



第三章 研究方法

本章主要目的在於說明本研究的方法與程序。全章共分成六節：第一節為研究架構與設計；第二節為研究對象；第三節為研究工具；第四節為實驗課程設計；第五節為研究程序；第六節為資料處理與分析。

第一節 研究架構與設計

根據前述之研究動機、研究目的、待答問題、研究假設與相關文獻探討的結果，將本研究所欲探討的研究架構及研究設計分述如下：

壹、研究架構

本研究以「問題基模與基模圖示表徵解題課程」為自變項，數學加減應用題之「改變題型解題表現」、「比較題型解題表現」、「全部題型解題表現」為依變項，進行研究，研究架構如圖 3-1-1 所示：

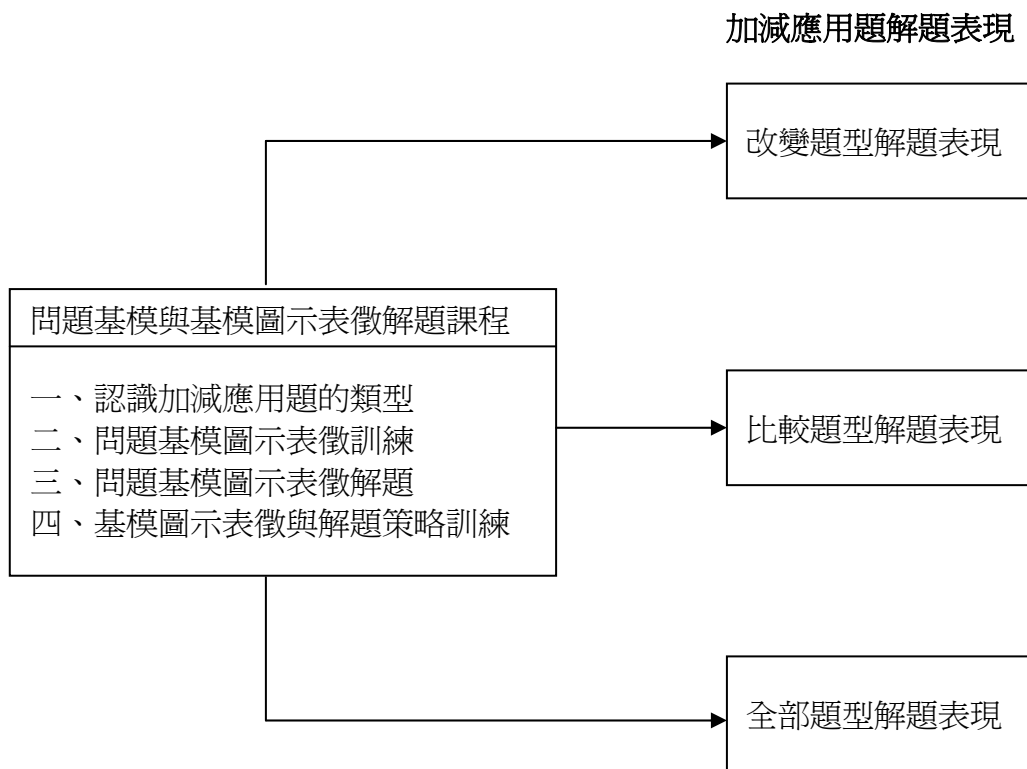


圖 3-1-1 研究架構圖

貳、研究設計

一、實驗設計

本研究旨在探討「問題基模與基模圖示表徵解題課程」對國小三年級學童加減應用題解題表現之影響，因研究對象並非隨機選取且未經隨機分派，故採用不等組前後測實驗設計來進行教學實驗研究。在教學實驗處理前，實驗組及控制組的學生皆接受加減應用題成就測驗之前測，以作為共變數，將

