

第三章 研究方法

本章共分成五節，第一節為研究設計，第二節為研究對象，第三節為圓與三角形關係幾何探索軟體的設計與研發，第四節為研究工具，第五節為資料分析。

第一節 研究設計

本研究的目的是之一是要瞭解研究者設計的教學軟體實施資訊科技融入教學對學生學習數學的成效與對數學學習態度的影響，實驗前，研究者先從國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域五大主題中，選定「幾何」主題中「圓與三角形」關係中的「三角形三心」課程，以分年細目 9-s-08、9-s-09、9-s-10 為主軸設計教學軟體，在確定補救教學的教學目標後，編定教學講義、課後作業與數學學習成就測驗，依學生意願選定研究對象作為參與或不參與補救教學實驗的依據，並對每位學生實施數學學習成就測驗前測，再與研究者任教學校的資訊組長協調使用電腦教室時間後，於第八節課課後輔導時間實施為期兩週（四月份）共五節課（一節課為 45 分鐘）的補救教學以進行研究，於實驗教學結束後第八天，每位參與補救教學實驗的學生再次接受數學學習成就測驗後測，並於研究者改完後測試題後進行個別訪談，而未參與實驗教學的學生則在自行複習後於國中基本學力測驗考完後施以數學學習成就測驗後測，教學實驗過程中並蒐集學生的課後作業以瞭解個別學習狀況，在整理各項資料後進行質性的研究分析，撰寫研究報告，期能提供教學經驗與成果給國中數學教師教學之參考，研究流程如下圖 3-1-1。

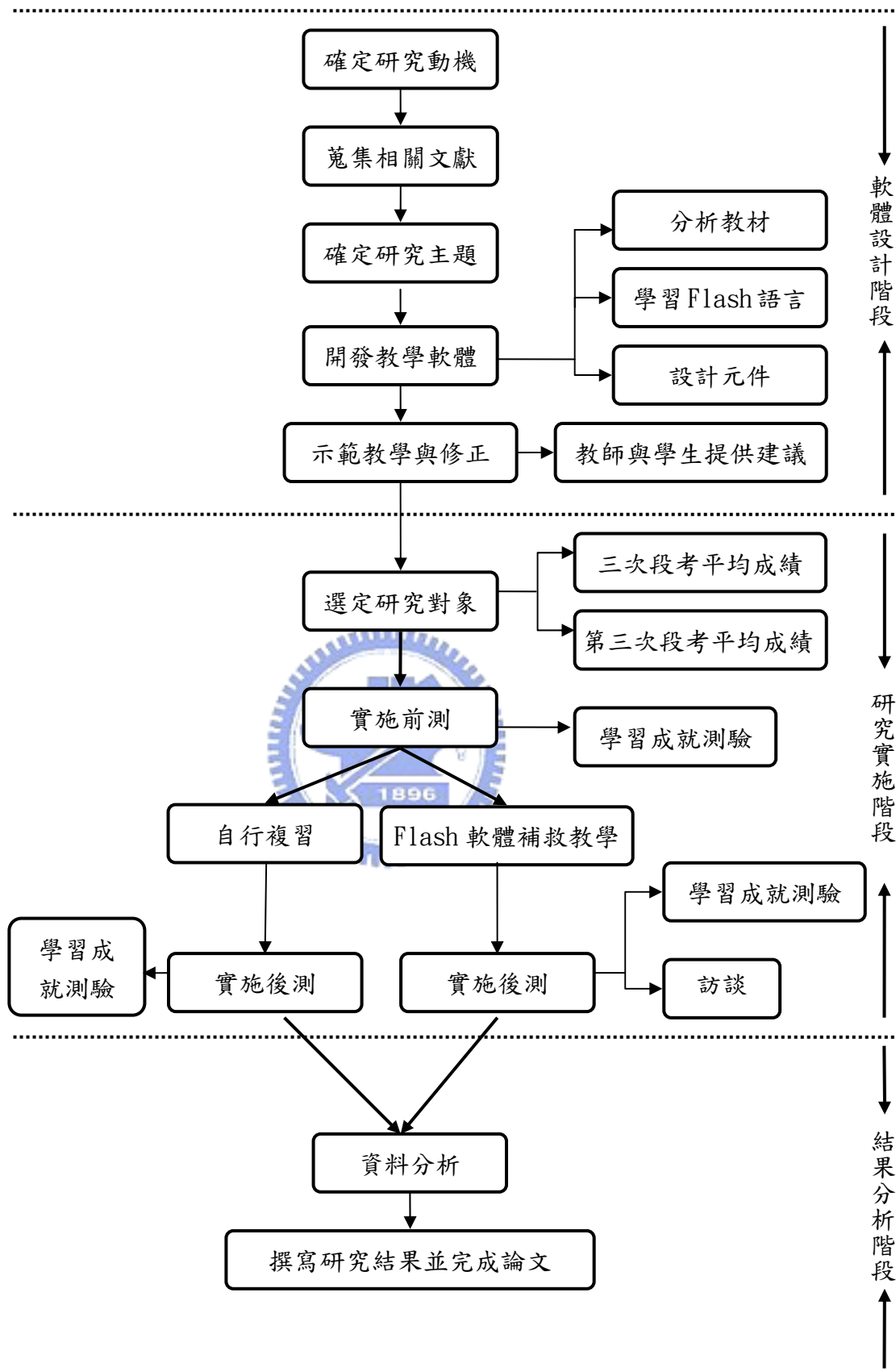


圖 3-1-1 研究流程圖

第二節 研究對象

本研究選取台北縣立某國民中學九年級的學生為實驗研究對象，由於研究者欲利用自行設計的教學軟體實施資訊科技融入補救教學，故依據下述兩項條件作為選取研究對象的門檻，第一項條件為第一學期數學科整學期個人三次段考平均分數在全班三次段考平均分數以下的學生，另外由於「三角形三心」課程內容在第一學期數學科第三次段考命題範圍內，所以第二項條件為第一學期數學科第三次段考個人分數在全班平均分數以下的學生，共有十八人符合上述兩項條件，由於本研究上課時間需利用到第八節課後輔導時間，在扣除掉無意願與時間無法配合（已參加課後輔導、校外補習與學校校隊等理由）的學生後共有十名學生願意參與補救教學活動，但在開始上課後有三名學生以家裡另有要事為由退出補救教學實驗，故最後實際參與實驗共有七名學生（如下表 3-2-1），而為了解研究實驗成效，如下表 3-2-2 所列，研究者於補救教學實驗結束且考完國中基本學力測驗後另對符合上述兩項條件卻因故無法參與實驗的十一名學生中的八位學生（另外三位學生中有兩位請事假，一位請公假）施以學習成就測驗後測，作為比較自行複習與參與補救教學學習成就上的差別。

表 3-2-1 參與補救教學實驗學生三次段考成績

學生	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	全班平均
95 上 (1)	36	36	48	28	40	16	8	☆
95 上 (2)	56	55	56	52	28	16	24	☆
95 上 (3)	52	50	32	36	24	40	24	52.74
三次段考平均	48.00	47.00	45.33	38.67	30.67	24.00	18.67	51.97

說明：1. 為尊重學生隱私，故研究對象均以代號表示。

2. 上表排列方式係依據學生三次段考平均高低作排序。

3. ☆：第一次段考與第二次段考全班平均成績因未作為選取研究對象的門檻，故未列出。

表 3-2-2 未參與補救教學實驗學生三次段考成績

學生	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	全班平均
95 上 (1)	52	52	32	16	0	12	16	24	☆
95 上 (2)	52	48	20	24	16	28	12	8	☆
95 上 (3)	50	32	40	32	44	20	28	16	52.74
三次段考平均	51.33	44.00	30.67	24.00	20.00	20.00	18.67	16.00	51.97

說明：1. 為尊重學生隱私，故研究對象均以代號表示。

2. 上表排列方式係依據學生三次段考平均高低作排序。

3. ☆：第一次段考與第二次段考全班平均成績因未作為選取研究對象的門檻，故未列出。

本實驗擔任補救教學的教師為研究者本人，具有九年的數學科教學經驗，平時也參加資訊融入教學相關研習，對於電腦輔助教學有較多的研究與興趣，而本研究所使用電腦輔助教學軟體即為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，瞭解軟體的操作方式。

第三節 圓與三角形關係幾何探索軟體的設計與開發

本研究所設計的電腦輔助教學軟體是以 Flash 所提供的 ActionScript 程式語言作設計，其選定原因與優點如下：

1. Flash 採用向量(Vector)圖像格式，具有高品質輸出效果，不論放大或縮小，圖像依然清晰。
2. 檔案體積小，相當適合透過網路傳輸，瀏覽器在外掛免費的 Flash Player 後就能直接支援播放。
3. 提供簡單且具互動效果的指令 ActionScript。
4. 能加入音效與背景音樂，易與網頁整合。

在 92 年版九年一貫課程綱要數學學習領域中，國中(七年級至九年級)幾何教學是從八年級開始，在九年級幾何教學中，「圓與三角形」關係的探討與推理是很重要的課題(如下表 3-3-1)，學生對其中的證明與推理常感到困擾，甚至看到證明就放棄學習，再加上教師授課時數限制，以致於學生無法欣賞其簡潔有力的結論。而要討論圓與三角形的關係，一方面可從

三角形的外接圓與內切圓著手，讓學生瞭解以三角形來看其外接圓與內切圓是唯一的，而這樣的認知，從九年一貫課程的安排上便需談到三角形的三心，所以研究者特別依據分年細目設計「三角形的三心」電腦輔助教學軟體；另一方面，從圓的觀點來看，圓內接三角形與圓外切三角形卻不是唯一，而這些三角形對圓來說又有一些共同特性可探討，這對建構學生知識的完整是很重要的。因此研究者另設計「圓與三角形」電腦輔助教學軟體，希望能讓學生瞭解它們之間的關係，而為了讓學生能很快熟悉軟體操作方式，縮短學習操作時間，兩個軟體也設計了相類似的操作介面，李俊儀（2004）就提到要注意軟體開發設計操作介面的一致性，附錄一說明了軟體設計的教學目標與操作介面及使用說明。在軟體設計過程中，依教師回饋的意見與需求設計並修正「三角形三心」與「圓與三角形」兩個電腦輔助教學軟體，方便教師發展教學活動，讓圓與三角形間的關係能更清楚完備的呈現出來，並對學生所提出的意見將軟體作適當修改，以符合學生的學習需要，使學生在教學活動當中能因察覺、轉化、解題、溝通與評析，具體連結它們之間的關係，並強化其數學思維，加強數學解題的能力，熟悉蒐集、觀察、臆測、驗證的數學解題歷程，以下共分兩部分作說明，第一部份為軟體元件需求選定，第二部份為軟體版本的修訂。

