. Boston: Allyn and Bacon.
- Sternberg, R. J. (1988). A three-facet model of creativity. In R. J., Sternberg, (Ed.), *The nature of creativity*, (pp.125-147). New York: Cambridge University Press.
- Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social science*. (3rd Ed). New Jersey : Lawrence Elbaum Associates.
- Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively? *The Journal of Creative Behavior*, 6(2), 114-143.
- Treffinger, D. J., & Firestien, R. L. (1989). Creative problem solving. (Second of Three Parts). *Gifted Child Today*, September/October, 44-47.
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (1992). Creative problem solving--An introduction. Buffalo: Center for Creative Learning Inc.
- Underwood, G.. (1994). Gender differences and effects of co-operation in a computer-based language task. *Educational Research*, 36(1), 63-74.
- Villa, R. A., & Thousand J. S. (1994). One divided by two or more. In J.S. Thousand, R. A. Villa, & A.I. Nevin, *Creativity and collaborative learning*. (pp 79-101). Baltimore: Paul H. Brooks Publishing Co.
- Walberg, H. J. (1988). Creativity and talent as learning. In R.J. Sternberg (Ed.), *The Nature of creativity*. (pp. 340-361). New York: Cambridge University Press.
- Woods, D. R. (1986). Criteria for programs, creativity, and selecting problems. *Journal of College Science Teaching*, 16(1), 68-74.
- Woods, D. R. (1989). Creativity and PS. *Journal of College Science Teaching*, 15(4), 409-412.