

第三章、研究方法與設計

本研究期間三年，共分三個工作期。第一期的主要工作是試題編寫、內容效度分析、預試、題目分析及測驗定稿編輯等，第二、三期再進行常模樣本取樣、正式施測、建立常模及進行其他相關信效度研究等。以下分就預試及全省常模建立的研究方法與設計加以說明。

第一節 預試編製方法與設計

一、研究預試樣本：

本研究的預試樣本取自台南縣市和高雄市三個縣市六校 2024 名國小三至六年級學生為對象，各年級各式詳細的抽樣人數見表 3.1。

表3.1 預試抽樣學校及各年級各式的受試人數

縣 市 校 名	測 驗 式 別	年 級									合 計				
		三			四			五				六			
		甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙		甲	乙	丙	
高雄市	新興國小	30	33	34	37			37	38			38	33	37	317
高雄市	河濱國小	39	34		38	37		42		38		39	32		299
高雄市	青山國小	40		35	40	46		45	48			47		41	342
台南市	安慶國小	45	42		42	45			47	47		48	44		360
台南縣	大橋國小	43	42			49	47	48		48			44	45	366
台南縣	大新國小	40		35	38		48	50				36	45		340
全 體		168	153	137	154	169	178	183	182	171		172	189	168	2024

二、測驗內容架構

國民小學數學標準參照測驗是依 83 學年度國民小學數學課本第五冊至第十二冊各單元，歸成「數的運用」、「測量」和「圖形」三個向度，綜合三至六年級的課程內容，定出六個高低的層次，最後再依各向度在不同年級所佔之比重，定出測驗的雙向細目表。

本測驗每個年級均有三式，每式題數儘量相等，同時各式均有共同試題，以方便題目參數的量尺化。測驗的雙向細目表、共同試題的題數及「數的運用」、「測量」和「圖形」三個向度，六個層次的細目，詳列於表 3.2 至表 3.6。

表3.2 國民小學數學標準參照測驗雙向細目表

教材內容#	年 級				合計
	三	四	五	六	
I 數的運用	48	58	44	64	214
層次一	20				
層次二	20	19			
層次三	20	20	20	10	
層次四	3	20	20	35	
層次五		3	7	32	
層次六			3	5	
II 測量	20	18	17	14	69
層次一	8				
層次二	8	5			
層次三	8	6	5		
層次四	3	5	8	5	
層次五		3	6	10	
層次六			2	3	
III 圖形	11	18	20	10	59
層次一	2				
層次二	3	5			
層次三	3	6	8		
層次四	2	5	10	2	
層次五		3	8	5	
層次六			3	3	
合 計	79	94	81	88	342

測驗內容架構，「數的運用」、「測量」和「圖形」分別包含下列的內容：

I、數的運用：整數、小數、分數的加、減、乘、除、單位換算、概數、因數、倍數、平均、比

II、測量：時間、距離、面積、體積、重量、長度、角度、速率、機率

III、圖形：統計圖表(長條圖、折線圖、圓形圖)、座標圖、百分率、角錐、角柱、對稱、縮圖和比例尺

在題數的分配上，依內容架構就國小現行課本的教材內容作比率的分配，其中各年級試題(包含同年級共同試題、跨年級共同試題)：

表3.3 四個年級共同試題的題數

各年級	同年級共同試題	跨年級共同試題	總題數	
三年級	甲	(4)	三、四(3)	(29)
	乙	(4)	三、四(3)	(29)
	丙	(4)	(0)	(29)
四年級	甲	(4)	三、四(3) 四、五(3)	(34)
	乙	(4)	三、四(3) 四、五(3)	(34)
	丙	(4)	(0)	(34)
五年級	甲	(12)	四、五(3) 五、六(8)	(34)
	乙	(12)	四、五(3) 五、六(8)	(37)
	丙	(12)	四、五(3) 五、六(8)	(34)
六年級	甲	(8)	五、六(8)	(34)
	丙	(8)	五、六(8)	(35)
	乙	(8)	五、六(8)	(35)

