科學教育學刊
2008, 第十六卷第四期, 375-393

Chinese Journal of Science Education
2008, 16(4), 375-393

不同佈題模式對學生論證表現的影響

黃翎斐[1] **張文華**[2] **林陳涌**[2]
[1]台中市立光榮國中
[2]國立台灣師範大學 生命科學系

（投稿日期：民國 95 年 10 月 30 日，修訂日期：97 年 6 月 20 日，接受日期：97 年 7 月 18 日）

摘要：本研究旨在探究教師的佈題模式對學生論證表現的影響，合作對象為一資深的國中教師，研究進行課室觀察與教學活動錄影，分析教師在課室中採用何種佈題模式引發學生的論證及促進學生完成論證。整個蒐集資料過程為一個學期，每週三節，總共蒐集錄影帶 50 捲。本研究發展以圖示的方式來呈現教學歷程的全貌，亦對論證的因子再做更詳盡的分類和定義，使得在論證評鑑時能有所依據。分析對話後，依教師引起論證的佈題模式分為三類：主張式、選擇式及開放式，這三種佈題模式各有其優缺點。主張式佈題模式教學因開放度不高，因此其論證所產生的反駁頻率較低；而開放式佈題模式因無一標準答案；論證的進行就較多樣而反駁頻率也高；選擇式佈題模式教學所發生的論證表現則介於兩者中間，因由於它半開放的特性提供學生自由選擇，亦提供方向讓學生可進行討論論證。另外在論證品質的評鑑方面，主張式和開放式佈題模式教學呈現兩極化的品質，而選擇式佈題模式所發生的反倒有維持較好的水準。

關鍵詞：論證、對話分析

前　言

一般來說科學家在研究的過程中會提出各種觀點，經由研究室或研討會討論進而發表在期刊與同一社群的科學家進行對話，這整個過程科學家會提出不同的理論或證據，讓同儕接受自己的看法或反駁同儕的主張。科學活動藉由這樣的論證過程，焠煉科學知識更趨完美，最後與自然世界做一連結。Driver, Newton 與 Osborne（2000）認為論證至少會在四個不同科學研究的階段發生，首先在設計實驗或解釋數據時，論證會在個別的科學家腦中發生；其次在研究團隊間，科學家討論理論和數據的互動，論證也會發生；然後在科學社群的研討會或期刊上，不同想法的科學家以相對的立場為立足點來進行論證；最後在公共領域，競爭的科學家或利益團體可經由媒體對彼此的理論質疑，論證無可避免的一定會發生。從個人到公眾領

*通訊作者：林陳涌

域，只要問題的解答不是唯一，即會有論證的發生，由此可看出論證在科學活動的重要性與無所不在。

論證在科學研究中扮演如此重要的地位，但其鼓吹者認為在科學教育領域中並未受到對等的重視。Duschl 與 Osborne（2002）指出過去五十年間英國與美國的教育環境幾乎無任何的改變，課室教學的中心仍是教師，而不是學習的主體，學生，教學的過程還是由教師來啟動與掌控討論。在科學教學的過程中，學習者主動參與科學課程的論證，對學習的成效應有很大的幫助，在這些論證的過程，學習者能構思支持理解某個知識的理由並可嘗試去證成（justify）這個觀念；學習者另外可以挑戰、提出疑問以及不同看法，這樣將能產生較為清晰的理解（ Newton, Driver, & Osborne, 1999）。因此，科學教育的重點應該在於如何設計一個教學環境，進行科學的論證活動與過程，以科學論證活動來促進學生對科學的認識上與概念上的了解，這就是所謂的做科學（doing science），而不是做功課（doing lesson）（Jimenez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000）。這種做科學的教學則需要提供學生真實的議題，如遺傳學的兩難問題、環境或動物基因轉殖議題，可以讓學生去辯論以增進論證表現與科學概念（Jimenez-Aleixandre, & Pereiro-Munoz, 2002, Simonneaux, 2001, Zohar, & Nemet, 2002）。論證能力的培養對台灣的科學教育應該更為需要，儘管我們的學生在經濟合作發展組織（OECD）進行的學生基礎素養國際研究計畫（PISA）數理成就表現均居於全球前幾名，但是論證能力卻是相對落後，論證應是台灣科學教育研究與實務的重要課題。

在課室的討論中較容易有論證發生，研究發現學生的學習成就會因教師的發問模式而有所不同，例如提供資訊處理模式的教學法，教師的發問要求學生觀察與分析資料，這種以資料為基礎的發問模式較能導致學生的高學習成就（Joyce, Weil, & Showers, 1992）。本研究主要的興趣在於透過個案教師的教學觀察，紀錄教師使用不同的佈題模式，分析比較不同佈題模式對學生論證表現表現的影響。

文獻探討

一、討論教學與論證

討論教學是科學教學經常使用的教學方法，教師希望能在教學過程中讓學生有較高的參與，同時也希望學生在討論的過程搜尋所學的知識、形成意見、並針對議題或其他人的意見提出贊成或反對的想法。然而實證研究發現，學生的口語對話經常流於呈現較低階的認知語彙，而較少出現運用證據、主張或理由等論證元素的論證模式（如：Gayford, 1993; Robinson, & Niaz, 1991）。Yore, Bisanz 與 Hand（2003）文獻探討過去有關語言使用的教育研究，發現大部分促進課室對話或論證的方法通常來自草根的教學實務情境，缺發說服力效能驗證。這些方法包括教師主導的團體討論、小組非結構性的互動討論與及半結構式小組討論。

在課室討論活動中最受到研究者注意的是提問，不管是教師起頭的或是學生自行產生的，然而過去的研究經常著重在提問的頻率或是等候回答的時間，如 Flanders（1964）。近年來對提問的研究興趣著重在其對學生先前概念的診斷與挑戰、作為學生探討的鷹架與促進知識的建構（Coburn, 1998）。然而課室討論不是一個一對一的互動模式，也不僅只有老師與學生之間的互動，也經常有學生與學生之間互動，因此整個課室討論是一種複雜的網狀互動。同樣的，課室論證的進行

也是一種複雜的網狀互動，教師佈題與引導討論作為鷹架形成一個有效的氛圍，促使學生表現良好的論證。但以分析工具來看，整體複雜的網狀討論互動若只沿用 Flanders（1964）的方法紀錄次數或紀錄誰主動，恐怕會失去很多重要的訊息。Wellington 與 Osborne（2001）就建議使用合作式概念構圖活動，一方面可以鼓勵團體成員踴躍參與，一方面用來架構口頭互動、建構論證、發展討論與促進概念理解，最後所建構的概念圖也可以作為評測團體成員的學習表現。

二、論證的意義

Krummheuer（1995）認為論證發生在一個解決方案（如：科學知識）的發展過程，與之後詳細解釋這個方案的推理過程。Duschl 與 Osborne（2002）認為論證是發生在兩人或多人的對話事件，而科學論證是論證的一個特別例子，也就是這種對話主要是針對科學的證據與理論，以來改進一個說明、模式、預測或評估。他們並認為這樣的過程不是科學家創新科學知識所獨有，學生在學習既有知識的過程也應該是這樣，這兩個過程的參與者均必須建構論證，以他們所擁有的證據去證成他們所贊成的主張。Van Eemeren（1995）提出三種形式的論證過程，分析的（analytical），辯證的（dialectical）與修辭的(rhetorical)。分析的模式是基於 Hemple-Oppenheimer 的演繹規律說明（Deductive-Nomological Explanation Model）（Hemple, 1965），是一般認為科學主張最廣泛使用的方式。但是日後科學哲學、科學史與科學社會學的研究（如 Collins & Pinch, 1994; Latour & Woolgar, 1979）顯示出科學知識發展過程中，辯證的與修辭的論證經常被使用且佔有很大的重要性。科學教育實證研究也顯示論證的過程不完全是分析的，學生科學課堂討論的過程，對科學知識觀點的接受與否會受到非分析性因素的影響，如發言人本身的學業成績好或者人際關係好，他的意見會比較受到的肯定（楊文金, 1998）。

