

國立交通大學教育研究所

碩士論文

科學知識觀與學生在社會科學性議題論證之相關
性

The relationship between scientific epistemological beliefs and
students' argumentation on socio-scientific issues.



研究生：吳玫緬

指導教授：蔡今中 教授

中華民國九十七年七月

科學知識觀與學生在社會科學性議題論證之相關性

The relationship between scientific epistemological beliefs and students'
argumentation on socio-scientific issues.

研究生：吳玫緬

Student: Mei-Hsiang Wu

指導教授：蔡今中 教授

Advisor: Chin-Chung Tsai, Ph.D.

國立交通大學

教育研究所



Submitted to Institute of Education

College of Humanities and Social Science

National Chiao Tung University

For the Degree of

Master

in

Education

July, 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年七月

科學知識觀與學生在社會科學性議題論證之相關性

研究生:吳玫緬

指導教授:蔡今中 博士

國立交通大學教育研究所

摘要

本研究目的為首先描述國中生在社會科學性議題論證表現。再者探討國中學生的科學知識觀與他們進行社會科學性議題論證表現的相關性，其中包含立場改變情形、決策形式、推理類型以及擷取文本主張與建立論證。

研究對象為某所宜蘭市國中的國二學生四個班 144 人，給予學生「科學知識觀量表」與兩個「社會科學性議題」論證活動，一個單元為「基因改造食品」另一個則是「焚化爐建立」，依其文本次序安排分別為:「一致/相反」與「相反/一致」文本，閱讀完後擷取文本內的主張並建立支持、反駁與駁斥的論證。

結果顯示在兩個論證活動中「先呈現立場一致」文本的學生立場改變比例比「先呈現立場相反」文本的高。而深入探討立場與文本擷取關係，在「焚化爐」論證活動中原有與最終立場為反對者在「反對性言論」中能擷取較多的言論。接著分析文本擷取與論證的關係，在「基改食品」論證活動中學生在「最終立場一致」與「相反」的文本擷取個數皆與支持、反駁、駁斥與論證總數成正相關。在「焚化爐」論證活動中「最終立場一致」文本擷取個數與學生的支持論證以及總數成正相關；「最終立場相反」文本擷取個數與學生支持、反駁、駁斥以及總數都呈現正相關。

我們分析科學知識觀與決策類型的關係，在「基改食品」論證活動中「證據型」學生在「發展」與「驗證」科學知識觀分數比「直覺型」學生高。而探討其推理情形與科學知識觀的關係，在「基改食品」論證活動中「推理總數」和科學知識觀的「來源」、「發展」、「驗證」、「文化影響」的因素有正相關；「推理總類」數目和科學知識觀的「發展」、「驗證」、「文化影響」因素呈現正相關。而探討學生論證情形與科學知識觀的關係，只有在「基改食品」論證活動中學生反駁論證與科學知識觀「社會性協商」呈現正相關，其餘皆無。最後我們檢驗科學知識觀與學生擷取文本的關係，在「基改食品」論證活動中「來源」因素的科學知識觀分別與「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數有正相關。而在「焚化爐」論證活動中，「文化影響」的科學知識觀也與「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數有正相關。因此本研究指出科學知識觀擁有較成熟觀點有助於學生在社會科學性議題推理的傾向。

關鍵字:論證、科學知識觀、社會性科學議題

The relationship between scientific epistemological beliefs and students' argumentation on socio-scientific issues.

Student: Mei-Hsiang Wu

Advisor: Chin-Chung Tsai, Ph.D.

Institute of Education
National Chiao Tung University

Abstract

The purpose of this study was to describe the middle school students' argumentation on socio-scientific issues and to explore the relationship between scientific epistemological beliefs and students' argumentation on socio-scientific issues. Students' argumentation analyses include position change, decision-making, reasoning modes, text extraction and construction of arguments. There were 144 8th students from four classes of a middle school at I-Lan city who were involved in this study. All students were administered scientific epistemological beliefs questionnaire and two socio-scientific issues that were related to "GM food" and "Incinerator". The text included two versions, one is "agree/against" (presenting supporting ideas first and then the ideas of against), while the other is "against/ agree". Students extracted claims after reading the text and constructed supportive argument, counter-argument and rebuttal.

The result showed that students' position change proportion on "agree/against" text was higher than that in "against/ agree" text. To explore the relationship between the position and claim extracted, those who had original and final position in against can extracted more claims on the incinerator issue. And then an analysis between arguments and claim extracted, indicated that students' claim numbers at both final consistent and opposite texts were correlated with supportive argument, counter-argument rebuttal and total argument numbers on the GM food issue. Students' claim numbers at final consistent text were correlated with supportive and total argument numbers and the claim numbers at final opposite text were correlated with supportive argument, counter-argument rebuttal and total argument numbers on the incinerator issue.

We analyzed the relationship between students' scientific epistemological beliefs and the decision-making on the issues. Students who made evidence-based decision on the GM food issue were scored higher than those who made intuitive-based decision at scientific epistemological factors of "development" and "justification" on the GM food issue. Students' total numbers of making reasoning were correlated with the "source" "development", "justification" and "culture impact" epistemological factors and the reasoning mode numbers were correlated with "development", "justification" and "culture impact" epistemological factors on GM food issue. The "social negotiation" epistemological factor was correlated with counter-argument on GM food issue. The "source" epistemological factor was correlated with the claim numbers at original consistent and opposite text on the GM food issue and the "culture impact" epistemological factor was correlated with extracted claim numbers at original consistent and opposite texts on the incinerator issue. In summary, students' mature scientific epistemological beliefs might favor students' reasoning on socio-scientific issues.

Keyword: argumentation, scientific epistemological beliefs, socio-scientific issues

誌 謝

隨著論文的出爐，碩士生涯也將劃上句點，心情是既快樂又很不捨在交大的那段美好日子。我會懷念在研究所師生和樂融融的場景。在這裡感謝教過我的老師們，從你們身上我學到很多，這一趟求學歷程走的很有價值。

而論文的完成，首先要感謝楊芳瑩老師與佘曉清老師你們不吝教導，你們精闢深入的研究意見讓整個論文能夠更完整。另外最要感謝的是指導教授蔡今中老師，謝謝您這段時間總是用最大的包容性與耐心指導我的研究，每次論文遇到瓶頸自己解不開時，您總是用最專業的角度但用最淺顯易懂的方式讓我知道我研究的盲點在哪裡以及告訴我研究的邏輯性應該為何，每次和您 meeting 後思路就變的清晰許多，論文又能往前一大步邁進，很感謝您一步一腳印的帶領我往前邁進。

而在這段研究所生涯中很感謝有你們這群教育所 93 級的寶貝一起度過，尤其是怡仁寶貝和我一起修了不少忘不了的課，弘昇在論文產出的階段給予我不少的支持，我們總是互相打氣。在寫作時期一直在精神上給我最大支柱的江小芬、小豬，謝謝你們不時的關心我並給予我鼓勵，真的有你們真好。我的實習同事淑珍和信一在我最後衝刺論文的這段時間，每次心裡不安就寫信給你們，不然就是拉著你們去求神拜佛，謝謝你們成為我心靈的窗口。大學同學阿志，我們有著共同聊不完的話題，每次壓力大和你一起聊聊，心情就愉快很多，謝謝你。另外谷璋謝謝你，如果沒有你我沒有機會來交大，也謝謝你陪伴我度過研究所的日子，因為有你的支持，我才能一直走到最後。

最後要感謝的是我的家人，阿欸媽媽、嘉琳姊姊與銓興，謝謝你們在經濟上給我支柱，包容我寫作這段時間脾氣暴躁，也謝謝你們總是一直督促我趕快把論文給產出。謝謝嘉琪姊幫我商請他任教學校的同事讓我進行施測。我的論文最想獻給你們，我最愛的家人。

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	viii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機與目的	3
第三節 研究問題	4
第四節 名詞界定	5
第五節 研究範圍與限制	7
第二章 文獻探討	8
第一節 科學論證	8
壹、論證的定義	8
貳、論證的理論架構	9
參、論證在科學教育上所扮演的角色	12
肆、社會科學性議題與論證	16
第二節 學生的科學知識觀與科學論證	22
壹、個人科學知識觀的定義	22
貳、學生的科學知識觀與學習	22
參、學生科學知識觀與科學論證的關係	26
第三章 研究方法	29
第一節 研究對象	29
第二節 研究架構與設計	29
第三節 研究流程	31
第四節 研究工具	34
壹、科學知識觀量表	34
貳、社會科學性議題論證活動	38
第五節 資料處理與分析	39
壹、社會科學性議題非形式推理分析法	39
貳、統計分析	43
第四章 研究結果與討論	46
第一節 學生的科學知識觀初步處理	46
壹、Tsai & Liu (2005)學生的科學知識觀點	46

貳、Conley et al (2004)學生的科學知識觀點	47
第二節 學生在社會科學性議題論證表現分析	49
壹、文本操弄下立場改變情形	49
貳、決策形式與立場改變	54
參、論證表現	56
肆、決策類型與論證表現	59
伍、文本擷取與先後立場	61
陸、文本擷取與論證表現	64
第三節 科學知識觀與學生在社會科學性議題論證表現的相關	67
壹、科學知識觀與決策	67
貳、科學知識觀與社會科學性議題推理	70
參、科學知識觀與論證表現	72
第四節 學生的科學知識觀與其在不同文本順序操弄下社會科學性議題 論證的表現差異	76
壹、科學知識觀與「先呈現立場一致言論」立場改變的差異	76
貳、科學知識觀與「先呈現立場相反言論」立場改變的差異	78
參、科學知識觀與文本擷取	80
第五章 結論與建議	82
第一節 結論與討論	82
壹、學生在社會科學性議題的論證表現	82
貳、科學知識觀與學生在社會科學性議題論證表現的相關	85
參、科學知識觀與學生在不同文本順序操弄下社會科學性議題論證 的表現差異	86
肆、不同社會科學性議題上學生論證表現的異同	87
第二節 科學教育上的應用	88
第三節 建議	89
參考文獻	90
附錄一：Tsai & Liu (2005)科學知識觀量表	94
附錄二：Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison (2004)科學知識觀量表	97
附錄三：基因改造食品論證活動	99
附錄四：焚化爐建立論證活動	105

表目錄

表 2-1-1	學生解決策略模式(Kolst ϕ , 2001)	20
表 3-3-1	論證活動中的文本操弄	32
表 3-4-1	科學知識觀量表(Tsai & Liu, 2005)	36
表 3-4-2	科學知識量表(Conley et al., 2004)	37
表 3-5-1	學生在社會科學性議題上欲做的分析	44
表 3-5-2	學生科學知識觀與社會科學性議題論證表現欲做分析	45
表 3-5-3	學生的科學知識觀在不同文本操弄下欲做的分析	45
表 4-1-1	Tsai & Liu (2005)學生的科學知識觀點因素分析與信度值摘要表	47
表 4-1-2	Conley et al., (2004) 學生的科學知識觀點因素分析與信度值摘要表	48
表 4-2-1	基因改造食品論證活動各組人數	49
表 4-2-2	基因改造食品論證活動原有立場與文本操弄下各組人數	50
表 4-2-3	學生在基因改造食品論證活動不同文本操弄下立場改變的情形	50
表 4-2-4	焚化爐建立論證活動各組人數	51
表 4-2-5	焚化爐建立論證活動原有立場與文本操弄下各組人數	51
表 4-2-6	學生在焚化爐建立論證活動中不同文本操弄下立場改變的情形	52
表 4-2-7	基因改造食品論證活動之決策類型與立場改變	54
表 4-2-8	焚化爐建立論證活動之決策類型與立場改變	54
表 4-2-9	基因改造食品論證表現次數分配與描述性統計	56
表 4-2-10	焚化爐建立論證表現次數分配與描述性統計	57
表 4-2-11	基因改造食品決策類型在各類型論證個數之差異	59
表 4-2-12	焚化爐建立決策類型在各類型論證個數之差異	60
表 4-2-13	基因改造食品不同先後立場對於支持與反對文本擷取個數差異	62
表 4-2-14	焚化爐建立不同先後立場對於支持與反對文本擷取個數差異	62
表 4-2-15	基因改造食品議題在一致與相反文本擷取個數與論證表現相關	65
表 4-2-16	焚化爐建立議題在一致與相反文本擷取個數與論證表現相關	65
表 4-3-1	科學知識觀與基因改造食品議題的決策類型	68
表 4-3-2	科學知識觀與焚化爐建立議題的決策類型	68
表 4-3-3	科學知識觀與基因改造食品議題推理類型的相關	70
表 4-3-4	科學知識觀與焚化爐建立議題推理類型的相關	71
表 4-3-5	科學知識觀與基因改造食品議題論證表現的相關	72
表 4-3-6	科學知識觀與基因改造食品論證高低層級在科學知識觀得分差異	73
表 4-3-7	科學知識觀與焚化爐建立論證高低層級的科學知識觀得分差異	73
表 4-3-8	科學知識觀與焚化爐建立議題論證表現的相關	74
表 4-4-1	科學知識觀與基因改造食品「先呈現立場一致」立場改變	77
表 4-4-2	科學知識觀與焚化爐建立「先呈現立場一致」立場改變	77

表 4-4-3	科學知識觀與基因改造食品「先呈現立場相反」立場改變	79
表 4-4-4	科學知識觀與焚化爐建立「先呈現立場相反」立場改變	79
表 4-4-5	科學知識觀與基因改造食品文本擷取個數的相關	80
表 4-4-6	科學知識觀與焚化爐建立文本擷取個數的相關	81



圖目錄

圖 2-1-1	論證模式圖(Toulmin, 1958).....	11
圖 2-1-2	Toulmin 的論證架構簡化模式(Patronis et al., 1999).....	11
圖 2-1-3	學生的論證系統架構(Patronis et al, 1999).....	19
圖 3-2-1	研究架構圖.....	30
圖 3-2-2	研究設計圖.....	31
圖 3-5-1	社會科學性議題非正式推理分析法架構圖 (Wu & Tsai, 2007)	40



第一章 緒論

第一節 研究背景

科學的發展過去認為科學是實證的過程，科學理論、知識的宣稱立基於對於外在事物的觀察，經由科學探究過程獲得的科學知識就是真理，固定不容許被推翻，科學家在科學發展的過程中扮演中立客觀的研究者，負責在真實世界中發現科學知識。而近幾十年科學的發展轉變成為科學是一種知識建構的社會化過程 (Taylor, 1996)，包含推測和論證，科學知識的宣稱立基於由足夠的證據中去做適當、合理推測的論證過程。因科學家的背景不同，使用的科學方法也不同，結果不可能價值絕對中立，其中在詮釋現象與推論的部份蘊含科學家的理論派點、知識信念與價值觀。新的科學哲學的思維認為科學知識必須接受科學社群的檢驗並判斷其價值，嚴謹的科學論證因此扮演著重要角色。科學家如何在足夠且有效的證據下呈現自己的主張來說服別人的過程就是科學論證，所以科學論證對於科學的發展是一個不可或缺的元素。

而近十幾年來科學素養在科學教育中越來越被重視。科學教育的目的清楚表示希望學生能夠體驗與理解豐富的自然世界、能適當的運用科學的過程和原則作出個人的決定、能理智參與公共討論且能針對科學和技術的議題加以辯論，以及學生在職業中能運用所學的知識、理解力與技術來提高他們的經濟生產力 (NRC, 1996)。NRC (1996) 並指出具有科學素養的人能去參與國家或地方決策的相關的科學議題，能運用科學與科技的資訊來表達出自己的意見，一個有素養的公民應該要能夠評量科學資訊的來源以及依照證據去評量論證並且能從適當的論證當中做出一個結論。因為科學素養逐漸成為焦點，在科學課程當中應該要提供學生機會去參與一些議題的討論，討論議題時論證的技巧則顯得重要，學生要能在議題辯論的過程中能評斷論證並且建立自己立場的論證來說服別人。

在現代許多的政策都與科學有關，這些議題都是社會所關切並且均涉及科學的向度，稱為「社會科學性議題」。隨著科學與科技日新月異，人們的生活則跟著越來越進步，科技或科學應用於社會所造成的結果或影響往往跨越目前社會規範所能接受的範圍，而科技應用的背後又出現不確定的衝擊與風險(Kolst ϕ , 2001)。例如:因為工業發達與科技的先進所產生的廢氣造成的全球暖化、或是核能發電與輻射線背後的風險為何...等，這些與科學或科技相關的社會議題通常屬於爭議性的問題，並沒有所謂絕對的答案與最佳的解決方式，這個全憑個人所考慮與評量的因素下的判斷決定。在民主社會許多議題都是需要藉由社會大眾交換意見達成共識才可以實行，通常不同的團體所考量的利弊因素不同而持有不同的立場。如何經由聽取別人的意見，並且能夠評斷他人的說法是否可以信賴且具有合理性與說服性。如何衡量各種因素的優缺點以及知道它們所造成的風險為何，並從眾多意見當中來整合有用的資訊來支持自己的立場，並下決策。這則是目前科學課程所要提供學生機會參與公共議題來模擬將來身為科學素養的公民該如何參與公共政策的討論、並培養學生面對「社會科學性議題」應有的態度。

為了達到科學教育目的培育具有「科學素養」的學生，STS 的課程因應而生，STS 課程是要讓學生瞭解科學、科技與社會之間交互作用的關係，其中的主要目的之一是要讓學生對於「社會科學性議題」具備察覺心，在 STS 課程除了培養學生探究、決策或問題解決的能力之外，在面對真實生活中所發生的「社會科學性議題」進行討論時更重要的是能應用所學的科學知識內容並且使用科學論證的方法與利用科學的思維去考慮衡量議題的本質，來做判斷與決策，因此在 STS 課程當中議題導向的教學策略應該更備受重視。

第二節 研究動機與目的

科學與科技的進步之下所造成的結果或是地方或國家政策的執行可能會引起社會議題，這類的「社會科學性議題」多數具有爭議性，而受到民眾的關注與討論。未來學生長大後出了社會依舊會面對到不少「社會科學性議題」，我們希望學生將來能夠理智的運用科學性的方法或是能夠以科學的思維與態度去思考「社會科學性議題」做出符合科學性的最佳抉擇，並且期待他們有機會能運用科學素養的能力參與公共政策與事務進而影響到決策擬定或執行。我們期盼科學素養能從小培育起，科學素養並不是一種口號而是一個實務的行動，在科學課程上應提供學生機會來實際的參與「社會科學性議題」的討論，所以在科學教育上學生面對「社會科學性議題」的表現則成為值得關注的研究問題。

在現在這個資訊爆炸的時代，學生獲得資訊的來源無所不在，報章雜誌、媒體與網路上時常都會出現有關於「社會科學性議題」的報導與討論，學生面對從四面八方對於各種議題的資訊或言論，這些資訊和言論會影響到學生的價值判斷。在眾多資訊、百家說法中如何分辨何者可以採信、何者不能採信，學生必需具備論證能力與技巧並懂得驗證資訊。因而論證的能力以及資訊驗證對於學生在面對「社會科學性議題」顯得相當重要。因此本研究者關注的問題為國中學生面對「社會科學性議題」的主題時，外在的資訊對於學生決策會造成什麼影響以及他們在「社會科學性議題」論證的情形，並檢驗學生的科學知識觀是否與他們論證的表現有關。

第三節 研究問題

基於研究動機與目的，列出研究問題如下：

一、學生的科學知識觀對於學生在社會科學性議題論證表現的相關

1-1 「學生的科學知識觀」與學生在「社會科學性議題的論證表現」的相關性。

1-2 「學生的科學知識觀」在不同「社會科學性議題」主題下「論證表現」的差異。

二、學生科學知識觀在面對與自己立場一致與相反的言論下學生論證表現的差異

2-1 「學生的科學知識觀」對於學生在面對「先呈現與自己立場一致的言論」其立場改變的差異。

2-2 「學生的科學知識觀」對於學生在面對「先呈現與自己立場相反的言論」其立場改變的差異。

2-3 「學生的科學知識觀」對於學生面對「與自己立場一致的言論」其擷取主張的表現。

2-4 「學生的科學知識觀」對於學生面對「與自己立場相反的言論」其擷取主張的表現。

第四節 名詞界定

本節先將研究中的變項給予其概念定義，並解釋研究中出現的重要的名詞用來協助讀者瞭解其中的含意進而利於論文的閱讀與瞭解。

一、科學論證 (science argumentation)

個體或一群人在科學知識或與科學相關的議題上所進行的討論辯證過程，是一種「解釋推理過程」的行為，也就是「個體意圖向他人來解釋自己推理的解決過程」。在此研究中所指的論證活動類型為個人的寫作論證（詳細定義與說明請見第二章第一節）。

二、社會科學性議題 (Socio-Scientific Issues, SSI)

與科學或是科技有關而社會所關心的議題，此種議題我們稱之為「社會科學性議題」，在此研究所指的 SSI 是特指具有爭議性的兩難問題。安排的 SSI 議題類型為科技應用背後代表的不確定的衝擊與風險（詳細定義與說明請見第二章第一節）。

三、科學知識觀 (scientific epistemological beliefs)

這裡指的是學習者對於科學知識(knowledge)和獲得科學知識的過程(knowing)的信念與學生的科學思考過程，包含對於科學知識本質的信念、如何建構科學知識以及如何評量科學知識（詳細定義與說明請見第二章第二節）。

四、非形式推理 (informal reasoning)

在一個複雜且缺乏一個明確的解決方法之下，去評量他人所持的立場並產生自己的立場稱作「非形式推理」。此研究中所關心的推理形式與層級請詳見第三章第五節資料分析。

五、決策 (decision making)

在此研究所指的「決策」是指面對 SSI 時個人以一些論證為基礎藉由評量論證來決定支持或反對他人論證的主張來表達對於議題的意見與決定。此研究所關心的學生決策形式在此區分為直覺導向與證據導向兩類，詳細說明請見第三章 第五節資料分析。

六、支持論證 (support argument)

為論證者建立支持自己的立場的論點來說服別人接受。此研究為學生需針對自己的立場來寫下支持立場的論證。

七、反駁論證 (counter-argument)

對於論證者而言為其知識宣稱遭受到駁斥，提供一個異於自己立場的宣稱。在此研究中為學生針對自己的論證自行提出駁斥，也就是自行提出與自己立場對立的主張。



八、駁斥 (rebuttal)

駁斥是對於一個宣稱提出質疑，為論證者對自己立場對立的主張加以反駁的意見，目的在為自己的宣稱進行辯護。在此研究為學生對於「自己先前寫下的異於自己主張的反駁論證」進行辯護。

第五節 研究範圍與限制

此研究的對象為針對國中學生的族群，無法推論到其他學齡的學生，且論證的主題為「社會科學性議題」的科學論證因主題的類型不同不可與科學性主題的科學論證相提並論，SSI 的科學論證中所使用的為「非形式推理」無法完全用邏輯的方法來去評量去推理的情形，且此研究論證的類型為寫作論證無法看到學生在論證間真實互動的情形。而樣本來源為宜蘭市的一所公立國中二年級的學生，樣本人數約為 144 人，研究結果受到地域性與樣本數的影響，無法推論到大範圍的樣本。



第二章 文獻探討

第一節 科學論證

論證(argumentation)不單指出現在科學社群中一群科學家在辯論科學知識，論證運用的範圍十分廣泛，科學只是論證使用的其中一個領域範疇。我們將個體或一群人在科學知識或與科學相關的議題上所進行的討論辯證過程稱之為科學論證 (scientific argumentation) (Driver, Newton & Osborn, 2000)。在本小節我們分別針對論證的定義、論證的理論架構、論證在科學教育上所扮演的角色以及社會性科學議題與論證來進行探討。

