

# 動態幾何軟體融入平行四邊形 教學模式成效之探討

袁媛<sup>1\*</sup>、楊子賢<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中原大學教育研究所

<sup>2</sup> 桃園縣立幸福國民中學

\*[yuan@cycu.edu.tw](mailto:yuan@cycu.edu.tw)

(投稿日期：2011.8.26；修正日期：2012.3.8；接受日期：2012.3.21)

## 摘 要

本研究採不等組前後測準實驗研究設計，旨在探討動態幾何軟體(GSP)融入教學的不同模式對國中學生學習平行四邊形的影響。研究對象為桃園地區某國中八年級學生兩班，其中一班接受 GSP 動態教師展示教學模式、一班接受 GSP 動態學生操作教學模式，另隨機選取同校非研究者任教的一班為控制組(接受傳統講述教學模式，未使用任何資訊輔具)。實驗教學前，對所有研究對象施以「胚騰推理能力測驗」作為共變數，並於教學後施以「平行四邊形單元成就測驗」作為檢驗學習成效的工具。本研究發現，在教學平行四邊形單元時，「GSP 動態教師展示」比「GSP 動態學生操作」教學模式更適合國中階段的學生；不同的 GSP 教學模式對於男女生在學習平行四邊形都一樣好。

關鍵字：平行四邊形、教學模式、動態幾何軟體

## 壹、緒論

資訊科技的發達，使得融入資訊的教學方式成為時代的潮流趨勢，但如何有效的應用資訊科技以提升學生的學習成效，一直是研究者關心的議題。本章將先探討進行本研究的動機及背景，再進一步具體說明本研究目的。

### 一、研究動機與背景

在國中階段，幾何課程的學習主要在探討平面中的圖形關係與邏輯推理的學問。有關四邊形的課程內容，以平行四邊形為課程內容的主軸，除了討論四邊形彼此之間的包含關係，還有介紹四邊形的幾何性質以及運用先前所學的性質來進行論證。由此可見，四邊形在國中數學課程的教學重心，主要是以平行四邊形來架構數學內容。學校四邊形單元的課程設計及教學，主要是希望學生可以藉由性質及數學語言分析圖形或圖形組成要素之間的關係，例如以平行四邊形的性質來判別長方形是否也是平行四邊形的一種。但是，學生的幾何學習卻是停留在視覺和操作上的思考，加上對於幾何語言的使用尚未熟悉，大部份的學生對圖形間的包含關係只靠記憶與背誦。

現行九年一貫課程當中，不僅強調學童要有主動探索、解決問題和運用科技與資訊的能力，也希望透過課程激發學童主動探索、研究的精神以及培養獨立思考與解決問題的能力(教育部，2003)。因此，為了能有效提升學生在四邊形幾何概念的學習，藉由資訊科技能立即地、動態地呈現幾何圖形屬性的優勢，幫助學生學到更多且更深入的數學內容。尤其在數學教學中，已有不少可應用的數位輔具程式，如動態幾何軟體 Geometer's Sketchpad (簡稱 GSP)即是常見用於幾何教學的動態模擬數位輔具。GSP 是一個有利於探討幾何性質的軟體，它提供了尺規作圖、圖形動態連續變換、記錄作圖過程，以及保持幾何特性的功能(林保平，2004; Marzita & Rohaidah, 2004)。Kurz、Middleton 與 Yanik(2005)指出 GSP 具有幫助教師執行猜測幾何圖形、關係及轉換的教學特性，學者也支持使用動態視覺的方法教學能有助學生更了解所學的數學概念(Fallstrom & Walter, 2009; Teoh & Fong, 2005)。因此，若能透過 GSP 軟體的優勢開發四邊形的幾何教材，使學生的數學學習能從較直觀、動態的圖形觀點切入，對於學生幾何觀念的學習與發展將有所幫助。

雖然 GSP 融入數學教學一直受到支持與肯定，且國外研究結果多獲得正向的肯定結果(Almeqdadi, 2000; Myles, 2006)，但是國內多數研究並未獲得實證研究的支持。在這些研究中，當研究者考慮學生的能力背景後，卻發現了實驗教學的成效(尤冠龍，2006；余酈惠，2003；林星秀，2001；林順隆，2005；黃玫玥，2004；郭昭慧，2004；溫安榮，2007)，但結果並不一致。部分研究將性別變項納入研究，但一樣也出現不同的研究結果(吳鳳萍，2002；黃玫玥，2004；葉進安，2010)。因此，不同能力背景及性別變項在 GSP 輔助教學之探討是值得再探討的議題。

另一方面，從相關研究可發現以 GSP 融入數學的教學模式大致可以分為兩種：一種是「GSP 動態教師展示組」，由教師以 GSP 設計的輔助教材，進行操作、示範及講解，學生從中學習；另一種是「GSP 動態學生操作組」，指學生根據教師的引導，學生在電腦教室根據老師的引導，一人一機動手操作 GSP 輔助教材，學生自行操控滑鼠進行學習。最近一篇由學者 Phonguttha、Tayraukhamh 與 Nuangchalerm (2009)所進行的研究，則特別強調以 GSP 為教學展演媒體及傳統書本教學模式的教學成效比較，其結果支持以 GSP 為教學展演媒體的教學模式能有效的提升學生的數學成就及分析思考。國內的研究大多採取 GSP 融入教學模式來統稱實驗的教學模式，並探討 GSP 輔助教學與傳統講述教學的差異，缺乏比較兩種不同模式的 GSP 融入教學對於學生數學學習成效的研究。教育部「中小學資訊教育白皮書」提到，學校需以發展多元的數位教學資源及提升教室電腦設備與網路服務為目標之一(教育部，2008)，未來資訊融入的教學場域將不再只限於電腦教室，而會普及至一般的傳統教室，所以有關幾何教材在哪一種教學場域中進行之成效探討也是研究者所關心的。因此，本研究欲探討不同的教學模式對學生幾何學習的影響，及探究教學模式與不同數學能力水準及不同性別之間的交互作用為何，除了能對教師的教學有所幫助外，進而提升學生幾何的能力，更期望能對幾何課程的教學有所貢獻。

## 二、研究目的

基於上述背景說明，本研究旨在以 GSP 設計平行四邊形單元的資訊融入教學活動，並探討不同的教學模式(教師展示及學生操作)對學生的學習影響，因此本研究目的有二：

- (一) 瞭解接受不同教學模式與數學潛能的學生，在數學學習成就上是否有交互作用。
- (二) 瞭解接受不同教學模式與性別的學生，在數學學習成就上是否有交互作用。

## 貳、文獻探討

本研究的主要目的在探討 GSP 融入教學的有效模式，因此本章將探討學習幾何的理論作為教學設計的參考，並經由國中學生學習四邊形概念的現況以作為課程設計的參考，最後再從國內現有的實證研究現況分析，作為支持本研究設計的論點。

