

$$\beta_{7j} = \gamma_{70}$$

參、研究發現和討論

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，只要學校有一個變項有缺失值就被排除在分析之外，由於本研究學校層次之預測變項頗多，因此，PIRLS 2006 資料庫實際分析的校數為 135 所。研究者比較過 150 所和 135 所學校初始模型 (null model) 的校間變異對學生成就的解釋量，所幸差異並不大，以下呈現 135 所學校的分析結果。

在初始模型 (null model)，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 392.486 ($\chi^2_{(134)} = 564.796$, $p < .001$)，學校間的閱讀成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 3699.002，可推算出，學校之間的變異約佔學生閱讀成就總變異數的 9.593% ($392.486 / [392.486 + 3699.002] = 0.09593$)，學生之間的變異則約佔學生閱讀成就總變異數 90.407% ($3699.002 / [392.486 + 3699.002] = 0.90407$)。

投入的預測變項對閱讀成就之影響的分析結果如表 4，表 4 顯示學校因素中，學校所在地的人口數對閱讀成就有顯著正向影響，家庭經濟環境差學生百分比對閱讀成就有顯著負向影響，換言之，學校都市化程度越高其學生成就有越高的趨勢，校內家庭經濟環境差學生越多者其學生成就有趨低的傾向。至於學校閱讀教學資源、校長學校氣氛和校園安全的知覺，及家庭和學校的連繫等變項對學生閱讀成就並無顯著的影響。

在個人因素方面，投入變項對閱讀成就之影響皆顯著，從估計係數的方向可看出，女生的成就較男生高，家中藏書量越多者其成就越高，對閱讀的態度越正向者其成就越高，閱讀自我概念越佳者其成就越高，校園安全知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對閱讀成就影響力的評估上，投入預測變項之後，學校層次的變異成分由 392.486 降為 179.759，可估算出，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 54.199% ($[392.486 - 179.759] / 392.486 = 0.54199$)。至於學生層次的變異成分，由 3699.002 降為 2856.400，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 22.779% ($[3699.002 - 2856.400] / 3699.002 = 0.22779$)。

表 4 影響閱讀成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果		係數	標準誤	t
學校所在地人口數	γ_{01}	4.46	1.35	3.30**
家庭經濟環境差學生百分比	γ_{02}	-6.11	1.93	-3.16**
學校閱讀教學資源	γ_{03}	1.00	1.94	0.52
校長學校氣氛知覺	γ_{04}	0.34	3.32	0.10
校長校園安全知覺	γ_{05}	-0.99	3.80	-0.26
家庭和學校的連繫	γ_{06}	-0.07	1.78	-0.04
性別	γ_{10}	-7.17	2.20	-3.26*
家中藏書量	γ_{20}	11.19	0.85	13.21***
對閱讀的態度	γ_{30}	9.08	1.90	4.77***
閱讀自我概念	γ_{40}	25.12	1.79	14.04***
校長校園安全知覺	γ_{50}	9.93	2.27	4.37**
隨機效果		變異成分		
學校層次	μ_{0j}	179.759		
學生層次	γ_{ij}	2856.400		

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

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 138。在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 445.590 ($\chi^2_{(137)} = 531.378, p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 4356.584，可推算出，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 9.279%，學生間變異則約佔學生數學成就總變異數 90.721%。

本研究的預測變項對數學成就之影響的分析結果如表 5，表 5 顯示學校因素中，除學校所在地的人口數對數學成就有顯著正向影響外，其他變項對數學成就的影響力皆未達顯著。

在個人因素方面，除性別和作業時間外，其他變項皆對數學成就有顯著正向影響，也就是說家中藏書量越多者其成就越高，對數學態度越正向者其成就越高，數學自信心越高者其成就越高，校園安全知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對數學成就影響力的評估上，投入研究變項之後，學

校層次的變異成分由 445.590 降為 178.652，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 59.907%。至於學生層次的變異成分，由 4356.584 降到 3014.733，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 30.801%。

