

國小科學教師對於社會性科學議題之非制式推理思考能力：以核能發電為例

陳穎慧、鄭朝升、吳穎洵

國立台中教育大學 科學應用與推廣學系暨碩士班

E-mail: songminning@yahoo.com.tw

摘要

為了探討國小科學教師對於社會性科學議題的非制式推理思考能力，利用修改自Wu和Tsai (2007)的開放性問卷，以核能發電為議題，調查46位國小科學教師對於此議題的推理與決策之情形，再針對受訪教師的回答進行質性與量化分析。研究結果顯示大多數的教師（65.2%）會選擇思考後再做決策，也能從多個不同面向進行推理與決策（93.5%）；然而約有一半的教師（45.7%）在推理時不能建構出正確的反駁論點，可見教師建構反駁論點能力仍有待加強；本研究也發現不同學歷、背景或是自然科學年資的教師對於核能發電的非制式推理思考能力都沒有明顯差異（ $p>0.05$ ）。而本研究結果希望能為將來設計關於現職教師社會性科學議題與非制式推理思考的相關進修課程時提供一個參考，並且做為進行後續相關研究的基礎。也建議應提供現職教師社會性科學議題與非制式推理思考提供教師的相關進修課程。

關鍵詞：社會性科學議題、非制式推理思考、國小科學教師

一、研究目的

近年來，社會性科學議題(socio-scientific issues)越來越受到科學教育者的重視 (Sadler, 2004)，特別是學生如何針對日常生活所遇到的社會性科學議題進行思考並做出個人的決策已被視為是科學教育的重要的目標之一 (Kolsto, 2001)。一般而言，社會性科學議題的思考與決策涉及非制式推理思考(informal reasoning)的歷程 (Wu & Tsai, 2007)，也因此，學生非制式推理思考能力的培養是非常重要的。無庸置疑地，教師本身對於社會性科學議題的思考與決策能力會影響其如何引導學生學習社會性科學議題的思考與決策，然而到目前為止，我們對於國小科學教師對於社會性科學議題的非制式推理思考能力卻了解甚少，因此，本研究將針對國小科學教師對於「核能發電」這一個社會性科學議題的非制式推理思考能力進行探討。

二、文獻探討

隨著科學及科技的發展，現代公民在日常生活中常會遭遇許多與科學概念或科技相關的社會議題，例如：生物複製、基因工程、全球暖化與核能發電。因為在這些議題中，科學與社會顯現出相互依賴的本質，而且科學面向的因素及社會面向的因素在這些議題中均扮演核心的角色，因此，這些議題被稱為「社會性科學議題」(Sadler, 2004)。許多科學教育學者也將如何處理及因應這些議題，並做出適當的決策 (decision-making) 視

為是學習者「科學素養」(scientific literacy)的一部分(Driver et al., 2000; Kolsto, 2001),因此,讓學習者在面臨「社會性科學議題」時做出適當的決策也就成為科學教育的重要目標之一(AAAS, 1990, 1993),由此可見「社會性科學議題」在科學教育上有其重要性,而在面對社會性科學議題時,學習者常運用非制式推理思考(Wu & Tsai, 2007)。

Shaw(1996)指出「推理」(reasoning)被視為是建構(construct)與評估(evaluate)論點(arguments)的過程。長久以來,學習者的推理能力一直被科教學者視為是科學學習的重要成果之一(Eylon & Linn, 1988),而在傳統的科學教育裡,推理通常指的是有一定推理規則和數學邏輯的「科學推理」(scientific reasoning),或稱為「制式推理」(formal reasoning),在這些制式推理中,教師常會提供明確的題目與前提,學生依照固定的邏輯,得到標準答案或結論(Evans & Thompson, 2004)。然而,社會性科學議題通常是複雜的、具有爭議性的,而且這些議題通常是屬於「非良好結構性的」(ill-structured)的問題,通常也較難針對相關的資訊進行評估,因此,基於議題本身的特性,社會性科學議題的推理思考與決策通常被歸類於「非制式推理思考」(Sadler, 2004)。Kuhn(1993)指出「非制式推理思考」也應該被視為是一種「論證」的過程。「非制式思考」包含在面對一些缺乏清楚解決方式的複雜議題時的「立場」(position)形成與評估(Sadler, 2004),在這些情境下,「非制式思考」不像「制式思考」一般有清楚的前提與結論,特別是有些前提並不會明白地陳述(Shaw, 1996)。

