

Research on the Influence of Applying GeoGebra to the Instruction in Congruence of Triangles on the Eighth Graders

Yi-Hsuan Lin^{1*}, and Chien-Chung Huang²

1 Ying-Hai Senior High School, Tainan, Taiwan

2 Department of Applied Mathematics, National University of Tainan, Taiwan

Abstract

This research aimed to study the influence of applying GeoGebra to the instruction in congruence of triangles on the learning achievement and learning motivation of the eighth-grade students. It applied both qualitative and quantitative methods. The subjects of this research were 96 eighth-grade students from two classes at a private junior high school in Tainan City. At the end of the instruction, the grades in “the Mathematics Learning Achievement Test of Congruence of Triangles” and “Scale of Mathematics Learning Motivation” were analyzed with SPSS 21.0. Besides, semi-structured interviews were carried out and analyzed in order to provide supportive interpretation, comprehend the feedback and feelings of students and the implementation difficulties of teachers. The research results are as follows: On one hand, the experimental group made a significant difference in their learning achievement in the congruence of triangles. On the other hand, the experimental group made a significant difference in their learning motivation. Learning with GeoGebra makes students understand the congruence of triangles more easily, reinforce the motivation and interests of learning math for students, and improves the grades for the middle-level and low-level students. The majority of the experimental group enjoy using the GeoGebra-based computer-assisted instruction.

Key Words — GeoGebra, the Congruence of Triangles, Computer-Assisted Instruction, Learning Achievement, Mathematics Learning Motivation.



* Corresponding author: yishuanlin@yhsh.gm.tn.edu.tw
DOI : 10.6159/IJSE.2016.(6-2).04

GeoGebra 融入八年級三角形的全等單元學生學習成就之研究

林怡瑄*

臺南市私立瀛海中學

黃建中

國立臺南大學應用數學系

摘要

本研究主要目的在探討 GeoGebra 融入八年級三角形的全等單元對學生數學學習成就及學習動機的影響。採準實驗研究法，抽樣八年級學生兩班共九十六人進行一週內八節課的教學實驗。其中一班為實驗組，實施電腦輔助教學；另一班為對照組，實施傳統講述式教學。以三角形的全等單元成就測驗量化資料為主，樣本個別訪談的質性資料為輔，來瞭解學生的學習成就；以數學學習動機量表的前、後測來瞭解學生數學態度的改變情形。

分析研究資料後，發現以下的結果：一方面，GeoGebra 電腦輔助教學對學生學習三角形的全等單元學習表現，實驗組顯著優於對照組。另一方面，GeoGebra 電腦輔助教學對實驗組學生數學學習動機，實驗前後有顯著差異；學生更了解三角形的全等性質、能夠增加學生數學的學習動機和興趣、對程度中下的同學成績能有所提升，學生大多喜歡此上課方式。

關鍵字：GeoGebra、三角形的全等、電腦輔助教學、學習成就、學習動機



壹、前言

三角形的全等在國中階段扮演著承先啟後的角色，因為在此課程後面，特殊四邊形的幾何證明需要用該性質來說明，並應付往後幾何性質的證明與推論，文獻中發現對於此單元之研究有各種不同的方式，例如吳慧真(1997)—發展四類套件，李春生(2005)、楊永慶(2012)—GSP 電腦輔助教學，祁樂珍、趙利明(2007)—幾何探究作業設計與思考，歐宗賢(2009)—數學史融入教學，翟芸、劉勇(2009)—思維導圖，朱燦梅(2010)—直觀性教學，李祐宗(2010)—教具及軟體操作，黃昭智(2010)—錯誤類型之研究，謝易達(2013)—探究解題差異，都顯示三角形的全等單元在數學能力養成階段的重要性。