Toulmin（1958）發展一個有關論證的模式如圖1，這個模式在科學教育領域中廣泛的被引用，此模式包含六種主要的元素來說明論證的結構與進行，分述如下：

主張（claims）：是一個被試圖建立其價值的結論，

數據（data）：是一種用來支持主張的事實，

理由（warrants）：是一種推理的敘述用來證成某個證據與主張的關係，可能是規則、原理或是推論的依據等等，

支持（backing）：是最普遍讓人能接受的基本假設，是用做支持理由的正當性，

修飾（qualifiers）：是為限制主張之用，能指出主張在何種情況適用，

反例（rebuttal）：是用來說明主張不成立。

Driver, Newton 與 Osborne（2000）認為，基於 Toulmin 的論證模式的科學學習，不只可讓學生了解科學知識是甚麼現象（what），而且能讓學生了解這些知識如何（how）與其他事件結合，了解知識為何（why）重要，與了解這知識如何（how）產生。此外他們也提出，基於 Toulmin 的模式，甚麼敘述能被認為是好的論證與這論證發生的情境有關，也就是一個論證的效度不是一件正規的

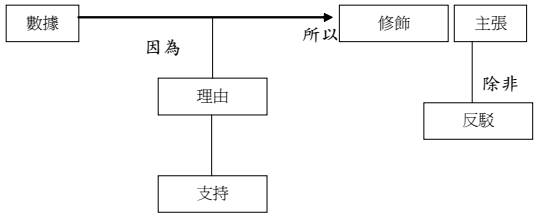

圖 1：Toulmin 的論證架構全圖（Toulmin, 1958）

邏輯，不同領域的人類活動將可能有其獨特的論證形式（Newton, Driver, & Osborne, 1999）。簡單的說，不同社群針對不同的議題有不同的解決方式，這也呼應前述的看法，論證除了分析的形式外，還有辯證的與修辭的形式。

三、論證品質的評鑑

Toulmin 的論證架構提供了一獨立於脈絡之外的分析模式，希望能應用在多種領域，如科學、法律和政治議題等。因此這架構被廣泛引用，近來也常為科學教育的研究者利用之作為研究及定義論證的參考（Driver, Newton, & Osborne, 2000; Kelly, & Takao 2002; Erduran, Simon, Osborn, 2004; Jimenez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000）。Toulmin 的論證模式雖被廣泛的引用，但實際上各元素之間的界限並不明確，因而伴隨的批評也不少。

在論證架構中，「主張」為整個論證的結論或終點，但實際上一個論證中的「主張」也可能是另一個論證的「數據」；而「支持」、「修飾」、「反駁」也都可能是另一個論證開始。Toulmin 的架構只適合框套出一個大的論題，或是整段落的對話，對於細微地分析各因子的異同，或是用來分析對話的組成，是極為困難、易混淆的，因此 Toulmin 所提出的論證模式易淪為一個簡單的架構，而不是容易應用的語言分析工具（Voss, & Dyke, 2001）。Driver, Newton 和 Osborne（2000）也認為 Toulmin 的分析只能看出論證的結構，卻無法得知論證內容是否正確，若要判斷該論證的正確性，需由整個論證的內容才可評鑑它的品質。

另外，Toulmin 忽略了在論證進行的過程中參與論證的公眾所扮演的角色，論證進行時公眾的發言可能會是相當紛雜，且一句話中可能包含有不同的意涵，它可能既是理由也是數據，因對發言者來說，他要表達的只是提出合理的、具邏輯性的證據，不會仔細區辨它們之間的不同。因此 Toulmin 的論證架構應用在課室分析時會有種種問題存在。Driver 等人（2000）提到在分析課室對話時，需注意到以下幾點，首先、相同的陳述在不同的脈絡下會產生不同的意義，因此在分析對話時需將當時的脈絡也納入考慮，方可推論出真實的意義；其次、論證的因子，比方理由在整個談話中可能是隱涵不清，而非明確易辨的；然後、對話進行中，論點不一定會連續性、有關聯的發展，要定義論證的特徵必須從論題中的大量片段觀察；最後、論證並非只有談話的型式，一些可能是經由姿勢、指向某物體、點頭等等，特別是科學中會使用一些素材，如插圖或是圖表亦可以應用在論證中。

Kuhn（1991）的研究可以提供一些具體的準則來評估 Toulmin 的論證架構的種種元素，以做為評估整體論證品質的依據。她認為能對現象提出能說明因果的理論並能將之表達出來，並將所回答的理論分為下列兩種。單一因果（Single cause），就是只使用唯一的因果理由來解釋觀察到的現象；多重因果（Multiple-cause），就是能針對觀察到的現象提出不同的面向的因果理論來解釋。這個區分可做為分析論證中主張的準則，當針對一個現象能產生較多的理論或主張時，代表論證的品質較高。Kuhn 也對數據的品質分析提供一個準則，有的數據是真證據（Genuine evidence），也就是這個數據與理論之間具有因果關係且正確性；有的是偽證據，雖試圖提出證據，但提出的證據只能單純描述事情的發生情節，卻無法清楚的界定出因果次序的關連；有些是非證據（Nonevidence），

證據是非必要或是不相關的，且所持的主張與因果理論不相關，試圖引用現象本身做為該事件的證據似乎是有存在，但未具備有任何功能。另外論證過程中是否出現另有理論（Alternative theories）與反駁的論點（Counterarguments）也是做為論證品質評估的準則，前者就是面對他人提出異議，能查覺自身的理論疏漏為何，提出不同於自己原始理論的相異觀點，且以曾經納入考慮或有其可能性的另有理論解釋或再作說明。在論證的歷程中，參與者需能周延地考量所有可能的理論，分辨之間的差異或是缺誤，方可向其他的同儕說明為何他選擇的此理論而非另一理論的原因。後者就是當人對其理論提出質疑，能產生一反駁的論點來辯護或支持其原始論證所組成的證據是相當重要的，因在論證發生的同時會有多元的論點產生，該如何捍衛或是駁斥對方的質疑，並且提供合理的論證，將關係著他是否能接受你的理論。

Osborne, Erduran 和 Simon（2004）提出論證的兩個特徵作為評鑑論證品質的分析架構，一是論證是由許多理由組成，目的是為將主張具體化，提供合理的思考去批判或捍衛自己的信念，二是當論證中出現反駁時，可以評斷該論證是品質較好的且可證明學生有較高層次的論證表現，並且以反駁為基準，將論證的品質分成五級。由 Osborne 等人所提出的論證品質分析表，可以讓教育工作者在擬定課程目標或是進行教學時有很好的根據，教師可依他期望學生的發展達到何種層次來設計教學活動和策略，而在教學歷程中，可以依此標準來觀察學生的論證表現，判斷他們是否能達到預設的成就。Osborne, Erduran 和 Simon 等人提出的評鑑論證的標準，是以提出的主張、有無數據及理由支持、與反駁的程度來區別論證的好壞，但他在第三級、第四級、第五級皆以反駁的程度來做區分。而後來 Jimenez-Aleix-andre, Lopez-Rdriguez 與 Erduran（2005）結合 Osborne 和其先前提出的理由的編碼架構，將論證品質的分析架構修訂，並對其分級再做擴充，使論證的分級更細膩。