表 3-3-1 圓與三角形關係在各版本分佈彙整

九年一貫課程	版本	圓與三角形
89 年版九年一貫課程暫行綱要	仁林版（94 年版）	第五冊 1-2、4-3 節
	南一版（94 年版）	第六冊第 3 章
	康軒版（94 年版）	第五冊 3-2、4-2 節
	翰林版（94 年版）	第五冊第 4 章
92 年版九年一貫課程綱要	部編版（95 年版）	第五冊 3-2、3-3 節
	南一版（95 年版）	第五冊 3-2 節
	康軒版（95 年版）	第五冊 3-3 節
	翰林版（95 年版）	第五冊第 4 章

一、軟體元件需求選定

（一）課程需要：依據 92 年「國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域」能力指標與分年細目，分析「三角形三心」與「圓與三角形」上課所需的教材內容，針對課程需要製作成按鈕元件，如下表 3-3-2 與表 3-3-3。

表 3-3-2 三角形三心課程需要按鈕元件

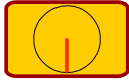
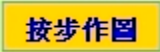
分年細目	分年細目說明	元件名稱	原始元件圖示
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質。	1. 三角形三條垂直平分線必相交於同一點	中垂線	
9-s-11 能以三角形和圓的性質為題材來學習推理	2. 以垂直平分線性質來學習推理		
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質	過三角形三頂點的外接圓圓心稱為三角形的外心	三角形外接圓	
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質	理解三角形的外心至三頂點等距離	外接圓半徑	
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質	理解直角三角形斜邊中點到三頂點等距離。	直角三角形	
9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質	1. 三角形三條角平分線必相交於同一點	角平分線	
9-s-11 能以三角形和圓的性質為題材來學習推理	2. 以角平分線性質來學習推理		
9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質	三角形內切圓的圓心稱為內心	三角形內切圓	
9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質	理解三角形的內心至三邊等距離	內切圓半徑	
9-s-10 能理解三角形重心的定義和相關性質	三角形三條中線必相交於同一點，這個點稱為三角形的重心	中線	

表 3-3-3 圓與三角形課程需要按鈕元件

分年細目	分年細目說明	元件名稱	原始元件圖示
8-s-04 能認識尺規作圖	三角形三條垂直平分線必相交於同一點	中垂線	
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質			
9-s-07 能理解圓的相關性質	瞭解圓內接三角形的意義	內接三角形	
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質			
9-s-07 能理解圓的相關性質	能理解圓內接三角形一邊為直徑時，此三角形必為直角三角形	直角三角形	
9-s-08 能理解三角形外心的定義和相關性質			
8-s-04 能認識尺規作圖	三角形三條角平分線必相交於同一點	角平分線	
9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質			
9-s-07 能理解圓的相關性質	瞭解圓外切三角形的意義	外切三角形	
9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質			

(續後頁)

表 3-3-3 圓與三角形課程需要按鈕元件（接前頁）

8-s-03 能認識圓形的定義及 相關名詞	1. 能認識圓心、半徑、圓半徑 直徑等名詞。 2. 直角三角形中，內切 圓半徑 $r = (\text{兩股和}$ $-\text{斜邊}) \div 2$	
9-s-09 能理解三角形內心的 定義和相關性質		
8-s-04 能認識尺規作圖	三角形三條中線必相 交於同一點，這個點稱 為三角形的重心	
9-s-10 能理解三角形重心的 定義和相關性質		

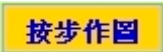


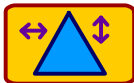

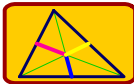
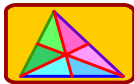
（二）教學操作需要：研究者依實務上教學操作需要，製作以下按鈕元件，如下表 3-3-4。

表 3-3-4 教學操作需要按鈕元件

軟體名稱	製作原因	元件名稱	原始元件圖示
三角形三心 圓與三角形	節省操作時間，方便教學 (8-s-11 能理解特殊三角形的 定義)	正三角形	
三角形三心 圓與三角形	體認教師需隨時在畫面上作講 解	畫筆	
三角形三心 圓與三角形	清除畫面上的筆跡與塗鴉	清除筆跡	
三角形三心 圓與三角形	可隨時重新開始	重來	
圓與三角形	可隨時改圓的大小，以利講解	圓的半徑 長	
圓與三角形	由設計三角形三心軟體得知教 師教學上有此需求，可節省操 作時間，方便教學 (8-s-11 能 理解特殊三角形的定義)	等腰三角 形	
圓與三角形	可依需要改變顏色	顏色	


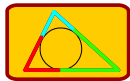
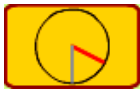
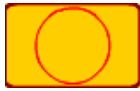
(三) 現職教師建議：依交通大學理學院在職專班選修「網路學習素材製作專題」課程的研究生（均為現職國小、國中與高中教師）與研究者任教學校數學教師所提供意見，據以增修按鈕元件，如下表 3-3-5。

表 3-3-5 教師群建議按鈕元件

軟體名稱	增修原因與處理情形	元件名稱	原始元件圖示
三角形三心	加入三心作圖中尺規作圖痕跡 (8-s-04 能認識尺規作圖)	中垂線 角平分線 中線	
三角形三心	節省操作時間，方便教學 (8-s-11 能理解特殊三角形的定義)	等腰三角形	
三角形三心	增加顏色按鈕讓使用者運用	顏色	
三角形三心	讓三角形在不改變形狀的前提下可拖曳至畫面任意位置	移動三角形	
三角形三心	能理解三角形內心相關性質——設 $\triangle ABC$ 周長 s ，內切圓半徑 r ，則 $\triangle ABC$ 的面積 $=\frac{rs}{2}$ (9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質)	角平分線 切割三角形面積	
三角形三心	能理解三角形重心相關性質——三角形的重心到一頂點距離等於它到對邊中點的兩倍 (9-s-10 能理解三角形重心的定義和相關性質)	重心於中線上的比例線段	
三角形三心	能理解三角形重心相關性質——理解三角形三條中線將三角形面積六等份 (9-s-10 能理解三角形重心的定義和相關性質)	中線切割三角形面積	


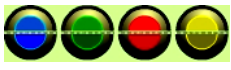
(續後頁)

表 3-3-5 教師群建議按鈕元件 (接前頁)

圓與三角形	讓學生清楚教學內容 (9-s-11 能以三角形和圓的性質為題材來學習推理)	複製三角形	
圓與三角形	瞭解切線長性質 (9-s-07 能理解圓的相關性質)	切線	
圓與三角形	讓學生清楚教學內容 (9-s-11 能以三角形和圓的性質為題材來學習推理)	複製半徑	
圓與三角形	讓學生清楚教學內容 (9-s-11 能以三角形和圓的性質為題材來學習推理)	隱藏圓心	

(四) 學生意見：研究者對任教學生作示範教學，並請提供意見，據以增修按鈕元件，其意見如下表 3-3-6。

表 3-3-6 學生建議按鈕元件

軟體名稱	製作原因	元件名稱	原始元件圖示
三角形三心	對按鈕提示說明有助於軟體的使用操作	全部按鈕 (顏色按鈕除外)	全部按鈕 (顏色按鈕除外)
三角形三心	與三角形重心性質作比較 (9-s-09 能理解三角形內心的定義和相關性質)	內心分角線比例	
三角形三心	增加顏色按鈕讓使用者運用	顏色	

二、軟體版本的修訂

(一) 修訂時程：本教學軟體透過現職教師與學生的使用參與並填寫「數學教學軟體使用評估問卷」給予研究者回饋，以提高軟體應用於教學的可行性，經過多次修訂而成現行版本，其特色有簡單易操作、圖像化、單純化及目標導向，「三角形三心」軟體原始設計於民國 94 年 5 月 27 日 (版本一)，「圓與三角形」軟體原始設計於民國 94 年 7 月 17 日 (版本一)，下表 3-3-7 與表 3-3-8 分別為其修訂的時程。

表 3-3-7 「三角形三心」軟體修訂時程

版本	意見回饋者	修訂完成時間	修訂內容簡述
版本二	交通大學理學院在職專班研究生 (均為現職教師)	94.6.20	<ol style="list-style-type: none"> 1. 三角形三頂點能自由移動 2. 增加等腰三角形按鈕、顏色按鈕 3. 讓三角形可拖曳 4. 加入尺規作圖痕跡 5. 修改外接圓線條
版本三	八年級學生	94.7.16	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修正三角形內角和為 180 度 2. 按鈕增加中文說明 3. 三心加上中文名稱
版本四	現職數學教師	94.8.4	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加入內心性質按鈕與操作 2. 加入重心性質按鈕與操作
版本五	八年級學生	94.10.7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 修正中線、中垂線和角平分線顏色能和三角形產生對比 2. 增加顏色按鈕 3. 標示出三角形三邊與內切圓相切的切點 4. 加入內心與內分點連線操作 5. 增加操作音效與按鈕聲音

表 3-3-8 「圓與三角形」軟體修訂時程

版本	意見回饋者	修訂完成時間	修訂內容
版本二	現職數學教師	94.8.15	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拖曳外切三角形任一頂點時另兩點只能在原斜率上移動 2. 可拖曳圓心 O 3. 可產生外切三角形三頂點對圓的切線 4. 可任意複製圓內接三角形與圓外切三角形

(續後頁)

