中小學教師論證社會科學性議題之研究
—以臍帶血為例

鍾昀璋、游淑媚、蕭名均、邱郁雯、黃信喬
國立台中教育大學科學應用與推廣學系所
通訊作者：smy@mail.ntcu.edu.tw

摘　要

本研究以臍帶血保存為例，探討中小學教師進行社會科學性議題論證。透過本研究所發展之臍帶血保存之社會科學性論證議題，了解具生物相關科系畢業與否及不同自然科任教經驗之中小學教師進行社會科學性議題的論證品質。研究對象為中部地區某大學科學教育研究所 18 名在職進修中小學教師。研究工具為自行研發並經專家審查修正之臍帶血保存之社會科學性論證議題。議題討論以該大學 E-Learning 網路平台進行，論證要素之定義參考 Toulmin (1958)之論證架構酌以修改，論證品質則參酌 Sadler 和 Fowler (2006)等人之分析架構。研究結果顯示：生物相關科系畢業自然科教師在反駁部分較高於生物相關科系畢業非自然科教師、非生物相關科系畢業自然科教師及非生物相關科系畢業非自然科教師三組。生物相關科系畢業且任教自然科教師之知識門檻傾向較進階的內容知識；其餘三組教師之知識門檻傾向基礎的內容知識層級。

關鍵字：中小學教師、社會科學性議題、科學論證

一、研究動機與目的

科學教育的目的，除了傳達既有的科學知識，亦應要能夠更進一步的說明在科學發展的過程中，科學家們是如何將所觀察到的各種現象與所測量到的各項數據，經由符合邏輯的推演過程而提出一套對該現象的解釋。這種對科學知識產生過程的學習，可以更深入的檢視由客觀的「觀察結果」推論至「對自然現象的詮釋」的適切性，進而產生對既有理論批判的能力，亦即「科學論證」的能力。這種對科學的認識與能力的培養，也就是對科學本質的了解，以及科學素養的提升(Osborne, 2005)。

欲藉由科學教育的過程培養學生論證的能力，授課教師本身應對科學本質及論證有相當程度的了解(Simon, Erduran & Osborne, 2006)。相關研究顯示(Sadler & Fowler, 2006)，學科知識會影響論証的能力。另外，透過論証過程，有助於釐清觀念，對科學本質有更深的體認，亦能提升思考及溝通的能力。上述所提及之各項能力，皆為教師所應具備之基本條件，可影響教育的品質。

現今中小學教育體系中，因師資培育多元化等種種因素，使得現職教師所教授的科目與自身修習之科系不盡相同，教師專業易受質疑。故本研究的目的，透過研究群發展之臍帶血保存之社會科學性論證議題，了解具不同生物相關科系畢業及不同自然科任教經驗之中小學教師進行社會科學性議題的論證品質。

二、研究問題

(一)大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證要素分佈情況為何？

(二)大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證品質有何異同？

三、文獻探討

(一)論證能力對科學教育的重要性

科學教育的功能，並非僅限於傳達既有的知識(what we know)，亦需要能夠闡明知識是如何產生的(how we know)。面對各種不同的主張，除了要能夠知道「什麼是正確的」之外，知道「為什麼是錯誤的」也同等重要。而論證本身即是將所觀察到的資料或數據(data)與自身的主張(claim)做連結的過程。經由實際參與論證活動，可對「科學本質」有更深的體認。「科學」即為「求知的方法」(science as a way of knowing)(Osborne, 2006) 。

相關研究顯示，論證的能力是可以經由訓練與教育的方式達到提升的效果(Lee & Lin, 2005; Osborne, Erduran & Simon, 2004; Simon, et al., 2006)。經由論證的過程，可使參與者更能瞭解如何以科學的觀點去評定某項證據(evidence)的價值，一般人若缺乏這類知識，即可說缺乏對當代科學議題評論與批判的能力。Osborne (2006)認為在民主社會中的許多議題，需要經過各界專家相互溝通與論證才能做出決定，進行這些論證通常需要相當複雜的背景知識，論證活動的實施與教育並非要將每個人都變成科學家，而是在於使人們更能夠瞭解專家們的對話，能夠對其進行評鑑，並且在必要時知道應如何做出較佳的決定(decision making)。

