

在地球科學課融入創造性問題解決及 合作學習策略之初探研究

張俊彥¹ 程上修²

¹ 國立台灣師範大學 地球科學系(所)

² 台北市立景興國中

(投稿日期：民國 89 年 8 月 10 日，接受日期：89 年 9 月 15 日)

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，最後透過學生的學習成就、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？

文獻探討

一、創造性問題解決(CPS)

「創造性問題解決」肇始於 Osborn 及 Parnes 而後由 Treffinger 和 Isaksen 等人予以修正發展完成。Osborn (1953)提倡善用個人的創造力，並相信創造力是可經由訓練而提升的，因此 Osborn 主張利用腦力激盪 (brainstorming) 不加以評斷、鼓勵自由聯想及想像、及尋求所有可能的解決方法等方式，來訓練創造思考及問題解決的能力。到 1967 年則由 Parnes 提出了 CPS 五個階段的訓練方案，包含發現事實(fact-finding, ff)、發現問題(problem-finding, pf)、提出想法(idea-finding, if)、尋求解答(solution-finding, sf)、以及尋求接受(acceptance-finding, af)；同時他更強調發散思考(divergent thinking)及收斂思考(convergent thinking)並重的訓練方式(Isaksen, Puccio, & Treffinger, 1993)。後來再由 Treffinger 及 Isaksen (1992)將 CPS 擴充為六個階段，加入了「發現困境」(mess-finding)，同時將「發現問題」部份修改為「尋找資料」(data-finding, df)。這些學者主張有效的解題不應只是考量簡單事實，更須在解題過程中找尋相關的資訊，強調發散思考及收斂思考。Treffinger 和 Friesian

(1989)表示發散思考著重在產生新的想法及其可能性(亦即創造思考)；而收斂性思考則是對想法產生的洞察力，並能做綜合、歸納及選擇，與批判思考的精神類似。

Osborn (1957)曾指出腦力激盪的四大原則為：(1)延緩判斷(deferred judgement)點子好壞；(2)點子數量越多越好；(3)歡迎自由聯想；(4)藉助他人的想法做更多的聯想或改善他人的點子(Firestien & Treffinger, 1983a, 1983b; Howe, 1997; Osborn, 1953)。Treffinger 和 Firestien (1989)指出腦力激盪階段並不等於解決問題，它主要的目的是產生想法並將其運用在 CPS 六個階段中。Blissent 和 McGrath (1996)的研究亦發現創造力訓練可增進創造力但對問題解決能力並沒有增進。因此腦力激盪的用意是盡量想出所有的可能點子，但並不是用來進行問題解決的最終方法，還須要有收斂思考的過程以及評估才能找出最佳的解決方法。故 Firestien 和 Treffinger (1983a)認為收斂思考有幫助做決定、維持團體目標的任務、使整個問題解決過程變得更為流暢、刺激並改良想法使其變得更好，強化整個思考過程、清楚個人需求等重要功能。

Osborn (1957)曾建議進行腦力激盪時須要以小組方式進行，因小組創造可凝聚所有人的創造力，以增加想法的品質及數量，同時學生在小組中可獲得的平均想法數量要比獨自進行時多出兩倍(Firestien & Treffinger, 1983a; Siau, 1995)，故對教學有很大的影響。此外，學生若因擔心提出的想法不好會被其他人取笑而不敢表達，將會使小組討論的功效減低，因此讓小組成員有安全感是很重要的(Isaksen, 1983; Osborn, 1957; Siau, 1995)。Isaksen (1983)亦綜合相關文獻資料提出了營造成功的小組討論氣氛的方法，其重點包含(1)尊重接納其他成員、(2)能溝通鼓勵他人、(3)尊重每個人對課程學習進度不同、(4)增強鼓勵個別產生特殊

表 1：國內科學教育有關 CPS 教學的研究

姓 名	研究對象	科 目	教學時間	研究結果
劉 誌 文 (1995)	國小四年級 100 名學生	自然科	12 週 32 小時	在創造力及單元概念成就測驗上實驗組與對照組間均無顯著差異，在態度上則實驗組分數優於對照組。
湯 偉 君 (1999)	國三 44 名學生	生 物	2 週 16 小時	單元成就測驗前後測有顯著差異，對創造能力的精進有限，學習觀感為正向。
王 如 玉 (1999)	高一 83 名學生	地球科學	2 週 5 小時	「問題解決能力」與「對地球科學的態度」均實驗組優於對照組，學生學習觀感較正向
余 瑞 虔 (1999)	國三學生 75 名	理 化	5 週 10 小時	實驗組在創造力方面有顯著的進步

表 2：共同學習法的相關特性（譯自 Davidson, 1994）

一般特性 (Common attributes)

