

TIMSS 2015 國中小數學與科學教學及其 相關因素（4）

李哲迪 宋曉玫

國立臺灣師範大學 科學教育中心

【轉載自：國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015 國家報告第九章
(P.422-466)】

六、在數學與科學教學中的電腦活動

科技的快速發展使得電腦和網路科技在教學和學習中的使用變得越來越方便，因此相關資源和教學活動對學習的影響日益增加。此外，學生在未來的生活和工作中也必須使用電腦和網路科技，因此在學校就開始熟悉這些工具變得越來越有必要。電腦有與人互動、模擬真實情境的能力，網路科技可迅速提供大量資訊。這些性質使得學習可以更貼近學生的個人需求。教師所設計的學習活動若能善加利用電腦和網路科技的這些特徵，則可提供學生更豐富且更有幫助的學習機會（Kebritchi, Hirumi, & Bai, 2010; Vogel et al., 2006）。藉由教師和學生問卷，本屆TIMSS 調查了電腦資源的充足性、課堂中運用電腦所做的活動、以及學生為完成學校作業使用網路的情形。

（一）電腦資源

根據表9-44 與表 9-45 所呈現的調查結果，我國在數學和科學課中有電腦可供使用的學生比例並不高，僅達到與國際平均無顯著差異的水準。我國四年級學生在數學課有電腦可供使用的人數比例為30%，與國際平均（37%）無顯著差異；我國八年級學生在數學課有電腦可供使用的人數比例是28%，也與國際平均（32%）無顯著差異。我國學生在科學課使用電腦的機會較數學課堂高，但仍與國際平均無顯著差異；四年級和八年級學生在科學課有電腦可供使用的人數比例分別為47%和44%。

與東亞其他四國相較，我國學生在課堂上有電腦可供使用的比例也沒有特別突出。無論是數學課或科學課，四年級有電腦可使用之學生比例僅高於韓國；八年級，僅高於香港。日本學生在課堂中有電腦可用的比例是東亞國家中最高的，在四和八年級數學課中的比例分別是50% 和43%，科學課中的比例分別是65% 和55%。在參與此次TIMSS 調查的所有國家中，四年級數學課、八年級數學課、四年級科學課和八年級科學課中有電腦可供使

用的學生百分比最高的分別是紐西蘭(89%)、瑞典(65%)、紐西蘭(91%)和瑞典(80%) (Martin, Mullis, Foy, & Hooper, 2016; Mullis, Martin, Foy, & Hooper, 2016)。我國國中小學電腦資源要達到紐西蘭和瑞典這兩個國家的充足程度，還有相當長的路要走。

國際平均顯示，課堂上有電腦可用的學生平均學科成就較高(參見表9-44 與表9-45)。不過，一般而言，無論我國或東亞其他國家，電腦資源充足性和學科成就之間沒有關聯，只有香港有電腦可用之四年級學生的科學成就(564 分)高於無電腦可用的學生(549 分)。

根據「教育部中小學資訊教育白皮書」(教育部，2008)所訂定的指標，在2011 年全國應有65% 的學校設有e 化專科教室，中小學學生數與教學用電腦數的比值是5:1。這些指標都是為了達到「保障並促進師生的數位機會均等」和「提升教室和校園的軟硬體設備與網路服務」的目標。不過，從此次TIMSS 的調查結果來看，電腦硬體設備的教學需求仍未充分滿足；尤其需要針對數學教學，充實設備。根據此次調查結果，參考東亞其他國家的現況，建議未來在規劃電腦資源建置的行動方案時，以50% 的學生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。

