

TIMSS 2007 臺灣八年級學生的科學成就及其相關因素之探討(上)

李哲迪

國立臺灣師範大學 科學教育中心

【轉載自：TIMSS 2007 國際數學與科學教育成就趨勢調查 (pp.231-279)】

我國八年級學生在本次 TIMSS 科學成就調查中，整體表現排名第二。從排名來看，此表現與上一屆 TIMSS 2003 相同。本章於第一節首先說明本次調查我國八年級學生科學成就之整體表現，第二節及第三節進一步按科學各分科及各認知領域報告學生表現，第四節說明我國學生在各個國際基準點的分佈；接著，在第五節分析科學成就之性別差異，第六節說明我國學生對科學的態度及其與科學成就的關係；最後第七節小結。

TIMSS 每四年舉辦一次。我國除參加本次調查(TIMSS 2007)外，也參加了 1999 及 2003 年的調查。為呈現我國八年級學生表現的趨勢，本章除說明八年級學生在本次調查的表現外，並將說明 TIMSS 1999 到 TIMSS 2007 學生表現的發展趨勢。

第一節 整體科學成就表現及趨勢

在參加 TIMSS 2007 八年級學生科學成就調查的 49 個國家/地區中，我國八年級學生的科學成就整體表現排名第二，與第一名的新加坡沒有顯著差異，上屆也是

如此。但在平均得分上，我國八年級學生整體科學表現比上屆退步了 10 分，有顯著差異；此一跡象應予持續觀察。世代追蹤研究則顯示我國五年級至八年級的科學教育能縮短我國學生與第一名的新加坡學生之間的差距。

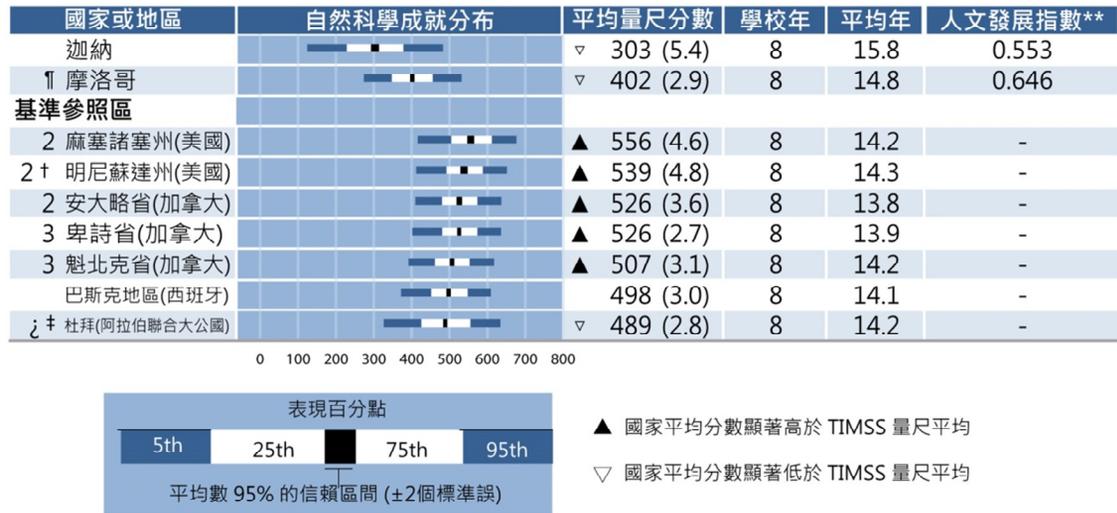
一、TIMSS 2007 八年級學生科學成就表現

我國八年級學生參加 TIMSS 2007 的有效樣本大小為 4046 人，平均年齡為 14.2 歲，科學整體表現的平均得分是 561 分，與第一名的新加坡（平均 567 分）、第三名的日本（平均 554 分）、第四名的韓國（平均 553 分）均無顯著差異，而與第五名的英格蘭（平均 542 分）有顯著差異（見表 7-1）。我國八年級學生之科學成就平均得分顯著高於量尺平均（500 分）；兩者差值的效果量為 0.68（ $=61/89$ ，我國學生得分平均高於量尺平均 61 分，國際八年級學生科學成就分佈之標準差為 89 分）(Martin, Mullis, & Foy, 2008)。

表 7-1、TIMSS 2007 八年級學生整體科學成就分布 (Martin et al., 2008, p.35)

國家或地區	自然科學成就分布	平均量尺分數	學校年	平均年	人文發展指數**
新加坡		▲ 567 (4.4)	8	14.4	0.922
臺灣		▲ 561 (3.7)	8	14.2	0.932
日本		▲ 554 (1.9)	8	14.5	0.953
韓國		▲ 553 (2.0)	8	14.3	0.921
† 英格蘭		▲ 542 (4.5)	9	14.2	0.946
匈牙利		▲ 539 (2.9)	8	14.6	0.874
捷克		▲ 539 (1.9)	8	14.4	0.891
斯洛維尼亞		▲ 538 (2.2)	7 or 8	13.8	0.917
† 香港		▲ 530 (4.9)	8	14.4	0.937
俄羅斯		▲ 530 (3.9)	7 or 8	14.6	0.802
2† 美國		▲ 520 (2.9)	8	14.3	0.951
1 立陶宛		▲ 519 (2.5)	8	14.9	0.862
澳大利亞		▲ 515 (3.6)	8	13.9	0.962
瑞典		▲ 511 (2.6)	8	14.8	0.956
TIMSS 量尺平均		500		-	
† 蘇格蘭		496 (3.4)	9	13.7	0.946
義大利		495 (2.8)	8	13.9	0.941
亞美尼亞		▽ 488 (5.8)	8	14.9	0.775
挪威		▽ 487 (2.2)	8	13.8	0.968
烏克蘭		▽ 485 (3.5)	8	14.2	0.788
約旦		▽ 482 (4.0)	8	14	0.773
馬來西亞		▽ 471 (6.0)	8	14.3	0.811
泰國		▽ 471 (4.3)	8	14.3	0.781
1 2 塞爾維亞		▽ 470 (3.2)	8	14.9	0.810
3 保加利亞		▽ 470 (5.9)	8	14.9	0.824
3 以色列		▽ 468 (4.3)	8	14	0.932
巴林		▽ 467 (1.7)	8	14.1	0.866
波士尼亞		▽ 466 (2.8)	8 or 9	14.7	0.803
羅馬尼亞		▽ 462 (3.9)	8	15	0.813
伊朗		▽ 459 (3.6)	8	14.2	0.759
馬爾他		▽ 457 (1.4)	9	14	0.878
土耳其		▽ 454 (3.7)	8	14	0.775
敘利亞		▽ 452 (2.9)	8	13.9	0.724
賽普勒斯		▽ 452 (2.0)	8	13.8	0.903
突尼西亞		▽ 445 (2.1)	8	14.5	0.766
印尼		▽ 427 (3.4)	8	14.3	0.728
阿曼		▽ 423 (3.0)	8	14.3	0.814
1 喬治亞		▽ 421 (4.8)	8	14.2	0.754
¿ 科威特		▽ 418 (2.8)	8	14.4	0.891
哥倫比亞		▽ 417 (3.5)	8	14.5	0.791
黎巴嫩		▽ 414 (5.9)	8	14.4	0.772
埃及		▽ 408 (3.6)	8	14.1	0.708
阿爾及利亞		▽ 408 (1.7)	8	14.5	0.733
巴勒斯坦		▽ 404 (3.5)	8	14	0.731
沙烏地阿拉伯		▽ 403 (2.4)	8	14.4	0.812
薩爾瓦多		▽ 387 (2.9)	8	15	0.735
波札那		▽ 355 (3.1)	8	14.9	0.654
卡達		▽ 319 (1.7)	8	13.9	0.875