1. 給予學生能力範圍可達成的任務。
2. 小組成員以 2-6 人較適宜。
3. 強調合作學習行為包括一起討論工作、傾聽、問問題、解釋、分享想法、鼓勵、等。
4. 正向的互相依賴，小組成功才算成功，學生們須要以小組的效益為考量。
5. 強調個人績效及責任。

可變化的特性 (Varying attributes)

1. 異質性較好，不過若有特殊狀況可以採取同質性分組。
2. 建立正向依賴的方式很多種，目標的完成即為正向的依賴，任務完成後還可以讓學員解釋發表意見，可分配角色如鼓勵員、做結論者、檢查員。獎賞須以組為主，而不以個別為獎賞對象。
3. 學習人際互動技巧如領導能力、做決定、建立信任、溝通、衝突的處理，這些技巧並可藉由角色扮演來練習。
4. 討論小組的運作情況，有哪些需要改進或學習的地方。
5. 小組的氣氛建立取決於是否有足夠的信任感。
6. 小組的結構並沒有很硬性的規定，因此老師需要計畫其課程活動。
7. 小組成員須彼此信任。
8. 角色能改變。

的想法及反應、(5)幫助同學、(6)有足夠時間做發散及收斂討論、(7)鼓勵發散思考不批評、(8)提供溫暖安全的氣氛、(9)支持他人所提的意見、(10)允許個人有選擇權力、(11)激勵成員產生問題、(12)不要擔心想法和他人不一致。因此本研究試著將小組合作學習的精神融入 CPS 的教學中，希望藉此強化 CPS 的

教學。

二、創造性問題解決在科學教育上的相關研究

Torrance (1972)分析 22 篇有關 CPS 效果評估的研究報告，發現其中 20 篇顯示接受 CPS 訓練者之創造能力顯著高於未接受訓練者，其成功率達 91%，他並發現 CPS 模式大都以訓

練創造力為主。綜合來說 CPS 訓練成果可增進學習者在思考上的流暢性、變通性和原創性（陳龍安和朱湘吉，1999），而在學校中運用 CPS 之教學，大多偏重科技及工藝科（如 Christensen, 1992）或社會科（如 Ayers, 1989）。自然科方面，Abell（1990）則提出一套教導國小學生如何運用 CPS 學習策略來解決生活議題的示範教學，在國內學校自然科教學的研究中，曾以 CPS 進行教學的並不多，其中有關國中小及高中 CPS 教學的實徵研究共計有六篇，研究者將這些研究的結果整理如表 1 所示。由表 1 中可發現國內在自然科進行 CPS 教學的相關研究仍然很少，除劉誌文在 1995 年較早發表外，其餘均為近一年來的研究，分析其結果亦發現創造性問題解決教學對自然科而言，其成效並不顯著。如劉誌文（1995）利用 32 小時的教學時間，發現實驗組與對照組間無顯著差異，劉誌文表示其原因可能為國小四年級學生對創造性問題解決方法不熟悉且教學時數略嫌不足所導致。湯偉君（1999）發現 16 小時的教學對學生創造力之精進有限，而余瑞虔（1999）利用 5 週 10 小時的教學發現學生前後測有顯著差異。

在國內有關地球科學教學的相關研究中，發現以 CPS 進行教學的僅王如玉（1999）在高中地質及天文各一個活動單元，及邱美虹（1998）研發之水資源教學模組，而有關氣象單元的相關教學設計也非常缺乏，鑑於氣象單元和日常生活的關係密切且透過生活情境不但易引發學生興趣，並可激發學生問題解決的渴望，且氣象單元相當適合用來設計創意思考、收集分析資料、解決問題的歷程的單元活動。除此之外，在目前高中地球科學課程中，氣象單元內容與其他地球科學的主題（地質、天文與海洋）相比較，其相關的教材內容資料也較適合運用此教學法，因地質需要相當多的專業知識才能解讀資料的意義，並非一般的高中學

生能力可及，而天文方面則涉及較多的空間概念及抽象推理的能力，也較不易從生活情境中激發學生問題解決的意願，即便設計活動也可能因為學生背景知識不足，易發生空談現象，對於學生能力的訓練有限。因此本研究希望透過氣象教學單元的研發，提供高中地球科學老師另一種新的教學模式作為參考。

三、合作學習之共同學習法（Learning Together, LT）

Johnson 和 Johnson（1991）在 *Learning Together and Alone* 一書中提出共同學習的概念，之後亦有相關學者針對此教學法加以修改。Putnam（1997）指出 Johnson 在 LT 中建立了具體的小組成員之正向依賴，尤其注意學生的思考反省及目標的建立，強調小組學習過程中，老師應提供知識及觀察小組活動的設計。周立勳（1996）指出 LT 的特色為設計小組工作單，讓學生在一組內共同完成作業，並不特別考量是誰完成哪部份工作，也沒有使用外在形式的獎勵，完全靠一起工作本身帶給學生滿足感，使學生樂在學習。Davidson（1994）整理出 Johnson 認為 LT 學習方式的相關特性如表 2 所示，由表 2 可發現 LT 強調可完成的任務，正向的互相依賴、社會技能、個別績效、人數方面不宜過多，在運用時有較多的彈性，教師可依學習的內容目標及方式做適度的調整。

