

# 「探究式教學法」與「講述式教學法」 對於國中學生地球科學「氣象」單元 學習成效之比較

毛松霖<sup>1</sup> 張菊秀<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立台灣師範大學 地球科學系

<sup>2</sup> 台北市立永春高中

(投稿日期：86年9月8日，接受日期：86年11月25日)

**摘要：**傳統的教學方式是以教師為中心，教學的重點偏重在學生對於事實的學習，學生只是被動地接受教師灌輸的知識，而將知識儲存於短期記憶之中。因此，這種傳統教學方法之結果與科學教育的目標相去甚遠，所造就的學生亦較缺乏判斷、推理解釋之能力，也常被認為是造成學生學習成效低落的原因之一。地球科學傳統教學亦面臨類似違背科學教育目標與理念之情形。

本研究以準實驗研究法及半結構晤談法進行研究，其目的在比較「探究式」教學和「講述式」教學法對學習態度、學生學習「氣象單元概念」的學習成效與解釋資料能力的影響；以及比較科學過程技能較優的學生與較差之學生，在不同教學模式中學習成效之差異。選取十二個班（共462位研究對象），分成兩組（實驗組與控制組）；於實驗教學前後，施以學習態度前、後測，並於教學後進行「氣象單元晤談」，以單因子共變數分析法，來比較兩組學生在進行不同教學之後，其學習成是否有所差異。研究結果顯示：

1. 在學生氣象單元概念學習成效比較上：在「統整性問題」、「理解性問題」與「全部問題」方面，實驗組顯著優於控制組 ( $P < 0.01$ )。而在「簡單讀圖及事實性問題」，實驗組顯著優於控制組 ( $P < 0.1$ )。在進一步由不同過程技能能力的學生來分析，在過程技能高、中分群學生，學習成效顯示出實驗組優於控制組。

2. 比較在兩組學生學習態度：在「學生參與度問題」、「解題成就感和信心問題」與「全部問題」方面，實驗組顯著優於控制組學生 ( $P < 0.01$ )。但在「學習興趣」方面，兩組並無明顯差異。在進一步由不同過程技能能力的學生來分析，在過程技能中、低分群的學生群中，顯示出實驗組優於控制組，但在過程技能高分群的學生，兩組學習態度測驗無顯著差異。

3. 晤談結果方面：實驗組解釋資料能力亦優於控制組，特別在過程技能中分群的學生，顯示出實驗組優於控制組。

**關鍵詞：**探究式教學、實研究、解釋資料能力、問題反映之統觀察分析法。

## 壹、緒論

歷年來第一作者一直關切並參予有關「解釋資料能力測驗工具」之設計發展研究工作，而在科學教育學習進展指標合作計畫中，選定「解釋資料」作為評測科學過程技能學習進展指標之一，並據以對台北市縣國小、國中、高中三階段之學生進行大規模的測試。其根本之想法乃基於以下之假設：學生之解釋資料能力應能反應其科學學習進展的程度與學校教學的方向有無缺失等問題；且與學生之認知發展及概念學習兩方面應有相當密切之關係。在認知發展與概念學習方面，已有很多研究結果證實其間之相關性；而科學過程技能與認知發展亦有研究顯示，其與認知推理能力有甚大之相關。但在解釋資料與概念學習方面究竟有何相關，仍有待研究。根據國外的研究發現，學生之學習成就與其探究學習之過程有關，而探究過程又與解釋資料之過程不能分割。再者，以科學發展史的觀點來看，由觀測獲得資料再經由分析、歸納與解釋之步驟，正是許多科學理論獲致建立之共通歷程，由此亦可見解釋資料之過程技能對概念之形成，甚至定律、法則之發現的重要性。

本研究重點之一乃在於先對科學教育指標計畫中有關台北市、縣國中學生氣象概念領域的學習進展指標與解釋資料能力指標所搜集的二種大規模抽測資料，作深入之分析，希望先經由錯誤選項分析及相關分析，了解國中生在氣象領域概念學習上的問題或迷失概念所在，以及這些問題與科學過程技能中解釋資料能力究竟有何關係。再藉此進一步找出多數學生之錯誤或迷思概念模式，並進而應用晤談與 Vee 圖設計認知評量策略，了解解釋資料能力不同之學生在氣象概念結構上之差異（毛松霖，1996）；本文主要在設計氣象單元概念學習之教學策略，進行教學實驗比較研究。衆所週知目前國中地球科學教材只著重注入式的理論介紹；有結果之描述而無過程之探究。在教學上多數教師亦仍為傳統的注入式，缺乏注意學生舊經驗的聯結，也不注重概念形成之心智歷程。故本研究之另一重點在：將前述經由不同途徑研究氣象概念的學習問題所得結果，實際應用於教學之改進。利用觀測資料，設計可行之教學策略，以實徵研究之方式，證明在增進學生解釋觀測資料能力的探究式教學策略必有助於較高層次概念之形成，藉此可對目前教學及教材提供一些具體實驗數據與改進教材編寫與教學方法之具體意見，以改進今後地科的教學與教材的編寫模式。

本研究之目的主要在：

1. 比較「探究式」教學法和「講述式」教學法對學習態度、氣象單元概念學習成效和解釋資料能力的差異。
2. 深入分析比較「探究式」教學法和「講述式」教學法中，科學過程技能能力不同的學生，學習成效的差異。

## 貳、理論與文獻探討

### 一、地科的教學目標與概念學習問題

科學教育的基本目標是培養具有科學素養的未來公民，欲使學生具備正確的科學概念，那麼教師就應當安排適當的學習環境，以期能使學生獲得所需的科學概念，並運用科學方法去解決問題（楊榮祥，1985）。而國民中學地球科學課程標準亦指出，地球科學教材各單元均以培養具有科學素養之未來公民為主要目標，注重學生經由學習活動過程，以了解地球科學的基本概念；增進運用科學方法及態度解決問題的能力，並啟發其探討地球科學的興趣。又1988年AAAS (American Association for the Advancement Science) 所倡導的「2061計畫：美國全民科學化」(Project 2061 : Science for all Americans)、SCIS (Science Curriculum Improvement Study) 科學課程（甘漢光、熊召弟、鍾聖校，1991）亦是以培養具備科學素養的公民為其課程目標。

然而，傳統的教學方式仍是以教師為中心；教學的重點只是偏重在學生對於事實的學習，而未重視學生對於科學概念理解的程度。學生只是被動地接受教師灌輸的知識，而將知識儲存於記憶之中（郭重吉，1992）。因此，這種傳統的教學方法之結果與科學教育的目標相去甚遠，所造就之學生亦較缺乏判斷、推理之能力，也常被認為是造成學生學習成效低落的原因之一；而地科傳統教學也面臨類似違背科教目標與理念之情形。

再者，就概念學習言：感官所察覺的知覺會受到學生的概念知識的影響，學生並不是單憑這些知覺就能獲得知識，做為一個有效能的學習者，必須與環境互動，不論與老師互動、與同儕互動，或是與教學活動中的情境互動（如去觀察、解釋、...），都是提供學習者，主動內在省思的機會，重新考量原有的認知結構和新的學習內容之關係。學生對科學的直觀想法深深影響學生往後所有的科學學

習。因此，教學的設計必須考慮學生原有的「知識網路結構」，由學生的「知識網路結構」出發，通過同化、調適或學習，提供學生較多討論和互動的空間當有助於學生學習科學。如果外在的環境中，出現任何無法納入現有認知結構之新經驗或事物時，（例如無法吸收或了解教師所教的科學概念），則兒童必須改變本身的反應方式或調整原有的認知結構，以順應外界的新情境（林清山，1981）。學習者藉由與環境的互動過程，運用「同化」（即改變外在的訊息，適應原有的認知結構）和「調適」（即改變原有的認知結構去順應外來訊息）的兩種學習策略，來達到學習的目的。因此，在課程的安排上，必須增加學生與環境互動的時間、頻率和互動的對象。在傳統的講述式教學上，給與學生較少的互動機會，只有少量的「互動」產生於老師和學生之間，即學生和學習內容之間。而探究式教學法，則提供學生較多「多元化的互動」空間，不但學生和老師間有互動，同學之間也有討論切磋的機會。從認知心理學的角度來看，大腦並不僅僅是被動地學習和記錄外來訊息的，大腦中原有的概念和來自環境的訊息產生交互作用，並且主動積極地加以選擇和處理，來建構概念的意義。

有一些學者卻從科學家常用來解決問題，形成理論探究的過程來強調科學方法對概念學習的重要性 (Bruner, 1961; Gagne, 1968)。美國科學促進會 (AAAS) 所發展出 S-APA 課程即在強調科學過程技能學習的重要性；而許多科學課程 (SCIS, ESS, ISCS, IPS, BSCS, PSSC, ESCP, CHEM Study . . . etc.) 亦均不約而同地強調透過探究過程的學習活動去形成科學概念的理念。很多學者亦主張在科學概念的學習上應該多給學習者先應用科學的過程技能如觀察、測量、分類、... 等去探索現象間的關係，以便有助於定理定律的理解 (Lawson & Renner, 1975; Karplus, 1977)。

