

高中職學生學習文化和學習背景變項對數學功能取向和成就取向測驗表現解釋力差異之探討

計畫編號：NSC 95-2521-S-026-001-、NSC 96-2521-S-026-001-

執行期限：95 年 7 月 01 日至 97 年 7 月 31 日

主持人：林素微

共同主持人：洪碧霞、林煥祥

執行機構及單位名稱：國立花蓮教育大學數學系(所)

中文摘要：

本計畫以兩年的時間，探討不同的學習文化和學習背景的高中職學生在不同取向（功能 vs. 成就）的數學測驗表現及其可能的因素。功能取向的數學測驗是以 PISA (Program for International Student Assessment) 中的數學素養試題表現，成就取向的數學測驗是以 TASA(Taiwan Assessment of Student Achievement) 為主要的探討內涵。第一年以參與 PISA 數學部分的 4078 名高中職學生為樣本，進行兩種不同取向(功能 vs.成就)之測驗內涵分析，並呈現兩種大型測驗取樣的對照，同時進行不同文化、背景的高中職學生數學成就表現比較。第二年則另取 2026 名高中職學生進行施測，透過兩年的趨勢組型交互檢核，探討此第一年研究結果的類推性。研究結果顯示，兩年的資料結果呈現雷同的趨勢，其中，功能取向的數學素養表現和成就取向的數學成就的相關均在.6 左右，學習文化(高中、職)對於學生的表現變異均有相當大幅度的解釋力，兩年對於數學素養的解釋力為 16%和 13%，對於數學成就的解釋力則分別有 18%、17%，學習文化對於數學成就的解釋力大於數學素養，顯示數學成就的表現變異對於課程的變化較為敏銳。在性別的表現上，描述統計結果均呈現男性高於女性，但性別差異對於兩種取向的測驗表現差異解釋幅度不大。而家庭社經地位對於學生的表現變異上，兩年對於數學素養的解釋力為 14%和 8%，對於數學成就的解釋力則分別有 11%、5%，家庭社經背景變項對於數學素養的解釋力大於數學成就，顯示功能取向的數學素養對於家庭社經狀態有較佳的敏銳度。

關鍵詞：數學素養、數學成就、測驗取向、學習文化、社經地位、背景變項

THE EFFECTS OF STUDY PROGRAMS AND SOCIO-ECONOMIC BACKGROUND ON STUDENT MATHEMATICS LITERACY AND MATHEMATICS ACHIEVEMENT

Abstract

This study focused on the effects of study programs and background variables on senior secondary student mathematics literacy and mathematics achievement. In the first year, the sample included was drawn from the Programme for International Student Assessment (PISA 2006). There were 8815 students in the PISA 2006 mathematics assessment. Among these participants, 4078 students also accepted the Taiwan Assessment of Student Achievement on Mathematics (TASA). In the second year, the sample included was random selected 50 schools from the schools which were involved in PISA 2006. There were 2026 students. The indicators of SES in PISA student questionnaire were all included to construct the SES variable. The correlation coefficient between mathematics literacy and achievement was around 0.6. Among the SES indicators, book possessed, father's education and classic literature exposure are relatively stronger predictors. In the results of first year, the variances accounted by study program were 18% of TASA and 16% of PISA. The variances accounted by SES were 11% of TASA and 14% of PISA. The results of second year showed the same trends, but the variance accounted by study program were 17% and 13%, and by SES were around 5% and 8%. In other words, TASA was more curriculum sensitive and PISA was more SES sensitive. The results suggested that for the equity issue investigation, functional literacy assessment design might be more productive than the conventional achievement one.

Keywords: Mathematical literacy, Mathematics achievement, Study program, SES.
Background variables

第一章 緒論

教育評量旨在支持學生的學習、評量學生的成就水準、及評鑑課程的效益，是教育改革努力中不可或缺的工具資源。在我們反省學生和學校是否真正的達成教育目標時，評量工具扮演著非常核心的角色。如果教育專業深信，個體重要而複雜的能力，是經由長時間累積發展而得，那麼練習與回饋就成為個體發展時核心而必要的成份。認知理論依據的評量設計，讓學生的思考具更佳的能見度；而有效的回饋規畫亦可及時提供具教與學參考價值的資訊。

由 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) 所規劃的 Program for International Student Assessment (PISA)，是世界上最主要的國際比較教育研究項目之一，這項計畫旨在了解 15 歲學生的基本能力，以及影響學生學習的相關因素，同時也評估各參與國家的教育成效 (OECD, 2004)。

PISA 是針對世界主要工業化國家十五歲學生，測驗他們在閱讀、數學與科學三方面的基本素養，以了解學生所具備的技能與知識，並評估其是否具有投入社會的基本條件。PISA 的首度測驗在公元 2000 年舉行，測驗重點為閱讀能力；2003 年的測驗，測驗重點在數學能力，而 TW PISA 2006 的測驗重點則是「科學能力」。與之前的國際性評量相較下，PISA 更強調以概念應用及解決問題能力為主的「科學素養」。在知識經濟的年代，學生不可能在學校裡盡獲成年人生活所需的知識及技能，因此必須明白終身學習的重要性。要擁有終身學習的能力，學生需要在閱讀、數學及科學能力各方面有穩固的基礎；同時，亦需懂得組織及調節自己的學習進度，學會如何獨立學習，如何集體學習，以及如何解決學習過程中所遇到的困難。要達到上述目標，學生必須留意其思考模式、學習策略及方法。為了全面評估學生在以上各方面的能力，PISA 除了評估學生的知識及技能外，還要求學生報告學習情況，從而了解他們的學習動機及學習模式。換句話說，PISA 衡量的不是學生掌握了多少學校所傳授的學科知識，而是他們能不能廣泛了解基本概念，並且在現實生活中應用所學，成年後在社會上發揮應有的功能，也就是說，PISA 所測量的層面是比較功能取向的。

