

我國國中學生在國際測驗調查中 科學學習成就影響因素之探討

張殷榮

國立臺灣師範大學 科學教育中心

摘要

我國國二學生在 TIMSS-REPEAT (簡稱 TIMSS-R 或 TIMSS 1999) 國際數學與科學學習成就調查中表現優異，在參與測驗的三十八個國家中，科學平均成績排名第一，數學平均成績第三，而數學成績前四名在統計上並無顯著差異。本文擬從 TIMSS-R 我國受測學生科學成績與其背景資料，以相關性 (多元迴歸) 分析及描述性統計方式探討影響我國國中生科學學習成就的因素及其影響情形，包括性別、學生及家庭、科學教師等因素；比較我國在 TIMSS-R 與第二次國際科學學習成就調查 (簡稱 SISS) 的科學測驗結果之差異；同時探討 TIMSS-R 我國受測生在校成績與其國際測驗成績的相關情形，增進了解國內科學學習與國際基準之異同。

前言

國際科學學習成就調查研究，係由國際教育學習成就調查委員會 (IEA) 主持，主要目的在於了解各國科學學習成就與各國文化背景、教育環境影響因子之相關性，並進一步做國際間之比較研究分析。IEA 自 1990 年開始推動進行「第三次國際數學與科學教育成就研究 (TIMSS) 」，於 1990 至 1993 年進行課程分析、調查項目及測驗工具發展、取樣設計、試測等研究工作，並於 1993 至 1995 年分別對高中三年級、13 歲群 (國中二年級) 及 9 歲群 (國小四年級) 正式展開調查研究。在 TIMSS 調查之後 IEA 隨即展開第三次的後續調查 (TIMSS-R) ，對各國最感興趣的國中二年級學生舉行再測試，除了橫向進行國際間的學生成就比較之外，對於連續參加調查的國家更可以進行縱向的趨勢比較。

TIMSS-R 從調查工具的編製、調查對象的取樣、試測、實測到數據處理均極為嚴謹，且受調查對象之背景資料內容涵蓋豐富。其調查研究對象為各參與國國中二年級學生。調查對象之取樣係配合 IEA 之規定，各國將受測年級之學校名單、班級數、各班平均人數、各校所在地點及特殊排除班級等資料送至加拿大國家統計局，由加拿大國家統計局依各國建議的分區方式進行抽樣。我國以班級大小及區域「分層隨機抽樣」的方式，將全國國中分為北、中、南及東區，再依系統抽樣 (systematic sampling) ，抽樣 150 校，每校抽出一班國二學生，扣除特殊情況如轉校、病假等因素之學生，實際受調查學生共計 5772 人。

TIMSS-R 之調查工具包括測驗題本及背景問卷 (contextual questionnaire) 。測驗題本採

輪測設計(rotated test booklet design), 共有八本, 每位學生只考其中一本; 每本測驗題本包含數學與科學試題。背景問卷包括學生問卷、受測班級數理科教師問卷及受測學校校長問卷, 以收集有關學習與教學的背景資料。

在探討影響學生學習成就之因素的相關研究時; 常使用到共變項(covariate) 分析、因素分析 (factor analysis) 或其他多變量統計分析法。TIMSS-R 台灣學生的取樣層包括區域、學校、班級及學生, 係多階分層抽樣; 從統計精確度的觀點, 此情況使用因素分析法較變異數分析法更能減少偏差。

壹、我國國中學生在 TIMSS-R 與第二次國際科學學習成就調查(SISS) 中之比較

	SISS	TIMSS-R
時 間	1989	1999
參 與 國 家 數	24	38
對 象	國三	國二
人 數	9601	5772
平均得分 (百分化)	68.0	71.1
標 準 差	19.5	11.1
得 分 國 際 排 名	4	1
標 準 差 國 際 排 名	5	16
性別成就差異國際排名	2	21

上表提供了解我國國中學生在 1989 及 1999 年參與國際科學成就調查之差異情形; 包括成績提昇、個別及性別成就差異大幅減少。

貳、TIMSS-R 我國受測學生成績與其當時在校成績相關情形

Pearson 關係係數 / Power 值 ()

在校成績 TIMSS-R	國文	數學	地理	生物	理化
科學平均	0.715 0.0001	0.762 0.0001	0.791 0.0001	0.795 0.0001	0.802 0.0001
物理	0.667 0.0001	0.727 0.0001	0.737 0.0001	0.747 0.0001	0.761 0.0001
化學	0.656 0.0001	0.716 0.0001	0.726 0.0001	0.738 0.0001	0.746 0.0001
生物	0.688 0.0001	0.711 0.0001	0.753 0.0001	0.757 0.0001	0.757 0.0001
地科	0.614 0.0001	0.658 0.0001	0.689 0.0001	0.687 0.0001	0.693 0.0001
環境	0.579 0.0001	0.618 0.0001	0.648 0.0001	0.665 0.0001	0.665 0.0001
科學探究與本質	0.630 0.0001	0.650 0.0001	0.671 0.0001	0.668 0.0001	0.671 0.0001