*()內為題數

表3.4 數的運用六個層次細目表

I 數的運用
<p>層次一</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.能明白加、減、乘、除的概念。 2.具備解決問題的基本常識。(如：一打=12枝) 3.能明白整數、分數、小數的基本概念。 4.能理解整數的十進位概念。 5.能比較整數的大小、進行排序。
<p>層次二</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.能由題目的敘述中找出解題目標。 2.能運用乘、除解決單一步驟的問題。 3.能比較分數、小數的大小。 4.了解一萬以上數的讀法和寫法。 5.知道概數的意義及取法。 6.能運用加減混合的計算方式解決問題。
<p>層次三</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.能依解題方式對問題進行分類。 2.能偵測解題歷程中錯誤的步驟。 3.能列出解決問題的算式。 5.能約分、擴分及通分。 6.能依算式找出問題的類型。 7.能明白除法未能整除的意義。 8.能明白多重步驟解題歷程中各運算值所代表的意義。 9.會做小數和分數加減的計算。 10.能偵測解題時必要、不足或多餘的條件。
<p>層次四</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.能運用文字或圖示協助解讀題意。 3.能辨別 2、3、5及11的倍數 4.會做小數和分數乘除的計算。 5.能用比值表示兩個數量的關係 7.能比較運算所得的結果。 8.能運用整數四則運算解決多重步驟問題。

層次五

1. 能做分數、小數四則的混合運算。
2. 能解決比值關係問題。
3. 能運用歸納法解題。
4. 能用符號來代表未知數值，並寫成算式。

層次六

1. 能解釋並驗證應用問題的答案。
 2. 能用符號表示未知數，配合題意寫出算式，並求出該數的值。
 3. 能應用比值的概念，解決日常生活中相關的數量問題。
-

表3.5 測量六個層次細目表

II 測量

層次一

1. 了解測量時標準單位的意義和功能。
2. 能讀出測量所獲得的數據。

層次二

1. 能比較不同單位測量結果的大小。
2. 了解垂直、平行、圖形全等及面積等的意義。
3. 了解正多邊形的意義、性質及其畫法。
4. 能進行角度、長度和重量的估測。
5. 能結合簡單的測量與日常生活經驗。
6. 會做重量、容量、時間、長度的單位換算。

層次三

1. 能運用工具進行實際測量。
2. 了解比較快慢的方法，和速率的意義。
3. 能解決面積、重量、容量、時間和長度的問題。

層次四

1. 了解線、點對稱圖形的意義、性質及其畫法。
2. 能將時間六十進位複名數與十進位的小數互換。
(如：3時30分 = 3.5小時)
3. 能做時間的乘、除法。
4. 了解比例與反比例的概念。
5. 了解機率的簡單概念。

層次五

1. 能了解並應用圓面積的計算方法。
2. 能應用速率的公式，解決速率、距離和時間的相關問題。
3. 能計算基本圖形的面積。
4. 能了解並求出兩數的比值。

層次六

1. 能從試驗的結果，歸納出計算機率的方法。
 2. 能運用比值關係解決相關的問題。
 3. 能運用比例解決相關問題。
 4. 能運用機率進行預測。
-

表3.6 圖形空間六個層次細目表

III 圖形空間

層次一

1. 能閱讀紀錄表。
2. 能比較角的大小。
3. 能明白三角形、圓形和球的構成要素。
4. 能分辨三角形、長方形、正方形和圓形的異同。

層次二

1. 明白圓周、半徑、直徑之間的關係。
2. 能讀出長條圖所呈現的資料。
3. 了解長方體與正方體的構成要素。
4. 了解體積的意義及單位。
5. 能明白統計圖表的單位意義。

層次三

1. 能依圖表資料作數量的比較。
2. 能讀出折線圖所呈現的資料。
3. 了解立體圖的邊與面的關係。
4. 了解百分率的意義、表示及計算方法。
5. 了解體積、容積的意義及其常用的單位。
6. 能運用行與列來表示位置的座標。
7. 能讀出折線圖所呈現的趨勢。

層次四

1. 能推測三度的空間關係。
2. 能了解圖形組合與分解的關係。
3. 能計算規則物體的體積與容積。
4. 能明白縮圖和擴大圖的意義及畫法。
5. 能將資料歸類、統計並圖表化。

層次五

1. 能計算不規則物體的體積。
2. 能了解兩數的對應座標並畫成關係圖。
3. 了解比例尺的意義及其表示方法。
4. 了解柱體底面與側面的關係。
5. 認識柱體與錐體的展開圖。

