

## 摘 要

本研究的目的是在利用 TIMSS 數學資料庫，深度分析 TIMSS 試題中的關鍵概念，並與教育部已修訂的九七課程綱要對比，進而對九七課綱要提出可以考慮的建言。研究方法為質性分析法。信度和效度採三角校正法來檢核。研究發現，我國的課程綱要可以考慮是否在能力指標的說明中強調生活語意的內容、數學名詞的語意感覺、量感的教學、學生常犯的迷思概念問題、相對數值的問題。可以考慮是否在能力指標的說明中添加成人生活經驗問題、概念的反例問題、有規律的解答方法的問題、逆向思考和逆運算的問題、概念溝通的問題、正負數的前置概念問題、比例型的乘法問題、時間縮減的百分率問題、獨立事件的機率問題。可以考慮是否增加下列能力指標：在各年級增加怎樣解題的能力指標、四年級增加空間中全等的指標、四、六年級增加生活中計圖表的報讀和解讀的指標、六年級增加機率的能力指指標。

## 壹、前言

近十多年來，我國在國科會與教育部的支持下，積極參與國際數學教育成就評比。1999 年參加八年級學生為研究對象的國際數學和科學趨勢研究(Trends International Mathematics and Science Study [TIMSS])，2003 和 2007 年也持續參加八年級和四年級的 TIMSS 研究。這幾次的國際評比中，我國學童在國際上的表現令人滿意，成績都在前四名。同時 TIMSS 資料庫中也公布了一些研究結果和試題，這些研究結果和試題潛藏著國際上重視或者強調的內涵，若我們能夠進一步進行解析，便可以做為我國數學教育的借鏡，尤其供教育部已修訂的九七課程綱要（教育部，2008）的參考。因此本文的目的在於對於 TIMSS 的公開試題進行深入解析，希望能對我國的教師進行數學教學，甚至編訂未來課程綱要時有一些啟發。

## 貳、TIMSS 數學評量

### 一、TIMSS 沿革

國際教育學習成就評量委員會（The International Association for the Education Achievement, IEA）成立於 1959 年，目的在了解各國學生數學及科學學習成就及其各國

文化背景、學習環境、教師因素等影響因子之相關性；同時，對連續參加的國家進行縱向的趨勢比較，以協助參加的國家瞭解其在教育改革的成效（林碧珍、蔡文煥，2003）。IEA 於 1970 年舉行第一次國際數學與科學教育成就調查(The First International Mathematics and Science Studies[FIMSS])，當時共有 19 個國家參與。1980 年再次舉行第二次國際數學與科學教育成就調查 (The Second International Math and Science Studies[SIMSS])，則有 24 個國家參與。1995 年舉行第三次國際數學與科學教育成就研究 (Third International Mathematics and Science Study[TIMSS], Martin & Kelly(eds), 1996)，共有 45 個國家參與。在此之前，台灣並未參與調查研究。

由於世界各國對 TIMSS 的熱烈反應，IEA 計畫往後每隔四年辦理一次，並於 1999 年舉辦了第三次國際數學與科學教育成就研究後續調查 (the Third International Mathematics and Science Study Repeat[TIMSS-R], 羅珮華，2000)，同時之後的評量皆定名為「國際數學與科學教育成就趨勢調查(TIMSS)」。TIMSS 1999 的調查對象為八年級學生，包含台灣在內，共有 38 個國家/地區參加。

台灣參與 TIMSS 1999 的籌畫與執行是由國立台灣師範大學科學教育中心負責。之後國立台灣師範大學科學教育中心也持續負責台灣參加 TIMSS 2003 及 TIMSS 2007 的調查研究相關事務，此時參加的年級則有四年級與八年級的評量調查。TIMSS 2003 (Martin et al., 2004) 參與八年級評量的有 48 個國家，四年級的則有 26 個國家。TIMSS 2007(Mullis, et al., 2008)參與八年級評量的有 50 個國家，四年級的則有 37 個國家。

## 二、TIMSS 的數學評量架構

由於篇幅所限，有關 TIMSS 的評量架構，我們僅探討台灣參與的幾次評量架構。歷年來 TIMSS 的數學評量架構都分為兩個領域。TIMSS 1999 (Martin, et al., 2000) 的數學評量架構的第一個領域為包含分數與數感、測量、資料呈現、分析與機率、幾何以及代數等五個內容領域，其試題分布分別為 38%, 15%, 13%, 13%, 22%。第二個領域為包含知道、使用例行性程序、使複雜性程序、探究與解題、以及溝通與推理等五個外在表現，其試題分布分別為 19%, 23%, 24%, 31%, 2%。

