

第一章 緒論

在腦海中，我看得見幾何圖形。

她，在動！她優雅的舞動著！

我注視著她，她默默不語！

我聽到了，我了解了，

她正用優雅的動作表達出完美的定律。

第一節 研究動機與背景

我是一位平凡的國中數學老師，和多數老師有著同樣的困擾：如何讓學生也能看見在我們腦海中舞動身影的幾何圖形。

教科書在敘述數學概念時，大多以文字、符號或靜態的圖片來表徵概念，雖然它能協助學習者以文字碼或視覺碼的方式登錄外界訊息，但對抽象的數學概念卻有其限制。它無法以動態表徵的方式來詮釋抽象的概念，以致於有時教師以再多的口語解說也無法有效地詮釋它。當教學者在黑板上畫出腦海中的圖形時，他比手畫腳、手舞足蹈，盡一切之所能，無非就是想讓學習者也能體會那幾何圖形動的樣子，以及圖形所傳達的數學概念。有時候老師會製作教具來協助表達其腦海中的動態幾何圖像，使學習者也能看見他腦海中所看見的情境，但學習者一般仍無法深刻地了解老師所傳達的意思。電腦科技的發展正好可以協助老師更清楚的表達自己所看見的動態幾何圖像，而動態的視覺經驗可以讓人瞭解整個事件的歷程(林麗娟，2000)。幾何圖形經由電腦科技的輔助能以動態圖像的方式呈現，提供學習者強有力的學習與知覺經驗，可以讓學習者形成動態的內在表徵，使學習者對抽象的概念更具知覺的能力(鄭晉昌，1997)。以多邊形的外角和為例，許多教材版本都會用小木偶繞多邊形公園一圈的方法來說明任何多邊形的外角和等於360度這個結果，為了呈現整個動態過程，研究者就曾作了一個小木偶的量角器來輔助學生學習，雖然這量角器好用並且也容易達成我所想要的教學目標，但如今它已不知魂歸何處，除了研究者在那個時間、那個地點用過它之外，就再也沒有人用過它。但隨著電腦科技的發展，我們可以將過去所難以表達的抽象數學概念用電腦來呈現，可以讓不同的人在不同的時間、不同的地點使用它。

從依據八十三年國民中學數學課程標準所編輯的國編本數學課本，到依據八十九年國民中小學九年一貫課程數學學習領域暫行綱要所編輯的各版本教材，在幾何課程的設計上都深受 van Hiele 幾何思考理論的影響，強調應先盡量讓學生從日常的生活經驗出發，透過具體操作的活動，將所操作的事物表徵成各種概念，再讓學生將所學得的概念應用到不同脈絡中，最後利用邏輯思考進行非形式的推論。然而我們可以發現這些課本所用到的探索操作工具都仍停留在圓規、直尺、量角器及近來流行的摺紙活動，資訊科技的應用在這些課本裏幾乎找不到任何蹤跡，資訊融入教學似乎只是口號而已。以圓形的面積公式為例，為何圓形的面積會等於 $r^2\pi$ ？教科書常會將圓形分割成很多的全等扇形，然後將它拼成長方形，再利用長方形的面積公式求得圓形的面積等於 $r^2\pi$ 。但在課堂上學生常不易感覺為何圓形面積可以用長方形面積公式求出，我們都知道圓形分割成

的扇形愈多，它們所拼成的圖形會愈接近長方形，然而傳統教學中並不容易呈現這樣的動態過程，更不用說讓學生去弄清楚圓形和長方形面積公式的關係，然而這樣的想法若用電腦來呈現，利用它強大的運算能力很快的便能將圓形分割成很多個相同的扇形，想要幾個便有幾個，當個數愈多排出來的圖形便愈像長方形，在這樣的過程中，學習者也有機會實際去體驗極限的感覺。不僅如此，互動式的教材軟體更可以輕易的提供學生操作探索的情境，以簡單的三角形內角和為例，幾乎每一個教材版本都會要求學生任意畫出一個三角形，然後將三個內角剪下，觀察它們是否能拼成一個平角，其實這樣的工作在電腦上是很容易實現的，並且可以做得比剪紙的方法還好，學習者可以在電腦上任意拖曳三頂點來畫出他所想要的三角形，再剪下三個內角，利用平移、旋轉、鏡射來模擬三個角的移動，即可觀察三內角是否可拼成一個平角。由此可見電腦很適合成為學生操作探索的工具，在操作探索的過程中常需要用到的幾何造形及實測活動都可以輕易的在電腦上完成，並且電腦還可以動態的方式呈現，讓學習者可以了解整個事件形成的過程。

