

國立台灣師範大學科學教育研究所
碩士論文

指導教授：許瑛珪 博士

探討不同科學認識觀的八年級學生
在社會性科學議題上論證能力的表現

研究生：李亭誼

中華民國 100 年 1 月

誌 謝

在這一年半的研究所生涯中，似乎才正要熱烈登場就已悄悄接近尾聲。這份論文的誕生，首要感謝我的指導教授許瑛珖老師，以及口試委員林樹聲老師與劉湘瑤老師。十分感謝你們在百忙之中給予我的研究許多的建議與指導，使得此份論文的完成度更高，也讓我從中學習到做研究的內涵，實為獲益良多。其中最要表達我的感謝之意的是我的指導教授許瑛珖老師，因為您用心而嚴謹的指導，讓我在有限的碩士生涯中能如期地完成學業，也在我遇到困難的時候給予我許多的協助與鼓勵，讓我感受到您溫暖的關心，激勵我往前邁進與衝刺。與您的師生之緣已近十年，這些日子以來真的十分感謝您的指導，未來我將更努力。也十分謝謝這次口試的兩位委員，謝謝林樹聲老師特地遠從嘉義北上來進行口試，給予我的研究許多詳盡且重要的建議，也提供我許多論文編修的方法與方向，也謝謝劉湘瑤老師給予我研究很多精要的建議，讓我釐清研究可能出現的盲點或需要修正的地方，讓我的論文完成度更加地完備。

在撰寫論文的日子裡，感謝身邊的好友給予的支持與鼓勵，無論是研究所結識的好友或是過去各求學階段的好友們，都很感謝你們在這些水深火熱的日子裡，給予的協助和鼓勵，你們的加油打氣都是促使我繼續努力下去的動力，真的很謝謝你們。也特別感謝一位在這些日子裡，給予我許多陪伴與關愛的小學同學，有你的支持與體諒才讓我有更多的空間與時間完成我的碩士論文，謝謝你。

摘要

本研究探討我國八年級學生在社會性科學議題上論證能力的表現和其科學認識觀對於其論證能力的影響。研究對象採樣方式為便利取樣，對象為台北縣內一所偏遠地區國民中學的八年級學生，有效樣本數為 42 人。研究採實驗研究法單組前後測設計，檢視實施以「水庫興建預定地的選定」為主題的論證教學前後，學生的論證能力表現情形以及不同的科學認識觀傾向對於學生論證能力的影響。經「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)統計分析，發現論證教學前後學生整體的論證能力表現，以及「提出論點」、「提出前提」、「提出支持性論點」、「提出證據」與「提出反論點」五項論證子能力的表現都沒有顯著的改變($p<.05$)，學生整體的科學認識觀以及「科學的創造性(IC)」、「科學知識的暫時性(CT)」、「社會協調性(SN)」、「文化影響面(CU)」四個項度在論證教學前後皆沒有顯著的改變，僅有在「探究過程的理論依據性(TL)」這個項度得分於論證教學後有顯著的下降($p<.05$)，表示學生對科學探究過程的理論依據性於論證教學後更傾向邏輯實證主義的科學認識觀。進一步以「魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)」檢定學生科學認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀或偏向邏輯實證主義的認識觀)對於其整體論證能力表現以及各項論證子能力(提出論點、提出前提、提出反論點、提出支持性論點，以及提出證據)的影響，結果發現，不同科學認識觀傾向的學生在整體論證能力和「提出支持性論點」這項論證子能力於論證教學前後的進步幅度達顯著($p<.01$)，表示科學認識觀越傾向建構主義的學生，在經過論證教學後其整體論證能力以及「提出支持性論點」的能力會越好。

關鍵詞：社會性科學議題、論證能力、科學認識觀

Abstract

This study aimed to explore the development of eighth graders' argumentation skills and scientific epistemological views through socioscientific issues-based instruction, and the relationship between their argumentation skills and scientific epistemological views. After selecting 42 participators from a remote middle school using convenience sampling, we used the one-group and pre-posttest experimental design to examine the effect of socioscientific issues-based instruction. The results showed that students' generating arguments, counterarguments, backings, evidences, and qualifiers were not improved significantly after the instruction. Moreover, their scientific epistemological views in the theory-laden exploration of science had changed significantly and were closer to the view of logical positivism. Furthermore, we found that there was a significant difference in argumentation skills between students with different scientific epistemological views, especially in generating backings. Students whose scientific epistemological views tended to constructivism epistemological views would have better argumentation skills after the socioscientific issues-based instruction.

Key words: socie-scientific issue, argumentation skill, scientific epistemological view

目 錄

第一章 緒論-----	1
第一節 研究背景與動機-----	1
第二節 研究目的-----	5
第三節 研究問題-----	6
第四節 研究的重要性-----	7
第五節 名詞釋義-----	8
第二章 文獻探討-----	10
第一節 論證能力-----	10
一、論證的重要性-----	10
二、論證的定義-----	11
三、論證能力與論證品質-----	13
四、論證相關研究-----	17
(一) 促進論證教學成效-----	17
(二) 論證能力相關實證研究-----	19
第二節 社會性科學議題-----	24
一、從 STS(Science, Technology, and Society)到 SSI-----	24
二、社會性科學議題的定義-----	26
三、社會性科學議題與論證-----	26
第三節 科學認識觀-----	28
一、認識觀與認識信念(Epistemological belief)-----	28
二、科學認識觀的定義-----	28
三、論證與學生特質-----	29
第三章 研究方法-----	31
第一節 研究對象-----	32
一、研究對象的選取方式-----	32
二、研究對象特質-----	32

第二節 研究設計與流程-----	37
一、研究流程-----	37
(一) 準備階段-----	37
(二) 資料收集階段-----	37
(三) 結果分析階段-----	38
二、論證教學課程設計-----	40
(一) 論證議題的選取-----	40
(二) 論證教學課程設計-----	41
第三節 研究工具-----	47
一、「論證技能與議題決策問卷」-----	47
二、「科學認識觀問卷」-----	48
第四節 資料分析-----	50
一、學生論證能力表現情形-----	50
二、學生科學認識觀表現情形-----	59
三、不同科學認識觀對於學生論證表現的影響-----	60
第五節 研究範圍與限制-----	62
第四章 研究結果與討論-----	63
第一節 學生論證能力的表現-----	63
一、論證教學前後學生的論證能力表現分析-----	63
二、論證子能力得分頻率分佈情形-----	65
三、質性資料分析-----	68
(一) 問卷中於論證子能力「提出論點」的資料分析-----	68
(二) 問卷中於論證子能力「提出前提」的資料分析-----	69
(三) 問卷中於論證子能力「提出反論點」的資料分析-----	70
(四) 問卷中於論證子能力「提出支持性論點」的資料分析-----	71
(五) 問卷中於論證子能力「提出證據」的資料分析-----	72
四、論證教學前後論證能力的變化情形-----	74
第二節 學生的科學認識觀-----	78

一、 論證教學前後學生的科學認識觀表現分析-----	78
二、 科學認識觀問卷前後測各題答題頻率分析-----	79
三、 論證教學前後論證能力的變化情形-----	82
第三節 學生論證能力與科學認識觀相關性探討-----	85
第五章 結論與建議-----	92
第一節 研究發現與結論-----	92
一、 論證教學前後學生論證能力表現及科學認識觀的改變情形-----	92
(一) 論證能力表現-----	92
(二) 科學認識觀-----	93
二、 學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響-----	93
第二節 檢討與建議-----	95
一、 論證教學後論證表現改變情形檢討與建議-----	95
二、 學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響檢討與建議-----	96
第三節 未來研究發展與方向-----	98
一、 論證教學課程設計-----	98
(一) 調整前後測實施的時間間距-----	98
(二) 加強論證技能的訓練-----	98
(三) 縮小相互論證的小組人數-----	98
(四) 增加學生於論證學習歷程之自我檢核-----	99
二、 未來可能的研究方向-----	99
(一) 了解小組內互動對論證的影響-----	99
(二) 長時間的論證教學-----	99
(三) 加入增進對科學本質瞭解的課程設計-----	99
參考文獻-----	100
中文-----	100
英文-----	101

表 目 錄

表 2-1-1	Toulmin 論證模式中各項論證要素的意義-----	13
表 2-1-2	論證能力階層評分方式(Osborne et al., 2004a)-----	14
表 2-1-3	含反駁的論證能力階層評分方式(Osborne et al., 2004b)-----	15
表 2-1-4	論證能力量化評分方式 (Mason & Scirica, 2006)-----	16
表 2-1-5	國內論證能力量化評分方式 (林樹聲與黃柏鴻, 2009)-----	17
表 2-1-6	黃柏鴻與林樹聲(2007)論證教學策略-----	18
表 2-1-7	1999年至2010年國外相關論證實證性研究----- (參考黃柏鴻與林樹聲, 2007)	20
表 3-1-1	學校本位特徵分析內容-----	35
表 3-2-1	論證教學策略與課程活動之對應-----	42
表 3-2-2	論證教學活動內容流程表-----	43
表 3-2-3	三個水庫興建預定地之興建條件優勢權重表-----	45
表 3-3-1	科學認識觀問卷題目分配表-----	48
表 3-3-2	Tsai & Liu (2005)科學認識觀量表各項度 Cronbach's α 值-----	49
表 3-4-1	論證技能與議題決策問卷評分準則-----	53
表 3-4-2	科學認識觀問卷評分準則-----	59
表 3-4-3	資料分析方法-----	60
表 4-1-1	論證能力得分之敘述性統計表-----	65
表 4-1-2	論證子能力前後測之得分頻率表-----	66
表 4-1-3	「論證技能與議題決策問卷」的前後測分析-----	74
表 4-1-4	「論證技能與議題決策問卷」-各論證子能力的前後測考驗-----	76
表 4-2-1	科學認識觀得分之敘述性統計表-----	79
表 4-2-2	科學認識觀前後測各題填答頻率表-----	80
表 4-2-3	「科學認識觀問卷」的前後測分析-----	82
表 4-2-4	「科學認識觀問卷」-各項度的前後測考驗-----	83
表 4-3-1	科學認識觀前測做高低分組依據的前後測差值考驗-----	86
表 4-3-2	學生 S2 於「論證技能與議題決策問卷」前後測填答情形-----	88
表 4-3-3	學生 S13 於「論證技能與議題決策問卷」前後測填答情形-----	90

圖 目 錄

圖 2-1-1	TAP 論證模式(翻譯自 Toulmin, 1958, p.94)-----	13
圖 2-2-1	運用 SSI 教學提升科學素養(翻譯自 Zeidler et al., 2005, p.361)-----	25
圖 2-2-2	近十年 SSI 與論證之相關研究(翻譯自 Sadler, 2004, p.516)-----	27
圖 3-2-1	研究流程圖-----	39
圖 4-1-1	各項論證子能力於前後測之得分平均數圖-----	65
圖 4-1-2	「提出論點」前後測得分頻率長條圖-----	66
圖 4-1-3	「提出前提」前後測得分頻率長條圖-----	67
圖 4-1-4	「提出反論點」前後測得分頻率長條圖-----	67
圖 4-1-5	「提出支持性的論點」前後測得分頻率長條圖-----	67
圖 4-1-6	「提出證據」前後測得分頻率長條圖-----	68
圖 4-2-1	科學認識觀各項度前後測平均數圖-----	79

附 錄

附錄一	學校本位特徵問卷-----	106
附錄二	學習單一-----	112
附錄三	學習單二-----	115
附錄四	學習單三-----	122
附錄五	水庫興建預定地相關資料-----	123
附錄六	投票單-----	129
附錄七	「論證技能與議題決策問卷」-----	131

第一章 緒論

此研究主要在探討我國八年級的學生，在經過以社會性科學議題為教學題材的論證教學後，不同科學認識觀的學生在論證能力表現上的改變是否有差異存在。所以在緒論中，首先說明此研究的動機與背景，然後敘述本研究的目的與研究問題，最後釐清研究中相關重要字詞的定義。

第一節 研究動機與背景

在現代資訊多元與科技快速發展的社會裡，有許多與科學或科技所衍生的社會議題急需全民的關心與參與，例如：在台灣山高坡陡的地形之下，雨水多快速流入河海而不易儲蓄導致水資源不足，故需要仰賴興建水庫來解決水資源缺乏的問題，然而興建水庫這個議題不單純是一個科學議題，興建水庫需考量興建預定地的氣候與地質條件、政府政策、環境與生態保育以及居民搬遷等不同層面的問題。此種科學議題，須考量其社會、政策或環境等各層面的相互影響，以致問題解決途徑並非唯一的問題，即所謂「社會性科學議題」(Socio-Scientific Issues, 簡稱 SSI) (Sadler, 2004)。在工業革命後，科技快速發展的這個時代下，這樣的議題也隨之越來越多，例如：基因改造是否合宜、全球暖化是否因人類過度開發所造成，以及高速鐵路的興建與否等等都是社會性科學議題。所以身為現代公民，不僅要具備足夠的科學知識，更需要具備獨立思考與解決問題的能力，得以了解與處理這類的議題。基於這樣的社會發展趨勢與需求，培養學生成為一個具有問題解決能力及獨立思考能力的現代社會公民，是當前教育的潮流與目標(教育部，2003)。

在我國最新發布的「民國九十七年國民中、小學九年一貫課程綱要」當中，明確地指出學生應具備的基本能力中包含了「解決問題能力」以及「獨立思考能力」(教育部，2008)。「解決問題」指的是運用已知的知識，透過組織與整合知識和資料，來找出解決問題的方法或策略。而在解決問題的過程中，會需要學生針對問題自己做推理以解決他所面臨的問題，這個過程就是「獨立思考」的表現。「獨立思考能力」就是一個透過自我推理來解決問題的歷程，而其中推理指的是一種思考的歷程。

程，它包含了基本的思考、批判性思考，以及創造性思考(教育部，2008)。在這些思考能力當中，「批判性思考」能運用於解決具多元面相的議題，因為這類的思考歷程即為透過收集問題相關資料，再組織、整合與分析這些訊息，然後連結問題各面相之相互關係與影響，最後提出合理的結論。所以欲培養學生成為具解決問題能力的現代公民，就必須培養學生批判性思考的能力。然而，批判性思考能力中又包含了許多能力，其中論證能力即是批判性思考能力中重要的一項指標性能力(Freeley & Steinberg, 2005)。若能培養學生的論證能力，即能提升其批判性思考的能力，進而提升其有效解決日常生活中的問題及協調溝通的能力(Nussbaum, 2002; Siegel, 1995)。

近十幾年來論證開始被融入科學教育中，論證教學成為一個逐漸受到重視的科學教育議題(Bell, 2004; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Driver, Newton, & Osborne, 2000)。除了從我國國民中小學的課程綱要中可看出論證能力的培養於科學教育的重要性之外，美國科學促進會(American Association for the Advancement of Science, AAAS)於西元 1992 年針對美國幼稚園到高中階段(K-12)的科學教育目標所提出之「2061 計劃」中也指出，論證融入科學教學中，對學生在科學課室中學習對科學論述做出定義、評價或反駁等等有很大的助益，故培養學生的論證能力是當前及未來重要的科學教育目標之一(AAAS, 1992; 邱美虹，1994)。在科學教育中實施論證教學時，需要有一個論證的議題，這類的議題通常具有情境兩難的問題或是具有多元觀點，以提供學生針對此議題進行相互的論證與辯駁。論證教學的議題層面廣泛，可以是科學性的議題、人文社會層面的議題，或是包含多元層面的議題。在現今科技發展迅速的社會中，許多科學發展所衍生的社會問題越漸頻繁，這種與科學或科技相關的具有對立性論點或社會性兩難問題，即所謂「社會性科學議題」(Socio-Scientific Issues, 簡稱 SSI) (Sadler, 2004)。這類問題的解決途徑常會因為個人相異的經驗、背景、文化、所處環境或所持立場不同，而有不同的觀點及解決方式，所以無法達到一致的共識而產生爭議或辯論(Sadler, 2004)。因此如何選擇適合學生進行論證的議題，是教學設計上需謹慎考量的，SSI 議題涵蓋多元的思考層面，是適合作為論證教學的議題。更有研究顯示運用 SSI 於教學上有助於學生論證能力的培養(Jimenez-Aleixandr, 2002)。

近十幾年，關於論證的研究主要有三大研究方向，分別是關於論證本質的探討

(Bricker, & Bell, 2008; Kolstø, 2004; Kuhn, 1992; Patronis, Potari, & Spiliotopoulou, 1999)、論證教學策略的研發(Dawson, & Venville, 2010; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Osborne, Erduran, & Simon, 2004a, 2004b; Patronis, Potari, & Spiliotopoulou, 1999), 以及探討論證教學前後論證能力或科學知識學習等的成效與變化(Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008; Jeong, & Lee, 2008; Zohar, & Nemet, 2002; 林樹聲、黃柏鴻, 2009)。關於論證本質的研究, 早期 Kuhn(1992)將論證的形式分成兩類: 修辭的論證(rhetorical argument)以及對話的論證(dialogic argument)。修辭的論證指的是一系列關於證明事情真偽的推理, 這類型的論證在 Boulter, & Gilber (1995)的定義中此種論證稱為教導式論證(didactic argument); 對話的論證, 則是偏向現今主要在談的論證, 亦被稱作多方論證(multi-voiced argument)。然而, 論證與邏輯推理的內涵並不相同, 近期學者開始將論證與邏輯兩者作區分, 邏輯指的是嚴格依循某些特定的學術規則連結假說與結論, 而論證則是一種涵蓋了社會情境與文化的社會性活動, 並非只是邏輯規則上的推理(Driver et al., 2000)。發展至今, 現在談的論證則多為論證理論(argument theory), 論證理論主要是由 Toulmin(1958)所提出, 將論證定義成考量情境背景的各项要素, 包含了: Claim(主張)、Warrant(理由)、Data(證據)、Rebuttal(反駁)、Backing(支持性通則)、Qualifier(前提或條件)等要素。在眾多的論證定義中, 以 Toulmin(1958)所提出來的論證定義最具代表性, 許多後期研究論證的學者們都是奠基於他的論證架構(Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Driver, et al., 2000; Kolstø, 2004)。

關於論證教學策略與評量的發展, 早期Kuhn(1991)做了一系列關於學童及成人論證能力表現的研究, 其研究結果指出論證能力並非與生俱來而是需要培養與練習的, 所以為了促進學生論證能力所進行的論證教學是需要運用適切的教學策略和設計良好的教學活動。Hogan & Maglienti (2001)以及Zohar & Nemet (2002)研究也指出若只單純讓學生討論社會性爭議議題, 並沒有辦法培養學生做出有效的論證, 還是要有適當的論證教學策略及素材融入, 才能真正達到培養學生論證能力的目標。黃柏鴻與林樹聲(2007)的研究中整理出進行論證教學可運用的策略, 主要包含了六大項:「論證因子寫作」、「兩難情境」、「角色扮演」、「競爭理論」、「辯論」以及「科學探究與發表」。「論證因子寫作」是讓學生在論證過程中, 針對論證的主題與內容寫下論證要素:「資料」、「主張」、「理由」、「反駁」、「證據」與「支持性通則」以

讓學生更瞭解論證的過程與內容；「兩難情境」指的是要提供一個兩難的情境以供學生討論與辯證；「角色扮演」是讓學生親身扮演角色，以角色立場提出論點或證據等等；「競爭理論」是提供相互競爭的多種解釋，讓學生可進行辯證以激盪出更多的想法與討論；「辯論」是讓學生分成支持不同主張的派別，分別提出各自的論點與證據並相互辯證，再針對不同的論點提出反駁或加強自己的論點；「科學探究與發表」是在學生收集與論證主題相關的資料時，讓學生收集與整合新聞、網路或書籍等資料，最後再讓學生以口頭發表或撰寫書面報告等方式呈現其資料分析與詮釋的結果。

論證相關的實證研究結果顯示，學生在經過論證教學後，其科學知識和論證能力皆有所提升(Aufschnaiter¹, Erduran, Osborne, & Simon, 2008; Kortland, 1996; 蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭，2008；林樹聲、黃柏鴻，2009)，也有研究顯示論證教學後學生對於科學本質更加地了解(Bell & Linn, 2000; Yerrick, 2000; 蔡俊彥、黃台珠，2008)。近期則是開始有較多學者將研究重心，放在學生特質與論證能力之間的相關性探討，例如學生的學習風格(Jeong & Lee, 2008)或科學認識觀(Manson & Scirica, 2006)對學生論證能力的影響。綜觀國內的論證實證性研究發現，近期關於論證研究的相關主題，多為不同教學策略對於論證能力的影響，而其研究對象則多為國小或國中學習階段的學生(鄧又仁、林素華，2009；李松濤、林煥祥、洪振方，2010)。或是在探討論證教學對於學生學習科學知識的成效與影響，相對而言探討學生特質影響論證能力表現的研究則較少，其中針對學生具有之科學認識觀如何影響其論證表現的研究則更少，目前此類研究的對象僅有大專院校學生(張淑女，2004)，未有國中階段的學生。另外，基於Manson & Scirica (2006)的研究結果顯示針對八年級的學生，其科學認識觀可以作為有效預測其論證技能的因子，此項研究結果呼應了Kuhn (1991)所提之認識論對於論證能力有所影響這項論述。然而此項研究利用迴歸分析的方式找到以學生的認識觀來預測其論證技能的表現，然而學生的科學認識觀與論證技能之間的因果關係，以及兩者如何相互影響並沒有做更深入的探討，基於此本研究希望深入探討我國八年級學生在經過以社會性科學議題為論證主題的論證教學後，擁有不同科學認識觀的學生其論證表現是否有所差異，進一步分析學生的科學認識觀對於其論證能力的影響。

第二節 研究目的

基於前一節研究動機與背景之討論，本研究希望針對目前研究對象中，較少被討論的國中階段學生，探討其科學認識觀對論證能力表現的影響。總結本研究目的，即欲探討我國八年級的學生，在接受過以「水庫興建預定地的選定」這個社會性科學議題的論證教學後，學生的論證能力和科學認識觀的變化，以及學生所具有的科學認識觀對於其論證能力的表現的影響。

在本研究中，不同的科學認識觀定義為傾向建構主義的科學認識觀，以及傾向邏輯實證主義的科學認識觀，包含五個面向，分別為：「科學的創造性」、「探究過程的理論依據性」、「科學知識的暫時性」、「社會協調性」，以及「文化影響層面」。另外，本研究定義的論證能力則包含了「提出論點」、「提出反論點」、「提出支持性的論點」、「提出證據」，和「提出前提或條件」這五項子能力，依據本研究目的會在研究中依據學生的科學認識觀傾向作分群，詳細探討不同科學認識觀傾向的學生其整體論證能力以及各項論證子能力表現的差異，以及不同科學認識觀對於其論證能力表現的影響。

第三節 研究問題

依據本研究之目的，詳細具體的研究問題如下：

一、 學生論證能力表現情形

1. 學生在經過以「水庫興建預定地的選定」這個社會性科學議題為教學題材的論證教學後，其在「提出論點」、「提出反論點」、「提出支持性的論點」、「提出證據」，和「提出前提或條件」這五項論證子能力的表現為何？
2. 學生的論證能力在經過以「水庫興建預定地的選定」這個社會性科學議題為教學題材的論證教學後，是否有顯著不同？

二、 學生的科學認識觀

1. 學生在經過以「水庫興建預定地的選定」這個社會性科學議題為教學題材的論證教學後，其在「科學的創造性」、「探究過程的理論依據性」、「科學知識的暫時性」、「社會協調性」，和「文化影響面」這五個科學認識觀面向的表現為何？
2. 學生的科學認識觀在經過以「水庫興建預定地的選定」這個社會性科學議題為教學題材的論證教學後，是否有顯著不同？

三、 學生論證能力表現和科學認識觀間的相關性

1. 不同科學認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀、偏向邏輯實證主義的認識觀)的學生，其論證能力是否有所差異？
2. 在各個科學認識觀向度(科學的創造性、探究過程的理論依據性、科學知識的暫時性、社會協調性，以及文化影響面)中，不同認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀、偏向邏輯實證主義的認識觀)的學生，其論證能力是否有所差異？
3. 學生在各項論證子能力(提出論點、提出反論點、提出支持性的論點、提出證據、提出前提或條件)的表現，與其科學認識觀的相關性為何？

第四節 研究的重要性

本研究的重要性主要有四大項，分述如下：

1. 能提供未來論證相關實徵研究，針對探討我國國中生之科學認識觀對社會性科學議題的論證表現影響，有更深入的了解。
2. 本研究在研發國中生接受論證教學的模組過程，可深入探討哪些設計元素對學生論證能力的培養有所助益，進而增進論證融入科學學習的效益，並做為未來論證教學設計的參考。
3. 若自然科學教師欲進行論證教學，透過本研究對於科學認識觀與論證能力表現間相關性的探討，可以對於教學內容或評量方式有更適切的規劃與設計。
4. 當自然科學教師評量學生的論證能力時，可以透過本研究的結果對於學生論證能力表現的優劣有更好的詮釋與理解，以提升論證教學評量的品質與實質意義。

第五節 名詞釋義

本研究中相關重要名詞的定義，分述如下：

一、 論證能力(Ability of Argumentation)

本研究關於論證能力的定義與分類，主要以 Toulmin(1958)所提出之論證架構(Toulmin's Argument Pattern, TAP)為主要依據，他將論證過程細分成幾個論證要素，分別為：Claim(主張)、Warrant(理由)、Data(證據)、Rebuttal(反駁)、Backing(支持性通則)、Qualifier(前提或條件)，再參考 Mason 與 Scirica(2006)以及黃柏鴻與林樹聲(2007)所提的論證能力，其包含三個部份：提出論點(arguments)、提出反論點(counterarguments)以及提出支持性的論點(supportive arguments)。最後發展出本研究對於論證能力的定義：論證能力指的是提出論點(arguments)、提出反論點(counterarguments)、提出支持性的論點(supportive arguments)、提出證據(data)，以及提出前提或條件(Qualifier)的能力。其中，論點包含主張及理由、反論點則是與論點相反主張的論點、支持性的論點則是當反論點提出後針對論點所做的支持性論述，包含：1)精緻化原理由、2)補充新理由及 3)反駁、證據則是提出能支持其論點的有效資訊，前提及條件則是在提出一項論點時所需考量的前提與條件狀況。

二、 社會性科學議題 (SSI)

有些科學問題出現在社會情境裡，解決途徑往往不是唯一，因而當社會大眾面對這些問題時，會因為個人經驗、背景、文化、所處環境或所持立場不同而有不同觀點及不同的解決方式，有時因為無法達到一致的共識而產生爭議，早期學者稱這類問題為「具爭議的社會性科學議題」(controversial socio-scientific issues)(Stradling, 1984)。後期學者針對此類議題的定義與特性做了更多的描述，指出社會性科學議題主要的特性如下：通常為開放性的問題，且具有對立性論點或社會性兩難，問題的結構較模糊且沒有所謂的正確答案或解決途徑(Sadler, 2004)。本研究針對社會性科學議題的定義，是依據 Sadler (2004)對此類議題的定義，除了因為此定義對於社會性科學議題的內涵及特性描述較完備之外，也因為此定義廣為現在研究這一類型科學議題的學者所使用(Dawson, Venville, 2010; Kolstø, 2006; Patronis, Potari, & Spiliotopoulou, 1999; Sadler, 2004; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons,

2002; Zeidler, & Keefer, 2003)。而本研究論證教學的主題—「水庫興建預定地的選定」議題能符合本研究對於 SSI 的定義，是因為興建水庫的主題須考量不同興建預定地的氣候、地質、生態保育、政府或居民等的立場因素，這些因素不僅止於科學知識的考量，也牽涉到社會觀感或文化價值等因素的影響，所以是一個具情境兩難，且沒有唯一正確解決方式的問題，故本研究所選取的「水庫興建預定地選定」議題屬於社會性科學議題。

三、科學認識觀(Scientific Epistemological View)

科學認識觀指的是一個人對於科學本質、知識發展或特性的瞭解和看法。傳統的科學認識觀較偏向邏輯實證主義，現代科學認識觀的趨勢強調融入以社會文化角度理解科學的觀點，整體來說是較偏向建構主義的(劉湘瑤、李麗菁、蔡今中，2007)。由於在本研究中希望瞭解學生論證能力與科學認識觀的相關性，也基於現代科學認識觀強調考量社會層面的影響，所以採用有明確的科學認識觀面向分類，且具科學本質的社會文化影響層面的科學認識觀定義(Tsai, 1998, 1999)。該定義之科學認識觀包含五個面向：

(一) 科學的創造性(Invented and creative, IC)

科學是人類嘗試瞭解自然界的運行，所創造或發明出來的一套解釋或說法，並非發現自然界中既有存在之真理。

(二) 探究過程的理論依據性(Theory-laden, TL)

科學觀察無法全然客觀，其會受到科學社群的價值觀或科學理論所影響。

(三) 科學知識的暫時性(Changing and tentative, CT)

科學知識會隨著新的證據及理論的出現，而不斷更新演進，並非亙古不變。

(四) 社會協調性(Social negotiation, SN)

科學知識的形成是經過科學社群中，學者們彼此間不斷辯證、討論與切磋所產出的。

(五) 文化影響層面(Cultural impacts, CU)

