

子計畫六：臺灣高中國中學生綜合能力表現之分析、教學實務與運用 (TEPS)

游錦雲

臺北市立教育大學心理與諮商學系／助理教授

曾秋華、陳敏瑜、李慧純

由 TEPS 數學試題與測驗來檢視九年一貫課程指標及學生學習表現

摘要

本研究主要目的有二：(1) 透過台灣教育長期追蹤資料庫 (Taiwan Education Panel Survey, TEPS) 數學試題之內容分析，檢視其所對應的九年一貫能力指標與內容領域，並比較學生在這些試題及指標上的表現；(2) 使用 TEPS 的數學能力評量資料，以分段式潛在成長模式 (piecewise growth models) 檢視學生在這 4 波，共 7 年間的數學能力表現及發展趨勢，並分別探討影響學生國一數學表現、高二數學表現、國中時期能力發展 (即成長率)、及高中時期能力發展的個人與家庭因素。本研究主要發現如下：

1. 分析的 TEPS 試題共 56 題，每一試題，都有九年一貫能力指標與之對應；在內容領域方面，以「數與量」的比例佔最多，近乎四成，其次分別是「幾何」與「代數」，而「資料」所佔比例最少，僅有 5%。
2. 試題表現方面，學生在「數與量」與「幾何」的平均表現較差，其中又以數列規則性的判斷、圖形的對稱和三角形的基本幾何性質之應用概念較弱。兩者平均答對率均未達五成，「資料」的表現最好，平均答對率為 83.3%。
3. 由 TEPS 數學試題在各內容領域的安排比例，可看出相當符合當時的課程安

排，因此，學生在 TEPS 測驗的能力表現，應可反映出當時學生在數學課程上的學習表現。

4. 在個人及家庭因素方面，女學生在數學能力表現與國中時期的能力發展上都較男學生處於劣勢。閩南人在數學能力表現及發展上都較原住民與客家人佔優勢，而家庭社經或家庭資源較佳的學生，無論是在數學能力表現或發展上都較佔優勢。
5. 家長教育期望對數學能力表現、國中與高中時期的能力發展都有正向顯著影響。學生自我的教育與能力期望對數學能力表現也有顯著正向影響，值得注意的是，學生能力期望（而非教育期望）對能力表現及高中時期數學能力發展都有顯著直接影響。
6. 教師及家長評量的學生學習態度都能顯著預測學生數學能力表現及發展，且能解釋超過 10% 的能力表現與能力發展變異量。

關鍵字：數學成就、九年一貫數學課程指標、數學內容領域、教育期望、潛在成長模式

To investigate the Grade 1-9 integrated curriculum index and students' academic performance from the TEPS Mathematics items and tests

There are two main purposes in this study. The first is to analyze the corresponding content area and ability index for each TEPS item, and then compare students' performance on these items. The second is to apply a latent growth curve model to depict developmental trajectories of students observed for four waves crossing junior and high school stages, with math achievement as the outcome variables. Then, the factors associated with math achievement and developmental trajectories are identified. The main findings are listed below:

1. There are 56 TEPS math items in total, and each item has its corresponding Grade 1-9 integrated ability index. In terms of content domains, there are about 40% of the TEPS items in the Number domain, 30% in the Algebra domain, and only 5% in the Data domain.
2. Students perform less well in the Number and Algebra domains, and the average item-difficulty values are less than .5. To the contrary, students perform best in the Data domain, the average item-difficulty value is .83.
3. Percentage of the TEPS items in the content domains is consistent with the curriculum arrangement. Therefore, the performance of students on the TEPS math tests should be able to inform us about what students learn from the curriculum.
4. In search of the factors associated with students' math achievement and developmental trajectories, we found that male students performed and developed better than female students.

Moreover, those students from families with high parental education, family income and better home resources performed better.

5. Parental educational expectations exert a direct and significant influence on students' math achievement and development. Notably, it is students' ability expectations, not educational aspirations, to have a significant influence on students' math achievement and development during the high school stage.
6. Learning attitude scores rated by students' parents and math teachers are strong predictors of students' math performance and development. The variance of math performance and development explained by learning attitude is over 10%.

Keywords: mathematics achievement, Grade 1-9 integrated mathematics curriculum index, mathematics content domains, educational expectation, latent growth curve model

壹、緒論

我國以往對課程總綱及各學科領域綱要之擬訂，較缺乏長期系統性的規劃及實徵研究的佐證，故遭受挑戰或質疑時，常無法提出具有說服力的理由，因而埋下課綱推動與實施的阻礙。本研究的主要動機便是希望透過對國內現有資料庫——台灣教育長期追蹤資料庫（Taiwan Education Panel Survey，以下簡稱 TEPS）的試題、測驗及相關資訊進行分析，以檢視課程指標與學生學習表現，並為教學或課程課綱的設計提供實徵研究基礎。TEPS 是由中央研究院社會學研究所與歐美研究所、教育部及國科會共同規劃的全國性調查計畫，由 2001 年開始針對我國國中生及高中/高職、五專學生進行調查，其中，分析能力測驗是 TEPS 研究群花費許多心血自編而成，也大規模施測獲得具代表性的學生能力表現分數，因此相當具有研究價值。

我國曾於民國82、83年陸續修訂國小、國中數學課程標準，復於85、86學年度分別實施國小、國中數學新課程，而九年一貫的數學課程則於90學年度國小一年級開始實施，再於91學年度自一、二、四、七年級開始全面實施。因此，參加2001年TEPS第一波測驗的國一學生，所使用的數學教科書，是以民國83年的課程綱要為主。雖然TEPS的施測對象並非接受九年一貫課程的學生，且TEPS試題在設計過程和原則並非依據課程或課綱而來，不過，TEPS訴求試題內容必須測量學生解決問題的能力，而非一般的學科成就測驗。此原則恰與九年一貫的精神相符：讓學生運用課堂上所學到的數學概念與演算能力來解決真實生活面臨的問題，以培養學生帶著走的能力。因此，本研究依據九年一貫能力指標將TEPS試題分類，瞭解TEPS數學試題與九年一貫的能力指標相對應契合之程度，藉由試題所反應出之能力表現，找出學生表現的弱項部分，進一步提供對九年一貫課綱及能力指標的建議，此為本研究目的一。

本研究為符應目前九年一貫課程綱要改版的時效性，故以最新版本—民國100年即將實施的97年5月修訂版之九年一貫課程綱要為分析標準。我們也計畫與83年課綱版本對照，回歸TEPS數學試題所測到的課程涵蓋範圍，進而瞭解TEPS的數學試題是否反映當時學生所學的課程內容，以及試題是否切合當時課程內容所欲達到的教學目標。我們並將依據內容領域（數與量、代數、幾何、資料）來劃分

TEPS 試題、探究 TEPS 試題在各內容領域的比例，並瞭解學生在這些內容領域的表現如何，此為研究目的二。

TEPS 於 2001 年開始蒐集學生評量及問卷資料，之後每隔兩年進行追蹤，直到 2007 年為止，總共已進行四波的調查，獲得相當具有代表性的學生能力表現分數。因此，除了對 TEPS 的數學試題進行分析外，本研究也將檢視 TEPS 所釋出的四波數學能力表現分數，以瞭解橫跨 7 年期間學生的整體數學能力表現及發展，提出解釋數學能力發展軌跡的模型，此為研究目的三。

最後，本研究也將檢視學生在數學能力表現及發展上是否有個別差異，若有顯著的個別差異，再進一步探討有哪些變項可解釋能力表現與發展上的差異。由於 TEPS 在分析能力測驗外，也測量國中高中學生在認知能力、心理健康與行為等方面的變項及蒐集其所處之家庭、班級及學校環境資料，因此，在 TEPS 中有豐富多元的變項可對影響學生表現及能力發展差異的因素或機制進行探討，本研究納入分析的包含有學生性別、族群、家庭社經、家庭資源、教育期望及學習態度等個人與家庭層次變項。

本研究具體的研究目的包括有：

1. 檢視 TEPS 數學試題所對應的九年一貫能力指標與內容領域。
2. 比較國一學生在各能力指標與分領域的試題表現。
3. 瞭解台灣國高中學生在數學分析能力的表現與發展軌跡。
4. 探討影響台灣國高中學生學習能力表現或發展的個人或家庭因素。

最後彙整與統合研究發現，提出課程發展與運用的意義與啟示，並進一步發展學生學習能力的再精進策略。

綜合以上討論，本研究所欲分析的資料及研究問題主要可區分為兩部分，第一部份在於數學試題的分析，主要利用內容及試題分析的方法，依據能力指標與內容領域將 TEPS 試題進行分類，並比較學生於各試題或領域的表現。第二部份則著重在學生整體數學測驗成績的檢視，瞭解學生在 7 年間的數學能力發展軌跡，並探討可解釋這軌跡及學生間個別差異的因素與變項。由於這兩部份的研究

方法，分析架構都不同，因此在以下的文獻探討、研究方法及結果討論也將區分為兩個部份分別說明及討論。

貳、文獻探討

一、九年一貫數學課程綱要及能力指標

本研究運用內容分析法，以民國 100 年即將實施的 97 年修訂版之九年一貫能力指標為分析標準，對「83 年版國立編譯館所編的數學國中教科書」共六冊、及「TEPS 數學試題」進行能力指標與分年細目之對應分析。

(一) 九年一貫數學學習領域

九年一貫課程強調以學習者為主體，以知識的完整面為教育的主軸，以終身學習為教育的目標。在進入 21 世紀且處於高度文明化的世界中，數學知識及數學能力，已逐漸成為日常生活及職場裡應具備的基本能力。基於以上的認知，國民教育數學課程的目標，須能反映下列理念：(1)數學能力是國民素質的一個重要指標；(2)培養學生正向的數學態度，瞭解數學是推進人類文明的要素；(3)數學教學（含教材、課本及教學法）應配合學童不同階段的需求，協助學童數學智能的發展；(4)數學作為基礎科學的工具性特質（教育部，2008）。

九年一貫數學學習領域將九年國民教育區分為四個階段：第一階段為國小一至二年級，第二階段為國小三至四年級，第三階段為國小五至六年級，第四階段為國中一至三年級。另將數學內容分為「數與量」、「幾何」、「代數」、「統計與機率」、「連結」等五大主題。由於 TEPS 的施測對象為國中與高中生，因此本研究著重在第四階段（國中一至三年級）的探討。在「數與量」方面，能認識負數與根號之概念與計算方式，並理解坐標表示的意義。「代數」方面則要熟練代數式的運算、解方程式，並熟悉常用的函數關係。「幾何」部份要學習三角形及圓的基本幾何性質，認識線對稱與圖形縮放的概念，並能學習簡單的幾何推理。另外，要能理解統計與機率的意義，並認識各種簡易統計方法（教育部，2008）。

(二) 能力指標

能力指標在本質上是介於一般性的教育目的與高度具體化的教學目標間的課程目標，也是介於學習領域課程目標與學習目標之間的分段課程目標（高新建，2004）。目前學者與實務工作者所提出的能力指標分析方式大致分兩種，一是以教材或教學活動為主的能力指標對應方式；二是系統化的能力指標分析方式，將能力指標分析為較具體的教學目標或學習目標，明確的指出分析成細項時所根據的類目或概念項目（高新建，2003）。本研究即參考第二種系統化的能力指標分析方式，來對照教科書中的教學目標及TEPS數學試題所對應的能力指標。

九年一貫數學學習領域在「數與量」、「幾何」、「代數」和「統計與機率」等四項主題的能力指標以三碼編排，其中第一碼表示主題，分別以字母N、S、A、D表示。第二碼表示階段，分別以1、2、3、4表示第一、二、三、四階段；第三碼則是能力指標的流水號，表示該細項下指標的序號。指標雖以主題與階段來區分，仍有若干能力指標採跨主題方式同時編列，如「數與量」、「幾何」，以強調其連結，此類指標皆以相關連結編碼註記。第五個主題「連結」亦以三碼編排，第一碼以字母C表示主題，第二碼分別以字母R、T、S、C、E表示察覺、轉化、解題、溝通、評析；第三碼流水號，表示該細項下指標的序號。

例如：

N-1-01 能說、讀、聽、寫1000以內的數，比較其大小，並做位值單位的換算。

N代表「數與量」

1代表「第一階段」（國小1-2年級）

01代表「流水號」。

（三）分年細目

能力指標係依主題與階段的學習能力而訂定，然因多數指標須採分年教學才能達成其教學目標，因此，由階段能力指標演繹出更細緻的分年細目及詮釋，方能明確掌握分年教學的目標。分年細目與能力指標相同，亦採三碼編排，第一碼表示年級，分別以1、…、9表示一至九年級；第二碼表示主題，分別以小寫字母n、s、a、d表示「數與量」、「幾何」、「代數」和「統計與機率」等四個主題；第三碼則是分年細目的流水號，表示該細項下分年細目的序號。

例如：

7-a-09 能認識函數。

7代表「七年級」

a代表「代數」

09代表「流水號」。

二、影響學習表現的個人與家庭因素

自從 TEPS 開放公開下載及申請使用後，愈來愈多研究者及學生使用 TEPS 來進行學術論文與碩博士論文的撰寫，其中，探討學生學習能力表現的文獻佔較多數。截至四月為止，我們收集到與分析能力表現相關的 TEPS 文獻已有 36 篇，其中學術論文有 15 篇，博士論文有 3 篇，碩士論文有 18 篇。在這些文獻中，許多都以 TEPS 的能力測驗作為依變項，進而探討影響學生能力表現的因素，這些因素主要可分成個人、家庭資源和學校等層面的變項。本研究所欲探討變項的包含個人背景、家庭資源、教育期望及學生學習態度等，以下整理與歸納這些變項與學習表現關聯之理論背景與研究結果。

（一）學生個人背景與家庭社經地位對其學業成就的影響

1. 性別

有關性別與教育成就的關連性，許多研究（郭淑娟，2007；陳怡靖，2004；章英華、薛承泰、黃毅志，1996；曾天韻，2004；黃毅志，1995；Lockheed, Fuller, & Nyirongo, 1989；Zhou, Moen, & Tuma, 1998）都顯示，女性的教育成就低於男性。國外研究方面，Christie 與 Shannon（2001）、Lopez（2002）研究發現，教育成就中反映出性別差異，學校其實存在性別差異的鴻溝，女生在教育取得過程中是處於劣勢。

國內研究也發現臺灣地區教育機會不均等的情形，仍然存在性別的差異，在實際教育年限方面，男性高於女性（周裕欽、廖品蘭，1997），且男性所就讀學

校的聲望和品質較高的機會也比女性多（謝小苓，1992）。陳怡靖、陳蜜桃、黃毅志（2006）運用 TEPS 資料針對高中學生學業成就表現作分析，發現女生的學業成就表現略差於男生。

然而，吳裕益（1993）調查分析發現，國小高年級女生學業成就稍高於男生，特別是國語科，但男生在數量及圖形兩方面的學術性向，稍優於女性。而劉正（2006）針對 TEPS 第一波國一樣本進行分析，結果發現男生的數學分析能力較佳，但在綜合分析能力方面則與女生差別不大。此外，鄭建良（2002）針對國小六年級學童數學學業成就的研究、謝亞恆（2004）以 TEPS 資料庫第一波國中學生為分析對象，都發現男女生在學業成就上的表現均無顯著差異。由以上研究發現，學生學業成就似有性別差異，但差距應不大，而且男女生在不同學科表現上各有不同。

2. 族群

Orr（2003）研究發現，控制了父母教育程度、職業、家庭收入之後，黑人學生的學業表現還是低於白人學生。同時，透過多篇國外文獻的討論也說明族群之間的確存在著學業成就的差異性（Ai, 2002；Broh, 2002；Crosnoe, 2001；Gutman, Sameroff & Eccles, 2002）。

在國內研究方面，學生學業成就也存在著族群的差異性，以臺灣主要族群來分類，研究顯示閩南人、客家人、外省人和原住民族的學業成就不同，所提供給子女的教育資源也不同（陳怡靖、鄭耀男，2000）。孫清山與黃毅志（1996）、黃毅志（1990）的研究發現，臺灣民眾教育年限的取得上，外省族群（大陸各省市）的民眾，其教育年限明顯高於閩南、客家和原住民族群。不過，雖然外省族群在平均接受教育年數上按優勢地位，但客家族群的教育成就反而最高，可能是客家族群較重視子女教育，對子女有較高的教育期待，因此近年來其子女的教育取得有高於外省族群的趨勢（巫有鑑，1997；周裕欽、廖品蘭，1997；孫清山、黃毅志，1996）。而其中以原住民族群的教育年限最低，原住民子女的學業成就也長期處在劣勢地位（巫有鑑，1999；陳怡靖、陳蜜桃、黃毅志，2006），原住民的教育劣勢主要是因為文化不利與低家庭社經背景所致（林俊瑩，2007；巫有鑑，1997；張善楠、黃毅志，1999；楊肅棟，2001）等。

而林俊瑩(2007)分析 TEPS 第一波綜合分析能力的答對題數，發現在控制其它學生及學校層級的變項後，閩南人的綜合能力表現顯著高於客家人及原住民，一般分析能力的分析也有類似的發現，無論控制學校或其它變項與否，閩南人的表現都較客家人及原住民好；在數學分析能力上，此研究則發現閩南人顯著高於原住民，閩南人的數學能力成績表現也有高於外省人的情形，但在控制學生學習態度後，閩南人與外省人間之能力表現則無顯著差異。

3. 家庭社經地位

測量家庭社會經濟地位的方式，大多是指父母教育程度、職業或所得指標(馬信行，1990)，許多研究都顯示，社經地位與教育取得或成就具有正相關，來自高社經地位的學生，會有較佳的學習表現(巫有鎰，1997，2005；林亮雯，2004；陳正昌，1994；曾天韻，2004；謝孟穎，2003；謝亞恆，2008；李敦仁、余民寧，2005；陳怡靖、鄭耀男，2000；Coleman, 1988；Lareau, 2002；Orr, 2003；Scott, 2004)。

林俊瑩(2007)分析 TEPS 資料，發現家庭社經地位對學生學業成就有直接正向的影響，家庭社經地位高的學生在教育取得過程中，佔有優勢。劉正(2006)比較家庭總收入、父親職業及家長最高教育程度等變項對學習成績的影響，結果發現收入中等的家庭，其子女的學習表現最好，收入偏低或高者間則未見顯著影響；另外，父親未曾工作者，其子女的成績最差，教師子女的成績表現則最為優越；父母的教育程度愈高，則其子女之學習成績愈好。陳孟聰(2008)以 TEPS 第二波高中職為對象，進行「家庭相關因素對中產階級高中生能力表現的影響」的研究，結果發現在家庭背景因素中，父親教育程度能有效預測其子女的能力表現，中產階級高中生的能力表現與父親教育程度有關，父親教育程度為研究者，其能力表現明顯高於父親教育程度為大學、專技、高中職者。Kuan 與 Yang (2004)探討家庭背景對個人學習成就的影響，也發現：當家庭月收入越高，或家長教育程度越高，學生學習成就也越好，這兩個家庭背景因素對學生學習成就的預測結果基本上是相似的。

這些研究結果顯示出教育階級化的事實。家庭社經背景越高者，能提供給子女越豐富的家庭物質資源(教育支出與各種閱讀材料)、時間資源(接受家人指

導功課的時間、參加才藝與補習的時間)、空間資源(提供子女專用書桌及房間)與價值資源(子女教育期望),都會正向影響學生的學業成就表現(巫有鎰,1997,2005;洪希勇,2004;陳正昌,1994;謝孟穎,2003;陳怡靖、鄭耀男,2000;林亮雯,2004;Orr, 2003)。

此外,家庭社經背景越高,父母也越關心子女的學習,對子女的教育期望越高,參與學校活動越積極,子女出現負面文化行為的機會和頻率會越少,也有助於子女的學習成就(巫有鎰,2005;林俊瑩,2007;洪希勇,2004;郭淑娟,2007;蔡淑芳,2007;郭丁熒、許竣維,2004;張善楠、黃毅志,1999;Lareau, 2002;Sartor & Youniss, 2002)。由上述的討論,可看出家庭社經背景不僅對學生學業成就有直接影響,另外,也透過家長教育期望、家庭資源等變項間接影響學習成效。

