

### 第三章 研究方法

本章共分成五部份，第一部份是研究流程，第二部份是研究對象，第三部份是研究工具，第四部份是國中平面幾何基礎課程設計，第五部份是資料分析。

#### 第一節 研究流程

本研究的目的之一是探討資訊科技融入數學科平面幾何基礎課程教學之後對於國一學生基本幾何概念學習的影響。由於無法隨機選取受試者，因此本研究採取不等組前後測準實驗設計，如表 3-1-1。

表 3-1-1 不等組前後測準實驗設計

自變項	前測				實驗處置	後測			延後測
實驗組	T1	T2	T3	T4	X	T1	T4	T5	T1
控制組	T1	T2	T3			T1			T1

註：T1 為學習成就測驗，T2 為 van Hiele 幾何學測驗，T3 為智力測驗，T4 為數學態度問卷，T5 為課程意見量表。

實驗組與控制組學生均接受前測(學習成就測驗、van Hiele 幾何學測驗與智力測驗)，實驗組學生需加填一份數學態度量表；兩組學生在前測後，分別實施以國中平面幾何基礎課程為教材的資訊科技融入學科教學與對等之傳統教室教學，在一個學期的教學結束後，兩班學生進行後測(學習成就測驗)，實驗組學生需加填一份課程意見量表與數學態度量表，以了解實驗組學生對於資訊科技融入數學教學課程之態度與意見，控制組學生則不需填寫此問卷；實驗結束五週後進行延後測(學習成就測驗)。數學態度量表於前測與後測中使用相同試卷，學習成就測驗於前測、後測及延後測中亦使用相同試卷；施測完畢之後以學生智力測驗的數學分數為共變數，利用共變數分析法分析兩組後測成績與延後測成績是否有顯著差異；另外從教學過程中所蒐集的學習單、問卷、數學作業與成就測驗填答原因說明部份做質性的研究分析，藉以更深入了解資訊科技融入國中平面幾何基礎教學之後對於學生學習的影響。詳細流程如圖 3-1-1:

