

### 第三章 研究設計與實施

本研究採量的研究方法為主、質的研究方法為輔，以瞭解研究對象在本研究中的學習成效和學習行為表現。本章將於下列各節說明研究架構、研究對象、研究實施、研究工具及資料分析方法，詳述如下。

#### 第一節 研究架構

本研究依據研究目的及文獻探討之結果，探討行動學習環境下的數學步道學習活動對學生學習成效及其學習行為表現之影響，研究架構如圖 3-1 所示。

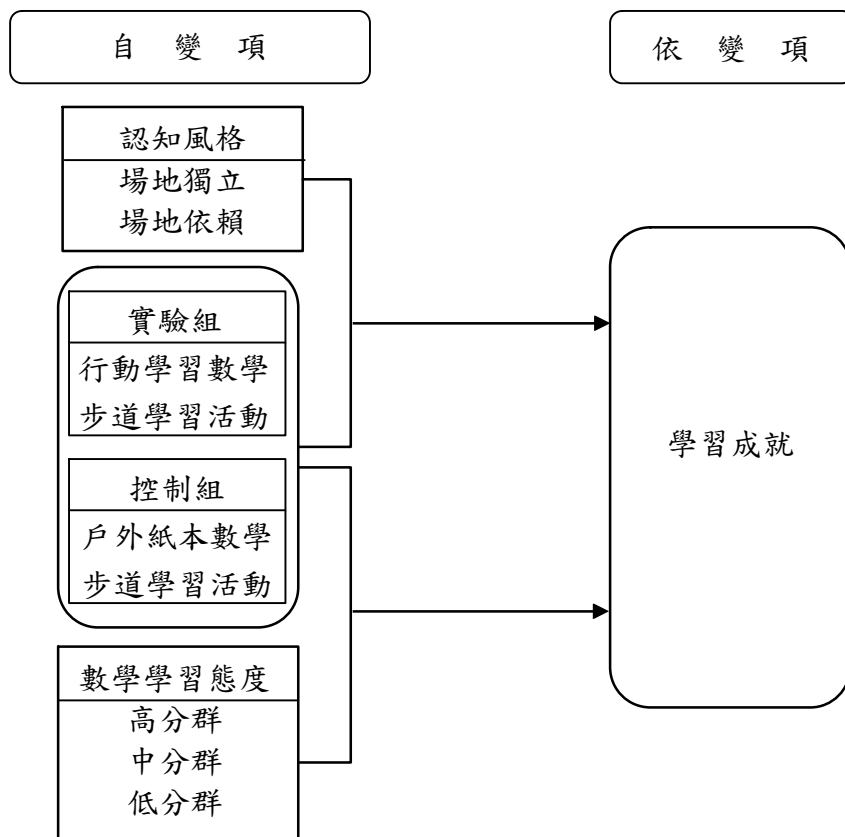


圖 3-1 研究架構圖

## 第二節 研究對象

本研究以台北市立某國小六年級學生為主要研究對象，以立意取樣選取四班學生，以班級為單位，兩班共 56 人為實驗組，另外兩班共 54 人為控制組。實驗組實施「行動學習環境下數學步道學習活動」，控制組實施「戶外紙本數學步道學習活動」。研究對象與實驗處理說明如表 3-1 所示。

表 3-1 研究對象及實驗處理

組別	實驗處理	人數	合計
實驗組	戶外行動學習環境下數學步道學習活動	56	110
控制組	戶外紙本數學步道學習活動	54	

### 第三節 研究實施

本研究為探討不同認知風格和不同數學學習態度的學生，在行動學習方式和戶外紙本方式的數學學習成就之改變，及了解學生在行動學習環境中所表現的學習行為，在量化研究上採「不相等控制組設計」準實驗研究，在質性研究方面採參與觀察，說明如下：

#### (一) 實驗處理前

進行認知風格測驗、數學學習態度問卷前測和數學學習成就測驗前測。

#### (二) 進行實驗處理

1. 實驗組接受戶外行動學習數學步道學習活動。
2. 控制組接受戶外紙本數學步道學習活動。
3. 針對實驗組進行學習行為觀察。

#### (三) 實驗處理後

1. 進行數學學習成就測驗後測，並做分析比較。
2. 針對觀察所得進行整理、分析。

本研究的研究設計如表 3-2 所示及實驗流程在圖 3-2 呈現。

表 3-2 研究設計

組別	前測	實驗	後測
實驗組	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub>
控制組	O <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

X<sub>1</sub>：進行戶外行動學習數學步道學習活動

X<sub>2</sub>：進行戶外紙本數學步道學習活動

O<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>：實驗處理前進行認知風格、數學學習態度問卷、數學成就測驗前測

