

學校風氣觀感) $+\gamma_{05}$ (校園行為問題嚴重性) $+\gamma_{06}$ (學校所在地人口數) $+\mu_{0j}$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10}$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20}$$

$$\beta_{3j} = \gamma_{30}$$

$$\beta_{4j} = \gamma_{40}$$

$$\beta_{5j} = \gamma_{50}$$

$$\beta_{6j} = \gamma_{60}$$

## 參、結果與討論

### 一、影響閱讀成就因素的分析

HLM 程式在處理學校層次的缺失資料時，採用完全排除 (listwise) 的方式，只要學校有一個預測變項有缺失值就被排除在分析之外，因此，本研究 PIRLS 2006 實際分析的校數為 142 所。研究者比較了 150 所和 142 所學校初始模型 (null model)，所幸兩種情況之校際間變異對學生成就的解釋量相當接近，具體言之，150 所學校之學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 435.014，學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 3693.931，可計算出，學校之間的變異約佔學生閱讀成就總變異數的 10.54% ( $435.014 / [435.014 + 3693.931] = 0.1054$ )，學生之間的變異則佔學生閱讀成就總變異數 89.46% ( $3693.931 / [435.014 + 3693.931] = 0.8946$ )。142 所學校之學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 408.414 ( $\chi^2_{(141)} = 609.585, p < .001$ )，學校之間的閱讀成就有顯著差異存在，校際之間的變異佔學生閱讀成就總變異數的 9.98%；學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 3682.240，學生之間的變異則約佔學生閱讀成就總變異數 90.02%。整體來說，初始模型的分析結果顯示，學校因素雖對學生閱讀成就有顯著影響，然而學生個人因素對於閱讀成就的影響力更高於學校因素。

表 2 是本研究 PIRLS 分析變項的描述統計摘要表，旨在提供各變項概略的集中情形。學校師資、校舍空間設施，及教學資源短缺對教學影響的程度的平均值介於 2.35 到 2.63 之間 (四點量尺)，位置落在「一點點」到「許多」影響之間，校長對學校風氣的觀感偏正向 ( $M = 3.88$ ，五點量尺)，校長對學生校園問題嚴重性觀感 ( $M = 1.41$ ，四點量尺) 約落在於「不構成問題」到「不太嚴重」之間。學生的正向閱讀態度和自信心，以及校園氣氛觀感的平均值皆高於 3.00 (四點量尺)，稍偏於正向，平均閱讀作業頻率平均

值 ( $M = 3.04$ )，位置約在一週 1 到 2 次，家中藏書量 ( $M = 2.85$ ) 約在「26-100 本」，至於校園受凌經驗平均值是 1.09 分 (滿分為 3)。附帶一提的，臺灣學生 PIRLS 2006 閱讀平均分數是 535，在 45 個評比國家和地區中排名第 22。

表 3 呈現模式一、模式二和模式三之 HLM 分析結果摘要表。根據模式一的學校層次分析發現，設備資源群的三個變項對學生閱讀成就皆無顯著的影響。學生層次分析發現，閱讀相關因素群的三個變項對閱讀成就之影響皆顯著，從估計係數的方向可看出，對閱讀的態度越正向者其成就越高，閱讀自信心越佳者其成就越高，閱讀作業頻率高者其閱讀成就反而有趨低的傾向。在學校層次和學生層次因素對閱讀成就影響程度的評估上，投入設備資源群變項後，學校層次的變異成分由 408.414 降為 283.901，可計算出，投入變項對學校間閱讀成就的變異解釋量為 30.49% ( $(408.414 - 283.901) / 408.414 = 0.3049$ )。至於學生層次的變異成分，由 3682.240 降為 2986.853，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 18.88% ( $(3682.240 - 2986.853) / 3682.240 = 0.1888$ )。

模式二學校層次的分析發現，學校風氣和秩序群變項對學生閱讀成就皆無顯著的影響，此時，模式一的變項之影響力沒有明顯變動。學生層次的分析結果顯示，投入學校風氣和安全因素群對閱讀成就皆有顯著影響，從估計係數的方向可看出，學校風氣觀感正向者其閱讀成就反而有偏低的傾向，校園受凌經驗多者其成就有偏低的傾向，此時，模式一變項之影響力依然皆顯著。在模式二，學校層次的變異成分變為 277.116，五個投入變項對校際之間學生閱讀成就之變異解釋量為 32.15% ( $(408.414 - 277.116) / 408.414 = 0.3215$ )，和模式一的解釋量相比，投入校長學校風氣和校園問題行為嚴重性觀感兩個變項，解釋量增加了 1.66%。學生層次的變異成分變為 2831.185，五個投入變項聯合對學生間閱讀成就之變異解釋量為 23.11% ( $(3682.240 - 2831.185) / 3682.240 = 0.2311$ )，和模式一的解釋量相比，納入學生學校風氣觀感和校園受凌經驗兩變項之後，解釋量增加了 4.23%。

模式三學校層次的分析發現，學校所在地人口數對學生閱讀成就有顯著正向影響，學校所在地人口數越多者其學生的成就有越高的傾向，此時，模式二的變項之影響力仍舊未達顯著。學生層次的分析結果顯示，家中藏書量變項對閱讀成就有顯著正向影響，家中藏書量變項越多者其閱讀成就有越高的傾向，此時，模式二的變項之影響力沒有明顯的變動。模式三的學校層次變異成分變為 183.823，六個投入變項聯合對校際之間學生閱讀成就之變異解釋量為 54.99% ( $(408.414 - 183.823) / 408.414 = 0.5499$ )，和模式二的

解釋量相比，投入學校所在地人口數變項之後，解釋量增加了 22.84%，大幅提升，都市化程度對學生學習成就的影響很大。模式三的學生層次變異成分變為 2653.079，六個投入變項聯合對學生之間閱讀成就之變異解釋量為 27.95% ( $(3682.240 - 2653.079) / 3682.240 = 0.2795$ )，和模式二的解釋量相比，納入家中藏書量後，解釋量增加了 4.84%。