### 一、幾何學習的理論基礎

荷蘭數學教育家 van Hiele 夫婦在 1957 年以 Piaget 的認知理論及完形心理學的結構論為基礎，提出幾何思考發展的模式，將學生幾何能力發展分為五個層次，分別是視覺的(visual)層次、描述的(descriptive)層次、理論的(theoretical)層次、形式邏輯的(formal logic)層次和邏輯法則本質的(the nature of logical laws)層次，用以說明學生在各層次的能力及了解其在幾何學習過程中所遭遇的問題。對照 van Hiele 的幾何思考發展模式，我國九年一貫課程規劃於國中階段的最高幾何思考發展落在非形式化演繹(informal deduction)階段與形式化演繹(formal deduction)階段之間。

根據 van Hiele 的理論，人類幾何概念的發展，在五個層次有其序性，學習者必須具備前一層次的相關概念與能力，教師才能夠進行更高一層次的幾何教學活動。然而，在同一個班級中，每一個學生的思考層次發展可能在不同的階段，若教師只用校內所選用的版本教材進行教學，將無法兼顧每位學生的需求。因為先備知識不同，學生的起點也不同。因此，目前教材可能無法順利幫助每位學生到達下一個層次的發展。我們更可以發現，在教學現場有許多放棄數學學習的學生，大部份是因為幾何思考層次在前一階段無法順利發展，例如學生對三角形內角和 180 度、三角形外角和 360 度等基本概念不了解，導致日後應用幾何問題推理的困難(李俊儀、袁媛，2004)，而阻礙更高層次的發展。van Hiele (1986)亦認為，許多學生學習幾何所發生的困難，主要是因為學校的教材

內容不符合學生思考的層次，以致於造成學生只有靠記憶或背誦來學習，效果當然不佳。Clements 與 Battista (1992)建議學生在學習幾何和解題時，可以利用空間思考的推演強化表徵或操作相關的資訊。

另一方面，為了促使學生從一個層次到另一個層次的發展，van Hiele (1986)也提出五個關連的學習階段(諮詢、導向、解說、自由探索及統整)，作為教師序列教學活動設計的參考。所以，教師進行幾何單元的教學時，應該考量課程與學生思考層次之間的落差，將 van Hiele 的理論置於教學過程中來了解學生的幾何思考和行為，並依據五階段學習理論的架構依序鋪陳教材，設計適當的教學實作情境，透過操作視覺化的經驗，將有助於學生到達較高的思考層次。

## 二、國中學生學習四邊形概念的現況探究

國中的幾何課程主要是銜接國小六年級的課程，進入 van Hiele 「層次三的非形式化演繹期」，引導學生能夠使用幾何性質來解決問題，可是七年級的教材卻完全沒有安排四邊形的內容，這之間似乎有一個四邊形幾何學習的空窗期。一直到了八年級，才有規劃四邊形的相關教材。前半段以複習的方式，將四邊形以定義的方式簡略帶過，目的在於喚起國小的記憶，後半段才進一步探討平行四邊形的基本性質與判別性質，讓學生瞭解正方形、長方形、菱形、平行四邊形與梯形彼此之間的包含關係。九年級課程中與四邊形有關的部份，只在相似多邊形的探討時有稍微提到，國內四邊形概念的課程設計似乎缺乏持續性及完整性。

也許因為課程設計的缺失，造成許多學生在學習四邊形的幾何性質時產生困難。例如：林柏嘉(2009)以國中七年級學生為對象，提出國中學生在四邊形辨識迷思的類型有：1.不明白典型例只是代表一部分的圖形例子，例如：以為正方形的方位一定要水平擺放；2.將三維空間投影至二維平面的四邊形也誤認為是四邊形；3.對於圖形名稱的字面解讀出現語意迷思，例如：認為正方形是正的，所以必須有一個邊是水平線；4.認為一個圖形只能有一個名稱，所以一個圖形已經是菱形了，那麼這個圖形就是菱形，不可以也是平行四邊形。

國外學者 Monaghan (2000)也發現，國中學生深受長方形原型的影響，認為正方形是四邊等長，而長方形有兩雙相對且等長的邊，其中有一雙較長，另一雙較短，所以學生很難描述正方形和長方形之間的包含關係；而且因為學生心

中普遍存在平行四邊形的原型，所以他們容易認為長方形並不是一個平行四邊形。Heinze 與 von Ossietzky (2002)也發現八年級學生在四邊形分類的表現上出現缺陷。此外，左台益(2002)也發現，有關四邊形圖形的辨識問題，七、八年級的學生能夠完全正確回答的比例很低(不到 15%)，九年級約在 27%。這表示國中學生光是執行辨識四邊形圖形，出錯的比例就很高，要進行四邊形的性質判斷與了解包含關係更顯困難。

綜合國內外的研究皆顯示，在辨認圖形上，四邊形最容易受到原型的影響，學生較難辨認出幾何變換後的圖形(朱莉文, 2005; 周先祝, 2003; 林柏嘉, 2009; Monaghan, 2000)。換言之，雖然在國小階段有做好建立四邊形的心像概念，但是在學生的心中可能只是一個固定的心像，以致於在轉換後的圖形會造成學生辨識困難或形成迷思概念。而國中雖然進入層次三的非形式演繹階段，可是學生對於四邊形的辨識問題，仍然存在很多的迷思概念，進一步造成學生在包含關係上的學習狀況差(林柏嘉, 2009)。如果教師此時忽略學生有關四邊形的迷思概念，直接切入幾何性質的介紹與論證，對於其幾何概念的學習可能會產生更多的迷思概念，學習幾何更為困難，且無法順利發展到下一階段。研究者認為國中八年級位於九年一貫數學領域的階段四，是一個統整重要概念的階段，教師在教材的設計上，若能先澄清對四邊形認識的迷思，並營造一個有利於破除四邊形迷思概念的學習的環境，尤其以視覺幾何、操弄性的非形式幾何，先讓學生對圖形與空間有感覺(教育部, 2003)，才能避免學生產生更多的迷思概念。

### 三、國內以 GSP 探討教學成效的相關研究

到目前為止，國內以 GSP 軟體輔助教學之相關研究，大部份採量化研究取向，探討 GSP 軟體輔助教學與傳統教學應用在各種數學單元之學習成效，多聚焦在學習成就與學習態度兩個層面，雖然多數研究指出學生接受 GSP 融入的教學抱持正向的態度，但在對學習成就的影響方面並無定論。多數研究結果顯示接受 GSP 融入的教學與接受傳統教學的學生在學習成效上並沒有明顯的差異(尤冠龍, 2006; 余麗惠, 2003; 林星秀, 2001; 林順隆, 2005; 吳鳳萍, 2002; 姚文仁, 2007; 陳文吉, 2007; 陳裕亮, 2003; 黃玫玥, 2004; 張美珠, 2003; 溫安榮, 2007; 鄭志明, 2003; 劉晏企, 2007; 戴錦秀, 2002)，但也有部分研究結果獲得統計上的顯著差異，提供 GSP 融入數學教學是一有效教學模式的實