表 3-3-8 圓與三角形軟體修訂時程（接前頁）

版本三	現職數學教師	94.9.6	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圓外切三角形頂點若被拖曳至圓內或圓不在外切三角形內部時，則切線消失 2. 標示出圓外切三角形三邊的切點 3. 可任意複製圓半徑 4. 圓心可以顯示或隱藏
版本四	九年級學生	95.5.24	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加操作音效與按鈕聲音

(二) 三角形三心軟體現職教師與學生意見回饋：

1. 軟體初始設計原貌：原始設計在於讓學生配合內角度數變化觀察三角形三心的定義、位置與外接圓和內切圓的樣式規律，如下圖 3-3-1。

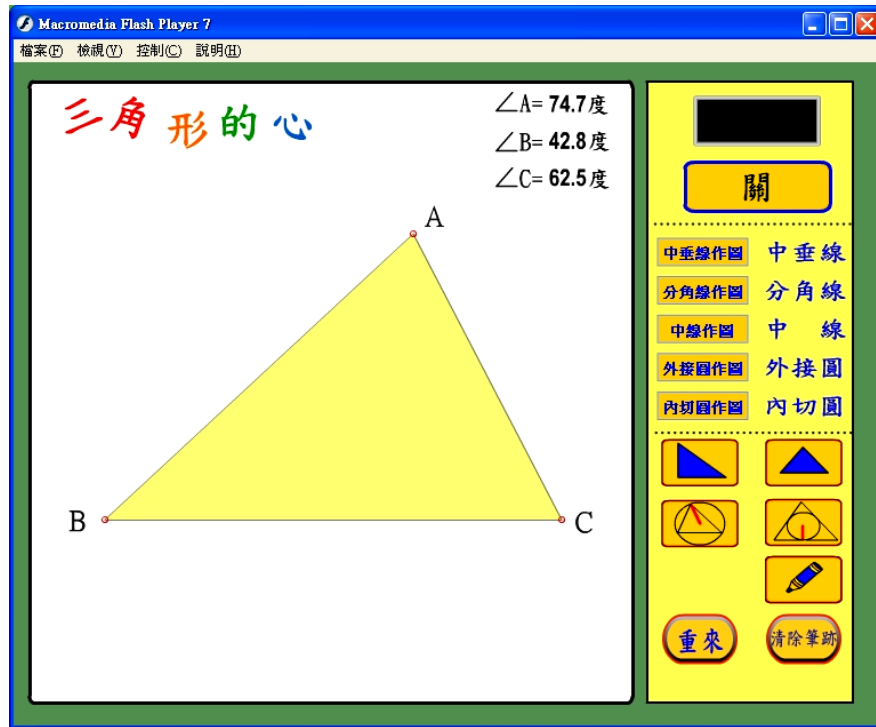


圖 3-3-1 三角形三心軟體初始設計原貌

2. 交通大學理學院在職專班研究生意見回饋(版本二):於在職專班「網路學習素材製作專題」課程中演示該軟體，並請現場研究生提供意見回饋。

(1) 在問答題第一題「您覺得這個軟體設計還有哪些可以改善的地方？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-9，修訂畫面如下圖 3-3-2、圖 3-3-3、圖 3-3-4 與圖 3-3-5。

表 3-3-9 交通大學理學院在職專班現職教師意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
三角形頂點 B、C 只能水平移動，限制三角形變動的多樣化(教師 A)	取消三角形兩頂點 B、C 只能水平移動的限制，讓三頂點均能上下左右移動，提供不同位置的三角形，修訂畫面如下圖 3-3-2
可再增加等腰三角形按鈕，節省操作時間(教師 B)	增加等腰三角形按鈕，修訂畫面如下圖 3-3-2
產生三角形三中垂線、角平分線、中線時可增加尺規作圖痕跡(教師 C)	將三心產生方式分為兩種，一種為直接產生三線共點而形成外心、內心與重心的情形，另一種為三線逐次產生並加入尺規作圖痕跡，修訂畫面如下圖 3-3-3
可改變三角形內部顏色(教師 D)	增加顏色按鈕讓使用者運用，修訂畫面如下圖 3-3-4
有時三角形三線交點會在畫面外，希望可拖曳三角形讓交點移到畫面上(教師 E)	增加拖曳按鈕，讓三角形在不改變形狀的前提下可拖曳至畫面任意位置，修訂畫面如下圖 3-3-4
外心的圓的顏色非常不明顯(教師 F)	將外接圓線條加粗顏色加暗些，修訂畫面如下圖 3-3-5
按鈕顏色(淡橘色)與背景黃色很接近，會看不清楚(教師 G)	單槍投影機投影會與電腦螢幕有色差，將按鈕背景改成淡綠色，修訂畫面如下圖 3-3-2
當產生外接圓半徑時會覆蓋住 A 點，使 A 點無法拖曳(教師 H)	將 A 點置於外接圓半徑上層，讓 A 點與外接圓半徑的拖曳均不受影響

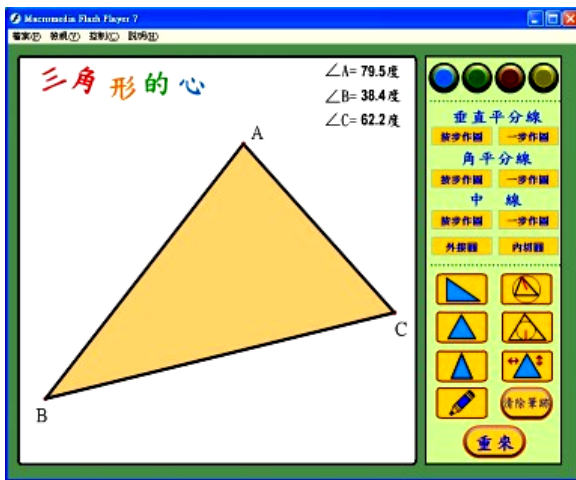


圖 3-3-2 三角形三心軟體修訂版本二 (圖例一)

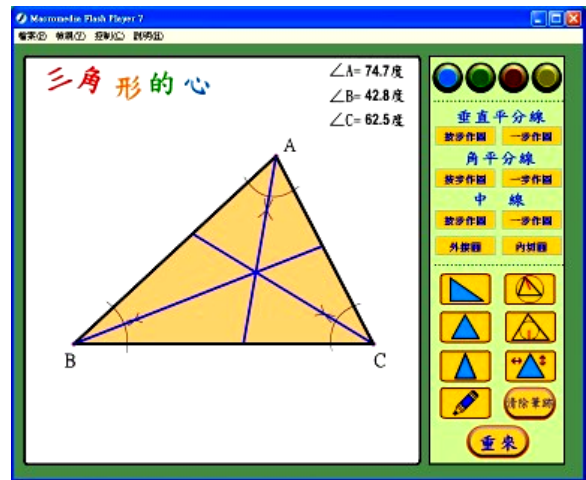


圖 3-3-3 三角形三心軟體修訂版本二 (圖例二)

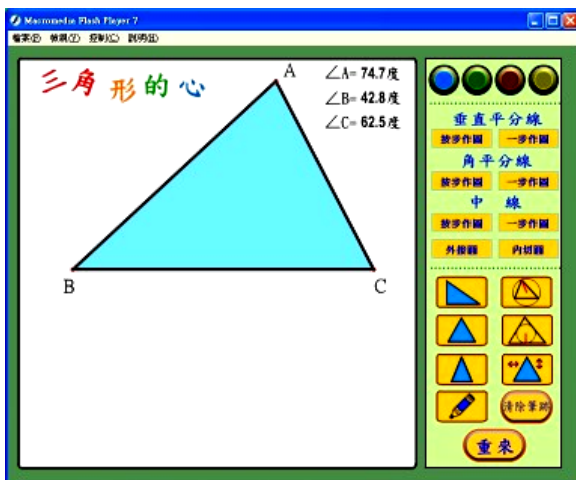


圖 3-3-4 三角形三心軟體修訂版本二 (圖例三)

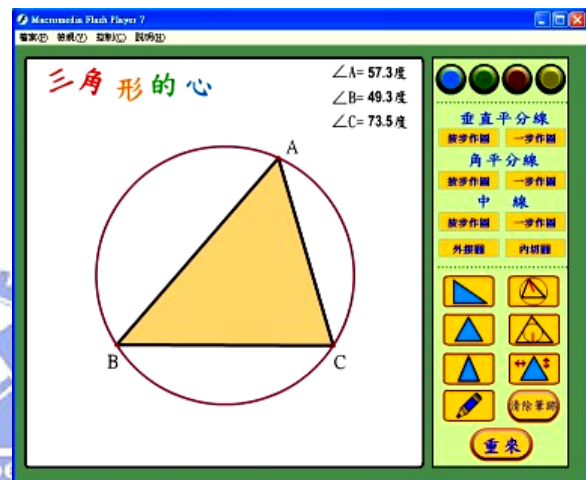


圖 3-3-5 三角形三心軟體修訂版本二 (圖例四)

(2) 在問答題第二題「如果有機會，您會願意使用這個軟體來輔助教學嗎？為什麼？」中，現職數學教師回饋意見如下：

- 教師 A：會，軟體淺顯易懂。
- 教師 B：反映的意見改善後會願意使用。
- 教師 C：願意，不需再花時間學如何操作。
- 教師 D：不會，因為不教這科。
- 教師 E：沒有教。
- 教師 F：沒教數學。
- 教師 G：若能提供教學活動設計範例將願意使用。
- 教師 H：可以試試看，讓教學更豐富。

3. 學生操作意見 (版本三)：示範教學給三位研究者任教班級裡，中上程度八年級學生瞭解，然後讓其親自操作並回收回饋意見單。

(1) 在問答題第一題「說說看你喜歡或不喜歡這個軟體的理由？」中，回饋意見如下：

學生 A：喜歡，因為很好玩，也可以更瞭解三角形的三心位置與性質。

學生 B：喜歡，這個軟體可以讓數學觀念清楚。

學生 C：喜歡，很新鮮，還沒有老師這樣上課的。

(2) 在問答題第二題「你有發現這個軟體有什麼問題嗎？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-10，修訂畫面如下圖 3-3-6 與圖 3-3-7。