科學會受到不同社會、文化或政策等影響而因地制宜，並非放諸四海皆準。

第二章 文獻探討

此章節將針對本研究三大主題：論證能力、社會性科學議題、科學認識觀，分段敘述其理論發展的時代背景與歷史沿革，然後針對各主題的定義和特性作說明，最後彙整各主題的相關研究結果，瞭解近期研究發展的趨勢。

第一節 論證能力

一、論證的重要性

近二十幾年來，論證這個議題開始廣為許多學者所研究(Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Kolstø, 2004; Kuhn, 1992; Toulmin, 1958)。而近期論證開始受到科學教育學者重視，並成為當前科學教育一個重要的目標，使得論證教學成為一個逐漸受到重視的教學策略(Bell, 2004; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Driver, Newton, & Osborne, 2000; 黃柏鴻、林樹聲，2007)。論證能力的培養在科學教育中占有一定程度的重要性，因為欲使學生成為具科學素養的公民，且讓其能有效解決日常生活中的問題以及協調與溝通人與人之間的紛爭，就必須加強學生的論證能力(Nussbaum, 2002; Siegel, 1995)。在科學教育中實施論證教學，能提升學生對於學習的主動性，及其科學探究能力與批判性思考能力等等(Duschl, & Osborne, 2002; 黃柏鴻、林樹聲，2007)。更有學者指出學生學習科學時，應更重視與強調其投入科學知識形成過程實務之學習，例如科學的論證與建模等等，讓學生能更瞭解科學發展的歷程與內涵(Bricker & Bell, 2008; Duschl, Schweingruber, & Shouse, 2007)。由此可見，論證對於學生學習科學有其相當程度的重要性。另外，從科學的本質來看，論證是為科學知識形成之核心，故透過論證的方式讓學生瞭解與學習科學知識發展過程是合理而可行的(Bell, 2004; Bricker & Bell, 2008)。科學知識形成的過程包含了不同的論證階段與內容：初期科學家針對其欲研究之問題提出他自己的假設後，會先經過自身的論證過程，然後再提出能說服其他科學家的論點和證據，經過學界許多科學家一番論證後再將研究成果公開發表於所在的領域社群中，最終則是將研究結果公諸於社會大眾 (Driver, Newton, &

Osborne, 2000; 黃柏鴻、林樹聲, 2007)。從美國科學促進會(American Association for the Advancement of Science, AAAS)的研究報告指出, 論證融入科學教學中, 對於學生在科學課室中學習對科學論述做出定義、評價或反駁等等都有很大的助益, 故培養學生的論證能力是當前及未來重要的科學教育目標之一(AAAS, 1992; 邱美虹, 1994)。同時在國內的國中九年一貫課程綱要也提到, 培養學生批判性思考能力是十分重要的(教育部, 2003), 鑑於批判性思考能力當中論證能力的表現就是其一項重要的指標能力(Freeley & Steinberg, 2005), 由此可看出國內中學科學教育, 對於學生論證能力的培養有其冀望與目標性。

二、論證的定義

關於論證的定義說法甚多, 從認知心理學的角度看論證, Kuhn(1992)提出論證是指利用一些證據來支持自己或反對他人意見、主張或結論的過程。透過論證可以檢視人類面對一件事時是如何思考的, 可提供瞭解其思考歷程與方式的訊息, 所以Kuhn(1992)將論證的形式分成兩類: 修辭的論證(rhetorical argument)以及對話的論證(dialogic argument)。修辭的論證指的是一系列關於證明事情真偽的推理, 這類型的論證在Boulter, & Gilbert (1995)的定義中此種論證稱為教導式論證(didactic argument), 也和Oxford英語辭典中論證的定義相近, 指的是為了反對一個立場而提出理由的行為(Driver, Newton, & Osborne, 2000; Kuhn, 1992)。修辭的論證通常多為單向的論證, 對應到科學教育中也有修辭論證的例子, 例如: 當科學教師在教授學生科學知識時, 使用傳統單一講述的教學法時, 教師將科學理論教授給學生的過程中, 必須提出這項理論的主張並說明支持這個理論的理由或證據, 去說服學生接受這一項科學理論, 其實這就是一種論證的過程, 而這樣的論證屬於單向的論證, 即所謂修辭的論證(Driver, Newton, & Osborne, 2000)。另一種論證形式則為對話的論證, 則是現今所強調的。對話式的論證參與者可以是兩個或兩個以上, 故亦可稱作多方論證(multivoiced argument), 指的是有多方面的觀點相互辯駁與說服的過程, 會因不同社會情境而有不同的論證結果出現。如同一些學者所指出的, 論證活動在不同的情境下, 就可能有不同型式和內容的論證活動產生, 某種程度而言也可說論證是社會性活動之一(Boulter, & Gilbert, 1995; Driver et al., 2000; Toulmin, 1958; 黃柏鴻、林樹聲, 2007)。論證的形式也可依據表達方式來分類, 可分為口語論證(oral

argumentation) 和書寫論證 (written argumentation) 兩種 (Simonneaux, 2008)。另外，從Bricker & Bell (2008)針對論證概念形成的各個面向做為分類來看，可以發現論證一詞的來源主要有六個層面：1)形式邏輯2)論證理論3)科學研究4)科學哲學5)科學的歷史、人類學與社會學6)科學學習。然而，論證與邏輯推理的內涵並不相同，近期學者開始將論證與邏輯兩者作區分，邏輯指的是嚴格依循某些特定的學術規則連結假說與結論，而論證則是一種涵蓋了社會情境與文化的社會性活動，並非只是邏輯規則上的推理(Driver et al., 2000)。發展至今，現在談的論證則多為論證理論(argument theory)，論證理論主要是由Toulmin(1958)他所著作的一本書—The Uses of Argument—開始發展，他打破傳統邏輯學中論證的概念，將論證定義成考量情境背景的各项要素，詳細地說明論證包含了Claim(主張)、Warrant(理由)、Data(證據)、Rebuttal(反駁)、Backing(支持性通則)、Qualifier (前提或條件)等要素，Toulmin(1958)論證架構中的論證要素之間的關係如圖2-1-1。在眾多的論證定義中，以Toulmin(1958)所提出來的論證模式(Toulmin's Argument Pattern, TAP)最具代表性，許多後期研究論證的學者們都是奠基於他的論證架構(Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Driver, et al., 2000; Kolstø, 2004)。在Toulmin的論證模式中各項論證要素的意義，參考Toulmin(1958)和黃柏鴻與林樹聲(2007)針對此論證模式所提出的註解，整理出各項論證要素的意義如表2-1-1。論證模式中的「資料」(data)指的是能夠用來支持論證者主張的事實或證據，而證據則是指用來支持一項理論或觀點的實驗數據或圖表、具體事實或研究報告結果等(Taber, Cooke, de Trafford, Lowe, Millins, & Quail, 2006)；「主張」(claim)則指的是論證者根據其收集的資料，透過論證過程所形成的結論；「理由」(warrant)說明了論證者如何從資料推論到主張的過程與方式；「支持性通則」(backings)是論證者用來加強或補充說明其理由的一般性通則；「前提」(qualifiers)則是指若論證者所支持的主張要成立，其認為需要具備的假設情況或條件；最後，「反駁」(rebuttal)在某些情況或條件之下主張不成立而提出反對的理由或敘述。

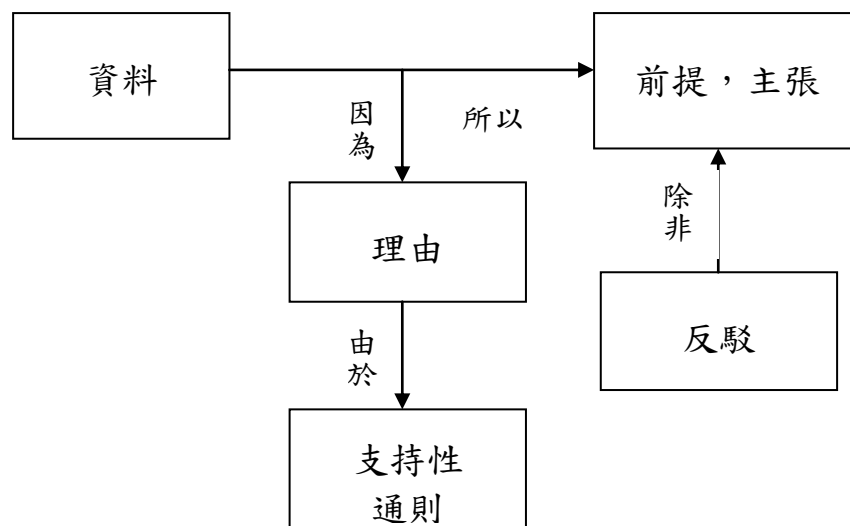


圖 2-1-1 TAP 論證模式(翻譯自 Toulmin, 1958, p.94)

表 2-1-1 Toulmin 論證模式中各項論證要素的意義

論證要素	意義
資料(data)	可以用來支持主張的事實
主張(claim)	論證者根據資料所形成之結論
理由(warrant)	說明由資料如何推論至主張
支持性通則(backings)	用來說明或補充其理由的一般性通則
前提(qualifiers)	在某些特定的前提或條件下，主張才能成立
反駁(rebuttal)	在某些情況下主張並不成立，用以反對此主張

三、論證能力與論證品質

瞭解了論證的定義以及培養學生論證能力的重要性之後，再進一步探討所謂的論證能力包含哪些子能力。許多從事論證研究的學者定義論證能力是奠基於Toulmin的論證架構，再修正後發展出論證能力需具備之要素。Mason & Scirica (2006) 以及黃柏鴻與林樹聲 (2007) 所提的論證能力，主要包含三個部份：提出論點 (arguments)、提出反論點 (counterarguments) 以及提出支持性的論點 (supportive arguments)。其中，論點包含了主張及理由；反論點則是指與論點相反主張的論點；支持性的論點則是當反論點提出後，論證者針對論點所做的支持性論述，其中支持性論述包含了：1) 精緻化原理由、2) 補充新理由及 3) 反駁。欲分析論證者的論證能

力，可依據上述論證能力要素分項檢定其論證品質之優劣來作判斷，若論證者能同時提出論點、反論點以及多元觀點的支持性論點，表示其具有較多元的思考及較佳的論證能力（Mason & Scirica, 2006），而能提出較多支持性論點之理由者，以及能反駁反論點之理由者，則表示其有較高層次的論證能力(Sadler & Donnelly, 2006)。不同的研究需求會採取不同的評鑑方式，但大部份的論證能力評鑑主要仍依據Toulmin(1958)論證架構分析各項論證子能力的品質(Aufschnaiter et al., 2008; Bell, & Linn, 2000; Bricker & Bell, 2008; Dawson, & Venville, 2010; Kolstø, 2004; Osborne, Erduran, & Simon, 2004a, 2004b)。做論證能力評分時，可將論證品質以階層的方式分類，也可採量化記分方式。Osborne et al. (2004a) 將學生的論證能力依據是否有提出主張、理由、證據、支持性通則和前提等分類成四個階層，如表2-1-2。其評分的概念，主要是以論證內容涵蓋了多少論證要素為其評分依據，當只有提出「主張」而未提出其他論證要素時，則評為最低論證品質的「階段一」(Level 1)；如果論證者有提出「主張」與「證據」，「理由」有無提出皆可，論證品質則評為好一點的「階段二」(Level 2)；若論證者提出了「主張」、「證據」與「理由」，並再提出「前提」或「支持性通則」兩者其一時，論證品質則評為「階段三」(Level 3)；最好的論證品質則是所有論證要素：「主張」、「證據」、「理由」、「前提」與「支持性通則」皆有提出者，論證品質被評為最好的「階段四」(Level 4)。

表 2-1-2 論證能力階層評分方式(Osborne et al., 2004a)

階層 (Level)	評分方式
Level 1	提出主張。
Level 2	提出主張、可支持其主張之證據，以及連結主張與證據之理由(此項有提出與未提出皆可)。
Level 3	提出主張、可支持其主張之證據、連結主張與證據之理由，以及支持性通則或前提條件。
Level 4	提出主張、可支持其主張之證據、連結主張與證據之理由、支持性通則，以及前提條件。

在Osborne et al. (2004a)的論證品質評分架構中，並未將「反駁」(rebuttal)這項論證要素列入評分依據，然而在Osborne et al. (2004b)中的論證品質評分方式，則是以「反駁」作為論證品質評分的依據，因為Kuhn (1991)指出「反駁」是最複雜的論證技能，若能有較好的「反駁」能力則表示有較好的論證能力，所以Osborne et al. (2004b)對於論證品質的評分方式，會依據論證者所提出之「反駁」的品質來區分整體論證品質的好壞，其評分架構表如表2-1-3。其評分的架構共分為五個階段，當只有提出簡單的「主張」時，則評為最低論證品質的「階段一」(Level 1)；如果論證者有提出「主張」，且提出「證據」、「理由」或「支持性通則」三者其中一個，而沒有提出任何「反駁」者，則論證品質則評為「階段二」(Level 2)；若論證者提出了「主張」或「相反的主張」，且提出「證據」、「理由」或「支持性通則」三者其中一個，並且有提出些微較弱的「反駁」者，其論證品質則評為「階段三」(Level 3)；若論證中提出「主張」，並有提出清楚定義的「反駁」，則論證品質評為「階段四」(Level 4)；最後，若論證中提出「主張」，並有提出超過一個清楚定義的「反駁」，則論證品質評為最好的「階段五」(Level 5)。

表 2-1-3 含反駁的論證能力階層評分方式(Osborne et al., 2004b)

階層 (Level)	評分方式
Level 1	提出簡單的「主張」或「主張與相反的主張」
Level 2	提出「主張」，且提出「證據」、「理由」或「支持性通則」三者其中一個，但沒有提出任何「反駁」
Level 3	提出了「主張」或「相反的主張」，且提出「證據」、「理由」或「支持性通則」三者其中一個，並且有提出些微較弱的「反駁」
Level 4	提出「主張」，並有提出清楚定義的「反駁」
Level 5	提出「主張」，並有提出超過一個清楚定義的「反駁」

Mason & Scirica (2006)則是試著將論證能力以量化的方式評鑑，就像其在「提出論點」這項子能力的評分方式，即依據論證者所提出之適切主張與理由之個數合併記分，再以分數當作評鑑論證者論證能力之指標如表2-1-4。其評分的概念，是依據論證內容的適切性及數量分階段給予分數，例如：完全沒提出論點則完全不給分；有提出論點但論點並不完整者則給1分；有提出符合主題的論點，但沒有提出完全正確的理由時則給予2分；有提出符合主題的論點，並提出一個正確的理由就給予3分；最後，若有提出符合主題的論點，並提出二個以上正確的理由就給予4分。

表 2-1-4 論證能力量化評分方式 (Mason & Scirica, 2006)

分數	評分方式
0分	無提出任何論點
1分	提出不完整的論點
2分	提出適切論點，但未提出完全正確之理由
3分	提出適切論點，並提出一個正確的理由
4分	提出適切論點，並提出二個或二個以上正確的理由

林樹聲與黃柏鴻(2009)探討我國國小六年級學童之學業成就與論證能力相關性的研究中，將論證能力問卷內容依據其評分架構轉換成分數的形式，以分數代表其論證能力的高低。其論證評分架構如表2-1-5，其論證能力分成「提出主張與理由」、「提出反論點」、「提出支持的論點」以及「證據的敘述」四大面向，各自依據論證內容的適切性與數量計分。在「提出主張與理由」中，未填答或答非所問者不給分，提出主張沒有理由則給1分，提出一個主張一個理由則給2分，提出一個主張和多個理由則給3分；「提出反論點」中，未填答或答非所問者不給分，提出一個反論點的理由就給一分，最後再加總以總分計算；在「提出支持的論點」中，未填答或答非所問者不給分，提出「精緻化理由」、「補充新理由」或「反駁反論點」三者任何一個就給一分，最後再加總以總分計算；「證據的敘述」中，未填答或答非所問者不給分，提出一個合理的證據或敘述就給一分，最後再加總以總分計算。

表 2-1-5 國內論證能力量化評分方式 (林樹聲與黃柏鴻, 2009)

論證內容	評分	評分方式
提出主張與理由	0分	未填答或答非所問
	1分	提出主張沒有理由
	2分	提出一個主張一個理由
	3分	提出一個主張和多個理由
提出反論點	0分	未填答或答非所問
	提出一個反論點的理由就給一分，最後再加總以總分計算	
提出支持的論點	0分	未填答或答非所問
	提出「精緻化理由」、「補充新理由」或「反駁反論點」三者任何一個就給一分，最後再加總以總分計算	
證據的敘述	0分	未填答或答非所問
	提出一個合理的證據或敘述就給一分，最後再加總以總分計算	

四、 論證相關研究

近十幾年來，論證研究有不同的研究面向各自發展著，主要的研究方向有「促進論證教學成效」、「論證能力相關實證研究」以及「論證與學生特質」，以下將就這兩大論證研究重點，分別敘述近年來相關研究的結果與發展情形。

(一) 促進論證教學成效

早期Kuhn(1991)做了一系列關於學童及成人論證能力表現的研究，其研究結果顯示低成就者面對社會性爭議議題時，對於「資料」與「主張」之間的連結表現並不好，且更進一步指出論證能力並非與生俱來而是需要培養與練習的，所以為了促進學生論證能力所進行的論證教學是需要有適切的教學策略運用及設計的。Hogan & Maglienti (2001)以及Zohar & Nemet (2002)研究也指出若只單純讓學生討論社會性爭議議題，並沒有辦法培養學生做出有效的論證，還是要有適當的論證教

學策略及素材融入，才能真正達到培養學生論證能力的目標。

黃柏鴻與林樹聲(2007)的研究中整理出進行論證教學可運用的策略及相關注意事項，如表2-1-6。教學策略主要包含了六大項：「論證因子寫作」、「兩難情境」、「角色扮演」、「競爭理論」、「辯論」以及「科學探究與發表」。「論證因子寫作」是讓學生在論證過程中，針對論證的主題與內容寫下論證要素：「資料」、「主張」、「理由」、「反駁」、「證據」與「支持性通則」以讓學生更瞭解論證的過程與內容；「兩難情境」指的是要提供一個兩難的情境以供學生討論與辯證；「角色扮演」是讓學生親身扮演角色，以角色立場提出論點或證據等等；「競爭理論」是提供相互競爭的多種解釋，讓學生可進行辯證以激盪出更多的想法與討論；「辯論」是讓學生分成支持不同主張的派別，分別提出各自的論點與證據並相互辯證，再針對不同的論點提出反駁或加強自己的論點；「科學探究與發表」是在學生收集與論證主題相關的資料時，讓學生利用新聞、網路或書籍等等資料來源進行收集與整合，最後再讓學生以口頭發表或撰寫書面報告等方式呈現其資料收集的結果。這些教學策略的運用能提供教師作論證教學設計時的參考，本研究也運用了這些教學策略於論證教學中，關於此課程教學的內容與策略之間的對應，將於第三章的「論證教學課程設計」中作詳細的說明。

表 2-1-6 黃柏鴻與林樹聲(2007)論證教學策略

論證教學策略	內容
論證因子寫作	讓學生在論證過程中，針對論證的主題與內容寫下論證要素：「資料」、「主張」、「理由」、「反駁」、「證據」與「支持性通則」以讓學生更瞭解論證的過程與內容
兩難情境	提供一個兩難的情境以供學生討論與辯證
角色扮演	讓學生親身扮演角色，以角色立場提出論點或證據等等
競爭理論	提供相互競爭的多種解釋，讓學生可進行辯證以激盪出更多的想法與討論
辯論	讓學生分成支持不同主張的派別，分別提出各自的論點與證據並相互辯證，再針對不同的論點提出反駁或加強自己的論點
科學探究與發表	學生收集與論證主題相關的資料時，讓學生利用新聞、網路或書籍等等資料來源進行收集與整合，最後再讓學生以口頭發表或撰寫書面報告等方式呈現其資料收集的結果

(二) 論證能力相關實證研究

近十年來，與論證相關的實證性研究各有不同的研究方向，在此依據這些論證研究的對象、探討的問題與論證能力評量的方式，說明這幾年來論證研究的發展與趨勢。黃柏鴻與林樹聲(2007)針對論證教學相關實證研究所作的整理中，彙整了由1999年至2004年之國外十篇關於論證教學的重要研究，本研究加入2008年兩篇國外論證實做研究後，依據研究對象、研究問題以及研究結果，將其整理成表2-1-7。由論證相關實證研究內容彙整的結果發現，國外關於論證的研究，主要的研究對象為八年級到十二年級的中學階段學生，也就是對應我國的國中及高中階段學生，其中也有研究的對象為大學生與職前教師，但相對較少，而以國小學童為研究對象者則更少。關於論證的主題，在1999年至2008年的十二篇論文當中有七篇以SSI作為論證的題材(Albe, 2008 ; Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008 ; Jiménez-Aleixandr, 2002 ; Osborne et al., 2004b ; Patronis, Potari & Spiliotopoulou, 1999 ; Simonneaux, 2001 ; Zohar & Nemet, 2002)，另外五篇則以科學現象或科學理論作為論證的題材(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Lawson, 2002 ; Niaz, Aguilera, Maza, & Liendo, 2002 ; Yerrick, 2000)。

關於這些研究所關注的問題，早期著重探討論證教學前後，學生在論證能力、科學本質與科學知識三個層面的改變(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Jiménez-Aleixandr, 2002 ; Osborne et al., 2004b ; Potari et al., 1999 ; Simonneaux, 2001 ; Yerrick, 2000 ; Zohar & Nemet, 2002)，而近期研究則延續探討學生先備的科學知識對於論證能力表現的影響(Aufschnaiter, et al., 2008)，以及論證過程中學生的社會互動對於論證能力表現的影響(Albe, 2008)，或進一步探討論證教學實務上促進學生論證能力提升的因素(Dawson & Venville, 2010)。這些研究結果顯示，經過論證教學後學生的論證能力表現皆有所提升(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Jiménez-Aleixandr, 2002 ; Lawson, 2002 ; Osborne et al., 2004b ; Potari et al., 1999 ; Niaz et al., 2002 ; Simonneaux, 2001 ; Yerrick, 2000 ; Zohar & Nemet, 2002)，且學生學習科學知識的成效亦有所提升(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Jiménez-Aleixandr, 2002 ; Osborne et al., 2004b ; Niaz et al., 2002 ; Simonneaux, 2001 ; Yerrick, 2000 ; Zohar & Nemet, 2002)，也能增進學生對於科學本質的了解(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Niaz et al., 2002 ; Yerrick, 2000)。然而，影響學生論證表現的因素，

早期研究大多停留在論證教學課程設計對學生論證表現的影響，例如學生對於議題的先備知識與日常經驗，會影響其論證能力的表現(Bell & Linn, 2000；Bloom, 2001)，且學生對於論證主題的價值觀與態度也影響了學生的論證表現(Bloom, 2001；Jiménez-Aleixandr, 2002；Patronis et al., 1999)，而在論證教學中教師若有適時地引導學生進行論證，也有助於提升學生論證能力表現(Bell & Linn, 2000；Dawson & Venville, 2010；Osborne et al., 2004b)。近期探討影響學生論證表現的因素，則將重點放在論證過程中學生本身特質對其論證表現的影響。其中Dawson & Venville (2010)的研究結果顯示，會影響學生論證能力的因子主要包含四大項，分別是：教師是否帶動全班討論、論證寫作架構的運用、社會性科學議題的應用，以及學生所扮演的角色。以學生本身的影響因素來看，在論證過程中學生的科學知識理解情況會影響其論證表現，當學生面對論證議題時，會先運用其對此議題的先備知識來處理問題，在經過論證活動以後，會發展到更高層次的科學理解(Aufschnaiter, et al., 2008)。另外，論證過程中學生的小組討論與社會互動的強弱，亦會影響其論證能力的表現(Albe, 2008)。

表 2-1-7 1999年至2010年國外相關論證實證性研究(參考黃柏鴻與林樹聲, 2007)

研究者	研究對象	論證主題	研究問題	研究結果
Albe (2008)	16~18歲 (11年級)	電磁波是否 對人體有害	看學生在社會性科學議題上作小組討論，科學知識、日常生活經驗以及社會因素考量三者如何相互影響	論證是由科學資料、常識以及認識觀考量所建構而成，且學生在小組的社會互動會影響其論證表現
Aufschnaiter, et al.(2008)	12~13歲 (8年級)	募捐興建動物園	學生的科學知識在論證過程之運用與影響	當學生投入論證時會運用到其先備知識與經驗，並利用這些知識建構較高知識層次的科學理解

Bell & Linn (2000)	14歲	光的傳遞	透過電腦線上學習 探討學生論證表現	1. 科學本質、科學知識與論證能力皆提升 2. 學生先備知識與經驗會影響其論證能力的表現 3. 論證能力需長時間培養，教師引導有助於提升學生論證能力表現
Bloom (2001)	12~14歲	密度與浮力	探討學生在密度問題的論證表現	1. 科學本質、科學知識與論證能力皆提升 2. 學生的先備知識與其對論證主題的價值觀會影響其論證能力的表現
Dawson & Venville (2010)	16歲	基因工程	探討有效提升學生論證能力的教學策略與因子	影響學生論證技能的四大要素： 1. 教師帶動全班討論 2. 論證寫作架構的應用 3. 運用社會性科學議題 4. 學生扮演的角色

Jiménez-Aleixandr (2002)	18歲	下水道工程 對濕地保育 的影響	對於環境議題學生的 論證能力表現	5. 科學知識與論證 能力皆提升 6. 學生對論證主題 的價值觀會影響 其論證能力的表 現
Lawson (2002)	職前教師	燃燒與空氣 壓力問題	探討職前教師的論 證能力表現	科學本質與論證能 力皆提升(對科學知 識的改變否未做探 討)
Niaz, Aguilera, Maza, & Liendo, (2002).	19歲	原子結構	探討學生瞭解原子 結構問題的概念改 變與論證	科學本質、科學知識 與論證能力皆提升
Osborne et al. (2004b)	12~13歲 (8年級)	設立動物園	瞭解學生論證能力 表現及探討能提升 學生論證技能的教 學策略	1. 科學知識與論證 能力皆提升 2. 論證能力需長時 間培養，教師引 導有助於提升學 生論證能力表現
Patronis et al. (1999)	14歲	社區道路設 計	瞭解學生論證能力 表現	1. 科學知識與論證 能力皆提升 2. 學生的先備知識 與其對論證主題 的價值觀會影響 其論證能力的表 現
Simonneaux	17歲	基因改造鮭	探討學生利用角色	科學知識與論證能

(2001)		魚的養殖場 興建問題	扮演作論證的論證 表現	力皆提升
Yerrick (2000)	16歲	日常生活問 題:燈泡發 光原理、電 池供電等	瞭解學生論證能力 表現	科學本質、科學知識 與論證能力皆提升
Zohar & Nemet (2002)	16歲	基因療法	瞭解學生論證能力 表現	科學知識與論證能 力皆提升

第二節 社會性科學議題

一、從 STS(Science, Technology, and Society)到 SSI

於 1970 年代晚期，正逢美國科學教育的第二次改革運動，許多教育學者觀察到社會環境的快速變動、科技所帶來的社會問題，以及科技的發展與科學領域長足的進步等，並且因應培養具有科學素養能力公民的教育目標，開始將科學教育的重點放在科學、技學與社會這三者間的相關與連結，希望在科學教學中能讓學生瞭解科學、技學和社會之間的相互影響，強調科學與技學之間密不可分的關連，此一關連也深深地影響著社會環境的改變與文化價值觀的變革，於是開始有了科學、技學與社會(Science, Technology, and Society, 簡稱 STS)教學的科學教育理念被提出(Bybee, 1985)。接續 STS 教學理念後，有學者提出以議題為導向的科學教育理念—Science-Technology-Society-Environment Education, 簡稱 STSE(Hodson, 1994, 2003; Pedretti, 2003)。但這兩種教學都有它的不足及限制存在，STS(E)教學在探討倫理議題時往往只談論到議題的內容，點出道德兩難處和爭議點，但並不會去強調議題在文化、道德、情感與科學本質等等之間的連結，也未進一步瞭解學習者本身對於科學本質的瞭解及其道德觀等等之變化，所以只能瞭解到問題的表面，反而沒有發揮出這種教學課程的潛能(Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)。另外，STS(E)在教學實務層面也有它的困難或限制存在，Shamos(1995)指出 STS 教學所使用的議題，例如：核能開發議題，往往不夠貼近學生日常生活經驗，可能是問題的時間或空間尺度太大，以致學生在討論的過程中不易達到更切題的討論，教師在教學上也可能出現困難，學生學習成效也有限。然而，其實 STS(E)教學理念發展到後期漸漸脫離了學者研究的重心，是因為其最被研究學者認為不足的地方是，STS(E)教學背後缺乏了理論架構的支持，比較偏向是一項教學策略或教育理念，而非一個具有完整理論架構的教育理論(Zeidler et al., 2005)。當時，主要研究 STS(E)教學的學者 Yager (1996)就將 STS(E)教學視為是一種科學教育的情境。

繼 STS(E)教學之後，近期較多學者關注的重心在於科學教育中帶入社會性的科學議題(Socio-Scientific Issues, 簡稱 SSI)。SSI 和 STS(E)教學不同之處在於，SSI 更加地強調透過這項教學策略能使學生瞭解，社會中一些科學議題和其相關的議題決策如何反映出了社會性的考量與特性，例如社會文化脈絡下的道德規範、倫理價

