

緒論

黃敏晃、周筱亭、蔣治邦、林素微

教育部自七十九學年度起，全面修訂國民小學課程標準，並訂定於八十五學年度起逐年實施；依據新訂課程標準的草案，臺灣省國民學校教師研習會的國小數學課程研發小組，自八十學年度起開始課程的研發與教材的撰寫，並於八十一學年度開始，在各地部份國民小學中，隨著各冊教材的出版，開始進行實驗及修訂；至民國八十六年年初，完成第十二冊教材的編撰。

採用「實驗」的標籤，揭示：為了因應新訂課程標準的任務與限制，此時的課程與教材為解決「數學教育」問題的草稿，它的理念與材料比平時受到更多的關心與檢查。在此階段的實驗工作，側重於產生一套可能解決「數學教育」問題的方式與材料，而非對此套課程與教材的有效性進行嚴格的驗證與比較工作。此階段的實驗精神，可用下列四個方向的作為來表現：（一）凝聚課程理念的共識；（二）實踐理念、化為具體的教材序列；（三）檢查教材序列與教學活動的合理性；與（四）實驗課程與教材實踐的評量。在實踐的評量方面，採用了下列的形式：（一）每學期三次左右的分區教學觀摩會，課程設計者在教學現場，獲得第一手的觀察回饋；（二）教師對每一單元教材的評量紀錄與每學期期末的分區修訂會議，收集教師在實踐實驗教材過程中的經驗、困難、疑慮或批判；（三）每學期期末對學童進行總結性評量，以及在每學期期初進行前冊教材部份內容的延後測，以評估學童的學習狀況（蔣治邦，民87）。本冊報告針對總結性評量部份，進行學童表現的描述與分析。

實驗課程與教材

國民小學課程標準中，數學科的總目標：在於輔導兒童從日常生活經驗中，獲得有關數學的知識，進而培養有效運用數學方法，以解決實際問題的態度與能力（教育部，民82）。與現行教材（特指國立編譯館主編改編本，民78~84）比較上，實驗課程最大的相異之處在於對數學知識的看法及教學法，進而在教材的處理上，改變現行的學科組織邏輯，配合兒童認知發展的過程，以學科發生邏輯來安排教材時序（甯自強，民82a，民86）。

實驗課程認為：數學教育的目標在於使學童獲得數學物件的意義——意指教材項目所涉及的概念及其表徵形式，其中的數學概念，特指內蘊化

的 (interiorized) 解題活動類型 (甯自強, 民 84), 學童使用已有的概念, 嘗試進行具體解題活動, 經驗內嵌於 (embedded) 問題中的新概念, 累積同類概念的活動經驗, 進一步地形成解題活動類型或察覺此數學概念; 當能再進一步地使用其組成成份來說明解題活動類型的有效性, 活動類型的成份是可回溯的 (reversible) 的運思時, 則此數學概念已達瞭解階段, 此內蘊化的結果, 使得此數學概念成為新活動所操作的對象 (黃敏晃, 民 83; 甯自強, 民 82b), 經驗、察覺與瞭解階段的提昇, 是透過反思抽象 (reflective abstraction) 達成的 (甯自強, 民 84)。相對地, 表徵形式 (成人特別關心其中的符號表徵形式) 在活動中可以具備兩種功能: 溝通工具以及運思活動的材料 (蔣治邦, 民 83, 民 86), 作為溝通工具, 是用特定的表徵形式, 來描述活動經驗; 作為運思的材料, 是用表徵來代表內蘊化的活動類型, 而對表徵所代表的意義, 進行活動。

在區分知識與約定成俗的差異 (甯自強, 民 82c, 民 85) 下, 實驗課程正視學童的自然想法為有意義的數學知識, 肯定學童自發的具體解題活動在概念發展過程中的重要性, 同時主張「不以兒童能具體解題為最終教學目標, 而以兒童能透過抽象的運思來解題為教學目的。」 (甯自強, 民 82a, p35)。體認到數學學科的心理—社會根源, 實驗課程主張數學教育的過程中, 需面對下列的四類問題: 第一、現象學問題: 關心特定項目所指涉的數學問題; 第二、心理學問題: 關心學童在特定項目的心理成就與發展; 第三、社會學問題: 關心社會互動中的溝通品質, 學習與使用具共識的表徵形式, 來公開自己的數學想法; 第四、人類學問題: 關心文化中傳統解題模型或表徵形式的傳承, 引導學童對傳統解題策略的認識與調適, 或使用約定成俗的格式來溝通與討論 (甯自強, 民 82a, 民 84, 民 85, 民 86)。

