

創造思考在野外探究教學上的應用

蘇明俊¹、江新合²

¹高雄市立三民國中、

²國立高雄師範大學科學教育研究所

(投稿日期：92年9月1日；修正日期：92年9月26、12月29日、93年5月26日；接受日期：92年6月2日)

摘要

本研究以野外探究教學模式進行創造思考的教學，目的在描述野外探究教學活動中應用創造思考的情形，作為中小學科學教師改變教學方法的參考。研究對象為高雄市某國中自由報名的資優班二年級學生 16 人，教學地點在屏東縣車城鄉四重溪畔的一處「偃臥褶皺」景觀，課程內容以偃臥褶皺的形成機制為架構，涉及地質學的相關教材。教學過程採用「野外探究教學模式」，由教師先行建構與「偃臥褶皺」有關的假說，再引導學生至野外觀察露頭的景觀，藉由分組討論、發表及組間辯論激發學生的創造思考，教師再以收斂思考的策略引導眾多假說，最後進行評量與應用。研究方法採質性資料分析，在實際教學中蒐集學生反應的實證資料，設定「提出假說」為分析的主軸，進行資料分析。資料來源計有：學生填寫的偃臥褶皺探究過程紀錄表、教學錄影帶、教師觀察紀錄表、反思紀錄、學習心得寫作的作品，深度晤談的錄音帶。研究結果發現：野外探究教學能夠促進學生提出豐富的假說，符合創造思考教學的原則；四重溪畔的「偃臥褶皺」，符合野外探究教學環境的條件；科學教師應當熟練發散思考與收斂思考交互運用的教學技巧；野外探究教學的成效良好；本研究同時提出「逆推式野外探究教學模式」。建議中小學科學教師依循本研究所提的野外探究教學模式，採「主題式」的探究教學活動，強調創造思考的教學，藉以促進學生解決問題的能力。

關鍵詞：創造思考、野外探究教學、偃臥褶皺

一、緒論

為順應全球性經濟型態之改變，迎接知識經濟時代的來臨，我國政府近年來持續辦理有關創造力的教育活動，作為國家主要發展策略，例如委由國立台灣師範大學辦理的 2003GreaTeach 全國創意教學獎、2003InnoSchool 全國學校經營創新獎(洪榮昭，2003a、2003b)、以及委由國立政治大學辦理的「創意教師行動研究」計劃，至少已形成四十個研究團隊，更在教育部顧問室中設置「創造力教育中程計劃辦公室」等，都可以看出政府經營及發展國人創造力的用心。從教學的角度來看，在科學教學過程中，如何發展學生的創造力是當前重要的課題。

野外環境能夠提供更多、更真實的現象作為中小學的教材，符合環境教育及本土化的教育改革理念。然而，以野外現象為主要觀察對象的「野外探究教學」，能否有效引導學生進行創造思考，促進學生的創造力呢？應是值得探究的問題。因此，本研究的目的是在描述野外探究教學活動中應用創造思考的情形，作為中小學科學教師改變教學方法的參考。

據此目的，本研究待探討的子題如下：

- (一) 學生在野外探究教學中，能否提出豐富的假說？
- (二) 「偃臥褶皺」的地質景觀是否符合野外探究教學環境的條件？
- (三) 野外探究教學的成效為何？
- (四) 因應野外探究教學的實施，科學教師應如何成長？

二、文獻探討

本研究旨在描述「創造思考」教學如何應用在以逆推法為主的野外探究教學中，因此，有必要探討(一)創造思考；(二)創造思考教學的重要性；(三)逆推式野外探究教學的相關文獻。

(一) 創造思考

發散思考(Divergent Thinking)是指個體沿不同的方向，在不同的範圍內，以非傳統的思考方式，從已知訊息中，自由產生大量不同的訊息；收斂思考(Convergent Thinking)則是指個體從已知的訊息中產生邏輯結論，從現成資料中求得正確答案的一種有方向、有範圍、有條理的思考方式(董奇，1995)。在實際教學中應用創造思考的策略，應是先以發散思考的方式來產生大量的訊息，再以收斂思考的方式逐一深入探究，進而作適當的取捨或接受，如此不斷地交互運用。如果沒有收斂思考的聚合和分析，發散思考的大量訊息將是沒有組織、沒有結構的空想；但若沒有發散思考的突破性想法與慣性，收斂思考則只是因循既有的思考方式，較難產生創造性的發現(董奇，1995)。

總之，創造性問題解決(Creative Problem Solving)的技術中，可以看出：在瞭解問題、產生構想、進行活動設計的步驟中，都是收斂思考和發散思考不斷交互運用的歷程(洪振方，2002、洪文東，2002)。

(二) 創造思考教學的重要性

洪振方(2002)、洪文東(2002)引用 Treffinger、Isaksen、及 Dorval (2000)的觀點，認為問題解決的歷程中，必須將「發散思考」及「收斂思考」的取向原則作交互運用。美國心理學家 Guilford 也認為：「智力結構模式」中所界定的發散思考和收斂思考，是創造力研究中廣為使用的兩種思考模式(Guilford, 1967)。Hocevar & Bachelor(1989)將創造力的評量工具或方法歸為八大類，其中「發散性思考的測驗(test of divergent thinking)」是第一類，明示著思考能力是創造力的指標之一。因此，有效指導學生培養創造力的歷程，必須從提供學生思考的機會著手。