## 二、概念研究與教學法改進的重要性

近十數年來在概念學習的研究方面非常多。有些人從科學史中概念發展或改變的過程來比較學童概念的演化歷程 (Wiser & Carey, 1983; Wandersee, 1986)；有些人則從認知理論的觀點來看學童科學概念的形成或改變 (Osborne & Wittrock, 1983; Hewson & Hewson, 1984)，另外則有較多的人則在探索學習者的迷思概念的模式或其形成原因 (Lawson & Thomson, 1988; Marek, 1986; Osborne, 1981)。

而本研究中之探究式教學則在提供學生模擬的觀測資料，讓學生從事科學的探討活動。在探討式的學習活動之下，可使學生積極的參與討論，而許多研究曾指出探究式教學法確能提升學生的學習成就 (Saunders & Shepardson, 1987; Basaga, Geban, & Tekkaya, 1994)。Mattheis 和 Nakayama (1988) 研究指出探究式教學法，可以提高學生學習表現，並且可以增進學生實驗技能、繪圖及解釋資料能力；此外，許多研究亦顯示探究式教學法比傳統的教學法更能提升學生的科學過程技能 (Tobin & Capie, 1982; Basaga *et al.*, 1994)；而 Lawson 和 Renner (1975) 更主張科學過程技能的應用有助於定理定律的理解，增進科學概念的學習；又 Shymansky, Kyle 和 Alport (1983) 曾將 1960 年代發展之美國中小學科學課程，根據 25 年來不同人的研究報告（超過 105 篇實驗研究之文獻，共涉及 45000 樣本），加以綜合分析 (Meta-analysis)，發現這些以探究學習為重點的課程實施結果，學生在各方面的表現（尤其在科學概念與科學態度方面）均優於傳統注釋式的課程。Anderson (1983) 亦指出四種 metaanalysis 的分析結果，均肯定探究的過程在培養高層次的思考技能與解決問題的能力，以及在科學概念的學習上均有幫助。本研究之目的，即在運用實徵研究之方法探討引導學生經由觀測資料之解釋推理以建構概念的探究式教學法，是否確實比傳統的講述式教學法較能幫助學生建構較高層次之氣象概念，因而提高學生的學習成效。

又有關概念學習問題的研究，較偏重在屬於皮亞傑的認知發展觀點 (Piaget, 1964; Inhelder & Piaget, 1985) 者，其研究法多半著重在應用臨床晤談的方法，深入發掘學童的抽象推理能力層次和概念形成發展的關係；當然亦有利用群測的方法，尋求認知發展層次與形式推理能力及邏輯思考能力方面的相關 (Padilla *et al.*, 1983; Yeany *et al.*, 1986)。又偏重奧斯貝的有意義學習觀點者 (Ausubel, 1963; 1968)，雖然也使用臨床晤談的方法去研究概念的形成，不過由於較注重概念結構的關係，因而以 Novak 與 Gowin 為主的學者，則較主張可採用概念圖 (Concept-map) 與 Vee 圖 (Vee Diagram) 的方法，去發掘學生的想法，也是較偏向於質的研究的特性。而上述強調探究過程有助科學概念學習之研究者，則常使用實徵性研究的方法去比較教學前後學習成就的差異，因而常需應用紙筆測驗去搜集較大量的數據，因此往往則偏向於量的研究，其缺點是無法深入了解學生概念轉變或形成的歷程。不過不同研究方法各有其優缺點，可視研究的性質與目的來靈活運用。本研究即在儘量拮取二者之優點，從量與質兩面收集教學實驗後之

結果，以便更進一步顯示教學策略之影響。

目前國內在概念學習方面的研究也漸漸增多，但大多數都是有關理化、生物方面的概念：如空間（歐陽鍾玲，1982）、熱（黃寶鈿，1987；謝秀月，1990）、力學（郭重吉、楊其安，1989）、運動（洪木利，1990）、光（黃湘武，1989；王龍錫，1992）、器官（陳世輝，1987）、生命現象（黃達三，1992）等。在地球科學方面，近年來才有少數人開始從事概念學習方面的研究，如月亮（王美芬，1991）、方位（許民陽，1992）、水循環（林顯輝，1992）、地球的形狀與重力（姜滿，1993）等。在國外有關地科概念方面的研究雖開始較早但亦不多，如晝夜的成因（Klein, 1982; Vosniadou & Brewer, 1989）、月的盈虧現象（Targan, 1987; Sadler, 1987）、四季的成因（Baxter, 1989）、雲與雨（Bar, 1989）、水的狀態改變（Osborne & Cosgrove, 1983）、重力（Nussbaum & Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Vosniadou & Brewer, 1989）等，且大都著重在迷思概念的發掘與心智模式的分類；少數研究已開始在關切概念改變的機制（如 Hewson & Hewson, 1983; Posner *et al.*, 1982; Vosniadou & Brewer, 1987）。

地球科學教育的問題一部份來自於教師不了解學生的先備知識與迷思概念的存在；更多的問題乃是來自不會運用探究的過程讓學生產生概念的轉變與概念的統攝。由於解釋資料的過程技能為學生進行探究過程所必須具備者，因而第一作者已於前幾年先從測試工具的設計入手，同時初步探尋解釋資料能力與地科氣象等概念層次結構間是否存有某種相關（毛松霖，1996）。目前有關地科氣象概念與解釋資料過程技能方面學習進展指標之測試結果分析資料亦已建檔（國中生有效樣本 9000 位）。本年度即根據上年度之發現進一步設計教學流程進行教學實驗，以比較不同教學策略（探究式教學與傳統釋教學）對學習者概念的轉變與抽象概念的學習成就的影響。此種研究不只能將概念研究結果直接應用於教學改進之研究，使概念研究與教學研究結合，並使研究結果具有應用與推廣的價值。更是我國地球科學學門規劃報告所提倡之研究主題之一。

## 參、研究方法與步驟

### 一、研究對象

本研究之對象一共十二個班級，分成二組（實驗組和控制組），其中六班施以「探究式」教學法（實驗組），六班施以「講述式」教學法（控制組），由研究中四位擔任實施教學的國中地球科學老師，就其所教授的班級中，選取班級特性（如在校國三上學期有關數學、理、化地科及段考平均成績、上課秩序……等）相近的兩個班，予以配對成一群，共六群。所有的研究對象一共有 486 人，但在氣象概念前、後測中，有效研究樣本為 462 人；在學習態度前、後測中，有效研究對象 453 人；而晤談的研究對象為 47 人。正式研究之前，以 T 考驗檢定每一群實驗組和控制組學生其在校成績（包括數學、理化、地科及段考平均）多無顯著差異，僅有第 1 群在地球科學和第 3 群在過程技能測驗控制組顯著優於實驗組。兩組在實驗過程進行時，均未告知在進行實驗，完全照學校進度進行。

### 二、研究工具

本研究藉以蒐集資料之工具包括以下四項：

#### (一)「氣象」單元概念學習成就評量測驗

本研究所採之氣象單元測驗題目主要由下列題目中擷取編製：1. 歷屆高中、五專聯考中，氣象相關試題。2. 林政宏和毛松霖（1994）編製之「地球科學學習進展指標（國中－甲卷）」試題。3. "Let's Review: Earth Science" (Denecke, 1995) 中之試題。

上述編製完成之試題再經師大地球科學系四位教授審核、修改後，挑選合適的題目共 24 題（均為單選題，每題四個選項）。參考 King (1994) 問題類型層次，將題目分為三種層次：有簡單讀圖事實性問題型題目（5 題）、理解性題目（11 題）和統整型題目（8 題）。作為氣象單元教學效果後測之工具，而為便於比較教學前、後之效果，則從後測 24 題中選出 8 題較淺易之題目作為前測試題（因學生均未上氣象單元，恐不具氣象概念，因而主要是事實性問題與小部份理解性問題）。

#### (二)過程技能測驗

本測驗題選自毛松霖(1994)科學過程技能學習進展指標(國中部份)之測驗題目之中,解釋資料能力的13題,此份測驗於民國83年間對台北縣、市9000多位國三學生進行測驗,此次選用的13題測驗結果之內部一致性信度其Cronbach  $\alpha$ 值為0.73(毛松霖,1995)。本研究以此指標測驗研究對象的解釋資料能力,再將研究對象分群,以利進一步討論分析。

### (三)態度測驗

本研究所採之本態度測驗題目主要由鄭湧涇和楊坤原(1995)編製之「生物的態度量表」試題中,擷取修改而編製。前後測相同,題數是十三題,調查兩組學生在學習興趣問題、學生參與度問題、解題成就感和信心問題三個項目及全部問題的態度改變)。