表 5 影響四年級生數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果		係數	標準誤	t
學校所在地人口數	γ_{01}	6.12	1.51	4.05***
家庭經濟環境差學生百分比	γ_{02}	-5.44	3.12	-1.74
學校數學教學資源	γ_{03}	1.49	2.97	0.50
校長校園氣氛知覺	γ_{04}	1.53	3.61	0.42
學生出勤狀況	γ_{05}	1.16	3.84	0.30
性別	γ_{10}	-1.37	2.30	-0.60
家中藏書量	γ_{20}	13.16	0.95	13.82***
數學作業時間	γ_{30}	1.06	1.99	0.53
正向的數學態度	γ_{40}	5.86	1.88	3.11***
數學自信心	γ_{50}	28.70	1.66	17.27***
校園安全知覺	μ_{0j}	7.61	1.46	5.20***
隨機效果		變異成分		
學校層次	μ_{0j}	178.652		
學生層次	γ_{ij}	3014.733		

*** $p < .001$

(二) 八年級

HLM 排除有缺失資料的學校後，本研究實際分析的學校數為 131。在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 2364.542 ($\chi^2_{(130)} = 1068.482, p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 8863.835，學校間的變異約佔學生數學成就總變異數的 21.059%，學生間的變異約佔學生數學成就總變異數 78.941%。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，八年級校際間的數學成就差異較四年級大。

本研究的預測變項對數學成就之影響的分析結果如表 6，表 6 顯示學校因素中，學校所在地的人口數和學生出勤狀況兩項對數學成就有顯著正向影響，家庭經濟環境差學生百分比和學校數學資源兩項對數學成就有顯著負向影響，也就是說，學校都市化程度高者其學生成就有越高的傾向，學生出勤狀況越佳的學校其學生成就越高，家庭經濟環境差學生百分比越高的學校，其學生成就有趨低的傾向，校長評估學校數學

教學資源短缺對教學有嚴重影響的學校，其學生成就反而較高，這項發現似乎有些不合常理。根據 TIMSS 2007 的國際報告，臺灣八年級學校數學教學資源評比在 48 個國家中排第 15，資源指標高、中和低學校之的百分比分別為 36%、58%和 6%，其數學平均分數為 598、598 和 602 (Mullis et al., 2008 : 345)，另外，值得一提的是，校長認為資源不足的學校大多數集中在 100,001~500,000 人和 50,001~100,000 人的中小型城市。因此，在解釋此項指標的影響力時，宜加留意，不能簡單直釋。

在個人因素方面，投入變項對數學成就之影響皆顯著，從估計係數方向可看出，女生的表現高於男生，家中藏書量越多者其成就越高，作業時間越長者其成就越高，數學態度越正向者其成就越高，數學自信心越高者其成就越高，對數學評價越高者其成就越高，校園安全的知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對數學成就影響力的評估上，投入預測變項之後，學校層次的變異成分由 2364.542 降到 516.513，投入變項對學校間成就的變異解釋量達 78.156%。至於學生層次的變異成分，由 8863.835 降到 5598.226，投入變項對學生之間成就差異變異解釋量約有 32.220%。

表 6 影響八年級生數學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果		係數	標準誤	t
學校所在地人口數	γ_{01}	11.18	2.45	4.56***
家庭經濟環境差學生百分比	γ_{02}	-10.29	3.85	-2.68**
學校數學教學資源	γ_{03}	-17.12	4.27	-4.01***
校園氣氛知覺	γ_{04}	4.05	4.54	0.89
學生出勤狀況	γ_{05}	9.30	3.86	2.41*
性別	γ_{10}	-13.39	3.07	-4.36***
家中藏書量	γ_{20}	13.95	1.34	10.38***
數學作業時間	γ_{30}	15.48	3.17	4.89***
正向的數學態度	γ_{40}	16.12	2.42	6.67***
數學自信心	γ_{50}	42.52	2.75	15.49***
數學評價	γ_{60}	7.92	2.38	3.33***
校園安全知覺	γ_{70}	5.98	1.89	3.16**
隨機效果		變異成分		
學校層次	μ_{0j}	516.513		
學生層次	γ_{ij}	5598.226		

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

三、影響科學成就因素的分析

(一) 四年級

在初始模型，學校層次的變異成分 (π_{00}) 為 465.365 ($\chi^2_{(137)} = 466.291, p < .001$)，學校間的科學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分 (σ^2) 為 5488.809，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 7.816%，學生間的變異則約佔學生科學成就總變異數 92.184%。

本研究投入的變項對科學成就之影響的分析結果如表 7，表 7 顯示學校因素中，除學校所在地的人口數對科學成就有顯著正向影響，其他的預測變項之影響力皆未達顯著。

在個人因素方面，除正向的科學態度一項外，其他的投入變項對科學成就之影響皆達顯著，男生的科學表現高於女生，家庭藏書量、科學自信心、校園安全知覺等項對科學成就有顯著正向影響，不過作業時間卻對科學成就有顯著負向影響，作業時間較長者其成就反而有較低的傾向。