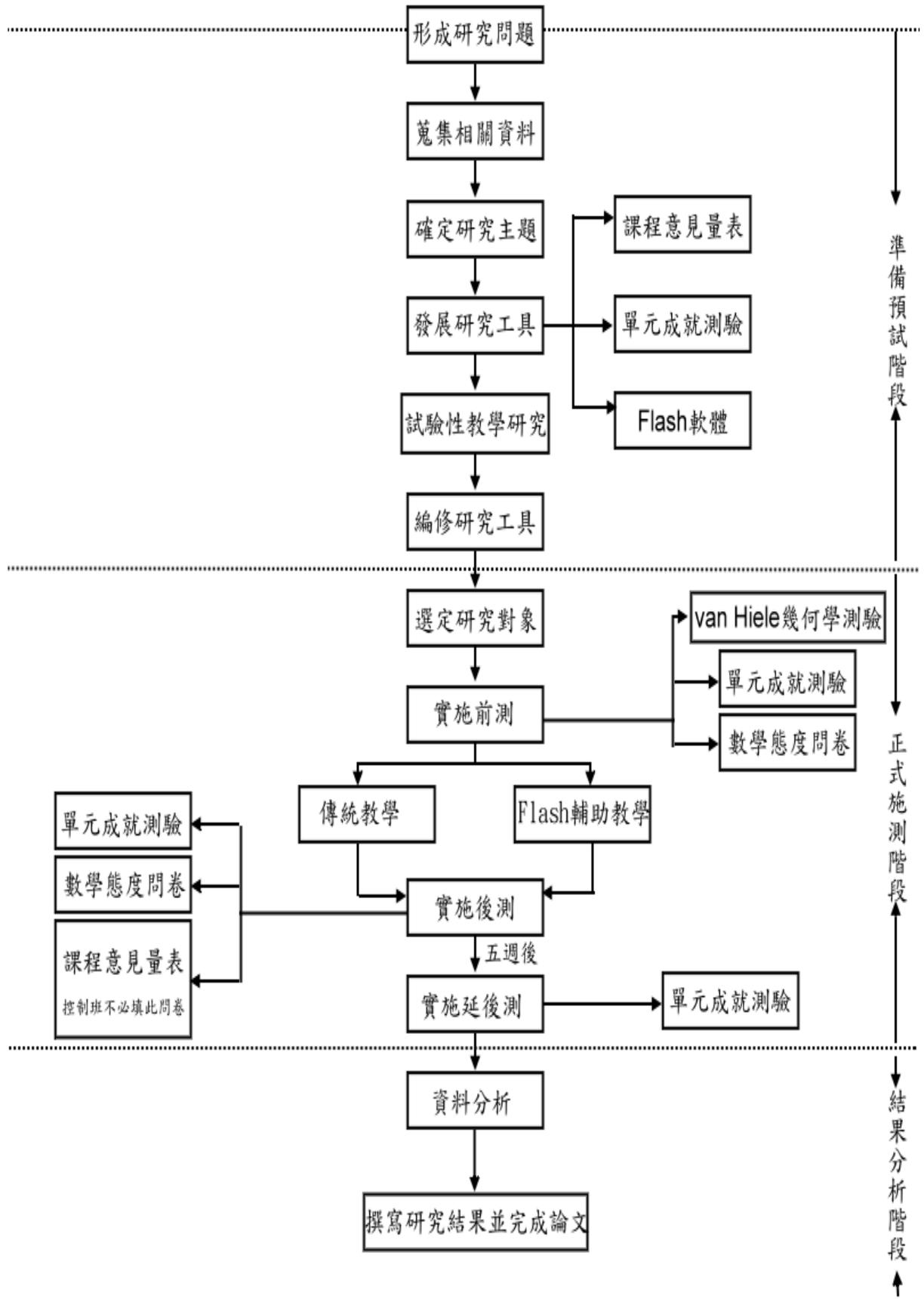


圖 3-1-1 研究流程圖

## 第二節 研究對象

本研究本欲選取與試驗性教學相同背景的「國二」學生為正式實驗研究對象，但因為實驗學校僅能提供「國一」學生為研究對象，因此改為選取台灣北部地區桃園縣某縣立國民中學的「國一」學生二班為實驗研究對象，該校採常態男女合班的模式教學，其中隨機選取一班為實驗組，另一班為控制組，各班人數與有效受測學生人數，如表 3-2-1。

表 3-2-1 研究樣本人數統計表

組別	人數(男生, 女生)	有效樣本(男生, 女生)
實驗組	38(21, 17)	37(21, 16)
控制組	38(21, 17)	35(21, 14)
合計	76(42, 34)	72(42, 30)

擔任本實驗研究教學的教師即為研究者本人，具有六年的數學科教學經驗，對於電腦輔助教學有較深入的研究與興趣，實驗組與控制組都是同一位教師進行教學活動；本研究所使用之 Flash 電腦輔助教學軟體即是由研究者本人所自行開發與設計的。學生於電腦自行操作前均接受教學教師指引，按部就班的熟悉 Flash 電腦輔助教學軟體的操作方式。



## 第三節 研究工具

### 一、國中平面幾何基礎課程學習成就測驗(見附錄六)

#### (一)測驗目的

了解學生在國中平面幾何基礎課程實施之後的學習成效，測驗時間 45 分鐘。

#### (二)題目的內容

本測驗题目的編訂主要參考國編版國中數學第四冊教師手冊、課本與習作內容，由研究者針對教學目標及學習內容製作雙向細目表分析所編製而成的。測驗題目以多邊形外角和、多邊形內角和與平行概念為主。測驗題目有三個分項層次「基本」、「理解」與「應用」。為了更了解學生的解題思維，在每個試題作答完後，皆要求學生說明選擇該答案的理由或想法，以利於質性的分析。另外本卷最後提出一個複選題供學生們填答，以進一步了解學生們筆試表現不佳的原因。正式學習成就測驗共有 15 題，每題 4 分，總分為 60 分。

