

第肆章 研究結果與討論

本章呈現分析、比較的結果與討論。第一節為 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的整體表現情形，第二節是以趨勢題來比較 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的表現差異，第三節則是來看男女性別的差異，第四節是從各題本來探討影響學生表現的因素，第五節則是從排名來看我國在國際間的表現情形。

第一節 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的整體表現

本節旨在說明 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 在數學與科學方面的整體表現情形，和數學、物理、化學三科答題之相關情形。以內容領域和認知領域（預期表現）兩方面來加以敘述呈現，並且找出兩次的測驗中，學生回答情形具代表性的試題予以說明。

一、數學：內容領域

TIMSS 1999 將數學的內容領域分為五個類別：分數與數感 61 題、代數 35 題、測量 24 題、幾何 22 題，以及資料表徵，分析和機率 21 題。我國八年級學生回答各類別的正确答題率如下表 4-1-1。研究結果顯示學生在「資料表徵，分析和機率」表現最好(平均正确答題率為 78.32%)，「測量」類別表現最差(平均正确答題率為 67.86%)。整體說來，學生的正确答題率大多有百分之七十以上的表現。

在 TIMSS 2003 的時候，將內容領域的類別有做了一些名詞的修改，大抵上的測驗內容是相同的，這五個類別分別為：數與量 113 題、代數 88 題、測量 57 題、幾何 57 題以及資料分析 52 題。學生的答題狀況同樣是從表 4-1-1 來看，我

國八年級學生則是在「數與量」表現較好(平均正確答題率為 69.35)，同樣是「測量」的部分表現較差(平均正確答題率為 67.76)。大體上說來，學生的平均正確答題率都在百分之六十至七十之間。

要注意的是，這邊所探討的是學生在作答 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的整體表現，兩者間具有一些不相同的題目，但是我們依然可以從中來觀察一些訊息。學生在兩年的表現，差距最大的是「資料分析」的部分(平均正確答題率在 TIMSS 1999 是 78.32%，TIMSS 2003 為 65.40%)，最接近的則是「幾何」(平均正確答題率在 TIMSS 1999 是 70.14%，TIMSS 2003 為 68.90%)。學生的答題表現在 TIMSS 1999 時「幾何」類別只比「測量」類別來的好，不過在 TIMSS 2003 時，只略低於「數與量」類別，似乎顯示我國八年級學生在「幾何」方面的能力已經不低於其他類別甚至優於其他類別。整體看來，TIMSS 2003 在各個類別上的平均正確答題率，都沒有 TIMSS 1999 來得好，並且從標準差的數據顯示出學生在回答 TIMSS 2003 各類別的答題情形，好壞差異相差甚大，在資料分析類別甚至高達 19.60。雖然因為題數不同，多數題目亦有所改變，而不能直接的推斷，但是從第二章的文獻探討中可以知道，TIMSS 的試題是有經過一定的架構形成，是具有相當程度的一致性，因此我們還是能夠從這兩年的表現情形看出一些趨勢及端倪。

表 4-1-1 數學內容領域正確答題率(整體)

TIMSS		內容類別				
		數與量	代數	測量	幾何	資料分析
題數		61	35	24	22	21
1999	平均正確答題率(%)	73.01	73.28	67.86	70.14	78.32
	標準差	13.08	11.07	13.61	11.11	12.89
題數		113	88	57	57	52
2003	平均正確答題率(%)	69.35	66.39	64.76	68.90	65.40
	標準差	14.26	14.66	16.53	15.57	19.60

註：在 TIMSS 1999 數與量為分數與數感；資料分析為資料表徵，分析和機率

二、數學：預期表現/認知領域

在 TIMSS 1999 中，預期表現分為五種層次分別是：知道 21 題、使用固定的程序 15 題、使用複雜的程序 18 題、調查和解決問題 25 題，以及溝通和推理 3 題。在此要注意的是，因為只有「可公佈的題目」才會知道該題所屬的預期表現，所以各類別的加總一共為 82 題少於內容類別的題數。學生回答的正確答對率如下表 4-1-2。從數據中可以清楚看到這五類答題的狀況，表現最好的是「使用複雜的程序」(平均正確答題率為 77.43%)，而表現最差的是「溝通和推理」(平均正確答題率為 64.33%)。整體說來，學生在前三類的預期表現正確答題率皆有百分之七十五以上，而後兩類的預期表現雖不到百分之七十，也有百分之六十以上的良好表現。

TIMSS 2003 則是將先前稱為「預期表現」的部分更名為「認知領域」，並且在數學這個部分從五個類別，調整為四個類別，分別是：知道事實和程序 26 題、使用概念 21 題 解決特定問題 34 題，以及推理 18 題。在此要注意的是，和 TIMSS 1999 相同只有「可公佈的題目」才會知道該題所屬的認知領域，所以各類別的加總一共為 99 題，少於內容類別的題數。同樣從表 4-1-2 中可以看出我國八年級學生在「知道事實和程序」和「使用概念」兩類別(平均正確答題率皆為 72.94%) 表現最好，其次是「解決特定問題」(平均正確答題率為 64.99%)，表現最差的是「推理」(平均正確答題率為 57.87%)，並且這樣正確答題率有將近百分之十五的差別情形。

整體說來，在越需要較高層次的認知能力(例如：推理)的類別上，正確答題率的表現也越不盡理想。雖然這兩年所採用的類別不同，不過可以看見需要使用高層次的認知能力上，學生的表現也較不理想，這樣的趨勢在這兩年的測驗中有著類似的結果。比較特別的是 TIMSS 1999 中，使用複雜的程序居然是表現最好的，並且 TIMSS 1999 的各類別平均正確答題率都高於 TIMSS 2003 的部分。

表 4-1-2 數學預期表現/認知領域正確答題率（整體）

預期表現		知道	使用固定 的程序	使用複雜 的程序	調查和解 決問題	溝通和 推理
TIMSS 1999	題數	21	15	18	25	3
	平均正確答題率(%)	75.45	75.94	77.43	69.90	64.33
	標準差	9.74	11.56	10.61	11.54	12.97
認知領域		知道事實 和程序	使用概念	解決特定 問題	推理	
TIMSS 2003	題數	26	21	34	18	
	平均正確答題率(%)	72.94	72.94	64.99	57.87	
	標準差	12.82	12.85	16.99	22.05	

三、科學：內容領域

科學方面的內容領域在 TIMSS 1999 的測驗中共分為五個類別：地球科學、生命科學、物理、化學、環境與資源議題，以及科學探究與科學本質。在本研究中僅考慮物理與化學兩類別。我國八年級學生的正確答題率如下表 4-1-3。從釋出的答題成績中可看出化學 22 題平均正確答題率是 65.97%，標準差為 19.40；物理的題目則有 39 題，平均正確答題率為 62.21%，標準差則為 19.39。從表中可以看出化學類別略優於物理的答題表現，不過大致上來說，兩科的正確答題率表現都在百分之六十之上，誠屬不錯之表現。

科學方面的內容領域部分相較於 TIMSS 1999 來說，將類別做了些變動與調整。將內容領域分為四個類別：地球科學、生命科學、物理、化學、以及環境科學。在這裡本研究中依然僅考慮物理與化學兩類別。從表 4-1-3 中可以看出我國八年級學生回答的正確答題率情形，在 TIMSS 2003 中化學有 57 題，平均正確答題率為 62.53%，標準差為 17.05；而物理有 86 題，平均正確答題率為 60.14，標準差為 19.85。可以看出兩科的正確答題率也是表現差不多，都在百分之六十

之上，且是化學略佳於物理的情形。

兩年的試題如同數學部分一樣，都是部份保留部分更新的情形，但是不同於數學的答題表現，物理與化學在 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 中的表現情形相當一致，雖然平均答題率有些微下降，但原則上這兩年的測驗表現變動並不大。

表 4-1-3 科學內容領域的正確答題率（整體）

	內容類別	化學	物理
TIMSS	題數	22	39
1999	平均正確答題率(%)	65.97	62.21
	標準差	19.40	19.39
	內容類別	化學	物理
TIMSS	題數	57	86
2003	平均正確答題率(%)	62.53	60.14
	標準差	17.05	19.85

四、科學：預期表現/認知領域

科學的預期表現分為五個層次：瞭解簡單訊息、瞭解複雜訊息、理論化、分析化和解決問題、使用工具，特定過程和科學過程，以及調查自然世界。不過在物理、化學兩科僅出現前面四種，學生回答情形整理如下表 4-1-4。可以從數據中看到學生在「瞭解簡單訊息」和「瞭解複雜訊息」表現最好(平均正確答題率分別是 71.08%與 71.09%)，而在「使用工具，特定程序和科學過程」類別表現最差(平均正確答題率為 46.30%)，並且這樣的好壞差了有將近百分之二十五的情形出現。

TIMSS 2003 將科學的認知領域從原先的四個改為三個層次，並且做了相當的異動，分別是：事實性知識 6 題、概念性知識 20 題、推理和分析 14 題。在物

理、化學兩科目中，學生回答的情形整理如下表 4-1-4。可以從數據中看到學生在「事實性知識」表現最好(平均正確答題率為 74.17%)，其次是「概念性知識」(平均正確答題率為 65.06%)，而「推理和分析」的類別表現最差(平均正確答題率為 55.13%)，並且這樣的答題率好壞差了有將近百分之二十的情形出現。整體說來可以明顯看出認知領域的不同，確實對正確答對率造成影響而形成差異，並且在需要使用越高層次認知能力(例如:推理、分析)的題目上表現也越差。

表 4-1-4 科學預期表現/認知領域的正確答題率（整體）

預期表現		瞭解 簡單訊息	瞭解 複雜訊息	理論化，分析 化和解決問題	使用工具， 特定程序和 科學過程
TIMSS 1999	題數	8	9	11	1
	平均正確答題率(%)	71.08	71.09	51.15	46.30
	標準差	25.51	15.66	23.17	X
認知領域		事實性知識	概念性知識	推理和分析	
TIMSS 2003	題數	6	20	14	
	平均正確答題率(%)	74.17	65.06	55.13	
	標準差	18.16	17.35	21.14	

由於這兩年在科學的部份的認知領域方面做了相當大的改變，無法加以比較來看出一些趨勢，可稍微看出的是不論是預期表現或是認知領域，大抵為由較低層次的「知道」到較高層次的「推理分析」，不過一些相關的比較分析以及進一步的瞭解，必須拿相同的試題加以比較方為客觀，因此在下一節將針對趨勢題的部分加以說明探討。

三、舉例說明題

為了更瞭解學生作答的表現，也想清楚知道學生作答好壞的類型是什麼，並希望從中看出一些關連，因此從 TIMSS 2003 可公佈的試題中，以我國八年級學生在數學的各內容類別以及物理、化學方面的答題表現上正確答題率最高和最低的題目來加以說明及探討。參加受測的學生所接受的課程內容，是採用國立編譯館所出版的國中數學或理化教科書(採用的各冊版本請見第一章的名詞解釋)，因此本研究中所說明的內容及教科書的依據，都以國立編譯館的版本為考量。

(一) TIMSS 2003 正確答題率最高的題目：

在此分別從數學的五個內容類別以及科學方面的物理、化學來看學生表現最好的題目內容與類型。

1. 數學

(1) 數與量

學生在 TIMSS 2003 表現最好的數與量題目代號為 M032670，是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率高達 88.8%(試題題目見表 4-1-5)。此題的主題是分數和小數，所需要用到的概念在國中數學第一冊。由於本題的四個答案數字差距不小，可以明顯來加以判斷何者最接近 10，因此幾乎參加受測的學生在回答本題上，都沒有什麼困難之處。

表 4-1-5 M032670 之試題題目

下列哪一個數最接近 10？
A. 0.10
*B. 9.99
C. 10.10
D. 10.90

* 表正確答案

認知領域：使用概念

(2) 代數

學生在 TIMSS 2003 表現最好的代數題目代號為 M012040，是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率達 83.0%(試題題目見表 4-1-6)。此題的主題是等式與方程式，所需要用到的相關概念在國中數學第一冊的內容中出現。本題牽涉到分數的基本運算以及等式的概念，在這邊可以注意的是，第二多學生選擇的答案為「D」，比例雖然只有 7.7%，但從這樣的結果可以看出有部分學生對分數運算及等式的認識不夠清楚，自己衍生類推 12 與 21 的關係，而來選擇 63 來與 36 相對應。雖然類推或類比的方法是常用的解題技巧，但對此題來說採用這樣的方式並不適用，也就是說這些學生在解題歷程中採用了錯誤的解題策略。不過大體說來，從這樣極高的正確答題率可以看出我國八年級學生在基本運算上，可說是表現十分出色。

表 4-1-6 M012040 之試題題目

若 $\frac{12}{n} = \frac{36}{21}$ ，則 n 等於

A. 3

*B. 7

C. 36

D. 63

* 表正確答案

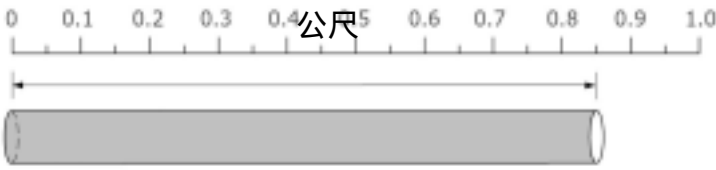
認知領域：知道事實和程序

(3) 測量

學生在 TIMSS 2003 表現最好的測量題目代號為 M012038，是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率高達 90.3%(試題題目見表 4-1-7)。此題的主題是工具、方法與方程式，學生如果看得懂圖所呈現的內容、數線的表示方法及代表意義，也就是說在本題學生需知道介於 0.8 和 0.9 之間，且剛好接近一半的數字為

何，便可以順利作答。由於本題很清楚可以看出結果，四個選項間的數字也沒有會造成學生誤解者，因此確實可以看出學生高正確答題率的原因。

表 4-1-7 M012038 之試題題目



從圖中可測量出管子有多長？

- A. 0.085 公尺
- B. 0.805 公尺
- *C. 0.85 公尺
- D. 8.5 公尺

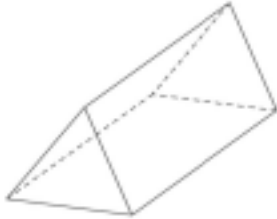
* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

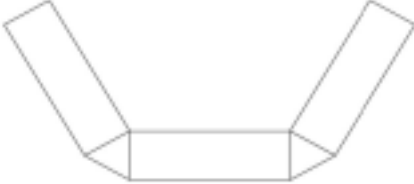
(4) 幾何


學生在 TIMSS 2003 表現最好的幾何題目代號為 M032489，是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率高達 96.2%(試題題目見表 4-1-8)。此題的主題是位置與空間關係，學生在國中數學課本第四冊會學到相關的單元。我國學生在此題有如此高的正確答題率是其來有自的，除了剛好在受測時間附近會學到相關單元外，本題的三角柱展開圖所選擇的正確答案，正好是教科書中有出現來讓學生理解的圖形。而即便沒有學過這些單元的學生，在本題的回答上，也可以運用自我的空間能力加以拼湊，便能夠找到正確答案。所以本題也是我國八年級學生在 TIMSS 2003 所有的題目中，答題表現最好的一題。

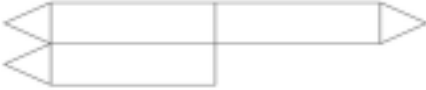
表 4-1-8 M032489 之試題題目

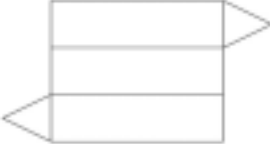


下列哪一個能摺成上圖的立體圖形？

A. 

B. 

C. 

*D. 

