

# 教育部 107 學年度中小學科學教育專案期末報告大綱

計畫名稱：開發以國中課程為基礎的數理資優生專題研究相關課程

主持人：蘇佐璽

E-mail：head@tcjhs.tyc.edu.tw

共同主持人：劉彥民

執行單位：桃園市立大成國中

## 一、計畫執行摘要

1. 是否為延續性計畫？是 否

2. 執行重點項目：

- 環境科學教育推廣活動
- 科學課程教材、教法及評量之研究發展
- 科學資賦優異學生教育研究及輔導
- 鄉土性科學教材之研發及推廣
- 學生科學創意活動之辦理及題材研發

3. 辦理活動或研習會等名稱：金頭腦數理營隊、數理資優培訓課程

4. 辦理活動或研習會對象：金頭腦數理營隊(七升八、八升九數資生)、數理資優培訓課程(八升九)、

5. 參加活動或研習會人數：20 人

6. 參加執行計畫人數：

7. 辦理/執行成效：

本計畫著重在學生探究實作精神的培育，也希望能藉由跨科教學使學生能將不同的知識經驗做橫向的連結，因此我們預期利用檔案評量的方式去評估學生的學習成效，或是透過態度及興趣量表了解學生在參與課程前後的變化。希望開發能適切引導學生主動思考、發揮創造力的探究實作課程。透過設計探究與實作課程提供給數理資優學生，以期能達成強化學生生活實用能力以及進一步提升認知技能的目的。在比較本校七、八、九年級數理資優生與普通班學生在科學態度及科學認知上的差異後，我們可以觀察到七、九年級的學生普遍在科學態度及認知的表現上都優於普通班學生，而且隨著年級增加，接觸數資課程越多的學生，與普通班的差距會越大。

## 二、計畫目的

科學對人類發展扮演了非常重要的角色，自二次世界大戰開始，世界各國無不致力於厚植本身的科技實力，而科技不僅僅帶來生活的便利甚至可以說是一個國家實力的象徵。除了重視科學研究之外，更重要的是科學教育的發展。而台灣的科學教育長期以來受杜威實用主義的教育哲學影響甚大。杜威對實用的重視，從蒐集資料、驗證真理、創造性智慧等等著實對我國的初等教育有著相當正面的啟發與影響。使我國教育不再偏重於智育方面，而更能達到全人教育的理想(高廣孚，1967)。

憑藉著杜威實用主義的精神，近年來蔚為風潮的創客運動 (The Maker Movement) 強調讓學生「動手做」，正好可以培養學生創新、批判、解決問題、合作溝通的二十一世紀關鍵能力。然而創客運動雖將自造者教育帶進國中小的校園內，但仍有下列問題需要面對，包括：創客教育需要有銜接性的課程設計與規劃、需要有師資培訓以及教學模式發展等等... (劉明洲，2016)。

本計畫的課程設計希望以杜威「教育即生活」的精神結合「創客運動」的理念為骨幹，為本校數理資教育設計一系列「資優專題研究」的課程結合國中自然與數學科的章節為骨幹，藉由不同科系的老師共同發想創造，期待可以使國中教師將更多日常生活中的相關知識融入到課程教學當中，並且提供學生有更多實作與探究的機會，除了讓學生能體驗多元學習的課程，而我們也期許課程內容能跳脫以往傳統的評量框架，不著重在學生記憶的知識量或學習成果，而是讓學生在一系列的課程中學習做檔案歷程的紀錄，以呈現學生努力、進步、成長的情形。以下將分別敘述計畫的重要性：

### **1. 激勵擴展本校科學課程的深度，發展科學教育特色並整合共享教育資源。**

國中階段的教育課程多半是強調基礎教育，往往比較重視廣度的部分，而對於深入探討的機會較少，主要還是靠任課老師在上課時勉強抽出一些時間，才能額外針對課程主題進行深度的補充。然而資優教育成功與否，關鍵在於課程的設計及教學活動進行的方式。課程如何更接近學生的真實生活，藉由課程的組織與創新，讓學生更容易吸收知識，並在課程學習的過程中了解如何進行批判，富有創造力，並且使思考更富邏輯性，使學生能夠將課堂中的知識加以應用，以解決各式各樣的問題，甚至發展其研究的興趣

與潛能。所以我們的計畫目的希望能設計嶄新的資優課程以加深整體課程的深度，強調自然科學並結合社會資源拓展學生的眼界，不僅僅幫助學生延伸課程的深度也能進一步發展課程的廣度。

## **2.提供學生多元學習機會，發掘學生多元優勢智能。**

傳統智力認為智能只包含邏輯推理或語文能力，此種對於智力觀點雖然可以推測出學生學科成績的差異，卻難以說明其他專業成就與傑出表現。Gardner 質疑此種智力觀點的說明是否能夠正確描述學生的智能差異，他認為智力應該是與現實生活息息相關，而且學生能夠在某一特定文化情境或群體中，表現出的解決問題或實作生產的能力(余民寧，2003)。因此我們設計的資優專題研究課程不希望再著重學生認知能力的提升，而是可以進一步補足學生在技能、情意層次的缺乏。透過在課程中帶入強調動手實做的精神並且激發學生對問題主動探究的動力，鼓勵學生自我發想，創造出更多元、更豐富、更具有內涵的作品，讓學生得以提升肢體-運作智慧(bodily-kinesthetic intelligence)。透過探究與實作的過程學習如何與其他人進行團隊合作，學習與別人正確的互動，敏銳的感知他人的需求，以提升人際智慧(interpersonal intelligence)。鼓勵學生從課堂中走入自然環境，覺察自然環境與自身的關係提升自然觀察智慧(naturalist intelligence)。最終學生經由整個課程學到自我進行省察、區辨自我的感覺，並產生適當行動的能力以提升內省智慧(intarpersonal intelligence)。

## **3.透過課程內容學習提升學生學習動機，進而加深學生了解自我學習的重要性。**

張春興(1996)認為動機是指引起個體活動，維持已引起的活動，並引導該活動朝向某一目標的內在歷程。Maehr 和 Meyer(1997)則認為動機乃是可使個體充滿精力、具有方向性、並使個體保持行為或維持活動的一種內在狀態。動機是人類複雜的心理特質，是隱藏在個體內部的力量，能使個體做某種行為，但它是學習的最重要成分之一。可以說一個學生的學習成就會受到學生學習動機相當大的影響，而有關學習動機的理論的研究，主要分為認知主義、行為主義、社會學習取向及人本主義等四大學派，每一學派的論著與強調的層面皆不盡相同。本計畫所設計課程主要對象是數理資優班學生，因此我們期望透過培養學生的成就動機，使學生在科學方面追求成就、追求完美，並不在