無法隨機分派所產生的誤差予以排除。在實驗處理階段，實驗組學生利用學生朝會或導師開會時間接受「問題基模與基模圖示表徵解題課程」的教學，課程為期四週，每週四節課，每節課四十分鐘，共計十六節課；控制組學生則無任何實驗處理。待實驗課程結束後，再對實驗組、控制組實施整數加減應用題成就測驗之後測及追蹤後測。將前、後測及追蹤後測分數經由統計分析之後，分析兩組學生在加減應用題解題表現差異情形。其實驗設計如表 3-1-1 所示。

表 3-1-1 實驗設計

組別	前測	實驗處理	後測	追蹤後測
實驗組	O ₁	X	O ₃	O ₅
控制組	O ₂		O ₄	O ₆

茲將表 3-1-1 中各符號所代表之意義，說明如下：

O₁、O₂：實驗組與控制組之前測。

O₃、O₄：實驗組與控制組之後測。

O₅、O₆：實驗處理兩週後，實驗組與控制組之追蹤後測。

X：實驗組接受「問題基模與基模圖示表徵解題課程」之實驗處理。

二、研究變項

茲將本研究有關的變項說明如下：

(一) **自變項**：本研究之自變項為實驗教學課程，研究對象分為實驗組與控制組，實驗組接受為期四週的「問題基模與基模圖示表徵解題課程」，控制組則無任何實驗處理。但是，考慮到研究倫理與兒童的需要，於此研究結束之後，仍為其進行「問題基模與基模圖示表徵解題課程」方案。

(二) **依變項**：本研究依變項為加減應用題的解題表現，以實驗對象在「加減應用題成就測驗」上的得分為代表。

(三) 控制變項

1. 受試者間因素：本研究之實驗組及控制組均為常態編班之國小三年級學童，家庭社經水準、文化背景、學校課程安排皆大致相同。

2. 測驗實施因素：為達測量精確的目的，測驗實施過程力求標準化，包括受試場地、施測情境、時間、施測者、指導語皆完全相同。

3. 評分者因素

(1) 依變項整數加減應用題成就測驗為客觀式計分問卷，故排除評分者因素。

(2) 實驗組學生於實驗後所蒐集之問題基模分類作業、圖示問題基模表徵、學習心得問卷等資料，由研究者採用量化或質性研究法分析。

4. 教學者因素：本研究實驗組所有的教學活動均由研究者親自擔任。

5. 統計控制：受試者在「整數加減應用題成就測驗」上的前測得分作為共變數，以排除前測的影響。

第二節 研究對象

本研究以台中縣一所公立小學進行教學實驗，實驗研究對象取自該校三年級各班（共十班），以三年級上學期數學學期成績為依據，選取各班數學學期成績在後 20% 內之學生六名，其中三名為實驗組、三名為控制組學生，合計實驗組與控制組兩組各三十名，研究對象共六十名。研究樣本人數分配情形如表 3-2-1 所示。

表 3-2-1 研究樣本人數分配表

組別	男生	女生	總數
實驗組	19	11	30
控制組	17	13	30
合計	36	24	60

第三節 研究工具

本研究所使用的研究工具包括加減應用題成就測驗、問題基模分類作業單、問題基模圖示表徵作業單、問題基模圖示表徵學習心得問卷及教師省思札記表等，茲將各項研究工具內容說明如下。

壹、加減應用題成就測驗

本測驗係由研究者自編之數學成就測驗，茲將本測驗的編製過程說明如下：

一、確定測驗目的

本測驗之編製目的在於評量受試者在整數加減用題之解題表現。

二、設計測驗向度

加減應用題成就測驗之編製包含改變與比較兩種題型之成就測驗（Riley et.al,1983）。在「改變」類型上，若依據未知數的性質，「改變」類型可分為「結果量未知」、「改變量未知」及「起使量未知」三類問題；另一方面，若依據改變情境的性質則可分為「變多」及「變少」兩種類型。在「比較」類型上，若依據未知數的性質可分為「差異量未知」、「被比較量未知」及「參照量未知」三類問題；另一方面，若依據答題目標量將比較類型分成「問相差量」、「問多的量」及「問少的量」。承上，本研究之加減應用題測驗試題之

