

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

邁向女科學家培育之路----從國際數學與科學成就評比資料分析探索起(第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2522-S-004-001-MY2
執行期間：97年08月01日至98年07月31日
執行單位：國立政治大學教育學系

計畫主持人：余民寧

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：趙珮晴
碩士班研究生-兼任助理人員：吳佳恬
博士班研究生-兼任助理人員：許嘉家

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 98 年 07 月 27 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果完整報告

邁向女科學家培育之路----從國際數學與科學成就評比資料分析探索起 (2/2)

The way toward a female scientist--An exploratory study from the TIMSS data analysis.

計畫編號：NSC 96-2522-S-004-001-MY2

執行期限：民國 96 年 11 月 1 日至 98 年 7 月 31 日

主持人：余民寧 國立政治大學教育學系教授

研究助理：許嘉家 國立政治大學教育學系博士生

研究助理：趙珮晴、吳佳恬 國立政治大學教育學系碩士生

中文摘要

本研究計畫的目的，旨在透過 TIMSS 資料庫的二級資料分析，探究男女學生在數學和科學學習成就上的差異情形，並且找出影響其學習興趣及學習成就之因素路徑為何。最後，本研究企圖建構並驗證一套潛在的因素結構理論模型，作為詮釋部分亞洲地區國家為何特有「高成就、低興趣」的數學和科學學習現象，同時詮釋其中的性別差異涵義。研究發現，台灣兩性學生的數學和科學成就差距逐漸消弭，但是影響學業成就和未來是否選擇數學和科學作為職業意圖的因素，卻有性別差異存在。至於學生的學業成就，必須透過自我效能才能對學習興趣產生影響。最後，本研究亦根據研究結果，提出在教育實務應用與未來繼續研究上的建議。

關鍵詞：TIMSS、學習成就、學習興趣、兩性平等、結構方程式模型、社會認知生涯理論

ABSTRACT

The purpose of this study is to do the secondary analysis of TIMSS dataset for investigating the learning differences in mathematics and science achievement, and for seeking out the factors that affected mathematics and science learning interests and their impact on mathematics and science achievement. Finally, a model will be constructed and verified to interpret the phenomenon of “high achievement, low interests” existed at some eastern countries. The results will explain the sex differences in performing the mathematics and science achievement and their learning interests. According to the results, the gap between male and female students in mathematics and science achievement would narrow down gradually, and the impact factors on achievement and career-choice intentions would be different by gender and course subjects. The performance accomplishments through self-efficacy had indirect effect on learning interests. Finally, according to the findings, some suggestions for future applications and researches were proposed based on the discussion of this study.

Key words: TIMSS, learning achievement, learning interests, gender equity, structural equation modeling, social cognitive career theory

第一章 緒論

第一節 研究動機

1980 年代，台灣興起一股「新女性運動」，啟發了台灣當代的女權意識，並帶動了女性主義的思潮。民間婦運團體「婦女新知基金會」，於 1988 年進行全國教科書大體檢，即發現國中小及高中教科書在圖文的呈現上，女性出現的機會都遠低於男性，而且內容充滿了性別刻板印象及性別歧視的觀念。自此，女性的地位與能力開始重新被看待、開始受到重視。直至 1990 年代，政府推出「九年一貫課程」、「十大基本能力」的教育改革，其中，「兩性平等」教育議題亦成為融入教學的重大決策之一。黃幸美（1995）認為兩性能力的差異程度，近年來漸有縮小的趨勢，此種能力差異的轉變，顯示社會結構與教育經驗因素影響的重要性。

然而，教改十幾年過去了，台灣依舊存在「性別差異」的問題（例如：Maccoby & Jacklin 在 1974 年蒐集了約 1500 個與性別差異有關的研究，寫成一本書「性別差異心理學」（The Psychology of Sex Difference），即指出男女的差異主要是在語言能力、數學、視覺、空間能力、和攻擊性等領域（引自黃幸美，1995））。而且，根據各項統計數字顯示，教育部（2009a）在高級人力的培育上，出現男學生人數比例多於女學生人數比例的趨勢；教育部（2009b）和教育部（2009c）在科系的選擇上，仍然有男性偏理工，女性偏文法商、家事或醫護類科的趨勢；而在理工人才培育數量上，已有逐年遞降的趨勢，但仍然是男學生人數比例多於女學生人數比例的趨勢。國外學者 Williams 和 Subich(2006)也發現男性選擇實際操作和研究領域的比例確實比女性高。

因此，國內「兩性平等」理念的主張與思潮，是否逐漸彌平、消除兩性差異呢？這個議題頗值得關注，值得再度深入探討研究。一方面是檢驗教改中的「兩性平等」教育理念是否落實？另一方面，則是以更嚴謹的方法學檢驗科學學習成就是否真的還存在著性別差異現象？我們假借國際評比的客觀資料，從中檢驗他國的經驗，看看有無可供我國借鏡之處？凡此種種疑問與好奇心，均激起研究者高度濃厚的興趣與動機，想去一窺事實的究竟到底應該為何？因此才有本研究計畫的提出。本研究期待未來如果能夠鼓勵更多女性投入參與接受培育成高級人力的話，尤其是增加在數學、科學、工程學方面的高級人力之培育數量，則可能是未來有效提升國家競爭力的策略之一。

第二節 研究目的

本研究計畫的目的，旨在透過 TIMSS 資料庫的二級資料分析，探究男女學生在科學學習成就上的差異情形，並且找出學習興趣影響其學習成就之因素路徑為何，同時，亦檢定九年一貫課程推行至今（十餘年了），「兩性平等」的教育議題是否已經融入中小學教育裡，而產生效果。最後，企圖建構並驗證一套潛在的因素結構理論模型，作為詮釋部分亞洲地區國家為何特有「高成就、低興趣」的科學學習現象，同時詮釋其中的性別差異涵義，以作為我國教育政策規劃之參考。茲說明待答的研究問題如下：

- 一、1999 年到 2003 年台灣兩性學生的數學及科學成就發展趨勢為何？
 1. 從 1999 年到 2003 年，台灣八年級男女學生在 TIMSS 數學及科學學習成就的發展趨勢如何？是否存在著性別差異？
 2. 從 1999 年到 2003 年，影響台灣八年級男女學生在 TIMSS 的數學及科學學習興趣及學習成就的主要因素為何？是否有性別差異存在？
- 二、2003 年台灣八年級兩性學生的數學及科學成就，影響其未來職業選擇意圖之因素結構模型為何？是否有性別差異存在？

本研究計畫所擬進行分析的資料數據，全部取自網路上國際官方組織所公告的統計資料與報告書，每項指標數據均是已公開的訊息，資料來源的公正性、客觀性、與參考價值是無庸置疑的，這些統計資料即作為本研究擬欲進行分析的數據。本研究取得國際教育成就評比數據資料的來源為：<http://timss.bc.edu/timss2003.html>。

第二章 文獻探討

第一節 台灣兩性差異的相關研究

國內知名學者楊龍立教授（1996），曾執行過有關科學教育中性別差異的一系列問題研究，並彙整研究所得成為一本學術著作「男女學生科學興趣差異的評析」，該書中鉅細靡遺地陳述男女學生在科學興趣差異的現況：（1）科學知識方面：男生比女生興趣多，男生偏好物理方面，女生偏好生物方面；（2）對科學的態度（喜好部分）：男生比女生態度積極，男生對物理的態度積極，女生對生物的態度積極；（3）對科學課的態度（喜好部分）：男生態度比女生積極；（4）選修科學課：男生人數多於女生，男生傾向物理科目，女生傾向生物科目；（5）科學事業、生涯志向：男生較多興趣，男生傾向物質科學，女生傾向生命科學。而造成男女學生科學興趣差異的原因，則有態度、成就、學科知識、教育環境、

社會文化、家庭教養等，其背後甚至可以歸納出一個核心因素—即是「性別角色」(sex role)，也就是說，科學、科學家、科學家的人格特質、科學工作等形象，一直被認為是屬於「男性」的形象。此種「性別角色」的刻板印象，造成全國家長、老師、社會文化環境、甚至是女學生本身，都認為「科學是男性的學科」，不適合女孩子學習，是故，產生如楊龍立教授所指稱「科學教育」中的性別差異現象。

根據歷年台灣參與 TIMSS(The Trend of International Mathematics and Science Study, TIMSS)的數據顯示，1999 年八年級男生在數學和科學的成就表現確實比女生表現優異，但是在 2003 年以後，八年級女生的數學成就已經超越男性，科學成就已與男生幾乎不相上下，在在顯示過去女學生的數學和科學學習成就不如男學生的情況已逐漸消弭，如表 1 所示。由此可知，過去女學生在數學和科學學習成就不如男學生的情勢，在日漸講求兩性平等教育的台灣，女學生的學習成就表現已在改善之中。

表 1. TIMSS 1999 年與 2003 年台灣男女學生學習成就表現一覽表

年度	年級	學科	男生	女生
1999	八年級	數學	588.58	583.05
		科學	582.26	564.40
2003	八年級	數學	582.75	589.72
		科學	573.55	571.23
	四年級	數學	564.57	564.96
		科學	554.56	549.53

資料來源：修改自張秋男主編（2003）、TIMSS & PIRLS International Study Center(2001, 2005)。

根據教育部（2009a）各級學校性別資料顯示，各級學校男女學生的比例，從民國75年以後，大學以下的教育程度（高職除外），即開始有逐年趨向「兩性平等」的受教育機會均等發展趨勢，這是政府推動普及教育的結果。但在研究所以上的高級人力，雖然女學生人數比例有逐年增加的趨勢，但整體而言，女學生人數比例還是差男學生人數比例一大截，甚至，在愈高級的人力培育階段（如博士班程度），男女學生人數比率的差異程度，有愈趨懸殊的情況。再就教育部（2009b）94年高職畢業生人數依學校類別和性別分類顯示，男性高職學生傾向就讀工業類科，而女性則選擇商業、家事或醫護類科者居多；就學生科系的選擇而言，與傳統對性別成就的認知相符，亦即男學生可能的確擅長理工，男學生可能依舊被期待選擇理工科系就讀，而女學生則否。最後，以教育部（2009c）大專生各科系學生人數按科系和性別區分，發現「工程、製造及營建業」類科的男女學生人數比率，已有逐年降低的趨勢，只是女學生人數比率一直是偏低的。而與之相關的「科學」類科相比，男女學生人數比率雖然都有逐年微量增加的趨勢，但在人數比率分佈上，亦是呈現女學生人數比率大約為男學生人數比率的二分之一左右。如果這兩類科可以合併稱作「理工科技」類科的話，則近十年來，我國大專校院所培育的「理工科技」人才

數量已有逐年遞降的趨勢，其中，尤以「工程、製造及營建業」類科的人數比率逐年遞降較為明顯。這項數據顯示，教改推行十餘年後，國內培育的「理工科技」人才明顯不足，這是一項不利於國家經濟建設長遠發展的警訊，值得重視。

綜合上述，台灣近年來兩性學生在科技知覺方面，呈現男高女低的情況，亦即男性比女性在科技類科顯得積極，而且將之視為未來選課重心和職業志向，學者將這個現象視為傳統性別角色的扮演使然。但是隨著時間演進，台灣兩性學生在數學和科學學科成就已逐漸縮短差距，可是在兩性科系選擇方面，仍然脫離不了兩性差異的傳統性別角色刻板印象的現象，女性選擇科技類科的人數仍明顯低於男性，這個現象與這個現象所反映出的潛在涵義，不禁令人開始思索影響兩性職業選擇的因素為何？這項議題因此列入本研究的待答問題之一。

第二節 影響學業成就的相關研究

國外的諸多研究（Hammouri,2004; House, 2000; Wilkins, 2004）發現，諸如：態度、動機、教育期望、對能力的自信心、知覺到科學的重要性、自我概念、自我信念等個人變項，是影響科學學習成就的直接因素；如：House（2006）以TIMSS資料庫的國小學生資料為例，以多元迴歸方法分析美國和日本學生在數學自我信念和學業成就之間的關係，研究發現：不同的自我信念對數學成就會產生不一樣的結果，無論是美國或日本學生，高成就學生和在家勤奮學習呈現正向關係；而輔助學生個人投入有效學習行為的各種支持資源（support）如：學生的家庭背景，是學生個人學習成就有間接關係的影響因素（李宛真，2003；許崇憲，2002；陳江水，2002，2003；陳建州，2000；謝孟穎，2003；謝雅恆，2003；魏麗敏、黃德祥，2001）。

其次，教師及教學背景、教師教學風格信念、課室內的練習、介紹新的數學議題、家庭作業、和日常課室內活動等，都與學生的數學成就有關（侯怡如，2002；House, 2002; Lamb & Fullarton, 2002）。即使是提供學生充分進行學習的場所，亦可能是影響學生教育成就高低的因素之一，如：Valentine, Cooper, Bettencourt和Dubois (2002)的研究即發現，自我信念會影響學生參與學校的課外活動，並且會促使後者與學業成就之間有正相關存在。而Viadero(2008)運用「國際學生評量計畫」(Program for International Student Assessment, PISA) 2006年的資料分析，探討改善美國學生學業成就落後的因素，發現足以改變學生科學成績的因素如下：學生的學習時間、學校的科學活動、學校入學門檻多元化、和班級能力分組等。

綜合上述，影響學習成就的原因眾多，不外乎是個人特質、家庭背景資源、教師與學習資源、課程與教學、學校行政管理、甚至是國家的教育政策等（余民寧，2006b；余民寧、趙珮晴、許嘉家，2009）。因此，本研究計畫即擬從國際評比的資料出發，作為本研究進行二級資料分析的依據，以企圖去探索性別差異的相關問題。

第三節 影響學業興趣的相關研究

Deci 與 Ryan (1985) 提出的認知評價理論認為，外在環境會影響學生對自我能力的知覺，進而影響學習動機和成就表現，此理論特別強調學生自主性對內在動機的重要。Wigfield 和 Eccles (2000) 的期望價值理論 (expectancy-value theory) 則認為，天生氣質、社會化過程與先前經驗等因素，會影響個體的內在價值 (intrinsic value)，而內在價值就是引發個體學習事物的動力，等同於心理學常說的學習興趣，通常內在動機高者，會有較佳的成就表現，反之，則較不理想。由此可知，認知評價理論和期望價值理論均對學習興趣與學業成就保持正向樂觀的態度，如同教育界對學習興趣的看法。

Schmakel (2008) 為了探討早期青少年發展需求、教師教學設備、學習動機和學業成就間的關係，以來自美國 4 個種族多元的西部城市學校約 67 位七年級學生為分析樣本，發現維持學生興趣的教學內容包含：有效的利用課堂時間、增加學習挑戰性、分組教學法、和善用學生資源等；此外，教師要有感情的投入、尊重平等的對待；父母也要以正向態度鼓勵學生。

台灣從一開始參與 TIMSS 學業成就調查，台灣的成績在施測的國家中表現一直十分優異。2003 年八年級學生，科學成績僅次於新加坡，數學成績則僅次於新加坡、南韓和香港 (Mullis, Martin, Gonzales, & Chrostowski, 2004)；至於近期 2007 年八年級學生更是亮眼，科學成績依舊僅次於新加坡，而數學成績甚至位居第一名 (Mullis, Martin, & Foy, 2008)。由此可知，台灣學生的科學與數學成就是全世界有目共睹的，然而詭譎的是學業成就成績雖高，但是學生對學科的喜好卻沒有因此上升，這種「高成就低興趣」的現象，一反教育心理學所闡述的學習原理 (余民寧、韓珮華, 2009)。

綜合上述，學業興趣是強調學生的內在動機，也是內在價值的展現，可以影響學生的求學行為，促使學生有積極的求學表現，所以一般理論與教育界皆認為學業成就和學業興趣之間呈現正向關係，其影響因素除了學生的歸因作用，還有父母、教師和學校等其他因素。然而，台灣學生卻是學業成就雖高，但是對學科的喜好卻沒有因此上升，形成「高成就低興趣」的現象，究竟學業成就和學習興趣在台灣學生之間產生何種變化，頗值得深入研究。

第四節 影響職業意圖的相關研究

壹、影響職業意圖的因素

早期研究認為女性易受社會刻板印象的影響，被社會角色束縛而失去選擇自由，對於新興行業 (如：科技等)，沒有能力和信心勝任這些工作 (Hackett & Betz,

1981)。近年來的一些移民國家，也紛紛認為學生在從事選擇職業的同時，依舊深受種族背景的限制(Gill, Timpane, Ross, & Brewer, 2001; Koedel, Betts, Rice, & Zau, 2009)。