層次六

1. 了解縮圖中對應角和對應邊的關係。
 2. 能將縮圖上的長度換算成實際長度。
 3. 能計算柱體的體積與表面積。
-

三、編製過程

國小數學標準參照測驗預試題目編製過程詳見表 3.7。

表3.7 國小數學標準參照測驗預試題目編製過程

進度	工作項目
83.1~83.2	<ol style="list-style-type: none">1. 分析國小三~六年級數學課程單元目標及內容。2. 蒐集國小三~六年級數學段考試卷。3. 界定各年級測驗之分項目標。4. 編擬雙向細目表初稿。5. 蒐集國內外相關的試題。6. 進行試題的編寫。
83.3~83.4	<ol style="list-style-type: none">1. 確定各年級測驗所需的題數、題型。2. 進行試題的編寫。3. 檢核各年級試題是否具代表性。
83.4~83.5	<ol style="list-style-type: none">1. 請國小熟悉該單元的教師審題。2. 請大學學科專家審查題目內容。3. 心理計量教師審查試題是否符合命題規範。4. 修改或刪除部份試題。5. 完成三~六年級標準測驗。
83.5~83.4	<ol style="list-style-type: none">1. 預試題本之印刷工作。2. 抽取適當樣本，並進行預試。3. 進行預試。
83.7	<ol style="list-style-type: none">1. 以傳統測驗理論進行試題之分析。2. 以IRT 進行試題分析。3. 撰寫並印製研究報告。

第二節 全省常模建立之研究方法與設計

一、抽樣程序

本研究取樣過程，首先依都市化程度將行政區域分為院轄市、省轄市、縣轄市和鄉鎮等四類，從每一類抽取 3 % 的學校，再由學校班級數的多寡，隨機抽取 1 到 3 班作為施測樣本 (30 班以下每年級一班，31 ~ 61 班每年級兩班，61 班以上每年級三班)，每年級共抽取 17 個縣市，66 所學校，78 個班級。再將所抽取班級隨機分派到各式測驗。

二、樣本描述

每年級測驗分別有二到五式，各式應試人數介於 700 到 1200 人左右，除五年級常模樣本在 4700 左右外，其餘各年級皆在 2200 至 2400 人之間。詳細資料請參閱表 3.8 至表 3.11。

表 3.8 三年級抽樣縣市、學校及人數分配

甲 式			乙 式			丙 式			總 人 數
縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	
宜蘭縣	光復	48	宜蘭縣	光復	48	宜蘭縣	蘇澳	45	
	蘇澳	44	台北縣	北港	32	台北縣	濂洞	16	
台北縣	竹圍	43	桃園縣	圳頭	41	桃園縣	樹林	23	
新竹縣	竹東	45	新竹縣	竹東	48	新竹縣	華興	38	
	新光	11	苗栗縣	竹南	48	苗栗縣	竹林	47	
苗栗縣	造中	29	台中縣	中山	43	台中縣	南林	17	
南投縣	原豐	36	南投縣	秀林	13	南投縣	南港	18	
	南豐	17	彰化縣	富山	46	彰化縣	新興	46	
彰化縣	好修	54		民靖	27	雲林縣	鎮西	31	
雲林縣	鎮西	33	雲林縣	廣興	30		東美	18	
	仁德	22	嘉義縣	柴林	15	嘉義縣	光榮	36	
嘉義縣	黎明	16		後塘	24		六光	17	
	洲子	4		山美	7	台南縣	新民	48	
台南縣	新民	47	台南縣	二溪	15		三股	28	
	光榮	12		新光	14	高雄縣	潭潭	44	
高雄縣	新建	10	高雄縣	吉東	30		景義	19	
	山華	21	屏東縣	光華	50	屏東縣	青富	8	
屏東縣	光華	50		新興	36	台東縣	富岡	25	
	杜林	22	台東縣	岩灣	19	花蓮縣	太昌	48	
台東縣	蘭嶼	9	花蓮縣	北埔	39		西林	22	
花蓮縣	眉德	11		和平	28	基隆市	內瑞	39	
澎湖縣	五石	35	基隆市	正濱	37	高雄市	瑞豐	40	
台南市	門德	50	高雄市	瑞豐	41	台北市	龍安	34	
高雄市	明德	34	台北市	龍安	33		東湖	46	
台北市	大橋	85		指南	19				
	東湖	42		東湖	45				
合 計		830			828			753 / 2411	