O<sub>3</sub>、O<sub>4</sub>：實驗處理後進行數學學習成就測驗之後測

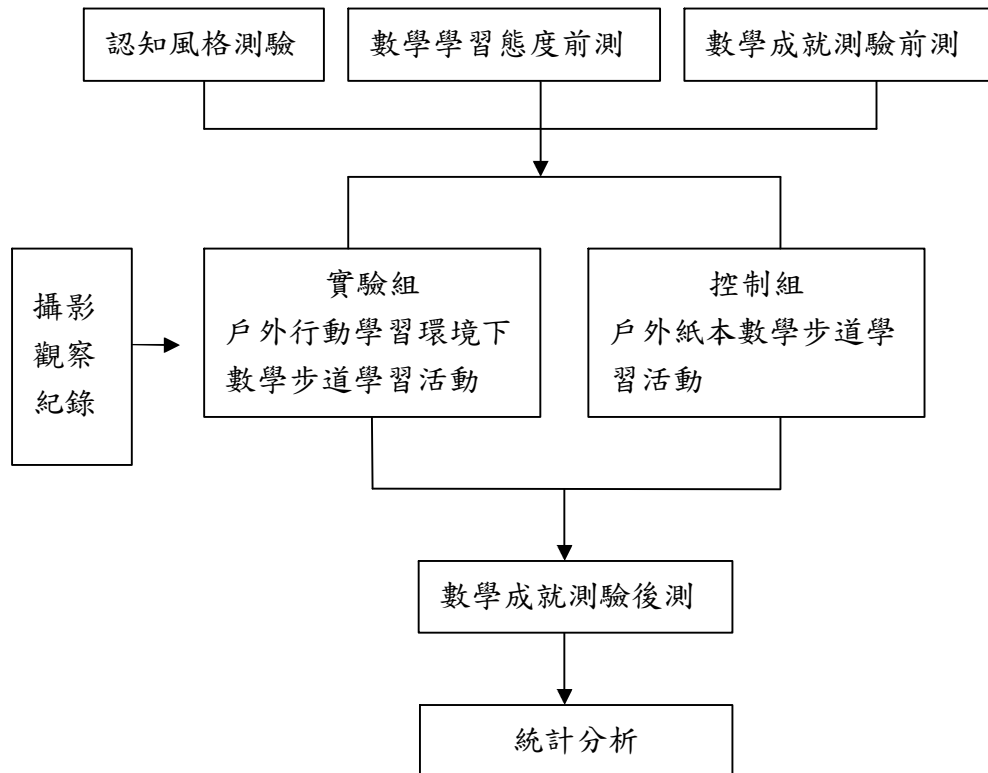


圖 3-2 實驗流程

#### (四) 數學步道關卡教材

為提升學習興趣，數學步道之規劃是以闖關活動方式進行，其教材內容涵蓋康軒版國小數學五下及六上之教學內容，包含三角形、四邊形、面積、體積、坐標、統計圖表、數列、圖形序列等，由實驗學校五位擔任數學課程之教師：黎淑芬老師、陳俊偉老師、李啟弘老師、張倩瑜老師、江婉祺老師，根據教師手冊教學目標及九年一貫分段能力指標

編製。實驗組以建置於平板電腦中的行動學習數學步道系統呈現教材，控制組則以紙本方式呈現教材。關卡教材詳細內容如附錄一及附錄二所示。

#### (五) 實驗教學活動進行流程

本研究共進行五個闖關教學活動，每關卡的活動包含學生進行戶外數學步道活動及戶外活動結束後的課堂討論。本研究依序進行五個關卡闖關活動，分別為：面積與體積、數列與圖形序列、三角形四邊形、座標、統計圖表。每關卡包含三個單元，學生必須完成三單元的題目解答，才算闖關結束。每次每關卡的教學活動時間分配為戶外數學步道活動 2 堂課(90 分鐘)及課堂討論 1 堂課(45 分鐘)，合計 3 堂課的時間。配合學校課程安排，整個實驗教學活動合計進行四個月。

實驗組每關卡的教學流程如圖 3-3 所示，而控制組每關卡的教學流程在圖 3-4 所示。兩組的差別在於實驗組由系統協助導引至指定地點進行解題，並由系統判斷是否完成該關卡三個單元的解題活動，而且可以藉由系統的功能與在不同單元的同儕進行討論，並將答案記錄於系統資料庫內，方便同儕討論與課堂討論。控制組的學生則必須自行依據題目至指定地點解題，並自行判斷是否完成該關卡三個單元的解題活動，同時因不同單元的距離隔閡，只能就近與鄰近的同儕討論，並將答案記錄於答案紙上，課堂討論時，則必須將答案謄寫於黑板上。

