

影響數學成就因素探討 —以台灣在 TIMSS2003 年的樣本為例

張芳全

本研究以台灣國二學生參加 TIMSS 2003 年為樣本，來探討影響國二生的數學成就因素。本研究可分析樣本約為 5,300 份。本研究將影響因素區分為家庭教育資源、在校學習、課後及學生特質，並依此作為自變項，而以數學成就為依變項。本研究也檢定不同性別、不同數學成就組別在四項因素，以及數學成就的差異性。結論如下：首先，女生在數學成就、家中圖書量、作數學功課時間、學生抱負顯著高於男生，而女生在數學自信與知覺數學重要性均顯著低於男生。其次，數學成就高分組在文化資本、在校學習、課後因素及學生特質顯著高於低分組。第三，影響數學成就因素有以下的發現：1. 影響男女生數學成就的共同顯著因素為家中常使用電腦、課堂中較常寫出方程式與函數學習數學、沒有較多課堂小組共同討論、複習回家作業頻率高、課外補習較多、數學自信高、科學表現好。2. 不同數學成就組的影響因素如下：第 1 組學生在所有自變項都未發現顯著影響因素。第 2 組學生在數學與生活結合愈多、課外補習愈多、科學表現愈好，他們數學成就較高。第 3 組學生在家中沒有電腦、家中有電腦且使用電腦頻率愈高、課外補習及科學表現達到顯著水準。第 4 與 5 組學生在數學課較常寫出方程式與函數來學習、對數學自信愈高、科學表現愈好，他們數學成就較高，但家庭教育資源與課後因素在這二組都未達到顯著水準。針對上述結果，本研究提出建議。

關鍵字：國際數學與科學教育成就趨勢調查、數學成就

作者現職國立台北教育大學國教系助理教授

本研究係 2005 年行政院國科會專案補助研究(NSC94-2413-H-152-012-)之一部分成果，作者在此致謝。同時感謝國科會申請期間，兩位外審學者提供寶貴意見，文若有疏漏，實為作者責任。

壹、研究動機與目的

一、研究動機

影響學業成就因素，在過去的研究當已有很多(王幸三，1992；余民寧，1987；何義清，1983；林怡如，2003；張景琪，2001；蔡文標，2003；Kramarski, Mevarech 和 Lieberman,2001；Singh 和 Ozturk,2000)。這些研究的對象都是以研究者自行進行調查，並沒有以官方資料進行分析，且各研究在研究需求、目的及分析方法不同，所以所納入分析的變項也就不一，研究結果就五花八門。

在國際上，爲了掌握各國學生學業成就表現情形，並進行跨國的學生學業成就比較。國際教育成就調查委員會(The International Association for the Education Achievement, IEA)自 1990 年推動進行的第三次國際數學與科學教育成就趨勢調查(The International Association for the Education Achievement, TIMSS, NCES,2004b)。這項調查研究已從 1995 年到 1999 年逐年增加爲 40 餘國參加，2003 年已有 50 國參加。1993-1994 年進行測驗調查，再於 1998-1999 年進行後續調查，稱爲 TIMSS-REPEAT(TIMSS-1999 或稱 TIMSS-R，本研究稱爲 TIMSS)。1995 年台灣沒有加入該組織進行調查，爲了解我國學生在國際數學與科學成就，與各國學生科學及數學成就比較，行政院國家科學委員會於 1992 年 9 月申請加入 TIMSS，並在 1995 年參與 TIMSS 調查研究之後，正式成爲會員國。我國參與 TIMSS 的國際性教育活動有助於了解學生基本數學科學能力在國際的學業成就表現，並提昇我國國際教育形象(張殷榮與羅珮華，1999)。

本研究是以台灣的國二學生參與 TIMSS 2003 年調查樣本爲例進行分析。該調查區分爲數學及科學成就，除了將數學與科學(數學科有幾何、算數、資料處理、代數及測量五個細項)，也調查有關學生、教師與學校環境的相關變項。本研究將焦點集中在影響國二學生的

數學成就因素，也就是探討究竟那些因素影響國二學生數學成就?本研究背景與動機有以下幾項：

首先，台灣參加 TIMSS 的調查已有二次，在 2007 年將再次參與，然而台灣在這二次參與之後的研究成果很少，這對此國際性資料沒有進行分析相當可惜。台灣在 1995 年之前，雖然尚未加入 TIMSS，1999 年及 2000 年台灣的國二生參加 TIMSS 評比成績排名前 5 名，令人刮目相看。2003 年成績更比 1999 年排名還好。究竟那些因素影響台灣的學生有較高數學成就呢?是本研究要分析。

其次，國際間對 TIMSS 的研究不少(Broeck, Opdenakker, Hermans, & Damme, 2003; Papanastasiou, 2002a)，這方面研究相當多元，包括以 TIMSS 資料，來掌握那些教育的影響因素、各國在數學及科學評比、對國家課程及教學的政策建議等，這些研究沒有以影響數學成就因素進行探討，本研究就進行此分析。

第三，台灣在 2003 年及 1999 年的數學成就相當優異，但究竟是那些因素使得台灣學生這麼傑出?是學生個人特質?家庭教育資源、學校因素?還是台灣學生有更多數學補習時間、作功課時間因素使然呢?是很值得探討問題。本研究將影響數學成就因素區分爲家庭教育資源、學校教學、課後及學生個人特質因素，將這些因素整合納入研究之中，是過去研究並未嘗試。

第四，台灣的學生在學習數學不一定都很好，也就是國二生數學成就並不一定都很高。傳統上認爲女生數學成就較男生低，是否台灣的國二生在 TIMSS 2003 年的數學成就是否性別有顯著差異?另外，TIMSS 2003 年將學生數學成就依分數高低區分五組，本研究更要了解這五組學生，在影響數學成就的家庭教育資源、在校學習因素、課後因素及學生特質差異情形。更重要的是，研究中要掌握影響不同性別及不同數學成就組學生的數學成就因素。

最後針對研究結果提供學校與當局，作為日後在學校教學及政策制定參考。

二、研究目的

本研究以台灣參與 TIMSS 2003 年研究的國二生為例，探討以下的研究問題：

第一，瞭解在 TIMSS 2003 年之中，不同性別的國中二年級學生，在影響數學成就、家庭教育環境資源、課後及學生特質因素的差異情形。

第二，瞭解在 TIMSS 2003 年之中，不同數學成就群的國中二年級學生，在影響數學成就、家庭教育環境資源、學生課後及學生特質因素的差異情形。

第三，瞭解在 TIMSS 2003 年之中，不同性別的國中二年級學生，影響他們在數學成就因素。

第四，瞭解在 TIMSS 2003 年之中，不同數學成就群的國中二年級學生，影響他們在數學成就因素。

最後，瞭解在 TIMSS 2003 年之中，影響國中二年級學生在數學成就因素。

針對上述研究結果，提供日後教育當局提供參考與建議。

貳、文獻探討

一、TIMSS 的研究

TIMSS 是國際教育成就調查委員會(IEA)所執行。IEA 自 1959 年成立以來，從事超過 20 項以上的跨國際性成就研究調查，它包括數學、科學、語言、公民學領域。IEA 在 1970~1971 年舉第一次國際科學成就調查(First International Science Study, FISS)。第二次國際科學學習成就調查於 1983~1984 年舉行，共有 24 國參加。在數學方面，第一次與第二次國際數學成就調查分別在 1964 年和 1980~1982 年舉行。除了數學與科學研究(TIMSS 1995；TIMSS

1999；TIMSS 2003)，國際閱讀成就(Progress in International Reading Literacy Study, PIRLS 2001；PIRLS 2006)亦是重要研究之一。在 TIMSS 的調查中，數學及科學也有不同領域，例如 2003 年的國二數學包括數、幾何、測量、代數及資料處理，每個領域的認知層次分為理解事實及程序、概念運用、解決例行性問題、推理；2003 年的國二科學包括生活科學、化學、物理、地球科學及環境科學，它測量的認知層次與數學一樣(NCES, 2004b)。

本研究將近年的 TIMSS 研究與調查重點整理如表一，從表中看出其特色：第一，從 1960 以後有越來越多的國家積極參與國際的教育成就研究，至 2003 年已有近 50 個國家參與；第二，數學與科學是最常被評量主科，但近年來語文與閱讀也納入調查重點。第三，主要年齡層包括 3 歲到中學最後一年，而最普遍調查年齡則是 9-10 歲(小四)、13-14 歲(國二)及高中最後一年學生，尤其是國二生。IEA 研究調查是國際學生成就重要資料來源之一，不僅對各國教育過程作深度了解，也提供了解各國數學、科學等領域之間比較機會，對教育政策制定、實務工作提供參考價值(鄭心怡，2004)。

二、台灣在 TIMSS 的表現

(一)學業成就表現優異

台灣在 1999 年國小四年級學生沒有參加所以沒有成績，2003 年四年級學生則有參加；國中二年級的學生在 1999 年及 2003 年都有參與，1999 年及 2003 年表現優異(NCES,2004a)，說明如下：1.1999 年及 2003 年國二學生的數學成就平均都是 585 分，其中 2003 年台灣在 46 個國家中排第四名，前三名各為新加坡(605 分)、南韓(589 分)、香港(586 分)。2.2003 年的國小四年級也排第四名，其中前三名是新加坡(594 分)、香港(575 分)、日本(565 分)。3.1999 年及 2003 年台灣的國二學生科學成就表現各為 569 分及 571 分，也是名列五名。3.就答對比率，在 1999 年的所有數學題目、數字、代數、測量、幾何、資料處理各為

專論

70%、73%、68%、64%、72%、80%；在 2003 年則為 69%、70%、66%、61%、71%、79% (NCES,2004c)，均在及格標準以上。從這些數字來看，在有參加 TIMSS 的年度之中，台灣的國二生及小四生都表現比其他國家還要好，是值得台灣可喜。然而究竟是那些因素影響國二生數學成就如此高，是值得分析。

(二)國民所得相對先進國家低，但是數學成就卻高於各國

上面僅以單方面掌握台灣在 TIMSS 表現，如果將 2003 年參與 TIMSS 的國家所(國民所得取自 World Bank, 2004)得到的數學成就與該國的國民所得之散布圖，如圖一。國民所得代表一個國家經濟發展高低，在圖中的每一個點代表一個國家的位置，直線代表二個變項的

各國平均發展水準(即最適迴歸線)，圖中線上國家代表此國民所得前提下，該國學生數學成就在世界平均水準。以色列國民所得為 19,678 美元，數學成就為 496 分符合各國平均水準。在最適迴歸線以上的國家，代表數學成就度高於國民所得，日本、比利時、匈牙利、俄羅斯在圖中顯示的位置就是如此。在最適線以下國家代表這些國家國民所得前提之下，該國數學成就低於各國平均水準，表示這些國家在該國民所得前提之下，還未能達到各國數學成就的平均水準，美國、挪威與賽普勒斯都是如此。

而以台灣來說，台灣的國民所得為 12,555 美元，但數學成就卻有 585 分。顯示台灣的國二學生數學成就高於各國平均水準，也高於許多先進國家的水準。

表一、IEA 國際教育成就比較之重要研究

年代	調查對象	課程主題(參加國家數)
1960	13 歲	數學、科學、閱讀理解、地理、非口語的推論(12)
1960	13 歲(中等教育最後一年)	數學(12)
1970-72	10 歲、14 歲 中等教育最後一年	數學(19)、閱讀理解(15)、文學(10)、 外國語言(18)、公民教育(10)
1981-84	9-15 歲	數學、科學、歷史(10)
1982-83	13 歲(中等教育最後一年)	數學(20)
1984	10 歲、14-16 歲 中等教育最後一年	科學(24)
1984-1985	10 歲、14-16 歲 中等教育最後一年	作文(14)
1988-92	10 歲、13 歲	電腦教育
1988-95	3-5 歲	幼稚園教育(14)
1991	9 歲、14 歲	閱讀能力(31)
1993-98	9 歲與 13 歲 (小四與國二) 中等教育最後一年	數學、科學(40-50)
2004	9 歲與 13 歲 (小四與國二)	數學及科學(約 50)

資料來源: 1. Interpreting international comparisons of student achievement. Harvey, G.,1995, Paris: UNESCO.

2. 2004 年資料則取自: Highlights from the trends in international mathematics and science study(TIMSS) 2003. 2004.USA Department of Education: National Center for Education Statistics.