(二) 家庭因素與學業成就的關聯

家庭教育資源的包含甚廣,本研究延續林俊瑩(2007)、李敦仁、余民寧(2005)與林俊瑩、黃毅志(2008)等人在 TEPS 資料上的研究,將家庭教育資源涵蓋家庭財務資本、文化資本及社會資本等面向。家庭「財務資本」主要反映在父母親的財富和收入方面,透過財務資本,可以為子女提供較佳的學習環境以利學習。財務資本的測量包括有形物質資源和無形物質資源:有形物質資源除了以家庭收入為直接測量指標,也可用家庭讀書環境的布置,如專用書桌、書房、課外讀物、電腦、字典、百科全書等教育設施為財務資本的間接測量(陳建志,1998;Roscigno & Ainsworth-Darnell, 1999);無形的物質資源是指父母花錢投資在子女身上的補習費用,包括上安親班、補習班、才藝班、請家教及課後輔導,都可做為財務資本的測量指標(陳順利,2001;楊肅棟,2001;孫清山、黃毅志,1996;黃毅志,1996;陳怡靖、鄭耀男,2000)。本研究為避免「財務資本」和「父母社經地位」測量指標重疊,因此將「家庭收入」做為父母社經地位的測量指標,而把「有形物質的間接測量指標」和「無形物質資源」做為財務資本的測量指標。

許多實證研究發現,排除其他影響因子後,家庭的財務資本確實會影響子女的學業表現,父母親提供充沛的教育設備和良好的讀書環境,將有助於子女教育

成就的取得 (Teachman, 1987 ; Fejgin, 1995 ; Wong, 1998 ; Roscigno & Ainsworth-Darnell, 1999)。國內研究方面，洪希勇 (2004)、孫清山與黃毅志 (1996) 發現，父母對子女教育之激勵和教育物質的提供，有助於子女升學，對於學業成績有正面影響。

在林俊瑩、黃毅志 (2008) 的研究中，將文化資本，社會資本，財務資本視為家庭教育資源的面向，結果發現家庭教育資源對學習成績之影響為正向顯著的。陳正昌 (1994) 研究發現，社經地位越高的家庭，家庭物質資源 (教育支出與各種閱讀材料)、時間資源 (接受家人指導功課的時間、參加才藝與補習的時間)、空間資源 (提供子女專用書桌及房間) 與價值資源 (子女教育期望) 越多，都會正向影響學生的學業成就表現。綜合上述，家庭社經地位越高，所提供之家庭教育資源越豐富，越有利於學生的學業成就。

在補習對學業表現的影響方面，劉正 (2006) 發現補習時間對學習成績的確有幫助。每週補習一小時者，其綜合分析能力成績較未參加補習者高出約 .063 分，數學能力則高出 .067 分。而補習時間平方項的參數估計值為負值，達統計顯著水準，顯示補習時間若是過長，對學習成績的效果反而會打折扣。江芳盛 (2006) 分析 TEPS 第一波綜合分析能力，發現父母教育程度愈高，其子女補習之時數也愈多，最多是落在「專科、技術學院或科技大學」這一層級，父母親教育程度為一般大學和研究所時，補習時數反而有下降之趨勢。在控制家庭社經、城鄉差距、族群後，補習時數對學習表現的預測力仍達顯著。沈君翰 (2007) 研究則發現校外補習與校內課輔都能明顯提升學習成就，但兩者之間無顯著差異。校外補習時間越長學習成就越佳，但有邊際效用遞減的現象，課輔時間過短，對學習成就有負面影響。一年內的補習或課輔效用依然顯著，但補習的影響力下降較大。

文化資本概念是指人們對於上層階級文化所能掌握的程度，可以表現在物質層面，也可以表現在非物質層面。Bourdieu (1986) 將文化資本內涵分成三類：第一類是型式化的文化資本，指的是精神、心靈狀態表現於外的形體，包括談吐、氣質、習慣、品味等；第二類是客觀化的文化資本，即文化財，如所擁有的服飾、書籍、藝術品等；第三類是制度化的文化資本，是指由機構或制度所產生的物品，

例如學歷、證照、資格等。國外諸多研究顯示，父母的文化資本對於子女的學校教育、學業成就有顯著影響 (Dumais, 2002; Kalmijn & Kraaykamp, 1996)。Werfhorst 與 Kraaykamp (2001) 進一步以大型資料庫進行分析，結果發現，學生如能獲得較多的文化資本，通常對於未來職業地位的取得有幫助，此結果可與 Spenner、Buchmann 與 Landerman (2005) 的研究發現相呼應。國內也有學者針對文化資本與學業成就之間的關係進行研究，結果證實文化資本對學業成就有正面影響，文化資本越高，越有利於提升子女學業成就 (巫有鎰, 1997, 2005; 李文益, 2004; 黃毅志, 1999; 王麗雲、游錦雲, 2005; 陳怡靖、鄭耀男, 2000)。

關於「社會資本」, Bourdieu (1986) 認為是由社會關係所組成，以交換、相互認可或是對會員身份認可的方式再製團體，而社會資本的取得需要關係的建立和維持，是一種社會關係網絡的聯繫，例如從事社交聯誼工作，相互邀請，維護共同的嗜好等即是社會資本。依據 Coleman (1988) 的看法，社會資本是指能做為個人資本財的社會結構資源，與其他資本一樣具有生產性，能幫助行動者實現目標。就教育而言，父母與子女的親密互動，對子女教育與學習之關注、支持教導，可視為「家庭內的社會資本」。其他如父母的社會網絡，如與鄰居相處、與子女老師聯絡，與子女朋友及他們家長認識等，則歸屬於「家庭外的社會資本」。國外研究發現，社會資本會對子女抱負產生直接正影響，並進一步提升教育成就 (Khattab, 2002; Lareau, 2002)。Israel、Beaulieu 與 Hartless (2001) 以階層線型模式驗證家庭社經、社會資本與學生學業成就的關係，結果發現，家長社經背景可以為子女提供良好舒適的學習環境，並發展出好的家庭社會資本，幫助子女取得較佳的學業表現。

國內研究也發現，父母社經地位越高，則家庭社會資本越多，對學生的教育抱負有正面影響，有助於提高學業成就和教育年數 (巫有鎰, 2005; 陳怡靖、鄭耀男, 2000; 張善楠、黃毅志, 1999)。周新富 (2003) 採用文獻分析方式探討家庭社會資本與子女學習結果的關係，歸納相關研究發現：家庭互動、父母參與教育、子女行為監督、父母與鄰居或學校的關係等這些社會資本，會顯著影響學生學業成就。

(三) 教育期望、學習態度與學業成就之關聯

1. 家長與學生教育期望

根據中英文辭典（三民書局大辭典，1985；Longman Dictionary of American English, 1983；Oxford Advanced Learner's English-Chinese Dictionary, 1995）的解釋，期望（expectation）的意義為：未來希望達到的狀態，是一個欲追求、欲達到的境界或標準，有希望並期待他人或自己可以達到某些境界或狀態的意思。教育期望主要反應人們對教育內在價值與外在效用的認知（謝小苓，1998）。

張世平（1984）發現與家長教育期望及教師期望相比，學生自我期望與學業表現的相關最高，但相關差異不大。劉正（2006）分析 TEPS 中的國一樣本，將教育期望分為家長教育期待和自我教育期待兩類，發現有升學至大專程度的自我期待或父母期待者，其學習表現都較好。楊孟麗（2005）分析 TEPS 第一波高中職樣本，發現學生自我教育期望對心理健康有直接與間接的負面影響，且此影響較家長期望來得大。

許多研究發現父母教育期待，父母教育期望越高，會提高學生教育期待和成就動機，學業成績也會越佳（巫有鎰，1999，2005；張善楠、黃毅志，1999；郭智晉，2008；Khattab, 2002；Gill & Reynold, 1999）。林義男（1988）、謝孟穎（2003）研究小學生，黃富順（1974）、林義男（1993）、謝金青、侯世昌、趙靜苑（2003）以國中學生為研究對象，都發現父母的期望水準與子女學業成就有密切關係，對子女期望越高的父母，子女的學業成績會越佳。

2. 學習態度

從學習的角度來看，學習態度是一種持久性的學習傾向，包括學生在學習活動過程中對學校、教師、同儕、課程安排、設備環境等，所抱持的一種心理傾向（李秀華，2005）。學習態度對學生學業成就有顯著影響，學生出席率狀況越差，學習態度越差，準備功課時間越少，越不認真，學生學業成就也會越差；而家庭教育資源、學校教育資源越豐富，學生的學習價值越正面，學習興趣越高，讀書時間越長，則有助於學業成就表現的提升（陳正昌，1994；郭智晉，2008）。

林俊瑩、黃毅志（2008）分析 TEPS 公開版的國一學生資料，將家長問卷中評量子女的「從小他就不會讓別的事耽誤功課」、「從小他都會自動複習上課交的

東西」、「從小在學習上碰到困難時，他都會設法搞懂」視為學習態度中的三個指標，分析其對一般分析及數學分析能力分數的影響力。結果發現學習態度對能力成績有直接正向的影響。而王正婷（2007）中所定義的學習態度則是由英文及數學科任老師所填答關於學生「是否常處動發問或回答問題」等五個題項來代表，學業成就也由英文及數學老師所評量的學生成績來代表，結果發現擁有較積極學習態度的學生，其學業成就較好。謝亞恆（2008）利用 TEPS 資料庫對影響國中生學業成就成長量之相關因素進行探討，也發現學習態度和教育期待對學業成長量有直接正向的影響，學生自我教育期望越高，學生學習態度越認真積極，學生在國中教育階段的學業成長量越高。此外，許多研究均指出若學生能抱持積極的學習態度、養成良好的學習習慣、奠定正確的學習方法，就會增進學生學習效果，以提升學業成就的表現（李秀華，2005；莊筱玉，2000；馮莉雅，2003）。

歸納上述諸多討論，可以發現與學生學業成就相關的因素非常多。但許多研究發現並未獲得一致的結論。在使用 TEPS 所做的研究中，除了林詩琪（2006）、郭淑娟（2007）、黃敏雄（2007，2008）、蔡淑芳（2007）、謝亞恆（2008）、蘇曉蓉（2008）及 Tam、Yang、Chang 與 Kuan（2004）取第一波、第二波學生以及家長問卷資料，進行縱貫性研究外，其餘研究者多以單獨一波的資料分析為主，較少從事跨波的比較，而同時使用三或四波資料進行的研究就更少了。在本研究第二部份的分析中，我們欲依據 TEPS 的縱貫資料特性、同時利用四波資料進行分析，瞭解國中生學習能力的表現及發展軌跡，並探究影響學生能力表現與發展軌跡的因素或變項。

參、研究方法

一、資料來源

本研究使用的是 TEPS 資料庫中的學生及其家長、科任教師的填答資料，以及這些學生在四波數學能力測驗卷上的評量資料。此外，我們也針對數學能力測驗卷中的試題進行內容與試題分析。

本研究所分析的是 2001 年的國一樣本，TEPS 之後分別在 2003 年、2005 年

及 2007 年對此樣本進行追蹤調查，因此，我們共有此樣本在四波時間點的測量資料，有豐富的資訊提供我們進行縱貫性的分析研究。

TEPS 先採取分層隨機的抽樣方法，區分國中、高中、高職、五專等四種學程，個別抽出樣本學校，再從被抽取的學校中，隨機抽取樣本班級，再從樣本班級中隨機抽出 15 名學生進行施測。抽樣排除特殊教育班級及因身心障礙無法填寫問卷或測驗卷的學生。TEPS 第一波的實際完訪學校共有 333 所，實際完訪班級數及學生數分別是 1244 班及 20055 人（張苙雲，2008）。之後 TEPS 於 2003 年針對第一波的學生進行第二波的追蹤調查，而這些樣本在第三波測量時已進入高中職及五專就讀，並分散在全國各地，若要全數追蹤，成本相當高。TEPS 團隊在權益考量下，抽出約 4000 名學生進行追蹤，並稱為追蹤樣本（Core Panel，簡稱 CP）（張苙雲，2008），本研究使用的是現場使用版（正式版）資料。此版本所釋出的第一波國中學生人數共有 15582 人，第三波至第四波所釋出的 CP 人數各為 3746 與 3645。

此外，分析能力測驗並非一般的學科測驗，主要是測量學生解決問題的能力，並盡可能確保題項內容是各類學校學生皆有接觸過的知識（張苙雲，2008）。TEPS 的能力測驗所要評量的是學生經學習後展現的能力，與國際性學生評量計畫（The Programme for International Student Assessment，簡稱 PISA）的能力素養概念相似。因此，本研究所分析的 TEPS 數學測驗性質應較接近成就測驗，而非智力測驗。TEPS 使用項目反應理論（Item Response Theory，簡稱 IRT）技術分析這些測驗並釋出 IRT 分數，使得我們能夠比較同一受試對象在不同時間點的成績，據以瞭解學生學習能力的發展與趨勢。

二、研究架構

本研究的分析分為兩部分，第一部份著重的是 TEPS 數學題目，九年一貫能力指標及數學教科書課程內容間之關聯探討，圖 1 呈現的是此部份的研究架構。圖 2 呈現的則是第二部份研究（學生整體數學能力的表現及影響因素）的架構。

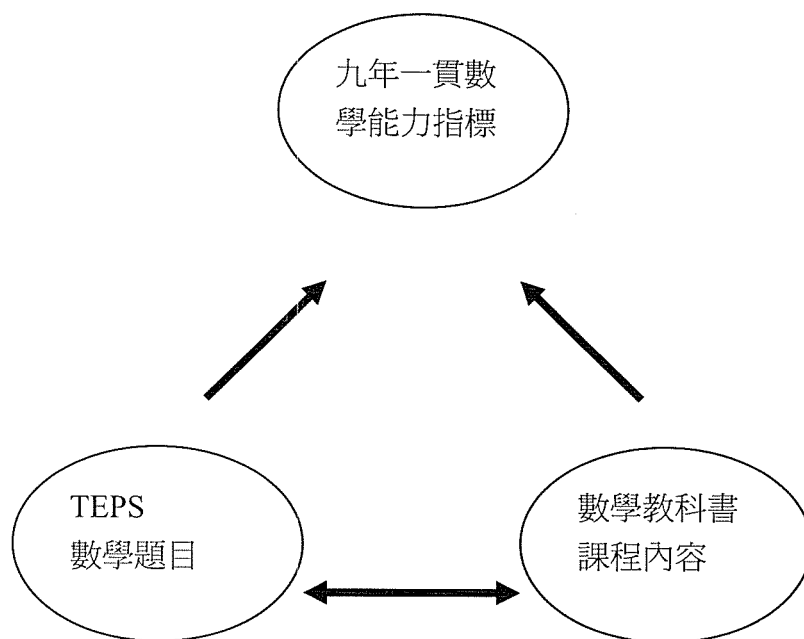


圖 1 TEPS 試題暨內容分析研究架構圖

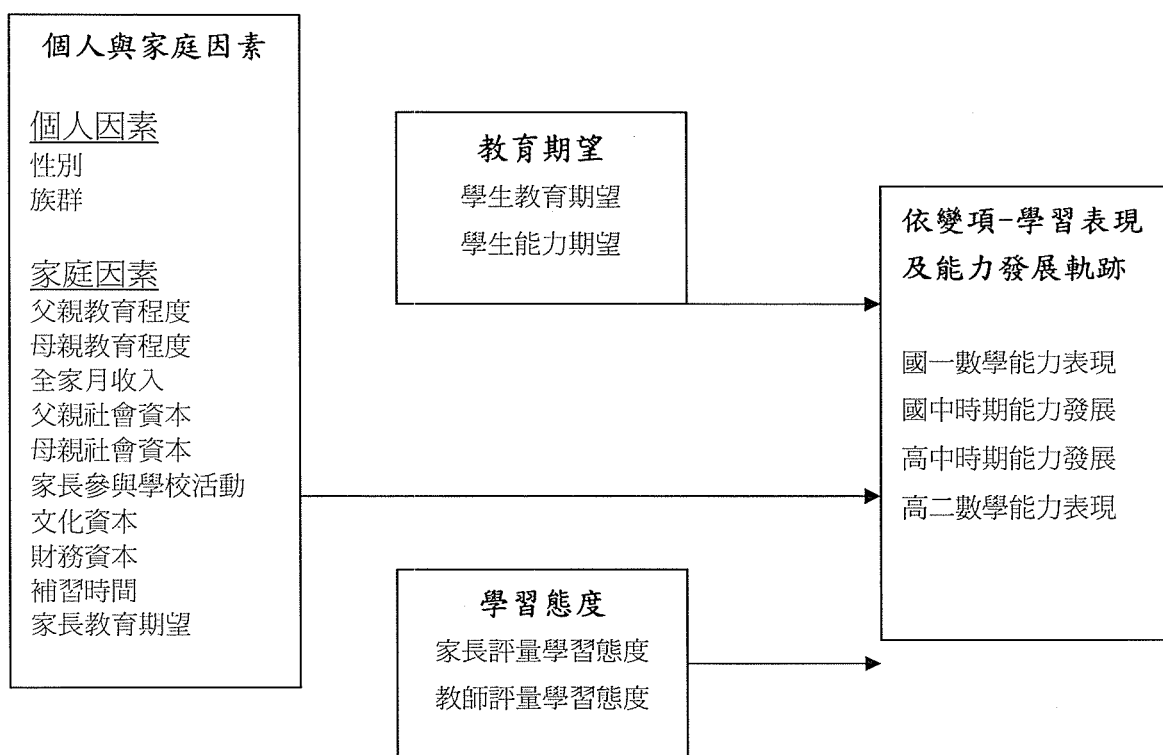


圖 2 TEPS 數學分析能力表現及其影響因素之研究架構圖

三、分析方法

(一) TEPS 試題的內容分析

本研究運用內容分析法，以民國 100 年即將實施的 97 年修訂版之九年一貫能力指標為分析標準，對「83 年版國立編譯館所編的數學國中教科書」共六冊、及 TEPS 數學試題進行能力指標與分年細目之對應分析。在 TEPS 試題的歸類部份，本研究聘請五位具研究熱忱與國高中教學經驗之教師擔任評分員，在檢視 TEPS 數學試題之前，先以五題 PISA 數學試題為範例，討論如何使用 97 年修訂版之九年一貫能力指標與分年細目為分析標準將試題歸類，待五位專家分析標準達到共識之後，再進入中央研究院人文社會科學研究中心限制資料室內進行現場閱卷。

在將 TEPS 試題歸類到不同內容領域及能力指標的過程中，評分者間是否能夠一致地將試題歸於同一類目中是相當重要的信度議題。本研究所採用之信度計算方式為評分者信度 (scorer reliability)，係指不同評分者能否將內容歸入相同類目中，也就是不同評分者內容分析結果之一致程度，一般而言，內容分析的信度應該在 0.8 以上，公式如下 (楊孝榮，1989)：

$$\text{評分者信度 (R)} = \frac{\text{評分人員數} \times \text{平均相互同意度}}{1 + [(\text{評分人員數} - 1) \times \text{平均相互同意度}]} \quad (\text{公式 1})$$

$$\text{平均相互同意度 (P)} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_i}{N} \quad (N = \text{相互比較的次數})$$

$$\text{相互同意度 (P}_i\text{)} = \frac{2M}{N_1 + N_2}$$

其中，M 為完全同意的項目數，N₁ 為第一評分員應有的同意數目，N₂ 為第二評分員應有的同意數目。

我們使用公式 1 分別計算這五位評分者在內容領域、分年細目及能力指標分類的評分者信度，估計值分別為 .99，.98 及 .97，皆在 .90 以上，顯示這幾位評分者間歸類的高度一致性。在對各試題的歸類劃分部份，則將五位評分者的劃記資

料進行分析，若五位評分者中有四位的劃記是一致的，我們便將此試題進行歸類。但若超過一位的評分員在歸類上有歧見，我們便保留這些試題，進行更進一步的討論與檢視，直到將試題歸類為止。

(二) TEPS 的四波數學能力分數分析

我們使用潛在生長曲線模型 (latent growth modeling; LGM) 分析學生在這 7 年間的個別能力發展趨勢，在這部份的分析，本研究使用的是統計軟體 Mplus 5.1 版 (Muthén & Muthén, 1998-2008)，採用結構方程模式取向來進行 LGM 的分析。在遺漏值的處理上，將包含遺漏值的資料皆納入分析，使用的是符合遺漏值資料分析理論 (missing data theory) 的最大概似法 (Muthén & Muthén, 1998-2008)。

