

國立台東大學教育學系（所）

碩士論文

指導教授：熊同鑫 先生

台東區國高中生對科學與科學本質態度調查研究

研 究 生：林品蓁 撰

中華民國九十七年七月

國立台東大學  
學位論文考試委員審定書

系所別：教育學系(所)教育研究碩士班

本班 林品蓁 君

所提之論文 台東區國高中生之科學與科學本質態度調查研究

業經本委員會通過合於 ☒ 碩士學位論文 條件  
☐ 博士學位論文

論文學位考試委員會：

楊 志 弟  
月 志 弟

(學位考試委員會主席)

張 志 弟

熊 同 鑫

(指導教授)

論文學位考試日期：97 年 07 月 27 日

國立台東大學

- 附註：1.一式二份經學位考試委員會簽後，送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。  
2.本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

# 博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 教育學 系(所)

九十六 學年度第 二 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：台東區國高中生對科學與科學本質態度調查研究

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

| 同意                                  | 不同意                      | 單 位                    |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 國家圖書館                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 本人畢業學校圖書館              |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者 |

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

☒ 同意 ☐ 不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請

文號為：\_\_\_\_\_，請將全文資料延後半年再公開。

## 公開時程

| 立即公開 | 一年後公開                               | 二年後公開 | 三年後公開 |
|------|-------------------------------------|-------|-------|
|      | <input checked="" type="checkbox"/> |       |       |

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：熊同鑫 (親筆簽名)

研究生簽名：林品蓁 (親筆正楷)

學 號：G29400016 (務必填寫)

日 期：中華民國 97 年 7 月 29 日

1. 本授權書 (得自 <http://www.lib.ntu.edu.tw/theses/> 下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2. 依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議：研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本: 2008/05/29

## 謝 誌

到台東念研究所，對我來說是當時最好的選擇，事實證明也的確如此。兩年修學分、半年出國進修、半年完成論文，如今畢業，一路走來，踏實而豐碩，無愧於己，希望也是無負於家人的期待。

今日的收穫，有賴東大教育學系（所）所有教導過我的老師，奠定了我研究相關的知識基礎，熊同鑫教授的「教育研究法」及「質性研究」、梁忠銘教授的「多元文化教育」、黃毅志教授的「教育社會學」、鄭耀男教授的「教育行政專題」、鄭承昌教授的「應用統計」、連廷嘉老師的「資料分析」、蔡東鐘教授的「資訊科技與教育研究」、陳淑麗教授的「學習困難診斷方法」等等，系所教授莫不以其豐富的學術涵養及系統化的教學設計，協助我建構研究知識體系，此外，因擔任張如慧教授的「原住民女性教師在原住民族教育中之課程與教學實踐經驗」及「九年一貫課程與教學深耕計畫—大學與國民中小學攜手合作計畫」行政助理，領略其具條理且有效率的處事方式，以及陳淑麗教授的「95 年度台東縣之教育部攜手計畫課後扶助方案」之補救教學執行教師，習得個別化教學設計與實施的能力，再者，特別是指導老師熊同鑫教授更提供了我多元的學習機會，從撰寫「國小自然科教師專業發展策略之研究—應用概念診斷測驗與教學模組於提昇教師科學教學知能之研究：以星象及聲音概念為例」之教學計畫及「Driver & Oldham 的五階段學習環式對提升職前教師自然科學教學知識之研究」之研究計畫，至擔任「社會脈絡變遷中科學課程之區塊研究」及「台東大學師範學院創意師資選才與培育計畫」之研究助理，除了得以擁有更寬廣的視野，浸淫在專業領域的研究中，更厚植我規畫主題及執行研究的能力。值此，窺知學術專業之浩瀚，期許自己一步一腳印，深耕自己的研究學養。

其次，經過碩班這個階段的研究訓練，深刻體會諸多因素可能影響研究成果，「影響」二字不帶有好壞或是對錯的評價，很多事情的判斷，其實是個人信

念問題，換句話說，如對於某件事有高動機，便會覺得它有意義，反之，若缺乏動機，則認為它無價值。因此，在自己能掌握的範圍盡力發揮，那就是對得起自己了，至於，「好壞」是見仁見智的問題，「對錯」因人時地物不同會有改變，「做好自己」該是最重要的了。

最後，感謝指導老師熊同鑫教授、口試委員熊召弟教授及張文華教授對個人論文的建議，使個人的論文結構及鋪陳益臻嚴謹，以及所有接受問卷調查和個別晤談的學生協助進行研究，使個人的論文得以完成，我相信對於部分學生來說，「科學」代表艱澀、難懂的知識，但如同張大春在《認得幾個字》所述，「即使學生自知所學有限，對文字的理解不足，也努力將字詞做準確的連結，努力構想了意義」。由衷感謝學生們勇於嘗試，認真回應。真的，萬分感激！希望所得到的成果，能提供教育現場參考，有助於提昇學生的學習果效。

品蓁 謹誌

2008.07.30



# 台東區國高中生對科學與科學本質態度調查研究

林品蓁

## 摘要

本研究旨在探討不同背景變項（學校／年級／性別／族群）的台東地區國高中生對科學與科學本質態度之差異及看法。以七、九、十、十二年級之 1758 位學生為施測對象，「學生之科學與科學本質態度問卷」為工具，進行問卷調查，分析學生在科學與科學本質態度的差異；另選取 33 位學生實施個別晤談，瞭解學生在科學與科學本質態度的看法。

依據單因子變異數分析、獨立樣本 t 檢定之統計分析結果顯示：（一）四個背景變項在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」及分量表四「科學知識的驗證性」存有顯著差異；（二）不同學校、年級及族群變項在分量表五「科學研究對社會的重要性」呈現顯著差異；（三）四個背景變項在分量表六「對科學研究工作的熱忱」無顯著差異。

解析訪問調查所蒐集的晤談內容，獲致下列結果：（一）受訪學生對科學本質的態度傾向當代觀點。（二）半數以上的受訪學生表示有學習科學的意願，但亦有超過半數的受訪學生以從事非科學工作為志向。（三）學生對科學態度存有非正向表意的看法，普遍對科學家意象、科學工作存有負面的印象，故對選擇科學事業的態度不積極。

**關鍵詞：**科學本質、科學態度、科學本質態度



# **An investigation of students' attitude toward to science and nature of science in Taitung, Taiwan**

Pin-Chen Lin

## **Abstract**

The purpose of this research is to comprehend the influence of the background of high school students and teachers. 1758 seventh, ninth, tenth, and twelfth grades in Taitung responded to the scale of the attitude toward science and nature of science by Neuhaus, Sandmann, & Chang (2006), including six subscales—source of science knowledge, certainty of science knowledge, development of science knowledge, justification of science knowledge, importance of science research for society, enthusiasm to work in the field of science research. Data analysis uses chi-square, one-way ANOVA, and t-test. The study revealed that the adolescents with different school, grade, gender, and race had variant perspectives on several items of all subscales. However, 33 interviewees with positive scientific attitude gave coherency—contemporary viewpoints except the sixth subscale in the interviews. Moreover, researcher thought the inadequate learning of the science resulted in the understanding of science and nature of science.

Keywords : nature of science (NOS), the attitude toward science,  
the attitude toward nature of science

# 目 次

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 目 次.....                 | I   |
| 圖 目 次.....               | III |
| 表 目 次.....               | V   |
| 第一章 緒論.....              | 1   |
| 第一節 研究動機與目的.....         | 1   |
| 第二節 研究問題.....            | 2   |
| 第三節 名詞釋義.....            | 3   |
| 第二章 文獻探討.....            | 5   |
| 第一節 科學本質的重要性及內涵.....     | 5   |
| 第二節 傳統與當代的科學本質觀點.....    | 17  |
| 第三節 學生科學本質觀的相關研究.....    | 19  |
| 第三章 研究設計與實施.....         | 27  |
| 第一節 研究架構.....            | 27  |
| 第二節 研究假設.....            | 27  |
| 第三節 研究樣本.....            | 27  |
| 第四節 研究工具.....            | 28  |
| 第五節 實施程序與步驟.....         | 31  |
| 第六節 資料處理與分析.....         | 32  |
| 第四章 研究結果與討論.....         | 35  |
| 第一節 從統計數據分析差異.....       | 35  |
| 第二節 從晤談資料檢視學生科學本質信念..... | 75  |



## 目 次 (續)

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第五章 結論與建議.....                   | 139 |
| 第一節 結論.....                      | 139 |
| 第二節 建議.....                      | 143 |
| 參考文獻.....                        | 145 |
| 附 錄.....                         | 151 |
| 附錄一 項目分析表.....                   | 151 |
| 附錄二 解說總變異量.....                  | 152 |
| 附錄三 轉軸後的成份矩陣.....                | 153 |
| 附錄四 「學生之科學與科學本質態度問卷」(正式問卷) ..... | 154 |

## 圖 次

|        |                                   |    |
|--------|-----------------------------------|----|
| 圖 2_ 1 | 影響學生科學與科學本質態度的因素 .....            | 25 |
| 圖 3_ 1 | 研究流程圖 .....                       | 31 |
| 圖 4_ 1 | 不同學校學生之互異或非為當代觀點的意見百分比統計直方圖 ..... | 45 |
| 圖 4_ 2 | 不同年級學生之互異或非為當代觀點的意見百分比統計直方圖 ..... | 55 |
| 圖 4_ 3 | 不同性別學生之互異或非為當代觀點的意見百分比統計直方圖 ..... | 63 |
| 圖 4_ 4 | 不同族群學生之互異或非為當代觀點的意見百分比統計直方圖 ..... | 71 |





## 表 次

|        |                                           |    |
|--------|-------------------------------------------|----|
| 表 2_ 1 | 科學本質能力指標的內涵解讀對照表 .....                    | 7  |
| 表 2_ 2 | 科學本質內涵解讀的分項說明 .....                       | 14 |
| 表 2_ 3 | 相關研究文獻列表 .....                            | 19 |
| 表 3_ 1 | 有效樣本結構 .....                              | 27 |
| 表 3_ 2 | 「學生之科學與科學本質態度問卷」的科學本質內涵一覽表 .....          | 29 |
| 表 3_ 3 | 受訪學生晤談內容的編碼方式 .....                       | 33 |
| 表 4_ 1 | 不同學校對各分量表的單因子變異數分析摘要表 .....               | 36 |
| 表 4_ 2 | 不同學校學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計 .....     | 38 |
| 表 4_ 3 | 不同學校學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計 .....    | 39 |
| 表 4_ 4 | 不同學校學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計 .....    | 40 |
| 表 4_ 5 | 不同學校學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計 .....    | 41 |
| 表 4_ 6 | 不同學校學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計 ..... | 42 |
| 表 4_ 7 | 不同學校學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計 .....  | 43 |
| 表 4_ 8 | 不同學校學生對各分量表同意程度的均數排名 .....                | 44 |

## 表 次 (續)

|         |                                          |    |
|---------|------------------------------------------|----|
| 表 4_ 9  | 不同年級對各分量表的單因子變異數分析摘要表 .....              | 46 |
| 表 4_ 10 | 不同年級學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計.....     | 48 |
| 表 4_ 11 | 不同年級學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計.....    | 49 |
| 表 4_ 12 | 不同年級學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計.....    | 50 |
| 表 4_ 13 | 不同年級學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計.....    | 51 |
| 表 4_ 14 | 不同年級學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計..... | 52 |
| 表 4_ 15 | 不同年級學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計.....  | 53 |
| 表 4_ 16 | 不同年級學生對各分量表同意程度的均數排名 .....               | 54 |
| 表 4_ 17 | 不同性別對各分量表的獨立樣本 t 檢定分析摘要表 .....           | 56 |
| 表 4_ 18 | 不同性別學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計.....     | 57 |
| 表 4_ 19 | 不同性別學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計.....    | 58 |

## 表 次 (續)

|        |                                          |    |
|--------|------------------------------------------|----|
| 表 4_20 | 不同性別學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計.....    | 59 |
| 表 4_21 | 不同性別學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計.....    | 60 |
| 表 4_22 | 不同性別學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計..... | 60 |
| 表 4_23 | 不同性別學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計.....  | 61 |
| 表 4_24 | 不同性別學生對各分量表同意程度的均數排名 .....               | 62 |
| 表 4_25 | 不同族群對各分量表的獨立樣本 t 檢定分析摘要表 .....           | 64 |
| 表 4_26 | 不同族群學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計.....     | 65 |
| 表 4_27 | 不同族群學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計.....    | 66 |
| 表 4_28 | 不同族群學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計.....    | 67 |
| 表 4_29 | 不同族群學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計.....    | 68 |
| 表 4_30 | 不同族群學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計..... | 69 |



## 表 次 (續)

|         |                                         |     |
|---------|-----------------------------------------|-----|
| 表 4_ 31 | 不同族群學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計..... | 69  |
| 表 4_ 32 | 不同族群學生對各分量表同意程度的均數排名 .....              | 70  |
| 表 4_ 33 | 分量表一「科學知識的來源」各題項之受訪學生的看法次數統計 .          | 76  |
| 表 4_ 34 | 分量表二「科學知識的確定性」各題項之受訪學生的看法次數統計 .....     | 86  |
| 表 4_ 35 | 分量表三「科學知識的發展性」各題項之受訪學生的看法次數統計 .....     | 95  |
| 表 4_ 36 | 分量表四「科學知識的驗證性」各題項之受訪學生的看法次數統計 .....     | 107 |
| 表 4_ 37 | 分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項之受訪學生的看法次數統計.....   | 118 |
| 表 4_ 38 | 分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項之受訪學生的看法次數統計.....    | 124 |
| 表 4_ 39 | 能力指標與問卷內容之科學本質內涵對照表 .....               | 133 |
| 表 4_ 40 | 受訪學生在開放式問題的看法詮釋之一（探索的現象） .....          | 135 |
| 表 4_ 41 | 受訪學生在開放式問題的看法詮釋之二（探索的方法） .....          | 136 |

# 第一章 緒論

「培養學生的科學素養」是近年來學界關注的焦點，從探討科學哲學的演變、科學本質的認識論，進一步瞭解教師、學生的科學本質觀，思及課程設計、教材運用、學科教學、情境學習等因素對教學成效之影響，國內外相關研究不一而足，莫不以提昇科學本質觀為要務。儘管如此，在學術界受廣泛討論，卻仍可能為實務現場所忽視。然而，科學本質觀是否悉數適用於所有學校、每位學生？應讓學生瞭解的科學本質觀層面的深度為何？又或該簡化多少科學本質概念以利學生學習(Bell, 2004)？為當今科學教育宜審慎考量的重要課題。

## 第一節 研究動機與目的

協助學生發展科學本質概念是近五十年科學教育一直努力的核心目標，American Association for the Advancement of Science〔AAAS〕於1990年與National Research Council〔NRC〕於1996年，將瞭解科學本質列為民主政治國家中的國民應具備的基本科學素養，此外，提昇教師與學生的科學本質觀更是實徵研究關注的焦點，多項研究指出科學本質應被視為一種認知學習，透過有計畫的明示教學，尤其是運用概念改變教學模式，不僅能增進學習成效，更可有效促使學生反思其信念、內化其科學本質觀，甚且，在實務面，相關科學事業均有瞭解科學本質的必要性。因此，探討學生的科學與科學本質觀實為研究者進行本研究的關鍵第一步(Abd-El-Khalick, 2004)。

其實，若為了讓學生具備科學本質概念，何需專家學者大費周章地歷經五十年辛苦研究？何必在實務現場耗費眾多的人力、物資與心力！不如就讓教師直接講述概念，學生負責記憶即可，說不定更能彰顯成效？事實上，在文明躍進發展、知識日新月異、資訊無國界的當代，擁有知識的重要性遠不如思考力（蕭瑞麟，

2006)，換句話說，如果一個人僅能轉述別人的觀點，與他人意見交流，卻缺乏自己的看法、主張，充其量也只是人云亦云而已。相形之下，學生思考力的培養是我們教育工作者更應重視的目標。

我們該如何啓發學生對科學本質概念的思考力？Schwartz and Crawford (2004) 綜合多位學者研究結果，強烈建議透過探究教學，提供學生進行科學探究的機會，以增進科學概念的理解、瞭解科學探究的本質、發展科學探究的技能。而這些目標的達成與否，則植基於教師具備相關的教學知能，易言之，教師教學信念的隱含、科學本質素養的具備、教學活動的實施、課程內容的設計、學習情境的鋪陳、教室座位的安排、討論文化的營造、學生過去的學習經驗等等（Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Lederman, 1995; 翁秀玉、段曉林，1998），皆可能是影響科學本質的傳達成效、學生明白科學本質真實面貌、學生秉持的科學本質觀及學生對科學本質的理解之關鍵因素。

除前述已被探討之因素，學生的科學本質觀是否與其族群文化背景、年級相關，在過往的研究中，並無太多的論述。研究者因地利之故，思考以台東地區學生為研究對象，探討影響學生科學本質態度之因素。並期透過研究設計，探知相關因素的交互關係，或可提供為學校在科學教育發展之參考。

## 第二節 研究問題

依據上述動機與目的，提出研究問題如下：

- 一、不同背景變項〈學校/年級/性別/族群〉的台東區學生在科學與科學本質態度是否存有差異？
- 二、不同背景變項〈學校/年級/性別/族群〉的台東區學生在科學與科學本質態度的看法為何？

### 第三節 名詞釋義

#### 一、科學本質

較普遍的說法是科學知識在發展過程中所論及的內在價值和假設（柳信榮，2003）。唯除了「科學的世界觀」向度外，「科學探究活動」及「科學事業」向度（AAAS, 1994）二者亦為科學本質的重要構面。其內涵包括暫時性、經驗性、觀察是理論蘊含、批判的論證型態、創造性、受主流價值體系影響、統整性、合作的研究模式，及觀察與推論功能的區辨、理論與定律間的關係、無一適用所有情況的單一科學方法，皆為目前科學研究與科學教育所重視的科學本質觀點（Abd-El-Khalick, 2004）。

#### 二、科學態度

科學（精神與）態度（教育部，2003）意謂求真求實的處事原則、對科學之美的感受力及喜愛探究等構念。

#### 三、科學本質態度

科學本質態度係指對科學本質觀點屬傳統的邏輯實證主義或當代的建構主義。



## 第二章 文獻探討

### 第一節 科學本質的重要性及內涵

「素養」一詞原指具備讀和寫的能力，據以延伸「科學素養」定義，可謂為具備科學與科技的基本知識及運用能力之意，一如教育部（2003）主張「素養」蘊涵於內，即為知識、見解與觀念；表現於外，即為能力、技術與態度。以探究的方式認識科學的本質，養成重視證據和講道理的處事習慣，面對問題能持以好奇及積極探討、瞭解並設法解決的態度，統稱為「科學與科技素養」。依屬性和層次分項，可分為六大成分：（一）過程技能、（二）科學認知、（三）科學本質、（四）科學態度、（五）思考技能、（六）科學應用。其中第三大成分「科學本質」，正為科教學者近年關切的核心議題。舉例說明，張簡明旺、黃志賢與高慧蓮（2002）引用 Yager 於 1990 年提出，國民應充分瞭解科學的六大領域中之第六點——科學本質的世界觀領域（world view domain）以及張玲齡（2004）綜觀國外相關科學素養文獻，表述「科學本質」是各家的交集，未經久而逝、歷代而易。因此，實有必要對科學本質內涵做一概括性的瞭解。

依「科學的世界觀」、「科學探究活動」、「科學事業」（AAAS,1994）三向度，探析科學本質內涵，Aikenhead（1987）定義科學本質為科學—技學—社會的交互作用（STS）、科學知識的本質、科學家的本質。McComas, Clough and Almazroa（1998）彙整文獻，提出科學本質的內涵有科學哲學、科學心理學、科學社會學與科學史。部分學者（McComas, Clough, & Almazroa, 1998; Rubba & Andersen, 1978; 翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮，2006；劉振中、熊召弟，2002）進一步解釋，認為「科學的世界觀」及「科學探究活動」向度具有無關道德性（道德中立）、簡潔性（精簡性）、公開性、統整性、創造性、革新性、發展性、暫時性、動態性、建構性、經驗性、觀察是理論蘊含的、可驗性（實證性）、可複製性、獨特性、共通性的特質，「科學事業」向度，隱含複雜的社會活動、受文化價值的影

響、合作的研究模式、普遍的道德規範、批判的論證型態、由典範和信念主導、與科技發展相輔相成(McComas, Clough, & Almazroa, 1998; 王靜如、張靜儀, 2001; 柳信榮, 2003; 高慧蓮, 2006) 的內涵。

事實上，因受到不同時代之科學哲學與史學的影響，學者對科學本質內涵有不同的詮釋(高慧蓮, 2006)，研究者閱讀國內外兩大科教改革——AAAS(1994)、教育部(2003)所提出學生應具備的科學本質內涵，參考高慧蓮與蘇明洲(2004)、張簡明旺、黃志賢與高慧蓮(2002)、陳文典(2005)對國民中小學九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要之科學與科技素養分段能力指標中「科學本質」部分的分析，做一對照及解讀(如表 2\_1、表 2\_2)，協助研究者逐條認識及瞭解 AAAS、教育部的分段能力指標之科學本質內涵，釐清國內外兩大科教改革在科學本質內涵的異同，以之為研究設計的判準，並形成科學教育的改進建議。

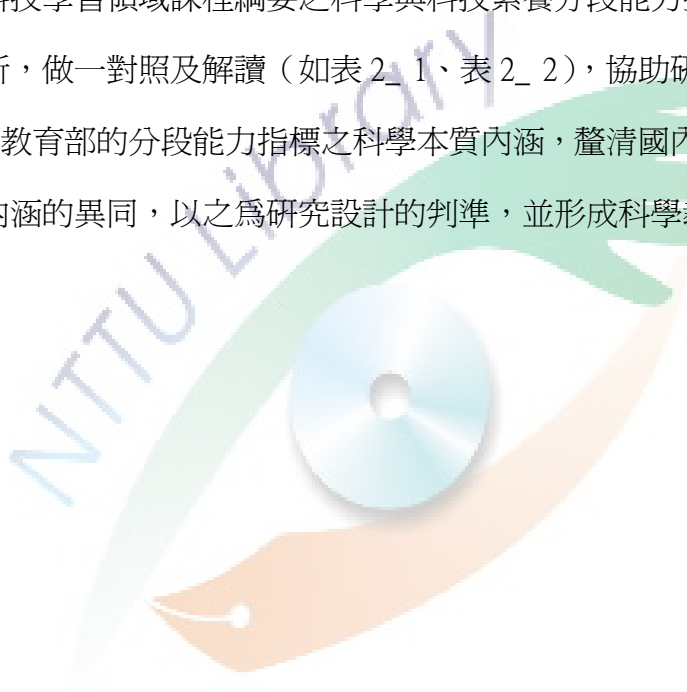




表 2\_1 科學本質能力指標的內涵解讀對照表

| 科學本質內涵的解讀   |                                                                                                         | AAAS(1994)                                                                                              | 教育部（2003） |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| （一）科學的世界觀   |                                                                                                         |                                                                                                         |           |
| 可複製性        | 1.1 當重製前人的計畫完成科學研究，我們預期可以得到相似的結果。（二年級）                                                                  | 3-2-0-2 察覺只要實驗的情況相同，產生的結果會很相近。（國小三、四年級）                                                                 |           |
| 共通性         | 1.2 不同場域的科學研究工作大體上是相同的。（二年級）                                                                            | 3-4-0-6 相信宇宙的演變，有一共同的運作規律。（國中一、二、三年級）                                                                   |           |
| 獨特性         | 1.3 因為無法預期、不為人知的事件發生，或在該情境中未能落實研究方法等因素，使相似的科學研究的結果未盡相同。（三到五年級）                                          | 3-2-0-3 相信現象的變化，都是由某些變因的改變所促成的。（國小三、四年級）<br>3-3-0-5 察覺有時實驗情況雖然相同，也可能因存在著未能控制的因素之影響，使得產生的結果有差異。（國小五、六年級） |           |
| 研究可信度       | 1.4 相似的研究得到不同結果，需要進一步調查其中的差異；反之，如是得到相似的結果，也必須累積足夠的研究次數，才能獲得科學社群的認可。（六到八年級）                              |                                                                                                         | —         |
| 動態性（暫時性）    | 1.5 科學知識必須依新資訊的產生和新理論的發現而修正。（六到八年級）<br>1.9 科學知識具動態及連續性的特質。（九到十二年級）<br>1.10 世界上沒有絕對的真理，理論是日新月異的。（九到十二年級） | 3-4-0-4 察覺科學的產生過程雖然嚴謹，但是卻可能因為新的現象被發現或新的觀察角度改變而有不同的詮釋。（國中一、二、三年級）                                        |           |
| 經久性         | 1.6 有些科學知識已存在久遠，至今仍適用。（六到八年級）                                                                           |                                                                                                         | —         |
| 無關道德性（道德中立） | 1.7 有些事件或行為因其非客觀、關乎道德的性質，無法有效地用科學方法衡量；時而有以科學方法做為驗證媒介的情形，但非意謂將其視為評斷的標準。（六到八年級）                           |                                                                                                         | —         |



表 2\_1 科學本質能力指標的內涵解讀對照表（續）

|                        |                                                       |                                                                                |
|------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 可驗性（實證性）               | 1.8 科學家認為浩瀚的宇宙存有基本法則，透過精細且具系統化的研究必可發現。（九到十二年級）        | 3-2-0-1 知道可用驗證或試驗的方法來查核想法。<br>（國小三、四年級）                                        |
|                        |                                                       | 3-3-0-1 能由科學性的探究活動中，了解科學知識是經過考驗的。（國小五、六年級）                                     |
|                        |                                                       | 3-4-0-1 體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識。<br>（國中一、二、三年級）                                    |
| 觀察是理論蘊含的               | —                                                     | 3-4-0-2 能判別什麼是觀察的現象，什麼是科學理論。<br>（國中一、二、三年級）                                    |
| 統整性                    | —                                                     | 3-4-0-3 察覺有些理論彼此之間邏輯上不相關連，甚至相互矛盾，表示尚不完備。好的理論應是有邏輯的、協調一致、且經過考驗的知識體系。（國中一、二、三年級） |
| （二）科學探究活動              |                                                       |                                                                                |
| 經驗性                    | 2.1 人類透過觀察及實際操作來學習。（二年級）                              | 3-1-0-1 能依照自己所觀察到的現象說出來。（國小一、二年級）                                              |
| STS                    | 2.2 運用工具可以觀察到更多的訊息。（二年級）                              | —                                                                              |
| 研究可信度                  | 2.3 儘可能對事物做正確描述，使可與別人比較觀察結果。（二年級）                     | —                                                                              |
|                        | 2.4 釐清不同的觀察結果比爭論誰的觀察結果是正確的更重要。<br>（二年級）               |                                                                                |
|                        | 2.6 科學研究的結果鮮少有完全相同的，但如果有顯著差異者，要小心求證，找出造成差異之所在。（三到五年級） |                                                                                |
|                        | 2.11 主觀經驗會導致觀察過程及研究結果偏頗，宜採三角檢證維持公正客觀。（六到八年級）          |                                                                                |
| 研究多面性                  | 2.5 科學研究的形式多元、主題廣泛。（三到五年級）                            | —                                                                              |
| 觀察是理論蘊含的、<br>受主流價值體系影響 | 2.7 科學家依自己所見所思詮釋觀察的事物，並與科學社群達成共識。（三到五年級）              | —                                                                              |
| 建構性                    | 2.8 科學家以證據支持及邏輯推論其研究成果。（六到八年級）                        | 3-3-0-3 發現運用科學知識來作推論，可推測一些事並獲得證實。（國小五、六年級）                                     |
|                        |                                                       | 3-4-0-5 察覺依據科學理論做推測，常可獲得證實。<br>（國中一、二、三年級）                                     |

表 2\_1 科學本質能力指標的內涵解讀對照表（續）

|                 |                                                                                                            |                                                                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 共通性             | 2.9 科學研究通常包括證據蒐集、邏輯論證、有意義的詮釋、想像力的運用。(六到八年級)                                                                | 3-4-0-7 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據。(國中一、二、三年級)                     |
|                 | 2.15 科學家對科學研究過程有一定的共識，例如：證據的價值、邏輯思辨、想像力、機緣，皆是其共通要素。(九到十二年級)                                                |                                                                                                  |
| 合作的研究模式         | 2.10 為避免實驗以外的變項影響結果，科學家協力研究，考量情境中可能必須控制的因素。(六到八年級)<br>2.16 科學家組成研究團隊，檢核研究設計、資料分析、研究發現、研究結果，避免偏見產生。(九到十二年級) | —                                                                                                |
| 統整性、創造性         | 2.12 研究源自於探索新現象、檢核先前的結果、測試理論預測的好壞、比較不同的理論。(九到十二年級)                                                         | 3-1-0-2 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。(國小一、二年級)<br>3-3-0-4 察覺在「以新觀點看舊資料」或「以新資料檢視舊理論」時，常可發現出新問題。(國小五、六年級) |
| 統整性             | 2.13 研究假設有助於聚焦資料蒐集的範疇及導引新舊資料的詮釋。(九到十二年級)                                                                   | —                                                                                                |
| 漏斗式研究           | 2.14 實務現場或倫理議題無法為了獲得證據而控制情境，相反的，科學家會試圖進行一個大範圍的觀察以覺察出該情境的模式。(九到十二年級)                                        | —                                                                                                |
| 批判的論證型態、統整性、創造性 | 2.17 短期研究著眼在新看法與主流觀點不十分吻合時，需接受強有力批判的考驗；長期研究重視理論間的相互符應，完善地解釋觀察的事實及有效的預測新發現。(九到十二年級)                         | —                                                                                                |
| 受主流價值體系影響       | 2.18 新觀點源自許多研究的貢獻及非預期中的發現，也往往受限於情境脈絡，不為科學社群認同。(九到十二年級)                                                     | —                                                                                                |
| 侷限性（科學的限制）      | —                                                                                                          | 3-3-0-2 知道有些事件(如飛碟)因採證困難，無法做科學性實驗。(國小五、六年級)                                                      |

表 2\_1 科學本質能力指標的內涵解讀對照表（續）

| （三）科學事業 |                                                                                                                                                                                                        |                                       |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 無排他性    | 3.1 每個人都可以從事科學工作、發明事物及創造理論。（二年級）<br>3.4 科學工作是每個人皆能參與的一項冒險活動。（三到五年級）<br>3.6 有各種年齡層、不同背景的人以多樣的運作形式從事科學工作。（三到五年級）                                                                                         | —                                     |
| 合作的研究模式 | 3.2 以團隊的型態進行科學研究，成員彼此溝通分享、集思廣益。（二年級）                                                                                                                                                                   | —                                     |
| 經驗性     | 3.3 仔細觀察動植物可以學習很多知識，但要留心那些生物的生長條件，俾利在教室養育時提供所需。（二年級）                                                                                                                                                   | —                                     |
| 批判的論證型態 | 3.5 清晰的溝通是從事科學研究很重要的一部份，它使其他科學家了解科學研究如何進行，做為相互評論的基礎。（三到五年級）                                                                                                                                            | 6-3-1-1 對他人的資訊或報告提出合理的求證和質疑。（國小五、六年級） |
| 累積性     | 3.7 科學、數學、技學的進步來自於不同時空的很多人的貢獻。（六到八年級）<br>3.15 當代科學植基於五百年前的歐洲傳統，今日來自各文化的人們對其均有貢獻。（九到十二年級）                                                                                                               | —                                     |
| 不平等待遇   | 3.8 女性同胞、少數族群因受限於自身的教育程度及就業機會，被排拒、忽視於科學社群的正式工作之外，甚至頂尖卓越人才亦然。（六到八年級）                                                                                                                                    | —                                     |
| STS     | 3.9 不論誰在何時何地從事科學、數學研究或發明，產出的知識和技術終將成為每個人生活的一部分。（六到八年級）<br>3.10 科學家為任何機構服務，工作範疇上至天文、下至地理。（六到八年級）<br>3.12 電腦提高且擴展人們蒐集、編碼、分析資料，準備研究報告及分享資訊、意見的能力。（六到八年級）<br>3.16 科學發明的過程取決於社會中發生的事件；史實依科學、技學發展而定。（九到十二年級） | —                                     |

表 2\_1 科學本質能力指標的內涵解讀對照表（續）

|           |                                                                                                                                                                  |                                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 倫理關懷      | 3.11 在研究倫理上，進行與人相關的科學研究，需盡充分告知其風險與利益的義務，研究對象有拒絕參與的權利；對於動物並須提供特別照護。（六到八年級）<br>3.18 研究倫理的問題會出現當某人被通知為研究對象時，此舉對研究過程及結果或多或少有潛在影響及風險，但科學家認為參與與否端視個人理念，非關專業信仰。（九到十二年級） | —                                                                |
| 研究可信度     | 3.13 準確地記錄資料、無偏見的態度及可重製研究是研究者在科學社群中維持信用的必要原則。（六到八年級）<br>3.20 蓄意的詐騙行為在同業評論及公開發表的科學研究傳統中是不被允許的，違反者可能會很快地被發現，受科學社群譴責，並很難再贏得其他科學家的尊敬。（九到十二年級）                        | 3-4-0-8 認識作精確信實的紀錄、開放的心胸、與可重做實驗來證實等，是維持「科學知識」可信賴性的基礎。（國中一、二、三年級） |
| 歷史經驗      | 3.14 埃及、希臘、中國、印度、阿拉伯古文明有很多科學、數學的理論及技術的發明。（九到十二年級）                                                                                                                | —                                                                |
| 統整性       | 3.17 各學術領域的界線並不明顯，時而有新舊交替的情況。但他們有共通的目標及哲學觀，因此，科學家偶爾運用其他領域的知能進行研究。（九到十二年級）                                                                                        | —                                                                |
| 術業有專攻     | 3.19 科學家在其專業領域能以自身擁有的資訊、洞察力、分析技術，幫助人們瞭解事件發生的原因及可能出現的影響，反之，則有所限制。（九到十二年級）                                                                                         | —                                                                |
| 受主流價值體系影響 | 3.21 聯邦政府、業界、私人基金會的資助會影響科學研究的方向。（九到十二年級）                                                                                                                         | —                                                                |

註：此表由研究者自行彙整

由表 2\_1 可知，教育部（2003）所提出學生應具備的科學本質能力指標與 AAAS（1994）相較，「科學的世界觀」向度，教育部列出十條，AAAS 列出十條；「科學探究活動」向度，教育部列出七條，AAAS 列出十八條；「科學事業」向度，教育部列出二條，AAAS 列出二十一條。顯示教育部明列之科學本質能力指標較為簡要，且於「科學事業」向度尤見懸殊。

檢視「科學的世界觀」向度，雖 AAAS（1994）、教育部（2003）條列之能力指標數量相同，但解讀二者所隱含之內涵，AAAS 偏重科學的動態性（暫時性）本質，教育部偏重科學的可驗性（實證性）本質；換言之，AAAS 強調認知取向，而教育部強調過程取向。

接著，AAAS（1994）在「科學探究活動」向度呈現了十四項科學本質內涵——經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、建構性、共通性、合作的研究模式、批判的論證型態、漏斗式研究、統整性、創造性、觀察是理論蘊含的、受主流價值體系影響，而教育部（2003）缺漏科學之研究可信度、研究多面性、漏斗式研究、合作的研究模式、觀察是理論蘊含的、批判的論證型態、STS、受主流價值體系影響的本質內涵陳述，意謂於此向度教育部未提及：一、與「研究」相關的知能，二、理論與實務的關係。加以「科學事業」向度，教育部未呈現 AAAS 的另外六項科學本質內涵——無排他性、累積性、不平等待遇、倫理關懷、歷史經驗、術業有專攻。假若教學現場忠實施行九年一貫課程，可能造成學生對科學研究的認知不足或偏誤，進而影響對科學家的意象、科學工作的評價及選擇科學事業的態度。

繼表 2\_1，研究者進一步以科學本質內涵為主軸，條列科學本質內涵的各項說明，並分列出所涵蓋之 AAAS（1994）、教育部（2003）的科學能力指標，彙整成表 2\_2。顯見 AAAS 不探討無法以科學檢證進行研究——侷限性（科學的限制）的事件（如：飛碟），意即對非真實之現象採取不歸屬於科學本質之列的態度。另外，即便當前的哲學主流思潮為建構主義，AAAS 同時認可傳統邏輯實證主義

的科學本質觀（經久性、累積性、歷史經驗）存在，並無將能力指標完全劃歸於當代科學本質觀的態度，從陳文靜（1999）的研究可理解前述 AAAS 的態度合於事實——陳文靜發現學生因某科學家的理論被推翻而主張「科學知識具暫時性」，反之，則認為「科學知識具經久性」。至於，教育部明列之能力指標中未納入的科學本質觀點——合作的研究模式、漏斗式研究、研究多面性、STS、術業有專攻（科學家身分）、無排他性、不平等待遇、倫理關懷、無關道德性（道德中立），反應出缺乏研究整全的認知、社會責任的承擔、科學家身分的理解、科學使命的賦予之內涵，因此，學生在受教於此類課程後，極可能對科學與科學本質產生偏頗的態度。是以，為瞭解學生在科學與科學本質態度的看法，研究者運用訪問調查法，透過與學生之間的言語互動（王文科，2001），讓學生運用自己的語言表述其想法，並據之以詮釋其隱含意義（柳信榮，2003）。





表 2\_2 科學本質內涵解讀的分項說明

| 科學本質內涵的解讀     | 說明                                                                         | 涵蓋的科學本質能力指標                         |                         |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
|               |                                                                            | AAAS(1994)                          | 教育部 (2003)              |
| 一、可複製（重覆）性    | 相同條件下，科學知識可重覆被檢證（翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                               | 1.1                                 | 3-2-0-2                 |
| 二、共通性         | 宇宙間存有普遍法則，透過系統觀察可發現；研究過程大體一致（高慧蓮，2006；翁秀玉、段曉林，1998）。                       | 1.2、2.9、2.15                        | 3-4-0-6、3-4-0-7         |
| 三、獨特性         | 情境中的變因導致研究結果未盡相同，應據實探討（翁秀玉、段曉林，1998）。                                      | 1.3                                 | 3-2-0-3、3-3-0-5         |
| 四、建構性         | 從觀察到推論的思考過程（高慧蓮，2006）。                                                     | 2.8                                 | 3-3-0-3、3-4-0-5         |
| 五、受主流價值體系影響   | 科學研究由典範和信念主導、受文化價值的影響（翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                          | 2.7、2.18、3.21                       | —                       |
| 六、動態性（暫時性）    | 當異例使原來的科學知識無法自圓其說，則可能被改變；修正，甚至是推翻（高慧蓮，2006；翁秀玉、段曉林，1998）。                  | 1.5、1.9、1.10                        | 3-4-0-4                 |
| 七、經久性         | 一個有用的理論會被持續保留、發展得更精緻，並且被更廣泛地應用（AAAS, 1989）                                 | 1.6                                 | —                       |
| 八、無關道德性（道德中立） | 科學知識的實際應用有善惡好壞之分，但其本身卻不能如此區別（Collette & Chiapetta, 1994）。                  | 1.7                                 | —                       |
| 九、可驗性（實證性）    | 科學理論的產出需要經過驗證的過程（高慧蓮，2006；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                   | 1.8                                 | 3-2-0-1、3-3-0-1、3-4-0-1 |
| 十、經驗性         | 科學探究的過程植基於觀察經驗（高慧蓮，2006；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                     | 2.1、3.3                             | 3-1-0-1                 |
| 十一、STS        | 科學、技學、社會有交互關係（高慧蓮，2006；翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                         | 2.2、3.9、3.10、3.12、                  | —                       |
| 十二、研究可信度      | 除了邏輯合理性，科學研究中證據的可信度，及公開且正確發表觀察到的自然現象，亦是令人信服的依據（翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。 | 1.4、2.3、2.4、2.6、2.11、3.13、3.16、3.20 | 3-4-0-8                 |
| 十三、研究多面性      | 研究主題多樣、研究方法多元（翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                  | 2.5                                 | —                       |

表 2\_2 科學本質內涵解讀的分項說明（續）

|      |              |                                                                                   |                     |                         |
|------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 十四、  | 觀察是理論蘊含的     | 不同觀察者因為既有的知識、信念、理論，即使在相同時間、地點，也可能有不同的觀察結果（高慧蓮，2006；翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。    | 2.7                 | 3-4-0-2                 |
| 十五、  | 合作的研究模式      | 科學家協力研究，集思廣益，檢核研究設計，考量情境中可能必須控制的因素，並避免實驗以外的變項影響結果或偏見產生（AAAS, 1994）。               | 2.10、2.16、3.2       | —                       |
| 十六、  | 漏斗式研究        | 科學家先進行一個大範圍觀察，再漸次向研究核心聚焦，以覺察出無法為獲得證據而控制變因的情境脈絡（AAAS, 1994）。                       | 2.14                | —                       |
| 十七、  | 批判的論證型態（質疑性） | 科學探究的動力起始於質疑的動機；意謂科學家心中想法引導探究活動的進行，並非為盲目舉動；形成假設的意義即在此（翁秀玉、段曉林，1998；高慧蓮、蘇明洲，2004）。 | 2.17、3.5            | 6-3-1-1                 |
| 十八、  | 統整性          | 將種種數據、事實歸結成一種原理及其間相互關係的論證，是一能夠檢證和預測自然現象的普遍化法則（陳國成，1984）。                          | 2.12、2.13、2.17、3.17 | 3-1-0-2、3-3-0-4、3-4-0-3 |
| 十九、  | 創造性          | 科學知識的形成源於人類的推論、想像及創造（高慧蓮，2006）。                                                   | 2.12、2.17           | 3-1-0-2、3-3-0-4         |
| 二十、  | 無排他性         | 各年齡層、不同背景的人都可以從事科學工作、發明事物及創造理論（AAAS, 1994）。                                       | 3.1、3.4、3.6         | —                       |
| 二十一、 | 侷限性（科學的限制）   | 有些事件採證困難，無法進行科學檢證（高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                                  | —                   | 3-3-0-2                 |
| 二十二、 | 累積性          | 科學知識隨時間日積月累（高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                                        | 3.7、3.15            | —                       |
| 二十三、 | 不平等待遇        | 弱勢族群被排拒於科學社群之外（AAAS, 1994）。                                                       | 3.8                 | —                       |
| 二十四、 | 倫理關懷         | 研究中必須考慮到的道德原則（高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                                      | 3.11、3.18           | —                       |
| 二十五、 | 歷史經驗         | 古文明已有很多理論的形成及科技的發明（AAAS, 1994）。                                                   | 3.14                | —                       |
| 二十六、 | 術業有專攻（科學家身分） | 專業領域外，科學家不具可靠性（高慧蓮、蘇明洲，2004）。                                                     | 3.19                | —                       |

