

TIMSS 2015 結論與建議

張俊彥^{1,5}、任宗浩¹、李哲迪¹、林碧珍²、張美玉³、曹博盛⁴、楊文金⁵

¹ 國立臺灣師範大學 科學教育中心

² 國立清華大學 數理教育研究所

³ 國立清華大學 教育與學習科技系

⁴ 國立臺灣師範大學 數學系

⁵ 國立臺灣師範大學 科學教育研究所

【轉載自：國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015 國家報告第十章
(P.467-485)】

第一節 TIMSS 2015 調查結果綜述

從 TIMSS 1999 至 2015，這 16 年的追蹤調查顯示我國數學與科學成就整體而言表現優異，而且相當穩定。不過，相較於其他國家，除四年級科學，我國學生對數學和科學學習有較大的疏離感，持續表現出「不喜歡」、「沒自信」和「認為不重要」的態度。這是我國數學與科學教育當前亟需面對的主要問題。此外我國還有八年級數學高低分差距大、四和八年級學習落後學生人數比偏高（四年級數學除外）、八年級數學與科學成就城鄉差距大等問題有待解決。

上述歷屆 TIMSS 國家報告已指出的四大問題顯示我國國中小數學與科學教育的兩個特徵：「重認知而輕情意」與「重卓越而輕正義」。我國學生對數學與科學學習感到疏離所反映的是「輕情意」的教學；「輕情意」指的是不重視學習興趣和自信的培養。至於高低分差距大、城鄉差距大和學習落後人數比偏高三個問題，其實是同一個問題，即城鄉差距大，因為大部分學習落後的學生是在城鎮和鄉村；而城鄉差距問題則事關社會正義。

透過跨國比較以及四和八年級間比較，分析我國四和八年級數學與科學教育之優劣勢（如表 10-1），可發現除上述四大問題之外，我國國中小教育還有下列較少被提及的重大問題需面對：

- 一、學生的學校歸屬感低落。
- 二、四年級學生霸凌問題嚴重。
- 三、數學與科學教師工作滿意度不高。
- 四、八年級之數學與科學教學較無法吸引學生投入學習。
- 五、八年級科學課堂較不重視科學探究。

六、八年級科學課堂較不重視協同學習。

七、四年級生命科學之成就表現相對較弱。

在上列問題中，學校歸屬感、霸凌問題和科學課堂裡的協同學習都和人與人之間的關係有關。學校歸屬感的內涵包含學業學習，也包含學校裡的生師和同學關係。霸凌問題所要處理的也是關係—同學間的關係。而科學課堂裡的協同學習則需要建立在信任友愛的同學關係之上。我國學校和課堂裡出現這三種問題，值得我們省思在我們的校園裡，是否存在「重發展自我而輕同理他人」的文化。

「教師工作滿意度」和「教學無法吸引學生投入」的問題看似不同，卻有相同之處；兩者都顯示「主體看不見行動的意義」。教師工作滿意度的內涵主要是教師工作的意義感和熱忱，因此教師工作滿意度低即顯示教師被期待符合外在的課程標準，但「不覺得其工作有意義與目的」、「對其工作沒有熱忱」、「工作未能啟發他」(參見第八章)，亦即對「為何而教」感到困惑。學習投入指的是學生處於追求所欲的狀態中，而所欲必然是對個人有意義的事物。故而學習不投入顯示學生被期待學習外於他的概念知識，卻不瞭解學習對他個人的意義。總結來說，教師工作滿意度和學生學習投入的問題都顯示我國國中小數學與科學教育存在「重外在標準而輕內在意義」的問題。

科學探究雖然或因其屬於科學本質，或因其為重要的問題解決技能，因而受到重視，然而從學習的更為基本層面來看，科學探究過程之所以重要是因為它可提供學生與自然接觸的個人經驗，使自然、科學和學生有屬於其個人的主觀意義，使學習不僅僅在掌握老師要他學的客觀知識。從這個角度來看，科學探究是給學生時間和機會讓他對科學學習產生屬於自己的意義感。生命科學的學習亦然。若只是從提高我國學生學習成就的角度來看，那麼四年級生命科學成就落後並非重大問題。然而，相較於物質科學和地球科學，生命科學所探究的對象實最容易觸動小學階段的學生，因此生命科學的探究更能提供機會讓學生發展他和自然、和科學的關係與意義。此外，與生物的接觸和互動也可提供極佳的機會讓學生發展同理他者的意識。從提高學習興趣、發展同理心和建立學習的意義等角度來看，四年級生命科學的課程與教學安排都值得重新檢視。

綜上所述，我國國中小數學與科學教育目前之特徵有四：「重認知而輕情意」、「重卓越而輕正義」、「重發展自我而輕同理他人」、「重外在標準而輕內在意義」。針對所輕者，應思謀對策以求均衡發展。以下首先摘要本屆 TIMSS 調查各項更為具體的結果，隨後提出政策建議及政策監測指標以供教育當局參考。