(三) 逆推式教學

逆推法(Abduction)是什麼呢？Yu(1994)舉例說明：如果有一個袋子中的所有小球都是紅的，現有一個隨意取得的小球是紅色，則得到此隨意取得的小球是來自於此袋之中的結論。這樣的論證不像從總體到樣本的論證，也不像從樣本到總體的論證，它是一種完全不同於演繹和歸納的概率論證，皮爾斯(Charles Sanders Peirce, 1839 -1914)稱它「逆推(Abduction)」，又稱為溯因(retroduction)；或假說(hypothesis) (錢捷，2003)。蘇明俊(2003)曾於中華民國物理教學與示範研討會上提出的「物理教學的逆推模式」，分為：實驗與觀察→發現異例→變因探究→提出假說→佐證等五大階段，其中「提出假說」的階段便是逆推的過程(Yu, 1994)。逆推法的教學又被稱為「假說」或「猜測」(Yu,1994)，其教學的重點在於教師安排適當的教學情境，引導學生進行討論或辯論，而促進學生「猜測」或「提出假說」，再依據學生所提出的假說進行佐證或駁斥，其主要目的在促進學生的創造思考，進而改變學生的概念或強化學生原有的概念。

教師如何進行逆推式野外探究教學呢？蘇明俊(2003)提出的「逆推式教學模式」由教師先引導學生觀察一個實驗或自然現象，要求學生以日常生活所獲得的概念作為基礎，提出可能的假說，教師再引導分組討論或班級辯論，可以刪除明顯不適當的假說，而留下少數貌似有理的假說，作為教師以收斂思考引導的內容，最終獲得一個普遍接受的假說進行驗證或應用。因此，進行創造思考的教學，教師必須具備傾聽、回應及溝通，以引導學習者進行野外探究的能力，促使學習者針對野外觀察的現象批判分析及深入理解，這是野外探究教學的重要關鍵。Wassermann(1994)強調，專心傾聽學生發表的重點，立即作適當的回應，會讓學生感到學習環境或氣氛的安全性，如此可以開啓師生之間對話的管道。因此，教師必須尊重學生的觀點及思考能力，反思學生發表的內容，詮釋學生所釋放的訊息來了解他的想法。

三、研究方法

本研究採用質性資料的分析為主要方法。為求深入了解學生在創造思考教學的情境下所呈現的反應及其意義，本研究以研究者先前發表的野外探究教學模式(蘇明俊、江新合，2002)為基礎，另外選擇研究對象及教學地點，藉由實際的野外探究教學，蒐集學生在野外探究教學中的反應作為實證資料，輔以學生晤談、專家教師的訪談、研究者的觀察與教學反思等資料，尋找研究的發現。

(一) 研究對象

Rogers(1956)在他的博士論文中列出四十九項野外教育的原則，其中之一認為「野外教學時，最令人滿意的師生比例為 1：8 到 1：12」，本研究由兩位教師協同教學，若採最低比例 1:8 則學生