臺灣從 2006 年開始參加這項計畫。問題是，如 PISA 這一類國際性教育成

效的評比結果，是否能歸因於學校教育的差異，還是一個具爭議性的問題（Hulpia & Valcke, 2004; Wang & Lin, 2005）。以美國為例，自 1980 年代以來，許多專業組織就致力於發展教育政策（National Council of Teachers of Mathematics, 1989, 1991, 2000），以期能改變教室內的教學文化與實務，而最主要的目標則是改善美國學生的學習成就。至於促使這些教育改革的動機，則是起因於美國學生在一系列國際性的比較研究中，學業表現（尤其是數理）都落後於亞洲國家。由於過去的研究發現，學生的成就表現與課程標準、教師組織、教師的知識與教學實務等因素，具有正相關。因此，將美國學生與亞洲學生學業成就表現的差異，歸因於教育政策與學校教育似乎是一個合理的假設。

因此，他山之石固然可以攻錯，其他國家的教育政策、學校教學，都有助於釐清國內教育改革的方向，但是，落實到教育政策的制訂、執行，乃至於學校運作、教師的教學，則需要更系統、更深入而具體的研究資訊（Coe, 2004; Harlen & Crick, 2004; Adey, 2004）。

台灣教育改革推展中，社會大眾對新課程實施成效的客觀資訊，尤其充滿急切的期待。1998 年，教育部為回應民間團體對於教育改革的訴求，於是公佈「國民教育階段課程總綱綱要」，並宣佈九十學年度開始實施「九年一貫課程」。只是，「九年一貫課程」自公佈到實施，一直是爭議不斷，學者專家、教師、家長，甚至是學生，支持與反對的聲浪皆有，而且各有所本，但彼此的爭議卻無法由對話中獲得解決。

值此之際，大型教育評量工具的研發與實施，對於教與學品質的省思，當更有其全觀而實質的引領和回饋效益。美澳等先進國家的教育系統，對於學生基本學習能力的表現水準，有相當深切的關懷，及具體而明確的認知。所以，這些國家對於學生學術成就指標可靠而統整的資訊蒐集，例行列為教育專業責無旁貸的重要課題。台灣的教育系統，這十年來經歷頻密的轉化衝擊，目前藉以搜集學生學習成就指標的教育評量工具，也正面對評量內涵對應轉型的殷切呼籲。再加上我國教育改革推展中，國人對課程革新後，教育評量結果的意義化、統整化、或一貫化等必要的配合因應，充滿急切而高標的期待。因此，多元評量一直是國民中小學教師，在職進修的常見的議題。而新課程推展成效評鑑中，也呈現評量型

式活潑多元；但可供參考的資訊品質，卻不一定明顯提昇的龐雜資料。這些評量資訊的搜集，如果未能有效回饋教與學的經營，可能反而平白耗損師生的時間和精力，也辜負第一線教師教改的熱忱與努力。教師評量設計素養的提昇，終究不是短期研習所能達成。值此之際，教育決策系統投入優質評量參考資源的研發，對於教與學品質的提昇，當更有其全方位引導、示範、激勵和支持的效益。(洪碧霞等，2005)

因應「九年一貫課程」的爭議，93年4月20日教育部國民中小學九年一貫課程推動工作小組第四十三次會議決議：「有關學生學習成就調查是本部研訂課程與教學政策之重要參據，有必要進行常態性之資料建立。」。教育部請國立教育研究院籌備處針對國民中小學學生學習成就建立常態性之資料庫，作為研訂課程與教學政策之重要參據。因此，九十三年度起便開始規劃台灣學生學習成就評量資料庫（Taiwan Assessment of Student Achievement, 簡稱 TASA）之建置計畫，旨在建置一完整且客觀的全國性學生學習成就資料庫，以縱向瞭解學生的學習表現，特別是在九年一貫課程實施之後，作為日後決策之參據。所以 TASA 資料庫的目的在於：建立國民中小學及高中職學生學習成就長期資料庫，以追蹤、分析學生在學習上變遷之趨勢，進而檢視目前國家教育體制與政策實施之成效。

在新式教育評量的發展中，認知與學習模式具有比以往更重的加權。研究顯示，嶄新而多元的取向，正步入新時代的評量舞台。有關學生如何學習，以及如何評量這些學習成果的相關研究進展，提供了發展新式評量的希望。這類評量，企圖藉由對於學生成就目標與學習進展內涵性質，具體清晰的描述，期盼可以協助學生在學校進行成功的學習 (Pellegrino, Chudowsky, & Graser, 2001, 引自洪碧霞等，2005)。

九年一貫課程以培養「基本能力」為取向的課程，相較於過去以學科知識內容為主的 82 年課程綱要，更符合 PISA 的研究範疇。此時，透過 PISA 的測驗，進行國內教育成效的比較研究，將可提供具體深入的證據，做為檢討與制訂教育政策的參考依據。

研究目的

為達成上述目標，本計畫第一年目的如下：

- 一、進行 PISA（數學功能取向）和 TASA_MAT（數學成就取向）測驗內容及認知需求的對照分析。
- 二、描述高中、職學生在 PISA 測驗上的表現，並進行比較分析，探討不同學習文化、學習背景因素可能對於高中、職學生數學素養的影響。
- 三、描述高中、職學生在 TASA_MAT 測驗上的表現，並進行比較分析，探討不同學習文化、學習背景因素可能對於高中、職學生數學成就的影響。
- 四、探討 PISA、TASA_MAT 不同測驗取向下，高中、職學生的數學學習素養與數學學習成就之間的相關因素。

