

子計畫一：臺灣學生學習表現之分析架構與方法

盧雪梅

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系／副教授

影響學生閱讀、數學和科學成就的學校與個人因素： 階層線性模式的分析

摘 要

本研究應用階層線性模式（HLM）分析影響學生閱讀、數學和科學學習成就的學校與個人因素，資料取自「國際閱讀素養調查計畫」（PIRLS）2006和「國際數學與科學成就趨勢調查」（TIMSS）2007資料庫中臺灣學生樣本。本研究學校層次的變項包括學校所在地的人口數、校內家庭經濟環境差學生百分比、學校教學資源、校長學校氣氛知覺、校長校園安全知覺（或學生出勤狀況）和家庭和學校的連繫。跨資料庫的分析結果發現，以學校所在地的人口數的影響力最為明顯且一致。本研究學生層次的變項有性別、家中藏書量、作業時間、學科態度、學科自信心、學科評價和學生校園安全知覺，除性別和作業時間的影響力較不一致，其餘預測變項皆一致對不同資料庫有顯著正向影響。

關鍵詞：閱讀成就、數學成就、科學成就、階層線性模式

Effects of School and Student Characteristics on Reading, Mathematics and Science Achievement: Applications of Hierarchical Linear Modeling

Sheue-Mei Lu

Department of Educational Psychology and Counseling,
National Taiwan Normal University

ABSTRACT

The study applied Hierarchical Linear Modeling approach to analyze the effects of school and student characteristics on reading, mathematics and science achievement. The data used in the study were from Taiwanese samples who participated in The Progress in International Reading Literacy Study 2006 and The Trends in International Mathematics and Science Study 2007. The school level predictors analyzed in the study included the population size of school location, percentage of students coming from economically disadvantaged homes, availability of school resources (reading, mathematics or science), principals' perception of school climate, principals' perception of school safety (or attendance at school) and home-school involvement. The results indicated the population size of school location showed the consistently significant effect on student reading, mathematics and science achievement. The student level predictors analyzed in the study included student sex, number of books in the home, time spent on homework, attitudes toward reading (math or science), self-confidence in learning mathematics (or science), reading self-concept, index of students' valuing mathematics (or science), and students' perception of being safe in school. The results revealed that number of books in the home, attitudes to subject, self-confidence (or self-concept) in learning and index of students' valuing subject showed consistently positive significant effect on student reading, mathematics and science achievement.

Keywords: reading achievement, mathematics achievement, science achievement, hierarchical linear models

壹、緒論

一、研究緣起

近年來，我國陸續加入國際大型學生學習成就調查方案，如「國際數學與科學成就趨勢調查」(The Trends in International Mathematics and Science Study, 簡稱 TIMSS)、「國際閱讀素養調查計畫」(Progress in International Reading Literacy Study, 簡稱 PIRLS)和「國際學生評量計畫」(The Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA)。TIMSS 和 PIRLS 由國際教育成就調查委員會 (International Association for the Evaluation of Educational Achievement, 簡稱 IEA) 主辦，前者調查的科目為數學和科學，對象為四年級和八年級學生，自 1995 年開始，每 4 年舉辦一次。後者調查的科目為閱讀，對象為四年級學生，自 2001 年開始，每 5 年舉辦一次。PISA 是由經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Co-operation and Development, 簡稱 OECD) 主辦，評量領域為數學、科學及閱讀素養，對象為十五歲學生，自 2000 年開始，每 3 年舉行一次。

我國於 1999 年首度參加 TIMSS，當屆只有八年級生參加研究，台灣八年級生在 38 個參與國家和地區當中，數學和科學平均分數分別居第 3 和第 1 名。TIMSS 2003 共有 48 個國家和地區參與，台灣八年級生的數學和科學成績分別居第 4 和第 2 名。在 TIMSS 2007，台灣八年級生的數學和科學成績在 57 個參與國家和地區中分別居第 1 和第 2 名。我國四年級生於 2003 年首度參加 TIMSS，在 26 個參與國家和地區中，台灣四年級生的數學和科學成績分別排第 4 和 2 名，在 TIMSS 2007，台灣四年級生的數學和科學成績在 44 個參與國家和地區中分別排第 3 和第 2 名。我國於 2006 年首次參加 PIRLS，台灣四年級生在 45 個參與國家和地區中排名第 22。我國也於 2006 年首次參加 PISA，PISA 2006 共有 57 個國家和地區參加，台灣十五歲學生在數學、科學和閱讀排名分別是第 1、4 和 16。整體來說，我國學生在國際間的學習成就評比，數學和科學表現相當亮麗，惟閱讀表現遠不及數學和科學。

TIMSS 主要目的在提供各國長期追蹤學生數學和科學成就的趨勢，課程、教學、學習環境、家庭背景、以及教師等影響因素的相關資料，以了解各國在其教

育改革或課程改革等改進措施的成效（張秋男，2005），因此，TIMSS研究在資料收集上，除了學生的學習成就測量外，還設計有學生問卷、教師問卷、學校問卷。PIRLS的宗旨大抵與TIMSS相近，除了閱讀評量工具外，另設計了學生、家長、學校和教師。PISA除了收集學生數學、科學及閱讀素養的表現資料外，也設計了學生問卷和學校問卷，由於PISA 2006年主要領域為科學，學生問卷除了收集個人和家庭背景資料外，也收集學生對各種科學議題和環保議題的觀點。總之，這些資料庫提供相當多元和豐富的資訊，包括各國課程、教學、學習環境、學生個人和家庭背景，及教師背景等相關資料，及長期學生在數學、科學和閱讀成就的趨勢資訊，有助了解各國在教育或課程改革的成效，也可做為教育政策擬定和課程改革的借鏡。

自我國開始參加國際大型學生學習成就調查方案後，國內利用資料庫資訊來探討影響學生學習成就因素的論文陸續出爐，由於我國加入TIMSS的時間較久遠，因此，目前以TIMSS相關論文為大宗。PIRLS 2006和PISA 2006的資料都是2008年12月才釋放公佈，目前相關論文為數仍然相當稀少，預期不久之後也將陸續出爐。綜觀多篇探究影響臺灣學生TIMSS表現因素之相關研究（如吳文瑜，2008；吳琪玉，2004；邱美虹，2005；林志哲，2007；林碧珍、蔡文煥，2005；張芳全，2006a、2006b；張美玉、羅珮華，2005；曹博盛，2005；許惠卿，2007；陳嘉成，2007；楊伯軒，2008；蔡佳燕，2007；羅佩華，2004），無論是跨國比較或單以台灣學生為樣本，研究變項主要取自於學生問卷，相較之下，探討學校因素對學生成就影響者並不多見，就研究者目前收集的文獻所及，惟見李懿芳與江芳盛（2008）研究學校領導對八年級生在TIMSS 2003數學表現的影響，及譚克平（2005）分析分析學校所在地之人口規模、校內學生來自經濟富裕和不充裕家庭百分比和學生表現的關聯。由於學生是嵌套（nested）在學校之內，因此，就讀同一所學校的學生，其相似度較就讀不同學校學生為高，學生的學習成就除了受到個人和家庭因素影響，也會受到其所屬學校和班級之環境因素影響，是不可否認的事實。迄今國內TIMSS相關研究甚少探討學校背景因素對學生成就的影響，職此，本研究將學校因素對影學生成就的影響列為探討焦點。此外，分析資料若具有階層結構，且階層結構中低階的變項（如學生個人成就）受高階變項影響（如學校環境）時，沿用傳統迴歸分析或變異數分析的方法，將可能會產生分析結果