壹、論證的定義

論證的定義有幾個面向。第一、論證的架構。論證是發展建立論點的過程，個體在過程中要尋求一個好的、合理的證據來支持自己的主張(claims)或是命題 (propositions)(Andrews, 2005; Toulmin, 1958)，強調前提(premise)與結論(conclusion)中間關係的連結，必需提出有效的證據與理性符合邏輯的推論才能夠建立一個有效的論點，我們也可以說論證是一種「解釋推理過程」的行為，是個體意圖向他人來解釋自己推理的解決過程(Newton, Driver & Osborne, 1999)。第二、情境觀點，論證是在特定社會情境下的一種人類活動(Driver et al., 2000)，其具有目的性的，依據特定的情境需求下才會進行論證活動。第三、論證的互動關係，Willard & Arthur (1989)論證是當兩個或多個人持有互不相容的立場時的所進行的互動，是一種溝通的方式。當團體在進行討論時比較偏好大家意見相同，若團體中有不一致的意見出現時論證就扮演一個溝通的角色，使團體的對話才能繼續進行下去。並非所有的論證都包含第三面向，要看當下的情境與使用目的來決定。

van Eemeren et al., (1996)將論證依照目的分為三種類型:一、分析性論證 (Analytical argument):以邏輯為基礎，從一連串的前提經由演譯(deductive)或歸納(inductive)的方法推理到結論的部分。這種分析性的論證通常用在探討科學理論的推導、科學理論的運用或是科學、數學符號推理...等，為一個形式推理(formal reasoning)過程。二、溝通性論證(dialectical argument):當團體在討論或者是爭論一個問題必須要溝通達成共識，團體中的成員所提出來的論述仍需包含從前提推理到結論的過程，但是此過程無法只靠著邏輯的推理達成，這中間還牽涉考慮多種因素、判斷與下決定...等複雜的層面，是一個非形式推理(informal reasoning)的過程。三、演說性的論證(Rhetorical argument):個體對他人進行單方面的演說，過程中個體必須提出說服性的理由來說服聽眾。

而論證活動進行的方式可以是個體的活動，像是個體對某個事物的思考及寫作行為，此種論證的目的主要是藉由寫作方式將自己推理的過程寫出來說服自己；也可以是團體的社會活動，例如:在一個特定社群中進行的討論與協商產生共識，個體為了傳達自己的觀點進行辯護，在過程中個體也可能被團體中其他的成員說服而接受別人的看法(Driver et al., 2000)。

本研究目的是探討「個體的科學知識觀點與其進行論證的相關情形」，我們關心的是個體獨立的論證行為，在此採取個人的論證活動，讓學生用寫作的方式來表達自己的論證，本研究無法看到學生在團體中進行論證討論的互動關係與協商的過程。

貳、論證的理論架構

上一小節我們提到論證是一種「解釋推理過程」的行為，論證的理論架構其實就是在描述「推理的過程」(reasoning process)，而推理對於論證的建構過程以及論證的評量具有重要的地位(Shaw, 1996)，在論證的內容當中重要的就是看論證者

的推理過程的敘述是否合理、並且是否具有可信賴的數據資料...等，Toulmin (1958) 在「論證的使用」(The use of argument)書中提出了一個論證的模式，此模式中除了描述論證的組成與過程外，同時也呈現了論證中元素與元素之間的關係以及功能性。此模式如圖 2-1-1 所示，因 Toulmin 十分重視論證的合理性(soundness)，由資料到知識宣稱中間的過程要符合邏輯的推理。此模式包含了六個元素，分別介紹如下：

- (一) 資料(data):可以支持個體建立知識宣稱的事實(fact)或是證據(evidence)。
- (二) 宣稱(claim):個體最後所建立的結論或是主張。
- (三) 理由(warrant):用來連接資料到宣稱的關係，個體在此需有合理的理由來說明資料與結論間連結的關係，例如:使用原理、原則來解釋資料與主張之間的關係。
- (四) 支持(backing):當理由的強度薄弱，就會動搖資料與宣稱間的連結，此時需要一些其他的事物來輔佐說明理由，支持理由的合理性，這是理由成立的最基本的假設。
- (五) 限制的條件(qualifiers):形成論證的過程中應該說明清楚在何種情況(condition)下所提的論證為真，也就是在何種條件下資料與知識宣稱間的關係才成立。
- (六) 駁斥(rebuttals):通常駁斥的出現可能會撼動資料與知識宣稱間的關係，它可以摧毀整個論證的架構，相反的也可以穩固論證的結構。若論證者要穩固論證架構則可以將限定條件說明清楚後，自行提出駁斥，告訴其他人如果在何種條件下，此知識宣稱則不成立，來強調我們所提出論證的限定條件。

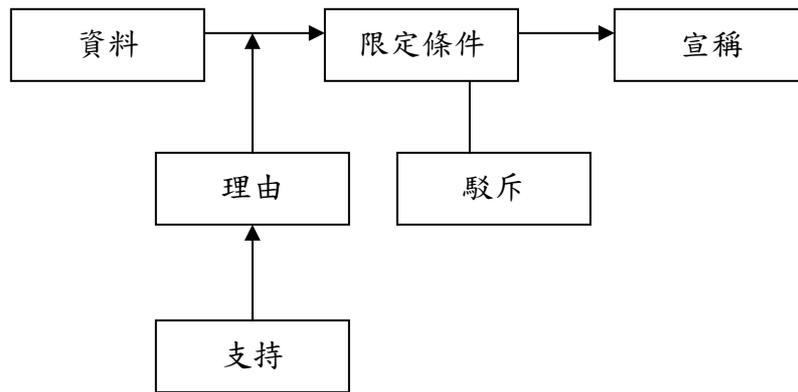


圖 2-1-1: 論證模式圖(Toulmin, 1958)

Toulmin (1958)的論證架構十分嚴謹及繁瑣，架構劃分的太細微，若作為分析中學生的論證情形則太過複雜。像是支持的出現是為了要支持理由的合理性，但如果理由本身已經具有強大的合理性，或是理由非常的清楚明瞭，那麼支持的存在與否就非如此重要，而且理由與支持有時並不容易區分。

本研究運用 Patronis, Potari & Spiliotopoulous (1999)所簡化 Toulmin 的論證架構(如圖 2-1-2)來分析學生的論證內容，其中仍保留資料、結論和理由三個主要元素。支持、限定條件與反駁，這三個元素對於從未受過論證訓練的中學生可能不會運用，在此分析學生論證時將此三個元素去除，不列入評量的範圍。

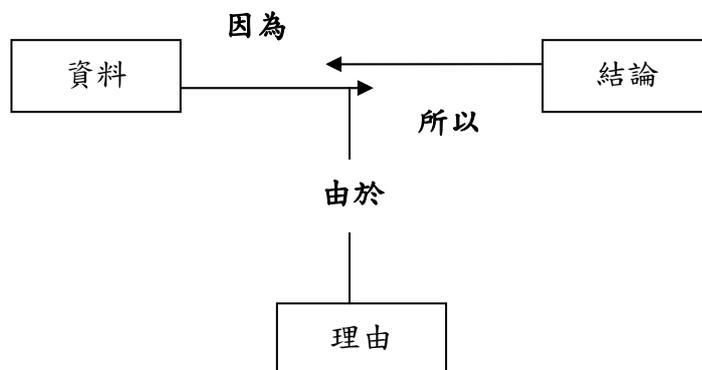


圖 2-1-2: Toulmin 的論證架構簡化模式(Patronis et al., 1999)

參、論證在科學教育上所扮演的角色

論證在科學上扮演何種角色?科學教育上論證對於學生的科學學習又有何重要性值得我們去關注、研究這個主題?在此我們先檢視論證與科學的關係，然後進一步探討論證對於科學教育所扮演的角色為何。

一、論證與科學

在科學發展史中過去認為科學知識形成是一個實證的過程，科學家經由觀察所推論而得的宣稱即為真理(truth)，而因為當時的科學家認為觀察的行為是中立客觀的，產生的結論是立基於觀察而來的，毫無疑問一定是對的。原先實證主義的科學哲學觀點後來逐漸轉變成為建構主義的觀點，認為科學知識的形成是知識建構的社會化過程，其中包含推測(conjecture)(Newton et al., 1999)，觀察無法完全客觀中立，在解釋觀察的過程會因為研究者本身的信念和擁有的理論背景不同而產生不同的解釋(theory laden)(Hanson 1958, Kuhn 1962)。以建構主義的觀點來看，每個人的背景不同對於同一個事物的詮釋也就會不一樣，我們無法肯定的說經由觀察所得到的宣稱就一定是真理。在此我們要先區分真實世界(natural world)與我們知道的世界(our knowledge of that world)這兩者的不同。真實世界是存在的並且擁有多種特質，我們不清楚真實世界的完整輪廓為何，科學家運用各種方式去追求真實的世界，但是我們永遠無法直接的去獲得真實世界，所以我們才必須建構我們所知道的世界的知識並且一步步逼近真實。所以科學知識並不是永久不變的，會隨時空而有所演變(Driver et al., 2000)。既然「經由觀察所得到的宣稱一定是真理。」此種實證主義的科學觀點被推翻，對於同一個自然現象由於每個人的觀察結果不盡相同（由於觀察的方式不同）解釋的角度也不同，可能會有多種不同的知識宣稱出現，那麼如何才能夠判斷知識宣稱的可信度？建立科學知識的宣稱需立基於論證的過程，建立一個有功能且具有可信度的論證，科學家從有效的證據中去做一個想像的猜測，從證據推理導向宣稱並說明理由。當我們面對一個科學

知識的宣稱時，我們必須評量此宣稱的可信度為何，去決定這個對於真實世界的特殊現象的解釋是不是能夠說服我們(Newton et al., 1999)。

科學是社群底下的產物，一個新的科學宣稱能否成為公眾知識是需要經過科學社群檢視，經由多種科學機構不斷的去驗證之後才能夠被接受，新的科學宣稱若欲成為公眾知識首先必須發表在期刊上才能夠被廣泛的宣傳，在期刊刊登前需經由專業的同儕詳細的檢查與批評。而被刊登出來的科學宣稱也要能夠接受其他科學家重複的實驗驗證、提出另外的詮釋方式或是質疑(Newton et al., 1999)。在這過程當中嚴謹仔細的論證就成為科學社群在討論科學時的一個重要的角色，論證的強度成為科學家評斷對於競爭的知識宣稱是要接受或是拒絕(Driver et al., 2000)，同時也決定這個知識宣稱是否能被科學社群所接受而能夠有進一步的宣揚與發展。

由上述可以了解到論證對於科學知識形成的重要性，現今若想讓自己的科學成果在科學社群中能被採納，除了提出實驗的數據與結果之外還要有強而有利的論證來說服科學社群中的成員，而科學社群的運作也是以論證的方式來進行，科學家分別發表自己的看法再互相的辯證討論。

二、科學論證與科學教育

談論科學論證在科學教育的角色之前我們必須先提到現今科學教育的目的為何。National Research Council (1996)在全國科學教育準則(National Science Education Standards)書中提到科學教育的目的應使學生具備科學素養(science literacy)能夠體驗與理解豐富的自然世界、能適當的運用科學化的過程和原則作出個人的決定、能理智參與公共討論且能針對科學和技術的議題加以辯論及學生在職業中能運用所學的知識、理解力與技術來提高他們的經濟生產力。而 Driver, Leach, Millar & Scott. (1996)認為科學教育的目的在於提升學生的科學素養進而促進大眾對科學的理解包含科學知識的內容、科學探究的過程、科學企業化運作方式的理解。Duschl (1990)也提到科學本質的重要性，科學本質的兩個主要特徵為：

科學-驗證知識的過程、科學-發現知識的過程，強調了除了科學知識外，發展學生的科學認識觀對於學生學習科學的重要性。

因應現今科學教育目的，首先傳統的科學學習環境無法提供學生全面的科學本質觀點，在傳統的科學教室主要著重在教授知識的內容包含介紹科學概念與原理，科學知識是在課堂跟課本上讀到的，忽略了讓學生體驗科學知識是如何形成的如何確立的(epistemology of science)。另外科學素養的養成，除了要讓學生認識一些科學的現象與理論，知識並不是抽象的理論，在課堂上所學的知識要能容易的使用在其他情況，學習者需要能應用知識到其他情況(Krajcik, 2000)，科學素養是要具有能理性思考在自己生活中所遇到的任何與科學相關的個人、社會、政策與經濟問題或議題，現在的科學課程要能夠與學生常生活有關(Hude, 1997)，一般的傳統科學教學忽略掉科學要與學生的生活做連結，並提供學生機會去運用科學知識在日常生活上，甚至是做議題的討論。

由上一小節「論證與科學」的討論，我們知道論證是科學語言的一個組成元素，在實做科學(doing science)和科學宣稱傳播方面都是一個不可或缺的齒輪(Duschl, 2000)，我們要讓學生更了解科學，可以提供學生機會去模擬科學家探究(inquiry)、解決與科學相關的問題(problem solving)與模擬科學社群運作的方式，科學家如何提出自己的論點說服他人與他人的反駁言論的論證攻防(Argumentation)讓學生從論證活動中可更瞭解科學知識的建構與協商的過程。Duschl (1990)提到科學知識論(epistemology of science)對於科學的重要性，其中包含描述探究科學的活動與決定科學知識的過程，Driver et al., (2000)論證能讓學生來體驗科學認識觀，藉由論證學生可以學習如何評斷知識宣稱，如何從多元的觀點當中做判斷來選擇一個合理並且能說服我們的知識宣稱。學生進行科學論證主要目的為：一、學生能夠考慮證據與知識宣稱之間的關聯性、合理性。二、學生能夠有一套科學化的準則來評斷知識宣稱。三、學生能建立一個好的知識宣稱。四、學生藉由科學論證活動能更瞭解科學社群討論科學的過程。

科學論證可以讓學生在科學概念發展的更完善，學生並非聽取專家對於科學知識的解釋就能夠建構科學概念，要給他們機會能夠應用所學的概念，經由論證

的過程學生的知識基模能夠連結的更緊密，且能夠獲得科學實踐的技巧與思考的方法(Driver et al., 2000)，論證有助於學生概念改變，Nussbaum & Sinatra (2002)運用論證的方式促進大學生在物理學上的概念改變，藉由電腦模擬三個不同的情節(具有結構相似的表面上特徵不同)，讓學生先預測這三個情節中物體運動情形並從四個選項中選擇一個與自己想法相近的答案，然後程式提出對的選項的運動情形學生需針對程式提出的與自己想法相異的選項依序依照三個問題來進行論證，並且在每一次論證最後決定是否要改變自己的選擇。學生經由論證活動中概念改變的情形比對照組的好，且一年後延宕測驗學生對於此相同的問題回答情形雖然只有 50%的人回答正確，但是他們推理的能力並無顯著的退步。Nussbaum & Sinatra 提到論證對於概念改變的幫助在於讓學生能更深入將自己的概念參與在活動中 (concepts engagement)。Zohar & Nemet (2002)在 9 年級課堂中授予學生論證的技巧並給予學生機會去對於一個遺傳性疾病為主題的「社會科學性議題」來進行討論，在實驗組中接受包含論證活動的討論教學、對照組則接受傳統的教學。結果發現實驗組的學生正確運用生物知識在特殊的情境問題下的比例由原先實驗前只有 16.2%的學生提升到 53.2%。在相關的遺傳知識方面實驗組的分數也明顯的比對照組的高。由此實驗可得知給予學生機會去參與論證的活動可以增加他們對於這方面相關的遺傳知識。Zohar & Nemet 也提到與 Nussbaum & Sinatra 相同的看法，認為學生一定要運用生物概念才有辦法參與論證活動，在這當中其實就在進行高層次的認知操作，不只是記住這些概念更是活化且建立心智表徵、新的關係以及建立個人的意義。也就是說論證活動能促進他們去提取知識基模中的概念並思考概念與現象之間的關係，運用概念來解釋自己的宣稱與相異的宣稱，而利用這兩個宣稱的矛盾性，造成學習者知識基模的不平衡來評量這兩個知識宣稱去選擇一個值得相信的宣稱，重新的建構知識基模，如此可以最佳的穩固新的概念與原有知識基模的連結。

先前提到科學教育的最終目的是培育出具有科學素養的「公民」。全國科學教育準則提到科學論證對於科學素養的重要性，認為一個具備科學素養的公民應該要具備能夠評量科學資訊品質的能力，能從科學資訊的來源以及其產生的方法為何來評斷；另外還需要具備能夠依據現有的證據來建立或評量論證的能力並且能從適當的論證當中產生一個結論並且做出判斷與決定(Collins, 1998)，科學教育應該幫助學生發展為一個能運用智慧來處理科學性的社會議題、能發表適當的論點且對自己發言負責的公民，公民必需能主動關心察覺議題且具備能判斷與做決定的能力和擁有進行研究的技能，一個成功的民主社會即是需要具有科學素養的公民參與，他們可以運用自己的能力影響到公共的政策進而影響到整個社會(DeBoer, 2000)。

肆、社會科學性議題與論證

上一節「科學素養」的討論中提到了希望學生未來能夠理智的針對科學和技術的公共議題參與討論 (NRC, 1996)。社會上許多公共的議題都與科學或是科技有關，此種議題我們稱之為「社會科學性議題」(socio-scientific issues, SSI)，在「社會科學性議題」中科學、科技和社會的因素並非獨立存在，兩者之間的關係已經密不可分(Sadler, 2004)，而科學與社會的因素對於「社會科學性議題」皆扮演著重要的角色「社會科學性議題」是複雜的、開放性且具有爭議性的兩難問題其不具有一個明確的答案，這種問題因為牽扯的層面廣泛而且需要考慮的因素繁多，所以面對「社會科學性議題」時因考量的因素不同而有各種不同觀點的論證形成(Sadler, 2004)。而隨著科學與科技日新月異、接踵而來的可能會產生「社會科學性議題」，例如：「全球暖化」、「核能發電」、「輻射線」...等，當科技越來越發達之下能做的事情也越來越多，科技或科學應用於社會所造成的結果或影響，跨越目前社會規範所能接受的範圍或是科技應用的背後出現不確定的衝擊與風險(Kolst ϕ , 2001)，譬如說近年來生物工程的崛起帶來了許多好處，但是因而也引起了不少「社

會科學性議題」，例如「基因遺傳諮詢」、「基因改造生物」...等，生物工程應用的層面相當廣泛包含農業、醫學、藥學和環境...等等，例如：目前基因工程方面已達到複製的技術，「是否可以複製人類」就成為一個爭議的議題，其中面臨到倫理、道德、種族和法律...等問題。在民主社會許多議題都是需要藉由社會大眾交換意見達成共識才可以實行，通常不同的團體所考量的利弊因素不同持有不同的立場，決策者經由聽取不同層面的論點之後，需評量各種因素與其風險而來做出一個最好的決定，而這種議題通常沒有所謂的有一個最好的方法，所以科學教育要培養學生具備論證的能力，在面對現有的資訊如何去評量並且分辨資訊的可靠信，如何在考慮各種因素後做一衡量做出正確且對眾人有多數有利的決定。(Kolst ϕ , 2001; Sadler, 2004; Driver et al., 2000)

Patronis, Potari & Spilotopoulous (1999)研究 14 歲學生的論證情形，此論證活動給予學生一個模擬真實情境的問題：「規劃主要道路」，第一個步驟先要求學生在活動前先寫下自己的立場然後讓學生分組討論，此時團體中會有不同的意見學生要自己去協商討論並修正產生一個決定出來，並且按照他們的決定來設計整個計畫。此研究最後由學生論證的過程與情形中，提出了一套關於學生論證的系統架構如圖 2-1-3 所示，此圖可以簡單的描述學生的論證過程、論證的特質以及論證內容的性質。在論證的過程中當大家都提出自己的意見之後，若產生意見不合時勢必就需要進行協商，在協商過程中個體可以針對自己的論證提出辯護(defense)例如：提出支持的證據與論證，或是針對別人的意見提出攻擊(attack)例如：針對對立的主張提出反駁，而在這當中所提出的論證有可能是穩定的(stable)不變的提出相同概念的主張，可能只是需要將原先概念描述的更清楚給對方知道，這當中可能只需要提供更多的支持或是證據來佐證原有的想法；也可能在論證當中創新(invented)添加新的概念進來，提出一個新的概念的論證來支持自己的立場，這些都是在描述論證互動的過程。在論證本質中「社會科學性議題」質化分析學生考

慮的面向這裡方為四個層面，分別是社會(social)、生態(ecological)、經濟(economic)與實用性(practical)，通常有些價值是不能兼顧的甚至是互相衝突的，例如經濟發展性和環境保護，學生需衡量其中的因素與價值來做判斷與決定。在半量化方面，有些學生只考慮單一的因素(isolated factors)，有些學生則是考慮多種交雜的混合因素(related factors)，並研究因素之間的關係以及會交互作用之下會產生何種影響，在量化方面學生在論證當中有的以直覺式(intuitive)的進行論證、有的則是運用在學校所學的知識(school knowledge)來進行論證。

這套學生論證的架構也提供研究者可用來分析學生在「社會科學性議題」的一個工具，裡面也提到了給個重要的指標。在「社會科學性議題」的論證重要的是協商討論互動的過程，也就是要讓學生有機會去辯護、去進行攻擊，因此學生要能夠獨自建立支持性的論證、反駁以及駁斥。雖然本研究為個人寫作型態的論證活動，在此無法看到學生真的在論證過程中的互動情形，但仍關心學生的辯護以及攻擊論證的行為，所以論證設計上讓學生建立支持性論證、反駁以及駁斥以觀看學生的論證建立能力。在質化分析上也提供我們了解「社會科學性議題」所考慮到的要素層面，量化方面則是提供我們分析論證內容中，學生究竟是憑直覺感官或是會理性思考運用學校所學的知識來進行論證。

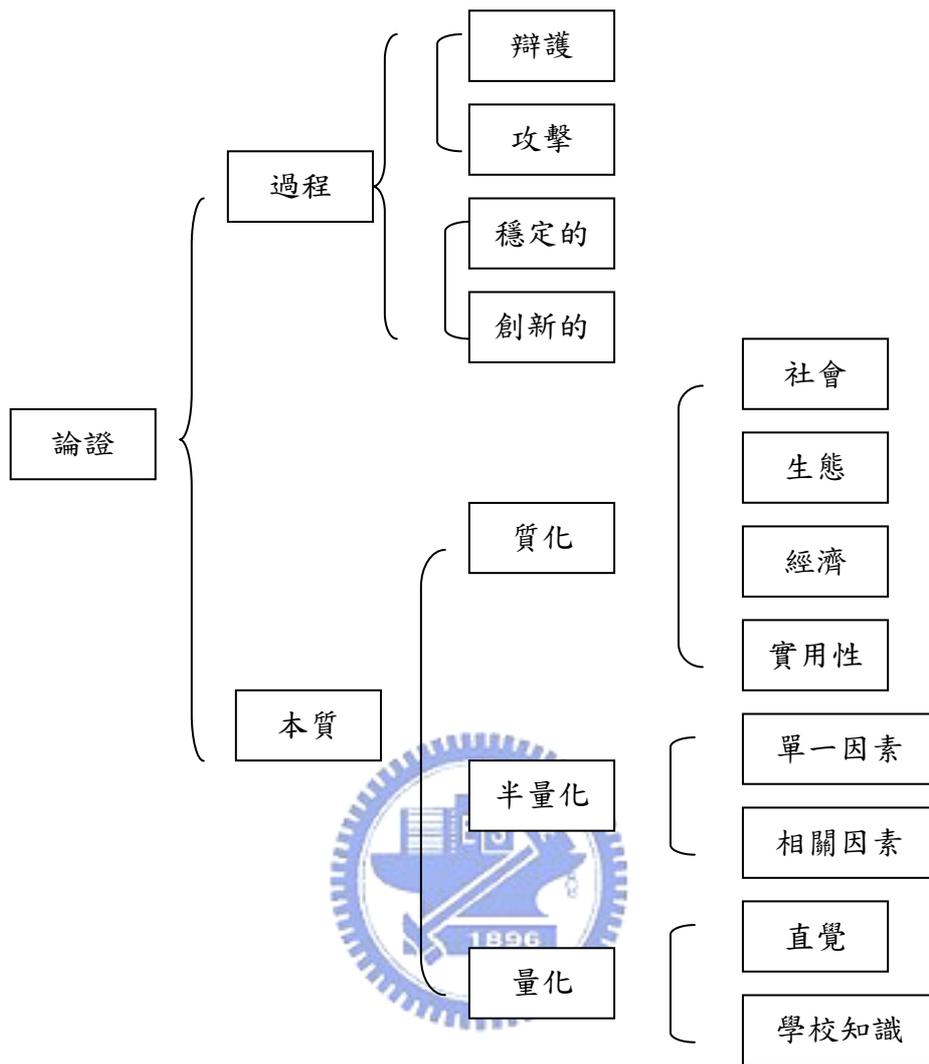


圖 2-1-3：學生的論證系統架構(Patronis et al, 1999)