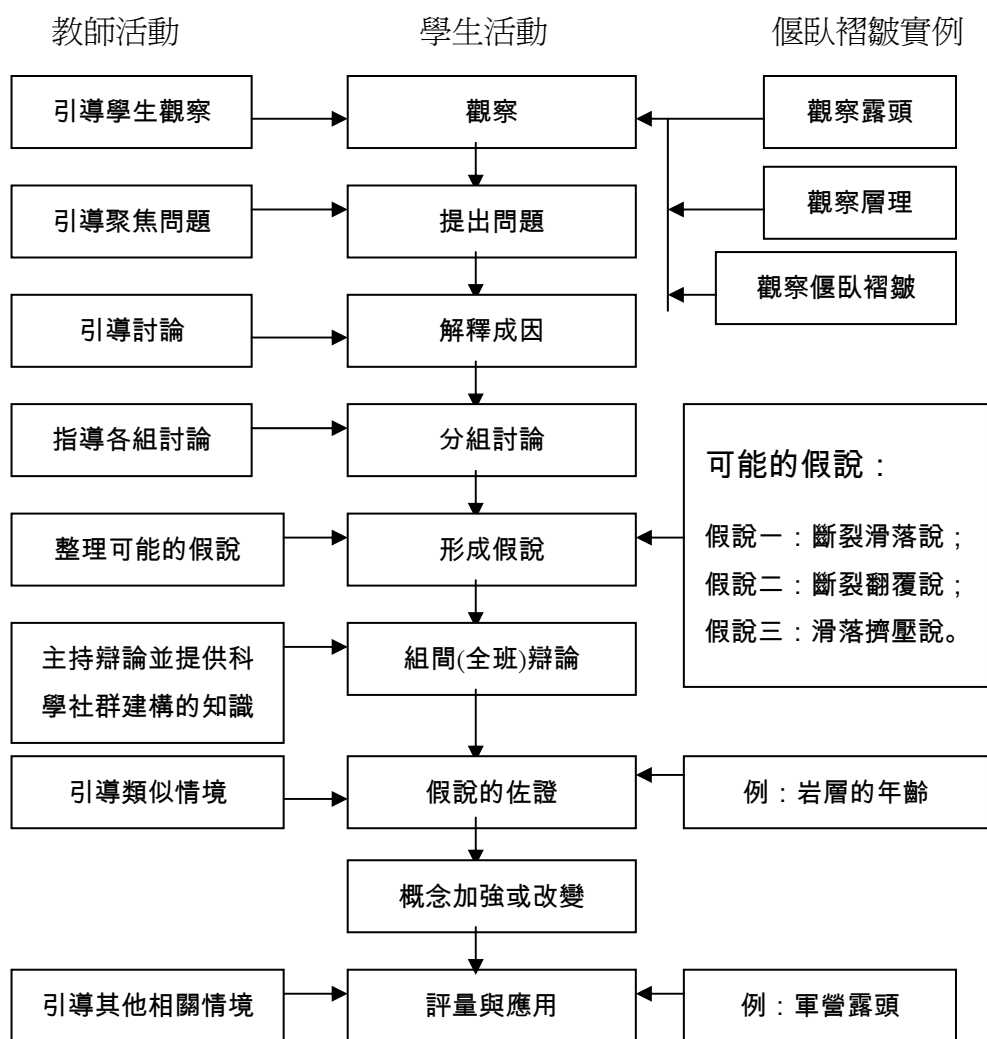
人數應為 16 人。

研究對象來自高雄市某國中二年級資優學生，共錄取自由報名「墾丁科學探究研習營」的學生 16 人。教學時隨機分為四組，每組四人。另為深入了解野外探究教學環境的適當性，邀請三位熟悉該教學地區且經常實施野外探究教學的專家教師接受訪談。

(二) 研究架構

位於屏東縣車城鄉的四重溪畔的「偃臥褶皺(Recumbent fold)」，可能是古大陸斜坡上的沈積因重力下滑而產生的褶皺，後因地殼隆起，又經四重溪的水流侵蝕，使地層出露，造成觀察到的「偃臥褶皺」。

本偃臥褶皺是特殊且罕見的褶皺，有別於常見的背斜、向斜等褶皺，對國中二年級的學生來講，符合「新奇(novel)課程」的條件(Treagust, Wilkinson, Leggett, Glasson, 1991)，足以用來作為「探究教學(inquiry teaching)」的教材。在交通方面，小型車輛可以直接到達露頭對岸(適當的觀察地點)，可謂交通方便。本探究教學以觀察露頭現象為出發點，以探究偃臥褶皺形成的機制為教學目標。使教學內容涉及：(1)地球板塊運動學說；(2)沉積地層的形成與構造；(3)露頭形成的機制；(4)河流轉彎的原因；以及(5)地貌變動的機制等。教學架構圖如下圖一。



圖一：逆推式野外探究教學架構圖

為求充分引導學生作發散思考，使野外教學順利進行，具體的教學步驟如下表一：

表一 具體教學步驟說明表

步驟	學生活動	說明(以偃臥褶皺的觀察為例)
一	觀察目標物	選擇適當的野外景觀(觀察偃臥褶皺)。
二	提出問題	學生針對觀察到的野外現象提出問題(例：如何形成露頭?)
三	解釋成因	偃臥褶皺是因為地層滑落時，上部翻轉覆蓋在該地層下部之上所造成的。
四	分組討論	教師提供科學社群所建構的知識，如台灣南部受到板塊擠壓的情形。
五	組間討論或辯論	形成可能的假說有：斷裂滑落說、斷裂翻覆說及滑落擠壓說等。
六	佐證或駁斥	以模型佐證或駁斥。

(三) 資料分析的方法

1. 資料的蒐集：

為求激發學生發散思考的表現以及資料蒐集的方便性，教學過程中要求學生分階段紀錄每一項可能的假說。另以深度晤談了解學生反應的意義。因此，資料來源計有偃臥褶皺探究過程紀錄表 16 份、教學錄影帶 1 捲、教師觀察紀錄表 1 份、反思紀錄 1 份、學習心得寫作的作品 16 份，深度晤談的錄音帶 1 捲，錄影帶對話的轉譯稿 1 份。其中心得寫作作品為事後蒐集。

2. 資料的分析：

先將「偃臥褶皺」拍攝教學的全程錄影帶轉錄為書面資料(Field Notes)，再設定以「提出假說」作為分析的主軸，並以「分析性歸納(analytical induction)」的方法描述相關發現(Strauss & Corbin, 1990)。接著從學生的心得寫作，以及觀察、晤談(含學生、專家教師之晤談)、及反思紀錄中，重複搜尋支持「發現(finding)」的相關資料。

(四)本研究的信效度

本研究乃立基於研究者多年的野外探究教學經驗(邱鴻麟，1998、1999；黃台珠，2000；柳賢，2001)，以及先前發展的「野外探究教學模式」(蘇明俊、江新合，2002；蘇明俊，2003)，來提昇研究信度。本研究蒐集學生在教學中反應的資料，力求多樣化與豐富性，發給禮物交換心得寫作，另輔以學生晤談、研究者觀察、以及專家教師之訪談來重複搜尋相關資料，使研究效度增加。

