

第八章 國小數學溝通能力測驗之發展

數學溝通能力的發展是新數學課程主要教育目標之一，這項能力的重要性已在數學教育界建立普遍的共識，但該能力的操作性界定仍不夠明確週延，評量所需的作業研發方才起步，本研究試探性的對該能力的界定與測量進行初步探討，本章分兩節依序討論四、五年級數學溝通能力測驗的研發程序及其實徵結果。

第一節 國小四年級數學溝通能力測驗結果與討論

本節討論國小四年級數學溝通能力測驗統計分析結果，並比較常模與資優生群體，在數學溝通能力測驗上表現的差異情況。內容主要分成三大部份，首先就施測樣本、測驗結構及計分邏輯等技術和程序層面作一說明。接著討論測驗及題目參數的統計特徵及各題考生得分分配之描述統計，最後再討論常模與資優生群體對照比較。

一、研究樣本

本測驗之樣本與國小四年級數學能力測驗丙式的常模相同。即上述群體同時施測數學能力及數學溝通能力兩測驗。其中部份考生由於數學溝通能力測驗資料有缺失，因此予以刪除，故樣本人數略小於四年級數學能力測驗之常模群體。此外，為提供初步效度相關資訊，本研究也抽取部份資優班學生，同時進行施測。抽樣學校及樣本人數，常模群體請參見第三章（表3.9），資優生群體如表8.1。

表8.1 四年級資優學生抽樣縣市、學校及人數分配

縣 市	學 校	人 數
台南市	永福	30
	成功	26
高雄市	博愛	29
	大同	29
	中山	26
	三民	23
	河濱	22
	忠孝	24
台南縣	麻豆	10
	新營	30
	新化	30
	鹽水	23
合 計		302

二、測驗設計

(一)測驗內容及結構

本測驗旨在測量學生有效使用不同方式溝通其數學理解或概念的能力，因此題目難度以大部份學生能夠充分駕馭為主。以利數學溝通表現的探討，表 8.2為測驗題目所涵括數學概念課程來源一覽表。

表8.2 四年級數學溝通能力測驗內容

冊 別	單 元	與測驗目標相關之單元目標
第五冊	七、加法 八、減法	會三位數以上的多位數加法 會三位數以上的減法
第六冊	一、乘法（一）	1. 會計算有關10的乘法 2. 會一位數和兩位數的乘法

本測驗主要是藉由以下的途徑來測量數學的書面溝通能力。

- (1)能解釋他人的正確算式，包括熟悉與不熟悉的解法。
- (2)能自己列算式，並以文字進行解釋。
- (3)能偵察算式中的錯誤並選出正確的修正。
- (4)能運用線圖表示數量關係。
- (5)能看出線圖的數量關係。

根據上述內容和方法之界定，表 8.3呈現試題內容、試題類型及所測量的能力的結構。

表8.3 四年級數學溝通能力測驗分測驗結構、題型、測量內涵及題目內容

題號	分測驗	題 型	測量內涵	題目內容
(一)	說明算式的意思			
1	數量比較	開放式	解釋列式	解釋常用式、不常用式
(二)	先畫圖再回答			
2	數量比較	開放式	題意表達 解釋列式	基準量及比較量圖示、自列算式 自列式解釋
(三)	寫一寫、選一選			
3	數量比較	開放題	題意表達 解釋列式	自列算式 自列式解釋
4	數量比較	選擇式	算式理解	對錯誤列式的修訂
5	數量比較	開放式	題意表達 解釋列式	自列算式 自列式解釋
6	數量比較	選擇式	算式理解	找出錯誤的列式解釋
(四)	從圖中找答案			
7	數量比較	選擇式	圖示理解	理解線圖的數量關係
8	數量比較	選擇式	圖示理解	理解線圖的數量關係

表 8.3 呈現的結構中測量內涵包括題意表達、解釋列式、算式理解、圖意理解四部份。題意表達包括圖示與列式，圖示是將題目意義以線圖方式呈現，包括基準量及比較量的繪製；列式則是以算式來表答題意，是一般常用的數學語言。解釋列式，包含解釋常用式、不常用式及自己所列之式子三方面。算式理解分成兩部份，分別是對錯誤列式的修訂和找出錯誤的列式解釋。圖示理解則是對線圖的理解。題意表達之圖示、列式和解釋列式為開放式題型，以多元計分處理。算式及圖意理解則為選擇題方式，採二元計分。

(二) 開放式題目評分規範

以下分別就常用式及不常用式之解釋、題意圖示、自列算式和解釋三部份的評分規範作一說明。評分範例請參見附錄6-1。

表8.4 四年級數學溝通能力測驗開放式題目評分規範

■ 常用式、不常用式解釋

得分	評鑑標準
0	空白或解釋錯誤、運算法錯誤
1	解釋內容部份錯誤或未涉及核心意義
2	針對算式內容進行陳述，未解釋題目原有的意義及目的，說明不夠周延
3	解釋周延正確

■ 題意表達：基準量及比較量的圖示

得分	圖示內容
0	空白或錯誤(不合邏輯，或無法理解)
1	圖示部份錯誤，如標示錯誤或不足
2	完全正確

■ 自列算式及列式解釋

	得分	評鑑標準
自列算式	0	空白、算式錯誤
	1	列出部份正確算式；部份誤解造成主要運算法錯誤
	2	列式及計算完全正確
列式解釋	0	空白、解釋無法理解
	1	說明可以理解，但主要意義錯誤
	2	解釋完全正確

三、測驗及題目參數之統計分析

以下進行測驗與題目參數的統計特徵討論，基於精簡的考慮，開放式題型採簡化之計分資料而參數估計只採受試群體則為常模群體。

(一)項目分析

1. 傳統題目參數及測驗信度

表8.5、8.6是傳統題目分析結果摘要。數學能力測驗與溝通能力選擇題之難度接近，分別為.60、.53；二系列相關在.64以上。數學能力測驗、溝通能力測驗（選擇式與開放式）的信度依序為.82、.70、.91；三個分測驗相關，在.63到.75之間。逐題之分析資料請參閱附錄6-2。

表8.5 四年級數學能力及數學溝通能力測驗之傳統題目參數摘要(N=670)

	數學能力測驗			溝通 I (選擇式)			溝通 II (開放式)		
	難度	rbis	rpb	難度	rbis	rpb	平均得分	變異數	相關
平均數	.60	.64	.49	.53	.91	.72	2.27	.94	.75
標準差	.15	.10	.07	.07	.06	.05	.21	.45	.07
中數	.61	.65	.50	.51	.92	.73	2.21	.78	.79
最大值	.82	.75	.59	.62	.96	.77	2.79	1.83	.81
最小值	.34	.32	.26	.47	.84	.67	2.06	.59	.61

表8.6 國小四年級數學能力與數學溝通能力測驗分析之摘要

	數學能力	溝通能力 (選擇式)	溝通能力 (開放式)
題數	25	4	10
人數	670	670	670
平均數	15.100	2.107	2.269
標準差	5.627	1.435	0.724
最小值	25.000	4.000	3.200
最大值	16.000	2.000	2.400
中數	1.000	0.000	1.000
α 係數	0.864	0.697	0.912
測量標準誤	2.079	0.790	0.215
P 值平均數	0.604	0.527	N/A
與總分相關平均	0.486	0.724	0.757
二系列相關平均	0.638	0.911	N/A
分測驗相關	1	2	3
	1	1.000	0.630
	2	0.630	1.000
	3	0.754	0.669
			1.000