三、影響學業成就因素探討

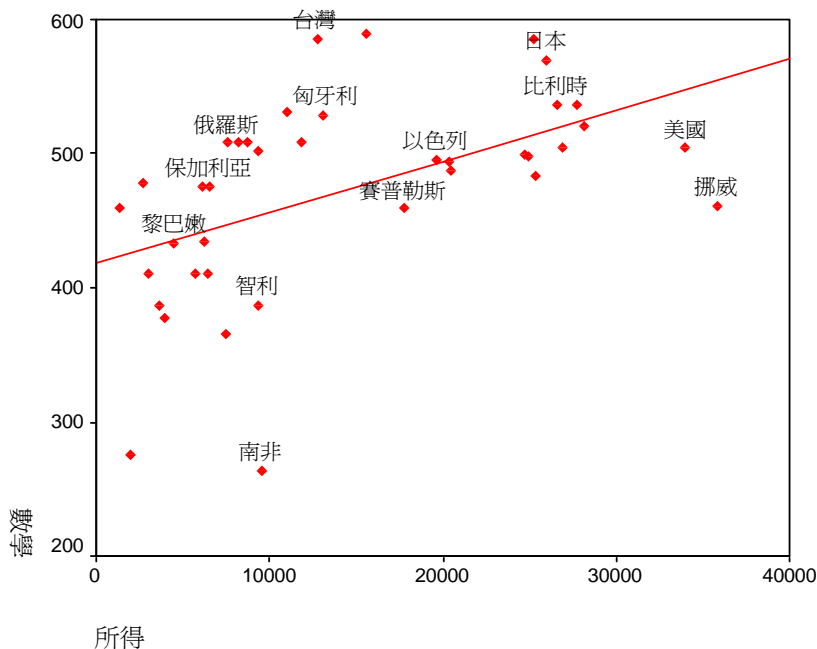
關於影響數學成就因素的研究有很多，本研究說明如下：

Eccles, Adler 和 Meece(1984)研究發現女生數學成就顯著低於男性。Hyde, Fennema 和 Lamon(1990)以整合型研究歸納男女生數學成就發現，女學生在數學成就確實低於男性。Stipek 和 Gralinski(1991)以小三女生及男生各為 94 及 100 名，國中女生及男生各 143 及 136 名，研究數學差異，結果發現認為數學很好者，小三女生及男生平均數各為 3.7、3.98；而國中女生及男生各為 3.34 與 3.61，女生都比男生低，另外在逃避數學，以小三及國中女生都高於男生，可見女生較易逃避數學。Jacobs(1991)研究數學學習是否性別刻板印象存在，他發現孩童自我知覺數學能力，女生平均數為 4.77，男生為 5.08，而孩童對未來學習數學期望的能功情形，也是女生低於男生，不過在實際數學表

現，男女學生並沒有差異，他進一步研究發現孩童知覺自己數學能力及家長對學童期望對數學成就有顯著影響力 ($\beta=.36$; $\beta=.24$)，同時學生在先前年度的數學成就也顯著影響後來的數學成就 ($\beta=.28$)。Michaels(1978)發現女生數學成就低於男生，但是學習表現後給與較高酬賞，對女學生數學學習成就比男性有明顯改善。

Nolen 和 Haladyna(1990)研究發現環境及個人會影響其學習信念，同時環境資源愈多明顯影響學業成就。Tocci 和 Engelhard(1991)研究發現家長的支持孩童的學習程度愈高對其數學成就表現有正向顯著影響。

Whang 和 Hancock(1994)則以跨文化的研究亞洲國家及非亞洲國家學童的數學成就發現，亞洲學童的自我要求及家長的教育期望影響其數學成就比非亞洲國家的學童還要高。



圖一、2003 年各國數學成就與國民所得

資料來源：本研究自行繪製

專論

Swing 和 Peterson(1982)研究美國學生的學習確實發現，小組教學確實讓學生學業成就表現較大班來得優異。Davies 和 Greene(1984)則發現圖表法是增進學生閱讀理解有效策略，在學習科學促進教材連貫性，學生也較易學習。

Trusty(2000)研究美國小學生如果易尋求協助，就有較高的學習抱負，他們的數學成就也較高，同時男女生教育期望對數學成就有顯著影響，以及男女生家庭社經地位對學生自我教育期望有正向顯著影響。

Ma(2000)曾運用六年度的長期追蹤調查，即對 7 年級至 12 年級的學生研究，它以後一年度的學生數學成就與對數學態度為依變項，而以前一年的數學成就、數學態度、性別、社經地位、年齡、有修過基礎數學(對應沒有修過基礎數學)等為自變項，進行迴歸分析，各年樣本有 3116、2798、2748、2583、2409、2215 名，最後一年樣本結果發現前一年的數學成就、性別、社經地位、有修過基礎數學課程者對數學成就有顯著影響，男生的數學較高；而在數學態度，前一年的數學態度、性別則有顯著影響，前一年對數學態度較高及女生，較不喜歡數學。

Singh 和 Ozturk(2000)美國長期資料庫研究影響中學生的數學成就，它投入的自變項包括社經地位、學生先前的數學成就、在校外兼差時間(指學生在校外打工時間)、在校內數學課的學習單元數，而以 12 年級時的數學成就為依變項，研究發現，社經地位、先前數學成就及校內數學課程學習單元愈多，學生數學成就有正向顯著影響，而在校外打工的時數愈多，則有負向顯著影響，代表打工時間多就沒有時間學習數學。

Trautwein, Koller, Schmitz 和 Baumert(2002)以東西德各 71 及 54 班的 7 年級生來瞭解老師提供作業頻率與數學成就之間關係，依變項是數學成就，自變項包括先前知識能力、智商、家長職業、作數學練習、有無重讀經驗(即留級)、老師給作業頻率、寫數學功課時間，研

究發現，除了家長職業與寫數學功課時間(他們認為可能太多功課反而降低學童動機)沒有達到顯著水準之外，其餘變項均有顯著水準，其中重讀與數學成就反向關係，其餘為與數學成就有正向關係。

Pezdek, Berry 和 Renno(2002)發現學生數學成就與家長預期學生數學成就有.56 顯著相關，但是與孩童寫數學作業時間則僅有.16 相關，並未答到顯著水準。

Mayer, Tajika 和 Stanley(1991)比較美國及日本小五學生數學成就差異，發現日本學生在計算及數學解題技巧與表現都不錯，美國學生雖然在計算較日本低，但是在解決問題的能力及表達，卻比日本學生高出很多，有趣的是，如果二國的數學成績都相同前提下，美國學生在數學解決問題項目又表現更好。

Ma(2005)運用美國的資料庫研究國中及高中生的數學發現，如果儘早讓學生學習代數(運用方程式及函數解釋數字關係)將可以提升學生在數學基本技能、幾何、數量研究的穩定發展，同時也發現低成就的學生儘早學習代數後續在前述數學能力表現比高成就學生還快，不過他也指出要有這樣效果需要學生個人、家庭與學校配合。

李默英(1982)研究以國小五年級、國中二年級、高中二年級共 727 名受試者，分析發現，高二男生數學成就顯著高於女生，高年級數學之學習態度顯著高於低年級學生。

王幸三(1992)對北市小學 1,193 位學生實施調查，以智力、數學態度、數學焦慮對國小高年級女生的數學成就具有顯著預測力，解釋國小高年級女生數學成就總變異量 42.41%。智力、數學態度、社經地位、學習技巧對國小五年級學生數學成就具有顯著預測作用，解釋數學成就總變異量 34.68%。智力、數學態度、社經地位、數學焦慮對國小六年級學生的數學成就具有顯著預測力，解釋數學成就總變異量 49.11%。

吳淑珠(1997)研究指出不同性別的國小學童在數與計算、統計圖表有顯著差異，女生比男生高；在量與實測、圖形與空間沒有顯著差異。2.數學學習動機與數學成就之間有顯著相關，數學學習動機愈高，數學成就愈高。3.自我概念與數學學習動機之間有顯著相關，自我概念愈高，數學學習動機愈高。

吳元良(1996)研究國民小學四年級學生指出控制智力因素後，不同社經地位學生在數學成就、選擇題、填充題、計算題及應用題，均有顯著差異，且高社經地位學生顯著高於中、低社經地位學生；中度社經地位學生顯著高於低社經地位學生。控制智力因素後，數學態度與數學成就有顯著正相關。

邵惠靖(2001)以台北縣市五所國中的 318 位國三學生為對象，並自編創造思考測驗、數學問題發現測驗、第一次數學科基本學力測驗，研究發現：1.學生數學問題發現型態有個別差異。2.擴散性思考與數學問題發現間為顯著中低度相關。3.擴散性思考與數學學業成就多為顯著中低度相關。4.數學問題發現與數學學業成就間為顯著中低度相關。5.能問大量且層次高數學問題的學生其數學學業成就較不會問數學問題的學生為佳。

林怡如(2003)探討綜合高中一年級學生數學焦慮、數學自我效能與學業成就關係，以 582 名學生研究，發現如下：1.性別、國中數學學測成績不同的學生，其數學焦慮有顯著差異。2.性別、國中數學學測成績、學程選擇意願與複習數學功課時間不同學生，在數學自我效能有顯著差異。3.學生數學焦慮、數學自我效能與數學學業成就間具有顯著相關。4.數學焦慮與數學自我效能對數學學業成就具有顯著預測力。

張景琪(2001)以南市 457 名小學生研究發現：1.男女學童數學學習信念有顯著差異。國小男女學童數學自我效能並無顯著差異；國小男女學童「數學性別刻板印象」有顯著差異，且男生的數學性別刻板印象比較強烈。2.男女

學童「數學目標取向」並無顯著差異。國小男女學童在學習目標取向與表現目標取向皆無顯著差異。3.男女學童「數學學習策略」整體使用情形無顯著差異。4.數學自我效能與數學成就目標取向有顯著正相關。數學自我效能與數學學習策略有顯著正相關。數學性別刻板印象和表現目標取向具有顯著負相關，和數學學業成就有顯著正相關。

謝君琳(2003)探討合作學習對數學低成就學生的數學學習成就、解題歷程與同儕互動影響，以小四學生共 62 名及當中的數學低成就學生 6 名為對象；以班級為教學單位，一個班級進行合作學習，另一班採傳統教學；以平面幾何單元為教材進行 8 週共 24 節教學，對兩班施以前後測。結論是小組合作學習有增進普通班全體學生與數學低成就學生數學學習成就傾向。

蔡文標(2003)探討影響國小數學低成就學生因素發現：1.數學低成就學生之數學態度、數學焦慮、數學投入動機與數學成就間有顯著相關。2.數學成就低的女學生又顯著比男學生低，教育程度較低家長的子女，其數學成就與數學態度顯著低於較高的家長教育程度者。3.不同性別與不同作業時間的數學低成就學生之數學投入動機有顯著差異，女性動機低於男生。4.數學低成就學生數學態度與動機表對其數學成就有顯著預測力。

柯淑慧(2004)以基隆市國民小學的新住民及本國籍子女為樣本，分析發現家庭教育環境與學業成就(數學及語文科)潛在變項無顯著相關外，文化資本包括變項(例如電腦數、圖書數與家長互動次數)均有顯著正相關。

上述研究歸納出大致上女生的數學成就低於男生、亞洲國家的學生數學表現在計算及幾何較好，美國學生則幾何能力較低，但推理及解決問題能力高。另外，在影響數學成就因素相當多元，可區分為幾方面。一是家庭教育或環境因素，這方面包括雙親教育程度、家長

專論

教育期望、教育資源(或稱為文化資本),例如家中的圖書量、電腦量、專用書桌,或家長與孩童互動時間),通常這些因素如果愈高,其學業成就也較高。二是在學校學習因素,例如老師提供教學方法-如運用目標取向的學習與數學成就有正相關、小組討論與學習方法、運用獎勵方式、老師的提供作業頻率可以提高學習成就。又如儘早讓學生學習代數可以提高後來的數學成就。三是學生個人因素,例如性別,通常女生的數學成就低於男生、學生抱負、學生自信、對數學的態度、科學方面表現愈高,數學成就也愈好。最後,在外打工愈多,數學成就愈低;回家寫功課時間長短並沒有與數學成就有正向顯著相關。

四、本研究的理論基礎

上述文獻分析將影響數學成就因素分為家庭教育資源、學校學習、課後及學生特質因素。家庭教育資源及學生課後因素與文化資本有關(學生家中的經濟愈好或家長社經地位高,較有可能讓學生補習),所以以文化資本理論作為本研究依據之一。另外,學生特質包括學生抱負、學生自信與科學表現,這些與學生的學習動機有關,所以以成就動機理論為依據之一;學生在學校學習方面與學習策略有關,例如小組討論與數學成就關係。因此本研究將理論一一說明如下:

文化資本理論認為如果家庭教育資源愈多,包括家庭中的圖書數、電腦數、有無書桌提供學習、有無書報雜誌、家長帶子女參與戶外活動次數與時間多寡,例如聽音樂會、參觀博物館等如果愈多,對於學生學業成有正向影響,反之,學生學業成較低。DiMaggio (1982)以 Bourdieu「文化形式」,即聽音樂會、藝術表演與參觀博物館等較為高層社會階層可接受的休閒項目為變項與學生學業成就發現文化資本愈高,學生成就愈高。Teachman(1987)運用教育資源來反應文化資本,它包括家庭供給子弟閱讀圖書數量(字典、百科全書)、電腦數及個人是否有書房等。Trusty 和 Harris(1999)發現高度學業成就與高度期望的學生,如果他

們家中有一部電腦有更穩定的教育期望,但是這種情形在數學成就與教育期望,並沒有顯著差異。Rury(2004)研究發現墨西哥、黑人、弱勢族群及以色列裔的美國人,相較美國人有較低的社會資本及文化資本,因此他們在 1950 年的就讀美國的學校就學率較低。

張春興(1989)認為成就動機是個體追求以達到自我期望目標的動力,而學生抱負是他們從事實際工作所預估自己所能達到的成就目標,抱負與成就動機及生活經驗有密切關係。也就是說,成就動機是個體對一項事物所要完成的期待或是動機愈強烈,愈能完成該項任務。一般說來,學習抱負愈強的學生在學習愈有自信。因此,學生學習成就、成就動機、學習抱負與學習自信有密切關係。Ma 和 Xu(2004)以美國學生為樣本,進行跨年級的時間數列分析發現,從七年級至十一年級的學生,先前年級學生的數學態度都對後來的數學態度有顯著影響,數學成就也一樣,他們更進一步以先前年級的數學態度對後來年級的數學成就,也發現有正向顯著影響。趙佳文(2000)研究國小學生發現學生努力歸因與成就動機對數學科學業成就可解釋總變異量 31.8%。關復勇(1986)研究發現成就動機與學業成就間有顯著相關,成就動機對學業成就有最大預測力,其次為內在不安定歸因,生理自我,能力自我可解釋學業成就分數總變異量的 42%。陳怡華(2001)以 547 名國小學習風格研究發現國小學生家庭環境與閱讀動機有顯著的典型相關、小學生家庭環境、閱讀動機與國語科學業成就有顯著相關;國小學生家庭環境與閱讀動機可以預測學業成就。

另外在學習策略上,班級分組教學或小組討論可以提高學生思考及討論機會,它讓學生對數學更有興趣。Lou, Abrami 和 Spence(2000)認為如果學生在相對較低的能力、科目為數學及科學、學生在國小高年級以上、班級稍大以及小組討論一週超過一次以上則學習成效較大,在實證分析發現,小組討論確實對學業成就有顯著影響,同時在階層迴歸分析也發現在

高、中與低度能力組的學生都顯著影響。Kramarski, Mevarech 和 Lieberman(2001)就以實驗研究來瞭解合作學習搭配不同的後設認知訓練(分為三組,第一組是讓受試者有二種後設認知學習策略,讓學生知道學習數學方法及如何學習數學、第二組則一個、第三組則沒有,各組學生人數為 60 名、60 名、62 名),研究發現第一組在推論所有數字資料、組織資料、訊息處理、作總結、數學成就等都是高於第二及第三組,第二組也高於第三組。同時在合作學習時運用問題解決策略也是有相同結果。

整體來說,歸納上述理論及研究發現文化資本或教育環境資源較多、學生抱負、認為數學重要性、對數學態度、學生自信、成就動機、以小組共同討論或合作學習、能較早以代數教學、老師交待作業頻率高、較多的運用後設認知策略,其學業成就傾向較高。至於課外補習,國外沒有這方面研究,而回家寫作業時間則沒有顯著的與數學成就有相關。

五、近年來國內外對 TIMSS 的研究

(一)台灣近年對 TIMSS 的相關研究

近年台灣對 TIMSS 的相關研究文獻有以下幾篇:

鄭心怡(2004)以 1995 年及 1999 年參與 TIMSS 的國家進行分析,分析的變項是以科學及數學為依變項,而以中等教育生師比、經濟成長率與國民所得為自變項進行迴歸分析與結構方程模式檢定。研究發現國民所得有正向顯著影響,其餘變項則否。該文以鉅觀角度探討經濟與教育和 TIMSS 成就關係。

陳新豐(2005)以 TIMSS 2003 年資料,並以美國高的成就測量尺(新加坡、台灣及日本)、相等尺度(美國)及低於美國尺度(比利時、義大利及菲律賓)三大群的科學成就,而學生變項則以學生在校的科學態度與在科學課程中常作的事進行分析,建構影響科學學習成就的態度因素,研究發現三個國家群的學習態度一

致。

陳嘉成與游森期(2005)以台灣、南韓、澳洲與賽普勒斯的 TIMSS2003 資料之學生背景變項為例研究雙峰分配現象,他們發現區分高低分群學生的最有力變項是數學態度,其次是家中的藏書。

張芳全(2005)探討 TIMSS2003 的數學及科學成就與教育及經濟變項之間關係。他的研究中運用 41 個國家資料,透過結構方程模式檢定以掌握教育、經濟對學業成就影響。研究發現教育與經濟分別對學業成就有正向顯著影響。如果將教育與經濟因素整合為一個模式,接著對學業成就影響分析,研究發現僅有教育因素有正向且達顯著關係。

(二)TIMSS 在國際上的研究

近年來國際上對 TIMSS 研究已有多篇,整理如下:

Papanastasiou(2002a)以賽普勒斯參與 TIMSS 的學業成就為變項,研究學校、教學及家庭環境對於學業成就影響。他建立一個結構方程模式,探討學校、家庭及教學的關係。他發現家庭、增強、教學及學校的氣氛對學業成就態度各有-.11、.2、.47、.19 的顯著 ($p < .05$) 影響。

Papanastasiou(2002b)研究賽普勒斯參與 1999 年的 TIMSS 數學及科學測驗發現該國的四年級與八年級學生的數學成績高於科學成績,而十二年級學生則在這二科目成績相當。

Zuzovsky(2002)以 1995 年以色列在 TIMSS 的成績分析發現,以色列的數學及科學成績在亞洲國家的評比中無法名列百分等級者很少,所以他認為該國的科學及數學無法與亞洲國家及西方先進國家相比,後來政府意識到這方面的問題,於是在七年後提出科學教育的課程改革,後來就有新的科學課程引入學校,以及大量的教育經費投入改善科學及數學教育。後來,他也發現以色列的猶太人及阿拉伯

專論

人的數學成就也有國內上的差異，因此建議提供給不利的學生有更多的科學及數學學習機會。

Broeck, Opdenakker, Hermans 和 Damme(2003)研究芬蘭參與 1999TIMSS 的數學成績與學生社經地位關係發現，家長社經地位，雖然與數學成就有顯著相關，但是相關係數不高，他們進一步指出可能 TIMSS 在進行各國的社經地位測量時應重新思考較適當變項。

Zuzovsky(2003)比較以色列與 1999 年 TIMSS 的數學課程及科學課程型態，他們發現，在小數及數字科學、測量、資料呈現、分析與機率、幾何與代數的項目中，僅有資料呈現、分析與機率與各國的平均值一樣高，其餘項目都低於國際平均水準，而在科學課程型態上，以色列僅有環境與自然資源、科學探索與科學特性、化學高於國際平均值，自然科學、生活科學、物理均低於各國平均水準。

Yayan 和 Berberoglu(2004)以土耳其參與 1999 年 TIMSS 的成績研究學生在校外表現、家庭因素、重要他人、教學活動與學生的學習活動等因素為投入的潛在自變項，而以個人特質、學校學習氣氛為中介潛在變項，而以學業成就為潛在依變項，建構一個結構方程模式，研究發現模式適配。同時個人如果知覺數學學習會失敗則對於學業成就有負向顯著影響；班級的學習氣氛如果較不良也有負向影響。而家庭背景、給與正向的教學活動與以教師為中心的教學對數學成績有正向影響，如以學生為中心則對數學學習成就有負向影響。

Birenbaum, Tatsuoka 和 Yamada(2004)研究以色列的八年級學生參與 1999 年 TIMSS 的成績表現情形，他們以猶太籍及阿拉伯籍的兩群樣本進行比較學生們在數學態度差異情形，比較向度包括整數觀念、小數、幾何、代數、資料與統計、轉換、計算運用、判斷應用、代數規則應用、邏輯推理、問題蒐索、資料管理等層面，發現猶太學生態度表現均顯著個高於阿

拉伯人。

Tatsuoka, Corter 和 Tatsuoka(2004)以 20 個國家參與 1999 年 TIMSS 的數學成就進行分析，發現美國學生較高的數學內容及數量的技能，但是在其他，例如幾何能力較低，更有趣的是幾何能力又與推理與其他重要的思考技能有密切關係。他們也發現新加坡學生較高的計算能力、日本則在思考技巧、比利時則是在小數及比率項目較高。

由以上可以看出，國際在研究 TIMSS 的學術報告呈現多元化，有者以學生為背景及家長背景為主探討影響數學成就因素；有些是以課程方向提出政策建言；而有些是以影響科學及數學因素，最後提供政府在課程改革參考。也有些是以跨國性比較分析。這正是台灣應多方面研究的借鏡。

參、研究設計與實施

一、模式設定與變項操作型定義

本研究探討影響台灣的國二生參與 TIMSS 2003 年的數學成就表現因素。本研究將以多元迴歸分析來檢定影響的因素，在迴歸方程模式設計如下：

$$\begin{aligned} \text{Mathematics Achievement} = & a + \beta_1(\text{book}) + \\ & \beta_2(\text{calculator}) + \beta_3(\text{computer}) + \beta_4(\text{desk}) + \beta_5(\text{uses} \\ & \text{computer}) + \beta_6(\text{table}) + \beta_7(\text{forumal}) + \beta_8(\text{group}) + \\ & \beta_9(\text{daily}) + \beta_{10}(\text{teacher's homework}) + \\ & \beta_{11}(\text{homework review}) + \beta_{12}(\text{homework's time}) + \\ & \beta_{13}(\text{extra lesson}) + \beta_{14}(\text{asirpation}) + \\ & \beta_{15}(\text{self-confidence}) + \beta_{16}(\text{mathematic' } \\ & \text{importance}) + \beta_{17}(\text{science performance}) + e \end{aligned}$$

式中 Mathematics Achievement 代表國二生的數學成就表現，本研究以此作為依變項，而在自變項選定共有四大類，其表示方式如下：第一，家庭教育資源（又稱為文化資本），它包括學生家中的圖書數以(book)以「家中讀書」表示（在研究結果以下以「」中的名詞表示變項名稱），單位為本、「有無計算機」(calculator)、

「有無電腦」(computer)、家中「有無書桌」(desk)提供個人學習數學使用、學生家在中「使用電腦」情形(use computer)。第二，在校學習因素包括數學課堂中，學生以「解釋圖表」中資料頻率(table)來學習數學、課堂中寫出「方程式」(formal)和函數來表示關係頻率來學習數學、運用「小組討論」(group)數學的頻率、課堂中數學與「生活結合」(daily)頻率、課堂中數學老師多久給一次家庭作業「師給作業」(teacher's homework)頻率。第三，課後因素包括對數學「複習作業」(homework review)、學生回家作數學「功課時間」(homework's time)、學生「課外補習」情形(extra lesson)。最後，學生特質因素包括學生「學習抱負」(aspiration)、學生對學數學自信程度「學生自信」(self-confidence)、學生認為「數學的重要性」(mathematic's importance)，以及學生在「科學表現」分數(science performance)都視為與學生特質有關變項。模式中 a 為常數項；e 為誤差項。

各變項的操作型定義如下：家庭因素中家庭中的圖書數，以 1 至 5 分計算，1 代表 10 本以下、2 代表 11-25 本、3 代表 26-100 本、4 代表 101-200 本、5 代表 200 本以上。家中有無計算機，1 代表有，2 代表沒有。家中電腦，1 代表有，2 代表沒有。家中有無個人專用書桌提供學習數學，1 代表有，2 代表沒有。學生在家使用電腦情形，1 代表有，2 代表沒有。