但是上述的分析架構的分級也較著重在反駁與論證因子的面向，本文認為分析架構應該要能呈現論證的多元面向，因此參考 Osborne, Erduran 和 Simon（2004）, Kuhn（1991）, Jimenez-Aleixandre, Lopez-Rdriguez 和 Erduran（2005）等人對於評鑑論證品質的要點，整理發展出一個分析架構，以期能在實務應用中確切地判別論證的品質。本文提出的論證分析架構具備幾個細目，論證理由的正確性、反駁的面向、組成元素的完整及論點數目的多寡，訂定不同項目的標準由不同細目評鑑論證的好壞。這個分析架構使論證的評鑑成為較多元的評量，而非單一觀點的，在此將各細目的定義詳列如表1。

另外，本文分析架構中每一細目訂有評分的標準，如表2，希望能將論證的品質給予量化。每一細目都以明白的描述定出四個級分，使用者可藉以評斷論證是否與該描述吻合，來給予該論證在此細目的得分。

表 1：論證品質的細目定義

細目	評鑑論證品質的細目定義
理由的正確性	能提出符合科學觀點、完整正確的理由。
反駁的面向	能對他人提出的不同論證因子進行反駁，或能捍衛自身的觀點針對他人的反駁提出反反駁。
組成元素的完整	能提出論證中的不同元素，使得論證更形完整。
論點數目的多寡	在同一論證中，能提出多個主張或是多個數據來支持同一主張。

表 2：論證品質評量表

得分 項目	0	1	2	3
理由的正確性	未能提出任何理由	論證中只能提出非理由（W_N）	論證中出現偽理由（W_P）	論證中出現真理由（W_G）
反駁的面向	無任何反駁出現	只出現針對單一因子的反駁	有針對多個因子的反駁出現	除有多個反駁出現外，且能進行反反駁
組成元素的完整	只出現主張或是數據的提出，沒有出現理由	有出現主張、數據及理由	有出現主張、數據、理由，及其他一至二個論證元素	有出現主張、數據、理由，及二個以上的論證元素
論點數目的多寡	未能提出論點	能提出一個論點	能提出二個論點	能提出三個以上論點

研究方法與過程

一、研究對象與資料收集

本研究所觀察的對象是一位資深優秀的生物教師—劉老師，她已有二十多年教學經驗，且曾獲得國家優良教師獎的肯定。劉老師教學通常都是以提問開始，讓學生分組討論，再由各組說明自己的想法。而老師在討論的過程，提供引導或是相關的訊息，使學生能充分進行分享和討論而形成科學概念。劉老師以討論的方式進行教學已有相當長的時間，對於課室秩序的掌握和如何促進學生討論十分有經驗，受觀察的班級有30人，分成五組採用合作學習的方法，使學生在進行討論的過程中有清楚的規則與角色可依循。

在本研究針對劉老師七年級的自然與生活科技科授課過程進行錄影記錄學生與教師之間的對話，主要的教學內容涵蓋生物學與地球科學部分。整個蒐集資料過程為一個學期，每週三節，總共蒐集錄影帶50捲。此外並做現場札記記錄發生事件和想法，以作為分析資料的參考。

二、資料分析

分析的工作首先將蒐集到的錄音帶轉換為文字稿，然後依據文字稿並參考現場札記進行確認論證對話片段，選出合乎 Toulmin 論證架構的對話。分析過程中若有相左的意見，即反覆進行討論，直到所有人都能接受為止，總共確定具有論證對話的片段有23則。劉老師的教學進行採取全班與分組討論交替進行，所以這些論證片段是屬於教師與全體學生共同的對話結果，不是只限定某個人或某個小組。

接著進行分析確認論證對話中的各個元素，這是一個相當複雜的步驟，先要找出整段論證中首要的主張為何，該主張可能是教師的提問，也可能是隱含在其中的立場。此外，「數據」和「理由」在論證進行時，經常同時提出，或是結合成一證據去支持自身的主張，因此數據和理由之間的界限模糊並不易辨認。我們區分「數據」及「理由」有兩個方式：一、「數據」是直接說明、支持主張的陳述，而「理由」是比較間接的，用來說明「數據」與「主張」間的關係。二、在陳述事情時，通常先提出的會是自身的觀點，而後接的語句則是用來說明前句話的內容，若以此觀點來看，「數據」會是語句的前段而「理由」會接在「數據」之後。根據這些規則將先前選出的對話內容進行細部的分析，區辨師生每一句話在論證中是屬於那

一個元素。

教學對話的過程通常很長，而且充滿很多不必要的雜訊，例如學生的開玩笑或搗蛋，因此很難用文字敘述形式來呈現教學對話的論證內涵。我們基於 Toulmin 的論證架構，增加 Kuhn（1991）的意見與及綜合 Kelly 與 Takao（2002）及 Osborne, Erduran 和 Simon（2004）等人對論證的詮釋，修訂論證架構使趨於能完整的呈現教學對話的論證過程，增添與細分元素的說明如表3。

在「理由的正確性」部分，是以非理由（W_N）、偽理由（W_P）、真理由（W_G）三種不同層次的證據來做區分，在得分0分的部分是指學生未能在論證的歷程中，提出任何的理由；1分是學生企圖提出理由，但其理由並不合理，或是無法說明其中的邏輯性，而整段論證中只出現非理由；2分是學生已能提出具有因果關係的理由，但其因果並不明確或是不正確，因此在論證中只出現有偽理由；3分是論證中出現有真理由，學生已能提出合乎科學概念的正確理由。

表 3：論證元素的定義

論證元素與編碼	定義
數據（D）	可做為主張基礎的事實，具有實證性或假設性的
主張（C）	值得被建立的結論
理由（W）	可顯現由數據推論到主張是正確的敘述
非理由（W_N）	提出的敘述是非必要的或不相關，與主張間並無因果關係，或是單只引用數據本身做為現象和事件的證據
偽理由（W_P）	提出的敘述只能描述事情或現象細則，但無法明確定出理由與數據、主張間的因果關係
真理由（W_G）	提出的敘述具有因果關係
反駁（R）	對他人的論點提出質疑。
反駁-數據（R-D）	反對他人提出的數據
反駁-理由（R-W）	反對他人提出的理由
反駁-反駁（R-R）	反對他人提出的反駁
支持（B）	為最基本、眾人都可接受的假設
修飾（Q）	用來做為限制主張

在「反駁的面向」中，評分的標準是取決於學生提出反駁的面向是否多元，當論證進行的同時，反駁是無法認同他人的觀點時所提出的，因此它應是能針對不同的論證元素提出，如針對數據的反駁（R-D），或是針對理由的反駁（R-W），或是針對反駁的反駁（R-R）。在論證歷程中，反駁的出現是越多元化越佳，代表參與者能評斷不同的論證元素，具有科學思考及推理的能力，能判斷他人提出的證據或主張是否可接受，故標準定為0分是論證中無任何的反駁出現；1分是有針對單一元素的反駁，出現 R-D 或 R-W；2分是指在同一論證中，不同的參與者會提出二個以上 R-D 或 R-W；3分為參與者除能對不同論證元素提出反駁外，被反駁者亦能聚焦於對方的疑慮加以駁斥來捍衛自己的觀點。

「組成元素的完整」該項評定是指在論證的組成中有越多的元素提出越佳，代表此論證進行熱絡，且元素多樣化，論證的結構會更形完整。0分是論證中只有出現主張與支持的數據，但未能提出理由；1分是論證中有主張、支持的數據與理由出現；2分是有主張、數據、理由及其他一至二個論證的元素，如支持、修飾或反駁等等；3分則是除基本的主張、數據、理由外，還包括二個以上的其他元素，如支持、修飾或反駁等等。

