科學教育學刊
2007, 第十五卷第三期, 335-356

Chinese Journal of Science Education
2007, 15(3), 335-356

科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討

劉湘瑤[1]　**李麗菁**[2]　**蔡今中**[3]

[1]國立高雄師範大學　環境教育研究所

[2]台南縣新進國小

[3]國立台灣科技大學　技術及職業教育研究所

（投稿日期：民國 94 年 9 月 19 日，修訂日期：96 年 2 月 12 日，接受日期：96 年 3 月 9 日）

摘要：本研究分析不同學科背景學生的科學認識觀，及其對社會性科學議題的抉擇判斷，並探討科學認識觀和議題抉擇思考之間有何關聯性。參與學生包括 127 位來自南部地區某國立大學一年級新生，理工主修學生有 56 人（44%），非理工科系學生共 71 人（56%）。研究工具包含兩份問卷，一份為多元面向之科學認識觀測量工具，檢測學生對於科學的創造性、理論依據性、暫時性、社會協調性、文化影響面等特性的瞭解；另一份為開放式問卷，包含兩個環境議題和相關論證的陳述，目的為檢測學生議題抉擇判斷時之訊息處理特性和思考模式。研究發現，在議題訊息選擇上偏好從制度、管理、成本效益等觀點論述的學生，以及具有批判性思考傾向者，在科學知識的暫時性面向得分較高，顯示認識信念與議題訊息處理模式間具有相關性。研究結果建議，應於大學課程中營造提昇科學認識觀的教學情境，教學設計可運社會性科學議題中有關科學與社會互動的關係，以增進學生批判思考和認識信念的成長。

關鍵詞：大學生、社會性科學議題、抉擇判斷、科學認識觀

壹、緒　論

以科技議題為導向的教學發展，已成為科學教育的重要思潮（American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1990; National Research Council, [NRC], 1996），其目的是讓學生瞭解科學、科技、社會和環境之間的關聯和互動，並能深入探討所衍生出與生活有關的議題，以培養其解決問題和判斷思考的能力。學者主張在教學中以具爭議性的議題，引導學生運用科技知識對議題進行判斷並提出解決方案，從中並可瞭解科學－技學－社會（STS）之間的關係（Bybee, 1993）。亦有學者指出（Kolstø, 2001b; Patronis, Potari & Spiliotopoulou, 1999; 林樹聲, 2004a），

運用學生真實生活中所面臨的議題，透過證據的收集和理性的對話辯證，應可有助於瞭解科學的社會人文層面、科學的價值、和科學的有限性，學習如何運用科學知識思考，成為具有理性判斷和批判思考能力的未來公民。我國九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域所列的教學目標中，也將科學科技與社會的互動關係列為重要的教學目標，強調學生應「瞭解科學的發展對社會的影響」，並「對於科學相關的社會議題，作科學性的理解與研判」，以期達到具有「獨立思考和解決問題」的基本能力（教育部, 2003）。

國內外科學教育改革的相關文獻皆強調，科學教學應不只著重在科學概念知識的傳遞，也應提升學生對科學探究過程和科學知識本質的瞭解。對科學本質或科學知識發展特性的看法，即本文所述的科學認識觀。研究證據顯示，提昇科學認識觀可增加學生科學學習的興趣、態度和效能（McComas, Clough & Almazroa, 1998; Songer & Linn, 1991; Tsai, 1998），而最重要的是，能培育出有能力解決生活周遭問題，並對議題作出理性判斷抉擇的未來公民（Abd-El-Khalick, 2003; Driver, Leach, Millar & Scott, 1996）。亦即，科學本質的認識可能成為影響個人對科技相關社會議題之思考抉擇的重要因素，如 Driver 等人（1996）文中所述「對議題的瞭解不僅需要科學內容知識，還需要對科學與科學知識本質的認識」（p.18），足見科學認識觀與科學相關議題抉擇之間的關係。

有關認識觀或認識信念（epistemological belief）之研究（例如：Kuhn, 1992; Schommer-Aikins & Hutter, 2002; Tsai, 1999）指出，個人對於知識本質的信念會影響其認知學習和訊息詮釋。在進行議題的判斷抉擇時，一個認為知識是不變的人，會僅以記憶中的經驗知識作決定，較無法接受多元觀點並做深入思考；相反的，瞭解知識的不確定性和可變性者，則傾向於作高層次的思考，抉擇議題時則較具批判性，並能從多元角度分析事件的爭論點。以議題為中心的教學，可培養學生反思，藉由主動學習、參與討論的過程，有效提升其批判思考的能力（Evans, 1998; 劉美慧, 1998）。對科學知識特性的瞭解可能影響個人對於科技相關議題的理解判斷，而議題的教學亦提供作為反思科學本質的學習情境。上述的科學教育文獻中，已將科學本質認識與社會性科學議題兩者共同列為科學教育的重要目標，並隱喻兩者之間的關聯性。

本研究主要目的在分析學生科學認識觀及對社會科學議題的思考判斷之間的關係，所選擇的研究對象為大學一年級新生，根據 Schommer-Aikins 和 Hutter 的論述（2002），完成高中課程進入高等教育的學生，其心智發展和對學科特性的觀點趨於成熟，因而能將價值信念表現在學術科系的選擇和社會事務的判斷上。相關研究（e.g., Hofer, 2000; Schommer-Aikins & Hutter, 2002）提出認識觀會受學科背景影響；此外，翁正鴻和楊芳瑩（2001）的研究中，探討非理工科大學生對社會性科學議題的抉擇判斷模式，認為思考模式與個人知識背景有關。因此，本研究亦試圖了解理工背景的大學生是否會因科學知識較非理工背景者多，而對科學的看法以及與科學有關的社會議題判斷上有所差異。此研究結果可供提昇學生認識信念和獨立思考之相關課程發展之參考，此外，本研究結合國際共通和台灣本地關切的環境議題，探討我國學生的思考模式和抉擇過程以及與科學認識觀之關係，研究結果對於建立我國學生科學認識觀之本土性理論架構將有所助益。

貳、文獻探討

一、科學認識觀

科學認識觀是指對科學知識的特性和其發展過程之看法，也就是說，它是個人的科學哲學信仰。隨著科學哲學辯證上的演進，以及融入歷史學、社會學、和心理學的觀點，近代科學認識觀與傳統邏輯實證主義的觀點不同，較著重於科學知識的社會人文層面，以社會學的角度敘述真實科學研究的過程與價值（參閱 Abd-El-Khalick & Lederman, 2000）。當代科學哲學對科學知識發展特性的詮釋，強調科學知識是暫時性的（tentative）、具有時代意義的（historic）、且因情境而變動的（contextual），並且將科學視為人類許多求知過程中的一種（Abd-El-Khalick & Lederman, 2000），也就是科學與其他思想行為，如經濟、社會、文化、宗教等同為人類探索世界的活動，彼此之間已然具有互動關係。McComas 和 Olsen（1998）整理歐美及紐澳等國的科學課程，發現科學本質已被列為重要的科學課程目標，我國也將科學本質學習列為培養學生科學素養的教學目標之一。科學本質的學習是提升學生對於科學知識發展特性的瞭解，使其具有更精闢深入的科學認識觀。

許多研究嘗試描述科學知識和其發展的特性，McComas 和 Olsen（1998）分析八份科學教育課程綱要文件後，列出 14 項特徵，Abd-El-Khalick，Bell 和 Lederman（1998）亦羅列了七項科學本質面向，相關的研究證據也顯示個人科學認識觀具有多元表徵性，對於各個知識發展面向的理解與接受度不同（Duell & Schommer-Aikins, 2001），因此有必要分別檢測多元面向的認識觀點。Tsai 的一系列研究結果（1998, 1999a, 2002）建議五個科學認識觀面向，而本研究所採用的研究工具（Tsai & Liu, 2005）即涵蓋了這五個面向：