表9-44 在數學教學中的電腦活動(數學教師問卷)情況

年級	國家	有電腦可供學生在數學課使用				受教於讓學生每月使用電腦至少 1 次之教師的			
		學生百分比		平均成就		學生百分比			
		排名	有	有	無	探究數學原理與概念	練習技巧與步驟	查找各種想法和資料	處理與分析資料
四	日本	14	50 (3.8)	590 (2.8)	596 (2.6)	10 (2.3)	14 (2.6)	12 (2.6)	
	香港	17	45 (4.4)	617 (4.5)	612 (4.7)	33 (4.9)	35 (4.4)	29 (4.4)	
	新加坡	22	37 (2.4)	621 (5.7)	616 (5.3)	30 (2.2)	34 (2.2)	28 (2.3)	
	臺灣	28	30 (3.9)	595 (3.3)	598 (2.3)	24 (3.3)	25 (3.4)	18 (3.2)	
	韓國	43	14 (3.1)	611 (8.2)	608 (2.3)	7 (2.2)	8 (2.4)	8 (2.3)	
	國際平均		37 (0.5)	510 (1.0)	504 (0.6)	26 (0.4)	33 (0.4)	27 (0.4)	
八	日本	10	43 (3.7)	585 (4.1)	588 (3.4)	3 (1.0)	6 (1.8)	4 (1.3)	5 (1.5)
	韓國	16	39 (3.6)	604 (4.3)	607 (3.6)	25 (3.3)	22 (3.1)	24 (3.2)	19 (2.6)
	新加坡	20	35 (2.5)	617 (6.0)	621 (4.1)	27 (2.2)	27 (2.3)	23 (2.0)	19 (2.0)
	臺灣	24	28 (3.5)	604 (6.8)	597 (2.9)	13 (2.8)	11 (2.6)	16 (2.8)	11 (2.5)
	香港	27	21 (3.6)	591 (10.7)	596 (5.5)	13 (2.8)	12 (2.8)	13 (2.8)	12 (2.6)
	國際平均		32 (0.5)	485 (1.3)	481 (0.7)	21 (0.5)	23 (0.5)	22 (0.5)	19 (0.5)

資料來源：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/>

表9-45 在科學教學中的電腦活動（科學教師問卷）情況

年級	國家	有電腦可供學生在科學課使用				受教於讓學生每月使用電腦至少 1 次之教師的學生百分比				
		學生百分比		平均成就		練習技巧與步驟	查找各種想法和資料	執行科學的步驟或實驗	透過模擬來研究自然現象	處理與分析資料
		排名	有	有	無					
四	日本	10	65 (3.9)	568 (2.4)	572 (2.9)	13 (2.4)	29 (3.7)	12 (2.4)	35 (4.0)	
	新加坡	19	49 (2.4)	594 (5.4)	587 (5.3)	36 (2.7)	43 (2.6)	35 (2.7)	31 (2.5)	
	香港	20	47 (4.5)	564 (5.4)	549 (5.6)	29 (4.5)	37 (4.5)	33 (4.3)	27 (4.1)	
	臺灣	22	47 (4.5)	557 (3.0)	554 (2.9)	31 (4.0)	36 (4.0)	31 (3.9)	31 (3.8)	
	韓國	42	22 (3.7)	589 (4.5)	589 (2.3)	14 (3.2)	19 (3.5)	18 (3.4)	16 (3.2)	
	國際平均		46 (0.5)	509 (0.9)	504 (0.7)	31 (0.5)	41 (0.5)	26 (0.5)	28 (0.5)	
八	日本	10	55 (4.2)	571 (3.0)	570 (3.2)	8 (2.1)	19 (3.2)	11 (2.4)	18 (3.1)	12 (2.7)
	新加坡	13	52 (2.3)	592 (4.9)	602 (4.4)	31 (2.2)	41 (2.2)	27 (1.8)	34 (2.2)	27 (1.9)
	韓國	15	50 (3.9)	554 (3.3)	557 (2.7)	25 (3.2)	30 (3.4)	28 (3.5)	28 (3.3)	26 (3.2)
	臺灣	21	44 (3.8)	574 (4.1)	566 (2.8)	17 (2.7)	23 (3.0)	26 (3.4)	19 (2.8)	19 (2.6)
	香港	33	21 (3.6)	555 (8.9)	542 (4.6)	12 (2.9)	17 (3.4)	12 (3.1)	15 (3.1)	14 (2.8)
	國際平均		42 (0.5)	493 (1.0)	483 (0.8)	30 (0.5)	37 (0.5)	28 (0.5)	29 (0.5)	29 (0.5)