* 表正確答案

認知領域：使用概念

(5) 資料分析

學生在 TIMSS 2003 表現最好的資料分析題目代號為 M012006，是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率高達 90.4%(試題題目見表 4-1-9)。此題的主題是資料解釋，所使用的概念出現在我國國立編譯館出版的數學第六冊第二章第二節：「算數平均數、中位數和眾數」單元。雖然學生接受施測時僅八年級，尚未

學到這部分的課程。不過，算成績平均的概念常常出現並應用在學生生活之中，對學生來說並不是陌生的內容，因此學生在解題時會採用類比策略，也就是以舊有經驗來解決類似的問題，這種方法就如文獻中所提及，是啟思法中的一種，所以不難理解為什麼學生在本題表現良好。

表 4-1-9 M012006 之試題題目

<p>小明三次測驗的成績為 78、76 和 74，而小花的成績是 72、82 和 74。試比較小明的平均分數和小花的平均分數。</p> <p>A. 小明高 1 分</p> <p>B. 小明低 1 分</p> <p>*C. 兩人的平均分數一樣</p> <p>D. 小明高 2 分</p> <p>E. 小明低 2 分</p>
--

* 表正確答案

認知領域：使用概念

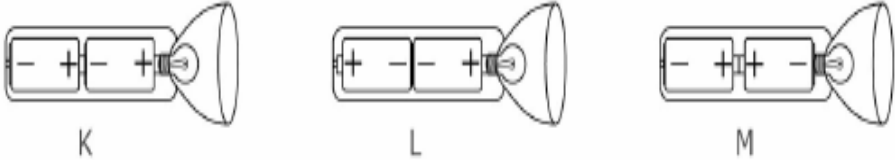
2. 科學

(1) 物理

在科學方面，學生於 TIMSS 2003 中表現最好的物理題目代號為 S012037，此題是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率高達 92.2%(試題題目見表 4-1-10)，主要內容為電與磁。而在理化課本第二冊第十一章「電」、第三冊第十二章「電流與磁」以及第三冊第十四章「電與生活」，皆有圖示乾電池的裝置方式，但卻沒有文字清楚提到正確的裝置該如何做。不過本題只要學生具有正負相接串聯電池這樣的科學知識，也就是本題認知領域所呈現的具有「事實性知識」，並且瞭解「+」和「—」就可以正確回答出答案，並不是困難的問題。並且，本題的內容是日常生活上常會經歷到的問題，我國學生大都十分熟悉手電筒這樣的工具，所以不難理解學生能表現出色。

表 4-1-10 S012037 之試題題目

下圖顯示三種在手電筒內裝置電池的方式



要使手電筒發光，電池需要依照下列哪一種方式裝置？

- *A. 只有圖 K
- B. 只有圖 L
- C. 只有圖 M
- D. 這些方式都不可行

* 表正確答案

認知領域：事實性知識

(2) 化學

學生於 TIMSS 2003 中表現最好的化學題目，代號則是 S012003，此題亦是以選擇題的方式來呈現，平均正確答題率有 88.4%(試題題目見表 4-1-11)，主要內容為化學變化。本題的相關概念內容出現在理化第二冊第七章「物質的變化」，為化學科可公佈題中表現最好的一題，有可能是該單元在學生施測時是正在教授的或已被教授過的課程內容，所以學生印象深刻而可以答題正確，但是也可以從題目的情境中來看出本題是有可能會在學生的生活上發生之問題類型，學生似乎能夠給予正確的觀念。此題在 TIMSS 1999 時也有出現在測驗題目中，學生答題各選項的人數比例情形，與 TIMSS 2003 的結果相類似，顯示我國學生在這概念上都有不錯的學習。

表 4-1-11 S012003 之試題題目

- 搨風可使柴火燒得更旺，因為搨風
- A. 使柴火加熱至可以燃燒
 - *B. 能供應更多燃燒時所需的氧氣
 - C. 增加了可供燃燒的柴
 - D. 可提供能量使柴火能繼續燃燒下去

* 表正確答案

認知領域：概念性理解

(二) TIMSS 2003 正確答題率最低的題目：

同樣也分別從數學的五個類別以及科學的物理、化學來看學生在 TIMSS 2003 中正確答題率最低的題目內容與類型。

1. 數學

(1) 數與量

學生在TIMSS 2003正確答題率最低的數與量題目代號為M012006，是以選擇題的方式來呈現，而整體的正確答題率為39.7%(試題題目見表4-1-12)。此題的主題是比例、比率和百分比，在數學第二冊第三章「比與比例式」中，有提到相關的概念。不過本題的前項與後項並沒有十分清楚的標明，會造成此題在學生作答時感到困難，會不清楚是要將差距的時間除以原本所花費的時間，並且在教科書中並沒有很直接的內容說明百分比「%」。因此，從學生作答的答案中可以看出，許多人對百分比的意義並不瞭解，所以有47.8%的學生選擇B的答案，也就是直接將25分鐘減去20分鐘所得到的數字，這樣的人數比例比選擇正確答案C的人還多出將近10%。

表 4-1-12 M022139 之試題題目

高速公路通車後，一輛公車從甲地到乙地的時間，由 25 分鐘變為 20 分鐘。
這趟旅程所縮短的時間百分比是多少？

- A. 4%
- B. 5%
- *C. 20%
- D. 25%

* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(2) 代數

學生在 TIMSS 2003 正確答題率最低的代數題目代號為 M022008，是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-1-13)，而整體的答題情形見表 4-1-14 之編碼表。此題的主題是數型，本題相關的概念是在國中數學第六冊之等差數列單元，對八年級來說要回答此題是相當困難的。學生當然可以用徒法煉鋼的方式一一列出，但是由於本題答案數字不小，因此可以發現有一半以上的學生是回答錯誤或沒有回答。可以從本題得知，雖然學生仍可以用一些基本方法來求得此題的答案，但是教科書內容是否有出現，對學生來說仍是佔有非常重要的角色。

表 4-1-13 M022008 之試題題目

有一組數列為 7, 11, 15, 19, 23, ... 每次增加 4。另外一組數列為 1, 10, 19, 28, 37, ... 每次增加 9。數字 19 同時出現在兩組數列中。如果這兩組數列一直進行下去，下一個同時出現在第一組和第二組數列的數字是什麼呢？

答：_____

* 表正確答案

認知領域：推理

表 4-1-14 M022008 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
10	55	38.6
	不正確答案	
70	27 和 46 [23 + 4 和 37 + 9]	0.5
71	27 或 46	4.1
79	其他不正確的答案 (包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	45.8
	沒有回答	
99	空白	11.0

(3) 測量

學生在 TIMSS 2003 正確答題率最低的測量題目代號為 M032649B，是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-1-15)，而整體的答題情形見表 4-1-16 之編碼表。此題的主題是工具、方法和方程式，由於本題屬於題組類型，正確答題率只有 39.1%，但是 B 部分並不受 A 部分影響作答。本題重點乃是學生須將題目看懂，並找出需要的資訊也就是剩下的里程 (120 公里) 和時間 (1.5 小時)，再將距離除以時間來得到正確答案。從表 4-1-16 確實可看到沒有作答 (即空白) 本題的學生比例有 20.2%，顯示有 1/5 的學生沒有嘗試去解題，或是不知道該如何下手，也有將近 30% 的學生回答錯誤。不過就本題的內容來說，有牽涉到速度的問題是跟理化中「力與運動」單元相關，因此此題可說是視為數學或理化考題皆合適的題目，由此也可以看出數學及理化確實具有密不可分的關係。

表 4-1-15 M032649B 之試題題目

<p>在一汽車大賽中有兩個檢查站相距 160 公里。賽車手必須在 2.5 個小時中從一個檢查站到另一個以獲得最多的分數。</p> <p>B. 有一車手在一開始 40 公里的山丘部分，花了 1 個小時的時間。如果他必須在總時間 2.5 小時之內跑完全程，則剩下的 120 公里他的平均速度是多少公里/小時？</p> <p>答：_____</p>

* 表正確答案

認知領域：推理

表 4-1-16 M032649B 之編碼表





編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
10	80 公里/小時 or 80	39.1
	不正確答案	
70	顯示 $\frac{120}{2.5}$ 或 48	11.0
79	其他不正確的答案（包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程）	29.7
	沒有回答	
99	空白	20.2

(4) 幾何

學生在 TIMSS 2003 正確答題率最低的幾何題目代號為 M032745，此題是題組題型，以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-1-17)，平均正確答題率僅有 8.6%，而部分答對的亦有 8.6%，見表 4-1-18 之編碼表。本題的主題是對稱與轉換，我國國立編譯館的數學教科書中並沒有相關的單元或是內容，來介紹對稱、轉換之類的主題。關於幾何圖形，只有在第四冊第二章「簡單的幾何圖形」中的第一節「生活中的平面圖形」介紹點、邊、角以及多邊形、圓的定義與概念。

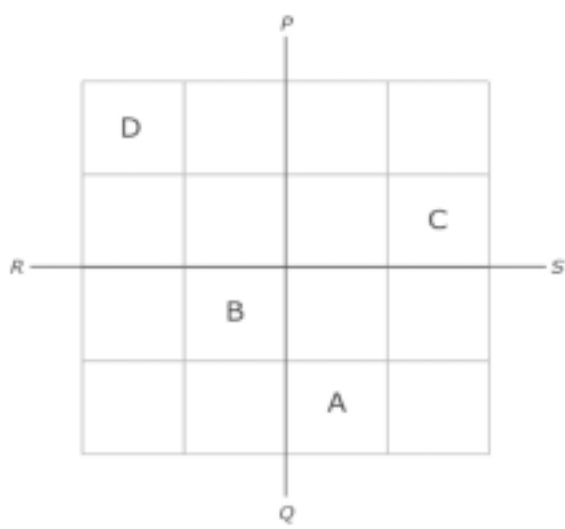
所以學生在回答此題上，必須要具備上、下、左、右對稱的概念，確實會遭遇到一些困難。由於學生並沒有學到對稱的概念，也不知道何謂對稱軸，所以不知道該如何著手解題。不過若具有對稱概念的學生，在解此題時可以運用一些策略，如同文獻中有提到的繪圖法，藉由視覺符號有助於顯示整個關係的外貌與問題結構關係，來實際幫助學生解決問題。雖然可以理解本題正確答題率甚低的理由，但是研究者認為學生依然可以採用一些策略來解決本題。從表 4-1-18 中可以看出沒有答題的學生比例偏高，不過答錯的學生比例更高達 55.4%，顯示許多學生雖然沒有答對，但是願意來嘗試解決本題。

表 4-1-17 M032745 之試題題目

A
B
C
D

繼續使用上面的紙牌作答。在下面的方格中，寫出 A、B、C 或 D，已完成一個以直線 PQ 與直線 RS 為對稱軸的對稱圖案。並使鋪排的紙牌形成規律圖案。



* 正確答案見編碼表

認知領域：推理

表 4-1-18 M032745 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
20	所有的格子都是正確地對稱於PQ軸和RS軸的幾何圖形 (寫上字母或繪圖)	8.6
	部分答案	
10	除了原本的一個其他三個都是正確的	8.6
	不正確答案	
70	字母被放置對稱於PQ和RS	5.9
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難 分辨或與本題無關的過程)	55.4
	沒有回答	
99	空白	21.5

(5) 資料分析

學生在 TIMSS 2003 正確答題率最低的資料分析題目代號為 M032763，此題是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-1-19)，整體的答題情形可見表 4-1-20 之編碼表。此題的主題是資料解釋，學生必須從本題的表中訊息來回答題目所要問的，正確答題率僅有 17.6%，回答錯誤答案的有 58.2%。由於本題屬於題組題型，用不同的人物情境來要求學生回答問題，不過每一題之間並不會影響學生的答案。正確回答本題需要知道 1 小時為 60 分鐘，扣除免費的時間後乘以每分鐘費率，最後再加上月租費才是正確答案，並不是十分直接就可以算出來，而是需要學生經過緊密的思考方能得之。可以想見的是，本題對於在日常生活有接觸手機、電話且注意帳單的學生較為有利，否則可能不清楚月租費及費率所代表的意義。

表 4-1-19 M032763 之試題題目

方案	月租費	每分鐘費率		每月免費通話時間 (分鐘)
		白天(上午 8 點至下午 6 點)	晚上(下午 6 點至隔天上午 8 點)	
方案 A	20 zeds	3 zeds	1 zeds	180 zeds
方案 B	15 zeds	2 zeds	2 zeds	120 zeds

英明在晚上時段每個月通話 5 小時。兩個方案各花費他每個月多少錢？請寫出你的算法。

方案 A 的每個月花費：_____zeds

方案 B 的每個月花費：_____zeds

* 正確答案見編碼表

認知領域：解決特定問題

表 4-1-20 M032763 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
20	方案A= 140 zeds以及方案B = 375 zeds, 要有計算過程	17.6
	部分答案	
10	140 zeds以及375 zeds但是沒有計算過程	3.6
11	方案A或方案B正確且有計算過程，但不是兩者皆是	8.6
	不正確答案	
79	其他不正確的答案（包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程）	58.2
	沒有回答	
99	空白	12.1

2. 科學

(1) 物理

學生在 TIMSS 2003 正確答題率最低的物理題目代號為 S032712B，是以非選擇題的方式來呈現，主題為力與運動(試題題目見表 4-1-21)，平均正確答題率為 27.7%，整體答題情形見編碼表 4-1-22。而我國國立編譯館的教科書，關於「密度」的概念是在理化第一冊第一章第二節「水的密度」中提及，而關於實驗的概念則是在第一冊的緒論有所說明。

此題雖然放在「力與運動」的主題之下，不過所測的概念是算數平均數的概念，嚴格說來，學生只需要將此題五次密度值相加除以五即可得到正確答案，並不需要具有精確的密度概念，也就是說學生雖然沒有科學正確知識，但是如果具有數感應該可以順利答對此題。進一步來看學生答題狀況，有 28%的學生並沒有回答(即空白)，21.4%的人回答錯誤，14.9%的學生是直接計算出來並沒解釋原因及過程。如同文獻中解題歷程的五階段，學生遇見問題之後，必須了解問題、擬定計畫等步驟，此題如果學生理解題意，知道問題所要求的是什麼，此題應該不是十分困難才是。但是相反地，如果學生不了解題意所要表達的內容，便會造成回答問題上的困難，或是不清楚該如何正確表達問題所要的是什麼。

表 4-1-21 S032712B 之試題題目

科學家先後測得五次皇冠的體積，並計算出其密度大小，結果列於下表中。		
測量次別	皇冠體積(立方公分)	皇冠密度(克/立方公分)
1	202	11.88
2	200	12.00
3	201	11.94
4	198	12.12
5	199	12.06
科學家向國王報告，皇冠的密度是 12.0 克/立方公分。請說明科學家如何利用他們的結果，得到這個密度值。		

* 正確答案見編碼表

認知領域：概念性理解

表 4-1-22 S032712B 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
10	顯示(或描述)算出平均值(中間值)的正確方法 <i>例如: $11.88+12.00+11.94+12.12+12.06=60.60/5=12.0$ $(202+200+201+198+199)/5=200. 2400/200=12.0$ 將所有的密度加起來除以5可得平均值</i>	27.5
11	顯示(或描述)決定中位數的正確方法 <i>例如: 202, 201, 200, 198, 199. 200是中間的體積, 所以2400/200是密度的中位數(12). 照順序排列, 12是中間的值(12.12, 12.06, 12.00, 11.94, 11.88).</i>	0.2
19	其他正確答案	0.1
	不正確答案	
70	說明此為平均值 中間值或中位數但沒有或是錯誤的過程呈現	7.9
71	顯示密度的計算方式(質量/體積). [沒有確定的平均值或中間值在內] <i>例如: 他們是將密度除以體積 $2400 \text{ 克}/200 \text{ 立方公分} = 12 \text{ 克}/\text{立方公分}$</i>	14.9
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	21.4
	沒有回答	
99	空白	28.0

(2) 化學

學生於 TIMSS 2003 中正確答題率最低的化學題目，代號則是 S032713B，此題與先前物理表現最差的題目為共同題組內容，亦是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-1-23)，平均正確答題率為 25.2%，整體答題情形見表 4-1-24 之編碼表，主要內容為物質的分類與組成。在理化第二冊第七章「物質的變化」中有提到混合物與純物質的性質區別方式。學生如果知道混合物的性質便可以順利答對此題，不過即使不清楚科學知識，在這題中，學生若能具有數感，知道

12.0 介於哪兩者之間，亦可完成並答對此題。不過來觀察學生不正確答案的類型，有兩類人數比例較多，一類是學生回答為「銀」有 10.9%，因為他們採用最接近 12.0 克/立方公分的那個金屬密度；另一類有 20.2% 的學生，選擇是以加法的概念來作答（例如：銀加鋁的密度，合起來接近 12.0 克/立方公分）。這些錯誤類型可顯示出我國學生對混合物的概念並不十分清楚，也不明白混和物所具有特質。另外，由於本題乃為一系列的相同情境問題的題組之一，學生必須瞭解題意，如同文獻中所提及的解題歷程之第二階段，知道所要問的問題是什麼，才能採取策略。另外學生需要將自己的答案表達出來，也就是如果學生不具有 Mayer（1992）所說的「語文知識」方面的能力，也會形成答題的困難。

表 4-1-23 S032713B 之試題題目

下表列出不同金屬的密度。

金屬	密度(克/立方公分)
白金	21.4
黃金	19.3
銀	10.5
銅	8.9
鋅	7.1
鋁	2.7

皇冠的密度被發現為 12.0 克/立方公分，你會向國王報告珠寶匠打造的皇冠是由哪一種金屬或由哪些金屬混合而成的？

* 正確答案見編碼表

認知領域：推理與分析

表 4-1-24 S032713B 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
10	報告皇冠是混合而成的(合金) 而且舉出特定可能包含的金屬名稱(依據密度合理的組成). <i>例如: 珠寶匠使用一些銀和金做成的.</i> <i>皇冠可能混有一些銅因為銅會降低密度和成本花費</i>	21.9
19	其他正確答案	3.3
	不正確答案	
70	只有報告皇冠是混合而成的或是「非」純金; 沒有特定的金屬名稱 <i>例如: 珠寶匠沒有使用國王給他的大批金屬</i> <i>珠寶匠使用四種以上的金屬來製作皇冠</i>	0.7
71	報告是「銀」 (密度接近12 克/立方公分). <i>例如: 使用的金屬是銀.</i>	10.9
72	報告是由不正確的金屬 (由他們的密度相加得之) 構成 <i>例如: 是用銀和鉛混合 (10.5 + 2.7) 因為他們密度加起來十分接近12.0</i>	20.2
79	其他不正確的答案 (包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	23.1
	沒有回答	
99	空白	19.9

四、TIMSS 2003 整體相關性

(一) 數學、物理、化學的相關情形

許多人都想瞭解究竟數學和物理化學是否真的有相關性存在，因此本研究將數學、物理、化學這三者的成績情形加以分析。從表 4-1-25 可以看出，在 B1 到 B6 的物理、化學都低於 5 題。所以我們來看從 B7 - B12 中數學、物理、化學的相關性。在這六本的題本，總共有 2698 的學生參與施測，我們可以由表 4-1-12 看見數學與物理、數學與化學、物理與化學的相關係數分別是 0.598 ($p < 0.01$)、0.655 ($p < 0.01$)、0.548 ($p < 0.01$)，達到顯著水準，亦即表示數學、物理、化學這三科兩兩間有顯著的相關存在。相關係數為正，表示數學測驗表現好的學生，物理、化學的成績也越好；物理、化學亦是如此(其他題本之相關情形請見附錄)。

