

# 動態幾何軟體 GSP 對國小六年級學生學習面積概念之影響

陳盈帆、賴阿福、蔡俊明、黃聰欽

臺北市立教育大學 資訊科學系

(投稿日期：97年4月30日；修正日期：97年6月20日；接受日期：97年12月23日)

## 摘要

本研究旨在了解動態幾何軟體GSP對國小六年級學生「面積概念」學習之影響，透過操作與討論的過程，比較「GSP輔助教學模式」與「傳統講述教學模式」對國小六年級學生在學習「面積」過程中的差異，研究採準實驗設計之「不等的前測—後測控制組設計」，研究範圍主要是以六年級的課程中「面積」教學領域為主，另外增加一些學生易產生迷思的部分，評估此模式的效益與實用性，作為日後發展GSP輔助教學環境之參考，期能達成更佳的教學效果。

關鍵詞：GSP、面積概念、六年級、學習成就

## 壹、前言

隨著資訊科技時代的來臨，方便、快速的電腦網路環境不斷推陳出新，提供了豐富又多元的各種資訊，若能將電腦軟體中強大的數值運算能力與視覺展示效果，融入數學的學習活動中，對於日後的教學，應可以發展出更有效率的學習方式。

本研究所使用之GSP輔助教學係指運用Key Curriculum公司所發展出來的Goometer's Sketchpad軟體，將學習教材設計成學習環境。動態幾何軟體具有尺規作圖、動態連續變換、保持結構、提供數字資料及記錄作圖過程等特質，這些功能及特質，不只能提供精確的幾何圖形，而且能協助教師提供方便操作、易於探討圖形性質的教學及教學環境。讓學生的學習可以從觀察、實驗、猜測、歸納動態連續變換的圖形中不變的性質（林保平，1996）。

透過動態幾何軟體GSP的應用，數學的抽象概念可以獲得更具體的呈現，學生藉由操作的過程，建構「面積」的相關概念，同時能達到與同儕合作學習的目的，引發學習的興趣，對於「面積」的學習，當具有一定的輔助效果，且六年級的學生不論在學習能力、心智發展與表達能力上均有顯著的成長，能做自我的學習與探究，具備了較複雜且成熟的電腦使用能力，能在教學過程中依照老師的指示操作練習，故本研究以六年級學生為對象，旨在了解動態幾何軟體GSP對國小六年級學生「面積概念」學習之影響，透過GSP操作與討論的過程，比較「GSP輔助教學模式」相對於「傳統講述教學模式」在國小六年級學生「面積」學習成效及保留情形上之差異，並了解學生在接受「GSP輔助教學模式」後，在「面積」概念之學習成效與數學態度之改變情形，且探討實驗組學生接受GSP輔助教學後的信心、接受度及有用性觀點，比較不同「性別」、「數學態度」、「面積」學習成效」之學生對於GSP輔助教學模式之使用態度的差異性，同時了解學生透過網路上之討論，與同儕分享學習「面積」之心得後，對於其「面積概念」學習之幫助，最後分析此模式應用在數學學習上的效益與實用性，做為往後發展GSP輔助教學環境之參考，以達成理想的教學效果。

## 貳、文獻探討

本研究就「面積」概念及教材、教學法之相關理論和資訊科技融入教學之意義與相關研究作文獻上的探討。

## 一、「面積」概念及教材

「面積概念」的學習是國小數學教學中很重要的一個部份，以下就「面積」的保留概念、測量概念與估測概念分述之。

### (一)「面積」的保留概念

譚寧君 (1995a) 指出保留概念指的是當兒童面對物體的某種轉換時，如位置的移動，方向的轉動，形狀的改變或切割活動等，能了解其原來的特質仍然保留不變的認知能力，如同量的水不因容器的不同而產生數量的改變，「面積」的大小不因切割後有所改變。此保留概念的發展是持續不斷的成長歷程，而非一蹴而成的。瑞士心理學家 Piaget、Inhelder 和 Szeminska (1960) 在兒童的幾何概念發展研究中，指出「面積」保留概念乃指兒童認知物件經過某種轉換（如位置、形狀改變）後其「面積」依然保持不變的能力，同時為研究「面積」保留概念層設計一些實驗，認為兒童具備基本「面積」保留概念必須應用加減法運思以及位置運思。

### (二)「面積」測量概念

「面積」的測量是透過各個不同二維單位量的覆蓋或拼湊而成，可以操作不同的單位量以描述「面積」的大小（譚寧君，1995b）。「面積」測量的基本概念是在探索封閉區域內的覆蓋情形，使學童經驗到整體的「面積」是由數個覆蓋物之「面積」的總和。Piaget、Inhelder 和 Szeminska (1960) 認為「面積」保留概念是「面積」測量概念的先備知識，當「面積」保留概念能一般化到互補「面積」保留概念時，此時才能進行「面積」的測量。

### (三)「面積」估測概念

估測可以分為兩類，一類是估算 (computational estimation)，是一種猜出合理近似值的技能；另一類是估量 (estimating measures and estimating numerosity)，是在不使用測量工具的情況下，以某種方法推論出該度量的一種過程 (Bright, 1976)。Hall (1984) 認為：「估測是一種可以訓練猜測的活動，它能在未知數量前，進行估量的活動。當我們進行估量時，我們以心中既定的標準來進行估量。」

本單元「面積」教材之重點為認識平行四邊形、三角形、梯形的「面積」求法和公式，進而應用這些「面積」公式，求算複合圖形的「面積」。若學生無法理解這些「面積」公式的推導與關係，則經常導致只是勉強記住一些無意義的「面積」公式及機械式的套用這些公式，因此本單元主要在利用學生已熟悉的長方形「面積」公式，經由切割、重新拼湊組合的形式，將平行四邊形、三角形和梯形變成已學會的圖形「面積」求法，進而推導出這

些圖形的「面積」公式，及認識公式中的構成要素（如底和高）。

## 二、教學法之相關理論

以下就各種教學法作一論述，內容包含建構主義的教學、鷹架式教學法、發現式教學法、討論式教學法。

### （一）建構主義的教學

NCTM（2000）所發表的「學校數學原則與標準」（Principle and Standards for School Mathematics）中提到，有效的數學教學必須先瞭解學生已經知道什麼、以及需要學習什麼，而後再激發（challenging）、協助（supporting）學生學得更好。建構主義的教學非常強調學生與學生、學生與情境以及學生與老師間的互動關係，在教學的過程中，教師必須站在一個引導、輔助的角色，雖然不再是學生學習的主控者，但教師任何的教學策略及教學理念，都將對學生的學習有直接性的影響，故教師在教學前應先確定學生的起點行為及了解學生的先備知識，進而引發學生的學習動機及營造具有啟發性的學習環境，並鼓勵學生積極參與、主動思考，才能幫助學生進行有意義的學習，讓學生參與的過程中，建構屬於自己的知識。

### （二）鷹架式教學法

俄國心理學家維高斯基（Lev Semyonovitch Vygotsky）認為在人類認知發展中，高層次之心理功能的發展是個體經由與外在的、社會的、人際間活動產生互動而內化來的，其主要理論為「潛在發展區」以及發展出的「鷹架理論」。所謂「潛在發展區」（Zone of proximal development）的概念係指個體獨立解決問題之實際發展水準與經由成人指導下或與較有能力之同儕合作下而解決問題之潛在發展水準間之差距（Vygotsky, 1978）。教師若能根據鷹架的理論，設計良好的教學活動與教材，同時在教學的過程中，提供學生足夠的支持，使學生潛在的能力得以充分展現，並適時輔導學生，掌握他們的學習情況，就能讓他們在「潛在發展區」產生最佳的學習效果，使自己的能力達到超越性的發展，而當學生的能力及表現不斷精進時，教師必須將學習的責任慢慢轉移到學童的身上，使他們能獨立自主的學習。

### （三）發現式教學法

布魯納（1966）認為學習的行為是由獲得、轉換、評價三個過程組成，主張使學生主動的、有興趣的產生學習的行為，即激發學生的內在動機，他認為用獎賞或競爭等外在動機的收效是有限的，也不能保持長久。發現式教學法是以學生為中心的教學法，強調做中學、自我學習，學生先由自我操作中發現概念，再由教師介入輔導，讓學生能真正了解其

中的概念，同時能加強學生的記憶力及理解力，在教學過程中，教材、教具、學生的認知能力及教師的指導都是實施發現教學法的重要因素。

#### (四) 討論式教學法

鍾靜(2000)提出「討論式數學教學」的說法，其教學理念是要彰顯社會建構的精神，重視學生認知發展的階段、以及藉社會互動而促進數學知識的形成，所強調的是以學生學習為中心的討論教學，而非以教師為中心的講述教學。討論式數學教學過程中，除了教師與學生間的互動，學生與學生間的互動也不可或缺，教師使用討論的方式能促進學生的思考，藉由彼此間討論、辯證的過程，聆聽他人的想法，也說出自己的想法，獲得更多知識，進行有意義的學習。

### 三、資訊科技融入教學之意義與相關研究

王全世(2000)指出資訊融入教學的意義，即是將資訊科技融入於課程、教材與教學中，讓資訊科技成為師生一項不可或缺的教學工具和學習工具，教師能有效率又有效能地在一般教學中使用資訊科技，使學生以有意義的方式學習。顏龍源(2000)則為「電腦融入教學」下了一個操作型定義，即「將資訊科技中可供教與學所用的各項優勢資源與媒體，平順且適切地置入各科教與學過程的各個環節中」，而此定義並不強調資訊科技的結果與表現，而重視融入的觀念、過程和科技的可用性。資訊融入教學是現代重要的教學趨勢，在教學成效上也獲得多數的肯定，近年來，許多關於資訊科技應用在數學教學與學習上之研究也相繼被提出。