#### (三)預試與修正

##### 1. 第一次預試的實施情形與結果

(1)實施對象為桃園縣某國中二年級學生，共 74 人。

(2)測驗題目 20 題。

(3)測驗時間控制在 40 分鐘之內完成，大部分學生均能在 30 分鐘內完成。

(4)第一次預試試卷的 Cronbach  $\alpha$  信度值為.7214，效度採用專家內容效度，難度值介於 0.29~0.97，鑑別度介於 0.11~1。

綜合第一次預試後的結果及試探性訪談之後，將鑑別度小於.4 或關連度小於.2 的題目做刪除或修正而成第二次預試試卷。

## 2.第二次預試的實施情形與結果

(1)實施對象為桃園縣立某國中二年級學生，共 66 人。

(2)測驗題目 15 題。

(3)測驗時間控制在 30 分鐘以內，大部份的學生可以在 25 分鐘內完成。

(4)第二次預試試卷的 Cronbach  $\alpha$  信度值提升為.8965，各分量 Cronbach  $\alpha$  信度值為.7449、.7120 與.7621(見表 3-3-1)，效度採用專家內容效度，難度值介於 0.5~0.8，鑑別度介於 0.4~1(見表 3-3-2)。在分析第二次預試結果且修正試卷後，即成為正式成就測驗題目。

### (四)正式成就測驗信度

正式成就測驗共 15 題，在進行正式施測之後，以 Cronbach  $\alpha$  信度分析試題間之一致性，得到整份試卷的信度值為.7602。因此，試題內部的一致性尚可接受。

### (五)正式成就測驗效度

成就測驗係由研究者參考民國八十三年國編版的國中數學第四冊課本、教師手冊、歷屆學力測驗及相關研究中的試題，並由兩位相關領域教授與數位資深國中數學教師審查校正而成。因此，成就測驗試卷本身應有不錯的專家內容效度。

表 3-3-1 成就測驗試題雙向細目表

概念層次 內容	基本	理解	應用
多邊形外角和	6	1、4	13、14
多邊形內角和	3	8、15	7、11
平行概念	2	5、10	9、12
分項信度(Alpha)	.7449	.7120	.7621
總信度	.8965		

表 3-3-2 成就測驗試題難度與鑑別度

試題題號	難度	鑑別度
1	0.8	0.4
2	0.6	0.8
3	0.7	0.6
4	0.7	0.6
5	0.75	0.5

(續後頁)

表 3-3-2 成就測驗試題難度與鑑別度 (接前頁)

6	0.5	1
7	0.55	0.9
8	0.6	0.8
9	0.7	0.6
10	0.5	1
11	0.6	0.8
12	0.6	0.4
13	0.55	0.9
14	0.65	0.7
15	0.6	0.8

## 二、課程意見量表(見附錄七)

### (一)測驗目的

了解學生在國中平面幾何基礎課程實施後對於資訊科技融入課程的意見與態度，測驗時間 25 分鐘。

### (二)題目的內容

本測驗的題目主要可分為下列五個分項:「分組問題討論態度」、「解題方法與分享」、「電腦軟體與數學學科內容」、「電腦操作方式」與「電腦學習數學特色」。例如「電腦操作方式」分項中的一題:「我覺得電腦軟體的操作方式很簡單，通常老師講解完，我就會了。」，勾選「非常同意」得 5 分，勾選「同意」得 4 分，勾選「沒有意見」得 3 分，勾選「不同意」得 2 分，勾選「非常不同意」得 1 分;若為負向題，例如:「我不懂電腦軟體的操作，所以透過電腦學習時，讓我感覺壓力很大。」則計分方式恰好相反。測驗的總得分越高，代表越認同這樣的課程。