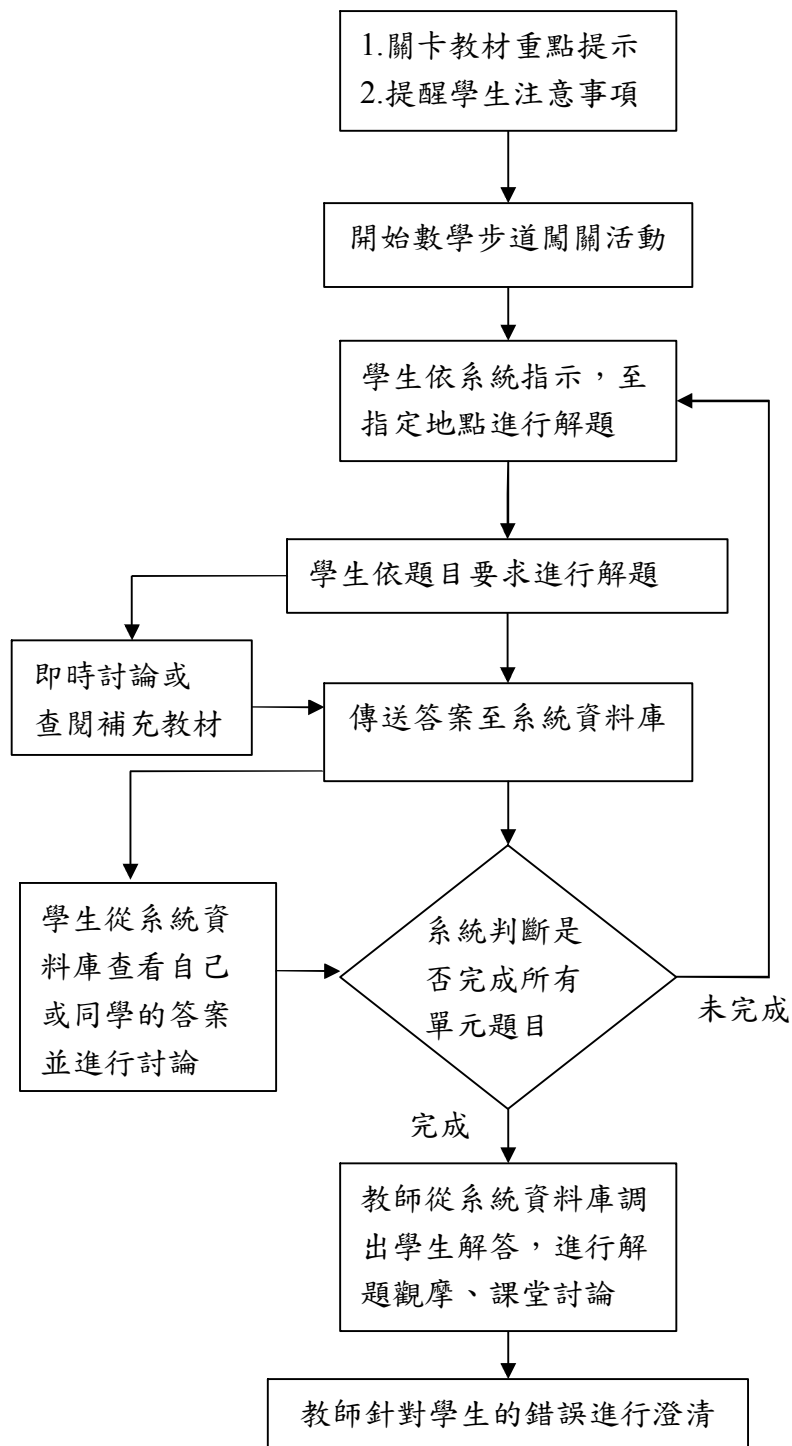


圖 3-3 實驗組每關卡教學流程

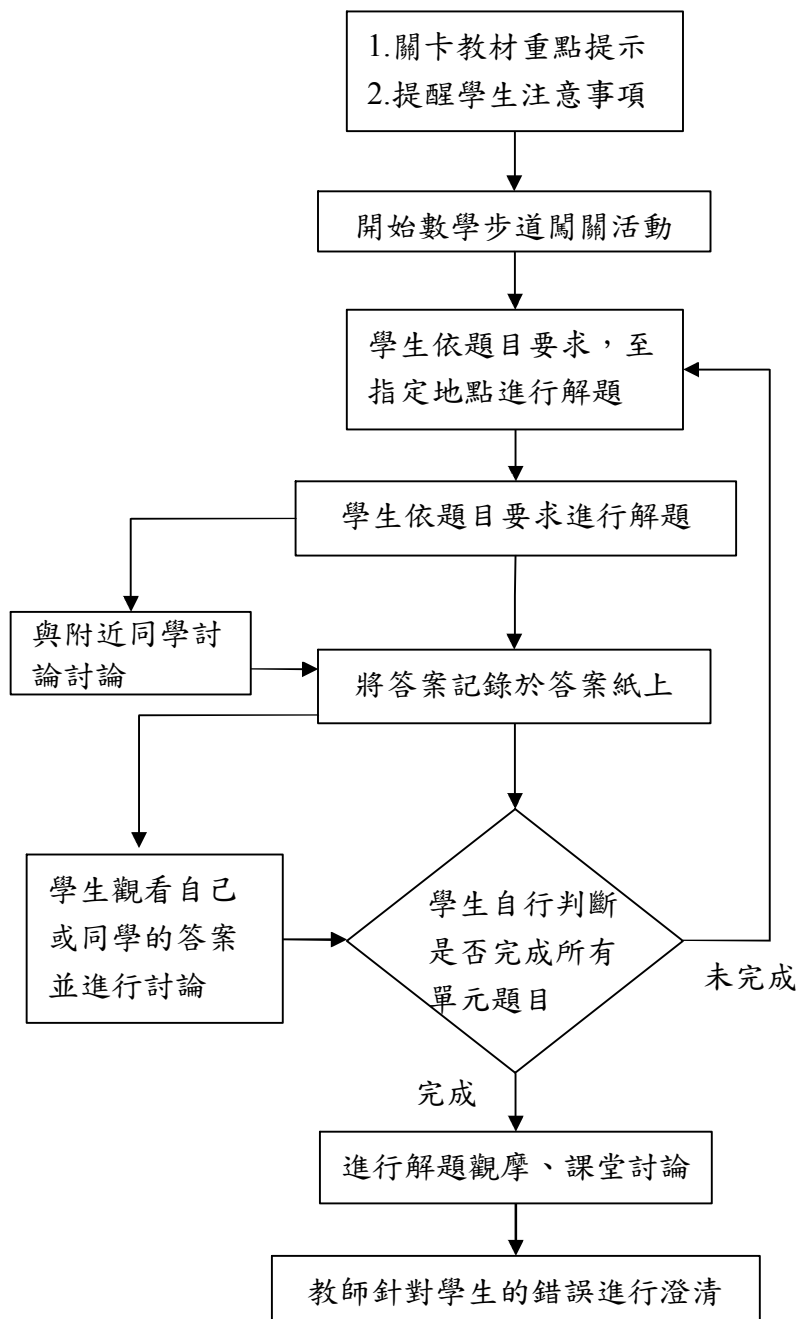


圖 3-4 控制組每關卡教學流程

## 第四節 研究工具

本研究所使用的研究工具，包含有（1）認知風格量表；（2）數學學習態度問卷；（3）自編數學學習成就前測測驗卷；（4）自編數學學習成就後測測驗卷；（5）行動學習數學步道系統；（6）自編學習心得調查表。

### 壹、認知風格量表

本研究所採用之認知風格量表，為國內學者吳裕益於 1985 年所修訂之團體藏圖測驗(Group Embedded Figures Test, 簡稱 GEFT)。此測驗是由 Witkin, Oltman, Raskin & Karpy 在 1971 年依據 Witkin 的藏圖測驗(Embedded Figures Test)所發展出來的，兩者都是用來測驗場地獨立性。唯一的差異則是 GEFT 可以用於團體測驗。詳細量表內容如附錄三。

#### 一、量表內容及施測方式

本測驗屬於速度測驗，適用的對象為十歲以上的兒童與成人。測驗包含 8 個簡單圖形及 18 個複雜圖形，測驗施行方式為受試者於限定時間內在每一複雜圖形中描繪出所指定隱藏在其中的簡單圖形。