吳鳳萍(2001)以國小五年級學生為研究對象，探討動態幾何軟體GSP對學童在「面積」學習成效方面之影響，發現GSP輔助教學活動較一般傳統講述教學能給予低分組學生較深刻的印象，且教學過程中大部分學生對GSP輔助教學活動抱持正向的態度，而數學學習態度在教學實驗前後並無顯著改變，但呈現正向成長。戴錦秀(2002)同樣以國小五年級學生為研究對象，探討電腦軟體GSP在學習三角形「面積」上之成效，研究發現實驗組學生在三角形「面積」學習成就上顯著優於控制組，且此教學方式可引起學生的學習動機、刺激思考，使師生互動更熱絡，對數學學習態度及學習興趣有明顯的助益。

蘇琬淳(2003)將動態幾何軟體GSP融入國小五年級學童「面積」與周長概念之教學，結果發現此教學方式對五年級學童具有良好的立即成效與保留成效，且對不同性別及數學能力之學童皆適宜，但對數學態度則無顯著影響。此外，黃玫玥(2004)探討GSP輔助教學環境對國小六年級學童在「面積」學習成效及「面積」在日常生活應用方面之影響，發

現實驗組學生在「面積」的學習成就上雖優於控制組，但並無顯著差異，而在進行形成性評量時，實驗組學生能詳細說明理由，控制組學生雖會使用公式卻無法說明原因，且此教學環境讓學生留下深刻的視覺印象，能引起學生興趣，提供學生自我學習的機會。

由上述各研究者之研究可知，將電腦軟體應用在數學之教學上，在學生的學習成就方面確有相當的助益，同時可以提昇學生學習數學的興趣，對於學生的學習態度及學習意願均有正面的影響。本研究綜合上述研究者之研究觀點與設計，欲進一步設計適合學生學習的GSP面積教材內容及課程活動設計，並藉由GSP面積教學網站的使用，期望能增進學生自我學習及操作的能力，同時培養學生在網路上發表及參與討論的習慣，以了解學生在「面積概念」及GSP使用上的學習情形。

### **參、研究方法**

本研究的研究範圍主要是以六年級的課程中「面積」教學領域為主，包括平行四邊形、三角形與梯形，另外增加一些學生易產生迷思的部分，加入教學設計之內，期望能導正學生的一些錯誤的概念。選取台北市五常國小六年級兩個班級，共計五十二名學生為施測對象，做為本次研究之實驗組，接受「GSP輔助教學模式」之教學。另選取六年級兩個班級，共計四十七名學生，做為控制組，接受「傳統講述教學模式」之教學。

本研究之實驗設計說明如下：

- 1.由研究者事先設計GSP面積教材、建置GSP面積教學網站，並將設計好之教材及GSP軟體放置於網站上，同時編製面積概念測驗。
- 2.依據教材內容及測驗結果設計GSP輔助教學模式之教學活動，並選取六年級兩個班級，共計五十二名學生作為實驗組，接受此實驗教學，另選取六年級兩個班級，共計四十七名學生，做為控制組，接受傳統講述教學，以分析、比較兩者之差異。
- 3.進行實驗教學之前，先對實驗組與控制組學生分別進行面積概念測驗前測。
- 4.實驗組接受研究者設計的教學活動，將設計好之GSP面積教材融入課程中，並透過網站之討論空間，學生可自行下載學習使用此教材，同時在網站上與其他同學一同討論、分享學習心得；而控制組則接受一般傳統式的講述教學法。
- 5.實驗處理後，兩組進行面積概念測驗立即後測。
- 6.立即後測四週後，兩組進行面積概念測驗延後測。
- 7.分析實驗組學生之討論內容，並進行抽樣之訪談。

本研究的研究工具有：面積概念測驗、GSP面積教材及教學網站、教學活動設計、數學態度量表、GSP使用態度調查表及訪談大綱，依序分述如下：

(一) 面積概念測驗

本研究的測驗工具「面積概念測驗」，其設計是參考國內有關「面積概念」研究的試題（許嵐婷，2002；戴錦秀，2002；朱玉如，2003），以及依據康軒版本課本、習作之教材內容，加以修改編製而成。

(二) GSP「面積」教材及教學網站

在進行正式教學實驗前，先編製GSP面積教材及架設教學網站，其內容說明如下：

1.GSP面積教材：參考國內相關文獻與研究（許嵐婷，2002；曾千純，2002；戴錦秀，2002），以及依據康軒版本課本、習作之教材內容，設計編製而成，包含七個子單元，並設計GSP面積教材評估問卷，請指導教授及五名國小教師提供意見，作為修正之參考，其評估結果如表1所示。

表1 GSP面積教材評估分析

題 目	平均數	標準差	5	4	3	2	1
1 GSP「面積」教材的內容正確。	4.58	0.696	69.23%	19.23%	11.54%	0.00%	0.00%
2 GSP「面積」教材的用詞適合學生的心智年齡。	4.63	0.715	76.92%	9.62%	13.46%	0.00%	0.00%
3 GSP「面積」教材的操作方便易懂	4.54	0.753	69.23%	15.38%	15.38%	0.00%	0.00%
4 GSP「面積」教材適合教師做教學示範。	4.56	0.752	71.15%	13.46%	15.38%	0.00%	0.00%
5 GSP「面積」教材適合學生自我操作及演練。	4.69	0.612	76.92%	15.38%	7.69%	0.00%	0.00%
6 GSP「面積」教材能提升學生的學習動機。	4.46	0.828	65.38%	17.31%	15.38%	1.92%	0.00%
7 GSP「面積」教材可以改善學生「面積」的迷思概念。	4.35	0.905	59.62%	19.23%	17.31%	3.85%	0.00%
8 GSP「面積」教材可彌補傳統教學之不足。	4.4	0.846	63.46%	13.46%	23.08%	0.00%	0.00%
9 GSP「面積」教材的版面及美工設計良好。	3.75	1.064	36.54%	11.54%	42.31%	9.62%	0.00%
10 GSP「面積」教材的操作介面設計良好。	3.96	0.989	40.38%	21.15%	32.69%	5.77%	0.00%

(1) 數一數圖形的面積：由於大多數學生較缺乏實際估測與實測的經驗，故對「面積」的量感不足，導致估測與實測的能力亦有所欠缺，本單元欲在「面積」為1平方公分的方格上畫出各種圖形，利用點數的方式，估測不同圖形的「面積」，進而引導學生在不經由點數的情況下，估測不同圖形的「面積」，如圖1所示。

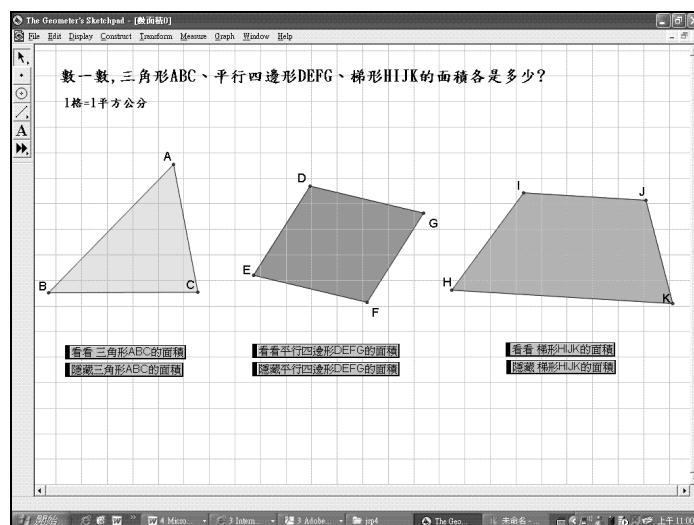


圖1 GSP面積教材—數一數圖形的「面積」

(2) 如何找出平行四邊形的面積：學生在計算「面積」時多過分依賴公式，導致思考僵化，是以本單元欲利用切割及拼湊的過程加強公式的由來及理解，引導學生了解平行四邊形面積公式的意義，如圖2所示。

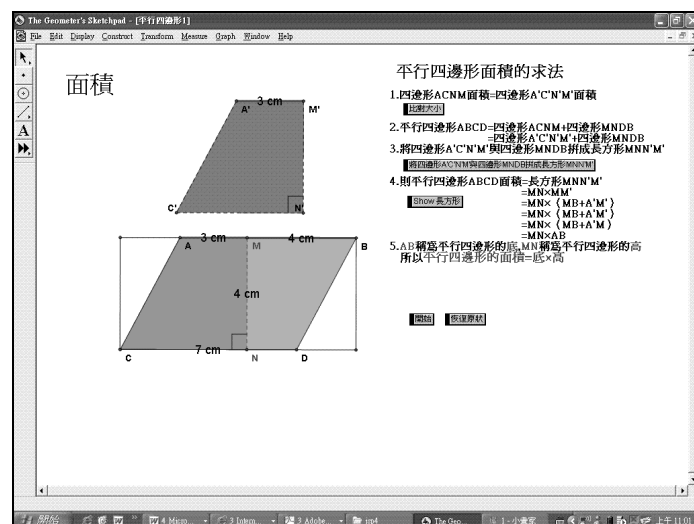


圖2 GSP面積教材—平行四邊形「面積」的求法



(3) 如何找出平行四邊形的高：部分學生對於底和高的認定僵化或錯誤，常認定幾何圖形的底一定要在水平面上，高一定要在鉛直線上，如果圖形側放或斜放，則學生的底和高之認定便會產生困難，而使得在計算「面積」時無法完成，故本單元欲加強「高」的定義，引導學生如何找出平行四邊形的高，如圖3所示。

