

# TIMSS 2011 臺灣四年級學生的科學成就及其相關因素之探討(I)

張美玉

國立新竹教育大學 教育與學習科技學系

【轉載自：TIMSS 2011 國際數學與科學教育成就趨勢調查 (pp.118-183)】

本章共分八節，第一節說明國小四年級學生整體科學成就表現與趨勢比較，第二節比較國小四年級學生科學分科成就表現，第三節比較國小四年級學生不同科學認知領域成就表現，第四節說明國小四年級學生科學成就的國際基準點與學生成就表現，第五節比較國小四年級男女學生科學成就表現，第六節說明科學態度與學生科學成就表現的相關分析，第七節探討學生家庭背景與科學成就表現的關係，第八節則是結論。

## 第一節 我國四年級學生整體科學成就表現

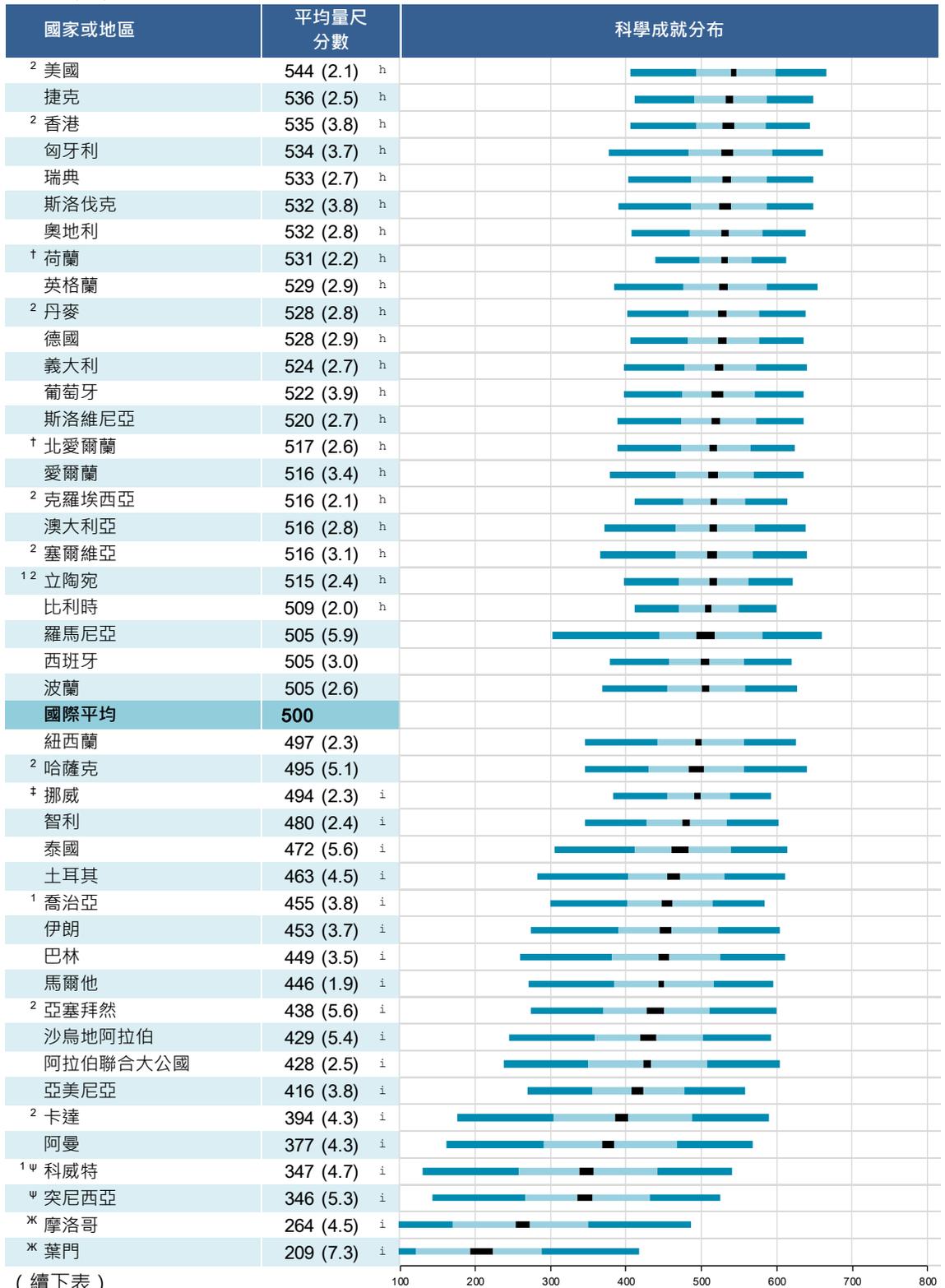
TIMSS 2011 是 IEA 所進行第五次針對四年級與國中二年級師生，關於數學和科學之教師教學、學生學習、學校行政支持與家庭教育狀況等各方面的調查，共有超過 60 個國家和區域參加這次的調查。其中，有 52 個國家與 7 個區域參加四年級調查並列入國際排名比較。

各國四年級整體科學平均成就呈現在表 5-1，以韓國學生的平均量尺分數（587 分）最高，排名第一，新加坡（583 分）排名第二，芬蘭（570 分）排名第三，日本（559 分）排名第四，蘇聯（552 分）及我國（552 分）並列排名第五。而高於平均成就 500 分除了上述六名國家以外，另有美國、捷克及香港等 24 個國家，共計有 30 個國家高於平均成就 500 分。而 7 個基準參照區域中，除了杜拜及阿布達比以外，其餘 5 區都高於平均成就 500 分。

表 5-1 各國四年級學生科學成就的分布

國家或地區	平均量尺分數	科學成就分布
韓國	587 (2.0) <sup>h</sup>	
<sup>2</sup> 新加坡	583 (3.4) <sup>h</sup>	
芬蘭	570 (2.6) <sup>h</sup>	
日本	559 (1.9) <sup>h</sup>	
俄羅斯	552 (3.5) <sup>h</sup>	
<b>臺灣</b>	<b>552 (2.2) <sup>h</sup></b>	

表 5-1(續) 各國四年級學生科學成就的分布



(續下表)

100 200 300 400 500 600 700 800







表 5-3 的科學成就分布呈現 TIMSS 2011 每個國家四年級學生第 5、第 25、第 50(平均量尺分數)、第 75 和第 95 百分等級的量尺分數分布情形，而四年級學生平均科學成就前十名國家在這些百分等級的量尺分數分布情形如表 5-3。從表中顯示我國 5%的學生科學成就低於 420 分，有 25%的學生科學成就低於 506 分，有 25%的學生科學成就高於 603 分，有 5%的學生科學成就高於 664 分；韓國學生有 5%的學生科學成就低於 476 分，有 25%的學生科學成就低於 545 分，有 25%的學生科學成就高於 632 分，有 5%的學生科學成就高於 690 分。相較之下，韓國學生在各種不同百分等級的量尺分數皆高於我國學生的量尺分數。而新加坡學生有 5%的學生科學成就低於 427 分，有 25%的學生科學成就低於 531 分，有 25%的學生科學成就高於 644 分，有 5%的學生科學成就高於 713 分，可發現在前五名國家中，新加坡學生科學成就高低差異比韓國、芬蘭、日本、蘇聯及我國學生差異大。在平均科學成就前十名國家中，以新加坡學生的科學成就高低分布範圍最大，而日本學生的科學成就高低分布範圍最小。