1. 科學知識的暫時性（Changing and tentative, CT）：科學知識會隨著新證據的發現和對原有資料的重新詮釋而改變，也因此具有侷限性和不確定性。
2. 科學的創造性（Invented and creative, IC）：科學是人類活動，科學並非人類去發現已存在的絕對真理，而是人類運用想像力和創造力解釋自然現象，並發明一套預測系統，使人類能夠生存和認知這個世界。
3. 探究過程的理論依據性（Theory-laden, TL）：科學觀察是受到理論的影響，也就是會受到科學家或科學社群的價值觀、研究趨向、理論架構、和先備知識等影響。
4. 社會協調性（Social negotiation, SN）：科學知識是透過科學家們的研究、發表、切磋討論等過程所建立的，而並非只是個人的努力，或是幾位偉大人物所發展出來的。
5. 文化影響面（Cultural impacts, CU）：科學受到社會、政治、經濟、文化和價值觀影響，而科學也影響著這些層面。

以上這些面向綜整了科學認識觀相關的研究，其中更強調社會文化與科學之關係，對於受到西方文化影響甚深的台灣學生而言，這個面向的探討顯得極為重要。多數台灣學生認為科學是西方的產物而輕忽中國古代之科技文明，東方世界觀（worldviews）與西方科學思想可能產生的衝突，對學生科學學習的影響值得探究（Liu & Lederman, 2002; Ogawa, 1986）。

探討大學生認識信念的研究顯示主修學科與認識觀有關，然而研究結果卻有所分歧，有的發現人文社會學科比理工科學生較

易接受知識的暫時性（Jehng, Johnson & Anderson, 1993; Paulsen & Wells, 1998），而 Schommer(1993)的研究則呈現相反的結果。這些研究探討一般知識的認識信念，而針對科學知識本質，國內學者靳知勤（2002b）在評測科學素養的研究中指出，理組學生的科學本質概念比文組學生好。認識信念可能因知識領域而變動，且對不同面向表徵的認識也有不同（Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hofer, 2000），因此應從科學知識本質的各個面向分別檢測學生的觀點。

二、社會性科學議題之抉擇判斷

1970 年代 STS 理念提倡科學教學應將科學、科技與學生的生活結合，晚近學者提出 STSE（科學–技學–社會–環境）教育，認為應該由社會、文化、政治、環境的角度思考科學，強調個人、道德和社會因素對於抉擇判斷的重要性（Pedretti, 1999）。本文所採用的社會性科學議題一詞，廣義的涵蓋 STS 精神，並考慮到科學倫理以及學習者的道德判斷和情意發展等層面。教學者可在任何學科教學中運用地方性的社會問題，如環境、經濟、人口等問題作為素材，讓學習者瞭解科學（技）與社會之間的關係，並能運用相關知識進行價值判斷和問題處理，整體而言，這類議題具有下列的特性：

1. 為受到大眾關切的公共議題，因為會影響生活或耗費社會成本，所以人們想尋求解決之道；
2. 當對議題作理性的判斷時，所需的資料是複雜、多元，且往往是沒有定論的；
3. 議題牽涉到人的生活品質，作判斷時需要考慮不同人的價值觀和感受（Wessel, 1980）。

Millar（1997）也指出在社會性科學議題的內容中，專家之間對某科學技術的應用缺乏共識，涉及判斷爭議的證據和資料尚不完整，因此沒有絕對肯定的結論。這類的議題或事件可以是地方性和全球性的，以議題內容的屬性分類又可包括環境生態、健康、倫理道德、和資源利用等因科技發展所造成的爭議（林樹聲, 2004a）。根據所蒐集的近十年文獻中，以社會性科學議題為主題的實徵研究所使用的議題有：地方性環境問題，如自然資源利用和環境管理等人類行為對自然的影響（如：Grace & Ratcliffe, 2002; Hogan, 2002; Jimenez-Aleixandre & Pereiro-Munoz, 2002; Patronis, Potari & Spiliotopoulou, 1999; 林樹聲, 2004b）；環境價值與正義，如實驗動物的動物權（Zeidler, Walker, Ackett & Simmon, 2002）；全球性環境問題，如能源開發使用、氣候變遷、臭氧層破壞（如：Ratcliffe, 1997; Sadler, Chambers & Zeidler, 2004; Yang & Anderson, 2003; 靳知勤, 2002a）；與醫學和生物科技有關的基因倫理等題材（Bell & Lederman, 2003; Sadler & Zeidler, 2004）。其中以運用環境議題，如科技發展對環境生態保育的影響和在資源使用方式上的選擇等議題類別佔多數，本研究除參考文獻羅列的議題內容選擇全球性的環境議題，並收集我國的環境資源利用問題，設計地方性的環境議題。

根據上述定義，社會性科學議題所具的爭議性，常包括多方的論述觀點，個人對於議題做出決定或陳述立場時，必須對各項選擇進行評估，評估依據除了包括相關知識概念、科學證據外，感情因素及價值判斷也可能影響個人的抉擇制定（Bell & Lederman, 2003; Jimenez-Aleixandre & Pereiro-Munoz, 2002）。在 Kolstø（2001a）的研究中，以「高壓電塔的設立是否增加孩童血癌的風險」為議題，探討學生抉擇制定的方式，從學生對於議題的內容及相關資訊的反應，共分為四

種類型：(1)接受與議題有關的知識或主張；(2)對議題的陳述進行評斷，或對不同的主張、看法提出個人的觀點；(3)信任研究者或專家的權威，並接受其所提供的知識訊息；(4)對專家的看法進行評估，包含分析議題中存在的風險、彼此間的利害關係、觀點是否中立、專家的能力等。

Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）探討認識信念和爭論性議題思考之間的關係，該研究分析受測者是否運用批判思考對議題作決定，他們的研究中定義的批判思考特徵有：採用多元觀點、注意議題的複雜性、思考具有彈性、注意知識演變的性質、質疑權威性以及具有反省和深入思考能力。雖然其所用的議題非科學議題，且評測的為一般的認識信念而非科學認識信念，該研究對於議題的訊息採用方式和是否具有批判思考傾向的特質，為本研究後續分析的參考。對照於 Kolstø（2001a）的類型，其第二類和第四類則符合較具批判思考傾向者。

三、議題抉擇判斷與科學認識觀之相關研究

認識觀與議題抉擇判斷在前述的 Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）的研究已指出，瞭解知識的暫時性者較能採用多元觀點思考議題的複雜性。而在科學認識觀與科學相關議題抉擇的關係上，Sadler（2002）從文獻中分析出，人們在解決這類議題時的思考過程包含下列幾個因素：(1)所引用的社會性和科學性的證據與主張；(2)科學本質觀念；(3)個人對於證據的評估；(4)對議題相關概念的瞭解。上述因素若依順序排列，科學認識觀在議題判斷過程有著重要的影響。Tsai（1999b）以及 Yager 和 Lutz（1995）等研究認為進行 STS 教學，也就是以科學科技有關的社會題材運用角色扮演、辯論、分組討論等教學法，可以使學生的科學本質觀由實證主義的觀點進步到建構主義的觀點；Tsai（1999a）的研究也指出在教學中科學認識觀影響學生的訊息處理模式，擁有建構主義科學認識觀者傾向於使用狀況推論（condi-tional infe-rential reasoning）的訊息處理。