在「社會科學性議題」並不像科學研究一般使用「形式推理」(formal reasoning)由一個固定不變的前提運用邏輯思考循序漸進的推理即可獲得一個結論(Sadler, 2004)，「社會科學性議題」通常為複雜、開放、不具備良好的結構的爭議性問題且沒有一個正確的答案，且需要考慮多種因素，無法單純由前提推理即獲得一個結論。在「社會科學性議題」的論證下所運用的是「非形式推理」(informal reasoning)，「非形式推理」是在一個複雜且缺乏一個明確的解決方法之下必須去評量他人所持的立場並產生自己的立場(Sadler, 2004)，所以在「社會科學性議題」中

重要的是論證者運用非正規的推理去評量、去建立自己的立場並提出支持的證據。(Sadler, 2004; Kolst ϕ , 2001; Patronis et al., 1999)

在「社會科學性議題」論證中另一個重點為「決策」(decision making)，「社會科學性議題」是兩難問題、是一個不確定狀態，論證者必須在這當中做判斷下決定，例如：公共政策的推行會舉辦公聽會，邀請各方的團體代表來發表自己的論述後，主政者仍必須做出一個決定才能夠繼續公共政策的擬定與執行。個人對於議題的意見與決定立基於一些論證以及評量論證來決定支持或反對這個主張 (Kolst ϕ , 2006)，而學生對於「社會科學性議題」的決策會受到個人價值觀所影響，例如他們選擇與呈現的數據以及相關的資訊(Sadler, 2004)。在面對「社會科學性議題」論證，外來的資訊或是他人的言論都可能會影響個體對於這個議題判斷以及所下的決定，我們常看到新聞媒體、報章雜誌、甚至網路文章或討論區上有關某某議題的相關報導，學生在生活中面對從四面八方對於各種議題的資訊或言論，這些資訊和言論會影響到學生的價值判斷。那學生如何來分辨何者可以相信、何者不能相信，學生需要具備論證能力來驗證資訊，所以在論證的研究中資訊驗證這個議題顯得相當重要。Kolst ϕ (2001)研究 16 歲的學生資訊驗證的能力，給於學生一個「社會科學性議題」的題目：「輻射線是否會增加白血病的風險」，並且給於當地居民與電力公司的論點看學生的論證會受何者的影響。經由歸納學生論證的情形提出一個學生解決策略模式如表 2-1-1：

表 2-1-1：學生解決策略模式(Kolst ϕ , 2001)

	反應	接受	評量
專注 論述 (專注於內容)		接受知識宣稱	評量論述內容
權威 (知識和資訊的來源)		接受權威	評量權威

學生在論證方面可分為兩大面向，一類學生在論證的過程中他們針對論述與知識宣稱的內容來做反應、第二類學生則是針對知識資訊的來源為何來做判斷。而學生的反應情形可以分為兩種，接受或評量。研究者將學生對於資訊的判斷方面可以分為四大種類，一、直接採納知識的宣稱，二、評量論述，此類型的學生藉由一些可信的指標來評斷知識宣稱的內容深思熟慮後才決定是否相信，三、接受權威者所提出的論述，這類型的學生判斷資訊是否應該相信的依據是資訊的來源，如果這份資訊的來源是由專家所論述的，他們就選擇接受認為這份資訊比較具有說服力，四、評量資訊的來源，此類學生則是評量資訊來源的有效程度，也就是他們會去評斷這個來源。

在本研究我們欲瞭解學生在「社會科學性議題」上論證的表現，綜合以上所述，我們知道外來的資訊會影響個體進行論證，因此我們關心學生在論證活動中的「非形式推理」的表現、學生在面對不同的資訊情況下如何去驗證以及資訊如何影響學生所下的決定。



第二節 學生的科學知識觀與科學論證

壹、個人科學知識觀(personal scientific epistemology)的定義

知識論(epistemology)可分別由哲學與心理學的角度來剖析，哲學角度的知識觀是談論知識的演進，科學哲學家所關心的是運用邏輯的方法來探討科學宣稱(理論)的發展以及檢證(justify)科學知識的過程。心理學家所關心的則偏向個人的議題，又稱個人的知識觀(personal epistemology)為個體對於知識的本質和知識產生的一套信念。而知識論是理性知識演化過程，用宏觀的角度去觀察、分析科學知識的發展與演變；個人知識觀是強調個體的學習會受到個人的一些內在因素其中包括個體對於科學知識所持有的信念。這裡所談論的是個人的知識觀(personal epistemology)主要探討的是學習者對於知識(knowledge)和獲得知識的過程(knowing)的信念與學生的思考過程。包含對於知識本質的信念、如何建構知識和如何評量知識(Hofer, 2001；Hofer & Pintrich, 1997)。

貳、學生的科學知識觀與學習

在科學知識發展的過程中由實證主義轉變成為建構主義，不只影響到科學家對於科學發展的觀點，進而也影響到科學教育上，科學教師對於科學知識的信念會影響到他的科學教學信念與方式(Lunns, 2002)，教師若要實行建構主義的教育必須要提供學生機會去對於自己興趣的問題來進行探究，而在這個科學探究的過程中老師的知識觀則會影響到學生在科學探究的獲得(Mayor & Taylor, 1995)，Trumbull, Scarano & Bonney (2006)觀察3年2位老師參與科學探究課程，發現一位老師會在他的課堂中會很努力的支持學生進行探究，另一位老師則不會支持學生課堂中進行科學探究活動，而這兩位老師在科學本質上的觀點則是完全相反地，因而 Trumbull et al. 認為老師對於科學本質的看法會影響他們教學的執行。而學生對於科學知識所持有的信念也會影響到學生如何學習科學(Hofer, 2001; Hofer &

Pintrich, 1997 ; Tsai, 1998; Muis, 2004)。因此個人的科學知識觀在科學教育上也成為一門被重視的研究課題。而過去在研究學習者個人的科學知識觀區分成偏向實證主義的知識觀與偏向建構主義的知識觀點，而在本節當中剖析兩者在科學知識觀主張上的差異、並探討科學知識觀點對於學習者的科學學習有何影響。

一、實證與建構主義在科學知識觀主張

個人的知識論，主要針對學生對於知識(knowledge)和獲得知識的過程(knowing)的信念與學生的思考過程。包含對於知識本質的信念、如何建構知識和如何評量知識(Hofer, 2001; Hofer & Pintrich, 1997)。

(一)、科學知識的本質(nature of science knowledge)

建構主義認為科學知識的獲得是科學家根據現有的理論(先備知識)來建構科學知識，強調科學知識是暫時的，他會不斷的被修正和推翻，科學知識是發明(創造)。但邏輯實證主義認為科學知識是科學家利用客觀的觀察和方法所發現到的真理，真理是不容推翻，科學知識已存在真實世界，科學家只是去發現(翁秀玉、段曉林，民 86)。

(二)、獲得科學知識的本質(nature of science knowing)

科學知識宣稱的產生，可區分成兩個面向，一是科學知識的發現(context of discovery)，建構主義的觀點強調科學知識是在情境中發現，若情境改變，科學知識也可能會改變；二是科學知識的檢證(context of justification)，接受一個科學知識的宣稱之前，要在當下的情境驗證科學理論，建立科學證據的信度與效度。(Duschl, 1990)。

對於學生的科學知識認識觀而言，獲得科學知識的本質也可分成兩個面向，一是知識的來源(Source of knowledge)、二是知識的檢證(Justification of

knowledge)(Baxter,1992; King & Kitchener, 1994)。

1、科學知識的來源 (Source of knowledge)

建構主義哲學觀點主張不論是個人私有的或大眾共有的知識，均為個體所建構出來的；每個人都會建構出他自己對周遭環境的心智模型，並且用他現有的基模來解釋和了解新的經驗(郭重吉，民 82)，其強調個體是主動建構知識的，它能容忍個體之間的差異(基模的不同)。而實證主義則強調科學知識是真理，是固定的，科學知識會被累積和繼承。

學生的獲得科學知識來源的觀點，偏建構主義哲學觀點的學生，科學知識的來源是自己建構的，持有實證主義觀點的學生，科學知識的來源則是來自權威(authorities)(Tsai, 2004)。

2、科學知識的檢證 (Justification of knowledge)

Duschl (1990)認為接受科學知識宣稱前應做科學知識的檢證，強調老師和學生都應該了解除了科學知識的本質外，還有科學知識產生的過程，經由發現、在我們已知的情境下檢驗，才去接受科學知識。

學生獲得科學知識的檢證，建構主義觀點的學生，會去評量專家的意見(知識是建構的且需要檢證)，依據證據來判斷。實證主義學習觀點的學生，則會直接接受科學知識，不會去檢驗專家的意見(Tsai, 2004)。

二、先前科學知識觀與學習的相關研究

1980 年早期到 1990 年研究開始著重在學生的知識信念如何影響其行為、學生的信念如何和認知、動機因子交互作用影響學習和表現(Muis, 2004)。學生的科學知識信念(SEB)會形成他們後設學習，進而影響其學習方式(Tsai, 1998)，Kitchener (1983)認為認知過程有三個層次，第一是認知的過程(cognition)、第二是後設認知

的過程(metacognition)，應用策略和監控認知的過程、第三是知識觀的認知(Epistemic cognition)，知識觀操控後設認知與認知的結合。也就是學生對於知識的觀點會反應在策略應用和認知的過程上。也就是對於科學知識觀點會影響學生的學習策略、認知過程、推理的形式和當遭遇到新資訊時的決策(Hofer, 2001)。

Tsai (1998)研究 8 年級學生的知識信念如何影響其學習方式，使用 Pomeroy 的量表來量測學生的知識信念，學生依據分數抽出前中後的學生以具代表，可分成建構主義、混合與實證主義信念的學生。再以訪談的方式去深入了解學生對科學知識、科學方法的看法，以及他們的學習方式。結果發現建構主義觀點的學生在科學學習方面，使用比較多有意義的學習策略。他們擁有較高的後設認知技巧來監控自己的概念建構，也會用較多的方式來學習科學(會主動解決問題)，且會嘗試用不同的方法來解決相同的問題，也就是他們的學習方式會朝向建構主義式。具實證主義知識觀點的學生則使用較多機械式(反覆練習、運算、背誦)的策略來促進他們的學習。由此可得知學生對於知識的信念的確會影響學生的學習方式。

新一代的知識論強調知識獲得的來源要是自己建構的，非被動且全盤接收權威的知識觀點，在接受知識的宣稱之前需做驗證。學生的知識信念對其面對資訊的檢證標準的影響，Tsai (2004)研究 2 位專家和 10 位大學生面對網路資訊的評斷標準，針對評斷網頁的正確性、實用性、和使用網路搜尋的策略進行訪談，結果發現，專家評斷正確性的標準都是以多種來源來進行驗證，實用性的標準則以內容為準，搜尋的策略探索、精緻化的方式；學生方面，以權威為主的方式評斷正確性的學生、搜尋技巧以符合為標準、只有一位會探索且精緻；以多方來源的方式判斷正確性的學生，搜尋的技巧則是一半符合、一半探索且精緻。藉由學生對於評斷正確性的方式，可視為學生對於知識獲得的信念，來看學生面對資訊時的搜尋行為，多數學生仍以找直接採信。

參、學生的科學知識觀與科學論證的關係

Hofer (2001)提到學生的知識觀會影響學生的推理的形式和面對新資訊時的決策情形。Sadler (2004)更清楚地將焦點放在科學學習上，認為個人的科學知識觀將會影響個體知識內容的運用情形，換句話說個體對於科學本質概念會影響其對於科學知識的詮釋情形或是會影響到其「非形式推理」。

而探討對於「學生的科學知識觀與科學論證」的主題的相關研究，發現多數的研究是將重點放在學生的知識觀點如何影響學生對於他人的論證做評量檢證、「非正規推理」(Nussbaum & Bendixen, 2003; Yang, 2005; Weinstock, Neuman & Glassner, 2006)，其中有些研究者使用的是一般的知識觀點的工具去測驗，而不是用與科學知識觀論點的工具，而這一類研究在論證方面強調驗證、來源和資訊的判斷與 Duschl (1990)在科學知識觀中「獲得科學的本質」的部分所強調知識的「來源」與「驗證」吻合，因知識信念會操控個體後設認知與認知以及行為(Kitchener, 1983)，所以學習者的知識信念是否會反應在行為上，其反應行為又為何有什麼樣的特徵，成為研究者們所關注的焦點。

而將學生的科學知識觀放在學生建立論證或進行論證上來做探討的研究文章不多，Zeidler, Walker, Ackett & Simmons (2002)研究科學本質對於具爭議性的「社會科學性議題」所呈現的一些證據的反應，測量科學本質工具是採用開放性問題的方式來訪談學生獲得他們對於科學本質的觀點，然後呈現「社會科學性議題」的劇情，學生隨即回答一些問題包含「是否贊成用動物來進行實驗研究」，學生要勾選自己同意的程度，並回答「是否能為了能克服人類的疾病就剝奪其他種生物生存權力嗎?」、「你認為科學家和學生應該被允許可用活體生物做實驗嗎?...」等問題，讓學生在兩難的選擇當中做決定。然後由「科學本質觀點」與對於「社會科學性議題」的立場反應來抽取 82 學生來進行論證活動(使用訪談的方式來進行)。在這個對話當中要求學生「針對自己的立場提出證據來說服別人」(支持論證)，並

回答「他人會使用什麼方式證明你的言論是錯的」(另有論證)、「還有沒有其他觀點是對的」來看學生...等。其研究結論為:一、學生對於科學家們對於相同的資料有不同的解釋的看法。有些學生認為每個人對於科學知識的觀點是見仁見智，科學家可以詮釋資料來支持個人的信念，這類學生在論證的過程中採取選擇性的尋找可以支持自己觀點的證據，對於其他與自己看法矛盾的證據或觀點則採取忽視的態度。二、有些學生認為實證的證據(empirical evidence)對於科學而言是相當重要的，這類型的學生在論證表現他們的主張當中充滿事實(fact)與證據但是他們的立場的陳述則薄弱，也就是說他們只是把資訊中具有證據的事實給陳述出來，並表明大眾的立場可能是如何，敘述當中自己立場的表達很少。三、有些學生他們對於科學知識的觀點與他們在論證活動中的表現呈現不一致，他們認為科學知識應該要有具體證據與事實支持，但是在進行說服他人的論證中卻無考慮到可以用科學的證據來說服別人，並且無法建立另有觀點。例如:學生回答「他有他的觀點，我有我的想法，所以我不需要嘗試說服別人接受我的想法」。Zeidler et al, (2002)提到此研究對於學生的科學本質和論證的關係，只有幾個例子可以看出兩者之間的關係。在學生的科學本質和論證的關係的主題還需要更多實證的研究來探討兩者的關係。

Mason & Scirica (2006)探討學生對於知識論觀點是否能預測學生的論證技巧，研究對象為 8 年級的學生，研究中測量學生的知識觀的工具為 Kuhn, Cheney & Weinstock (2000)的測驗包含的面向有個人的感覺、藝術、價值、社會世界的真理和物理世界的真理。每一個問題都會有一對相反論點的敘述句，而受試者閱讀完敘述句後隨即回答「你覺得這當中只有一個觀點是對的，還是兩個都是對的」讓受測者去論述再針對其內容進行給分，把學生的知識觀點區分成三個層級由低到高分別為:絕對的答案(absolutist answer)、多觀點答案(multiplist answer)和評量性的答案(evaluatevist answer)。在論證活動前給予受試者閱讀文章包括一篇中立立場的

介紹以及兩種不同的觀點的言論，然後就請學生寫下論證、反駁以及駁斥。結果顯示學生的知識信念可以用來預測他們的論證情形。擁有評量性知識信念的學生不管在支持的論證、反駁或駁斥方面的表現都高於多觀點的學生。

而由上面的討論，我們把「科學知識觀」列入研究中考量的因素，檢驗「科學知識觀」與論證活動中的「非形式推理」、和「決策的情形」以及學生如何面對「資訊的驗證」的關係為何，希望能獲得更深入的描述兩者之間關係的資訊出現。



第三章 研究方法

第一節 研究對象

研究對象為國中二年級，年齡在 13 到 14 歲的學生，所有的對象皆來自於宜蘭一所公立國中，該校二年級各有 11 個班級皆為常態分班，班級人數平均為 36 人，男女學生比率約為 1。因為研究者本身的能力有限所以抽樣的方式採立意取樣，以有意願協助研究的班級為主。本研究樣本蒐集 4 個班共 144 位學生，男生共 72 位、女生共 72 位。

第二節 研究架構與設計

針對研究目的與相關文獻探討所提出的研究問題來發展研究架構如圖 3-2-1 所示，研究中包含兩個主要因子分別為「學生的科學知識觀」與「學生在社會科學性議題上論證的表現」，主要探討兩因子的關係為何。研究材料為社會科學性的議題，在論證活動中給予學生兩篇與議題相關的外來資訊分別為「與學生立場相反」和「與學生立場一致主張」的言論，閱讀完後請學生建立支持、反駁與駁斥的論點。本研究主要探討：一、國中學生在社會科學性議題論證的表現。二、國中學生的科學知識觀與他們進行社會科學性議題論證表現的相關性。

根據研究問題與架構規劃的研究設計如圖 3-2-2，前測給予學生「科學知識觀量表」取得學生科學知識觀分數，然後有兩個主題的「社會科學性議題」論證活動，分別是「基因改造食品」與「焚化爐建立」議題，而論證活動的設計給予學生「與自己立場相反」和「與自己立場一致」主張的文本，在閱讀前先問學生對於此議題的立場為何，閱讀完兩種對立立場的文本後需隨即寫出現在自己的主張以及讓學生自己建立一個支持論證(supportive argument)、反駁(counter argument)再依所寫的反駁論證進行駁斥(rebuttal)獲得學生的論證表現資料。

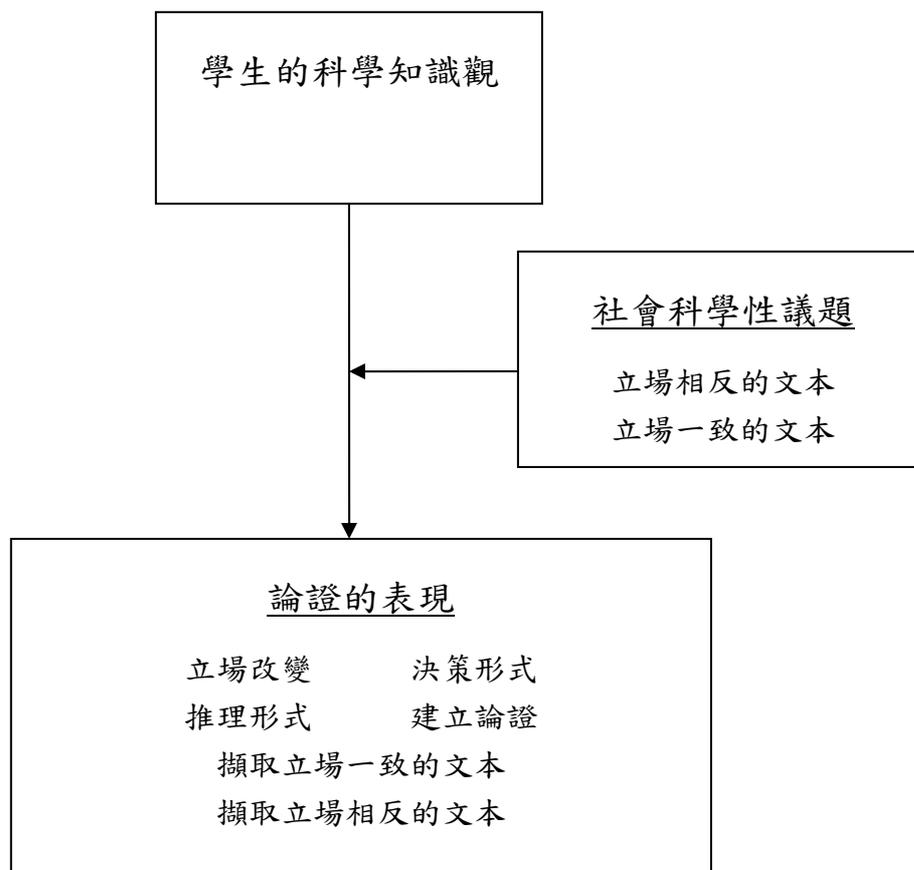


圖 3-2-1:研究架構圖

事後利用 Wu & Tsai(2007)在「社會科學性議題非形式推理分析」(SSI informal reasoning analysis)方法加以分析學生的論證表現，由此獲得質化的指標與量化的分數，進一步再看學生在擷取立場相反和立場一致的主張的表現。細部的流程與分析方法將會在研究流程與資料處理分析的地方詳加說明。

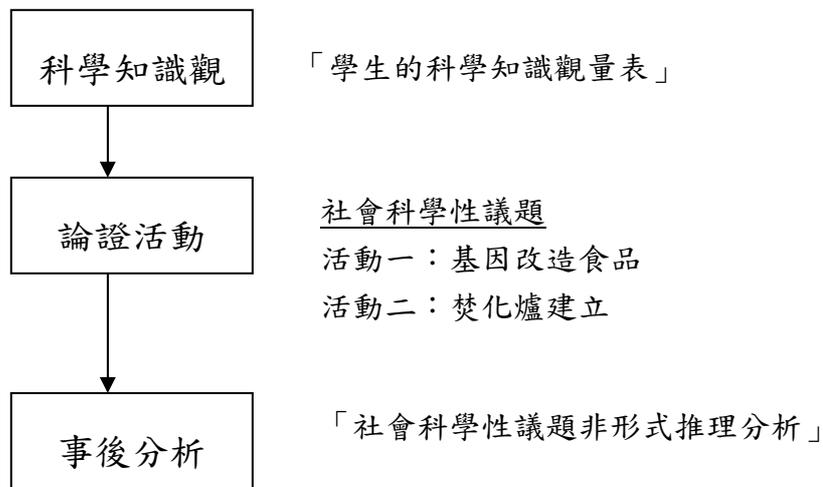


圖 3-2-2：研究設計圖

第三節 研究流程

本研究樣本因研究者的能力與時間的限制採取立意抽樣的方法，抽取 4 個班級蒐集了 144 個受試學生的論證資料，研究流程如圖 3-2-2 所示。

一、學生的科學知識觀

前測的部份，商請學校老師分別利用兩次 20 分鐘時間來填寫 Tsai & Liu (2005) 所發展的學生科學知識觀量表以及 Conley, Pintrich, Verkiri & Harrison (2004) 所開發的學生科學知識觀的量表，來取得學生科學知識觀的得分。

二、論證活動

每個論證活動各進行 40 分鐘，商請學校老師分別利用兩堂課的時間來進行論證活動。我們想知道「文本的順序」對於學生的論證情形是否有關聯，也就是學生先面對「與自己立場一致」或是先面對「與自己立場相反」的言論報導對於學生論證情形是否有關聯性存在。因無法事先得知學生對於此論證主題的立場，所