### (四)氣象晤談的方法

參採 SOLO (Systemetic Observation of Learning Outcome) 的方法 (Biggs & Collis, 1982), 以「氣象晤談單」來晤談學生的概念, 藉以了解學生解釋資料的能力及推理能力。在正式晤談前, 先做 20 位學生的前置晤談, 將晤談的問題確切化, 並設計晤談細目表, 以利事後的分析。在 SOLO 的分類中, 不但涉及學生答題時, 所使用相關概念的多寡(解題時所使用暫時記憶的量), 同時也強調概念間相互關係(關聯性操作), 並可和 Piaget 認知發展階層相互對應, 因此本研究採用它來做為分析學生對概念的學習層次之參考架構。本次晤談就以 SOLO 的分層, 來做為氣象晤談解釋能力的分析方法(參見附錄 I)。

## 三、研究設計與研究流程

本研究之目的, 在比較「探究式教學法」與「講述式教學法」, 對學生學習態度、氣象單元的概念學習成效及解釋資料能力之影響, 以實驗教學的方式, 來比較兩種教法對學生的學習成效。在本研究中, 實驗教學研究採用準實驗研究法, 兩組為不相等控制組設計(郭生玉, 1994)。表 1 為本研究中實驗設計的示意表。



表 1：研究設計示意表

控制變因	教材單元內容：國中三年級地球科學氣象單元 教學時數：實驗組和對照組均為四節課（200分鐘）  教師：每一配對群中，皆為同一老師教學 研究對象：國中三年級學生 學生能力：在每一配對群中，將兩配對班級學生的地球科學在校成績與過程技能測驗成績，進行獨立樣本T考驗，未達顯著差異。
操弄變項	教學方法： 實驗組使用探究式教學法 控制組使用講述式教學法
依變項	學生在學習態度上的表現 學生在氣象單元概念上的學習成就 學生在氣象單元的解釋資料能力

在研究教學中，嚴格要求教學老師照研究設計及教學活動流程及時數安排進行教學，以確保研究品質。又控制組完全照傳統方法教學與複習；實驗組則已先訓練教師（第一作者且曾在景興國中給予示範觀摩教學），且隨時與教師檢討提示，以便嚴格遵照教學要領進行。有關教學活動流程及各流程均規範了應注意事項。又為確定實驗班教師確實用探究式教學模式進行，除隨進度與他們開會檢討提醒外，並有錄影結果作為開會資料。又不論實驗班或控制班均未和學生提出在進行「實驗計畫」，每班的教學都分開教的（均按學校課表上課）。而且實驗班與控制班均在教完整個單元後即實施後測，以免受到段考總複習之影響，以確保變因之控制。

#### 四、教學設計

本研究，兩種教學法主要差異為：探究式教學法依探活動之需要改寫現有課文，做成教材，提供問題情境，展開歸納、發現、解等歷程及對學科概念的聯結。講述式教學法則提供課文內容，由教師以口述或板書方式按序講解，於課堂中進行複習學科概念內容。

表 2 及表 3 以「水汽飽和」為例，分別列出探究式教學與講述式教學之教案中，各項教學流程之重點以顯示兩組教學活動之主要差異。

表 2：探究式教學法（實驗組）教學流程及重點

教學流程	重點
1. 以問題情境引起動機 例如： (1) 為什麼溼衣服晾在外面會乾？ (2) 為什麼密封飲罐由冰箱拿出來不久後外會變溼？ 2. 說明探究活動中所需的基本概念－水汽飽和溫度的關係。 3. 給學生飽和水汽和溫度關係圖和問題，請學生討論並上台發表。 4. 綜合歸納整理。	引起學生的注意，提升學生的興趣。  幫助學生做下一步探討的準備。  給學生自己動腦思考，以問題激發學生思考學生藉由讀圖發現，解釋、歸納的歷程回答。 1. 以學生答對的部分給予讚美鼓勵學生。 2. 發現學生迷思概念或無法聯想的部份，予以歸納統整有關概念。

表 3：講述式教學法（控制組）教學流程及重點

教學流程	重點
1. 單元內容介紹 例如： (1) 溼衣服 2 在外面會乾，是因為水蒸發了。 (2) 密封飲料罐由冰箱拿出來不久後，外壁會變溼，有水汽凝結了。 2. 說明飽和的意義與達到飽和的方法 3. 老師講述溫度和水汽飽和的關係 4. 老師說明溫度、高低時飽和的情形	使學生了解即將要教學的內容範圍  直接講述飽和意義與達到飽和的方法 老師自行演譯，並且分析給學生了解 老師舉例說明後再解釋給學生了解

## 肆、結果與分析

本研究之結果數據處理過程，先將檢驗各群實驗組與控制組在各方面組內迴歸係數是否同質，再進行以前測為共變數之單因子共變分析，在除去前測對後測的影響之後，算出調整之後測的調整平均來比較，若組內迴歸係數不同質時，則以原平均數來比較。

## 一、氣象概念前、後測的資料分析

本研究，所有有效樣本人數，實驗組 244 人，控制組 218 人，共有 462 位有效研究對象。

所有有效研究對象在氣象單元概念前測（共為 8 題）之內部一致性信度其 Cronbach  $\alpha$  值為 0.44（較低只在作為基線，因學生在未學習氣象概念前往往往以猜測的方式選答），而氣象單元概念後測（共 24 題）之內部一致性信度其 Cronbach  $\alpha$  值則為 0.80，各群的學生氣象單元概念前測平均分數見表四：氣象單元概念前後測的資料分析，以單因子共變數分析法，來比較兩組學生在進行不同教學之後，是否學習成效有所差異，考驗兩組學生在事實性問題、理解性問題、統整性問題及全部問題等四個項目是否有所差異。以下將各項考驗之結果呈現於後：

(一)依照各班配對情形，來比較二組學生的概念學習成效之差異

1. 六群全部學生測驗結果分析（如表 4 所示）（各群測驗分析請參見錄 II）

- (1)在「統整性問題」、「理解性問題」方面，實驗組學生之學習成效顯著優於控制組學生 ( $P < 0.01$ )。
- (2)在「簡單讀圖及事實性問題」方面，實驗組學生之學習成效顯著優於控制組學生 ( $P < 0.1$ )。
- (3)在「全部問題」方面，實驗組學生之學習成效顯著優於控制組學生 ( $P < 0.01$ )。

表 4：各群的學生氣象後測調整後平均分數及（原標準差）

	氣象測驗題之問題層次			
	簡單讀圖及事實性問題（5題）	理解性問題（11題）	統整性問題（8題）	全部問題（24題）
六群全部 實驗組244人	2.9 (1.4)*	7.2 (2.3)***	3.7 (1.8)***	13.9 (4.7)***
控制組218人	2.7 (1.6)	6.5 (2.5)	3.0 (1.6)	12.2 (4.9)

\*代表達到0.1的顯著差異水準    \*\*代表達到0.05的顯著差異水準  
 \*\*\*代表達到0.01的顯著差異水準

## 2. 綜合分析：

由這樣的結果可以看出，在學習過程中，有機會讓學生親身去發現、解釋之學習過程，比直接講述教學生有較好的教學成效。尤其對於需要進一步處理、歸納和分析的理解性問題與統整性之氣象概念問題，的確能表現出優於控制組的講述式教學。

### (二) 依過程技能高低不同的學生群來進一步比較其概念學習成效

將學生分成過程技能高分群、中分群和低分群三群，在檢驗實驗組和控制組氣象單元概念前、後測在組內迴歸係數同質之後，即進行以氣象單元概念前測為共變數，進行單因子共變分析方法，在除去氣象單元概念前測對後測的影響之後，算出調整之後的平均，如表 5 所示。

#### 1. 由不同能力的學生群來看：

由過程技能高、中與低三群學生來看，實驗組與控制組之各項問題，經單因子共變數分析法的考驗結果，分成三個方面，說明如下：

##### (1) 過程技能高分群學生

①在「統整性問題」方面，實驗組學生之學習成效顯著優於控制組學生（ $P < 0.01$ ）。

②過程技能高分群中，分為「最高分 63 人」和「次高分 63 人」，在「理解性問題」、「簡單讀圖及事實性問題」與「全部問題」方面，兩組之學習成效亦無顯著差異。

##### (2) 過程技能中分群學生

①在「統整性問題」、「理解性問題」與「全部問題」方面，實驗組學生之學習成效均顯著優於控制組學生（ $P < 0.01$ ）。

②在「簡單讀圖及事實性問題」方面，則無顯著差異。

##### (3) 過程技能低分群學生

①在「統整性問題」方面，實驗組學生之學習成效顯著優於控制組學生（ $P < 0.1$ ）。

②在「理解性問題」、「簡單讀圖及事實性問題」與「全部問題」方面，兩組之學習成效皆無顯著差異。

## 2. 綜合分析：

由這樣的結果可以看出，在探究式的氣象教學中，受到影響的學生群，多屬過程技能高、中分群，尤其在過程技能中分群的實驗組教學效果特別顯著；而過程技能低分群的學生，在概念的學習成效上，受到教學法的影響則較少。過程技能高、中分群，在學習過程中，因有機會讓學生親身去發現、解釋之學習過程，故比直接講述教學，有較好的教學成效。尤其對於需要進一步處理、歸納和分析的理解性問題與統整性問題，的確能表現出優於控制組。