本研究運用 LT 的理由為：CPS 的教學強調具體目標、小組合作學習、及個別績效，而共同學習法亦具有相同的精神，且較不以分數成績作為獎勵方式（周立勳，1996；Burton, James & Ambrosio, 1993），故應較易實施於以訓練能力為主的 CPS 教學中。鑒於此，本研究試著將 LT 的精神融入 CPS 的教學中，並藉著實徵教學研究探討其對學生學習成效的影響。最後，有些研究者發現在小組學習的情境

表 3：實驗組與對照組之教學比較

	實 驗 組 (CLCPS)	對 照 組 (LITM)
太空之旅	假想要移民外太空，請同學分組討論需要攜帶的物品及估計攜帶物品的量為多少。	假想要移民外太空，老師與學生討論需要攜帶的物品及估計攜帶物品的量為多少。
設計雨量筒	請學生以小組合作方式設計一個可測量雨量的雨量筒，因此學生要知道用何器皿？如何測量？及測量時所面臨的問題？學生需要將設計圖畫在投影片上並上台報告。	老師與學生討論雨量筒的設計原理，及用何器皿？如何測量？以圖片瞭解一般的雨量筒設計方式，並討論雨量筒設計時需要考慮的事項及測量的問題。
製造一朵雲	學生討論如何證明空氣中的水氣存在，並將飄浮在空中的雲霧收集下來，各組以海報呈現，讓學生參觀它組作品並給予評分。老師再以示範減壓成雲的實驗，同學以小組合作學習討論其成因。	老師向學生說明空氣中的水氣存在，與學生討論如何使水氣凝結出水滴來，說明雲的形成，讓同學思考並解釋為何高空比地面易飽和凝結，老師做減壓成雲示範實驗，與同學討論並說明其形成原因。
台灣的天氣	學生透過合作學習認識台灣的天氣特徵，相關的天氣資料及天氣圖的分析，瞭解如何看天氣圖並判斷夏、冬季天氣圖。	老師說明台灣四季天氣的特色，指導同學分析台灣測站資料及天氣圖並說明其關係，講解天氣圖上的天氣符號及意義並拿冬、夏季天氣圖，和同學討論哪一張為冬季，哪一張為夏季。

中，男女生在溝通技巧與學習成效的表現上存在著一些差異（Atkins & Rohrbeck, 1993; Underwood, 1994），除此之外，由於本實驗之研究學校為男女分班，研究者在試驗教學階段發現男女生班在進行討論時的小組情況及氣氛均有許多的差異，參與本研究之林老師亦有同感，因此引發研究者對男女生學習差異的興趣，想進一步探究瞭解男女生班在學習過程及學習成效上的不同之處。

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、研究工具與資料分析等五部分，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（測驗前後出缺席狀況所導致）。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、「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，實驗組與對照組之教學內容比較請見表 3。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

(一)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。各層次的範例見附錄一。

(二)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。

(三)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。

(四)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。

(五)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。

五、資料分析

(一)實驗組與對照組之組內及組間分析

1. 以 paired-t-test (t 檢定) 分析實驗組與對照組在「氣象概念」測驗及「對地球科學學習態度量表」前後測表現上是否有進步？
2. 以「氣象概念」及「對地球科學學習態度」前測為共變量(covariates)，以 2×2 MANCOVA 比較實驗組與對照組間以及男、女生間在概念及學習態度後測整體

表現及個別表現上是否有差異？

- 3.以「氣象概念」及「對地球科學學習態度」前測為共變量(covariates)，運用 2×2 ANCOVA 二因子共變數分析實驗組與對照組間以及男、女生間在「氣象延宕」測驗表現上是否有差異？
- 4.運用 one-way ANCOVA 單因子共變數分析實驗組與對照組間在「氣象概念」三個層次及「對地球科學學習態度」三個構念的表現上是否有顯著差異？
- 5.以 2×2 ANOVA 二因子變異數分析實驗組與對照組間、男生與女生間在經過教學後其「問題解決能力」表現上是否有差異？

(二)實驗組意見調查表分析

將實驗組學生填寫的意見調查表結果整理，統計其次數並以百分比方式呈現，分析實驗組學生對此次教學單元的觀感。

(三)量與質分析的假設考驗與原則

Stevens (1996)表示考驗 paired-t-test (t 檢定) ANCOVA 及 MANCOVA 時須滿足「樣本獨立性」(independent)、「常態性分佈」(normally distributed)、「變異數同質性」(homogeneity of variance)，另外 ANCOVA 及 MANCOVA 之分析還須滿足「組內回歸係數同質性考驗」(homogeneity of within-class regression coefficient)的條件。

