

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

論文合集標題：

課堂和課後學習與教材的學習機會對 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現影響

林碧珍

² 國立新竹教育大學應用數學系

第一篇論文：從 TIMSS 2003 資料分析課堂和課後學習對數學表現之影響

吳文瑜¹、林碧珍²

¹ 台北縣埔墘國小、² 國立新竹教育大學應用數學系

teacher@ms10.url.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

聯絡電話：0937018036 (03) 5213132 ext. 2753

第二篇論文：透過教科書分析探討我國國小四年級學生在 TIMSS 2003 試測和實測的

幾何成就表現

方敬慈¹、林碧珍²

¹ 台北市五常國小、² 國立新竹教育大學應用數學系

bet5813@yahoo.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

聯絡電話：0987310013 (03) 5213132 ext. 2753

第三篇論文：透過教科書分析探討我國國小四年級學生在 TIMSS 2003 試測與實測的

測量成就表現

吳慈紋¹、林碧珍²

¹ 彰化縣大嘉國小、² 國立新竹教育大學應用數學系

wendy_wu999@yahoo.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

聯絡電話：0920933511 (03) 5213132 ext. 2753

預定的論文合集發表時段：12月14日 14:40-15:40 論文發表 (2)

建議的論文評論人：梁淑坤教授

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

論文合集標題：

課堂和課後學習與教材的學習機會對 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響

林碧珍

² 國立新竹教育大學應用數學系

摘要

本論文合集探討 TIMSS2003 國小四年學生的學習機會對數學成就之影響，學習機會是指課堂與課後學習及教材。有關台灣的數學課堂與課後學習的現況及其對學生數學成就、數學興趣、及數學自信心的影響將在第一篇論文描述，研究發現：課堂學習活動有助於數學成就、數學學習興趣、及對數學的自信心，但課後學習並不影響數學成就表現。有關教材的學習機會影響成就表現將在第二篇和第三篇論文描述，我國有關 TIMSS 的國家報告指出我國學生以幾何、量與實測的表現比其他三個主題較差，又由於實測和試測學生剛好在四年級時各使用九年一貫課程暫行綱要及 82 年版課程標準，此兩種課程進度相差懸殊，是探討教材因素對數學成就影響的關鍵性時機；這兩篇論文分別針對試測和實測的幾何和測量的共同試題進行分析比較，這兩篇論文都從試題是否涵蓋在數學課程中進行分析。第二篇論文探討幾何主題，研究發現學生在幾何試題表現不佳是因為這些試題的幾何概念沒有包含在數學課程中。第三篇探討量與實測，研究與幾何主題的發現有一致性的結果，提供給學生的教材學習機會是學生在國際數學成就表現的重要影響因素。

關鍵詞：TIMSS2003, 數學成就、幾何、量與實測、學習機會

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

從 TIMSS 2003 資料分析課堂和課後學習對數學表現之影響*

吳文瑜¹、林碧珍²

¹台北縣埔墘國小、²國立新竹教育大學應用數學系

teacher@ms10.url.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

摘要

本研究旨在利用 TIMSS2003 的資料探討我國提供給國小四年級學生的課堂及課後的學習機會對學生的數學表現影響為何。數學表現包含數學成就、數學興趣、及數學自信心；學習機會包含學校的課堂和課後的學習。依隨機抽樣的抽出的學生樣本數為 4661 人，其分佈在 150 所國民小學的四年級班級。研究發現：四年級數學課室中約有三到四成的學生經常讓學生自己解數學題目、和同學一起討論數學、說明自己的解法；台灣的四年級教室約有六成的學生上課不使用電算器，約有四成的學生沒有參加補習，也有二成的四年級學生天天補習。四年級學生約有只有 25% 對數學有自信心，有 13% 不相信自己可以學好數學，有 30% 很喜歡數學，也有 14% 很討厭數學

在數學課中進行「和同學一起討論數學問題」、「數學課說明答案」、「聽老師講課」、「數學課自己做數學題目」等四個活動都有利於學生的數學成就表現、數學學習興趣、及數學學習的自信心的提升；相反的，學生在數學課使用電算器卻無助於學生的數學成就表現、數學學習興趣、及數學自信心。沒有參加補習的學生數學成就比有參加補習的學生數學成就高，自信心也較高，但是學習興趣卻反而比沒有參加補習的學生低。

關鍵字：TIMSS2003，課堂學習，課後學習

一、緒論

提供給學習者學習機會是造成學習成效的主要來源，這些學習機會包括、學習者特質、教學者特質、教材、教學方法、學習資源、學習環境含家庭環境及學校環境。諸如：有關教學方法的學習機會，House 分別分析 TIMSS1999 的台灣八年級學生及 TIMSS2003 的日本八年級學生的資料，一致性地發現有些教學策略如在課堂中提供讓學生嘗試解題的學習機會對學生數學學習有正面的影響，但有些教學策略如提供給學生在教室中小組合作或在課堂中讓學生寫家庭作業，反而對學生的數學學習造成負面的影響 (House, 2002; 2007)。因此，學校教育所提供的學習機會有可能是造成正面或負面的學習效果。

課後學習如家庭作業或補習教育也是教師或家長提供給學生學習的另一種機會。依據 TIMSS1999 的資料顯示不同國家因為國情不同學生是否參與課後學習活動有很大差異，標準差達到 21.3% (Baker et al. 2001)，究竟補習對學生的數學學習造成的成效如何？依據文獻分析有一致性的發現：補習依學生因不同的數學學習能力而有不同的學習成效；不管是國中或國小階段，低成就的學生不會因補習而提升數學學習效果 (洪萬生等人, 2004; 林碧珍、蔡文煥, 2005)。是否學生在家作功課的時間越長越有助於數學學習？依據 TIMSS2003 的資料分

* 本論文數據資料由吳文瑜碩士論文提供，由林碧珍主筆。

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

析, 國二學生在家作功課的時間越長, 或每週在家作功課的次數越多, 則越有助於學生的數學成就表現(張芳全, 2006); 由於國中生有升學的壓力, 可能學習時間越長越有增進數學學習的效果, 但對於沒有升學壓力的國小學生, 是否課後的學習時間越多, 也會有助於數學的學習成效呢? 或因此剝奪了學生的課後休閒活動的時間, 反而會降低學生的數學學習興趣呢? 這是本研究待回答的研究問題。

本研究旨在利用 TIMSS2003 的資料探討我國提供給國小四年級學生在這些不同的學習機會造成學生數學表現為何, 此處數學成就表現包含數學成就、學習興趣、及對數學自信心, 學習機會在本文侷限於提供給學生在學校課堂和課後的學習機會。

二、研究方法

本研究依據隨機抽樣抽出 150 所學校, 每校從四年級各抽出一班, 學生樣本數為 4661。本研究所使用的工具為 TIMSS2003 試測的國小四年級學生的問卷背景工具、學生的數學成就測驗工具。課堂學習活動包含在學生問卷背景工具第七題中的 5 個子題: 在數學課中進行「和同學一起討論數學問題」、「數學課說明答案」、「聽老師講課」、「數學課自己做數學題目」、「在數學課使用電算器」。課後學習活動包含在學生問卷背景工具第十四題「這個學年, 你花多少時間補習數學或請家教老師教數學?」。