證性結果(陳盈帆、賴阿福、蔡俊明、黃聰欽, 2008; 陳志嘉, 2008; 葉進安, 2010)。部分研究者試著考慮一些變項來檢核教學模式與這些變項的交互作用關係, 其中性別及學生的能力背景是較常被探討的兩個變項, 但研究結果仍然分歧。在考慮能力分組方面的研究, 林星秀(2001)發現高、中分群學生較適合 GSP 的融入教學模式; 郭昭慧(2004)研究發現對中分群學生施以 GSP 融入的教學學習成效顯著優於控制組中分群; 尤冠龍(2006)的研究結果顯示, 對高分群學生施以 GSP 融入的教學學習成效顯著優於控制組高分群; 蘇聖文(2007)研究發現低、中分群學生較適合 GSP 的融入教學模式; 而溫安榮(2007)在其研究中發現中分群的學生在 GSP 融入教學的模式中表現較佳。在考慮性別方面的研究, 吳鳳萍(2002)發現男性學童對於 GSP 融入教學具有高度的興趣, 經過分析之後也證實接受 GSP 融入教學的男生學習成效顯著優於控制組男生; 但葉進安(2010)的研究並未發現教學模式與性別的交互作用現象。因此, 不同能力及性別變項在 GSP 資訊融入輔助教學之探討是值得切入的議題。

再從教學的場域來看國內所進行的相關實驗研究, 有些研究的實驗組是在電腦教室, 由學生一人一機操作使用 GSP 軟體(尤冠龍, 2006; 林星秀, 2001; 吳鳳萍, 2002; 姚文仁, 2007; 戴錦秀, 2002), 或是以電腦搭配單槍於教室, 由教師操作使用 GSP 軟體輔助教學(許乃賜, 2004; 凌久原, 2007; 郭昭慧, 2004; 劉晏企, 2007), 這些研究多只以 GSP 融入數學教學模式統稱實驗教學模式, 因此很難看出學習成效是如何運用教學工具而產生。由於教育部所推動的中小學資訊教育白皮書中提到每一間教室都能提供師生均等的數位機會(教育部, 2008), 即明示未來每間教室都會有電腦。換句話說, 教師直接在教室使用電腦及單槍進行資訊融入教學勢必成為未來的重要趨勢。所以, 研究者想進一步瞭解在有關幾何教學上, 由教師在教室以電腦展示教材或由學生至電腦教室實際操作學習, 對於學習成效之影響為何, 以作為日後在全面推廣資訊融入教學之參考。

## 參、研究方法

因為探究 GSP 的教學模式成效為本研究的目的, 因此實驗設計為本研究的主要方法。本章將針對研究對象、實驗設計、研究工具、研究流程及資料分析方法一一說明。

## 一、研究對象與實驗設計

本研究是以桃園地區某國中八年級三個班級的學生為研究對象。該校八年級共 9 個班，採常態男女合班的模式教學。本實驗設計因考量到既定的編班無法改變，以及班級的課表不同，遂無法將學生以隨機分派方式將受試者分為實驗組與控制組。但實驗學校國二學生在入學時，即進行 S 形常態編班，故指派兩班為實驗組，其中隨機選取一班為實驗組一，一班為實驗組二；而顧慮到因各班學習環境的不同，將造成學生學習表現上的落差，所以在挑選控制組時，找了兩班(由同一位教師任教)學習表現與實驗組相當的班級，並隨機選取其中一個班作為控制組。故本研究採取不等組前後測準實驗設計，比較學生接受不同教學模式後之學習成效。其中實驗組一接受 GSP 動態教師展示組教學模式，實驗組二接受 GSP 動態學生操作教學模式，控制組則接受傳統講述教學模式，未使用任何資訊輔具。三組教學模式的課程設計案例對照表(以一節課為例)見附錄一。

## 二、研究工具

### (一) 胚騰(Pattern)推理能力測驗

本研究採用張純芳(2010)發展之「胚騰推理能力測驗」作為檢測學生數學潛能的工具。胚騰推理測驗共有 36 題選擇題，每題都只有一個正確或最佳答案。計算受試者填答正確的題數，答對一題計一分。以胚騰推理能力測驗中所有試題的總得分代表其胚騰推理能力，總得分愈高，代表該生的胚騰推理能力愈佳。胚騰推理能力中可以區分為六個主要類型，每個類型分別包括六題測驗題：1. 序數增長型；2. 遞迴增長型；3. 對稱胚騰型；4. 旋轉胚騰型；5. 屬性胚騰型；6. 平移胚騰型。本測驗的 Cronbach  $\alpha$  信度值為 .870，顯示測驗穩定度良好。根據張純芳的研究顯示，學生在本測驗工具的得分與數學成績有顯著的正相關，且解釋力達 52.7%，因此研究者於實驗教學前施測，將學生在此測驗的得分作為數學潛能分組的依據，並以此測驗成績作為統計分析之共變數。



## (二) 自編平行四邊形單元成就測驗

本測驗題目的編訂主要參考南一版國中數學第四冊教師手冊、教學指引、課本與習作內容，以平行四邊形的性質及判別性質與特殊四邊形的包含關係等概念為主。由研究者針對本研究教學處理單元所對應之教學目標及學習內容編製雙向細目表，其中以幾何能力指標及所演繹出的分年細目來決定命題內容，將題目分為「概念理解」、「程序執行」與「問題解決」三個能力層次，根據雙向細目表之教學目標挑選難度合宜的題目或自編題目。再將題目與三位資深國中數學教師及一位數學教育領域的教授討論，修改題目內容以建立本工具之內容效度。而測驗的題型主要是選擇題 18 題，每題 2 分，總分為 36 分。測驗試題經兩次以國中二年級學生為對象的預試，在分析第二次預試結果後試題良好，即成為正式成就測驗題目。第二次預試後試卷的 Cronbach  $\alpha$  信度值為 .807，試題難度值介於 0.34~0.75，鑑別度介於 0.29~0.81。

## (三) 以 GSP 設計的平行四邊形單元教材

本實驗教材的發展是從學習者的先備經驗作分析，再根據教學內容訂定教學目標，將教材的內涵與學習者基礎能力釐清後，再根據學習者的學習能力發展進行教材設計，最後將發展出的教材進行檢核、修正、評鑑，直到教材發展完全。

研究者以 GSP 動態幾何軟體為編輯工具，配合南一出版社所出版之第四冊第四章第三節「平行四邊形」和第四節「特殊平行四邊形」單元為藍本設計教材。為使 GSP 電腦輔助教學能順利進行，研究者在設計教材時，秉持五原則來加以編纂：介紹基本功能、注意上課時間分配、配合課本之教學目標、以按鈕掌控資訊的顯現及隱藏(見圖 1)、融入操作性活動(見圖 2)。教材設計著重於引導學生澄清迷思概念，例如：在圖 1 中，研究者設計兩個探索活動，希望引導學生經由動態呈現方式去觀察圖形的元素(對角線及角)，以了解菱形也具有平行四邊形的特性，故菱形也是平行四邊形。教材研發過程經過三次修正完成，第一次商請有教學經驗的專長教師(包含一位教研所的教授及數位目前任職於中小現任數學教師)檢視頁面及內容，作第一次的修正；於 2010 年 2 月，以國三學生為研究對象進行試教，並蒐集學生意見及建議進行第二次教材修改；於 2010 年 5 月，再次將修改之教材進行以國二學生為研究對象之試驗性教學，並於教學後進行第三次教材修正。

