

第一章 緒論

準工程課程(pre-engineering program)係指在大學預備學校(preparatory school)或中小學正規教育系統中提供學生學習工程基本原理等概念知識的課程或活動，屬於探索性的(exploratory)、預備性的(preparatory)性質，做為銜接大學工程或工程科技教育的準備課程，而非專業性或職業性的課程，因此 pre-engineering 在教育上稱為準工程或工程預科。本章主要在敘述本研究發展的研究背景與動機、研究目的、研究問題與假設、名詞界定與研究限制等。

第一節 研究背景與動機

以下擬就科技與工程教育的關係、美國推動高中準工程教育的成效、我國高中科技教育課程改革、高中學生職涯抉擇之需求與我國工程與科技教育發展需求等背景，說明本研究之動機。

壹、美國推動高中準工程教育的績效顯著

過去二十年來美國政府及學術界發現，美國的工程教育面臨兩項問題：大學工程與工程科技系學生的流失率(attrition rates)高、女性及少數族群從事工程職類或就學工程與工程科技系的人數，相對於其在全國人口的比例上明顯偏低，代表性不足。上述結果已造成美國工程及工程科技人才的供需不平衡，大學畢業人數不能滿足企業需求，人才短缺的現象嚴重。許多學者指出這將影響美國的經濟與科技在世界工業國家中的競爭力與領導地位(Scarcella, 2004; Douglas, Iversen & Kalyandurg, 2004; Blais & Adelson, 1998)，而且學生流失率高，也浪費教育的資源與學生的時間。造成美國大學工程及工程科技系學生高流失率的原因眾多，但高中階段的準備教育不足，乃是其中的主要

因素之一(Shuman, et al, 2004 ; Shirley, 2004 ; University of Nevada, Reno, 2004 ; Scarcella , 2004)。

為解決上述問題，美國許多學者研究證明，在中小學階段(K-12)的課程中融入工程概念，或提供準工程課程(pre-engineering program)，讓學生在早期的教育中認識工程及科技發展的相關知識，有助於學生在決定生涯進路時，瞭解自己是否適合在工程或工程科技領域學習及就業，以作正確的選擇。此外，強調與生活週遭的科技或工程實務結合，以及動手做(hands on)的準工程課程也能吸引更多的學生選擇升學大學工程或工程科技系，解決大學教育與產業間供需失衡的問題。並且因為有高中階段的準備教育而能夠在大學順利的學習，成功的通過大學教育(Douglas, Iversen & Kalyandurg, 2004 ; Blais, 2004)，有效降低工程與科技系學生大量流失的問題。

準工程教育透過專業的組織和計畫，例如全國性的組織工程進路引導計畫(Project Lead the Way ,PLTW)、美國工程教育學會(American Society for Engineering Education, ASEE)、美國南部地區教育委員會(Southern Regional Educational Board, SREB)的 High Schools That Work(HSTW)、以及各大學院校等合作推動，結盟的對象包含高中、社區學院、大學、州政府教育部門、民間企業及研究機構等。辦理的方式主要是由經過訓練的高中教師，直接在高中開設準工程課程，或和其他學科統整的課程，教授學生工程概念。也有大學院校以推廣教育(outreach program)方式，以中小學學生為對象，採短期密集式的介紹工程概念，或者採校園巡迴方式，定時定點在鄰近學校，安排工程教育展示與講習。無論是正式課程或短期的推廣教育活動，準工程教育已成功的在美國中小學校實施，而且績效顯著。

PLTW 乃是美國全國性的準工程教育計畫，科技教育學者

Richard Blais 自 1980 年代起在紐約州北部校區開始推動準工程教育，截至 2004 年全美參與該計畫已遍及 42 州與哥倫比亞行政特區。經統計 2003 年曾選讀 PLTW 課程的高中畢業生，86% 升讀大學或社區學院的工程或工程科技系，其中 75% 的學生仍繼續就讀第二年以後的課程。若與美國大學工程或工程科技系大一學生平均流失率超過 50% 的現象比較，高中時曾選讀 PLTW 的學生，大一的流失率，比許多大學或學院工程與工程科技系學生的平均流失率減少 50% 以上。PLTW 2005 年的目標：選修 PLTW 準工程課程的高中畢業生能 100% 升學四年制或二年制的大學工程系或工程科技系，其中 90% 能通過第一年課程，75% 能順利畢業。另外，參與 PLTW 準工程課程的女性比例，能夠比全國大學工程與科技系女性學生的平均比例高出一成。至於少數族群的就學比例也預期達到相當於全國的人口平均比例。

他山之石，可以攻錯，美國積極推動工程與科技教育的紮根工作，以及其推動準工程教育的成效，值得我國參考借鏡。我國工程與科技教育發展，和美國極為近似，本研究乃期望在我國推動實施準工程教育，幫助學生做好高中階段的教育準備工作，進而在大學階段能順利學習。然而我國高中之準工程教育，是否也能獲致與美國相同的成效？有必要進行教學實驗探究其成效，乃本研究的動機之一。

貳、我國工程與科技教育有發展準工程教育的需求

我國大學學生流失的比率遠低於美國大學，然而根據台灣大學 (2003) 統計，2002 年工學院大一學生有 12.81% 申請轉系，比例高於全校平均值 12.28%。以電機、資訊系為主的電資學院，2003 年申請轉出的比例更高達 16.54% (台灣大學，2004)。另外，我國同樣存在女性就讀工程或工程科技系比例不高的現象，根據教育部 (2005) 統計，93 學年度就讀大學工程學類總學生數為 225,305 人，其中女性學生 27,591

人，僅佔 12.25%。但同學年度大學女生佔全部大學生人數的比例為 48.50%。顯然，工程教育發展所面臨的問題，仍值得審慎探討並未雨籌謀。

再者，以科技教育為主的技專院校，因為招生不足的問題，教育品質受到社會各界的關注與質疑。近年來技專校院因大量升格改制，在學學生人數不斷攀升，教育部乃透過總量管制與教育評鑑措施，管控技專校院招生人數，而且在少子化的影響下，許多私立技專校院雖然經過二次招生，仍然無法填補不足的缺額。私立學校辦學經費的主要來源為學生學雜費收入，在招生不足，經費收支短拙的情形下勉強辦學，教育品質將難以兼顧。因此，有效擴大學生來源，吸引學生升學技專校院，不僅可促進科技教育的發展，亦可提升其教育品質。