另外，也有諸多學者認為學業成就是影響未來職業科系選擇的重要因素。Schutz, West 和 Wobmann (2007)與 Wobmann, Ludemann, Schutz 和 West (2007)以經濟合作發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)的 37 個會員國進行跨國比較，發現考試成績和教師評定對於學生的職業選擇有顯著影響，至於社會經濟地位則沒有顯著影響。Bifulco, Ladd 和 Ross(2009)也認為學生會自行評估自己的成就表現，對於未來的科系選擇會試圖與自我的學業成就相呼應，以符合自身水準。

Greene, Miller, Crowson, Duke 和 Akey(2004)指出，高中生上課過程中的三種成就動機因素對於學習認知策略有密切關係，分別是自我效能、成就目標、與知覺到該學習是否具有工具價值，也就是說，個體成就動機將影響自我效能，同時也影響個人後來的學習的信念（例如對於事物產生興趣）與努力程度，進而影響其未來科系的選擇。

Dalgety 和 Coll (2006)研究學生是否繼續選擇化學就讀的因素，將同一批學生分別在每個階段施予化學態度經驗量表(Chemistry Attitudes and Experiences Questionnaire)，第一階段到第三階段分別有 126、109 和 84 名學生，其中還抽取 19 名學生進行訪談，結果發現影響學生繼續就讀的因素包含：自我能有效掌握化學內容的程度、早期的化學受教經驗，還有化學未來的實用價值等，這些因素都會間接影響學生是否繼續就讀化學課程的意願。

綜合上述，影響學生職業科系選擇的因素大致可歸納為社會刻板印象、種族背景、學業成就、自我效能等學習經驗，所以影響職業科系選擇的因素不可單一判斷。但是，由於台灣不是種族多元化的國家，人口組成多數仍為漢人，所以排除社會因素在外，本研究僅以學生的學業成就、自我效能及對學科的知覺進行分析，從學生的角度來探討職業科系選擇的因素，相信學生會自我評估而化為職業科系選擇行動。

貳、社會認知生涯理論

學生對未來科系的選擇，其實可以回溯到求學過程，因為求學過程的學習經驗會促使學生發現自己的興趣所在，並且自我評估未來生涯。當職業意圖稍有定見時，就會汲汲收集相關資料並且試圖轉變自己，使自己能夠順利進入相關學校系所(Ashton, 2008; Lent, Hackett & Brown, 1999)。而國中學生就是位於試圖轉變自己的年紀，他們會選擇適合自己興趣的課程，這些課程大部分與自我評估的學校科系以及職業有所關連(Turner & Lapan, 2005)。Wehmeyer和Schalock (2001)也指出，自我的覺知和特質會互相整合成選擇各種類型大學教育的決定。顯然，學生對於未來的意向，其實在國中階段就有所定見，而且自我內心逐一考慮各種因素而化

成具體行動。

Lent, Brown 和 Hackett (1994)發表社會認知生涯理論(social cognitive career theory, SCCT)，修改自 Bandura (1986)所提出的社會認知理論(social cognitive theory)，強調自我效能、結果期待和選擇目標的關係，並且擴增考慮學生及其背景對選擇行為的影響，試圖建立學生從學校求學經驗到未來職業選擇的過程(Lent & Brown, 1996)。Lent, Hackett 和 Brown(1999)表示，SCCT 理論最適合解釋學生從學校到工作的轉變過程。

詳言之，社會認知生涯理論主要由三種模型交織而成，一為興趣模型，自我效能和結果期待可以直接影響學生的興趣，但是學習經驗對興趣的影響微乎其微；二為選擇模型，自我效能和結果期待可以直接影響學生選擇目標，或者透過興趣間接影響；三為職業成就模型，自我效能會直接影響未來職業成就，或者成為學習經驗的中介因素而影響未來職業成就，上述三種基本模型的路徑假設乃經過整合分析(meta analysis)驗證而得(Lent & Brown, 1996; Lent, Brown & Hackett, 1994)。至於其他個人先天條件、後天情境支持和情境對選擇目標的影響，則是假設會影響學生的選擇目標和學習經驗，近日也有許多文獻針對這些變項進行路徑確認。Lent, Brown 和 Hackett (2000)以文獻探討情境的助力與阻力對職業選擇的影響，試圖確認情境的助力與阻力在SCCT的關係；而Lent, Brown, Nota和Soresi (2003)則是以荷蘭六種科系高中生進行驗證，發現情境的助力與阻力對於學生的選擇目標並沒有直接影響，反而是透過學生的自我效能產生間接影響力；Lent, Brown, Schmidt, Brenner, Lyons 和 Treistman (2003)以主修機械的大學生進行研究，亦有相同的結論。其他研究亦認為學生本身對職業科系的選擇即有所定見，透過自我求學經驗已具體內化為成實際行動而做出選擇(Ashton, 2008; Lent, Hackett, & Brown, 1999; Turner & Lapan, 2005; Wehmeyer & Schalock 2001)。

綜合上述，本研究將以社會認知生涯理論做為模型建構基礎，不考慮後天情境與先天個人的遺傳因素，也不包含職業科系選擇後的發展成就，僅考慮學生本身在求學過程中，學業成就對日後目標選擇之間所產生的影響進行探討，但是有鑑於社會認知生涯理論乃假設學習經驗對選擇目標沒有直接影響，以及學習經驗對興趣沒有直接影響，本研究根據上述文獻探討將自行增加上述兩條路徑進行研究，以詳細瞭解學業成就在學生日後職業科系選擇的影響。研究模型架構詳見於圖 1 所示。

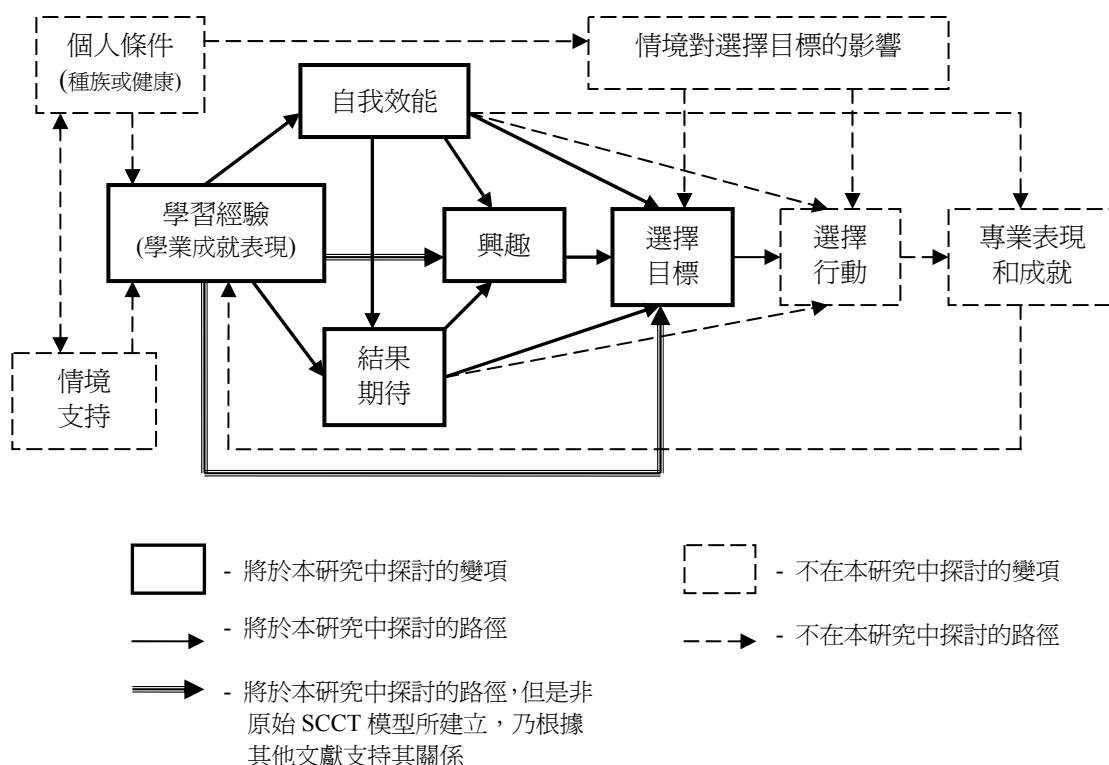


圖 1. 社會認知生涯理論

資料來源：修改自 Lent, Brown & Hackett (1994, p.45)。

第三章 研究設計與實施

第一節 資料來源

自 1959 年以來，國際教育成就評鑑協會（International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA）開始執行跨國學生學業成就的調查，於 1995、1999 和 2003 年分別進行每 4 年 1 次的調查，目的在於長期追蹤影響學生數學與科學學業成就的課堂活動、家庭背景、和學校環境等相關因素；研究樣本為八年級和四年級的學生；被調查的國家數逐年增加，2003 年有高達 48 個國家參與此測驗，涵蓋世界五大洲，是諸多國內外學者進行跨國分析比較的良好資料庫（顧海根，2008；Akiba, LeTendre, & Scribner, 2007; House, 2006; Schille, Khmelkov, & Wang, 2002）。雖然 2007 年的調查已完畢並公布，但資料尚未正式釋出。

本研究資料取自 TIMSS 的 1999 及 2003 年台灣資料庫，受試對象為八年級學生，所欲分析的資料如遇有缺漏值者，即以整列刪去法（list-wise deletion）刪除，

之後，再依據性別，分別進行影響兩性學生數學與科學成就因素的統計分析。此外，為了確認本研究所建構之模型是否具有模型穩定性之特性，復以隨機分派方式，特將 TIMSS 2003 的男女同學樣本資料各分成建模樣本（calibration sample）與驗證樣本（validation sample）兩群，其分佈情形如表 2 所示，以進行模型的交叉驗證分析（cross-validation analysis）。一方面除了可以驗證本研究所提出模型的內部一致性信度外，更可以確認模型是否具有推論至不同樣本的穩定性。

表 2. 隨機分派 TIMSS 2003 兩性樣本的分配表

	男生人數（百分比）	女生人數（百分比）	合計人數
數學			
建模樣本	1304 (50.19)	1294 (49.80)	2598 (100)
驗證樣本	1322 (51.00)	1270 (49.00)	2592 (100)
合計	2626	2564	
科學			
建模樣本	1326 (50.36)	1307 (49.64)	2633 (100)
驗證樣本	1375 (51.61)	1289 (48.39)	2664 (100)
合計	2701	2596	

第二節 資料處理

本研究進行二級資料分析，擬使用逐步多元迴歸分析（stepwise multiple regression analysis）、積差相關分析（product moment correlation analysis）、t 考驗（t test）等統計方法，作為回答 1999 年到 2003 年台灣八年級兩性學生數學及科學成就的發展趨勢，以及探討影響其學習興趣和學習成就的因素為何，並分析是否存在著性別差異等現象。

接著，以 2003 年台灣八年級兩性學生數學及科學的影響職業意圖因素之結構模型，探討是否有性別差異存在。由於涉及兩性模型間的比較，本研究將採取多樣本結構方程式模型（multi-group structural equation modeling）分析，以比較不同群組間的效果差異，估計方法乃使用預設的最大概似估計法。本研究採取邱皓政（2003）所建議的跨樣本二階段分析程序，第一階段為單樣本的基本模型檢驗；第二階段為多樣本的不變性檢驗，逐步釋放兩性模型的自由度參數，然後以卡方值差異進行檢驗。模型的檢定程序依據 Bagozzi 與 Yi（1988）、Kline（2005）及余民寧（2006）等人的建議，提出以基本適配度指標、整體適配度指標、比較適配度指標、及內在適配度指標等觀點，作為檢定本模型適配度的依據。最後，本研究在建模樣本獲得適配後，加入驗證樣本的分析，以進行最終適配模型的交叉驗證工作，同時採行嚴格複製策略（tight replication strategy）與寬鬆複製策略（loose replication strategy）的檢定作法，一樣比較兩者間的卡方值差異，以獲得模型穩定性（model stability）之證據（余民寧，2006）。

本研究以社會認知生涯理論為基礎，然後根據文獻探討結果，提出增加探討路

徑，所擬建構之因素結構模型如圖2所示。

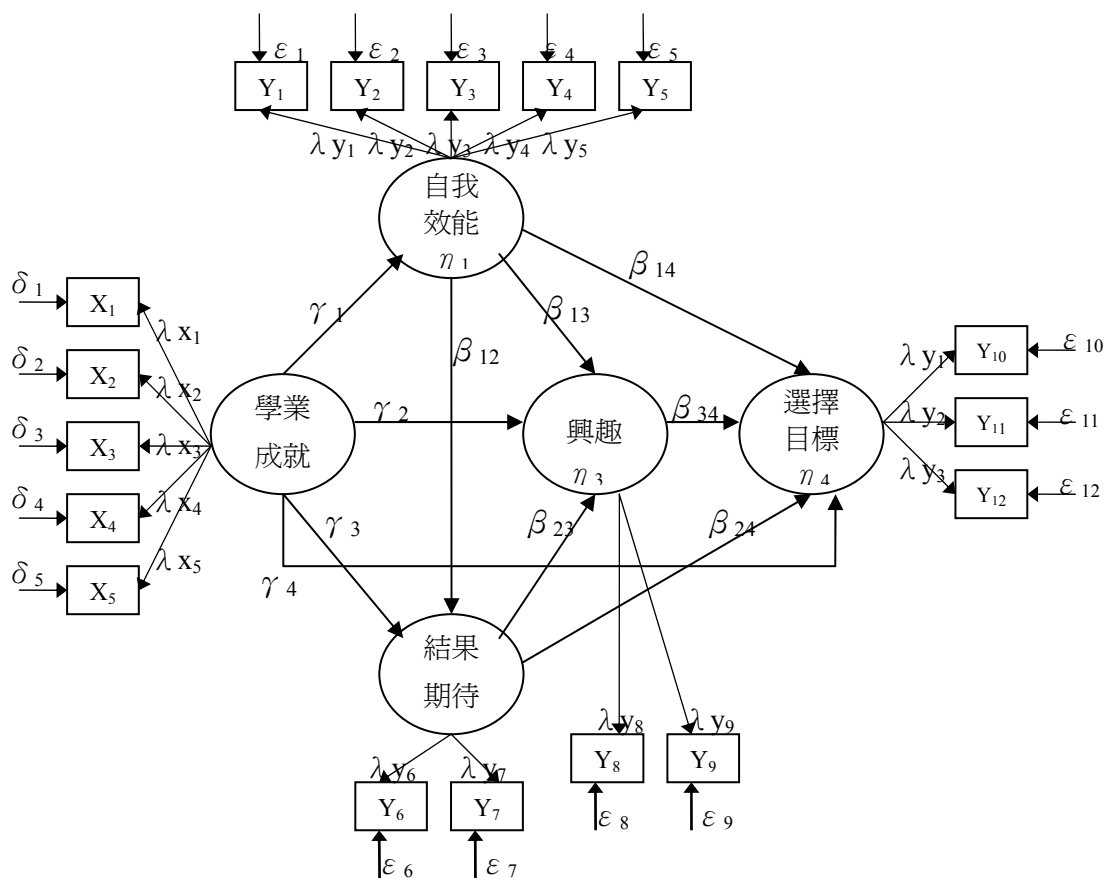


圖 2. 社會認知生涯理論之結構關係模型圖

第四章 研究結果與討論

第一節 男女學生的數學及科學成就之發展趨勢及差異

壹、數學及科學學習成就之性別差異分析

表 3 所示，為從 1999 年到 2003 年中，TIMSS 數學及科學成績之性別差異分析結果，從數學成績發展趨勢來看，由 1999 年八年級男生的數學總成績較高，但到了 2003 年時，八年級女生的數學成就卻反而較高；而從科學成績發展趨勢來看，由 1999 年八年級男生的科學總成績較高，但到了 2003 年時，八年級男女學生之間

已經沒有顯著差異存在。其中，特別值得注意的現象是，1999 年的男生在數學和科學上的表現似乎都比女生好，尤其是在科學方面更為明顯；但到了 2003 年時，情形則相反過來，女學生在數學科的表現，已經趨向比男學生好，而在科學上的表現，則逐漸呈現與男生之間沒有顯著差異的情況。

綜合上述，從跨年度的資料比較可以看出，整體長期而言，女學生的數學和科學成就表現，似乎有逐年成長並迎頭趕上男生的現象，而男學生在相同科目成就上的表現，則似乎有停滯進步的現象。由於我國參加 TIMSS 評比的時間還不夠長久，上述現象在未來是否會呈現為一種長期的發展趨勢，仍有待繼續觀察。

