

個人特質、家庭環境、教師教學 與學校背景對八年級學生數學成就之影響

李君柔*、王美娟**

摘 要

本研究以臺灣八年級學生參加TIMSS 2007年為樣本，旨在探討八年級學生的個人特質、家庭環境、教師教學、學校背景等因素與其數學成就之間的關係，並應用結構方程模式的分析資料方法探究「臺灣八年級學生數學成就因素模式」。本研究可分析的樣本為2,642名學生。主要的研究結果如下：學生的個人特質愈好，其數學成就愈高；學生的家庭環境愈好，其數學成就愈高；教師的教學效能會影響學生的個人特質，進而影響其數學成就；學生所處的學校背景會影響學生的個人特質，進而影響其數學成就。本研究也發現，在這幾項因素中，個人特質對數學成就的影響力最大，家庭環境次之，教師教學與學校背景的影響力最小。

關鍵詞：個人特質、家庭環境、教師教學、學校背景、數學成就、結構方程模式

* 本文第一作者為國立臺灣師範大學數學系助教

** 本文第二作者為臺北市立教育大學數學系副教授

壹、緒論

一、研究背景與動機

在教育現場，雖然班級內的學習環境相似，但是學生的成績卻有很大的差異，而造成學生成就差異的影響因素一直是許多學者專家們所關切的議題，紛紛投入研究（Walberg, 1984; Wang, Haertel & Walberg, 1993），但至今尚未有大家公認的結論。相關文獻中指出影響數學成就的因素眾多，張殷榮、洪有情與羅珮華（2004）指出可能有學生個人特質、家庭環境、教師教學、學校背景等因素。其中，學生個人特質因素如：成就目標、數學自信、數學價值等；家庭環境因素如：家庭資源、父母學歷等；教師教學因素如：教學策略、家庭作業等；學校背景因素如：校園安全、學校環境等。

但究竟哪些因素會影響到學生的數學成就？又是如何影響的呢？近年來舉辦過許多國際性的大型成就測驗，例如國際教育成就調查委員會（The International Association for Evaluation of Education Achievement [IEA]）所舉辦的國際數學與科學成就趨勢調查（Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]），其主要目的是為了瞭解各國學生數學與科學學習成就與各國文化背景、課程、教育環境、家庭背景和教師等影響因素的相關性，並長期追蹤其趨勢，進一步作各國之間的比較研究，以了解各國在教育或課程改革的成效。

TIMSS是一個相當重要的大型資料庫，施測的結果也受到許多國家學者的重視，而IEA所公開的資訊相當豐富，包含試題與各式問卷調查資料，除了學生學習成果之外，還有學生學習態度、家庭教育資源、教師教學方法、學習環境等資料，可供各研究者針對不同方向作研究。透過此等大型資料庫的次級資料分析，比起研究者自行設計問卷與測驗，更能大規模的研究與探討，也能得到更具代表性的結果。

結構方程模式（Structural Equation Modeling，以下簡稱SEM），是一個相當新的統計技術，大量應用在社會及行為科學的領域也不過是近三十年的事（黃芳銘，2007）。就統計的語言來說，SEM是融合相關分析、迴歸分析、路徑分析和因素分析等統計方法，特別適用在建立測量模型來描述觀察變項與潛在變項之間的關係，以及檢驗背後所隱含之理論建構是否成立的多變量統計方法或技術（余民寧，2006）。社會及行為科學領域的研究中，變項間的關係通常不是單純一個變項的推論或兩個變項間關係的討論，而是涉及一整組變項。這一組變項除了表面上的關係外，可能還有潛在的因果性或階層性關係。SEM可以將全部的因果假設同時架構成一個有意義的假設模型，研究者可以根據不同的理論與假設，發展出不同的替

代模型，以進行模式間的競爭與比較（邱皓政，2008）。

基於以上陳述，有鑑於影響數學成就的因素眾多，近年來國際性大型的教育成就測驗可幫助我們更廣泛的進行學生數學學習成就因素的調查，因此本研究將使用TIMSS 2007的資料，應用結構方程模式的理論，針對臺灣八年級學生的數學成就因素進行結構方程模式的探索。

二、研究目的與待答問題

本研究之主要研究目的如下：

- （一）整合數學成就相關理論與文獻，探討臺灣八年級學生的個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等因素之間的潛在關係，並建構一個影響臺灣八年級學生數學成就因素之理論模式。
- （二）以TIMSS 2007的資料，透過結構方程模式統計方法，評估本研究所建構「臺灣八年級學生數學成就因素模式」之品質與配適程度，據以分析並解釋相關現象。

依據上述的研究目的，本研究的研究問題如下：

- （一）本研究中所建構之「臺灣八年級學生數學成就因素模式」是否與樣本資料適配？是否能透過此模式有效解釋臺灣八年級學生數學成就表現之相關現象？
- （二）學生的個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等因素是否顯著影響學生之數學成就？
- （三）學生數學成就之各影響因素，包含個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等潛在變項之間的相互關係為何？

貳、文獻探討

影響學生數學成就一直是數學教育研究的熱門議題，透過大型教育測驗來探究學生數學成就，長期以來也獲得國際的關注。許多研究對於影響學生學習成就的解釋是建立在標準化測驗上，如Walberg從經濟學的模型得到啓示，並在1981年提出一個解釋學生學業成就影響因素的模型（Walberg, 1981），此模型包含了學生能力與動機、教學上的質與量、家庭與課堂環境，以及年齡等變數。1984年，Walberg再次從學生情意、行為與認知等方面的學習提出九個影響學生學習成就的因素（Walberg, 1984），並進一步將九個因素分成三個群組，包含：學生特質因

素、教學因素及環境因素等。Wang、Haertel與Walberg（1993）分析197篇手冊章節或文獻論文、91篇綜合性文章，以及調查61位教育學者之後，整理出28個影響學生學習成就的因素，並歸類為學生特質（student aptitude）、教室教學與氣氛（classroom instruction and climate）、學習環境與活動脈絡（context）、課程設計（program design）、學校組織（school organization）與學區特徵（state and district characteristics）共六大類。

由於TIMSS 2007學生問卷資料上的變項有限，本研究參考這些文獻，選擇其中四項因素來探討臺灣八年級學生與數學成就之間的關係，包含個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等因素。以下則簡述各因素的相關研究。

一、個人特質與數學成就

學習動機與自信的個人特質在數學學習成效上，一直是國內外數學教育研究經常討論的議題，這些研究都揭示學生個人特質對其數學成就有正向關係。Eklöf（2006）以TIMSS瑞典八年級學生資料，考察其背景與數學成就表現之間的關聯，發現他們在自我概念量表（the self-concept scale）上呈現內部一致性且與成就表現有正相關。在國內研究方面，張芳全（2006，2010）分析TIMSS 2003的資料皆發現，學生信念是影響學生數學成就的最重要指標，當學生對數學的學習態度愈強、學生越喜歡上數學課、對數學越有自信、認為數學是重要的，以及自我期望越高，對八年級學生的數學成就有正向的影響。也就是說，學生成就目標越強、對數學自信越高與認為數學越有價值，對數學成就有正向的影響。

在個人特質的研究方向上，有許多研究是從學生情意方面切入，且著重在成目標、數學自信與數學價值三個面向。本研究則參考這些觀點，同樣選擇此三個面向作為主要考察影響學生學習表現的個人特質因素。以下針對此三個面向加以簡述。

（一）成就目標與數學成就

成就目標代表著學生對自我的期望。Greene、Miller、Crowson、Duke與Akey（2004）指出，在學習上，影響學生認知策略選擇的一個要素就在於學習動機，其中，與學習策略的運用相關的三個動機因素分別為自我效能（self-efficacy）、成就目標（achievement goals），以及知覺工具性價值（perceived instrumentality），亦即學生將這些所學的知識當成工具對於未來個人目標達成的程度；他們並進一步認為，個體成就目標將影響自我效能，也影響個人後來的學習的信念與努力程度。

就學生成就動機應用於學生學習來說，Aunola、Leskinen與Nurmi（2006）提到，學生的學習表現與學習動機具有良性循環的效果，當學生在之前的學習成果有

良好表現時，就會對其後續的學習產生更濃厚的學習興趣，因而有更強烈的動機與更好的學習成效。

（二）數學自信與數學成就

Shavelson、Hubner與Stanton（1976）指出，數學自信指的是對於數學學習的自我概念（self-concept），也就是個體對於自己的知覺與判斷。而另一方面，Branden（1994）認為，學生自我概念的提能促進其學業表現。換言之，數學自信對於學生數學成就的表現是有正向影響的。

在國內TIMSS相關研究上，余民寧與韓佩華（2009）分析TIMSS 2003的資料則發現，學生對自己數學的「能力知覺」越趨於正向者，其數學成就也會愈高，顯示對於數學自信具有正向之心理特質有助於學生成就表現。相同的，吳琪玉（2005）探討我國八年級學生在TIMSS 1999與TIMSS 2003數學與科學之表現時，發現影響學生數學學習成就的因素相關係數最高的是「在數學表現的自評」，顯示出不能忽略數學自信對於學生數學成就所帶來的影響。