表 3-3-10 問答題第二題學生意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
任意拉一個三角形的角，有時內角和沒有 180 度，有時多出 0.1 度(學生 A、學生 B)	原本 flash 指令編寫運算的角度為無限小數，研究者將三內角分別由程式四捨五入取到小數第一位，以致可能產生進位誤差，造成內角和不一定 180 度，與學生認知衝突，經修改程式計算角度方式，將角 A 度數由 180 度減掉角 B 與角 C 度數後得出就無此問題，另將三內角度數取整數，修訂畫面如下圖 3-3-6
希望按鈕能增加中文說明(學生 B)	重新設計按鈕與排列方式，當滑鼠移到按鈕上方時，會出現中文說明，如下圖 3-3-7
希望三心能再加上中文名稱，這樣比較清楚(學生 C)	於三心旁再附上中文名稱，修訂畫面如下圖 3-3-6

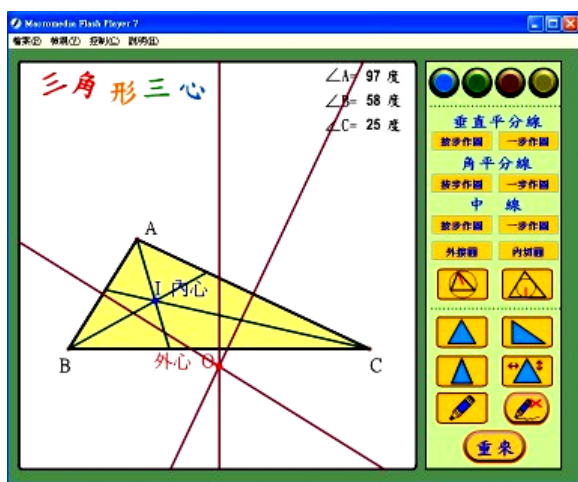


圖 3-3-6 三角形三心軟體修訂版本三(圖例一)

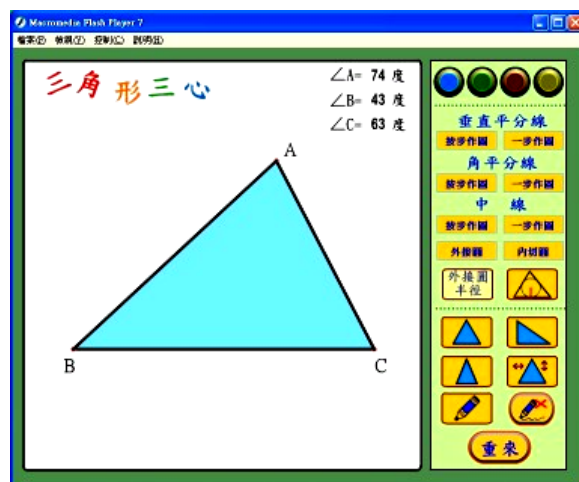


圖 3-3-7 三角形三心軟體修訂版本三(圖例二)

(3) 在問答題第三題「如果你是設計師，你會如何改進這個軟體？」中，回饋意見如下：

學生 A：把三角形內角和設計到可以 180 度。

學生 B：可加入解說。

學生 C：這樣可以了。

4. 現職數學教師操作意見（版本四）：請三位研究者任教學校的現職數學教師操作並回收回饋意見單。

(1) 在問答題第一題「您覺得這個軟體設計還有哪些可以改善的地方？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-11，修訂畫面如下圖 3-3-8、圖 3-3-9 與圖 3-3-10。

表 3-3-11 問答題第一題現職數學教師意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
重心的面積關係與長度比應可以仿照內心中三角形面積與邊長關係的作法一起呈現（教師 I）	依能力指標與分年細目說明加入重心與內心性操作，其中，有關重心與內心衍生的面積性質利用三角形同底等高則面積相同原理作設計，重心衍生的長度比問題則用旋轉方式作直觀的觀察，修訂畫面如下圖 3-3-8、圖 3-3-9 與圖 3-3-10
講到重心時，卻沒提到重心的性質，三角形三心的性質是一套完整的知識，因此，此軟體應可增加重心性質的部分（教師 J）	依能力指標與分年細目說明加入重心性質操作，其中，有關重心衍生的面積性質利用三角形同底等高則面積相同原理作設計，重心衍生的長度比問題則用旋轉方式作直觀的觀察，修訂畫面如下圖 3-3-9、圖 3-3-10
新版本有提到內心性，可再加強（教師 K）	依能力指標與分年細目說明加入內心性操作，其中，有關內心衍生的面積性質利用三角形同底等高則面積相同原理作設計，修訂畫面如下圖 3-3-8

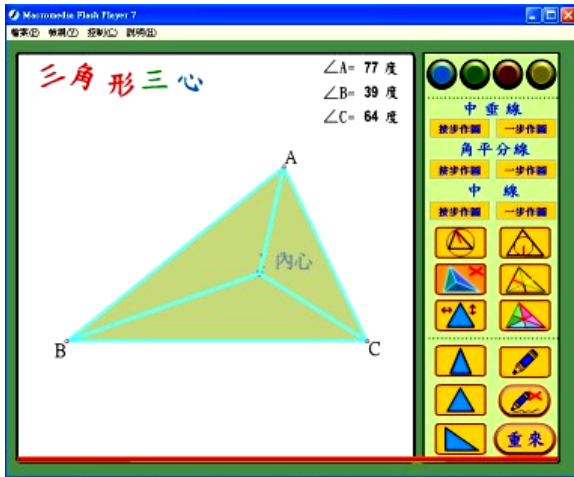


圖 3-3-8 三角形三心軟體修訂版本四 (圖例一)

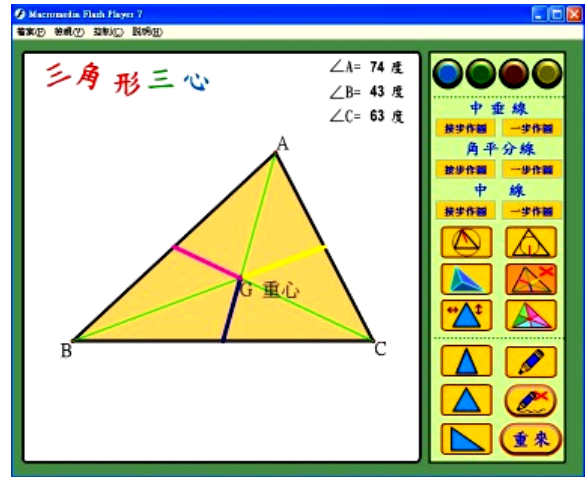


圖 3-3-9 三角形三心軟體修訂版本四 (圖例二)

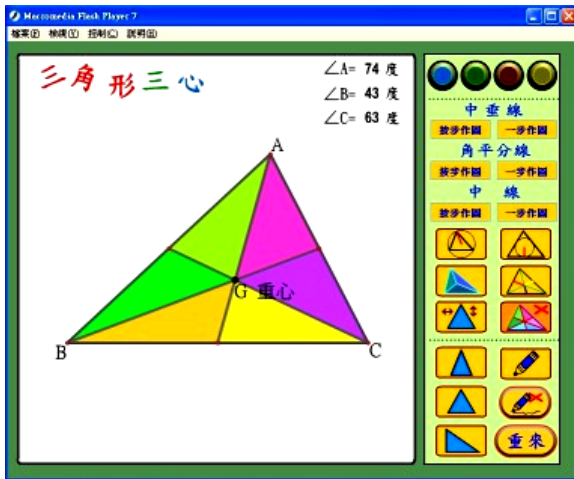


圖 3-3-10 三角形三心軟體修訂版本四 (圖例三)

(2) 在問答題第二題「如果有機會，您會願意使用這個軟體來輔助教學嗎？為什麼？」中，現職數學教師回饋意見如下：

教師 I：應該會，如果可以不用再拆拆裝裝電腦的話，例如，可以直接使用電腦教室的話，應該就會用了。

教師 J：這是一套很棒的軟體，有機會的話，我會用它來輔助教學，因為不僅可讓自己的教學方式多元化，而且更容易引起學生動機，容易與學生互動，容易使用操作，也更容易呈現所教的概念，所以這是一套很適合教此單元的教學軟體。

教師 K：會，這軟體很好操作，幾乎不用學就會，若能將三心概念完整呈現，課堂上將很好教。

5. 課堂教學後學生意見回饋 (版本五)：於 94 年 9 月 23 日利用八年級聯課活動課程教學演示，然後請 21 位學生填寫回饋意見單。

(1) 在問答題第一題「說說看你喜歡或不喜歡這個軟體的理由？」中，

回饋意見如下：

回答「喜歡」的學生共有 15 位，理由有：三心性質說明很清楚、教學內容完美呈現、增加學習效果、能更瞭解三心特性與觀念、有趣好玩、可以自由操作形狀、設計很好。

回答「還好」的學生共有 6 位，理由是本身就不太會數學、有些懂有些不懂，但當中還是有 2 名認為軟體有趣，有點喜歡。

(2) 在問答題第二題「你有發現這個軟體有什麼問題嗎？」中，幾乎都回答沒問題，幾位學生回饋意見與處理方式如下表 3-3-12，修訂畫面如下圖 3-3-11 與圖 3-3-12。

表 3-3-12 問答題第二題學生意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
希望老師您的電腦不要課程說到一半時，突然電腦跑不動	操作時盡量將常駐程式關閉，如防毒軟體，以免突然開始掃毒，影響教學的流暢
沒有聲音，不吸引人	增加操作音效與按鈕音效
空間不大，影像太小	操作時放大成全螢幕
中點寫出來，講解時才不會有點亂	在講解重心性質時將中點標出來以方便講解，修訂畫面如圖 3-3-11 與圖 3-3-12