編製依據上述之雙向向度，改變題型加減應用題成就測驗之雙向向度表如表 3-3-1 所示，比較題型加減成就測驗之雙向向度表如表 3-3-2 所示。

表 3-3-1 改變題型加減應用題成就測驗雙向向度表

未知數性質		改變類		
		結果量未知	改變量未知	起使量未知
改變類	變多	2	2	1
	變少	2	2	1

表 3-3-2 比較題型加減應用題成就測驗雙向向度表

未知數性質 答題目標量		比較類		
		差異量未知	被比較量未知	參照量未知
比較類	問相差量	3		
	問多的量		2	3
	問少的量		2	3

三、編擬試題

- (一) 研究者根據雙向向度表編擬試題。
- (二) 商請任教三年級數學之三位教師審核測驗題目並修正。
- (三) 選取一班三年級學生做第一次預試，作為編修題目題意及用語之參考。
- (四) 聘請一位測驗專家、五位具有數學科教學經驗資深國小教師，對於本研究所採用的加減應用題測驗內容，逐題審閱是否符合國小數學課程內容，以及試題難度是否適合國小三年級學生的程度，並對試題提供修正意見。經專家及數學教師審查後，一致同意本研究工具符合國小三年級之數學課程內容，因而本試題具有專家效度與內容效度，試題內容及向度分配詳見附錄一。

四、預試及試題分析

(一)以專家審查過之 26 題試題為預試題本(詳見附錄二)，選取台中縣兩所公立國小三年級五個班級 161 名學生(男 86 名，女 75 名)做為第二次預試之樣本。

(二)測驗回收之後，再進行試題難度分析及代表試題鑑別力之決斷值(CR 值)分析。計算難度時，先將試題的總分高低依序排列，取兩極端的 27%為高、低分組，然後求出高分組與低分組在每一個試題的答對率，以 P_H 及 P_L 表示。接著以 $P = \frac{P_H - P_L}{2}$ 求出每一題試題之難易度指數。試題之難度係數介於.63 至.85 之間，具有適當的難度。接著計算高分組與低分組在每一試題平均得分的差異，獲得決斷值(critical ratio，簡稱 CR)即可代表此試題的鑑別力，一般選取 CR 值大於 3 之題目。經試題分析後，刪除試題 CR 值低於 3 之題目(題號 1、9、10、15、17、23、24、26)，預試試題分析之難度、CR 值結果詳見附錄三；正式測驗試題題本詳見附錄四。

五、信度分析

以正式題本(附錄三)進行信度分析，選取台中縣兩所公立國小三年級之六個班級194名學生為施測樣本(男104名，女90名)，經分析後，在測驗信度方面，Cronbach α 係數為.91，經過二週後之重測信度為.85 ($p < .01$)，可見本測驗具有良好之信度。

六、效度分析

以三年級學生之三上數學學期成績為效標，建立同時效度。其施測樣本同信度樣本，所測得與三上數學學期成績的相關係數為.76 ($p < .01$)。由此可知，本測驗具有良好之效度。

貳、問題基模分類作業單

研究者爲了瞭解實驗組學生經過教學實驗後，其對加減應用問題之問題基模的形成情形，從加減應用題成就測驗之選出 12 題應用題題目設計成「問題基模分類作業單」，問題類型包括「改變-變少」、「改變-變多」、「比較」三種，由學生進行加減應用題分類，並以代號填答問題基模類型，詳見附錄五。

參、問題基模圖示表徵作業單

研究者在教學實驗後，爲了進一步瞭解實驗組學生是否能自行產生問題的基模圖示表徵，使用「問題基模圖示表徵作業單」來收集學生的基模圖示表徵資料，作業單之題目與問題基模分類作業單的題目相同（詳見附錄六）。學生填寫作業單時，在改變題型方面，先於作業單上自行畫出每個應用題的基模圖示表徵，並將題目中已知的數字填入圖示表徵中，並在適當的位置填入「？」來代表題目所欲求算的答案；在比較題型方面，學生也需要自行畫出每個應用題的基模圖示表徵，然後能夠將什麼多、什麼少標示在基模圖示表徵上，並將題目中已知的數字填入圖示表徵中，並在適當的位置填入「？」來代表題目所欲求算的答案，研究者藉此分析學生自行產生圖示問題基模表徵的表現情形。