（三）數學價值與數學成就

根據Wigfield與Eccles（1992）的說法，價值係指個體對於工作任務的重視程度，它是由重要性、興趣、有用性及代價等四種成分所組成。若將此概念用於數學上，所謂的數學價值代表著學生對數學工作的重視程度，亦即學生憑自己主觀的判斷認為數學與自己有關、且具有重要性及意義的程度，其中包含對數學的興趣與態度。

在國內TIMSS相關研究上，陳嘉成（2007）在TIMSS 2003八年級高、低分群學生變項的研究中，探討背景問卷中可區別臺灣、南韓、澳洲與賽普勒斯等四個國家的變項，研究發現「數學態度」是區別高、低成就學生最有力的變項。

綜上所述，除了學生的智力因素，情意因素也經常為教師教學或教育研究所考量。例如，Bloom（1956）就將「教育目標分類（Taxonomy of Educational Objectives）」分成認知、情意與技能等三個領域。其中，情意領域強調屬於個人特質範圍。儘管不同的學者對於情意因素的界定與分類不盡相同，Mandler（1984）就將情意領域分成三個子領域：態度、情緒、信念，不難理解地，這三方面所含的情意與認知成分有一定的關連，而從上述的研究中也可以發現情意因素確實對於學生學習成就有著正面影響。就數學教學來看，讓學生喜歡數學、上課儘量引發學生學習動機、培養學生良好學習態度、讓學生不懼怕數學…等，對於數學成就會有助益是普世的經驗，然而對於TIMSS的報告也提出臺灣的學生雖然數學成就很高，情意面向的分數卻並不理想（張殷榮、洪有情、羅珮華，2004）。個人特質

是否對於學生數學學習成就有正面影響，則有待進一步討論，因此，本研究根據上述文獻探討後，將個人特質這個因素納入模式，以探究個人特質是否影響其與數學成就。

二、家庭環境與數學成就

家庭環境的影響可包括家庭所持有的動態及靜態文化資源，也就是家庭所擁有的物質資源，這其中可以包含家庭的社經地位、父母教育程度等。Kingston、Hubbard、Lapp、Schroeder與Wilson（2003）則認為，接受良好的教育與較好的經濟條件的人較不易形成孤單的個體，並進一步指出，個人接受的教育年數、學業成就與社會資本及文化資本都有正向的顯著關係；Schmid（2001）的研究也顯示，家庭社經地位對子女學業成就影響有其重要性。換言之，家長教育程度越高，將對子女的教育有所影響。另一方面，Vanfossen、Jones與Spade（1987）以美國的學生為背景進行分析，發現家庭背景較好的學生比較容易有較好的學校環境，也少有學生秩序不佳的問題，此都顯示學生的家庭環境可能同時影響其所處的學校背景，而此一說法也提供本研究一個可以參考的關連。以下就家庭資源、父母學歷兩個面向進行文獻考察。

（一）家庭資源與數學成就

家庭資源是指家庭中可用的資產，可粗分成家庭物質資源與家庭文化資本，可以家庭財富或收入作為衡量單位，其中，家庭物質資源聚焦於可提供有助於學習成就的物品或設施；而本研究在家庭文化資本上則聚焦於藏書量。在國內的相關研究上，在家庭物質資源方面，張芳全（2010）分析TIMSS 2003的資料後發現，八年級學生的家庭資源對數學成就具有正面顯著的影響。而楊伯軒（2008）更發現學生的家庭環境，會影響學生個人特質與教師教學效能，進而影響數學學習成就。在文化資本方面，張殷榮（2001）與陳嘉成（2007）分別以TIMSS 1999和TIMSS 2003的資料為分析對象，他們同樣發現「家中藏書量」對學生數學學業成就有顯著的正相關。

（二）父母學歷與數學成就

家長教育程度越高，可能傾向越重視其子女的教育；而家長擁有較高的職業，其收入也較高，因此可提供其子女較好的學習環境，相較之下其子女的教育程度通常也較高。父母教育程度對學生的影響，主要實現在心理適應與學業成就兩方面，如葉碧玲、葉玉珠、許錦雲與張國恩（2001）以國中生為對象進行調查發現，父母

教育程度越高，學生的情緒智力也越高。譚康榮（2004）以「臺灣教育長期追蹤調查資料庫」（Taiwan Education Panel Survey [TEPS]）來探討父母教育程度對學習成就的影響，發現父母教育程度對學生學習成就影響深遠。當父母的教育程度愈高，家庭文化資本愈豐富，學生的學習興趣就愈高，而學生的自我期望越高，對學生的數學成也越趨向正面的影響（陳依喬，2011）。

綜上所述，儘管上述的研究提供我們家庭資源會影響學生個人特質、教師教學、學校背景與數學成就的想法，一般大眾也不難理解家庭教育、父母學歷與社經地位對於其子女教育在物質與精神上的投入，可能對於學生成就表現有所助益。但另一方面，我們從大型國際教育調查也發現，一些國民所得較高、社會福利較好、父母學歷較高的國家，他們的學生在數學成就的表現卻不好；而在許多國內的實際教學案例中也發現，擁有好的社經地位的父母，儘管有較多的金錢、心力花在子女的教育上，卻不一定反應在其與數學成就上。因此，本研究根據上述文獻探討後，將家庭環境這個因素納入模式，以探究家庭環境是否直接影響其與數學成就，而同時也探究家庭環境是否會透過個人特質、教師教學或學校背景等中介因素而影響數學成就。

三、教師教學與數學成就

學生課堂活動對於孩童學習、自我效能信念，以及其他自我知能，都扮演重要的角色，對於課堂中的興趣發展與動機培養也都有影響力（Atencio, 2004）。Centra與Potter（1980）的研究也認為，教師教學特質（例如：教學經驗或口語特徵、課堂演示或行爲等）會正向影響學生學業成就。教師個人在課堂上的教學表現以及是如何影響學生學習的成效，往往是教育改革與研究的核心課題（鄭燕祥，2006）。楊伯軒（2008）分析TIMSS 2003資料指出教學策略是教師教學效能的良好指標，而教師教學效能越強，學生的數學學習成就越高。

（一）教學策略與數學成就

教學策略是指教師有計畫的引導學生學習，而達到教學目標的一切方法（張春興，2006）。Yuen-Yee與Watkins（1994）從香港中學生課堂環境與學習方法的研究發現，學生比較喜歡合作學習的環境，在此種合作學習策略中，會增加學生的學習動機。換句話說，學生一起做實驗或課堂討論對學業成就有所助益。如果學生在學習時能與生活連結，或是教師教學時能讓學生瞭解到所學的知識與生活的連結，對提高學生學業成就也有幫助。Higgins（1997）的研究顯示，針對數學解決問題的教學法可以提升六、七年級學生的數學成就，而當學生的數學成就提高時，則會

有較正向積極的數學態度和數學信念。

（二）家庭作業與數學成就

Trautwein、Koller、Schmitz與Baumert（2002）以德國7年級學生來了解家庭作業與數學成就間的關係發現，老師指定作業頻率與數學成就有正向顯著的關係。張芳全（2006）以TIMSS 2003年臺灣八年級學生的資料為樣本，研究數學老師給家庭作業的頻率、複習作業的頻率、學生回家作數學功課的時間都與數學學業成就有正向顯著影響，顯然，老師較常交待數學作業、學生花愈多時間複習功課與學生回家寫作業時間較長，對數學學業成就有提高的現象。

Epstein與Van（2001）指出，家庭作業的功能除了提供學生有更多練習的機會及複習在學校學習的內容之外，透過家庭作業可以讓學生提高個人的責任感、自信心及培養時間管理的能力。Cooper與Valentine（2001）認為，家庭作業不僅對學生學業成就有正向的影響，也能讓學生習慣獨立學習，故家庭作業影響了學生的日常生活，也強化學生的學習動機。而Zimmerman與Kitsantas（2005）也發現，家庭作業可以提高學生的自我效能，也可知覺到自己應負責任的重要性，這種知覺的歷程會影響學生的學業成就。

綜上所述，教師與學生的「教」與「學」所構成的認知活動是學校教育的核心所在，甚至將教師教學表現當成學生學習成效的關鍵所在。在實際課堂中，教學環境與歷程極其複雜，而教師在這個歷程中則扮演著主持教學的靈魂人物，在這個主持教學的活動中，老師必須掌握教學氣氛，將其所知的教學策略，透過各種技巧來幫助學生學習，並透過不斷的教學反思與回饋來檢視教學與學習成效，這個歷程中老師需要不斷的進行教學決策。然而，同一個老師在不同的班級有著不同的教學成效，甚至同一個班級同樣的教學卻對於不同的學生有著不同影響，一個班級的學生成就也有高有低。因此，本研究根據上述文獻探討後，將教師教學這個因素納入模式，以探究教師教學是否直接影響其與數學成就，而同時也探究教師教學是否會透過個人特質中介因素而影響數學成就。

四、學校背景與數學成就

諸多研究顯示校園安全亦是影響學生學習成就的因素。另外，學生家境因素、父母最高教育程度以及學校貧窮學生的比例皆與學生的學習成就有相關。而學生偏差行為、學生校園安全觀感、學生家庭因素與學校背景因素對學生的學習成就皆具有影響力。