值觀、社會觀感，或是政策指向等等(Driver et al., 2000; Sadler, 2004; Zeidler et al., 2005)。廣義地來說，SSI 包含了所有 STS 的內涵，並且還更全面地含括了科學議題裡道德倫理面向的問題探討、學習者在學習社會性科學議題時的情意層面和認識觀之發展與變化，以及對於學習者的論證與推理能力的重視(Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002)。近期學者在這個議題的研究，欲連結心理學與社會學兩個領域，由 SSI 的運用瞭解學生個人認知與道德層面的發展，進而達到提升學生科學素養的目標(Zeidler & Keefer, 2003)。而這個概念的架構，最早是由 Zeidler & Keefer (2003) 所提出，後來經過原作者的修正後，Zeidler et al. 於西元 2005 年提出了如圖 2-2-1 的架構。這個架構圖可視為是一種試驗性的概念模型，它說明了 SSI 教學課程應包含四個重要的內容，包含：「科學本質的議題」、「論證的議題」、「文化的議題」，以及「案例導向的議題」。透過在科學課程中運用這些議題，來促進學生的認知及道德發展，最終達到提升學生科學素養的目標。研究者可以透過這個架構研究不同主題，例如在科學本質議題的部份，可以讓我們瞭解到不同科學認識觀的學生，其在使用與評價證據時有何異同或特性。關於論證議題可以針對 SSI 的議題來研究學生如何建構論證的內容，分析其論證能力的變化。針對文化的議題則可以探索學生多元觀點的發展以及文化包容的情形；案例導向的議題則是能從中分析 STS(E)和 SSI 之間的差異，進而探討使用 SSI 時學生的倫理道德察覺的發展情形等。

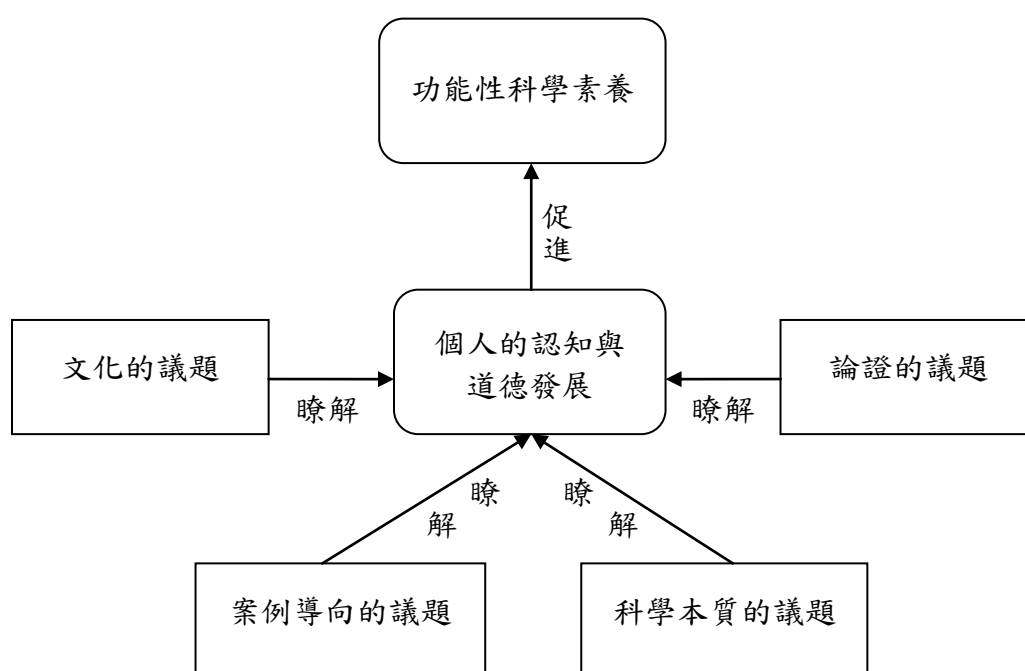


圖 2-2-1 運用 SSI 教學提升科學素養(翻譯自 Zeidler et al., 2005, p.361)

二、社會性科學議題的定義

社會性科學議題(SSI)指的是具有對立性論點或社會性兩難問題，且這些兩難問題和科學之間有概念層面或科技層面上的連結或相關性(Sadler, 2004)。這類問題的解決途徑往往不是唯一，因而當社會大眾面對這些問題時，會因為個人經驗、背景、文化、所處環境或所持立場不同而有不同觀點及認同的解決方式，所以無法達到一致的共識而產生爭議，故也有學者稱這類問題為「具爭議的社會性科學議題」(controversial socio-scientific issues)(Stradling, 1984)。而 SSI 最主要的幾項特性就是，這類問題通常是開放性的問題並且問題的結構模糊，並不是是非對錯分明的問題，而是具有情境兩難的情形(Sadler, 2004)。

三、社會性科學議題與論證

我國教育部(2003)的科學課程綱要中，強調透過科學課程增進學生的科學素養，以及培養學生除了科學知識學習之外的各項能力，包含分析、整合與評鑑資料的能力、解決問題的能力，以及批判思考能力等等。在科學課程中融入 SSI，是能有效增進學生科學素養的教學策略之一，所以 SSI 教學對於現在與未來的科學課程有其相當程度的重要性與實用性(林樹聲、黃柏鴻，2009)。尤其在批判性思考能力的培養上，論證能力就是其一項重要的指標性能力(Freeley & Steinberg, 2005)，更有學者提到，運用 SSI 於教學上有助於學生論證能力的培養(Jimenez-Aleixandre, 2002)。由此可見，運用 SSI 在論證教學上是可行的，且可達到提升學生科學素養的目標。

在 Zeidler et al. (2005)所提出之「運用 SSI 提升功能性科學素養」架構中，「課室討論的議題」強調同儕互動與討論的重要性，因為透過課堂中同儕間或師生間的討論互動，有助於提升學生的科學素養(Driver et al., 2000; Zeidler, 1984; Zeidler, Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2003)。同時也能進一步將可討論的議題應用在論證教學上，讓學生討論受社會因素影響的科學議題時，能透過論證的過程，釐清這個問題在社會文化與科學等層面之間的關聯性或矛盾爭議所在，同時提升學生的論證能力(Zeidler et al., 2003)。所以有許多和論證相關的研究會以 SSI 作為教材的內容或呈現方式。

Sadler (2004)針對近期 SSI 及論證的相關研究重點做整理，如圖 2-2-2 所示。此圖顯示近十年來關於論證與 SSI 的相關研究，主要分成科學課程以 SSI 呈現，以及以論證與 SSI 作為課程內容兩種。前者的相關研究顯示，若只在科學課程中單純使用 SSI，則課程前後學生的論證能力表現並不會有太大的提升或改變 (Jime'nez-Aleixandre, Rodri'quez, & Duschl, 2000)。融入科學課程的科學議題若能和學生的生活經驗貼近，則較能提升學生的論證技能(Potari et al., 1999)；後者則是在教學設計上含有 SSI 和論證教學，研究結果顯示 SSI 教學可以增進學生科學知識的學習，但卻不一定能提升學生的論證技能(Kortland, 1996；Zohar, & Nemet, 2002)。

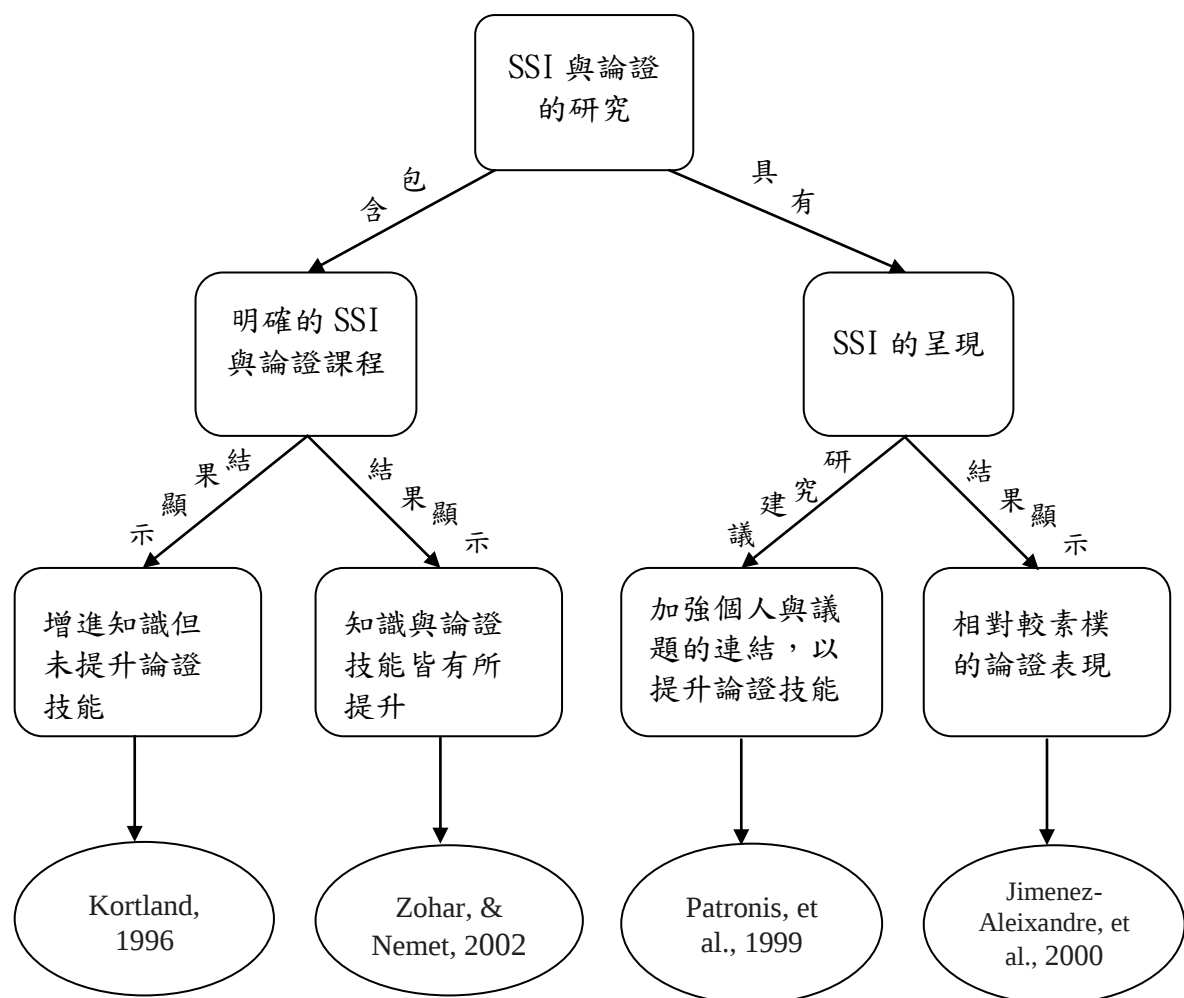


圖 2-2-2 近十年 SSI 與論證之相關研究(翻譯自 Sadler, 2004, p.516)

第三節 科學認識觀

一、 認識觀與認識信念(Epistemological belief)

Kuhn (2000)指出認識信念即指對於認識這件事或是知識的想法、觀點或價值觀，而認識觀也深深影響著智力的表現以及論證能力，其研究也顯示認識論信念和論證能力之間有正相關。早期對於知識的形成、發展與演變的理解，以哲學的角度切入，即形成所謂的「知識論」(Epistemology)亦有人稱作認識論。早期對於科學知識的理解主要以「邏輯實證論主義」(Logical Positivism)為主，強調科學的整合、統一與邏輯特性，科學知識是由數學及邏輯所架構出來的產物，具有一定的規律性與可驗證性。但現今的知識論則較偏向「建構主義知識論」(Constructivist Epistemology)，並且強調融入心理學的觀點於其中(Kuhn, 2000)，更加重視科學知識在社會與人文層面的發展與影響，也強調科學並非亙古不變，而是會依時間、空間、文化與人文社會而有所不同，即科學知識是具有時代意義的(historic)、暫時性的(tentative)以及情境的(contextual) (劉湘瑤、李麗菁、蔡今中，2007)。

二、 科學認識觀的定義

科學認識觀指的是一個人對於科學本質、知識發展或特性的瞭解和看法。而科學本質(Nature of Science, 簡稱NOS)又為何？根據AAAS(1989)對於科學本質的定義，將之區分成三大面向，分別為科學世界觀、科學探究活動以及科學事業，而林陳涌(1996)則是將科學本質以科學方法、科學知識與科學事業三者為分野。對於科學本質的觀點、看法與價值觀即是所謂科學認識觀或科學本質觀，所以科學認識觀的探討和科學哲學的探討即密不可分。傳統的科學認識觀較偏向邏輯實證主義，現代科學認識觀的趨勢強調融入以社會文化角度理解科學的觀點，整體來說是較偏向建構主義的(劉湘瑤、李麗菁、蔡今中，2007)。關於對於科學本質瞭解的研究有許多，由於在本研究中希望瞭解學生論證能力與科學認識觀細部內容的相關性，也基於現代科學認識觀強調考量社會層面的影響，所以採用對於科學認識觀各面向分類較明確，且對於科學本質中社會文化影響層面有所強調的Tsai(1998, 1999)對於科學認識觀的定義。其定義科學認識觀包含五個面向：

(一) 科學的創造性(Invented and creative, IC)

科學識是人類嘗試瞭解自然界的運行，所創造或發明出來的一套解釋或說法，並非發現自然界中既有存在之真理。

(二) 探究過程的理論依據性(Theory-laden, TL)

科學觀察無法全然客觀，其會受到科學社群的價值觀或科學理論所影響。

(三) 科學知識的暫時性(Changing and tentative, CT)

科學知識會隨著新的證據及理論的出現，而不斷更新演進，並非互古不變。

(四) 社會協調性(Social negotiation, SN)

科學知識的形成是經過科學社群中，學者們彼此間不斷辯證、討論與切磋所產出的。

(五) 文化影響層面(Cultural impacts, CU)

科學會受到不同社會、文化或政策等影響而因地制宜，並非放諸四海皆準。

三、論證與學生特質

近十年來論證研究方向，由探討學生在不同論證教學主題下，其論證能力、科學知識，以及對科學本質了解的提升開始，逐漸朝向探討影響學生論證表現之因素探討。早期的研究多著重論證教學課程設計對學生論證表現的影響，近期則較重視學生本身的學習特質對其論證表現的影響。學生的學習特質包含許多面向，例如：學習風格、學習環境取向或認識論信念(epistemological beliefs)等等，這些都有可能影響其論證能力的表現(Manson & Scirica, 2006; Jeong & Lee, 2008)。

在國外關於學生特質影響論證表現的研究，可分為探討學生的知識理解、學習風格，以及認識信念等面向。相關研究發現，學生在面對論證議題時會先運用與此議題相關的先備知識來處理問題，在經過論證活動以後，會發展到更高層次的科學理解(Aufschnaiter, et al., 2008)。而作論證活動中，若學生的學習風格是比較主動的學習者，則在論證中會比學習風格傾向反思型的學生，更能夠展現出批判性的對話(Jeong & Lee, 2008)。從學生另一個面向的學習特質來看，如果學生的認識論信念層次愈高的話，其論證的品質也會越好(Manson & Scirica, 2006)，且認識論信念愈複雜者，愈會採取多元的觀點進行論證(Schommer & Hutter, 2002)。

在國內關於影響學生論證表現因素的研究，多著重在不同教學策略對學生論證

表現的影響，例如：在網路或數位環境下學生的論證表現(余曉清、陳倩嫻，2009)，或是合作學習教學策略或探究式教學法對學生論證表現的影響(鄧又仁，林素華，2009；李松濤，林煥祥，洪振方，2010)。相對而言，探討學生特質影響論證能力表現的研究則較少(林樹聲、黃柏鴻，2009)。國內目前探討學生特質影響論證能力表現的研究並不多，其中有探討國小學生的科學本質觀對於論證能力表現的影響(蔡俊彥、黃台珠，2008)，以及針對大專院校學生探討其具有之科學認識觀對論證表現的影響(張淑女，2004)。由此可見目前國內少有對國中學生的科學認識觀對於其論證能力影響的探討，故本研究希望針對此問題作深入探討。

第三章 研究方法

本研究欲探討學生論證能力與科學認識觀之間的相關性，並採單組前後測設計（The One-Group Pretest Posttest Design）研究法，透過分析一群學生在經過以社會性科學議題為題材的論證教學前後，其於「論證與議題決策問卷」的論證能力表現，以及於「科學認識觀問卷」的科學認識觀傾向的變化情形，以了解兩者之間的相關性。

研究對象則為我國八年級之學生，以便利取樣的方式選取台北縣某所國中的八年級學生作為研究樣本。研究工具則分為學習工具及測量工具兩種：學習工具為課程中輔助學習的三份學習單；測量工具則為兩份問卷，分別是評量學生論證能力的「論證與議題決策問卷」，以及檢測學生科學認識觀的「科學認識觀問卷」。本研究進行的論證教學主題，為一個與興建水庫相關的社會性科學議題；教學內容則是讓學生以小組討論的形式，進行資料分析、分析結果的呈現以及小組論證等。

本章共分為五節，分別為研究對象、研究流程與設計、研究工具、資料分析以及研究範圍與限制，說明本研究的主要架構與內容，並於以下各章節詳述之。

第一節 研究對象

此節將介紹本研究中研究對象的選取方式，再透過問卷及訪談瞭解研究對象的學習環境特色，包含此學校的教育理念、教學風格、教學資源以及社區資源，並瞭解研究對象的學習特質與需求，以對於研究對象有更深入的了解。

一、研究對象的選取方式

依據本研究的目的，研究的對象母群為我國八年級的學生，本研究以便利取樣的方式取樣台北縣一所偏遠地區的國民中學八年級學生當作本研究的研究對象。為何選取偏遠地區國中的原因，主要是基於研究者本身的研究興趣與動機，也有鑒於大多研究的對象較少為偏遠地區學校的學生，故希望能透過本研究的進行，除了以研究者的角度能更加瞭解這些學生的科學認識觀與論證能力的表現之外，也希望能讓學生在研究的教學過程中有所收穫和體會。

另外，為了使論證教學的課程設計更貼近學生的需求，本研究針對此所學校主要行政人員以及自然與生科技領域教師，進行此所學校的學校本位特徵訪談，內容為瞭解此所學校的升學取向、教學特色及學生學習自然與生活科技領域的成就表現與特質，並將訪談的結果，於下段「研究對象特質」當中加以詳述。

二、研究對象特質

本研究的研究對象皆未接受過學校自然與生活科技領域之地球科學相關內容的教學，故在進行本研究以「興建水庫預定地的選定」為主題的論證教學時，能降低學生原先對於氣候與地質等相關地球科學知識的成就表現對於其論證表現的影響，也能在本研究探討科學認識觀對於學生論證能力表現的影響時，達到較好的變因控制。

基於需要更加瞭解研究對象的學習特質，以及發展更貼近學生生活經驗的論證課程，本研究針對研究學校的行政人員及自然與生活科技領域教師，進行學校本位特徵問卷調查與訪談，以瞭解此所學校的升學取向、教學特色及學生學習自然與生活科技領域的成就表現與特質等。本研究發展了一份「學校本位特徵問卷」（詳見附錄一）用以調查此校教學以及學生學習之特質。問卷先以郵寄的方式給予此校

的校長、學務與教務主任、八年級導師，以及自然與生活科技領域教師填寫，問卷回收統整後，再針對未寄回問卷之對象以半結構式的方式進行訪談，並徵詢受訪者同意將訪談過程錄音以利後續研究處理。而訪談的內容，則是依據問卷內容依序提問，並在需要深入瞭解的地方多加提問。

此份「學校本位特徵問卷」主要分成三個部份：第一部份為受訪者「個人資料」，瞭解受訪者在此校任職的行政與教學職務內容，以及其任各職務的工作年數，以利分析受訪者之回答與實際情形之密切度；第二部份則為關於學校與社區特質的五個問題，分別為：「本校教育理念與教學風格」、「本校對升學率的重視程度」、「教育資源優勢」、「教育資源弱勢」以及「社區合作與社區資源」；第三部份則是關於此校學生學習特質與表現的三個問題，分別為：「學生於自然科的整體學業成就表現」、「學生對於學習自然科的態度與意願」以及「以學生需求為考量之自然科課程設計要點」。

經過問卷調查及訪談後，有效樣本共七份，填答與受訪對象分別為此校校長，二位任職教務處行政兼教學之教師，另外四位為導師或自然科的教師。整理問卷結果及訪談內容後，將內容整理如表 3-1-1。由問卷調查與訪談結果可見，在此校的「教育理念與教學風格」中，校長與教務主任及自然科的教師皆強調多元化的學習，希望能培養學生帶得走的能力，而非只是知識的填鴨，更強調學生的品格教育；在「本校對升學率的重視程度」中可見，雖然此校屬於偏遠地區的學校，仍希望能提升學生進入公立高中職的比率，不只是學校與老師的期待，家長也希望學生進入公立學校以減輕家中經濟負擔；而此校「教育資源的優勢」大部分為自然環境良好，擁有豐富生態與自然環境資源，在教學部分的優勢則是學校給予教師運用教學法的自主性甚高，且家長也多支持學校的教育風格，形成一股支持的力量；相對地，「教育資源弱勢」的部分則是因為位處偏遠地區，在此學區中也只有這一所國民中學，環境文化刺激較少成為了此校教育資源的弱勢，且在自然科學領域中的資源弱勢，則是反映出科學實驗器材與設備不足且更新率慢的現況。

在「社區合作與社區資源」的部分，擁有社區合作課程、傳統布袋戲文化館、水車文化與水車公園、濕地生態、駐鄉藝術工作者與鄉土圖書館等等，社區資源豐富，但使用社區資源的情形仍受教師教學運用程度所影響，而在家長部分則是樂意配合，但並不主動參與教育協助；關於「學生於自然科的整體學業成就表現」於問

卷與訪談結果顯示，學生普遍學業成就屬於中等偏弱，理解力和計算能力較差，且呈現雙峰化的現象，好的很好差的很差；而「學生對於學習自然科的態度與意願」則也是屬於中等偏弱，容易因為學業成就表現不佳而造成學習意願低落，需要老師引起動機。最後，在「以學生需求為考量之自然科課程設計要點」中，因應學生學習成就與意願的情況，以及此校的教育理念與風格，希望科學知識能與日常生活經驗連結，轉化課本知識成為學生「帶得走的知識」，並且增加實作以引起學生學習動機並增加學習意願。

表 3-1-1 學校本位特徵分析內容

職稱	行政工作 職務與年 數	教學工作 科目與年 數	本校教育 理念與教 學風格	本校對升 學率的重 視程度	教育資源 優勢	教育資源 劣勢	社區資源 優劣勢以 及社區合 作關係	學生於自 然科的整 體學業成 就表現	學生於自 然科的整 體學習興 趣	學生的學 習需求與 課程設計 建議
校長	三年	無	- 以學生為主體，提升教師專業成長 - 多元化教學風格	提升學生進入公立高中職比率	完整的農業鄉村生活型態	- 文化刺激較少 - 家庭經濟弱勢增加	與社區關係良好，並擁有許多社區資源，如布袋戲文物館、水車、梯田等	須再加強	有意願	- 與日常生活相連結 - 活潑、生動足以吸引學生
教務處主任	六年	藝術與人文，六年	升學不是唯一且最終的目標，希望培養學生帶得走的能力	提升公立高中職之錄取率	擁有多樣社區資源，且與家長會互動良好	文化刺激較少	學校本位課程結合社區資源，如傳統藝術傳承、社區參與或駐鄉藝術家	持續進步中	學習意願中等	轉化學科知識以連結學生日常生活經驗，提升學生之學習動機
教務處行政人員	六年	藝術與人文，六年	- 有教無類 - 因材施教	蠻重視升學率，希望學生能進高中職就讀，減少家中負擔	- 所在環境依山傍水 - 許多藝術工作者居於此	- 環境刺激較薄弱 - 家長對教育投入時間普遍偏低	學校本位課程結合鄰近社區做校外教學	表現呈雙峰化，好的很好差的很差	普遍不高，容易因成就理想而自暴自棄	從生活中發並與課本知識作連結，提升學生之學習動機

教師	無	自然科， 三年	品格教 育、待人處 事	各科別或 各年級的重 視程度皆不 同	教師於不法 同教學運用 之自主性高	自然科實 驗器材與不 足	較少運用資 源	計算能力 普遍不足， 理解力亦 較差	學習意願 略差	活潑有趣
教師(兼 導師)	活動、衛 生組長， 二年	自然科， 四年	尊重、活力 與創新	任其自由選 意願讀高中 職	大部分家學 長支持學校 作風	屬偏遠地 區學校，教 育資源明 顯不足，數 位多媒體 教學亦較 弱	與生態和 傳統的社 區資源豐富	各學科表 現持平尚 佳	保持相當 程度的學 習意願	融入日常 的科學知 識
教師	無	自然科， 五年	教師流動 率較高，較 難有傳統	學生與家 長被動，老 師較重視	語文資源 多	自然實驗 設備與器 材更新慢	社區資源 運用自 由，家長樂 意配合但 較被動且 缺乏明確 的資源提 供管道	整體成就 屬於中等 偏弱，常 於課堂教 學互動佳 ，但下課 後成效有 限	需教師引 起動機	生活化、貼 近學生學 習經驗、實 作
教師 (兼導 師)	衛生、資 料與設 備，九年	自然科， 十年	多元學習	家長與學 校皆重視 升學率，教 師則重視 學生多元 發展與學 習	自然環境 良好，資源 充沛	接受的資 訊較少	社區與家 長想法開 放	學業成就 表現差	大約三分 之二左右 之意願低	引起興 趣，增加 實作

第二節 研究設計與流程

本研究採單組前後測設計（The One-Group Pretest Posttest Design）研究法，探討八年級學生在以社會性科學議題為題材的論證教學中其科學認識觀對於論證能力表現的影響。在此本研究未採取準實驗研究法的原因，主要基於研究道德倫理的考量，若是採取實驗組與對照組的實驗方式，對照組的學生在研究的過程中相對減少了其應有的受教品質，所以基於上述考量本研究採以單組前後測的實驗方法。本節將分段落介紹本研究的「研究流程」與「論證教學課程設計」

一、研究流程

本研究流程共分成三個階段(研究流程圖請參閱 3-2-1)，分別為「準備階段」、「資料收集階段」與「結果分析階段」，各階段的詳細工作內容分述如下：

(一)準備階段

在準備階段先由廣泛地閱讀與科學教育領域相關的文獻開始，然後慢慢在其中找到欲研究的方向，之後確定本研究將以「論證」為主題。確定初步方向後，針對相關文獻進行多方收集與閱讀，從中找到自己有興趣且具研究可行性的研究問題，爾後確定研究問題。在問題確認後，開始發展研究需要的工具。研究工具的發展乃透過文獻探討，參考論證相關研究的研究工具，分別為「學習工具」以及「測驗工具」。「學習工具」主要為論證教學中輔以使用之學習單，共有三份學習單(詳見附錄二到四)，所有工具都經過一位相關領域專家學者審查修正，並經過研究者與專家多次的討論達到共識；「測驗工具」則有兩份，分別為評量學生論證能力的「論證技能與議題決策問卷」(詳見附錄五)，以及瞭解學生科學認識觀的「科學認識觀問卷」(詳見附錄六)。前者經過兩位相關領域專家學者審查修正，並且經過前導性測試；後者則是沿用 Tsai & Liu (2005)之科學認識觀量表。工具發展完成後，於論證教學前後實施此兩項測驗工具的施測，收集研究所需的資料。

(二)資料收集階段

依據本研究的研究設計，將在論證教學前後分別實施「論證技能與議題決策問卷」以及「科學認識觀問卷」的測驗。在四堂論證教學第一堂課前半段，先讓學生進行兩份

測驗問卷的填答後進行論證教學，於最後一堂課的後半段時間，進行與前測相同的兩份問卷的施測。而在論證教學實施過程中，會針對焦點組學生的論證過程進行錄影，作為課室活動觀察依據。並且在論證活動進行中，學生須完成各活動對應的學習單填寫，並於教學後收回以作為本研究的補充資料。

(三)結果分析階段

此階段工作主要針對收集得來的資料進行資料分析，且同時進行論文的撰寫。主要分析學生在論證教學前後於兩份測驗工具的表現，並且探討學生的論證能力與其科學觀之間的相關性。在資料分析與論文撰寫的過程中，仍持續閱讀相關文獻，並針對論文內容不斷地補充、修正與更新。