表 7-1、TIMSS 2007 八年級學生整體科學成就分布 (續上頁)



* 代表從ISCED Level 1求學以來的年數。

** 除了台灣與塞爾維亞，其餘資料取自聯合國開發計畫署之2007/2008人文發展報告，229-232頁。台灣的資料取自中華民國行政院主計處出版之2007年中華民國統計年鑑。塞爾維亞的資料取自2007年塞爾維亞人文發展分析。英格蘭與蘇格蘭的資料皆為英國公布的數據。

† 僅在包含替代學校受測之後，學生參與比率才符合規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

‡ 僅在包含替代學校後，學生參與率才幾乎滿足規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

¶ 無法滿足學生參與率的規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

1 國家受測學生母群體並未全部涵蓋國際要求的母群體。(詳見國際報告 Appendix A)。

2 國家定義母群涵蓋包含90%~95%的國家要求母群。(詳見國際報告 Appendix A)。

3 國家定義母群涵蓋低於90%的國家要求母群。(但最少77%，詳見國際報告 Appendix A)。

¿ 科威特、杜拜(阿拉伯聯合大公國)與其他國家測驗同一群學生，但2007年較晚，是在下個學年初才測驗。

() 括號內為標準誤，因為結果是最近接整數的近似值，所以有些會不一致。

- 破折號表示可以比較的資料無法取得。(詳見國際報告 Exhibit D.1)。

八年級學生整體科學平均得分前十名的國家/地區依序是新加坡、臺灣、日本、韓國、英格蘭、匈牙利、捷克、斯洛維尼亞、香港和俄羅斯。不意外地，亞洲的五個國家/地區（新加坡、臺灣、日本、韓國和香港）都在十名之內。其餘五名中有三個是東歐國家－匈牙利、捷克和俄羅斯，另兩個是英格蘭和中歐的斯洛維尼亞。

我國學生科學成就之分佈無雙峰問題(圖 7-1)，但並非常態分配(偏態為-0.49，峰態為 0.15；以 K-S Lilliefors 常態檢定， $p=0.000$)。我國學生得分散佈的寬度與國際全體學生相近。我國學生成就表現分佈之標準差為 89 分，今年參加受測的國際全體學生得分分佈標準差為 86 分(表 7-2，量尺標準差為 100 分)。

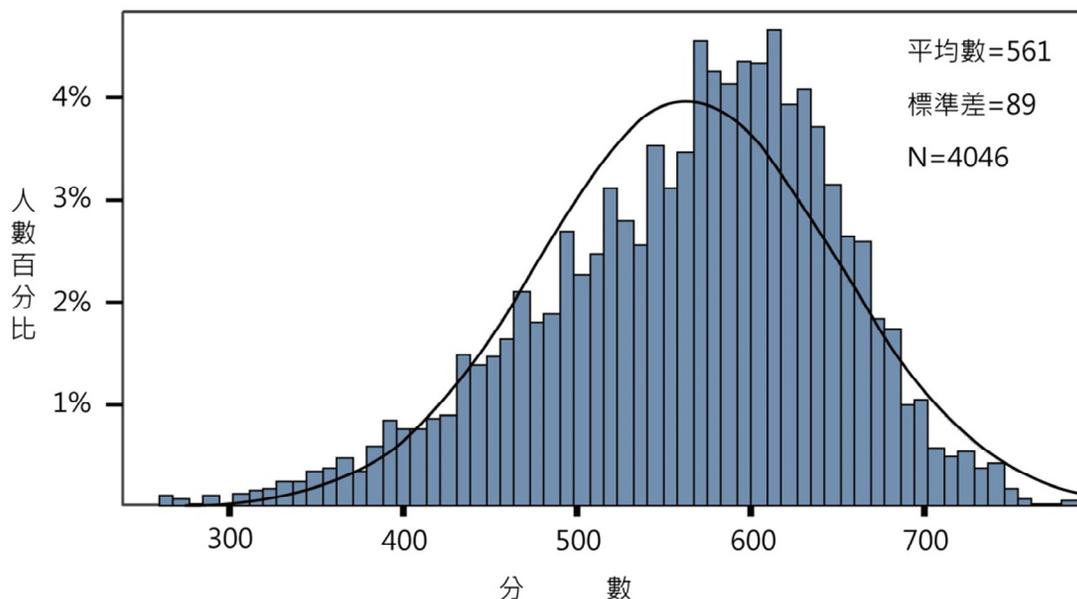


圖 7-1 臺灣八年級學生科學成就分佈圖

表 7-2、前十名與後十名國家/地區之得分平均與標準差 (Martin et al., 2008, p.481)

前十名				後十名			
排名	國家或地區	平均	標準差	排名	國家或地區	平均	標準差
1	新加坡	567	103.9 (3.0)	40	黎巴嫩	414	96.8 (2.9)
2	臺灣	561	89.3 (1.6)	41	埃及	408	99.4 (1.5)
3	日本	554	77.1 (1.5)	42	阿爾及利亞	408	62.6 (1.0)
4	韓國	553	75.9 (1.1)	43	巴勒斯坦	404	110.9 (1.9)
5	英格蘭	542	85.4 (2.6)	44	沙烏地阿拉伯	403	78.0 (1.7)
6	匈牙利	539	76.6 (1.8)	45	摩洛哥	402	78.6 (2.1)
7	捷克	539	71.4 (1.1)	46	薩爾瓦多	387	69.8 (1.9)
8	斯洛維尼亞	538	72.0 (1.4)	47	波札那	355	99.4 (1.2)
9	香港	530	81.0 (3.0)	48	卡達	319	125.9 (1.4)
10	俄羅斯	530	77.7 (1.6)	49	迦納	303	108.4 (2.9)