表10-1 我國四年級與八年級數學與科學教育優劣勢

比較面向	優勢	劣勢
學習成就	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整體學科平均成就表現優異，且成就分布無雙峰問題。 2. 關於分科成就，除四年級生命科學之外，其餘各分科國際排名都在前六名之內，表現很好。 3. 在認知領域的能力培養上，四年級科學和八年級數學在認識、應用與推理三方面發展均衡。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 八年級數學高低成就學生之成就差距大。 2. 四年級生命科學成就較差，國際排名第 11。 3. 在認知領域的能力培養上，四年級數學和八年級科學偏重於「認識」，而輕「應用」與「推理」。 4. 相較於表現同樣優異的東亞四國，我國四年級科學、八年級數學和科學落後學生人數比偏高。
對學習的態度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 四年級學生對科學有學習熱情。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生對四年級數學、八年級數學及科學表現出「不喜歡」、「沒自信」和「認為不重要」的態度。
家庭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 入小學時學生數字和語言能力佳。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 家長對數學與科學持正向態度之比例偏低。
學校	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國中小學校重視學科成就的程度並無過度。 2. 教師在工作上面臨挑戰的程度（工作壓力）低於國際平均。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 八年級數學與科學成就城鄉差距比四年級嚴重。大部分的落後學生在鄉村和城鎮。 2. 學習成就會因學校教學資源而有區別。 3. 學生之學校歸屬感低落。 4. 四年級學生霸凌問題較八年級嚴重許多。 5. 數學與科學教師工作滿意度之國際排名位於中後段。
教學	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「具有研究所學位」之教師所涵蓋的學生比例高。 2. 學生缺席率低。 3. 四年級能促成學生學習投入之數學與科學教學所涵蓋的學生比例高。 4. 四年級重視科學探究之教師所涵蓋的學生比例高。 5. 四年級科學課堂的協同學習氣氛良好。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 四年級數學授課時數相對較少。 2. 與 TIMSS 2011 相比，我國八年級受教於「主修非數學與數學教育」和「主修非科學與科學教育」之教師的學生比例顯著擴大。 3. 我國數學與科學教學因學生身心匱乏而受限的情況比東亞其他國家嚴重。 4. 與四年級相比，八年級之數學與科學教學較無法促成學生學習投入。 5. 與四年級相比，八年級教師較不重視科學探究。 6. 八年級科學課堂協同學習氣氛較四年級差。 7. 我國學生在數學和科學課中有電腦可供使用的人數比例並不高，僅達到與國際平均無顯著差異的水準。 8. 有關使用電腦和網路進行課堂活動和學校作業的學習機會，頻率偏低，內容待改善。 9. 八年級數學與科學回家作業時間過長和過短之學生人數比有待調降。

一、 整體學科成就

(一) 我國學生學科平均成就表現優異，表現穩定。

我國四年級學生的數學和科學平均成就分別為 597 分和 555 分，數學在 49 個參加國家中排名第四，科學在 47 國中排名第六；我國八年級學生的數學和科學平均成就為 599 分和 569 分，在 39 個參加國中，皆排名第三。相較於 TIMSS 2011，我國四和八年級學生的數學平均成就有顯著差異；四年級為顯著提升，八年級為顯著下降（但與 TIMSS 2007 沒有顯著差異）。我國四和八年級學生的科學平均成就與 TIMSS 2011 相比，沒有顯著差異（表 10-2）。從 1995 到 2015 這 20 年間，新加坡、香港、日本和韓國四國四和八年級學生之科學成就呈顯著進步的趨勢，而我國從 1999 年參與調查至今，四和八年級學生的科學成就則無顯著提升。此一情形值得注意，應有後續研究追蹤探討之。

表10-2 我國在歷屆 TIMSS 之排名與平均學科成就

屆別	四年級				八年級			
	數學		科學		數學		科學	
	排名	平均成就	排名	平均成就	排名	平均成就	排名	平均成就
TIMSS 1999	--	--	--	--	3	585 (4.0)	1	569 (4.4)
TIMSS 2003	4	564 (1.8)	2	551 (1.7)	4	585 (4.6)	2	571 (3.5)
TIMSS 2007	3	576 (1.7) *	2	557 (2.0) *	1	598 (4.5) *	2	561 (3.7) *
TIMSS 2011	4	591 (2.0) *	6	552 (2.2)	3	609 (3.2) *	2	564 (2.3)
TIMSS 2015	4	597 (1.9) *	6	555 (1.8)	3	599 (2.4) *	3	569 (2.1)