學習幾何強調探索不同的表現，如虛擬教具，寫數學公式，並口頭解釋，這幫助學生建立數學概念和發展批判性思維的重要性(Wu-Yuin Hwang, Shih-Shin Hu, 2013)。數學學習過程中，當教師能協助學生以圖像表徵方式建立新知識時，學生能深入思考並記住相關知識，學習成就會提高(Marzano, Pickering & Pollock, 2001)。數學的學習可以佈置一資訊學習環境，使學生透過電腦操作實驗，使之從具體事物、圖形表徵中模擬、操作、發展推理論述的符號語言，對於學習能力的開拓較有幫助(左台益，2002；柳賢，2003)。根據近年來關於 GeoGebra 的相關文獻可以看出，GeoGebra 隊學生的學習成就有顯著差異的改變(吳長憶，2008；洪慈徽，2009；許志箐，2011；黃昱霖，2012；柳賢，2003)。根據 Burns 與 Bozeman(1981)以後設分析方法進行電腦輔助學習的調查研究顯示，但若電腦輔助與傳統教學混合使用，其效果特別顯著(Dalton & Hannafin, 1988)。本研究嘗試以 GeoGebra 動態幾何軟體融入傳統講述式教學，輔助三角形的全等單元教學及圖形的呈現，嘗試瞭解學生在學習三角形的全等單元所可能遇到的問題及可能的解決對策。

貳、三角形的全等單元之教材地位及相關研究

三角形的全等性質屬於八年級下學期的課程，根據教育部(2009)國民中小學九年一貫數學學習領域課程綱要中關於三角形全等性質的能力指標如下：S-4-9 能理解三角形的全等定理，並應用於理解和推理。其中八年級與三角形的全等單元有關的分年細目如下：8-s-07 能理解三角形的全等性質，其細項分數如下：

1. 如果兩個平面圖形經過平移、旋轉或翻轉可以完全重疊在一起，它們就是兩個形狀與大小都相同的圖形，我們稱它們是兩個全等圖形。
2. 如果兩個三角形 $\triangle ABC$ 與 $\triangle DEF$ 可以完全重疊在一起，我們就稱 $\triangle ABC$ 與 $\triangle DEF$ 為兩個全等三角形，記為 $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ 。
3. 如果兩個三角形可以完全重疊在一起，重疊在一起的頂點為對應點，重疊在一起的邊稱為對應邊，重疊在一起的角稱為對應角。
4. 一般而言，符號 $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ 不一定表示 A，B，C 的對應點分別為 D，E，F。
5. 能理解兩多邊形全等，則其對應邊、對應角相等。反過來，若對應邊、對應角相等，則兩多邊形全等。
6. 能理解 SAS、SSS、ASA、AAS、RHS 全等性質。
7. 能以三角形的全等性質作簡單幾何推理，例如：
 - (1) 等腰三角形的兩底角相等。
 - (2) 角的平分線上的任一點到角的兩邊距離相等。反之，同一平面上，若一點到角的兩邊距離相等，則此點位在角的平分線上。
 - (3) 一線段之中垂線上任一點到兩端點等距離。反之，若一點到線段的兩端點等距離，則此點在此線

段的中垂線上。

- (4) 平行四邊形，對邊相等，對角線互相平分。
- (5) 若一四邊形有一組對邊平行且相等，則此四邊形為平行四邊形。
- (6) 若一四邊形的兩組對邊相等，則此四邊形為平行四邊形。
- (7) 若一四邊形的兩條對角線互相平分，則此四邊形為平行四邊形。

參、電腦輔助教學相關研究

電腦輔助教學在國內已經推廣了許多年，而國內電腦輔助教學之相關研究也相當蓬勃。唯電腦輔助教學應用於國中幾何概念教學之研究，在 2007 年以前多為 GSP 動態幾何軟體，而 2007 年以後，GeoGebra 動態幾何軟體的使用率逐漸提高。GeoGebra 是免費軟體，可自行至網站下載安裝；有較多繪圖工具、容易上手；可輸出成網頁、且可跨平台及作業系統；可加入文字及較多數學符號、支援 Lates 語法；工具列功能較多；提供 Wiki 論壇，世界各地的 GeoGebra 使用者，都可以在論壇上發表言論及提出問題尋求協助；更重要的是，GeoGebra 是一個雙向軟體，學生透過雙向溝通來描述代數的運算結合幾何圖形的動態改變，使學生的學習效果更佳(游正祥，2011)。而 Clements 與 Battista(1992)也建議在幾何學習上可採用適當的電腦軟體來輔助學習。基於上述，本研究採用 GeoGebra 設計動態幾何呈現的教學內容以進行實驗。