表 5：過程技能高、中和低各分群中學生氣象後測調整後平均分數及原標準差  
(若組內迴歸係數不同質，則以原平均分數來表示)

群 別	氣象測驗題之問題層次				
	統整性問題		事實及簡單 讀圖問題	理解性問題	全部問題
過程技能高分群 實驗組(68) 控制組(58)	5.0 (1.6)*** 4.1 (1.6)	過程技能 最高分群(63人)	原平均分數		
		實驗組	3.7 (1.1)	9.8 (1.9)	18.4 (3.5)
		控制組	4.2 (1.3)	8.7 (1.5)	18.0 (3.3)
		過程技能 次高分群(63人)			
		實驗組	3.4 (1.1)	8.1 (1.9)	16.6 (3.8)
		控制組	3.4 (1.7)	7.8 (2.7)	15.5 (5.7)
過程技能中分群 實驗組(106) 控制組(106)	3.5 (1.6)*** 2.9 (1.5)		2.9 (1.3)	7.2 (2.0)***	13.62 (3.8)***
			2.7 (1.5)	6.2 (2.2)	11.82 (4.1)
過程技能低分群 實驗組(66) 控制組(49)	2.6 (1.6)* 2.1 (1.2)		2.2 (1.5)	原平均分數 5.6 (2.1)	10.3 (4.2)
			1.8 (1.3)	5.3 (2.1)	9.3 (4.0)

\*代表達到0.1的顯著差異水準 \*\*代表達到0.05的顯著差異水準 \*\*\*代表達到0.01的顯著差異水準

## 二、學習態度前、後測的資料分析

### (一)比較兩組（實驗組和控制組）學生學習態度之差異

本研究中，所有有效樣本人數共有 453 人，其中實驗組 240 人，控制組 213 人，總計有六群。所有有效研究樣本在態度測驗前測（13 題）之內部一致性信度其 Cronbach  $\alpha$  值為 0.84，在態度測驗後測（13 題）之內部一致性信度其 Cronbach  $\alpha$  值為 0.85。

#### 1. 六群全部學生態度測驗結果（參考表 6）

在「學生參與度問題」以及「解題成就感和信心問題」方面與「全部問題」方面，實驗組均顯著優於控制組學生（ $P < 0.01$ ）。

#### 2. 綜合分析

(1)在實驗組和控制組，學生態度前、後測驗中顯示，在「學習興趣問題」方面，雖有少部分實驗組優於控制組或控制組優於實驗組，但整體而言，兩組的學習興趣差異不大。可能是因為上課氣氛不像平常那樣輕鬆有趣，平常老師以自己原有的知識架構教學，不需要另外記住教案的每個細節，沒有時間壓力；不會有很吵的學生，可以不關心學生說了些什麼想法（因為學生沒機會說）；不需要對學生突來的反應或回答在短時間做處理；不需要由學生上台發表的「知識結構」中去和專家的「知識結構」相比較，了解學生學習的偏失或不足；不需由學生的「知識結構」出發，歸納分析，補足學生欠缺或修正學習的偏差。由以上的敘述可知，實驗組的老師同時擔負了多少的新任務，焦慮度的上揚是可想而知。因此，上課的面容少了許多的笑容。（經由教學錄影帶中的觀察）

(2)在「學生參與度問題」與「解題成就感和信心問題」以及「全部問題」方面，實驗組均顯著優於控制組學生。

這可能是由於實驗組的學生較喜歡自己能參與的學習方法，同時在學習的過程中得到較多的肯定，覺得學到較多知識並認為自己具有較好的解決問題能力。由此看來，探究式教學法，以學生為中心的教學活動，有講述式教學法所不能取代的優點。

### (二)依照過程技能的高、低來進一步比較兩組學生學習態度之差異

學習態度前、後測的資料分析，以單因子共變數分析法，來比較兩組學在進

表 6：各群的學習態度後測調整後平均分數及原標準差（在檢驗實驗組和控制組前後測在組內迴歸係數不同質時，分成高低分群來比較）

群 別	態度測驗測驗題之問題分析（後測分析）				
	學生參與度問題	解題成就感和信心問題	全部問題		學習興趣問題
題目最高分至最低分	-5至5	-5至5	-13至13		-3至3
六群全部				前測興趣高分群	
實驗組(240)	1.9 (2.2)***	1.5 (2.4)***	4.7 (5.1)***	實驗組(111人)	2.0 (1.2)
控制組(213)	1.2 (2.1)	0.9 (2.7)	3.3 (5.6)	控制組(116人)	2.0 (1.2)
				前測興趣低分群	
				實驗組(129人)	0.6 (1.4)*
				控制組(97人)	0.2 (1.5)

\*代表達到0.1的顯著差異水準 \*\*代表達到0.05的顯著差異水準  
\*\*\*代表達到0.01的顯著差異水準

行不同教學之後，是否過程技能高分、中分和低分群的學生學習態度有所差異，考驗兩組學生在學習興趣問題、學生參與度問題、解題成就感和信心問題三個項目及全部問題是否有所差異。將各項考驗之結果呈現於後（參見表 7）：（總計所有有效研究對象共 453 人，實驗組 240 人與控制組 213 人依過程技能分高、中、低三群）

1. 由不同能力的學生來看：

- (1)過程技能高分群學生－在「學習興趣問題」、「學生參與度問題」、「解題成就感和信心問題」與「全部問題」方面，兩組之學習態度皆無顯著差異。
- (2)過程技能中分群學生－在「學習興趣問題」方面，兩組之學習態度則無顯著差異。但在「學生參與度問題」、「解題成就感和信心問題」與「全部問題」方面，實驗組學生之學習態度顯著優於控制組學生 ( $P < 0.05$ )。
- (3)過程技能低分群學生－在「學習興趣問題」方面，實驗組學生之學習態

表 7：過程技能高、中和低分組，各群的學生態度後測調整後平均分數及原標準差  
(在檢驗實驗組和控制組前後測在組內迴歸係數不同質時，採用原始平均分數)

群 別	態度測驗測驗題之問題分析 (後測分析)			
	學習興趣問題	學生參與度問題	解題成就感和信心問題	全部問題
題目中最高分至最低分	-3至3	-5至5	-5至5	-13至13
過程技能高分群				
實驗組 (68人)	1.3 (1.3)	2.3 (2.0)	1.9 (2.7)	5.4 (4.8)
控制組 (58人)	1.5 (1.6)	1.8 (2.2)	1.8 (2.4)	5.2 (5.7)
過程技能中間群				
實驗組 (105人)	1.2 (1.5)	1.7 (2.2)**	1.4 (2.4)**	4.3 (5.0)**
控制組 (104人)	1.4 (1.6)	1.4 (2.2)	1.1 (2.7)	3.8 (5.7)
過程技能低分群				
實驗組 (66人)	1.0 (1.7)*	1.4 (2.4)***	0.8 (2.4)**	3.2 (5.3)***
控制組 (49人)	0.8 (1.7)	0.6 (1.7)	0.1 (2.4)	1.5 (4.9)

\*代表達到0.1的顯著差異水準    \*\*代表達到0.05的顯著差異水準  
\*\*\*代表達到0.01的顯著差異水準

度顯著優於控制組學生 ( $P<0.1$ )。在「解題成就感和信心問題」方面，實驗組學生之學習態度顯著優於控制組學生 ( $P<0.05$ )。在「學生參與度問題」與「全部問題」方面，實驗組學生之學習態度顯著優於控制組學生 ( $P<0.01$ )。

## 2. 綜合分析：

就整體而言，比較兩組學生學習態度測驗結果：(1)在實驗組中，過程技能中低分群學生，由於是透過探究學習的歷程，學生較喜歡自己能有參與學習的機會，且能在學習的過程中得到較多的肯定，因而覺得學到較多知識並認為自己具有較好的解決問題能力。(2)過程技能高分群學生，雖在兩組中都有較正向的態度測驗結果，但無顯著差異；可能是這一群的學生，在兩種不同的教學法下，學習態度上，不受教學法所影響，無論哪一種教學