以在此呈現給學生的文本類型有兩種，一種是呈現「先贊成、後反對」的言論報導、另一種是呈現「先反對、後贊成」的言論報導，如表 3-3-1，依據學生一開始選擇的立場，文本的順序種類採取隨機的方式給予，學生隨機的面對「先呈現與自己立場一致」或「先呈現與自己立場相反」的論證活動，因此會有各組人數不一致的情況。

表 3-3-1:論證活動中的文本操弄

	原有立場	贊成	反對
文本順序			
先贊成後反對		先呈現與自己立場一致	先呈現與自己立場相反
先反對後贊成		先呈現與自己立場相反	先呈現與自己立場一致

論證活動的流程為大致可分為三個部份七個問題，在此以「基因改造食品」的活動做為舉例(論證活動內容詳見附錄三、四)。

第一部份 論證活動前：主要了解學生對於主題的先備知識與最初的立場。

問題一：「你聽過基因改造食物嗎？」。進行論證活動之前需先回答是否聽過此論證活動主題的名詞，由此來了解學生對於這個主題的認識有多少。為了避免學生對於基因改造食物不了解，也就是學生的背景知識不足可能無法對此主題進行論證活動，所以在論證活動一開始即給予此主題的基本簡介約 400 字，來增強學生對於此主題的認識。

問題二：「你認為基因改造食品的出現好或不好，並寫出其理由」。學生在看完對於此議題的簡介之後隨即回答，用以得知學生最初對於此主題的立場為何，並且由學生寫的理由中得知學生作此決定的依據是什麼。

第二部份 言論報導的呈現：主要了解學生面對與自己立場一致的言論或與自己立場對立的言論擷取其主張的情形。

問題三、四：「請簡單的描述以上對於基因改造食品或作物的觀點有哪些」。分別給予學生「與自己立場一致」和「與自己立場相反」的言論報導，每篇言論報導字數大約為 500 字。閱讀完言論之後隨即要求學生寫下文章中的言論提到的觀點有哪些。第一、可以讓學生在閱讀完文章之後能真正的思考文章裡面的內容，第二、由學生所擷取的主張中，可以來檢驗學生面對與自己立場一致和立場對立的言論時其擷取情形為何。

第三部份 最後論證：了解學生經由閱讀與主題相關的言論後，其原有立場的改變情形，以及讓學生建立支持論證、反駁與駁斥，來了解學生的論證表現。

問題五：「在閱讀以上言論前你認為基因改造食品的出現好或不好」、「閱讀完以上言論後你認為基因改造食品的出現好或不好，並寫出理由」。在閱讀完兩篇言論後，首先，先問學生在閱讀之前「原先的立場」為何，其主要目的為再一次的確定學生的原有立場，可得知學生對於原有的立場的堅定性，或許有些學生對於主題不了解或是沒有關心...等原因，一開始選擇立場時可能會出現亂選，或是採取中間立場的學生會有選邊站...等情形，藉此也可以刪除一些胡亂做答的樣本，來確立樣本的可信度。而後續問學生閱讀完言論後現在的立場，是為了看學生經由閱讀與自己立場一致和對立的言論後，是否會改變學生原有的立場，藉由學生所寫的理由可以更加確定學生立場改變的情形，並檢驗其做此決定的依據。

問題六：「如果你要說服你的朋友，你會和他說什麼」。評量學生建立支持自己的立場的論證。問題七：「某人持與你相反地看法，你覺得他的說法是什麼」。評量學生建立反駁的論證。問題八：「針對對方的看法，你要如何為自己的立場做辯護」。評量學生對於自己所寫下的反駁來建立一個駁斥的論證。這三個問題旨在了解學生的論證表現。

論證活動結束後資料要在進行進一步的處理，需要另一位協助研究者與研究者共同處理論證活動的資料，處理的方式待第五節資料處理與分析中會詳加說明。

第四節 研究工具

本研究工具包括「科學知識觀量表」、「社會科學性議題活動」，兩種三個工具，以下是對於研究工具的詳加介紹。

壹、科學知識觀量表

在科學知識觀的工具方面為了方便，研究者找尋的工具偏向量化的量表，因為量化的量表在評分方面比較容易，且在分析方面也比較快速。而在此研究欲使用的科學知識觀量表共有兩個，分別是Tsai & Liu (2005)與Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison (2004)所發展的，在此我們將介紹各別量表的因素與其信效度

一、Tsai & Liu (2005)所發展的學生科學知識觀量表

此量表發展的主要目的是為了測量高中生的多面向的科學知識觀點，此量表總共分成五個向度：發明與創造的科學本質、理論蘊含的解釋、科學知識的暫時性、社會性協商與文化的影響（題目詳見附錄一）。

(一)、發明與創造的科學本質(Invented and Creative nature of science, IC)

此向度在於測量學生是否認為科學知識的本質是發明而非發現，認同想像和創意對於科學知識發展的重要性(建構主義的觀點)。

(二)理論蘊含的解釋(Theory-Laden exploration, TL)

此向度在於測量學生認為科學家進行的探究活動是否會因為科學家的個人假設、價值判斷和蘊含的理論來影響他們對於科學結果的解釋(建構主義觀點)。還是學生會認為科學知識是客觀觀察下的產物(實證主義觀點)。

(三)科學知識暫時性(Changing and Tentative feature of science knowledge, CT)

此向度是測量學生認為科學發展的過程，科學知識會隨時代不同改變和擁有暫時性的特性(建構觀點)或是被認定的科學知識即為真實(實證觀點)。

(四)社會性協商(Social Negotiation, SN)

此向度測量學生認為科學發展是依賴科學家之間的溝通與協商(建構觀點)或是科學是個人解釋的過程，科學知識的產生主要取決於科學家個人的努力成果(實證觀點)。

(五)文化影響(Cultural impact, CU)

此向度是測量學生是否認為科學知識的發展會受到文化的影響(建構觀點)或是認為科學知識是客觀存在的不會受到文化的影響(實證觀點)。

量表包含五個向度，每種向度中各有 7 個問題，總共有 35 題。題目敘述方式以建構主義觀點為主，反向題則以實證主義的觀點敘述。反向題則需反向計分。此量表為李克特氏五點量表，幾乎完全同意代表 5 分依序遞減，幾乎完全不同意為 1 分，越接近 5 分對於此題目的看法朝向建構主義觀點，越接近 1 分則代表對於此題目的看法朝向實證主義的觀點，反向題因為是以實證主義觀點的敘述，越接近 5 分代表對於此題目的看法朝向實證主義，計分需反向計分在列入分析。

原測驗施測的樣本取自台灣北部、中部與南部 8 所高中，共 613 位高中學生，信度值整理於表，原有的 35 題經過因素分析後刪去因素負荷量小於 0.4 的題目剩餘 19 題，整個量表的 α 值為 0.67，雖然 α 值不高但是依據 Hatcher and Stepanski (1994)宣稱對於社會科學性的研究其 Cronbach α 值最低可接受的 α 值為 0.55，其為可以接受的統計數值。且將因素負荷量小於 0.4 的題目刪除後每種向度中至少還有 3 題，為可以接受的分量表的題數（見表 3-4-1）。

表 3-4-1:科學知識觀量表 (Tsai & Liu, 2005)

向度	修改後題數	原始題號	信值度(α)
發明與創造	4	1、2、3、6	0.60
理論蘊含解釋	3	12、 <u>13</u> 、 <u>14</u>	0.68
科學知識的暫時性	3	19、20、21	0.60
社會性協商	6	22、23、25、26、27、28	0.71
文化影響	3	29、 <u>32</u> 、 <u>33</u>	0.71
全部	19		0.67

注：題號下畫底線為反向題

此量表原先發展所針對的對象為高中生，而本研究的對象為國中學生，為了檢視此量表的信度，重新的進行因素分析，分析量表的因素結構以及其信效度。

二、Conley et al. (2004)所開發的學生科學知識觀的量表

Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison (2004)開發了科學知識觀點的量表，其開發量表的目的是主要為測量國小學生的科學知識觀點，此量表總共有4個向度分別為來源、確定性、發展和驗證（題目詳見附錄二）。

(一)來源(source)

科學知識來源是否來自於權威，學生是否認為只要是權威所說的科學知識即為真理(truth)(實證主義觀點)。例如:在課堂上老師所講的科學知識就是真的。

(二)確定性(certainty)

科學知識一定有一個正確的答案。學生是否認為在科學探究中所追尋的就是一個正確的答案，且科學知識永遠是對的(實證主義觀點)。例如:科學上所有的問題都有一個正確的答案。

(三)發展(development)

科學是會發展的且科學知識隨著時代發展有時候改變。學生是否認為科學知識是會因為時代的不同而有所改變(建構主義觀點)。例如:有時候科學家會改變他們認為對的想法。

(四)驗證(justification)

實驗在科學中所扮演的角色和個體如何驗證知識。主要是測量學生對於實驗的觀點。例如:對於科學問題，一個好的答案通常是根據許多不同的科學實驗所得到的證據而來的。

量表為四個向度，總共有 26 題，各向度的題數請見表 3-4-2。量表题目的敘述方式在來源與確定性的向度中是以實證主義的觀點敘述；發展與驗證的向度的題目，敘述方式則以建構主義觀點為主。此量表為李克特氏五點量表，在發展與驗證的向度中幾乎完全同意代表 5 分依序遞減，幾乎完全不同意為 1 分，在發展與驗證的向度中，越接近 5 分代表對於此题目的看法朝向建構主義觀點，越接近 1 分則代表對於此题目的看法朝向實證主義的觀點；而在來源與確定性的向度中因敘述方式為實證主義觀點，所以這兩種向度的題目分數需反向計分再進行分析。此量表發展是為了探討學生的科學知識觀點是否會隨時間的不同而有所改變，所以在此列了兩個 α 值(T1；T2)來做為參照(見表 3-4-2)。

表 3-4-2:科學知識量表(Conley et al., 2004)

向度	修改後題數	原始題號	信值度(α)	
			T1	T2
來源*	5	1~5	0.81	0.82
確定性*	6	6~11	0.78	0.79
發展	6	12~17	0.57	0.66
驗證	9	18~26	0.65	0.76

注：*為反向敘述

此量表施測對象為國小學童，本研究的對象為國中學生，為了檢視此量表的信度，重新的進行因素分析，分析量表的因素結構以及其信效度。

Tsai & Liu (2005)量表中的「理論蘊含的解釋」、「社會性協商」、「文化影響」此三個因素與社會科學性論證可以看其關連性。由「理論蘊含的解釋」，在論證活動中給予學生的兩篇言論報導中就含有各派言論的理論蘊含的解釋，學生論證活

動中也可看出是否會被其言論中的理論所影響，因此可以看科學知識觀點中「理論蘊含的解釋」與論證兩者的關連；由「社會性協商」，在論證活動中雖然沒有實際的論證互動過程，但是最後讓學生建立支持、反駁與駁斥的論證，讓學生模擬協商的過程，如何說服別人去相信自己的論點，因此可以看科學知識觀點中「社會性協商」與論證兩者的關連。由「文化影響」，此論證活動屬於社會科學性議題，社會與文化又密不可分，可看科學知識觀點中「文化影響」與論證活動兩者的關連。而 Conley et al. (2004)的量表中的「來源」與「驗證」因素與社會科學性論證活動可以看其關連性。由「來源」，在 Conley et al. (2004)量表強調是否相信權威，在論證活動中，藉由兩篇不同來源論點的言論報導，或許會讓學生在想法上衝突，可以看科學知識觀中「來源」與論證活動兩者的關連；由「驗證」，論證的過程需要提出證據與理由，此論證活動中，又給予學生外在的資訊需要被驗證，可以看科學知識觀中「驗證」與論證兩者的關連性。

貳、社會科學性議題論證活動

兩個不同科學領域主題的社會科學性議題，「基因改造食品」主要牽涉到的科學領域的部份是生物學中的基因、基因工程，另外可牽涉到生態、人體健康的部份，活動中三篇關於基因改造的文章是來參考生物科技與法律通訊以及 2002 年出版的科學人月刊當中關於基因改造作物或食品的文章修改而成。活動二：「焚化爐的建立」牽涉到科學領域為與理化的化學物質和健康與體育中的人體的健康與地科的環境主題有關，其中的文章為參考行政院環保數的資料以及 Dr. Paul & Ellen Connett 發表於「the ecologist」，鄭益明譯修改(內容詳見附錄三、四)。

第五節 資料處理與分析

壹、社會科學性議題非形式推理分析法

本研究所使用的分析法為 Wu & Tsai (2007)的社會科學性議題非形式推理分析法包含兩個部份，質性的指標以及量化的測量，其架構請見圖 3-5-1。

一、質性的指標

主要在評量學生的論證表現以及做決策的依據為何。

(一) 決策型式(decision-making mode):

評量學生面對社會科學性議題做決策的形式。主要將學生的決策型式分為直覺型(intuitive)或證據型(evidence-based)。由論證活動中的問題二，學生對於此議題的贊成或反對的意見所寫的理由進行分析。若學生寫不出理由或學生若回答：「因為我喜歡...」、「聽起來很恐怖...」其決策型式屬於直觀；學生回答：「因為新聞上報導...的好或不好」或「因為我在雜誌或網路看過一篇文章寫...」有寫出其決策的依據的就列為證據式。

(二) 推理形式(reasoning mode):

主要評量學生在社會科學性議題上的論證形式為何。其將論證的型式分為四種，社會導向、生態導向、經濟導向與科學科技導向。

社會導向:考慮的是社會福利、同情心...等。如：「我贊成基因改造食品的出現因為他可以讓世界上所有人都有食物吃」或「我反對基因改造食物的出現因為大家都不想吃到有防害蟲基因的食物，不知道會對人體造成什麼傷害」。

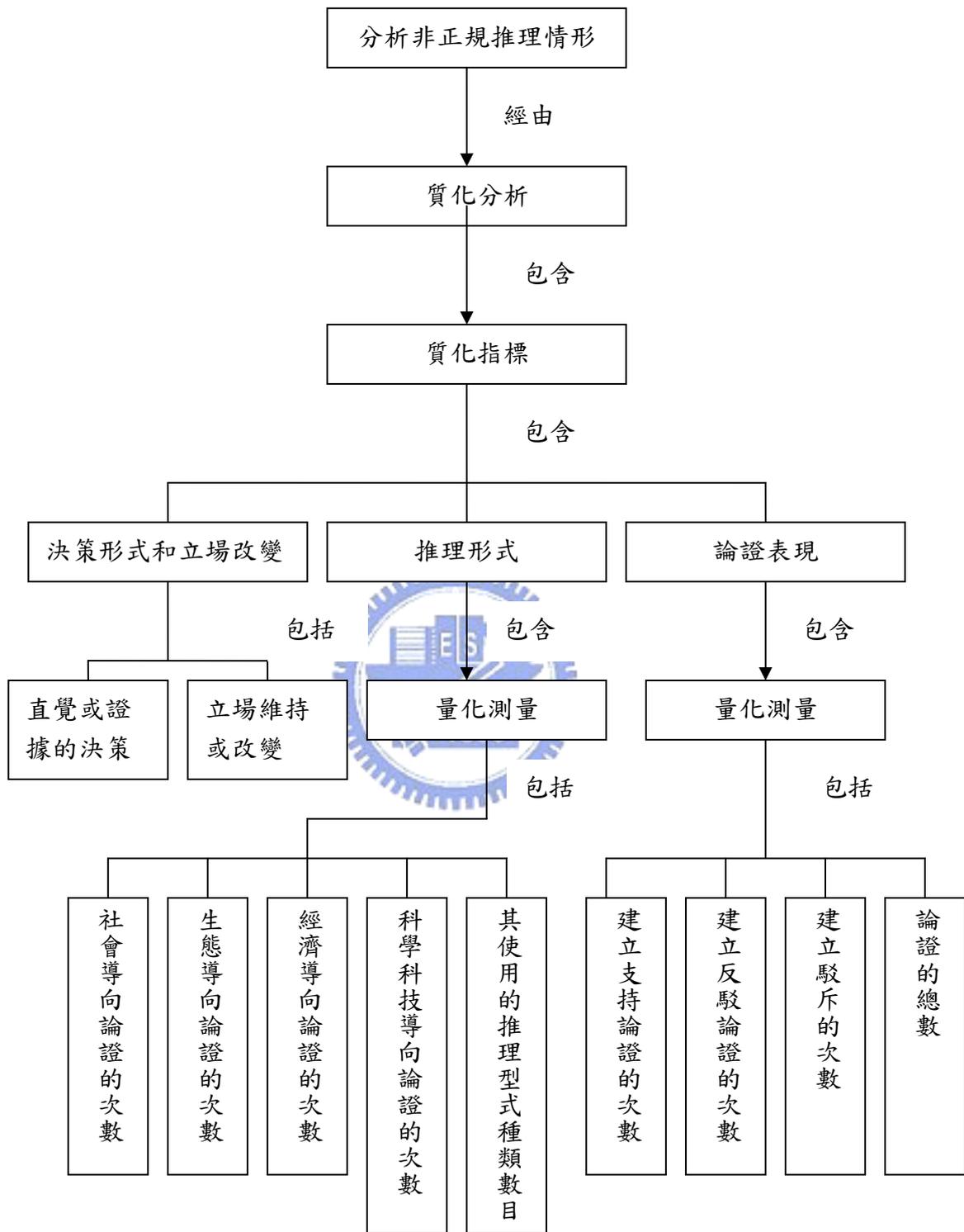


圖 3-5-1：社會科學性議題非正式推理分析法架構圖 (Wu & Tsai, 2007)

生態導向:考慮的是對於環境生態的影響。例如:「我反對基因改造食物因為改變了這個物種的基因不知道會不會對整各環境生態造成影響。」

經濟導向:考慮的是關於經濟的發展。例如:「我贊成基因改造食品的出現,因為減少農藥施加可以降低成本」。

科學科技導向:考慮的是科學科技的限制或增強。如:「我反對基因改造食品的出現,因為現在的科技根本不能擔保基因改造食品對於人體會不會有影響。」

由問題二學生回答支持或反對的理由來區分學生所屬的推理形式為那一種。若學生寫出 1 個科學科技導向與 2 個社會導向的推理形式,總共推理形式數目為 2(科學科技、社會)。

(三) 論證的表現:

學生的論證表現可以由學生所建立的支持的論證(supportive argument)、反駁論證(counter-argument)以及駁斥(rebuttal)來評量。以學生能夠寫出支持理由的論述計算其個數。並將學生的論證表現分為兩個層次。低層次(lower-level):學生建立簡單的支持論證或是反駁論證者屬於低層次的論證表現。若學生除了能建立支持的論證與反駁論證之外,還能進行駁斥的話則屬於高層次的論證表現。

二、量化的測量

將學生的論證活動做事後分析出一些量化的數據來描述其論證的表現。總共有 9 個數據如下。其數據可分為兩個部份:第一部份:一到五是關於推理形式的數據,第二部份六到九則是關於論證的數據。

第一部份 (一)到(四)的計算方式為學生所建立論證中出現何種導向的推理形式並且其次數為何。例如:A 學生在此論證活動中,社會導向 1 次、生態導向 0、經濟導向 3、科學科技導向 0,所以依其資料輸入為 1、0、3、0。

(五) 使用的推理型式種類則是計算學生在此活動中使用了幾種推理形式。依上面 A 學生的例子，因為只有用到社會導向和經濟導向論證，所以其推理型式種類數目為 2。

第二部份 (六) 到 (八) 的計算方式為學生建立論證中所能提出有效且具說服力的證據次數為何。例如:A 學生在支持的論證上寫:「我支持基因改造食品的出現，因為抗蟲的基因改造作物可以減少殺蟲劑的使用，少噴些農藥，抗除草劑的基因改造作物，可減少農夫除草的工作；改造後的作物更能適應惡劣的環境，我們就可以擴大我們種植作物的面積，增加食物的產量，讓更多人有飯吃，想想看可以改善世界上糧食缺乏的問題...。」在以上的支持論述上，A 學生在支持的論證上提到有說服力的證據次數為 3。而 (九) 論證的總數則是將學生所建立的支持論證、反駁論證與駁斥的次數加總而得。

- 
- (一) 社會導向論證的次數
 - (二) 生態導向論證的次數
 - (三) 經濟導向論證的次數
 - (四) 科學科技導向論證的次數
 - (五) 其使用的推理型式種類數
 - (六) 建立支持論證的次數
 - (七) 建立反駁論證的次數
 - (八) 建立駁斥的次數
 - (九) 論證的總數

三、評分者信度計算

在論證活動部份，兩個單元的論證活動皆由本研究者(第一位評分者)與第二位評分者先從論證活動中隨機抽取 10 份來共同記分，並討論學生回答言論的歸屬與計分。第二位評分者背景同為教育所的研究生。共同協商後隨機抽取 20 份論證活動分別獨立進行評分。進行評分者信度的項目分別是決策、推理類型(社會、經濟、生態、科學科技)四項、文本擷取個數(支持、反對性)兩項與論證表現(支持、反駁、駁斥)三項，總共十項。其評分者信度計算方式 $2Y/(X_1+X_2)$ 。每位學生有 10 個分數，X 為每位評分者給予 20 個學生共 200 個分數。Y 代表兩位評分者在 20 位學生共 200 分數中給予相同分數的題數。在【基因改造食品】論證活動中，給予相同分數的有 159 個，評分者信度為 0.80；在【焚化爐建立】論證活動中，給予相同分數的有 168 個，評分者信度為 0.84。兩個論證活動單元的評分者信度皆大於 0.80，具基本的可信賴度，故正式記分時僅採用研究者的評分。

貳、統計分析

將「學生科學知識觀分數」與「非形式推理的得分」來進行統計的分析。本研究欲做的統計分析如下。

一、科學知識觀

將兩份科學知識觀量表處理後，先以量表原有的因素結構進行因素分析與信度值。取出穩定的因素後以這些題目分數做為其科學知識觀得分。

二、論證活動

依據 Wu & Tsai (2007)的分析法可先分析受試的國中學生論證活動的表現。接續作的統計分析有(如表 3-5-1):

表 3-5-1:學生在社會科學性議題上欲做的分析

探討因素	說明	分析方法
文本操弄下 立場改變情形	學生依文本操弄區分為「先呈現立場一致」和「先呈現立場相反」的組別。 探討學生在不同序列言論報導的操弄下，其立場改變的差異。	卡方
決策形式 與立場改變	學生依決策依據可區分為「直覺型」與「證據型」兩群人。 探搞直覺型與證據學生在立場改變情形是否有所差異。	卡方
論證表現	由學生在兩個論證單元回答「問題六」支持論證、「問題七」反駁論證與「問題八」駁斥論證與三者總和個數看其論證表現情形。	描述性統計 與次數分配
決策類型 與論證表現	探討決策類型為證據型與直覺型學生在支持、反駁、駁斥論證與總數上的個數是否有所差異。	T 考驗
文本擷取 與先後立場	1.學生原有立場為贊成與反對兩群人，在支持與反對報導的言論擷取個數是否有所差異。 2.學生最終立場為贊成與反對兩群人，在支持與反對報導的言論擷取個數是否有所差異。	T 考驗
文本擷取 與論證表現	學生在「與原有立場一致」和「與原有立場相反」的言論擷取個數是否與他們的支持、反駁、駁斥與論證總數上呈現相關。	相關

三、「學生的科學知識觀」與「在社會科學性議題論證表現」的相關

科學知識觀: 來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素與學生在社會科學性議題的決策類型、推理形式與論證表現的關係。

表 3-5-2：「學生的科學知識觀」與「在社會科學性議題論證表現」欲做的分析

探討因素	說明	分析方法
科學知識觀與決策	證據型與直覺型的學生在科學知識觀:來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素上的得分是否有顯著的差異。	T 考驗
科學知識觀與社會科學性議題推理	檢驗學生的科學知識觀來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素與「推理總數」以及「推理總類」的相關	相關
科學知識觀與論證表現	1.學生的支持、反駁、駁斥論證和論證總數與科學知識觀的來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響因素分析其相關。 2.將學生的論證表現，依據是否能建立駁斥論證區分成高層級與低層級。 在論證活動高層級與低層級在科學知識觀的得分是否有所差異。	相關 T 考驗