在數學課堂中，學生解釋圖表中資料頻率、寫出方程式和函數來表示關係頻率、運用小組共同討論數學頻率、課堂中數學與生活結合的頻率，以上均以，1 代表常常、2 代表有一半課程是這樣、3 代表少數課才有、4 代表從沒有，而數學老師多久給一次家庭作業，1 代表每天、2 代表一週 3-4 次、3 代表一週 1-2 次、4 代表一週最多一次，5 代表從來沒有。

課後對數學回家作業複習頻率，1 代表常常有複習回家作業、2 代表有一半課程是這樣、3 代表少數課才有、4 代表從來沒有過。學生回家作數學功課時間，1 代表 15 分鐘以

下、2 代表 15-30 分、3 代表 31-60 分、4 代表 61-90 分、5 代表 90 分鐘以上。課外補習情形，1 代表幾乎每天都有、2 代表一週 1-2 天是這樣、3 代表有時候才有、4 代表從來沒有過。

在學生特質方面，學習抱負，1 代表要完成父親及母親都要我完成大學程度、2 代表要完成父親或母親一方要求我完成大學程、3 代表並沒有要完成大學。學生對學數學自信，1 代表非常高、2 代表尚可(中度)、3 代表自信低。學生認為數學的重要性，1 代表非常重要、2 代表其次、3 代表不重要。學生在科學表現分數，它是以 TIMSS 2003 年對學生在科學成就表現分數，就某種程度來說，它代表學生智力高低，通常科學表現好，智力也較高，而這與學生個人特質有關，所以將它納在這類變項之中。

從上面可看出，除了家中圖書數與學生科學表現是正向計分之外，其餘題項均為反向計分。也就是說，反向計分的題目與數學成績表現可能有反向關係，在解釋時宜掌握它們之間的關係。

二、統計方法

本研究將運用幾個統計方法。第一是以獨立樣本平均數 t 檢定，來瞭解台灣的國中生參加 TIMSS 2003 年的數學成就、家庭教育資源、課後及個人特質因素差異情形。第二是以單因子變異數分析，來瞭解台灣學生參加 TIMSS2003 年之後，不同數學成就組別在數學成就、家庭教育資源、課後及個人特質因素差異情形，如果各組有顯著差異，再以 *Scheffé* 法進行事後比較。第三，以多元迴歸分析檢定影響學生數學成就因素。進行迴歸分析先提出假設性的迴歸方程式；其次，進行迴歸參數估計和檢定；第三，針對整體迴歸方程式及個別迴歸係數進行檢定；第四，進行整體迴歸模式校正，尤其對資料分析極端值及影響值者予以處理；最後，對各變項意義進行解釋。迴歸分析宜檢定變項之間的多元共線性問題，本研究檢定標準是 $VIF = 1 / (1 - R_j^2)$ ，VIF 在 10 以下

專論

表示自變項間的重疊性不高；如大於 10 以上，自變項可能有重疊問題，本研究將掌握此訊息。

三、研究對象及資料來源與限制

本研究的分析對象是以 2003 年參加 TIMSS 的國二生人數。總參加學生數共有 5,379 名，其中男生有 2,762 名(占 51.3%)、女生有 2,617 名(占 48.7%)；而在數學成就得分分組上，TIMSS 將各國都分為五組，各組數學成就分數為：第一組是低於 400 分、第二組為 401-475 分、第三組為 476-550 分、第四組為 551-625 分、第五組為 625 分以上，得分愈高，表示數學成就表現愈好。台灣在這五組的學生人數依序各為 162 名(占 3.0%)、517 名(占 9.6%)、922 名(占 17.1%)、1089 名(占 20.2%)、2689 名(占 50.0%)，可見台灣的國二生在數學成就有一半以上是在高分組。因為本研究納入的自變項與依變項共有 18 項，同時考量學生參與問卷填答時，有些無法回答，因而將題目空下來。所以在不同組別、性別資料分析上，可運用的樣本數就不一，各類的樣本數見研究結果各表的呈現。

本研究的資料是取自 TIMSS 2003 年的報告書，該報告提供 TIMSS 資料的 CD-room(NCES,2004a;2004b)。本研究發現 TIMSS 在此年度將各國學生的數學成就分為五組，組別分類依據是以算數能力的數學成就高低，明顯的，台灣在低分組學生不多，高分組很多，就如第一組樣本數最多僅有 162 名，而在迴歸分析中，要納入分析的變項卻有 17 項，變項多、樣本數較少，在模式穩定度是研究限制。

肆、研究結果與討論

一、不同背景變項在數學成就、家庭教育資源、在校及個人特質的差異檢定

(一)不同性別在各變項的差異

經過獨立樣本平均數 t 檢定，來瞭解台灣的國二男生與女生在 TIMSS 2003 年數學成就、家庭教育資源、課後及個人特質差異情形如表二。表中發現數學成就、家中圖書量、寫數學作業時間、學生抱負是女生顯著高於男生 ($p < .05$)。然而在數學課堂中，解釋圖表中的資料、數學與生活結合、小組共同討論、學生在數學自信、認為數學的重要性則是男生顯著高於女生。也就是，國二男女生在數學成就、教育資源、在校及個人特質是有顯著不同。而其他變項則沒有達到顯著差異。

(二)不同組在各變項的差異

本研究以單因子變異數分析檢定不同國二生的數學成就組，在數學成就、家庭教育資源、課後及學生特質因素差異情形，其中將數學成就分為五組，第 1 組學生低於 400 分、第 2 組學生為 401 分至 475 分、第 3 組為 476 分至 550 分、第四組為 551 分至 625 分、第五組為 625 分以上。經過檢定發現各變項都達到 .01 顯著水準，本研究再以 *Scheffé* 法進行事後比較結果如表三，說明如下：

首先，在家庭教育資源方面，家中圖書數、有無計算機、有無電腦及有無提供書桌作為學習運用的變項，第 5、4 及 3 組學生高於第 1 及 2 組 ($p < .01$)，而第 4 組及第 5 組的學生沒有顯著差異。表中看出家中圖書數的各組平均數，第 5 組為 3.30 明顯的高於各組；有無計算機、有無電腦、有無個人專用書桌提供學生學習變項上，第 1 組與第 2 組都是高於 1.0 以上（高於 1.0 以上表示家中沒有這方面資源居多），尤其是家中有無電腦在第 1、2、3 組最明顯，因此使得這三組學生「在家中使用電腦情形」明顯低於第 4 組及第 5 組 ($p < .01$)。

其次，在學校學生學習因素（1 代表常常、2 代表有一半課程是這樣、3 代表少數課才有、4 代表從沒有），課堂使用方程式及函數學習及解讀圖表中的資料學習數學頻率，在各組之間有兩兩顯著差異 ($p < .01$)，且都是數學成就較高分組的學生頻率低於低分組學生。值得說明的

是，數學課運用小組共同討論頻率，經過檢定 發現第 5、4、3、2 組反應頻率顯著高於第 1

表二、男女生在數學成就、家庭教育資源及學生特質差異檢定

變項	性別	樣本數	平均數	標準差	平均數差異	<i>t</i>	自由度	<i>p</i>
數學成就	女	2617	50.60	9.52	0.77	2.82**	5377	.00
	男	2762	49.84	10.36				
家中圖書	女	2614	2.95	1.29	0.15	4.31**	5368	.00
	男	2756	2.80	1.27				
有無計算機	女	2615	1.01	0.12	0.00	-0.85	5366	.40
	男	2753	1.02	0.13				
有無電腦	女	2616	1.09	0.29	0.01	1.55	5368	.12
	男	2754	1.08	0.27				
有無書桌	女	2613	1.06	0.24	-0.01	-1.38	5367	.17
	男	2756	1.07	0.25				
解釋圖表	女	2603	2.64	0.82	0.06	2.37*	5341	.02
	男	2740	2.59	0.90				
方程式	女	2609	2.45	0.86	-0.04	-1.83	5348	.07
	男	2741	2.49	0.91				
小組討論	女	2611	3.26	0.75	0.10	4.64**	5355	.00
	男	2746	3.16	0.79				
生活結合	女	2602	2.89	0.78	0.11	4.62**	5342	.00
	男	2742	2.79	0.88				
師給作業	女	2606	2.61	1.18	0.00	0.02	5345	.99
	男	2741	2.61	1.17				
課外補習	女	2615	2.83	1.07	0.05	1.66	5367	.10
	男	2754	2.78	1.11				
作業時間	女	2467	2.40	0.93	0.18	6.74**	5067	.00
	男	2602	2.22	0.98				
家使電腦	女	2606	1.10	0.30	0.01	1.82	5346	.07
	男	2742	1.09	0.28				
學生抱負	女	2503	2.20	0.80	-0.14	-5.88**	5052	.00
	男	2551	2.35	0.94				
學生自信	女	2616	2.27	0.79	0.20	8.86**	5373	.00
	男	2759	2.08	0.83				
數學重要	女	2615	2.06	0.68	0.12	6.47**	5371	.00
	男	2758	1.93	0.73				
科學表現	女	2617	50.11	9.54	-0.12	-0.44	5377	.66
	男	2762	50.23	10.35				

註: 1. * $p < .05$; ** $p < .01$

2. 表中有些題項是反向計分，看來是女生平均高，但實際狀況是女生表現較低，這些變項計分見研究方法的變項操作型定義一節。

專論

表三、不同組別在各變項差異檢定

變項	第 1 組	第 2 組	第 3 組	第 4 組	第 5 組	全部	F考驗	Scheff' e 法事後比較
家中圖書	1.76	2.09	2.39	2.77	3.30	2.88	F(4,5365)	1<2; 1<3;1<4;1<5; 2<3; 0.99 1.11 1.19 1.20 1.22 1.28 =219** 2<4; 2<5; 3<4; 3<5; 4<5**
有無計算機	1.10	1.04	1.02	1.01	1.01	1.02	F(4,5363)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>5 0.30 0.21 0.15 0.09 0.08 0.13 =31** 3>4**
有無電腦	1.25	1.19	1.16	1.07	1.04	1.09	F(4,5365)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>4; 2>5 0.44 0.40 0.36 0.26 0.19 0.28 =75** 3>4; 3>5; 4>5**
有無書桌	1.19	1.13	1.08	1.06	1.04	1.06	F(4,5364)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4 0.39 0.33 0.27 0.24 0.20 0.24 =26** 2>5; 3>5**
使用電腦	1.35	1.21	1.17	1.08	1.04	1.09	F(4,5343)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>4; 2>5 0.48 0.41 0.37 0.27 0.19 0.29 =97** 3>5; 4>5**
解釋圖表	3.15	3.07	2.85	2.68	2.39	2.61	F(4,5338)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4; 0.94 0.86 0.81 0.80 0.82 0.86 =126** 2>5; 3>5; 4>5**
方程式	3.10	3.01	2.78	2.50	2.21	2.47	F(4,5345)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4; 0.98 0.91 0.86 0.84 0.81 0.89 =170** 3>4; 3>5; 4>5**
小組討論	2.89	3.16	3.21	3.22	3.23	3.21	F(4,5352)	1>2;1>3;1>4;1>5** 0.98 0.81 0.82 0.77 0.73 0.77 =8**
生活結合	3.15	3.15	3.00	2.88	2.69	2.84	F(4,5338)	1>4;1>5;2>3; 2>4; 0.84 0.86 0.82 0.81 0.81 0.84 =56** 3>4; 3>5; 4>5**
師給作業	3.31	2.91	2.85	2.61	2.43	2.61	F(4,5342)	1>2;1>3;1>4;1>5; 2>4; 1.39 1.27 1.20 1.15 1.11 1.18 =48** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
複習作業	3.08	3.03	2.84	2.53	2.28	2.52	F(4,5351)	1>3;1>4;1>5; 2>3; 2>4; 0.98 0.96 0.96 0.96 0.94 0.99 =119** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
作業時間	1.99	1.98	2.15	2.37	2.41	2.31	F(4,5064)	1>4;1>5;2>3; 2>4; 2>5 1.31 1.10 1.05 0.97 0.85 0.96 =32** 3>4; 3>5**
課外補習	3.39	3.42	3.16	2.73	2.56	2.80	F(4,5364)	1>4;1>5;2>3; 2>4; 2>5 0.96 0.92 1.05 1.11 1.05 1.09 =121** 3>4; 3>5; 4>5**
學生抱負	3.12	2.83	2.61	2.32	2.00	2.28	F(4,5049)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4 0.73 0.80 0.86 0.83 0.79 0.88 =204** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
學生自信	2.63	2.75	2.68	2.41	1.76	2.17	F(4,5370)	1>4;1>5; 2>4 0.52 0.49 0.57 0.71 0.78 0.82 =480** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
數學重要	2.26	2.34	2.27	2.07	1.78	1.99	F(4,5368)	1>4;1>5; 2>4 0.68 0.69 0.66 0.69 0.66 0.71 =150** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
科學表現	31.18	37.25	42.83	48.79	56.87	50.2	F(4,5374)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4 5.49 6.40 6.67 6.71 6.12 9.96 =1969** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**
數學成就	29.66	33.77	40.74	49.45	58.16	50.2	F(4,5374)	1>2;1>3;1>4;1>5;2>3; 2>4 2.64 3.29 3.98 3.93 3.58 9.97 =8541** 2>5; 3>4; 3>5; 4>5**