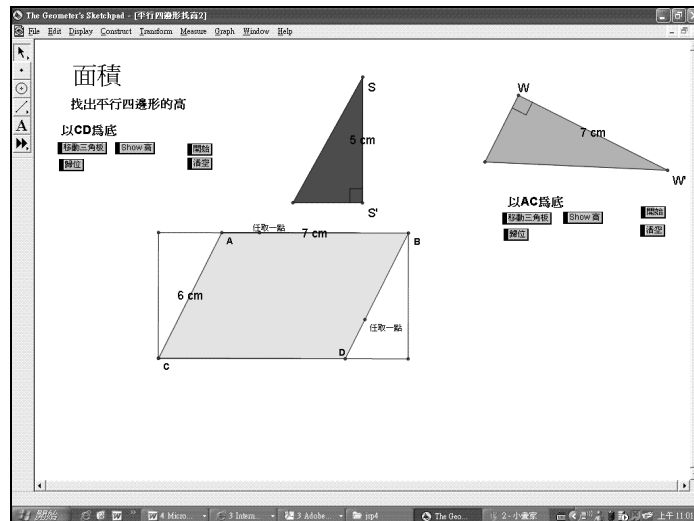


圖3 GSP面積教材－找出平行四邊形的高

(4) 平行四邊形的底和高不變，則「面積」不變：學生經常混淆「面積」與周長的概念，由於等底等高的平行四邊形其周長不相等，經常導致學生認為「面積」也不相等，本單元固定平行四邊形的底和高，讓學生由操作中發現平行四邊形「面積」不變的現象，如圖4所示。

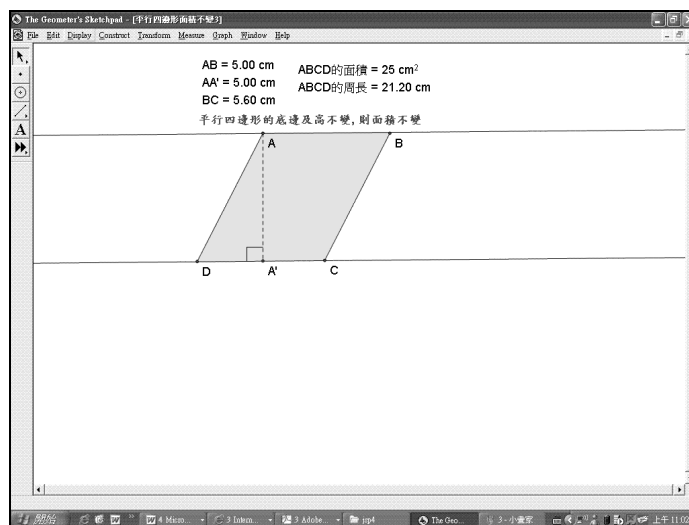


圖4 GSP面積教材－平行四邊形「面積」不變

(5) 如何找出三角形的面積：學生在計算「面積」時多過分依賴公式，導致思考僵化，是以本單元欲利用切割及拼湊的過程加強公式的由來及理解，引導學生了解三角形「面積」公式的意義，同時加強「高」的定義，引導學生如何找出三角形的高，如圖5所示。

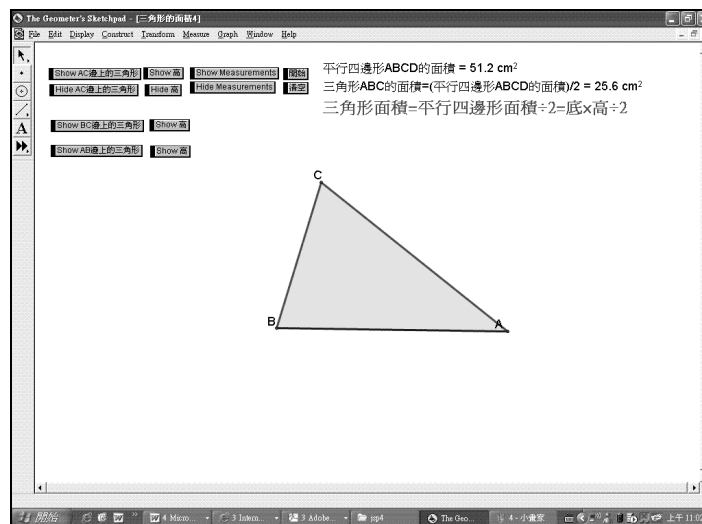


圖5 GSP面積教材－三角形「面積」的求法

(6) 三角形的底和高不變，則「面積」不變：學生經常混淆「面積」與周長的概念，由於等底等高的三角形其周長不相等，經常導致學生認為「面積」也不相等，故本單元固定三角形的底和高，讓學生由操作中發現三角形「面積」不變的現象，如圖6所示。

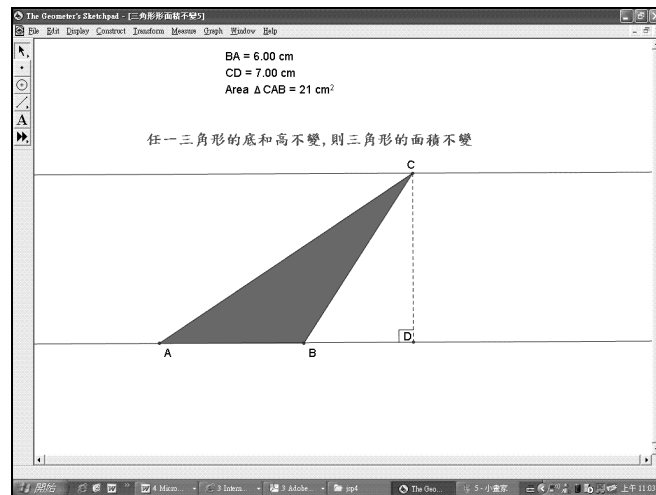


圖6 GSP面積教材－三角形「面積」不變

(7) 如何找出梯形的「面積」：學生在計算「面積」時多過分依賴公式，導致思考僵化，是以本單元欲利用切割及拼湊的過程加強公式的由來及理解，引導學生了解梯形「面積」公式的意義，如圖7所示。

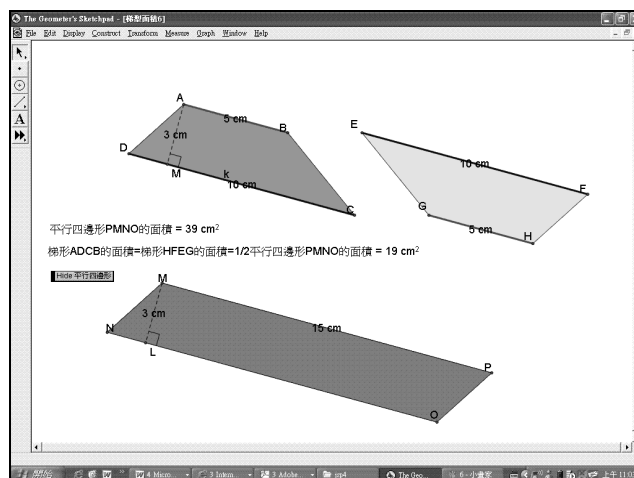


圖7 GSP面積教材－梯形「面積」的求法

2. GSP面積教學網站：主要包含檔案下載及討論區兩個部份，如圖8所示。



圖8 GSP面積教學網站

- (1) 檔案下載：提供GSP軟體及GSP「面積」教材下載。
- (2) 討論區：包含「面積」問題的討論區及GSP使用情形的討論區，讓學生在此分享與討論學習「面積」及使用GSP軟體的問題及心得。

### (三) 教學活動設計

1. 實驗組的教學活動設計由研究者根據康軒版的教材，參考國內研究相關文獻（許嵐婷，2002；曾千純，2002；戴錦秀，2002）及「面積」的迷思概念、研究者本身的教學經驗等，設計教學活動，並配合電腦的操作，融入設計好之GSP「面積」教材，進行「面積」的教學活動。教學過程中，教師除了講解、示範操作外，同時將課程內容轉化為問話的方式引導學生思考，也讓學生獲得自我操作與學習的機會，學生可透過動態幾何軟體GSP的尺規作圖、動態連續變換、提供數字資料等過程，建構並加深對「面積」的概念，對於不熟悉或有疑問的部分亦可重複操作。教學內容的編排，主要分成四個部分，共計八節課，先進行「面積」估測概念之教學，引導學生如何利用點數的方法估測圖形的「面積」，並與他人分享解題策略，進一步培養正確的量感。其次，為解決學生在計算「面積」時過分依賴公式的問題，引導學生說出如何利用切割及拼湊的過程得到「面積」的公式，同時讓學生自行操作，了解平行四邊形、三角形及梯形「面積」公式的意義。此外，學生雖會使用公式，但部分學生對於底和高的認定僵化或錯誤，如果圖形側放或斜放，則學生的底和高之認定便會產生困難，故引導學生說出什麼是「高」，並由操作中學會正確的高的作法。最後，因學生經常混淆「面積」與周長的概念，認為等底等高的平行四邊形其周長不相等，「面積」也不相等，故本單元固定平行四邊形、三角形的底和高，讓學生由操作中發現「面積」不因周長改變而改變的現象，了解「面積」與周長間的變化關係。

2. 控制組的教學內容與實驗組相同，同樣採用康軒版的教材，但教學主要採講述式的教學模式，以教師講、學生聽的方式進行，同時配合傳統教具之使用，讓學生從操作幾何圖形的紙板模型中，學習「面積」的概念及了解「面積」的求法。

### (四) 數學態度量表

本研究參考國內相關文獻與研究（陳珽名，2006；朱中梧，2003；林羿姍，2006；劉勝鈺，2003；楊麗華，2001；朱江文，2003），編製數學態度量表，其中包含信心、喜好度、對數學成功的態度、有用性、數學焦慮、重要他人態度等六個變項，共計45題，採五點李克氏（five-point Likert scale）的計分方式，分成非常同意5分、同意4分、尚可3分、不同意2分、非常不同意1分；反向題計分方式為非常同意1分、同意2分、尚可3分、不同意4分、非常不同意5分。以Cronbach's  $\alpha$ 係數計算全部試題的內部一致性，所得整份試卷的 $\alpha$ 值為0.879，顯示本測驗具有不錯的內部一致性。