學生的課堂學習及課後學習為自變項, 學生的數學表現為依變項, 數學表現包含數學成就、數學自信、數學興趣。數學興趣為學生問卷上的兩個題目: (1) 希望多上一些數學; (2) 我喜歡學數學。每個題目各為四點量表, 將同意程度轉換為 4、3、2、1 分。本論文依據 TIMSS 的資料處理檔案, 將兩題加總分後, 得分最高為 8 分, 最低為 2 分, 故數學興趣得 2 分及 3 分為低興趣; 4、5、6 分為中興趣; 7 及 8 分為高興趣。數學自信包含問卷中的四個題目: (1) 我的數學學得不錯; (2) 我覺得數學比較難, 其他同學卻覺得比較容易; (3) 我的數學不怎麼好; (4) 與數學有關的事, 我學得很快。每個題目各為四點量表, 將這四個題目合併為一個變數稱之為「數學自信心」, 編碼 1、2 及 3 分別代表高自信、中自信及低自信; 學生的數學成就採用 TIMSS2003 的資料集直接作分析 (Martin et al., 2004)。

學生的課堂活動、課後學習活動在數學學習興趣、數學自信、數學成就以單因子變異數分析考驗其差異性, 當考驗結果達到顯著性差異, 則以 Scheffe 法作事後考驗。

三、研究結果

(一) 課堂學習與課後學習對學生數學成就的影響

表 1 資料發現, 學生參與課堂及課後學習活動的頻率極顯著影響學生的數學成就。台灣數學課室的典型教學型態是學生聽老師講課(74%)。目前數學課室中有三到四成的學生經常讓學生自己作數學題目、和同學一起討論數學、說明自己的解法; 四年級教室約有六成的學生上課不使用電算器。

台灣學生約有 27% 幾乎每節數學課都有和同學一起討論的學習機會, 約有 9% 的學生上課從來沒有和同學一起討論數學; 目前大約有 93% 的數學課有提供讓學生自行解題的機會, 有 10% 的四年級數學課沒有讓學生說明解法。經 Scheffe 法事後進一步考驗結果, 發現在課堂中從來沒有和同學一起討論數學、從來沒有在數學課說明答案、從來沒有在數學課聽老師講

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

課、從來沒有在數學課自己作數學題目的學生其數學成就表現顯著低於在數學課有參與活動的學生之數學成就表現。相反的，數學課有使用電算器的學生其數學成就表現卻低於沒有使用電算器使用的學生，亦即不用電算器做加減乘除運算的學生，會得到較高的數學成就分數。

四年級約有四成的學生沒有參加補習，也有 20% 的學生天天補習，表 1 的資料顯示有參加補習的學生數學成就顯著低於沒有參加補習的學生， $F=29.65$ 。可能是因為補習佔用了學生自己的時間無法有充分的時間進行思考而造成學生的數學成績低落。

表 1：課堂與課後學習在數學成就之單因子變異數分析考驗

課堂與課後活動 數學成就得分				變異 來源	平方和	df	平均 平方和	F 值	事後比較
1	2	3	4 (%)						
和同學一起討論數學				組間	116656.70	3	38885.57	11.46***	1>4 2>4 3>4
565.5	567.5	568.0	549.5	組內	15660862.00	4617	3392.00		
26.9	27.9	36.7	8.5						
數學課說明答案				組間	289955.90	3	96651.97	28.66***	1>3>4 2>4
572.5	568.5	563.6	544.4	組內	15554649.00	4613	3371.92		
28.6	26.0	35.3	10.2						
聽老師講課				組間	1208369.00	3	402789.81	126.80** *	1>2>3>4
574.0	548.9	528.9	502.3	組內	14656963.00	4614	3176.63		
74.0	16.1	8.7	1.2						
自己做數學題目				組間	837235.2	3	279078.40	86.37***	1>2>3>4
579.3	565.2	555.2	533.3	組內	14863651.00	4600	3231.23		
38.8	26.9	26.7	7.7						
使用電算器				組間	33645.95	3	11215.32	4.40**	3>2>1 4>2>1
517.7	536.0	571.7	568.2	組內	7118418.00	2793	2548.66		
4.3	5.6	32.3	57.9						
參加補習、家教				組間	294558.30	3	98186.10	29.65***	4>1>3 2>1>3
560.3	569.7	551.3	572.6	組內	15311105.79	4624	3311.23		
20.0	23.2	17.2	39.7						

*** $p<.001$ 課堂活動：1.幾乎每節課 2.約有一半的課 3.有些課 4.從來沒有
補習：1.幾乎天天 2.一星期 1~2 次 3.有些時候 4.幾乎沒有

(二) 課堂學習與課後學習對學生數學興趣的影響

依據百分比統計，四年級學生只有 30% 很喜歡數學，有 14% 很討厭數學。表 2 資料發現，學生參與課堂及課後學習活動的頻率極顯著影響學生的數學學習興趣；有此顯示，學生課堂活動與課後學習對學生的數學學習興趣有很深遠的影響。

四年級學生在上課中有和其他同學一起討論數學的數學學習興趣較高，上課中有提供讓學生說數學或做數學的機會，其數學學習的興趣也較高，從來沒有使用電算器的學生其對數學的學習興趣也很低，課後有參加補習的對數學學習的興趣比較高。

表 2：課堂與課後學習在數學興趣之單因子變異數分析考驗

課堂與課後活動 數學興趣得分				平方和	df	平均 平方和	F 值	事後比較	
1	2	3	4 (%)						
和同學一起討論數學				組間	62.59	3	20.86	47.30***	1>2>3>4

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

6.05	5.65	5.37	4.94						
26.9	27.9	36.7	8.5	組內	2019.97	4580	0.44		
數學課說明答案				組間	28.85	3	9.62		
5.89	5.65	5.43	5.22	組內	2058.11	4575	0.45	21.37***	1>2>3>4
28.6	26.0	35.3	10.2						
聽老師講課				組間	24.68	3	8.23		
5.71	5.38	5.03	5.18	組內	2051.52	4571	0.45	18.32***	1>2>3
74.0	16.1	8.7	1.2						
自己做數學題目				組間	60.36	3	20.12		
5.95	5.59	5.25	5.06	組內	2012.95	4559	0.44	45.57***	1>2>3>4
38.8	26.9	26.7	7.7						
使用電算器				組間	3.02	3	1.01		
5.38	5.59	5.51	5.66	組內	2085.50	4589	0.45	2.22	--
4.3	5.6	32.3	57.9						
參加補習、家教				組間	8.30	3	2.77		
5.77	5.67	5.63	5.46	組內	2076.50	4581	0.45	6.10***	1>4 2>4
20.0	23.2	17.2	39.7						

***p<.001 課堂活動：1.幾乎每節課 2.約有一半的課 3.有些課 4.從來沒有
補習：1.幾乎天天 2.一星期 1~2 次 3.有些時候 4.幾乎沒有

(三) 課堂學習與課後學習對學生數學自信心的影響

依據平均百分比統計，四年級學生只有 25% 對數學有信心，有 13% 不相信自己可以學好數學。表 3 的資料發現，學生參與課堂及課後學習活動的頻率極顯著影響學生對數學的自信心。由此顯示，學生課堂活動與課後學習對學生的數學自信心具有影響力。經 Scheffe 法事後進一步考驗結果，發現在課堂中經常有和同學一起討論數學、數學課有機會說明自己的解法、在數學課有用心聽老師講課、在數學課有機會自己作數學題目的學生，其對數學學習有較高的自信心。沒有使用電算器的學生，對數學學習比較有信心。沒有補習的學生，對數學也比較有自信。也就是，補習和使用電算器並無助於四年級學生對數學產生自信心。