而從 Sadler 和 Zeidler (2004)的觀點來看,學習者在面對社會性科學議題的非制式推理思考至少包含三個成分:支持論點的建立(supportive-argument construction)、反支持立場論點的形成(counterargument construction)和反駁論點的建構(rebuttal construction),而有研究者也指出「反駁論點」則被視為是整個推理思考最重要的核心(例如:Kuhn, 1993)。Wu 和 Tsai (2007)則參考 Sadler 等人(2004)的想法,進一步提出一個分析架構來評量學習者針對社會性科學議題的非制式推理思考能力(詳見研究方法)。

近年來,國內外有許多研究者針對學習者對於社會性科學議題的推理思考與決策進行研究(例如:劉湘瑤、李麗菁和蔡今中, 2007; Sadler & Zeidler, 2004),然而,相較於對學生在社會性科學議題之非制式推理思考能力的重視,對於身為引導角色的教師的社會性科學議題的相關研究多偏向教師對於社會性科學議題的教學觀察或角色(例如:林樹聲, 2006、2007),但對於教師本身的非制式推理思考能力卻沒有深入了解,也因此,本研究將參考 Wu 和 Tsai (2007)的研究架構,針對國小科學教師對於社會性科學議題之非制式推理思考能力進行探討。

三、研究方法

(一)研究對象

本研究的研究對象為中部地區的 46 位自願的國小科學教師,他們的教學年資為 1 到 22 年,其中有 28 位具有理工相關背景,14 位擁有碩士學位,其餘為學士學位。

(二)社會性科學議題

因台灣地區為解決能源不足問題,利用核能發電,而就算已經開始興建核四廠,大眾也對於是否該繼續興建核能發電廠也一直爭論不休,因此,本研究以「是否應該利用

核能發電」的議題做為探討國小科學教師的非制式推理思考能力時所使用的社會性科學議題。

(三)資料搜集

本研究主要利用開放性問卷探討國小科學教師對於「是否應該利用核能發電」的非制式推理思考能力，問卷設計主要參考 Wu 和 Tsai (2007)的研究架構，但不同於該項研究，本研究並不提供相關議題資料，僅以問卷方式了解現職教師對於本議題的想法。

而問卷中的內容問題如下：

- 1.如果有人詢問是否贊成台灣增蓋核能發電廠時，你會馬上做出決定還是你需要進一步再思考？(評估教師對於社會性科學議題的決策模式)
- 2.你是否贊成台灣增蓋核能發電廠以解決供電的問題？為什麼？(評估教師對於建立支持論點的能力)
- 3.如果有人對於增蓋核能發電廠所持的立場與你不同，你覺得他可能持的論點或說法有那些？(評估教師對於建立反支持論點的能力)
- 4.承上題，如果有人對於該不該增蓋核能發電廠跟你持不同的立場，針對他的觀點(如上題)，你會提出什麼樣的論點來反駁他呢？(評估教師對於建立反駁論點的能力)

(四)資料分析

為能了解教師在社會性科學議題上的推理與決策能力，本研究參考 Wu 和 Tsai (2007)的研究架構，首先針對受訪教師的回答進行質性分析，以得到國小科學教師非制式推理思考能力的質性指標，接著再進行量化分析，得到相關的量化指標，茲針對前述之質性與量化的分析指標說明如下：