法，學生皆會主動參與，建構自我的概念學習。故由此看來，探究式教學法，對過程技能中、低兩群學生的學習態度特別有所幫助。

### 三、「氣象晤談」解釋資料能力分析

(一)晤談對象之選定與個案晤談後之分層：

1. 在研究對象六群中以願意配合晤談之三群（即第 3 群、第 5 群與第 6 群），進行晤談。
2. 將班級學生依過程技能分成高、中、低三個層次，選出「氣象單元概念」學習成效評量中，得分較高的學生一至三位。
3. 三群共有 47 位學生個案，實驗組有 23 人，控制組有 24 人。（詳細晤談內容和 SOLO 分層示例請參見附錄Ⅲ）

(二)解釋資料能力的綜合比較

將三群共 47 位個案之回答，以 SOLO 之分加以分析，其解釋資料之能力層次，並歸納整理如表 8 所示。

1. 將所有個案的綜合比較，由表八中可看出。
  - (1) 在達到 SOLO 解釋資料能力的第Ⅳ層的學生中，實驗組特別顯著優於控制組，實驗組佔有 6 人，控制組僅 2 人。
  - (2) 在達到 SOLO 解釋資料能力的第Ⅰ、Ⅱ層次的學生來看，控制組佔有 6 位，實驗組僅有 2 人。
  - (3) 在達到 SOLO 解釋資料能力第Ⅲ層次的學生來看，兩組學生表現差不多。
2. 由過程技能層次不同的學生來看  
在過程技能高層次的學生，實驗組比控制組多一位Ⅳ層的學生；在過程技能中層次，實驗組達到Ⅳ層的學生有 4 位，而控制組卻僅有一位；過程技能低層次之個案中，兩組差異不大。

整體而言，所有個案在解釋資料能力的綜合比較，可看出實驗組的 SOLO 解釋資能力優於控制組；實驗組較多的學生突破了原有的「水汽被擋就下雨」的迷思（不必凝結就可下雨），會以「上升氣流使水汽飽和，或上升氣流會降溫致水汽凝結而成雲致雨」為下雨的理由來回答。

表 8：所有個案在解釋資料能力的綜合比較

過程技能之分層		SOLO 解釋資料能力分層										
		I		II		III		IV		V		合 計
		實驗班	控制班	實驗班	控制班	實驗班	控制班	實驗班	控制班	實驗班	控制班	
高層次	實驗組	0		1		3		2		0		6
	控制組		0		2		3		1*		1*	7
中層次	實驗組	0		0		8		4		0		12
	控制組		2		1		8		1		0	12
低層次	實驗組	0		1		4		0		0		5
	控制組		1		0		4		0		0	5
合 計		0	3	2	3	15	15	6	2*	0	1*	47

\*表示控制組有一位資優保送生

## 伍、結論與檢討

### 一、結論

本研究所得到的結果，摘要整理如下：（表 9）

表 9：本研究結果整理表

研究項目		不同學生群	全部學生群 整體來看	過程技能 高分群	過程技能 中分群	過程技能 低分群
氣象單元概念	事實性問題與簡單讀圖		*			
學習成效	理解性問題		*		*	
	統整性問題		*	*	*	*
	全部問題		*		*	
學習態度	學習興趣問題					*
	學生參與度問題		*		*	*
	解題成就感和信心問題		*		*	*
	全部問題		*		*	*

\*表示實驗組顯著優於控制組

由以上的結果可得到以下的結論：

接受探究式教學的學生，在概念的學習成效與學習態度方面，均有顯著優於接受講述式教學的學生。對過程技能高分的學生來說，由於學生本來就很聰明，因此在各方面沒有很大的差異，但在統整性的概念學習上，有顯著的成效。對過程技能中分的學生來說，在各方面均有顯著的成效。對過程技能低分的學生來說，在統整性的概念學習和學習態度上，有顯著的成效。

由於在探究學習過程中，有機會讓學生親身去發現、解釋之學習過程，因而在概念的學習成效上，比講述教學有較好的成效；尤其對於需要進一步處理、歸納和分析的理解性問題與統整性問題方面，實驗組的確能表優於控制組。對中等程度的學生（過程技能中分群）的實驗組教學效果尤其特別顯著。但過程技能低分群的學生，則受到教學法的影響較少。

學生態度測驗結果：在實驗組中，過程技能中、低分群學生，由於可以透過探究學習的歷程，學生較喜歡自己能有參與學習的機會，且在學習的過程中得到較多的肯定，因而覺得學到較多知識並認為自己具有較好的解決問題能力。由此看來，探究式教學法，對過程技能中、低分群學生的學習態度特別有所幫助。過程技能高分群學生，雖在兩組中都有較正向的態度測驗結果，但學習態度卻無顯著差異，可能是這一群的學生，在學習態度上，不受教學法所影響，無論哪一種教學法，學生皆會主動參與，建構自我的概念學習。

在本研究中，統整性題目是需要高層次的解決問題能力才可以解答的，而探究組有比較好的表現是來自於解決問題的練習活動，使得學生有較高的成就，探究取向的教學促成了教學的成功，而探究解題活動的經驗，提升了學生學習高層次推理、解釋和思考能力和解決問題的技能。由晤談結果顯示，實驗組解釋資料能力優於控制組，尤其是過程技能中分群的學生，特別顯著。實驗組有較多的學生突破了原有的「水汽被擋就下雨」的迷思（不必凝結就可下雨），會以「上升氣流使水汽飽和，凝結而成雲致雨」為的理由來解釋下雨的原因。

由此看來，探究式教學法，以學生為中心的教學活動，有講述式教學法所不能取代的優點。老師若希望學生做學習的主人，在學習的過程中，有參與學習的機會，得到較多的肯定與自信，可採用探究式教學法來施行教學，尤其是對中、低程度的學生。

## 二、檢討

1. 本研究之發現與國外許多相關研究 Tamir 和 Jungwirth (1975), Ivins (1985), Wideen M. F. (1985), Strawitz 和 Malone (1987), Basaga, Geban 和 Tekkaya (1994), 唐國詩 (1996) 和侯政宏 (1996) 的結果相符。
2. 雖然在以上的結果有許多正向發現，但是國內若要實行探究教學法，仍困難重重，根據實驗教學過程中的觀察和老師的反映，有如下之問題：
  - (1) 「引起動機」之不足
    - ① 多位老師深感「引起動機」之不足，使學生學習的氣氛不如預期中的好。
    - ② 學生滿足於「只要一個答案」，即單一科學概念，而不去思考前因後果，因此沒有討論的動機，一般學生的抱持的態度是「等老師講就好了，為什麼我還要參與呢？」
  - (2) 學生不如老師所期待的充分主動參與學習
    - ① 有效能的討論才能有有效的互動，而有效能的討論必須經過訓練，才能達成，學生往往七嘴八舌，談及無關教學內容的話題，學生會常以自我為中心，沒有聆聽別人說話的習慣；上課時常只是愛說話的學生一直發表意見，造成沒有公平互動的學習機會。有些學生參與學習，有些學生則袖手旁觀，學生未經訓練很難在短時間進入探究問題的情境，達到良好的同儕互動。
    - ② 有些學生怕出醜或說錯話，不愛上台發表意見或參與討論。
    - ③ 教學的問題多偏向「思考」方面的題型，並期待學生去思考連結，但有些學生仍停留在原有被動的學習習慣中，只接受而不去思考，學生不會也不想去「思考」，可能只是接受某些同學的意見或等老師公布答案，並不完全主動參與。
    - ④ 單一學科進行短時間的探究教學，尚無法使學生充分享受到探究式教學法的樂趣和啟發，而在其他時間中，學生又回到傳統的教學情境中

時，學生又會開始被動的「接受」知識，因而無法短時間養成主動參與的習慣。

- ⑤由於探究式教學法與講述式教學法教學時間控制得一樣；因此，造成探究式教學法的上課時間非常緊迫，學生討論的時間往往不夠充分。

## 謝 辭

本文承行政院國科會專題研究計畫 (NSC86-2511-S-003-024) 補助；以及王雅靜、盧招如、翁玉華、陳聖芳四位老師在教學及晤談上的協助，特此感謝。

## 陸、參考文獻

1. 王美芬 ( 1991 )：小學生所具有的月亮迷思概念。《台灣省第二屆教育學術論文發表會，數理教育組論文集》，380-392。
2. 王龍錫 ( 1992 )：國小兒童光與視覺之概念研究。《國立屏東師院「小自然科學教育」學術研討會論文彙編》，39-64。
3. 毛松霖 ( 1994 )：科學教育指標之研究：科學學習進展指標－科學過程技能學習進展測驗（國中）。
4. 毛松霖 ( 1995 )：《科學教育指標之研究－科學過程技能學習進展指標(4)》，國科會專題研究計畫，NSC83-0111-S003-023。
5. 毛松霖 ( 1996 )：《中、小學生「傳達」及「解釋資料」能力與其天文概念架構之關係研究》。國科會專題研究計畫，NSC83-0111-S003-056，NSC84-2511-S003-012-N。
6. 毛松霖 ( 1996 )：《國中地球科學觀測資料之「解釋能力」與「概念形成」之教學策略研究(一)》。國科會專題研究計畫，NSC85-2511-S-003-017。
7. 甘漢光、熊召弟和鐘聖校 ( 1991 )：《小學自然科教學研究》。台北市：師大書苑有限公司。
8. 林顯輝 ( 1992 )：國小兒童水循環概念之研究。《國立屏東師院「小自然科學教育」學術研討會論文彙編》，99-124。
9. 洪木利 ( 1990 )：我國兒童對牛頓定律概念架構之認知過程。《中華民國第七屆科學教育學術研討會手冊》。
10. 姜滿 ( 1993 )：國小學童地球科學概念之理解，《台南師院學報》，26，