乎獎勵以達成高層次的成就動機。在課程學習的過程中，藉學生希望成功的程度，養成其人格特性，使學習及追求成就的歷程作為詮釋其能力的一種方式，並讓學生了解可以藉由不斷的自我學習深化本身的各種能力。

#### **4.藉由跨科教學，重視情境教學以強化學生生活實用能力，進一步提升認知技能。**

現代的教育強調從生活中學習，且能進一步將所學事物應用到生活中，正好符應杜威「教育即生活」的理論。國中學生常有「為什麼要學這個？」的困擾，在1996年的教改會公布的總諮議報告書中便有具體建議，應積極統整課程，減少學科之開設，並避免過分強調系統嚴謹之知識架構，以落實生活教育與學生身心發展的整體性，減少正式上課時段，減少學生課業負擔...(教改會，1996)。有些課程統整理念的領導者倡導主張採超越各學科限界和結構的課程組織型態，此種設計應用跨學科或領域的整合學習經驗，以及一些貫穿運用於不同學科重要知能之學習，能提供學習者整合和運用不同學科知識的體驗機會(黃嘉雄，2011)。為了讓學生學有所用，課程設計強調學生能夠在不同的情境中活用學習到的知識，使學生在離開學校後具備足夠的能力去應付真實社會中生活所需的知識與技能，並能發展出統整的知識與技能，成為一個具備新世代素養的公民。

#### **5.養成學生正確的科學態度，鼓勵學生落實創客精神，使學生能展現解決問題的能力和自信，並提升學習興趣。**

以生活中易取得的材料，設計簡單科學活動，使學生們透過操作的經驗，主動建構知識，從活動的經驗中學習科學概念，能達到有意義的學習並提升學習興趣。其中最重要的就是將創客精神帶進學生學習的過程，促使學生興趣培養多元化，研究證實有助於學生在未來，有觸類旁通的機會，而且透過學生動手做的興趣培養來增進學生的科學創造潛力，應有長遠的影響(李賢哲，2001)。創客教育中，學生將化主動為被動，嘗試去挑戰學習內容、發展自己的創意並且努力解決問題，在整個過程中逐漸整合跨學科領域的各種知識，同時也具備人際溝通、團隊合作的能力，成為能以舊知識、運用新方法解決問題的創客，使教育能夠建立一種關注生命、重視潛能、促進整體發展的全人教育。

### 三、研究方法

#### (一)研究工具說明

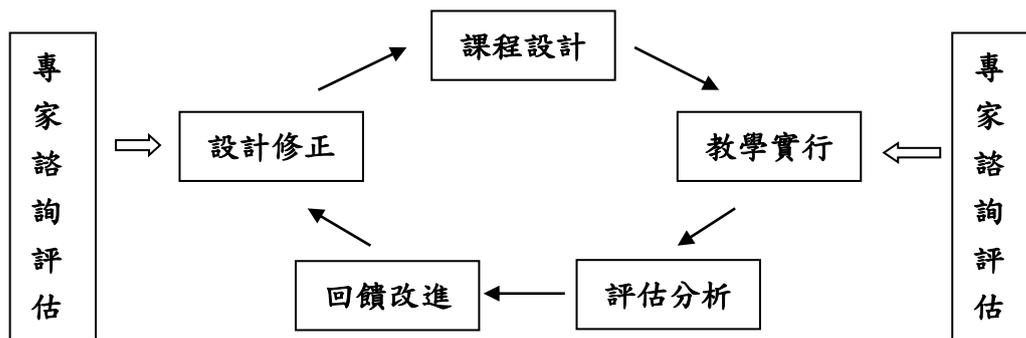
本研究以國科會「國民中小學九年一貫課程中國中階段自然科學學習評量系統之研究」所發展的「科學態度量表」對七、八、九年級學生進行科學態度的量化分析(邱美虹等, 2002)。另外以國立交通大學碩士論文「結合顯性與隱性的教學活動改變國中學生科學知識論觀點之實驗研究」(陳弘昇, 2009)對學生訪談的科學知識論觀點訪談中選取部份問題對學生進行質性分析。

相關文獻中, 邱美虹等(2002)依據 Gardner(1975)的區分方式將科學相關的態度 (Attitude Related to Science,ARS)區分成科學的態度(Science Attitude,SA)、對科學的態度(Attitude Towards Science,ATS)兩大向度。並依此編定科學態度量表, 該量表中 SA 量表包含好奇並持續懷疑、細心觀察、謹慎思辨、求真求實、尊重事實並謙虛客觀、了解科學探索的意義、責任感以及具創造力的八個向度因子。而 ATS 量表之下則包含有科學的社會意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣等三個子向度。

科學態度量表中在量表格式的設計方面, 採用李克式5點式量表, 將選項分為極不同意、不同意、不確定、同意、極同意等五個選項, 再依學生勾選的選項分別給予1分~5分, 反向題則予以反向計分。再分別將相同子向度题目的得分相加以獲得受測學生在該子向度的得分, 再分別計算出SA、ATS 以及ARS的得分。

#### (二)研究過程

本計畫著重在學生探究實作精神的培育, 也希望能藉由跨科教學使學生能將不同的知識經驗做橫向的連結, 因此我們預期利用檔案評量的方式去評估學生的學習成效, 或是透過態度及興趣量表了解學生在參與課程前後的變化。希望開發能適切引導學生主動思考、發揮創造力的探究實作課程。課程發展預計採用設計研究法(Design Based Research: DBR), 利用反覆的進行課程設計、教學實行、評估分析後、由課程專家進行回饋改進, 再設計修正課程設計、再實施教學、再評估分析、再回饋修正改進如此連續循環之過程, 增加課程發展及研究結果的信度與效度, 設計循環如圖一所示。



圖一、課程設計發展循環

本計畫預計從 107 學年度 9 月開始至 108 學年度 7 月結束，以 1 年的時間完成課程設計、評鑑及校內推廣工作。而本計畫將分三階段進行，每個階段的研究目的、方法與內容如下：

### 1、研究對象：

本計畫以國中八、九年級數理資優班學生為研究對象，第一階段將以九年級數理資優生學生組成班級，進行課程設計發展；第二階段以八年級數理資優學生組成班級；第三階段將視前兩期實施狀況而決定是否將課程應用在一般普通班級進行。