幾篇以社會性科學議題抉擇判斷和教學為主題的研究（e.g., Grace & Ratcliffe, 2002; Yang & Anderson, 2003），建議在議題教學中討論價值信念和知識的本質，可增進學生對議題複雜性的瞭解以及判斷思考的方式。Zeidler 等人（2002）的研究嘗試探討議題抉擇與科學本質的關係，其質性資料呈現，幾位晤談個案對科學之社會文化層面的信念，影響其對議題資料的詮釋；另幾位受訪者因相信科學知識是經過證明確定的（proven），所以對於議題中不同觀點的呈現無法有深入的瞭解。然而，在該研究中所呈現之抉擇判斷和科學本質間的關係，僅能從少數晤談資料中推敲，並無法完整勾勒出兩者之關連性。

以上分析的文獻中雖指出科學認識觀與議題抉擇判斷之間的交互關係，然各研究並未分別檢測科學認識觀和議題判斷，或者僅從受測者在議題推理思考過程所隱含的成分推論兩者之間的關係。此外，在 Bell 和 Lederman（2003）以及 Sadler 和 Zeidler（2004）的研究中卻發現，科學本質觀並無明顯的影響個人對議題之抉擇，他們認為融入社會性科學議題的教學與提昇學生的科學認識觀之間，仍應考慮學生的道德發展、認知推理發展、和情意信念等因素。此外，議題的真實性（authenticity）和切身性也可能使受測者的反應不同，以致於無法以外顯的方式引出他們的認識信念在議題抉擇上所造成的影響。

參、研究目的與問題

本研究旨在探討大一學生科學認識觀及對社會性科學議題的判斷抉擇。與先前研究不同者，本研究運用不同研究工具分別檢測科學認識觀和議題抉擇思考，再將個別的結果進行交叉分析，以尋找兩個主題之間的關係型態。因此，本研究探討受測者在各科學知識特性向度上的信念，是否與其對科技引起的社會議題之思考有關。此外，本研究亦試圖了解學科背景的差異是否在這兩個主題的表現上也會有所不同。以下列出所探討的研究問題：

1.理工背景與非理工背景大學生之科學認識觀是否有所不同？
2.背景與非理工背景之學生對於社會性科學議題的抉擇、訊息處理、和思考模式是否有所不同？
3.者之科學認識觀和議題抉擇思考之間有何關聯性？

肆、研究方法

一、研究對象

本研究調查的對象為大學一年級新生，多數為剛完成高中課程，通過大學入學考試進入所選擇的科系。參與的學生來自南部地區某一國立大學，研究者取得該校三位教授的許可，邀請選修其課程的學生參與本研究，這三位教授對於本研究內容無深入的瞭解，其開授的課程也與研究調查的項目無關。共計 127 位學生（男生 42 人，女生 85 人）自願完成兩份問卷的填寫，根據填寫之科系資料，歸類為理工背景者包括來自生物科技、數學、自然科學教育等理學院科系的學生，有 56 人（44%）；非理工背景學生包括教育、語文、美術等系共 71 人（56%）。

二、研究工具

研究工具包含兩份問卷，第一份為「科學觀點問卷」，此問卷為一多元面向之科學認識觀測量工具，所涵蓋的五個科學本質面向在文獻探討中已描述，量表的發展可參閱作者先前的研究（Tsai & Liu, 2005），該研究施測對象為高中生。本研究調查對象為大學生，因此將原 35 題問卷發放給 410 位大學生，經過因素分析最後採用 25 題（附錄一），分別為創造性面向（IC）五題、理論依據性（TL）三題、暫時性（CT）三題、社會協調性（SN）七題、文化影響面（CU）七題。總量表 Cronbach alpha 係數為 0.72（次量表係數介於 0.55 到 0.75 之間）。

第二份問卷為「環境議題問卷」，本問卷為自行開發的開放式問卷，目的為獲得受測者對科技造成的社會議題之訊息處理與抉擇判斷資料（附錄二）。問卷設計包含全球性和地方性議題，全球性議題參考 Sadler 等人（2004）和 Bell 和 Lederman（2003）之研究，以「全球暖化」為主題，部分議題情節翻譯自 Sadler 等人（2004）的問卷。地方性議題共設計了「高山纜車」、「小花蔓澤蘭」、「中部橫貫公路」等三個候選議題，皆與自然資源利用和環境管理等人類行為對自然影響有關（李麗菁和劉湘瑤, 2006）。地方性議題須考慮受測者之關注程度和切身性，以及相關資料的豐富度，在議題撰寫時擬定如下之原則：(1)議題正反兩方的論點和舉證必須比重相當，且盡量相互對應；(2)議題內容符合台灣一般大眾的認知水準；(3)對議題的理解判斷不一定需要深入的或技術性的知識，一般人透過設計者的陳述即可了解議題的癥結並作決定。這些原則亦作為專家審查問卷之依據。問卷中議題內容的陳述主要包

含三個部份，分別為概述、一方專家說法、另一方專家說法。概述的部分放在第一段，只針對議題作簡要的說明，不牽涉價值的判斷，一方專家說法及另一方專家說法則為正反兩方的論述。經過七位科學教育、資源管理、環境生態等領域的專家審查內容效度，並根據前述命題原則得到專家同意度最高者（同意度達 80% 以上）為「高山纜車」議題。最後問卷內容包括「高山纜車」和「全球暖化」等議題，每個議題後各有三題開放式問題，除了詢問受測者所贊同的立場外，並檢測其作抉擇判斷時採用的訊息和考量的觀點。

三、資料收集與分析

參與的大一新生在第一學期開學後第二週完成「科學觀點問卷」，相隔六週之後再填寫「環境議題問卷」，此目的在減少受測者作答第二份問卷時受到前份問卷內容的影響，在對議題的判斷時因預期心理而由科學角度去討論。

「科學觀點問卷」所收集到的資料，為 1 到 5 分的數值，依各面向分別計分，得分愈高者表示具有較精熟的（或趨近建構主義的）科學認識觀，反之，低分者則具有質樸的（或趨近邏輯實證主義的）科學認識觀。

「環境議題問卷」收集到的為質性資料，資料分析架構乃參考數篇以地方性議題為主題的研究，以及 Kolstø（2001a）議題訊息處理策略、Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）之批判性思考特徵、Sadler 等人（2004）科學論述評估類型等文獻資料，將作答結果歸納分析形成類目，並加以定義和舉例，再請兩位教育和環境領域的學者根據研究者提供的定義審查分析結果，以確認資料分析的正確性。接著，主研究者以所擬定之分析類目、定義和記錄方式訓練五位研究助理人員，兩人一組分別進行所分配的文字資料分析，再由主研究者交叉比對歸類結果，統計評分者間信度達 85% ，部分有差異處經會議討論達到共識，其餘未獲共識的歸類結果則刪除不計。分析所得的類目和發生頻率最後以量的方式呈現，並與科學觀點問卷資料和背景資料分別進行分析，檢測不同學科背景在科學認識觀和議題判斷上是否有差異，最後再分析科學認識觀和議題判斷之間是否有任何關聯性。

伍、研究結果與討論

結果分析分別回答本研究的三個問題：(1)不同學科背景學生在科學認識觀的表現上有何不同？(2)這些學生在議題思考判斷和訊息處理方式上有何特性？(3)其科學認識觀是否與議題思考判斷有關？以下分成三節說明主要的研究發現。

一、學生科學認識觀之差異

「科學觀點問卷」量表共分成五個向度，分別檢測學生對於科學的創造性（IC）、理論依據性（TL）、暫時性（CT）、社會協調性（SN）、文化影響面（CU）等特性的瞭解。表 1 呈現學生在各向度上的得分情形，整體而言，學生在暫時性和創造性的向度上平均得分較高。根據平均值的差異，非理工科的學生在文化影響面（CU）的向度上得分顯著較理工科學生高（$t = 2.25$, $p < .05$），此結果顯示，非理工科背景的學生較能接受「科學會受到社會文化影響」的科學本質觀。

先前假設認為理工科學生在高中階段，所修習的科學相關學科已經較以文科為主修的學生多，應該比文科學生更了解科學研究歷程和知識發展特性。本研究採用多元表徵的科學認識觀評量工具所測得的結果卻發