工程與科技教育對於國家的經濟與科技發展至為重要，加強國民工程與科技教育，培養適應經濟社會變遷與科技快速發展的科技素養能力，以因應二十一世紀知識經濟的挑戰，並增強國家經濟競爭力，乃是世界各國政府及學者一致的共識(ITEA,1996；Clinton, 1997；NAE,2001)。工程與科技教育成功與否，除了大專院校的課程與教學外，大量且質優的學生願意投入工程領域學習，亦是成功的主要關鍵因素。基於我國工程教育與科技教育發展的需求，本研究也期望我國高中能透過準工程教育，激發學生學習工程與科技的興趣，吸引學生升學工程或工程科系，此乃本研究動機之二。

參、技與工程教育的關係愈來愈密切

美國的科技教育與工程教育近年來的發展，其合作關係有越來越密切的趨勢。美國國際科技教育學會(International Technology Education Association, ITEA)執行長 Dr. Kendall N. Starkweather (2004)表示，美國過去十年來的發展趨勢，工程與科技教育的關係越

來越密切，這種強烈的夥伴關係應該還只是一個開始。

美國許多工程與科技教育的專業團體，有良好的合作與交流的經驗。例如國際科技教育學會(ITEA)在 2000 年所發表科技素養標準(Standards for technological literacy, STL)，在審查階段與美國工程學會(National Academy of Engineering, NAE)建立了良好的合作經驗，這樣的合作關係仍密切維持。此外，美國電機與電子工程師協會(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)、美國機械工程師學會(American Society of Mechanical Engineers, ASME)、汽車工程師學會(Society of Automotive Engineers, SAE)等不同的專業團體也經常利用工作坊、研討會，以及參與國際科技教育學會(ITEA)舉辦的年度會議，研討彼此合作的關係或計畫。例如國際科技教育學會(ITEA) 2001 年在美國亞特蘭大(Atlanta)舉辦第 63 屆的年度會議，會議中與工程相關的論文如下所示(林坤誼，2001)：

- 一、準工程課程為基準的標準—模式。
- 二、工程師與教育家：實現ITEA 的標準。
- 三、與工業界成為伙伴：學生的設計與工程(K-5)。
- 四、準工程教育與大學的支援。
- 五、在小學與中學的工程設計。
- 六、將工程加入設計與問題解決活動中。
- 七、工程教育結合真實的NASA 任務。

2005 年在美國密蘇里州堪薩斯市(Kansas City)舉行的第 67 屆年度會議，會議主題為「預備下個世代的科技素養」(Preparing the Next Generation for Technological Literacy)，研討的子題有四項，分別是：預期我們未來的科技世界；具備科技素養的益處；培育設計與科技的智能；學習社群的重要性。論文發表的焦點主要集中在工程

(Engineering)、準工程(Pre- Engineering)、科技素養(Technological Literacy)、標準(Standard)、設計 (Design)、創造力 (Creativity)及 Innovation(創新)、科技 (Technology)、學習社群(Learning Communities)、評量(Assessment)、性別(Gender)、生物科技 (Biotechnology)等，會議中發表的工程與準工程相關的論文有：

- 一、有關科技與工程設計之研究。
- 二、我們所不知道的工程設計活動。
- 三、CCSU的科技教育修訂：工程設計核心。
- 四、K-12工程教育改革的前鋒—麻州。
- 五、學童的工程教育與溝通藝術的整合。
- 六、從逆向工程與發現的方式來學習。
- 七、工程科系主任對科技素養的評等。
- 八、科技教師有足夠的訓練能教工程嗎？
- 九、將工程概念注入科技教育中。
- 十、為科技教育開發專屬的工程設計。
- 十一、UCONN 伽利略計畫：未來的準工程。
- 十二、準工程與科技教育—有如雙螺旋分子結構。

2006ICTE 會議中也有數篇工程與準工程的論文發表：

- 一、立基於科技素養標準(STL)的K-12工程教育模式。
- 二、銜接中學與大學課程的科技教育發展。
- 三、工程設計能力評鑑指標之研究
- 四、轉成工程的趨勢：美國科技教育課程的變革。
- 五、台灣的準工程課程，提供從高中科技教育與大學工程教育間無縫的銜接。

李隆盛等以 48 位 2005 年大學工程系主任為對象，進行「工程學

系主任對高中生活科技課程的看法」問卷調查，獲得的結論中有兩項提及工程與科技密切相關的議題：「工程趨向是科技課程改革的方向之一，科技和工程人員須有更多的溝通與合作；高中新生活科技課程綱要中科技素養的目標與主題對升讀大學工程教育十分重要」，此外，更進一步強調，生活科技工程取向已是世界潮流，生活科技為中小學階段引導學生工程概念的最佳學科(李隆盛、林坤誼和莊善媛，2006)。

顯然，工程與科技教育的結合、中小學階段準工程教育等議題，已是工程與科技教育學界熱烈討論的議題。Starkweather 更進一步指出，上述的發展取向，已讓這些專業團體意識到，「科技教師乃是中小學階段傳遞工程知識的最佳途徑之一」(Starkweather, 2004, p6)。