() 括號內為標準誤。

二、八年級學生科學成就表現趨勢

與 TIMSS 2003 比較，我國八年級學生科學成就的排名沒有改變，都是第二名；平均得分則有顯著退步，由 571 分（標準誤為 3.5）退步至 561 分（標準誤為 3.7）（表 7-3a）；效果量(Cohen's *d*)為 -0.12。與 TIMSS 1999 比較，平均得分退步 8 分，但沒有顯著差異（表 7-3a）。

進入前十名的國家/地區，在 2003 年除了亞洲四小龍和日本之外，還有愛沙尼亞、匈牙利、荷蘭、美國和澳大利亞。其中，愛沙尼亞和荷蘭沒有參加 TIMSS 2007 八年級科學的調查。因此，將 TIMSS 2003 和 TIMSS 2007 兩次進入前十名的國家相比，相同的有亞洲五國/地區和東歐的匈牙利，新進入 TIMSS 2007 前十名的是英格蘭、斯

洛維尼亞以及同屬東歐的捷克與俄羅斯，被擠出前十名的是美國和澳大利亞。

在國際上，以 TIMSS 2003 及 TIMSS 2007 兩屆來說，在所有參與兩次調查的 32 國中，11 國沒有顯著差異，9 國進步，12 國退步（表 7-3a、7-3b、7-3c）。以 TIMSS 1999 及 TIMSS 2007 兩屆來說，在 21 國中，則有 13 國沒有顯著差異，4 國進步，4 國退步（表 7-3a、7-3b、7-3c）。

至於與我國相同、持續保持在前十名且社會經濟條件接近的新加坡、日本、韓國和香港等四國/地區，在 TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 之間有退步的趨勢，但若比較 TIMSS 1999 與 TIMSS 2007 的表現，則差異不大。從 TIMSS 2003 到 TIMSS 2007，僅日本進步 2 分（未達顯著差異），其餘各

國/地區均退步。第一名的新加坡退步了 11 分（效果量為 -0.11），但未達顯著差異。第四名的韓國和第 9 名的香港分別退步了 5 分（效果量為 -0.07）和 26 分（效果量為 -0.35），均達顯著差異（表 7-3a）。我國學生退步的程度在亞洲五國/地區中屬於中等程度。從 TIMSS 1999 到 TIMSS 2007，所有五個亞洲國家/地區都沒有顯著差異（表 7-3a）。

我國八年級學生的科學成就在 TIMSS 2003 和 TIMSS 2007 兩次調查之間有顯著退步。然而，我國學生這次表現若與 TIMSS 1999 相比，是沒有顯著差異的。因此，此次我國學生的表現是常態，抑或是持續下滑的前兆？還需透過後續的調查，持續觀察。

表 7-3a、八年級學生科學成就表現的趨勢（Martin et al., 2008, p.46）

國家或地區	平均量尺分數	2003 與 2007 的差異	1999 與 2007 的差異	1995 與 2007 的差異	科學成就分佈
新加坡					
2007	567 (4.4)				
2003	578 (4.3)	-11 (6.2)			
1999	568 (8.0)		-1 (9.2)		
1995	580 (5.5)			-13 (7.1)	
臺灣					
2007	561 (3.7)				
2003	571 (3.5)	-10 (5.0) ▽			
1999	569 (4.4)		-8 (5.6)		
日本					
2007	554 (1.9)				
2003	552 (1.7)	2 (2.6)			
1999	550 (2.2)		4 (3.0)		
1995	554 (1.8)			-1 (2.5)	
韓國					
2007	553 (2.0)				
2003	558 (1.6)	-5 (2.6) ▽			
1999	549 (2.6)		4 (3.4)		
1995	546 (2.0)			7 (2.9) ▲	

表 7-3a、八年級學生科學成就表現的趨勢（續上頁）

國家或地區	平均量尺分數	2003 與 2007 的差異	1999 與 2007 的差異	1995 與 2007 的差異	科學成就分佈
英格蘭					
† 2007	542 (4.5)				
†† 2003	544 (4.1)	-2 (6.1)			
† 1999	538 (4.8)		3 (6.5)		
3† 1995	533 (3.6)			8 (5.7)	
匈牙利					
2007	539 (2.9)				
2 2003	543 (2.8)	-4 (4.0)			
1999	552 (3.7)		-13 (4.8) ▽		
1995	537 (3.1)			2 (4.2)	
捷克					
2007	539 (1.9)				
1999	539 (4.2)		-1 (4.7)		
1995	555 (4.5)			-16 (4.9) ▽	
斯洛維尼亞					
2007	538 (2.2)				
2003	520 (1.8)	17 (2.8) ▲			
1995	514 (2.7)			24 (3.5) ▲	
香港					
† 2007	530 (4.9)				
† 2003	556 (3.0)	-26 (5.9) ▽			
† 1999	530 (3.7)		1 (6.1)		
1995	510 (5.8)			20 (7.6) ▲	
俄羅斯					
2007	530 (3.9)				
2003	514 (3.7)	16 (5.3) ▲			
1999	529 (6.4)		0 (7.3)		
2 1995	523 (4.5)			7 (6.0)	
美國					
2† 2007	520 (2.9)				
‡ 2003	527 (3.1)	-7 (4.3)			
1999	515 (4.6)		5 (5.3)		
† 1995	513 (5.6)			7 (6.3)	
立陶宛					
1 2007	519 (2.5)				
1 2003	519 (2.1)	-1 (3.3)			
1; 1999	488 (4.1)		30 (5.0) ▲		
1.2 1995	464 (4.0)			55 (4.8) ▲	

▲ 2007 顯著較高

▽ 2007 顯著較低

表現百分點

5th

25th

75th

95th

平均數 95% 的信賴區間 (±2 個標準誤)

† 僅在包含替代學校受測之後，學生參與比率才符合規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

‡ 僅在包含替代學校後，學生參與率才幾乎滿足規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

†† 無法滿足學生參與率的規定。(詳見國際報告 Appendix A)。

表 7-3a、八年級學生科學成就表現的趨勢（續上頁）

- 1 國家受測學生母群體並未全部涵蓋國際要求的母群體。(詳見國際報告 Appendix A)。
 - 2 國家定義母群涵蓋包含90%~95%的國家要求母群。(詳見國際報告 Appendix A)。
 - 3 國家定義母群涵蓋低於90%的國家要求母群。(但最少77%·詳見國際報告 Appendix A)。
- ‡ 科威特、杜拜(阿拉伯聯合大公國)與其他國家測驗同一群學生，但2007年較晚，是在下個學年初才測驗。
- 趨勢註：因科威特、摩洛哥、沙烏地阿拉伯與土耳其等國並無前期之資料可供比較，故本表數據未將其包括在列。印尼之數據不包含伊斯蘭學校。
- () 括號內為標準誤，因為結果是最近接整數的近似值，所以有些會不一致。