「論點數目的多寡」是指當進行某一議題的論證時，參與者是否提出多元的論點。論點是指在論證的動態歷程中出現的單一個有數據與理由支持的主張，論證是指在歷程中不同意見的交流辯駁，論證過程中愈多論點的產生，代表觀點越豐富（Inch, Warnick, &

Danielle, 2002）。故本項的評分標準為0分即參與者未能提出其他的論點；1分為參與者能主張提出一個論點；2分為參與者能主動提出二個論點；3分為參與者能主動提出三個論點以上。

一般若單純計算各元素的次數或是反駁的次數以作為斷論證的優劣，將會出現有越長的論證片段品質越佳的瑕疵，而上述評分架構能將不同長度的論證片段皆置於同一水平上比較，則可避免此缺點，並且更有效率、準確的評定論證品質。最後再將各項目所得分數加總後，總分0~4分訂為第一級論證；5~8分訂為第二級論證；第三級論證為總分9~12分，藉此將論證再做分級，讓論證的好壞與否能清楚呈現。

此外，論證的表徵方式必須是能呈現一個動態的過程，我們發展一套系統來呈現教學的論證過程，如圖2「動物細胞與植物細胞有差別」。圖中數字部分是時間順序，代表教學時發言的順序，橢圓形與方形分別代表教師及學生的發言，橢圓形內第一行代表教師的教學策略，然後是教師發言內容，方形內第一行代表學生發言內容在論證中所代表的元素符號，第二行則是發言的內容。教師與學生的發言內容不是採用原先的文字，而是經過修飾的。這樣的整理方式可以表現出論證的進行，也可以看出教師教學策略與學生思考的歷程。

圖2「動物細胞與植物細胞有差別」的論證片段中，以表2的論證品質計分的結果如下：

1.理由的正確性：由於在本論證中，學生經由老師的刺激後，已提出一完全正確的理由（W_G）–因所有植物細胞都有細

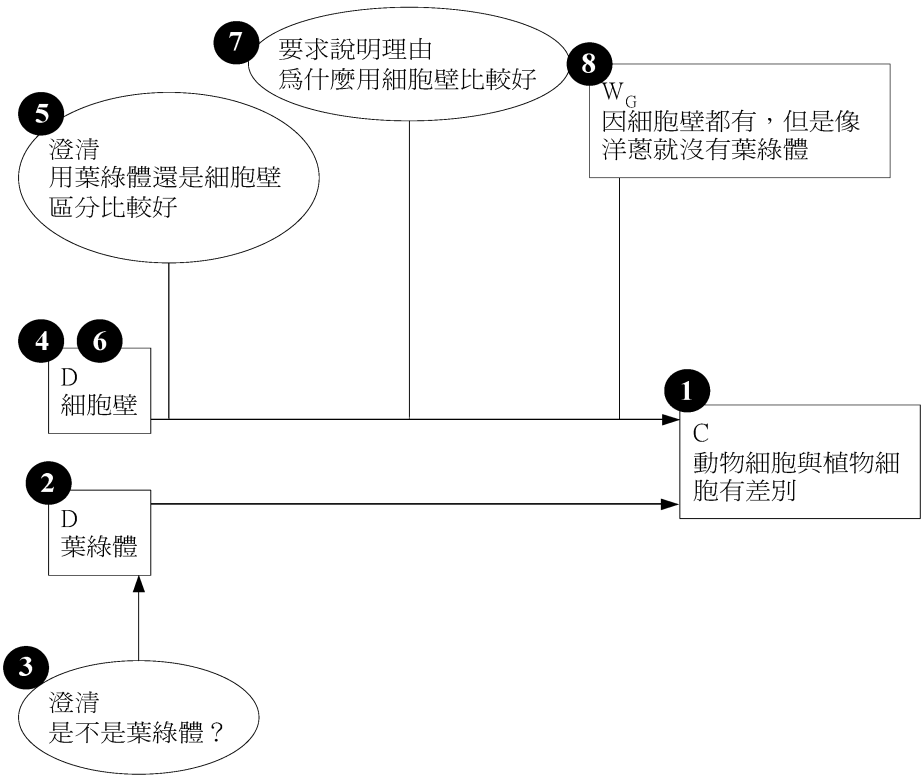

圖 2：「動物細胞與植物細胞有差別」論證歷程圖

胞壁，但有些植物細胞沒有葉綠體，因此用細胞壁的有無，來判別是否為植物細胞會是比較好的方式。所以在此項計分，可得 3 分。

2.反駁的面向：在本論證中，無任何反駁發生。在此項計分，為 0 分。

3.組成元素的完整：在本論證中，由於論證為主張式的論證，學生並無太多發展的空間，只將教師想要的答案說出，無太多的互動及對談，故組成因子出現有 D、W_G、C。所以在此項計分，可得 1 分。

4.論點數目的多寡：在本論證中，是由教師提起一主張，學生附和教師的主張，再次提出。故在此項計分，得分為 0 分。

本段論證，總得分共計4分，歸類為第一級論證。

本研究有關論證的定義、架構和分析方式由作者們與其他兩位研究生共同討論發展，資料分析則由第一作者與該兩位研究生進行。在進行編碼校正時，第一作者會先與這兩位研究同儕再度討論論證架構的定義及詮釋，並對數段論證式對話的逐字稿，各自練習後再比對編碼的結果，若有不同處，進行討論以達到共識。接下來共同分析全部的對話片段，當各自完成編碼後，第一作者和研究同儕會以三人的編碼結果進行多次討論，並反覆修正對於編碼的詮釋，並確認編碼的結果，討論結果同意度達0.9以上。

發現與討論

一、教學過程的佈題模式

Toulmin 的論證模式是呈現論證元素間的靜態關係，但是無論是科學社群的討論或是科學教學的歷程，論證的進行是一個動態的過程。有時是依循數據到主張方向，但有時卻是相反的先有了主張，再要求提出相對應的數據。此外，論證的過程也不是只有固定在一組數據與理論，有可能出現兩組以上的數據與理論交互競爭。甚至，剛開始沒有確定的數據與理論，只有現象出現，討論者必須發展出適當的數據與理論論證形式。至於以哪一個元素開始或以何種形式開始，則由上課教師依據教材內容與學生程度，來決定如何佈題切入。在分析劉老師教學的資料的過程，歸納出三種不同的佈題模式出現。

1.主張式佈題模式

主張式佈題模式是教師在提問時，以肯定的方式說明科學上的現象、理論或知識，再要求學生對教師所提出的陳述，用自己的經驗中或是學習過的知識做為依據，來支持、詮釋它。而當這種佈題模式出現時，教師的教學策略多為刺激學生提供數據和理由來支持教師提出的主張。

上述圖2論證片段「動物細胞與植物細胞有差別」是一個主張式佈題模式的論證例子，在教學過程中劉老師提出一主張認為動物細胞和植物細胞的組成是有差別的，要求學生提出差別的例子。學生則循著教師的主張，提出植物有葉綠體，劉老師又向其他的同學詢問：他說葉綠體對不對？其他的同學又提另一個答案：植物細胞有細胞壁。在這個主張式佈題模式，老師引導學生將討論的重心置於何種特徵較適合用來區辨植物細胞與動物細胞之間的差異，學生其後說出用來分辨動植物最好的特徵為細胞壁，則較能接近合理的答案。

主張式佈題模式多半出現在教師已有預設的答案，教師針對學生的反應進行逐一釐清，而學生在此種對話過程主要是去思考教師的提問內涵，如在圖2中，學生思考的重點就是到底是葉綠體還是細胞壁才是比較適當的答案。主張式佈題模式的教學過程主要是刺激學生探究科學理論或現象中的適當