有偏誤的情況(林俊瑩、吳裕益, 2007; 高新建, 1997; 劉子鍵、林原宏, 1997)。TIMSS等國際大型學生學習成就資料庫皆有階層結構的特性, 故本研究將應用階層線性模式(hierarchical liner modeling, HLM)分析影響學生閱讀、數學和科學成就的學校和個人因素。

二、研究設計和變項

本研究擬用階層線性模式(HLM)分析影響學生閱讀、數學和科學成就的學校和個人因素, HLM的特點可以分解不同層次的誤差來源。本研究選擇的資料庫為PIRLS 2006和TIMSS 2007, 因為兩者同為IEA舉辦的調查研究, 問卷結構和內容相近, 較有利比較。

在學校背景方面, 研究者關切點包括學校所在地都市化的程度、學校學生家庭經濟環境、學校教學資源、學校氣氛、校園安全知覺、學生出勤狀況和家庭與學校連繫情形對學生成就的影響, 選擇這些變項的理由, 一方面是出自研究者的關切, 另一方面IEA提供若干衍生指標(Derived Index)的國際評比資訊(Mullis, Martin, Kennedy & Foy, 2007; Mullis, Martin & Foy, 2008; Martin, Mullis & Foy, 2008), 有助輔佐本研究結果的詮釋。IEA的指標名稱見表1, 指標詳細內涵將呈現在研究方法一節的表2。

在學生個人方面, 本研究選擇性別、家中藏書量、學科態度、學科自信心、作業時間、學科評價、校園安全知覺等變項。選取的理由同學校變項。IEA的指標名稱亦見表1, 指標細內涵將呈現在研究方法一節的表3。

三、研究目的

根據研究的旨趣, 本研究目的臚列如下:

- (一) 瞭解學校因素和個人因素對於學生閱讀、數學和科學成就的影響程度。
- (二) 探討對學生閱讀、數學和科學成就有顯著影響的學校和個人變項。
- (三) 瞭解本研究探究的預測變項對學校和學生層次變異的解釋程度。

表1 本研究變項的IEA指標名稱和我國在國際評比的資訊

| 資料庫 | 研究變項 | IEA指標的名稱 | 國際評比 | |
|---------------|--------------|---|------|-----|
| | | | 四年級 | 八年級 |
| PIRLS2 006 | 學校閱讀教學 資源 | Index of Availability of School Resources, ASR | 34 | — |
| | 校長學校氣氛 知覺 | Index of Principals' Perception of School Climate, PPSC | 7 | — |
| | 校長學校安全 知覺 | Index of Principals' Perception of School Safety, PPSS | 4 | — |
| | 家庭與學校連 繫 | Index of Home-School Involvement, HSI | 32 | — |
| | 正向的閱讀態 度 | Index of Students' Attitudes Toward Reading, SATR | 15 | — |
| | 閱讀自我概念 | Index of Students' Reading Self-Concept, SRSC | 31 | — |
| | 學生校園安全 知覺 | Index of Student Safety in School, SSS | 43 | — |
| TIMSS 2007 | 學校數學教學 資源 | Index of Availability of School Resources for Mathematics Instruction, ASRMI | 19 | 15 |
| | 學校科學教學 資源 | Index of Availability of School Resources for Science Instruction, ASRSI | 15 | 13 |
| | 校長學校氣氛 知覺 | Index of Principals' Perception of School Climate, PPSC | 1 | 1 |
| | 學生出勤狀況 | Index of Good Attendance at School, GAS | 1 | 2 |
| | 正向的數學態 度 | Index of Students' Positive Affect to Math, PATM | 36 | 39 |
| | 正向的科學態 度 | Index of Students' Positive Affect to Science, PATS | 23 | 28 |
| | 數學自信心 | Index of Self-Confidence in Learning Math, SCM | 35 | 46 |
| | 科學自信心 | Index of Self-Confidence in Learning Science, SCS | 23 | 28 |
| | 數學作業時間 | Index of Time Spent on Mathematics Homework, TMH | 24 | 18 |
| | 科學作業時間 | Index of Time Spent on Science Homework, TSH | 26 | 12 |
| | 數學評價 | Index of Students' Valuing Mathematics, SVM | — | 47 |
| | 科學評價 | Index of Students' Valuing Science, SVS | — | 27 |
| | 學生校園安全 知覺 | Index of Students' Perception of being Safe in School, SPBSS | 32 | 30 |

註：PIRLS 指標評比的國家和地區數為 45；TIMSS 四年級為 36；TIMSS 八年級學校指標為 48，數學學生指標和學生校園安全知覺為 48；科學學生指標評比分一般科學組和分科（生物、地科、化學和物理）評比組，前者國家數為 29，後者為 19，臺灣八年級參加一般科學組的評比。

貳、研究方法

一、資料來源

本研究分析的資料取自 IEA 舉辦的 PIRLS 2006 (http://pirls.bc.edu/pirls2006/user_guide.html) 和 TIMSS 2007 資料庫 (http://timss.bc.edu/TIMSS2007/idb_ug.html) 中的臺灣樣本 (國家代碼 158) 資料, 其中參加 PIRLS、TIMSS 四年級 (TIMSS-G4) 和 TIMSS 八年級 (TIMSS-G8) 調查研究的學校數皆為 150 所, 參加 PIRLS、TIMSS-G4 和 TIMSS-G8 的學生分別為 4589、4131 和 4046 名。

二、依變項

本研究以參加 PIRLS 學生的閱讀分數、參加 TIMSS-G4 和 TIMSS-G8 學生的數學和科學分數為依變項, 由於 TIMSS 和 PIRLS 的試題分派是採矩陣抽樣 (matrix sampling) 方式, 每位學生僅作答部分的試題, 因此, IEA 給每位學生 5 個估計成就分數似真值 (Plausible values)。本研究使用 HLM 6.06 軟體, 其估計條件設定提供使用似真值 (plausible values) 的選項, 本研究以 5 個似真值為依變項, HLM 輸出的估計參數值是以這 5 個似真值分別進行估計所得參數的平均值並提供其估計參數值的校正標準誤 (Raudenbush, Bryk, Cheong & Congdon, 2004)。

三、預測變項

(一) 學校層次

之前提及, 本研究關切本學校所在地都市化程度、學生家庭經濟環境和若干 IEA 學校指標對學生成就的影響, 研究變項取自學校問卷 (主要由參加研究學校的校長填寫), 包括學校所在地的人口數、家庭經濟環境差學生百分比, 以及 IEA 根據校長問卷填答資料轉換的衍生指標。PIRLS 和 TIMSS 學校問卷題目、衍生指標依據的題目和其題號 (以 Q 開始) 詳見表 2。由於 TIMSS 在學校所在地的人口數的編碼和 PIRLS 相反, 本研究分析時將之轉換成與 PIRLS 一樣, 也就是人口數多者其編碼代號越大。此外, IEA 的衍生指標皆區分成高 (high)、中 (medium) 和低 (low) 三級, 原資料檔分別以 1、2 和 3 代表, 為便利分析結果的閱讀, 本研究將之反向編碼, 將低轉換為 1, 高轉換為 3, 如此一來, HLM 輸出之估計參數值若為正, 表示預測變項對學習成就有正向影響。