資料來源：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/>

（二） 課堂之電腦使用

在TIMSS 所列出的課堂活動上，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。在三項四年級數學的課堂活動上，我國學生每月使用電腦至少一次進行「探究數學原理與概念」、「練習技巧與步驟」和「查找各種想法和資料」的比例分別是24%、25%和18%，均較國際平均和新加坡低，而且後兩項還達到顯著差異的水準。「查找各種想法和資料」的學生比例雖然較低，但與另外兩項活動無顯著差異（參見表9-44）。在四項八年級數學的課堂活動和五項八年級科學課堂活動上，情況與四年級數學類似，也是學生比例低於國際平均和新加坡，而且活動間學生比例的差異未達顯著水準（參見表9-44 與表9-45）。在四年級科學課堂活動中使用電腦的情形則略有不同，在四項活動每月使用電腦至少一次的學生比例與國際平均及新加坡無顯著差異（參見表9-45）。

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。四年級學生在各項數學課堂活動中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（參見表9-44）。四年級學生在各項科學課堂活動中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（參見表9-45）。參照此次調查的國際平均和我國四年級科學課堂電腦運用情形，將各項活動每月使用電腦至少一次之學生比例訂為30%，作為後續TIMSS調查追蹤的評估標準應屬合理。

（三） 為完成學校作業之網路使用

TIMSS 透過學生問卷調查八年級學生是否會使用網路來進行各項的學校作業，這些作業包括「取得教科書或是學校課業所需要的資料」、「取得老師公布的線上作業」、「跟同學一起合作完成作業或計畫」、「跟老師溝通」、「搜尋對理解數學有幫助的資訊、文章或課程」以及「搜尋對理解科學有幫助的資訊、文章或課程」六類。根據表 9-46，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」，人數比例分別是74% 和72%。根據表9-46 所呈現的調查結果，平均而言，在東亞五國中，新加坡的學生使用網路做學校作業的機會是最多的，日本最低；這個結果跟課堂活動的電腦使用機會是一致的。

比較各種學校作業使用網路的學生比例（參見表 9-46）可發現，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」的比例偏低。在TIMSS 所調查的六項活動中，同樣是查找資料的活動有「取得教科書或學校課業所需要的資料」和「取得老師公布的線上作業」兩項，這兩項活動可併稱為「下載教師所公布的作業所需資料」；相較之下，「搜尋對理解數學或科學有幫助的資訊、文章或課程」是和自主學習與概念理解更有關係的活動，因此更應該藉由完成學校作業的機會來學習運用網路的技巧。我國和新加坡除外，東亞其他各國學生使用網路「搜尋對理解數學或科學有幫助的資訊、文章或課程」的比例都不會低於使用網路「取得教科書或學校課業所需要的資料」和「取得老師公布的線上作業」之學生比例的平均值。我國、香港、日本、韓國和新加坡使用網路「取得教科書或學校課業所需要的資料」和「取得老師公布的線上作業」之學生比例的平均值分別是62%、58%、20%、47% 和74%。我國學生運用網路「搜尋數學或科學相關資訊」的學生比例分別是38% 與46%（表 9-46），分別低於62% 達39%（ $=1-38/62$ ）和32%（ $=1-46/62$ ）。相較於新加坡，我國學生運用網路搜尋對理解有幫助之資源的比例相對更低。為促使學生更有效地利用網路學習數學與科學或學習「網路運用」的相關技能，建議教師在教學上應多規劃學習活動讓學生透過網路搜