在學校層次和學生層次因素對科學成就影響力的評估上，投入預測變項之後，學校層次的變異成分由 465.365 降到 175.445，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量達 62.300%。至於學生層次的變異成分，由 5488.809 降到 4366.963，投入變項對學生之間科學成就差異變異解釋量約有 20.439%。

表 7 影響四年級生科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果		係數	標準誤	t
學校所在地人口數	γ_{01}	4.85	1.69	2.88**
家庭經濟環境差學生百分比	γ_{02}	-3.31	4.23	-0.78
學校科學教學資源	γ_{03}	2.50	3.25	0.77
校長校園氣氛知覺	γ_{04}	2.86	4.18	0.68
學生出勤狀況	γ_{05}	4.06	4.64	0.88
性別	γ_{10}	7.71	2.65	2.91**
家中藏書量	γ_{20}	17.24	1.19	14.43***
科學作業時間	γ_{30}	-24.39	3.40	-7.17***
正向的科學態度	γ_{40}	3.20	2.62	1.22
科學自信心	γ_{50}	16.03	2.31	6.95***
校園安全知覺	γ_{60}	11.11	1.45	7.66***
隨機效果		變異成分		
學校層次	μ_{0j}	175.445		

(二) 八年級

在初始模型，學校層次的變異成分(π_{00})為 1516.492 ($\chi^2_{(130)} = 957.237, p < .001$)，學校間的數學成就有顯著差異存在，學生層次的變異成分(σ^2)為 6462.77，學校間的變異約佔學生科學成就總變異數的 19.005%，學生間的變異則約佔學生科學成就總變異數 80.995%。值得一提的是，和數學相似，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。

投入的變項對科學成就之影響的分析結果如表 8，表 8 顯示學校因素中，學校所在地的人口數對學生成就有顯著正向影響，校長評估的學校科學資源對學生成就有顯著負向影響，也就是，校長評估學校科學教學資源短缺對教學有嚴重影響的學校，其學生成就反而較高，和數學一樣。根據 TIMSS 2007 的國際報告，臺灣八年級學校科學教學資源評比在 48 個國家中排第 13，資源指標高、中和低學校之的百分比分別為 39%、55%和 5%，其科學平均分數為 561、560 和 569 (Martin et al., 2008 : 369)，另外，值得一提的是，校長認為資源不足的學校大多數集中在 100,001~500,000 人和 50,001~100,000 人的中小型城市。因此，在解釋此項指標的影響力時，宜加留意。

在個人因素方面，除性別外，所有投入變項皆與科學成就有顯著正向影響，也就是，家中藏書量越多者其成就越高，作業時間越長者其成就越高，科學態度越正向者其成就越高，科學自信心越高者其成就越高，對科學評價越高者其成就越高，校園安全的知覺越高者其成就越高。

在學校層次和學生層次因素對科學成就影響力的評估上，投入研究變項之後，學校層次的變異成分由 1516.492 降到 495.356，投入變項對學校間科學成就的變異解釋量達 67.335%至於學生層次的變異成分，由 6462.77 降到 4800.931，投入變項對學生之間科學成就差異變異解釋量約有 25.714%。

表 8 影響八年級生科學成就之學校和學生個人因素之 HLM 分析摘要表

固定效果		係數	標準誤	t
學校所在地人口數	γ_{01}	9.53	2.44	3.91***
家庭經濟環境差學生百分比	γ_{02}	-4.89	3.14	-1.56
學校科學教學資源	γ_{03}	-13.91	4.12	-3.37**
校長校園氣氛知覺	γ_{04}	3.35	4.25	0.79
學生出勤狀況	γ_{05}	5.17	4.04	1.28
性別	γ_{10}	-1.70	3.39	-0.50
家中藏書量	γ_{20}	17.36	1.39	12.49***
科學作業時間	γ_{30}	9.91	2.63	3.77***
正向的科學態度	γ_{40}	10.32	2.10	4.92***
科學評價	γ_{50}	10.88	2.35	4.64***
科學自信心	γ_{60}	18.94	2.77	6.83***
校園安全知覺	γ_{70}	6.51	2.09	3.12***
隨機效果		變異成分		
學校層次	μ_{0j}	495.356		
學生層次	γ_{ij}	4800.931		