（一）校園安全與數學成就

國外學者Perse、Kozina與Leban（2011）以TIMSS 2003資料庫分析斯洛維尼亞4年級與8年級學生，發現受偏差行為影響的學生，包括偷竊、傷害、強迫、嘲弄與排擠，其數學與科學成就皆顯著較低。國內學者譚克平（2006）由TIMSS 2003學校問卷調查的分析所述，有些國中常遇到有學生遲到、無故缺席及蹺課的情況，這種行為會影響到學生學業成就；另外，學生的對校園安全的觀感與其數學成績之間是有關係的，故為學生提供安全的學校環境，是一件重要的事。盧雪梅（2009）透過PIRLS 2006和TIMSS 2007資料庫，來探討校園安全觀感與學習成就的相關情形，發現各參與國家和地區的學生校園安全觀感與數學成就皆有正向關聯，我國也不例外。

（二）學校環境與數學成就

Esposito（1999）在探討學校環境和學業成就關係的研究中，認為學校環境和師生關係兩項因素可顯著預測學生的學校適應情形，也可顯著預測學生的數學成績。在國內的研究方面，洪福源與黃德祥（2002）探討國中校園欺凌行為與學校氣氛的研究中，發現校園欺凌行為與學校氣氛有顯著相關。朱經明（1981）探討國中學生人際關係與學業成就的關係，發現國中學生與同學間相處良好，與其成就動機有顯著相關，學業成就也越佳。劉榮裕（1995）在教師班級經營領導模式與學生學業成就之相關研究中也發現，當教師有積極、關懷、嚴格的態度時，學生的學習效果較佳。

綜上所述，在同一個區域的不同學校，經常發現學校所營造的學習環境、重視學生學習面向對於整體學生的學習有著大的差異，因此本研究將學校環境及校園安全等學校背景納入研究考量因素，探討這些因素與學生個人特質及數學成就之關係。因此，本研究根據上述文獻探討後，將學校背景這個因素納入模式，以探究學校背景是否直接影響其與數學成就，而同時也探究學校背景是否會透過個人特質中介因素而影響數學成就。

由於結構方程模式的建立必須有理論支持，而本研究的模式中有關教師教學是否透過學校背景中介因素影響數學成就、或學校背景是否透過教師教學中介因素影響數學成就，仍有待未來有更多相關的研究來支持。因此，本研究依據上述與數學成就諸多相關的文獻中，參照TIMSS 2007八年級學生問卷所納入的調查項目，特別針對個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等四項因素探討這些因素對於臺灣八年級學生數學成就的影響，並期透過這些因素的分析來建構臺灣八年級學生數學成就的因素模式。

參、研究方法

一、理論架構模式

根據文獻探討的結果，本研究擬定的研究模式中共含有五個潛在變項：個人特質（ ξ_1 ）、家庭環境（ ξ_2 ）、教師教學（ ξ_3 ）、學校背景（ ξ_4 ）與數學成就（ η_1 ）。在觀察指標方面，本研究共計使用十六個變項，作為模式中五個潛在變項（個人特質、家庭環境、教師教學、學校背景、數學成就）之觀察指標。其中個人特質包含成就目標（ X_1 ）、數學自信（ X_2 ）與數學價值（ X_3 ）三個觀察指標；家庭環境包含家庭資源（ X_4 、 X_5 ）、與父母學歷（ X_6 ）三個觀察指標；教師教學包含教教學策略（ X_7 ）與家庭作業（ X_8 、 X_9 ）三個觀察指標；學校背景包含校園安全（ X_{10} ）、學校環境（ X_{11} 、 X_{12} ）三個觀察指標；數學成就則包含數（ Y_1 ）、代數（ Y_2 ）、幾何（ Y_3 ）、數據與機率（ Y_4 ）四個觀察指標。

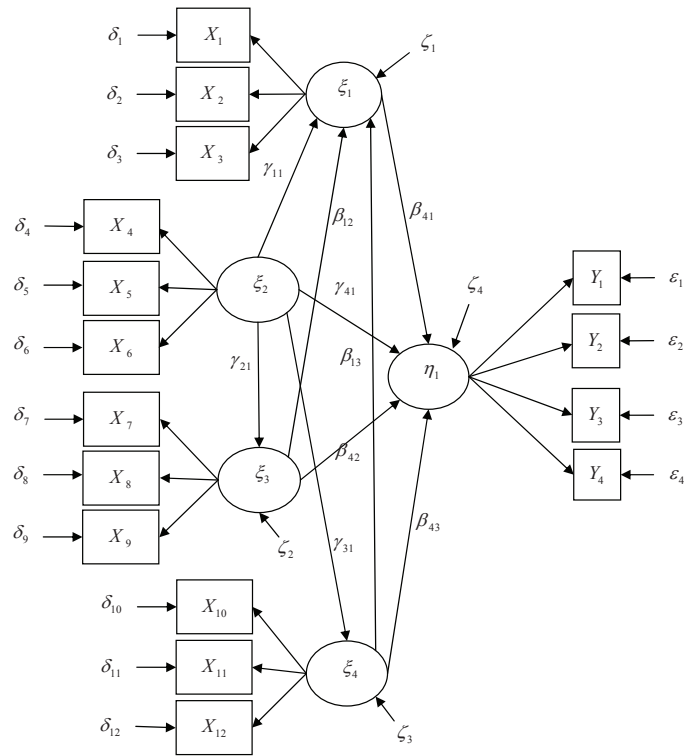
本研究根據文獻探討的結果，擬定理論架構模式之參數路徑圖，如圖1。

二、資料處理

本研究使用TIMSS 2007八年級學生數學測驗成績與學生問卷資料庫檔案，依據前述的理論基礎、研究目的，分別使用統計套裝軟體SPSS和AMOS進行資料分析。本模式是以最大概似法來估計，檢定標準是運用絕對配適度檢定指標（absolute fit measure）、相對適配度檢定指標（relative fit measure）、簡效適配指標（Parsimony fit measure）等各項檢定指標作為檢定依據（余民寧，2006；邱皓政，2008；馬信行，1999；黃芳銘，2007；Jöreskog & Sörbom, 1993）。

（一）數學成就成績之平均值計算

由於TIMSS是以五個似真值（Plausible Value, 簡稱PV）來估算學生數學成就分數，並將學生能力以四個內容領域（含「數（Number）」、「代數（Algebra）」、「幾何（Geometry）」、「數據與機率（Data and Chance）」四大主題）的分數做區分，以協助從事教育研究者了解學生數學成績與能力的關係（Foy & Olson, 2008）。本研究所稱的數學成就係指學生在TIMSS 2007數學領域內所表現的成果，並將我國八年級學生每個數學內容領域的五個似真值，分別加總計算出四個內容領域的平均值，作為數學內容領域的分數。



- ξ_1 (個人特質) : X_1 (成就目標)、 X_2 (數學自信)、 X_3 (數學價值)
- ξ_2 (家庭環境) : X_4 & X_5 (家庭資源)、 X_6 (父母學歷)
- ξ_3 (教師教學) : X_7 (教學策略)、 X_8 & X_9 (家庭作業)
- ξ_4 (學校背景) : X_{10} (校園安全)、 X_{11} & X_{12} (學校環境)
- η_1 (數學成就) : Y_1 (數)、 Y_2 (代數)、 Y_3 (幾何)、 Y_4 (數據與機率)

圖 1 「臺灣八年級學生數學成就因素模式」之參數路徑圖

(二) 個人特質因素資料轉換

個人特質因素挑選原TIMSS 2007問卷中的成就目標層面(自我期望)、數學自信層面(數學表現、是否擅長等)、數學價值層面(數學觀感、數學重要性等)三個變項進行歸類整理做為研究分析的工具,茲將各變項、變項名稱、問卷題目、操作型定義與本研究編碼整理成表1。

表 1 測量個人特質因素的操作型定義與本研究編碼之對應表

變項	原題號／問卷題目	原問卷操作型定義	本研究編碼
成就目標	7.你期望自己的最高教育程度為何？	1 代表高中／職畢業	1 代表高中／職畢業
		2 代表五專或二專畢業	2 代表五專或二專畢業
		3 代表二技、四技畢業	3 代表二技、四技畢業
		4 代表大學畢業	4 代表大學畢業
		5 代表碩士或以上學位	5 代表碩士或以上學位
		6 我不知道	6 設為遺漏值
數學自信	8.(a) 我在數學科的表現通常不錯		
	8.(c) 相對於許多班上其他的同學，我覺得數學比較難	1 代表很同意 2 代表有點同意 3 代表不太同意 4 代表很不同意	8 (a)(f)反向計分： 4 代表很同意 3 代表有點同意 2 代表不太同意 1 代表很不同意
	8.(e) 數學不是我擅長的科目之一		
	8.(f) 與數學有關的事我學得很快		
數學價值	8.(b) 我希望在學校多上一些數學課		
	8.(d) 我喜歡學數學		
	8.(g) 數學很無趣		
	8.(h) 我喜歡數學		除了8.(g)以外，均反向計分：
	9.(a) 我認為學數學對我的日常生活有幫助	1 代表很同意 2 代表有點同意 3 代表不太同意 4 代表很不同意	4 代表很同意 3 代表有點同意 2 代表不太同意 1 代表很不同意
	9.(b) 我需要用數學去學習其他學科		
	9.(c) 我需要學好數學以進入我心中理想的學校		
	9.(d) 我需要把數學學好才能得到我想要的職業		