表 1：不同學科背景學生科學認識觀各面向得分和 t 檢定結果

科學認識觀向度	非理工科 (n = 71)		理工科 (n = 56)			
	平均	標準差	平均	標準差	平均值差	t 值
創造性(IC)	4.14	0.49	4.09	0.42	0.05	0.72
理論依據性(TL)	4.00	0.51	3.87	0.48	0.13	1.43
暫時性(CT)	4.10	0.46	4.15	0.56	-0.05	0.54
社會協調性(SN)	3.69	0.47	3.79	0.46	-0.10	1.13
文化影響(CU)	3.84	0.41	3.67	0.44	0.17	2.25*
總量表得分	3.95	0.25	3.91	0.28	0.04	0.91

* $p < .05$

現，主修理工科的學生在量表上的得分並無明顯高於非理工科學生，反而，非主修理工的學生在科學受社會文化影響的向度上，表現比理工科學生好，且有統計上的顯著性。也就是，在本研究中文組學生較能接受當代科學認識觀所強調之科學的人文層面。此論點類似 Jehng 等人（1993）與 Paulsen 和 Wells（1998）的研究，他們同樣發現人文社會學科的學生比理工科學生容易接受知識的不確定性，因而較能進行獨立思考，分析知識的多元性。

二、學生議題抉擇思考和訊息處理方式

學生議題思考判斷的特性，透過開放式問卷測得的質性資料，經由歸納分析所得類目，本段分成兩個部分分別闡述學生在做抉擇時的訊息引用，以及對於議題內容的推理思考傾向。

(一)訊息採用

問卷中對於各議題所呈現的兩方專家論述，乃試圖突顯各爭論點，引導作答者思考並做出抉擇。本研究主要目的並不在於評判受測者對於議題的立場，或是以研究者的環境價值信念標記學生的觀點，而著重在受測者援用哪些訊息或資料支持其對議題的立場。

屬於地方性議題的「高山纜車」是否應該興建的爭議上，以生態環境保育主義者的觀點，認為興建纜車將造成人潮進入山林，製造的人為污染物包括垃圾、消費行為和文化，將造成自然美景的破壞。贊成興建纜車的主張則多半考量以滿足人們需求而提出經營管理策略，制度上可承諾減少生態環境的破壞。在這個議題上，多數學生（73%）選擇不贊成興建高山纜車，但考慮的因素有所不同。

在了解受測者對高山纜車議題之立場後，後續的開放式問題詢問贊成與否的原因，目的在於釐清受測者抉擇制定之依據。這兩個問題所獲得的質性資料的分析架構，乃參考 Ratcliffe（1997）以及 Jimenez-Aleixandre 和 Pereiro-Munoz（2002）之研究所擬定。Ratcliffe（1997）研究 15 歲學生針對課程中對於有關社會性科學議題之討論內容，分析學生所考慮的層面包括：花費成本、效益/可信度、能源考量、環境考量、安全性、利他性、自我中心、美學。而 Jimenez-Aleixandre 和 Pereiro-Munoz（2002）的文中列出學生在討論當地溼地環境管理議題時，所提出的概念包括：生態概念、景觀維護和

計畫之技術層面等三個類別。

綜合上述兩篇研究，本研究將抉擇判斷所採用的訊息和考慮的層面共分成四項，在撰寫議題時也是從這幾個角度呈現爭論點，表 2 列出各分類項目的定義、關鍵內容和範例。

根據制定的分析類目檢閱學生問卷作答時，採用哪些主要訊息支持其選擇之立場，統計各訊息類別出現的頻率，並比較不同學科背景學生訊息處理方式是否有所不同。統計資料呈現如表 3，以卡方檢定分析兩組學生選擇贊成興建和不贊成興建高山纜車採用之支持論點，贊成高山纜車興建者，不同學科背景學生所選用的訊息類別有顯著的差異（$\chi^2 = 25.33$, $p < .001$）。選擇贊成的 19 位非理工科學生中有 15 位（79%）提到利己利他觀點，認為「纜車可讓自己和更多人能親近自然」,「增加當地交通便利性」，其次有 42% 的學生論及良好的配套措施可解決過多人潮的問題，採用技術層面的訊息作為決定贊成興建的論點。相對地，理工科學生贊成的論點所採用的訊息種類較多元化，有些提到利己利他觀點（50%），也有採用「纜車易於控管人數」（技術層面佔 40%）和「比開闢山路對環境生態破壞少」（環境考量佔 30%）等觀點，其訊息之選擇並未像非理工者集中於單一項目。選擇不贊成之理工科學生採用環境生態論點者比例似乎較高，但整體分布情形與非理工學生類似，卡方檢定結果無顯著性差異。

表 2：議題訊息採用之分析類目

類別	關鍵內容	訊息範例
環境生態考量	生態系/物種/棲地保育或破壞 環境汙染 資源消費	▪ 建纜車會破壞生態環境，而且現在正值山區維護階段，破壞環境可能導致更大災害。 ▪ 纜車將人快速送往高山，其實是快速的消費自然。 ▪ 遊客走林間步道會破壞更多生態，因為有人會亂丟垃圾、攀折花木、餵食野生動物。
地景影響	景觀改變 開發造成的土地問題 美學價值 環境倫理	▪ 人工化的設施將改變山林景色，大量的人潮也會為山區帶來景觀上的破壞。 ▪ 自然之所以吸引人，是因為其原始美麗，而非因為輕易到達。 ▪ 山區步道維護困難，遊客量控管不易，可能會對步道四周的地形地貌產生衝擊。
技術層面	經濟和成本效益 安全顧慮 計畫與制度牴觸 經營管理措施	▪ 纜車興建完成剛開放會有大量人潮湧進，等熱潮過了人潮減少，纜車興建漸失其意義，機具的維護也將不符經濟效益。 ▪ 台灣處於地震帶，纜車的安全維護讓人擔憂。 ▪ 國家公園和生態保護區內不應該開闢引進人潮的道路。 ▪ 興建纜車可以帶來很多利益，但前提是要有完善的管理措施，才不會帶來人群，也帶來垃圾及破壞。
利己利他觀點	對自身的利益 對社會文化的影響 對其他人或族群的影響	▪ 想貼近自然欣賞美景，靠的本就是自身的努力和意志力，不要因人類的方便與惰性，就去改變自然的風貌。 ▪ 觀光客倍增並未重視在地文化與自然深度認識。 ▪ 高山纜車有助於山上交通的便利，有助於文化交流，拉近貧富差距，對當地文化經濟很有幫助。

表 3：高山纜車興建議題抉擇所採用之訊息類別統計

	贊成*		不贊成		未表達	
	非理工	理工	非理工	理工	非理工	理工
環境生態考量	1(5%)	3(30%)	21(42%)	25(58%)	0	1(33%)
地景影響	3(16%)	1(10%)	19(38%)	15(35%)	0	0
技術層面	8(42%)	4(40%)	18(36%)	10(23%)	1(50%)	1(33%)
利己利他觀點	15(79%)	5(50%)	12(24%)	7(16%)	1(50%)	1(33%)

註：百分比為訊息引用次數與選擇該立場人數之比例，總和並非 100%。 *$\chi^2 = 25.33, p < .001$。

(二)批判思考傾向

批判性思考傾向的分析乃根據 Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）的研究所指出，個人之認識觀與議題抉擇判斷的關係，會表現在其是否具有批判思考的傾向。Kolstø（2001a）的研究分析學生對於知識可靠性的解決策略，分成接受或評估訊息內容，和接受或評估訊息來源之權威性，那些採取信任資料來源和主張之策略者較不具批判性。本研究參考 Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）以及 Kolstø（2001a）之分析方式，從學生回答高山纜車議題時，對於命題中提供的資料訊息之反應，分析其是否具有批判思考傾向，所擬定之判定標準及其表徵描述如下：