(二)各項論證要素的定義

Toulmin(1958)將論證的過程區分成下列各項要素，並加以解釋(見圖 1)：

主張(claim)：一個企圖要建立起來的論點。

資料(data)：用以支持主張的事實或資訊。

理由(warrant)：用以將「資料」推論至「主張」的連結性陳述。

支持(backing)：用以確保「理由」的正確性的陳述，它可以是某種定律，或是某項法律條文……等。

修飾(qualifier)：用以表達「主張」的適用性或正確性的用語，通常為副詞，例如：「應該…」、「可能…」。

反駁(rebuttal)：說明「主張」無法成立的特殊條件。

Osborne 等人(2004)對反駁做出以下的定義：對所提供的證據或辯解（justification）提出挑戰或質疑(Clark & Sampson, 2006)。本研究在進行論證要素分析時，綜合了Toulmin(1958)與 Osborne 等人(2004)對反駁的定義，將「主張」無法成立的特殊條件，以及對所提供的證據或辯解提出的挑戰者都視為反駁。

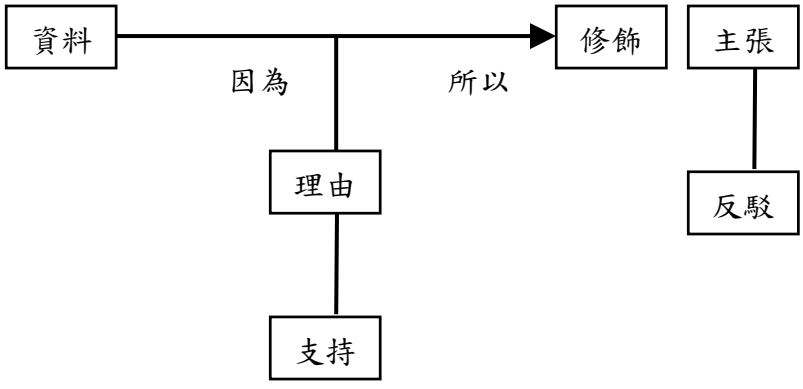


圖1. Toulmin的論證架構全圖（Toulmin, 1958）

（三）Toulmin Argumentation Pattern (TAP)的特點與限制

Toulmin 認為科學論證的過程，即是使用「證據」、「理由」和「支持」等各項論證因子來說服他人相信某一「主張」的歷程；而該論證的強度與品質，則是取決於過程中各項論證因子出現的情形，包含愈多不同種類的因子，代表論證的強度與品質愈高。

這種分析方法雖然對於論證內容的品質卻無法做有效的評估與呈現(Sampson & Clark, 2006)，例如：無法判斷所提出的「理由」的適切性，以及無法將過程中所使用的特定學科知識的品質列入評斷論證品質的依據，但是這種利用論證結構是否完整、多樣的分析方法，因為是從語言學的角度切入，並非著重於專門學科知識的表達，是一種領域依存性(field-dependent)較低的分析法，也因此適用於多種科學、法律、社會科學性議題……等不同性質的議題中。

(四)學科知識與論證品質

Sadler 和 Fowler (2006)在利用「基因療法與複製」的議題進行論證研究，並使用辯解的頻率及品質來定義論證的品質，研究對象為高中生、非主修科學的大學生，以及主修科學的大學生共 45 名，研究結果發現主修科學的大學生的論證品質高於其他兩組的結果，而高中生與非主修科學的大學生間並無明顯的差異。這個研究結果與 Sadler 及 Donnelly 所提出內容知識轉移之門檻模式的內容相符。如圖 2 所示。

Sadler 和 Fowler (2006)認為學科知識會影響論證能力，但是兩者之間的關係並非呈線性關係。他們指出在學科知識上，至少有兩個門檻:「基礎的」內容知識與「進階的」內容知識，圖 2 的橫座標代表內容知識的程度，「1」代表基礎的內容知識，「2」代表進階的內容知識。依其研究結果的門檻模式，論證品質的高低可分成三個不同的族群，由高至低依序為：科學主修、非科學主修與高中生、一般社會大眾。