註：TIMSS 1999 年僅調查八年級。

()：括號內數值為標準誤。*：與前一次調查相比，具有顯著差異異 ($p < .05$)。

破折號表示無法取得可比較的資料。

(二) 就學科成就分布而言，我國四和八年級學生的數學與科學成就分布未出現雙峰現象，但八年級數學與科學高成就與低成就學生的差距大。

我國八年級數學的成就表現為負偏態，亦即分布之主峰偏向高分區，並有低分之長尾；標準差為 97 分，此差距大小國際排名第六；90 分位數和 10 分位數的差距為 255 分 (Mullis, Martin, Foy, & Hooper, 2016)。我國八年級科學的標準差為 83 分，90 分位數和 10 分位數的差距為 212 分 (Martin, Mullis, Foy, & Hooper, 2016)。和東亞其他四國（新加坡、韓國、日本和香港）相比，從 2007 至 2015 年我國八年級生數學成就的標準差一直居高不下，三次調查分別是 106、106 和 97 分；至於八年級科學，在新加坡持續下降的變化下，我國於此次調查標準差 (83) 已與新加坡 (86) 無顯著差異（韓國、日

本和香港分別是 78、75 和 72 分)，而成為五國中標準差最大的兩個國家之一 (Martin et al., 2016)。

(三) 跟東亞其他國家相比，在八年級數學、以及四和八年級科學，我國落後學生人數比例偏高。

根據我國學生的成就表現，對我國學生而言，「學習落後」為學習成就低於中級國際基準點 (475 分)。從 2011 至 2015 年，我國四年級數學和科學的落後人數比有顯著下降，分別從 7% 和 15% 下降為 5% 和 12%；我國八年級數學和科學的落後人數比則沒有顯著變化，分別為 12% 和 14%。

(四) 在性別差異方面，我國四年級數學與科學存在性別差異，八年級則無。

男生的數學和科學成就分別比女生高 6 分和 9 分，皆達顯著水準；八年級數學與科學成就則無性別差異。

二、各內容領域教育成就

(一) 在四年級數學的三個內容領域中，我國教育成就以「數」的表現最佳 (表 10-3)。

與 TIMSS 2011 相比，我國學生在「數」的表現持平，「幾何圖形與測量」的平均成就大幅而顯著地提高了 24 分，「資料呈現」則顯著下降了 9 分。

(二) 在四年級科學的三個內容領域中，我國教育成就以「物質科學」表現最佳，「生命科學」表現最差 (表 10-3)。

TIMSS 2007 和 2011 的調查結果也呈現出相同的相對差異。四年級生命科學是我國相對最弱的分科，國際排名第 11，其餘四年級數學與科學、八年級數學與科學的各分科都在前六名。

(三) 在八年級數學的四個內容領域中，我國教育成就以「代數」的表現最佳，「數據與機率」表現最差 (表 10-3)。

從 TIMSS 2011 到 2015，我國學生「代數」和「幾何」平均成就分別退步 15 分和 18 分，差異達顯著水準。

(四) 在八年級科學的四個內容領域中，我國教育成就以「地球科學」和「化學」表現較佳，「生物」和「物理」表現較差 (表 10-3)。

從 TIMSS 2011 到 2015，我國學生「生物」和「地球科學」平均成就分別進步 8 分和 12 分，差異達顯著水準。

表10-3 我國學生在數學與科學各內容領域的教育成就

學科	四年級			八年級		
	領域	平均成就	與 2011 差值	領域	平均成就	與 2011 差值
數學	數	599 (1.8)	0	數	590 (2.4)	-8
	幾何圖形與測量	597 (3.0)	24*	代數	613 (2.8)	-15*
	資料呈現	591 (2.2)	-9*	幾何	607 (2.6)	-18*
				數據與機率	588 (2.5)	4
科學	生命科學	545 (2.0)	7*	生物	565 (2.2)	8*
	物質科學	568 (2.0)	0	化學	579 (2.7)	-7
	地球科學	555 (2.5)	3	物理	560 (3.0)	8
				地球科學	581 (2.7)	12*

()：括號內數值為標準誤。

*：與 TIMSS 2011 相比，具有顯著差異 ($p < .05$)。

三、各認知領域教育成就

(一) 在四年級數學的三個認知領域中，我國教育成就在認識領域相對較佳，推理領域相對較差（表 10-4）。

在 TIMSS 2007 的調查中我國教育成就相對較弱的認知領域是「應用」和「推理」。從 TIMSS 2007 到 2011，我國四年級學生數學之應用能力的平均成就從 574 分提高到 593 分，顯著增加了 19 分，但推理能力則一直沒有顯著改變（在 TIMSS 2007 為 571 分）。

(二) 我國四年級科學三個認知領域發展均衡。四年級科學三個認知領域平均成就無顯著差異（表 10-4）。

相較於 TIMSS 2007 及 2011 的調查結果，我國學生在四年級科學認識領域的表現進步了，而推理能力退步了。

(三) 我國八年級數學三個認知領域發展均衡。

八年級數學三個認知領域平均成就無顯著差異（表 10-4）。TIMSS 2007 及 2011 也得到相同的調查結果。相較於 TIMSS 2011，此次八年級數學在認識和應用兩個領域有顯著退步，此結果應加以注意，並於後續調查持續追蹤。