2. 因素分析

表 8.7 是國小四年級丙式數學標準參照測驗之因素分析結果摘要。全測驗包含數學能力和數學溝通能力兩項測驗。逐題之因素負荷量請參閱附錄 6-3。

表 8.7 數學能力與溝通能力測驗之因素分析摘要表

	丙式全測驗	數學能力測驗	溝通能力測驗
$\lambda 1$	11.34	5.93	6.75
$\lambda 1/\lambda 2$	6.59	4.44	5.51
變異比率	29.07	23.74	48.21

依 Reckase (1979) 所建議之測驗向度評鑑標準，最大特徵值可解釋之變異比率達 20%，第一與第二特徵值之比值達 4，即大致符合單向度假定。表中資料顯示無論是就全測驗或各別分項測驗，其最大特徵值之變異比率大於 20%，分別是 29.7%、23.7%、48.2%。前兩個特徵值之比值大於 4，在 4.4 到 6.6 之間，皆符合 Reckase 之測驗單向度粗略評鑑標準，可視其為單一向度。

3. IRT 題目參數分析

數學標準參照測驗四年級丙式共有數學能力測驗、溝通能力測驗兩個分測驗，前者屬於二元計分，而後者則兼含二元及多元計分兩部份，將兩個分測驗合併後（即同時包含二元及多元兩種計分），以 BIGSTEPS 軟體（單參數部份給分模式）進行估計，獲得所有題目在同一量尺的參數估計值。另外，將數學能力測驗及數學溝通選擇題屬二元計分部份以 ASCAL 軟體進行三參數 logistic 模式估計題目參數。題目參數量尺化，利於使用者可依不同測驗目的選擇不同題目重新編組測驗。

表 8.8、8.9 所呈現的分別是單參數與三參數模式之題目參數分析摘要。從表 8.9 所呈現的三參數資料分析來看，平均鑑別度頗佳 (1.25)，平均難度為 .046，和單參數模式分析所得的資訊相同，對中等程度考生而言應是相當適切，逐題參數中最大卡方值僅達 42.45（請參閱附錄 6.5），大致符合三參數理論模式。

表8.8 數學能力及數學溝通能力測驗之單參數模式
題目參數摘要表(BIGSTEPS)

	難度值	標準誤	適合度1	適合度2	二系列相關	題數
全 測 驗	平均數	-.001	.086	.044	.182	.490
	標準差	.769	.017	2.833	2.537	.135
	中數	.050	.090	-.300	.300	.480
	最大值	1.410	.110	9.400	8.100	.740
	最小值	-1.430	.050	-5.100	-4.500	.170
數 學 能 力	平均數	-.079	.095	1.060	1.116	.413
	標準差	.898	.007	2.656	2.423	.081
	中數	-.090	.090	1.000	1.000	.430
	最大值	1.410	.110	9.400	8.100	.510
	最小值	-1.430	.090	-1.600	-2.300	.170
數 學 溝 通	平均數	.138	.069	-1.771	-1.486	.627
	標準差	.457	.017	2.215	1.818	.100
	中數	.165	.060	-1.550	-1.250	.660
	最大值	.690	.100	1.400	.600	.740
	最小值	-1.110	.050	-5.100	-4.500	.480

- * 適合度1 是對能力和難度較接近的非預期反應敏感的指標
 - 適合度2 是對離開難度值較遠能力的非預期反應敏感的指標
- 人數=670人

表8.9 數學能力測驗及溝通能力測驗選擇題之
三參數模式題目參數摘要表(ASCAL)

	鑑別度	難 度	猜測度	卡方值
平均數	1.251	.046	.212	20.374
標準差	.437	.731	.079	8.930
中 數	1.124	.165	.210	18.356
最大值	2.135	1.446	.370	42.454
最小值	.409	-1.268	.090	9.239

* 人數 = 670 ， 每題自由度=17

(二)四年級數學溝通能力表現概況

以下就各題得分結果進行討論，透過常模在各題得分概況，初步討論四年級學生數學溝通各項能力（可參閱表8.3）的表現。

1. 常模樣本各題得分結果描述統計

表8.10及圖8.1 所呈現的是四年級常模在各題得分描述統計摘要，整體而言，四年級學生在算式辨識、常用算式解釋、圖示能力、自列算式能力、自列算式解釋能力等方面平均答對率在.6 左右，而圖示理解及不常用算式解釋的能力較弱（平均答對率低於.5）。顯示未接觸新課程的四年級學生在數

學溝通的表現有待教育介入的強化，未來課程可在圖示的理解及對非例行性問題的文字溝通多提供協助引導的資源。在自列算式及自列算式解釋的得分中，自列算式較高於相對應的自列算式解釋，顯示學生對於列式的表達較能駕馭，運用較為順暢，而文字描述的能力略為薄弱，但兩者的得分趨勢相當一致。

表8.10 四年級常模逐題得分描述統計摘要表 (人數N=670)

	平均數	標準差	中數	最大值	最小值
選擇題1	.62	.49	1.00	1.00	.00
選擇題2	.54	.50	1.00	1.00	.00

算式辨識	1.16	.79	1.00	2.00	.00
選擇題3	.47	.50	0.00	1.00	.00
選擇題4	.48	.50	0.00	1.00	.00

圖意理解	.95	.87	1.00	2.00	.00
常用算式解釋	1.79	1.31	2.00	3.00	.00
不常用算式解釋	1.41	1.35	1.00	3.00	.00

基準量圖示	1.12	.77	1.00	2.00	.00
比較量圖示	1.12	.85	1.00	2.00	.00

圖示能力	2.23	1.48	2.00	4.00	.00
第一題算式	1.18	.79	1.00	2.00	.00
第二題算式	1.31	.86	2.00	2.00	.00
第三題算式	1.20	.90	2.00	2.00	.00

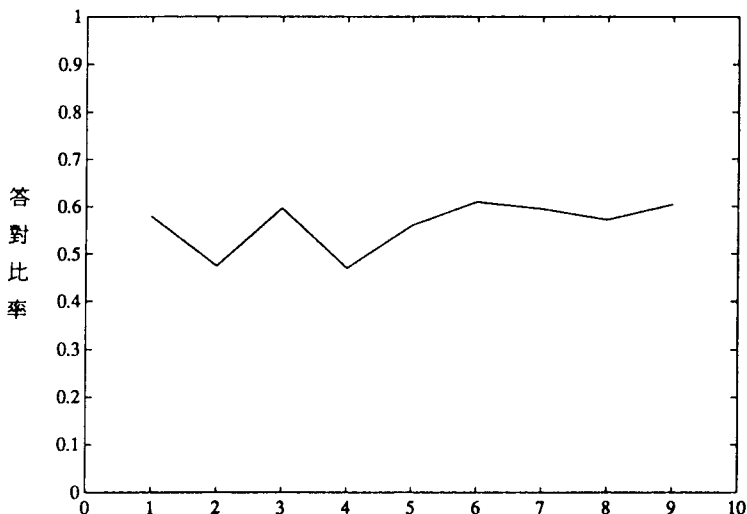
自列算式能力	3.68	2.18	4.00	6.00	.00
第一題解釋	1.19	.82	2.00	2.00	.00
第二題解釋	1.22	.91	2.00	2.00	.00
第三題解釋	1.06	.93	1.00	2.00	.00