透過對各個教材項目數學意義的再次探討與分析 (參見周筱亭, 民 84; 臺灣省國民學校教師研習會, 民 83, 民 86, 民 87), 實驗課程的實踐, 側重數學概念的啟發與穩固 (參見臺灣省國民學校教師研習會, 民 81~87, 國民小學數學實驗課程教師手冊第一冊至第十二冊), 主張待相關概念相繼發展後, 才進行人類學問題的討論, 即使在以討論傳統算則或約定成俗的溝通格式為主要目標的教案中, 亦強調澄清或強化所涉及的概念, 而非強調其為固定的程序 (procedure) 或技巧 (skill), 須要熟練地執行, 相對地, 在習作教材中, 雖然有分佈練習的安排, 但未刻意地安排大量的練習機會。

在教學活動的進行上, 「教師布題——學童解題——解題活動的發表與討論」是實驗課程中教學活動的基本流程。實驗課程主張在教學過程中,

教師為布題者，學童是解題者，學童因應教師的各類問題（限制）下，進行解題活動，對活動進行反思抽象，來建構自己的數學知識（甯自強，民82a），當然，在解題活動的發表與討論時，學童可以相互地提出各類溝通或要求進一步說明的問題，實驗課程認為學童是在各類問題的衝擊之下，逐漸地調適自己的基模，提昇數學概念的品質（蔣治邦，民87）。

同樣採用螺旋式的教材安排，現行教材保持了單元內教材內容的一致性，主張同一類的學習活動應組織在同一單元中，以便集中學習。而實驗教材則以教學活動為單位，對同類數學問題情境，打散在跨學期的各單元不同活動中逐漸加深或加廣，拉長各類數學問題的接觸的時間，延後傳統解題策略的討論，來因應學童發展及學習上的個別差異。

實驗班級與總結性評量資料的收集

實驗班級的選取，依據下列的程序：

- (一) 根據六十四年公佈的課程標準所進行的教學實驗中績優的實驗學校或實驗班老師、校長、主任所在的學校，由本會先去函，徵詢擔任八十二年新課程標準實驗班之意願。若該校同意，則由研習會去函各該校所屬縣市教育局徵求同意。
- (二) 若第一項無法選取任何學校的縣市，則由研習會去函至該縣市教育局，請推薦課程實驗學校一所。再根據各縣市政府推薦名單去函徵求各該校之意願。若該校同意，則由研習會去函各該校所屬縣市教育局徵求同意。
- (三) 前述一、二項所選取的學校係同時考量城鄉分布、學校大小、及地形（如海邊、山區、平地）等相關因素，再參考縣市教育局之意見及學校行政人員、教師意願之配合度，決定之。
- (四) 實驗班級係由各實驗學校所指定，以一年級入學編班後抽取一至二班，因此沒有特別因應實驗課程而刻意以任何標準（如學童智力或家長社經地位等）篩選學童。

實驗班學童從一年級開始（八十一學年度）至六年級畢業（八十六學年度）上數學課時，僅使用由本會提供之實驗課本，不得使用國立編譯館主編之現行國民小學數學課本。依各實驗學校的實際行政程序，部份實驗班級在六年中，維持相同的學生，或由同一位教師帶領；部份學校在三、五年級時，在實驗班級中進行重新編班，或更換班級帶領的教師。

一至十二冊之總結性評量，由擔任各冊實驗教材編寫的教師及教授，依照實驗教材及教學目標，共同研發，透過紙筆測驗的形式，測量學生在學期末的數學學習成就，測驗架構囊括該學期課程的主要重點，原始的試卷見附錄一。因為逐年學童的轉出、轉入，或試卷郵寄時資料的流失，各冊總結性評量人數稍有差異，實驗學校名稱、實驗班級數及各冊（一～十二）總結性評量人數詳見於表一。