### (三)預試與修正

#### 1.第一次預試的實施情形與結果

- (1)實施對象為桃園縣某國中二年級學生，共 74 人。
- (2)測驗題目 25 題。
- (3)測驗控制時間控制在 30 分鐘之內完成，大部分學生均能在 15 分內完成。
- (4)第一次預試問卷的 Cronbach  $\alpha$  信度值為.8556，各分量的 Cronbach  $\alpha$  信度值分別為.7098、.3988、.7801、.6226 與.3034，效度採用專家內容效度。綜合第一次預試後的結果及試探性訪談之後，將關連度小於.2 的題目做刪除或修改而成第二次預試問卷量表。

#### 2.第二次預試的實施情形與結果

- (1)實施對象為桃園縣立某國中二年級學生，共 66 人。
- (2)測驗題目 20 題。
- (3)測驗時間控制在 25 分鐘以內，大部份的學生可以在 15 分鐘內完成。
- (4)第二次預試問卷的 Cronbach  $\alpha$  信度值提升為.9309，各分量 Cronbach  $\alpha$  信

度值為.7831、.9059、.9379、.7663 與.8840(見表 3-3-3)，效度採用專家內容效度。在分析第二次預試結果且修正部分試卷內容後，即成為正式課程意見量表題目。

#### (四)正式課程意見量表信度

正式課程意見量表共 20 題，在進行正式施測之後，以 Cronbach  $\alpha$  信度分析試題間之一致性，得到整份試卷的信度值為.9132。因此，試題內部的一致性頗高。

#### (五)課程意見量表效度

課程意見量表係由研究者參考相關研究中的問卷題目與配合自己的研究需要，經由兩位相關領域教授審查校正而成。因此，課程意見量表本身應有不錯的專家內容效度。

表 3-3-3 課程意見量表分項與題目分配資料分析

題目分項	題號	信度	總信度
分組問題討論態度	1、6、11(反)、16	.7831	.9309
解題方法與分享	2、7、12、17	.9059	
電腦軟體與數學學科內容	3、8、13、18	.9379	
電腦操作方式	4、9(反)、14、19	.7663	
電腦學習數學特色	5、10、15、20	.8840	

### 三、van Hiele 幾何思考層次測驗

#### (一)測驗目的

評量學生在van Hiele幾何思考層次上的表現，並藉此界定學生的幾何思考層次，作為本研究分析比較之用，測驗時間30分鐘。

#### (二)測驗編製

本研究所採用的測驗工具是Usiskin(1982)根據van Hiele幾何思考理論所編製而成的van Hiele幾何測驗，經Wu(1994)翻譯成中文。Usiskin和Senk(1990)提到這個測驗被很多人廣泛地用來決定van Hiele層次，加上是選擇題的形式，較適於本研究中人數頗多的需求。

#### (三)測驗內容

原本試題中共有25 題選擇題，在每個分項層次上有5題，是Usiskin(1982)根據van Hiele思考層次的行為特徵所命出，但他根據測驗結果，提到對於層次五的存疑，認為可能不存在或是無法測出該層次。加上本研究中受試者為國一學生，可能無法達到層次五，故本研究中只選用此測驗前4個層次的試題施測，共20題。

#### (四)測驗信效度

本測驗採重測信度，經Wu(1994)計算其層次分量表間的皮爾森相關係數分別為：.5559(P=.000)、.8153(P=.000)、.6492(P=.000)、.4505(P=.000)，重測信度為.79，效度則採用專家內容效度。

#### 四、數學態度量表

##### (一)測驗目的

了解學生在國中平面幾何基礎課程教學之後的數學態度，測驗時間 20 分鐘。

##### (二)測驗內容

本量表採自譚寧君(1989)的數學態度量表，此量表全部二十四題共分四個分項：「學習數學的樂趣」、「數學的重要性」、「學數學的動機」與「免於數學的恐懼」，每一分項有六題，三題正向三題負向，例如「學數學的動機」分項測驗中的一題：「我有興趣探索更進一步的數學知識」，勾選「非常同意」得 2 分；勾選「同意」得 1 分；勾選「沒意見」得 0 分；勾選不同意得-1 分；勾選「非常不同意」得-2 分。另一負向題「數學一直沒有辦法引起我努力學習的動機」，此時計分方式恰好相反。總分越高表示數學態度越正向。