(四) 在八年級科學的三個認知領域中，我國教育成就在認識領域相對較佳（表 10-4）。

在 TIMSS 2011 的調查時，八年級科學推理領域的教育成就相對較差，此次顯著提高了 9 分。

表10-4 我國學生在數學與科學各認知領域的教育成就

學科	四年級			八年級		
	領域	平均成就	與 2011 差值	領域	平均成就	與 2011 差值
數學	認識	620 (2.3)	21*	認識	598 (2.9)	-13*
	應用	593 (2.1)	0	應用	602 (2.5)	-12*
	推理	576 (3.1)	-1	推理	602 (2.5)	-7
科學	認識	557 (2.5)	13*	認識	589 (2.3)	20*
	應用	553 (2.6)	1	應用	565 (2.0)	-5
	推理	558 (3.1)	-10*	推理	560 (2.0)	9*

()：括號內數值為標準誤。

*：與 TIMSS 2011 相比，具有顯著差異 (p<.05)。

四、學習興趣、學習自信與學科評價

- (一) 我國四年級學生非常喜歡學習科學的人數百分比(58%)與國際平均無顯著差異；四年級學生非常喜歡數學、八年級學生非常喜歡數學和八年級學生非常喜歡科學的人數百分比(分別為23%、11%和18%)則皆顯著低於國際平均(表10-5)。
- (二) 我國四年級學生對科學學習非常有自信的人數百分比(38%)與國際平均無顯著差異；四年級學生對數學、八年級學生對數學和八年級學生對科學非常有自信的人數百分比(分別為15%、9%和9%)則皆顯著低於國際平均(表10-5)。
- (三) 我國八年級學生非常重視數學的人數百分比只有10%，非常重視科學的人數百分比只有11%，均顯著低於國際平均(表10-5)。

表10-5 我國學生對數學與科學學習非常喜歡、非常有自信和非常重視之人數百分比

學科	國家	非常喜歡學習 數學或科學之 人數百分比		對數學或科學學習 非常有自信之 人數百分比		非常重視 數學或科學之 人數百分比
		四年級	八年級	四年級	八年級	八年級
數學	臺灣	23 (1.0)	11 (0.7)	15 (0.6)	9 (0.4)	10 (0.5)
	國際平均	46 (0.2)	22 (0.2)	32 (0.1)	14 (0.1)	42 (0.2)
科學	臺灣	58 (1.2)	18 (0.6)	38 (1.1)	9 (0.4)	11 (0.5)
	國際平均	56 (0.2)	37 (0.2)	40 (0.2)	22 (0.2)	40 (0.2)

()：括號內數值為標準誤。

五、家庭因素

- (一) 我國四年級學生家庭教育資源「豐富」者佔 17% (國際平均為 17%)；「總是和「幾乎總是」使用國語者佔 60%；小學前「經常」有數字和語文活動者佔 23% (國際平均為 43%)；入小學前已具有「很好」的數字和語文能力者佔 33% (國際平均為 21%)；上過幼稚園至少三年者佔 52% (國際平均為 55%)；對數學和科學持高度正向態度的家長佔 49% (國際平均為 66%)。
- (二) 我國八年級學生家庭教育資源「豐富」者佔 15% (國際平均為 13%)；「總是」和「幾乎總是」使用國語者佔 91%。
- (三) 和四年級數學與科學成就有正相關的家庭因素包含家庭教育資源、學前數字和語文活動、入小學前所具備之數字和語文能力、家長對數學和科學的態度。
- (四) 和八年級數學與科學成就有正相關的家庭因素為家庭教育資源、家中語言使用。

六、學校因素

- (一) 由 TIMSS 2007 至 TIMSS 2015 年的趨勢分析發現，我國八年級數學與科學成就學校間的差異逐漸變大。

我國四年級數學和科學成就的(學校)組內相關係數分別為 0.12 和 0.11，這個數值比大部分國家小。我國八年級數學和科學成就的(學校)組內相關係數為 0.32 和 0.29，亦即我國學校(含班級)的變異解釋了約 29-32% 學生成就的變異，此數值在所有參加國家位於中等，但較我國四年級大許多。此外，值得注意的是我國學校和班級的變異解釋八年級數學與科學成就的比例有逐年升高的趨勢(詳見第三章)。

- (二) 我國四和八年級數學與科學成就存在城鄉差距，八年級之城鄉差距比四年級嚴重且八年級學生之城鄉成就差距無改善跡象。

四年級數學與科學、八年級數學與科學之都市(人口在 50 萬以上)和鄉村(人口在 5 萬以下)教育成就差距，以平均分數而言，分別為 25 分、25 分、64 分和 52 分，以學習落後人數比而言，分別為 4%、13%、14%、11%；鄉村之人數比約為都市之 二至三倍(表 10-6)。

- (三) 我國四和八年級數學與科學成就隨學校之學生語言組成而有不同。

對我國學生而言，無論四或八年級，學生母語為國語之百分比越高的學校，其平均學科成就越高。母語為國語之百分比超過 90% 和低於 50% 的學校相比，四年級數學、四年級科學、八年級數學、八年級科學的成就差距分別為 22 分、16 分、64 分、52 分。