表一：實驗學校名稱、實驗班級數及（各冊一～十二）總結性評量人數

縣市	學校	第一冊		第二冊		第三冊		第四冊		第五冊		第六冊		第七冊		第八冊		第九冊		第十冊		第十一冊		第十二冊	
		班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數	班級	人數
宜蘭縣	利澤	3	119	3	120	3	117	3	115	3	114	3	110	3	109	3	106	3	105	3	70	3	104	3	105
台北縣	樹林	1	48	2	96	2	84	2	83	2	76	2	75	2	75	2	75	2	73	2	73	2	72	2	73
桃園縣	北門	2	101	2	102	2	102	2	103	2	94	2	89	2	89	2	88	/	/	2	81	1	38	2	79
	羅浮	1	12	1	11	1	14	1	13	1	11	1	13	1	11	1	12	1	11	1	12	1	10	1	9
新竹縣	竹仁	2	87	2	85	2	81	2	80	2	74	2	73	2	70	2	70	2	69	2	69	2	68	2	68
苗栗縣	文山	3	124	3	123	3	117	3	118	3	110	3	110	3	113	3	112	3	117	3	118	3	121	3	118
台中縣	僑仁	2	91	2	88	2	90	2	92	2	89	2	86	2	77	2	75	2	71	2	70	2	65	2	66
彰化縣	田中	2	85	3	129	3	131	3	129	3	125	3	120	3	116	3	115	3	114	3	114	3	114	3	115
南投縣	竹山	2	89	2	88	2	86	2	85	2	75	2	71	2	68	2	68	2	66	2	63	2	63	2	63
雲林縣	容厝	1	45	1	46	1	42	1	42	1	42	1	41	1	42	1	40	1	41	1	43	1	44	1	47
嘉義縣	東石	2	43	2	44	2	43	2	44	2	46	2	49	2	46	2	47	2	46	2	46	2	45	2	44
台南縣	新進	2	98	2	97	2	95	2	93	2	87	2	88	2	86	2	85	2	80	2	80	2	80	2	80
高雄縣	昭明	2	78	2	85	2	95	3	96	3	96	3	95	3	96	3	96	3	95	2	64	3	93	3	93
屏東縣	繁華	3	115	3	114	3	113	3	112	3	111	3	111	3	107	3	108	3	111	3	109	3	112	3	111
台東縣	豐榮	2	43	/	/	2	86	2	83	2	85	2	89	2	87	2	86	2	82	2	76	2	73	2	73
花蓮縣	北埔	3	99	3	114	3	100	3	99	3	98	3	97	3	108	3	106	3	100	3	101	3	99	3	100
澎湖縣	東衛	1	18	1	18	1	20	1	19	1	20	1	18	1	18	1	19	1	18	1	16	1	17	1	17
基隆市	德和	1	46	1	46	1	48	1	48	1	40	1	39	1	36	1	32	1	35	1	34	1	33	1	33
新竹市	大庄	1	48	1	48	1	45	1	46	1	44	1	43	1	35	1	35	1	32	1	33	1	33	1	33
台中市	大智	2	88	2	88	2	85	2	82	2	77	2	77	2	76	2	75	2	63	2	62	2	61	2	62
	東興	7	337	7	337	7	302	7	374	8	407	8	437	6	268	6	274	6	284	/	/	/	/	6	269
嘉義市	崇文	2	94	2	94	2	96	2	95	2	91	2	91	2	90	2	87	2	85	2	83	2	81	2	81
台南市	安慶	2	91	2	91	2	86	2	87	2	89	2	89	2	86	/	/	2	82	/	/	1	40	1	40
台北市	大橋	3	82	3	82	3	84	3	84	3	82	3	82	3	84	3	82	3	85	3	81	3	78	3	78
	仁愛	2	70	2	70	2	66	2	65	2	63	2	63	2	64	2	62	2	57	2	55	2	52	2	53

	雨聲	1	37	1	37	1	38	1	38	1	35	1	35	1	32	1	33	1	30	1	30	1	30	1	30
	東園	1	27	1	27	1	26	1	27	1	25	1	23	1	28	1	27	1	26	1	26	1	26	1	23
高雄市	博愛	2	86	2	86	2	83	2	82	2	77	2	75	2	73	2	71	2	67	2	66	2	65	2	65
	瑞祥	2	82	2	82	1	42	1	41	2	84	2	84	2	81	2	81	2	80	1	78	1	39	1	39
金門縣	金湖	2	62	2	62	2	60	2	61	2	61	2	61	2	61	2	61	2	61	2	61	2	60		
國立台北師範學院 附設實驗小學		6	249	6	249	6	251	6	254	6	246	6	245	6	238	6	237	6	234	6	232	6	230	6	230
合計		67	2672	68	2739	69	2788	69	2790	71	2774	72	2779	70	2570	68	2465	68	2420	60	2046	62	2046	67	2296