TEPS 採多階段分層 (multistage stratified sampling) 方法取樣，因此資料具非比例 (non-proportion) 與集聚式抽樣 (cluster sampling) 的兩項特點 (張荳雲, 2008, p50-51)。非比例抽樣可能造成估計值偏誤的問題，TEPS 資料使用手冊中建議使用權重來解決此問題。此外，分析時若忽視集聚式抽樣的特性，會導致標準誤估計值過低，使得第一類型錯誤膨脹，對此，TEPS 手冊上建議使用強韌的標準誤 (robust standard errors)。

針對這些資料特性及 TEPS 使用手冊上的建議，本研究決定採用 TEPS 資料所提供的權重進行分析，並採用 Mplus 針對集聚式樣本 (屬於複雜性調查 complex survey 的模型範疇) 所建議的方法，使用 TEPS 第一波的數學班級資訊，將同一班級學生之同質性納入分析²，據此修正標準誤估計值。所使用的估計法為具強韌標準誤的最大概似法 (maximum likelihood estimation with robust standard errors, 簡稱 MLR)，此方法的估計值對非常態分配及依賴性資料

(non-independence of observations) 具強韌性，能夠修正模式適配度的估計值，也能提供強韌的標準誤估計值 (Muthén & Muthén, 1998-2008)。

四、研究變項界定與測量

²TEPS 第一波資料中，僅有 45 位學生的數學班級代碼與所填班級代碼不同，其他 15537 位學生所填班級與數學班級代碼是完全一致的，所以使用數學班級或一般學科班級來進行分析的結果會是相似的。數學班級間變異能解釋第一波數學成績的比例，也就是組別相關係數 (intraclass correlation) 值為.25，顯示將班級間變異納入考量，進一步修正標準誤估計值的重要性。

以下就本研究第二部份所使用的各變項定義及分析內容進行說明：

(一) 個人背景與家庭社經變項

個人背景變項包括性別及族群，家庭社經變項則包含父親教育程度，母親教育程度，及家庭月收入。族群變項以學生父親所填答的父親籍貫作為測量，分為本省閩南、本省客家、大陸各省市、原住民四類。由表 1 看來，男生所佔比例較女生稍多，四大族群部分，則以閩南人佔多數 (72.8%)，原住民最少 (3.7%)，客家及外省人的比例則各約佔 11%；在以族群為預測變項的迴歸中，本研究建立三個虛擬變項，並以閩南人為對照組，。

父母親教育程度則以學生父親及母親所填答的教育程度作為測量，由表 1 看來，TEPS 國中學生的母親有高達四成三的比例是「高中、高職」教育程度，其次是「國中或以下」(38.7%)，「一般大學」及「研究所」教育程度的比例則分別約有 6%及 1%。父親教育程度在「專科、技術學院或科技大學」、大學及研究所以上的比例皆較母親高些。父母親教育程度分別轉換為教育年數之方式編碼：「國中及以下」=9、「高中、高職」=12、「專科、技術學院或科技大學」=16、「一般大學」=16 而「研究所」=18，在有效樣本中，重新編碼後所計算出的父親與母親的平均教育年數分別為 12.04 與 11.57。

在家庭月收入方面，約 42%的受訪家庭月收入在 2 至 5 萬元，約 34%的家庭月收入在「5-10 萬」元，而家庭月收入不到 2 萬元的家庭也佔了 11%。在分析的編碼上，「2 萬元以下(含)」給 1 分、「2 萬元~3 萬元」給 2 分、「3 萬元~5 萬元」給 3 分、「5 萬元~10 萬元」給 4 分、「10 萬元~20 萬元」給 5 分、「20 萬元以上(含)」給 6 分。

表 1 個人與家庭社經變項名稱，編碼方式以及人數百分比

變項概念	TEPS 變項名稱	選項	人數	百分比 %	來源
學生性別	W2s445	0=男	7518	51.0	學生問卷
		1=女	7232	49.0	
族群	W1faethn	本省閩南	10500	72.8	家長問卷
		本省客家	1651	11.4	

		大陸各省市	1566	10.9	
		原住民	531	3.7	
		其他	176	1.2	
父親教育程度	Wlfaedu	國中或以下	5156	35.7	家長問卷
		高中、高職	5402	37.4	
		專科、技術學院或科技大學	2124	14.7	
		一般大學	1202	8.3	
		研究所	457	3.2	
		其他	92	0.6	
母親教育程度	Wlmoedu	國中或以下	5644	38.7	家長問卷
		高中、高職	6241	42.8	
		專科、技術學院或科技大學	1557	10.7	
		一般大學	852	5.8	
		研究所	169	1.2	
		其他	113	0.8	
家庭月收入	Wlp515	不到 2 萬元	1716	11.2	家長問卷
		2 萬元~5 萬元 (不含 5 萬)	6406	41.8	
		5 萬元~10 萬元 (不含 10 萬)	5181	33.8	
		10 萬元~15 萬元 (不含 15 萬)	1299	8.5	
		15 萬元~20 萬元 (不含 20 萬)	416	2.7	
		20 萬元以上	312	2.0	

(二) 家庭資源變項與補習時間

本研究所探討的家庭資源變項包含有社會資本、文化資本、財務資本、以及補習時間等。所使用的包括第一波及第三波的學生、家長及教師問卷資料，變項的描述及本研究的編碼方式列於表 2。本研究將社會資本分為家庭內社會資本(父親及母親社會資本)與家庭外社會資本(家長參與學校活動)等三個變項，以檢視父親與母親、家庭外及家庭內社會資本對學習表現的影響是否一致³。文

³在社會資本的題項部分，本研究先進行因素分析，發現需要 2 或 3 個因素來解釋總共 8 題的變項相關矩陣，二因素模型呈現的分別是父親社會資本及母親社會資本，而三因素模型除了父親及母親社會資本外，其中父親或母親是否參加學校活動或擔任義工的兩題自成另一個因素，由於第三個因素(家長是否參加學校活動)在理論上屬於家庭外社會資本，林俊瑩(2008)研究中也發現家長參與學校活動，甚至主動聯繫學校等行為對學生學習表現反而有負向影響，綜合理論及因

化資本及財務資本則是使用相關題項（請見表 2）的分數進行加總，本研究主要參考文獻來選擇變項及編碼方式，不同波段測量的變項也都盡量給予一致的編碼，以利結果與不同波段分數間的比較。

表 2 家庭資源變項描述及編碼方式

變項概念	TEPS 變項名稱	變項內容說明	量尺	來源
W1 父親社會資本	W1s219-w1s221	題目包含請你回想國中到現在：「爸爸會不會和你談升學或就業的事情」，「爸爸會不會聽你講內心的話」，「爸爸會不會看你的作業或考卷、瞭解你的學習情況」等三題，計算其平均分數，愈高顯示父親參與學生教育與學習情形的頻率越多。	1：從來沒有 2：偶爾會 3：有時會 4：經常會	學生問卷
W3 父親社會資本	W3s313-w3s315	同第一波	同第一波	學生問卷
W1 母親社會資本	W1s223-w1s225	題目包含請你回想國中到現在：「媽媽會不會和你談升學或就業的事情」，「媽媽會不會聽你講內心的話」，「媽媽會不會看你的作業或考卷、瞭解你的學習情況」等三題，計算其平均分數，愈高顯示母親參與學生教育與學習情形的頻率越多。	1：從來沒有 2：偶爾會 3：有時會 4：經常會	學生問卷
W3 母親社會資本	W3s320-w3s322	同第一波	同第一波	學生問卷
W1 家長參與學校活動	W1s222, W1s226	題目包含請你回想國中到現在：「爸爸會不會參加你學校的活動，或擔任家長會委員或義工」及「媽媽會不會參加你學校的活動，或擔任家長會委員或義工」兩題，計算其平均分數，分數愈高顯示家長經常參	1：從來沒有 2：偶爾會 3：有時會 4：經常會	學生問卷

素分析的結果，本研究於是將社會資本分成三個變項分別進行探究。

		與學校活動或擔任委員或義工。		
W3 家長 參與學 校活動	W3s316 W3s323	同第一波	同第一波	學生問 卷
W1 文化 資本	W1p301- w1p302 W1p3052 -w1p305 6	<p>題目包含上國小/國中時您或配偶是否和他一起「逛書店、書展或各種展覽」及「去聽古典音樂、觀賞舞蹈或戲曲表演？」等兩題。</p> <p>題目包含請上國小/國中時您或配偶是否曾讓他參加「音樂、樂器」、「珠心算、棋藝」、「繪畫美勞」、「舞蹈體操」或「其他」才藝班。將這 5 題分數加總，參加的才藝班愈多，分數則愈高，最高為 5 分。</p> <p>將 W1p301，W1p302 及所參加的才藝班數目加總，做為文化資本面向的分數。</p>	<p>1：從來沒有 2：偶爾如此 3：有時如此 4：經常如此</p> <p>0：不是 1：是</p>	家長問 卷
W3 文化 資本	W3p301- w3p302 W3p3043 -w3p304 6	同上，文化資本分數為 6 題分數的加總。		
W1 財務 資本	W1p134- w1p137 w1p512 w1p513	<p>題目包含家中是否「有訂閱或購買中文雜誌或刊物」，「訂閱或購買外文報紙、雜誌或刊物」、「有百科全書」、「有裝網際網路」等四題。</p> <p>題目包含學生這學期的「學業課外補習(包括請家教)，平均每個月花多少錢」及「才藝補習，平均每個月花多少錢」等兩題。</p> <p>將這 5 題分數相加，做為財務資本的分數</p>	<p>0：沒有 1：有</p> <p>0：沒有補習 1：1000元以下 2：1001~2000元 3：2001~3000元 4：3001~4000元 5：4001元以上</p>	家長問 卷
W3 財務	W3p1111	同上，財務資本分數為 5 題分數的加總。		

資本	-w3p111 4 W3p205- w3p206			
----	-----------------------------------	--	--	--

表 3 呈現的是第一波及第三波補習時間的量尺、選填人數及百分比。在第一波及第三波的各選項填答人數中，皆以未參加補習的人數百分比為最多，各約佔總人數的 29% 及 46%，高二（第三波）填答未補習的人數百分比相對較多，幾乎佔了一半。國一補習人數的比例則相對較多，超過一半的學生補習時數在 8 小時以內，但也有約 20% 的學生補習時數在 8 小時以上。高二補習時數在 8 小時以上的學生約佔 14%。由於過去文獻發現補習時間與學習表現呈現的是曲線相關，因此本研究在分析補習時間對學習表現的影響時，會加入平方項加以檢視補習時間對學習表現的影響型態。

表 3 補習時間變項描述及編碼方式

	變項	內容說明	量尺	人數	有效百分比	來源
W1 補習 時間	w1s108a	目前你每星期總共花多少時間參加校內外課業輔導、補習或家教？	1：都沒有參加	4416	28.5	學生問卷
			2：不到 4 小時	3960	25.6	
			3：4 到 8 小時	3865	25.0	
			4：8 到 12 小時	1968	12.7	
			5：12 小時以上	1269	8.2	
W3 補習 時間	W3s127	每星期通常花多少時間參加校外補習或家教	1：都沒有參加	1734	46.3	學生問卷
			2：不到 4 小時	773	20.7	
			3：4 到 8 小時	721	19.3	
			4：8 到 12 小時	338	9.0	
			5：12 到 16 小時	141	3.8	
			6：16 小時以上	36	1.0	

（三）家長教育期望、學生教育期望及能力期望

本研究檢視來自家長及學生的教育期望，另外也檢視學生的能力期望，所使用的 TEPS 變項名稱、量尺及選填百分比請見表 4。由表 4 可看出，高達二成

八的國一學生在能力期望的回答是不知道，且約有二成的學生認為自己的程度僅能唸到高中/高職，但在問及學生的教育期望時，則相對少數（約13%）的學生期望唸到高中/高職，約20%的學生期望唸到「專科、技術學院或科技大學畢業」，更有高達22%及23%的學生期望由一般大學或研究所畢業。高二學生自我及家長的教育期望就更高了，各約84%的學生及76%的家長期望至少大學畢業。

這六個期望變項和父母親教育程度一樣，都是以教育年數重新編碼。在第三波的測量部份，TEPS 將這些教育或能力期望變項的「研究所」選項進一步區分為「念到碩士學位」及「念到博士學位」，因此，在第三波的變項將「念到碩士學位」編碼為 18，而將「念到博士學位」編碼為 22，選填「沒想過/不知道」的學生則不納入分析。

第一波的家長及學生教育期望平均年數（未加權）約為16.0及15.6年，學生能力期望平均年數為14.6年，國一學生的平均教育期望略較家長低些，而問到學生認為自己的能力可唸到什麼程度時，學生的回答較為保守，平均年數較低。第三波家長及學生的平均教育期望年數則分別為17.6及18.1，學生能力期望平均年數為17.2年，仍較家長及學生平均教育期望為低，而且高達約三成的高二學生填寫「沒想過/不知道」。

表 4 教育與能力期望變項的名稱，選項以及人數百分比

變項概 念	TEPS 變 項名稱	變項內容說明	選項	人數	有效 百分比	來源
W1 家長 教育期 望	w1p510a	請問您(或您 的配偶)期待 他唸到甚麼程 度?	國中畢業	297	1.9	家長問 卷
			高中/高職畢業	1351	8.8	
			專科、技術學院或科技大學 畢業	4866	31.8	
			一般大學畢業	3457	22.6	
			研究所畢業	3658	23.9	
			沒想過/不知道	1690	11.0	
			W3 家長 教育期 望	w3p512	請問您(或您 的配偶)期待 他唸到甚麼程	
專科、技術學院或科技大學 畢業	833	22.9				
沒想過/不知道	890	24.5				

		度？	一般大學畢業	814	22.4	
			念到碩士學位	647	17.8	
			念到博士學位	396	10.9	
			沒特別期待/不知道			
W1 學生 教育期 望	w1s553a	你期望自己唸 到何種教育程 度？	國中畢業	624	4.0	學生問 卷
			高中/高職畢業	1936	12.5	
			專科、技術學院或科技大學 畢業	2992	19.4	
			3360	21.8		
			一般大學畢業	3557	23.1	
			研究所畢業	2959	19.2	
			沒想過/不知道			
W3 學生 教育期 望	w3s425	你期望自己唸 到何種教育程 度？	高中/高職畢業	54	1.4	學生問 卷
			專科、技術學院或科技大學 畢業	534	14.3	
			671	18.0		
			一般大學畢業	927	24.8	
			念到碩士學位	764	20.5	
			念到博士學位	784	21.0	
			沒想過/不知道			
W1 學生 能力期 望	w1s554a	以你的能力， 你認為自己可 唸到什麼程 度？	國中畢業	949	6.2	學生問 卷
			高中/高職畢業	3167	20.6	
			專科、技術學院或科技大學 畢業	1905	12.4	
			3855	25.1		
			一般大學畢業	1545	10.0	
			研究所畢業	3967	25.8	
			沒想過/不知道			
W3 學生 能力期 望	w3s426	以你的能力， 你認為自己可 唸到什麼程 度？	高中/高職畢業	154	4.1	學生問 卷
			技術學院或科技大學畢業	565	15.1	
			一般大學畢業	894	23.9	
			念到碩士學位	632	16.9	
			念到博士學位	424	11.3	
			沒想過/不知道	1071	28.6	

(四) 學習態度

本研究分別檢視來自家長評量及數學教師評量的學生學習態度，由於 TEPS 第三波的追蹤樣本並未再要求家長評量學生學習態度，因此「家長評量學習態度」的變項僅有第一波。所使用的 TEPS 變項名稱、量尺及選填百分比請見表 5。在教師評量學習態度的題目中，填答「不清楚」的資料不納入分析。數學教師評量學習態度變項的平均分數在第一波及第三波分別為 2.63 及 2.62，相當接近，這兩波的教師評量學習態度變項的相關估計值為.26。第一波家長評量學習態度的平均值為 2.73，此變項與教師評量學生態度分數在第一波的相關為.32，而與第三波的教師評量分數的相關則為.19。

表 5 學習態度變項的內容及量尺說明

變項概念	TEPS 變項名稱	變項內容說明	量尺	來源
W1 數學教師評量學習態度	W1tms1-w1tms4	題目包含請國一數學老師評量學生「是否跟得上進度」、「用功程度」、「作業表現」、「是否常主動發問或回答問題」等四題，計算這四題的平均分數，愈高顯示老師評量學生學習態度愈好。	1：從未 2：偶爾 3：經常 4：總是	教師問卷
W3 數學教師評量學習態度	W3tms1-w3tms4	題目包含請國一數學老師評量學生「是否跟得上進度」、「用功程度」、「作業表現」、「是否常主動發問或回答問題」等四題，計算這四題的平均分數，愈高顯示老師評量學生學習態度愈好。	1：從未 2：偶爾 3：經常 4：總是	教師問卷
W1 家長評量學習態度	W1p206-w1p209	題目包含家長評量其子女從小「就不會讓別的事耽誤功課」、「都會自動複習上課交的東西」、「在學習上碰到困難時，他都會設法搞懂」、「喜歡接觸新事物或活動」等四題，計算這四題的平均分數，愈高顯示家長評量學生學習態度愈好。	1：非常不符合 2：不符合 3：符合 4：非常符合	家長問卷

肆、研究結果

一、 TEPS 試題所對應的九年一貫能力指標與內容領域

根據 TEPS 數學測驗題數分配表，其中國中第一波（國一）、第二波（國三）的數學試卷共有 57 題，第一波與第二波相同的試題有 10 題，w1-2-17 此題題意不清，TEPS 已經刪除，所以針對國一及國三試卷實際需分析的題目有 46 題。此外，本研究另外還分析了 10 題在一般分析能力測驗內的題目（w1-1-07、w1-1-08、w1-1-09、w1-1-16、w1-1-17、w1-1-18、w1-1-25、w1-1-26、w1-1-27、w2-1-26），五位專家評分員在討論後，認為這 10 題可運用數學概念來解題，故一併納入本研究加以分析。

（一） TEPS 數學試題所對應到的九年一貫能力指標

研究結果顯示每一 TEPS 試題都有其對應的九年一貫能力指標。因為一個題目不一定只涵蓋一種概念，可能包含兩種以上的概念或解題方式，例如 w1-2-10 題，S-4-01、A-4-3、A-4-07 均可代表該題所欲測量的能力指標，由本研究專家共同討論，決定同時採納才不致失去原來題目所欲測試學生不同基本能力的面向，茲整合 TEPS 數學試題所對應到的能力指標如表 6 所示。：

表 6 TEPS 數學試題所對應到的能力指標表

能力指標
N-4-02 能熟練求質因數分解、最大公因數、最小公倍數的短除法，並解決生活中的問題。
N-4-03 能理解比例關係、連比、正比、反比的意義，並解決生活中的問題。
N-4-07 能將負數標記在數線上，理解正負數的比較與加、減運算在數線上的對應意義，並能計算數線上兩點的距離。
N-4-08 能熟練正負數的四則混合運算。
N-4-09 能認識指數的記號與指數律。
N-4-13 能辨識數列的規則性。
S-4-01 能理解常用幾何形體之定義與性質。

S-4-04 能利用形體的性質解決幾何問題。
S-4-06 能理解外角和定理與三角形、多邊形內角和定理的關係。
S-4-08 能理解線對稱圖形的幾何性質，並應用於解題和推理。
S-4-09 能理解三角形的全等定理，並應用於解題和推理。
S-4-11 能理解一般三角形的幾何性質。
S-4-12 能理解特殊三角形(如正三角形、等腰三角形、直角三角形)的幾何性質。
S-4-13 能理解特殊四邊形(如正方形、矩形、平行四邊形、菱形、梯形)與正多邊形的幾何性質。
S-4-15 能理解三角形和多邊形的相似性質，並應用於解題和推理。
A-4-01 能用符號代表數，表示常用公式、運算規則以及常見的數量關係(例如：比例關係、函數關係)。
A-4-03 能用 x 、 y 、 \dots 符號表徵問題情境中的未知量及變量，並將問題中的數量關係，寫成恰當的算式(等式或不等式)。
A-4-04 能理解生活中常用的數量關係(例如：比例關係、函數關係)，恰當運用於理解題意，並將問題列成算式。
A-4-05 能理解等量公理的意義，並做應用。
A-4-07 能熟練一元一次方程式的解法，並用來解題。
A-4-08 能理解一元一次不等式解的意義，並用來解題。(此題同時具有 A-4-03)
D-4-01 能利用統計量，例如：平均數、中位數及眾數等，來認識資料集中的位置。
D-4-02 能利用統計量，例如：全距、四分位距等，來認識資料分散的情形。
D-4-04 能在具體情境中認識機率的概念。