尋對學習有幫助的資訊，並建議後續TIMSS 調查持續追蹤觀察我國學生以網路執行相關活動的比例是否提高到至少與「下載教師所公布的作業所需資料」無顯著差異。

表9-46 八年級學生為學校作業使用網路的情形

國家	學生使用網路進行下列任務之人數百分比					
	取得教科書或是學校課業所需要的資料	取得老師公布的線上作業	跟同學一起合作完成作業或計畫	跟老師溝通	搜尋對理解數學有幫助的資訊、文章或課程	搜尋對理解自然科學有幫助的資訊、文章或課程
臺灣	74 (0.9)	50 (1.1)	72 (1.0)	28 (1.0)	38 (0.8)	46 (0.8)
香港	51 (1.3)	64 (1.9)	76 (1.3)	33 (1.2)	61 (1.1)	65 (1.1)
日本	23 (0.8)	16 (0.9)	28 (1.0)	5 (0.5)	30 (0.8)	32 (0.8)
韓國	51 (1.0)	43 (1.3)	69 (1.1)	13 (0.7)	45 (0.9)	49 (0.9)
新加坡	57 (0.7)	90 (0.5)	84 (0.7)	49 (0.6)	61 (0.7)	71 (0.7)
國際平均	56 (0.2)	53 (0.2)	69 (0.2)	36 (0.2)	57 (0.2)	61 (0.2)

註：數學資料來源為Mullis, Martin, Foy, & Hooper (2016)，科學資料來源為Martin, Mullis, Foy, & Hooper (2016)。

七、回家作業時間

回家作業是課堂學習的延伸，透過完成回家作業，學生能夠達到預習課程內容、複習課堂教材以及統整應用知識和技能之目的，因此教師指派家庭作業有促進學習的效果（張芳全，2006；鄭依琳，2013）。不過，過多或太過困難的作業可能會提高學生學習壓力與挫折感，而過於簡單的內容又會使學生感到無聊，過少的作業則無法達到促進學習的效果；如果作業只是反覆練習步驟固定的題目，就可能無法達成教師預期的目的，反而使學生對於學習感到厭倦或是焦慮（鄭依琳，2013）。

根據八年級學生對於「每週家庭作業次數」以及「每次家庭作業時間」的回答，其完成學科作業的時間分成「3小時或更多」、「超過45分鐘但少於3小時」以及「45分鐘或更少」三類。根據表9-47，我國八年級學生數學與科學回家作業完成時間的國際排名分別為第18和第10。對我國八年級學生而言，15%的學生以「3小時或更多」的時間完成數學回家作業，和國際平均相同，在39個國家中排名18。至於科學，有6%的學生每週花費「3小時或更多」時間完成作業，和國際平均沒有顯著差異（5%），在實施科學統整課程的29個國家中排名第10。我國學生花費「超過45分鐘但少於3小時」完成數學或科學回家作業的比例分別是44%和36%，高於國際平均（分別是36%和28%）。

在東亞國家中，新加坡學生花最多時間完成回家作業，數學或科學作業時間是「3小時或更多」的學生比例是22%和9%，國際排名第七和第五。相較之下，日本與韓國數學

或科學回家作業時間在3小時以上的學生比例很低，介於1%至3%之間。

根據國際平均，每週作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的學生學科成就最高（參見表9-47）。至於我國，回家作業時間「45分鐘或更少」的學生之學科成就顯著低於作業時間超過45分鐘的兩群學生，作業時間超過45分鐘的兩群學生則沒有顯著的學科成就差異。東亞國家中，新加坡與我國情況相同；香港八年級數學與我國情況相同，但作業時間3小時以上的學生科學成就反而較低；日本和韓國僅八年級科學有顯著差異，作業時間「45分鐘或更少」的學生之科學成就較高。

表9-48的資料顯示，我國每週回家作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的學生有較高的學科學習興趣，作業時間在3小時以上的學生學習興趣顯著較低。按回家作業時間由長到短，我國八年級數學學習興趣依序是8.9、9.4和9.2分；三組學生之間兩兩比較，數學學習興趣差異都達到統計上的顯著水準。至於科學學習興趣，按回家作業時間由長到短依序是9.0、9.3和9.1分；回家作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的學生，平均科學學習興趣顯著高於其他兩群學生。東亞各國情況和我國略有出入，但多以作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的學生有比較高的學科學習興趣。

根據表9-49，我國每週回家作業時間越少的學生，學科學習自信越高。我國八年級數學學習自信按回家作業時間由高至低分別是8.4、9.1、9.3分，作業時間和數學學習自信呈現負相關；平均科學學習自信依序是8.1、8.7以及8.7分，回家作業時間在3小時以上的學生顯著低於其他學生。東亞國家在學生回家作業時間和學科學習自信的關係上，和我國呈現一致的情況。