表 10-6 我國學生歷屆未達數學或科學成就中級國際基準點之人數百分比（學習落後人數比）

屆別		四年級				八年級			
		都市	城鎮	鄉村	全體	都市	城鎮	鄉村	全體
數學	2003	5 (0.9)	8 (0.9)	13 (1.7)	8 (0.6)	10 (1.5)	15 (1.4)	22 (4.2)	15 (1.2)
	2007	4 (0.8)	7 (0.7)	12 (1.8)	8 (0.5)	9 (1.5)	12 (1.2)	24 (3.1)	14 (1.1)
	2011	4 (0.9)	6 (0.6)	11 (1.7)	7 (0.6)	5 (0.9)	13 (1.1)	16 (2.4)	12 (0.7)
	2015	3 (0.8)	5 (0.6)	7 (1.1)	5 (0.4)	7 (1.1)	12 (1.0)	21 (2.0)	12 (0.6)
科學	2003	7 (1.3)	13 (1.0)	19 (2.1)	13 (0.7)	8 (1.3)	12 (1.2)	16 (3.6)	12 (1.1)
	2007	8 (1.4)	14 (1.1)	20 (1.9)	14 (0.8)	12 (1.9)	16 (1.3)	26 (3.5)	17 (1.2)
	2011	9 (2.2)	13 (1.2)	22 (2.3)	15 (1.0)	8 (1.3)	16 (1.1)	19 (2.5)	15 (0.8)
	2015	9 (1.7)	11 (0.9)	16 (2.2)	12 (0.8)	8 (1.1)	13 (1.0)	22 (2.0)	14 (0.6)

註：括號內為標準誤。人數百分比是分別以都市、城鎮和鄉村的人口為分母計算而得。

（四） 我國四和八年級學生數學與科學成就會因學校教學資源而有區別。相較於韓國與新加坡，我國學校教學資源仍有待改善。

根據校長的報告，我國「學校教學資源無匱乏度」量尺平均分數顯著低於「對教學沒有影響」的基準分數；亦即，我國學校教學資源平均而言處於「對教學有點影響」的狀態。學校教學資源「沒有影響」和「有點影響」的學校相比，四年級數學、四年級科學、八年級數學、八年級科學的成就差距分別為 11 分、14 分、19 分、19 分。

（五） 與其他國家相比，我國國中小學校重視學科成就的程度並無過度，但學生對學校歸屬感低落。

我國國中與國小對學科成就的重視程度與國際平均相近。根據校長之報告，我國國小之「學校對學科成就重視度」的量尺分數（10.6 分）略高於國際平均（10.0 分），國中則與國際平均相同（10.0 分）。根據數學與科學教師之報告，無論四或八年級，該量尺分數都與國際平均（10.0 分）無顯著差異。我國四和八年級學生之學校歸屬感跟參與調查的所有國家相比，皆為倒數第三名。我國四年級學生具有「高學校歸屬感」之比例為 46%（國際平均為 66%），八年級學生具有「高學校歸屬感」之比例更大幅下降為 27%（國際平均為 44%）。

（六） 在校園安全的相關議題中，我國四年級學生霸凌問題相較於八年級，嚴重許多，需積極面對與改善。

我國「幾乎沒有」遭受霸凌的四年級學生比例為 58%，八年級為 86%（國際排名第一）。

(七) 我國數學與科學教師在工作上面臨挑戰的情況不嚴重，教師工作滿意度之國際排名位於中後段。

我國工作挑戰（壓力）「很少」之四年級數學教師、四年級科學教師、八年級數學教師和八年級科學教師所涵蓋的學生比例分別是 45%、66%、59% 和 61%（國際平均分別為 41%、43%、45% 和 45%）。我國學生受教於對工作「非常滿意」之數學或科學教師的比例僅與國際平均無顯著差異，國際排名落後。對工作「非常滿意」之四年級數學教師、四年級科學教師、八年級數學教師和八年級科學教師所涵蓋的學生比例分別是 46%、49%、48% 和 42%（國際平均分別為 52%、52%、50% 和 49%），國際排名分別為 35、27、21 和 26。

七、教學因素

(一) 我國八年級受教於「主修非數學或科學且非教育專業」之教師的學生比例有擴大的趨勢。

與 TIMSS 2011 相比，我國八年級受教於「主修非數學與數學教育」和「主修非科學與科學教育」之教師的學生比例顯著擴大，分別由 8% 和 1% 改變為 15% 和 6%。四年級此類數學教師的學生比例顯著下降（從 25% 改變為 15%）；科學教師的部分則無顯著變化（從 20% 改變為 19%）。我國八年級受教於「主修非數學或科學且非教育專業」之教師的學生，學科學習興趣和學習自信顯著較低。