表 3：課堂與課後學習在數學自信之單因子變異數分析考驗

課堂與課後活動 數學自信心得分					平方和	df	平均 平方和	F 值	事後比較
1	2	3	4 (%)						
和同學一起討論數學				組間	22.54	3	7.51		
11.11	10.89	10.61	10.45	組內	2576.58	4597	0.56	13.40***	1>3>4 2>4
26.9	27.9	36.7	8.5						
數學課說明答案				組間	27.99	3	9.33		
11.04	10.89	10.62	10.63	組內	2573.16	4592	0.56	16.65***	1>3>4 2>4
28.6	26.0	35.3	10.2						
聽老師講課				組間	48.69	3	16.23		
10.86	10.73	10.66	10.05	組內	2543.64	4589	0.55	29.28***	1>2>3
74.0	16.1	8.7	1.2						
自己做數學題目				組間	94.91	3	31.64		
10.91	10.87	10.74	10.40					58.19***	1>2>3>4

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

38.8	26.9	26.7	7.7	組內	2488.49	4577	0.54		
使用電算器				組間	10.37	3	3.46	6.15***	4>1
11.23	11.12	10.78	10.77	組內	2591.38	4606	0.56		
4.3	5.6	32.3	57.9	參加補習、家教					
10.98 10.90 10.86 10.67				組間	17.49	3	5.83	10.37***	1>4>3 2>4>3
20.0 23.2 17.2 39.7				組內	2585.71	4599	0.56		

***p<.001 課堂活動： 1.幾乎每節課 2.約有一半的課 3.有些課 4.從來沒有
補習： 1.幾乎天天 2.一星期 1~2 次 3.有些時候 4.幾乎沒有

四、 結論

在九年一貫課程暫行綱要第一年實施在四年級的數學課室中，前三年的學習又受到八十二年版課程標準的影響之下，有 39% 的教師幾乎每節數學課提供機會讓學生自行解題，有 27% 的教師幾乎每節數學課提供給學生一起討論數學，有 29% 的教師幾乎每節數學課提供給學生說數學，但幾乎有 74% 的學生在數學課都是在聽老師講課。在科技進步的今天，電算器在小學四年級教室仍然不普遍使用，約佔六成的數學課都不使用電算器。主要是因為我國小學四年級的數學課程在發展學生的四則運算的概念及意義，電算器並不融入在四年級的課程中。

資料分析發現，在數學課室中有提供機會讓學生自行解題、讓學生讓學生一起討論數學、讓學生說明解法、認真聽老師講課的學習機會，都有利於學生的數學成就、數學學習興趣；及對數學自信心的提升。

雖然目前補習班、安親班、家教班到處林立，從調查研究發現：台灣約有四成的四年級學生都沒有參加補習，而且沒有補習的學生的數學成就顯著優於有補習的學生數學成就；沒有補習的學生對數學的自信心也顯著高於有補習的學生，但是沒有補習的學生對數學興趣反低於有補習的學生，為何有補習的學生對數學學習興趣反而比較高，其原因值得進一步來探討。這樣的結果與張芳全 (2006) 的研究結果不一致，國二學生課後補習愈多對數學成就有正面的效果。因此，補習對數學成就的成效與否，可能與年齡層有關係是否有升學壓力有關係。

五、 參考文獻

洪萬生、林佳蓉、林碧珍、張少同、陳創義、曹博盛、蔡文煥、鄭芳枝、譚克平 (2004)：九十一學年度國二、小四暨九十二學年度國二數學成就測驗之研究，九十三學年度國科會研究計畫成果報告。計畫編號：NSC 92-2521-S- 003-004-。

林碧珍、蔡文煥 (2003)。四年級學生在國際教育成就調查試測的數學成就表現。科學教育月刊，258，2-21。

林碧珍、蔡文煥 (2005)。TIMSS 2003 臺灣國小四年級學生的數學成就及其相關因素之探討。科學教育月刊，285，2-38。

張芳全 (2006)。影響數學成就因素在結構方程式模型檢定：以 2003 年台灣國二生 TIMSS 資料為例。國立臺北教育大學學報，第 19 卷第 2 期，163~196。

Baker, D., Akiba, M., Gerald, K. & Wiseman, A. W. (2001). Worldwide shadow education:

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

outside-school learning, institutional quality of schooling, and cross-national mathematics Achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 23 (1), 1-17。

House, J. Daniel(2002) Instructional Practices and Mathematics Achievement of Adolescent Students in Chinese Taipei: Results from the TIMSS 1999 Assessment. *Child Study Journal*, Vol. 32, 157-78。

House, J. Daniel(2007) Mathematics Beliefs and Instructional Strategies in Achievement of Elementary-School Students in Japan: Results from the TIMSS 2003 Assessment. *Psychological Reports*, Vol. 100, 476-482。

Martin, K. D., Mullis, I. V. S., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 technical report (Eds.)*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center, Boston College.

Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Eugenio J. Gonzalez, Steven J. Chrostowski (2004) .*TIMSS 2003 International Mathematics Report : Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.

Ina V. S. Mullis, Michael O. Martin, Teresa A. Smith, Robert A. Garden, Kelvin D. Gregory, Eugenio J. Gonzalez, Steven J. Chrostowski, Kathleen M. O'Connor (2003). *TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003 (2nd Ed.)*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center, Boston College.

Michael O. Martin, Ina V.S. Mullis, Steven J. Chrostowski (2004) .*TIMSS 2003 Technical Report : Findings From IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS International Study Center, Boston College

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

透過教科書分析探討我國國小四年級學生在 TIMSS 2003

試測和實測的幾何成就表現[†]

方敬慈¹、林碧珍²

¹ 台北市五常國小、² 國立新竹教育大學應用數學系
bet5813@yahoo.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

摘要

本研究在於比較分析我國國小四年級學生在國際數學與科學教育成就趨勢調查(TIMSS 2003)的試測和實測的 20 題幾何共同試題的成就表現之差異性, 並探討教材因素如何影響學生的成就表現。本研究發現使用九年一貫課程暫行綱要的四年級學生與 82 年版課程的四年級學生在幾何表現沒有顯著性差異, 在幾何概念上的表現是由於提供給學生學習的幾何教材而造成不同的效果, 不管是暫綱或 82 年版課程, 幾何概念只要是學生學過的都比沒有學過的學生有較好的成就表現; 試題在文字上的修改不是影響學生成就表現的因素。本研究更進一步發現: 學生在旋轉、線對稱、相似幾何概念相關的試題平均通過率偏低, 是由於他們沒有學過這些概念; 學生對於所學習過的平面或立體圖形的認識但表現不佳, 並非是幾何概念不清楚, 而是因為粗心或誤讀題意所造成。

關鍵詞: TIMSS 2003、教科書分析、幾何

一、緒論

國小學生之數學成就表現的國際評比, 近年來引起各界廣泛的注意, 諸如 TIMSS 2003 (The trend of International Mathematics and Science Study 2003)。此國際比較研究除了可以瞭解各國學生的數學成就在國際間的評比之外, 可以進一步瞭解影響學生成就表現的相關因素。

TIMSS 2003 是國小學生首次參加 IEA 自 1995 年以來調查中小學生國際數學與科學教育成就趨勢調查研究, 該研究分別在 2002 年進行試測(Field Test), 2003 年進行實測(Main Survey)。TIMSS 2003 施測時正值我國推動九年一貫課程, 在學生面臨 82 年版與九年一貫暫行綱要(以下簡稱為暫綱)數學課程銜接之際, 其數學成就表現是令人關注的。由於參加試測的學生一至四年級都是使用 82 年版的數學課程, 參加實測的學生一至三年級是使用 82 年版的數學課程, 而四年級是使用暫綱課程, 參加試測與實測的兩群學生恰好於四年級時使用不同課程的教科書, 提供了非常好的機會來檢視兩波不同課程改革下的學生在相同幾何試題的評量下, 其數學成就表現有何差異? 以瞭解我國數學課程改革的成效。