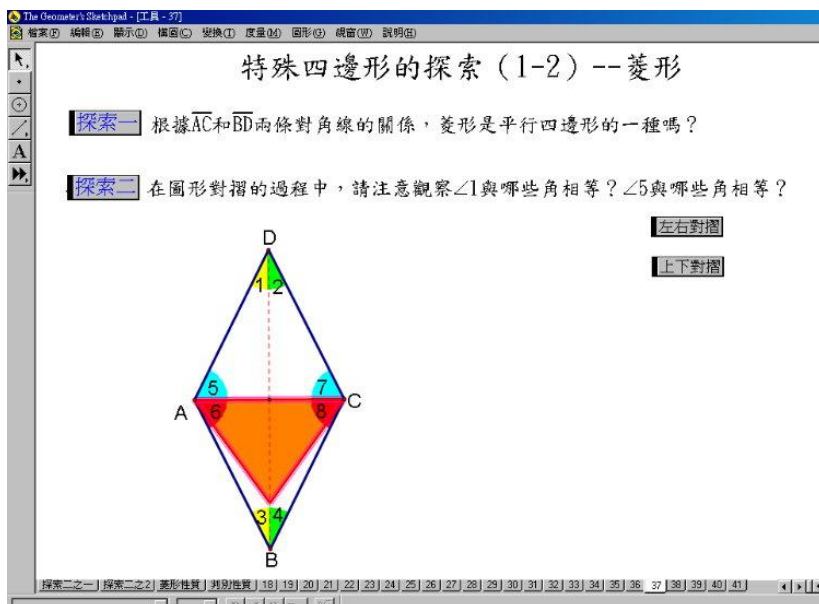


圖 1 將按鈕按下後可循序呈現欲探索的學習活動內容

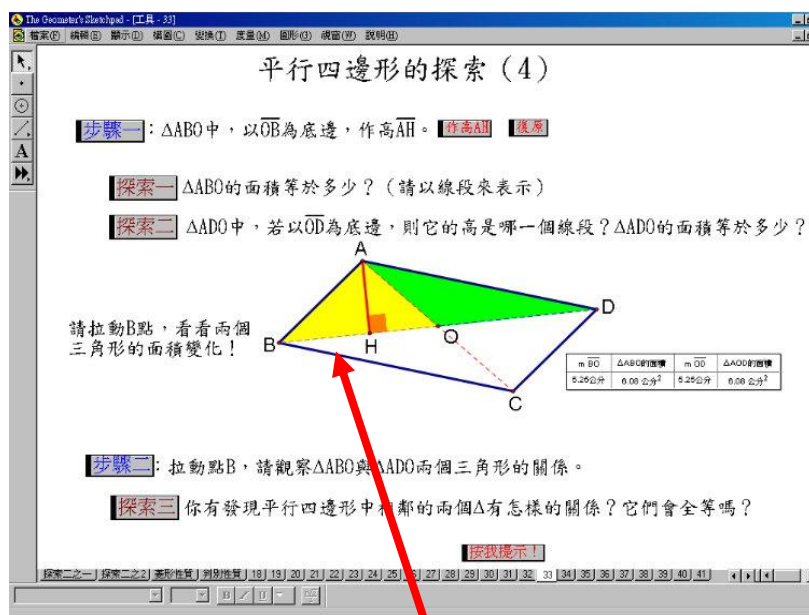


圖 2 可操作的動點讓學生可以透過操作進行概念探索

### 三、研究進行流程

本研究於 2010 年 6 月進行實驗教學，於實驗教學前一週進行胚騰推理能力測驗作為本實驗研究的前測結果。兩組實驗組學生分別在電腦教室及一般教室進行 10 節課的 GSP 輔助教學，每次 45 分鐘，第一節課為熟悉 GSP 課程的操作，其餘 9 節課皆為正式上課。對照的控制組則在傳統教室中接受沒有 GSP 融入的傳統教學。在不同的 GSP 電腦輔助教學模式和傳統講述教學後的次一上課時間，則分別對三組學生實施平行四邊形單元成就測驗之後測。

### 四、資料分析

本研究以二因子共變數分析探討教學模式與數學潛能及教學模式與性別對數學學習成就影響的交互作用關係，若二因子共變數分析結果有交互作用，將進一步進行單純主要效果檢定；若結果無交互作用，則針對二個因子分別討論其主要效果。

## 參、研究結果與討論

根據研究設計蒐集研究資料之後，本章呈現兩個研究問題的分析結果，並對研究結果作進一步的討論。

### 一、不同教學模式與數學潛能對數學學習成就的交互作用影響

本研究的第一個目的在探討不同教學模式與數學潛能對數學學習成就上的交互作用影響。研究者先以胚騰推理能力測驗作為不同數學潛能的分組依據，測驗總分為 36 分，並將成績 30 分(含)以上的學生分類為高數學潛能組，而將未滿 21 分的學生分類為低數學潛能組，分數在 21 分(含)以上而未滿 30 分的學生分類為中數學潛能組，三組學生在平行四邊形單元成就測驗的成績表現，如表 1。本研究以三個班學生的胚騰推理能力測驗成績作為共變數，平行四邊形單元成就測驗的成績作為依變數，並於教學實驗結束後進行二因子共變數分析。在進行二

因子共變數分析前，先進行組內迴歸係數同質性考驗，得  $F=1.44, p=.195 > .05$ ，接受虛無假設，因此可以確定資料符合假定，可直接進行共變數分析，二因子共變數分析摘要表如表2所示。從表2的結果顯示，排除胚騰推理能力測驗成績的影響後，不同數學潛能與教學模式在平行四邊形單元成就測驗的學習效果上沒有顯著交互作用 ( $F=0.96, p=.434 > .05$ )，未達到顯著水準，但在個別因子之「主要效果」均達顯著，A 因子(數學潛能)主要效果之  $F$  值等於4.204 ( $p=.018 < .05$ )；B 因子(教學模式)主要效果之  $F$  值等於3.375 ( $p=.039 < .05$ )。

從邊緣平均數及事後比較發現，在數學潛能變項的差異方面，高數學潛能組 ( $M=24.548$ ) 顯著優於中數學潛能組 ( $M=17.138$ ) 及低數學潛能組 ( $M=12.916$ )，而中數學潛能組成績與低數學潛能組成績雖有差異但並未達顯著水準，可能因低數學潛能組的各組學生人數較少且各組人數的差距較大，因此較難達到統計上的顯著差異。

表 1 不同數學潛能學生在平行四邊形單元成就測驗的成績表現分配表

數學潛能	教學模式	樣本數	平均數	標準差
高數學潛能	實驗組一	8	28.00	4.408
	實驗組二	10	25.00	7.379
	控制組	10	22.80	8.804
	總和	28	25.07	7.313
中數學潛能	實驗組一	13	21.23	7.049
	實驗組二	12	15.33	4.619
	控制組	13	14.77	6.610
	總和	38	17.16	6.748
低數學潛能	實驗組一	10	12.20	3.938
	實驗組二	6	12.00	2.530
	控制組	9	12.22	4.522
	總和	25	12.16	3.738
總和	實驗組一	31	20.06	8.189
	實驗組二	28	18.07	7.572
	控制組	32	16.56	8.004
	總和	91	18.22	7.986