193-219。

11. 林清山（1981）：科學教育心理學基礎（上）。國立臺灣師範大學科學教育中心民國70年編：《自然科學教學方法研究》，科學教育月刊第1-41期抽印本(3)，50-59。
12. 林政宏、毛松霖（1994）：科學教育指標之研究：科學學習進展指標－地球科學學習進展測驗（國中甲卷）。
13. 侯政宏（1996）：《探究式教學法與講述式教學法在國中地球科學「太陽視運動」單元中學生學習成效之比較》。國立臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
14. 唐國詩（1996）：《探究式教學法與講述式教學法在國中地球科學「星象」單元中學生學習成效之比較》。國立臺灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
15. 郭生玉（1994）：《心理與教育研究法》。台北縣：精華書局。
16. 郭重吉（1992）：從建構主義觀點探討中小學數理教學的改進。《科學發展月刊》，20(5)，548-570。
17. 郭重吉、楊其安（1989）：利用臨床晤談來探究國中學生對力學概念的另有架構。中華民國第五屆科學教育學術研討會。
18. 歐陽鐘玲（1982）：《學童空間概念的發展》。台灣師大地理研究所碩士論文。
19. 黃湘武（1989）：《學生科學概念與推理能力發展之相關研究－光的性質》。國科會專題研究，NSC78-0111-S003-017-D
20. 黃達三（1992）：國小學生生命概念發展及另有構念的研究。《國立屏東師院「小自然科學教育」學術研討會論文彙編》，65-92
21. 黃寶鈿（1987）：溫度與熱量概念的混淆與辨識。認知與學習研討會（第二次）。行政院國家科學委員會科學教育處。
22. 陳世暉（1987）：兒童人體器官概念發展之研究。《花蓮師院學報》，419-530。
23. 許民陽（1992）：《國小兒童對方向及位置兩空間概念認知發展的研究》。國科會專題研究，NSC81-0111-S133-03
24. 楊榮祥（1985）：《生物科教學模式研究》。台北市：高立圖書有限公司。

25. 鄭湧涇、楊坤原 ( 1995 ) : 對生物學的態度的量表之發展與效化。《科學教育學刊》, 3(2), 189-212。
26. 謝秀月 ( 1990 ) : 《小學、師院學生熱與溫度概念的另有架構》。彰化師大科學教育研究所碩士論文。
27. AAAS (1967). *An evaluation model and its application*, In *Science-A process Approach*. AAAS Miscellaneous publication.
28. Anderson, R. D. (1983). A consolidation and appraisal of science education meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(5), 497-509.
29. Ausubel, D. (1963). *The psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.
30. Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
31. Bar, Varda. (1989). Children's view about the water Cycle, *Science Education*, 173(4), 481-500.
32. Basaga, H., Geban, O., & Tekkaya, C. (1994). The effect of the inquiry teaching method on biochemistry and science process skill achievements. *Biochemical Education*, 22(1), 29-31.
33. Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513
34. Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*, New York: Academic.
35. Bruner, J. S. (1961). *The Process of Education*. New York: Vintage Books.
36. Deneck, E. J. Jr. (1995). *Let's review: Earth science*. New York: Barron's Educational Series, Inc.
37. Gagne, R. M. (1968). Learning hierarchies, *Educational Psychologist*. 6, 1-9.
38. Good R. G. (1977). *How Children Learn Science: Conceptual Development and Implication for Teaching*, New York. Macmillan Publishing Co..
39. Hewson, P. W. & Hewson, M. A. (1984). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional*

- science, 13, 1-13.
40. Inhelder, B. & Piaget, J. (1985). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York : Basic Books, Inc.
  41. Ivins, J. E. (1985). A comparison of the effects of two instructional sequences involving science laboratory activities. (Eric Document Reproduction Service No. ED259953).
  42. Karplus, R. (1977). Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 169-175.
  43. King, A. (1994). Guiding knowlegde construction in the classroom: Effects of tesching children how to question and how to ecplain. *American Education Research Journal*, 31(2), 338-368.
  44. Klein, C. A. (1982). Children's concepts of the earth and the sun: Across cultural study. *Science Education*, 65(1), 95-107.
  45. Lawson, A. E., & Renner, J. W. (1975). Relationships of science subject matter and developmental levels of learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 12, 347-356.
  46. Lawson, A. E., & Thompson, L. D. (1988). Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 733-746.
  47. Marek, E. A. (1986). Understandings and misunderstandings of Biological Concepts. *The American Biology Teacher*, 48, 37-40.
  48. Mattheis, F. E. & Nakayama, G. (1988). Effects of a laboratory-centered inquiry program on laboratory skills, science process skills, and understanding in middle grades strudets. (Eric Document Reproduction Service No.ED307148).
  49. Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, 64(1), 83-93.
  50. Nussbaum, J. & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60 (4), 535-550.
  51. Osborne, R. J. (1981). Childrens' ideas about electric current. *New*



- Zealand Science Teaching*, 29, 12-19.
52. Osborne, R. J. & Cosgrove, M. R. (1983). Children's conception of the change of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
  53. Osborne, R. J. & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67, 489-508
  54. Padilla M. J. & Okey. (1983). The relationship between Science Process skill and formal thinking abilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(3), 239-246.
  55. Piaget, J. (1964). Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 176-186.
  56. Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66, 211-277.
  57. Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in astronomy. *Proceedings of Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, NY: Cornell University.
  58. Saunders, W. L. & Shepardson, D. (1987). A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 39-51.
  59. Shulman, L. & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences, *Second handbook of research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.
  60. Shymansky, J., Kyle, W. & Alport, J. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 387-404.
  61. Strawitz, B. M. & Malone, M. R. (1987). Reservice teachers' acquisition and retention of integrated science process skills: A comparison of teacher-directed and self-instructional strategies. *Journal of research in Science Teaching*, 24(1), 53-60.

62. Tamir R. & Jungwirth E. (1975). Students' growth as a result of studying BSCS biology for several years, *Journal of research in Science Teaching*, 12(3), 263-279.
63. Targan, D. (1987). *A study of conceptual change in the content domain of the linear phases*. Proceedings of Second International Seminar on misconceptions and Educational Strategies in Science and mathematics. Ithaca, NY: Cornell university.
64. Tobin, K. G. & Capie, W. (1982). relationship between formal reasoning ability. Locus of control. Academic Engagement and Integrated Process Skill Achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 113-12.
65. Tobin, K. G., Briscoe, C. & Holman, A. J. (1990). Overcoming constraints to effective elementary science teaching. *Science Education*, 74 (4), 409-420.
66. Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 57(1), 51-67.
67. Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1989). *The concept of the earth's shape: A study of conceptual change in childhood*. Technical Report No. 467.
68. Wandersee, J. H. (1986). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 581-597.
69. Wideen, M. F. (1975). Comparison of student outcomes for science-A process approach and traditional science teaching for third, fourth, fifth, and sixth grade classes: Aproduct evaluation. *Journal of research in science teaching*, 2(1), 31-39.
70. Wiser, M. & Carey, S. (1983). *When heat and temperature were one*. In D. Gentner & A. Stevens (Eds.) *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
71. Yeany, R. H. Yap, K. C., & Padilla, M. J. (1986). Analyzing hierarchical Relationship among modes of cognitive Reasoning and interpreted Science Process Skills, *Journal of Research in Science Teaching*, 3(4), 277-291.