第二年則針對同一年級的學生進行施測，檢視第一年所獲得的觀察是否可複製，亦即跨年趨勢的穩定性；透過兩年的趨勢組型交互檢核，探討此第一年研究結果的類推性。

第二章、數學功能取向和成就取向測驗的比較分析

第一節、不同測驗取向之內容比較

PISA 主要是以 15 歲學童為對象進行調查，主要的學生群包含國三及高一的學生，在本研究中僅針對高一這群學生進行分析，而 TASA_MAT 主要的研究對象主要是小四、小六、國二、以及高二，並未包含高一的學生，因此，在本研究中，將以 TASA_MAT 國二、高中二、高職二的試題中擇取適合高一的部份，在本期中報告部分，主要針對測驗內涵的質化資料分析進行初步整理，並針對成就取向測驗表現和 TASA_MAT 的報告進行的對照比較。

壹、數學功能取向：PISA 測驗內容：

(一)作業的特徵

1.PISA 數學作業的本質

- ✓ PISA 是一個以 15 歲學生為對象的國際素養技能測驗。所有的試題應能適合每一個國家的 15 歲學生。
- ✓ 訓練有素的評定者，詳細的編碼架構
- ✓ 四個情境型態均納入考量
- ✓ 強調真實的脈絡
- ✓ 試題內容和四個整體概念有關且應該包含一個以上的數學歷程、數學能力群組。
- ✓ 試題的閱讀層次需詳加考量，試題的用字盡可能簡單且方向容易掌握，避免會造成文化偏誤的試題。
- ✓ 試題難度範圍廣泛

2.試題的型態

- ✓ 三種題型：開放的建構反應型態、封閉的建構反應型態、選擇題

根據 PISA2000 的經驗，選擇題通常被認為是評量複製及連結能力群組最適切的題目，而更高階的目標以及更複雜的歷程，其他兩種型態會比較好，封閉式

的建構反應型態和選擇題比較類似，但仍有一些區隔。三分之一的數學問題是開放建構的試題，這些試題需要評分者根據具有專業判斷的評量基準來進行編碼。PISA 進行評分者信度來監控評定時的一致性。

(二)評量結構

由於 2003 年的主軸是數學，PISA 2003 的測驗總時間為 210 分中的測驗時間，每一個試題被安排在七個試題群組之中，每個試題群組測驗時間為 30 分鐘。題本中的試題群組是根據 rotated test design 來安排。2006 測驗中，數學的測驗時間較少，但是試題群組的安排是雷同的。全部測驗時間的分配進可能的跨四個主要概念(空間與形狀，改變及關係，數量以及不確定性)以及四類情境 (personal, educational/occupational, public and scientific). 試題的比例反映出三個能力群組 (reproduction, connections and reflection) 約為 1:2:1。三分之一的題目為選擇題，三分之一的題目為封閉式建構問題，另三分之一為開放建構反應試題。

(三)數學精熟的報告

PISA 測驗工具，表現量尺分成五個層次，運用 IRT 來進行估計。數學精熟度以及試題的難度層次影響因素包含如下：

- 需要詮釋以及反思的方式和程度
- 需要的表徵技巧種類
- 需要的數學技能種類和層次：包含單步驟問題。
- 需要的數學論證種類和程度

最低的精熟層次表現：典型的能解決依步驟的問題，例如便是相似的脈絡或者進行結構完備數學問題、複製熟悉的數學事實或歷程、應用簡單的計算技巧。較高的精熟層次中，學生典型的可以解決較複雜的作業，包含超過一個步驟的問題，他們也可以結合不同的訊息來詮釋不同的數學概念或者訊息表徵，重新辨識相關且重要的元素。他們可已根據給定的數學模式或者公式(通常是代數型態)來找出解答，或者他們可以進行小部分的處理或者計算步驟來得到答案。

最高精熟水準的學生在處理數學問題時扮演著更具創意的或者積極的角色，他們可以詮釋更複雜的訊息並解處理步驟中的數字。他們可以產生一個問題

的公式並且通常可以發展出一個適切的模式來使得問題的解法變得容易。在此階段的學生在不熟悉的問題脈絡中能找出和應用相關的工具及知識，他們可以展現出對於適切的解題策略的洞察，並且呈現出其他較高階的認知歷程，例如一般化、推理、論證來解釋或者溝通結果。

(四)輔助工具

PISA 允許學生可以使運計算機和其他在校通常會運用的工具。這可以顯示出學生可以完成的最真實評量，可以提供教育系統表現最大的訊息比較。

表1
2006 PISA 數學試題分佈情形

Cluster	M1	M2	M3	M4
Booklet 1				
Booklet 2			✓	
Booklet 3	✓			✓
Booklet 4		✓	✓	
Booklet 5				
Booklet 6				
Booklet 7		✓		✓
Booklet 8	✓	✓		
Booklet 9		✓		
Booklet 10			✓	✓
Booklet 11				✓
Booklet 12	✓			
Booklet 13			✓	

(註：每一個 Cluster 包含 12 個數學題目)

此外，針對 PISA 的數學結構，以下呈現的是 2003 年 PISA 數學內涵：

PISA(2003)所定義的數學內涵如下：

個體能夠辨認和瞭解數學在世界上所扮演的角色，能夠進行有根據的評斷，並且針對個體在生活中的需求運用或者投入數學活動，以成為一個有積極的、關懷的、以及反思的國民(OECD, 2003)。

“An individual’s capacity to identify and understand the role that mathematics plays in the world, to make well-founded judgments and to use and engage with mathematics in ways that meet the needs of that individual’s life as a constructive, concerned and reflective citizen” (OECD, 2003).