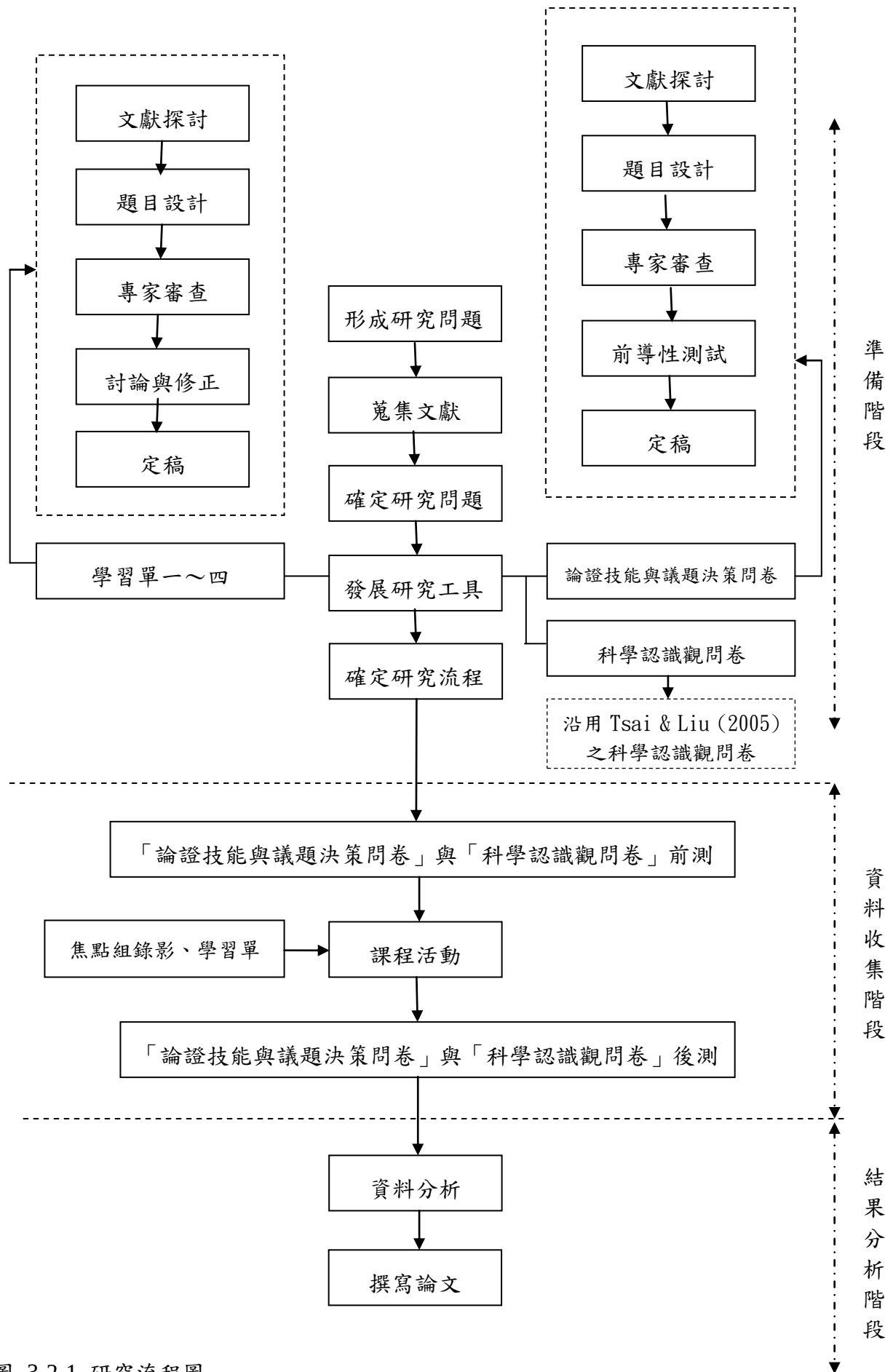


圖 3-2-1 研究流程圖

二、論證教學課程設計

本研究論證教學課程設計，分成「論證議題的選取」以及「論證教學課程設計」兩部分。課程的設計者為本研究作者，課程設計理念係依據前一節當中所提及之研究對象特質分析。根據對本研究對象所做的學生本位特徵調查，可知道此校學生的普遍學業成就偏低，在課程設計上需要有生動活潑的課程引起學生的學習動機與興趣，並且也希望能培養學生帶得走的能力，所以論證課程的選取上就以貼近此校社區文化的水車文化作發想，延伸至與水資源相關的水庫興建作為主軸。讓學生由日常生活中的缺水問題作切入，進而融入要討論的論證教學當中，提升其對於此課程的興趣。以下將先說明論證議題的選取方式及情境內容，再說明課程內容與教學活動流程，詳細內容分述如下：

(一) 論證議題的選取

由於運用 SSI 於教學上有助於學生論證能力的培養(Jimenez-Aleixandr, 2002)，且 SSI 的定義符合論證教學議題所需要的條件，所以本研究的論證教學以 SSI 為題材。另外，若 SSI 能貼近論證者的生活經驗，則越能增進其論證技能的表現(Patronis et al., 1999)，且基於前一節說明此校學生對於教學設計的需求是要貼近學生的日常生活經驗與引起其興趣，故選擇了與此校地區特色相關的議題為教學主題。此校所處社區以水車為其地方發展之特色，並每年舉辦「水車文化節」等與水資源相關的活動，故本研究教學議題即設計與水資源相關的 SSI，由水資源缺乏的台灣作為主要概念發想，進而延伸到興建水庫以利蓄水的概念，最後引進要討論的主題為「水庫興建預定地的選定」。

「水庫興建預定地的選定」議題，其問題情境的內容為半虛擬的情境背景，假設在學生所生活的地區內，由於人們隨著生活水準和需求的提高，加上未來社區規劃將設立工業區，所以用水需求日益增加，為配合水資源之需求量增加，需加強水資源開發，極需興建水庫。所以，打算在此地區找尋適當的地方蓋水庫！但是決定水庫興建位址，必須要考量許多的條件，包含地區的氣候與水文條件、地質條件、政府預算和水庫功能規劃、居民的反應、生態保育和古蹟維護問題等等。目前在此地區預選了三個水庫興建的預定地，分別是甲地、乙地和丙地。需要學生收集與分析這三個預定地的相關條件資料，然後做出自己對興建水庫預定地的選擇，最後再以預定地的選擇結果作為學生的分組的依據後再進行以組為單位的論證活動。

(二) 論證教學課程設計

本研究的論證教學設計，主要參考黃柏鴻與林樹聲(2007)研究中整理出來的進行論證教學可運用的策略及相關注意事項。其教學策略主要包含了六大項：「論證因子寫作」、「兩難情境」、「角色扮演」、「競爭理論」、「辯論」以及「科學探究與發表」(詳細內容請參閱表 2-1-6)。關於本研究的論證教學設計與教學策略之間的相互對應，整理如表 3-2-1。在課程一開始，首先讓學生了解要討論的社會性科學議題的問題與情境，說明興建水庫需要考量的條件包含：氣候類型、水文與地質狀況、生態的保育、人文古蹟的維護、政府的預算與規劃，以及居民住所搬遷等等問題，進一步介紹此論證教學活動所要探討的「水庫興建預定地選定」問題的情境，並點出此議題兩難的所在，此活動是為論證教學策略中「兩難情境」的運用。

水庫興建的情境介紹完之後，讓學生分成六個小組，每組約五到六位的學生。在本研究的問題情境中，提供選擇的水庫興建預定地一共有三個，分別為甲地、乙地與丙地。每個小組負責閱讀一個預定地的資料，並且小組內各成員必須分配角色，再依據所分配到的角色進行水庫預定地資料的分析，以其所扮演的角色立場來評斷此預定地興建水庫有哪些優缺點。在這個階段的課程設計，採取了論證教學策略中的「角色扮演」策略，期望讓學生透過角色的扮演增加其對於議題情境的融入，以及提升學生對於論證活動的參與度。

各小組分析好各水庫興建預定地的資料以後，每個預定地推派一個小組口頭報告其資料分析及彙整的結果。在此運用了論證教學策略中「科學探究與發表」這項策略，希望透過讓學生進行資料分析與結果發表等活動，增進學生對此議題的瞭解以利進行後續的論證活動。

為了讓學生能夠更加瞭解論證活動的內容，在教師的引導下及學習單(詳見：附錄四)的輔助，讓學生寫下論證主題中各項論證要素的內容，以讓學生更瞭解論證的過程與內容。此部分運用了論證教學策略中的「論證因子寫作」，希望透過這個教學活動的設計，讓學生更了解論證包含哪些內容，提升其對於論證活動的掌握度。

進行完前面的課程活動以後，讓學生各自投票選出自己心目中認為最適合興建水庫的預定地或是選擇都不適合興建，然後以投票結果將學生以預定地選擇分成四個小組，分別是「甲地適合興建」、「乙地適合興建」、「丙地適合興建」以及「都不適合興建」四個類別的小組。再以組為單位推派代表進行組間相互論證，各自提出其論點與證據，並

針對不同組別提出問題或質疑，各組也必須針對別組的提問提出回應或反駁。此階段的論證活動，運用了教學策略中「辯論」這項策略，也是整個論證課程設計最重要的部分。

綜合上述來看，本研究所設計的論證教學活動中，各階段的活動多有搭配論證教學策略的使用，主要的目標是希望能夠透過適切的策略運用，達到提升學生進行論證活動的成效。

表 3-2-1 論證教學策略與課程活動之對應

教學時數	教學目標	教學策略	教學活動	學生活動
10 分鐘	增進學生對於兩難問題的瞭解，以及 SSI 所存在的兩難情況	兩難情境	提供學生一個與「水庫興建預定地選定」有關的兩難情境，以供學生討論與辯證。	瞭解選擇不同水庫預定地時，因為需有多方的考量以致產生兩難的情形。
15 分鐘	增加學生對於論證活動的參與度，以及情境融入的程度	角色扮演	讓學生扮演不同角色，並以角色的立場提出所觀察到各預定地的優缺點。	選定所扮演的角色，並且以角色的立場評斷各預定地興建水庫的優缺點。
30 分鐘	增進學生對議題的瞭解，以利學生進行後續的辯論活動	科學探究與發表	讓學生分析與整合與論證主題相關的資料，再讓學生以口頭發表的方式呈現其資料分析與彙整的結果。	閱讀不同預定地的相關資料，並以各自扮演的角色分析預定地的優缺點，最後整合資料以口頭報告方式呈現分析彙整結果。
20 分鐘	讓學生更了解論證的過程包含哪些內容，提升其對於論證的掌握度	論證因子寫作	利用學習單輔助，讓學生寫下論證主題中各項論證要素的內容，以讓學生更瞭解論證的過程與內容。	在教師引導下填寫學習單，寫下此論證主題中各項論證要素的內容。

35 分鐘	提升學生的論證能力，包含提出論點、提出反論點、提出前提、提出證據、提出支持性論點等能力	辯論	讓學生分成支持不同水庫興建預定地的小組，各自提出其論點與證據並進行相互辯證，再針對不同組別的論點提出反駁或說服。	支持不同水庫興建預定地的各小組，提出各自的論點並針對不同組別的論點提出反駁進行相互辯證。
-------	---	----	--	--

關於論證教學活動的流程，以及各活動中搭配的學習工具以及學生活動內容，整理如表 3-2-2。論證教學的實施共有四堂課的教學時間，且其中包含了實施「論證技能與議題決策問卷」與「科學認識觀問卷」前後測的時間。在兩份測驗工具前測實施完後，即進入論證教學階段。教學流程是先給予學生一個虛擬的問題情境，說明在學生生活的社區內因為用水需求大增必須興建水庫，再提出選擇水庫預定地時遇到的兩難情形需要同學共同解決，進而讓學生了解此課程的主題與活動內容。之後讓學生分組，每組約五到六個學生，針對這些虛擬的情境背景，以教師提供的預定地「資料百寶袋」中的相關資料，開始分析各預定地不同的環境條件。「資料百寶袋」中包含水庫興建情境說明，以及此預定地的氣候與水文條件、地質狀況、生態保育與古蹟維護情形、政府預算及居民人口數量等資料，詳細的資料內容如附錄五。並將每一項環境資料以不同顏色的看板形式呈現，而不是只給學生一些印有相關文字資料的紙本文件，讓學生好像在進行遊戲闖關可以自由選取其所要扮演的角色，進而達到引起學生學習動機與興趣的目的，也能更符合對於研究對象所做的學校特徵分析結果，設計出能提升學生學習興趣的課程。

表 3-2-2 論證教學活動內容流程表

節數	教學活動	教學內容	工具	學生活動內容
第一堂課	「論證與議題決策問卷」之前測	「論證與議題決策問卷」前測施測	論證與議題決策問卷	填寫「論證與議題決策問卷」

	引起動機	利用長江三峽大壩等水庫之介紹引起學生動機。接著利用投影片講解水庫興建條件等相關科學知識，最後再引出下堂課要興建水庫的課程活動，並針對活動內容作介紹。	自製教學投影片	了解水庫興建須考量的相關條件
第二堂課	說明「水庫興建預定地選定」的兩難情境	說明水庫興建議題的問題情境，以及選擇預定地會因為不同條件的考量，而產生兩難的情形。	資料百寶袋	瞭解選擇不同水庫預定地時，因為需有多方的考量以致產生兩難的情形。
	分組及角色選定	共分成六組，每組內成員必須選擇自己所要扮演的角色，	無	分組以及角色選定
	分析與整合預定地資料	各組發放水庫興建相關資料袋，然後分析與彙整預定地相關資料	資料百寶袋、學習單一	閱讀預定地相關資料，並完成學習單一
第三堂課	口頭發表各組資料分析與彙整的結果	每一個預定地推派一組同學上台報告其針對預定地分析的各項（包含：氣候與水文、地質、生態保育與古蹟維護、居民、政府）優缺點	無	口頭報告所屬水庫興建預定地各項考量條件的優缺點
	水庫興建預定地各項考量條件投票	讓學生依據興建水庫須考量的五大條件，針對三個預定地作投票	海報、貼紙	針對三個水庫興建預訂地的五大考量面向進行投票，每個面向學生各有兩票，將票投給他認為各面向中條件最好的一個或兩個水庫興建預定地
	水庫興建預定地各項考量條件投票結果之權重分析	針對投票結果，教師引導學生進行各項考量條件的權重分析，計算各預定地的總分，作為提供學生選擇預定地的依據	學習單二	計算各預定地在五項考量條件的分數，再加權計算出總分，最後完成學習單二
	投票	進行第一次投票，讓學生各自選出心目中適合興建水庫的預定地	投票單(詳見附錄六)	學生個別投票給心目中覺得適合興建水庫的預定地

第四堂課	重新分組	依據學生自己投票選擇的預定地進行分組	無	重新依據預定地作分組
	論證因子寫作	利用學習單輔助，讓學生寫下論證主題中各項論證要素的內容，以讓學生更瞭解論證的過程與內容。	學習單三	在教師引導下填寫學習單，寫下此論證主題中各項論證要素的內容。
	各預定地擁護者相互辯論	各預定地擁護者提出各自主張，並進行相互辯駁	無	
	第二次投票	進行第二次投票，經過論證後讓學生再次選出心目中適合興建水庫的預定地	投票單	經過論證後，學生投票給適合興建水庫的預定地
	結語	由教師做總結，說明社會性科學議題存在的爭議性與兩難，且此類型的議題並非有所謂的正確答案或正確選擇。	無	瞭解社會性科學議題存在的爭議性與兩難
	「論證與議題決策問卷」之後測	「論證與議題決策問卷」後測施測	論證與議題決策問卷	填寫「論證與議題決策問卷」

在進行資料分析之前，小組內學生必須分配各自的角色，角色分別為氣候與水文專家、地質專家、生態保育與古蹟維護者、政府官員以及居民。分配好角色後，組內成員分別就百寶袋中資料，分析氣候與水文、地質、生態保育與古蹟維護、政府預算及居民搬遷問題等五大面向各自的優缺點，並填寫學習單一。各各預定地在各項條件的優劣程度，是課程設計者必須事先做好適當安排的，必須讓三個預定地整體而言優劣程度差異不太大，不能有特地預定地的條件明顯優於其他預定地的情形，才不會讓後續學生在投票選擇適合興建之預定地時有票數失衡的情形，才有利後續不同預定地擁護者的相互辯論活動之進行。本研究，各預定地於各項環境條件的優劣權重如表 3-2-3，如下：

表 3-2-3 三個水庫興建預定地之興建條件優勢權重表

	甲（橫山村）	乙（埔坪村）	丙（圓山村）
氣候與水文	00	0	000
地質	000	00	0
生態保育與古蹟 維護	0	000	00
政府	000	000	000
居民	00	0	00

0: 代表此項條件的優異程度，越多代表條件越優異

資料分析與彙整完成後，以組為單位口頭報告預定地資料整理與分析的結果。各組口頭報告結束後，讓學生針對三個水庫興建預訂地的五大考量面向進行投票，每個面向學生各有兩票，將票投給他認為各面向中條件最好的一個或兩個水庫興建預定地。

投票結束後統計三個預定地在各項度的總票數，將投票結果提供給學生作項度權重計算的依據。接著利用學習單二進行三個預訂地在各項度表現的權重計算，以供學生進行第一次投票的參考依據。權重計算完之後，進行每位學生第一次的水庫預定地投票，讓學生票選出自己認為最適合興建水庫的預定地，之後將學生依據投票內容分成四組，分別為「支持甲地」、「支持乙地」、「支持丙地」以及「都不適合蓋」。之後以組為單位進行組間論證，各自提出擁護的主張及理由，並針對不同組的論點提出反論點，並為自己的論點提出支持性的論點。完成論證過程後，讓學生再投票一次，最後再進行兩份測驗工具的後測，即完成本研究的論證教學。

第三節 研究工具

本研究為瞭解學生的論證能力與其科學認識觀之間的相關性，共發展了兩份測驗工具，分別為「論證技能與議題決策問卷」以及「科學認識觀問卷」，運用在課程前後進行問卷的前後測。上述各研究工具的發展原則與內容，詳述如下。

一、「論證技能與議題決策問卷」

「論證技能與議題決策問卷」(詳見附錄七)是依據本研究對於論證能力的定義設計題目，問卷內容主要包含幾個部份：

1. 情境：社會性科學議題－全球暖化

此部分的情境內容，主要參考 Bell & Lederman (2003)文中關於全球暖化議題的內容，以及劉湘瑤、李麗菁與蔡今中(2007)研究所使用的全球暖化相關內容，並在詞語敘述部份稍作修飾以符合本研究對象之學業階段程度，最後發展成為本研究於此份問卷的議題情境。議題情境主要是說明，在一場全球暖化的會議當中，不同的專家針對全球暖化的現象與成因有不同的說法，因而相互爭辯與討論。

2. 正、反方專家說法：全球暖化造成環境危機、目前所謂的全球暖化是氣候常態

在全球暖化會議中，針對全球暖化的現象與成因主要有兩大派的說法，一派說法是支持「全球暖化造成環境危機」且成因多以人為因素為主，說明工業化時代後因為人類大量使用石化燃料，造成過量的溫室氣體排放，進而影響全球暖化；另一派說法是認為「全球暖化是氣候常態」，若是長時間尺度來看地球環境溫度的變化，這可能是屬於地球溫度變化波動的正常範圍，故目前的暖化只是氣候常態。

3. 題目：涵蓋本研究對於論證能力定義的五項子能力

依據本研究對於論證能力的定義，論證能力分為五項子能力，分別為：提出論點、提出反論點、提出支持性的論點、提出證據，和提出前提或條件。題目設計一共分為四題，每一題的設計都分別針對各論證子能力作設計，第一題是針對「提出論點」以及「提出前提」這兩項論證子能力作設計，讓學生提出其論點以及前提；第二題則針對「提出反論點」這項論證子能力作設計，讓學生提出與自己主張相反的論點；第三題則針對「提出支持性的論點」這項論證子能力作設計，讓學生回答若被別人質疑自己的論點時該如何說服他人；第四題則是針對「提出證據」這項論

證子能力作設計，請學生提出能支持其論點的證據。

二、「科學認識觀問卷」

「科學認識觀問卷」以Tsai & Liu (2005)對於學生科學認識觀所設計問卷為本研究之研究工具，此份問卷包含五個科學認識觀的面向，各面項皆有七題，共三十五題，各項度的題目分配如表 3-3-1。

表 3-3-1 科學認識觀問卷題目分配表

科學認識觀項度	題數	題號	反向題
科學的創造性 (Invented and creative, IC)	7	1、2、3、4、5、 6、7	7
探究過程的理論依據性 (Theory-laden, TL)	7	8、9、10、11、 12、13、14	8、13、14
科學知識的暫時性 (Changing and tentative, CT)	7	15、16、17、18、 19、20、21	18
社會協調性 (Social negotiation, SN)	7	22、23、24、25、 26、27、28	23
文化影響面 (Cultural impacts, CU)	7	29、30、31、32、 33、34、35	32、33、34

問卷中科學認識觀五個面向的意涵，如下：

1. 科學的創造性(Invented and creative, IC)

科學是人類嘗試瞭解自然界的運行，所創造或發明出來的一套解釋或說法，並非發現自然界中既有存在之真理。

2. 探究過程的理論依據性(Theory-laden, TL)

科學觀察無法全然客觀，其會受到科學社群的價值觀或科學理論所影響。

3. 科學知識的暫時性(Changing and tentative, CT)

科學知識會隨著新的證據及理論的出現，而不斷更新演進，並非互古不變。

4. 社會協調性(Social negotiation, SN)

科學知識的形成是經過科學社群中，學者們彼此間不斷辯證、討論與切磋所產出的。

5. 文化影響層面(Cultural impacts, CU)

科學會受到不同社會、文化或政策等影響而因地制宜，並非放諸四海皆準。

本研究的科學認識觀量表是採用Tsai & Liu (2005)發展之量表，於原文中說明了該量表的內部一致Cronbach's α 值，如表3-3-2。整份量表的內部一致Cronbach's α 值為0.67，各分項度的Cronbach's α 值則介於0.60到0.71之間。

表 3-3-2 Tsai & Liu (2005)科學認識觀量表各項度Cronbach's α 值

	IC	TL	CT	SN	CU	Total
Cronbach's α	0.60	0.68	0.60	0.71	0.71	0.67

第四節 資料分析

本節根據本研究之研究問題，針對研究中收集到的「論證技能與議題決策問卷」以及「科學認識觀問卷」資料進行分析，各項分析方法詳述如下：

一、學生論證能力表現情形

為了瞭解學生在論證教活動後的論證能力表現情形，分析學生在「論證技能與議題決策問卷」後測的填答內容，以描述性統計的方式呈現學生的整體論證能力表現，以及各項論證子能力的表現情形。問卷填答內容的評分方式(如表 3-4-1)，論證能力一共分成五項子能力，分別是：「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」、「提出支持性論點」、「提出前提」。

「提出論點」的評分方式，是依據學生回答其主張的完整性，以及符合其主張的理由的數量與完整性為評分標準，共評為 0 分到 3 分，提出明確主張與兩個以上適切理由者評為 3 分，提出明確主張與一個適切理由者評為 2 分，提出主張但理由不明確者評為 1 分，未回答或答非所問則評為 0 分。學生填答範例如表 3-4-1 所示，學生 S1 的填答被評為 3 分是因為其提出「中立」這項明確的主張，並且提出「二氧化碳等氣體會吸收輻射、紫外線，使地球不會太冷，但人為增加了過多的溫室氣體會使地球更熱」以及「如果太熱，水會蒸發成雲阻擋太陽光」這兩個敘述正確的理由，故其填答被評為 3 分；學生 S4 的填答被評為 2 分是因為其提出「全球暖化造成環境危機」這項明確的主張，且僅提出「這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常溫度上升」這一個正確的理由，故被評為 2 分；學生 S6 被評為 1 分是因為其提出「中立」這項明確的主張，但理由僅說明「因為都有可能」並沒有詳細說明可能的原因，所以被評為 1 分；而未作答的內容則評為 0 分。

「提出前提」的評分方式，是依據學生回答的前提個數為評分標準，共評為 0 分到 3 分，提出明確符合主張的兩個以上適切前提條件者評為 3 分，提出明確符合主張的一個適切前提條件者評為 2 分，提出一個不明確前提者評為 1 分，未回答或答非所問則評為 0 分。學生填答範例如表 3-4-1 所示，學生 S13 的填答被評為 3 分是因為有提出「溫度繼續上升」以及「危害到人類生存空間」這兩個讓其主張成立的條件，所以被評為 3 分；學生 S9 的填答被評為 2 分是因為其僅提出「對地球或人類有危險的話」這一個使其主張成立的前提條件，所以被評為 2 分；學生 S1 雖有提出「南北極都融化」這個條

件，但因為北極主要為海洋冰山而南極則多為高原極冰，南極洲有陸地存在故其說「南北極都融化」並沒有講清楚是極冰，所以有敘述不清的地方，故被評為1分；而未作答的內容則評為0分。

「提出反論點」的評分方式，是依據學生回答相反主張的完整性，以及符合其主張的理由的數量與完整性為評分標準，共評為0分到3分，提出明確與原主張相異之主張與兩個以上適切理由者評為3分，提出明確與原主張相異之主張與一個適切理由者評為2分，提出與原主張相異之主張但理由不明確者評為1分，未回答或答非所問則評為0分。學生填答範例如表3-4-1所示，學生S4的填答被評為3分是因為其提出「全球暖化是氣候常態」這項明確的相異主張，並且提出「人類對地球的常性並不瞭解」以及「這種反常可能是地球將要進入下一個改變期的預告」這兩個敘述正確的理由，故其填答被評為3分；學生S1的填答被評為2分是因為其提出「全球暖化是氣候常態」這項明確的相異主張，且僅提出「溫室氣體本來就很多在大氣中，我們這些只是九年一毛而已」這一個正確的理由，故被評為2分；學生S33被評為1分是因為其提出「全球暖化造成環境危機」這項明確的主張，但未說明支持其主張的，所以被評為1分；而未作答的內容則評為0分。

「提出支持性論點」的評分方式，是依據學生回答三種支持性論點的完整性及數量作為評分標準，三種支持性論點分別是：「精緻化原理由」、「補充新理由」，以及「反駁」，共評為0到6分，由於其他論證子能力的評分範圍皆為0到3分，所以此項子能力的評分會再經過調整成0到3分的分數範圍。提出三種完整的支持性論點評為6分，提出三種中任兩種支持性論點則評為5分，提出三種中一種完整一種不完整的支持性論點評為4分，提出三種中任二種不完整的支持性論點評為3分，提出三種中任一種完整的支持性論點評為2分，提出三種中任一種不完整的支持性論點則評為1分，未回答或答非所問則評為0分。學生填答範例如表3-4-1所示，本研究中無被評為6分的類型，學生S4的填答被評為5分是因為，其提出的論點為「全球暖化造成環境危機。因為自然界中存在氣(體)用來維持地表的溫度和氣候，但這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常，溫度上升。」，並針對原論點之理由提出一個完整的精緻化理由「二氧化碳的大量增加使平衡被破壞，使溫度上升造成氣候反常」以及一個完整的補充新理由「冰山融化，海水面積大量增加，嚴重威脅人類生存空間」而無提出反駁，所以被評為5分；在本研究中也無3分以及4分的類型；學生S1的填答被評為2分是因為，其提出反論點「全球暖化造成環境危機，因為電影的影響。」，並針對反論點提出一個完整的反駁「電影

不是百分之百正確」，而無精緻化理由以及補充新理由，故被評為2分；學生S28的填答被評為1分是因為，其提出論點「全球暖化造成環境危機。因為暖化造成了現今人類的一大禍患，如果使溫度持續上升，人類與地球上的生物將無法繼續生存於地球。」，並針對原論點之理由提出一個精緻化原理由「拿出有力證據」，然而其僅說明支持其論點的方法並未說明佐證的內容，故因敘述不夠清楚而被評為1分；未作答的內容則評為0分。

「提出證據」的評分方式，是依據學生回答的完整性、正確性與數量為評分標準，共評為0分到3分，提出符合主張正確且完整的一個以上的證據者評為3分，提出符合主張證卻但不完整的一個證據者評為2分，提出一個敘述有誤的證據者評為1分，未回答或答非所問則評為0分。學生填答範例如表3-4-1所示，學生S11的填答被評為3分是因為其提出一個敘述完整的證據「工業時代增加的二氧化碳比以前快了太多了」，所以被評為3分；學生S9的填答被評為2分是因為其提出「人不能完整預測」這項證據，但沒有說明清楚不能完整預測的內容什麼，故被評為2分；學生S30的填答被評為1分是因為雖有提出「給他們一個真實的報告」這項證據，但是並沒有所謂「真實」的報告，因為同樣的觀測數據可以有不同的詮釋，所以此學生的證據描述有錯誤，故被評為1分；未作答的內容則評為0分。

本研究的評分架構形成後，透過與一位進行論證教學相關研究的研究生進行互評者信度的考驗，將學生於「論證技能與議題決策問卷」中的填答內容，取三分之一的樣本作為評分內容，將兩人評分的結果作同意度的分析，結果發現互評的分數同意度達87%，即兩人將各題評為相同分數的比例達87%，而評分不相同之處則經過討論後再次確認評分準則達到共識。

另外，學生的論證能力在經過論證教學前後是否有顯著的不同，由於未通過常態檢定故利用無母數統計技術中的「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)，檢定學生在經過論證教學後論證能力前後測的平均數間是否存在顯著差異。