1.批判思考傾向者

1a.接受片面的知識訊息或主張⇒純粹引用問卷中單一方專家說法

1b.接受訊息的權威性⇒對於專家說法未做任何評論

1c.離題⇒提出與主題或抉擇無關的論述或內容不明確

2.判思考傾向者

2a.考慮議題的複雜性⇒採用問卷以外的訊息資料

2b.提出自己對不同主張的評論⇒評論對方的觀點或綜合分析各方觀點

2c.探討因果關係⇒舉出相關例證說明關連性

2d.對觀點提出質疑⇒批評專家的權威性和中立性或分析利益關係和風險

議題問卷第二題有關全球暖化的爭議性，其內容引用自美國的報導，因美國拒絕簽署京都議定書，溫室效應氣體排放造成全球暖化的現象成為當地討論的焦點。我國在京都議定書生效日之後，陸續有相關報導，但在敘述上皆將此現象視為事實，僅提出因應措施，相關科學研究證據的呈現非常有限（參閱國家地理雜誌中文版 2004 年 9 月號）。當學生閱讀完兩篇報告摘要後，將近九成學生選擇相信全球暖化造成環境危機的報告內容，僅三位選擇全球暖化是一個迷思的報導，而且都是理工科背景的學生。另有 11 位理工科學生對議題的兩篇報告內容持懷疑態度，例如：「既然這個議題看法差異如此之大，應該需要更多時間證明」，「因為事情都還未發生，這些學者的說法都只是假設」，因而選擇都不相信。

全球暖化議題之後續問題要求學生評估兩方學者報告之證據是否充分，並且詢問：為什麼科學家對相同的氣候資料會做出不同的結論？這題作答的分析重點在於瞭解受測學生對議題相關證據的思考。本議題援用自 Sadler 等人（2004）的研究，其研究對象針對不同結論的解釋有四種：(1)認為其中一篇說法（全球暖化是迷思）是捏造的；(2)考量

科學家對資料的解釋和分析不同；(3)討論科學家的信念和觀點之影響；(4)認為雙方有不同的研究目的。以上的第一種解釋表示作答者對於議題中科學研究特性無深入瞭解，未能體察科學家如何採用資料證據支持其主張，第三和第四項表示受測者考慮到科學社群的互動和主觀性，因此本研究將學生作答結果分成三個類型：

1. 質樸觀點：認為其中一篇說法是捏造的，評估各說法時未能考慮證據性和科學研究的性質；
2. 資料詮釋：注意文章中的資料，評論科學家對資料的解釋和分析之異同處；
3. 主觀性：討論科學家提出不同主張乃因其信念、觀點、目的和預設立場的差異。

表 4 分析兩組學生批判思考傾向和科學論述評估之作答情形。根據所定義的批判性思考特徵，似乎有較高比例的非理工學生（62%）相對於理工科學生（47%）在討論高山纜車議題時，較具有批判性思考的特性，而這些被判定為有批判性傾向者，其作答內容多傾向於綜合分析各方觀點，或採用問卷命題以外的資料來佐證其立場，雖然比例上非理工背景科學生表現較好，但卡方分析結果在此項目上沒有顯著性的差異。

在對於全球暖化議題之科學證據的評估上，不同學科背景學生的表現卻有顯著不同，相對地較多理工科學生認為其中一篇報導是捏造的，或認為那組科學家「沒有做實驗來證明」，或寫道「以古氣候學觀點解釋 0.6 °C 是混淆視聽」。非理工科學生在談論科學家之所以作出不同結論時，多數傾向於認為科學家「從不同的角度分析資料」，也有相當比例的學生認為科學家因為所設定的研究立場和觀點而有不同的主張，例如一位學生寫道：「證據並不會說話，說話的是人們對它的解釋。不同背景成長的科學家都相信他們的理論，並做更多的研究想去支持那個理論。」

三、科學認識觀與議題判斷相關性分析

本研究的第三個研究問題在探討學生的科學認識觀與議題思考判斷特性上是否有關聯，分析方法為檢測具有某種議題判斷特性的學生在科學認識觀評量的得分上有何趨勢。「環境議題問卷」所收集的質性資料，如前節所述，由三個向度進行歸納分析，包括訊息採用、批判思考傾向、論述評估特性，各向度下又分成幾個次類目，將質性資料歸納得群組或區間數據，續採用 Kruskal-Wallis 因子分類變異數分析，檢定議題判斷特性不同者在科學認識觀次量表得分上是否有差異。分項檢定結果發現三個相關性的類型如表 5 所示。

在地方性議題抉擇過程所採用之訊息形式包括環境生態、地景影響、技術層面、利己利他等觀點，經過分項檢定結果，採用與無採用技術層面觀點的學生，比較其科學認識觀五個次量表的得分結果，發現在暫時性（CT）的向度上，以技術層面為論述者平均

表 4：不同學科背景學生在批判思考傾向和科學論述評估之作答情形比較

	批判性思考傾向		論述評估類型*		
	具有	不具有	質樸觀點	資料詮釋	主觀性
非理工科	44（62%）	27（38%）	7（11%）	31（48%）	26（41%）
理工科	26（47%）	29（53%）	15（33%）	13（29%）	17（38%）

*$\chi^2 = 9.12, p = .025$。

表 5：依議題抉擇思考類型統計各科學認識觀向度平均值、標準差和檢定結果

	科學認識觀				
	IC	TL	CT	SN	CU
訊息採用					
技術層面					
選用（n = 42）	4.18 ± 0.49	3.88 ± 0.52	4.27 ± 0.53	3.73 ± 0.48	3.70 ± 0.45
無選用（n = 85）	4.08 ± 0.43	3.96 ± 0.49	4.05 ± 0.48	3.73 ± 0.46	3.79 ± 0.42
χ^2	2.10	0.48	3.90*	0.12	0.90
批判思考傾向					
具有者（n = 70）	4.13 ± 0.50	3.91 ± 0.53	4.21 ± 0.49	3.80 ± 0.49	3.69 ± 0.46
不具有者（n = 56）	4.10 ± 0.39	3.95 ± 0.46	4.01 ± 0.50	3.68 ± 0.44	3.84 ± 0.38
χ^2	1.34	0.01	4.01*	1.47	0.36
科學論述評估					
質樸觀點（n = 22）	4.06 ± 0.38	3.85 ± 0.49	4.21 ± 0.48	3.66 ± 0.39	3.67 ± 0.40
資料詮釋）n = 44）	4.22 ± 0.46	3.97 ± 0.57	4.15 ± 0.46	3.82 ± 0.41	3.75 ± 0.39
主觀性（n = 43）	4.23 ± 0.50	3.94 ± 0.47	4.08 ± 0.51	3.68 ± 0.56	3.81 ± 0.44
χ^2	6.05*	1.35	0.98	2.29	1.80

* $p < .05$, Kruskal-Wallis 檢定。

得分比沒有採用此訊息者高出 0.22，檢定結果有顯著性差異（$\chi^2 = 3.90$, $p = .048$）。此結果顯示，在判斷議題時傾向以技術層面（包括：經濟成本、安全顧慮、經營管理）作為抉擇考量因素者，較能接受科學知識會隨著新證據的發現和對資料不同的詮釋而有所改變。

另一個相關性的類型同樣出現在科學暫時性的認識觀上，具有批判性思考特徵者，也就是能從多元觀點分析議題癥結或質疑專家論述的學生，其暫時性次量表得分較高，而那些傾向於採用片面訊息或相信專家說法者，得分則較低（$\chi^2 = 4.01$, $p = .045$)。

