

修訂 Toulmin 的論證模式分析科學教學活動的論證 不同佈題對論證歷程的影響

黃翎斐、林陳涌

北縣鶯江國中、臺灣師大生科系

lingfei_@pchome.com.tw

摘 要

本研究旨在探究教師的教學策略對學生論證的影響，以了解教師在課室中採用何種策略引發學生的論證及促進學生完成。

研究中採用 Toulmin (1958)的論證定義選取教師與學生的論證片段以進行分析。並參考 Kuhn (1991)、Jimenez-Aleixandre (2005)和 Osborne (2004)等人的標準，研擬一論證評鑑的標準，再對不同時期及不同類型的論證進行評鑑。

研究結果發現學生的論證品質後期有增進。另外，教師的提問會影響學生論證形成，可分為主張式、選擇式及開放式論證。以擬定的標準來評鑑學生論證，主張式論證大多分布在第一、二級；選擇式論證中，學生的表現中庸；開放式論證中，表現則呈現兩極化的分布。

關鍵詞：論證、佈題、科學教學

一、前言

近代科學哲學對科學知識的發展揚棄經驗主義所提出證據決定理論的傳統說法，強調理論與證據之間的辯證，如同科學家在研究的過程中提出各種觀點，經由研究室討論或研討會與期刊論文發表提供機會讓同一社群的人進行對話，這個過程科學家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。藉由這樣的論證過程，焯煉科學知識更趨完美，最後將自然世界與我們所認知的世界做一連結(Driver, Newton et al., 2000)。

近來科教界中普遍認可的觀點為，學校中的科學教學應能與真正的科學研究相接軌，不論是學生的能力或是他們對科學的觀感，都可像「科學家」一般，而論證是科學活動中的基礎，論證與推理是學術界討論及互動的主要特徵。但現今教學多半缺乏對論證能力的訓練及培養，這對學生學習「做科學」(doing science)是相當不足。

論證的歷程及結構為評論此論證品質好壞與否的重要條件，也應有標準來評斷論證的好壞，學生在論證的過程中是否有推理技能或推理實務的進展，因此需發展評鑑論證的分析大綱，以達到教師與家長所關切的目的和目標。

二、研究目的

眾人皆知論證及推理能力之重要性，但難處在於如何落實到教學中，其中教師們常

提出的問題：該使用何種教材？教學該如何呈現？該如何評鑑論證的好壞完整與否？針對這些問題，在本研究中以紀錄合作教師授課的歷程的方式，針對論證基本概念及進行的模式略作解釋，觀察教師的佈題發問對學生論證的影響，並描繪一論證進行的課室全貌，另發展一評鑑論證的標準(rubric)來評量學生的論證。

三、文獻探討

(一)論證的意義

Duschl 與 Osborne (2002) 認為論證是發生在兩人或多人的對話事件，科學論證是論證的一個特別例子，也就是當這個對話主要針對證據與理論的協調，以改進一個說明、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「老」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 (justify) 他們所贊成的主張。

Driver, Newton, 與 Osborne (2000) 認為，基於 Toulmin(1958)的論證模式學習科學應該不只是去了解科學知識是甚麼現象(what)，而應該是去了解這些知識如何(how)與其他事件結合，去了解知識為何(why)重要，與去了解這知識如何(how)產生。此外，他們 (Newton, Driver, & Osborne, 1999) 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是一件非正規的邏輯，不同領域的人類活動將可能有其獨特的論證形式；簡單的說，不同社群針對不同的議題有不同的解決方式。

(二)論證品質的評鑑

科學教育文獻上有企圖提出評鑑論證品質的分析架構，如 Osborne 等人(2004)與 Jimenez-Aleixandre (2005)。Osborne 等人在其計畫“Enhancing the Quality of Argument in School Science”中訂出論證的兩個特徵，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能力，並且以反駁為基準，將論證的品質分成五級。

在本研究中參考 Osborne(2004)、Kuhn (1991)、Jimenez- Alexixandre (2005) 等人對於評鑑論證品質的要點，整理更為完全的標準，以能在實務應用中確切地判別論證的品質。我們認為好的論證應具備幾個要素，包含論證理由的正確性、反駁的面向、組成因子的多寡及論點數目的多寡，訂定不同項目的標準可由不同面向評鑑論證的好壞，使論證的評鑑為一綜合性的評量，而非單一觀點的，在此將各細目的定義詳列如表 1。

另外，我們為每一細目訂定評分的標準，希望將論證的品質量化，以便於應用在實務中，每一項目都以明白的描述定出四個級分，使用者可由呈現的論證面貌是否與該描述吻合來加以判斷，在此項目該論證的得分為何。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。

