

臺灣 PISA 2012 精簡報告目次

壹、 緒論	3
一、 PISA 2012 概述.....	3
二、 臺灣 PISA 2012 樣本描述.....	3
三、 臺灣 PISA 2012 各項素養頂尖學生人數比率.....	4
四、 臺灣 PISA 2012 精簡報告的內涵.....	6
貳、 臺灣學生的數學素養	8
一、 PISA 2012 臺灣學生數學素養的整體表現與性別差異.....	8
二、 臺灣學生在不同數學歷程分測驗的表現.....	12
三、 臺灣學生在不同數學內容領域分測驗的表現.....	13
四、 臺灣男女學生在各分測驗不同水準人數比率的差異.....	14
五、 PISA 2006 至 2012 臺灣學生數學素養變化分析.....	14
參、 臺灣學生的問題解決能力	18
一、 PISA 2012 臺灣學生問題解決能力的整體表現與性別差異.....	19
肆、 臺灣學生的閱讀素養	22
一、 PISA 2012 臺灣學生閱讀素養的整體表現與性別差異.....	22
二、 PISA 2006 至 2012 臺灣學生閱讀素養變化分析.....	26
伍、 臺灣學生的科學素養	29
一、 PISA 2012 臺灣學生科學素養的整體表現與性別差異.....	29
二、 PISA 2006 至 2012 臺灣學生科學素養變化分析.....	30
陸、 數學素養與學生的投入、習慣、策略關係探討	34
一、 學校學習的投入.....	34
二、 學生的驅力與動機.....	34
三、 數學自我信念及數學相關活動參與.....	39
柒、 數學素養與學校因素	44
一、 學生的篩選與分組與數學素養的關係.....	44
二、 學校管理與數學素養.....	45
三、 評量、績效責任與數學素養.....	45
四、 教育資源與數學素養.....	46
五、 學校學習環境與數學素養.....	46
捌、 臺灣學生的學習機會均等	48
一、 臺灣學生數學素養的均等狀況.....	48
二、 社經陡坡：PISA 討論均等的方法.....	48
玖、 結論與建議	51
一、 數學素養.....	51
二、 數位化問題解決素養.....	52
三、 閱讀與科學素養.....	52
四、 頂尖學生人數比率.....	53

五、準備學習：學生的投入、驅力和自我信念	53
六、教育機會均等	54
七、反省與前瞻	54
參考文獻	56
書面樣本試題一、攀登富士山	59
書面樣本試題二、熱氣球	62
書面樣本試題三、溫室	65
數位樣本試題一、開車費用計算器	71
數位樣本試題二、MP3 播放器	72
數位樣本試題三、找工作	74

壹、緒論

一、PISA 2012 概述

PISA 的主要目的在評量 15 歲學生面對社會挑戰的準備狀態，希望了解學生學習與問題解決的「素養」，透過學生閱讀、數學與科學的表現，協助各國了解教育的可能性，以利教育政策的省思調整。PISA 2012 的調查主軸是數學素養，與以往調查一樣，同時包括閱讀及科學兩素養，也兼顧數學學習相關資訊的蒐集，比如學生學習態度、學校、家庭以及社會等背景脈絡。PISA 2012 共有 65 個國家或地區參與（參閱表 1），超過 51 萬名學生進行兩小時的紙筆式評量，其中 32 個國家額外參加數位文本閱讀與數位數學素養的評量、44 個國家參加數位問題解決素養評量。本結果報告聚焦在數學素養，關注學生數學表現以及與其關聯的變項探討，同時呈現臺灣 PISA 2006 至 2012 學生各項素養表現的改變趨勢和數位化問題解決、數學和閱讀素養結果摘要，提供臺灣教育政策省思的具體參考資訊。

表 1 PISA 2012 參與國家或地區

OECD 成員	夥伴國家／地區
澳洲、奧地利、比利時、加拿大、智利、捷克、丹麥、愛沙尼亞、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利、冰島、愛爾蘭、義大利、日本、韓國、以色列、盧森堡、墨西哥、荷蘭、挪威、波蘭、紐西蘭、葡萄牙、斯洛伐克、西班牙、瑞典、斯洛維尼亞、瑞士、土耳其、英國、美國	臺灣、阿爾巴尼亞、阿根廷、巴西、保加利亞、哥倫比亞、哥斯大黎加、克羅埃西亞、香港、塞普勒斯、印尼、約旦、哈薩克、拉脫維亞、列支敦斯登、立陶宛、澳門、馬來西亞、秘魯、蒙特內哥羅、卡達、羅馬尼亞、俄羅斯聯邦、塞爾維亞、上海、新加坡、泰國、突尼西亞、阿拉伯聯合大公國、烏拉圭、越南

資料來源：OECD（2013）

二、臺灣 PISA 2012 樣本描述

臺灣 PISA 2012 於 2012 年 3 月 19 日起，針對 163 所學校進行為期一個月的正式施測。臺灣 PISA 根據學生就讀的學校類型、公私立別與城鄉位置等進行分層，依照 15 歲學生母群分配，以學校規模大小比率的概率（Probabilities Proportional to their Size, PPS）加權方式進行抽樣。PISA 2012 母群對象定義為生日介於 1996 年 1 月 1 日至 12 月 31 日的學生，臺灣 15 歲學生在學的年級為國中三年級、高中職或五專一年級（參閱表 2）。國際總部依據 PPS 抽取受測和候補學校，再由受測學校提供符合受測資格的學生名單，匯入 PISA 所指定的抽樣軟體 KeyQuest 系統，進行抽樣。匯入的資料包含六個變項：學生姓名、出生年月、性別、年級、就讀類科、特教需求。KeyQuest 以系統性抽樣的方式，每校抽取 40 名學生，並確認符合 PISA 受測資格（如：排除轉校、休學、年齡不符、特殊

學生而無法正常受測者等)。PISA 2012 臺灣受測學生與母群人數分配對照呈現於表 2 和表 3，部分學制類別學生人數較少（如五專），國際總部先抽較高比率學生數以穩定該類別學生的能力估計，而後再以實際母群人數比率進行加權估計。

臺灣 PISA 2012 受測學校共計 163 所，實際出席紙筆式評量學生 6,037 名，應考率 93.5%，出席數位評量學生 3,036 名，應考率 93.3%。扣除休學、轉學、特殊學生，兩項評量淨出席率依序為 96.1% 和 96%，評量參與情況良好。

表 2 臺灣 PISA 2012 不同類別學校受測學生與母群人數及百分比對照

學校類型	受測學生數 (人)	受測學生百 分比(%)	母群學生數 (人)	母群學生數 百分比(%)			
國中	1681	25.9	84899	26.0			
高中 、高職	高中	693	11.7	35219	10.8		
	高職	677	11.7	41082	12.6		
	高中職混合	1317	21.6	68.6	75163	23.0	70.1
	完全中學（國中、高中）	700	11.7	39010	11.9		
	複合學校（國中、高中、高職）	755	12.3	38610	11.8		
五專	253	4.9	12606	3.9			
總數	6046	100.0	326589	100.0			

表 3 臺灣 PISA 2012 不同年級受測學生人數及比率

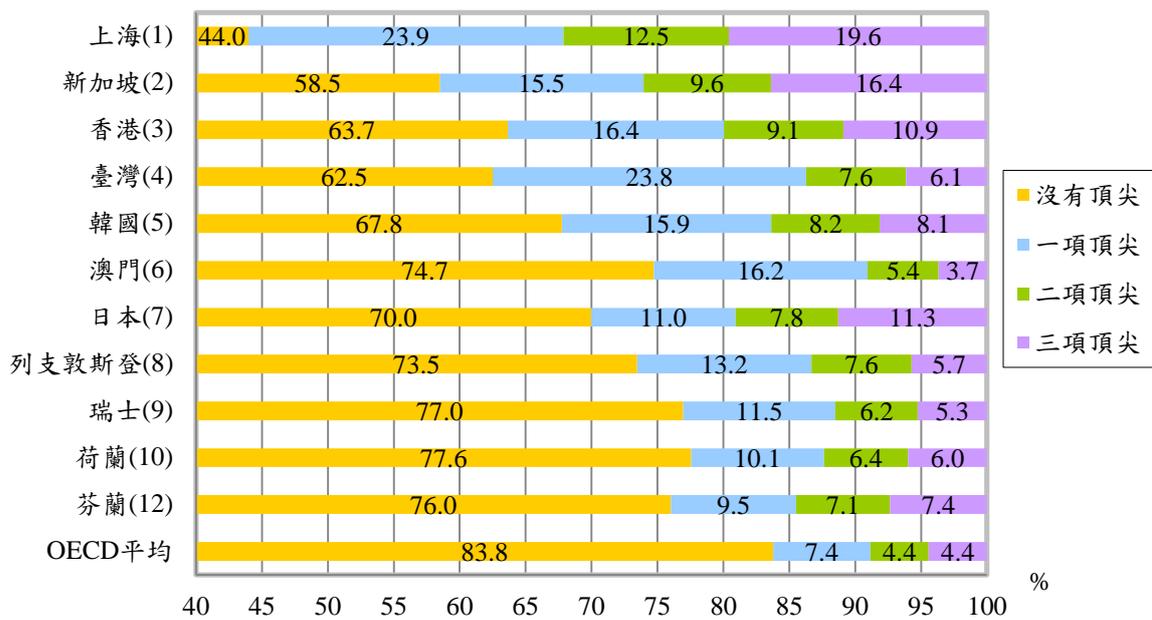
年級	學生數	百分比(%)
8	6	0.1
9	1989	32.9
10	4051	67.0
總計	6046	100.0

三、臺灣 PISA 2012 各項素養頂尖學生人數比率

世界各國高階技術人力需求急速上昇，形成全球化人才競爭的現象。擁有高階知能的公民，不僅有利知識與技術的創新，更是經濟成長與社會發展的關鍵。因此，檢視數學、閱讀與科學頂尖學生的表現概況，將有助國家人才庫的評估。PISA 2012 素養「頂尖表現」的定義，是指達到水準五以上，即數學素養高於 607 分、閱讀素養高於 626 分或是科學素養高於 633 分的學生。圖 1 呈現的是以 PISA 2012 數學素養表現前十名國家為參照，同時額外納入芬蘭及 OECD 國家平均，作為臺灣頂尖學生表現的討論依據，圖中呈現的是各國不同項目數頂尖水準學生人數比率的對照。

臺灣至少一項素養達到頂尖水準學生人數比率為 37.5%，僅低於新加坡與上

海。單一素養達到頂尖水準的人數比率為 23.78%，排名第二，三項素養均達頂尖水準的比率僅 6.13%，雖略高於 OECD 平均，卻低於上海、新加坡、香港、韓國、日本及芬蘭等國。相對於教育效能優質的國家，臺灣學生中均衡卓越的比率略低，單一素養卓越的學生比率相對較高。進一步分析臺灣學生在各項素養的頂尖表現（參閱表 4）發現，臺灣「只有數學素養頂尖」的人數比率為世界第一，換言之，這些學生科學、閱讀素養尚未達到優異水準，而數學和科學兩素養同時達到頂尖的人數比率在前十名國家中也相對較低。我們樂見學生的多元發展，但核心學習素養的均衡紮根，也是教育系統值得關注的議題。



*括號內表數學素養排名

圖 1 數學素養優秀國家各項素養頂尖學生人數比率對照

表 4 臺灣與參照國家各項素養頂尖學生人數比率對照

國家	沒有頂尖	只有一項頂尖			只有兩項頂尖			三項頂尖
		數學頂尖	閱讀頂尖	科學頂尖	數學和閱讀頂尖	數學和科學頂尖	閱讀和科學頂尖	
臺灣	62.5	23.5	0.3	0.0	5.4	2.2	0.0	6.1
上海	44.0	23.3	0.3	0.3	5.2	7.3	0.0	19.6
新加坡	58.5	14.2	0.8	0.4	3.8	5.7	0.2	16.4
香港	63.7	14.2	1.4	0.8	4.1	4.6	0.4	10.9
韓國	67.8	14.7	0.9	0.3	5.0	3.1	0.1	8.1
澳門	74.7	15.3	0.6	0.3	2.6	2.7	0.1	3.7
日本	70.0	6.0	3.1	1.9	2.8	3.7	1.4	11.3
列支敦斯登	73.5	11.5	1.2	0.5	3.7	3.9	0.0	5.7
瑞士	77.0	10.0	0.9	0.6	2.8	3.3	0.1	5.3
荷蘭	77.6	7.4	1.4	1.3	1.8	4.0	0.5	6.0
芬蘭	76.0	3.1	2.9	3.5	0.9	3.9	2.3	7.4
OECD 平均	83.8	4.4	1.9	1.1	1.5	2.3	0.6	4.4

四、臺灣 PISA 2012 精簡報告的內涵

精簡報告將先依序呈現臺灣 PISA 2012 學生的數學（含數位數學）、數位問題解決、閱讀（含數位閱讀）和科學素養表現，隨後再簡要討論學校變項與數學素養的關係，並探討臺灣在各項教育機會均等、以及數學學習投入、驅力、自我信念等指標所呈現的意涵。整體而言，臺灣學生 PISA 2012 表現尚佳，數學素養平均數為 560 分，較 PISA 2009 進步 17 分，排名第 4，僅次於上海、新加坡及香港。數學素養表現優異，但學生個別差異相當大，落後學生的比率也值得格外關注。臺灣學生數位數學素養平均數為 537 標準差 89，排名第 7。相對於書面數學的表現，臺灣學生數位數學的平均數和排名都略微低落一些。數位問題解決素養平均數為 534 分，排名第 7。書面閱讀素養平均數為 523 分，排名第 8，呈現明顯進步，學生個別差異也微幅擴大。數位閱讀平均數為 519 標準差 89，排名第 10，相對於書面閱讀的表現，臺灣學生數位閱讀的平均數和排名也略低。科學素養平均數為 523 分，排名第 13，與 PISA 2009（520 分、排名第 12）差異不大。

本報告選擇表現優異的上海、新加坡、香港、韓國、澳門、日本、列支敦斯登、瑞士及荷蘭等數學素養排名前十名的國家或地區，以及過往 PISA 表現傑出的芬蘭和 OECD 平均（OECD 會員國平均）作為臺灣學生表現討論的參照，後續各節將逐一討論 PISA 2012 臺灣與這些參照國家 15 歲學生在數學、閱讀與科學素養表現的差異。

除了將素養的理念落實為具體的評量外，展望未來，PISA 擬進一步全面改採數位化的素養評量。PISA 2015 將以科學素養為主軸，同時包含數位數學、數位文本閱讀及合作式問題解決等前瞻導向的評量。面對數位化的評量，學生除了需要基本的 ICT 能力外，主動嘗試並依循回饋提示以進行後續因應調整的能力，將是影響各項素養表現的要素。本研究團隊自 2006 年開始接手臺灣 PISA 的執行，參與各項國際 PISA 研習和協商會議，深切體驗世界各國教育與評量革新的強勢力道和明快節奏。有關 PISA 評量的理念、設計和新近消息請參閱臺灣 PISA 網站（<http://pisa.nutn.edu.tw>），其中書面評量（參閱附錄三）和數位評量（參閱附錄四）樣本試題尤其值得教育研究與實務社群的夥伴親身模擬應試，以真切體會其評量特色和精義。

自 2000 年實施以來，各國教育改革多同時參酌 PISA 結果，積極投入教育政策和實務的調整。整體而言，排名優異的國家多呈現分數進步的趨勢，可見素養取向的評量，已大致獲得世界各國教育決策者的認同。對臺灣而言，參與 PISA 一方面認識 OECD 有關國際社會人力需求重要層面的定義，另一方面有助於了解臺灣 15 歲學生學習素養的表現和變化概況，包括學生持續學習的動機、樂趣與態度。由於 PISA 創新而真實的評量設計、標準化的抽樣和計分程序，以及嚴謹的執行品質監控，大致能說服關心教育統計的產、官、學各界。整體而言，PISA

跨國和跨時間的評量結果，提供豐富、客觀、統整的教育統計資訊，受到相當普遍的重視。期盼臺灣 PISA 2012 精簡報告能有效拓展國人對 PISA 評量設計與結果資訊的認識，協助教育決策者掌握臺灣教育成效及其趨勢的客觀統計，同時激勵學校教師關心 PISA 結果所呈現的教學參考意涵。面對客觀評量結果，我們期盼能有效凝聚各界的反省和建議，積極提升教育品質，努力厚植國民的關鍵能力。

貳、臺灣學生的數學素養

PISA 2012 將數學素養定義如下：「數學素養是個體在不同情境脈絡中，形成、應用以及詮釋數學的能力，其包含數學推理、和數學概念、程序、事實以及工具的運用來描述、解釋和預測數學現象。數學素養輔助個體辨識數學在世界中所扮演的角色，並且能做出具建設性、投入性及反思能力公民所需具備的周延有據之判斷和決策。」

PISA 2012 數學架構的主要構念顯示數學素養的評量來自於真實世界的挑戰或問題情境，透過數學思維和行動的本質可以用來解決問題。真實世界的挑戰或者情境可以兩種方式來進行分類：這些情境的脈絡以及所涵蓋的數學領域。四個情境脈絡包括「個人」、「社會」、「職業」、以及「科學」。四個內容領域則包括「數量」、「改變與關係」、「空間與形狀」、以及「不確定性與資料分析」。同時，依據問題解決者在解決 PISA 任務可能經歷的階段模式，PISA 2012 的報告將數學歷程，正式命名為：「形成數學情境」、「應用數學概念、事實、程序以及推理」以及「詮釋、應用以及評鑑數學結果」。

PISA 2012 發展了數位的問題解決和數學素養評量，透過電腦的呈現以及學生在電腦上的作答，以選考的方式作為紙筆式書面評量的補充。數位數學素養評量的設計測量內涵主要是數學推理和歷程，而不是使用電腦的精熟度。PISA 2012 的 65 個國家中有 32 個國家或經濟體參與了數位評量。

一、PISA 2012 臺灣學生數學素養的整體表現與性別差異

(一)、整體學生的數學素養

PISA 2012 學生數學素養調查結果摘述（參閱表 5），OECD 平均為 494，臺灣平均為 560，名列第四，僅次於上海(613)、新加坡(573)、香港(561)，而略高於韓國(554)。其中與香港、韓國的差異未達統計顯著水準。臺灣學生數學素養雖然優秀，但個別差異的幅度似乎也越趨嚴重。2006 年，標準差為 103，排名世界第三，2009 標準差為 105，已晉升為最高，2012 的標準差更擴大到 116；明顯大於第二高的國家（105），顯示臺灣學生數學素養的個別差異值得特別的關注。

就性別差異的議題來看，臺灣男學生的平均分數是 563，僅次於上海、新加坡、香港；臺灣女學生的平均分數為 557，僅次於上海和新加坡，但略優於香港。OECD 國家平均男、女學生的數學素養差距為 11 分，臺灣則是男學生略優於女學生 5 分，未達統計顯著水準。

表 5 臺灣與參照國家數學素養排名、平均數、標準差與性別差異對照

國家	排名	平均數	標準差	男生平均數	女生平均數	差異(男-女)
臺灣 2012	4	560	116	563	557	5
臺灣 2009	5	543	105	546	541	5
臺灣 2006	1	549	103	556	543	13
上海	1	613	101	616	610	6
新加坡	2	573	105	572	575	-3
香港	3	561	96	568	553	15
韓國	5	554	99	562	544	18
澳門	6	538	94	540	537	3
日本	7	536	94	545	527	18
列支敦斯登	8	535	95	546	523	23
瑞士	9	531	94	537	524	13
荷蘭	10	523	92	528	518	10
芬蘭	12	519	85	517	520	-3
OECD 平均		494	92	499	489	11

(二)、數學素養不同水準人數比率分配

PISA 將數學素養分成六個素養水準(參閱表 6)，2012 表現優異國家各水準學生人數比率對照(參閱表 7)。達到水準 6 的學生，臺灣有 18%，上海和新加坡依序為 31% 以及 19%，學生人數比率略高於臺灣；臺灣數學素養水準 5 的比率有 19.2%。PISA 將水準 5 和 6 視為高分群，臺灣有 37.2% 的學生屬於國際界定的高分群，僅次於上海 55.4% 以及新加坡的 40%，而 OECD 國家平均則有 12.6%。

數學素養水準 2 被視為是數學精熟度的基礎線，根據這個界定，臺灣有 12.8% 學生未達基礎水準，他們的數學素養仍亟待強化，這個弱勢群的比率，在前七名的亞洲國家中，臺灣是最高的。

臺灣男學生各約有 20% 的人數比率達到水準 5 和 6，女學生在這兩個水準的比率則依序為 18.3% 和 16.1%。而在低分群，也就是水準 1 和未達水準 1 部分，臺灣男學生的比率高於女學生，男學生未達水準 1 和水準 1 的比率依序為 5.3% 與 9%，女學生則為 3.7% 與 7.7%。綜上而言，臺灣學生數學表現的個別差異越來越大，高分群的比率雖然不少 37.2%，但弱勢群的比率(12.8%)也不容小覷，其中，又以男學生的個別差異(121)最大，也更為兩極化(高分群 40% vs. 低分群 14.3%)。

表 6 六個數學素養水準的摘要描述

水準	最低分數	該水準或以上的臺灣學生人數百分比	學生典型表現
6	669	18.0%	<p>在水準 6 中，學生可以將其複雜問題情境中探索及建模出來的訊息進行概念化、類推化並且運用，而且能夠在非標準化的情境脈絡中善用他們的知識。他們可以連結不同的訊息來源以及表徵，並且遊刃有餘。在此水準的學生能夠進行進階的數學思考以及推理。這些學生能夠應用這些洞察及了解，伴隨著其對符號化以及形式化數學運作及關係的精熟，進一步發展新的方法及策略來處理陌生情境。此水準的學生能夠反思他們的行動，能根據他們的發現、詮釋、論證、及其與原情境的適切性，來形成並且明確地溝通他們的行動及反思。</p>
5	607	37.2%	<p>水準 5 的學生可以針對複雜情境發展和運用模型、確認限制以及進行假設。他們可以選擇、比較並且評估適切的問題解決策略來處理複雜的問題。此水準的學生可以有策略地運用廣泛、發展精良的思維以及推理技巧、適切的連結表徵、符號化以及形式化特徵、以及適用這些情境的洞察。他們開始會反思他們的運作並且能形成以及溝通他們的詮釋與推理。</p>
4	545	56.9%	<p>水準 4 的學生可以針對複雜、具體情境進行有效地運用明確的模型，這個情境可能包含了一些限制或者需要進行某些假設。這些學生可以選擇和整合不同的表徵，包括符號化，將其與真實世界情境進行連結。此水準的學生可以在簡單的情境脈絡中運用他們有限的技能並以某種程度洞察進行推理。他們可以基於他們的詮釋、論證和行動，進一步進行解釋與論證的建構和溝通。</p>
3	482	74.0%	<p>水準 3 的學生可以清楚執行試題中所描述的程序，包含需要後續的決定。他們的詮釋有足夠的基礎來進行一個簡單模型的建立或者簡單解題策略的選擇和應用。在此水準的學生能夠基於不同的訊息來源進行詮釋和運用表徵以及從中直接推理。他們通常會有一定的能力處理百分比、分數和小數、以及比例關係的運作。他們的解法顯示出他們已可從事基本的解釋和推理。</p>
2	420	87.2%	<p>水準 2 的學生在直接推論的脈絡中可以解釋和辨識情境，他們可以從單一來源中抽取出相關的訊息並且運用單一表徵模式。在此水準的學生可以應用基本算則、公式、程序或者慣例來解決包含整數的問題，也能夠進行結果的文字詮釋。</p>
1	358	95.4%	<p>水準 1 的學生可以回答熟悉脈絡中的問題，這些問題已經呈現出所有的相關資訊且問題也都被明確界定。他們可以根據明確情境裡的直接指示來找出訊息並且執行例行的程序。他們可以展現出明確的行動以及遵守給定的規範。</p>

表 7 臺灣與參照國家不同數學素養水準學生人數百分比對照

國家	素養水準						
	未達 1 (未達 357.77)	1 (357.77~ 420.07)	2 (420.07~ 482.38)	3 (482.38~ 544.68)	4 (544.68~ 606.99)	5 (606.99~ 669.30)	6 (超過 669.30)
臺灣 2012(全體)	4.5	8.3	13.1	17.1	19.7	19.2	18.0
臺灣 2012(男學生)	5.3	9.0	12.3	14.6	18.8	20.0	20.0
臺灣 2012(女學生)	3.7	7.7	14.0	19.5	20.6	18.3	16.1
臺灣 2009(全體)	4.2	8.6	15.5	20.9	22.2	17.2	11.3
臺灣 2006(全體)	3.6	8.3	14.3	19.4	22.4	20.1	11.8
上海	0.8	2.9	7.5	13.1	20.2	24.6	30.8
新加坡	2.2	6.1	12.2	17.5	22.0	21.0	19.0
香港	2.6	5.9	12.0	19.7	26.1	21.4	12.3
韓國	2.7	6.4	14.7	21.4	23.9	18.8	12.1
澳門	3.2	7.6	16.4	24.0	24.4	16.8	7.6
日本	3.2	7.9	16.9	24.7	23.7	16.0	7.6
列支敦斯登	3.5	10.6	15.2	22.7	23.2	17.4	7.4
瑞士	3.6	8.9	17.8	24.5	23.9	14.6	6.8
荷蘭	3.8	11.0	17.9	24.2	23.8	14.9	4.4
芬蘭	3.3	8.9	20.5	28.8	23.2	11.7	3.5
OECD 平均	8.0	15.0	22.5	23.7	18.1	9.3	3.3