註：此表由研究者自行彙整



再者，檢視教育部中教司於民國97年1月24日發布之普通高級中學課程綱要（[http://www.edu.tw/high-school/content.aspx?site\\_content\\_sn=8403](http://www.edu.tw/high-school/content.aspx?site_content_sn=8403)），對其中之必修科目「基礎物理」、「基礎化學」、「基礎生物(1)」、「基礎生物(2)(應用生物)」、「基礎地球科學」、「生活科技」及選修科目「物理」、「化學」、「生物」、「基礎地球科學」、「生命與科技倫理」、「生涯規劃」，進行科學態度與科學本質內涵的分析，自上述科目的課程目標彙整教育部的相關理念如下：（一）「基礎物理」—1.透過對物質科學發展的認知，體認科技對人類生活和環境的影響。2.激發學生追求瞭解事實的興趣。（二）「基礎化學」—藉由科學史的學習，瞭解科學知識的形成與發展。（三）「基礎生物(2)(應用生物)」—探討現代生物科學發展在社會、法律及倫理方面所衍生的相關議題。（四）「生活科技」—1.引導學生理解科技及其對個人、社會、環境與文化的影響。2.發展學生善用科技知能、創造思考及解決問題的能力。3.培養學生正確的科技觀念、態度及工作習慣，並啟發其科技研究與發展的興趣，進而從事生涯試探。（五）「生命與科技倫理」—認識科技（特別是生物醫學）研發與應用所涉及之倫理議題。研究者解讀此五個理念，認為隱含「STS」、「建構性」、「動態性（暫時性）」、「創造性」、「倫理關懷」五項科學本質內涵及「喜愛探究」的科學態度，唯進一步深究其教材內容，發現以教授學科專業知識為目標的陳述居多，與科學本質內涵相關的說明僅有下列七點，包含於三個科目中：（一）「基礎物理」—說明我們現在已經有技術可以直接觀察到原子、甚至「移動」原子。簡單說由於我們對於原子與分子的理解加深、以及技術的進步，使得奈米科技有很大的發展空間。（二）「生活科技」—1.科技與生活、社會、文化的關係。2.科技與工業、經濟發展及國家競爭力的關係。3.科技引發的環境變化及污染，環境保護意識的培養。（三）「生命與科技倫理」—1.討論基因科技、複製人或其他無性生殖的倫理議題。2.以道德的角度思考，為了醫藥研究或教育目的而利用動物是否可接受。3.人類生活型態與科技所造成的環境影響。此四點隱含之科學本質內涵有二：「STS」及「倫理關懷」，並不例外於從AAAS(1994)和教育部（2003）能力指標解讀出的科學本質內涵。基於上述探討結果，研究者不採納普通高級中學課程綱要併入研究討論。

## 第二節 傳統與當代的科學本質觀點

第一節所論述之科學本質內涵屬當代觀點，換言之，目前學界已進展到當代的科學本質觀，但檢視實務現場，被認為是傳統的科學本質觀點仍存在於教師、學生的認知中，因而有致力於提昇科學本質之教學品質、學習成效的研究及行動。本節即說明何謂「傳統的科學本質觀」與「當代的科學本質觀」？究竟兩者如何區分？另外，教育前線的研究成果如何，將於下節討論。

根據 Nussbaum (1989) 的分類，以 1950 年代為分野，此年代之前的邏輯實證主義認為科學知識的產生過程相當客觀，一旦被確定的科學知識就是絕對的真理，其地位是穩固的、不會被推翻，屬傳統的科學本質觀點。1950 年代以後，當代哲學思潮認為科學知識的獲得是科學家根據現有的理論來建構科學知識，而且強調科學知識是暫時性的，它會不斷地被修正，尤以現今的哲學思潮——建構主義為主流，視為當代的科學本質觀點。

郭重吉與許玫理 (1992) 表示邏輯實證主義的科學本質觀點認為知識來自超然客觀的觀察，運用所謂的科學方法——培根的歸納法，觀察現象、發現規則、形成假說、蒐集資料、驗證假說、產生知識，是一種價值中立的活動，不受觀察者具備的知識、理論和信念影響，透過上述過程產生的科學知識就是絕對的真理，科學知識越多代表真理不斷的累積，易言之，科學知識的發展是以一種靜態、單一理論傳承的線性方式累積而成，個人在知識發展的過程中無足輕重（劉振中、熊召弟，2002），因此，科學家被認定為客觀且無意識的研究者，其任務在發現自然界已存在的真理。影響所及，教師既視科學知識為真理，其教學方法會以講述課程內容為取向，強調知識的記憶與背誦，僅視科學探究活動為模擬步驟及證明科學知識的過程，只知依程序檢驗科學真理，而忽略應用科學知能，解決情境中的問題（張玲齡，2004）。

相較於邏輯實證主義對觀察活動的說法，建構主義採取了不同觀點，主張觀

察者以自身具備的知識、理論和信念轉化感官所察覺到的訊息，因此，觀察的結果不可能是價值中立的，而是理論蘊含的（郭重吉、許玫理，1992）。如同 AAAS（1989）和 Suchin（1993）指出每位科學家的學養背景、文化脈絡、生活情境各異，會採取不同的科學方法進行驗證，而在面對研究結果時，尚須由科學社群共同決定其價值，因此，不論目前對某些事實的詮釋為何，將來仍可能有其他科學家依其思維邏輯進行推理，而有更好的結果產出。是以，科學知識的形成是科學家根據現有的理論建構，會因其採取的觀點、檢證的方法、科學社群的信念和異例的出現而受質疑，或被取代、修改。於是，實務現場中，教師視科學知識具有暫時性的特質，其教學方法將以學生的先備知識為根據，重視科學探究的過程，強調以理解的方式學習科學（張玲齡，2004）。

其次，科教學者（例：張鳳琴，1994；莊嘉坤，1999；Tamir, 1994）主張學生對科學本質的瞭解，會影響其對科學的態度，及以科學家為職志的意願。是以，教育前線的研究成果如何，續以第三節進一步探討。

### 第三節 學生科學本質觀的相關研究

在教育前線，已有多位學者證實教師的教學知能、師生個別秉持的科學本質觀，會影響學生的學習（張玲齡，2004）。分別有以調查研究、實驗研究、個案研究、行動研究進行者，顯示提昇學生科學與科學本質態度或成就的影響因素，包括教師自身的科學本質觀、教師具備的教學信念、科學史教材的運用、合作學習或探究教學模式的實施或明示教學策略的設計及學生的同儕科學家意象。研究者以表 2\_3 簡要列示，並陳述如後。

表 2\_3 相關研究文獻列表

| 相關研究文獻                                | 研究方法 | 提昇科學與科學本質態度或成就的影響因素         |
|---------------------------------------|------|-----------------------------|
| 王靜如、張靜儀（2001）                         | 調查研究 | 教師科學本質觀、教學信念、教學方法（探究教學）     |
| 巫俊明、黃德和（1997）                         | 實驗研究 | 科學史、教學策略（明示教學）              |
| 洪木利、陳和玉與溫武男（1999）                     | 實驗研究 | 科學史、教師科學本質觀、教學知能、教學方法（合作學習） |
| 陳淑媛、洪振方（1997）                         | 行動研究 | 科學史、教學策略（互動討論）              |
| 劉振中、熊召弟（2002）；鄭淑妃（1999）；翁秀玉、段曉林（1998） | 個案研究 | 教師教學知能、教學方法（探究教學）           |
| 戰克勝（2006）                             | 行動研究 | 科學史                         |
| 張簡明旺、黃志賢與高慧蓮（2002）                    | 行動研究 | 教學方法（合作學習）                  |
| 高慧蓮（2006）                             | 行動研究 | 科學史、教學方法（探究教學）              |

註：此表由研究者自行彙整

王靜如與張靜儀（2001）參考陳忠志（1998）的建構式教學環境量表、Burry-Stock & Oxford（1994）的 the Expert Science Teaching Educational Evaluation Model、Implementation of Mentoring Practices to Assist Classroom Teachers Project（1994）的學習環教師角色和學生角色之陳述，發展「我的科學教室」(My Science Classroom, 簡稱 MSC)，調查高屏地區科學學習情境概況，探討小學四、五、六年級教師科學本質觀、教學信念如何影響教學實務，及剖析其中二位教師前述三構念間的動態關係，發現教師若未對科學本質相當的瞭解，無法在實務現場中有適當的呈現；換言之，如將「科學本質觀」視為一種「科學知識」、「科學概念」，教師雖具備正確的教學理念，也能營造出啟發式的學習情境，卻缺乏「科學本質

觀」的概念引導，對課程設計而言，是不具科學本質內涵的；反之，教師有進行「科學本質觀」的知識傳授，卻無相符合的教育信念，及未給予探究式的學習機會，對教學方法而言，是不具科學探究成效的。

巫俊明與黃德和（1997）以同一教師教授之三個常態分班的五專二年級班級，計 128 名學生為研究對象，任選其中兩班為實驗組，接受歷史導向物理課程，其中一位教師明白指出事例內容與科學本質間的關聯，另一則無；第三個班級則為控制組，接受慣用物理課程。研究結果顯示，加入適量的科學史及教師明白指出事例內容與科學本質間的關聯，可以增進學生對科學本質的理解；而學生的科學態度方面，若教師沒有明白地指出事例內容與科學本質間的關聯，可能與慣用物理課程一樣，出現負面的影響。

洪木利、陳和玉與溫武男（1999）以林陳涌（1996）的 UNOS 量表為實驗組與對照組的前後測評量工具進行實驗研究，將高二其中三個班級編為控制組，維持教師慣用的教學方式教學；其它九個班級編為實驗組，分別進行「合作學習法」、「問答法」、「講述法」的科學史融入高中物理教學，發現教師在課堂上若引用的科學史料太少，會造成學生的科學本質觀退步；問答法及講述法的分析結果顯示，教師與其學生的科學本質觀存在正相關，而以學生為中心的合作學習法，由於學生從同儕觀點較可獲得概念改變的鷹架，因此教師對其學生的科學本質觀無顯著影響；以教材教法的角度觀之，「合作學習法」在協助學生學習科學本質，優於其他教學法，但對科學本質觀較佳的學生，接受良好的講述比透過合作學習，更能促進其對科學本質觀的瞭解；三種教學法運用在科學史融入教學，均有助於學生學習興趣及思考能力的提昇，且學生也並未因科學史融入學習課程的安排，減少很多算練習題的機會而影響學習成就；從教師的教學知能方面探討，發現科學史融入教學需有本身具備較佳的科學本質觀，且受過科學史哲訓練的教師，搭配適當的教學法及學生學習特質，才能發揮它的功效。且教師的科學本質的態度對學生的學習成就有不同的影響，在使用相同教學法（合作學習法）的情



況下，偏向當代的科學本質觀的教師的教學有利於高分組的學生，偏向傳統的科學本質觀的教師的教學有利於低分組的學生。

陳淑媛與洪振方（1997）以「歷史個案研究」（Historical Case Study）、「互動式歷史小品」（Interactive Historical Vignettes, 簡稱 IHVs）模式，將科學史融入高中基礎理化課程，過程中提出思考性問題，採詰問方式進行師生、學生同儕間的互動討論，透過量表、問卷、晤談、作業等等資料蒐集、分析，認為科學史融入教學不僅提昇學生學習興趣，也增加對科學本質的瞭解程度，此外，互動過程有助於學生的概念改變或思維精緻化。

劉振中與熊召弟（2002）、鄭淑妃（1999）、翁秀玉與段曉林（1998）針對科學本質觀偏向當代觀之國小自然科教師進行個案分析，探討個案教師設計傳達科學本質之教學品質，研究發現在蘊含科學本質的教學氛圍中，學生在科學本質三向度（科學知識、科學方法、科學事業）均有明顯進展，認為以學生為學習主體，給予學生觀察現象、互動討論、設計實驗、探究專題、蒐集資料、整合經驗、發表分享的機會，有助於建立學生正向的科學態度。

戰克勝（2006）採 Rubba & Anderson(1978)編製的 NSKS 量表檢測教學實驗前後，學生對科學知識本質（無關道德性、創造性、發展性、簡潔性、可驗性、統整性）瞭解的改變情形，發現北市某明星高中一年級女生對科學知識的「創造性」本質較缺乏認識〔成績表現低於平均值〕，學生多不認為人類可用想像力創造科學知識之後，採用「互動式科學小故事」（Interactive Historical Vignettes, 簡稱 IHVs）融入物理課程，則提昇了學生對「創造性」的瞭解，為科學史融入教學對學生在學習科學本質的成效，提供了成功的例證。

綜合相關研究文獻，高慧蓮（2006）建議教師發展以科學本質為基礎的科學探究教學整合模組，使學生參與探究式活動後，反思科學本質內涵，提昇對科學本質的認識；意即透過探究式活動的體驗後，再讓學生架構出從科學史哲中援用

的相關原理、要素，增進對科學本質的瞭解（Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002）。並以小組合作學習的教學策略，增進學生對科學本質的瞭解；運用學生與同儕、教師互動時，因小組被賦與任務，所衍生之團體榮譽感而積極主動參與學習，經由溝通論證、邏輯推論、批判思考、重組想法、建構概念，最後達成共識（張簡明旺、黃志賢、高慧蓮，2002）。

再者，除了透過教師教學素養的外在形塑，使學生對科學與科學本質的態度或成就有不同的表現外，學生純然背景條件的實質差異，對其自身在科學與科學本質態度或成就的影響，由下列以學生背景變項為探討重點的調查研究，略可窺知。

就年級變項來看，張鳳琴（1994）修訂 Rubba and Anderson(1978)編製的 Nature of Scientific Knowledge Scale（簡稱 NSKS）問卷，測得高雄地區公立高中三年級學生對科學本質的瞭解顯著優於一、二年級的學生，Tsai（2006）也有相同的主張，而林陳涌（1996）和柳信榮（2003）發現高中學生對科學本質的瞭解沒有隨年級的增加而顯著增強，另 Huang, Tsai, & Chang（2005）檢視國小五、六年級學生的科學本質觀有統計結果上的差異，而古智雄與何耀州（2005）以宜花東為研究範圍，六、七、九年級的學生為研究對象，問卷調查的結果顯示東台灣地區六年級學生的科學本質觀接近當代觀點，但七、九年級學生的科學本質觀較接近傳統觀點。

從性別變項分析，林陳涌（1996）符應 AAAS（1994）之 2061 計劃研究報告，以台北地區 1,670 位高中生為研究對象，採「瞭解科學本質量表」（Understanding of the Nature of Science Scale, 簡稱 UNOS）探討學生的性別、所在學校、就讀年級、選讀類組，對其科學本質的瞭解程度是否有差異，發現台北地區之學生對科學本質具備相當程度的瞭解，且高中女生對科學本質的瞭解很明顯的高於男生。Huang, Tsai, and Chang（2005）發現宜蘭縣 71 所學校之國小五、六年級（共 6,167 名）男生的科學本質觀比女生更偏向當代觀點——動態性（暫時性）、創造性、批判的



論證型態（質疑性）及受主流價值體系影響。黃萬居與李悅美（2003）的研究，在性別變項上並無顯著差異，但表示學生對科學本質的瞭解與其自然科學習成就呈現正相關，此與 Huang, Tsai, and Chang（2005）強調秉持科學本質當代觀點的學生能發展更好的科學知識架構及學習策略，有雷同的見解。古智雄與何耀州（2005）主張東台灣地區六、七、九年級的女學生較男學生接近科學本質當代觀點。Tsai（2006）以 7 所學校、11 個班級，共 428 名台灣高中生為對象進行研究，分析學生對科學（生物學及物理學）之動態性（暫時性）及創造性本質的認知，結果顯示男生較女生更為認同物理學之動態性（暫時性）、創造性觀點及生物學之動態性（暫時性）觀點，且抱持科學（生物學及物理學）之創造性本質觀者。

至於修業類別與學生對科學本質的瞭解之相關，林陳涌（1996）和張鳳琴（1994）皆主張自然組的學生對科學本質的瞭解顯著優於社會組的學生，林陳涌並指出表現最佳者多為修生物的第三類組學生。許良榮與柯玉庭（2000）研究師院生之學術養成背景、對科學本質瞭解程度與其科學本質教學態度的關係，以林陳涌的 UNOS 量表三向度（科學知識、科學方法、科學事業）進行研究，發現台中師院數理系的大四生對科學本質及科學知識本質的瞭解優於非數理系學生。此與 Kimball（1967）的看法不同，其研究顯示大學主修哲學的畢業生比主修科學者對科學本質有更適當的瞭解。柳信榮（2003）同樣採林陳涌對科學本質的定義，以南台灣某理工重點高中之全校 3,018 位學生為研究對象，指出選讀類組不是影響瞭解科學本質之重要因素，統計分析出參加數理資優生甄試的學生對科學本質的瞭解優於推薦甄選或登記分發者，認為學生入學管道之差異才是關鍵。依前所論述是否意謂一般課程安排、教材設計，多未直接揭示科學本質內涵，教師可能須明確點出科學本質與教學內容的關聯，學生始得領略，抑或科學本質係屬高深的科學概念，於較專門的學術場域才有機會探討？

再者，學生對科學本質的瞭解程度及對科學的態度影響其未來選擇科學為志業的可能。Tamir(1994)發現科學理解測驗（The Science Understanding Measure, 簡

稱 SUM) 成績較高的十二年級學生，志向偏向理工醫。張鳳琴(1994)闡述對高中生的了解，主張對科學的態度及對科學工作的評價抱持肯定意見的學生，在科學方面的表現優於其他學生。另外，莊嘉坤(1999)以社會認同理論的觀點，進行調查研究，探討科學認同程度不同的國小學生，對科學本質與科學生涯的想法或知覺，其研究的部分結果顯示，有五分之二以上的學生持有正向的科學與科學家意象，但不到五分之一的學生意圖成為科學家。

綜合上述，影響學生之科學與科學本質態度的層面廣泛(如圖 2\_1)，唯以人口變項為據，調查學生在科學與科學本質態度的差異，仍未有定論，且較缺乏以東部學生為主體的相關研究，因此，本研究即針對不同背景變項的台東區學生進行研究探討。



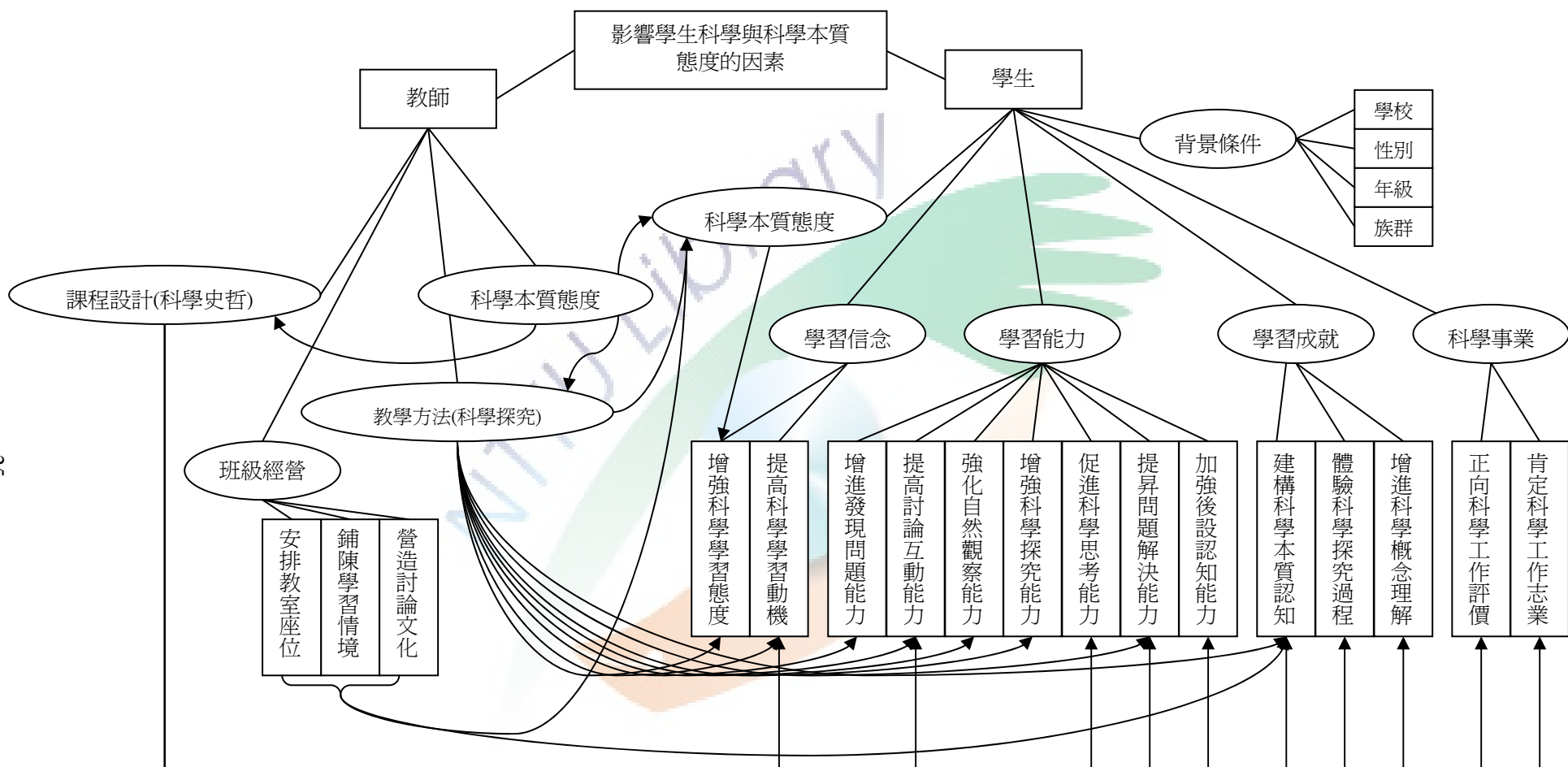


圖 2\_1 影響學生科學與科學本質態度的因素



## 第三章 研究設計與實施

### 第一節 研究架構

本研究採問卷調查法及訪問調查法（王文科，2001），以「學生之科學與科學本質態度問卷」為工具，探討台東區七、九、十、十二年級學生的科學與科學本質態度，分析不同背景變項（學校/年級/性別/族群），對其科學與科學本質態度的影響，繼以之為訪談大綱，瞭解學生在科學與科學本質態度的看法，最後，以統計分析結果與訪談內容進行解析、比較與詮釋。

### 第二節 研究假設

依據文獻探討，提出研究假設，不同背景變項（學校/年級/性別/族群）的台東區國、高中生，他們的科學與科學本質態度存有差異性。

### 第三節 研究樣本

本研究為初探式研究，研究者選擇台東市區兩所國中及高中為研究基地，針對七、九、十、十二年級學生，發出問卷 2181 份，回收 1758 份，回收率 81%。有效樣本結構如表 3\_1。

表 3\_1 有效樣本結構

| 背景變項 | 代碼或註解 | 樣本數  | 有效百分比<br>(%) | 背景變項 | 代碼或註解 | 樣本數 | 有效百分比<br>(%) |
|------|-------|------|--------------|------|-------|-----|--------------|
| 學校   | W 高中  | 563  | 32.0         | 年級   | 七     | 348 | 19.8         |
|      | N 國中  | 224  | 12.7         |      | 九     | 335 | 19.1         |
|      | A 高中  | 512  | 29.1         |      | 十     | 539 | 30.7         |
|      | E 國中  | 459  | 26.1         |      | 十二    | 536 | 30.5         |
| 族群   | 原     | 275  | 15.6         | 性別   | 男     | 860 | 48.9         |
|      | 漢     | 1483 | 84.4         |      | 女     | 898 | 51.1         |

## 第四節 研究工具

### 一、「學生之科學與科學本質態度問卷」

本研究之問卷係引用 Neuhaus, Sandmann, & Chang (2006) 發展的「學生之科學與科學本質態度問卷」，包含「科學知識的來源」、「科學知識的確定性」、「科學知識的發展性」、「科學知識的驗證性」、「科學研究對社會的重要性」、「對科學研究工作的熱忱」共六個分量表。前四個分量表採 Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison (2004) 的設計，分量表五係參考 Moore & Foy (1997) 之編製，分量表六為 Neuhaus, Sandmann, & Chang (2006) 增補。此問卷採 Likert 量表法，依「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」分別給予 5、4、3、2、1 分，得分越高代表學生對科學本質態度越傾向當代觀點，或對科學的態度採取正向的意見表示，反之，學生對科學本質態度越傾向傳統觀點，或對科學的態度採取非正向的意見表示。其中正向題的陳述方式符應當代科學本質觀點或正向的科學態度，反向題則符應傳統邏輯實證觀點，前者有第 3、4、5、7、10、11、12、13、14、15、17、18、19、20、21、22、24、25、26、27、28、29、30、35 題，共計二十四題，分屬後四個分量表；後者有第 1、2、6、8、9、16、23、31、32、33、34 題，共計十一題，分屬前二個分量表。另有開放式問題（第 36 題）係為檢視學生對「科學探究」意涵的認知而設計。

此外，以 AAAS (1994) 呈現的科學本質內涵與上述學者編製之問卷內容相互對照（如表 3\_2），可知綜合 AAAS (1994) 與教育部 (2003) 的二十六項科學本質內涵中，Neuhaus, Sandmann, & Chang (2006) 發展的「學生之科學與科學本質態度問卷」包含了其中十四項科學本質內涵——可複製（重覆）性、受主流價值體系影響、動態性（暫時性）、可驗性（實證性）、經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、批判的論證型態（質疑性）、統整性、無排他性、侷限性（科學的限制），以及喜愛探究的科學態度。

表 3\_2 「學生之科學與科學本質態度問卷」的科學本質內涵一覽表

| AAAS (1994) 和教育部 (2003)<br>之科學本質內涵的解讀 | Moore & Foy<br>(1997) | Conley, Pintrich, Vekiri, &<br>Harrison (2004) | Neuhaus, Sandmann, &<br>Chang (2006) |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 一、可複製（重覆）性                            |                       | ✓                                              | ✓                                    |
| 二、共通性                                 |                       |                                                |                                      |
| 三、獨特性                                 |                       |                                                |                                      |
| 四、建構性                                 |                       |                                                |                                      |
| 五、受主流價值體系影響                           |                       |                                                | ✓                                    |
| 六、動態性（暫時性）                            | ✓                     | ✓                                              | ✓                                    |
| 七、經久性                                 |                       |                                                |                                      |
| 八、無關道德性<br>（道德中立）                     |                       |                                                |                                      |
| 九、可驗性（實證性）                            |                       | ✓                                              | ✓                                    |
| 十、經驗性                                 |                       |                                                | ✓                                    |
| 十一、STS                                | ✓                     |                                                | ✓                                    |
| 十二、研究可信度                              | ✓                     | ✓                                              | ✓                                    |
| 十三、研究多面性                              | ✓                     | ✓                                              | ✓                                    |
| 十四、觀察是理論蘊含的                           | ✓                     | ✓                                              | ✓                                    |
| 十五、合作的研究模式                            | ✓                     |                                                | ✓                                    |
| 十六、漏斗式研究                              |                       |                                                |                                      |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性）                   | ✓                     |                                                | ✓                                    |
| 十八、統整性                                | ✓                     | ✓                                              | ✓                                    |
| 十九、創造性                                | ✓                     |                                                |                                      |
| 二十、無排他性                               |                       | ✓                                              | ✓                                    |
| 二十一、侷限性<br>（科學的限制）                    | ✓                     |                                                | ✓                                    |
| 二十二、累積性                               | ✓                     |                                                |                                      |
| 二十三、不平等待遇                             |                       |                                                |                                      |
| 二十四、倫理關懷                              |                       |                                                |                                      |
| 二十五、歷史經驗                              |                       |                                                |                                      |
| 二十六、術業有專攻<br>（科學家身分）                  | ✓                     | ✓                                              |                                      |
| 合計                                    | 12                    | 9                                              | 14                                   |

註：此表由研究者自行彙整



## 二、「學生之科學與科學本質態度問卷」的效度與信度

### 〈一〉 專家效度

本研究之問卷係 Neuhaus, Sandmann, & Chang (2006) 共同編製，經中譯及效化問卷的過程，並取得同意後進行施測。

### 〈二〉 項目分析

為進一步瞭解各題項之適切性，將反向題之答案轉置後，進行項目分析，以修正的項目總相關〈取絕對值後，小於 .3 者刪除〉、刪題後之 Cronbach's  $\alpha$  值〈大於 .869〉及 CR 值〈取絕對值後，小於 3 者刪除〉，做為篩題準則，符合其中一項準則之標準即予保留，檢核出第 23 題應予刪除，保留其餘三十四個題項（如附錄一）。

### 〈三〉 因素分析

運用 KMO 與 Bartlett 檢定，依據 Kaiser-Meyer-Olkin 取樣適切性量數判斷，此問卷之 KMO 值為 .926 〈大於 .5〉，Bartlett 球形檢定卡方值為 17711.369，自由度為 561，適合進行因素分析。繼透過主成份分析法，做正交轉軸，抽取最大變異因素進行分析，萃取出六個成份，其累積轉軸平方和負荷量為 49.310%（如附錄二、附錄三），故採計六個因素，分別命名為「科學知識的來源」、「科學知識的確定性」、「科學知識的發展性」、「科學知識的驗證性」、「科學研究對社會的重要性」、「對科學研究工作的熱忱」。

### 〈四〉 信度分析

採用 Cronbach's  $\alpha$  係數，探討各分量表之內部一致性。上述六個分量表之 Cronbach's  $\alpha$  係數分別為 .710、.654、.830、.761、.635、.798，顯示各分量表

的信度可被接受。

### 三、訪談大綱

除問卷施測外，以「學生之科學與科學本質態度問卷」之題項為訪談大綱，選取各校 8 至 9 位學習成就及背景屬性不同的學生共 33 名〈其中七、九、十、十二年級學生各 8 至 9 位，男學生 16 位、女學生 17 位，原住民學生 15 位、漢族學生 18 位〉，安排時間進行個別晤談，以瞭解學生在科學與科學本質態度的看法。為避免影響學生的看法，過程中盡量不透露對其態度的評價。

## 第五節 實施程序與步驟

本研究旨在探討台東區七、九、十、十二年級學生在科學與科學本質態度的差異及看法。經文獻探討、問卷調查施測、資料處理與分析，最後提出研究發現、結論及建議。研究流程如圖 3\_1。

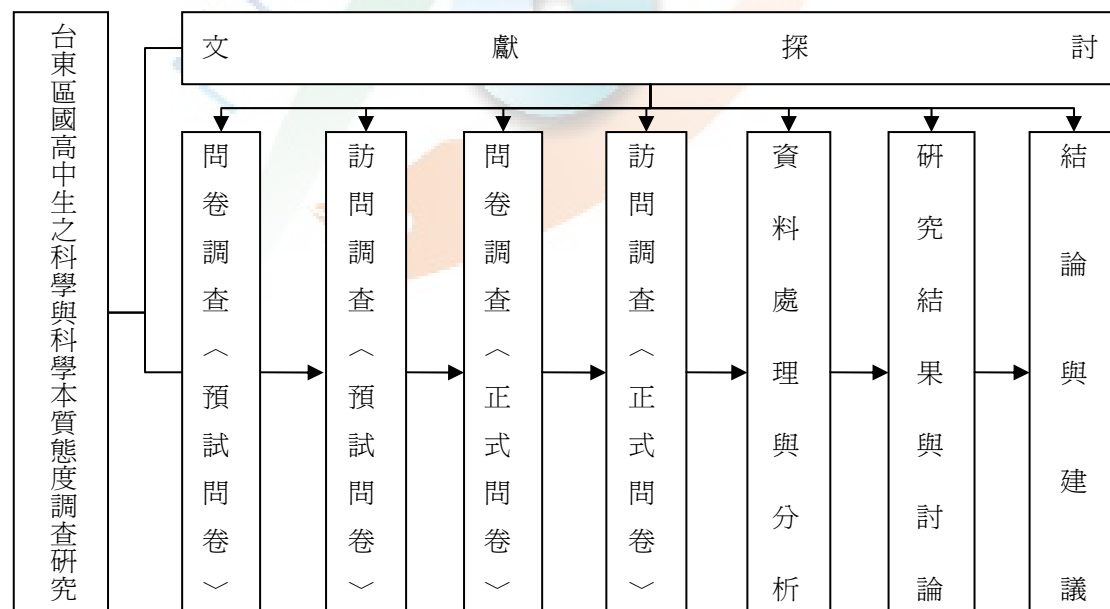


圖 3\_1 研究流程圖

## 第六節 資料處理與分析

本研究採用社會科學統計套裝軟體 SPSS12.0 進行資料處理，以單因子變異數分析或獨立樣本 t 檢定，檢核不同背景變項（學校／年級／性別／族群）的學生在各分量表的表現是否存在顯著，達顯著水準者，進行事後比較；以卡方檢定瞭解不同背景變項（學校／年級／性別／族群）的學生在科學與科學本質態度各題項是否存在差異。另藉由錄音蒐集之半結構式晤談內容，於轉錄為逐字稿，建立編碼系統後，進行資料分析。每位受訪學生晤談內容的編碼方式如表 3\_3。



表 3\_3 受訪學生晤談內容的編碼方式

| 年級     | 性別   | 族群     | 學 校 代 碼                                              |                |                                  |                                  | 人數合計 |
|--------|------|--------|------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|------|
|        |      |        | W 高中                                                 | N 國中           | A 高中                             | E 國中                             |      |
| 七〈07〉  | 男〈M〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | 訪 N_07_M_bi_R  | —                                | 訪 E_07_M_bi_R                    | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | 訪 N_07_M_nbi_R | —                                | 訪 E_07_M_nbi_P                   | 2    |
|        | 女〈F〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | 訪 N_07_F_bi_P  | —                                | 訪 E_07_F_bi_R                    | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | 訪 N_07_F_nbi_G | —                                | 訪 E_07_F_nbi_G                   | 2    |
| 九〈09〉  | 男〈M〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | 訪 N_09_M_bi_G  | —                                | 訪 E_09_M_bi_P                    | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | 訪 N_09_M_nbi_R | —                                | 訪 E_09_M_nbi_G                   | 2    |
|        | 女〈F〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | 訪 N_09_F_bi_G  | —                                | 訪 E_09_F_bi_G                    | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | 訪 N_09_F_nbi_P | —                                | 訪 E_09_F_nbi_P<br>訪 E_09_F_nbi_R | 3    |
| 十〈10〉  | 男〈M〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | —              | 訪 A_10_M_bi_R<br>訪 A_10_M_bi_P   | —                                | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | —              | 訪 A_10_M_nbi_R<br>訪 A_10_M_nbi_G | —                                | 2    |
|        | 女〈F〉 | 原〈bi〉  | 訪 W_10_F_bi_P                                        | —              | —                                | —                                | 1    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | 訪 W_10_F_nbi_P1<br>訪 W_10_F_nbi_P2<br>訪 W_10_F_nbi_G | —              | —                                | —                                | 3    |
| 十二〈12〉 | 男〈M〉 | 原〈bi〉  | —                                                    | —              | 訪 A_12_M_bi_R<br>訪 A_12_M_bi_P   | —                                | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | —                                                    | —              | 訪 A_12_M_nbi_G<br>訪 A_12_M_nbi_P | —                                | 2    |
|        | 女〈F〉 | 原〈bi〉  | 訪 W_12_F_bi_P1<br>訪 W_12_F_bi_P2                     | —              | —                                | —                                | 2    |
|        |      | 漢〈nbi〉 | 訪 W_12_F_nbi_G1<br>訪 W_12_F_nbi_G2                   | —              | —                                | —                                | 2    |
| 人數合計   |      |        | 8                                                    | 8              | 8                                | 9                                | 33   |

註：G、P、R 分別代表受訪學生之學習成就於該校所屬年級為前段、中段、後段。



## 第四章 研究結果與討論

### 第一節 從統計數據分析差異

本研究旨在探討不同背景變項（學校／年級／性別／族群）的台東區國高中生對科學與科學本質態度之差異情形。以七、九、十、十二年級之 2181 位學生為施測對象，「學生之科學與科學本質態度問卷」為工具，共計獲得 1758 份有效問卷。依據卡方檢定、單因子變異數分析、獨立樣本 t 檢定之統計結果，獲致以下結果：

#### 一、不同學校學生的科學與科學本質態度分析

以單因子變異數分析，檢核不同學校學生在各分量表填答是否存在顯著差異。結果顯示，在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」和分量表五「科學研究對社會的重要性」，不同學校的學生有不同的取向，且達統計上的顯著差異。經事後比較，不同年級學生在各分量表之平均差異達顯著者為：〈一〉分量表一「科學知識的來源」和分量表三「科學知識的發展性」的結果相同，W 校 > N、A、E 校；A 校 > N、E 校。〈二〉分量表二「科學知識的確定性」的結果是，W 校 > N、A、E 校。〈三〉分量表四「科學知識的驗證性」的結果是，W 校 > N、A、E 校；A 校 > E 校。〈四〉分量表五「科學研究對社會的重要性」的結果是，W 校 > N、E 校；A 校 > N、E 校。各校學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」，則無顯著差異（ $F = .977, p > .05$ ）。如表 4\_1 所示。

表 4\_1 不同學校對各分量表的單因子變異數分析摘要表

| 分量表序號 | 描述性統計量 | 學校代碼         |              |              |              | F         | 事後比較<br>(Scheffe 法)  |
|-------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|----------------------|
|       |        | W<br>〈n=563〉 | N<br>〈n=224〉 | A<br>〈n=512〉 | E<br>〈n=459〉 |           |                      |
| 分量表一  | M      | 3.70         | 3.30         | 3.49         | 3.33         | 50.496 ** | W > N、A、E<br>A > N、E |
|       | SD     | .51          | .58          | .56          | .54          |           |                      |
| 分量表二  | M      | 3.91         | 3.58         | 3.60         | 3.51         | 38.423 ** | W > N、A、E            |
|       | SD     | .58          | .64          | .72          | .65          |           |                      |
| 分量表三  | M      | 4.21         | 3.98         | 4.11         | 3.90         | 39.538 ** | W > N、A、E<br>A > N、E |
|       | SD     | .41          | .54          | .50          | .52          |           |                      |
| 分量表四  | M      | 4.07         | 3.91         | 3.98         | 3.84         | 23.816 ** | W > N、A、E<br>A > E   |
|       | SD     | .39          | .51          | .44          | .48          |           |                      |
| 分量表五  | M      | 4.02         | 3.70         | 4.02         | 3.60         | 53.175 ** | W > N、E<br>A > N、E   |
|       | SD     | .59          | .74          | .63          | .64          |           |                      |
| 分量表六  | M      | 3.52         | 3.46         | 3.55         | 3.52         | .977      | —                    |
|       | SD     | .71          | .74          | .65          | .66          |           |                      |

註：1.W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. \*\* $p < .01$

以下分析各校學生分別在六個分量表中各題項的同意程度，並對於不同學校學生有意見表示比例之差異情形，加以說明，結果彙整於表 4\_2 至表 4\_7。

### 〈一〉 不同學校學生在分量表一「科學知識的來源」中各題項的同意程度

由表 4\_2 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表一〈共 6 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各校學生在其中的第 2、6、8 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為「科學知識的來源」實為多元，並非唯一。另外，檢視各校學生在第 1、9、16 題的意見統計結果，有互異及非為當代觀點的意見表示情形，詳細說明如下：

#### 1. 第 1 題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」

W 高中的學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯



示該校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為科學書籍裡談到的內容不一定要相信；反之，A 高中、N 國中、E 國中的學生以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示此三校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容。

2. 第 9 題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」

W 高中的學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示該校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為自己無法確定所閱讀之科學書籍的內容是真實的；反之，A 高中、N 國中、E 國中的學生以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示此三校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為自己可以確定所閱讀之科學書籍的內容是真實的。

3. 第 16 題「老師在自然課中說的都是真實的」

W 高中、A 高中的學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示該二校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的；而 N 國中、E 國中的學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_2 不同學校學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計

| 題項                                 | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$  |
|------------------------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|-----------|
| 第1題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」               | W    | 1.8      | 35.3    | 22.7    | 38.2   | 2.0      | 3.03 | .941  | 131.925** |
|                                    | N    | 8.5      | 40.2    | 37.1    | 12.1   | 2.2      | 2.59 | .888  |           |
|                                    | A    | 3.7      | 41.2    | 31.1    | 21.1   | 2.9      | 2.78 | .918  |           |
|                                    | E    | 3.7      | 39.9    | 40.3    | 14.6   | 1.5      | 2.70 | .817  |           |
| 第2題「一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一答案」        | W    | .0       | 4.6     | 5.5     | 62.3   | 27.5     | 4.13 | .707  | 134.446** |
|                                    | N    | 1.3      | 13.8    | 18.3    | 47.8   | 18.8     | 3.69 | .975  |           |
|                                    | A    | 1.2      | 7.4     | 11.7    | 58.4   | 21.3     | 3.91 | .852  |           |
|                                    | E    | 2.2      | 8.5     | 24.6    | 51.2   | 13.5     | 3.65 | .894  |           |
| 第6題「只有科學家確知科學中那些是真實的」              | W    | .5       | 3.0     | 12.8    | 57.7   | 25.9     | 4.06 | .744  | 85.592**  |
|                                    | N    | 2.2      | 10.3    | 25.0    | 46.4   | 16.1     | 3.64 | .946  |           |
|                                    | A    | 1.8      | 7.8     | 20.7    | 49.4   | 20.3     | 3.79 | .915  |           |
|                                    | E    | 2.4      | 8.9     | 27.2    | 48.8   | 12.6     | 3.60 | .903  |           |
| 第8題「在科學中，所有問題都只有一個正確答案」            | W    | 1.1      | 5.0     | 6.0     | 58.1   | 29.8     | 4.11 | .802  | 73.659**  |
|                                    | N    | 4.9      | 7.6     | 19.2    | 49.6   | 18.8     | 3.70 | 1.019 |           |
|                                    | A    | 2.7      | 9.0     | 12.5    | 50.2   | 25.6     | 3.87 | .985  |           |
|                                    | E    | 2.2      | 8.3     | 17.6    | 53.2   | 18.7     | 3.78 | .919  |           |
| 第9題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」 | W    | .4       | 20.2    | 39.1    | 37.1   | 3.2      | 3.23 | .816  | 37.389**  |
|                                    | N    | 3.1      | 25.4    | 40.6    | 26.8   | 4.0      | 3.03 | .900  |           |
|                                    | A    | 1.6      | 22.5    | 43.2    | 28.1   | 4.7      | 3.12 | .862  |           |
|                                    | E    | 2.6      | 22.2    | 48.1    | 24.2   | 2.8      | 3.02 | .826  |           |
| 第16題「老師在自然課中說的都是真實的」               | W    | .4       | 6.6     | 31.1    | 52.2   | 9.8      | 3.64 | .760  | 111.926** |
|                                    | N    | 4.5      | 14.7    | 48.7    | 26.3   | 5.8      | 3.14 | .897  |           |
|                                    | A    | 2.7      | 8.4     | 37.3    | 42.0   | 9.6      | 3.47 | .880  |           |
|                                    | E    | 2.6      | 12.6    | 49.7    | 29.8   | 5.2      | 3.22 | .830  |           |