適量的回家作業有益於學習成就，同時能夠促進學生學習興趣與學習自信，對我國八年級學生而言，每週回家作業時間調整為「超過45分鐘但少於3小時」，應可改善學習興趣和學習自信低落的情況。與作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的學生相比，我國作業時間為「45分鐘或更少」的學生學習興趣與學習自信相差無幾，但學習成就較低，故從提高學習成就而又不影響其學習興趣與自信的角度，此類學生之回家作業時間應在不超過3小時的限制下酌量提高。另外，為提高我國學生之學習興趣與自信，作業時間「3小時或更多」的學生比例應下降。在東亞國家中，新加坡學生喜歡數學和科學或是對數學和科學有自信的比例最高，其數學科和科學科作業時間「超過45分鐘但少於3小時」的比例是55%與52%。為了平衡我國八年級學生數學與科學成就之提升與學習興趣和學習自信之培養，回家作業時間介於45分鐘和3小時之間的比例可參酌新加坡予以調整，故建議將我國八年級學生作業時數「超過45分鐘但少於3小時」的比例提高到50%。

表9-47 東亞五國八年級學生數學科與科學科每週回家作業時數（學生問卷）與學科平均成就

科目	國家	3 小時或更多			超過 45 分鐘但少於 3 小時		45 分鐘或更少	
		排名	學生人數百分比	平均成就	學生人數百分比	平均成就	學生人數百分比	平均成就
數學	新加坡	7	22 (0.8)	633 (3.1)	55 (0.9)	631 (3.0)	23 (0.9)	586 (5.7)
	香港	10	21 (1.4)	596 (4.7)	45 (1.6)	604 (4.6)	34 (1.8)	582 (7.0)
	臺灣	18	15 (1.1)	608 (6.0)	44 (1.0)	613 (2.7)	41 (1.4)	582 (3.4)
	日本	36	3 (0.5)	588 (15.1)	25 (1.4)	583 (3.8)	72 (1.6)	592 (2.5)
	韓國	37	3 (0.3)	604 (11.3)	16 (0.9)	600 (4.3)	81 (1.0)	607 (2.8)
	國際平均		15 (0.1)	481 (1.1)	36 (0.2)	491 (0.7)	49 (0.2)	474 (0.7)
	科學	新加坡	5	9 (0.5)	606 (3.8)	52 (0.9)	609 (2.6)	39 (1.2)
臺灣		10	6 (0.5)	582 (6.2)	36 (1.2)	584 (2.8)	58 (1.4)	559 (2.2)
香港		18	4 (0.4)	533 (7.4)	34 (1.3)	549 (3.4)	62 (1.4)	546 (4.6)
日本		28	1 (0.1)	~ ~	15 (1.4)	560 (3.9)	84 (1.5)	576 (2.0)
韓國		29	1 (0.2)	~ ~	8 (0.7)	546 (5.4)	91 (0.8)	557 (2.3)
國際平均			5 (0.1)	466 (1.5)	28 (0.2)	491 (0.9)	67 (0.2)	485 (0.7)

註：數學成就資料來源為Mullis, Martin, Foy, & Hooper (2016)，科學成就資料來源為Martin, Mullis, Foy, & Hooper (2016)。