表3.9 四年級抽樣縣市、學校及人數分配

甲 式			乙 式			丙 式			總 人 數
縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	
宜蘭縣	光復	49	宜蘭縣	光復	49	宜蘭縣	蘇澳	44	
	蘇澳	47	台北縣	北港	36	台北縣	濂洞	12	
台北縣	竹圍	35	桃園縣	圳頭	50	桃園縣	樹林	21	
新竹縣	竹東	47	新竹縣	竹東	48	新竹縣	華興	37	
	新光	13	苗栗縣	竹南	44	苗栗縣	竹南	45	
苗栗縣	造橋	25	台中縣	中山	41	台中縣	大林	14	
南投縣	中原	39	南投縣	秀林	14	南投縣	南港	14	
	南豐	21	彰化縣	富山	31	彰化縣	新興	40	
彰化縣	好修	38		民靖	25	雲林縣	鎮西	40	
雲林縣	鎮西	37	雲林縣	廣興	25		東榮	16	
	仁德	20	嘉義縣	柴林	25	嘉義縣	六美	22	
嘉義縣	黎明	20		後塘	30		光榮	12	
	洲子	12		山美	9	台南縣	新民	44	
台南縣	新民	46	台南縣	二溪	18		三股	33	
	光榮	11		新光	20	高雄縣	金潭	43	
高雄縣	新港	17	高雄縣	吉東	34		景義	20	
	建山	17	屏東縣	光華	50	屏東縣	青葉	7	
屏東縣	光華	41		新興	41	台東縣	富岡	23	
	牡林	16	台東縣	岩灣	16	花蓮縣	太昌	45	
台東縣	蘭嶼	12	花蓮縣	北埔	39		西林	25	
花蓮縣	月眉	14		和平	27	基隆市	碇內	37	
澎湖縣	五德	55	基隆市	正濱	41	高雄市	瑞豐	43	
台南市	石門	46	高雄市	瑞豐	40	台北市	龍安	40	
高雄市	明德	41	台北市	龍安	34		東湖	42	
台北市	大橋	107		指南	25				
	東湖	44		東湖	42				
合 計		870			854			719 / 2443	

表3.10 五年級抽樣縣市、學校及人數分配

甲 式			乙 式			丙 式			丁 式			戊 式			總 人 數
縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	
宜蘭縣	光復	48	宜蘭縣	光復	49	臺北縣	濂洞	9	宜蘭縣	光復	46	宜蘭縣	光復	50	
	蘇澳	45	臺北縣	北港	36	桃園縣	樹林	19		蘇澳	39		蘇澳	39	
臺北縣	竹圍	41	桃園縣	圳頭	53	新竹縣	華興	44	臺北縣	北港	34	臺北縣	濂洞	11	
新竹縣	竹東	46	新竹縣	竹東	47	苗栗縣	竹南	45		竹圍	33	桃園縣	圳頭	51	
	新光	14	苗栗縣	竹南	47	臺中縣	大林	21	桃園縣	樹林	21	新竹縣	竹東	46	
苗栗縣	造橋	28	臺中縣	中山	36	南投縣	南港	11	新竹縣	竹東	49	苗栗縣	竹南	45	
南投縣	中原	38	南投縣	秀林	18	彰化縣	新興	39	苗栗縣	竹南	48		造橋	29	
	南豐	19	彰化縣	富山	28	雲林縣	鎮西	45	臺中縣	中山	42	臺中縣	大林	15	
彰化縣	好修	44		民靖	26		東榮	19	南投縣	中原	39	南投縣	秀林	15	
雲林縣	鎮西	47	雲林縣	廣興	30	嘉義縣	六美	22		南港	12		南豐	20	
	仁德	28	嘉義縣	柴林	27		光榮	17	彰化縣	好修	39	彰化縣	新興	49	
嘉義縣	黎明	13		後塘	31	台南縣	新民	48		富山	31		民靖	25	
	洲子	12		山美	11		三股	27	雲林縣	鎮西	40	雲林縣	鎮西	39	
台南縣	新民	51	台南縣	二溪	19	高雄縣	金潭	40		廣興	25		東榮	16	
	光榮	11		新光	17		景義	24	嘉義縣	仁德	20	嘉義縣	柴林	23	
高雄縣	新港	20	高雄縣	吉東	28	屏東縣	青葉	14	嘉義縣	六美	22		光榮	12	
	建山	22	屏東縣	光華	50	臺東縣	富岡	28		後塘	30		洲子	12	
屏東縣	光華	50		新興	27	花蓮縣	太昌	37		黎明	19		山美	10	
	牡丹	16	臺東縣	岩灣	18		西林	31	台南縣	新民	45	台南縣	新民	46	
臺東縣	蘭嶼	12	花蓮縣	北埔	41	基隆市	碇內	37		二溪	18		三股	34	
花蓮縣	月眉	14		和平	42	高雄市	瑞豐	42		光榮	11		新光	20	
澎湖縣	五德	23	基隆市	正濱	38	台北市	龍安	36	高雄縣	金潭	42	高雄縣	新港	18	
臺南市	石門	50	高雄市	瑞豐	44		東湖	48		建山	16		景義	21	
高雄市	明德	38	台北市	龍安	37				屏東縣	鹽埔	38	屏東縣	光華	41	
台北市	大橋	101		指南	15					光華	51		新興	42	
	東湖	46		東湖	46					牡丹	16	臺東縣	岩灣	16	
													蘭嶼	12	
									臺東縣	富岡	23		蘭嶼	12	
									花蓮縣	北埔	39	花蓮縣	太昌	43	
										西林	17		和平	26	
										月眉	23	澎湖縣	五德	26	
													五德	26	
										基隆市	正濱	42	基隆市	碇內	37
										臺南市	石門	48	高雄市	瑞豐	37
										高雄市	瑞豐	44		明德	40
										台北市	龍安	35	台北市	龍安	40
											大橋	34		指南	26
											東湖	83		東湖	42
合 計		877			853			703			1214			1065/4712	