工程與科技教育的關係不僅建立在團體組織之間的合作，或研討會討論的議題上。科技教育過去從手工訓練、手工藝、工藝、工業科技、科技教育的發展過程，課程的內涵一直與工程教育保持著密切的關係。例如我國教育部在民國 51 年公布的工藝課程目標，強調基本工業知識及技能的傳授。目的在透過工藝課程的教授使學生認識工業、欣賞工業，作為將來擇業的準備。其後，民國 61 年及 72 年公布的工藝課程，同樣也都強調要提供工業科技試探機會，培養工業科技知識與工業技能，以為工業生活及將來研習各種學科之基礎。到了民國 84 年公布的課程標準，引進美國科技教育發展理念，將工藝改名為生活科技，課程內涵規劃為以科技與生活、資訊與傳播、營建與製造、能源與運輸等為主題，強調培養學生正確的科技觀念和態度，並啟發對科技研究的興趣與進一步研習科技的能力。以上說明了一項事實，就是生活科技乃是奠定工程與科技繼續進修與研究的基礎教育。在生活科技課程中融入工程知識與概念，發展準工程教學活動，乃是延續過去科技教育的發展，也是符合國際工程與科技教育的潮流趨勢。此為

本研究動機之三。

肆、綜合高中學生有學習準工程的需求

我國學生在高中學習階段必須至少經歷二次生涯決定。以普通高中學生而言，高一下學期必須決定升上高二後就讀社會組或自然組，高三畢業進入大學之前又必須決定未來就讀的科系與學校。就綜合高中學生而言，綜合高中之課程設計原則為：高一統整、試探，高二試探、分化，高三分化、專精，大多數綜合高中學生在高一下學期必須決定二年級就讀自然學程、社會學程或專門學程。與高中學生相同，在三年級畢業進入大學前，必須決定未來就讀的科系與學校。選擇專門學程的學生，還必須決定就讀的專門類別。另外，選擇學術(自然或社會)學程學生，只要修滿專門學程的核心科目 26 學分，及相同專門學程選修科目，合計 40 學分以上，就可加註為主修學程，畢業後除參加大學入學測驗外，還可以參加四技二專入學測驗。因此，綜合高中二年級或三年級學生，必須決定是否成為雙主修學生。

從教育多元化的角度言，高中學生確實擁有多元的選擇機會，然而我們的教育制度，是否提供了學生充分的探索與試探的機會？我們的高中學生是否也有能力蒐集必要的資訊，為將來的職涯選擇做準備？行政院青年輔導委員會(1995)調查青少年生活現況的報告指出，對未來前途感到擔心的青少年占 64%，其中有三項最主要擔心的問題，包括：「成績不好，考不上學校」、「不知道如何規劃自己的前途」、「不知道如何尋找工作」。高中生認為最需要的訊息與協助，以「瞭解自己的興趣、能力」最高，占 41%。康素蓉(2002)針對綜合高中學生所做調查，學生最感困擾的問題前五名依序為：畢業後怕考不上理想的學校、學業成績不理想、畢業後怕找不到工作、缺乏自信、不知如何有效率的讀書，而且認為最需要的輔導為「生涯規劃」、「學習輔導」、「情緒

管理」。中華民國推廣教育協會(1997)調查大台北地區 25 所公私立高級中學 800 位高中學生，發現有 57%的學生不確定未來欲就讀的大學(學院)，非常確定者僅占 4.8%，顯然我國高中學生面對大學科系選擇時充滿不確定感。

此外，我國學制缺乏彈性，以目前大學申請入學與甄選入學簡章規定，學生入學後不得轉系，否則必須降級轉系。即使一般考試分發學生入學後，不得申請轉入高分的學系，就算讀完一學期或一年後申請轉系，不僅成績要符合要求，還必須通過層層的關卡審核或轉學考試。因此，學生在對自身興趣、能力認識不足，又缺乏科系知識的情形下，必須在眾多的校系中選擇，做職涯決定，對學生而言確實是沉重的負擔(王玉珍，1998)。

研究者目前在所服務的學校擔任綜合高中生活科技教師，每當問及學生對未來升學與職涯發展時，大多數的學生總反映出不確定的眼神，在面對高一下學期必須選擇升學學程時，學生們表示主要會依照父母的要求或參考好朋友的建議做選擇，對於是否瞭解自己的興趣、能力、甚至對未來升學的系科以及該職類真實的工作情境的瞭解，則未有深入考慮。高中學生如果在職涯試探或準備教育不足的情況下升學大學院校，升學後發現興趣不對或能力不足時，轉學轉系又必須面對的重重限制，不僅耽誤學生的學習，造成教育資源浪費，也會影響我國教育的發展，進而衝擊國家整體競爭力。

高中準工程課程實施的主要目的，乃在提供學生工程與科技領域職涯試探機會，同時作為學生學習工程或科技的準備教育，讓學生瞭解自身的能力與興趣是否適合在工程或科技領域學習與發展，在升學選擇時做出正確的決定。基於學生有選擇升學學程與未來職涯的需求，本研究擬發展高中準工程教學活動，以期在正式的教育中教授工

程與科技的學科知識，提供學生試探與準備的機會，此為本研究動機之四。此外，本研究發展的準工程教學活動，是否能達到上述目的？實施的成效如何？本研究擬做必要之探討。

伍、高中生活科技新課程已含容準工程教育的精神

美國國際科技教育學會(ITEA)2000年發布全國性的中小學科技教育內容標準(又稱為科技素養標準)(Standards for Technology Education)，在20項標準中之一是要「使學生能夠瞭解工程設計」。紐約州的科技標準中，也是將工程設計列為七大學習要項之一。由此可見，美國的科技教育課程已含容了工程教育。我國與美國的教育發展有著極高的依存關係，科技教育的發展亦然。為因應國民中小學九年一貫課程實施，教育部正積極修訂後期中等教育課程，在已公布的高中課程暫行綱要，生活科技科目必修2學分，另規劃選修課程「工程與科技」、「科技與社會」二科共4學分。工程與科技的學習內涵如表1-1所示，透過設計、實作與專題製作等活動，培養學生解決問題與創新設計的能力，建立學生正確的科技觀念和態度，啟發從事科技、工程與社會相關研究的興趣。據此可知，高中新課程已含容準工程教育的概念。