在實際的統計分析中，研究者考驗所有「氣象概念」測驗、「對地球科學學習態度」量表及「問題解決能力」測驗中，檢定如下：

- (一)使用 Kolmogorov-Smirnov 考驗其是否為常態性，發現本研究之依變量大多為非常態分布，根據 Stevens (1996) 表示非常態時僅會影響到統計時的 Type I error (robust to Type I error)，而即使是相當偏態的分佈時其 α 值僅

會誤增至 .055 .06 間，因此在使用 paired-t-test、ANCOVA、MANCOVA 統計分析時，本研究將 α 值降為 .045。

- (二)使用 test of homogeneity of variance 考驗時大多能符合變異數同質性，若未符合則將資料轉換以達變異數同質性考驗。不過 Stevens (1996, p.238)亦表示當兩組人數相當，或兩組人數的比值小於 1.5 時，其對 Type I error 的影響甚小，可視為同質性。本研究因兩樣本間人數大約相等（實驗組 98 人，對照組 99 人），因此可將其視為同質。
- (三)就「組內回歸係數同質性考驗」而言，若 ANCOVA 或 MANCOVA 分析達顯著，而未達組內回歸係數同質性考驗，則以 Johnson-Newman Method 予以調整。
- (四)在各層次及各構念分析時，根據 Bonferroni Inequality (Stevens, 1996)，因將總分分成幾個分項分析時，會影響其 Type I error 之值，其分項之 α 值將會減少。若總分的 α 值為 α_{all} ，每一個分向量的 α 值為 α_i ，共有三個分向量時其關係為 $\alpha_{all} = 1 - (1 - \alpha_i)^3$ 。本研究之「氣象概念」測驗及「對地球科學學習態度」量表均再分成三個項目，因其 α_{all} 值為 .045，故利用 Bonferroni method 調整顯著水準值為 .015 (亦即 $0.045 \div 3 = 0.015$)。
- (五)分析學習意願調查表時，因選擇題統計時將「增多很多」和「增加一點」合併為「增加」項目，將「減少很多」和「減少一點」合併算為「減少」項目，故最後以增加、沒有改變、減少等三項度分析實驗組答題分配百分比。

表 4：氣象概念前後測分析

實驗組「氣象概念」測驗前後測分析						
<i>n</i> = 90	前 測		後 測		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總 分	14.96	4.09	18.83	2.67	9.63 ^{**}	.000
知 識	3.32	1.14	4.23	.74	7.95 [*]	.000
理 解	8.00	2.17	8.24	2.12	6.41 [*]	.000
應 用	3.64	1.70	4.09	1.51	7.72 [*]	.000

總分：^{**} $p < .01$ ，^{*} $p < .045$ 三層次：^{*} $p < .015$

對照組「氣象概念」測驗前後測分析						
<i>n</i> = 95	前 測		後 測		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總 分	15.57	3.77	19.77	2.80	11.34 ^{**}	.000
知 識	3.23	1.18	4.41	.74	8.55 [*]	.000
理 解	9.54	1.64	10.01	1.67	8.37 [*]	.000
應 用	5.06	1.35	5.34	1.34	7.10 [*]	.000

總分：^{**} $p < .01$ ，^{*} $p < .045$ 三層次：^{*} $p < .015$

表 5：「對地球科學學習態度」量表前後測分析

實驗組「對地球科學學習態度」量表前後測分析						
<i>n</i> = 90	前 測		後 測		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總平均值	52.52	12.60	71.18	12.51	8.26 ^{**}	.000
對地球科學態度	20.91	5.42	28.44	5.48	7.62 [*]	.000
對學習地球科學態度	18.01	4.23	24.70	4.61	8.50 [*]	.000
對地球探討活動態度	12.92	3.50	18.04	3.76	7.94 [*]	.000

總平均分：^{**} $p < .01$ ，^{*} $p < .045$ 三構念：^{*} $p < .015$

對照組「對地球科學學習態度」量表前後測分析						
<i>n</i> = 95	前 測		後 測		<i>t</i>	<i>p</i>
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總平均值	53.35	10.57	68.44	8.38	8.74 ^{**}	.000
對地球科學態度	20.53	4.68	27.38	3.73	9.17 [*]	.000
對學習地球科學態度	18.56	4.17	24.14	3.45	8.13 [*]	.000
對地球探討活動態度	13.37	3.73	17.06	2.95	6.12 [*]	.000

總平均分：^{**} $p < .01$ ，^{*} $p < .045$ 三構念：^{*} $p < .015$

表 6：兩組之 2×2 MANCOVA 分析

「氣象概念」與「對地球科學學習態度」之 2×2 MANCOVA 分析

	value	<i>F</i>	df	error	<i>p</i>
實驗組 vs. 對照組	.957	3.954	2	177	.021 *
男生 vs. 女生	.994	.565	2	177	.569
組別 × 性別	.984	1.426	2	177	.243