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

四、綜合討論

(一) 學校因素

表 9 摘述學校間的變異可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變量百分比、預測變項影響力顯著性考驗結果，和其聯合可解釋學校間成就變異的百分比。

初始模型分析結果顯示，學校間的閱讀、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 7.8%至 9.6%，閱讀和數學相當接近，科學則稍低一些。就八年級來說，校際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 21.1%和 19.0%，很明顯的，八年級學校之間的成就差異比四年級嚴重。

在跨資料庫的比較，學校所在地的人口數對學生閱讀、數學和科學成就皆有顯著正向影響，校長對學校氣氛的知覺對學生成就的影響力皆未達顯著，其他的預測變項之影響力則不盡一致。值得一提的是，臺灣學校有數項指標在國際評比當中(見表1)，排名在前，如校長對學校氣氛的知覺(詳細內涵見表2)，TIMSS 2007四年級和八年級皆列第1，PIRLS 2006 排第7，校長對對學校安全的知覺(詳細內涵見表2)，PIRLS

2006 排在第4，校長對對學生出勤狀況的評估，TIMSS 2007四年級和八年級分列第1和第2。整體來說，臺灣校長對於校園氣氛和安全觀感良好。對於學校教學資源的評估，在國際評比中，臺灣學校排名不如校園氣氛和知覺，TIMSS 八年級的校長評估教學資源短缺影響嚴重的學校反而成就較高，前面提過，這樣的學校比例很低，且多集中在中小型的城市，不過由此可推知，城鄉學校的教學資源差距可能已經不大，但都市化程度對學生成就的影響力依然不可忽視。

本研究投入的預測變項聯合可解釋學校之間閱讀成就差異變異量 54.2%，對科學的解釋量約在 60%左右，對數學的解釋量更多一些，四年級約 67%，八年級則將近 78%。換言之，本研究投入的預測變項已可解釋相當高的校際間的變異量，不過仍然有些學校因素的對學生成就的影響力值得再探究，如學校規模，學校的電腦資源。

表 9 學校層次分析結果彙整表

	閱讀	數學—G4	數學—G8	科學—G4	科學—G8
學校層次解釋量 (π_{00})	9.593%	9.279%	21.059%	7.816%	19.005%
學校所在地人口數	+***	+***	+***	+***	+***
家庭經濟環境差學生百分比	-**	n.s.	-**	n.s.	n.s.
學校教學資源	n.s.	n.s.	-**	n.s.	-**
校長學校氣氛知覺	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
校長校園安全知覺(P)/出勤(T)	n.s.	n.s.	+*	n.s.	n.s.
家庭和學校的連繫	n.s.	=	=	=	=
投入變項解釋量百分比	54.199%	59.907%	78.156%	62.300%	67.355%

註：+表正向影響，-表負向影響，n.s.表未顯著，=表沒有分析，* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

(二) 學生個人因素

表 10 摘述學生之間的變異可解釋學生閱讀、數學和科學成就總變數百分比、預測變項影響力顯著性考驗，和其聯合可解釋學生間成就變異的百分比。

在跨資料庫的比較，本研究的預測變項幾乎都對學生成就有顯著的正向影響，除少數變項例外，影響力比較不一致的是作業時間，四年級的數學作業時間影響力未達顯著，科學作業時間卻有顯著負向影響，八年級的作業時間對成就卻有顯著正向影響。邱美虹(2005)對國內八年級 TIMSS 2003 科學成就相關因素探討，張芳全(2006)對八年級 TIMSS 2003 級數學成就相關因素探討，也有相同的發現，也就是，作業時

間對成就有正向影響。TIMSS 2007 國際報告，臺灣四年級學生科學作業時間指標在高、中和低的分配為 2%、19%和 79%，高度因人數比例太少，未報告平均數，指標中和低的平均數分別為 538 和 567 (Martin et al., 2008 : 166)，臺灣四年級學生數學作業時間指標在高、中和低的分配為分別 17%、63%和 20%，其數學平均數分別為 568、584 和 569 分 (Mullis et al., 2008:170)，作業指標中者的數學成就最高。綜合言之，臺灣四年級生在科學和數學作業時間指標顯出不同型態，科學作業指標低者接近 80%，數學作業指標低者約 20%，但一致顯示作業時間多未必有利學習成就。值得一提的，TIMSS 2007 臺灣四年級生之作業時間指標和數學與科學成就的關聯組型和 TIMSS 2003 的發現非常相似 (見林碧珍、蔡文煥，2005；張美玉、羅珮華，2005)