近幾年來有更多的研究者致力於國小階段的幾何研究, 吳德邦依據 van Hiele 的幾何發展層次來檢視我國學生的幾何發展情形(吳德邦, 2003), 張英傑和他的研究生則探討兒童對幾何形體的研究與幾何相關的數學課程(張英傑, 2001)。研究發現學生對二維形體和三維形體有辨識上的困難, 易受圖形大小及方位等因素影響(謝貞秀, 2002; 高耀琮, 2002)。由於這些研究都是屬於個別型研究, 學生在幾何的學習困難到底是純屬於我國地域性的問題? 抑是國

[†] 本論文數據資料由方敬慈的碩士論文提供, 由林碧珍主筆

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

際間同年齡群普遍性的錯誤？學生對特定的幾何概念，如幾何變換，是由於幾何教材的學習時機因素而造成的嗎？

TIMSS 2003 是一個大型的跨國比較研究，有 25 個國家的國小四年級學生參與此研究，我國從國小四年級母群體中以隨機抽樣抽出 150 所小學，合計 4661 位學生參與施測。正好可以回答上述的問題，為了瞭解我國學生的幾何試題表現在國際間的地位，請參考林碧珍和蔡文煥 (2005) 的論文；為了瞭解是否因幾何教材學習時機因素而造成我國學生在某些幾何概念的低成就表現，則是本論文的焦點。

依據 Wang, Haertel, & Walberg (1990) 從一百多篇的文獻分析提出，課程設計是影響學生學習的六個主要因素之一，Carroll (1998) 以同樣的論點在國際性的研究報告提出：美國學生有困難於理解及應用幾何概念，主要原因是出在美國的數學課程。林碧珍和蔡文煥分別分析試測和實測試題內容，發現幾何概念是否涵蓋在教科書內容中，是影響學生數學成就的因素之一 (林碧珍、蔡文煥, 2003; 2005)。然而，究竟出現在試測和實測的相同試題，其涉及的幾何概念是否都涵蓋在 82 年版的數學課程和暫綱中？在這兩波數學課程改革下的國小四年級學生在這些相同幾何試題的表現有何差異？

二、研究方法

本研究的主要研究工具為 TIMSS 2003 國小四年級試測與實測部分試題中的 20 題幾何共同試題，這些試題涉及的幾何概念為：二維形狀和三維形體 9 題、位置和空間關係 2 題、線和角 3 題、對稱和變換 4 題、全等和相似 2 題。有 1601 位國小四年級學生於 2002 年參加試測，4661 位國小四年級學生於 2003 年參加實測。這些試題中有 8 題為選擇題，12 題為開放式問題，有 8 題可公開，其餘 12 題為追蹤題不可公開。實測的 8 題中在題目的語詞上或格式上有稍微作修改。

表 1：試題分析與涵蓋在教科書與否

試題編號：M031109		試題類型：選擇題		試題公開與否：不公開				
試題概念：線和角—比較角度的大小並排序		認知領域：使用概念						
題目涉及的幾何概念：角的大小比較，由最小排到最大								
試題是否修改：是；題幹的文字敘述稍作修改								
施測學生	施測人數		答案選項					通過率
			A	B	*C	D	其他	
實測	399	N	9	156	222	10	2	55.6%
		%	2.3%	39.1%	55.6%	2.5%	0.5%	
		殘差	0.8	2.2	-2.3	0.5	-1.2	
試測	219	N	3	66	143	4	3	65.3%
		%	1.4%	30.1%	65.3%	1.8%	1.4%	
		殘差	-0.8	-2.2	2.3	-0.5	1.2	
卡方值：7.572				漸近顯著性 (雙尾)：.109				
課程	教科書	冊-單元	教科書處理的幾何概念					是否涵蓋試題概念
暫綱	A	7-03	認識角並比較角的大小，會使用量角器量角度並畫出指定的角					○
	B	8-09	認識角並比較角的大小，會使用量角器量角度並畫出指定的角					○
82 年版	A	7-04	認識角並比較角的大小，會使用量角器量角度並畫出指定的角					○
	B	7-12	認識角並比較角的大小，會使用量角器量角度並畫出指定的角					○

為瞭解學生在 TIMSS 2003 試測和實測幾何共同試題整體通過率的差異性及在各子概念

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第23屆科學教育學術研討會論文集(pp.28-29)。論文發表於12月13~15日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

之通過率有無差異,以獨立樣本T檢定考驗;再分別用卡方檢定(chi-square)來探討每一個共同試題學生答題表現上有無差異,以卡方檢定的百分比同質性考驗,來檢驗其作答情形是否有顯著差異。當卡方檢定結果顯示有顯著差異存在時,再進行事後比較工作,利用細格校正後的標準化殘差值來進行比較,以1.96作為.05的顯著水準之臨界值,即任一細格中標準化殘差的絕對值只要大於1.96,在.05的顯著水準之下就有顯著差異(余民寧,2005;邱皓政,2005)。各試題在實測與試測的答題類型的卡方檢定如表1。

每一個共同試題分別邀請3位專家教師逐一檢視是否涵蓋在82年版及暫綱的教科書中,以提高分析者的信效度,如下表1。當實測和試測學生的答題通過率偏低時,將進一步探究教科書涵蓋試題概念的情形與學生答題表現之關係,與找出造成通過率偏低的可能原因。此處通過率偏低,在本研究操作性定義為幾何共同試題實測的平均通過率(70.71%)與試測的平均通過率(65.53%)加總後除以2得之,因此試題的通過率若低於68.12%,則稱學生在該試題的通過率偏低。

三、研究結果

(一) 實測和試測學生在幾何共同試題整體表現及各子概念的成就表現沒有顯著差異。

表2為實測和試測的學生在幾何共同試題整體通過率及各子概念之平均通過率,實測和試測學生的幾何共同試題整體通過率分別為70.71%、65.53%,顯示實測學生比試測學生的平均通過率高,但經T檢定考驗結果,兩者未達顯著性差異,t值為0.95。在這五個幾何概念中,不管是使用82年版數學課程的學生或使用暫綱的學生,以對稱和變換、線和角兩個概念的表現平均通過率偏低,約為六成。

表2:實測和試測學生在幾何共同試題整體通過率及各子概念之平均通過率

幾何子概念	實測通過率	試測通過率	T值	P
二維形狀和三維形體(9題)	75.04%	67.80%	0.69	0.50
位置和空間關係(2題)	81.05%	70.55%	0.94	0.47
線和角(3題)	60.20%	62.97%	-0.740	0.50
對稱和變換(4題)	62.30%	62.33%	-0.00	0.99
全等和相似(2題)	73.45%	60.50%	1.03	0.42
整體(20題)	70.71%	65.53%	0.95	0.35

參加實測和試測的學生在幾何五個子概念平均通過率分別為:二維形狀和三維形體(75.04% vs. 67.80%)、位置和空間(81.05% vs. 70.55%)、線和角(60.20% vs. 62.97%)、對稱和變換(62.30% vs. 62.33%)、全等和相似(73.45% vs. 60.50%)。資料顯示:實測學生在二維形狀和三維形體、全等和相似、位置和空間的試題表現上平均通過率皆高於試測的學生。相反地,在線和角、對稱和變換概念上,實測學生的表現反劣於試測學生,但經T檢定考驗結果兩者分別在五個子概念的表現都未達顯著性差異。