* $p < .045$

表 7：兩組之 2×2 MANCOVA 深入分析

實驗組與對照組之分析

	實驗組 (<i>n</i> =90)			對照組 (<i>n</i> =95)			<i>F</i>	<i>p</i>
	總平均	標準差	調整後平均值	總平均	標準差	調整後平均值		
氣象後測	18.83	2.67	18.929	19.77	2.80	19.707	4.491 *	.035
態度後測	71.18	12.51	70.904	68.44	8.38	68.752	2.541	.113

* $p < .045$

男生與女生之分析

	男生 (<i>n</i> =93)			女生 (<i>n</i> =92)			<i>F</i>	<i>p</i>
	總平均	標準差	調整後平均值	總平均	標準差	調整後平均值		
氣象後測	19.42	2.76	19.130	19.21	2.79	19.505	.967	.327
態度後測	69.51	12.10	70.032	70.30	9.37	69.623	.085	.771

* $p < .045$

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（見表 4 與表 5）。

(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。由表 6 可發現實驗組

表 8：兩組在氣象概念延宕測驗之 2×2 ANCOVA 分析「氣象概念」延宕測驗之 2×2 ANCOVA 分析

	SS	df	MS	F	p
實驗組 vs. 對照組	.059	1	.059	.00	.953
男生 vs. 女生	72.934	1	72.934	4.307	.039
組別 \times 性別	24.084	1	24.084	1.422	2.35

* $p < .045$ 表 9：兩組在氣象概念延宕測驗之 2×2 ANCOVA 深入分析

實驗組與對照組之分析

	實驗組 ($n=90$)			對照組 ($n=95$)			F	p
	總平均	標準差	調整後平均值	總平均	標準差	調整後平均值		
氣象延宕測驗	17.27	4.175	17.399	17.48	4.552	17.363	.003	.953

* $p < .045$

男生與女生之分析

	男生 ($n=93$)			女生 ($n=92$)			F	p
	總平均	標準差	調整後平均值	總平均	標準差	調整後平均值		
氣象延宕測驗	17.15	4.69	16.724	17.61	4.02	18.038	4.307*	.039

* $p < .045$

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（見表 7）。

(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（見表 8、表 9），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，其結果如表 10 所示。由表 10 可發現實驗組與對照組分數相當接近，在「總分」

表 10：實驗組與對照組在「問題解決能力」測驗之 2×2 ANOVA 分析

	實驗組 ($n=90$)		對照組 ($n=95$)		F	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總分	10.81	3.65	10.85	4.54	.027	.870
提出想法	4.27	1.92	4.42	2.03	.320	.572
尋求解答	6.54	2.68	6.43	3.01	.028	.867

「總分」 $p < .045$, $**p < .001$ 「提出想法」、「尋求解答」 $p < .022$

表 11：男生與女生在「問題解決能力」測驗之 2×2 ANOVA 分析

	男生 ($n=93$)		女生 ($n=92$)		F	p
	平均值	標準差	平均值	標準差		
總分	9.67	4.36	11.97	3.53	15.768 ^{**}	.000
提出想法	4.08	2.10	4.60	1.82	3.270	.072
尋求解答	5.59	3.00	7.36	2.51	19.31 [*]	.000

「總分」 $p < .045$, $**p < .001$ 「提出想法」、「尋求解答」 $p < .022$

「提出想法」、「尋求解答」部份均未達顯著差異。男女生間的分析（表 11）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。

二、實驗組意見調查表分析

（一）選擇題部份

就此部份 1-11 題中（見表 12），對地球科學課程意見部份為第 1、2、3 題，對創意部份為第 6、7 題，其餘部份為小組合作學習技巧部份。從表 12 中可看出除第二題外，學生感到有「增加」的百分比均在一半以上或接近百分之九十，其中「增加和同學溝通討論機會」及「激發創意」（第 5、6 題）更高達 80% 以上。而學生對這樣的教學感到「減少」的部份均低於 10%。由表 12 可知大約一半以上的學生認為 CLCPS 的教學可增加他們對課程的興趣、增加創意及增加他們的合作學習技巧，以下就

此三部份的結果加以詳細說明：

1. 對地球科學課程部份

實驗組除第 2 題學生覺得「增加對地球科學興趣」的百分比不到一半外（44.2%），另兩題（第 1、3 題）有接近六成學生認為「比以前上課更吸引人」及「對氣象單元有更深入的了解」。對「氣象單元」方面（第 3 題），有近六成學生覺得有增加其對氣象之了解，此部份與氣象概念測驗的結果後測比前測高並達顯著的結果相當吻合。不過有近三分之一的學生覺得沒有太大的改變，就研究者私底下與同學訪談以及意見調查表中開放性問答題的回答情況可以窺知，部份同學表示經由這樣的教學後，擔心沒學到太多知識，且對考試幫助不大，似乎沒有像以往很有系統的知識傳授，有些學生會有不清楚到底學了些什麼的疑慮。「對地球科學的興趣」部份（第 2 題），覺得有增加的佔 44.2%，有一半認為沒有改變，覺得減少的僅有 4.3%，可見這樣的教學方式約有四成以上學生認為可增加「對地球科學興趣」而持有負向意見的學生相當少，此部份與「對地球科