表 1-1 高中生活科技科目「工程與科技」選修課程學習內涵

主題	主要內容	說明
一、科技、工程與生活	1. 工程學概論	1-1 探討工程學的意義與歷史發展。
	2. 工程學的範疇	2-1 探討工程學的範圍及基本應用。
	3. 工程在科技社會的角色	3-1 探討在科技社會中，工程對生活帶來的影響與衝擊。
	4. 科技、工程與人的關係	4-1 探討以人為主體而開發的科技與工程技術，及其對人類的影響。
二、科技與科學	1. 科技與工程原理	1-1 探討工程所需之科學原理及科技知識。
	2. 科學與工程的關係	2-1 瞭解工程設計上所應用的科學原理。
	3. 科技與工程的關係	3-1 探討科技概念於工程上的實施與應用。
三、創意與設計	1. 創意思考	1-1 能夠於日常生活中察覺問題、思考如何解決問題，並能進一步提出多種解決方案，以及選擇最佳的解決方案，以達到設計創新之目的。
	2. 發明與創新	2-1 能夠利用文字、圖表、工程圖、電腦繪圖或其他方式，清楚的表達創意與構想，並且能實際安排完整的設計程序。
	3. 設計規劃與實作	3-1 能夠按照所規劃之設計程序，將創意與構想以實作呈現。

資料來源：教育部，2004a

此外，教育部近年來所推動的後期中等教育課程改革，還有一項特色，就是在高中、高職、綜合高中、五專前三年等後期中等學校，訂定共同核心課程，以培育共同的基本能力。已公布的後期中等教育共同核心課程中，生活科技與家政、「相關科目」（包含計算機概論、生涯規劃、法律與生活及環境科學概論等）同列為部訂三選二必修科目。因此 95 學年度以後，除高中外，後期中等學校都可能有生活科技課程，本研究研擬的準工程教學活動，可以提供生活科技教師參考作為學生工程與工程科技職涯探索的教材。

教育部（2004a）在高中新課程頒布時指出，高中課程修訂除因應九年一貫課程變革外，必須兼顧大學教育追求卓越趨勢，以及世界各

國積極培育人才的潮流，因此高中課程發展應與國中、大學相互聯結。在我國高中生活科技課程中發展準工程教學活動，不僅符合國際工程教育的發展趨勢，更能滿足大學教育追求卓越、高中與大學課程相互聯結的課程改革目標。所發展的準工程教學活動，也可以進階發展為選修課程，提供各校發展學校本位(school based)課程，選列為校訂科目供學生選修。因此，本研究所發展高中準工程教學活動，乃是與教育部訂頒的後期中等教育課程與學校本位課程發展的政策結合，本研究所實施之準工程教學實驗，也可作為實施準工程教育的先導性研究，其實驗結果提供後期中等學校及教師發展課程或教學活動之參考，此為研究動機之五。

第二節 研究目的

工程教育乃是規劃在大學與研究所階段實施，過去中小學階段並沒有準工程的課程規劃，學生必須等到進入大專院校以後，才有機會接觸有關工程方面的知識(李隆盛，1998)。美國國科會工程部助理主任 John Brighton 在工程教育學會(ASEE)2004 年主辦的中小學(K-12)工程推廣教育領導人員工作坊中提到：「沒有人應該要一直等到高中畢業以後才去探索工程知識，早期對工程的探索將可幫助高中學生在課程選擇上作最佳的決定」(引自 Douglas, Iversen & Kalyandurg, 2004, p4)。

國立台灣師範大學科技學院(2004)舉辦「科技與工程素養教育研討會」，研討會的目的強調，美國中小學的科技素養教育愈來愈和工程素養教育關聯與合作，我國中小學科技素養教育也應就此一發展趨勢研討課程改革方向。李隆盛(2001a)也呼籲，科技教育要「多和工程交流與合作」，建議中小學生活科技教育人員和專業學會，有必要參考美

國的做法，多和工程人員與學會溝通、交流與合作，建立起互濟共榮的夥伴關係。

再者，從學生職涯發展的觀點，李隆盛(2001b)認為生活科技教育人員在設計課程時，至少應做到四要：促進學習、確保安全與衛生、不負期望、協助發展，其中協助發展係指生活科技課程要能協助學生在生活、職涯與進修方面的發展。因此，生活科技教師也可透過工程與工程科技相關課程或活動，提供更多工程與工程科技升學與工作世界的資訊，讓學生在升學與就業的職涯選擇階段，能夠在充分的了解後作出正確的抉擇。

基於此，研究者為綜合高中生活科技教師，配合教育部的高中課程改革政策，發展高中生活科技與工程統整之準工程教學活動，再試行教學，以期在學生選擇學程前，提供學生工程與科技試探的機會，協助學生瞭解大學工程與科技領域的學習內涵與工作發展，進而在工程與科技領域的學程選擇上作出正確的決定。綜合以上敘述，本研究之具體目的為：

- 一、探討準工程教學活動是否能吸引綜合高中學生選擇升學工程與科技學程。
- 二、探討準工程教學活動是否能激發綜合高中學生在工程與科技領域的興趣。
- 三、探討準工程教學活動是否能協助綜合高中學生進行工程與科技領域的職涯探索。

第三節 待答問題與研究假設

高中準工程課程，主要在提供學生職涯試探與作為將來升讀大學工程或科技系之準備，透過準工程課程之發展與實施，將工程教育向

下紮根，降低學生因高中階段的試探不足，在升讀大學工程科系後才發現志趣不合而轉系或流失的比率。其次，期望藉由高中準工程教學活動，吸引更多素質優秀的學生選讀大學工程或科技系，進而提昇大學工程教育的品質。

根據上述研究動機與研究目的，本研究主要的目的乃在發展高中生活科技與工程統整之準工程教學活動，並透過準工程教學實驗，瞭解本研究研擬之準工程教學活動對綜合高中學生在工程與科技學程選擇的影響。因此，本研究之待答問題如下：

一、本研究研擬之準工程教學活動是否會影響綜合高中學生選擇工程與科技學程？

(一)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，選擇升學工程與科技學程的百分比是否有相關？

(二)綜合高中女生有無接受準工程教學活動，選擇升學工程與科技學程的百分比是否有相關？

二、準工程教學活動是否能激發學生在工程與科技領域的興趣？

(一)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)或實用型(R)與研究型(I)的得分平均數是否有差異？