四、學生的科學知識觀在面對與自己立場一致與相反的言論下學生論證表現立場的改變情形

文本順序有「先呈現立場一致言論」與「先呈現立場相反言論」。看在這兩種文本順序下「立場維持」與「立場改變」的學生其科學知識觀分數是否有所差異。在「原有立場一致」與「原有立場相反的」文本擷取個數與科學知識觀的關係

表 3-5-3：「學生的科學知識觀」在不同文本操弄下欲做的分析

探討因素	說明	分析方法
科學知識觀與「先呈現原有立場一致」立場改變的差異	「先呈現立場一致」下「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分是否有顯著的差異性。	T 考驗
科學知識觀與「先呈現原有立場相反」立場改變的差異	「先呈現立場相反言論」下「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分是否有顯著的差異性。	T 考驗
科學知識觀與文本擷取	學生在「原有立場一致」與「原有立場相反」的文本擷取個數與科學知識觀各因素的相關	相關

第四章 研究結果與討論

第一節 學生的科學知識觀初步處理

將兩份科學知識觀量表處理後，先以量表原有的因素結構進行因素分析與信度值。在因素分析部份，將因素負荷量小於 0.4 的題目予以刪除並將可解釋變異量控制在至少高於 50%，題目在 3 題以上，若原因素架構中題目小於 3 題，則將可考慮將此因素予以刪除，並重新跑因素分析。而信度值部份至少要大於 Cronbach's α 大於 0.55。取出穩定的因素後以這些題目分數做為其科學知識觀得分。

壹、Tsai & Liu (2005)學生的科學知識觀點

共有 6 個班 214 位學生填寫 Tsai & Liu (2005)的學生科學知識觀量表(請見附錄一)，而扣除空白與胡亂做答的量表後，有效樣本為 203 份，將其 203 份量表做因素分析與信度分析。

此量表原有五個因素分別為「發明與創造」、「理論蘊含解釋」、「科學知識的暫時性」、「社會性協商」與「文化影響」(原量表 α 值請見表 3-4-1)。量表進行因素分析與信度分析其結果整理如表 4-1-1，由於「發明與創造」、「理論蘊含解釋」與「科學知識的暫時性」這三個科學知識觀因素，其因素負荷量小於 0.4 的題目刪除並將可解釋變異量控制在至少高於 50%後，因素架構底下題目小於三題，因此將此因素予以刪除最後留下兩個因素分別是「社會性協商」($\alpha=0.71$)共 5 題與「文化影響」($\alpha=0.62$)共 3 題。可解釋變異量為 50.77%(見表 4-1-1)。

表 4-1-1：Tsai & Liu (2005)學生的科學知識觀點因素分析與信度值摘要表

因素 題號	社會性協商	文化影響
23	0.644	
24	0.734	
25	0.630	
27	0.616	
28	0.740	
32		0.740
33		0.728
34		0.723
Alpha	0.71	.0.62
共 8 題		可解釋變異量為 50.77%

貳、Conley et al (2004)學生的科學知識觀點

共有 6 個班 214 位學生填寫 Conley et al (2004)學生科學知識觀量表(見附錄二)，而扣除空白與胡亂作答量表後，有效樣本為 207 份，將其 207 份量表做因素分析與信度分析。

此量表原為四個因素分別為「來源」(5 題)、「確定性」(6 題)、「發展」(6 題)與「驗證」(9 題)(原量表 α 值請見表 3-4-2)。進行因素分析與信度分析其結果整理如表 4-1-2，原量表中科學知識觀的「確定性」因素其因素負荷量小於 0.4 的題目予以刪除，並將可解釋變異量控制在至少高於 50%後，其因素架構底下題目小於三題，因此將此因素予以刪除，萃取三個因素為：「來源」($\alpha=0.78$) 共 5 題，「發展」($\alpha=0.74$) 共 5 題與「驗證」($\alpha=0.73$) 共 5 題，可解釋變異量為 52.22%。

表 4-1-2：Conley et al. (2004) 學生的科學知識觀點因素分析與信度值摘要表

因素 題號	來源	發展	驗證
1	.697		
2	.783		
3	.809		
4	.716		
5	.589		
12		.616	
13		.796	
14		.545	
15		.703	
16		.595	
18			.734
20			.670
23			.514
25			.666
26			.690
Alpha	0.73	0.78	0.74
共 15 題	整體可解釋變異量：52.22%		

我們將 Tsai & Liu (2005) 「社會性協商」、「文化影響」與 Conley et al. (2004) 「來源」、「發展」、「驗證」這五個因素做為學生科學知識觀的探討面向，並以這些題目(題號見表 4-1-1 與表 4-1-2；題目請見附錄一、二)做為學生科學知識觀的分數，與學生的社會科學性論證分數一同做分析。

第二節 學生在社會科學性議題論證表現分析

兩個論證活動施測人數為 144 人，扣除未作答以及胡亂作答的樣本後，「基因改造食品」的樣本數為 131 人，而「焚化爐建立」的樣本數則為 123 人。

壹、文本操弄下立場改變情形

我們欲了解文本順序的操弄是否會影響學生立場改變的情形。文本順序操弄形式請見第三章第三節表 3-3-1。立場改變情形則由論證活動(請見附錄三、四)中「問題二」得知學生原有立場與「問題五」最終立場之間若相同則為維持立場、相反則為改變立場。

一、【基因改造食品】論證活動

在「基因改造食品」論證活動中(如表 4-2-1)，原有立場「贊成」共有 56 位，其中 31 位(A 組)給予的文本順序為呈現「先贊成後反對」，25 位(B 組)則呈現「先反對後贊成」；原有立場「反對」的共有 75 位，其中 38 位(C 組)是文本順序為呈現「先贊成後反對」，37 位(D 組)則呈現「先反對後贊成」。

表 4-2-1:「基因改造食品」論證活動各組人數

原有立場 \ 文本順序	贊成	反對
先呈現贊成	A 31	C 38
先呈現反對	B 25	D 37
Total	56	75

Ps:總人數為 131 位

將表 4-2-1 變項「文本順序」轉換成「文本操弄」，如表 4-2-2。A 與 D 組學生為先呈現「與原先立場相同」人數共 68 位。而閱讀完言論報導後改變立場的人數分別為 21 與 8 位，共為 29 位；B 與 C 組為先呈現「與原先立場相反」，共 63 位。閱讀完言論報導後改變立場的人數分別為 13 與 2 位總共 15 位。

表 4-2-2:「基因改造食品」論證活動原有立場與文本操弄下各組人數

原有立場 文本操弄	贊成		反對		原有立場	
	先呈現與原立場一致	A	31(21)	D	37(8)	A+D
先呈現與原立場相反	B	25(13)	C	38(2)	B+C	63(15)
Total		56		75		131(44)

Ps: ()內為立場改變個數

在此我們把原先四組先合併成兩組，也就是「先呈現立場一致」(A 與 D 組)和「先呈現立場相反」的組別(B 與 C 組)。探討學生在不同序列言論報導的操弄下，其立場改變的差異(如表 4-2-3)。在「先呈現立場一致」最後仍維持原有立場的人數有 39 位占 57.4%、改變立場的則為 29 位占 42.6%。在「先呈現立場相反」最後仍維持原有立場的人數有 48 位占 76.2%、改變立場的則有 15 位占 23.8%。在此活動中不管是「先呈現立場一致」或「先呈現立場相反」的小組中，都是以維持立場的人數最多，改變立場的人數較少。經卡方分析這兩種文本順序的操弄對於立場的變化有顯著的差異性存在($\chi^2=5.20, p<0.05$)。先閱讀「立場一致的言論」的學生最後改變立場的比例(42.6%)較先閱讀「立場相反的言論」的學生高(23.8%)。

表 4-2-3:學生在「基因改造食品」論證活動不同文本操弄下立場改變的情形

文本操弄	先呈現立場一致	先呈現立場相反
立場變化		
維持立場	39(57.4%)	48(76.2%)
改變立場	29(42.6%)	15(23.8%)
	$\chi^2=5.20^*$	

Ps: $\star p<0.05$

二、【焚化爐建立】論證活動

在「焚化爐建立」論證活動(表 4-2-4)，原有立場「贊成」有 38 位，24 位(A 組)文本順序為呈現「先贊成後反對」，14 位(B 組)是「先反對後贊成」；原有立場「反對」的有 85 位，44 位(C 組)文本順序為呈現「先贊成後反對」，41 位(D 組)是「先反對後贊成」。

表 4-2-4: 「焚化爐建立」論證活動各組人數

原有立場 \ 文本順序	贊成		反對	
先呈現贊成	A	24	C	44
先呈現反對	B	14	D	41
Total	38		85	

Ps: 總人數為 123 位

表 4-2-5 文本操弄下各組人數為，A 與 D 組學生為先呈現「與原先立場相同」人數共 65 位。閱讀完言論報導後改變立場的人數分別為 12 與 15 位，共 27 位；B 組與 C 組為先呈現「與原先立場相反」人共 58 位。而閱讀完言論報導後改變立場的人數分別為 3 與 7 位，共 10 位。

表 4-2-5: 「焚化爐建立」論證活動原有立場與文本操弄下各組人數

原有立場 \ 文本操弄	贊成		反對		原有立場	
先呈現與原立場一致	A	24(12)	D	41(15)	A+D	65(27)
先呈現與原立場相反	B	14(3)	C	44(7)	B+C	58(10)
total	38		85		123(37)	

Ps: () 內為立場改變個數

「焚化爐建立」的論證活動中(如表 4-2-6)，在「先呈現立場一致」的文本操弄下，最後仍維持原有立場的人數有 38 位占 58.5%、改變立場的則為 27 位占 41.5%。在「先呈現立場相反」的文本操弄下，最後仍維持原有立場的人數有 48 位占 82.8%、改變立場的則有 10 位占 17.2%。在此活動中不管是「先呈現立場一致」或「先呈現立場相反」的小組中，都是以維持立場的人數最多，改變立場的人數較少。這兩種文本順序的操弄對於立場的變化有顯著的差異性存在($\chi^2=8.60$, $p<0.05$)。先閱讀「立場一致的言論」的學生最後改變立場的比例(41.5%)較先閱讀「立場相反的言論」的學生高(17.2%)。

表 4-2-6:學生在「焚化爐建立」論證活動中不同文本操弄下立場改變的情形

立場變化 \ 文本操弄	先呈現立場一致	先呈現立場相反
維持立場	38(58.5%)	48(82.8%)
改變立場	27(41.5%)	10(17.2%)
$\chi^2=8.60^*$		

Ps: $^*p<0.05$

三、小結

在「基因改造食品」與「焚化爐建立」兩個論證活動中皆顯示，不管文本呈現的順序為何，維持立場的人數都占有多數。這代表在論證活動無論如何操弄文本的順序，想利用文本順序讓學生改變立場，仍有大多數的人選則堅持自己的立場。回到基礎點來探討，若我們不管文本順序的操弄，純粹只看提供的資訊(正、反面的言論)與學生的立場改變，在這兩個活動閱讀完言論之後仍維持立場的比例皆達約 3/4 的總人數。而為何在閱讀完言論報導後維持立場的人數仍然占大多數其可能的原因為:一、在短時間內閱讀完兩篇相反的言論，學生是否有足夠時間思考並權衡兩邊言論，若沒有進一步去思考與權衡，大多還是會維持原先的判斷。二、對於原有立場非常堅定，只在乎對於與自己有利的論點，而與自己相反的論點則是有意識的忽略，在 Zeidler et al., (2002)研究提到有些學生會在論證的過程中採取選擇性的尋找可以支持自己觀點的證據，對於其他與自己看法矛盾的證據或觀點則採取忽視的態度。三、在「先閱讀立場一致的言論」的學生閱讀完「立場一致的文本」更加增強對原有立場的觀點，當立場相反的文本若無法提出有力的證據更衝突他原有立場的論點，則不易改變其原有觀點。四、「先閱讀立場相反的言論」學生面對與自己立場相反的言論，可能會受到衝突與矛盾而產生動搖，但是若相反言論所帶來的衝突不足以使學生立即立場改變，學生最後閱讀支持自己的報導時會再次穩固原先的立場。而「先閱讀立場相反的言論」的學生維持立場的比例比較高，因為堅信自己原有立場的學生對於議題都有一套信念與詮釋的觀點，突

如其來「立場相反的言論」要讓學生馬上拋棄過去一直相信的原有觀點而去接受一個衝突的想法並非如此容易。若學生面對「立場相反的言論」其原有立場有稍許動搖但因為隨後「立場一致的言論」馬上給予學生支持的理由而穩固原有立場。

在「基因改造食品」與「焚化爐建立」兩個論證活動中「先呈現立場一致」立場改變的比例較高。在「先呈現立場一致」組別中，他們所接觸的最後一篇言論是與自己立場相反的，因此有較多的人最後改變立場。而在「先呈現立場相反」組中，學生最後所接觸到的是支持自己看法的言論，因此改變立場的人數較少。由結果可推論文本順序當中『最後一篇的言論』或許更能夠影響學生下最終的決定。可能的原因有一、受到時近效應(recency effect)影響。Horgan and Einhorn (1992) 提出信念調整模式(belief-adjustment model)用以描繪個體的資訊整合與信念修正行為，探討資訊次序與決策者的信念調整之間的關係，當個體要在有次序性(order)的證據呈現下做決定會造成時近效應，亦即個體會對愈後面出現證據賦予較大權數，也就是個體的決定會傾向於時近的(recency)。而在 Highhouse and Gallo (1997) 更提到時近效應在個體的決策過程中具有主導地位。二、學生閱讀言論報導是讓學生參與支持與反對者論證的過程。論證的過程就像是攻防戰，可以針對自己的論證提出辯護(defense) 或是針對別人的意見提出攻擊(attack)。先面對「立場一致報導」的學生面對的論證過程為『原有立場—防守—攻擊』因最後一篇言論為攻擊所以容易改變立場，其中這些言論或證據是他原先所認同的而掃瞄過去，而當接觸反對言論時造成衝突與矛盾讓學生原有立場動搖；先面對「立場相反報導」的學生面對的論證過程為『原有立場—攻擊—防守』因最後一篇立場為防守所以不容易改變立場，或許他們的立場會受到衝突與矛盾而產生動搖，但是最後閱讀支持自己的報導又鞏固了原先的立場。

貳、決策形式與立場改變

由論證活動中的問題二(請見附錄三、四)，學生對於此議題的贊成或反對的意見所寫的理由進行分析。若學生寫不出理由或學生憑感覺回答其決策型式屬於「直覺型」；學生能寫出其決策的依據的就列為「證據型」。在此探討是否會因學生的決策形式不同而立場改變情形有所差異。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證活動中，依證據來下決策的學生在閱讀完言論報導後明顯的比依直覺下決策的學生更加容易改變他們原有的想法($\chi^2=6.48, p<0.01$) (如表 4-2-7 所示)。「證據型」學生有 42.7%學生閱讀完言論後改變自己的立場。而「直覺型」的學生只有 21.4%的人閱讀完言論後願意改變自己的立場。

表 4-2-7: 【基因改造食品】論證活動之決策類型與立場改變

	決策類型	
	證據型	直覺型
立場維持	43(57.3%)	44(78.6%)
立場改變	32(42.7%)	12(21.4%)
		$\chi^2=6.48^{**}$

Ps: $^{**}p<0.01$

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證活動中閱讀完言論報導後，「證據型」(31.9%)與「直覺型」(27.5%)學生立場改變的比例沒有明顯的不同 ($\chi^2=0.29, p>0.05$) (如表 4-2-8)。

表 4-2-8: 【焚化爐建立】論證活動之決策類型與立場改變

	決策類型	
	證據型	直覺型
立場維持	49(68.1%)	37(72.5%)
立場改變	23(31.9%)	14(27.5%)
		$\chi^2=0.29(n.s)$

三、小結

在【焚化爐建立】論證活動「證據型」的學生閱讀完言論報導後願意改變立場的比例與「直覺型」學生沒有顯著不同。然而在【基因改造食品】論證活動中「證據型」的學生閱讀完言論報導後願意改變立場的比例較「直覺型」學生高。「直覺型」學生為何改變立場的比例會比較小?我們首先探討「證據型」與「直覺型」在最初下決定時的類型。

學生回答問題二「你認為基因改造食品的出現好或不好?」時,「證據型」的學生都能很明確的提到支持自己立場的理由,通常這些理由是合理的證據支撐,例如:「贊成,因基因改造食品可以防止蟲害、增加營養價值。」、「反對,基因改造會使被改造的生物變的什麼都不怕,去搶奪一些未被改造動植物的地盤,使得原生物種存活困難。」、「反對,這樣一直改造下去會使原本的基因特性逐漸消失」;而直覺型的學生有些是憑感覺決定,例如:「好好的,幹麻改造他的基因?」、「因為好吃阿!」、「感覺起來沒什麼壞處!」或是印象中感覺上來判斷例如:「聽起來對身體很不好,還是不要亂改好。」。「證據型」的學生在下決定時能提出的理由多含有證據性,在論證活動中比較會去看兩邊的言論,哪一方的言論比較能夠提供較多可說服他的理由,而去思考原先所做下的決定是否恰當。而「直覺型」的學生因下決定的依據是憑感覺印象,當兩邊的言論資訊太多而造成他們無法判斷哪邊比較合理而決定相信原本所做的決定。

參、論證表現

由學生在兩個論證單元(請見附錄三、四)回答「問題六」支持論證、「問題七」反駁論證與「問題八」駁斥論證與支持、反駁與駁斥論證的加總為「論證總數」看其論證表現情形。將學生依建立論證的數目區分成三個區塊:無建立論證、建立 1-2 個論證、建立 3 個以上論證,並統計各區塊人數以及計算在支持、反駁、駁斥與論證總數的平均數與標準差,視其學生在論證表現的分布情形。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證表現(如表 4-2-9),學生可建立的支持論證平均為 0.5 個、反駁論證平均為 0.63 個、駁斥論證平均為 0.25 個為三種論證型態中最低,論證總數平均可建立 1.24 個論證。在支持論證上有 58.8%的學生無法建立合理的支持論證(n=77), 38.9%的學生建立論證個數在 1~2 個(n=51), 只有 2.3%的學生能夠建立 3 個以上的支持論證(n=3)。在反駁論證上無法建立合理的論證人數有 63.4%(n=83), 29%的學生建立個數在 1~2 個(n=38), 建立 3 個以上反駁論證的人數為 7.6%(n=10)。在駁斥論證上更高達 77.9%的學生無法建立合理論證(n=102), 22.1%的學生建立個數為 1~2 個(n=29), 沒有學生可建立 3 個以上的駁斥論證。在論證總數上有 54.2%的學生無法建立任何支持、反駁與駁斥論證(n=71)。建立 1~2 個論證的學生占 22.9%(n=30), 另外 22.9%的學生(n=30)可建立到 3 個以上論證。

表 4-2-9:【基因改造食品】論證表現次數分配與描述性統計

	支持論證	反駁論證	駁斥論證	論證總數
平均數(個數)	0.50	0.63	0.25	1.24
標準差	0.69	1.06	0.50	1.78
[次數分配](人數)				
無建立論證	77(58.8%)	83(63.4%)	102(77.9%)	71(54.2%)
建立 1~2 個論證	51(38.9%)	38(29%)	29(22.1%)	30(22.9%)
建立 3 個以上論證	3(2.3%)	10(7.6%)	0	30(22.9%)

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證表現(如表 4-2-10)，支持論證平均為 0.78 個、反駁論證平均為 0.62 個、駁斥論證平均為 0.39 個為三者論證中最低，總數平均可建立 1.74 個論證。而在支持論證上有 39%學生無法建立合理的支持論證(n=48)，57.7%的學生建立論證在 1~2 個(n=71)，只有 4 位學生(3.3%)能夠建立 3 個以上的支持論證。在反駁論證上無法建立合理的論證人數有 44.7%(n=55)，54.5%的學生建立論證個數為 1~2 個(n=61)，建立 3 個以上反駁論證的人數有 1 位(0.8%)。在駁斥論證上 64.2%的學生無法建立合理論證(n=79)，35.8%學生建立為 1~2 個論證(n=44)，沒有任何學生能建立 3 個以上駁斥論證。在論證總數上有 29.3%的學生無法建立任何支持、反駁與駁斥論證(n=36)。建立 1~2 論證的學生占 36.6%(n=45)，另外 34.1%的學生(n=42)可建立到 3 個以上的論證。

表 4-2-10:【焚化爐建立】論證表現次數分配與描述性統計

	支持論證	反駁論證	駁斥論證	論證總數
平均數(個數)	0.78	0.62	0.39	1.74
標準差	0.76	0.62	0.55	1.61
[次數分配](人數)				
無建立論證	48(39%)	55(44.7%)	79(64.2%)	36(29.3%)
建立 1~2 個論證	71(57.7%)	67(54.5%)	44(35.8%)	45(36.6%)
建立 3 個以上論證	4(3.3%)	1(0.8%)	0	42(34.1%)

三、小結

【基因改造食品】或【焚化爐建立】論證活動中，學生在支持、反駁與駁斥論證建立上有許多學生無法建立合理論證，其比例偏高。其餘大部份的學生可建立1-2個論證，使得各論證類型平均個數偏低皆未達1個，由標準差可得知論證表現變異情形很大。在兩個論證活動中都發現許多學生無法建立一個合理的論證。這些學生以前從未在學習中進行過論證，此次是他們初次進行論證。我們所討論的是學生未受過論證訓練最原始的論證表現情形。由表4-2-9與表4-2-10可看出學生能建立論證的人數為支持論證最多、反駁論證次之、駁斥論證最少。以平均分數來看也是駁斥論證的得分最低。呼應到Kuhn(1993)所說建構駁斥論證是比較困難的，因為駁斥論證的建立必須要立基於支持論證與反駁論證。

學生在【焚化爐建立】各論證類型的分數皆比【基因改造食品】高。造成此現象的原因推測與學生對於議題的先備知識和熟悉度有關。Zohar & Nemet (2002)也提到社會科學性議題，學生一定要運用科學概念才有辦法參與論證活動，論證是一種高層次的認知操作，提取知識基模中的概念並思考概念與現象之間的關係，運用概念來解釋自己的宣稱與相異的宣稱。在【基因改造食品】論證活動，我們訪談任課教師提到學生原本對於遺傳的單元概念建立的不是很好，對「基因改造」的觀念較模糊，國一的課堂中在『生物科技的應用』單元雖有提到基因改造生物但只有稍微提到應用，原理部分則是帶過，而且在課堂上並沒有機會可以討論。另外從學生回答問題一「基因改造食品是什麼？」中(請見附錄三)能夠給概念定義的學生只占15%(n=20)。而【焚化爐建立】因屬於九年一貫六大議題中環境教育議題學生在國小接觸過，所以對於焚化爐的背景知識也較強，對於與焚化爐建立的正反論述也曾經接觸過。因此學生對於【焚化爐建立】議題能寫出的論證比在【基因改造食品】來的多。

肆、決策類型與論證表現

探討決策類型為「證據型」與「直覺型」兩群學生分別在兩個論證活動中，其支持、反駁、駁斥論證與總數上的個數是否有所差異。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證活動中，「證據型」與「直覺型」的學生在支持論證($t=-1.92$)、反駁論證($t=-1.49$)與駁斥論證($t=-1.10$)的個數上沒有明顯的差異性($p>0.05$) (如表 4-2-11)。而在論證總數上「證據型」學生建立個數顯著的高於「直覺型」學生($t=-2.60, p<0.05$)，「證據型」的學生平均建立 1.56 個論證，而「直覺型」學生平均建立 0.8 個論證。