表 3-4-1 論證技能與議題決策問卷評分準則

論證技能	配分	評分準則	問卷填答範例
I .提出論點 (arguments) = 主張及理由 (問題一)	3	針對此議題明確提出其主張，並針對其主張提出兩個以上（含兩個）的理由，得以說明其為何提出此項主張。	學生S1： 「主張：中立（各有一些我認同） 理由： <u>二氧化碳等氣體會吸收輻射、紫外線，使地球不會太冷，但人為增加了過多的溫室氣體會使地球更熱</u> ，我認同，冰山會消失，我覺得有可能。但會使人類面對末日，我不太認同，因為第二篇文章中有說到， <u>如果太熱，水會蒸發成雲阻擋太陽光。</u> 」
	2	針對此議題明確提出其主張，並針對其主張提出一個理由，得以說明其為何提出此項主張。	學生S4： 「主張：全球暖化造成環境危機 理由：自然界中存在氣(體)用來維持地表的溫度和氣候， <u>但這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常，溫度上升</u> 」
	1	針對此議題明確提出其主張及理由，但其理由說明不清楚。	學生S6： 「主張：中立 理由：因為都有可能」
	0	未提出任何主張及理由或答非所問。	空白
II .提出前提或條件 (Qualifier) (問題一)	3	提出兩個以上（含兩個）明確符合此議題及其主張的前提	學生S13： 「 <u>溫度繼續上升，危害到人類生存空間</u> 」
	2	提出一個明確符合此議題及其主張的前提	學生S9： 「對地球或人類有危險的話」
	1	有提出前提，但此前提與其主張無關或此前提敘述	學生S1:

			不清楚。	「南北極全融化」
	0		未提出任何前提或答非所問	空白
III. 提出反論點 (counterarguments) (問題二)	3		明確提出與問題一時其所提出之主張相異的主張，並針對這項相異主張提出兩個以上（含兩個）得以支持此相異主張的理由。	學生S4： 「主張：目前所謂的全球暖化是氣候常態理由：人類雖然在百萬年前住進地球，但對地球的常性並不瞭解，所以人類都把氣候的反常推到人類的活動，但這種反常可能是地球將要進入下一個改變期的預告」
	2		明確提出與問題一時其所提出之主張相異的主張，並針對這項相異主張提出一個得以支持此相異主張的理由。	學生S1： 「主張：目前所謂的全球暖化是氣候常態理由：溫室氣體本來就很多在大氣中，我們這些只是九牛一毛而已」
	1	1a	明確提出與問題一時其所提出之主張相異的主張，但並未提出任何支持此相異主張的理由。	學生S33： 「主張：全球暖化造成環境危機理由：空白」
		1b	明確提出與問題一時其所提出之主張相異的主張，但其針對這項相異主張所提出的理由說明不清楚。	學生S7： 「主張：全球暖化造成環境危機理由：電影的影響」
	0		未提出任何與問題一時其所提出之主張相異的主張及理由或答非所問。	空白
III. 提出反論點 (counterarguments) (問題二)				

IV.提出支持性的論點 (supportive arguments) (問題三)	6	提出以下三個適切且完整的回答: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁	所有樣本分數計算後需按比例做調整，將原本分數範圍為0到6分，調整成0到3分。	在本研究樣本中無此類型範例
IV. 提出支持性的論點 (supportive arguments) (問題三)	5	提出下列三者當中任兩個適切且完整的回答: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁		學生S4: 論點:「全球暖化造成環境危機。因為自然界中存在氣(體)用來維持地表的溫度和氣候,但這些年來人類大量排放二氧化碳,破壞了這種微妙的平衡,使得氣候反常,溫度上升。」 支持性論點:「<u>二氧化碳的大量增加使平衡被破壞,使溫度上升</u>,造成氣候反常,<u>冰山融化,海水面積大量增加</u>,嚴重威脅到人類的<u>生存空間</u>,如不限制人類的生存空間將大大減小。」 →單實線劃線部分為一個完整且適切的精緻化理由,雙實線劃線部分為一個完整且適切的補充新理由,並無提出反駁,故評為5分,再經過整體分數調整成分數範圍為0到3分的「調整後分數」

IV. 提出支持性的論點 (supportive arguments) (問題三)	4	提出下列三者當中任一個適切且完整的回答,以及另一個敘述不完整或不清楚的答案: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁	所有樣本分數計算後需按比例做調整,將原本分數範圍為0到6分,調整成0到3分。	在本研究樣本中無此類型範例
	3	提出下列三者當中任二個敘述不完整或不清楚的答案: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁		在本研究樣本中無此類型範例

	2	提出下列三者當中任一個適切且完整的回答: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁	所有樣本分數計算後需按比例做調整，將原本分數範圍為0到6分，調整成0到3分。	學生S1： 論點：「全球暖化是氣候常態。因為溫室氣體本來就很多在大氣中，我們這些只是九牛一毛而已。」 反論點：「全球暖化造成環境危機。因為電影的影響。」 支持性論點：「<u>電影不是百分之百正確。</u>」 →劃線部分為針對反論點所提出之一個完整且適切的反駁，且無精緻化理由及補充新理由，故評為2分，再經過整體分數調整成分數範圍為0到3分的「調整後分數」
	1	提出下列三者當中任一個敘述不完整或敘述不清楚的回答: 1. 針對問題一補充新的理由 2. 針對問題一精緻化其理由 3. 針對問題二的反論點提出反駁		學生S28： 論點：「全球暖化造成環境危機。因為暖化造成了現今人類的一大禍患，如果使溫度持續上升，人類與地球上的生物將無法繼續生存於地球。」 支持性論點：「<u>拿出有力證據。</u>」 →劃線部分為一個敘述不完整的精緻化理由，且無反駁及補充新理由，故評為1分，再經過整體分數調整成分數範圍為0到3分的「調整後分數」
	0	未提出任何支持性的論點或答非所問		空白
	3	提出一個以上(含一個)符合其主張的詳細證據敘		學生S11:
V .提出證據				

(data) (問題四)		述。	「工業時代增加的二氧化碳比以前快了太多了」
	2	提出一個符合其主張的證據敘述，敘述正確但敘述不清楚或不完全。	學生S9： 「人不能完整的預測」
	1	提出一個證據敘述，但敘述錯誤或有缺漏	學生S30： 「給他們一個真實的報告！」
	0	未提出證據或答非所問。	空白

二、學生科學認識觀表現情形

為了瞭解學生在論證教活動後的科學認識觀表現情形，分析學生在「科學認識觀問卷」後測的填答內容，以描述性統計的方式呈現學生的科學認識觀類型，以及科學認識觀中各項度的表現情形。問卷填答內容的評分方式(如表3-4-2)。評分方式採李克特五分量表，依答題內容進行編碼。編碼方式如下：勾選「非常同意」給5分、勾選「同意」給4分、勾選「無意見」給3分、勾選「不同意」給2分、勾選「非常不同意」給1分。反向題則必須反向記分：「非常同意」給1分；「非常不同意」給5分，以此類推。依各面向分別計分以及總分統計，得分愈高者表示具較精熟的（或趨近建構主義的）科學認識觀；反之，低分者則表示具較素樸的（或趨近邏輯實證主義的）科學認識觀。

為了進一步探討學生的科學認識觀在經過論證教學前後是否有顯著的不同，由於樣本未全數通過常態檢定，故利用無母數統計技術中的「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)，檢定學生在經過論證教學後科學認識觀前後測的平均數間是否存在顯著差異。

表 3-4-2 科學認識觀問卷評分準則

科學認識觀項度	題數	評分方式
科學的創造性 (IC)	7	問卷設計採李克特五分量表，故評分方式如下： 勾選「非常同意」計為5分； 勾選「同意」計為4分； 勾選「無意見」計為3分； 勾選「不同意」計為2分； 勾選「非常不同意」計為1分。 反向題則必須反向計分：「非常同意」計為1分；「非常不同意」計為5分，以此類推。 依各面向分別計分以及總分統計，得分愈高者表示具較精熟的（或趨近建構主義的）科學認識觀；反之，低分者則表示具較素樸的（或趨近邏輯實證主義的）科學認識觀。
探究過程的理論依據性 (TL)	7	
科學知識的暫時性 (CT)	7	
社會協調性 (SN)	7	
文化影響面 (CU)	7	

三、不同科學認識觀對於學生論證表現的影響

為了解學生的科學認識觀對於其論證能力表現的影響，透過分析學生在「科學認識觀問卷」前測問卷的得分以及在「論證技能與議題決策問卷」前後測問卷的得分差值(後測得分減前測得分)，以無母數的統計中的「魏氏—曼—惠特尼考驗」(Wilcoxon-Mann-Whitney test)考驗不同認識觀傾向的學生其經過論證教學後論證能力表現是否存在顯著差異。

綜合上述各研究問題所採用的資料分析方法，整理如表3-4-3，如下：

表 3-4-3 資料分析方法

研究項目	研究問題	分析內容	分析資料	分析方法
一、學生論證能力表現情形	瞭解學生在論證教學後，在「提出論點」、「提出反論點」、「提出支持性的論點」、「提出證據」，和「提出前提或條件」這五項論證子能力的表現為何？	分析論證教學後，學生在「論證技能與議題決策問卷」上的表現情形	「論證技能與議題決策問卷」後測	描述性統計
	學生的論證能力在經過論證教學前後，是否有顯著不同？	分析論證教學前後，學生在「論證技能與議題決策問卷」得分的差異情形	「論證技能與議題決策問卷」前、後測	魏克遜符號等級考驗 (Wilcoxon signed ranks test)
二、學生科學認識觀表現情形	瞭解學生在論證教學後，在「科學的創造性」、「探究過程的理論依據性」、「科學知識的暫時性」、「社會協調性」，和「文化影響面」這五個科學認識觀項度的表現為何？	分析論證教學後，學生在「科學認識觀問卷」上的表現情形	「科學認識觀問卷」後測	描述統計
	學生的科學認識觀在經過論證教	1. 問卷前後測各項度及總分	「科學認識觀問卷」前、後	魏克遜符號等級考驗

	學前後，是否有顯著不同？	在五分量表中之頻率 2. 分析論證教學前後，學生在「科學認識觀問卷」各項度及總分得分的差異情形	測	(Wilcoxon signed ranks test)
三、學生論證能力的表現與科學認識觀間的相關性	學生的科學認識觀傾向與其論證能力之相關性為何？	1. 論證教學前後，學生在「論證技能與議題決策問卷」上論證能力的總得分差異情形 2. 論證教學前後，學生在「科學認識觀問卷」上科學認識觀的總得分差異情形	1. 「論證技能與議題決策問卷」前、後測 2. 「科學認識觀問卷」前測	魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)
	在各個科學認識觀項度(科學的創造性、探究過程的理論依據性、科學知識的暫時性、社會協調性，以及文化影響面)中，不同認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀、偏向邏輯實證主義的認識觀)的學生，其論證能力是否存在顯著差異？	1. 論證教學前後，學生在「論證技能與議題決策問卷」上論證能力的總得分差異情形 2. 論證教學前後，學生在「科學認識觀問卷」上科學認識觀的各項度得分差異情形	1. 「論證技能與議題決策問卷」前、後測 2. 「科學認識觀問卷」前測	魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)

第五節 研究範圍與限制

本研究的研究範圍，是以台北縣一所偏遠地區之國民中學的八年級學生為研究對象，該校學生學習成就與學習自然科之態度偏低，加上學生學習成就及家庭給予學生的教育資源都呈現雙峰化的分布情形。學生經過以學校當地相關之社會性科學議題為論證主題的論證課程後，探討其論證能力的改變情形以及其科學認識觀對於其論證能力的影響。基於上述對於本研究對象與研究流程之描述，本研究有以下推論的限制：

1. 本研究以台北縣一所屬偏遠地區學校之國民中學學生為研究對象，由於研究地區與研究樣本之限制，不宜將研究結果推論至所有國民中學八年級之學生，僅適合對情境相似的學生作推論。
2. 本研究是以量表形式之問卷瞭解學生的科學認識觀，並將學生的科學認識觀區分為傾向建構主義以及傾向邏輯實證主義兩種，故不宜將此分類推論到以確切分數範圍來作為學生科學認識觀的類型分類依據，例如不宜推論量表得分在 150 分到 175 分之間者其認識觀即為建構主義的科學認識觀。
3. 本研究探討不同科學認識觀傾向的學生其論證能力的差異，是以科學認識觀的傾向作為探討依據，而非以學生的科學認識觀量表得分作為其科學認識觀類型分類的方式，故不宜將研究結果推論至以特定的學生科學認識觀量表分數來說明對其論證能力的影響，例如不宜推論學生的科學認識觀若落在 150 分到 175 分之間則對於其論證能力會有何影響。

第四章 研究結果與討論

此章節將說明針對各研究問題所進行的資料分析結果：第一節呈現學生經過「水庫興建預定地的選定」議題的論證教學後，其論證能力的表現情形，以及教學前後論證能力的改變情形；第二節說明學生科學認識觀的整體表現及各認識觀項度的表現情形，以及教學前後科學認識觀的改變情形；第三節則探討學生的科學認識觀對其論證能力表現的影響。各章節內容，詳述如下。

第一節 學生論證能力的表現

透過分析學生在論證教學前後，其在「論證技能與議題決策問卷」中的得分情形，了解學生在論證教學前後論證能力的表現情形。學生填答此份問卷的總得分，即代表學生論證能力的整體表現；問卷中，各項論證子能力的分項度得分，即為學生的各項論證子能力的表現。論證子能力分項度分別為：「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」、「提出支持性的論點」，以及「提出證據」五個項度。扣除填寫不完整的樣本，本研究的有效樣本為 42 人，以下皆以此有效樣本進行分析。

一、論證教學前後學生的論證能力表現分析

將學生的「論證與議題決策問卷」前後測的論證能力總得分，以及論證能力各項度得分作常態檢定，檢驗樣本的分佈是否近似常態。檢定結果只有論證能力前測總分通過常態檢定，其餘均未通過常態檢定。

為了對學生論證能力總得分及各子能力的表現情形有所了解，將先對各項得分進行描述性統計數值的計算(如表4-1-1)。各項論證子能力的得分範圍，除了在「提出支持性的論點」這項論證子能力的得分範圍為0到2.5分之外，其餘的論證子能力得分範圍皆為0分到3分。這是因為本研究對於論證能力評分的方式，是將各論證子能力的配分範圍皆調整成0分至3分，以調整各項度的權重不會因為各項度評分的範圍不同而有所影響，所以各項論證子能力得分的範圍皆介在0分到3分，其中「提出支持性的論點」因為原始評分範圍為0分至6分，所以基於上述理由再將其調整為0分至3分。然而，學生在「提出支持性的論點」這項論證子能力的得分最高分只有

到2.5分，是因為當由原始0到6分的評分範圍按比例調整成0到3分時，原本原始分數最大值就只有5分，並沒有學生達到6分，所以按比例換算分數後，就呈現此項論證子能力的最高分只有2.5分的情況。在論證能力總分的滿分為15分，而在有效樣本中學生的論證能力總分前測範圍落在0分到13.5分之間，論證能力總分後測範圍則落在0分到11分之間，可看出前測分數分佈範圍較大，後測分數分佈範圍較小。

繪製學生在各項論證子能力得分的平均數圖與表格(如圖4-1-1以及表4-1-1)。發現在前測當中，學生在論證能力的各項子能力的表現，以「提出證據」的表現最好，平均分數為1.98分，而表現最差的子能力則為「提出支持性論點」，其平均分數為0.51分。依據平均數的高分至低分，依序看其他項論證子能力的表現，分別是：「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」；在後測當中，學生在論證能力各項子能力的表現，也以「提出證據」的表現為最好，平均分數為1.71分，而表現最差的子能力也同樣是「提出支持性論點」，平均分數是0.64分。其餘的論證子能力依照高分至低分做排序，分別是：「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」。

綜觀學生論證能力表現前後測的差異，在「提出反論點」、「提出支持性論點」以及「論證能力總分」這三項的表現是後測優於前測，而在「提出論點」、「提出前提」以及「提出證據」這三項則是後測的表現比前測的表現稍為不佳。各項論證子能力中，前測標準差最大的論證子能力為「提出證據」，標準差最小的論證子能力為「提出支持性論點」；後測標準差最大的論證子能力亦是「提出證據」，標準差最小的論證子能力亦為「提出支持性論點」。

綜合上述結果發現，論證教學前後，學生在各項論證子能力間的表現優劣情形相近，表現最好的論證子能力皆為「提出證據」，其次依序則都是「提出論點」、「提出前提」與「提出反論點」，而表現最不好的是「提出支持性論點」。關於學生論證能力的表現於前後測之改變情形，學生整體論證能力的表現在經過論證教學後有所提升，而各項論證子能力的表現在論證教學前後則有的提升有的下降，在「提出反論點」與「提出支持性論點」兩者的表現於論證教學後有所提升，但是在「提出論點」、「提出前提」以及「提出證據」這三項論證子能力的表現，則顯示經過論證教學後其論證能力並未提升，反而略微下降。

表4-1-1 論證能力得分之敘述性統計表

	前測				後測			
	最小值	最大值	平均數	標準差	最小值	最大值	平均數	標準差
提出論點	.00	3.00	1.45	0.99	.00	3.00	1.40	0.96
提出前提	.00	3.00	1.14	0.95	.00	3.00	1.10	1.01
提出反論點	.00	3.00	0.83	0.93	.00	3.00	1.07	0.89
提出支持性論點	.00	2.50	0.51	0.52	.00	2.50	0.64	0.67
提出證據	.00	3.00	1.98	1.20	.00	3.00	1.71	1.27
總分	.00	13.50	5.82	3.24	.00	11.00	6.09	3.30

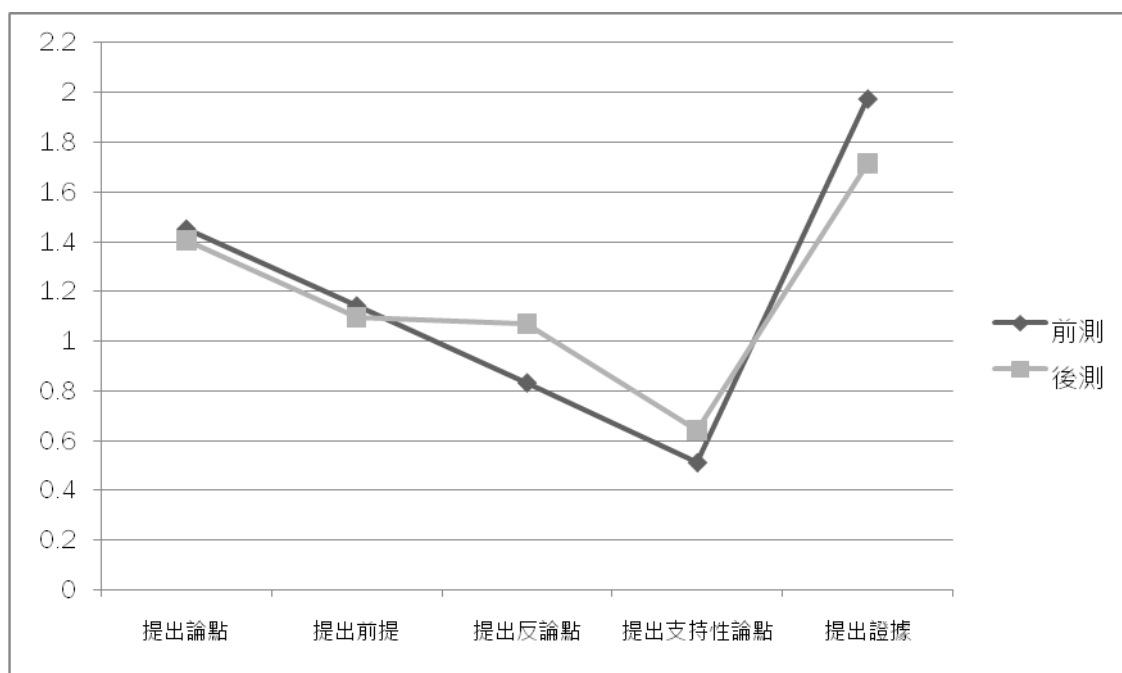


圖 4-1-1 各項論證子能力於前後測之得分平均數圖

二、論證子能力得分頻率分佈情形

論證教學前後，學生的論證能力各項子能力得分之頻率分配情形(如表 4-1-2、圖 4-1-2、圖 4-1-3、圖 4-1-4、圖 4-1-5、圖 4-1-6)顯示，在論證子能力「提出論點」的前後測中，學生得分多為 1 分，前測得 1 分的百分頻率為 47.6%，後測得 1 分的百分頻率為 35.7% (詳見圖 4-1-2)；在「提出前提」的前測中，得分 0 分、1 分與 2 分的得分頻率並列最高，百分比為 31.0%，最低得分頻率者則為 3 分，在經過論證

教學後，得分 1 分與 3 分的頻率升高，2 分的頻率降低，3 分的頻率則維持不變(詳見圖 4-1-3)；在「提出反論點」中，前測以 0 分的得分頻率最高，1 分與 2 分的得分頻率次之，經論證教學後，後測在 1 分與 2 分的得分頻率皆提高，0 分的得分頻率則降低了(詳見圖 4-1-4)；在「提出支持性論點」中，前後測的得分頻率都集中在 0 分到 2 分之間，3 分的得分頻率較低(詳見圖 4-1-5)；在「提出證據」中，前後測的得分頻率都以 3 分的得分頻率最高，1 分的得分頻率最低(詳見圖 4-1-6)。

表 4-1-2 論證子能力前後測之得分頻率表

		得分			
		0	1	2	3
提出論點	前測	14.3%	47.6%	16.7%	21.4%
	後測	19.0%	35.7%	31.0%	14.3%
提出前提	前測	31.0%	31.0%	31.0%	7.1%
	後測	38.1%	21.4%	33.3%	7.1%
提出反論點	前測	47.6%	26.2%	21.4%	4.8%
	後測	33.3%	28.6%	35.7%	2.4%
提出支持性的論點	前測	38.1%	28.6%	31.0%	2.4%
	後測	33.3%	26.2%	33.3%	7.1%
提出證據	前測	19.0%	14.3%	16.7%	50.0%
	後測	28.6%	11.9%	19.0%	40.5%

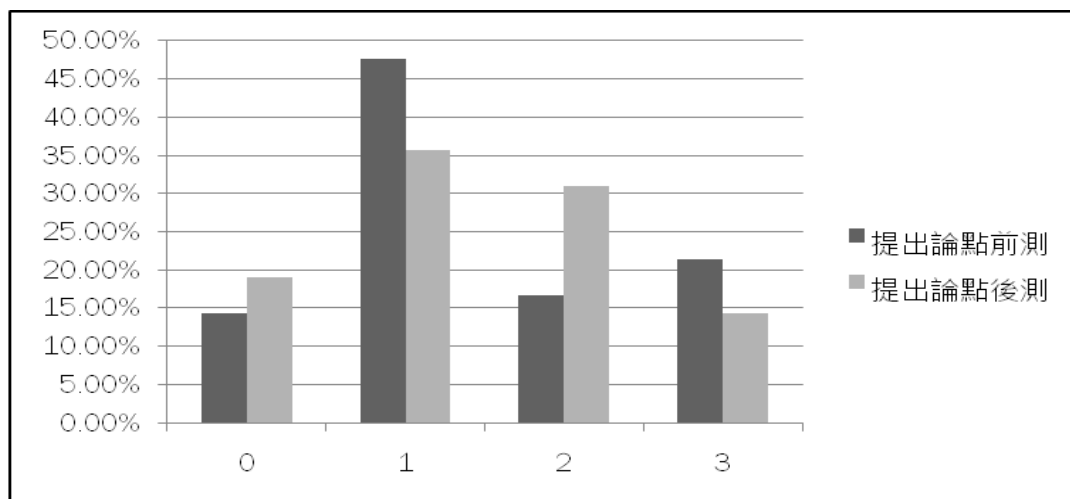


圖4-1-2 「提出論點」前後測得分頻率長條圖

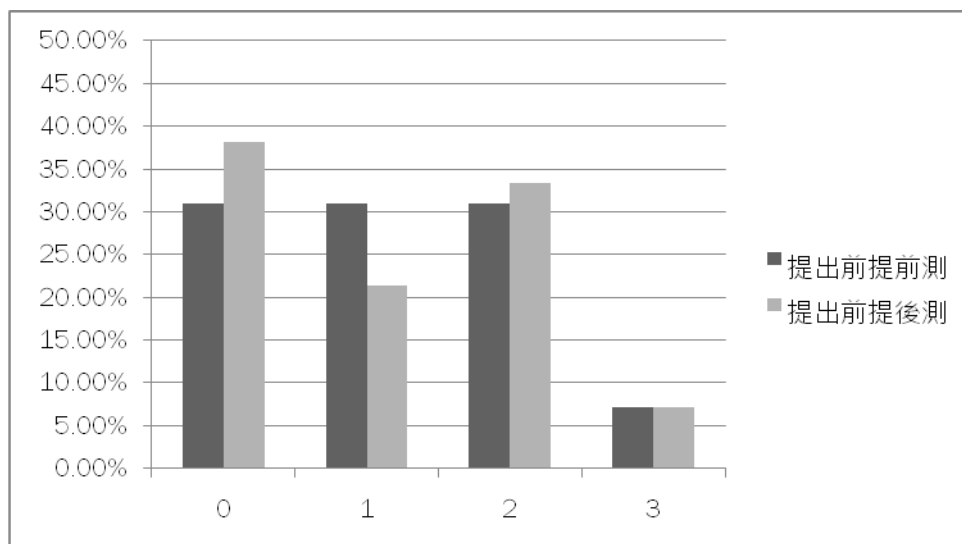


圖4-1-3 「提出前提」前後測得分頻率長條圖

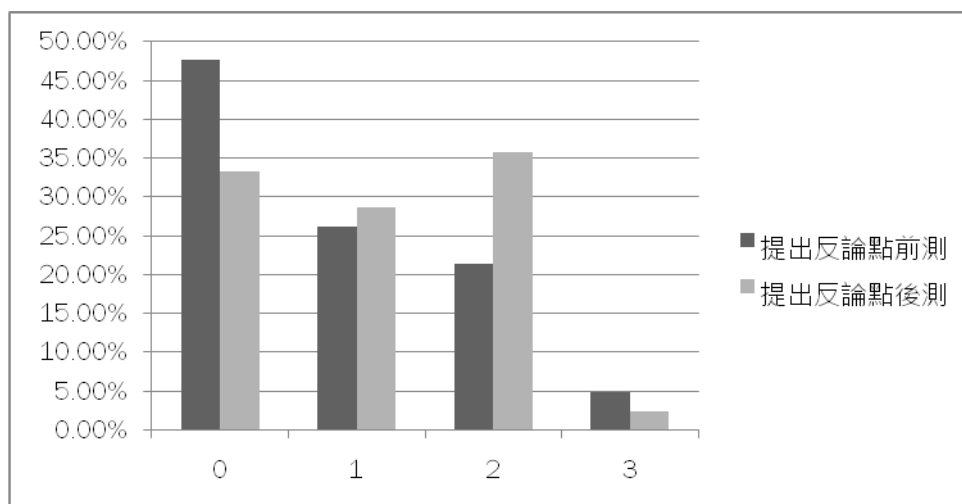


圖4-1-4 「提出反論點」前後測得分頻率長條圖

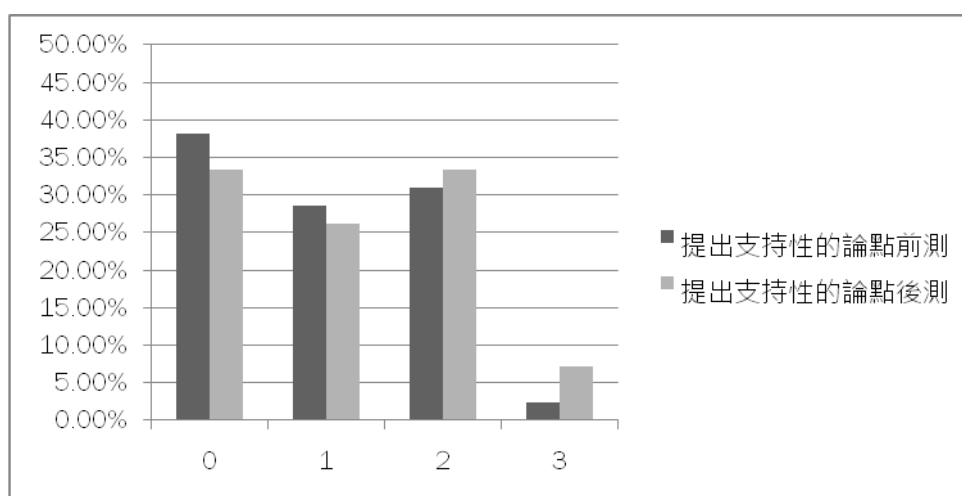


圖4-1-5 「提出支持性的論點」前後測得分頻率長條圖

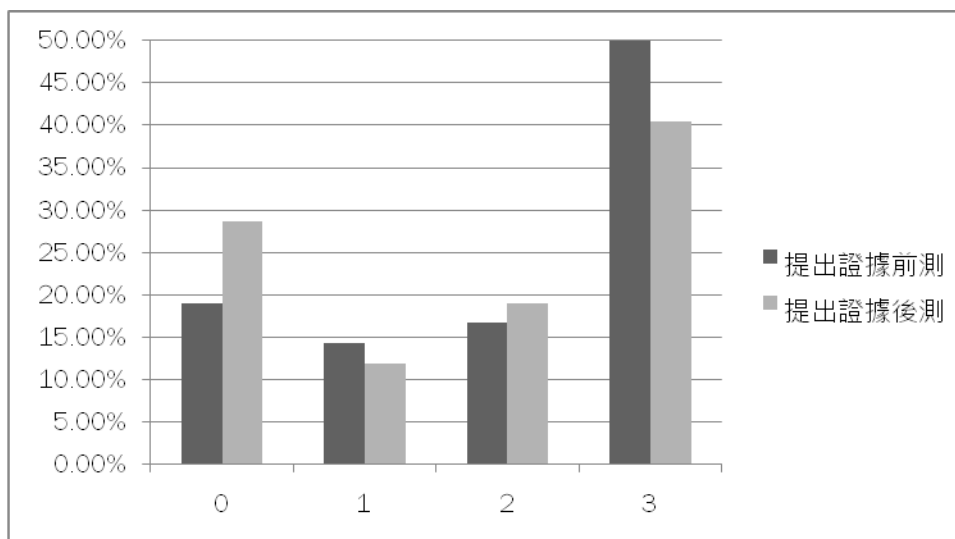


圖4-1-6 「提出證據」前後測得分頻率長條圖

三、質性資料分析

以下將以學生於「論證與議題決策問卷」中所填答的質性資料佐證上述的結果發現，說明學生在論證教學前後於各項論證子能力的表現情形。

(一) 問卷中於論證子能力「提出論點」的資料分析

學生在經過論證教學之後，反而在此項論證子能力的表現略微退步，分析學生於「論證與議題決策問卷」中的填答內容發現，在前後測中學生皆多能填答出其「主張」，但是在提出「理由」時則多半敘述不清楚或是有錯誤，依據本研究的評分方式，若主張正確但理由有錯誤或不清楚則評為 1 分，學生於前測得 1 分的頻率為 47.6%，後測得 1 分的頻率為 35.7%，兩者都是各得分中頻率最高者。