### 2.研究方法與步驟

#### 第一階段：

(1) 研究目的：設計國民中學資優生專題研究課程的理想課程模式，並針對探究實作教育以及跨科整合的統整課程，進行第一循環課程設計發展。

(2) 研究對象：105 學年度入學國中九年級數理資優班學生約 8 人。

(3) 研究步驟：

A. 尋求社區資源進行策略聯盟(如：永豐高中)，並舉辦專業研習協助老師提升相關知能。

B. 進行課程設計：記錄課程設計模式及發展歷程。

C. 進行問卷設計：收集參與實驗之樣本學生相關學習背景變項，包含課程相關經驗、成績等，以利設計相關之前後測問卷。

E. 課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩。

F. 課程結束後進行師生訪談。

G.資料評估分析：檢驗課程的成效及是否與預期目標相符，並檢視問題。

教師提出建議回饋，檢討並修正設計課程。

第二階段：

(1)研究目的：進行課程實行第二循環，並進行課程操作。

(2)研究對象：106 學年度入學八年級數理資優班學生約 12 人。

(3)研究步驟：

A.實行第一階段完成之課程。

B.進行問卷調查：收集參與課程之樣本學生相關學習背景變項，包含課程相關經驗、成績等，以利後續相關分析及資料詮釋。

C.課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩，並舉辦校內研習或工作坊。

D.資料評估分析：檢驗課程的成效及是否與預期目標相符，並檢視問題，進行第二次課程修正。

第三階段：

(1) 研究目的：「國民中學資優生專題研究課程」校內推廣，並持續加強各科橫向統整的連結。

(2)研究對象：107、8 學年度入學七、八年級學生。

(3)研究步驟：

A.推展課程至普通班七、八年級學生，並實施第二階段之修正課程。

B.利用修正之問卷進行前測。

C.課程教學實施，並且進行教室觀察，邀請其他老師進行教學觀摩。

D.進行後測問卷及師生進行訪談。

E.專家教師提出建議回饋，設計修正課程作為後續推廣之用。

### 3.課程評量及研究工具：

本計畫將結進行探究實作教育融入課程之設計，並且設計合適的評量工具及方式並執行，計畫實施過程中，透過課程設計歷程之紀錄，並經由訪視、觀課等途徑進行回饋，

在此歷程中不斷修正教學、課程、評量。計畫除了發展多元評量工具外，也會規畫整體課程實施評鑑。本計畫將分別針對學生的認知、情意兩方面進行評量。方法分述如下：

#### A. 認知方面

透過不同專業領域的老師進行評量工具及方式的開發及執行，透過計畫相關專家教師提供諮詢及建議。過程中除定期評量機制及方式外，另將設計學生以作品發表、專題發表或是公開展覽等方式進行學習成效評量，並且檢視學生對於專業知識認知的部分以及探究實作的態度是否有所提升。

#### B. 情意方面

透過專業評量問卷進行調查，並分析比較與普通班學生的差異，以及七、八、九年級在科學認知與科學態度上是否有呈現不同的結果。

### 四、研究成果

#### (一) 數理資優課程設計

金頭腦數理營隊及數理資優培訓營

##### 1. 化學花園

金屬鹽類在水玻璃中產生不同的顏色，做出水中小小花園

##### 2. 史萊姆

利用硼砂和膠水所產生的交聯作用做出史萊姆，再加入鐵粉，就可以被磁體吸引。

##### 3. 水麻糬

藉由實驗，了解什麼是「交聯反應」，運用「交聯反應」的特性，做出可以直接吃進嘴巴的水容器。

##### 4. 美人魚之魂

透過發泡入浴劑之製作，了解物質之物化性質。

##### 5. 美人魚的嘆息

透過醇類燃燒，了解氧化還原之外，並透過不同醇燃燒的結果，了解同一類有機物其化性相近，但有不同的物性。

##### 6. 天元突破

利用作用力與反作用力，了解火箭升空的原理。

##### 7. 膨脹球

藉由碳酸鹽加上酸後產生氣體，讓學生了解化學反應的特性。

## 8. 酸鹼發射器

利用酸鹼中和以及壓力與體積的關係做出小火箭。

## 9. 探討蟑螂的心跳率

將水或咖啡利用餵食或注射的方式送進蟑螂體內，觀察蟑螂心搏的變化，藉此了解咖啡因對蟑螂生理反應的影響。

## 10. 蚯蚓的挖掘及觀察

學生到校園內自行挖掘蚯蚓，以酒精麻醉後利用解剖顯微鏡進行蚯蚓特徵觀察，並且搭配蚯蚓圖鑑學習鑑定蚯蚓種類的方法。

## 11. 色素色層分析實驗

藉由由於植物色素再不同的有機溶劑中的溶解度不同，可在一次分析中把各成份一分出。值得稱道的是在分離的同時還能測出各成份的含量，

### (二)研究對象

本計畫研究的對象為本校七、八、九年級數理資優生，其中七年級男生 7 人，女生 7 人共 14 人；八年級男生 6 人，女生 5 人共 11 人；九年級男生 7 人，女生 2 人共 9 人。對照組為七、八、九年級普通班學生，其中七年級男生 11 人，女生 5 人共 16 人；八年級男生 11 人，女生 10 人共 21 人；九年級男生 6 人，女生 3 人共 9 人。為避免因學科能力不同對於科學態度造成影響，在選擇普通班學生回答問卷時，我們篩選出自然科段考成績與數資班差不多的學生進行比較。

由於數資生是在進入國中階段之後才進行鑑定，因此七年級學生並未參與到上述由數資班教師設計的課程。而八年級學生僅有參與金頭腦數理營隊。九年級學生則是還有參與數理資優培訓課程。

### (三)不同年級的數資班學生與普通班學生在科學態度的比較

為分析數資班學生在進行數理資優課程之後，科學態度是否會與普通班學生不同，我們分別計算不同年級的普通班與資優班學生各子向度每題平均得分及標準差，並進行獨立性 t 檢定，結果如表 1、2、3 所示。

根據表 1 的結果，我們可以看到七年級的數資生與普通班學生在科學態度上沒有呈現明顯的差異，僅僅在求真求實、尊重事實謙虛客觀兩個子向度中有差異。雖然以平均數來看數資班學生有略高於普通班學生，但整體說來結果並不顯著。此一結果顯示，數資生在科學態度的表現上，因為只是剛開始入學，參與的課程不多，所以結果並未明顯高於普通班學生。根據桃園市 108 學年度國民中學學術性向資賦優異學生鑑定簡章中提到，鑑定內容主要包括性向測驗以及成就測驗，因此可以預期七年級數理資優生在科學態度的各子向度平均得分上會高於普通班學生。但我們認為在國小階段，自然課主要強調的是基本現象的認知與學習觀察的能力。相對在進行科學實驗上的要求並不高。因此數資學生在科學態度上才會未與普通班學生呈現出顯著差異。