表 2 學校層次的預測變項

| 變項 | PIRLS 2006 | TIMSS 2007 | |
|----------------------|--|--|--|
| 學校所在地 人口數 | Q3: 貴校所在地的鄉鎮(市) 或地區的人口數大約多 少? 只選擇一項 ①3,000人以下 ②3,001-15,000人 ③15,001-500人 ④50,001-100,000人 ⑤100,001-500,000人 ⑥500,000人以上 | G4-Q2/G8-Q2: 貴校所在的鄉、鎮或市有多少居住人口? 請只勾選一項 ①超過 500,000人 ②100,001 ~ 500,000人 ③50,001 ~ 100,000人 ④15,001 ~ 50,000人 ⑤3,001 ~ 15,000人 ⑥3,000 人以下 | |
| 家庭經濟環 境差學生百 分比 | Q6: 以下項目, 貴校學生 所佔的百分比大約是多 少? a) 來自經濟環境較差的家 庭 ①0-10% ②11-25% ③25-50% ④多於 50% | G4-Q2/G8-Q3: 貴校學生中, 下列背景的學生之百分比約 為何? a) 家境困難 ①0-10% ②11-25% ③25-50% ④50%以上 | |
| 學校教學資 源 | 閱讀 (ASR) Q18: 下列項目有短缺或不 足時, 影響貴校教學的程度 有多少? a) 合格教師 b) 具有閱讀教學資格的教 師 c) 第二語言(外語)教師 d) 教材(例如課本) e) 耗材(例如紙張、鉛筆) f) 校舍和操場 g) 空調和照明系統- h) 教學空間(例如教室) i) 供殘障學生使用的特別 設施 j) 教學用的電腦 k) 教學用的電腦軟體 l) 維護電腦的職員 m) 圖書館藏書 n) 視聽資源 | 數學 (ASRMI) G4-Q18/G8-Q19: 貴校的教 學, 受到下列各項資源的缺 乏或不足之影響為何? a) 教材(如: 教科書) b) 庶務預算(如: 紙、筆) c) 學校建築及場地 d) 空調及照明系統 e) 教學空間(如: 教室) g) 數學教學用的電腦 h) 數學教學用的電腦軟體 i) 數學教學用的計算機 j) 與數學教學相關的圖書 k) 數學教學用的視聽設備 | 科學 (ASRSI) G4-Q18/G8-Q19: 貴校的教 學, 受到下列各項資源的缺 乏或不足之影響為何? a) 教材(如: 教科書) b) 庶務預算(如: 紙、筆) c) 學校建築及場地 d) 空調及照明系統 e) 教學空間(如: 教室) l) 自然科學實驗室的設備 與器材 m) 自然科學教學用的電腦 n) 自然科學教學用的電腦 軟體 o) 自然科學教學用的計算 機 p) 與自然科學教學相關的 圖書 q) 自然科學教學用的視聽 設備 |
| 校長學校氣 氛知覺 | Q22: 你會如何形容貴校以 下的項目? a) 教師對工作的滿意度 b) 教師對學生成績的期望 c) 家長支持學生學業的程 度 d) 學生愛護學校公物的程 | G4-Q8/G8-Q8: 您對貴校以下各項的評比如何? a) 教師的工作滿意度 b) 教師對學校課程目標的了解 c) 教師達成學校課程進度的程度 d) 教師對學生學習成就的期望 e) 家長對學生學習成就的支持 f) 家長對學校活動的參與度 | |

| | | |
|--------------------------------------|---|--|
| | 度 f) 學生關心彼此的權益 | g) 學生愛惜學校資源的程度 h) 學生力求在校有好表現的意願 |
| 校園安全知覺 (PIRLS) 學生出勤狀況 (TIMSS) | Q23: 以下各項, 在貴校問題嚴重嗎? c) 擾亂課堂秩序 d) 作弊 e) 粗言穢語 f) 破壞公物 g) 偷竊 h) 學生間的恐嚇或勒索 i) 學生間的肢體衝突 | G4-Q17/G8-Q18: 貴校四(八)年級學生出現下列問題行為的次數及其嚴重程度為何? A. 發生頻率 a) 上課遲到 b) 無故缺席 c) 翹課 B. 問題嚴重性 a) 上課遲到 b) 無故缺席 c) 翹課 |
| 家庭學校連繫 | Q20: 貴校多常為四年級學生或他們的家人提供下列活動和服務? a) 親師座談 (個別或團體) b) 發信件、行事曆、通訊等, 讓家長知道更多學校的資訊 c) 發書面的學生進度報告 (成績單或學習檔案) d) 邀請家長參與的學校活動 Q21: 貴校大約有多少百分比的學生家長或其監護人做以下的事項? b) 出席親師座談 c) 出席學校的文化、體育或社會活動 | |

(二) 學生層次

本研究選取的預測變項包括性別、家庭藏書量, 以及IEA根據學生問卷填答資料轉換的衍生指標。PIRLS和TIMSS學生問卷題目、衍生指標依據的題目和其題號 (以Q開始) 詳見表3。和學校問卷一樣, 為便利分析結果的閱讀, 本研究將亦將IEA衍生指標編碼進行轉換, 將低轉換為1, 高轉換為3。

表 3 學生層次的預測變項

| 變項 | PIRLS 2006 | TIMSS 2007 | |
|----------|---|---|--|
| 性別 | Q1：你是女生還是男生？ ①女生 ②男生 | G4-Q2/G8-Q2：你是男生還是女生？ ①女生 ②男生 | |
| 家庭藏書量 | Q20：你家裡大約有多少本書？（不要計算雜誌、報紙或學校的課本或參考書） ①很少或沒有（0-10 本書） ②足夠擺滿一層書架（11-25 本書） ③足夠擺滿一個書架（26-100 本書） ④足夠擺滿兩個書架（101-200 本書） ⑤足夠擺滿三個或更多書架（200 本書以上） | G4-Q4/G8-Q4： 你家大約有多少本書？（雜誌、報紙和學校的課本不算） ①沒有或很少（0-10 本書） ②可以放滿一排（11-25 本書） ③可以放滿一個書架（26-100 本書） ④可以放滿兩個書架（101-200 本書） ⑤可以放滿三個或三個以上的書架（200 本書以上） | |
| 學科態度 | 對閱讀的態度(SATR) Q14：你對閱讀有什麼看法？請說出你對以下各項的同意程度 a) 我有必要時才閱讀 b) 我喜歡和別人談論書籍 c) 如果有人送書給我做為禮物，我會很高興 d) 我覺得閱讀很無聊 f) 我享受閱讀 | 正向的數學態度 (PATM) G4-Q6/G8-Q8：你對下列學習數學的說法同不同意？ d) 我喜歡學數學 g) 數學很無趣 h) 我喜歡數學 | 正向的科學態度 (PATS) G4-Q8/G8-Q11：你對下列學習自然科學的說法同不同意？ d) 我喜歡學自然科學 g) 自然科學很無趣 h) 我喜歡自然科學 |
| 自我概念或自信心 | 閱讀自我概念 (SRSC) Q15：你的閱讀能力有多好？請說出你對下面各項的同意程度。 a) 閱讀對我來說十分容易 b) 我的閱讀能力不如班上其他同學 c) 當我自己閱讀時，我能明白大部分的內容 d) 我讀的比班上其他同學來得慢 | 數學自信心 (SCM) Q8：你對下列學習數學的說法同不同意？ a) 我在數學科的表现通常不錯 c) 相對於許多班上其他的同學，我覺得數學比較難 e) 我的數學不怎麼好 (G4) e) 數學不是我擅長的科目之一 (G8) f) 與數學有關的事我學得很快 | 科學自信心 (SCS) Q11：你對下列學習自然科學的說法同不同意？ a) 我在自然科學方面的表現通常不錯 c) 相對於許多班上其他的同學，我覺得自然科學比較難 e) 我的自然科學不怎麼好 (G4) e) 自然科學不是我擅長的科目之一 (G8) f) 與自然科學有關的事我學得很快 |
| 校園安全知覺 | Q16：你覺得你的學校如何？請選擇你對下面每一項的同意程度。 c) 在學校裡我覺得安全 SQ17：就你所知，在上個月 | G4-Q12/G8-Q16： 上個月你在學校有發生過下面的事情嗎？ a) 我有東西被偷了 b) 有同學傷害我(如：推撞、踢打) c) 有同學叫我做我不願意做的事- | |