(二) 第四階段能力指標中，TEPS 試題所占的能力指標比例

1. 數與量內容領域的能力指標 N-4-01~N-4-14 共 14 條，TEPS 試題對應 6 條的指標占了 43%。
2. 幾何內容領域的能力指標 S-4-01~S-4-19 共 19 條，TEPS 試題對應 9 條的指

標占了 47%。

3. 代數內容領域的能力指標 A-4-01~A-4-20 共 20 條，TEPS 試題對應 6 條的指標占了 30%。
4. 資料內容領域的能力指標 D-4-01~D-4-04 共 4 條，TEPS 試題對應 3 條的指標占了 75%。
5. 第四階段能力指標共 57 條，TEPS 試題對應 24 條的指標共占 42%。

由以上 TEPS 數學試題與九年一貫能力指標對應的結果，第四階段能力指標（國中一至三年級）中，TEPS 試題所占的能力指標比例，數與量、幾何和資料都達四成以上的對應比例，資料更達七成以上的對應比例，只有代數較少，占了三成的對應比例。但全部試題所對應的指標數占第四階段能力指標的 42%，即 TEPS 試題在第四階段能力指標所占的比例平均達四成以上。

（三） TEPS 試題所測量的內容領域

研究者將所分析的 56 題 TEPS 試題依據九年一貫能力指標所劃分的數與量、幾何、代數、資料四種內容領域進行說明如下：

1. 「數與量」的內容領域

有 22 題屬於「數與量」的內容領域，佔了全部內容領域的 39.3%；其中第一波共 37 題，其中有 15 題屬於「數與量」的內容領域，佔了第一波數學題內容領域的 40.5%。

2. 「幾何」的內容領域

有 17 題屬於「幾何」的內容領域，佔了全部內容領域的 30.4%；第一波共 37 題，其中有 9 題屬於「幾何」的內容領域，佔第一波數學題內容領域的 24%。

3. 「代數」的內容領域

有 26 題屬於「代數」的內容領域，第一波 37 題中有 19 題編屬於「代數」的內容領域。在此要特別說明，經由分析得到 A-4-02 中有六題 w1-2-01、w1-2-03、w1-2-04、w1-2-14、w1-2-15、w1-2-15 同時具有 N-4-08 之能

力指標，且其分年細目編碼是 7-n-07，屬於數與量的範圍；細看其能力指標內容，「A-4-02 能理解數的四則運算律，並知道加與減、乘與除是同一種運算」內容很像是數與量的範圍，是代數的前導概念，與「N-4-08 能熟練正負數的四則混合運算。」極為相似，也同時屬於分年細目 7-n-07，經研究者與專家們共同討論，決定其編屬於數與量的範圍。故實際屬於代數的題目為 14 題，占全部內容領域題目的 25%，其中第一波共 37 題，其中有 12 題編屬於「代數」的內容領域，佔了第一波數學題內容領域的 32.4% (詳如附件所示)。

4. 「資料」的內容領域

有 4 題屬於「資料」的內容領域，佔了全部內容領域的 7%；第一波數學試題中有 2 題屬於「資料」的內容領域，佔了第一波數學題內容領域的 5%。

由以上分析得知，占最多題數的是數與量的「N-4-08 能熟練正負數的四則混合運算。」共有 10 題，均是屬於 7-n-07；其次是「A-4-02 能理解數的四則運算律，並知道加與減、乘與除是同一種運算。」共有 8 題，但是其中有 6 題與 N-4-08 重複且分年細目也均屬於 7-n-07，原因是 A-4-02 與 N-4-08 兩者概念相近，而 TEPS 試題多屬綜合題型，故在編碼時，若非特別明顯是負數運算，則該題可能會將兩者一併編入。而分年細目 7-n-07 是屬於七年級數與量的部分，因為參加第一波測驗的國中學生是國中一年級學生，也就是七年級的學生，可以看出第一波 TEPS 數學試題剛好也著重在第一冊數與量的部分，屬於七年級的課程範圍。

w1-2-10 的能力指標包含 S-4-01、A-4-03、A-4-07，即包含幾何領域和代數領域，因為其題型為幾何，但亦可運用代數方法列式解題，故可以屬於兩種領域。因此，在計算 TEPS 數學試題領域分配時，幾何與代數部分須各自計算 w1-2-10 這題進去，但當要計算總合時，則必須將此題與所佔的比例扣到才能符合總數。本研究之 TEPS 數學試題內容領域分配如下表：

表 7 TEPS 數學試題內容領域分配表

	數與量		幾何		代數		資料		-w1-2-10	總合
	題數	%	題數	%	題數	%	題數	%		
總共分析 56 題	22 題	39.3 %	17 題	30.4 %	14 題	25%	4 題	7.1 %	-1 題 -1.8%	56 題 100%
第一波 37 試題	15 題	40.54 %	9 題	24.32 %	12 題	32.43 %	2 題	5.41 %	-1 題 -2.7%	37 題 100%

由表 7 可以看出，在所有題型中數與量的內容領域在題目的分配上占最多達 39.3%，其次是幾何的內容領域占 30.4%，第三是代數領域的題目占 25%，最少的是資料內容領域的題目只有 7.1%。而第一波的題目中，仍然以數與量內容領域的題目占最多數達 40.54%，其次則為代數內容領域的題目 32.43%，第三為幾何內容領域的題目 24.32%，最後仍為資料內容領域的題目占 5.41%。當時第一波所測的國一學生，他們所學的第一冊與第二冊數學課程安排即是數與量、代數等兩個領域，而幾何領域編屬於國二第四冊才有的課程內容。因此第一波中的題目以數與量、代數兩個領域居多的情況是相當符合當時學生所學的課程內容。到第二波追蹤試題則是針對已測過第一波的學生來測驗，且第二波實施時那些學生已經是國三學生，幾何領域的分佈是在當時課程的第四冊和第五冊，而第二波測驗幾何內容領域的題目也增加到比代數領域還多。由 TEPS 數學試題在各內容領域的安排比例，可看出相當符合當時的課程安排，因此，學生在 TEPS 測驗的能力表現，應也可反映出當時學生在數學課程上的能力表現。

(四) TEPS 試題所能測得的課程內容

本研究根據 TEPS 數學試題與 83 年版數學教科書所對應的能力指標進行分析，先依四個內容領域之能力指標，列出其所對應的 TEPS 試題與課程內容之教學目標，進行比對分析結果發現，TEPS 數學試題除了 w2-1-16、w1-1-14 兩題所對應的能力指標和分年細目，在 83 年版課程內容中並沒有教學目標與之相對應，其餘 TEPS 數學試題均有與之相對應的課程內容。

w2-1-16 該題對應到的能力指標為「S-4-13 能理解特殊四邊形(如正方形、矩形、平行四邊形、菱形、梯形)與正多邊形的幾何性質。」、分年細目「9-s-11 能理解正多邊形的幾何性質(含線對稱、內切圓、外接圓)。」，w1-1-14 所對應

的能力標為「A-4-08 能理解一元一次不等式解的意義，並用來解題。」、分年細目為「7-a-16 能由具體情境中列出簡單的一元一次不等式。」；再次比對 83 年版的數學課本內容，發現沒有「正多邊形內切圓、外接圓的幾何性質」及「簡單的一元一次不等式。」，此兩項為 TEPS 數學試題沒有對應的課程內容。

(五) 比較 TEPS 所測得的課程內容與數學教科書的課程內容

首先依六冊 83 年版數學課本，列出其有涵蓋 TEPS 試題的課程內容之教學目標，再根據有 TEPS 試題單元數與所有課程單元數的比例來計算 TEPS 數學試題所涵蓋的課程比例。83 年版數學課本全部六冊共 63 個單元，全部 56 題 TEPS 數學試題扣掉教科書課程內容沒有的 w2-1-16、w1-1-14 兩題，課程有涵蓋的 TEPS 試題共有 54 題，茲將各冊單元課程比例、TEPS 試題在各冊分布的課程比例及各冊所含試題比例之分析結果，分述如下並整理於表 8：

1. 第一冊全部 12 個單元，TEPS 試題分布於其中的 7 個單元，所以第一冊占全部課程比例為 19%，TEPS 數學試題在第一冊分布的課程比例為 58.3%。54 題 TEPS 數學試題中有 22 題在第一冊，所以第一冊所占的試題比例為 40.7%。
2. 第二冊全部 10 個單元，TEPS 試題分布於其中的 3 個單元，所以第二冊占全部課程比例為 15.9%，TEPS 數學試題在第二冊分布的課程比例為 30%。54 題 TEPS 數學試題中有 3 題在第二冊，所以第二冊所占的試題比例為 5.6%。
3. 第三冊全部 14 個單元，TEPS 試題分布於其中的 2 個單元，所以第三冊占全部課程比例為 22.2%，TEPS 數學試題在第三冊分布的課程比例為 14.3%。全部 54 題 TEPS 數學試題中有 5 題在第三冊，所以第三冊所占的試題比例為 9.3%。
4. 第四冊全部 13 個單元，TEPS 試題分布於其中的 7 個單元，所以第四冊占全部課程比例為 20.6%，TEPS 數學試題在第四冊分布的課程比例為 53.8%。全部 54 題 TEPS 數學試題中有 11 題在第四冊，所以第四冊所占的試題比例為 20.4%。

5. 第五冊全部 7 個單元，TEPS 試題分布於其中的 1 個單元，所以第五冊占全部課程比例為 11.1%，TEPS 數學試題在第五冊分布的課程比例為 14.3%。全部 54 題 TEPS 數學試題中有 2 題在第五冊，所以第五冊所占的試題比例為 3.7%。
6. 第六冊全部 7 個單元，TEPS 試題分布於其中的 4 個單元，所以第六冊占全部課程比例為 11.1%，TEPS 數學試題在第六冊分布的課程比例為 57.1%。全部 54 題 TEPS 數學試題中有 11 題在第六冊，所以第六冊所占的試題比例為 20.4%。

表 8 TEPS 試題與各冊課程分布比例表

	第一冊	第二冊	第三冊	第四冊	第五冊	第六冊
各冊單元數占全部課程 63 個單元數比例	19%	15.9%	22.2%	20.6%	11.1%	11.1%
試題分布於各冊的課程比例	58.3%	30%	14.3%	53.8%	14.3%	57.1%
各冊所含試題比例	40.7%	5.6%	9.3%	20.4%	3.7%	20.4%

註：「試題分布於各冊的課程比例」指的是各冊涵蓋 TEPS 試題的單元數占各冊單元總數的比例；「各冊所含試題比例」指的是 TEPS 分布在各冊的題數占涵蓋到課程的全部試題(54 題)的比例。

由表 8 可以看出，83 年版數學教科書各冊涵蓋 TEPS 試題的單元數，第一冊所占課程比例最高達 58%，而 TEPS 試題主要分布在第一冊達 40.7%，從第一波的測驗對象國一學生來看，TEPS 試題著重在第一冊的課程範圍，試題涵蓋數最多的也是第一冊，應該可以測到國一學生的課程學習表現。

二、從 TEPS 試題探討學生的課程學習表現

依據上述 TEPS 相關之數學試題所對應之九年一貫能力指標，探討學生在 TEPS 試題所對應的九年一貫數學內容領域的表現，研究者以第一波國中一年級學生為對象，將試題所屬之內容領域進行整理分析，包含各題的答對率、鑑別度、

點二系列相關(γ_{pbi}^4)，以瞭解課程內容對應之分年細目安排是否適當。本研究第一波數學試題共 37 題，茲將學生在第一波 TEPS 試題測驗結果，分析其所得各內容領域的平均答對率與鑑別度，結果如下表所示：

表 9 TEPS 第一波數學試題內容領域之答對率與鑑別度表

項目	數與量	幾何	代數	資料
平均答對率	48.7%	49.8%	57.3%	83.3%
鑑別度	42%	37%	45%	31%

從上表可以看出，學生在「數與量」與「幾何」的平均答對率相當接近，接近五成。在資料的平均表現最好，答對率為 83.3%。以下分別就第一波國中一年級學生在各內容領域中，試題答對率、鑑別度與點二系列相關(γ_{pbi})的分析結果進一步說明。

(一) 學生在「數與量」試題的表現

TEPS 試題在「數與量」內容領域共計 15 題，答對得 1 分，答錯 0 分，不倒扣的方式，故總分 15 分。此波學生在此領域之平均分數為 7.36，平均答對率為 48.71%。

1. 國一課程範圍內的試題表現較佳

表 10 列出的是屬於學生在「數與量」領域的各題試題分析結果。從表 10 可發現對應到分年細目 7-n-07 之試題之表現較好，代表符合 7 年級即國一課程的試題，在第一波國一學生的測驗表現較佳，其中又以 w1-2-01、w1-2-03 和 w1-2-04 表現尤佳，答對率均在 75% 以上，只有第 w1-1-18 雖屬 7 年級之試題，但答對率僅 24.7%，鑑別度亦差，其所對應的能力指標均為「N-4-08 能熟練正負數的四則混合運算。」與「A-4-02 能理解數的四則運算律，並知道加與減、乘與除是同一種運算。」。這些「數與量的四則混合計算」的題目，在課程內容屬於第一冊第一單元「1-1 正數與負數、1-4 整數的加減法、1-5 整數的乘法」範圍中。

⁴點二系列相關(γ_{pbi})是指題項與總分之間的相關係數，透過此指標可以瞭解答對 i 題者，是否傾向在整個測驗得高分，因此間接顯示該題項是否能區別出得高分者與得低分者。通常認為在測驗中大多數題項的 γ_{pbi} 在 .3 與 .6 之間最佳。

2. 數列問題表現不理想

另發現其在 w1-1-04、w1-1-05、w1-1-06、w1-1-26、w1-1-27 答對率均在 25.8%~30.8%，而其對應的分年細目是 8-n-04，能力指標為「N-4-13 能辨識數列的規則性。」，課程內容為「能舉出等差列的實例，並能判別哪些數列是等差數列。能在等差數列中，指出何者為首項、第二項、…，並能計算其公差。能利用首項和公差計算等差數列的每一項。」，而這些在九年一貫課程是編列在 8 年級的課程中，但是 83 年版數學課程內容是被安排在第六冊的「1-1 等差數列」單元，雖然當時所測的學生在小學五六年級有教過簡單的數列課程，但顯然在第一波學生的表現並不理想，且九年一貫能力指標在第三階段小五小六課程已經沒有簡單的數列課程，根據課程螺旋加深的安排原則，建議考慮到學生在數列的課程學習情況可能較弱，或對數列規則性的判斷較不敏感，對將來是否再度安排簡單數列課程於小學階段，到國中再加深加廣「等差數列及等比數列」的課程是值得考量的。

3. 「數與量」的試題鑑別度

從下表可以得知在內容領域「數與量」的試題中，較具有鑑別度的試題為 w1-2-03、w1-2-04、w1-2-09、w1-2-15，這些題目所對應的分年細目是屬於 7 年級的課程範圍，其 γ_{phi} 均在 .4 與 .5 之間，當這些題目答對時，得到的總分亦較高，顯示該題項能區別出得高分者與得低分者。

表 10 內容領域「數與量」之試題分析

題本順序	題目領域	能力指標	分年細目	內容領域	答對率(%)	鑑別度	γ_{phi}
w1-1-04	一般分析 1	N-4-13	8-n-04	數	26.2	0.31	0.25
w1-1-05	一般分析 2	N-4-13	8-n-04	數	28.2	0.39	0.32
w1-1-06	一般分析 3	N-4-13	8-n-04	數	25.8	0.28	0.2
w1-1-18	一般分析 12	N-4-08	7-n-07	數	24.7	0.26	0.16
w1-1-25	一般分析 16	N-4-13	8-n-04	數	55.3	0.57	0.35
w1-1-26	一般分析 17	N-4-13	8-n-04	數	28.6	0.35	0.23
w1-1-27	一般分析 18	N-4-13	8-n-04	數	30.8	0.32	0.2

w1-2-01	數學 01	A-4-02 N-4-08	7-n-07	數	89.4	0.2	0.29
w1-2-03	數學 03	A-4-02 N408	7-n-07	數	78.3	0.5	0.48
w1-2-04	數學 04	A-4-02 N-4-08	7-n-07	數	76.4	0.44	0.42
w1-2-09	數學 09	N-4-03 N-4-02	7-n-13 7-n-02	數	62.8	0.55	0.43
w1-2-13	數學 13	N-4-07	7-n-08	數	46.5	0.45	0.31
w1-2-14	數學 14	N-4-08 A-4-02	7-n-07	數	49.5	0.51	0.37
w1-2-15	數學 15	N-4-08 A-4-02	7-n-07	數	62.1	0.63	0.48
w1-2-18	數學 18	N-4-08 A-4-02	7-n-07	數	46	0.55	0.38
平均值					48.71	0.42	0.32

(二) 學生在「幾何」試題的表現

TEPS 試題在「幾何」內容領域共計 9 題，此波學生在此領域之平均分數為 4.5，平均答對率為 49.81%。從下表之分年細目可以發現此內容領域幾乎皆屬於 8 年級的範圍，其中 w1-1-08、w1-1-09 表現較差答對率分別為 39.2%、27.4%，所對應的能力指標為「S-4-08 能理解線對稱圖形的幾何性質，並應用於解題和推理。」、分年細目為「8-s-06 能理解線對稱的意義，以及能應用到理解平面圖形的幾何性質。」。其次是 w1-1-16、w1-1-17 兩題表現亦不佳答對率分別為 41.3%、43.5%，所對應的能力指標為「S-4-11 能理解一般三角形的幾何性質。」、分年細目為「8-s-10 能理解三角形的基本性質。」，這些幾何的對稱概念和三角形基本幾何性質亦安排在國二 8 年級的課程中，雖然國小階段已有簡單的幾何介紹與計算，但是從這些題目的表現，可見國一學生對圖形的對稱概念較弱，對三角形的基本幾何性質之應用可能還不是很理解。

其餘題目之答對率幾乎近一半，尤以 w1-2-08 表現最好。就能力指標「S-4-04 能利用形體的性質解決幾何問題。」及分年細目「8-s-19 能熟練計算簡單圖形及其複合圖形的面積。」來看，可能小學階段已經學過簡單幾盒面積的計算，所以這方面題目的表現不錯。

較具鑑別度的試題為 w1-2-08、w1-2-12 其 γ_{pbi} 0.46 及 0.39；其餘幾何題項之 γ_{pbi} 均小於 .3 鑑別度偏低。

表 11 內容領域「幾何」之試題分析

題本順序	題目領域	能力指標	分年細目	內容領域	答對率(%)	鑑別度	γ_{pbi}
w1-1-07	一般分析 4	S-4-08	8-s-06	幾何	53	0.37	0.19
w1-1-08	一般分析 5	S-4-08	8-s-06	幾何	39.2	0.43	0.27
w1-1-09	一般分析 6	S-4-08	8-s-06	幾何	27.4	0.32	0.17
w1-1-16	一般分析 10	S-4-11	8-s-10	幾何	41.3	0.27	0.06
w1-1-17	一般分析 11	S-4-11	8-s-10	幾何	43.5	0.32	0.14
w1-2-08	數學 08	S-4-04	8-s-19	幾何	71.4	0.53	0.46
w1-2-12	數學 12	S-4-09	8-s-07	幾何	65.5	0.47	0.39
w1-2-10	數學 10	S401 A403 A407	8s02 8s03 7a03	幾何代數	56.9	0.35	0.26
w1-2-16	數學 16	S-4-08	8s06 8s14	幾何測量	50.1	0.30	0.2
平均值					49.81	0.37	0.24

(三) 學生在「代數」試題的表現

TEPS 試題在「代數」內容領域共計 12 題，此波學生在此領域之平均分數為 6.95，平均答對率為 57.29%。從下表之分年細目可以發現此內容領域幾乎皆屬於 7 年級的範圍，因此表現在平均水準之上，除 w1-1-14、w1-2-20 的 γ_{pbi} 值較低外，其餘試題之難度和鑑別度都相當適中，因為代數課程內容大多安排於 7 年級，且 TEPS 試題中代數領域集中在能力指標 A-4-01、A-4-03、A-4-04、A-4-05、A-4-07、A-4-08 等六條，所測題目並不偏離 7 年級的代數課程，可見符合課程的試題，學生表現較佳。