肆、問題基模圖示表徵學習心得問卷

研究者爲了瞭解實驗組學生在進行問題基模與基模表徵解題課程教學後，其對「問題基模圖示表徵」的意見看法，於教學實驗結束使用「問題基模圖示表徵學習心得問卷」來收集學習的意見反應，問卷內容包含「問題基模圖示表徵的有用性」、「問題基模圖示表徵的自我效能」與「問題基模圖示表徵的動機」三個向度的問題，學生針對問題同意的程度，在五點量表：完全同意（5分）、有點同意（4分）、無意見（3分）、有點不同意（2分）、完全不同意（1分）上勾選出適合自己看法的意見選項，研究者依據填答資料分析學生對問題基模圖示表徵的意見，問題基模圖示表徵學習心得問卷向度表及問卷詳見附錄七、附錄八。

伍、教師省思札記表

研究者自編教師省思札記表（詳見附錄九），於教學活動後記錄教學事件觀察以及自我的省思。教師省思札記表包含主題名稱、單元名稱、活動名稱、教學的日期、教學事件觀察以及教學省思等部份，教師省思紀錄可作為對於未來課程規劃、研究成果發現以及未來研究建議的依據。

第四節 實驗課程設計

以下說明本實驗課程之設計基礎、目標、課程內容等。

壹、課程設計基礎

本研究實驗課程方案的設計理論基礎包含 Mayer 的解題歷程模式理論，Riley 等人(1983)之加減應用題的分類架構及問題基模知識，以及相關的圖示問題基模表徵文獻（Greeno,1987；Fuson & Willis,1989；Jitendra,2002；吳昭容，民 79；古明峰，民 86）。

貳、課程目標

本課程主要以發展學生加減應用題問題基模知識和圖問題基模示表徵能力為主要目標，使學生藉以提昇解題表現。研究者擬定本課程目標如下：

- 一、認知方面：增進學生加減應用題之問題基模知識及圖示問題基模表徵的訓練。
- 二、情意方面：培養學生對使用圖示問題基模表徵解題之正向態度。
- 三、實踐方面：學生能應用問題基模知識及問題基模表徵策略來進行數學解題。

研究者根據上述課程目標，擬定課程教學目標及行為目標。在教學目標

方面以二碼編碼，第一碼為研究目標屬性，「1」為認知、「2」為情意、「3」為實踐；第二碼則為教學目標之序號，從「1」開始編列，故若教學目標之編號為「2-3」，即是代表情意研究目標的第三個教學目標。由於每個教學目標都有行為目標，因此在行為目標方面以三碼編碼，前二碼為教學目標之編號，第三碼則是行為目標的序號，亦是從「1」開始編列，故若行為目標的編號為「3-2-1」，即是代表實踐研究目標之第二個教學目標下的第一個行為目標。詳細之課程研究目標、教學目標、行為目標見附錄十。

參、課程內容

本研究課程方案的內涵包含四個主題，主題一：認識加減應用題的類型、主題二：問題基模圖示表徵訓練（圖示新方法）、主題三：問題基模圖示表徵解題、主題四：基模圖示表徵與解題策略訓練，每個主題下有三個單元，每個單元下有數個教學活動，茲將課程主題、單元名稱、活動內容說明如下，完整的課程內容詳見附錄十一。