表 5-3 TIMSS 2011 四年級學生科學成就前十名國家在不同百分等級的量尺分數分布情形

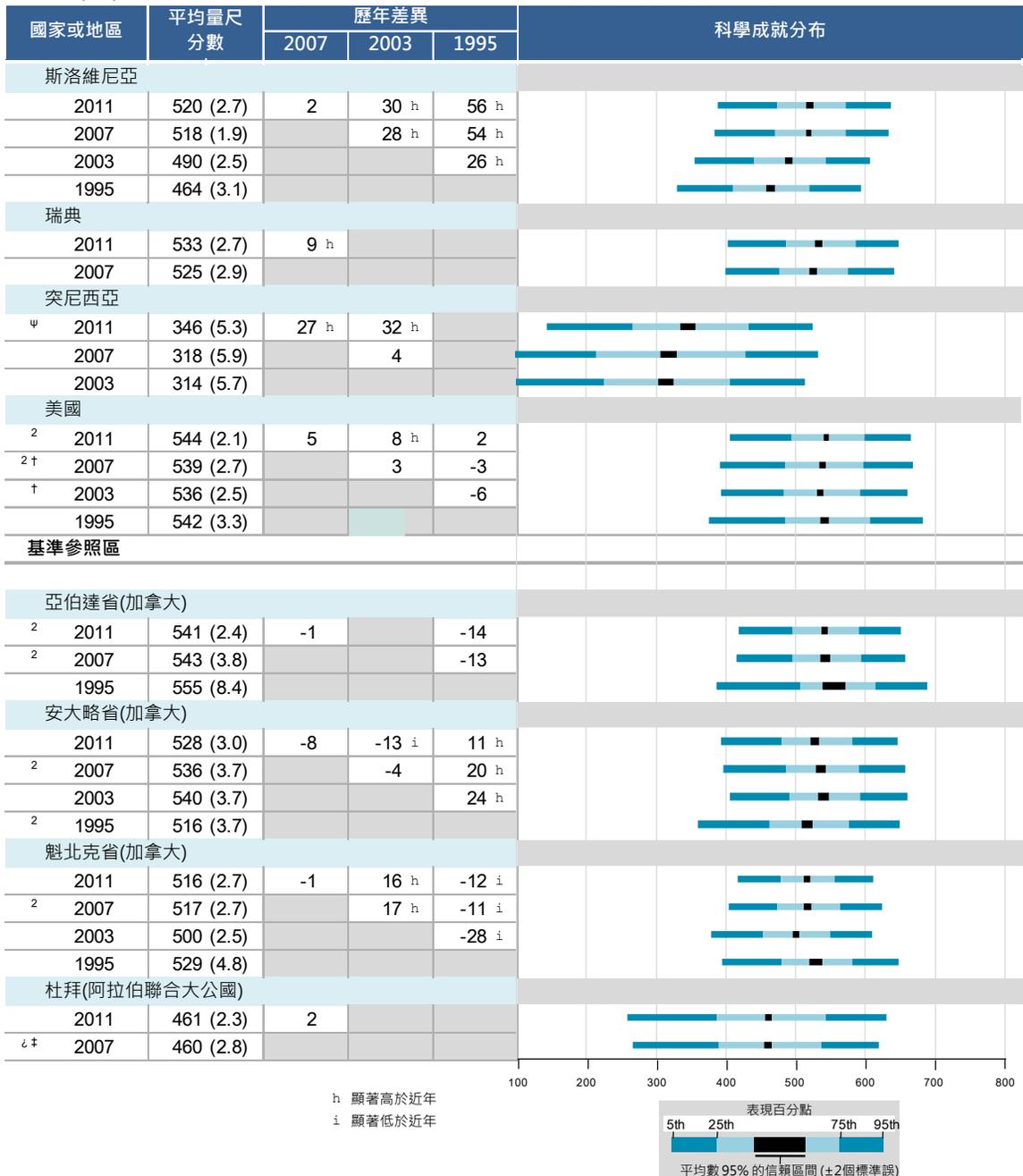
國家名稱	第5 百分等級 量尺分數	第25 百分等級 量尺分數	第50 百分等級 量尺分數	第75 百分等級 量尺分數	第95 百分等級 量尺分數
韓國	476	545	589	632	690
新加坡	427	531	590	644	713
芬蘭	456	529	574	615	674
日本	449	519	561	601	658
蘇聯	430	505	554	603	667
<b>臺灣</b>	<b>420</b>	<b>506</b>	<b>557</b>	<b>603</b>	<b>664</b>
美國	406	494	549	599	666
捷克	412	491	539	586	648
香港	406	493	541	585	644
匈牙利	377	484	542	594	662

表 5-4 為各國四年級學生自 TIMSS 1995、2003、2007 到 2011 科學成就的趨勢。我國四年級學生自 TIMSS 2003 才開始參與調查，由於我國沒有參加 TIMSS 1995 的調查，因此只能進行 TIMSS 2003 至 2011 科學成就趨勢表現分析。從表 5-4 可看出自 2007 到 2011 有顯著進步的國家有捷克、丹麥、喬治亞、伊朗、日本、荷蘭、挪威、瑞典及突尼西亞共 9 個國家，其中突尼西亞顯著進步最多（27 分）；而自 2007 到 2011 有顯著退步的國家有澳大利亞、英格蘭、香港、義大利及紐西蘭共 5 個國家，其中香港顯著退步最多（19 分）。我國自 2003 到 2007 顯著進步了 5 分，然而自 2007 到 2011 則又退步了 5 分，2003 與 2011 科學成就沒有差異。