### (五) GSP使用態度調查表

本研究參考國內相關文獻與研究（戴錦秀，2002；林星秀，2001），編製GSP使用態度調查表，其中包含信心、接受度、有用性、其他等四個變項，共計18題勾選題，採五點李克氏（five-point Likert scale）的計分方式，分成非常同意5分、同意4分、尚可3分、不同意2分、非常不同意1分；反向題計分方式為非常同意1分、同意2分、尚可3分、不同意4分、非常不同意5分，另有2題簡答題，了解學生對於使用GSP軟體融入課程之收穫及缺點。以Cronbach's  $\alpha$ 係數計算全部試題的內部一致性，所得整份試卷的 $\alpha$ 值為0.921，顯示本測驗具有不錯的內部一致性。

### (六) 訪談大綱

為深入了解學童在接受GSP輔助教學模式後之觀點，研究者計劃在前測、後測與延後測結束後進行學生的半結構式訪談，訪談內容包含學生的電腦態度、對上數學課的方式有何看法、學生使用GSP學習數學的態度。

茲將訪談大綱羅列如下：

- 1.你喜歡玩電腦嗎？為什麼？
- 2.你覺得自己的電腦很厲害嗎？怎麼說呢？
- 3.平常都用電腦來做些什麼呢？
- 4.你會討厭數學這個科目嗎？為什麼？
- 5.你喜歡上數學課嗎？為什麼？
- 6.你喜歡用電腦上數學課嗎？為什麼？
- 7.如果可以選擇的話，你比較喜歡用哪一種方式上數學課呢？
- 8.你覺得使用GSP這個軟體，會不會讓你覺得很困難或很有壓力？為什麼？
- 9.你覺得這次用GSP上數學，哪一個地方讓你印象最深刻？
- 10.你覺得用GSP上數學有什麼優點？
- 11.你覺得用GSP上數學有什麼缺點？
- 12.你覺得用GSP上數學課，會不會讓你比較喜歡數學？為什麼？

## 肆、研究結果與討論

### 一、GSP 面積教學網站使用情形說明

本面積教學網站主要包含「檔案下載」及「討論區」兩大部分，檔案下載部分提供學生下載GSP 動態幾何軟體及GSP 「面積」教材，討論區部分則讓學生提出與「面積概念」

或GSP 操作相關的問題，並與老師、同學共同分享學習心得，唯使用者均須先註冊成為會員，方可使用此功能。本實驗教學包含兩個班級之學生，共五十二人，另有三名教師加入，故有五十五名會員註冊。

本研究之GSP 面積教材包含七個子單元，除先由老師上課操作、講解外，學生再針對每一單元自行點閱下載、操作學習，其點閱次數如表2所示。

表2 GSP「面積」教材點閱次數

單元名稱	點閱次數	平均每位學生點閱次數
數一數圖形的面積	102	2.0
如何找出平行四邊形的面積	87	1.7
如何找出平行四邊形的高	74	1.4
平行四邊形的底和高不變，則面積不變	59	1.2
如何找出三角形的面積	107	2.1
三角形的底和高不變，則面積不變	77	1.5
如何找出梯形的面積	96	1.8

討論區部分主要包含「面積」問題的討論區及GSP使用情形的討論區，學生在此分享與討論學習「面積」及GSP操作的問題及心得，共有33名學生參與討論，其中有17人提出問題，另有19人只有觀看他人的討論，不曾發表過文章。各部份之張貼數如表3所示。

表3 討論區分項主題與發表情形

討論區內容	張貼數	發問數	回答數
平行四邊形面積	17	3	12
三角形面積	13	3	9
梯型面積	14	3	8
不規則圖形面積	15	4	10
GSP使用	15	5	10
其他關於「面積」的問題	4	1	3

由學生在討論區發表的內容可知，學生對於「面積」計算部份，普遍都會發生公式混淆的問題，尤其是梯形面積公式，由於公式較長，常會忘記除以2，其次是在圖形找高的部份，也會有找錯高或找不到高的情況發生，而在GSP的操作方面，學生對於此種上課方式大多抱持著新奇有趣的態度，也有助於他們在記憶及理解方面的學習，但由於對GSP的操作不夠熟悉，在使用上仍會因英文太多、畫面看起來複雜及圖形點太小操作不易，而感到困擾。學生透過網路討論區之討論，可使他們在做自我學習時，遇到困難或有任何心得都可透過此討論區與他人分享，較課堂上之討論獲得較迅速的回饋，且提供某些不好意思在課堂上發表的學生一個發問的空間，但學生必須在有電腦及網路的情況下方可使用，且某些問題或回應無法在此討論區中敘述清楚，而影響使用的效果。

## 二、學童「面積概念」前測結果分析

本研究進行「面積概念」教學前，先針對實驗組與控制組的學生進行前測，教學後再進行後測及延後測，「面積概念試題」前、後測及延後測均為相同的試卷，本試卷有20題，共計38個小題。實驗組與控制組學生前測答題情形如表4所示：

表4 實驗組與控制組學生「面積概念」前測各題型答對率統計

概念 題型	基本概念	保留概念	測量概念 (計算面積)	測量概念 (比較大小)	測量概念 (畫高)	測量概念 (單位換算)	估測 概念	
題號	1	2、11	3、4、5、12、 13、14、15、 16、17、18、 19、20、21、 29、30、31	32、33、34	22、23、 24、25、 26、27	28	6、7、8、 9、10、 35、36、 37、38	總 和
實驗組 (%)	63.46	61.54	38.70	44.87	47.76	18.23	35.90	31.5
控制組 (%)	62.45	57.26	37.04	34.99	47.39	14.89	42.01	28.2

由此可知兩組學生在「面積」測量概念上的表現均較不佳，其中又以「單位換算」及「計算面積」兩個向度得分最低，顯示學童在未經教學前，都已具備基礎的「面積」基本概念、保留概念及簡單的估測概念，但對於測量部分則尚不熟悉，故本研究欲透過傳統講述教學模式及GSP輔助教學模式，了解並比較此兩種教學模式對於提升學童「面積」概念之成效與差異。



### 三、教學後學童「面積概念」之學習成效與比較

#### 一、實驗組與控制組學生接受GSP「面積」教學後「面積概念」之學習成效

以下就實驗組與控制組學生在前、後測及延後測解題的答對率差異情況加以分析，探討學童在接受GSP「面積」教學後「面積概念」之學習成效。

表5 實驗組與控制組學生「面積」概念測驗各題型答對率統計

概念題型	基本 概念	保留 概念	測量概念 (計算面積)	測量概念 (比較大小)	測量概念 (畫高)	測量概念 (單位換算)	估測 概念	總和
前測								
(%) 實驗組	63.46	61.54	38.70	44.87	47.76	18.23	35.90	31.5
(%) 控制組	62.45	57.26	37.04	34.99	47.39	14.89	42.01	28.2
後測								
(%) 實驗組	88.46	81.73	62.62	75.00	84.94	36.54	68.80	72.8
(%) 控制組	82.98	79.79	50.13	43.97	78.16	36.66	56.74	63.2
延後測								
(%) 實驗組	73.08	68.27	43.51	49.36	54.56	25.00	39.53	67.6
(%) 控制組	72.99	64.89	41.49	39.01	52.84	20.02	47.81	56.3

表6 實驗組「面積概念」之「後測－前測」與「延後測－前測」答對率之比較

概念題型	基本 概念	保留 概念	測量概念 (計算面積)	測量概念 (比較大小)	測量概念 (畫高)	測量概念 (單位換算)	估測 概念	總和
後測－前測								
(%) 實驗組	25	20.2	23.9	30.1	37.2	17.3	32.9	41.3
(%) 控制組	25.5	25.5	14.1	9.0	32.8	21.8	17.7	35
延後測－前測								
(%) 實驗組	9.62	6.73	4.81	4.49	6.8	6.77	3.63	36.1
(%) 控制組	10.5	7.6	4.5	4.0	5.5	5.1	3.8	28.1

由上可知，兩組學童在接受GSP輔助教學模式後，其「面積」相關概念均有進步。實驗組學生在後測方面又以計算面積、比較大小、畫高及估測四部份進步最多，顯示在經過實驗教學後，學生對於圖形「面積」的計算及高的定義均有更深入的了解，對於「面積」的估測也更為準確；而在延後測方面，雖較前測均有進步，但與後測成績相較又明顯退步，顯示學生雖對「面積概念」仍有記憶，但有部分概念卻已漸漸模糊，需再做概念上的增強。而控制組學生在後測方面則以「面積」基本概念、保留概念及畫高部份進步最多，而在延後測方面，與前測相較同樣有進步，但又較後測成績退步。

但比較兩組學生前測與後測、前測與延後測的進步分數，在前測與後測的進步分數上，實驗組學生在計算面積、比較大小、畫高與估測部分進步較多，在前測與延後測的進步分

數上，則在計算面積、比較大小、畫高與單位換算部分進步多於控制組，顯示GSP輔助教學模式對於學生在計算面積、比較大小與畫高部份的學習成效較佳。

為了解GSP輔助教學模式及傳統教學模式能否顯著提升學童之「面積概念」，分別以實驗組、控制組學童所得之前、後測成績進行成對樣本t考驗，其結果如表7、表8所示。

表7 實驗組「面積」概念測驗前、後測成對樣本t考驗摘要表

實驗組 (N=52)	平均數	標準差	t	自由度	顯著性 (雙尾)
後測－前測	38.3	15.1	25.268	51	.000***

\*\*\*P < .001

表8 控制組「面積」概念測驗前、後測成對樣本t考驗摘要表

控制組 (N=47)	平均數	標準差	t	自由度	顯著性 (雙尾)
後測－前測	34.98	16.80	14.275	46	.000***

\*\*\*P < .001

由表7的分析結果得知，實驗組學童在接受GSP輔助教學模式後，前、後測的平均數考驗達到顯著水準 ( $t=25.268$ ,  $p=.000<.001$ )，表示經過實驗處理後，實驗組學童在「面積概念」之表現顯著優於實驗處理前，亦即接受本研究之GSP輔助教學模式能顯著提升學童「面積概念」之學習成效。此外，由表8的分析結果亦發現，控制組學童在接受傳統教學模式後，前、後測的平均數考驗達到顯著水準 ( $t=14.275$ ,  $p=.000<.001$ )，表示傳統教學模式同樣能顯著提升學童「面積概念」之學習成效。