| | | | |
|------|---|--|---|
| | <p>你的學校有沒有發生以下的事情？</p> <p>a)我的東西被偷走</p> <p>b)班上有人的東西被偷走</p> <p>c)我被其他學生欺負</p> <p>d)班上有人被其他學生欺負</p> <p>e)我被其他學生傷害</p> <p>f)班上有人受到其他學生的傷害</p> | <p>d)有同學嘲笑我或戲弄我</p> <p>e)同學不讓我參加他們的活動</p> | |
| 作業時間 | | <p>數學作業時間 (TMH)</p> <p>A. 你的數學老師多常指定家庭作業？</p> <p>①每天</p> <p>②一週 3-4 次</p> <p>③一週 1-2 次</p> <p>④一週不到 1 次</p> <p>⑤從來沒有做數學作業</p> <p>B. 當數學老師指定家庭作業時，通常你每次花大約多少時間做數學作業？</p> <p>①0 分鐘</p> <p>②1-15 分鐘</p> <p>③16-30 分鐘</p> <p>④31-60 分鐘</p> <p>⑤61-90 分鐘</p> <p>⑥超過 90 分鐘</p> | <p>科學作業時間 (TSH)</p> <p>A. 你的老師多常指定自然科作業？</p> <p>①每天</p> <p>②一週 3-4 次</p> <p>③一週 1-2 次</p> <p>④一週不到 1 次</p> <p>⑤從來沒有做自然科作業</p> <p>B. 當老師指定自然科作業時，通常你每次花多少時間做？</p> <p>①0 分鐘</p> <p>②1-15 分鐘</p> <p>③16-30 分鐘</p> <p>④31-60 分鐘</p> <p>⑤61-90 分鐘</p> <p>⑥超過 90 分鐘</p> |
| 學科評價 | | <p>數學評價 (SVM)</p> <p>G8-Q9：你對下面各項有關數學的敘述同不同意？</p> <p>a) 我認為學數學對我的日常生活有幫助</p> <p>b) 我需要用數學去學習其他學科</p> <p>c) 我需要學好數學以進入我心中理想的學校</p> <p>d) 我需要把數學學好才能得到我想要的職業</p> | <p>科學評價 (SVS)</p> <p>G8-Q12：你對下面各項有關自然科學的敘述同不同意？</p> <p>a) 我認為學自然科學對我的日常生活有幫助</p> <p>b) 我需要用自然科學去學習其他學科</p> <p>c) 我需要學好自然科學以進入我心中理想的學校</p> <p>d) 我需要把自然科學學好才能得到我想要的職業</p> |

四、分析方法

(一) 初始模型

學校和學生個人因素對於學生閱讀、數學和科學成就的影響程度分別為何？

本研究首先利用 HLM 將學生成就的總變異量依學校和學生兩個層次加以分割，進行不含任何預測變項的「完全沒限制模型」(fully unconditional model) 或初始模型 (null model) 的分析，估計各層次的變異成分，提供初步訊息，並做為分析其他模型時的比較基礎。

$$\text{層次一 (學生): } Y_{ij} = \beta_{0j} + \gamma_{ij}$$

$$\text{層次二 (學校): } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j}$$

在本研究中分別估計四年級的閱讀、數學和科學，以及八年級的數學和科學五個初始模型，層次一的 Y_{ij} 分別代表上述五個模型的學生成就。

(二) 影響學生閱讀成就的分析模型

本研究同時考量學校和學生層次之預測變項對學生成就的影響，學生閱讀成就的 HLM 分析模型如下：

層次一 (學生)：

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} (\text{性別}) + \beta_{2j} (\text{家中藏書量}) + \beta_{3j} (\text{對閱讀的態度}) + \beta_{4j} (\text{閱讀自我概念}) + \beta_{5j} (\text{校園安全知覺}) + \gamma_{ij}$$

層次二 (學校)：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} (\text{學校所在地人口數}) + \gamma_{02} (\text{家庭經濟環境差學生百分比}) + \gamma_{03} (\text{學校閱讀教學資源}) + \gamma_{04} (\text{校長學校氣氛知覺}) + \gamma_{05} (\text{校長校園安全知覺}) + \gamma_{06} (\text{家庭與學校的連繫}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

(三) 影響學生數學成就的分析模型

因投入的預測變項略有不同，四年級和八年級 HLM 分析模型分述如下：

四年級——

層次一 (學生)：

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{性別}) + \beta_{2j}(\text{家中藏書量}) + \beta_{3j}(\text{數學作業時間}) + \beta_{4j}(\text{正向的數學態度}) + \beta_{5j}(\text{數學自信心}) + \beta_{6j}(\text{校園安全知覺}) + \gamma_{ij}$$

層次二（學校）：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{學校所在地人口數}) + \gamma_{02}(\text{家庭經濟環境差學生百分比}) + \gamma_{03}(\text{學校數學教學資源}) + \gamma_{04}(\text{校長學校氣氛知覺}) + \gamma_{05}(\text{學生出勤狀況}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

八年級——

層次一（學生）：

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{性別}) + \beta_{2j}(\text{家中藏書量}) + \beta_{3j}(\text{數學作業時間}) + \beta_{4j}(\text{正向的數學態度}) + \beta_{5j}(\text{數學自信心}) + \beta_{6j}(\text{數學評價}) + \beta_{7j}(\text{校園安全知覺}) + \gamma_{ij}$$

層次二（學校）：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{學校所在地人口數}) + \gamma_{02}(\text{家庭經濟環境差學生百分比}) + \gamma_{03}(\text{學校數學教學資源}) + \gamma_{04}(\text{校長學校氣氛知覺}) + \gamma_{05}(\text{學生出勤狀況}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

$$\beta_{7j} = \gamma_{70}$$

(四) 影響學生科學成就的分析模型

因投入的預測變項略有不同，四年級和八年級 HLM 分析模型分述如下：

四年級——

層次一（學生）：

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{性別}) + \beta_{2j}(\text{家中藏書量}) + \beta_{3j}(\text{科學作業時間}) + \beta_{4j}(\text{正向的科學態度}) + \beta_{5j}(\text{科學自信心}) + \beta_{6j}(\text{校園安全知覺}) + \gamma_{ij}$$

層次二（學校）：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{學校所在地人口數}) + \gamma_{02}(\text{家庭經濟環境差學生百分比}) + \gamma_{03}(\text{學校科學教學資源}) + \gamma_{04}(\text{校長學校氣氛知覺}) + \gamma_{05}(\text{學生出勤狀況}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

八年級——

層次一（學生）：

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{性別}) + \beta_{2j}(\text{家中藏書量}) + \beta_{3j}(\text{科學作業時間}) + \beta_{4j}(\text{正向的科學態度}) + \beta_{5j}(\text{科學自信心}) + \beta_{6j}(\text{科學評價}) + \beta_{7j}(\text{校園安全知覺}) + \gamma_{ij}$$