學生對於全球性議題中相關科學證據的評估，作答結果所歸納出的三個類別，其中質樸觀點表示對科學研究過程的瞭解較不深入，認為命題中所提出的主張論述僅是個人猜測，甚至認為其中一方為捏造的；被歸類在資料詮釋組的作答反應，為那些有注意到議題中各方專家所持論點，是因為對數據資料有不同的解讀分析；談論到科學社群的主觀性者，則較能全面思考科學研究過程受到科學家的立場背景和理論基礎影響。分析結果顯示，當學生評估全球暖化議題中兩方專家提出的科學證據時，持質樸觀點者，也就是認為其中一方論述是捏造或猜測的，在創造性（IC）次量表的得分顯著地較其餘兩組低（$\chi^2 = 6.05$, $p = .049$）。

陸、結論與建議

本研究主要目的在於探討科學認識觀與議題抉擇之間的關係，其動機源自科學教育改革文獻中所隱喻的兩者之間的交互關係，也就是說，科學本質學習可培育學生對生活週遭議題具有獨立思考判斷能力，以及 STS

議題教學可提升科學認識觀的主張。本研究採用的相關性研究設計雖然無法釐清兩者之間的因果關係，然而，分別檢測科學認識觀和議題抉擇思考，探討其中各面向之間可能存在的相關類型，仍有助於瞭解這兩個主題的關連性，作為此類教學發展之重要參考。

研究分析發現，在議題訊息選擇上偏好從制度、管理、成本效益等觀點論述的學生，較能接受科學知識暫時性。這個趨勢是從統計檢定推論出來，議題問卷的作答內容並無直接引用科學本質「暫時性」的觀點。透過分別檢定科學認識觀和議題抉擇特性，確實可見受測者潛在的認識信念影響其對日常議題處理的模式，此關係更明確地呈現在批判性思考傾向上。Schommer-Aikins 和 Hutter（2002）的研究發現，思考爭議議題時採用多元觀點、注意知識複雜性和變化性並能進行反思的特性，與認識觀測量中的知識確定性成負相關。本研究分析結果呈現相同的趨勢，具批判性思考傾向的學生在暫時性的次量表得分顯著較高。

以本研究研發的問卷所使用的環境議題為例，與議題相關的論述證據所涵蓋的層面很廣，若能在科學課堂中以科技引起的社會議題為討論的內容，可提升學生批判思考能力（劉美慧, 1998），並可檢視科技在社會中所扮演的角色，體會科學與生活的相關性。根據議題教學的特性，除了科學的暫時性和創造性的面向在本研究中呈現顯著性，未來透過教學介入的深入探討，在科學的社會文化相關的面向上也應有所提昇。

此外，不同學科背景學生在科學認識觀和議題抉擇判斷上呈現差異。科學認識觀的測量結果發現，非理工背景學生在科學的社會文化面向上表現得比理工科學生好，研究者先前對高中生與他們的自然科教師進行評量結果（Tsai & Liu, 2005），也發現學生在這個認識觀分項的得分明顯比教師高。綜合本研究發現與其他研究結果，我們對於非理工主修學生比理工學生具有較趨近建構主義的科學認識觀所做的解釋，指向高中以下課程所呈現的科學本質內涵。多數理工科學生似乎長期接受實證主義觀點的科學教學，此教學內容僅強調科學方法的客觀中立性，而忽略科學知識建構過程中與社會文化產生的互動關係，如此可能影響這些學生的認識觀；反之，那些以文史或社會科學為主修的學生，受不同學科學習所呈現的知識特性（Buehl & Alexander, 2001），較能接受「社會文化影響知識建構」的觀點，因而在這個向度上表現較好。相關研究指出認識觀影響認知學習傾向（Schommer-Aikins & Hutter, 2002；Tsai, 1999a），據此，對於將來從事科學研究的理工科學生而言，大學課程中應如何提供適當的認識觀學習情境，是值得深思的課題。

在地方性議題抉擇上理工科學生較傾向於採用生態環境觀點，從科學概念分析事件，非理工者則較從制度和社會觀點思考，此結果與 Bell 和 Lederman（2003）研究相仿。在全球性議題的判斷方面，研究對象的選擇明顯集中於一個說法－「全球暖化是環境危機」，有許多學生甚至在問卷上寫到：「教科書都是這麼說的」。此意味著本國學生對於全球性環境議題相關證據的涉獵不多，特別是非理工科學生即使認為「迷思」組的報告證據充足，仍選擇符合個人經驗的說法，而在這個議題上，部分理工科學生則顯得較為批判，且從科學證據和氣候預測模式做為論證根據。在大學教育以環境為主題的通識課程中，可參考本研究所設計的研究工具，以檢測不同學科背景學生的先備經驗、個人信念、訊息處理模式，並將其列入設計教學之考量；而透過辯證、反思等外顯式教學策略，讓學生思考議題背後科學與社會互動的

關係，進而增進獨立思考能力和認識信念的成長（Abd-El-Khalick, 2003；Schommer-Aikins & Hutter, 2002）。

綜合上述研究結果，作者針對科學教學和未來研究提出以下建議：

(一)對科學教學的建議

1.高中以下科學課程中科學本質教學仍需加強：九年一貫課程綱要將科學本質列為能力指標項目之一，此外亦明確指出學生應了解科學科技與社會的互動關係，亦即對科學的社會人文層面之認識。要達到此教學目標，應將科學本質概念融入教學單元中，透過適當的教學設計讓學生思考相關的議題，瞭解科學知識的發展過程，體認科學知識的有限性、創造性、和文化影響。根據本研究所呈現的結果，對於科學有關的社會爭議議題的判斷思考，與科學本質認識信念有關，以議題為中心的教學策略，應可達到提昇科學本質認識的教學目標。

2.大學教育應營造提升科學認識觀的教學情境：個人對學科的認識信念影響其認知學習方式和訊息處理模式，若如本研究結果所示，理工科學生抱持著實證主義的認識觀，可能因此採用機械式（rote-like）的學習策略（Tsai, 1998b），或對科學研究產生不切實際的意象，對於生活相關議題的判斷也可能無法從多元角度進行批判思考。因此，在大學課程中應發展適當的認識觀教學，建立學生理性思辯的能力，而授課教師也應隨時檢視個人與學生在認識觀點上的差異，以建立更有效的教學策略。

(二)對未來研究的建議

1.探討學生對於各類型科技引起的爭議議題判斷思考上的差異：在本研究中僅採用環境相關的議題，且在地方性和全球性議題上呈現了作答的差異。未來研究除了 k 生態保育、資源利用等議題外，還可加入基因倫理、科技與健康等題材，分析受測者在不同議題的考量和訊息處理上有何差異，並進一步探討認識觀在不同議題判斷上所扮演的角色。

2.追蹤學生認識信念的成長或改變：可在設計的教學介入前後進行科學認識觀的評量，合併訪談、觀察等質性資料的收集，瞭解哪些教學內涵影響學生的認識信念，除了評估教學方法的適切性，亦可分析認識信念成長之因素。

誌　　謝

本研究由行政院國家科學委員會九十三年度專題研究計畫經費補助（計畫編號 NSC93-2511-S-017-010）。感謝審稿委員對本文所提供的寶貴建議。

參考文獻

1. 李麗菁和劉湘瑤（2006）：國小教師對爭論性環境議題之抉擇制定。**環境教育研究**, **4**(1), 1-32。
2. 林樹聲（2004a）：重視自然與生活科技學習領域中科技爭議議題的融入與探討。教育部主編，**國民中小學九年一貫課程理論基礎**（二），頁 453-465。台北：教育部。
3. 林樹聲（2004b）：**應用學習環策略進行科技引起的社會爭議議題之教學研究**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（NSC92-2511-S-415-003）。
4. 翁正鴻和楊芳瑩（2001）：**應用 STS 教學策略於大學通識課程之研究**。論文彙編：第三屆 STS 科學教育研討會。國立台灣師範大學。