表4-1-25 B1 - B12題本數學、物理、化學的題數與施測人數

科目 \ 題本	B1 - B6						B7 - B12					
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
數學	42	42	43	40	43	41	12	15	15	11	14	15
物理	3	2	3	3	3	4	14	9	9	14	12	10
化學	2	2	2	3	2	2	7	8	7	5	7	9
施測人數	445	443	445	442	447	459	454	456	455	443	444	446

表4-1-26 B7 - B12八年級學生數學、物理、化學的相關性

		數學	物理	化學
數學	Pearson Correlation	1	.598(**)	.655(**)
	Sig. (2-tailed)	.	.000	.000
	N	2698	2698	2698
物理	Pearson Correlation	.598(**)	1	.548(**)
	Sig. (2-tailed)	.000	.	.000
	N	2698	2698	2698
化學	Pearson Correlation	.655(**)	.548(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.
	N	2698	2698	2698

** $p < 0.01$

(二) 數學的內容領域與物理、化學相關情形

我們可以由表 4-1-27 看見代數、資料分析、幾何、測量、數與量與物理的相關係數分別是 0.285 ($p < 0.01$)、0.473 ($p < 0.01$)、0.310 ($p < 0.01$)、0.506 ($p < 0.01$)、0.424 ($p < 0.01$)，達到顯著水準，亦即表示數學的內容領域各類別與物理兩兩之間皆有顯著的相關存在。相關係數為正，表示數學內容類別測驗表現越好的學生，物理成績也越好；化學亦是如此，代數、資料分析、幾何、測量、數與量與化學的相關係數分別是 0.446 ($p < 0.01$)、0.249 ($p < 0.01$)、0.492 ($p < 0.01$)、0.475 ($p < 0.01$)、0.560 ($p < 0.01$)，達到顯著水準，亦即表示數學的內容領域各類別與化學兩兩之間皆有顯著的相關存在。相關係數為正，表示數學內容類別測驗表現越好的學生，化學成績也越好。

表4-1-27 B7 - B12八年級學生數學內容領域、物理、化學的相關性

		代數	資料分析	幾何	測量	數與量
物理	Pearson Correlation	.285(**)	.473(**)	.310(**)	.506(**)	.424(**)
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000
	N	2698	2698	2698	2698	2698
化學	Pearson Correlation	.446(**)	.249(**)	.492(**)	.475(**)	.560(**)
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000
	N	2698	2698	2698	2698	2698

** $p < 0.01$

(三) 數學與物理、化學的認知領域相關情形

我們可以由表 4-1-28 可以發現很難同時去看到數學和物理、化學的認知領域部分，比較具有代表性的是 B9 題本，因此拿 B9 來做相關性的分析。

表4-1-28 B1 - B12題本數學、物理、化學的認知領域題數與施測人數

題本 科目	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
知道事實 和程序	9	9	13	3	2	7	0	0	2	2	0	0
使用概念	10	5	5	1	5	6	0	0	5	1	0	0
解決特定 問題	5	9	18	9	6	9	0	0	6	5	0	0
推理	6	7	7	3	2	4	0	0	2	3	0	0
事實性知識	0	0	1	0	0	0	3	3	2	0	1	2
概念性瞭解	0	0	4	3	0	0	6	5	6	2	5	6
推理與分析	0	0	0	3	0	0	3	2	8	6	0	5
施測人數	445	443	445	442	447	459	454	456	455	443	444	446

從表 4-1-29 可以看出數學的「知道事實和程序」與科學「事實性知識」的相關係數是 0.370 ($p < 0.01$)，達到顯著水準，亦即表示這兩者間有顯著的相關存在，並且是正相關。

表4-1-29 數學的知道事實和程序與科學的事實性知識的相關性

	知道事實和程序
事實性知識	Pearson Correlation .370(**)
	Sig. (2-tailed) .000
	N 455

** $p < 0.01$

從表 4-1-30 可以看出數學的「使用概念」和「解決特定問題」與科學「概念性理解」的相關係數是分別是 0.559 ($p < 0.01$)、0.624 ($p < 0.01$)，達到顯著水準，表示這兩者間有顯著的相關存在，並且是正相關。

表4-1-30 數學的使用概念和解決特定問題與科學的概念性理解的相關性

		使用概念	解決特定問題
概念性理解	Pearson Correlation	.559(**)	.624(**)
	Sig. (2-tailed)	.000	.000
	N	455	455

** p<0.01

同樣從表4-1-31可以看出數學的「推理」與科學「推理與分析」的相關係數是0.566 (p<0.01), 達到顯著水準, 也就是說這兩者間有顯著的相關存在, 且是正相關。

表4-1-31 數學的推理與科學的推理與分析的相關性

		推理
推理與分析	Pearson Correlation	.566(**)
	Sig. (2-tailed)	.000
	N	455

** p<0.01

五、小結與討論

從本節的研究可以看出，我國八年級學生在數學和科學的內容領域和認知領域的表現。在數學方面，TIMSS 1999時學生在內容領域的「資料表徵，分析和機率」表現最好，「測量」類別表現最差；在TIMSS 2003時則是「數與量」表現較好，「測量」的部分最差，學生的平均正確答題率都在百分之六十至七十之間。認知領域部分在TIMSS 1999表現最好的是「使用複雜的程序」，而表現最差的是「溝通和推理」類別；而TIMSS 2003則是「知道事實和程序」和「使用概念」兩類別表現最好，最差的是「推理」，正確答題率不到百分之六十。在科學方面，不論是TIMSS 1999或2003，物理和化學的表現差不多，正確答題率在百分之六十以上；在TIMSS 1999的認知領域方面「瞭解簡單訊息」和「瞭解複雜訊息」表現最好，而在「使用工具，特定程序和科學過程」類別表現最差，並且好壞差距很大；在TIMSS 2003則是「事實性知識」表現最好，其次是「概念性知識」，而「推理和分析」的類別表現最差，正確答題率不到百分之六十，這樣的結果和數學方面相類似。

在相關性方面，數學和物理、化學方面具高度的相關性，並且是正相關；認知領域的部分也一樣。並且從TIMSS 2003的代表題目中可以看出，有一些數學和科學概念是互通的。顯示數學能力好的學生在學習物理、化學上也會有所幫助。這樣的結果正如文獻中所說，為了促進數學和科學的教與學方面，科學和數學教育的整合是必然的，且學生對科學學習感到困難是源自於數學能力上的障礙。也從題目的解題可以發現，如果學生具備良好、正確的解題策略，確實能夠幫助他們在解題上達到好的效果。呼應了Berlin(1989)所說的促進科學和數學的教與學，整合科學和數學教育是必然的。並且統整科學和數學，就如同本節所分析的結果來看，確實有提升學生理解、成就的效果，並可以幫助學生獲得學科間緊密的連結與其間的相關性（Berlin & White, 1998）。因此，如何針對國內的數學與科學教育來搭起橋樑、彼此對話，將是教育工作者所要面臨的課題。

從舉例說明題來看，學生在TIMSS 2003正確答題率最高的題目，不論是數學各個類別以及物理、化學的題目情境都可說是與生活經驗相關的問題，或是基本的數字運算題目。而這樣的解題狀況就跟文獻所說的相同，當數學問題與學生的基模吻合時，學生只需用舊有方法來處理即可解題，因為在解題過程中，學生有了解決此題的先備知識與經驗，便有可提供使用的解題基模，所以不難理解學生可以對這樣的問題，有良好的成就表現。

而正確答題率較低的題目，無法避免的若是試題內容是學生沒有學過的概念，或是在教科書中沒有出現的單元內容，他們的解題基模便無法給予正確的解答。但無獨有偶的這些題目除了數學的數與量類別外，其他的類別包括物理、化學居然都是非選擇題，從這些題目中可共同發現學生在回答問題上面，似乎無法精確的回答題目所要問的是什麼，或是採用錯誤的解題方式及概念。另外學生也沒有善用一些解題策略來幫助自己回答問題，這裡可以看出在文獻裡所提的解題五階段：遭遇問題、瞭解問題、擬訂計畫、執行計畫、回顧驗證，許多學生在瞭解問題上有遇見困難，並且在擬訂計畫上並沒有使用太多的解題策略，例如：使用繪圖來幫助視覺理解或是採用類比等。可能是在非選擇題中，學生沒有辦法從中獲得重要的解題資訊，或是無法瞭解題意而來回答問題。另外，學生在面臨這樣的題目上，亦有許多人選擇放棄回答，這顯示出學生在面對問題的態度上，並不是十分積極。

第二節 以趨勢題來比較 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003

第一節介紹了這兩年的整體概況，也看了數學、物理、化學之間的關係，接下來進一步來瞭解我國學生在 TIMSS 2003 的表現，和四年前的答題狀況有何異同？拿在這兩年都同時出現過的題目，也就是所謂的「趨勢題」來作為比較，從相同的題目中，來觀察我國學生的答題變化。

一、TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的答題情形

(一) 數學

由於這些趨勢題在 TIMSS 1999 和 TIMSS 1995 時是不可公佈題，因此在內容類別上，皆採用 TIMSS 2003 的分類方式。表 4-2-1 所顯示的便是在 TIMSS 2003 所採用的趨勢題的部分，代數有 16 題，資料分析有 10 題，幾何有 12 題，測量有 16 題，數與量有 25 題，一共有 79 題。各題的認知領域以及在 TIMSS 1999 與 2003 的正確答題率也如表所示。這兩年內容類別的對應方式是「分數與數感」歸類到「數與量」，「資料表徵，分析和機率」歸類到「資料分析」的部分，其餘的代數、測量和幾何仍然照舊。另外在趨勢題中有三題的內容類別有做修改，M012025 從資料分析改為代數 M022232 從數與量改為測量以及 M022234B 從測量改為數與量。在表 4-2-1 中認知領域顯示未公開的題目，表示雖然是 TIMSS 1999 和 2003 的趨勢題，但是在 TIMSS 2003 仍為不可公佈題，這也表示這些題目將會保留作為往後的試題測驗，在 TIMSS 2007（或之後）的測驗結果出來可針對這些題目加以追蹤調查。

表 4-2-1 TIMSS 2003 數學趨勢題一覽表

試題代號	內容類別	認知領域	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)
M022253	代數	知道事實和程序	79.4	80
M012040	代數	知道事實和程序	85.1	83

試題代號	內容類別	認知領域	TIMSS 1999 正確 答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)
M022185	代數	知道事實和程序	74.3	75.6
M012042	代數	知道事實和程序	81.6	82.9
M022196	代數	知道事實和程序	75.7	82.5
M012002	代數	使用概念	77.6	76.3
M022251	代數	使用概念	53	59.4
M012025	代數/資料分析	解決特定問題	83.5	80.7
M022261B	代數	解決特定問題	61.9	56.2
M022002	代數	解決特定問題	54.3	50.1
M022261A	代數	解決特定問題	71.7	68.6
M012029	代數	推理	75.2	71.5
M012017	代數	推理	70.3	71
M022261C	代數	推理	56.5	48.9
M022008	代數	推理	45	38.6
M022050	代數	(未公開)	51.8	52.9
平均			68.56	67.39
M012006	資料分析	使用概念	90.5	90.4
M012014	資料分析	使用概念	83.5	84.2
M022146	資料分析	解決特定問題	85.8	85.8
M022135	資料分析	解決特定問題	51.3	44.7
M012037	資料分析	推理	53	50.8
M022252	資料分析	推理	83.7	85.4
M022189	資料分析	推理	85	89.4
M022101	資料分析	(未公開)	90.6	87.5
M022257	資料分析	(未公開)	81.7	80.2
M022181	資料分析	(未公開)	91.6	91.5
平均			79.67	78.99
M022016	幾何	知道事實和程序	55.8	53.5
M022142	幾何	知道事實和程序	65.3	67.2
M012005	幾何	使用概念	82.4	81.9
M012026	幾何	解決特定問題	73.7	72.6
M012039	幾何	解決特定問題	83.5	82.3
M022202	幾何	推理	53.9	49.3
M022154	幾何	推理	72.5	76.2
M012015	幾何	推理	79	79.1
M022108	幾何	(未公開)	83.7	80.6
M022062	幾何	(未公開)	69.3	66.8

試題代號	內容類別	認知領域	TIMSS 1999 正確 答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)
M022049	幾何	(未公開)	82.3	82
M022105	幾何	(未公開)	58.7	60.7
平均			71.68	71.02
M022005	測量	知道事實和程序	43.1	41
M012003	測量	知道事實和程序	81.1	80.2
M022021	測量	知道事實和程序	76	76.5
M012038	測量	知道事實和程序	89.6	90.3
M022188	測量	知道事實和程序	63.3	65.7
M012013	測量	使用概念	78.8	80.7
M012030	測量	解決特定問題	62.9	62
M022227B	測量	解決特定問題	68.5	65.3
M022148	測量	解決特定問題	62.2	59.1
M022227C	測量	解決特定問題	52	51.3
M022227A	測量	解決特定問題	82.6	82.5
M022243	測量	(未公開)	75	68.5
M022232	測量/數與量	(未公開)	24.8	19.4
M022055	測量	(未公開)	62	56.9
M022097	測量	(未公開)	87.5	83.8
M022234A	測量	(未公開)	46.3	44.1
平均			65.98	64.21
M022156	數與量	知道事實和程序	80.6	75
M012016	數與量	知道事實和程序	63.5	60.2
M022139	數與量	知道事實和程序	41.6	39.7
M022199	數與量	知道事實和程序	79.9	82.3
M022144	數與量	使用概念	50.7	49.3
M022198	數與量	使用概念	63.9	62.5
M022012	數與量	使用概念	79.3	77
M012001	數與量	使用概念	78.4	78.1
M012041	數與量	解決特定問題	79.2	78.7
M012027	數與量	解決特定問題	79.5	77
M012028	數與量	解決特定問題	87.5	86.9
M022194	數與量	解決特定問題	70	71.2
M012004	數與量	解決特定問題	64	65.6
M022127	數與量	解決特定問題	52.6	49.5
M022010	數與量	解決特定問題	82.5	80.2

試題代號	內容類別	認知領域	TIMSS 1999 正確 答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)
M022004	數與量	解決特定問題	76.8	77.5
M022191	數與量	推理	82.2	77.2
M022234B	數與量/測量	(未公開)	64.8	54.2
M022043	數與量	(未公開)	80.1	74.6
M022106	數與量	(未公開)	67.4	63.4
M022110	數與量	(未公開)	68.2	64.6
M022057	數與量	(未公開)	70.6	68.1
M022046	數與量	(未公開)	86.5	84.8
M022104	數與量	(未公開)	84.3	83.3
M022066	數與量	(未公開)	82.7	83.1
平均			72.672	70.56

1. 內容領域

表 4-2-2 為我國學生在 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的共同趨勢題答題的表現情形。整體來看，不論是 1999 年或 2003 年的測驗，學生在趨勢題中「資料分析」類別表現最好，最差的則是「測量」。雖然這兩年的測驗表現在每一個類別上皆未達到顯著差異，不過我們可以從正確答題率來看，同樣的題目下，2003 年的表現不如 1999 年的測驗成績。另外，也可以從表 4-2-2 中看出我國學生在「測量」類別的標準差最大，顯示出在此類別學生的回答情形差異也最大。

表 4-2-2 數學內容領域趨勢題的正確答題率

	題數	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)	F 值	顯著性
數與量	25	72.67(11.90)	70.56(12.52)	.074	.787
代數	16	68.56(12.85)	67.39(14.37)	.278	.602
測量	16	65.98(17.75)	64.21(18.80)	.020	.888
幾何	12	71.68(11.09)	71.02(11.56)	.026	.874
資料分析	10	79.67(14.89)	78.99(16.85)	.112	.742

()內數值表示標準差

2. 認知領域

從表 4-2-3 來看，學生在 TIMSS 1999 的測驗中，「知道事實和程序」、「使用概念」、「解決特定問題」這三類差距並不大，唯有「推理」類別表現較為不理想，正確答題率低於 70%；而在 TIMSS 2003 的測驗中，只有「知道事實和程序」類別的正確答題率高於 70%。雖然這兩年的「推理」類別，正確答題率都是最低的，但明顯看出 2003 年的此項類別標準差大於其他部分，顯示參加 TIMSS 2003 測驗的學生在回答「推理」類別時的表現差異甚大。雖然從數字上來看 TIMSS 2003 各項類別的測驗成績低於 TIMSS 1999，不過，從統計的方面來看，這兩年並沒有達到顯著差異。顯示出我國學生的數學認知能力表現在這兩年並沒有明顯的變化。

表 4-2-3 數學認知領域趨勢題的正確答題率

	題數	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)	F 值	顯著性
知道事實和 程序	16	70.99(14.33)	70.98(15.27)	.051	.822
使用概念	10	70.93(13.34)	69.96(12.77)	.039	.846
解決特定 問題	21	70.76(12.04)	68.94(13.13)	.208	.651
推理	11	68.75(14.19)	67.04(17.09)	.732	.402

()內數值表示標準差

(二) 科學

在科學的部分和數學的情形一樣，這些趨勢題在 TIMSS 1999 和 TIMSS 1995 時是不可公佈題，因此在內容類別上採用 TIMSS 2003 的分類方式，並且在本研究中只探討「物理」與「化學」兩類別。表 4-2-4 所顯示的便是在 TIMSS 2003 所採用的趨勢題的部分，物理有 13 題，化學有 10 題，一共有 23 題。各題的認知領域以及在 TIMSS 1999 與 2003 的正確答題率也如表所示。