~ 表示資料量不足以呈報成就分數。

表9-48 東亞五國八年級學生數學科與科學科每週回家作業時數（學生問卷）與學科學習興趣

學科	國家	3 小時或更多		超過 45 分鐘但少於 3 小時		45 分鐘或更少	
		學生人數百分比	學科學習興趣	學生人數百分比	學科學習興趣	學生人數百分比	學科學習興趣
數學	新加坡	22 (0.8)	10.0 (0.06)	55 (0.9)	10.3 (0.04)	23 (0.9)	9.9 (0.07)
	香港	21 (1.3)	9.1 (0.08)	45 (1.6)	9.6 (0.05)	34 (1.8)	9.6 (0.07)
	臺灣	15 (1.1)	8.9 (0.08)	44 (1.0)	9.4 (0.05)	41 (1.4)	9.2 (0.05)
	日本	3 (0.5)	9.1 (0.14)	25 (1.4)	9.1 (0.07)	72 (1.6)	9.3 (0.04)
	韓國	3 (0.3)	8.9 (0.19)	16 (0.9)	9.1 (0.07)	81 (1.0)	9.1 (0.04)
科學	新加坡	9 (0.5)	10.2 (0.09)	52 (0.9)	10.4 (0.04)	39 (1.2)	10.2 (0.06)
	臺灣	6 (0.5)	9.0 (0.10)	36 (1.2)	9.3 (0.05)	58 (1.4)	9.1 (0.04)
	香港	4 (0.4)	9.2 (0.23)	34 (1.3)	9.9 (0.07)	62 (1.4)	9.9 (0.07)
	日本	1 (0.1)	9.2 (0.27)	15 (1.4)	9.1 (0.12)	84 (1.5)	9.0 (0.05)
	韓國	1 (0.2)	8.1 (0.34)	8 (0.7)	8.7 (0.12)	91 (0.8)	8.6 (0.04)

註：本表學生百分比的數值可能會與「每週回家作業時數與學習成就資料表」的數值不一致，因為在考慮缺漏值的情況下，兩種表格之有效樣本大小不相同。

表9-49 東亞五國八年級學生數學科與科學科每週回家作業時數（學生問卷）與學科學習自信

學科	國家	3 小時或更多		超過 45 分鐘但少於 3 小時		45 分鐘或更少	
		學生人數百分比	學科學習自信	學生人數百分比	學科學習自信	學生人數百分比	學科學習自信
數學	新加坡	22 (0.8)	9.4 (0.07)	55 (0.9)	9.9 (0.04)	23 (0.9)	9.8 (0.08)
	香港	21 (1.4)	8.7 (0.08)	45 (1.6)	9.5 (0.06)	34 (1.8)	9.7 (0.08)
	臺灣	15 (1.1)	8.4 (0.09)	44 (1.0)	9.1 (0.06)	41 (1.4)	9.3 (0.06)
	日本	3 (0.5)	8.2 (0.19)	25 (1.4)	8.6 (0.07)	72 (1.6)	9.2 (0.04)
	韓國	3 (0.3)	9.1 (0.23)	16 (0.9)	9.2 (0.09)	81 (1.0)	9.5 (0.03)
科學	新加坡	9 (0.5)	9.3 (0.10)	52 (0.9)	9.6 (0.05)	39 (1.2)	9.8 (0.06)
	臺灣	6 (0.5)	8.1 (0.15)	36 (1.2)	8.7 (0.06)	58 (1.4)	8.7 (0.05)
	香港	4 (0.4)	8.8 (0.21)	34 (1.3)	9.3 (0.08)	62 (1.4)	9.5 (0.07)
	日本	1 (0.1)	8.4 (0.33)	15 (1.4)	8.3 (0.11)	84 (1.5)	8.7 (0.04)
	韓國	1 (0.2)	8.4 (0.41)	8 (0.7)	8.6 (0.12)	91 (0.8)	8.7 (0.04)

註：本表學生百分比的數值可能會與「每週回家作業時數與學習成就資料表」的數值不一致，因為在考慮缺漏值的情況下，兩種表格之有效樣本大小不相同。

第四節 結論與建議

一、結論

有關我國國中小學數學與科學學習的教學相關因素，此次TIMSS 調查的主要結論如下：

- (一) 我國 八年級受教於「主修非數學或科學且非教育專業」之教師的學生比例從TIMSS 2011 至2015 顯著擴大。
- (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。
- (三) 我國教師教學年資和國際平均差異不大。
- (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。
- (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。
- (七) 與其他國家相比，我國四年級數學授課時數相對較少。

- (八) 我國學生的缺席率低。
- (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。
- (十) 我國四年級科學教師比八年級更重視科學探究。
- (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。
- (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。
- (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。
- (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。
- (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。

除「教師參與之專業發展活動」和「教學時數」這兩個變項之外，其餘之教學相關因素與我國學生學科成就、學習興趣與學習自信的相關關係，整理如表9-50 及9-51，調查結果摘要如下：