實驗組及控制組學生在接受「面積概念」教學後，在「面積概念」的後測及延後測表現均有顯著進步，故本研究欲進一步比較此兩種教學法對於「面積概念」之提升是否有顯著差異。

## 二、實驗組與控制組學生接受「面積」教學後學習成效與保留情形之差異

(1) 在我們研究的情境中，所要探討的是這兩種學習方式，在最後的學習結果上是否有顯著性的差異？採用了「共變數分析」(analysis of covariance; ANCOVA)的方法，以「前測成績」為共變數；「組別」為自變數；「後測成績」為依變數，所求得的敘述統計資料如表9、表10。

表9 前測成績的敘述統計

組別	平均數	標準差	人數
實驗組	31.5	16.16	52
控制組	28.2	13.86	47
總和	29.9	15.12	99

表 10 後測成績的敘述統計

組別	平均數	標準差	人數
實驗組	72.762	15.6754	52
控制組	63.211	15.5994	47
總和	68.227	16.2811	99

1.組內迴歸係數同質性考驗：

依共變數、自變數、依變數之設定，我們求得了實驗組與控制組後測成績之迴歸係數同質性考驗分析摘要表，如表11所示。

表11 實驗組與控制組後測成績之迴歸係數同質性考驗

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	P值
校正後的模式	9424.975 (a)	3	3141.658	18.031	.000
截距	52734.593	1	52734.593	302.666	.000
組別	.039	1	.039	.000	.988
前測	5930.068	1	5930.068	34.035	.000
組別*前測	357.543	1	357.543	2.052	.155
誤差	16552.221	95	174.234		
總和	486818.310	99			
校正後的總數	25977.196	98			

a. 使用alpha=.05 計算    b. R 平方=.363 (調整後的R 平方=.343)

組內迴歸係數同質性考驗結果(組別\*前測)，其F值=2.052，p=.155，p值並未小於顯著水準的要求(p > .05)，所以我們必須接受虛無假設。而組內迴歸係數虛無假設的定義乃是表示了兩組迴歸線斜率相同，亦即兩條迴歸線是彼此平行的，因此上述的數據符合共變

數迴歸係數同質性假定，可繼續進行第二步驟共變數分析。

2.共變數分析：經SPSS 統計套裝軟體所求得的共變數分析摘要表如表12。

表12 後測成績共變數分析摘要表

	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	顯著性p	淨相關Eta平方
組間	1504.845	1	1504.845	8.637	.004**	.083
組內	16552.221	95	174.234			

\*\*P<.01

在進行了共變數分析，排除了前測成績的影響之後，實驗處理所得到的p值 = .004 (p<.01)，顯示本實驗之成果顯著，已經達到了我們所設定之顯著水準的標準。

### 3.進行事後比較

由於上述的共變數分析已經達到了顯著水準，因此可以更進一步進行各組別之間的後測成績事後成對比較，所得到的結果如表13所示，實驗組學生後測成績的表現比控制組學生的表現優異，且達顯著差異 (p=.004<.01)，表示經過教學實驗後，實驗組在「面積」概念的學習成就上顯著優於控制組。

表13 兩組學生後測成績的事後成對比較

(I) 組別	(J) 組別	平均數差異 (I-J)	標準誤	p 值	差異的95%的信賴區間	
					下限	上限
實驗組	控制組	7.856	2.673	.004**	2.549	13.163

\*\*P<.01

接著，再將後測成績減去前測成績得到進步分數，實驗組的進步成績為41.29分，控制組的進步成績為34.98分，實驗組進步分數高於控制組；為了進一步了解兩組學生的進步分數是否有顯著差異，因此使用「獨立樣本T考驗」，求得兩組學生「進步分數」之獨立樣本t考驗分析摘要表，如表14所示，兩組學生進步幅度之差異達顯著差異 (p=.040<.05)，表示經過實驗教學後，實驗組學生之進步幅度明顯優於控制組的學生。

表14 兩組學生「進步分數」之獨立樣本t考驗分析摘要表

背景變項	樣本數N	平均數	標準差	t	df	p
實驗組	52	41.29	12.771	2.085	85.552	.040*
控制組	47	34.98	16.800			

\*P<.05

其次，我們所要探討的是這兩種學習方式，在「面積」概念的學習保留情形上是否有顯著性的差異？同樣運用了「共變數分析」的方法，以「前測成績」為共變數，如表9；「組別」為自變數；「延後測成績」為依變數，所求得的敘述統計資料如表15。

表15 延後測成績的敘述統計

組別	平均數	標準差	人數
實驗組	67.585	18.6254	52
控制組	56.287	20.6929	47
總和	61.373	21.3751	99

1. 組內迴歸係數同質性考驗：

依共變數、自變數、依變數之設定，我們求得了實驗組與控制組延後測成績之迴歸係數同質性考驗分析摘要表，如表16所示。

表16 實驗組與控制組延後測成績之迴歸係數同質性考驗

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	p值
校正後的模式	17544.713 (a)	3	5848.238	20.403	.000
截距	33778.812	1	33778.812	117.844	.000
組別	287.534	1	287.534	1.003	.319
前測	8705.786	1	8705.786	30.372	.000
組別*前測	338.642	1	338.642	1.181	.280
誤差	27230.783	95	286.640		
總和	417670.050	99			
校正後的總數	44775.496	98			

a. 使用alpha=.05 計算    b. R 平方=.392 (調整後的R 平方=.373)

組內迴歸係數同質性考驗結果（組別\*前測），其F值=1.181， $p=.280$ ， $p$  值並未小於顯著水準的要求（ $p > .05$ ），所以我們必須接受虛無假設。而組內迴歸係數虛無假設的定義乃是表示了兩組迴歸線斜率相同，亦即兩條迴歸線是彼此平行的，因此上述的數據符合共變數迴歸係數同質性假定，可繼續進行第二步驟共變數分析。

2.共變數分析：經SPSS 統計套裝軟體所求得的共變數分析摘要表如表17。

表17 延後測成績共變數分析摘要表

	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	p值	淨相關 Eta平方
組間	5662.021	1	5662.021	19.753	.000***	.172
組內	27230.783	95	286.640			

\*\*\* $P < .001$

在進行了共變數分析，排除了前測成績的影響之後，實驗處理所得到的 $p$  值 = .000 ( $p < .001$ )，顯示本實驗之成果顯著，已經達到了我們所設定之顯著水準的標準。

### 3.進行事後比較

由於上述的共變數分析已經達到顯著水準，因此可以更進一步進行各組別之間的後測成績事後成對比較，以瞭解各組之間的差異性，所得到的結果如表18所示，實驗組學生延後測成績的表現比控制組學生的表現優異，且達顯著差異（ $p=.000<.001$ ），表示經過教學實驗後四個星期，實驗組在「面積概念」的保留情形上確實優於控制組，且成效顯著。

表18 兩組學生延後測成績的事後成對比較

(I)組別	(J)組別	平均數差異(I-J)	標準誤	p 值	差異的95%的信賴區間	
					下限	上限
實驗組	控制組	15.239	3.429	.000***	8.432	22.046

\*\*\* $P < .001$

## 四、學童數學學習態度的改變與對 GSP 課程之意見分析

針對實驗組學童數學學習態度在教學實驗前後的表現和GSP課程意見調查表的結果來

探討學生的感受，希望能對於課程的設計與提昇學生學習數學的態度有所助益。

一、實驗組學生的數學學習態度在教學實驗前後的表現是否有所差異

實驗組學生分別在接受GSP輔助教學前與教學後，填寫了數學態度量表，藉以了解GSP輔助教學模式對學生數學學習態度的影響，所得之數據經統計所得的結果如下：

表19 實驗組數學學習態度前、後測成對樣本t考驗分析摘要表

實驗組 (N=52)	平均數	標準差	t	自由度	顯著性 (雙尾)
前測	3.7531	.47230			
後測	3.9260	.48922			
後測－前測	.17288	.30303	4.114	51	.000***

\*\*\*P < .001

依表19顯示，實驗組學生的數學學習態度前、後測，再經由t考驗檢定， $t = 4.114$ ， $p = .000$  ( $p < .001$ )，表示教學實驗前後數學態度的改變達到統計上的顯著差異，顯示實驗組的教學對學生的數學態度有正向之幫助，學生對於在數學課中融入他們所喜愛的電腦部份，的確有助於提升他們對於數學的學習興趣。接下來探討學生對GSP動態幾何軟體融入教學之看法。

二、GSP使用態度調查表之結果分析

(一) GSP使用態度統計表

GSP使用態度調查表共分成18題，分為信心、接受度、有用性三部份，統計結果如表20。

表20 GSP使用態度統計表

分 項	平均數	標準差
信 心	4.39	0.58
接受度	4.51	0.55
有用性	4.40	0.59
總 計	4.43	0.53

## 1.信心

學生在接受GSP輔助教學模式及實際操作過GSP「面積」教材後，在使用GSP的信心方面（見表21），主要包含對GSP的操作及教材內容的學習，結果顯示學生對於GSP的操作及進行「面積」概念的自我學習多沒有困難，且願意進一步學習GSP的操作與使用。此部分平均分數是4.39，標準差為0.58。