表 12：實驗組在課程意見調查表對課題部份之統計分析

你覺得這樣的學習方式和以前的上課方式有何不同 (在適當的答案中打勾4)(%)	實驗組		
	增加	沒有改變	減少
1.你覺得此種上課方式比以前更吸引你嗎?	58.9	31.6	9.5
2.這種教學方式是否增加你對地球科學的興趣?	44.2	51.6	4.3
3.你覺得這種上課方式是否讓你對氣象有更深入的认识?	57.9	32.6	9.5
4.你覺得這種上課方式是否增加你和老師溝通的機會?	50.5	44.2	5.3
5.你覺得這種上課方式是否增加你和同學溝通討論的機會?	89.5	7.4	2.2
6.透過小組合作學習可以激發更多的創意?	82.1	14.7	3.2
7.透過小組合作學習,讓我們的想法更多更棒?	66.3	27.4	6.3
8.透過小組合作學習,使我更敢於發表我個人的想法而不擔心被同學取笑	56.9	38.9	3.2
9.透過小組合作我更積極參與討論	72.7	25.3	2.2
10.透過小組合作學習,我學會去稱讚同學	63.1	33.7	3.2
11.透過小組合作學習,我學會主動幫助同學	66.3	30.5	3.2

表 13：實驗組在「課程意見調查表」中主動提出小組合作學習之優點

分類項目	全體次數
增進溝通能力 (自我表達能力、較能接納他人意見、增加小組討論機會)	32 (33.3 %)
增加師生互動	1 (1.0 %)
增加小組同學感情更有默契	12 (12.5 %)
促使小組分工合作,更加團結	13 (13.5 %)
激發想像力及創造力	7 (7.3 %)
其他(更加瞭解上課內容、輕鬆、獎勵思考能力)	20 (20.8 %)
沒說明或填無	11 (11.5 %)

學學習態度」評量結果之後測高於前測並達顯著亦可相互呼應。

2.對創意部份

學生認為有增加「激發創意」(第 6 題)部份達 82 %，認為減少的僅 3.2 %，「使我們想法更多更棒」(第 7 題)部份，學生認為有增加的佔 66.3 %，認為減少的僅 6.2 %，有此可發現創意解題過程且透過小組學習相互激盪的教學，可能會使學生認為自己可產生更多的創意

及想法。

3.小組合作學習技巧部份

在師生及學生與學生間互動部份，有近九成學生認為可「增加和同學溝通討論的機會」(第 5 題)，而有 50.5 % 學生認為可「增加和老師溝通的機會」(第 4 題)，可見以小組討論的方式能增加學生間互動，學習溝通及合作的機會。有一半的同學覺得這樣的教學方式可「增加和老師溝通的機會」(第 4 題)；但這樣的

表 14：實驗組在「課程意見調查表」中主動提出小組合作學習之缺點

分類項目	全體次數
課程進度落後（效率差，沒將進度上完）	23（12.5 %）
秩序不佳（人多嘴雜、吵鬧、和同學聊天、易分心、老師無法控制秩序）	70（38.0 %）
工作分配不均（打混、不參與、偷懶）	29（15.8 %）
小組討論時意見多，有爭執及時間不足	30（16.3 %）
其他（知識不足、不知正確答案、離題）	21（11.4 %）
沒說明或填無	11（6.0 %）

反應結果還是比「增加和同學溝通討論的機會」（第 5 題）的學生（89.5 %）少很多。在與老師的訪談中，林老師亦曾表示：

「T4：我認為盡量不去干預他們的討論，除非他們都沒有在討論，因為同學在做合作學習時，學生應該自己把活動步驟完成，除非他們都想不起來或都沒有在做時，我才會和他們互動」

由此可見林老師在帶領同學討論時，較期望給小組有充裕的時間進行討論活動，因此較少干預其討論情況，就研究者與老師訪談顯示，林老師做個別指導及學生發表意見時和學生間才有較多的互動。

從表 12 中發現，至少有一半以上的學生表示經由小組討論使學生較敢於「發表自己的想法」（第 8 題），有 72.7 % 學生變得「更積極參與討論」（第 9 題），有六成以上學生認為自己學會「稱讚同學」（第 10 題）及「主動幫助同學」（第 11 題），這些均是經由合作學習而得到較正向的結果，此部份亦為研究者期望學生在小組合作學習中能夠學到的合作學習技巧。由此可證實經過適度的指導及方式，仍可達到小組討論的功效，學生可能會有更多機會學習到社會技巧如溝通能力、自我表達、稱讚同學等。