註：每冊中左欄為班級數，右欄為學生數，如利澤第一冊

3	119
---	-----

 左欄的 3 表示利澤有 3 班，119 表示利澤有 119 位學生；又如第二冊合計

68	2739
----	------

 的 68 表示參與測試的班級合計有 68 班，2739 表示參與測試的學生合計有 2739 位學生。

資料處理分析

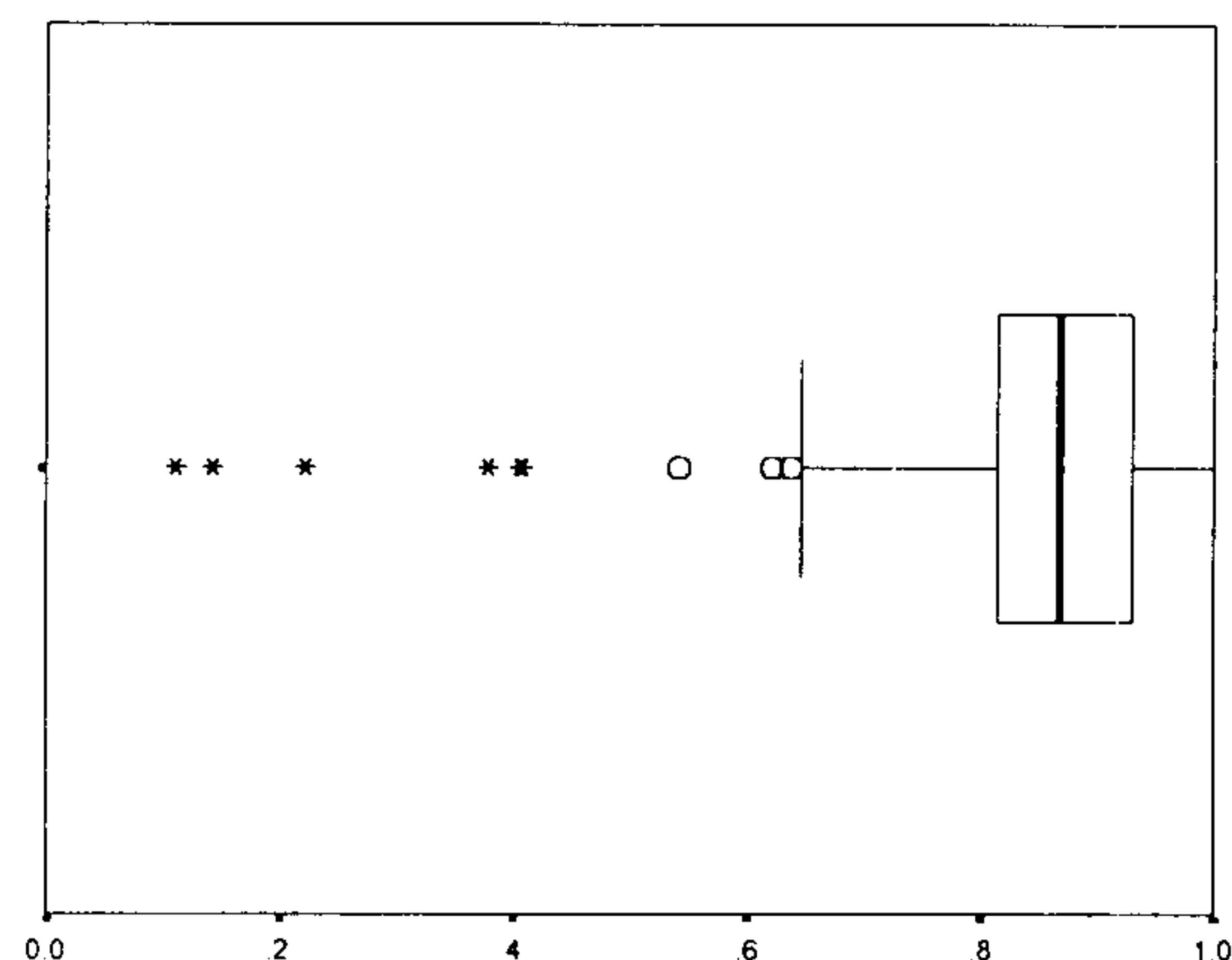
在完成各次總結性評量後，各班級教師將各個參與學生在各試題上的表現，使用答對與否的記號，記錄在「測驗結果統計分析表」上，依據此表上的紀錄，採用統一的學校、班級、學生代碼，登錄為以學童為單位的電腦資料檔，記錄學童在各試題上的對錯，透過 SPSS for windows 版統計套裝軟體程式的分析，以所有獲得資料為基礎，試算各試題的通過率。