- (一) 與四年級數學成就相關的因素包含：學校學生入小學時之讀寫與算數技能、教學不因學生身心匱乏而受限的程度、學生缺席頻率。
- (二) 與四年級科學成就相關的因素包含：教師教育等級、學校學生入小學時之讀寫與算數技能、學生缺席頻率、教師對科學探究之重視度、課堂協同學習的氣氛。
- (三) 與八年級數學成就相關的因素包含：教師主修、教學不因學生身心匱乏而受限的程度、學生缺席頻率、教學吸引學生投入的程度、回家作業時間。
- (四) 與八年級科學成就相關的因素包含：教學不因學生身心匱乏而受限的程度、學生缺席頻率、教學吸引學生投入的程度、課堂協同學習的氣氛、回家作業時間。
- (五) 與四年級數學學習興趣和學習自信相關的因素包含：教學吸引學生投入的程度。
- (六) 與四年級科學學習興趣和學習自信相關的因素包含：教師主修（僅和科學學習興趣相關）、教學吸引學生投入的程度、教師對科學探究之重視度、課堂協同學習的氣氛。
- (七) 與八年級數學學習興趣和學習自信相關的因素包含：教師主修、教學吸引學生投入的程度、回家作業時間。
- (八) 與八年級科學學習興趣和學習自信相關的因素包含：教師主修、教學吸引學生投入的程度、教師對科學探究之重視度、課堂協同學習的氣氛、回家作業時間。

表9-50 教學相關因素與學科成就的關係

教學相關因素	學習興趣				學習自信				
	數學		科學		數學		科學		
	四年級	八年級	四年級	八年級	四年級	八年級	四年級	八年級	
師資培育	1. 教師主修	○	● ^a	● ^a	● ^a	● ^b	● ^a	○	● ^a
	2. 教師年資	● ^c	● ^c	○	● ^c	● ^d	● ^d	○	○
教學實務	1. 教學促成學習投入的程度	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
	2. 教師對科學探究之重視度 ^e	--	--	▲	▲	--	--	▲	▲
	3. 課堂協同學習的氣氛	--	--	▲	▲	--	--	▲	▲
	4. 回家作業時間	--	● ^f	--	● ^f	--	▼	--	▼

▲：正相關。●：非線性相關。○：無關聯。--：不適用（在該年級該學科沒有該變項之調查）。

- a：教師非學科且非教育專長之學生的數學成就顯著低於教師主修包含數學的學生。
 b：教師年資「至少10年但少於20年」之學生的科學成就顯著較高，但與教師年資「至少5年但少於10年」的學生間無顯著之成就差異，其原因有待進一步探討。
 c：教師年資「20年或超過20年」之學生的科學成就顯著較高，但與教師年資「至少5年但少於10年」的學生間無顯著之成就差異，其原因有待進一步探討。
 d：此為由學生問卷所建立之班級平均量尺分數所得的結果。
 e：每週回家作業時間未超過45分鐘之學生的學科成就顯著較低，作業時間超過45分鐘的兩群學生則無顯著的學科成就差異。

表9-51 教學相關因素與學習興趣或學習自信的關係

		數學		科學	
		四年級	八年級	四年級	八年級
師資培育	1. 教師主修	○	● ^a	○	○
	2. 教師教育等級	○	○	▲	○
	3. 教師年資	○	○	● ^b	● ^c
學習準備度	1. 學校學生入小學時之讀寫與算數技能	▲	--	▲	--
	2. 教學不因學生身心匱乏而受限的程度	▲	▲	○	▲
教學實務	1. 學生缺席頻率	▲	▲	▲	▲
	2. 教學促成學習投入的程度	○	▲	○	▲
	3. 教師對科學探究之重視度 ^d	--	--	▲	○
	4. 課堂協同學習的氣氛	--	--	▲	▲
	5. 電腦教學資源	○	○	○	○
	6. 回家作業時間	--	● ^e	--	● ^e