表 3. TIMSS 1999 到 2003 中數學及科學成績之性別差異分析

年度	年級	學科成績	女生	男生	t 值	p 值
1999	八年級	數學總成績	583.05(97.70)	588.58(109.11)	-2.027	.043
		代數	584.69(110.08)	589.74(118.18)	-1.679	.093
		資料	563.70(102.50)	556.21(111.22)	2.661	.008
		數	576.64(96.85)	580.25(108.63)	-1.332	.183
		幾何	555.91(100.40)	565.85(105.95)	-3.655	.000
		測量	563.45(89.74)	568.15(99.91)	-1.882	.060
		科學總成績	564.40(81.41)	582.26(92.95)	-7.765	.000
		化學	557.08(95.02)	569.11(108.29)	-4.710	.000
		地球科學	519.22(82.97)	554.88(86.24)	-16.02	.000
		生命科學	546.17(90.89)	549.50(103.84)	-1.284	.199
		物理	545.31(93.43)	563.03(102.92)	-6.845	.000
		環境科學	553.80(97.76)	574.12(104.59)	-7.624	.000
2003	八年級	數學總成績	589.72(92.73)	582.75(102.79)	2.604	.009
		代數	594.13(102.62)	581.32(113.15)	4.340	.000
		資料	571.86(78.13)	568.04(87.36)	1.687	.092
		數	591.52(96.29)	585.03(106.87)	2.336	.020
		幾何	599.42(104.89)	582.46(115.97)	5.616	.000
		測量	572.86(89.81)	575.54(98.91)	-1.037	.300
		科學總成績	571.23(73.83)	573.55(81.71)	-1.090	.276
		地球科學	542.43(67.86)	553.99(77.17)	-5.823	.000
		生命科學	563.80(69.24)	564.57(78.16)	-0.377	.706
		物理	568.49(68.94)	571.48(77.80)	-1.489	.137
		化學	589.91(87.70)	582.50(96.85)	2.934	.003
		環境科學	561.21(60.32)	559.17(67.34)	1.170	.242

註：表中達顯著水準（即 $p < .05$ ）者，以灰黑色字體區塊，呈現數據較高者。

貳、影響數學及科學學習成就之相關因素

表 4 所示，為從 1999 年到 2003 年中，影響八年級男女學生的數學及科學學習成就因素的逐步回歸分析結果，僅列出個別預測變項解釋力大於 10% 以上者的變項

名稱及其標準化回歸係數。由於 TIMSS 學生問卷中的答項，其計分係依據「非常同意」、「同意」、「不同意」、「非常不同意」選項，依序給予 1、2、3、4 分不等，因此，有些變項的計分和解釋必須反向的。

就影響數學學習成就的因素而言，由表 4 所示可知，「有時候在一開始的時候我沒辦法瞭解一個新單元，我就再也不會真正瞭解它他」(1999 年八年級的學生問卷內的題目)、「我的數學不錯」(2003 年八年級的學生問卷內的題目)是影響整體學生數學學習成就的主要因素，其能解釋數學學習成就的變異數百分比約在 19.5%~26.6%之間；若細部分成男女生來看，「有時候在一開始的時候我沒辦法瞭解一個新單元，我就再也不會真正瞭解它」是 1999 年八年級男生的主要影響因素；而「我數學的成績通常表現很好」、「我的數學很不錯」、「我的數學不錯」等變項，卻是從 1999 年至 2003 年影響女生數學學習成就的一致的主要因素。由此可知，從 1999 年至 2003 年的發展趨勢來看，大致上，影響女生數學學習成就的主要因素是「過去在學校的數學成績即表現很不錯」，而影響男生數學學習成就的主要因素是「沒有真正瞭解某個學習單元」和「過去在學校的數學成績即表現很不錯」兩者(余民寧、趙珮晴、許嘉家，2009；余民寧、謝進昌、曾筱婕、詹雯靜，2007)。

就影響科學學習成就的因素而言，由表 4 所示可知，「雖然我盡力了，可是科學對我而言還是比別人難」(1999 年八年級的學生問卷內的題目)、「上理化課時，聽老師講課」(2003 年八年級的學生問卷內的題目)是影響整體學生科學學習成就的主要因素，但其能解釋科學學習成就的變異數百分比僅約在 10.7%~13.9%之間；若細部分成男女生來看，「雖然我盡力了，可是科學對我而言還是比別人難」是 1999 年八年級男生的主要影響因素，而「上自然科學課時，我聽老師講課」和「上理化課時，聽老師講課」則是 2003 年八年級男生的主要影響因素；而「上自然科學課時，我聽老師講課」和「上理化課時，聽老師講課」則是 2003 年八年級女生的主要影響因素。由此可知，從 1999 年至 2003 年的發展趨勢來看，大致上，影響女生科學學習成就的主要因素是「上自然科學課(或理化課)時，聽老師講課的程度」，而影響男生科學學習成就的主要因素是「覺得科學對自己而言比對別人困難」和「上自然科學課(或理化課)時，聽老師講課的程度」兩者(余民寧、趙珮晴、許嘉家，2009；余民寧、謝進昌、曾筱婕、詹雯靜，2007)。

表 4. TIMSS 1999 到 2003 中影響數學及科學學習成就因素之回歸分析

年度	年級	效標變項	個別預測變項名稱(及其標準化回歸係數和解釋力)		
			女生	男生	整體受試者
1999	八年級	數學總成績	Usually do well in Math. $\beta = -.442, R^2 = .195$	I will never really understand it. $\beta = .500, R^2 = .250$	I will never really understand it. $\beta = .466, R^2 = .217$
		科學總成績	Outside school studying science. $\beta = .327, R^2 = .107$	More difficult than for classmate. $\beta = .372, R^2 = .139$	More difficult than for classmate. $\beta = .345, R^2 = .119$
2003	八年級	數學總成績	Agree\Usually do well in Math. $\beta = -.502, R^2 = .252$	Agree\Usually do well in Math. $\beta = -.539, R^2 = .291$	Agree\Usually do well in Math. $\beta = -.515, R^2 = .266$
		科學總成績	How often\Listen teacher lecture. $\beta = -.368, R^2 = .136$	How often\Listen teacher lecture. $\beta = -.383, R^2 = .147$	How often\Listen teacher lecture. $\beta = -.373, R^2 = .139$

註：表中僅列出標準化回歸係數(即 β)和解釋力 $R^2 \geq .10$ 以上的個別預測變項。

參、影響數學及科學學習興趣之相關因素

表 5 所示，為從 1999 年到 2003 年中，影響八年級男女學生的數學及科學學習興趣因素的回歸分析結果，僅列出個別預測變項解釋力大於 10% 以上者的變項名稱及其標準化回歸係數。由於 TIMSS 學生問卷中的答項，其計分係依據「非常同意」、「同意」、「不同意」、「非常不同意」選項，依序給予 1、2、3、4 分不等，因此，有些變項的計分和解釋必須反向的。

就影響數學學習興趣的因素而言，由表 5 所示可知，「數學令我厭煩」及「我數學的成績通常表現很好」（1999 年八年級的學生問卷內的題目）、「與數學有關的事我學得很快」和「我希望在學校多上一些數學課」（2003 年八年級的學生問卷內的題目）是影響整體學生數學學習興趣的主要因素，其能解釋數學學習成就的變異數百分比約在 12.4%~44.7% 之間；若細部分成男女生來看，各年度影響男生數學學習興趣的因素，與影響整體學生數學學習興趣的因素相同；而影響 1999 年八年級女生數學學習興趣的因素，主要為「數學令我厭煩」及「我數學的成績通常表現很好」兩者，但影響 2003 年八年級女生數學學習興趣的因素，主要為「我的數學不錯」和「我希望在學校多上一些數學課」兩者。由此可知，從 1999 年至 2003 年的發展趨勢來看，大致上，影響女生數學學習興趣的主要因素為「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、及「我希望在學校多上一些數學課」三者，而影響男生數學學習興趣的主要因素為「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、「我希望在學校多上一些數學課」、和「與數學有關的事我學得很快」四者（余民寧、趙珮晴、許嘉家，2009；余民寧、謝進昌、曾筱婕、詹雯靜，2007）。

就影響科學學習興趣的因素而言，由表 5 所示可知，「喜歡科學」（1999 年八年級的學生問卷內的題目）、「我希望在學校多上一些理化課」和「與理化有關的事我學得很快」（2003 年八年級的學生問卷內的題目）是影響整體學生科學學習興趣的主要因素，其能解釋數學學習成就的變異數百分比約在 10.8%~55.2% 之間；若細部分成男女生來看，各年度影響男生和女生科學學習興趣的因素，皆與影響整體學生科學學習興趣的因素相同。由此可知，從 1999 年至 2003 年的發展趨勢來看，大致上，影響女生和男生科學學習興趣的主要因素，為「喜歡科學」、「我希望在學校多上一些自然科學（或理化）課」、及「與理化有關的事我學得很快」三者（余民寧、趙珮晴、許嘉家，2009；余民寧、謝進昌、曾筱婕、詹雯靜，2007）。

表 5. TIMSS 1999 到 2003 中影響數學及科學學習興趣因素之回歸分析

年度	年級	效標變項	個別預測變項名稱（及其標準化回歸係數和解釋力）		
			女生	男生	整體受試者
1999	八年級	數學學習興趣	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .419$ Usually do well in Math. $\beta = .371, R^2 = .110$	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .447$ Usually do well in Math. $\beta = .377, R^2 = .107$	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .437$ Usually do well in Math. $\beta = .376, R^2 = .109$

		科學學習興趣	Like science. $\beta = -.725, R^2 = .525$	Like science. $\beta = -.742, R^2 = .550$	Like science. $\beta = -.743, R^2 = .552$
2003	八年級	數學學習興趣	Usually do well in Math. $\beta = .476, R^2 = .406$ Would like more math. $\beta = .415, R^2 = .146$	I learn things quickly in math. $\beta = .479, R^2 = .480$ Would like more math. $\beta = .412, R^2 = .124$	I learn things quickly in math. $\beta = .475, R^2 = .448$ Would like more math. $\beta = .406, R^2 = .127$
		科學學習興趣	Would like to take more science. $\beta = .455, R^2 = .420$ I learn things quickly in science. $\beta = .402, R^2 = .124$	Would like to take more science. $\beta = .512, R^2 = .549$ I learn things quickly in science. $\beta = .400, R^2 = .108$	Would like to take more science. $\beta = .485, R^2 = .495$ I learn things quickly in science. $\beta = .405, R^2 = .116$

註：表中僅列出標準化回歸係數（即 β ）和解釋力 $R^2 \geq .10$ 以上的個別預測變項。

肆、綜合討論

從 1999 年至 2003 年的發展趨勢來看，女學生的數學及科學學習成就有逐年成長並迎頭趕上男生的現象，而男學生在相同科目成績上的表現，則似乎有停滯發展的現象。其中，影響女學生數學和科學學習成就的主要因素，多半與其「過去在學校的數學成績即表現很不錯」、「花在研讀科學或做科學題目的時間多寡」、及「上自然科學課（或理化課）時，聽老師講課的程度」等因素有關；而影響男學生數學和科學學習成就的主要因素，多半與其「沒有真正瞭解某個學習單元」、「過去在學校的數學成績即表現很不錯」、「覺得科學對自己而言比對別人困難」、和「上自然科學課（或理化課）時，聽老師講課的程度」等因素有關。至於，影響女學生數學和科學學習興趣的主要因素，多半與其「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、「我希望在學校多上一些數學課」、「喜歡科學」、「我希望在學校多上一些自然科學（或理化）課」、及「與理化有關的事我學得很快」等因素有關；而影響男學生數學和科學學習興趣的主要因素，多半與其「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、「我希望在學校多上一些數學課」、「與數學有關的事我學得很快」、「喜歡科學」、「我希望在學校多上一些自然科學（或理化）課」、及「與理化有關的事我學得很快」等因素有關，其中，影響男女學生的科學學習興趣的因素則是完全相同的。

由此可見，男女學生過去對學習數學和科學的正向成就經驗（如：在校成績即表現不錯），是影響其往後繼續學習數學和科學（如：喜歡數學和科學、希望多學一些數學和科學課程）的動力所在（即維持高昂的學習興趣），並進而持續維持高成就的主要因素之一。因此，數學與科學的課程設計、數學與科學教學方式的實施、以及數學與科學教學評量方法該如何促進學生一開始學習即擁有正向的學習（成就）經驗，是維持我國學生永續學習數學與科學的興趣，並促進數學與科學學習高成就的主要因素之一，也是未來教育政策制訂時應該考量的關鍵要素之所在。

第二節 影響男女學生職業意圖之因素模型

壹、測量變項的描述統計

本研究先針對數學和科學科目的兩性樣本，進行描述性統計分析，包含平均數、標準差、偏態和峰度，以探索觀察變項是否具有常態分配特性，再以最大概似估計法（maximum likelihood, ML）進行多樣本結構方程式模型分析。

觀察變項選取自TIMSS 2003 資料庫，包含數學與科學成就測驗和學生問卷。在成就測驗方面，數學和科學分別由五個領域所組成，「數學成就」為數(X₁)、代數(X₂)、測量(X₃)、幾何(X₄)和資料處理(X₅)領域；至於「科學成就」則為科學(X₁)、化學(X₂)、物理(X₃)、地球科學(X₄)和環境(X₅)領域。在學生問卷方面，「自我效能」的觀察變項為表現不錯(Y₁)、有點困難(Y₂)、一開始無法理解(Y₃)、非我擅長科目(Y₄)和學習有效率(Y₅)所組成，其中Y₂、Y₃和Y₄ 已進行反向計分；「有用性」的觀察變項為對日常生活有幫助(Y₆)和有助於學習其他科目(Y₇)；「學習興趣」的觀察變項為想多上一些課(Y₈)和喜歡該科目(Y₉)；至於「選擇職業意圖」的觀察變項為需要該科目進入理想學校(Y₁₀)、喜歡有關該科目的工作(Y₁₁)和需要該科目得到理想工作(Y₁₂)。學生問卷的題目，依數學和科學科目分別作答。

各觀察變項的平均數、標準差、偏態和峰度一覽表，呈現於表 6。女學生平均數介於 3.04 到-.08 之間、標準差介於 1.03 到.76 之間、偏態（即 g_1 值）介於.62 到-.62 之間，和峰度（即 g_2 值）介於.53 到-.93 之間；男學生平均數介於 3.23 到-.06 之間、標準差介於 1.13 到.82 之間、偏態介於.35 到-.71 之間，和峰度介於.35 到-1.38 之間，均符合Kline(2005)所提出之判斷變項資料是否為常態分配之條件：「偏態係數小於 3 及峰度係數小於 10」之標準，所以，表 6 資料顯示本表所擬分析之各變項資料係呈現常態分配，可以使用最大概似估計法來進行參數估計分析。

表 6. TIMSS 2003 兩性測量變項的描述性統計

潛在變項及觀察變項	女(N=2564)				男 (N=2670)			
	M	SD	g_1	g_2	M	SD	g_1	g_2
數學成就(ξ_1)								
X ₁ 數	.03	.94	-.34	-.05	-.03	1.05	-.35	-.23
X ₂ 代數	.06	.95	-.24	-.12	-.06	1.04	-.35	-.15
X ₃ 測量	-.01	.95	-.40	.03	.01	1.05	-.41	-.08
X ₄ 幾何	.08	.94	-.29	-.18	-.07	1.04	-.34	-.33
X ₅ 資料處理	.02	.94	-.22	.14	-.02	1.05	-.27	.00
數學自我效能(η_1)								
Y ₁ 表現不錯	2.30	.85	.16	-.61	2.50	.92	-.02	-.84
Y ₂ 有點困難	2.56	.87	-.08	-.67	2.56	.95	-.04	-.93
Y ₃ 一開始無法理解	3.03	.91	-.62	-.47	3.00	.96	-.61	-.65
Y ₄ 非我擅長科目	2.03	1.03	.56	-.93	2.35	1.13	.15	-1.38
Y ₅ 學習有效率	2.13	.82	.40	-.31	2.36	.94	.11	-.88