PISA 的數學評量目標如下：「透過數學問題的呈現，測量學生成功解決問題所激發的數學知識和能力。」PISA 認為此類功能性的數學運用之評量可以影響數學教學，同時，PISA 鼓勵數學的教與學上的另類觀點。

PISA 根據數學內容、歷程、以及情境和脈絡三個向度來進行學生知識及技能的評量。其中，數學的內容包含了空間和形狀、改變和關係、數量、以及不確定性四個內容領域。

而歷程部分，PISA 需要學生投入數學化 (mathematisation) 的多步驟歷程，針對 mathematisation，PISA 提出學生在此種歷程中需運用到數種不同的能力 (competencies)：

- 思考及推理 Thinking and Reasoning
- 論證 Argumentation
- 溝通 Communication
- 建模 Modelling
- 擬題及解題 Problem posing and solving
- 表徵 Representation, and
- 運用符號、形式化及科技的語言及運算 Using symbolic, formal and technical language and operations

PISA 的數學問題通常會以上述的一種或多種能力來進行認知活動，可以統整成三個能力群組(competency clusters)。稱為複製(reproduction)、連結(connection)、及反思(reflection)。

以複製能力群組而言，該作業的試題都相當雷同，基本上需要實作知識的複製。而以連結能力群組而言，問題不是簡單的例行性問題，包含了某種程度的雷

同或者延伸情境，在相似性之外有小幅度的進展。而反思能力群組的作業需求包含了學生的某些洞察及反思，通常需要學生針對他們結果進行解釋或者證明。

針對情境部分，2003 年的 PISA 和 2000 年一樣，分成了個人、教育/職業、公眾、和科學四種情境，個人部份的情境則是直接和學生個人日常活動有關；教育或職業部分的情境則和學生在校生活或者工作場合有關；公眾情境則和當地或者廣泛的社群有關，需要學生觀察週遭環境的某些層面或環節。科學情境則較為抽象，可能包含技術的過程、理論情境或者明確數學問題的理解。

表 2.
PISA2006 數學評量架構各向度的試題分配

向度內容	選擇題 數量	複選題 數量	封閉式 建構試 題數量	開放式 建構試 題數量	簡短建 構試題 數量	合計
各內容主題的試題分配						
改變與關係	1	2	2	7	1	13
數量	3	2	2	0	6	13
空間與形狀	3	2	2	3	1	11
不確定性	5	3	0	1	2	11
合計	12	9	6	11	10	48
各能力的試題分配						
連結	3	7	2	4	8	24
反思	4	2	2	5	0	13
複製	5	0	2	2	2	11
合計	12	9	6	11	10	48
各情境脈絡的試題分配						
個人的	3	2	1	1	2	9
公共的	7	2	3	3	3	18
職業的	0	0	0	0	1	1
教育的	1	3	2	1	0	7
科學的	1	2	0	5	4	12
數學內部的	0	0	0	1	0	1
合計	12	9	6	11	10	48

貳、數學成就取向：TASA_MAT 測驗內容

(一) 測驗內容

2006TASA-MAT 的國中二年級測驗內容，是以教育部所公布之「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」的能力指標為依據，而高中二年級以及高職二年級測驗內容，分別是以教育部所公布的「高級中學課程標準」和「高職課程綱要」為依據。同時參酌各版本的教材編製而成。測驗內容皆側重學生生活數學經驗的連結，題目的設計，以數學概念理解、程序應用、和問題解決能力為主要評量目標。測驗架構以數學內容及作業複雜度兩個向度建構而成。數學內容區分為數與計算、量與實測、幾何、統計與機率、以及代數等五個內容領域。表 2 是 2006 TASA-MAT 各年級測驗內容與題型的題數分配架構，表中各內容領域所佔的題數比例，主要參酌課程綱要(課程標準)與現行教科書的內容領域比重。

所有 TASA-MAT 試題分為 13 個試題區塊，每個學生作答 3 個試題區塊，也就是說一份測驗題本包含 3 個試題區塊。2005TASA-MAT 依據平衡不完全區塊(balanced incomplete block--BIB)的原則，將 13 個試題區塊編組成 26 份題本，而 2006 年則將 13 個試題區塊組成 13 個題本。BIB 設計最主要的特色或要求是能夠平衡各試題區塊的呈現次序，於是，每個區塊將分別出現於不同題本前、中、後位置(即被包含於三個不同題本中)，也就是說，在這些題本中，每一個區塊將出現三次。題本編製完畢後，將以一系統性序列排序並束在一起(spiraled and bundled)，如此就可確保每一份題本在施測樣本中的出現頻率適切，而且呈現給受試的順序是均衡的。

表3

2006 TASA-MAT各年級測驗之各內容領域的題數分配百分比

	2006 國二		2006 高中二		2006 高職二	
	選擇題	題數%	選擇題	題數%	選擇題	題數%
數與計算	16	21%	8	10%	8	10%
量與實測	8	10%	6	8%	16	21%
幾何	16	21%	25	32%	19	24%
統計與機率	8	10%	12	15%	8	10%
代數	30	38%	27	35%	27	35%
總題數	78	100%	78	100%	78	100%

TASA 測驗內容主要依據現行數學課程的能力指標，分成數與計算、量與實測、幾何、統計與機率、代數五個內容向度，組卷和量尺化技術將參考 NAEP (national assessment of educational progress) 的經驗，因為這項測驗例行公開測驗的參考試題和試題的相關統計資訊，利於爾後本土資料意義化的參照。表二所呈現的是 2006 年 TASA-MA 的國高中試題雙向細目表。此外，TASA-MA 各年級數學評量試題分為 13 個試題區塊，每個考生作答 3 個試題區塊，也就是說一份測驗題本包含 3 個試題區塊。2006 TASA-MA 採用平衡不完全區塊 (balanced incomplete block--BIB) 的原則，將 13 個試題區塊編組成 13 份題本。表三列出各年級的 13 份題本的區塊成分，各年級的試題區塊排列設計都相同。施測時各年級 13 份題本循序分派發給各年級考生。

