第伍章　結論與建議

本章包括三節結論、建議與教學意涵。結論部分將針對本研究的發現作說明，第二節則是對本研究的發現與未來方向提出建議，最後一節則是提出對教學及學習上的意涵。

第一節　　結 論

本研究利用「第三次國際數學與科學教育成就研究後續調查（TIMSS 1999）」與「國際數學與科學教育成就趨勢調查（TIMSS 2003）」的測驗結果，來分析我國八年級學生在數學和科學的表現。

本研究發現如下：

一、數學與物理、化學有密切的關係

不論從內容領域或是認知領域方面來看，數學和物理、化學確實是有顯著關係，而且是正相關。顯示數學表現好的學生，在物理、化學的表現也不錯；而物理、化學表現好的學生，在數學上的表現也較好。

二、TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的整體測驗結果異同之處

（一）相同點：

1. 在數學方面都是內容領域的「測量」與認知領域的「推理」表現最差。
2. 在科學方面都是化學表現比物理來的好且認知領域的表現都是「知道訊息」的類別最好。

（二）相異點：

1. 在數學內容領域方面，TIMSS 1999 表現最好的是「資料表徵，分析和機率」類別，但 TIMSS 2003 的「資料分析」僅略高於「測量」類別；TIMSS 2003 表現最好的則是「數與量」。
2. 在數學認知領域方面，TIMSS 1999 是「使用複雜的程序」表現最好：TIMSS 2003 是「知道事實和程序」以及「使用概念」的表現最好。

三、TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 的趨勢題表現沒有差異

以趨勢題來作比較，雖然從數學及科學平均的正確答題率來看，TIMSS 2003 的表現似乎不如 TIMSS 1999，不過在統計上並不構成顯著差異。另外在數學方面，這兩次的趨勢題都同樣顯示出在內容類別之「測量」以及認知類別之「推理」的表現最差；科學方面仍是化學比物理來得好，認知類別之「推理與分析」表現最差。

四、男女生在答題表現上沒有差異

雖然從數學內容與認知領域來看，女生除了「測量」之外每一類別的正確答題率都高於男生，不過並未達到顯著差異。而從科學方面來看，物理仍是男生表現較好，化學則是女生。另外男生在「概念性理解」部分表現較好，女生則是在「事實性知識」、「推理與分析」表現較佳。不過在科學方面也未達顯著差異。顯示出我國八年級男女生在數學與科學上並沒有差異存在。

五、與學生學習成就相關係數最高的因素數學方面為「自評在數學的表現」，科學方面為「家中藏書」

在數學方面，與成就表現相關的特質因素排名第一是「自評在數學的表現」，另外尚有「有關數學學得快」、「開始瞭解數學情形」、「家中藏書」以及「喜歡學數學」等特質變數，亦和學生的學習成就有相當顯著的相關，並

且排名都在前十名。而在科學方面，與學生成就相關的特質變數排名居首的為「家中藏書」，其他還有「學理化的參考書」、「自評在理化的表現」、「期望學歷」以及「做家庭作業」等因素也和學習成就有極高的相關。

整體說來，在數學方面和學生的學習成就相關者，多為學生對數學的知覺與看法，越是對數學有正面評價者，表現也越好；而在科學方面，家庭資源、相關工具的提供、學生對自我的期許及付出的努力，與學生在物理、化學的成就表現有極高的相關，顯示提升學生的學習環境及未來夢想與實踐，則對學生的科學成就有所幫助。

六、我國在國際間的排名異動

(一)數學方面：

在 TIMSS 1999 時，我國八年級學生為第三名，不過數學成就前四名的國家表現並沒有顯著差異，也就是說我國學生數學成就是最優秀等級國家之一；而在 TIMSS 2003 時，我國八年級學生數學成就排名滑落至第四名，台灣雖然仍與第二、三名的香港、韓國學生的學習成就沒有顯著差異，但是與第一名的新加坡相比，有達統計上的顯著差異。