四、研究結果與討論

本研究在蒐集野外教學的實證資料之後，以分析性歸納的方法得到若干發現，再以學生的反應、研究者的觀察與詮釋、以及專家教師的看法進行三角校正，獲得結果如下：

(一)學生運用先備知識提出假說

.創造思考的野外探究

1. 「露頭」成因的假說

在全體到達適當觀察的地點後，教師立即提出問題：「為何這裡會出現露頭？」讓同學自由回答。從回收的紀錄表中分析發現所提出的答案約有下列四類：(1)河流侵蝕說：露頭恰好位於四重溪轉彎處，且面向河流沖擊的方向；(2)地震崩落說：地震發生時，石塊從上方滾落，形成露頭；(3)人為墾伐說：農民因為耕作的需要，造成土石崩落而成；(4)大雨沖刷說：由於南台灣雨量豐富，四重溪地區經常降下大雨，沖刷山坡而成。此項歸類由研究者觀察全程錄影的影帶及學生的探究紀錄表進行統計及分類而得，其中也有部分同學受到其他同學的影響而更改答案。教師引導同學逐一討論其可能性，在廣泛討論並輔以現場河流轉彎之佐證，最終以「河流侵蝕說」獲得全體的共同認可。

2. 形成「層理」的假說

教師引導學生觀察露頭，均能很容易地發現露頭的層理現象(細細的條紋狀)。教師提出問題：「露頭所見的地層為何是細細的條紋狀？」，接著引導學生分組討論，學生對於層理成因的發散思考有：(1)沉積說：層理因為沉積而成；(2)侵蝕說：地層原本沒有層理，因為雨水侵蝕造成層理的現象；(3)風化說：因為地層受到風化造成層理的現象；(4)擠壓說：地層原本沒有層理，由於板塊的擠壓而形成層理；(5)崩落說：由於石塊崩落，刮傷所致，如下表二。

學生的想法如此發散的主要原因有二：(1)偃臥褶皺對國二學生來說是一項新奇課程；(2)學生的先備知識本身具有多元性。

表二 國二學生對「層理」形成原因作發散思考的類型表

學生對層理的觀點	(1)沉積說	(2)侵蝕說	(3)風化說	(4)擠壓說	(5)崩落說
人數	7人	4人	2人	2人	2人
所佔比例	43.8%	25.0%	12.5%	12.5%	12.5%

*其中一人同時認為風化或侵蝕作用所造成，因此總人數為 17 人。

學生分組討論後，第一、二、三組均能達成「沉積說」的共識，但第四組卻達成「侵蝕說」的共識，並且修正為：「可能在海底或河裡受到水流沖刷而形成一條一條的條紋」。經過教師收斂式的引導，以及科學社群所建構知識的補充之後，學生能夠接受層理乃是由於砂石在海底的堆積作用而成，復經地殼的變動，該地層從海底抬升上來至現在位置的假說。

3. 形成「偃臥褶皺」的假說

學生可以容易地發現露頭、層理及其不平整的現象，但是「偃臥褶皺」的現象則必須由教師提醒觀察(教師：請各位同學再仔細觀察層裡的不平整還有何特殊現象?)才能夠被發現。接著，學生自然地提出問題：「為什麼會形成扁C字型的層理？」分組討論後，呈現下列各種想法：(1)水流說：因為水流的方向轉彎(例如河流轉彎處)使砂石沉積轉彎，造成層理在堆積

時轉彎，後又經板塊推擠上升為現在垂直的樣子。但此項說法在紀錄紙上表達不清楚：水流方向所造成的，經過晤談後修正而得。(2)擠壓說(力量不均勻作用說)：形成扁 C 字型層理是因為地殼板塊擠壓的力量所造成。但其中也有描述更為詳細的「分段擠壓說」：由於不同年代的力量分別多次擠壓；由於四面八方的力量向內擠壓造成封閉的層理；經由砂石沉積、板塊擠壓、地震使地層隆起的程序形成現在的樣子。(3)沖積說：由於海水沖積時，受到物體的阻擋而形成 C 字型的流向。(4)沉積速度說：由於沉積的速度不同而形成 C 字型層理。請參閱表三。

從如此多樣的先備知識想法中，以「擠壓說」的機制形成偃臥褶皺是學生普遍的想法，晤談後發現學生受到「板塊學說」的地殼動態觀影響很大。

表三 國二學生對「偃臥褶皺」形成原因作發散思考的類型表

學生對偃臥褶皺的觀點	(1)水流說	(2)擠壓說	(3)沖積說	(4)沉積速率說
人數	2 人	10 人	3 人	1 人
所佔比例	12.5%	62.5%	18.75%	6.25%

各組討論後的結論，均表現出：偃臥褶皺的形成原因主要是受板塊擠壓概念的影響。但第一組及第四組仍同時列出水流說及沖積說，顯示同組的討論仍然不能整合為相同的看法，研究者與露頭假說的討論作對照，發現她是意見領袖，因此，在分組討論時，全組的意見有可能受到少數人的支配。

以上針對提出假說的分析中，四組學生針對「偃臥褶皺」及「露頭」的成因，得到至少四項不同的假說，而「層理」的成因則有五項假說，基於地質學的特性，研究者及專家教師均認為足以說明這些假說具有發散思考的特徵。