註: 1、2、3、4、5 分別代表第 1、2、3、4、5 組。 2. ** $p < .01$ 。

3.各變項第一列為平均數，第二列為標準差。事後比較欄均達到.01 顯著水準

組($p<.01$)，其餘組別之間沒有顯著差異，這顯示數學成就較高分的學生沒有以小組共同討論進行數學教學居多，表中看出該變項平均數都在 3.2 以上，表示少數的數學課程才有進行小組共同討論。在數學課堂中，學生認為是否與生活結合者，第 1 組及第 2 組，也就是低分組的學生沒有顯著差異，而在第 5、4、3 組之間對於第 1 及第 2 組則有顯著差異。雖然這意味著高分組學生認為數學與生活結合者較多，但是從各組平均數來看都在 2.69 以上，不管那一組學生都表示僅有少數課程才與生活結合。而在老師交待回家作業頻率，各組平均數顯示僅有少數課程才有。

第三，課後因素方面，在複習回家作業頻率(1 代表常常有、2 代表有一半的課是這樣、3 代表少數課才有、4 代表從沒有)，5 個組學生反應大抵是數學成就高分組學生反應顯著低於低分組($p<.01$)。雖然各組之間有顯著差異，但是第 5 組組學生反應平均數在 2.28 以上，表示有一半課程有複習回家作業。而在作數學功課時間，第 1 組學生平均反應為 1.99，表示僅有 15-30 分作數學功課，反觀在第 5 組的學生為 2.41，表示有 31-45 分鐘作數學功課。

在課外補習數學，第 5、4 組都與第 1、2 組有顯著差異。在第 1、2 與 3 組之間並沒有顯著差異，這表示數學成就較高的學生組別在課外補習確實比數學成就低的學生還多($p<.01$)，而在第 1、2、3 組沒有顯著差異。第 5 組學生平均值為 2.56，也就是在題目的選項 2 (代表一週二天是這樣) 與選項 3 (代表有時才有) 之間，這表示一週約有一天是補習數學。

第四，學生特質部份，各組之間在學生抱負都有顯著差異，數學成就高分組的明顯高於低分組($p<.01$)；學生對數學自信，第 1、2、3 組之間沒有顯著差異，而在第 5、4 組與第 1、2、3 組則有顯著差異($p<.01$)，這表示高分組的學生確實在自信程度高於低分組，而低分組(第 1、2、3 組)則沒有顯著差異，表示他們對學習數學沒有自信。至於認為數學的重要性

上，各組之間差異情形與學生對數學自信程度一樣，都是第 5、4 組高於第 1、2、3 組($p<.01$)，且第 1、2、3 組之間沒有顯著差異。而在科學表現與數學成就，各組之間都有顯著差異($p<.01$)。

從上述來看，大抵是高分組的學生(第 4、5 組)的學業成就、家庭教育資源、課後因素及學生特質因素高於低分組的學生。而在高分組的，即第 4 組及第 5 組的學生傾向沒有顯著差異，低分組的第 1 及第 2 組在變項上也傾向沒有顯著差異。

二、影響國中生數學成就因素

(一)不同性別的分析結果

經過多元迴歸分析檢定顯示，影響國生女生的數學成就因素達到顯著水準者包括家中圖書數、計算機數、在家中使用電腦情形、數學課堂中寫出方程式及函數來表示關係、複習回家作業頻率、課外補習、對數學自信、科學表現都具有正向顯著影響($p<.01$)如表四表中家中的圖書數及科學表現在原始計分與數學成就為正向，其餘為反向，所以這些達顯著變項與數學成就有正向影響)，而課堂中小組討論則有負向影響(原始計分為與數學成就呈反向，本研究估算出來為正向，解釋宜以相反關係說明)，其餘變項則沒有達到顯著水準。這些結果看來，對女生來說，家中圖書數、家中使用電腦愈多、課堂中愈使用方程式及函數教學、不用小組共同討論、複習回家作業頻率愈高、課外補習時間愈多、對數學愈有自信及科學表現愈好，學生數學成就愈高。此模式的整體解釋力為 67.3%。

對男生來說，有書桌提供學習運用、家中較常使用電腦、數學課堂中解釋圖表中的資料學習數學、較常寫出方程式與函數來表示關係學習數學、複習作業頻率愈高、作數學功課時間較長、課外補習愈多、學生抱負愈高、學生對數學自信愈強、認為數學愈重要及科學表現較好對數學成有正向顯著關係($p<.01$)。家中有

專論

電腦、小組討論則與數學成就呈現相反關係。這表示對男生來說，雖然數學課的小組共同討論少，但是男生有較高的數學成就，同時男生家中沒有電腦，也有較高的數學成就表現。此模式的整體解釋力為 73%。

上述在影響女生及男生數學成就因素的自變項之間，經過 VIF 檢定，各自變項並未發現超過 10 以上，可見這二個模式的自變項多元共線性沒有很嚴重。

從上面看來，影響國中二年級男女生因素之中，在家中常使用電腦、課堂中較常寫出方程式與函數來表示關係學習數學、並沒有較多課以小組共同討論、複習回家作業頻率高、課

外補習較多、對數學自信、科學表現都是顯著影響因素。但是男生在課堂中解讀圖表中的資料、寫數學回家作業時間、認為數學是重要是正向顯著因素，女生在這方面則沒有顯著。男生家中沒有電腦一樣有較高的數學成就；女生則是家中有較多圖書、家中有計算機對數學成就有正向顯著影響。

(二)不同組別的分析結果

在不同數學成就組的影響因素上，經過多元迴歸分析結果如表五：第 1 組學生（數學成就低於 400 分的學生），在所有自變項未發現有顯著影響因素。可見這些學生來說，家庭教育資源、學生在校學習、課後及學生特質因素

表四、影響不同性別的數學成就因素之迴歸分析摘要

變項	女生				VIF	男生				
	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>		<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF
常數	32.06		17.55**	.00		26.09		15.35**	.00	
家中圖書	0.24	0.03	2.42**	.02	1.30	0.18	0.02	1.86	.06	1.30
有無計算機	-2.01	-0.02	-1.98*	.05	1.02	0.43	0.00	0.44	.66	1.02
有無電腦	1.52	0.05	1.30	.20	8.91	3.08	0.08	2.43**	.02	8.78
有無書桌	-0.05	0.00	-0.09	.92	1.07	-0.97	-0.02	-2.09*	.04	1.05
家使電腦	-2.99	-0.09	-2.65**	.01	9.10	-4.34	-0.12	-3.58**	.00	8.89
解釋圖表	-0.29	-0.03	-1.80	.07	1.40	-0.42	-0.04	-2.81**	.00	1.50
方程式	-0.57	-0.05	-3.69**	.00	1.44	-0.43	-0.04	-2.83**	.00	1.61
小組討論	0.55	0.04	3.58**	.00	1.10	0.51	0.04	3.42**	.00	1.13
生活結合	-0.29	-0.02	-1.81	.07	1.25	-0.04	0.00	-0.24	.81	1.34
師給作業	-0.16	-0.02	-1.46	.14	1.14	0.05	0.00	0.43	.67	1.06
複習作業	-0.28	-0.03	-2.21**	.03	1.27	-0.35	-0.03	-2.85**	.00	1.29
作業時間	0.17	0.02	1.37	.17	1.05	0.34	0.03	2.95**	.00	1.08
課外補習	-0.71	-0.08	-6.49**	.00	1.11	-0.40	-0.04	-3.78**	.00	1.13
學生抱負	-0.25	-0.02	-1.64	.10	1.24	-0.43	-0.04	-3.25**	.00	1.27
數學的自信	-2.13	-0.18	-12.86**	.00	1.44	-2.05	-0.17	-12.36**	.00	1.65
數學重要	-0.02	0.00	-0.10	.92	1.40	-0.42	-0.03	-2.24**	.03	1.56
科學表現	0.62	0.62	42.61**	.00	1.52	0.66	0.66	47.54**	.00	1.63
<i>F</i> 值	<i>F</i> (17,2300)	=281.5**				<i>F</i> (17,2294)	=367.8**			
Adj- <i>R</i> ²	.673					.730				

註: 1. 男生樣本數為 2311 名；女生樣本數為 2317 名。

2. * $p < .05$ ；** $p < .01$

都沒有達到顯著水準。對第 2 組學生來說，數學與生活結合愈多、課外補習愈多、科學表現愈好($p < .01$)，他們的數學成就較高，其餘因素並未達到顯著水準。此模式的整體解釋力為 12.1%。

就第 3 與第 4 組學生來說，見表六，影響第 3 組學生數學成就因素之中，家中沒有電腦（即這類學生愈多）、家中有電腦且使用電腦頻率愈高、課外補習及科學表現達到顯著水準($p < .01$)，其餘變項則否，整體解釋力為 15.8%。影響第 4 組學生數學成就因素之中，數學課較

常寫出方程式與函數來表示關係學習數學、對數學自信愈高、科學表現愈好($p < .01$)，他們數學成就較高，其餘因素未達到顯著水準，此模式的整體解釋力為 13.1%。這二個模式的 VIF 未超過 10 的門檻值，顯示自變項之間沒有嚴重的多元共線性的問題。

第 3 組及第 4 組學生算是數學成就在中等及中上程度（第 3 組為 476-550 分、第 4 組為 551-625 分），第 3 組學生家中沒有電腦照樣有較高的數學成就，然而家中有電腦且使用頻率高對數學成就卻有正向顯著影響($p < .01$)。此

表五、影響第 1 及第 2 組學生數學成就因素之迴歸分析摘要

變項	第 1 組					第 2 組				
	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF
常數	25.76	3.31	7.77**	.00		30.51		15.59**	.00	
家中圖書	-0.16	0.39	-0.41	.68	1.55	0.08	0.03	0.59	.56	1.13
有無計算機	2.00	1.08	1.85	.07	1.17	-0.19	-0.01	-0.24	.81	1.05
有無電腦	0.65	1.00	0.65	.52	3.16	-0.19	-0.02	-0.16	.87	7.93
有無書桌	-1.26	0.79	-1.58	.12	1.42	0.19	0.02	0.39	.70	1.09
家使電腦	0.05	0.91	0.05	.96	3.21	-0.08	-0.01	-0.07	.94	8.08
解釋圖表	-0.13	0.38	-0.35	.73	1.95	-0.31	-0.08	-1.50	.13	1.42
方程式	0.34	0.34	0.99	.33	1.92	0.27	0.08	1.35	.18	1.50
小組討論	-0.05	0.37	-0.13	.90	1.85	0.23	0.06	1.14	.26	1.23
生活結合	-0.13	0.42	-0.31	.76	2.20	-0.45	-0.12	-2.25**	.02	1.29
師給作業	0.04	0.23	0.17	.87	1.23	-0.01	-0.01	-0.10	.92	1.06
複習作業	-0.02	0.34	-0.07	.94	1.70	0.10	0.03	0.57	.57	1.24
作業時間	-0.12	0.24	-0.50	.62	1.40	-0.06	-0.02	-0.39	.69	1.09
課外補習	-0.11	0.34	-0.32	.75	1.28	-0.43	-0.13	-2.53**	.01	1.11
學生抱負	-0.20	0.39	-0.52	.61	1.33	-0.34	-0.09	-1.73	.09	1.10
數學的自信	0.26	0.55	0.48	.64	1.37	0.62	0.10	1.89	.06	1.16
數學重要	0.63	0.42	1.52	.13	1.29	-0.29	-0.06	-1.18	.24	1.29
科學表現	0.06	0.05	1.09	.28	1.27	0.14	0.29	5.72**	.00	1.12
<i>F</i> 值	<i>F</i> (17,75) =.96					<i>F</i> (17,378) =4.2**				
Adj- <i>R</i> ²	.003					.121				