數學有用性(η_1)									
Y ₆ 對日常生活有幫助	2.93	.78	-.42	-.16	3.09	.82	-.71	.10	
Y ₇ 有助於學習其他科目	2.67	.84	-.21	-.50	2.74	.87	-.26	-.59	
數學學習興趣(η_3)									
Y ₈ 想多上一些數學課	2.19	.84	.28	-.55	2.25	.93	.26	-.80	
Y ₉ 喜歡數學	2.22	.94	.27	-.88	2.39	1.02	.09	-1.11	
選擇數學職業意圖(η_4)									
Y ₁₀ 需要數學進入理想學校	2.67	.92	-.14	-.83	2.72	.94	-.20	-.87	
Y ₁₁ 喜歡有關數學的工作	1.95	.76	.62	.32	2.23	.86	.35	-.48	
Y ₁₂ 需要數學得到理想工作	2.39	.91	.14	-.78	2.50	.94	.05	-.89	
科學									
		女(N=2577)				男(N=2701)			
潛在變項及觀察變項	M	SD	<i>g</i> ₁	<i>g</i> ₂	M	SD	<i>g</i> ₁	<i>g</i> ₂	
科學成就(ξ_1)									
X ₁ 科學	-.01	.94	-.48	.51	.01	1.06	-.46	.11	
X ₂ 化學	.04	.95	-.31	-.04	-.04	1.05	-.23	-.30	
X ₃ 物理	-.02	.94	-.42	.22	.02	1.06	-.36	-.03	
X ₄ 地球科學	-.08	.93	-.41	.51	.08	1.06	-.46	.26	
X ₅ 環境	.02	.94	-.42	.53	-.02	1.05	-.51	.35	
科學自我效能(η_1)									
Y ₁ 表現不錯	2.36	.78	.10	-.41	2.59	.85	-.07	-.62	
Y ₂ 有點困難	2.64	.84	-.19	-.52	2.67	.94	-.21	-.84	
Y ₃ 一開始無法理解	3.04	.84	-.55	-.33	3.04	.90	-.62	-.46	
Y ₄ 非我擅長科目	2.22	.95	.27	-.87	2.51	1.02	-.01	-1.12	
Y ₅ 學習有效率	2.18	.78	.42	-.05	2.47	.89	.13	-.71	
科學有用性(η_1)									
Y ₆ 對日常生活有幫助	3.00	.78	-.57	.10	3.10	.82	-.69	.01	
Y ₇ 有助於學習其他科目	2.36	.80	.29	-.31	2.48	.86	.18	-.63	
科學學習興趣(η_3)									
Y ₈ 想多上一些科學課	2.33	.88	.23	-.64	2.54	.97	.00	-.98	
Y ₉ 喜歡科學	2.40	.89	.11	-.73	2.62	.96	-.13	-.93	
選擇科學職業意圖(η_4)									
Y ₁₀ 需要科學進入理想學校	2.41	.91	.23	-.74	2.61	.94	.01	-.95	
Y ₁₁ 喜歡有關科學的工作	2.02	.76	.59	.34	2.35	.89	.35	-.58	
Y ₁₂ 需要科學得到理想工作	2.21	.89	.42	-.52	2.43	.95	.20	-.87	

註：觀察變項Y₂、Y₃和Y₄ 已進行反向計分。

貳、多樣本結構方程式模型分析

本研究在進行多樣本結構方程式模型分析時，在數學和科學科目的潛在變項殘差矩陣估計時，皆出現非正定（not positive definite）訊息，由於非正定的訊息出現於估算誤差矩陣的步驟裡，並非在核心矩陣之估計中，故，排除線性相依的狀況，所以僅採將殘差矩陣限制估計之作法(Wothke, 1993)，以使程式能夠順利進行估計。

一、第一階段之基本模型檢驗

第一階段係根據模型假設，分別針對全體樣本、女性樣本和男性樣本進行模型檢定，所以三個模型將具有相同自由度，以確保為相同模型結構。此階段的目的是，乃要求多樣本結構方程式模型必須在基礎模型適配的情形下，才可以進行多樣本之間的比較，基礎模型檢驗結果呈現於表7。模型適配情況以參考卡方值不顯著、RMSEA小於.10，且NNFI、CFI和GFI大於.90以上，作為檢定標準(Bagozzi & Yi, 1988; Kline, 2005；黃芳銘, 2002；余民寧, 2006)。

本研究模型的卡方值皆達顯著水準，表示理論模型與觀察資料並不適配，但是由於卡方檢定對樣本數相當敏感，並且資料須嚴格符合多變量常態分配，一旦樣本過大或資料偏離多變量常態分配，就會造成卡方統計量急遽上升而導致拒絕虛無假設(Jöreskog & Sörbom, 1993)，有鑑於本研究均使用大樣本研究設計，所以不以卡方值作為單一考量，需要再參考其他適配指標。

在數學科目模型方面，RMSEA、NNFI、CFI和GFI均達到適配門檻，而且數值差異不大；至於在科學科目模型方面，RMSEA、NNFI、CFI和GFI也均達到適配門檻。相較而言，女性樣本似乎有較佳的適配情況；但整體說來，這三個模型之間的差異還算小。

綜合上述，無論數學或者科學科目，全體樣本、女性樣本和男性樣本三者適配指標均達到適配門檻，而且彼此間差異不大，所以可以進行下一階段的多樣本分析。

表 7. 多樣本結構方程式模型之基礎模型檢驗

Model	χ^2	df	p	RMSEA	NNFI	CFI	GFI
數學							
全體樣本	1792.89	109	.000	.079	.97	.98	.92
男性樣本	843.02	109	.000	.072	.98	.98	.93
女性樣本	838.58	109	.000	.074	.97	.98	.93
科學							
全體樣本	1927.46	109	.000	.081	.96	.97	.92
男性樣本	1062.84	109	.000	.085	.97	.97	.91
女性樣本	929.19	109	.000	.076	.97	.97	.92

二、第二階段之因素與結構的不變性檢驗

第二階段係根據第一階段已經確定適配的模型，利用多樣本結構分析進行不變性的檢驗，以逐步開放部分參數估計不變性，由於不變性假設的模型屬於巢套模型(nested model)，所以每開放部分參數則可以進行卡方值的顯著性檢驗，以檢驗其不變性假設是否存在，以本研究為例，如果卡方值達到顯著，即表示男女樣本在此模型假設中有所差異。

模型一為基準模型(baseline model)，假設男生與女生因素結構完全相等，不

進行不變性假設，所以表示男生與女生兩個樣本單獨對模型進行估計；模型二為假設男生與女生樣本在 X 和 Y 因素負荷量具有不變性；模型三進一步假設男生與女生樣本在測量殘差變異具有不變性；模型四則假設男生與女生樣本在潛在結構模型具有不變性，至此階段，等於是假設因素和結構模型全部均具有不變性，亦即，所有參數都被設定為相同估計。所有模型間的比較結果，均呈現於表 8。

在數學科目方面，模型的適配度並沒有隨著不變性的增加而產生負面影響，在 RMSEA 適配指標甚至逐漸下降。模型一與模型二的卡方值差異檢定，乃增加因素負荷量不變性的假設， $\Delta\chi^2=51.94$ ， $\Delta df=17$ ，顯著水準為.01 的卡方分配臨界值為 33.409，本檢定結果達到統計顯著水準，顯示男性和女性在因素負荷量參數有顯著差異；模型二與模型三的卡方值差異檢定，乃增加測量殘差變異不變性的假設， $\Delta\chi^2=62.42$ ， $\Delta df=17$ ，顯著水準為.01 的卡方分配臨界值為 33.409，本檢定結果達到統計顯著水準，顯示男性和女性在測量殘差變異有顯著差異；模型三與模型四的卡方值差異檢定，乃增加潛在結構模型不變性的假設， $\Delta\chi^2=16.42$ ， $\Delta df=10$ ，顯著水準為.05 的卡方分配臨界值為 18.307，本檢定結果未達統計顯著水準，顯示男性和女性在潛在結構模型沒有顯著差異，表示兩性在數學科目的潛在變項路徑具有相等性。

在科學科目方面，模型的適配度隨著不變性的增加稍稍產生負面，整體來說沒有明顯差異。模型一與模型二的卡方值差異檢定，乃增加因素負荷量不變性的假設， $\Delta\chi^2=86.93$ ， $\Delta df=17$ ，顯著水準為.01 的卡方分配臨界值為 33.409，本檢定結果達到統計顯著水準，顯示男性和女性在因素負荷量參數有顯著差異；模型二與模型三的卡方值差異檢定，乃增加測量殘差變異不變性的假設， $\Delta\chi^2=62.42$ ， $\Delta df=17$ ，顯著水準為.01 的卡方分配臨界值為 33.409，本檢定結果達到統計顯著水準，顯示男性和女性在測量殘差變異有顯著差異；模型三與模型四的卡方值差異檢定，乃增加潛在結構模型不變性的假設， $\Delta\chi^2=24.41$ ， $\Delta df=10$ ，顯著水準為.01 的卡方分配臨界值為 23.209，本檢定結果達到統計顯著水準，顯示男性和女性在潛在結構模型有顯著差異。

不變性假設所開放的參數估計，只要卡方值差異達到顯著，即應該針對這些參數估計進行討論。

表 8. 多樣本分析模型適配度評估摘要

數學	χ^2	df	p	RMSEA	NNFI	CFI		
階段一								
全體樣本	1792.89	109	.000	.079	.97	.98		
男性樣本	843.02	109	.000	.072	.98	.98		
女性樣本	838.58	109	.000	.074	.97	.98		
階段二							$\Delta\chi^2$	Δdf
模型一	1681.60	218	.000	.073	.97	.98		
模型二	1733.54	235	.000	.071	.97	.98	51.94**	17
模型三	1795.96	252	.000	.070	.98	.98	62.42**	17
模型四	1812.38	262	.000	.069	.98	.98	16.42	10

科學	χ^2	df	p	RMSEA	NNFI	CFI		
階段一								
全體樣本	1927.46	109	.000	.081	.96	.97		
男性樣本	1062.84	109	.000	.085	.97	.97		
女性樣本	929.19	109	.000	.076	.97	.97		
階段二							$\Delta\chi^2$	Δdf
模型一	1992.03	218	.000	.081	.97	.97		
模型二	2078.96	235	.000	.079	.97	.97	86.93**	17
模型三	2152.76	252	.000	.079	.97	.97	73.80**	17
模型四	2177.17	262	.000	.078	.97	.97	24.41**	10

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ 。

參、結構方程式模型之參數估計與適配度檢定

由於多樣本結構方程式模型檢定分析時，已經初步進行整體和比較適配度指標檢定，詳細可參考表 7 和表 8 所示，以下不再贅述。

一、數學科目之模型參數估計與適配度檢定

(一) 基本適配度考驗

數學科目的標準化參數估計呈現如表 9 所示，由於經過多樣本結構方程式模型檢定分析，將卡方值未達顯著差異的參數視為相等，所以男性和女性的潛在結構模型視為具有不變性，至於其他達顯著之參數則分別進行分析。表 9 顯示兩性測量模型估計參數的因素負荷量（即 λ 值）和誤差變異數皆達顯著水準，t 值的絕對值皆大於 2.54，達到統計 .01 顯著水準。

表 9. 數學科目的參數顯著性考驗及完全標準化估計值

	標準化估計值		t 值			標準化估計值		t 值	
	女	男	女	男		女	男	女	男
λ_{x1}	.98	.99	50.76	51.59	δ_1	.04	.03	14.63	13.10
λ_{x2}	.94	.98	47.65	47.84	δ_2	.11	.10	21.90	22.24
λ_{x3}	.97	.97	49.77	50.21	δ_3	.06	.05	18.02	18.82
λ_{x4}	.95	.98	47.33	48.18	δ_4	.10	.09	21.69	22.00
λ_{x5}	.86	.88	39.99	41.38	δ_5	.26	.23	24.21	24.38
λ_{y1}	.84	.82	35.65	34.47	ε_1	.29	.33	18.03	19.20
λ_{y2}	.51	.53	18.87	19.62	ε_2	.74	.72	24.35	24.34
λ_{y3}	.55	.50	20.20	18.33	ε_3	.70	.75	24.16	24.52
λ_{y4}	.74	.72	29.95	28.70	ε_4	.45	.48	21.68	22.26
λ_{y5}	.79	.82	32.46	34.41	ε_5	.38	.33	20.45	19.25
λ_{y6}	.69	.72	22.52	24.09	ε_6	.52	.48	16.90	16.57
λ_{y7}	.72	.74	23.13	24.68	ε_7	.48	.42	15.56	15.23
λ_{y8}	.67	.74	20.16	22.36	ε_8	.55	.42	22.40	21.55
λ_{y9}	.90	.92	21.59	22.85	ε_9	.18	.15	9.18	8.41

$\lambda_{y_{10}}$	.68	.72	20.34	21.44	ε_{10}	.53	.49	20.68	20.34
$\lambda_{y_{11}}$	.80	.79	22.22	22.82	ε_{11}	.37	.37	16.10	17.13
$\lambda_{y_{12}}$	.68	.73	20.21	21.65	ε_{12}	.54	.47	20.83	20.03
γ_1	.63		27.67		β_{13}	.75		17.84	
γ_2	-.05		-1.55		β_{14}	.22		4.12	
γ_3	-.02		-.92		β_{23}	.23		9.53	
γ_4	-.09		-3.92		β_{24}	.53		13.50	
β_{12}	.53		14.63		β_{34}	.26		4.79	

(二) 內在適配度考驗

表10顯示，數學科目兩性測量模式的個別信度指標共有8個低於.50的標準，顯示這些觀察變項可能隱含著測量不到的誤差存在；潛在變項的組合信度均達「.60以上」的評鑑標準；最後，在平均變異抽取量方面，除了潛在變項「自我效能」偏低外，其餘潛在變項的變異抽取量均達.50以上之標準。

表10. 數學觀察變項之個別指標信度及潛在變項的組合信度與平均變異抽取量

變項	個別變項 信度指標		潛在變項的 組合信度		平均變異 抽取量	
	女	男	女	男	女	男
數學成就(ξ_1)			.975	.979	.886	.902
X ₁ 數	.96	.97				
X ₂ 代數	.89	.90				
X ₃ 測量	.94	.95				
X ₄ 幾何	.90	.91				
X ₅ 資料處理	.74	.77				
數學自我效能(η_1)			.821	.815	.488	.479
Y ₁ 表現不錯	.71	.67				
Y ₂ 有點困難	.26	.28				
Y ₃ 一開始無法理解	.30	.25				
Y ₄ 非我擅長科目	.55	.52				
Y ₅ 學習有效率	.62	.67				
數學有用性(η_1)			.665	.703	.499	.542
Y ₆ 對日常生活有幫助	.48	.52				
Y ₇ 有助於學習其他科目	.52	.55				
數學學習興趣(η_3)			.772	.829	.633	.710
Y ₈ 想多上一些數學課	.45	.55				
Y ₉ 喜歡數學	.82	.85				
選擇數學職業意圖(η_4)			.704	.790	.521	.558
Y ₁₀ 需要數學進入理想學校	.47	.51				
Y ₁₁ 喜歡有關數學的工作	.63	.63				
Y ₁₂ 需要數學得到理想工作	.46	.53				

註：觀察變項Y₂、Y₃和Y₄ 已進行反向計分。

二、科學科目之模型參數估計與適配度檢定

(一) 基本適配度考驗

科學科目的標準化參數估計呈現如表 11 所示，由於經過多樣本結構方程模型檢定分析，卡方值均達顯著差異，所以參數估計都分別進行分析。表 11 顯示，兩性測量模型估計參數的因素負荷量（即 λ 值）和誤差變異數皆達顯著水準，t 值的絕對值皆大於 2.54，達到統計 .01 顯著水準。

表 11. 科學科目的參數顯著性考驗及完全標準化估計值

	標準化估計值		t 值			標準化估計值		t 值	
	女	男	女	男		女	男	女	男
λ_{x_1}	.88	1.03	46.04	47.63	δ_1	.08	.09	17.95	18.04
λ_{x_2}	.86	.99	43.00	45.50	δ_2	.15	.13	21.38	21.21
λ_{x_3}	.86	1.03	45.52	47.24	δ_3	.09	.10	18.80	18.86
λ_{x_4}	.86	1.01	44.49	46.31	δ_4	.11	.12	20.10	20.32
λ_{x_5}	.81	.93	38.85	40.52	δ_5	.23	.26	23.24	23.72
λ_{y_1}	.78	.83	32.95	32.67	ε_1	.31	.39	18.03	19.30
λ_{y_2}	.47	.54	17.59	19.07	ε_2	.68	.80	24.39	24.46
λ_{y_3}	.46	.48	17.04	16.72	ε_3	.72	.84	24.47	24.80
λ_{y_4}	.67	.69	26.40	25.76	ε_4	.49	.59	22.18	22.91
λ_{y_5}	.75	.87	32.48	33.65	ε_5	.30	.37	18.49	18.38
λ_{y_6}	.73	.76	23.46	24.00	ε_6	.47	.43	18.66	17.24
λ_{y_7}	.79	.78	24.57	24.13	ε_7	.35	.42	14.29	16.62
λ_{y_8}	.74	.81	20.29	22.22	ε_8	.40	.39	20.42	20.07
λ_{y_9}	.90	.94	19.71	21.49	ε_9	.17	.13	9.28	7.80
$\lambda_{y_{10}}$	.82	.81	23.62	25.38	ε_{10}	.33	.34	18.22	19.24
$\lambda_{y_{11}}$	.74	.91	23.32	26.19	ε_{11}	.31	.30	19.05	16.49
$\lambda_{y_{12}}$	.83	.83	23.98	25.52	ε_{12}	.29	.34	16.81	18.92
γ_1	.42	.44	13.37	14.20	β_{13}	.63	.62	13.15	13.14
γ_2	.07	-.04	2.15	-1.08	β_{14}	-.03	.24	-.51	4.13
γ_3	-.05	-.05	-2.26	-2.09	β_{23}	.30	.37	7.86	9.20
γ_4	.02	0	.68	-.13	β_{24}	.61	.54	10.79	9.64
β_{12}	.57	.69	13.36	14.66	β_{34}	.27	.12	4.06	1.88