(三)、整體學生的數位數學素養

針對學生的數位數學素養，PISA 提供了兩種量尺：數位化版本、書面與數位化合併版兩種。表 8 呈現了臺灣與參照國家的測驗排名、整體、不同性別表現對照。由表 8 可知，OECD 國家平均在數位數學素養所得到的平均得分為 497 分。書面前十名的三個歐洲國家：列支敦斯登、瑞士和荷蘭均沒有參與數位評量，因此，在此我們僅以前十名中的七個亞洲國家進行對照。國家間的數位排名和書面排名有小幅的變動。相對於書面的第四名，我們在數位數學素養位居第七，是七個亞洲國家之末。相對於書面數學素養的高異質性，我們在數位表現的標準差和整體的 OECD 國家平均相近。

OECD 國家平均的男學生數位數學素養比女生高約 13 分，臺灣與參照國家均呈現男學生的數位數學素養表現比女學生好，臺灣男學生大約比女學生得分高 15 分，顯示在數位表現上，男學生有較佳的優勢。表 9 呈現的是臺灣與參照國家不同數位數學素養水準學生人數百分比對照。由表中可知，OECD 國家平均有 2.6% 的學生其數位數學素養達到水準 6，臺灣有 6% 的學生達到此水準，在參照國家中，也只有上海、新加坡在這最高水準的人數比率達 10% 以上；澳門(5.6%) 則略少於臺灣。

臺灣在數位數學素養水準 5 的比率則有 16.1%，比水準 6 的比率高出 10%。若合併這兩個水準來看，臺灣則有 22.1% 學生的數位數學素養屬於國際界定的高分群。整體而言，臺灣學生在水準 3、4、5、6 這四個較高素養水準的人數比率

約為 75%。而以基準線水準 2 來看，OECD 有 80% 的學生在水準 2 以上(含)，臺灣則為 89.7%，換句話說，在這些國家當中，臺灣還有 10.3% 的學生比率在水準 1 和未達水準 1，這個弱勢群比率在同樣數學表現優質亞洲國家中是最高的。

表 8 臺灣與參照國家數位數學素養排名、平均數、標準差與性別對照

國家	排名	平均數	標準差	男學生 平均數	女學生 平均數	差異 (男-女)
臺灣	7	537	89	545	530	15
上海	2	562	94	572	553	18
新加坡	1	566	98	566	566	1
香港	4	550	87	558	540	17
韓國	3	553	90	561	543	18
澳門	5	543	83	549	536	13
日本	6	539	88	546	531	15
OECD 平均		497	89	503	491	13

表 9 臺灣與參照國家不同數位數學素養水準學生人數百分比對照

國家	素養水準						
	未達 1 (未達 357.77)	1 (357.77~ 420.07)	2 (420.07~ 482.38)	3 (482.38~ 544.68)	4 (544.68~ 606.99)	5 (606.99~ 669.30)	6 (超過 669.30)
臺灣	2.8	7.5	16.2	25.0	26.4	16.1	6.0
上海	1.8	5.1	13.2	20.8	25.8	21.0	12.3
新加坡	2.0	5.7	12.4	19.7	24.7	21.2	14.4
香港	2.6	5.2	12.1	24.5	30.3	18.7	6.7
韓國	1.8	5.4	14.3	23.9	26.9	18.7	9.0
澳門	1.7	5.9	15.3	26.4	28.5	16.6	5.6
日本	2.4	6.6	16.3	26.5	26.9	14.8	6.6
OECD 平均	6.9	13.1	22.7	26.3	19.7	8.7	2.6

二、臺灣學生在不同數學歷程分測驗的表現

(一)、學生在「形成數學情境」分測驗的表現

個人為了使用他們的數學知識和技能來解決問題，他們往往先要將問題轉譯成一種數學可處理的形式，PISA 稱這個歷程為「形成數學情境」。

OECD 的國家在「形成數學情境」分測驗平均為 492，這個分數略低於整體數學的平均（494），顯示對 OECD 國家學生而言，形成數學問題是相對比較困難的作業。這可能是因為大多數在校學生處理的數學問題，已經被「轉譯」成數學形式。而在高表現國家或者經濟體而言恰好相反，學生在這個分測驗的表現通常相對高出整體數學的平均。臺灣在這個分測驗的得分高出整體數學平均得分(19)最多，其次是日本(18)。對臺灣學生而言，將真實情境問題「轉譯」成數學形式是相對容易的作業。在這個分測驗當中，表現最好的幾個國家或地區依序是：上海(624)、新加坡(582)、臺灣(578)、香港(568)、韓國(562)；臺灣在此分測驗的表現位居第三名，但和第二名的新加坡、第四名的香港未達顯著差異（參閱附錄

一)。

(二)、學生在「應用數學概念、事實、程序以及推理」分測驗的表現

針對 PISA「應用數學概念、事實、程序以及推理」分測驗，學生必須辨識他們的知識庫中何種元素和提出的問題(或者是他們已經形成的問題)有關，並將知識以有系統、有組織的方式應用到解法之中。

OECD 國家在「應用」歷程分測驗平均得分為 493，和整體數學的平均得分相同。這個分測驗的題數佔了 PISA 2012 數學全測驗題庫的半數。表現最優秀的國家，依序為上海(613)、新加坡(574)、香港(558)、韓國(553)、臺灣(549)、澳門(536)、列支敦斯登(536)、日本(530)。臺灣在此一分測驗位居第五，和第四名的韓國未達顯著差異。絕大多數參與國家或經濟體的平均得分略高於整體數學平均得分 5 分左右。但臺灣得分略低於整體數學平均得分 11 分，顯示對臺灣學生而言，在運用這個歷程相對較為困難(參閱附錄一)。

(三)、學生在「詮釋、應用以及評鑑數學結果」分測驗的表現

在詮釋數學結果時，學生需要將結果與原情境進行連結。OECD 國家在「詮釋」歷程分測驗平均得分為 497，高於整體數學的平均得分 3 分，顯示對 OECD 學生而言，找出詮釋的數學訊息在數學問題解決歷程當中相對比較容易，也許在學校數學課當中，數學結果的評鑑可能是比較常見的。表現最優秀的國家，依序為上海(579)、新加坡(555)、香港(551)、臺灣(549)、韓國(540)、列支敦斯登(540)、日本(531)、澳門(530)。臺灣在此分測驗位居第四，但與第二、三名的新加坡、香港，以及第五名和第六名的列支敦斯登和韓國沒有達到統計顯著的差異(參閱附錄一)。

雖然跨 OECD 平均來看，此分測驗得分略高於整體平均得分，但對高表現國家或經濟體而言，詮釋分測驗的相對難度並不清楚。就臺灣學生而言，詮釋歷程表現稍弱，顯示臺灣學生在對數學結果「有感」的部分可再強化。

三、臺灣學生在不同數學內容領域分測驗的表現

(一)、學生在「改變與關係」分測驗的表現

OECD 國家平均在「改變與關係」分測驗平均得分為 493，前十名的國家當中除了荷蘭以外，其他國家的平均最少 530 以上，依序為上海(624)、新加坡(580)、香港(564)、臺灣(561)、韓國(559)、澳門(542)、列支敦斯登(542)、以及日本(542)(參閱附錄一)。臺灣在此分測驗位居第四，與第三名的香港，以及第五名的韓國沒有達到統計顯著的差異。臺灣學生在改變與關係分測驗的平均比整體數學平均高 1 分(561 vs. 560)，但標準差更大(121 vs. 116)，顯示在改變與關係的處理上，

學生的個別差異也是教學上值得重視的議題。

(二)、學生在「空間與形狀」分測驗的表現

OECD 國家平均在「空間與形狀」分測驗的平均得分為 490。臺灣在此分測驗平均得分為 592，位居第二，僅次於上海(649)，與第三名的新加坡(580)有顯著的差異。臺灣學生在空間與形狀分測驗的平均得分比整體數學表現平均高出 32 分(592 vs. 560)，但標準差更大(136 vs. 116)，教學上的挑戰同樣值得關注（參閱附錄一）。

(三)、學生在「數量」分測驗的表現

OECD 國家平均在「數量」分測驗的平均得分為 495。臺灣在此分測驗平均得分為 543，位居第四，和前三名的上海、新加坡、香港的平均數差異均達統計的顯著性，但和第五、六名的列支敦斯登和韓國並未達顯著差異。臺灣在數量分測驗的平均得分比整體數學表現平均低了 17 分(543 vs. 560)，學生間的差異幅度(標準差)也略小(108 vs. 116)（參閱附錄一）。

(四)、學生在「不確定性與資料分析」分測驗的表現

OECD 國家平均在「不確定性與資料分析」分測驗的平均得分為 493。臺灣在此分測驗平均得分為 549，位居第四，和第三名的香港的平均分數未達統計的顯著性，臺灣在不確定性與資料分析分測驗的平均得分比整體數學表現平均低 11 分(549 vs. 560)，標準差也略小(108 vs. 116)（參閱附錄一）。

四、臺灣男女學生在各分測驗不同水準人數比率的差異

就分數差異來看，三個數學歷程和四個數學內容領域在性別方面的差異，如同數學素養評量的整體及各數學歷程表現，皆以男學生分數略高於女學生，但不同的數學歷程以及內容間的性別差距仍有些變異，臺灣學生的性別差距皆小於 OECD 國家平均。

而就個水準的分配比率來看，臺灣男學生在三個數學歷程、四個內容領域的男、女學生人數分配比率和整體表現狀態雷同，都是呈現出男學生表現高分群的比率高於女學生，同樣的，弱勢群的比率亦是男學生高於女學生，可見男學生數學表現的個別差異比女生更為明顯。

五、PISA 2006 至 2012 臺灣學生數學素養變化分析

(一)、整體學生表現的變化趨勢

由於臺灣於 2006 第一次參與 PISA，因此臺灣的趨勢資料包括 2006、2009、2012 三次的結果。為了對國家或經濟體的趨勢有較佳的理解，同時讓比較的国家數量最大化，PISA 報告側重於學生表現的年度改變。年度改變量(annualised change)是在觀察期間，涵括所有觀察年度的平均改變量。自 2003 年以來，OECD 國家平均每年數學有 0.3 分的退步。PISA 國際報告指出臺灣學生平均的數學成績的改善率是加速的，臺灣從 2006 到 2009 平均退步 6 分，但從 2009 到 2012 的提升幅度為 17 分，自 2006 開始共有 6 個年度，而 2006 到 2012 的提升幅度為 11 分，平均之後，臺灣的年度改變量約為 2 左右。圖 2 呈現的是臺灣數學素養表現各百分等級的改變對照，就 2006、2009、2012 各百分等級學生的分數來看，百分等級 25、75、90、95 的學生均展現進步，百分等級越高者進步幅度越大，但是，百分等級 5 和 10 的學生卻是退步的，顯示數學補救教學在極度落後族群的協助上可能還需要更高密度或更精緻適性的介入。

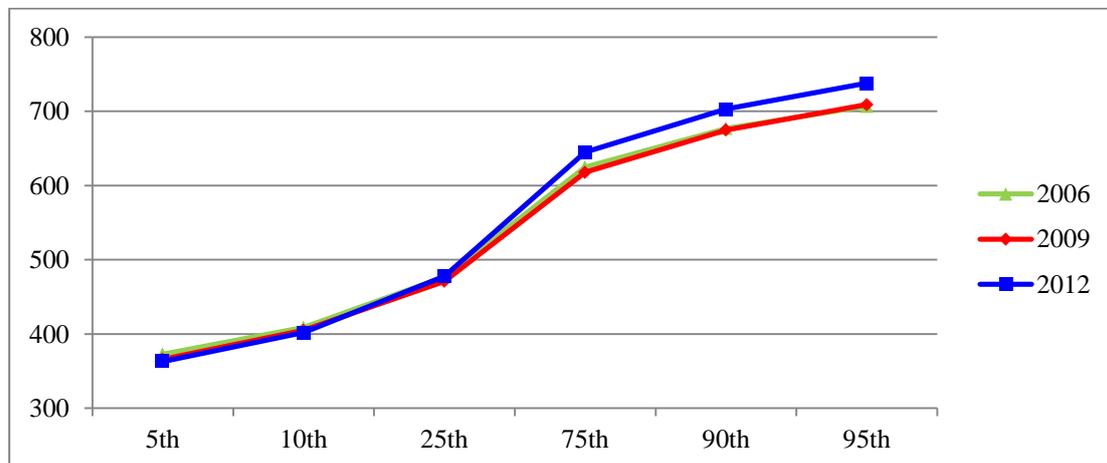


圖 2 三次調查學生數學素養百分等級折線對照

(二)、PISA 2006 至 2012 臺灣學生不同數學素養水準人數比率對照

根據澳洲、加拿大、丹麥和瑞士等國的縱貫研究結果顯示，表現低於水準 2 的學生在過渡到更高的教育和後續的工作中，往往會面臨嚴重的障礙。相對的，數學水準 5 或水準 5 以上的學生可以處理複雜的任務，被認為是 PISA 最高表現者。此水準學生的比率，代表著一個教育系統可以讓學生的數學實力在複雜的知識社會中取得成功的能力。圖 3 呈現的是不同數學素養水準人數比率對照，從 2006 到 2012，臺灣的高分群比率提升，但低分群比率卻沒有改變，我們在高分群的比率增加了 5.3%，而 2009 至 2012 年間增加了 8.6%，低分群在 2006 到 2012 略為提升了 0.9%，2009 至 2012 則沒有變化。整體而言，臺灣高分群與低分群學生的差距愈來愈大，弱勢群的數學素養的提升，應當是未來改善教育公平性的重要議題。

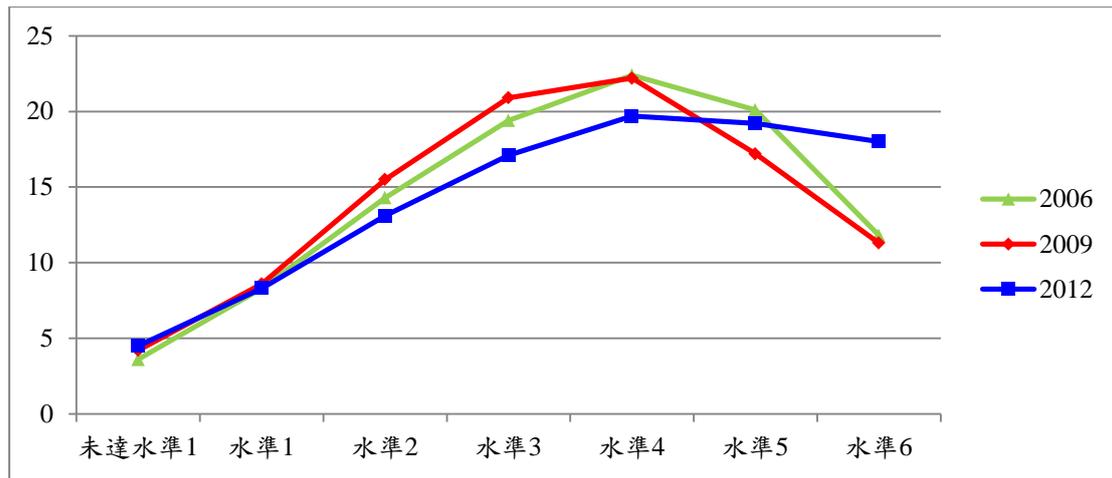


圖 3 不同數學素養水準人數比率變化

(三)、PISA 2006 至 2012 臺灣男女學生平均數差異分析

圖 4 呈現的是臺灣男女學生數學素養差異改變趨勢，整體來看，臺灣男學生比女學生的數學表現略佳，PISA 2006、PISA 2009 以及 PISA2012 呈現男學生比女學生高出 13、5、5 分左右，但未達統計顯著，若分年級來看，三次的 PISA 表現均呈現十年級的性別差異大約維持在 12 分左右，九年級的變化幅度比較大，PISA 2006 時男學生比女學生高出 15 分，而在 PISA 2009 時則是九年級女生平均數學表現高於男學生 10 分，PISA 2012 時九年級女學生仍然高出男學生 5 分左右。顯示在臺灣，數學不完全是男學生占優勢的學科（參閱圖 5）。

趨勢也可反映在男學生和女學生在 PISA 高分群比率的變化（分數相當於素養水準 5 或以上），以及低分組（得分低於精熟水準 2 者）。PISA 2006、2009、2012 三次調查中，男、女學生在 PISA 2012 的高分群比率均有所提升，但以男學生提升的比率較高。

而檢視 PISA 2006、2009 以及 2012 三次男、女學生低分群的比率，則發現 2006 女學生低分群比率(12.5%)高於男學生比率(11.5%)，但 2009 的情況恰好相反，女學生的比率 12.3%，低於男學生的 13.3%，2012 則此差距持續擴大，男學生的弱勢比率提升至 14.3%，而女學生的弱勢比率則小幅降低至 11.6%。

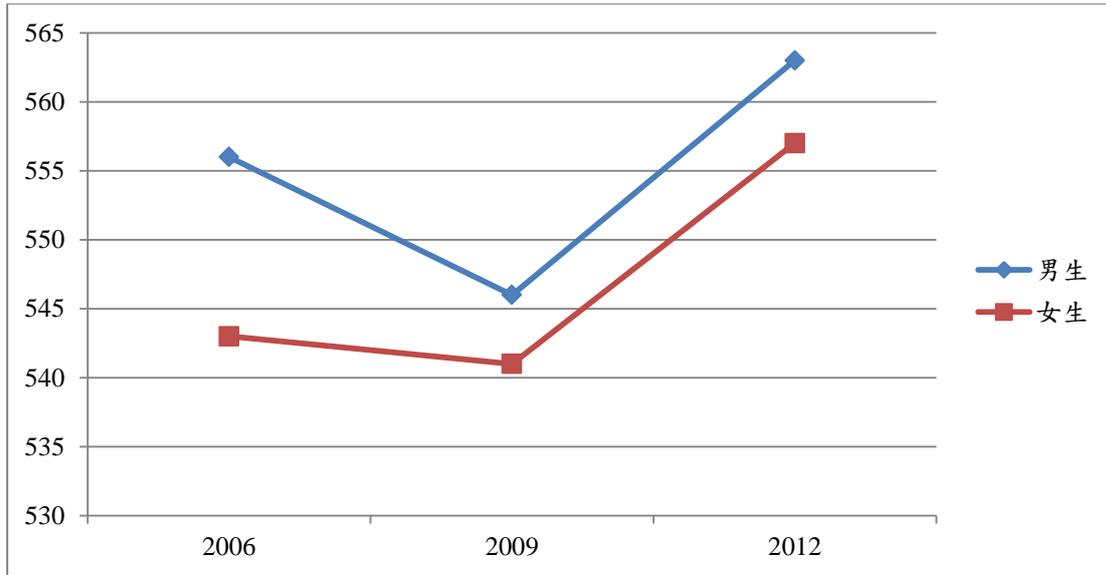


圖 4 三次調查臺灣男女學生數學素養平均數改變對照

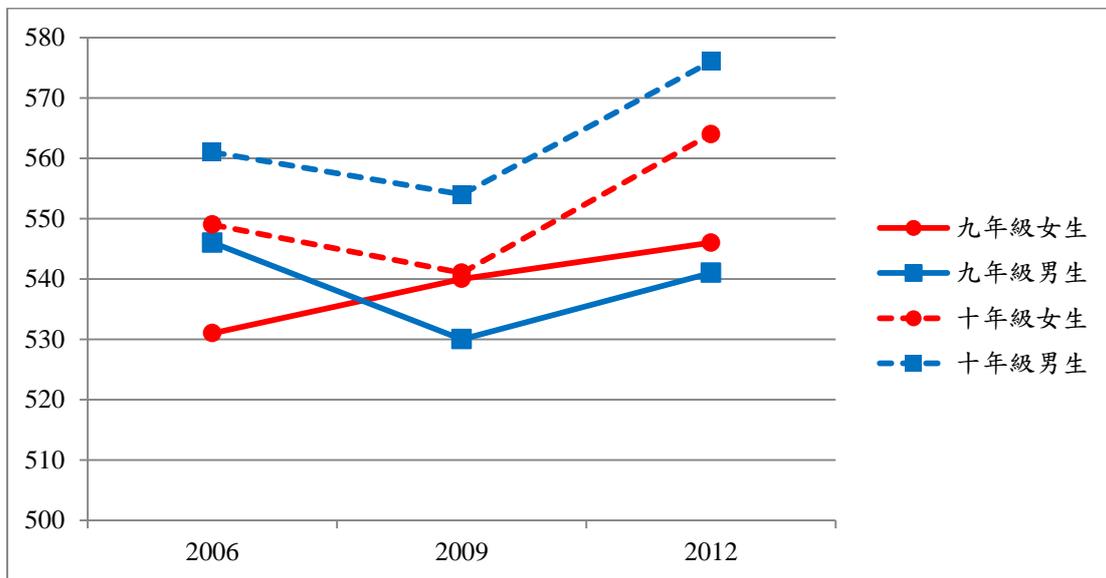


圖 5 三次調查臺灣不同年級男女學生數學素養平均數改變對照

參、臺灣學生的問題解決能力

PISA 2012 將問題解決能力定義為「當問題的解決方案不是立即明顯的時候，個體投入理解及解決問題的認知運作的能力。這項能力也包括個體投入問題情境以成為一位富建設性及反思性公民的意願」。問題解決始於問題的覺察，同時建立對問題情境本質的理解，需要問題解決者找出問題、擬定計畫、執行解決方案並對歷程進行監控與評估。定義中的「投入」、「理解」與「解決問題」是指評量學生在解決問題歷程中，能察覺並使用適當策略的能力。而 PISA 所定義的問題，是指新穎、非例行、且解決方案不是顯而易見的，學生也無法單純應用過往所學知識即可輕鬆解決的問題。而 PISA 問題解決評量的試題情境多屬日常經驗，透過電腦化的互動優勢，模擬學生真實的生活場景，以評量學生面臨真實問題的認知運作效能。雖然 PISA 評量的問題解決能力是非例行性的問題，但是學生具備的一般策略知識，無論是校內外習得，對於問題解決都有所助益。學生所呈現主動面對新穎且不熟悉問題情境的意願，也是問題解決能力重要的成分之一。

表 10 是 PISA 問題解決評量架構，PISA 問題解決評量依據問題的情境、歷程和脈絡，發展評量架構，其中問題情境本質特徵指的是解題所需資訊揭露的程度，動態問題是指解題者須透過探索取得解題所需資訊。問題解決的認知歷程則分為四個階段，分別是「探索與理解」、「表徵與形成假設」、「計畫與執行」以及「監控與反思」。問題解決的歷程，PISA 並未假設固定的順序，也不一定包括上述四個階段，每個問題解決評量的試題都只關注單一的認知歷程。在問題脈絡的特徵上，PISA 則以兩個向度進行試題的分類，一個向度是問題設定，指的是試題是否與科技相關，另一向度則是焦點，指的是問題情境關乎個人或是社會。

表 10 PISA 2012 問題解決能力評量架構

主要特徵	內涵	說明
問題情境本質	動態	只提供部分解題資訊，其他相關資訊必須透過探索才能獲得
	靜態	提供解題所需的全部關聯資訊
問題解決歷程	探索與理解	探索與理解解題關聯的資訊
	表徵與形成假設	建構問題情境的圖像、表格、符號或語言表徵，並對關聯的因素及因素間的關係形成假設
	計畫與執行	設定目標或次目標以形成計畫，並能依序執行。
	監控與反思	監控歷程、對回饋進行反應、針對解決方案、已知資訊及所採取策略進行省思
問題情境脈絡	設定—科技與否	問題情境是否包含電子設備
	焦點—個人或社會	問題環境與個人還是社會有關

一、PISA 2012 臺灣學生問題解決能力的整體表現與性別差異

(一)、整體學生的問題解決能力

PISA 2012 臺灣學生問題解決能力平均數為 534，在所有國家或地區中排名第 7（參閱表 11），前六名分別為新加坡（562）、韓國（561）、日本（552）、澳門（540）、香港（540）及上海（536），而在學生的個別差異方面，臺灣的標準差為 91，前 7 名中，以澳門學生的標準差最小(79)，新加坡的標準差最大(95)。

PISA 2012 問題解決能力調查結果顯示，各參與國家或地區男女學生的優劣趨勢並不一致，在 44 個參與國家或地區中，35 個國家或地區的男學生表現優於女學生，8 個國家的女學生優於男學生，1 個國家的男女學生表現相當。整體平均來看，男學生的表現較好，平均高過女學生 7 分，但兩者差異的幅度並不大。臺灣男學生的問題解決能力較佳，平均為 540 分，優於女學生平均的 528 分，性別間差距為 12 分，略高於整體平均差異。在參照國家或地區當中，除芬蘭外，其於國家男學生皆優於女學生，當中又以上海學生的性別差距最大，男學生高出女學生 25 分。

表 11 臺灣與參照國家／地區問題解決能力排名、平均數、標準差與性別對照

國家	排名	平均數	標準差	男學生 平均數	女學生 平均數	差異 (男-女)
臺灣	7	534	91	540	528	12
新加坡	1	562	95	567	558	9
韓國	2	561	91	567	554	13
日本	3	552	85	561	542	19
澳門	4	540	79	546	535	10
香港	5	540	92	546	532	13
上海	6	536	90	549	524	25
芬蘭	9	523	93	520	526	-6
荷蘭	13	511	99	513	508	5
OECD 平均		500	96	503	497	7