表 12 內容領域「代數」之量化分析

題本順序	題目領域	能力指標	分年細目	內容領域	答對率 (%)	鑑別度	γ_{pbj}
w1-1-13	一般分析 7	A-4-02	7-n-07	代數	56.3	0.48	0.32
w1-1-14	一般分析 8	A403 A408	7-n-07 7-a-16	代數	41.9	0.31	0.17
w1-1-15	一般分析 9	A-4-02	7n07 7n13 7a02	代數	40.8	0.45	0.31
w1-1-22	一般分析 13	A-4-01	7-a-09	代數	72.8	0.41	0.32
w1-1-23	一般分析 14	A-4-01	7-a-09	代數	66	0.53	0.4
w1-1-24	一般分析 15	A-4-01	7-a-09	代數	50.3	0.62	0.42
w1-2-06	數學 06	A-4-07	7-a-05	代數	79.5	0.42	0.43
w1-2-07	數學 07	A405 A407	7-a-04	代數	71	0.58	0.51
w1-2-10	數學 10	S401 A403 A407	8s02 8s03 7a03	幾何代數	56.9	0.35	0.26
w1-2-11	數學 11	A-4-03 A-4-04 A-4-07	7-a-03 7-a-02	代數	71.3	0.62	0.54
w1-2-19	數學 19	A-4-03	7-a-03	代數	39.5	0.4	0.29
w1-2-20	數學 20	A-4-07 A-4-03	7-a-03 7-a-05	代數	41.2	0.22	0.14
平均值					57.29	0.45	0.34

(四) 學生在「資料」的表現

TEPS 試題在「資料」內容領域共計 2 題，此波學生在此領域之平均分數為 1.67，平均答對率為 83.3%。雖然此兩題在九年一貫課程安排在 9 年級數學課程中，不過，由於受試學生在小學階段已經學過簡單的統計與機率，這兩題的命題內容也是屬於簡單的統計與機率，所以學生表現不錯，但是 97 年版九年一貫小學階段能力指標已經將簡單機率拿掉，針對生活統計與簡單機率的課程的安排，尚須再蒐集其他資訊再進行調整。

表 13 內容領域「資料」之量化分析

題本順序	題目領域	能力指標	分年細目	內容領域	答對率(%)	鑑別度	點二系列相關(γ pbi)
w1-2-02	數學 02	D404	9d05	資料	80	0.35	0.36
w1-2-05	數學 05	D402	9d01	資料	86.6	0.27	0.35
平均值					83.3	0.31	0.355

三、學生的數學能力表現及發展軌跡

在本研究分析的追蹤樣本 CP 中，第一波至第四波釋出的有效樣本分別為 15551，14566，3681 及 3555 筆，綜合這些資料所算出的學生數學測驗平均 IRT 值分別約為-0.04，0.57，2.01，1.87 分。若檢視四波皆有成績的學生（共 2847 位），其平均數學分數則為 0.42，1.20，1.99 及 1.84 分，較包含遺漏值（在任一或多波以上分數有所缺漏）時所計算的分數為高。由這些平均數看來，學生數學分析能力由第一波至第二波是增長的，在國三至高二間的成長則較前一段（國一至國三）更為快速，但高二至高三卻有停滯甚至退步的現象。圖 3 呈現由四波皆有成績的 2847 位學生中隨機抽取 50 位學生所繪製出來的數學能力發展曲線圖。每位學生都有國一至高三期間的數學能力發展軌跡曲線。由此圖可看出，學生的發展軌跡似乎存在個別差異：有些學生在國一時能力中等，但能力持續增長至高三；有些學生至高二的數學分數持續成長，但至高三卻有突然下降的趨勢，也有學生國一至國三間分數下降，至高二才有回升的現象。

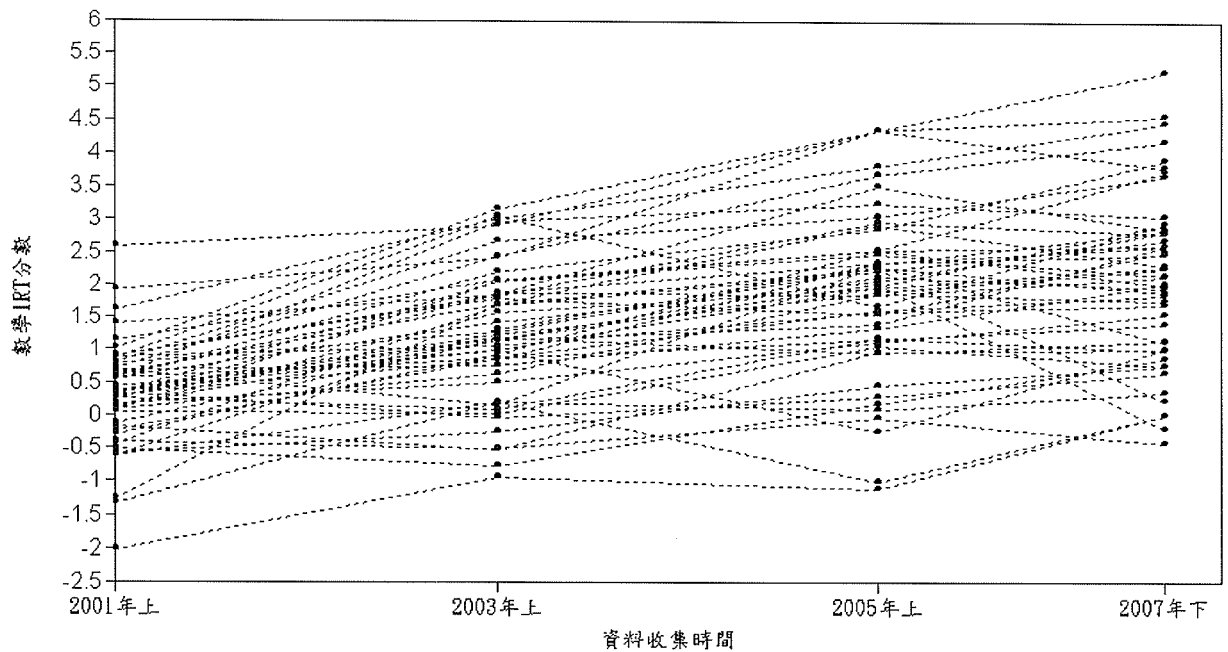


圖 3 50 位隨機抽樣的學生在四波數學分析能力的分數軌跡圖

我們比較了幾種潛在生長曲線模型來嘗試解釋學生在這 7 年間的數學能力的發展趨勢，包括直線、非直線(non-linear)及分段式成長模型(piecewise growth models, 以下簡稱 PGM)等，所比較的非直線成長模型包括二次式(quadratic)，自由估計幾個時間波段(time steps)，對數(logarithm)及指數(exponential)函數轉換等，結果發現有兩個 PGM 模型（以下簡稱 PGM1，PGM2）較符合且能解釋由資料所觀察到學生數學能力成長趨勢。本研究依據模型應用性、理論以及對實際資料的觀察，選擇 PGM2 進行進一步的分析，兩模型的比較及較詳細的說明列在附錄 1，詳細的模型估計結果則參見附錄表 1-1，以下僅簡要解釋 PGM2 的分析結果。

在 PGM2 模型中，我們使用三個潛在變項來解釋學生由國中至高中的數學能力發展。第一個是截距 (intercept, 簡稱 I)，由於 PGM2 所設定的分數參照點是國一，因此截距分數代表國一時的成績表現。另外兩變項則代表兩段不同時期的成長率 (growth rates)，第一波段是從國一至高二的成長率（主要代表國中時期的成長率，於本研究簡稱 S1），第二波段則代表高二至高三時期的成長率（主要代表高中時期的能力成長率，簡稱 S2）。分析出來的截距與兩段斜率平均估計值分別為 0，.601 ($p < .01$) 與 $-.208$ ($p < .01$)，顯示在國一時，學生之數學平均 IRT 分數為 0，國一至高二間之平均成長率 S1 為 601，為顯著的正向成長，而高

二至高三間則有顯著的滑落現象。

而由成長率的變異數估計值來看，S1 及 S2 皆有顯著的學生個別差異，變異數估計值分別為.12 及.91，達統計顯著。共變異數的估計值則顯示國一初始數學分數與 S1 及 S2 的成長率呈顯著正相關，也就是國一初始數學能力較好的學生，其國中成長率（S1）較高（ $r=.28$ ），高中成長率也較高（ $r=.20$ ）。除了 S1 與 S2 有顯著個別差異外，學生的初始（2001 年，即國一時期）能力表現也有顯著性的個別差異，以下我們將加入個人背景及家庭變項來探討影響學生數學成績及成長率的因素，也由於分析的變項相當多，若使用表列刪除法將會喪失太多樣本數，因此使用遺漏值資料分析方法，將所有資料皆納入分析。

四、影響學生數學能力表現及發展的個人及家庭因素

基於理論及變項間的因果關聯架構，本研究使用區組(block)的方式逐步加入個人背景/家庭社經、家庭資源、學生教育期望及學習態度等變項。總共分成四個區組，以瞭解變項間的關聯及對學習表現的影響。第一群為學生性別、族群、父母親教育程度及家庭每月收入等家庭社經及背景變項，由於這些變項不受其它預測變項的影響，因此放入最初分析的區組中。第二群為家庭資源相關因素，例如父母親社會資本，家長參與學校活動，文化資本，財務資本，補習時間及家長教育期望等。第三組放入的變項為學生教育期望及能力期望，過去文獻提出家長教育期望是透過學生教育期望來影響學習表現，因此，本研究將家長教育期望及學生教育期望分為不同區組放入模型中，藉此探討學生教育或能力期望是否有中介作用。最後放入的區組是學習態度，包括家長評量及教師評量的學生學習態度。

（一）檢視第一波變項對國一能力表現、國中時期及高中時期能力發展的影響

我們使用第一波的學生個人及家庭變項分別預測學生於國一時的數學能力表現、國一至高二時的數學能力成長率（S1）及高二至高三的數學能力成長率（S2）。表 14 呈現的是使用第一區組變項（個人及家庭社經變項；為表 14 中的 Model 1）及加入第二區組變項（家庭資源、補習時間及家長教育期望；為表中的 Model 2）的分析結果。Model 1 的結果顯示，除男女生的國一數學能力無顯著差異外，族群及家庭社經因素皆對國一數學能力有顯著影響：閩南人的數學表現高於客家人、外省人，及原住民；父母親教育程度高、全家收入高的學生，其

國一數學能力也較強，這些變項共解釋 18% 的國一數學能力表現變異量。在對 S1 的影響上，性別仍無顯著差異，閩南人在國中時期的能力成長率顯著高於原住民、外省人及客家人；父母親教育程度高、全家收入高的學生，其 S1 也愈高。這些個人及家庭社經變項對高中數學能力的成長率 S2 則較無影響，僅有母親教育程度及性別達到顯著 ($p < .05$)：女生於高中的成長率高於男生，母親教育程度愈高，其子女於高中時的成長率也較高。

在加入家庭資源後 (Model 2)，可看到家庭社經、母親社會資本、文化資本、財務資本、補習時間、以及家長教育期望對國一數學能力的影響顯著，但家庭社經對成績表現的影響程度皆較 Model 1 減低。例如，全家收入對國一數學能力程度的迴歸係數估計值 b 由 .117 降至 .052，雖然仍有顯著的直接效果，但顯示家庭收入可能透過家庭資源、補習時間或家長教育期望等變項來間接影響成績表現；同樣地，父母親教育程度雖然對國一成績表現的影響仍達顯著，但迴歸係數估計值皆減低。由此顯示家庭資源的確於家庭社經影響學生能力表現間扮演中介角色。進一步比較 Model 2 各預測變項的影響力：家長教育期望的標準化迴歸係數 (以下簡稱 β) 估計值為 .281 最高，父親、母親教育程度、及全家收入的 β 值分別為 .13，.10 及 .04，文化及財務資本的 β 值則各有 .07 與 .03。此外，值得注意的是補習時間與其平方項的 β 分別為 .279 及 -.164，顯示顯示補習時間與國一數學能力表現呈曲線相關，與劉正 (2006) 等人的發現一致，補習時間太長反而對學業表現有減分的情形。綜合來說，加入家庭資源與家長教育期望變項，對國一數學表現能解釋的變異量比例由 .18 提升至 .30。

對 S1 的影響也有類似的發現，在加入家庭資源及家長教育期望後，文化資本與家長教育期望對 S1 的影響顯著 (β 分別為 .07 及 .20)，但母親教育程度的影響由原本 Model 1 的顯著轉為 Model 2 中的不顯著，對 S1 不再有顯著直接效果，這也顯示家庭資源或家長教育期望可能扮演在母親教育程度影響 S1 間的中介角色。父親教育程度則仍具直接影響力 ($\beta = .11$)，加入家庭資源、補習時間及家長教育期望等變項對國中時期的成長量 S1 能解釋的 R^2 也由 .07 增加至 .14。加入家庭資源等變項對 S2 的解釋力則增加不大，僅有補習時間達單尾顯著，且和 Model 1 相同，僅能解釋 2% 的變異量。會影響高中成長率 S2 的個人、家庭社經及資源變項主要是性別、母親教育程度，以及國一的補習時間。

表 14 加入個人、家庭社經因素及家庭資源變項的逐步預測分析

預測變項	Model 1			Model 2		
	國一數學能力	S1	S2	國一數學能力	S1	S2
女性	0.006(0.020)	-0.012(0.014)	0.105(0.047)*	-0.023(0.019)	-0.02(0.015)	0.102(0.047)*
客家人	-0.178(0.034) **	-0.075(0.031) *	0.046(0.08)	-0.145(0.033) **	-0.07(0.031)*	0.050(0.081)
外省人	-0.088(0.037) *	-0.064(0.028) *	-0.01(0.076)	-0.079(0.033) *	-0.066(0.028) *	-0.016(0.075)
原住民	-0.75(0.051)* *	-0.162(0.035) **	-0.104(.199)	-0.579(0.047) **	-0.133(0.036) **	-0.124(0.199)
父親教育程度	0.069(0.005)* *	0.018(.004)**	0.01(0.012)	0.042(.005)**	0.013(0.004)* *	0.01(0.012)
母親教育程度	0.061(0.005)* *	0.012(0.005)* *	0.03(0.013)*	0.036(0.005)* *	0.006(0.005)	0.029(0.014)*
全家收入	0.117(0.012)* *	0.026(0.01)**	0.007(0.03)	0.052(0.011)* *	0.017(0.009) [†]	0.012(0.031)
父親社會資本				-0.004(0.014)	-0.006(0.011)	-0.001(0.036)
母親社會資本				0.051(0.015)* *	0.021(0.012) [†]	0.012(0.04)
家長參加學校活動				-0.005(0.013)	-0.001(0.01)	-0.028(0.028)
文化資本				0.035(0.006)* *	0.012(0.005)*	0.007(0.015)
財務資本				0.009(0.004)*	-0.005(0.003)	-0.015(0.01)
補習時間				0.204(0.039)* *	0.056(0.029) [†]	0.189(0.097) [†]
補習時間平方				-0.021(0.007) **	-0.006(0.005)	-0.033(0.016) *
家長教育期望				0.133(0.006)* *	0.036(0.005)* *	0.013(0.017)
學生教育期望						
學生能力期望						

數學老師 評量學習 態度						
家長評量 學習態度						
R2	.18	.07	.02	.30	.14	.02

註：* p<.05; ** p<.01; † p<.05(單尾顯著)。細格中呈現的是未標準化的迴歸係數 b，括號內為此係數的標準誤估計值。

表 15 呈現的是使用第三區組變項(學生教育與能力期望;為表 15 中的 Model 3) 及加入第四區組變項(數學教師評量及家長評量學生學習態度;為表中的 Model 4) 的分析結果。Model 3 所加入的學生教育與能力期望都達統計顯著性，顯示此兩變項對國一數學表現有正向影響 (β 分別為.19 及.15)。比較 Model 2 與進一步加入學生教育與能力期望變項的 model 3，可看出原本於 Model 2 顯著的母親社會資本及財務資本，在 Model 3 中轉為不顯著。文化資本，補習時間及家長教育期望雖然都還有正向顯著的影響，但強度都較 Model 2 減弱，顯示這些變項可能透過學生教育與能力期望來影響成績表現。

在納入學生教育與能力期望後，性別變項的係數估計值為-.048，且達統計顯著性(p<.05)，顯示在控制家庭資源、尤其是學生教育與能力期望等變項後，男學生在國一的數學能力表現是優於女學生的。

對 Model 3 的 S1 有顯著(雙尾)預測力的變項為族群、父親教育程度、文化資本、家長教育期望、以及學生的教育期望與能力期望。加入學生教育及能力期望對國一數學能力表現(I)的解釋力提升較有幫助(由.30 提升至約.37)，但對 S1 與 S2 的變異量解釋力增加不大。對 S2 較有影響的因素仍為：性別、母親教育程度、及補習時間(單尾顯著)。

表 15 加入學生教育期望及學習態度的逐步預測分析

預測變項	Model 3			Model 4		
	國一數學能力	S1	S2	國一數學能力	S1	S2
女性	-0.048(0.019) *	-0.023(0.014)	0.098(0.047)*	-0.161(0.017) **	-0.055(0.014) **	0.077(0.048)
客家人	-0.144(0.03)*	-0.072(0.031)	0.050(0.081)	-0.13(0.026)*	-0.066(0.03)*	0.051(0.08)

	*	*		*		
外省人	-0.073(0.031) *	-0.066(0.028) *	-0.014(0.075)	-0.037(0.03)	-0.057(0.027) *	-0.009(0.075)
原住民	-0.583(0.046) **	-0.135(0.036) **	-0.123(0.199)	-0.452(0.044) **	-0.098(0.04)*	-0.119(0.195)
父親教育程度	0.034(0.005)* *	0.011 (0.004)**	0.009(0.012)	0.031(0.005)* *	0.011(0.004)* *	0.009(0.012)
母親教育程度	0.03(0.005)**	0.005(0.004)	0.028(0.014)*	0.029(0.004)* *	0.005(0.004)	0.028(0.014)*
全家收入	0.042(0.011)* *	0.015(0.009)	0.011(0.031)	0.04(0.011)**	0.013(0.009)	0.008(0.031)
父親社會資本	-0.025(0.013) [†]	-0.009(0.011)	-0.005(0.036)	-0.039(0.013) **	-0.014(0.011)	-0.009(0.037)
母親社會資本	0.014(0.015)	0.014(0.012)	0.007(0.041)	-0.011(0.013)	0.007(0.012)	0.004(0.04)
家長參加學校活動	-0.005(0.012)	-0.001(0.01)	-0.028(0.028)	-0.007(0.012)	-0.002(0.01)	-0.032(0.028)
文化資本	0.024(0.006)* *	0.01(0.005)*	0.006(0.015)	0.014(0.005)* *	0.007(0.005)	0.004(0.015)
財務資本	0.006(0.004)	-0.005(0.003) [†]	-0.015(0.01)	0.001(0.003)	-0.006(0.003) [†]	-0.017(0.01) [†]
補習時間	0.167(0.037)* *	0.047(0.029) [†]	0.183(0.097) [†]	0.088(0.033)* *	0.025(0.028)	0.174(0.097) [†]
補習時間平方	-0.017(0.006) **	-0.005(0.005)	-0.032(0.016) *	-0.008(0.006)	-0.002(0.005)	-0.03(0.016) [†]
家長教育期望	0.092(0.006)* *	0.026(0.005)* *	0.009(0.018)	0.061(0.006)* *	0.018(0.005)* *	0.004(0.018)
學生教育期望	0.073(0.006)* *	0.014(0.005)* *	0.012(0.016)	0.045(0.006)* *	0.006(0.005)	0.006(0.016)
學生能力期望	0.052(0.006)* *	0.014(0.004)* *	0.005(0.014)	0.028(0.005)* *	0.007(0.004)	0.001(0.014)
數學老師評量學習態度				0.618(0.019)* *	0.184(0.016)* *	0.082(0.048) [†]
家長評量				0.176(0.018)*	0.057(0.014)*	0.056(0.048)