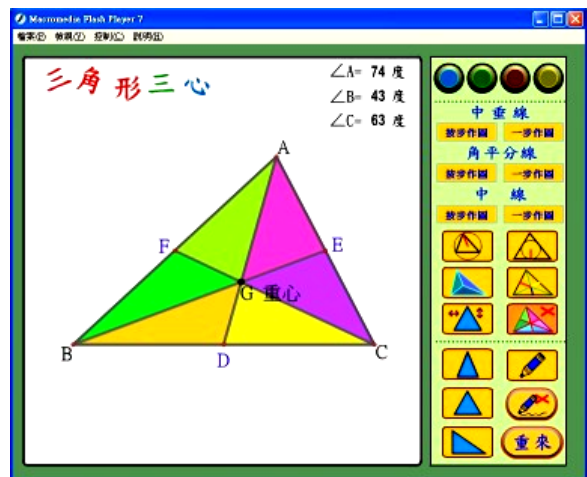
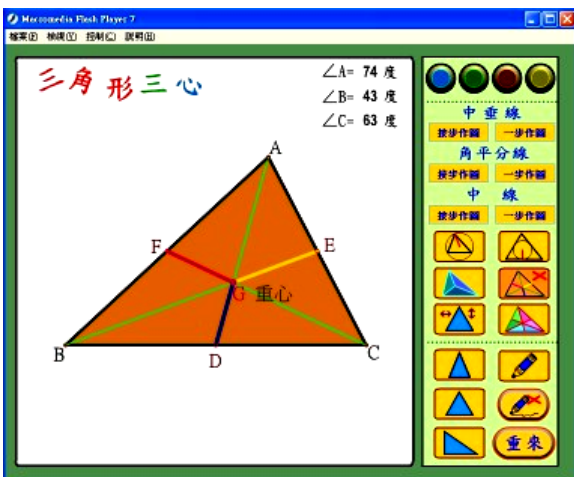


圖 3-3-11 三角形三心軟體修訂版本五 (圖例一) 圖 3-3-12 三角形三心軟體修訂版本五 (圖例二)

(3) 在問答題第三題「如果你是設計師，你會如何改進這個軟體？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-13，修訂畫面如下圖 3-3-13、圖 3-3-14 與圖 3-4-15。

表 3-3-13 問答題第三題學生意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
<p>1. 希望中線、中垂線和角平分線能和三角形產生對比，三角形用暗一點的顏色，線用亮一點的顏色會比較好。</p> <p>2. 圖的顏色和線的顏色太接近，會看不清楚</p> <p>可多一點顏色</p>	<p>將顏色作調整，修訂畫面如圖 3-3-13 與圖 3-3-14</p>
<p>加入聲音</p> <p>增加與主題有關的小遊戲</p>	<p>增加顏色按鈕，修訂畫面如圖 3-3-13 與圖 3-3-14，另外單槍投影機和電腦螢幕顏色有色差問題，若情況允許盡量到電腦教室使用較無此問題</p> <p>增加操作音效與按鈕音效</p> <p>此軟體主要是用於輔助教學，小遊戲可設計於自我評量與作業上或搭配學習單的方式進行</p>
<p>將圖形可移動範圍增大</p>	<p>目前三角形可在白色操作面版內移動，若範圍增大會與按鈕重疊，不利視覺閱讀，故仍維持現狀</p>
<p>仿照重心比例性質增加角平分線上的旋轉操作</p>	<p>加入內心與內分點連線操作，可與重心比例性質作比較，修訂畫面如圖 3-3-15</p>

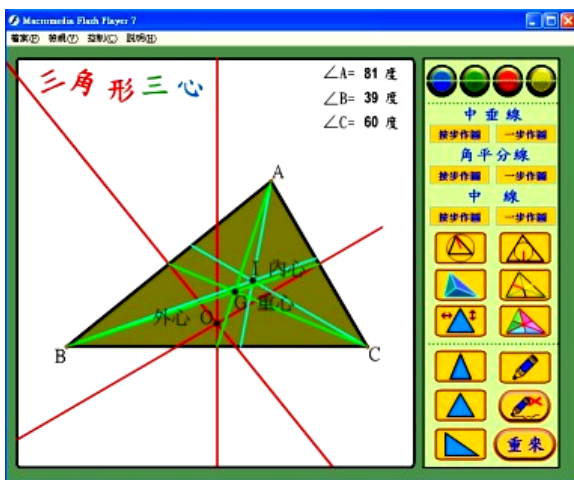


圖 3-3-13 三角形三心軟體修訂版本五 (圖例三)

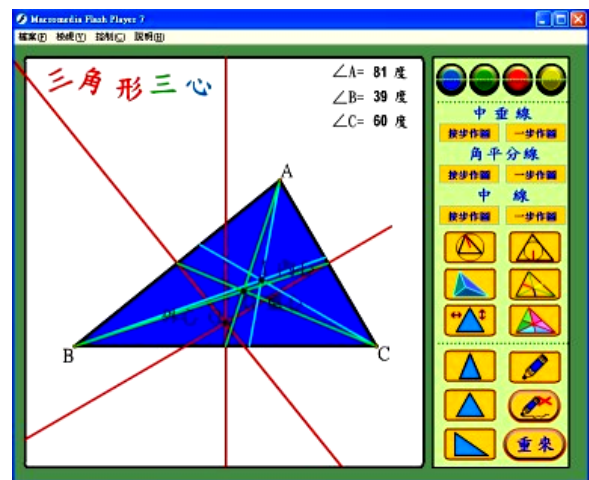


圖 3-3-14 三角形三心軟體修訂版本五 (圖例四)

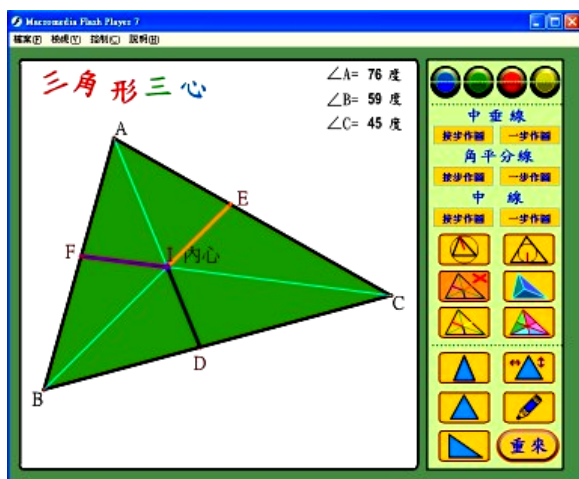


圖 3-3-15 三角形三心軟體修訂版本五（圖例五）

（三）圓與三角形軟體現職教師與學生意見回饋：

1. 軟體初始設計原貌：原始構想始於在交通大學理學院在職專班「網路學習素材製作專題」課程演示中與現場研究生互動中體察到可另針對圓作設計，藉由可自由移動的內接與外切三角形及其中垂線、角平分線與中線讓圓與三角形關係討論更完備，並依據設計「三角形三心」軟體經驗及教師與學生先前反應的需求製作於上，以符合實際需要，如下圖 3-3-16。

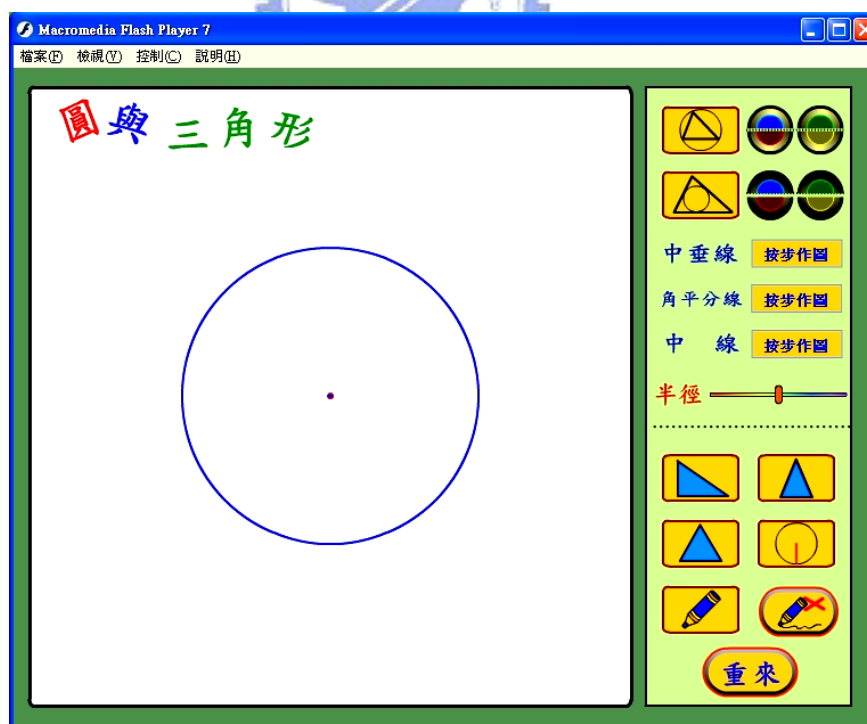


圖 3-3-16 圓與三角形軟體初始設計原貌

2. 現職數學教師操作意見（版本二）：請五位研究者任教學校的現職數學教師操作並回收回饋意見單。

(1) 在問答題第一題「您覺得這個軟體設計還有哪些可以改善的地方？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-14，修訂畫面如下圖 3-3-17 至圖 3-3-23。

表 3-3-14 問答題第一題現職數學教師意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
拖曳外切三角形任一頂點時，另兩頂點亂動亂飄，不好控制三角形形狀（教師 A）	修正程式，當拖曳外切三角形任一頂點時，同時取得通過另兩點的斜率，使得此兩點只能在此斜率上移動，使用者就不至於不好控制三角形，修訂畫面如下圖 3-3-17 與圖 3-3-18，比較兩圖可知當拖曳 P 點時，Q、R 兩點只會在同一斜率上移動
將圓心標出來，希望可以移動圓（教師 B）	增修程式，可拖曳圓心 O 來移動圓，修訂畫面如下圖 3-3-19
可以設計切線讓內切圓半徑說明更完整（教師 C）	增修程式，在圓外切三角形狀態時，按下切線按鈕可產生三頂點對圓的切線，修訂畫面如下圖 3-3-20
可以考慮複製三角形，讓講解圓心時學生看得較清楚明瞭（教師 D）	增修程式，可任意複製圓內接與圓外切三角形，並可依序清除複製，修訂畫面如下圖 3-3-21、圖 3-3-22
圓外切三角形中，拉動頂點時可能使三角形不在外切（教師 E）	開放拖曳頂點所產生圓與三角形圖形關係，不予限制和修訂，畫面如下圖 3-3-23