▲：正相關。▼：負相關。●：非線性相關。○：無關聯。--：不適用（在該年級該學科沒有該變項之調查）。

- a：教師非學科且非教育專長之學生的學科學習興趣或學習自信顯著較低。
 b：教師主修數學但非主修小學教育之學生的數學學習自信顯著較低，其原因有待進一步探討。
 c：教師年資「至少5年但少於10年」之學生的學科學習興趣顯著較高，其原因有待進一步探討。
 d：教師年資「少於5年」之學生的數學學習自信顯著較低，其原因有待進一步探討。
 e：此為由學生問卷所建立之班級平均量尺分數所得的結果。
 f：每週回家作業時間「超過45分鐘但少於3小時」之學生的學科學習興趣顯著較高。

二、政策建議

根據此次TIMSS之調查結果，茲提出下列評估指標作為未來持續以TIMSS監測政策實施成效的依據：

- (一) 八年級非教學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低至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

- 幼兒園教保活動課程暫行大綱（2012 年10 月5 日）。
- 吳麗珍、鄭碧雲、段曉林、郭重吉（2011）。全國國中小數理教師背景現況分析。科學教育研究與發展季刊，63，69-98。
- 姚素蓮、林義祥、邱豐程、鍾文偉、陳豐漳、林鴻章、…謝明城（2008）。台北縣國小教師自然與生活科技領域教學知能現況調查研究。台北縣。
- 孫志麟（2001）。教師自我效能與教學行為的關係-- 實徵取向的分析。國立臺北師範學院學報，14，109-140。
- 師資培育素質提升方案（2006 年2 月23 日）。
- 高家斌、蘇玲慧（2014）。國中學生協同學習、學習策略與數學自我效能關係之研究。教育理論與實踐學刊，30，25-55。
- 張芳全（2006）。影響數學成就因素在結構方程式模型檢定：以2003 年臺灣國二生TIMSS 資料為例。國立臺北教育大學學報，19（2），163-195。
- 教育部（2008）。教育部中小學資訊教育白皮書（2008-2011）。臺北市：教育部。

- 教育部 (2013)。中華民國師資培育白皮書。臺北市：教育部。
- 莊雪芳、鄭湧涇 (2003)。國中學生對生物學的態度與學習環境之研究。科學教育學刊，11 (2)，171-194。
- 陳木金、邱馨儀、陳宏彰 (2006)。高中職以下學校教師生涯發展進階之研究。教育資料與研究雙月刊，72，17-32。
- 陳奎熹 (1998)。我國師資培育制度變革之分析。教育資料集刊，23，171-195。
- 提升國民中學專長授課比率推動教師進修第二專長作業要點 (2013 年 8 月 12 日)。
- 游美香、張惠博 (2001)。國中理化教師對理化新課程實施的感受之研究。科學教育，11，96-121。
- 楊秀停、王國華 (2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，15 (4)，439-459。
- 蔡執仲、段曉林、靳知勤 (2007)。巢狀探究教學模式對國二學生理化學習動機影響之探討。科學教育學刊，15 (2)，119-144。
- 鄭依琳 (2013)。國小教師家庭作業管理策略之發展。教育資料與研究，108，149-168。
- 謝甫佩、洪振方 (2005)。國小學童對自然科教師學科教學之知覺調查研究。科學教育研究與發展季刊，38，1-16。
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computer s & Education*, 55, 427-443.
- Lavy, V. (2010). Do differences in school's instruction time explain international achievement gaps in math, science, and reading? Evidence from developed and developing countries. (Working Paper 16227). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- 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/>
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M. (2012). TIMSS 2011 international results in science. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). TIMSS 2015 Assessment Frameworks. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). TIMSS 2011 International Results in Mathematics. Chestnut Hill, M. A.: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- 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/>
- Uçar, F. M., & Sungur, S. (2017). The role of perceived classroom goal structures, self-efficacy, and engagement in students science achievement. *Research in Science & Technological Education*, 35 (2), 149-168.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34 (3), 229-243.
- Wong, N.-Y. (2007). Hong Kong teacher's views of effective mathematics teaching and learning. *ZDM Mathematics Education*, 39, 301-314.

【完】