(二)野外探究教學環境

「偃臥褶皺」的地質景觀符合野外探究教學環境的條件，適合採用思考教學的策略，是一處良好的野外探究教學場所。

1. 「偃臥褶皺」的教學環境符合「新奇」課程的條件。

Treagust et al.(1991)認為作為探究教學的環境，應當是學生較不熟悉的地點，且具備新奇課程的條件。本研究的實證資料如下：

(1) 經調查，研究對象中沒有人曾經到過該「偃臥褶皺」的現場，且從學生的心得寫作中可以看出新奇的條件，例如：我第一次聽到「偃臥褶皺」的名詞，也是第一次觀察露頭，相當新鮮有趣；另一位同學說：「這裡的路又小又偏僻，來過的人一定很少。」

(2) 國中二年級的學生未曾學習過與「偃臥褶皺」相關的教材，因為國中三年級才有地球科

學的課程，且不包含該項內容；

- (3) 專家教師認為「偃臥褶皺」的位置偏僻、景觀罕見，對國二學生來說符合新奇的條件。其晤談的半結構式問題為：您認為四重溪畔的「偃臥褶皺」是否符合「新奇」課程的條件？專家教師的回答相當肯定。

- (2) 「偃臥褶皺」的教學環境符合探究環境的條件。

Suchman (1966)認為好的探究教學應合乎下列四個條件：(1)自由度(freedom)的條件；(2)敏感(responsive)環境的條件；(3)聚焦(focus)的條件；(4)低壓力(low pressure)的條件。Trowbridge, Bybee, Powell (2000)加以擴充為七個條件：(1)問題(The Problem)；(2)背景知識(The Background Information)；(3)材料(The Materials)；(4)問題引導(The Guiding Questions)；(5)假設(The Hypotheses)；(6)蒐集資料與分析(The Data Gathering and Analysis)；(7)結論(The Conclusion)。就「偃臥褶皺」的地質教學分析而論，合乎以上二者所提出的各項條件(具體說明表如表四)，可以作為科學探究的教學環境。

表四 「偃臥褶皺」探究教學環境的條件具體說明表

探究教學環境的條件 (Trowbridge et. al. 2000)	四重溪「偃臥褶皺」符合探究教學條件的說明及舉例
(1)問題	足以形成若干探究問題。例如：為何露頭具有明顯的層裡？為何該偃臥褶皺出露的地層為扁 C 造型？
(2)背景知識	自然界各種侵蝕的力量；初始地層的堆積為水平狀態等。
(3)材料	「偃臥褶皺」的形成機制；露頭與河流走向的關係。
(4)問題引導	引導現象的觀察；教師分析學生所提出的假說(例如侵蝕說)，並逐一引導學生探究問題的合理性。
(5)假說	足以提供學生在發散思考後形成若干假說，例如水流說、擠壓說、沖積說、沉積速率說等。
(6)蒐集資料	教師及網路資料均足以提供地層的形狀作為觀察及探究的資料。
(7)結論	偃臥褶皺因為板塊擠壓、地層崩移使上半部覆蓋下半部、激烈變形、河水正面攻擊(侵蝕)所造成。

3. 「偃臥褶皺」形成的原因具有無法復原的特性，也不能當場驗證，因此可以充分採用創造思考的教學策略

地質景觀通常需要相當長時期的形成，露頭、層理、偃臥褶皺的形成時間尺度很大，究竟形成的過程如何，無法藉由復原或模擬來做驗證的工作。地質現象尺度之大亦不容許學生做驗證的工作，真正形成的原因(例如層理走向)又必須對地下的地質結構或對大範圍的區域做調查，使觀察僅止於露頭的表面。

基於上面的地質景觀特性，逆推式野外探究教學策略應是適當的教學方法。因為該教學模式乃藉由地質現象的觀察，再以日常生活所擁有的先備知識做發散思考，作為提出假說的

策略，進而以討論與辯論留下貌似有理的假說，目的在從中學習到相關的知識，並培養創造思考以及邏輯推理的能力。

(三)野外探究教學的成效

1.野外探究教學的學習成效良好。

學生認為在「偃臥褶皺」的野外探究教學之後，學習成效良好，對於地質學的知識有更清楚的理解，例如一位同學在心得寫作上寫著：我第一次學習陌生的地質學，便發現它的魅力，也學會了從地質現象去推理的過程；另一位同學也說：從這一次的野外研習中，我發現了大自然的神奇關係。另外從學生到達野外興奮的心情，發問的問題增多，同學間辯論的熱絡氣氛等，都可以看得出來：學生喜歡到野外做科學探究的學習。

2.野外探究教學模式可以培養學生創造思考的能力

在層理形成原因的討論中，除了層理條紋的問題之外，部分學生同時針對褶皺的不平整提出解釋，例如：又因地殼變動產生彎曲的線條、沉積的紋路也因為擠壓而變形，符合科學創造力中敏覺力、流暢力、與精進力的向度。

學生原來沒有學過堆積說，也未曾思考過地層堆積的情形，但依據教師所安排的情境，能夠說出地層堆積的概念，應符合創造思考的敏覺力、流暢力、變通力、精進力。野外探究教學模式能夠充分引導學生進行「發散思考」，符合創造思考的策略(Guilford, 1967; Hocevar & Bachelor, 1989)，再運用收斂思考的引導策略，研究者認為「野外探究教學模式」符合「創造思考」教學的要件。