上表提供了解我國國中二年級學生在校學習成就與國際科學學習成就基準之相關情形。表中 Power 值顯示, 在 95 % 信心水準下, 各科成績間均呈顯著相關。

參、影響我國學生在 TIMSS-R 中科學學習成就因素之探討

一、性別因素

一般印象中, 男性在自然科學的興趣及能力上較女性強, 下表顯示在 TIMSS-R 調查中, 這種現象存在於國內外。我國學生在 TIMSS-R 調查結果, 女生科學平均成績約為男生的 97%; 女生成績之標準差約為男生的 88%, 顯示國內國中階段學生平均科學學習成就, 女生略遜於男生; 而科學學習成就之個別差異程度, 男生則明顯高於女生。

性別	女	男
人數	2898	2874
平均得分	561	578
標準差	83	94
國際平均得分	480	495

成績在前 1/4 段所占比率 (%)	20 (台灣) 21(國際平均)	30 (台灣) 29(國際平均)
成績在前 1/2 段所占比率 (%)	46 (台灣) 46(國際平均)	54 (台灣) 54(國際平均)
很喜歡自然科學所佔比率 (%)	19 (台灣) 24(國際平均)	34 (台灣) 30(國際平均)

註：TIMSS-R 科學科滿分為 800 分。

二、學生個人因素

從 TIMSS-R 設計之學生問卷，彙整探討學生個人因素與其科學成就之關聯如下：

1. 期望自己完成之教育程度

下表顯示學生期望自己完成教育程度之高低明顯影響其科學學習成就。

大學畢業	人數 (%)	62
	平均得分	606
中學畢業後再接再受技職教育	人數 (%)	24
	平均得分	524
中學畢(肄)業	人數 (%)	2
	平均得分	432
不知道	人數 (%)	11
	平均得分	528

2. 對自然科學之認同程度

這部分包括學生對於學習自然科學與從事有運用到自然科學工作的喜愛程度、認為自然科學是簡單科目及自然科學對每個人的生活很重要之認同程度，彙整其與科學學習成就之關聯如下表：

高度認同		普通		低度認同	
人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分
27	607	63	561	10	528

3. 平時(非假日)每天課外研讀自然科學或做科學作業的時間

下表列出我國學生平時課餘學習科學時間與其科學學習成就之關聯。此題國際平均值為每天約一小時，我國平均值為 0.6 小時，猜測國內部分學生可能未將學校輔導課及校外補習之時數列入，才會有這樣的結果。

3 小時以上	人數 (%)	2.3
	平均得分	580
1~2 小時	人數 (%)	18.2
	平均得分	615
1 小時以下	人數 (%)	42.0
	平均得分	593
沒有	人數 (%)	37.6
	平均得分	531

三、家庭因素

從 TIMSS-R 學生問卷調查結果，彙整探討學生家庭因素與其科學學習成就之關聯如下：

1. 家長教育程度

下表列出台灣受測學生父母之一的最高學歷與其科學學習成就的關係。

大學畢業	人數 (%)	15
	平均得分	612
中學畢業	人數 (%)	64
	平均得分	571

小學畢業	人數 (%)	14
	平均得分	542
小學肄業或未上過學	人數 (%)	1
	平均得分	535
不知道	人數 (%)	5
	平均得分	524

2. 家中藏書量與科學成就之關聯

200 本以上	人數 (%)	16
	平均得分	616
100~200 本	人數 (%)	12
	平均得分	603
26~100 本	人數 (%)	31
	平均得分	579
11~25 本	人數 (%)	23
	平均得分	554
10 本以下	人數 (%)	17
	平均得分	507

3. 家中擁有相關教育工具與科學成就的關聯

字典	有	人數 (%)	98
		平均得分	575
	沒有	人數 (%)	2
		平均得分	454
自己專用書桌	有	人數 (%)	94
		平均得分	576
	沒有	人數 (%)	6
		平均得分	521
計算機	有	人數 (%)	98
		平均得分	576
	沒有	人數 (%)	2
		平均得分	450

電腦	有	人數 (%)	63
		平均得分	590
	沒有	人數 (%)	37
		平均得分	543

若將 1、2、3 三項綜合考量，以父母之一大學畢業、藏書 100 本以上及家中有三項以上相關教育工具為高階；父母教育程度均在中學以下、藏書 25 本以下及未具三項相關教育工具為低階；其餘情況為中階，則其與科學成就之關聯如下表。

高階		中階		低階	
人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分
8	639	84	569	8	505

四、教師因素

彙整探討 TIMSS-R 台灣受測班級的科學教師問卷調查結果與學生科學學習成就之關聯如下：

1. 科學教師對於學生科學認知及解決問題的強調程度 包括解釋某些想法背後的推理、利用圖表呈現和分析關係、解無法立即得到答案的問題、提出對所觀察事件的解說、把事或物排列好並提出如此組織排列的理由等向度，下表為綜合上述各項強調程度與其授課學生科學成就之關係。

高程度		中程度		低程度	
人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分	人數 (%)	平均得分
11	589	34	576	54	559