表 4-2-4 TIMSS 2003 科學趨勢題一覽表

試題代號	內容領域	認知領域	TIMSS 1999	TIMSS 2003
			正確答題率(%)	正確答題率(%)
S022206	化學	事實性知識	63.2	59.1
S012016	化學	事實性知識	78.5	78.7
S012025	化學	事實性知識	72.8	63.2
S022202	化學	事實性知識	48.1	54.1
S012003	化學	概念性理解	87.9	88.4
S012040	化學	概念性理解	53.3	52.2
S022188	化學	概念性理解	78.6	77.1
S022198	化學	概念性理解	73.3	73.2
S022187	化學	概念性理解	58.7	63.6
S022191	化學	推理與分析	68.9	60
平均			68.33	66.96
S012037	物理	事實性知識	94.1	92.2
S012002	物理	概念性理解	58.6	63.9
S022035	物理	概念性理解	39.4	44
S022040	物理	概念性理解	66.6	67.5
S022058	物理	概念性理解	81	74.7
S012004	物理	概念性理解	79.4	79.3
S022041	物理	推理與分析	84	80.2
S022286	物理	推理與分析	37.7	34.2
S022222	物理	推理與分析	64	63.2
S012015	物理	推理與分析	79.7	76.9
S012029	物理	推理與分析	66.4	67.6
S022279	物理	推理與分析	55.6	51.6
S022225	物理	推理與分析	30.8	30.2
平均			64.41	63.5

1. 內容領域

表 4-2-5 表示出 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 共同趨勢題的測驗情形。從表中可以看出這兩次測驗表現都顯示出「化學」較優於「物理」的情形，並且「物理」類別的標準差較大（接近 20），顯示出我國學生在物理科的成就表現上差異也較為明顯。而化學科在 TIMSS 2003 的標準差小於 TIMSS 1999，顯示化學表現差異

有縮小的情況；物理則相反，標準差便大顯示差異也較大。另外，雖然從數據中可以比較出 1999 年的測驗答題情形比 2003 年來的理想，但是在統計上並未達到顯著差異。

表 4-2-5 科學內容領域趨勢題的正確答題率

	題數	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)	F 值	顯著性
化學	10	68.33(12.43)	66.96(11.82)	.001	.973
物理	13	64.41(18.66)	63.50(19.55)	.046	.832

()內數值表示標準差

2. 認知領域

在 TIMSS 2003 的測驗中，學生回答科學認知領域的趨勢題表現上，「事實性知識」和「概念性理解」兩類別答題表現相當接近，但是「推理和分析」與此兩類別差了有 10% 以上，而在 1999 年的表現上，同樣也是「推理和分析」類別表現最差。從表 4-2-6 中可以發現，學生在 TIMSS 2003 的「概念性瞭解」這個類別上表現優於 TIMSS 1999，其他兩個類別則是 TIMSS 1999 表現的較為理想，雖然這三個類別亦無達到統計的顯著差異。另外值得注意的是，TIMSS 1999 的「事實性知識」以及「推理和分析」類別的標準差較大，然而在 TIMSS 2003 時這三個類別的標準差皆有減少的情形，顯示學生在科學認知領域上的差異有縮減的趨勢產生。

表 4-2-6 科學認知領域趨勢題的正確答題率

	題數	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)	F 值	顯著性
事實性知識	5	71.34(17.16)	69.46(15.69)	.002	.965
概念性理解	10	67.68(15.07)	68.39(13.16)	.420	.525
推理和分析	8	60.89(18.76)	57.99(18.34)	.001	.977

()內數值表示標準差

二、舉例說明題

這一部份將舉出在這兩年的測驗中，具有相同題目（即趨勢題）的部分，在數學五個類別以及物理、化學的成就表現上加以比較，找出正確答題率差距最大之試題。我們分別從第一部份為 TIMSS 1999 比 2003 答題表現好且差距最大，以及第二部分則為 TIMSS 2003 表現較好且差距最大的題目來加以探討與說明。

（一）趨勢題中 TIMSS 1999 表現較好的題目

1. 數學

（1）數與量

趨勢題中我國學生在 TIMSS 1999 比 2003 表現較好中差距最大的數與量題目代號為 M022156，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-7），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 80.6%而在 TIMSS 2003 則是 75.0%，整體的表現見表 4-2-8 的編碼表。此題的主題是分數與小數，在國中數學第一冊就有相關的內容來予以教授。學生如果知道本題要考的是 6 是 $\frac{1}{5}$ 的幾倍，也就是 $6 \div \frac{1}{5}$ ，那麼便可以正確的達到答案。但答錯中，比較集中的錯誤類型是一些學生選擇 $6 \times \frac{1}{5}$ 的答案，代表這些學生看到一個整數跟分數時，會選擇乘法來加以運算，從本題學生回答情形可以看見這樣類型的學生在 TIMSS 2003 有些為增多的情形，也增加一些人直接看到 6 公斤就回答 6 杓，所以雖然整體表現不如 TIMSS 1999 來得好，但是可以看出在這兩次的正確答題率都甚高，顯示我國學生在基本運算的概念上有十分良好的表現。

表 4-2-7 M022156 之試題題目

<p>一杓子可以裝 $\frac{1}{5}$ 公斤的麵粉。那麼一個袋子要裝六公斤的麵粉，需要幾杓勺子？</p> <p>答：_____</p>
--

* 正確答案見編碼表

認知領域：知道事實和程序

表 4-2-8 M022156 之編碼表

編碼	回答情形	TIMSS 1999 答題率(%)	TIMSS 2003 答題率(%)
	正確答案		
10	30	80.6	75.0
	不正確答案		
70	30kg [錯誤的單位]	0.0	0.1
71	6/5 [6×1/5]	2.9	5.0
72	4 [要達到1kg需要再多4/5]	0.3	0.1
73	5 [5勺子= 1 kg麵粉]	0.5	0.9
74	6 [從詞幹得到]	1.7	3.2
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	12.3	11.4
	沒有回答		
99	空白	1.7	4.3

(2) 代數


趨勢題中我國學生在 TIMSS 1999 比 2003 表現較好中差距最大的代數題目代號為 M022261C，此題是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-2-9)，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 56.5%，而在 TIMSS 2003 則是 48.9%，整體的表現見表 4-2-10 的編碼表。此題的主題是數型，在國立編譯館的教科書中並沒有直接的教導學生對於該題應如何著手，不過數型的概念在九年一貫中則編入教材單元中。此題的概念需要有對圖形的判斷以及用符號來代表數的概念，用符號來代

表是在第一冊的第三章第一節中，提到 x 與 x 平方的意義與用法。由於本題要求不要畫出第 50 個圖，並且需要對自己的答案做出解釋，因此如同文獻中提及的解題歷程五階段，學生在遇見這個問題後，必須知道問題要的是什麼，也就是對題目文字敘述清楚瞭解，更重要的是該如何擬定計畫、執行計畫並檢驗之。學生該運用何種解題策略，便是此題的重要關鍵，針對此題說來，學生需要具有推理能力，知道圖形接下來的變化是什麼，這也牽涉到學生有否數型的概念，才能回答正確。整體說來，此題所需運用的數學能力較為困難。


進一步仔細去觀察學生答題的類型，在 TIMSS 1999 中有 10.7% 完全答對的學生是採用一般化的寫法來呈現，其他 45.8% 的學生則是直接以 50 來代入得到答案；而在 TIMSS 2003 的學生採用一般化寫法呈現的僅有 2.7%。沒有作答此題的學生在 TIMSS 1999 有 13.1%，而 TIMSS 2003 則增至 25.2%。另外，女生在此兩年的變化差異不大，男生則是從答對率 58.8% 降至 47.4%，顯示參與 TIMSS 2003 施測的男學生，在此題的表現上並不理想。

表 4-2-9 M022261C 之試題題目

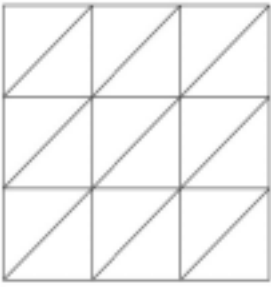
下面三個圖形都被分割成一些全等的小三角形。



圖一



圖二



圖三

C. 若依照此規則畫到第 50 個圖，請不要畫出第 50 圖，也不要一個個數其包含的全等小三角形。請找出圖 50 中全等小三角形的數目，並解釋你如何得到答案。

* 正確答案見編碼表

認知領域：推理

表 4-2-10 M022261C 之編碼表

編碼	回答情形	TIMSS 1999 答題率(%)	TIMSS 2003 答題率(%)
	正確答案		
20	正確的一般化表示，例如： $2n^2$ ，或等同於此的文字	10.7	2.7
21	2×50^2 或 $2 \times 50 \times 50$ 或 100×50 或 $(50+50) \times 50$ 或等同於此的文字表達(不考慮計算的錯誤)	45.8	46.2
	部分答案		
10	直接寫出答案(5000)而沒有顯示過程	0.6	0.4
19	其他部分答對的答案	1.2	0.8
	不正確答案		
70	50×2 或 100	1.4	1.1
71	50×50 或 2500	1.1	0.7
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	26.0	22.9
	沒有回答		
99	空白	13.1	25.2

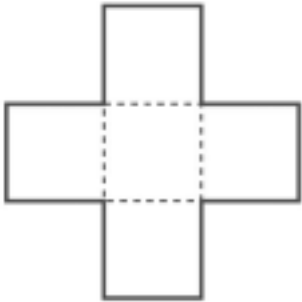
(3) 測量

趨勢題中我國學生在 TIMSS 1999 比 2003 表現較好中差距最大的測量題目代號為 M022227B，此題是以非選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-2-11)，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 68.5%，而在 TIMSS 2003 則是 65.3%，整體的表現見表 4-2-12 的編碼表。此題的主題是工具、方法與方程式，與此題較為相關的內容是出現在國中數學課本的第四冊第二章「簡單的幾何圖形」。由於本題是題組的一部份，我們可以看見編碼表的給分並不是 A 部分錯下面也都全錯，而是根據學生的思考解題方式來予以給分。學生要答對此題，必須知道正方形的面積公式(邊長 \times 邊長)，也就是面積與邊長的關係式。從學生答題的情形來看，亦有一些學生以為正方形有四個邊所以將面積除以 4，或是將平方誤以為就是除以 2 這一類的錯誤類型。不過大體上說來，我國學生在這兩次調查的表現仍算不錯。另

外在測量類別的部分，許多差異較大的題目仍是下一次的趨勢題，也就是說在 TIMSS 2003 中仍屬於不可公布題，因此在 TIMSS 2007 的研究調查中可加以注意有關測量類別的趨勢題部分，並且和 TIMSS 1999、2003 的結果加以比較分析。

表 4-2-11 M022227B 之試題題目

這個圖形是由 5 個相同面積的正方形所組成的，總面積為 245 平方公分。



B. 找出正方形一個邊的長度

* 正確答案見編碼表

認知領域：解決特定問題

表 4-2-12 M022227B 之編碼表

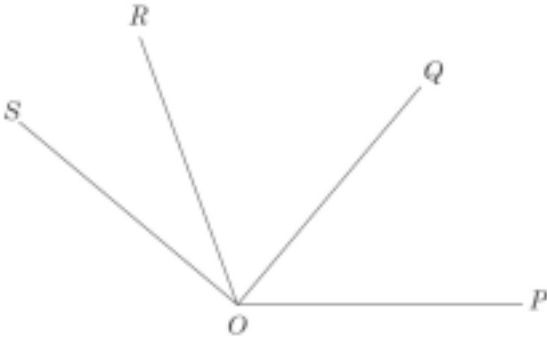
編碼	回答情形	TIMSS 1999 正確答題率(%)	TIMSS 2003 正確答題率(%)
	正確答案		
10	7 (或 $\sqrt{49}$)	66.8	64.1
11	從A部分不正確的答案得到正確的平方根	1.7	1.2
	不正確答案		
70	1 – 只要是A部分的答案不是1.	0.6	0.6
71	指出是一塊正方形面積 (從A部分獲得的) 除以4 (例如, 12.25, 49/4, 等.)	6.1	4.9
72	24.5 或指出除以2	3.0	2.7
79	其他不正確的答案 (包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	18.5	19.0
	沒有回答		
99	空白	3.3	7.6

(4) 幾何

趨勢題中我國學生在 TIMSS 1999 比 2003 表現較好中差距最大的幾何題目代號為 M022202，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-13），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 53.9%，而在 TIMSS 2003 則是 49.3%，整體的表現見表 4-2-14 的編碼表。此題的主題是線和角，相關的內容在國中數學第四冊第二章有提到，學生需要知道 “ ” 所代表的意義是什麼，也就是關於角度的符號表徵，另外學生也需要利用一些推理來得到結果，像此題無法直接算出 $\angle QOR$ ，必須將 $\angle POR$ 與 $\angle QOS$ 相加再減去全部也就是 $\angle POS$ 的度數方能求得答案。可以發現 TIMSS 1999 和 TIMSS 2003 的共同錯誤類型回答比例相差不多，只是在 TIMSS 2003 的學生回答其他錯誤答案的比例較多而來形成差距。

表 4-2-13 M022202 之試題題目

如下圖， $\angle POR$ 的度數是 110° ， $\angle QOS$ 的度數是 90° ， $\angle POS$ 的度數。



求 $\angle QOR$ 的度數是多少？

答：_____

* 正確答案見編碼表

認知領域：推理

表 4-2-14 M022202 之編碼表

編碼	回答情形	TIMSS 1999 答題率(%)	TIMSS 2003 答題率(%)
	正確答案		
10	60	53.9	49.3
	不正確答案		
70	30 或 50 [$140^\circ - 110^\circ$ or $140^\circ - 90^\circ$]	8.9	8.1
71	55 [$110 \div 2$]	3.1	3.1
79	其他不正確的答案 (包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	32.4	36.0
	沒有回答		
99	空白	1.6	3.5

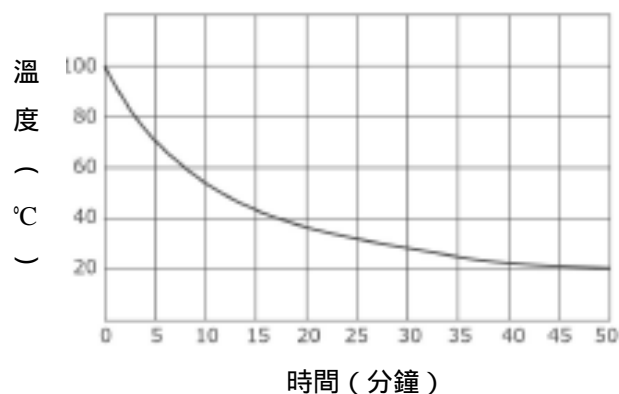
(5) 資料分析

趨勢題中我國學生在 TIMSS 1999 比 2003 表現較好中差距最大的資料分析題目代號為 M022135，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-15），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 51.3%，而在 TIMSS 2003 則是 44.7%。此題的主題是資料解釋，這個部分的內容在國中數學第六冊，也就是參與施測的學生並未學到此單元，不過本題的內容跟理化部分的實驗教學有關，所以還是有差不多一半的學生答對。我們繼續觀察學生答題情形，不論是 TIMSS 1999 或是 TIMSS 2003 第二多比例的學生選擇的答案是 D，分別是 32.8%與 40.4%。這很清楚地顯示學生對於題目的理解有些混淆，題目要問的是水從 100 度冷卻了 20 度後所花的時間，即溫度 80 度時的時間，而不是水在 20 度時，花了多少時間。這也代表了學生在閱讀資料表格上並不沒有造成很大的困難，但是對於題目真正要問的部分並沒有釐清。

表 4-2-15 M022135 之試題題目

一個燒杯的水加熱到沸點後開始冷卻，每隔 5 分鐘記錄一次溫度圖如下。

冷卻曲線



請問杯裡的水，從一開始最先冷卻了 20 度，大約花費多少分鐘？

- *A. 3
- B. 8
- C. 37
- D. 50

* 表正確答案

認知領域：解決特定問題

2. 科學

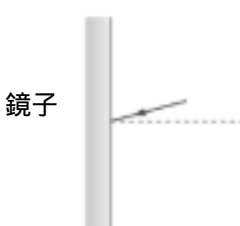
(1) 物理

在物理題中 TIMSS 1999 比 2003 表現來得好且差距最大的題目代號為 S022058，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-16），主題是光，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 81%，而在 TIMSS 2003 則是 74.7%。本題在理化第一冊第四章第二節「光的反射與平面鏡」中，有提及此題的內容與概念。我國八年級學生只要看得懂圖所表示的意義，以及圖中所顯示的線（虛線）箭頭等所代表的意涵，並且具有入射角等於反射角的概念就可以正確答對此題，對學生來說只要具有這樣的科學概念，此題並不是困難的題目，因此不論在 TIMSS 1999 或 2003 都有極高的平均正確答題率。值得注意的是，2003 年的平均正確答

題率低於 1999 年的達六個百分比之多，但是學校的教科書並未改變，探究此題答題狀況，第二多學生選擇的選項是 D (18.4%)，比 TIMSS 1999 選擇 D 者多了 7 個百分比，顯示兩年選擇 B 和 D 者的人數比例大致相同，而 TIMSS 2003 的學生答題較差則有可能是學生不仔細看圖所造成的結果或是不瞭解虛線(法線)所代表的意義。


表 4-2-16 S022058 之試題題目

一道光線射入一面鏡子，如下圖所示：

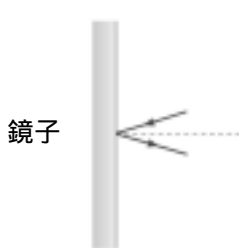


下列哪一個圖所表示的反射光方向最正確？

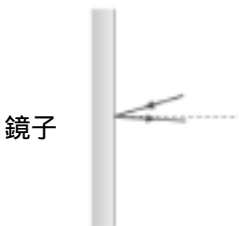
A.