自列式解釋能力	3.57	2.28	4.00	6.00	.00

溝通能力	14.80	8.28	16.00	26.00	.00

數學能力 (25題選擇題)	15.10	5.63	16.00	25.00	1.00

圖8.1 國小四年級數學溝通能力各題得分剖面



*1 算式辨識 2圖意理解 3常用算式解釋 4不常用算式解釋 5圖示能力
6自列算式能力 7自列算式解釋能力 8溝通能力 9數學能力(25題選擇題)

2. 子題間相關

表8.11是數學溝通能力測驗各子題間的相關。表中溝通能力中各子題分數間的相關，以列式及列式解釋間的相關較高。

表8.11 國小四年級數學溝通能力測驗各子題之相關

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	—													
2	.19	—												
3	.26	.30	—											
4	.20	.34	.52	—										
5	.26	.33	.33	.34	—									
6	.27	.38	.39	.37	.72	—								
7	.29	.23	.39	.31	.39	.44	—							
8	.30	.22	.36	.27	.42	.47	.70	—						
9	.31	.32	.38	.34	.56	.57	.47	.57	—					
10	.43	.39	.34	.33	.56	.55	.39	.42	.61	—				
11	.33	.50	.37	.40	.50	.51	.33	.40	.51	.64	—			
12	.31	.28	.30	.24	.51	.49	.40	.48	.75	.56	.48	—		
13	.33	.38	.32	.31	.54	.53	.33	.40	.58	.77	.61	.58	—	
14	.33	.48	.39	.40	.54	.56	.35	.42	.54	.64	.82	.52	.69	—

[註]1. 第四題：算式修正
2. 第六題：解釋修正
3. 第七、八題：圖示理解
5. 題一(1)：常用式
6. 題一(2)：不常用式
7. 題二(1)：基準量圖示
8. 題二(2)：比較量圖示
9. 題二(3)、11. 題三(1)、13. 題五(1)：自列算式
10. 題二(4)、12. 題三(2)、14. 題五(2)：自列式解釋

3. 分項能力的相關

表8.12呈現常模群體數學能力測驗得分和數學溝通各項能力得分之相關。數學能力與整體數學溝通能力兩者的相關為.77，呈現這兩種能力有中高程度的關係，而數學能力與數學溝通各分項能力則在中等程度的相關(.5 ~ .6)，整體溝通能力與各溝通能力之相關則呈現中強度的關係(.61 ~ .92)，其中和自列算式、列式解釋之能力相關較高(分別為.92及.90)。顯示溝通能力測驗中，以如何列式並加以解釋之能力為主。而圖示理解及繪圖能力與其他分項相關較低(分別為.61及.69)，學生在圖示的理解及表達方面可能有待強化。在各個溝通能力的相關中以自列算式及自列算式解釋的相關最高，為.88，兩者的得分趨勢相當一致，可見學生若能以數字及運算符號的列式，大致上便能以文字來傳達其數學意義，就教學的活動而言，語言化有利師生數學概念的雙向澄清，但就測驗的目的而言，列式應可視為一種較為精簡的數學語言。

表8.12 四年級數學能力及數學溝通分項能力之相關

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 數學能力	—									
2. 數學溝通能力	.77	—								
3. 常用式	.59	.78	—							
4. 不常用式	.64	.80	.72	—						
5. 基準量圖示	.51	.61	.39	.44	—					
6. 比較量圖示	.49	.66	.42	.47	.70	—				
7. 自列算式	.68	.92	.63	.64	.46	.54	—			
8. 自列式解釋	.66	.90	.62	.61	.42	.50	.88	—		
9. 算式理解	.56	.71	.46	.51	.35	.37	.65	.60	—	
10. 圖示理解	.53	.61	.39	.44	.40	.36	.48	.44	.49	—

(四) 常模與資優生各項能力的比較

表8.13所呈現的是四年級資優生在各題得分描述統計摘要，圖 8.2為資優班與常模在數學溝通各項能力的對照比較。整體而言，資優班學生在溝通各能力測驗平均答對率都在.9以上，只有圖示能力低於.9；圖表結果顯示，資優生之表現明顯優於普通班學生，資優生的各項能力得分約為普通班學生的兩倍，且其標準差皆較普通班學生為小(約為一半，甚至更小)。在整體反應組型上兩者相當接近。但常模學生在圖示理解及非「常用算式」解釋較為低落，而資優班則在圖示理解及圖示能力偏弱，尤其以繪圖的表現上落差最大，而常模在繪圖上卻沒有明顯的落差。兩群體在第一題常用式及不常用式的得分趨勢也大致相同，即常用式平均得分都高於不常用式，但普通班的落差大於資優生。換言之，一般教學中如能提供不同取向的解題方法，對數

學概念的內化可能有所幫助。整體而言，多元刺激，多元評量是數學課程進行中值得努力的方向。

表8.13 四年級資優生各項數學能力得分之描述統計摘要表

	平均數	標準差	中數	最大值	最小值
選擇題1	.98	.13	1.00	1.00	.00
選擇題2	.94	.23	1.00	1.00	.00

算式辨識	1.93	.26	2.00	2.00	.00

選擇題3	.93	.26	1.00	1.00	.00
選擇題4	.95	.22	1.00	1.00	.00

圖意理解	1.88	.40	2.00	2.00	.00

常用算式解釋	2.94	.31	3.00	3.00	.00
不常用算式解釋	2.83	.41	3.00	3.00	1.00

基準量圖示	1.80	.48	2.00	2.00	.00
比較量圖示	1.63	.60	2.00	2.00	.00

圖示能力	3.43	.97	4.00	4.00	.00

第二題列式	1.80	.42	2.00	2.00	.00
第三題列式	1.99	.14	2.00	2.00	.00
第五題列式	1.97	.17	2.00	2.00	1.00

自列算式能力	5.76	.48	6.00	6.00	4.00

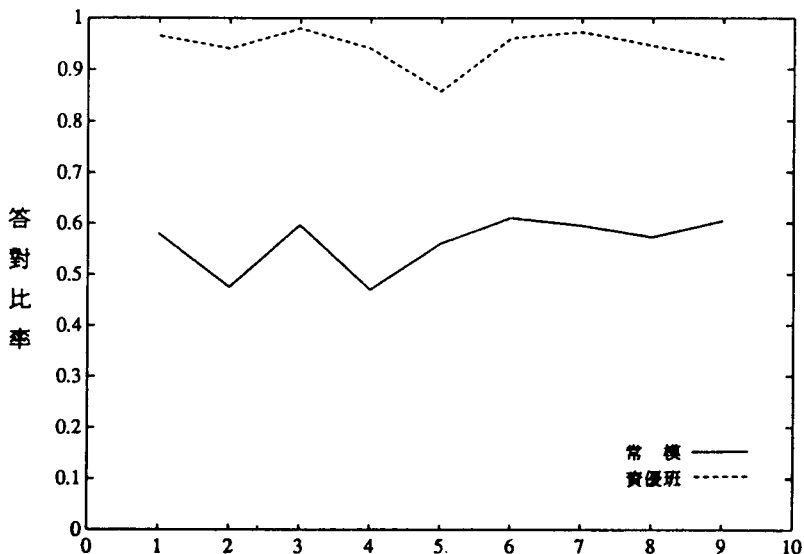
第二題解釋	1.85	.40	2.00	2.00	.00
第三題解釋	1.99	.12	2.00	2.00	.00
第五題解釋	1.98	.17	2.00	2.00	1.00