註: 1. 第一組樣本數為 92；第二組為 395 名。

2. * $p < .05$ ；** $p < .01$

專論

外，這組學生數學成就較高，有一部份是因為課外補習造成。第 4 組學生算是中上程度，他們在數學課較常寫出方程式和函數來表示關係，對數學有較高自信，且科學表現也較優異，所以他們的數學成就也較好。值得說明的是，這組學生的家庭教育資源與課後因素並沒有一項達到顯著水準。

影響第 5 組學生數學成就因素，見表 7，數學課較常寫出方程式與函數來表示關係學習、對數學自信愈高、科學表現愈好($p < .01$)，數學成就較高，其餘因素未達到顯著水準，此

模式整體解釋力為 30%。模式的 VIF 亦沒有超過 10 的門檻值，顯示自變項之間並沒有嚴重的多元共線性的問題。

第 5 組學生算是數學成就表現最好者(625 分以上)，他們在數學課中學習較常寫出方程式與函數來表示關係的學習($p < .01$)，對數學有較高的自信($p < .01$)，且科學表現也較優異($p < .01$)，所以他們的數學成就也較好。這組學生的家庭教育資源與課後因素都未達到顯著水準，影響此組因素與第 4 組一樣。

表六、影響第 3 組及第 4 組學生數學成就因素之迴歸分析摘要

變項	第 3 組					第 4 組				
	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF
常數	34.10		16.47**	.00		42.72		20.15**	.00	
家中圖書	-0.03	-0.01	-0.25	.81	1.16	0.14	0.04	1.34	.18	1.09
有無計算機	-0.89	-0.03	-0.77	.44	1.05	-0.46	-0.01	-0.33	.74	1.02
有無電腦	3.09	0.28	2.36 [†]	.02	11.86	-0.82	-0.05	-0.65	.51	6.98
有無書桌	0.56	0.04	1.05	.29	1.10	-0.05	0.00	-0.11	.92	1.06
家使電腦	-3.25	-0.30	-2.56**	.01	11.88	0.62	0.04	0.53	.60	7.02
解釋圖表	-0.13	-0.03	-0.68	.49	1.27	0.00	0.00	0.02	.98	1.34
方程式	-0.24	-0.05	-1.32	.19	1.28	-0.36	-0.08	-2.18 [†]	.03	1.32
小組討論	-0.02	0.00	-0.10	.92	1.18	0.16	0.03	0.98	.33	1.14
生活結合	0.29	0.06	1.54	.12	1.23	0.03	0.01	0.17	.87	1.25
師給作業	0.11	0.03	0.80	.42	1.08	-0.03	-0.01	-0.27	.79	1.08
複習作業	-0.08	-0.02	-0.50	.62	1.24	-0.03	-0.01	-0.19	.85	1.15
作業時間	-0.05	-0.01	-0.33	.74	1.15	0.18	0.04	1.43	.15	1.07
課外補習	-0.36	-0.09	-2.52**	.01	1.16	0.06	0.02	0.49	.62	1.11
學生抱負	0.02	0.00	0.09	.93	1.18	-0.20	-0.04	-1.37	.17	1.09
數學的自信	-0.27	-0.04	-1.05	.29	1.18	-0.57	-0.10	-3.06**	.00	1.23
數學重要	-0.01	0.00	-0.06	.96	1.34	-0.25	-0.04	-1.20	.23	1.35
科學表現	0.22	0.36	10.06**	.00	1.10	0.19	0.32	10.33**	.00	1.05
<i>F</i> 值	$F(17,728) = 8.1^{**}$					$F(17,2294) = 9.4^{**}$				
Adj- R^2	.158					.131				

註: 1. 第 3 組樣本數為 745；第 4 組為 2,301 名。

2. * $p < .05$ ；** $p < .01$

本研究將全部學生納入多元迴歸分析模式之後，結果如表七，表中可看出除了家中有無計算機、有無個人書桌提供數學學習、數學與生活結合、複習數學作業頻率、認為數學是否重要等因素未達顯著水準之外，其餘變項均達到顯著水準($p < .01$)，整體解釋力為 70%，自變項之間關係，經檢定之後，VIF 值沒有超過 10 以上，自變項多元共線性的嚴重性不高。這表示對全部國二生的家中圖書數愈多、學生在家中使用電腦頻率愈多是影響數學成就正向

因素，然而家無電腦也有較高的數學成就。在學校學習因素方面，學生解讀圖表中的資料來學習數學頻率愈多、寫出方程式與函數來表示關係學習數學愈多，數學成就愈高，然而數學課如以小組共同討論較少，數學成就也較高。課後因素方面，如果補習頻率愈高、複習回家作業頻率愈多、作數學功課時間愈多，數學成就愈高。最後也可以看出，如果學生對數學自信愈高、學生抱負及科學表現愈高，他們的數學成就也愈高。

表七、影響第 5 組及全部學生數學成就因素之迴歸分析摘要

	第 5 組					全部 樣本				
	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF	<i>B</i>	β	<i>t</i>	<i>p</i>	VIF
常數	44.99		38.15**	.00		28.68		23.05**	.00	
家中圖書	0.04	0.01	0.80	.42	1.15	0.23	0.03	3.38**	.00	1.29
有無計算機	0.65	0.02	0.88	.38	1.01	-0.78	-0.01	-1.10	.27	1.02
有無電腦	2.11	0.11	1.53	.13	18.19	2.08	0.06	2.40**	.02	8.82
有無書桌	-0.26	-0.01	-0.82	.41	1.03	-0.51	-0.01	-1.53	.13	1.06
家使電腦	-2.23	-0.12	-1.65	.10	18.21	-3.37	-0.10	-4.06**	.00	8.96
解釋圖表	0.04	0.01	0.52	.61	1.37	-0.32	-0.03	-2.90**	.00	1.45
方程式	-0.18	-0.04	-1.97*	.05	1.41	-0.54	-0.05	-4.95**	.00	1.51
小組討論	0.09	0.02	1.09	.28	1.09	0.58	0.05	5.44**	.00	1.11
生活結合	0.10	0.02	1.18	.24	1.28	-0.12	-0.01	-1.11	.27	1.30
師給作業	-0.10	-0.03	-1.55	.12	1.11	-0.04	0.00	-0.55	.58	1.09
複習作業	-0.14	-0.04	-1.92	.06	1.20	-0.39	-0.04	-4.36**	.00	1.27
作業時間	-0.05	-0.01	-0.68	.50	1.05	0.30	0.03	3.52**	.00	1.06
課外補習	0.08	0.02	1.26	.21	1.04	-0.54	-0.06	-7.09**	.00	1.12
學生抱負	-0.06	-0.01	-0.77	.44	1.09	-0.42	-0.04	-4.19**	.00	1.25
數學的自信	-0.86	-0.19	-9.58**	.00	1.32	-2.03	-0.17	-17.30**	.00	1.55
數學重要	-0.21	-0.04	-1.90	.06	1.41	-0.19	-0.01	-1.40	.16	1.48
科學表現	0.26	0.45	25.02**	.00	1.13	0.64	0.64	63.34**	.00	1.57
<i>F</i> 值	$F(17,2428) = 62.2^{**}$					$F(17,4612) = 636.7^{**}$				
Adj- R^2	.30					.700				

註: 1. 第五組樣本數為 2,445。

2. * $p < .05$; ** $p < .01$ 。

三、綜合討論

本研究研究影響台灣參與 TIMSS 國二生數學成就因素，並瞭解不同數學成就組與性別在家庭教育資源、在校學習、課後及學生特質因素差異情形，針對研究結果討論如下：

首先，研究發現女生在數學成就、家中圖書量、作數學功課時間、學生抱負、顯著高於男生。而男生則對數學自信、認為數學重要、較常解釋圖表中的資料、與生活結合顯著高於女生。這並無法初步證實男生數學成就高於男生的說法。本研究中女生數學成就沒有顯著低於男生，寫數學作業時間、學習抱負也沒有低於男生，只是在對數學自信、認為數學重要性及與數學生活結合程度，男生顯著高於女生。女生雖然自信較低、認為數學重要性較低，但寫數學功課多、抱負較高，數學成就也高於男生。這與性別刻板印象認為女生數學表現低於男生有別，這並無法支持 Eccles, Adler 和 Meece(1984)、Hyde, Fennema 和 Lamon(1990)、Stipek 和 Gralinski(1991) 的研究，但與 Jacobs(1991)研究結果是一樣的。

其次，不同數學能力學生在相關因素當會有不同，本研究發現台灣國二學生家中圖書數、有無計算機、有無電腦及有無書桌提供學習傾向中高分組學生（第 5、4 及 3 組學生）高於低分組的學生（如第 1 及 2 組），但在高分組學生，例如第 4 組及第 5 組的學生沒有顯著差異。可見在第 4 與 5 組的家庭的文化資本沒有顯著差異，但是高低分組卻有顯著差異。照理來說，高分組（如第 5 組）學生傾向較多家庭教育資源，然而在影響數學成就因素之中，第 4 組及第 5 組學生在家庭教育資源並沒有達到顯著水準，可見數學成就較高的學生（第 4 及第 5 組），其文化資本並不一定是關鍵因素之一，也就是說，這並沒有完全支持文化資本理論說法。這與 Ma(2000)、Singh 和 Ozturk(2000)的研究不同。

在校學習因素中，課堂寫出方程式與函數來表示關係學數學及解釋圖表中的資料學數

學頻率，在各組之間有顯著不同，且都是數學成就較高分組（如第 5 組）學生頻率低於低分組（如第 1 組）學生，表示高分組的學生在課堂中較不喜歡寫出方程式與函數來表示關係的學習。同時高分組學生並沒有以小組共同討論居多，卻也有較高的數學成就，可見台灣的國中數學較少以小組共同討論。會有此現項有很多可能因素，力如老師趕課、數學課以教師講解居多或傳統的教學就是如此等，而為何會這樣也值得後續研究。同時，不管那一組學生都表示僅有少數數學課與生活結合，這顯示台灣在數學教育應讓學生更多生活結合，才不會僅限於書本知識，且不會活學活用。此外，老師一週交待回家作業頻率，各組均示「有時候才有」，顯然台灣的學生在課後作業不一定很多。

在課後因素方面，前 4 組學生認為約有一半課程有複習回家作業，第 5 組學生反應僅有些課才有複習，第 5 組學生較少複習，這與認知上有些差異，可能是表現較好的學生認為只要重要課複習就好，並不一定要每項都要複習。而在作數學功課時間上，第 1 組學生僅有 15-30 分作數學功課，反觀第 5 組學生每天約有 31 至 60 分鐘作數學功課，這更可以說明高分組作數學作業時間確實高於低分組。

在課外補習數學，第 5、4 組都與第 1、2 組有顯著差異；第 1、2 與 3 組之間沒有顯著差異，表示數學成就較高組別（如第 5 組）在課外補習時間確實比低分組（如第 1 組）還多，而在第 1、2、3 組沒有顯著差異，表示低分組學生可能沒有家庭教育資源、無法參加課外補習或已放棄數學才會低分。第 5 組學生一週約有一天是補習數學，可見對高分組學生來說，補習很重要。

在學生特質部份，各組之間在學生抱負都有顯著差異，數學成就高分組的明顯高於低分組；學生對數學自信，低分組（第 1、2、3 組）之間沒有顯著差異，在第 5、4 組與第 1、2、3 組則有顯著差異，表示高分組學生（如第 5 組）確實在自信與認為數學的重要性高於低於組

(如第 1 組)，而低分組則沒有顯著差異，表示他們對學習數學較沒有自信。在科學表現與數學成就各組之間均有顯著差異，這說明科學表現及數學成就確實在不同組別的學生有明顯差異。