肆、研究方法

一、研究設計

本研究採準實驗研究法，抽樣臺南市某中學八年級一班四十八位學生為實驗組，另找同校八年級一班四十八位學童為對照組。透過成就測驗蒐集量化的資料以瞭解學生的學習成效，輔以個別訪談的部分質性資料來深入瞭解學生解題的歷程與想法。以數學動機量表的前測、後測來瞭解學生的數學動機改變情形。

表一 教學實驗設計

| | 前測 | 實驗 | 後測 |
|-----|------------|------------|------------|
| 實驗組 | O_1, O_5 | X (電腦輔助教學) | O_2, O_6 |
| 對照組 | O_3 | | O_4 |

備註：

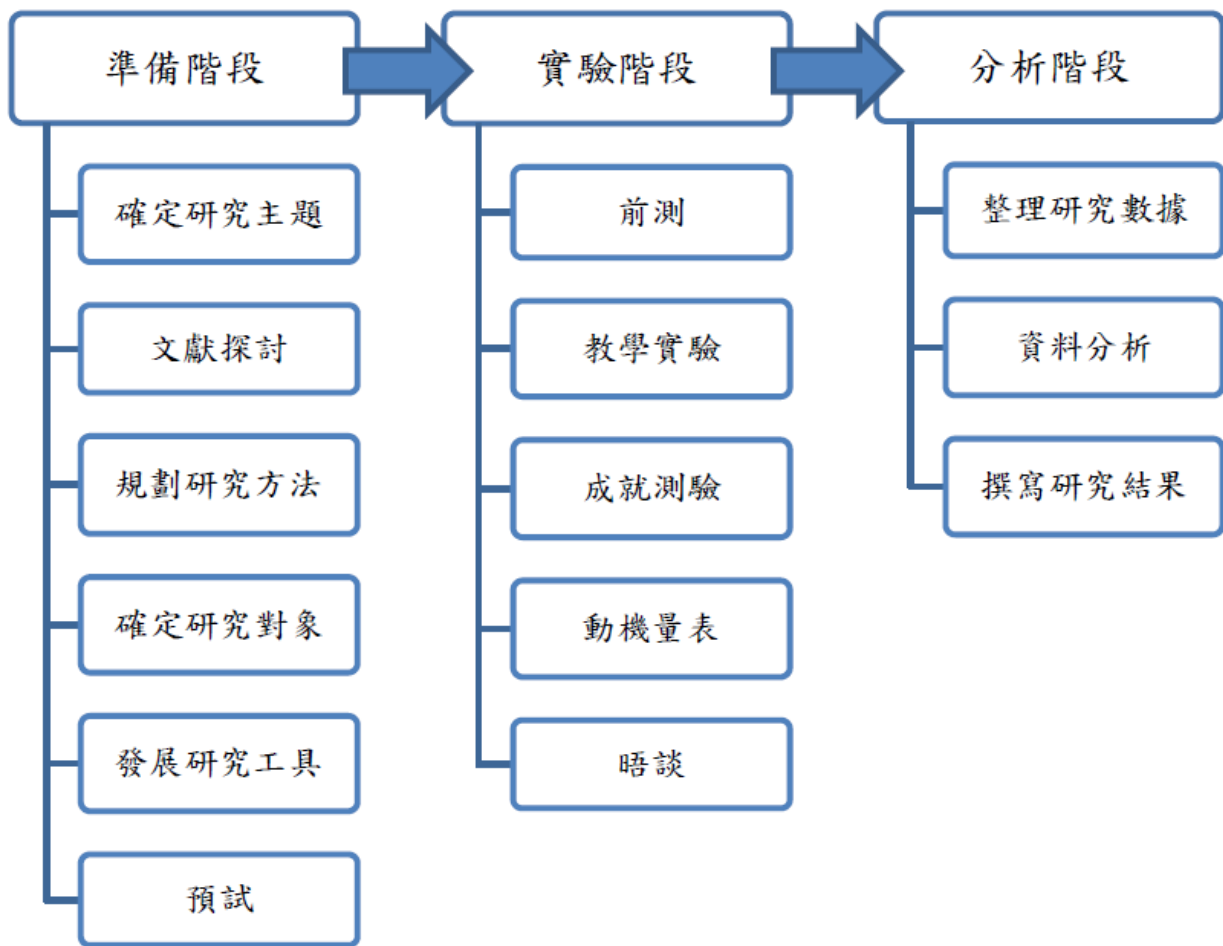
1. 實驗處理前，取得兩組八年級上學期三次段考數學成績(O_1 、 O_3)。
2. 實驗組接受實驗處理(X)，對照組則否。
3. 實驗處理後，兩組均接受「三角形的全等單元成就測驗」(O_2 、 O_4)，再以八年級上學期三次段考數學成績之平均作共變數分析。
4. 實驗處理前，實驗組接受「數學學習動機量表」之前測(O_5)。
5. 實驗處理後，實驗組接受「數學學習動機量表」之後測(O_6)，並以兩次測量數據(O_5 、 O_6)作成對樣本 t 檢定。