表 2 不同教學模式與數學潛能在平行四邊形單元成就測驗成績之二因子共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	事後比較
數學潛能組別	312.332	2	156.166	4.204*	高 > 中 高 > 低
教學模式組別	250.755	2	125.377	3.375*	教師展示組 > 傳統教學組
數學潛能組別* 教學模式組別	142.677	4	35.669	0.960	
誤差	3009.181	81	37.150	---	
全體	35948.000	91	---	---	

\* $p < .05$

在教學模式變項的差異方面，實驗組一(GSP動態教師展示組)( $M=20.06$ )與實驗組二(GSP動態學生操作組)( $M=18.07$ )在平行四邊形單元成就測驗成績差異未達顯著水準；而實驗組一(GSP動態教師展示組)的平行四邊形單元成就測驗成績( $M=20.06$ )則顯著優於控制組(傳統教學組)( $M=16.56$ )的學生，至於實驗組二與控制組成績差異未達顯著差異。本研究結果顯示，接受GSP動態教師展示組教學的學生，在平行四邊形單元成就測驗成績優於控制組的學生，此結果和Phonguttha等(2009)的研究發現一致。這也呼應Nordin、Zakaria、Mohamed與Embi(2010)所提出的論點，GSP軟體能夠突破傳統課室情境的限制，跳脫傳統板書講述缺失，讓數學授課教師利用動態功能進行課程設計與引導，將要教授的幾何觀念透過一系列的動態畫面呈現，使學生對幾何觀念有具體、深刻、驗證的理解。並一面指引學生進行思考「這樣.....你發現什麼?」，藉由視覺化的變化情形，對於各種幾何概念進行思考和推論。

本研究發現GSP動態教師展示組與GSP動態學生操作組在平行四邊形單元成就測驗上的差異並不顯著。但若進一步與控制組比較，GSP動態教師展示組明顯優於控制組學生的學習表現，GSP動態學生操作組的學生與控制組的學生表現卻未有明顯差異。換句話說，與傳統講述法比較，GSP動態教師展示模式明顯看得出來能提高學生的學習成效。分析其背後原因，研究者推論可能的原因包含二個部分。

### (一) 國中階段的學生仍需要聚焦的引導

GSP 動態教師展示組與 GSP 動態學生操作組的上課內容與課程安排是相同的，包括：GPS 軟體教材內容、出現順序、學習單、課程任務、引導問題等。而最大的差別即在前者是透過教師展示與引導，在一般教室中(也就是學生平常使用的班級教室)進行，後者為學生在電腦教室中親自操作 GSP 的學習內容。GSP 動態教師展示組(上課情況如圖 3)強調的是，透過老師展示表現出幾何觀念的動態變化，藉由驗證的效果強化學生的幾何認知，完成幾何概念學習；GSP 動態學生操作組(上課情況如圖 4)強調的則是，學生可以自由探索幾何的特性，藉由親自操作強化學生的幾何認知，完成幾何概念的學習，兩者在學習情境中發揮不同的功能，前者的 GSP 動態軟體，在教學過程扮演「展示(demonstrate)與驗證(verify)」的視覺化工具；後者扮演的則是「操弄(manipulate)與探索(explore)」的實驗性工具。在國內相關 GSP 的實徵研究中，研究者發現大部分是讓學生使用電腦，親自操作 GSP 軟體的幾何物件，希望學生透過自我探索而發現幾何觀念，此時 GSP 軟體是操作與探索的工具，包括林星秀(2001)、吳鳳萍(2002)及戴錦秀(2002)都是強調「動手做」的相關研究，讓學生自由操作，探索幾何；而另一部份研究則是利用 GSP 軟體發揮其獨特的動態功能，將 GSP 定位於展演及驗證的工具，希望學生透過教師的展示與引導，完成驗證幾何觀念，這些研究包括郭昭慧(2004)、許乃賜(2004)，而他們的研究結果也都獲得支持使用 GSP 教學的成效。本研究採用兩者相比較的方式，發現動手做的實驗組比起展示與驗證的實驗組，後者較適合國中學習平行四邊形幾何單元。對國中學生學習數學的情境而言，電腦是一個誘因，但學生也可能因此分心，如果在教學設計上無法有效掌控學生的學習步調及聚焦在教學設計的目標上，則可能無法達到預期的目標。本研究之學生在電腦教室中，主要以獨自操作的學習方式進行，不像在 GSP 動態教師展示組的學生，有機會和老師針對學習目標進行討論互動，或許因此影響了教學的效果。也許未來可以考慮將電腦群組或安排小組合作討論的融入式教學方式，使得學生更聚焦在學習的內容上，或可得到更有效的學習效果。

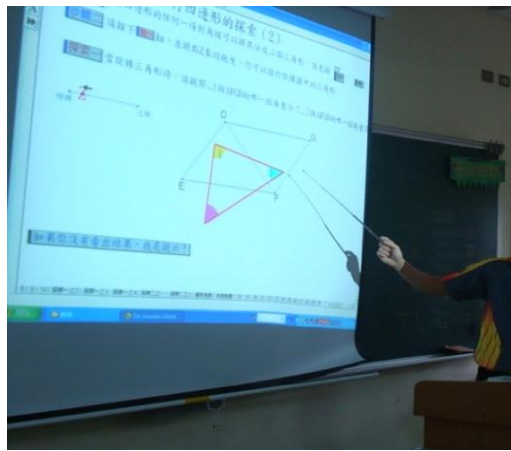


圖 3 GSP 動態教師展示組上課情況—老師引導



圖 4 GSP 動態學生操作組上課情況—學生操作

綜而言之，GSP 動態教師展示能呈現出傳統板書的限制，將圖形動態視覺化，將一系列的動畫模擬加以呈現及展示。GSP 動態學生操作則能提高動機，並使學習事半功倍(陳于倩, 2002)。過去的研究或許是因為把兩者分開來作比較，因此無法從中辨識兩者在學生學習幾何成效的差別，本研究結果發現，GSP 動態教師展示的教學模式是較佳的融入方式。GSP 動態教師展示模式較能協助學生聚焦，引導出每一個步驟的重點及其中的變化，因而產生較好的學習成效。

而 GSP 動態學生操作模式雖然能讓學生自由的操作，然而或許對於未接觸過的教材內容，國中學生尚未發現其中的幾何脈絡及相關重要觀念，也可能在教學設計上並未融入較多的合作學習方式，表現效果不比 GSP 動態教師展示組來得好。研究者認為 GSP 動態軟體的教學過程中，教師仍必須隨時掌握學生的學習狀況，以避免學生在課程中模糊學習焦點，而降低學習成效。此外，本研究結果發現 GSP 動態學生操作組與控制組的學生在平行四邊形單元成就測驗上沒有顯著差異。陳盈帆等(2008)認為，讓學生自由操作確實能提高動機與注意力，卻對學習缺乏大量聚焦的功能，學生自由探索了，卻讓其中的重要概念模糊了，如此反而與傳統板書講述法的學習效果差不多。由此點看來，國中學生在幾何數學的學習仍然需要強大的指導力介入，才能幫助他們比較正確、有效地獲得幾何概念。