## 附錄 I：以 SOLO 的分層，將學生解釋資料能力分層 如下：

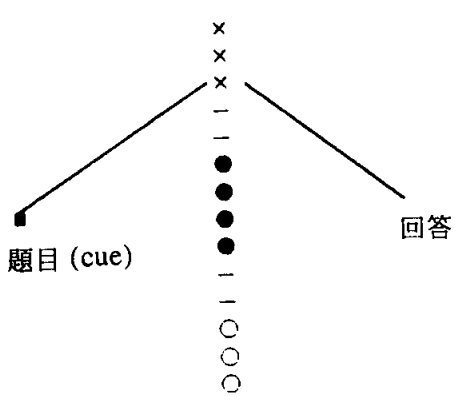
圖例說明：× 代表無關或不重要資料

● 代表有關或重要資料

○ 代表有關但於教學中未有說明的資料

( I 層次 ) 前置結構 (Pre-structural) 的答案型態與分層方法

學生將不相關的資料和問題之間作連結。

舉 例	分 層 方 法
<p>例如：在此次實驗教學之後，氣象晤談下列問題： 為什麼冬季時，台北比台南多雨？ 答：台北因為吹東南風，而多雨。</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 解題時所使用的暫時記憶容量： 第一位學生，幾乎記不住題目是什麼。 第二和第三位學生，記住題目 (1 cue)， 在回答時，分不清什麼是題目和什麼是 答案，容易將問題和題目混淆。</li> <li>2. 聯性操作： 在回答時，分不清什麼是題目和什麼是 答案，容易將問題和題目混淆，答案和 題目之間作不合邏輯的關聯性操作。</li> <li>3. 圖解學生回答的結構模式： 學生以一個不重要或無關的資料來回答 問題。(見左圖)</li> </ol>

## ( II 層次) 單一結構 (uni-stuctural) 的答案型態與分層方法

拿一個相關的資料，將問題和答案連結起來

舉 例	分 層 方 法
<p>例如：在此次實驗教學之後，氣象唔談下列問題： 為什麼冬季時，台北比台南多雨？</p> <p>答：(學生僅由一個有關的片斷資料，而下結論)。</p> <p>如：東北風吹過來就下雨。</p> <p>或 有水汽所以下雨。</p> <p>或 有山會下地形雨。</p> <p>……等單一資料來回答。</p>	<p>1. 解題時所使用的暫時記憶容量 (Capacity) 學生要回答問題時，一定要將問題記在心中，再用心智操作，將問題和一筆資料之間作符合邏輯的連結，使用暫時記憶的量「2 bit」。</p> <p>2. 關聯性操作 將問題和一筆資料之間作符合邏輯的連結，由一個觀點作歸納。</p> <p>3. 圖解學生回答的結構模式 (如下圖)</p> <div data-bbox="861 840 1324 1238"> </div>

<sup>1</sup> 「bit」為待處理訊息的單位

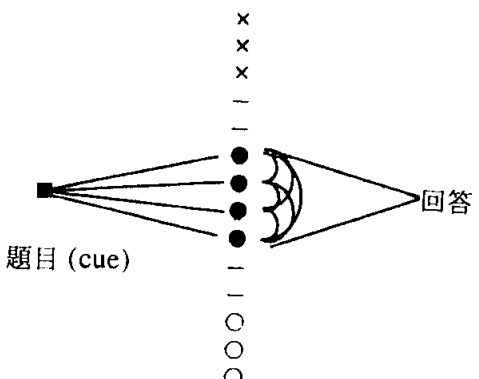
## (Ⅲ 層次) 多重結構 (Multi-structural) 答案型態與分層方法

拿多個相關的資料將問題和答案連結起來

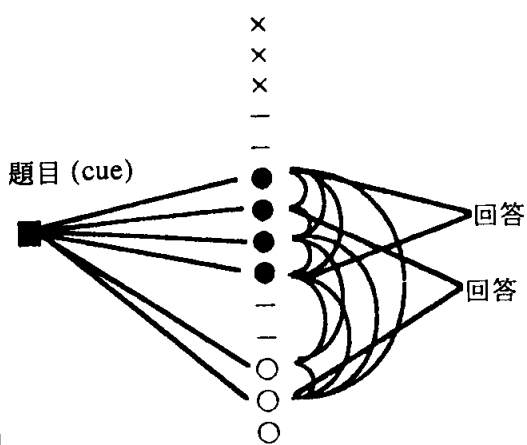
舉 例	分 層 方 法
<p>例如：在此次實驗教學之後，氣象唔談下列問題：</p> <p>為什麼冬季時，台北比台南多雨？</p> <p>學生由多個有關的資料，而下結論。</p> <p>如：學生會以</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 有東北風吹</li> <li>• 有水汽</li> <li>• 有山擋住</li> <li>……等多個因素回答此問題</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 解題時所使用暫時記憶容量 (Capacity) 第五位學生，將問題和多筆資料之間作符合邏輯的連結，使用暫時記憶的量 (Capacity) 多於 2 bit。</li> <li>2. 關聯性操作 將問題和多筆資料之間作符合邏輯的連結，由多個觀點作歸納，但不能聯結資料和資料間的關係。</li> <li>3. 圖解學生回答的結構模式 (如下圖)</li> </ol> <div data-bbox="877 884 1356 1282"> </div>

## (IV層次) 關係型結構 (Relational-structural) 答案型態與分層方法

將多個相關的資料相關聯起來，建立一個整體的概念性了解

舉 例	分 層 方 法
<p>例 1：當在學生學習過「雨的成因」之後，晤談學生下列的問題：</p> <p>為什麼面向海的山邊比較溼，面向內陸的山邊比較乾燥？</p> <p>答：因為吹來的風是海風，風帶來許多的水汽，當空氣受到山的抬升而變冷，抬得愈高愈冷，因此在迎風面，水汽凝結而成雲致雨，空氣在背風面會比較乾。</p> <p>例 2：在此次實驗教學之後，氣象晤談下列問題：</p> <p>為什麼冬季時，台北比台南多雨？</p> <p>答：學生由多個有關的資料並且思考資料之間的相互關聯，而下結論。如：學生的回答</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 東北風，經過海面吹到台北，受</li> <li>• 地形抬升，形成</li> <li>• 上升氣流，水汽因上升而容易</li> <li>• 凝結成水滴，而成雲致雨。……</li> </ul> <p>等多個因素相互關聯，回答此問題</p>	<p>1. 解題時所使用暫時記憶容量 (Capacity) 學生將問題和多筆資料之間作符合邏輯的連結，並將資料與資料之間的關係做連結，使用暫時記憶的量 (Capacity) 必須將 (1) 問題、(2) 多筆資料、(3) 資料與資料之間的關係同時一起處理，因此需要很大的暫時記憶的量 (Capacity)。</p> <p>2. 關聯性操作 學生將問題和多筆資料之間作符合邏輯的連結，並將資料與資料之間的關係做連結，能全盤性了解問題中的原理和原則，但只限於教師有教過的內容。</p> <p>3. 圖解學生回答的結構模式 (如下圖) 將多個相關的資料相關聯起來，建立一個整體的概念性了解。</p> 

## (V層次) 向外延伸抽象思考 (Extended Abstract) 答案型態與分層方法

舉 例	分 層 方 法
<p>例如：在此次實驗教學之後，氣象晤談下列問題： 為什麼冬季時，台北比台南多雨？</p> <p>當學生已有如(IV)關係型結構答案型態時再進一步追問：「台南雨量為什麼比台北雨量少？」</p> <p>答：個案中有一名資優生會用「下沉氣流來解釋台南少雨，並可能出現「焚風」來回答。</p> <p>學生在回答上課未提及的題目時，能用其他相關的資料和原理原則來回答。（沒有直接在課堂中教過，可能隱藏在已教過的內容中，學生可將不明顯的關係找出來，或用假設的情況來思考可能的答案）</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 解題時所使用暫時記憶容量(Capacity) 學生不僅能將已給的資料連結編碼，並且能理解題目中主要的原理原則，使用這些原理原則去演繹出一些相關的假設，並且應用這些原理原則於沒有給的情況中，學生將要將這些同時一起處理，因此需要非常大的暫時記憶的量(Capacity)。</li> <li>2. 關聯性操作 將相關的資料相關聯起來，建立一個整體的概念性了解之外，並能在假設抽象的情況中，運用這些相關資料以及資料之間的關係，掌握這些原理原則並應用到其他的例子中，因此這種學生常能回答出各式各樣的合理答案，而其他的學生只能答出一種特定的封閉性答案。</li> <li>3. 圖解學生回答的結構模式（如下圖）</li> </ol> 