一、主題一：認識加減應用題的類型（問題基模的形成與辨識）

（一）單元一：認識三種問題類型

1.活動 1：認識三種問題類型

（二）單元二：認識改變類型的應用題

1.活動 2：認識「改變-變多」類型問題的原來量、改變量、結果量

2.活動 3：認識「改變-變少」類型問題的原來量、改變量、結果量

3.活動 4：認識「改變-變多」類型問題的三種未知數

4.活動 5：認識「改變-變少」類型問題的三種未知數

（三）單元三：認識比較類型的應用題

1.活動 6：認識「比較」類型問題的多的量、少的量、相差的量

2.活動 7：比一比！什麼多？什麼少？

3.活動 8：認識「比較」類型問題的三種未知數

二、主題二：問題基模圖示表徵訓練---圖示新方法

（一）單元一：「改變-變多」類型問題之基模圖示表徵

1.活動 9：「改變-變多」類型問題之圖示新方法

（二）單元二：「改變-變少」類型問題之基模圖示表徵

1.活動 10：「改變-變少」類型問題之圖示新方法

（三）單元三：「比較」類型問題之圖示之基模圖示表徵

1.活動 11：「比較」類型問題之圖示新方法

2.活動 12：「比較」類型問題之圖示新方法多步驟練習

三、主題三：問題基模圖示表徵解題

(一) 單元一：「改變-變多」類型應用題之問題基模圖示表徵解題

- 1.活動 13：「改變-變多-結果量未知」應用題之基模圖示表徵解題
- 2.活動 14：「改變-變多-改變量未知」應用題之基模圖示表徵解題
- 3.活動 15：「改變-變多-原來量未知」應用題之基模圖示表徵解題

(二) 單元二：「改變-變少」類型應用題之問題基模圖示表徵解題

- 1.活動 16：「改變-變少-結果量未知」應用題之基模圖示表徵解題
- 2.活動 17：「改變-變少-改變量未知」應用題之基模圖示表徵解題
- 3.活動 18：「改變-變少-原來量未知」應用題之基模圖示表徵解題

(三) 單元三：「比較」類型應用題之問題基模圖示表徵解題

- 1.活動 19：「比較-問相差量」應用題之基模圖示表徵解題
- 2.活動 20：「比較-問少的量」應用題之基模圖示表徵解題
- 3.活動 21：「比較-問多的量」應用題之基模圖示表徵解題