表 5-4 各國四年級學生 TIMSS 1995 至 2011 科學成就趨勢比較

國家或地區	平均量尺 分數	歷年差異			科學成就分布
		2007	2003	1995	
亞美尼亞					
2011	416 (3.8)		-20 <sup>i</sup>		
2003	437 (4.3)				
澳大利亞					
2011	516 (2.8)	-12 <sup>i</sup>	-5	-6	
2007	527 (3.3)		7	6	
<sup>†</sup> 2003	521 (4.2)			-1	
<sup>¶</sup> 1995	521 (3.8)				
奧地利					
2011	532 (2.8)	6		-6	
2007	526 (2.5)			-12 <sup>i</sup>	
<sup>¶</sup> 1995	538 (3.6)				
比利時					
2011	509 (2.0)		-10 <sup>i</sup>		
<sup>2</sup> 2003	518 (1.8)				
<b>臺灣</b>					
<b>2011</b>	<b>552 (2.2)</b>	<b>-5</b>	<b>0</b>		
<b>2007</b>	<b>557 (2.0)</b>		<b>5<sup>h</sup></b>		
<b>2003</b>	<b>551 (1.7)</b>				
捷克					
2011	536 (2.5)	21 <sup>h</sup>		5	
2007	515 (3.1)			-17 <sup>i</sup>	
1995	532 (3.0)				
丹麥					
<sup>2</sup> 2011	528 (2.8)	11 <sup>h</sup>			
<sup>†</sup> 2007	517 (2.9)				
英格蘭					
2011	529 (2.9)	-13 <sup>i</sup>	-11 <sup>i</sup>	1	
2007	542 (2.9)		1	14 <sup>h</sup>	
<sup>†</sup> 2003	540 (3.6)			13 <sup>h</sup>	
<sup>3†</sup> 1995	528 (3.1)				
喬治亞					
<sup>1</sup> 2011	455 (3.8)	37 <sup>h</sup>			
<sup>1</sup> 2007	418 (4.6)				
德國					
2011	528 (2.9)	0			
2007	528 (2.4)				
香港					
<sup>2</sup> 2011	535 (3.8)	-19 <sup>i</sup>	-8	27 <sup>h</sup>	
2007	554 (3.5)		12 <sup>h</sup>	46 <sup>h</sup>	
<sup>†</sup> 2003	542 (3.1)			35 <sup>h</sup>	
1995	508 (3.3)				
匈牙利					
2011	534 (3.7)	-2	5	27 <sup>h</sup>	
2007	536 (3.3)		6	28 <sup>h</sup>	
<sup>2</sup> 2003	530 (3.0)			22 <sup>h</sup>	
1995	508 (3.4)				
伊朗					
2011	453 (3.7)	17 <sup>h</sup>	39 <sup>h</sup>	73 <sup>h</sup>	
2007	436 (4.3)		22 <sup>h</sup>	55 <sup>h</sup>	
<sup>2</sup> 2003	414 (4.1)			34 <sup>h</sup>	
1995	380 (4.6)				

表 5-4(續) 各國四年級學生 TIMSS 1995 至 2011 科學成就趨勢比較



資料來源：Martin, et al., 2012, pp. 50-52.

Ψ：對於平均成就的信度持保留態度，因接受調查的低成就學生比率雖然未達 25%，但超過 15%。

此註記自 2011 年的趨勢數據開始標示，因此 2011 年以前並未有此註釋。

欲瞭解目標母體範圍的註記 1、2 及 3，詳見附錄 C.2。欲瞭解抽樣原則與參與樣本的註記 t, †, and ‡，詳見附錄 C.8。

ε：測驗對象與其他國家相同，為同一類學生；但施測時間較晚，為下個學年的學期初。

( ) 括號內為標準誤。呈現上因四捨五入，可能會有不一致的現象。

表 5-5 為科學成就前十名國家小學四年級學生自 TIMSS 1995、2003、2007 到 2011 科學成就的趨勢比較圖。因部份數據不足，故無法瞭解芬蘭自 TIMSS 1995 至 2011 科學成就趨勢之相關資訊。從現有資料來看，韓國只參與 TIMSS 1995 及 2011，進步了 11 分；新加坡、香港及匈牙利皆是自 TIMSS 1995 至 2007 持續進步，2007 至 2011 成績退步，而新加坡是在前十名國家中自 TIMSS 1995 至 2011 顯著進步最多分(60 分)；日本及美國皆是自 TIMSS 1995 至 2003 成績退步，2003 至 2011 則持續進步；俄羅斯自 TIMSS 2003 至 2011 成績持續進步中；我國學生的成績是先進步 5 分後退步 5 分；而捷克學生的成績則是先退步 17 分後進步 21 分。

表 5-5 科學成就前十名國家小學四年級學生 TIMSS 1995 至 2011 科學成就趨勢比較圖

國家名稱	平均量尺分數	各年之間分數差			趨勢圖
		2007	2003	1995	
<b>韓國</b>					
2011	587(2.0)			11▲	
2007					
2003					
1995	576(2.1)				
<b>新加坡</b>					
2011	583(3.4)	-3	18▲	60▲	
2007	587(4.1)		22▲	63▲	
2003	565(5.5)			42▲	
1995	523(4.8)				
<b>芬蘭</b>					
2011	~~	~~	~~	~~	
2007	~~	~~	~~	~~	
2003	~~	~~	~~	~~	
1995	~~	~~	~~	~~	
<b>日本</b>					
2011	559(1.9)	11▲	15▲	5▲	
2007	548(2.1)		4	-5▼	
2003	543(1.5)			-10▼	
1995	553(1.8)				

表 5-5(續) 科學成就前十名國家小學四年級學生 TIMSS 1995 至 2011 科學成就趨勢比較圖

國家名稱	平均量尺分數	各年之間分數差			趨勢圖
		2007	2003	1995	
俄羅斯					1995 1999 2003 2007 2011
2011	552(3.5)	6	26▲		
2007	546(4.8)		20▲		
2003	526(5.2)				
1995					
臺灣					1995 1999 2003 2007 2011
2011	552(2.2)	-5	0		
2007	557(2.0)		5▲		
2003	551(1.7)				
1995					
美國					1995 1999 2003 2007 2011
2011	544(2.1)	5	8▲	2	
2007	539(2.7)		3	-3	
2003	536(2.5)			-6	
1995	542(3.3)				
捷克					1995 1999 2003 2007 2011
2011	536(2.5)	21▲		5	
2007	515(3.1)			-17▽	
2003					
1995	532(3.0)				
香港					1995 1999 2003 2007 2011
2011	535(3.8)	-19▽	-8	27▲	
2007	554(3.5)		12▲	46▲	
2003	542(3.1)		35▲		
1995	508(3.3)				
匈牙利					1995 1999 2003 2007 2011
2011	534(3.7)	-2	5	27▲	
2007	536(3.3)		6	28▲	
2003	530(3.0)		22▲		
1995	508(3.4)				

( ) 括號內為標準誤，因為結果是最接近整數的近似值，所以有些會不一致。

▲：該兩年平均成就顯著較高；▽：該兩年平均成就顯著較低。

~ 表示回報數據不足。

## 第二節 四年級學生科學分科成就表現

TIMSS 2011 四年級學科內容分成三個領域：生命科學、物質科學和地球科學，其中物質科學包含化學和物理，生命科學和地球科學也包括有一些自然資源保育和環境變遷的議題。TIMSS 2011 四年級科學成就試題在三個內容領域所佔配分的比例如表 5-6 所示，可以發現生命科學內容的比例最高，將近佔了一半。