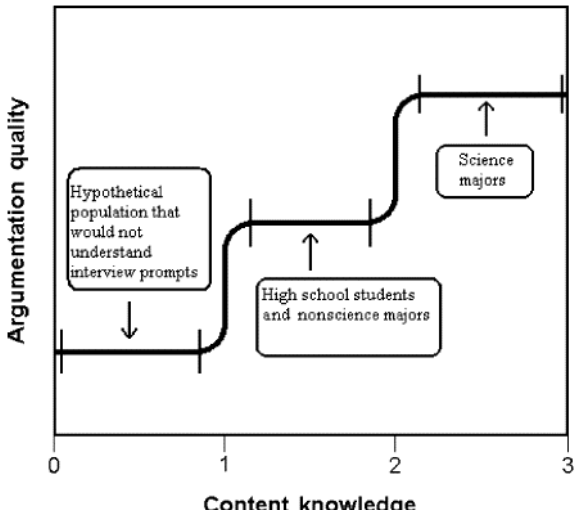


圖 2. 內容知識轉移的門檻模式（Sadler & Fowler, 2006)

因此本研究以臍帶血保存為例，探討中小學教師進行社會科學性議題論證。了解具不同生物相關科系畢業及不同自然科任教經驗之中小學教師論證品質。

四、研究方法

（一）研究對象

本研究採立意取樣，研究對象為中部地區某大學科學教育研究所教學碩士班一年級研究生，共 18 名在職進修之國中小教師。

根據以下定義，將研究對象分為生物相關科系畢業者、非生物相關科系畢業者。

1.生物相關科系畢業者指大學為生物系、數理教育學系生物組，或是大學時有修習三門以上生物學相關課程者。除上述所列條件者，其餘則為未教授自然科學科目之教師。

2.生物相關科系畢業者計有 9 人，非生物相關科系畢業者計有 9 人。

根據以下定義，將研究對象分為教授自然科目之教師、未教授自然科目之教師。

1.教授自然科目教師指目前有教授自然科課程之教師，或曾在三年內曾教授自然科目一年以上者。除上述所列條件者，其餘則為未教授自然科目之教師。

2.實際教授自然科目教師計有 5 人，非教授自然科目之教師計有 13 人。

（二）研究工具

本研究群開發之社會科學性議題為「如果你是準父母，你會為你的小孩儲存臍帶血嗎？理由為何？」。此議題經專家學者審查並修正後，進行研究。

（三）研究設計

本研究以質性研究為主，量化分析為輔，18 名在職進修教師透過 E-Learning 網路學習平台，針對「臍帶血之儲存與否」社會科學性議題進行來回共 4 回合之討論，先提出自己的論點、針對他人的論點提出自己的看法、回應他人對於自己的論點提出的看法、以及對於他人的回應再做進一步的回應。約進行 2-3 週。

（四）資料收集與分析

1.論證要素：共收集18位研究對象所有紀錄於平台的意見，進行論證品質的分析。討論之內容共263個論證要素，論證要素之分析參考Toulmin (1958)之論證架構，經由研究群共同討論，酌以修改。見表1。

2.論證品質：收集 18 位研究對象討論之內容共 256 個論證片段，論證片段之分析參考 Sadler 和 Fowler (2006)之論證品質分析架構，經由研究群共同討論，酌以修改。見表 2。

3.分析一致性：研究群分析 263 個論證要素中，不一致的有 71 個，一致程度為 73%，不一致之要素經討論後，取得共識。論證品質之等級分析，由研究群共同討論，遇有不一致意見，經討論後，取得共識。