- 1.質性指標：利用以下三個質性指標評教師對於社會性科學議題的推理和決策方式，包括：
 - (1)決策模式(decision-making mode)：教師在面對核能發電這樣的議題時，決定自己立場的方式是以直覺回答或思考後再決定。
 - (2)推理導向(reasoning mode)：教師可能從不同的角度進行推理思考，進而形成社會面向、生態面向、經濟面向和科學、科技面向等不同面向的論點。
 - (3)推理品質(reasoning quality)：Kuhn (1993)認為在整個推理思考過程中，反駁論點的建構最重要，因為當提出反駁論點時，必需將支持論點及反支持論點完整地結合在一起，所以，本研究將教師的推理品質高低就依能否提出反駁論點來作區分，若教師能提出完整的支持論點、反支持論點及反駁論點被視為推理品質較高；反之，若教師只能提出支持論點或反支持論點的被視為推理品質較低。
- 2.量化指標：利用下面的量化指標來評斷老師對於社會性科學議題的推理與決策能力。
 - (1)推理模式個數(number of reasoning modes)：指老師運用不同推理模式的個數總和。
 - (2)支持論點個數(number of supportive arguments)：指老師所提出之支持論點個數
 - (3)反支持論點數(number of counter-arguments)：指老師提出反支持論點的個數
 - (4)反駁論點數(number of rebuttals)：指老師提出反駁論點的個數
 - (5)論點總數(total number of arguments)：指老師提出上述三種不同用途論點（亦即支持論點、反支持論點與反駁論點）的總數。

四、結果與討論

(一) 國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考

在這項研究中，發現大多數的參加者(65.2%)會選擇再思考然後做決定，表示老師仍多選擇理性思考。此外，表1結果顯示：本研究中之國小教師平均提出一個以上的支持論點(mean=1.54)與一個以上的反支持論點(mean=1.63)，然而卻平均只能提出不到一個的反駁論點(mean=0.80)，顯示出教師對於提出反駁論點能力的缺乏。而表一也顯示出本研究中之國小教師能從2個以上的不同面向進行推理(mean=2.41)來看，表示本研究中的教師能從多面向針對核能發電進行非制式推理思考。

表1：不同性別國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

	支持論點個數		反支持論點數		反駁論點數		論點總數		推理導向個數	
	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>
男性(n=24)	1.54,0.88	-0.02	1.79,0.88	1.45	0.75,0.90	-0.42	4.08,1.98	0.38	2.50,0.89	0.88
女性(n=22)	1.55,0.86		1.45,0.67		0.86,0.94		3.86,1.94		2.32,0.48	
全部教師	1.54,0.86		1.63,0.80		0.80,0.91		3.98,1.94		2.41,0.72	

(二) 不同性別國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

而本研究也針對不同性別國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考進行比較(如表1)，結果發現不同性別國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考並無顯著差異($p>0.05$)，這項研究結果與Wu和Tsai(2007)的研究結果相符，綜合本研究與Wu和Tsai(2007)的研究結果來看，不論研究對象是為高中生或國小教師，其對於社會性科學議題的非制式推理思考能力並無性別差異存在。

(三) 不同最高學歷國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

而本研究也進一步針對不同最高學歷國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考進行比較(如表2)，發現不同最高學歷國小教師所提出之支持論點個數、反支持論點數、反駁論點數與論點總數並無明顯差異($p>0.05$)；然而，在進行推理模式的使用個數比較時卻發現擁有學士背景的老師較碩士背景的教師，使用了顯著較多的推理模式

($p<0.05$)，這也表示學士學位之教師反而比擁有較高學歷之教師提出較多面向的論點，或許這與碩士班課程較注重個人的研究興趣，而對於社會性科學議題及非制式推理思考的課程比較缺乏有關，然而上述觀點需要未來深入的探討。

表2：不同最高學歷國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

	支持論點個數		反支持論點數		反駁論點數		論點總數		推理導向個數	
	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>
碩士(n=14)	1.57,1.09	0.14	1.57,0.76	-0.33	0.64,0.75	-0.79	3.79,1.89	-0.44	2.07,0.62	-2.23*
學士(n=32)	1.53,0.76		1.66,0.83		0.88,0.98		4.06,1.98		2.56,0.72	

* $p<0.05$

(三) 不同科學教學年資國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

同樣的，我們也想知道自然科學教學年資的不同，對於教師本身的非制式推理思考能力是否有所差異，因此，我們將本研究中教師依科學教學年資分成三群：0~4年、5~9年與10年以上，接著針對這三群教師對於「核能發電」的非制式推理思考進行ANOVA分析，結果如表3。