而根據表 2 的結果，我們發現八年級的數資生普遍出現各子項度皆落後於普通班學生的情形。在好奇並持續懷疑、細心觀察、求真求實、了解科探索意義、創造力、科學的社會意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣等八個子向度上皆與普通班學生有顯著差異。這與我們所預期的結果有很大的落差，顯示我們的數資課程對於數資班學生在科學態度上並未有明顯幫助，甚至可能會妨礙數資生對於科學態度的發展。於是我們另外花了一節課的時間，將八年級數資生找來詢問他們在當時填寫問卷時的作答情形。而根據，學生的回答，我們分析後認為造成此一結果的原因可能有兩個。第一、八年級數資生普遍對於自己要求較高，標準也比較高，因此在針對問卷的題目在作答時，如果他們認為自己沒有辦法百分之百的做到，在回答問題時，答案會趨向保守，認為自己做得並不够好。第二、八年級數資生會針對問題假想各式各樣的情境，並揣摩自己在當時的情境下是否會做出這樣的選擇。在這兩個因素的干擾之下，導致八年級數資班學生在此科學態度量表的表現上落後於普通班學生。

最後根據表 3 的結果，我們可以明顯看到九年級數資生的科學態度相較於普通班學生有更明顯的區別。在好奇並持續懷疑、細心觀察、謹慎思辨、求真求實、了解科學探索意義、對科學的職業興趣、對科學探索的興趣等七個子向度中都與普通班學生呈現顯著差異，與七年級的結果相較，在經過兩年數資班課程的訓練，九年級的數資生顯著在科學態度上的表現更好。唯一比較可惜的是，缺乏本屆九年級學生在七年級時的科學態度資料，無法進一步分析九年級學生在兩年的訓練之後是否在科學態度表現上比七年級更好。

表 1：七年級普通班與數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定。

7 年級							
向度	題數	普通班		數資班		t-value	
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.21	0.67	3.66	0.84	-1.55
	細心觀察	4	2.98	0.85	3.35	0.886	-1.17
	謹慎思辨	4	3.2	0.86	3.62	0.91	-1.29
	求真求實	4	3.1	1.08	3.8	0.94	-1.85(*)
	尊重事實謙虛客觀	4	3.15	0.83	3.69	0.87	-1.72(*)
	了解科學探索意義	4	3.28	0.73	3.73	0.9	-1.5
	責任感	4	3.21	0.4	3.28	0.4	-0.42
	創造力	2	3.12	1	3.35	0.96	-0.45
ATS	科學的社會意義	4	3.7	1.07	4.12	0.65	-1.31
	對科學的職業興趣	4	3.15	1.02	3.57	0.61	-1.33
	對科學探索的興趣	4	3.4	0.87	3.67	0.73	-0.91

(\*) $p < 0.1$  ; \* $p < 0.05$  ; \*\* $p < 0.01$

表 2：八年級普通班與數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定。

8 年級							
向度	題數	普通班		數資班		t-value	
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.91	0.588	3.52	0.57	1.74*
	細心觀察	4	3.79	0.56	3.27	0.62	2.31*
	謹慎思辨	4	3.88	0.58	3.72	0.88	0.58
	求真求實	4	3.83	0.6	3.22	0.76	2.39*
	尊重事實謙虛客觀	4	3.98	0.65	3.8	0.73	0.72
	了解科探索意義	4	4.07	0.68	3.57	0.64	1.92(*)
	責任感	4	3.52	0.55	3.47	0.5	0.23
	創造力	2	3.8	0.64	3.25	0.63	2.27*
ATS	科學的社會意義	4	4.6	0.47	4.07	0.61	2.66**
	對科學的職業興趣	4	4.25	0.58	3.7	0.56	2.47*
	對科學探索的興趣	4	4.26	0.69	3.22	0.71	3.85**

(\*) $p < 0.1$  ; \* $p < 0.05$  ; \*\* $p < 0.01$

表 3：九年級普通班與數資班學生在各向度平均得分(M)、標準差(SD)及平均數的獨立性 t 檢定。

		9 年級				t-value	
向度	題數	普通班		數資班			
		M	SD	M	SD		
SA	好奇並持續懷疑	4	3.72	0.65	4.3	0.64	-1.9(*)
	細心觀察	4	3.44	0.81	4.52	0.42	-3.53**
	謹慎思辨	4	3.94	0.6	4.63	0.39	-2.86**
	求真求實	4	4.05	0.69	4.61	0.46	-1.99(*)
	尊重事實謙虛客觀	4	3.97	0.59	4.41	0.5	-1.72
	了解科學探索意義	4	4	0.57	4.47	0.52	-1.82(*)
	責任感	4	3.47	0.6	3.08	0.35	1.64
	創造力	2	3.72	0.87	4.27	0.5	-1.65
ATS	科學的社會意義	4	3.79	0.46	4.06	0.39	-1.33
	對科學的職業興趣	4	3.63	0.57	4.22	0.49	-2.31*
	對科學探索的興趣	4	3.52	0.75	4.41	0.53	-2.89**

(\*) $p < 0.1$  ; \* $p < 0.05$  ; \*\* $p < 0.01$

#### (四)質性分析

訪談題目是參考國立交通大學碩士論文「結合顯性與隱性的教學活動改變國中學生科學知識論觀點之實驗研究」對學生訪談的科學知識論觀點訪談中選取部份問題對學生進行質性分析。主要是期望透過這些題目了解學生對於科學知識的想法，與科學態度量表的結果互相對照，分析普通班學生與數資班學生的差異。我們將十個問題與七、八、九年級數資班與普通班學生的回答擷取部分列舉如下：

#### 1. 在你求學過程中，你認為「科學是什麼？」

七普：所有智慧的結合

- 提出問題然後找出答案
- 可求證
- 對未知事情的相關研究
- 有根據有求證過的

七資：科學事萬物的根源

- 一個求證世界的理論
- 日常生活中碰到的問題加以研究
- 是用數據和腦袋思考出來很不簡單的東西

一種包括了世界萬物的一個學科

八普：符合邏輯

從未知經過實驗而得到過程或是結果

科學是人們研究或尋找出的答案

科學是一種人類的文明，能為人類解答為什麼，且發明些便利的物品使用

科學是一種經由別人證明出的事物，之後再推翻

八資：方便人類生存，了解所在世界一切的途徑

它可以是任何東西

現實的現象

人類探索世界的方法

我認為科學是一切事物的原因、解釋

九普：以理性客觀的方式解釋各種現象

經科學家研究、實驗、所得出的學說

有系統性的科技學說，用以改善人類的生活水平

透過實驗、觀察可以得證的事物

是一種有趣的科目，也是一種充滿科學家思想的東西

九資：是生活中各種現象的解釋

科學是解決生活所有問題的知識

是我們對真理的追求

一門能被重複驗證的學科

人類解開萬物秘密的方式

## 2. 你覺得科學知識具備什麼樣的特徵？

七普：新奇

不一定是對的

改變世界

專業的知識

合理

七資：有一定的規律性

他們都是被經過證實的

有證據證明

普遍性、規律性

有理由佐證

八普：講求真實、合理、新奇  
理解、耐心  
具說服力、有根據的  
不需要特徵，各種事物都具部分科學知識  
抽象、捉摸不定

八資：用不同的方式來解釋平常的事物  
生活時常遇到的問題，不知道的時候很困惑，了解以後就恍然大悟  
精準、有條理、不可思議  
實用、真實存在的  
理性、嚴謹、求知慾、神奇