測驗內容則分為三部分，第一部分有 7 題，作答時間為 2 分鐘，此部分為練習題，為使受試者明白測驗作答方式之用，不列入計分。第二部分及第三部分各有 9 題複雜圖形，作答時間為 5 分鐘，屬於正式測驗。計分方式是以受試者在第二部分及第三部分答對題數的總和為其得分。得分在全體受試者前 30%者，歸類為場地獨立型；而得分在全體受試者後 30%者，則歸類為場地依賴型。

#### 二、信度與效度



## 1. 信度

本測驗的信度係數為.82，是以 Spearman-Brown 預測公式所求得之第一部分與第二部分的相關值（曾端真，1984）。

## 2. 效度

本測驗與其他認知風格測驗的相關如下：

(1) 與藏圖測驗 (EFT) 之相關為-0.82。

(2) 與槓框測驗 (PRFT) 之相關為-0.39。

(3) 與 ABC (Degree of Body Articulation) 之相關為 0.71

因為 GEFT 與 EFT、PRFT 的計分方式相反，故與兩者的相關值呈負數（曾端真，1984）。

## 貳、數學學習態度問卷

由於用於進行本研究之行動學習系統及教材內容著重於使研究對象覺察數學與生活之相關性、實用性，提升學生學習興趣，並促進同儕之溝通，故採用許慧玉(2001)所發展之「數學學習態度問卷」做為學生數學學習態度的評量，以作為學生類型分類之依據。