學習態度				*	*)
R2	.37	.16	.03	.54	.28	.03

註：* p<.05; ** p<.01; † p<.05(單尾顯著)。細格中呈現的是未標準化的迴歸係數 b，括號內為此係數的標準誤估計值。

控制學習態度變項後（見表 15 的 Model 4），性別間在國一數學能力上的差異更為顯著，男生的能力表現優於女生 (p<.01)，閩南人與外省人的差異無顯著差異，父親教育程度、家長教育期望、學生教育期望、學生能力期望對 I 的影響雖然減低，但仍達到顯著 (β 分別為 .10, .13, .12, .08)，數學教師評量及家長評量學生學習態度所估計的 β 值則分別為 .42 與 .10，能解釋 I 的變異量比例大幅提高至 .54。不過，一個較意外的結果是在控制學習態度後，父親社會資本數學能力的負向顯著估計值 (b=-.04, p<.01)，由於社會資本分數是由三題題目平均而成，內容包含「爸爸會不會和你談升學或就業的事情」及「爸爸會不會看你的作業或考卷、瞭解你的學習情況」等題目，這顯示對學習態度相當的學生來說，父親愈常關心課業或升學狀況，其子女的數學表現愈不理想；但是否也可能是學生的成績表現不理想，使得父親較常關心課業狀況？這兩變項間的影響關聯還需更進一步的研究檢視。

Model 4 中對 S1 有顯著影響的變項為：性別（女學生之數學能力成長量低於男生），外省、客家與原住民學生的數學能力發展斜率要較閩南人為低，父親教育程度與家長教育期望愈高，學生之數學能力發展斜率也較高。無論是數學教師或家長所評量的學生學習態度，對國一數學能力及國中時期之成長率 S1 皆有正向顯著影響 (β 分別為 .33 及 .09)，數學教師所評量的學生學習態度較家長所評定的學習態度有預測力。值得注意的是，學生教育及能力期望對 S1 的影響，則在加入學習態度變項後，由顯著轉為不顯著。整體所解釋的變異量則提升至 .28。

在 Model 4 中對 S2 的預測部份，新加入的數學老師評量學生學習態度變項僅達單尾顯著 (b=.082, β =.06)，對整體解釋力及其他變項的係數估計值影響不大，但值得注意的是，當控制學習態度後，男女學生在 S2 上的差異轉為不顯著。也就是於 Model 1 至 Model 3 的分析中，女生的 S2 成長率都高於男生（若是以滑落程度來說，女生的滑落程度不若男生多），但對學習態度相同（控制學

習態度後)的男女學生而言，這差異不再顯著。

(二) 檢視第三波變項對高中數學能力成長的影響

本研究所納入的個人及家庭因素變項總和起來對國一數學能力(I)的解釋百分比達54%，對國一至高二時期成長率S1變異量的解釋百分比為28%，對高中時期的能力成長率S2解釋力最差，僅有3%。綜合這些分析結果，第一波測量時期所收集的個人及家庭變項對高中時期的學習表現成長率預測力不強，因此，本研究加入第三波變項，也就是學生高二時所蒐集的家庭資源及教育期望等變項，來檢視其對高中學生能力成長的影響力。在分析上，我們仍依據區組分析的架構，逐步加入第三波測量收集的變項來檢視影響S2的因素，結果請見表16。

由表16的結果看來，高二時期測量的父親社會資本、補習時間、家長教育期望、學生能力期望及數學教師評量的學習態度對高中時期的數學能力成長有顯著的正向影響，值得注意的是國一測量的父親社會資本對國中時期的成長率有負向影響(見表15之Model 4)，但由表16的結果看來，高二時測量的父親社會資本，即使控制了其他變項後，對高中之能力成長率仍有顯著的正向影響。此外，高二補習時間對高中能力成長率的影響與國中時間觀察的結論相當接近。補習時間平方的迴歸係數為負值，顯示高中與國中時期一致，補習時間若是過多，對能力的發展反而減分。加入第三波測量的家庭資源與教育期望變項後，對S2的解釋比例提升至10%。此外，由表16的三個模型可看出性別在高中成長率S2上有差異，而且這性別差異在控制家庭資源、教育期望及學習態度等變項後仍達顯著：此迴歸估計值為正值，顯示女生在高二至高三的數學能力成長率上優於男生。不過，在表16的分析結果，性別在Step 3的係數估計值較Step 2稍減，由.01的顯著水準提高到.05，這結果可和表15的Model 4結果相對照，在控制無論是國中或高中教師評量的學習態度後，男女生在高中成長率的差異都有所降低。

(三) 比較國中與高中能力成長的影響機制

對照(Model 2 & Step 1)預測S1的顯著變項為：族群，父親教育程度(標準化迴歸係數 $\beta=.11$)、文化資本($\beta=.07$)及家長教育程度($\beta=.2$)，值得注意的是補習時間的 β 估計值也有.21。而預測S2的顯著變項為性別(女生高於

男生.15 個標準差單位)，W3（第三波）補習時間（ $\beta=.53$ ，平方項的 $\beta=-.4$ ）及 W3 家長教育期望（ $\beta=.16$ ）。結果顯示無論對國中或高中時期的成長率而言，家長在“那時期”的教育期望皆會對學生的數學能力成長有正向影響， β 值約在.2 左右，也就是國中（高中）時期的家長教育期望會影響學生國中（高中）能力成長率，但國中時期的家長教育期望並未顯著影響高中成長率。高二補習時間正向且顯著影響高二至高三的數學能力發展，增加一標準單位的補習時間能夠增加.53 個標準單位的 S2 成長率（對照 Model 2 中的國一補習時間對 S1 的 β 值約為.16， $p=.06$ ），不過此影響是曲線的，若補習時間過多，對數學能力發展率反而是減分的。

表 16 使用第三波個人及家庭測量變項來預測 S2

預測變項	Step 1	Step 2	Step 3
女性	0.123(0.05)*	0.141(0.048)**	0.117(0.048)*
客家人	0.070(0.083)	0.067(0.083)	0.080(0.084)
外省人	-0.005(0.074)	0.009(0.074)	0.012(0.074)
原住民	-0.097(0.191)	-0.079(0.182)	-0.003(0.184)
父親教育程度	0.002(0.011)	0.001(0.011)	0.002(0.011)
母親教育程度	0.026(0.014) [†]	0.024(0.014) [†]	0.023(0.014)
全家收入	-0.005(0.031)	-0.008(0.032)	-0.006(0.032)
W1 父親社會資本	-0.021(0.04)	-0.025(0.04)	-0.017(0.04)
W1 母親社會資本	-0.015(0.045)	-0.002(0.045)	-0.002(0.045)
W1 家長參加學校活動	-0.034(0.032)	-0.032(0.031)	-0.028(0.031)
W1 文化資本	-0.002(0.017)	-0.002(0.017)	0.006(0.017)
W1 財務資本	-0.021(0.01)	-0.02(0.01) [†]	-0.019(0.01) [†]
W1 補習時間	0.154(0.099)	0.155(0.099) [†]	0.15(0.098)
W1 補習時間平方	-.029(.016) [†]	-0.029(0.016) [†]	-.028(.016) [†]
W1 家長教育期望	-0.016(0.019)	-0.017(0.02)	-0.015(0.02)
W1 學生教育期望	0.001(0.016)	-0.004(0.017)	-0.002(0.017)
W1 學生能力期望	-0.002(0.014)	-0.011(0.015)	-0.008(0.015)
W1 數學老師評量學習態度	0.016(0.05)	0.002(0.05)	-0.043(0.051)
W1 家長評量學習態	0.028(0.049)	0.011(0.049)	-0.023(0.05)

度			
W3 父親社會資本	0.022(0.052)	0.025(0.053)	0.025(0.052)
W3 母親社會資本	0.035(0.048)	0.032(0.048)	0.029(0.048)
W3 家長參加學校活動	0.015(0.043)	0.005(0.043)	-0.006(0.043)
W3 文化資本	-0.01(0.02)	-0.016(0.02)	-0.02(0.02)
W3 財務資本	-0.02(0.014)	-0.019(0.014)	-0.019(0.014)
W3 補習時間	0.351(0.094)**	0.343(0.094)**	0.337(0.094)**
W3 補習時間平方	-0.048(0.016)**	-0.047(0.016)**	-0.046(0.016)**
W3 家長教育期望	0.053(0.011)**	0.042(0.012)**	0.04(0.012)**
W3 學生教育期望		0.003(0.015)	0.002(0.015)
W3 學生能力期望		0.043(0.015)**	0.037(0.015)*
W3 數學老師評量學習態度			0.202(0.05)**
R2	0.07	0.08	0.10

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；[†] $p < .05$ (單尾顯著)。細格中呈現的是未標準化的迴歸係數 b ，括號內為此係數的標準誤估計值。W1 指的是第一波測量資料，W3 指第三波測量資料。

對照(Model 3 & Step 2) 對國中 S1 而言，在加入學生教育與能力期望後，家長教育期望對 S1 的直接影響減低 ($\beta = .15$)，而學生教育與能力期望對國中時期成長率都有顯著預測力， β 估計值各為 .1 及 .103，能力期望的影響稍微高些。在高中 S2 的部份，在加入 W3 學生教育與能力期望後，家長教育期望的影響也減低，但仍有顯著的直接影響 ($\beta = .13$)，不同的是，學生教育期望迴歸估計值不高，反而是學生能力期望有顯著預測力 ($b = .043$, $\beta = .13$)，此結果顯示在高中時期的數學能力發展上，學生能力期望較學生教育期望有影響力。

在加入第一波數學老師及家長所評量的學習態度後，對國中 S1 的解釋力 R^2 由 .16 提升至 .28，且此兩變項的迴歸係數皆為正向顯著， β 估計值分別為 .33 及 .09，顯示數學老師所評量的學生學習態度對國中時期學生數學能力之成長率影響相當高。在控制學習態度變項後，家長教育期望仍對 S1 有顯著直接影響 ($\beta = .10$, $p < .01$)，但學生教育期望 ($\beta = .04$) 與能力期望 ($\beta = .05$) 則轉為不顯著，有一種可能的解釋方式是學生對自我的高教育或能力期望會影響其學習態度或行為，進而增進其能力成長率；也就是學習態度扮演在學生教育期望與能力

成長間的中介變項。但由於在此使用的教育期望及學習態度來自於同一波資料，尚須更進一步的研究來檢證此類因果關係的推論。

對照加入 W3 學習態度的分析結果（表 16），W3 家長教育期望（ $\beta=.12$ ）與 W3 學習態度（ $\beta=.14$ ）對高中時期成長率亦達到顯著的影響，不同的是，在高中時期，學生能力期望在控制學習態度後仍對 S2 有顯著影響（ $\beta=.11, p<.05$ ），而且補習時間也有顯著影響（ $\beta=.50$ ），補習時間平方項的 β 估計值為 $-.37$ （ $p<.01$ ），顯示補習時間若過多，對數學能力發展率反而是減分的

（四）檢視影響高二能力表現的第一波與第三波變項

在 LGM 模型中，設定不同的時間分數便能改變所欲參照的時間點（截距分數）。若是想要瞭解高二時期（第三波）學生的數學表現、個別差異及影響個別差異的因素，只要重新設定時間分數即可。表 17 呈現的便是以高二數學表現為截距所進行的預測分析，主要欲探討影響高二學習表現的因素，並與影響國一數學表現的因素進行對照比較。

表 17 的 step1 呈現加入第三波家庭資源、學生補習時間及家長教育期望等變項的分析結果，加入這些第三波變項後， R^2 由原本 .54 的提升到 .56。多數在國中測量的個人及家庭因素變項仍然對高二成績有顯著影響；顯著的（ $p<.05$ ）第三波變項包含高二時的補習時間（ $\beta=.19$ ）及家長教育期望（ $\beta=.05$ ）。接下來將學生教育與能力期望加入模型中（表 17 的 step2），結果發現學生能力期望（而非教育期望）對高二成績有顯著影響，W3 家長教育期望對高二分數的直接影響減弱，而其他變項的係數估計值則與 step1 相當接近，兩模型所解釋的 R^2 也差異不大；這顯示學生能力期望可能在家長期望對成績表現的影響中有著中介作用。

最後將教師評量學生學習態度的變項加入（step3），教師評定的學習態度對高二 TEPS 數學成績有顯著影響， β 估計值為 .07（ $p<.01$ ）， R^2 提升到 .58。值得注意的是 W3 家長教育期望的迴歸係數（ $b=.01, \beta=.03, p=.07$ ）轉為雙尾不顯著，W3 學生能力期望的估計值（ $b=.03, \beta=.05, p<.01$ ）也稍微降低。這是否顯示若家長對其子女有較高的教育期望，會促成子女對自我能力的相信及肯定，而自我能力的肯定會促使學生更有意願去學習，有較好的學習態度，進而影響成

績表現？幾位學者（Byrne & Flood, 2005; Lumsden, 1994）的研究中討論到相近的理論與概念，但仍須實徵研究的支持檢證。

（五）比較影響國一與高二數學能力表現的變項

在國一數學能力表現的 Model 4 中，有顯著預測力（ $p < .05$ ）的變項包括性別（男生較女生高.18 個標準單位分數）、族群、父母親教育程度、全家收入、父親社會資本（負向）、文化資本、補習時間、家長教育期望、學生教育與能力期望、教師與家長評量的學習態度等。

表 17 以高二數學能力表現作為截距並加入第三波家庭資源與教育期望變項

預測變項	Step1	Step2	Step3
女性	-0.255(0.035)**	-0.24(0.035)**	-0.262(0.036)**
客家人	-0.273(0.07)**	-0.274(0.07)**	-0.266(0.07)**
外省人	-0.17(0.059)**	-0.16(0.059)**	-0.155(0.058)**
原住民	-0.629(0.101)**	-0.617(0.1)**	-0.568(0.1)**
父親教育程度	0.047(0.009)**	0.047(0.009)**	0.047(0.009)**
母親教育程度	0.037(0.01)**	0.035(0.01)**	0.034(0.01)**
全家收入	0.052(0.02)**	0.049(0.02)*	0.05(0.02)*
W1 父親社會資本	-0.072(0.027)**	-0.074(0.027)**	-0.069(0.027)*
W1 母親社會資本	-0.004(0.028)	0.005(0.029)	0.004(0.029)
W1 家長參加學校活動	0.003(0.025)	0.003(0.025)	0.006(0.025)
W1 文化資本	0.021(0.011) [†]	0.021(0.011) [†]	0.024(0.011)*
W1 財務資本	-0.02(0.008)*	-0.019(0.008)*	-0.019(0.008)*
W1 補習時間	0.128(0.065)*	0.128(0.065)*	0.126(0.064)*
W1 補習時間平方	-0.012(0.011)	-0.012(0.011)	-0.011(0.011)
W1 家長教育期望	0.087(.013)**	0.086(.013)**	0.088(.013)**
W1 學生教育期望	0.054(0.012)**	0.05(0.012)**	0.052(0.012)**
W1 學生能力期望	0.041(0.01)**	0.035(0.01)**	0.037(0.01)**
W1 數學老師評量學習態度	0.974(0.037)**	0.963(0.037)**	0.928(0.038)**
W1 家長評量學習態度	0.279(0.033)**	0.264(0.034)**	0.239(0.034)**
W3 父親社會資本	0.004(0.038)	0.006(0.038)	0.007(0.038)
W3 母親社會資本	-0.001(0.034)	-0.003(0.034)	-0.005(0.033)
W3 家長參加學校活動	-0.052(0.028) [†]	-0.056(0.028)*	-0.062(0.027)*
W3 文化資本	0.017(0.018)	0.012(0.018)	0.009(0.018)
W3 財務資本	0.017(0.009) [†]	0.017(0.009) [†]	0.017(0.009) [†]
W3 補習時間	0.209(0.062)**	0.205(0.062)**	0.202(0.06)**
W3 補習時間平方	-0.028(0.01)**	-0.027(0.01)**	-0.027(0.01)**
W3 家長教育期望	0.028(0.008)**	0.017(0.008)*	0.014(0.008) [†]
W3 學生教育期望		0.006(0.01)	0.004(0.01)
W3 學生能力期望		0.034(0.01)**	0.03(0.01)**
W3 數學老師評量學習態度			0.158(0.039)**

R2	.56	.57	.58
----	-----	-----	-----

註：* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；¹ $p < .05$ (單尾顯著)。細格中呈現的是未標準化的迴歸係數 b ，括號內為此係數的標準誤估計值。W1 指的是第一波測量資料，W3 指第三波測量資料。

在高二的數學能力表現上，男生仍維持較女生多.18 標準單位分數，顯示在控制第一波與第三波家庭資源、教育與能力期望等變項後，男學生在高二的數學能力表現仍優於女學生。此外，族群（閩南人表現比其他族群好）、父母親教育程度（ $\beta = .09$ 及 $.06$ ）、全家收入（ $\beta = .04$ ）、第一波的父親社會資本（負向， $\beta = -.04$ ）、文化資本（ $\beta = .03$ ）、補習時間（ $\beta = .11$ ）、家長教育期望（ $\beta = .12$ ）、學生教育期望（ $\beta = .09$ ）與能力期望（ $\beta = .07$ ）、教師與家長評量的學習態度仍然有顯著影響，唯一不同的是在高二數學表現中，第一波財務資本有顯著影響，但此影響為負向的（ $\beta = -.04$ ）。在第三波的預測變項中，有顯著預測力（ $p < .05$ ）的為 W3 家長參加學校活動（ $\beta = -.03$ ）、W3 補習時間（ $\beta = .18$ ）、補習時間平方項（ $\beta = -.13$ ）、學生能力期望（ $\beta = .05$ ）及教師評量學習態度（ $\beta = .07$ ）等。第一波個人因素、家庭資源及教育期望持續影響到高二的數學能力表現，而高二時的補習時間、學生能力期望及數學教師評量學習態度等也影響學生高二時的數學成績表現；在第三波的變項中，以補習時間的標準化迴歸係數最高，由負的平方項看來，補習時間對高二數學能力表現亦是呈曲線相關，過高的補習時間並不利於成績表現。綜合這些第一波及第三波變項可解釋高二數學表現變異量的 58%。

伍、結論與建議

一、結論

（一）TEPS 試題所對應的九年一貫能力指標與內容領域

1. 研究發現每一題 TEPS 數學試題，都可有九年一貫能力指標與之對應，此外，TEPS 試題在九年一貫第四階段能力指標所占的比例平均達四成以上。
2. 在所有題型中數與量的內容領域在題目的分配上占最多達 39.3%，其次是幾何的內容領域占 30.4%，第三是代數領域的題目占 25%，最少的是資料內容領域的題目只有 7.1%。而第一波的題目中，仍然以數與量內容領域的

題目占最多數達 40.54%，其次則為代數內容領域的題目 32.43%，第三為幾何內容領域的題目 24.32%，最後仍為資料內容領域的題目占 5.41%。

3. 由 TEPS 數學試題在各內容領域的安排比例，可看出相當符合當時的課程安排，因此，學生在 TEPS 測驗的能力表現，應也可反映出當時學生在數學課程上的學習表現。
4. 根據本研究發現 83 年版數學教科書各冊涵蓋 TEPS 試題的單元數，第一冊所占課程比例最高達 58%，及 TEPS 試題主要分布在第一冊達 40.7%，從第一波的測驗對象國一學生來看，TEPS 試題剛好著重在第一冊的課程範圍，試題涵蓋數最多的也是第一冊，剛好可以測到學生的課程學習表現。