表 7-3b、八年級學生科學成就表現的趨勢（Martin et al., 2008, p.47）

國家或地區	平均量尺分數	2003 與 2007 的差異	1999 與 2007 的差異	1995 與 2007 的差異	科學成就分佈
澳大利亞					
2007	515 (3.6)				
2003	527 (3.8)	-12 (5.3) ▽			
‡ 1995	514 (3.9)			1 (5.3)	
瑞典					
2007	511 (2.6)				
2003	524 (2.7)	-14 (3.6) ▽			
1995	553 (4.4)			-42 (5.1) ▽	
蘇格蘭					
† 2007	496 (3.4)				
† 2003	512 (3.4)	-16 (4.8) ▽			
‡ 1995	501 (5.6)			-5 (6.5)	
義大利					
2007	495 (2.8)				
2003	491 (3.1)	4 (4.1)			
2 1999	493 (3.9)		2 (4.8)		
亞美尼亞					
2007	488 (5.8)				
2003	461 (3.5)	27 (6.7) ▲			
挪威					
2007	487 (2.2)				
2003	494 (2.2)	-7 (3.0) ▽			
1995	514 (2.4)			-28 (3.4) ▽	
約旦					
2007	482 (4.0)				
2003	475 (3.8)	7 (5.5)			
1999	450 (3.8)		31 (5.6) ▲		
馬來西亞					
2007	471 (6.0)				
2003	510 (3.7)	-40 (7.0) ▽			
1999	492 (4.4)		-22 (7.5) ▽		
泰國					
2007	471 (4.3)				
1999	482 (4.0)		-12 (5.9) ▽		
塞爾維亞					
L 2 2007	470 (3.2)				
1 2003	468 (2.5)	3 (3.9)			

表 7-3b、八年級學生科學成就表現的趨勢 (續上頁)

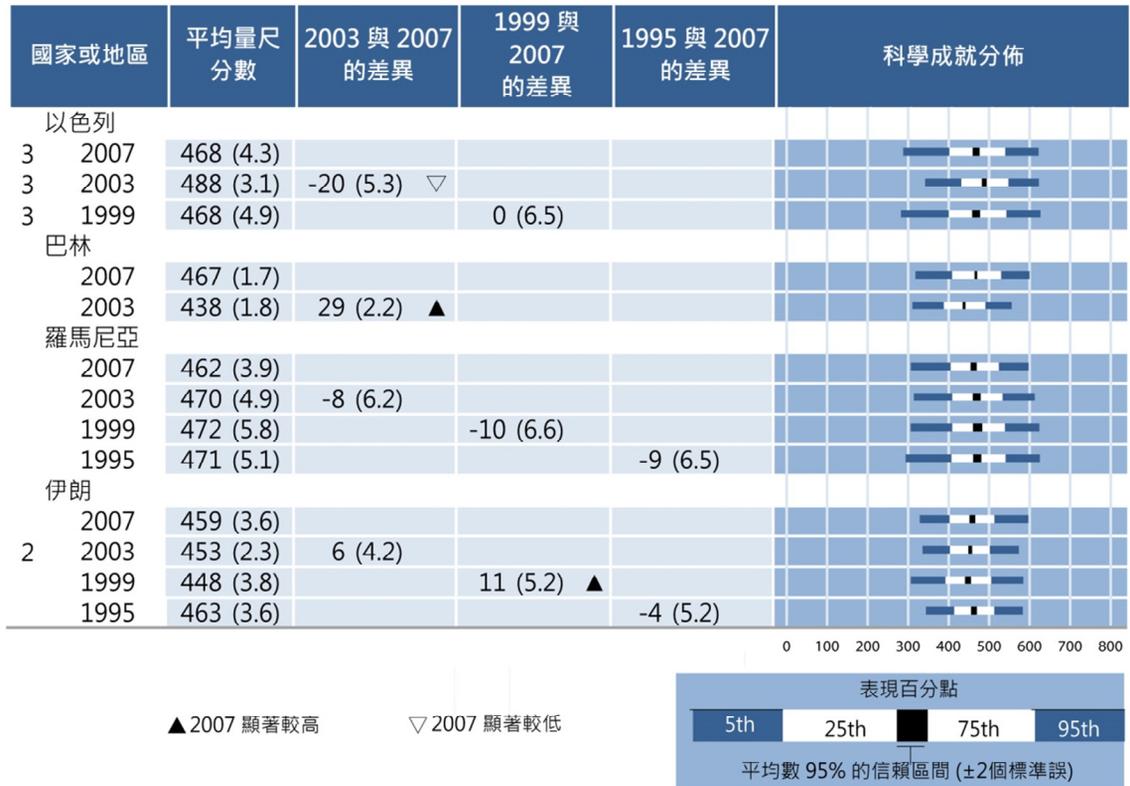


表 7-3c、八年級學生科學成就表現的趨勢 (Martin et al., 2008, p.48)