為深入分析 GeoGebra 融入教學對學生學習三角形的全等單元之學習成就及動機之影響，於教學實驗結束後，以三角形的全等成就測驗的結果，依學生意願從實驗組的低(L)、中(M)、高(H)各分組中挑選表達能力較佳的兩位學生，進行半結構式晤談。

二、研究工具

研究工具包括「電腦輔助教學教材」、「三角形的全等單元學習成就測驗」、「數學學習態度量表」。其中，教學活動設計與教學軟體—GeoGebra 合稱為電腦輔助教學教材；數學學習態度量表則改編自蔡執仲、段曉林和靳知勤(2007)學生科學動機量表(SMTSL)。

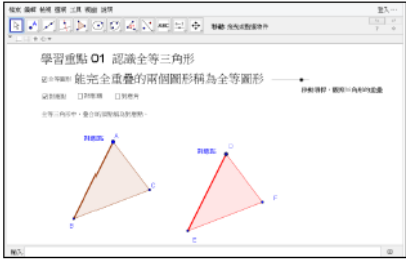
依據探討三角形的全等單元之相關文獻及現行課程綱要等，參考現行教科書內容，並諮詢數學教育專家，設計教學活動，以動態幾何軟體 GeoGebra 設計三角形的全等單元相關作圖或動畫，以補強傳統教學時手動繪圖之不足，研究流程如圖一，教學流程與設計示例如表二。



圖一 研究流程圖

本研究之測驗試題在發展的過程中考量信度、效度，並力求嚴謹；本研究之試題是研究者參考課本、習作及教師手冊進行擬題，並經由三位任教中學之資深教師進行選題，經研究者初步編擬後，請指導教授審閱，加以修正後完成，故有良好專家效度。在信度方面採用 Cronbach α 係數作為內部一致性信度 ($\alpha = .935$)，有良好信度。而數學學習態度量表則改編自蔡執仲、段曉林和靳知勤(2007)學生科學動機量表(SMTSL)，具有良好的信度與效度，經實際預試結果顯示具有良好的信度($\alpha = .904$)。