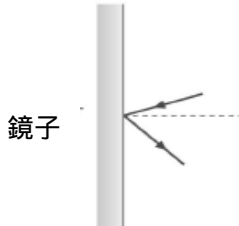
*B.



C.



D.



* 表正確答案

認知領域：概念性理解

(2) 化學

趨勢題中 TIMSS 1999 比 2003 表現來得好且差距最大的化學題目代號為 S012025，此題是以選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-2-17)，主題是物質的微粒結構，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 72.8%，而在 TIMSS 2003 則是

63.2%。在國立編譯館出版的理化第二冊第八章第三節「原子與分子」第五節「原子結構」中，有清楚的內容介紹原子的概念以及構成情形。本題只要學生知道原子的結構便可以正確回答此題，而不需要運用到什麼困難的概念，可以說是單純測驗科學知識的題目。本題亦有許多學生選擇 C(29.3%)，顯示學生可能對相關的名詞有印象，但卻無法具有正確或是模糊的概念。

表 4-2-17 S012025 之試題題目

大部分原子的原子核內含有哪幾種粒子？

- A. 只有中子
- *B. 質子與中子
- C. 質子與電子
- D. 中子與電子

* 表正確答案

認知領域：事實性知識

(二) 趨勢題中 TIMSS 2003 表現較好的題目

1. 數學

(1) 數與量

趨勢題中我國學生在 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好並差距最大的數與量題目代號為 M022199，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-18），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 79.9%，而在 TIMSS 2003 則是 82.3%。此題的主題是分數與小數，相關內容在第一冊第二章有提到關於分數的加減乘除的部分。從正確答題率來看，不論是在 TIMSS 1999 或是 TIMSS 2003 中，我國八年級學生的表現十分良好都在 80%左右，顯示在基本的數字運算上，我國學生都能夠正確的計算出來。而在這樣的高正確答題率下，TIMSS 2003 的學生還能夠答題比例

人數再增加，的確是一件值得高興的事。

表 4-2-18 M022199 之試題題目

$$\frac{3}{5} + \left(\frac{3}{10} \times \frac{4}{15} \right) =$$

A. $\frac{3}{51}$

B. $\frac{1}{6}$

C. $\frac{6}{25}$

D. $\frac{11}{25}$

*E. $\frac{17}{25}$

* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(2) 代數

趨勢題中我國學生在 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好並差距最大的代數題目代號為 M022196，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-19），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 75.7%而在 TIMSS 2003 則是 82.5%。此題的主題是等式和方程式，相關內容在第一冊第一章「數與數線」中的第三節「數的大小」、第四、五節「數的加減、乘除」，也有第二章「分數的四則運算」中第三節「分數的乘除」，除此之外學生還必須要知道符號的概念（第三章第一節）以及等式(=)的意義及概念。本題只需要將以數字代入符號予以加減乘除，即可知道各選項之等號左右兩邊是否相同，可以說是測驗學生運算數字的能力。本題連同上題 M022199，都恰好是 TIMSS 2003 表現較為出色也就是說與 TIMSS 1999 相比是有所進步的，因此可以看出學生在基本的數字運算上，都能夠確實的掌握住內容及解題狀況。

表 4-2-19 M022196 之試題題目

當 $K = 6$ 且 $M = 24$ 時， $L = 4$ 。下列哪一個式子是正確的？

- *A. $L = \frac{M}{K}$
- B. $L = \frac{K}{M}$
- C. $L = KM$
- D. $L = K + M$
- E. $L = M - K$

* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(3) 測量

趨勢題中我國學生在 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好並差距最大的測量題目代號為 M022188，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-20），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 63.3%，而在 TIMSS 2003 則是 65.7%。此題的主題是屬性和單位，而本題的內容是屬於生活常識，也就是對時間單位的認識，學生只要知道秒、分鐘、小時和日的關係就可以正確解答。本題第二多人選擇的選項是 D（TIMSS 1999 有 25.8%；TIMSS 2003 有 22.9%），為數不少，代表學生有可能看到單位小的就猜測此選項為正確答案。

表 4-2-20 M022188 之試題題目

下列哪一個答案所表示的時間**最短**？

- A. 1 天
- *B. 20 小時
- C. 1800 分鐘
- D. 90000 秒

* 表正確答案

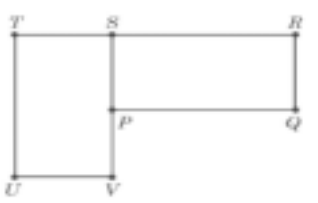
認知領域：知道事實和程序

(4) 幾何

趨勢題中我國學生在 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好並差距最大的幾何題目代號為 M022154，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-21），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 72.5%，而在 TIMSS 2003 則是 76.2%。此題的主題是對稱和轉換，在本題中學生所要具備的是關於圖形轉換的概念以及知道所謂旋轉中心的意涵。不論是 TIMSS 1999 或 2003 都有一些學生選擇 A 選項（分別是 19.2%和 17.8%），代表仍有學生不清楚旋轉中心所代表的意義，以及如何讓長方形旋轉。不過整體來看，學生仍可透過圖形的想像來加以回答，而在 TIMSS 2003 的表現上，正確答題率更是有所提升，顯示我國學生在幾何圖形的認識及瞭解上，確實是有進步的。

表 4-2-21 M022154 之試題題目

把長方形 PQRS 旋轉成長方形 UVST 的位置。



那麼哪一個點是旋轉中心呢？

- A. P
- B. R
- *C. S
- D. T
- E. V

* 表正確答案

認知領域：推理

(5) 資料分析

趨勢題中我國學生在 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好並差距最大的資料分析

題目代號為 M022189，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-22），平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 85.0%，而在 TIMSS 2003 則是 89.4%。此題的主題是資料解釋，在本題學生可以用推裡的方式來得到答案。雖然學生在此時的國中數學教材尚未學到長條圖的表示意義，但是在日常生活中，學生可以憑舊有的經驗來知道圖形代表的意涵。由於本題給的已知條件有許多，學生必須從當中拼湊出想要的資料，因為題目鋼筆賣得最多、橡皮擦最少，所以最高和最低的兩者可以先淘汰不看，接著因為題目提到鉛筆比尺多，因而較高者便為正確答案。從答題情形可以看到，不論是在 TIMSS 1999 或是 TIMSS 2003，學生都是 85%以上的高正確答題率，顯示這樣的題目對我國的學生來說，是十分容易的。

表 4-2-22 M022189 之試題題目

下圖表示某一家文具店在一個星期中，所賣出的鋼筆、鉛筆、尺與橡皮擦的數量統計圖。

文具店賣出的項目	賣出的數量
鋼筆	120
鉛筆	80
尺	140
橡皮擦	40

圖中賣出項目的名稱沒有寫出來。但知道鋼筆賣得最多，而橡皮擦賣得最少，又知道鉛筆賣得比尺多。那賣出多少枝鉛筆？

A. 40
 B. 80
 *C. 120
 D. 140

* 表正確答案

認知領域：推理

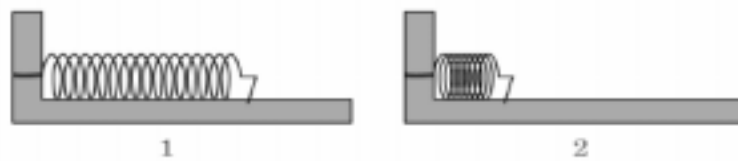
2. 科學

(1) 物理

在物理題中 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好且差距最大的題目代號為 S012002，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-23），主題是能量形式、來源和守恆，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 58.6%，而在 TIMSS 2003 則是 63.9%。在理化第一冊第六章「力」有提到彈簧長度變化與力的關係，在此章摘要中也有提及「形變」，但是此單元的彈簧皆是拉長跟原形做對比。在第四冊第十七章「物質與能的世界」有提到「位能」的概念，但是卻無提到彈簧的相關概念，並且學生在接受施測時，授課內容才教到第二冊的範圍。因此，學生在此題選擇到正確答案可能是本身已經具備有彈簧長度與力關係之間的正确概念，亦有可能這樣的觀念已經是物理教師在授課時會提醒或告知學生的內容。此題在 TIMSS 2003 的表現優於 1999，並多了 5 個百分比，顯示我國八年級學生在彈簧形變上的概念是有所成長的。

表 4-2-23 S012002 之試題題目

1 號彈簧和 2 號彈簧是相同的。1 號彈簧在位置固定前被壓縮了少許，而 2 號彈簧在位置固定前被壓縮了許多。



哪一個彈簧儲存有更多能量？

- A. 1 號彈簧
- *B. 2 號彈簧
- C. 兩條彈簧儲存的能量相同
- D. 除非知道製作彈簧的材料，否則無法知道答案

* 表正確答案

認知領域：概念性理解

(2) 化學

趨勢題中 TIMSS 2003 比 1999 表現來得好且差距最大的化學題目代號為 S022202，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-2-24），主題是物質的微粒結構，平均正確答題率在 TIMSS 1999 為 48.1%，而在 TIMSS 2003 則是 54.1%。在理化第二冊第八章「進入原子的世界」介紹原子的概念，而在第三冊第十三章「電解值」單元，有提到原子和離子相關的內容。因此本題只要具有相關的科學知識，應可以正確作答。雖然可以看出 TIMSS 2003 的表現較為出色，但是正確答題率卻是稍低的情形，探究答題的結果顯示，第二多的學生是選擇 C 的答案（在 TIMSS 1999 有 33.8%，在 TIMSS 2003 有 30.7%）。表示學生的知識結構可能具有離子、分子這些名詞，卻不清楚其代表的意義及內涵是什麼，因此無法有正確的答題結果。而這樣的結果是合乎所想的，因為學生在接受施測時，尚未教到第三冊「離子」的概念，但有教過「分子」這個名詞，因此會造成這樣的選擇結果。並未正式教授過這樣的科學知識卻可以有一半的人答對，已經可說是表現良好。

表 4-2-24 S022202 之試題題目

當一中性的原子獲得一個電子後，形成：

- A. 一種混合物
- *B. 一種離子
- C. 一種分子
- D. 一種金屬

* 表正確答案

認知領域：事實性知識

三、小結與討論

在數學科的方面，雖然 TIMSS 2003 與 TIMSS 1999 的答題表現並未達到顯著差異，不過我們仍可從數據上看到一些警訊。在 2003 年參加施測的我國八年級學生在做相同的題目的情況下，內容領域以及認知領域的各個類別上，幾乎都比 1999 年的表現來的不理想，標準差也較大，顯示有稍微退步的趨勢而且學生的表現差異也較為明顯。在科學的物理、化學部分也有類似的情形，不過在認知領域的部分，2003 年的標準差低於 1999 年的表現，顯示在這些類別上學生回答各題題目間的差異有縮減的情況。

另外從舉例說明題可以看出，TIMSS 2003 的試題回答情形和 TIMSS 1999 仍有相似的地方，如同在文獻中有提到國中教科書對於國二學生的科學學習成就是否有影響的，尤其是以前未曾學過或是平常不容易接觸到的概念，課本有沒有提到這些概念對於學生來說影響很大（張一誠，2002；劉佳容，2002），而這樣的現象在 2003 依然是如此。而數學的舉例說明題也出現洪瑞鎡（2001）研究中所發現的情形，我國多數學生對於數學的知識和運算技巧大致可以瞭解和使用，並且在 TIMSS 2003 表現得更為出色。但是同樣面對需要「自行產生推論和解釋過程」的問題時，學生的表現則呈現較為薄弱的情況。另外 TIMSS 1999 比 TIMSS 2003 表現較佳的題目中，數學的五個類別裡有四項差距最大的可公佈題皆為「非選擇題」，是否學生對文字的理解力影響作答，有待進一步的分析與瞭解。

由於 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的學生所採用的教科書都仍是國立編譯館的版本，並且這兩年實測的學生皆是採用相同版本，那究竟是什麼原因導致學生的整體表現有所差異，而且有許多方面是下滑的趨勢，這是值得我們注意的。

第三節 男女生的個別表現

本節藉由 TIMSS 1999 與 2003 的試題來探討男女生作答的表現情形，從不同的題目類型中，來比較男女生的個別差異，並且舉出男女生在數學、物理、化學三方面答題表現差距最大的題目來說明。

一、男女生答題情形

(一) 數學

1. 內容領域

我國八年級男女學生回答數學科题目的情形如表 4-3-1 所示，從表中可以發現在這兩次的調查結果中有一些變化產生。在 TIMSS 1999 時，不論男生或女生表現最好的是「資料分析」，最差的是「測量」。而在 TIMSS 2003 時，女生表現較好的科目是「幾何」和「數與量」，正確答題率高達 70% 以上，較差的則是「資料分析」和「測量」；男生表現較好的是「數與量」和「幾何」，「代數」和「測量」類別則表現較差。在這些類別中，不論是男生或是女生都在「資料分析」這一項顯示出有較大的標準差（20 左右），也就是代表學生在這一類別的表現差異大，答對與答錯的差距十分明顯。

比較這兩次男女生的答題表現，在 TIMSS 1999 中除了代數與資料分析是女生表現較好之外，其他的類別則是男生表現較佳。而在 TIMSS 2003 中呈現的現象卻有所不同，除了「測量」類別仍是男生略優於女生外，其餘類別皆是女生的表現較佳。不過各項內容類別都呈現女生的標準差大於男生的情形，顯示女生在各題的答題表現差異較大。進而分析男女生之間的差異是否有統計上的顯著，由表 4-3-1 中可以看出來，在各類別的顯著性皆大於 0.05，也就是說並無顯著差異。雖然在數據上顯示出某些類別女生優於男生，或是男生優於女生，但是這樣的差異是可以被忽略的，男女生的表現情形是差不多的。

表 4-3-1 TIMSS 1999 與 2003 八年級學生數學內容領域答題情形

TIMSS	內容領域	題數	女生正確 答題率 (%)	男生正確 答題率 (%)	F 值	顯著性
1999	分數與數感	61	72.83 (14.21)	73.20 (12.34)	1.222	.271
	代數	35	73.64 (11.44)	72.94 (10.95)	.282	.597
	測量	24	66.43 (14.28)	69.33 (13.28)	.141	.709
	幾何	22	69.97 (13.05)	70.36 (9.51)	2.700	.108
	資料表徵， 分析和機率	21	78.47 (13.54)	78.14 (12.43)	.225	.638
2003	數與量	113	70.11 (15.01)	68.62 (14.05)	.252	.616
	代數	88	68.04 (15.04)	64.82 (14.67)	.035	.851
	測量	57	64.65 (16.82)	64.87 (16.47)	.077	.783
	幾何	57	70.48 (16.05)	67.42 (15.42)	.036	.849
	資料分析	52	65.78 (20.05)	65.02 (19.48)	.204	.652

()內數值表示標準差

2. 認知領域

將題目依照認知領域來分類，我國八年級學生在這兩次的答題情況如表 4-3-2 所示。從表中可以發現我國八年級學生在 TIMSS 1999 的表現中，女生在表現最好的是「使用固定的程序」類別，男生表現最好的則是在「使用複雜的程序」類別。而「溝通和推理」則是不論男生或女生表現最差的類別。比較男女生在這些類別的表現，男生在「知道」、「使用複雜的程序」以及「調查和解決問題」這三個類別表現比女生好，女生則是「使用固定的程序」和「溝通和推理」表現較佳。不過這些類別並沒有達到顯著差異，也就是男女生之間的表

現上沒有差別。

在 TIMSS 2003 的表現則是不論男生或女生皆在「知道事實和程序」、「使用概念」兩類別表現較佳，「解決特定問題」其次，「推理」類別則表現最差，這樣的結果也顯示出，我國學生在數學題目需要使用越高層次的認知能力來解題之答題表現上，表現越不理想。另外亦來比較男、女生的答題表現，不同於 TIMSS 1999，男女生各自有表現較佳的類別，但在 TIMSS 2003 中的各類別卻都呈現出女生的表現比男生來的較好。同樣來分析各類別，男女生之間的差異是否有統計上的顯著，從這表 4-3-2 中可以發現，各類別仍是沒有顯著差異，也就是說，雖然在數據上顯示女生優於男生，但在統計上男女生的差異是可以被忽略的。

表 4-3-2 TIMSS 1999 與 2003 八年級男女生數學認知領域答題情形

TIMSS	認知領域	題數	女生正確 答題率(%)	男生正確 答題率(%)	F 值	顯著性
1999	知道	21	75.24(10.75)	75.68(9.24)	.170	.682
	使用固定的 程序	15	76.67(13.68)	75.29(10.05)	.881	.356
	使用複雜 的程序	18	75.86(13.31)	77.34(9.72)	2.173	.150
	調查和解 決問題	25	69.29(12.00)	70.51(11.38)	.148	.702
	溝通和 推理	3	65.70(14.67)	62.93(11.35)	.262	.636
2003	知道事實 和程序	26	73.82(14.08)	72.09(11.95)	.031	.862
	使用概念	21	73.26(13.07)	72.59(13.04)	.041	.841
	解決特定 問題	34	65.44(16.63)	64.56(17.58)	.026	.872
	推理	18	59.14(22.71)	56.62(21.60)	.112	.740