(二)、問題解決能力不同水準人數比率分配

PISA 將問題解決能力分成六個水準，各水準學生表現特徵說明如表 12。表 13 呈現不同問題解決能力水準學生人數百分比對照，大多數臺灣學生為水準 3 及 4，比率約為 52.2%，和其他參照國家學生的分配趨勢雷同。未達水準 2 的學生比率約為 11.6%，高於排名前 6 名的國家或地區，而水準 5 以上的比率為 18.4%，則略高於澳門。

表 12 不同問題解決能力水準的摘要描述

水準 最低分數	試題特徵
6 683	<p>水準 6 的學生能對迥異的問題情境發展充分而統整的心理模式，有效解決複雜問題。他們能高度策略化的探索問題情境，以理解與問題有關的所有資訊。這些資訊可能以不同的形式呈現，需要解題者解釋、統整相關的成分。面臨複雜的裝置，像是以不常見或非預期式運作的家電時，他們能迅速學會操作這些裝置，並以適當的方法達成目標。水準 6 的問題解決者能建立系統性的一般性假設，並能充分檢驗假設。他們能依據假設形成邏輯的結論，也能辨識資訊不足無法形成結論的狀態。為了達成目標，這些高度精熟的解題者能形成複雜、流暢及多步驟的計畫，同時持續監控整個執行歷程。而當有需要時，他們也會修正策略並同時考慮明顯及潛在的條件限制。</p>
5 618	<p>水準 5 的學生能系統性的探索複雜問題情境，以理解關聯訊息的結構。當面臨不熟悉、中度複雜的裝置，像是自動販賣機或家電時，他們能迅速反應操控此一裝置。為了解決問題，水準 5 的問題解決者能預先思考以找出最佳滿足所有限制的策略。他們也能迅速調整計畫，當發現非預期的困難或偏離的錯誤時能立即返回。</p>
4 553	<p>水準 4 的學生能以特定的方式探索中度複雜的問題情境。他們能掌握情境裡解題必要成分間的聯結，同時能操控中度複雜的電子設備，像是不熟悉的自動販賣機或家電，但他們常未能保持其效能。這些學生能預做多步驟的計畫並監控計畫的進展，他們通常能調整自己的計畫或是依據回饋重新設定目標，能嘗試不同的可能並檢驗能否滿足多重限制，也能對系統失靈的原因形成假設，並說明如何檢驗假設。</p>
3 488	<p>水準 3 的學生能掌握不同表徵形式的資訊。他們能探索問題情境並推論成份間簡單的關係。他們也可以操控簡單的電子設備，但對於較複雜的裝置操作則會產生困難。水準 3 的問題解決者能勝任單一條件的問題解決，例如在歸納幾個可能的解決方案後，檢視這些方案是否符合某一特定條件。面臨多重條件限制或內在相互關聯的問題時，他們能固定單一的變項後觀察其他變項改變所產生的效應。他們能設計並執行已知的假設考驗以確認或否定假設。他們也能了解預做計畫及監控歷程的需求，並在必要時嘗試不同的選擇。</p>
2 423	<p>水準 2 的學生能探索不熟悉的問題情境，並能理解部分的情境內涵，他們能嘗試理解及操控電子設備，例如家電或自動販賣機等，但卻只在某些時候才能成功。水準 2 的問題解決者能檢驗簡單已知的假設，並能解決單一特定限制的問題。他們能夠形成計畫並執行單一步驟以達成一個次目標，同時也能監控整個解題歷程。</p>
1 358	<p>水準 1 的學生能以有限的方式探索問題的情境，然而這些情境多半與其過去的經驗相似。透過對於相似情境的觀察，學生能夠描述部分簡單日常生活設施的運作狀態。一般說來，水準 1 的學生能解決直觀的問題，這些問題只需滿足單一限制，且通常僅需一到兩個步驟即可達成目標。水準 1 的學生通常無法預先擬定計畫或是設定次目標。</p>

表 13 臺灣與參照國家／地區不同問題解決能力學生人數百分比對照

國家	素養水準						
	未達水準 1 (低於 358.49)	1 (358.49 - 423.42)	2 (423.42 - 488.35)	3 (488.35 - 553.28)	4 (553.28 - 618.21)	5 (618.21 - 683.14)	6 (超過 683.14)
臺灣 2012 (全體)	3.4	8.2	17.8	26.3	25.9	14.6	3.8
臺灣 2012 (男學生)	4.2	7.9	15.8	23.9	25.9	17.3	5.0
臺灣 2012 (女學生)	2.7	8.5	19.8	28.6	25.9	12.0	2.5
新加坡	2.0	6.0	13.8	21.9	27.0	19.7	9.6
韓國	2.1	4.8	12.9	23.7	28.8	20.0	7.6
日本	1.8	5.3	14.6	26.9	29.2	16.9	5.3
澳門	1.6	6.0	17.5	29.5	28.9	13.8	2.8
香港	3.3	7.1	16.3	27.4	26.5	14.2	5.1
上海	3.1	7.5	17.5	27.4	26.2	14.1	4.1
芬蘭	4.5	9.9	20.0	27.1	23.5	11.4	3.6
荷蘭	7.4	11.2	19.9	26.0	22.0	10.9	2.7
OECD 平均	8.2	13.2	22.0	25.6	19.6	8.9	2.5

(三)、不同問題解決歷程的性別差異

從不同的問題解決歷程來看，臺灣男女學生在各分測驗的平均答對率差異有所不同，其中以「計畫與執行」歷程的差異幅度為最小。表 14 是臺灣與參照國家或地區男女學生在各個問題解決歷程答對率對照，四個歷程的答對率臺灣學生都是男學生優於女學生。與參照國家／地區在「探索與理解」、「表徵與形成假設」及「監控與反思」等三歷程的趨勢相近。

表 14 臺灣與參照國家／地區男女生各問題解決歷程答對率對照

國家	問題解決歷程							
	探索與理解		表徵與形成假設		計畫與執行		監控與反思	
	男	女	男	女	男	女	男	女
臺灣	61.1	55.3	59.1	52.1	50.7	49.5	46.7	42.8
新加坡	65.5	62.5	62.2	57.1	55.2	55.5	55.3	55.1
韓國	67.4	61.6	64.7	56.0	54.7	54.2	53.8	53.5
日本	64.3	59.9	58.9	52.3	57.1	55.5	54.0	50.1
澳門	62.4	56.4	60.1	54.2	52.2	50.4	46.5	44.9
香港	63.5	56.4	58.8	50.2	51.2	51.0	48.9	47.3
上海	60.2	56.6	61.8	49.3	53.4	46.5	48.6	45.8
芬蘭	52.8	54.7	46.0	46.6	49.3	52.9	41.2	44.2
荷蘭	52.5	51.0	44.8	43.6	50.1	49.3	42.5	43.1
OECD 平均	48.9	46.9	44.7	40.7	46.9	45.9	40.6	40.0

肆、臺灣學生的閱讀素養

PISA 2012 將閱讀素養定義為理解、運用、省思及投入文本，以達成個人目標、發展個人知識和潛能、並有效參與社會的知能。這項定義從 PISA 2009 沿用至 2012。「理解」指的是讀者從文本建構意義，包括大小不等的範圍、字面和隱含的意義。可以是基礎的作業，如語詞意義的理解；也可以是複雜如長篇說明文或記敘文主旨的理解。「運用」意指閱讀是為了應用文本的訊息和想法到目前的作業或目標，也可以是為了強化或改變信念。「省思」是指讀者將讀到的內容與自己的經驗知識連結，應用文本而對生活的事物產生新觀點，或應用外在的參照架構對文本形成評鑑。「投入」涉及閱讀動機，多數人只在需要時才閱讀，有些人則會為了興趣而閱讀。就像有人只在教師、雇主或政府機關指示下閱讀，也有人習慣自行選擇閱讀。

2009 年開始 PISA 閱讀素養進一步涵括數位閱讀，定義中的文本包含書面和數位文本。數位評量的閱讀素養作業設計則多納入導航（navigation）的成分，也就是在網路資源中蒐尋、取得問題解決相關資訊的能力，圖 6 呈現的是書面和數位閱讀素養評量作業的異同對照。

一、PISA 2012 臺灣學生閱讀素養的整體表現與性別差異

（一）、整體學生的書面閱讀素養

PISA 2012 臺灣學生書面閱讀素養平均數為 523、標準差為 91，在所有國家或地區中排名第 8，較 PISA 2009 明顯進步，變異也略微增加（參閱表 15）。臺灣、上海、香港與澳門使用共同翻譯的中文施測，其中上海(570)與香港(545)明顯優於臺灣(523)與澳門(509)。學生的個別差異方面，上海學生的標準差最小(80)，臺灣的標準差最大(91)。PISA 2012 書面閱讀素養調查結果顯示，各參與國皆為女學生表現優於男學生，OECD 國家男女平均差距 38 分，超過半個素養水準，約略相當於一個學年的進步量。臺灣學生的性別差距為 32 分，約與 OECD 國家相近，換言之，臺灣男學生的閱讀素養大約落後女學生一學年左右。

（二）、書面閱讀素養不同水準人數比率分配

PISA 將書面閱讀素養分成七個素養水準（參閱表 7），表 16 的資料顯示臺灣學生水準五以上學生比率為 11.8%，前六名國家/地區水準五以上學生人數比率則在 13% 以上。大多數臺灣學生為水準三及四，共約 59%，和其他參照國表現差不多。臺灣學生未達水準 2 的比率約為 11.5%，較 2009 年的 15.6% 下降許多，但相較於上海的 2.9% 及香港的 6.8%，仍有一段明顯待努力的空間。

	書面閱讀	數位閱讀
情境	個人、公共、教育、職業	個人、公共、教育、職業
文本：環境	無	著作權、資訊互動性
文本：形式	連續、非連續、〔混合〕、〔多重〕	〔連續〕、〔非連續〕、〔混合〕、多重
文本：類型	論說文、記敘文(描述文文本) 說明文、記敘文(記敘性文本) 操作指南、互易性文本	論說文、記敘文(描述文文本) 說明文、記敘文(記敘性文本) 操作指南、互易性文本
歷程 (1)	擷取與檢索 搜尋 ：在具體的資訊空間定位和導航。 如上圖書館、從分類中搜尋、找書 使用導航工具 ：如目錄、頁碼、辭彙表 資訊的選擇與安排 ： 單依結構的線性資訊，可控性低。	擷取與檢索 搜尋 ：在抽象的資訊空間熟悉和導航。 如使用電腦定位器、使用搜尋引擎 使用導航工具 ：如項目單、超連結 資訊的選擇與安排 ： 多重順序的線性資訊，可控性高。
歷程 (2)	統整與解釋 較低程度的統整要求 文本幾乎同時呈現 (1 頁或 2 頁) 從廣泛理解中發展解釋	統整與解釋 較高度的統整要求 文本散落各處 (依據螢幕尺寸而定) 從廣泛理解中發展解釋
歷程 (3)	省思與評鑑 預先評鑑資訊 例：使用目錄、略讀文章、確認有用資訊的可信度 〔評鑑資料來源的可信度〕 較不重要，出版流程中已過濾與預選 評鑑內容的可信度 評鑑連貫和一致性、假設、根據個人經驗省思	省思與評鑑 預先評鑑資訊 例：使用項目單、略過網頁、確認有用資訊的可信度 〔評鑑資料來源的可信度〕 較重要，因開放的環境缺乏過濾與預選 評鑑內容的可信度 評鑑連貫和一致性、假設、根據個人經驗省思
歷程 (4)	混合 資料來源的範圍不明確 缺乏明確的作業流程指引 例：從多重書面文本中尋找、評鑑和統整資訊	混合 資料來源的範圍不明確 缺乏明確的作業流程指引 例：從多重數位文本中尋找、評鑑和統整資訊

圖 6 PISA 2012 書面與數位閱讀作業的異同對照

表 15 臺灣與參照國家書面閱讀素養的排名、平均數、標準差與性別差異對照

國家	排名	平均數	標準差	男學生 平均數	女學生 平均數	差異 (男-女)
臺灣 2012	8	523	91	507	539	-32
臺灣 2009	23	495	86	477	514	-37
臺灣 2006	16	496	84	486	507	-21
上海	1	570	80	557	581	-24
新加坡	3	542	101	527	559	-32
香港	2	545	85	533	558	-25
韓國	5	536	87	525	548	-23
澳門	16	509	82	492	527	-36
日本	4	538	99	527	551	-24
列支敦斯登	12	516	88	504	529	-24
瑞士	17	509	90	491	527	-36
荷蘭	15	511	93	498	525	-26
芬蘭	6	524	95	494	556	-62
OECD 平均		496	94	478	515	-38

水準 最低分數	試題特徵
6 698	此水準的試題通常需要讀者能詳實且精確地做出多種推論、比較和對比。他們要能全面且詳細地理解一個或多個文本，並能整合多個文本的訊息。試題可能需要讀者在複雜的訊息下，處理不熟悉的想法，並就解釋產生抽象的類別。省思與評鑑試題可能需要讀者就不熟悉的主題提出假設，或批判性地評鑑一個複雜文本，考量多個標準或觀點，並應用來自文本以外的精細理解。此水準擷取與檢索試題最重要的一個條件是分析的精確性，及小心留意文本中不顯眼的細節。
5 626	此水準擷取訊息的試題需要讀者尋找與組織深植於文本的若干訊息，推論文本中哪一個訊息是有關的。省思試題需要依據特定知識做出批判性評鑑或假設。解釋和省思試題需要對不熟悉的文本內容或形式有全面和詳細的了解。就所有的閱讀歷程來說，此水準的試題通常涉及處理與預期相反的概念。
4 553	此水準擷取訊息的試題需要讀者尋找與組織嵌於文本的若干訊息。有些試題需要從整個文本考量，解釋一節文本中語文意義的細微差異。其他的解釋性試題需要理解與應用陌生情境下的分類。省思試題需要讀者使用正式或一般知識對文本提出假設或批判性評鑑。讀者對陌生內容、形式冗長或複查文本，須能顯現出準確的理解。
3 480	此水準試題需要讀者尋找與辨認符合多個條件的數個訊息間的關係。此水準解釋性試題需要讀者整合文本的數個部分，以確認大意、了解關係，或詮釋字詞的意義。讀者在比較、對照或分類時須考量多個特徵，通常訊息並不明顯，或有許多複雜的訊息；或有其他文本阻礙，例如與預期相反的想法或負面用語。此水準的省思試題需要連結、比較和解釋，或需要讀者評鑑文本的一項特徵。部分省思試題則需讀者就熟悉的、日常知識展現出對文本的精緻理解。其他試題不需要詳細的文本理解，但需要讀者利用不常見的知識。
2 407	此水準的一些試題需要讀者尋找一個或多個可能需要推論及符合多個條件的訊息。其他則需辨認文章的大意、理解關係，或在訊息不明顯且讀者必須做出低階推論時，就有限的部分文本詮釋意義。此水準的試題可能包括依據文本的單一特徵進行比較或對照。此水準典型的省思試題需要讀者依據個人的經驗或態度，做一個比較或若干個文本與外部知識間的連結。
1a 335	此水準的試題需要讀者尋找一個或多個明確陳述的獨立資訊；辨認某個熟悉主題的主旨或作者目的，或簡單連結文本訊息與常見的日常知識。通常所需的文本訊息是明顯的，且很少有複雜的訊息。明確地引導讀者考量與試題和文本有關的因素。
1b 262	此水準的試題需要讀者從簡短、句法簡單的文本中，尋找一個位於明顯位置的明確訊息，該文本具有熟悉的情境和文本類型，例如一個故事或一個簡單列表。該文本通常能對讀者提供支持，諸如重複的訊息、圖表或熟悉的符號。具有最少量的複雜訊息。對於需要解釋的試題，讀者可能須就相鄰的訊息做簡單連結。

圖 7 不同書面閱讀素養水準的摘要描述

表 16 臺灣與參照國家不同書面閱讀素養水準學生人數百分比對照

國家	素養水準							
	未達 1b (未達 262.04)	1b (262.04 ~ 334.75)	1a (334.75 ~ 407.4)	2 (407.47 ~ 480.18)	3 (480.18 ~ 552.89)	4 (552.89 ~ 625.61)	5 (625.61 ~ 698.32)	6 (超過 698.32)
臺灣 2012(全體)	0.6	2.5	8.4	18.1	29.9	28.7	10.4	1.4
臺灣 2012(男學生)	1.0	3.8	11.6	19.4	29.7	25.8	7.9	0.9
臺灣 2012(女學生)	0.2	1.1	5.4	16.9	30.1	31.5	12.8	1.9
臺灣 2009(全體)	0.7	3.5	11.4	24.6	33.5	21.0	4.8	0.4
臺灣 2006(全體)		3.8	11.5	24.4	34.0	21.6	4.7	
上海	0.1	0.3	2.5	11.0	25.3	35.7	21.3	3.8
新加坡	0.5	1.9	7.5	16.7	25.4	26.8	16.2	5.0
香港	0.2	1.3	5.3	14.3	29.2	32.9	14.9	1.9
韓國	0.4	1.7	5.5	16.4	30.8	31.0	12.6	1.6
澳門	0.3	2.1	9.0	23.3	34.3	24.0	6.4	0.6
日本	0.6	2.4	6.7	16.6	26.7	28.4	14.6	3.9
列支敦斯登	0.0	1.9	10.5	22.4	28.6	25.7	10.4	0.6
瑞士	0.5	2.9	10.3	21.9	31.5	23.8	8.2	1.0
荷蘭	0.9	2.8	10.3	21.0	29.2	26.1	9.0	0.8
芬蘭	0.7	2.4	8.2	19.1	29.3	26.8	11.3	2.2
OECD 平均	1.3	4.4	12.3	23.5	29.1	21.0	7.3	1.1

(三)、臺灣學生的數位閱讀素養

數位閱讀素養，PISA 提供了兩種量尺：數位版本、書面與數位合併版兩種。表 17 呈現了臺灣與參照國家在數位閱讀素養評量的測驗表現排名、整體分數、和不同性別差異量的表現對照。國家間的數位閱讀排名和書面閱讀排名名次互相略有變動，相對於書面閱讀素養的第八名，臺灣數位閱讀素養排名第十，僅略高於澳門，是亞洲六個參照國家中較不理想的，新加坡和韓國的數位閱讀素養優於書面閱讀（542，536）。數位閱讀的水準切分不同於書面閱讀素養，僅分為未達水準 2、2 到 4、和高於水準 4（參閱圖 8）。表 18 的資料顯示約 60% 臺灣學生為水準 3 及 4，而超過水準 4 約 10%。優異數位閱讀者比率較其他參照國家低，顯示臺灣學生數位閱讀素養仍待積極提升。

表 17 臺灣與參照國家數位閱讀素養排名、平均數、標準差與性別差異對照

國家	排名	平均數	標準差	男學生 平均數	女學生 平均數	差異 (男 - 女)
臺灣	10	519	89	511	528	-17
上海	6	531	84	526	536	-10
新加坡	1	567	90	558	576	-18
香港	3	550	94	541	560	-19
韓國	2	555	81	552	559	-7
澳門	11	515	70	506	525	-18
日本	4	545	78	537	553	-16
OECD 平均		497	94	484	510	-26

表 18 臺灣與參照國家不同數位閱讀素養水準學生人數百分比對照

國家	素養水準				
	未達水準 2 (未達 407.47)	2 (407.47~480.18)	3 (480.18~552.89)	4 (552.89~625.61)	超過水準 4 (超過 625.61)
臺灣	11.1	19.3	31.8	27.6	10.3
上海	7.9	18.1	32.6	28.9	12.5
新加坡	4.3	12.5	26.0	30.3	26.8
香港	7.6	13.8	26.5	31.0	21.1
韓國	3.9	11.7	30.8	35.3	18.3
澳門	7.0	22.8	39.8	25.3	5.1
日本	4.9	14.4	32.3	34.1	14.2
OECD 平均	17.6	22.5	29.9	22.1	7.9

水準 最低分數	試題特徵
超過 4 626	此水準的作業往往需要讀者在情境不熟悉、指示不明確的狀況下尋找、分析及批判評鑑資訊。讀者需要自行產生標準以評鑑文本。作業可能需要在缺乏明確指示下針對多個網站進行探索並以不同的形式對文本進行詳細的檢視。
4 553	此水準的作業可能需要讀者評鑑多重來源的訊息、搜尋多個網站不同形式的文本，以產生標準來評鑑熟悉、個人和實務的文本。另外此水準作業也要求讀者在科學或技術性的文本中根據清晰定義的標準來解釋複雜的資訊。
3 480	此水準作業需要讀者整合資訊，有些需要跨多個網站搜尋特定的標的資訊，有些需要對於缺乏清楚描述的作業產生簡單的屬性歸類。當進行評估時，只有直接可獲得的資訊或是部分有用資訊是必要的。
2 407	此水準作業需要讀者尋找及解釋特定的資訊，通常是與熟悉主題的文本相關。讀者可能需要搜尋有限的網站並在明確的指示下應用網路搜尋工具，只需要較低階層的推論。作業也需要統整不同形式的資訊，形成明確契合該類別的例子。

圖 8 不同數位閱讀素養水準的摘要描述

二、PISA 2006 至 2012 臺灣學生閱讀素養變化分析

(一)、臺灣學生閱讀表現的變化趨勢

圖 9 呈現的是臺灣整體學生閱讀素養各百分等級分數的改變趨勢，就 2006、2009、2012 各百分等級學生的分數來看，2006 與 2009 幾乎沒有差異，2012 各等級學生的分數均顯著提升，百分等級較高者提升幅度也有略大的現象。就臺灣學生閱讀素養的變化分析來看，臺灣閱讀教學在部分教師精緻適性的介入後，學生素養的進步幅度已經具體可見。

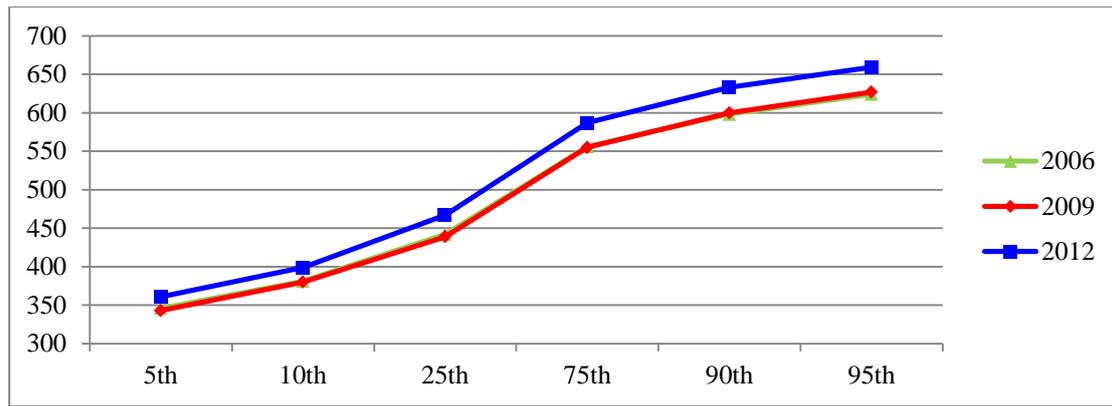
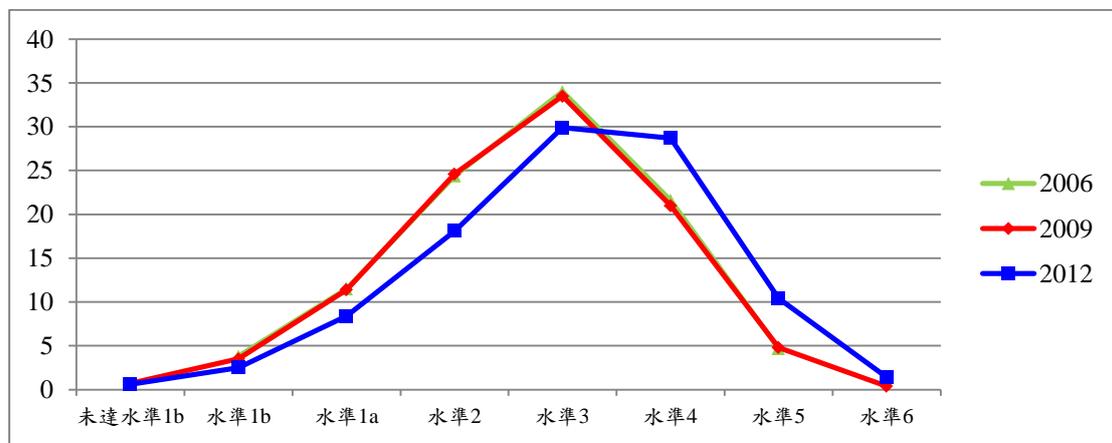


圖 9 三次調查學生閱讀素養百分等級折線對照

(二)、PISA 2006 至 2012 臺灣學生不同閱讀素養水準人數比率對照

圖 10 呈現的是 2006 至 2012 三次調查，臺灣不同閱讀素養水準學生人數比率對照。臺灣整體學生閱讀素養略有進步，較高水準學生人數比率有所提升，但既存的男女學生差距並未改善。從 2006 年起，女學生的閱讀素養都優於男學生，女學生也持續呈現進步；男學生在 2009 略為退步，在 2012 呈現相當明顯的進步幅度。為釐清不同年級男女學生差異的變化趨勢，下一節分析希望能提供更細節的具體資訊，以利政策與實務的調整參酌。



註：臺灣 PISA 2006 閱讀素養水準分為：未達水準 1、水準 1-5

圖 10 不同閱讀素養水準人數比率變化

(三)、PISA 2006 至 2012 臺灣男女學生平均數差異分析

圖 11 和圖 12 呈現不同年級男女學生閱讀素養的變化，年級的差異，男學生略大於女學生。九年級女生從 PISA 2006 至 2012 呈現進步的趨勢；九年級男學生在 2009 的表現略有退步，2012 呈現幅度較大的進步。整體而言，九年級男生落後同年級女生素養分數 30 分以上。十年級女學生在 2009 表現略優於 2006，2012 的進步趨勢與 9 年級女學生相似。十年級男學生除了在 2009 些微滑落外，2012 也呈現相當明顯的進步趨勢，但整體表現仍落後於女學生。