表 2 PIRLS 2006 分析變項之描述統計摘要表

變項	校數/人數	平均數	標準差	最小值	最大值
學校層次					
學校所在地人口數	142	4.31	1.22	1.00	6.00
師資短缺	142	2.35	1.17	1.00	4.00
空間設施短缺	142	2.63	1.11	1.00	4.00
教學設備資源短缺	142	2.62	0.82	1.00	4.00
校長學校風氣觀感	142	3.88	0.44	2.67	5.00
學生問題行為嚴重性	142	1.41	0.36	1.00	2.22
學生層次					
閱讀分數似真值 1	4346	536.44	63.63	276.20	756.39
閱讀分數似真值 2	4346	535.93	64.02	275.44	735.01
閱讀分數似真值 3	4346	535.02	63.67	285.23	756.63
閱讀分數似真值 4	4346	535.6	63.03	271.18	733.19
閱讀分數似真值 5	4346	536.25	63.57	280.20	735.07
閱讀正向態度	4284	3.12	0.6	1.00	4.00
閱讀自信心	4298	3.04	0.62	1.00	4.00
閱讀作業頻率	4194	3.04	1.29	1.00	5.00
學校風氣觀感	4298	3.13	0.65	1.00	4.00
校園受凌經驗	4286	1.09	1.09	0.00	3.00
家中藏書量	4230	2.85	1.29	1.00	5.00

表 3 影響閱讀成就 (PIRLS) 之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果	模式一			模式二			模式三		
	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t
師資短缺	-0.45	2.08	-0.22	-0.20	2.02	-0.10	-1.19	1.72	-0.69
校舍空間設施短缺	3.90	2.78	1.40	3.62	2.78	1.30	-0.13	2.36	-0.06
教學設備資源短缺	-5.81	3.93	-1.48	-5.45	3.98	-1.37	-0.55	3.41	-0.16
校長學校風氣觀感				-3.50	10.10	-0.35	-8.40	9.41	-0.89
校園行為問題				-1.20	4.72	-0.26	1.22	4.42	0.28
學校所在地人口數							5.14	1.36	3.77***
閱讀的正向態度	17.15	1.71	10.02***	20.31	1.77	11.51***	15.63	1.80	8.66***
閱讀自我概念	30.14	1.64	18.34***	28.26	1.60	17.66***	22.86	1.67	13.72***
閱讀作業頻率	-3.35	0.97	-3.46**	-2.53	0.94	-2.68*	-2.69	0.93	-2.89**
學生學校風氣觀感				-11.32	2.11	-5.36***	-9.69	2.06	-4.70***
校園受凌經驗				-9.61	0.91	-10.55***	-9.72	0.91	-10.73***
家中藏書量							10.19	0.80	12.76***
隨機效果	變異成分			變異成分			變異成分		
學校層次 ( $\mu_{0j}$ )	283.901			277.116			183.823		
學生層次 ( $\gamma_{ij}$ )	2986.853			2831.185			2653.079		

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ .

## 二、影響數學成就因素的分析

### (一) 四年級

因 HLM 程式排除有缺失資料的學校，本研究實際分析的學校數為 146，研究者比較了 150 所和 146 所學校的初始模型，兩種情況之校際間變異對學生數學成就的解釋量非常接近，前者為 9.39%，後者為 9.38%，以下分析結果是根據 146 所學校的資料而來的。

在初始模型，學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 448.815 ( $\chi^2_{(145)} = 565.741, p < .001$ )，校際之間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 4337.574，可推算出，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 9.38%，學生間的變異則約佔學生數學成就總變異數 90.62%。綜合來說，學校因素對學生數學成就雖有顯著影響，然而學生個人因素的影響力更高於學校因素。

表 4 是本研究 TIMSS 2007 四年級數學分析變項之描述統計摘要表，學校師資、校舍設施和教學資源短缺對教學影響的程度的平均值介於 1.79 到 2.17 之間 (四點量尺)，位置約在影響「很少」附近，校長對學校風氣的觀感偏正向 ( $M = 4.07$ ，五點量尺)，校

長對學生校園問題嚴重性觀感 ( $M = 1.23$ ，三點量尺)，介於「不成問題」到「輕微問題」之間。學生的數學正向閱讀態度和自信心平均值趨中 ( $M_{\text{態度}} = 2.68$ ， $M_{\text{信心}} = 2.68$ ，四點量尺)，校園氣氛觀感的平均值為於 3.33，頗為正向，數學作業頻率 ( $M = 4.02$ ，五點量尺)，位置約在一週 3 到 4 次，家中藏書量 ( $M = 2.89$ ) 約在「26-100 本」，至於校園受凌經驗平均值是 1.85 分 (滿分為 5)。附帶一提的，臺灣四年級學生 TIMSS 2007 數學平均分數是 576，在 44 個評比國家和地區中排名第 3。

表 5 呈現模式一、模式二和模式三之 HLM 分析結果摘要表。模式一的學校層次分析發現，師資、校舍空間設施兩個變項的影響力未達顯著，數學教學設備資源短缺對學生數成就有顯著負向影響，短缺影響越嚴重的學校其學生成就有偏低的傾向。學生層次的分析結果顯示，數學相關因素群的三個變項中，只有數學自信心有顯著正向影響，自信心越高者其成就有越高的傾向，數學正向態度和作業頻率的影響力並未達顯著。評估學校層次和學生層次因素對數學成就影響程度，投入設備資源群變項之後，學校層次的變異成分由 448.815 縮減為 396.861，投入變項對學校間數學成就的變異解釋量為 11.58%。至於學生層次的變異成分，由 4337.574 降為 3256.391，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 24.93%。