九普：有理性的見解，和有依據的證據、有公信力  
有一定準則、流程需要多方驗證思考  
有一套實驗流程  
專業性，存在於生活環境中  
透過各類實驗可以證明

九資：有深度，讓我在了解之後覺得很爽  
非常有理有據  
像函數一樣據有一對一的特性，不像國文有模糊地帶  
理性，有明確定義  
以理性為底

### 3. 你覺得科學知識跟其他知識有什麼不一樣？

七普：沒有一定的答案  
在生活中比較有用  
比較麻煩  
需要好奇心  
需要日積月累的觀察

七資：科學是活的，其他是固定的  
需要做一些實驗來證明  
科學知識包括範圍較其他知識廣  
科學知識感覺很專業  
更新奇

八普：可以更有效的解決問題

使科技可以更進步、創新  
科學知識是有證據性的  
更具不確定性  
有邏輯性、需要長時間的考證

八資：科學知識要動頭腦

真實存在  
科學背的東西比較少、較多親自實驗的活動  
科學知識比奇他還實用、多樣化  
一樣。任何知識都是通往真理的路

九普：科學知識充滿理性的口吻，一般的則會增加主觀的意識

有時很難理解，有時則很有趣  
更有證據且更加理性  
其他知識不一定需要實驗  
其他知識由人發明，科學知識由人發現

九資：真相只有一個

比較有用，且運用層面較廣  
亙古不變的真理  
更加理性  
在生活中較容易接觸到

4. 你覺得這些科學知識是怎麼出現的？

七普：研究

前人的研究  
有科學家研究的  
不斷研究  
研究萬物索討論出來的

七資：經過不斷的探索與驗證

科學家研究的成果  
人類發明的  
是被蘋果砸到這類意外中出現的  
科學家發明的

八普：出於人們對現象、事物的好奇心

經過一次次的實驗證實

人因為好奇心慢慢累積而成的  
從人有好奇心，並主動去行動滿足自己的好奇心的過程中，逐漸累積  
生活累積、加以發明或發現

八資：經由人們做研究探討出來的  
人類因為好奇而去嘗試  
有人為了了解事情發生的原因研究而來的  
人類為了了解周身現象進而去探討而產生出來的  
實驗和自然現象

九普：細心研究細節  
由科學家經由實驗推導出來的  
科學家提出的疑問，然後研究所得出的結論  
從生活中發現，且經科學家研究佐證  
觀察到現有理論之外的情況，並提出實驗來證實

九資：人類對萬物的好奇心  
從生活中發現的  
一點一點的累積  
經過大量的實驗與驗證  
科學知識一直都存在

## 5. 你覺得科學家跟其他人在面對問題時，跟其他人有什麼不同呢？

七普：較有耐心面對實驗、求真  
有更多對事情的疑問  
努力求證  
會用更專業的話來面對問題  
會思索

七資：會去解析這問題出現的原因  
要用實驗或數據來支持自己的觀點  
會更加從其他角度去思考問題  
會提出假設再一步步了解問題  
會願意一次又一次嘗試驗證、解決

八普：冷靜思考  
會經過多次思考  
會更進一步思考問題的本質

其他人可能會放棄，科學家會想辦法解決問題  
會謹慎思考再回答

八資：科學家在面對未知的事情時，有好奇心想去了解  
冷靜分析、理性、嚴謹、仔細  
科學家會抱持懷疑的態度找出他的真理  
比較會找很多的方法解決問題  
會好奇為何會有這種結果

九普：較理性，且能用科學的方法解決問題  
習慣用理論解釋問題，一般人容易受主觀左右想法  
科學家會慢條思理的慢慢思考  
多方思考後做實驗找出答案  
會反覆思考，解決問題一切使用科學理論，或是執著在問題表面

九資：科學家怪怪的，常人習以為常的，他們都會懷疑  
缺乏感性不浪漫  
以理性剖析問題  
比較有條有理  
較具有好奇心與耐心

6. 有些生物學家將生物分類分成五界說、有些人分成七界說、有些人分成三域六界說，  
面對同樣的證據以及資料，為什麼大家的看法卻不一樣呢？

七普：觀點不同，我們需要用尊重他人的雅量看待他人的言論  
他們對資料的解釋不同  
思維不同  
分類的標準不同  
人的大腦不一樣

七資：因為他們利用不同的方法驗證  
分類的定義、方法不一樣  
大家的想法不相同  
因為拿來參考、證明的東西不一樣  
因為大家的認知、見解不同

八普：整理的過程及觀點上的不一樣而產生不同  
每個人注重的地方不同、主觀也不同  
可能分成五界說的科學家比分成七界說的沒有更細心，但又比三域六界的仔細

文化與性格不同導致

這就和先有雞還是先有蛋的理論一樣，每個人都覺得自己的理論是對的

八資：因為每個人的想法不同而且理解的方式也不同

研究目的和分類的標準不同

每個人都會有不一樣的想法和做法，有些人用外部特徵分類、有些人用演化、有些用細胞構造

每個人都有自己的立場、切入的觀點和心態，不同的說法是正常的

人人觀點不盡相同

九普：觀點、立場不同。方向不同、方法不同觀察到的不同

視角不同，就像有人說光是波、有人說光是粒子

因為大家分界的點不同，或是實驗結果不同

立足點的差異，每個人對知識的看法有落差，可能會受不一樣的知識來源

分類的方法不同

九資：因為這是主觀和客觀的問題

你有大腦，我有大腦，兩個大腦會一樣？

人類的定義沒有一定

分類方法不同對分析不同方面有各種貢獻

判斷依據不同

7. 現有的科學理論會不會再改變？你覺得會或不會的理由是什麼？

七普：會，因為理論還會不斷更新

會，時代不同觀念不一樣

會，因為有人會做新的實驗

會，沒有標準答案

會，沒有真正的答案

七資：會，因為會一直做出新實驗，因此會有新發現

會，科技更進步

會，科技一直在進步，會發現更多東東來推翻現有的理論

會，科學的理論不一定正確

會，科技一直在進步

八普：會，會因為時代而改變

會，理論只是一種概念，很多理論都沒有明確的證據

會，永遠沒有真正的一定

會，因為後來的技術越來越進步，誤差變小。所以可能會有些微的變化。  
會，人的腦部會進步，想法也會相對改變

八資：會，現今的理論只適用於現有的狀況，未知的事情未必符合  
會，科學是不斷更新的，更新是科學前進的基礎，還有太多未發現的事物了  
會，人會不斷進步，並能更有效的探索  
會，任何事情不一定只會有一種結果，隨著時代的進步人類會發現越來越多  
會，有可能發現之前的結論是錯的