5. 教育部（2003）：**國民中小學九年一貫課程綱要**。台北：教育部。
6. 靳知勤（2002a）：「有素養」或「無素養」？—解讀非科學主修大學生對三項全球性環境問題之敘述表徵。**科學教育學刊**, **10**(1), 59-86。
7. 靳知勤（2002b）：效化「基本科學素養」問卷。**科學教育學刊**, **10**(3), 287-308。
8. 劉美慧（1998）：議題中心教學法的理論與實際。**花蓮師院學報**, **8**, 153-179。
9. Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education, 22*, 665-701.
10. Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making unnatural natural. *Science Education, 82*, 417-436.
11. Abd-El-Khalick, R. (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
12. American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for all Americans.* New York: Oxford University Press.
13. Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, *87*(3), 352-378.
14. Buehl, M. M., & Alexander, P. E. (2001). Beliefs about academic knowledge. *Educational Psychology Review, 13*, 385-418.
15. Bybee, R. W. (1993). *Reforming science education: Social perspectives and personal reflections.* New York: Teachers College Press.
16. Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of scince*. Buckingham, UK: Open University Press.
17. Duell, O. K., & Schommer-Aikins, M. (2001). Measures of people's beliefs about knowledge and learning. *Educational Psychology Review, 13*, 419-449.
18. Evans, R. W. (1998). Teaching social issues through a discipline-based curriculum. *Social Studies Review, 38*(1), 70-76.
19. Grace, M. M. and Ratcliffe, M.(2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education, 24*(11), 1157-1169.
20. Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 378-405.
21. Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(4), 341-468.
22. Jehng, J.-C.J., Johnson, S. D., & Anderson, R. C. (1993). Schooling and student's epistemological beliefs about learning. *Contemporary Educational Psychology, 18*(1), 23-35.
23. Jimenez-Aleixandre, M.-P. & Pereiro-Munoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation an decision making about environmental management. *International Journal of Science Education, 24,* 1171-1190.
24. Kolstø, S. D. (2001a). 'To trust or not to trust, …'-pupils' ways of judging information

encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education, 23*(9), 877-901.

25. Kolstø, S. D. (2001b). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education, 85*, 291-310.
26. Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review, 62*, 155-178.
27. Liu, S.-Y. (2003). *Conceptions of the nature of science and worldviews of preservice elementary science teachers in Taiwan.* Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University, Ore-gon.
28. Liu, S.-Y., & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese gifted students' views of nature of science. *School Science and Mathematics, 102*, 114-123.
29. McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
30. McComas, W. F., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
31. Millar, R. (1997). Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? In R. Levinson, & J. Thomas (Eds.), *Science today problem or crisis?* (pp. 87-101). New York: Routledge.
32. National Research Council. (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.
33. Ogawa, M. (1986). Toward a new rationale of science education in a non-western society. *International Journal of Science Education, 8*(2), 113-119.
34. Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socioscientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education, 21*(7), 745-754.
35. Paulsen, M. B., & Wells, C. T. (1998). Domain differences in the epistemological beliefs of college students. *Research in Higher Education, 39*(4), 365-384.
36. Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics, 99*(4), 174-181.
37. Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socioscientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education, 19*, 167-182.
38. Sadler, T. D. (2002). *Socioscientific issue research and its relevance for science education*. Paper presented at the Annual Meeting of the Southeastern Association for the Education of Teachers in Science. Kennesaw, GA.
39. Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education, 88*(1), 4-27.
40. 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.

41. Schommer, M. (1993). Comparisons of beliefs about the nature of knowledge and learning among postsecondary students. *Research in Higher Education, 34*(3), 355-370.
42. Schommer-Aikins M., & Hutter, R. (2002). Epistemological beliefs and thinking about everyday controversial issues. *The Journal of Psychology, 136*(1), 5-20.
43. Songer, N. B., & Linn, M. C. (1991). How do students' views of science influence knowledge integration? *Journal of Research in Science Teaching, 28*, 761-784.
44. Tsai, C.-C. (1998). An analysis of Taiwanese eighth graders' science achievement, scientific epistemological beliefs and cognitive structure outcomes after learning basic atomic theory. *International Journal of Science Education, 20*, 413-425.
45. Tsai, C.-C. (1999a). Content analysis Taiwanese 14 year olds' information processing operations shown in cognitive structures following physics instruction, with relations to science attainment and scientific epistemological beliefs. *Research in Science & Technological Education, 17*, 125-138.
46. Tsai, C.-C. (1999b). The progression toward constructivist epistemological views of science: A case study of the STS instruction of Taiwanese high school female students. *International Journal of Science Education, 21*, 1201-1222.
47. Tsai, C.-C. (2002). A science teacher's reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation. *Science Education, 86*, 23-41.
48. Tsai, C.-C., & Liu, S. Y. (2005). Developing a multidimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education, 27*(13), 1621-1638.
49. Wessel, M. R. (1980). *Science and conscience*. New York: Columbia University Press.
50. Yager, R. E., & Lutz, M. (1995). STS to enhance total curriculum. *School Science and Mathematics, 95*(1), 20-26.
51. Yang, F. Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior High School Students' Preference and Reasoning Modes about Nuclear Energy Use. *International Journal of Science Education, 25,* 221-244.
52. Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7-38). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
53. Zeidler, L. D., Walker, A. K., Ackett, A. W., Simmon, L. M., (2002). Tangled up in view: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education, 86*, 343-367.

附錄一：科學觀點問卷

一、科學的創造性（IC）

1. 科學家的直覺在科學發展的過程中，扮演一個重要的角色。
2. 一些現在被接受的科學知識是從人類幻想與預感而來的。
3. 科學理論發展的過程中需要科學家的想像力與創造力。
4. 科學家有時從一些看起來不是很相關的知識或理論中得到解決問題的靈感與想法。
5. 創造力在科學知識發展的過程中扮演一重要的角色。

二、探究過程的理論依據性（TL）

1. 科學家的研究活動會受他們既有理論的影響。
2. 科學家可做完全客觀的觀察。
3. 科學探索的過程中是不會受科學家既有理論的影響。

三、科學知識的暫時性（CT）

1. 科學知識發展的過程中經歷過概念的一再變更。
2. 現有科學知識提供對於自然現象暫時性的解釋。
3. 現在被認可的科學知識可能未來會改變或甚至被捨棄。

四、社會協調性（SN）

1. 一個新的科學理論需經由科學社群的大部分科學家認可才有其效力。
2. 科學家們有一套共同認同的觀點與方式進行科學研究。
3. 科學知識是經由科學家們共同討論辯證出來的。
4. 科學社群內的討論與成果分享是科學知識成長的主要原因之一。
5. 有效的科學知識需經由相關領域科學家的認可。
6. 當代的科學家有一套共同接受的標準以評定科學研究結果的可靠性。
7. 科學家間的不斷討論辯證可形成更好的科學理論。

五、文化影響面（CU）

1. 不同文化族群的人，有不同的方法或過程來獲得有效的科學知識。
2. 有一部份的科學知識來自民間傳說與神話。
3. 科學知識對不同文化族群的人有不同的價值。
4. 不同文化族群的人，有同樣的方法解釋自然現象。
5. 因為科學具有普遍性和客觀性，所以各個文化下的科學知識都是相同的。
6. 科學是客觀的，因此科學獨立於民族的文化之外。
7. 科學知識發展受文化的影響。

附錄二：環境議題問卷

【議題一】高山纜車

政府正積極推動「挑戰 2008：國家發展重點計畫－觀光客倍增計畫」，希望帶動台灣的觀光旅遊熱潮。在經建會委託的「台灣高山景點建置纜車潛在地點評估及開發營運之研究」中建議四條路線，如果這四條高山纜車興建完成，未來在玉山、雪山、合歡山及南湖大山，將有纜車從登山口直通山頂。針對是否興建高山纜車，政府和民間都出現了截然不同的聲音，也引發了社會各界的廣泛討論。