（二）科學方面：

在 TIMSS 1999 時，我國八年級學生是在國際上排名第一的優異表現，雖然科學成就在前三名的國家的表現上，並沒有達到統計上的顯著差異；而在 TIMSS 2003 時，我國八年級學生科學成就排名雖然滑落至第二名，但是與新加坡並沒有達到顯著差異，顯示我國八年級學生在科學部分仍是最優秀等級國家之一，並且我國和新加坡的領先集團與其他國家相比之下，皆達到統計上的顯著差異，顯示出我國八年級學生在科學學習的成就上，確實是傲視群雄。

第二節　未來研究建議

依據本研究的發現，在此節亦提出幾項建議與可發展及探討的方向，以供未來研究者來著手探討：

一、探討教科書的變化所帶來的影響

由於 TIMSS 2003 參與施測的學生乃是實施九年一貫前的最後一屆。因此教材內容與現今的教學內容有相當大的差異與改變，有一些在本研究提出的試題，對施測的學生來說是未被教授的課程內容，但對接受九年一貫的學生來說卻是編訂的教學內容，特別是數學科方面，例如：對稱、數型…等。據此，接下來值得我們去注意我國八年級參與 TIMSS 2007 學生的測驗結果，從中來瞭解學生的表現是因為題目內容未教而導致影響正確答題率，或是題目本身概念的困難度造成學生表現不理想。另外，也因為九年一貫的教科書採用並不是全國統一，有許多版本的選擇，未來研究者亦可觀察教材的陳述及編排是否影響學生的成就表現，特別是各單元的教學順序，是否讓學生有循序漸進的學習以致有好的學習效果。藉由 TIMSS 2007 的資料與 TIMSS 2003 及 TIMSS 1999 的結果相比較，可作為檢視我國教科書內容及教育政策的來源之一。

二、探討 TIMSS 2003 的數學表現略差於 TIMSS 1999 測驗結果之原因

雖然在研究發現上，TIMSS 2003 與 TIMSS 1999 的表現上並沒有顯著差異，但是從描述性統計上可以看出 TIMSS 2003 的表現的確不如 TIMSS 1999 的測驗來得理想，特別是在數學科方面。值得去檢視是否是因為近期國內所重視的教學重點或方向忽略了什麼能力，或是過於著重什麼而產生負面的影響，以致於影響了學生的整體表現，這些有待未來研究者深入去研究探討。

三、探討男生在數學學習上有下滑趨勢的原因

儘管在統計上男女生並沒有顯著差異，但是在數學方面，從幾乎各內容領域或認知領域類別的女生平均正確答題率高於男生的情勢來看，值得去深入瞭解為什麼男生的成績有下滑的趨勢。相較 TIMSS 1999 與 TIMSS 2003 之測驗結果，我國八年級學生在女生部分並沒有太大的差距或變化，但是可以看見男生的落差較大而造成我國平均正確答題率下降的情勢，是否現在的教學型態，或是男生的什麼特質變數造成學習上的困難？從以前男生在數學方面表現較佳到如今平分秋色甚至稍有遜色，是因為女生進步了？還是男生退步了？另外，特別的是在女生答題表現比男生好且差距最大的題目上，竟然幾乎都是非選擇題。男生在非選擇題的表現上表現不盡理想的原因為何，是否這也是使男生表現退步的因素之一，這些方面都值得我們去思考。

四、探討是否真是「推理」類別導致表現差

不論是數學或是科學方面的題目，在認知領域的「推理」類別常常是伴隨著「非選擇題」的形式出現，那麼究竟是因為該題需使用到「推理」這樣的認知能力而表現不佳，還是因為題目類型為「非選擇題」而產生影響？在文獻中可以看到，過去許多的研究發現男生的「推理」方面比女生來得好，但是在 TIMSS 2003 的測驗結果中，我國八年級學生不論是在數學或物理化學科目都是呈現出女生比男生的「推理」能力來得出色，雖然這樣的差異並未達到統計上的顯著。值得去瞭解是否學生在作答時，受到對題目文字意思理解程度的影響，造成答題上的困難使得正確答題率下降，或是題目的文字過長造成學生在閱讀上的困難，如此所形成的測驗結果所測出的不單單是學生的科學與數學知識與概念，而是學生尚要理解題意方能答題。這個部分應該再進一步去探討之。