(二) 試題的幾何概念涵蓋在82年版和暫綱的教科書的情形。

各個幾何試題在82年版和九年一貫暫綱下的教科書分佈情形,依據試題的概念是否涵蓋

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

在 82 年版及暫綱的課程內容作分析，將其分類為：

1. 試測和實測學生對於都涵蓋在 82 年版及暫綱課程的試題表現

表 3 的資料顯示，20 題的幾何試題中有 8 題全部涵蓋在學生的數學課程中。分析結果發現：即使學生學過線和角，但平均通過率都偏低。經更進一步探討發現：學生已學習過角的大小比較，實測和試測學生選答選項「由最小排至最大的順序」的百分率偏高為 30.1%，而正確答案的選項為「由最大排至最小的順序」學生並未清楚閱讀試題訊息，以致造成答題錯誤，兩個選項的答題百分率總合，實測和試測分別為 94.7%、95.4%，可見學生因為未清楚閱讀題木，造成通過率降低。

「分類比 90 度大、小、或等於 90 度的角」此一概念已涵蓋在實測和試測學生所使用的四年級教科書中，但通過率仍然偏低，實測和試測分別為 67.0%、60.5%，可能因為此試題所限定的角度範圍，既要大於某角度同時又要小於另一個角度，學生容易畫出「兩」個角，而沒有滿足試題所要求的畫出同時符合兩個條件的「一個角」。

更進一步發現，使用暫綱課程的學生其表現極顯著優於 82 年版課程的學生，尤其是在從周遭環境中辨識幾何形體試題的表現，其對應的平均通過率為 82.3% 和 71.2%， $P < .001$ 。可能是因為九年一貫課程暫行綱要很強調連結主題，而造成的學習效果。

表 3 學生在試題概念都涵蓋在 82 年版及暫綱課程的表現

幾何概念	幾何子概念	題目修改	實測通過率 (%)	試測通過率 (%)	選項答題卡方值
二維和三維形體	形體的分割與組合	x	85.6	81.8	6.95
	從周遭環境中辨識幾何形體	○	82.3	71.2	86.86**
	畫一條直線將長方形分割成兩個三角形	x	93.6	93.1	0.98
	畫一條直線將長方形分割成兩個長方形	x	95.0	97.2	2.07
	畫兩條直線將長方形分割成一個長方形和兩個三角形	x	84.7	77.5	28.56**
	根據性質分類二維形體	x	80.3	79.8	0.34
線和角	角的大小比較及排序	○	55.6 [‡]	65.3 [‡]	7.57
	分類比 90 度大、小、或等於 90 度的角	○	67.0 [‡]	60.5 [‡]	4.89

#：通過率低於整體平均通過率（實測：70.71%；試測：65.53%）；** $P < .01$

2. 試測和實測學生在幾何課程範圍的試題成就表現

表 4 的資料顯示，20 題的幾何共同試題中，有 8 題是超乎我國四年級學生的幾何課程的深度，這些概念為：圖形分割、展開圖、平移、旋轉、點對稱、線對稱、辨識相似三角形、使用幾何圖形的性質解決問題。

表 4 學生在試題概念都沒有涵蓋在 82 年版及暫綱課程的表現

幾何概念	幾何子概念	題目修改	實測通過率 (%)	試測通過率 (%)	選項答題卡方值
二維和三維形體	使用幾何圖形的性質，解決例行性問題	○	58.0#	28.7#	120.91**
	使用幾何圖形的性質，解決例行性問題	○	54.6#	34.7#	85.24**
位置和	瞭解形體與展開圖間的關係	x	75.7	60.8#	19.15**

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

空間關係					
對稱和變換	瞭解點對稱	x	52.0#	48.9#	4.80
	畫出二維的對稱圖形	x	49.4#	52.8#	6.88
	辨識依順時針轉動後的圖形	x	83.5	85.8	1.27
	畫出線對稱圖形	x	64.3#	61.8#	6.48
全等和相似	辨識相似三角形	○	65.6#	50.7#	101.11**

#：通過率低於整體平均通過率（實測：70.71%；試測：65.53%）；**P<.01

這些概念中，只有辨識圖形經順時針轉動後的圖形的試題，學生答對率較高，實測和試測各為 83.5% vs. 85.8%，可能是因為學生生活中有順時針的經驗。其餘的幾何概念，學生沒有學過，其通過率皆偏低；學生易將旋轉與平移混淆或將對稱線誤認為等分線；以為只要將圖形平分的線就是對稱線，而誤認為長方形的對角線為其對稱軸。

這些試題涉及的幾何概念都沒有包含在我國的數學課程中，而國際試題取用的原則是至少 70% 參與國家的數學課程包含試題所涉及的幾何概念才選用，由此顯示出我國有關柱體的展開圖教材、相似圖形、及剛體變換中的旋轉、線對稱比其他國家延後學習。

3. 學生在試題只涵蓋在 82 年版或暫綱課程的成就表現

表 5 的資料顯示，20 題的共同試題中，有 4 題的幾何概念是 82 年版和暫綱兩種課程處理的學習進程不同，其中平行線、利用幾何性質解決問題這兩個概念，在 82 年版課程已經處理，但暫綱課程還沒處理，82 年版課程下的學生在這兩個概念的成就表現優於暫綱下的學生，平均通過率都偏低，利用幾何性質解題的平均通過率分別為 46.3% vs. 41.0%；畫出一條平行線的平均通過率分別 63.1% vs. 58.0%，兩者達到極顯著的差異，畫平行線的通過率偏低，因為學生將互相平行的線畫成垂直線或沒有畫出精確的平行線。同樣地，認識全等三角形及在非正式的座標系標出座標已涵蓋在在暫綱但沒有在 82 年版課程內，在暫綱下的學生在這兩個概念的表現均優於 82 年版課程下的學生。

表 5：學生在試題只涵蓋在 82 年版或暫綱課程的成就表現

幾何概念	幾何子概念	題目修改	實測通過率 (%)	試測通過率 (%)	選項答題卡方值	是否涵蓋在 82 年版	是否涵蓋在暫綱
二維和三維形體	使用幾何圖形的性質，解決例行性問題	x	41.0#	46.3#	6.66	○	x
位置和空間關係	在非正式的座標系，以座標標出位置	○	86.4	84.3	10.91	x	○
線和角	辨識平行線和垂直線	x	58.0#	63.1#	36.02**	○	x
全等和相似	辨識全等三角形	x	81.3	70.3	16.61**	x	○

#：通過率低於整體平均通過率（實測：70.71%；試測：65.53%）；**P<.01

四、結論與建議

從 82 年版或暫綱課程下的學生在幾何試題的表現，以 20 題共同試題作雙重檢核，本研究發現：暫綱下的學生平均通過率略高於 82 年版課程下的學生，分別為 70.71% 和 65.53%，

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

但兩者未達顯著性差異。造成此些微的差異本研究發現主要是由於提供給學生學習幾何教材的機會而造成的效果。

(一) 學生在旋轉、線對稱、相似幾何概念相關的試題共有 8 題, 平均通過率偏低, 主要是由於四年級教材沒有處理這些概念, 因此建議我國四年級課程需要為學生鋪成有關旋轉、線對稱、相似教材的學習。