3.以「逆推法」作為教學導引的野外探究教學模式，可以培養學生邏輯思考的能力。

學生經常在討論之後發現自己思考上的缺點(例如：被大眾嘲笑)，但經過一段時間的教學後，學生開始注意邏輯思考的習慣，使發表的內容趨於嚴謹，例如學生在心得寫作上寫著：我在發表心得的時候，開始注意到很驢的問題會受到攻擊，經過晤談後，可以理解該生所謂的「很驢」是指不合邏輯的思考，他說：像講這個露頭是火成岩就和層理完全不合，亦即學生已經會注意到發散思考時的邏輯推理。

4.學生先備知識的豐富度會影響野外探究教學

建構主義的教學理念立基於學生的先備知識，教學過程中，強調以學生所提出的假說為探究內容，而學生發散思考的豐富度與學生的先備知識有密切關係，例如學生會提出：偃臥褶皺的形成原因主要是先沉積之後再經板塊運動擠壓的力量而成，顯示學生在為學習地球科學之前已經知道「板塊學說」，但經過晤談結果，學生皆不記得如何知道板塊學說，其他的答案也都不明確，例如：可能是聽到老師講的吧？可能是看書的吧？顯然，學生先備知識的豐富度會影響野外探究教學的實施。

5.本研究的對象均為國中資優學生，研究結果是否適於應用於一般學生的教學，仍有待進一步的探討。

(四)「逆推式野外探究教學模式」的發展

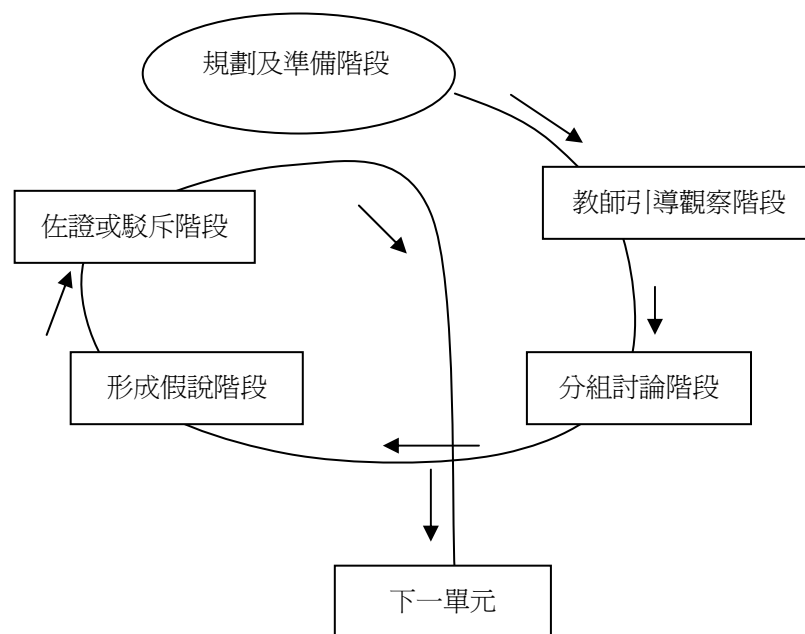
科學教師需要有邏輯脈絡可循的教學模式作為依循，藉以改變傳統教學為符合建構主義理念的教學。

1. 發展模式的重要性

澳洲學者 Boddy、Watson、Aubusson(2003)在分析眾多文獻後，指出：以建構主義為典範(paradigm)的教學是促進學生有效學習的方法，但大部分學校教師認為實施困難且不實際而不採用，因而提出：「為了促進建構主義的教學，教師必須接受他們認為有效且容易實施教學的模式與策略。」Olson、Cox-Petersen & McComas(2001)也引用 Bandura(1977)與 Lawson、Abraham & Renner(1989)的文獻，認為模式化是學習的最佳方法，且具象的經驗優於抽象的解釋。研究者及接受訪談的三位專家教師，依據多年實施野外探究教學的經驗，認為：「教學前先建構教學鷹架，較為容易且有效地實施野外探究教學。」因此，本研究以「逆推法」的邏輯思考作為導引，形成有效且有明確脈絡可循的野外探究教學模式。

2. 建構「逆推式野外探究教學模式」。

初步建構的「逆推式野外探究教學模式」(如下圖二)。教師先安排新奇的野外現象作為學生觀察的目標，接著引導學生觀察野外現象，再引導學生分組討論及提出假說，其間教師提供專家社群所建構的相關知識，最後以辯論或佐證的方式來增強或駁斥眾多貌似有理的假說，並以適當的應用與評量作為單元教學的結束。



圖二：『逆推式野外探究教學模式』之階段圖

(五)科學教師的成長

科學教師應當具備與野外環境有關的豐富學科教學知識，並熟練發散思考與收斂思考交互

運用的教學技巧

1.收斂思考是野外探究教學繼發散思考後的重要步驟。

第一組及第四組在分組討論之後，仍同時列出水流說及沖積說，顯示同組的討論仍然不能整合為相同的看法。第四組提出共同的結論中，沖積說只是一位同學的堅持而並列。但在教師提供專家社群所建構的知識，及以收斂思考的引導下，各組均能接受：偃臥褶皺的形成原因主要是先沉積，再經過崩移所造成的。因此，為求概念順利改變，教師應該適時提供專家社群所建構的知識，以及收斂思考的引導。