表3.11 六年級抽樣縣市、學校及人數分配

甲 式			乙 式			總 人 數
縣市	學校	人數	縣市	學校	人數	
宜蘭縣	光復	50	宜蘭縣	光復	49	
	蘇澳	47		蘇澳	46	
臺北縣	北港	35	臺北縣	濂洞	9	
	竹圍	42		桃園縣	圳頭	53
桃園縣	樹林	18	新竹縣	竹東	47	
新竹縣	竹東	48	苗栗縣	華興	43	
	新光	15		竹南	46	
苗栗縣	竹南	47		造橋	28	
臺中縣	中山	39	臺中縣	大林	17	
	中原	38		南投縣	秀林	19
南投縣	南港	11	彰化縣	南豐	20	
	好修	44		新興	42	
彰化縣	富山	30	雲林縣	民靖	26	
	西鎮	45		西鎮	47	
雲林縣	廣興	30	嘉義縣	東榮	20	
	仁德	29		柴林	18	
嘉義縣	六美	22		光榮	16	
	後塘	32		洲子	12	
台南縣	黎明	14	台南縣	山美	11	
	新民	46		新三	50	
高雄縣	二溪	20	高雄縣	股	27	
	光榮	12		新光	17	
屏東縣	金潭	39	屏東縣	新港	20	
	建山	23		景義	24	
屏東縣	鹽埔	39	屏東縣	光華	55	
	光華	50		新興	27	
臺東縣	牡林	16	臺東縣	青葉	14	
	富岡	32		岩灣	15	
花蓮縣	北埔	37	花蓮縣	蘭嶼	11	
	西林	30		太昌	37	
基隆市	月眉	12	澎湖縣	和平	34	
	正濱	38		五德	25	
臺南市	石門	53	基隆市	碇內	38	
	瑞豐	43		高雄市	瑞豐	44
台北市	龍安	38	台北市	明德	38	
	大橋	33		龍安	36	
	東湖	92		指南	18	
				東湖	44	
合 計		1289				1143 / 2432

三、研究流程

數學標準參照測驗常模建立之研究流程簡述如表3.12。

表3.12 常模建立流程

時間	工作項目
83. 7	預試結果的修訂
83. 8	確定測驗雙向細目表，進行學校抽樣
83. 9	三～五年級測驗定稿，連絡施測學校
83.10	四～六年級學生接受施測
83.10	三～五年級測驗結果分析與初步報告彙整
83.12	修訂五年級測驗部份試題
84. 3	五、六年級測驗定稿
84. 4	連絡施測學校
84. 5	進行五、六年級施測
84. 7	五、六年級測驗結果分析及報告撰寫

四、研究設計與資料分析

(一)項目分析

每年級每式測驗有22至25題，同一年級各式及鄰近兩年級測驗都各有3題共同試題，3至6年級有1題共同試題。傳統項目及測驗分析以式為單位，逐式分析。為了使題目參數統一量尺，採IRT共同試題題目參數同時估計，分別以一個年級、兩鄰近年級，及3至6年級為單位，分別量尺化8個題庫的題目參數。本研究分析軟體採Assessment System Corporation (1989)所發展的Micro CAT系統中的ITEMAN和ASCAL進行項目分析。

(二)因素分析

每式測驗以 ϕ 相關進行主成份分析，掌握最主要因素解釋強度的概略情況。

(三)常模轉換

為利於一般原始分數對照應用，以每年級考生能力估計分配為基礎，(沒有常態分配的假設)，再估計期望分數(真分數)的相對地位，使同一年級各式測驗所得標準分數可以直接比較。

(四)初步效度資訊

本研究初步提供下列幾項效度資訊

- 數學標準參照測驗分數與考生在校國語與數學成績的相關。
- 五、六年級考生，一學年時距，數學標準參照測驗結果的相關和縱貫成長幅度。
- 基礎版與進階版測驗對兩極(最高和最低10%)考生的區辨效益。
- 以三年級資源班學童為暫定的效標組，討論該群體的表现特徵。
- 四、五年級學生數學標準參照測驗與數學溝通能力測驗的相關。