## (二)教學情境改變容易分散學生專心度

GSP 動態教師展示組的課程是安排在平時上課的教室中，對於學生而言，在心態與時間上較能準備好課程進行，不需要花時間往返。反觀 GSP 動態學生操作組的學生則是在電腦專科教室中進行，由於電腦教室距離原教室有一段距離，且上課之前需要全班到齊後才能進到電腦教室，進教室後還必須等待電腦開機，因此造成正式在課程時間比前者少了一些。以一節課 45 分鐘為例，前者幾乎可以上滿整節課的時間，後者卻容易產生許多干擾課程進行的時間因素，可能無法上滿 45 分鐘或打鐘下課了才趕完課程，包含各班集合速度、移動速度與進入教室後的暖身速度。因此，教學情境的改變，可能造成學生專心度的降低。分析檢討在本研究的進行狀況，雖然研究者在實驗前，已經充分的提醒學生，並告知提早進入電腦教室，但在課程進行 10 次仍無法完全避免，譬如說，第一次進電腦教室時，因鑰匙借用問題，學生在鐘聲響起後才能進入教室；第六次上課時，亦因電腦設備維修問題，有數名學生少了 10 分鐘操作時間。

除了課程進行的時間受到影響外，學生在電腦教室上課的專心度也需要較長的時間醞釀，如蘇聖文(2007)即認為在電腦教室上課的學生比在一般教室的學生容易分心，推論可能的原因包括：上課位置的安排如(部分電腦必須背對著教師)、情境佈置(電腦教室空間較廣大)及學生的心情(容易因新鮮感感到興奮)。因此，GSP 動態學生操作組學生人手一機的實機操作，學生可以自由的選取與探索確實有其優點，但另一方面，教師較無法掌控每一位學生的操作品質及思考的重點。研究者即發現，對於學習態度良好的學生，學生仍在其動態操作上表



現相當主動，並專注在電腦操作上，少部份學習態度不佳的學生，在操作上仍然不主動，或許容易分心草草結束探索，導致無法掌握幾何思考的重要概念而影響學習成果。

## 二、不同型態的教學模式與性別對數學學習成就的交互作用影響

本研究的第二個目的在探討不同型態的教學模式與性別對數學學習成就的交互作用影響。本研究以三個班學生的胚騰推理能力測驗成績作為共變數，以平行四邊形單元成就測驗的成績作為依變數，三組學生依不同性別在平行四邊形單元成就測驗的成績如表 3，並於教學實驗結束後進行二因子共變數分析。在進行二因子共變數分析前，先進行組內迴歸係數同質性考驗，得  $F=0.35$ ， $p=.883>.05$ ，接受虛無假設，因此可以確定資料符合假定，可直接進行共變數分析，二因子共變數分析摘要表如 4 所示。從表 4 二因子共變數分析摘要表中，在排除胚騰推理能力測驗成績的影響後，不同性別與不同教學模式在平行四邊形單元成就測驗成績的學習效果上沒有顯著交互作用 ( $F=2.148$ ， $p=.123>.05$ )，未達到顯著水準，因此進行主要效果分析。而教學模式的主要效果分析，於前一節已將結果與討論進行探討，因此，此節僅針對性別因素來加以討論。

在本研究性別的主要效果分析中，男生的平行四邊形成績 ( $M=18.31$ ) 雖然高於女生的成績 ( $M=18.13$ ) ( $F=0.128$ ， $p=.722$ )，但並未達顯著差異。研究者推測本研究可能因為單元範圍較大，內容為國二下數學「4-2 平行四邊形」與「4-3 特殊平行四邊形」兩節內容，其中涵蓋平行四邊形的性質、特殊平行四邊形的性質及它們之間的包含關係，這就凸顯了數學概念的複雜性，很難切割成單純的一個概念，所以學生的表現有可能會受到概念之間複雜關聯性的影響，學生的表現不單純是單一概念的學習，其中可能的誤差增加，因而導致最後男、女學生的表現差異並不明顯。

表 3 三組學生依不同性別在平行四邊形單元成就測驗的成績表現

性別	教學模式	樣本數	平均數	標準差
男生	實驗組一	16	21.13	7.966
	實驗組二	14	19.71	7.226
	控制組	15	14.00	8.000
	總和	45	18.31	8.202
女生	實驗組一	15	18.93	8.548
	實驗組二	14	16.43	7.812
	控制組	17	18.82	7.519
	總和	46	18.13	7.859
總和	實驗組一	31	20.06	8.189
	實驗組二	28	18.07	7.572
	控制組	32	16.56	8.004
	總和	91	18.22	7.986

表 4 不同教學模式與性別在平行四邊形單元成就測驗成績之二因子共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F 值	事後比較
性別	4.968	1	4.968	0.128	
教學模式	303.358	2	151.679	3.904*	教師展示組 > 傳統教學組
性別*教學模式	166.881	2	83.440	2.148	
誤差	3263.634	84	38.853		
全體	35948.000	91			

\* $p < .05$

整理相關文獻後，研究者發現在探討性別差異這部分並無一致的結論。王智弘(2006)使用 Flash 開發一個可以提供國中數學教師進行多方塊組合教學活動的多方塊數學電子軟體學習平台，可以讓學生進行多方塊組合樣式的探索活動，發現國二男女學生在數學電子軟體教學環境下學習多方塊組合中，男生的學習表現比女生的學習表現好；葉進安(2010)以 GSP 融入數學教學與傳統講述教學對於學習成效之研究，則發現不同教學法對數學成就表現與性別因素無關；李俊儀與袁媛(2004)也以資訊科技融入數學教學，探討國一學生平面幾何的學習表現，結果顯示不同性別學生之學習表現沒有差異；此外，TIMSS 2003 顯示國際國中二年級男女學生的整體數學成就表現並無差異(Mullis, Martin, Gonzalez, & Chrostowski, 2004)；TIMSS 2007 的研究亦發現，臺灣國中二年級男女學生的整體數學成就表現無顯著差異(梁育維、陳芳慶，2008)。本研究的結果和李俊儀與袁媛(2004)、葉進安(2010)、TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 之國中二年級男女學生數學成就分析是一致的，即國中男女學生在幾何領域的學習表現並無明顯差異。但本研究結果卻與王智弘(2006)之發現有所不同，進一步分析比較過後，研究者推論可能原因為學習內容與包含概念的不同而產生的差異。本研究的學習內容是以九年一貫課程中的平行四邊形單元，學習內容為國二下數學 4-2 平行四邊形與 4-3 特殊平行四邊形兩節，橫跨的概念較廣，也擁有較多的次概念，而王智弘所研究之範疇為「多方塊組合」內容，並不出現在國中課本的安排中，是屬於課程外的幾何能力，算是比較小概念的探討。因此，研究者認為在幾何教學中應該跳脫性別的框架，不要以男女學生的能力為主要考量因素，改以個別原則介入，考量不同學生的學習需求，再安排適當的教學模組，這才是幾何教學的重點。

根據研究資料的分析結果顯示，本研究所進行的兩個交互作用研究假設並未獲得支持，其結果可能受到研究樣本數較少的影響，因此也減低本研究結果的推論性，這是本研究設計的一個限制。未來在研究設計若能蒐集較大的樣本資料，可以再對此問題進行檢核。