第三，家中圖書數、計算機、家中使用電腦情形、數學課堂中寫出方程式與函數來表示關係來學習數學、老師提供回家作業頻率、課外補習、對數學自信、科學表現對女生數學成就有正向顯著影響。對男生來說，有書桌提供學習運用、家中較常使用電腦、數學課堂中解讀圖表中的資料學習數學、較常寫出方程式與函數來表示關係學習數學、複習回家作業頻率高、作數學功課時間較長、課外補習愈多、學生抱負愈高、對數學自信愈強、認為數學愈重要及科學表現較好對數學成有正向顯著關係。家中有電腦、小組共同討論則與數學成就呈現相反關係。這表示雖然數學課小組共同討論少，但是男生有較高的數學成就，同時男生家中沒有電腦，也有較高數學成就。台灣的國中數學小組討論少，學生數學成教較高，這與 Kramarski, Mevarech 和 Lieberman(2001)、Lou, Abrami 和 Spence(2000)的研究不同。不過，男生家中沒有電腦一樣有較高的數學就表現，這與柯淑慧(2004)研究發現家中電腦數與數學成就呈正向顯著相關不同。

從上面看來，男女生在家中常使用電腦、課堂中較常寫出方程式與函數來表示關係學習數學、較少課堂小組共同討論、較多回家作業、課外補習較多、對數學的自信、科學表現都是共同顯著影響因素。但是男生在課堂中以解讀圖表中的資料、寫數學作業時間、認為數學是重要是正向顯著因素，女生在這方面則沒有顯著。男生家中沒有電腦一樣有較高的數學成就，這與 Trusty 和 Harris(1999)的研究一樣有無電腦在數學成就並沒有差異；女生則是家中有較多圖書、家中有計算機對數學成就有顯著影響，這是男生沒有達顯著。

最後，在不同組別影響因素也不同。第 1 組學生的所有自變項都沒有顯著影響。第 2 組

學生在數學課與生活結合愈多、課外補習愈多、科學表現愈好，他們的數學成就也較高。第 3 組學生的家中沒有電腦、家中有電腦在使用電腦頻率愈高、課外補習及科學表現達到顯著水準。第 4 組學生在數學課較常寫出方程式與函數來表示關係的學習、對數學自信愈高、科學表現愈好，數學成就也較高。第 5 組學生在數學課較常寫出方程式及函數來表示關係的學習、數學自信愈高、科學表現愈好，他們的數學成就也較高。第 5 組學生算是數學成就表現最好者，他們在數學課中學習較常使用方程式與函數，不過他們對於數學有較高自信，且科學表現也較優異，所以他們的數學成就也較好。同時第 4 與第 5 組學生的家庭教育資源與課後因素都沒有達到顯著水準。

在全部樣本模式之中，家中圖書數愈多、學生在家中使用電腦頻率愈多是影響數學成就，然而家沒有電腦也有較高的數學成就。學生解讀圖表中的資料學習數學頻率愈多、以方程式與函數來學習數學愈多，學生數學成就愈高。然而學生反應數學課小組共同討論少，但學生數學成就卻較高。如果課外補習愈多、複習回家作業頻率愈多、作數學功課時間愈長，學生數學成就愈高。最後如果學生對數學自信愈高、學生抱負愈高及科學表現愈高，他們的數學成就也愈高。

上述的結果之中，在學生抱負、動機愈高，數學表現愈好的發現，與趙佳文(2000)、關復勇(1986)、蔡文標(2003)的研就一樣；而在認為數學重要性，則與 Ma 和 Xu(2004)研究發現一樣。在寫作業時間與數學成就呈正向顯著關係，也與 Pezdek, Berry 和 Renno(2002)發現孩童寫數學作業時間與數學成就則僅有.16 相關不同。

伍、結論與建議

一、結論

本研究獲得結論如下：

首先，女生在數學成就、家中圖書量、

專論

作數學功課的時間、學生抱負均顯著高於男生，而在數學課堂中以圖表解釋資料學數學、小組共同討論、數學與生活結合、對數學自信、認為數學重要性均顯著低於男生。

其次，不同組在家庭教育資源、在校學習、課後及學生特質差異如下：

1. 在家庭教育資源方面，家中圖書數、計算機、電腦及有專用書桌提供學習是第 5 組、第 4 組及第 3 組的學生顯著高於第 1 組及第 2 組。在計算機、有無電腦、有無書桌提供學生學習，第 1 組與第 2 組家中沒有這方面資源居多，尤其家中無電腦在第 1、2、3 組最明顯，使得這三組學生「在家中使用電腦情形」明顯低於第 4 組及第 5 組。

2. 在學校學習方面，課堂寫出方程式與函數及解讀圖表中的資料來學習數學頻率在各組之間都有兩兩顯著差異，且都是數學成就較高分組的學生頻率低於低分組學生。數學課是否運用小組共同討論經過檢定第 5、4、3、2 組反應頻率高於第 1 組，其餘組之間沒有顯著差異。數學與生活結合者頻率，第 1 組及第 2 組學生沒有顯著差異，而在第 5、4、3 組之間對第 1 及第 2 組則有顯著差異。

3. 課後因素方面，複習回家作業頻率，各組之間有顯著差異，但是各組學生的反應平均數在 2.28 以上，表示有一半課程有複習回家作業，第 5 組學生反應僅有少部份課程是如此。在作數學功課時間，第 1 組學生僅約有 15-30 分作數學功課，在第 5 組學生表示約有 31-45 分鐘作數學功課。

4. 在課外補習數學，第 5、4 組都與第 1、2 組有顯著差異；第 1、2 與 3 組之間並沒有顯著差異，表示數學成就較高的學生在課外補習時間確實比低分組學生還多，而在第 1、2、3 組沒有顯著差異。第 5 組學生一週約有一天是補習數學。

5. 在學生特質部份，各組之間在學生抱負都有顯著差異，數學成就高分組的明顯高於低

分組；學生對數學自信，第 1、2、3 組之間沒有顯著差異，而在第 5、4 組與第 1、2、3 組則有顯著差異，這表示高分組學生確實在自信高於低於組，而低分組（第 1、2、3 組）則沒有顯著差異。認為數學的重要，組間差異情形與學生對數學自信程度一樣，都是第 5、4 組高於第 1、2、3 組，且第 1、2、3 組之間並沒有顯著差異。在科學表現與數學成就，各組之間都有顯著差異。

第三，影響數學成就因素結論如下：

1. 影響男女生因素上，家中常使用電腦、課堂中較常寫出方程式與函數學習數學、沒有較多課堂小組共同討論、複習回家作業頻率高、課外補習較多、數學自信、科學表現都是共同顯著影響因素。男生在課堂中解讀圖表中的資料學習數學、作數學的回家功課時間、認為數學是重要是正向顯著因素，女生在這方面則沒有顯著。男生家中沒有電腦一樣有較高的數學成就；女生則是家中有較多圖書、家中有計算機對數學成就有顯著影響，這是男生所沒有達到顯著影響者。

2. 在不同數學成就組別影響因素：

第 1 組學生在所有自變項沒有發現顯著的影響因素。

第 2 組學生在數學與生活結合愈多、課外補習愈多、科學表現愈好，數學成就也較高，其餘因素沒有達到顯著水準。

第 3 組學生在家中沒有電腦（即這類學生愈多）、家中有電腦在使用電腦頻率愈高、課外補習及科學表現達到顯著水準。

第 4 組學生在數學課較常寫出方程式與函數來學習、對數學自信愈高、科學表現愈好，他們的數學成就也較高。

第 5 組學生在數學課較常寫出方程式與函數學習、對數學自信愈高、科學表現愈好，他們的數學成就也較高。第 5 組學生的家庭教育資源與課後因素沒有一項達到顯著水準。

就全部學生來說，家庭中的圖書數、學生在家中使用電腦情形影響數學成就，然而家中無電腦也有較高數學成就。學生解讀圖表中的資料學習數學與寫出方程式與函數以公式學習數學愈多，數學成就愈高，然而以小組共同討論數學愈少，數學成就也較高。如果課外補習、複習回家作業與作數學功課時間愈多，學生數學成就愈高。學生對數學自信愈高、學生抱負愈高及科學表現愈高，他們的數學成就也愈高。

二、建議

經由以上的研究結果，本研究提出以下的建議：

(一)實務上建議

本研究提出以下的建議：

首先，整體政策上，台灣宜積極的加入TIMSS的調查，在2007年TIMSS將有第四次對全球50個國家的數學及科學成就的調查，台灣在這方面不僅要積極參與，同時經由參與這組織調查之後，宜針對台灣學生的科學及數學成就，以及相關的調查結果進行分析，如此更能讓台灣在參與此調查有更多收穫。也就是說，以調查資料來研究台灣學生，不僅是國二，小四也應有深入的分析，如此才可以掌握影響學生在學習數學因素，以作為改善或提高學生數學成就參考。

其次，提高國二女生對數學自信及學習態度。本研究發現台灣的國二女生的數學成就、家中圖書數量、作數學功課時間、學生抱負雖然較男生高，但是在課堂中以解釋圖表中的資料學習、小組共同討論學習、與生活結合、對數學自信、認為數學重要性均顯著低於男生。學校教師更應注意男女學生在數學學習、性別差異，尤其老師應掌握如何提高女生在數學自信，讓她們認為數學的重要性，使得她們在數學抱負提高。而男生則在寫作業時間及學習抱負較女生低，老師宜注意到此現象，以提高其數學成就。

第三，老師及學校宜掌握影響男女生數學學習因素。本研究發現家中常使用電腦、課堂中較常寫出方程式與函數學習數學、複習回家作業頻率高、課外補習較多、數學自信、科學表現都是共同影響男女生因素。這些因素宜正視。雖然本研究發現高分組的學生補習提高數學成就，但究竟是否應鼓勵學生課外補習，則是見人見智，不過倒是家長與老師對學生數學自信、鼓勵複習功課也是提高數學成就的好方式。同時，讓老師在課堂中讓學生針對不同學生需求讓學生寫出方程式及函數來學習數學增加學生思考能力，增加數學成就。

至於發現國二男生則在課堂中解讀圖表中的資料學習數學較高，他們可能對於空間圖表的認知較高，女生則否，這方面宜適調整寫數學功課時間(調查僅有31-45分最多)，以及讓學生增加對數學科目重要的認識，尤其女生在這方面則沒有顯著，更應該提高國二女生在這方面的認識。

第四，重視個別差異引導學生學習數學。本研究探討影響不同組的數學成就因素，在最低分組學生，不管任何一項因素都沒有顯著，這表示這些學生可能對數學放棄。如果這些學生對數學自信不高、認為數學不重要，且對學生抱負不高，學校更宜注意這些學生未來發展，也就是說，雖然這些學生無法有高度學業成就，但在數學基本觀念獲得與增加他們學習興趣是不可偏廢。對2組學生也屬較低成就者，因此在數學應與生活結合愈多，數學與科學結合，讓數學融入科學(因為這表現愈好，數學成就也較高)提高數學成就是好的方式。在第3組學生在家中沒有電腦的學生比率多，不過家中有電腦在使用電腦頻率愈高，可以提高學生數學成就，當然科學融入數學也可以提高數學表現。對於高分組的學生來說，即第4與5組學生在數學課較常寫出方程式與函數來學習、對數學的自信愈高、科學表現愈好，他們的數學成就也較高。總之，對於不同數學成就的學生，有其個別差異，學校及老師宜掌握學生在這些差異，提供學習方式。

專論

第五，老師宜善用小組討論。本研究發現國二學生在此項目的比率過低，這可能形成老師講，學生背誦式的學習數學。沒有討論就讓學生直接接受，可能讓學生思考題推理能力會降低。因此宜鼓勵老師善用小組討論，以提高學生興趣及提高學習成就。

最後，科學融入數學教育。本研究發現除了在最低分組的學生，即第 1 組的國二學生之外，其餘組別學生的科學表現愈好，學生數學成就愈高，這表是科學與數學教育的關係密切。目前九年一貫課程政策強調領域融入教學，未來對科學融入數學教育的教學及課程政策的規劃宜加強，如此可提高學生學習興趣及領域之間的聯結，以提高數學成就。

(二)對未來的研究建議

本研究是以 TIMSS 的資料作為分析對象，研究中發現幾項值得後續進行的研究，說明如下：第一，整理文獻資料發現，亞洲國家學生數學成就高於歐美先進國家，究竟是那些因素會有這樣結果，是文化、學校、家長觀念，還是價值觀，未來值得跨文化研究，也就是說，以台灣、南韓或日本及新加坡與美、英、法、德國的樣本進行比較，可以掌握影響不同國家的學生數學成就因素。第二，就本研究的影响因素來說，本研究是以迴歸分析進行掌握，目前在社會科學有結構方程模式(Structural Equation Modeling, SEM)，以及階層迴歸分析法，前者可以運用更多變項來探討變項之間因