### 一、問卷內容

本問卷編製方式採用李克特的總加量表 (Summated ratings, Likert)；向度包括八大分項，分別為學習數學的信心、數學學習動機（內在動機及外在動機）、學習習慣、數學自我概念、溝通及互動的傾向、以及數學的實用性等；每個分項分別各有正向題2題及反向題2題，共計32題，量表的問卷中的每一題目均可以表示出對數學科的正面或是反面的態度。為免受試者以「無意見」回答問題，故問卷中的每一問題僅有「非常不同意」、「不同意」、「同意」、「非常同意」四個等級

選項，並依受試者之作答，依序給予1至4分。所有題目的分數總和代表著個人數學學習態度傾向，分數愈高表示數學學習態度愈積極，反之亦然。詳細問卷內容如附錄六。

## 二、信度及效度

本問卷內容為正、反向題目各一半，為避免影響受試中立的立場，問卷題目以一正、一反相互交替的方式呈現。其中題目8及29為本問卷之測謊題，如兩題學生的反應答案相左，則將這份問卷刪除，以免影響研究實驗的結果（許慧玉，2001）。本問卷的信度為內部一致性 $\alpha$ 係數.7659，效度則為專家效度。

## 參、自編數學學習成就前測測驗卷及後測測驗卷

以自編數學學習成就測驗卷做為測量學生數學學習成就之用。

### 一、試題範圍

試題涵蓋康軒版國小數學五下及六上之單元內容，包含三角形、四邊形、面積、體積、坐標、統計圖表、數列、圖形序列等。

### 二、試題選取

由實驗學校五位擔任數學課程之教師，根據教師手冊教學目標及九年一貫分段能力指標，作為試題編製及選取之參考。

### 三、預試及修訂

前測及後測測驗卷初稿將於實驗學校未參與實驗之同年級四個班學生約111名進行預試，依據預試結果，選取難度介於.4至.8、鑑別度

大於.3 的題目，並考慮試題範圍之分布，以作為修訂之依據，完成修訂後編製成前測及後測之正式測驗卷。正式前測及後測測驗卷內容如附錄四及附錄五。

#### 四、測驗效度

以上學期數學科學期成績為效標求其效標關聯效度。以 Pearson 積差相關求得前測測驗卷與上學期成績之相關係數為 0.698 ( $p=0.000$ )，後測測驗卷與上學期成績之相關係數為 0.663( $p=0.000$ )，其顯著水準皆小於.01，即其有顯著相關，具有良好之效標關聯效度。

#### 五、測驗信度

前測測驗卷的 Cronbach  $\alpha$  信度為 0.777；後測測驗卷的 Cronbach  $\alpha$  信度為 0.772。

#### 六、施測方式

前測測驗卷於實驗進行前施測；後測測驗卷於實驗結束後施行。

#### 肆、行動學習數學步道系統

本研究所建置之行動學習數學步道系統其架構及功能之詳細說明如下：

##### 一、系統分析

本研究根據Chang、Sheu & Chan(2003)所提之行動學習三大要素：行動學習裝置、行動學習環境和學習活動模式，訂定出所需功能及運作方式如下：

### (一) 行動學習裝置

本研究考量數學學科及研究對象特性，選用平板電腦為行動學習載具。數學學科有別於其他學科，需較多的手寫演算過程，相較於行動學習載具如PDA和手機，平板電腦有較大的版面呈現多媒體形式的題目及方便手寫的使用空間，對於學習歷程的紀錄累積也有很大的幫助。再者研究對象為國小學生，若題目呈現版面字體太小或作答區狹小，會增加使用困擾，影響其學習表現；基於以上兩點，經評估後選定以平板電腦做為學習活動之載具。

### (二) 行動學習環境

本研究之實驗學校本身即架設有無線網路，經測試使用狀況良好，故利用其原有之設備，作為通訊之方式，引導行動學習數學步道活動之進行。

### (三) 學習活動模式

採戶外行動學習模式，使用任務導向的數學步道行動學習平台。

## 二、系統功能架構

進行實驗所用之系統架構為修改自吳姵蓉(2005)所發展之「結合數學步道與互動解題討論的行動學習系統」，修改後之系統功能架構分為學生子系統及教師管理子系統，分別如圖3-5和圖3-6。