表4

2006年TASA-MA八及十一年級正式施測試題雙向細目表

	八年級	十一年級 高中	十一年級 高職
	數與計算	16 (20%)	8 (10%)
量與實測	8 (10%)	31 (40%)	35 (45%)
幾何	16 (20%)	12 (15%)	8 (10%)
統計	8 (10%)	27 (35%)	27 (35%)
代數	30 (40%)	78 (100%)	78 (100%)
總題數	78 (100%)	78 (100%)	78 (100%)

細格中的數字為題數、百分比為該內涵之比率

表5
2006 TASA-MA各年級的13份題本的區塊成分配置

題本序號	區塊位置一	區塊位置二	區塊位置三
101	M1	M2	M5
102	M2	M3	M6
103	M3	M4	M7
104	M4	M5	M8
105	M5	M6	M9
106	M6	M7	M10
107	M7	M8	M11
108	M8	M9	M12
109	M9	M10	M13
110	M10	M11	M1
111	M11	M12	M2
112	M12	M13	M3
113	M13	M1	M4

【註】M1, M2,.....M13 代表 13 個試題區塊。

由表二更能具體看出每個區塊在各個區塊位置(一、二、三)上各出現一次，在這 13 個題本中總共各自出現 3 次。

國高中職：每個 Block 裡選擇題各 6 題。

第二節、抽樣設計比較

TASA-MAT 各縣市區域常模抽樣是依據人口密度，2006 年，全國總共抽選 7503 名國中二年級學生、4498 名高中二年級學生、以及 3130 名高職二年級學生。而此常模樣本中來自各地理區域以及性別的人數比例請參考表 4 及表 5。

表6
2006 TASA-MAT各年級常模樣本學生及有效樣本人數分配

區域	國二		高中二		高職二	
	常模樣本	有效樣本	常模樣本	有效樣本	常模樣本	有效樣本
北部	3238 (43%)	3089 (43%)	2073 (46%)	1894 (45%)	1380 (44%)	1300 (44%)
中部	1931 (26%)	1878 (26%)	996 (22%)	963 (23%)	819 (26%)	755 (26%)
南部	1966 (26%)	1896 (26%)	1151 (26%)	1105 (26%)	758 (24%)	692 (24%)
東部及離島	368 (5%)	356 (5%)	278 (6%)	267 (6%)	173 (6%)	169 (6%)
全體	7503 (100%)	7219 (100%)	4498 (100%)	4229 (100%)	3130 (100%)	2907 (100%)

表7
2006 TASA-MAT各年級常模樣本男女人數分配表

性別	國二	高中二	高職二
	人數 (%)	人數 (%)	人數 (%)
男	3,735 (49.8%)	1,939 (43.1%)	1,691 (54.0%)
女	3,458 (46.1%)	2,286 (50.8%)	1,212 (38.7%)
遺漏值	310 (4.1%)	273 (6.1%)	227 (7.3%)
全體	7,503 (100%)	4,498 (100%)	3,130 (100%)

PISA 的抽樣亦採取兩階段，第一階段的抽樣單位為學校，是透過學校人數的大小比例進行系統性的抽樣。在抽樣之前，學校依據地區的分佈狀況進行分層隨機抽樣。每個國家至少應抽取 150 所學校。

第二階段的抽樣單位是學生。在學校抽樣完成後，各所被抽到的學校必須準備學生名單。再從中依據預定的最少樣本人數和該校符合樣本的大小比例進行學生取樣。例如每校通常是 35 名學生，考量可能有沒有作答或者可能的無效樣本，以

排除率的 15% 計算，因此，總共至少有 4500 名的學生樣本，(150 所學校× 30 名學生= 4500 名學生)。每個國家可以根據該國的情形來調整，但至少是 150 個學校以上，進行估計時，各國的樣本學生數需達到 4500 名以上。每校的人數必須最少是 20 人，以便在 PISA 的重要分析目標之一——學校內以及學校之間的各種變異成分的估計有充分的準確性。而此常模樣本中來自各地理區域以及性別的人數比例請參考表 6 及表 7。

表8
PISA數學素養常模樣本學生及有效樣本人數分配

	高中		高職	
	樣本人數	百分比	樣本人數	百分比
中區	741	24.3	267	26.0
東區與離島	102	3.4	85	8.3
高雄市	204	6.7	83	8.1
北區	906	29.8	254	24.8
南區	555	18.2	198	19.3
台北市	479	15.7	139	13.5
必須受測學校	57	1.9		
Total	3044	100.0	1026	100.0

註：必須受測學校主要是學生較多的學校

表9
PISA數學素養常模樣本男女人數分配表

性別	高中	高職	合計
女	1454(47.8%)	521(50.8%)	1975(48.5%)
男	1588(52.2%)	505(49.2%)	2093(51.4%)
遺漏值	2(0.1%)	0(0%)	2(0%)
合計	3044(100.0%)	1026(100.0%)	4070(100.0%)

第三章 研究方法

本計畫的目的即在於結合PISA與TASA_MAT兩個於2006年5月進行的重要測驗，探討當前高中學生的數學學習的相關面向，以期能深入了解影響臺灣學生學習表現的各項因素。但因當前兩個測驗計畫上在執行與發展之際，試題的研發有其保密性，因此，本計畫以2006年參與PISA實測的高中生學生為共同樣本，同時以TASA_MAT公佈試題進行PISA測驗表現與TASA_MAT測驗表現比較分析，以期能進行PISA數學素養的相關測量，同時透過測驗連結與分析相關技術與TASA_MAT縱貫性資料進行接軌與探討。第二年，則由研究者自行從PISA 2006中參與的145所高中職學校隨機抽取出50所學生，檢視第一年所獲得的觀察是否可複製，亦即跨年趨勢的穩定性；透過兩年的趨勢組型交互檢核，探討此第一年研究結果的類推性。