2.教師應熟悉傾聽、回應及溝通的技巧，藉以順利引導學生進行發散思考的歷程。

Sund & Carin(1978)強調師生互動教學過程的觀點：教師若能善用發問與傾聽的技巧，不但能激發學生的思考，也可以促進學習成效，更能營造良好的學習氣氛及環境；Wassermann(1994)與楊坤原(2000)也都有相同的看法。研究者反思全部教學過程也發現：引導學生適當的發表是使課程順利進行的重要關鍵，並且與教師的引導技巧有密切關係。專家教師對此也表示肯定的看法。

3.教師應具備豐富的學科知識以及學科教學知識才能順利地進行野外探究教學。

Shulman(1986)提出教師應當具備學科教學知識，認為教師應該了解所要教學的學科或單元的主題，並能用一般方式教給特定年級的學生。Tobin, Tippins & Gallard(1994)亦由建構主義的觀點認為：學科知識、教學知識與學科教學知識三者是相互交錯在一起的，不宜單獨分開某知識領域，且知識是由認知的個體與外在的情境交互作用而建構出來的產物，因此教師習得學科教學知識並無特定的最佳方式，因為教師的學科教學知識必須重視在教學過程中學生不同的背景與教學情境。

基於多樣化的野外環境，教師進行野外探究教學時，在準備階段，教師必須選擇適當的教學地點，及建構教學鷹架；教學實施的階段，教師必須針對學生由於發散思考所衍生出來的問題，甚至是不同領域的問題逐一做討論、共同建立假說、驗證；教學評量與驗證階段，教師仍舊必須尋找適當的現象作為評量的題材，且評量學生反應的正確性。

縱上所述，教師在野外探究教學的各階段中，均需依據豐富的學科知識(content knowledge)及學科教學知識(pedagogical content knowledge)來達成相關的教學目標。

(六)思考教學在野外探究教學上應用的原則與限制

本研究整理思考教學策略應用在野外探究教學時，有下列原則：

1. 發散思考與收斂思考的教學策略應交互運用。
2. 讓學生有充足的思考時間。
3. 讓學生有發表假說的機會。
4. 注重同儕合作學習的機會，例如分組討論、組間辯論。

以及下列限制：

1. 野外環境的限制；
2. 學生本身的限制；
3. 活動時間的限制；
4. 家長的認知限制；
5. 安全的限制。

例如：攀爬偃臥褶皺的露頭具相當的危險性(因為坡面陡峭)；活動時間的安排不容易，均涉及創造思考的野外探究

上列之限制(蘇明俊、江新合,2002)。

五、結論與建議

(一)結論

屏東縣四重溪畔之「偃臥褶皺」符合科學探究教學環境的條件，足以提供科學教師形成「逆推式野外探究教學」的模式，運用思考教學的策略，是一處良好的野外探究教學場所。國二資優學生均能在教師的引導中進行創造思考的反應，除表示喜歡野外探究教學的學習型態之外，並且學習成效良好。

從實證資料中形成的野外探究教學模式，教學過程中強調以創造思考的策略引導學生提出假說，經由分組討論與組間辯論留下貌似有理的假說，再由教師面對這些假說運用收斂思考的策略進行討論或教學，除可以學習與該主題有關的教材之外，同時提供給學生增進邏輯思考與創造思考的機會。

(二)建議

依據研究的結果與討論，本研究提出下列建議：

1. 建議中小學科學教師參考本研究所提的教學模式，採用「主題式」的野外探究教學，每次設定一個探究主題(或一個景點)，可以避免受到野外環境在教學時間上、行程與設備上的限制，而探究卻無限的延伸。
2. 建議中小學科學教師熟悉強調創造思考的野外探究教學模式，交互運用發散與收斂思考的教學策略，提昇學生問題解決的能力(洪文東，2002；洪振方，2002)。
3. 建議中小學科學教師充實跨領域的學科知識，藉以應付野外統整的、多樣的、豐富的學習環境，以及因為學生學習背景的不同，提出差異性甚大的問題或假說。
4. 建議平日多提供給學生豐富的資訊刺激，以培養學生先備知識的豐富度，作為發散思考的基礎。
5. 建議科學教師在實施野外探究教學之前，應先了解相關的教學限制，使野外探究教學順利進行。

參考文獻

- 邱鴻麟等(1998)：新中橫戶外科學研習手冊(中學教師用)。南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材(阿里山地區)。國立高雄師範大學科學教育中心。
- 邱鴻麟等(1999)：恆春半島戶外科學研習手冊(中學教師用)。南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材(恆春半島地區)。國立高雄師範大學科學教育中心。
- 洪文東(2002)：國民中小學九年一貫課程『自然與生活科技』領域教學與學習材料之研究與發展：提昇中小學生思考智能的能力(I)。屏東：國立屏東師範學院。行政院國家科學委員會九十年度專題研究計劃成果報告。