一方專家說

由於高山地區交通不便，多數民眾受到時間和體力的限制，無法完全看到山林的全貌。若能在對生態與景觀最小影響的前提之下，興建高山纜車方便全民親近山林，體驗自然之美，可以擴大民眾的視野及遊覽空間。

比較纜車與開闢山區道路二種公共交通設施，纜車帶來的環境衝擊遠比興建道路來的低。山區步道維護困難，遊客量的控管不易，可能會對步道四週的地形地貌、生態環境產生衝擊；纜車則具有橫越崎嶇山區，發揮最短距離、快速而又便捷的運輸功能，且兼具空中賞景與休閒觀光等遊憩體驗。

如果認定該地區，允許有限度的開發觀光遊憩設施，高山纜車反而可以作為高山地區替代性的交通工具。纜車不會破壞山上環境，但可以帶動山下地區的地方經濟，提高社區居民就業與所得，讓高山居民視高山生態為生命共同體，這是保護高山生態的辦法。

另一方專家說

自然之所以吸引人，是因為其原始美麗，而非因為輕易到達。親近自然、重建人與土地的連結，並不一定非得上 3000 公尺的高山不可！高山纜車的興建只是將人們機械化的送往高山，表面上是親近自然，實際上是快速的消費自然。

在國家公園和生態保護區內，原本就不應該開闢引進人潮的道路，纜車興建後成為快速的運輸工具，帶來的人潮將對當地環境造成更大的衝擊。而觀光客倍增只重遊客數量，並未重視在地文化與自然的深度認識；只靠纜車迅速帶遊客上山及下山，反而留不住商機。

纜車的興建，如果沒有配套的管理辦法，大量人潮為山區部落帶來的只是景觀上的破壞，而受惠的更只是參與纜車興建的廠商。假如纜車要有更高的經濟效益，勢必得提高週遭觀光的開發，對自然生態的破壞勢必增加。

- 在閱讀完以上有關興建高山纜車的資料後，您是否支持高山纜車的興建？
  □是，我支持高山纜車的興建。
  □否，我不支持高山纜車的興建。
  □其他。
- 為什麼您會做出這樣的決定？
  在相關的資料中，有哪些敘述支持您的看法。

【議題二】全球暖化

環境科學專家們 2001 年二月在美國首府華盛頓討論全球暖化的議題，當場科學家們各持不同的看法。部分科學家強調：越來越多的證據支持全球暖化造成嚴重的問題；另一群科學家則持反對的意見，並提出證據說明：地球溫度上升不是因為人類活動所造成的。他們發表學術報告支持個別的立場，內容摘要如下：

全球暖化是一個迷思

研究地球的歷史，科學家們已發現地球氣候溫度的動態性質，全球氣候型態與冰河和間冰期溫度變化之研究證據是一致的。由衛星傳送回來的大氣溫度偵測資料顯示，過去十年來全世界溫度上升 0.6 ℃，以古氣候學的觀點來看，這樣的溫暖趨勢是正常的，並非人類活動所造成的。

而所謂的溫室效應氣體，包括二氧化碳、水蒸氣、甲烷，原本就存在於大氣中，其實，溫室效應氣體以水蒸氣為主，佔了 95% ，因此，擔心因二氧化碳量增加造成溫度升高是有點杞人憂天。此外，長時間的預測是全球暖化假說的另外一個問題，那些學者宣稱電腦計算出的模式可預測海平面將因為全球暖化而升高；但也不可否認還有另一個預測模式存在著，也就是如果溫度上升，海洋湖泊的蒸散也會增加，產生更多的雲，雲層覆蓋則降低太陽輻射，抑制溫度的上升。

全球暖化的神話被部分科學家們廣泛流傳，但沒有資料證實他們的說法，不幸的是，他們所提出的解決方法將對全球經濟造成嚴重的影響。在日本京都召開的國際會議中各國政府官員和環保人士建議，各國應控制溫室效應氣體的排放量低於 1990 年標準的 10% ，要作這樣的改變將花費大量的經費，扼殺工業的發展，對國家經濟造成負面衝擊。因此，我們應將氣候變化視為自然的趨勢，拒絕受特殊利益團體的煽動。

全球暖化造成嚴重的環境危機

二氧化碳和其他溫室效應氣體（如甲烷、氟氯碳化物和臭氧）從地球表面釋放到大氣層，吸收來自地球表面所釋放之長波輻射，再反射回地面，此效應可提高地表之溫度。英國科學家最近記錄到大氣的熱是溫室效應氣體累積的結果，這些自然產生的氣體可以幫助維持地球的自然氣候。然而，從二十世紀中期以來，人類活動，尤其是大量燃燒石油、天然氣、煤，造成大氣中二氧化碳量顯著增加，氣溫資料顯示過去十年來全世界溫度上升 0.6 ℃，從更多的觀測資料，如雪的覆蓋度、冰河消失、極地冰山融化等，更可看出嚴重性。

根據現在溫室效應氣體累積的狀況，電腦計算出的模式預測到嚴重的環境災變，雖僅是些微的全球溫度上升，都可引起冰山的融化，使得海平面升高，造成全世界幾十萬公頃的沿海土地因此沉沒於海中。全球暖化將造成各種問題，如病蟲害增加，有人預測瘧疾病例將增加 50% ，各地的生態也將發生改變，導致無數的動植物滅絕。

攻擊全球暖化研究的科學家們是那些石油和汽車工業資助的，而那些研究者未能謹慎評估科學證據，混淆視聽，使民眾只顧眼前利益。減少溫室效應氣體的排放雖然會讓工業和消費者多花一些錢，然而若不改變，所造成的環境破壞的成本將遠超過任何的花費。

■ 在閱讀完以上有關全球暖化的資料後，你認為兩組科學家所引用的資料證據是否充

分支持其立場？

■ 在會議中，科學家們都獲得相同的氣象資料，也就是十年來全世界溫度上升 0.6 ℃，但是為什麼所提出的兩篇學術報告摘要卻有完全不同的結論？

你比較相信哪一篇報告內容？並請說明你的選擇

□全球暖化是一個迷思

□全球暖化造成嚴重的環境危機

□都不相信

Scientific Epistemological View and Decision-making on Socioscientific Issues

Shiang-Yao Liu[1], Li-Chin Lee[2] and Chin-Chung Tsai[3]

[1]Graduate Institute of Environmental Education,
National Kaohsiung Normal University
[2]Shin Jin Elementary School, Tainan County
[3]Graduate School of Technological and Vocational Education,
National Taiwan University of Science and Technology

Abstract

This study mainly analyzed the differences between science and non-science major students' scientific epistemological views (SEV) and their decision makings on some socioscientific issues. Additional intent was to explore any relationships between SEVs and decision making strategies. A total of 127 freshmen, 56 science majors and 71 non-science majors, enrolled in a university in southern area were participated in this investigation. The first instrument was to assess students' understandings about the creative, theory-laden, and tentative nature of scientific knowledge, and the social negotiation in science community and culture impacts on science. Another open-ended questionnaire, including two environmental issues, was to examine participants' information preferences and reasoning modes about the controversial issues. Results indicated that participants who use technical perspective to make arguments and who have critical thinking trait score higher on the "tentative" SEV subscale. These findings implied the role of SEVs on the decision making process. This study suggests that a better understanding of students' epistemological beliefs toward science would help science educators to develop and implement appropriate instruction that can enhance students' SEVs and critical thinking in college classrooms.

Keywords: Undergraduates, Socioscientific Issues, Decision Making, Scientific Epistemological Views