性，因此比較少有不同意見和觀點的產生，自然也缺少對於不同觀點的辯論和挑戰，對於學生的推理和邏輯思考能力的培養的助益較不顯著，形成的將會是品質較低的論證（Kuhn, 1993）。但從另一個教學目的來看，教師針對學生提出主張式問題，其功能可在確認學生的科學概念是否正確，能否應用先前學習的知識來解答，可做為診斷評量的方式之一。

2.選擇式佈題模式

有些教學活動教師提出的問題不是只有一個論證，而是在對話過程中出現兩條論證路線，引導學生進行分析、辯論與選擇符合科學性的正確解答，這稱為選擇式佈題模式。圖3論證片段「何者為風化程度最高的岩石」就是一個選擇式佈題模式的例子，在教學過程中劉老師提供學生三塊沉積岩的實體做為討論的題材，讓學生觀察並提問：三塊岩石中何者的風化程度最高，9號學生隨即回答左邊的那塊，因它不含膠質，但劉老師反駁他：如果沒有膠質能將其中的顆粒黏合使它形成一塊岩石嗎？劉老師並且以此回話做為範例，告知學生在進行論證時能夠依同學發言不合理處提出質疑。後23號學生又提出是中間的岩石，但他的回答並不完整，教師希望他澄清他的想法，13號學生也對23號學生不完整的說法提出反駁，之後23號學生才說明是岩石中的顆粒較大，這即是這個題目合理的解答。

教師以同時提出數個主張的方式，可讓學生依其提示進行論證，學生比較分析後選擇其中一個論證路線，再提出相關的數據和理由支持之。對學生的論證進行來說，要能比較不同的主張的正確性，必須先能對其中

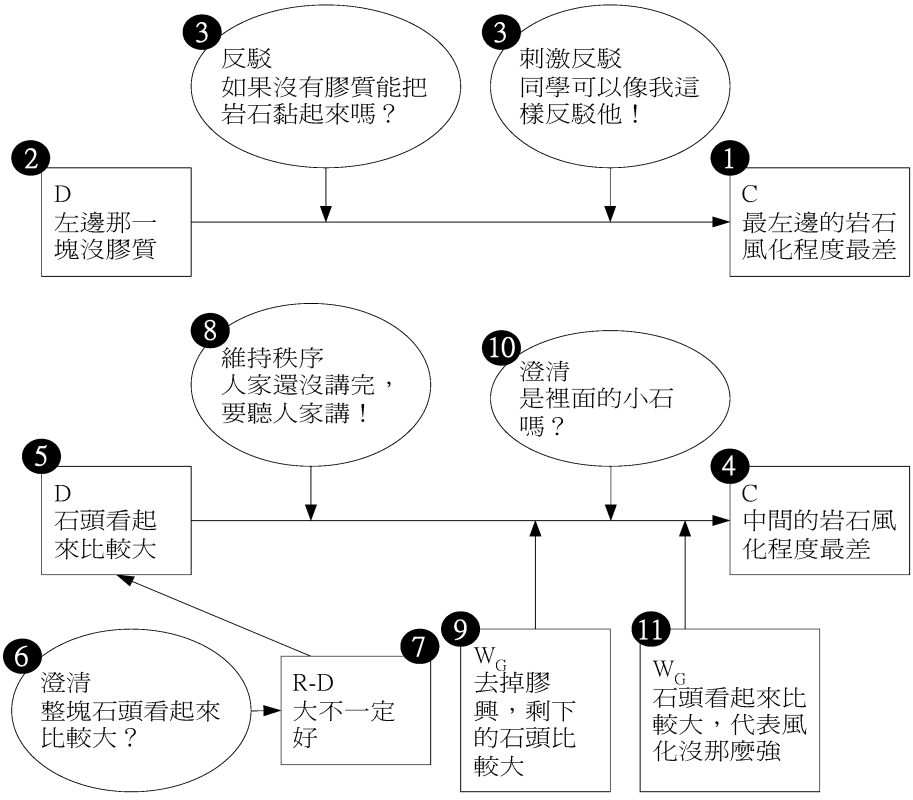

圖 3：「何者為風化程度最高的岩石」論證歷程圖

一個提出反駁，然後選出最適當的論證路線進行探討，這樣的教學對話過程學生的思考除了要思考支持性理由，也要提出反駁性理由，因此論證表現比起主張式佈題模式較為豐富。

3.開放式佈題模式

Osborne, Erduran 和 Simon（2004）發現在他們所設計的課程中，社會-科學議題較容易有高品質或是多樣化的論證發生，原因是這些議題沒有一個絕對肯定的答案，容易產生多元化的觀點。劉老師用來進行教學的雖非社會-科學議題，卻為科學上尚未有定論的爭議，如：生物的起源，或是一個複雜的情境問題，如：農夫該如何改善他農場內動物的肉質，這種問題需要學生利用推理能力去研究手中的證據及已知的知識、理論，方可提出合乎邏輯的主張。在開放式佈題模式教學中，教師並未預先給學生任何的主張提示，教學策略主要在刺激學生儘可能產生多元的理論、由先前的知識和經驗做為數據或理由，針對待解釋的現象或是理論給予合理的詮釋。不像選擇式佈題模式是由教師導引兩個或數個論證路線，這樣的教學對話可讓學生自行產生兩條以上的論證路線，然後進行分析比較與論證。

圖4呈現教師進行開放式佈題模式的過程，在進行演化單元的課程時，劉老師提問：生物到底是怎麼來的？33號學生先說明地球剛演化出來時，有許多小行星撞擊，而使小的單細胞生物停留在地球上，33號學生認為生物是由外太空來的。此時31號學生提出反駁認為隕石在通過大氣層時，應該會摩擦生熱使得隕石上的生物死亡。另一名27號學生則捍衛33號學生的主張，對31號學生提出反駁，他認為地球剛形成不一定會有大氣層的存在，隕石可以直接進入地球。31號學生則質疑先前的33號學生認為地球剛形成時定有小行星的撞擊，而33號學生及其他認為一定有小行星撞擊的學生，則再反駁說：可能有很多顆的隕石撞擊，而這樣的撞擊可能會產生一些物質，就有可能有單細胞生物的存留。劉老師這時也肯定他們的說法，雖然撞擊會產生高熱，但仍有機會有生物存活的，33號學生為增強自身主張的合理性，提到科學家也認為外太空有一些殘渣，上面可能有生物，當地球出現結合在一起時，就會有小生物。

此部分結束後，劉老師又再提問說對於解釋地球上生物的起源，有沒有其他的想法？35號學生說明他的想法，認為地球上生物的起源，應該是地球上產生某種物質，而大量繁殖再與海洋中的物質結合所產生的。劉老師為澄清其說法，即提問說：生物都是由地球自己產生的，自己就突然出現了？35號學生又說明：地球上原先就有一些物質，劉老師提出質疑：物質不是生物吧！35號學生澄清說：經由長久時間，物質即會成為單細胞生物，劉老師欲澄清他的想法問：所以物質就會變成單細胞生物，然後單細胞生物變成多細胞生物？35號學生又說明是某種基因的影響才會讓單細胞生物變成多細胞生物，教師想了解是否其他的同學也有此種想法，即詢問其他的同學是否贊同35號學生的說法，33號學生表示贊同，他認為多細胞生物是由單細胞生物發生基因突變而來的，但也有其他的學生提出反對的意見，31號學生認為若是由突變而來的，大多數的生物突變的結果不相同，如何能繁殖下一代產生相同的生物呢？最後劉老師做出總結，向學生說明目前生物的起源尚未確定，有的也只是科學家根據手頭上的證據延伸出的理論，並且提醒學生為何科學家會對此議題重視，科學家又是如何就不同的證據來發展他們對地球生物起源的解釋。