表 4-2-11: 【基因改造食品】決策類型在各類型論證個數之差異

	支持論證		反駁論證		駁斥論證		論證總數	
	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value
證據型 (n=75)	0.60 (0.75)	-1.92	0.75 (1.20)	-1.49	0.29 (0.51)	-1.10	1.56 (2.01)	-2.60*
直覺型 (n=56)	0.38 (0.59)		0.48 (0.83)		0.20 (0.48)		0.80 (1.31)	

Ps: * $p<0.05$, M=平均數, SD=標準差

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證活動中，「證據型」與「直覺型」學生在支持論證($t=-1.15$)、反駁論證($t=-1.97$)、駁斥論證($t=-0.96$)與論證總數($t=-1.34$)上沒有明顯的差異性($p>0.05$) (如表 4-2-12 所示)。

表 4-2-12:【焚化爐建立】決策類型在各類型論證個數之差異

	支持論證		反駁論證		駁斥論證		論證總數	
	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value	M(SD)	t-value
證據型 (n=72)	0.85 (0.78)	-1.15	0.71 (0.64)	-1.97	0.43 (0.58)	-0.96	1.90 (1.69)	-1.34
直覺型 (n=51)	0.69 (0.73)		0.49 (0.58)		0.33 (0.52)		1.51 (1.47)	

Ps: M=平均數, SD=標準差

三、小結

在【基因改造食品】單元，論證總數上「證據型」學生建立個數(M=1.56)高於「直覺型」學生(M=0.80)(表 4-2-11 右側)，也就是「證據型」學生的論證表現還是比「直覺型」學生好一點。其餘在支持、反駁、駁斥論證上「證據型」與「直覺型」學生皆無顯著不同。在【焚化爐建立】單元中無論是支持、反駁、駁斥或論證總數上「證據型」與「直覺型」學生表現皆無明顯不同(表 4-2-12)。

承「參、論證表現」小節提到由於兩個論證活動中在支持、反駁、駁斥論證上無法建立論證的學生占有不少比例，加上其餘學生能建立的個數大概在 1-2 個左右，也就是大部分的學生得分不是 0 就是 1，而使得整體平均數很低不到 1 個。在這三種論證類型上，「證據型」與「直覺型」的平均分數都很低，得分無法拉開使得差異也很小。所以我們無法直接下定論「直覺型」與「證據型」的學生是否真的無顯著的關係，這是因為學生在支持、反駁與駁斥論證上都沒有表現的很好，以至於這兩群人看不出太大的差別。而論證總數是支持、反駁與駁斥論證個數的總和，數字比較大，因此將兩群人的分數差距拉大，因此在 t 考驗上才能檢測出是否具有差異性。

伍、文本擷取與先後立場

每位學生在各單元的論證活動中，皆會閱讀兩篇言論報導(請見附錄三、四)，分別是對於議題的「支持性言論」與「反對性言論」的報導，並在閱讀後寫下「問題三」與「問題四」文本中所持有的觀點為何。在此計算學生能夠擷取文本中所提到的言論個數。

在本小節中欲檢測一、原有立場為贊成與反對兩群人在支持性與反對性言論文本擷取個數差異。二、最終立場為贊成與反對兩群人在支持性與反對性言論文本擷取個數差異。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證活動中，原有立場為贊成與反對的兩群人分別在「支持」($t=0.59$)與「反對」($t=-0.22$)言論的平均文本擷取個數無明顯的不同($p>0.05$) (如表 4-2-13)。代表原有立場為何並不影響文本擷取的多寡。

最終立場為贊成與反對兩群人分別在「支持」($t=-1.14$)與「反對」($t=-1.35$)言論的平均文本擷取個數也無明顯的不同($p>0.05$)。不管在「支持」與「反對」言論其文本擷取的數目，也無法看出與最終的立場的關係。

表 4-2-13: 【基因改造食品】不同先後立場對於支持與反對文本擷取個數差異

	文本內容					
	支持			反對		
	平均數	標準差	t-value	平均數	標準差	t-value
[原有立場]						
贊成	2.79	1.22	0.59	2.05	1.18	-0.22
反對	2.63	1.26		2.11	1.03	
[最終立場]						
贊成	2.50	1.17	-1.14	1.93	1.23	-1.35
反對	2.79	1.34		2.25	1.10	

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證活動中，原有立場為贊成與反對的兩群學生他們在「支持性言論」中文本擷取個數上沒有明顯的差異($t = -1.49, p > 0.05$) (如表 4-2-14)；在「反對性言論」中原有立場為反對的其文本擷取個數($M = 2.75$)顯著高於贊成的學生($M = 2.32$)($t = -2.01, p < 0.05$)。

最終立場為贊成與反對的兩群學生在「支持性言論」中文本擷取個數上沒有明顯的差異($t = -0.47, p > 0.05$)；在「反對性言論」中，最終立場為反對的其文本擷取個數($M = 2.79$)顯著高於贊成的學生($M = 2.31$)($t = -2.60, p < 0.05$)。

表 4-2-14: 【焚化爐建立】不同先後立場對於支持與反對文本擷取個數差異

	文本內容					
	支持			反對		
	平均數	標準差	t-value	平均數	標準差	t-value
[原有立場]						
贊成	2.55	1.16	-1.49	2.32	1.25	-2.01*
反對	2.85	0.57		2.75	0.71	
[最終立場]						
贊成	2.71	0.92	-0.47	2.31	1.10	-2.60*
反對	2.78	0.73		2.79	0.76	

Ps: * $p < 0.05$

三、小結

在【基因改造食品】論證活動中，原有立場為贊成與反對者分別在「支持言論」與「反對言論」的平均文本擷取個數無明顯的不同(表 4-2-13)。代表學生在文本上擷取個數並不會因為他持有的觀點偏某一方，就在一致觀點的言論上多加著墨。最終立場為贊成與反對者分別在「支持性言論」與「反對性言論」的平均文本擷取個數也無明顯的不同。意指由學生的最終觀點倒推回文本擷取個數來看，在某一方的文本擷取個數較多者，最終立場不一定就偏向某一方。

在【焚化爐建立】論證活動，原有與最終立場為贊成與反對者在「支持言論」的平均文本擷取個數無明顯的不同(表 4-2-14 左側)。但原有與最終立場為反對者，他們在「反對性言論」中能擷取較多的言論(表 1-2-14 右側)。為何原有與最終立場為贊成與反對的學生的文本擷取個數在「支持性言論」無明顯不同，卻在「反對性言論」上有差異？

在【焚化爐建立】面對「支持性言論」，學生並不會因為自己的立場為反對就對於支持性的言論即置之不理。由於學生對於【焚化爐建立】的議題有一定的熟悉程度，原有立場採取反對的學生，對於支持性的言論也極為熟悉，所以原有立場為贊成和反對的兩群人在「支持性言論」能擷取相同的個數。學生最終立場為反對者也是考慮過支持與反對言論的立論觀點後採取決定，所以在「支持性言論」持贊成與反對觀點的學生其擷取個數沒有太大的差異。

在【焚化爐建立】面對「反對性言論」原有與最終立場持反對比贊成者在與他們立場一致報導中能夠擷取出較多言論(平均數:原有立場反對為 2.75 與贊成為 2.32；最終立場反對為 2.79 與贊成 2.31)。原有立場持反對者在一致觀點的言論上多加著墨。在反對的文本擷取越多越能增強他們對於此議題反對的觀點，因此最終選擇了反對的立場。

陸、文本擷取與論證表現

依據學生對於議題在論證前最終的立場(支持、反對)將文本分成兩類，一類是「與最終立場一致文本」與「與最終立場相反文本」。在論證活動中每位學生皆會面對到一篇「與最終立場一致文本」以及「與最終立場相反文本」。學生被要求閱讀文本後寫下此篇文章所提到的觀點(見附錄三、四，問題三、四)，在此計算學生在文本中能擷取言論數目。我們關注的問題為學生面對「與最終立場一致」和「與最終立場相反」的言論擷取個數是否與他們在社會科學性議題的論證表現有關。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證活動中，「最終立場一致」的文本擷取個數與學生的支持論證($r=0.29$)、反駁論證($r=0.21$)、駁斥論證($r=0.20$)以及總數($r=0.29$)成低度正相關($p<0.05$) (如表 4-2-15)。「最終立場相反」的文本擷取個數與學生的支持論證($r=0.22$)反駁論證($r=0.36$)、駁斥論證($r=0.38$)以及總數($r=0.31$)成低度正相關($p<0.05$)。另外在【基因改造食品】論證表現上支持、反駁、駁斥與論證總數彼此之間都有顯著的相關存在(如表 4-2-15)。

表 4-2-15: 【基因改造食品】議題在一致與相反的文本擷取個數與論證表現的相關

	論證表現			
	支持論證	反駁論證	駁斥論證	總數
「最終立場一致」文本擷取個數	0.29**	0.21*	0.20*	0.29*
「最終立場相反」文本擷取個數	0.22*	0.36**	0.38**	0.31**
支持論證	—			
反駁論證	0.43**	—		
駁斥論證	0.49**	0.64**	—	
總數	0.58**	0.86**	0.72**	—

Ps: * $p<0.05$ ** $p<0.01$

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證活動中，「最終立場一致」的文本擷取個數與學生的支持論證($r=0.23$)以及總數($r=0.21$)成低度正相關($p<0.05$) (如表 4-2-16)，而與反駁論證($r=0.14$)與駁斥論證($r=0.15$)未呈現顯著的關係($p>0.05$)。「最終立場相反」文本擷取個數與學生的支持論證($r=0.28$)反駁論證($r=0.23$)、駁斥論證($r=0.24$)以及總數($r=0.28$)都呈現低度正相關($p<0.05$)。另外在【焚化爐建立】論證表現上支持、反駁、駁斥與論證總數彼此之間都有顯著的相關存在(如表 4-2-16)。

表 4-2-16: 【焚化爐建立】議題在一致與相反的文本擷取個數與論證表現的相關

	論證表現			
	支持論證	反駁論證	駁斥論證	總數
「最終立場一致」文本擷取個數	0.23*	0.14	0.15	0.21*
「最終立場相反」文本擷取個數	0.28*	0.23*	0.24**	0.28**
支持論證	—			
反駁論證	0.44**	—		
駁斥論證	0.48**	0.68**	—	
總數	0.77**	0.81**	0.84**	—

Ps: * $p<0.05$ ** $p<0.01$

三、小結

在【基因改造食品】論證活動中，學生在「最終立場一致」與「最終立場相反」的文本擷取個數皆與支持、反駁、駁斥與論證總數成低度正相關(表 4-2-15)。在【焚化爐建立】論證活動中，「最終立場一致」的文本擷取個數與學生的支持論證以及總數成低度正相關 (如表 4-2-16)；與反駁和駁斥論證未呈現顯著的關係。「最終立場相反」文本擷取個數與學生的支持論證反駁論證、駁斥論證以及總數都呈現低度正相關。

在此我們先討論兩個單元中有著相同結果的部分。一、學生的論證總數皆與其「最終立場一致」和「最終立場相反」的文本擷取個數呈現正相關。這代表學生在文本擷取的個數越多能夠寫出的論證也越多。二、「最終立場相反」的文本擷取個數皆與支持、反駁、駁斥呈現相關。「最終立場相反」的言論與支持論證呈現相關可能是相反的言論能夠讓學生更加的了解自己支持的論證會被攻擊的點，反而更強化學生可以寫出來的支持論證越多。

在【焚化爐建立】論證活動中學生在「最終立場一致」的文本擷取個數與支持論證一定有關。因為當我們擷取一致言論的觀點越多，在支持論證上能寫到的理由與證據也越多；但是「與自己立場一致」的文本並不支持你寫出的反駁論證與理由，所以「最終立場一致」的文本擷取個數與反駁論證並不具有直接的關係。

然而因駁斥論證與反駁論證存在著中度的相關(基改 $r=0.64$ ；焚化爐 $r=0.68$)(表 4-2-15 與 4-2-16)，因駁斥論證是根據反駁論證建立的，所以他們之間的個數一般而言會呈現正相關。所以當反駁論證與文本擷取個數出現相關時，同時會伴隨著駁斥論證也與文本擷取個數出現相關。

第三節 科學知識觀與學生在社會科學性議題論證表現的相關

檢驗科學知識觀：「來源」、「發展」、「驗證」、「社會性協商」與「文化影響」五個因素與學生在社會科學性議題的決策類型、推理形式與論證表現的相關。

壹、科學知識觀與決策

將學生依決策類型分成「證據型」與「直覺型」，檢驗兩群學生在科學知識觀：來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素上的得分是否有顯著的差異。

一、【基因改造食品】論證活動

如表 4-3-1 所示，在【基因改造食品】論證活動中，「證據型」與「直覺型」的學生在科學知識觀「發展」因素分數有顯著的差異存在($t=-3.50, p<0.01$)，「證據型」學生科學知識觀「發展」因素平均分數($M=4.28$)高於「直覺型」($M=3.93$)。在科學知識觀「驗證」因素分數有顯著的差異存在($t=-2.51, p<0.05$)，「證據型」學生科學知識觀「驗證」因素平均分數($M=4.15$)高於「直覺型」($M=3.88$)。其餘在科學知識觀「來源」($t=-0.87$)、「社會性協商」($t=-0.26$)與「文化影響」($t=-0.09$)上皆無明顯差異($p>0.05$)

二、【焚化爐建立】論證活動

如表 4-3-2 所示，在【焚化爐建立】論證活動，「證據型」與「直覺型」學生在科學知識觀「來源」($t=-0.04$)、「發展」($t=-0.47$)、「驗證」($t=0.15$)、「社會性協商」($t=0.28$)與「文化影響」($t=-1.03$)上皆無明顯差異($p>0.05$)

表 4-3-1:科學知識觀與【基因改造食品】議題的決策類型

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
證據型 (n=75)	3.59 (0.75)	-0.87	4.28 (0.58)	-3.50**	4.15 (0.59)	-2.51*	3.95 (0.72)	-0.26	3.42 (0.81)	-0.09
直覺型 (n=56)	3.48 (0.66)		3.93 (0.53)		3.88 (0.56)		3.93 (0.59)		3.41 (0.95)	

Ps: *p<0.05 **p<0.01

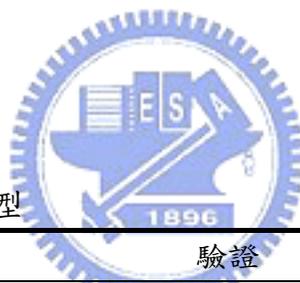


表 4-3-2:科學知識觀與【焚化爐建立】議題的決策類型

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
證據型 (n=72)	3.53 (0.63)	-0.04	4.11 (0.63)	-0.47	3.99 (0.57)	0.15	3.92 (0.73)	0.28	3.48 (0.80)	-1.03
直覺型 (n=51)	3.53 (0.72)		4.06 (0.57)		4.01 (0.73)		3.95 (0.56)		3.32 (0.91)	

三、小結

在【焚化爐建立】論證活動，「證據型」與「直覺型」學生在科學知識觀「來源」、「發展」、「驗證」、「社會性協商」與「文化影響」上皆無明顯差異(表 4-3-2)。在【基因改造食品】論證活動中，「證據型」學生在科學知識觀「發展」與「驗證」因素分數比「直覺型」學生高；「來源」、「社會性協商」與「文化影響」上皆無明顯差異(表 4-3-1)。

「證據型」學生的「發展」分數較高，科學知識觀「發展」是測量學生對於科學發展的觀點，科學發展是會隨著時空而轉變強調科學的暫時性與改變(Conley et al., 2004)。而「證據型」學生比「直覺型」學生更加認同科學是會隨著新的想法和理論出現而改變。「證據型」學生的「驗證」分數較高科學知識觀「驗證」是測量學生是否瞭解在科學領域要建立或衡量一個宣稱是需要仰賴證據。而學生在【基因改造食品】需在正反的言論下進行非形式推理並下決策，在面對外在資訊時需要被驗證，視其宣稱背後所支持的理由證據為何來做判斷。證據型的學生在下決策時能提到支持自己立場的理由，通常這些理由有合理的證據支撐與，與科學知識觀「驗證」符合，因此證據型的學生比直覺型的學生更加具有成熟的知識觀。

為何在【基因改造食品】議題「證據型」與「直覺型」學生在「發展」與「驗證」的科學知識觀的因素上有所差異，而在【焚化爐建立】議題卻無相似結果?由於兩個議題本質上有所不同，【基因改造食品】議題是屬於生物科技應用，需要對應用所存的優點與須承擔的風險來判斷，決策與推理的過程需要科學性知識支持。而【焚化爐建立】議題，學生的決策與推理方向大多往社會福利思考，較少應用到科學知識。因此【基因改造食品】議題「證據型」與「直覺型」學生在科學知識觀上的差異較大，而【焚化爐建立】「證據型」與「直覺型」學生在科學知識觀上的差異則較小。

貳、科學知識觀與社會科學性議題推理

由學生再問題二「寫出立場的理由」依據其理由的性質將其區分為「社會導向」、「經濟導向」、「生態導向」或「科學科技導向」。而因為學生在問題二所寫的理由不多，在某個導向得分，其餘的導向個數就為 0，導致四個導向的平均個數偏低。我們在此將推理類型予以刪除只留下「推理總數」以及「推理總類」。「推理總數」是將問題二能回答出幾種理由的個數；「推理總類」則是紀錄學生在問題二回答的理由總共包含幾種推理類型。例如：學生提到 1 個「社會導向」2 個「生態導向」的理由，則「推理總數」為 3，「推理總類」為 2。

我們在此檢驗學生的科學知識觀來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素與「推理總數」以及「推理總類」的相關。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】推理形式類型上，「推理總數」和「來源」($r=0.20$)「發展」($r=0.25$)、「驗證」($r=0.29$)、「文化影響」($r=0.20$)的得分有關($p<0.05$)；與「社會性協商」未呈顯著關係($r=0.06, p>0.05$) (如表 4-3-3)。在「推理總類」的數目和「發展」($r=0.24$)、「驗證」($r=0.25$)、「文化影響」($r=0.20$)的得分有關($p<0.05$)；與「來源」($r=0.11$)、「社會性協商」($r=0.00$)未呈現顯著關係($p>0.05$)。

表 4-3-3: 科學知識觀與【基因改造食品】議題推理類型的相關

	推理形式	
	推理總數	推理總類
來源	0.20*	0.11
發展	0.25**	0.24**
驗證	0.29**	0.25**
社會性協商	0.06	0.00
文化影響	0.20*	0.20*

Ps: * $p<0.05$ ** $p<0.01$

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】推理形式類型上，「推理總數」以及「推理總類」皆與科學知識觀的各因素未顯現出關聯性($p>0.05$)(如表 4-3-4)。

表 4-3-4: 科學知識觀與【焚化爐建立】議題推理類型的相關

	推理形式	
	推理總數	總類
來源	0.03	0.00
發展	-0.05	-0.04
驗證	-0.11	-0.09
社會性協商	-0.02	0.00
文化影響	0.14	0.12

三、小結

在【基因改造食品】單元「推理總數」和科學知識觀的「來源」、「發展」、「驗證」、「文化影響」因素呈正相關；在「推理總類」的數目和「發展」、「驗證」、「文化影響」的得分呈正相關(表 4-3-3)。在【焚化爐建立】單元「推理總數」以及「推理總類」皆與科學知識觀的各因素未顯現出相關性(表 4-3-4)。因學生的推理個數很小「推理總數」與「推理總類」大致落在 0-2 個的區間，導致分數分布的範圍很小，與科學知識觀的得分無法拉開呈現一個明顯的線性關係。在【基因改造食品】單元科學知識觀雖然與學生的推理類型有其相關性，但是都是低度相關。而在【焚化爐建立】單元更是如此，使得推理與科學知識觀無法呈現相關。因此科學知識觀與社會科學性議題推理的是否具有相關性，在這個地方無法我們無法肯定的下結論，須待未來研究。

參、科學知識觀與論證表現

依據問題六「支持論證」、問題七「反駁論證」與問題八「駁斥論證」學生所建立的個數與將支持、反駁與駁斥論證的個數加總為「論證總數」。將學生的論證表現包含支持、反駁、駁斥論證和論證總數與學生的科學知識觀的來源、發展、驗證、社會性協商與文化影響五個因素視其相關。

將學生的論證表現，依據 Wu & Tsai (2007) 是否能建立駁斥論證區分成高層級與低層級，若學生能建立支持和反駁論證但未能建立駁斥論證者歸屬於「低層級」，除了建立支持和反駁論證外尚能建立駁斥論證者為「高層級」。將學生區分成高、低層級後，看在論證活動高層級與低層級在科學知識觀的得分是否有所不同。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證表現上，只有反駁論證與科學知識觀中「社會性協商」因素有關($r=0.21, p<0.05$)，其餘的論證形式與總數皆與科學知識觀沒有顯著相關性存在($p>0.05$)(如表 4-3-5)。

表 4-3-5: 科學知識觀與【基因改造食品】議題論證表現的相關

	論證表現			
	支持論證	反駁論證	駁斥論證	論證總數
來源	-0.00	0.10	0.10	0.13
發展	0.04	0.04	0.10	0.00
驗證	0.18	0.07	0.05	0.08
社會性協商	0.15	0.21*	0.06	0.17
文化影響	-0.05	0.15	0.16	0.08

Ps: * $p<0.05$

由表所 4-3-6 示，論證表現高層級的有 25 人、低層級有 106 人。高層級與低層級的學生在科學知識觀中各因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)

表 4-3-6:科學知識觀與【基因改造食品】論證活動高低層級的科學知識觀得分差異

層級 (人數)	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
高層級 (n=25)	3.66 (0.54)	-1.05	4.10 (0.63)	-0.15	4.02 (0.51)	-0.73	3.90 (0.59)	0.17	3.36 (0.80)	-0.18
低層級 (n=106)	3.49 (0.73)		4.10 (0.57)		4.01 (0.62)		3.93 (0.68)		3.32 (0.92)	

表 4-3-7:科學知識觀與【焚化爐建立】論證活動高低層級的科學知識觀得分差異

層級 (人數)	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
高層級 (n=44)	3.59 (0.63)	0.90	4.09 (0.59)	0.26	3.94 (0.53)	-0.69	4.00 (0.81)	0.72	3.36 (0.81)	-0.39
低層級 (n=79)	3.47 (0.67)		4.06 (0.61)		4.02 (0.64)		3.90 (0.58)		3.43 (0.88)	

二、【焚化爐建立】論證活動

在論證表現上，三種論證形式與論證總數皆與科學知識觀各因素間未存在顯著關聯性($p>0.05$)(如表 4-3-8)。

表 4-3-8: 科學知識觀與【焚化爐建立】議題論證表現的相關

	論證表現			
	支持論證	反駁論證	駁斥論證	論證總數
來源	0.06	0.15	0.15	0.12
發展	-0.02	0.06	0.10	0.04
驗證	0.01	-0.11	-0.03	-0.06
社會性協商	0.10	0.01	0.09	0.09
文化影響	0.03	0.08	-0.02	0.02

由表 4-3-7 所示，論證表現高層級的有 44 人、低層級有 79 人。高層級與低層級的學生在科學知識觀中各因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)。

三、小結

在【焚化爐建立】單元科學知識觀與支持、反駁、駁斥與論證總數皆無顯著的相關(表 4-3-8)。而在【基因改造食品】單元除了科學知識觀「社會性協商」與學生反駁論證可看出低度正相關外。其餘科學知識觀各因素皆與支持、駁斥與論證總數皆無顯著的相關(表 4-3-5)。這在先前第二節的「參、論證表現」有討論到，因為學生在各類型論證上的表現不盡理想，許多學生無法建立論證，其普遍的論證個數範圍在 0-2 個之間。論證表現的分數距離無法拉開就無法看出與科學知識觀的線性關係。

而在【基因改造食品】單元「社會性協商」與學生反駁論證可看出些許相關。在「社會性協商」得分越高代表學生的觀點越偏向建構觀點，認為科學發展是依賴科學家之間的溝通與協商。而反駁論證為學生要能夠建立與自己相反立場的觀點，也就是在論證過程中他人會提出何種攻擊你立場的論點，這其實就是一種溝