表二 教學流程與設計

| 第一節：45 分鐘 | |
|------------------|---|
| 授課 重點 | 理解全等三角形的意義與符號的記法 |
| 教學 流程 | <ol style="list-style-type: none"> 活動一： 展示各種三角形。 提問一： 請觀察黑板上的三角形，請問哪幾個三角形的大小是一模一樣的？ 實際將三角形兩兩疊合即可得知。 動態圖解一： 以動態方式利用圖文講述三角形全等。  <ol style="list-style-type: none"> 名詞定義： 全等、對應頂點、對應角、對應邊。 結論一：(提問教學引導學生做結論) 兩個三角形全等，則三組對應邊相等且三組對應角相等。 全等三角形符號的記法及對應關係。 學習單(一) 延伸思考：若三角形全等，則三組對應邊相等且三組對應角相等；反之，若三組對應邊相等，兩三角形是否全等？若三組對應角相等，兩三角形是否全等？ |

伍、結果分析與討論

一、 GeoGebra 電腦輔助教學對學生學習三角形的全等單元學習表現之影響

(一) 實驗組與對照組學習成就的比較

以八年級上學期三次段考數學成績平均為前測，並以此為共變項，組別為自變項，教學實驗後施予三角形的全等成就測驗作為後測，此後測成績為依變項，進行單因子共變數分析；在同質性檢定方面，如表三，組內迴歸係數同質性考驗結果 F 值為 .844， $p = .361 > .05$ 未達顯著水準，表示各組內的共變數與依變數的線性關係有一致性，亦即共變項與依變項間的關係不會因自變項的不同而有所差異，故可繼續進行共變數分析。

表三 三角形的全等成就測驗同質性檢定($n=96$)

| | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Sig</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 組別* 前測 | 19.454 | 1 | 19.454 | .844 | .361 |
| 誤差 | 2119.735 | 92 | 23.041 | | |

因自變項(組別)有兩組，比較其調整後的平均數(如表四)得知，實驗組「三角形的全等性質」成就測驗高於對照組。

表四 三角形的全等成就測驗調整後平均數(n=96)

| 組別 | 調整後 平均數 | 標準 誤差 | 95%信賴區間 | |
|-----|------------|----------|---------|--------|
| | | | 下界 | 上界 |
| 實驗組 | 18.871 | .702 | 17.477 | 20.266 |
| 對照組 | 16.795 | .702 | 15.401 | 18.190 |

在排除共變項對依變項的影響力後，自變項對依變項造成的實驗處理效果顯著性，其三角形的全等成就測驗 F 值為 4.253， $p = .042 < .05$ ，顯示達顯著水準，表示三角形的全等成就測驗會因受試樣本所接受的教學法不同，而有顯著的差異存在，如表五所示。

表五 三角形的全等成就測驗共變數分析(n=96)

| | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>Sig</i> |
|----|-----------|-----------|-----------|----------|------------|
| 前測 | 643.478 | 1 | 643.478 | 27.975 | .000 |
| 組別 | 97.823 | 1 | 97.823 | 4.253 | .042 |
| 誤差 | 2139.189 | 93 | 23.002 | | |

(二) 實驗組與對照組學習成就的分析與討論

與過去類似的相關研究來比較，吳長憶(2008)、洪慈徽(2009)、許志箏(2011)、黃昱霖(2012)、蘇敏介(2013)、楊滄丞(2014)的研究結果均顯示實驗組與控制組在數學學習成就方面的改變達顯著差異，且有些研究亦顯示對部分分組的學生產生顯著改善，如余姿瑩(2013)、洪慈徽、吳瑞南(2012)、楊滄丞的研究顯示對高分組學生達到顯著差異，而許志箏、張義松(2010)、黃昱霖、蘇敏介、洪慈徽、楊滄丞的研究顯示對中分組學生達到顯著差異，另外，吳長憶、胡湘蘭(2012)、黃昱霖的研究顯示對低分組學生達到顯著差異。表示學生在使用 GeoGebra 教學後，在數學學習成就方面有顯著改善。

二、 GeoGebra 電腦輔助教學對學生數學學習動機之影響

(一) 數學學習動機量表前測、後測的比較

以實驗組的數學學習動機量表前測及後測成績進行成對樣本 t 檢定，如表六所示，顯著性(雙尾)達 .018 (小於 .05)，故數學學習動機量表對總量表得分達顯著差異，表示研究者所進行的資訊融入教學—動態幾何軟體 GeoGebra 融入三角形的全等單元，對學生的數學學習動機達顯著提升效果。

