

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。