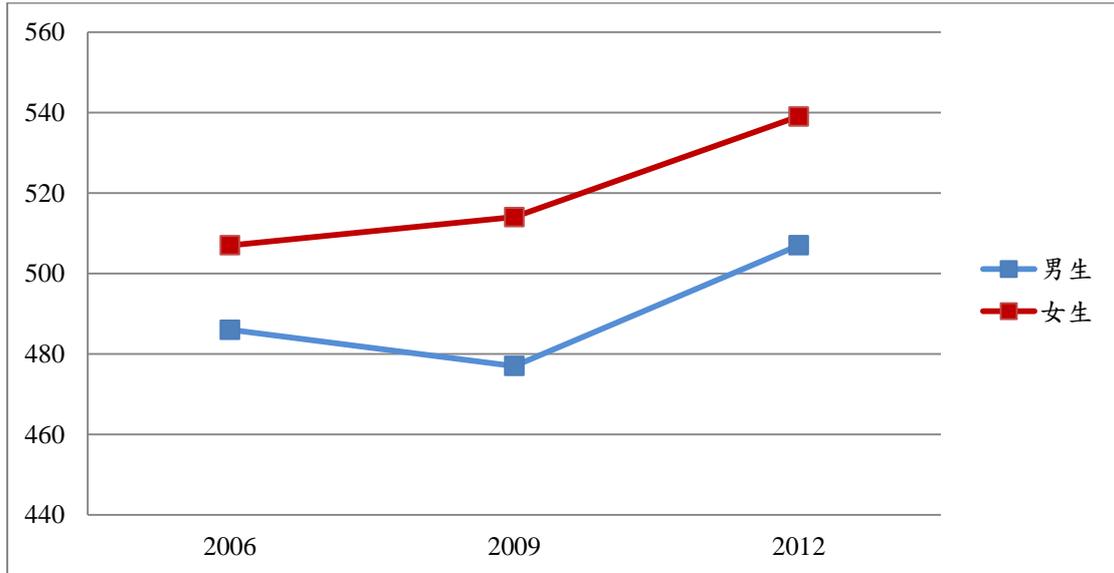


圖 11 三次調查臺灣男女學生閱讀素養平均數改變對照

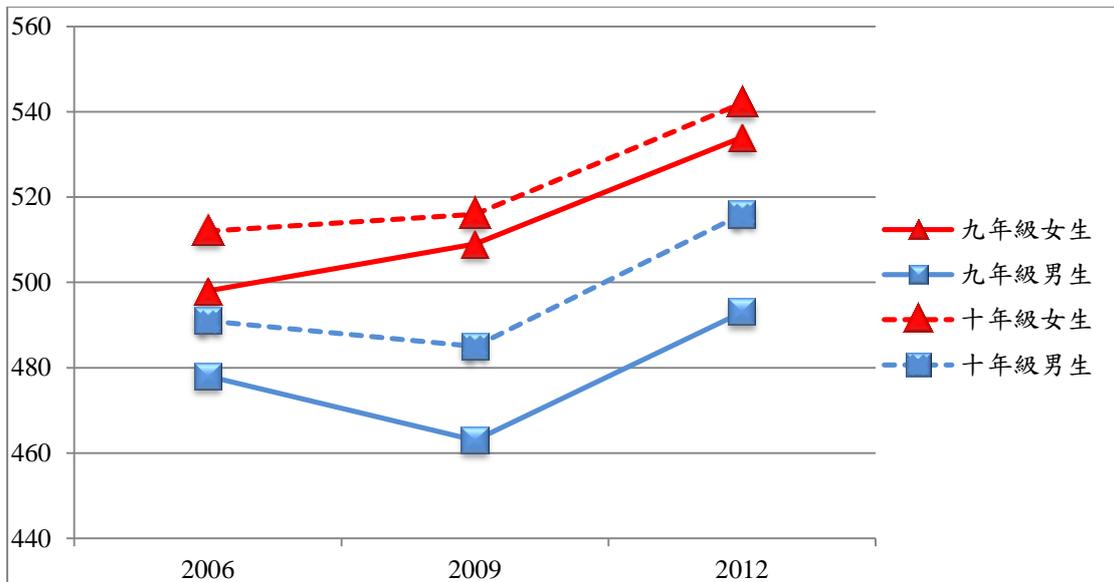


圖 12 三次調查臺灣不同年級男女學生閱讀素養平均數改變對照

伍、臺灣學生的科學素養

PISA 2012 定義科學素養是從個體的科學知識出發，包含運用科學知識辨認問題、獲得新知、解釋科學現象，以及針對科學議題能以證據進行推論。強調學生了解科學的特徵是人類知識和探索的一種型態，科學素養同時包含對於科學與科技如何形塑物質、知識以及文化環境的覺察，並成為能反思科學議題的公民。這項定義從 PISA 2006 沿用至 2012。

一、PISA 2012 臺灣學生科學素養的整體表現與性別差異

(一)、整體學生的科學素養

PISA 2012 的評量主軸是數學，科學評量比重較少，只能進行整體表現的討論，PISA 2012 科學素養的前五名包含上海、香港、新加坡、日本與芬蘭。科學調查以 PISA 2006 為基準，臺灣 PISA 2012 科學素養平均(523)，排名第十三，相較 2009 年進步 3 分，但名次退後一名，與排名第十、十一和十二名的列支敦斯登、加拿大和德國沒有顯著的差異（參閱表 19 和附錄一）。

表 19 臺灣與參照國家科學素養排名、平均數、標準差與性別對照

國家	排名	平均數	標準差	男學生 平均數	女學生 平均數	差異 (男-女)
臺灣 2012	13	523	83	524	523	1
臺灣 2009	12	520	87	520	521	-1
臺灣 2006	4	532	94	536	529	7
上海	1	580	82	583	578	5
新加坡	3	551	104	551	552	-1
香港	2	555	83	558	551	7
韓國	7	538	82	539	536	3
澳門	17	521	79	520	521	-1
日本	4	547	96	552	541	11
列支敦斯登	10	525	86	533	516	17
瑞士	19	515	91	518	512	6
荷蘭	15	522	95	524	520	3
芬蘭	5	545	93	537	554	-16
OECD 平均		501	93	502	500	1

(二)、科學素養不同水準人數比率分配

表 20 的資料也顯示臺灣的頂尖學生表現(水準 5 以上)學生佔 8.4%，相對於參照國家上海(27.2%)、新加坡(22.7%)、芬蘭(17.1%)、日本(18.2%)、香港(16.7%)與韓國(11.7%)，我們在高分群的比率仍有待加強。相對的，PISA 將水準 2 視為科學表現的基本水準，在所有 OECD 國家中約有 18.0% 的學生表現在水準 2 以下。臺灣有 9.8% 的學生低於水準 2 以下，雖然略低於 2006 的比例 11.6%，但仍偏高。

在參照的國家中，僅低於列支敦斯登、瑞士、荷蘭等國家的比率，而高於芬蘭、韓國、上海、香港與澳門至少 1% 以上的比率。顯示臺灣後續的教育決策上，對於低分群學生的科學學習仍值得關注。

表 20 臺灣與參照國家不同科學素養水準學生人數百分比對照

國家	素養水準						
	未達 1 (未達 334.9)	1 (334.9 ~409.5)	2 (409.5 ~484.1)	3 (484.1 ~558.7)	4 (558.7 ~633.3)	5 (633.3 ~707.9)	6 (超過 707.9)
臺灣 2012(全體)	1.6	8.2	20.8	33.7	27.3	7.8	0.6
臺灣 2012(男學生)	2.1	9.4	19.3	31.3	28.9	8.4	0.6
臺灣 2012(女學生)	1.1	7.1	22.2	36.1	25.8	7.2	0.5
臺灣 2009(全體)	2.2	8.9	21.1	33.3	25.8	8.0	0.8
臺灣 2006(全體)	1.9	9.7	18.6	27.3	27.9	12.9	1.7
上海	0.3	2.4	10.0	24.6	35.5	23.0	4.2
新加坡	2.2	7.4	16.7	24.0	27.0	16.9	5.8
香港	1.2	4.4	13.0	29.8	34.9	14.9	1.8
韓國	1.2	5.5	18.0	33.6	30.1	10.6	1.1
澳門	1.4	7.4	22.2	36.2	26.2	6.2	0.4
日本	2.0	6.4	16.3	27.5	29.5	14.8	3.4
列支敦斯登	0.8	9.6	22.0	30.8	26.7	9.1	1.0
瑞士	3.0	9.8	22.8	31.3	23.7	8.3	1.0
荷蘭	3.1	10.1	20.1	29.1	25.8	10.5	1.3
芬蘭	1.8	5.9	16.8	29.6	28.8	13.9	3.2
OECD 平均	4.8	13.0	24.5	28.8	20.5	7.2	1.1

二、PISA 2006 至 2012 臺灣學生科學素養變化分析

(一)、整體學生表現的變化趨勢

臺灣自 2006 年 PISA 以科學為調查主軸起，已連續參加三個循環期的 PISA 調查，PISA 2012 學生的科學表現可與 PISA 2006 及 PISA 2009 的表現做比較分析。PISA 調查結果的跨年比較，側重於學生表現年度改變量。年度改變量乃為各國在所有觀察期間平均分數差異的平均年改變量，改變量為正表示學生的平均表現進步，為負則表示學生的平均表現退步。比較臺灣與參照國家平均科學表現年度改變量，在 2006 與 2012 年間，臺灣與芬蘭科學表現平均年度改變分別為-2 及-3，呈現顯著的退步的狀態，上海、香港及澳門的科學表現平均每年進步 2 分，新加坡、日本及韓國則平均每年進步 3 分，瑞士則平均每年進步一分。

圖 13 呈現的是臺灣與參照國家學生科學素養在 PISA 2006 至 2012 的百分等級改變量，相較於 PISA2006 科學素養表現，臺灣 PISA 2012 百分等級 10 進步 9 分，百分等級 90 則退步 24 分，芬蘭則各百分等級皆退步，香港、日本、韓國則各百分等級皆進步。在 2006 及 2009 間，臺灣百分等級 75 及 90 的每年約分別退步 3 分及 4 分。雖然，臺灣 PISA 2012 的學生科學表現的個別差異較 PISA2009

及 2016 幅度小，但主要由於 2009 年後高分群(百分等級 75 以上)的學生停滯於退步的狀態。因此，高分群學生表現的提升，應當是未來提升教育公平性一個重要的議題。

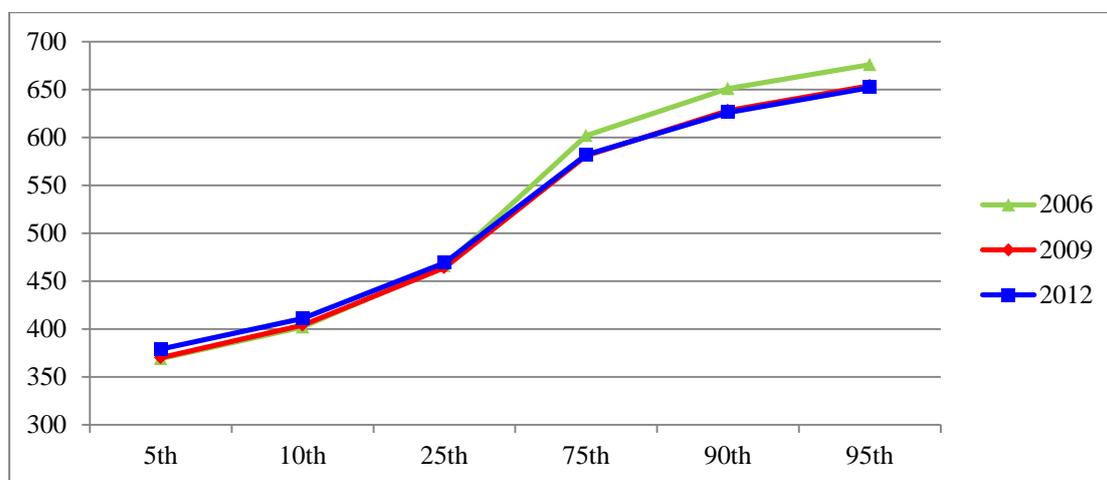


圖 13 三次調查學生科學素養百分等級折線對照

(二)、PISA 2006 至 2012 臺灣學生不同科學素養水準人數比率對照

PISA 將科學素養分成六個素養水準（參閱圖 14），比較臺灣與參照國家在 2006 與 2012 的未達基本水準(2 以下)及頂尖水準(5 及 6)的學生人數百分比可看出，相較於 PISA2006，所有比較國家中，僅有荷蘭與芬蘭未達基礎水準的人數比率增加。此外，臺灣、瑞士、荷蘭與芬蘭頂尖水準的學生人數比率則減少，其他參照國家頂尖學生人數比率則增加。

比較臺灣與參照國家男、女學生在未達水準 2 與水準 5 以上科學素養水準人數百分比，相較於 PISA 2006，2012 臺灣男學生科學表現未達水準 2 的比率增加，女學生的比率則減少；而 2012 臺灣男女學生科學表現達水準 5 以上的人數比率則同樣增加約 7%。

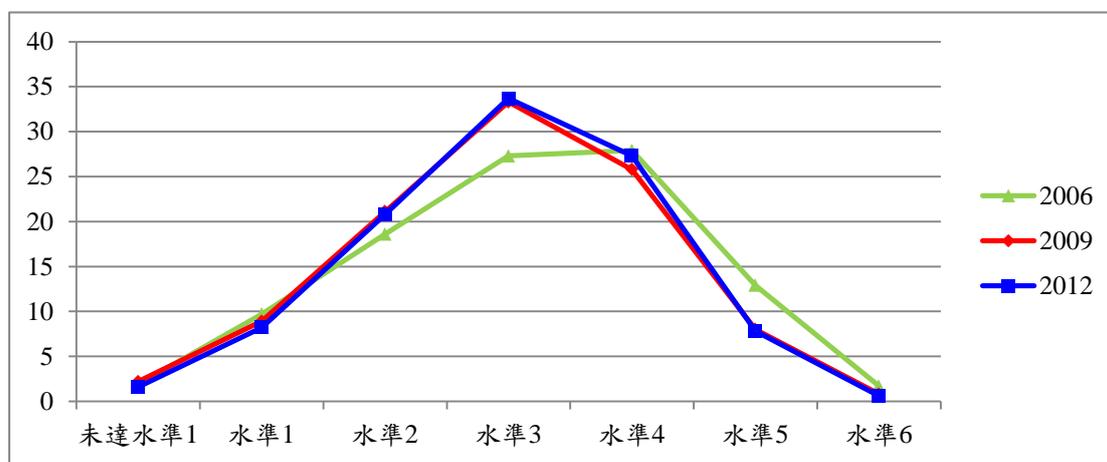


圖 14 不同科學素養水準人數比率變化

水準 最低分數	作業特徵
6 708	達到此等級的學生，可以在各種複雜的生活情境中，辨認、解釋、應用科學知識與科學本質。他們可以結合不同的訊息來源所得的證據，並加以解釋與運用以支持其決定。他們展露出精熟的科學思考與推理能力，並有能力使用科學解決陌生的科學與科技情境問題。達到此等級的學生，能運用科學知識且能提出論證，以支持其在個人、社會、全球的情境中所形成的決定與建議。
5 633	等級五的學生，能夠在許多複雜的生活情境中，辨認、解釋、應用科學知識與科學本質。並且能比較、選擇、評估適當的科學證據。達到此等級的學生，能運用既有的探究技巧、連結適當知識並對情境提出批判性觀點，同時他們也能根據證據建構其解釋，並能根據其批判性分析建構其論證。
4 559	當情境與議題中的現象是清楚而明顯時，本等級的學生可以進行有效率地處理。他們可以擷取並整合不同領域的科學及科技知識，以解釋生活情境的問題。這個層級的學生可以反思其行動，並且能運用科學知識與證據，溝通其針對情境所做的決定。
3 484	針對清楚陳述的情境，等級三的學生可以辨識出科學議題。他們可以運用事實與知識來解釋現象，並能運用簡單的模式或探究技巧。他們能直接運用不同領域的科學知識，並且直接應用在該情境的解釋；同時他們能根據事實發展出簡短的陳述，並且根據科學知識形成決定。
2 410	此等級的學生能針對其熟悉情境，提出可能的解釋。並透過簡易的研究形成結論。在科學探究結果與科技問題解決方面，他們能夠提出直接的推理與簡易的說明。
1 335	此等級的學生，只能在極少數熟悉的情境之下，運用其有限的科學知識，並且僅能根據所給的證據當中，擷取顯易的脈絡給予科學詮釋。

圖 15 不同科學素養水準的摘要描述

(三)、PISA 2006 至 2012 臺灣男女學生平均數差異分析

PISA 2012 及 2009 臺灣的男、女學生表現差異僅 1 分，較 PISA 2006 的性別差異小，男女學生在科學方面的表現差異不再是非常明顯。比較不同年級間性別的差異情形，PISA 2006、2009、2012 皆呈現十年級男生科學表現優於女生，且三次的差異幅度差不多(約為 5~6 分)。九年級的男女學生表現差異則變化較大，PISA 2006 男學生的科學素養表現優於女學生，PISA 2009 及 2012 則呈現女學生的科學素養表現優於男學生的現象，分數差距則以 PISA 2012 的 6 分最小，PISA 2009 的 13 分最大。相較於 PISA 2006，2012 臺灣、澳門、芬蘭、及荷蘭學生科學表現性別差異減少，香港、瑞士的性別差異沒有顯著改變，韓國、日本及列支敦斯登的性別差異則增加。

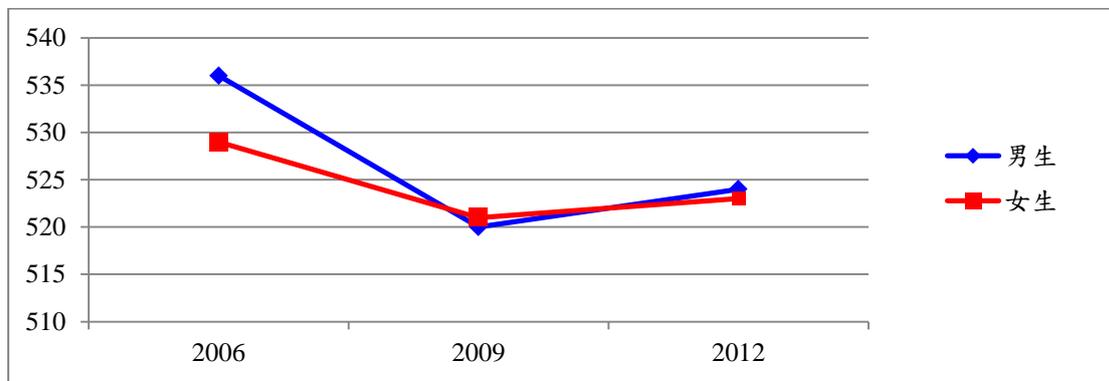


圖 16 三次調查臺灣男女學生科學素養平均數改變對照

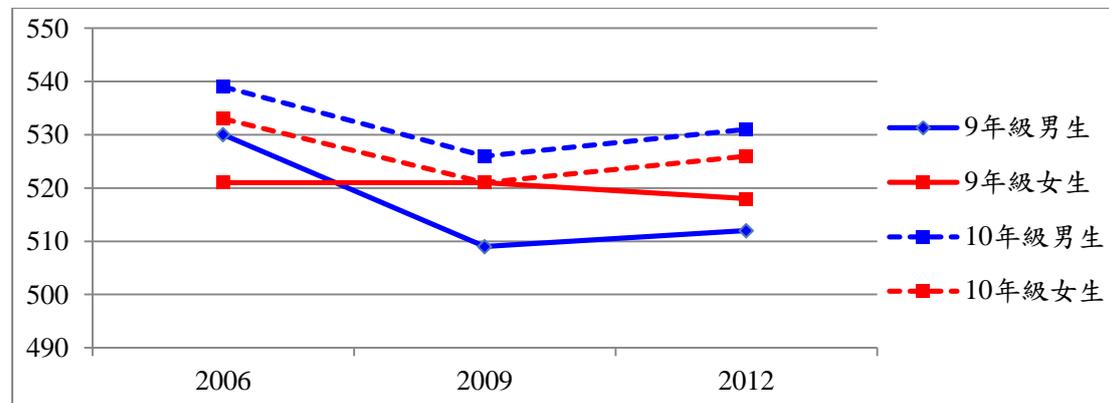


圖 17 三次調查臺灣不同年級男女學生科學素養平均數改變對照

陸、數學素養與學生的投入、習慣、策略關係探討

PISA 2012 針對學生的學校學習投入、驅力、以及身為數學學習者所抱持的信念與數學表現關聯進行相關探討。學習投入包含了學生上學遲到、曠課；驅力和動機包含了學生的是否願意堅持的毅力、對於問題解決的開放性、內外控、以及學習數學的內在動機和工具性動機；學生所抱持的數學學習信念則包含數學自我效能、數學焦慮、數學自我信念、數學行為、數學規劃、以及數學主觀規範等變項。

一、學校學習的投入

(一)、未能準時：上課遲到

學習需要投入和動機。然而學生的曠課、上課遲到或是在上課時精神不集中都會失去學習的機會。OECD 國家平均有超過三分之一的學生（35%）回報說，在兩個星期內至少有一次遲到，臺灣則有 22% 的學生提到至少有一次遲到。而社經弱勢的學生比社經優勢的學生更容易發生上學遲到，女學生則比男學生較少發生上學遲到的情況。而對應其數學表現，遲到次數越多者，其數學表現越低，臺灣上學遲到與不遲到的學生表現成績相差在 47 分左右。百分等級 10 學生之間的差異約為 60 分，比百分等級 90 學生的 30 分差異還大很多。

(二)、缺席：幾節課或全日曠課

經常曠課代表錯過學習機會，也表現出缺乏興趣，同時也對同學造成了不良的後果，因為它會產生一種破壞性的學習環境。臺灣有 9% 的學生至少曠課過一次，以及有 4% 的學生在 PISA 測驗前兩週內全日曠課至少一次。和上學遲到同樣呈現社經弱勢以及男學生的比率相對較多。臺灣曠課與沒有曠課的學生表現成績相差在 93 分左右，相對於 OECD 國家平均的 39 分差異，這個差異幅度甚鉅。百分等級 10 學生曠課與沒有曠課之間的差異約為 83 分，而百分等級 90 學生約有 63 分的差異。

二、學生的驅力與動機

(一)、毅力(Perseverance)和數學素養的關聯

臺灣有 59.3% 的學生認為當遭遇問題時，他們不會輕易放棄；超過一半(55%) 的學生認為碰到困難的作業，他們會拖延；整體而言，臺灣學生的毅力指標平均與 OECD 國家平均略低。社經優勢學生比社經弱勢學生有較高的毅力。

臺灣學生毅力指標每改變一單位所造成的數學成績差異為 32 分左右。對臺灣而言，學生數學成績有 6% 的變異可透過毅力指標所解釋，略高於 OECD 國家平均(5.6%)，在參照國家中，芬蘭有超過 10% 的學生成績變異可被毅力水準所解釋，韓國次之(7.2%)，日本(5.4%)則略低於臺灣，而其他參照國家或經濟體均低於 5% 的解釋力。

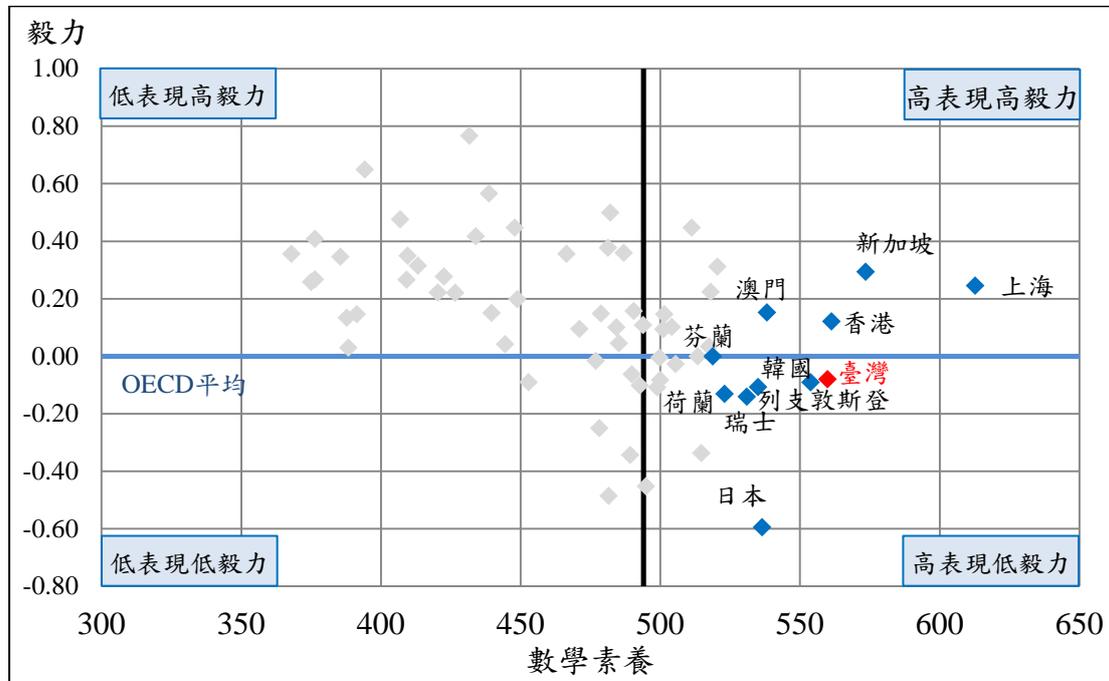


圖 18 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與毅力指標平均對照

(二)、問題解決開放性(Openness to problem solving)和數學素養的關聯

學生需要有意願投入問題，並且要在面對挑戰時具有開放的態度，以便能解決複雜的問題和情境。和其他學科相同，數學的精熟需要同時具備內容知識以及對學習新事物投入心力。PISA 以下列問題來評量學生的解題開放性：「我可以處理許多的資訊」、「我可以很快理解事情」、「我尋求事情的解釋」、「我可以輕易地將各種事實連結起來」以及「我喜歡解決複雜的問題」。臺灣有 54.1% 的學生認為他們會尋求事情的解釋；39.2% 的學生則認為他們可以輕易地將各種事實連結起來，而只有四分之一(25.7%)的學生喜歡解決複雜的問題。整體而言，臺灣學生的問題解決開放性指標平均與 OECD 國家平均低 0.33 個標準差。男學生的解題開放性指標顯著高於女學生，且社經優勢的學生也明顯高於社經弱勢學生。