表3：不同科學教學年資國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

	支持論點個數	反支持論點數	反駁論點數	論點總數	推理導向個數
	Mean, S.D.	Mean, S.D.	Mean, S.D.	Mean, S.D.	Mean, S.D.
0~4年(n=27)	1.52, 0.80	1.56, 0.75	0.78, 0.85	3.85, 1.66	2.52, 0.70
5~9年(n=15)	1.60, 0.99	1.73, 0.80	0.67, 0.90	4.00, 2.20	2.27, 0.70
10年以上(n=4)	1.50, 1.00	1.75, 1.26	1.50, 1.29	4.75, 2.99	2.25, 0.96
F(ANOVA)	0.05	0.28	1.38	0.37	0.70

由表3可知：這三群教師對於「核能發電」的非制式推理思考並無顯著差異 ($p>0.05$)。或許這與科學教師較少有機會能接觸到社會性科學議題及非制式推理思考有關的課程或研習活動有關，所以，建議師資培育機構與學校的專業進修應該針對這方面，提供更多的相關訓練，以協助老師培養非制式推理思考的能力。

(四) 不同學歷背景國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

我們同時也想知道不同學歷背景的國小科學教師對於核能發電之非制式推理思考能力是否有所差異，由表4可以發現不同學歷背景的國小科學教師對於核能發電之非制式推理思考能力並無顯著差異 ($p>0.05$)，表示擁有理工背景之教師對於社會性科學議題之非能力未必較無理工背景之教師優異。

表4：不同學歷背景國小教師對於「核能發電」之非制式推理思考比較

	支持論點個數		反支持論點數		反駁論點數		論點總數		推理導向個數	
	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>	Mean, S.D.	<i>t</i>
有理工(n=28)	1.54, 0.92	-0.08	1.57, 0.74	-0.62	0.82, 0.95	0.16	3.93, 1.78	-0.22	2.32, 0.67	-1.08
無理工(n=18)	1.56, 0.78		1.72, 0.90		0.78, 0.88		4.06, 2.21		2.56, 0.78	

五、結論

本研究主要修改 Wu 和 Tsai (2007) 的研究架構，利用開放性問卷以調查國小科學教師對於社會性科學議題的非制式推理思考能力。而研究結果顯示大多數的教師能從多面向 (93.5%) 針對核能發電的興建與否進行推理思考與決策，然而大約只有一半的教師能提出反駁論點 (54.3%)，可見教師對於反駁論點的提出仍感到困難，而這也值得師資培育者與教師專業成長課程設計者注意。此外，本研究也進一步針對不同學歷、背景或是自然科學教學年資的教師之非制式推理思考能力進行交叉比對，發現不同學歷、背景或是自然科學教學年資的教師對於核能發電的非制式推理思考能力都沒有明顯差異，因為

本研究的樣本數只有 46 位且只有利用「核能發電」一個議題進行研究，建議未來可以進行更大樣本及利用不同議題的研究。最後，期望本研究結果能為將來在設計關於現職教師社會性科學議題與非制式推理思考的相關進修課程時提供一個參考，並且做為進行後續相關研究的基礎，以協助老師培養相關素養並運用於未來的科學教學。

參考文獻

- 林樹聲(2006). 從爭議性科技議題的教學設計和實踐中詮釋科學教師的角色—個案研究. *科學教育學刊*, **14**(3), 237-255
- 林樹聲(2007). 國小資深科學教師的專業改變：以基因改造食品議題之教學為例. *科學教育學刊*, **15**(3), 241-264
- 劉湘瑤、李麗菁和蔡今中(2007). 科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討. *科學教育學刊*, **15**, 335-356
- American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, *23*, 689–698.
- Evans, J. St. B. T., & Thompson, V. A. (2004). Informal reasoning: Theory and method. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *58*, 69–74.
- Eylon, B., & Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: An examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, *58*, 251–301.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, *85*, 291–310.
- Kuhn, D. (1993). Connecting scientific and informal reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly*, *39*, 74–103.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*, 513–536.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, *26*, 387–409.
- Shaw, V. F. (1996). The cognitive processes in informal reasoning. *Thinking and Reasoning*, *2*, 51–80.
- Wu, Y. T. & Tsai, C. C.(2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, *29*, 1163-1187