果關係，後者可以依不同樣本屬性來掌握影響依變項的因素，也就是從不同層級樣本屬性進行分析，或可以有不同發現，未來都可以運用較先進的統計方法分析。第三，本研究在數學成就是單以數學總成就，TIMSS 的數學調查包括了幾何、代數、資料處理、測量及算數等五個細部資料，未來可以以不同領域進行分析 TIMSS 的資料，來掌握不同領域的影響因素。最後，本研究發現男生樣本家沒有電腦也顯著影響數學成就，也就是沒有電腦一樣有較高的數學成就，而有書桌有正向顯著影響，就某種程度來說，二者都代表家庭教育資源或文化資本一部份，但本研究並沒有發現有電腦數與數學成就有正向顯著相關，而是沒有電腦也有顯著影響，是否台灣的家庭在電腦已普遍或學生並沒有將電腦與數學學習結合，未來可在此變項進行深入探討。同時在書桌與電腦中，在影響數學成就上，似乎電腦應比有無書桌更重要，但是卻有相反結果，也值得後續研究。

總之，本研究以台灣參與 TIMSS 調查資料作為分析對象，研究發現不同的性別、不同數學成就組別在學業成就、家庭教育資源、課後及學生特質有不同顯著差異；同時在影響數學成就因素之中，本研究在投入變項之後，也發現不同成就組別及性別有不同影響因素。本研究針對這些研究提供相關建議，作為政府、學校、老師、家長或學生個人在數學學習及提升數學成就參考。

參考文獻

- 王三幸(1992)。影響國小高年級學生數學學業成就的相關因素研究。國立高雄師範大學教育研究所碩士論文。未出版。
- 余民寧(1987)。考試焦慮、成就動機、學習習慣與學業成績之研究。國立政治大學教育研究所碩士論文。未出版。
- 何義清(1983)。國中學生數學態度及其相關因素之研究。政治大學學報，55，171-215。

- 李默英(1982)。性別、年級、數學學習態度、性別角色與數學成就之關係。國立政治大學教育研究所碩士論文。未出版。
- 林怡如(2003)。綜合高中學生數學焦慮、數學自我效能與數學學業成就之關係研究。雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。未出版。
- 吳元良(1996)。不同數學課程、性別、社經地位的國小學生在數學態度及成就上比較之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。未出版。
- 吳淑珠(1997)。國小學童自我概念、數學學習動機與數學成就的關係。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。未出版。
- 邵惠靖(2001)。擴散性思考、數學問題發現與學業成就的關係。國立政治大學教育研究所碩士論文。未出版。
- 柯淑慧(2004)。外籍母親與本籍母親之子女學業成就之比較研究—以基隆市國小一年級學生為例。國立台北師範學院幼兒教育學系碩士班碩士論文。未出版。
- 陳怡華(2001)。國小學生家庭環境、閱讀動機與國語科學業成就之關係研究。國立高雄師範大學教育學系碩士論文。未出版。
- 陳新豐(2005)。建構影響科學學習成就之態度因素潛在模式—以 TIMSS2003 資料庫七個國家為例。發表於 2005 年 11 月 12 日國立政治大學教育與心理測驗學術研討會(頁 136-141)。
- 關復勇(1986)。山地泰雅族國中學生自我概念、成就動機、學業成敗歸因與其學業成就之關係研究。國立政治大學心理研究所碩士論文(未出版)。
- 陳嘉成與游森期(2005)。雙峰分配現象的國際比較—以台灣、南韓、澳洲與賽普勒斯的 TIMSS2003 資料之學生背景變項為例。發表於 2005 年 11 月 12 日國立政治大學教育與心理測驗學術研討會(頁 148-153)。
- 張春興(1989)。張氏心理學辭典。台北市：東華。
- 張芳全(2005)。經濟與教育指標對學業成就影響?以 TIMSS2003 為例。發表於 2005 年 11 月 12 日國立政治大學教育與心理測驗學術研討會(頁 142-147)。
- 張殷榮與羅珮華(1999)。我國參加「第三次國際數學與科學教育成就研究後續調查」研究工作報導。科學教育月刊，224，64-70。
- 張景琪(2001)。國小學童數學科學習信念、目標取向、學習策略與數學學業成就之相關研究。國立花蓮師範學院國民教育研究所碩士論文。未出版。
- 趙佳文(2000)。國小弱視學生歸因方式、成就動機與學業成就關係之研究。國立台南師範學院國民教育研究所碩士論文。未出版。
- 鄭心怡(2004)。教育指標與經濟指標對學業成就影響之國際比較:以 TIMSS 為例國立台北師範學院教育政策與管理研究所碩士論文。(未出版)。

專論

謝君琳(2003)。合作學習對國小四年級數學低成就學生數學學習與同儕互動之影響。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文。未出版。

Birenbaum, M., Tatsuoaka, C., & Yamada, T. (2004). Diagnostic assessment in TIMSS-R: Between-countries and within-country comparisons of eighth grades mathematics performance. *Studies in Educational Evaluation, 30*, 151-173.

Broeck, A. Van den., Opendakker, M. C., Hermans, D., & Damme, Jan Van. (2003). Socioeconomic status and student achievement in a mulilevel model of Flemish TIMSS-1999 data: The importance of a parent questoinnaire. *Studies in Educational Evaluation, 29*, 177-190.

Davies, F., & Greene, T. (1984). *Reading for learning in science*. Edinburg: Oliver & Boyd.

DiMaggio, P. (1982). Cultural capital and school success: The impact of status culture participation on the grade of U.S. high school students. *American Sociological Review, 47*, 189-201.

Eccles, J., Adler, T., & Meece, J. (1984). Sex differences in achievement : A test of alternative theories. *Journal of Personality and Social Psychology, 46*, 26-43.

Harvey, G. (1995). *Interpreting international comparisons student achievement*. Paris: UNESCO.

Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender difference in Mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Research, 107*, 139-155.

Jacobs, J. E. (1991). Influence of gender stereotypes on parent and child mathematics attitudes. *Journal of Educational Psychology, 83*(4), 518-527.

Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Lieberman, A. (2001). Effects of multilevel versus unilevel metacognitive training on mathematical reasoning. *The Journal of Educational Research , 94*(5), 292-300.

Lou, Y., Abrami, P. C., & Spence, J. C. (2000). Effects of within-class grouping on student achievement: An exploratory model. *The Journal of Educational Research , 94*(2), 101-112.

Ma, X. (2000). A longitudinal assessment of antecedent course work in mathematics and subsequent mathematical attainment. *The Journal of Educational Research, 94*(1), 16-28.

Ma, X. (2005). Early acceleration of students in mathematics: Does it promote growth and stability of growth in achievement across mathematical areas? *Contemporary Educational Psychology, 30*, 439-460.

Ma, X., & Xu, J. (2004). Determining the casual ordering between attitude toward mathematics and achievement in mathematics. *American Journal of Education, 110*(3), 257-290.

Mayer, R. E., Tajika, H., & Stanley, C. (1991). Mathematical problem sloving in Japan and United States: A controlled comparison. *Journal of Educational Psychology, 83*(1), 69-72.

- Michaels, J. (1978). Effects of differential rewarding and sex on math performance. *Journal of Educational Psychology, 70*(4), 565-572.
- NCES(2004a). *Highlights from the trends in international mathematics and science study(TIMSS) 2003*. USA Department of Education: National Center for Education Statistics.
- NCES(2004b). *TIMSS 2003 user guide for the international database*. USA Department of Education: National Center for Education Statistics.
- NCES(2004c). *Highlights from the trends in international mathematics and science study(TIMSS) 2003*. USA Department of Education: National Center for Education Statistics.
- Nolen, S. B., & Haladyna, T. M. (1990). Personal and environmental influences on students' beliefs and effective study strategies. *Contemporary Educational Psychology, 15*, 116-130.
- Papanastasiou, C. (2002a). School, teaching and family influence on student attitudes toward science: Based on TIMSS data for Cyprus. *Studies in Educational Evaluation, 28*, 71-86.
- Papanastasiou, C. (2002b). TIMSS study in Cyprus: Patterns of achievements in mathematics and science. *Studies in Educational Evaluation, 28*, 223-233.
- Pezdek, K., Berry, T., & Renno, P. A. (2002). Children's mathematics achievement: The role of parents' perceptions and their involvement in homework. *Journal of Educational Psychology, 94*(4), 771-777.
- Rury, J. L. (2004). Social capital and secondary schooling: Interurban differences in American teenage enrollment rates in 1950. *American Journal of Education, 110*(4), 293-320.
- Singh, K., & Ozturk, M. (2000). Effect of part-time work on high school mathematics and science course taking. *The Journal of Educational Research, 94*(2), 67-74.
- Stipek, D. J., & Gralinski, J. H. (1991). Gender differences in children's achievement-related beliefs and emotional responses to success and failure in mathematics. *Journal of Educational Psychology, 83*(3), 361-371.
- Swing, S., & Peterson, P. L. (1982). The relationship of student ability and small group interaction to student achievement. *American Education Research Journal, 19*, 259-274.
- Tatsuoka, K. K., Corter, J. E., & Tatsuoka, C. (2004). Patterns of diagnosed mathematical content and process skills in TIMSS-R across a sample of 20 countries. *American Journal of Education, 41*(4), 901-926.
- Teachman, J. D. (1987). Family background, educational resources, and educational attainment. *American Sociological Review, 55*, 224-34.
- Tocci, C. M., & Engelhard, G. (1991). Achievement, parental support, and gender difference in attitudes

專論

- towards mathematics. *Journal of Educational Research*, 84, 280-286.
- Trautwein, U., Koller, O., Schmitz, B., & Baumert, J. (2002). Do homework assignments enhance achievement? A multilevel analysis in 7-th grade mathematics. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 26-50.
- Trusty, J. (2000). High education expectations and low achievement: Stability of education goals across adolescence. *The Journal of Educational Research*, 93(6), 356-365.
- Trusty, J., & Harris, M. B. C. (1999). Lost talent: Predictors of the stability of educational expectations across adolescence. *Journal of Adolescent Research*, 14, 359-382.
- Whang, P. A., & Hancock, G. R. (1994). Motivation and mathematics achievement. Comparisons between Asian-American and Non- Asian Students. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 302-332.
- Yayan, B., & Berberoglu, G. (2004). A re-analysis of the TIMSS 1999 mathematics assessment data of the Turkish students. *Studies in Educational Evaluation*, 30, 87-104.
- Zuzovsky, R. (2002). International comparative students in education- what can local policy makers learn and use? The 3rd international mathematics and science study in Israel. *Studies in Educational Evaluation*, 28, 235-252.
- Zuzovsky, R. (2003). Curriculum as a determinant of learning outcomes- what can be learned from international comparative studies-TIMSS-1999. *Studies in Educational Evaluation*, 29, 279-292.

Exploring Student's Achievement Impacted Factors :Taiwan's Grade 8 Participate in TIMSS 2003 Study

Fang-Chuan Chang*

Abstract

Data from the Third International Mathematics and Science Survey of 2003 (TIMSS 2003) were used to investigate variables that predicted mathematics in grade 8 in Taiwan. There were 5,300 samples in this study. Our variables were discriminated to the family resources, school's factors, outside school's factors, and student's factors. It used these variables to predict the grade 8 (e.g. gender and different achievement groups) mathematics achievement. It also tested the differences of mathematics, cultural capital, school's factors, outside school's factors, and student's factors in gender and different groups in respectively. The results are as follow: First, female students' score were higher than male in mathematic achievement, numbers of books, homework times, education aspiration, but female students' score were lower than male in self-confidence in learning math, the perception importance of math. Secondly, student in high performance group that their academic achievement was higher than low's group in four factors. Thirdly, it found that some significant factors predicted male and female achievement, such as using computers at home more times, writing equations and functions to represent relationships much more in learning math, fewer working together in small group, reviewing more homework, more extra lessons, more self-confidence in learning math, and better science performance. And it also found different significantly predicted factors the achievement among groups. In first group (the lowest achievement), there were not any significant factors to predict the achievement. In second group found that learning in math with daily life much more, more extra lessons, and better science performance, their achievement were better. In third group showed that most students no computer at home, students using computers at home more times, extra lessons, and better science performance were significant variables to predict achievement. In fourth and fifth group found that writing more equations and functions to represent relationships to learning math, more self-confidence in learning math, and better science performance, their math achievement were better, however, the family resources and outside school's factors were not significant in the model. From these findings, some suggesting were given.

Keywords: Third International Mathematics and Science Study, mathematics achievement

Assistant Professor, Department of Elementary Education, National Taipei University of Education