## 附錄 II：各群的學生氣象後測調整後平均分數及 (原標準差)

教師	群 別	氣象測驗題之問題層次			
		簡單讀圖及事實性問題 (5題)	理解性問題 (11題)	統整性問題 (8題)	全部問題 (24題)
甲	第一群 實驗組45人 控制組44人	2.6(1.3) 3.0(1.5)*	7.1(1.8) 7.0(1.9)	4.1(1.6)*** 3.0(1.7)	13.8(3.5) 13.1(4.3)
乙1	第二群 實驗組36人 控制組28人	1.4(1.1) 1.0(0.8)	5.0(2.6) 4.3(1.8)	2.2(1.5)** 1.5(0.8)	8.6(4.2)** 6.7(2.8)
乙2	第三群 實驗組45人 控制組41人	2.8(1.4)** 2.1(1.4)	6.7(2.1)** 5.6(2.3)	2.9(1.6) 2.6(1.4)	12.3(4.1)** 10.3(4.0)
丙	第四群 實驗組35人 控制組25人	4.5(1.0)* 3.9(1.5)	8.3(2.6) 7.7(2.8)	4.6(1.7) 4.0(1.7)	17.4(4.5) 15.6(5.6)
丁1	第五群 實驗組40人 控制組38人	3.6(1.0)** 3.1(1.4)	8.8(1.1)*** 7.8(2.4)	5.0(1.5)*** 3.7(1.5)	17.4(2.7)*** 14.6(4.4)
丁2	第六群 實驗組43人 控制組42人	3.1(1.3) 3.0(1.5)	7.3(1.9)** 6.4(1.9)	3.5(1.5) 3.3(1.3)	13.9(3.5) 12.7(3.5)
六群全部	實驗組244人 控制組218人	2.9(1.4)* 2.7(1.6)	7.2(2.3)*** 6.5(2.5)	3.7(1.8)*** 3.0(1.6)	13.9(4.7)*** 12.2(4.9)

\*代表達到0.1的顯著差異水準 \*\*代表達到0.05的顯著差異水準  
\*\*\*代表達到0.01的顯著差異水準

1. 六群全部的人數較多，比單群易顯出差異。
2. 由於老師的教學均經過嚴格的訓練，完全依照所規範的教學要領及各教學流程、注意事項進行，且經錄影錄音，因此，教學能力均合乎要求。
3. 乙丁兩位老師均教不同程度的兩群學生，程度較好的高班（乙2，丁1）學生較專心及願易投入學習，故顯著差異較高；程度較差的班（乙1，丁2），學生較易分心，秩序較差，上課雖有效果，但效果不是非常顯著。不過整體來看（四校12班），探究式教學甚有助學生在較高層次概念（如理解與統整性概念）之學習。



### 附錄Ⅲ：學生晤談內容和 SOLO 分層示例

當學生的回答「不知道」或答案與題目無關時，即歸為第Ⅰ層，茲將Ⅱ至Ⅳ層個案晤談範例簡介如下：（粗體字表個案之關鍵答案）

(1)第Ⅱ層範例個案（FO5-3 國中 控制組 14 號 男 高過程技能）

問：指出臺北和臺南兩測站降雨情形，有什麼顯著不同？

答：台北全年都多雨，台南雨量集中在夏季，

問：冬天兩地雨量有什麼不同？

答：因為冬天蒙古高氣壓吹過來，台北先吹到有山擋住，雨多，台南比較下面

問：畫給我看？

答：風吹畫西北被中央山脈擋住

問：擋住為什麼會雨多？

答：擋住吹不過去，會在那凝結成雨

問：如果沒山，雨量圖會變如何？畫看看

答：台南冬天變多沒山擋，夏天雨變多會特別集中，台北不改變

說明：此個案會以一個的理由來回答（「有山脈擋住就會下雨」）。

(2)第Ⅲ層範例個案（FO5-1 國中 控制組 10 號 男 高過程技能）

問：指出臺北和臺南兩測站降雨情形，有什麼顯著不同？

答：台北雨量較豐沛，台南雨量集中在夏季，

問：冬天兩地雨量如何？

答：冬天台北較豐沛

問：為什麼會這樣不同？

答：台北有地形雨和面臨東北季風，雨量較多

問：東北季風為什麼使雨量豐沛？

答：經過海挾帶水汽下好遇到台北一塊地，結果就下雨了

問：遇到台南為什麼不下雨？

答：因為中央山脈擋住了

問：是因為擋住了，所以台南少雨？

答：地形不適合，有一座山擋住水汽就會下雨

問：沒有山擋住就不會下雨？

答：有水汽多少，

問：吹到台北的風較多水汽？

答：吹到台南的風較乾

問：他們是不同的風？

答：相同的東北風，可能是有山的關係把水汽擋住了

問：如果沒山，雨量圖會變如何？

答：差不多，沒有改變

說明：此個案會以三個「有山脈」、「東北風」與「水汽多少」的理由來回答。但理由之間的連結不明顯。並認為沒有了山脈，雨量不會有所影響。

(3)第IV層範例個案（FO5-1 國中 實驗組 10 號 男 高過程技能）

問：指出臺北和臺南兩測站降雨情形，有什麼顯著不同？

答：台北全年都多雨，台南雨量集中在夏季，

問：為什麼會這樣不同？

答：冬天台北有東北季風，劃圖——風吹來在北部迎風坡下地形雨，被中央山脈擋到，中南部下雨少

問：地形雨如何形成？

答：畫一座山——風吹過來在這一邊成雲致雨

問：為什麼在這一邊成雲致雨？

答：空氣上升，氣溫下降

問：為什麼氣溫下降？

答：體積膨脹，氣溫下降空氣達飽和，下雨

問：為什麼台南少雨？

答：東北季風被山脈擋住了，到這一邊

問：你明不明白我的問題？為什麼台北多雨？台南少雨？

答：不知如何解釋。

問：如果沒山，雨量圖會變如何？

答：台南和台北很相似

問：可以劃我看

問：如果是這樣的連線？

答：（學生畫台北冬天雨量變少）

問：為什麼？

答：沒有山脈阻隔東北季風，沒有下雨，

問：台南會不會改變

答：不會

說明：此個案會以「有山脈」、「東北風」、「水汽多少」…的許多理由來回答。東北風經過海面吹到台北，受地形抬升，形成上升氣流，水汽因上升而容易凝結成水滴，而成雲致雨，…等多個因素相互關聯，回答此問題，即經由多個有關的資料，並且思考其間的相互關聯，而下結論。並會利用以上的理由來推論－沒有了山脈，雨量會有所不同。

#### (4)第V層範例個案（F05-2 控制組 1號 男 高過程技能）

問：指出臺北和臺南兩測站降雨情形，有什麼顯著不同？

答：台北全年都多雨，台南雨量集中在夏季，

問：為什麼會這樣不同？

答：冬天台北有東北季風，北部迎風坡下地形雨，被中央山脈擋到，中南部下雨少

問：為什麼迎風坡多雨？

答：畫一座山——風吹過來，受到地形阻擋容易把雨下下來，在迎風坡這一邊，水汽容易掉下來，翻過山水汽變少，這邊往下水汽不易擋下來，雨少，

問：為什麼迎風坡多雨？

答：經海而來，帶有水汽，他會沿著山脈爬升，溫度會下降，就易有雨。

問：為什麼氣溫下降？

答：壓力變小，體積膨脹，氣溫下降空氣達飽和，下雨

問：為什麼台南少雨？

答：往下時和迎風面相反，壓力變大，體積變小，氣溫升高，水汽飽和量不容易達飽和，加上過來之後，水汽幾乎都已下完了，就更難下雨。

問：如果沒山，雨量圖會變如何？

答：台南冬天會變少，不不，差不多，台南夏天、台北冬天和夏天變少

問：如果沒山，雨量圖會變如何？

答：颱風梅雨沒有山脈阻隔，雨量會變少

說明：此個案與第IV層不同在於學生會加上延伸思考的答案（即會回答：「台南為何少雨」）。並會仔細思考，利用以上的理由來推論…。沒有了山脈，台北冬天和夏天雨量會變少，因為沒有可供氣流上升的地形條件，台南夏天，颱風、梅雨沒有山脈阻隔，雨量也會變少。

## **The Effect of the Inquiry instructional strategy on Earth Science (Weather units) as compared with Traditional Expository teaching**

**Song-Ling Mao<sup>1</sup> Chu-Hsiu Chang<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of the Earth Science, National Taiwan Normal University

<sup>2</sup>Taipei Municipal Yung-Chun Senior High School

### **Abstract**

Applying both Quasi-Experimental and Semi-structured clinic interview methods, this study aims to compare the achievements between two instruction strategy groups (Inquiry vs. expository) in weather concept test, attitudes in learning, and the ability in interpreting data of Science process skill.

The sample includes 12 classes (462 junior subjects) divided into two groups (6 classes each). The pre-test and post-test are carried out in concepts and attitude for the ANOVA study, and clinic interview (47 cases performed) is held for qualitative study in analyzing their interpreting data ability.

Results indicate that:

1. Inquiry instructionally strategy is significantly more effective than the Expository teaching strategy both in acquiring higher level concepts of weather and in learning attitudes; furthermore the interpreting data ability observed from interviews shows that experimental group is better than the controlled one.

2. The inquiry instruction strategy is specially more helpful than the other groups for middle-level students in acquiring concepts, learning attitude and interpreting ability.

**Key word:** Inquiry Instruction strategy, Quasi-Experimental study, skill of Interpreting data process, Systematic Observation of Learning Outcome (SOLO).