(二)綜合高中女生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)或實用型(R)與研究型(I)的得分平均數是否有差異？

三、準工程教學活動是否能協助學生進行工程與科技領域的職涯探索？

(一)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，能夠確認自己對於工程與科技領域學習興趣的百分比是否有相關？

(二)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，能夠清楚自己對於工程與科技領域學習能力的百分比是否有相關？

(三)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解工程與科技領域學習內涵的百分比是否有相關？

(四)綜合高中學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解工程與科技領域工作環境的百分比是否有相關？

根據以上之待答問題，茲以虛無假設說明本研究之研究假設：

一、綜合高中學生有無接受準工程教學活動，在工程與科技學程的選擇結果沒有差異。

(一)控制組有前測與無前測兩個班在後測學程選擇的結果沒有差異。

(二)實驗組有前測與無前測兩個班在後測學程選擇的結果沒有差異。

(三)控制組與實驗組在後測的學程選擇結果沒有差異。

(四)控制組學生前測與後測學程選擇結果沒有差異。

(五)實驗組學生前測與後測學程選擇結果沒有差異。

二、綜合高中女生有無接受準工程教學活動，在工程與科技學程的選擇結果沒有差異。

(一)控制組有前測與無前測的女生在後測學程選擇的結果沒有差異。

(二)實驗組有前測與無前測的女生在後測學程選擇的結果沒有差異。

(三)控制組與實驗組的女生在後測的學程選擇結果沒有差異。

(四)控制組女生前測與後測學程選擇結果沒有差異。

(五)實驗組女生前測與後測學程選擇結果沒有差異。

三、綜合高中學生有無接受準工程教學活動，對工程與科技的學習興趣沒有差異。

(一)學生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)的得分平均數沒有差異。

(二)學生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)與研究型(I)的得分平均數沒有差異。

四、綜合高中女生有無接受準工程教學活動，對工程與科技的學習興趣沒有差異。

(一)女生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)的得分平均數沒有差異。

(二)女生有無接受準工程教學活動，在興趣量表實用型(R)與研究型(I)的得分平均數沒有差異。

五、綜合高中學生有無接受準工程教學活動，對於工程與科技領域的職涯探索沒有差異。

(一)學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解自己對於工程與科技領域學習興趣的百分比沒有差異。

(二)學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解自己對於工程與科技領域學習能力的百分比沒有差異。

(三)學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解工程與科技領域學習內涵的百分比沒有差異。

(四)學生有無接受準工程教學活動，能夠瞭解工程與科技領域工作環境的百分比沒有差異。

第四節 研究方法與步驟

綜合以上背景與動機、以及研究目的之敘述，本研究之構想可以圖 1-1 表示。

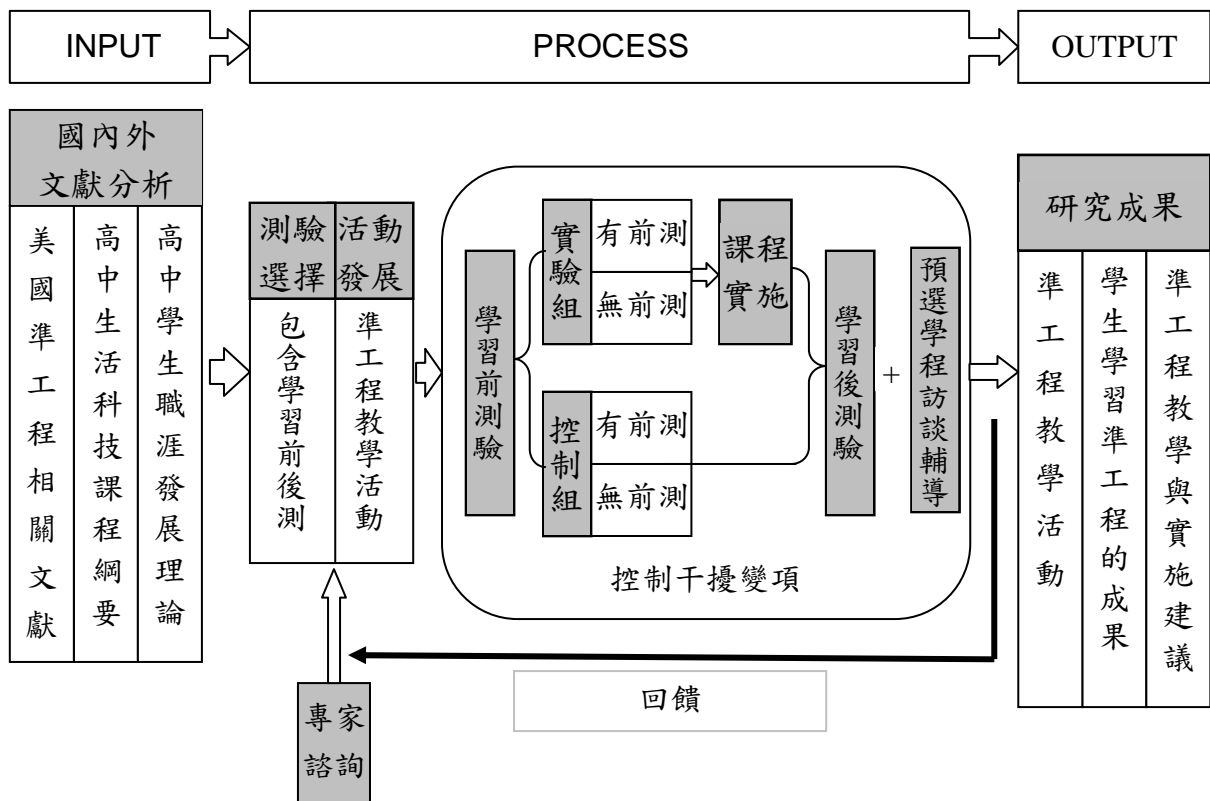


圖 1-1 研究構想

根據圖 1-1 之構想，本研究採用的研究方法與步驟說明如後：

壹、研究方法

為達成研究目的及考驗研究假設，本研究方法採用文獻分析法、專家諮詢、實驗研究法、調查法、訪談法等五種，採用這些方法的理由茲分別說明如後：

- 一、文獻分析：文獻分析是主要的收集資料方式之一，本研究先行分析美國已規劃完成的高中準工程課程及其目標、國際科技教

育學會(ITEA)發表之高中階段科技素養標準、美國工程教育學會(ASEE)發展之中小學工程教育標準等國外文獻資料，再參考我國高中、綜合高中等後期中等教育之生活科技能力指標，以及課程綱要，參照其發展模式，作為本研究準工程教學活動的發展依據。其次，綜合高中學生的升學與職涯輔導，乃是本研究探討準工程學習對學生工程與科技領域學程選擇的重要過程，本研究乃透過文獻探討，蒐集與分析高中階段學生職涯發展的基礎理論、辦理綜合高中學校之學程輔導措施、使用的輔導工具等，作為選擇測驗工具之參考依據。