(二) 和東亞其他國家相比，我國「具有研究所學位」之教師所涵蓋的學生比例較高。

四年級數學教師、四年級科學教師、八年級數學教師和八年級科學教師具研究所學位者的學生比例分別是 39%、36%、51% 和 50%。

(三) 我國教師教學年資和國際平均差異不大。

年資 10 年以上之四年級數學教師、四年級科學教師、八年級數學教師和八年級科學教師所教的學生比例分別是 82%、72%、66% 和 62%。

(四) 「數學與科學學科內容」、「教材教法」、「數學與科學課程」等三類課程是我國中小學數學與科學教師較重視的進修領域。

我國四年級數學教師之專業發展活動另有一個特徵——參加「處理學生個別需求」課程之教師所涵蓋的學生比例最高。此外，與四年級教師相比，八年級教師較積極參與在職進修。

(五) 我國學生入小學時之讀寫與算數技能的班級學習準備度佳。

我國四年級學生就讀於「超過 75% 的學生具備讀寫與算數技能」之學校的比例高。為 52%，超出國際平均（21%）許多。

(六) 與東亞其他國家相比，我國數學與科學教學因學生身心匱乏而受限的情況有待改善。

我國因學生身心匱乏而「非常受限」之教學所涵蓋的學生比例在四年級數學、八年級數學和科學都在 10% 以上，顯著高於日本、香港和新加坡。

(七) 與其他國家相比，我國四年級數學授課時數相對較少。

我國四年級數學教學時數百分比（13%）低於國際平均（18%），而八年級數學、四年級和八年級科學教學時數百分比（分別為 14%、9% 和 13%）則或與國際平均相同，或僅低 1%。四年級數學授課時數平均而言全年為 128 小時，每週 3.2 小時（即 4.8 節，每節以 40 分鐘計）。

(八) 我國學生的缺席率低。

我國四和八年級「從來或幾乎沒有」缺席過的學生比例分別是 83% 與 89%，遠高於國際平均的 67% 與 61%。

(九) 與四年級相比，我國八年級之數學與科學教學較無法吸引學生投入。

我國四年級數學與科學教學「非常能」吸引學生投入的比例相當高（62% 和 74%），但此比例在八年級大幅下滑（9% 和 4%）。八年級教學吸引學生投入程度和學科成就為正相關。四、八年級數學和科學教師教學吸引學生投入的程度與學科學習興趣和學習自信呈現正相關。

(十) 我國四年級科學教師比八年級更重視科學探究。

四年級「重視」和「有點重視」科學探究之教師所涵蓋的學生比例為 93%，八年級的學生比例則僅為 5%。課堂科學探究重視程度和科學學習興趣與學習自信呈現正相關。

(十一) 我國四年級科學課堂的協同學習氣氛良好，八年級則有待提升。

覺知之課堂協同學習氣氛「好」的學生比例在四和八年級分別是 82% 與 34%。課堂協同學習氣氛和學生科學成就、學習興趣以及學習自信呈現正相關。

(十二) 我國學生在數學和科學課中有電腦可供使用的人數比例並不高，僅達到與國際平均無顯著差異的水準。

我國四年級和八年級學生在數學課有電腦可供使用的人數比例分別為 30% 和 28%，在科學課有電腦可供使用的人數比例分別為 47% 和 44%。

(十三) 無論是數學或科學，八年級學生在課堂活動中使用電腦的機會都低於四年級學生。四年級數學、八年級數學和科學課中學生使用電腦的機會甚至比國際平均低。

在 TIMSS 所列出的各項數學課堂活動中，四年級學生每月使用電腦至少一次的比例是在 18% 到 24% 之間，八年級學生的比例則是在 11% 到 16% 之間。在各項科學

課堂活動中，四年級學生每月使用電腦至少一次的比例是在 31% 到 36% 之間，八年級學生的比例則是在 17% 到 26% 之間。就 TIMSS 所列出的課堂活動而言，除四年級科學課之外，在四年級數學和八年級數學及科學課，我國學生使用電腦的機會都低於國際平均，也比新加坡低；在四年級科學課，我國學生使用電腦的機會與國際平均和新加坡無顯著差異。

(十四) 我國學生使用網路「搜尋對理解數學或科學有幫助的資訊、文章或課程」的比例偏低。

我國八年級學生使用網路所做的學校作業主要是「取得教科書或學校課業所需要的資料」和「跟同學一起合作完成作業或計畫」，學生比例分別是 74% 和 72%。我國學生使用網路「搜尋對理解數學有幫助的資訊、文章或課程」和「搜尋對理解自然科學有幫助的資訊、文章或課程」的比例分別是 38% 與 46%。

(十五) 八年級數學與科學回家作業時間每週「超過 45 分鐘但少於 3 小時」之學生人數比可適度提高。

我國八年級學生每週數學或科學回家作業時間「超過 45 分鐘但少於 3 小時」的比例分別是 44% 和 36%；此類學生有較高的學科成就、學習興趣和學習自信。作業時間 45 分鐘以下的學生學科成就顯著較低；作業時間在 3 小時以上的學生學習興趣和學習自信顯著較低。