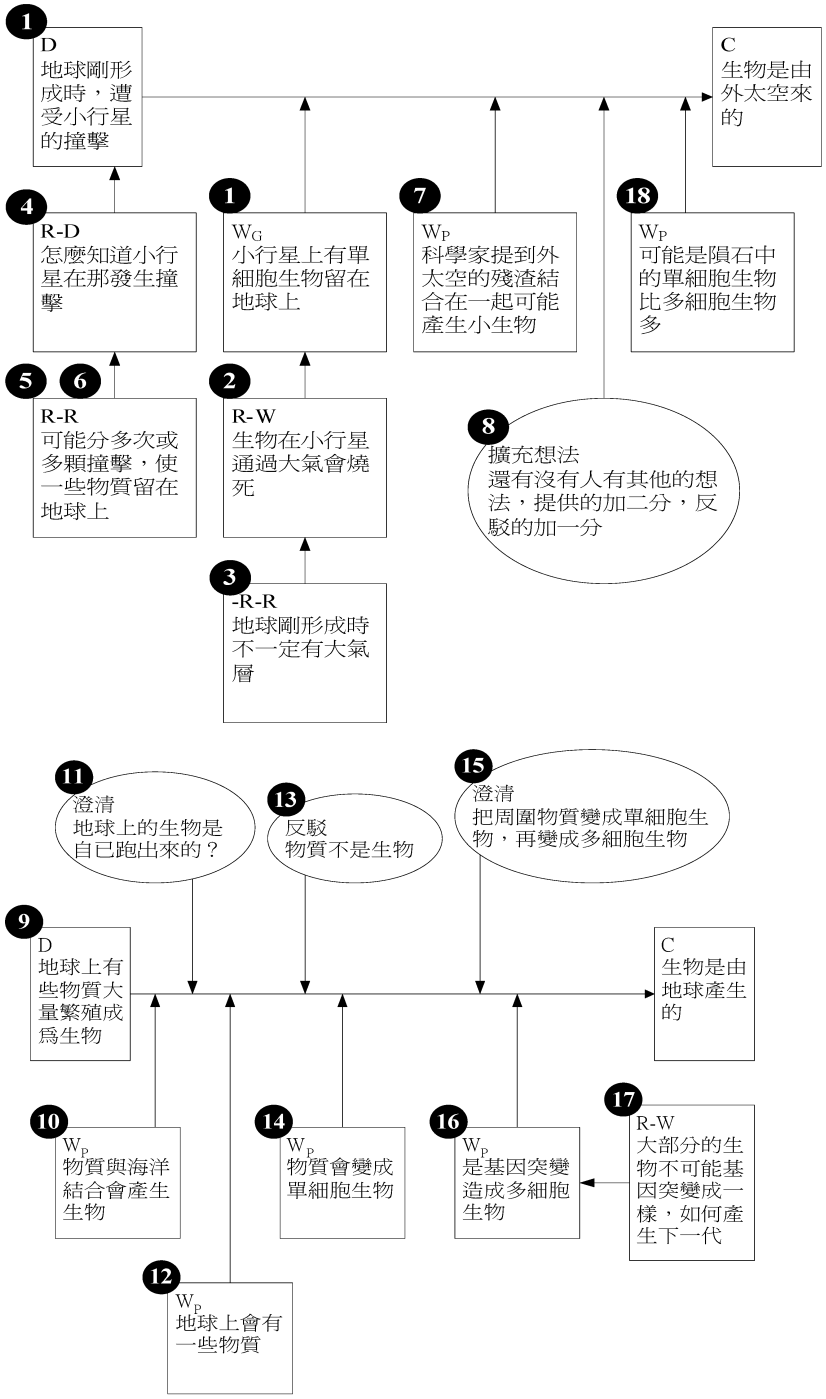

圖 4：「地球上生物的起源」論證歷程圖

在此類的提問可讓學生的論證進行大為擴展，不論是觀點的提出或是反駁的發生，學生都要能自發的產生，並同時須兼顧主張與證據的邏輯與科學性。參與的人員也不需

教師特別指定，學生即迫不及待地欲分享自己的想法，造就了此論證的多元化。觀察此開放式佈題模式所產生的論證也發現學生對於遺傳和演化的概念並不清楚，但他們會使用先前的經驗或知識來提出理論和佐證，教師在此並不會指正他們的缺失，而是以引導和發問的方式讓其他的同儕點明對方主張的疏漏，或是讓學生無法對自己的理論自圓其說。有意義的學習通常發生在社會化的脈絡下，學習者藉交談或互動幫助彼此，而教師從旁支持、引導、組織、鷹架學生的對話，這樣的學習、互動可讓學生的科學學習進步更多，他人在學習中扮演了重要的角色（Wellington & Osborne, 2001）。

二、不同佈題模式的論證會影響學生的反駁頻率

在本研究的資料發現教學過程中，不同佈題模式的進行過程中，學生產生反駁的論證有顯著的不同，如表4。在所有的23個論證片段，有10則可以歸類為主張式佈題模式、6則為選擇式佈題模式、7則為開放式佈題模式。而在主張式佈題模式的論證進行中學生發言76次，僅出現3次反駁，在選擇式佈題模式的進行中學生發言35次，出現8次反駁，在開放式佈題模式的進行中學生發言72次，出現23次反駁，卡方檢驗的結果顯示反駁出現的頻率有顯著的不同。這個資料顯示，主張式佈題模式的論證中老師已提出一正確的主張或理論，學生僅能循此軌跡發揮去發掘教師提問內含的蘊涵，少有不同意見和觀點的產生，自然也缺少對於不同觀點的辯論和攻訐。而選擇式佈題模式的教學中，教師同時提出數個主張讓學生依其提示進行論證，學生選擇教師提出的主張之一來作為他自己認可的主張，再提出相關的數據和理由支持之。教師的提示導引學生可能的路線，學生有適當的空間可以發揮，卻又不致過於束縛。在開放式佈題模式中，教師並未預先給學生任何的主張提示，而是刺激學生儘可能產生多元的理論、由先前的知識和經驗做為數據或理由，對待解釋的現象或是理論給予合理的詮釋。在此類的提問可讓學生的論證進行大為擴展，不論是觀點的提出或是反駁的發生，學生都能自發的產生，且參與的人員也不太需要教師特別指定，學生即迫不及待地欲分享自己的想法，造就了此論證的多元化。

三、不同佈題模式的論證的品質

(一)論證標準中的各項因子比較

在論證的評鑑中，將論證的品質由四個部分來加以評估，分別是「理由的正確性」、「反駁面向」、「組成元素完整」和「論點數目多寡」，由建立的「論證品質的評鑑標準」來加以評分。由於各類型佈題模式的論證數量不同，導致各評鑑項目可得總分也不同，所以以各類型佈題模式在該項目的得分數除以該項目的可得總分的百分比做為該項目的品質指標。表5為各類型的論證，在不同細目的得分數及所占的百分比，並以長條圖5表示之。在表5與圖5中可發現，在主張式、

表 4：不同佈題模式中反駁出現頻率

佈題類型	論證總次數	學生發言總次數（次）	反駁發生次數（次）	非反駁發生次數（次）
主張式	10	76	3（3.9%）	73（96.1%）
選擇式	6	35	8（22.9%）	27（77.1%）
開放式	7	72	23（31.9%）	49（68.1%）