模式二學校層次的分析發現，學校風氣和秩序群變項對學生數學成就皆無顯著的影響，此時，模式一的變項之影響力並沒有明顯變動。學生層次的分析發現，學校風氣觀感對數學成就未有顯著影響，校園受凌經驗則有顯著負向影響，受凌經驗多者其成就有偏低的傾向，此時，模式一的變項之影響力依舊沒有明顯變動。在模式二，學校層次的變異成分變為 376.153，五個投入變項對校際之間學生數學成就之變異解釋量達 16.19%，和模式一的解釋量相比，投入校長學校風氣和校園問題行為嚴重性觀感這兩個變項後，解釋量增加了 4.61%。學生層次的變異成分變為 3197.270，五個投入變項聯合對學生之間數學成就之變異解釋量為 26.29%，和模式一的解釋量相比，納入學生學校風氣觀感和校園受凌經驗兩變項後，解釋量增加了 1.39%。

模式三學校層次的分析發現，學校所在地人口數對學生數學成就有顯著正向影響，學校所在地人口數越多者其學生的成就有越高的傾向，此時，數學教學資源短缺對成就的影響力由顯著變為不顯著，也就是說，學校所在地人口數具中介的效果，當城鄉因素控制後，數學教學資源短缺對成就的影響力變得不顯著。學生層次的分析發現，家中藏書量變項對數學成就有顯著正向影響，家中藏書量變項越多者其數學成就有越高的傾

向，此時，模式二裡的變項之影響力並無變動。在模式三，學校層次的變異成分變為 196.495，六個投入變項聯合對校際之間學生數學成就之變異解釋量為 56.22%和模式二的解釋量相比，投入學校所在地人口數變項之後，解釋量增加了 40.03%，提升幅度非常明顯。學生層次的變異成分變為 2961.542，六個投入變項聯合對學生之間數學成就之變異解釋量為 31.72%，和模式二的解釋量相比，納入家中藏書量後，解釋量增加了 5.43%。

表 4 TIMSS 2007 四年級數學分析研究變項之描述統計摘要表

變項	校數/人數	平均數	標準差	最小值	最大值
學校層次					
學校所在地人口數	146	4.59	1.15	1.00	6.00
師資短缺	146	1.79	0.80	1.00	4.00
空間設施短缺	146	1.87	0.84	1.00	4.00
數學教學設備資源短缺	146	2.17	0.81	1.00	4.00
校長學校風氣觀感	146	4.07	0.41	2.88	5.00
學生問題行為嚴重性	146	1.23	0.36	1.00	2.69
學生層次					
數學分數似真值 1	4032	579.49	67.96	313.24	790.11
數學分數似真值 2	4032	578.55	68.03	325.74	791.96
數學分數似真值 3	4032	578.28	67.65	315.97	795.54
數學分數似真值 4	4032	578.89	68.34	304.93	830.31
數學分數似真值 5	4032	578.71	68.68	296.21	815.97
數學正向態度	4012	2.68	0.88	1.00	4.00
數學自信心	4011	2.61	0.74	1.00	4.00
數學作業頻率	3923	4.02	1.02	1.00	5.00
學校風氣觀感	3966	3.33	0.60	1.00	4.00
校園受凌經驗	3986	1.85	1.60	0.00	5.00
家中藏書量	3986	2.89	1.25	1.00	5.00

表 5 影響數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表(TIMSS-G4)

固定效果	模式一			模式二			模式三		
	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t
師資短缺	1.68	3.21	0.52	2.59	3.20	0.81	1.89	2.74	0.69
空間設施短缺	1.93	2.40	0.80	2.08	2.40	0.87	0.02	2.15	0.01
數學教學資源短缺	-8.27	3.01	-2.74**	-7.94	2.94	-2.70**	-3.95	2.48	-1.59
校長學校風氣觀感				6.96	5.63	1.24	1.45	4.79	0.30
校園行為問題				-3.54	5.96	-0.59	-3.86	4.83	-0.80
學校所在地人口數							7.43	1.57	4.72***
數學的正向態度	1.12	1.64	0.68	0.10	1.74	0.06	1.09	1.71	0.64
數學自信心	40.59	1.63	24.87***	40.52	1.68	24.09***	35.89	1.78	20.13***
數學作業頻率	2.54	1.30	1.95	2.60	1.31	1.98	1.64	1.27	1.29
學生學校風氣觀感				1.87	2.11	0.89	0.44	2.18	0.20
校園受凌經驗				-4.06	0.72	-5.60***	-4.26	0.70	-6.10***
家中藏書量							12.44	0.95	13.15***
隨機效果	變異成分			變異成分			變異成分		
學校層次 ( $\mu_{0j}$ )	396.861			376.153			196.495		
學生層次 ( $\gamma_{ij}$ )	3256.391			3197.27			2961.542		

\*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ .

## (二) 八年級

因 HLM 程式排除有缺失資料的學校，本研究實際分析的學校數為 140，研究者比較了 150 所和 140 所學校的初始模型，兩種情況之校際間變異對學生數學成就的解釋量非常接近，前者為 21.07%，後者為 20.52%，以下分析結果是根據 140 所學校的資料而來的。

在初始模型，學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 2294.004 ( $\chi^2_{(139)} = 1116.902, p < .001$ )，校際之間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 8883.576，可推算出，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 20.52%，學生間變異則約佔學生數學成就總變異數 79.48%。綜合來說，學校因素對學生數學成就有顯著影響，然而學生個人因

素對於數學成就的影響力更高於學校因素，另外，值得一提的是，八年級學校差異對數學成就的解釋量達四年級的 2 倍多，也就是說，八年級學校之間的數學成就差異較四年級校際間為大。