第二節 政策建議

一、有關調整國民小學數學授課時數及自然科學課程分科比重之議題，建議十二年國民教育課程綱要研議單位檢視與調整。

相較於東亞他國，我國小學數學授課時數偏低（詳見第四及第九章）。為照顧發展速度較慢之學生，並為給予探究數學的機會以提升學習興趣，建議調整國小數學教學時數為平均每週 4.3 小時，即平均每週 6.5 節課（每節課以 40 分鐘計）。若無法調整數學授課時數，則建議使數學與其他科目跨科統整教學，以增加數學之學習機會。相較於他國課程，我國小學中低年級生命科學比重偏低（詳見第五章）。為使課程更符合學生認知與同理心的發展、學習興趣、與生活需要，建議調整國小自然科課程分科比重。

二、針對與東亞國家相較，我國數學與科學學習落後人數比偏高及國中數學和科學學習落差大之議題，建議國民及學前教育署參考東亞鄰近國家近年相關教育政策，研擬因應策略。

相較於東亞他國，我國四年級科學、八年級數學與科學之學習落後人數比偏高，且歷屆調查結果顯示我國落後人數比下降幅度還有可努力的空間(詳見前一節及第五至七章)。為使我國國民具有基本學力，建議探討此議題之因應策略。政策目標建議與城鄉差距議題之目標相同，即無論都市或鄉村，落後人數比均降至 10% 以下。我國八年級學生數學成就的標準差自 2007 至 2015 年一直遠高於大多數國家，在東亞五國中也遠高於其他四國。在其他四個表現優異的東亞國家中，新加坡、香港和韓國八年級學生數學成就的標準差均逐漸下降；顯示這些國家雖然維持高成就表現，但學生的成就 差距卻不斷縮小。在八年級科學方面，新加坡和香港學生成就的標準差從 2007 至 2015 年持續下降，我國的標準差原本遠小於新加坡，目前則與之無顯著差異，而成為東亞五國標準差最大的兩個國家。學生的成就表現雖難免有差異，但如何減少學生能力的落差，讓落後的學生持續進步是教育的理想目標。新加坡和香港減少學生學習落差的相關政策值得進一步深入了解，或可提供我國作為修訂教育政策之參考。

三、有關國中數學與科學成就城鄉差距之議題，建議國民及學前教育署檢討國中教育資源之分配方式，並研議因應方案。

我國八年級數學與科學成就城鄉差距嚴重。從 2011 至 2015 年，四年級數學和科學成就平均數之都市與鄉村差距有下降的趨勢，八年級數學與科學成就之都市鄉村差距則無減少。從 2003 至 2015 年，在八年級數學和科學成就上，鄉村的落後人數比是都市的 2 至 3 倍(詳見前一節及第八章)。

為維護鄉村學生接受教育之權利，建議研擬因應方案。根據 TIMSS 2003 至 2015 之調查，除了 TIMSS 2007 之八年級科學以外，在各年級各科，都市之落後學生比例最高為 10%，因此建議城鎮和鄉村之落後學生比例應降至 10% 以下。目前僅四年級數學達此標準。

四、有關提高我國國中小學生數學與科學學習興趣、自信與評價之議題，建議師資培育及藝術教育司就吸引學生投入學習、實施探究活動、建立協同學習氣氛、指派回家作業與教師主修等層面，探討職前師資培育與在職教師專業發展之可行方案。

相較他國，我國學生僅對四年級科學保有學習熱情，對四年級數學、八年級數學及科學表現出「不喜歡」、「沒自信」和「認為不重要」的態度。此面對數學與科學學習之態度，呈現出學生跟學習疏離異化的現況，對學生和對國家的發展都有負面影響。

過去的研究和此次 TIMSS 調查顯示在較能吸引學生投入、較常實施探究教學、較

佳的協同學習氣氛和適量的回家作業之教學下的學生，其學習興趣和學習自信較佳。教師主修也與學生的學習興趣與學習自信有關；教師主修若為數學或科學等學科專業、或為小學教育、科學教育或數學教育等相關之教育專業，其學生的學習興趣與學習自信較佳。相關調查結果詳見前一節及第九章，於此不再重述。建議師資培育及藝術教育司針對上述方向研討職前師資培育與在職教師專業發展之可行方案，以期終能使我國學生數學與科學學習興趣與學習自信達到與國際平均相當。

五、有關防制四年級學生霸凌與提高國中小學生學校歸屬感之議題，建議國民及學前教育署探討因應策略，採取積極作為。

學生霸凌問題與學校歸屬感都和人與人的關係有關，和學校與班級文化有關，因此並列於此建議事項之下。相較於八年級，我國四年級學生霸凌問題嚴重。相較於其他國家，我國國中小學生學校歸屬感低落。我國八年級學生雖較無霸凌問題，但學校歸屬感不僅比其他國家低，也比四年級低。相關調查結果詳見前一節及第八章。