二、專家諮詢：係針對本研究發展的準工程教學活動及測驗工具諮詢專家學者意見，並提供建議。本研究所發展之準工程教學活動，主要是參考美國工程進路引導計畫(PLTW)進行研擬，研擬過程中、教學實驗實施前、實驗結束後均不斷向工程與科技教育之學者諮詢。自2004年9月起至2006年5月止，已諮詢國內外工程教育與科技教育領域學者專家共8位，學者專家名單如附錄二。諮詢內容包含準工程課程大綱、教學活動等內容的適切性、可行性、正確性、完整性、其他等，以使教學活動更臻完善。其次，對於學生學程選擇與測驗工具選擇問題，也在教學實驗過程中，與輔導教師、綜合高中課務組長、教育測驗專家等共四位討論與徵詢意見。

三、實驗研究：為考驗本研究之研究假設——準工程教學活動是否達到研究目的所述，提供學生工程與工程科技領域之職涯試探機會，激發學生學習興趣，以及吸引學生選擇工程與科技學程。因此本研究在研擬完成準工程教學活動後，進行一學期的教學實驗，自94年9月至95年1月止(94學年度第一學期)，以

研究者服務之臺北市立南港高工綜合高中一年級學生為對象，利用生活科技科目教授準工程課程。實驗設計則是採用所羅門四相等組實驗設計。

四、調查法：為瞭解學生學習準工程活動前後，以及實驗組與控制組間的差異情形，本研究以大學入學考試中心(1994年)所發展的「興趣量表」，探討學生對於工程與科技領域學習興趣的變化情形。首先在學校開學後第二週，在實驗組與控制組中分別選出一班，利用生活科技及計算機概論時間進行「興趣量表」前測。隨後在94年12月至95年1月期間，也就是在實驗課程結束後，分別對實驗組與控制組全體學生進行「興趣量表」後測。

五、訪談法：主要是透過直接訪談方式，與學生面對面溝通問題內容，讓學生一方面填答訪談題目的內容，一方面回答老師或同學的問題。訪談法係配合學校學程選擇作業，安排於95年4月21日下午舉辦，自12時40分開始至14時結束，歷時80分鐘。計有包含實驗組與控制組合計103位學生參與，未參與學生係請假或參與其他活動而缺席。學生依照自己的意願分為自然學程、社會學程與專門學程三類，分別由三位教師進行輔導訪談。學程選擇訪談進行方式及輔導內容如附錄三所示。

貳、研究流程

本研究之實施步驟條列如下：

- 一、確定研究問題
- 二、撰寫研究計畫
- 三、研究計畫審查
- 四、修訂研究計畫

- 五、相關文獻分析
- 六、研擬準工程教學活動內容
- 七、選擇前後測問卷工具
- 八、專家諮詢準工程教學活動與工具
- 九、修訂教學活動內容
- 十、確定研究對象
- 十一、隨機分組與隨機分派
- 十二、進行學習前問卷前測
- 十三、實施準工程教學
- 十四、進行學習後問卷後測
- 十五、對研究對象實施輔導訪談
- 十六、資料統計與分析
- 十七、調整教學活動內容
- 十八、撰寫論文
- 十九、論文審查
- 二十、修訂論文
- 二十一、完成論文