表 6 是本研究 TIMSS 200 八年級數學分析變項之描述統計摘要表，師資、校舍空間設施和教學資源短缺對教學影響的程度的平均值介於 1.77 到 2.04 之間（四點量尺），位置約在影響「很少」附近，校長對學校風氣的觀感偏正向（ $M = 3.90$ ，五點量尺），校長對學生校園問題嚴重性觀感（ $M = 1.45$ ，三點量尺），介於「不成問題」到「輕微問題」之間。整體來說，八年級學校變項數值集中趨勢和四年級頗為相近。學生的數學正向閱讀態度和自信心平均值中間偏低（ $M_{\text{態度}} = 2.36$ ， $M_{\text{信心}} = 2.33$ ，四點量尺），校園氣氛觀感的平均值為於 2.96（四點量尺），略偏正向，數學作業頻率（ $M = 3.80$ ，五點量尺），位置接近一週 3 到 4 次，家庭藏書量（ $M = 2.96$ ）約在「26-100 本」，至於校園受凌經驗平均值是 1.08 分（滿分為 5）。附帶一提的，臺灣八年級學生 TIMSS 數學平均分數是 598，在 57 個評比國家和地區中排名第 1。

表 7 呈現模式一、模式二和模式三之 HLM 分析結果摘要表。模式一學校層次的分析發現，設備資源群變項對學生數學成皆沒有顯著影響。學生層次的分析結果顯示，數學相關因素群的三個變項對數學成就皆有顯著正向影響，數學正向態度分數越高者其成就有越高的傾向，數學自信心分數越高者其成就有越高的傾向，數學作業頻率越多者其成就有越高的傾向。評估學校層次和學生層次因素對數學成就影響程度，投入學校設施和教學資源群變項之後，學校層次的變異成分由 2294.004 縮減到 1173.243，投入變項對學校間數學成就的變異解釋量為 48.86%。至於學生層次的變異成分，由 8883.576 降為 6225.917，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 29.92%。

模式二學校層次的分析發現，校長學校風氣觀感對學生數學有顯著正向影響，但學生校園問題嚴重性則沒有顯著的影響，此時，模式一的變項之影響力仍舊皆未達顯著。學生層次的分析發現，學校風氣觀感對數學成就沒有顯著影響，校園受凌經驗有顯著負向影響，受凌經驗多者其成就有偏低的傾向，此時，模式一的變項依然皆有顯著正向影響。在模式二，學校層次的變異成分變為 1124.750，五個投入變項對校際之間學生數學成就之變異的聯和解釋量達 50.97%，和模式一的解釋量相比，投入校長學校風氣和校園問題行為嚴重性觀感兩個變項，解釋量增加了 2.11%。學生層次的變異成分變為 6204.003，五個投入變項聯合對學生之間數學成就之變異解釋量為 30.16%，和模式一的



解釋量相比，再納入學生學校風氣觀感和校園受凌經驗兩變項，解釋量僅增加了 0.24%。

模式三學校層次的分析發現，學校所在地人口數對學生數學成就有顯著正向影響，學校所在地人口數越多者其學生的成就有越高的傾向，此時，模式二變項的影響力依然沒有明顯改變。學生層次的分析發現，家中藏書量變項對數學成就有顯著正向影響，家中藏書量變項越多者其數學成就有越高的傾向，此時，模式二變項的影響力依然沒有明顯改變。在模式三，學校層次的變異成分變為 662.942，六個投入變項聯合對校際之間學生數學成就之變異解釋量為 71.10%和模式二的解釋量相比，投入學校所在地人口數變項之後，解釋量增加了 20.13%，有非常明顯的提升。學生層次的變異成分變為 5862.435，六個投入變項聯合對學生之間數學成就之變異解釋量為 34.10%，和模式二的解釋量相比，納入家中藏書量之後，解釋量增加了 3.84%。

表 6 TIMSS 2007 八年級數學分析研究變項之描述統計摘要表

變項	校數/人數	平均數	標準差	最小值	最大值
學校層次					
學校所在地人口數	140	4.61	1.08	2.00	6.00
師資短缺	140	1.77	0.73	1.00	4.00
空間設施短缺	140	1.95	0.84	1.00	4.00
數學教學設備資源短缺	140	2.04	0.74	1.00	4.00
校長學校風氣觀感	140	3.90	0.47	2.71	5.00
學生問題行為嚴重性	140	1.45	0.44	1.00	2.62
學生層次					
數學分數似真值 1	3780	598.74	104.05	185.99	898.42
數學分數似真值 2	3780	598.49	105.83	140.94	918.6
數學分數似真值 3	3780	600.90	105.63	167.73	879.21
數學分數似真值 4	3780	600.04	105.86	175.92	939.95
數學分數似真值 5	3780	600.75	105.85	128.9	939.03
數學正向態度	3768	2.36	0.86	1.00	4.00
數學自信心	3765	2.33	0.81	1.00	4.00
數學作業頻率	3745	3.80	1.06	1.00	5.00

學校風氣觀感	3764	2.96	0.60	1.00	4.00
校園受凌經驗	3770	1.08	1.36	0.00	5.00
家中藏書量	3767	2.96	1.32	1.00	5.00

表 7 影響數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表(TIMSS-G8)

固定效果	模式一			模式二			模式三		
	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t
師資短缺	-10.57	6.84	-1.55	-7.33	6.97	-1.05	-5.51	5.54	-1.00
校舍空間設施短缺	6.86	4.97	1.38	7.89	4.80	1.65	4.58	4.11	1.12
數學教學資源短缺	3.01	5.63	0.53	3.28	5.50	0.60	6.98	4.79	1.46
校長學校風氣觀感				15.80	6.97	2.27*	7.31	5.83	1.25
校園行為問題				-8.96	6.83	-1.31	-4.97	5.63	-0.88
學校所在地人口數							10.53	2.58	4.09***
數學的正向態度	17.87	2.53	7.06***	18.06	2.71	6.67***	17.68	2.57	6.87***
數學自信心	50.11	2.72	18.44***	49.91	2.80	17.84***	46.26	2.84	16.28***
數學作業頻率	10.34	2.78	3.71***	10.47	2.77	3.78***	8.65	2.46	3.51**
學生學校風氣觀感				-2.08	3.45	-0.60	-4.87	3.42	-1.42
校園受凌經驗				-3.31	1.01	-3.29**	-3.80	1.00	-3.79***
家中藏書量							16.79	1.28	13.07***
隨機效果	變異成分			變異成分			變異成分		
學校層次 ( $\mu_{0j}$ )	1173.243			1124.750			662.942		
學生層次 ( $\gamma_{ij}$ )	6225.917			6204.003			5862.435		

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ .

### 三、影響科學成就因素的分析

#### (一) 四年級

因 HLM 程式排除有缺失資料的學校，本研究實際分析的學校數為 146，研究者比較

了 150 所和 146 所學校的初始模型，兩種情況之校際間變異對學生科學成就的解釋量非常接近，前者為 7.94%，後者為 7.88%，以下分析結果是根據 146 所學校的資料而來的。

在初始模型，學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 470.510 ( $\chi^2_{(145)} = 494.384, p < .001$ )，校際之間的科學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 5497.825，可推算出，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 7.88%，學生間變異則約佔學生科學成就總變異數 92.12%。綜合來說，學校因素雖對學生科學成就有顯著影響，然而學生個人因素對於科學成就的影響力更高於學校因素。

表 8 是本研究 TIMSS 2007 四年級科學分析變項之描述統計摘要表，因來自同一資料庫學校變項，除科學教學設備與資源外，其餘變項數值與表 4 相同，科學教學設備與資源短缺對教學影響的嚴重性約在「很少」影響的程度 ( $M = 2.15$ )。學生的科學正向閱讀態度和自信心平均值略偏正向 ( $M_{\text{態度}} = 3.26, M_{\text{信心}} = 3.03$ ，四點量尺)，比數學更積極正向些。科學作業頻率 ( $M = 2.66$ )，位置接近一週 1 到 2 次，自然科學作業的頻率比數學低。其餘變項數值與表 4 相同。附帶一提的，臺灣四年級學生 TIMSS 2007 科學平均分數是 557，在 44 個評比國家和地區中排名第 2。

表 9 呈現模式一、模式二和模式三之 HLM 分析結果摘要表。模式一學校層次的分析發現，師資、校舍空間設施兩變項的影響力未達顯著，科學教學設備資源短缺對學生數成就有顯著負向影響。在學生層次方面，科學相關因素群的三個變項中，科學自信心有顯著正向影響，自信心越高者其成就有越高的傾向，科學作業頻率則顯顯著負向影響，科學作業頻率越高反而不利學習成就，科學正向態度則無顯著影響力。評估學校層次和學生層次因素對科學成就影響程度，納入設備資源群變項之後，學校層次的變異成分由 470.510 降為 410.796，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量為 12.69%。至於學生層次的變異成分，由 5497.825 降為 4963.417，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 9.72%。

模式二學校層次的分析發現，學校風氣和秩序群變項對學生科學成就皆無顯著的影響，此時，模式一的變項之影響力沒有明顯的變動。學生層次的分析發現，學校風氣觀感和校園受凌經驗對科學成就的影響皆達顯著，學校風氣觀感越正向者其成就有越高的傾向，受凌經驗多者其成就則有偏低的傾向，此時，模式一的變項之影響力沒有明顯的變動。在模式二，學校層次的變異成分變為 371.774，五個投入變項對校際之間學生科學成就之變異解釋量達 20.98%，和模式一的解釋量相比，投入校長學校風氣和校園問題行

為嚴重性觀感兩個變項，解釋量增加了 8.29%。學生層次的變異成分變為 4872.617，五個投入變項聯合對學生之間科學成就之變異解釋量為 11.37%，和模式一的解釋量相比，再納入學生學校風氣觀感和校園受凌經驗兩變項，解釋量增加了 1.65%。

根據模式三學校層次的分析發現，學校所在地人口數對學生科學成就有顯著正向影響，學校所在地人口數越多者其學生的成就有越高的傾向，此時，科學教學資源短缺對成就的影響力由顯著變為不顯著，也就是說，學校所在地人口數具中介的效果，當城鄉因素控制後，科學教學資源短缺對成就的影響力變得不顯著。學生層次的分析發現，家中藏書量變項對科學成就有顯著正向影響，家中藏書量變項越多者其科學成就有越高的傾向，此時，學生學校風氣觀感由顯著變為不顯著外，家中藏書量具中介的效果。在模式三，學校層次的變異成分變為 198.122，六個投入變項聯合對校際之間學生科學成就之變異解釋量為 57.89%和模式二的解釋量相比，投入學校所在地人口數變項之後，解釋量增加了 36.91%，有非常明顯的提升。學生層次的變異成分變為 4438.276，六個投入變項聯合對學生之間科學成就之變異解釋量為 19.27%，和模式二的解釋量相比，納入家中藏書量後，解釋量增加了 7.90%。

表 8 TIMSS 2007 四年級科學分析研究變項之描述統計摘要表

變項	校數/人數	平均數	標準差	最小值	最大值
學校層次					
學校所在地人口數	146	4.59	1.15	1.00	6.00
師資短缺	146	1.79	0.80	1.00	4.00
校舍空間設施短缺	146	1.87	0.84	1.00	4.00
科學教學設備資源短缺	146	2.15	0.77	1.00	4.00
校長學校風氣觀感	146	4.07	0.41	2.88	5.00
學生問題行為嚴重性	146	1.23	0.36	1.00	2.69
學生層次					
科學分數似真值 1	4032	559.31	75.80	264.47	791.17
科學分數似真值 2	4032	558.65	77.10	248.47	830.74
科學分數似真值 3	4032	558.73	75.76	249.31	811.44
科學分數似真值 4	4032	559.69	77.20	208.43	807.12