成就目標資料取自學生問卷第7題：「你期望自己的最高教育程度為何？」，將學生回答6我不知道轉換為遺漏值，並將其餘分數重新編碼為 X_1 ，分數越高代表成就目標越強。

數學自信資料取自學生問卷第8題：（a）我在數學科的表現通常不錯、（c）相對於許多班上其他的同學，我覺得數學比較難、（e）數學不是我擅長的科目之

一、(f) 與數學有關的事我學得很快。將 (a)、(f) 兩題反向計分後，將四題得分加總重新編碼為 X_2 ，分數越高代表數學自信越足夠。

數學價值資料取自學生問卷第8題：(b) 我希望在學校多上一些數學課、(d) 我喜歡學數學、(g) 數學很無趣、(h) 我喜歡數學；以及學生問卷第9題：(a) 我認為學數學對我的日常生活有幫助、(b) 我需要用數學去學習其他學科、(c) 我需要學好數學以進入我心目中理想的學校、(d) 我需要把數學學好才能得到我想要的職業。將「數學很無趣」以外七題反向計分後，將八題得分加總重新編碼為 X_3 ，分數越高代表學生認為數學越有價值。

(三) 家庭環境因素資料轉換

家庭環境因素挑選原TIMSS 2007問卷中的家庭資源（圖書）層面、家庭資源（設備）層面（計算機、電腦等）、父母學歷層面（父親教育程度、母親教育程度）三個變項進行歸類整理做為研究分析的工具，茲將各變項、問卷題目與操作型定義整理成表2。

表 2 測量家庭環境因素的操作型定義與本研究編碼之對應表

變項	原題號／問卷題目	原問卷操作型定義	本研究編碼
家庭資源 (圖書)	4. 你家大約有多少本書？	1 代表10本以下	1 代表10本以下
		2 代表11-25本	2 代表11-25本
		3 代表26-100本	3 代表26-100本
		4 代表101-200本	4 代表101-200本
		5 代表200本以上	5 代表200本以上
家庭資源 (設備)	5.(a) 計算機		
	5.(b) 電腦		
	5.(c) 你個人專用的書桌或桌子		
	5.(d) 字典	1 代表家裡有	1 代表家裡有
		2 代表家裡沒有	0 代表家裡沒有
	5.(e) 連接網路		
	5.(f) 學習數學的光碟、軟體、錄影帶		
5.(g) 學習數學的參考書			

(續下頁)

變項	原題號／問卷題目	原問卷操作型定義	本研究編碼
父母學歷	6.(A) 你的母親的最高學歷為何？	1 代表小學肄業或沒有上過學	1 代表小學肄業或沒有上過學
		2 代表國小畢業	2 代表國小畢業
		3 代表國中畢業	3 代表國中畢業
		4 代表高中/職畢業	4 代表高中/職畢業
		5 代表五專或二專畢業	5 代表五專或二專畢業
	6.(B) 你的父親的最高學歷為何？	6 代表二技或四技畢業	6 代表二技或四技畢業
		7 代表大學畢業	7 代表大學畢業
		8 代表碩士以上學位	8 代表碩士以上學位
		9 我不知道	9 設為遺漏值

家庭資源資料取自學生問卷第4題：你家大約有多少本書？（雜誌、報紙和學校的課本不算）；以及學生問卷第5題：（a）計算機、（b）電腦、（c）你個人專用的書桌或桌子（d）字典（e）連接網路（f）學習數學的光碟、軟體、錄影帶、（g）學習數學的參考書。將書本部分編碼為 X_4 ，分數越高代表資源越充足；硬體設備部分，將所有題目反向計分並加總後重新編碼為 X_5 ，分數越高代表資源越充足。

父母學歷資料取自學生問卷第6題：（A）你的母親（或繼母、養母、女性監護人等）的最高學歷為何？以及（B）你的父親（或繼父、養父、男性監護人等）的最高學歷為何？將學生回答9我不知道轉換為遺漏值，並將兩題分數加總重新編碼為 X_6 ，分數越高代表父母學歷越高。

（四）教師教學因素資料轉換

教師教學因素挑選原TIMSS 2007問卷中的教學策略層面（生活連結、小組討論等）、家庭作業（檢討）層面、家庭作業（指定）層面三個變項進行歸類整理做為研究分析的工具，茲將各變項、問卷題目與操作型定義整理成表3。

教學策略資料取自學生問卷第10題：（g）解釋自己的答案、（h）將所學的數學聯結到日常生活上、（i）為了解一些複雜的問題時，我們自己決定解題步驟、（m）小組共同合作。將所有題目反向計分後加總重新編碼為 X_7 ，分數越高代表教師的教學策略越趨向生活化。

家庭作業資料取自學生問卷第10題：（j）檢討家庭作業；以及學生問卷第18題：（A）你的數學老師多常指定家庭作業？在檢討部分，將題目反向計分重新編碼為 X_8 ，分數越高代表教師越常檢討家庭作業；指定作業部分，將題目反向計分重新編碼為 X_9 ，分數越高代表教師越常指定家庭作業。

表 3 測量教師教學因素的操作型定義與本研究編碼之對應表

變項	原題號／問卷題目	原問卷操作型定義	本研究編碼
教學策略	10.(g) 解釋自己的答案		
	10.(h) 將所學的數學聯結到日常生活上	1 代表幾乎每節課都做 2 代表約有一半的課有做	4 代表幾乎每節課都做 3 代表約有一半的課有做
	10.(i) 爲了解一些複雜的問題時，我們自己決定解題步驟	3 代表有些課有做 4 代表從來沒有做過	2 代表有些課有做 1 代表從來沒有做過
	10.(m) 小組共同合作		
家庭作業 (檢討)	10.(j) 檢討家庭作業	1 代表幾乎每節課都做 2 代表約有一半的課有做 3 代表有些課有做 4 代表從來沒有做過	4 代表幾乎每節課都做 3 代表約有一半的課有做 2 代表有些課有做 1 代表從來沒有做過
家庭作業 (指定)	18.(A) 你的數學老師多常指定家庭作業	1 代表每天 2 代表一週3-4次 3 代表一週1-2次 4 代表一週不到1次 5 代表從來沒有做數學作業	5 代表每天 4 代表一週3-4次 3 代表一週1-2次 2 代表一週不到1次 1 代表從來沒有做數學作業

(五) 學校背景因素資料轉換

學校背景因素挑選原TIMSS 2007問卷中的校園安全層面（破壞公物、偷竊、恐嚇等）、學校環境（學生）層面、學校環境（老師）層面三個變項進行歸類整理做爲研究分析的工具，茲將各變項、問卷題目與操作型定義整理成表4。

校園安全資料取自學生問卷第16題：(a) 我有東西被偷了、(b) 有同學傷害我、(c) 有同學叫我做我不願意做的事、(l) 有同學嘲笑我或戲弄我、(e) 同學不讓我參加他們的活動。將所有題目加總重新編碼爲 X_{10} ，分數越高代表校園安全問題越小。

學校環境資料取自學生問卷第15題：(a) 我喜歡待在學校、(b) 我認爲學校裡的學生都試著盡力做好、(c) 我認爲學校裡的老師都希望學生能盡力做好。將題目反向計分後加總重新編碼爲 X_{11} ，分數越高代表學校裡的學生環境越好。在學校環境層面的老師部分，將題目反向計分重新編碼爲 X_{12} ，分數越高代表學校裡的老師環境越好。

表 4 測量學校背景因素的操作型定義與本研究編碼之對應表

變項	問卷題目	操作型定義	本研究編碼
校園安全	16.(a) 我有東西被偷了		
	16.(b) 有同學傷害我		
	16.(c) 有同學叫我做我不願意做的事	1 代表上個月在學校有發生	1 代表上個月在學校有發生
	16.(l) 有同學嘲笑我或戲弄我	2 代表上個月在學校沒發生	0 代表上個月在學校沒發生
	16.(e) 同學不讓我參加他們的活動		
學校環境 (學生)	15.(a) 我喜歡待在學校		
	15.(b) 我認為學校裡的學生都試著盡力做好	1 代表很同意 2 代表有點同意 3 代表不太同意 4 代表很不同意	4 代表很同意 3 代表有點同意 2 代表不太同意 1 代表很不同意
	15.(c) 我認為學校裡的老師都希望學生能盡力做好		
學校環境 (老師)			

肆、研究結果與討論

一、理論模式之分析與檢定

(一) 基本適配度檢定

本研究理論模式有一負的誤差變異數 δ_{11} ，且有二誤差變異數 ζ_3 與 δ_{11} 未達顯著水準，估計參數的標準化因素負荷量介於.082至1.043之間，標準化迴歸係數值介於-1.151與.673之間，各觀察變項的標準誤介於.008與4.180之間。

(二) 模式整體適配度檢定

研究者首先由模式的絕對適配指標開始檢驗，由表5可知，本研究理論模式之卡方值為1860.494， p 值小於.001，故未大於建議值之.05，顯示模式與觀察值未能適配；GFI值為.917，接近於1，為較好的指標；AGFI值為.881，未大於.9、RMR