就臺灣而言，解題開放性指標每提高一單位的改變所學生的數學成績就會提升約 34 分的幅度。臺灣學生的數學成績將近 9% 的變異可透過解題開放性指標所解釋。而這個變異的解釋量略低於 OECD 國家平均(11.5%)，在參照國家中，芬蘭有超過 20% 的學生成績變異可被學生的解題開放性所解釋，韓國次之(17.1%)，

日本(9.2%)則略高於臺灣，而上海、香港、澳門、列支敦斯登、瑞士等情況和臺灣差不多，但解釋力略低於臺灣。新加坡、荷蘭則不到 5%。

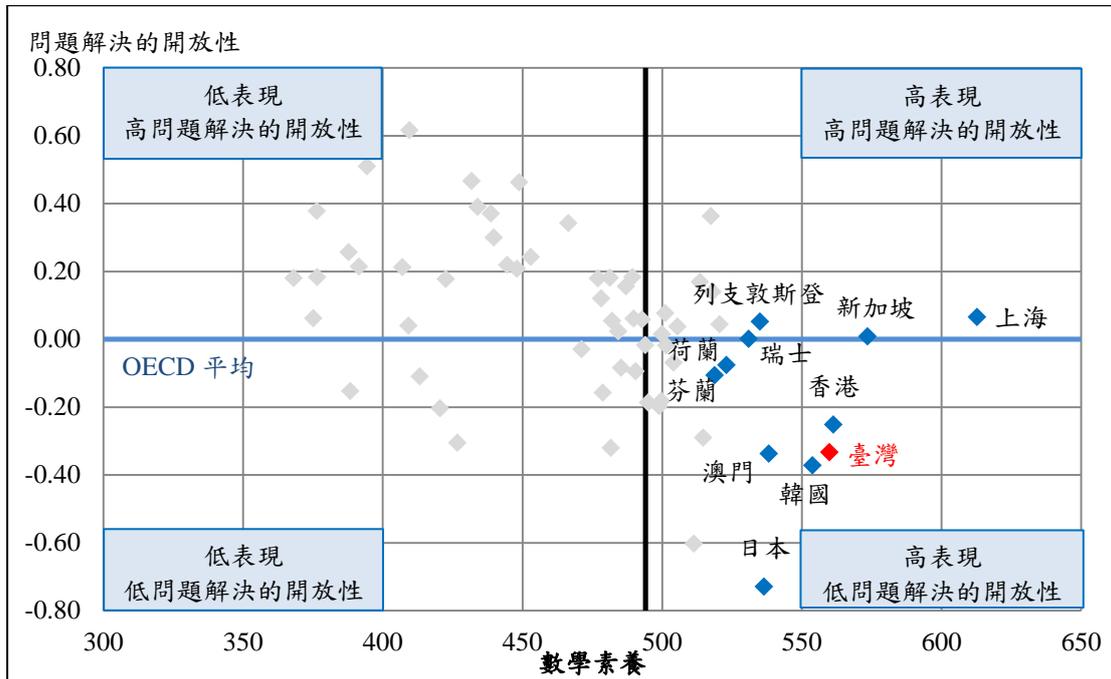


圖 19 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與解題開放性指標平均對照

(三)、內外控(Locus of control)和數學素養的關聯

1、數學失敗的自我責任

PISA 2012 要求學生想像最近小考表現不佳，試圖找出原因；對數學解題失敗的歸因指標建立在學生對這些假想情境的反應，以反映學生對於數學解題失敗所感受到的自我責任。在這項指標數值較高的學生往往會將數學解題失敗的責任歸咎於自己本身，而數值較低的學生則比較會把失敗的責任歸咎於其他人或其它因素。

整體而言，臺灣學生相對於 OECD 國家平均有較低的自我責任感。數學失敗的自我責任對於數學成就變異的解釋力，臺灣有 12% 左右，其他參照國家以及 OECD 國家平均的解釋力僅有 0~5% 左右。臺灣學生對於數學失敗的自我責任每改變一個單位，成績的差異幅度達 31 分。

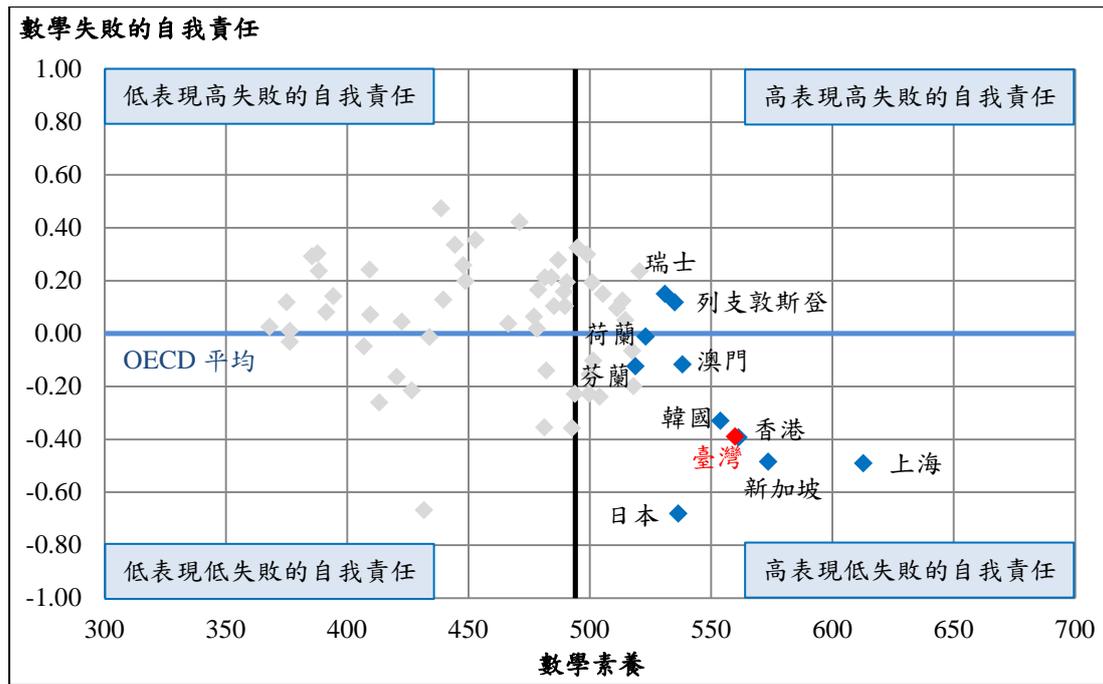


圖 20 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與數學失敗自我責任指標平均對照

2、數學成功的控制感

PISA 透過「如果投入足夠的努力，我就能成功學好數學」等五個問題來評量學生對於數學表現成功所感受到的控制感。臺灣學生平均對於數學成功的控制感每改變一個單位，成績的差異幅度則高達 58 分，略低於韓國(59 分)。

3、學校成功的控制感

類似於數學成功的控制感，PISA 進一步將成功的控制感延伸至學校，透過「如果投入足夠的努力，就能在學校表現突出」等問題來評量學生對於學校表現成功所感受到的控制感。臺灣學生平均對於學校成功的控制感每改變一個單位，數學成績的差異幅度則高達 28 分，學校成功的控制感和數學成績表現的關聯明顯不如數學成功的控制感和數學成績的關聯(58 分)。

(四)、數學學習動機(Motivation to learn mathematics)和數學素養的關聯

1、數學學習的內在動機

內在動機是指純粹由活動本身所獲得的快樂而從事該活動的驅力。整體而言，臺灣學生的內在動機指標平均略高於 OECD 國家平均。臺灣及參照國家均呈現出男學生的數學學習內在動機高於女學生。社經優勢的學生也比社經弱勢學生具有較高的內在動機。數學學習內在動機對於臺灣學生數學表現變異的解釋力達 11.3%，就 OECD 國家平均而言，學生學習數學內在動機可以解釋 5% 的數學表現變異，臺灣與參照國家當中有 4 個國家或經濟體有超過 10% 的解釋力，分別為

韓國(17%)、芬蘭(11.5)、臺灣(11.3%)以及日本(10.6%)。

OECD 國家平均，學習數學內在動機指標每一個單位的改變所造成的數學成績差異達 19 分。臺灣學生平均對於數學學習內在動機每改變一個單位，成績的差異幅度則高達 40 分，略低於韓國(41 分)。

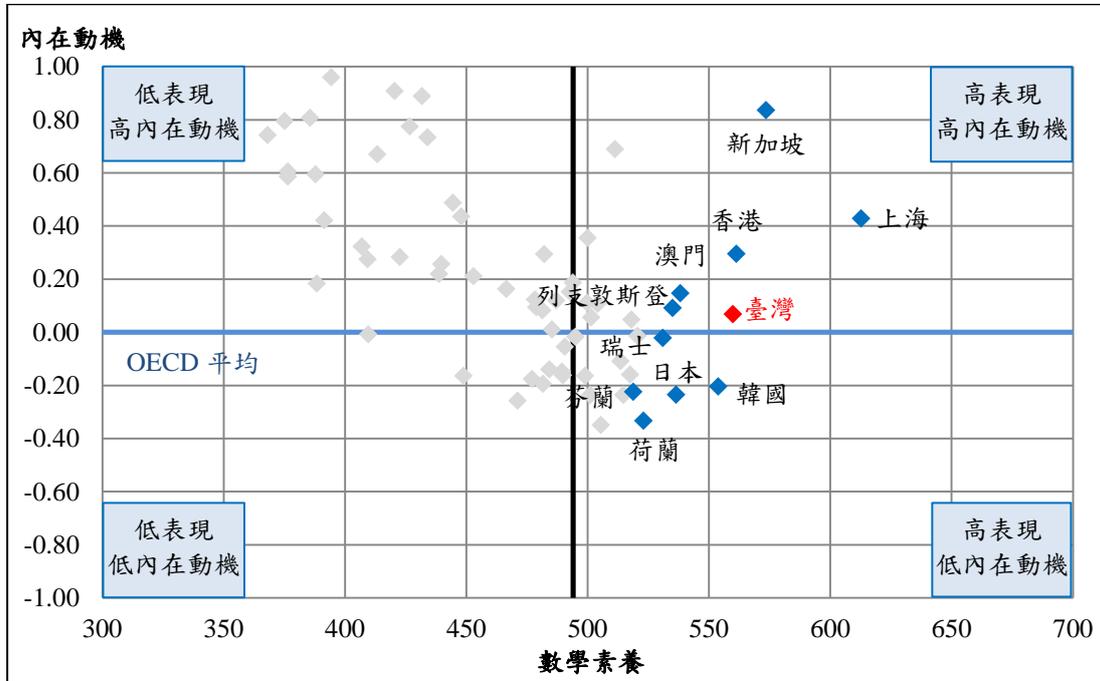


圖 21 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與內在動機指標平均對照

2、數學學習的工具性動機

數學學習的工具性動機是指學習數學的驅力來自於學生認為數學對他們以及未來的學業和職業有所幫助。整體而言，臺灣學生的工具性動機略低於 OECD 國家平均，男學生傾向比女生數學的工具性價值有較高的認同度。社經優勢的學生也比社經弱勢學生具有較高的工具性動機。就 OECD 國家平均而言，學生學習數學工具性動機可以解釋 4% 的數學表現變異，臺灣與參照國家當中有 4 個國家或經濟體有超過或接近 10% 的解釋力，分別為韓國(18%)、芬蘭(10%)、日本(9.7%)以及臺灣(9.5%)。就臺灣而言，學習數學工具性動機指標每一個單位的改變所造成的數學成績差異達 39.2 分。

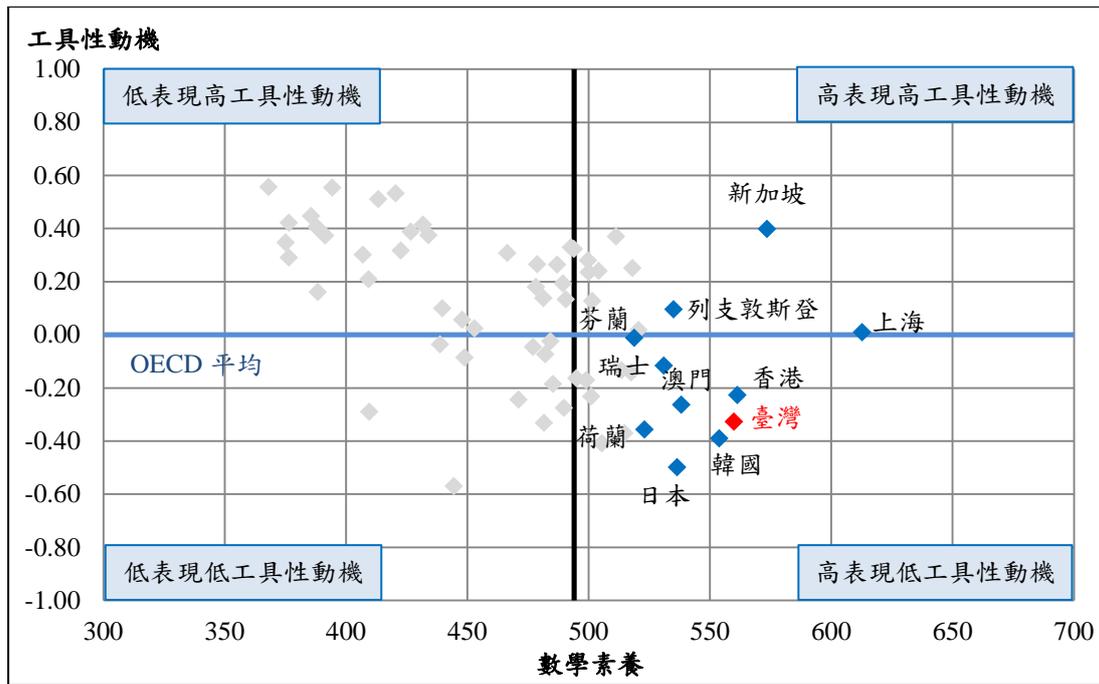


圖 22 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與工具性動機指標平均對照

三、數學自我信念及數學相關活動參與

學生如何思考和看待自己的方式會塑造他們自身的行為，尤其是當面臨困難的情況下，成功的教育系統可以讓學生具備影響自己生活的能力。

(一)、數學自我效能(Mathematics self-efficacy)

PISA 2012 要求學生報告他們在做純數學或應用數學作業時，有多少信心可以解題。整體而言，臺灣學生的數學自我效能略高於 OECD 國家平均。

以臺灣而言，數學自我效能和數學表現呈現正相關，平均學生每改變一個單位的數學自我效能，其數學素養就有 64 分的差異。數學自我效能對於臺灣學生數學表現變異的解釋力高達 43.5%，就 OECD 國家平均而言，學生學習數學自我效能可以解釋 28% 的數學表現變異，而其他參照國家或經濟體除了荷蘭和澳門以外，其餘國家均超過 30% 的解釋力。

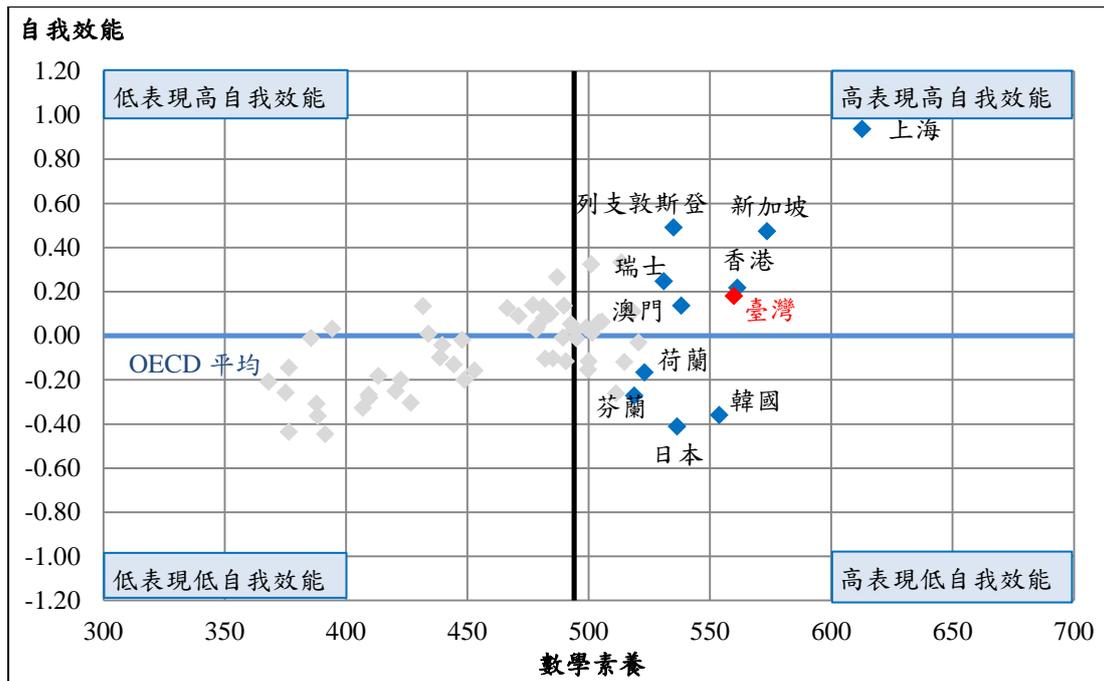


圖 23 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與自效能指標平均對照

(二)、數學自我概念(Mathematics self-concept)

學生的數學自我概念，或是對於自己能力的信念，是一種重要的教育成果，其和成功學習有強烈的關聯。臺灣學生的自我概念相對於 OECD 國家平均較低，低落幅度接近半個標準差(-.45)，在參照國家當中僅有日本(-.52)低於臺灣，但自我效能相對於 OECD 國家平均而言略高(.18)，也就是說，臺灣的學生對於解決特定數學任務的信心高於國際平均水準，但對於他們自己的數學能力信念相對較為低落。臺灣及參照國家均呈現出男學生的數學自我概念高於女學生。社經優勢的學生也比社經弱勢學生具有較高的自我概念。

臺灣學生平均每改變一個單位的數學自我概念，其數學素養就有 53 分的差異，數學自我概念對於臺灣學生數學表現變異的解釋力達 22%，對芬蘭和韓國學生而言，則分別高達 33% 及 23% 的解釋力，而就 OECD 國家平均而言，學生學習數學自我概念可以解釋 17% 的數學表現變異，而其他參照國家除了日本(7.6%)、瑞士(9.2%)以及荷蘭(4.4%)。以外，其餘國家的數學自我概念對於學生數學表現變異的解釋力大約在 10% 左右。

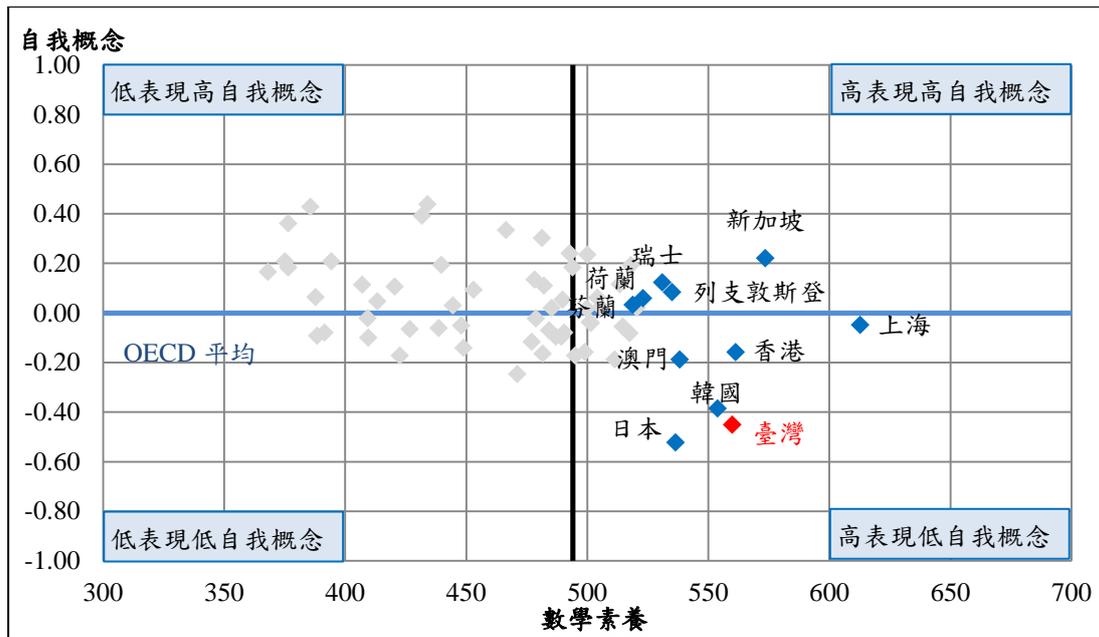


圖 24 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與自我概念指標平均對照

(三)、數學焦慮(Mathematics anxiety)

許多學生會擔心他們的在校表現，在他們必須參加考試時感到焦慮，其中，又以數學感到焦慮比率最大，數學表現不佳往往與高數學焦慮有關。在臺灣與參照國家中，可以看出東亞國家的學生普遍有較高比率的學生感到數學焦慮。

臺灣學生平均每改變一個單位的數學焦慮，其數學素養就有 35 分的差異，OECD 國家中，學生數學素養變異可由數學焦慮解釋 14% 的比率，臺灣則為 8%，韓國、日本和荷蘭則解釋力不到 5%。

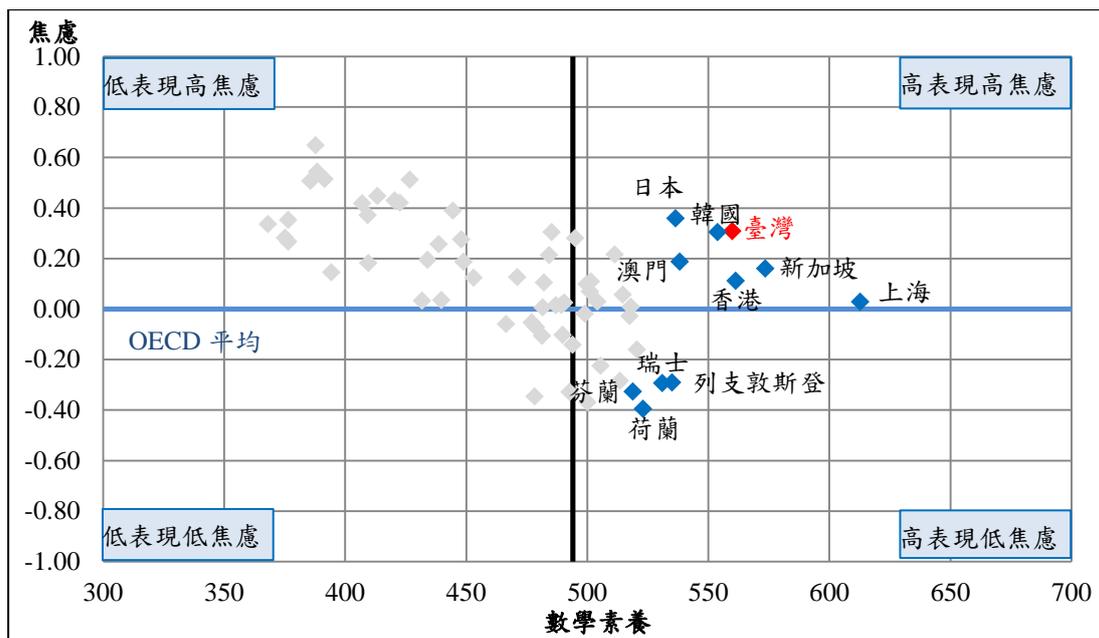


圖 25 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與焦慮指標平均對照

(四)、數學活動的參與、數學規劃和規範(Participation in mathematics activities, mathematics intentions and norms)

1、數學活動的參與

PISA 2012 要求學生報告他們有多常參與校內與校外的數學相關活動，以此為數學行為的指標，整體而言，學生很少參與學校要求以外的相關數學活動，例如，在臺灣和參照國家，經常參加數學社團的學生的比率均相當低，幾乎不到4%。但相對於 OECD 國家平均，臺灣學生的數學活動參與行為指標略高一些。