表 1：論證元素的定義

論證因子與編碼	定義
數據(D)	可做為主張基礎的事實，可能有實證性也有假設性的
主張(C)	一值得被建立的結論
理由(W)	可顯現由數據推論到主張是正確的描述
非理由(W_N)	提出的證據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_F)	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)	能正確提出具有因果關係的理由
反駁 [®]	對他人的論點提出質疑。
反駁-數據(R-D)	反對他人提出的反駁
反駁-理由(R-W)	反對他人提出的理由
反駁-反駁(R-R)	反對他人提出的數據
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

四、研究方法與過程

(一)研究對象與背景

本研究所觀察的對象是一位生物教師—劉老師，她已有二十多年教學經驗。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。

(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及教學資料進行確認論證對話片段，選出認為合乎論證架構的對話，總共確定具有論證對話的片段有 23 則。接著進行分析確認論證對話中的各個元素，使論證架構使趨於能完整的呈現教學對話的論證過程。我們設計一套系統來表徵教學的論證過程，如圖。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，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。

五、教學過程的論證模式

Toulmin 的論證模式呈現的是一個論證元素間的靜態關係，主要的是一種歸納式的由證據去支持主張，並提出種種理由來支持證據與主張之間的關係。但是無論是科學社群的討論或是科教教學的歷程，論證的進行是一個動態的過程。在分析資料的過程，發現在教學歷程中有三種不同的論證模式出現。

1. 主張式論證

主張式論證是教師在提問時，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證據，來支持、詮釋它，而當這種論證出現時教師的策略多為刺激學生提供數據和理由來支持主張。

此類型的論證多半出現在教師心中已有正確的解答，教師針對學生提出問題，學生在此種論證中是去發掘教師提問內含的蘊涵，如同 IRE 或 IRF 的對話方式，在此進行論證只是為刺激學生探究固有的科學理論或現象中的內容，未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，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，目的旨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，做為診斷評量的方式之一。

2. 選擇式論證

當此時論證的主題是應用曾經學習過的知識應用時，教師常用選擇題的方式來發問，同時提供數種答案，讓學生選擇何者答案是正確的，而在論證的進行中，教師則會引導學生選擇出符合科學性的正確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，學生能選擇教師提出的主張之一作為他自己認可的主張，再提出相關的數據和理由支持之，對學生的論證進行來說，此類論證的開放性是介於主張式和開放式之間，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。

3. 開放式論證

Osborne (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，原因是這些議題無一絕對肯定的答案，容易產生多元化的觀點。劉老師用來進行開放式論證雖非社會-科學議題，卻為科學上尚未有定論的爭議，如：生物的起源，在此類論證中，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，對待現象或是理論給予合理的詮釋。將此類論證歷程以簡圖表示如圖 6。

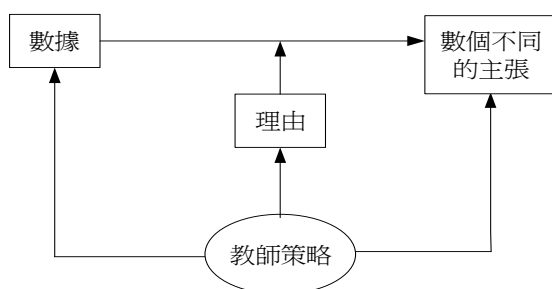


圖 6：開放式論證示意圖

在此以論證 17 為例，說明教師進行開放式論證的過程，並以圖 7 呈現論證的流程。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？學生則依序提出了不同的見解和看法，並且有彼此間的爭辯和討論。