進一步地，透過 SPSS for windows 版統計套裝軟體程式的整理，形成以班級為單位的資料檔，記錄各班級在各試題上的答對率，透過 GRAPH 指令，用盒形圖 (BOXPLOT) 的方式，描繪班級答對率的分佈。此分佈圖的解讀方式以第六冊第 18 題為例：

四、用等號右邊只有()的算式
填充題記問題(每題 3 分共 6 分)

6-18

(18)妹妹採了許多草莓，吃了 18 個，還剩下 26 個，妹妹採了多少個草莓？



在題目部份，除了原試卷上的題號外，插入黑體的試題編號，以冊數與題目的序號編組而成，例如：「6-18」指示第六冊總結性評量試卷中的第18題。在統計圖部份，呈現以班級為單位的答對率分佈，班級答對率的中數（方盒中的直線）為.87左右，在上下各1.5個內四分位距（IQR）之非偏離值的範圍內，最小觀察值及最大觀察值（方盒左、右兩側橫T型的頂端）分別為.65及1.0左右，各班通過率第25、75百分等級（方盒的左、右兩邊）分別為.81及.93，50%的班級答對率落在方盒範圍中，第25、75百分等級間的距離為內四分位距（IQR）。此題有三個1.5倍至3倍內四分位距（IQR）之偏離值（outlier）。（「。」號表示，分別為.64、.62、.54），3倍以上內四分位距（IQR）外之極端值（extreme value）則有六個（「*」號表示，分別為.41、.41、.38、.22、.14與.11）。

總結性評量分析的目的與限制

由於教材內容處理方式和教學法的改變，自實驗課程進行以來，學童數學知識學習的品質及發展，一直是關心數學教育人士爭議與矚目的焦點，學童是否有較多的發展機會？習得的概念品質是否真的優於現行課程？隨著實驗教材研發的完成，在倡導課程推行之時，釐清此重要議題是迫切需要的。

整合十二個學期總結性評量的資料，本冊報告依「整數的認識與貨幣」、「整數的加減運算」、「整數的乘除運算」、「整數的四則運算」、「分數概念及加減運算」、「分數的乘法運算」、「分數的除法運算」、「小數認識與運算」、「長度」、「重量」、「容量」、「時間與速率」、「面積與體積」、「角度」、「圖形與空間」、「統計圖表」等主題，透過縱貫研究的觀點，檢視學童的數學學習成就，在每個主題下，摘要實驗課程理念，簡介編織實驗教材的原則，分析各試題的要求，綜合多個試題上的表現，推估各階段學童的成就與困難，以作為數學課程或教材持續改進的參考。

在實驗教材編撰者與實驗教師間的溝通方面，教師對實驗教材的認識，主要是透過教學用書（包括教師手冊、課本與習作），由於各種限制，部份實驗教師參與各學期初的研習（為期一週），或學期末的分區修訂會議（一天），教師每學期參與一至二次的分區教學觀摩會（一天），來說明、澄清或討論實驗教材（周筱亭，民87），但是這樣的溝通是相當有限的；在溝通機會與品質的限制下，教師們又是首次使用實驗教材，教師真正實施的課程與實驗課程有所差距，是可以預期與理解的。在這種理解的前提下來檢視學童的數學成就，本報告一方面描述在實驗情境下學童數學知識