表21 學生對使用GSP的信心分析

題 目	平均數	標準差	5	4	3	2	1
2 操作 GSP 軟體對我而言是沒問題的。	4.56	0.698	67.31%	21.15%	11.54%	0.00%	0.00%
3 我覺得 GSP 軟體的操作簡單易懂。	4.54	0.727	67.31%	19.23%	13.46%	0.00%	0.00%
6 在 GSP 的學習活動中，如果教材畫面的說明指示能更清楚些，我會學得更好。	4.38	0.889	59.62%	23.08%	15.38%	0.00%	1.92%
9 在 GSP 的課程中，我覺得我可以做自我的學習，不需全部依賴老師的講解。	3.96	0.989	40.38%	21.15%	32.69%	5.77%	0.00%
17 我願意更進一步學習 GSP 的操作與使用。	4.5	0.780	67.31%	15.38%	17.31%	0.00%	0.00%

## 2.接受度

學生在接受GSP輔助教學模式及實際操作過GSP「面積」教材後，在使用GSP的接受度方面（表22），主要包含對於GSP融入「面積」課程的教材內容及上課方式的接受情形，結果顯示學生對於將GSP融入「面積」教材及課程內容多能接受，且感到滿意。此部分平均分數是4.51，標準差為0.55。

表22 學生對使用GSP的接受度分析

題 目	平均數	標準差	5	4	3	2	1
4 我覺得在課程內容中融入電腦操作（例如GSP）很適當。	4.6	0.748	75.00%	9.62%	15.38%	0.00%	0.00%
5 在 GSP 的學習活動中，我覺得教材畫面的說明指示很清楚易懂。	4.58	0.696	69.23%	19.23%	11.54%	0.00%	0.00%
7 我能適應將 GSP 融入教學的上課方式。	4.63	0.715	76.92%	9.62%	13.46%	0.00%	0.00%
8 我能夠了解 GSP 所要表達的課程內容。	4.54	0.753	69.23%	15.38%	15.38%	0.00%	0.00%
14 我希望每一次的數學課都能有融入電腦的部分。	4.25	0.860	51.92%	21.15%	26.92%	0.00%	0.00%
18 整體而言，我很喜歡在課程中融入電腦的學習方式。	4.44	0.850	67.31%	9.62%	23.08%	0.00%	0.00%



### 3.有用性

學生在接受GSP輔助教學模式及實際操作過GSP「面積」教材後，對於GSP的有用性方面（表23），主要包含引起學習興趣、提升學習效果及加深課程印象等，結果顯示GSP輔助教學模式對於引起學生的學習興趣、提升學習效果及加深課程印象均有相當助益。此部分平均分數是4.40，標準差為0.59。

表23 學生對使用GSP的有用性分析

題 目	平均數	標準差	5	4	3	2	1
1 在 GSP 的學習活動中，螢幕上的表現方式(例如：圖形的移動、顏色、按鈕等)會加深我對課程的印象。	4.69	0.612	76.92%	15.38%	7.69%	0.00%	0.00%
10 我覺得在課程中融入電腦的操作（例如 GSP）可以引起學習興趣。	4.58	0.696	69.23%	19.23%	11.54%	0.00%	0.00%
11 我覺得在課程中融入電腦的操作（例如 GSP）讓我比較不害怕數學。	4.4	0.846	63.46%	13.46%	23.08%	0.00%	0.00%
12 我覺得在課程中融入電腦的操作（例如 GSP）可以增進學習的效果。	4.56	0.752	71.15%	13.46%	15.38%	0.00%	0.00%
13 在 GSP 的操作過程中，我喜歡自我操作勝過於聽老師講解。	3.75	1.064	36.54%	11.54%	42.31%	9.62%	0.00%
15 我覺得在課程中融入電腦的操作（例如 GSP）讓我更理解老師上課的內容。	4.46	0.828	65.38%	17.31%	15.38%	1.92%	0.00%
16 在 GSP 的學習活動中，提供了許多讓我與同學一起討論的機會。	4.35	0.905	59.62%	19.23%	17.31%	3.85%	0.00%

綜上所述，學生對於將GSP融入「面積」課程的教材及上課方式多抱持正向的態度，且此教學模式對於提升學生的學習興趣及學習效果均有一定的助益。

#### （二）不同背景變項之GSP使用態度分析

##### 1.不同性別學生在GSP的使用態度上是否有差異

為了了解不同性別的學生在GSP的使用態度上是否有顯著差異，因此使用「獨立樣本t考驗」，求得男、女學生「GSP使用態度」之獨立樣本t考驗分析摘要表，如表24所示，兩組學生在GSP使用態度之差異未達顯著差異（ $p=.92>.05$ ），表示不論何種性別學生在接受GSP輔助教學模式後，在使用態度上並無太大差異，不論男女學生均能適應此種教學模式。

表24 男、女學生「GSP使用態度」之獨立樣本t考驗分析摘要表

態度	背景變項	樣本數N	平均數	標準差	t	df	p
信心	男	28	4.32	0.57	-.946	49.42	.349
	女	24	4.47	0.54			
接受度	男	28	4.39	0.56	-.072	46.629	.943
	女	24	4.40	0.62			
有用性	男	28	4.55	0.64	.543	49.994	.590
	女	24	4.46	0.55			
總和	男	28	4.425	.5325	-.101	48.8	.92
	女	24	4.440	.5321			

2.具有不同數學態度的學生在GSP的使用態度上是否有差異

為了解具有不同數學態度的學生在GSP的使用態度上是否有差異，故依據實驗組學生之數學態度成績，將學生以極端的27%分組，將前27%定為高態度，後27%定為低態度，其餘為中態度，使用「單因子變異數分析」(one-way ANOVA)，求得三組學生「GSP態度」之單因子變異數分析摘要表，如表25所示三組學生在使用GSP的信心、接受度、有用性三個向度之差異均達顯著差異，表示具有不同數學態度的學生在GSP的使用態度上確有差異，可以更進一步進行各組別之間的事後成對比較，以瞭解各組之間的差異性，所得到的結果如表26所示，高態度及中態度之學生較低態度之學生在使用GSP時具有更高的信心，且高態度之學生較低態度之學生對於GSP的使用具有更高的接受度及認可其有用性。

表25 三組學生「GSP態度」之單因子變異數分析摘要表

	背景變項	人數 N	平均數 M	標準差 SD	變異數分析				
					變異來源	自由度	離均差平方和	F值	p值
GSP 信心	1.高態度	14	4.6829	.27003	組間	2	1.861	6.688	.003
	2.中態度	24	4.4746	.51539					
	3.低態度	14	3.9800	.71146	合計	51			
	合計	52	4.3975	.58344					
GSP 接受度	1.高態度	14	4.6714	.25549	組間	2	1.338	5.062	.010
	2.中態度	24	4.4167	.47151					
	3.低態度	14	4.0571	.73350	合計	51			
	合計	52	4.3885	.55365					

GSP 有用性	1.高態度	14	4.8807	.16532	組間	2	1.969	6.871	.002
	2.中態度	24	4.5071	.49221	組內	49	.287		
	3.低態度	14	4.1307	.78999					
	合 計	52	4.5063	.59373	合計	51			
GSP 總和	1.高態度	14	4.7450	.16879	組間	2	1.703	7.834	.001
	2.中態度	24	4.4667	.43238	組內	49	.217		
	3.低態度	14	4.0536	.67821					
	合 計	52	4.4304	.52496	合計	51			

表26 三組學生「GSP態度」的事後成對比較

	(I)組別	(J)組別	平均數差異 (I-J)	標準誤	p 值	差異的 95%的信賴區間	
						下限	上限
GSP 信心	高態度	低態度	.703*	.199	.004	.1995	1.2062
	高態度	中態度	.208	.177	.507	-.2396	.6562
	中態度	低態度	.495*	.177	.027	.0467	.9425
GSP 接受度	高態度	低態度	.614*	.194	.011	.1236	1.1049
	高態度	中態度	.255	.173	.346	-.1818	.6913
	中態度	低態度	-.360	.173	.126	-.7961	.0770
GSP 有用性	高態度	低態度	.750*	.202	.002	.2392	1.2608
	高態度	中態度	.374	.180	.127	-.0808	.8281
	中態度	低態度	.376	.180	.123	-.0781	.8308
GSP 總和	高態度	低態度	.691*	.176	.001	.2466	1.1363
	高態度	中態度	.278	.157	.217	-.1175	.6741
	中態度	低態度	.413*	.157	.039	.0173	.8089

\*\*P<.01, \*P<.05

### 3.不同「面積」學習成效的學生在GSP的使用態度上是否有差異

為了解不同「面積」學習成效的學生在GSP的使用態度上是否有差異，故依據實驗組學生之「面積概念」測驗成績，將學生以極端的27%分組，將前27%定為高分組，後27%定為低分組，其餘為中分組，使用「單因子變異數分析」，求得三組學生「GSP態度」之單因子變異數分析摘要表，如表27所示三組學生在使用GSP的信心、接受度、有用性三個向度上均未達顯著差異，顯示不同「面積」學習成效的學生在GSP的使用態度上並無明顯差異，但三組之平均數均在4分以上，即不論是高分組、中分組或低分組學生對於GSP的使用均持正向的態度。

表27 三組學生「GSP態度」之單因子變異數分析摘要表

	背景變項	人數 N	平均數 M	標準差 SD	變異數分析				
					變異來源	自由度	離均差平方和	F 值	P 值
GSP 信心	1.高分組	14	4.2743	.62395	組間	2	.169	.485	.618
	2.中分組	24	4.4696	.56008	組內	49	.347		
	3.低分組	14	4.3971	.60429					
	合 計	52	4.3975	.58344	合計	51			
GSP 接受度	1.高分組	14	4.3571	.57206	組間	2	.154	.493	.614
	2.中分組	24	4.4667	.52640	組內	49	.313		
	3.低分組	14	4.2857	.60110					
	合 計	52	4.3885	.55365	合計	51			
GSP 有用性	1.高分組	14	4.3936	.60457	組間	2	.146	.404	.670
	2.中分組	24	4.5208	.60958	組內	49	.361		
	3.低分組	14	4.5943	.58104					
	合 計	52	4.5063	.59373	合計	51			
GSP 總和	1.高分組	14	4.3414	.55764	組間	2	.091	.321	.727
	2.中分組	24	4.4846	.52545	組內	49	.283		
	3.低分組	14	4.4264	.51744					
	合 計	52	4.4304	.52496	合計	51			