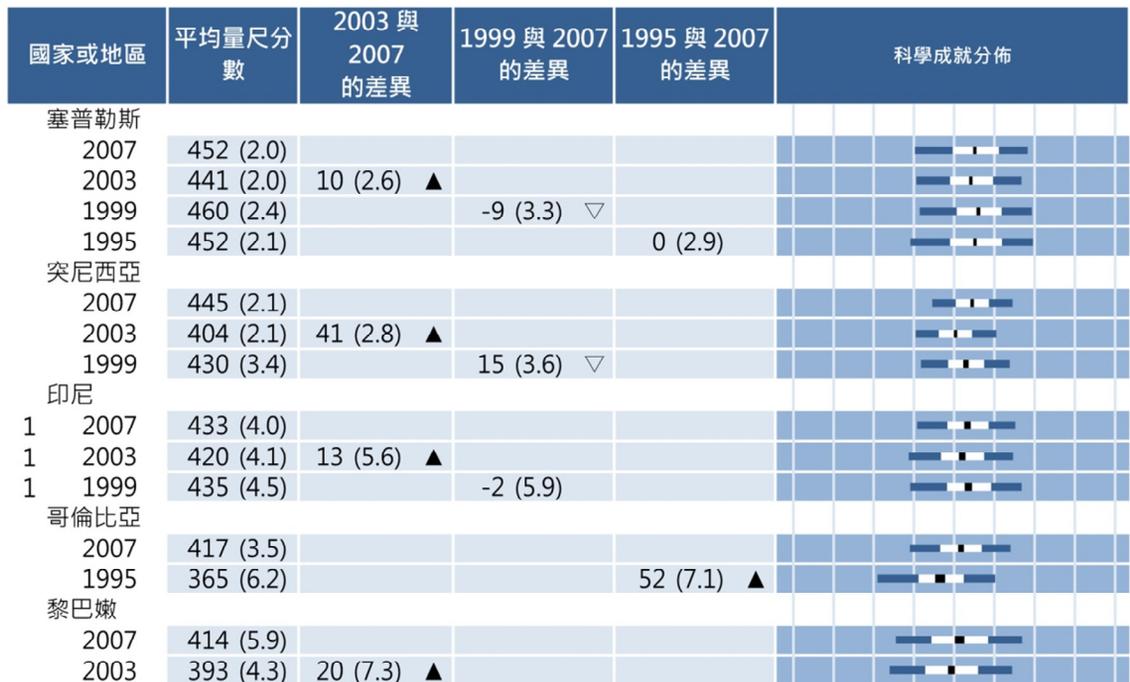


表 7-3c、八年級學生科學成就表現的趨勢（續上頁）

國家或地區	平均量尺分數	2003 與 2007 的差異	1999 與 2007 的差異	1995 與 2007 的差異	科學成就分佈
埃及					
2007	408 (3.6)				
2003	421 (3.9)	-13 (5.3) ▽			
巴勒斯坦					
2007	404 (3.5)				
2003	435 (3.2)	-31 (4.7) ▽			
波札那					
2007	355 (3.1)				
2003	365 (2.8)	-10 (3.9) ▽			
迦納					
2007	303 (5.4)				
2003	255 (5.9)	48 (7.9) ▲			
基準參照區					
麻塞諸塞州(美國)					
2 2007	556 (4.6)				
1999	533 (7.4)		23 (8.6) ▲		
明尼蘇達州(美國)					
2+ 2007	539 (4.8)				
+ 1995	544 (7.9)			-5 (9.3)	
安大略省(加拿大)					
2 2007	526 (3.6)				
2 2003	533 (2.7)	-7 (4.5)			
1999	518 (3.1)		8 (4.9)		
1995	496 (3.7)			30 (5.2) ▲	
卑詩省(加拿大)					
3 2007	526 (2.7)				
1999	542 (6.2)		-16 (6.8) ▽		
魁北克省(加拿大)					
3 2007	507 (3.1)				
2003	531 (3.0)	-24 (4.2) ▽			
1999	540 (4.8)		-34 (5.7) ▽		
1995	510 (6.9)			-3 (7.4)	
巴斯克地區(西班牙)					
2007	498 (3.0)				
2 2003	489 (2.7)	9 (3.9) ▲			

0 100 200 300 400 500 600 700 800

▲ 2007 顯著較高

▽ 2007 顯著較低



由於 TIMSS 每四年調查一次，而調查的兩個年段（四年級與八年級）又剛好相差四年，因此既參加 TIMSS 2003 四年級調查又參加 TIMSS 2007 八年級調查的國家/地區就可以觀察同一個世代的學生經過四年後的改變。四年級和八年級學生的學習成就都是參照 1995 年建立的量尺平均一也就是，當時所有參加國全體四年級和八年級的平均。不過，四年級和八年級量尺平均雖然都是 500，但是這兩個 500 的意義是不同的，八年級的 500 代表的能力是比四年級的 500 要高的。雖然無法知道兩個 500 之間的實際差值是多少，但是能確定的是這兩個能力的差異在每一次調查都是固定的。

參照表 7.4 可知，TIMSS 2003 調查時，我國四年級學生的平均成就高於量尺平均 51 分，到了 TIMSS 2007，同一個世代的學生，其成就表現高於量尺平均 61 分。與新加坡相比，其學生的成就表現則是從高於量尺平均 65 分改變為高於量尺平均 67 分，可以說他們學生的進步幅度大約就是 1995 年全體參加國學生的平均進步幅度。因此，我們與新加坡學生的差距，從 2003 年的有顯著差異（相差 14 分）轉變為 2007 年的沒有顯著差異（相差 6 分）。此一結果顯示我國五年級到八年級的科學教育整體而言成效良好。

從總體科學成就表現的變化趨勢來看，有的國家名列前十名而且持續保持，如：新加坡、日本、韓國、香港、英格蘭

和匈牙利；有的國家進步較多而且進入前十名，如：俄羅斯和斯洛維尼亞。這些國家頗值得持續觀察與進一步研究。

在亞洲五國/地區中，香港八年級學生的衰退幅度是最大的，達 26 分之多（效果量為 -0.35）。雖然其排名還在十名之內，但其退步的效果量幾乎是新加坡和我國的三倍。其原因為何？是否會持續退步？這些問題都有待進一步的觀察與研究才能回答。

英格蘭在 TIMSS 2003 的八年級學生取樣在學生參與率上不符合規定，因此成績不列入排名，若忽略此因素，該國則屬持續保持在前十名的國家。英格蘭八年級學生在 TIMSS 1999、TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 的科學成就表現，相對於我國而言，穩定得多；從 TIMSS 1999 到 TIMSS 2003，進步 5 分（未達顯著），從 TIMSS 2003 到 TIMSS 2007，退步 2 分（未達顯著）。在持續保持在前十名的七國/地區中，英格蘭和日本是兩個相對穩定的國家。這兩個國家社會文化與教育系統相當不同，使其學生表現穩定的因素應該不同，很值得對照比較，引為參考。

俄羅斯和斯洛維尼亞是兩個有顯著進步而進入前十名的國家。根據《TIMSS2007 國家大全》(Mullis et al., 2008)，俄羅斯和斯洛維尼亞這兩個國家正在進行教育系統的結構性改革，包含課程和教學的改革。這些改革對學生的成就表現所產生的影響以及此影響的持續性值得後續觀察與研究。

表 7-4、八年級學生科學成就表現的世代趨勢 (Martin et al., 2008, p.54)

2003 - 四年級			2007 - 四年級		
國家或地區	與國際平均量尺分數的差異		國家或地區	與國際平均量尺分數的差異	
新加坡	65	(5.5) ▲	新加坡	87	(4.1) ▲
臺灣	51	(1.7) ▲	臺灣	57	(2.0) ▲
日本	43	(1.5) ▲	香港	54	(3.5) ▲
香港	42	(3.1) ▲	日本	48	(2.1) ▲
英格蘭	40	(3.6) ▲	俄羅斯	46	(4.8) ▲
美國	36	(2.5) ▲	英格蘭	42	(2.9) ▲
匈牙利	30	(3.0) ▲	美國	39	(2.7) ▲
俄羅斯	26	(5.2) ▲	匈牙利	36	(3.3) ▲
澳大利亞	21	(4.2) ▲	義大利	35	(3.2) ▲
義大利	16	(3.8) ▲	澳大利亞	27	(3.3) ▲
立陶宛	12	(2.6) ▲	斯洛維尼亞	18	(1.9) ▲
蘇格蘭	2	(2.9)	立陶宛	14	(2.4) ▲
斯洛維尼亞	-10	(2.5) ▼	蘇格蘭	0	(2.3)
挪威	-34	(2.6) ▼	亞美尼亞	-16	(5.7) ▼
亞美尼亞	-63	(4.3) ▼	挪威	-23	(3.5) ▼
伊朗	-86	(4.1) ▼	伊朗	-64	(4.3) ▼
突尼西亞	-186	(5.7) ▼	突尼西亞	-182	(5.9) ▼
國際平均	500		國際平均	500	
基準參照區			基準參照區		
安大略省(加拿大)	40	(3.7) ▲	安大略省(加拿大)	36	(3.7) ▲
魁北克省(加拿大)	0	(2.5)	魁北克省(加拿大)	17	(2.7) ▲