表 1：論證要素說明及例子

論證要素	說明	例子
主張（Claim）	為論證者試圖說服他人或建立其價值的結論，通常以「我認為...」或「我贊成...」等說法呈現。	我會打算為新生的兒女保存臍帶血。
資料（Data）	用以支持主張之基礎，以清楚的資料形式呈現，可說明主張之正確性的依據。	新生兒將來需要用到自己 臍帶血的機率是萬分之一，而美國國家衛生生研究院估計得更低，只有兩萬分之一。
理由（Warrant）	將數據推論至主張，連接兩者並建立關係的說明，可能是規則、原理或推論的依據。	因為使用機會很低。將數據與主張作連結，說明此主張。
修飾（Qualifiers）	用以限制主張，說明主張的強度，其主張在何種範圍內適用。	我是「準媽媽又有閒錢的話」，我的答案是：是。
反駁（Rebuttal）	用以說明主張在何種特殊情況並不成立，又或者對主張抱持質疑，認為其正當性不足之說明。	雖然儲存臍帶血只須10萬元左右的費用,但未來如果真的需要用到移植時,那所需的醫療費用應該很可觀,那何謂經濟能力許可?

表 2：論證品質分析架構

等級	說明	實例
0	沒有辯解	科技變化一日千里，以今時今日的時空背景去預測未來是相當危險的，機率高或低是一個未知數。
1	無根據的辯解	目前生物科技突飛猛進，我覺得以後的發展更不可限量…何況物價只會持續上漲…
2	有簡單根據的辯解	價錢太昂貴：以目前台灣臍帶血銀行一般的價格，保存 20~25 年，一次付清約需要 6~8 萬元。
3	有精緻根據的辯解	如果真的便宜到幾百塊，對經濟完全不造成影響，那對於存不存當然無須考慮，一定存的，因為生活完全不受影響，反而更有保障，但前提須保存的科技是 OK 值得信賴的。
4	有精緻根據及相對觀點的辯解	價錢確實是一個關鍵性的問題，天下父母心，只要自己負擔的起的範圍內，都盡量做到，十幾萬元雖然很貴，如果我那時有能力，一定盡量湊足；如果真的經濟能力不許可，那就捐出去，慈濟目前有公益臍帶血庫，提供給有需要幫助的人，如果沒有能力負擔時，就捐給慈濟保存，可以幫助別人也是美事。

五、研究結果與討論

(一)大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證要素分佈情況

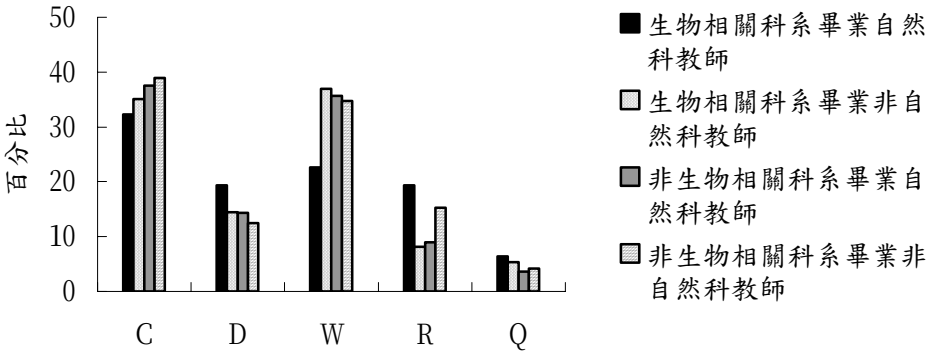


圖 3. 各組研究對論證要素論證要素分佈情形

生物相關科系畢業自然科教師在反駁部分較高於生物相關科系畢業非自然科教師、非生物相關科系畢業自然科教師及非生物相關科系畢業非自然科教師三組(見圖 3)，而 Osborne 等人(2004)及 Jimenez-Aleixandre 等人(2005)的論證品質分析架構中，都認為反駁扮演了關鍵性的角色，此意味著生物相關科系畢業且任教自然科教師之論證具有較高的品質。