註：1. W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. 分量表一中各題項均為反向題。

3. \*\* $p < .01$

## 〈二〉不同學校學生在分量表二「科學知識的確定性」中各題項的同意程度

由表 4\_3 的  $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表二〈共 4 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各校學生在其中的第 31、32、33 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂對於「科學知識的確定性」採取較為質疑的態度，多認為科學知識具有「不確定」的特質，而科學家應秉持終身學習的精神，持續不斷地發掘科學新知。另外，檢視各校學生在第 34 題的意見統計結果，W 高中的學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示該校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為從事科學最重要的部分不是提出一個正確答案；反之，A 高中的學生以表

示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示該校學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案；而 N 國中、E 國中的學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_3 不同學校學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                     | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$  |
|----------------------------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|-----------|
| 第31題「科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了」 | W    | .4       | 2.1     | 5.2     | 40.0   | 52.4     | 4.42 | .720  | 129.634** |
|                                        | N    | 2.7      | 8.0     | 20.5    | 32.1   | 36.6     | 3.92 | 1.064 |           |
|                                        | A    | 4.1      | 9.2     | 13.5    | 30.1   | 43.2     | 3.99 | 1.142 |           |
|                                        | E    | 2.8      | 5.4     | 21.8    | 35.3   | 34.6     | 3.93 | 1.017 |           |
| 第32題「每個人都必須相信科學家說的話」                   | W    | .0       | 1.6     | 11.0    | 46.9   | 40.5     | 4.26 | .715  | 62.720**  |
|                                        | N    | .9       | 4.9     | 22.8    | 40.2   | 31.3     | 3.96 | .905  |           |
|                                        | A    | 1.4      | 6.1     | 20.5    | 38.1   | 34.0     | 3.97 | .955  |           |
|                                        | E    | 1.3      | 4.4     | 21.6    | 44.9   | 27.9     | 3.94 | .886  |           |
| 第 33 題「科學知識是永遠真實的」                     | W    | .5       | 6.7     | 22.7    | 46.2   | 23.8     | 3.86 | .875  | 41.871**  |
|                                        | N    | .9       | 9.8     | 27.7    | 38.8   | 22.8     | 3.73 | .953  |           |
|                                        | A    | 1.8      | 9.4     | 27.3    | 39.5   | 22.1     | 3.71 | .971  |           |
|                                        | E    | 3.1      | 10.5    | 34.4    | 34.9   | 17.2     | 3.53 | .994  |           |
| 第 34 題「從事科學最重要的部分是提出一個正確答案」            | W    | 3.4      | 27.4    | 31.6    | 30.4   | 7.3      | 3.11 | .997  | 110.704** |
|                                        | N    | 13.4     | 27.7    | 37.5    | 17.0   | 4.5      | 2.71 | 1.041 |           |
|                                        | A    | 7.2      | 37.3    | 34.0    | 17.2   | 4.3      | 2.74 | .970  |           |
|                                        | E    | 9.8      | 33.1    | 43.1    | 10.2   | 3.7      | 2.65 | .923  |           |

註：1. W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. 分量表二中各題項均為反向題。

3. \*\* $p < .01$

### 〈三〉不同學校學生在分量表三「科學知識的發展性」中各題項的同意程度

由表 4\_4 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表三〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，且各校學生在分量表三中所有題項〈第 13、15、21、26、27、28、29、30 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生在上述九題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定「科學知識的發展性」，多認為科學知識的發展層面具有多樣化的特性。

表 4\_4 不同學校學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$  |
|-------------------------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|-----------|
| 第13題「現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同」        | W    | .0       | 1.2     | 5.2     | 61.5   | 32.1     | 4.25 | .603 | 101.828** |
|                                     | N    | .0       | 1.3     | 17.9    | 52.7   | 28.1     | 4.08 | .714 |           |
|                                     | A    | .4       | 2.0     | 14.6    | 51.6   | 31.4     | 4.12 | .749 |           |
|                                     | E    | .4       | .7      | 24.6    | 56.4   | 17.9     | 3.91 | .695 |           |
| 第15題「關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作」      | W    | .0       | 1.2     | 8.0     | 58.4   | 32.3     | 4.22 | .637 | 59.599**  |
|                                     | N    | .4       | 3.6     | 17.4    | 52.2   | 26.3     | 4.00 | .789 |           |
|                                     | A    | .6       | 1.0     | 14.5    | 52.3   | 31.6     | 4.13 | .732 |           |
|                                     | E    | .7       | 3.1     | 21.8    | 51.2   | 23.3     | 3.93 | .793 |           |
| 第 21 題「科學書籍中的理論有時會改變」               | W    | .5       | .7      | 3.7     | 61.5   | 33.6     | 4.27 | .615 | 125.754** |
|                                     | N    | .4       | 4.0     | 19.2    | 48.2   | 28.1     | 4.00 | .823 |           |
|                                     | A    | .4       | 1.6     | 11.9    | 51.6   | 34.6     | 4.18 | .728 |           |
|                                     | E    | .4       | 2.0     | 24.2    | 53.6   | 19.8     | 3.90 | .741 |           |
| 第 26 題「我們的社會需要科學研究」                 | W    | .2       | .9      | 15.6    | 58.3   | 25.0     | 4.07 | .674 | 71.539**  |
|                                     | N    | .9       | 1.3     | 27.2    | 44.6   | 25.9     | 3.93 | .815 |           |
|                                     | A    | 1.2      | 1.0     | 20.1    | 55.3   | 22.5     | 3.97 | .755 |           |
|                                     | E    | .9       | 2.2     | 34.9    | 42.7   | 19.4     | 3.78 | .812 |           |
| 第 27 題「對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意」     | W    | .7       | 3.2     | 27.7    | 57.9   | 10.5     | 3.74 | .713 | 64.227**  |
|                                     | N    | 1.3      | 7.6     | 37.5    | 42.0   | 11.6     | 3.55 | .846 |           |
|                                     | A    | 1.8      | 5.9     | 29.1    | 50.6   | 12.7     | 3.67 | .837 |           |
|                                     | E    | 1.1      | 5.0     | 45.8    | 40.7   | 7.4      | 3.48 | .751 |           |
| 第 28 題「在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家」 | W    | .0       | .4      | 2.5     | 45.6   | 51.5     | 4.48 | .567 | 93.606**  |
|                                     | N    | .9       | 4.5     | 11.6    | 39.7   | 43.3     | 4.20 | .878 |           |
|                                     | A    | .2       | 1.0     | 9.6     | 43.6   | 45.7     | 4.34 | .705 |           |
|                                     | E    | .9       | 1.5     | 16.3    | 43.8   | 37.5     | 4.15 | .809 |           |
| 第 29 題「科學中的想法有時會改變」                 | W    | .2       | .5      | 5.2     | 62.2   | 32.0     | 4.25 | .588 | 115.832** |
|                                     | N    | .4       | 3.1     | 22.3    | 48.2   | 25.9     | 3.96 | .805 |           |
|                                     | A    | .0       | 1.8     | 12.9    | 58.2   | 27.1     | 4.11 | .678 |           |
|                                     | E    | 1.1      | 1.3     | 25.5    | 50.5   | 21.6     | 3.90 | .783 |           |
| 第 30 題「有些問題連科學家也無法回答」               | W    | .4       | .7      | 3.9     | 45.3   | 49.7     | 4.43 | .640 | 90.234**  |
|                                     | N    | 1.3      | 3.1     | 18.8    | 35.7   | 41.1     | 4.12 | .913 |           |
|                                     | A    | .8       | 2.3     | 8.6     | 37.1   | 51.2     | 4.36 | .798 |           |
|                                     | E    | 1.3      | 2.4     | 17.6    | 41.4   | 37.3     | 4.11 | .867 |           |

註：1. W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. 分量表三中各題項均為正向題。

3. \*\* $p < .01$

#### 〈四〉 不同學校學生在分量表四「科學知識的驗證性」中各題項的同意程度

由表 4\_5 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表四〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，且各校學生在分量表四中所有題項〈第 3、4、7、10、17、20、22、24 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生在此五題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定科學知識的「可驗證性」，多認為科學知識係由多種證據建構而成。

表 4\_5 不同學校學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                   | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$  |
|--------------------------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|-----------|
| 第3題「新發現會改變科學家認為什麼才是真實的」              | W    | .9       | 3.9     | 14.6    | 66.1   | 14.6     | 3.90 | .719 | 70.763**  |
|                                      | N    | 1.3      | 5.4     | 29.0    | 48.7   | 15.6     | 3.72 | .840 |           |
|                                      | A    | .6       | 5.3     | 20.7    | 59.2   | 14.3     | 3.81 | .761 |           |
|                                      | E    | .9       | 6.3     | 33.6    | 45.3   | 13.9     | 3.65 | .828 |           |
| 第4題「在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗」          | W    | .2       | .7      | 7.5     | 60.6   | 31.1     | 4.22 | .619 | 101.095** |
|                                      | N    | .9       | 4.0     | 19.6    | 47.8   | 27.7     | 3.97 | .847 |           |
|                                      | A    | .2       | 1.8     | 13.1    | 62.1   | 22.9     | 4.06 | .667 |           |
|                                      | E    | .2       | 3.5     | 25.7    | 51.4   | 19.2     | 3.86 | .768 |           |
| 第7題「科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法」  | W    | .0       | 2.3     | 13.0    | 66.4   | 18.3     | 4.01 | .637 | 55.982**  |
|                                      | N    | 1.3      | 1.3     | 25.0    | 49.1   | 23.2     | 3.92 | .807 |           |
|                                      | A    | .6       | 2.7     | 23.6    | 54.9   | 18.2     | 3.87 | .752 |           |
|                                      | E    | .4       | 1.5     | 28.1    | 52.1   | 17.9     | 3.85 | .735 |           |
| 第 10 題「在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論」 | W    | .2       | 2.1     | 5.7     | 60.6   | 31.4     | 4.21 | .655 | 86.067**  |
|                                      | N    | 1.3      | 6.3     | 15.2    | 48.2   | 29.0     | 3.97 | .903 |           |
|                                      | A    | .6       | 3.9     | 9.2     | 58.2   | 28.1     | 4.09 | .758 |           |
|                                      | E    | 1.1      | 3.7     | 21.4    | 52.7   | 21.1     | 3.89 | .813 |           |
| 第 17 題「進行實驗之前先有假說，是好的」               | W    | .0       | 3.0     | 17.8    | 66.8   | 12.4     | 3.89 | .641 | 68.435**  |
|                                      | N    | 3.1      | 4.5     | 27.7    | 49.6   | 15.2     | 3.69 | .893 |           |
|                                      | A    | .8       | 2.9     | 23.2    | 57.6   | 15.4     | 3.84 | .741 |           |
|                                      | E    | 2.6      | 6.1     | 30.5    | 47.1   | 13.7     | 3.63 | .888 |           |
| 第 20 題「做實驗是知道某件事是否真實的好方法」            | W    | .2       | 5.3     | 16.5    | 59.9   | 18.1     | 3.90 | .753 | 42.782**  |
|                                      | N    | 1.3      | 3.1     | 27.2    | 49.6   | 18.8     | 3.81 | .820 |           |
|                                      | A    | .6       | 2.0     | 19.9    | 59.4   | 18.2     | 3.93 | .712 |           |
|                                      | E    | .2       | 2.6     | 28.5    | 50.8   | 17.9     | 3.83 | .750 |           |
| 第 22 題「多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好」         | W    | .2       | .5      | 5.9     | 60.2   | 33.2     | 4.26 | .602 | 79.070**  |
|                                      | N    | .9       | 1.8     | 16.5    | 41.5   | 39.3     | 4.17 | .828 |           |
|                                      | A    | .2       | .8      | 10.7    | 54.7   | 33.6     | 4.21 | .671 |           |
|                                      | E    | .4       | 1.1     | 21.8    | 48.1   | 28.5     | 4.03 | .766 |           |
| 第 24 題「好的理論是根據許多不同實驗的證據而來」           | W    | .2       | 1.2     | 5.9     | 63.8   | 29.0     | 4.20 | .612 | 59.674**  |
|                                      | N    | .0       | 2.7     | 19.2    | 49.1   | 29.0     | 4.04 | .768 |           |
|                                      | A    | .4       | 2.9     | 13.7    | 56.1   | 27.0     | 4.06 | .746 |           |
|                                      | E    | .9       | 2.2     | 19.2    | 53.6   | 24.2     | 3.98 | .775 |           |

註：1. W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. 分量表四中各題項均為正向題。

3. \*\* $p < .01$

## 〈五〉 不同學校學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」中

### 各題項的同意程度

由表 4\_6 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表五〈共 3 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，且各校學生在分量表五中所有題項〈第 5、14、19 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生肯定「科學研究對社會的重要性」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。

表 4\_6 不同學校學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計

| 題項                  | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$  |
|---------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|-----------|
| 第5題「社會能夠支持科學研究是重要的」 | W    | .0       | 1.8     | 13.9    | 51.7   | 32.7     | 4.15 | .717  | 106.996** |
|                     | N    | .9       | 4.9     | 32.1    | 37.9   | 24.1     | 3.79 | .895  |           |
|                     | A    | .8       | 1.8     | 18.4    | 50.6   | 28.5     | 4.04 | .780  |           |
|                     | E    | .9       | 3.7     | 34.6    | 43.1   | 17.6     | 3.73 | .823  |           |
| 第14題「科學研究應該要得到政府支持」 | W    | .4       | 4.4     | 22.2    | 42.3   | 30.7     | 3.99 | .860  | 169.764** |
|                     | N    | 3.6      | 8.5     | 36.2    | 27.7   | 24.1     | 3.60 | 1.054 |           |
|                     | A    | .6       | 3.9     | 20.5    | 40.2   | 34.8     | 4.05 | .872  |           |
|                     | E    | 2.4      | 10.7    | 42.7    | 33.3   | 10.9     | 3.40 | .903  |           |
| 第 19 題「科學研究有助繁榮」    | W    | .4       | 3.0     | 20.6    | 55.8   | 20.2     | 3.93 | .746  | 92.631**  |
|                     | N    | 2.2      | 10.7    | 27.2    | 34.4   | 25.4     | 3.70 | 1.035 |           |
|                     | A    | 1.2      | 3.3     | 20.7    | 48.0   | 26.8     | 3.96 | .844  |           |
|                     | E    | 1.5      | 5.4     | 35.9    | 39.0   | 18.1     | 3.67 | .887  |           |

註：1. W 校及 A 校為高中，E 校及 N 校為國中。

2. 分量表五中各題項均為正向題。

3. \*\* $p < .01$

## 〈六〉 不同學校學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」中各題項的同意程度

由表 4\_7 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同學校學生在分量表六〈共 5 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各校學生在其中的第 11、12、25、35 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各校學生在上述四題表現出對「科學研究工作的熱忱」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。另外，各校學生在第 18 題的意見統計結果以表示「無意見」較多，意謂其對於未來以科學家為職志的可能性，尚未有明顯的意向。



表 4\_7 不同學校學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 學校代碼 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|------|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|----------|
| 第11題「我願意享受學習科學的快樂」                  | W    | 1.4      | 4.6     | 23.3    | 49.6   | 21.1     | 3.84 | .856  | 43.974** |
|                                     | N    | 2.2      | 7.6     | 26.3    | 35.3   | 28.6     | 3.80 | 1.010 |          |
|                                     | A    | 2.0      | 2.1     | 26.2    | 49.2   | 20.5     | 3.84 | .840  |          |
|                                     | E    | .4       | 2.0     | 29.8    | 42.0   | 25.7     | 3.91 | .816  |          |
| 第12題「我願意和其他科學家一起合作解決科學問題」           | W    | 1.2      | 6.4     | 29.1    | 46.2   | 17.1     | 3.71 | .865  | 36.752** |
|                                     | N    | 2.7      | 6.3     | 34.8    | 33.0   | 23.2     | 3.68 | .986  |          |
|                                     | A    | 1.4      | 3.1     | 28.5    | 47.1   | 19.9     | 3.81 | .835  |          |
|                                     | E    | 1.3      | 3.3     | 38.1    | 37.3   | 20.0     | 3.71 | .866  |          |
| 第 18 題「我願意成為科學家」                    | W    | 12.1     | 21.5    | 39.8    | 20.1   | 6.6      | 2.88 | 1.072 | 53.347** |
|                                     | N    | 18.3     | 20.5    | 42.0    | 12.5   | 6.7      | 2.69 | 1.113 |          |
|                                     | A    | 6.8      | 15.4    | 45.5    | 23.6   | 8.6      | 3.12 | .998  |          |
|                                     | E    | 11.1     | 24.4    | 43.4    | 13.1   | 8.1      | 2.83 | 1.055 |          |
| 第 25 題「在科學實驗室工作應該是有趣的」              | W    | 2.1      | 7.5     | 35.5    | 43.5   | 11.4     | 3.55 | .868  | 41.060** |
|                                     | N    | 1.3      | 10.3    | 38.8    | 33.0   | 16.5     | 3.53 | .932  |          |
|                                     | A    | 2.1      | 12.3    | 41.8    | 33.8   | 10.0     | 3.37 | .900  |          |
|                                     | E    | 2.4      | 4.1     | 41.2    | 37.7   | 14.6     | 3.58 | .874  |          |
| 第 35 題「我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的」 | W    | 1.8      | 7.3     | 30.0    | 49.2   | 11.7     | 3.62 | .851  | 28.934** |
|                                     | N    | 2.7      | 8.5     | 35.3    | 33.9   | 19.6     | 3.59 | .984  |          |
|                                     | A    | 2.5      | 4.5     | 35.4    | 43.6   | 14.1     | 3.62 | .872  |          |
|                                     | E    | 3.3      | 5.4     | 36.4    | 40.5   | 14.4     | 3.57 | .916  |          |

註：1. W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

2. 分量表六中各題項均為正向題。

3. \*\* $p < .01$

整體而言，不同學校學生在各分量表同意程度的平均數值介於 3.30 與 4.21 之間，意謂各校學生對科學本質的態度傾向當代觀點及對科學的態度採取正向的意見表示，而自表中的均數排序觀之，得知以下特點〈如表 4\_8〉：〈一〉各校學生對各分量表同意程度的均數排序第一名皆為分量表三「科學知識的發展性」；〈二〉各校學生對各分量表同意程度的均數排序第二、三名皆為分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」；〈三〉W 高中、A 高中及 N 國中的學生對各分量表之同意程度的均數排名情形有一致性；前四名皆為分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」，後二名則為分量表一「科學知識的來源」、分量表六「對科學研究工作的熱忱」；〈四〉E 國中的學生對各分量表之同意程度的均數排名情形，前四名依序為分量表三、分量表四、分量表五、分量表六，而第五、六名分別為分量表二、分量表一。



表 4\_8 不同學校學生對各分量表同意程度的均數排名

| 序號 | 分量表<br>名稱     | 學校代碼      |      |           |      |           |      |           |      |
|----|---------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|    |               | W         |      | N         |      | A         |      | E         |      |
|    |               | 〈n = 185〉 |      | 〈n = 224〉 |      | 〈n = 512〉 |      | 〈n = 459〉 |      |
|    |               | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 |
| 一  | 「科學知識的來源」     | 3.70      | 〈5〉  | 3.30      | 〈6〉  | 3.49      | 〈6〉  | 3.33      | 〈6〉  |
| 二  | 「科學知識的確定性」    | 3.91      | 〈4〉  | 3.58      | 〈4〉  | 3.60      | 〈4〉  | 3.51      | 〈5〉  |
| 三  | 「科學知識的發展性」    | 4.21      | 〈1〉  | 3.98      | 〈1〉  | 4.11      | 〈1〉  | 3.90      | 〈1〉  |
| 四  | 「科學知識的驗證性」    | 4.07      | 〈2〉  | 3.91      | 〈2〉  | 3.98      | 〈3〉  | 3.84      | 〈2〉  |
| 五  | 「科學研究對社會的重要性」 | 4.02      | 〈3〉  | 3.70      | 〈3〉  | 4.02      | 〈2〉  | 3.60      | 〈3〉  |
| 六  | 「對科學研究工作的熱忱」  | 3.52      | 〈6〉  | 3.46      | 〈5〉  | 3.55      | 〈5〉  | 3.52      | 〈4〉  |

註：W 校及 A 校為高中，N 校及 E 校為國中。

其次，歸納不同學校學生在各分量表中各題項同意程度的分析內容，其中各校學生有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、16、18、34 題，可分列為五點〈如圖 4\_1〉：〈一〉對於科學書籍內容的可信度〈第 1 題〉，W 高中學生傾向當代觀點，多認為不一定要相信科學書籍裡談到的內容，其他三校學生傾向傳統觀點，認為必須相信科學書籍裡談到的內容；〈二〉對於科學書籍內容的真實性〈第 9 題〉，W 高中學生傾向當代觀點，多認為無法確定所閱讀之科學書籍的內容是真實的，而其他三校學生傾向傳統觀點，多認為可以確定所閱讀之科學書籍的內容是真實的；〈三〉對於老師講授內容的真實性〈第 16 題〉，W 高中、A 高中學生傾向當代觀點，認為老師在自然課中說的不一定是真實的，而 N 國中、E 國中的學生在此題以表示「無意見」的比例較高；〈四〉對於以科學家為職志的可能性〈第 18 題〉，四所學校學生表示未有明顯意向的意見比例比較高；〈五〉對於科學工作的核心主軸〈第 34 題〉，W 高中學生傾向當代觀點，多認為從事科學最重要的部分不是提出一個正確答案，而其他三校學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

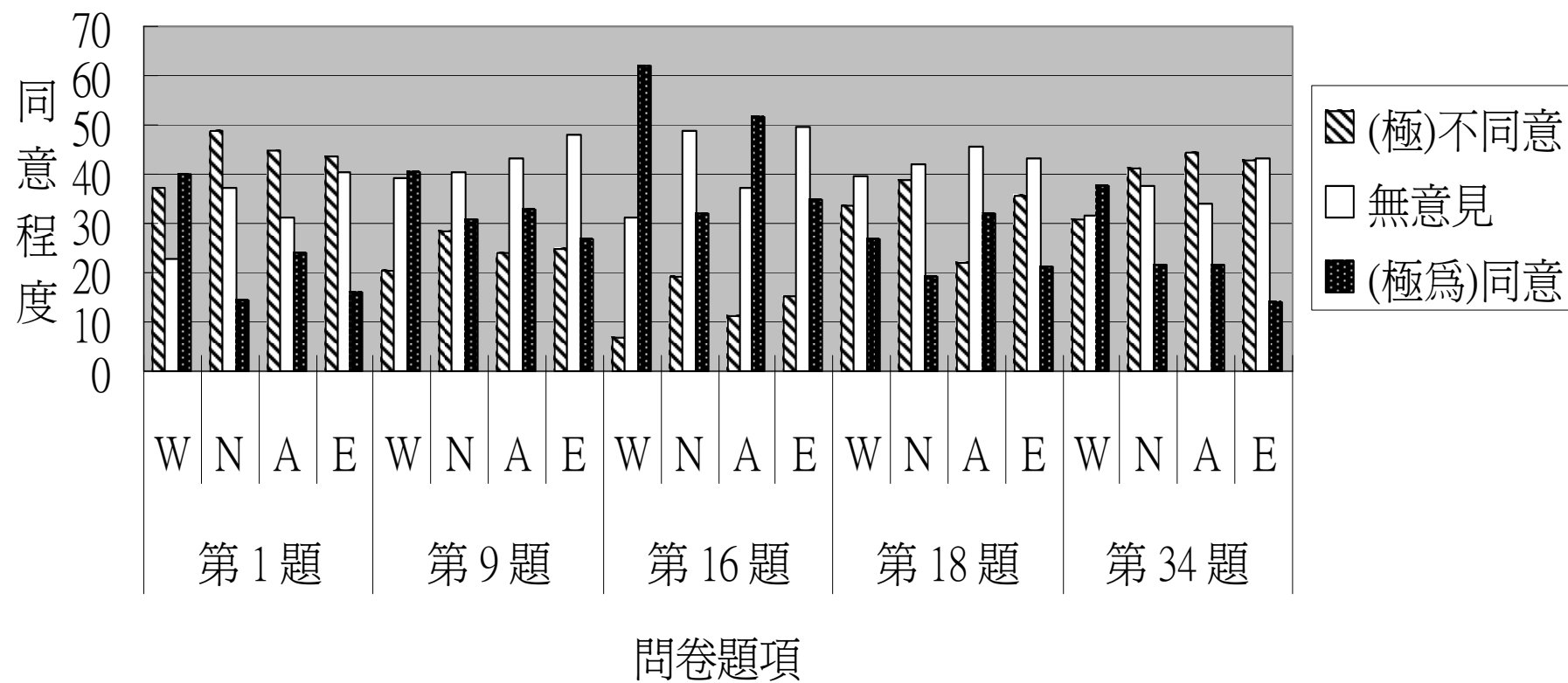


圖 4\_1 不同學校學生之互異或非爲當代觀點的意見百分比統計直方圖

## 二、不同年級學生的科學與科學本質態度分析

以單因子變異數分析，檢核不同年級學生在各分量表填答是否存在顯著差異。結果顯示，在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」和分量表五「科學研究對社會的重要性」，不同年級的學生有不同的取向，且達統計上的顯著差異。經事後比較，不同年級學生在各分量表之平均差異達顯著者為：〈一〉分量表一「科學知識的來源」和分量表四「科學知識的驗證性」有相同結果，十年級 > 七、九、十二年級；十二年級 > 七、九年級。〈二〉分量表二「科學知識的確定性」的結果是，十年級 > 七、九、十二年級；十二年級 > 七年級。〈三〉分量表三「科學知識的發展性」的結果是，九年級 > 七年級；十、十二年級 > 七、九年級。〈四〉分量表五「科學研究對社會的重要性」的結果是，十、十二年級 > 七、九年級；十二年級 > 十年級。各年級學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」，則無顯著差異（ $F=1.341$ ， $p>.05$ ）。如表 4\_9 所示。

表 4\_9 不同年級對各分量表的單因子變異數分析摘要表

| 分量表序號 | 描述性統計量 | 年級               |                  |                  |                   | $F$       | 事後比較<br>(Scheffe 法)    |
|-------|--------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|------------------------|
|       |        | 七<br>( $n=348$ ) | 九<br>( $n=335$ ) | 十<br>( $n=539$ ) | 十二<br>( $n=536$ ) |           |                        |
| 分量表一  | $M$    | 3.27             | 3.37             | 3.66             | 3.54              | 42.599 ** | 十 > 七、九、十二<br>十二 > 七、九 |
|       | $SD$   | .60              | .50              | .51              | .57               |           |                        |
| 分量表二  | $M$    | 3.48             | 3.59             | 3.84             | 3.69              | 23.067 ** | 十 > 七、九、十二<br>十二 > 七   |
|       | $SD$   | .68              | .60              | .60              | .72               |           |                        |
| 分量表三  | $M$    | 3.87             | 3.98             | 4.19             | 4.14              | 37.552 ** | 九 > 七<br>十、十二 > 七、九    |
|       | $SD$   | .57              | .48              | .45              | .48               |           |                        |
| 分量表四  | $M$    | 3.86             | 3.87             | 4.08             | 3.98              | 22.793 ** | 十 > 七、九、十二<br>十二 > 七、九 |
|       | $SD$   | .52              | .45              | .42              | .41               |           |                        |
| 分量表五  | $M$    | 3.59             | 3.68             | 3.96             | 4.08              | 56.011 ** | 十、十二 > 七、九<br>十二 > 十   |
|       | $SD$   | .70              | .65              | .62              | .60               |           |                        |
| 分量表六  | $M$    | 3.54             | 3.46             | 3.53             | 3.54              | 1.341     | —                      |
|       | $SD$   | .72              | .65              | .66              | .70               |           |                        |

\*\* $p<.01$

以下分析各年級學生分別在六個分量表中各題項的同意程度，並對於不同年級學生有意見表示比例之差異情形，加以說明，結果彙整於表 4\_10 至表 4\_15。

### 〈一〉 不同年級學生在分量表一「科學知識的來源」中各題項的 同意程度

由表 4\_10 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表一〈共 6 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各年級學生在其中的第 2、6、8 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為「科學知識的來源」實為多元，並非唯一。另外，檢視各年級學生在第 1、9、16 題的意見統計結果，有互異及非為當代觀點的意見表示情形，詳細說明如下：

#### 1. 第 1 題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」

各年級學生在此題以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示各年級學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容。

#### 2. 第 9 題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」

各年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

#### 3. 第 16 題「老師在自然課中說的都是真實的」

十、十二年級學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示高中學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的；而七、九年級的國中學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_10 不同年級學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計

| 題項                                 | 年級 | 極<br>不<br>同<br>意<br>(%) | 不<br>同<br>意<br>(%) | 無<br>意<br>見<br>(%) | 同<br>意<br>(%) | 極<br>為<br>同<br>意<br>(%) | M    | SD    | $\chi^2$  |
|------------------------------------|----|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|-------|-----------|
| 第1題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」               | 七  | 7.5                     | 40.2               | 37.9               | 12.4          | 2.0                     | 2.61 | .870  | 103.516** |
|                                    | 九  | 3.0                     | 39.7               | 40.6               | 15.2          | 1.5                     | 2.73 | .809  |           |
|                                    | 十  | 2.8                     | 32.8               | 28.9               | 33.6          | 1.9                     | 2.99 | .923  |           |
|                                    | 十二 | 2.6                     | 43.5               | 24.4               | 26.5          | 3.0                     | 2.84 | .948  |           |
| 第2題「一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一答案」        | 七  | 3.2                     | 12.4               | 25.0               | 42.8          | 16.7                    | 3.57 | 1.009 | 134.661** |
|                                    | 九  | .6                      | 8.1                | 20.0               | 57.6          | 13.7                    | 3.76 | .811  |           |
|                                    | 十  | .4                      | 5.0                | 8.2                | 58.6          | 27.8                    | 4.09 | .766  |           |
|                                    | 十二 | .7                      | 6.9                | 8.8                | 62.3          | 21.3                    | 3.96 | .802  |           |
| 第6題「只有科學家確知科學中那些是真實的」              | 七  | 3.7                     | 10.1               | 28.2               | 42.2          | 15.8                    | 3.56 | .995  | 87.299**  |
|                                    | 九  | .9                      | 8.7                | 24.8               | 54.0          | 11.6                    | 3.67 | .827  |           |
|                                    | 十  | .9                      | 4.6                | 13.7               | 53.2          | 27.5                    | 4.02 | .826  |           |
|                                    | 十二 | 1.3                     | 6.0                | 19.4               | 54.3          | 19.0                    | 3.84 | .846  |           |
| 第8題「在科學中，所有問題都只有一個正確答案」            | 七  | 2.9                     | 9.8                | 21.3               | 45.7          | 20.4                    | 3.71 | .992  | 74.655**  |
|                                    | 九  | 3.3                     | 6.3                | 14.9               | 58.5          | 17.0                    | 3.80 | .909  |           |
|                                    | 十  | 1.9                     | 5.0                | 8.5                | 52.3          | 32.3                    | 4.08 | .878  |           |
|                                    | 十二 | 1.9                     | 8.8                | 9.7                | 56.3          | 23.3                    | 3.90 | .917  |           |
| 第9題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」 | 七  | 4.0                     | 24.1               | 42.5               | 25.3          | 4.0                     | 3.01 | .905  | 36.441**  |
|                                    | 九  | 1.5                     | 22.4               | 49.0               | 24.8          | 2.4                     | 3.04 | .792  |           |
|                                    | 十  | 1.1                     | 19.5               | 42.3               | 32.1          | 5.0                     | 3.20 | .849  |           |
|                                    | 十二 | .7                      | 23.1               | 39.7               | 33.6          | 2.8                     | 3.15 | .830  |           |
| 第16題「老師在自然課中說的都是真實的」               | 七  | 4.3                     | 15.2               | 46.8               | 27.9          | 5.7                     | 3.16 | .901  | 108.872** |
|                                    | 九  | 2.1                     | 11.3               | 51.9               | 29.6          | 5.1                     | 3.24 | .799  |           |
|                                    | 十  | .9                      | 6.5                | 35.3               | 49.7          | 7.6                     | 3.57 | .764  |           |
|                                    | 十二 | 2.1                     | 8.4                | 32.8               | 45.0          | 11.8                    | 3.56 | .880  |           |

註：1.分量表一中各題項均為反向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$ 

## 〈二〉不同年級學生在分量表二「科學知識的確定性」中各題項的同意程度

由表 4\_11 的  $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表二〈共 4 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各年級學生在其中的第 31、32、33 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂對於「科學知識的確定性」採取較為質疑的態度，多認為科學知識具有「不確定」的特質，而科學家應秉持終身學習的精神，持續不斷地發掘科學新知。另外，檢視各年級學生在第 34 題的意見統計結果，可知九、十、十二年級學生在此題以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出

一個正確答案；而七年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_11 不同年級學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                     | 年級 | 極<br>不<br>同<br>意<br>(%) | 不<br>同<br>意<br>(%) | 無<br>意<br>見<br>(%) | 同<br>意<br>(%) | 極<br>為<br>同<br>意<br>(%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|----------------------------------------|----|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|-------|----------|
| 第31題「科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了」 | 七  | 3.7                     | 8.6                | 23.0               | 29.0          | 35.6                    | 3.84 | 1.116 | 97.226** |
|                                        | 九  | 1.8                     | 3.9                | 19.7               | 39.7          | 34.9                    | 4.02 | .930  |          |
|                                        | 十  | 1.5                     | 4.1                | 5.9                | 36.0          | 52.5                    | 4.34 | .876  |          |
|                                        | 十二 | 2.8                     | 6.9                | 12.3               | 34.5          | 43.5                    | 4.09 | 1.039 |          |
| 第32題「每個人都必須相信科學家說的話」                   | 七  | 1.1                     | 5.2                | 26.1               | 37.4          | 30.2                    | 3.90 | .931  | 45.619** |
|                                        | 九  | 1.2                     | 3.9                | 17.6               | 49.6          | 27.8                    | 3.99 | .848  |          |
|                                        | 十  | .4                      | 2.0                | 14.1               | 45.1          | 38.4                    | 4.19 | .778  |          |
|                                        | 十二 | .9                      | 5.4                | 17.0               | 40.3          | 36.4                    | 4.06 | .912  |          |
| 第 33 題「科學知識是永遠真實的」                     | 七  | 3.7                     | 10.6               | 34.2               | 30.7          | 20.7                    | 3.54 | 1.050 | 57.672** |
|                                        | 九  | .9                      | 9.9                | 30.1               | 41.8          | 17.3                    | 3.65 | .910  |          |
|                                        | 十  | .9                      | 5.2                | 22.8               | 44.2          | 26.9                    | 3.91 | .884  |          |
|                                        | 十二 | 1.3                     | 10.8               | 27.1               | 41.8          | 19.0                    | 3.66 | .949  |          |
| 第 34 題「從事科學最重要的部分是提出一個正確答案」            | 七  | 13.5                    | 28.4               | 43.1               | 10.9          | 4.0                     | 2.64 | .982  | 71.998** |
|                                        | 九  | 8.4                     | 34.3               | 39.4               | 14.0          | 3.9                     | 2.71 | .944  |          |
|                                        | 十  | 5.2                     | 32.8               | 34.0               | 21.9          | 6.1                     | 2.91 | .997  |          |
|                                        | 十二 | 5.2                     | 31.3               | 31.5               | 26.3          | 5.6                     | 2.96 | 1.005 |          |

註：1.分量表二中各題項均為反向題。

2. \*\* $p < .01$

### 〈三〉 不同年級學生在分量表三「科學知識的發展性」中各題項的同意程度

由表 4\_12 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表三〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各年級學生在其中的第 13、15、21、26、28、29、30 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在上述七題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定「科學知識的發展性」，多認為科學知識的發展層面具有多樣化的特性。另外，檢視各年級學生在第 27 題的意見統計結果，可知九、十、十二年級學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示此三個年級的學生在此題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為科學家有時會改變對於已被認定為真實的科學知識的想法；而七年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_12 不同年級學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 年級 | 極<br>不<br>同<br>意<br>(%) | 不<br>同<br>意<br>(%) | 無<br>意<br>見<br>(%) | 同<br>意<br>(%) | 極<br>為<br>同<br>意<br>(%) | M    | SD   | $\chi^2$  |
|-------------------------------------|----|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|------|-----------|
| 第13題「現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同」        | 七  | .0                      | 1.4                | 26.1               | 52.6          | 19.8                    | 3.91 | .714 | 80.858**  |
|                                     | 九  | .6                      | .3                 | 18.5               | 57.9          | 22.7                    | 4.02 | .692 |           |
|                                     | 十  | .2                      | 1.3                | 8.3                | 56.6          | 33.6                    | 4.22 | .663 |           |
|                                     | 十二 | .2                      | 1.9                | 11.0               | 56.9          | 30.0                    | 4.15 | .694 |           |
| 第15題「關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作」      | 七  | .6                      | 4.0                | 23.3               | 46.6          | 25.6                    | 3.93 | .835 | 62.527**  |
|                                     | 九  | .6                      | 2.4                | 17.3               | 56.7          | 23.0                    | 3.99 | .744 |           |
|                                     | 十  | .0                      | .9                 | 10.2               | 53.6          | 35.3                    | 4.23 | .662 |           |
|                                     | 十二 | .6                      | 1.3                | 11.9               | 57.5          | 28.7                    | 4.13 | .703 |           |
| 第 21 題「科學書籍中的理論有時會改變」               | 七  | .9                      | 3.7                | 27.3               | 44.3          | 23.9                    | 3.86 | .850 | 129.003** |
|                                     | 九  | .0                      | 1.5                | 17.6               | 59.7          | 21.2                    | 4.01 | .670 |           |
|                                     | 十  | .4                      | .9                 | 6.1                | 55.5          | 37.1                    | 4.28 | .652 |           |
|                                     | 十二 | .6                      | 1.3                | 9.1                | 58.0          | 31.0                    | 4.18 | .688 |           |
| 第 26 題「我們的社會需要科學研究」                 | 七  | 1.4                     | 2.9                | 35.1               | 35.9          | 24.7                    | 3.80 | .896 | 82.959**  |
|                                     | 九  | .3                      | .9                 | 29.6               | 51.0          | 18.2                    | 3.86 | .723 |           |
|                                     | 十  | .2                      | .9                 | 19.1               | 55.1          | 24.7                    | 4.03 | .701 |           |
|                                     | 十二 | 1.1                     | .9                 | 16.4               | 58.6          | 22.9                    | 4.01 | .730 |           |
| 第 27 題「對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意」     | 七  | 2.0                     | 7.5                | 47.7               | 33.6          | 9.2                     | 3.41 | .835 | 78.590**  |
|                                     | 九  | .3                      | 4.2                | 38.2               | 49.0          | 8.4                     | 3.61 | .713 |           |
|                                     | 十  | 1.1                     | 5.0                | 31.4               | 49.4          | 13.2                    | 3.68 | .805 |           |
|                                     | 十二 | 1.3                     | 3.9                | 25.4               | 59.5          | 9.9                     | 3.73 | .744 |           |
| 第 28 題「在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家」 | 七  | 1.7                     | 3.4                | 18.1               | 35.3          | 41.4                    | 4.11 | .937 | 100.224** |
|                                     | 九  | .0                      | 1.5                | 11.3               | 49.9          | 37.3                    | 4.23 | .704 |           |
|                                     | 十  | .0                      | .6                 | 4.6                | 43.2          | 51.6                    | 4.46 | .612 |           |
|                                     | 十二 | .2                      | .7                 | 7.1                | 46.1          | 45.9                    | 4.37 | .665 |           |
| 第 29 題「科學中的想法有時會改變」                 | 七  | 1.4                     | 1.7                | 30.5               | 39.4          | 27.0                    | 3.89 | .873 | 137.278** |
|                                     | 九  | .3                      | 2.1                | 18.2               | 60.6          | 18.8                    | 3.96 | .693 |           |
|                                     | 十  | .2                      | .6                 | 7.4                | 62.2          | 29.7                    | 4.21 | .607 |           |
|                                     | 十二 | .0                      | 1.7                | 10.3               | 58.4          | 29.7                    | 4.16 | .664 |           |
| 第 30 題「有些問題連科學家也無法回答」               | 七  | 1.4                     | 3.7                | 22.1               | 33.0          | 39.7                    | 4.06 | .946 | 98.192**  |
|                                     | 九  | 1.2                     | 1.5                | 13.7               | 46.3          | 37.3                    | 4.17 | .807 |           |
|                                     | 十  | .6                      | 1.9                | 6.3                | 40.3          | 51.0                    | 4.39 | .737 |           |
|                                     | 十二 | .6                      | 1.1                | 6.0                | 42.5          | 49.8                    | 4.40 | .703 |           |

註：1.分量表三中各題項均為正向題。

2. \*\* $p < .01$

#### 〈四〉 不同年級學生在分量表四「科學知識的驗證性」中各題項的同意程度

由表 4\_13 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表四〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，且各年級學生在分量表四中所有題項〈第 3、4、7、10、17、20、22、24 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在此八題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定科學知識的「可驗證性」，並認為科學知識係由