（二）開放性題目部份

此部份乃針對學生主動提出對合作學習優缺點的看法加以分析，其結果如下：

1. 小組合作學習的優點

在小組合作學習中（見表 13），有三分之一以上學生主動表示「可增進溝通能力」，此為合作學習中收獲最多的項目，在「增進溝通能力」方面包含自我表達能力、較能接納他人意見、增加小組討論機會。另外主動提出可「增加小組同學感情、更有默契」及「促使小組分工合作、更加團結」部份的學生則佔 12-14 %，其餘項目比重均較少。有關小組組員溝通在小組討論中是很重要的，藉由良好的溝通，學員間才易建立安全及信任感(Johnson, Johnson & Holubec, 1994a, 1994b; Villa & Thousand, 1994)。

2. 小組合作學習的缺點

由表 14 中可知超過三分之一以上的學生認為秩序不佳是小組合作學習共通的缺點，在秩序不佳中包括人多嘴雜、吵鬧、和同學聊天、易分心、老師無法控制秩序。其次在「小組討論時意見多，有爭執，時間不足」者佔 16.3 %、認為「工作分配不均」者有 15.8 %。據研究者觀察及從老師訪談中亦發現秩序不佳的問題確實存在，學生本身亦能感受到教室有時有些吵雜的情況。有關意見多有爭執部份的結果，與 Firestien 和 Treffinger（1983a, 1983b）的研究中發現，學生進行收斂時往往不知道如何做，而易產生衝突可相互印證。因此研究者推斷在收斂階段較易發生爭執，因為當學生需要選擇一些最佳想法時，雖在工作單上提醒同學選擇較可行及較好的方法，學生仍不易進行評估及

判斷。

三、小結

- (一)兩組學生皆可經由教學增進對「氣象概念」的了解及增進「對地球科學學習態度」。
- (二)兩組學生以 MANCOVA 同時分析「氣象概念」及「對地球科學學習態度」顯示實驗組與對照組間有顯著差異，對照組在「氣象概念」表現上顯著地優於實驗組，在延宕測驗及問題解決能力部份兩組則無顯著差異。
- (三)性別差異對學生的學習效果會有影響，女生在記憶保留的部份（延宕測驗）較男生佳，在問題解決能力測驗的「總分」及「尋求解答」部份也是女生的表現顯著地優於男生。
- (四)大部分實驗組學生在「課程意見調查表」中認為 CLCPS 教學可增加其創意及合作學習技巧。
- (五)實驗組學生及參與研究老師均認為在秩序的掌握及收斂階段較有困擾。

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長紙條，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藉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。

誌 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題研究計劃補助經費（計劃編號 NSC89-2511-S-003-005），以及研究小組成員徐靜文、林妙雲、汪惠玲、周家祥的鼎力協助，始得以完成。本文在投稿過程中，復蒙審稿委員提供許多寶貴的意見與建議，均此誌謝。

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 preservice teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 697-707.
20. Chi, M. H., & Glaser, R. (1985). Problem solving ability. In R. T. Sternberg (Ed.), *Human abilities: an information process approach*. New York: Freeman.
 21. Christensen, K. W. (1992). Teaching creative problem solving. *Technology Teacher*, 52, 9-11.
 22. 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.
 23. 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)
 24. 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.
 25. Firestien, R. L., & Treffinger, D. J. (1983a). Creative problem solving: Guidelines and resources for effective facilitation. *Gifted Child Today*, January/February, 2-10.
 26. 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.
 27. Glaser, R. (1984). Education and thinking: The role of knowledge. *American Psychologist*, 39, 93-104.
 28. Han, L., & Hoover, H. D. (1994). Gender differences in achievement test scores. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 369 816)
 29. 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.
 30. Hurd, P. D. (1997). *Inventing science education for the new millennium*. New York and London: Teachers College, Columbia University.
 31. Isaksen, S. G. (1983). Toward a model for facilitation of creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 17(1), 18-30.
 32. Isaksen, S. G., & Parnes, S. J. (1985). Curriculum planning for creative thinking and problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 19(1), 1-29.
 33. 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.
 34. Isaksen, S. D., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving: the basic course*. Buffalo, NY: Bearly Limited.
 35. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1991). *Learning together and alone*. Boston: Allyn and Bacon
 36. Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994a). *Cooperative learning in the classroom*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
 37. 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.
 38. 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.
39. 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.
40. 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.
41. National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
42. Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. New York: Scribner's.
43. Osborn, A. F. (1957). *Applied imagination*. (2nd ed) New York: Scribner's.
44. Parnes, S. J., & Meadows, A. (1960). Evaluation of persistent effects produced by a creative problem-solving course. *Psychological Reports*, 7, 357-361.
45. Putnam, J. W. (1997). *Cooperative learning in diverse classrooms*. Upper Saddle River, N. J.: Merrill.
46. 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.
47. Siau, K. L. (1995). Group creativity and technology. *Journal of Creative Behavior*, 19(3), 201-216.
48. Slabbert, J. A. (1994). Creativity in education revisited reflection in aid of progression. *The Journal of Creative Behavior*, 28(1), 60-69.
49. Slavin, R. E. (1980). Cooperative learning. *Review of Education Research*, 50, 315-342.
50. Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning--theory, research and practice*. Boston: Allyn and Bacon.
51. 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.
52. Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social science*. (3rd Ed). New Jersey : Lawrence Elbaum Associates.
53. Torrance, E. P. (1972). Can we teach children to think creatively? *The Journal of Creative Behavior*, 6(2), 114-143.
54. Treffinger, D. J., & Firestien, R. L. (1989). Creative problem solving (Second of Three Parts). *Gifted Child Today*, September/October, 44-47.
55. Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (1992). *Creative problem solving--An introduction*. Buffalo: Center for Creative Learning Inc.
56. Underwood, G. (1994). Gender differences and effects of co-operation in a computer-based language task. *Educational Research*, 36(1), 63-74.
57. 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.
58. 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.
59. Woods, D. R. (1986). Criteria for programs, creativity, and selecting problems. *Journal of College Science Teaching*, 16(1), 68-74.
60. Woods, D. R. (1989). Creativity and PS. *Journal of College Science Teaching*, 15(4), 409-412.