表 5-6 TIMSS 2011 四年級科學成就試題在三個內容領域所佔配分的比例

內容領域	配分比例
生命科學	45%
物質科學	35%
地球科學	20%

如表 5-7 所示，在 TIMSS 2011 調查四年級學生的三個內容領域中，各領域測驗趨勢題的型式包括選擇題和問答題，除了生命科學是問答題題型較多外，物質科學及地球科學都是以選擇題題型居多；整體而言，在趨勢題中以生命科學內容佔的題數最多。另外，每個學科內容都有其相對應的試題主題，生命科學包含生物特徵、生物生命週期與生態系統等主題，物質科學包含物質分類特性、能源來源、力與運動等主題，地球科學則包含地球結構、地球運行軌道、地球與太陽系的關係等主題。

各個國家國小四年級學生在生命科學、物質科學和地球科學等三個內容領域成就如表 5-8 所示。

表 5-7 TIMSS 2011 四年級科學試題在內容領域的趨勢題題型分布與主題

學科	試題的類型			試題的主題
	選擇題	問答題	總題數	
生命科學	22	10	32	* 生物的特徵與生活型態 * 生物的生長和生命循環 * 生殖作用和遺傳 * 與環境的互動 * 生態系統 * 人體健康
物質科學	13	16	29	* 物質的分類和成份 * 物質的物理型態和轉變 * 能源、熱及溫度 * 光及聲音 * 電力和磁力 * 力與運動
地球科學	5	10	15	* 地球的結構、物理特性及資源 * 地球的形成、運行軌道和歷史 * 地球與太陽系的關係
<b>題數合計</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	<b>76</b>	

表 5-8 TIMSS 2011 各國四年級學生在三個內容領域成就之分布

國家或地區	整體科學 平均量尺 分數	生命科學		物質科學		地球科學	
		平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異
韓國	587 (2.0)	571 (2.2)	-16 (1.2) i	597 (2.6)	10 (1.1) h	603 (1.8)	16 (2.0) h
<sup>2</sup> 新加坡	583 (3.4)	597 (4.3)	14 (2.1) h	598 (3.5)	15 (1.7) h	541 (3.0)	-42 (1.1) i
芬蘭	570 (2.6)	574 (2.8)	4 (3.4)	568 (2.8)	-2 (2.1)	566 (2.9)	-5 (2.4)
日本	559 (1.9)	540 (1.9)	-19 (0.9) i	589 (1.9)	30 (1.5) h	551 (1.8)	-7 (1.2) i
俄羅斯	552 (3.5)	556 (3.6)	4 (1.7) h	548 (4.0)	-4 (1.5) i	552 (4.1)	0 (1.7)
<b>臺灣</b>	<b>552 (2.2)</b>	<b>538 (2.4)</b>	<b>-14 (1.5) i</b>	<b>569 (2.0)</b>	<b>17 (1.2) h</b>	<b>553 (2.5)</b>	<b>1 (2.0) i</b>
<sup>2</sup> 美國	544 (2.1)	547 (2.1)	3 (1.1) h	544 (2.0)	0 (1.0)	539 (2.1)	-5 (1.1) i
捷克	536 (2.5)	550 (3.0)	13 (2.5) h	519 (3.1)	-17 (1.7) i	537 (3.4)	1 (1.8)
<sup>2</sup> 香港	535 (3.8)	524 (3.7)	-11 (1.8) i	539 (4.4)	4 (2.2)	548 (3.3)	13 (1.4) h
匈牙利	534 (3.7)	552 (3.5)	17 (1.6) h	520 (3.8)	-14 (2.5) i	524 (4.4)	-11 (1.6) i
瑞典	533 (2.7)	534 (2.7)	0 (2.6)	528 (2.5)	-6 (2.0) i	538 (3.2)	5 (2.0) h
斯洛伐克	532 (3.8)	534 (3.5)	2 (1.0) h	527 (4.0)	-4 (2.0) i	535 (3.8)	3 (1.5) h
奧地利	532 (2.8)	526 (2.6)	-5 (1.3) i	535 (2.9)	3 (1.2) h	539 (3.6)	7 (1.9) h
<sup>†</sup> 荷蘭	531 (2.2)	537 (1.8)	6 (1.6) h	526 (2.0)	-5 (1.0) i	525 (2.7)	-6 (2.8) i
英格蘭	529 (2.9)	530 (2.8)	1 (1.5)	535 (3.5)	7 (2.2) h	522 (3.8)	-7 (2.2) i
<sup>2</sup> 丹麥	528 (2.8)	530 (2.8)	2 (1.5)	526 (2.5)	-2 (1.3)	527 (3.0)	-1 (1.7)
德國	528 (2.9)	525 (2.6)	-3 (1.9)	535 (3.1)	7 (1.2) h	520 (3.7)	-8 (2.5) i
義大利	524 (2.7)	535 (2.7)	11 (1.1) h	509 (3.0)	-15 (1.3) i	523 (3.6)	-1 (2.5)
葡萄牙	522 (3.9)	520 (4.2)	-1 (1.3)	517 (4.2)	-5 (1.0) i	531 (4.4)	9 (2.1) h
斯洛維尼亞	520 (2.7)	524 (2.6)	4 (1.5) h	524 (3.4)	3 (1.8)	506 (2.7)	-14 (1.5) i
<sup>†</sup> 北愛爾蘭	517 (2.6)	519 (2.9)	2 (1.3)	520 (3.2)	3 (2.5)	507 (2.7)	-9 (1.6) i
愛爾蘭	516 (3.4)	513 (3.6)	-3 (1.8)	517 (3.1)	1 (2.7)	520 (3.8)	4 (2.3)
<sup>2</sup> 克羅埃西亞	516 (2.1)	525 (2.0)	9 (1.2) h	502 (2.7)	-14 (1.2) i	521 (2.7)	5 (1.3) h
澳大利亞	516 (2.8)	516 (3.1)	0 (1.5)	514 (3.2)	-2 (1.6)	520 (3.5)	4 (1.5) h
<sup>2</sup> 塞爾維亞	516 (3.1)	518 (2.9)	3 (2.3)	523 (3.8)	7 (1.5) h	497 (3.6)	-18 (1.5) i
<sup>1,2</sup> 立陶宛	515 (2.4)	520 (2.9)	6 (2.3) h	514 (3.1)	-1 (1.5)	501 (3.0)	-14 (1.7) i
比利時	509 (2.0)	510 (2.4)	2 (1.3)	507 (2.1)	-1 (1.1)	505 (2.8)	-4 (1.6) i
羅馬尼亞	505 (5.9)	504 (6.1)	-1 (1.3)	508 (5.7)	3 (1.6)	502 (6.0)	-3 (1.9)
西班牙	505 (3.0)	513 (2.8)	8 (1.7) h	497 (2.7)	-8 (1.7) i	499 (3.8)	-6 (1.3) i
波蘭	505 (2.6)	514 (2.5)	9 (1.2) h	495 (3.3)	-10 (2.4) i	496 (3.3)	-9 (1.4) i
紐西蘭	497 (2.3)	497 (2.5)	1 (1.2)	493 (2.7)	-3 (1.3) i	499 (3.2)	2 (2.2)
<sup>2</sup> 哈薩克	495 (5.1)	500 (5.1)	5 (2.1) h	486 (5.2)	-9 (1.9) i	491 (5.8)	-4 (3.3)
<sup>‡</sup> 挪威	494 (2.3)	496 (3.0)	2 (2.8)	482 (3.4)	-12 (2.2) i	506 (3.0)	12 (1.7) h
智利	480 (2.4)	490 (2.2)	9 (1.5) h	471 (2.5)	-9 (1.4) i	475 (2.7)	-5 (2.2) i
泰國	472 (5.6)	480 (6.1)	8 (2.5) h	462 (5.9)	-9 (1.6) i	460 (5.9)	-12 (1.7) i
土耳其	463 (4.5)	460 (4.5)	-2 (1.3)	466 (4.7)	4 (1.0) h	456 (5.1)	-7 (1.3) i
<sup>1</sup> 喬治亞	455 (3.8)	461 (3.6)	6 (1.4) h	440 (4.2)	-15 (2.0) i	458 (4.3)	3 (2.3)
伊朗	453 (3.7)	449 (4.1)	-4 (1.5) i	453 (4.0)	0 (1.9)	457 (3.5)	4 (2.2)
巴林	449 (3.5)	444 (4.1)	-6 (2.2) i	453 (4.6)	3 (2.9)	445 (3.7)	-4 (2.0) i
馬爾他	446 (1.9)	439 (2.4)	-7 (1.1) i	453 (2.5)	7 (1.9) h	447 (2.2)	1 (1.9)
<sup>2</sup> 亞塞拜然	438 (5.6)	440 (5.2)	2 (2.3)	436 (5.9)	-2 (2.3)	408 (7.2)	-30 (3.5) i
沙烏地阿拉伯	429 (5.4)	415 (6.4)	-14 (2.3) i	439 (6.0)	10 (2.4) h	432 (6.3)	3 (3.0)
阿拉伯聯合大公國	428 (2.5)	420 (2.7)	-8 (1.5) i	429 (2.7)	1 (1.1)	435 (2.4)	7 (1.1) h
亞美尼亞	416 (3.8)	424 (3.9)	8 (2.8) h	399 (3.8)	-17 (1.5) i	398 (4.1)	-18 (2.6) i
<sup>2</sup> 卡達	394 (4.3)	383 (5.0)	-11 (2.8) i	397 (5.0)	3 (2.8)	401 (4.8)	7 (1.8) h
阿曼	377 (4.3)	370 (3.8)	-7 (2.1) i	370 (4.8)	-7 (1.9) i	371 (4.6)	-6 (3.4)
<sup>1ψ</sup> 科威特	347 (4.7)	323 (5.0)	-25 (3.2) i	348 (4.5)	1 (2.8)	352 (4.7)	5 (2.2) h
<sup>ψ</sup> 突尼西亞	346 (5.3)	342 (5.1)	-3 (2.0)	342 (5.6)	-4 (2.3)	319 (6.6)	-27 (4.0) i
<sup>✱</sup> 摩洛哥	264 (4.5)	245 (4.5)	-19 (1.8) i	256 (5.3)	-7 (3.1) i	208 (4.7)	-55 (2.3) i
<sup>✱</sup> 葉門	209 (7.3)	172 (6.9)	-37 (2.5) i	198 (6.9)	-11 (3.9) i	186 (6.3)	-23 (5.8) i