多種證據建構而成。

表 4\_13 不同年級學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                   | 年級 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$  |
|--------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|-----------|
| 第3題「新發現會改變科學家認為什麼才是真實的」              | 七  | 1.1      | 8.3     | 37.4    | 38.2   | 14.9     | 3.57 | .884 | 87.859**  |
|                                      | 九  | .9       | 3.6     | 26.6    | 54.9   | 14.0     | 3.78 | .763 |           |
|                                      | 十  | .6       | 3.9     | 18.2    | 61.8   | 15.6     | 3.88 | .728 |           |
|                                      | 十二 | .9       | 5.2     | 16.8    | 63.8   | 13.2     | 3.83 | .752 |           |
| 第4題「在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗」          | 七  | .6       | 4.0     | 26.4    | 42.5   | 26.4     | 3.90 | .857 | 100.245** |
|                                      | 九  | .3       | 3.3     | 20.9    | 58.2   | 17.3     | 3.89 | .728 |           |
|                                      | 十  | .2       | 1.1     | 9.1     | 59.0   | 30.6     | 4.19 | .651 |           |
|                                      | 十二 | .2       | 1.3     | 11.2    | 63.6   | 23.7     | 4.09 | .640 |           |
| 第7題「科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法」  | 七  | .6       | 1.4     | 30.5    | 46.8   | 20.7     | 3.86 | .776 | 50.071**  |
|                                      | 九  | .9       | 1.5     | 23.6    | 55.5   | 18.5     | 3.89 | .742 |           |
|                                      | 十  | .2       | 2.8     | 16.5    | 57.7   | 22.8     | 4.00 | .723 |           |
|                                      | 十二 | .4       | 2.2     | 19.6    | 64.2   | 13.6     | 3.88 | .665 |           |
| 第 10 題「在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論」 | 七  | 1.7      | 4.3     | 21.3    | 46.8   | 25.9     | 3.91 | .890 | 86.038**  |
|                                      | 九  | .6       | 4.8     | 17.3    | 55.8   | 21.5     | 3.93 | .793 |           |
|                                      | 十  | .4       | 3.0     | 6.1     | 56.6   | 34.0     | 4.21 | .715 |           |
|                                      | 十二 | .4       | 3.0     | 8.6     | 62.3   | 25.7     | 4.10 | .698 |           |
| 第 17 題「進行實驗之前先有假說，是好的」               | 七  | 4.0      | 5.2     | 27.3    | 44.5   | 19.0     | 3.69 | .969 | 82.828**  |
|                                      | 九  | 1.5      | 6.0     | 31.9    | 51.3   | 9.3      | 3.61 | .796 |           |
|                                      | 十  | .6       | 3.3     | 21.5    | 59.6   | 15.0     | 3.85 | .727 |           |
|                                      | 十二 | .2       | 2.6     | 19.2    | 65.3   | 12.7     | 3.88 | .653 |           |
| 第 20 題「做實驗是知道某件事是否真實的好方法」            | 七  | .9       | 2.0     | 28.7    | 45.1   | 23.3     | 3.88 | .816 | 55.580**  |
|                                      | 九  | .3       | 3.6     | 27.5    | 55.8   | 12.8     | 3.77 | .723 |           |
|                                      | 十  | .0       | 3.3     | 17.1    | 57.9   | 21.7     | 3.98 | .722 |           |
|                                      | 十二 | .7       | 4.1     | 19.2    | 61.4   | 14.6     | 3.85 | .740 |           |
| 第 22 題「多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好」         | 七  | 1.1      | 1.7     | 22.1    | 38.5   | 36.5     | 4.07 | .869 | 94.220**  |
|                                      | 九  | .0       | .9      | 17.9    | 53.7   | 27.5     | 4.08 | .696 |           |
|                                      | 十  | .0       | .7      | 8.5     | 53.1   | 37.7     | 4.28 | .645 |           |
|                                      | 十二 | .4       | .6      | 7.8     | 62.1   | 29.1     | 4.19 | .624 |           |
| 第 24 題「好的理論是根據許多不同實驗的證據而來」           | 七  | .6       | 3.2     | 22.7    | 44.5   | 29.0     | 3.98 | .835 | 69.884**  |
|                                      | 九  | .6       | 1.5     | 15.5    | 60.0   | 22.4     | 4.02 | .703 |           |
|                                      | 十  | .2       | 1.1     | 7.8     | 58.4   | 32.5     | 4.22 | .645 |           |
|                                      | 十二 | .4       | 3.0     | 11.4    | 61.8   | 23.5     | 4.05 | .707 |           |

註：1.分量表四中各題項均為正向題。

2. \*\* $p < .01$

## 〈五〉不同年級學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」中

### 各題項的同意程度

由表 4\_14 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表五〈共 3 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，且各年級學生在分量表五中所有題項〈第 5、14、19 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生肯定「科學研究對社會的重要性」，亦即對科學

的態度採取正向的意見表示。

表 4\_14 不同年級學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計

| 題項                  | 年級 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$  |
|---------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|-----------|
| 第5題「社會能夠支持科學研究是重要的」 | 七  | 1.1      | 5.2     | 36.5    | 35.9   | 21.3     | 3.71 | .898  | 114.251** |
|                     | 九  | .6       | 3.0     | 31.0    | 47.2   | 18.2     | 3.79 | .791  |           |
|                     | 十  | .2       | 2.2     | 17.6    | 52.5   | 27.5     | 4.05 | .745  |           |
|                     | 十二 | .6       | 1.3     | 14.4    | 49.8   | 34.0     | 4.15 | .751  |           |
| 第14題「科學研究應該要得到政府支持」 | 七  | 4.6      | 11.8    | 39.9    | 29.0   | 14.7     | 3.37 | 1.021 | 202.297** |
|                     | 九  | .9       | 8.1     | 41.2    | 34.0   | 15.8     | 3.56 | .883  |           |
|                     | 十  | .4       | 5.8     | 27.3    | 39.0   | 27.6     | 3.88 | .894  |           |
|                     | 十二 | .6       | 2.6     | 15.5    | 43.7   | 37.7     | 4.15 | .815  |           |
| 第 19 題「科學研究有助繁榮」    | 七  | 2.0      | 7.8     | 33.3    | 33.9   | 23.0     | 3.68 | .978  | 75.712**  |
|                     | 九  | 1.5      | 6.6     | 32.8    | 41.2   | 17.9     | 3.67 | .895  |           |
|                     | 十  | .2       | 3.3     | 21.7    | 49.5   | 25.2     | 3.96 | .787  |           |
|                     | 十二 | 1.3      | 3.0     | 19.6    | 54.7   | 21.5     | 3.92 | .801  |           |

註：1.分量表五中各題項均為正向題。

2. \*\* $p < .01$

### 〈六〉 不同年級學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」中各題項的同意程度

由表 4\_15 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同年級學生在分量表六〈共 5 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而各年級學生在其中的第 11、12、25、35 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示各年級學生在上述四題表現出對「科學研究工作的熱忱」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。另外，各年級學生在第 18 題的意見統計結果以表示「無意見」較多，意謂其對於未來以科學家為職志的可能性，尚未有明顯的意向。

表 4\_15 不同年級學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 年級 | 極<br>不<br>同<br>意<br>(%) | 不<br>同<br>意<br>(%) | 無<br>意<br>見<br>(%) | 同<br>意<br>(%) | 極<br>為<br>同<br>意<br>(%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|----|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|-------|----------|
| 第11題「我願意享受學習科學的快樂」                  | 七  | 1.4                     | 3.4                | 25.9               | 35.9          | 33.3                    | 3.96 | .928  | 41.725** |
|                                     | 九  | .6                      | 4.2                | 31.6               | 43.9          | 19.7                    | 3.78 | .829  |          |
|                                     | 十  | 1.1                     | 3.3                | 24.7               | 48.4          | 22.4                    | 3.88 | .831  |          |
|                                     | 十二 | 2.2                     | 3.5                | 24.6               | 50.4          | 19.2                    | 3.81 | .864  |          |
| 第12題「我願意和其他科學家一起合作解決科學問題」           | 七  | 2.0                     | 2.6                | 37.6               | 33.0          | 24.7                    | 3.76 | .923  | 36.610** |
|                                     | 九  | 1.5                     | 6.0                | 36.4               | 38.8          | 17.3                    | 3.64 | .887  |          |
|                                     | 十  | 1.1                     | 5.2                | 30.6               | 44.2          | 18.9                    | 3.75 | .860  |          |
|                                     | 十二 | 1.5                     | 4.5                | 27.1               | 49.1          | 17.9                    | 3.77 | .845  |          |
| 第 18 題「我願意成為科學家」                    | 七  | 16.1                    | 21.8               | 41.1               | 11.2          | 9.8                     | 2.77 | 1.147 | 44.728** |
|                                     | 九  | 10.7                    | 24.5               | 44.8               | 14.6          | 5.4                     | 2.79 | .998  |          |
|                                     | 十  | 9.6                     | 19.1               | 44.9               | 20.2          | 6.1                     | 2.94 | 1.011 |          |
|                                     | 十二 | 9.5                     | 18.1               | 40.1               | 23.3          | 9.0                     | 3.04 | 1.074 |          |
| 第 25 題「在科學實驗室工作應該是有趣的」              | 七  | 2.9                     | 6.6                | 37.9               | 33.9          | 18.7                    | 3.59 | .961  | 30.947** |
|                                     | 九  | 1.2                     | 5.7                | 43.0               | 38.5          | 11.6                    | 3.54 | .818  |          |
|                                     | 十  | 1.7                     | 8.5                | 40.4               | 37.8          | 11.5                    | 3.49 | .867  |          |
|                                     | 十二 | 2.6                     | 11.0               | 36.6               | 39.9          | 9.9                     | 3.43 | .907  |          |
| 第 35 題「我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的」 | 七  | 3.7                     | 6.0                | 34.2               | 35.1          | 21.0                    | 3.64 | .999  | 38.883** |
|                                     | 九  | 2.4                     | 6.9                | 37.9               | 41.8          | 11.0                    | 3.52 | .868  |          |
|                                     | 十  | 1.5                     | 7.1                | 35.8               | 43.0          | 12.6                    | 3.58 | .853  |          |
|                                     | 十二 | 2.8                     | 4.9                | 29.3               | 50.0          | 13.1                    | 3.66 | .868  |          |

註：1.分量表六中各題項均為正向題。

2. \*\* $p < .01$ 

整體而言，不同年級學生在各分量表同意程度的平均數值介於 3.27 與 4.19 之間，意謂各年級學生的科學與科學本質態度傾向當代觀點，而自表中的均數排序觀之，得知以下特點〈如表 4\_16〉：〈一〉各年級學生對各分量表同意程度的均數排序第一名皆為分量表三「科學知識的發展性」；〈二〉各年級學生對各分量表同意程度的均數排序第二、三名皆為分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」；〈三〉九、十及十二年級的學生對各分量表之同意程度的均數排名情形有一致性；前四名皆為分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」，後二名則為分量表一「科學知識的來源」、分量表六「對科學研究工作的熱忱」；〈四〉七年級學生對各分量表之同意程度的均數排名情形，前四名依序為分量表三、分量表四、分量表五、分量表六，而第五、六名分別為分量表二、分量表一。

表 4\_16 不同年級學生對各分量表同意程度的均數排名

| 序號 | 分量表<br>名稱     | 年級        |      |           |      |           |      |           |      |
|----|---------------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|
|    |               | 七         |      | 九         |      | 十         |      | 十二        |      |
|    |               | 〈n = 348〉 |      | 〈n = 335〉 |      | 〈n = 539〉 |      | 〈n = 536〉 |      |
|    |               | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 | M         | 均數排序 |
| 一  | 「科學知識的來源」     | 3.27      | 〈6〉  | 3.37      | 〈6〉  | 3.66      | 〈5〉  | 3.54      | 〈5〉  |
| 二  | 「科學知識的確定性」    | 3.48      | 〈5〉  | 3.59      | 〈4〉  | 3.84      | 〈4〉  | 3.69      | 〈4〉  |
| 三  | 「科學知識的發展性」    | 3.87      | 〈1〉  | 3.98      | 〈1〉  | 4.19      | 〈1〉  | 4.14      | 〈1〉  |
| 四  | 「科學知識的驗證性」    | 3.86      | 〈2〉  | 3.87      | 〈2〉  | 4.08      | 〈2〉  | 3.98      | 〈3〉  |
| 五  | 「科學研究對社會的重要性」 | 3.59      | 〈3〉  | 3.68      | 〈3〉  | 3.96      | 〈3〉  | 4.08      | 〈2〉  |
| 六  | 「對科學研究工作的熱忱」  | 3.54      | 〈4〉  | 3.46      | 〈5〉  | 3.53      | 〈6〉  | 3.54      | 〈6〉  |

其次，歸納不同年級學生在各分量表中各題項同意程度的分析內容，其中各年級學生有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、16、18、27、34 題，可分列為六點〈如圖 4\_2〉：〈一〉對於科學書籍內容的可信度〈第 1 題〉，各年級學生傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容；〈二〉對於科學書籍內容的真實性〈第 9 題〉，各年級學生以表示「無意見」的比例較高；〈三〉對於自然科教師講授內容的真實性〈第 16 題〉，十、十二年級學生傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的，而七、九年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高；〈四〉對於科學家所認定為真實的科學知識〈第 27 題〉，九、十、十二年級學生傾向當代觀點，多認為科學家對於已被認定為真實的科學知識，有時會改變想法，而七年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高；〈五〉對於以科學家為職志的可能性〈第 18 題〉，各年級學生表示未有明顯意向的意見比例比較高；〈六〉對於科學工作的核心主軸〈第 34 題〉，九、十、十二年級學生傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案，而七年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

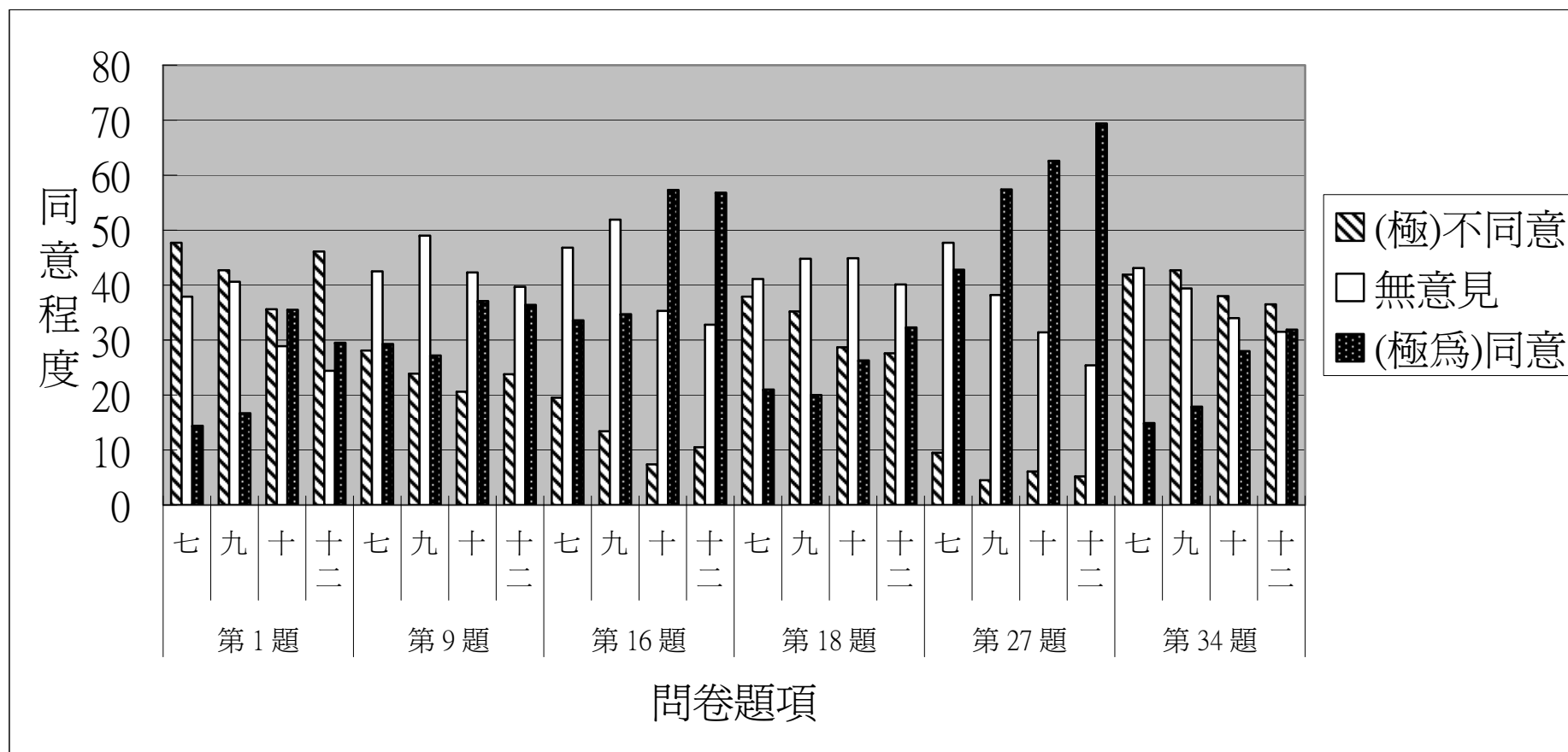


圖 4\_2 不同年級學生之互異或非爲當代觀點的意見百分比統計直方圖

### 三、不同性別學生的科學與科學本質態度分析

以獨立樣本 t 檢定，檢核不同性別學生在各分量表填答是否存在顯著差異。結果顯示，在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」和分量表四「科學知識的驗證性」，不同性別的學生有不同的取向，且達統計上的顯著差異。不同性別的學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」( $t = -.552, p > .05$ ) 和分量表六「對科學研究工作的熱忱」( $t = 1.962, p > .05$ )，則無顯著差異，如表 4\_17 所示。

表 4\_17 不同性別對各分量表的獨立樣本 t 檢定分析摘要表

| 分量表序號 | 描述性統計量 | 性別             |                | t         |
|-------|--------|----------------|----------------|-----------|
|       |        | 男<br>〈n = 860〉 | 女<br>〈n = 898〉 |           |
| 分量表一  | M      | 3.40           | 3.57           | -6.408 ** |
|       | SD     | .57            | .54            |           |
| 分量表二  | M      | 3.54           | 3.80           | -8.128 ** |
|       | SD     | .72            | .59            |           |
| 分量表三  | M      | 4.03           | 4.11           | -3.575 ** |
|       | SD     | .55            | .45            |           |
| 分量表四  | M      | 3.93           | 4.00           | -2.978 ** |
|       | SD     | .47            | .43            |           |
| 分量表五  | M      | 3.86           | 3.88           | -.552     |
|       | SD     | .69            | .64            |           |
| 分量表六  | M      | 3.55           | 3.49           | 1.962     |
|       | SD     | .65            | .71            |           |

\*\* $p < .01$

以下分析男女學生分別在六個分量表中各題項的同意程度，並對於不同性別學生有意見表示比例之差異情形，加以說明，結果彙整於表 4\_18 至表 4\_23。

#### 〈一〉不同性別學生在分量表一「科學知識的來源」中各題項的

##### 同意程度

由表 4\_18 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別學生在分量表一〈共 6 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而男女學生在其中的第 2、6、8、16 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯

示男女學生在上述四題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多數認為「科學知識的來源」實為多元，並非唯一。另外，檢視男女學生在第 1、9 題的意見統計結果，有互異或非為當代觀點的意見表示情形，詳細說明如下：

### 1. 第 1 題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」

男女學生在此題以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示男女學生之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容。

### 2. 第 9 題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」

男女學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_18 不同性別學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計

| 題項                                 | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第1題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」               | 男  | 5.0      | 40.5    | 34.7    | 17.6   | 2.3      | 2.72 | .891 | 41.079** |
|                                    | 女  | 2.4      | 37.3    | 28.6    | 29.6   | 2.0      | 2.91 | .917 |          |
| 第2題「一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一答案」        | 男  | 2.1      | 9.2     | 15.7    | 53.7   | 19.3     | 3.79 | .929 | 29.435** |
|                                    | 女  | .1       | 6.1     | 12.2    | 59.0   | 22.5     | 3.98 | .776 |          |
| 第6題「只有科學家確知科學中那些是真實的」              | 男  | 2.3      | 8.6     | 22.4    | 48.5   | 18.1     | 3.72 | .938 | 21.085** |
|                                    | 女  | .9       | 5.2     | 18.5    | 54.5   | 20.9     | 3.89 | .820 |          |
| 第8題「在科學中，所有問題都只有一個正確答案」            | 男  | 3.1      | 9.0     | 15.3    | 49.0   | 23.6     | 3.81 | .998 | 27.157** |
|                                    | 女  | 1.6      | 5.8     | 10.0    | 57.7   | 24.9     | 3.99 | .850 |          |
| 第9題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」 | 男  | 2.7      | 23.6    | 43.7    | 26.0   | 4.0      | 3.05 | .872 | 21.263** |
|                                    | 女  | .7       | 20.6    | 42.0    | 33.4   | 3.3      | 3.18 | .817 |          |
| 第16題「老師在自然課中說的都是真實的」               | 男  | 3.3      | 11.0    | 41.7    | 35.9   | 8.0      | 3.34 | .896 | 20.946** |
|                                    | 女  | 1.1      | 8.5     | 38.3    | 44.1   | 8.0      | 3.49 | .804 |          |

註：1.分量表一中各題項均為反向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

## 〈二〉不同性別學生在分量表二「科學知識的確定性」中各題項的同意程度

由表 4\_19 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別的學生在分量表二〈共 4 題〉中各題項的意見表示情形皆達顯著水準，而男女學生在其中的第 31、32、33 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，



顯示男女學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂對於「科學知識的確定性」採取較為質疑的態度，多認為科學知識具有「不確定」的特質，而科學家應秉持終身學習的精神，持續不斷地發掘科學新知。另外，檢視男女學生在第 34 題的意見統計結果，男學生以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較其他意見者多，顯示男學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案，而女學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_19 不同性別學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                     | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|----------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|----------|
| 第31題「科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了」 | 男  | 4.0      | 9.1     | 17.8    | 30.3   | 38.8     | 3.91 | 1.131 | 83.628** |
|                                        | 女  | .9       | 2.7     | 10.1    | 39.2   | 47.1     | 4.29 | .822  |          |
| 第32題「每個人都必須相信科學家說的話」                   | 男  | 1.6      | 6.3     | 21.9    | 38.5   | 31.7     | 3.92 | .964  | 57.050** |
|                                        | 女  | .1       | 1.9     | 14.4    | 47.2   | 36.4     | 4.18 | .750  |          |
| 第 33 題「科學知識是永遠真實的」                     | 男  | 2.3      | 10.1    | 28.6    | 37.8   | 21.2     | 3.65 | .996  | 11.795*  |
|                                        | 女  | .9       | 7.7     | 26.9    | 42.8   | 21.7     | 3.77 | .906  |          |
| 第 34 題「從事科學最重要的部分是提出一個正確答案」            | 男  | 9.9      | 34.7    | 36.6    | 14.3   | 4.5      | 2.69 | .985  | 42.802** |
|                                        | 女  | 5.1      | 29.1    | 35.5    | 24.6   | 5.7      | 2.97 | .984  |          |

註：1.分量表二中各題項均為反向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

### 〈三〉 不同性別學生在分量表三「科學知識的發展性」中各題項的同意程度

由表 4\_20 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別學生在分量表三〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形，有 7 題〈第 13、15、21、27、28、29、30 題〉達顯著水準，而男女學生在分量表三中所有題項〈第 13、15、21、26、27、28、29、30 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示男女學生在上述八題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定「科學知識的發展性」，多認為科學知識的發展層面具有多樣化的特性。

表 4\_20 不同性別學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第13題「現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同」        | 男  | .5       | 1.5     | 19.5    | 50.0   | 28.5     | 4.05 | .762 | 44.235** |
|                                     | 女  | –        | 1.1     | 9.9     | 62.0   | 26.9     | 4.15 | .626 |          |
| 第15題「關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作」      | 男  | .7       | 1.9     | 17.6    | 50.8   | 29.1     | 4.06 | .775 | 16.503** |
|                                     | 女  | .1       | 2.0     | 11.9    | 57.0   | 29.0     | 4.13 | .695 |          |
| 第 21 題「科學書籍中的理論有時會改變」               | 男  | .5       | 2.4     | 16.5    | 50.7   | 29.9     | 4.07 | .774 | 22.601** |
|                                     | 女  | .4       | 1.0     | 10.5    | 58.8   | 29.3     | 4.15 | .674 |          |
| 第 26 題「我們的社會需要科學研究」                 | 男  | 1.3      | 1.3     | 24.3    | 51.2   | 22.0     | 3.91 | .789 | 7.899    |
|                                     | 女  | .2       | 1.3     | 22.6    | 52.0   | 23.8     | 3.98 | .733 |          |
| 第 27 題「對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意」     | 男  | 1.7      | 6.0     | 32.4    | 47.2   | 12.6     | 3.63 | .843 | 17.692** |
|                                     | 女  | .7       | 4.0     | 35.6    | 51.2   | 8.5      | 3.63 | .724 |          |
| 第 28 題「在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家」 | 男  | .8       | 1.7     | 12.8    | 41.6   | 43.0     | 4.24 | .802 | 34.146** |
|                                     | 女  | –        | 1.0     | 6.0     | 45.9   | 47.1     | 4.39 | .647 |          |
| 第 29 題「科學中的想法有時會改變」                 | 男  | .7       | 1.9     | 18.3    | 54.1   | 25.1     | 4.01 | .756 | 22.513** |
|                                     | 女  | .1       | 1.0     | 11.7    | 58.2   | 29.0     | 4.15 | .659 |          |
| 第 30 題「有些問題連科學家也無法回答」               | 男  | 1.2      | 2.6     | 13.0    | 37.0   | 46.3     | 4.25 | .860 | 19.106** |
|                                     | 女  | .6       | 1.3     | 8.6     | 44.2   | 45.3     | 4.32 | .734 |          |

註：1.分量表中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

#### 〈四〉 不同性別學生在分量表四「科學知識的驗證性」中各題項的同意程度

由表 4\_21 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別學生在分量表四〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形，有 5 題〈第 7、10、17、22、24 題〉達顯著水準，且男女學生在分量表四中所有題項〈第 3、4、7、10、17、20、22、24 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示男女學生在上述八題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定科學知識的「可驗證性」，並認為科學知識係由多種證據建構而成。

表 4\_21 不同性別學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                   | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|--------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第 3 題「新發現會改變科學家認為什麼才是真實的」            | 男  | .8       | 5.8     | 24.5    | 54.0   | 14.9     | 3.76 | .803 | 5.056    |
|                                      | 女  | .9       | 4.5     | 21.8    | 58.8   | 14.0     | 3.81 | .762 |          |
| 第4題「在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗」          | 男  | .3       | 2.3     | 17.1    | 56.9   | 23.4     | 4.01 | .728 | 5.633    |
|                                      | 女  | .2       | 2.0     | 13.8    | 57.1   | 26.8     | 4.08 | .707 |          |
| 第7題「科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法」  | 男  | .8       | 2.2     | 25.6    | 52.2   | 19.2     | 3.87 | .770 | 24.726** |
|                                      | 女  | .1       | 2.0     | 17.7    | 61.8   | 18.4     | 3.96 | .671 |          |
| 第 10 題「在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論」 | 男  | 1.3      | 3.8     | 14.3    | 53.7   | 26.9     | 4.01 | .825 | 18.654** |
|                                      | 女  | .1       | 3.3     | 9.8     | 58.7   | 28.1     | 4.11 | .714 |          |
| 第 17 題「進行實驗之前先有假說，是好的」               | 男  | 1.6      | 3.8     | 26.3    | 52.2   | 16.0     | 3.77 | .820 | 16.463** |
|                                      | 女  | 1.0      | 4.1     | 21.7    | 61.1   | 12.0     | 3.79 | .741 |          |
| 第 20 題「做實驗是知道某件事是否真實的好方法」            | 男  | .6       | 2.6     | 24.0    | 54.2   | 18.7     | 3.88 | .753 | 7.991    |
|                                      | 女  | .3       | 4.1     | 20.2    | 57.8   | 17.6     | 3.88 | .748 |          |
| 第 22 題「多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好」         | 男  | .5       | .9      | 15.3    | 49.9   | 33.4     | 4.15 | .738 | 12.668*  |
|                                      | 女  | .2       | .9      | 10.4    | 56.1   | 32.4     | 4.20 | .667 |          |
| 第 24 題「好的理論是根據許多不同實驗的證據而來」           | 男  | .7       | 2.9     | 16.7    | 53.3   | 26.4     | 4.02 | .782 | 27.504** |
|                                      | 女  | .1       | 1.4     | 10.0    | 60.6   | 27.8     | 4.15 | .652 |          |

註：1.分量表四中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

### 〈五〉 不同性別學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」中各題項的同意程度

由表 4\_22 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別學生在分量表五〈共 3 題〉中各題項的意見表示情形皆未達顯著水準，而男女學生在分量表五中所有題項〈第 5、14、19 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示男女學生肯定「科學研究對社會的重要性」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。

表 4\_22 不同性別學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計

| 題項                  | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|---------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第5題「社會能夠支持科學研究是重要的」 | 男  | .9       | 2.8     | 24.2    | 46.9   | 25.2     | 3.93 | .828 | 6.164    |
|                     | 女  | .2       | 2.6     | 21.7    | 47.9   | 27.6     | 4.00 | .785 |          |
| 第14題「科學研究應該要得到政府支持」 | 男  | 1.7      | 6.6     | 27.8    | 36.9   | 27.0     | 3.81 | .966 | 3.474    |
|                     | 女  | 1.0      | 6.2     | 29.8    | 38.1   | 24.8     | 3.80 | .919 |          |
| 第 19 題「科學研究有助繁榮」    | 男  | 1.6      | 4.7     | 25.6    | 44.0   | 24.2     | 3.84 | .898 | 8.644    |
|                     | 女  | .7       | 4.8     | 25.4    | 48.8   | 20.4     | 3.83 | .826 |          |

註：1.分量表五中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

## 〈六〉 不同性別學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」中各題項的同意程度

由表 4\_23 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同性別學生在分量表六〈共 5 題〉中各題項的意見表示情形，有 4 題〈第 12、18、25、35 題〉達顯著水準，而男女學生在此分量表中的第 11、12、25、35 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示男女學生在上述四題表現出對「科學研究工作的熱忱」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。另外，檢視男女學生在第 18 題的意見統計結果以表示「無意見」較多，意謂其對於未來以科學家為職志的可能性，尚未有明顯的意向。

表 4\_23 不同性別學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 性別 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|----------|
| 第11題「我願意享受學習科學的快樂」                  | 男  | 1.6      | 2.7     | 27.0    | 45.8   | 22.9     | 3.86 | .856  | 4.783    |
|                                     | 女  | 1.2      | 4.5     | 25.5    | 45.5   | 23.3     | 3.85 | .869  |          |
| 第12題「我願意和其他科學家一起合作解決科學問題」           | 男  | 1.3      | 3.1     | 31.0    | 43.6   | 20.9     | 3.80 | .849  | 11.262** |
|                                     | 女  | 1.7      | 6.0     | 33.0    | 41.3   | 18.0     | 3.68 | .894  |          |
| 第 18 題「我願意成為科學家」                    | 男  | 9.0      | 15.7    | 46.3    | 20.1   | 9.0      | 3.04 | 1.036 | 37.374** |
|                                     | 女  | 13.1     | 24.8    | 39.2    | 16.6   | 6.2      | 2.78 | 1.069 |          |
| 第 25 題「在科學實驗室工作應該是有趣的」              | 男  | 2.4      | 9.8     | 41.5    | 34.0   | 12.3     | 3.44 | .914  | 13.785** |
|                                     | 女  | 1.8      | 7.0     | 37.1    | 41.5   | 12.6     | 3.56 | .864  |          |
| 第 35 題「我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的」 | 男  | 2.6      | 4.7     | 35.3    | 42.0   | 15.5     | 3.63 | .889  | 10.090*  |
|                                     | 女  | 2.4      | 7.6     | 32.5    | 44.7   | 12.8     | 3.58 | .894  |          |

註：1.分量表六中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

整體而言，不同性別學生對各分量表同意程度的平均數值介於 3.40 與 4.11 之間，意謂不同性別學生之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，檢視表 4\_24 的均數排序，得知男女學生對各分量表同意程度的均數排序前三名，依序為分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」；後三名則為分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表六「對科學研究工作的熱忱」。

表 4\_24 不同性別學生對各分量表同意程度的均數排名

| 分量表 |               | 性別             |      |                |      |
|-----|---------------|----------------|------|----------------|------|
| 序號  | 名稱            | 男<br>〈n = 860〉 |      | 女<br>〈n = 898〉 |      |
|     |               | M              | 均數排序 | M              | 均數排序 |
| 一   | 「科學知識的來源」     | 3.40           | 〈6〉  | 3.57           | 〈5〉  |
| 二   | 「科學知識的確定性」    | 3.54           | 〈5〉  | 3.80           | 〈4〉  |
| 三   | 「科學知識的發展性」    | 4.03           | 〈1〉  | 4.11           | 〈1〉  |
| 四   | 「科學知識的驗證性」    | 3.93           | 〈2〉  | 4.00           | 〈2〉  |
| 五   | 「科學研究對社會的重要性」 | 3.86           | 〈3〉  | 3.88           | 〈3〉  |
| 六   | 「對科學研究工作的熱忱」  | 3.55           | 〈4〉  | 3.49           | 〈6〉  |

其次，歸納不同性別學生在各分量表中各題項同意程度的分析內容，其中男女學生有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、18、34 題，可分列為四點〈如圖 4\_3〉：〈一〉對於科學書籍內容的可信度〈第 1 題〉，男女學生之科學與科學本質態度皆傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容；〈二〉對於科學書籍內容的真實性〈第 9 題〉，男女學生皆以表示「無意見」的比例較高；〈三〉對於以科學家為職志的可能性〈第 18 題〉，男女學生表示未有明顯意向的意見比例比較高；〈四〉對於科學工作的核心主軸〈第 34 題〉，男學生之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案，而女學生以表示「無意見」的比例較高。

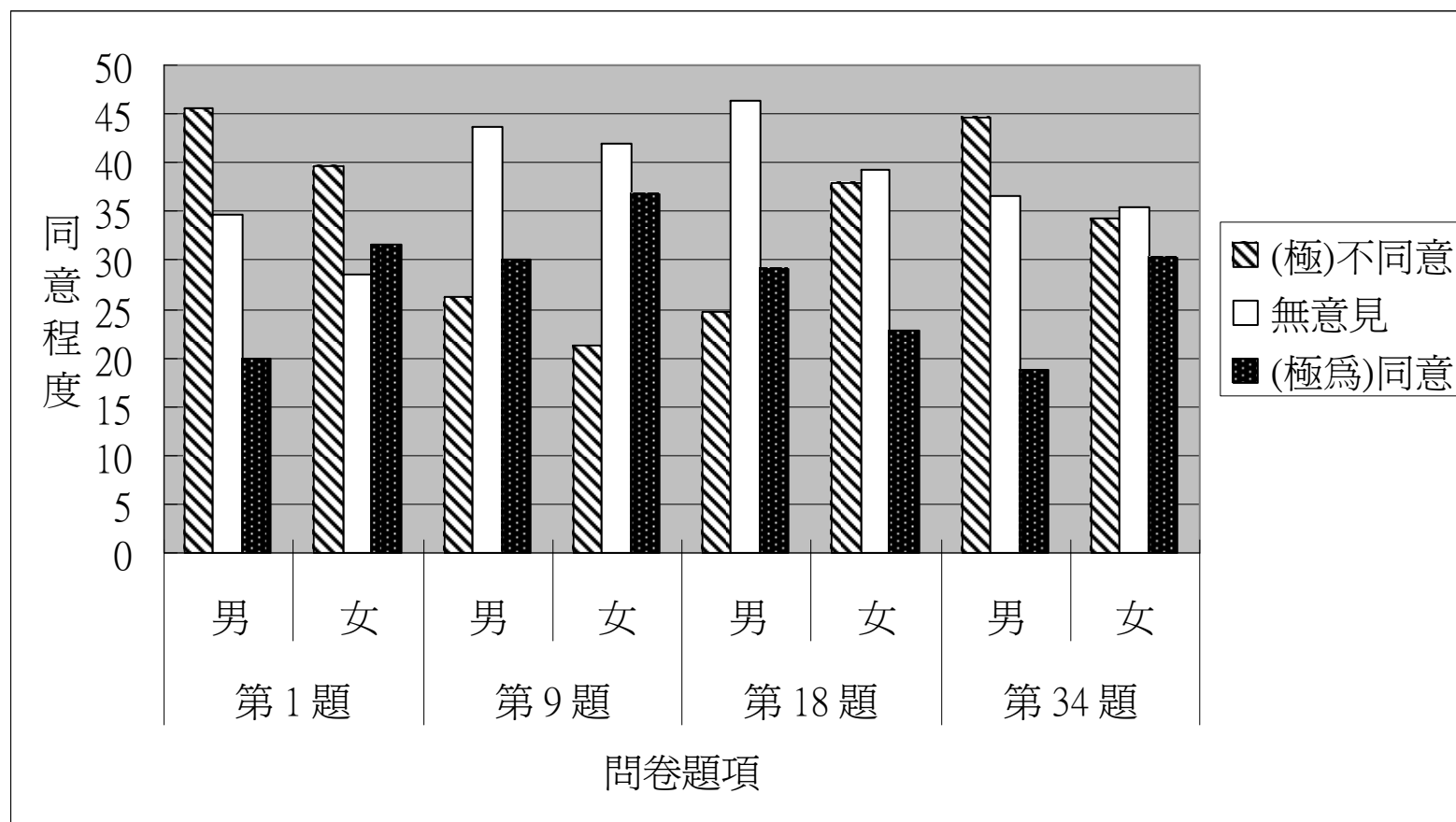


圖 4\_3 不同性別學生之互異或非爲當代觀點的意見百分比統計直方圖

#### 四、不同族群學生的科學與科學本質態度分析

以獨立樣本 t 檢定，檢核不同族群學生在各分量表填答是否存在顯著差異。結果顯示，在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」和分量表六「對科學研究工作的熱忱」，不同族群學生有不同的取向，且達統計上的顯著差異。如表 4\_25 所示。

表 4\_25 不同族群對各分量表的獨立樣本 t 檢定分析摘要表

| 分量表序號 | 描述性統計量 | 族群             |                 | t         |
|-------|--------|----------------|-----------------|-----------|
|       |        | 原<br>(n = 275) | 漢<br>(n = 1483) |           |
| 分量表一  | M      | 3.41           | 3.51            | -2.657 ** |
|       | SD     | .57            | .56             |           |
| 分量表二  | M      | 3.58           | 3.69            | -2.622 ** |
|       | SD     | .67            | .67             |           |
| 分量表三  | M      | 4.00           | 4.08            | -2.719 ** |
|       | SD     | .52            | .50             |           |
| 分量表四  | M      | 3.89           | 3.98            | -2.853 ** |
|       | SD     | .48            | .45             |           |
| 分量表五  | M      | 3.78           | 3.88            | -2.422 *  |
|       | SD     | .69            | .66             |           |
| 分量表六  | M      | 3.53           | 3.52            | .220      |
|       | SD     | .58            | .70             |           |

\*\* $p < .01$

以下分析原漢學生分別在六個分量表中各題項的同意程度，並對於不同族群學生有意見表示比例之差異情形，加以說明，結果彙整於表 4\_26 至表 4\_31。

##### 〈一〉 不同族群學生在分量表一「科學知識的來源」中各題項的同意程度

由表 4\_26 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表一〈共 6 題〉中各題項的意見表示情形，有第 2、8、16 題達顯著水準，而原漢學生在此分量表中的第 2、6、8 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀



點，多認為「科學知識的來源」實為多元，並非唯一。另外，檢視原漢學生在分量表一的題項中有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、16 題，詳細說明如下：

1. 第 1 題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」

原漢學生在此題皆以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較高，顯示原漢學生之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容，唯此題不具有統計上的顯著性。

2. 第 9 題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」

原漢學生在此題以表示「無意見」的比例較高，唯此題不具有統計上的顯著性。

3. 第 16 題「老師在自然課中說的都是真實的」

原住民學生在此題以表示「無意見」的比例較高，漢族學生在此題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較高，顯示漢族學生之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的。

表 4\_26 不同族群學生在分量表一「科學知識的來源」各題項的意見百分比統計

| 題項                                   | 族群 | 極<br>不<br>同<br>意<br>(%) | 不<br>同<br>意<br>(%) | 無<br>意<br>見<br>(%) | 同<br>意<br>(%) | 極<br>為<br>同<br>意<br>(%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|--------------------------------------|----|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|-------------------------|------|------|----------|
| 第1題「你必須相信科學書籍裡談到的內容」                 | 原  | 2.9                     | 37.5               | 35.3               | 22.2          | 2.2                     | 2.83 | .880 | 2.453    |
|                                      | 漢  | 3.8                     | 39.1               | 30.9               | 24.0          | 2.2                     | 2.82 | .915 |          |
| 第2題「一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一答案」          | 原  | 1.1                     | 9.5                | 20.0               | 51.6          | 17.8                    | 3.76 | .893 | 12.874*  |
|                                      | 漢  | 1.1                     | 7.3                | 12.8               | 57.3          | 21.5                    | 3.91 | .851 |          |
| 第 6 題「只有科學家確知科學中那些是真實的」              | 原  | 2.2                     | 6.2                | 25.8               | 48.0          | 17.8                    | 3.73 | .900 | 6.894    |
|                                      | 漢  | 1.5                     | 7.0                | 19.4               | 52.2          | 19.9                    | 3.82 | .880 |          |
| 第 8 題「在科學中，所有問題都只有一個正確答案」            | 原  | 2.9                     | 7.6                | 15.6               | 56.4          | 17.5                    | 3.78 | .923 | 9.642*   |
|                                      | 漢  | 2.2                     | 7.3                | 12.1               | 52.9          | 25.6                    | 3.92 | .929 |          |
| 第 9 題「如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的」 | 原  | .7                      | 23.6               | 46.2               | 26.2          | 3.3                     | 3.08 | .809 | 4.455    |
|                                      | 漢  | 1.8                     | 21.8               | 42.2               | 30.5          | 3.7                     | 3.12 | .854 |          |
| 第 16 題「老師在自然課中說的都是真實的」               | 原  | 1.8                     | 13.1               | 46.5               | 32.7          | 5.8                     | 3.28 | .831 | 13.868** |
|                                      | 漢  | 2.2                     | 9.1                | 38.8               | 41.5          | 8.4                     | 3.45 | .856 |          |

註：1.分量表一中各題項均為反向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

## 〈二〉 不同族群學生在分量表二「科學知識的確定性」中各題項的同意程度

由表 4\_27 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表二〈共 4 題〉中各題項的意見表示情形，有 2 題〈第 32、34 題〉達顯著水準，而原漢學生在此分量表中的第 31、32、33 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生在上述三題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其對於「科學知識的確定性」採取較為質疑的態度，多認為科學知識具有「不確定」的特質，而科學家應秉持終身學習的精神，持續不斷地發掘科學新知。另外，檢視原漢學生在第 34 題的意見統計結果，漢族學生以表示「極不同意」及「不同意」的意見比例較其他意見者多，顯示漢族學生在此題之科學與科學本質的態度傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案，而原住民學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

表 4\_27 不同族群學生在分量表二「科學知識的確定性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                     | 族群 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|----------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|----------|
| 第31題「科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了」 | 原  | 2.5      | 5.8     | 18.2    | 32.4   | 41.1     | 4.04 | 1.028 | 5.262    |
|                                        | 漢  | 2.4      | 5.8     | 13.1    | 35.3   | 43.4     | 4.12 | .998  |          |
| 第32題「每個人都必須相信科學家說的話」                   | 原  | .7       | 4.7     | 25.8    | 42.5   | 26.2     | 3.89 | .874  | 17.450** |
|                                        | 漢  | .9       | 3.9     | 16.6    | 43.0   | 35.6     | 4.09 | .866  |          |
| 第 33 題「科學知識是永遠真實的」                     | 原  | 1.8      | 9.5     | 32.0    | 36.4   | 20.4     | 3.64 | .969  | 3.790    |
|                                        | 漢  | 1.6      | 8.8     | 27.0    | 41.1   | 21.6     | 3.72 | .949  |          |
| 第 34 題「從事科學最重要的部分是提出一個正確答案」            | 原  | 6.5      | 33.1    | 42.9    | 13.8   | 3.6      | 2.75 | .904  | 11.674*  |
|                                        | 漢  | 7.6      | 31.6    | 34.8    | 20.6   | 5.4      | 2.85 | 1.010 |          |