附錄一

根據 Bloom's Taxonomy (1956) 將題目層次分為三個部分

知識性問題：學生能夠回憶或記憶教材中的重要術語、基本事實、處理事務的程序，以及原理或理論的要義。例題如下：

8. 小明煮開水時所看到白色的煙霧為 (1).乾冰 (2).水蒸氣 (3).冰晶 (4).小水滴。

理解性問題：學生能夠掌握並解釋概念及現象，或利用已知的事實與原理原則，針對現象作推測，或由簡單的數據資料中瞭解其意義。例題如下：

13. 請問以下何種變動最不易凝結出水滴？(1)空氣塊過山後往下滑落，(2)由海上吹來的風帶來大量的水氣，(3)空氣受熱急速上升，(4)冷氣團接近溫度下降。

應用性問題：學生能夠把學到的抽象概念，一般性的原理原則，使用到新奇的、特殊的、或具體的情境中，對理論知識需有更高層次的瞭解及應用。例題如下：

14. 假若將一灌飽氣的輪胎突然放氣，發現其內部有結霜的現象，請問下列何者的說明正確？輪胎內空氣
(1) 因為壓力突然減少，體積膨脹，溫度下降 (2) 因為壓力增加使空氣往外跑，溫度因而下降。(3) 因為空氣往外跑，體積收縮使溫度下降。(4) 因為外界水氣進入輪胎內，使水氣增加而飽和結霜。

A Study of the Incorporation of Creative Problem Solving and Cooperative Learning Strategies into Earth Science Instruction

Chun-Yen Chang¹ and Chang-Hsiu Cheng²

¹Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

²Taipei Municipal Ching Hsing Junior High School, Taipei, Taiwan

Abstract

The main purpose of this study was to develop three instructional modules in the atmospheric sciences incorporating cooperative learning and creative problem solving (CLCPS) strategies. This study also investigated the impacts of the CLCPS sessions on students' concept learning, attitudes toward earth-science learning, and problem-solving abilities. In addition, students' perceptions of the CLCPS modules were also explored. Participants included 197 students, with 98 students in the experimental group and 99 in the control group. These students were enrolled in a public senior high school located in Taipei, Taiwan. A nonequivalent control-group design was employed, with the experimental group students received the CLCPS and the control group students received the Direct-Interactive Teaching Method (DITM), during a three-week period (six hours). The pretest, posttest, and retention test were administered to the students of both groups before, immediately after, and three months following the interventions. A 2 X 2 analysis of variance, with factors including groups and gender, was used to analyze the quantitative data. Results indicated that, (1) students in both groups achieved significant gains in their concept learning and attitudes toward earth-science learning; (2) the DITM significantly improved concept learning of students to a greater degree than the CLCPS, yet, there were no significant differences between these two groups in student attitudes toward earth-science learning. No significant differences were found for student concept learning and attitudes toward earth-science learning among gender and group-gender interactions; (3) there were no significant differences in the retention among groups and group-gender interactions. However, the female students performed significantly better than the male students on the retention test of concept learning; (4) no significant differences were found between both groups in problem-solving abilities, yet, the female students performed significantly better than the male students on the problem-solving ability test; and (5) most of the students in the CLCPS group held positive perceptions of the instructional modules. They believed that the CLCPS could help improve their creativity and cooperative-learning skills. However, few students also expressed concerns about classroom management regarding these instructional modules.

Key words: Secondary School, Cooperative Learning, Instructional Method, Creative Problem Solving,