()內數值表示標準差

二、科學

(一) 內容領域

接著來看科學的部分。在內容領域中，同樣地是要來探討物理與化學兩類別，表 4-3-3 所表示的是我國八年級學生在這兩次調查中回答題目的情形。從表中可以發現我國學生在 TIMSS 1999 時，男生表現最好的是「物理」類別，女生則是「化學」類別表現最好，而不論是「物理」或「化學」都是男生表現出比女生較佳的情形，不過男女生彼此之間並沒有達到顯著差異。

在 TIMSS 2003 時，我國八年級的男女生都是「化學」類別表現較好，而比較男女生的答題表現，男生在作答物理題目時表現較女生來得好，女生則是在化學部分表現優於男生。分析物理與化學兩科目中，男女生之間是否有統計上的顯著差異，由表 4-3-3 中可以發現，這兩科目中皆無顯著差異，也就是說，雖然在數據上顯示物理科男生優於女生，化學科女生優於男生，但是這樣的差異是可以被忽略的，男女生的表現情形是差不多的。

表 4-3-3 TIMSS 1999 與 2003 八年級男女生科學內容領域答題情形

TIMSS	內容領域	題數	女生正確 答題率(%)	男生正確 答題率(%)	F 值	顯著性
1999	物理	39	63.47(19.61)	67.62(19.43)	.004	.950
	化學	22	65.22(19.25)	66.72(19.81)	.023	.881
2003	物理	86	59.79(20.19)	60.48(20.04)	.020	.887
	化學	57	63.41(17.28)	61.71(17.28)	.006	.936

()內數值表示標準差

(二) 認知領域

同樣來探究物理與化學兩科中，我國八年級學生在這兩次調查中認知領域的答題情形，結果如表 4-3-4 所示。從表中可以發現在 TIMSS 1999 時，男生在「瞭

解複雜訊息」類別表現最好，女生則是在「瞭解簡單訊息」類別表現較佳。比較男女生之間的表現情形，除了「使用工具，特定程序和科學過程」類別（此類別僅有一題）是女生優於男生，其他類別全都是男生表現優於女生的情形。不過，在各類別上男女生都沒有達到顯著差異。

而在 TIMSS 2003 中，不論是男生或女生都是在「事實性知識」類別方面表現最好，其次是「概念性理解」，而「推理與分析」類別則表現最差，這樣的結果和數學科相似，顯示我國學生在越需要使用較高層次的認知能力來解題的答題表現上，表現越不理想。另外也分別來比較男女生的答題表現，顯示出男生在「概念性理解」的答題表現優於女生，女生則是在「事實性知識」和「推理與分析」類別的表現較佳。進一步來看男女之間的差異狀況，由表 4-3-4 可以看出認知領域的各個類別，男女生並無達到統計的顯著差異，因此說明在認知領域的各類別上，男、女生的能力是相當的。

表 4-3-4 TIMSS 1999 與 2003 八年級男女生科學認知領域答題情形

TIMSS	認知領域	題數	女生正確答題率(%)	男生正確答題率(%)	F 值	顯著性
1999	瞭解簡單訊息	8	70.14(25.78)	72.03(25.27)	.001	.972
	瞭解複雜訊息	9	69.42(15.65)	72.86(16.08)	.070	.795
	理論化，分析化和解決問題	11	48.67(22.65)	53.79(23.99)	.007	.934
	使用工具，特定程序和科學過程	1	48.50	44.10	X	
2003	事實性知識	6	74.98(18.64)	73.45(17.76)	.038	.850
	概念性理解	20	64.77(17.72)	65.28(17.43)	.008	.928
	推理與分析	14	56.24(20.81)	54.07(21.55)	.001	.974

()內數值表示標準差

二、舉例說明題

這一部份將舉出在 TIMSS 2003 的測驗中，在數學五個類別以及物理、化學方面，男、女生正確答題率表現差距最大的試題來加以探討與說明。

(一) 女生優於男生的題目

1. 數學

(1) 數與量

我國八年級學生在TIMSS 2003的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的數與量題目代號為M032612，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表4-3-5），女生的平均正確答題率為71.1%，男生則是61.6%，我國學生整體的答題情形為選A的人有66.2%，第二多人選的是B有18.3%。本題的主題是整數，要正確作答此題，學生必須對整數的加減乘除之運算要具有正確的概念，而相關內容則在國中數學第一冊第一章「數與數線」有予以教授。在做橫式的運算時，學生必須要具有兩個觀念，一個是「從左到右」來進行計算，一個是「先乘除、後加減」。從回答B有將近五分之一的學生來看，可以發現這些學生在解題時只記得要從左到右，而忽略先乘除後加減，在教學上老師可以根據此觀念加強來幫助學生建立正確運算。而本題的男女生差距將近10%，是不小的差距，由於本題所用到的概念不多，只是單純的數字運算，因此從這樣的調查結果顯示在基本運算上女生的表現較為出色。

表 4-3-5 M032612 之試題題目

1-5x (-2) 之值為何？
*A. 11
B. 8
C. -8
D. -9

* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(2) 代數

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的代數題目代號為 M032557，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-6），女生的平均正確答題率為 61.4%，男生則是 52.1%，我國學生整體的答題情形可見表 4-3-7 之編碼表。本題的主題是代數式/符號表徵，要正確作答此題，學生必須對符號之運算要具有正確的概念外，並且需要有「分配律」及「結合律」等相關概念，相關的內容則在國中數學第一冊第三章 3-1「以符號代表數」，以及 3-2「式子的運算」。本題的關鍵在於學生懂得利用分配律及結合律來組合 $a+2b$ ，再代入已知條件便可以得到正確答案。我國學生整體回答不正確答案者有 30%，可以看出在面對「符號」的基本運算上確實有不少學生遇見困難。而本題的男女生差距有 9.3%，由於本題所用到的概念和 M032612 數與量的試題一樣是運算，又再多加上符號表徵的概念，因此我們可以持續觀察從這樣的調查結果是否顯示在基本的數字或符號運算上女生確實表現較為出色。

表 4-3-6 M032557 之試題題目

設 $a+2b=5$ 且 $c=3$ ，則 $a+2(b+c)$ 的值是多少？	
答案：_____	

* 正確答案見編碼表

認知領域：推理

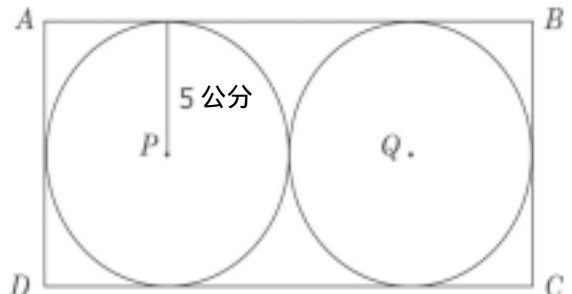
表 4-3-7 M032557 之編碼表

編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	11	56.6
	不正確答案	
70	8	10.9
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	20.9
	沒有回答	
99	空白	11.6

(3) 測量

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的測量題目代號為 M032678，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-8），女生的平均正確答題率為 76.2%，男生則是 71.5%，我國學生整體的答題情形為選 D 的人有 73.9%，第二多人選的是 C 有 11.0%，顯示出在本題的回答情形上，我國學生的表現相當出色。本題的主題是工具、方法和方程式，要正確作答此題，學生必須先知道長方形面積的求法（即長 \times 寬），還有內切圓跟長方形的關係，而相關內容則出現在國中數學第四冊第二章「簡單的幾何圖形」。由於本題從圖形中得知長方形 ABCD 的長與寬，並不是一件困難的事，因此不論是男生或是女生在此題的回答上都達到 70% 以上的高正確答題率，且雖然此題是放在測量類別但也可由此看出學生對於幾何圖形的認識及演算都有不錯的表現。

表 4-3-8 M032678 之試題題目



如上圖，ABCD 為長方形，且 P 和 Q 皆為半徑 5 公分的圓，那麼長方形的面積是多少？

- A. 50 平方公分
- B. 60 平方公分
- C. 100 平方公分
- *D. 200 平方公分

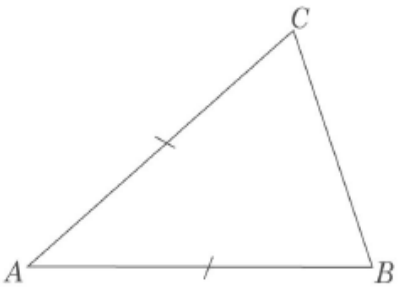
* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(4) 幾何

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的幾何題目代號為 M032403，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-9），女生的平均正確答題率為 77.4%，男生則是 64.5%，整體的答題情形則見表 4-3-10。本題的主題是全等與相似，要正確作答此題，學生必須具有「全等三角形」的概念，相關的內容在數學第四冊第三章第三節的「三角形的全等」，也須具有會用尺規作圖「作分角線」的能力，這部分則是在第三冊的第二章第三節「垂直與平分」，同時具備這兩個單元的能力才能正確完成。而我國八年級學生在接受 TIMSS 2003 的測驗時間，正好是教授三角形全等的單元，所以對我國學生來說的確佔有優勢來回答，也確實可以從表 4-3-5 中可以看見整體答題表現相當不錯，有 70% 的高正確答題率。然而男生回答的正確情形比女生差了 13 個百分比，是相當大的差距，值得去思考男生回答較差的原因，是由於不懂題目的意思或是在作圖上、三角形的全等概念上有困難，也就是在文獻提到解題歷程中的第二、第三階段產生問題，而無法產生正確的答案。

表 4-3-9 M032403 之試題題目



三角形 ABC 中， $AB = AC$ 。

畫出一條直線將三角形 ABC 分成兩個全等的三角形。

* 正確答案見編碼表

認知領域：知道事實和程序

表 4-3-10 M032403 之編碼表

編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	線從 A 點畫到 BC 的 (接近) 中點	71.0
	不正確答案	
70	線從 B 點或 C 點畫起	10.2
79	其他不正確的答案 (包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	6.8
	沒有回答	
99	空白	12.0

(5) 資料分析

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的資料口喔題目代號為 M032763，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-11），女生的平均正確答題率為 29.8%，男生則是 23.6%，整體的答題情形則見表 4-3-12。本題和本章第一節的 M032763 為題組題型，從本題的答題狀況來看，約有 80% 的學生都知道是 B 方案，但是其中 47.9% 是錯誤的解釋，這也顯示出我國學生在回答問題上，沒有辦法很適當的予以理由或清楚表達自己的想法。

表 4-3-11 M032762 之試題題目

方案	月租費	每分鐘費率		每月免費通話時間 (分鐘)
		白天(上午 8 點至下午 6 點)	晚上(下午 6 點至隔天上午 8 點)	
方案 A	20 zeds	3 zeds	1 zeds	180 zeds
方案 B	15 zeds	2 zeds	2 zeds	120 zeds

貝蒂每月通話不超過 2 小時，哪一個方案對她來說較便宜？

較便宜的方案_____

請依據兩個方案的月租費和每月免費通話時間來解釋你的答案。

* 正確答案見編碼表

認知領域：知道事實和程序

表 4-3-12 M032763 之編碼表

編碼	回答情形	答題率(%)
	正確答案	
20	方案B。要有清楚地指出包含免費通話時間的使用以及較低的月租費。	26.6
	部分答案	
10	方案B。有清楚地指出較低的月租費但沒有提到免費通話時間。	5.9
	不正確答案	
70	方案 B。但不是正確的解釋或沒有解釋	47.9
71	方案 A。不論有沒有解釋	14.8
79	其他不正確的答案（包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程）	1.6
	沒有回答	
99	空白	3.2

2. 科學

(1) 物理

在 TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的物理題目代號為 S032712A，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-13），主題是力與運動。而女生的平均正確答題率為 79.6%，男生則是 71.7%，而我國學生整體回答情形見表 4-3-14 之編碼表。這在理化第一冊的緒論中，「簡單的測量」有提到「誤差」的概念及實驗的注意事項。本題只是希望測出學生對實驗過程具有基本的概念，並不是什麼特殊的科學知識，因此學生在回答上表現不錯。女生在本題的回答正確率優於男生近八個百分比，可能因為女生在實驗細節上較為仔細去注意，也有可能是男生在閱讀本題時，並沒有看到最終所問的問題是什麼，而影響回答的正確性。

表 4-3-13 S032712A 之試題題目

科學家先後測得五次皇冠的體積，並計算出其密度大小，結果列於下表中。

測量次別	皇冠體積(立方公分)	皇冠密度(克/立方公分)
1	202	11.88
2	200	12.00
3	201	11.94
4	198	12.12
5	199	12.06

為什麼科學家要測量體積五次呢？

* 正確答案見編碼表

認知領域：概念性理解

表 4-3-14 S032712A 之編碼表

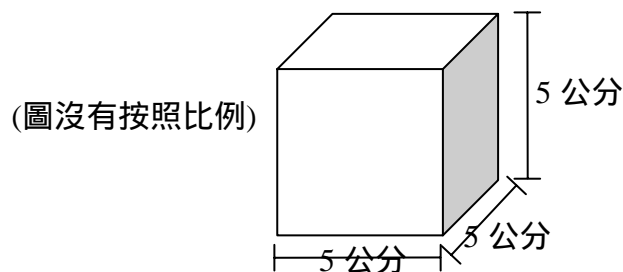
編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	指出正確性、精確度、可信度、實驗的不確定性、測量誤差的估計	71.7
11	只指出計算平均或中間值（或中位數或範圍）	3.4
19	其他正確的答案	0.5
	不正確答案	
70	只指出實驗的「錯誤」或改變；並沒有明確提到正確性、精確度、可信度、實驗的不確定性等	2.8
71	只指出「公正的測試」或類似之事；並沒有明顯提到計算平均正確性、精確度、實驗的不確定性等	0.1
79	其他不正確的答案（包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程）	11.0
	沒有回答	
99	空白	10.5

(2) 化學

而在化學的部分，TIMSS 2003 的可公布試題中，女生表現比男生較好且差距最大的題目代號為 S032709，此題亦是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-15），主題是物質的分類和組成。而女生的平均正確答題率為 47.5%，男生則是 39.4%，整體學生的答題情形則見表 4-3-16 的編碼表。密度的概念在理化第一冊第一章第二節「水的密度」中提到，不過本題中有呈現求得物體密度的式子，學生只要代入質量和體積即可，應屬於物理方面的測驗內容。在求密度之前，學生必須先把體積求出，也就是知道正方體的體積為邊長的三次方，在將所給定的質量除以體積便可得到正確答案。然而我國學生在本題的答題狀況並不理想，男生的正確答題率還低於女生八個百分比之多。而從學生的答題情形來看，有 16.2% 的學生算出體積或是列出體積的式子，而沒有將密度算出來。可能是學生在遇見問題時，不知道該怎麼著手或採取策略，或是不會從文字中提取所需的資料及訊息（如質量為 2400 公克、密度 = 質量 / 體積），因此沒有辦法算出密度。

表 4-3-15 S032709 之試題題目

科學家決定比較皇冠的密度和一塊與原來金屬塊一樣的金屬塊的密度。物體的密度等於物體的質量除以該物體的體積（密度 = 質量 / 體積）。
科學家找出金屬塊的體積並根據已知的質量（2400 公克）來計算該金屬塊的密度，下圖為科學家所測量金屬塊的大小。



請問該金屬塊的密度是多少？

答：_____ 公克 / 立方公分 (g/cm^3)

* 正確答案見編碼表

認知領域：概念性理解

表 4-3-16 S032709 之編碼表

編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	19.2 g/cm ³	42.7
11	19 g/cm ³ [最接近的整數單位]	0.7
	不正確答案	
70	顯示密度的條件(質量/體積)但是並沒有算出密度或或是產生計算上的錯誤	3.6
71	125 [計算體積但不是密度]	12.6
72	19.3 [沒有計算過程;指出從表中擷取答案]	0.1
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	32.8
	沒有回答	
99	空白	7.5

(二) 男生優於女生的題目

1. 數學部分

(1) 數與量

我國八年級學生在TIMSS 2003的可公布試題中，男生表現比女生較好且差距最大的數與量題目代號為M022139，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表4-3-17），女生的平均正確答題率為32.9%，男生則是46.3%，而整體的正確答題率為39.7%。本題也恰好是我國八年級學生在TIMSS 2003表現最差的數與量題目，因此相關的概念在第四章第一節的部分提過，在這邊著重的部分乃為男女之間的差異。

本題的男生的答題率優於女生近 12 個百分比，顯示出男生對比例這樣的主題表現較好，概念也較為正確，也有可能是因為這樣的題目情境對男生來說感到熟悉所致。可以再加以觀察是否女生在比例這樣的主題下，學習表現較不盡理想。

表 4-3-17 M022139 之試題題目

高速公路通車後，一輛公車從甲地到乙地的時間，由 25 分鐘變為 20 分鐘。
這趟旅程所縮短的時間百分比是多少？

- A. 4%
- B. 5%
- *C. 20%
- D. 25%

* 表正確答案

認知領域：知道事實和程序

(2) 代數

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，男生表現比女生較好且差距最大的代數題目代號為 M022261A，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-18），女生的平均正確答題率為 67.7%，男生則是 69.5%，而整體的答題情形見表 4-3-19 的編碼表。此題的主題是數型，在國立編譯館的教科書內容中，並沒有相關的單元介紹。值得注意的是，在代數類別方面，男生表現比女生來得好的答題正確率，其差距都不是很大，本題已經是可公布題中男生表現較佳且差距最大者，亦不過多了不到 2%，顯見在代數部分如本節的第一部份所顯示，女生的表現確實很出色。