註：1.分量表二中各題項均為反向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

## 〈三〉 不同族群學生在分量表三「科學知識的發展性」中各題項的同意程度

由表 4\_28 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表三〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形，有 4 題〈第 13、26、28、30 題〉達

顯著水準，而原漢學生在分量表三中所有題項〈第 13、15、21、26、27、28、29、30 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生在上述八題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定「科學知識的發展性」，多認為科學知識的發展層面具有多樣化的特性。

表 4\_28 不同族群學生在分量表三「科學知識的發展性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 族群 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第13題「現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同」        | 原  | .4       | 2.2     | 20.0    | 51.3   | 26.2     | 4.01 | .764 | 10.273*  |
|                                     | 漢  | .2       | 1.1     | 13.6    | 57.0   | 28.0     | 4.11 | .684 |          |
| 第15題「關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作」      | 原  | .7       | 2.2     | 16.0    | 52.7   | 28.4     | 4.06 | .771 | 1.552    |
|                                     | 漢  | .3       | 1.9     | 14.4    | 54.2   | 29.1     | 4.10 | .729 |          |
| 第 21 題「科學書籍中的理論有時會改變」               | 原  | —        | 2.2     | 18.2    | 49.5   | 30.2     | 4.08 | .753 | 9.172    |
|                                     | 漢  | .5       | 1.6     | 12.5    | 55.8   | 29.5     | 4.12 | .721 |          |
| 第 26 題「我們的社會需要科學研究」                 | 原  | .4       | 1.1     | 32.0    | 47.6   | 18.9     | 3.84 | .749 | 14.224** |
|                                     | 漢  | .8       | 1.3     | 21.8    | 52.3   | 23.7     | 3.97 | .762 |          |
| 第 27 題「對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意」     | 原  | 1.5      | 6.9     | 38.5    | 43.6   | 9.5      | 3.53 | .816 | 6.870    |
|                                     | 漢  | 1.1      | 4.7     | 33.2    | 50.3   | 10.7     | 3.65 | .777 |          |
| 第 28 題「在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家」 | 原  | .4       | 2.9     | 13.1    | 43.6   | 40.0     | 4.20 | .801 | 12.535*  |
|                                     | 漢  | .4       | 1.1     | 8.6     | 43.8   | 46.1     | 4.34 | .715 |          |
| 第 29 題「科學中的想法有時會改變」                 | 原  | —        | 1.8     | 18.5    | 52.7   | 26.9     | 4.05 | .726 | 5.262    |
|                                     | 漢  | .5       | 1.3     | 14.2    | 56.8   | 27.1     | 4.09 | .709 |          |
| 第 30 題「有些問題連科學家也無法回答」               | 原  | 1.5      | 1.5     | 16.4    | 36.4   | 44.4     | 4.21 | .870 | 12.954*  |
|                                     | 漢  | .7       | 2.0     | 9.7     | 41.5   | 46.1     | 4.30 | .784 |          |

註：1. 分量表三中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$

#### 〈四〉 不同族群學生在分量表四「科學知識的驗證性」中各題項的同意程度

由表 4\_29 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表四〈共 8 題〉中各題項的意見表示情形，有 3 題〈第 17、20、22 題〉達顯著水準，而原漢學生在分量表四中所有題項〈第 3、4、7、10、17、20、22、24 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生在上述八題之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，意謂其肯定科學知識的「可驗證性」，並認為科學知識係由多種證據建構而成。

表 4\_29 不同族群學生在分量表四「科學知識的驗證性」各題項的意見百分比統計

| 題項                                   | 族群 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|--------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第 3 題「新發現會改變科學家認為什麼才是真實的」            | 原  | .7       | 6.5     | 27.3    | 52.0   | 13.5     | 3.71 | .808 | 5.103    |
|                                      | 漢  | .9       | 4.9     | 22.4    | 57.2   | 14.6     | 3.80 | .777 |          |
| 第4題「在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗」          | 原  | .7       | 2.5     | 16.4    | 57.5   | 22.9     | 3.99 | .750 | 3.319    |
|                                      | 漢  | .2       | 2.1     | 15.2    | 56.9   | 25.6     | 4.06 | .712 |          |
| 第7題「科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法」  | 原  | —        | 3.3     | 21.8    | 52.7   | 22.2     | 3.94 | .754 | 6.724    |
|                                      | 漢  | .5       | 1.9     | 21.5    | 57.9   | 18.1     | 3.91 | .716 |          |
| 第 10 題「在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論」 | 原  | 1.1      | 3.6     | 14.5    | 56.4   | 24.4     | 3.99 | .797 | 3.704    |
|                                      | 漢  | .6       | 3.6     | 11.5    | 56.2   | 28.1     | 4.08 | .767 |          |
| 第 17 題「進行實驗之前先有假說，是好的」               | 原  | 2.5      | 5.1     | 29.8    | 48.7   | 13.8     | 3.66 | .870 | 13.233*  |
|                                      | 漢  | 1.1      | 3.8     | 22.9    | 58.3   | 14.0     | 3.80 | .761 |          |
| 第 20 題「做實驗是知道某件事是否真實的好方法」            | 原  | .7       | 2.2     | 28.7    | 50.2   | 18.2     | 3.83 | .771 | 10.535*  |
|                                      | 漢  | .4       | 3.6     | 20.8    | 57.1   | 18.1     | 3.89 | .746 |          |
| 第 22 題「多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好」         | 原  | 1.1      | 2.5     | 16.7    | 50.9   | 28.7     | 4.04 | .810 | 20.873** |
|                                      | 漢  | .2       | .6      | 12.1    | 53.5   | 33.6     | 4.20 | .679 |          |
| 第 24 題「好的理論是根據許多不同實驗的證據而來」           | 原  | .7       | 3.6     | 16.4    | 54.2   | 25.1     | 3.99 | .792 | 7.404    |
|                                      | 漢  | .3       | 1.9     | 12.7    | 57.5   | 27.5     | 4.10 | .706 |          |

註：1.分量表四中各題項均為正向題。

2. \* $p < .05$  \*\* $p < .01$

### 〈五〉 不同族群學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」中

#### 各題項的同意程度

由表 4\_30 的 $\chi^2$ 數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表五〈共 3 題〉中各題項的意見表示情形，有第 19 題達顯著水準，而原漢學生在分量表五中所有題項〈第 5、14、19 題〉以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生肯定「科學研究對社會的重要性」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。

表 4\_30 不同族群學生在分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項的意見百分比統計

| 題項                  | 族群 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD   | $\chi^2$ |
|---------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|------|----------|
| 第5題「社會能夠支持科學研究是重要的」 | 原  | .4       | 3.6     | 25.5    | 44.0   | 26.5     | 3.93 | .834 | 3.071    |
|                     | 漢  | .6       | 2.5     | 22.5    | 48.0   | 26.4     | 3.97 | .802 |          |
| 第14題「科學研究應該要得到政府支持」 | 原  | 2.2      | 5.5     | 29.1    | 39.3   | 24.0     | 3.77 | .948 | 2.804    |
|                     | 漢  | 1.2      | 6.6     | 28.8    | 37.2   | 26.2     | 3.81 | .942 |          |
| 第 19 題「科學研究有助繁榮」    | 原  | 1.5      | 6.5     | 34.2    | 42.5   | 15.3     | 3.64 | .871 | 20.434** |
|                     | 漢  | 1.1      | 4.4     | 23.9    | 47.1   | 23.5     | 3.88 | .855 |          |

註：1.分量表五中各題項均為正向題。

2. \*\* $p < .01$

### 〈六〉 不同族群學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」中各題項的同意程度

由表 4\_31 的 $\chi^2$  數值及各題選項的百分比統計數可知，不同族群學生在分量表六〈共 5 題〉中各題項的意見表示情形，有第 25 題達顯著水準，而原漢學生在此分量表中的第 11、12、25、35 題以表示「極為同意」及「同意」的意見比例較其他意見者多，顯示原漢學生在上述四題表現出對「科學研究工作的熱忱」，亦即對科學的態度採取正向的意見表示。另外，檢視原漢學生在分量表六的題項中有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 18 題，原漢學生在此題的意見統計結果以表示「無意見」較多，意謂其對於未來以科學家為職志的可能性，尚未有明顯的意向，唯此題不具有統計上的顯著性。

表 4\_31 不同族群學生在分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項的意見百分比統計

| 題項                                  | 族群 | 極不同意 (%) | 不同意 (%) | 無意見 (%) | 同意 (%) | 極為同意 (%) | M    | SD    | $\chi^2$ |
|-------------------------------------|----|----------|---------|---------|--------|----------|------|-------|----------|
| 第11題「我願意享受學習科學的快樂」                  | 原  | .7       | 2.2     | 25.1    | 51.3   | 20.7     | 3.89 | .775  | 6.079    |
|                                     | 漢  | 1.6      | 3.8     | 26.4    | 44.6   | 23.5     | 3.85 | .878  |          |
| 第12題「我願意和其他科學家一起合作解決科學問題」           | 原  | .4       | 2.5     | 35.3    | 41.5   | 20.4     | 3.79 | .805  | 7.037    |
|                                     | 漢  | 1.7      | 5.0     | 31.4    | 42.6   | 19.3     | 3.73 | .886  |          |
| 第 18 題「我願意成為科學家」                    | 原  | 10.2     | 21.8    | 46.5    | 15.6   | 5.8      | 2.85 | .998  | 4.328    |
|                                     | 漢  | 11.3     | 20.1    | 41.9    | 18.8   | 7.9      | 2.92 | 1.072 |          |
| 第 25 題「在科學實驗室工作應該是有趣的」              | 原  | .7       | 9.5     | 40.7    | 42.2   | 6.9      | 3.45 | .788  | 13.276*  |
|                                     | 漢  | 2.4      | 8.2     | 39.0    | 37.0   | 13.5     | 3.51 | .908  |          |
| 第 35 題「我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的」 | 原  | .7       | 4.4     | 37.8    | 42.2   | 14.9     | 3.66 | .809  | 7.512    |
|                                     | 漢  | 2.8      | 6.5     | 33.2    | 43.6   | 14.0     | 3.59 | .906  |          |

註：1.分量表六中各題項均為正向題。 2. \* $p < .05$

整體而言，不同族群學生對各分量表同意程度的平均數值介於 3.41 與 4.08 之間，意謂不同族群學生之科學與科學本質的態度傾向當代觀點，檢視表 4\_32 中的均數排序，得知原漢學生對各分量表之同意程度的均數排名情形有一致性，自第一名至第六名依序為分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表六「對科學研究工作的熱忱」和分量表一「科學知識的來源」。

表 4\_32 不同族群學生對各分量表同意程度的均數排名

| 分量表 |               | 性別             |      |                 |      |
|-----|---------------|----------------|------|-----------------|------|
| 序號  | 名稱            | 原<br>(n = 275) |      | 漢<br>(n = 1483) |      |
|     |               | M              | 均數排序 | M               | 均數排序 |
| 一   | 「科學知識的來源」     | 3.41           | 〈6〉  | 3.51            | 〈6〉  |
| 二   | 「科學知識的確定性」    | 3.58           | 〈4〉  | 3.69            | 〈4〉  |
| 三   | 「科學知識的發展性」    | 4.00           | 〈1〉  | 4.08            | 〈1〉  |
| 四   | 「科學知識的驗證性」    | 3.89           | 〈2〉  | 3.98            | 〈2〉  |
| 五   | 「科學研究對社會的重要性」 | 3.78           | 〈3〉  | 3.88            | 〈3〉  |
| 六   | 「對科學研究工作的熱忱」  | 3.53           | 〈5〉  | 3.52            | 〈5〉  |

其次，歸納不同族群學生在各分量表中各題項同意程度的分析內容，其中原漢學生有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、16、18、34 題，可分列為五點〈如圖 4\_4〉：〈一〉對於科學書籍內容的可信度〈第 1 題〉，原漢學生皆傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容；〈二〉對於科學書籍內容的真實性〈第 9 題〉，原漢學生皆以表示「無意見」的比例較高；〈三〉對於自然科教師所講授〈第 16 題〉的科學知識，漢族學生傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的，而原住民學生在此題以表示「無意見」的比例較高；〈四〉對於以科學家為職志的可能性〈第 18 題〉，原漢學生表示未有明顯意向的意見比例比較高；〈五〉對於科學工作的核心主軸〈第 34 題〉，漢族學生傾向當代觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案，而原住民學生在此題以表示「無意見」的比例較高。唯第 1、9、18 題不具有統計上的顯著性。



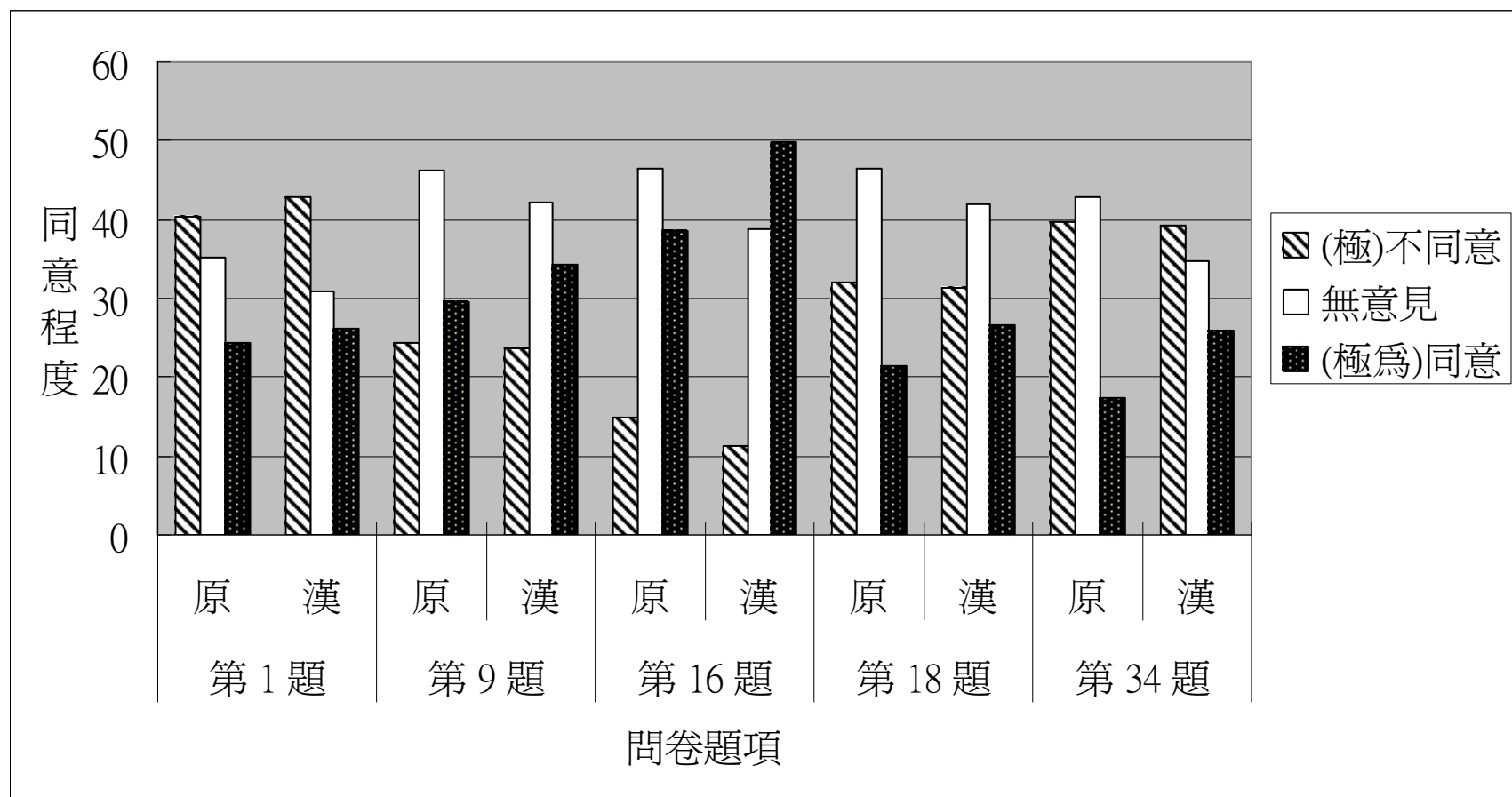


圖 4\_4 不同族群學生之互異或非為當代觀點的意見百分比統計直方圖



## 五、綜合討論

(一) 以單因子變異數分析、獨立樣本 t 檢定，檢核不同背景變項的學生在各分量表填答是否存在顯著差異，獲致下列結果：

1. 四個背景變項在分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」存有顯著差異；
2. 不同學校、年級及族群變項在分量表五「科學研究對社會的重要性」呈現顯著差異；
3. 四個背景變項在分量表六「對科學研究工作的熱忱」無顯著差異。

(二) 以卡方檢定，檢核不同背景變項的學生在各題項的意見表示情形是否達到顯著水準，獲致下列結果：

1. 不同學校、年級的學生在各題項的意見表示情形皆達顯著水準。
2. 以性別變項檢視，學生有 8 題的意見表示情形未達顯著水準。
3. 以族群變項檢視，學生有 20 題的意見表示情形未達顯著水準。

(三) 探討不同背景變項的學生在各分量表中各題項的同意程度，並分析意見統計結果之差異情形，將內容歸納如下：

1. 四個背景變項的學生對各分量表之同意程度的均數介於 3.27 與 4.21 之間，意謂不同背景變項的學生對科學本質的態度傾向當代觀點及對科學的態度採取正向的意見表示。
2. 四個背景變項的學生對各分量表之同意程度的均數排序情形，前三名為分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」；後三名為分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表六「對科

學研究工作的熱忱」。

3. 彙整四個背景變項的學生在各分量表之各題項中，有互異或非為當代觀點的意見表示者，呈現在第 1、9、16、18、27、34 題，依序列為六點：

〈1〉 四個背景變項的學生，對於科學書籍內容的可信度，傾向傳統觀點，多認為必須相信科學書籍裡談到的內容，唯 W 高中的學生傾向當代觀點，多認為不一定要相信科學書籍裡談到的內容。不同族群的學生在此題的意見分析結果，不具有統計上的顯著性。

〈2〉 四個背景變項的學生，對於科學書籍內容的真實性，以表示「無意見」的比例較高，唯 W 高中的學生傾向當代觀點，多認為無法確定所閱讀之科學書籍的內容是真實的。不同族群的學生在此題的意見分析結果，不具有統計上的顯著性。

〈3〉 對於老師講授內容的真實性，高中學生、男學生、女學生及漢族學生傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的；國中學生及原住民學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

〈4〉 四個背景變項的學生對於以科學家為職志的可能性，表示未有明顯意向的意見比例比較高，但不同族群的學生在此題的意見分析結果，不具有統計上的顯著性。

〈5〉 四個背景變項的學生對於科學家所認定為真實的科學知識，傾向當代觀點，多認為科學家對於已被認定為真實的科學知識，有時會改變想法，唯七年級學生在此題以表示「無意見」的比例較高。

〈6〉 對於科學工作的核心主軸，W 高中、男學生及漢族學生傾向當代觀點，多認為從事科學最重要的部分不是提出一個正確答案；其他三校〈A 高中、N 國中及 E 國中〉的學生、七年級學生、女學生及原住民學生，以表示「無意見」的比例較高；而九、十、十二年級學生則傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案。

綜合上述，四個背景變項的學生對科學本質的態度傾向當代觀點及對科學的態度採取正向的意見表示，僅對本研究問卷中的第 1、9、16、18、27、34 題，有互異或非為當代觀點的意見表示。首先，對於科學書籍內容的可信度及真實性，四校中有三所學校〈W 高中除外〉的學生多抱持認同的態度，顯示該三校學生對於已付梓出版的科學書籍，普遍不會有所質疑，且學生對科學知識的態度是受到科學書籍的影響。其次，對於科學知識之真實性的界定，受老師講授或科學家認知的人為因素影響，國中學生及原住民學生多認為在上述兩個情況時，無法確定科學知識的真偽或科學知識的真實性是否有所變異，顯示國中學生及原住民學生對於科學的認知及科學知識的來源，為他人所影響，自己尚無判斷的能力。再者，對於科學工作的核心主軸，以四個背景變項分析學生在此議題的態度取向，其結果各異。最後，對於以科學家為職志的可能性，四個背景變項的學生表示未有明顯意向的意見比例比較高。針對學生在科學與科學本質態度的看法及上述意見表示的差異究竟如何，將於下節分析。

## 第二節 從晤談資料檢視學生科學本質信念

本節以六個分量表為主軸，依序呈現各題項之晤談內容，以所蒐集的晤談內容為據，檢視七、九、十、十二年級受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並對受訪學生傳達的訊息進行理解及詮釋。

### 一、分量表一「科學知識的來源」

此分量表指稱的科學知識來源有二：科學書籍及專家學者（老師、科學家），包含六個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學本質內涵有十八項（如表4\_33）：可複製（重覆）性、獨特性、受主流價值體系影響、動態性（暫時性）、經久性、可驗性（實證性）、經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、批判的論證型態（質疑性）、創造性、無排他性、侷限性（科學的限制）、累積性、術業有專攻（科學家身分）。

表 4\_33 分量表一「科學知識的來源」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵               | 第 1 題                                                                                                |               | 第 2 題                                                                                                                                    |               | 第 6 題                                            |               | 第 8 題                                                                                                                                    |               | 第 9 題                                                                                                                                                                                                             |               | 第 16 題                                                                                                                                                                                                             |               |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                      | 各題項<br>意涵                                                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                        | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                                                                                         | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                                                                                          | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性           |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          | 2             |                                                  |               |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 三、獨特性                |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          | 5             |                                                  |               | 5                                                                                                                                        |               | 1                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 五、受主流價值體系影響          |                                                                                                      | 1             |                                                                                                                                          |               |                                                  |               |                                                                                                                                          |               | 1                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 六、動態性（暫時性）           | ✓                                                                                                    | 12            |                                                                                                                                          | 9             |                                                  | 1             | 7                                                                                                                                        | ✓             | 5                                                                                                                                                                                                                 | ✓             |                                                                                                                                                                                                                    | 17            |
| 七、經久性                |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  |               |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    | 1             |
| 九、可驗性（實證性）           |                                                                                                      | 4             |                                                                                                                                          | 1             |                                                  | 9             |                                                                                                                                          |               | 4                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十、經驗性                |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  | 3             |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十一、STS               |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  | 1             |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十二、研究可信度             |                                                                                                      | 10            | ✓                                                                                                                                        | 7             |                                                  | 2             | 1                                                                                                                                        |               | 6                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    | 3             |
| 十三、研究多面性             |                                                                                                      | 1             |                                                                                                                                          | 7             |                                                  |               | 2                                                                                                                                        | ✓             |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十四、觀察是理論蘊含的          |                                                                                                      | 1             |                                                                                                                                          | 9             |                                                  | 2             | 6                                                                                                                                        |               | 1                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    | 1             |
| 十五、合作的研究模式           |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  | 1             |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性）  |                                                                                                      | 5             |                                                                                                                                          |               |                                                  | 6             |                                                                                                                                          |               | 6                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 十九、創造性               |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  |               |                                                                                                                                          |               | 1                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 二十、無排他性              |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               | ✓                                                | 14            |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 二十一、侷限性<br>（科學的限制）   |                                                                                                      | 1             |                                                                                                                                          |               |                                                  | 5             | 8                                                                                                                                        |               | 3                                                                                                                                                                                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                    | 1             |
| 二十二、累積性              |                                                                                                      | 2             |                                                                                                                                          |               |                                                  |               |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    |               |
| 二十六、術業有專攻<br>（科學家身分） |                                                                                                      |               |                                                                                                                                          |               |                                                  |               |                                                                                                                                          |               |                                                                                                                                                                                                                   |               |                                                                                                                                                                                                                    | 1             |
| 合計                   |                                                                                                      | 37            |                                                                                                                                          | 40            |                                                  | 44            | 29                                                                                                                                       |               | 29                                                                                                                                                                                                                |               |                                                                                                                                                                                                                    | 24            |
| 備註※                  | 訪 A_10_M_bi_R<br>訪 N_09_M_nbi_R<br>訪 N_07_M_nbi_R<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_09_M_bi_P |               | 訪 A_10_M_bi_P<br>訪 W_10_F_bi_P<br>訪 W_10_F_nbi_P2<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_09_M_nbi_G<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R |               | 訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R |               | 訪 A_12_M_nbi_P<br>訪 A_10_M_bi_R<br>訪 W_12_F_bi_P2<br>訪 W_10_F_nbi_P1<br>訪 N_09_F_bi_G<br>訪 E_09_F_bi_G<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R |               | 訪 A_12_M_nbi_P<br>訪 A_12_M_bi_R<br>訪 A_10_M_bi_R<br>訪 A_10_M_bi_P<br>訪 W_12_F_bi_P1<br>訪 W_12_F_nbi_G1<br>訪 W_10_F_nbi_P1<br>訪 N_09_F_nbi_P<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_nbi_G<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_bi_R |               | 訪 A_10_M_bi_R<br>訪 A_10_M_nbi_R<br>訪 W_12_F_bi_P1<br>訪 W_12_F_nbi_G2<br>訪 W_10_F_nbi_P1<br>訪 W_10_F_nbi_G<br>訪 N_07_F_nbi_G<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P<br>訪 E_07_M_bi_R |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

## 第 1 題，你必須相信科學書籍裡談到的內容。

三十三位受訪學生中，有二十七位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十位學生傾向當代觀點，認為不一定要相信科學書籍裡談到的內容，另七位學生傾向傳統觀點，認為科學書籍裡談到的內容值得相信。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有九項：

### 〈一〉動態性（暫時性）

因為科學書籍並不是…可能是幾年前出版，裡面知識不一定是最新的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

像是電子，之前不就可能…就是本來是發現只有原子嘛，後來發現裡面有電子，還有更小的東西，所以不一定是需要相信的〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

### 〈二〉研究多面性

我覺得現在說不定還可以再去推翻，科技再去專研，所以有些書上的不一定是正確的〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

### 〈三〉受主流價值體系影響

有些國家他們寫就是比較偏向於…他們以前歷史這樣傳下來，然後他們就會偏某一種…就是偏頗於某一個論調，所以我想說它講的不一定準，因為會被國家的因素影響〈訪 E\_09\_F\_bi\_G〉

### 〈四〉觀察是理論蘊含的

作者太過主觀的概念也會影響。就是看過書籍講星球的，因為它講的跟在科博館聽到的有點出入〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

### 〈五〉侷限性（科學的限制）

比如說，外星人吧。因為沒有很完整的證據〈訪 N\_07\_F\_nbi\_G〉

### 〈六〉批判的論證型態（質疑性）

老師其實大部份告訴我們的觀念就是，還是要用懷疑的態度去看科學研究出來的結果〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

### 〈七〉累積性

因為書籍就是彙集很多前人的想法，應該還是滿正確的啦，所以會相信科學書籍〈訪 A\_10\_M\_bi\_P〉

### 〈八〉可驗性（實證性）

因為都有做實驗可以相信。實驗，有結果數量可以相信〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

## 〈九〉研究可信度

就是有時候可能新聞報出來的時候，然後就在跟上的自然課的內容是一樣的  
〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十位受訪學生傾向當代觀點，主張科學書籍若於數年前出版，書籍中的科學內容可能不符現況，會有被後人修正、推翻的可能（如：原子說），或者科學知識受民族信念、文化價值、作者採取不同觀點的影響而有所改變，其次，某些現象有於科技發展，至今未有整全的證據，目前仍無法斷定事實為何。基於這些理由，對於書中內容應該抱持懷疑的態度，加以驗證。再者，有七位受訪學生傾向傳統觀點，主張書籍內容係以前科學家的智慧結晶，皆透過實驗證明的研究產物，且經付梓出版為書籍，因此值得相信，或者曾經見聞電視報導書中談論的事件，故認同科學書籍裡談到的內容。另有六位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中三位學生表示尚未習得足夠的科學知識，故無判斷能力，餘三位則為直覺表明認同者。

第 2 題，一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一答案。

三十三位受訪學生中，有二十五位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，且傾向當代觀點，學生認為科學家由實驗得到的結果，並非唯一。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有六項：

### 〈一〉動態性（暫時性）

像生物上，拉馬克那時候提出「用進廢退說」，後來…比如說，像手的肌肉越用會越發達，然後會傳給下一代，可是後來還是被達爾文推翻了。達爾文的說法是天擇。他說…認為所有的遺傳都是用基因來決定，並不會因為你的親代做了甚麼改變而遺傳給下一代〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

### 〈二〉研究多面性

因為他們方式不同，可以實驗的方式有很多種，或許他得到的這個方式，會跟其他不一樣，會有不一樣的結果〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

### 〈三〉獨特性

就是各方面的條件問題不同，就是器具、當時的溫度甚麼，都會影響到啊  
〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉



#### 〈四〉觀察是理論蘊含的

那是一時的看法而已，應該要看那個人怎麼去詮釋那個實驗的結果，每個人都是不一樣的，所以應該會有不一樣的想法〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

#### 〈五〉可複製（重覆）性

一個人要表達出的意見，要再三的去反覆實驗〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

#### 〈六〉研究可信度

覺得如果是很多人提出來的話，然後才可以去相信〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十五位受訪學生傾向當代觀點，主張實驗得到的結果可能被後人推翻（如：用進廢退說），或者因後人以不同的方式進行實驗、受到情境中條件因素的影響、科學家採取不同的觀點詮釋，這些情形都有使實驗出現多種答案的可能，唯有多次進行實驗才會提高實驗的正確性。另有八位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中六位學生未完整表明看法，餘二位則為直覺表示認同者。

#### 第 6 題，只有科學家確知科學中那些是真實的。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十七位學生傾向當代觀點，認為一般人也能確認科學知識的真實性，另三位學生則傾向傳統觀點，認為科學家才能判斷科學知識的真偽。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有七項：

##### 〈一〉觀察是理論蘊含的

可能他會有自己的想法或是每個人想的不一樣，說不定科學家沒有想到的方法，那個人有想到，說不定他可以做出比科學家更正確的答案〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

##### 〈二〉無排他性

像焦耳他是一個商人，他卻能自己去發現熱是一種能量，他並不是科學家，他對那方面也不是專精的，但是就是能透過他自己的研究〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

##### 〈三〉動態性（暫時性）

很像有一個新聞，就是他們一開始是一群科學家發現了東西，但是一個國小生就推翻了他們的理論，但是在最後證實的時候，那個國小生很像…國

中還國小生才是對的〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

#### 〈四〉經驗性

我覺得像那些沒有讀書過的人，說不定也知道球跟羽毛從一個高度掉下來，他們也是會同時著地，所以不一定要真正讀那些，只要你生活中有經歷〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

#### 〈五〉批判的論證型態（質疑性）、合作的研究模式

當你產生疑惑的時候你可以去做做看，若覺得有偏的話，找幾個朋友來做這個主題，然後找出正確答案〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

#### 〈六〉侷限性（科學的限制）

有人覺得說我有看過鬼，可是這些是科學沒有辦法證實的〈訪 N\_09\_F\_bi\_G〉

#### 〈七〉可驗性（實證性）

科學家是證明過的，我們有可能只是假想〈訪 A\_10\_M\_bi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張只要用心觀察生活周遭的事物，對自己的疑惑有欲瞭解真相的動機及主動尋求解答的行動，每個人都能發現科學中的真理，其次，即使是科學家，對科學中尚無法進行檢證的現象，也有無法論斷的情形發生。再者，有三位受訪學生傾向傳統觀點，認為自己沒有判斷科學知識真偽的能力，且相信科學知識已為科學家驗證屬實了。另有三位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生未完整表明看法，餘一位則為直覺表示認同者。

第 8 題，在科學中，所有問題都只有一個正確答案。

三十三位受訪學生中，有二十五位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，學生認為科學中所有問題不只有一個正確答案。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

#### 〈一〉侷限性（科學的限制）

超出目前科技太多的問題。像很多人都提到時光旅行，還有太空旅行我們現在也很難做到，太遠，因為飛出太陽系的都只是無人太空船〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

## 〈二〉獨特性

感覺會有很多變因之類的。人為、天氣啊，都會影響它的結果〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

就是差在時間哪、地點那些，或是用的器具不同。比如說，在陽光…在濕地上比較也會不同〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

## 〈三〉觀察是理論蘊含的

有很多人可以提出看法，當然有些問題它答案不會只有一個〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

## 〈四〉研究多面性

我們可以用很多方法去驗證，說不定答案沒有一個準確的…〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

## 〈五〉動態性（暫時性）

像幾百年前，人們認為說地球是宇宙的中心一樣，結果到現在，太陽系只不過是宇宙中小小的一部分，有關任何跟科學方面的東西都一直不斷更新〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十五位受訪學生傾向當代觀點，主張某些科學中的問題，受限於目前科技發展，尚無法進行檢證，而有多個假說提出的情形出現，或因情境中條件因素的影響，也可能得到多種不同的實驗結果，以及不同的科學家採取不同的觀點、運用不同的方法進行探究，除了可能獲致多元的研究結論，甚至還會推翻以前科學家的想法（如：太陽中心說），基於這些理由，科學中的問題不會只有一個正確答案。另有八位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中四位學生未完整表明看法，三位則為直覺表示認同者。餘一位學生以「我們的磁鐵就是有一個 N 極和 S 極為例，提出「比較屬於概念性的問題，大致有一個正確答案」的說法。

第 9 題，如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的。

三十三位受訪學生中，有二十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中十七位學生傾向當代觀點，認為科學書籍的內容不一定是真實的，另四位學生傾向傳統觀點，認為科學書籍的內容是真實的。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有九項：

### 〈一〉動態性（暫時性）

說冥王星不是已經除名，而有些還是覺得它已經不算行星，算是靄行星〈訪 N\_09\_F\_bi\_G〉

### 〈二〉侷限性（科學的限制）

因為就是沒有真正做過，我們只是看…像那個甚麼水怪…尼斯湖水怪〈訪 E\_09\_F\_nbi\_P〉

### 〈三〉受主流價值體系影響

有些國家他們寫就是比較偏向於…他們以前歷史這樣傳下來，然後他們就會偏某一種…就是偏頗於某一個論調，所以我想說它講的不一定準，因為會被國家的因素影響〈訪 E\_09\_F\_bi\_G〉

### 〈四〉獨特性

當有時候你在做實驗的時候，因為溫度不同，要不然就是不一樣的位置，外來因素都會影響結果，所以我們不可以直接確定說，我們做的實驗結果是確定的〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈五〉觀察是理論蘊含的

因為每一本書它所說的都會不一樣，你讀的是細胞，然後你又讀另外一本細胞，可能兩本的細胞學說它有不同的說法〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

### 〈六〉批判的論證型態（質疑性）

我覺得有些會…他們就是沒有實驗，他們會覺得理論上是對就是對〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P2〉

### 〈七〉創造性

因為有些是科學家虛構，就像經緯線那種東西，我們地球上根本沒有經緯線那種東西，只是我們人類去虛構它，所以不一定可以確定它是真實的〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈八〉可驗性（實證性）

因為它是科學書籍，所以會經過一些科學家或是比較專業的人士…可能他們有做過實驗〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

### 〈九〉研究可信度

因為有研究結果，對研究結果出來的可以有在書寫的，大部份都是正確的、真實的〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，十七位受訪學生傾向當代觀點，主張書中的科學知識有被後人修正、推翻的可能，或受民族信念、文化價值、情境中的條

件因素、作者採取不同的觀點表述其認知的影響而有所改變，其次，某些現象有於科技發展，至今未有整全的證據，目前仍無法斷定事實為何。再者，有學生以質疑書中內容未經驗證為由，質疑書中科學知識的真實性，及以「科學家虛構經緯線那種東西」為例，提出部分科學知識係屬人為創造的說法，基於這些理由，學生認為科學書籍的內容並非全然屬實，而傾向傳統觀點的四位受訪學生，指出書籍內容係科學家透過實驗證明的研究產物，且經付梓出版為書籍，因此對科學書籍內容的真實性採取肯定態度。另有十二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中九位學生表示尚未習得足夠的科學知識，故無判斷能力，餘三位則屬未完整表明看法者。

#### 第 16 題，老師在自然課中說的都是真實的。

三十三位受訪學生中，有二十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中十七位學生傾向當代觀點，認為老師在自然課中說的不一定是真實的，另四位學生傾向傳統觀點，對老師的授課內容採取信賴的態度。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有六項：

##### 〈一〉動態性（暫時性）

就像有人說，原子是最小的，可是後代有人發現原子裡面還有電子、質子、中子〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

##### 〈二〉侷限性（科學的限制）

因為正確答案還沒找到，可是就我們目前也只能把它當真實的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

##### 〈三〉觀察是理論蘊含的

因為每個老師說法都不同〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

##### 〈四〉術業有專攻（科學家身分）

我印象中是老師…我們學生有把老師考倒，老師不見得知道答案，所以就是上網找資料，要不然就是再去問一些資深的老師〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

##### 〈五〉經久性

我是相信地球繞著太陽轉，這是不會變的。有些算是真理…〈訪

## 〈六〉研究可信度

照著課本講，課本講得應該差不多都是真的〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，十七位受訪學生傾向當代觀點，主張科學知識有被後人修正、推翻的情況（如：原子說），或因每位老師採取不同的觀點，對科學知識有不同的詮釋，以及由於老師專精的領域不同，未必通曉科學中所有知識，其次，某些現象有於科技發展，至今未有整全的證據，目前仍無法斷定事實為何，基於這些理由，學生質疑老師授課內容的真實性。再者，有四位學生傾向傳統觀點，對老師的授課內容的真實性採取肯定的態度，一位學生以「地球繞著太陽轉」為例，提出老師教授的部分知識已屬科學中的真理，不會再有變異，三位學生指出老師的授課內容出自廠商提供的教科書，是以，相信老師授課的內容。另有十二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生發現老師有口誤的情形，五位學生表示尚未習得足夠的科學知識，故無判斷能力，餘五位學生表明相信老師的教育專業，因此全然接受老師的授課內容。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表的表態傾向當代觀點，意謂多數學生對此分量表指稱的科學知識來源——科學書籍及專家學者（老師、科學家）——的真實性，採取質疑的態度，認為不應全然相信科學書籍及專家學者講授、談論的內容。此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學本質內涵之範疇者，除了表示認同科學書籍的論述及表明信賴專家學者的學術專業，其餘多為受訪學生語意不完整或自陳學藝不精，不足論斷的表述。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_33 可得：

（一）E 國中（23）> W 高中（11）> A 高中（10）> N 國中（5）；

（二）九年級（15）> 七年級（13）= 十年級（13）> 十二年級（8）；

（三）女學生（25）> 男學生（24）；



(四) 原住民學生 (28) > 漢族學生 (21)；

(五) 學業成就後段 (22) > 學業成就中段 (19) > 學業成就前段 (8)。

顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是九年級學生、性別是女學生、族群是原住民學生及學業成就是後段的學生，較缺乏科學本質的信念。





## 二、「科學知識的確定性」分量表

此分量表從科學研究結果、科學中的知識、科學家對其所具備的專業知識的想法及其追求知識的態度，探討科學知識的確定性，包含四個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學本質內涵有十五項（如表 4\_34）：可複製（重覆）性、建構性、受主流價值體系影響、動態性（暫時性）、經久性、可驗性（實證性）、經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、批判的論證型態（質疑性）、無排他性、侷限性（科學的限制）。

表 4\_34 分量表二「科學知識的確定性」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵              | 第 31 題                          |               | 第 32 題                         |               | 第 33 題        |               | 第 34 題                                            |               |
|---------------------|---------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------------------------|---------------|
|                     | 各題項<br>意涵                       | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                      | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵     | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                         | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性          |                                 |               |                                | 2             |               |               |                                                   |               |
| 四、建構性               |                                 |               |                                |               |               |               |                                                   | 1             |
| 五、受主流價值體系影響         |                                 |               |                                | 2             |               |               |                                                   |               |
| 六、動態性（暫時性）          |                                 | 6             |                                | 6             | ✓             | 23            |                                                   |               |
| 七、經久性               |                                 |               |                                | 1             |               | 3             |                                                   |               |
| 九、可驗性（實證性）          |                                 | 1             |                                | 1             |               | 1             | ✓                                                 | 15            |
| 十、經驗性               |                                 |               |                                |               |               |               |                                                   | 6             |
| 十一、STS              |                                 | 4             |                                | 1             |               |               |                                                   | 1             |
| 十二、研究可信度            |                                 |               |                                | 8             |               | 6             |                                                   | 16            |
| 十三、研究多面性            |                                 |               |                                |               |               |               |                                                   | 3             |
| 十四、觀察是理論蘊含的         |                                 |               | ✓                              | 12            |               | 3             |                                                   | 3             |
| 十五、合作的研究模式          |                                 |               |                                |               |               | 1             |                                                   |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性） |                                 |               |                                | 4             |               |               |                                                   | 2             |
| 二十、無排他性             |                                 |               |                                | 2             |               |               |                                                   |               |
| 二十一、侷限性<br>（科學的限制）  | ✓                               | 22            |                                | 5             |               | 4             |                                                   | 1             |
| 合計                  |                                 | 33            |                                | 44            |               | 41            |                                                   | 48            |
| 備註※                 | 訪 A_10_M_bi_P<br>訪 W_12_F_bi_P2 |               | 訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R |               | 訪 E_09_M_bi_P |               | 訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

第 31 題，科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了。

三十三位受訪學生中，有三十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，學生認為科學家還有需要再去知道的事，並非已經知道關於科學的每件事。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有四項：

〈一〉動態性（暫時性）

像地球可能會產生甚麼一些變化，有些理論可能重新被…再換一個新的理論這樣〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

〈二〉侷限性（科學的限制）

像天文，我們知道除了太陽系以外，還有其他東西，可是因為太大了，我們的儀器沒辦法再更深入瞭解，事實上應該還有更多其他的星球，或是甚麼的，我們還沒發現到〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

〈三〉STS

因為現在的科學可能對我們現在沒有影響，但是對未來有影響的話，像是我們現在在看電視，電視有發射一些很不好的、微小的粒子甚麼之類的，如果長時間累積，對我們來說會是一個很大的負荷，所以如果我們有去瞭解問題在哪裡的話，那這些東西會被避免掉、排除掉〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