前測以學生 S14 為例，後測以學生 S19 為例。學生 S14 的填答被評為 1 分，其提出的主張是全球暖化造成了環境危機，而理由則說明因為使用過多廢棄物造成臭氧層破洞，但我們知道臭氧層破洞主要是因為過度使用含氟氯碳化物成分的製品，使得過量的氟氯碳化物與平流層之臭氧之間產生化學反應，致使可吸收紫外線的臭氧減少，但學生的說明是使用過多的廢棄物，並不是使用廢棄物造成臭氧層破洞，其敘述有錯誤。學生 S19 的填答被評為 1 分，其提出的主張也是全球暖化造成了環境危機，但是其說明的理由卻是因為人類製造垃圾而導致全球暖化，全球暖化現今被認定的主因為溫室效應的加劇，製造垃圾並非直接造成全球暖化的因素，故

在此其理由說明是有錯誤的。綜觀學生在此項度的表現，幾乎都可提出明確的主張，是因為問卷中在提出主張的部分，以選項的方式提供學生做勾選，而說明理由的部分則是一開放性問題，所以學生多能完整提出主張但理由說明則大多有錯誤或不清楚的地方。

Bell & Linn (2000)以及 Bloom (2001)研究結果發現，學生對於議題的先備知識與日常經驗，會影響其論證能力的表現。而本研究的研究對象尚未接受過國中自然與生活科技領域中地球科學相關課程，所以可能對於全球暖化議題的先備知識並不足夠，縱使閱讀過問卷中有給予情境相關的資料，但受限於資料有限，學生若要詳細說明支持其主張的理由，就必須仰賴其對於全球暖化的先備知識，但先備知識又不足夠，故造成學生在說明理由時常會敘述錯誤或不清楚的情形產生。

學生 S14：

主張：全球暖化造成環境危機。

理由：我們使用過多廢棄物，所以臭氧層破洞，紫外線就照射進來，所以天氣才會非常熱。

學生 S19：

主張：全球暖化造成環境危機。

理由：因為人類製造垃圾，所以造成全球暖化。

(二) 問卷中於論證子能力「提出前提」的資料分析

在「提出前提」方面，前後測的填答情形相似，學生的填答得分多為 0 分至 2 分，其前測得分頻率皆為 31%，後測各得分頻率則依序為 38.1%、21.4%、33.3%，少有學生填答得分有達到 3 分，前測與後測的得分頻率皆僅有 7.1%。表示少有學生能寫出兩個(含兩個)以上符合其主張的前提。在前後測中多有出現學生填答內容將支持其主張的「理由」填答成了「前提」，有答非所問的情形。在 Toulmin(1958)的論證要素中所定義的「前提」指的是，如果論證者所支持的主張要成立，其認為所需要具備的假設情況或條件即為前提。而「理由」則是說明論證者如何從資料推論到主張的過程與方式，由此可見前提與理由在定義上就不相同。

填答情形以各學生填答內容為例，填答得 3 分的類型以學生 S4 為例，填答得 0 分的類型以學生 S29 為例。學生 S4 的填答被評為 3 分，是因為有提出「溫度繼續上升」以及「危害到人類生存空間」這兩個讓其主張成立的條件，所以被評為 3 分；學生 S29 的填答被評為 0 分，其提出的主張是全球暖化造成了環境危機，然而前提假設卻說明因為溫室效應太嚴重，很明顯地學生是將其主張要成立的假設條件寫成了支持其主張的理由，故填答結果將被評為答非所問。學生出現這樣的填答情形，可能是因為不夠理解題意，所以可能學生會將「提出前提」視為和「提出理由」一樣都是要說明如何支持其主張，才導致學生在「提出前提」的填答會寫成支持主張的理由。然而在前後測都能看到這樣的學生填答情形，表示雖然經過論證教學中的論證因子寫作後，仍有部分學生不夠理解題意，在此可能因為此校的學生對於自然科的學習興趣與成就的雙峰化現象所影響，分析後發現原先在前測就將「提出前提」填答成「提出理由」的學生在後測亦有同樣填答狀況的比例有 75%，而前測填答無此狀況但後測亦無此狀況的比例則高達 89%，顯示出研究對象本身在自然科的學習情況好的就較好，弱的則較弱，所以導致在前後測的表現差異就不太大。

學生 S4：

論點：全球暖化造成環境危機，因為自然界中本存在氣用來維持地表的溫度和氣候，但這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常溫度上升。

前提：溫度繼續上升，危害到人類生存空間。

學生 S29：

論點：全球暖化造成環境危機，因為二氧化碳形成了臭氧層破洞。

前提：因為溫室效應太嚴重了。

(三) 問卷中於論證子能力「提出反論點」的資料分析

在「提出反論點」方面，學生於前後測的表現皆普遍欠佳，為五項論證子能力中表現倒數第二高分。前測中多數的學生可以提出與其主張相反的立場，但無法針對相反的立場提出符合其主張的理由，填答得分為 0 分的頻率為 47.6%，是所有分數的頻率中最高者。後測中學生能填答出適切理由的比例增加，但仍有部分學生

在提出相反立場的理由時答非所問，填答得分為 0 分的頻率仍有 33.3% 高居第二，而得 2 分得頻率則為最高的 35.7%。得分 0 分者以學生 S1 為例，得分 3 分以學生 S4 為例。

學生 S4 的填答被評為 3 分，是因為其提出「全球暖化是氣候常態」這項明確的相異主張，並且提出「人類對地球的常性並不瞭解」以及「這種反常可能是地球將要進入下一個改變期的預告」這兩個敘述正確的理由，故其填答被評為 3 分。學生 S17 的填答被評為 0 分，其提出的主張是全球暖化造成環境危機，而反論點主張則有提出與論點主張相異的主張，即全球暖化是氣候常態。但在反論點中說明理由的部分，其提出「天氣變高很熱」應該是想說氣溫變高天氣變很熱，然而說明全球暖化是常態的理由，應該是氣溫變化以長時間尺度來看屬於正常變化範圍之內，但其卻說氣溫升高天氣變熱，這個理由應該是用來支持全球暖化造成環境危機這個主張，所以此學生說明的理由無法支持其反論點的主張。

學生 S4：

論點：全球暖化造成環境危機，因為自然界中本存在氣用來維持地表的溫度和氣候，但這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常溫度上升。

反論點：全球暖化是氣候常態，因為人類雖然在百萬年前住進地球，但對地球的常性並不瞭解，所以人類都把氣候的反常推到人類的活動，但這種反常可能是地球將要進入下一個改變期的預告。

學生 S17：

論點：全球暖化造成環境危機，因為人類無限制的破壞地球，再加上臭氧層破洞。

反論點：全球暖化是氣候常態，因為天氣變高很熱。

(四) 問卷中於論證子能力「提出支持性論點」的資料分析

在「提出支持性論點」方面，學生此項論證子能力的表現在前後測中都是最不佳的，填答最多只能達到評分準則中 0 分到 1 分的層級，也就是僅提出一個完整

或敘述不清楚的支持性論點，而無法提出一個以上敘述完整的支持性論點。前測填答為 0 分的得分頻率為 38.1% 高居第一，後測填答為 0 分的得分頻率為 33.3% 亦高居第一。學生提出支持性論點的填答狀況，多只有說明支持其論點的「方式」而非直持其論點的「內容」，但也有少數學生能填答出較多種類且完整的支持性論點。

填答被評為 3 分的類型以學生 S4 為例，填答被評為 0 分的類型以學生 S14 為例。學生 S4 的填答被評為 3 分是因為其針對原論點之理由提出一個完整的精緻化理由「二氧化碳的大量增加使平衡被破壞，使溫度上升造成氣候反常」以及一個完整的補充新理由「冰山融化，海水面積大量增加，嚴重威脅人類生存空間」而無提出反駁，所以原始分數被評為 5 分，換算後的分數即為分數範圍 0 到 3 分中的 3 分。學生 S14 提出的論點是全球暖化造成環境危機，因為我們使用過多廢棄物，所以臭氧層破洞，紫外線就照射進來，所以天氣才會非常熱。而其支持性的論點，卻只有說明怎麼說服支持不同主張的學生的方式，即將其想法和理由告訴其他人，並沒有提到說服他人的理由為何，故被評為 0 分。

學生 S4：

論點：全球暖化造成環境危機，因為自然界中本存在氣用來維持地表的溫度和氣候，但這些年來人類大量排放二氧化碳，破壞了這種微妙的平衡，使得氣候反常溫度上升。

支持性的論點：二氧化碳的大量增加使平衡被破壞，使溫度上升，造成氣候反常、冰山融化、海水面積大量增加，嚴重威脅到人類的生存空間。如不限制，人類的生存空間將大大減小。

學生 S14：

論點：全球暖化造成環境危機，因為我們使用過多廢棄物，所以臭氧層破洞，紫外線就照射進來，所以天氣才會非常熱。

支持性的論點：將我的想法和理由告訴他們。

(五) 問卷中於論證子能力「提出證據」的資料分析

在「提出證據」方面，學生於前後測的表現普遍良好，多能提出一個以上適切的證據，前測中得 3 分的得分頻率為 50.0%，後測得 3 分的得分頻率為 40.5%。

但由於本研究評量學生論證能力的方式，是利用實施「論證技能與議題決策問卷」分析學生的填答情形以評量其論證能力，然而在「提出證據」這項子能力中，學生無法另外找尋得以佐證其論點的資料，僅能就問卷情境所提供之資料作判讀，所以有的學生可能是直接抄錄問卷中所提供的證據當作其填答的內容，並非經過學生本身的思考或轉換而得。分析學生填答內容發現，前後測中分別有 17%與 14%的學生其填答內容為直接抄錄問卷中所提供的證據當作其填答的內容。前測以學生 S42 為例，後測以學生 S31 為例，兩者提出的證據內容都是問卷中所呈現的文字內容，可見學生僅有判讀出問卷中符合其論點的證據，並沒有另外提出新證據。另外，得分被評為 3 分的類型以學生 S11 為例，其填答被評為 3 分是因為其提出一個敘述完整的證據「工業時代增加的二氧化碳比以前快了太多了」，所以被評為 3 分。

在「提出證據」這項論證子能力的評量中，由於是以問卷的方式作評量，並以得分高低來評斷學生的論證品質，但礙於紙本的評測方式，學生無法另外收集相關資料、圖表或研究結果等足以佐證其主張的內容，所以可能無法很完備地評量出到學生「提出證據」的能力。

學生 S42：

論點：全球暖化造成環境危機，因為污染嚴重，海平面上升，所以人為破壞使自然環境改變，形成全球暖化。

證據：環境的改變，許多生物瀕臨絕種，汙染嚴重，病蟲害增加...

學生 S31：

論點：全球暖化造成環境危機，因為人類活動導致排放太多二氧化碳。

證據：人類大量使用燃燒煤、天然氣、石油。

學生 S11：

論點：全球暖化造成環境危機，因為近年來人類排放大量的二氧化碳導致溫度升高。

證據：工業時代增加的二氧化碳比以前快了太多了。

四、論證教學前後論證能力的變化情形

為瞭解學生在接受論證教學前後其論證能力的變化情形，本研究將學生於「論證技能與議題決策問卷」前後測的總得分以及各項論證子能力的得分，分別考驗其前後測得分之間的差異情形。然而因為學生在前後測的總得分與各分項度得分皆未通過常態檢定，故以無母數統計技術進行考驗。又因本研究針對論證能力的給分並非連續變項，所以採用「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)檢定學生在經過論證教學後，論證能力前後測的平均數間是否存在顯著差異。

學生在「論證技能與議題決策問卷」的前後測總得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-1-3)，並未達.05 的顯著水準($Z=0.161$ ， $p=0.872$)。表示在論證教學前後，學生論證能力的表現並沒有存在顯著的差異，即經過論證教學後其論證能力並沒有顯著的提升。考驗的結果顯示學生在經過以「水庫興建預定地的選定」議題為主題的論證教學後，整體的論證能力並沒有顯著的提升。面對本研究中學生在論證教學後論證能力表現未有顯著提升的研究結果，探討可能的原因如下：

1. 「論證技能與議題決策問卷」施測時間點問題。由於本研究進行過程中，礙於教學時數安排的限制無法將問卷前後測的實施時間間距增大，所以學生在進行問卷前測之後隔一週，即接受相同問卷之後測施測，此可能影響學生填答品質。另外，也因為問卷的後測實施是緊接在論證教學課程之後，學生作答問卷的時間較為緊湊，也可能導致學生在問卷後測的填答品質降低。
2. 小組論證過程中學生個人參與度不夠。透過進一步分析學生在進行小組論證過程的錄影內容，發現可能因為在每組在進行相互論證時，是以推派一位小組代表的方式進行論證，而小組中其他成員雖在教師的引導之下有適時提出小組論證所需內容，但參與論證的態度與行動仍傾向消極，所以最後多流於各小組代表之間的相互論證，其他小組成員則較少參與到小組相互論證的過程。並且本研究評量的是學生個別的論證能力，故整體來看所有學生在論證教學後的論證能力就可能較不易有顯著的提升。Erduran, Simon & Osborne(2004)分析 43 個小組成員為 3 到 4 人的組內論證過程，透過話語分析將不同的小組討論品質做分類，進一步研究小組討論的品質對於學生論證能力的影響，研究結果表示小

組討論的優劣對於學生的論證成效有潛在的貢獻與影響。Albe(2007)透過小組討論的時間序列分析學生的論證品質，結果也顯示小組內的社會互動與討論優劣會影響學生的論證能力表現。基於上述相關研究結果顯示，小組討論的熱絡程度與品質會影響學生的論證表現，所以本研究中小組間互動熱烈但小組內的論證討論則較少，可能是造成學生在論證教學後論證能力表現未顯著提升的原因之一。

表 4-1-3 「論證技能與議題決策問卷」的前後測分析

	平均數	標準差	Z	p
前測	5.82	3.24	.161	.872
後測	6.09	3.30		

學生在「論證技能與議題決策問卷」中，「提出論點」這項論證子能力的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-1-4)，並未達.05 的顯著水準($Z=-.256$, $p=.798$)。表示論證教學前後學生在「提出論點」這項論證子能力的表現並沒有存在顯著的差異。由於此項子能力的後測平均得分低於前測平均得分，也表示學生在經過論證教學後其「提出論點」的論證子能力表現雖然變差但並沒有達到顯著。學生在「提出前提」這項論證子能力的前後測得分平均數分析(詳見:表 4-1-4)，並未達.05 的顯著水準($Z=-.253$, $p=.801$)。表示論證教學前後學生在「提出前提」這項論證子能力的表現並沒有存在顯著的差異。由於此項子能力的後測平均得分低於前測平均得分，也表示學生在經過論證教學後其「提出前提」的論證子能力表現雖然變差但並沒有達到顯著。學生在「提出反論點」這項論證子能力的前後測得分平均數分析(詳見:表 4-1-4)，並未達.05 的顯著水準($Z=1.799$, $P=.072$)。表示論證教學前後學生在「提出反論點」這項論證子能力的表現並沒有存在顯著的差異。由於此項子能力的後測平均得分高於前測平均得分，也表示學生在經過論證教學後其「提出反論點」的論證子能力表現並沒有顯著的提升。學生在「提出支持性論點」這項論證子能力的前後測得分平均數分析(詳見:表 4-1-4)，並未達.05 的顯著水準($Z=1.092$, $p=.275$)。表示論證教學前後學生在「提出支持性論點」這項論證子能力的表現並沒有存在顯著的差異。由於此項子能力的後測平均得分高於前測平均得分，也表示學生在經過論證教學後其「提出支持性論點」的論證子能力表現並沒有顯著的提升。學生在「提出證據」這項論證子能力的前後測得分平均數分析(詳

見:表 4-1-4)，並未達.05 的顯著水準($Z=-1.122$ ， $p=.262$)。表示論證教學前後學生在「提出證據」這項論證子能力的表現並沒有存在顯著的差異。由於此項子能力的後測平均得分低於前測平均得分，也表示學生在經過論證教學後其「提出證據」的論證子能力表現雖然變差但並沒有達到顯著。

表 4-1-4 「論證技能與議題決策問卷」-各論證子能力的前後測考驗

	前測		後測		魏氏符號考驗	
	平均分數	標準差	平均分數	標準差	Z	p
提出論點	1.45	0.99	1.40	0.96	-.256	.798
提出前提	1.14	0.95	1.10	1.01	-.253	.801
提出反論點	0.83	0.93	1.07	0.89	1.799	.072
提出支持性 論點	0.51	0.52	0.64	0.67	1.092	.275
提出證據	1.98	1.20	1.71	1.27	-1.122	.262

根據近十年來關於論證與 SSI 的相關研究結果顯示，以論證與 SSI 作為課程內容的教學大多能提升學生整體的論證能力(Bell & Linn, 2000；Bloom, 2001；Jiménez-Aleixandr, 2002；Lawson, 2002；Osborne et al., 2004b；Potari et al., 1999；Niaz et al., 2002；Simonneaux, 2001；Yerrick, 2000；Zohar & Nemet, 2002)。但由本研究結果可見，學生在經過本研究設計的以「水庫興建預定地的選定」議題為主題的論證教學課程以後，其整體的論證能力及各分項度的論證子能力仍沒有顯著的提升，故亦有研究結果顯示學生在論證教學後論證能力並未有所提升(Kortland, 1996)。因此課程設計和實驗控制不佳，可能造成學生論證能力進步無法達顯著。本研究在課程設計上，雖然有透過「論證因子寫作」來加強學生的論證技能，但是在讓學生相互辯證的課程設計上，因為採小組間互相辯論，所以在進行小組間辯論時無法讓全數的組員皆有參與辯論的機會，這可能是學生論證能力無法有所顯著提升的原因之一。另外，也因為論證能力其實需要長期的培養，才比較能顯現出論證能力的改變(Bell & Linn, 2000；Osborne et al., 2004b)，而本研究的論證教學在教學時數上因為僅有四堂課的時間，可能不易在短時間內看出學生論證能力的改變。

小結：

1. 學生在論證教學的前後，各項論證子能力之間的表現優劣次序相同，依據各論證子能力的平均得分由高分至低分排序，依序是「提出證據」、「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」、「提出支持性論點」。
2. 從學生在「論證技能與議題決策問卷」之前後測總得分及各項度得分的平均數進行「魏克遜符號等級考驗」結果得知，論證教學前後學生整體的論證能力表現，以及「提出論點」、「提出前提」、「提出支持性論點」、「提出證據」和「提出反論點」五項論證子能力的表現並沒有顯著的提升。

第二節 學生的科學認識觀

透過分析學生在「科學認識觀問卷」中的得分情形，了解學生在論證教學前後科學認識觀的表現。學生填答此份問卷的總得分，即代表學生科學認識觀的高低；問卷中，各項科學認識觀分項度得分，即為學生的各項科學認識觀的狀態。科學認識觀分項度分別為：「科學的創造性(IC)」、「探究過程的理論依據性(TL)」、「科學知識的暫時性(CT)」、「社會協調性(SN)」，以及「文化影響面(CU)」這五個項度。

一、論證教學前後學生的科學認識觀表現分析

將學生的「科學認識觀問卷」前後測的總得分，以及認識觀各項度得分作常態檢定，檢驗樣本的分佈是否近似常態。檢定結果「TL前測」、「CT前測」、「SN後測」、「CU前測」和「前測總分」未通過常態檢定，其餘通過常態檢定。

為瞭解學生科學認識觀總得分及各分項度得分情形，計算所有得分之描述性統計數值(如表4-2-1)，以及科學認識觀各向度的平均數分布情況(如圖4-2-1)。本研究分析的有效樣本個數為42人，由表4-2-1與圖4-2-1可看出上述各科學認識觀項度前後測的平均數分布情況。在科學認識觀前測中，平均數最高的項度為「CT」，平均數最低的項度為「SN」，而平均數由最高分至最低分的項度，依序是：「CT」、「TL」、「CU」、「IC」、「SN」；在後測當中，平均數最高的項度和前測同樣為「CT」，平均數最低的項度也和前測同樣是「SN」，而平均數由最高分至最低分的項度，依序是：「CT」、「TL」、「IC」、「CU」、「SN」，其中只有「CU」與「IC」的次序相反，由此可見前後測學生科學認識觀各項度間得分次序情形相似。

比較學生於科學認識觀前後測平均得分的差異，僅在「IC」的表現是後測優於前測，其餘項度的表現則是後測的表現比前測的表現稍為不佳。各科學認識觀項度中，前測標準差最大的項度為「CU」，標準差最小的項度為「SN」；後測標準差最大的項度則是「CT」，標準差最小的項度亦為「SN」。

綜合上述結果發現，論證教學前後，學生在科學認識觀各項度間的表現優劣情形大致相同，學生在科學認識觀項度中以「科學知識的暫時性(CT)」最傾向於建構主義的科學觀，而「社會協調性(SN)」則相對於其他項度較傾向於邏輯實證主義的

科學認識觀。

表4-2-1 科學認識觀得分之敘述性統計表

	前測				後測			
	最小值	最大值	平均數	標準差	最小值	最大值	平均數	標準差
IC	18.00	32.00	24.29	3.27	13.00	33.00	24.33	3.72
TL	20.00	35.00	25.38	3.04	19.00	33.00	24.33	3.06
CT	21.00	35.00	25.74	21.00	18.00	35.00	25.54	3.93
SN	20.00	29.00	24.13	2.04	18.00	34.00	24.10	2.95
CU	17.00	34.00	24.40	3.53	18.00	33.00	24.24	3.18
總分	102.00	159.00	124.02	11.88	104.00	153.00	122.52	12.58

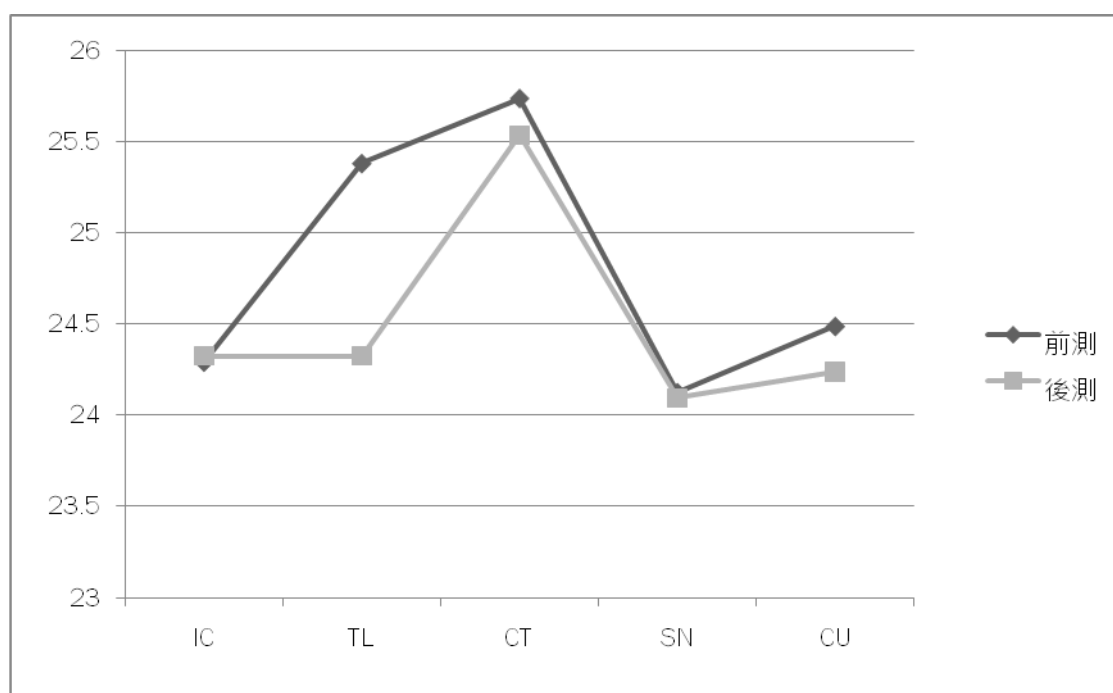


圖 4-2-1 科學認識觀各項度前後測平均數圖

二、科學認識觀問卷前後測各題答題頻率分析

除了上述基礎的統計量描述之外，接續進一步了解學生於科學認識觀問卷各項度題目的答題百分比分佈情形。將學生填答的科學認識觀問卷內容，分別統計各題的答題頻率，並且重新計算反向題，結果如表 4-2-2 所示。結果發現，科學認識觀

各項度的學生前後測填答的組數皆以「無意見」與「同意」這兩種程度的組數最多，顯示學生在不同科學認識觀項度中較傾向建構主義的認識觀。

表 4-2-2 科學認識觀前後測各題填答頻率表

項度	題號	前後測	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
IC	1	前測	21.4%	40.5%	28.6%	7.1%	2.4%
		後測	0.0%	7.1%	35.7%	40.5%	16.7%
	2	前測	9.5%	45.2%	19.0%	19.0%	7.1%
		後測	7.1%	23.8%	23.8%	33.3%	11.9%
	3	前測	2.4%	7.1%	23.8%	40.5%	26.2%
		後測	2.4%	7.1%	26.2%	33.3%	31.0%
	4	前測	2.4%	7.1%	31.0%	42.9%	16.7%
		後測	0.0%	9.5%	19.0%	50.0%	21.4%
	5	前測	2.4%	21.4%	50.0%	16.7%	9.5%
		後測	2.4%	33.3%	40.5%	11.9%	11.9%
	6	前測	0%	7.1%	21.4%	50.0%	21.4%
		後測	0.0%	4.8%	26.2%	45.2%	23.8%
	7	前測	0%	11.9%	38.1%	38.1%	11.9%
		後測	7.1%	23.8%	26.2%	42.9%	0.0%
TL	8	前測	2.4%	26.2%	28.6%	33.3%	9.5%
		後測	7.1%	26.2%	38.1%	19.0%	9.5%
	9	前測	2.4%	0%	26.2%	54.8%	16.7%
		後測	0.0%	2.4%	38.1%	38.1%	21.4%
	10	前測	0%	4.8%	35.7%	38.1%	21.4%
		後測	0.0%	7.1%	31.0%	42.9%	19.0%
	11	前測	0%	14.3%	21.4%	42.9%	21.4%
		後測	0.0%	7.1%	31.0%	38.1%	23.8%
	12	前測	0%	9.5%	26.2%	52.4%	11.9%
		後測	2.4%	0.0%	31.0%	57.1%	9.5%
	13	前測	0%	4.8%	40.5%	40.5%	14.3%
		後測	9.5%	16.7%	38.1%	31.0%	4.8%
	14	前測	2.4%	9.5%	38.1%	31.0%	19.0%
		後測	9.5%	16.7%	35.7%	26.2%	11.9%
CT	15	前測	0%	4.8%	16.7%	47.6%	31.0%
		後測	0.0%	2.4%	21.4%	52.4%	23.8%
	16	前測	2.4%	16.7%	28.6%	35.7%	16.7%
		後測	0.0%	11.9%	33.3%	45.2%	9.5%
	17	前測	0%	9.5%	45.2%	31.0%	14.3%