2003 - 八年級			2007 - 八年級		
國家或地區	與國際平均量尺分數的差異		國家或地區	與國際平均量尺分數的差異	
新加坡	78	(4.3) ▲	新加坡	67	(4.4) ▲
臺灣	71	(3.5) ▲	臺灣	61	(3.7) ▲
香港	56	(3.0) ▲	日本	54	(1.9) ▲
日本	52	(1.7) ▲	英格蘭	42	(4.5) ▲
英格蘭	44	(4.1) ▲	匈牙利	39	(2.9) ▲
匈牙利	43	(2.8) ▲	斯洛維尼亞	38	(2.2) ▲
美國	27	(3.1) ▲	香港	30	(4.9) ▲
澳大利亞	27	(3.8) ▲	俄羅斯	30	(3.9) ▲
斯洛維尼亞	20	(1.8) ▲	美國	20	(2.9) ▲
立陶宛	19	(2.1) ▲	立陶宛	19	(2.5) ▲
俄羅斯	14	(3.7) ▲	澳大利亞	15	(3.6) ▲
蘇格蘭	12	(3.4) ▲	蘇格蘭	-4	(3.4)
挪威	-6	(2.2) ▼	義大利	-5	(2.8)
義大利	-9	(3.1) ▼	亞美尼亞	-12	(5.8) ▼
亞美尼亞	-39	(3.5) ▼	挪威	-13	(2.2) ▼
伊朗	-47	(2.3) ▼	伊朗	-41	(3.6) ▼
突尼西亞	-96	(2.1) ▼	突尼西亞	-55	(2.1) ▼
國際平均	500		國際平均	500	
基準參照區			基準參照區		
安大略省(加拿大)	33	(2.7) ▲	安大略省(加拿大)	26	(3.6) ▲
魁北克省(加拿大)	31	(3.0) ▲	魁北克省(加拿大)	7	(3.1) ▲

▲ 國家平均分數顯著高於國際平均

▼ 國家平均分數顯著低於國際平均

() 括號內為標準誤，因為結果是最近接整數的近似值，所以有些會不一致。

第二節 科學分科成就表現及趨勢

八年級科學進一步分為生物、化學、物理與地球科學。我國學生在各分科成就之排名皆在前四名，表現優異。與 TIMSS 2003 比較，學生之化學成就保持第一，且與第二名之差距拉大到有顯著差異；地球科學今年第一，原為第四名，與前四名平均得分的差距保持無顯著差異。物理與生物的排名皆退步一名，而且與今年第一名的新加坡相比，在這兩科平均得分的差距都擴大了。

一、TIMSS 2007 八年級學生科學分科成就表現

我國八年級學生生物平均得分為 549 分(排名第三)，化學為 573 分(排名第一)，物理為 554 分(排名第四)，地球科學為 545 分(排名第一)，皆顯著高於量尺平均(500 分)(表 7-5)。四科之間，化學是我國八年級學生的強項，化學平均得分高於其餘三科，而且有顯著差異；其餘三科之間則無顯著差異(圖 7-2)。

我國八年級學生生物的成就表現排名第三，平均得分顯著低於第一名的新加坡，與第二名和第四名沒有顯著差異，顯著高於第五名(Martin et al., 2008, p.448)。化學的成就表現排名第一，平均得分顯著高於第二名的新加坡(Martin et al., 2008, p.450)。物理的成就表現排名第四，平均得分顯著低於第二名的韓國(第一名與第二名間無顯著差異)，與第三名的日本無顯

著差異，顯著高於第五名(Martin et al., 2008, p.452)。地球科學的成就表現排名第一，平均得分與第二、三、四名無顯著差異，顯著高於第五名的捷克(Martin et al., 2008, p.454)。

將我國與全體參加國家/地區八年級學生各科成就表現的分佈範圍相比，化學顯著較寬，地球科學顯著較窄，生物無顯著差異，物理亦無顯著差異。我國八年級學生化學成就表現的標準差為 104 分，顯著大於全體化學成就的標準差($F = 1.15$, $p = 0.00$)。我國學生地球科學成就表現的標準差為 75 分，顯著小於全體地球科學成就的標準差($F = 0.85$, $p = 1.00$)。我國學生生物得分的標準差為 85 分，與全體學生的標準差無顯著差異($F = 0.97$, $p = 0.86$)。我國學生物理得分的標準差為 86 分，與全體學生的標準差無顯著差異($F = 0.99$, $p = 0.58$)(表 7-6)。

二、八年級學生科學分科成就表現趨勢

由整體科學成就趨勢分析可知，在整體科學表現領先的前十名中，除我國之外，另有四個同屬亞洲的國家/地區，包含：新加坡、日本、韓國和香港。這些國家/地區穩定地屬於 TIMSS 調查的高分群，極為適合作為參照比較的對象，因此在分科成就趨勢分析中，與我國比較的對象就縮小鎖定為這四個國家/地區。

表 7-5、八年級學生科學分科平均得分 (Martin et al., 2008, pp.436-455)

排名	生物		化學		物理		地球科學	
	國家或地	平均得分	國家或地	平均得分	國家或地	平均得分	國家或地	平均得分
1	新加坡	564 (4.2) ▲	臺灣	573 (4.2)	新加坡	575 (3.9) ▲	臺灣	545 (2.9)
2	日本	553 (1.9)	新加坡	560 (4.1) ▽	韓國	571 (2.4) ▲	斯洛維尼亞	542 (2.2)
3	臺灣	549 (3.4)	日本	551 (1.9) ▽	日本	558 (1.9)	新加坡	541 (4.1)
4	韓國	548 (1.9)	斯洛維尼亞	539 (2.5) ▽	臺灣	554 (3.7)	韓國	538 (2.2)
5	英格蘭	541 (4.4) ▽	匈牙利*	536 (3.5) ▽	英格蘭	545 (4.0) ▽	捷克	534 (2.0) ▽
6	匈牙利	534 (2.7) ▽	韓國	536 (2.4) ▽	匈牙利	541 (3.2) ▽	日本	533 (2.5) ▽
7	捷克	531 (2.1) ▽	捷克*	535 (2.7) ▽	捷克	537 (2.1) ▽	香港	532 (4.5) ▽
8	美國*	530 (2.8) ▽	俄羅斯	535 (3.7) ▽	香港	528 (4.8) ▽	匈牙利	531 (2.9) ▽
9	斯洛維尼亞	530 (2.3) ▽	英格蘭	534 (4.0) ▽	斯洛維尼亞	524 (2.0) ▽	英格蘭	529 (4.3) ▽
10	香港*	527 (4.6) ▽	香港	517 (4.6) ▽	俄羅斯	519 (4.0) ▽	俄羅斯*	525 (3.4) ▽
	立陶宛	527 (2.3) ▽					美國	525 (3.1) ▽