(二) 內在適配度考驗

表 12 顯示，科學科目兩性測量模式的個別信度指標共有 4 個低於 .50 的標準，顯示這些觀察變項可能隱含著測量不到的誤差存在；潛在變項的組合信度均達「.60 以上」的評鑑標準；最後，在平均變異抽取量方面，除了潛在變項「自我效能」偏低外，其餘潛在變項的變異抽取量均達 .50 以上之標準。

表 12. 科學觀察變項之個別指標信度及潛在變項的組合信度與平均變異抽取量

變項	個別變項 信度指標		潛在變項的 組合信度		平均變異 抽取量	
	女	男	女	男	女	男
科學成就(ξ_1)			.965	.973	.847	.877
X ₁ 科學	.90	.93				
X ₂ 化學	.83	.88				
X ₃ 物理	.89	.92				
X ₄ 地球科學	.87	.90				

X ₅ 環境	.74	.77				
科學自我效能(η_1)			.797	.795	.451	.450
Y ₁ 表現不錯	.66	.64				
Y ₂ 有點困難	.24	.27				
Y ₃ 一開始無法理解	.23	.21				
Y ₄ 非我擅長科目	.47	.45				
Y ₅ 學習有效率	.65	.67				
科學有用性(η_2)			.738	.736	.585	.583
Y ₆ 對日常生活有幫助	.52	.58				
Y ₇ 有助於學習其他科目	.63	.60				
科學學習興趣(η_3)			.825	.855	.704	.748
Y ₈ 想多上一些科學課	.56	.65				
Y ₉ 喜歡科學	.81	.88				
選擇科學職業意圖(η_4)			.860	.869	.672	.689
Y ₁₀ 需要科學進入理想學校	.66	.67				
Y ₁₁ 喜歡有關科學的工作	.63	.74				
Y ₁₂ 需要科學得到理想工作	.70	.68				

註：觀察變項Y₂、Y₃和Y₄ 已進行反向計分。

肆、潛在變項之間的效果量

除了模型適配之外，尚須進一步比較各潛在變項之間的效果，效果包括直接效果和間接效果，其總合即為總效果，以進而比較線性關係的效果貢獻。

一、數學科目之潛在變項間的效果量

數學科目模型的潛在線性關係和效果量，呈現如表 13 和圖 3 所示。

就「數學成就」效果方面，對「數學自我效能」($\gamma_1=.63$)、「數學有用性」($\gamma_2=-.05$)、「數學學習興趣」($\gamma_3=-.02$)和「選擇數學職業意圖」($\gamma_4=-.09$)產生直接效果，但是對「數學有用性」(.33)、「數學學習興趣」(.53)和「選擇數學職業意圖」(.42)的間接效果似乎比直接效果來的大。由此可知，「數學成就」的直接效果除了對「數學自我效能」比較明顯外，其他變項似乎是間接效果比較大。

就「數學自我效能」效果方面，對「數學有用性」($\beta_{12}=.53$)、「數學學習興趣」($\beta_{13}=.75$)和「選擇數學職業意圖」($\beta_{13}=.22$)產生直接效果，但是對「數學學習興趣」(.12)和「選擇數學職業意圖」(.51)產生間接效果，所以對「選擇數學職業意圖」的間接效果大於直接效果。由此可知，「數學自我效能」對「數學有用性」、「數學學習興趣」和「選擇數學職業意圖」均產生顯著效果，而對「選擇數學職業意圖」的間接效果大於直接效果。

就「數學有用性」效果方面，對「數學學習興趣」($\beta_{23}=.23$)和「選擇數學職業意圖」($\beta_{24}=.53$)產生直接效果，但是對「選擇數學職業意圖」(.06)產生間接效果。由此可知，「數學有用性」對「數學學習興趣」和「選擇數學職業意圖」均產生顯著效果。

就「數學學習興趣」效果方面，對「選擇數學職業意圖」($\beta_{34}=.26$) 產生直接顯著效果。由此可知，「數學學習興趣」越高對「選擇數學職業意圖」就越高，乃一種正向的關係。

綜合上述，「數學成就」和「數學自我效能」如果要對「選擇數學職業意圖」產生影響效果，直接影響的效果有限，必須透過「數學有用性」和「數學學習興趣」才有顯著的影響效果；換句話說，「數學成就」和「數學自我效能」要影響「選擇數學職業意圖」，必須藉由「數學有用性」和「數學學習興趣」產生中介效果，表示學生心中對數學的知覺過程大於自己能夠掌握的能力，只要覺得數學對未來有所助益和充滿喜愛，即會提高對「選擇數學職業意圖」的可能性。

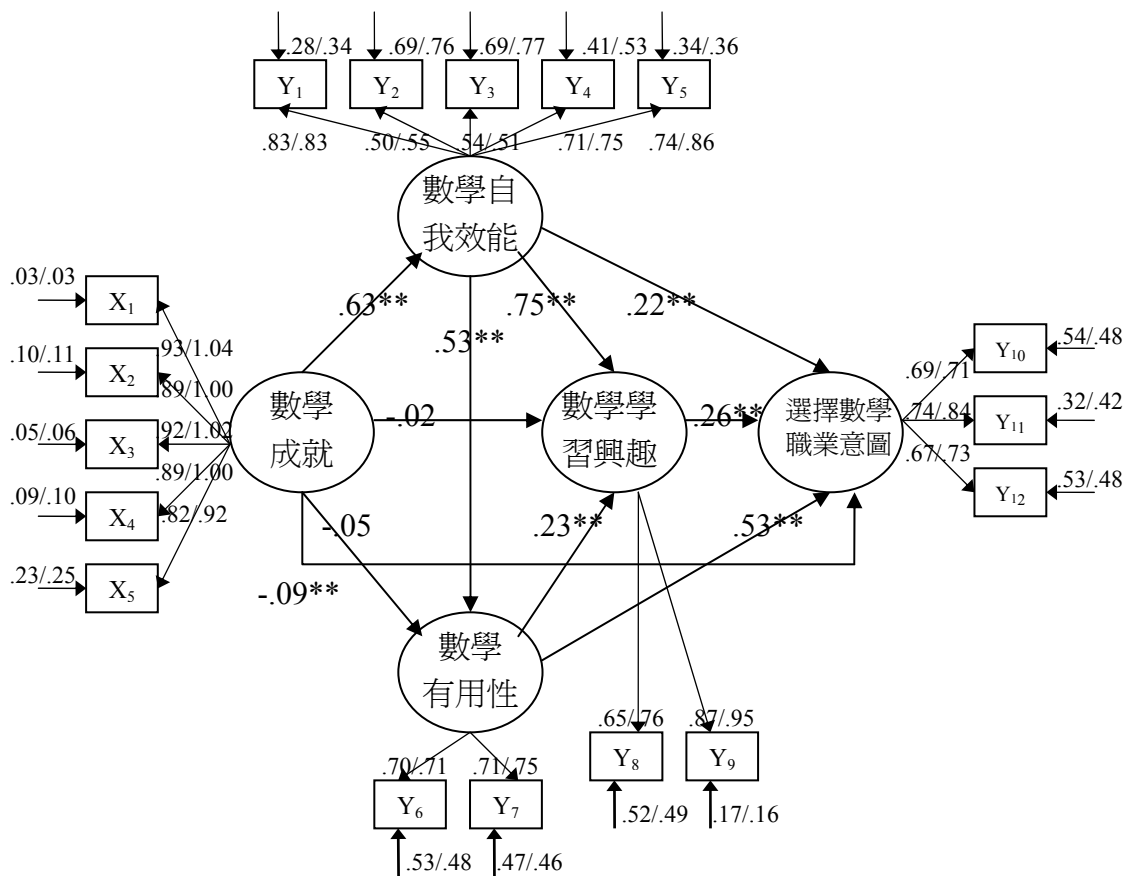


圖 3. 數學科目之社會認知生涯理論的標準化參數估計路徑關係圖

註：1. $*p<.05$ ； $**p<.01$ 。觀察變項的因素負荷量和測量誤差皆達.01 顯著水準。

2. 併陳數據，左邊為女生；右邊為男生。如果只呈現單一數據，表示經過多群組分析，顯示兩性並無顯著差異。

表 13. 數學科目之標準化效果量

自變項	依變項 (內衍潛在變項)			
	η_1 數學自我效能	η_2 數學有用性	η_3 數學學習興趣	η_4 選擇數學職業意圖

外 衍 變 項	ξ_1 數學成就				
	直接效果	.63**	-.05	-.02	-.09**
	間接效果		.33**	.53**	.42**
	總效果	.63**	.29**	.52**	.33**
內 衍 變 項	η_1 數學自我效能				
	直接效果		.53**	.75**	.22**
	間接效果			.12**	.51**
	總效果		.53**	.87**	.72**
	η_2 數學有用性				
	直接效果			.23**	.53**
	間接效果				.06**
	總效果			.23**	.59**
	η_3 數學學習興趣				
	直接效果				.26**
間接效果					
總效果				.26**	

* $p < .05$; ** $p < .01$

二、科學科目之潛在變項間的效果量

科學科目模型的潛在線性關係和效果量，呈現如表 14 和圖 4 所示。

就「科學成就」效果方面，對「科學自我效能」(女 $\gamma_1 = .42$ /男 $\gamma_1 = .44$)、「科學有用性」(女 $\gamma_2 = .07$ /男 $\gamma_2 = -.04$)、「科學學習興趣」(女 $\gamma_3 = -.05$ /男 $\gamma_3 = -.05$)和「選擇科學職業意圖」(女 $\gamma_4 = .02$ /男 $\gamma_4 = 0$)產生直接效果，但是對「科學有用性」(女.24/男.30)、「科學學習興趣」(女.37/男.36)和「選擇科學職業意圖」(女.26/男.28)的間接效果似乎比直接效果來的大。由此可知，「科學成就」的直接效果除了對「科學自我效能」比較明顯外，其他變項似乎是間接效果比較大。

就「科學自我效能」效果方面，對「科學有用性」(女 $\beta_{12} = .57$ /男 $\beta_{12} = .69$)、「科學學習興趣」(女 $\beta_{13} = .63$ /男 $\beta_{13} = .62$)和「選擇科學職業意圖」(女 $\beta_{13} = -.03$ /男 $\beta_{13} = .24$)產生直接效果，但是對「科學學習興趣」(女.18/男.25)和「選擇科學職業意圖」(女.57/男.47)產生間接效果，所以對「選擇科學職業意圖」的間接效果大於直接效果，此現象為女學生比男同學更明顯。由此可知，除了女學生對「選擇科學職業意圖」只有間接效果外，「科學自我效能」對「科學有用性」、「科學學習興趣」和「選擇科學職業意圖」產生顯著效果，而對「選擇科學職業意圖」的間接效果大於直接效果。

就「科學有用性」效果方面，對「科學學習興趣」(女 $\beta_{23} = .30$ /男 $\beta_{23} = .37$)和「選擇科學職業意圖」(女 $\beta_{24} = .61$ /男 $\beta_{24} = .54$)產生直接效果，但是對「選擇科學職業意圖」(女.08/男.04)產生間接效果。由此可知，除了男學生「科學有用性」對「選擇科學職業意圖」沒有間接效果外，「科學有用性」對「科學學習興趣」和「選

擇科學職業意圖」均產生顯著效果。

就「科學學習興趣」效果方面，女學生對「選擇科學職業意圖」(女 $\beta_{34}=.27/$ 男 $\beta_{34}=.12$)產生直接顯著效果，但男學生未達顯著水準。由此可知，女學生「科學學習興趣」越高對「選擇科學職業意圖」就越高，但是男學生藉由「科學學習興趣」對「選擇科學職業意圖」產生影響的效果並不顯著。

綜合上述，「選擇科學職業意圖」在兩性之間產生差異，但是唯一相同之處與數學科目一樣，就是「科學成就」要透過「科學自我效能」、「科學有用性」和「科學學習興趣」的中介作用，才能對「選擇科學職業意圖」產生影響。女學生如果要以科學作為職業選擇目標的話，「科學有用性」和「科學學習興趣」便佔有一席之地，所以，當女學生覺得科學有所幫助或者產生熱愛(即兼具「科學有用性」和「科學學習興趣」)時，其「選擇科學職業意圖」會比較高；至於男生，則是當自己有辦法掌握科學和學習後有所助益(即「科學有用性」)時，「選擇科學職業意圖」可能性才會提高，但對於是否熱愛科學(即「科學學習興趣」)則沒有影響。

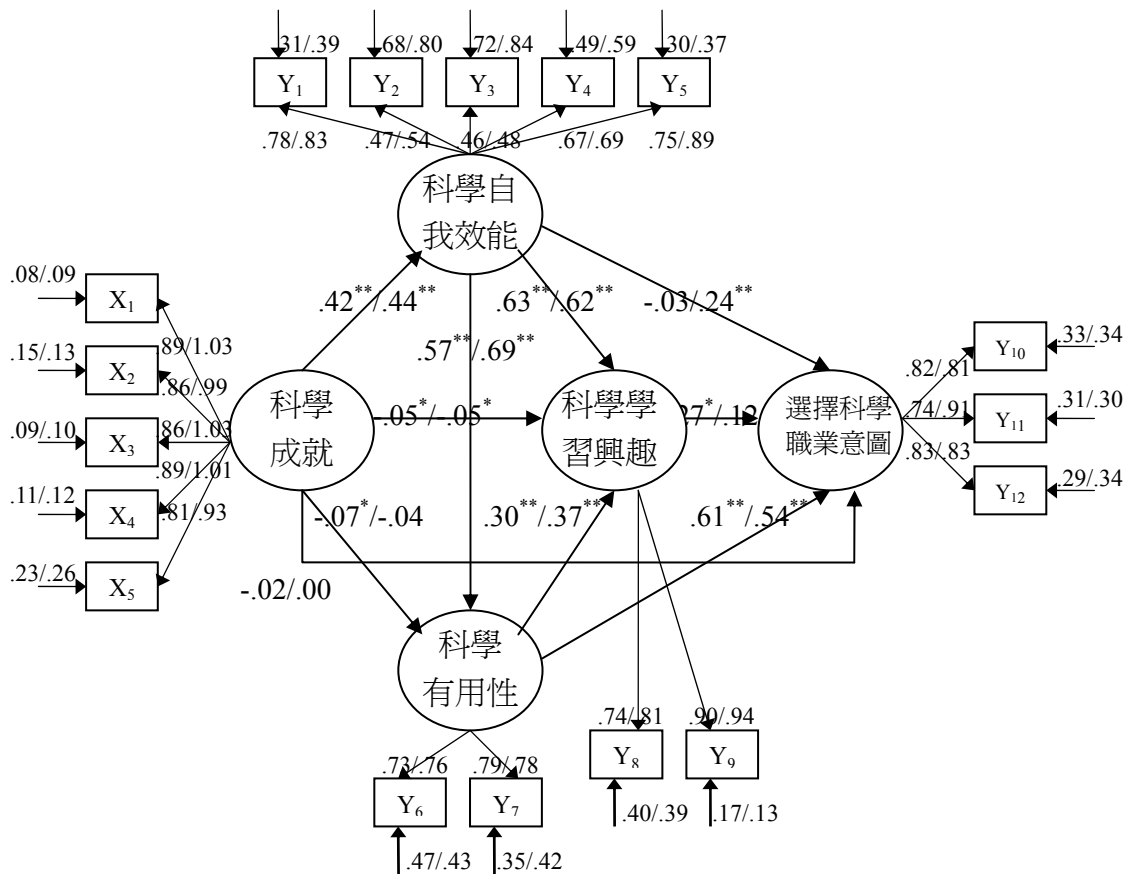


圖 4. 科學科目之社會認知生涯理論的標準化參數估計路徑關係圖

註：1. * $p < .05$ ；** $p < .01$ 。觀察變項的因素負荷量和測量誤差皆達.01 顯著水準。

2. 併陳數據，左邊為女生；右邊為男生。

表 14. 科學科目之標準化效果量

自變項	依變項 (內衍潛在變項)								
	η ₁ 科學自我效能		η ₂ 科學有用性		η ₃ 科學學習興趣		η ₄ 選擇科學職業意圖		
	女	男	女	男	女	男	女	男	
外衍變項	ξ ₁ 科學成就								
	直接效果	.42**	.44**	.07*	-.04	-.05*	-.05*	.02	0
	間接效果			.24**	.30**	.37**	.36**	.26**	.28**
	總效果	.42**	.44**	.31**	.26**	.31**	.32**	.28**	.28**
內衍變項	η ₁ 科學自我效能								
	直接效果			.57**	.69**	.63**	.62**	-.03	.24**
	間接效果					.18**	.25**	.57**	.47**
	總效果			.58**	.68**	.83**	.85**	.54**	.70**
	η ₂ 科學有用性								
	直接效果					.30**	.37**	.61**	.54**
	間接效果							.08**	.04
	總效果					.31**	.36**	.69**	.58**
	η ₃ 科學學習興趣								
	直接效果							.27**	.12
	間接效果								
	總效果							.27**	.12