## 伍、結論與建議

本章根據研究結果作出研究結論，並從這些研究發現提出教育上的建議。

### 一、結論

本研究旨在探討不同模式的 GSP 融入數學教學，對學生學習平行四邊形成效的影響。根據研究結果與討論，本研究作出下列的研究結論：

- (一) 接受不同教學模式與不同數學潛能的學生，在數學學習成就上沒有顯著的交互作用。主要效果分析發現，接受 GSP 動態教師展示教學模式的學生在平行四邊形單元成就測驗的得分顯著優於控制組學生，而 GSP 動態教師展示組與 GSP 動態學生操作組則沒有顯著差異。研究結果顯示，在平行四邊形單元的學習上，GSP 動態教師展示教學模式比 GSP 動態學生操作教學模式更適合國中階段的學生。
- (二) 接受不同教學模式與不同性別的學生，在數學學習成就上沒有顯著的交互作用。主要效果分析發現，男生與女生在平行四邊形單元成就測驗得分上沒有顯著差異，顯示不同的教學模式對於男女生在學習平行四邊形都一樣好。

### 二、建議

本研究根據研究結果，在教學上提出幾點建議如下：

- (一) 本研究結果顯示，GSP 動態教師展示模式較容易協助學生聚焦於重要幾何觀點，有效增進幾何觀點。因此，建議國中教師在幾何部分的課程教學，可以採用 GSP 動態教師展示的方式作為教學模式。
- (二) 無論採用 GSP 動態教師展示或 GSP 動態學生操作的教學模式，教師應該先行掌握課程知識的重點，考量哪些是可以善用 GSP 動態軟體的優勢來加以呈現，教師可事前先行考量，設計於教學過程中，以發揮其教學效果。例如：GSP 中「按鈕功能」的設計，可以按照教師的教學構想引導學生學習，在觀念建構過程中給予提示，按下按鈕即能有所重要提醒；或者利用「旋

轉變換的功能」，操控旋轉平行四邊形讓學生可以探索發現重要的幾何性質，如：對角和對邊相等、對角線互相平分等；以及「拖曳功能」，設計讓學生自由拖曳與操弄平行四邊形頂點，使學生發現四邊形之間的包含關係及不變的相關特性等。尤其是學生操作組，最大特點在於能夠自行操作學習，所以在 GSP 教材中給學生的引導語要清楚詳細，否則學生會對自己下一步要操作什麼感到困惑，而造成學習失焦。

- (三) 研究者發現使用 GSP 動態軟體比傳統講述法教學節省許多繪圖的時間，但架設電腦與單槍、電腦教室集合學生以及給學生自由操弄的時間等容易有所耽擱或延誤。本研究建議在教室展示 GSP 教材的班級，能訓練一位負責且熟悉資訊設備的小老師，在上課前利用下課時間完成電腦及單槍的架設，降低因架設器材而產生教學時間上的誤差；而在電腦教室操作的班級，可以請導師協助要求學生準時集合或者能提供準時集合的獎懲辦法，以求教學時間更加完整與足夠，比如：準時的同學加平時成績或提供小獎品給予鼓勵，遲到的同學則下課留下來整理環境。
- (四) 學校電腦教室不多，要使用學生操作模式需複雜的調借課或與電腦教師協商使用時間。為了突破目前現實環境的限制，降低硬體設備不足所造成的使用困難，研究者建議應該讓電腦設備進入傳統的課室教學情境。此外，本研究發現 GSP 動態教師展示模式的對學生幾何概念的獲得亦有相同水準，因此，建議數學教師可彈性處理，非絕對必要使用電腦教室之 GSP 動態學生操作模式，在傳統教室採用 GSP 動態教師展示模式也是可行之道。

## 參考文獻

- 尤冠龍(2006)。幾何繪圖軟體 GSP 融入國中數學教學對學生學習成就與態度影響之研究(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 王智弘(2006)。多方塊虛擬教具的開發與教學研究(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- 左台益(2002)。van Hiele 模式之幾何教材設計。中等教育，53(3)，44-53。
- 朱莉文(2005)。國小五年級學童平面圖形學習表現之研究(未出版之碩士論文)。國立臺中師範學院，臺中市。

- 余麗惠(2003)。高雄市高職學生運用 GSP 軟體學習三角函數成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 吳鳳萍(2002)。探討動態幾何軟體活動設計對國小五年級學童在面積學習成效方面之影響(未出版之碩士論文)。國立臺北師範學院，臺北市。
- 李俊儀、袁媛(2004)。資訊科技融入數學教學模組之開發與研究—以國中平面幾何基礎課程教學為例。花蓮師範學院學報，19，119-142。
- 周先祝(2003)。四邊形概念的徑路搜尋分析—兼顧能力值與模糊認知結構取向(未出版之碩士論文)。國立臺中師範學院，臺中市。
- 林保平(2004)。公切圓之圓心軌跡—用動態幾何軟體探討幾何性質。科學教育月刊，271，2-9。
- 林星秀(2001)。高雄市國二函數課程 GSP 輔助教學成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 林柏嘉(2009)。兩種改善四邊形辨識迷思的教學策略研究—以國中七年級學生為對象(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林順隆(2005)。電腦軟體 GSP 輔助國中幾何單元教學之學習成效研究(未出版之碩士論文)。佛光大學，宜蘭縣。
- 姚文仁(2007)。國中三角形相關概念 GSP 補救教學之成效研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 張美珠(2003)。動態環境中廣義角概念學習之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 張純芳(2010)。胚騰推理與數學學習態度對國中基測數學成績之相關性研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園縣。
- 黃玫玥(2004)。國小六年級學生使用電腦軟體 GSP 學習面積成效之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 教育部(2003)。國民中小學九年一貫課程綱要。臺北市：教育部。
- 教育部(2008)。教育部中小學資訊教育白皮書(草案)。臺北市：教育部。
- 溫安榮(2007)。GSP 融入數學教學對高二學生數學學習成效影響之研究—以「圓錐曲線」單元為例(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 梁育維、陳芳慶(2008)。TIMSS 2007 亞洲五國之國中二年級學生數學成就現況分析。網路社會學通訊期刊，77。
- 許乃賜(2004)。動態幾何教學與傳統教學對國小五年級學童圓教學成效之研究(未出版之碩士論文)。國立臺北師範學院，臺北市。

- 凌久原(2007)。動態多重表徵對於國中生幾何單元學習成效之影響(未出版之碩士論文)。國立成功大學，臺南市。
- 郭昭慧(2004)。國中三角幾何GSP輔助教學之學習成效研究(未出版之碩士論文)。義守大學，高雄縣。
- 陳于倩(2002)。運用學校本位數學教學模組探究國小四年級學童幾何學習之研究(未出版之碩士論文)。國立嘉義大學，嘉義縣。
- 陳文吉(2007)。資訊科技融入九年一貫國中數學領域之學習成效研究—以GSP輔助平面直角坐標系單元為例(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化縣。
- 陳志嘉(2008)。結合Gsp與Flash進行空間測量教學之成效研究—以臺中市高職學生為例(未出版之碩士論文)。逢甲大學，臺中縣。
- 陳裕亮(2003)。高職廣義角三角函數單元 GSP 電腦輔助教材之設計與教學成效研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄縣。
- 陳盈帆、賴阿福、蔡俊明、黃聰欽(2008)。動態幾何軟體 GSP 對國小六年級學生學習面積概念之影響。科學教育研究與發展季刊，51，91-127。
- 葉進安(2010)。GSP 融入數學教學對於國中生幾何單元學習成效之研究(未出版之碩士論文)。國立政治大學，臺北市。
- 劉晏企(2007)。動態幾何 GSP 融入國小四年級數學領域三角形與角度單元教學之研究(未出版之碩士論文)。屏東師範學院，屏東縣。
- 鄭志明(2003)。高中廣義角三角函數課程使用 GSP 電腦輔助教學成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 戴錦秀(2002)。國小五年級學生使用電腦軟體 GSP 學習三角形面積成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 蘇聖文(2007)。國中相似形 GSP 電腦輔助教學之成效研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄縣。
- Almeqdadi, F. (2000). *The effect of using the Geometer's Sketchpad (GSP) on Jordanian student's understanding of geometrical concepts*. Jordan: Yarmouk University.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan Publishing Company.

