

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)。
<b>A-4-03</b> 能用 $x$ 、 $y$ 、...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)。
<b>A-4-04</b> 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。
<b>A-4-05</b> 能理解等量公理的意義，並做應用。
<b>A-4-07</b> 能熟練一元一次方程式的解法，並用來解題。
<b>A-4-08</b> 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)
<b>D-4-01</b> 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。
<b>D-4-02</b> 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。
<b>D-4-04</b> 能在具體情境中認識機率的概概念。

(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，佔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
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题目的分配上占最多達 39.3%，其次是幾何的內容領域占 30.4%，第三是代數領域的题目占 25%，最少的是資料內容領域的题目只有 7.1%。而第一波的题目中，仍然以數與量內容領域的题目占最多數達 40.54%，其次則為代數內容領域的题目 32.43%，第三為幾何內容領域的题目 24.32%，最後仍為資料內容領域的题目占 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。因此第一波中的题目以數與量、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( $\gamma_{pbi}$ <sup>3</sup>)，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( $\gamma_{pbi}$ )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、

<sup>3</sup>點二系列相關( $\gamma_{pbi}$ )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  $\gamma_{pbi}$  在.3 與.6 之間最佳。



1-5 整數的乘除法」範圍中。

## 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  $\gamma_{pbi}$  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	$\gamma_{pbi}$
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何面積的計算，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  $\gamma_{pbi}$  0.46 及 0.39；其餘幾何題項之  $\gamma_{pbi}$  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	$\gamma_{pbi}$
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  $\gamma_{pbi}$  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	$\gamma_{pbi}$
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( $\gamma_{pb}$ )
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波段（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。

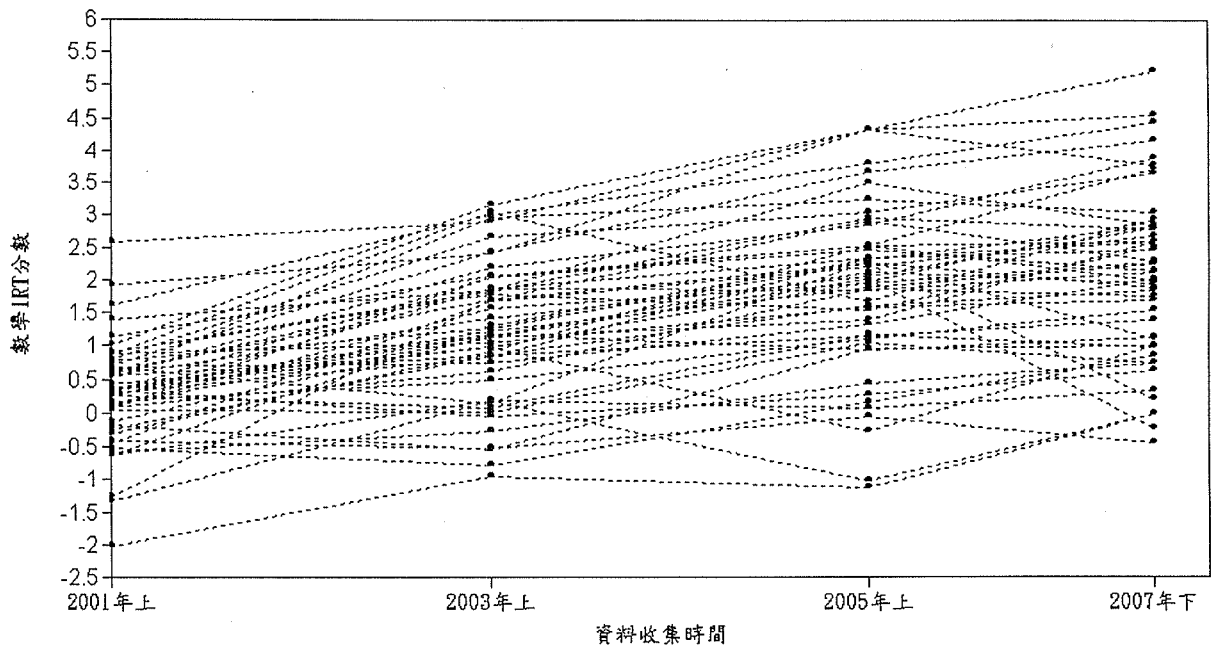


圖 3 50 位隨機抽樣的學生在四波數學分析能力的分數軌跡圖

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 -0.208 ( $p < .01$ )，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  $\beta$ ) 估計值為 .281 最高，父親、母親教育程度、及全家收入的  $\beta$  值分別為 .13, .10 及 .04，文化及財務資本的  $\beta$  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  $\beta$  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 ( $\beta$  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) <sup>+</sup>	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) <sup>+</sup>	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) <sup>+</sup>	0.189(0.097) <sup>+</sup>
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（ $\beta$  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	-0.025(0.013)+	-0.009(0.011)	-0.005(0.036)	-0.039(0.013)**	-0.014(0.011)	-0.009(0.037)

資本						
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) <sup>+</sup>	-0.015(0.01)	0.001(0.003)	-0.006(0.003) <sup>+</sup>	-0.017(0.01) <sup>+</sup>
補習時間	0.167(0.037)**	0.047(0.029) <sup>+</sup>	0.183(0.097) <sup>+</sup>	0.088(0.033)**	0.025(0.028)	0.174(0.097) <sup>+</sup>
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) <sup>+</sup>
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) <sup>+</sup>
家長評量學習態度				0.176(0.018)**	0.057(0.014)**	0.056(0.048)
R2	.37	.16	.03	.54	.28	.03

註：\* p<.05; \*\* p<.01; <sup>+</sup> 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（ $\beta$  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（ $b=.082$ ， $\beta=.06$ ），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  $\beta$  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， $\beta$  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  $\beta$  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) <sup>+</sup>	0.024(0.014) <sup>+</sup>	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) <sup>+</sup>	-0.019(0.01) <sup>+</sup>
W1 補習時間	0.154(0.099)	0.155(0.099) <sup>+</sup>	0.15(0.098)
W1 補習時間平方	-.029(.016) <sup>+</sup>	-0.029(0.016) <sup>+</sup>	-.028(.016) <sup>+</sup>
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 家長評量學習態度	0.028(0.049)	0.011(0.049)	-0.023(0.05)
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; <sup>+</sup> 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， $\beta$  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， $\beta$  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  $\beta$  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， $\beta$  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) <sup>+</sup>	0.021(0.011) <sup>+</sup>	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) <sup>+</sup>	-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) <sup>+</sup>	0.017(0.009) <sup>+</sup>	0.017(0.009) <sup>+</sup>
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) <sup>+</sup>
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; <sup>+</sup> 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%。