的發展，一方面提出可能的教學問題，不論其原因為設計的錯誤或實踐的疏忽，主要的貢獻在於再次地提出問題，建議關心人士在目前的基礎上，做更深入的探討與尋求解決之道。當然，在缺少現行課程學童資料的情況下，本報告無意回答「實驗課程是否真的優於現行課程？」的問題。

依據目前國民小學中的慣例，總結性評量仍採用紙筆測驗的形式；受限於人力，各試題上的表現，僅能以對、錯來評量，而無法進一步審視學童的解題紀錄，或探討各個錯誤的原因；受到評量時間的限制，無法再出更多的試題，難免有遺漏之處；為了涵蓋整學期的範圍，各份總結性評量中，各主題下的試題皆很少，不足以討論各種能力表現的穩定性。在諸多評量的限制下，本報告無法完整地呈現實驗學童的各項成就或弱點，僅冀望善用目前已累積的總結性評量資料，由縱貫研究的觀點，審視實驗學童的數學成就，與推估實驗學童數學知識發展的過程。

綜合而言，本報告為此次的數學課程實驗留下一份紀錄，在各主題下，一方面簡述相關的課程概要與教材架構，另一方面，透過對學童表現的討論，呈現實驗課程對學童數學概念發展的觀點。在認知到目前資料的各種限制下，本報告運用對大量樣本做長期資料收集的優勢，對實驗學童在總結性評量上的表現，嘗試做初步的縱貫性描述與詮釋，提出觀察到的問題，以作為數學課程或教材持續改進的參考。

參考書目

周筱亭主編。民 84。：八十三學年度國民小學新課程數學科研討會論文暨會議實錄專輯。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

周筱亭。民 87。從數學課程實驗班教師的在職進修談起。見臺灣省國民學校教師研習會主編：國民小學數學科課程概說（高年級）～協助兒童認知發展的數學課程。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

國立編譯館主編。民 74～84。國民小學數學教學指引（改編本），第一～十二冊。台北市：國立編譯館。

教育部：民 82。國民小學課程標準。台北：台捷。

黃敏晃。民 83。國民小學數學新課程之精神。見臺灣省國民學校教師研習會主編：國民小學數學科課程概說（低年級）。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

甯自強。民 82a。「建構式教學法」之教學觀—由根本建構主義的觀點來看。國教學報，5，33—41。

甯自強。民 82b。經驗、察覺及瞭解在課程中的意義～由根本建構主義的觀點來看。論文發表於國立台東師範學院八十一學年度國小數理科教

育學術研討會。台東市。

甯自強。民 82c。國小數學科新課程的精神及改革動向—由建構主義的觀點來看。科學教育學刊，1(1)，101—108。

甯自強。民 84。五個區分對數與計算教材設計的影響。見周筱亭主編：八十三學年度國民小學新課程數學教研研討會論文暨會議實錄專輯（頁 63—90）。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

甯自強。民 85。數學的格式與內容—皮亞傑對維高斯基。論文發表於 85 年台北市立師院「皮亞傑及維高斯基的對話」百年校慶學術研討會。台北市。

甯自強。民 86。數學教學實踐知識課程的開發。國教學報，9，265—278。臺灣省國民學校教師研習會。民 81~87。國民小學數學實驗課程教師手冊，第一~十二冊。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

臺灣省國民學校教師研習會主編。民 83。國民小學數學科新課程概說（低年級）。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

臺灣省國民學校教師研習會主編。民 86。國民小學數學科新課程概說（中年級）~協助兒童認知發展的數學課程。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

臺灣省國民學校教師研習會主編。民 87。國民小學數學科新課程概說（高年級）~協助兒童認知發展的數學課程。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

蔣治邦。民 83。由表徵觀點探討新教材數與計算活動的設計。見臺灣省國民學校教師研習會主編：國民小學數學科新課程概說（低年級）。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

蔣治邦。民 86。由表徵的觀點看格式的選擇。見臺灣省國民學校教師研習會主編：國民小學數學科新課程概說（中年級）~協助兒童認知發展的數學課程。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。

蔣治邦。民 87。對「數與計算」教材編制的反思。見臺灣省國民學校教師研習會主編：國民小學數學科新課程概說（高年級）~協助兒童認知發展的數學課程。台北縣：臺灣省國民學校教師研習會。