〈四〉可驗性（實證性）

還有很多事要去實驗，才會知道〈訪 E\_07\_M\_bi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十一位受訪學生傾向當代觀點，主張科學家並未通曉科學中的每一件事，應該還有需要再進一步瞭解與探究的未知事物，正如星際浩瀚無垠與地球環境變化萬千，可能隨時產生導致科學知識變異的現象，有待科學家去發現、確認。其次，目前科技對人們生活的影響具體而微，它提昇了生活的便利性，卻也隱藏負面作用在其中，有賴科學研究防範未然。同時，學生強調科學家的使命，應明白學海無涯的道理及秉持終身學習的精神，持續在科學領域中精益求精。另有二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生表示科技過於進步，使人類惰性提高，因此科學沒有必要繼續發展，餘一位學生指出人際互動的重要性，認為科學家應有所涉獵，不該忽略。

## 第 32 題，每個人都必須相信科學家說的話。

三十三位受訪學生中，有三十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十八位學生傾向當代觀點，認為不一定要相信科學家說的話，另三位學生有不同的想法，其一傾向傳統觀點，認為科學家說的話值得相信，餘二位學生以不同的角度回應此題。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有九項：

### 〈一〉動態性（暫時性）

專家也會有犯錯的時候，可能他現在提出來，大家會被說服，但是過沒幾年，又會被其他科學家推翻。就生物那個，達爾文跟拉馬克〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

有時候，科學家說的話不一定是真的，他的理論有可能是錯誤的，已經被推翻掉了，像原子最小〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

### 〈二〉受主流價值體系影響

就像以前教會去壓迫那個太陽中心說…而且相信這件事情建立的基礎會瓦解。其實有證據已經很明顯得顯示，他可能極力否認這樣〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

### 〈三〉觀察是理論蘊含的

科學家說的話是因為實驗研究出來的，有些要相信，有些也不一定要相信。像一些靈異照片啊，可能有些人會從信仰方面或宗教方面去看〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

### 〈四〉研究可信度

有時候科學家可能因為自己的失誤，而做出不正確的答案，他自己卻不知道，沒有做過多次的實驗，覺得是對的就把它發表出來〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

### 〈五〉STS

搞不好他是為了環境好啊，他可能怕會恐慌之類的，例如他知道世界末日是哪一天了，他就不一定會告訴你啊〈訪 A\_12\_M\_bi\_R〉

### 〈六〉經久性、批判的論證型態（質疑性）

應該說是某個定則不會改變，可能是他所說出來的話符合目前的定則。應該說是合理的懷疑是正確的〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

### 〈七〉可驗性（實證性）

因為他們畢竟是比較專業的人士，然後也可能有做過一些實驗來確定它到底…他的理論哪、世界上的東西哪些是對的〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

### 〈八〉可複製（重覆）性

以後說不定我當科學家，我可以再用他的方式，來試、做更新〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

### 〈九〉無排他性

不一定只有科學家的話才可以相信，就是只要是推出好的理論、好的想法的人，都值得我們去相信他〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十八位受訪學生傾向當代觀點，主張科學知識有被後人修正、推翻的可能，因此，抱持適度的懷疑是合理的態度，其次，科學家受民族信念、文化價值、自身學術涵養的影響，或因未察覺實驗設計的疏失、隱諱不提可能造成人們恐慌的真相等緣由而使其表述內容的可信度打折扣。再者，有三位學生提出非為當代觀點但符應科學本質內涵之範疇的說法，其一，傾向傳統觀點，表示科學家對其所知之，皆已透過實驗證明，故對科學家所提出言論的可信度持肯定態度；之二，期許自己於未來具備科學專業知能時，重新檢視科學家的研究設計，認為或許會有新發現；之三，強調「只要是能提出好的想法的人，都值得相信」。另二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘一位則屬未完整表明看法者。

### 第 33 題，科學知識是永遠真實的。

三十三位受訪學生中，有三十二位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十九位學生傾向當代觀點，認為科學知識不是永遠真實的，另三位學生則傾向傳統觀點，認為科學知識是永遠真實的。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有七項：

#### 〈一〉動態性（暫時性）

因為以後的人說不定也會推翻它，就像燃素說一樣〈訪 W\_10\_F\_bi\_P〉

#### 〈二〉侷限性（科學的限制）

因為不瞭解，到底外太空是甚麼樣子，它到底是怎樣子運作〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

### 〈三〉觀察是理論蘊含的

有人再更進一步的研究，出來的結果不一樣〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

### 〈四〉研究可信度

跟三十二題一樣，也許他們也是判斷錯誤啊〈訪 E\_07\_M\_bi\_R〉

### 〈五〉可驗性（實證性）

科學研究出來的都是經過一些實驗〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

### 〈六〉合作的研究模式

科學家他們很努力去發現跟去研究，而且是在那麼多人…就是一起努力，然後得到的答案，然後讓我們知道〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

### 〈七〉經久性

像地繞日轉，那個是真實的〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生傾向當代觀點，主張科學知識有被後人修正、推翻的情況（如：燃素說），或受科學家自身學術涵養的框架，或因科學家未能察覺實驗設計疏失的影響，而使其對科學知識的詮釋有所更異。其次，某些現象則有於科技的發展，至今未有整全的證據，目前仍無法斷定事實為何。再者，有三位學生傾向傳統觀點，對科學知識的真實性持肯定態度，二位學生分別表示科學知識皆為科學家實驗證明的結果或為科學家共同合作研究的產物，故同意此題的敘述，一位學生指出有少數的知識實屬科學中的真理（如：太陽中心說），不會再有改變。另僅有一位受訪學生直覺表示認同，未詳加闡述其想法。

### 第 34 題，從事科學最重要的部分是提出一個正確答案。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十七位學生傾向當代觀點，認為提出一個正確答案，並非從事科學最重要的部分，另三位學生傾向傳統觀點，表示同意此題敘述。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有九項：

### 〈一〉批判的論證型態（質疑性）

我覺得科學最重要的地方…不是導出一個答案，而是說假設是比較重要的，因為當你不知道的東西你一定會提出假設，所以要提出假設之後，你才會得到結果〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈二〉可驗性（實證性）

從事科學…應該不是「提出一個正確答案」，去做一些實驗啊，去瞭解事情。如果沒有實驗的話，有太多不確定的因素吧，自己想的話，可能就天馬行空，如果做實驗的話，就是可以更清楚知道那些是真的〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

### 〈三〉研究多面性

做科學不一定能得到答案，可以找到說…我用了這麼多方法都不行，得到一個經驗〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

### 〈四〉經驗性

因為我覺得它不可能只有一個正確答案，而最重要的部分不是提出一個正確答案，是你在裡面吸收到甚麼樣的知識，你發現了甚麼，過程中你得到甚麼教訓〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

愛迪生那時候沒有發明出來，他可能會一直試、一直試。所以我覺得科學不一定要正確，你可能去說…一千多種，然後你試了八百多種，如果你都沒有試到對的，你可以至少確定那八百多種都不是對的，所以說有時候最重要的部分不是一定要有一個正確答案，你可能可以知道甚麼是錯的這樣〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

### 〈五〉觀察是理論蘊含的

有可能他提出來的答案不好，就是讓一些人沒有辦法相信，還會有人再做跟你一樣的事情，然後做出來可能不一樣〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

### 〈六〉侷限性（科學的限制）

你可能只是發現這個現象而已，沒辦法真的瞭解說答案是甚麼，知道過程怎麼來的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

### 〈七〉STS

實用性吧，就是真正能給我們大家生活比較方便啊〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

### 〈八〉建構性

重點是想要找出那個答案，再找出更多的說法，所以應該都要有一個很正確、很確定的答案，才有辦法再推算未來會發生的事情，或是無解的問題的答案〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

### 〈九〉研究可信度

我覺得提出一個答案還滿重要的，至於這個答案是否是正確的，可能再多做一些實驗，提高這個答案的準確度〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉



比如說病毒，沒有正確答案或加錯疫苗，可能會讓病毒變化，變得比之前還要強之類的，所以還是比較看看，真正哪一個才有效殺死病毒，所以我覺得還是要有一個正確答案〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張從事科學工作之主軸有五：其一，心中的疑問導引實驗的進行而獲得解答；第二，藉由多種方法的運用，對問題加以驗證；第三，從過程中察覺現象、獲取經驗；第四，從不同的觀點探究事物；第五，增加生活的便利性。再者，有三位學生傾向傳統觀點，採取肯定態度，強調提出一個正確答案除了有助於科學研究上的推論，以醫學界的角度來看，某些醫療行為的實施必須要有明確的療效，因此，某些情況下，實驗結果的準確性是不容忽視的重點。另三位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘二位則屬不完整表明看法者。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表的表態傾向當代觀點，意謂多數學生對科學知識的確定性，採取質疑的態度，認為科學研究結果、科學中的知識有不確定的特質，因此，學生主張科學家對其所具備的學術專業，應有精益求精的想法及秉持終身學習的精神，持續實踐在科學領域中求真求實的使命。此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學本質內涵之範疇者，除了強調社會資本的重要性及提出科技進步帶給人性的負面影響，其餘多為受訪學生語意不完整的表述。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_34 可得：

- （一）E 國中（6）> W 高中（1）= A 高中（1）> N 國中（0）；
- （二）九年級（3）= 七年級（3）> 十年級（1）= 十二年級（1）；
- （三）女學生（4）= 男學生（4）；
- （四）原住民學生（6）> 漢族學生（2）；
- （五）學業成就中段（5）> 學業成就後段（3）> 學業成就前段（0）。



顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是九年級學生、性別是女學生、族群是原住民學生及學業成就是中段的學生，較缺乏科學本質的信念。



### 三、「科學知識的發展性」分量表

此分量表的設計重點有四：科學中的發現、科學中的問題、科學書籍中的理論、科學家的想法，以此四點解析對科學知識的發展性的影響，包含八個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學本質內涵與科學態度有二十項（如表 4\_35）：可複製（重覆）性、獨特性、建構性、受主流價值體系影響、動態性（暫時性）、經久性、可驗性（實證性）、經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、批判的論證型態（質疑性）、統整性、創造性、無排他性、侷限性（科學的限制）、術業有專攻（科學家身分）、喜愛探究。



表 4\_35 分量表三「科學知識的發展性」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵與科學態度          | 第 13 題                                                                                               |               | 第 15 題                                           |               | 第 21 題                                                                                                |               | 第 26 題                                                                               |               |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                      | 各題項<br>意涵                                                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                        | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                             | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 三、獨特性                |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 1             |                                                                                      |               |
| 四、建構性                |                                                                                                      |               | 4                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 六、動態性（暫時性）           |                                                                                                      | 16            |                                                  |               | ✓                                                                                                     | 20            |                                                                                      |               |
| 七、經久性                |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 7             |                                                                                      |               |
| 九、可驗性（實證性）           |                                                                                                      |               | 10                                               |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十、經驗性                |                                                                                                      |               | 7                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十一、STS               |                                                                                                      |               | 1                                                |               |                                                                                                       |               | ✓                                                                                    | 31            |
| 十二、研究可信度             |                                                                                                      |               | 2                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十三、研究多面性             |                                                                                                      | 14            |                                                  |               |                                                                                                       | 1             |                                                                                      |               |
| 十四、觀察是理論蘊含的          | ✓                                                                                                    | 4             |                                                  |               |                                                                                                       | 5             |                                                                                      |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性）  |                                                                                                      | 1             |                                                  | 22            |                                                                                                       |               |                                                                                      | 2             |
| 十八、統整性               |                                                                                                      |               | 1                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十九、創造性               |                                                                                                      |               | 3                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 二十、無排他性              |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       |               |                                                                                      | 1             |
| 二十七、喜愛探究             |                                                                                                      |               | ✓                                                | 23            |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 合計                   |                                                                                                      | 35            |                                                  | 73            |                                                                                                       | 34            |                                                                                      | 34            |
| 備註※                  | 訪 A_12_M_nbi_P<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_07_F_bi_R                                    |               | 訪 E_09_M_bi_P                                    |               | 訪 A_12_M_nbi_G<br>訪 A_12_M_bi_P<br>訪 W_10_F_bi_P<br>訪 E_07_M_nbi_P<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R  |               | 訪 W_12_F_nbi_GI<br>訪 E_07_F_bi_R                                                     |               |
| 科學本質內涵               | 第 27 題                                                                                               |               | 第 28 題                                           |               | 第 29 題                                                                                                |               | 第 30 題                                                                               |               |
|                      | 各題項<br>意涵                                                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                        | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                             | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性           |                                                                                                      | 2             |                                                  |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 三、獨特性                |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 1             |                                                                                      |               |
| 五、受主流價值體系影響          |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 3             |                                                                                      |               |
| 六、動態性（暫時性）           |                                                                                                      | 11            | 1                                                |               | ✓                                                                                                     | 7             |                                                                                      | 1             |
| 七、經久性                |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 2             |                                                                                      |               |
| 九、可驗性（實證性）           |                                                                                                      |               | 1                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十、經驗性                |                                                                                                      |               | 2                                                |               |                                                                                                       | 1             |                                                                                      |               |
| 十一、STS               |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       | 1             |                                                                                      |               |
| 十二、研究可信度             |                                                                                                      | 4             | 1                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      | 1             |
| 十三、研究多面性             |                                                                                                      | 2             |                                                  |               |                                                                                                       | 2             |                                                                                      |               |
| 十四、觀察是理論蘊含的          | ✓                                                                                                    | 3             | 1                                                |               |                                                                                                       | 2             |                                                                                      | 4             |
| 十五、合作的研究模式           |                                                                                                      |               | 2                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性）  |                                                                                                      | 9             | 2                                                |               |                                                                                                       | 12            |                                                                                      |               |
| 十九、創造性               |                                                                                                      |               | 5                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 二十、無排他性              |                                                                                                      |               | ✓                                                | 30            |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 二十一、侷限性<br>（科學的限制）   |                                                                                                      |               |                                                  |               |                                                                                                       |               | ✓                                                                                    | 27            |
| 二十六、術業有專攻<br>（科學家身分） |                                                                                                      |               | 2                                                |               |                                                                                                       |               |                                                                                      |               |
| 合計                   |                                                                                                      | 31            |                                                  | 47            |                                                                                                       | 31            |                                                                                      | 33            |
| 備註※                  | 訪 A_12_M_bi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_07_F_nbi_G |               | 訪 A_10_M_bi_P<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P |               | 訪 A_12_M_nbi_G<br>訪 E_09_F_bi_G<br>訪 E_07_F_nbi_G<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P |               | 訪 N_07_F_nbi_G<br>訪 E_09_F_nbi_P<br>訪 E_07_F_nbi_G<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

第 13 題，現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同。

三十三位受訪學生中，有二十九位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為現今科學中的某些想法與以前的不同。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有四項：

〈一〉動態性（暫時性）

以前人不知道熱是一種能量，然後焦耳發現，還有我剛舉過的例子，人們以為地球是宇宙的中心，到現在地球與太陽不過是宇宙的一小部分，證明了想法是會一直變更的〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

〈二〉批判的論證型態（質疑性）

他會懷疑說這個事實到底是不是真的，有懷疑，就會有研究，就會有成果出來〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

〈三〉觀察是理論蘊含的

因為每個人都有自己的想法，就可以靠自己的想法去做做看那種實驗，得到出來的結果都不一樣〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

〈四〉研究多面性

以前的科學家用一些很…因為他們的設備、方法比較古老、比較舊，現在新的出來，說不定他們又找別的方式去試，說不定得出來的…他們才是比較靠正確的數字，所以會不同〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生傾向當代觀點，主張科學知識有被後人修正、推翻的情況（如：熱能、太陽中心說），其次，受科學家採取不同的觀點或運用多元的研究方法的影響，而使其對科學知識的詮釋有所更異。另有四位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生直覺表示認同，餘二位則屬未完整表明看法者。

第 15 題，關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作。

三十三位受訪學生中，有三十二位學生的看法傾向當代觀點且符應科學本質內涵與科學態度之範疇，認為科學實驗的想法係因好奇心引發及透過思維運作而來。分析其看法，學生表述了喜愛探究的科學態度及八項科學本質內涵：

### 〈一〉喜愛探究

因為你有興趣，才会有好奇心，然後這樣子才有辦法繼續去思考它的原理啊〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

### 〈二〉STS

要讓生活的品質更好啊，也是其中一個原因吧〈訪 A\_12\_M\_bi\_R〉

### 〈三〉批判的論證型態（質疑性）、可驗性（實證性）、統整性、研究可信度

因為當我們對一件事情有疑惑的話，我們一定會想說如何去證明它，所以在證明的過程中，我們就會試著去瞭解說各個方面來的東西，然後來給它整合，然後來討論這個論點，然後去發表〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈四〉建構性

像牛頓他是看到蘋果掉下來，他在想「為什麼蘋果不是往上掉，而是往下掉呢？」就是因為他的好奇心，他才去研究出地心引力、萬有引力嘛〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

### 〈五〉創造性

牛頓也是這樣，就是他嚇到---蘋果為什麼會從樹上掉下來，平常人都會相信就是覺得東西都會從天空掉下來，可是他就覺得很奇怪---為什麼會掉下來，就是那種很奇怪的想法，要不然就是不會發現奧妙吧〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

### 〈六〉經驗性

我們的科展啊，是用磁場跟電場來推動水流，製造無聲就可以前進的動力，不用馬達就可以前進。因為我們看那個電影啊，潛艦遇到雷達通常就不能前進，如果它可以沒有聲音的繼續前進，就可以順利執行任務了〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

因為之前也是在國小做那個熱脹冷縮的實驗，就是不相信、帶有點好奇，才會去做，然後做出來的結果是可以的〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十二位受訪學生傾向當代觀點，認為好奇心、思考力及提昇生活品質，皆為科學實驗發生的緣由，學生主張從解開心中的疑惑、觀察發現的現象、運用想像力，且歸納種種證據，進而形塑科學知識，建構科學理論，此即探究活動之系列歷程，並以設計無聲動力的科展主題及驗證熱脹冷縮的科學原理做為佐證。另僅一位受訪學生未完整表明看法。

第 21 題，科學書籍中的理論有時會改變。

三十三位受訪學生中，有二十八位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十七位學生傾向當代觀點，認為科學書籍中的理論有時會改變，另一位學生則傾向傳統觀點，認為某些科學理論不會全然改變。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

〈一〉動態性（暫時性）

不是說那個甚麼…誰的「燃素說」，後來有一個人他說是氧氣，他就推翻了之前說的〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

〈二〉觀察是理論蘊含的

因為科學家有很多派吧，他們的看法會不一樣〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P2〉

〈三〉研究多面性

因為他們的方法…設備，然後現在可以更精確這樣，所以會有改變哪〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

〈四〉獨特性

時代的改變、環境的改變使科學家的理論不同〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

〈五〉經久性

化學課本裡，我們看到通常都是它已經刪掉不好的，然後只有一些它覺得很重要的錯誤，它才會留著，像原子說它也說的很好，只是它有一點點地方是錯的〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張科學知識有被後人修正、推翻的情況（如：燃素說），其次，受科學家採取不同觀點或運用多元的研究方法，以及情境中條件因素的影響而有所改變。再者，一位學生傾向傳統觀點，他以原子說為例，提出有些理論會被持續保留，並發展得更精緻。另有六位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生直覺表示認同，三位學生以「已於前面題項表述」的說法帶過，餘一位學生指出書商印刷瑕疵而正誤的情形。

## 第 26 題，我們的社會需要科學研究。

三十三位受訪學生中，有三十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為我們的社會需要科學研究。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有三項：

### 〈一〉批判的論證型態（質疑性）

一個社會有很多不同的理論、觀點，就是可能不一定每件事都是真實的，然後提出疑問，就去研究，然後研究出來就會有正確的答案，就不會有錯誤的觀念〈訪 N\_07\_F\_nbi\_G〉

### 〈二〉STS

現在我們不是面臨很多社會問題嘛，譬如說一些文明病，能源危機，環境危機，假如說我們…像這些東西是由科學產生的，解決它的方法也只能從科學裡找到答案，必須透過科學去研究地熱、核能、太陽能這些替代能源，像現在一些文明病，癌症、愛滋病，我們也是要透過科學研究去研發出疫苗〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

用 CSI 犯罪現場來舉例的話，他們可能會檢驗那個犯案現場有沒有殘留下甚麼東西，或是說就是他們鎖定了一個跟被害人比較有關的目標之後，再用犯案心理學的立場，或是那些他們的儀器，就是可能找一些蛛絲馬跡，抓到犯人〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

還有一些是可以改造魚的顏色，變成銀光魚，就是可以增加觀賞的價值，然後就會有更多的人去買〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

從一世紀到現在，步行、馬車、蒸汽車、汽車，都一直在改變，都一直讓你的時間更夠用，更可以让你用，所以我覺得說是需要科學研究。一方面也保障國家安全，想說你這國家有新武器，我這國家用另外一樣新武器來制衡你〈訪 E\_09\_M\_nbi\_G〉

### 〈三〉無排他性

那像電視上有一個老先生，自己用紙箱做椅子，我是覺得他自己沒有去靠科學研究，他自己發展出椅子〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十一位受訪學生傾向當代觀點，主張現今社會百家爭鳴、觀點多元，唯有將心中疑義加以驗證，才可避免誤判事實，以 CSI 犯罪現場為例，其蒐證結果以科學的實徵原理交叉檢證，每每成為破案的必要條件。其次，其他社會成員對科技發展的貢獻也俾利生活水準的提昇、促進經濟體系的繁榮及厚植國家軍備的實力。然而，我們同時必須面對隨之而來的社會問題，如文明病、能源危機、環境災變，正似受訪學生所表述「這些東西是由科學產生的，解決它的方法也只能從科學裡找到答案」。另有二位受訪學生的看法



未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生未完整表明看法，餘一位則提出科學研究對社會影響不顯著的說法。

第 27 題，對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意。

三十三位受訪學生中，有二十七位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為科學家對於已被認定為真實的科學知識，有時會改變想法。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有六項：

〈一〉動態性（暫時性）

只要有新的證據出現，就容易改變原先的看法〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

〈二〉批判的論證型態（質疑性）

如果他去懷疑的話，他總是要去做…為什麼…懷疑了嘛，他總是要去想辦法，就是去做實驗，那如果結果是不一樣的話，那他就會改變想法〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

〈三〉研究多面性

他可以就是…啊，就直接換另一個方法去試試，看會不會得到更正確的這樣子，就是要去找那種，想要得到的答案，所以他會改變他的方法〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

〈四〉可複製（重覆）性

比如說他才剛發現一個東西，他會經過多次的實驗，然後他不會說…好像…就會有十足的把握，才告訴大家，然後既然他有十足的把握的話，他應該是不會隨便改變心意的〈訪 W\_10\_F\_bi\_P〉

〈五〉觀察是理論蘊含的、研究可信度

因為你做一次，發表出來別人不會相信，為什麼孟德爾那時候要用花色或莖，因為他發現每個科學家都是用很不好分辨的方法去研究基因，所以他找最方便研究的這兩個現象去發表基因這個東西〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張當新證據出現，原來的科學知識被後人修正、推翻，此時科學家就可能改變心意，其次，科學家對目前的研究結果產生疑義，因而藉由更多樣的角度、採取更多元的方法、操作更多次的實驗進行測試，試圖確認研究的可信度，極可能就此改變科學家對科學知識真實性的想法。另有六位受訪學生的看法未符應科學本質內涵

之範疇，其中一位學生未完整表明看法，三位學生表示無法同理科學家的意志決定，餘二位學生提出科學家有不輕易動搖其見解的堅持。

第 28 題，在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為好的科學想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有十一項：

〈一〉術業有專攻（科學家身分）

科學家想的範疇可能只有針對自己的專業領域再繼續深造，可是任何人的話，他是廣闊性的，就是對於不同領域都可以提供一些好的想法，像手機的發明吧〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

〈二〉可驗性（實證性）

就是每個人都可以提出自己的想法，然後確認之後，也可以變成好的理論〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

〈三〉批判的論證型態（質疑性）

好的科學家也不一定會做出好的想法，可以靠我們自己心裡所想的，做不一樣的方式出來，不一定要來自科學家。我覺得這一題不錯〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

〈四〉觀察是理論蘊含的

如果平常人的一個問題出來，我們也可以自己做實驗，然後發現出不一樣的地方，然後也可以創造一個理論出來。就像剛說的那個小朋友推翻科學家〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

〈五〉無排他性、合作的研究模式

好的想法每個人都可以提出，有時候無心的一句話也可以研發出新的東西。就是大家一起討論，提出自己的想法，然後可能就是有一個會是最好的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

〈六〉研究可信度

如果我們平常人提出的理論是有經過眾人同意的話，也不一定只有科學家才值得相信〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

〈七〉無排他性、經驗性

焦耳就是一個很好的例子，他是一個酒商，賣酒的，但他卻能發現熱能〈訪

A\_10\_M\_nbi\_G〉

#### 〈八〉無排他性、創造性

就是像大學生都會發明奇怪的東西啊，之前還有發明甚麼…可以讓它自己跑…可以載人的東西，我在電視上看到的。那個東西做得像車子，用木材跟鐵片那種，真的可以載人，好像是用那種我們吃剩的東西，把它燒成熱能，然後就會發動，就會跑〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P2〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十位受訪學生傾向當代觀點，主張科學家關注的焦點在自己的學術領域，而社會其他人士則著眼於自己的事業專長，甚至學生也能對自己所學有所發揮，易言之，只要用心觀察周遭事物，仔細覺察每個有新發現的可能，確實驗證心中的想法，如此，自己提出的理論、創新的發明亦有為其他人信服的機會；焦耳發現熱能、學生發明汽車即為例證。另有三位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘二位則為未完整表明看法者。

#### 第 29 題，科學中的想法有時會改變。

三十三位受訪學生中，有二十七位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為科學中的想法有時會改變。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有八項：

##### 〈一〉研究多面性

就是不同的儀器應該就會發現更微小的東西，就會改變原來的理論〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

##### 〈二〉動態性（暫時性）

拉馬克主張用進廢退說，後來達爾文說不是因為這樣子，是因為基因改變，然後天擇〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

##### 〈三〉受主流價值體系影響

譬如說族群他的融合，因為我們有接觸到，所以我們有習性不一樣，說不定…我們會去學習他們的東西，他們可以學習我們的東西，這就是一個融合啊，如果他們的知識我們接受不了的，我們還是…就是取他們好的方面，所以就是會有不一樣，說不定方法就不一樣〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

##### 〈四〉獨特性

就是因為環境的改變，他們會改變他們原來的想法〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈五〉觀察是理論蘊含的

我覺得就是跟著時代在進步，它的準確度…還有更多人投入這個工作的話，也會有更多的意見，然後大家可以交流，這樣可能會改變自己對它的想法〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

### 〈六〉批判的論證型態（質疑性）

我們不是說科學中要做一個假設，你自己有一個想法，覺得這個東西是對的，所以我要研究這個方向〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

### 〈七〉經驗性

在做科學的時候，其實科學家們是從錯誤中學習，愛迪生嘛，從好幾次的實驗中，他的想法逐漸改變、改變、改變，我終於想到鎢絲可以拿來當燈泡的材料，那去做便成功了〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

### 〈八〉STS

因為未來會發生的是誰也沒有辦法預測，所以有可能會改變，以前的人應該想也沒有想過會這樣子吧，可是因為有科學出現，才會導致溫室效應〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張隨著科技的進步，科學中的想法有被後人修正、推翻的情況，或受民族信念、文化價值、情境中潛在的條件因素、專家學者表述不同觀點（如：物競天擇）的影響而有所改變，或如愛迪生的發明歷程，從驗證過程中學習，不斷地試誤，而獲致不同以往的創新成果，以及昔日便利生活的科技產物成為今日溫室效應的媒介，此皆為學生表彰本題意旨的想法，說明科學中的想法有時會有改變的情形。另有六位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生以「已於前面題項表述」的說法帶過，二位學生未完整表明看法，餘二位學生的陳述偏離題意。

第 30 題，有些問題連科學家也無法回答。

三十三位受訪學生中，有二十八位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為有些問題連科學家也無法回答。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有二項：

#### 〈一〉研究可信度

因為可能還沒有太多的證據可以讓他們證明，所以他們有時候可能也會不

能回答〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

## 〈二〉侷限性（科學的限制）

有些是有一個假設，但是沒有辦法做實驗，可能是因為有環境的阻礙，就像是研究地球內部的一些東西，沒辦法把它挖鑿開來，然後或者是一些探測器，因為太深了，或有一些甚麼物質的影響，所以有些也沒辦法，可能還是要等到以後，科學更發達了才有辦法吧〈訪 E\_09\_F\_bi\_G〉

像靈魂的東西，科學沒辦法解釋，可是有人就是相信〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

科學家能講說世界上沒有鬼嗎？其他人講說「可是我真的有看到啊，不是講說眼見為憑嗎？」〈訪 N\_09\_F\_bi\_G〉

可是怎麼知道那是鬼呢？以科學的角度的話，說不定他們會覺得可能能量突然聚集在那裏之類的〈訪 W\_10\_F\_bi\_P〉

像我們星際有多大…其實連科學家都不知道，我們只知道它是越來越大，有個東西叫大霹靂，它讓空間越來越大〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

因為有些問題科學家不知道那是甚麼。例如金字塔怎麼建造出來的〈訪 N\_09\_M\_nbi\_R〉

像是黑洞的問題。可能沒有實際去看過吧，因為看過的話也可能被吸進去〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

一些未知的東西…科學家的腦是有容量的，就是超出他的想法也不知道怎麼回答，像外星人〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

像地球，課本說他們只有發現到最早…很像是古生代，然後離現在很像是四十億年前還六十億年前，更早的他們很像還沒有挖掘到，也沒有辦法回答更早的時候有沒有更早的生物之類的〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

像看科學書的話，就是有些書會寫關於恐龍世代的甚麼，它也是會寫說，恐龍是怎麼消失，就會列很多甚麼，像是閃電啊，造成地球這樣，不然就是火山爆發甚麼的。課本上有寫說，現在科學家也還沒有查出真相，然後會先去假設說那些答案〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十八位受訪學生傾向當代觀點，主張某些現象有於科技的發展，至今未有完整的證據，如地球內部結構、鬼魂、星際的範圍、金字塔建造的方式、黑洞、外星人、生物的起源、恐龍滅絕的原因等等，都只有暫時性的假說，無法提出令人信服的依據。另有五位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生未完整表明看法，餘三位學生表示科學家的學術專業不容置疑，全然相信其有回答所有問題的能力。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表的表態傾向當代觀點，意謂多數學生對科學知識的發展層面多元，採取認同的態度，認為科學中的發現、科學中的問題、科學書籍中的理論、科學家的想法，皆與科學知識的發展息息相關。此

外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學態度與科學本質內涵之範疇者，除了指出科學家的學術專業不容置疑、主張科學家有不輕易動搖其見解的堅持、表示無法同理科學家的意志決定及提出科學研究對社會影響不顯著，其餘多為受訪學生語意不完整及未切合題意的表述。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_35 可得：

（一）E 國中（24）> A 高中（6）> W 高中（2）> N 國中（1）；

（二）七年級（15）> 九年級（10）> 十二年級（6）> 十年級（2）；

（三）男學生（18）> 女學生（15）；

（四）原住民學生（20）> 漢族學生（13）；

（五）學業成就中段（15）> 學業成就後段（10）> 學業成就前段（8）。

顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是七年級學生、性別是男學生、族群是原住民學生及學業成就是中段的學生，較缺乏科學本質的信念。



#### 四、「科學知識的驗證性」分量表

此分量表的設計概念呈現了科學知識的形成過程：好奇心引發每個人從自己的問題產生想法的動力，形成假說，繼而透過多種方法、多次實驗，蒐集足夠的證據，以確定新發現或科學理論的真實性，包含八個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學態度與科學本質內涵有十六項（如表 4\_36）：可複製（重覆）性、獨特性、經久性、動態性（暫時性）、可驗性（實證性）、經驗性、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、漏斗式研究、批判的論證型態（質疑性）、統整性、創造性、侷限性（科學的限制）、喜愛探究。





表 4\_36 分量表四「科學知識的驗證性」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵              | 第 3 題                                                                                                                                     |               | 第 4 題                                                                |               | 第 7 題                                                                              |               | 第 10 題                                                                                                                                                                                                                                           |               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                     | 各題項<br>意涵                                                                                                                                 | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                          | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                                                                                                                        | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性          |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  | 2             |
| 三、獨特性               |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  | 2             |
| 六、動態性（暫時性）          | ✓                                                                                                                                         | 20            |                                                                      | 1             |                                                                                    | 6             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 九、可驗性（實證性）          |                                                                                                                                           | 2             |                                                                      | 21            | ✓                                                                                  | 24            |                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             |
| 十、經驗性               |                                                                                                                                           |               | ✓                                                                    | 10            |                                                                                    | 3             |                                                                                                                                                                                                                                                  | 3             |
| 十二、研究可信度            |                                                                                                                                           | 7             |                                                                      |               |                                                                                    | 2             |                                                                                                                                                                                                                                                  | 12            |
| 十三、研究多面性            |                                                                                                                                           | 3             |                                                                      |               |                                                                                    |               | ✓                                                                                                                                                                                                                                                | 21            |
| 十四、觀察是理論蘊含的         |                                                                                                                                           | 5             |                                                                      |               |                                                                                    | 1             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性） |                                                                                                                                           |               |                                                                      | 21            |                                                                                    | 4             |                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             |
| 十九、創造性              |                                                                                                                                           | 1             |                                                                      | 1             |                                                                                    | 4             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 合計                  |                                                                                                                                           | 38            |                                                                      | 54            |                                                                                    | 44            |                                                                                                                                                                                                                                                  | 42            |
| 備註※                 | 訪 N_07_M_nbi_R<br>訪 E_09_F_nbi_P<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R                                                                        |               | 訪 A_12_M_nbi_P<br>訪 W_12_F_bi_P2<br>訪 W_10_F_nbi_P2<br>訪 E_07_M_bi_R |               | 訪 W_10_F_bi_P<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_07_F_nbi_G |               | 訪 W_10_F_nbi_P2<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R                                                                                                                                                                              |               |
| 科學本質內涵與科學態度         | 第 17 題                                                                                                                                    |               | 第 20 題                                                               |               | 第 22 題                                                                             |               | 第 24 題                                                                                                                                                                                                                                           |               |
|                     | 各題項<br>意涵                                                                                                                                 | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                            | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                          | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                                                                                                                                                                                        | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性          |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               | ✓                                                                                  | 29            |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 三、獨特性               |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    | 1             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 七、經久性               |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             |
| 九、可驗性（實證性）          |                                                                                                                                           |               | ✓                                                                    | 24            |                                                                                    | 1             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 十、經驗性               |                                                                                                                                           | 9             |                                                                      |               |                                                                                    | 6             |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 十二、研究可信度            |                                                                                                                                           | 2             |                                                                      | 4             |                                                                                    | 22            |                                                                                                                                                                                                                                                  | 11            |
| 十三、研究多面性            |                                                                                                                                           |               |                                                                      | 2             |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  | 7             |
| 十四、觀察是理論蘊含的         |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    | 1             |                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             |
| 十五、合作的研究模式          |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  | 1             |
| 十六、漏斗式研究            |                                                                                                                                           | 5             |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性） | ✓                                                                                                                                         | 23            |                                                                      | 1             |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 十八、統整性              |                                                                                                                                           |               |                                                                      |               |                                                                                    |               | ✓                                                                                                                                                                                                                                                | 2             |
| 二十一、侷限性<br>（科學的限制）  |                                                                                                                                           |               |                                                                      | 3             |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 二十七、喜愛探究            |                                                                                                                                           | 1             |                                                                      |               |                                                                                    |               |                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| 合計                  |                                                                                                                                           | 40            |                                                                      | 34            |                                                                                    | 60            |                                                                                                                                                                                                                                                  | 23            |
| 備註※                 | 訪 N_09_M_nbi_R<br>訪 N_07_M_nbi_R<br>訪 N_07_M_bi_R<br>訪 E_09_F_nbi_P<br>訪 E_09_F_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P |               | 訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R                                       |               | 訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R                                    |               | 訪 A_12_M_nbi_P<br>訪 A_12_M_bi_R<br>訪 A_12_M_bi_P<br>訪 A_10_M_bi_R<br>訪 A_10_M_bi_P<br>訪 W_12_F_bi_P1<br>訪 W_10_F_bi_P<br>訪 N_09_M_nbi_R<br>訪 N_09_F_nbi_P<br>訪 N_07_M_nbi_R<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_M_nbi_P<br>訪 E_07_M_bi_R |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

### 第3題，新發現會改變科學家認為什麼才是真實的。

三十三位受訪學生中，有三十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十九位學生傾向當代觀點，認為新發現會改變科學家既定的認知，另二位學生則傾向傳統觀點，認為科學家不輕易改變自己的信念。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

#### 〈一〉研究多面性

新的發現可能會改變科學家對這個東西的看法，就是因為〈科技〉越來越先進，就是我們人類可以發現的東西越來越多〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

#### 〈二〉動態性（暫時性）、可驗性（實證性）

像愛因斯坦之前，人們對宇宙的瞭解不是很深，人們認為光的傳遞是要有介質，他們認為那個介質是叫以太，然後愛因斯坦提出來說光的傳遞是不用介質的，然後他還用理論去證明，後來又有人用實驗去證明，所以才讓我們學習到說，光的傳遞是不用介質的。光可以在真空中傳播〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

#### 〈三〉觀察是理論蘊含的

就是說有些比較客觀的科學家，新的發現這個東西證明我是錯的，我要重新再去研究找尋甚麼才是正確的，有些比較主觀的科學家，就認為這可能是那個人做出來的答案，不一定代表說可以否定我做出來的答案〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

#### 〈四〉研究可信度

因為發現一個新的，不一定會讓科學家相信，可能會有些比較相信以前的，可能要多方面、更多的研究，支持新發現的結果〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生傾向當代觀點，主張隨著科技進步，科學家可據以驗證與瞭解的事物或現象日益遞增，因而改變對某些科學知識真實性的認定（如：光的傳遞不用介質）。其次，二位學生傾向傳統觀點，指出新發現不一定能改變科學家的想法，除非有更充足的研究證據，足以令人信服，否則科學家不會輕易動搖自己的信念。另有四位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，二位學生未完整表明看法，餘一位學生的陳述偏離題意。

第 4 題，在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗。

三十三位受訪學生中，有二十九位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為科學中的想法可以來自自己的問題和實驗。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有六項：

〈一〉批判的論證型態（質疑性）

會想去做科學實驗，就是對有些東西有問題，然後會有興趣想要去實驗看看〈訪 A\_10\_M\_bi\_P〉

〈二〉可驗性（實證性）

參加科學展覽，就好像自己生活中遇到的問題拿來做實驗，然後得到實驗結果，你會有一種成就感〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

〈三〉經驗性

比如說那個…顯微鏡好了，我們看葉片那個顆粒〈孢子囊〉，我看了之後，就想說再去看別的東西…別的葉子，看可不可以跟它不一樣〈訪 E\_07\_F\_nbi\_G〉

班上有些人對氫氣球〈砲彈〉完全不瞭解，他們是對於他們的問題然後去做實驗。氫氣球〈砲彈〉是測距離跟準確度，所以他們必須去調整裡面一些…氣體的成份，他們不斷改良，最後可以瞄準到命中目標〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

因為你做實驗嘛…像愛迪生他也是實驗過好幾次，從他自己的問題、從實驗過程中，一些錯誤中找到一種規律性，從規律性中推斷出答案〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

〈四〉創造性

實驗做到一半應該就會有一些想法會出來，怎麼講…突然腦袋貫通了就會這樣〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生傾向當代觀點，主張實驗動機源於對生活周遭的事物產生疑問，而有一探究竟的想法，在進行驗證的過程中，從試誤中觀察、修正，終致成果產出。其次，學生指出從實驗過程得到新想法的可能，或許是靈光乍現，或許是突發奇想，這類思維又會成為下一波探究活動之發軔。另有四位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中二位學生直覺表示認同，一位學生未完整表明看法，餘一位學生的陳述偏離題意。

第7題，科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法。

三十三位受訪學生中，有二十八位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有六項：

〈一〉批判的論證型態（質疑性）、可驗性（實證性）

因為你要先去…就是有疑問，然後你要去解答這個疑問的話，有時候是需要透過實驗，因為…去假設一個實驗，然後才…就是結果出來之後，可以知道這是不是真的〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

〈二〉動態性（暫時性）

因為科學會不斷的推新，會改變很多人對事物的想法〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

〈三〉創造性

就是在進行實驗的時候，可能發現可以用別的方法，就會有新的想法出來〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

〈四〉研究可信度

因為雖然說實驗進行不一定是正確的，但是有實驗數據的支持還是很重要，只是其實還是有…像很多科學家是走理論的部分，就完全沒辦法實驗，像那個費曼，在二十世紀初的時候就提出奈米的概念，那時候大家都還沒辦法接受那麼小的尺寸，大概到二十世紀中，大家才慢慢開始研究〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十八位受訪學生傾向當代觀點，主張從事科學探究活動可以解開自己心中的疑問，透過驗證可以確知事物的真實性、瞭解現象的來由，而有新想法的產生，因此改變對事物原有的認知，即便科學家建構一個新理論，亦需有實驗數據的支持，才能獲得科學社群的認同。另有五位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，一位學生未完整表明看法，二位學生的陳述偏離題意，餘一位學生提出真理本存在，唯人後知後覺而已的說法。

第 10 題，在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論。

三十三位受訪學生中，有二十九位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為科學家可能有一種以上的方法來測試科學中的理論。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有七項：

〈一〉研究可信度

如果有更多方法測試它，得出來的結果都是一樣的，這樣子這個理論才可以成立吧〈訪 A\_12\_M\_bi\_R〉

〈二〉可複製（重覆）性

一個理論如果只用一種方法來測試的話，那個方法如果測試出的都一樣，可是別種方法去測，又不一樣的話，那也不算是一個理論。檢測吧，就不斷反覆檢驗啊〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

〈三〉批判的論證型態（質疑性）、經驗性

就是他可能會有許多問題，然後做實驗，然後他可能還可以實地去觀察，也是不是只有一種來測試〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

〈四〉研究多面性

我講水好了，把硬水軟化，有煮沸法跟陽離子交換素質〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉  
就像我們做的科展也有…因為我們是測流體嘛，算流體的流速跟流量，另外一個直接測他的作用力與反作用力。所以一個是直接測，另外一個從…數據算過去〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

〈五〉研究多面性、可驗性（實證性）

科學家因為不會確定它是對的，他會用各種理論去推推看是不是真的，可能有些地方錯了，可能就推論他的實驗結果是不是正確。又會再做一些實驗，看看它是不是正確的〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