本研究之流程，如圖 1-2 所示。

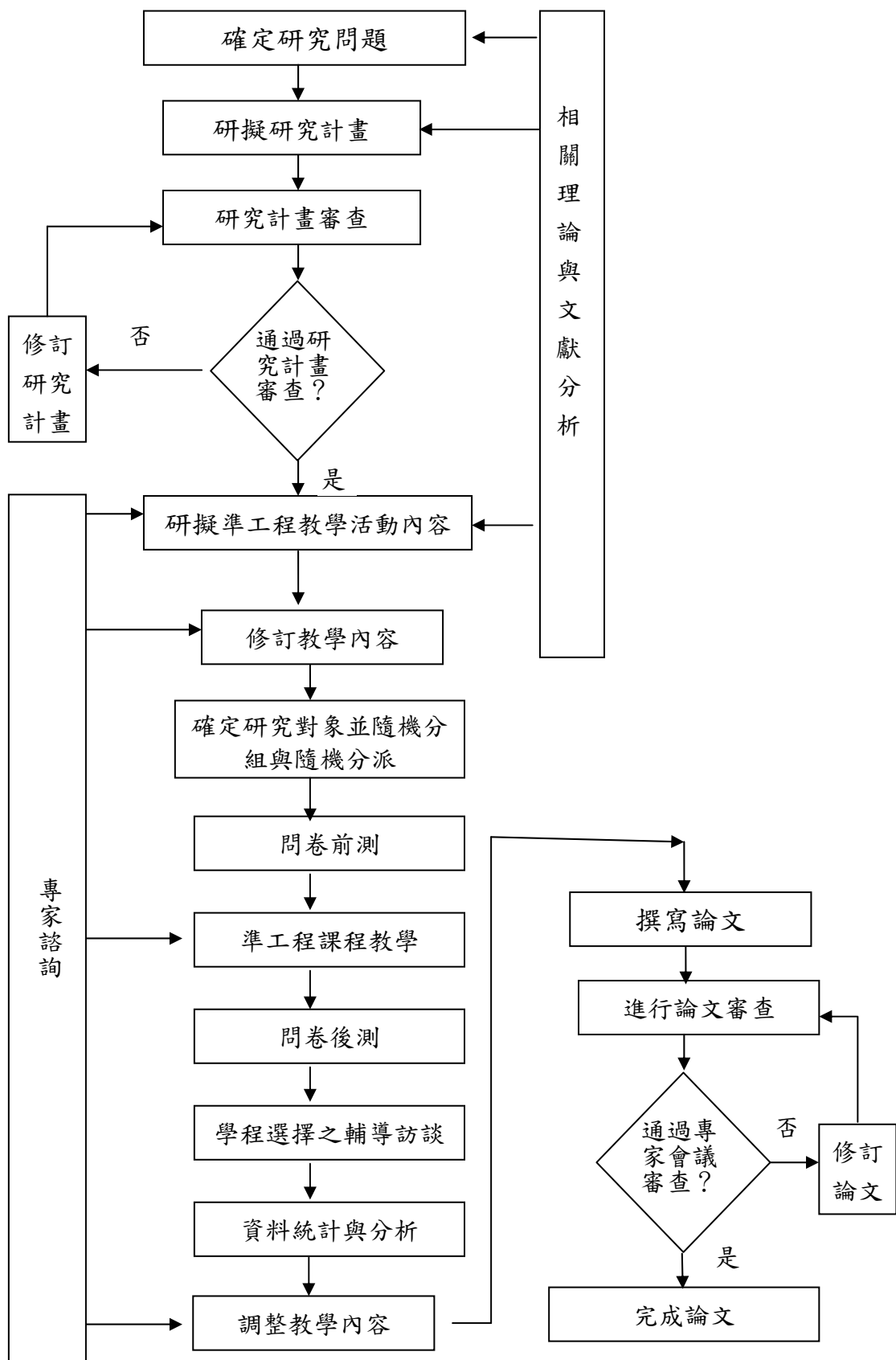


圖 1-2 研究流程

第五節 研究範圍與限制

本研究因受限於研究時間、人力與經費等限制，研究之範圍與限制擬訂如後：

一、課程內涵

本研究發展之高中準工程教學活動，係以教育部於 93 年 8 月公布之後期中等教育共同核心課程生活科技科目為基礎。根據後期中等教育共同核心課程生活科技科目課程指引，生活科技為一學期 2 學分，課程大綱包含有：(一)科技的本質、(二)科技、科學與環境、(三)科技世界、(四)創意設計與製作等四個主題。本研究以此內涵為範圍，再參考高中生活科技「工程與科技」選修課程教學綱要、美國中小學校準工程課程內涵等，統整生活科技與工程概念為準工程教學活動，以生活科技部訂必修 2 學分共 36 節為範疇。然而，美國高中準工程教育係發展成一系列的課程，包含六門課程分散在四年教授，本研究則受限於人力與時間因素，只能依據研究者本身的專長領域、能獲得的設備資源，發展工程與科技的部分單元學活動，而無法完整的涵蓋全部的工程與科技，此為本研究課程內涵的限制。

二、課程方案

本研究定位為我國準工程教育的先導性研究(pilot study)，研究的成果可作為推動準工程教育之參考。嚴格而言，本研究僅發展了一部分的準工程教學活動，對於相關的配套措施則幾乎闕如。美國工程進路引導計畫(PLTW)推出的準工程教育課程方案，包含一系列的課程、師資專業成長計畫、大學工程與科技教育專家參與課程發展與教學、教育行政主管與學校的支持、可資運用的教材及媒

體、設備設施規劃等，乃是完整的課程方案。然而，我國的準工程教育的理念仍需要更多溝通，工程與科技教育合作仍待加強，本研究限於時間與人力，無法進行完整的課程方案規劃。

三、研究對象

為能提高教學實驗的可行性，本研究乃選擇以臺北市立南港高工 94 學年度綜合高中一年級學生為研究對象，進行準工程教學實驗，探討準工程學習對於綜合高中學生在工程與科技學程選擇的影響，因研究對象僅限於一所學校，無法代表全體綜合高中學生，研究結果之推論性乃受到限制。再者，高中學生同樣有生活科技課程，同樣在二年級必須分組，選擇自然組或社會組，準工程教育與綜合高中學生的需求相同。然而，準工程研究結果無法推論至高中學生，是為本研究在對象上之限制。

四、研究工具

誠如前述課程內涵之限制，本研究採用作為實驗研究教學的工具為研究者自行研擬的準工程教學活動，雖然研擬過程透過專家諮詢、專家審查、教學實施後的修正、根據評鑑標準評核等，然而工具的信效度並未經過全面性或全國性的檢驗與校正。此外，前後測採用大學入學考試中心「興趣量表」為工具，雖然台灣地區每年有半數以上高中職校採用此量表作為學生升學與就業輔導的測驗工具(陳清平，1999)，而且已建立全國高中職學生常模，但此興趣量表並非對準工程與科技職涯設計，測驗後分數的解釋必須審慎而有其限制。

第六節 名詞定義

為便於本研究進行及統計分析，茲將本研究中所涉及之重要名詞

界定如下：

一、準工程(pre-engineering)

準工程在美國依教育的對象可區分為兩種，一種是在大學或二年制社區學院實施，以大學工程科系或計畫升讀工程科系的學生為對象，提供工程基礎課程，作為轉銜專業工程課程之準備。另外一種準工程課程則是在中小學階段實施，提供工程概念性課程，協助選修此課程的學生瞭解工程原理、工程職類的現況與前景等，屬於探索性的(exploratory)、預備性的(preparatory)性質，做為銜接大學工程教育的準備課程，而非專業性或職業性的課程。本研究發展的準工程課程，乃是以後者為範疇。