##### (三)信效度

其各分量表間的皮爾森相關係數為.5~.86( $P=.000$ )，重測信度為.78，效度則採用專家內容效度。

#### 五、國民中學智力測驗第三種

##### (一)測驗目的

本測驗由路君約、程法泌、盧欽銘於民國八十年七月所編訂，旨在測量國民中學學生的一般智力水準，以供入學編班、分組教學、推行輔導活動之參考，在本研究中將以智力測驗數學分數作為共變量進行共變數分析以了解學生學習成效。

##### (二)測驗內容

本測驗內容分為兩部份，第一部份為語文部份，包括語文類推和語文歸納兩個分測驗，各有三十八題。第二部份為數學部份，也包括兩個分測驗，為算術計算及算術推理，各有三十六題，合計共有一百四十八題。

##### (三)信效度

採折半信度:38 人，為.80~.86，以國中系列學業性向測驗為效標之相關為.20~.55，以國民中學智力測驗第二種為效標之相關為.39~.72。

#### 六、「國中平面幾何基礎課程」電子教材(見附錄二)

##### (一)電子教材的開發目的

為了幫助學生學習國中平面幾何基礎課程，研究者以 Flash 為開發工具，自行設計了一套數學電子教材軟體供數學教師在資訊科技融入教學上選用與設計數學電子教材的參考。

##### (二)電子教材內容

研究者所開發設計的「國中平面幾何基礎課程」電子教材，其功能與詳細說明見附錄二。

##### (三)電子教材編修

「國中平面幾何基礎課程」電子教材經過六個月的時間研發完成。在發展與修改的過程中，經過多位中學現職教師與國立台灣師範大學、國立交通大學

和國立花蓮師範學院的三位教授進行專家效度後修改彙編完成。民國 92 年六月，以國二學生為研究對象進行軟體教學測試，並在收集學生意見及建議後進行修改；再於民國 92 年 7 月將修改完成之教學軟體進行試驗性教學研究(pilot study)，並收集來自於受測學生、任課教師及課堂觀察者的觀感與意見後進修行第二度的修改，此次修改增加了多邊形外角和、三角形內角和與三角形外角定理多重解釋的表徵功能，在平行線性質與平行線判別性質方面則除了同側內角的解釋外，更增加了同位角的判別、截角判斷與平行線定義等軟體，以符合整體教學需求。

#### 第四節 資料分析

在量的分析方面，待收集到後測的學習成就測驗、數學態度問卷、課程意見量表與第一次段考數學成績之後，連同前測的智力測驗數學分數、數學態度問卷分數、課程意見量表分數，和學生的van Hiele 幾何學測驗分數進行統計的分析。在van Hiele 幾何學測驗上依據Usiskin(1982)所採用的原則來評定學生的幾何思考層次，以便進行統計上的分析。在層次的指派上，根據Usiskin(1982)的研究，有3/5與4/5兩種幾何思考層次決定標準，整理如表3-4-1。至於學生思考層次的確定原則如表3-4-2所述。

表3-4-1 幾何思考層次的決定標準

層次指派	3/5為標準	4/5為標準
意義	五題中答對三題以上表示具有該層次的思考水準	五題中答對四題以上表示具有該層次的思考水準
誤差	可降低型二誤差(Type II error)	可降低型一誤差(Type I error)

表3-4-2 思考層次的確定

思考層次	意義
0	學生都沒有達到任一層次水準。
1	學生通過層次1的水準，但未通過層次2、層次3與層次4的水準。
2	學生通過層次1與層次2的水準，但未通過層次3與層次4的水準。
3	學生通過層次1、層次2與層次3的水準，但未通過層次4的水準。
4	學生通過層次1、層次2、層次3與層次4的水準。
不符合	學生通過較高的層次水準卻沒有通過較低的層次水準。