臺灣男、女學生多項數學活動的參與人數比率達顯著差異，呈現男學生較女學生熱衷；臺灣社經優勢學生均比社經弱勢學生有較高的參與比率。以數學行為指標來解釋臺灣學生數學表現變異的解釋力為 19%，略低於韓國的 20%，臺灣學生平均每改變一單位的數學行為指標，則會產生 52 分的數學差異。

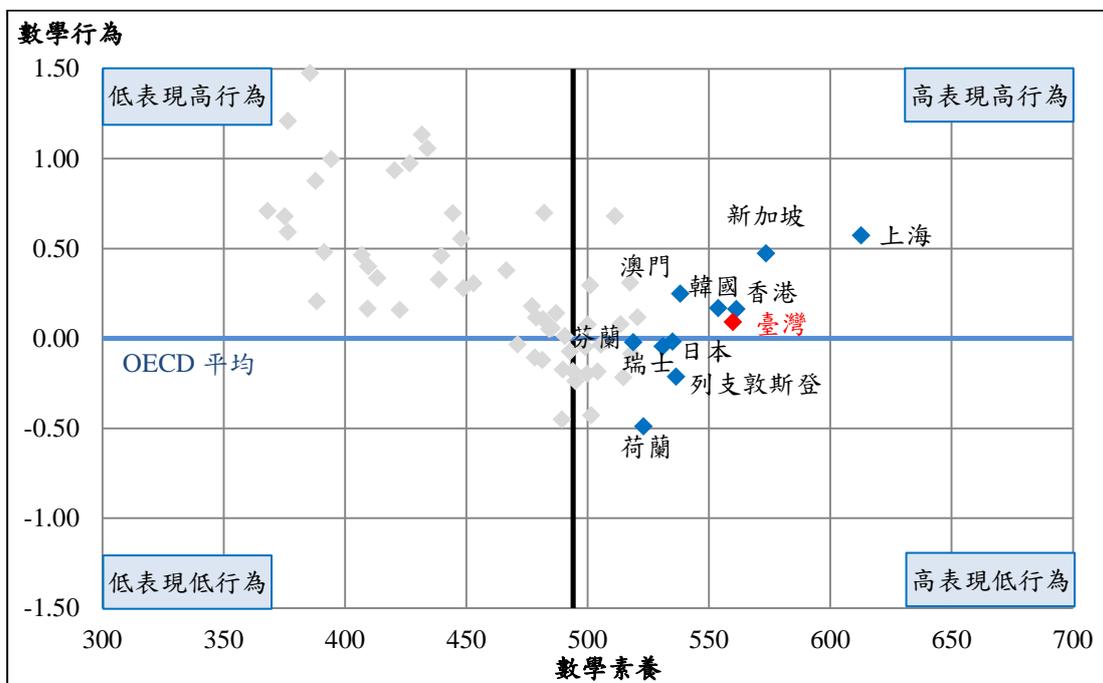


圖 26 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與數學行為指標平均對照

2、數學規劃

PISA 2012 也讓學生報告他們在升學及就業運用數學的規劃。學生針對額外的課程、主修、學習、課程時間、職業五組配對的陳述中選擇出最能描述他們對於未來生活的規劃和願望。臺灣學生的數學規劃指標(-.18)略低於 OECD 國家平均，顯示臺灣學生在以數學作為升學或者就業的比率相對於 OECD 低，其中男學生的平均指標為-0.21，女生則為-0.15，女學生的數學規劃比男學生略高一些，但未達顯著水準。以數學規劃指標來解釋臺灣學生數學表現變異的解釋力為 10%，均大於其他參照國家，臺灣學生平均每改變一單位的數學規劃指標，則會產生 35 分的數學差異。

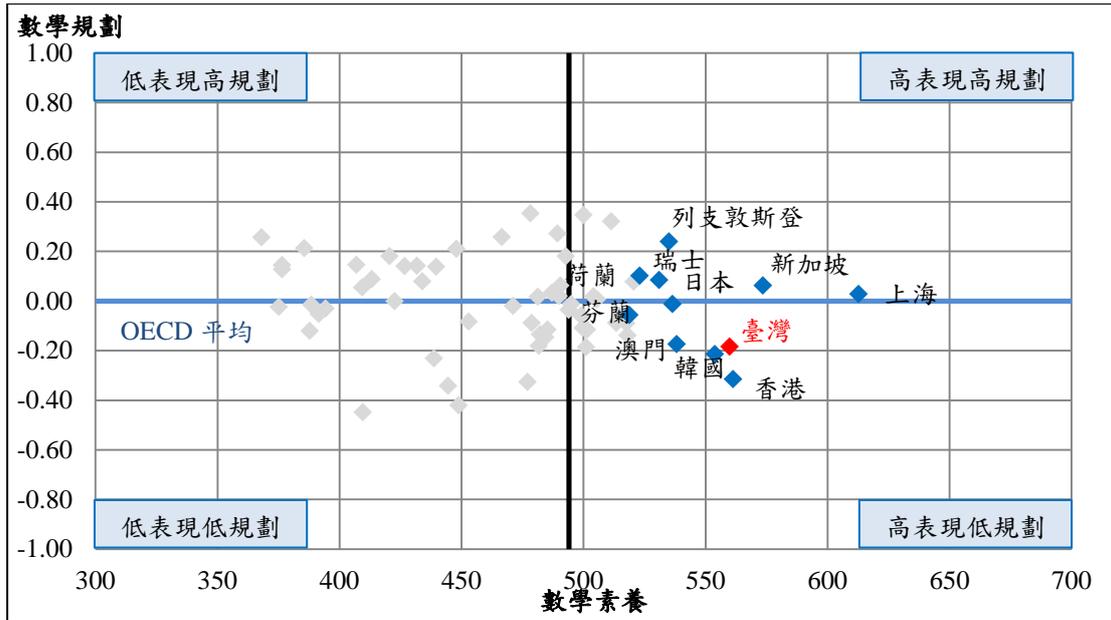


圖 27 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與數學規劃指標平均對照

3、數學主觀規範

PISA 2012 調查中也要求學生針對他們很重要的人，例如父母和朋友，看待數學的方式。參照國家中，新加坡相對有較比率的學生同意朋友及父母相對比較重視數學，而日本則是比率最低。臺灣的數學主觀規範略低於 OECD 國家平均，臺灣與所有參照國家男學生的數學主觀規範高於女學生，除了列支敦斯登以外，其他各國的性別差異均達統計顯著水準。而以數學主觀規範解釋學生數學表現的變異，則可看出對韓國的解釋力最高(9.8%)，其次是日本(4.9%)，臺灣及列支敦斯登則均為 2.3%，新加坡和上海的解釋力為 0.2%，澳門則不具解釋力。

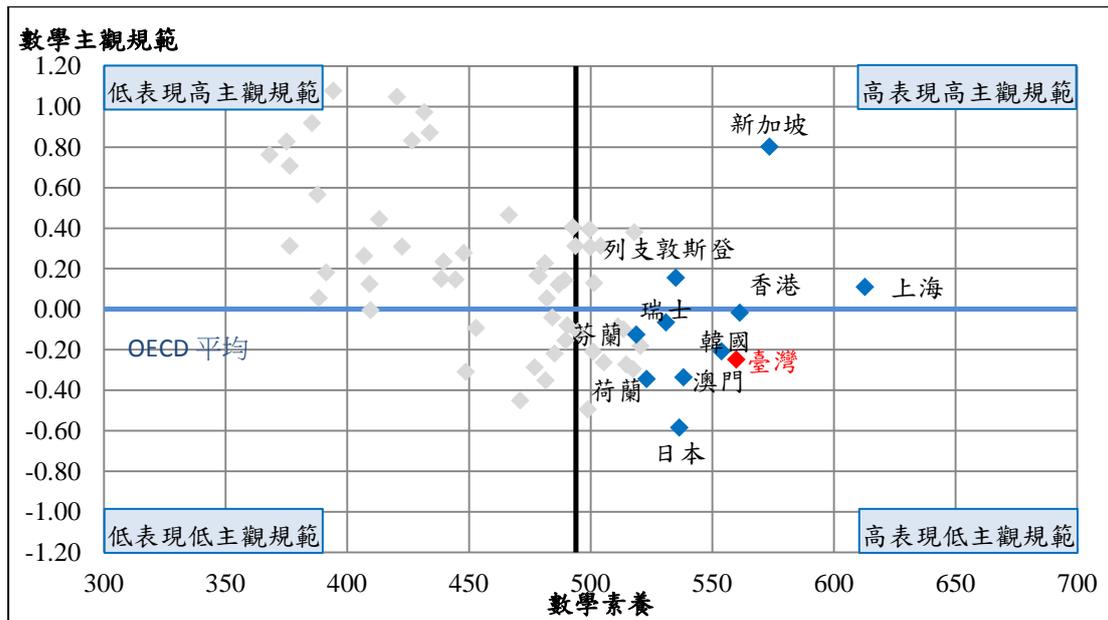


圖 28 臺灣與參照國家的學生數學素養表現平均與數學主觀規範指標平均對照

柒、數學素養與學校因素

學習環境的組織與教育的成果有關，一國的教育系統管理階層在資源、政策與措施上的決定，會影響其轄區內學校在教育上的決定，進而間接影響到學生在教室內的學習。

PISA 定義的成功學校系統，是指學生表現高於 OECD 的數學平均(494 分)，而社經背景不均等的現象低於 OECD 的平均水準。即不論學生的社經背景，成功的學校系統能提供同等充分的學習機會。學生表現佳且學習成效較均等的學校系統，往往需要教師和學校在教導學生時能採用因材施教的方式以接納多元化的學生族群。相對的，認為學生有不同生涯規劃、對學生有不同的期望而採用分流方式將學生分發至不同學校、班級就讀的學校系統，學生的表現比較不一致，而且無法改善學校的整體表現。

PISA 所定關注的學校組織因素為：「學生的篩選與分組」、「學校管理」、「評量與績效責任」、「教育資源」及「學習環境」。「學生的篩選與分組」包含垂直差異、學校階層水平差異、教育系統水平差異；「學校管理」包含學校自治與選擇學校；「評量與績效責任」包含評量的措施與目的、評量的績效責任；「教育資源」則包含人力、材料、及財務等資源，以及投入教學與學習的時間等。其中，垂直差異乃根據各校入學年齡、重讀比率（包含因留級及輟學而重讀）及 15 歲學生就讀年級或所屬教育階層而定義並分成低差異與高差異，學校階層水平差異依轉學及能力分組政策，將學校分成低水平與高水平差異兩類，而教育系統水平差異則依 15 歲學生可選擇學制數量與首次被分流的年齡，分成低水平與高水平差異。以下分別就各學校因素，摘要說明與部分顯著變項與學生數學表現之關係。

一、學生的篩選與分組與數學素養的關係

因垂直差異而造成學生分流的變項中，學校學生的重讀率是一個解釋學生數學表現差異的重要變項。在社經地位對學生數學表現影響的變異中，臺灣約有 18% 可以被重讀率解釋，略高於 OECD 的 15%。臺灣學生重讀率為 0.8%，僅高於日本，與參照國家中的芬蘭、韓國一樣皆屬於重讀率較低（低於 5%）的國家。相對的，澳門、荷蘭、瑞士、列支敦斯登與香港的重讀率則相對偏高（高於 15%），尤其澳門有高達約 41.24% 的學生重讀。

PISA 的分析結果指出，重讀率與教育系統的學習成效呈負相關。換句話說，高重讀率的學校系統學生的表現會比較差。在其他學校因素不變的情況下，臺灣學生重讀率每增加 1%，學校學生的平均數學表現降低約 9 分（OECD 平均約為 1.3）；即使在考量社經地位背景之後，平均表現仍然降低 7 分（OECD 平均約為 0.9）。此外，高重讀率不但與學生平均表現呈負相關，與學生社經地位對其

本身表現的影響也是如此。若學校系統以重讀的方式垂直區分學生，社經背景和學習成效會出現強烈的關係，即使納入國民所得考量，結果也是如此。在 61 個國家中，有 35 個參與國家，當學生數學表現相當，若其社經地位愈低，愈可能重讀。

而因水平差異而造成學生分流的變項中，學校將問題學生轉學的比例是一個重要的變項。學校採用問題學生轉學政策是降低異質學習環境的方法之一，然而，接收其問題學生的學校裏，同類型的學生人數必會增多，而轉學生也會失去向高成就學生學習與使用良好學習環境的機會。此外，轉學生可能會被學校視為問題學生，此結果會影響學生學習的動機和態度。對照臺灣與參照國家學校水平差異，臺灣、韓國、澳門、列支敦斯登學生就讀採用「問題學生轉學政策」學校的比率，分別為 21.0%、15.9%、35.0%、及 38.3%，皆高於 OECD 平均 9.9%。

學校階層的水平差異和學生表現呈現負相關，即學校因學生學業成就差、行為問題或特殊學習需求而將學生轉出至其他學校就讀的頻率愈高，PISA 的學校系統表現愈差。而因水平差異而造成學生分流的變項中，學校將問題學生轉學的比例是一個重要的變項。換句話說，校內轉學政策的正向效應會被校際間不均等的負向效應抵銷。

二、學校管理與數學素養

PISA 跨國分析的結果建議，學校對課程制訂自主權的普及與學校系統的表現之間有正相關，即使納入國民所得考量，情況也是相同。付予學校在決定學生評量政策、課程開設、課程內容以及教科書選擇這些方面更多自主權的學校系統在數學表現上具有較高的水準。相反的，付予學校在資源配置上更大的責任似乎與學校系統的學生整體表現無關。

高達 37 個參與國家，就讀私立學校的學生比就讀公立學校的學生來自較有利的社經背景。在臺灣，公立學校學生的社經地位反而比私立學校學生的社經地位較為有利。在大部分參與國家中，就讀私立學校的學生大部分來自高社經背景，因此私立學校和表現二者之間的關係部分是源自學生和學校社經背景的特徵，而不是私立學校的內在優勢所造成的。在納入學生和學校社經背景的考量後，日本、香港、臺灣就讀公立學校學生較私立學校學生的數學表現佳，但芬蘭、瑞士、韓國則仍然是私立學校學生的數學表現較佳。

三、評量、績效責任與數學素養

PISA 認為教育系統中，有關於「評量與績效責任」的組織特徵有二個要素：評量的措施與目的、評量的績效責任。在學校系統裡，為了績效責任而使用評量資料與學校系統的表現之間量測不到明顯的相關，而且檢視各國在此方面的關係

時，也未發現有明顯的趨勢。此結果可能是因為各國在使用評量資料的政策差異所造成的。然而，學校公開公佈學生成就資料與學校的表現之間稍微有一些關連。校長於問卷中指出該校會公開公佈學生成就資料的學校其校內學生的表現會比未公佈學生成就資料的學校佳，臺灣有此現象。然而，在大部分國家裡，這些會公開公佈學生成就資料的學校都具有高社經背景。在納入社經背景考量後，此表現優勢僅出現在臺灣、香港。

四、教育資源與數學素養

在教育系統階層與嵌套於國民所得階層的 PISA 分析結果顯示，與學生表現有關的重要教育資源變項是相對於國民所得的教師薪資。如果教育經費開支相似，因為教師薪資和班級規模之間存在關連，所以學校系統必須在縮減班級規模和提高教師薪資之間作取捨。從 PISA 的分析結果發現，教師薪資和整體表現之間有相關，因此選擇投資在提高教師薪資學校系統的學生表現有高於平均水準的現象。此外，在許多學校系統中，教育資源分配並不均等，OECD 國家的平均資料顯示，與高社經地位學校相比，學生社經地位較不利的學校，班級規模較小，教師員額也較不足，教學設備也明顯較差。

在教育人力資源中，教師短缺是一重要變項，教師短缺表示教師的教學及行政工作超過負荷，教師的教學無法符合學生的需求，或者教師經常被指派去教他們專業以外的課程，這些都會阻礙學生的學習機會。PISA 2012 的資料分析結果顯示，臺灣的教師短缺可解釋學生表現變異的百分比分別為 6.4%，高於 OECD 的可解釋百分比 1.6。而教師短缺指標與數學表現呈現負的關聯，換言之，若學校校長自陳教師短缺影響程度大，則學生數學表現較差。臺灣的教師短缺指標每增加一單位，學生的數學表現顯著的減少量為 26.1 分；即使在考量社經地位指標、學生背景變項及其他相關變項下，臺灣學校教師短缺指標每增加一單位，學生的數學表現的減少量依然有為 4.8 分。

五、學校學習環境與數學素養

分析結果指出，學生願意學習、良好師生關係、以及教師會積極激勵學生等等這些學習風氣特徵的學校和國家，學生的表現往往會較佳。在納入社經背景與 PISA 測量的各項有學習環境的因素考量後，學生表現與師生關係、紀律風氣及影響學校風氣之教師相關因素這三項因素之間呈正相關。

學校學習環境的因素中，學生相關因素是一重要變項，如『學生逃學』、『學生翹課』、『學生上課遲到』、『學生不尊重教師』等學生相關因素，皆會影響學校學習風氣，這些元素形成一個指標，正的指標值代表校長認為這些學生相關行為阻礙學習的程度較小，負的指標值代表學校校長認為這些學生相關行為阻礙學習

的程度較大。PISA 2012 的臺灣資料分析結果顯示，學生相關因素可解釋學生表現變異的百分比分別為 3.8%，略低於 OECD 的 5.1%。學生相關因素指標與數學表現呈現顯著的正關聯，在臺灣，學生相關因素指標每增加一單位，學生的數學表現顯著的改變量為 18.5 分，OECD 平均則為 20.8 分。

捌、臺灣學生的學習機會均等

一、臺灣學生數學素養的均等狀況

落後學生所佔的比率可視為學習成就落差的一項重要資訊，這項資訊代表尚未獲得核心知能的學生比率，而這些核心知能是促使學生在未來教育及日後生活學習能有所進展的根本要素。在 PISA 2012，落後學生所佔的比率可以數學素養未達基準線水準 2 的學生比率來代表。OECD 國家平均落後學生的比率為 23.0%，而上海為 3.7%、韓國 9.1%、芬蘭 12.2%、香港 8.2%、新加坡 8.3%、日本 11.1%、瑞士 12.5%、臺灣 12.8%。這些國家（經濟體）落後比率皆較 OECD 平均低，顯示基本上這些國家學生的學習表現均比 OECD 來得好。在亞洲地區中臺灣落後比率較高，而上海則是最低。較大的學習成就落差或較大的落後學生比率，均可視為學校系統未能提供學生平等且充分知能的警訊。據此，臺灣的落後學生所佔的比率雖低於上海、香港、新加坡及日本等，但高於 OECD 國家平均甚多。因此雖然這個部分值得關注，仍在不錯的範圍中。

社經地位的弱勢學生如果在 PISA 中表現優異，他們可被視為具強韌性。PISA 定義社經地位在底層 25% 而數學表現在最高 25% 的學生為具強韌性的（resilient）學生（在社經地位被納入解釋之後），因為他們設法克服了困難的社經環境且在學校成功。就所有 OECD 國家來說，強韌性的學生佔全體學生母群中的 6.5%；在臺灣、新加坡、韓國、芬蘭、瑞士、日本、加拿大、香港、澳門及上海強韌性學生的比率均高於 OECD 國家平均，其比率依序為 12.4%、15.1%、12.8%、8.2%、10.0%、11.3%、8.4%、18.2%、16.9% 和 19.2%，由此可知在亞洲地區上海的比率最高，其次為香港，而臺灣也還算是不錯。

二、社經陡坡：PISA 討論均等的方法

PISA 社經陡坡指的是 PISA 的社經、文化地位指標（PISA index of social, cultural and economic status, ESCS）與學生表現間的關係，是分析教育機會分配的方法之一，典型的社經陡坡圖如圖 29 所示。從學校政策的角度來看，這項關係可呈現不同社經背景學生受教機會分配均等的程度。PISA 調查顯示，學生若來自較有利的社經背景，通常會有較好的表現。

圖 29 中的每一個點代表一個由 OECD 國家中隨機抽出的學生，在這個圖中包含有 10% 的 OECD 國家學生。橫軸是學生的社經地位（PISA 的 ESCS 指標所測量的），而縱軸是學生的數學分數。圖中的粗線代表學生的數學表現與社經地位之間的關係，也就是所熟知的社經陡坡。社經陡坡描繪給定了社經背景之學生的一般表現，也就是社經背景與學生表現之間的關係；由國際比較的觀點來看，

其中有五個特性是值得注意的，分別是社經陡坡的強度 (strength)、社經陡坡線的斜率 (slope)、高度 (height)、長度 (length) 以及線性程度 (linearity of the gradient line) 或曲線性指標 (index of curvilinearity)。

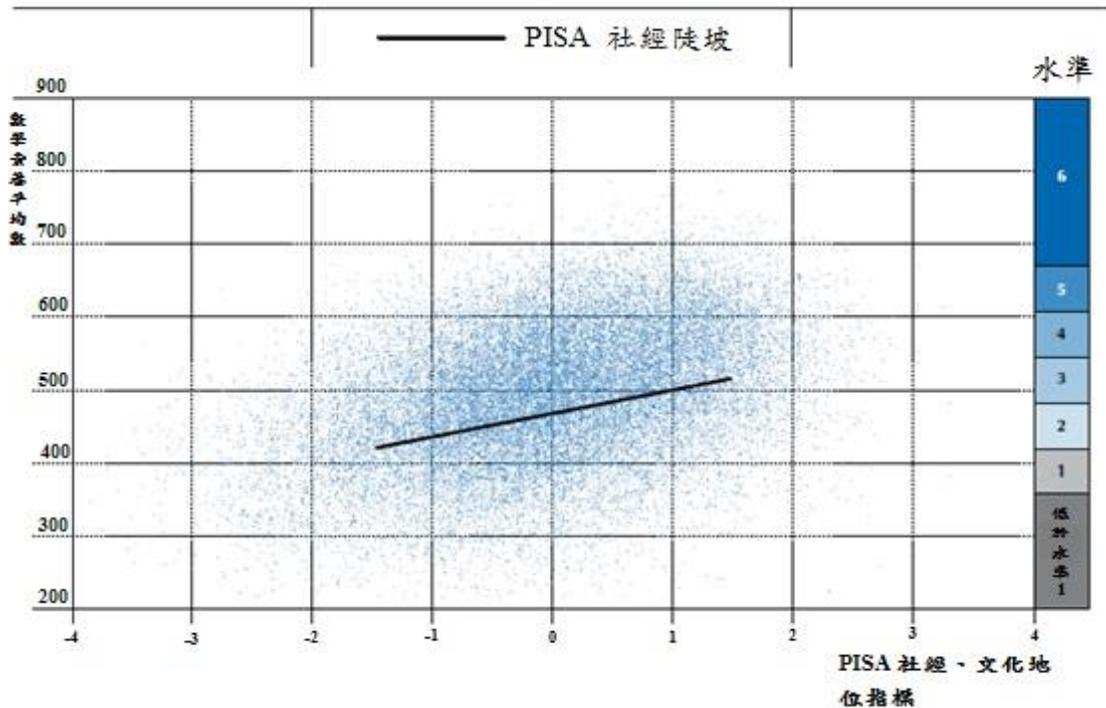


圖 29 典型的 PISA 社經陡坡圖

社經陡坡強度為學生數學表現與社經背景間的關聯強度，是根據學生表現的變異被社經背景所解釋的比率而定，強度高表示大部分的表現變異與社經背景有關，強度低則表示學生之間表現的變異基本上未受到社經背景的影響。在 OECD 國家當中，平均有 14.6% 的數學表現變異與 PISA 社經文化地位指標有關。臺灣、上海與德國社經陡坡的強度高於 OECD 平均，新加坡稍低於 OECD 國家，而芬蘭、韓國、日本、香港社經陡坡的強度均低於 OECD 平均。在亞洲地區中，臺灣 (17.9%) 的社經陡坡強度最高，上海 (15.1%) 次之，香港 (7.5%) 最低。

社經陡坡斜率指的是數學表現因社經背景所導致的不均等程度，此斜率顯示隨著社經背景一個單位的改變，伴隨學生表現改變的大小。愈陡峭的斜率表示社經文化地位對學生表現有較大的關聯，亦即社經背景不同的學生傾向於有不一樣的成就表現，也就是 PISA 所謂的愈不均等。斜率較平緩則表示效應較小，亦即較均等。在 OECD 國家中，平均斜率為 39 分，表示 OECD 國家的學生，每提高一個單位的社經文化指標，其數學表現就會高出 39 分。在前一段所提及國家的陡坡斜率大都比 OECD 國家高，其中最高的是臺灣 (58)，上海、新加坡、韓國與日本的陡坡斜率相近 (41 至 44)，香港 (27) 則是最低。如果社經坡度的斜率較陡、強度又較強，意味著該國學生數學的表現與社經背景有較強的關聯，因此

該國家所面臨的挑戰就會比較大；因為這樣的組合意味著，學生學習機會均等的達成，可能需要政府多的努力。

社經陡坡曲線性指標測量社經背景與表現間的關係在不同層次的社經背景恆常不變的程度，這個指標代表當 ESCS 平方的值改變一個單位時，數學分數的改變情形；因此如果這個指標的絕對值愈接近於 0，代表社經地位與數學表現之間的關係是愈接近線性的。這一個指標在 PISA 2009 中，是以陡坡線的直線性這個詞來表示的，但是二者所欲傳達的意義相同。若指標為正值，表示在社經陡坡在社經背景較高的地方變得陡峭。亦即，相同社經背景的差距量，對社經背景較高的學生而言，其數學表現之差異會大於社經背景較低學生之數學表現差異的量。若指標為負值，表示對較高社經背景的學生來說，其數學表現之差異的量低於低社經背景的學生，因此社經陡坡有變得比較平坦的現象；而對低社經背景的學生來說，相同社經背景的差距，會有較大的數學成就差異之情形。