TIMSS 2003(Mullis, et.al., 2001)的數學評量架構，在內容領域方面，分為數、代數、

測量、幾何、資料等五個主題，4 年級和 8 年級的試題分布則分別為 40%, 15%, 20%, 15%, 10%，以及 30%, 25%, 15%, 15%, 15%。認知領域分為知道事實與程序、使用概念、解例行性問題、推理等四個面向。4 年級和 8 年級的試題分布則分別為 20%, 20%, 40%, 20%，以及 15%, 20%, 40%, 25%。

TIMSS 2007(Mullis, et.al., 2005)的數學評量架構把四年級和八年級的內容領域分開來了，4 年級的內容領域分為數、幾何圖形與測量、資料呈現等三個主題，試題分布分別為 50%, 35%, 15%。8 年級則分為數、代數、幾何、資料與機率等四個主題，試題分布分別為 30%, 30%, 20%, 20%。但兩個年級的認知領域則相同，都分為知道、應用與推理等三個面向。4 年級和 8 年級的試題分布則分別為 40%, 40%, 20%，以及 35%, 40%, 25%。

從近三次的評量架構發現，在內容領域方面，不管在 4 年級或 8 年級，數的主題都是評量的重點，之後 4 年級則是幾何與測量，8 年級則是代數。在認知領域方面，基本的知道事實與程序、使用概念、解例行性問題是 4 年級和 8 年級的評量重點，但隨著年級愈高，評量推理的百分比從 20%提高到 25%。

### 三、我國在 TIMSS 數學評量的排名

台灣八年級學生在 TIMSS 1999 (Mullis, et al., 2000) 的數學評量成績在 38 個參與國家/地區中，排名第三，僅次於新加坡和韓國，香港排名第四。若從統計的角度看，新加坡的成績獨領群國，與其他國家的評量成績都有顯著差異，而我國和韓國與香港在第二群，彼此間沒有顯著差異，且與第五名的日本有顯著差異。若從內容領域分析，台灣的代數排名為第一名，分數與數感及資料呈現分析與機率的排名均為第三名，在測量與幾何的排名均為第四名。

TIMSS 2003 (張秋男主編，2005) 的數學評量成績，台灣八年級學生 48 個參與國家/地區中排名第四，僅次於新加坡、韓國和香港。若從統計的角度看，新加坡的成績仍然獨領群國，與其他國家的評量成績都有顯著差異，而我國和韓國與香港在第二群，彼此間沒有顯著差異，且與第五名的日本有顯著差異。若從內容領域分析，台灣八年級學生在幾何及代數的排名均為第三名，在數、測量及統計的排名均為第四名。至於四年

級學生在 26 個參與國家／地區中，排名也是第四，次於新加坡、香港和日本。韓國的四年級學生則沒有參與評量。若從統計的角度看，新加坡的成績仍然獨領群國，與其他國家的評量成績都有顯著差異，香港在第二群與其他國家有顯著差異，而我國和日本在第三群，與其他國家有顯著差異。若從內容領域分析，數、數型和關係及資料的排名均為第三名，在測量及幾何的排名均為第四名。

TIMSS 2007(Mullis, et al., 2008) 的評量，台灣八年級學生在 50 個參與國家／地區中排名第一。若從統計的角度看，我國與第二、三名的韓國和新加坡的成績沒有顯著差異，且獨領群國，而其後的香港和日本則在第二群彼此間沒有顯著差異，但與其他國家有顯著差異。若從內容領域分析，臺灣八年級學生在數、統計、幾何和代數的排名則分別位居 3, 4, 1, 1 名。四年級學生在 37 個參與國家／地區中，排名第三，僅次於香港和新加坡。韓國的四年級學生則沒有參與評量。若從統計的角度看，香港和新加坡的成績沒有顯著差異，且獨領群國，而我國在第二群，且與第四名的日本有顯著差異。至於數、幾何圖形與測量和資料的排名則分別為第 3, 4, 4 名。

從三次的 TIMSS 評量發現，我國八年級和四年級學生大都在第二領先群，但八年級學生在 TIMSS 2007 年變成在第一領先群，顯示八年級學生的成績，在國際間有好的進展。

### 參、TIMSS 試題的次級分析

我們從中華民國期刊論文索引、教育論文線上資料庫、國科會研究計畫、全國博碩士論文資訊網及師範校院聯合學位論文系統等五個資料庫搜尋國內有關 TIMSS 數學評量的相關文獻，查詢時間至 97 年 11 月 30 日止，發現總計 64 篇。其中針對 TIMSS 的資料進行質性研究的只有兩篇，其它幾乎都是量化研究或者報導 TIMSS 的研究結果和進行資料詮釋，少有針對 TIMSS 的試題內容進行深度分析的研究。因此我們採用內容分析法針對 TIMSS 2003 的數學評量試題進行深度分析，試圖了解台灣學生表現欠佳的原因，做為我國教師教學或者修訂課程綱要的建議。

在試題分析的過程中，我們針對其內容領域、認知領域以及解題時所需要學會的關鍵概進行解析，並且了解這些關鍵概念是否被羅列在民國 100 年要實施的九七年國民中