$\chi^2 = 68.13$; $p < 0.00$

表 5：不同佈題模式的論證的比較

佈題模式（應得分數）	理由的正確性		反駁面向		組成元素的完整		論點數目多寡	
	分數	百分比	分數	百分比	分數	百分比	分數	百分比
主張式（30）	29	96.7%	4	13.3%	13	43.3%	6	20.0%
選擇式（18）	18	100%	8	44.4%	11	61.1%	11	61.1%
開放式（21）	20	95.2%	12	57.1%	12	57.1%	9	42.9%

*百分比的計算是以該項目的總得分數/該項目的應得分數

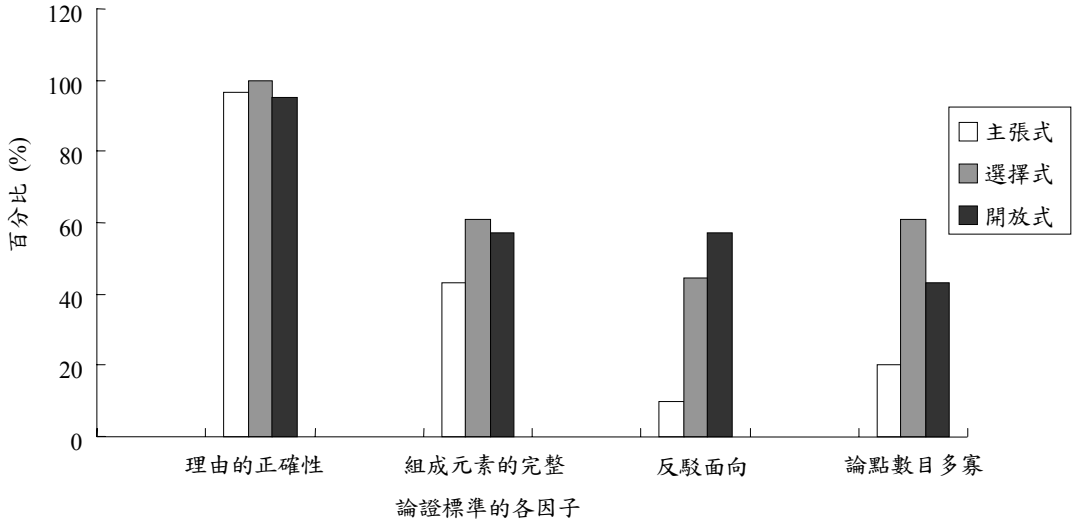

圖 5：不同佈題模式的論證表現比較

選擇式和開放式佈題模式所發生的論證中，「理由的正確性」得分百分比相當接近，分別為96.7%、100% 和95.2%，幾乎在每一則論證中，都能有合乎科學知識的理由出現，由於教學過程發生的論證多半有教師參與其中，而當學生的發言不吻合科學定律或知識時，教師會適時的加以引導，讓學生自行發現其不足或缺失，因此在此項目學生多半能答出，在 W_G 得到相當高的分數。在「反駁的面向」部分，學生在開放式佈題模式的論證中，能有較多的反駁面向，得分的百分比是57.1%，反之在選擇式或是主張式的論證，其得分的百分比為44.4% 和13.3%，學生能提出的反駁面向相對缺乏。推測原因為在主張式佈題模式中，教師心中已經有固定方向呈現給課室中的人，學生多根據教師的主張，再尋求可信的數據和合理的理由去支持之，因此論證中的議題或是開放性都較缺乏，學生提出反駁的機會也相對較少。

在「論點數目的多寡」及「組成元素的完整」兩個項目中，主張式佈題模式教學中發生的論證得分是比較低的，僅有43.3% 及20.0%，因在主張式佈題模式中，學生是依循著教師的提出的主張前進，有一既存的框架將之學生的思維限制住，因此學生無法有太多的另有論點提出，而且對論證形成的著墨也較為缺乏，故論證組成元素亦少於選擇式和開放式論證。此外這二個項目中，都是選擇式佈題模式所發生的論證優於開放式佈題模式所發生的論證，選擇式佈題模式的論

證在「論點的多寡」中所得分數的百分比是61.1%，而開放式佈題模式的論證的百分比42.9%，原因可能在於選擇式佈題模式教學中，教師已先提示學生可能的主張，再由學生主動選取所信服的主張加以說明，因此學生對於論點的成形已有所概念，因此在論證中會有較多論點的出現，且學生對於論證方向確認後，能花更多的心力對於論證各因子再做修飾或加強。Osborne 和 Willingtion（2002）也認為教師若只提出封閉的問題，就只能引發一小段的推理或是一小段的論證，而開放式的問題可讓學生進行連續性的推理，或是引出學生的意見及評價，然這兩種問題都可讓教師利用以成形、控制、聚焦問題，端看教師如何應用它們幫助學生有意義的學習。

(二)不同佈題模式的論證層次分布

以「論證品質的評鑑標準」對選擇出的論證片段評分後，再將之分為三級比較。由圖6可看出在主張式佈題模式教學中，論證層級在第一級、第二級最多，數量各占45.5%，而第三級有明顯的差距，僅有9%。在選擇式佈題模式教學中，第二級的論證占了60%，而第三級占40%。開放式佈題模式教學中，第一級的論證占42.9%，第三級占57.1%，未出現有第二級論證。在下文中，分別舉出實例呈現三類論證的不同。

圖2所呈現的是主張式佈題模式教學所發生的論證：「動物細胞與植物細胞有差別」，其得分為4分，屬於第一級的得分。主張式佈題模式教學，教師先提出主張，學生可著墨的地方較少，故在「反駁面向」和「論點數目多寡」兩項表現與選擇式、開放式有明顯的差距，使得它的層級多集中在第一級與第二級。圖3的選擇式佈題模式教學所發生的論證：「何者為風化程度最高的岩石」，得分為8分，屬第二級論證。在選擇式佈題模式教學所發生的論證中未有第一級的論證出現，反而集中在第二、三級，原因應是教師提出多個主張供學生選擇時，自然地學生能依據提出的論點數目較多，而當論點一多，意見分岐的情形下，學生對於同儕的觀點有不認可之處會加以反駁。因此在「反駁面向」部分，選擇式佈題模式的論證的得分