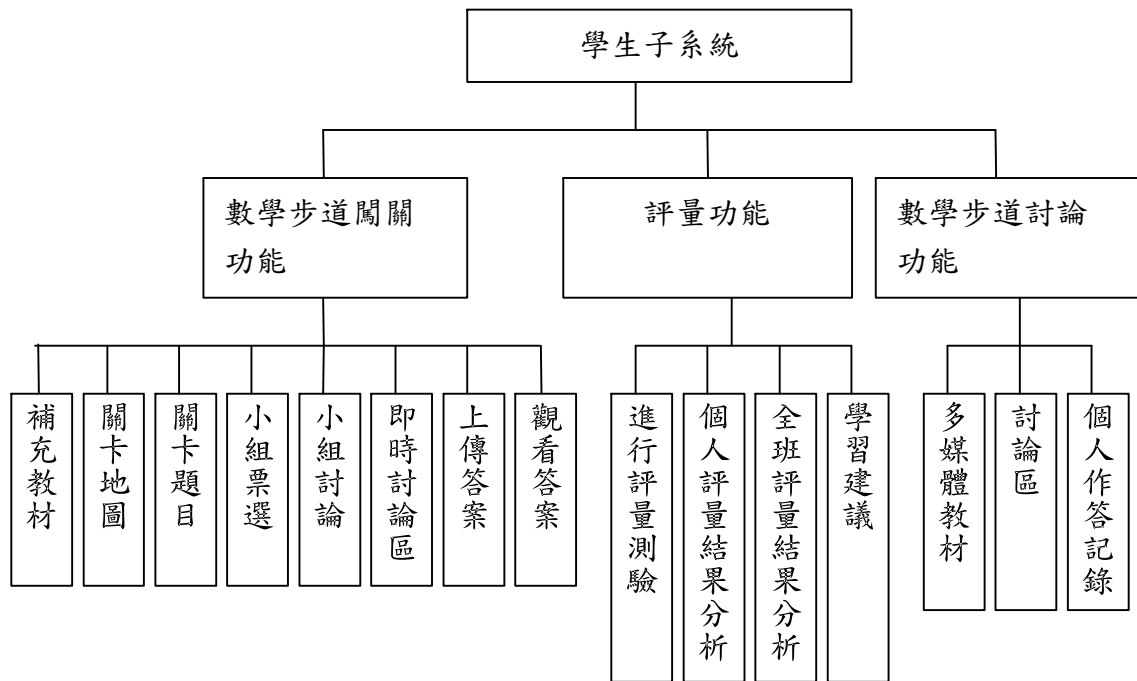


圖 3-5 學生子系統功能架構

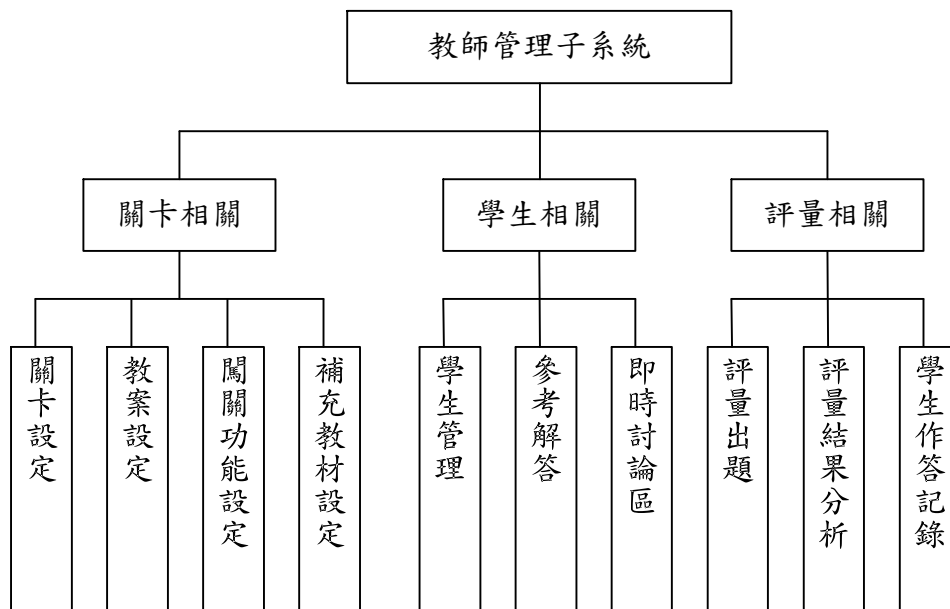


圖 3-6 教師管理子系統功能架構

### 三、系統與教學活動之配合

每一教學單元活動進行流程如圖3-7所示，系統功能設計與教學活動之配合說明如下：

#### 1. 教學者準備工作

- (1) 學習步道的安排，包括路線的安排以及關卡題目的設計。
- (2) 製作教案、關卡教材、補充教材、評量之試題及依答題結果所給予的建議。
- (3) 安排學習順序，設定闖關地圖、關卡單元、補充教材。
- (4) 編輯學生資料、分組名單，設定跑關順序。
- (5) 活動前實際操作系統跑關活動，測試無線網路，並於系統內紀錄各關卡的解題方法。