〈六〉獨特性、研究多面性

就是不一樣的環境下…應該就是不同的溫度吧，就是可能做那種酵素的實驗，在不同溫度測它的速率之類的，然後看它會不會越來越快或越來越慢。通常也有改變壓力，但是改變壓力好像在學校比較難的感覺〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生傾向當代觀點，主張透過多次實驗應證、實地觀察、公式推導，彙整各種研究結果而建構的理論，才足以令人信服，並以自己經驗為例，具體陳述據此原則在科展中的應用實況，或分享課堂中所學，提出硬水軟化的實務做法。另有四位受訪學生的看法未符應科學



本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘三位學生未完整表明看法。

### 第 17 題，進行實驗之前先有假說，是好的。

三十三位受訪學生中，有二十五位學生的看法傾向當代觀點且符應科學本質內涵與科學態度之範疇，認為進行實驗之前，先有假說是好的。分析其看法，學生表述了喜愛探究的科學態度及五項科學本質內涵：

#### 〈一〉喜愛探究、批判的論證型態（質疑性）

就是可能對東西的好奇心，然後你可能就是會假設它應該是這樣，然後你再去做實驗來看你的覺得的道理、它的原因這樣子是不是對的〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

#### 〈二〉批判的論證型態（質疑性）、經驗性

因為你要先有一個假定的方向，才有辦法進行實驗，不能漫無目的的，直接東西拿來就做，這樣容易失去方向，找不到你要的東西。科展剛開始的時候啊，其實也是浪費很多時間在想要怎麼去做那個實驗。因為我們假定它會這樣子動啊，當我們真正去做實驗的時候，它就是不會動。最後才想到換軌道，還有那個電極板〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

就是有一個目標，你要去證明這件事，比較有方向，不然會不知道往哪裡做。像之前我們有做像電的那種，就是要接，然後測電壓之類的，可能接頭那邊都會有接觸不良的情形，所以可能要用手去壓，然後如果你知道大概的趨勢的話，發現差很多的話，你可能就要用人去幫助它的接觸，然後就會比較接近〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

#### 〈三〉研究可信度

因為就是如果沒有假設的話，他就不知道到底他實驗出來的是正確還是不正確，跟之前的有沒有差別，然後他可能就會相信自己的想法，因為你就沒有可以推翻他之前的那種…可能就會比較沒有真實性的感覺〈訪 N\_07\_F\_bi\_P〉

#### 〈四〉批判的論證型態（質疑性）

然後有假說喔，我覺得是多是壞啦，因為有假說的話，你可以給自己一個明確的方向啊，但是有假說也有一個缺點，它會限制你的想法，就是你的想法會侷限在假說裡面，你沒辦法往更多方向去想，有可能跳不出來，就像鑽進死胡同裡〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

#### 〈五〉漏斗式研究

先做一點研究，再有個假說比較好，比較有說服力吧。就直覺覺得說應該前面要先做一點研究，或是參考一些文獻資料，再提出一個假說這樣〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

我覺得實驗過後，再假說比較好，因為畢竟不知道這個假說是不是正確的…我覺得實驗之後，再假說，再推論回去的話，可能正確性會比較高。就是

再做其他實驗，看能不能推回去它原本的那個答案，原本的那個答案就是假說嘛〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十五位受訪學生傾向當代觀點，強調假說的用意係給予實驗方向性，盲目的驗證活動無法確知實驗結果是否切合研究目的，同時，形成假說也提供自己一個檢證探究過程正確與否的依據，然而，此舉亦可能導致畫地自限的缺失，使自己的思考無法向外延伸。再者，學生主張提出假說之前，應進行文獻資料蒐集或試探性實驗，以裨益研究主題的聚焦。另有八位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中二位學生直覺表示認同，一位學生未完整表明看法，三位學生的陳述偏離題意，餘二位學生表示此題說法與自己的經驗不符合。

#### 第 20 題，做實驗是知道某件事是否真實的好方法。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為做實驗是知道某件事是否真實的好方法，另一位學生則傾向傳統觀點。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

##### 〈一〉批判的論證型態（質疑性）

因為提出假說、做實驗，才知道結果〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

##### 〈二〉可驗性（實證性）

因為覺得做實驗的話，可以實驗知道所想知道的一些事情，可以確定是否真實〈訪 A\_10\_M\_bi\_R〉

##### 〈三〉研究可信度

畢竟你要去做實驗你才可以去證實，就是比較能從眼睛看得到的部分去瞭解事實，因為如果你只有理論的話，不會讓人很直接去接受它〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

##### 〈四〉侷限性（科學的限制）

我覺得這種科學都很深奧吧，就算我們算出來答案一樣，說不定其實在我們大家不知道的領域它其實是個錯誤，所以這樣我覺得很難講〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

跟剛剛靈魂的問題一樣，因為還是實驗不出來啊〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P2〉



## 〈五〉研究多面性

是不是真實的…不一定要做實驗哪，就是去找一些跟這個有呼應到的資料  
〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十位受訪學生傾向當代觀點，主張透過實驗，可以驗證事物的真實性，且由感官覺知事實的真相，較易取信於人，其次，有實驗並非探究事實的唯一途徑的說法，認為藉由蒐集資料，亦可評斷事物的真實性。再者，一位學生傾向傳統觀點，表示某些現象（如：靈魂）有於科技發展，有未能完整蒐證的可能，因此，提出實驗不一定能發掘真相的想法。另二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘一位學生未完整表明看法。

第 22 題，多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為多次試行實驗來確定自己的發現比較好。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

### 〈一〉可複製（重覆）性、研究可信度

實驗越多，誤差越少。避免人為操作吧，還有原先的儀器就不是很精良〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

就是要多試幾次，如果結果都一樣，就可以確定自己的發現是對的〈訪 N\_07\_F\_nbi\_G〉

### 〈二〉經驗性

因為我們那時候在做排水集氣法，我們那時候應該是有讓其他的東西跑進去，或是原本我們所實驗的東西就不是很乾淨，就是它可能混雜了瓶子或是水裡面的雜質，所以它就變質，就是我們收集出來的氫氣是黃色的，就是那個瓶子洗得不夠乾淨〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

### 〈三〉獨特性

因為有時候在做一個實驗的時候，你第一次做可能跟第二次做是不一樣的，因為環境因素我們不知道，所以我們做很多次，來看大部分的問題在哪裡〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈四〉觀察是理論蘊含的

你假如只做一次，就說那是對的，那別的科學家用你的方法，完全遵循你

的方法，他們沒有出錯的話，做出來怎麼答案是錯的，所以說你要經過多次的實驗來找出自己的盲點，來更正自己的盲點，才能確認說你的答案是對的〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十位受訪學生傾向當代觀點，主張多次實驗可以避免人為疏失、儀器不精確、情境中條件因素的影響而造成的誤差，甚或可覺察出自己的盲點，俾利研究可信度的提昇。另有三位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，餘二位學生的陳述偏離題意。

第 24 題，好的理論是根據許多不同實驗的證據而來。

三十三位受訪學生中，有二十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中十九位學生傾向當代觀點，表示同意此題的敘述，另一位學生以傳統觀點回應此題。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有七項：

#### 〈一〉研究多面性

一個好的理論應該要經得起考驗，不管大家用哪一方面去切入做實驗，都能夠符合，這樣才是好的理論〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

如果你只用一種理論來證明，就像一個房子它只有一根柱子，那它這樣撐得住嗎？撐不住。你必須同時由多方面來進行實驗來證明它是對的，你的基底才會穩固〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

#### 〈二〉合作的研究模式、觀察是理論蘊含的、研究多面性

因為可能有一個科學家提出一個理論，然後別的科學家再用他們的想法或實驗，再去做，搞不好他們會一起研究嘛，然後用他們自己實驗的證據去試，然後就會有一個正確的理論〈訪 N\_07\_F\_nbi\_G〉

#### 〈三〉研究多面性、研究可信度

因為我覺得一個正確、好的理論是要靠很多實驗去證明的，不然一樣…會覺得很單薄，然後就是人家會比較沒辦法信服啦，然後不同方面的話，其實有時候不會互相影響，反而可以互相佐證〈訪 E\_09\_F\_bi\_G〉

#### 〈四〉統整性

這個理論是結晶，大家都會從他的方法提出來的數據，匯集而成那種東西，所以覺得大家…因為它會一直修正、一直修正，大家的東西就一直更進步、更專研，匯集成一個好理論〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

#### 〈五〉研究可信度

聽說愛因斯坦自己沒有實驗。相對論吧…然後他想到了就寫下來，後人再

幫他做很多實驗。覺得有些東西是原創性的，它並沒有先經過實驗證實，可是有實驗還是比較容易讓人家相信〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

### 〈六〉經久性

我覺得現在我們書本上讀到的理論，好像很多都不是只完全一個人他得出的，好像很多人很多人慢慢得演進，我覺得科學它也是一個漸進式的，不是一蹴可及〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P1〉

綜合三十三位學生在此題的看法，十九位受訪學生傾向當代觀點，認為好的理論是根據許多不同實驗的證據而來，從研究設計的層面思考，學生主張應運用多種領域的觀點檢視探究過程的設計，以獲致有整全證據支持的理論，正如建物結構有樑柱支撐般的穩固；從研究結果的角度審視，學生表示由歸納多種數據、事實而建構的理論，較能令人信服，即使某些屬於原創性的理論（如：相對論），仍需進行事後驗證，才足以取信於人，其次，一位學生指出好的理論應是歷時久遠的，能持續保留，且發展得更精緻。另有六位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生直覺表示認同，三位學生未完整表明看法，餘二位學生以「已於前面題項表述」的說法帶過。還有八位學生的說辭，經研究者解讀，認為學生提出「可複製（重覆）性」的科學本質內涵，做為其認同本題說法的理由，個人探析此思維邏輯的誤謬，推斷可能為題意理解的偏差所造成。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表的表態傾向當代觀點，意謂多數學生對科學知識的可驗證性，採取肯定的態度，認為在好奇心引發每個人對自己的問題進行探究的動力，並於假說形成後，透過多種方法、多次實驗，蒐集厚實的證據，能確定新發現或科學理論的真實性。此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學態度與科學本質內涵之範疇者，除了指出人們對真理的感知係屬後知後覺者、表示自己缺乏在實驗前建立假說的經驗，其餘多為受訪學生語意不完整及未切合題意的表述。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_36 可得：

（一）E 國中（25）> N 國中（7）> A 高中（6）= W 高中（6）；

（二）七年級（18）> 九年級（14）> 十年級（6）= 十二年級（6）；

(三) 男學生 (25) > 女學生 (19)；

(四) 原住民學生 (27) > 漢族學生 (17)；

(五) 學業成就中段 (22) > 學業成就後段 (21) > 學業成就前段 (1)。

顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是七年級學生、性別是男學生、族群是原住民學生及學業成就是中段的學生，較缺乏科學本質的信念。



## 五、「科學研究對社會的重要性」分量表

此分量表的設計用意，在檢視社會與政府的支持對科學研究的重要性，科學研究對社會發展的影響力，及科學、技學、社會三者間相輔相成的關係，包含三個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學本質內涵有六項（如表 4\_37）：受主流價值體系影響、無關道德性（道德中立）、STS、合作的研究模式、統整性、倫理關懷。

表 4\_37 分量表五「科學研究對社會的重要性」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵            | 第 5 題                           |               | 第 14 題                                            |               | 第 19 題                                                                             |               |
|-------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                   | 各題項<br>意涵                       | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                         | 受訪學生<br>的看法分析 | 各題項<br>意涵                                                                          | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 五、受主流價值體系影響       | ✓                               | 13            | ✓                                                 | 13            |                                                                                    | 1             |
| 八、無關道德性<br>（道德中立） |                                 |               |                                                   | 2             |                                                                                    | 1             |
| 十一、STS            |                                 | 20            |                                                   | 18            | ✓                                                                                  | 28            |
| 十五、合作的研究模式        |                                 | 1             |                                                   |               |                                                                                    |               |
| 十八、統整性            |                                 | 1             |                                                   |               |                                                                                    |               |
| 二十四、倫理關懷          |                                 | 1             |                                                   | 1             |                                                                                    |               |
| 合計                |                                 | 36            |                                                   | 34            |                                                                                    | 30            |
| 備註※               | 訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_F_nbi_G |               | 訪 N_07_F_nbi_G<br>訪 E_07_F_bi_R<br>訪 E_07_F_nbi_G |               | 訪 A_10_M_bi_R<br>訪 W_12_F_bi_P1<br>訪 N_09_M_bi_G<br>訪 E_07_M_bi_R<br>訪 E_07_F_bi_R |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

## 第 5 題，社會能夠支持科學研究是重要的。

三十三位受訪學生中，有三十一位學生的看法符應科學本質內涵之範疇且傾向當代觀點，認為社會能夠支持科學研究是重要的。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有五項：

### 〈一〉合作的研究模式

單憑一個人的力量要做出那種大規模的研究是有限度的，尤其像現在這種科學一直在改變的，那種認知一直在更新的〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

### 〈二〉統整性

比如說有人文素養啊，地理、歷史那些的，看法會不一樣，看法可以從另外一種…就是看法可能會宏觀、全面一點，不會只侷限在自然科學〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

### 〈三〉倫理關懷

像有人在爭論說，複製人到底能不能做，可是社會上的道德認知是這不合倫理嘛，所以普遍上的認知是制止他進行的，所以我們要做就是要做不違反社會道德的科學研究〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

### 〈四〉受主流價值體系影響

想到說以前那個…不是有宗教…那個迫害，就是提出太陽中心論那個，會被燒死之類的，會破壞他們研究〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G1〉

就像新竹科學園區，因為政府支持，我們的半導體才能研發這麼成功〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

像是政府支持發明瓦斯汽車〈訪 N\_09\_M\_nbi\_R〉

### 〈五〉STS

我覺得科學可以改變一些傳統的觀念〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

還有我在歷史學到法國跟普魯士打仗，因為法國當時有支持、推廣，一批精英去研發改良武器，就打敗普魯士，就現在德國，普魯士被打敗，就覺得說科學不是用在生活，科學還可以使國家富強，免於被迫害、擊敗這樣子〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

還有就是有些化學實驗會害到我們人的身體，得了甚麼病，改變她原本的基因，像上次我忘記像甚麼…一件新聞，有一個婦人，她好像得了癌症〈訪 E\_09\_F\_nbi\_P〉

資金也有，技術支援啊〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，三十一位受訪學生傾向當代觀點，主張科學研究需要科學家共同合作，集思廣益，以多種理論進行交叉檢證，比較可能獲



得一個具規模的成果，而驗證的過程可能受民族信念、文化價值、道德原則的影響而窒礙難行（如：太陽中心說、複製人）或有長足發展（如：半導體、瓦斯汽車），反之，若持續研究者，可俾利於社會，提昇生活品質（如：改變傳統觀念、厚植國家實力），不過，也有負面作用的產生（如：基因病變）。再者，科學研究的推動除了需要社會給予精神支持，資金贊助、技術支援、人才招募的提供亦是不可或缺的項目。另有二位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中一位學生提出社會對其他層面的關注不可偏廢的說法，餘一位學生則表示社會支持與否和科學研究的進展無關。

#### 第 14 題，科學研究應該要得到政府支持。

三十三位受訪學生中，有三十位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十八位學生傾向當代觀點，認為科學研究應該要得到政府支持，另二位學生以非為當代觀點的角度回應此題。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有四項：

##### 〈一〉受主流價值體系影響

其實台灣之前…在很久以前，不是有發明核武，法國支持，可是美國不支持，然後就來台灣打壓我們的政府，把那些發明核武的東西，通通灌水泥，不能用，可是法國好像也無能為力的樣子〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

##### 〈二〉倫理關懷

就像現在那個…人體移植…〈人體甚麼的移植〉…啊，複製啦，複製，就是像現在很多複製，一些先進的國家已經有那個能力，是經過很久的嘗試，如果他們的國家不支持，就沒辦法繼續，因為這有關於就是可能道德方面哪，就是會有很大的問題〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

##### 〈三〉STS

像現在二氧化碳濃度越來越高，不是那種…溫室效應，我們可以用那種…現在政府不是一直推動說太陽能，所以可以利用太陽能轉換成電，就是少用一些會排出二氧化碳的物品〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

可能也是資助科學家去研究一些東西。要資金，還有招攬人才〈訪 A\_10\_M\_bi\_P〉

##### 〈四〉無關道德性（道德中立）

其實武器它本身製造出來，看你是要用在好的用途，還是壞的用途，當初人們製造出核能，以現在觀點來看，你用核武是一種罪惡，一種不好的嘛，但是在當時不一樣，當時世界在打仗嘛，你假如不用核武的話，日本會那



麼快投降嗎？它可能又會往後拖了好幾十年，死傷人數又會更多，看你用的目的，不是看你製造出來的…那個武器的本身，而是看你用的人目的是在於甚麼〈訪 A\_10\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十八位受訪學生傾向當代觀點，主張科學研究的驗證過程可能受民族信念、文化價值、道德原則的影響而窒礙難行（如：核武、複製人），反之，若有長足發展者，可俾利於社會，提昇生活品質（如：太陽能汽車），其次，二位學生提出非為當代觀點但符應科學本質內涵之範疇的說法，強調研究本身不帶有是非曲直的價值判斷，端視人們實際應用的目標定位。再者，學生指出科學研究的推動，除了需要政府給予精神支持，資金贊助、技術支援、人才招聘亦是不可或缺的項目。另有三位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，此三位學生皆表示政府支持與否和科學研究的進展無關。

#### 第 19 題，科學研究有助繁榮。

三十三位受訪學生中，有二十八位學生的看法符應科學本質內涵之範疇，其中二十七位學生傾向當代觀點，認為科學研究有助繁榮，另一位學生則以非為當代觀點的角度回應此題。分析其看法，學生表述的科學本質內涵有三項：

##### 〈一〉受主流價值體系影響

課本有說中國不是還滿…就是不想中國人有那種很奇怪的想法，導致中國的那種研究人才很少，後來就是推崇那種史學嘛…考古…，不敢去做那種實驗〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

##### 〈二〉STS

像現在高鐵、高捷啊，那種交通建設就是有科學幫忙〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

比方說研究出一種新的車，不用再汽油那些，就可以節省能源。就會有人去買，政府就會有錢，就會繁榮〈訪 N\_09\_M\_nbi\_R〉

可能研究說哪裡有古蹟，那就被挖出來，挖出來就呈現在那邊，然後外面的人想要看，就會來台灣，就增加觀光的那個嘛〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

##### 〈三〉無關道德性（道德中立）

所以這種東西本質上…當初核彈研發是為了要終結戰爭，人類才能繼續生活，就看他後續是怎麼使用〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十七位受訪學生傾向當代觀點，主張科學研究的驗證過程可能受民族信念、文化價值的影響而窒礙難行，反之，若有長

足發展者，可提昇生活品質（如：高鐵、捷運）及促進經濟繁榮（如：能源車發明、古物出土），其次，一位學生提出非為當代觀點但符應科學本質內涵之範疇的說法，強調研究本身不帶有是非曲直的價值判斷，端視人們實際應用的目標定位。另有五位受訪學生的看法未符應科學本質內涵之範疇，其中三位學生直覺表示認同，餘二位則屬未完整表明看法者。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表的表態傾向當代觀點，意謂多數學生認同科學研究對社會發展的重要性，認為科學、技學、社會三者間有相輔相成的關係。此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學本質內涵之範疇者，除了主張社會對其他層面的關注不可偏廢、指出社會與政府的支持對科學研究的進展無絕對相關，其餘多為受訪學生語意不完整及未切合題意的表述。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_37 可得：

〈一〉E 國中（6）> N 國中（2）> A 高中（1）= W 高中（1）；

〈二〉七年級（7）> 九年級（1）= 十年級（1）= 十二年級（1）；

〈三〉女學生（7）> 男學生（3）；

〈四〉原住民學生（7）> 漢族學生（3）；

〈五〉學業成就後段（5）> 學業成就前段（4）> 學業成就中段（1）。

顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是七年級學生、性別是女學生、族群是原住民學生及學業成就是後段的學生，較缺乏科學本質的信念。

## 六、「對科學研究工作的熱忱」分量表

此分量表著眼於瞭解學生對學習科學意願及從事科學工作的意向，包含五個題項，逐題討論如後，以檢視受訪學生對科學與科學本質態度的看法，並據以詮釋，共計分析之科學本質內涵與科學態度有九項（如表 4\_38）：可驗性（實證性）、經驗性、研究可信度、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、批判的論證型態（質疑性）、無排他性、術業有專攻（科學家身分）、喜愛探究。



表 4\_38 分量表六「對科學研究工作的熱忱」各題項之受訪學生的看法次數統計

| 科學本質內涵與科學態度          | 第 11 題                                                              |                                                                                      | 第 12 題          |                 | 第 18 題         |                | 第 25 題          |                 | 第 35 題          |               |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
|                      | 各題項<br>意涵                                                           | 受訪學生<br>的看法分析                                                                        | 各題項<br>意涵       | 受訪學生<br>的看法分析   | 各題項<br>意涵      | 受訪學生<br>的看法分析  | 各題項<br>意涵       | 受訪學生<br>的看法分析   | 各題項<br>意涵       | 受訪學生<br>的看法分析 |
| 九、可驗性（實證性）           |                                                                     | 2                                                                                    |                 |                 |                |                |                 | 1               |                 | 1             |
| 十、經驗性                |                                                                     | 2                                                                                    |                 | 2               |                |                |                 |                 |                 |               |
| 十二、研究可信度             |                                                                     |                                                                                      |                 | 2               |                |                |                 | 1               |                 |               |
| 十四、觀察是理論蘊含的          |                                                                     |                                                                                      |                 | 5               |                |                |                 | 1               |                 |               |
| 十五、合作的研究模式           |                                                                     | 3                                                                                    | ✓               | 21              |                | 1              |                 | 2               |                 | 1             |
| 十七、批判的論證型態<br>（質疑性）  |                                                                     |                                                                                      |                 |                 |                |                |                 |                 |                 | 1             |
| 二十、無排他性              |                                                                     |                                                                                      |                 | 4               |                | 1              |                 |                 |                 | 3             |
| 二十六、術業有專攻<br>（科學家身分） |                                                                     |                                                                                      |                 | 4               |                |                |                 |                 |                 |               |
| 二十七、喜愛探究             | ✓                                                                   | 29                                                                                   |                 | 8               | ✓              | 2              | ✓               | 9               | ✓               | 12            |
| 合計                   |                                                                     | 36                                                                                   |                 | 46              |                | 4              |                 | 14              |                 | 18            |
| 備註※                  | 訪 A_10_M_bi_R<br>訪 A_10_M_nbi_G<br>訪 N_07_M_nbi_R<br>訪 E_09_F_nbi_R | 訪 A_10_M_bi_P<br>訪 W_10_F_nbi_P2<br>訪 E_09_F_nbi_P<br>訪 E_09_M_bi_P<br>訪 E_07_F_bi_R | 訪 A_12_M_nbi_P  | 訪 A_12_M_bi_R   |                |                | 訪 A_12_M_nbi_G  | 訪 A_12_M_bi_R   | 訪 A_12_M_bi_R   |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 A_12_M_bi_P   | 訪 A_10_M_bi_R   |                |                | 訪 A_12_M_bi_P   | 訪 A_10_M_bi_R   | 訪 A_12_M_bi_P   |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 A_10_M_nbi_R  | 訪 A_10_M_bi_P   |                |                | 訪 A_10_M_nbi_R  | 訪 A_10_M_bi_P   | 訪 A_10_M_nbi_R  |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 A_10_M_nbi_G  | 訪 W_12_F_bi_P1  |                |                | 訪 A_10_M_nbi_G  | 訪 A_10_M_bi_P   | 訪 A_10_M_nbi_G  |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 W_12_F_bi_P2  | 訪 W_12_F_nbi_G1 |                |                | 訪 A_10_M_bi_P   | 訪 A_10_M_nbi_G  | 訪 W_12_F_nbi_G1 |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 W_12_F_nbi_G2 | 訪 W_10_F_nbi_P1 |                |                | 訪 W_12_F_nbi_G1 | 訪 W_12_F_nbi_G2 | 訪 W_10_F_nbi_P1 |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 W_10_F_bi_P   | 訪 W_10_F_nbi_P2 |                |                | 訪 W_10_F_nbi_P1 | 訪 W_10_F_nbi_P2 | 訪 W_10_F_bi_P   |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 W_10_F_nbi_G  | 訪 N_09_F_bi_G   |                |                | 訪 N_09_F_bi_G   | 訪 N_09_M_nbi_R  | 訪 W_10_F_nbi_G  |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 N_09_M_bi_G   | 訪 N_09_M_nbi_R  |                |                | 訪 N_09_F_nbi_P  | 訪 N_07_F_nbi_G  | 訪 N_09_F_nbi_P  |               |
|                      |                                                                     |                                                                                      | 訪 N_09_F_nbi_P  | 訪 N_07_F_nbi_G  |                |                | 訪 N_07_F_nbi_P  | 訪 N_07_F_bi_P   | 訪 N_07_M_nbi_R  |               |
| 訪 N_07_M_nbi_R       | 訪 N_07_F_bi_P                                                       |                                                                                      |                 | 訪 E_09_F_nbi_R  | 訪 E_09_M_nbi_G | 訪 N_07_F_bi_P  |                 |                 |                 |               |
| 訪 N_07_M_bi_R        | 訪 E_09_F_nbi_R                                                      |                                                                                      |                 | 訪 E_09_M_bi_P   | 訪 E_07_F_bi_R  | 訪 E_09_F_nbi_P |                 |                 |                 |               |
| 訪 E_09_F_bi_G        | 訪 E_09_M_nbi_G                                                      |                                                                                      |                 | 訪 E_07_M_nbi_P  |                | 訪 E_09_F_nbi_R |                 |                 |                 |               |
| 訪 E_09_M_bi_P        | 訪 E_07_F_bi_R                                                       |                                                                                      |                 |                 |                | 訪 E_09_M_nbi_G |                 |                 |                 |               |
| 訪 E_07_M_nbi_P       | 訪 E_07_M_bi_R                                                       |                                                                                      |                 |                 |                | 訪 E_09_M_bi_P  |                 |                 |                 |               |
| 訪 E_07_F_nbi_G       |                                                                     |                                                                                      |                 |                 |                | 訪 E_07_M_nbi_P |                 |                 |                 |               |

註：1. ※代表受訪學生代碼，其看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇。

2. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

## 第 11 題，我願意享受學習科學的快樂。

三十三位受訪學生中，有二十九位學生除了表示願意享受學習科學的快樂，意謂其具有喜愛探究的科學態度之外，學生亦表述了三個符應科學本質內涵之範疇的看法：

### 〈一〉喜愛探究

就目前學習知識，學習越多越瞭解一個東西，越深入你就覺得越快樂，未來的話可能希望發現一些新的東西、新的理論。我想研究的是外太空那個…時空旅行之類的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

從國小就會做一些實驗，然後從課本上面哪，還有一些雜誌甚麼的，就會看到很多科學一些有趣的地方，覺得史地方面可能就是一直記憶，可是科學方面會很多變〈訪 W\_12\_F\_nbi\_G2〉

我是覺得其實我是比較喜歡去做記錄，去統算的方面，就是去計算，會去做平均吧，可能做十次，然後十次的平均是多少，那我比較喜歡〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

### 〈二〉喜愛探究、經驗性

星象觀測，每天看星星很好玩〈訪 N\_09\_F\_nbi\_P〉

就是可能自己做實驗，自己就會有新發現，像是渦蟲牠被切一半，還可以自己再長出來…斷裂生〈訪 N\_07\_F\_nbi\_G〉

### 〈三〉喜愛探究、合作的研究模式

因為科學很多樣，我覺得大家可以分享一下自己所知道的東西，就很快樂〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

因為像我那時候不是做氫氣砲彈嘛，我在跟同學一起切磋科學的時候，有做尾翼的裝置，可以讓它射得更遠。那樣得名，我們那組都覺得很有成就感〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈四〉喜愛探究、可驗性（實證性）

例如…硫酸銅本來是無色，加水就變成藍色，那種很特別、很新奇的感覺。還有就是水在零度C時，上層會結冰，可是下層不會結冰，本來不會相信，可是後來有做實驗就相信了〈訪 A\_12\_M\_bi\_P〉

我覺得科學比傳統有意義，而且有根據〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十九位受訪學生表示學習本身就是一種快樂，透過實驗、觀察，與同儕共同合作、腦力激盪，發現大自然的奧秘，可以獲得成就感及新奇的感受，再者，相較於其他非數理學科，科學的實徵性使其本身更具令人信服的特質。另有四位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內

涵之範疇，此四位學生皆表示性向在他者。

### 第 12 題，我願意和其他科學家一起合作解決科學問題。

三十三位受訪學生中，有二十八位學生除了表示願意和其他科學家一起合作解決科學問題，意謂其具有喜愛探究的科學態度之外，學生亦表述了六個符應科學本質內涵之範疇的看法：

#### 〈一〉合作的研究模式

因為就現在來講，一個人是做不了甚麼東西，現在的研究是一個 team，因為實驗室裡面都好幾十人之類的，一個研究計畫需要很多不同領域的人共同來發展，跟別人合作很重要〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

#### 〈二〉術業有專攻（科學家身分）

可…一樣都是物理，你可能比較知道這邊，而這邊你就比較不瞭解。就是大家集思廣益比較容易想出新的想法。可能就這邊遇到瓶頸，結果是要從另外一條路才會通〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

#### 〈三〉觀察是理論蘊含的

每個人的想法都不太一樣啊，有多一點的想法，這個問題搞不好會有更多的結果〈訪 A\_12\_M\_bi\_R〉

#### 〈四〉無排他性

可能…說不定那些科學家忘記的事情，我可能知道，就是他們以前學過的東西他們忘記了，然後…我年紀比較小的，剛接觸到…提供給他們〈訪 N\_07\_M\_nbi\_R〉

#### 〈五〉經驗性

我們在生活得到一些想法或經驗，不一定會找到新的證據或想法〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

#### 〈六〉喜愛探究

就可以讓自己更瞭解，可能還有一些新發現甚麼的〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

#### 〈七〉研究可信度

我覺得要跟其他人一起做研究，出來的結果是比較紮實的，你一個人提出來，如果有其他人反駁，這個理論就不成立〈訪 E\_07\_M\_nbi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二十八位受訪學生認為現在的研究模式多以團隊合作的方式進行，除了可收集思廣益之效，提供彼此更豐富的觀點及更多



元的想法之外，透過腦力激盪，能使研究設計更加完善，增益實驗結果的可信度。另有五位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中一位學生表示性向在他者，三位學生自陳科學知能不足，無法共事，餘一位學生主張團體中的成員時而意見分歧、爭論不休，獨立作業未嘗不是件好事。

#### 第 18 題，我願意成為科學家。

三十三位受訪學生中，有二位學生除了表示願意成為科學家，意謂其具有喜愛探究的科學態度之外，學生亦表述了二個符應科學本質內涵之範疇的看法：

##### 〈一〉喜愛探究、合作的研究模式

就是還滿想去 NASA 的。因為那邊很多專業科學家都聚集在那邊，然後那邊的設備儀器都很充足，原先累積的知識就很多，然後那邊又是美國重點觀察太空的，所以那邊可能會比較有利。因為「站在巨人的肩膀上，我們才能看得更遠」〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

##### 〈二〉喜愛探究、無排他性

因為我很勇於去挑戰，就是做實驗哪，我不一定以後也可以那個發揚光大吧類似，就像有些實驗，他們不知道，我知道，然後我就試看看〈訪 E\_09\_F\_nbi\_P〉

綜合三十三位學生在此題的看法，二位表示願意成為科學家的受訪學生，一位期許自己可以在美國太空總署工作，與全世界頂尖的科學家合作研究，使自己的專業獲得更大的啟發，另一位表述自己具備勇於接受挑戰的人格特質，認為自己有機會表現卓越。另有三十一位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中十三位學生表示性向在他者，七位學生自陳科學知能不足，無法勝任，五位學生認為科學工作繁複，因此缺乏意願，四位學生指出科學家的生活封閉、離群索居，並不樂見自己擁有此類生活型態，一位學生慮患科學工作的危險性，深怕有性命之憂，餘一位學生主張生活中充斥科技產物，應增添感性思維為宜。



## 第 25 題，在科學實驗室工作應該是有趣的。

三十三位受訪學生中，有十二位學生除了表示在科學實驗室工作應該是有趣的，意謂其具有喜愛探究的科學態度之外，學生亦表述了四個符應科學本質內涵之範疇的看法：

### 〈一〉喜愛探究

可能是你發現這個真理，感覺高興吧，之前辛苦值得這樣〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

實驗做出結果，就會很有成就感〈訪 W\_12\_F\_bi\_P1〉

比如說，知道像大理石滴鹽酸下去，會有二氧化碳跑出來，然後就覺得為什麼之類的，很奇妙〈訪 W\_10\_F\_bi\_P〉

### 〈二〉可驗性（實證性）

因為做實驗是我們自己嘗試過的，就像肥皂，還有再生紙的利用，可以自己做出來這樣〈訪 E\_09\_F\_nbi\_P〉

### 〈三〉觀察是理論蘊含的

會發現新東西當然會開心，會有不一樣的結果、想法那樣〈訪 A\_10\_M\_nbi\_R〉

### 〈四〉合作的研究模式

大家聚集在一起的那種感覺，就一起認真的那種態度，我覺得滿不錯的〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

### 〈五〉研究可信度

因為我覺得偶爾和大家一起，就不一樣了。答案出來會有好幾個說法，那如果大家都是同一個意見，我覺得它的可能性會比較高〈訪 W\_10\_F\_nbi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，十二位受訪學生主張在科學實驗室工作，除了可以探索新知、驗證事物、瞭解現象之外，與同儕協力合作、分享不同觀點，致力於研究可信度的提昇，以及獲得令人信服的成果，皆為學生探究科學的動力。另有二十一位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中四位學生表示性向在他者，一位學生自陳缺乏耐心，無法勝任，七位學生認為科學工作繁複，因此不打算從事該事業，二位學生指出科學家的生活封閉、離群索居，並不樂見自己擁有此類生活型態，五位學生慮患科學工作的危險性，深怕有性命之憂，餘二位則為直覺表示認同者。

第 35 題，我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的。

三十三位受訪學生中，有十六位學生的看法符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中十三位學生認為即使自己無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的，另三位學生則認為每個人都可能提出偉大的發現。分析其看法，學生表述了喜愛探究的科學態度及四項科學本質內涵：

#### 〈一〉喜愛探究

自己有一個發現會很有成就感，如果沒有的話也沒關係，然後就是一直做相關的研究、學習相關的知識這樣〈訪 A\_12\_M\_nbi\_G〉

做些實驗，我覺得應該是滿有趣的〈訪 A\_12\_M\_nbi\_P〉

就是從事科學研究可以瞭解很多事情，可能就是日常生活不會發現到的，很多那種實驗器材會讓你完成你想要知道的東西〈訪 W\_12\_F\_bi\_P2〉

#### 〈二〉合作的研究模式

因為科學…我剛說可以切磋，所以那是有趣的〈訪 N\_09\_M\_bi\_G〉

#### 〈三〉可驗性（實證性）

因為可以把你不知道的事情實際做研究出來，得到答案是正確的話，我覺得這樣滿好玩的，應該很有趣〈訪 N\_07\_M\_bi\_R〉

#### 〈四〉無排他性

可是我覺得我一定會提出偉大的發明〈訪 W\_10\_F\_nbi\_P2〉

#### 〈五〉無排他性、批判的論證型態（質疑性）

應該有可能提出偉大的發現吧，其實每個人他都有可能的，應該說如果你是一個抱好奇心的人，就有可能。像牛頓、伽利略、哥白尼那種，都是他們有很強烈的好奇心，他會跳脫一般人的想法〈訪 E\_09\_F\_bi\_G〉

綜合三十三位學生在此題的看法，十三位受訪學生表示可以探索新知、驗證事物、瞭解現象，與同儕協力合作，致力於研究可信度的提昇，皆為學生探究科學的動力。其次，三位學生主張自己或每個人都有機會提出偉大的發現，只要抱有一顆好奇心，就可能跳脫一般的思維框架，突破既定的邏輯窠臼，獲得新穎的發現。另有十七位受訪學生的看法未符應科學態度與科學本質內涵之範疇，其中九位學生表示性向在他者，一位學生自陳缺乏耐心，無法勝任，三位學生認為科學工作繁複，因此不打算從事該事業，餘四位則為直覺表示認同者。

整體而言，多於半數的受訪學生在此分量表表示有學習科學的意願，亦有超過半數的受訪學生缺乏從事科學工作的志向，意謂多數學生不具有以科學家為職志的打算。此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學態度與科學本質內涵之範疇者，計有以下八種說法：表述性向在他者、自陳學藝不精、自覺缺乏耐心、偏好獨立作業、慮患工作的危險性、自認無法勝任繁複的工作、排拒封閉性及追求理性與感性兼具的生活型態。此類學生的人數分配情形，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），由表 4\_38 可得：

〈一〉E 國中（22）> A 高中（21）> N 國中（18）> W 高中（17）；

〈二〉十年級（23）> 九年級（22）> 七年級（18）> 十二年級（15）；

〈三〉男學生（40）> 女學生（38）；

〈四〉漢族學生（44）> 原住民學生（34）；

〈五〉學業成就中段（33）> 學業成就後段（23）> 學業成就前段（22）。

顯示受訪學生在此分量表提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是十年級學生、性別是男學生、族群是漢族學生及學業成就是中段的學生，較缺乏科學本質的信念。

綜合上述，在分量表一至分量表四中之各題項，三十三位受訪學生對科學本質的態度傾向當代觀點；在分量表五之各題項，三十三位受訪學生對科學的態度採取正向的意見表示；而在分量表六，多於半數的受訪學生表示有學習科學的意願，亦有超過半數的受訪學生非以從事科學工作為志向。其次，歸納以受訪學生對此六個分量表三十五個題項的看法為據，研究者所分析之科學本質內涵（如表 4\_39），共計二十三項：可複製（重覆）性、獨特性、建構性、受主流價值體系影響、動態性（暫時性）、經久性、無關道德性（道德中立）、可驗性（實證性）、經驗性、STS、研究可信度、研究多面性、觀察是理論蘊含的、合作的研究模式、漏斗式研究、批判的論證型態（質疑性）、統整性、創造性、無排他性、侷限性（科學的限制）、累積性、倫理關懷、術業有專攻（科學家身分）。與 AAAS(1994)、教育部（2003）提出的科學本質能力指標及此六個分量表三十五個題項的意涵對照，發現三十三位受訪學生的看法所隱含之科學本質內涵二十三項，除了未納入「共通性」、「不平等待遇」、「歷史經驗」三項科學本質內涵，另包括 AAAS(1994)、教育部（2003）未涵蓋的「侷限性（科學的限制）」，及教育部（2003）未涵蓋的其他八項科學本質內涵——「受主流價值體系影響」、「經久性」、「無關道德性（道德中立）」、「STS」、「研究多面性」、「合作的研究模式」、「漏斗式研究」、「無排他性」。顯示受訪學生在科學本質的學習，並未如研究者在文獻探討中的分析——因教育部明列之能力指標中缺乏研究整全的認知、社會責任的承擔、科學家身分的理解、科學使命的賦予之科學本質內涵，而對科學本質的瞭解有所偏頗。研究者認為此現象說明了受訪學生學習科學相關知識的來源，不限於學校教育，如同學生在晤談中的表述，其接收訊息的途徑還包括生活經驗、視聽媒體（新聞報導、電視節目）及網路資源，因此，學生具備的科學本質認知不侷限在學校所習得的課程內容。

此外，研究者解析受訪學生所提出的看法中，未符應科學本質內涵之範疇者，從分量表一至分量表五來看，除了語意不完整及未切合題意的表述，其餘可

分爲以下六點：(一) 表明對科學知識來源的信賴；(二) 主張科學家對其信念的堅持；(三) 認爲科學家、科學研究與社會的關係不密切；(四) 指出社會與政府的支持與科學研究的進展無絕對相關；(五) 提出科技對人性的負面影響；(六) 自陳學藝不精，缺乏同理科學家意志決定及判斷科學知識真偽的能力。在分量表六中，未符應科學本質內涵範疇之看法，計有以下八點：表述性向在他者、自陳學藝不精、自覺缺乏耐心、偏好獨立作業、慮患工作的危險性、自認無法勝任繁複的工作、排拒封閉性及追求理性與感性兼具的生活型態，以上論述說明學生普遍對科學家意象、科學工作存有負面的印象，故對選擇科學事業的態度不積極。再者，依學生背景變項及學業成就分別統計（括弧中的數字表學生人數），結果顯示：

〈一〉E 國中（106）> A 高中（45）> N 國中（38）> W 高中（33）；

〈二〉七年級（74）> 九年級（65）> 十年級（46）> 十二年級（37）；

〈三〉男學生（114）> 女學生（108）；

〈四〉原住民學生（122）> 漢族學生（100）；

〈五〉學業成就中段（95）> 學業成就後段（84）> 學業成就前段（43）。

顯示受訪學生在此六個分量表三十五個題項提出的看法中，以學校是 E 國中學生、年級是七年級學生、性別是男學生、族群是原住民學生及學業成就是中段的學生，較缺乏科學本質的信念。

表 4\_39 能力指標與問卷內容之科學本質內涵對照表

| 科學本質內涵的解讀         | 涵蓋的科學本質能力指標 |           | 「學生之科學與科學本質態度問卷」 |           |
|-------------------|-------------|-----------|------------------|-----------|
|                   | AAAS(1994)  | 教育部（2003） | 問卷題項的意涵          | 受訪學生的看法分析 |
| 一、可複製（重覆）性        | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 二、共通性             | ✓           | ✓         |                  |           |
| 三、獨特性             | ✓           | ✓         |                  | ✓         |
| 四、建構性             | ✓           | ✓         |                  | ✓         |
| 五、受主流價值體系影響       | ✓           |           | ✓                | ✓         |
| 六、動態性（暫時性）        | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 七、經久性             | ✓           |           |                  | ✓         |
| 八、無關道德性（道德中立）     | ✓           |           |                  | ✓         |
| 九、可驗性（實證性）        | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十、經驗性             | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十一、 STS           | ✓           |           | ✓                | ✓         |
| 十二、 研究可信度         | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十三、 研究多面性         | ✓           |           | ✓                | ✓         |
| 十四、 觀察是理論蘊含的      | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十五、 合作的研究模式       | ✓           |           | ✓                | ✓         |
| 十六、 漏斗式研究         | ✓           |           |                  | ✓         |
| 十七、 批判的論證型態（質疑性）  | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十八、 統整性           | ✓           | ✓         | ✓                | ✓         |
| 十九、 創造性           | ✓           | ✓         |                  | ✓         |
| 二十、 無排他性          | ✓           |           | ✓                | ✓         |
| 二十一、 侷限性（科學的限制）   |             | ✓         | ✓                | ✓         |
| 二十二、 累積性          | ✓           |           |                  | ✓         |
| 二十三、 不平等待遇        | ✓           |           |                  |           |
| 二十四、 倫理關懷         | ✓           |           |                  | ✓         |
| 二十五、 歷史經驗         | ✓           |           |                  |           |
| 二十六、 術業有專攻（科學家身分） | ✓           |           |                  | ✓         |
| 合計                | 25          | 13        | 14               | 23        |