(殘差均方根) 值為21.439，未小於.05，表示模式適配程度可再加強；RMSEA (近似誤差均方根) 值為.084，小於.1，可視為合理的適配。

表5中五種增值適配指標的評鑑標準為大於.9。本研究理論模式的五項增值指標介於.901至.925，顯示模式的契合度良好。接著檢驗模式之簡約適配度指標，理論模式的PNFI值為.792，模式精簡適合度指標PGFI值為.641，皆達到大於.5的評估標準，顯示此理論模式良好的簡效性；臨界樣本數CN值為185，未大於評估標準臨界值200，卡方值除以自由度的值為19.584，並未通過介於1與3之間的檢驗標準。

由於本研究屬探索性分析，綜合以上各類整體適配度指標的結果顯示，本研究的理論模式可再稍作修正。黃芳銘（2007）認為模式修正的意義即為模式再界定，也就是研究者在檢定模式後，發現對適配程度不滿意，因此，透過對模式再重新界定，來釋放新的估計參數，或者刪除某些參數，使模式更能符合資料的過程。

表 5 理論模式之整體適配度指標摘要表

統計檢定量	適配標準或臨界值	檢定結果數據	模式適配判斷
絕對適配度指數			
卡方值	>.05 (未達顯著水準)	1860.494 ($p < .001$)	否
GFI值	>.9	.917	是
AGFI值	>.9	.881	否
RMR值	<.05	21.439	否
RMSER值	<.1	.084	是
增值適配度指數			
NNFI值	>.9	.905	是
NFI值	>.9	.921	是
CFI值	>.9	.925	是
IFI值	>.9	.925	是
RFI值	>.9	.901	是
簡效適配度指數			
PNFI值	>.5	.792	是
PGFI值	>.5	.641	是
CN值	>200	185	否
卡方值除以自由度	1.00 < 卡方值除以自由度 < 3.00	19.584	否

(三) 內在結構適配指標檢定

本研究共有五個潛在變項，其中有四個為外因潛在變項，一個為內因潛在變項。測量模式的效度檢定一般檢查潛在變項與觀察變項間係數的大小與顯著性，即負荷量需顯著不為0，信度檢定則採用組合信度。

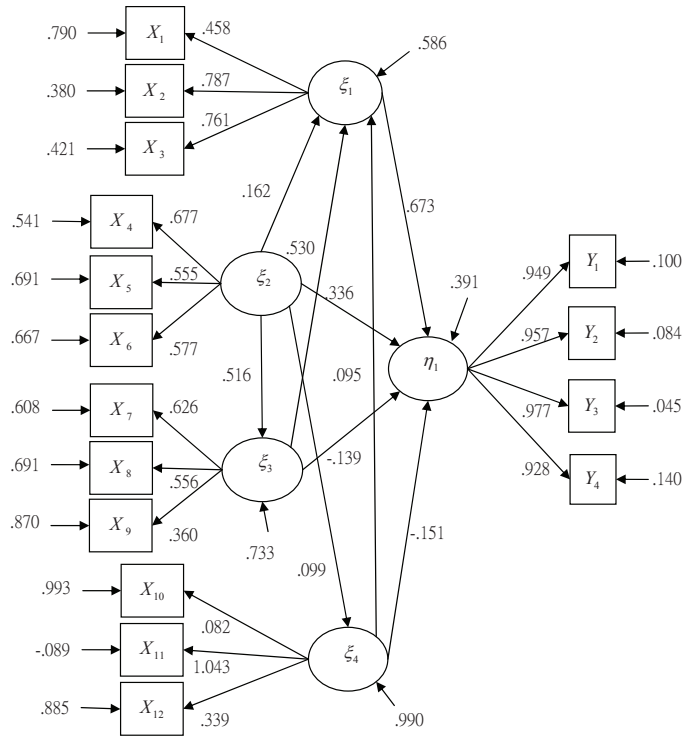
從表6「理論模式之潛在變項及測量指標的信度評鑑指標」中可以看到，所有的觀察變項負荷量皆達.01的顯著水準，表示觀察變項可以良好的反映其所對應的潛在變項，亦即本研究之測量模式具有良好的效度。

由表6可以看出各潛在變項的組合信度皆大於.5，其中「個人特質」、「家庭環境」與「數學成就」之組合信度值更大於Bagozzi與Yi（1989）提出的.6較高標準，表示觀察變項對此五個潛在變項提供了可信的建構測量。

表 6 理論模式之潛在變項及測量指標的信度評鑑指標

潛在變項	測量指標	估計值	標準化估計值	p值	個別信度	測量誤差	組合信度	平均變異萃取量
個人特質	成就目標	1.000	.458		.210	.790	.717	.470
	數學自信	5.029	.787	***	.620	.380		
	數學價值	7.897	.761	***	.579	.421		
家庭環境	家庭資源（圖書）	1.000	.677		.459	.541	.633	.367
	家庭資源（設備）	.679	.555	***	.309	.691		
	父母學歷	1.954	.577	***	.333	.667		
教師教學	教學策略	1.000	.626		.392	.608	.523	.277
	家庭作業（檢討）	.348	.556	***	.309	.691		
	家庭作業（指定）	.245	.360	***	.130	.870		
學校背景	校園安全	1.000	.082		.007	.993	.545	.403
	學校環境（學生）	12.759	1.043	.002	1.089	-.089		
	學校環境（老師）	2.247	.339	***	.115	.885		
數學成就	數	1.000	.949		.900	.100	.975	.908
	代數	1.263	.957	***	.916	.084		
	幾何	1.008	.977	***	.955	.045		
	數據與機率	.815	.928	***	.860	.140		

*** $p < .001$



- ξ_1 (個人特質)： X_1 (成就目標)、 X_2 (數學自信)、 X_3 (數學價值)
- ξ_2 (家庭環境)： X_4 & X_5 (家庭資源)、 X_6 (父母學歷)
- ξ_3 (教師教學)： X_7 (教學策略)、 X_8 & X_9 (家庭作業)
- ξ_4 (學校背景)： X_{10} (校園安全)、 X_{11} & X_{12} (學校環境)
- η_1 (數學成就)： Y_1 (數)、 Y_2 (代數)、 Y_3 (幾何)、 Y_4 (數據與機率)

圖 2 「臺灣八年級學生數學成就因素模式」之標準化路徑係數圖

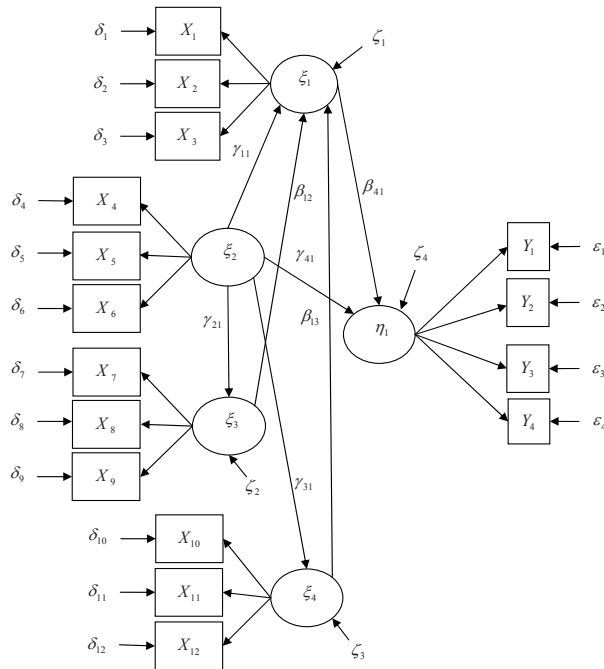
由圖2可知，本研究潛在變項之間的關係路徑符號除 β_{42} 與 β_{43} 外皆為正值，與研究者所假定的理論期望相同。各路徑關係的參數估計值除 γ_{31} 外， β_{41} 、 γ_{41} 、 β_{42} 、 β_{43} 、 γ_{11} 、 β_{12} 、 β_{13} 及 γ_{21} 之 p 皆達.01的顯著水準。本研究模式的模式內標準化估計值介於-.151至1.043之間，且參數變異數估計值介於-.156至2904.113之間。

整體而言，潛在變項的組合信度達到良好的標準，故本研究理論模式的內在適配度有一定的品質，但結構路徑的參數並非全都有正向顯著的效果，從圖2發現教師教學與學校背景對學生的數學成就竟有負面的效果，與原有理論相矛盾，而且標準化路徑大於1.00，代表可能有多元共線性，或是其他的問題。由於本研究的資料是取自學生問卷的資料，此現象是否由於學生觀點的差異所致，仍有待未來研究再進一步確認。

二、理論模式之修正與分析

(一) 模式修正

由於模式圖無法合理解釋，根據吳明隆與涂金堂（2011）提出，在結構模式的考驗中，整體模式適配度不佳時，研究者可以簡化因果模式圖、將部分變項合併，或是刪除未達顯著的路徑後，再重新考驗。雖然SEM的精神是考驗研究者提出的假設模型的合理性，模式修正似乎違反了基本原則，但是從分析的角度看來，與其報導不良的結果，不如在適當的模式修正，具有理想的適配度之後，提出較有意義的結果（邱皓政，2008）。由於本研究屬探索性分析，因而本研究將「教師教學」與「學校背景」對於「數學成就」的兩條直接影響路徑刪除，以尋找較合理的因素結構模式，修正過後的模式之參數路徑圖如圖3。



ξ_1 (個人特質) : X_1 (成就目標)、 X_2 (數學自信)、 X_3 (數學價值)