表 5-8(續) TIMSS 2011 各國四年級學生在三個內容領域成就之分布

國家或地區	整體科學 平均量尺 分數	生命科學		物質科學		地球科學	
		平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異
<b>六年級</b>							
宏都拉斯	432 (5.8)	441 (5.5)	9 (1.4) <sup>h</sup>	417 (6.4)	-16 (2.4) <sup>i</sup>	429 (5.8)	-3 (1.7)
波札那	367 (5.5)	345 (6.3)	-23 (2.4) <sup>i</sup>	380 (5.5)	12 (1.7) <sup>h</sup>	376 (5.7)	9 (2.6) <sup>h</sup>
葉門	345 (7.0)	313 (7.7)	-33 (3.2) <sup>i</sup>	367 (6.8)	21 (3.5) <sup>h</sup>	350 (7.4)	5 (3.8)
<b>基準參照區</b>							
<sup>13</sup> 佛羅里達州(美國)	545 (3.7)	549 (4.2)	5 (2.6)	542 (3.9)	-2 (1.3)	537 (4.4)	-8 (3.5) <sup>i</sup>
<sup>2</sup> 亞伯達省(加拿大)	541 (2.4)	542 (2.6)	1 (1.4)	542 (3.0)	0 (3.0)	539 (3.2)	-3 (1.8)
<sup>12</sup> 北卡羅來納州(美國)	538 (4.6)	541 (4.6)	3 (1.4)	541 (5.1)	2 (2.7)	529 (6.2)	-10 (3.9) <sup>i</sup>
安大略省(加拿大)	528 (3.0)	535 (3.4)	7 (1.4) <sup>h</sup>	528 (3.2)	0 (1.3)	514 (3.9)	-14 (2.2) <sup>i</sup>
魁北克省(加拿大)	516 (2.7)	524 (2.5)	8 (2.5) <sup>h</sup>	507 (3.1)	-9 (1.2) <sup>i</sup>	516 (3.5)	-1 (2.5)
杜拜(阿拉伯聯合大公國)	461 (2.3)	455 (2.9)	-6 (2.7) <sup>i</sup>	460 (3.2)	-1 (2.4)	469 (3.0)	8 (1.4) <sup>h</sup>
阿布扎比(阿拉伯聯合酋長國)	411 (4.9)	403 (5.6)	-8 (1.9) <sup>i</sup>	415 (5.2)	4 (2.0)	418 (5.1)	6 (2.2) <sup>h</sup>

<sup>h</sup> 次量表分數顯著高於整體科學量表分數

<sup>i</sup> 次量表分數顯著低於整體科學量表分數

資料來源：Martin, et al., 2012, pp. 144-145.

\*：平均成績並非可信的測量結果，因為接受調查的低成就學生超過 25%。

†：對於平均成就的信度持保留態度，因接受調查的低成就學生比率雖然未達 25%，但超過 15%。

欲瞭解目標母體範圍的註記 1、2 及 3，詳見附錄 C.2。欲瞭解抽樣原則與參與樣本的註記 †, ‡, 和 ¶，詳見附錄 C.8。  
( ) 括號內為標準誤。呈現上因四捨五入，可能會有不一致的現象。

根據表 5-8 各國四年級學生在三個內容領域科目成就之分布，整理出生命科學、物質科學和地球科學等三學科成就前十名國家於表 5-9。這三學科的 TIMSS 平均分數皆為 500 分，我國國小四年級學生分科成就都明顯高於 TIMSS 平均成就，在生命科學平均成績 538 分(2.4)，排名第九，物質科學平均成績 569 分(2.0)，排名第四，地球科學平均成績 553 分(2.5)，排名第三。新加坡在生命科學和物質科學方面排名第一，韓國在地球科學方面排名第一，我國學生和新加坡與韓國學生在這三科成績分別相差 59 分、29 分和 50 分。