		後測	2.4%	4.8%	38.1%	38.1%	16.7%
		前測	0%	7.1%	14.3%	54.8%	23.8%
	18	後測	4.8%	11.9%	16.7%	35.7%	31.0%
		前測	0%	2.4%	31.0%	45.2%	21.4%
	19	後測	0.0%	4.8%	28.6%	47.6%	19.0%
		前測	0%	14.3%	31.0%	42.9%	11.9%
	20	後測	0.0%	14.3%	50.0%	28.6%	7.1%
		前測	2.4%	23.8%	21.4%	38.1%	14.3%
SN	21	後測	4.8%	11.9%	19.0%	40.5%	23.8%
		前測	4.8%	11.9%	35.7%	40.5%	7.1%
	22	後測	0.0%	11.9%	54.8%	26.2%	7.1%
		前測	11.9%	47.6%	28.6%	9.5%	2.4%
	23	後測	4.8%	47.6%	31.0%	11.9%	4.8%
		前測	4.8%	7.1%	23.8%	50.0%	14.3%
	24	後測	2.4%	11.9%	42.9%	33.3%	9.5%
		前測	0.0%	0.0%	26.2%	59.5%	14.3%
	25	後測	0.0%	4.8%	28.6%	50.0%	16.7%
		前測	0.0%	7.1%	52.4%	28.6%	11.9%
	26	後測	7.1%	9.5%	31.0%	38.1%	14.3%
		前測	0.0%	7.1%	33.3%	45.2%	14.3%
	27	後測	2.4%	4.8%	42.9%	33.3%	16.7%
		前測	2.4%	4.8%	28.6%	47.6%	16.7%
	28	後測	0.0%	2.4%	23.8%	42.9%	31.0%
		前測	0.0%	0.0%	11.9%	71.4%	16.7%
CU	29	後測	0.0%	0.0%	26.2%	45.2%	28.6%
		前測	7.1%	21.4%	33.3%	28.6%	9.5%
	30	後測	2.4%	16.7%	45.2%	19.0%	16.7%
		前測	0.0%	7.1%	14.3%	61.9%	16.7%
	31	後測	0.0%	4.8%	14.3%	61.9%	19.0%
		前測	9.5%	21.4%	28.6%	28.6%	11.9%
	32	後測	9.5%	45.2%	19.0%	11.9%	14.3%
		前測	2.4%	11.9%	35.7%	33.3%	16.7%
	33	後測	2.4%	19.0%	19.0%	38.1%	21.4%
		前測	4.8%	11.9%	31.0%	42.9%	9.5%
	34	後測	7.1%	16.7%	40.5%	26.2%	9.5%
		前測	4.8%	14.3%	38.1%	33.3%	9.5%
	35	後測	2.4%	11.9%	33.3%	40.5%	11.9%
		前測	2.4%	11.9%	33.3%	40.5%	11.9%

三、論證教學前後科學認識觀的變化情形

為瞭解學生在接受論證教學前後其科學認識觀的變化情形，本研究將學生於「科學認識觀問卷」前後測的總得分以及認識觀各項度的得分，分別考驗其前後測得分之間的差異情形。正式施測之問卷前測內部一致性 Cronbach α 值為 0.812，問卷後測內部一致性 Cronbach α 值為 0.824。然而因為學生在前後測的總得分與各分項度得分中，只有項度「TL」前測、「CT」前測、「CU」前測、「SN」後測以及前測總分有通過常態檢定，其餘皆未通過常態檢定，故以無母數統計技術進行考驗，採用「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)檢定學生在經過論證教學後，科學認識觀前後測的平均數間是否存在顯著差異。

學生在「科學認識觀問卷」中前後測的總得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-3)，檢定未達.05 的顯著水準($Z=-1.009$ ， $p=.313$)，表示論證教學前後學生的科學認識觀並沒有顯著的改變。

表 4-2-3 「科學認識觀問卷」的前後測分析

	平均數	標準差	Z	p
前測	124.02	11.88	-1.009	.313
後測	122.52	12.58		

學生在科學認識觀項度中的「科學的創造性(IC)」的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-4)，檢定未達.05 的顯著水準($Z=-.025$ ， $p=.980$)，表示論證教學前後學生在科學認識觀項度中的「科學的創造性(IC)」並沒有顯著的改變。學生在科學認識觀項度中的「探究過程的理論依據性(TL)」的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-4)，檢定達到.05 的顯著水準($Z=-1.985$ ， $p=.047$)，表示學生在論證教學前後其科學認識觀在「探究過程的理論依據性(TL)」這個項度的表現存在顯著的差異，由於在此項度後測的平均分數低於前測的平均分數，表示學生在經過論證教學後其科學認識觀在「探究過程的理論依據性(TL)」這個項度有顯著的下降，即學生對於探究過程的理論依據性偏向邏輯實證主義的觀點，認為科學可以是全然客觀不受既有理論影響的。在本研究的論證教學中，學生在針對不同水庫預定地所作的氣候、地質、水文與生態保育等優缺點的分析比較時，所依據的理論判準是唯一的，例如判斷水庫預定地的地質

條件時，有無斷層通過預定地是其分析此預定地優劣的判準，在教學中並沒有提供關於「斷層通過是否影響水庫興建」兩個以上的相異理論，因為這不是本研究論證課程的主題。所以當學生在面對水庫興建預定地有無斷層通過時，皆以「有斷層通過即為水庫興建的劣勢」這個理論作為觀察的基礎，所以學生在經過論證教學的過程中，會不易察覺自己在做現象觀察時背後其實有所奠基之理論架構，故可能因為上述原因讓學生在論證教學的過程中強化了其對於「科學觀察是全然客觀不受理論影響」的想法的加深，而導致在科學認識觀中「探究過程的理論依據性(TL)」這個項度的後測表現有顯著傾向邏輯實證主義的情形產生。

學生在科學認識觀項度中的「科學知識的暫時性(CT)」的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-4)，檢定未達.05 的顯著水準($Z=-.489$, $p=.625$)，表示論證教學前後學生在科學認識觀項度中的「科學知識的暫時性(CT)」並沒有顯著的改變。學生在科學認識觀項度中的「社會協調性(SN)」的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-4)，檢定未達.05 的顯著水準($Z=-.173$, $p=.863$)，表示論證教學前後學生在科學認識觀項度中的「社會協調性(SN)」並沒有顯著的改變。學生在科學認識觀項度中的文化影響面(CU)」的前後測得分平均數，透過「魏克遜符號等級考驗」的結果(詳見:表 4-2-4)，檢定未達.05 的顯著水準($Z=-.910$, $p=.363$)，表示論證教學前後學生在科學認識觀項度中的「文化影響面(CU)」並沒有顯著的改變。

表 4-2-4 「科學認識觀問卷」-各項度的前後測考驗

	前測		後測		魏氏符號考驗	
	平均分數	標準差	平均分數	標準差	Z	p
科學的創造性(IC)	24.29	3.27	24.33	3.72	-.025	.980
探究過程的理論依據性(TL)	25.38	3.04	24.33	3.06	-1.985	.047*
科學知識的暫時性(CT)	25.74	21.00	25.54	3.93	-.489	.625
社會協調性(SN)	24.13	2.04	24.10	2.95	-.173	.863
文化影響面(CU)	24.40	3.53	24.24	3.18	-.910	.363

*: $p<0.05$

小結：

1. 論證教學前後，學生在科學認識觀各項度間的傾向情形大致相同，學生在科學認識觀項度中以「科學知識的暫時性(CT)」最傾向於建構主義的科學觀，而「社會協調性(SN)」則相對於其他項度較傾向於邏輯實證主義的科學認識觀。
2. 從學生在「科學認識觀問卷」之前後測總得分及各項度得分的平均數進行「魏克遜符號等級考驗」結果得知，論證教學前後學生整體的科學認識觀，以及「科學的創造性(IC)」、「科學知識的暫時性(CT)」、「社會協調性(SN)」、「文化影響面(CU)」四個項度皆沒有存在顯著的差異。
3. 從學生在「科學認識觀問卷」之前後測總得分及各項度得分的平均數進行「魏克遜符號等級考驗」結果得知，論證教學前後學生的科學認識觀在「探究過程的理論依據性 (TL)」這個項存在顯著的差異，表示學生對於科學探究過程的理論依據性偏向了邏輯實證主義的觀點。

第三節 學生科學認識觀對於論證能力表現的影響

透過分析學生在論證教學前後，其在「論證技能與議題決策問卷」與「科學認識觀問卷」中的得分情形，以統計方法考驗學生的科學認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀或偏向邏輯實證主義的認識觀)對其各項論證能力表現(提出論點、提出前提、提出反論點、提出支持性論點以及提出證據)的影響。因此，以學生在「科學認識觀問卷」前測問卷的得分作為分群依據，而分成高科學認識觀科學認識觀兩群學生，比較此兩群學生在「論證技能與議題決策問卷」前後測的得分差值是否存在顯著的差異。亦即將學生的科學認識觀依據總分做高分組與低分組的分群，即分成不同科學認識觀傾向的學生組別。高分組表示其科學認識觀傾向建構主義的認識觀，低分組則表示其科學認識觀傾向邏輯實證主義的科學認識觀。分別將分數由小至大排序取前 27%和後 27%，取得科學認識觀的高低分組樣本個數皆為 11 人。在認識觀總分的高分組分數下限為 128.49 分、低分組分數上限為 117 分，接續考驗高分組與低分組學生的論證能力前後測差值是否存在顯著差異。因為學生在在「論證技能與議題決策問卷」前後測的得分差值未通過常態檢定，故以無母數的「魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)」統計技術進行統計考驗。

因為教育領域的研究針對教學法的檢定是可以允許 α 值設定得大一些，即使冒著犯 Type I error 的機率增加的風險，所研發的創新教學法也值得一試(Hinkle, Wiersma, & Jurs, 1998)。故在本研究檢測不同認識觀學生於論證教學前後的進步情形時，將統計考驗的顯著性 α 值設定為 0.1。由「魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)」(詳見表 4-3-1)。結果顯示論證教學後不同科學認識觀學生在整體論證能力顯著進步($U=28.500$, $Z=-2.120$, $p=.034$)；不同科學認識觀學生於論證教學後在「提出論點」($U=48.500$, $Z=-1.041$, $p=.332$)、「提出前提」($U=2.500$, $Z=-1.265$, $p=.243$)、「提出反論點」($U=60.500$, $Z=0.000$, $p=1.000$)、以及「提出證據」($U=50.00$, $Z=-0.728$, $p=0.519$)等論證子能力未顯著進步；但在「提出支持性論點」的論證子能力顯著進步($U=33.00$, $Z=-2.104$, $p=0.076$)。

表 4-3-1 科學認識觀前測做高低分組依據的前後測差值考驗

前後測差值	魏氏－曼－惠特尼考驗(雙尾)		
	U 值	Z 值	p 值
論證能力	28.500	-2.120	0.034*
提出論點	45.500	-1.041	0.332
提出前提	42.500	-1.265	0.243
提出反論點	60.500	0.000	1.000
提出支持性論點	33.000	-2.104	0.076*
提出證據	50.000	-0.728	0.519

*: $p < .01$

綜合上述結果，不同科學認識觀傾向的學生的論證能力以及「提出支持性論點」這項論證子能力，在論證教學前後測得分差值有達顯著差異。表示科學認識觀較傾向建構主義的學生，在論證教學過程受到其本身科學認識觀的影響，在扣除了前測的效應後，發現其教學後的整體論證能力以及「提出支持性論點」的表現較好。不同科學認識觀傾向的學生，在其他項論證子能力的前後測差值之間則皆沒有存在顯著差異，也表示學生的科學認識觀傾向並不會影響其在「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」以及「提出證據」各項論證子能力的表現。

Manson & Scirica (2006)的研究結果顯示，如果學生的認識論信念層次愈高的話，其論證的品質也會越好。而本研究的研究結果呼應了其研究結果，即學生的科學認識觀若傾向建構主義，則其論證能力表現會越好。同時，本研究結果也顯示科學認識觀越傾向建構主義的學生其「提出支持性論點」的能力表現會越好。由定義來看，支持性論點包含了「精緻化原理由」、「補充新理由」以及「提出反駁」三種，依據本研究對學生「提出支持性論點」的評分方式，是以學生若能回答出越多種類的支持性論點表示其擁有越好的「提出支持性論點」的論證能力品質，所以學生在「提出支持性論點」的表現若越好，表示其越能展現多元的觀點。故本研究結果亦表示科學認識觀越傾向建構主義的學生，其在論證過程中越能展現多元的觀點進行論證，此結果呼應 Schommer & Hutter (2002)的研究結果，其表示認識論信念愈複雜者，愈會採取多元的觀點進行論證。

以學生填答「論證技能與議題決策問卷」的質性資料來看，以學生 S2 為例，學生 S2 的科學認識觀屬於高分組即傾向建構主義的科學認識觀，其論證能力前測總分為 8.5 分、後測總分為 10 分，分別都高於所有學生的論證能力總分平均數(前測為 5.82 分、後測為 6.09 分)；提出支持性論點前測得分為 0.5 分、後測得分為 1 分，其前測得分與所有學生在此項度的得分平均數相近(前測平均數為 0.51 分)，後測得分則高於所有學生在此項的平均得分(後測為 0.64 分)。整體而言學生 S2 是屬於論證能力較好的學生，其於「論證技能與議題決策問卷」前後測的填答內容(如表 4-3-2)。其在「提出論點」、「提出支持性論點」以及「提出證據」三個項度中後測表現都有進步，而在「提出論點」中，前測得 1 分後測得 2 分，前測理由說明有錯誤因為不是有溫室效應存在就會造成全球暖化，而是超過地球輻射平衡的溫室效應才會導致暖化的現象，在後測其理由說明過量的二氧化碳增加的原因正確，也說明了全球暖化可能的理由，由此可見學生在經過論證教學後其對於理由的正確性提高，也呈現出較好的論證品質；在「提出支持性論點」中，前測得 0.5 分後測得 1 分，學生於前測的回答除了說明其本身認為全球暖化主因是因為工業造成二氧化碳的排放過量，另外也提到文章中持相反立場的專家說法，即水蒸氣才是溫室氣體中溫室效應最大者，可見其在面對問題時可以舉出不同的觀點，且有各觀點並存的現象，由此可看出科學認識觀傾向建構主義的學生 S2，在經過論證教學的過程中可能受到其傾向建構主義的科學認識觀的影響，故在後測中其有採取較多元的觀點進行論證也達到較好的論證品質。而在後測其針對原理由加以說明二氧化碳的確有增加的趨勢，屬於「提出支持性論點中」的「精緻化原理由」，在此就沒有出現不同觀點的矛盾情形，但是因為其敘述正確性提高，所以分數也有所提升。在「提出證據」的部分，前測得 2 分後測得 3 分，前測中其提出每個溫室氣體都會讓地球暖化，並未詳細說明是何種溫室氣體，且溫室氣體的溫室效應若在正常的能量收支平衡下，並不會造成所謂的全球暖化快速增溫的現象；而在後測中提出人類製造越來越多的二氧化碳，這是可能造成全球暖化的證據之一，所以其提出來的證據能支持其主張之外也敘述清楚。

表 4-3-2 學生 S2 於「論證技能與議題決策問卷」前後測填答情形

論證子能力	前測	後測
論點	全球暖化造成環境危機，因為溫室氣體只要開始溫室效應時會讓地球暖化	全球暖化造成環境危機，因為人類燃燒過量，導致二氧化碳增加
前提	動物開始滅絕，極地的冰融化	因為二氧化碳增加，讓溫室效應越多
反論點	全球暖化是氣候常態，因為全球暖化不可能是人類，而是大自然	全球暖化是氣候常態，因為地球暖化不是人類造成的
支持性的論點	工業排出許多二氧化碳，但文章說溫室氣體影響最大的是水蒸氣	二氧化碳是有慢慢增加趨勢
證據	每個溫室氣體都會讓地球暖化	人類一直讓二氧化碳變多

以學生 S13 為例，學生 S13 的科學認識觀亦屬於高分組即傾向建構主義的科學認識觀，其論證能力前測總分為 9.5 分、後測總分為 11 分，分別都高於所有學生的論證能力總分平均數(前測為 5.82 分、後測為 6.09 分)；提出支持性論點前測得分為 0.5 分、後測得分為 1 分，其前測得分與所有學生在此項度的得分平均數相近(前測平均數為 0.51 分)，後測得分則高於所有學生在此項的平均得分(後測為 0.64 分)。整體而言學生 S13 亦屬論證能力表現優秀的學生，其於「論證技能與議題決策問卷」前後測的填答內容(如表 4-3-3)。其在「提出論點」以及「提出支持性論點」兩個項度中後測表現都有進步，符合以魏氏—曼—惠特尼考驗法所分析的學生科學認識觀對其論證能力影響的結果相同，即科學認識觀較傾向建構主義認識觀者，其整體論證能力以及「提出支持性論點」子能力的表現都會較好。而在「提出論點」中，前測得 1 分後測得 2 分，前測理由說明有錯誤因為不是有溫室效應存在就會造成全球暖化，而是超過地球輻射平衡的溫室效應才會導致暖化的現象，在後測其理由說明過量的二氧化碳增加的原因正確，也說明了全球暖化可能的理由，由此可見學生在經過論證教學後其對於理由的正確性提高，也呈現出較好的論證品質；在「提出論點」中，前測得 2 分後測得 3 分，學生於前測的主張為全球暖化造成環境危機，且

認為人類工業化對於環境的污染是絕對存在的，而在後測中立場則轉變成「中立」，表示全球暖化可能是自然現象，但人為因素也造成了暖化加劇。由其在「提出論點」前後測的立場轉變可見，可能受到學生 13 本身的科學認識觀為較傾向建構主義的科學認識觀所影響，在經過論證教學以後對於全球暖化的形成原因，其考量了自然、科技以及社會人文等較多元的觀點，而非前測僅考量人類對於環境的影響這個單一觀點，可見其在「提出論點」這一項論證子能力的表現，有受到其本身具有之傾向建構主義的科學認識觀所影響，而展現出較多元的思考觀點。

在「提出支持性的論點」部分，前測填答得分為 0.5 分後測為 1 分，前測中學生 13 僅針對其論點提出精緻化理由「我覺得地球不會自己變熱」，但是並沒有說明清楚地球為何不會自己變熱，在此有敘述不清楚所以被評為 0.5 分，而後測中則根據其論點提出精緻化理由「從以前就有變熱的現象，工業革命後溫度又更加上升」，此理由敘述清楚且完整，所以被評為 1 分，由前後測兩者的填答結果作比較，可以看出學生於前測中堅持地球暖化不是其自然因素所造成，故其提出「我覺得地球不會自己變熱」，但在後測中的填答可以看出，其對於問題情境中全球暖化原因的正反兩派說明皆有所認同，顯示出其傾向建構主義的科學認識觀讓其在經過論證教學後，對於其論證表現有所影響，所以由原先堅定的全球暖化由人為造成之立場，轉而變成較具包容力的中立立場，展現出其處理社會性科學議題在不同的立場與情境下試圖達到共識的過程。在「提出證據」的部分，學生 S13 於前測提出了「四季氣候變得不正常，許多異常汙染都是人為造成」，但在後測則提出「臭氧層破洞應不是自然現象，溫室效應也是從以前就有的，所以我認為兩者應該都是造成氣溫上升的原因」，可見其對於全球暖化原因所提出的證據，在後測中有自然因素與人為因素兩種，前測則僅有人為因素一種，反映出其傾向建構主義的科學認識觀，在其接受論證教學的過程中產生影響，讓其對於社會性科學議題有更兼容並蓄的看法，而提出更多符合其論點的證據，進而使得其在「提出證據」這項論證子能力的後測表現有所提升。

表 4-3-3 學生 S13 於「論證技能與議題決策問卷」前後測填答情形

論證子能力	前測	後測
論點	全球暖化造成環境危機，因為天氣真的比以前熱很多，工廠排黑煙、汙水，我不相信會對地球沒有衝擊	中立，因為全球暖化可能是自然現象，但工業活動又加快了暖化
前提	找出其他證據	有人提出相關證據
反論點	中立，因為兩種都有可能	全球暖化造成環境危機，因為排放過多的二氧化碳等溫室氣體導致溫度上升
支持性的論點	我覺得地球不會自己變熱	從以前就有變熱的現象，工業革命後溫度又更加上升
證據	四季氣候變得不正常，許多異常汙染都是人為造成	臭氧層破洞應不是自然現象，溫室效應也是從以前就有的，所以我認為兩者應該都是造成氣溫上升的原因

綜合上述的質性資料分析，此學生的科學認識觀屬於傾向建構主義的科學認識觀，表示其傾向認為科學是需要透過社會互動與溝通協調的，必須考量人的角色於其中，且科學知識並非互古不變而是具有時代暫時性的。反映在學生的論證能力表現情形上，在「提出論點」、「提出證據」以及「提出支持性論點」三項論證子能力的後測都呈現出較多元的觀點，例如學生 S2 在「提出論點」前測中有提及溫室氣體對全球暖化的影響，但未有人類的因素呈現其中，然而後測中則提到二氧化碳的增量是由於人類的因素所造成，多考量了人類的角色於科學議題中。表示傾向建構主義的科學認識觀的學生，在經過論證教學的過程後，能採取較多元的觀點進行論證也達到較好的論證品質。

小結：

由學生科學認識觀傾向對於其論證能力影響所做的「魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)」得知以下幾點結果：

1. 以學生的科學認識觀前測總分作為高低分組依據，發現在科學認識觀的高低分組中學生的論證能力表現前後測差值間存在顯著差異，即科學認識觀越傾向建構主義的學生其論證能力表現會越好。
2. 以學生的科學認識觀前測總分作為高低分組依據，發現在科學認識觀的高低分組中學生「提出支持性論點」的論證表現前後測差值間存在顯著差異，即科學認識觀越傾向建構主義的學生其在「提出支持性論點」的論證能力表現會越好。

第五章 結論與建議

本研究主要探討我國八年級學生的科學認識觀對於其在社會性科學議題上論證能力表現的影響。利用學生接受論證教學前後的「論證與議題決策問卷」以及「科學認識觀問卷」兩者的填答結果，分析論證教學前後學生的論證能力表現以及科學認識觀兩者的改變情形，並且探討不同科學認識觀傾向的學生的論證能力表現是否存在顯著的差異，以了解學生的科學認識觀對於其論證能力表現的影響。本章節綜合說明本研究的研究結果與發現，共分為三節：研究發現與結論、檢討與建議、未來研究發展與方向，分述如下：

第一節 研究發現與結論

本節依據研究問題綜合討論重要的研究發現，主要說明兩大重點，分別是：論證教學前後學生的論證能力表現及科學認識觀兩者的改變情形，以及不同科學認識觀傾向的學生的論證能力表現是否存在顯著的差異。

一、論證教學前後學生論證能力表現及科學認識觀的改變情形

(一) 論證能力表現

欲了解學生的論證能力表現，透過分析學生在「論證與議題決策問卷」的得分表現來代表其論證能力的優劣。利用「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)檢定學生在經過論證教學後，論證能力前後測的平均數間是否存在顯著差異。結果發現，論證教學前後學生整體的論證能力表現，以及「提出論點」、「提出前提」、「提出支持性論點」、「提出證據」與「提出反論點」五項論證子能力的表現都沒有顯著的改變。

雖然本研究原先的假設是，學生在經過以社會性科學議題融入的論證教學以後，其論證能力應該會有所提升。然而本研究的結果顯示，學生在經過以「水庫興建預定地的選定」議題為主題的論證教學後，整體的論證能力並沒有顯著的提升，各分項度能力亦未提升。這樣的研究結果雖然與近十年來論證研究的結果多相違背，但可能因為論證能力其實需要長期的培養，才比較能顯現出論證能力的改變

(Bell & Linn, 2000 ; Osborne et al., 2004b)，而本研究的論證教學的教學時數僅有四堂課的時間稍嫌不足，可能不易在短時間內看出學生論證能力的改變。

(二) 科學認識觀

欲了解學生的科學認識觀傾向，透過分析學生在「科學認識觀問卷」中的得分來代表其科學認識觀的傾向，若得分越高者表示其具有傾向建構主義的認識觀，反之得分越低者則代表具有傾向邏輯實證主義的認識觀。利用「魏克遜符號等級考驗」(Wilcoxon signed ranks test)檢定學生在經過論證教學後，科學認識觀前後測的平均數間是否存在顯著差異。結果發現，學生整體的科學認識觀，以及「科學的創造性(IC)」、「科學知識的暫時性(CT)」、「社會協調性(SN)」、「文化影響面(CU)」四個項度在論證教學前後皆沒有顯著的改變，僅有在「探究過程的理論依據性(TL)」這個項度得分有顯著的提升，即更傾向建構主義的科學認識觀。因為在本研究的課程設計當中，主要重點是針對學生論證能力的培養，而沒有特別針對增進學生對於科學本質的瞭解作課程規劃，所以較不易在論證課程實施前後，看到學生的科學認識觀有顯著的改變，也因為認識觀信念本身較不容易在短時間(本研究的論證教學僅有四堂課)內有太顯著的改變，所以雖然有研究顯示論證教學增進學生對於科學本質的了解(Bell & Linn, 2000 ; Bloom, 2001 ; Niaz et al., 2002 ; Yerrick, 2000)，但因本研究課程設計的考量，對於學生科學認識觀在論證教學前後沒有顯著改變是可接受的結果。

二、學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響

透過分析學生在論證教學前後，「論證技能與議題決策問卷」與「科學認識觀問卷」中的得分情形，以統計方法考驗學生的科學認識觀傾向(偏向建構主義的認識觀或偏向邏輯實證主義的認識觀)對於其整體論證能力表現的影響，以及對各項論證子能力(提出論點、提出前提、提出反論點、提出支持性論點，以及提出證據)的影響。利用「魏氏—曼—惠特尼考驗 (Wilcoxon-Mann-Whitney test)」這項統計方法作考驗，結果顯示不同科學認識觀傾向的學生的論證能力以及「提出支持性論點」這項論證子能力，在論證教學前後的問卷得分差值有達顯著差異。表示科學認識觀

較傾向建構主義的學生，在論證教學過程受到其本身科學認識觀的影響，在扣除了前測的效應後，發現其教學後的整體論證能力以及「提出支持性論點」的表現較好。不同科學認識觀傾向的學生，在其他項論證子能力的前後測差值之間則皆沒有存在顯著差異，也表示學生的科學認識觀傾向並不會影響其在「提出論點」、「提出前提」、「提出反論點」以及「提出證據」各項論證子能力的表現。

綜合上述的研究結果，以及和其他論證相關研究的結果相比較(Manson & Scirica, 2006; Schommer & Hutter, 2002)，獲得以下的結論：不同科學認識觀傾向的八年級學生，在經過論證教學以後其整體論證能力的表現以及「提出支持性論點」這項論證子能力皆存在顯著的差異。進一步發現，若學生具有之科學認識觀較傾向建構主義的認識觀，則其經過論證教學之後的論證能力表現相對較好。反之，若學生具有之科學認識觀較傾向邏輯實證主義的認識觀，則其經過論證教學之後的論證能力表現則相對較差。

第二節 檢討與建議

此節延續本研究的發現，討論學生在經過論證教學後論證表現與科學認識觀改變情形的可能原因，以及學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響，並針對上述討論結果進一步提出改進研究設計之建議。此節分成兩個部分，分別是論證教學後論證表現改變情形檢討，以及學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響檢討，分述如下：

一、論證教學後論證表現改變情形檢討與建議

本研究的結果顯示，學生在經過以「水庫興建預定地的選定」議題為主題的論證教學後，整體的論證能力並沒有顯著的提升，各分項度能力大多亦未提升，僅在「提出反論點」這項子能力有顯著的提升。面對本研究中學生在論證教學後論證能力表現未有顯著提升的研究結果，探討可能的原因如下：

1. 「論證技能與議題決策問卷」施測時間點問題

由於本研究進行過程中，礙於教學時數安排的限制無法將問卷前後測的實施時間間距增大，所以學生在進行問卷前測之後隔一週，即接受相同問卷之後測施測，此可能影響學生填答品質。另外，也因為問卷的後測實施是緊接在論證教學課程之後，學生作答問卷的時間較為緊湊，也可能導致學生在問卷後測的填答品質降低。

2. 小組論證過程中學生個人參與度不夠

透過進一步分析學生在進行小組論證過程的錄影內容，發現可能因為在每組在進行相互論證時，是以推派一位小組代表的方式進行論證，而小組中其他成員雖在教師的引導之下有適時提出小組論證所需內容，但參與論證的態度與行動仍傾向消極，所以最後多流於各小組代表之間的相互論證，其他小組成員則較少參與到小組相互論證的過程。Erduran, Simon & Osborne(2004)研究結果表示小組討論的優劣對於學生的論證成效有潛在的貢獻與影響。Albe(2007)透過小組討論的時間序列分析學生的論證品質，結果也顯示小組內的社會互動與討論優劣會影響學生的論證能力表現。基於上述相關研究結果

顯示，小組討論的熱絡程度與品質會影響學生的論證表現，所以本研究中小組間互動熱烈但小組內的論證討論則較少，可能是造成學生在論證教學後論證能力表現未顯著提升的原因之一，並且本研究評量的是學生個別的論證能力，故整體來看所有學生在論證教學後的論證能力就可能較不易有顯著的提升。

3. 各研究的課程設計或實驗控制有所不同，而造成研究結果的差異

本研究主要依據黃柏鴻與林樹聲(2007)所整理的論證教學策略作課程的發展，由於各研究發展不同主題的論證教學，就有不同的課程設計，包含論證主題的選取、教學時數、教學流程、教學教材與方法等等，都可能影響其研究結果。不同的論證主題，可能都會導致不同的研究結果。相關研究指出，若只在科學課程中單純使用 SSI，則課程前後學生的論證能力表現並不會有太大的提升或改變(Jime'nez-Aleixandre, Rodri'guez, & Duschl, 2000)，若是在教學設計上含有 SSI 和論證教學，則可以增進學生科學知識的學習，但卻不一定能提升學生的論證技能(Kortland, 1996；Zohar, & Nemet, 2002)。另外，論證教學的議題若能和學生的生活經驗越貼近，則越能提升學生的論證技能(Potari et al., 1999)。綜合這些研究結果，論證教學課程的設計對於學生的論證能力表現仍有其相當程度的影響。