四、主題四：基模圖示表徵與解題策略訓練

(一) 單元一：「改變-變多」類型問題之解題策略訓練

- 1.活動 22：「改變-變多」類型問題之不同未知數的解題策略訓練

(二) 單元二：「改變-變少」類型問題之解題策略訓練

- 2.活動 23：「改變-變少」類型問題之不同未知數的解題策略訓練

(三) 單元三：「比較」類型問題之解題策略訓練

- 3.活動 24：「比較」類型問題之不同未知數的解題策略訓練

第五節 研究程序

本研究共分為三個階段，「實驗處理前階段」、「實驗處理階段」以及「實驗處理後階段」，研究程序如圖3-5-1 所示，此三個階段的實施歷程說明如下。

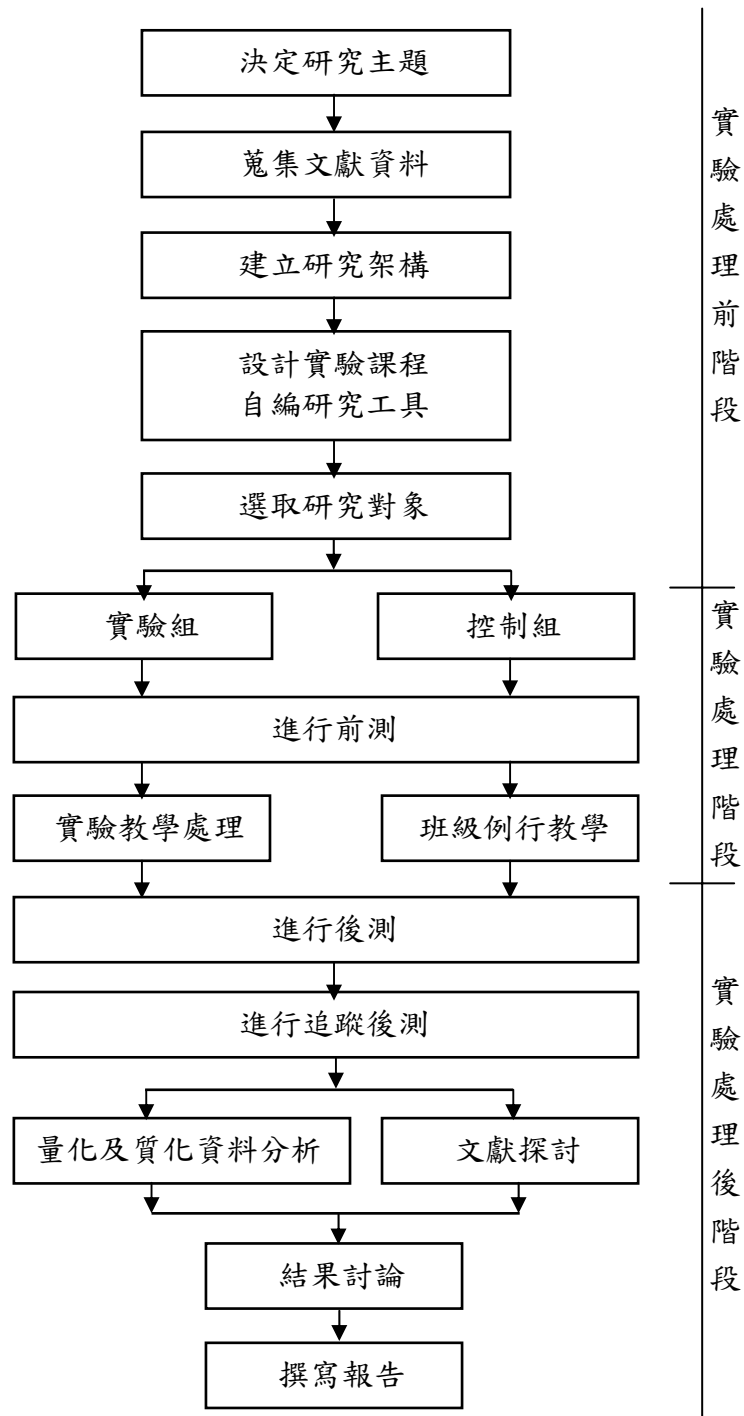


圖 3-5-1 研究程序圖

壹、實驗處理前階段

一、決定研究主題

學生數學解題的困難主要是發生在問題表徵階段，其提出可透過發展學生的「問題基模」和提供「圖示表徵策略」訓練等方式來培養學生問題表徵的能力，藉以增進解題表現（Mayer,1987）。根據文獻探討後，本研究擬設計一套適合國小三年級學童學習的問題基模與基模圖示表徵解題課程，以檢視其對於學生在加減應用題的解題表現是否有提昇的作用，並瞭解學生問題基模的形成情形與自行產生問題基模圖示表徵的情形。

二、蒐集文獻資料

透過文獻資料的蒐集探討以瞭解前人研究的成果，並確定本研究之研究方向與重點。文獻蒐集的方向包含解題歷程、問題基模、及基模圖示表徵等主題之相關研究，以作為規劃研究架構及課程設計的理論基礎。

三、建立研究架構

在蒐集文獻資料後，建立本研究之研究架構如圖 3-1-1 所示。

四、設計實驗課程及自編研究工具

進行文獻資料蒐集探討後，歸納課程理論基礎、訂定課程目標並設計實驗課程；此外，自編本研究之研究工具，包括「加減應用題成就測驗」、「問題基模分類作業單」、「問題基模圖示表徵作業單」、「問題基模圖示表徵學習心得問卷」、及「教師省思札記表」等。

五、選取研究對象

本研究以台中縣一所公立小學進行教學實驗，實驗研究對象取自該校三年級各班（共十班），以三年級上學期數學學期成績為依據，選取各班數學學期成績在後 20% 內之學生六名，其中三名為實驗組、三名為控制組學生，合計實驗組與控制組每組各三十名學生，共六十名為研究對象。