背景變項

背景變項部份，本研究採用 PISA 2006 學生問卷中的背景變項題目來進行探討，主要內涵可包含了就讀類科(高中 vs.高職)、家庭社經地位變項兩大類。其中，家庭社經地位主要由父親學歷、母親學歷、家庭教育資源、家庭文化資源、以及家庭經濟資源、藏書量等六項指標所構成。每一項指標的問卷試題整理如下：

父親、母親學歷：由學生針對父母的最高學歷進行勾選，選項分別碩博士、學士、專科、高中職、國中、國小、都沒有。

家庭文化資源：主要來自學生進行家中是否有無(i)古典文學讀物(如：紅樓夢)、(ii)詩、詞集(iii)藝術作品進行勾選。

家庭經濟資源：主要來自兩種類型的題目，第一類型為學生針對家中下列物品的有無進行勾選：自己的房間、網際網路、洗碗(碟)機、錄影帶、VCD 或 DVD 放映機、樂器、iPod (蘋果電腦生產之 MP3 隨身聽)、以及按摩浴缸。另一類型的題目則針對下列物品的數量進

行勾選，包含手機、電視、電腦、汽車、附有浴室的房間。

家庭教育資源：主要來自學生針對家中下列物品的有無進行勾選：書桌、安靜的讀書空間、用作學校功課使用的電腦、教育方面的電腦軟體、自己專用的計算器（可進行數學運算）、可協助完成學校功課的叢書、字典（辭典）。

藏書量：此一指標主要來自學生針對家中書籍的多寡進行估計，選項分別為 0—10 本、11—25 本、26—100 本、101—200 本、201—500 本、超過 500 本。

資料分析

本研究以 SPSS for windows 以及 CONQUEST、PARSCALE 等統計軟體進行量化資料的整理與分析：

- 1.以 PARSCALE 進行 IRT 能力分析，透過 TASA_MAT 常模估計出的試題參數進行試題定錨，估計 PISA 樣本之數學成就值。
- 2.以 CONQUEST 進行 IRT 能力分析，透過 PISA 總部估計出國際常模的試題參數進行試題定錨，估計 PISA 樣本之數學素養。
- 3.以 SPSS 統計軟體進行描述統計、積差相關、t 檢定、ANOVA 等程序分析不同文化文化、學習背景因素下的數學成就與數學素養。

第四章、研究結果

期中報告當中已經針對兩種不同取向的數學測驗內涵、抽樣方式進行比較與說明，在本報告中，將針對兩年的測驗資料結果針對不同學習文化和背景變項進行探討，並且檢核兩年結果的趨勢穩定性。

壹、高中、職學生數學素養與數學成就的相關

在2006年一共有4078名學生參與PISA2006的數學測驗，一共有145所學校，其中高中103所，高職35所，有7所學校兩種類科均有。在PISA測驗之後，這群學生均再接受TASA數學成就測驗。就兩種不同取向的數學表現來看，整體而言，高中職學生的數學素養和數學成就的相關約在0.6左右，分別就高中和高職兩種不同的學習文化來看，分別為.54及.58，呈現中高度的相關。

而2007的測試資料當中，從2006年的學校中抽取50所學校進行相關資訊的蒐集，其中，高中有35所，高職15所。基本而言，相較於2006年兩種取向的表現，2007年的樣本學生在數學成就的表現略高，但數學素養的表現卻略微下滑，可能原因是因為第二年所用的試題是PISA的公布試題，這些試題整體而言難度較為集中且容易，因此，導致數學素養估出的能力略低。但就兩種取向的相關來看，和第一年的相關頗為相近，高、中職兩群的兩種數學表現相關分別為.55、.60，全體相關為.63。

表10

2006、2007年高中、職學生的數學素養及數學成就的描述統計摘要表

		高中		高職		全體	
		數學素養	數學成就	數學素養	數學成就	數學素養	數學成就
2006	人數	3018		1060		4078	
	平均數	1.28	.34	.34	-.48	1.03	.13
	標準差	.90	.79	1.04	.71	1.03	.85
	相關	.52**		.59**		.61**	
2007	人數	1427		559		2026	
	平均數	.57	.53	-.02	-.26	.40	.30
	標準差	.61	.80	.85	.74	.74	.86
	相關	.55**		.60**		.63**	

貳、不同學習類科下，高中、職學生的數學素養與成就表現差異比較

檢視不同學習類科下學生兩種取向的數學測驗表現，由表10可以看到高中、職學生於2006及2007年的兩種數學測驗表現均呈現高中表現略優於高職學生。2006年部份，高中、職學生的數學素養分別為1.28、.34，達顯著水準($t=26.04$, $p<.01$)，數學成就部份分別為.34與-.48，兩種不同類科亦達顯著水準($t=31.56$, $p<.01$)，整體而言，因為不同學習文化的差異對於2006年4078名學生的數學素養與成就表現變異的的解釋力分別為16.1%和18.0%。

表11

不同學習類科對於2006年4078名學生的數學素養表現的變異數分析摘要表

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	690.696(a)	1	690.696	782.894	.000	.161
Intercept	2046.808	1	2046.808	2320.028	.000	.363
就讀類科	690.696	1	690.696	782.894	.000	.161
Error	3595.987	4076	.882			
Total	8637.484	4078				
Corrected Total	4286.683	4077				

表12

不同學習類科對於2006年4078名學生的數學成就表現的變異數分析摘要表

Source	Type III		Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
	Sum of Squares	df				
Corrected Model	531.672(a)	1	531.672	895.114	.000	.180
Intercept	14.658	1	14.658	24.678	.000	.006
就讀類科	531.672	1	531.672	895.114	.000	.180
Error	2421.029	4076	.594			
Total	3020.869	4078				
Corrected Total	2952.701	4077				