五、持續觀察我國學生在國際間的表現

近幾年來，我國積極地參加或是規劃即將參與國際間許多的測驗調查，例如 TIMSS 1999、TIMSS 2003、TIMSS 2007，以及即將參加西元 2006 的 PISA（Programme for International Student Assessment）。這些國際間的評比研究，都將是我國可以用來檢視並省思目前的教育規劃及方針，也可做為未來教育當局用來協助及關切學童學習的資訊來源。特別是將在西元 2006 參與 PISA 受試的高一學生，恰好為我國接受九年一貫的第一屆學生，這樣寶貴的資料及機會，確實值得研究人員去觀察我國學生在這之間的學習變化及成長情形，更甚之，我國參與 TIMSS 2007 所調查出來的結果，可拿來與 2006 的 PISA 相比，並且從 TIMSS 的趨勢題中來觀察我國學子在數學與科學上的成就表現之變動情形，並且密切注意我國學生的學習成就在國際間的排名及評比結果，以作為檢討的依據。

第三節　教學與學習意涵的啟示

1. 本研究的發現，可以讓在學習數理方面缺乏信心的女生給予鼓舞，因為男女生並沒有差異存在。在國人的心目中，多少還是存有男生在學習數理科上表現會比較優異的想法，然而從 TIMSS 2003 的調查中，我國八年級學生實際上的表現是女生不輸給男生的表現，所以透過這樣的結果呈現，期待教師與家長開始懂得不讓「女生的數理科比男生差」這樣的說法來成為女生學習數理不理想的藉口；同樣地，在男生學習數理科上，教師與師長也應該對男生有良好的表現來給予適時的鼓勵及稱讚，因為並不是男生就必定在數理科表現出色。在講求兩性平等的現在，或許從這樣的研究結果呈現，可以證明我們的教育成效的確有落實這樣的想法與期待。

2. 在學習數學和物理、化學上，為使學生有好的學習效果及表現。應該加以整合這三科的內容，特別是一些物理、化學上所使用的數學概念，必須是數學課程內容已經教授過的才會發揮功效。不然很有可能一個常見的概念，卻被數學、理化老師當踢皮球一樣互踢給對方，而受到影響的卻是學生。特別是在九年一貫的教材中，常常是數學領域的教師挑選數學的課程內容及教材，自然領域的教師選擇理化的課程內容及教材，彼此間如沒有良好的對應，恐怕會造成學生在學習上的負擔。雖然我們明白數學和理化具有甚大的關連性，但是卻鮮少讓這兩大領域有所對話，甚至是各自發展的情形，特別是在中學的階段。教育當局及學校應提供機會讓數學和理化有所交流，甚至在編排教材上，應該更要注意彼此間內容的呼應及合適性。

3. 可以從本研究看出，不論是數學或是物理、化學，學生一開始學習所面臨的心態，將會造成往後學習的動力，也和學習成就有極大的相關性。學生往往

在一開始學習時，遇到困難及瓶頸便決定不再往下學。這可能是因為對自己沒有信心以及過去的學習經驗導致。教師該如何提供及輔佐學生，成為一個很重大的關鍵。並且，在數學方面特別可以察覺到學生對數學的知覺看法和學習成就之關係是密不可分的。顯示出在數學的學習上，老師該如何幫助學生不排斥、害怕數學，願意親近數學，對數學持有正面的觀點，是教學上必須額外多下功夫的地方。而在科學方面，家長所提供的資源是重點之一外，學生的期許，每日對課業所付出的時間和努力，也是十分的關鍵。這對我們在教學上是一好消息，因為學生確實是可以透過勤奮的學習來提升學習的成就，當然學生對自己未來的期許，亦是鞭策及督促自我的一個誘因，再加上外在環境所能提供的工具、資源輔助，幫助學生有良好的學習成效。期盼這樣的結果，可以提供教師在教學上幫助學生的有效方式。