因為不符合層次分類的樣本難以用數值表示以進行統計分析，因此本研究只以可分類層次水準的樣本進行分析。又因為層次水準的指派會受所採取的標準所影響(Usiskin, 1982)，因此本研究中，將兩種標準都作統計分析，以使統計的結果較為完整。由於國一新生對於本研究教學單元沒有任何相關背景，因此本實驗的前測並未能真正反應出實驗組與控制組的數學能力差異，考量進行研究的學校其分班依據為國中智力測驗第三種，研究者將智力測驗數學分數與第一次月考數學

分數做相關分析，其Pearson積差相關係數為.712( $p=.000$ )，表示智力測驗數學分數與第一次月考數學成績有高度的相關性，因此本實驗將以學生的智力測驗數學分數為共變數進行統計分析，以反應出真正的差異情形。另外將第一次月考數學成績的前20%定為高數學成就水準，後20%定為低數學成就水準，中間60%定為中數學成就水準，做為比較實驗組與控制組各數學成就水準表現差異的標準。根據研究假設及其相對應的統計方法依序整理如表3-4-3。

表3-4-3 實驗研究問題的統計方法

研究假設	統計方法
1.實驗組與控制組學生在學習成就測驗後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗後測得分，共變量為智力測驗數學分數。
2.實驗組與控制組學生在學習成就測驗延後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗延後測得分，共變量為智力測驗數學分數。
3.不同van Hiele幾何思考層次的實驗組學生在學習成就測驗後測與前測得分差距是否有顯著差異?	進行單因子變異數分析(One-Way ANOVA)，依變數為學習成就測驗後測得分與學習成就測驗前測得分的差距，若有顯著差異則進行事後比較。
4.不同van Hiele幾何思考層次的實驗組學生在學習成就測驗延後測與前測得分差距是否有顯著差異?	進行單因子變異數分析(One-Way ANOVA)，依變數為學習成就測驗延後測得分與學習成就測驗前測得分的差距，若有顯著差異則進行事後比較。
5.不同性別的實驗組學生在學習成就測驗後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗後測得分，共變量為智力測驗數學分數，若有顯著差異則進行事後比較分析。
6.不同性別的實驗組學生在學習成就測驗延後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗延後測得分，共變量為智力測驗數學分數，若有顯著差異則進行事後比較分析。
7.實驗組高數學成就水準學生與控制組高數學成就水準學生在學習成就測驗後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗後測得分，共變量為智力測驗數學分數。
8.實驗組中數學成就水準學生與控制組中數學成就水準學生在學習成就測驗後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗，依變數為學習成就測驗後測得分，共變量為智力測驗數學分數。

(續後頁)

表 3-4-3 實驗研究問題的統計方法(接前頁)

9.實驗組低數學成就水準學生與控制組低數學成就水準學生在學習成就測驗後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗,依變數為學習成就測驗延後測得分,共變量為智力測驗數學分數。
10.實驗組高數學成就水準學生與控制組高數學成就水準學生在學習成就測驗延後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗,依變數為學習成就測驗延後測得分,共變量為智力測驗數學分數。
11.實驗組中數學成就水準學生與控制組中數學成就水準學生在學習成就測驗延後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗,依變數為學習成就測驗後測得分,共變量為智力測驗數學分數。
12.實驗組低數學成就水準學生與控制組低數學成就水準學生在學習成就測驗延後測得分是否有顯著差異?	進行共變數分析(ANCOVA)考驗,依變數為學習成就測驗延後測得分,共變量為智力測驗數學分數。
13.實驗組學生在數學學習態度量表前後測得分上是否有顯著差異?	進行成對樣本T檢定考驗。

在質的分析方面，則是盡量收集學生在學習過程中的學習單、講義、問卷與數學作業，進行批改與分析，並輔以課程意見量表之調查，藉此了解研究問題六：學生對於將資訊科技融入數學科教學與學習的看法為何？