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ 。

伍、交叉驗證

本研究將進行模型的交叉驗證，其理由有二：一乃驗證本模型在不同的樣本下，是否仍具有模型穩定性；二乃本研究為大樣本研究，為了避免數據的顯著是由於樣本過大的因素所造成，而有過度推論之嫌，所以拿另一半驗證樣本來進行交叉驗證。首先，採取嚴格複製策略，將驗證樣本中的參數值設定於建模樣本相同；其次，採取寬鬆複製策略，即除了模式界定相同外，驗證樣本可以自由估計自己的參數值。最後，比較兩種複製策略下的模式卡方值，以 $\Delta\chi^2$ 值作為判斷，若 $\Delta\chi^2$ 在相對於 Δdf 之下未達顯著水準，即表示測量不變性 (measurement invariance) 假設獲得成立，即表示本模型具有模型穩定性之證據。

本研究嚴格策略和寬鬆策略資料分析結果，並列呈現於表 15。結果顯示，在數學科目方面，女性卡方值差異為 50.80，男性為 27.58；在科學科目方面，女性卡方值差異為 27.72，男性為 57.56，均未達統計顯著水準，表示測量不變性 (measurement invariance) 假設獲得成立，即表示本模型具有模型穩定性之證據。

表 15. 交叉驗證之評估策略適配度評鑑表

		整體模型適配度			建模與驗證樣本			
		MFF $\chi^2(df)$	ECVI		MFF χ^2	%		
數學								
女性	寬鬆策略				建模樣本	838.58	47.92	
	1750.00(218)			.78	驗證樣本	911.42	52.08	$\Delta\chi^2$
	嚴謹策略	$\Delta\chi^2$	Δdf		建模樣本	864.13	47.99	25.55
	1800.80(262)	50.80	44	.78	驗證樣本	936.67	52.01	25.25
男性	寬鬆策略				建模樣本	843.02	48.82	
	1726.73(218)			.75	驗證樣本	883.71	51.18	$\Delta\chi^2$
	嚴謹策略	$\Delta\chi^2$	Δdf		建模樣本	857.49	48.87	14.47
	1754.58(262)	27.58	44	.73	驗證樣本	897.10	51.13	13.39
科學								
女性	寬鬆策略				建模樣本	929.19	50.39	
	1843.90 (218)			.78	驗證樣本	914.71	49.61	$\Delta\chi^2$
	嚴謹策略	$\Delta\chi^2$	Δdf		建模樣本	942.89	50.38	13.70
	1871.62(262)	27.72	44	.76	驗證樣本	928.73	49.62	14.02
男性	寬鬆策略				建模樣本	1062.84	49.62	
	2141.96(218)			.79	驗證樣本	1079.11	50.38	$\Delta\chi^2$
	嚴謹策略	$\Delta\chi^2$	Δdf		建模樣本	1092.10	49.65	29.26
	2199.52(262)	57.56	44	.91	驗證樣本	1107.41	50.35	28.30

陸、綜合討論

本研究針對研究目的與文獻探討建立因素結構模型，採取邱皓政（2003）所建議的跨樣本二階段分析程序，並依據Bagozzi與Yi（1988）、Kline(2005)及余民寧（2006）等人所建議的適配度指標判定標準，作為檢定本模型適配度的依據。最後，加入驗證樣本以進行最終適配模型的交叉驗證工作，並獲得模型穩定性（model stability）之證據（余民寧，2006）。

首先，無論數學或科學科目，兩性在測量變項和測量誤差均缺乏不變性，顯然男女學生在「數學及科學學業成就」、「數學及科學自我效能」、「數學及科學學習興趣」、「數學及科學有用性」、和「選擇數學及科學職業意圖」等潛在變項的測量題目上，可能有性別差異情況，亦即有些題目可能男生高於女生或者女生高於男生，需要逐一釋放自由參數才能明確指出到底是哪些題目才具有兩性差異。本研究只是整體言之，無法詳細指出其差異。關於測量變項缺乏不變性，邱皓政（2003）指出如果此情況發生，再用一套因素結構測量不同樣本並不適當；余民寧（2006）則認為此現象可以進一步比較其回歸方程式，探討此兩性差異是由截距或是由斜率所造成，深具不同意義，所以有待後續細部研究。

其次，「數學或科學職業選擇意圖」會因為學科和性別而有所差異。在數學科目上，兩性之間沒有顯著差異存在，但是「數學學業成就」和「數學自我效能」必須透過「數學學習興趣」和「數學有用性」才能對學生「數學職業選擇意圖」產生影響，亦即，當學生感到樂於學習數學或者知覺到學習數學有助於日常生活時，才有可能選擇數學作為職業進路。至於在科學科目上，兩性的影響因素有所差異，女性的「科學成就」要透過「科學學習興趣」才會有可能於未來產生「科學職業選擇

意圖」；但是男生在「科學職業選擇意圖」上，似乎無關乎其「科學學習興趣」，反而比較著重在掌握「科學成就」的多寡。兩性唯一相同的因素，是「科學有用性」在兩性心中均有顯著的直接影響效果。余民寧、韓珮華（2009）和Chen(2000)的研究發現，建構式教學主要是以提升學生內在心理對學科的知覺為核心，但教師中心式教學則主要是提升學科能力知覺，但是多數老師仍採取教師中心式教學，尤其是國中與高中階段的考試科目，追求卓越成績而忘卻學習的意義與樂趣，在唯有讀書高的傳統觀念下顯而易見(Leu & Wu, 2004)。因此，台灣學生汲汲於追求成績的同時，忘卻如何應用於日常生活，也無法體會習得知識的喜悅，最後，當學生擁有自主選擇權時，將不會有「選擇數學或科學職業意圖」並繼續深造，這無疑是社會人力資本的一大損失。

最後，台灣學生的學業成就似乎無法內化成學習興趣，亦即，學生雖然容易取得高分，但是沒有到達喜歡的程度，甚至不想或者不在乎相關上課內容。這樣的現象究竟帶給台灣教育什麼啟示？其實，這個模型已透露些微訊息，「學業成就」與「學習興趣」之間沒有顯著正相關，但是「數學或科學自我效能」與「數學或科學興趣」之間卻有非常顯著的正向關係，而「數學或科學自我效能」與「數學或科學學業成就」之間卻又有顯著正向關係；易言之，學業成就可以透過自我效能而對學習興趣產生影響。究竟這背後隱藏何種意義？本研究推斷，台灣學生雖然是考試高手，但是自己是否有信心掌握學科，卻又是另一回事，如果學生覺得學習並非難事，或許還會樂於學習，但是如果挫折感大於成就感，必然會消耗對學習的熱忱。

綜合上述，本研究以社會認知生涯理論為基礎進行應用研究，發現兩性學生在學科職業選擇意圖的差異，也了解學業成就和學習興趣之間的關係，或許可以提供相關省思，避免學生因為追求成績而失去更重要的求學動力，失去值得深造精進的人才。

從跨年度的資料分析可以看出，整體長期而言，女學生的數學和科學成就表現，似乎有逐年成長並迎頭趕上男生的現象，而男學生在相同科目成就上的表現，則似乎有停滯進步的現象。

第五章 結論與建議

第一節 結論

壹、台灣男女學生成就差距消弭，但是影響因素有異

從跨年度的資料分析可以看出，整體長期而言，女學生的數學和科學成就表現，似乎有逐年成長並迎頭趕上男生的現象，而男學生在相同科目成就上的表現，

則似乎有停滯進步的現象。

影響女生科學學習成就的主要因素是「上自然科學課（或理化課）時，聽老師講課的程度」，而影響男生科學學習成就的主要因素是「覺得科學對自己而言比對別人困難」和「上自然科學課（或理化課）時，聽老師講課的程度」兩者；至於影響女生數學學習成就的主要因素是「過去在學校的數學成績即表現很不錯」，而影響男生數學學習成就的主要因素是「沒有真正瞭解某個學習單元」和「過去在學校的數學成績即表現很不錯」兩者。

綜合上述，由於我國參加 TIMSS 評比的時間還不夠長久，上述現象在未來是否會呈現為一種長期的發展趨勢，仍有待繼續觀察。

貳、影響職業意圖因素因學科和性別而有異

在數學科目上，兩性之間沒有顯著差異存在，但是「數學學業成就」和「數學自我效能」必須透過「數學學習興趣」和「數學有用性」才能對學生未來「選擇數學職業意圖」產生影響，亦即，當學生感到樂於學習數學或者覺知到學習數學有助於日常生活時，才可能有「選擇數學職業意圖」的產生；至於在科學科目上，則兩性的影響因素有所差異，女性的「科學成就」要透過「科學學習興趣」才能對學生「選擇科學職業意圖」產生影響，但是男生在「科學職業選擇意圖」上，則似乎與其「科學學習興趣」無關，反而比較著重在掌握「科學成就」的多寡。兩性唯一的因素，是「科學有用性」在兩性心中均有顯著的直接影響效果。

參、學生的學業成就無法內化成學習興趣，而且影響因素有異

台灣學生的學業成就似乎無法內化成學習興趣，亦即，學生雖然容易取得高分，但是卻沒有到達喜歡的程度，甚至不想或者不在乎相關上課內容。學業成就與學習興趣之間沒有顯著正相關，但是自我效能與學習興趣之間卻有非常顯著的正向關係，且自我效能與學業成就之間也有顯著正向關係存在；易言之，學業成就必須透過自我效能才能對學習興趣產生影響。

至於影響兩性學習興趣的因素因為性別和科目有異。影響女生和男生科學學習興趣的主要因素，均為「喜歡科學」、「我希望在學校多上一些自然科學（或理化）課」、及「與理化有關的事我學得很快」三者。至於影響女生數學學習興趣的主要因素為「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、及「我希望在學校多上一些數學課」三者，而影響男生數學學習興趣的主要因素為「數學令我厭煩」、「過去我數學的成績通常表現很好」、「我希望在學校多上一些數學課」、和「與數學有關的事我學得很快」四者。

綜合上述，台灣女學生的數學和科學成就迎頭趕上，與男學生的差距逐漸消弭，而影響兩性學生的學業成就和學習興趣的因素，則因性別而有異；至於兩性是

否會以數學或科學作為其未來職業選擇的進路，也會因為學科和性別而有不同差異。比較值得注意的是，學業成就似乎要透過自我效能才會對學習興趣產生影響，而不會直接影響學生的學習興趣。

第二節 建議

壹、教學歷程必須促進學生擁有正向經驗以維持學習興趣

男女學生過去對學習數學和科學的正向成就經驗（如：在校成績即表現不錯），是影響其往後繼續學習數學和科學（如：喜歡數學和科學、希望多學一些數學和科學課程）的動力所在（即維持高昂的學習興趣），並進而持續維持高成就的主要因素之一。因此，數學與科學的課程設計、數學與科學教學方式的實施、以及數學與科學教學評量方法該如何促進學生一開始學習時即擁有正向的學習（成就）經驗，是維持我國學生永續學習數學與科學的基礎，並促進數學與科學學習高成就的主要因素之一，也是未來教育政策制訂時應該考量的關鍵要素之所在。

貳、教師傳達知識，勿忘告知學習原因

如果學生願意在該科目繼續深造學習，那麼學生必須要能知覺到學習結果所帶來的助益為何。所以，期待老師在從事教學的時候，在傳達知識是什麼（What）的同時，也能夠告知為何（Why）學習的重要性，因為這是決定學生未來是否會繼續學習下去的動力所在。假使學生擁有豐富的學科知識，但卻不願意繼續深造，這是社會人力資本的損失。尤其是教導科學時，女學生是否選擇以科學作為未來的進路，學習興趣更是其重要的影響因素，反而是學科成就因素的影響較小。所以，亦期待老師能夠採取正向的態度，鼓勵女學生從事科學研究，進而培養其興趣，不要因為性別而自我設限。

參、鼓勵學習的態度取代以學業成就論高下

台灣是個升學主義導向的國家，教育常常以學業成就論高下，如果學生學習只是求得成績亮眼，但學習卻陷入一種比較與鬥爭，戰戰兢兢地學習而沒有任何興趣可言的話，則當學生未來有能力從事選擇時，他們便很可能會選擇逃避這種不愉快的經驗，這樣一來對國家培養人才而言，是一種危機，因為學生空有本領，但卻選擇退避。所以，老師應該將學業成就視為教學的過程之一，而不是唯一，儘量鼓勵與支持學生從事任何學習，增加其成就感而非挫折感，相信因此可以增加學生的學

習興趣，間接促進數理人才的培育。

肆、未來研究建議

一、期待以不同資料庫和研究方法進行交叉驗證

本研究以 TIMSS 1999 和 2003 的評比資料進行兩年度的比較，嚴格來說，並不能稱為縱貫性研究，所以，未來可以嘗試採用國家教育研究院籌備處所建置的「臺灣學生學習成就評量資料庫」(簡稱 TASA)的資料(該資料庫的建置架構，與 TIMSS 的架構雷同，但具有四年級、六年級、八年級、高二、及高職二的各項資料，其中的成就測驗資料包括：國文、英文、數學、社會、自然等五科，此外，還有學生問卷及學校問卷等資料。國家教育研究院籌備處擬於今年七月底前，釋出 2005 年到 2007 年的資料，供學術界研究之用)，作為進行交叉驗證 (cross validation) 的依據，以驗證根據 TIMSS 資料分析所得的結果。

此外，回歸研究只是初淺地預測其影響因素而已，而且限於單一變項之預測，所以，未來亦可嘗試運用潛在成長曲線模式(latent growth curve models)，詳細探討其初始狀態和改變歷程，使研究更加嚴謹詳盡。

二、詳細探討男女職業意圖潛在結構模型的差異

本研究發現兩性在測量變項和測量誤差均缺乏不變性，顯然男女學生在學業成就、自我效能、學習興趣、學科有用性和學科職業選擇意圖等潛在變項的測量題目上，可能有兩性差異情況存在。此外，由於本研究中所提出的潛在變項，其對應到 TIMSS 中參考使用的測量變項個數也相對偏少，這也可能是因此造成兩性測量模式不完全相同的緣故。不過，詳細的差異情形，還需要逐一釋放自由參數估計，才能明確指出哪些題目真的具有兩性差異。本研究只是從整體而言，所以，建議未來可以進一步比較其回歸方程式，或者，另行自編問卷以收集更詳細的測量變項資料，以形塑更為良好的測量模式，並藉此探討兩性差異到底是由截距或者是由斜率所造成的，各深具不同的研究意義。

參考文獻

- 余民寧 (2006a)。潛在變項模式：SIMPLIS 的應用。台北：高等教育。
- 余民寧 (2006b)。影響學習成就因素的探討。教育資料與研究雙月刊，73，11-24。
- 余民寧、趙珮晴、許嘉家 (2009)。影響國中小女學生學業成就與學習興趣因素：以台灣國際數學與科學教育成就調查趨勢 (TIMSS) 資料為例。教育資料與研

- 究雙月刊，87，79-104。
- 余民寧、謝進昌、曾筱婕、詹雯靜(2007)。**邁向女科學家培育之路--從國際數學與科學成就評比資料分析探索起(1/2)**。國科會委託之專題研究案期中精簡報告(編號：NSC-96-2522-S-004-001-MY2)。
- 余民寧、韓珮華(2009)。**教學方式對數學學習興趣與數學成就之影響：以TIMSS 2003台灣資料為例**。測驗學刊，56(1)，19-48。
- 李宛真(2003)。**高雄地區國中學生家庭文化資源、學習適應與學業成就關係之研究**。國立高雄師範大學教育學系碩士論文(未出版)。
- 邱皓政(2003)。**結構方程模式-LISREL的理論、技術與應用**。台北市：雙葉書廊。
- 侯怡如(2002)。**由考試文化的角度分析我國學生在TIMSS 1999的達題表現---生命科學部分**。國立台灣師範大學科學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 張秋男(主編)(2003)。**國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003**。台北市：台灣師範大學科學教育中心。
- 教育部(2009a)。**各級學校學生的性別比例**。2009年1月20日，取自 http://www.edu.tw/statistics/content.aspx?site_content_sn=8169
- 教育部(2009b)。**94學年度高職畢業生數---按學校類別及性別分**。2009年1月20日，取自 http://www.edu.tw/statistics/content.aspx?site_content_sn=8169
- 教育部(2009c)。**歷年大專校院學生人數—按科系9大領域及性別分類**。2009年1月20日，取自 http://www.edu.tw/statistics/content.aspx?site_content_sn=8169。
- 許崇憲(2002)。**家庭背景因素與子女學業成就關係---台灣樣本的後設分析**。中正教育研究，1(2)，25-62。
- 陳江水(2002)。**國中學生家庭環境、人格特質、社會技巧與學業成就之相關研究**。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文(未出版)。
- 陳江水(2003)。**家庭環境對國中學生學業成就的影響**。南投文教，19，51-54。
- 陳建州(2000)。**家庭社經地位高低與學業成就差異的因果關係**。教育社會學通訊，26，20-23。
- 黃幸美(1995)。**數理與科學教育的性別差異之探討**。婦女與兩性學刊，6，95-135。
- 黃芳銘(2002)。**結構方程模式理論與應用**。台北：五南。
- 楊龍立(1996)。**男女學生科學興趣差異的評析**。台北：文景。
- 謝孟穎(2003)。**家長社經背景與學生學業成就關聯性研究**。教育研究集刊，49(2)，255-287。
- 謝雅恆(2003)。**族群、家庭背景與國中學業成就之研究**。南華大學教育社會學研究所碩士論文(未出版)。
- 魏麗敏、黃德祥(2001)。**國中與高中學生家庭環境、學習投入狀況與自我調節學習及成就之研究**。中華輔導學報，10，63-118。
- 顧海根(2008)。**小學生使用電腦的跨國比較研究**。外國中小學教育，9，1-36。
- Akiba, M., LeTendre, G. K., & Scribner, J. P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36(7), 369-387.