九普：會，並非所有的理論都是正確的，像是原子說  
可能會，因為時代日新月異的改變，資訊發展速度也越來越快，這將有極大機率  
影響科學發展  
我覺得不會，因為這些都是經過論證的  
會，有人可能會發現新東西而推翻理論  
會，亦可能是以現有理論勉強解釋，並非正確

九資：會，經過驗證後可以持續更正，如四元素說→元素週期表；燃素→氧化  
會，知識的累積會出現矛盾  
會，還有很多沒出現的部分  
會，科學是沒有極限的  
會，因為現在的科技越來越發達，以前的理論可被推翻

## 8. 如果現在要請你針對一個現象設計實驗，你認為設計實驗應該具備哪些要素？

七普：實驗者；被實驗的物品  
時間  
豐富的知識  
合理  
好奇心

七資：操作變因、控制變因、應變變因、日常容易取得的實驗器材  
實驗組和對照組  
操作變因、控制變因、想了解什麼事  
變因  
自己的想法、思考能力

八普：目的、器材、資料、變因、材料、對照  
操作變因、控制變因、應變變因；具有不同的改變因素，且需要有一定的科學知識

觀察、計畫、思考、參考資料、實作  
好奇心、耐心、勇於挑戰、不怕失敗  
有系統的規劃

八資：操作變因、控制變因、應變變因、和一顆大腦

先有問題，然後設計實驗，再來想出控制變因、操作變因和應變變因  
了解它的原理、足夠的好奇心、求知的慾望  
文獻、耐心、創意、嚴謹、細心、現有條件、邏輯  
假設、驗證、科學知識

九普：可控性、並能排除外因

實驗的主題、完整的流程、再三的驗證  
疑問、假設、結論  
需要觀察周遭事物，冷靜的判斷力  
實驗組和對照組，完備的設施、追根究柢的心態

九資：可重複性、簡單、精準度高

有對照、有步驟、按部就班  
應該具有科學 SOP  
實驗組、對照組  
控制變因、操縱變因、應變變因

## 9. 你如何從你的實驗結果去說明你想了解的現象？

七普：驗證

反覆檢查  
解釋  
不斷思考反覆檢討  
重複驗證

七資：了解這個現象的定義及解釋

看看結果如何，跟假設的是不是一樣  
把自己的理解告訴別人  
證明他  
進行整理及了解這個現象的解釋

八普：用結論做成理論

將實驗結果套用在此現象上  
找出證據並推出現象發生的始末

透過不同的實驗產生的結果從中推論  
說給大家聽，看大家的意見

八資：利用器材已知的特性和物體間的特性，來驗證結果是否正確  
了解我的問題事在問什麼，再與實驗結果對照，並找出關聯性  
從實驗結果去推論和猜想，再將自己的想法去求證  
多方比較推測可能的原因  
根據數據結果加以說明

九普：找出每次實驗都出現的通則，並加以解釋並非巧合  
找出共通點解釋我想了解的現象  
透過每次的實驗改變不同因子而了解  
依照對照組和實驗組的不同去了解  
看數值間的變化了解與現象的關聯

九資：分析趨勢並比較各種條件  
把實驗出的現象再做整理  
觀察差異，找出共通性  
分析數據、做出連結  
試著解釋它

## 10. 你覺得科學對我們有什麼好處？

七普：解決生活中大部分的問題  
使生活更多采多姿  
生活更便利  
更好的生活  
增加生活方便

七資：提高我們的生活品質  
充實生活、便利生活  
解答日常生活中無法解釋的問題  
繼續探索未知  
能透過分組實驗學習團隊合作

八普：改變生活、探索世界、研發科技  
了解真實，前往未來  
提升生活品質改變這個世界  
發現更多新東西滿足自己的好奇心

讓我們更了解一切

八資：能在面對未知的事物時，不會害怕它

可以應用在生活上，使生活更便利。了解世界的原理，體會世界的奧秘和人類的渺小

能了解生活中的現象是為何

使我們更了解世界

培養耐心，了解更多事物發生的原因

九普：幫助社會進步，預防災難

帶來更方便的社會，更了解自然運作的方法

有助於未來的出路

更了解這個世界

增進我們對事情的觀察力，培養實事求是的精神

九資：有助於了解生活中的現象

可以幫助我們解決一切之事物

使生活更便利

科學→懷疑→質疑當權→世界和平

讓生活更輕鬆

綜合上數十個問題的分析，有些問題的回答我們並不能明顯看出普通班與數資生的差異，在大部分的回答中還是可以看出同年級學生甚至不同年級的學生中有很高的相似性。但普遍來說八、九年級的學生回答的答案會比七年級學更更具體或是更能舉出實例說明，這樣的結果也部分說明在國中階段的自然科學教育收到不錯的成效。

而我們在第二題「你覺得科學知識具備什麼樣的特徵？」可以看出七、八年級普通班學生在回答時並未強調科學具有實證性的特徵，而數資班學生包括七、八、九年年級都有提到實證、明確定義等，顯示數資班學生普遍對科學的認知是需要經過證實並且沒有模地帶的。

第四題「你覺得科學知識是怎麼出現的」在所有題目當中，出現難得的共通性，幾乎所有學生都認為科學知識的出現是經過研究證實並且不斷累積而成的，顯示大部分學生都認同科學知識是具有公正性而且具有信服力的。

第五題「你覺得科學家跟其他人在面對問題時，跟其他人有什麼不同呢？」各年

級的學生普遍都認為科學家具欸有耐心、對事物保持懷疑。而七年級與八年級資優班的學生則認為科學家會更進一步利用實驗或是尋求解決問題的方法來實際解決問題，對於如何解決問題有提出較具體的看法。

第六題「有些生物學家將生物分類分成五界說、有些人分成七界說、有些人分成三域六界說，面對同樣的證據以及資料，為什麼大家的看法卻不一樣呢？」七、八、九年級學生皆提到分類標準不一樣的答案，但八年級資優班學生與九年級普通班學生卻同樣能夠舉出實際例子，例如八年級數資生能夠提出「每個人都會有不一樣的想法和做法，有些人用外部特徵分類、有些人用演化、有些用細胞構造」而九年級普通班學生則提出「視角不同，就像有人說光是波、有人說光是粒子」，顯示八年級資優生能夠與九年級學生一樣將課本所學得的知識延伸。九年級資優生的回答則比較抽象，甚至會用帶有嘲諷的意味「你有大腦，我有大腦，兩個大腦會一樣？」來顯示對於每個人對事情有不同看法的見解。