ξ_2 (家庭環境) : X_4 & X_5 (家庭資源)、 X_6 (父母學歷)

ξ_3 (教師教學) : X_7 (教學策略)、 X_8 & X_9 (家庭作業)

ξ_4 (學校背景) : X_{10} (校園安全)、 X_{11} & X_{12} (學校環境)

η_1 (數學成就) : Y_1 (數)、 Y_2 (代數)、 Y_3 (幾何)、 Y_4 (數據與機率)

圖3 「臺灣八年級學生數學成就因素模式」修正後模式之參數路徑圖

(二) 基本適配度檢定

修正模式中並無負的誤差變異數存在，除有一誤差變異數達.05的顯著水準外，其餘誤差變異數皆達.001的顯著水準。估計參數的標準化因素負荷量介於.129至.977之間，標準化迴歸係數值介於.109與.572之間，未超過.9，表示其並非過大的參數，各觀察變項的標準誤皆介於.008與.856之間。由以上結果可以評估修正後模式的基本模式配適度良好。

(三) 模式整體適配度檢定

研究者首先檢驗絕對適配指標之考驗，修正後模式之卡方值為1932.923， p 值小於.001，故未大於建議值之.05，顯示模式與觀察值未能適配；GFI值由.917略降為.913，但仍接近於1，為較好的指標；AGFI值由.881略降為.878，未大於.9、RMR（殘差均方根）值由21.439降為20.469，未小於.05，但顯示修正後模式的殘差較小；RMSEA（近似誤差均方根）值由.084略升為.085，小於.1，可視為合理的適配。綜合以上各類絕對適配指標的結果顯示，本研究修正後的模式整體適配度仍然良好。

表 7 修正模式之整體適配度指標摘要表

統計檢定量	適配標準或臨界值	檢定結果數據	模式適配判斷
絕對適配度指數			
卡方值	>.05 (未達顯著水準)	1932.923 ($p < .001$)	否
GFI值	>.9	.913	是
AGFI值	>.9	.878	否
RMR值	<.05	20.469	否
RMSER值	<.1	.085	是
增值適配度指數			
NNFI值	>.9	.904	是
NFI值	>.9	.918	是
CFI值	>.9	.922	是
IFI值	>.9	.922	是
RFI值	>.9	.899	否
簡效適配度指數			
PNFI值	>.5	.742	是
PGFI值	>.5	.651	是
CN值	>200	181	否
卡方值除以自由度	1.00 < 卡方值除以自由度 < 3.00	19.927	否

其次，針對增值適配度指標，修正後模式的五項增值指標介於.899至.922，其中NNFI值、NFI值、CFI值與IFI值皆通過大於.9的評估標準，顯示模式有中等的增值適配程度，基於本研究模式係經由相關理論所建構，在顧及理論的完整性之下，中等的適配程度是可以接受的。

最後觀察簡約適配指標，修正後模式的PNFI值與PGFI值分別為.742與.651，皆達到大於.5的評估標準，顯示此修正後模式良好的簡效性；臨界樣本數CN值為181，仍未大於評估標準臨界值200，卡方值除以自由度的值為19.927，仍未通過介於1與3之間的檢驗標準。故綜合上類三種適配度指標的檢驗，修正模式在大部分指標上的表現已達到可以接受或是良好模式的標準。

(四) 內在結構適配指標檢定

由表8可以看到所有的觀察變項負荷量皆達顯著水準，表示在修正模式中，觀察變項亦可以良好的反映其所對應的潛在變項，修正後之測量模式仍具有良好的效度。

表 8 修正模式之潛在變項及測量指標的信度評鑑指標

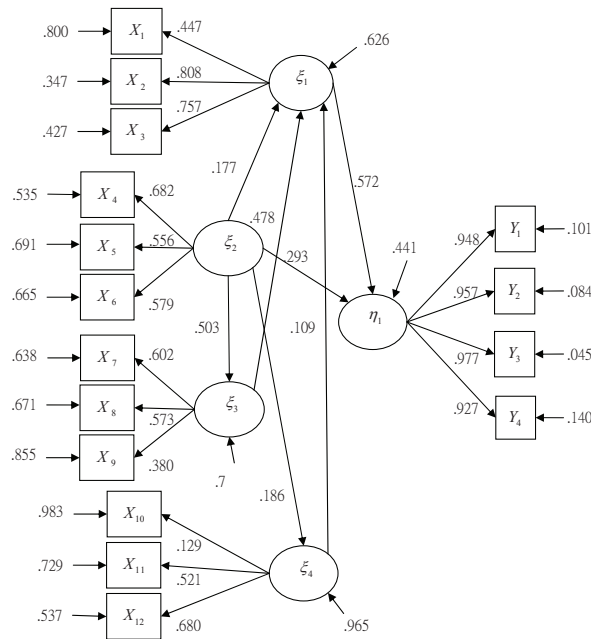
潛在變項	測量指標	估計值	標準化估計值	<i>p</i> 值	個別信度	測量誤差	組合信度	平均變異萃取量
個人特質	成就目標	1.000	.447		.200	.800		
	數學自信	5.283	.808	***	.653	.347	.720	.475
	數學價值	8.035	.757	***	.573	.427		
家庭環境	家庭資源（圖書）	1.000	.682		.465	.535		
	家庭資源（設備）	.674	.556	***	.309	.691	.636	.370
	父母學歷	1.947	.579	***	.335	.665		
教師教學	教學策略	1.000	.602		.362	.638		
	家庭作業（檢討）	.374	.573	***	.329	.671	.528	.278
	家庭作業（指定）	.269	.380	***	.145	.855		
學校背景	校園安全	1.000	.129		.017	.983		
	學校環境（學生）	4.050	.521	***	.271	.729	.440	.250
	學校環境（老師）	2.867	.680	***	.463	.537		
數學成就	數	1.000	.948		.899	.101		
	代數	1.264	.957	***	.916	.084	.975	.907
	幾何	1.008	.977	***	.955	.045		
	數據與機率	.815	.927	***	.860	.140		

*** $p < .001$

潛在變項的組合信度值的表現上，「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「數學成就」等四個潛在變項的組合信度值與原模式相似，皆大於.5，「個人特質」、「家庭環境」與「數學成就」之組合信度值更大於較嚴謹的.6較高標準，而「學校背景」的組合信度為.440，雖未通過大於.5的檢驗標準，但也已經接近，顯示在修正模式中，觀察變項對此五個潛在變項仍提供了可信的建構測量。

修正模式內各潛在變項之間的關係路徑符號皆為正值，與研究者所假定的理論期望相同；各路徑關係的參數估計值， β_{41} 、 γ_{41} 、 γ_{11} 、 β_{12} 、 β_{13} 、 γ_{21} 、 γ_{31} 之 p 值皆達.01的顯著水準。本研究修正後的模式參數除 ζ_3 達.05的顯著性外，其餘全部參數皆達.001的顯著性。

由圖4可知本研究內因潛在變項「數學成就」的殘差量（ ζ_4 ）為.441，表示外因潛在變項「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」對「數學成就」的解釋力已達56%的水準。



ξ_1 (個人特質)： X_1 (成就目標)、 X_2 (數學自信)、 X_3 (數學價值)

ξ_2 (家庭環境)： X_4 & X_5 (家庭資源)、 X_6 (父母學歷)

ξ_3 (教師教學)： X_7 (教學策略)、 X_8 & X_9 (家庭作業)

ξ_4 (學校背景)： X_{10} (校園安全)、 X_{11} & X_{12} (學校環境)

η_1 (數學成就)： Y_1 (數)、 Y_2 (代數)、 Y_3 (幾何)、 Y_4 (數據與機率)

圖4 「臺灣八年級學生數學成就因素模式」修正模式之標準化路徑係數圖

整體而言，修正後模式潛在變項的組合信度達到良好的標準，且結構路徑的參數全都有正向顯著的效果，顯示修正後模式之測量模式與結構模式的內在適配度良好，模式具有不錯的內在品質。

(五) 效果分析

針對表9的數據，首先分析直接效果部分，學生的「個人特質」與「家庭環境」對「數學成就」有直接效果，其效果值分別為.572 ($p < .001$)、.293 ($p < .001$)；「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」對「個人特質」有直接效果，其效果值分別為.177 ($p < .001$)、.478 ($p < .001$)、.109 ($p < .01$)；「家庭環境」對「教師教學」與「學校背景」有直接效果，其效果值分別為.503 ($p < .001$)、.186 ($p < .001$)。

表9 修正模式之潛在變項間的效果值表

變項關係		標準化直接效果	標準化間接效果	標準化總效果
數學成就	← 個人特質	.572***	-----	.572***
數學成就	← 家庭環境	.293***	.250**	.543**
數學成就	← 教師教學	-----	.273***	.273***
數學成就	← 學校背景	-----	.062**	.062**
個人特質	← 家庭環境	.177***	.261**	.438**
個人特質	← 教師教學	.478***	-----	.478***
個人特質	← 學校背景	.109**	-----	.109**
教師教學	← 家庭環境	.503***	-----	.503***
學校背景	← 家庭環境	.186***	-----	.186***