- Ashton, R. (2008). Improving the transfer to secondary school: How every child's voice can matter. *Support for Learning, 23*, 176-182.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Academic of Marketing Science, 16*, 74-94.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bifulco, R., Ladd, H. F., & Ross, S. L. (2009). The effects of public school choice on those left behind: Evidence from Ddurham, North Carolina. *Peabody Journal of Education, 84*, 130-149.
- Chen, I. J. (2000). Analyzing teachers' teaching styles in technical colleges. *Journal of General Education, 7*, 101-120.
- Dalgety, J., & Coll, R. K. (2006). The influence of first-year chemistry students' learning experiences on their educational choices. *Assessment and Evaluation in Higher Education, 31*, 303.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Gill, B. P., Timpane, M. P., Ross, K. E., & Brewer, D. J. (2001). *Rhetoric versus reality: What we know and what we need to know about vouchers and charter schools*. Santa Monica, CA: RAND Education.
- Greene, B. A., Miller, R. B., Crowson, H. M., Duke, B. L., & Akey, K. L. (2004). Predicting high school students' cognitive engagement and achievement: Contributions of classroom perceptions and motivation. *Contemporary Educational Psychology, 29*, 462-482.
- Hackett, G., & Betz, N. E. (1981). A self-efficacy approach to the career development of women. *Journal of Vocational Behavior, 18*, 326-339.
- Hammouri, H. A. M. (2004). Attitudinal and motivational variables related to mathematics achievement in Jordan: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *Educational Research, 46*, 214-257.
- House, J. D. (2000). Students self-beliefs and science achievement in Ireland: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media, 27*, 107-116.
- House, J. D. (2002). Instructional practices and mathematics achievement of adolescent students in Chinese Taipei: Results from the TIMSS 1999 assessment. *Child Study Journal, 32*, 157-178.
- House, J. D. (2006). Mathematics beliefs and achievement of elementary school students in Japan and the United States: Results from the third international mathematics and science study. *The Journal of Genetic Psychology, 167*, 31-45.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with SIMPLIS command language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). New York: Guilford.
- Koedel, C., Betts, J. R., Rice, L. A., & Zau, A. C. (2009). The integrating and segregating effects of school choice. *Peabody Journal of Education*, *84*, 110-129.
- Lamb, S., & Fullarton, S. (2002). Classroom and school factors affecting mathematics achievement: A comparative study of Australia and the United States using TIMSS. *Australian Journal of Education*, *46*, 154-171.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, *45*, 79-122.
- Lent, R. W., Hackett, G., & Brown, S. D. (1999). A social cognitive view of school-to-work transition. *Career Development Quarterly*, *47*, 297-311.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (2000). Contextual supports and barriers to career choice: A social cognitive analysis. *Journal of Counseling Psychology*, *47*, 36.
- Lent, R. W., Brown, S. D., Nota, L., & Soresi, S. (2003). Testing social cognitive interest and choice hypotheses across holland types in italian high school students. *Journal of Vocational Behavior*, *62*, 101.
- Lent, R. W., Brown, S. D., Schmidt, J., Brenner, B., Lyons, H., & Treistman, D. (2003). Relation of contextual supports and barriers to choice behavior in engineering majors: Test of alternative social cognitive models. *Journal of Counseling Psychology*, *50*, 458-465.
- Lent, R. W., & Brown, S. D. (2006). Integrating person and situation perspectives on work satisfaction: A social-cognitive view. *Journal of Vocational Behavior*, *69*, 236-247.
- Leu, Y., & Wu, C. (2004, July 14-18). *The mathematics pedagogical values delivered by an elementary teacher in her mathematics instruction: Attainment of higher education and achievement*. Paper presented at International Group for the Psychology of Mathematics Education, 28th, Bergen, Norway.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Gonzales, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international mathematics report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A., & Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 assessment framework*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

- Schiller, S. K., Khmelkov, V. T., & Wang, X. O. (2002). Economic development and the effects of family characteristics on mathematics achievement. *Journal of Marriage and Family, 64*, 730-742.
- Schmakel, P. O. (2008). Early adolescents' perspectives on motivation and achievement in academics. *Urban Education, 43*, 723.
- Schutz, G., West, M. R., & Wobmann, L. (2007). *School accountability, autonomy, choice, and the equity of student achievement: International evidence from PISA 2003*. OECD education working papers, No. 14.
- TIMSS & PIRLS International Study Center (2001). *TIMSS 1999 user guide for the international database*. Boston: International Study Center Lynch School of Education Boston College.
- TIMSS & PIRLS International Study Center (2005). *TIMSS 2003 user guide for the international database*. Boston: International Study Center Lynch School of Education Boston College.
- Turner, S. L., & Lapan, R. T. (2005). Evaluation of an intervention to increase non-traditional career interests and career-related self-efficacy among middle-school adolescents. *Journal of Vocational Behavior, 66*, 516-531.
- Valentine, J. C., Cooper, H., Bettencourt, B., & Dubois, D. L. (2002). Out-of-school activities and academic achievement: The mediating role of self-beliefs. *Educational Psychologist, 37*, 245-256.
- Viadero, D. (2008). PISA results scoured for secrets to better science scores. *Education Week, 27*, 10.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 68-81.
- Wilkins, J. L. M. (2004). Mathematics and science self-concept: An international investigation. *Journal of Experimental Education, 72*, 331-347.
- Williams, C. M., & Subich, L. M. (2006). The gendered nature of career related learning experiences: A social cognitive career theory perspective. *Journal of Vocational Behavior, 69*, 262-275.
- Wobmann, L., Ludemann, E., Schutz, G., & West, M. R. (2007). *School accountability, autonomy, choice, and the level of student achievement: International evidence from PISA 2003*. OECD education working papers, No. 13.
- Wothke, W. (1993). Nonpositive definite matrices in structural modeling. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 256-93). Newbury Park, CA: Sage.

**Sex differences in mathematics and science achievement
---- Taiwan's case from the TIMSS data analysis¹**

Min-Ning Yu

Professor, Department of Education, National Chengchi University, Taiwan

Shih-Yu Lin

Graduate Student, Department of Education, National Chengchi University, Taiwan

Abstract

The purpose of this study is to do the secondary analysis of TIMSS dataset for investigating the sex differences in mathematics and science achievement, and for seeking out the factors that affected mathematics and science learning interests and their impact on mathematics and science achievement. Besides, this research is also to test if gender equity existed in the 9-year integral curriculum policy since the policy had administered more than ten years. Finally, a model will be constructed and verified based on the analysis of the TIMSS dataset to interpret the phenomenon of “high achievement, low interests” existed at some eastern countries, such as Taiwan, Hong Kong, South Korea, and Singapore. The results will explain the sex differences in the mathematics and science achievement and their learning interests. And some suggestions for educational policy making and decision will be proposed based on these results.

Key Words: TIMSS, learning achievement, learning interests, gender equity,
structural equation modeling

¹ **Acknowledgement:**

The authors would like to thank National Science Council of Taiwan, Republic of China, for the grant support under the contract NSC-96-2522-S-004-001-MY2.

Introduction

1980's, Taiwan rises a "the modern woman movement", inspiring the contemporary woman's rights consciousness of the Taiwan and also arousing the current thought of the female doctrine. The civil society represented the group "the new women information foundation", carried out a big check-up of the national textbook in 1988, then found that the chances of the female names shown-up in diagram and text were always less than male, and the contents were filled with the concepts about the sex stereotype and sex bias. From then on, the female's working position and capability began to be treated, valued, and imposed as equally as male. Up to 1990's, the government announces the educational reform of "Nine-Year Educational Program Reform" and "Ten Basic Skills Competency", among them, the "sex equality" subject also becomes one of the major curriculum issue that integrated into the teaching. At that mean time, Huang (1995) found that the trend of sex difference in ability was gradually shrunk in recent years which showing that the important factors of social structure and the education experience. However, more than a decade of educational reform pass by, there seemed existed the "sex difference" problem up to now (2007) per se. (i.e., Maccoby & Jacklin (1974) collected about 1500 research cases that have something to do with the sex difference and finished a book for "The Psychology of Sex Difference" which pointed out the men and women's difference were mainly in the language competence, mathematics, vision and space ability, and offensiveness etc.). Whether the "sex equality" subject was still remained in current thought of society? How to remove it gradually? This topic deserved to be concerned and went deep into research once more.

However, the various statistics of the Ministry of Education indicated that the trend of higher-level male manpower were more than those of higher-level female

manpower; in department choice, the male was apt to choose the science or engineering, and the female was prone to choose the liberal arts, business, family affairs or medical science; and on the amount of scientist and engineers, although the trend was little to decline, there still existed the male student enrolments were more than those of female student enrolments. Therefore, if we could encourage more female students to devote to the higher-level manpower cultivation, particularly in mathematics, science, and engineering fields, it would likely to be a valid policy for the promotion of the national competition power. This subject not only deserved to be concerned, but also needed to go deeply into study once more.

According to the domestic well-known scholar, professor Young (1996), had conducted a serial researches on the topic of “sex difference in science learning interest” and published a book of “*The analysis of differences in learning interests of males and females*”. In that book, he mentioned the current status of the male and female students’ difference in science learning interest: (1) On the scientific knowledge: the boy had more interest than the girl, the boy preferred the physical science, and the girl love the biology science. (2) On the attitude of learning science: the boy was more active than the girl, the boy's attitude was linked to the physics science, and the girl's attitude was head for the biology science; (3) On the attitude of loving science lessons: the boy's attitude is more active than the girl; (4) On the science lessons selection: the amount of the boy were more than the girl, the boy inclined to the physical science, and the girl inclined to the biology science; and (5) On the science career aspiration: the boy had more interest than the girl, the boy inclined to the material science, and the girl inclined to the life science. And what were the major factors that caused the male and female students difference in science learning interest? There might be existed some reasons such as: the learning attitude,

achievement, course content knowledge, the education environment, social culture, family cultivation factor etc. There seemed to be concluded as a core factor: “sex role”. That is to say, the science curriculum, the scientist’s personality, the science workload, and the scientist image etc., all were thought to be the category that belonged to the “male” image. This kind of stereotype of “sex role” would cause parents, teachers, social cultural environment, and even the female student herself to think as the “science was belonged to the male’s domain”. It would not be suitable for the female student to learn. And hence, the sex difference in learning science was manifested at the professor Young’s work.

Therefore, since the educational reform act started in 1995, the concepts of “female doctrine” and “sex equality” became popular and gradual implementation in people’s mind. Up to now, more than ten years pass by, were there still existed the “sex difference” in science education? This was a valuable topic that deserved to be re-checked. On one hand, it could examine whether the “sex equality” in educational reform was carried out or not? On the other hand, it needed to check whether there still existed the “sex difference” phenomenon in science learning achievement or not with a more cautiously scientific way? In the meantime, could we also make use of the objective data from the international evaluation to examine the experience of other countries and to see how did we make profit from it or not? Any various questions and curiosity arouse the researcher’s strong interest and motive to a glimpse of the fact why actually and exactly should be? Therefore, then would have this research to be proposed!

Method

This research proposes two questions that needed to be answered as follows:

1. From TIMSS 1999 to TIMSS 2003, what was the development trend of the mathematics and science achievement of fourth-grade and eight-grade male and female students in Taiwan? Were there existed the sex differences?

2. From TIMSS 1999 to TIMSS 2003, what was the main factor that had impact on the mathematics and science achievement and learning interest of fourth-grade and eight-grade male and female students in Taiwan? Were there existed the sex differences?

The data analyzed in this research was drawn from the public archival dataset of Trend of International Mathematic and Science Survey (TIMSS) which was generated and maintained by IEA. The index and raw data used in this TIMSS were all public message. The candor and objectivity of the data source, with the referenced value was without a doubt. Such data were used in this research to carry out a secondary data analysis. The data retrieve information was: <http://timss.bc.edu/timss2003.html>.

Then, to answer the above two research questions, the stepwise multiple regression analysis, product moment correlation analysis, and t test was carried out to do a secondary data analysis.

Results and Discussion

For the above research question one, the results of the secondary data analysis from TIMSS were shown in *Table 1*. From the *Table 1*, there existed the sex differences in mathematics and science achievement from TIMSS 1999 to TIMSS 2003. As the developmental trend of Mathematics achievement shown in *Table 1*, there indicated that the scores of fourth-grade male students were higher than those of fourth-grade female students in TIMSS 1999, with no significant sex differences of fourth-grade male and female students in TIMSS 2003, and then to the scores of eight-grade female students were higher than those of eight-grade male students in TIMSS 2003. And as the developmental trend of Science achievement shown in *Table 1*, there indicated that the scores of fourth-grade male students were higher than those of fourth-grade female students in TIMSS 1999, the scores of fourth-grade male students were higher than those of fourth-grade female students in TIMSS 2003, and then no significant sex differences of eight-grade students in TIMSS 2003. Among them, a speciously remarkable phenomenon was worth being noted. At the fourth-grade stage, male students' mathematics and science achievement seem to be outperformed than the female students did in TIMSS 1999, speciously in science achievement. But in TIMSS 2003, the situation began reverse; there were no significant sex differences in mathematics achievement. And even, there became the female students' mathematics and science achievement seemed to be outperformed than the male students did, or became no significant sex differences in TIMSS 2003. So, from the long-term vision on this development trend from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, the female students' mathematics and science achievement seemed to progressed in these few years since the TIMSS began in 1995. Meanwhile, the male students' mathematics and science achievement seemed too procrastinated or stagnated. Because of Taiwan's joined in the TIMSS evaluation was not long enough,

whether the above-mentioned phenomenon will be observed in the future, there seemed to be continuously studied.

Table 1. Sex differences in mathematics and science achievement from TIMSS 1999 to TIMSS 2003.

Year	Grade	Achevement	Female	Male	<i>t</i>	<i>p</i>
TIMSS 1999	Fourth	Mathematics	583.05(97.70)	588.58(109.11)	-2.027	.043
		Algebra	584.69(110.08)	589.74(118.18)	-1.679	.093
		Data	563.70(102.50)	556.21(111.22)	2.661	.008
		Number	576.64(96.85)	580.25(108.63)	-1.332	.183
		Geometry	555.91(100.40)	565.85(105.95)	-3.655	.000
		Measurement	563.45(89.74)	568.15(99.91)	-1.882	.060
		Science	564.40(81.41)	582.26(92.95)	-7.765	.000
		Chemistry	557.08(95.02)	569.11(108.29)	-4.710	.000
		Earth science	519.22(82.97)	554.88(86.24)	-16.02	.000
		Life science	546.17(90.89)	549.50(103.84)	-1.284	.199
		Physics	545.31(93.43)	563.03(102.92)	-6.845	.000
		Environment S.	553.80(97.76)	574.12(104.59)	-7.624	.000
TIMSS 2003	Fourth	Mathematics	564.96(58.59)	564.57(65.34)	0.214	.831
		Algebra	557.28(63.04)	557.98(68.36)	-0.366	.714
		Data	570.39(58.98)	562.26(63.52)	4.519	.000
		Number	570.69(66.12)	568.14(71.17)	1.263	.207
		Geometry	553.11(66.06)	550.67(71.83)	1.203	.229
		Measurement	555.19(53.07)	560.08(57.45)	-3.011	.003
		Science	549.53(65.41)	554.56(72.33)	-2.487	.013
		Earth science	554.73(81.27)	566.45(90.18)	-4.646	.000
		Life science	539.55(55.95)	543.36(62.20)	-2.190	.029
		Physics	552.71(76.38)	557.31(83.29)	-1.960	.050
TIMSS 2003	Eighth	Mathematics	589.72(92.73)	582.75(102.79)	2.604	.009
		Algebra	594.13(102.62)	581.32(113.15)	4.340	.000
		Data	571.86(78.13)	568.04(87.36)	1.687	.092
		Number	591.52(96.29)	585.03(106.87)	2.336	.020
		Geometry	599.42(104.89)	582.46(115.97)	5.616	.000
		Measurement	572.86(89.81)	575.54(98.91)	-1.037	.300
		Science	571.23(73.83)	573.55(81.71)	-1.090	.276
		Chemistry	542.43(67.86)	553.99(77.17)	-5.823	.000
		Earth science	563.80(69.24)	564.57(78.16)	-0.377	.706
		Life science	568.49(68.94)	571.48(77.80)	-1.489	.137
		Physics	589.91(87.70)	582.50(96.85)	2.934	.003
		Environment S.	561.21(60.32)	559.17(67.34)	1.170	.242

Note: Only the significant value (i.e., $p < .05$) was shown in gray bold heads.