表 5-9 TIMSS 2011 四年級科學內容領域成就前十名的國家

名次	生命科學		名次	物質科學		名次	地球科學	
1	新加坡	597(4.3)	1	新加坡	598(3.5)	1	韓國	603(1.8)
2	芬蘭	574(2.8)	2	韓國	597(2.6)	2	芬蘭	566(2.9)
3	韓國	571(2.2)	3	日本	589(1.9)	3	臺灣	553(2.5)
4	蘇聯	556(3.6)	4	臺灣	569(2.0)	4	蘇聯	552(4.1)
5	匈牙利	552(3.5)	5	芬蘭	568(2.8)	5	日本	551(1.8)
6	捷克	550(3.0)	6	蘇聯	548(4.0)	6	香港	548(3.3)
7	美國	547(2.1)	7	美國	544(2.0)	7	新加坡	541(3.0)
8	日本	540(1.9)	8	香港	539(4.4)	8	美國	539(2.1)
9	臺灣	538(2.4)	9	奧地利	535(2.9)	8	奧地利	539(3.6)
10	荷蘭	537(1.8)	9	英格蘭	535(3.5)	10	瑞典	538(3.2)
			9	德國	535(3.1)			
TIMSS平均		500	TIMSS平均		500	TIMSS平均		500

( ) 括號內為標準誤，因為結果是最接近整數的近似值，可能會有不一致的現象。

### 第三節 四年級學生科學認知領域成就表現

TIMSS 2011 四年級科學內容分成三個認知領域：認識 (knowing)、應用 (applying) 及推理 (reasoning)，四年級科學成就試題在三個科學認知領域所佔配分的目標比例如表 5-10 所示，發現認識與應用內容的比例較高，而推理內容比例較低。

表 5-10 TIMSS 2011 四年級科學成就試題在三個科學認知領域所佔配分的目標比例

科學認知領域	配分比例
認識(knowing)	40%
應用(applying)	40%
推理(reasoning)	20%

如表 5-11 所示，在 TIMSS 2011 調查國小四年級學生的三個認知領域中，各認知領域測驗趨勢題的型式包括選擇題和問答題，認識能力與应用能力內容皆是以選擇題居多，而推理能力內容則是問答題較多；整體而言，在趨勢題中以应用能力內容佔的題數最多。另外，每個認知領域內容都有其相對應的試題主題，認識能力包含識別、確認科學術語定義、舉例說明與展示對科學儀器的認識等主題，应用能力包含分類、使用模型、舉例說明與資料詮釋等主題，推理能力則包含分析問題、提出假設、設計研究方法與歸納證明等主題，詳見表 5-12。

各個國家四年級學生在認識 (knowing)、應用 (applying) 及推理 (reasoning) 等三個認知領域成就如表 5-13 所示。

表 5-11 TIMSS 2011 四年級科學試題在認知領域的趨勢題題型分布

認知領域	試題的題型		
	選擇題	問答題	總題數
認識(knowing)	42	27(34)	69(76)
應用(applying)	38	33(37)	71(75)
推理(reasoning)	13	19(20)	32(33)
<b>題數合計</b>	<b>93</b>	<b>79(91)</b>	<b>172(184)</b>

( ) 內表示含有每個問答題中的小題型數

表 5-12 TIMSS 2011 四年級科學試題在認知領域的趨勢題主題

學科	試題的主題
認識	1. 回憶/認識：能識別或正確陳述科學事實、關係、流程和概念；能辨認特殊的生物材料和過程等之特徵與屬性。
	2. 下定義：提出或確認科學術語的定義，並能在相關情境下辨認及使用科學術語、符號、縮寫、單位和尺度等。

表 5-12(續) TIMSS 2011 四年級科學試題在認知領域的趨勢題主題

學科	試題的主題
認識	3. 描述：描述生物、物質材料和科學過程以展示對性質、構造、功能和相關的知識。
	4. 舉例說明：以適當的例子支持或澄清事實或概念。能確認或提供特定例子以說明一般概念的知識。
	5. 展示對科學儀器的認識：展示如何使用科學設備儀器、工具、測量裝備及尺度的知識。
應用	1. 比較/對比/分類：識別或說明不同生物群落、物質材料或過程的異同；依據所提供的特徵與性質對個別物體、物質材料或生物體進行區分、分類或排序。
	2. 使用模型：利用圖表或模型展示對科學概念、構造、關係、過程或生物及物理系統和循環等之理解(如：食物網、電路、水循環、太陽能系統、原子結構)。
	3. 關連：能連結基礎的生物或物理概念的知識到一被觀察或被推論的性質、行為或對物體、生物或材料的運用。
	4. 詮釋資料：對相關文本、表格或圖形資料進行科學概念或原理之詮釋。
	5. 尋找解答：確認或利用科學關係、方程式或公式以尋找質或量的解決方式，這些方法會牽涉到一個概念的直接應用或展現一個概念。
	6. 解釋：針對觀察或自然現象提供或確認解釋，以展現對基本科學概念、原理、規律或理論的理解。
推理	1. 分析：分析問題以確定相關關係、概念及解決問題的步驟；發展並解釋解決問題的策略。
	2. 統整/綜合：能考慮不同因素或相關概念來提供解決問題的方法；能聯合或連結不同領域間的科學概念；展示對整體科學概念或主題的理解；能統整數學概念或程序，在科學問題的解決方案中。
	3. 假設/預測：用過去經驗或觀察得到的訊息來整合科學概念知識，形成可透過探究來回答的問題；形成可驗證的假設：利用觀察及(或)分析科學訊息，以及對相關概念理解的知識來驗證此假設；在有證據及對科學有相當理解的狀況下，能對生物或物理條件的改變將產生何種影響(效應)做出預測。
	4. 設計：設計適當的調查來回答科學問題或驗證假設；能描述或確認良好設計的科學探究特點，例如被測量的變項、被控制的變項與因果關係；能決定將要進行的研究之測量方法與程序。
	5. 下結論：能在數據中發現型式，描述或摘要數據趨勢，能從所提供的訊息或數據，插入或外推；基於證據與對科學概念之理解做出有效的推論；針對問題與假設得出下適當的結論，並展示對因果關係的理解。
	6. 歸納：能超越實驗或給定條件做出一般性的結論，並運用至新的情境；確定一般公式以表達物理關係。
	7. 評估：能在決定替代方案的過程、材料和來源時，權衡其優、缺點。考慮科學和社會因素評估科學與科技對生物與物理系統上的影響；評估另類的解釋、解決問題策略與方案；評估以足夠的數據支持研究結果。
	8. 證明：利用證據和科學理解去判斷解釋和問題解決方案；從研究或科學解釋建構論點來支持問題解決或結論的合理性。