*：與表中下個排名的國家/地區平均得分同分。按開頭英文字母排序。

▲該國平均顯著高於我國平均，▽該國平均顯著低於我國平均。

() 括號內為標準誤。

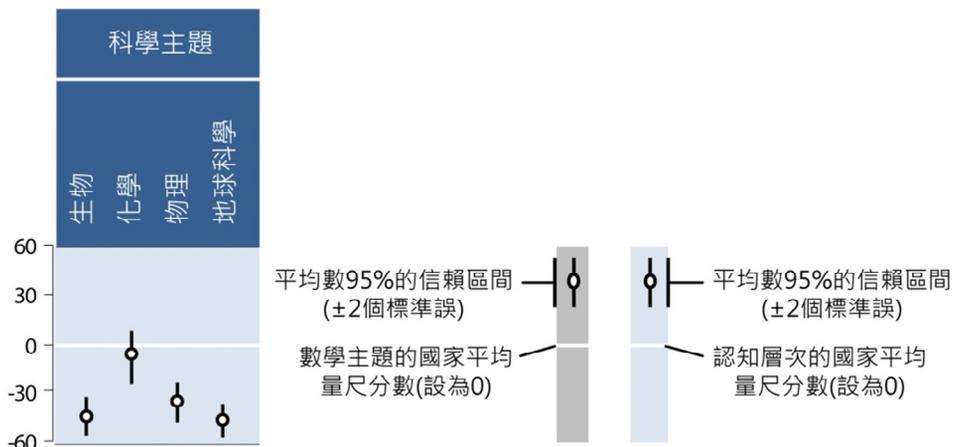


圖 7-2、我國八年級學生科學分科成就相對比較 (Martin et al., 2008, p.124)

表 7-6、八年級學生科學分科標準差 (Olson et al., 2008, pp.567-570)

排名	生物		化學		物理		地球科學	
	國家或地區	標準差	國家或地區	標準差	國家或地區	標準差	國家或地區	標準差
1	新加坡	99	臺灣	104	新加坡	96	臺灣	75
2	日本	72	新加坡	102	韓國	82	斯洛維尼亞	73
3	臺灣	85	日本	69	日本	81	新加坡	100
4	韓國	69	斯洛維尼亞	76	臺灣	86	韓國	67
5	英格蘭	82	匈牙利*	82	英格蘭	77	捷克	72
6	匈牙利	74	韓國	74	匈牙利	81	日本	71
7	捷克	72	捷克*	74	捷克	72	香港	77
8	美國*	82	俄羅斯	84	香港	86	匈牙利	80
9	斯洛維尼亞	73	英格蘭	79	斯洛維尼亞	69	英格蘭	89
10	香港*	75	香港	76	俄羅斯	83	俄羅斯*	75
	立陶宛	81					美國	86
	全體	88	全體	90	全體	89	全體	88

*：與表中下個排名的國家/地區平均得分同分。按開頭英文字母排序。

與 TIMSS 2003 比較，我國八年級學生生物成就表現由第二名退步為第三名。

雖然我國學生的生物平均得分與第二名的日本沒有顯著差異，但與持續保持為第一名的新加坡則從原來在 TIMSS 2003 的沒有顯著差異，轉變為有顯著差異。在化學成就表現上，我國學生保持為第一名，且與第二名平均得分的差距拉大到有顯著差異。物理的成就表現和生物一樣，也退步了一名，由第三名退步到第四名，不過與第三名的日本並沒有顯著差異。地球科學由原第四名躍升為第一名，但平均得分與第四名的韓國並沒有顯著差異（表 7-7）。

分科成就的變化趨勢無法利用同一國家在兩屆間平均得分的改變來進行分析，因為分科的趨勢題數過少，無法用來等化兩屆分科成就的量尺，兩屆的成就量尺是不同的尺，分數無法直接相減 (Martin et al., 2008, p.114)。然而，還是可以透過國家/地區之間平均得分差異的顯著性在兩屆之間的變化來進行比較，藉此顯著性的變化來觀察我國八年級學生在各

分科的競爭力。

從 TIMSS 2003 和 TIMSS 2007 兩屆調查各國間平均得分的變化來看，我國八年級學生在化學方面的競爭力增加了，在地球科學方面保持不變，生物與物理的競爭力衰退了。

在化學的成就表現上，TIMSS 2003 與 2007 兩次的第二名和第二名都保持不變，分別是我國與新加坡，但我國與新加坡原無顯著差異（差距 2 分），到本次調查相差 13 分，有顯著差異（表 7-8）。

在 TIMSS 2003 地球科學，亞洲地區表現最好的是新加坡—第二名，我國為第四名，相差兩名；在 TIMSS 2007 情勢逆轉，我國表現最好—第一名，新加坡為第三名，相差也是兩名。雖然如此，但我國與新加坡的平均得分在兩次調查中的差距都是沒有顯著差異的（表 7-8）。

在生物的成就表現上，TIMSS 2003 的調查顯示我國八年級學生的表現低於第一名的新加坡 6 分，但未達顯著差異，TIMSS 2007 則顯示我國學生的落後擴大為 15 分，有顯著差異（表 7-8）。

表 7-7、TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 亞洲地區八年級學生科學分科排名

國家或地區	生物		化學		物理		地球科學	
	2007	2003	2007	2003	2007	2003	2007	2003
新加坡	1 ▲	1	2 ▽	2	1 ▲	2 ▲	3	2
臺灣	3	2	1	1	4	3	1	4
日本	2	5 ▽	3 ▽	4 ▽	3	4	6 ▽	12 ▽
韓國	4	3	6 ▽	9 ▽	2 ▲	1 ▲	4	6 ▽
香港	10 ▽	4 ▽	10 ▽	6 ▽	8 ▽	5 ▽	7 ▽	3

▲該國平均顯著高於我國平均，▽該國平均顯著低於我國平均。

表 7-8、TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 亞洲地區八年級學生科學分科平均得分與量尺平均之差距

國家或地區	生物		化學		物理		地球科學	
	2007	2003	2007	2003	2007	2003	2007	2003
新加坡	64(1.9) ▲	69(4.0)	60(4.1) ▽	82(4.2)	75(3.9) ▲	79(3.4) ▲	41(4.1)	49(3.9)
臺灣	49(1.9)	63(3.1)	73(4.2)	84(4.0)	54(3.7)	69(3.3)	45(2.9)	48(3.1)
日本	53(4.2)	49(2.0) ▽	51(1.9) ▽	52(2.1) ▽	58(1.9)	64(1.9)	33(2.5) ▽	30(2.1) ▽
韓國	48(3.4)	58(1.6)	36(2.4) ▽	29(2.5) ▽	71(2.4) ▲	79(1.6) ▲	38(2.2)	40(1.9) ▽
香港	27(4.6) ▽	51(2.9) ▽	17(4.6) ▽	42(2.6) ▽	28(4.8) ▽	55(2.8) ▽	32(4.5) ▽	49(2.9)