科學分數似真值 5	4032	559.61	76.03	211.78	819.94
科學正向態度	3999	3.26	0.76	1.00	4.00
科學自信心	4002	3.03	0.69	1.00	4.00
科學作業頻率	3883	2.66	0.96	1.00	5.00
學校風氣觀感	3966	3.33	0.60	1.00	4.00
校園受凌經驗	3986	1.85	1.60	0.00	5.00
家中藏書量	3986	2.89	1.25	1.00	5.00

表 9 影響科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表(TIMSS-G4)

固定效果	模式一			模式二			模式三		
	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t
師資短缺	5.14	3.43	1.50	6.13	3.39	1.81	3.71	2.96	1.25
空間設施短缺	1.15	2.64	0.44	1.39	2.58	0.54	-1.45	2.26	-0.64
科學教學資源短缺	-10.12	3.65	-2.77**	-9.35	3.33	-2.81**	-3.24	2.87	-1.13
校長學校風氣觀感				11.29	6.19	1.82	5.11	5.51	0.93
校園行為問題				-3.23	6.41	-0.50	-4.11	5.33	-0.77
學校所在地人口數							5.67	1.85	3.07**
科學的正向態度	1.22	1.96	0.62	-0.12	2.09	-0.06	-0.30	2.16	-0.14
科學自信心	26.69	2.44	10.95***	26.96	2.45	10.99***	22.17	2.49	8.89***
科學作業頻率	-10.93	1.71	-6.40***	-10.57	1.72	-6.14***	-8.77	1.64	-5.35***
學生學校風氣觀感				6.54	2.44	2.68**	3.93	2.50	1.57
校園受凌經驗				-5.42	0.80	-6.77***	-5.59	0.76	-7.33***
家中藏書量							16.88	1.11	15.22***
隨機效果	變異成分			變異成分			變異成分		
學校層次 ( $\mu_{0j}$ )	410.796			371.774			198.122		
學生層次 ( $\gamma_{ij}$ )	4963.417			4872.617			4438.276		

\*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ .

## (二) 八年級

因 HLM 程式排除有缺失資料的學校，本研究實際分析的學校數為 140，研究者比較了 150 所和 140 所學校的初始模型，兩種情況之校際間變異對學生科學成就的解釋量非常接近，前者為 18.95%，後者為 18.53%，以下分析結果是根據 140 所學校的資料而來的。

在初始模型，學校層次的變異成分 ( $\pi_{00}$ ) 為 1478.140 ( $\chi^2_{(139)} = 1001.357, p < .001$ )，校際之間的科學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 ( $\sigma^2$ ) 為 6497.139，可推算出，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 18.53%，學生間變異則約佔學生科學成就總變異為 81.47%。綜合來說，學校因素對學生科學成就有顯著影響，然而學生個人因素對於科學成就的影響力更高於學校因素。值得一提的是，和數學一樣，八年級學校差異對科學成就的解釋量達四年級的 2 倍多，也就是說，八年級校際間的科學成就差異較四年級大。

表 10 是本研究 TIMSS 2007 八年級科學分析變項之描述統計，因來自同一資料庫學校變項，除科學教學設備與資源外，其餘變項數值與表 6 相同，科學教學設備與資源短缺對教學影響的嚴重性與約「很少」影響 ( $M = 2.05$ )。學生的科學正向閱讀態度和自信心平均值居中間偏低 ( $M_{\text{態度}} = 2.52, M_{\text{信心}} = 2.35$ ，四點量尺)。科學作業頻率 ( $M = 3.12$ )，位置接近一週 1 到 2 次，自然科學作業的頻率比數學略低些，其餘變項數值與表 6 相同。附帶一提的，臺灣八年級學生 TIMSS 2007 科學平均分數是 561，在 57 個評比國家和地區中排名第 2。

表 11 呈現模式一、模式二和模式三之 HLM 分析結果摘要表。模式一學校層次的分析發現，設備資源群變項對學生科學成皆沒有顯著的影響。在學生層次方面，科學相關因素群的三個變項之中的科學正向態度和自信心對科學成就皆有顯著正向影響，科學正向態度分數越高者其成就有越高的傾向，科學自信心分數越高者其成就有越高的傾向，科學作業頻率的影響力並未達顯著。評估學校層次和學生層次因素對科學成就影響程度，投入設備資源群變項之後，學校層次的變異成分由 1478.140 降為 1056.351，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量為 28.54%。至於學生層次的變異成分，由 6497.139 降為 5540.588，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 14.72%。

模式二學校層次的分析發現，校長學校風氣觀感對學生科學有顯著正向影響，但學生校園問題嚴重性觀感的影響則未達顯著，此時，模式一變項之影響力並沒明顯的變動。學生層次的分析發現，學校風氣觀感對科學成就沒有顯著影響，校園受凌經驗有顯著負

向影響，受凌經驗多者其成就有偏低的傾向，此時，模式一變項的影響力並沒有明顯的變動。在模式二，學校層次的變異成分變為 1015.549，五個投入變項對校際之間學生科學成就之變異的聯和解釋量達 31.30%，和模式一的解釋量相比，投入校長學校風氣和校園問題行為嚴重性觀感兩個變項，解釋量增加了 2.76%。學生層次的變異成分變為 5515.851，五個投入變項聯合對學生之間科學成就之變異解釋量為 15.19%，和模式一的解釋量相比，納入學生學校風氣觀感和校園受凌經驗兩個變項後，解釋量僅增加了 0.38%。