表六 數學學習動機量表成對樣本 t 檢定摘要表

| 總 量 表 | 平均值 | 標準 差 | 人 數 | t | 自 由 度 | 顯著性 (雙尾) |
|-------------|----------|---------|--------|--------|-------------|-------------|
| 前測 | 124.333 | 15.203 | 48 | -2.453 | 47 | .018 |
| 後測 | 127.4583 | 16.072 | 48 | | | |

(一) 數學學習動機量表前測、後測的分析與討論

與過去類似的相關研究來比較，吳瑞南(2012)、黃昱霖(2012)的研究結果顯示實驗組與控制組在數學學習態度方面的改變達顯著差異，且有些研究亦顯示對部分分組的學生產生顯著改善，如吳瑞南的研究

顯示對中分組學生達到顯著差異，張義松(2010)、黃昱霖的研究顯示對中、低分組學生達到顯著差異，而洪慈徽的研究顯示對低分組學生達到顯著差異，而吳長憶(2008)、許志箏(2011)的研究結果均顯示實驗組與控制組在數學學習態度方面雖無顯著差異，但呈現正成長。另外，洪慈徽、吳瑞南、吳長憶(2008)、張義松(2010)、黃昱霖(2012)的研究顯示實驗組學生對 GeoGebra 電腦輔助教學大多持正向且肯定的態度，而楊滄丞的研究顯示實驗組學生在使用 GeoGebra 教學後，對圖形有更高的接受度，並可藉由圖形做簡易的解題判斷。表示學生在使用 GeoGebra 教學後，在數學學習態度方面有顯著改善或正向成長。

三、 GeoGebra 電腦輔助教學學生的回饋與感受及教師的執行困難

(一) 學生的回饋與感受

教學實驗結束後一周內，從實驗組的成就測驗高、中、低分組中，各選取兩名學生進行半結構式晤談，晤談結果整理分析如下。

1. 以數學軟體 GeoGebra 融入教學，學生更容易了解三角形的全等性質。

從學生回答中，有五位學生覺得使用數學軟體 GeoGebra 教學，使他們更容易了解三角形的全等性質，主要原因是利用電腦軟體繪圖，圖形很清楚，又能夠移動、旋轉並重疊比較，更容易理解三角形全等的定義和性質，亦能有更完整的認識。與本章第二節的結論—利用數學軟體 GeoGebra 融入教學，對實驗組學生的數學學習成就有顯著差異，代表學生的數學學習成就有提升的效果，故晤談結果與量化資料相符。

2. 以數學軟體 GeoGebra 融入教學，能夠增加學生數學的學習動機和興趣。

從學生的回答中，有五位表示使用數學軟體 GeoGebra 的上課方式，會增加對數學的學習動機和興趣，主要原因如下：(1)使課程更加多元、多變化；(2)不同的上課方式能引起學生好奇，因而產生興趣；(3)課堂上穿插使用繪圖軟體，能夠吸引學生目光，減少分心；(4)較能夠理解抽象觀念，圖形較容易記憶。結果與本章第三節的結論—以數學軟體 GeoGebra 融入三角形的全等單元進行教學，對八年級學生的學習動機有顯著差異，代表學生的數學學習動機有提升的效果，故晤談資料與量化資料相符。

3. 以數學軟體 GeoGebra 融入教學，對程度中下的同學，成績能有所提升。

接受訪談的六位學生中，程度較低的兩位學生均表示成績有所提升，原因是認為使用數學軟體 GeoGebra 教學後，上課比較有趣、比較專心也更了解；其他四位則表示成績沒有因此改變，其中三位學生表示：因為成績均維持現狀，沒有特別的感覺，不過對於數學軟體 GeoGebra 教學表示認同，覺得上課較為有趣，比較不會枯燥乏味；程度中等的一位學生提出：不論是哪一種教學方式，都能全力以赴地學習，而且成績的提升主要還是要靠練習累積。