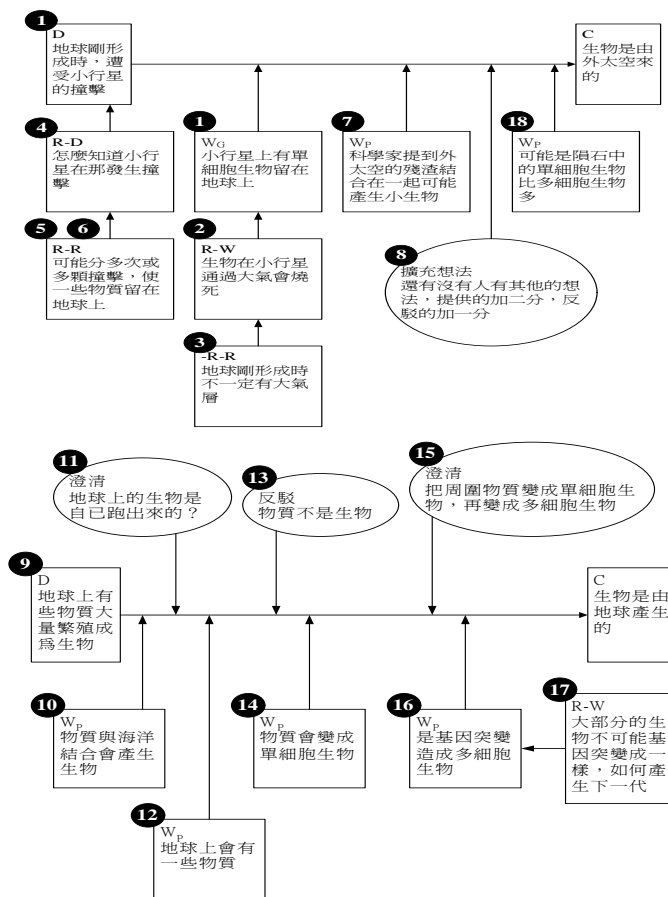


圖 7：開放式論證：「地球上生物的起源」論證歷程圖

六、發現

(一)不同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，不同論證模式的進行過程中，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論證、6 則為選擇式論證、7 則為開放式論證。而在主張式論證的進行中學生發言 76 次，僅出現 3 次反駁，在選擇式論證的進行中學生發言 35 次，出現 8 次反駁，在開放式論證的進行中學生發言 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。而選擇式論證中，教師以同時提出數個主張的方式，讓學生依其提示進行論證，學生能選擇教師提出的主張之一加以討論，故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。在開放式論證中，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。在此類的提問可讓學生的論證進行大為擴展，學生都能自發的產生觀點和反駁，且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。

(二)不同模式的論證的品質

1. 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、組成因子多寡和論點數目多寡，由建立的「論證品質的評鑑標準」來加以評分，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 8 表示之。在表 5 可發現，在主張式、選擇式和開放式的論證中，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，由於發生的論證多半是教師參與其中，而當學生的發言不吻合科學定律或知識時，教師會以其策略加以引導，讓學生自行發現其不足或缺失，因此在此項目學生多半能得到相當高的分數。在反駁的面向部分，學生在開放式的論證中，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 13.3%和 44.4%，學生能提出的反駁面向即相當缺乏，推測原因為在主張式論證中，教師已有一中心思想呈現給課室中的人，因此論證中的議題或是開放性都較缺乏，學生能提出的反駁也較少。

在「論點數目的多寡」及「論證因子的數量」兩個項目中，主張式論證的得分是比較低的，僅有 43.3%及 20.0%，因在主張式論證中，學生是依循著教師的提出的主張前進，因此學生無法有太多的另有論點提出。此外這二個項目中，都是選擇式論證優於開放式論證，選擇式論證在「論點的多寡」中所得分數的百分比是 61.1%，而開放式論證的百分比 42.9%，原因可能在於選擇式論證中，教師已先提示學生可能的主張有何，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。

(三)不同類型的論證層次分布

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 9 可看出在主張式論證中，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%；在選擇式論證中，第二級的論證占了 60%，而第三級占 40%；開放式論證中，第一級占 42.9%，第三級占 57.1%，未出現有第二級論證。

七、結語

本研究中採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，且能清楚看出問答的對象，學生如何經由教師的引導獲得最終的答案，而教師又在其中扮演何種角色，以何種策略刺激或引導學生，如此能清楚明白的看出論證是如何演變的，這是在先前的研究中尚未出現的。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。

分析對話後，依教師引起論證的方式將論證區分為三類：主張式、選擇式及開放式，各有其優缺點。主張式論證因開放度不高，因此其中產生的反駁頻率較低，而開放式因無一標準答案，論證的進行就較多樣而反駁頻率也高，選擇式論證則介於兩者中間，由於它半開放的特性即供學生自由選擇，亦提供方向讓學生可進行討論。另外在論證品

質的評鑑方面，主張式和開放式較有兩極化的品質，而選擇式論證反倒有維持各級論證皆有分布的水準，因此可建議教學中或可使用選擇的方式來進行論證。

在此發展出的論證分析及評鑑方式，希望能為研究者提供一好分析模式，亦期許本研究所獲得的研究成果，能對有心於課室現場應用論證的教師提供明確的教學方式，使教學能更為順暢有所成效！

八、參考文獻

- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, 84, 287-312.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and prompting argumentation discourse in science education. *Studise in Science Edcuation*, 38, 39-72.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Lopez-Rdriguez, R., & Erduran, S. (2005, April). *Agumentative quality and intellectual ecology: A case study in primary school*. Paper presented at the the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.
- Kuhn, D. (1991). *The skill of argument*. New York: Cambridge University Press
- 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.
- Toulmin, S. E. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1993). Science as agurment: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77, 319-337.