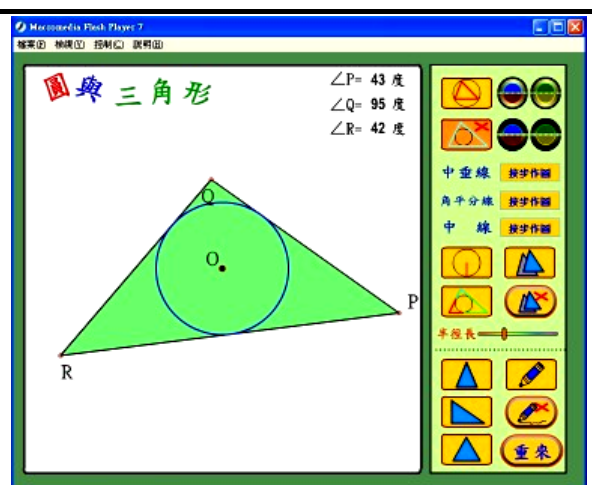
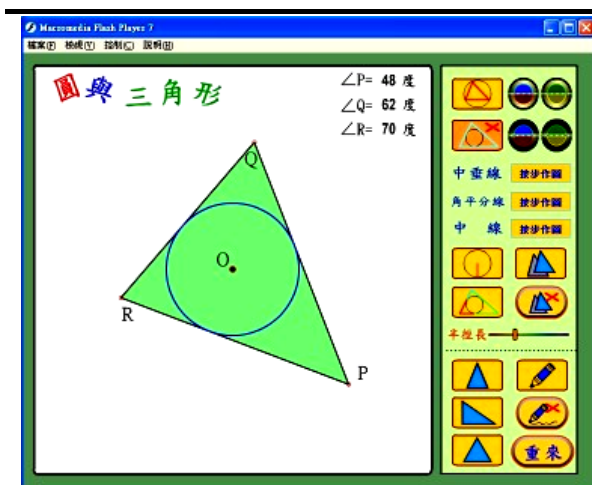


圖 3-3-17 圓與三角形軟體修訂版本二（圖例一） 圖 3-3-18 圓與三角形軟體修訂版本二（圖例二）

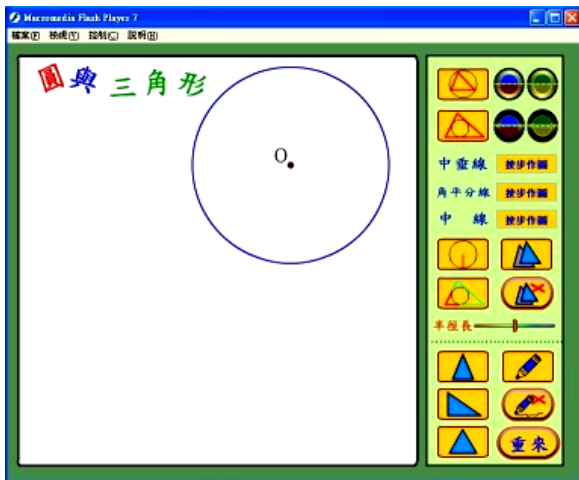


圖 3-3-19 圓與三角形軟體修訂版本二 (圖例三)

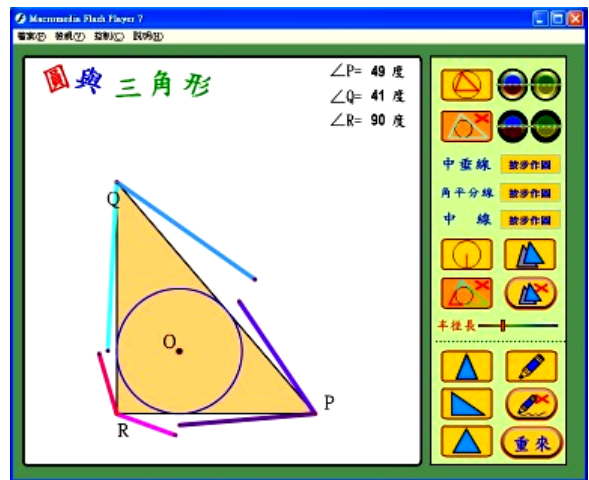


圖 3-3-20 圓與三角形軟體修訂版本二 (圖例四)

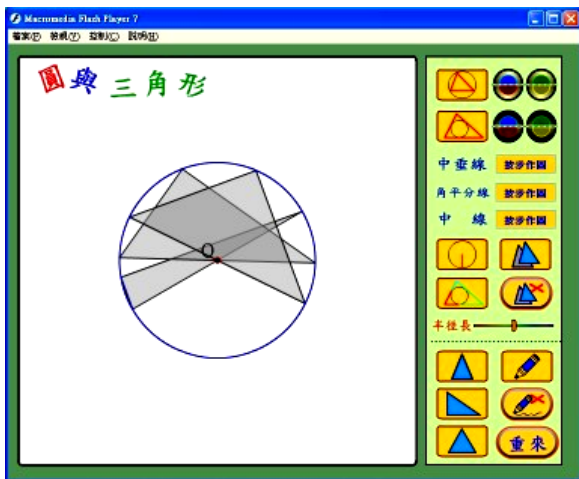


圖 3-3-21 圓與三角形軟體修訂版本二 (圖例五)

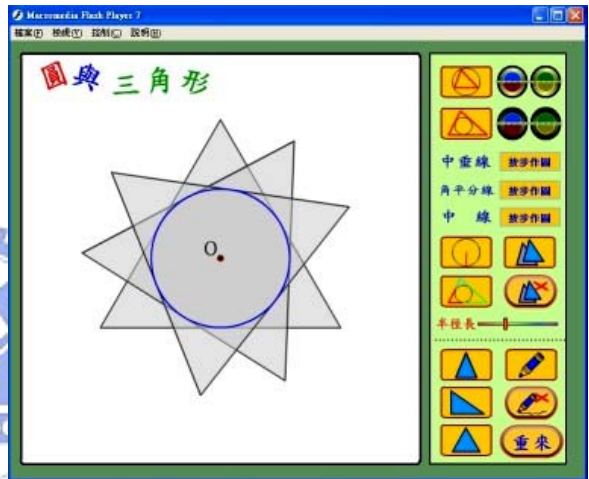


圖 3-3-22 圓與三角形軟體修訂版本二 (圖例六)

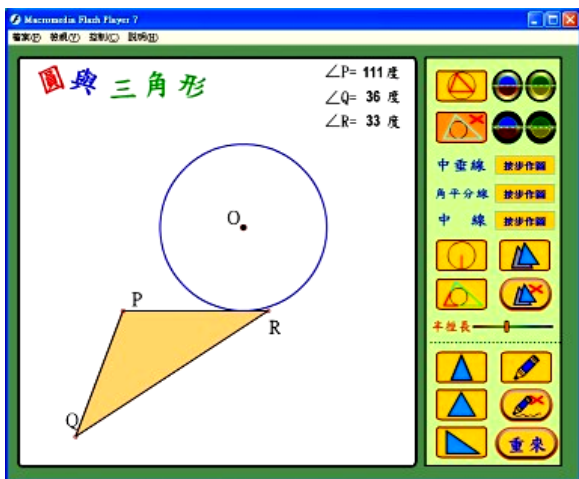


圖 3-3-23 圓與三角形軟體版本二 (圖例七)

(2) 在問答題第二題「如果有機會，您會願意使用這個軟體來輔助教學嗎？為什麼？」中，現職數學教師回饋意見如下：

教師 A：能使用電腦教室會願意試試看，再搭配另一軟體會是很好的輔

助教學工具。

教師 B：會，與先前的軟體一起使用可以將課程講的清楚。

教師 C：也許會吧，新的教學方式且不用花時間學。

教師 D：只使用此軟體課程內容似乎講的不夠完整，要搭配講義才行。

教師 E：會，可使教師的說明更加清楚，也可增進師生互動。

3. 現職數學教師操作意見（版本三）：將軟體增修後再請二位研究者任教學校的現職數學教師操作並回收回饋意見單。

（1）在問答題第一題「您覺得這個軟體設計還有哪些可以改善的地方？」中，回饋意見與處理方式如下表 3-3-15，修訂畫面如下圖 3-3-24 至圖 3-3-28。

表 3-3-15 問答題第一題現職數學教師意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
1. 修正圓不在外切三角形內部時也能產生切線的問題	1. 修改程式，判斷圓外切三角形頂點若被拖曳至圓內或圓不在外切三角形內部時，則切線消失，修訂畫面如下圖 3-3-24
2. 可將圓外切三角形的三邊切點標示出來	2. 修改程式，將圓外切三角形三邊的切點標示出來，修訂畫面如下圖 3-3-25，同時也將「三角形三心」軟體標示出三角形三邊與內切圓相切的切點，修訂畫面如下圖 3-3-26
3. 既然三角形可以複製，希望半徑也可以複製（教師 C）	3. 增修程式，可任意複製圓半徑，並可依序清除複製，修訂畫面如下圖 3-3-27
有時並不需要圓心，圓心應該可以隱藏（教師 F）	增修程式，讓圓心可以顯示或隱藏，修訂畫面如下圖 3-3-28

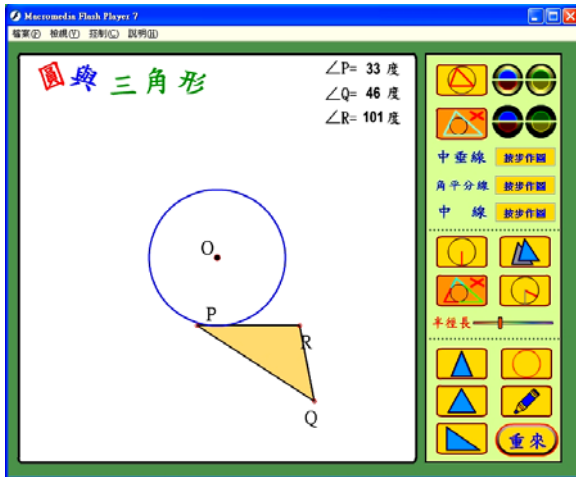


圖 3-3-24 圓與三角形軟體修訂版本三 (圖例一)