(二) 學生對於所學習過平面和立體圖形的辨識, 共有 8 題, 學生在這些概念的平均通過率都偏高, 只有 2 個試題的表現不佳, 是因為粗心或誤讀題意而造成。

(三) 在暫綱和 82 年版課程提供給學生不同的學習機會, 本研究發現: 82 年版課程比暫綱提早提供給學生畫平行線的學習機會, 但是 82 年版課程四年級教材並沒有像暫綱一樣提供給學生找出全等三角形及標出座標點的學習機會, 本研究更進一步發現: 不管暫綱或 82 年版課程, 幾何概念只要是學生學過的都比沒有學過的學生成就表現較好。由此顯示, 教材提供給學生學習促成學生成就表現的效果。

(四) 雖然實測試題依據試測的結果在題目的文字修辭詞上稍作修改, 從本研究發現, 題目的修改並不是造成學生在實測和試測的成就表現差異的因素。

依據本研究結果, 為了提昇我國四年級學生幾何的國際成就表現, 將我國四年級的幾何課程配合著國際間其他國家的四年級幾何課程的學習進度是一個可能有效的途徑。

五、參考文獻

余民寧(2005)。心理與教育統計學(修訂二版)。三民書局。

林碧珍、蔡文煥(2003): 四年級學生在國際教育成就調查試測的數學成就表現。科學教育月刊, 第 258 期, 2-20。

林碧珍、蔡文煥(2005): TIMSS 2003 台灣國小四年級學生的數學成就及其相關因素之探討。科學教育月刊, 第 285 期, 2-38。

林碧珍、蔡文煥(2006): TIMSS 2003 國小四年級學生的數學成就及其相關因素之探討。張秋男主編: TIMSS 2003 國際數學與科學教育成就趨勢調查國家報告 (pp. 123-161)。國立台灣師範大學科學教育研究中心。

邱皓政(2005)。量化研究法(一)研究設計與資料處理。雙葉書廊有限公司。

高耀琮(2002)。兒童平面幾何圖形概念之探討。國立台北師範學院數理教育研究所碩

張英傑(2001)。兒童幾何形體概念之初步探究。國立台北師範學院學報, 14, 491~582。

探討。科學教育月刊, 285, 2-38。

謝貞秀(2002)。國小中年級學童平面幾何圖形概念之探討。國立台北師範學院數理

Carroll, W. M. (1998). Geometric Knowledge of Middle School Students in a

Reform-based Mathematics Curriculum. *School Science and Mathematics*, 98, 188-97.

Wang, M. C., Haertel, G. D. & Walberg, H. J. (1990). *What influences learning? A content analysis of review literature*. *Journal of Educational Research*, 84(1), 30-43.

透過教科書分析探討我國國小四年級學生在TIMSS 2003

試測和實測的測量成就表現[‡]

吳慈紋¹、林碧珍²

¹彰化縣大嘉國小、²國立新竹教育大學應用數學系
wendy_wu999@yahoo.com.tw、linpj@mail.nhcue.edu.tw

摘要

本研究利用TIMSS 2003試測與實測的共同測量試題，來比較兩次測驗的學生在測量的成就表現是否有差異。並進一步依照我國八十二年版的數學課程標準以及九年一貫暫行綱要分析各版本數學教科書是否涵蓋試題概念而影響國小四年級學生在測量成就的表現。本研究發現使用九年一貫課程暫行綱要的四年級學生與82年版課程的四年級學生在測量表現沒有顯著性差異。在測量概念上的表現是由於提供給學生學習的測量教材而造成不同的效果，不管是暫綱或82年版課程，測量概念只要是學生學過的都比沒有學過的學生有較好的成就表現，一般而言，八十二年版課程在測量主題的學習進程上比暫行綱要課程來得早，但並非八十二年版課程的試測學生在測量試題表現優於使用暫行綱要的實測學生，因為使用暫行綱要的實測學生在三年級時已學過了相關的測量概念，所以其表現不比八十二年版課程的試測學生差；試題在文字上的修改不是影響學生成就表現的因素。本研究發現對學生較困難的測量概念包括：非相鄰兩階的單位化聚、時間的四則計算及化聚、地圖上的比例尺，是由於他們沒有學過這些概念；解決在非歸0的直尺上報讀彎曲的線段、或求算平方公分板上非在邊上的直線段等問題是學生學過的概念但表現不佳。

關鍵詞：TIMSS 2003、測量、數學教科書

一、緒論

我國國小四年級學生參加TIMSS 2003的實測，TIMSS 2003主要目的在於了解各國學生數學的學習成就趨勢及各國文化背景、學習環境、教師因素等影響因子之相關性，並進一步作國際間之比較分析（張秋男，2005）。我國學生在各個主題的成就表現不一，相較於其他主題排名第三，而測量和幾何在國際排名第四，表現屬不理想。

在進行TIMSS 2003實測之前，於2002年四月先進行試測，試測是為實測而準備的，其目的是為了讓參加的國家能預先熟悉抽樣、試題翻譯、施測、及閱卷的工作流程。從試測結果顯示台灣學生在數學內容的成就表現由高至低為數、幾何、資料、代數、測量，平均通過率分別為55.8%，54.1%，52.5%，48.6%，48.0%（林碧珍、蔡文煥，2003a）。所以無論試測或實測，學生在測量的表現不甚理想。

林碧珍、蔡文煥（2003b）從試測結果分析發現有56.2%的學生誤將周長視為面積或誤以為周長=面積÷4。由此可見，四年級的學生約有五成的學生還沒有釐清周長和面積的兩個概

[‡] 本論文數據資料由吳慈紋的碩士論文提供，由林碧珍主筆

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

念。四年級學生有此學習上的困難，可能有很多相關的因素，例如，教科書因素，教科書是中小學學生學習的主要內容與教師教學的主要依據（林碧珍,蔡文煥, 2005; 高新建,1991）。但是這些研究並沒有更進一步指出教材如何影響學生的數學成就表現；由於我國於 2002 年參加 TIMSS 2003 試測的四年級學生是使用八十二年的數學課程，於 2003 年參加 TIMSS 2003 實測的學生是使用九年一貫暫行綱要（以下簡稱暫綱）的數學課程。因此，比較兩群使用不同版本教科書的四年級學生，接受相同的評量試題，正好提供一個機會檢視是否因教材改變的因素，而影響學生的學習成就表現。因此本研究主要是探討教材因素如何影響學生在量與實測的成就表現，並藉由學生在國際成就表現來檢討課程改革的缺失。

二、研究方法

我國九十學年度參加試測的國小四年級學生，是從全國四年級年齡群的母群體抽出 25 所學校，共 50 個班級，合計 1601 名學生參加測驗。我國九十一學年度參加實測的國小四年級學生於 2003 年參加施測，抽測 150 所學校，每校一班，共計 4661 位學生受測。

試題依 TIMSS 2003 評量架構作歸類後，逐題分析學生在每一個試題的答題情形，各題平均通過率是國際測驗中心所提供的數據，分析的重點在於判斷各個試題所涉及的數學概念是否已列入我國的四年級數學課程。本研究採用試題分析表來分析資料，參見表 1，試題分析表包含試題所屬的試題代號、試題題型、認知領域、試題修改情況、學生答題情況、試題概念分析、課程中是否涵蓋試題概念，以及概念在課程中的分布情況。

表 1：「試題分析表」範例

試題代號：M031008			試題類型：選擇題			
認知領域：解例行性問題			修改情形：是			
試題概念		屬性和單位—標準單位間的化聚				
答案編碼		A	B*	C	D	其他
試測	%	22.4	25.1	37.9	11.9	2.7
	N	49	55	83	26	6
	殘差值	3.4	-1.8	0.7	-2.5	1.9
實測	%	13.4	31.9	34.8	18.9	1.1
	N	101	244	275	148	8
	殘差值	-3.4	1.8	-0.7	2.5	-1.9
卡方值：3.255			漸近顯著性（雙尾）：.0.71			
教科書分佈情形						
八十二年數學課程標準				九年一貫暫行綱要		
A 版本：第七冊單元 4—分與秒 B 版本：第八冊單元 7—時刻和時間 C 版本：第七冊單元 3—時分秒				A 版本：第七冊單元 8—時間 B 版本：未提到		