通協商的過程。因此當學生能建立較多的反駁論證即代表他們越認同論證過程是一種協商的行為，因此能建立的反駁論證越多的學生在「社會性協商」的科學知識觀點更加成熟，而與其他科學知識觀因素無相關。

在兩個單元中高層級與低層級論證表現的學生他們在科學知識觀的各因素上的得分都沒有顯著的差異。而高層級與低層級的論證表現最根本的是在於學生的論證能力情形，大部分的學生他們無法建立一個論證，尤其在反駁與駁斥論證上的情形更為嚴重。所以有可能學生科學知識觀是成熟的但是他根本不會建立論證而歸類於低層級。若要看出學生的論證層級與他的科學知識觀關係，可能要學生先有基本的論證能力後再去檢驗會比較恰當。



第四節 學生的科學知識觀與其在不同文本順序操弄下社會科學性議題論證的表現差異

題論證的表現差異

將學生依文本操弄的順序將學生區分成「先呈現與自己立場一致言論」與「先呈現與自己立場相反言論」。分別看在這兩種文本操弄順序下「立場維持」與「立場改變」的學生其科學知識觀分數是否有所差異。

壹、科學知識觀與「先呈現立場一致言論」立場改變的差異

依據原有立場為何，與面對第一篇為「與自己立場一致言論」的文本的學生抽取出來(其分組請見表 4-2-2 與 4-2-5)，探討在此文本操弄下「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分是否有顯著的差異性。

一、【基因改造食品】論證活動

「先呈現與自己立場一致言論」組中「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)(如表 4-4-1)。

二、【焚化爐建立】論證活動

「先呈現與自己立場一致言論」組中「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)(如表 4-4-2)。

三、小結

在兩個單元中「先呈現與自己立場一致言論」文本的學生其「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分並未有顯著差異。其原因待與下小節「先呈現與自己立場相反言論」立場改變的差異合併一同討論。

表 4-4-1:科學知識觀與【基因改造食品】在「先呈現立場一致」論證活動立場改變

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
立場維持	3.56 (0.82)	-0.26	4.11 (0.58)	-0.25	4.12 (0.65)	0.51	4.01 (0.72)	1.17	3.38 (1.02)	-0.04
立場改變	3.61 (0.70)		4.14 (0.52)		4.03 (0.56)		3.81 (0.63)		3.39 (0.80)	

表 4-4-2:科學知識觀與【焚化爐建立】在「先呈現立場一致」論證活動立場改變

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
立場維持	3.53 (0.67)	-0.67	4.11 (0.74)	-0.30	4.01 (0.58)	0.42	3.94 (0.60)	-0.77	3.45 (0.74)	-0.01
立場改變	3.65 (0.77)		4.16 (0.51)		3.95 (0.59)		4.05 (0.51)		3.45 (0.87)	

貳、科學知識觀與「先呈現立場相反言論」立場改變的差異

探討在「先呈現與自己立場相反言論」文本操弄下「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分是否有顯著的差異性。

一、【基因改造食品】論證活動

「先呈現與自己立場相反言論」組中「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)(如表 4-4-3)。

二、【焚化爐建立】論證活動

「先呈現與自己立場相反言論」組中「立場維持」與「立場改變」的學生在科學知識觀各項因素的得分並未有顯著差異($p>0.05$)(如表 4-4-4)。

三、小結

在上一小節與本小節探討分別在「先呈現與自己立場一致言論」與「先呈現與自己立場相反言論」的文本操弄下其立場改變與立場維持兩群學生在科學知識觀的各因素得分是否有差異性存在。結果為兩個不同的文本操弄下其立場改變與立場維持的學生在科學知識觀的各因素得分未有顯著的差異(表 4-4-1~4-4-4)。

科學知識觀得分較高的學生趨向於建構觀點，他可能更能接受新的看法出現因而改變立場，但是也可能科學知識觀點是讓他更能去思考判斷文本裡面的言論而做決定，最後的決定有可能會改變也可能維持不變。論證是一個複雜的推理過程也包含許多影響的因素，從原有立場到最終立場學生經過了兩則文本所帶來的改變是什麼，學生有可能在第一篇的地方是改變或維持立場但是閱讀完第二篇之後再度的改變或維持立場。科學知識觀可能與過程有關但與最後立場是否改變無關，擁有較成熟的科學知識觀可能讓他更加重視文本內的某一層面如：來源和證據，但最終立場仍是依據文本言論是否具有證據與說服性。因此科學知識觀與學生在議題中立場改變情形無直接關係而與他推理過程中相信哪一部分證據有關。

表 4-4-3:科學知識觀與【基因改造食品】在「先呈現立場相反」立場改變

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
立場維持	3.47 (0.67)	-0.22	4.11 (0.62)	0.21	4.00 (0.55)	1.33	3.94 (0.69)	-0.35	3.28 (0.89)	-0.81
立場改變	3.51 (0.50)		4.07 (0.57)		3.77 (0.57)		4.00 (0.39)		3.50 (0.82)	

表 4-4-4:科學知識觀與【焚化爐建立】在「先呈現立場相反」立場改變

	來源		發展		驗證		社會性協商		文化影響	
	平均數 (標準差)	t-value								
立場維持	3.45 (0.63)	-0.52	4.04 (0.53)	0.32	3.97 (0.60)	-1.18	3.90 (0.78)	0.37	3.46 (0.89)	1.45
立場改變	3.56 (0.53)		3.98 (0.66)		4.22 (0.64)		3.80 (0.69)		3.00 (0.96)	

參、科學知識觀與文本擷取

依據學生對於議題原有的立場(支持、反對)將文本分成兩類,一類是與原有「立場一致文本」,另一類為與原有「立場相反文本」(分類請見表 3-3-1)。在論證活動中每位學生皆會面對到一篇「原有立場一致文本」以及「原有立場相反文本」。學生被要求閱讀文本後寫下此篇文章所提到的觀點(請見附錄三、四:問題三、四),計算學生在文本中能擷取言論數目。我們欲分析學生在「原有立場一致」以及「原有立場相反」文本擷取個數與其科學知識觀的各因素得分是否有相關存在。

一、【基因改造食品】論證活動

在【基因改造食品】論證活動中,學生的科學知識觀「來源」因素分別與其擷取「原有立場一致文本」($r=0.35$)和「原有立場相反文本」個數($r=0.19$)呈現低度正相關($p<0.01$)(如表 4-4-5)。其餘科學知識觀因素皆與擷取「原有立場一致文本」和「原有立場相反文本」個數沒有顯著相關($p>0.05$)。

表 4-4-5: 科學知識觀與【基因改造食品】文本擷取個數的相關

	科學知識觀				
	來源	發展	驗證	社會性 協商	文化影 響
「原有立場一致」文本擷取個數	0.35**	0.09	0.09	-0.11	0.07
「原有立場相反」文本擷取個數	0.19**	0.15	0.06	0.02	0.09

Ps: ** $p<0.01$

二、【焚化爐建立】論證活動

在【焚化爐建立】論證活動中,學生的科學知識觀「文化影響」因素分別與其擷取「原有立場一致文本」($r=0.18$)和「原有立場相反文本」個數($r=0.22$)呈現低度正相關($p<0.01$)(如表 4-4-6)。其餘科學知識觀因素皆與擷取「原有立場一致文本」和「原有立場相反文本」的個數沒有顯著相關($p>0.05$)。

表 4-4-6: 科學知識觀與【焚化爐建立】文本擷取個數的相關

	科學知識觀				
	來源	發展	驗證	社會性 協商	文化影 響
「原有立場一致」文本擷取個數	0.17	0.15	0.05	-0.05	0.18*
「原有立場相反」文本擷取個數	0.17	0.10	0.12	0.00	0.22*

Ps: * $p < 0.05$

三、小結

在【基因改造食品】論證活動中，學生的科學知識觀「來源」因素分別與其在「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數存在低相關性。其餘科學知識觀因素皆與兩種文本擷取個數沒有顯著相關(表 4-4-5)。「來源」的分數越高代表學生對於科學知識的來源並不以權威的看法即為正確唯一的答案，比較能接受科學知識的來源可以為多元的。而他們相信科學知識是來自於很多的來源，因此在文本擷取上會到處去擷取不一樣的論點，他們認為這些論點都是有意義的，能在兩個相反的文本擷取較多的數目，代表他們比較能夠去面對各種觀點；在【焚化爐建立】論證活動中來源與「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數也有類似的結果存在，其相關數值也接近顯著水準(一致: $r=0.17, p=0.06$ ，相反: $r=0.17, p=0.06$)。因此「來源」科學知識觀與學生文本擷取個數存在正相關。

在【焚化爐建立】論證活動中，學生的科學知識觀「文化影響」因素分別與其在「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數存在低相關性(表 4-4-6)。其餘科學知識觀因素皆與兩種文本擷取個數無顯著相關。「文化影響」的分數越高代表學生越傾向建構觀點認為科學知識的發展會受到文化的影響，可以接受不同文化的人對於同一件事情有不同的看法，具有比較開放心態的科學知識觀點。能在兩個相反的文本擷取較多的數目代表他們比較能夠去面對各種觀點，因此在「文化影響」的科學知識觀點也比較成熟。

第五章 結論與建議

本章共分為三節：一、根據研究結果與討論彙整出結論；二、提出本研究對於科學教育上的啟示或應用；三、說明本研究限制與未來相關研究的可能方向。

第一節 結論與討論

本研究讓學生進行【基因改造食品】與【焚化爐建立】單元論證活動，依據學生原有立場與文本順序可將學生區分為面對「先呈現立場一致」與「先呈現立場相反」文本的兩群。並用「科學知識觀量表」的「來源」、「發展」、「驗證」、「社會性協商」與「文化影響」五個因素來獲取學生科學知識觀點的分數。本研究主旨為不同文本操弄與科學知識觀對於學生在社會科學性議題論證情形。針對研究問題將結果彙整的結論分為四個部份論述。

壹、學生在社會科學性議題的論證表現

一、文本操弄下立場改變情形

在兩個論證活動中「先呈現立場一致」文本的學生立場改變比例比「先呈現立場相反」文本的高。由結果推論文本順序中『最後一篇的言論』更能影響學生下最終的決定。這可能是受到時近效應(recency effect)影響，學生的決定會傾向於時近的。閱讀言論報導就像讓他們參與支持與反對者論證過程。先面對「立場一致報導」的學生面對的論證過程為『原有立場—防守—攻擊』最後的論點為攻擊性比較容易改變立場；先面對「立場相反報導」的學生面對的論證過程為『原有立場—攻擊—防守』，最後的論點為防守性比較不容易改變立場。

二、決策形式與立場改變

在【焚化爐建立】論證活動「證據型」的學生閱讀完言論報導後願意改變立

場的比例與「直覺型」學生沒有顯著不同。在【基因改造食品】單元「證據型」的學生閱讀完言論報導後願意改變立場的比例較「直覺型」學生高。「證據型」的學生下決定時能提出證據性的理由，在論證活動中能判斷哪一方能提供較多可說服他的理由，而思考原先所做下的決定是否恰當。而「直覺型」的學生因下決定的依據是憑感覺印象，當兩邊的言論資訊太多而造成他們無法判斷哪邊比較合理而決定相信原本所做的決定。值得注意的是由結果發現在兩個論證活動中「直覺型」學生改變立場的比例雷同，但是在【焚化爐建立】論證活動中「證據型」學生改變立場的比例就明顯的比【基因改造食品】低，這更加可以證實證據型的學生會依文本中的證據來做決定，所以立場改變的比例其實是依據文本可提供的證據而定；而直覺型的學生因無法判斷證據而決定相信原本所做的決定。

三、論證表現

兩個單元的論證活動中許多學生無法建立論證。學生能建立論證的人數為支持論證最多、反駁論證次之、駁斥論證最少。呼應 Kuhn (1993)提到建構駁斥論證是比較困難的，因此能建立駁斥論證的人數比支持與反駁的少。學生在【焚化爐建立】各論證類型建立個數皆比【基因改造食品】高，這與學生對於議題的先備知識和熟悉度有關，因學生對於【基因改造食品】的先備知識較不足且對此議題不熟悉，而【焚化爐建立】學生在國小接觸過此議題與背景知識也較多，因此學生對於【焚化爐建立】議題能寫出的論證比在【基因改造食品】來的多。

四、決策類型與論證表現

在【基因改造食品】單元，論證總數上「證據型」學生建立個數高於「直覺型」學生，其餘在支持、反駁、駁斥論證上兩類學生皆無顯著不同。在【焚化爐建立】單元中無論是支持、反駁、駁斥或論證總數上「證據型」與「直覺型」學生表現皆無明顯不同。由於學生在兩個單元上論證表現皆不理想，因此「證據型」

與「直覺型」的平均分數都很低使得差異也很小，我們無法下定論「直覺型」與「證據型」的學生是否真的無顯著的關係，需要未來研究再去檢驗。

五、文本擷取與先後立場

在【基因改造食品】論證活動中，原有立場為贊成與反對者分別在「支持言論」與「反對言論」的平均文本擷取個數無明顯不同。代表學生在文本上擷取個數並不會因為他持有的觀點偏某一方就多加著墨。最終立場為贊成與反對者分別在「支持性言論」與「反對性言論」的平均文本擷取個數也無明顯的不同。意指在某一方的文本擷取個數較多者，最終立場不一定就偏向某一方。在【焚化爐建立】論證活動，原有與最終立場為贊成與反對者在「支持性言論」的平均文本擷取個數無明顯的不同。但原有與最終立場為反對者，他們在「反對性言論」中能擷取較多的言論。學生並不會因為自己的立場為反對就對於「支持性言論」置之不理，所以原有立場為贊成和反對的學生在「支持性言論」能擷取相同的個數。學生最終立場雖然為反對，但也是考慮過支持與反對言論的立論觀點後採取決定，所以在「支持性言論」持贊成與反對觀點的學生其擷取個數沒有太大的差異。在【焚化爐建立】面對「反對性言論」原有與最終立場持「反對」比「贊成」者在「立場一致報導」中能夠擷取出較多言論。原有立場持反對者在一致觀點的言論上多加著墨，而擷取越多言論越能增強他們對於此議題反對的觀點，因此最終選擇了反對的立場。

六、文本擷取與論證表現

【基因改造食品】論證活動中，學生在「最終立場一致」與「最終立場相反」的文本擷取個數皆與支持、反駁、駁斥與論證總數成正相關。在【焚化爐建立】單元，「最終立場一致」的文本擷取個數與學生的支持論證以及總數成正相關，與反駁和駁斥論證無顯著的關係。「最終立場相反」文本擷取個數與學生的支持、反

駁與駁斥論證以及總數都呈現正相關。在兩個單元中都有的共同現象有二：第一、學生的論證總數皆與「最終立場一致」和「最終立場相反」的文本擷取個數呈現正相關，代表學生在文本擷取的個數越多能夠寫出的論證也越多。第二、「最終立場相反」文本擷取個數皆與支持論證呈現相關推測是相反的言論能夠讓學生了解立場的弱點而強化學生可以寫出來的支持論證越多。另外在【焚化爐建立】單元，「與自己立場一致」的文本並不支持我們所寫的反駁論證與理由，所以「最終立場一致」的文本擷取個數與反駁論證並不一定具有直接的關係。

貳、科學知識觀與學生在社會科學性議題論證表現的相關

一、科學知識觀與決策

在【焚化爐建立】論證活動，「證據型」與「直覺型」學生在科學知識觀的各因素上皆無明顯差異。在【基因改造食品】論證活動中「證據型」學生在科學知識觀「發展」與「驗證」因素上分數比「直覺型」學生高，而在「來源」、「社會性協商」與「文化影響」因素上則無明顯差異。而學生在【基因改造食品】論證活動中「證據型」學生比「直覺型」學生對於科學知識的「發展」上更加認同科學是會隨著新的想法和理論出現而改變。另外在【基因改造食品】論證活動中需在正反的言論下進行非形式推理並下決策，面對外在資訊時需要被驗證，視其宣稱背後所支持的理由證據為何來做判斷。證據型的學生在下決策時能提到支持自己立場的理由，通常這些理由有合理的證據支撐，因此證據型的學生比直覺型的學生更加具有較成熟的知識觀。

二、科學知識觀與社會科學性議題推理

在【基因改造食品】論證活動中「推理總數」和科學知識觀的「來源」、「發展」、「驗證」、「文化影響」的得分有正相關；而「推理總類」數目和「發展」、「驗證」、「文化影響」的得分有正相關。在【焚化爐建立】單元「推理總數」以及「推

理總類」皆與科學知識觀的各因素未顯現出相關性。因學生推理的個數有限而無法將關係拉開成為好的連續變因，因此科學知識觀與社會科學性議題推理的是否具有相關性，在這個地方無法我們無法下定論，須待未來研究。

三、科學知識觀與論證表現

在【焚化爐建立】論證活動中科學知識觀與支持、反駁、駁斥與論證總數皆無顯著的相關。在【基因改造食品】論證活動中除了科學知識觀「社會性協商」與學生反駁論證可看出正相關外，其餘科學知識觀的各因素皆與支持、駁斥與論證總數皆無顯著的相關。而在【基因改造食品】單元，科學知識觀「社會性協商」得分越高代表學生的認為科學發展是靠科學家之間的溝通與協商，學生能建立較多的反駁論證則代表他們越認同論證過程是一種協商的行為，因此建立的反駁論證越多的學生在「社會性協商」的科學知識觀點更加成熟。在兩個論證活動中高層級與低層級論證表現的學生他們在科學知識觀的各因素上的得分都沒有顯著的差異。原因可能為學生論證表現情形不理想所以最根本的是在於學生的論證能力，與科學知識觀沒有直接關係。

參、科學知識觀與學生在不同文本順序操弄下社會科學性議題論證的表現差異

一、科學知識觀在不同文本操弄下立場改變的差異

在兩個論證活動中，分別在「先呈現立場一致」與「先呈現立場相反」的文本操弄下立場改變與立場維持的學生在科學知識觀的各因素得分未有顯著的差異。擁有較成熟的科學知識觀可能讓他更加重視文本內的某層面如：來源或證據…，但最終立場仍是依據文本言論是否具有證據與說服性而決定的，因此科學知識觀與學生在議題中的立場改變情形無直接關係，與他在推理過程中相信哪一部分證據有關。

二、科學知識觀與文本擷取

在【基因改造食品】論證活動中，學生的科學知識觀「來源」因素分別與其在「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數存在相關性，其他科學知識觀因素皆與兩種文本擷取個數沒有顯著相關。科學知識觀的「來源」因素分數越高代表學生認為科學知識的來源並不只來自權威能接受科學知識的來源是多元的，在文本擷取上會到處去擷取不一樣的論點，因此「來源」因素有較成熟的科學知識觀點的學生比較傾向在兩個文本都擷取豐富的言論。在【焚化爐建立】單元中，學生的科學知識觀「文化影響」因素分別與其在「原有立場一致」和「原有立場相反」文本擷取個數存在相關，其他科學知識觀因素皆與兩種文本擷取個數無顯著相關。科學知識觀的「文化影響」因素分數越高代表學生可以接受不同文化的人對於同一件事情有不同的看法，具有開放心態的科學知識觀點，能在兩個相反的文本擷取較多的數目代表他們比較能夠去面對各種觀點。因此在科學知識觀的「文化影響」因素上得分越高的學生，傾向在兩個文本都擷取豐富的言論。

肆、不同社會科學性議題上學生論證表現的異同

在【基因改造食品】與【焚化爐建立】單元論證活動有些地方有類似的結果，但有些地方因議題不同而有不一樣的結果。社會科學性議題論證情形仍會依據議題的不同而有所差異，其中可能原因為：一、學生對於議題的先備知識有所不同造成論證表現有差異，導致各項分析結果因而不一致，二、因社會科學性議題性質不同而有所差異，【基因改造食品】沒有急迫性與需求性，而是看學生是否能接受生物科技應用，對於應用所存在的優點與須承擔的風險來判斷，論證的過程比較需要應用到科學性知識，且食品是每天都會碰到比較與學生自身相關；而【焚化爐建立】有急迫性與需求性存在，學生的方向大多往社會福利去思考，論證過程較不需要應用到科學知識，其學生也不關注垃圾處理的問題。三、因文本設計中的用字遣詞都會影響學生在其中的推理情形，所以我們無法設計出對於學生影響力完全一樣的兩份論證活動。因而讓兩個議題在某些地方產生不一樣的結果。

第二節 科學教育上的應用

在本研究顯示國中學生在社會科學性議題的論證表現不太理想，探究其原因可能如下：第一、學生不清楚如何建立一個論證。第二、對於議題的背景知識不足。Kortland (1996)也曾提到學生之所以會建立一個質樸論證(naïve argument)可歸咎於兩個因素：第一、學生對於形成論證經驗不足，第二學生缺乏與社會科學性議題有關的知識。因此提升學生的論證能力為值得重視的議題，而許多研究指出論證能力可以藉由教學來提升(Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Duschl & Osborne, 2002)，藉由與同儕與老師的對話可以幫助學生練習如何選擇與衡量證據、解釋文本以及評估論證的可行性(Driver et al, 2000)。經由小組合作學習的方式提升學生論證的能力，因小組中學生擁有不同的立場提供了學生有正反辯論的機會，因此學生能學習到如何建立論證來說服他人因而提升論證能力(Zohar & Nemet, 2002)。讓學生在論證活動中進行角色扮演可促進論證能力以及驗證行為，藉由角色扮演能讓學生深入揣摩各角色的立場與觀點(Simonneaux, 2001)。要形成一個論證背後的資料與理由都需要適當的知識支持，尤其與科學性有關的議題論證更需要專業知識(specific knowledge)，若沒有背景知識或外在知識來源支持學生的論證將會受到限制(Osborne et al, 2004)。因此在設計論證活動時需要清楚學生對於議題的背景知識，先給予學生應具備的知識在讓學生進行論證活動其論證表現或許能有所改善。

另外在論證活動中需注意幾個現象，首先學生在論證活動中文本的次序會影響到其立場的改變情形，而以『最後一篇言論』影響力較為重要，因此在文本次續的安排需要詳加考量。而學生在文本擷取的個數越多能建立越多論證個數，代表學生將注意力放在文本上並能思考立場的言論有助於他們建立論證。

學生在社會科學性議題進行非形式推理時能夠檢驗外在資訊與使用證據來支持己的宣稱屬於「證據型」學生，這類學生在科學知識觀「來源」與「驗證」

因素有較成熟的觀點。因此學生驗證外在資訊與使用證據受到科學知識觀「來源」與「驗證」的影響。在論證活動中學生是否改變立場與科學知識觀沒有直接的關係，科學知識觀是影響學生在論證活動中推理的過程，例如：是否能接受多種來源的觀點、是否會在文本中尋找證據…等，所以學生的立場是否改變與科學知識觀沒有直接相關而是與學生在推理過程中相信哪一部分證據有關。科學知識觀「來源」與「文化」較成熟的學生能在文本擷取個數越多。由此可看出科學知識觀點較成熟有助於學生在社會科學性議題的推理。值得注意的是在本研究中科學知識觀並非完全與學生在社會科學性議題的推理有關係，只有小部分的地方可看出些許端倪，因此科學知識觀與社會科學性議題的關係尚需外來研究更仔細去探討。

第三節 建議

本節根據本研究結果的現象與問題，提出建議作為日後研究與教學參考

第一、本研究指出文本順序會影響學生立場改變，我們的文本操弄為雙文本其順序為「一致/相反」與「相反/一致」，將來可設計多文本不同次序來探討文本順序是否會影響學生社會科學性議題的決策。第二、我們所分析的學生論證表現是根據能夠建立論證的「量」，也就是計算其個數，將來可以採取看學生論證的「質」部分，依學生建立的論證品質給於不同的等級視其論證表現。第三、在進行論證活動前需先給予學生適當的論證訓練以及相當的背景知識以支持他們的論證。第四、此研究指出在「證據型」的學生比「直覺型」學生在科學知識觀「發展」與「驗證」分數高，將來可以進一步訪談「證據型」與「直覺型」在科學知識觀「發展」與「驗證」因素上的觀點有什麼地方不一樣。最後、本研究發現科學知識觀「來源」與「文化影響」與學生文本擷取個數有正相關，將來可設計多種言論觀點讓學生自由去擷取而視其學生科學知識觀「來源」與「文化影響」如何影響學生擷取言論。

參考文獻

中文部份：

翁秀玉、段曉林(民 86)。科學本質在科學教育上的啟示與做法。科學教育月刊，201，2-15。

郭重吉(民 82)。建構主義與數理課程發展。1993 中華民國物理教育學術研討會。3-16。

英文部份：

Andrews, R. (2005). Models of argumentation in educational discourse, *Text*, 25(1), 107-127.