貳、實驗處理階段

一、進行前測

實施實驗課程前，針對實驗組及控制組進行加減應用題成就測驗前測。

二、進行問題基模與基模圖示表徵解題課程的實驗教學

實驗組利用學生朝會及教師晨會時間接受實驗教學課程，自民國九十五年三月六日開始實施，至民國九十五年三月三十一日完成實驗課程，每週進行四節課（每節四十分鐘），總計共十六節課，教學者為研究者本人。控制組則進行例行活動，不進行任何實驗處理。但考量實驗倫理，控制組學生於教學實驗結束後，亦施以實驗課程教學。

參、實驗處理後階段

一、實施後測及追蹤後測

實驗課程實施後，針對實驗組及控制組進行「加減應用題成就測驗」後測，實驗組學生另外再填寫「問題基模分類作業單」、「問題基模圖示表徵作業單」、「問題基模圖示表徵學習心得問卷」。接著，於課程結束二週後，再次針對實驗組及控制組進行「加減應用題成就測驗」追蹤後測。

二、進行量化資料及質化資料的分析

針對加減成就測驗前後測及追蹤後測的測驗資料、問題基模分類作業單的填答資料、問題基模圖示表徵學習心得問卷資料作量化的分析，並對圖示問題基模表徵作業單的表徵資料進行量與質化的資料分析。

三、結果與討論

針對量化資料及質化資料分析的結果，做實際的呈現。再參閱相關的文獻，分析比較本研究結果和先前研究的異同之處，並做綜合性的評論及建議，以提供未來研究的參考。

四、撰寫研究報告

將研究作統整性的歸納及整理，對整個研究歷程、方法及結果作完整清晰的描述以及深入的討論，並將其撰寫成報告。

第六節 資料處理與分析

壹、資料處理

各項研究資料回收之後，將資料鍵入電腦進行統計分析，並整理教師省思札記、問題基模圖示表徵資料及學習心得意見反應，以作為討論量化資料的參考。

貳、資料分析

一、量的分析

本研究旨在探討問題基模與基模圖示表徵解題課程對國小三年級學童加減應用題解題表現的影響，而量化的研究資料包含了兩組在加減成就測驗的前後測、追蹤後測分數，本研究將採用 SPSS 電腦統計套裝軟體進行統計分析，以探討實驗課程是否具有提升加減應用題解題表現的效果。另外，為瞭解實驗組學生加減應用題問題基模的形成情形及對於問題基模圖示表徵的意見反應，也將進行問題基模分類作業單及學習心得問卷的量化分析。詳細分析方法如下：

(一) 獨立樣本單因子共變數分析

本研究採用獨立樣本單因子共變數分析統計方法來分析加減應用題成就測驗之量化資料，使用 SPSS 電腦統計套裝軟體進行統計分析，考驗研究假設一、假設二，藉以探討實驗課程是否具有提升加減應用題解題表現的效果。

(二) 描述統計量分析

以次數百分比來呈現學生在「問題基模分類作業單」、「圖示問題基模表徵作業單」、「學習心得問卷」上的描述統計量。

二、質的分析

針對教師省思札記及學生在圖示問題基模表徵作業單之資料進行質的分析，分別說明如下：

(一) 教師省思札記

研究者紀錄在教學過程中的省思以及重大事件，分析學生在教學實驗中的學習情形以及教師的角色定位。

(二) 問題基模圖示表徵作業單

將收集到的問題基模圖示表徵資料依其表徵特點予以分類分析其表徵意義，以作為討論量化資料的參考與佐證。將實驗組學生在圖示問題基模表徵作業單(附錄六)之每個問題的表徵(Representation)結果分類並予以代號編碼，例如代號 R-1-1 代表第一題的第一種表徵分類，接著就其表徵特點進行質性分析。在分析「改變類」應用題之問題基模表徵圖示時，以「能以適當類別之問題基模(變多或變少)圖示表徵來表徵問題」、「能在適當位置標示已知條件數字」、「能在適當位置標示答題目標(?)」三個方向為分析重點；在分析「比較類」應用題之表徵圖示時，除了上述三個重點之外，再增加「能正確標示什麼多、什麼少」之重點，合計四個分析重點。