Table 2 had shown for the regression analysis of the impact factors that influenced the mathematics and science achievement from TIMSS 1999 to TIMSS

2003. Only the main predictor with $R^2 = .10$ and beta value was shown in *Table 2*. Since the coding for the response option of "agree very much", "agree", "disagree", "disagree very much" as 1, 2, 3, or 4 points, some scoring and interpreting of item questions should be reversed and be careful.

For the factor that influencing Mathematics achievement, *Table 2* indicated that "I will never really understand it" (for fourth-grade in TIMSS 1999), "Think\Usually do well in Math" (for fourth-grade in TIMSS 2003), "Agree\Usually do well in Math" (for eight-grade in TIMSS 2003) were the major factors that accounted for about 10.3% ~ 26.06% variance of the Mathematics achievement. And if we looked at *Table 2* in detail, we could see that the "I will never really understand it" was the major factor that explained the fourth-grade male students' Mathematics achievement in TIMSS 1999, the "Think\Usually do well in Math", and the "Agree\Usually do well in Math" were the main factors that explained the fourth-grade and eighth-grade male students' Mathematics achievement in TIMSS 2003. Meanwhile, the "Usually do well in Math", the "Think\Usually do well in Math", and the "Agree\Usually do well in Math" were always the major factors that explained the fourth-grade and eighth-grade female students' Mathematics achievement from TIMSS 1999 to TIMSS 2003. On the whole, from the long-term vision on this development trend from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, the major factor that influenced the female students' Mathematics achievement was "Usually do well in Math", and the main factors that explained the male students' Mathematics achievement were "Usually do well in Math" and "I will never really understand it".

For the factor that influencing Science achievement, *Table 2* indicated that "More difficult than for classmate" (for fourth-grade in TIMSS 1999), "How often\I listen teacher talk" (for fourth-grade in TIMSS 2003), "How often\Listen teacher

lecture” (for eight-grade in TIMSS 2003) were the major factors that accounted for about 7.1% ~ 13.9% of variance of the Science achievement. And if we looked at *Table 2* in detail, we could see that the “More difficult than for classmate” was the major factor that explained the fourth-grade male students’ Science achievement in TIMSS 1999, the “How often\I listen teacher talk”, and the “How often\Listen teacher lecture” were the main factors that explained the fourth-grade and eighth-grade male students’ Science achievement in TIMSS 2003. Meanwhile, the “Outside school studying science”, was the major factor that explained the fourth-grade female students’ Science achievement in TIMSS 1999, the “How often\I listen teacher talk”, and the “How often\Listen teacher lecture” were always the major factors that explained the fourth-grade and eighth-grade female students’ Science achievement from TIMSS 1999 to TIMSS 2003. On the whole, from the long-term vision on this development trend from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, the major factors that influenced the female students’ Science achievement were “Outside school studying science” and “How often\I listen teacher talk”, and the main factors that explained the male students’ Science achievement were “More difficult than for classmate” and “How often\I listen teacher talk”.

Table 2. The regression analysis of the impact factors that influenced the mathematics and science achievement from TIMSS 1999 to TIMSS 2003.

Year	Grade	Criterion	Main predictor (beta values and the R-square)		
			Female	Male	Total Subjects
TIMSS 1999	Fourth	Mathematics	Usually do well in Math. $\beta = -.442, R^2 = .195$	I will never really understand it. $\beta = .500, R^2 = .250$	I will never really understand it. $\beta = .466, R^2 = .217$
		Science	Outside school studying science. $\beta = .327, R^2 = .107$	More difficult than for classmate. $\beta = .372, R^2 = .139$	More difficult than for classmate. $\beta = .345, R^2 = .119$
TIMSS 2003	Fourth	Mathematics	Think\Usually do well in Math. $\beta = -.304, R^2 = .093$	Think\Usually do well in Math. $\beta = -.337, R^2 = .113$	Think\Usually do well in Math. $\beta = -.321, R^2 = .103$
		Science	How often\I listen teacher talk.	How often\I listen teacher talk.	How often\I listen teacher talk.

			Sex difference		
TIMSS 2003	Eighth	Mathematics	$\beta = -.254, R^2 = .065$ Agree\Usually do well in Math.	$\beta = -.281, R^2 = .079$ Agree\Usually do well in Math.	$\beta = -.266, R^2 = .071$ Agree\Usually do well in Math.
		Science	$\beta = -.502, R^2 = .252$ How often\Listen teacher lecture.	$\beta = -.539, R^2 = .291$ How often\Listen teacher lecture.	$\beta = -.515, R^2 = .266$ How often\Listen teacher lecture.
			$\beta = -.368, R^2 = .136$	$\beta = -.383, R^2 = .147$	$\beta = -.373, R^2 = .139$

Note: Only the main predictor those $R^2 \geq .10$ with its beta value was shown.

Table 3 had shown for the regression analysis of the impact factors that influenced the mathematics and science learning interest from TIMSS 1999 to TIMSS 2003. Only the main predictor with $R^2 \geq .10$ and beta value was shown in Table 3. Since the coding for the response option of "agree very much", "agree", "disagree", "disagree very much" as 1, 2, 3, or 4 points, some scoring and interpreting of item questions should be reversed and be careful.

For the factor that influencing Mathematics learning interest, Table 3 indicated that "Think\Math is boring" and "Usually do well in Math" (for fourth-grade in TIMSS 1999), "Would like to do more math" and "I learn things quickly in math" (for fourth-grade in TIMSS 2003), "I learn things quickly in math" and "Would like more math"(for eight-grade in TIMSS 2003) were the major factors that accounted for about 10.8% ~ 44.8% variance of the Mathematics learning interest. And if we looked at Table 3 in detail, we could see that the impact factors that influenced the male students' Mathematics learning interest were same to the factors that influenced the total subjects. Meanwhile, the "Think\Math is boring" and "Usually do well in Math" were the major factors that influenced the fourth-grade female students' Mathematics learning interest in TIMSS 1999, "Would like to do more math" was the major factor that influenced the fourth-grade female students' Mathematics learning interest in TIMSS 2003, and "Usually do well in Math" and "Would like more math" were the major factors that influenced the eighth-grade female students' Mathematics learning interest in TIMSS 2003. On the whole, from the long-term vision on this development

trend from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, the major factors that influenced the female students' Mathematics learning interest were "Think\Math is boring", "Usually do well in Math", and "Would like more math", and the main factors that explained the male students' Mathematics learning interest were "Think\Math is boring", "Usually do well in Math", "Would like more math", and "I learn things quickly in math".

For the factor that influencing Science learning interest, *Table 3* indicated that "Like science" (for fourth-grade in TIMSS 1999), "Would like to do more science" (for fourth-grade in TIMSS 2003), "Would like to take more science" and "I learn things quickly in science"(for eight-grade in TIMSS 2003) were the major factors that accounted for about 11.6% ~ 55.2% variance of the Science learning interest. And if we looked at *Table 3* in detail, we could see that the impact factors that influenced the male and female students' Science learning interest were same to the factors that influenced the total subjects. On the whole, from the long-term vision on this development trend from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, the major factors that influenced the male and female students' Science learning interest were "Like science", "Would like to do/take more science", and "I learn things quickly in science".

Table 3. The regression analysis of the impact factors that influenced the mathematics and science learning interest from TIMSS 1999 to TIMSS 2003.

Year	Grade	Criterion	Main predictor (beta values and the R-square)		
			Female	Male	Total Subjects
TIMSS 1999	Fourth	Interest in mathematics	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .419$ Usually do well in Math. $\beta = .371, R^2 = .110$	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .447$ Usually do well in Math. $\beta = .377, R^2 = .107$	Think\Math is boring. $\beta = -.481, R^2 = .437$ Usually do well in Math. $\beta = .376, R^2 = .109$
		Interest in science	Like science. $\beta = -.725, R^2 = .525$	Like science. $\beta = -.742, R^2 = .550$	Like science. $\beta = -.743, R^2 = .552$
TIMSS 2003	Fourth	Interest in Mathematics	Would like to do more math. $\beta = .612, R^2 = .374$	Would like to do more math. $\beta = .462, R^2 = .344$	Would like to do more math. $\beta = .470, R^2 = .355$

				I learn things quickly in math. $\beta = .360, R^2 = .114$	I learn things quickly in math. $\beta = .352, R^2 = .108$
		Interest in Science	Would like to do more science. $\beta = .651, R^2 = .424$	Would like to do more science. $\beta = .725, R^2 = .526$	Would like to do more science. $\beta = .692, R^2 = .479$
TIMSS 2003	Eighth	Interest in Mathematics	Usually do well in Math. $\beta = .476, R^2 = .406$ Would like more math. $\beta = .415, R^2 = .146$	I learn things quickly in math. $\beta = .479, R^2 = .480$ Would like more math. $\beta = .412, R^2 = .124$	I learn things quickly in math. $\beta = .475, R^2 = .448$ Would like more math. $\beta = .406, R^2 = .127$
		Interest in Science	Would like to take more science. $\beta = .455, R^2 = .420$ I learn things quickly in science. $\beta = .402, R^2 = .124$	Would like to take more science. $\beta = .512, R^2 = .549$ I learn things quickly in science. $\beta = .400, R^2 = .108$	Would like to take more science. $\beta = .485, R^2 = .495$ I learn things quickly in science. $\beta = .405, R^2 = .116$

Note: Only the main predictors those $R^2 \geq .10$ with their beta values were shown.

As mentioned above, from the development trend of from TIMSS 1999 to TIMSS 2003, there seemed to be that the female student's Mathematics and Science achievement outperformed the male students year by year. And the male student's Mathematics and Science achievement seemed to be on the stagnation development. Among them, the main factors that influenced the female student's Mathematics and Science achievement were those factors that related to such items as: "Usually do well in Math", "Outside school studying science", and "How often\Listen teacher lecture". Meanwhile, the major factors that influenced the male student's Mathematics and Science achievement were those factors that related to such items as: "I will never really understand it", "Think\Usually do well in Math", "More difficult than for classmate", and "How often\Listen teacher lecture". Besides, the main factors that influenced the female student's Mathematics and Science learn interest were those items most related to "Think\Math is boring", "Usually do well in Math", "Would like to do more math", "Like science", "Would like to do more science", and "I learn things quickly in science". Meanwhile, the major factors that influenced the male student's Mathematics and Science learn interest were those items most related to

“Think\Math is boring”, “Usually do well in Math”, “Would like to do more math”, “I learn things quickly in math”, “Like science”, “Would like to do more science”, and “I learn things quickly in science”. Among them, those factors that influenced the male and female students’ Mathematics and Science learning interest were almost the same. Therefore, as concluded as follows, the previously positive learning experience of the male and female students (namely, since the fourth-grade in TIMSS 1999) seemed to become the major factors for afterward learning motives (i.e., expressed by such as “Like math or science”, “Would like to do/take more math or science”, etc.), and to be higher achievement in Mathematics and Science. Hence, how to promote the students having a positive learning experience in Mathematics and Science with a good curriculum design, an adequate teaching method, and an evaluation system to maintain Mathematics and Science learning interest and achievement. It deserved to be carefully considered in the future policy making.

Reference

- Beaton, A. E., Mullis, I. V., Martin, M., Gonzalez, E. J., Kelly, D., & Smith, T. (1996). *Mathematics achievement in the middle school years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Bybee, R. W., & Kennedy, D. (2005). Math and Science Achievement. *Science*, 307, 481.
- Chouinard, R., Vezeau, C., Bouffard, T., & Jenkins, B. (1999). Gender differences in the development of mathematics attitudes. *Journal of Research and Development in Education*, 32, 184-192.
- Ferrini-Mundy, J. & Schmidt, W. H. (2005). International comparative studies in mathematics education: Opportunities for collaboration and challenge for researchers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36, 164-175.
- House, J. D. (2000). Students self-beliefs and science achievement in Ireland: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media*, 27, 107-116.
- House, J. D. (2002). Instructional practices and mathematics achievement of adolescent students in Chinese Taipei: Results from the TIMSS 1999 assessment. *Child Study Journal*, 32, 157-178.
- Huang, H. M. (1995). The study of gender differences in mathematics and science achievement. *Journal of Women and Gender Studies*, 6, 95-113.
- Jan, L. (1999). Equity issue in testing: The case of TIMSS performance assessment. *Studies in Educational Evaluation*, 25, 297-314.
- Jordan, W. J., & Nettles, S. M. (1999). How students invest their time outside of school: Effects on school-related outcomes. *Social Psychology of Education*, 3, 217-243.
- Lamb, S., & Fullarton, S. (2002). Classroom and school factors affecting mathematics achievement: A comparative study of Australia and the United States using TIMSS. *Australian Journal of Education*, 46, 154-171.
- Lofland, A. (1993). Mathematics and gender: An analysis of student attitudes toward mathematics at the university of Hawaii. *Studies in Educational Evaluation*, 26, 143-152.
- Martin, O., & Kelly, D. (1996). *Third International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Technical Report, Volume 1. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Mullis, I.V. S., Martin, M. O., Smith, T. A., Garden., R. O., & Gregory, K. O. (2003). *TIMSS assessment frameworks and specifications 2003*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Pamela, J., (1999). TIMSS performance assessment results United States. *Studies in Educational Evaluation, 25*, 277-281.

Pinchas, T., & Ruth. Z. (1999). Performance of Israel 4th and 8th grade students on science and combined science and math performance assessment tasks. *Studies in Educational Evaluation, 25*, 283-286.

Pong, S. L., & Pallas, A. (2001). Class size and eighth-grade math achievement in the United States and abroad. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 23*, 251-273.

Shen, C. (2002). Revisiting the relationship between students' achievements and their self-perceptions: A cross-national analysis based on TIMSS data. *Assessment in Education, Principles, Policy and Practice, 9*, 161-184.

Shen, C. & Pedulla, J. J. (2000). The relationship between students' achievement and their self-perception of competence and rigor of mathematics and science: A cross-national analysis. *Assessment in Education, Principles, Policy and Practice, 7*, 237-253.

Stevenson, H. W., Hoter, B. K., & Randel, B. (2000). Mathematics achievement and attitudes about mathematics in China and the West. *Journal of Psychology in Chinese Societies, 1*, 1-16.

Valentine, J. C., Cooper, H., Bettencourt, B., & Dubois, D. L. (2002). Out-of-school activities and academic achievement: The mediating role of self-beliefs. *Educational Psychologist, 37*, 245-256.

Wilkins, J. L. M. (2004). Mathematics and science self-concept: An international investigation. *Journal of Experimental Education, 72*, 331-347.

Young, L. L. (1996). *The analysis of differences in learning interests of males and females*. Taipei: Wenging.

Yu, M. N. (2006). *Latent variable models: The application of SIMPLIS*. Taipei: Higher Education.

Authors:

Min-Ning Yu

Professor, Department of Education in National Chengchi University

Address: NO 64,Sec2,ZhiNan Rd.,Wenshan District, Taipei City 11605,Taiwan

(R.O.C)

E-mail: mnyu@nccu.edu.tw

TEL: 886-2-29393091#67105

Shih-Yu Lin

Doctoral Student, Department of Education in National Chengchi University

Address: NO 64,Sec2,ZhiNan Rd., Wenshan District, Taipei City 11605, Taiwan

(R.O.C)

E-mail: 95152516@nccu.edu.tw

TEL: 886-2-29393091#67105

Running head:

Sex differences in Taiwan's TIMSS data.

Correspondence:

Min-Ning Yu

Add.: P. O. Box 1-433, Mucha, Taipei, Taiwan, R. O. C.

Tel: 886-2-29397163

Fax: 886-2-29387717

Email: mnyu@nccu.edu.tw

Acknowledgement:

The authors would like to thank National Science Council of Taiwan, Republic of China, for the grant support under the contract NSC-96-2522-S-004-001-MY2.