模式三學校層次的分析發現，學校所在地人口數對學生科學成就有顯著正向影響，學校所在地人口數越多者其學生的成就有越高的傾向，此時，校長學校風氣觀感由顯著變為不顯著。學生層次的分析發現，家中藏書量變項對科學成就有顯著正向影響，家中藏書量變項越多者其科學成就有越高的傾向，此時，模式二裡的變項之影響力並沒有明顯的變動。在模式三，學校層次的變異成分變為 566.460，六個投入變項聯合對校際之間學生科學成就之變異解釋量為 61.68%和模式二的解釋量相比，投入學校所在地人口數變項之後，解釋量增加了 30.38%，有非常明顯的提升。學生層次的變異成分變為 5058.168，六個投入變項聯合對學生之間科學成就之變異解釋量為 22.15%，和模式二的解釋量相比，納入家中藏書量之後，解釋量增加了 7.04%。

表 10 TIMSS 2007 八年級科學分析研究變項之描述統計摘要表

變項	校數/人數	平均數	標準差	最小值	最大值
學校層次					
學校所在地人口數	140	4.61	1.08	2.00	6.00
師資短缺	140	1.77	0.73	1.00	4.00
空間設施短缺	140	1.95	0.84	1.00	4.00
科學教學設備資源短缺	140	2.05	0.72	1.00	4.00
校長學校風氣觀感	140	3.90	0.47	2.71	5.00
學生問題行為嚴重性	140	1.45	0.44	1.00	2.62
學生層次					
科學分數似真值 1	3780	562.83	89.1	246.98	814.21
科學分數似真值 2	3780	561.75	88.89	171.63	804.84

科學分數似真值 3	3780	563.39	88.38	175.18	823.83
科學分數似真值 4	3780	562.16	90.00	238.81	835.61
科學分數似真值 5	3780	562.75	89.60	209.80	843.43
科學正向態度	3749	2.52	0.82	1.00	4.00
科學自信心	3750	2.35	0.73	1.00	4.00
科學作業頻率	3729	3.12	1.02	1.00	5.00
學校風氣觀感	3764	2.96	0.60	1.00	4.00
校園受凌經驗	3770	1.08	1.36	0.00	5.00
家中藏書量	3767	2.96	1.32	1.00	5.00

表 11 影響科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表(TIMSS-G8)

固定效果	模式一			模式二			模式三		
	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t	係數	標準誤	t
師資短缺	-7.34	5.72	-1.28	-4.53	5.98	-0.76	-2.67	4.56	-0.59
校舍空間設施短缺	7.17	4.64	1.55	8.12	4.52	1.80	4.85	3.60	1.35
科學教學資源短缺	0.47	5.69	0.08	0.03	5.49	0.01	2.94	4.44	0.66
校長學校風氣觀感				14.29	6.66	2.15*	5.68	5.59	1.02
校園行為問題				-5.84	6.72	-0.87	-1.92	5.42	-0.36
學校所在地人口數							8.30	2.51	3.31**
科學的正向態度	21.29	2.73	7.80***	20.55	2.80	7.33***	17.32	2.61	6.63***
科學自信心	23.29	2.82	8.27***	23.88	2.78	8.58**	21.33	2.76	7.74***
科學作業頻率	3.54	2.21	1.60	3.51	2.25	1.56	2.71	2.02	1.34
學生學校風氣觀感				3.76	3.29	1.14	0.98	3.25	0.30
校園受凌經驗				-3.19	1.05	-3.04**	-3.67	1.02	-3.58**
家中藏書量							19.10	1.24	15.43***
隨機效果	變異成分			變異成分			變異成分		
學校層次 ( $\mu_{0j}$ )	1056.351			1015.549			566.460		
學生層次 ( $\gamma_{ij}$ )	5540.588			5515.851			5058.168		

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ .



## 四、綜合討論

### (一) 學校因素

從各資料庫之學校層次研究變項的描述統計可看出，校長對師資、校舍空間設施，以及教學資源短缺或不足對教學的影響程度之評估相當結果接近，大致來說，影響程度是有限的，不是很嚴重。校長對學校風氣觀感也相當一致，偏向積極正向，值得一提的是，根據 PIRLS 2006 (Mullis et al., 2007) 和 TIMSS 2007 (Mullis et al., 2008; Martin et al., 2008) 的國際報告，臺灣校長校園風氣觀感指標名列前茅，PIRLS 排第 7，TIMSS 四和八年級皆排第 1。在學生校園行為問題嚴重性的評估上，不同資料顯示校長一致認為並不構成太大的問題。值得一提的是，根據 PIRLS 2006 報告，臺灣校長校園安全觀感指標排第 4 名，TIMSS 2007 沒有提供此一項國際評比資料。

表 12 摘述本研究初始模型學校間的變異分別可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變異的百分比，以及模式一、模式二和模式三的預測變項對學校間成就變異的解釋量。初始模型分析結果顯示，學校之間的閱讀、數學和科學成就差異皆達顯著，就四年級來說，校際間變異可以解釋學生成就的總變異量約在 7.88%至 9.98%，閱讀和數學相當接近，科學則稍低一些。就八年級來說，校際之間變異可以解釋學生數學和科學成就的總變異量分別約為 20.52%和 18.53%，很明顯的，八年級學校之間的成就落差比四年級更嚴重些。

模式一的分析發現，設備資源群的變項對不同資料庫的校際成就變異的解釋量多寡不一，四年級數學和科學約在 12%和 13%左右，四年級閱讀和八年級科學達 29%和 30%左右，八年級數學更是將近 49%。納入校園風氣和秩序群變項之後，模式二的五個變項對校際間成就變異的聯合解釋量介於 16.19% 到 50.97%，計算納入此群變項後解釋量提升幅度，約從 1.66%至 8.29%，其中四年級數學和科學的增加量較多些，四年級閱讀是最少的。納入學校所在地人口數之後，模式三的六個變項校際間成就變異的聯合解釋量介於 54.99% 到 71.10%，解釋量提升幅度從 20.13%至 40.03%，所有的資料庫都有大幅度的提升，足見都市化程度對學生成就的影響甚大。值得一提的是，本研究投入的六個預測變項對於四年級的閱讀、數學和科學之校際間變異的整體解釋量相當接近，約介於 55%至 58%之間，對八年級的科學成就約 62%左右，數學又高一些，約為 71%。雖然本研究的六個預測變項已可解釋相當高的校際間的變異量，不過發現學校的近側變項如師