第七題「現有的科學理論會不會再改變？你覺得會或不會的理由是什麼？」三個年級的學生都認為會改變，而改變的理由都植基於科技的進步或是現有理論不一定正確。但八年級數資生與九年普通班級數資生卻另外提到因為還有尚未發現的事物，與其他學生在回答此題上有些微不同。顯示隨著學的東西越多，越能夠謙卑地看待自己的不足以及了解未知世界的浩瀚。

第八題「如果現在要請你針對一個現象設計實驗，你認為設計實驗應該具備哪些要素？」此題目只有七年級普通班學生並未回答到操作變因、控制變因、應變變因等，顯示一般在經過足夠的科學課程訓練後，應該能夠對於科學實驗設計有更具體的認知。資優班較可以針對實驗步驟設計做具體的說明，例如操縱變因、控制組與對照組。並且可以體悟到操作時所需的心境與態度。

第十題「你覺得科學對我們有什麼好處？」所有學生一致的回答都認為科學可以未生活帶來便利，或是可以改善生活。但唯有七年級的普通班學生僅能表現出實用主義，而未能有更進一步的回答。其他學生則皆認為科學能夠探索未知的世界，了解世界的真相，對於現象背後形成的原因有更顯著想要去了解的意願。

## 五、討論及建議（含遭遇之困難與解決方法）

### 1.高年級學生科學態度表現較低年級學生好

本次計畫主題希望能開發以國中課程為基礎的數理資優生專題研究相關課程，根具效內數資教師共同備課後，我們主要設計出化學花園、史萊姆、水麻糬、美人魚之魂、美人魚的嘆息、天元突破、膨脹球、酸鹼發射器、探討蟑螂的心跳率、蚯蚓的挖掘及觀察、色素色層分析等實驗，在進行課程過程中，我們會要求學生需要詳實紀錄實驗步驟及實驗結果。透過觀察變化去了解科學理論的基礎，也希望學生在這樣的訓練過程中能夠在科學態度的表現上有所改變。而從七、八、九三個年級普通班與數資班學生透過科學態度量表的施測，我們可以發現九年級學生比七年級學生在科學態度的表現上來得更好，而且數資班學生與普通班學生在科學態度表現上的差距，會隨著年級增加，差距來得越大。顯示數資班課程的設計對學生在科學態度表現上有明顯的幫助。

### 2.八年級數資生施測說明不夠完善

在比較八年級數資生與普通班學生的科學態度時，我們發現八年級數資生與普通班學生的比較表現出來與七、九年級學生的結果是相反的。而經由現場訪談後，我們了解到此一結果的呈現是因為八年級數資生對自己的要求較高以及在回答問卷時有過多的考量所導致。顯示在問卷施測時，對學生的施測說明不夠完善，導致施測結果失準。是這次計畫中比較可惜的地方。若下個學年度再進行施測時，應該特別注意施測說明的部分，避免學生想太多。

### 3.質性分析問卷顯示高年級學生回答較低年級學生具體

透過十題質性分析問卷的回覆，我們比較能夠了解各年級的學生對於科學知識論的概念到達什麼樣的程度。其中我們觀察到八、九年級的學生普遍較能表現出實證主義觀點的回答，大至上能表示出科學正確事實的累積與集合。並且在相關科學特徵的描述中，能夠具體陳述出實驗設計需要具備的要素，也認為必須遵循某些固定的程序或方法所獲得實驗結果才能證實科學知識。而七年級普通班學生多半只能以抽象的象徵性概念堆科學特徵進行描述。顯示在科學教育的過程中，學生對於科學的定義以及形象會有越來越具體的架構。而且對整體學生科學態度的幫助是有正面性的意義。

#### 4.本次計畫對學校環境的改善

- (1)透過探究與實作課程的增加，訓練學生在科學課程方面的邏輯性思考以及勇於嘗試的態度，不再只是單純透過課本進行學習，也能夠自己利用感官去感受實際的變化。提升學生的學習動機與意願。
- (2)教師藉由開發數資課程，提升本身的相關專業知能，並藉由對探究實作活動融入課程的了解與掌握，加強時間與進度的安排，使得學生學習與教師教學更有效率。
- (3)數資課程的素材為日常生活常見的生物，對學生來說不僅取得容易也很熟悉，透過融入課程的學習可以加深學生的了解並且願意更進一步去認識其他相關素材。無形中提升學生自主學習的意願。
- (4)進行教師融入課程的教學紀錄，使教師能夠透過影片或照片去檢視自己的教學過程，藉此改善在教學過程中的缺點，也可透過互相觀摩不同老師的教學方式，去學習別人的優點，以精進教學團隊的整體能力。
- (5)藉由融入課程推廣環境教育並使學生認同環境保育對生活的重要性。藉此課程模組落實環境教育，使學生更願意關注臺灣自然環境的發展，未來才能確保台灣豐富的生物多樣性資源能夠永續發展。
- (6)藉由共備工作坊的成立讓不同科目的老師互相討論以協助彼此跳脫傳統窠臼，激盪出不同的火花。可使課程架構、課程重點更清楚明晰。亦可避免老師單打獨鬥，真正形成共同備課氛圍使課程脈絡更清晰，創意更多元。共備後的成果，可發展成校本課程。
- (7)依據《十二年國民基本教育課程發展指引》定義「核心素養是指一個人為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。核心素養可彰顯學生的主體性，不再只以學科知識作為學習的唯一範疇，而是學習者可整合運用於「生活情境」，強調學生在生活情境中能夠實行的能力。
- (8)藉由將上課情境融入段考試題，使學生熟悉情境式命題的對學生而言真實的生活情境是非常複雜的，學生的生活經驗有限，學科知識往往深嵌於真實情境內，不經過深入閱讀、觀察不易抽取出來，透過融入課程的引導，在淺移默化中加深學生的生活經驗，對學生而言，應將有更豐富愉快的學習歷程，因為好的情境試題往往本身就是很棒的學習材料。對教師而言，因為教材與評量貼近實際生活取材，且有跨學科的整合，預期應能經驗到更愉快的教學生涯。

## 5.科學計畫相關經驗與能力不足

本次在執行科學教育計畫的過程中，著實遇到許多困難與挑戰。由於當時申請計畫時，對於全盤科學教育計畫的走向並沒有考慮清楚。也因為第一年執行的緣故，導致在參加完期中報告後，才發現我們完全搞錯了方向。但感謝師大科學教育中心的羅珮華老師在期中報告後提供我們許多正向的建議，讓我們可以在下半年及時做出調整。雖然最後完成初步的架構，但仍在執行過程中感到自己有許多不足之處，在進行科學教育研究的專業上仍有許多需要學習的地方。