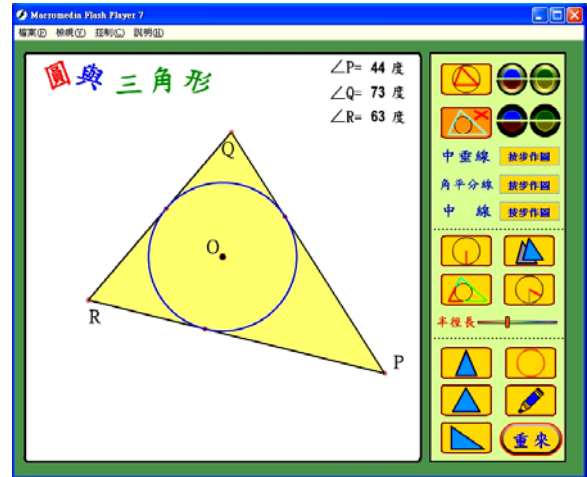


圖 3-3-25 圓與三角形軟體修訂版本三 (圖例二)

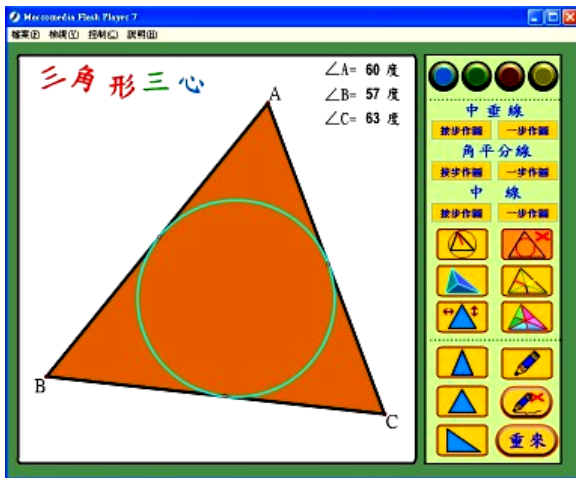


圖 3-3-26 三角形三心軟體修訂版本五 (圖例三)

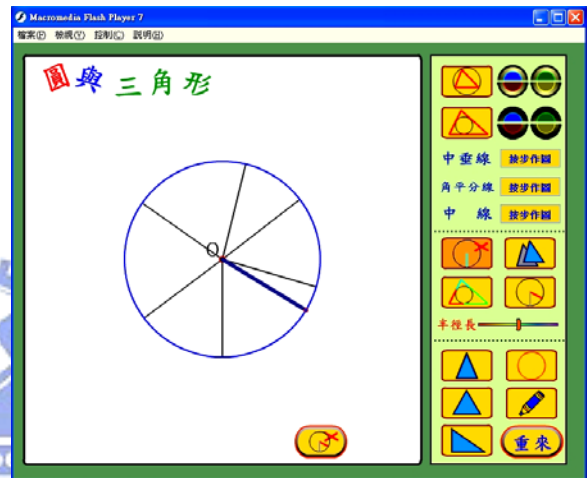


圖 3-3-27 圓與三角形軟體修訂版本三 (圖例三)

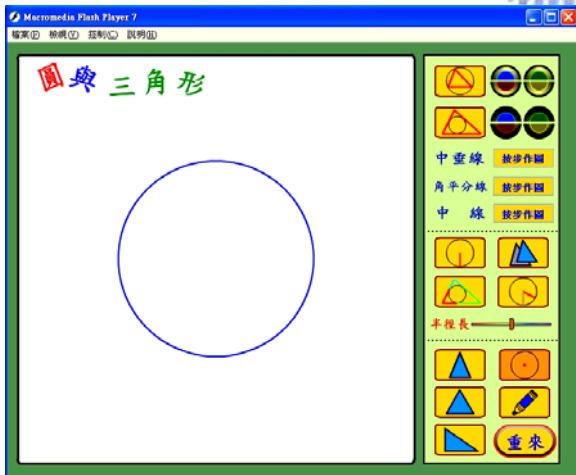


圖 3-3-28 圓與三角形軟體修訂版本三 (圖例四)

(2) 在問答題第二題「如果有機會，您會願意使用這個軟體來輔助教學嗎？為什麼？」中，現職數學教師回饋意見如下：

教師 C：會，針對教師需求來設計軟體使的教學更輕鬆。

教師 F：會，簡單、清楚明瞭。

4. 課堂教學後學生意見回饋(版本四):於95年5月22日九年級數學課教學演示,然後請18位學生填寫回饋意見單。

(1)在問答題第一題「說說看你喜歡或不喜歡這個軟體的理由?」中,回饋意見如下:

回答「喜歡」的學生共有13位,理由如下:很輕鬆、可以做出很多的設計、動來動去很有趣、方便好用,不需擦來擦去,教學目的清楚、對概念的釐清比較有幫助、不會很無聊、可去電腦教室實際操作更好。

回答「還好」或「普通」的學生共有4位,理由如下:畫圖比較方便、對想學的人會比較有興趣、希望有聲音效果。

回答「不喜歡」的學生共有1位,理由是怕老師設計軟體太累。

(2)在問答題第二題「你有發現這個軟體有什麼問題嗎?」中,學生回饋意見與處理方式如下表3-3-16。

表3-3-16 問答題第二題學生意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
可以讓我們親自使用更好	電腦教室不足,目前可使用的時段只剩課後輔導時間可協調借用
沒有聲音	增加操作音效與按鈕音效
可再增加一些東西如說明小精靈等	增加文字使用說明與教學目標

(3)在問答題第三題「如果你是設計師,你會如何改進這個軟體?」中,回饋意見與處理方式如下表3-3-17。

表3-3-17 問答題第三題學生意見回饋與處理方式

回饋意見	處理方式
加入一些遊戲	此軟體主要是用於教學,遊戲可設計於自我評量與作業上或搭配學習單的方式進行
要有聲音	增加操作音效與按鈕音效
一個人在玩這個軟體會比較不懂,如果老師在旁或類似精靈的東西在旁邊指導與說明就OK	增加文字使用說明與教學目標
畫的線可以換成虛線或換顏色,這樣就不會因同顏色而混淆	單槍投影機和電腦螢幕顏色有色差問題,教學時可隨時注意並換顏色,若情況允許盡量到電腦教室使用較無此問題

第四節 研究工具

一、「三角形三心」教學活動講義與課後作業（見附錄二）

本研究旨在運用研究者設計的電腦輔助教學軟體對學生進行補救教學，並依據所訂的教學目標，參考各出版社 95 年版數學教材內容，配合九年一貫正式綱要能力指標與分年細目，輔以樣式規律的探求來編寫三份教學活動講義，一方面提供教師實施補救教學時活動進行的參考，另一方面也配合電腦軟體幫助學生學習，而依教學目標與教學活動講義所編製的課後作業其目的是希望可讓學生提升學習成效，適時發展解題的策略。以下分別就教學目標與三份教學活動講義內容說明之。

（一）教學目標：本研究進行的補救教學實驗所要達成的教學目標如下表 3-4-1 所列，其中各教學目標以兩碼編碼，第一碼表示主題，分別以字母 A、B、C 表示「外心」、「內心」和「重心」三個主題；第二碼則是教學目標的流水號，表示教學目標的個數。

表 3-4-1 教學目標編號與內容

目標編號	教學目標內容
目標 A1	三角形三條垂直平分線必相交於同一點，這個點即為三角形的外心
目標 A2	理解三角形的外心至三頂點等距離，此距離即為外接圓半徑
目標 A3	瞭解過三角形三頂點的外接圓圓心稱為三角形的外心
目標 A4	瞭解圓內接三角形任兩邊中垂線的交點（外心）即為圓心所在
目標 A5	瞭解三角形外心的位置變化
目標 A6	理解圓內接三角形的一邊為直徑時，此三角形必為直角三角形（即直徑所對的圓周角必是直角），反之圓內接三角形為直角三角形時，其斜邊必為直徑
目標 A7	理解直角三角形斜邊中點到三頂點等距離
目標 A8	圓內接直角三角形中，外接圓半徑 $R = \text{斜邊} \div 2$
目標 B9	三角形三條角平分線必相交於同一點，這個點即為三角形的內心
目標 B10	理解三角形的內心至三邊等距離，此距離即為內切圓半徑
目標 B11	瞭解三角形內切圓的圓心稱為內心

（續後頁）

表 3-4-1 教學目標編號與內容 (接前頁)

目標 B12	瞭解圓外切三角形任兩角平分線的交點 (內心) 即為圓心所在
目標 B13	瞭解三角形內心的位置變化
目標 B14	圓外切直角三角形中, 內切圓半徑 $r = (\text{兩股和} - \text{斜邊}) \div 2$
目標 B15	若 $\triangle ABC$ 周長 s , 內切圓半徑 r , 則 $\triangle ABC$ 的面積 $= \frac{1}{2}rs$
目標 C16	三角形三條中線必相交於同一點, 這個點稱為三角形的重心
目標 C17	瞭解三角形重心的位置變化
目標 C18	理解三角形的重心到一頂點距離等於它到對邊中點的兩倍
目標 C19	理解三角形三條中線將三角形面積六等份
目標 C20	理解正三角形三心共點

(二)「相見歡——認識三角形三心」講義：研究者依據所要達成的教學目標分別就外心、內心與重心三主題共設計有九個問題來引導學生思考，並適時告知學生先備知識，藉由「說明」的方式，提示教師希望學生關注的焦點，配合電腦輔助教學軟體的操弄完成「說明」部分，最後並給予學生「結論」，讓學生了解並檢視其學習是否達成階段目標。