2. 科學教師對於學生家庭作業的要求程度

包括給學生家庭作業的頻率及每次完成作業所需時間。若以平均每週一次以上，每次需超過三十分鐘才能完成為高要求程度；平均每週少於一次，每次在三十分鐘內能完成為低要求程度；其餘情況為中要求程度，則其要求程度與學生科學成就之關聯如下表。

高程度		中程度		低程度	
人數 (%)	平均 得分	人數 (%)	平均 得分	人數 (%)	平均 得分
26	584	54	566	20	558

肆、結論

SISS (1989年)我國雖非正式參加，沒有留下較詳細的研究資料，然以其最後調查結果與TIMSS-R (1999年)作比較，亦可看出這十年間我國國中階段科學教育有些重大的轉變。其中，測驗成績國際排名的提昇或許有較紛紜的看法而不一定受到一致喝采，但性別間成就差異的減少及個別成就差異大幅縮小應是值得肯定的；這樣的結果或可顯示我國多年來在均衡兩性科學學習差異及提高低成就學生的學習意願與興趣上有不錯的成果。此外，諸如近幾年來兩性平權觀念的進展；家長注重教育程度、科學教師素質及城鄉資源差距的縮小等等，也都是可能變因。

由此次受調查學生當時在校理化、生物、地理及數學成績與其在TIMSS-R受測科學各科成績間均呈顯著正相關的結果，可提供多方面的推測與思考。例如國際間對於中學階段科學教育之傳授內容、單元及課程的

一致程度 (TIMSS-R 試測與實測題目之命題係由各國共同參與，且其過程嚴謹)，延伸到基礎科學領域是否比較不會因國情不同而有顯著差異。

國內外均有探討影響學生學習成就因素的研究，尤其國外在這方面有相當多的文獻，這些研究顯示影響學生學習成就的因素相當多。本文係根據TIMSS-R測驗結果與其背景問卷 (學生、任課科學教師及校長問卷) 及學生在校成績等資料，提供描述性統計及相關性 (迴歸) 分析，藉以了解影響我國國中階段科學學習成就的因素及其影響程度。惟對背景問卷的問題乃扼要選取，尚有些相關問題未及探討，相信還有不少沒有討論到的因素存在。

伍、參考文獻

- [1] 國立臺灣師範大學科學教育中心，魏明通、許榮富、沈青嵩，國際科學學習成就調查研究報告 (國內報告)，民國七十七年。
- [2] 國立臺灣師範大學科學教育中心，魏明通、許榮富、沈青嵩，國際科學學習成就調查研究中華民國台灣地區十四歲群測驗結果分析報告，民國七十九年。
- [3] 國立臺灣師範大學科學教育中心，魏明通、楊榮祥、林福來、黃長司、鄭湧涇、方泰山、李田英、李虎雄、沈青嵩、姜蓓蒂，國際數學及科學教育評鑑 (IAEP) 計畫自然科學研究報告：LEARNUNG SCIENCE 翻譯本，民國八十一年。
- [4] 國立臺灣師範大學科學教育中心，楊榮

- 祥，1992 國際數理教育評鑑 IAEP 我們能夠學到什麼？，科學教育月刊，第 149 期，第 1-31 頁，民國八十一年。
- [5] 國立臺灣師範大學科學教育中心，楊榮祥，我國受試學校教師對於國際學童數理教育評鑑結果的反應 IAEP 結果討論座談會實錄，科學教育月刊，第 158 期，第 27-48 頁，民國八十二年。
- [6] 行政院國家科學委員會，第三次國際數學與科學教育成就研究後續調查資料，民國八十六年。
- [7] M. Q. Martin and I. V. S. Mullis, "Third International Mathematics and Science Study: Quality Assurance in Data Collection", Boston College, Chestnut Hill, Massachusetts, U.S.A. 1996.
- [8] M. Q. Martin and D. L. Kelly, "Third International Mathematics and Science Study: Technical Report" Boston College, Chestnut Hill, Massachusetts, U.S.A. 1996.
- [9] A. E. Beaton, M. Q. Martin, I. V. S. Mullis, E. J. Gonzalez, T. A. Smith, and D. L. Kelly, "Science Achievement in the Middle School Years: IEA's TIMSS" Boston College, Chestnut Hill, Massachusetts, U.S.A. 1996.
- [10] Pascal D. Forgione, Jr., "What We've Learned From TIMSS About Science Education in the United States", 1998.
- [11] Michael O. Martin. Etc. TIMSS 1999 International Science Report: Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eight Grade. I. S. C. Boston Collage. 2000.
- [12] Ina V.S. Mulis, Etc. "IEA's Third International Mathematics and Science Study: Gender Difference in Achievement", Boston College, Chestnut Hill, MA, U.S.A., 2000.
- [13] Jaruwang Sangtong, "Critical Factors in Mathematics Achievement of Grade Eight Students". University of Maryland, U.S.A. 2000.
- [14] James B. Schreiber, "Advanced Mathematics Achievement: A Hierarchical Linear Model", Indiana University, U.S.A 2000.
- [15] Catherine Casilla RC., "International Gender Inequity in Math. And Science Education: The Importance of Gender Stratification Across Generations", Chicago, Illinois, U.S.A. 2000.