資、校舍空間設施、教學資源、學校風氣和秩序等對學生成就之影響力遠遠不及學校所在地人口數這一個遠側變項，城鄉差距對學生成就的影響力是一個重要的事實，如何縮短城鄉差距對學生成就的影響力是一個重要教育政策課題。

表 12 初始模型、模式一、模式二和模式三對學校間變異的解釋量

資料庫	初始模型	模式一	模式二	模式三
閱讀 (PIRLS)	9.98%	30.49%	32.15%	54.99%
數學 (TIMSS-G4)	9.38%	11.58%	16.19%	56.22%
科學 (TIMSS-G4)	7.88%	12.69%	20.98%	57.89%
數學 (TIMSS-G8)	20.52%	48.86%	50.97%	71.10%
科學 (TIMSS-G8)	18.53%	28.54%	31.30%	61.68%

## (二) 學生個人因素

從各資料庫之學校層次研究變項的描述統計可看出，四年級學生對閱讀和科學的態度和自信心平均值都在 3.0 以上，偏向正向，不過四年級生對數學正向態度和自信心就不如科學來得積極，八年級對數學和科學正向態度和自信心的平均值又往下滑落，平均值大部分低於 2.5。根據 PIRLS 2006 的國際報告 (Mullis et al., 2007)，臺灣四年級學生在 PIRLS 閱讀態度和自信心指標國際評比在 45 個評比國家和地區中分別排第 15 名和 31 名。根據 TIMSS 2007 的科學國際報告 (Martin et al., 2008)，臺灣四年級學生的科學正向態度和自信心指標在 36 個評比國家和地區中都是 23 名，臺灣八年級學生一般科學的正向態度和自信心指標在 29 個評比國家和地區中皆排第 28 名，即倒數第二，和四年級相比，落差頗大。根據 TIMSS 2007 的數學國際報告 (Mullis et al., 2008)，臺灣四年級學生的數學正向態度指標在 36 個評比國家和地區中居第 36 名，即倒數第一，數學自信心指標排第 35 名，即倒數第二。臺灣八年級學生的數學正向態度指標在 49 個評比國家和地區中居第 39 名，數學自信心排第 46 名，幾乎敬陪末座。總的來說，在國際的比較，不論是四或八年級，我們的學生不喜歡數學、數學自信心低落者偏多，到了國中之後，學生科學態度和自信心指標也明顯下滑。

從作業的頻率來看，整體來說，數學作業的頻率較科學和閱讀作業為高，平均來說，數學約一周 3 到 4 次，科學和閱讀約一周 1 到 2 次。學生的校園風氣觀感還算正向，至

於校園受凌經驗，PIRLS 平均值 1.09（滿分為 3），TIMSS 四年級為 1.85、八年級為 1.08（滿分為 5），值得一提的是，就校園安全觀感指標的評比來說，在 PIRLS 2006，臺灣四年級學生在 45 個評比國家和地區中排第 43 名，在 TIMSS 2007，臺灣四年級學生在 35 個評比國家和地區中居第 32 名，八年級學生在 47 個評比國家和地區中排第 30 名，換言之，臺灣四年級生認為校園是高度安全的人數比例在國際間是相對偏低的。

表 13 摘述初始模型學生之間的變異可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變量的百分比，以及模式一、模式二和模式三之預測變項對學生之間成就變異的解釋量。

模式一的分析發現，學科相關因素群的變項對不同資料庫的學生間成就變異的解釋量多寡不一，從 9.72%到 29.92%不等，其中四年級數學和八年級數學最較高，分別接近 25%和 30%，四年級科學最低，接近 10%。納入校園風氣和安全觀感群變項之後，模式二的五個變項對學生間成就變異的聯合解釋量介於 11.37% 到 30.16%，計算納入此群變項後解釋量提升幅度，約從 0.24%至 4.23%，其中四年級閱讀增加量最多，八年級的數學和科學較少。納入家中藏書量之後，模式三的六個變項學生間成就變異的聯合解釋量介於 19.27% 到 34.10%，解釋量提升幅度從 3.84%至 7.90%，提升幅度皆高於校園風氣和安全觀感群變項，足見家庭教育資本對學生成就的重要性。綜合來說，本研究納入的變項對於四年級的閱讀、數學和科學之學生之間變異的整體解釋量從 19.27%到 34.10%，其中對數學成就的解釋量相對較多，超過 30%，此外，對於科學的解釋量相對略低些，在 20%上下，顯然，還有其他的變項待探討。跨資料庫一致有顯著影響力的變項包括學科自信心、家中藏書量和學生受凌經驗，前兩項對成就有正向影響，後一者有負向影響。正向態度對四年級閱讀和八年級的數學和科學有顯著正向影響，但對四年級的數學和科學則無顯著影響力；作業頻率在不同資料庫有不同的效果，作業頻率高對八年級的數學有顯著的正向影響力，但反而不利四年級的閱讀和四年級科學。

表 13 初始模型、模式一、模式二和模式三對學生間變異的解釋量

資料庫	初始模型	模式一	模式二	模式三
閱讀 (PIRLS)	90.02%	18.88%	23.11%	27.95%
數學 (TIMSS-G4)	90.62%	24.93%	26.29%	31.72%
科學 (TIMSS-G4)	92.12%	9.72%	11.37%	19.27%
數學 (TIMSS-G8)	79.48%	29.92%	30.16%	34.10%
科學 (TIMSS-G8)	81.47%	14.72%	15.19%	22.15%