(二) 從 TEPS 試題探討學生的課程學習表現

1. 學生在數與量與幾何的表現較差，兩者平均答對率均未達五成，在資料的表現最好，平均答對率為 83.3%。可能原因有二：(1) 在「數與量」相關試題中混合較高年級的題目，「幾何」領域試題幾乎全部屬於 8 年級試題，因而降低了學生成績表現；(2) 各內容領域的題數不一，如「資料」領域僅兩題，且偏簡單的生活統計與簡單機率試題，相較於其他內容領域易有好表現。
2. 從研究結果可發現符合國一課程範圍內的試題學生表現較佳。但值得注意的是 w1-1-25、w1-2-08、w1-2-02、w1-2-05 雖非屬 7 年級之試題，但亦有一半以上的答對率。
3. 在「數與量」內容領域中，學生對數列規則性的判斷較不敏感。這些在九年一貫課程是編列在 8 年級的課程中，但是 83 年版數學課程內容是被安排在第六冊的「1-1 等差數列」單元，雖然當時所測的學生在小學五六年級有教過簡單的數列課程，但顯然在第一波學生的表現並不理想。
4. 在「幾何」內容領域中，國一學生在計算圖形面積的表現較佳，而對圖形的對稱和三角形的基本幾何性質之應用概念較弱。國小的幾何概念主要以能認識簡單平面與立體形體的幾何性質，並理解其面積或體積之計算。國一重點在坐標、數線的內容。因此，此階段的學生尚未學習到三角形的基本幾何性質及圖形對稱的概念，如內錯角、同位角、同側內角或對稱軸、對

稱點，因而表現較差。

(三) 學生的數學分析能力發展軌跡

本研究使用分段式成長模型來檢視學生的數學分析能力表現與發展，並將能力的發展分成兩波段來看，第一波段代表的是由國一至高二的成長曲線：呈現國一至國三穩定上升，而國三至高二間的數學能力呈現快速成長的曲線。第二波段則代表的是高二至高三的成長直線，有平均下滑的情況。分析結果顯示國一數學表現無論是與第一波段及第二波段的成長率都有正相關，也就是國一數學表現較好的學生，其在國中時期或高中時期之數學能力成長率也都較高。此外，學生在數學能力的表現及兩波段的成長率上都有顯著的個別差異。

(四) 影響學生於國中高中能力表現與成長的因素

本研究進一步檢視影響學生在國一數學能力表現、高二數學表現、國中時期及高中時期數學能力發展的個人及家庭因素，結果整理分述於下：

1. 國一數學表現方面：在控制教育期望及學習態度等變項後，女生表現低於男生；閩南人的表現明顯優於客家人及原住民；家庭社經地位愈高或家庭文化資本愈高，學生的數學能力表現也愈好。此結果顯示出教育階層化的現象，弱勢族群及弱勢家庭的學生表現較居於劣勢。國一補習時間、家長教育期望、學生教育與能力期望對國一數學表現也都有顯著影響力。教師與家長評量的學習態度也都影響數學表現，相較之下，教師評量的學習態度與 TEPS 數學表現之關聯最強，這些變項總共能解釋國一數學表現變異量的 54%。
2. 高二數學表現方面：女生數學能力表現仍顯著低於男生；閩南人的表現明顯優於客家人、外省人及原住民；家庭社經地位與國一時的家庭文化資本仍然持續影響高二時的學生數學能力表現。國一及高二補習時間、國中時期的家長教育期望、學生教育與能力期望、學生學習態度也都對高二數學表現有顯著影響，不過由高二補習時間顯著的平方項估計值顯示補習時間過高的話，對高二數學表現反而是減分的。此外，學生於高中時的能力期望（而非教育期望）及學習態度也顯著影響高二成績表現。綜合這些國中及高中時期的個人、家庭社經及資源變項共可解釋高二數學表現變異量的 58%。

3. 國中時期的數學能力發展方面：女生的數學能力發展率低於男生；不同族群間的數學能力發展也呈現顯著不同，其中，原住民與閩南人的數學能力發展差異最大。父親教育程度及家長教育期望對國中能力發展也有顯著影響。此外，數學教師及家長評量學生學習態度愈好，此學生於國中時期數學能力成長率也愈高，這些變項共可解釋國一至高二數學能力成長量的 28%。
4. 高中時期的數學能力發展方面：女生於高二至高三的能力成長率較男生高（若以滑落程度來說，也就是女生於數學能力之滑落程度不若男生嚴重），家庭社經及國中時期之家庭資源對此時期的能力成長預測率不高，有顯著影響力的是高二時的補習時間、家長教育期望、學生能力期望（而非學生教育期望）、以及教師評量的學習態度。補習時間平方項達顯著，顯示補習時間過長，對數學能力發展是不利的；而家長教育期望愈高、愈相信自己可以唸到較高教育程度、或教師評量學習態度愈好的學生在此時期的數學能力發展會愈好。綜合這些變項可以解釋的數學能力成長量約為 10%。

二、建議

（一）教育實務上的建議

1. 對能力指標的建議

數與量的能力指標「N-4-08 能熟練正負數的四則混合運算。」與代數的能力指標「A-4-02 能理解數的四則運算律，並知道加與減、乘與除是同一種運算。」，兩者概念相近，雖然 A-4-02 是代數課程的前導概念，建議編寫時能明確和數與量的內容有所區辨。

2. 對課程安排的建議

根據 TEPS 數學測驗的學生能力表現，首先，數與量的學習是整個國中數學的基礎，也是學習的第一個重點。對數與量有充分的瞭解與掌握之後，才可以進一步的學習其它的學習領域（代數、幾何、統計與機率）（教育部，2007）。在此內容領域的學習中，由前述研究結果可得知學生在數列的課程學習情況可能較弱，而九年一貫能力指標在第三階段小五小六課程未列入簡單的數列課程，而是將此課程全部安排在國二 8 年級數學課程中。根據課程螺旋加深的安排原則，建

議將來是否再度安排簡單數列課程於小學階段，到國中再加深加廣「等差數列及等比數列」的課程是值得考量的。

其次，TEPS數學測驗在「幾何」領域雖未包含7年級的試題，但從本研究試題分析結果可知學生對圖形的對稱概念較弱，對三角形的基本幾何性質之應用可能還不是很理解，參考各國數學課程比較，在方位辨識上，新加坡於5年級教導羅盤上的八個方向，9年級教導方位 (bearings)；台灣只在7年級運用直角坐標系來標定位置。新加坡在6年級已學習基本展開圖，台灣則在8年級才學習。對於外角一詞，新加坡於5年級先說明三角形外角，8年級說明多邊形外角和；台灣則於8年級說明多邊形外角和定理時提及外角一詞。在「對稱」上，新加坡於8年級提及旋轉對稱；台灣則無 (陳宜良，2005)。或許國內在此概念的安排上，可以再進行單元切割與加深以提升學生在此方面的表現。

另，由於受試學生在小學階段已經學過簡單的統計與機率，這兩題的命題內容也是屬於簡單的統計與機率，所以學生表現不錯，但是97年版九年一貫小學階段能力指標已經將簡單機率拿掉，而是全安排在九年級。若相較於加州的數學課程，加州綱要敘述性統計在七年級已完成，八年級之後將排列組合、機率安排在代數一、二，另外亦安排機率與統計 I、II，而機率與統計 II 的深度超過我國高中所學範圍。我們在此課程的進度稍嫌落後，且似乎不夠重視。在「機率與抽樣的意義」這個部份，台灣綱要以簡單扼要的幾句話來表達，而大陸課程標準從第一學段 (1 至 3 年級) 到第三學段 (7 至 9 年級)，由淺漸深地加以描述，由此可見大陸課程標準對此能力指標似乎較為重視 (陳宜良，2005)。考量生活統計與簡單機率的課程都是生活中較常使用到的數學知能，或許可以提前並增加此領域的課程比例。

3. 提早注意男女學生或弱勢族群在數學能力表現的差異，避免差異逐漸擴大

女生無論是在國一的數學表現、高二的數學能力表現、以及國一至高二之數學能力成長率上，都較男生為低。原住民及客家人在數學能力表現及發展上也都較閩南人居於劣勢。於家庭社經與家庭資源的變項分析上，也顯示國中與高中都仍存在教育階層化的現象，家庭社經或家庭資源較佳的學生，無論是在數學能力表現及能力發展上都具有優勢，且此差異有由國中至高中時期漸趨擴大的情形

(國一數學表現較好的學生，於之後的數學能力發展也愈快，顯示數學能力上的差異只會愈來愈大)。因此，如何在國中時期或更早時，能夠針對弱勢學生提供學習上的資源或協助是相當重要的。

4. 重視家長對子女的教育期望、提升學生的教育與能力期望

家長的教育期望無論對國一或高二的數學能力表現，還是國中與高中的能力發展都有顯著影響力。而且，在加入學生自我教育及能力期望後，家長教育期望仍對學生能力表現及發展有直接且獨立的影響力，這結果顯示家長教育期望對其子女學習表現及能力發展的重要性。國中學生自我的教育與能力期望也相當重要，能顯著影響學生國一及高二數學表現，對國中時期的數學能力成長率，則在加入學習態度後，轉為不顯著。值得注意的是，高中時期學生的能力期望(而非學生教育期望)對高二的數學能力表現及高中時期的數學能力成長率皆有顯著影響力，這裡的結果顯示或許升至高中後，學生能力期望開始有別於學生教育期望，對自己能力、升學的信心開始對學生的能力表現與發展有更加重要的影響與作用。

雖然 TEPS 問卷題目中，並無與學科自信心直接相關的題目，不過由學生能力期望的分析中，或許可一窺學生自信心對其學業表現之重要性。林煥祥等人(2008)分析我國 15 歲學生在 PISA2006 年的資料，發現學生對科學科目的信心(科學自我概念)能夠預測科學素養成績，但也發現與國際學生相比，台灣學生在各學科的信心或興趣評量值皆有偏低的現象，因此如何提昇學生在學習及升學上的自信心，也是教師及研究者在教材設計與教學時所應密切關注的課題。

5. 培養學生良好的學習態度

本研究顯示國中時期的教師與家長評量的學生學習態度對學生國一數學表現與國中時期成長率皆有顯著影響，且能單獨解釋相當多的國一數學表現及國中成長率變異量(17%及 12%)。由家長評量子女學習態度的相關研究結果來看，學生若從小養成自動複習課業、不抱佛腳，主動學習新事物，且設法尋求解答等良好習慣的話，均能在日後國高中之數學能力表現及發展上擁有優勢。

與家長評量子女學習態度相較之下，數學教師評量的學習態度預測力更高。

高中數學教師評量之學習態度對高中數學能力表現及能力發展均有顯著影響。此結果顯示學生若能在班級中主動發問或回答問題，認真寫作業、用功且跟得上進度的話，其數學能力表現及發展都會是相當良好的。

(二) 未來研究上的建議

在試題分析方面，本研究將 TEPS 數學試題針對九年一貫能力指標與分年細目做課程的比對分析，建議後續研究可以參考國際數學與科學成就趨勢調查 (Trends in International Mathematics and Science Study, 簡稱 TIMSS) 或 PISA 的試題架構，對 TEPS 數學試題所屬的認知領域歸類，並進一步與 TIMSS、PISA 課程相關的資料進行比較分析。此外，本研究僅就 TEPS 數學題目進行分析，建議可以分析 TEPS 的其他學科試題，並與其他學科的九年一貫能力指標與課程內容做比對，進而分析學生在這些領域上的表現。

本研究於分析過程中發現一些變項間可能的中介關係，但由於所使用的分析方法及變項，尚不適宜進行因果機制的推論，建議未來研究能進一步釐清這些變項間的因果或關聯機制。例如家長教育期望與學生期望或能力期望間之關聯或影響機制為何？是否家長教育期望影響學生教育期望（還是能力期望），進而影響學生的學習表現？是否學生教育或能力期望又影響其學習態度，進而影響其能力表現與發展？學生教育期望及能力期望間之關聯又為如何？這些都有待進一步的研究釐清。

本研究目的在瞭解對學習能力表現及成長率有影響的個人及家庭因素，因此並未對無預測力的變項進行刪減，而是將這些變項當作控制變項，留在模型中。包含無關變項在迴歸方程式時，迴歸係數的估計並沒有偏差，但會造成模型的自由度減少，而且估計所得的標準差較大，後續研究可找出較簡效(parsimonious)的模型，找出較能通則化到其他樣本的模式。

此外，由於 TEPS 的抽樣涉及三個層級：學生個人層級、班級（或老師）層級與學校層級，因此建議後續研究將班級及學校層級變項納入分析，對影響學生能力與發展的學校或班級因素做更進一步的瞭解，並建議使用適切的多階層模型 (multilevel models) 技術進行分析，以避免估計標準誤過小以及型一錯誤增加的後果(Barcikowski, 1981; Raudenbush & Bryk, 2002; 劉子鍵、陳正昌, 2003)。

誌謝

本研究使用的是 TEPS 數學試題與測驗分數資料，授權碼為 TEPS2A002098。謝謝 TEPS 資料庫主持人張苙雲教授與協同主持人楊孟麗教授在 TEPS 試題分析上所給予的協助與建議。本研究使用教育部所補助的整合型計畫「臺灣學生學習表現檢視與課程發展運用」中之子計畫「台灣高中國中學生綜合能力表現之分析與運用 (TEPS)」的部份分析成果撰寫而成，感謝整合計畫主持人陳麗華教授、協同主持人任宗皓教授、子計畫主持人及參與老師對本文初稿的指正與建議。

參考書目

- 三民書局大辭典編纂委員會 (1985)。大辭典。台北：三民。
- 牛津大學出版社 (1995)。牛津高階英漢雙解辭典 Oxford Advanced Learner's English-Chinese Dictionary。香港：敦煌書局。
- 王正婷 (2007)。國中生英語科及數學科學習態度、父母教養方式與其學業成就之關係：以 TEPS 資料庫資料為例。中華教育學報，14，55-76。
- 王枝燦、關秉寅 (2008)。家庭結構變遷對青少年學業能力之影響。兒童與家庭研討會—社區中的兒童與家庭，輔仁大學兒童與家庭學系主辦，2008 年 11 月 22 日。台北：輔仁大學。
- 王麗雲、游錦雲 (2005)。學童社經背景與暑期經驗對暑期學習成就進展影響之研究。教育研究集刊，51(4)，1-41。
- 王儷蓉 (2006)。編班方式對於國中生學習成就的影響。國立臺灣大學經濟學研究所碩士論文。
- 江芳盛 (2006)。國中學生課業補習效果之探討。台北市立教育大學學報，37(1)，131-148。
- 吳裕益 (1993)。台灣地區國民小學學生學業成就調查分析。初等教育學報，6，1-31。
- 巫有鎰 (1997)。影響國小學生學業成就的因果機制——以台北市和台東縣作比較。國立台東師範學院國民教育研究所碩士論文。

- 巫有鎰(1999)。影響國小學生學業成就的因果機制—以台北市和台東縣做比較。國立臺灣師範大學研究集刊，43，213-242。
- 巫有鎰(2005)。學校與非學校因素對台東縣國小學生學業成就的影響：結合教育機會均等與學校效能研究的分析模式。屏東師範學院教育行政研究所博士論文。
- 李文益(2004)。文化資本、多元入學管道與學生學習表現—以臺東師院為例。臺東大學教育學報，15(1)，1-32。
- 李秀華(2005)。國小書法欣賞教學對學生書法學習態度的影響。師大學報：人文與社會類，50(2)，69-88。
- 李敦仁、余民寧(2005)。社經地位、手足數目、家庭教育資源與教育成就結構關係模式之驗證：以 TEPS 資料庫資料為例。臺灣教育社會學研究，5(2)，1-47。
- 李蕙芳(2007)。台灣地區國中學生家庭教育關聯資本與學習成就之模式建構。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文。
- 沈君翰(2007)。城鄉地區高中生補習與學習成就之研究。國立政治大學教育研究所碩士論文。
- 周新富(2003)。家庭社會資本組成構面及其與學習結果之關係。臺灣教育社會學研究，3(2)，85-112。
- 周裕欽、廖品蘭(1997)。出身背景、教育程度及對子女教育期望之關連性研究。教育與心理研究，20，313-330。
- 林亮雯(2004)。James S. Coleman 社會資本論及其教育應用-TEPS 之檢證。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文。
- 林俊瑩(2007)。檢視個人與家庭因素、學校因素對學生學業成就的影響：以 SEM 與 HLM 分析我國國中教育階段機會均等及相關問題。高雄師範大學教育學系博士論文。
- 林俊瑩、黃毅志(2008)。影響台灣地區學生學業成就的可能機制：結構方程模式的探究。臺灣教育社會學研究，8(1)，45-88。
- 林義男(1988)。國小學生家庭社經背景、父母參與及學業成就的關係。國立臺灣教育學院輔導學報，11，95-141。
- 林義男(1993)。國中學生家庭社經背景、父母參與及其學業成就的關係。國立

- 彰化師範大學輔導學報，16，157-212。
- 林詩琪（2006）。單一性別環境對國中女生數學成就的影響。國立政治大學社會學研究所碩士論文。
- 林煥祥、劉聖忠、林素微、李暉（2008）。台灣參加 PISA2006 成果報告。參見網址
[http://www.sec.ntnu.edu.tw/PISA/PISA2006/Downloads/PISA_report_\[1\]...pdf](http://www.sec.ntnu.edu.tw/PISA/PISA2006/Downloads/PISA_report_[1]...pdf)
- 洪希勇（2004）。族群、地區與家庭背景對台東國小學童成績之影響機制。國立台東大學教育研究所碩士論文。
- 孫清山、黃毅志（1996）。補習教育、文化資本與教育取得。台灣社會學刊，19，95-139。
- 馬信行（1990）。一九九〇年臺灣人口普查中教育資料之分析與詮釋。國科會人文與社會科學發展處編：國科會教育學門研究計畫成果發表論文彙編。
- 高新建（2003）。能力指標轉化模式(一):能力指標之分析及其教學轉化。輯於黃炳煌(主編)，社會學習領域課程設計與教學策略(增訂一版)，P51-99。台北：師大書苑。
- 高新建（2004）。誰需要分析能力指標?做什麼用?九年一貫課程社會學習領域能力指標意涵解讀與學測方向研討會。國立教育研究院籌備處，臺北市立師範學院。
- 張世平（1984）。高中生的教師期望、父母期望、自我期望與學業成就的關係。教育研究集刊，26，115-122。
- 張怡婷（2008）。中學階段家長參與之相關因素研究。國立彰化師範大學教育研究所碩士論文。
- 張莛雲（2005）。Parental Closure Effects on learning: Coleman's Theory of Social Capital on Learning Revisited. 中央研究院社會所「教育階層化與家庭」研討會。中央研究院主辦。2005.01.03。台北：中央研究院。
- 張莛雲（2008）。台灣教育長期追蹤資料庫：第一波（2001）、第二波（2003）、第三波（2005）、第四波（2007）資料手冊【公共使用版電子檔】。中央研究院調查研究專題中心【管理、釋出單位】。
- 張善楠、黃毅志（1999）。臺灣原漢族群、社區與家庭對學童教育的影響。載於

- 洪泉湖、吳學燕（主編），臺灣原住民教育，149-178。臺北市：師大書苑。
- 張慧儀（2004）。台灣地區高中生社會網絡、學業成績與心理健康關係之研究。國立台東大學教育研究所碩士論文。
- 教育部（1998）。公布自學方案綜合評估報告。教育部公報，277，33-34。
- 教育部（2003）。國民小學九年一貫課程綱要數學學習領域。台北，教育部。
- 教育部（2008）。97年國民中小學九年一貫課程綱要。摘自網址
http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site_content_sn=15326
- 莊筱玉（2000）。專科入學新生英文字彙學習態度之研究。國立政治大學教育與心理研究，23，255-284。
- 郭丁熒、許竣維（2004）。不同社經背景小學生的數學科學業成就、文化資本、經濟資本暨財務資本，及社會資本關係之差異。教育學誌，17，77-119。
- 郭淑娟（2007）。台灣國中生補習與學習成就之研究。南華大學教育社會學研究所碩士論文。
- 郭智晉（2008）。影響高中學生學習態度與能力表現相關因素之關係研究-以2005TEPS資料庫為例。國立臺東大學教育學系(所)碩士論文。
- 陳正昌（1994）。從教育機會均等觀點探討家庭、學校與國小學業成就之關係。國立政治大學教育學系博士論文。
- 陳宏璋（2006）。國中生性別、電腦使用型態、電腦使用時間與學習成就的關係——科技社會學的觀點。國立政治大學教育研究所碩士論文。
- 陳孟聰（2008）。中產階級高中生能力表現的家庭相關因素：以TEPS資料庫為例。國立臺灣師範大學教育學系碩士論文。
- 陳怡靖（2004）。台灣地區高中多元入學與教育階層化關連性之研究。國立高雄師範大學教育學系博士論文。
- 陳怡靖、陳蜜桃、黃毅志（2006）。臺灣地區高中多元入學與教育機會的關連性之實徵研究。教育與心理研究，29（3），433-459。
- 陳怡靖、鄭耀男（2000）。臺灣地區教育階層化之變遷——檢證社會資本論、文化資本論及財務資本論在臺灣的適用性。國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學，10（3），416-434。