上海 (-3.9)、日本 (-2.6)、瑞士 (-1.5) 和臺灣 (-0.5) 的社經坡度在低社經背景時較陡峭，到了高社經背景則漸趨水平，這表示超過一定水準以上，社經背景對學生表現的效應就會逐漸減少。韓國 (6.6)、新加坡 (1.7)、芬蘭 (1.6) 和香港 (0.9) 等此指標的值皆為正的，表示社經坡度在低社經背景時的斜率較為平緩，隨著社經背景上升而漸趨陡峭，因而社經優勢學生的表現將比線性預測的表現還要來得高，而社經弱勢的學生之間，表現差異的量就會比線性預測的表現差異還要來得小。

玖、結論與建議

一、數學素養

數學基礎知能對個人生涯有明顯影響，數學較差的人通常較難獲得高薪或有價值的工作，數學素養對個人學習及未來成就有實質的預測效果。除此之外，數學知能較強的人通常也有較高自主權，不容易成為政治操弄的對象。由於公共政策的公平性、完整性和包容性部分取決於公民的關鍵知能，因此，許多先進國家針對學校的數學教育投入大量的經費。

PISA 2012 結果顯示國家間 15 歲學生數學素養差異達 245 分，相當於六年的學習。國家內部的差異更為明顯，超過 300 分的差異相當於 7 年教育。縮小不同族群學生數學素養的差距，是一項艱鉅的挑戰。各國教育政策著力提升的學生群不同，有些關注改善低成就學生，有些重視提高優異學生成就。整體而言，較高教育效能體系的國家逐漸擴大領先優勢，有些低表現的國家呈現明顯的進展。

未達水準 2 的學生通常能處理相關資訊清晰的簡單數學問題。這個水準學生的比率在不同國家中差異相當大，OECD 平均有超過五分之一的學生還沒有達到水準 2。降低水準 2 以下的學生比率將有助於國家經濟狀況的改善，但提高低成就學生的數學素養是一大挑戰，須了解社會背景所造成的障礙，同時關心學生學習態度與成就之間的關聯性，注重學校的資源及環境。

解讀 PISA 2012 結果資訊，提升國人的核心學習素養，培養善用科技工具、主動解決問題及與他人有效溝通的能力，不僅是教育社群刻不容緩的共同任務，更是接軌當前十二年國教變革的重要課題。PISA 2012 數學素養的評量強調真實世界問題的挑戰，也就是評量個體在情境脈絡中形成、應用以及詮釋數學的能力。整體而言，臺灣學生表現相當優異，我國學生的高分群比率為 37.2%，是 OECD 國家平均的 3 倍，若分性別來看，男學生高分群為 40%，女學生則為 34.4%。相較於 2009，2012 數學素養高分群（尤其是水準 6）的比率明顯提升。另一項特別值得關心的是水準 1 及未達水準 1 的學生人數比率（12.8%）並沒有下降，數學素養落後學生人數比率仍是臺灣數學教育不容小覷的議題。換言之，臺灣學生數學素養的個別差異亟待正視，其中以男學生更為明顯。

臺灣學生在各個數學歷程分測驗中，「形成數學情境」歷程表現最好，顯示學生將真實情境的問題轉換成數學問題有不錯的表現，情境問題的教學在臺灣已顯現成效；而「應用數學概念、事實、程序以及推理」與「詮釋、應用以及評鑑數學結果」分測驗則相對較弱，顯示學生在「應用」、「詮釋」歷程的運作上，還有實質的待進步空間，未來可能需要積極研擬更精緻的教學方案與系統性的介入，

協助學生進行全方位的數學問題解決。

在全球化的市場競爭中，藉由與其他國家學生表現的參照比較，我們能更客觀檢視臺灣教育的目標和實務。整體而言，我國學生整體的數學素養保持優異，但針對明顯落後學生的有效介入，刻不容緩。而參照教育效能優質的國家亦可以看出，不論拔尖或扶弱，數學教育社群仍須積極努力，精益求精。就課程、教學及評量等層面提出具體改進策略，以期培養學生具備全球化現代公民的核心能力。

二、數位化問題解決素養

PISA 2012 臺灣學生問題解決能力平均數為 534、標準差為 91，在所有國家／地區中排名第 7，就亞洲的參與國而言，表現相對較弱。就性別差異而言，臺灣整體男學生的問題解決能力平均分數為 540 分，略優於女學生平均的 528 分，性別差異為 12 分。就臺灣學生在不同問題解決能力水準人數分配比率來看，水準 5 以上比率為 18.4%，與上海、澳門及香港相近，但低於日本、韓國及新加坡等三國，其中又以「監控與反思」的落後幅度較大。未達水準 2 的學生比率約為 11.6%，略高於排名前 6 名的國家或地區。

整體來看，我國學生整體的問題解決能力尚稱優良，但降低水準 2 以下的學生人數比率，是目前亟待努力的重點工作。此外，在互動問題的情境掌握上，我國學生較鄰近的日本、韓國及新加坡等國為弱，因此在未來教學評量的因應措施，若能增加更豐富的互動情境，提供具有溝通、回饋機制的學習與評量設計，將可實質激勵學生動態問題解決能力的發展。

三、閱讀與科學素養

PISA 閱讀素養側重學生運用閱讀以進行學習、溝通和問題解決能力的評量，臺灣學生整體閱讀素養呈現明顯進步，整體人力品質的評估尚佳。但如果就華語職場的競爭而言，臺灣水準 5 以上學生比率為 11.8%，雖較 2009 的 5.2% 進步許多，但臺灣前 10% 學生的閱讀素養還是很難與上海和香港前 10% 學生相抗衡。就未達水準 2 的學生比率為 11.5% 來看，臺灣較 2009 的 15.6% 也呈現明顯下降，顯示臺灣這幾年重視閱讀教育，學生閱讀素養的確有顯著的提升。檢視 PISA 2006、至 2012 三次各百分等級學生的平均分數變化，PISA 2012 臺灣不同水準學生的改變都是正向而明顯的。其中男學生的閱讀素養也略有提升，但性別差異仍未明顯改善，依據男學生主動感興趣的文本主題進行積極介入，可以是下一波閱讀教學努力的方向。此外，線上閱讀是終身學習非常重要的取向之一，臺灣學生數位化閱讀素養的表現略低於書面閱讀素養，因此，線上閱讀融入教學與評量也是重要的教師專業成長議題。

臺灣約有 9.8% 的學生，在科學素養僅達水準 1 甚至未達水準 1，這些學生未來在學校或職場中，將面臨科學學習和真實問題解決的困難。教育社群應正視這些低表現水準學生所面臨的障礙，努力降低水準 2 以下的學生比率，讓更多學生了解數學與科學在真實世界中的重要意涵，協助他們跨越障礙，進行有效而持續的學習。另一方面，水準 5 以上的頂尖學生比率對於想要開創高階科學或技術性知識的國家而言特別重要，這些優質的學生可幫助國家成為具全球影響力的經濟體。臺灣的頂尖學生比率 (8.4%)，相對於上海的 27%、新加坡 23%、芬蘭 17%、日本 18%、香港 17% 與韓國 12%，我們顯然還需要積極省思拔尖的政策和具體作為。

雖然，PISA 2012 與 PISA 2009 的臺灣科學素養沒有明顯的差異，PISA 2012 與 PISA 2006 的比較顯示臺灣學生科學素養表現依然呈現下降的現象，由於不同國家、不同年份 PISA 評量結果的量尺是相同的，因此，科學素養仍停滯在降低超過 10 分的狀態，是值得注意的警訊。就不同精熟水準人數比率來看，比較臺灣與參照國家在 2006 與 2012 的未達基本水準(2 以下)及頂尖水準(5 及 6)的學生人數百分比可看出，相較於 PISA2006，臺灣未達基礎水準的人數比率沒有增加，但臺灣頂尖水準的學生人數比率則減少。學生科學的優異表現，一直是臺灣競爭力的基石。因此，面對 PISA 2009 及 2012 評量結果我們優勢不再的資訊，緊接著以科學素養為主軸的 PISA 2015 又即將登場，關心臺灣科學教育的社群宜立即啟動對談，共商精進策略。

四、頂尖學生人數比率

臺灣至少一項素養達到頂尖水準學生人數比率為 37.5%，高於 OECD 國家平均，僅低於新加坡與上海。單一素養達到頂尖水準的人數比率為 23.50%，排名第二，三項素養均達頂尖水準的比率僅 6.13%，雖略高於 OECD 平均，卻低於上海、新加坡、香港、韓國、日本及芬蘭等國。

相對於教育效能優質的國家，臺灣學生中均衡卓越的比率略低，單一素養卓越的學生比率相對較高。在大多數國家中，頂尖學生只占少數，三項素養皆頂尖的更少，臺灣學生數學素養優異的比率相當高，相較於數學，閱讀和科學素養優異學生比率可進一步努力提升。人才是臺灣最珍貴的資源，培育卓越的數學、閱讀或科學人才，對國家的發展至關重要。

五、準備學習：學生的投入、驅力和自我信念

PISA 結果顯示，在大多數國家和經濟體，太多的學生並沒有好好利用多數提供給他們的學習機會，因為他們對於學校和學習不夠投入。這是顯而易見的事實，以臺灣為例，超過五分之一的學生在 PISA 施測前兩個星期上學遲到，近十

分之一的學生報告說他們在這段時間內曾經曠課。遲到和曠課不僅僅是喪失學習時間的問題，這些學生的表現往往也較為低落；學校師長需要能夠靈敏辨識出學生缺乏學校投入的跡象，並在學生與學校嚴重脫軌之前妥善處理。學生和家長的教育期待程度往往是社會或文化價值決定的結果，而這樣的期待如何與教育政策和實踐呼應是值得進一步研究的重要課題。如果一個國家尋求較佳的教育績效，那麼政治和社會領導人便有義務說服國民需要更重視教育，而不是其他層面的國家利益。

PISA 結果也表明，驅力、動機和自信是學生發揮其潛力的必要條件。而這其中，社經不利的學生以及女學生的數學學習需要更多教育的關懷。教育和社會脈絡在培養教育成功促進的價值觀會造成很大差異。開發每個學生的潛力，練習和努力是需要長期經營，當學生相信他們的成就主要是努力之後的產物，而不是被與生俱來的智力所決定，具有成功是可控制的信念時，學生便可以達到最高的表現水準。

學校可以幫助學生學會如何學習，培養他們解決問題的意願，使他們願意努力和毅力。教師可以透過支持學生為滿足高期望而付出的努力，來幫助學生培養毅力和動機，並鼓勵學生將錯誤和挫折視為學習的契機。唯有教育系統積極地培養、強化並且不斷溝通所有學生都能夠達到更高水準的信念，讓學生感受學習的驅力和動機。

六、教育機會均等

PISA 重視教育機會均等議題，嘗試提供各國不同的參考指標。整體而言，臺灣的教育機會均等狀態略優於 OECD 平均，如果與上海、香港、澳門、日本、韓國及新加坡等亞洲地區的國家或經濟體來相互比較的話，可以看到臺灣的學生數學素養表現受到社經地位的影響似乎是比較大的，因此還有明顯待改善空間。跨國比較利於教育政策的具體省思，除了城鄉差異外，臺灣高中、高職的入學考試是校際變異的重要來源之一。因此，目前教育部積極推展的優質區域高中、高職的經營，或是 12 年國民教育的實施，都將有助於降低校際變異的比率。

七、反省與前瞻

PISA 關心學生未來學習和職場所需的關鍵能力，提出素養的定義。這個素養取向的評量設計，著眼於關鍵能力在真實情境脈絡應用，對考試文化明顯影響教學實務的臺灣教育現場，尤其具有深刻省思的意涵。將關鍵能力的培育和評量納入國民教育的工作視野，是參與 PISA 的重要回饋之一。參與 PISA，臺灣教育社群一方面認識 OECD 對於明日世界公民重要能力的定義，另一方面客觀而具體的了解 15 歲學生素養的表現概況，包括學生持續學習的動機、樂趣與態度。

由於 PISA 創新而真實的評量設計、標準化的抽樣和計分程序，以及嚴謹的執行品質監控，大致能說服關心教育統計的產官學各界。PISA 跨國和跨時間的調查設計，提供豐富、客觀、統整的長期教育統計資訊，受到相當普遍的重視。

除了將素養的理念落實到具體的評量外，展望未來，PISA 擬進一步全面改採數位化的素養評量。PISA 2015 將以科學素養為主軸，同時包含數位數學、數位文本閱讀及合作式問題解決等前瞻導向的評量。面對數位化的評量，除了需要基本的 ICT 能力外，主動嘗試並依循回饋提示動態調整的能力，將是影響各項素養表現的要素。有關 PISA 評量的理念、設計和新近消息請參閱附錄三和臺灣 PISA 網站 (<http://pisa.nutn.edu.tw>)，其中紙筆評量和數位評量樣本試題尤其值得教育研究與實務社群的夥伴親身模擬應試。

PISA 2015 重視數位學習與人際合作的能力，我國教育研究和實務社群宜共同省思如何協助學生發展面對未來生活、學習或工作職場上挑戰的能力，PISA 2015 將進一步關注學生的合作問題解決能力，亦即融入人際互動的嶄新關鍵元素。因此，教育部與行政院國家科學委員會宜積極啟動各項方案，提出短、中、長程計畫，包含數學、科學以及閱讀三大素養，並就課程、教學及評量等層面提出具體改進策略，希望能有效培養學生具備全球化現代公民的核心能力。

臺灣 PISA 2012 精簡報告提供國人 PISA 評量設計與結果資訊的概要說明，希望能協助教育決策者掌握臺灣教育成效及其趨勢的客觀統計，同時激勵學校教師省思 PISA 結果所隱含的教學精進意涵。面對跨國比較的結果，教育社群應有效凝聚各界的反省和建議，積極提升教學品質。因此，參考 PISA 的評量設計，依據臺灣學生 PISA 的表現概況，教育主管單位應鼓勵核心素養評量技術的研發，同時協助探索科技融入教學與評量的應用，實質引領並回饋教學實務，努力厚植國民的關鍵能力。

參考文獻

- OECD (2013). *What Students Know and Can Do: Student Performance in Mathematics, Reading and Science*. (Volume I). OECD Publishing.
- OECD (2013). *Excellence through Equity: Giving Every Student the Chance to Succeed*. (Volume II). OECD Publishing.
- OECD (2013). *Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs*. (Volume III). OECD Publishing.
- OECD (2013). *What Makes Schools Successful? Resources, Policies and Practices*. (Volume IV). OECD Publishing.

附錄一：PISA 2012 數學（含分測驗）、閱讀、科學素養前 15 名國家的平均數對照

附錄表 1.1 PISA 2012 數學（含分測驗）、閱讀、科學素養前 15 名國家的平均數對照

排名	數學		數學形成		數學應用		數學詮釋		改變與關係		空間與形狀		數量		不確定性與資料		閱讀		科學	
	國家	平均數 (標準差)	國家	平均數 (標準差)	國家	平均數 (標準差)	國家	平均數 (標準差)												
1	上海	613 (101)	上海	624 (119)	上海	613 (93)	上海	579 (98)	上海	624 (112)	上海	649 (114)	上海	591 (98)	上海	592 (96)	上海	570 (80)	上海	580 (82)
2	新加坡	573 (105)	新加坡	582 (122)	新加坡	574 (98)	新加坡	555 (106)	新加坡	580 (114)	臺灣	592 (136)	新加坡	569 (104)	新加坡	559 (104)	香港	545 (85)	香港	555 (83)
3	香港	561 (96)	臺灣	578 (137)	香港	558 (89)	香港	551 (93)	香港	564 (103)	新加坡	580 (117)	香港	566 (101)	香港	553 (91)	新加坡	542 (101)	新加坡	551 (104)
4	臺灣	560 (116)	香港	568 (115)	韓國	553 (95)	臺灣	549 (105)	臺灣	561 (121)	韓國	573 (112)	臺灣	543 (108)	臺灣	549 (108)	日本	538 (99)	日本	547 (96)
5	韓國	554 (99)	韓國	562 (111)	臺灣	549 (110)	列支敦斯登	540 (107)	韓國	559 (107)	香港	567 (107)	列支敦斯登	538 (100)	韓國	538 (97)	韓國	536 (87)	芬蘭	545 (93)
6	澳門	538 (94)	日本	554 (110)	澳門	536 (90)	韓國	540 (98)	澳門	542 (100)	日本	558 (100)	韓國	537 (94)	荷蘭	532 (99)	芬蘭	524 (95)	愛沙尼亞	541 (80)
7	日本	536 (94)	澳門	545 (112)	列支敦斯登	536 (94)	日本	531 (92)	日本	542 (107)	澳門	558 (109)	荷蘭	532 (97)	日本	528 (90)	愛爾蘭	523 (86)	韓國	538 (82)
8	列支敦斯登	535 (95)	瑞士	538 (104)	日本	530 (90)	澳門	530 (92)	列支敦斯登	542 (104)	瑞士	544 (101)	澳門	531 (92)	列支敦斯登	526 (97)	臺灣	523 (91)	越南	528 (77)
9	瑞士	531 (94)	列支敦斯登	535 (101)	瑞士	529 (90)	瑞士	529 (101)	愛沙尼亞	530 (84)	列支敦斯登	539 (99)	瑞士	531 (96)	澳門	525 (89)	加拿大	523 (92)	波蘭	526 (86)
10	荷蘭	523 (92)	荷蘭	527 (101)	愛沙尼亞	524 (79)	芬蘭	528 (88)	瑞士	530 (103)	波蘭	524 (101)	芬蘭	527 (87)	瑞士	522 (97)	波蘭	518 (87)	列支敦斯登	525 (86)
11	愛沙尼亞	521 (81)	芬蘭	519 (97)	越南	523 (88)	荷蘭	526 (100)	加拿大	525 (94)	愛沙尼亞	513 (94)	愛沙尼亞	525 (86)	越南	519 (79)	愛沙尼亞	516 (80)	加拿大	525 (91)
12	芬蘭	519 (85)	愛沙尼亞	517 (91)	波蘭	519 (88)	加拿大	521 (93)	芬蘭	520 (97)	加拿大	510 (95)	波蘭	519 (89)	芬蘭	519 (91)	列支敦斯登	516 (88)	德國	524 (95)
13	加拿大	518 (89)	加拿大	516 (101)	荷蘭	518 (88)	德國	517 (105)	荷蘭	518 (103)	比利時	509 (108)	比利時	519 (104)	波蘭	517 (87)	澳洲	512 (97)	臺灣	523 (83)
14	波蘭	518 (90)	波蘭	516 (102)	加拿大	517 (87)	波蘭	515 (89)	德國	516 (114)	芬蘭	507 (90)	日本	518 (94)	加拿大	516 (90)	紐西蘭	512 (106)	愛爾蘭	522 (91)
15	比利時	515 (102)	比利時	512 (111)	芬蘭	516 (81)	澳洲	514 (101)	比利時	513 (116)	荷蘭	507 (94)	德國	517 (100)	愛沙尼亞	510 (81)	荷蘭	511 (93)	荷蘭	522 (95)
OECD 平均		494 (92)		492 (101)		493 (91)		497 (98)		493 (101)		490 (98)		495 (97)		493 (93)		496 (94)		501 (93)

註 1：若分數相同，依標準差由小至大排名。

註 2：臺灣 PISA 2006 數學分數 549 (103)、排名 1；閱讀分數 496 (84)、排名 16；科學分數 532 (94)、排名 4。

註 3：臺灣 PISA 2009 數學分數 543 (105)、排名 5；閱讀分數 495 (86)、排名 23；科學分數 520 (87)、排名 12。

附錄二：PISA 2012 書面樣本試題
(Paper-based Assessment, PBA)

附錄表 3 不同水準 PISA 試題對照

數學	閱讀	科學
樣本試題一：攀登富士山 問題 1 (水準 2：464) 內容領域：數量	樣本試題二：熱氣球 問題 6 (水準 2：411) 閱讀歷程：省思與評鑑	樣本試題三：溫室 問題 3 (水準 3：529) 科學能力：運用科學證據
問題 2 (水準 5：641.6) 內容領域：改變與關係	問題 4 (水準 3：510) 閱讀歷程：省思與評鑑	

樣本試題一、攀登富士山

富士山是日本著名的休眠火山。



問題 1：攀登富士山

題旨：依據已知的總數和特定時段（提供了日期），找出平均每日的人數比率。

內容領域：數量
 情境脈絡：社會的
 數學歷程：形成
 題型：選擇題
 難度：464(水準 2)

669	水準 6
607	水準 5
545	水準 4
482	水準 3
420	水準 2
358	水準 1
	未達水準 1

富士山只在每年的 7 月 1 日至 8 月 27 日對外開放，這期間大約有 200 000 人來攀登富士山。

平均每天有多少人來攀登富士山？

- A 340
- B 710
- C 3400
- D 7100
- E 7400

攀登富士山--問題 1 計分

滿分

代碼 1 : C. 3400

試題說明

問題 1 關心的是每日登山者的平均人數，是一個較廣泛的社會議題。被歸類為「社會」情境脈絡的試題涉及投票系統、公共交通、政府、公共政策、人口統計、廣告、國家統計和經濟。雖然個體也可以個人化的參與這些活動，但這些問題的焦點比較著重在社會的角度。情境脈絡的分類主要是為確保評量在情境分配的平衡，並不會在結果報告中特別使用。如果在措詞上從公園管理人的角度來稍微改寫，這個單元可能就會屬於「職業」情境類別。

問題 1 需要運用給定的日期算出開放的天數，然後再計算平均值。這個問題被歸類為「數量」內容領域，因為它包含了時間和平均的計算。然而平均公式是必要的，這的確涉及到關係，由於這個問題需要運用平均來計算每日的人數，而不是著重於關係的訴求，所以這個問題沒有被歸類為「改變與關係」。問題 1 是四選一的單選題，數學歷程的分類同樣也需要根據試題主要的訴求來進行判斷，問題 1 被歸類為「形成」歷程，因為在這個相當簡單的試題當中大部分的認知努力在於擷取兩段真實世界的訊息(開放季節以及攀登總人數)並且設定一個待解的數學問題：從開放季節的起訖日期算出日數，並用這個訊息與登山者的總人數計算出每日的登山者平均數量。專家判斷此題對於 15 歲學生的認知要求在於將真實世界問題轉換到數學關係，而不是在於整數計算。

問題 2：攀登富士山

題旨：形成給定二種不同的速度、旅程總距離以及到達的時間，計算旅程的開始時間

內容領域：改變與關係

情境脈絡：社會的

數學歷程：形成

題型：建構反應題

難度：641.6(水準 5)

669	水準 6
	水準 5
607	水準 4
545	水準 3
482	水準 2
420	水準 1
358	未達水準 1

從禦殿場到富士山的登山步道長約 9 公里(KM)。

遊客必須在晚上八點前完成來回 18 KM 的路程。

山本估計自己可以以平均每小時 1.5 KM 的速度登山，並以兩倍的速度下山。此速度的估算包含用餐和休息所花費的時間。

按照山本估計的速度，他最遲要在何時出發才能在晚上八點前回來？

攀登富士山 問題 2 計分

滿分

代碼 1：(上午)11 點[不論有、無註明上午，或其它等價的時間寫法，例如 11：00]

試題說明

問題 2 則被歸類為「改變與關係」類別，因為涉及到距離、時間、速度的關係。透過距離和速度的訊息、分別算出上山與下山的時間，再進而從結束時間計算出開始的時間點。如果問題中直接給定上下山的時間，而不是透過距離和速度來間接求出，那麼這個題目將會被歸類為「數量」內容領域。由於 PISA 問題都被設定在真實的情境中，他們通常涉及多個數學主題和潛在的數學現象，因此判斷主要訴求來源以進行試題分類是很重要的。