二、綜合高中

綜合高中係指高級中等學校，依據其教育功能，同時設置普通科及職業類科之不同課程，以招收性向未定之國中畢業生，藉由統整、試探和分化等輔導歷程，以輔導學生自由選擇普通課程或職業課程，達成延後分化、適性發展之目標。同時強化基本學科能力與通識教育，奠定未來學生發展之能力。亦可提供性向較早確定者，兼跨學術和職業課程，加廣選修學習之機會，以培養更具通識能力之學生(吳清基，1997)。若依據教育部 91 年公佈的高級中學法，我國高級中學包含普通高中、綜合高中、實驗高中、完全中學等四種，綜合高中屬於高中學制之一。

三、工程與科技

工程(engineering)是應用科學原理來滿足人類需求的學科，工程的原理就是整合科學、數學與科技等學科的理論知識與應用實務，設計出有用的物品或方法，以解決問題。科技(technology)是人類在行動方面的創新，包含一般的知識與方法，用以發展解決

問題與伸展人類能力的系統。工程學院和技術學院的知識體分別是工程和科技，都著重轉化構想為真實。本研究所指稱之工程與科技領域，主要是以大學工程學系或科技大學及技術學院工程科技學系之學習，以及與其工作相關的職場而言。

四、學程選擇

綜合高中課程包含學術學程與專門學程，高中三年各階段的課程設計為：高一統整試探、高二試探分化、高三分化專精。有關教學規劃原則流程圖如圖 1-3 所示。學生在高一階段的統整、試探課程之後，必須選擇升學學術學程(包含社會學程與自然學程)或專門學程。以本研究對象臺北市立南港高工綜合高中學生而言，學生在高一結束前必須選擇高二繼續升讀的學程，包含：社會學程、自然學程、機械技術學程、動力機械技術學程、土木建築技術學程、電機電子技術學程等六個學程。專門學程以升學科技大學及技術學院工程科技學系為主，社會學程以升學大學文、法、商、政、哲等人文社會學系，自然學程學程則是升學大學工程或農、醫、科學等學系。配合研究目的，本研究學生的學程選擇結果，專門學程與自然學程中升學工程學系歸類為工程與科技學程，選擇社會學程者歸類為人文社會學程，選擇自然學程工程以外學系者歸類為自然科學學程。本研究學程選擇的依變項包含：自然科學學程、人文社會學程、工程與科技學程等三種。

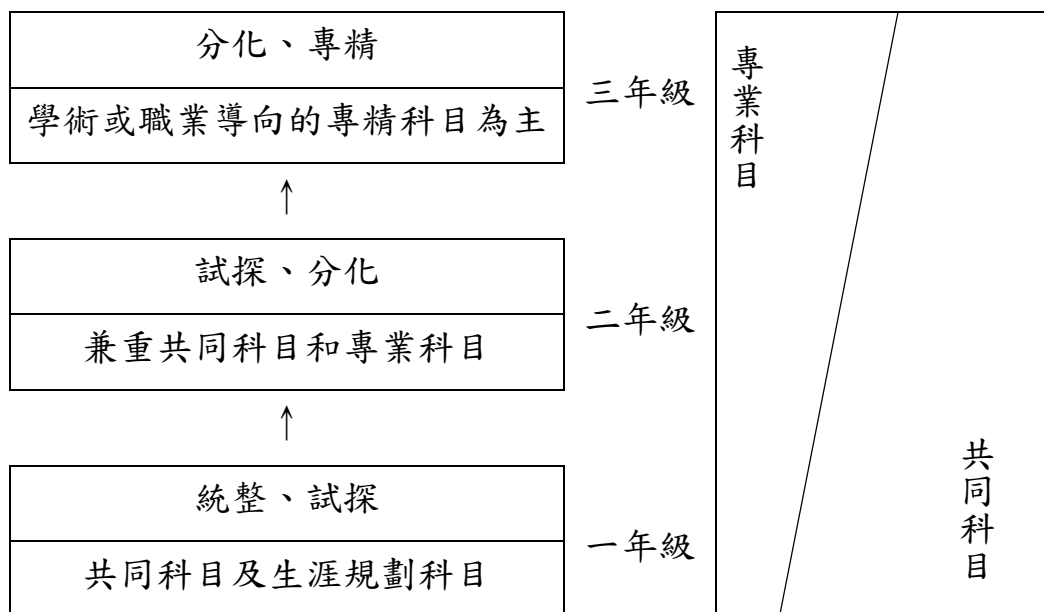


圖 1-3 教學規劃原則流程圖

資料來源：教育部，2004c

五、職涯試探

係指中學階段的學生運用各種不同的方式，在各種職涯領域中探索，以了解自己在各種職涯中的需求、興趣與能力，以及認知職涯的工作環境、工作機會等，並能根據個人的優缺點、從事不同職業的興趣與能力，發展出個人的進修計畫。也就是學生在增進自我瞭解、工作世界與教育訓練知識上，對可用資源所採取的探索活動之主動性、頻率與結果。個人在生涯發展中，對職業生涯所進行的選擇過程，包含如何蒐集、整理、分析及評估工作世界的資料，以作為未來職涯決定的參考依據。根據上述職涯探索的定義，學生對於工程與科技領域的職涯試探，至少必須要了解該領域的學習內涵與工作環境，並了解自己的興趣、能力是否喜歡或能勝任此領域的學習與工作要求。因此，本研究對於工程與科技職涯探索的定義為：學生在輔導訪談中，針對「學校所規劃與安排的科目中，那一

門學科最能幫助你瞭解自己的興趣、能力、大學學習內涵、工作環境」等問題，根據學生就其個人學習經驗與認知的填答結果，統計分析後之資料再作為判斷準工程教學活動是否有助於學生的職涯試探。

六、工程與科技領域的興趣

Holland 認為職業興趣和人格特質是相同的意義，就像交朋友一樣「情投意合」。當一個人的人格特質和某個工作環境也有同樣的感受時，就表示這個人的興趣和這個職業或環境的型態適配(引自大考中心，2004)。基於此，本研究將學生對於工程與科技領域的興趣定義為：學生在大學入學考試中心發展的「興趣量表」中，實用型(R)與研究型(I)的填答成績，本研究以此二組型成績作為實驗處理後統計分析的依據。