4. 論證能力其實需要長期的培養

論證能力需要長時間的培養與訓練，才比較能顯現出論證能力的改變與提升(Bell & Linn, 2000；Osborne et al., 2004b)。本研究的論證教學在教學時數上因為僅有四堂課的時間，所以可能不易在短時間內看出學生論證能力的改變。

二、學生的科學認識觀對於論證能力表現的影響檢討與建議

研究結果發現，若學生具有之科學認識觀越傾向建構主義的認識觀，則其經過論證教學之後的論證能力表現越好。由此可知影響學生論證能力表現的因素，除了前段所探討的論證課程設計會有所影響之外，更因為學生本身科學認識觀對於其論證能力表現亦有所影響。其他論證相關研究的結果也顯示，如果學生的認識論信念層次愈高的話，其論證的品質也會越好(Manson & Scirica, 2006)，且認識論信念

越複雜者，也越會採取多元的觀點進行論證(Schommer & Hutter, 2002)。所以建議未來進行論證教學時，在評估論證教學的成效時，除了檢討課程設計的影響外，因學生本身的學習特質也會影響到他的論證能力表現，故也需要將學生科學認識觀的影響納入評估考量中，以求更準確地了解學生論證能力表現的情形與影響因素。

第三節 未來研究發展與方向

基於本研究對於我國八年級學生進行論證教學前後科學認識觀對其論證能力表現影響的探討，提出以下幾點未來論證教學課程設計可能的發展，以及未來可能的研究方向：

一、論證教學課程設計

(一) 調整前後測實施的時間間距

由於本研究礙於教學時數的限制，故無法將前測與後測的施測時程間距拉大，導致學生在進行後測時，由於距離前測施測的時間僅一週之隔，所以導致學生在填答時出現抱怨重複作答問卷的情形產生，可能也影響到後測問卷施測之品質，進而影響整份研究的結果。基於上述考量，建議未來可將問卷前後測的時間拉長，依據研究目的將時間間距拉到三週至四週不等，以避免學生因重複施測而降低填答意願與測驗品質與的情形產生。

(二) 加強論證技能的訓練

由本研究結果指出，學生在論證教學前後的整體論證能力並沒有顯著的提升，各分項度能力也大多未提升，然而檢討本研究課程設計所運用的教學策略，理論上應該能提升整體論證教學的成效，促進學生論證能力的表現，但實際上成效不如預期。可能是課程安排上，讓學生實際演練論證過程的部分時間不夠，所以在教學策略上建議可以多增加一項論證技能的訓練，讓學生能先針對一個相關議題實際演練一遍論證進行的過程，以更了解論證的內容並提高其對於論證的掌握度，然後再進行正式的論證過程。

(三) 縮小相互論證的小組人數

本研究的論證課程設計，是以小組推派代表的形式進行組間相互論證，如此一來造成小組內成員減低了論證過程的參與度，也可能影響到其論證活動的學習，進而影響其論證能力的表現。所以在此建議可以改變小組辯論的形式，將小組內人數減少，以增加小組成員之間的論證互動與參與度，進而提升論證教學的成效。

(四) 增加學生於論證學習歷程之自我檢核

本研究的課程設計中，運用了「論證因子」寫作策略，然而可能在寫作的過程中，學習單的引導不夠明確，無法讓學生確實掌握各論證因子的內涵和要點，故建議可以修改學習單，增加更多指導與提示，並且增加自我檢核欄位於學習單末，讓學生以勾選方式了解自己完成了哪些論證因子的寫作，讓學生對於論證因子的了解更加具體且深入。

二、未來可能的研究方向

(一) 了解小組內互動對論證的影響

由於論證就某種程度而言，也可說是一個社會性的活動(Boulter, & Gilber, 1995; Driver et al., 2000; Toulmin, 1958; 黃柏鴻、林樹聲，2007)，所以小組成員之間的談話與互動，都可能是影響學生論證能力與議題決策的因素之一。所以未來可以針對小組內論證的過程，作更深入探討與了解，瞭解同儕之間的互動對於其論證表現的影響。

(二) 長時間的論證教學

由於論證能力的培養，並非短時間內可以達到明顯的改變(Bell & Linn, 2000; Osborne et al., 2004b)，所以需要更長時間的論證教學課程設計，以觀察學生論證能力的發展情形。因此建議未來相關研究可以進行較長時間的論證教學，並可進一步觀察教學歷程中，學生各階段的論證能力變化情形。

(三) 加入增進對科學本質瞭解的課程設計

本研究結果顯示，學生的科學認識觀在經過論證教學之後並沒有顯著的改變，可能是因為未融入增進對科學本質瞭解的課程設計。又經由分析發現學生的科學認識觀會影響其論證能力的表現，所以未來應可以進一步探討，若論證課程中加入培養學生對於科學本質的瞭解的課程設計，學生在課程前後對於科學本質的了解變化以及其變化對於論證能力的影響情形。

參考文獻

中文文獻：

- 邱美虹 (1994)。科學課程革新-評介Project 2061,SS&C和STS理念。**科學教育月刊**，**174**，2-14。
- 林陳涌 (1996)。「了解科學本質量表」之發展與效化。**科學教育學刊**，**4(1)**，1-58。
- 教育部 (2003)。民國九十二年國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 張淑女 (2004)。從認識論的觀點探究大學生論證思考之能力與模式。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文。
- 黃柏鴻、林樹聲 (2007)。論證教學相關實證性研究之回顧與省思。**科學教育月刊**，**302**，5-20。
- 劉湘瑤、李麗菁、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(3)**，335-356。
- 教育部 (2008)。民國九十七年國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 蔡俊彥、黃台珠 (2008)。學童論證能力及科學本質觀之研究。**屏東教育大學學報—理工類**，**28**，85-116。
- 林樹聲、黃柏鴻 (2009)。國小六年級學生在社會性科學議題教學中之論證能力研究-不同學業成就學生間之比較。**科學教育學刊**，**17**，111-133。
- 鄧又仁、林素華 (2009)。合作學習教學策略對七年級國中學生論證能力的影響。**教育科學期刊**，**8**，113-140。
- 李松濤、林煥祥、洪振方 (2010)。探究式教學對學童科學論證能力影響之探究。**科學教育學刊**，**17**，111-133。
- 余曉清、陳倩嫻 (2009)。探討數位論證學習課程對中學生科學概念建構與論證能力之影響。國立交通大學教育研究所碩士論文，未出版，新竹。

英文文獻:

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In J. Solomon and G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives in reform* (pp. 47-59). New York: Teachers' College Press.
- Aufschnaiter, C. V., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 101-131.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797-817.
- 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.
- Bloom, J. W. (2001). Discourse, cognition, and chaotic systems: An examination of students' argument about density. *Journal of the Learning Sciences*, 10(4), 447-492.
- Boulter, C. J. & Gilbert, J. K. (1995). Argument and science education. In P. J. M. Costello, & S. Mitchell (Eds.), *Competing and consensual voices: The theory and practice of argumentation*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Bricker, L. A.; Bell, P. (2008). Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science Education. *Science Education*, 92, 473-498.
- Bybee, Rodger (Ed.). (1985). *Science-Technology-Society*. In 1985 NSTA yearbook. Washington: National Science Teachers Association.
- Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research of Science Education*, 40, 133-148.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(33), 287-312.
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- 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.
- Freeley, A. J., & Steinberg, D. L. (2005). *Argumentation and debate*. Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (Eds.). (1998). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. Boston, MA :Houghton Mifflin.
- Hogan, K., & Maglienti, M. (2001). Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663-687.
- Jeong, A., & Lee, J.-M. (2008). The effects of active versus reflective learning style on the processes of critical discourse in computer-supported collaborative argumentation. *British Journal of Educational Technology*, 39(4), 651-665.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science” :Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1171-1190.
- Kolstø, S. D. (2004). Students' argumentations: Knowledge, values and decisions. In E. K. Henriksen & M. Ødegaard (Eds.), *Naturfagenes didaktikk – en disiplin i forandring? Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen* (pp. 63-78). Kristiansand: Høyskoleforlaget AS.
- Kolstø, S. D. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90, 632-655.
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students’ decision making on the waste issue. *Science Education*, 80, 673–689.
- Kuhn, D. (1991). *The Skills of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, 62, 155-178.
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15, 309-328.
- Lawson, A. E. (2002). Sound and Faulty Arguments Generated by Preservice Biology Teachers When Testing Hypotheses Involving Unobservable Entities. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(33), 237-252.
- Mason, L., & Scirica, F. (2006). Prediction of students’ argumentation skills about

- controversial topics by epistemological understanding. *Learning and Instruction*, 16(5), 492-509.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: Nuffield Seminar Series: Interim Report V3.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A., & Liendo, G. (2002). Arguments, Contradictions, Resistances, and Conceptual Change in Students' Understanding of Atomic Structure. *Science Education*, 86(4), 505-525.
- Nussbaum, E. M. (2002). Scaffolding Argumentation in the Social Studies Classroom. *Social Studies*, 93(3), 79-85.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Ideas, evidence and argument in science. In-service Training Pack, Resource Pack and Video. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: Implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21, 745–754.
- 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, 174-181.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.
- Ramsey, J. (1993). The science education reform movement: Implications for social responsibility. *Science Education*, 77(2), 235-258.
- Sadler, T. D. (2004). Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
- Schommer, M., & Hutter, R. (2002). Epistemological beliefs and thinking about everyday controversial issues. *The Journal of Psychology*, 136(1), 5-20.
- Siegel, H. (1995). Why should educators care about argumentation. *Informal Logic*, 17(2), 159-176.
- Simonneaux, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*, 23(9), 903-927.

- Solomon, J. (1994). Knowledge, values, and the public choice of science knowledge. In J. Solomon and G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives in reform* (pp. 99-111). New York: Teachers' College Press.
- Stradling, R. (1984). The teaching of controversial issues: An evaluation. *Educational Review*, 36(2), 121-129.
- Taber, K. S., Cooke, V. M., de Trafford, T., Lowe, T. J., Millins, S., & Quail, T. (2006). Learning to teach about ideas and evidence in science: Experiences of teachers in training. *School Science Review*, 87(321), 63-73.
- 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.
- 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.
- Tsai, C. C., Liu, S. Y. (2005). Developing a Multi-dimensional Instrument for Assessing Students' Epistemological Views toward Science. *International Journal of Science Education*, 27, 1621-1638.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.
- Zeidler, D. L. (1984). Moral issues and social policy in science education: Closing the literacy gap. *Science Education*, 68, 411-419.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Zeidler, D. L., Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2003). The role of argument and fallacies during discourse about socioscientific issues. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science*

education. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

Zedler, D. L., Sadler, T.D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89, 357-377.

Zohar, A. & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

附錄一
學校本位特徵問卷

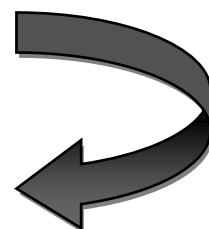
學校本位特徵問卷

民國 99 年 5 月 17 謹製

問卷說明

您好，首先感謝您願意撥冗填答此份問卷。此份問卷係由國立臺灣師範大學科學教育研究所許瑛珢教授研究團隊之碩士班學生李亭誼製作，是為其碩士研究論文之用。此份問卷目的是為針對貴校進行一項「國中八年級學生關於社會性科學議題論證能力的學校本位課程研究」所預先做的**學校特徵**調查。設計此份問卷的動機，是希望透過此份問卷的調查能釐清更符合貴校的研究變項。此份問卷設計採開放式的問題類型，請以您自身於貴校的行政及教學經驗，針對題目內容填答您的看法即可。您所填答之問卷內容本團隊將絕對保密，不會有資料外洩之疑慮，請您放心填答。最後，感謝您對於本研究的積極參與，您的填答將十分有助於此研究的進行。若您欲瞭解此項研究最後整體的結果，可於問卷末頁留下您的聯絡方式，至時將以郵寄方式將研究結果呈現給您。

請翻頁，問卷即將開始



第一部份：個人資料

1. 請問你的性別是？(請勾選) ☐男 ☐女

2. 您的行政經驗

• 請問現在您正於貴校服務之行政單位為何？ _____

• 請問您於貴校此行政單位已服務多久？ _____年 _____
個月

• 請問您過去在貴校還曾擔任過哪些行政職務呢？ _____

3. 您的教學經驗

• 請問現在您正於貴校擔任哪一些學科的教學？ _____

• 請問您進行此學科教學已多久？ _____

• 請問您過去在貴校還曾擔任過哪些學科的教學？ _____

第二部份：學校與社區特質

1. 請問根據您的經驗與瞭解，貴校的**核心教育理念與教學風格**為何？

.....
.....
.....
.....

2. 請問根據您的經驗與瞭解，貴校針對學校整體「**升學率**」的重視程度與要求如何？

3. 請問根據您的經驗與瞭解，貴校擁有哪些有別於他校的**教育資源**或是**優勢**？

4. 請問根據您的經驗與瞭解，貴校在**教育資源層面**或**其他層面**有哪些較為弱勢？

5. 請問根據您的經驗與瞭解，貴校所屬之**社區**擁有哪些**教育資源**？與**社區合作關係**如何？

第三部份：學生特質

1. 請問根據您的教學經驗與瞭解，貴校學生於**自然與生活科技領域的學業成就表現**大致狀況如何？

2. 請問根據您的教學經驗與瞭解，貴校學生對於**自然與生活科技領域的學習態度與意願**大致狀況如何？

3. 請問根據您的教學經驗與瞭解，針對貴校八年級學生的自然與生活科技領域課程設計，**以學生學習狀況以及學生需求為主**，則最需要的設計考量為何？(例如：課程設計要活潑有趣、升學導向、融入日常生活等等)

十分感謝您撥允填寫這份問卷，全數問題已回答完畢，在此誠摯地感謝您的參與～

作答結束！

附錄二
學習單一

從袋子裡的相關資料中，總共有五個興建水庫的重點，分別是：氣候、地質、生態保育與古蹟維護、居民、政府。在閱讀水庫預定地資料和小組討論的時候，請你們將各個項目所看到的優點及缺點寫下來。

水庫預定地(請打勾)：☐ 甲 ☐ 乙 ☐ 丙

氣候

優點	
缺點	

地質

優點	
缺點	

生態保育與古蹟維護

優點	
缺點	

居民

優點	
缺點	

政府

優點	
缺點	

附錄三
學習單二

學習單 (二)

班級：
 小組組別：第_____組
 姓名：_____

① 請將三個預定地所得到的貼紙數目記錄於下方的表格中

	甲(橫山村)	乙(埔坪村)	丙(圓山村)
氣候與水文			
地質			
生態保育 古蹟維護			
政府			
居民			

X
(乘以)

重要性(權重)

=
(等於)

總分

※重要性：蓋水庫有不同的考量條件，在這5個條件(氣候與水文、地質、生態保育與古蹟維護、政府、居民)當中，你認為是最重要的條件者，請在「重要性(權重)」那一欄給它5分、次重要給4分，以此類推，最不重要的給1分。

※最後的總分，可以當作你投票的參考喔！

附錄四
學習單三

學習單 (三)

班級：_____

小組組別：第_____組

姓名：_____

1. 我第一次投票時的決定是：

☐ 蓋在甲(橫山村) ☐ 蓋在乙(埔坪村) ☐ 蓋在丙(圓山村) ☐ 都不蓋 (請勾選)

2. 為什麼你做這個選擇呢?請說明你的想法和理由。

·你的想法和理由是：

·在什麼情況(或條件)之下，你才會做這樣的選擇呢？

3. 若有些同學支持其他的選擇，你/妳覺得他們會選擇哪一個呢?他們的理由可能是什麼？

- ☐ 蓋在甲(橫山村)
- ☐ 蓋在乙(埔坪村)
- ☐ 蓋在丙(圓山村)
- ☐ 都不蓋

·他們的想法和理由可能是：

·在什麼情況(或條件)之下，你覺得他們才會全力支持這個決定？

4. 如果跟你做不同選擇的人，用你在問題 3 中寫下的理由來反對你時，你會如何應對來說服他們支持你？

·怎麼說服反對你的人：

5. 如果同學希望你提出「證據」來支持你在問題 2 或問題 4 的想法時，你可能會提出哪些證據？

·你/妳的證據是：

附錄五

水庫興建預定地相關資料

水庫興建案 情境簡介

目前此地區一年需要用水的總量為 1 億公噸，其中農業用水佔 0.5 億公噸、生活用水佔 0.3 億公噸、工業用水佔 0.2 億公噸。隨著生活水準和需求的提高，生活用水量的比例年年提高，且未來也準備設立工業區，所以將來工業用水需求會大增。

預計 20 年後，此地區的用水量將從原本的一年 1 億公噸提高到一年 1.8 億噸，其中農業用水佔 0.6 億公噸、生活用水佔 0.6 億公噸、工業用水佔 0.6 億公噸。為配合水資源之需求量增加，需加強水資源開發，極需興建水庫。

所以，現在我們打算在此地區找尋適當的地方蓋水庫！20 年後才有足夠的水資源可以使用。但是決定水庫要蓋在哪裡並沒有這麼簡單喔！因為要考量蓋的地區的氣候與水文條件、地質條件、政府預算和水庫功能規劃、居民的反應、生態保育和古蹟維護問題等等。

在此地區，我們有三個水庫興建的預定地：甲（橫山村）、乙（埔坪村）、丙（圓山村）。每個預定地都有它的特色，接下來就要請各位閱讀一下你們袋中預定地的資料，了解這個預定地的各項興建條件，並將各項優缺點寫在學習單上！之後各組上台報告自己那組預定地的特色，最後再來進行公民投票和辯論！



甲（橫山村）	
氣候與水文	橫山村每年的平均降雨量達 2000 公厘，降雨量還算穩定，少雨的時候年雨量最低為 1500 公厘，多雨的時候一年最多有 2500 公厘降雨量。降雨隨季節的變化不大（夏天的降雨量和冬天的降雨量差不多）。 通過橫山村的河流流量中等，由於山勢略為陡峭，所以河水流速快，而可集水面積則是中等，集水區面積可達 25,000 公頃。
地質	本區支流之上游之地質以火成岩為主，質地堅硬但多孔隙，地下水蘊藏量豐富；中游之低窪平原以沖積層為主，最厚處厚度約 20 公尺，但基盤岩層仍為堅硬不滲水之火成岩。附近無活動斷層經過。
生態保育與古蹟維護	通過橫山村的河流支流河谷秀麗，為三芝地區居民休閒的主要去處。但在水壩完成之後，部分著名的觀光景點將淹沒於水庫之中，其中台北赤蛙復育池也可能遭到淹沒，而影響到赤蛙的生存空間。 台北赤蛙復育池 
政府	政府會考量興建水庫的相關功能性做規劃，包含防洪、發電、供水以及觀光等等。政府會給多少預算在這個地方興建水庫，會以水庫的興建難易程度、可以提供多少水，以及是否有觀光效益來做評估。
居民	本區居民較少，水庫興建之後將僅淹沒此地區 5%的土地面積，預計將有 40 位居民需要遷移至其他地方居住。 ① 戶口：228 戶 ② 人數：650 人

乙 (埔坪村)	
氣候與水文	埔坪村的氣候，每年的平均降雨量約 2000 公厘，降雨量不穩定，少雨的時候年雨量最低為 1000 公厘，多雨的時候一年最多有 3000 公厘降雨量。降雨隨季節的變化大（降雨夏天很多，冬天很少）。 埔坪村的水文，由於地形為平坦草原後接山坡高地的地形，河流支流除源頭部分較陡峭，從山坡上流到平地，河水坡度變緩，流速減慢，集水區小，集水區面積 13,000 公頃。
地質	本區河流上游以互層之砂頁岩為主，岩質鬆軟破碎，沖刷量大，至壩址則以堅硬之厚層砂岩為主。本區地下水蘊藏量雖豐富，但本砂岩層孔隙率及滲透率均高，如周圍之地下水補注不足，水位下降時，則本區之水有可能滲漏。附近有一條活動斷層經過，有時會發生輕微地震，但地震頻率不高。
生態保育與古蹟維護	上游水庫的興建將影響下游泥沙量，影響下游原本的生態系。但無特殊保育類物種生活於此區，也無重要歷史古蹟於此處。
政府	政府會考量興建水庫的相關功能性做規劃，包含防洪、發電、供水以及觀光等等。政府會給多少預算在這個地方興建水庫，會以水庫的興建難易程度、可以提供多少水，以及是否有觀光效益來做評估。
居民	河流兩岸均為沖積平原，多為農業用地，且人口多居住密度較大，土地之公告地價較高。如果在這裡蓋水庫，則有大部分民宅會被淹沒。 ① 戶口：2689 戶 ② 人數：7446 人

丙 (圓山村)	
氣候與水文	圓山村每年的平均降雨量達 2000 公厘，降雨量很穩定，少雨的時候年雨量最低為 1800 公厘，多雨的時候一年最多有 2200 公厘降雨量。降雨隨季節的變化小（四季的降雨量都差不多）。 圓山村河流支流的源頭為完整的火山地形，坡度較陡，但有廣大的集水區，集水區面積可達 40,000 公頃。
地質	本區河流之源頭地質為火成岩，岩質堅硬，富含金礦，為堅硬厚層之砂岩，其間夾有蘊含豐富煤礦之頁岩。金礦及煤礦之開採歷史已有上百年，因開採歷史頗長，部分地區已因礦坑遍布而導致地質狀況不穩定，如建水庫，因水壓改變，有可能會導致水庫周圍地區山崩。附近有一條活動斷層經過，有時會發生輕微地震，地震頻率高。
生態保育與古蹟維護	河流兩岸有採礦留下之歷史古蹟，每年均吸引大量觀光人潮。但在水壩完成後，部分古蹟將淹沒於水庫之中。
政府	政府會考量興建水庫的相關功能性做規劃，包含防洪、發電、供水以及觀光等等。政府會給多少預算在這個地方興建水庫，會以水庫的興建難易程度、可以提供多少水，以及是否有觀光效益來做評估。
居民	本區居民較少，水庫興建之後將僅淹沒此地區 3%的土地面積，預計將有 50 位居民需要遷移至其他地方居住。 ① 戶口：198 戶 ② 人數：633 人

附錄六
投票單

投票單

我的名字叫：_____，我支持興建水庫的地點是：

☐甲 ☐乙 ☐丙

我支持這個地點的原因是：

(請發表個人意見，寫在紙條上後，投入投票箱即可)

附錄七
論證技能與議題決策問卷

論證技能與議題決策問卷

親愛的同學你好，首先謝謝你/妳願意填答此份問卷。這一份問卷主要與現在受到大家關注的全球暖化議題有關，談論的問題是「**真的有全球暖化嗎？**」。

首先要請你/妳先填寫一下個人資料，讓我們更認識你/妳，也請放心相關資料僅作為研究之用，絕對保密！接著請你/妳耐心閱讀一下關於全球暖化的小故事，再接著回答關於全球暖化的一些問題。這些問題主要是想瞭解「**你/妳對全球暖化的想法**」，**沒有**所謂的對的或錯。為了讓我們能深入了解你的想法，請盡量多寫一點。非常感謝你/妳的配合！

國立台灣師範大學科學教育研究所 敬啟

注意事項：

1. 如果題目看不懂時，**請勿亂填答**，可以舉手向指導老師發問，別害羞。
2. 題目前面有□的是選擇題，在□內打”☒”即可，且皆為單選題。
3. 問卷寫完之後，請仔細檢查是否全部都填答完畢。
4. 這份問卷的填答結果和你/妳的成績沒有相關，所以別擔心作答結果會影響你／妳的學業成績。

班級：_____

姓名：_____

請等待老師指示，再翻頁開始作答吧！

第一部份：個人資料

請填寫以下個人資料，以協助研究之用。我們保證你/妳所填寫的資料絕對保密並只作為此研究之用，不會有資料洩露之疑慮，請你/妳放心地填寫，謝謝！

1. 性別 (請勾選)：☐ 男 ☐ 女

2. 你/妳平均一天**放學後總共**有多少時間可以拿來看書、寫作業？
☐ 1 個小時以下 ☐ 1 個小時~2 個小時 ☐ 2 個小時~3 個小時 ☐ 3 個小時以上

3. 你/妳平均一天**放學後實際上**花了多少時間看書和寫作業？
☐ 1 個小時以下 ☐ 1 個小時~2 個小時 ☐ 2 個小時~3 個小時 ☐ 3 個小時以上

4. 你/妳認為**學校**給予你/妳的**學習環境**(例如：讀書環境或班上的學習風氣等等)如何？
☐ 非常良好 ☐ 良好 ☐ 普通 ☐ 不好 ☐ 非常不好

5. 你/妳認為**家庭**給予你/妳的**學習環境**(例如：讀書環境或家長陪同唸書等等)如何？
☐ 非常良好 ☐ 良好 ☐ 普通 ☐ 不好 ☐ 非常不好

6. 你/妳的**學校**給予你/妳的**學習資源**(例如：教師的專業知識、教學設備或教科書等等)是否足夠滿足你的學習需求？
☐ 非常足夠 ☐ 足夠 ☐ 普通 ☐ 不足夠 ☐ 非常不足夠

7. 你/妳的**家庭**給予你/妳的**學習資源**(例如：有能力讓你買參考書或讓你額外補習等等)是否足夠滿足你的學習需求？
☐ 非常足夠 ☐ 足夠 ☐ 普通 ☐ 不足夠 ☐ 非常不足夠

第二部份：論證技能與議題決策

真的有全球暖化嗎？

2001 年二月，在美國首府華盛頓舉辦了全球暖化議題的討論會，在場的科學家對於全球暖化分別提出了自己的看法。有的科學家說有越來越多的證據顯示全球暖化是人為活動造成的結果，另外一些科學家則認為全球暖化是自然氣候變遷的一部分。他們各自提出一些證據，分別說明如下：

科學家一：全球暖化造成環境危機！

科學家發現大氣中的熱是溫室氣體（例如：甲烷、臭氧、水蒸氣、二氧化碳等）釋放能量後的結果。這些自然界中已存在的氣體，可以幫助維持地表的溫度和氣候的穩定等。然而，二十世紀中期以來，人類大量燃燒煤、石油、天然氣，造成大氣中的二氧化碳含量顯著增加。氣溫資料顯示：過去十年來全球平均溫度上升約 0.6°C ，因此造成地表冰雪的覆蓋率減低、冰河消失、極地冰山融化等結果。根據目前溫室氣體累積的狀況，電腦模式預測到即使是些微的全球溫度上升，都會引起大量南北極的冰山融化、海平面上升，因而造成全世界幾十萬公頃的沿海土地淹沒於海水之中。

此外，全球暖化也會引起各種問題，例如病蟲害的增加。有科學家預測瘧疾病例將增加50%，各地區的生態也將為之改變，無數的動植物可能瀕臨滅絕。而減少溫室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，溫室效應加劇所造成的環境破壞，其成本將遠超過任何的花費。

科學家二：沒有所謂的全球暖化！

從幾百萬年以前到現在的整體氣溫變化來看，地球本來就會經歷所謂的「冰河時期」與「間冰期」。在間冰期期間，全球的平均氣溫會偏高。由衛星偵測大氣溫度的資料顯示，過去十年來全球平均溫度上升約 0.6°C ，以古氣候學的觀點來看，這樣氣溫升高的趨勢是正常的，並非人類活動所造成。

科學家更指出，多數溫室氣體原本就存在於大氣中。而會造成較大溫室效應的氣體其實是水蒸氣，所以擔心大氣中二氧化碳濃度增加而造成全球氣溫升高是多餘的。另外，用電腦模式預測全球暖化加劇會讓海平面上升是值得存疑的，因為模式裡並沒有把所有可能的因素都涵蓋在內。例如地表溫度如果升高，海洋和湖泊的蒸散作用也會增加，如此將產生更多的雲，而有雲層覆蓋就會降低太陽輻射，造成地表溫度降低的結果。所以，「各國應控制溫室氣體排放量低於1990年標準的10%」之說法，將會讓各國政府花費大量的經費改良工業，如此不但扼殺工業的發展，也對國家經濟造成衝擊。

問題 1. 對於「全球暖化」這個議題，你/妳比較支持哪一派的說法呢(請勾選)？請說明你的想法和理由。

☐ 全球暖化造成環境危機

☐ 目前所謂的全球暖化是氣候常態

☐ 其他(請說明是何種立場，例如都不支持兩派說法或中立等等)：_____

·你的想法和理由是：

·在什麼情況(或條件)之下，你才會全力支持這派的說法？

問題 2. 若有些同學支持與你相反派別的說法，你/妳覺得他們會支持哪一派？他們的理由可能是什麼？

☐ 全球暖化造成環境危機

☐ 目前所謂的全球暖化是氣候常態

☐ 其他(請說明是何種立場，例如都不支持兩派說法或中立等等)：_____

·他們的想法和理由可能是：

·在什麼情況(或條件)之下，你覺得他們才會全力支持這派的說法？

問題 3.如果跟你支持不同派的人，用你在問題 2 中寫下的理由來反對你時，你會如何應對來說服他們支持你？

·怎麼說服反對你的人：

問題 4.如果同學希望你提出「證據」來支持你在問題 1 或問題 3 的想法時，你可能會提出哪些證據？

·你/妳的證據是：