表 5-13 TIMSS 2011 各國四年級學生在三個認知領域成就之分布

國家或地區	整體科學 平均量尺 分數	認識		應用		推理	
		平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異
韓國	587 (2.0)	570 (2.0)	-17 (1.5) i	593 (1.9)	7 (1.3) h	605 (3.0)	18 (3.6) h
<sup>2</sup> 新加坡	583 (3.4)	570 (3.4)	-13 (1.2) i	590 (4.0)	6 (1.6) h	597 (3.8)	13 (1.8) h
芬蘭	570 (2.6)	579 (2.5)	9 (1.7) h	568 (2.3)	-2 (1.9)	560 (3.2)	-10 (2.4) i
日本	559 (1.9)	538 (1.8)	-21 (1.4) i	562 (1.6)	4 (1.8) h	591 (2.0)	33 (2.2) h
俄羅斯	552 (3.5)	553 (3.8)	1 (1.2)	556 (3.6)	4 (1.2) h	542 (4.2)	-11 (2.9) i
<b>臺灣</b>	<b>552 (2.2)</b>	<b>542 (2.7)</b>	<b>-10 (1.5) i</b>	<b>552 (3.1)</b>	<b>1 (2.1)</b>	<b>568 (3.2)</b>	<b>16 (2.4) h</b>
<sup>2</sup> 美國	544 (2.1)	546 (1.9)	2 (0.8) h	544 (2.1)	0 (0.9)	537 (2.3)	-7 (1.1) i
捷克	536 (2.5)	551 (3.3)	14 (1.7) h	534 (2.6)	-2 (1.7)	516 (4.0)	-20 (2.4) i
<sup>2</sup> 香港	535 (3.8)	537 (3.6)	2 (1.4)	529 (3.5)	-6 (1.3) i	541 (4.2)	6 (2.2) h
匈牙利	534 (3.7)	547 (3.7)	12 (1.8) h	530 (3.6)	-5 (1.4) i	525 (4.5)	-9 (1.7) i
瑞典	533 (2.7)	536 (2.8)	2 (1.2) h	531 (3.0)	-3 (1.9)	537 (3.0)	3 (1.4) h
斯洛伐克	532 (3.8)	547 (3.8)	15 (0.9) h	528 (4.0)	-4 (0.9) i	514 (4.2)	-18 (1.4) i
奧地利	532 (2.8)	532 (3.1)	1 (1.0)	533 (2.9)	2 (1.5)	525 (3.1)	-6 (1.7) i
<sup>†</sup> 荷蘭	531 (2.2)	528 (2.3)	-3 (1.3) i	534 (2.0)	3 (1.4) h	532 (2.9)	1 (2.0)
英格蘭	529 (2.9)	529 (3.2)	0 (1.9)	532 (3.1)	4 (1.4) h	526 (4.4)	-2 (3.6)
<sup>2</sup> 丹麥	528 (2.8)	524 (2.6)	-4 (1.0) i	532 (2.5)	4 (1.0) h	527 (3.1)	-1 (1.6)
德國	528 (2.9)	524 (4.0)	-4 (2.0) i	533 (2.6)	5 (2.2) h	526 (3.6)	-2 (1.9)
義大利	524 (2.7)	532 (3.0)	8 (1.3) h	523 (2.7)	-1 (1.5)	510 (2.9)	-14 (1.8) i
葡萄牙	522 (3.9)	528 (4.4)	6 (1.3) h	515 (4.3)	-7 (1.6) i	524 (4.6)	3 (3.3)
斯洛維尼亞	520 (2.7)	518 (2.2)	-2 (1.3)	518 (2.8)	-2 (1.8)	525 (3.6)	5 (2.3) h
<sup>†</sup> 北愛爾蘭	517 (2.6)	517 (2.9)	1 (2.1)	521 (2.6)	5 (1.4) h	503 (3.1)	-14 (2.2) i
愛爾蘭	516 (3.4)	518 (3.9)	2 (1.9)	517 (3.6)	1 (1.4)	509 (3.4)	-7 (2.2) i
<sup>2</sup> 克羅埃西亞	516 (2.1)	526 (1.9)	10 (1.5) h	510 (2.3)	-6 (1.6) i	512 (3.5)	-4 (3.6)
澳大利亞	516 (2.8)	517 (2.8)	2 (1.2)	513 (3.0)	-2 (1.2)	518 (3.4)	2 (2.5)
<sup>2</sup> 塞爾維亞	516 (3.1)	524 (2.9)	8 (1.9) h	506 (3.2)	-9 (2.0) i	519 (3.0)	4 (1.9) h
<sup>1,2</sup> 立陶宛	515 (2.4)	508 (2.9)	-7 (2.1) i	521 (2.5)	6 (1.6) h	515 (2.8)	1 (1.2)
比利時	509 (2.0)	507 (2.2)	-2 (1.2)	511 (1.8)	3 (1.5)	508 (2.5)	0 (1.3)
羅馬尼亞	505 (5.9)	511 (6.1)	6 (2.3) h	502 (5.9)	-3 (1.4) i	497 (6.0)	-8 (1.8) i
西班牙	505 (3.0)	516 (3.2)	11 (1.4) h	499 (3.0)	-7 (1.7) i	496 (3.1)	-9 (1.6) i
波蘭	505 (2.6)	500 (3.2)	-5 (1.6) i	514 (2.6)	9 (1.1) h	487 (3.2)	-18 (1.9) i
紐西蘭	497 (2.3)	496 (2.7)	-1 (1.3)	497 (2.6)	1 (1.2)	497 (2.9)	0 (1.6)
<sup>2</sup> 哈薩克	495 (5.1)	486 (5.6)	-8 (1.5) i	499 (5.1)	4 (1.5) h	496 (5.7)	1 (3.2)
<sup>‡</sup> 挪威	494 (2.3)	502 (2.8)	8 (1.3) h	487 (2.8)	-7 (1.7) i	493 (3.7)	-1 (2.8)
智利	480 (2.4)	483 (2.7)	3 (1.5)	479 (2.3)	-1 (1.5)	477 (2.8)	-3 (2.0)
泰國	472 (5.6)	473 (5.9)	2 (1.9)	471 (5.4)	-1 (1.3)	463 (6.0)	-9 (2.1) i
土耳其	463 (4.5)	457 (4.7)	-5 (1.3) i	463 (4.8)	0 (1.3)	472 (5.3)	9 (1.7) h
<sup>1</sup> 喬治亞	455 (3.8)	466 (3.9)	11 (1.6) h	452 (4.4)	-3 (1.3) i	422 (5.0)	-33 (2.8) i
伊朗	453 (3.7)	448 (4.3)	-5 (1.9) i	452 (3.8)	-1 (1.0)	459 (3.9)	6 (1.5) h
巴林	449 (3.5)	454 (3.6)	4 (1.7) h	443 (3.5)	-6 (1.7) i	442 (4.7)	-7 (3.3) i
馬爾他	446 (1.9)	437 (3.0)	-9 (2.1) i	449 (1.6)	3 (1.8)	459 (4.2)	13 (3.3) h
<sup>2</sup> 亞塞拜然	438 (5.6)	445 (6.4)	7 (2.2) h	439 (5.2)	1 (2.1)	402 (5.9)	-36 (1.9) i
沙烏地阿拉伯	429 (5.4)	432 (6.0)	3 (2.2)	427 (6.1)	-3 (2.3)	416 (5.8)	-14 (2.4) i
阿拉伯聯合大公國	428 (2.5)	433 (2.7)	5 (1.2) h	421 (2.6)	-7 (0.8) i	426 (2.6)	-2 (1.0) i
亞美尼亞	416 (3.8)	412 (4.3)	-4 (2.1)	418 (3.9)	2 (2.1)	402 (4.9)	-14 (2.9) i
<sup>2</sup> 卡達	394 (4.3)	388 (5.1)	-6 (2.2) i	389 (5.4)	-5 (2.6)	404 (4.4)	10 (2.8) h
阿曼	377 (4.3)	376 (4.5)	-1 (1.4)	372 (4.2)	-5 (1.2) i	354 (4.4)	-23 (2.3) i
<sup>1,ψ</sup> 科威特	347 (4.7)	342 (5.7)	-5 (2.9)	334 (4.9)	-14 (2.6) i	336 (5.0)	-11 (3.0) i
<sup>ψ</sup> 突尼西亞	346 (5.3)	336 (5.3)	-9 (2.3) i	343 (4.7)	-3 (2.5)	337 (4.9)	-9 (2.7) i
* 摩洛哥	264 (4.5)	237 (6.1)	-27 (2.7) i	256 (5.1)	-8 (2.5) i	240 (5.0)	-24 (3.1) i
* 葉門	209 (7.3)	182 (6.7)	-27 (4.9) i	183 (6.6)	-26 (3.4) i	180 (7.3)	-29 (3.6) i