Baxter Magolda, MB (1992). *Knowing and Reasoning in College*. San Francisco: Jossey Bass.

Collins, A. (1998). National science education standard: A political document. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(7), 711-727.

Conley, A. M., Printrich, P. P., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's image of science*. Buckingham, UK: Open University press.

Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.

Duschl, R. and Osborne, J.(2002) Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.

Hanson, N. R. (1958). *Patterns of discovery*. Cambridge: Cambridge University press.

Highhouse, S. & Gallo, A. (1997). Order Effects in Personnel Decision Making. *Human Performance, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.*, 10(1), 31-46.

Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Journal of Educational Psychology Review*, 13, 353-383.

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997) The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.

Hogarth, R. M. ,and Einhorn, H. J. 1992. Order effects in belief updating: The

- belief-adjustment model. *Cognitive Psychology*, 24:1-55.
- Hude, P. R. (1997). Scientific literacy: new mind for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Jimenez-aleizandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). Doing the Lesson or Doing Science: argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). Developing reflective judgment: understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults. San Francisco: Jossey-Bass.
- Kitchener, K. S. (1983). Cognition, metacognition and epistemic cognition. *Human Development*, 26, 222-232.
- Kolstø, S. D. (2001). To trust or not to trust. pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issues. *International journal of science education*, 23(9), 877-901.
- Kortland, K. (1996) An STS case study about students' decisions making on the waste issue. *Science Education*, 80, 673-689.
- Krajcik, J. S. (2000). Advantages and challenges of using the World Wide Web to foster sustained science inquiry in middle and high school classrooms. Paper presented at 網路科技對教育的影響研討會，國立台灣師範大學，2000年10月16-17日。
- Kuhn, D. (1962). Science argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Kuhn, D. (1993). Connecting scientific and informal reasoning. *Merrill-Palmer Quarterly*, 38, 74-103.
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive development*, 15, 309-328.
- Lunns, S. (2002). What we think we can safely say: primary teachers' views of the nature of science. *British educational research journal*, 28(5), 649-672.
- Mason, L., & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning and instruction*, 16, 492-509.
- Mayor, D., & Taylor, P. C. (1995). Teacher epistemology and scientific inquiry in computerized classroom environments. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(8), 839-854.
- Muis, K. R. (2004). Personal epistemology and mathematic: A critical review and synthesis of research. *Review of Educational Research*, 74(3), 317-373.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International journal of science education*, 21(5),

553-576.

- Nussbaum, E. M., & Bendixen, L. D. (2003). Approaching and avoiding arguments: the role of epistemological beliefs, need for cognitive, and extraverted personality traits. *Contemporary Educational Psychology*, 28(4), 573-595.
- Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 384-395.
- Osborne J., Erduran S., & Simon S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 82, 63-70.
- Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulos, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International journal of science education*, 21, 745-754.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 513-536.
- Shaw, V. F. (1996). The cognitive process in informal reasoning. *Thinking and reasoning*, 2, 51-80.
- 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.
- Taylor, C. (1996). *Defining science*. Madison, WI: University of Wisconsin press.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Toulmin, S. (1958). *The use of argument*. Cambridge: Cambridge University press.
- Trumbull, D. J., Scarano, G., & Bonney, R. (2006). Relations among two teachers' practices and beliefs, conceptualizations of the nature of science, and their implementation of student independent inquiry projects. *International journal of science education*, 28(14), 1717-1750.
- Tsai, C.-C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth graders. *Science Education*, 82(4), 473-489.
- Tsai, C.-C. (2004). Information commitments in web-based learning environments. *Innovations in Education and Teaching International*, 41, 105-112.
- 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(13), 1621-1638.
- van Eemeren, F. H., Grootendorst, R. & Henkemans, F. S., et al. (1996). *Fundamentals of Argumentation Theory. A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Weinstock, M. P., Neuman, Y., & Glassner, A. (2006). Identification of informal

- reasoning fallacies as a function of epistemological level, grade level, and cognitive ability. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 327-341.
- Willard & Arthur, C. (1989). *A theory of argumentation*. Tuscaloosa :University of Alabama Press
- Wu, Y.-T., & Tsai, C.-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issues: qualitative and quantitative analyses. *International journal of science education*, 29(9), 1163-1187.
- Yang, F. Y. (2005). Student views concerning evidence and the expert in reasoning a socio-scientific issue and personal epistemology. *Educational Studies*, 31(1), 65-84.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & simmons, M. L. (2002). Tangled up in views:Beliefs in the nature of science and response to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.
- 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：「Tsai & Liu(2005)科學知識觀量表」

科學觀點問卷

您的基本資料 性別： 男 女（請圈選） 學校：_____ 年級：____年____班

本問卷是用來瞭解你對科學的看法。請用下列的指標（1，2，3，4，5）來代表你對以下所有陳述的意見，請你用圓圈將你所認為適當的答案圈選出來

5 = 幾乎完全同意

4 = 大致而言同意

3 = 同意與不同意的程度幾乎相同

2 = 大致而言不同意

1 = 幾乎完全不同意

請在每個陳述前之號碼中圈選出你的意見，例如 5 ④ 3 2 1，代表你大致同意這項敘述。如果你想更改答案，你可以直接劃掉原有的答案並圈選一個新答案，例如 5 ④ ~~3~~ 2 1。

您珍貴的協助將使本研究得以順利完成，衷心感謝您寶貴的意見！

題目	你的同意程度					
	幾乎完全同意	大致而言同意	程度幾乎相同	同意與不同意	大致而言不同意	幾乎完全不同意
1. 科學家的直覺在科學發展的過程中，扮演一個重要的角色。	5	4	3	2	1	
2. 一些現在被接受的科學知識是從人類幻想與預感而來的。	5	4	3	2	1	
3. 科學理論發展的過程中需要科學家的想像力與創造力。	5	4	3	2	1	
4. 科學家有時從一些看起來不是很相關的知識或理論中得到解決問題的靈感與想法。	5	4	3	2	1	
5. 科學理論是由科學家發明的。	5	4	3	2	1	
6. 創造力在科學知識發展的過程中扮演一重要的角色。	5	4	3	2	1	
7. 科學理論的提出與建立是依賴對於自然現象客觀的整理，而與科學家的想像力無多大關係。	5	4	3	2	1	

題目	你的同意程度					
	幾乎完全同意	大致而言同意	程度幾乎相同	同意與不同意	大致而言不同意	幾乎完全不同意
8. 不同理論背景科學家對於同一現象觀察可獲得相同觀察紀錄。	5	4	3	2	1	
9. 科學家依據既有理論選擇他們認為有效方法來研究了解自然。	5	4	3	2	1	

10. 科學家可能選擇部份（非全部）實驗數據以驗證自己既有理論。	5	4	3	2	1
11. 不同理論背景科學家對於同一現象觀察可能獲得完全不同觀察紀錄。	5	4	3	2	1
12. 科學家的研究活動會受他們既有理論的影響。	5	4	3	2	1
13. 科學家可做完全客觀的觀察。	5	4	3	2	1
14. 科學探索的過程中是不會受科學家既有理論的影響。	5	4	3	2	1

題目	你的同意程度				
	幾乎完全同意	大致而言同意	程度幾乎相同	同意與不同意	大致而言不同意
15. 不同年代的科學家可能用不同的理論和方法來解釋相同的自然現象。	5	4	3	2	1
16. 有些早期的科學知識恰好和現今的科學知識相反。	5	4	3	2	1
17. 非連續性思考，也就是說觀念上突然重大改變，是許多科學家的特性。	5	4	3	2	1
18. 科學理論是恆久不變的。	5	4	3	2	1
19. 科學知識發展的過程中經歷過概念的一再變更。	5	4	3	2	1
20. 現有科學知識提供對於自然現象暫時性的解釋。	5	4	3	2	1
21. 現在被認可的科學知識可能未來會改變或甚至被捨棄。	5	4	3	2	1

題目	你的同意程度				
	幾乎完全同意	大致而言同意	程度幾乎相同	同意與不同意	大致而言不同意
22. 一個新科學理論需經科學社群大部分科學家認可才有其效力。	5	4	3	2	1
23. 科學家們有一套共同認同的觀點與方式進行科學研究。	5	4	3	2	1
24. 科學知識是經由科學家們共同討論辯證出來的。	5	4	3	2	1
25. 科學社群內討論與成果分享是科學知識成長的主要原因之一。	5	4	3	2	1
26. 有效的科學知識需經由相關領域科學家的認可。	5	4	3	2	1
27. 當代的科學家有一套共同接受的標準以評定科學研究結果的可靠性。	5	4	3	2	1
28. 科學家間的不斷討論辯證可形成更好的科學理論。	5	4	3	2	1

題目	你的同意程度				
	幾乎完全同意	大致而言同意	程度幾乎相同	同意 ： 大致而言不同	幾乎完全不同
29. 不同文化族群的人，有不同的方法或過程來獲得有效的科學知識。	5	4	3	2	1
30. 有一部份的科學知識來自民間傳說與神話。	5	4	3	2	1
31. 科學知識對不同文化族群的人有不同的價值。	5	4	3	2	1
32. 不同文化族群的人，有同樣的方法解釋自然現象。	5	4	3	2	1
33. 因科學具有普遍性和客觀性，所以各個文化下科學知識是相同的。	5	4	3	2	1
34. 科學是客觀的，因此科學獨立於民族的文化之外。	5	4	3	2	1
35. 科學知識發展受文化的影響。	5	4	3	2	1



附錄二：「Conley, Pintrich, Vekiri & Harrison(2004)科學知識觀量表」

年級：_____年_____班_____號 性別：

親愛的同學你好：

本問卷是用來瞭解你對科學的觀點，請先確實填寫基本資料，並仔細閱讀各部份作答說明後開始填寫。您珍貴的協助將使本研究得以順利完成，衷心感謝您寶貴的意見！請用下列的指標（1，2，3，4，5，6）來代表你對以下所有陳述的意見。

題 目	你的同意程度				
	非常同意	同意	同意的程度和不同意差不多	不同意	非常不同意
1. 科學家們所說的，每個人都要相信。	5	4	3	2	1
2. 你必須要相信自然課本中對於科學所提到的相關內容。	5	4	3	2	1
3. 在上自然課時，老師所說的一切都是對的。	5	4	3	2	1
4. 如果你在自然課本中讀到一些科學相關的內容，你可以確定的是這些內容是對的。	5	4	3	2	1
5. 在科學中，只有科學家們知道如何確定什麼是對的。	5	4	3	2	1
6. 科學上的所有問題都有一個正確的答案。	5	4	3	2	1
7. 從事科學研究最重要的就是要想出那一個唯一正確的答案。	5	4	3	2	1
8. 關於科學的一切，科學家們瞭解的已經非常多了；並沒有很多是需要他們再去瞭解的。	5	4	3	2	1
9. 科學知識總是對的。	5	4	3	2	1
10. 一旦科學家們從實驗中得到一個結果，這個結果應該是唯一的解答。	5	4	3	2	1
11. 對於科學中已經被認為是對的部分，科學家們總是會同意。	5	4	3	2	1
12. 在科學中，有一些現在的科學想法跟過去科學家們所想的不一樣。	5	4	3	2	1
13. 科學課本中的想法有時候會改變。	5	4	3	2	1
14. 有一些科學上的問題甚至連科學家們都沒有辦法回答。	5	4	3	2	1
15. 科學上的想法有時候會改變。	5	4	3	2	1

題 目	你的同意程度				
	非常同意	同意	同的意程度不差不同意多	不同意	非常不同意
16. 新的科學發現可能會改變科學家們認為是對的事物。	5	4	3	2	1
17. 有時候科學家們會改變他們原來認為是對的想法。	5	4	3	2	1
18. 如何從事科學實驗的想法通常來自於科學家們的好奇以及思考自然中事物是如何運作的。	5	4	3	2	1
19. 科學家們可能不只只有一種方式可以測試他們的想法。	5	4	3	2	1
20. 從科學實驗中想出一些新的想法來解釋自然中事物是如何運作的是科學中很重要的一個部分。	5	4	3	2	1
21. 最好可以重覆同樣科學實驗以確定實驗結果是不是正確的。	5	4	3	2	1
22. 科學中一些很好的想法可能來自於每一個人，而不是只來自科學家們而已。	5	4	3	2	1
23. 做實驗是確定一個科學想法對不對的好方法。	5	4	3	2	1
24. 對於科學的問題而言，一個好的答案通常是根據許多不同科學實驗所得到的證據而來的。	5	4	3	2	1
25. 在科學中，好的想法可以是來自於我們自己所提出的問題和自己做的實驗。	5	4	3	2	1
26. 我認為最好在開始做科學實驗前先有一個自己的想法。	5	4	3	2	1

附錄三：「基因改造食品論證活動」

親愛的同學你好:

這是一份關於社會-科學的議題活動，主要在了解你們對於科學性的生活議題的看法，以及經由專家學者的言論，是否會改變你原有的看法。此活動與你們的學業成績無關，請安心的作答。你的資料僅作為研究之用。你的看法將對本研究貢獻良多。謝謝。

PS:請務必填寫姓名，以方便活動後能深入訪談你的看法。

交通大學教育研究所研究生:吳玫緝

班級:_____年_____班 姓名:_____ 性別: 男 女

[活動說明]

請在進行活動之前仔細閱讀活動說明，依照說明的指示來進行活動。

1. 活動進行時間總共為 1 堂課 40 分鐘。
2. 依照活動的順序進行作答，請勿跳著作答。
3. 每一頁在框框中都有一篇文章，請閱讀完文章後，想一想在進行作答
4. 每一頁確定作答完成再翻頁，不可以再翻回前一頁去看或更改看法。
5. 請盡量寫出你的看法。



[活動一]:基因改造食品

問題一:你聽過基因改造食品嗎?

- 聽過，請用簡短的字句解釋你所知道的基因改造食品。

我所知道的基因改造食品是_____

(若不知道的請勾下一個選項)

- 曾聽過，但不知道什麼是基因改造食品
- 不曾聽過

確定作答完成了嗎?完成後→請翻下一頁

接下來讓我們來看看一些基因改造食品正反兩方的立場。

基因改造科學家:

美國農夫每一年要噴灑 44 萬公噸的農藥來對付昆蟲、雜草及真菌，但是農藥會殘留在農作物上或附近土壤中，然後滲入地下水流入河川，最後進了野生生物的體內，這一系列化學藥劑的影響，早就令人擔憂。如今大部分的基因改造作物(稻米、玉米…)都含有抗蟲害或耐除草劑的基因。抗蟲的基因改造作物可以減少殺蟲劑的使用，降低使用化學藥劑的成本，也降低作物產量的受損，最主要減低人民接觸到化學藥劑的機會，進而間接的對人體的健康有利。抗除草劑的基因改造作物，可減少農夫除草的工作，節省機器與人工等成本。

而且透過基因改造的方式，可以提高單位面積的生產量，全球自 1996 年至 2000 年為止，基因改造作物栽培面積已經從 170 萬公頃，迅速竄升到 5800 萬公頃，七年內增加 34.5 倍。

並且改造後的作物更能適應惡劣的環境，擴大農產品的栽種面積，例如乾旱（抗旱）、含高鹽分土壤或特別低溫的環境，我們就可以擴大我們種植作物的面積，因而可以增加食物的產量。

透過基因改造可以將多種營養成分集中在一種作物中，例如:使稻米含有鐵質、維生素…等。糧食不足地區的人民，藉由種植基因改造的作物就可獲得完整的營養素。



問題三：

看完以上基因改造科學家的論述後，請簡單的描述贊成基因改造科學家對於基因改造食品或作物的觀點有哪些？（請至少列 3 個）

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

閱讀完基因改造科學家的意見了嗎?請翻下一頁

世界反對基因改造行動聯盟:

如果用基因改造技術讓農作物具有製造殺蟲劑的能力，恐怕會傷及無辜的植物、昆蟲、鳥類…等生物，例如:玉米常常會被蝴蝶的幼蟲啃食，爲了要防止玉米被啃食，種入抗蛾幼蟲的基因，那這個基因對其他的生物會不會有影響?有研究指出玉米粉粒來餵食大樺斑蝶幼蟲，結果大樺斑蝶的幼蟲都死了。

若基因改造作物的殺蟲基因或耐除草劑基因進入了野草基因內，會不會造成超級野草，不知情的昆蟲或是來的不是時候的一陣風，都可能將基改作物的花粉帶到野草身上，使其受精，變成殺蟲劑殺不死的超級野草。或是原本的基因改造作物將基因傳到其他屬性相近的物種上去，使得附近屬性相近的物種都被迫基因改造。若如此會有其他的野草崛起，又會成爲另一個需要防制的野草。

基因改造食品的安全性，種入不同物種的基因，可能造成消費者產生過敏的症狀，例如:將 A 作物的基因種入 B 作物裡頭，對 A 作物過敏的消費者，就有可能因爲不知情的狀況下，吃了含有 A 作物基因的 B 作物而發生過敏症狀。

基因改造或許會對人類暫時有利，但是長遠來說說不定會造成基因和地球環境的危害，例如稻米改種同一品種，當此一品種無法適應環境生存時，那豈不是稻米都滅種了，人類也沒飯吃了。我們要維護基因多樣性，避免基因單一化的危害。

問題四：

看完以上世界反對基因改造行動聯盟的論述後，請簡單的描述世界反對基因改造行動聯盟對於基因改造食品或作物的觀點有哪些？（請至少列 3 個）

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

閱讀完世界基因改造反對聯盟的意見了嗎?請翻下一頁

附錄四：「焚化爐建立的論證活動」

親愛的同學你好:

這是一份關於社會-科學的議題活動，主要在了解你們對於科學性的生活議題時的看法，以及經由各方面的言論，是否會改變你原有的看法。此活動與你們的學業成績無關，請安心的作答。你的資料僅作為研究之用。你的看法將對本研究貢獻良多。謝謝。

PS:請務必填寫姓名，以方便活動後能深入訪談你的看法。

交通大學教育研究所研究生:吳玫緝

班級:____年____班 姓名:_____ 性別: 男 女

[活動說明] 請在進行活動之前仔細閱讀活動說明，依照說明的指示來進行活動。

6. 活動進行時間總共為 1 堂課 40 分鐘。
7. 依照活動的順序進行作答，請勿跳著作答。
8. 每一頁在框框中都有一篇文章，請閱讀完文章後，想一想在進行作答
9. 每一頁確定作答完成再翻頁，不可以再翻回前一頁去看或更改看法。
10. 請盡量寫出你的看法。

[活動一]:垃圾處理-焚化爐



問題一:

你聽過焚化爐嗎?

- 聽過，請用簡短的字句解釋你所知道的焚化爐。

我所知道的焚化爐是_____

(若不知道的請勾下一個選項)

- 曾聽過，但不知道什麼是焚化爐
- 不曾聽過

確定作答完成了嗎?完成後→請翻下一頁

接下來讓我們來看看對於「焚化廠的建立」正反兩方的立場。

當地政府環保局

垃圾焚化燃燒所產生的熱氣可供蒸氣發電，其發電量可達 45000 千瓦可供給台電、廠內使用及回饋地方溫水游泳池。廢氣處理為半乾式洗煙塔：對氯化氫去除效率達 90%以上，加入活性碳吸附劑以減少廢氣中重金屬及戴奧辛含量，濾網式集塵設備：對於粒狀污染物等有害氣體去除效率可達 95%以上，廢氣最後送至煙囪排改。垃圾焚化產生的灰渣回收金屬後落入灰燼貯坑中。灰燼送至衛生掩埋場掩埋。廢水於廠內污水處理廠以物理化學及生物處理至合乎排放標準後再循環使用。整個垃圾焚化的處理過程皆有嚴格的管控，符合環保署的標準。

而焚化處理可減少送去掩埋的垃圾量，減少成原體積的 1/10。現代化的垃圾焚化爐應用現有技術的污染控制設備符合環保署的標準。在進行焚化廠的建置前，會先進行風險評估並讓環保署及相關學者與當地民眾進行公開審核。焚化爐生產蒸氣或電力等能源，可提供台電、自用降低營運成本或是回饋鄉里。除了擔保垃圾焚化的過程一切合乎標準外，對於焚化廠附近環境也有一套規劃，像是建立公園、溫水游泳池...等提供當地居民使用，也將提供回饋金回饋附近居民。

國內焚化廠排放戴奧辛的標準皆在環保署的管控下，排放流水中戴奧辛含量低於美國與日本管制標準，一公升的排放水中所含的戴奧辛含量低於 1000 億分之 1 克，並無污染地面、地下水的疑慮。基於預防污染與環境保護的考量，環保署委託專業單位進行焚化廠流水中戴奧辛含量以及廢氣中的戴奧辛與重金屬含量進行稽查。民眾對於戴奧辛或重金屬等物質無須過度恐慌。

問題三：

看完以上當地政府環保局的論述後，請簡單的描述當地政府環保局對於當地焚化廠建立的觀點有哪些？（請至少 3 個）

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

閱讀完當地政府環保局的言論了嗎?請翻下一頁

環境保護協會

廢氣產生是焚化處理最直接的問題，其中最為大家所知的化學物為戴奧辛，戴奧辛的毒性會殘存在生物體中累積。戴奧辛的生物毒性所造成最常見症狀為氯痤瘡，損害肝臟與免疫系統、影響酵素的運作功能、消化不良及肌肉、關節疼痛、孕婦易致流產與產下畸型兒、男性荷爾蒙減少現象、色素沈著、皮膚脆弱、出疹、出水泡、視力受損及膽硬脂血症...的人體影響。要破解戴奧辛需以熱處理法為最可行的方法，處理溫度至少需達到 850°C 以上，含量高的需達 1,000°C 以上，才能將戴奧辛破壞，焚化處理設施則須在燃燒室出口中心溫度應保持 1,000°C 以上，燃燒氣體滯留時間在 2 秒以上，才能將破壞去除效率達 99.999% 以上。

而像焚化過程中所產生的重金屬硫氧化物、氮氧化物、鉛、無機汞、甲基汞、錳、鎳、鎘、錫、鋅、砷...等若是處理不當，使其外洩，對於環境與人體健康會造成重大影響，且排放的廢氣會造成空氣的污染，廢水若沒有管制好隨意排放恐將影響當地的河川生態以及水質。環保署無法確保焚化爐所排放的廢氣中有毒物質的含量時時刻刻都在標準質之下，像戴奧辛的檢測非常昂貴環保署目前只一年抽檢幾次，如此的檢驗頻率如何能嚴密監測其排放值。

且垃圾焚化廠設備費用昂貴，需較大投資。操作及維護費用也高。而若垃圾焚化廠建立完成後，為了符合成本，每天需有固定量的垃圾進行焚化，而目前台灣正朝向「垃圾零廢棄」，目前每年的垃圾量均逐漸遞減，將來一定會面臨到因垃圾量不足使得垃圾焚燒的成本變高。

問題四：

看完以上環境保護協會的論述後，請簡單的描述環境保護協會對於當地焚化廠的建立的觀點有哪些？（請至少 3 個）

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

閱讀完環境保護協會的言論了嗎?請翻下一頁