4. 學生大多喜歡以數學軟體 GeoGebra 融入教學的上課方式。從學生的回答中，整理原因如下：

- (1) 對於新的上課方式感到新奇有趣且印象深刻。
- (2) 把抽象文字敘述化成圖形方式，較容易理解。
- (3) 電腦作圖更加精準，好觀察。
- (4) 能夠提高對數學的興趣。
- (5) 能夠用比較有趣的上課方式來講解觀念，對圖形也較能夠理解。
- (6) 透過不同的方式講解，讓思考方向更多元，對於解出新的題型有所幫助。
- (7) 不會侷限於死板的公式計算，更能徹底掌握、了解單元內容。
- (8) 有圖形的輔助，較能了解幾何相關觀念，對圖形比較有概念。

(9) 比較有趣、清楚。

少數學生持相反意見，整理如下：

- (1) 表示喜歡傳統式的上課方式，認為可以了解到更多的解法。
- (2) 覺得教起來跟普通課成差不多，所以不希望用 GeoGebra 上課。
- (3) 覺得電腦教學的速度太快，傳統講述法步調較慢，若有不懂可以馬上發問。

(二) 教師的執行困難

1. 學生對於數學軟體 GeoGebra 熟悉度不高。
2. 需花時間事先準備上課內容相關之 GeoGebra 教材。
3. 上課速度及步調的控制宜適中。
4. 部分學生對於電腦教學的喜好程度較低。

陸、結論與建議

一、結論

GeoGebra 電腦輔助教學對學生學習三角形的全等單元學習表現，實驗組顯著優於對照組。GeoGebra 電腦輔助教學對實驗組學生數學學習動機，實驗前後有顯著差異。另外，研究者依學生的回饋與感受及教師執行困難說明如下：實驗組在經過 GeoGebra 電腦輔助教學後，對於新的上課方式感到新奇有趣且印象深刻；把抽象文字敘述化成圖形方式，較容易理解；電腦作圖更加精準，好觀察；能夠提高對數學的興趣；能夠用比較有趣的上課方式來講解觀念，對圖形也較能夠理解；透過不同的方式講解，讓思考方向更多元，對於解出新的題型有所幫助；不會侷限於死板的公式計算，更能徹底掌握、了解單元內容；有圖形的輔助，較能了解幾何相關觀念，對圖形比較有概念；比較有趣、清楚。

而教師執行困難有：學生對於數學軟體 GeoGebra 熟悉度不高；需花時間事先準備上課內容相關之 GeoGebra 教材；上課速度、步調及時間的掌控；少部分學生對於電腦教學的喜好程度較低。

二、建議

在數學教學方面，可以提升運用資訊科技的能力、提升教學軟體設計的能力，或成立校內工作小組、建立教材資源網。在未來相關研究方面，可以延伸研究範圍、擴展研究對象，或延長研究時間、增加學生操作學習。

柒、參考文獻

- [1] 左台益(2002)。圖形理解與幾何概念之建構。**建構式教學理論與實踐**，45-64。臺北市：師大學苑。
- [2] 朱燦梅(2010)。“三角形全等條件—SSS”的直觀性教學實驗研究。**凱里學院學報**，28(3)，118-120。
- [3] 余姿瑩(2013)。使用GeoGebra動態幾何軟體對國三學生數學學習成效及教師TPACK之影響：以二次函數為例(未出版之碩士論文)。國立台南大學，臺南市。
- [4] 吳長憶(2008)。GeoGebra電腦輔助教學於國三函數課程成效之研究(未出版碩士論文)。中華大學，新竹市。
- [5] 吳瑞南(2012)。資訊科技輔助教學對高職生數學學習成就及學習態度之影響研究—以GeoGebra幾何繪圖軟體輔助指數函數及其圖形教學為例(未出版之碩士論文)。私立康寧大學，臺南市。
- [6] 吳慧真(1997)。幾何證明探究教學之研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- [7] 李春生(2005)。高雄市國二學生使用 GSP 電腦輔助教學學習三角形全等成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- [8] 李祐宗(2010)。以三角形的基本結構搭配教具，軟體操作導入三角形的全等概念教學。**科學教育月刊**，331，25-34。