層次二（學校）：

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{學校所在地人口數}) + \gamma_{02}(\text{家庭經濟環境差學生百分比}) + \gamma_{03}(\text{學校科學教學資源}) + \gamma_{04}(\text{校長學校氣氛知覺}) + \gamma_{05}(\text{學生出勤狀況}) + \mu_{0j}$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

$$\beta_{7j} = \gamma_{70}$$

參、研究發現和討論

一、影響閱讀成就因素的分析

HLM 程式在處理學校層次的缺失資料時，採用完全排除(Listwise)的方式，只要學校有一個變項有缺失值就被排除在分析之外，由於本研究學校層次之預測變項頗多，因此，PIRLS 2006 資料庫實際分析的校數為 135 所。研究者比較過 150 所和 135 所學校初始模型(null model)的校間變異對學生成就的解釋量，所幸差異並不大，以下呈現 135 所學校的分析結果。

在初始模型(null model)，學校層次的變異成分(π_{00})為 392.486 ($\chi^2_{(134)} = 564.796, p < .001$)，學校間的閱讀成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分(σ^2)為 3699.002，可推算出，學校之間的變異約佔學生閱讀成就總變異數的 9.593% ($392.486 / [392.486 + 3699.002] = 0.09593$)，學生之間的變異則約佔學生閱讀成就總變異數 90.407% ($3699.002 / [392.486 + 3699.002] = 0.90407$)。

投入的預測變項對閱讀成就之影響的分析結果如表 4，表 4 顯示學校因素中，學校所在地的人口數對閱讀成就有顯著正向影響，家庭經濟環境差學生百分比對閱讀成就有顯著負向影響，換言之，學校都市化程度越高其學生成就有越高的趨勢，校內家庭經濟環境差學生越多者其學生成就有趨低的傾向。至於學校閱讀教學資源、校長學校氣氛和校園安全的知覺，及家庭和學校的連繫等變項對學生閱讀成就並無顯著的影響。

在個人因素方面，投入變項對閱讀成就之影響皆顯著，從估計係數的方向可看出，女生的成就較男生高，家中藏書量越多者其成就越高，對閱讀的態度越正向者其成就越高，閱讀自我概念越佳者其成就越高，校園安全知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對閱讀成就影響力的評估上，投入預測變項之後，學校層次的變異成分由 392.486 降為 179.759，可估算出，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 54.199% ($(392.486 - 179.759) / 392.486 = 0.54199$)。至於學生層次的變異成分，由 3699.002 降為 2856.400，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 22.779% ($(3699.002 - 2856.400) / 3699.002 = 0.22779$)。

表 4 影響閱讀成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

| 固定效果 | | 係數 | 標準誤 | t |
|--------------|---------------|----------|------|----------|
| 學校所在地人口數 | γ_{01} | 4.46 | 1.35 | 3.30** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | γ_{02} | -6.11 | 1.93 | -3.16** |
| 學校閱讀教學資源 | γ_{03} | 1.00 | 1.94 | 0.52 |
| 校長學校氣氛知覺 | γ_{04} | 0.34 | 3.32 | 0.10 |
| 校長校園安全知覺 | γ_{05} | -0.99 | 3.80 | -0.26 |
| 家庭和學校的連繫 | γ_{06} | -0.07 | 1.78 | -0.04 |
| 性別 | γ_{10} | -7.17 | 2.20 | -3.26* |
| 家中藏書量 | γ_{20} | 11.19 | 0.85 | 13.21*** |
| 對閱讀的態度 | γ_{30} | 9.08 | 1.90 | 4.77*** |
| 閱讀自我概念 | γ_{40} | 25.12 | 1.79 | 14.04*** |
| 校長校園安全知覺 | γ_{50} | 9.93 | 2.27 | 4.37** |
| 隨機效果 | | 變異成分 | | |
| 學校層次 | μ_{0j} | 179.759 | | |
| 學生層次 | γ_{ij} | 2856.400 | | |

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

二、影響數學成就因素的分析

(一) 四年級

因 HLM 程式排除有缺失資料的學校，本研究實際分析的學校數為 138。在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 445.590 ($\chi^2_{(137)} = 531.378, p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 4356.584，可推算出，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 9.279%，學生間變異則約佔學生數學成就總變異數 90.721%。

本研究的預測變項對數學成就之影響的分析結果如表 5，表 5 顯示學校因素

中，除學校所在地的人口數對數學成就有顯著正向影響外，其他變項對數學成就的影響力皆未達顯著。

在個人因素方面，除性別和作業時間外，其他變項皆對數學成就有顯著正向影響，也就是說家中藏書量越多者其成就越高，對數學態度越正向者其成就越高，數學自信心越高者其成就越高，校園安全知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對數學成就影響力的評估上，投入研究變項之後，學校層次的變異成分由 445.590 降為 178.652，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 59.907%。至於學生層次的變異成分，由 4356.584 降到 3014.733，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 30.801%。

表 5 影響四年級生數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

| 固定效果 | | 係數 | 標準誤 | t |
|--------------|---------------|----------|------|----------|
| 學校所在地人口數 | γ_{01} | 6.12 | 1.51 | 4.05*** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | γ_{02} | -5.44 | 3.12 | -1.74 |
| 學校數學教學資源 | γ_{03} | 1.49 | 2.97 | 0.50 |
| 校長校園氣氛知覺 | γ_{04} | 1.53 | 3.61 | 0.42 |
| 學生出勤狀況 | γ_{05} | 1.16 | 3.84 | 0.30 |
| 性別 | γ_{10} | -1.37 | 2.30 | -0.60 |
| 家中藏書量 | γ_{20} | 13.16 | 0.95 | 13.82*** |
| 數學作業時間 | γ_{30} | 1.06 | 1.99 | 0.53 |
| 正向的數學態度 | γ_{40} | 5.86 | 1.88 | 3.11*** |
| 數學自信心 | γ_{50} | 28.70 | 1.66 | 17.27*** |
| 校園安全知覺 | μ_{0j} | 7.61 | 1.46 | 5.20*** |
| 隨機效果 | | 變異成分 | | |
| 學校層次 | μ_{0j} | 178.652 | | |
| 學生層次 | γ_{ij} | 3014.733 | | |

*** $p < .001$

(二) 八年級

HLM 排除有缺失資料的學校後，本研究實際分析的學校數為 131。在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 2364.542 ($\chi^2_{(130)} = 1068.482, p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 8863.835，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 21.059%，學生間的變異約佔學生數學成就總變異數 78.941%。值得一提的是，八年級學校差異對數學成就的解釋量達四

年級的 2 倍多，也就是說，八年級校際間的數學成就差異較四年級大。

本研究的預測變項對數學成就之影響的分析結果如表 6，表 6 顯示學校因素中，學校所在地的人口數和學生出勤狀況兩項對數學成就有顯著正向影響，家庭經濟環境差學生百分比和學校數學資源兩項對數學成就有顯著負向影響，也就是說，學校都市化程度高者其學生成就有越高的傾向，學生出勤狀況越佳的學校其學生成就越高，家庭經濟環境差學生百分比越高的學校，其學生成就有趨低的傾向，校長評估學校數學教學資源短缺對教學有嚴重影響的學校，其學生成就反而較高，這項發現似乎有些不合常理。根據 TIMSS 2007 的國際報告，臺灣八年級學校數學教學資源評比在 48 個國家中排第 15，資源指標高、中和低學校之的百分比分別為 36%、58%和 6%，其數學平均分數為 598、598 和 602 (Mullis et al., 2008: 345)，另外，值得一提的是，校長認為資源不足的學校大多數集中在 100,001~500,000 人和 50,001~100,000 人的中小型城市。因此，在解釋此項指標的影響力時，宜加留意，不能簡單直釋。