另外從學生答題情形來看，本題空白的人數比例明顯低於其他題目，僅有 3.4%，顯見願意回答嘗試解題的人數較多。並且回答圖三正確的人高達約 88%，代表學生清楚題目所要問的問題是什麼，並且也能確實完成。而有近 28% 的學生可以答對圖三卻無法算出下一個圖四的正確答案，代表許多學生無法正確延伸這樣的數型狀態，因此沒有答對或是沒有予以作答。學生能不能延伸概念、具有數型的觀念對學習數學來說是十分重要的。教師在教學時，可以加強學生推測及延伸的能力，才能使學生在面對問題情境時，具有正確的判斷力以及給予正確的解答。

表 4-3-18 M022261A 之試題題目

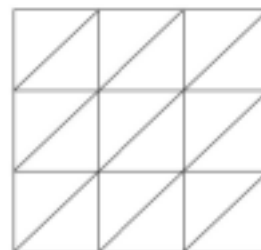
下面三個圖形都被分割成一些全等的小三角形。



圖一



圖二



圖三

A. 完成下表。首先，請填入圖 3 中那些全等小三角形的數目。接著，如果依照這些圖的規律畫第 4 個圖，請填入圖 4 的全等小三角形的數目。

圖	小三角形的數目
1	2
2	8
3	
4	

* 正確答案見編碼表

認知領域：解決特定問題

表 4-3-19 M022261A 之編碼表

編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	18和32	68.6
	不正確答案	
70	18和不是32的數	18.8
71	18和不是以數值來回答第四個圖	0.9
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	8.3
	沒有回答	
99	空白	3.4

(3) 測量

我國八年級學生在 TIMSS 2003 的可公布試題中，男生表現比女生較好且差距最大的測量題目代號為 M022148，此題是以非選擇題的方式來呈現（試題題目見表 4-3-20），女生的平均正確答題率為 54.8%，男生則是 63.3%，而整體的答題情形見表 4-3-21 的編碼表。此題的主題是工具、方法和方程式，在本題中學生必須知道四分之三小時所代表的意義是什麼，也必須知道一小時是 60 分鐘，因此在時間的加法上需要格外注意。雖然這樣的問題情境是相當生活化的，但是學生的答題正確率並未達到 60%，有些出乎意料之外，並且多數的錯誤類型（29.4%）並無法歸成編碼表中的一類。因此在關於時間的加減法部分是否許多學生真的是答題並不理想，應予以持續注意。

表 4-3-20 M022148 之試題題目

小明在 6:40 時開始寫作業。她費了四分之三個小時才做完，問什麼時候她完成了她的作業？	
答：_____	

* 正確答案見編碼表

認知領域：工具、方法和方程式

表 4-3-21 M022148 之編碼表

編碼	回答情形	正確答題率(%)
	正確答案	
10	7:25	58.3
19	其他等同於7:25的答案	0.8
	不正確答案	
70	7:20	2.7
71	7:30	2.4
72	6:25	0.2
79	其他不正確的答案(包括劃掉、擦掉、零星的記號、難分辨或與本題無關的過程)	29.4
	沒有回答	
99	空白	6.2

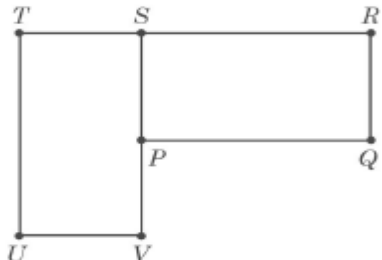
(4) 幾何

我國八年級學生在TIMSS 2003的可公布試題中，男生表現比女生較好且差距最大的幾何題目代號為M022154，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表4-3-22），女生的平均正確答題率為75.1%，男生則是77.2%，而整體的正確答題率為76.2%。此題的相關內容已於前一節有所說明，在此所要來加以陳述的是關於男、女生的表現情形。

而本題不論是男生或女生正確答題率皆在 75%以上，顯示出我國學生在該題的表現相當出色。值得一提的是，在 TIMSS 2003 幾何類別測驗的 57 題中，男生比女生表現較好的只有 12 題，顯示出在此次的調查裡，我國八年級女生在幾何類別表現上確實比男生來得理想。

表 4-3-22 M022154 之試題題目

把長方形 PQRS 旋轉成長方形 UVST 的位置。



那麼哪一個點是旋轉中心呢？

- A. P
- B. R
- *C. S
- D. T
- E. V

* 表正確答案


認知領域：推理

(5) 資料分析

我國八年級學生在TIMSS 2003的可公布試題中，男生表現比女生較好且差距最大的資料分析題目代號為M012014，此題是以選擇題的方式來呈現（試題題目見表4-3-23），女生的平均正確答題率為83.7%，男生則是84.7%，而整體的正確答題率為84.2%。此題的主題是資料解釋，主要測驗的概念就是讓學生能夠從圖表中找到題目所要的問題答案。雖然這樣的內容在教科書上安排的單元，在學生受測時並未學到，但是我國八年級學生在本題的正確答題率竟高達80%以上，顯示出我國學生在該題的表現相當出色，也代表學生對於圓形圖的表示意義以及對於資料的解釋都十分清楚瞭解。

表 4-3-23 M012014 之試題題目

下圖顯示某一個國家所種穀類的分佈圖。



根據圖中的資料，下列哪一項是正確的？

- A. 所種燕麥比小麥多。
- B. 玉米佔占該國穀物的一半。
- C. 燕麥占該國穀物的三分之一以上。
- *D. 燕麥和小麥的總和比玉米多

* 表正確答案

認知領域：使用概念

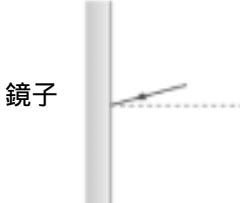
2. 科學

(1) 物理

在 TIMSS 2003 的題目中，男生表現比女生較好且差距最大的物理題目代號為 S022058，此題是以選擇題的方式來呈現(試題題目見表 4-3-24)，主題是光。而女生的平均正確答題率為 69.5%，男生則是 79.4%，而整體的正確答題率為 74.7%。此題在前一節已經有說明過，並不是十分困難的概念。在這邊要注意的是男生的平均正確答題率比女生好近 10 個百分比，顯示女生可能在反射的概念上或是圖形的表示上較男生來的不理想。

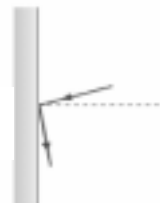
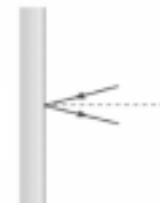

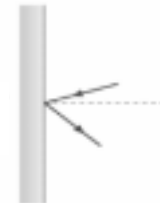
表 4-3-24 S022058 之試題題目

一道光線射入一面鏡子，如下圖所示：



鏡子

下列哪一個圖所表示的反射光方向最正確？

<p>(A)</p>  <p>鏡子</p>	<p>* (B)</p>  <p>鏡子</p>
<p>(C)</p>  <p>鏡子</p>	<p>(D)</p>  <p>鏡子</p>

* 表正確答案

認知領域：概念性理解

(2) 化學

而在化學的部分，TIMSS 2003 的題目中，女生表現比男生較好且差距最大的題目代號為 S012040，此題亦是以選擇題的方式來呈現(試題題目見 4-3-25)，主題是物質的微粒結構。而女生的平均正確答題率為 47.7%，男生則是 56.4%，而整體的正確答題率為 52.2%。此題內容在理化第二冊第八章「進入原子的世界」有相關的概念介紹。由於概念含有微觀結構，因此學生的作答情形都不盡理想。有 29.7%的人選擇 A，11.9%的人選擇 B，顯示學生對於「原子」這種肉眼見不到的東西，無法掌握其正確的意涵。而這樣較為抽象的概念對女生來說，可能影響較為明顯，無法完全接受椅子中的所有原子拿掉後就不再存在的想法，因此，比較男女生的正確答題率上，男生比女生高了 8.7%，顯示男生較女生似乎能接受微觀世界的概念及結構。

表 4-3-25 S012040 之試題題目

如果你把一張椅子中的所有原子都拿掉，會剩下什麼？

- A. 椅子仍在，但其重量會減輕
- B. 椅子與先前的完全一樣
- *C. 椅子完全消失
- D. 只有一灘液體留在地上

* 表正確答案

認知領域：概念性理解

三、小結與討論

從這兩次的調查結果來看，在數學科方面，儘管兩次都沒有達到顯著差異，但是我國八年級男生在 TIMSS 1999 不論是內容領域或是認知領域部分，整體說來表現比女生來得好一些，但是到了 TIMSS 2003 卻可以從數據上看出，除了內容領域的「測量」類別，男生略高於女生，在其他的類別上都是女生表現較佳，從這樣的結果可以明顯的看出，我國八年級男生在數學方面的優勢已不存在。這在對強調性別平等的現今，無疑是一個好消息，顯示出女生在數學科的學習上不再是弱勢的一方，並且可鼓勵女生在學習數學上更有信心。然而對於男生來說，這卻是一種警訊，值得我們去探究為什麼男生的表現不盡理想？是什麼原因導致男生在學習數學上並不像以前這麼好？是否是其他的特質或能力影響到學習？這些都是值得去思考的問題。整體說來，我國八年級學生在數學科的成就表現上並沒有性別差異的問題，這是值得我們感到欣慰的。

科學部分的結果在 TIMSS 1999 的部分都呈現出男生優於女生的情形，而在 TIMSS 2003 時，男生在「物理」方面仍表現比女生好，與我們一般人的印象較為相同，而女生則是在「化學」部分較佳，這樣的結果與 Comber & Keeves(1973) 有著類似的看法。而 TIMSS 1999 的認知領域部分，男生的表現幾乎都比女生來得理想，但是到了 TIMSS 2003 的時候，較為特別的是，我國八年級學生在屬於較高層次認知能力的「推理與分析」類別，是女生的表現優於男生，與 Benbow 及 Stanley(1980) 提出男生的推理能力優於女生這樣之結果不太一致。整體說來，物理與化學的內容類別和認知類別都顯示出標準差較大的情形。顯示出我國八年級學生在科學的答題表現上，有相當大的差異，這是值得我們去關心、注意的，而男女生在答題表現上並沒有統計上的顯著差異，顯示出在物理與化學兩科的學習成就上，並沒有性別差異。

儘管在文獻中，許多的研究都顯示出男生在科學方面的成就比女生來得好，或是男生比女生有較高的數學能力 (Comber & Keeves, 1973; Maccoby &

Jacklin, 1974, 引自李田英, 1988; 楊龍立, 1992), 不過從本研究的分析結果, 卻可以從 TIMSS 1995、TIMSS 1999 的調查報告以及國內的一些相關研究中看出一些端倪。雖然從各國或是我國的整體表現來看, 不論是數學或科學方面都是男生優於女生的情形, 但是這樣的差距有縮減的情形 (Martin et al., 2000; 張殷榮, 2001; 洪佳慧, 2002), 到了 TIMSS 2003 我國八年級學生的表現更是呈現出女生不差於男生, 甚至有些類別更是顯示出女生表現較佳。這樣的結果, 說明了儘管在許多人心目中「數理科」似乎是屬於男生的科目, 但是從數據上來看, 這樣的想法並不正確, 至少在我國的八年級學生是如此。顯示出在致力於追求性別平等, 讓兩性有相同的學習環境上, 我國有著不錯的成效, 雖然男、女生確實有著天生的差異性, 但仍也造就出男生、女生在科學與數學的成就表現上是並駕齊驅的。

TIMSS 1995 和 1999 的調查結果顯示 (Mullis, 2000), 女生在代數上和使用一般規則上表現好, 而男生則是在閱讀圖表及百分比方面較佳。而這樣的情形同樣可以從本節的舉例說明題看出, 不論是數學或物理、化學, 女生表現比男生好的題目多半是基本的運算或是概念問題, 而男生則是在圖表上表現較為出色。因此, 雖然男女生在數學與科學的成就表現上, 以不若以往的研究有那麼明顯的差距, 但是男女生本身在學習上的偏好或是對某些類別的吸收能力與判別能力是有所不同的。在此也呼應了文獻中所說的, 性別的差異, 並不代表我們具有在教學歷程中產生不平等對待的理由, 而是透過研究性別間的差異, 瞭解兩性學生學習現況, 以提供有效的方法來進一步幫助學生學習科學。

第四節 影響學生表現的因素

本節是透過我國學生在 TIMSS 2003 中學生問卷的答題情形，來探討影響學生成就表現的因素有哪些。並且透過不同題本 (B1-B12) 的學生，來看是什麼樣的特質變數對學生的數學和科學成就產生主要的影響。

一、數學

在本章第一節中的表 4-1-11 中，顯示出各題本的施測人數以及數學、物理、化學的題數，雖然數學在各個題本都至少有 10 題以上，不過仍可以比較看出各題本是有所不同的。因此，特別從各個題本來加以分析影響學生成就的特質變數是哪些，並且分為數學與科學兩方面來探討。在數學方面，從表 4-4-1 和表 4-4-2 可以看到與學生成就相關性最高的前十名特質變數，並且每一項變數在 $p < .01$ 下皆達顯著性。在這兩個表中顯示出 12 個題本 (B1-B12) 的受試學生其數學成績和其個人特質的相關性。最為明顯的變數是不論採用哪個題本受試的學生都呈現「自評在數學的表現」為排名第一，相關係數都在 40 到 50% 的高相關，這顯示出學生認為自己在數學科表現良好者，其數學成就表現也較高；反之，若認為自己表現不好者，其數學成就較低。

表 4-4-1 B1-B6 題本影響學生數學表現的特質變數排名

排名	B1	B2	B3	B4	B5	B6
1	自評在數學的表現 .475(**)	自評在數學的表現 .484(**)	自評在數學的表現 .471(**)	自評在數學的表現 .518(**)	自評在數學的表現 .514(**)	自評在數學的表現 .535(**)
2	覺得數學難 -.441(**)	有關數學學得快 .448(**)	有關數學學得快 .434(**)	有關數學學得快 .384(**)	不擅長數學 -.394(**)	家中藏書 .427(**)
3	開始瞭解數學情形 -.434(**)	不擅長數學 -.421(**)	喜歡學數學 .390(**)	喜歡學數學 .360(**)	有關數學學得快 .394(**)	有關數學學得快 .418(**)
4	家中藏書 .419(**)	學數學的參考書 .413(**)	開始瞭解數學情形 -.357(**)	不擅長數學 -.356(**)	開始瞭解數學情形 -.386(**)	不擅長數學 .411(**)
排名	B1	B2	B3	B4	B5	B6

5	有關數學學得快 .395(**)	覺得數學難 -.354(**)	期望學歷 .354(**)	做家庭作業 .345(**)	喜歡學數學 .366(**)	喜歡學數學 .397(**)
6	不擅長數學 -.336(**)	家中藏書 .349(**)	家中藏書 .333(**)	開始瞭解數學情形 -.338(**)	家中藏書 .353(**)	開始瞭解數學情形 -.387(**)
7	說調查語言的頻率 .315(**)	開始瞭解數學情形 -.340(**)	看電視、錄影帶 -.323(**)	家中藏書 .336(**)	學數學的參考書 .348(**)	學數學的參考書 .327(**)
8	學數學的參考書 .310(**)	期望學歷 .339(**)	說調查語言的頻率 .297(**)	學數學的參考書 .327(**)	期望學歷 .336(**)	喜歡用數學的職業 .322(**)
9	喜歡學數學 .309(**)	喜歡學數學 .335(**)	須以數學進學校 .281(**)	覺得數學難 -.327(**)	補習數學時間 .316(**)	覺得數學難 -.313(**)
10	期望學歷 .307(**)	玩電腦、電動 -.280(**)	做家庭作業 .263(**)	須以數學進學校 .310(**)	須以數學進學校 .310(**)	希望多上數學課 .312(**)

註：**表 p<0.01

表 4-4-2 B7-B12 題本影響學生數學表現的特質變數排名

排名	B7	B8	B9	B10	B11	B12
1	自評在數學的表現 .458(**)	自評在數學的表現 .480(**)	自評在數學的表現 .547(**)	自評在數學的表現 .441(**)	自評在數學的表現 .504(**)	自評在數學的表現 .510(**)
2	有關數學學得快 .425(**)	開始瞭解數學情形 -.415(**)	有關數學學得快 .492(**)	有關數學學得快 .380(**)	有關數學學得快 .428(**)	有關數學學得快 .449(**)
3	喜歡學數學 .391(**)	家中藏書 .398(**)	不擅長數學 -.456(**)	開始瞭解數學情形 -.375(**)	喜歡學數學 .414(**)	開始瞭解數學情形 -.431(**)
4	開始瞭解數學情形 -.377(**)	有關數學學得快 .389(**)	開始瞭解數學情形 -.449(**)	不擅長數學 -.358(**)	學數學的參考書 .384(**)	期望學歷 .393(**)
5	期望學歷 .351(**)	不擅長數學 -.350(**)	覺得數學難 -.428(**)	覺得數學難 -.319(**)	不擅長數學 -.366(**)	覺得數學難 -.383(**)
6	學數學的參考書 .336(**)	補習數學 .330(**)	喜歡學數學 .403(**)	期望學歷 .289(**)	家中藏書 .363(**)	多上數學課 .381(**)
7	做家庭作業 .330(**)	學數學的參考書 .315(**)	家中藏書 .365(**)	喜歡學數學 .288(**)	開始瞭解數學情形 -.314(**)	不擅長數學 -.372(**)
8	不擅長數學 -.323(**)	說調查語言的頻率 .312(**)	期望學歷 .349(**)	家中藏書 .275(**)	多上數學課 .302(**)	喜歡學數學 .371(**)
9	家中藏書 .318(**)	喜歡學數學 .302(**)	學數學的參考書 .314(**)	學數學的參考書 .262(**)	覺得數學難 -.302(**)	家中藏書 .353(**)
10	覺得數學難 -.302(**)	上網時間 -.298(**)	多上數學課 .309(**)	說調查語言的頻率 .241(**)	須以數學進學校 .298(**)	學數學的參考書 .337(**)