- 陳玫君、林毓玲 (2005)。Political Exclusion or Socioeconomic Reproduction? Ethnic Educational Stratification in Taiwan. 中央研究院社會所「教育階層化與家庭」研討會。中央研究院主辦。2005.01.03。台北：中央研究院。
- 陳建志 (1998)。族群與家庭背景對學業成績影響模式-以台東縣原漢學童做比較教育與心理研究，21，85-106。
- 陳順利 (2001)。原、漢青少年飲酒行為與學業成就之追蹤調查-以台東縣關山地區為例。教育與心理研究，24，67-98。
- 陳曉佳 (2004)。台灣地區國中學生文化資本、習性與學業成就之關係。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文。
- 陳宜良 (2005)。《中小學數學科課程綱要評估與發展研究》報告書。研究主持人：陳宜良；研究員：單維彰、洪萬生、袁媛；研究助理：魏士傑、舒宇宸、姜志遠、翁婉珣、黃子倩、洪雅齡。參考網址：
http://libai.math.ncu.edu.tw/~shann/article/report_full.doc
- 章英華、薛承泰、黃毅志 (1996)。教育分流與社會經濟地位-兼論對技職教育改革的政策意涵。台北市：行政院教育改革審議委員會。
- 曾天韻 (2004)。臺灣地區出身背景對大學及研究所入學機會之影響。教育與心理研究，27 (2)，255-281。
- 馮莉雅 (2003)。影響國中數學科低成就學生學習之因素調查研究。國立高雄師範大學教育學系教育學刊，20，79-99。
- 黃敏雄 (2007)。班級內與班級間數學表現差異：跨國與跨年級比較。台灣社會學，14，155-189。
- 黃敏雄 (2008)。班級同質程度、家庭背景及數學表現：運用雙重差分法的跨國分析。台灣社會學刊，40，1-44。
- 黃富順 (1974)。影響國中學生學業成就的家庭因素。國立臺灣師範大學教育研究所集刊，16，1-104。
- 黃毅志 (1990)。台灣地區教育機會之不平等性。思與言，28 (1)，93-125。
- 黃毅志 (1995)。臺灣地區教育機會不平等性之變遷。中國社會學刊，18，243-273。
- 黃毅志 (1996)。台灣地區民眾地位取得之因果機制：共變結構分析。東吳社會學報，5，213-248。
- 黃毅志 (1999)。臺灣地區教育取得新探。行政院國家科學委員會

NSC88-2412-H143-002。

楊孝榮 (1989)。內容分析，載於楊國樞、文崇一、吳聰賢及李亦園主編：社會及行為科學研究法下冊，十三版。台北：東華書局。

楊孟麗 (2005)。教育成就的價值與青少年心理健康。中央研究院社會所「教育階層化與家庭」研討會。中央研究院主辦。2005.01.03。台北：中央研究院。

楊孟麗 (2005)。教育成就的價值與青少年的心理健康。中華心理衛生學刊，18 (2)，75-99。

楊肅棟 (2001)。學校、教師、家長與學生特質對原漢學業成就的影響-以臺東縣國小為例。臺灣教育社會學研究，1 (1)，209-247。

臺灣教育長期追蹤資料庫 (2006)。您的孩子補過頭了嗎？臺灣教育長期追蹤資料庫電子報，51。

http://www.teps.sinica.edu.tw/TEPSNews/TEPS~News_051.pdf

劉正 (2006)。補習在臺灣的變遷、效能與階層化。教育研究集刊，52 (4)，1-33。

蔡本元 (2008)。城鄉差異對國中學生學業成就之影響。元智大學資訊社會學研究所碩士論文。

蔡淑芳 (2007)。國中學生父母期望、自我期望與學習成就關係之追蹤研究。銘傳大學教育研究所碩士在職專班碩士論文。

蔡毓智 (2008)。台灣地區國中生家庭教育資源結構之探究及其與學業表現之關連。國立政治大學社會學研究所博士論文。

蔡瑞明、莊致嘉 (2005)。台灣分流教育的階層化機制：高中職學生的教育期望分析。中央研究院社會所「教育階層化與家庭」研討會。中央研究院主辦。2005.01.03。台北：中央研究院。

鄭建良 (2002)。國民小學六年級學童數學科教師期望、成就動機、學業成就與成敗歸因關係之研究。國民教育研究學報，9，47-77。

鄭雅心 (2007)。探討國三青少年個人、家庭、學校因素對憂鬱情緒之影響。國立成功大學教育研究所碩士論文。

盧科位 (2007)。母親網絡封閉性和國一生數學能力。東海大學社會學系碩士論文。

- 盧淑華 (2008)。文化資本與學習成就的關係：以台灣教育長期追蹤資料庫 2001 年至 2005 年三波追蹤樣本為例。國立政治大學社會學研究所碩士論文。
- 謝小苓 (1992)。性別與教育機會：以二所北市國中為例。行政院國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學，2 (2)，179-201。
- 謝小苓 (1998)。性別與教育期望。婦女與兩性學刊，9，205-231。
- 謝亞恆 (2004)。族群、家庭背景與國中學業成就之研究。南華大學教育社會學研究所碩士論文。
- 謝亞恆 (2008)。影響國中階段學生學業成就成長量的個人、家庭及學校因素之研究。高雄師範大學教育學系博士論文。
- 謝孟穎 (2003)。家長社經背景與學生學業成就關聯性之研究。教育研究集刊，49(2)，255-287。
- 謝金青、侯世昌、趙靜苑 (2003)。國民中學家長教育期望及其影響因素之研究。新竹師院學報，16，89-115。
- 譚康榮 (2004)。誰家小孩學習成就最高？哪群學生心理最不健康？—「台灣教育長期追蹤資料庫」的最新發現。中央研究院學術諮詢總會通訊，13，1(1)，86-91。
- 關秉寅 (2006)。拿出教改證據來吧！中國時報，B6/浮世繪/時報科學與人文，2006 年 4 月 9 日。
- 蘇曉蓉 (2008)。臺灣公私立國民中學經營特性對學生成就的影響：政治與市場邏輯的檢證。國立臺灣師範大學教育政策與行政研究所碩士論文。
- Ai, X. (2002). Gender differences in growth in mathematics achievement: Three-level longitudinal and multilevel analyses of individual, home, and school influences. *Mathematical Thinking and Learning*, 4, 1-22.
- Barcikowski, R. S. (1981). Statistical power with group mean as the unit of analysis. *Journal of Educational Statistics*, 6, 267-285.
- Bourdieu, P. (1986). *Outline of a theory of practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Broh, B. A. (2002). Linking extracurricular programming to academic achievement: Who benefits and why? *Sociology of Education*, 75, 69-91.

- Byrne, M., & Flood, B. (2005). A study of accounting students' motives, expectations, and preparedness for higher education. *Journal of Further and Higher Education, 29*, 111-124.
- Christie, P., & Shannon, M. (2001). Educational attainment and the gender wage gap: Evidence from the 1986 and 1991 Canadian Censuses. *Economics of Education Review, 20*, 165-180.
- Coleman, J. S. (1988). *Equality of educational opportunity* (reprint edition). New Hampshire : Ayer Company.
- Coleman, J. S., & Hoffer, T. (1987). *Public and Private School*. NY: Basic Books
- Crosnoe, R. (2001). The social world of male and female athletes in high school. *Sociological Studies of Children and Youth, 8*, 87-108.
- Dumais, S. A. (2002). Cultural capital, gender, and school success: The role of habitus. *Sociology of Education, 75*(1), 44-68.
- Fejgin, N. (1995). Factors contributing to the academic excellence of American Jewish and Asian students. *Sociology of Education, 68*, 746-761.
- Gill, S. & Reynolds, A. J. (1999). Educational expectations and school achievement of urban African American children. *Journal of School Psychology, 37*(4), 403-424.
- Gutman, L. M., Sameroff, A. J., & Eccles, J. S. (2002). The academic achievement of African American students during early adolescence: An examination of multiple risk, promotive, and protective factors. *American Journal of Community Psychology, 30*, 367-399.
- Israel, G. D., Beaulieu, L. J., & Hartless, G. (2001). The influence of family and community social capital on educational achievement. *Rural Sociology, 66*(1), 43-68.
- Kalmijn, M., & Kraaykamp, G. (1996). Race, cultural capital, and schooling: An analysis of trends in the United States. *Sociology of Education, 69*, 22-34.

- Khattab, N. (2002). Social capital, students' perceptions and educational aspirations among Palestinian students in Israel. *Research in Education, 68*, 77-88.
- Kuan, P.-Y., & Yang, M.-L. (2004). *Educational Achievement and Family Structure : Evidence from Two Cohorts of Adolescents in Taiwan* ° Spring Meeting on Social Stratification, Mobility, and Exclusion, the Research Committee on Social Stratification and Mobility (RC28) of the International Sociological Association, May 7-9, 2004. Neuchatel, Switzerland.
- Lareau, A. (2002). Invisible inequality: Social class and child reading in black families and white families. *American Sociological Review, 67*, 747-776.
- Lockheed, M. E., Fuller, B. & Nyirongo, R. (1989). Family effects on students' achievement in Thailand and Malawi. *Sociology of Education, 62*, 239-256.
- Longman Dictionary of American English* (1983). Hong Kong: Longman.
- Lopez, N. (2002). Rewriting race and gender high school lessons: Second-generation Dominicans in New York. *Teachers College Record, 104*(6), 1187-1203.
- Lumsden, L. (1994). *Student motivation to learn*. (Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management). [ED370200]
- Matre, J. C. V., Valentine, J. C., & Cooper, H. (2000). Effect of students' after-school activities on teachers' academic expectancies. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 167-183.
- Muthén, L., & Muthén, B. (1998-2008). *Mplus user' s guide*. Los Angeles: Author.
- Orr, A. J. (2003). Black-White differences in achievement: The importance of wealth. *Sociology of Education, 76*, 281-304.
- Raudenbush, S. W. & Bryk A. S. (2002). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods* (Second Edition). Newbury

- Park : Sage Publications.
- Roscigno, V. J. & Ainsworth-Darnell, J. W. (1999). Race, cultural capital, and educational resources: persistent inequalities and achievement returns. *Sociology of Education*, 72, 158-178.
- Sartor, C. E., & Youniss, J. (2002). The relationship between positive parental involvement and identity achievement during adolescence. *Adolescence*, 37, 221-234.
- Scott, J. (2004). Family, gender, and educational attainment in Britain: A longitudinal study. *Journal of Comparative Family Studies*, 35, 565-589.
- Spenner, K. I., Buchmann, C., & Landerman, L. R. (2005). The black-white achievement gap in the first college year: Evidence from a new longitudinal case study. *Research in Social Stratification and Mobility*, 22, 187-216.
- Tam, T., Yang, M.-L., Chang, L.-Y., and Kuan, P.-Y. (2004). *Family in the Making of Educational Inequality: A Comparative Analysis of Taiwan and the U.S.* Paper presented at the conference on Social Stratification, Mobility, and Exclusion, the Research Committee on Social Stratification and Mobility (RC28) of the International Sociological Association, May 7-9, 2004. Neuchatel, Switzerland.
- Teachman, J. D. (1987). Family background, educational resource, and educational attainment. *American Sociological Review*, 52(4), 548-557.
- Werfhorst, H. G., & Kraaykamp, G. (2001). Four field-related educational resources and their impact on labor, consumption, and sociopolitical orientation. *Sociology of Education*, 74(4), 296-317.
- Wong, R. S. (1998). Multidimensional influences of family environment in education: The case of socialist Czechoslovakia. *Sociology of Education*, 71, 1-22.
- Zhou, X., Moen, P., & Tuma, N. B. (1998). Education stratification in urban

China: 1949-94. *Sociology of Education*, 71, 199-222.

附錄 1：分段式成長模型 (PGM1 與 PGM2) 的比較與討論

附錄表 1-1 呈現的是以現場使用版資料，加權並以 MLR 估計法對集聚式抽樣的標準誤進行修正後的分析結果。PGM1 及 PGM2 模型用來分析納入遺漏值（模型 a）及刪除遺漏值（模型 b；使用表列刪除法）的資料。

在 PGM1a 模型中，第一階段成長率(S1)在四波的時間分數(time scores)設為[0, 1, 2, 2]，第二階段成長率(S2)的時間分數則設為[0, 0, 1, -.3]，經由這樣的設定，估計所得的截距分數即代表國一時學生的初始數學能力分數，S1 代表的是由國一至高二的直線成長率，而 S2 所代表的是國三至高三的非直線成長率。此模型的整體適配度 $\chi^2 = 12.87(df=1, p<.01)$ ，其它整體適配指標，包括 CFI=1，TLI=.99，RMSEA=.028，SRMR=.029，此模型能解釋第一波至第四波綜合能力分數的變異量(R^2)分別為.80，.80，.85 及.75，除了 χ^2 值外，其他估計值皆顯示此模型良好的資料適配性。在此模型中所估計的截距與兩段斜率分別為 0，.601 ($p<.001$) 與.261 ($p<.001$)，顯示在國一時，學生之數學平均 IRT 分數為 0，國一至高二間以.6 的直線速率成長，國三至高三間所估計的成長率則為.261。截距與第一波階段斜率 S1 的變異量估計值為.8 及.17，皆達到統計顯著性，顯示學生的國一初始能力表現與國一至高二的成長速率有顯著的個別差異，而且初始綜合能力較高的學生，其國一至高二的成長速率也較快（截距與斜率間之共變異數估計值為.18，截距與 S1 間的相關係數 $r=.5$ ）。

而 PGM1a 中第二階段斜率(s2)的平均估計值為.261，其變異量估計值為.113 ($p=.48$)，顯示國三至高三的發展曲線整體來說為正向的斜率，且個別學生間的 S2 斜率差異並不顯著。由於 S2 的變異量未達顯著，因此進一步將 S2 的變異量設定為 0，修正所獲得的模型適配度 χ^2 值為 125.67 ($df=4, p<.01$)，CFI=.99，TLI=.98，RMSEA=.044，SRMR=.077，AIC=96304.98，BIC=96381.48。當刪除遺漏值後，PGM1b 出現違犯估計的問題（若使用 TEPS 公開版資料，此模型是可估計的，但模型適配度仍較 PGM2 差），因此未於附錄表 1-1 列出。

PGM2a 在 S1 與 S2 的時間負荷值與 PGM1 不同。在此模型中，S1 在前兩波時間點的因素負荷值設為[0, 1]，後兩波則自由估計，但設定此兩波的時間分數相同。因此，S1 代表的是由國一至高二間的非直線成長率；S2 的時間分數則設為

[0, 0, 0, 1]，代表高二至高三的直線成長率。此模型的適配度 $\chi^2 = 93.32$ (df=1, $p < .01$)，整體適配指標 CFI=.99，TLI=.95，RMSEA=.077，SRMR=.062，能解釋第一波至第四波綜合能力分數的變異量(R^2)分別為.87，.72，.93及.95，除了 χ^2 的檢定結果外，其它估計都顯示此模型具有不錯的適配性，在四波的資料解釋力 (R^2) 皆比 PGM1a 要高。詳細的模型估計結果請見附錄表 1-1。在此模型中所估計的截距與兩段斜率分別為 0，.601 ($p < .01$) 與 -.208 ($p < .01$)，顯示在國一時，學生之數學平均 IRT 分數為 0，國一至高二間平均成長率為 601，高二至高三間則為負成長（平均估計值為-.21），皆顯著不等於 0。

而由 PGM2a 的變異數估計值看來，S1 及 S2 皆有顯著的學生個別差異，變異數估計值分別為.118 及.906，皆達統計顯著。共變異數的估計值則顯示國一初始數學分數與 S1 及 S2 的成長率呈顯著正相關，也就是國一初始數學能力較好的學生，其國一至高二的成長率 (S1) 較高 ($r = .28$)，高二至高三的成長率也較高 ($r = .20$)。PGM2a 是納入遺漏值的分析結果，以完整資料進行分析的結果發現 PGM2b 也有良好的模型適配度。

本研究根據模型應用性、理論以及對實際資料的觀察選擇 PGM2 進行作為進一步分析的模型，理由羅列於下：第一、PGM2 所描繪的成長曲線符合我們所觀察的平均數軌跡：由四波的平均數估計值顯示在高二時數學分數有個轉折點，國一至高二的數學能力呈正向發展，但在高二後有下降的傾向，顯示分段探討高二前及高二後成長率的必要；若是如 PGM1 模型中將國三至高三間（第二波至第四波）的成長率綜合分析，則可能有高中時期學生數學分數緩步上升成長的錯覺（例如，PGM1a 的 S2 平均估計值呈現顯著的正值，這應該是國三/高二的高度正向成長率與高二/高三的負向成長率相互抵銷的結果）。

第二個原因與 PGM1 中的 S2 變異量估計值有關。由於 PGM1 中的 S2 為曲線軌跡（先為正向成長然後轉折向下），使其變異量較難被估算及理解，因此，雖然我們從資料中看到學生在高中時期的數學表現有個別差異，但在 PGM1a 的估計結果中，S2 並沒有顯著的變異量（未顯著地不等於 0）。相對地，由 PGM2 模型中所估計的 S2（即高二至高三的線性成長率）較易估算，較易瞭解，也較符合我們於資料中所觀察到的個別學生差異；第三、由 PGM1a 的估計結果，顯示應進一步

將 S2 的變異量設定為 0，而修正後的模型適配度則 PGM2a 差距不大，一些模型比較指標例如 AIC，BIC 等則指出 PGM2a 為較好的模型。此外，PGM2 的模型也較穩定，不像 PGM1 模型較易發生違犯估計（例如負的變異數估計值）的問題。

附錄表 1-1 PGM1 與 PGM2 模型納入遺漏值及刪除遺漏值的分析結果比較

	PGM1a (N=15523)	PGM1a 修正模式 (N=15523)	PGM2a (N=15523)	PGM2b (N=2842)
I 截距平均值	0 (.022)	-0.001(.022)	0.001(.022)	0.481(0.03)**
S1 平均值	0.601(0.012)**	0.609(.012)**	0.601(.013)**	0.828(.019)**
S2 平均值	0.261(0.021)**	0.163(0.019)**	-0.208(0.029)**	-0.139(0.026)**
I 截距變異數	0.800(0.032)**	0.838(0.024)**	0.876(0.023)**	0.582(0.03)**
S1 變異數	0.170(0.021)**	0.141(0.013)**	0.118(0.013)**	0.107(0.016)**
S2 變異數	0.113(0.158)	----- ¹	0.906(.103)**	0.640(0.072)**
Cov(I, S1)	0.186(0.027)**	0.139(0.018)**	0.091(0.016)**	0.046(0.015)**
Cov(I, S2)	-0.183(0.019)**	-----	0.175(0.026)**	0.137(0.02)**
Cov(S1, S2)	-0.096(0.019)**	-----	-0.023(0.022)	0.04(0.017)*
殘差變異量(Residual variances)				
Time1	0.202(.028)**	0.169(.02)**	0.133(.02)**	0.152(.031)**
Time2	0.345(.017)**	0.398(0.017)**	0.451(0.02)**	0.344(.018)**
Time3	0.289(.198)	0.248(0.026)**	0.155(0.045)**	0.289(.032)**
Time4	0.805(.087)**	0.968(0.049)**	0.155(0.045)**	0.289(.032)**
模型適配度				
$\chi^2(df)$	12.87(1)	125.67(4)	93.32(1)	11.80(1)
CFI	1.0	.99	.99	1.0
TLI	.99	.98	.95	.98
RMSEA	.028	.044	.077	.062
SRMR	.029	.077	.062	.025
AIC	96129.30	96304.98	96282.406	28883.443
BIC	96228.75	96381.48	96381.857	28960.822
SBIC	96187.44	96349.70	96340.544	28919.517

註：* p<.05；** p<.01。¹ 將 S2 的變異數設定為 0。CFI: Comparative Fit Index；

TLI: Tucker-Lewis index；RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation；

SRMR: Standardized Root-mean-square Residual; AIC: Akaike Information Criterion; BIC: Bayesian Information Criterion; SBIC: Sample-Size Adjusted Bayesian Information Criterion.