同樣檢視2007年2026名樣本的表現，結果和2006年雷同。高中、職學生的數學素養分別為.57、-.02，達顯著水準($t=15.38, p<.01$)，數學成就部份分別為.53與-.26，兩種不同類科亦達顯著水準($t=21.32, p<.01$)。而不同學習文化的差異對於學生的數學素養與成就表現變異的的解釋力分別為13.2%和17.6%，不同類科的學習文化對數學素養差異的解釋力略低於2006年，但對於數學成就差異的解釋力則相當接近。整體而言，學習文化對於數學表現的差異的解釋幅度相當可觀。

表13

不同學習類科對於2007年2026名學生的數學素養表現的變異數分析摘要表

Source	Type III		Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
	Sum of Squares	df				
Corrected Model	147.710(a)	1	147.710	306.986	.000	.132
Intercept	126.586	1	126.586	263.084	.000	.115
就讀類科	147.710	1	147.710	306.986	.000	.132
Error	972.430	2021	.481			
Total	1435.223	2023				
Corrected Total	1120.141	2022				

表14

不同學習類科對於2007年2026名學生的數學成就表現的變異數分析摘要表

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	262.142(a)	1	262.142	430.222	.000	.176
Intercept	30.855	1	30.855	50.639	.000	.024
就讀類科	262.142	1	262.142	430.222	.000	.176
Error	1231.430	2021	.609			
Total	1670.861	2023				
Corrected Total	1493.572	2022				

叁、不同性別的高中、職學生的數學素養與成就表現差異比較

表15呈現的是2006及2007兩年不同性別在數學素養和數學成就表現的描述統計摘要。由表2可以看出對於兩年資料中不同性別的高中、職學生而言，男生在表現的描述統計上有略優於女生。2006年部份，男、女學生的數學素養分別為1.14、.92，達顯著水準($t=6.90, p<.01$)，數學成就部份分別為.20與.05，亦達顯著水準($t=31.56, p<.01$)，整體而言，不同性別對於2006年4078名學生的數學素養與成就表現變異的的解釋力分別為1.2%和0.8%，性別對於數學素養的解釋力較高於數學成就。男、女生的數學素養和數學成就的相關約在0.6左右，亦即，學生在數學素養和數學成就表現的相對地位表現中是相當相似的。

表15

2006、2007年高中、職學生的數學素養及數學成就的描述統計摘要表

		女		男		全體	
		數學素養	數學成就	數學素養	數學成就	數學素養	數學成就
2006	人數	1975		2013		4078	
	平均數	.92	.05	1.14	.20	1.03	.13
	標準差	1.01	.82	1.03	.87	1.03	.85
	相關	.61**		.61**		.61**	
2007	人數	976		1050		2026	
	平均數	.33	.27	.45	.32	.40	.30
	標準差	.75	.86	.73	.85	.74	.86
	相關	.64**		.61**		.63**	

表16

性別對於2006年4078名學生的數學素養表現的變異數分析摘要表

Source	Type III		Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
	Sum of Squares	df				
Corrected Model	49.542(a)	1	49.542	47.658	.000	.012
Intercept	4317.433	1	4317.433	4153.239	.000	.505
性別	49.542	1	49.542	47.658	.000	.012
Error	4237.140	4076	1.040			
Total	8637.484	4078				
Corrected Total	4286.683	4077				

表17

性別對於2006年4078名學生的數學成就表現的變異數分析摘要表

Source	Type III		Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
	Sum of Squares	df				
Corrected Model	24.777(a)	1	24.777	34.493	.000	.008
Intercept	65.547	1	65.547	91.249	.000	.022
性別	24.777	1	24.777	34.493	.000	.008
Error	2927.924	4076	.718			
Total	3020.869	4078				
Corrected Total	2952.701	4077				

同樣檢視2007年2026名樣本的表現，結果亦呈現和2006年雷同的趨勢。男、女學生的數學素養分別為.45、.33，達顯著水準($t=3.67$, $p<.01$)，數學成就部份分別為.32與.27，不同性別的數學成就並未達顯著水準($t=1.36$, $p>.05$)。而性別對於學生的數學素養與成就表現變異的的解釋力分別為0.7%和0.1%，整體而言，2007年的資料顯示性別對數學素養和數學成就差異的解釋力均低於2006年，相對於前述的學習文化而言，性別對於台灣學生數學表現的差異的解釋幅度不大。但就不

同性別在兩種取向表現的相關來看，和第一年的相關頗為相近，男、女兩群的兩種數學表現相關分別為.64和.61。

表18

性別對於2007年2026名學生的數學素養表現的變異數分析摘要表

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	7.410(a)	1	7.410	13.467	.000	.007
Intercept	312.672	1	312.672	568.239	.000	.219
性別	7.410	1	7.410	13.467	.000	.007
Error	1113.700	2024	.550			
Total	1437.730	2026				
Corrected Total	1121.110	2025				

表19

性別對於2007年2026名學生的數學成就表現的變異數分析摘要表

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1.373(a)	1	1.373	1.860	.173	.001
Intercept	177.205	1	177.205	240.163	.000	.106
性別	1.373	1	1.373	1.860	.173	.001
Error	1493.414	2024	.738			
Total	1673.371	2026				
Corrected Total	1494.787	2025				

肆、不同家庭社經地位對於高中、職學生的數學素養與成就表現差異影響的比較

針對學生家庭背景的變項上，本研究抽取了PISA學生問卷中有關家庭背景變項的父親學歷、母親學歷、家庭文化資源、家庭經濟資源、家庭教育資源、藏書量等變項作為家庭社經地位的指標來進行多元回歸分析。分析結果顯示，在2006年的資料中，家庭社經對於數學素養的解釋力高達14.6%，而對於數學成就的解釋力為11.5%；2007年的資料中，家庭社經對於數學素養的解釋力高達7.5%，而對於數學成就的解釋力為5%。