- [9] 祁樂珍、趙利明(2007)。基於年齡特徵的幾何探究作業設計與思考。*理科教學探索*, 2007.11B, 37-41。
- [10] 柳賢(2003)。數學科實驗操作教學理念設計。九十一年度南區中學示範實驗研習手冊。國立高雄師範大學科教中心。
- [11] 洪慈徽(2009)。**GeoGebra 輔助教學成效之研究—以高中三角函數圖形為例**(未出版之碩士論文)。私立中華大學, 新竹市。
- [12] 胡湘蘭(2012)。**GeoGebra 輔助教學成效之研究—以高中三角函數圖形為例**(未出版之碩士論文)。私立中華大學, 新竹市。
- [13] 教育部(2009)。**97年國民小學九年一貫數學學習領域課程綱要**。
- [14] 張義松(2010)。**電腦輔助教學改善學習態度與成效之研—以GeoGebra動態解析幾何及國二數學為例**(未出版之碩士論文)。國立雲林科技大學, 雲林縣。
- [15] 許志簪(2011)。**GeoGebra對國中幾何教學成效之研究—以「圓」為例**(未出版之碩士論文)。私立中華大學, 新竹市。
- [16] 游正祥(2011)。**動態幾何系統GeoGebra運用於高中數學教育之策略探討**。國立交通大學, 新竹市。
- [17] 黃昭智(2010)。**時間管理、休閒參與和學業成就-以茄荳國中學生為例**(未出版之碩士論文)。立德大學休閒管理研究所, 台南市。
- [18] 黃昱霖(2012)。**GeoGebra 電腦輔助教學對高雄地區國中生學習成效之研究—以二次函數圖形為例**(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學, 高雄市。
- [19] 楊永慶(2012)。**幾何繪圖軟體GSP輔助教學對國中生學習成效之研究—以「全等三角形」單元為例**。國立高雄師範大學, 高雄市。
- [20] 楊清丞(2014)。**以GeoGebra軟體融入教學對高一學生在多項式函數及其圖形進行補救教學之研究**。國立台南大學, 台南市。
- [21] 翟芸、劉勇(2009)。“探索直角三角形全等的條件”課例設計。*課程整合*, 2009.04, 49-51。
- [22] 蔡執仲、段曉林、靳知勤(2007)。巢狀探究教學模式對國二學生理化學習動機影響之探討。*科學教育學刊*, 15(2), 119-144。
- [23] 歐宗賢(2009)。**數學史融入教學對國三學生數學學習成效影響之研究—以「三角形的全等」單元為例**(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學, 高雄市。
- [24] 謝易達(2013)。**新北市九年級學生數學解題能力差異之研究**(未出版之碩士論文)。國立政治大學, 臺北市。
- [25] 蘇敏介(2013)。**動態幾何系統GeoGebra對數學學習成效之研究：以線型函數圖形為例**(未出版之碩士論文)。國立中興大學, 臺中市。
- [26] Burns, P. K., & Bozeman, W. C. (1981). Computer-assisted instruction and Mathematics achievement: Is there a relation? *Educational Technology*, 21(10), 32-38.
- [27] Clements, D., & Battista, M. (1992). Geometry and spatial Reasoning. In Grouws, D.A. (1992, ed.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. MacMillan.
- [28] Dalton, D., & Hannafin, M. (1988). The effects of computer-assisted and traditional mastery methods on computation accuracy and attitudes. *Journal of Educational Research*, 82(1), 27-33.
- [29] Marzano, R., Pickering, D., & Pollock, J. (2001). *Classroom instruction that works*. Association for Supervision and Curriculum Development. Alexandria, VA.
- [30] Wu-Yuin, Hwang. & Shih-Shin Hu.(2013). *Computers & Education*. Vol. 62, March 2013, Pages 308-319.