除此之外，教學者也可以運用電腦的特性來簡化實驗的過程，幫助學生了解幾何變化中的不變性。以三角形的全等性質為例，課本運用尺規作圖來展示利用三角形的三個邊、兩邊夾一角、兩角夾一邊或兩角及一邊所作出來的三角形都一樣，藉此說明三角形的 SSS、SAS、ASA、AAS 等全等性質，但利用兩邊及一角有時卻作出兩個不一樣的三角形，利用與原三角形相等的三個角卻能作出很多大小不一樣的三角形，所以 SSA、AAA 不一定全等。然而在這樣的教學過程中卻因實驗步驟複雜而模糊了實驗的目的，使得效果大打折扣，雖然圖形好不容易畫出來了，但畫圖形的目的卻往往被忽略了。利用電腦可以降低實驗的複雜度，以 SSS 全等為例，可以先複製出原三角形的三個邊，再利用這三個邊拼成一個新的三角形，然後拖曳原三角形觀察其是否能和新三角形完全重合，學生可以發現利用原三角形的三個相同邊長所做出來的三角形都一樣，不一樣的只是位置不同、方向不同以及是否翻轉罷了，如此可以將整個注意力集中在三角形的三個邊，及它所做出來的三角形是否大小形狀完全相同，而不用浪費大半的精力於尺規作圖，使得實驗目的被模糊。

Jonassen(2000)提出心智工具的概念，學生應將電腦當作是心智夥伴，並應用電腦來支援知識建構、探索活動、做中學以及對話學習，當學生面對一個新的問題時，我們希望電腦也能成為他探索解決問題的心智夥伴。目前科技融入教學最大的困難之一，就是缺乏教學實例與可共享的資源不多(吳正己，2001; 何榮桂，2002)。雖然在網路上常可發現許多關於幾何學習的數位教材，但大多數的教材仍以展示為主，教師們很難藉由它們讓自己的想法更清楚的表達給學習者明瞭，由於缺少互動的功能，無法提供操弄的環境讓學生去探索幾何性質，更惶論期望它能成為學生的心智夥伴。所以當務之急應先充實能符合實際需求的數位教材，豐富的數位教材可以使得課程設計更加多元化，更能因此提昇教學品質及學習效力。而 Flash 提供了跨平台、高品質、圖檔體積小、可嵌入字體與影音檔及優異的互動功能，所以造就了 Flash 在動態網頁無可動搖的地位。而新版的 Flash MX 與 Flash MX 2004 更大幅增強 ActionScript 程式語言的功能，使得 Flash 不再只是網路多媒體動畫的製作工具，更可以讓我們輕鬆製作出高互動性多媒體電腦輔助教材應用於各教學領域上(李俊儀、黃俊榮，2003)。

第二節 研究目的

根據上述研究動機與背景之說明，雖然 Flash MX 2004 功能強大，但如何利用它有效地設計出符合教學需求的幾何軟體卻是軟體開發者必需面對的難題。研究者為了決解這個問題，歸納撰寫幾何軟體時常用到的指令，開發出一套函數，並利用這些函數創造一系列的互動元件，使 Flash 成為開發幾何軟體的好幫手。為了能更進一步讓不懂程式的老師也能輕鬆的製作媒體教材，協助其展示幾何圖形動態變化的歷程，並希望電腦也能成為學生的心智夥伴，研究者利用 Flash 開發一套軟體名為 Geometry Player(幾何玩家)。因此本研究的主要研究目的如下：

- (1) 創造函數及互動元件使 Flash 能成為開發互動式軟體的好幫手。
- (2) 利用 Flash 開發豐富的國中小幾何互動式教材。
- (3) 研發 Geometry Player 使其成為學生幾何探索的心智夥伴，並讓更多不懂程式的老師也能製作互動式教材，協助其展示幾何圖形動態變化的歷程。