為了完成這次計畫，我們也看了許多與科學教育研究相關的文獻，強迫自己去了解一些科學教育的相關知識，也趁此機會了解進行科學教育的研究對我們第一線的教師有什麼幫助與好處，平時我們多半專注在課程設計與課程執行，但對於課程是否對學生產生實質的影響卻甚少去關注，多半只能從學生的升學成績去了解相關性。而我們也可以更加了解學生科學態度的表現，藉此去修正課程的內容，或是調整我們的教學方式。藉著今年師大科學教育中心給我們這個機會，未來也會慢慢在我們的課程中加入課程評鑑的內容，以幫助整體數理資優課程能夠更加成熟完備。

## 六、參考文獻

- 高廣孚(1967)。杜威教育思想。台北：水牛，頁 44。
- 劉明洲(1967)。臺灣教育評論月刊，5 (1)，頁 158-159。
- 余民寧(2003)。多元智力理論教學評量的省思。《教育研究月刊》，110 期，p57-67
- 李永展(2005)。台灣國土永續嗎。看守台灣，7(2)，9-13。
- 熊召弟(2001)。環境教育融入學校課程的理念與實務。國民教育，42 (1)，7-12。
- 行政院教育改革委員會(1996)。教育改革總諮議報告書。臺北市：作者。
- 黃嘉雄(2011)。九年一貫課程該實施學習領域之合科教學或分科教學。教育資料與研究雙月刊，98 期，p27-54。
- 李賢哲(2001)。以動手做 (DIY) 工藝的興趣培養中小學童具科學創造力之人格特質，科學教育月刊，243: 2-7。
- 李凌、王頡(2014)。「創客」:柔軟地改變教育。中國教育報，2014-09-23(005)。
- 曾俊夫(2016)。從校園創客到親子創客。新北市教育期刊，18 期，p16-18。
- 蔡煜騰、黃雅綾(2016)。如何將 maker 的精神融入國中教育課程。新北市教育期刊，18 期，p19-21。
- 洪詠善(2016)。學習趨勢：跨領域、現象為本的統整學習。國家教育研究院電子報。第 134 期
- 林秀珍(2007)。經驗與教育探微-杜威教育哲學之詮釋。臺北市:師大書苑。
- 陳弘昇(2009)。結合隱性與隱性的教學活動改變國中學生科學知識論觀點之實驗研究。國立交通大學教育研究所碩士論文。
- 劉嘉茹、侯依伶、邱美虹(2009)。探討九年一貫課程實施前後國三學生科學態度變化研究。科學教育月刊。17(5)：409-432。

附件：國科會「國民中小學九年一貫課程中國中階段自然科學學習評量系統之研究」所發展的「科學態度量表」對七、八、九年級學生進行科學態度的量化分析(邱美虹等，2002)

基本資料調查						
我的性別是 男 女 (圈選)						
我現在是 9 8 7 年級						
我的校排名大約在 000~100 101~200 201~300 301~400 401~500 501~600 601~700						
我段考自然科成績(理化或生物)大約在 100~90 89~80 79~70 69~60 59~50 49~40 39~30 29~20 19~0						
題號	問卷試題	回答情形				
		完全同意	幾乎同意	部份同意	有點不同意	非常不同意
好奇並持續懷疑						
1	我對於周遭的事物能提出懷疑	5	4	3	2	1
2	我覺自己對於周遭一切事物充滿好奇心	5	4	3	2	1
3	我喜歡參觀科學方面的博物館及相關活動	5	4	3	2	1
4	我習慣對於自然現象的問題追根究柢	5	4	3	2	1
細心觀察						
5	我可以藉由細心觀察自然現象，解決自己的疑問	5	4	3	2	1
6	我有耐心從事長時間的研究活動	5	4	3	2	1
7	對於各種自然現象，我覺得可以透過細心觀察加以了解	5	4	3	2	1
8	我對於觀察的事物都能提出相關的疑問	5	4	3	2	1
謹慎思辯						
9	我會經過多方面的思考後，才下判斷	5	4	3	2	1
10	我會思考別人對我研究的批評	5	4	3	2	1
11	進行研究時，我都會思考每個步驟方法與研究目的的相關性	5	4	3	2	1
12	我可以接受別人對我研究的批評	5	4	3	2	1

求真求實						
13	我在做結論前，願意一次又一次的驗證結果，以求更正確	5	4	3	2	1
14	雖然我在以前的實驗上有失敗的經驗，但是我仍舊會重覆進行	5	4	3	2	1
15	做結論前，我會一次又一次驗證實驗結果，以求更正確	5	4	3	2	1
16	對於所要觀察的事項，我能夠精確的一一紀錄	5	4	3	2	1
尊重事實並謙虛、客觀						
17	對於自己不明白的問題，我常虛心發問	5	4	3	2	1
18	我十分注意自己由實驗的證據對於自然現象的解釋	5	4	3	2	1
19	對自然的問題，我願作多方面檢討，並考慮各種可能的解答	5	4	3	2	1
20	我可以接受別人所提供與自己意見不同的事實證據	5	4	3	2	1
瞭解科學探索的意義						
21	當對自然現象發現疑問時，我會收集資料或請教專家，加以釐清	5	4	3	2	1
22	我會重視研究活動的方法和步驟	5	4	3	2	1
23	我重視實驗結果的數值	5	4	3	2	1
24	雖然其他同學早已完成實驗時，我仍然按步就班的完成實驗	5	4	3	2	1
責任感						
25	在共同研究的活動中，我會負責完成自己該做的部分	5	4	3	2	1
26	我不願意做教師所指定之外的工作	5	4	3	2	1
27	自然科指定的作業，我會盡力做好	5	4	3	2	1
28	對於研究工作，我很少會擬訂計畫	5	4	3	2	1
科學態度的創造力						
29	我曾不斷的探索某些問題，新奇感消失後仍繼續探索	5	4	3	2	1
30	對於未經證實的科學現象，我會思考可能的狀況	5	4	3	2	1
科學的社會意義						
31	我認為科學對於日常生活是非常有意義的	5	4	3	2	1
32	我認為科學對於解決日常生活上的問題是很用的	5	4	3	2	1
33	我認為科學發明對於改善我們的生活水準是很有幫助的	5	4	3	2	1
34	我認為政府應該多花一些錢在科學的研究，去探索自然及宇宙未知的事物及現象	5	4	3	2	1
對科學的職業興趣						
35	我會認真考慮在離開學校後當一位科學家	5	4	3	2	1

36	我認為高科技工業在未來的二十年，可以提供許多新的就業機會	5	4	3	2	1
37	我認為未來大部分的工作將需要科學知識	5	4	3	2	1
38	我認為科學可以當作一終生職業	5	4	3	2	1
對科學探索的興趣						
39	我認為科學是一個快樂的學校學習主題	5	4	3	2	1
40	學習科學知識令我感到愉悅	5	4	3	2	1
41	我認為在學校教授的科學知識是令人感興趣的	5	4	3	2	1
42	我認為科學科目是很容易從日常生活學習的科目	5	4	3	2	1