針對學生每一選項或作答類型的百分比作逐題分析，嘗試找出為何學生會選某一答案的可能原因，並歸納出該試題所涉及的數學概念有無列入四年級的數學課程中。若教科書內容已涵蓋該試題概念，將分布情形記錄於「試題分析表」上。本研究在於比較試測與實測兩群學生在各選項的選答人數，因此適合以卡方檢定之「百分比同質性考驗」來進行共同試題之檢定。進行檢定步驟如下：

1. 完成各試題之「試題分析表」後，進行卡方檢定，分析參加試測與實測的學生於每一試題

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

的通過率是否有顯著差異存在。

2. 對每一選擇題型試題進行卡方檢定，分析參加試測與實測的學生於每一選項的選答情形是否有顯著的差異。
3. 對每一非選擇題型試題進行卡方檢定，分析參加試測與實測的學生在解題方法上作答類型是否有顯著的差異。
4. 利用試題分析表以及卡方檢定結果，來推論教科書的內容對學生學習成就所造成的影響。

三、研究結果

(一) 實測和試測學生在測量共同試題整體表現及各子概念的成就表現沒有顯著差異

表 2 為實測和試測的學生在測量共同試題整體通過率及各子概念之平均通過率，實測和試測學生的測量共同試題整體通過率分別為 64.02%、57.98%，顯示實測學生比試測學生的平均通過率高，但經 T 檢定考驗結果，兩者未達顯著性差異，t 值為 1.09。在這兩個測量概念中，不管是使用 82 年版數學課程的學生或使用暫綱的學生，以實測技能的平均通過率較低，約為六成。由此可見，學生在數學課室中需要增強有關實測的技能。

表 2：實測和試測學生在測量共同試題整體通過率及各子概念之平均通過率

測量子概念	實測通過率	試測通過率	T 值	P
屬性和單位 (5 題)	70.30%	66.26%	-0.26	0.803
測量工具、方法和公式 (19 題)	62.37%	55.80%	-1.13	0.266
全部 (24 題)	64.02%	57.98%	-1.09	0.284

(二) 試題的測量概念涵蓋在 82 年版和暫綱的教科書的情形

每個測量試題在 82 年版和九年一貫行暫綱下的教科書分佈情形，依據試題的概念是否涵蓋在 82 年版及暫綱的課程內容作分析，將其分類為：

1. 試測和實測學生對於都涵蓋在 82 年版及暫綱課程的試題表現

表 3 的資料顯示，24 題的測量試題中有 8 題全部涵蓋在學生的數學課程中。實測的學生中，有八成以上的學生能答對三個測量題目。其中的兩題在試測也至少有八成的學生答對，這兩題其中一題是屬於重量問題，題意大致為已知甲人 x 公斤，甲人和乙物共 y 公斤，求乙物有多重？只須具備基本的重量概念加上數的運算即可解出此題。試測和實測通過率都很高，分別為 89.1% 和 89.4%，經卡方檢定結果未達顯著差異。另外一題是讀出秤面上的刻度，此題試測和實測的通過率高達八成，因為此試題所呈現的秤面刻度是將 50g 分成 5 小格，換算結果每小格為 10g，與課本所教類似；又因為此題將秤面完整呈現，學生較易觀察計數，故通過率較高。在八十二年版數學課程標準和九年一貫暫行綱要的各版本教科書都涵蓋此概念，所以兩次測驗通過率相近。

在實測中有近八成的學生答對有關求算兩時刻的時間，但試測學生的通過率只有 59.8%，通過率相差 20%，卡方檢定結果達到顯著的差異，卡方值為 43.46，實測表現顯著優於試測學生表現。由於此題在試測與實測的試題上並未做任何修改，因此可排除試題形式的因素。造成之差異的可能原因是雖然此在八十二年數學課程標準中，試測

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第23屆科學教育學術研討會論文集(pp. 28-29)。論文發表於12月13~15日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

學生施測時沒學到此概念; 而使用九年一貫暫行綱要中的實測學生已學過此概念, 故實測學生表現優於試測學生表現, 且達到顯著的差異。由此證實教科書提供給學生學習的機會所造成的學習成效。

實測中有兩題學生學過的概念但其通過率低於平均通過率, 其中一題為使用起點不為0的直尺量彎曲線段的長度, 學生作答時忽略了要將彎曲線拉直, 或沒注意到直尺的起底沒有歸0, 而導致只有四成的學生答對。另一題的通過率60.6%低於平均通過率64.0%; 題目為: 「小吉一個星期有6天練習足球。其中3天每天練習45分鐘; 另外三天每天練習20分鐘。請問在這六天中, 小吉總共花了幾小時又幾分鐘練習足球?」是有關時間的加與乘法的混合計算的應用問題, 而且答案算出後, 還需要作分與時的兩階單位的化聚。試測學生通過率55.4%也低於平均通過率, 由此可見, 雖然學生學過時與分的化聚問題, 但是課本中並沒有涉及到複雜的四則混合運算概念, 四年級學生對於解決時間的問題當涉及到混合運算又要將算出的分鐘聚為幾時幾分來描述較為困難。

同樣是讀出秤面上刻度所顯示的重量, 每小格刻度為20g比每小格刻度為10g, 的難度要高出許多, 試測和實測的學生通過率僅達六成約左右, 可能是因為課本中所教的秤面刻度, 都是將秤面0~100g分成10大格, 每格為10g, 再將每大格細分成2小格, 每小格為5g; 而此試題是將100g分成5大格, 換算結果每格為20g, 與課本所學不同, 再加上此試題所呈現的秤面並非一完整的秤面, 而是擷取部分, 學生看不到完整秤面, 容易影響其判斷及計算, 更添難度。

表3: 學生在測量試題概念都涵蓋在82年版及暫綱課程的表現

測量子概念	測量子概念	題目修改	實測通過率(%)	試測通過率(%)	選項答題卡方值
屬性和單位	以非標準單位測量長度、面積、體積、時間	○	67.2	61.2	3.41
測量工具、方法和公式	使用起點不為0的直尺量彎曲線段的長度	○	44.4#	34.9#	4.67*
	解決時刻+時間的應用問題	○	64.2	55.9#	5.14*
	解時間的加與乘混合應用問題	○	60.6#	55.4#	1.32
	以秤面每小格為20g為工具, 報讀重量	×	64.8	62.1	0.68
	以秤面每小格為10g為工具, 報讀重量	×	80.4	81.8	0.04
	計算簡單情境中的重量問題	○	89.4	89.1	0.06
	求算兩時刻的時間	×	79.6	59.8	43.46**

#: 通過率低於整體平均通過率(實測: 64.0%; 試測: 58.0%); *P<.05, **P<.01

2. 試測和實測學生在試題都超出測量課程範圍的成就表現

表4中的資料顯示, 24題的測量共同試題中, 有9題是超乎我國四年級學生的測量課程範圍, 其中有三個題目為: 涉及用適當的單位來描述一個容量、瞭解使用測量面積單位越大, 則其單位數越小、及解速度問題, 學生的通過率達到七成或八成左右; 學生沒有學過的測量概念, 其通過率皆偏低, 這些概念包括: 時分的化聚、解決時刻-時間, 求開始的時刻問題、解決公升與豪公升的換算問題、瞭解比例尺的意義及表示法, 並應用於地圖的閱讀。