## 五、教學省思

在分析、比較實驗組與控制組學生在「面積概念」的學習情形後，回顧與反思整個教學歷程，發現仍然有一些地方是可以再改善精進的。

### 一、測驗工具與教材的編製

#### (一) 測驗工具的編製

本研究的測驗工具「面積概念測驗」在正式施測前，雖曾歷經多次的修改而使之更臻完善，然而在正式施測後，仍覺得尚有一些可以待改進之處，茲分述如下：

1. 在三次測驗中，試題均完全相同，若能在延後測時將試題稍作修改，且間隔時間稍微拉長，結果或許會更佳。

2. 在三次測驗中，實驗組與控制組的試卷雖均由研究者加以批改，但實驗組學生由研究者進行教學，控制組學生則由班級老師自行教學，在教學過程中，老師對於試題的答題

要求並不完全相同，講解問題時也可能出現標準不一的情況，影響作答的結果，教師間若能事先溝通，達成共識，應可避免此情況發生。

## （二）教材的編製

本研究在進行正式教學前，雖已與其他教師共同討論，幾經修改使之更趨於完整，但在教學過程中仍發現有些部份須再做修改，茲分述如下：

1.在文字描述部分，由於圖形均使用英文字母命名，易混淆學生的視覺，且敘述過於冗長，學生多沒耐心看完，若能使說明方式更簡潔有力，相信學習效果更佳。

2.教材所使用的GSP軟體為英文版，對學生的閱讀與操作上是一種負擔，若能改用中文版，相信在學習上的效果會更好。

3.教材中多為制式化的講解及操作，學生在操作過後多不願再做練習，若能再加入一些變化較多且互動性高的練習，必能引起更高的學習興趣。

4.學生在操作GSP「面積」教材前，須先安裝GSP軟體方可使用，下載及安裝過程耗費不少時間，若能將教材製作成網頁檔，直接透過網路瀏覽，對於提高學習效率應有相當的助益。

## 二、學生「面積概念」的改變情形

教學結束後，學生在「面積概念」後測及延後測的成績均明顯進步，顯示學生的「面積概念」較未教學前更清楚明白，若再深入探討學生「面積」概念的改變情形會發現：

1.學生原本在做「面積」的估測時，多是用猜的，缺乏正確的量感，教學後學生對於小「面積」的圖形會先想辦法將圖形切割成小格，再進行估測，而在做大「面積」的估測時，大多數學生雖能做更合理的估測，，但仍有部分學生感到很困難，應再做進一步的教學與練習。

2.多數學生原本在計算圖形「面積」時，多是一味的套用公式，所以在題目稍做變化後就容易出錯，教學後雖有部分學生仍容易將三者的公式混淆或記錯公式，但多數學生能回憶起GSP教材的畫面，寫出正確的公式，也比較不會因為找不到底和高而算錯，同時觀察發現學生對於有動畫的部份記憶特別深刻，若能在教材中多加入一些動畫部分，學習效果應該更佳。

## 三、教學活動設計與教學歷程

在教學過程中，發現有以下幾個問題仍待改進：

1.課程一開始，學生雖對於GSP的操作感到有趣，但有部份學生只求好玩，而忽略了操

作電腦學習的目的，因此必須使GSP的操作與教學更緊密結合。

2.學生在自行操作學習時，教師雖能進行個別指導，但無法兼顧全部學生，因此教師須隨時掌控學生的學習情況，避免此一情況發生。

3.由於每個學生的學習速度並不相同，可在課程中多加入一些較具挑戰性的練習，讓動作快的學生可以利用時間多做一些練習。

#### 四、GSP面積教學網站的使用情形

本面積教學網站係使用 XOOPS 架站軟體架設，主要包含檔案下載及討論區兩個部份，在使用過程中，發現有以下幾點仍待改善：

1.由於網站的文字較小，說明也不夠清楚，需要老師先做講解，學生才能順利使用。

2.部分學生在討論過程中，由於表達能力較差，常會給人不知所云的感覺，教師需再加強指導學生發表的能力。

3.部分學生會抱持著好玩的心態，將討論區視為聊天的地方，未能專心參與討論，教師對於學生的使用情形應做進一步的掌控。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本節依照第四章之研究結果，從學童在「面積概念」測驗之表現、實驗組與控制組學童學習成效之比較、實驗組學童在教學前後數學態度之改變情形與對GSP動態幾何軟體輔助教學之相關意見，統整歸納出主要的結論。

#### (一) 學童在「面積概念」測驗之表現

在「面積概念」前測方面，兩組學生在「面積」測量概念上的表現均較不佳。在後測部分，實驗組學生在計算面積、比較大小、畫高及估測四部份進步最多，顯示在經過實驗教學後，學生對於圖形「面積」的計算及高的定義均有更深入的了解，對於「面積」的估測也更為準確；控制組學生則在「面積」基本概念、保留概念及畫高部份進步最多。而在延後測方面，兩組成績雖較前測均有進步，但與後測成績相較又明顯退步，顯示學生雖對「面積概念」仍有記憶，但有部分概念卻已漸漸模糊，需再做概念上的增強。

#### (二) 實驗組與控制組學童學習成效之比較

將實驗組與控制組學生成績互相比較，實驗組及控制組學童在接受不同教學模式後，前、後測的平均數考驗均達到顯著水準，表示GSP輔助教學模式及傳統教學模式皆能顯著

提升學童「面積概念」之學習成效。因此，再比較兩組後測及延後測成績，發現實驗組學生的成績表現均比控制組學生優異，且達顯著差異，表示經過教學實驗後，實驗組在「面積概念」的學習成就及保留情形上確實優於控制組，且成效顯著。同時兩組學生前後測成績進步幅度之差異達顯著差異，表示經過實驗教學後，實驗組學生之進步幅度明顯優於控制組的學生。

### （三）實驗組學童在教學前後數學態度之改變情形

實驗組學生分別在接受GSP輔助教學前與教學後，填寫了數學態度量表，結果顯示教學實驗前後實驗組學生數學態度的改變達到統計上的顯著差異，顯示實驗組的教學對學生的數學態度有正向之幫助。

### （四）實驗組學童對GSP動態幾何軟體輔助教學之相關意見

在使用GSP的信心方面，學生對於GSP的操作及進行「面積概念」的自我學習多沒有困難，且願意進一步學習GSP的操作與使用。在使用GSP的接受度方面，學生對於將GSP融入「面積」教材及課程內容多能接受，且感到滿意。在使用GSP的有用性方面，GSP輔助教學模式對於引起學生的學習興趣、提升學習效果及加深課程印象均有相當助益。

而不同性別及「面積」學習成效的學生在接受GSP輔助教學模式後，在使用態度上並無太大差異，均能適應此種教學模式，且抱持正向的態度。而在數學態度上，具有高態度及中態度之學生較低態度之學生在使用GSP時具有更高的信心，且高態度之學生較低態度之學生對於GSP的使用具有更高的接受度及認可其有用性。

（五）綜合上述結果，發現學生在接受GSP輔助教學模式後，在「面積概念」上確實較教學前進步，且能提高學生的學習興趣，也為大多數學生所接受，顯示此模式應用在數學學習上確實具有一定的學習成效。而學生透過網路討論區之討論，可使他們在做自我學習時，遇到困難或有任何心得都可透過此討論區與他人分享，較課堂上之討論獲得較迅速的回饋，且提供某些不好意思在課堂上發表的學生一個發問的空間，幫助他們的學習。

## 二、建議

根據本研究的結論，以下將針對課程教學及未來研究兩方面提出建議。

### 一、課程教學上的建議

（一）使用GSP輔助教學模式對於數學的學習固然有好處，但在此教學模式中，教師必須隨時掌握學生的學習情況，避免學生在課程中模糊了學習的焦點，態度也較容易流於隨便，反而減低了學習的成效。

(二) 將GSP動態幾何軟體的各種功能應用在數學的教學上，不但能夠引起學生的學習興趣，對於概念的澄清及解析也有相當的成效，但在教材的設計上必須花費許多心思，多加考量，才不致引起反效果。

(三) 除製作課程中所需用到的GSP教材外，若能再提供一些具有趣味性及挑戰性的評量測驗，相信能提高課程之豐富性及生動度。

## 二、未來研究的建議

(一) 本研究因時間、人力各方面的考量，研究的樣本僅侷限在同一所學校內四個班級的學生，樣本數較不足，不宜做概括性的推論，建議可擴大採樣範圍，做更完整的分析。

(二) 本研究之探討範圍僅涵蓋「面積概念」之教學，未來可針對其他單元之教學進行研究，了解動態幾何軟體GSP對輔助數學學習或概念澄清之效益。

(三) 本研究所架設之「面積」教學網站，礙於功能性較少，在結果的評估與分析上略顯不足，建議可增加網站之功能，提高學生參與及使用的效果。

(四) 本研究中所使用之GSP「面積」教材，均須事先下載、安裝GSP動態幾何軟體方可觀看，在使用的便利性上較差，若能製作成網頁檔，直接上網觀看，可增加其便利性，同時提高使用率。