- Fallstrom, S., & Walter, M. I. (2009). Using Geometer's Sketchpad to explore, conjecture, and enjoy. *International Journal of Computers for Mathematics Learning, 14*(2), 183-194.
- Heinze, A., & von Ossietzky, C. (2002). Because a square is not a rectangle- Students' knowledge of simple geometrical concepts when starting to learn proof. *Proceedings of the 26th PME Conference, 3*, 81-88.
- Myles, D. E. (2006). *Using Geometer's Sketchpad to develop a conceptual understanding of Euclidean Geometry*. Unpublished doctoral dissertation, State University of Michigan.
- Kurz, T. L., Middleton, J. A., & Yanik, H. E. (2005). A taxonomy of software for mathematics instruction. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 5*(2), 123-137.
- Marzita, P., & Rohaidah, M. (2004). Application of Geometer's Sketchpad in learning mathematics. *Proceeding 2003 Regional Conference on Technology in the Mathematical Sciences, 193-203*.
- Monaghan, F. (2000). What difference does it make? Children views of the differences between some quadrilaterals. *Educational Studies in Mathematics, 42*, 179-196.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Gonzalez, E. J., & Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international mathematics report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Nordin, N., Zakaria, E., Mohamed, N. R., & Embi, M. A. (2010). Pedagogical usability of the Geometer's Sketchpad (GSP) digital module in the mathematics teaching. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 9*(4), 113-117.
- Phonguttha, R., Tayraukham, S., & Nuangchalerm, P. (2009). Comparisons of mathematics achievement, attitude towards mathematics and analytical thinking between using the Geometer's Sketchpad program as media and conventional learning activities. *Australian Journal of Basic and Applied Science, 3*(3), 3036-3039.



- Teoh, B. T., & Fong, S. F. (2005). The effects of Geometer's Sketchpad and graphic calculator in the Malaysian mathematics classroom. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, 2(2), 82-96.
- van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Orlando, FL: Academic Press.

**附錄：三組教學活動設計對照表(以第一節為例)**

<b>教學單元</b>		平行四邊形的性質	<b>教學時間</b>		135 分鐘(三節)	
<b>教學者</b>		教學設計者楊子賢		<b>教學對象</b>		八年級學生
<b>教學場域</b>	實驗組一	班級教室	<b>教學資源</b>	實驗組一	GSP 探索活動、筆記型電腦、單槍投影機及四邊形學習單	
	實驗組二	電腦教室		實驗組二	GSP 探索活動、學生用電腦(具 GSP 軟體)及四邊形學習單	
	控制組	班級教室		控制組	課本、習作及板書	
<b>教學目標</b>		1.能夠了解平行四邊形的意義 2.能畫出正確的平行四邊形 3.能理解平行四邊形的基本性質 4.能了解平行四邊形對角線的相關性質 5.能判別一個四邊形是否為平行四邊形 6.能學習推理、學習證明平行四邊形的性質				
<b>教學活動設計</b>						
<b>實驗組一</b>		<b>實驗組二</b>		<b>控制組</b>		
<b>1-1 van Hiele 第一階段：學前諮詢與引起動機 (12 分鐘)</b>						
(一) 教學前，教師透過觀察與發問，了解學生已具備的知識作為教學準備。		(一) 教師引導學生進入平行四邊形的學習－平行四邊形的性質：對角相等、對邊等長。		(一) 複習上次課程「平行線」特性，並進入 4-2 平行四邊形單元。		
(二) 引起學生學習動機。		(二) 教師說明課程進行方式(教師展示，並配合學習單)。		(二) 配合課本 P166 開始說明「平行四邊形」基本性質：對邊相等與對角相等。		
(三) 請學生在學習單畫出一個平行四邊形。		(三) 教師說明課程進行方式(學生操作，並配合學習單)。		(三) 講解例題一：學習說理，瞭解平行四邊形一條對角線將其分成兩個全等三角形。		
(四) 教師了解學生畫出的圖形，引導學生歸納平行四邊形的特徵。				(四) 講解例題二：平行四邊形對角相等。		
<b>1-2 van Hiele 第二階段：引導學習方向 (10 分鐘)</b>						
				(五) 規定課後作業：隨堂練習。		
<b>1-3 van Hiele 第三階段：解說＋van Hiele 第四階段：自由探索(15 分鐘)</b>						

<p>(一) 教師透過電腦操作(GSP 軟體)平行四邊形的對角關係、對邊關係。展示給學生觀察平行四邊形的對角與對邊關係。</p> <p>(二) 挑選 2~3 位學生，讓學生上台操作。</p> <p>(三) 教師幫助學生透過視覺化建立心像，推論出平行四邊形的基本性質。</p>	<p>(一) 引導學生透過電腦操作(GSP 軟體)平行四邊形的對角關係、對邊關係。學生可自由探索平行四邊形的對角與對邊關係。</p> <p>(二) 教師幫助學生透過視覺化建立心像，推論出平行四邊形的基本性質。</p>	
<p><b>1-4 van Hiele 第五階段：統整(8 分鐘)</b></p>		
<p>(一) 教師整理課程內容。</p> <p>(二) 邀請學生完成平行四邊形學習單 P2 小試身手。</p>		

第一節 結束

# A Study of the Effects of Integrating Teaching Models of GSP into Junior High School Students' Learning of Parallelograms

Yuan Yuan<sup>1\*</sup> Tzu-Hsien Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Education, Chung Yuan Christian University

<sup>2</sup>Hsin Fu High School, Taoyuan County

\*[yuan@cycu.edu.tw](mailto:yuan@cycu.edu.tw)

## Abstract

This study adopted the quasi-experimental design, and aimed to explore the effectiveness of different teaching models of the Geometers Sketchpad (GSP) for the learning of parallelograms in junior high school students. Students from three eighth grade classes of the same junior high school in Taoyuan County were selected as participants. Three classes of students were randomly assigned to experimental group1 (adopting a teacher demonstration model), experimental group2 (adopting a student operational model), and the control group (adopting a traditional lecture model). All students took a pattern reasoning test used as a covariance variable before the experiment. The parallelogram achievement test was administered after teaching. The major findings of this study indicated that teacher demonstration teaching model is more suitable for junior high school students and male and female students performed as well with any of the different teaching models.

Keywords: parallelograms, teaching model, dynamic geometry software