在個人因素方面，投入變項對數學成就之影響皆顯著，從估計係數方向可看出，女生的表現高於男生，家中藏書量越多者其成就越高，作業時間越長者其成就越高，數學態度越正向者其成就越高，數學自信心越高者其成就越高，對數學評價越高者其成就越高，校園安全的知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對數學成就影響力的評估上，投入預測變項之後，學校層次的變異成分由 2364.542 降到 516.513，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 78.156%。至於學生層次的變異成分，由 8863.835 降到 5598.226，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 32.220%。

表 6 影響八年級生數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

| 固定效果 | | 係數 | 標準誤 | t |
|--------------|---------------|----------|------|----------|
| 學校所在地人口數 | γ_{01} | 11.18 | 2.45 | 4.56*** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | γ_{02} | -10.29 | 3.85 | -2.68** |
| 學校數學教學資源 | γ_{03} | -17.12 | 4.27 | -4.01*** |
| 校園氣氛知覺 | γ_{04} | 4.05 | 4.54 | 0.89 |
| 學生出勤狀況 | γ_{05} | 9.30 | 3.86 | 2.41* |
| 性別 | γ_{10} | -13.39 | 3.07 | -4.36*** |
| 家中藏書量 | γ_{20} | 13.95 | 1.34 | 10.38*** |
| 數學作業時間 | γ_{30} | 15.48 | 3.17 | 4.89*** |
| 正向的數學態度 | γ_{40} | 16.12 | 2.42 | 6.67*** |
| 數學自信心 | γ_{50} | 42.52 | 2.75 | 15.49*** |
| 數學評價 | γ_{60} | 7.92 | 2.38 | 3.33*** |
| 校園安全知覺 | γ_{70} | 5.98 | 1.89 | 3.16** |
| 隨機效果 | | 變異成分 | | |
| 學校層次 | μ_{0j} | 516.513 | | |
| 學生層次 | γ_{ij} | 5598.226 | | |

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

三、影響科學成就因素的分析

(一) 四年級

在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 465.365 ($\chi^2_{(137)} = 466.291$, $p < .001$)，學校間的科學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 5488.809，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 7.816%，學生間的變異則約佔學生科學成就總變異數 92.184%。

本研究投入的變項對科學成就之影響的分析結果如表 7，表 7 顯示學校因素中，除學校所在地的人口數對科學成就有顯著正向影響，其他的預測變項之影響力皆未達顯著。

在個人因素方面，除正向的科學態度一項外，其他的投入變項對科學成就之影響皆達顯著，男生的科學表現高於女生，家庭藏書量、科學自信心、校園安全知覺等項對科學成就有顯著正向影響，不過作業時間卻對科學成就有顯著負向影響，作業時間較長者其成就反而有較低的傾向。

在學校層次和學生層次因素對科學成就影響力的評估上，投入預測變項之

後，學校層次的變異成分由 465.365 降到 175.445，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量達 62.300%。至於學生層次的變異成分，由 5488.809 降到 4366.963，投入變項對學生之間科學成就差異變異解釋量約有 20.439%。

表 7 影響四年級生科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

| 固定效果 | | 係數 | 標準誤 | t |
|--------------|---------------|----------|------|----------|
| 學校所在地人口數 | γ_{01} | 4.85 | 1.69 | 2.88** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | γ_{02} | -3.31 | 4.23 | -0.78 |
| 學校科學教學資源 | γ_{03} | 2.50 | 3.25 | 0.77 |
| 校長校園氣氛知覺 | γ_{04} | 2.86 | 4.18 | 0.68 |
| 學生出勤狀況 | γ_{05} | 4.06 | 4.64 | 0.88 |
| 性別 | γ_{10} | 7.71 | 2.65 | 2.91** |
| 家中藏書量 | γ_{20} | 17.24 | 1.19 | 14.43*** |
| 科學作業時間 | γ_{30} | -24.39 | 3.40 | -7.17*** |
| 正向的科學態度 | γ_{40} | 3.20 | 2.62 | 1.22 |
| 科學自信心 | γ_{50} | 16.03 | 2.31 | 6.95*** |
| 校園安全知覺 | γ_{60} | 11.11 | 1.45 | 7.66*** |
| 隨機效果 | | 變異成分 | | |
| 學校層次 | μ_{0j} | 175.445 | | |
| 學生層次 | γ_{ij} | 4366.963 | | |

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

(二) 八年級

在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 1516.492 ($\chi^2_{(130)} = 957.237$, $p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 6462.77，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 19.005%，學生間的變異則約佔學生科學成就總變異數 80.995%。值得一提的是，和數學相似，八年級學校差異對科學成就的解釋量達四年級的 2 倍多，也就是說，八年級校際間的科學成就差異較四年級大。

投入的變項對科學成就之影響的分析結果如表 8，表 8 顯示學校因素中，學校所在地的人口數對學生成就有顯著正向影響，校長評估的學校科學資源對學生成就有顯著負向影響，也就是，校長評估學校科學教學資源短缺對教學有嚴重影響的學校，其學生成就反而較高，和數學一樣。根據 TIMSS 2007 的國際報告，臺灣八年級學校科學教學資源評比在 48 個國家中排第 13，資源指標高、中和低

學校之的百分比分別為 39%、55%和 5%，其科學平均分數為 561、560 和 569(Martin et al., 2008: 369)，另外，值得一提的是，校長認為資源不足的學校大多數集中在 100,001~500,000 人和 50,001~100,000 人的中小型城市。因此，在解釋此項指標的影響力時，宜加留意。

在個人因素方面，除性別外，所有投入變項皆與科學成就有顯著正向影響，也就是，家中藏書量越多者其成就越高，作業時間越長者其成就越高，科學態度越正向者其成就越高，科學自信心越高者其成就越高，對科學評價越高者其成就越高，校園安全的知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對科學成就影響力的評估上，投入研究變項之後，學校層次的變異成分由 1516.492 降到 495.356，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量達 67.335%至於學生層次的變異成分，由 6462.77 降到 4800.931，投入變項對學生之間科學成就差異變異解釋量約有 25.714%。

表 8 影響八年級生科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

| 固定效果 | | 係數 | 標準誤 | t |
|--------------|---------------|----------|------|----------|
| 學校所在地人口數 | γ_{01} | 9.53 | 2.44 | 3.91*** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | γ_{02} | -4.89 | 3.14 | -1.56 |
| 學校科學教學資源 | γ_{03} | -13.91 | 4.12 | -3.37** |
| 校長校園氣氛知覺 | γ_{04} | 3.35 | 4.25 | 0.79 |
| 學生出勤狀況 | γ_{05} | 5.17 | 4.04 | 1.28 |
| 性別 | γ_{10} | -1.70 | 3.39 | -0.50 |
| 家中藏書量 | γ_{20} | 17.36 | 1.39 | 12.49*** |
| 科學作業時間 | γ_{30} | 9.91 | 2.63 | 3.77*** |
| 正向的科學態度 | γ_{40} | 10.32 | 2.10 | 4.92*** |
| 科學評價 | γ_{50} | 10.88 | 2.35 | 4.64*** |
| 科學自信心 | γ_{60} | 18.94 | 2.77 | 6.83*** |
| 校園安全知覺 | γ_{70} | 6.51 | 2.09 | 3.12*** |
| 隨機效果 | | 變異成分 | | |
| 學校層次 | μ_{0j} | 495.356 | | |
| 學生層次 | γ_{ij} | 4800.931 | | |

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

四、綜合討論

(一) 學校因素

表 9 摘述學校間的變異可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變異百分比、預測變項影響力顯著性考驗結果，和其聯合可解釋學校間成就變異的百分比。