自列算式解釋能力	5.83	.45	6.00	6.00	3.00

溝通能力	24.58	1.97	25.00	26.00	13.00

數學能力	22.98	1.80	23.00	25.00	12.00

圖8.2 四年級常模與資優生數學溝通各項能力之比較



*1 算式辨識 2圖意理解 3常用算式解釋 4不常用算式解釋 5圖示能力
6自列算式能力 7自列算式解釋能力 8溝通能力 9數學能力(25題選擇題)

四、數學能力、數學溝通能力與在校國語和數學成績的相關

表8.14呈現的是常模學生的數學能力測驗與溝通能力測驗，和在校數學科、國語科之相關。兩項測驗都與數學科成績有較高的相關（約.65左右），與國語科相關略低（.54到.58）。與國語科的相關數學溝通並沒有比數學能力強，換言之，語文的加權似乎並未加重。

表8.14 四年級數學能力、溝通能力與在校數學、國語科成績之相關統計摘要表

	平均數	標準差	中數	最大值	最小值	學校數
數學能力—在校數學成績	.68	.17	.69	.91	.26	23
數學能力—在校國語成績	.58	.19	.63	.91	.08	22
數學溝通—在校數學成績	.64	.13	.62	.91	.40	23
數學溝通—在校國語成績	.54	.17	.54	.92	.11	22

五、結論

本節討論國小四年級數學溝通能力測驗統計分析結果，並比較常模與資優生群體在數學溝通能力測驗上表現的差異情況。測驗的目的在了解學生使用不同方式溝通數學理解和概念的能力，主要包含下列幾項標的能力：

- (1)能解釋他人的正確的算式(包括較為熟悉與不熟悉的解法)。
- (2)能列年正確算式，並以文字進行說明。
- (3)能偵察錯誤的算式解釋並辨識正確的修正。
- (4)能運用線圖表示數量關係
- (5)能理解線圖的數量關係

測驗分為題意表達、解釋列式、算式理解及圖示理解四部份。題意表達包括圖示與列式，圖示是將題目意義以線圖方式呈現，包括基準量及比較量的繪製；列式則是以算式來表答題意，是最常用的數學語言。解釋列式，包含解釋常用式、不常用式及自己所列之算式三方面。算式理解分成兩部份，分別是對錯誤列式的修訂和找出錯誤的列式解釋。圖示理解則是對線圖的理解。題意表達之圖示、列式和解釋列式為開放式題型，以多元計分處理。算式及圖意理解則為選擇式的二元計分。

數學能力測驗與溝通能力選擇題之難度接近，通過比率分別為.60及.53；二系列相關在.64以上。數學能力測驗及溝通能力測驗（選擇式與開放式）的信度分別為.82、.70、及.91；三個分測驗相關，在.63到.75之間。全測驗或各分項測驗，最大特徵值所占變異比率皆大於20%，分別是29.7%、23.7%、及48.2%。前兩個特徵值之比值也都大於4（在4.4到6.6之間），大致符合Reckase之單向度測驗評鑑標準，可視其為單一向度。

就單參數部份給分模式而言，數學能力及數學溝通分測驗得平均難度分別為-.08及.14。從三參數資料分析來看，平均鑑別度頗佳(1.25)，平均難度為.046，和單參數模式分析所得的資訊雷同，對中等程度考生而言應是相當適切，逐題參數中最大卡方值僅達42.45，模式適合度大致良好。

整體而言，四年級學生在算式辨識、常用算式解釋、圖示能力、自列算式能力、自列算式解釋能力等平均答對率在.6左右，而圖示理解及不常用算式解釋的能力較弱（平均答對率低於.5）。顯示未接觸新課程的四年級學生在數學溝通可加強圖示的理解及對非例行性問題的文字溝通。在自列算式及自列算式解釋的得分中，自列算式得分高於相對應的自列算式解釋，顯示學生對於列式的方式較能駕馭，運用較為順暢，而文字描述的能力略為薄弱，但兩者的得分相關頗高。數學能力與整體數學溝通能力的相關為.77，而數學能力與數學溝通各分項能力的相關也相當合理（.5～.6），整體溝通能力與各分項能力之相關介於

.61 至 .92 之間，其中以自列算式、列式解釋之能力相關較高（分別為 .92 及 .90）。顯示溝通能力測驗中以如何列式並加以解釋之能力為主。而以圖示理解及繪圖能力的加權較弱（相關分別為 .61 及 .69），可見學生在圖示的理解及繪圖表達方面需要更豐富的刺激和練習。在各分項溝通能力的相關中以自列算式及自列算式的相關最高為 .88，可見學生若能以數字及運算符號表達，大致上便能以文字來傳達數學意義，因此，以口語或文字來表達數學概念在教學上可能有利概念的內化，精緻化和準確化，但在評量上算式表達和文字表達功能雷同。

就測驗的區辨功能而言，資優生表現明顯優於普通班學生，且標準差皆較普通班學生為小（約為一半，甚至更小）。資優班學生在溝通各分項能力測驗平均答對率都在 .9 以上，只有圖示能力略低於 .9；在整體反應組型上則大致雷同。但常模學生在圖示理解及非「常用算式」解釋較為低落，而資優班則在圖示理解及繪圖能力較弱，尤其以繪圖的表現上落差最大，而常模群體在繪圖上沒有明顯的落差。兩群體在第一題常用式及不常用式的得分趨勢也大致相同，即常用式平均得分都高於不常用式，但普通班的差距大於資優生。顯示一般學生尤其需要豐富多元的刺激以利概念的清澈和遷移。

初步的效度資料顯示數學能力和數學溝通能力測驗與在校數學科成績相關性高於與國語成績的相關（.65 vs .55）。而數學溝通能力與國語科的相關並未高於數學能力測驗，顯示語文成份的加權並未提昇。整體而言，測驗內部相關結構及與在校學科成績相關組型都大致良好而符合原建構邏輯。

第二節 國小五年級數學溝通能力測驗結果與討論

本節討論國小五年級數學溝通能力測驗的結果，並以常模群體與資優生群體的比較，作為數學溝通能力測驗的初步效度資料。整個討論主要分成三大部份，首先就技術和程序方面說明施測樣本、測驗結構及計分邏輯。再就實徵的測驗量化資料，呈現測驗及題目參數的統計分析。最後，就實徵測驗結果，討論常模樣本的各项表現，及常模與資優生兩個群體的比較。

一、研究樣本

本測驗之受試群體是國小五年級數學能力測驗丙式的常模群體。即針對該群體同時實施數學能力測驗及數學溝通能力測驗。其中部份考生數學溝通能力測驗資料有所缺失，因此予以刪除，故樣本數略小於五年級數學能力測驗丙式之常模群體。此外，本研究也抽取部份資優班學生，作為初步的效度探討。抽樣學校及樣本人數，常模群體請參見第三章表3.10，資優生群體如表8.15。