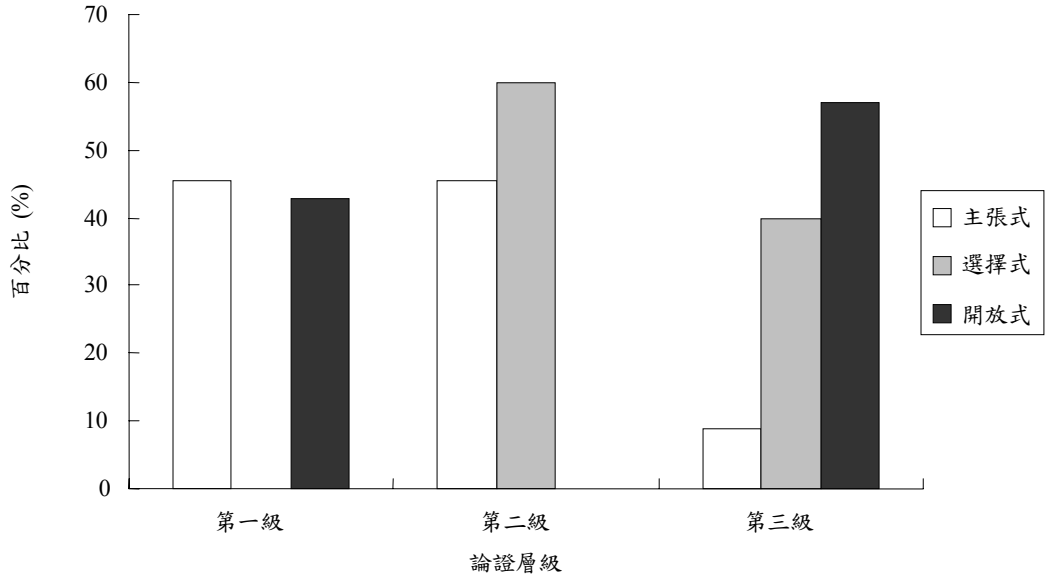

圖 6：不同佈題模式的論證表現層級的分布

較主張式佈題模式的論證來得高，總和來說，所得的總分也較主張式佈題模式的論證來得高。開放式佈題模式的論證的分布呈兩端分散，僅有第一、三級，卻未有第二級的出現，如圖4中的開放式論證：「地球上生物的起源」，其得分為11分。推測原因可能為在開放式佈題模式的自由度較大，若學生具有相關的背景知識，他們即能完成一層級較高的論證，反之若討論內容超過他們的程度，又缺乏教師的提示下，則無法進行高層次的論證。這部分的結果呼應 Cohen（1994）的發現，沒有規則或是高度結構的規則對小組討論有負面的影響。而選擇式佈題模式的教學，教師提供多個選項做為鷹架讓學生討論進行論證，學生可以分別提出各種論證元素形成好的論證。

結　　語

論證為目前科學教育領域重要的主題，也是台灣科學教學學生表現較弱的一環，值得國內科教學者進行深入的研究探討。論證的進行時有師生和學生之間的推理互動和科學知識的交流，然而該如何引起論證，教師在其中所扮演的角色為何，及論證的品質如何評鑑，為本研究想解答的方向。

論證過程的分析相當困難，本文提出論證過程的呈現方式做為表現論證的方法，這種呈現模式可做為分析論證的素材。本文也發展出分析論證品質的評量架構與準則。以圖示的方式來呈現教學的歷程的全貌，圖中可觀察到所有的論證因子，且能清楚看出對答的對象，學生如何經由教師的引導獲得最終的答案。也可呈現教師在其中扮演的角色，使用何種策略刺激或引導學生，清楚明白的看出論證是如何演變的。本研究中亦對論證的因子再做更詳盡的分類和定義，使得在論證評鑑時能有所依據，利用本文的論證評鑑標準觀察論證全程，可以有一量化的數據明確的判斷其好壞。

本文分析教學活動後，依教師引起論證的佈題模式區分為三類：主張式、選擇式及開放式，這三種佈題模式教學各有其優缺點。主張式佈題模式因開放度不高，因此其中產生的反駁頻率較低，而開放式佈題模式因無一標準答案，論證的進行就較多樣而反駁頻率也高，選擇式佈題模式教學的論證則介於兩者中間，由於它半開放的特性提供學生自由選擇，亦提供方向讓學生可進行論證。另外在論證品質的評鑑方面，主張式和開放式佈題模式較有兩極化的品質，而選擇式佈題模式的論證反倒有維持較高的平均水準。

參考文獻

1. 楊文金（1998）：「同儕科學家意像」對訊息合理判斷的影響分析，**師大學報：科學教育類**, **43**(1), 1-17。
2. Coburn, A. (1998). *Constructivism and Science Teaching*. Bloomington, IN: Phi Delta Kappan Educational Foundation.
3. Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, *64*(1), 1-35.
4. Collins, H., & Pinch, T. (1994). *The Golem: What Everyone Should Know about Science*. New York: Cambridge University Press.
5. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education, 84*(3), 287-312.
6. Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Edcuation,*

38(1), 39-72.

7. Flander, N. A. (1964). Some relationships among teacher influence, pupil attitudes, and achievement. In B. J. Biddle and W. J. Ellons (Eds.). *Contemporary Research on teacher Effectiveness* (pp. 196-231). New York: Holt, Rinehart & Winston.
8. Gayford, C. (1993). Discussion-based group work related to environmental issue in science classes with 15-year-old pupils in England. *International Journal of Science Education, 15*(5), 521-529.
9. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education, 88*(6), 915-933.
10. Hemple, C. G. (1965). *Aspects of scientific explanation and other essay in the philosophy of science*. New York: The Free Press.
11. Inch E. S., Warnick B., & Danielle, E. (2002). *Critical thinking and communication: The use of reason in argument*. Boston: A Pearson Education Company.
12. Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or Doing science": Argument in high school genetics. *Science Education, 84*(6), 757-792.
13. Jimenez-Aleixandre, M. P., Lopez-Rodriguez, R., & Erduran, S. (2005). *Argumentative quality and intellectual ecology: A case study in primary school*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.
14. Jimenez-Aleixandre, M. P., & Pereiro-Munoz, C. (2002). Knowledge procedures or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education, 24*(11), 1171-1190.
15. Joyce, B., Weil, M., & Showers, B. (1992). *Models of Teachings*. MA: Allyn and Bacon.
16. Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education, 86*(3), 314-342.
17. Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *Emergence of Mathematical Meaning* (pp. 229-269). Hilldale, NJ: Lawrence Erlbaum.
18. Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. New York: Cambridge University Press.
19. Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education, 77*(3), 319-337.
20. Latour, B., & Woolgar, S. (1979). *Laboratory life: The social construction of scientific facts. Princeton*, NJ: Princeton University Press.
21. Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education, 21*(5), 553-576.
22. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(10), 994-1020.
23. Robinson, W. R., & Niaz, M. (1991). Performance based on instruction by lecture and by interaction and its relationship to cognitive variables. *International Journal of Science Education, 13*(2), 203-215.
24. Simonneaux, L. (2001). Role-play or dabate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *Interna-*

tional Journal of Sciecne Education, 23(9), 903-927.

25. Toulmin, S. E. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
26. Van Eemeren, F. H. (1995). A world of difference: the rich state of argumentation theory. *Informal Logic, 17*(2), 144-158.
27. Voss, J. F., & Dyke, A. J. V. (2001). Argumentation in psychology: Background comments. *Discourse Processes, 32*(2&3), 89-111.
28. Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education.* Buckingham: Open University Press.
29. Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. Cambridge, MA: MIT Press.
30. Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science Literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education, 25*(6), 689-725.
31. Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(1), 35-62.

The Impact of Question-positing on Students' Argumentation

Ling-Fei Huang[1], Wen-Hua Chang[2] and Chen-Yung Lin[2]

[1]Guang Rong Senior High School, Taichung, Taiwan

[2]National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

Abstract

The purpose of this study was to explore the impact of a teacher's question-positing on students' performance of argumentation. The cooperating teacher, Mrs. Liu, is an experienced junior high school teacher of biology. During the period of observation, classes were videotaped and data were analyzed to investigate the patterns of question-positing that Mrs. Liu used to trigger and promote students' argumentation. Data collection lasted for one semester, three times a week, and 50 tapes were collected. A graphic representation, modified from Toulmin's model of argumentation, was used to represent the discourse among students and the teacher in the classes observed. A rubric was developed with detailed categories and definitions of the components of argumentation so the quality of argumentation could be assessed. Three patterns of question-positing were noted, claim-provided model, claim-optional model, and open model and each had its own advantages and disadvantages. In the claim-provided model, the direction of discussion was limited and, therefore, there was less room for rebuttal performed by students. In the open model, there was not a single fixed answer expected by the teacher and the discourse became complicated and raised more rebuttals. The claim-optional model was in between the other two. Regarding the quality of argumentation, the claim-provided model and open model had opposite results and the claim-optional model resulted in better quality of argumentation.

Key words: Argumentation, Discourse Analysis