表4: 學生在測量試題概念都沒有涵蓋在82年版及暫綱課程的表現

林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

測量子概念	測量子概念	題目修改	實測通過率 (%)	試測通過率 (%)	卡方值
屬性和單位	時分的化聚	○	31.9#	25.1#	3.26
	選擇適當的單位，描述一個容量	○	87.4	83.1	2.65
測量工具、方法和公式	測量面積單位越小所得單位數越多	○	68.5	63.9	1.60
	解決時刻—時間，求開始的時刻問題	×	50.9#	43.4#	4.28*
	解決速度問題	○	73.3	76.6	0.80
	解決公升與毫公升的換算問題	○	50.9#	49.1#	0.12
	瞭解比例尺的意義及表示法，並應用於地圖的閱讀	○	58.5#	30.6#	62.80**
	瞭解比例尺的意義及表示法，並應用於地圖的閱讀	○	65.2	40.1#	50.43**
	瞭解比例尺的意義及表示法，並應用於地圖的閱讀	○	35.3#	25.0#	9.49**

#：通過率低於整體平均通過率（實測：64.0%；試測：58.0%）；*P<.05，**P<.01

3. 學生在試題只涵蓋在 82 年版或暫綱課程的成就表現

表 5 的資料顯示，24 題的共同試題中，有 8 題的測量概念是 82 年版和暫綱兩種課程處理的學習進程不同，其中在測量概念的八個試題中有七個試題的學習進程，在 82 年版課程較早學習。雖然在 82 年版課程下的學生已學過的有些測量概念，其表現反劣於暫綱下的學生，實測學生在四個題目的平均通過率卻高於試測的學生，因為這批參加實測的學生在三年級時所使用的八十二年版課程已學過這些概念。

表 5：學生在測量試題只涵蓋在 82 年版或暫綱課程的成就表現

測量子概念	試題/細目	題目修改	實測通過率 (%)	試測通過率 (%)	卡方值	是否涵蓋在 82 年版	是否涵蓋在暫綱
屬性和單位	等積異形	○	74.4	69.4	1.92	○	×
	面積保留性	○	90.6	92.5	0.77	○	×
測量工具、方法和公式	解決時刻-時間的問題	○	48.0#	30.0#	19.43**	×	○
	公升與毫公升的換算問題	○	65.8	65.5	0.05	○	×
	在平方公分板上求算未完整的格子的面積問題	○	81.1	84.5	0.67	○	×
	長度的應用問題	○	34.4#	35.6#	0.17	○	×
	在平方公分板上依據一個給定的底邊畫出一個等腰三角形。	○	69.7	76.9	4.50*	○	×

#：通過率低於整體平均通過率（實測：64.0%；試測：58.0%）；*P<.05，**P<.01

例如：平方公分板上畫出一個相等兩邊的三角形，或數出半格的面積。由表中數據，雖然這些題目在實測都有經過修改，但是其通過率並非一致性地提高，因此可以排除題目修改的因素，而影響其成就表現。

不管是在 82 年版或暫綱課程是否學過，學生對於長度的應用及解決時刻—時間的問題其答對率都低於平均通過率。以長度的應用為例，題目題意大致為使用一個較短的直尺，去測量一個較長的長度，剛好差 6 公分就可以剛好量了 N 次，學生若懂得「還差」就是不足，

林碧珍(2007): 課堂和課後學習與教材的學習機會與TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第23屆科學教育學術研討會論文集(pp.28-29)。論文發表於12月13~15日。高雄市: 國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。

作完倍數的運算後, 再將6公分減去, 即可得到正確答案; 但若誤解其意, 反而加上6公分, 就會得到「選項C」此造成顯著差異的選項了。

解決時刻—時間的問題。試題的題意大致是某生先花x分鐘完成甲事, 再花y分鐘完成乙事, 預計在某時刻結束, 應該從何時開始? 試題的主要概念是必須了解「事件發生的先後順序」, 進而知道該將時間前進或倒推, 使用加法或減法, 且其中包含了兩步驟的時間加減法運算, 增加試題的難度, 因此試測通過率為30.0%, 實測通過率為48.0%, 卡方檢定結果得知, 試測與實測之通過率達到顯著的差異, 卡方值為19.43, * $P<.01$

, 經進一步分析, 八十二年版數學課程標準的各版本學生幾乎都未學過此試題概念。九年一貫暫行綱要中, 某一版本在第八冊單元2提到了「時刻—時間」的概念, 所以部分參加實測的學生學過此概念, 因此實測學生表現優於試測學生。

四、結論與建議

本研究研究結果發現: 暫綱下的學生平均通過率略高於82年版課程下的學生, 分別為64.02% 和57.98%, 但兩者未達顯著性差異, 這些差異主要是由於提供給學生學習測量教材的機會而造成的效果。

(一) 24個測量題目中, 有9題試測和實測學生通過率均低於平均通過率, 其中有兩題學生在這兩種課程都已學過, 有兩題是學生在82版或九年一貫課程學過, 其中的五題涉及的測量概念是學生都沒有學過。由此可見, 學生在測量試題的表現主要受到學校是否提供教材的學習機會的影響。

(二) 四年級學生最困難的三種測量問題是:(1) 對於解決時間計算問題有困難, 依據教材分析, 四年級暫行綱要課程教材並未涵蓋相關的概念。這類型的問題包含: 時刻—時刻=時間; ?—時刻=時間; 時刻+時間=時刻, 及時間的兩階單位化聚對學生也較為困難;(2) 四年級的容量只處理到相鄰兩階單位的化聚, 因此沒有能力解決日常常用的1公升與1000毫公升的化聚。(3) 利用比例尺問題解決閱讀地圖上的問題。這三種概念均未在四年級課程中出現, 因此建議我國四年級課程需要為學生鋪成有關這類型教材的學習。

(三) 在暫綱和82年版課程提供給學生不同的學習機會, 本研究發現: 在測量概念方面82年版課程比暫綱提早提供給學生學習。但是使用暫綱的實測學生在有些題目上的表現, 其通過率仍然高於試測的學生機會, 其原因是因為這屆的四年級學生在三年級時所使用的八十二年版課程都已經涵蓋了暫行綱要的課程內容, 所以學生實際上是已學過了這些概念。

(四) 雖然實測試題依據試測的結果在題目的文字修辭詞上稍作修改, 從本研究發現, 題目的修改並不是造成學生在實測和試測的成就表現差異的因素。

五、參考文獻

林碧珍、蔡文煥(2003a): 我國國小四年級學生在國際教育成就測驗2003試測的數學成就表現。九十二學年度師範學院教育學術論文發表會, 國立台南師範學院。

林碧珍、蔡文煥(2003b): 四年級學生在國際教育成就調查試測的數學成就表現。科學教育月刊。

- 林碧珍 (2007)：課堂和課後學習與教材的學習機會與 TIMSS 2003 國小四年級的數學成就表現之影響。中華民國第 23 屆科學教育學術研討會論文集 (pp. 28-29)。論文發表於 12 月 13~15 日。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所主辦。
- 林碧珍、蔡文煥 (2005)：TIMSS 2003 臺灣國小四年級學生的數學成就及其相關因素之探討。科學教育月刊，285，2-38。
- 高新建 (1991)：國小教師課程決定之研究。國立臺灣師範大學教育研究所碩士論文。
- 張秋男 (2005)：國際數學與科學教育成就趨勢調查 2003。國立臺灣師範大學科學教育中心。