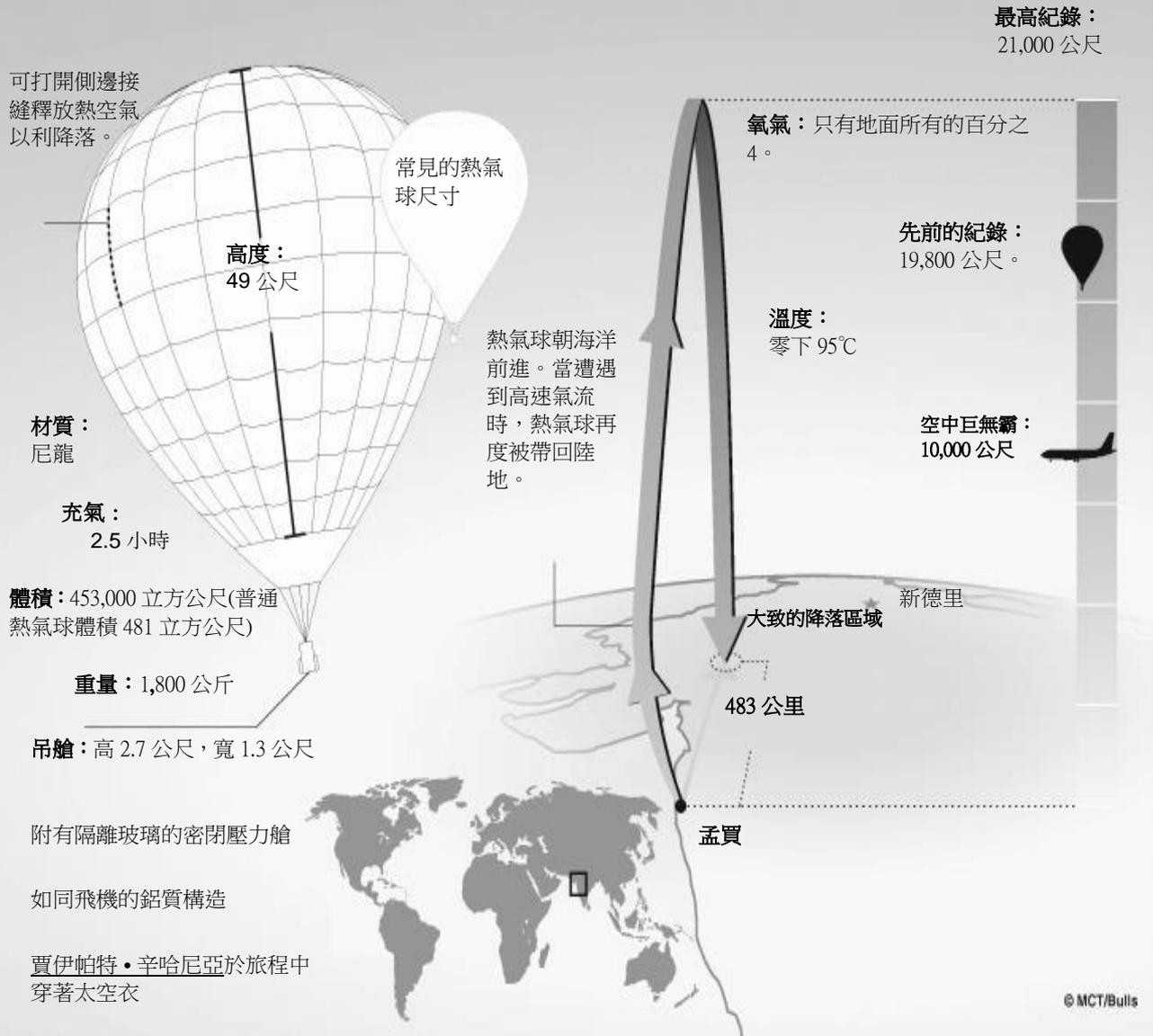
問題 2 需要回答出上午 11 點，因此，是一個建構反應題，需要專家計分確認學生書寫的時間格式是和標準答案等價的型態。

問題 2 被歸類到「形成」歷程：主要的認知努力需要將真實世界的資料轉換到數學問題，並確認所有涉及的關係，而不是計算或者詮釋答案為上午 11 點。在這個困難的試題中，數學結構包含多重關係：出發時間 = 結束時間 - 登山花費的時間；登山花費的時間 = 上山時間 + 下山時間；上(下)山時間 = 距離 ÷ 速度(或者等價的比例推理)；下山時間 = 上山時間的一半；並且能夠體認到平均速度的假設已經簡化到包含一天中的速度變化，因而不用再考量休息時間。

樣本試題二、熱氣球

熱氣球飛行高度紀錄

2005 年 11 月 26 日，印度飛行員賈伊帕特·辛哈尼亞打破熱氣球飛行高度紀錄。他是首位駕駛熱氣球高達海拔 21,000 公尺的人。



問題 6：熱氣球

文本情境：教育
 文本形式：非連續
 文本類型：敘述文
 閱讀歷程：省思與評鑑—省思與評鑑文本內容
 題型：選擇題
 難度：411 (水準 2)
 答對百分比：74.6%



為何有兩個熱氣球的插圖？

698
626
553
480
407
335
262

水準 6
水準 5
水準 4
水準 3
水準 2
水準 1a
水準 1b
未達水準 1b

- A 比較辛哈尼亞的熱氣球充氣前與充氣後的尺寸。
- B 比較辛哈尼亞的熱氣球與其他熱氣球的尺寸。
- C 顯示辛哈尼亞的熱氣球，從地面上看起來很小。
- D 顯示辛哈尼亞的熱氣球差點撞到另一個熱氣球。

熱氣球 問題 6 計分

滿分：B 比較辛哈尼亞的熱氣球與其他熱氣球的尺寸。

試題說明

對讀者而言，重要的是覺察文本並非是隨機出現的人為產物，而是深思熟慮和刻意繪製的，且文本的部分意義可由作者選擇納入的元素中尋得。如先前的作業，此作業被歸類為省思與評鑑，因為它問及寫作的意圖。此題著重圖案的元素—兩個氣球的插圖—並要學生思考放入的目的。文本中這個非常重要的情境，描述（並頌揚）辛哈尼亞的飛行，氣球的插圖傳達了這項訊息，「這真是一個非常高的飛行！」，較小氣球的說明文字（傳統熱氣球的大小）顯示它不同於辛哈尼亞的氣球，因此，對細心的讀者來說，選項 A 和 C 是不合理的，選項 D 沒有任何文本的支持。這是一個相當容易的試題，難度接近水準 2 的底部。

問題 4：熱氣球

文本情境：教育
 文本形式：非連續
 文本類型：敘述文
 閱讀歷程：省思與評鑑：省思與評鑑文本內容
 題型：開放式建構反應題
 難度：510 (水準 3)
 答對百分比：51.2%

698	水準 6
	水準 5
626	水準 4
553	水準 3
480	水準 2
407	水準 1a
335	水準 1b
262	未達水準 1b

為何在文章中有張空中巨無霸的插圖？

.....

.....

熱氣球 問題 4 計分

滿分

- 代號 1：明確地或暗示地提及**氣球高度**，或是**紀錄**。可以提及空中巨無霸與熱氣球的比較。
- 顯示熱氣球飛得多高。
 - 強調熱氣球真的飛得非常高。
 - 顯示他的紀錄令人印象相當深刻——他飛得比空中巨無霸還高！
 - 作為高度的參照依據。
 - 顯示他的紀錄如何真正令人印象深刻。〔最低限度〕

試題說明

本文旨在描述賈伊帕特·辛哈尼亞非凡的氣球所創下的高度紀錄。圖案中右側的圖解，包括空中巨無霸，含蓄地表達了文本中極大的欽佩”哇！”，顯示辛哈尼亞所成就的高度，與我們一般所連結的宏偉高度相比：一架空中巨無霸的高度，多麼令人印象深刻。此題欲得分，學生需辨識空中巨無霸插圖意含的說服性意圖。故此題被歸類為省思與評鑑，屬省思與評鑑文本內容的次歷程。此題屬中等難度，位於水準 3 的頂端。

樣本試題三、溫室

閱讀文章並回答問題。

溫室：事實還是幻想？

生物需要能量才能生存，而維持地球生命的能量是來自太陽。由於太陽非常熾熱，因此將能量輻射到太空中。只有一小部分的能量會到達地球。

地球表面的大氣層，就像包裹著我們的星球表面的毯子一樣，保護著地球，使她不會像真空的世界那樣，有極端的溫差變化。

大部分來自太陽的輻射能量，會透過大氣層進入地球。地球吸收了部分能量，其他則由地球表面反射回去。部分反射回去的能量，會被大氣層吸收。

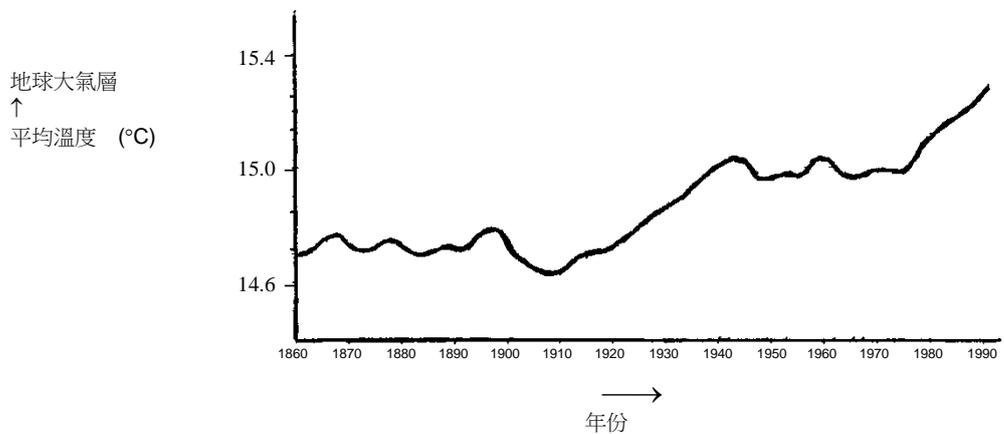
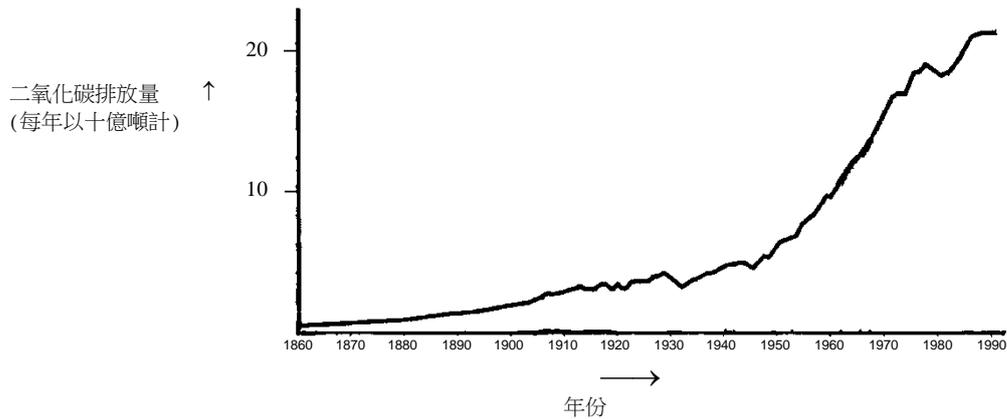
由於這個效應，地球表面的平均溫度比沒有大氣層時的溫度為高。大氣層的作用就像溫室一樣，因此有了「溫室效應」一詞。

溫室效應在二十世紀越來越顯著。

事實證明，地球大氣層的平均溫度不斷上升。報章雜誌常說，二氧化碳排放量增加，是二十世紀氣溫上升的主要原因。

小德有興趣研究地球大氣層的平均溫度和地球上二氧化碳排放量之間的關係。

他在圖書館找到下面兩幅曲線圖。



小德從曲線圖得出結論，認為地球大氣層平均溫度的上升，顯然是由二氧化碳排放增加而引起的。

問題 3：溫室

樣本試題三問題 3 試題說明

試題類型：開放式問答

科學能力：運用科學證據

知識類別：解釋科學（科學本質）

應用範圍：環境

背景：全球

試題難易度：529（水準 3）

答對率：（國際 2006）54%

（臺灣 2006）69.2%

708	水準 6
633	水準 5
559	水準 4
484	水準 3
409	水準 2
335	水準 1
	未達水準 1

曲線圖中有甚麼資料支持小德的結論？

溫室 問題 3 計分

滿分

代號 11：指出（平均）溫度與二氧化碳排放量均上升。

- 當排放量增加，溫度增加。
- 兩條曲線都在上升。
- 從兩幅圖所見，自 1910 年開始，溫度與二氧化碳的排放量均開始上升。
- 當 CO₂ 增加排放時，溫度便會上升。
- 兩幅圖均顯示了上升的趨勢。
- 所有東西（溫度、二氧化碳）都在上升。
- CO₂ 排放量越高，溫度越高。

代號 12：指出一般而言，氣溫與二氧化碳的排放量有正相關。

A [註：這個代號旨在反映學生是否懂得運用以下的專有術語，例如：「正相關」、「形狀相似」及「成正比」——雖然，嚴格來說，下列例子並不完全正確，但它反映了學生對題目有足夠的了解，所以可以給予分數。]

- CO₂ 的含量與地球的平均溫度成正比。
- 線形形狀相似，表示兩者之間有關係。

零分

代號 01：指出（平均）溫度或二氧化碳排放量其中一項有上升。

- 溫度上升。
- CO₂ 增加。
- 它顯示了溫度的急劇轉變。

代號 02：指出氣溫與二氧化碳之間有關係，但沒有清楚表明兩者有什麼關係。

- 二氧化碳的排放量（圖一）與地球溫度（圖二）的上升有關。
- 二氧化碳是導致地球氣溫上升的主因。

或

其他答案。

- CO₂ 增加是由於地球大氣層的溫度上升。
- 二氧化碳的排放量大幅增加，其上升幅度比地球平均溫度的上升幅度為大。[註：這個答案不正確，因為「兩者皆增加」並不是題目所要求的答案。正確答案必須指出 CO₂ 的排放量與氣溫的增加幅度。]
- CO₂ 增加是由於地球大氣層的溫度上升。
- 圖表所顯示的上升趨勢。
- 有上升趨勢。

試題說明

這題是評量學生「運用科學證據」的能力。本題要求學生針對某一結論，評估圖表所呈現的訊息，以提出支持此一結論的證據。其目的是要評量學生是否具備「針對某一結論，運用證據，提出贊成或反對理由」的能力。

本題屬水準 3 的題目，通過此一水準的學生，其科學能力，需要具備「評估數據、形成簡單模式，並以簡單模式推導結論」。以本題為例，學生需要從兩個相同時間尺度的圖形中，找出一個簡單模式：「大氣溫度與二氧化碳排放量均上升」，並以此一模式當作支持結論的理由。

本題的知識類別為「科學解釋」，水準 3 的學生在「科學解釋」，需要到達「根據事實，發展簡短的論述，並且運用該論述推導結論」。就本題而言，學生得分與否，端視學生能否就所提供的圖形資料，發展出「當排放量增加，溫度增加」的簡單論述。

本題的生活情境為全球環境，生活場景發生在「全球」，而應用領域則為「環境」。PISA 試題的生活情境並不限定在學校生活，而以個人、社區、全球等生活情境當作場景。另以健康、自然資源、環境等，作為應用科學知識或科學能力的領域。值得注意的是，PISA 並非評量生活情境本身，而是評量生活情境所呈現的科學知識，或是與生活情境相關的科學能力。

附錄三：PISA2012 數位樣本試題 (Computer-based Assessment, CBA)

附錄表 4 不同水準 PISA 試題對照

數位數學	數位問題解決	數位閱讀
試題一：開車費用計算器 問題 1 內容領域：數量	試題二：MP3 播放器 問題 3 問題解決歷程：探索與理解	試題三：找工作 問題 1 (水準 2) 閱讀歷程：省思與評鑑
問題 3 內容領域：改變與關係	問題 4 問題解決歷程：監控與反思	問題 3 (水準 4) 閱讀歷程：省思與評鑑

樣本試題一、開車費用計算器

開車費用計算器

為了推廣乘坐火車，Zedtown 的交通運輸部正在發放一種開車費用計算器。計算器會將開車從居所到工作地點的費用，與火車的月票費用 98 zeds 進行比較。

你可以點擊並拖曳汽車來使用計算器，設定從居所到工作地點的距離。「開車費用」的欄位會顯示每月開車上班和下班的費用。

距離
開車費用計算器

1 公里

居所到工作地點

116 zeds

每月開車上班和下班的費用

問題 1：開車費用計算器

題目描述：計算節省的百分比

內容領域：數量

情境脈絡：社會的

數學歷程：應用

小莫住在距離工作地點 15 公里的地方？

根據開車費用計算器，如果購買交通月票使用，小莫可節省大約多少比例的開車費用？

- 50%。
- 60%。
- 100%。
- 200%。

開車費用計算器 問題 1 計分

滿分

代號 1：A. 50%。

問題 3：開車費用計算器

題目描述：利用給定的公式及數據來計算正確答案

內容領域：改變與關係

情境脈絡：社會的

數學歷程：應用

開車費用計算器

為了推廣乘坐火車，Zedtown 的交通運輸部正在發放一種開車費用計算器。計算器會將開車從居所到工作地點的費用，與火車的月票費用 98 zeds 進行比較。

你可以點擊並拖曳汽車來使用計算器，設定從居所到工作地點的距離。「開車費用」的欄位會顯示每月開車上班和下班的費用。

距離
開車費用計算器

1 公里

居所到工作地點

116 zeds

每月開車上班和下班的費用

Zedtown交通運輸部
ZEDTOWN

火車月票
98 zeds

開車費用計算器的計算方式是基於一些假設，其中包括下列這些與耗油量有關的項目：

- 每月工作20日
- 每個工作日往返工作地點一次
- 每100 公里的耗油量為10 公升
- 每公升汽油價格 1.50 zeds

計算開車費用的公式需要考慮汽油以外的更多因素。Zedtown 的交通運輸部在每月汽車費用中，加上 b zeds 的額外金額，用來代表支付汽車其他費用，例如保險費和牌照費。他們用來計算費用的公式是

$$C = 6d + b$$

利用開車費用計算器計算 b 的值。

b 的值= _____ zeds

開車費用計算器 問題 3 計分

滿分

代號 1： $b=110$ 。

樣本試題二、MP3 播放器

MP3 播放器

朋友送了一部 MP3 播放器給你，你可以用來播放和儲存音樂。點擊播放器上的三個按鍵 (▶、●、◀)

你可以改變音樂的類型，增加或少音量和低音的水平。點擊「重設」把播放器回復至起始的狀態。



問題 3：MP3 播放器

題目描述：理解裝置的選單

問題本質：互動

問題解決歷程：探索與理解

情境脈絡：科技的、個人的

MP3 播放器最下面的一行顯示了你已選擇的設定。判斷下面關於 MP3 播放器的陳述是否正確。請為每一個陳述選擇「對」或「錯」，來顯示你的答案。

- 對 錯 你需要使用中間的按鍵 (●) 來改變音樂的類型。
- 對 錯 在設定低音的水平之前，你必須先設定音量。
- 對 錯 一旦增加音量後，如果你改變現在收聽的音樂類型，你只可以將音量減少。

MP3 播放器 問題 3 計分

滿分

代號 1：三個全對：依次為對、錯、錯。

試題說明

單元中的第一題，提供學生一連串有關播放器運作的說明後，再請學生判斷這些描述的對錯。描述提供了鷹架讓學生探索系統，因此本題的問題解決歷程為「探索與了解」，其中探索只給予學生引導但不設限制。試題中「重設」按鈕允許學生隨時將播放器恢復回原始狀態，並在需要時重新探索，題目沒有限制重設的次數。在預試中，此題較平均難度困難一些，只有 38% 的學生答對(正確答案為「對、錯、錯」)，原因可能在於需要三個答案都答對才能得分，以及必須主動發現訊息的需求程度較高(一開始不知道 MP3 播放器的任何資訊，所有運作規則都是在互動後才能得知的)，此外，本題屬於二元計分的試題。

問題 4：MP3 播放器

題目描述：對一個裝置的選單系統提出修改的建議

問題本質：互動的

問題解決歷程：監控與反思

情境脈絡：科技的，個人的

描述你怎樣改變 MP3 播放器的運作方法，讓播放器不需要設置最下方的按鍵（）。你必須仍然可以改變音樂的類型，增加或減少音量和低音的水準。

.....

.....

.....

MP3 播放器--問題 4 計分

滿分

代號 1：描述 MP3 播放器如何只用一個按鍵仍可運作。

- 改變最上方按鍵的運作方式，如此一來當你按到了螢幕最右邊之後，再按一次就可回到螢幕左邊。
- 使用一個箭頭，每一行會有循環，比如：音樂-音量-低音-音樂。
- 如果你到了右邊最後的項目，向右的箭頭可帶你到螢幕的最左邊 – 比如：一旦你按了「低音」，按向右的箭頭可以帶你回到「音樂」。
- 音量的初始設定是 3。如果你要改變為二或一，你可點擊中間的按鍵來設定音量，這個播放器初始設定是一（最小值）。然後你可以按向右的箭頭來改變成你想要的音量大小。
- 當你想要改變某一個屬性，且你移到那一行時，它在那屬性的初始設定會是最小值。
- 用一個箭頭可以一直走下去（一圈）。[最低要求]

試題說明

單元中的第 4 題歸類為「計劃與執行」。在這個題目中，學生必須計劃如何達成既定的目標後，再將計畫予以執行。此一屬部分給分的試題著重在將電腦施測中所擷取到的歷程資訊(意即學生使用多少步驟來成功達成目標)進行評分。試題要求學生儘可能以最少的點擊次數來完成，同時不提供「重設」按鍵。如果點擊次數的使用未超過 13 次，表示學生有效的達成目標，則得到滿分；但若他們未使用有效的方式達成目標，則只得到部分分數。對於效率的要求使此題要獲得滿分會較平均數來得困難，但得到部分分數卻比較容易。在預試中，約 39% 學生得到滿分，33% 得到部分分數。

樣本試題三、找工作



找工作
我們將求職者和招聘廣告連繫。
歡迎回到你的找工作戶口， pisastudent@pisaweb.org

我的戶口 今日職缺 我的履歷

今天的職位

- 休閒咖啡室職員**
休閒咖啡室誠聘周一至周五日間職員。
[服務行業 > 服務生](#)
- 果汁吧成員**
要找一份好的兼職嗎？你熱愛生活，認為自己能把生活與工作完美結合嗎？
那麼，我們團隊要的就是「你」。下午五時後的班次有空缺。
[服務行業 > 餐飲侍應](#)
- 管理人員**
我們誠徵一名在我們辦公室全職工作的人員，需高中畢業或同等學歷。
[管理人員](#)
- 零售助理**
繁忙店舖誠徵零售助理，每週工作三天，上午九時至下午五時。
[零售業 > 售貨助理](#)

[招聘廣告](#) | [關於我們](#) | [聯絡我們](#) | [為我們工作](#) | [網站指南](#) | [幫助](#)

問題 1：找工作

題旨：利用一組短文中的標準和既有的知識，去幫一個學生找一份工作

文本情境：職業

文本形式：非連續文本

文本類型：記敘文(描述性文本)

閱讀歷程：省思與評鑑：省思與評鑑文本內容

試題難易度：463 (水準 2)

這是某個找工作網站的一頁。在這列表中哪一份工作最適合學生？點擊工作旁邊的按鍵。

- 休閒咖啡室職員。
- 果汁吧成員。
- 管理人員。
- 零售助理。

找工作 問題 1 計分

滿分

代號 1：B. 果汁吧成員。

試題說明

此題的文本是一個協助民眾運用及尋找工作的網站。學生看到的頁面是一個包含四個工作職缺的「今日職缺(工作)」列表。

前面兩項職缺是現有的，藉由向下拉動視窗頁面或點擊瀏覽器右上角放大按鍵，螢幕視窗會放大到全視窗，學生即可看到完整職缺列表。假如學生使用放大按鍵，下方的螢幕截圖也會顯示他們目前所看到的(資訊)。文章內容相當短，並是由表格形式組織而成，使用簡單而不複雜並貼近學生的語言，甚至沒有求職相關經驗來呈現。為了決定哪一項工作適合學校學生，讀者需要運用時間與職缺之相關線索。文章中陳述「週一到週五」、「全職」、「9 點上班，5 點下班」的條件中，指出第一個和最後二個選項不合乎學生求職的選擇；而「兼職」與「從下午 5 點開始」卻指出第二個選項可能適合學生求職。誘答資訊也包含在第三個工作列表中的中等學校的定義裡，相對那些職缺列表中的職缺種類，「咖啡店工作人員(員工)」(列表中的第一個工作職缺)、「(零售商)店員」(第三個工作職缺)，學生們也許會認為很適合在學的學生。

此題不需要點擊任何連結，或去職業搜尋網站尋找相關解答問題的資訊，與本文的連結的關鍵相當簡單不複雜，而導航的缺乏需要致力於三分之二學生成功作答之題目本身的技能。

問題 3：找工作

題旨：用既有的知識以及文章的資訊，為一個職缺廣告加一條雇用條件，提供合理的理由

文本情境：職業

文本形式：混合

文本類型：記敘文(描述性文本)

閱讀歷程：省思與評鑑：省思與評鑑文本內容

試題難易度：558 (水準 4)

「注意：成功申請者每週最多可於兩個時段工作。」你認為雇主為甚麼訂立這條規例？

.....

.....

找工作 問題 3 計分

滿分

代號 1：提及(明白或隱含地)雇主或雇員的利益或保全。

- 那樣比較安全因為即便是有人請假幾個禮拜，生意還是可以照做。
- 學生在那些時段常有其他更重要的事要做〔那些時段指的是廣告中的班別〕。
- 大部分學生不太可能一週工作兩個班別以上。
- 他們不想單單依賴某一個人〔隱含避險〕。
- 他們開門見山地說那些是怕萬一你/妳並沒有那麼優秀。
- 他們要各式各樣的員工。
- 他們要多一些快樂的臉龐。
- 他們不想累趴你。
- 因為工作還蠻重的，他們不想讓你累到離職。
- 因為他們要多一點員工，以防萬一有人離職或生病。
- 因為如果一週工作超過兩班的話，果汁吧的吵雜混亂會讓人瘋掉。
- 因為最佳的員工除了工作外，會有其他的興趣，而他們希望不要中斷員工的興趣。
- 所以在學的學生或已有工作的其他人士，還是可以偶而來打工，而且沒有限制說要做整天的。

試題說明

此題要求介紹學生一週不能工作超過 2 個班別有關的句子之廣告，網頁不要拉超出頁面最下方(果汁吧廣告)。

學生需要應用廣告上的全球化(世界)知識與想法，去了解為什麼此廣告包含這項限制。此題的計分在於思索雇主與雇員的興趣。廣告中的線索可能是與一個團隊(眾多的員工)裡那些忙碌、天生對工作充滿熱忱、需要扮白臉的人等可能有相關。

對學生而言，這道問題可能會在本試題的相關難度上扮演一個主要(關鍵)的角色，期待學生能在文章中的想法與真實世界裡的潛在含意中做出一個看似是有道理的連結，並去釐清雇主與雇員的重要想法觀點，而不是只考量他們的情況。