初始模型分析結果顯示，學校間的閱讀、數學和科學成就差異皆達顯著，就四年級來說，校際間變異可以解釋學生成就的總變異量約 7.8%至 9.6%，閱讀和數學相當接近，科學則稍低一些。就八年級來說，校際間變異可以解釋學生數學和科學成就的總變異量分別約為 21.1%和 19.0%，很明顯的，八年級學校之間的成就差異比四年級嚴重。

在跨資料庫的比較，學校所在地的人口數對學生閱讀、數學和科學成就皆有顯著正向影響，校長對學校氣氛的知覺對學生成就的影響力皆未達顯著，其他的預測變項之影響力則不盡一致。值得一提的是，臺灣學校有數項指標在國際評比當中(見表1)，排名在前，如校長對學校氣氛的知覺(詳細內涵見表2)，TIMSS 2007 四年級和八年級皆列第1，PIRLS 2006 排第7，校長對對學校安全的知覺(詳細內涵見表2)，PIRLS 2006 排在第4，校長對對學生出勤狀況的評估，TIMSS 2007 四年級和八年級分列第1和第2。整體來說，臺灣校長對於校園氣氛和安全觀感良好。對於學校教學資源的評估，在國際評比中，臺灣學校排名不如校園氣氛和知覺，TIMSS 八年級的校長評估教學資源短缺影響嚴重的學校反而成就較高，前面提過，這樣的學校比例很低，且多集中在中小型的城市，不過由此可推知，城鄉學校的教學資源差距可能已經不大，但都市化程度對學生成就的影響力依然不可忽視。

本研究投入的預測變項聯合可解釋學校之間閱讀成就差異變異量 54.2%，對科學的解釋量約在 60%左右，對數學的解釋量更多一些，四年級約 67%，八年級則將近 78%。換言之，本研究投入的預測變項已可解釋相當高的校際間的變異量，不過仍然有些學校因素的對學生成就的影響力值得再探究，如學校規模，學校的電腦資源。

表 9 學校層次分析結果彙整表

| | 閱讀 | 數學-G4 | 數學-G8 | 科學-G4 | 科學-G8 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 學校層次解釋量 (π_{00}) | 9.593% | 9.279% | 21.059% | 7.816% | 19.005% |
| 學校所在地人口數 | +*** | +*** | +*** | +*** | +*** |
| 家庭經濟環境差學生百分比 | -** | n. s. | -** | n. s. | n. s. |
| 學校教學資源 | n. s. | n. s. | -** | n. s. | -** |
| 校長學校氣氛知覺 | n. s. | n. s. | n. s. | n. s. | n. s. |
| 校長校園安全知覺(P) / 出勤(T) | n. s. | n. s. | +* | n. s. | n. s. |
| 家庭和學校的連繫 | n. s. | = | = | = | = |
| 投入變項解釋量百分比 | 54.199% | 59.907% | 78.156% | 62.300% | 67.355% |

註：+表正向影響，-表負向影響，n. s. 表未顯著，=表沒有分析，* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

(二) 學生個人因素

表 10 摘述學生之間的變異可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變數百分比、預測變項影響力顯著性考驗，和其聯合可解釋學生間成就變異的百分比。

在跨資料庫的比較，本研究的預測變項幾乎都對學生成就有顯著的正向影響，除少數變項例外，影響力比較不一致的是作業時間，四年級的數學作業時間影響力未達顯著，科學作業時間卻有顯著負向影響，八年級的作業時間對成就卻有顯著正向影響。邱美虹（2005）對國內八年級 TIMSS 2003 科學成就相關因素探討，張芳全（2006）對八年級 TIMSS 2003 級數學成就相關因素探討，也有相同的發現，也就是，作業時間對成就有正向影響。TIMSS 2007 國際報告，臺灣四年級學生科學作業時間指標在高、中和低的分配為 2%、19%和 79%，高度因人數比例太少，未報告平均數，指標中和低的平均數分別為 538 和 567 (Martin et al., 2008:166)，臺灣四年級學生數學作業時間指標在高、中和低的分配為分別 17%、63%和 20%，其數學平均數分別為 568、584 和 569 分 (Mullis et al., 2008:170)，作業指標中者的數學成就最高。綜合言之，臺灣四年級生在科學和數學作業時間指標顯出不同型態，科學作業指標低者接近 80%，數學作業指標低者約 20%，但一致顯示作業時間多未必有利學習成就。值得一提的，TIMSS 2007 臺灣四年級生之作業時間指標和數學與科學成就的關聯組型和 TIMSS 2003 的發現非常相似（見林碧珍、蔡文煥，2005；張美玉、羅珮華，2005）

學科態度、自信心和學科評價等情意指標對成就有顯著正向影響，不過我國學生在數學和成就表現都名列前茅，但在若干項情意指標卻幾乎是敬陪末座，具體言之，根據 TIMSS 2007 報告，臺灣四年級生在數學態度和自信心的評比分別居倒數第 1 和第 2 (Mullis et al., 2008:175 & 182)，八年級生在數學自信心和數學評價分別居倒數第 3 和第 2 (Mullis et al., 2008:183 & 179)，八年級生在科學態度、科學自信心和科學評價評比分別居倒數第 2、第 2 和第 3 (Martin et al., 2008:174、187 & 181)。和國際相較，不論是四或八年級，我們的學生不喜歡數學、學習自信心低落者偏多，到了國中之後，學生科學態度和自信心指標也下滑。臺灣四年級學生在 PIRLS 閱讀態度和自信心指標國際評比雖沒有數學和科學那樣不樂觀，但自信心在 45 個評比國家中居 31 名，也不容忽視。情意因素影響著學生未來的學習生涯，為何我們的學生學科自信心低落？為何我們的學生數理成就亮眼，卻學習興趣不高？值得教育工作者探究。

相較於其他的個人變項，學生校園安全知覺對學習成就的影響是比較少被注意到的，本研究發現此變項在跨資料庫的分析結果皆有顯著的影響，學生校園安全觀感高者其成就也有趨高的傾向。值得注意的是，無論是 PIRLS 或 TIMSS 的調查皆顯示，臺灣四年級生校園安全知覺指標評比亦敬陪末座，具體言之，在 PIRLS 2006 的評比居倒數第 3 (Mullis et al., 2007:277)，在 TIMSS 2007 的評比居倒數第 5 (Mullis et al., 2007:366)，不過臺灣校長在 PIRLS 校園安全知覺的評比排第 4 (Mullis et al., 2007:279)，也就是說，校長和學生的知覺出現相當大的落差，TIMSS 未提供此項評比指標評比資訊。近來校園霸凌事件頻傳，校園安全亮起警訊，如何提供學生一個心理沒有威脅感的安全受教環境是不可忽視的。

本研究學生層次的預測變項對於個人間成就變異的解釋量，就閱讀和科學來說，從 20.4%至 25.7%，數學較高一些，略高於 30%。顯然，還有其他的變項待探討。

表 10 學生層次分析結果彙整表

| | 閱讀 | 數學-G4 | 數學-G8 | 科學-G4 | 科學-G8 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 學生層次解釋量 (σ^2) | 90.407% | 90.721% | 78.941% | 92.184% | 80.995% |
| 性別 | *F>M | n. s. | ***F>M | **F<M | n. s. |
| 家中藏書量 | +*** | +*** | +*** | +*** | +*** |
| 作業時間 | = | n. s. | +*** | -*** | +*** |
| 學科態度 | +*** | +*** | +*** | n. s. | +*** |
| 學科自信心 | +*** | +*** | +*** | +*** | +*** |
| 學科評價 | = | = | = | +*** | +*** |
| 校園安全知覺 | +*** | +*** | +*** | +*** | +*** |
| 投入變項解釋量百分比 | 22.779% | 30.801% | 32.220% | 20.439% | 25.714% |