#### 2. 活動進行流程

- (1) 學生經過系統使用訓練及活動說明注意事項後，依系統指示前往不同單元學習區進行學習活動並解題。
- (2) 學生至指定學習區後，利用手寫板寫下演算過程及解答，其間可自行利用補充教材尋求解題方法，亦可透過即時討論區與同學討論或請求教師協助。
- (3) 每完成一單元题目的解題，在換單元學習前可以先觀看其他同學對已完成解題的單元的作答，並能立即針對有意見的解題方法作出回應，進行線上討論。
- (4) 當學生完成所有單元的解題之後，學生可以與同組的同學針對該組所有同學的答案進行討論。
- (5) 老師帶領學生觀看預先準備的示範解答並針對所有同學的答案進

行課堂討論。

(6) 老師歸納學生的錯誤類型，進行澄清。

(7) 完成該關卡教材的學習。

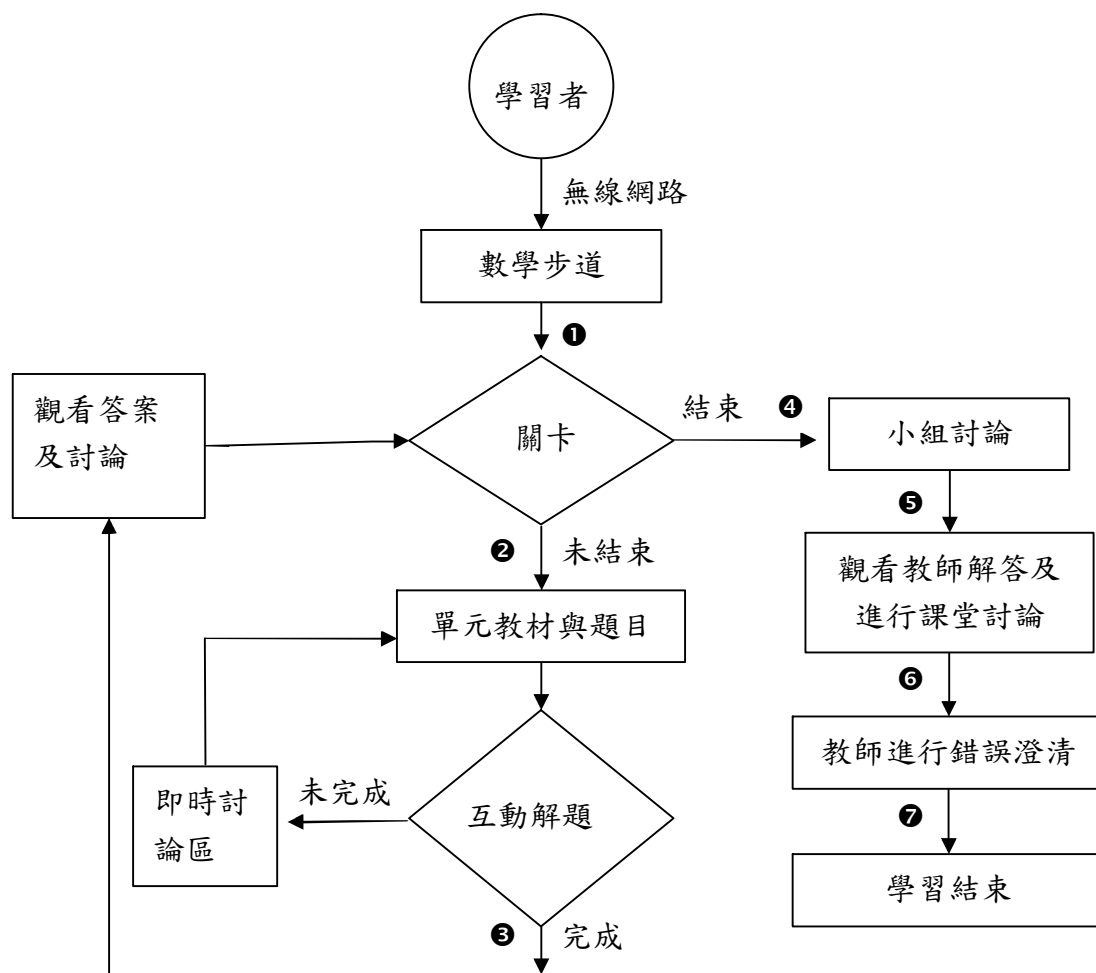


圖 3-7 行動學習環境下數學步道教學活動流程

#### 四、系統建置

行動學習數學步道系統是建構在 Microsoft Visual Studio .NET Framework 之下，利用動態網頁及 ASP.NET 網頁程式語言搭配資料庫管理系統 Microsoft SQL Server 2000 進行開發及撰寫。系統使用者利用

平板電腦之瀏覽器提出需求，經由無線網路傳遞，由系統伺服器接收後回應相關之網頁訊息給學生，學生則經由與伺服器的互動進行學習活動，同時學生的學習歷程紀錄將會由系統的資料庫進行儲存。