表8.15 五年級資優班抽樣縣市、學校及人數分配

縣 市	學 校	人 數
台南市	永福	29
	成功	29
高雄市	博愛	27
	大同	29
	中山	26
	三民	19
	河濱	19
	忠孝	21
台南縣	麻豆	10
	新營	20
	新化	28
	鹽水	30
合 計		287

二、測驗設計

(一)測驗內容及結構

本測驗的目的在測量學生有效使用不同的紙筆方式溝通其數學理解或概念的能力，因此題目難度以大部份學生能充分駕馭為主，以利數學溝通表現的探討。表8.16為本測驗數學概念課程來源一覽表。

表8.16 五年級數學溝通能力測驗內容

冊別	單元	與測驗目標相關之單元目標
第七冊	六、整數四則混合計算	1. 會加、減法混合計算 2. 會乘、除法混合計算
第八冊	二、整數四則混合計算	1. 會加、減、乘、除混合計算
	七、長方體和正方體	1. 了解長方體與正方體的構成要素
	十、體積	1. 透過物體的大小比較，了解體積的意義 2. 了解並運用長方體、正方體的體積公式

本測驗主要是藉由以下的途徑來測得數學的書面溝通能力。

- (1)能解釋他人正確算式，包括常用與不常用的解法。
- (2)能自己列式，並以文字進行解釋
- (3)能偵察算式中的錯誤，並選出正確的修正
- (4)能運用線圖表示數量關係
- (5)能看出線圖的數量關係

根據上述內容、方法之界定，表8.17列出試題內容、試題類型及測量內涵。

表8.17 五年級數學溝通能力測驗分測驗結構、題型及測量內涵

題號	題型	測量內涵	題目內容
1	開放式	解釋列式	常用式(3) * 和不常用式(4)的解釋
2	開放式	題意表達	圖示(2)、自列算式(3)
3	開放式	解釋列式	自列式解釋(3)
	開放式	題意表達	自列算式(3)
4	開放式	解釋列式	自列式解釋(3)
	選擇式	算式理解	對錯誤列式的修訂(1)
5	開放式	題意表達	自列算式(4)
	開放式	解釋列式	自列式解釋(4)
6	選擇式	算式理解	找出錯誤的列式解釋(1)
7	選擇式	圖意理解	理解線圖的數量關係(1)
8	選擇式	圖意理解	理解線圖的數量關係(1)

- 括號內數字代表題數

表8.17呈現的結構顯示，本測驗包含題意表達、解釋列式、算式理解、圖示理解四部份。題意表達包括圖示與列式，圖示是將題目意義以線圖方式呈現，包括基準量及比較量的繪製；列式則是以算式來表答題意，是一般常用的數學語言。解釋列式，包含解釋常用式、不常用式及自己所列之式子三方面。算式理解分成兩部份，分別是對錯誤列式的修訂和找出錯誤的列式解釋。圖示理解則是對線圖的理解。題意表達之圖示、列式和解釋列式為開放式題型，以多元計分處理。算式及圖示理解則為選擇題方式，採二元計分。

(二)開放式題目之評分規範

以下分別就常用式及不常用式之解釋、題意圖示、自列算式和解釋三部份的評分規範作一說明。評分範例請參見附錄 7-1。全測驗共有33個分數，如表8.17中括號所示。

表8.18 五年級數學溝通能力測驗開放式題目評分規範

■ 列式解釋(常用式、不常用式)

評分類別	解釋內容
0	空白
1	解釋錯誤、運算法錯誤
2	解釋內容部份錯誤或未使用核心的關鍵字
3	陳述算式內容，未解釋答案的意思(解釋算式，未說明結果意義)
4	解釋正確
5	32→人數
6	面積
7	蛋糕的大小
8	僅數字而無單位，解釋算式而未涉及題目內容

得分：(1)0、1、8 → 0 沒有提供算式的說明或說明內容無法理解
 (2)2、7、9 → 1 說明內容不完整或未能使用重要關鍵字
 (3)3、5、6 → 2 只陳述列式數字之意義，未作結果之說明
 (4)4 → 3 能將列式解釋周延或者說明列式的目的

■ 題意表達：基準量及比較量的圖示

評分類別	圖示內容
0	空白
1	錯誤(不可解釋，或無法理解)
2	標示錯，？亦錯
3	標示錯，有65，少？
4	未標示，比例正確，沒有？
5	未標示，比例正確，有？
6	完全正確

得分：(1)0、1 → 0 未提供圖示、或圖示內容與題意無關、圖示令人無法理解
 (2)2、3 → 1 圖形中標示錯誤，如標的或比例錯誤及數量關係有小錯誤發生
 (3)4、5 → 2 圖形比例正確，但未提供？及標示
 (4)6 → 3 比例正確，標示及？完整

■ 自列算式及自列式解釋

評分類別	算式內容	解釋內容
0	空白	空白
1	錯誤	解釋完全錯誤
2	運算法錯誤(數量關係)	數量關係描述錯誤
3	列式正確，但未正確使用括號	只陳述列式數字意義，未作結果之說明
4	算式正確	解釋正確
5	運算子錯誤	因列式錯誤使說明不合邏輯(類別5,6相同)
6	因前面步驟錯誤所造成的列式錯誤	僅解釋算式數字而未涉及題目內容
8		

得分：自列算式

- (1) 0, 1 → 0 空白或所列算式與題意無關
(2) 2, 5, 6 → 1 運算方法(子)錯誤
(3) 3 → 2 列式正確, 但部份運算細節錯誤
(4) 4 → 3 列式與計算執行完全正確

自列式解釋

- (1) 0, 1, 8 → 0 沒有提供算式的說明或說明內容無法理解
(2) 2, 5, 6 → 1 說明內容不完整、未能使用重要關鍵字、因運算錯誤導致說明不合邏輯
(3) 3 → 2 只陳述列式數字之意義, 未作結果之說明
(4) 4 → 3 能將列式解釋周延或者說明列式的目的
-

上述評分規範是小題細項計分。在實際運用時, 如此詳細而繁複的評分, 可能降低其實用效益。因此, 研究小組在參酌測驗架構並分析上述之實徵計分資料後, 提出較為簡潔的計分邏輯。即以題為單位, 將33個分數, 簡化為14個分數。旨在減輕計分工作之負荷量, 對於題目參數之估計及應用, 也有所助益。表8.19、8.20分別是詳細及簡化類目之對照表和簡化後評分規範。評分規範的範例, 請參閱附錄7-2。

表8.19 五年級數學溝通能力測驗開放式題目詳、簡計分範圍對照表

題號	繁複之計分題數類目	簡化之計分題數類目
1	常用式(3)*、不常用式(4)	常用式、不常用式
2	圖示(2)、自列算式(3) 自列式解釋(3)	圖示一、圖示二* 自列算式一、列式解釋一
3	自列算式(3)、自列式解釋(3)	自列算式二、列式解釋二
4	對錯誤列式的修訂(1)	算式理解一
5	自列算式(4)、自列式解釋(4)	自列算式三、列式解釋三
6	找出錯誤的列式解釋(1)	算式理解二
7	理解線圖的數量關係(1)	圖意理解一
8	理解線圖的數量關係(1)	圖意理解一