## 參考文獻

- 王全世(2000)：資訊科技融入教學之意義與內涵。**資訊與教育雜誌**，80，23-31。
- 朱中梧(2003)：**國小一般能力資優生之數學解題探究**。台北市：國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。(未出版)
- 朱玉如(2003)：**台北市國小學童面積概念學習情形之探討**。台中市：台中師範學院教育測驗統計研究所碩士論文。(未出版)
- 朱江文(2003)：**問題導向學習教學策略改善學童數學態度與教師成長之行動研究**。台中市：台中師範學院數學教育學系在職進修教學碩士學位班碩士論文。(未出版)
- 吳明隆(2000)：**SPSS統計應用實務**。台北：松崗電腦圖書公司，4-1~16-23。
- 吳鳳萍(2001)：**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**。台北市：國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。(未出版)
- 林保平(1996)：動態幾何軟體在教學上的應用。**八十四學年度輔導區地方教育輔導教師研討活動論文集**，128-152 頁。



- 林星秀 (2001) : **高雄市國二函數課程GSP輔助教學成效之研究**。高雄市：國立高雄師範大學數學系碩士論文。(未出版)
- 林羿姍 (2006) : **透過數學遊戲進行補救教學之研究—以國小二年級加減單元為例**。台南市：國立台南大學應用數學研究所碩士論文。(未出版)
- 林清山 (1994) : **心理與教育統計學**。台北：東華書局。
- 高敬文 (1989) : 我國國小學童測量概念發展研究。**國立屏東師範學院初等教育研究**，第一期，183 - 219。
- 國民小學數學教學指引第十一冊 (2006) 。康軒文教事業。
- 許嵐婷 (2002) : **國小五年級面積概念之教學研究**。台中市：國立台中師範學院數學教育系碩士班理學碩士論文。(未出版)
- 陳光勳、譚寧君 (2001) : **兒童長度面積體積概念調查及診斷教學之研究—應用直觀規律 (I)**。國科會計畫 (計畫編號：NSC-89-2511-S-152-021)。
- 陳珏名 (2006) : **「問題本位學習教學模式」對國小五年級學生數學科學習動機、學習態度與學習成就之影響**。桃園縣：中原大學教育研究所碩士論文。(未出版)
- 陳銜逸 (1996) : 我國國小高年級學生平面圖形「面積」概念的研究。**85 年度師範院校教育學術論文發表會論文集 (2)**。屏東市：國立屏東師範學院。
- 陳銜逸 (1997) : **我國國小高年級面積教學與學習的研究**。台中市：國立台中師範學院。
- 黃玟玥 (2004) : **國小六年級學生使用電腦軟體GSP學習面積成效之研究**。台南市：國立台南大學教育經營與管理研究所碩士論文。(未出版)
- 楊麗華 (2001) : **「合作—省思」數學教學活動方案對國小資優兒童解題能力與數學態度影響之研究**。台北市：台北市立師範學院國民教育研究所碩士論文。(未出版)
- 劉勝鈺 (2003) : **使用資訊科技學習數學：以網路同儕互評為例**。新竹市：國立交通大學網路學習學程碩士班碩士論文。(未出版)
- 蔡福興 (2000) : 淺談九年一貫課程之「資訊科技融入學科教學」。**生活科技教育**，33(2)，26-28。
- 戴政吉 (2001) : **國小四年級學童長度與面積概念之研究**。屏東市：國立屏東師範學院數學教育研究所碩士論文。(未出版)
- 戴錦秀 (2002) : **使用電腦軟體G.S.P.學習三角形面積成效之研究**。高雄市：國立高雄師範大學數學系碩士論文。(未出版)

- 鍾靜 (2000) : 學生學習為中心的數學教學特質分析研究。國科會八十九年度第一期專題研究計畫成果報告。NSC 89-2511-S-152-003。
- 鍾靜 (2001b) 。學生學習為中心的數學教學特質分析研究II。國科會八十九年度第二期專題研究計畫成果報告。NSC 89-2511-S-152-029。
- 顏龍源 (2000) : 主題化的電腦融入課程概念。資訊與教育雜誌, 80, 32-39。
- 譚寧君 (1995a) : 「面積」概念探討。國民教育, 35 (7&8), 14-19。
- 譚寧君 (1995b) : 「面積」與體積的教材分析。載於甯自強編: 八十四學年度數學教育研討會論文暨會議實錄彙編 (27-36)。嘉義市: 國立嘉義師範學院。
- 譚寧君 (1998a) : 高年級「面積」教材分析。載於台灣省國民學校教師研習會編印: 國民小學數學科新課程概說 (高年級) (214-229頁)。台北縣: 台灣省國民學校教師研習會。
- 譚寧君 (1998b) : 國小兒童「面積」迷思概念分析研究。國立台北師範學院學報, 第十一期, 573-602。
- 譚寧君 (1999) : 從兒童的測量迷失概念看教師對兒童測量知識的了解。台北師院學報, 12, 407-436。
- 蘇琬淳 (2003) : 資訊科技融入國小五年級數學教學成效之研究—以面積與周長為例。台北市: 國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。(未出版)
- Bright, G. W. (1976). Estimating as part of learning to measure. In D. Nelson & R. E. Reys (Eds.). *Measurement in School Mathematics: 1976 Yearbook*. Reston, VA: NCTM.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). *Situated cognition and the culture of learning. Education Researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruner, J. (1966). *The Growth of Mind*. Cambridge, MA: Educational Services, Inc.
- Dickson, L. (1989). Area of a rectangle. In D. C. Johnson (Ed). *Children's Mathematical Frameworks 8-13: A study of classroom teaching*. Wondspr: NFER Nelson. for School Mathematics. Reston, VA: NCTM.
- Greenfield, P.M. (1984). A theory of the teacher in the learning activities of every day life. In B. Rogoff & J. Lave (Eds). *Every Day Cognition*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Hall, L. T. Jr. (1984). Estimation and approximation-not synonyms. *Arithmetic Teacher*, 77(7), 516-517.

- Hart, K. M. (1981). Measurement. In Hart, K. M., Kerslake, D., Brown, M. L., Ruddock, G., Kuchemann, D. E., & McCarthney, M. (Eds). *Children`s Understanding of Mathematics*. London: John Murray.
- Hiebert(1981). Units of measure: results and implications from National Assessment. *Arithmetic Teacher*, 28(6) , 38-43.
- Hildreth, D. (1980) . *Estimation Strategy Use in Length and Area Measurement Tasks by Fifth and Seventh Grade Students*. Doctor dissertaion. The Ohio State University.
- Hutton, Joyce. (1978). Memoirs of a Maths Teacher: 6 Unders tanding Space. *Mathematics Teaching*, 82, 8-14.
- Jonassen, D. H. (1996). Computer in the classroom: Mindtools for critical thinking. Englewood Cliffs, N. J. : Merrill.
- Lin, P. P. (1993). *Learning Translation and Scaling in Dynamic, Linked, Multiple Representation Environments*. Ph. D. Dissertation, University of Georgia.
- Moersch, C. (1995). Levels of technology implementation (LoTi): A framework for measuring classroom technology use. *Learning and Leading with Technology*, 23(3), 40-42.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principle and Standards.
- Nunes, T., Light, P., Mason, J., & Allerton, M. (1994). The Role of Symbols in Structuring Reasoning: Studies About The Concept of Area. *Proceedings of the 18th International Conference for the Psychology of Mathematics Education, Lisbon, 3*, 255-262.
- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1960). *The Child`s Conception of Geometry*. New York: W. W. Norton & Company.
- Roth, W. M., & Roychoudhury, A. (1993). Using Vee and concept maps in collaborative settings: Elementary education majors construct meaning in physical science courses. *School Science and Mathematics*, 93, 237-244.
- Taloumis, T. (1975). The Relationship of Area Conservation to Area Measurement as Affected by Sequence of Presentation of Piagetian Area Tasks to Boys and Girls in Grades One through Three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 6(4), 232-242.
- Tierney, C., Boyd, C., & Davis, G. (1990). Prospective primary teacher`s conception of area. In G. Booker, P. Cobb, & T. Mendicuti (Ed.), *Proceedings of the 14th Annual Conference of the*

*International Group for Psychology of Mathematics Education, 2, 307-315, Oaxtepec, Mexico: Program Committee.*

Tobin, D. R. (1993). *Re-educating the Corporation: Foundations for the Learning Organization*. Essex Junction, VT: Oliver Wright.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University press.

Wagman, H. G. (1968). *A Study of the Child's Conception of Area Measure*. Doctoral Dissertations. ERIC: ED05.

Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(4), 458-477.

# **Research on Sixth Grader's Learning Effect of Area Concept by Dynamic Geometer's Sketchpad**

**Ying Fan Chen Ah-Fur Lai Chin-Ming Tsai  
Tsung-Chiang Huang**

Department of Computer Science, Taipei Municipal University of Education

## **Abstract**

The purpose of the study was to investigate the learning effect of Dynamic Geometer's Sketchpad (GSP for abbrev.) integrated into the instruction of area concept for sixth graders. To compare "the GSP integration instructional model" with "the tradition narration model" in the learning effect of area concept, this research was conducted under the quasi-experimental method with nonequivalent pretest-posttest control group design. The subjects in this study are 99 sixth graders from four classes in Taipei City. To launch the GSP integration teaching for area concept, the website was designed, and the participants can download GSP file and interact with each other in its discussion forum.

Some main findings are showed as follows: (1) In the pretest, the treatment group and control group didn't have good performance. But in the posttest and the follow-up test, the two groups had better performance. (2) After taking pretest as a covariance, there is a significant difference in posttest and follow-up test between control group and the treatment group. The performance of the treatment group is better than the control group in posttest and follow-up test. (3) There was a significant difference between the pretest and the posttest in learning mathematics attitude. (4) The students gave high positive appraisal to the GSP integration instructional model and the actual manipulation GSP for learning area concept. After accepting the GSP integration instructional model, the difference of gender was significantly in their attitudes toward GSP .

Key words: GSP, area concept, sixth grader, learning effect