- 洪振方(2002)：**建構學習社群及評鑑系統促進數學與自然科學教師素質之研究**—建立符合科學本質的教學理論模式：高中理化(3/3)。高雄：國立高雄師範大學。行政院國家科學委員會九十年度專題研究計劃成果報告。
- 洪榮昭主編(2003a)：**GreaTeach2003 全國創意教學獎方案集**。台北：國立台灣師範大學。
- 洪榮昭主編(2003b)：**2003InnoSchool 全國學校經營創新方案集**。台北：國立台灣師範大學。
- 柳賢等(2001)：布袋關子嶺戶外科學研習手冊(中學教師用)。**南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材(嘉義布袋關子嶺地區)**。國立高雄師範大學科學教育中心。
- 黃台珠等(2000)：南橫公路戶外科學研習手冊(中學教師用)。**南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材(南橫公路地區)**。國立高雄師範大學科學教育中心。
- 楊坤原(2000)：**教學原理：發問的技巧**。
<http://teacher.cycu.edu.tw/edu-program/edu-theory/theory-index.htm>(2000/12/16 更新)。
- 董奇(1995)：**兒童創造力發展心理**。台北市：五南出版社。
- 錢捷(2003)：溯因推理：笛卡爾、康德、皮爾士。**哲學研究 2003 年第 10 期**。天津，南開大學。
- 蘇明俊(2003)：逆推式物理探究教學—以光散射實驗為例。**中華民國物理教學與示範研討會**。高雄：海軍軍官學校。
- 蘇明俊、江新合(2002)：野外科學探究教學模式之初探性研究—以小尖石山的地質探究為例。**教育科學期刊**，第二卷，第二期，頁 88。台中：國立中興大學。

英文部分

- Bandura, A.(1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Boddy, N., Watson, K., Aubusson, P. (2003). A Trial of the Five Es: A Referent Model for Constructivist Teaching and Learning. *Research in Science Education 33*: 27-42, 2003. Kluwer Academic Publishers.
- Guilford, J.P. (1967) *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hocevar, D. & Bachelor, P.(1989). A Taxonomy and Critique of Measurements Used in the Study of Creativity. In Glover, J. A. Ronning, R. R. & Reynolds, C. R.(Eds). *Handbook of Creativity*. (Pp53-70)NY: Plenum Press.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W.(1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. *NARST monograph, Number One*.
- Olson, Cox-Petersen, McComas(2001). The Inclusion of Informal Environments in Science Teacher Preparation. *Journal of Science Teacher Education, 12*(3): 155-173, 2001.kluwer Academic Publishers.
- Rogers, M. H., (1956). *Principles and functions of outdoor education*. Unpublished doctoral dissertation, Syracuse University, Syracuse, NY. Pp290-294.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*(1),4-14.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). Basics of Qualitative Research. *Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage.
- Suchman, R. (1966). Developing Inquiry. *Science research Associates*, Chicago.

- Sund, R. B., Carin, A. (1978). Creative questioning and sensitive listening techniques: *A self-concept approach*. Columbus, OH: Merrill.
- Tobin, K., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan.
- Treagust, D. F., Wilkinson, W.J., Leggett, M., Glasson, P.(1991). Tolerance of ambiguity: A necessity for helping learners deal with novel tasks. *Interpretive Research in Science Education. NARST MONOGRAPH NO. 4*(Nov.4 1991), 陳忠志譯(1993)：科學教育的詮釋性研究。台北市：國立台灣師範大學理學院。
- Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B. (2000). *Creative problem solving: An introduction (3rd edition)*. Waco, Texas: Prufrock Press.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., Powell, J. C., (2000). *Teaching Secondary School Science—Strategies for Developing Scientific Literacy*, 7th Edition, by Prentice-Hall ,Inc. NJ.
- Wassermann, S. (1994). Introduction to case method teaching: *A guide to the galaxy*. NY: Teachers College Columbia University.
- Yu, C. H.(1994). Abduction? Deduction? Induction? Is there a Logic of Exploratory Data Analysis? *Presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association*, New Orleans, Louisiana.

Apply Creative Thinking as a Strategy to Abductive Field-based Inquiry Teaching

Ming-jun Issac Su¹、Shing-ho Chiang²

¹Kaohsiung Municipal Sanmin junior high school、

²Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

Abstract

The purpose of this study was to explore the 8th grade gifted student if using divergent thinking to address hypothesis of the causes of the scene at the field. There are 16 objects who comes from a junior high school in Kaohsiung. Teaching place was at a recumbent fold at Pingtung county. Teaching approach was using “Abduction Field-based Inquiry teaching model” , it was to construct a teaching scaffold for step by step first, and then directed student to view the scene for addressed hypothesis of the cause of the recumbent fold, the teaching strategy was to give the chance for student to thinking and to announce. The researching approach was using data analysis by interpretation. There are inquiry process records, video for whole teaching, tape for interview, observation and reflection record by teacher, and reflect writing in data collections. The results are: (1)The gifted students who are 8th grade can addressed the hypothesis of the field scene by preconcept; (2)The recumbent fold is a good material for Field-based Inquiry Teaching;(3)The field-based inquiry teaching model is good for student to do the creative thinking. So I suggest that teachers who teach science in junior high school should using the strategy of Field-based Inquiry emphasis thinking in their teaching to promote the ability of creativities of their students.

Key words : Creative Thinking、Abductive Field-based Inquiry Teaching、recumbent fold.