- * 1. 括號內數字表分數個數
2. 圖示一為基準量圖示, 圖示二為比較量

表8.20 五年級數學溝通能力測驗開放式題目簡化之評分規範

■常用式、不常用式解釋	
得分	評鑑標準
0	未寫或解釋錯誤、運算法寫錯
1	解釋內容部份錯誤或未寫出核心意義
2	針對算式內容進行陳述，未解釋題意原有的意義及目的，說明不夠周延
3	解釋周延正確

■自列算式及列式解釋	
得分	評鑑標準
自列算式	0 空白、算式錯誤
	1 列出部份算式正確，部份理解錯誤造成主要運算法錯誤
	2 列式及計算完全正確
列式解釋	0 空白、解釋無法令人理解
	1 說明可以令人理解，但主要意義錯誤
	2 解釋完全正確

三、測驗及題目參數之統計分析

以下進行測驗與題目參數的統計特徵討論。基於精簡的考慮，開放式題型採簡化之計分資料，(即14題分數的資料)，而參數估計只採常模群體。

(一)項目分析

1.傳統題目參數及測驗信度

表8.21、8.22是傳統題目分析結果摘要。數學能力測驗與溝通能力選擇題之難難度接近，分別為.52、.58；二系列相關在.6以上。數學能力測驗、溝通能力測驗(選擇題與應用題)的信度依序為.85、.74、.90；三項間的相關在.59到.71之間。逐題之分析資料請參閱附錄7-3。

表8.21 五年級數學能力及數學溝通能力測驗之傳統題目參數摘要(N=661)

	數學能力測驗			溝通能力(選擇式)			溝通能力測驗(開放式)		
	難度	rbis	rpb	難度	rbis	rpb	平均得分	變異數	相關*
平均數	.52	.59	.46	.58	.95	.75	2.21	.97	.73
標準差	.12	.09	.08	.05	.06	.04	.45	.26	.10
中數	.53	.60	.47	.58	.96	.76	2.02	.91	.74
最大值	.86	.81	.65	.65	1.00	.79	3.32	1.47	.83
最小值	.29	.37	.29	.53	.88	.70	1.94	.65	.51

* 相關值為得分與總分之相關

表8.22 五年級數學能力與數學溝通能力測驗分析之摘要

	數學能力	溝通能力 (選擇式)	溝通能力 (開放式)
題數	25	4	10
人數	661	661	661
平均數	13.000	2.333	2.212
標準差	5.626	1.477	0.707
最小值	0.000	0.000	1.000
最大值	25.000	4.000	3.400
中數	13.000	3.000	2.200
α 係數	0.849	0.744	0.895
測量標準誤	2.190	0.747	0.229
P 值平均數	0.520	0.583	N/A
與總分相關平均	0.464	0.753	0.730
二系列相關平均	0.593	0.948	N/A
分測驗相關	1	2	3
	1	0.586	0.708
	2	0.586	1.000
	3	0.708	0.704
		0.704	1.000

2. IRT 題目參數分析

表8.23、8.24分別是單參數與三參數模式之題目參數分析摘要表。表8.23顯示數學能力測驗難度值略高於數學溝通能力測驗。標準誤亦是數學能力測驗較高。適合度則是數學溝通能力較高。表8.24，數學能力測驗與數學溝通能力測驗選擇題的趨勢，和表8.13資料相近。IRT 逐題題目參數分析，參請參閱附錄7-4、7-5。

表8.13 五年級數學能力及數學溝通能力測驗之單參數模式
題目參數摘要表(BIGSTEPS, 人數=661人)

	難度值	標準誤	適合度1	適合度2	r bis	題數	
全 測 驗	平均數	-.001	.083	-.082	.079	.470	39
	標準差	.646	.016	3.343	3.065	.148	
	中 數	-.010	.090	.200	-.500	.430	
	最大值	1.300	.120	6.700	6.600	.760	
	最小值	-2.120	.050	-7.000	-5.700	.200	
數 學 能 力	平均數	.006	.092	1.340	1.292	.386	25
	標準差	.710	.006	2.585	2.457	.090	
	中 數	-.010	.090	.900	1.100	.410	
	最大值	1.300	.120	6.700	6.600	.580	
	最小值	-2.120	.090	-4.500	-3.900	.200	
數 學 溝 通	平均數	-.013	.066	-2.621	-2.086	.619	14
	標準差	.537	.016	3.081	2.905	.118	
	中 數	-.020	.060	-3.150	-2.600	.650	
	最大值	1.030	.090	3.400	5.300	.760	
	最小值	-1.100	.050	-7.000	-5.700	.350	

- 適合度1 是對能力和難度較接近的非預期反應敏感的指標
- 適合度2 是對離開難度值較遠能力的非預期反應敏感的指標

表8.24 五年級數學能力測驗及數學溝通能力測驗選擇題之三參數模式題目參數摘要表(ASCAL)

		鑑別度	難度	猜測度	卡方值	題數
全 測 驗	平均數	1.171	.278	.189	18.479	29
	標準差	.330	.651	.082	7.163	
	中數	1.092	.149	.190	18.515	
	最大值	2.245	1.436	.410	40.333	
	最小值	.657	-1.348	.050	8.967	
數 學 能 力	平均數	1.190	.343	.188	18.943	25
	標準差	.351	.672	.087	7.550	
	中數	1.121	.300	.190	18.751	
	最大值	2.245	1.436	.410	40.333	
	最小值	.657	-1.348	.050	8.967	
數 學 溝 通	平均數	1.055	-.133	.195	15.584	4
	標準差	.095	.276	.045	3.136	
	中數	1.024	-.063	.180	15.141	
	最大值	1.191	.098	.260	19.690	
	最小值	.979	-.506	.160	12.365	

* 人數 = 661 , 每題自由度=17

(二)測驗結構分析

1.因素分析

表8.25是國小五年級丙式數學標準參照測驗之因素分析摘要。全測驗包含數學能力和數學溝通能力兩項測驗。逐題之因素負荷量請參閱附錄7-6。

表8.25 數學能力與溝通能力測驗之因素分析摘要表

	丙式全測驗	數學能力測驗	溝通能力測驗
λ_1	10.76	5.54	6.87
λ_1/λ_2	5.66	4.21	5.65
變異比率	27.60	22.18	49.00

由表中資料，無論是就全測驗或各別兩項測驗，大致滿足Reckase(1979)建議單向度之測驗評鑑標準，可視其為單一向度。最大特徵值之變異比率大於20%，分別是 27.6%、22.2%、49%。前兩個特徵值之比值大於4，在4.2到5.7之間。

2.各子題之相關

表8.26是數學溝通能力測驗各子題間的相關。表中溝通能力之各子題分數間的相關，以列式及解釋兩者之間的相關較高，基準量之圖示與各項得分之相關最低，比較量圖示與不常用式解釋與各項子題間的相關亦偏低。顯示學生較為陌生的數學概念表達溝通方式，與平日常用之算式列式及文字描述方式，兩者間所應具備的能力是不同的。而四題選擇式測量不同題意及算式意義