註：+表正向影響，-表負向影響，n. s. 表未顯著，=表沒有分析，* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

肆、結論與建議

一、結論

(一) 學校和個人因素對於學生成就的影響程度

HLM 初始模型分析結果顯示，學校分別約可以解釋四年級學生閱讀、數學和科學成就的總變異量的 9.593%、9.279%和 7.816%，約可以解釋八年級學生數學和科學成就的總變異量的 21.059%和 19.005%，其餘部分由則個人因素解釋。雖然學校間的成就差異皆達顯著，不過個人因素對學生成就的影響明顯大於學校因素。

(二) 顯著影響學生閱讀、數學和科學成就的學校和個人變項

本研究投入的學校層次變項包括學校所在地的人口數、家庭經濟環境差學生百分比、學校教學資源、校長學校氣氛知覺、校長校園安全知覺、學生出勤狀況和家庭和學校的連繫，跨資料庫的分析結果發現，以學校所在地的人口數的影響力最明顯和一致，學校都市化程度越高其學生成就越高。投入的學生層次變項有性別、家中藏書量、作業時間、學科態度、學科自信心、學科評價和學生校園安全知覺，除性別和作業時間影響力較不一致，其餘預測變項對各資料庫皆有一致的顯著正向影響。

(三) 投入預測變項對學校和學生層次變異的解釋程度

就投入的學校變項聯合可解釋學校之間成就差異變異量來說，閱讀約 54.2%，四和八年級的科學約在 60%左右，對數學的解釋量更多一些，四年級約 67%，八年級則將近 78%。換言之，本研究投入的預測變項已可解釋相當高的校際間的變異量。就投入的學生變項對於個人間成就變異的解釋量來說，閱讀和科學約從 20.4%至 25.7%，數學較高一些，四和八年級皆略高於 30%，顯然，尚其他的個人變項之影響力待探討。

二、建議

（一）對未來課程綱要修訂的建議

本研究結果顯示學生的學科態度和信心對於閱讀、數學和科學成就皆有顯著正向影響。雖然我國學生數學和科學成就在國際評比皆名列前茅，但態度和自信心卻是敬陪末座，其中以數學科最為明顯。這種成就和情意間明顯落差的原因值得深入探究，另一方面，未來的課程綱要的修訂應重視學科的情意目標和教育，特別是提高學生的學習自信心。

（二）對教育當局的建議

本研究也發現學生校園安全的知覺對閱讀、數學和科學的成就有顯著正向影響，值得注意的是，臺灣四年級學生在 PIRLS 2006 和 TIMSS 2007 校園安全的知覺指標國際評比也是居倒數，不過校長對在 PIRLS 校園秩序和安全的知覺指標卻名列第 4 名，學生的觀感有很大的落差。和國際間數據比較，為什麼國內有多數的小學生在學校缺乏安全感呢？值得深入探究。雖然近年教育部積極推動「友善校園」計畫，從許多的層面來關照校園文化和氣氛，以達友善校園的目標，不過學生最基本和切身的安全感，例如個人財物的安全、免於受霸凌、傷害和威脅，更應該加以重視，此外，除了考量校園建築和設施的安全外，學生心理層面的安全感也是不容忽視的。

（三）對後續研究的建議

本研究應用 HLM 分析影響學生成就的學校和個人因素，主要以 IEA 的衍生指標為主，從學校和學生層次投入預測變項的解釋量來看，還是有一些變項值得探究，也可以再嘗試其他的模型。此外，根據 TIMSS 和 PIRLS 的抽樣和資料收集方

法，未來研究也可以用 HLM 分析影響學生成就的教師層次的因素。

由於 HLM 軟體採完全排除 (Listwise) 法處理學校層次的缺失資料，因此，只要有一個研究變項有缺失值，該校即排除在分析之外，以致有時候校數減少不少，缺失資料是應用 HLM 軟體分析面臨的大困擾。未來可以研究可行的插補程序來處理缺失資料的問題，如此一來，便能投入更多的學校層次變項，不必擔心分析校數受影響的問題。

參考文獻

- 吳文瑜 (2008)。由 TIMSS 2003 的結果分析四年級學生課堂、課後學習、數學興趣、自信與數學成就之關係：以七國為例。國立新竹教育大學人資處數學教育碩士班碩士論文，未出版，新竹。
- 吳琪玉 (2004)。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。
- 李懿芳、江芳盛 (2008)。有效的學校領導對數學學習成就之影響：以 TIMSS 2003 台灣調查資料為例。教育政策論壇，11 (2)，107-130。
- 邱美虹 (2005)。TIMSS 2003 臺灣國中二年級學生的科學成就及其相關因素之探討。載於張秋男 (主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003 (7-54 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 林志哲 (2007)。期望、價值與數學成就關係之結構方程模式驗證：以 TIMSS 2003 台灣地區資料為例。初等教育學刊，27，71-94。
- 林美珍、蔡文煥 (2005)。TIMSS 2003 臺灣國小四年級學生的數學成就及其相關因素之探討。載於張秋男 (主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003 (125-164 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 林俊瑩、吳裕益 (2007)。家庭因素、學校因素對學生學業成就的影響：階層線性模式的分析。教育研究集刊，53 (4)，107-144。
- 高新建 (1997)。階層線性模式在內屬結構教育資料上的應用：以數學學習機會為例。國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學，7 (4)，597-611。

- 許惠卿(2007)。影響數學成就因素在結構方程式模型之檢定：以台灣與美國八年級學生TIMSS 2003資料為例。國立臺北教育大學國民教育學系碩士班碩士論文，未出版，臺北。
- 張芳全(2006a)。影響數學成就因素在結構方程式模型檢定：以2003年台灣國中生TIMSS資料為例。國立臺北教育大學學報，19(2)，163-196。
- 張芳全(2006b)。影響數學成就因素探討—以台灣在TIMSS 2003年的樣本為例。課程與教學季刊，9(3)，151-179。
- 張秋男(2005)。國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003 緒論。載於張秋男(主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003 (1-5 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 張美玉和羅珮華(2005)。TIMSS 2003 臺灣國小四年級學生的科學成就及其相關因素之探討。載於張秋男(主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003(95-123 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 曾博盛(2005)。TIMSS 2003 臺灣國中二年級學生的數學成就及其相關因素之探討。載於張秋男(主編)，國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003 (55-94 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。
- 陳嘉成(2007)。區別高低分群學生數學成就因素的國際比較—以台灣、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。
- 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。
- 蔡佳燕(2007)。校園安全觀感對學生學習成就之影響：以TIMSS 2003資料庫為例。暨南國際大學比較教育學系碩士論文，未出版，南投。
- 劉子健、林原宏(1997)。階層線性模式之理論與應用：以「影響自然科成績之因素的研究」為分析實例。教育與心理研究，20，1-22。
- 羅珮華(2004)。從「第三次國際科學與數學教育成就研究後續調查(TIMSS 1999)」結果探討國中學生學習成就與學生特質的關係：七個國家之比較。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，臺北。
- 譚克平(2005)。TIMSS 2003 學校問卷調查的分析。載於張秋男(主編)，國際數

學與科學教育成就趨勢調查 2003 (165-191 頁)。臺北市：國立臺灣師範大學科學教育中心。

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International science 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., Kennedy, A. M. & Foy, P. (2007). *PIRLS 2006 International report: IEA' s Progress in International Reading Literacy Study in primary schools in 40 countries*. TIMSS & PIRLS, International Study Center, 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.

Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F., & Congdon, R. (2004). *HLM6: Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International, Inc.