▲該國平均顯著高於我國平均，▽該國平均顯著低於我國平均。

() 括號內為標準誤。

第三節 科學各認知領域成就表現

八年級科學在認知領域分為三個次領域：知識、應用和推理。本次 TIMSS，我國學生在知識領域排名第一，平均得分 565 分；在應用領域排名第二，平均得分 560 分；在推理領域排名第五，平均得分 541 分(表 7-9)。在三種認知次領域之間，我國八年級學生之知識能力與應用能力沒有顯著差異，而推理能力則顯著比知識能力和應用能力要弱(圖 7-3)。

所謂「知識」指的是「學生關於科學事實、訊息、概念、工具和程序的知識基礎 (Mullis, et al., 2005, p.69)」。「應用」指的是在類似於科學概念教學與學習的情境中對知識的直接運用 (Mullis, et al., 2005, p.70)。「推理」指的是在較

複雜的作業中所涉及思考能力；這些作業是學生不熟悉的，學生必須運用已知的科學原理原則，加以推演，從而獲致解答 (Mullis, et al., 2005, p.72)。在知識領域，我國學生之成就排名第一，顯著高於第二名的新加坡。在應用領域，我國學生之成就表現與第一名的新加坡沒有顯著差異；顯著高於第三名的日本。在推理領域，

我國學生之成就排名第五，與第四名的英格蘭及第六名的斯洛維尼亞沒有顯著差異，顯著低於第一名的新加坡、第二名的日本及第三名的韓國(第一、二、三名之間沒有顯著差異)，顯著高於第七名的捷克(表 7-9)。

我國八年級學生在各認知領域成就表現的散佈寬度與全體參加國/地區的學生相比，知識能力顯著較窄，應用及推理能力則無顯著差異 (Olson, Martin, & Mullis, 2008)。我國八年級學生知識能力成就表現的標準差為 82 分，與全體學生相比，顯著較小 ($F = 0.92, p = 0.00$)。我國學生应用能力成就表現的標準差為 86 分，與全體學生的標準差無顯著差異 ($F = 0.99, p = 0.68$)。我國學生推理能力成就表現的標準差為 88 分，與全體學生的標準差無顯著差異 ($F = 1.04, p = 0.07$) (表 7-10)。

雖然在各認知領域，我國八年級學生的表現優異，但是在推理領域卻低於第一名的新加坡達 23 分之多(效果量為 0.25)，不可不警惕。

表 7-9、八年級學生科學各認知領域平均得分 (Martin et al., 2008, pp.456-461)

排名	知識		應用		推理	
	國家或地區	平均得分	國家或地區	平均得分	國家或地區	平均得分
1	臺灣	565 (3.5)	新加坡	567 (4.2)	新加坡	564 (4.1) ▲
2	新加坡	554 (4.5) ▽	臺灣	560 (3.4)	日本	560 (2.0) ▲
3	韓國	543 (2.0) ▽	日本	555 (2.0) ▽	韓國	558 (2.0) ▲
4	俄羅斯	534 (4.3) ▽	匈牙利	549 (3.0) ▽	英格蘭	547 (4.0)
5	日本	534 (2.2) ▽	韓國	547 (2.0) ▽	臺灣	541 (3.5)
6	斯洛維尼亞	533 (2.0) ▽	捷克	539 (1.9) ▽	斯洛維尼亞	538 (2.2)
7	捷克	533 (2.1) ▽	英格蘭	538 (4.0) ▽	捷克	534 (2.3) ▽
8	香港	532 (4.5) ▽	斯洛維尼亞	533 (2.2) ▽	香港	533 (5.0) ▽
9	英格蘭	530 (4.9) ▽	俄羅斯	527 (3.8) ▽	澳大利亞	530 (3.6) ▽
10	匈牙利	524 (3.0) ▽	香港	522 (4.9) ▽	匈牙利	530 (3.0) ▽

▲該國平均顯著高於我國平均。▽該國平均顯著低於我國平均。

() 括號內為標準誤。

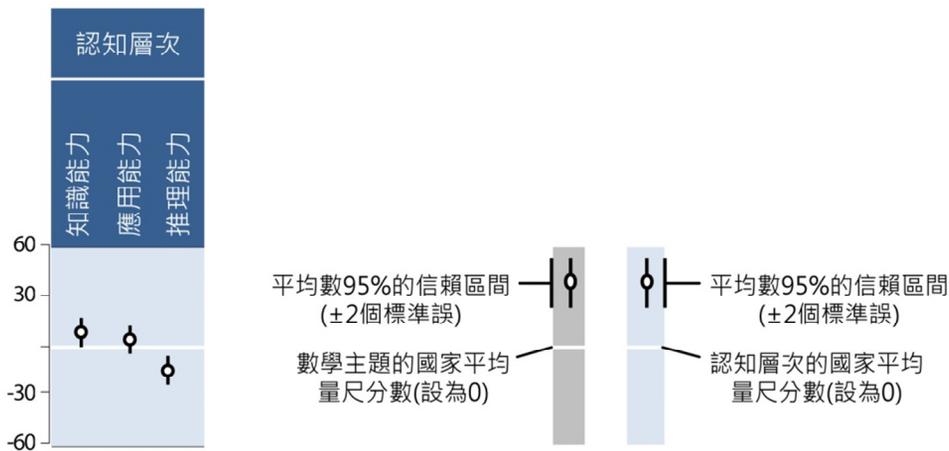


圖 7-3、我國八年級學生科學各認知領域成就相對比較(Martin et al., 2008, p.124)

表 7-10、八年級學生科學各認知領域標準差 (Olson et al., 2008, pp.571-572)

排名	知識		應用		推理	
	國家或地區	標準差	國家或地區	標準差	國家或地區	標準差
1	臺灣	82	新加坡	100	新加坡	93
2	新加坡	102	臺灣	86	日本	76
3	韓國	74	日本	75	韓國	72
4	俄羅斯	82	匈牙利	77	英格蘭	79
5	日本	70	韓國	78	臺灣	88
6	斯洛維尼亞	70	捷克	71	斯洛維尼亞	75
7	捷克	68	英格蘭	79	捷克	74
8	香港	74	斯洛維尼亞	70	香港	81
9	英格蘭	90	俄羅斯	77	澳大利亞	80
10	匈牙利	79	香港	78	匈牙利	78
	全體	90	全體	87	全體	85

(待續)