註：**表 p<0.01

另外，12 個題本皆出現在前十名的特質變數尚有「有關數學學得快」、「開始瞭解數學情形」、「家中藏書」以及「喜歡學數學」。也就是說學生覺得自己有關數學方面學得快者，其數學成就表現也較高，相關係數也在 40% 左右；而學生在一開始學習新的數學單元就覺得無法真正瞭解者，其數學成就則顯示較低；家中藏書較多的學生，數學成就呈現較高的情形；喜歡學數學的學生，數學成就也較高。除了家中藏書所代表的是家庭資源或是家庭的經濟地位之外，可以看出學生對數學學習的知覺以及想法和數學成就是息息相關的。特別是當學生在學習時，一開始所抱持著是喜歡或是不喜歡，瞭解或是不瞭解就會決定之後的學習歷程以及結果，在這些方面都是可以在教學上加以注意的部分。

除此之外，也有一些特質變數雖然不是 12 個題本都在前十名中，但是也對學生的成就有所影響，例如：自覺不擅長數學、覺得數學難不難、擁有學數學的參考書者、對自己最高學歷的期望、做家庭作業的時間……等。而這些部分也是在進行教學中，可以予以改進或協助的特質變數。

二、科學

在科學部分同樣從 12 個題本來予以探討和分析，在這邊要注意的是，科學成就一樣分成物理和化學兩方面來進行研究。又由於 B1-B6 題本中，物理與化學的題數皆在四題以下（見表 4-1-11），因此在這個部分僅研究 B7-B12 的部分。

從表 4-4-3 和表 4-4-4 中可以看出物理、化學各自在 B7-B12 題本，學生的成就表現與特質變數的相關排名情形。而這部分的排名情形和數學有著些許不同，也明顯看出相關係數都較數學部分來得小。「家中藏書」是在這六題本中，不論是物理或是化學類別都出現在前十名的特質變數，並且是位居前茅。這樣的結果顯示出物理和化學的成就表現和家中資源是有極大的相關性，這也和羅珮華（2004）研究 TIMSS 1999 我國學生在科學成就相關的特質變數結果相類似，都是「家中藏書」排行居首的情形。

整體說來，學生在物理和化學表現相關的特質變數的前十名中，除了「家中藏書」外，尚有「學理化的參考書」、「自評在理化的表現」、「期望學歷」以及「做家庭作業」這幾項特質變數亦是幾乎在各題本排名前十。顯示出學生在物理、化學成就表現較好者，大都有學理化的參考書；學生認為自己在理化科表現良好者，其物理、化學的成就表現也較好；對自己最高學歷的期待越高的學生，在物理、化學的成就表現上也越高；並且花越多時間做家庭作業者，其物理、化學的成就表現也越高。

表 4-4-3 B7-B9 題本影響學生物理、化學表現的特質變數排名

排名	B7		B8		B9	
	物理	化學	物理	化學	物理	化學
1	自評在理化的表現 .324(**)	自評在數學的表現 .358(**)	家中藏書 .375(**)	家中藏書 .306(**)	期望學歷 .295(**)	期望學歷 .366(**)
2	學理化的參考書 .310(**)	學理化的參考書 .298(**)	自評在理化的表現 .272(**)	自評在理化的表現 .256(**)	開始瞭解理的情形 -.281(**)	家中藏書 .352(**)
3	家中藏書 .294(**)	家中藏書 .284(**)	學理化的參考書 .240(**)	學理化的參考書 .252(**)	家中藏書 .274(**)	開始瞭解理的情形 -.317(**)
4	做家庭作業 .284(**)	期望學歷 .281(**)	說調查語言的頻率 .222(**)	補習理化 .247(**)	學理化的參考書 .248(**)	覺得理化難 -.316(**)
5	開始瞭解理的情形 -.281(**)	開始瞭解理的情形 -.275(**)	理化對平日有幫助 .213(**)	玩電腦、電動 -.247(**)	理化對平日有幫助 .244(**)	學理化的參考書 .299(**)
6	期望學歷 .279(**)	覺得理化難 -.262(**)	喜歡用理化的職業 .206(**)	期望學歷 .246(**)	看電視、錄影帶 -.230(**)	自評在理化的表現 .292(**)
7	玩電腦、電動 -.239(**)	有關理化學得快 .240(**)	期望學歷 .190(**)	不擅長理化 -.243(**)	覺得理化難 -.226(**)	學理化的工具 .276(**)
8	上網時間 -.231(**)	做家庭作業 .236(**)	補習理化 .188(**)	上網時間 -.240(**)	自評在理化的表現 .202(**)	理化對平日有幫助 .272(**)
9	看電視、錄影帶 -.218(**)	喜歡學理化 .227(**)	有關理化學得快 .185(**)	開始瞭解理的情形 -.239(**)	學理化的工具 .201(**)	喜歡學理化 .239(**)
10	喜歡學理化 .206(**)	補習理化 .211(**)	做家庭作業 .182(**)	說調查語言的頻率 .234(**)	須以理化進學校 .198(**)	做家庭作業 .235(**)

註：**表 $p < 0.01$

表 4-4-4 B10-B12 題本影響學生物理、化學表現的特質變數排名

排 名	B10		B11		B12	
	物理	化學	物理	化學	物理	化學
1	期望學歷 .291(**)	家中藏書 .334(**)	家中藏書 .331(**)	家中藏書 .373(**)	家中藏書 .383(**)	開始瞭解理的 情形 .319(**)
2	家中藏書 .284(**)	學理化的參考 書 .289(**)	自評在理化的 表現 .310(**)	自評在理化的 表現 .316(**)	期望學歷 .351(**)	做家庭作業 .315(**)
3	說調查語言的 頻率 .266(**)	開始瞭解理的 情形 -.286(**)	希望多上理化 .290(**)	做家庭作業 .291(**)	父親學歷 .310(**)	期望學歷 .305(**)
4	自評在理化的 表現 .258(**)	做家庭作業 .261(**)	學理化的參考 書 .263(**)	希望多上理化 .282(**)	做家庭作業 .304(**)	自評在理化的 表現 .300(**)
5	學理化的參考 書 .249(**)	說調查語言的 頻率 .250(**)	喜歡學理化 .259(**)	學理化的參考 書 .272(**)	家中有電腦 .291(**)	家中藏書 .298(**)
6	開始瞭解理的 情形 -.240(**)	期望學歷 .241(**)	做家庭作業 .250(**)	理化對平日有 幫助 .271(**)	說調查語言的 頻率 .277(**)	有關理化學得 快 .289(**)
7	不擅長理化 -.222(**)	自評在理化的 表現 .230(**)	補習理化 .249(**)	喜歡學理化 .266(**)	玩電腦、電動 -.261(**)	須以理化進學 校 .288(**)
8	有關理化學得 快 .212(**)	理化對平日有 幫助 .221(**)	理化對平日有 幫助 .237(**)	補習理化 .213(**)	須以理化進學 校 .261(**)	理化對平日有 幫助 .281(**)
9	喜歡學理化 .203(**)	學理化的工具 .220(**)	說調查語言的 頻率 .225(**)	有關理化學得 快 .206(**)	學理化的參考 書 .257(**)	不擅長理化 -.276(**)
10	做家庭作業 .198(**)	不擅長理化 -.207(**)	家中有電腦 .220(**)	開始瞭解理的 情形 -.201(**)	開始瞭解理的 情形 -.256(**)	覺得理化難 -.273(**)

註：**表 $p < 0.01$

除此之外，從表 4-4-3 和 4-4-4 中可以看出一些和數學部分有些微不同的特質。學生似乎認為學理化對自己的日常生活有幫助，而這樣的想法也造成在物理、化學成就有較好的表現，並且補習理化的時間越長也似乎學習成就越好的情形產生。

比較數學和科學這兩部分，與數學成就相關較有關連的部分，大都是學生自己對數學的感覺以及想法的特質變數，而與科學成就相關的部分就跟一些家庭資源、相關工具以及付出的努力有較多的相關性。

三、小結與討論

「自評在數學的表現」是我國八年級學生與數學成就表現最為相關的特質因素，另外「有關數學學得快」、「開始瞭解數學情形」、「家中藏書」以及「喜歡學數學」等特質變數，亦和學生的數學學習成就有相關性，並且在各題本的學生問卷調查排名都是前十名。而「家中藏書」則是在科學方面與學生成就相關的特質變數排名居首，其他還有「學理化的參考書」、「自評在理化的表現」、「期望學歷」以及「做家庭作業」等因素也和學習成就有極高的相關。

與文獻相對照本研究，有著類似的結果。「家中藏書」在 TIMSS 1999 中為影響我國八年級學生科學學習成就相關係數第一的因素（羅珮華，2004；張殷榮，2001），而在 TIMSS 2003 的研究調查中，「家中藏書」仍是影響我國學生在科學成就表現相關係數最高的特質變數，而學生對自己期望的學歷也依然有著極高的相關性。這些說明了除了前一節所提到的性別因素之外，學生個人因素與家庭因素亦是影響我國學生參加 TIMSS 2003 影響科學學習成就的重要變數。而影響數學學習成就的重要因素，相關係數較高者則多屬於 Wang 等人（1990）所提影響學習因素中的「學生自身」，也就是學生的認知和情意面向。

整體說來，在數學方面和學生的學習成就相關排名越在前面的，多為學生對數學的知覺與看法，也就是說對數學有正面評價者，表現也越好；而在科學方面，學生在物理、化學成就表現相關排名越在前面的，與家庭資源、相關工具的提供、學生對自我的期許及付出的努力，顯示提升學生的學習環境及未來夢想與實踐，則對學生的科學成就有所幫助。

第五節 我國八年級學生的排名表現

本節將由文獻中探討在 TIMSS 1999 我國八年級的表現，與 TIMSS 2003 數學與科學的整體表現，來看我國八年級學生與其他國家相比，排名表現為何。並且比較在這兩年的調查結果中，我國學生的排名變化及差異。

一、數學部分

我國八年級學生數學成就在 TIMSS 1999 與 2003 兩次的排名情形如表 4-5-1 所示。從表中我們可以看到與 TIMSS 1999 相比之下，在 TIMSS 2003 時我國八年級學生數學成就平均量尺分數並無改變，但是排名卻從第三名滑落至第四名。並且台灣雖然仍與韓國、香港沒有顯著差異，不過新加坡的學生數學成就表現確實比我國來得好（見表 4-5-2）。

表 4-5-1 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 八年級學生數學成就排名(Mullis et al., 2000; Mullis et al., 2004)

TIMSS 1999				TIMSS 2003			
排名	國家	平均量尺分數	標準差	排名	國家	平均量尺分數	標準差
1	新加坡	604	6.3	1	新加坡	605	3.6
2	韓國	587	2.0	2	韓國	589	2.2
3	台灣	585	4.0	3	香港	586	3.3
4	香港	582	4.3	4	台灣	585	4.6
5	日本	579	1.7	5	日本	570	2.1
6	比利時	558	3.3	6	比利時	537	2.8
7	荷蘭	540	7.1	7	荷蘭	536	3.8
8	斯洛伐克	534	4.0	8	愛沙尼亞	531	3.0
9	匈牙利	532	3.7	9	匈牙利	529	3.2
10	加拿大	531	2.5	10	馬來西亞	508	4.1

表 4-5-2 TIMSS 2003 八年級學生平均數學成就的比較 (Mullis et al., 2004)

國家	新加坡	韓國	香港	台灣	日本	比利時	荷蘭	愛沙尼亞	匈牙利	馬來西亞
新加坡										
韓國										
香港										
台灣										
日本										
比利時										
荷蘭										
愛沙尼亞										
匈牙利										
馬來西亞										

註： 表示平均成就顯著高於所比較的國家

表示與所比較的國家並無達統計上的顯著

表示平均成就顯著低於所比較的國家

二、科學部分

表 4-5-3 所顯示的為我國八年級學生科學成就的排名情形，在這邊的科學成就是除了物理、化學之外，還包括生命科學、地球科學和環境科學等類別的整體成績。從表中我們可以看到在 TIMSS 2003 時，我國八年級學生科學成就的平均量尺分數是有所提高的，並且標準差也有縮減的現象，雖然排名卻退步一名，但是值得慶幸的是儘管滑落至第二名，但是我國與新加坡並沒有顯著差異，顯示我國八年級學生在科學部分仍是最優秀等級國家之一（見表 4-5-4）。

表 4-5-3 TIMSS 1999 與 TIMSS2003 八年級學生科學成就排名(Martin et al., 2000; Martin et al., 2004)

TIMSS 1999				TIMSS 2003			
排名	國家	平均量 尺分數	標準差	排名	國家	平均量 尺分數	標準差
1	台灣	569	4.4	1	新加坡	578	4.3
2	新加坡	568	8.0	2	台灣	571	3.5
3	匈牙利	552	3.7	3	韓國	558	1.6
4	日本	550	2.2	4	香港	556	3.0
5	韓國	549	2.6	5	愛沙尼亞	552	2.5
6	荷蘭	545	6.9	6	日本	552	1.7
7	澳洲	540	4.4	7	英國	544	4.1
8	捷克	539	4.2	8	匈牙利	543	2.8
9	英國	538	4.8	9	荷蘭	536	3.1
10	芬蘭	535	3.5	10	美國	527	3.1

表 4-5-4 TIMSS 2003 八年級學生平均科學成就的比較(Martin et al., 2004)

國家	新加坡	台灣	韓國	香港	愛沙尼亞	日本	英國	匈牙利	荷蘭	美國
新加坡										
台灣										
韓國										
香港										
愛沙尼亞										
日本										
英國										
匈牙利										
荷蘭										
美國										

註： 表示平均成就顯著高於所比較的國家

表示與所比較的國家並無達統計上的顯著

表示平均成就顯著低於所比較的國家

文獻中亦加以探討細部數學與科學的內容領域各類別的排名情形，因此同樣來觀察我國八年級學生在 TIMSS 2003 的表現，如下表 4-5-5 所示，在數學方面，數與量、測量與資料分析都排名第四，代數與幾何為第三；在科學部分，化學第一，生命科學以及環境與資源議題皆為第二，物理第三，地球科學為第四。不論是在那個內容領域，我國都仍維持各國前五名的優秀表現。特別是化學領域，我國更是在這兩年的表現中都是奪得第一的情形。

表 4-5-5 我國八年級學生在 TIMSS 2003 的成就表現

數學內容領域	國際排名	科學內容領域	國際排名
數與量	四	物理	三
代數	三	化學	一
測量	四	生命科學	二
幾何	三	地球科學	四
資料分析	四	環境與資源議題	二

三、小結與討論

在數學方面與 TIMSS 1999 相比，前幾名國家的排名變動並不大，並且從表 4-5-2 和表 2-4-1 可以看出彼此間的差異也較為明顯。相較之下，各個國家的排名在科學部分就顯得變化較大，而表 2-4-2 所呈現 TIMSS 1999 的各國差異，看出前十名的國家之間差異並不明顯，彼此間多半並沒有達到顯著差異，倒是在表 4-5-4 中顯示出 TIMSS 2003 各國的成就表現差異較為明顯。

從文獻中也可得知我國在 TIMSS 1999 的測驗中，不論是在數學或科學部分都可以說是最優秀等級的國家，而在 TIMSS 2003 的測驗中，我國的數學僅次於新加坡，而科學則是與新加坡沒有差異。從這樣的結果看來，我國不論是在數學或是科學來看，都可以說是名列前茅。而不論是在數學或是科學，可以明顯看出在 TIMSS 2003 的數學和科學的成就表現上，前四名中除了我國外，尚有新加坡、韓國、香港，顯示這些亞洲國家在學科表現上皆有出色表現。值得注意的是，新加坡的數學連兩次調查都排名第一，並且在 TIMSS 2003 中，更是明顯優於其他國家，科學的部分也是躍升到第一名，除了和我國沒有顯著差異外，皆優於其他國家的表現。可見新加坡在數學與科學的教學上，持續保持領先，並且更上層樓。另外韓國與香港也可以在 TIMSS 2003 中看出其成長之處，在數學方面韓國依然維持第二名，香港則提升至第三名；科學部分韓國從第五名升到第三名，香港更是從第十五名爬升到第四名，不難由此看出兩國進步之明顯。

拿文獻中 TIMSS 1999 的表現情形來比較這兩年內容領域的狀況，數學每個內容領域都呈現排名退後的情形，唯有幾何方面我國進步了一名，這對先前顯示幾何不盡理想的我國來說是一好消息，表示我國學生在幾何部分的表現有所成長。而科學方面化學依然表現搶眼維持第一名外，環境與資源議題也維持第二，其他類別方面也呈現出些微下滑的情形。

從本節的研究結果來看我國八年級學生的成就表現，雖然沒有退步甚多，像

在數學部分的量尺分數兩年都是一樣的，科學部分量尺分數還有一些進步，但是在各國逐步前進以及急速成長的壓力之下，不禁令人有種「不進則退」的深刻感受。我們應該好好檢視自己國家出色的一面，其實我國在數理科方面良好表現確實於國際間佔有一席之地，然而我們不能因而自滿，也必須要對成長迅速的國家予以觀察，並且從他們的身上學習，雖然不一定是競爭者的情形，但知己知彼，讓我國的學子能夠有好的教學策略或政策可以協助發展，促使我國在將來具有無限的潛能與競爭力。