** $p < .01$ *** $p < .001$

從圖4的修正模式之標準化路徑係數圖中可以發現，潛在自變項「教師教學」影響數學成就的路徑為教師教學→個人特質→數學成就，透過「個人特質」為中介變項，其影響的效果值為.478*.572=.273。因此，教師教學會影響學生個人特質，進而影響其數學成就。

另外，我們也發現潛在自變項「學校背景」影響數學成就的路徑為學校背景→個人特質→數學成就，透過「個人特質」為中介變項，其影響的效果值

為 $.109 \times .572 = .062$ 。因此，學校背景會影響學生個人特質，進而影響其數學成就。

根據上述，修正模式內潛在變項「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」均會影響「數學成就」，其總效果分別為.572、.543、.273、.062，均達到統計上的.01顯著水準。影響的程度由高至低依序為：「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」。「教師教學」與「學校背景」在修正後模式的標準化參數估計值，較原理論模式更為合理。

伍、結論與建議

一、研究結論

經過模式考驗以及相關假設的驗證，本研究獲得主要結論如下：

(一)「臺灣八年級學生數學成就因素模式」與樣本資料適配

TIMSS 2007的實徵性資料中，臺灣之2642名學生樣本支持本研究的四因素模式。模式的各類整體適配度指標（包含絕對適配度指標、增值適配度指標、簡約適配度指標）已達到可以接受的標準。模式的內在結構適配度方面，本研究所有的潛在變項皆透過三到四個不等測量指標所建構，組合信度都不錯。唯部分測量指標的「個別項目信度」不佳（如：校園安全），以及部分潛在變項（如：學校背景）的「變異數平均萃取量」略低。

(二)「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」顯著影響臺灣八年級學生的「數學成就」

本研究四個潛在變項對於數學成就皆有正向的影響，且達到顯著的效果；四個潛在變項對「數學成就」標準化總效果強度依序為「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」、「學校背景」。

「個人特質」顯著影響「數學成就」，在本研究的測量指標意義為：臺灣八年級學生的成就目標越強，其數學成就的表現越好；對於數學的自信心越強，其數學成就的表現越好；覺得數學越有用、越具有學習的價值，其數學成就的表現越好。當學生對數學的學習態度愈強、學生越喜歡上數學課、對數學越有自信、認為數學是重要的，以及自我期望越高，對八年級學生的數學成就有正向的影響。也就是說，學生成就目標越強、對數學自信越高與認為數學越有價值，對數學成就有正向

的影響的結論相符合。此結果與過去研究發現一致（余民寧、韓佩華，2009；張芳全，2006，2010）。

「家庭環境」顯著影響「數學成就」，在本研究的測量指標意義為：臺灣八年級學生家中的藏書越足夠，其數學成就的表現越好；家中的設備資源越足夠，其數學成就的表現越好；家中父母的學歷越高，其數學成就的表現越好。此結果與過去研究發現一致（張芳全，2010；張殷榮，2001；陳嘉成，2007；Schmid, 2001）。

「教師教學」顯著影響「數學成就」，在本研究的測量指標意義為：數學教師檢討家庭作業的頻率越高，其數學成就的表現越好；數學教師指定家庭作業的頻率越高，其數學成就的表現越好。此結果與過去研究發現一致（張芳全，2006，2007；楊伯軒，2008；Centra & Potter, 1980；Hinggin, 1997）。

「學校背景」顯著影響「數學成就」，在本研究的測量指標意義為：臺灣八年級學生所處的學校校園安全越良好，其數學成就的表現越好；對學校學生的觀感越良好，其數學成就的表現越好；對學校老師的觀感越良好，其數學成就的表現越好。此結果與過去研究發現一致（劉榮裕，1995；盧雪梅，2009；譚克平，2006）。

（三）臺灣八年級學生數學成就之各影響因素，包含個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景等潛在變項之間的相互關係

「個人特質」與「家庭環境」直接影響臺灣八年級學生數學成就；「教師教學」與「學校背景」則不會直接影響臺灣八年級學生數學成就，而是透過中介變項「個人特質」間接影響臺灣八年級學生數學成就。

「家庭環境」亦會透過中介變項「個人特質」、「教師教學」與「學校背景」間接影響臺灣八年級學生數學成就，對數學成就影響的效果由高至低依序為：「個人特質」、「家庭環境」、「教師教學」與「學校背景」。

二、研究建議

（一）對研究結果之建議

1. 個人特質面向

臺灣八年級學生是否具備有良好的個人特質，是影響數學成就的最重要因素，因此欲提升學生數學成就的首要工作是協助學生具備良好的個人特質，其中又以「數學自信」與「數學價值」的解釋力最大。故研究者建議家長可透過參與學生的

學習並給予鼓勵，提供正面的回饋，引發學生自我肯定，建立學習自信心，而教師可運用適切的教學策略來引發學生學習興趣、願意親近數學、對數學有正面的看法，進而提升其在數學成就的表現。

2. 家庭環境面向

家庭環境不僅直接影響數學成就，更會透過個人特質、教師教學與學校背景間接達到影響的效果，而家庭環境的觀察指標中又以「家庭資源（圖書）」重於「父母學歷」和「家庭資源（設備）」。故研究者建議家長應該多提供子女較佳的閱讀資源環境及物質學習環境以利學習，如果家庭經濟較難負擔，也應帶領或鼓勵子女多到圖書館閱覽圖書。而政府也應透過社會教育資源，提供父母再進入校園，接受成人教育，而有學習成長的機會，彌補之前教育的不足，進一步來幫助孩子的學習，避免父母因不了解親職教育的重要，或是學歷較差來影響學生的數學成就。

3. 教師教學面向

臺灣八年級學生數學成就表現之良窳與其教師是否適時的引導學生學習相關，而在課堂上適時的使用教學策略亦為教學現場的首要任務之一。張春興（2006）指出合作學習可提高學習較差學生的自信心，而Bruner（1996）提出的啟發式教學法即是強調引導學生思考，讓學生自行決定解題步驟與解釋答案。因此，教師應適時的在課堂上引導學生思考、多增加小組討論或是讓學生說明自己的答案的機會，進而讓學生感受數學的實用性，培養學生的合作精神。

4. 學校背景面向

「學校背景」會影響學生「個人特質」，進而間接影響學生的數學成就。因此，建議老師可以透過給予學生正向的期許，建立學生對於學校的認同感，及使學生力求在校有好的表現。如此可以促進學生外在動機的成就感滿足，提升學生的自信，對於引發學習興趣會有正面的幫助，可以達到提升學生成就目標。

（二）未來研究方法之建議

1. 可使用平均數結構分析

本研究主要以TIMSS 2007的調查結果進行分析探究，然而TIMSS的研究每四年都會進行一次施測，繼TIMSS 1999、TIMSS 2003及TIMSS 2007，去年臺灣已參與TIMSS 2011施測，是臺灣八年級參加TIMSS的第四次。建議將來可透過平均

數結構分析多年的測驗調查結果，了解學生數學成就變化情形，並監控模式的穩定性。

2. 以多群組結構方程模式探究其他國家樣本

本研究僅以臺灣為研究對象，認為影響臺灣八年級學生的數學成就因素為個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景。因受限於單一文化背景的影響，無法將發現推論於其他國家。但隨著參與TIMSS的國家愈來愈多，建議未來研究可從相似文化背景的亞洲國家（日本、南韓、香港等）著手，運用多群組結構方程模式，用不同國家的樣本進行模型驗證，進而比較亞洲國家學生的個人特質、家庭環境、教師教學與學校背景對其學生數學成就的影響情形及差異分析。

（三）SEM 使用建議

1. 檢定適配度指標的使用

在絕對適配度檢定指標中，CMIN值（卡方值）愈小表示整體模式之因果徑路圖與實際資料愈適配，但卡方值對受試樣本的大小非常敏感，當樣本越大，則卡方值越容易達到顯著，導致理論模式被拒絕的機率愈大。卡方值檢定最適用的樣本數為受試者在100至200位之間，但因TIMSS採取問卷調查，卡方值容易因樣本數較大，而達顯著，所以，應參考其他的適配度指標。黃芳銘（2007）指出為了降低樣本大小對卡方值的影響，因而發展出NCP指標，NCP指標是卡方值減掉理論模式的自由度。統計的理論認為此類非中心性指標將可以降低樣本大小的影響，但NCP指標無統計檢定的準則作為依據，通常在各種競爭模式時才使用此類指標。

2. 模式識別問題

使用SEM時，須注意觀察變項的數量，如觀察變項數量少於三個，可能會導致模式無法識別。模式識別問題是處理SEM過程中的一個重要步驟。一般對SEM的理論不太清楚的研究者通常會忽視此一步驟，而將其交由統計軟體來處理。雖然，諸如AMOS等電腦程式會主動透過檢驗訊息矩陣來瞭解模式是否能夠識別。當模式無法識別時，電腦程式會自動停止，出現警示的語句。