註：此表由研究者自行彙整



## 七、開放式問題

### 第 36 題，如果妳/你是一位科學家，妳/你想要探索什麼現象呢？

此題係為檢視學生對「科學探究」意涵的認知而設計（Neuhaus, Sandmann, & Chang, 2006）。由教育部（2003）主張培養國民科學與科技素養的內容中，列為第一項的「科學探究」過程之心智運作能力的增進（過程技能），可知「科學探究」活動應包括五個成份：（一）觀察；（二）比較與分類；（三）組織與關連；（四）歸納、研判與推斷；（五）傳達。首先，將受訪學生的看法加以彙整，繼以教育部（2003）對「科學探究」的意涵為依據，做一對照與分析。

#### 〈一〉受訪學生欲探索的現象

依中外圖書統一分類法（王雲五，1972）做歸類，有形而上學、天文、物理、地質、古生物、生物（人類學）；考古、動物，共七個學術領域。除了形而上學歸屬於哲學類，其餘皆涵蓋在自然科學類中，而三十三位受訪學生中有五位學生各表述二個主題，有二位學生並未具體表明。檢視各領域的統計結果（如表 4\_40），發現學生對探究天文現象的興趣高於其他領域，第二、第三順位分別是生物（人類學）；考古、地質，合計此三個領域的學生人數，依學生背景屬性及學業成就分別列示其統計結果：

1. E 國中（7）= N 國中（7）= A 高中（7）> W 高中（4）；
2. 七年級（7）= 九年級（7）> 十年級（6）> 十二年級（5）；
3. 男學生（14）> 女學生（11）；
4. 漢族學生（15）> 原住民學生（10）；
5. 學業成就前段（11）> 學業成就中段（7）= 學業成就後段（7）。

顯示三十三位受訪學生中，對探究天文、生物（人類學）；考古、地質領域有興趣者，以學校是 E、N 國中及 A 高中學生、年級是七年級及九年級學生、



性別是男學生、族群是漢族學生及學業成就是前段學生最多。其次，學生在上述三個領域欲應用的探索方法有：同儕合作、因果預測、考古驗證、理論計算、資料分析、資訊蒐集、實地勘驗、實物觀察、實驗操作、實體解構、儀器觀測、學術整合，共十二個，而學生提出的所有探索方法中，僅「專家諮詢」未涵蓋在內。

表 4\_40 受訪學生在開放式問題的看法詮釋之一（探索的現象）

| 編號 | 探索的現象<br>(學術領域) | 受訪學生代碼                                                                                                                                                                 | 人數<br>合計 | 備註※                                           |
|----|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|
| 1  | 形而上             | 訪A_10_M_bi_R、訪W_10_F_nbi_P1、訪W_10_F_bi_P、訪W_10_F_nbi_P2                                                                                                                | 4        | 專家諮詢、資料分析、實驗操作、實體解構、儀器觀測                      |
| 2  | 天文              | 訪A_12_M_nbi_G、訪A_10_M_nbi_R、訪W_12_F_bi_P1、訪W_12_F_bi_P2、訪W_10_F_nbi_P1、訪N_09_M_bi_G、訪N_07_F_nbi_G、訪N_07_M_nbi_R、訪N_07_M_bi_R、訪E_07_M_nbi_P、訪E_07_M_bi_R、訪E_07_F_nbi_G、 | 12       | 同儕合作、理論計算、資料分析、資訊蒐集、實地勘驗、實物觀察、實驗操作、實體解構、儀器觀測  |
| 3  | 物理              | 訪W_12_F_nbi_G1、訪N_09_F_nbi_P                                                                                                                                           | 2        | 實驗操作                                          |
| 4  | 地質              | 訪A_10_M_nbi_R、訪A_10_M_nbi_G、訪W_10_F_nbi_G、訪N_09_F_bi_G、訪E_09_F_nbi_P、訪E_09_F_bi_G                                                                                      | 6        | 因果預測、理論計算、資料分析、實地勘驗、實驗操作                      |
| 5  | 古生物             | 訪N_07_F_bi_P、訪E_09_M_bi_P                                                                                                                                              | 2        | 考古驗證、專家諮詢、資訊蒐集                                |
| 6  | 生物(人類)；<br>考古   | 訪A_12_M_nbi_P、訪A_12_M_bi_R、訪A_10_M_bi_P、訪N_09_M_nbi_R、訪N_07_F_nbi_G、訪E_09_F_bi_G、訪E_09_M_nbi_G                                                                         | 7        | 同儕合作、實地勘驗、實物觀察、實體解構(考古驗證、資訊蒐集、實驗操作、學術整合)；考古驗證 |
| 7  | 動物              | 訪A_12_M_bi_P、訪W_12_F_nbi_G2、訪W_10_F_nbi_P2                                                                                                                             | 3        | 專家諮詢、資訊蒐集、實物觀察、實驗操作、實體解構                      |
| 8  | —               | 訪E_09_F_nbi_R、訪E_07_F_bi_R                                                                                                                                             | 2        | —                                             |

註：1. A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

2. ※表各領域的探索方法

## 〈二〉受訪學生提出的探索方法

依研究者的解讀，包含同儕合作、因果預測、考古驗證、專家諮詢、理論計算、資料分析、資訊蒐集、實地勘驗、實物觀察、實驗操作、實體解構、儀器觀測、學術整合，而受訪學生中有二位學生並未表明具體的探索方法。檢視各方法的統計結果（如表 4\_41），發現學生提出實驗操作的次數高於其他方法，第二、第三順位分別是實地勘驗、資訊蒐集及儀器觀測，合計提出此四個方法的學生人數，依學生背景屬性與學業成就分別列示其統計結果：

1. W 高中 (10) = N 國中 (10) > E 國中 (9) > A 高中 (5);
2. 七年級 (11) > 九年級 (8) = 十年級 (8) > 十二年級 (7);
3. 女學生 (20) > 男學生 (14);
4. 漢族學生 (21) > 原住民學生 (13);
5. 學業成就前段 (15) > 學業成就中段 (12) > 學業成就後段 (7)。

顯示三十三位受訪學生中，提出實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集及儀器觀測的方法者，以學校是 N 國中及 W 高中學生、年級是七年級學生、性別是女學生、族群是漢族學生及學業成就是前段的學生最多。

表 4\_41 受訪學生在開放式問題的看法詮釋之二（探索的方法）

| 編號 | 探索的方法<br>(方法定義) | 受訪學生代碼                                                                                                                                                                                              | 人數<br>合計 |
|----|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1  | 同儕合作            | 訪 A_10_M_nbi_R、訪 A_10_M_bi_P、訪 N_07_M_nbi_R                                                                                                                                                         | 3        |
| 2  | 因果預測            | 訪 A_10_M_nbi_R                                                                                                                                                                                      | 1        |
| 3  | 考古驗證            | 訪 N_07_F_nbi_G、訪 N_07_F_bi_P、訪 E_09_F_bi_G                                                                                                                                                          | 3        |
| 4  | 專家諮詢            | 訪 W_12_F_nbi_G2、訪 W_10_F_nbi_P1、訪 E_09_M_bi_P                                                                                                                                                       | 3        |
| 5  | 理論計算            | 訪 A_12_M_nbi_G、訪 A_10_M_nbi_G、訪 W_12_F_bi_P2                                                                                                                                                        | 3        |
| 6  | 資料分析            | 訪 A_10_M_bi_R、訪 A_10_M_nbi_R、訪 E_07_F_nbi_G                                                                                                                                                         | 3        |
| 7  | 資訊蒐集            | 訪 W_12_F_nbi_G2、訪 N_07_F_nbi_G、訪 N_07_F_bi_P、訪 E_09_M_nbi_G、訪 E_09_M_bi_P、訪 E_07_F_nbi_G                                                                                                            | 6        |
| 8  | 實地勘驗            | 訪 A_10_M_nbi_R、訪 A_10_M_bi_P、訪 W_12_F_bi_P1、訪 N_07_M_nbi_R、訪 N_07_M_bi_R、訪 E_09_F_nbi_P、訪 E_09_F_bi_G、訪 E_07_M_bi_R、訪 E_07_F_nbi_G                                                                  | 9        |
| 9  | 實物觀察            | 訪 A_12_M_bi_P、訪 A_10_M_bi_P、訪 W_12_F_bi_P1、訪 N_09_M_nbi_R                                                                                                                                           | 4        |
| 10 | 實驗操作            | 訪 A_12_M_bi_R、訪 A_10_M_nbi_G、訪 W_12_F_bi_P2、訪 W_12_F_nbi_G1、訪 W_12_F_nbi_G2、訪 W_10_F_nbi_P1、訪 W_10_F_nbi_P2、訪 W_10_F_nbi_P2、訪 W_10_F_nbi_G、訪 N_09_F_bi_G、訪 N_09_M_bi_G、訪 N_09_F_nbi_P、訪 E_09_F_bi_G | 13       |
| 11 | 實體解構            | 訪 A_12_M_bi_P、訪 W_10_F_bi_P、訪 W_10_F_nbi_P2、訪 N_09_M_nbi_R、訪 E_07_M_bi_R                                                                                                                            | 5        |
| 12 | 儀器觀測            | 訪 A_12_M_nbi_G、訪 W_10_F_nbi_P1、訪 N_07_F_nbi_G、訪 N_07_M_nbi_R、訪 N_07_M_bi_R、訪 E_07_M_nbi_P                                                                                                           | 6        |
| 13 | 學術整合            | 訪 A_12_M_nbi_P                                                                                                                                                                                      | 1        |
| 14 | —               | 訪 E_09_F_nbi_R、訪 E_07_F_bi_R                                                                                                                                                                        | 2        |

註：A 及 W 校為高中、N、E 校為國中，07、09、10、12 表七、九、十、十二年級，M、F 表男、女學生，bi、nbi 表原住民、漢族學生，G、P、R 表該生於該校所屬年級的學業成就為前段、中段、後段。

研究者對學生提出的探索方法賦予定義，說明如下：

1. 同儕合作：匯聚不同學術領域的專家學者，合作研究，共同探討。
2. 因果預測：統整各種數據、事實，找出規律，推論現象的後續發展。
3. 考古驗證：挖掘化石，尋找遺跡，運用科技進行檢證。
4. 專家諮詢：請教學有專精的相關人士，學習經驗。
5. 理論計算：依據原理原則，透過公式推導，漸次向研究軸心聚焦。
6. 資料分析：分析實驗數據、研究記錄，釐清資料的含義，俾利現象的瞭解。
7. 資訊蒐集：彙整相關研究的實徵文獻、出版刊物等的資訊，深入探究。
8. 實地勘驗：前往研究場域蒐證、檢驗，具體感知研究情境的實況條件。
9. 實物觀察：觀察研究主體本身及相關環境因素，完整解析其全貌。
10. 實驗操作：實施系統化的實驗設計，對研究問題加以驗證的過程。
11. 實體解構：肢解動物或人體結構，以對內部構造細微處進行析探。
12. 儀器觀測：藉助儀器探測，執行初步的蒐證工作或試探研究場域中不確定的因素。
13. 學術整合：結合不同學術專業觀點，截長補短、去蕪存菁，以期發揮最大功效。

### 〈三〉「科學探究」活動的五個成份

將受訪學生提出的上述十三個探索方法，以「科學探究」活動應包括的五個成份：1.觀察 2.比較與分類 3.組織與關連 4.歸納、研判與推斷 5.傳達（教育部，

2003) 為據，分別歸類如下，發現無一遺漏。

1. 觀察：實地勘驗、實物觀察、儀器觀測。
2. 比較與分類：理論計算、資訊蒐集。
3. 組織與關連：因果預測、資料分析、實體解構。
4. 歸納、研判與推斷：考古驗證、實驗操作、學術整合。
5. 傳達：同儕合作、專家諮詢。

顯示學生具備「科學探究」意涵的認知，且由學生提出之次數較多的前三個順位的探索方法：實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集及儀器觀測，歸屬於「科學探究」活動的「觀察」、「比較與分類」、「歸納、研判與推斷」三個成份，可知學生經常應用的探索方法大抵為此三類。

綜合上述，三十三位受訪學生在開放式問題表示欲探索的現象共有七個學術領域，以選擇的人數多寡排序依次為：天文、生物（人類學）；考古、地質、形而上學、動物、物理、古生物，尤以國中生、男學生、漢族學生以及學業成就前段的學生，對探究天文、生物（人類學）；考古、地質領域（排名前三順位）的興趣高於其他背景屬性的學生。其次，學生共提出十三個探索的方法，以選擇的人數多寡排序依次為：實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集、儀器觀測、實體解構、實物觀察、同儕合作、考古驗證、專家諮詢、理論計算、資料分析、因果預測、學術整合，尤以 W 高中學生、N 國中學生、女學生、漢族學生以及學業成就前段的學生，表述應用實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集及儀器觀測（排名前三順位）的可能高於其他背景屬性的學生。再者，上述四個學生經常應用的探索方法，歸屬於「科學探究」活動的「觀察」、「比較與分類」、「歸納、研判與推斷」三個成份。

## 第五章 結論與建議

本研究旨在探討不同背景變項（學校／年級／性別／族群）的台東地區國高中生在科學與科學本質態度之差異及看法。以「學生之科學與科學本質態度問卷」為研究工具，透過問卷設計的六個分量表——「科學知識的來源」、「科學知識的確定性」、「科學知識的發展性」、「科學知識的驗證性」、「科學研究對社會的重要性」、「對科學研究工作的熱忱」及開放式問題，進行問卷調查及訪問調查。以下彙整前述之研究結果做成結論，並說明未來研究方向與建議。

### 第一節 結論

#### 一、台東地區國高中生對科學與科學本質態度之差異

透過四個背景變項的學生對各分量表之同意程度的平均數，瞭解學生對各分量表之科學與科學本質態度，由各分量表之平均數值介於 3.27 與 4.21 之間，得知不同背景變項學生對科學本質的態度傾向當代觀點及對科學的態度採取正向的意見表示，此與古智雄與何耀州（2005）的研究結果不同。此外，四個背景變項的學生對各分量表之同意程度的均數排序，前三名為分量表三「科學知識的發展性」、分量表四「科學知識的驗證性」、分量表五「科學研究對社會的重要性」；後三名為分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表六「對科學研究工作的熱忱」。

另外，彙整四個背景變項的學生在各分量表之各題項中，有互異或非為當代觀點的意見表示情形，呈現在第 1、9、16、18、27、34 題，分為下列二類說明：

〈一〉對科學本質的態度，包含對四個分量表的探討——分量表一「科學知識的來源」、分量表二「科學知識的確定性」、分量表三「科學知識的發展性」及分量表四「科學知識的驗證性」；〈二〉對科學的態度，係對分量表五「科學研究對社會

的重要性」及分量表六「對科學研究工作的熱忱」的探討。

### 〈一〉學生對科學本質的態度差異

對於科學書籍內容的可信度及真實性，除了 W 高中的學生之外，其餘學生傾向傳統觀點，多採取認同的態度，但不同族群學生的意見分析結果，不具有統計上的顯著性。其次，檢視學生對自然科教師之講授內容真實性的意見表示情形，高中學生、男學生、女學生及漢族學生傾向當代觀點，多認為老師在自然課中說的不一定是真實的，而對科學家所認定的科學知識真實性的意見表示情形，除了七年級的學生之外，其餘學生傾向當代觀點，多認為科學家對於已被認定為真實的科學知識，有時會改變想法。再者，對於科學工作的核心主軸，W 高中、男學生及漢族學生傾向當代觀點，多認為從事科學最重要的部分不是提出一個正確答案；其他三校（A 高中、N 國中及 E 國中）的學生、七年級學生、女學生及原住民學生，以表示「無意見」的比例較高；而九、十、十二年級學生則傾向傳統觀點，多認為從事科學最重要的部分是提出一個正確答案。

### 〈二〉學生對科學的態度差異

不同背景變項的學生對分量表五「科學研究對社會的重要性」之第 5 題「社會能夠支持科學研究是重要的」、第 14 題「科學研究應該要得到政府支持」及第 19 題「科學研究有助繁榮」的態度趨於一致，亦即四個背景變項學生對科學的態度採取正向的意見表示，多認為科學研究與主流價值體系（如：社會及政府）呈現正向的關係，是相輔相成的。

不同背景變項的學生對分量表六「對科學研究工作的熱忱」中，對於未來以科學家為職志的可能性，表示未有明顯意向的意見比例比較高，但不同族群的學生對於成為科學家之意願的態度分析結果，不具有統計上的顯著性。



## 二、台東地區國高中生對科學與科學本質態度之看法

依訪問調查所蒐集的晤談內容，在分量表一至分量表五中之各題項，覺察七、九、十、十二年級之三十三位受訪學生對科學本質的態度傾向當代觀點及對科學表現出喜愛探究的態度，而在分量表六中，多於半數的受訪學生表示有學習科學的意願，亦有超過半數的受訪學生非以從事科學工作為志向。其次，研究者以受訪學生的看法為據，所詮釋之二十三項科學本質內涵，與 AAAS(1994)、教育部（2003）提出的科學本質能力指標之意涵相對照，分析如下：

### 〈一〉受訪學生表述之科學本質內涵項目多於教育部（2003）已 納入的科學本質能力指標

三十三位受訪學生在科學與科學本質態度的看法，除了未表述「共通性」、「不平等待遇」、「歷史經驗」三項科學本質內涵，另包括 AAAS(1994)、教育部（2003）未納入的「侷限性（科學的限制）」，及教育部（2003）未納入的其他八項科學本質內涵——「受主流價值體系影響」、「經久性」、「無關道德性（道德中立）」、「STS」、「研究多面性」、「合作的研究模式」、「漏斗式研究」、「無排他性」。

### 〈二〉受訪學生學習科學的途徑多元

三十三位受訪學生在科學本質的學習，並未如研究者在文獻探討中的分析——因教育部明列之能力指標中缺乏研究整全的認知、社會責任的承擔、科學家身分的理解、科學使命的賦予之科學本質內涵，而對科學本質的瞭解有所偏頗。研究者認為此現象說明了受訪學生學習科學相關知識的來源，不限於學校教育，如同學生在晤談中的表述，其接收訊息的途徑還包括生活經驗、視聽媒體（新聞報導、電視節目）及網路資源，因此，學生具備的科學本質認知不侷限在學校所習得的課程內容。



### 〈三〉受訪學生對「科學探究」活動有其偏好

彙整三十三位受訪學生在開放式問題的看法，得知學生欲探索的現象共有七個學術領域，以選擇的人數多寡排序依次為：天文、生物（人類學）；考古、地質、形而上學、動物、物理、古生物，尤以國中生、男學生、漢族學生以及學業成就前段的學生，對探究天文、生物（人類學）；考古、地質領域（排名前三順位）的興趣高於其他背景屬性的學生。其次，學生共提出十三個探索的方法，以人數多寡排序依次為：實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集、儀器觀測、實體解構、實物觀察、同儕合作、考古驗證、專家諮詢、理論計算、資料分析、因果預測、學術整合，尤以 W 高中學生、N 國中學生、女學生、漢族學生以及學業成就前段的學生，表述應用實驗操作、實地勘驗、資訊蒐集及儀器觀測（排名前三順位）的可能高於其他背景屬性的學生。再者，學生或因欲探究領域屬性的特殊性，或受生活與學習經驗的影響，統計結果顯示學生偏重於「科學探究」活動中「觀察」、「比較與分類」、「歸納、研判與推斷」三個成份之探索方法的應用。

### 〈四〉受訪學生的受教年數及學業成就表現影響其對科學本質的信念

解析三十三位受訪學生所提出的看法中，未符應科學本質內涵之範疇者，依據不同分量表、學生背景變項及學業成就，進行探討，結果發現學生對科學知識來源採取正向的態度，對主流價值體系影響科學研究的看法消極，對科學家意象及科學工作存有負面的印象，以科學事業為職志的態度消極。其次，依學生背景變項及學業成就的統計分析結果顯示，學校是 E 校學生、年級是七年級及九年級學生、性別是男學生、族群是原住民學生、學業成就是中段及後段的學生，較缺乏科學本質的信念。

## 〈五〉受訪學生對科學及科學家的意象影響其從事科學工作的

### 意願

多於半數的受訪學生表示有學習科學的意願，但其中亦有多人非以從事科學工作為志向，其理由包括：學生個人性向不同、學生自評適任程度不佳、學生對科學工作的意象消極及學生對科學家的意象負面，此與莊嘉坤（1999）研究的部分結果一致，意即學生對科學及科學家的意象與其從事科學工作的意願有正相關。其次，依學生背景變項及學業成就分析，尤以學校是 E 校學生、年級是十年級學生、性別是男學生、族群是漢族學生、學業成就是中段的學生對科學的態度較不積極。

## 第二節 建議

綜觀研究者進行之「台東區國高中生之科學與科學本質態度調查研究」，針對研究設計與實施，提出對學校教育及未來研究方向之建議。

### 一、學校教育方面

從研究結果可知，多數學生對科學工作存有負面的印象，即便對學習科學有意願，但仍對以科學事業為職志採取消極的態度，就連學業成就表現為前段的學生也不例外。建議學校教育宜自科學教育及生涯教育著力，以九年一貫課程綱要之能力指標為原則，提供學生認識及體驗科學工作的機會，俾使學生對科學事業具有合理的期待。

### 二、研究範圍方面

研究者選擇台東市區兩所國中及高中為研究基地，針對七、九、十、十二年級學生進行調查。未來研究可擴展至台東縣其他地方行政區域及其他學校層級，使研究獲得整全的視野。其次，後續研究可以做長期追蹤調查，以貫時性資料進

一步分析其間差異。

### 三、研究變項方面

本研究旨在分析不同背景變項（學校/年級/性別/族群）的台東市區國高中學生的科學與科學本質態度是否存有差異。依據文獻探討，尚有許多影響學生科學與科學本質態度的因素，包括教師自身的科學本質觀、教師具備的教學信念、課程內容的設計（科學史教材的運用）、教學活動的實施（合作學習或探究教學模式）、互動討論或明示教學策略的設計、班級經營的能力（學習情境的鋪陳、教室座位的安排、討論文化的營造）、學生過去的學習經驗及學生的同儕科學家意象。未來研究可針對前述主題進行探討，以對影響學生科學與科學本質態度的因素，有更多元的認識。

### 四、研究方法方面

本研究採調查研究法，依據問卷調查的統計結果，發現不同背景變項的學生對六個分量表中的部分題項，採取互異或非為科學本質當代觀點的態度；透過訪問調查的分析探討，得知學生的受教年數及學業成就表現影響其對科學本質的認知。未來研究如欲深入瞭解學校教育相關因素對學生學習科學本質的影響，建議透過參與觀察、個案研究、行動研究等質性研究方法，藉由教育場域中更多面向的現象詮釋，覺察學生學習科學本質的實況，俾利提昇學生的科學素養。

# 參考文獻

## 中文部分

王文科（2001）。**教育研究法**。台北市：五南。

王雲五（1972）。**中外圖書統一分類法**（臺三版）。台北市：台灣商務。

王靜如、張靜儀（2001）。教師科學本質觀、教學信念與教學實務之研究。**國立屏東師院學報**，14，859-898。

古智雄、何耀州（2005）。東台灣地區六七九年級學生科學本質觀調查研究。2005年臺灣教育學術研討會論文集，台東市。

巫俊明、黃德和（1997）。五專普通物理課程中加入科學史事例對學生科學本質的了解、科學態度、及物理學科成績之影響。**元培學報**，4，143-158。

林陳涌（1996）。「瞭解科學本質量表」之發展與效化。科學教育月刊，4（1），31-58。

柳信榮（2003）。高學業成就之高中學生科學本質了解之探討。**雄中學報**，6，177-200。

洪木利、陳和玉、溫武男（1999）。科學史融入高中物理之教學研究。**物理教育**，3（1），35-57。

翁秀玉、段曉林（1998）。國小自然科教師傳達科學本質之行動研究。**科學教育**，8，36-52。

高慧蓮（2006）。九年一貫課程提昇學生科學本質能力指標表現可行教學模組之開發研究。**科學教育學刊**，14（4），401-425。

高慧蓮、蘇明洲（2004）。科學本質的理論回顧與課程設計的實例分享。行政院

國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NRC 92-2522-S-153-012-），未出版。

張玲齡（2004）。科學本質與教學。**景女學報**，4，145-155。

張鳳琴（1994）。高雄地區公立高中學生對科學知識本質之看法。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。

張簡明旺、黃志賢、高慧蓮（2002）。小組合作學習與學生科學本質。**屏師科學教育**，15，3-11。

教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域。台北市：教育部。

莊嘉坤（1999）。從認同觀點分析學童對科學本質的瞭解與科學生涯的知覺。**科學教育學刊**，7（4），343-366。

許良榮、柯玉庭（2000）。師院學生對科學本質之教學態度的研究。**台中師院學報**，14，411-434。

郭重吉、許玫理（1992）。從科學哲學觀點的演變探討科學教育的過去與未來。**彰化師範大學學報**，3，531-560。

陳文靜（1999）。原子與電子發展史融入教學對高一學生科學本質觀改變之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。

陳國成等人（主編）（1984）。**圖解科學大辭典**。臺北縣：華文。

陳淑媛、洪振方（1997）。融入科學史之教學對學生了解科學本質之影響。**國立高雄師範大學科學與教育學報**，2，125。

黃萬居、李悅美（2003）。國民小學高年級學童科學本質觀之研究。**臺北市立師範學院學報：人文藝術類社會科學類科學教育類**，34，173-197。

劉振中、熊召弟（2002）。國小教師的科學本質觀及其教學實踐個案研究。國立台北師範學院學報，15，285-314。

鄭淑妃（1999）。國小自然科教師科學本質觀之詮釋性研究。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮市。

戰克勝（2006）。互動式科學小故事對高中學生科學本質觀之影響。屏東教大科學教育，24，3-20。

蕭瑞麟（2006）。不用數字的研究：鍛鍊深度思考力的質性研究。台北市：台灣培生教育。



## 英文部分

- Abd-El-Khalick, F. (2004). Over and over again: College students' views of nature of science. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 389-425). Netherlands: Kluwer Academic.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Aikenhead, G. S. (1987). High school graduates' beliefs about science-technology-society: Characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education*, 71(4), 459-487.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans*. Washington, D.C.: Author.
- American Association for the Advancement of Science (1994). *Benchmarks for science literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.
- Bell, R. L. (2004). Perusing pandora's box: Exploring the what, when, and how of nature of science instruction. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 427-446). Netherlands: Kluwer Academic.
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29, 186-204.
- Huang, C. M., Tsai, C. C., & Chang, C. Y. (2005). An investigation of Taiwanese early adolescents' views about the nature of science. *Adolescence*, 40(159), 645-655.



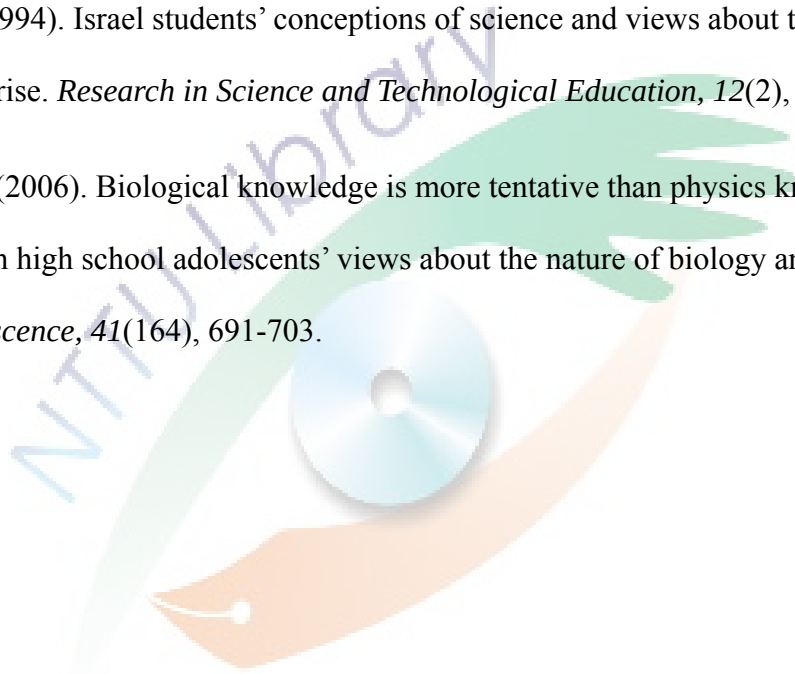
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Kimball, M. E. (1967). Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 110-120.
- Lederman, N. G. (1995). *Translation and transformation of teachers' understanding of the nature of science into classroom practice*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 382474)
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Moore, R. W., & Foy, R. L. H. (1997). The scientific attitude inventory: A revision (SAI II). *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 327-336.
- Neuhaus, B., Sandmann, A., & Chang, W.H. (2006). *Students' attitude towards science and the nature of science*. Paper presented at the 6th Conference of European Researchers in Didactics of Biology, Sep. 11-15, London, UK.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, 11, 530-540.
- Rubba, P. A., & Andersen, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.

Schwartz, R. S., & Crawford, B. A. (2004). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements for success. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 331-355). Netherlands: Kluwer Academic.

Suchin, K. (1993). *Effect of research experience on teachers' perceptions of the nature science (science training)*. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota.

Tamir, P. (1994). Israel students' conceptions of science and views about the scientific enterprise. *Research in Science and Technological Education*, 12(2), 99-116.

Tsai, C. C. (2006). Biological knowledge is more tentative than physics knowledge: Taiwan high school adolescents' views about the nature of biology and physics. *Adolescence*, 41(164), 691-703.



# 附 錄

## 附錄一 項目分析表

| 題<br>項 | 修正的<br>項目<br>總相關 | 項目刪除時的<br>Cronbach's $\alpha$ 值 | CR值    | 留 (○)<br>刪 (×) | 題<br>項 | 修正的<br>項目<br>總相關 | 項目刪除時的<br>Cronbach's $\alpha$ 值 | CR值    | 留 (○)<br>刪 (×) |
|--------|------------------|---------------------------------|--------|----------------|--------|------------------|---------------------------------|--------|----------------|
| 1      | .085             | .873                            | 5.896  | ○              | 19     | .445             | .864                            | 19.969 | ○              |
| 2      | .403             | .865                            | 18.832 | ○              | 20     | .378             | .866                            | 15.390 | ○              |
| 3      | .272             | .868                            | 12.542 | ○              | 21     | .591             | .862                            | 26.796 | ○              |
| 4      | .441             | .865                            | 19.004 | ○              | 22     | .512             | .863                            | 22.364 | ○              |
| 5      | .423             | .865                            | 19.311 | ○              | 23     | -.023            | .874                            | 1.458  | ×              |
| 6      | .348             | .866                            | 15.938 | ○              | 24     | .494             | .864                            | 21.342 | ○              |
| 7      | .375             | .866                            | 16.523 | ○              | 25     | .280             | .868                            | 13.316 | ○              |
| 8      | .346             | .866                            | 15.936 | ○              | 26     | .492             | .863                            | 22.237 | ○              |
| 9      | .132             | .871                            | 6.908  | ○              | 27     | .381             | .866                            | 16.382 | ○              |
| 10     | .493             | .863                            | 22.034 | ○              | 28     | .590             | .862                            | 29.226 | ○              |
| 11     | .429             | .865                            | 20.558 | ○              | 29     | .589             | .862                            | 27.204 | ○              |
| 12     | .443             | .864                            | 21.763 | ○              | 30     | .501             | .863                            | 21.680 | ○              |
| 13     | .544             | .863                            | 24.461 | ○              | 31     | .499             | .863                            | 26.819 | ○              |
| 14     | .369             | .866                            | 17.552 | ○              | 32     | .440             | .864                            | 19.793 | ○              |
| 15     | .516             | .863                            | 22.597 | ○              | 33     | .289             | .868                            | 14.498 | ○              |
| 16     | .249             | .869                            | 11.947 | ○              | 34     | .100             | .873                            | 5.968  | ○              |
| 17     | .352             | .866                            | 15.491 | ○              | 35     | .346             | .866                            | 17.071 | ○              |
| 18     | .304             | .868                            | 15.935 | ○              | 36     | 開放式問題            |                                 |        |                |

## 附錄二 解說總變異量

| 成份 | 初始特徵值 |        |         | 平方和負荷量萃取 |        |        | 轉軸平方和負荷量 |        |        |
|----|-------|--------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------|
|    | 總和    | 變異數的%  | 累積%     | 總和       | 變異數的%  | 累積%    | 總和       | 變異數的%  | 累積%    |
| 1  | 7.816 | 22.987 | 22.987  | 7.816    | 22.987 | 22.987 | 3.839    | 11.290 | 11.290 |
| 2  | 3.603 | 10.598 | 33.585  | 3.603    | 10.598 | 33.585 | 3.218    | 9.464  | 20.755 |
| 3  | 1.900 | 5.589  | 39.174  | 1.900    | 5.589  | 39.174 | 2.975    | 8.749  | 29.503 |
| 4  | 1.240 | 3.647  | 42.821  | 1.240    | 3.647  | 42.821 | 2.632    | 7.743  | 37.246 |
| 5  | 1.167 | 3.432  | 46.253  | 1.167    | 3.432  | 46.253 | 2.236    | 6.576  | 43.822 |
| 6  | 1.039 | 3.057  | 49.310  | 1.039    | 3.057  | 49.310 | 1.866    | 5.488  | 49.310 |
| 7  | .920  | 2.706  | 52.016  |          |        |        |          |        |        |
| 8  | .900  | 2.648  | 54.664  |          |        |        |          |        |        |
| 9  | .848  | 2.493  | 57.157  |          |        |        |          |        |        |
| 10 | .835  | 2.455  | 59.612  |          |        |        |          |        |        |
| 11 | .781  | 2.296  | 61.908  |          |        |        |          |        |        |
| 12 | .757  | 2.228  | 64.136  |          |        |        |          |        |        |
| 13 | .731  | 2.149  | 66.285  |          |        |        |          |        |        |
| 14 | .713  | 2.097  | 68.382  |          |        |        |          |        |        |
| 15 | .710  | 2.088  | 70.470  |          |        |        |          |        |        |
| 16 | .704  | 2.071  | 72.540  |          |        |        |          |        |        |
| 17 | .659  | 1.937  | 74.477  |          |        |        |          |        |        |
| 18 | .645  | 1.898  | 76.376  |          |        |        |          |        |        |
| 19 | .636  | 1.870  | 78.245  |          |        |        |          |        |        |
| 20 | .626  | 1.841  | 80.086  |          |        |        |          |        |        |
| 21 | .600  | 1.765  | 81.852  |          |        |        |          |        |        |
| 22 | .576  | 1.694  | 83.545  |          |        |        |          |        |        |
| 23 | .545  | 1.603  | 85.149  |          |        |        |          |        |        |
| 24 | .541  | 1.591  | 86.740  |          |        |        |          |        |        |
| 25 | .530  | 1.560  | 88.300  |          |        |        |          |        |        |
| 26 | .521  | 1.532  | 89.832  |          |        |        |          |        |        |
| 27 | .502  | 1.476  | 91.307  |          |        |        |          |        |        |
| 28 | .491  | 1.443  | 92.750  |          |        |        |          |        |        |
| 29 | .467  | 1.373  | 94.124  |          |        |        |          |        |        |
| 30 | .463  | 1.362  | 95.485  |          |        |        |          |        |        |
| 31 | .426  | 1.254  | 96.739  |          |        |        |          |        |        |
| 32 | .418  | 1.230  | 97.969  |          |        |        |          |        |        |
| 33 | .358  | 1.053  | 99.022  |          |        |        |          |        |        |
| 34 | .333  | .978   | 100.000 |          |        |        |          |        |        |

### 附錄三 轉軸後的成份矩陣

| 題項 | 成份    |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 一     | 二     | 三     | 四     | 五     | 六     |
| 1  | .721  | .020  | -.068 | -.111 | .021  | -.016 |
| 2  | .623  | .288  | .133  | .183  | .027  | .009  |
| 6  | .422  | .411  | .098  | .183  | -.132 | .056  |
| 8  | .434  | .382  | .130  | .126  | -.057 | .034  |
| 9  | .654  | .154  | .036  | -.108 | -.112 | -.042 |
| 16 | .531  | .349  | .022  | -.057 | .174  | -.054 |
| 3  | -.113 | .034  | -.023 | .583  | .262  | -.006 |
| 4  | -.022 | .257  | .043  | .587  | .127  | .171  |
| 7  | .020  | -.047 | .173  | .593  | .126  | .080  |
| 10 | .012  | .170  | .276  | .485  | .198  | .114  |
| 17 | .070  | -.110 | .367  | .367  | -.007 | .104  |
| 20 | .024  | -.218 | .370  | .461  | .079  | .159  |
| 22 | .026  | .011  | .416  | .535  | -.005 | .203  |
| 24 | -.024 | .063  | .475  | .530  | -.087 | .126  |
| 5  | -.029 | .082  | .109  | .304  | .685  | .150  |
| 14 | -.024 | .038  | .248  | .117  | .719  | .057  |
| 19 | .055  | -.130 | .334  | .297  | .441  | .225  |
| 11 | -.098 | .118  | .103  | .208  | .106  | .755  |
| 12 | -.094 | .142  | .094  | .212  | .150  | .734  |
| 18 | .036  | -.032 | .055  | .066  | .077  | .733  |
| 25 | .045  | -.147 | .220  | .019  | -.019 | .657  |
| 35 | .012  | -.071 | .163  | .089  | .066  | .716  |
| 13 | .011  | .230  | .443  | .334  | .249  | .094  |
| 15 | -.025 | .069  | .402  | .375  | .295  | .178  |
| 21 | .084  | .146  | .562  | .331  | .193  | .116  |
| 26 | .011  | -.049 | .538  | .133  | .430  | .209  |
| 27 | .107  | -.075 | .632  | -.014 | .126  | .116  |
| 28 | .008  | .276  | .600  | .286  | .062  | .129  |
| 29 | .064  | .212  | .711  | .163  | .111  | .105  |
| 30 | -.055 | .347  | .623  | .094  | .073  | .067  |
| 31 | .174  | .563  | .165  | .325  | .045  | .078  |
| 32 | .222  | .702  | .238  | .073  | .021  | -.035 |
| 33 | .201  | .700  | .119  | -.049 | -.022 | -.067 |
| 34 | .241  | .460  | -.117 | -.131 | .099  | -.042 |

註：1.萃取方法：主成分分析。旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。

2.轉軸收斂於 10 個疊代。

## 附錄四 「學生之科學與科學本質態度問卷」(正式問卷)

同學，妳/你好！

由於進行一項跨國研究，希望能了解台灣的學生對於自然科學的想法，因此我們想邀請妳/你填寫這份問卷。首先，請先花一點時間，看完整份問卷。然後，再請你針對每個敘述，圈選妳/你同意或不同意的程度。**每個敘述只要圈選一次**，如果妳/你不了解某項敘述的意思，請把該項敘述畫掉。這份問卷沒有標準答案，也沒有人會對妳/你的回答打成績，妳/你的老師也不會看到妳/你填寫的問卷。

依照妳/你的想法誠實回答，將有助於我們進行這項研究。感謝妳/你的協助！！

性別 (請勾選)： ☐ 男 ☐ 女

族群 (請勾選)： ☐ 原住民 ☐ 非原住民

年級： \_\_\_\_\_ 年齡： \_\_\_\_\_ 歲

|   |                                 | <br>極為同意 | <br>同意 | <br>無意見 | <br>不同意 | <br>極不同意 |
|---|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 妳/你必須相信科學書籍裡談到的內容。              | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 2 | 一旦科學家由實驗得到一個結果，這就是唯一的答案。        | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 3 | 新發現會改變科學家認為什麼才是真實的。             | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 4 | 在科學中，想法可以來自妳/你自己的問題和實驗。         | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 5 | 社會能夠支持科學研究是重要的。                 | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 6 | 只有科學家確知科學中那些是真實的。               | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |
| 7 | 科學一個重要的部分是進行實驗以便提出關於事物如何運作的新想法。 | <input type="checkbox"/>                                                                    | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                     | <input type="checkbox"/>                                                                      |

|    |                                | <br>極為同意 | <br>同意 | <br>無意見 | <br>不同意 | <br>極不同意 |
|----|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | 在科學中，所有問題都只有一個正確答案。            | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 9  | 如果妳/你閱讀的是科學書籍的內容，妳/你可以確定那是真實的。 | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 10 | 在科學中，科學家可能有一種以上的方法來測試她/他們的理論。  | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 11 | 我願意享受學習科學的快樂。                  | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 12 | 我願意和其他科學家一起合作解決科學問題。           | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 13 | 現今的科學中，有些想法與科學家以前的想法不同。        | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 14 | 科學研究應該要得到政府支持。                 | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 15 | 關於科學實驗的想法是源自好奇以及思考事物如何運作。      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 16 | 老師在自然課中說的都是真實的。                | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 17 | 進行實驗之前先有假說，是好的。                | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 18 | 我願意成為科學家。                      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 19 | 科學研究有助繁榮。                      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 20 | 做實驗是知道某件事是否真實的好方法。             | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 21 | 科學書籍中的理論有時會改變。                 | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |



|    |                                   | <br>極為同意 | <br>同意 | <br>無意見 | <br>不同意 | <br>極不同意 |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | 多次試行實驗來確定自己的發現，這樣比較好。             | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 24 | 好的理論是根據許多不同實驗的證據而來。               | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 25 | 在科學實驗室工作應該是有趣的。                   | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 26 | 我們的社會需要科學研究。                      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 27 | 對於在科學中什麼是真實的，有時科學家會改變心意。          | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 28 | 在科學中，好的想法可以來自任何人，不一定只有來自科學家。      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 29 | 科學中的想法有時會改變。                      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 30 | 有些問題連科學家也無法回答。                    | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 31 | 科學家差不多已經知道關於科學的每件事，沒有太多需要再去知道的事了。 | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 32 | 每個人都必須相信科學家說的話。                   | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 33 | 科學知識是永遠真實的。                       | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 34 | 從事科學最重要的部分是提出一個正確答案。              | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |
| 35 | 我可能無法提出偉大的發現，但是從事科學工作應該是有趣的。      | <input type="checkbox"/>                                                                  | <input type="checkbox"/>                                                                 | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                   | <input type="checkbox"/>                                                                    |

36. 如果妳/你是一位科學家，妳/你想要探索什麼現象呢？(在下圖中寫下妳/你的想法。)