學科態度、自信心和學科評價等情意指標對成就有顯著正向影響，不過我國學生在數學和成就表現都名列前茅，但在若干項情意指標卻幾乎是敬陪末座，具體言之，根據 TIMSS 2007 報告，臺灣四年級生在數學態度和自信心的評比分別居倒數第 1 和第 2 (Mullis et al., 2008:175 & 182)，八年級生在數學自信心和數學評價分別居倒數第 3 和第 2 (Mullis et al., 2008:183 & 179)，八年級生在科學態度、科學自信心和科學評價評比分別居倒數第 2、第 2 和第 3 (Martin et al., 2008:174、187 & 181)。和國際相較，不論是四或八年級，我們的學生不喜歡數學、學習自信心低落者偏多，到了國中之後，學生科學態度和自信心指標也下滑。臺灣四年級學生在 PIRLS 閱讀態度和自信心指標國際評比雖沒有數學和科學那樣不樂觀，但自信心在 45 個評比國家中居 31 名，也不容忽視。情意因素影響著學生未來的學習生涯，為何我們的學生學科自信心低落？為何我們的學生數理成就亮眼，卻學習興趣不高？值得教育工作者探究。

相較於其他的個人變項，學生校園安全知覺對學習成就的影響是比較少被注意到的，本研究發現此變項在跨資料庫的分析結果皆有顯著的影響，學生校園安全觀感高者其成就也有趨高的傾向。值得注意的是，無論是 PIRLS 或 TIMSS 的調查皆顯示，臺灣四年級生校園安全知覺指標評比亦敬陪末座，具體言之，在 PIRLS 2006 的評比居倒數第 3 (Mullis et al., 2007 : 277)，在 TIMSS 2007 的評比居倒數第 5 (Mullis et al., 2007 : 366)，不過臺灣校長在 PIRLS 校園安全知覺的評比排第 4 (Mullis et al., 2007 : 279)，也就是說，校長和學生的知覺出現相當大的落差，TIMSS 未提供此項評比指標評比資訊。近來校園霸凌事件頻傳，校園安全亮起警訊，如何提供學生一個心理沒

有威脅感的安全受教環境是不可忽視的。

本研究學生層次的預測變項對於個人間成就變異的解釋量，就閱讀和科學來說，從 20.4%至 25.7%，數學較高一些，略高於 30%。顯然，還有其他的變項待探討。

表 10 學生層次分析結果彙整表

	閱讀	數學-G4	數學-G8	科學-G4	科學-G8
學生層次解釋量 (σ^2)	90.407%	90.721%	78.941%	92.184%	80.995%
性別	*F>M	n.s.	***F>M	**F<M	n.s.
家中藏書量	***	***	***	***	***
作業時間	=	n.s.	***	-***	***
學科態度	***	***	***	n.s.	***
學科自信心	***	***	***	***	***
學科評價	=	=	=	***	***
校園安全知覺	***	***	***	***	***
投入變項解釋量百分比	22.779%	30.801%	32.220%	20.439%	25.714%

註：+表正向影響，-表負向影響，n.s.表未顯著，=表沒有分析，* $p<.05$ ** $p<.01$ *** $p<.001$

肆、結論與建議

一、結論

(一) 學校和個人因素對於學生成就的影響程度

HLM 初始模型分析結果顯示，學校分別約可以解釋四年級學生閱讀、數學和科學成就的總變異量的 9.593%、9.279%和 7.816%，約可以解釋八年級學生數學和科學成就的總變異量的 21.059%和 19.005%，其餘部分由則個人因素解釋。雖然學校間的成就差異皆達顯著，不過個人因素對學生成就的影響明顯大於學校因素。

(二) 顯著影響學生閱讀、數學和科學成就的學校和個人變項

本研究投入的學校層次變項包括學校所在地的人口數、家庭經濟環境差學生百分比、學校教學資源、校長學校氣氛知覺、校長校園安全知覺、學生出勤狀況和家庭和學校的連繫，跨資料庫的分析結果發現，以學校所在地的人口數的影響力最明顯和一致，學校都市化程度越高其學生成就越高。投入的學生層次變項有性別、家中藏書量、作業時間、學科態度、學科自信心、學科評價和學生校園安全知覺，除性別和作業時間影響力較不一致，其餘預測變項對各資料庫皆有一致的顯著正向影響。

(三) 投入預測變項對學校和學生層次變異的解釋程度