(二)大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證品質

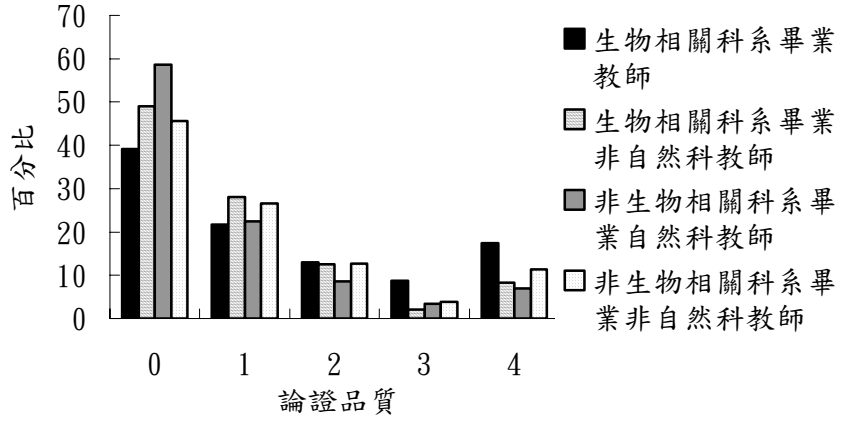


圖 4. 各組研究對象之論證品質

由圖 4 可見，生物相關科系畢業自然科教師在第 3 與第 4 的層級中，所佔的百分比高於其它組別，故其論證品質優於其它組別的教師。而生物相關科系畢業且任教自然科教師在論證品質分析結果中，皆優於其它組別教師，可能是由於生物相關科系畢業的教師在大學畢業後，因任教自然科，必須不斷的更新生物相關知識。依 Sadler 和 Fowler (2006)所提出的門檻模式理論，認為學科知識會直接影響到論證的能力，但是兩者之間的關係並非呈線性關係。而生物相關科系畢業且任教自然科教師之臍帶血保存之社會科學性論證議題之相關學科知識門檻傾向較進階的內容知識；其餘三組教師相差不大，可能在臍帶血保存之社會科學性論證議題之相關學科知識背景類似，所以三組研究對象之知識門檻傾向基礎的內容知識層級。

六、結論與建議

(一)重要結論

1.本研究對象-在職進修之國中或國小教師中，大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證要素分佈情況：生物相關科系畢業自然科教師在反駁部分較高於生物相關科系畢業非自然科教師、非生物相關科系畢業自然科教師及非生物相關科系畢業非自然科教師三組。

2.本研究對象-在職進修之國中或國小教師中，大學主修生物相關科系且任教自然科教師與其他研究對象之論證品質：生物相關科系畢業且任教自然科教師之知識門檻傾向較進階的內容知識；其餘三組教師之知識門檻傾向基礎的內容知識層級。

(二)建議

1.建議在未來的研究可進行不同類型的社會科學性議題，或進行科學性議題之論證。

2.建議可增加不同學科知識背景的研究對象進行研究。

參考文獻

Clark, B. D., & Sampson, V. (2006, Aug 3). *Characteristics of students' srgumentation sractices when supported by online personally-seeded discussions*. Paper presented at the Meeting of International Workshop of Argumentation in Science Teaching and

Learning, Kaohsiung, Taiwan.

Jimenez-Aleixandre, M. P., Lopez-Rdriguez, R., & Erduran, S. (2005, April). Aguementative quality and intellectual ecology: A case study in primary school. Paper presented at the the National Association for Research in Science Teaching, Dallas.

Lee, S. T., & Lin, H. S. (2005). Using argumentation to investigate science teachers' teaching practices: The perspective of instructional decisions and justifications. *International Journal of Science and Mathematics Education, 3*, 429-461.

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.

Osborne, J. (2006, Jul 31). *Ideas, evidence and argument in science education* Paper presented at the Meeting of International Workshop of Argumentation in Science Teaching and Learning, Taipei, Taiwan.

Osborne, J. (2005). The role of argument in science education. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong and H. Eijkelhof (Eds.), *Research and quality of the science education.* (pp.367-380). The Netherlands: Springer.

Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education, 90*(6), 986-1004.

Sampson, V., & Clark, B. D. (2006, Jul 31). *Assessment of argument in science education: A critical review of the Literature*. Paper presented at the Meeting of International Workshop of Argumentation in Science Teaching and Learning, Taipei, Taiwan.

Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. F. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2/3), 235-260.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, Cambridge University Press.