表 5-13(續) TIMSS 2011 各國四年級學生在三個認知領域成就之分布

國家或地區	整體科學 平均量尺 分數	認識		應用		推理	
		平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異	平均量尺 分數	整體科學 分數差異
<b>六年級</b>							
宏都拉斯	432 (5.8)	445 (6.0)	13 (1.9) <sup>h</sup>	429 (5.0)	-3 (2.0)	392 (7.4)	-40 (3.2) <sup>i</sup>
波札那	367 (5.5)	344 (6.2)	-24 (1.6) <sup>i</sup>	379 (5.5)	12 (1.8) <sup>h</sup>	377 (5.9)	10 (2.3) <sup>h</sup>
葉門	345 (7.0)	338 (7.4)	-7 (2.0) <sup>i</sup>	338 (6.8)	-7 (1.9) <sup>i</sup>	337 (7.0)	-8 (3.2) <sup>i</sup>
<b>基準參照區</b>							
<sup>13</sup> 佛羅里達州(美國)	545 (3.7)	550 (4.0)	5 (2.0) <sup>h</sup>	543 (3.6)	-2 (2.2)	536 (3.8)	-9 (2.1) <sup>i</sup>
<sup>2</sup> 亞伯達省(加拿大)	541 (2.4)	543 (3.1)	2 (1.5)	541 (2.8)	-1 (2.2)	540 (2.9)	-1 (2.0)
<sup>12</sup> 北卡羅來納州(美國)	538 (4.6)	539 (4.6)	1 (1.9)	539 (4.4)	1 (2.1)	533 (5.1)	-6 (2.1) <sup>i</sup>
安大略省(加拿大)	528 (3.0)	529 (3.1)	1 (1.4)	526 (3.3)	-2 (1.0)	529 (3.7)	1 (1.4)
魁北克省(加拿大)	516 (2.7)	519 (2.7)	2 (1.1)	514 (2.5)	-3 (1.7)	520 (3.7)	3 (3.0)
杜拜(阿拉伯聯合大公國)	461 (2.3)	467 (2.5)	6 (2.3) <sup>h</sup>	453 (2.0)	-8 (1.8) <sup>i</sup>	455 (3.7)	-6 (2.3) <sup>i</sup>
阿布扎比(阿拉伯聯合酋長國)	411 (4.9)	415 (5.7)	3 (2.6)	405 (5.3)	-6 (1.9) <sup>i</sup>	416 (5.1)	5 (3.0)

資料來源：Martin, et al., 2012, pp. 150-151.

<sup>h</sup> 次量表分數顯著高於整體科學量表分數 <sup>i</sup> 次量表分數顯著低於整體科學量表分數

\*：對於平均成績的可信度持保留態度，因接受調查的低成就學生比率雖然未達 25%，但超過 15%。

†：對於平均成就的信度持保留態度，因接受調查的低成就學生比率雖然未達 25%，但超過 15%。

欲瞭解目標母體範圍的註記 1、2 及 3，詳見附錄 C.2。欲瞭解抽樣原則與參與樣本的註記 †, †, and †，詳見附錄 C.8。  
( ) 括號內為標準誤。呈現上因四捨五入，可能有不一致的現象。

根據表 5-13 各國四年級學生在三個認知領域成就之分布，整理出在認識、應用及推理等三個認知領域成就前十名國家於表 5-14。這三領域的 TIMSS 平均分數皆為 500 分，我國國小四年級學生領域成就都明顯高於 TIMSS 平均成就，在認識平均成績 542 分 (2.7)，排名第九，應用平均成績 552 分 (3.1)，排名第六，推理平均成績 568 分 (3.2)，排名第四。芬蘭在認識領域方面排名第一，韓國在應用與推理領域方面排名第一，我國學生在三領域中，與第一名的成績分別相差 37 分、41 分與 37 分。

表 5-14 TIMSS 2011 國小四年級學生在認識、應用及推理等三個認知領域成就前十名國家

名次	認識	名次	應用	名次	推理
1	芬蘭 579(2.5)	1	韓國 593(1.9)	1	韓國 605(3.0)
2	韓國 570(2.0)	2	新加坡 590(4.0)	2	新加坡 597(3.8)
2	新加坡 570(3.4)	3	芬蘭 568(2.3)	3	日本 591(2.0)
4	蘇聯 553(3.8)	4	日本 562(1.6)	4	<b>臺灣 568(3.2)</b>
5	捷克 551(3.3)	5	蘇聯 556(3.6)	5	芬蘭 560(3.2)
6	匈牙利 547(3.7)	6	<b>臺灣 552(3.1)</b>	6	蘇聯 542(4.2)
6	斯洛伐克 547(3.8)	7	美國 544(2.1)	7	香港 541(4.2)
8	美國 546(1.9)	8	捷克 534(2.6)	8	美國 537(2.3)
9	<b>臺灣 542(2.7)</b>	8	荷蘭 534(2.0)	8	瑞典 537(3.0)
10	日本 538(1.8)	10	奧地利 533(2.9)	10	荷蘭 532(2.9)
		10	德國 533(2.6)		
<b>TIMSS平均 500</b>		<b>TIMSS平均 500</b>		<b>TIMSS平均 500</b>	

( ) 內表示含有每個問答題中的小題型數

(待續)