的理解能力，也和列式並加以解釋的能力有所不同。

表8.26 五年級數學溝通能力測驗各子題之相關

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	—													
2	.41	—												
3	.35	.40	—											
4	.34	.38	.65	—										
5	.45	.37	.35	.35	—									
6	.35	.31	.27	.30	.52	—								
7	.19	.12	.17	.15	.26	.19	—							
8	.40	.31	.30	.33	.46	.42	.34	—						
9	.43	.38	.36	.37	.49	.37	.34	.55	—					
10	.45	.38	.39	.39	.53	.43	.30	.57	.78	—				
11	.67	.40	.39	.40	.50	.41	.28	.49	.52	.57	—			
12	.62	.42	.41	.46	.56	.45	.31	.51	.57	.62	.81	—		
13	.50	.55	.45	.48	.45	.40	.26	.44	.45	.47	.63	.60	—	
14	.51	.60	.46	.46	.54	.46	.28	.48	.50	.57	.63	.69	.78	—

[註]1. 第四題：算式修正
 2. 第六題：解釋修正
 3. 第七、八題：圖示理解
 5. 題一(1)：常用式
 6. 題一(2)：不常用式
 7. 題二(1)：基準量圖示
 8. 題二(2)：比較量圖示
 9. 題二(3)、11. 題三(1)、13. 題五(1)：自列算式
 10. 題二(4)、12. 題三(2)、14. 題五(2)：自列式解釋

(三)數學能力、數學溝通能力與在校國語和數學成績的相關

表8.27是數學能力與溝通能力，和在校數學、國語成績的相關。兩項測驗都與數學科成績有較高的相關(約.70左右)。與國語科相關略遜(.50到.65)，其中數學溝通能力與在校成績的相關高於數學能力，兩者相關的差異在與在校國語科成績的相關更為明顯，顯示數學溝通能力中語文成份的加權可能稍強。

表8.27 數學能力、溝通能力與在校數學、國語科成績之相關統計摘要表

	平均數	標準差	中數	最大值	最小值	學校數
數學能力—在校數學成績	.70	.11	.70	.86	.46	22
數學能力—在校國語成績	.50	.16	.51	.81	.20	
數學溝通—在校數學成績	.75	.08	.77	.90	.59	
數學溝通—在校國語成績	.65	.14	.69	.87	.39	

四、常模與資優生樣本數學溝通能力的表現

以下就考生在各小題得分之結果進行討論，透過常模及資優生的比較，初步探討一般學生在數學概念溝通的主要問題。再就各細項的總分討論分項溝通能力間的關係。

(一)常模與資優生小題得分分配對照

本研究對於開放式題目之計分，主要分成兩大向度計分。一是依整體陳述正確的程度，歸為0到4分。而類目5到9，則是各類較為特殊的現象之歸類。如第一題常用式，有為數不少的學生，對體積概念的陳述，都以「面積」陳述。因此，

在下面的討論，即以此類現象為重點。希望由這類反應中，發現學生的學習困難或錯誤概念所在。完整的常模群體(以下以普通班稱之)與資優生在各題小題之原始反應類目人數比率的比較對照表，請參閱附錄 7-7。表8.28至8.32，僅呈現欲討論之小題的資料。

表8.28 第一題：常用式(一)各反應類目人數比率之比較

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
普通班	4.2	13.3	7.3	5.4	41.8	---	24.4	3.0	0.6
資優生	---	---	---	---	94.1	---	3.8	2.1	---

表8.29 第一題：常用式(二)各反應類目人數比率之比較

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
普通班	8.2	24.4	13.5	1.8	32.8	---	15.6	2.6	1.2
資優生	---	0.7	3.1	0.3	88.5	1.0	2.8	3.5	---

表8.30 第一題：不常用式(二)各反應類目人數比率之比較

	0	1	2	3	4	8	9
普通班	21.2	24.7	9.2	10.0	17.2	1.5	16.2
資優生	0.3	2.4	2.8	2.8	83.3	---	8.4

表8.31 第一題：不常用式(三)各反應類目人數比率之比較

	0	1	2	3	4	8	9
普通班	22.5	25.3	7.9	9.8	16.6	1.7	16.2
資優生	1.0	2.4	2.4	2.8	83.3	---	8.0

表8.32 第二題：自列算式三各反應類目人數比率之比較

	0	1	2	3	4	6
普通班	25.7	16.6	8.2	2.1	30.7	16.6
資優生	3.8	3.1	1.0	2.4	87.1	2.4

一般而言，常模群體在 0 與 1 的人數比率明顯高於資優生，即部份學生在數學概念理解上相當無助。完全無法理解列式的人數頗高，約在百分之二十到五十之間。而資優生群體，則只有不到百分之五的人數，有此現象。完全理解且可以充分表達之比率高答 95 % 以上。

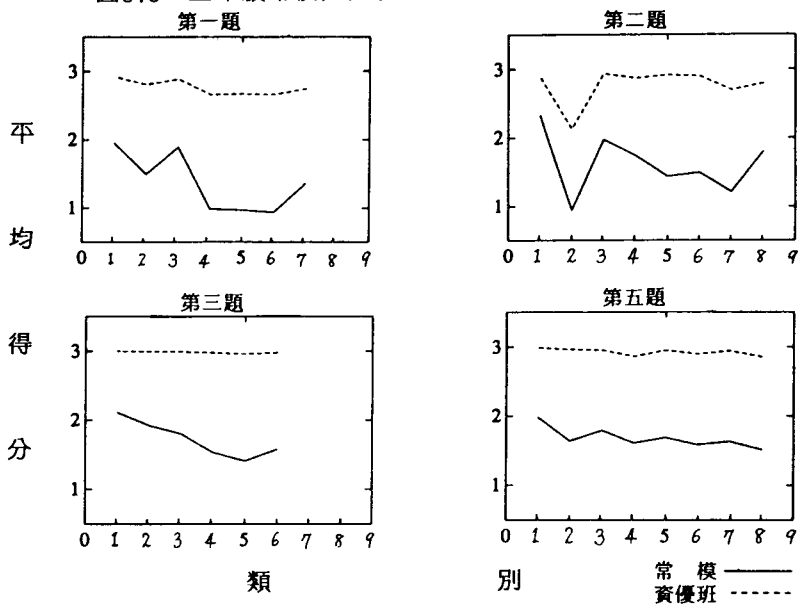
表8.28至8.31，顯示在第一題之常用式中常模群體有25%到15%的學生(反應類目6)，對體積概念與面積概念混淆，將體積解釋為面積。另外在第一題不常用式中，對於長方體切割之概念亦有些模糊，常模群體 16 %、資優生 8%的學

生，將長方體長、寬、高可以切割的塊數，誤認為是切割後之長、寬、高（反應類目 9）。

表8.32，反應類目 6 普通班學生有約 17 %。主要源於數量關係的概念錯誤，導致計算錯誤白隊的得分。在題目中「白隊的得分如果再加 65 分就是紅隊分數的 2 倍」，正確的列式應為「2 倍紅隊分數 - 65 = 白隊的分數」。但多數的學生卻是「將 2 倍紅隊分數 + 65」。因此在最後第三個列式計算時，雖然知道是「白隊分數 - 紅隊分數即答案」，卻因為白隊得分計算錯誤而獲致錯誤的答案。顯示部份學生對關鍵字的掌握仍有待概念的澈底釐清。