### 1. 系統整體架構（如圖 3-8 所示）



圖 3-8 系統架構圖

### 2. 系統發展工具

- 網站系統：Windows 2003 Server
- 網路伺服器：IIS 6.0



- 資料庫管理系統：Microsoft SQL Server 2000
- 開發軟體：Microsoft Visual studio 2003
- 應用套件：Tablet PC Platform Software Development Kit (SDK) v1.5
- 程式語言：Microsoft VB.Net
- 動畫製作：Adobe Macromedia Flash 8

### 3. 系統功能示例

#### (1) 教師管理子系統：

此子系統包含「教案設定」、「關卡設定」、「班級設定」、「補充教材」和「闖關功能」等五大部分。教師可分別對教案、關卡題目、學生資料、補充教材等進行新增、修改及刪除，也可控制是否開放闖關、非循序的闖關順序、切換闖關或回家模式，以及在闖關活動時與學生進行對話、討論。教師管理子系統畫面如圖3-9所示。

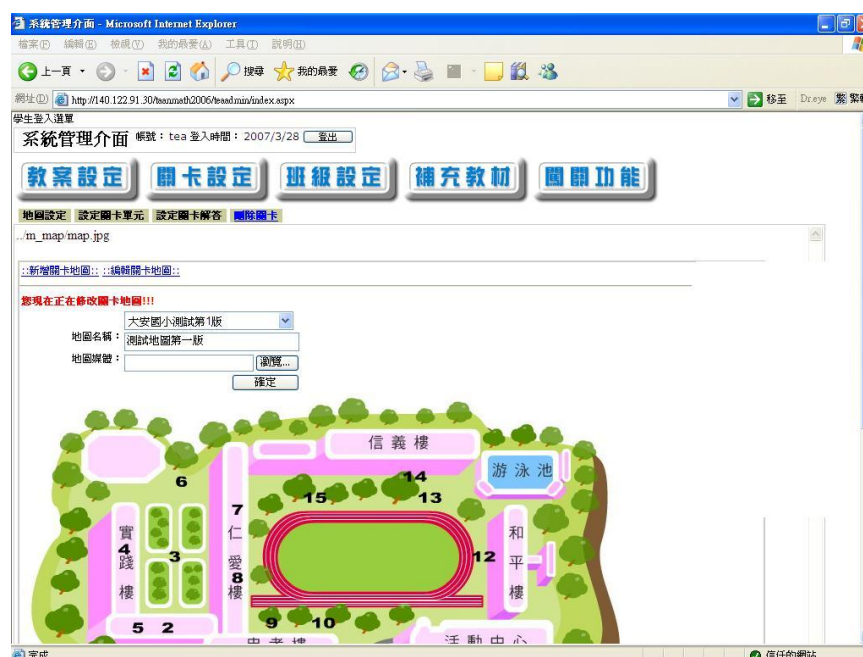


圖 3-9 教師管理子系統畫面

(2) 學生子系統：

此系統包含的功能有關卡地圖指引、開始闖關、即時討論、觀看答案、上傳答案、傳送附加答案、幾何繪圖工具、拍照和手寫答案等，協助學生在數學步道上學習活動的進行。學生子系統畫面如圖3-10所示。



圖 3-10 學生子系統畫面

伍、學習心得調查表

自編學習心得調查表作為學生在整個學習活動結束之後，調查學生對於硬體設備、系統功能、教材內容、題目設計等的滿意度，以及關於整個學習活動的心得、感想。詳細的學習心得調查表內容如附錄七。

## 第五節 資料分析

本研究的資料來源包括（1）認知風格測驗所得之學生認知風格傾向；（2）數學學習態度問卷；（3）數學成就測驗前、後測成績；（4）學生學習行為觀察紀錄；（5）學習心得調查表。根據以上資料來源進行下列的統計分析與歸納：

### 一、量化分析

1. 針對實驗組與控制組的學習成就進行分析，以組別為因子，數學學習成就測驗的前測所得分數為共變量，數學學習成就測驗的後測分數為依變量，進行單因子共變數分析。
2. 針對不同的學習活動（行動學習、紙本）和不同的認知風格（場地獨立、場地依賴），分析兩者對學習成效所造成的影響，以學習活動方式、認知風格為因子，學習成就測驗前測為共變數，學習成就測驗後測分數為依變數，進行二因子共變數分析。
3. 針對不同的學習活動（行動學習、紙本）和不同的數學學習態度（高分群、中分群、低分群），分析兩者對學習成效所造成的影響，以學習活動方式、數學學習態度為因子，學習成就測驗前測為共變數，學習成就測驗後測分數為依變數，進行二因子共變數分析。

### 二、質化分析

針對研究者對研究對象在進行行動學習的數學步道學習活動時之學習行為觀察所得與學生在學習系統的學習歷程記錄，包括作答時間、作答紀錄、討論次數、討論內容及教材瀏覽等，進行整理、分析，以了解學童對於使用行動學習進行數學學習的接受度及學習時所表現的行為。