表20
家庭社經地位對於學生數學素養及數學成就變異的解釋力

年度	依變項	R	R Square	Adjusted R Square	估計標準誤
2006	數學素養	.382	.146	.140	.951
	數學成就	.339	.115	.110	.803
2007	數學素養	.275	.075	.064	.720
	數學成就	.225	.051	.039	.842

細部針對各變項來看，在這些家庭社經背景變項上，家中的藏書量是最高的(2006年對數學素養和數學成就的解釋力分別為6.9%及5.1%，2007則分別為2.4%、1.9%)，其次是父親學歷(2006年對數學素養和數學成就的解釋力分別為4.4%及3.7%，2007則分別為2.1%、1.3%)，文化資源(2006年的解釋力分別為4.2%及3.8%，2007則分別為1.9%、1.4%)、母親學歷(2006年的解釋力分別為3.7%及3.2%，2007則分別為1.2%、1%)、然後是家中教育資源(2006年的解釋力分別為1.8%及1.3%，2007則分別為0.9%、0.6%)，影響最小的是家中經濟富裕的資源(2006年對兩個數學取向的測驗表現解釋力均為0.1%，2007則分別為0.3%、0.1%)。

家庭社經地位在2007年的資料中的解釋力整體偏低，其中可能的原因為第二年的研究對象的取樣在校際間的變異相對於2006年大幅減小，抽樣的代表性可能尚待進一步檢核，但整體而言，家庭社經地位對於數學素養的影響幅度均較大，

且趨勢相當一致。因此日後若有研究者有意於針對家庭社經地位對學生數學表現的影響進行探討時，數學素養應是值得探討的效標變項。

表21

2006年與2007年家庭背景變項與學生數學素養及數學成就相關摘要表

	2006		2007	
	數學素養	數學成就	數學素養	數學成就
數學成就	.614**		.625**	
母親學歷	.195**	.177**	.106**	.100**
父親學歷	.210**	.191**	.150**	.136**
家中是否有書桌	.061**	.056**	.020	.012
是否有自己的房間	-.010	.000	.019	-.015
是否有安靜的讀書空間	.044**	.034*	.048*	.053*
是否有使用於學校功課使用的電腦	.073**	.088**	.028	.023
是否有教育方面的電腦軟體	.089**	.053**	.021	.001
是否有網際網路	.048**	.074**	.033	.004
是否有自己專用的計算器	.048**	.033*	.016	.023
是否有古典文學讀物	.215**	.199**	.134**	.088**
是否有詩、詞集	.189**	.167**	.112**	.109**
是否有藝術作品	.100**	.090**	.070**	.076**
是否有可協助完成學校功課的叢書	.129**	.114**	.096**	.088**
是否有字典	.089**	.090**	.046*	.029
是否有洗碗(碟)機	-.097**	-.056**	-.033	-.028
是否有錄影帶、VCD 或 DVD 放映機	.032*	.017	-.016	-.013
是否有樂器	.145**	.118**	.101**	.081**
是否有 iPOD	-.135**	-.133**	-.120**	-.066**
是否有按摩浴缸	-.036*	-.039*	.024	-.008
手機數量	.025	.014	.026	-.001
電視數量	-.021	-.021	-.007	-.031
電腦數量	.108**	.087**	.089**	.060**
汽車數量	.022	.013	.089**	.057*
附有浴室的房間數量	.029	.031*	.058**	.054*
家有多少本書籍	.267**	.225**	.158**	.143**

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

表22

2006年家庭社經地位指標對學生數學素養及數學成就變異的迴歸分析

依變項	預測變項	R	R Square	Adjusted R Square	估計標準誤
數學素養	父親學歷	.210	.044	.044	1.003
	母親學歷	.196	.038	.038	1.006
	藏書量	.267	.071	.071	.988
	家庭教育資源	.139	.019	.019	1.016
	文化資源	.216	.047	.046	1.001
	經濟資源	.029	.001	.001	1.025
數學成就	父親學歷	.191	.037	.036	.835
	母親學歷	.177	.032	.031	.838
	藏書量	.225	.051	.050	.829
	家庭教育資源	.112	.013	.012	.846
	文化資源	.195	.038	.038	.835
	經濟資源	.026	.001	.000	.851

表23

2007年家庭社經地位指標對學生數學素養及數學成就變異的迴歸分析

依變項	預測變項	R	R Square	Adjusted R Square	估計標準誤
數學素養	父親學歷	.150	.023	.022	.736
	母親學歷	.107	.011	.011	.740
	藏書量	.158	.025	.025	.735
	家庭教育資源	.068	.005	.004	.743
	文化資源	.130	.017	.016	.738
	經濟資源	.065	.004	.004	.743
數學成就	父親學歷	.137	.019	.018	.851
	母親學歷	.101	.010	.010	.855
	藏書量	.144	.021	.020	.850
	家庭教育資源	.059	.004	.003	.858
	文化資源	.113	.013	.012	.854
	經濟資源	.037	.001	.001	.859

參考文獻：

洪碧霞 (民 2003)：國小學生數學學習潛力動態評量模式的發展與應用：數學學習潛力、工作記憶、與數學表現關係之縱貫探討。國科會專題研究計畫。未發表。

洪碧霞、吳裕益、左太政、鄒慧英、林娟如、林素微 (2006)：台灣學生學習成就評量資料庫之建置－2006 年學生數學成就之趨勢調查研究期末報告。未發表。

National Council of Teachers of Mathematics - NCTM (1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston.

NCTM (2000), *Principles and Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston.

OECD (2003), *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*, OECD, Paris.

OECD (2006), *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy : A Framework for PISA 2006*. OECD, Paris.