圖 8.3 提供的是數學溝通能力各題得分之對照。詳細之各題得分之對照表，請參閱附錄 7-8。

圖8.3 五年級常模與資優生數學溝通能力各題得分之比較



- [註]第一題類別：1 常用式(1)，2 常用式(2)，3 常用式(3)，4 不常用式(1)
 5 不常用式(2)，6 不常用式(3)，7 不常用式(4)
 第二題類別：1 基準量圖示，2 比較量圖示，3 算式(1)，4 解釋(1)
 5 算式(2)，6 解釋(2)，7 算式(3)，8 解釋(3)
 第三題類別：1 算式(1)，2 解釋(1)，3 算式(2)，4 解釋(2)，7 算式(3)
 8 解釋(3)
 第五題類別：1 算式(1)，2 解釋(1)，5 算式(2)，6 解釋(2)，7 算式(3)
 8 解釋(3)，9 算式(4)，10 解釋(4)

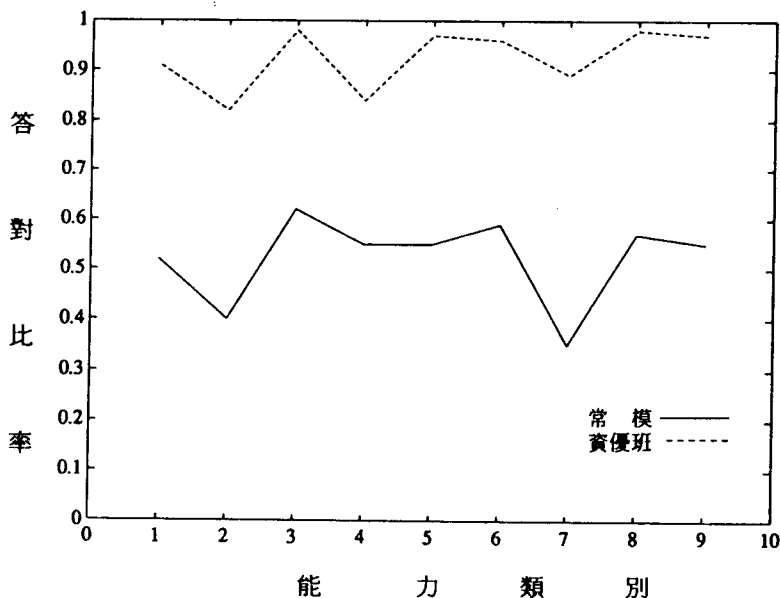
圖中結果顯示，資優生表現明顯優於常模。第二題及第五題的得分組型較為

接近。第二題比較量的圖示，兩個群體的都出現偏低的得分，顯示比較量比基準量相對的困難。第五題，兩群體列式的得分，都高於相對應的列式解釋。常模群體在第三題的表現也有相同的趨勢。顯示學生對於列式表達較為熟稔，運用較為順暢，而文字說明題意或解題方法的經驗較為不足。現行數學新課程標準，強調學生自我建構數學意義的重要性，相信學生在口頭及書面表達的能力將有所強化。兩群體在第一題常用式及不常用式的得分趨勢有些不同。雖然兩群體常用式平均得分都高於不常用式，但普通班的差距大於資優生。換言之，一般教學中如能提供多取向的解法，對數學概念的內化可能有所助益。

(二)常模與資優生各分項能力的比較

本測驗可分成圖示理解、繪線圖能力、算式理解、常用式解釋、不常用式解釋、自列算式及自列式解釋等七項能力得分。七個分項加總為溝通能力測驗的總分，表中另外列出數學能力測驗得分及該測驗（13、15、17）中三題與溝通能力測驗之算式理解雷同部分(算式辨識)統整比較。並將各項能力得分比率，以圖示對照呈現如圖8.4。各項能力之原始得分比較，請參閱附錄 7-9。

圖8.4 五年級常模與資優生數學溝通分項能力之比較



[註]1 數學能力, 2 算式辨識, 3 圖示理解, 4 繪線圖能力, 5 算式理解
6 常用式解釋, 7 不常用式解釋, 8 自列算式, 9 自列式解釋

整體而言，資優生的各項能力得分約為普通班學生的兩倍，且其標準差皆較普通班學生為小(約為一半，甚至更小，請參閱附錄7-9)。而由圖8.2，可知各項能力的得分組型，兩群體雷同。其中以數學能力測驗之算式辨識及對不常用式解釋之得分較低，顯示學生在數學概念遷移上的困難，節約部份過度學習的時間，提供利於遷移學習的經驗，是值得思考與努力的方向。

(三)各分項能力的相關

表8.33呈現常模群體數學能力和數學溝通各分項能力得分之相關。

表8.33 常模群體各分項能力之相關(N=661人)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 數學能力	—								
2. 數學溝通能力	.70	—							
3. 常用式	.62	.73	—						
4. 不常用式	.54	.67	.56	—					
5. 繪線圖	.45	.62	.44	.39	—				
6. 自列算式	.63	.95	.60	.51	.56	—			
7. 自列式解釋	.65	.96	.64	.56	.57	.90	—		
8. 算式理解	.53	.72	.50	.41	.36	.70	.69	—	
9. 圖示理解	.48	.59	.41	.31	.31	.56	.56	.48	—

數學能力與溝通能力及其各項能力之相關在.45 ~ .70 之間，與溝通能力總分、自列式解釋之相關較高，與繪線圖能力、圖示理解能力相關較低。數學溝通能力，與其它分項能力之相關在.59 ~ .96 之間。與自列算式及自列式解釋相關較高，和圖示理解及繪線圖兩項能力之相關較低。溝通各分項能力間，趨勢也是相近的。與圖示理解及繪圖能力之相關較低，和自列算式、列式解釋之能力相關較高。顯示測驗中列式及解釋的加權較重。另外運用線圖表示數量關係及對線圖解釋的能力，加權較弱，現階段，考生在這兩分項的表現是有些差異。

五、結論

整體而言，五年級數學溝通能力測驗主要包含使用算式、圖示及文字描述表達題意；可以理解算式、線圖及文字描述的題意呈現方式，並且對不同列式加以解釋或修正。一般而言，較數學能力測驗容易。選擇式與開放式的內部一致性分別為.75、.90。測驗總分與國小數學科成績有中高程度的相關(約.70~.75之間)，與國語科成績相關則在.50 ~ .65 之間，測驗結果顯示算式、圖形及文字三種方式中，考生仍以算式表達最能駕取。文字解釋的得分略低，對於不常用列式的解釋，則差距更大。圖示能力也最為薄弱，尤其是比較量的圖示。可見目前數學

解題的學習的經驗可能仍太同質而缺乏活潑豐富的刺激，過度單一的解題或測量取向往往容易使學習趨於僵化而狹窄，更多元的解題和評量經驗是值得深思和努力的方向。四、五年級數學溝通能力測驗與內、外在效標相關組型大致雷同，顯示測驗內涵建構邏輯清晰而穩定。其中主要有待進一步釐清的是數學溝通能力建構是否比一般數學能力有更重的語文能力成份，在本章實徵資料中四、五年級的結果並不一致，在五年級部份，語文加權比重似乎提高了，但在四年級並未發現這個現象。本測驗在發展新的評量方式上的試探，雖略具成效。但要能完全因應新課程標準，仍需更豐富廣泛的投入，方能在新課程教學評鑑中，提供具體多元的評量範例，協助並激勵第一線的教師能積極參加優良有效數學作業的生產行列，以準確掌握並督促學童數學的學習進展。