3. 模式設定的原理

在模式設定時，需注意結構模式當中各潛在變項之間的關係是否都有考慮完善，測量尺度亦須符合計量的要求。因模式是以理論為基礎，需要根據合理的邏輯

與概念的意義，作理論與實務的全盤考量。

陸、研究限制

本研究的資料主要來自於TIMSS 2007資料庫，因此研究分析與結果將有以下限制：

- 一、本研究的研究範圍僅限於以學生參與TIMSS 2007之表現成果，探究臺灣八年級學生的數學成就，因此研究結果的解釋與推論也僅適用於臺灣八年級學生，不宜推論至其他國家、地區及其他年級的學生。
- 二、本研究是分析影響學生數學成就的相關因素，由於可能會影響臺灣八年級學生的數學成就變項很多，但受限於TIMSS 2007的問卷設計及資料庫限制，故本研究變項有限。
- 三、本研究變項是將TIMSS 2007問卷中的部分題項依其尺度作數值的轉換及適當的合併，以探討影響學生數學成就的相關因素，若要解釋或推論至其他學科或整體學業成就應再進一步驗證。

本文係「行政院國家科學委員會科學教育處」補助專題研究計畫之部分研究成果。）（計畫編號：NSC100-2511-S-133-005）

參考文獻

- 朱經明（1981）。國中學生自我觀念、友伴關係及其影響因素之研究。教育研究所集刊，**24**，261-274。
- 余民寧（2006）。潛在變項模式－SIMPLIS 的應用。臺北市：高等教育。
- 余民寧、韓佩華（2009）。教學方式對數學學習興趣與數學成就之影響－以 TIMSS 2003 臺灣資料為例。測驗學刊，**56**(1)，19-48。
- 吳明隆、涂金堂（2011）。SPSS 與統計應用分析。臺北市：五南。
- 吳琪玉（2005）。探討我國八年級學生在 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 數學與科學之表現。國立臺灣師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 邱皓政（2008）。結構方程模式－LISREL 的理論、技術與應用。臺北市：雙葉書廊。
- 洪福源、黃德祥（2002）。國中校園欺凌行為與學校氣氛及相關因素之研究。彰化師大教育學報，**2**，37-84。
- 馬信行（1999）。教育科學研究法。臺北市：五南。
- 張芳全（2006）。影響數學成就因素在結構方程式模型檢定－以 2003 年臺灣國二生 TIMSS 資料為例。國立臺北教育大學學報，**19**(2)，163-196。
- 張芳全（2007）。臺灣、美國及日本之國二學生家庭作業與數學成就關係比較。教育資料集刊，**34**，285-316。
- 張芳全（2010）。以 SEM 檢定影響數學成就因素－亞洲四小龍國二生參與 TIMSS 2003 的資料為例。教育行政論壇，**2**(2)，1-33。
- 張春興（2006）。張氏心理學辭典。臺北市：臺灣東華。
- 張殷榮（2001）。我國國中學生在國際測驗調查中科學學習成就影響因素之探討。科學教育月刊，**244**，5-10。
- 張殷榮、洪有情、羅珮華（2004）。我國國中學生在 TIMSS-R 中數學學習成就研究。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告（編號：NSC92-2521-S003-001），未出版。
- 陳依喬（2011）。臺灣八年級學生數學成就之多層次模型－以 TIMSS 2007 為例。國立臺北教育大學教育經營與管理學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 陳嘉成（2007）。區別高低分群學生數學成就因素的國際比較－以臺灣、南韓、澳洲與賽普勒斯的 TIMSS 2003 學生背景變項為例。測驗學刊，**54**(2)，377-401。
- 黃芳銘（2007）。結構方程模式－理論與應用。臺北市：五南。
- 楊伯軒（2008）。探討影響國二學生數學學習成就的因素－以 TIMSS 2003 為例。國立臺灣師範大學數學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 葉碧玲、葉玉珠、許錦雲、張國恩（2001）。國中生性別、年級、父母教育程度、批判思考與情緒智力之關係。教育心理學報，**32**(2)，45-70。

- 劉榮裕 (1995)。國小級任教師班級經營領導模式與學生學業成就之相關研究。國立政治大學教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 鄭燕祥 (2006)。教育範式轉變—效能保證。臺北市：高等教育。
- 盧雪梅 (2009)。校園安全觀感與學習成就—PIRLS 和 TIMSS 告訴我們什麼。研習資訊，**26**(2)，39-50。
- 譚克平 (2006)。TIMSS 2003 學校問卷調查的分析。科學教育，**28**6，2-23。
- 譚康榮 (2004)。誰家的小孩學習成就最高？哪些學生心裡最不健康？「臺灣教育長期追蹤資料庫」的初步發現。中央研究院學術諮詢總會通訊，**13**(1)，86-91。
- Atencio, D. J. (2004). Structured autonomy or guided participation? Constructing interest and understanding in a lab activity. *Early Childhood Education Journal*, *31*(4), 233-239.
- Aunola, K., Leskinen, E., & Nurmi, J. E. (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation, and teachers' goals during the transition to primary school. *The British Psychological Society*, *76*, 21-40.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1989). On the use of structural equation models in experimental designs. *Journal of Marketing Research*, *26*, 271-284.
- Bloom, B. S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives Handbook I: Cognitive domain*. New York: Longman.
- Branden, N. (1994). *The six pillars of self-esteem*. New York: Bantam Books.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. New York: Norton.
- Centra, J. A., & Potter, D. A. (1980). School and teacher effects: An interrelational model. *Review of Educational Research*, *50*(2), 273-291.
- Cooper, H., & Valentine, J. C. (2001). Using research to answer practical questions About Homework. *Educational Psychologist*, *36*(3), 143-153.
- Eklöf, H. (2006). *Motivational beliefs in the TIMSS 2003 context: Theory, measurement and relation to test performance*. Unpublished doctoral dissertation, Umeå University, Umeå, Sweden.
- Epstein, J. L., & Van Voorhis, F. L. (2001). More than minutes: Teachers' roles in designing homework. *Educational Psychologist*, *36*(3), 181-194.
- Esposito, C. (1999). Learning in urban blight: School climate and its effect on the school performance of urban, minority, low-income children. *School Psychology Review*, *28*(3), 365-377.
- Foy, P., & Olson, J. F. (Eds.) (2008). *TIMSS 2007 user guide for the international database*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- 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*(4), 462-482.

- Higgins, K. M. (1997). The effect of year – long instruction in mathematical problem solving on middle – school students’ attitudes , beliefs, and abilities. *The Journal of Experimental Education* , 66(1), 5-28.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8: Structural equation modeling with the SIMPLIS command language*. Chicago, IL: Scientific Software International.
- Kingston, P. W., Hubbard, R., Lapp, B., Schroeder, P., & Wilson, J. (2003). Why education matters. *Sociology of Education*, 76, 53-70.
- Mandler, G. (1984). *Mind and body: Psychology of emotion and stress*. New York: Norton.
- Perse, T. V., Kozina, A., & Leban, T. R. (2011). Negative school factors and their influence on math and science achievement in TIMSS 2003. *Educational Studies*, 37(3), 265-276.
- Schmid, C. L. (2001). Educational achievement, language-minority, and the new second generation. *Sociology of Education, Extra Issue*, 71-87.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441.
- Trautwein, U., Koller, O., Schmitz, B., & Baumert, J. (2002). Do homework assignments enhance achievement? A multilevel analysis in 7th grade mathematics, *Contemporary Educational Psychology*, 27(1), 26-50.
- Vanfossen, B. E., Jones, J. D., & Spade, J. Z. (1987). Curriculum tracking and status maintenance. *Sociology of Education*, 60(2), 104-122.
- Walberg, H. J. (1981). A psychological theory of educational productivity. In F. Farley & N. J. Gordon (Eds.), *Psychology and education: The state of the union* (pp. 81-108). Berkeley, CA: McCutchan.
- Walberg, H. J. (1984). Improving the productivity of America's schools. *Educational Leadership*, 41(8), 19-27.
- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1993). What helps students learn? *Educational Leadership*, 52(4), 74-79.
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (1992). The development of achievement task values: A theoretical analysis. *Developmental Review*, 12, 265-310.
- Yuen-Yee, G. C., & Watkins, D. (1994). Classroom environment and approaches to learning: An investigation of the actual and preferred perceptions of Hong Kong secondary school students. *Instructional Science*, 22(3), 233-246.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2005). Homework practices and academic achievement: The mediating role of self-efficacy and perceived responsibility beliefs. *Contemporary Educational Psychology*, 30(4), 397-417.

Influential Factors on Mathematics Achievement of Taiwanese 8th Graders

Chun-Rou Lee^{*}, Mei-Chuan Wang^{**}

Abstract

This study used a quantitative research method to investigate the relationship of mathematics achievement of eighth grade students in Taiwan with various factors, namely: personal qualities, home environment, teaching method, and school background. Consequently, we established a math-achievement factor model for the eighth grade student group. This quantitative study utilized a structural equation model and included 2,642 eighth grade students in TIMSS 2007. The primary research findings are as follows: 1. better personal qualities leads to higher mathematics achievement; 2. better home environments leads to higher mathematics achievement; 3. the teaching efficacy of teachers affects the personal qualities of students, thereby affecting their mathematics achievement; 4. students' school backgrounds influence their personal qualities, affecting mathematics achievement. Additional findings show that 1. the strongest influence of these factors is personal qualities, followed by home environment factors; and 2. the teaching method and school background factors have the least effects on eighth grade students.

Key words: personal qualities, home environment, teaching method, school background, mathematics achievement, structural equation model

* Teaching Assistant, Department of Mathematics, National Taiwan Normal University

** Associate Professor, Department of Mathematics, Taipei Municipal University of Education