此份講義與教學目標以及課後作業題目相配合的分析表為下表 3-4-2，課後作業題目與教學目標分析如下表 3-4-3，課後作業題目雙向細目表如下表 3-4-4。

表 3-4-2 「認識三角形三心」講義與教學目標及課後作業分析

主題	教學目標	課後作業
外心	問題一 目標 A1: 三角形三條垂直平分線必相交於同一	題目 1、
	問題二 點, 這個點即為三角形的外心	題目 2、
	目標 A3: 瞭解過三角形三頂點的外接圓圓心稱為三角形的外心	題目 3、
	問題三 目標 A2: 理解三角形的外心至三頂點等距離, 此距離即為外接圓半徑	題目 4、 題目 5
問題四	目標 A4: 瞭解圓內接三角形任兩邊中垂線的交點 (外心) 即為圓心所在	

(續後頁)

表 3-4-2 「認識三角形三心」講義與教學目標及課後作業分析（接前頁）

內心	問題一	目標 B9：三角形三條角平分線必相交於同一	題目 6、
	問題二	點，這個點即為三角形的內心	題目 7、
	問題三	目標 B11：瞭解三角形內切圓的圓心稱為內心	題目 8、
		目標 B10：理解三角形的內心至三邊等距離，此距離即為內切圓半徑	題目 9、 題目 10、 題目 11
問題四	目標 B12：瞭解圓外切三角形任兩角平分線的交點（內心）即為圓心所在		
重心	問題一	目標 C16：三角形三條中線必相交於同一點，這個點稱為三角形的重心	題目 12

表 3-4-3 「認識三角形三心」課後作業題目與教學目標分析

教學目標 \ 題目	題目 1	題目 2	題目 3	題目 4	題目 5	題目 6	題目 7	題目 8	題目 9	題目 10	題目 11	題目 12
目標 A1	✓				✓							
目標 A2		✓	✓									
目標 A3				✓	✓							
目標 A4					✓							
目標 B9						✓	✓	✓			✓	
目標 B10									✓	✓		
目標 B11						✓					✓	
目標 B12											✓	
目標 C16												✓

表 3-4-4 「認識三角形三心」課後作業題目雙向細目表

內容	概念層次		
	知識	理解	應用
三角形的外心	1、5	2、3	4
三角形的內心	6、7、11	8、9	10
三角形的重心	12		

（三）「超級任務——三角形三心位置追追追」講義：此份講義與教學

目標以及課後作業題目相配合的分析表為下表 3-4-5，課後作業題目與教學目標分析如下表 3-4-6，課後作業題目雙向細目表如下表 3-4-7。

表 3-4-5 「三角形三心位置追追追」講義與教學目標及課後作業分析

主題	教學目標	課後作業
問題一	目標 A5：瞭解三角形外心的位置變化	題目 1、
	目標 A7：理解直角三角形斜邊中點到三頂點等距離	題目 2、 題目 3、
問題二	目標 A6：理解圓內接三角形的一邊為直徑時，此三角形必為直角三角形（即直徑所對的圓周角必是直角），反之圓內接三角形為直角三角形時，其斜邊為直徑	題目 4、
外心	目標 A8：圓內接直角三角形中，外接圓半徑 $R = \text{斜邊} \div 2$	
問題一	目標 B13：瞭解三角形內心的位置變化	題目 4、
問題二	目標 B14：圓外切直角三角形中，內切圓半徑 $r = (\text{兩股和} - \text{斜邊}) \div 2$	題目 8
問題一	目標 C17：瞭解三角形重心的位置變化	題目 5、
問題二	目標 C18：理解三角形的重心到一頂點距離等於它到對邊中點的兩倍	題目 6、 題目 7

表 3-4-6 「三角形三心位置追追追」課後作業題目與教學目標分析

題目 \ 教學目標	題目 1	題目 2	題目 3	題目 4	題目 5	題目 6	題目 7	題目 8
目標 A5	✓	✓	✓	✓				
目標 A6			✓	✓				
目標 A7				✓			✓	
目標 A8			✓	✓			✓	
目標 B13								✓
目標 B14				✓				
目標 C17					✓			
目標 C18						✓	✓	

表 3-4-7 「三角形三心位置追追追」課後作業題目雙向細目表

內容	概念層次	知識	理解	應用
三角形的外心		1	2	3、4
三角形的內心		8		4
三角形的重心		5	6	7

(四)「特搜任務——三角形的切割」講義：此份講義與教學目標以及課後作業題目相配合的分析表為下表 3-4-8，課後作業題目與教學目標分析如下表 3-4-9，課後作業題目雙向細目表如下表 3-4-10。

表 3-4-8 「三角形三心位置追追追」講義與教學目標及課後作業分析

主題	教學目標	課後作業
內心	問題一 目標 B15：若 $\triangle ABC$ 周長 s ，內切圓半徑 r ，則	題目 1、
	問題二 $\triangle ABC$ 的面積 = $\frac{1}{2}rs$	題目 4
重心	問題三 目標 C19：理解三角形三條中線將三角形面積六等份	題目 2、
	問題四 目標 C20：理解正三角形三心共點	題目 3、 題目 5

表 3-4-9 「三角形三心位置追追追」課後作業題目與教學目標分析

題目 \ 教學目標	題目 1	題目 2	題目 3	題目 4	題目 5
目標 B15	✓			✓	
目標 C19		✓	✓		
目標 C20					✓

表 3-4-10 「三角形三心位置追追追」課後作業題目雙向細目表

內容	概念層次	知識	理解	應用
三角形的內心			1	4
三角形的重心			2、3	5

二、「三角形三心」國中幾何課程學習成就測驗試題（見附錄三）

（一）測驗目的：了解學生在「三角形三心」國中幾何課程實施之後的學習成效。

（二）測驗時間：四十分鐘。

（三）題目的內容：本測驗题目的編訂主要參考現行國中九年級各版本第五冊教材內容與歷屆國中基本學力測驗相關試題，由研究者針對課程教學目標與內容作分析，採自編學習成就測驗試題，並與指導教授討論修正後實施（如下表3-4-11）。測驗題目共15題，以三角形外心、內心與重心概念為主，題目有三個分項層次「知識」、「理解」與「應用」（如下表3-4-12），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。

表 3-4-11 學習成就測驗試題與教學目標分析

試題 教學 目標	試 題 1	試 題 2	試 題 3	試 題 4	試 題 5	試 題 6	試 題 7	試 題 8	試 題 9	試 題 10	試 題 11	試 題 12	試 題 13	試 題 14	試 題 15
目標 A1			✓												
目標 A2	✓							✓				✓	✓		
目標 A3			✓		✓			✓				✓			
目標 A4			✓												
目標 A5			✓					✓				✓			
目標 A6								✓				✓			
目標 A7								✓							✓
目標 A8												✓			
目標 B9		✓								✓			✓	✓	
目標 B10						✓			✓				✓		
目標 B11									✓					✓	
目標 B12														✓	
目標 B13		✓													
目標 B14									✓						
目標 B15									✓						
目標 C16				✓											✓

（續後頁）

表 3-4-11 學習成就測驗試題與教學目標分析 (接前頁)

目標 C17											✓				
目標 C18						✓					✓		✓		✓
目標 C19				✓											✓
目標 C20													✓		

表 3-4-12 學習成就測驗試題雙向細目表

內容	概念層次		
	知識	理解	應用
三角形的外心	1	3、8	5、12
三角形的內心	6	2、14	9、10
三角形的重心	11	4、7	13、15

(四) 評分標準：測驗題目共15題，每題答對得1分，總分為15分，由於每題皆要求學生說明選擇該答案的理由或想法，若某測驗題學生答對但未書寫理由或想法，則會利用訪談方式進行瞭解，若其表示是用猜的，則該題將以0分計算。

三、三角形三心教學活動設計表與學習單 (見附錄四)

(一) 目的：教學活動設計表主要是提供教師使用本研究設計的電腦輔助教學軟體作資訊融入教學時進行教學活動的參考，期待能順利進行教學活動並搭配學習單的使用使學生能察覺三角形三心的樣式規律。

(二) 時間：五節課 (一節課為45分鐘)

(三) 內容：三角形三心的教學活動設計表包含適用年級、能力指標與分年細目、教學目標、設計理念與使用設備說明，並依據此教學活動設計表編定學習單來實施教學。

四、訪談

(一) 目的：

1. 了解學生在「三角形三心」國中幾何課程實施後對於資訊科技融入教學的意見與態度。
2. 釐清學習成就測驗前、後測作答情況。

(二) 意見與態度訪談問題分三部分：

1. 對電腦輔助教學的觀感：

- (1) 請問你操作這個數學電腦軟體是否有問題或困難？
- (2) 在這次的學習過程之前，你是否曾經親自使用數學電腦軟體來學習數學？
- (3) 使用數學電腦軟體上課與在普通教室上課你認為自己在學習上是否有什麼不同？（優點或缺點）

2. 實施電腦輔助教學對學生學習數學的影響：

- (4) 你覺得利用數學電腦軟體來進行「三角形的三心」的學習，對你學習該單元是否有幫助？為什麼？
- (5) 以後若還有機會使用數學電腦軟體學習數學，你還願意使用嗎？為什麼？
- (6) 使用數學電腦軟體是否會讓你更有信心去解決遇到的數學問題？為什麼？

3. 學習回顧：

- (7) 請問在這次的學習過程中，讓你留下最深刻印象的是那一件事？
- (8) 對於後來測驗成績有進步，你覺得原因為何？



第五節 資料分析

根據所欲探討的研究問題，本研究所需處理的資料包括量的資料與質的資料兩部分，在量的資料分析方面，待收集到後測的學習成就測驗，連同前測的學習成就測驗進行統計結果的分析，本研究採用 Excel 軟體做為資料分析的工具，統計分析方法有平均數、標準差與 t 檢定，平均數與標準差用於呈現學生對學習概況之分佈情形，t 檢定則是用來作為考驗學習成就的進步是否有顯著的差異。

在質的資料分析方面，盡量收集學生在學習過程中的講義與課後作業與學習成就測驗前、後測驗試卷，進行批改與分析，並在實驗課程結束後輔以訪談，藉此了解利用研究者開發設計的教學軟體作資訊科技融入教學對學生學習數學的成效與對數學學習態度的影響。