針對霸凌議題，我國目前雖有 2012 年公佈實施的「校園霸凌防制準則」，該準則第四條至第九條明確指出須從學校文化、各類教育與活動、教師在職進修、家長與退休教師人力運用等方面預防霸凌，但從此次 TIMSS 調查結果來看，需有更積極的作為方能減少霸凌發生。根據此次 TIMSS 調查結果，我國四年級學生「幾乎沒有」受霸凌的比例應使之達 70% 以上，學生之學校歸屬感平均量尺分數應至少高於國際平均。

六、有關提高國中小數學與科學教師工作滿意度之議題，建議國民及學前教育署探討因應策略。

與其他國家相比，我國教師的工作滿意度不高，對工作所懷之使命感與熱忱欠佳。我國學生受教於對工作「非常滿意」之數學或科學教師的比例僅與國際平均無顯著差異（調查結果詳見前節及第八章），國際排名落後。數學教師和科學教師之工作滿意度無顯著差異。

我國目前正處在課程與教學大幅變革的過程中，而教育改革欲有成效，需要教師認同與投入。就此而論，我國教師工作滿意度不應只有與國際平均無顯著差異而已，而應比國際平均高。故建議研擬相關對策，提供有利條件與支持系統，激發教師使命感與熱忱，以使受教於「非常滿意」其工作之教師的學生比例達 60% 以上。

第三節 政策監測指標

一、學科成就

- (一) 提高四年級生命科學教育成就，使之與物質科學與地球科學之量尺分數無顯著差異，以改善我國四年級學生在科學三個分科發展失衡的狀況。
- (二) 根據 TIMSS 2003 至 2015 之調查，除了 TIMSS 2007 之八年級科學以外，在各年級各科，都市落後學生人數比都未超過 10% (表 10-6)，因此參照都市學校已達成的水準，建議城鎮和鄉村之落後學生人數比應降至 10% 以下。

二、學習的情意面向

- (一) 四年級與八年級數學與科學學習興趣之量尺分數與國際平均無顯著差異。以本次調查為參考，四年級非常喜歡學習數學、非常喜歡科學的人數百分比應分別達到 46% 和 56%，八年級則應分別達到 22% 和 37%。
- (二) 四年級與八年級數學與科學學習自信之量尺分數與國際平均無顯著差異。以本次調查為參考，四年級非常有自信於數學學習、非常有自信於科學學習的人數百分比應分別達到 32% 和 40%，八年級則應分別達到 14% 和 22%。
- (三) 八年級數學與科學評價之量尺分數與國際平均無顯著差異。以本次調查為參考，非常重視數學、非常重視科學的人數百分比應分別達到 42% 和 40%。

三、學校因素

- (一) 無論都市或鄉村，數學與科學成就落後（低於中級國際基準點）之學生比例降至 10% 以下。
- (二) 學生數學與科學成就不因學校學生語言組成而有區別。
- (三) 學生數學與科學成就不因學校教學資源而有區別。
- (四) 高歸屬感之四和八年級學生分別至少有 $\frac{2}{3}$ 和 $\frac{1}{2}$ ；亦即，學生之學校歸屬感平均量尺分數至少高於國際平均。
- (五) 國小學生「幾乎沒有」受霸凌的比例達 70% 以上。
- (六) 受教於「非常滿意」其工作之教師的學生比例達 60% 以上；亦即，教師工作滿意度平均量尺分數至少與 10.5 分無顯著差異。

四、教學因素

- (一) 八年級非學科且非教育專長之教師所涵蓋的學生比例降至 5% 以下。
- (二) 四年級學生就讀於「超過 75% 的學生具備讀寫與算數技能」之學校的人數比例

維持為 50%。

- (三) 因學生身心匱乏而「非常受限」之教學所涵蓋的學生比例降至 5% 以下。
- (四) 四年級數學教學時數百分比與國際平均無顯著差異。以本次調查結果而言，四年級數學教學時數佔總時數之百分比應為 18%。為達此目標，每週約需增加一小時的上課時數。
- (五) 八年級學生在數學和科學教學「非常能」吸引學生投入之課堂學習的比例應提高至 20%，同時在教學「不太能」吸引學生投入之課堂學習的比例應降至 5% 以下。
- (六) 在科學探究重視度「高」和「有點高」之課堂學習的八年級學生比例提高到 65%，在重視度「低」之課堂的學生比例降到 6% 以下。
- (七) 八年級學生覺得課堂協同學習氣氛「好」的比例提高至 80%。
- (八) 在規劃電腦資源建置的行動方案時，以 50% 的學生在數學與科學教學中有電腦可供使用作為短程目標，並考慮學科特質對電腦需求的差異
- (九) 在四年級與八年級各項數學與科學課堂活動每月使用電腦至少一次之學生比例應達 30%。
- (十) 利用網路「搜尋對理解數學或科學有幫助的資訊」的學生比例應提高到至少與「下載教師所公布的作業所需資料」無顯著差異。
- (十一) 八年級學生數學或科學作業時數「超過 45 分鐘但少於 3 小時」的比例提高到 50%。

參考文獻

- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Mathematics. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>