

## 第六章 結論與建議

van Hiele提出的五階段學習理論告訴我們在國中小階段幾何操作探索的重要性，然而受到教學工具的影響，使得我們很難落實建構、操作、實驗、觀察、歸納及推理的學習活動，老師也常受到教學工具的限制，很難將幾何圖形動態變化的歷程完整的呈現在學生眼前，研究者想藉由資訊科技來協助解決當前幾何教學的困境。本章將研究的成果歸納整理成本研究的結論，並檢討本研究可能疏漏及不足之處，依此提供未來研究之建議。

### 第一節 結論

本研究的主要目的有下列三點：

(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：

雖然 Flash 是 Macromedia 公司設計用來開發動態網頁的軟體，但研究者發現它也很適合拿來開發互動式探索軟體教材，因此本研究歸納開發幾何軟體常使用的 ActionScript 指令建立一套有系統的函數，然後再利用這些函數撰寫一系列的互動元件，由於自創函數及互動元件的使用，使研究者能更有效率的開發可操作性及互動性強的動態幾何軟體。

(2) 利用 Flash 開發豐富的國中小幾何互動教材：

研究者將國中小平面幾何分成「圖形的面積」、「多邊形的角度」、「平行」、「畢氏定理」、「三角形全等」、「相似形」、「圓形」、「垂直與平分」等七個主題，並依據這些主題，以 Flash 及開發完成的函數和互動元件為工具，開發出數十個高互動性的幾何教學教材，詳細資料可參考本研究附錄光碟。

(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：

由於累積開發小型互動式幾何教材的經驗，讓研究者有能力利用 Flash 開發更大型，互動性、探索性更強的幾何軟體，加以善用自創的函數及互動元件，本研究開發了動態幾何探索軟體—Geometry Player。在第三章中，研究者藉由 van Hiele 的幾何學習理論說明設計 Geometry Player 的原因，再參考 Duval 提出的幾何圖形四種認知理解方式及動態心像理論，反省自己的教學經驗並深入研究國中幾何教材，並檢討坊間動態幾何軟體用在國中小教學的不足之處，從幾何圖形的建構、幾何圖形操作探索、幾何量的變化觀察三個層面來考量如何設計 Geometry Player，在第四章中有它詳細的操作使用說明。在第五章中，研究者舉了一些實際應用的例子說明 Geometry Player 如何改善實際的教學困境，協助教學者展示幾何圖形動態歷程，並提供學生一個可操作探索的環境，以協助操作探索、觀察歸納的教學方法能更加落實。

## 第二節 建議

本研究根據結論提出未來研究之建議：

- (1) 關於學生的學習成效及教師的使用情況在本研究中並未深入探討，因此建議後續的研究者能作實證性的研究，瞭解使用它對學生學習所造成的影響，並探討老師的使用意見，而這些意見也可供未來軟體設計改進的參考。
- (2) 由於電腦工具的使用，教學者應依據工具的特性發展出一套教學策略，以有效提昇教學效果。
- (3) 有關 Geometry Player 軟體方面亦有很大的改進空間，最重要的當是解決「存檔」、「還原上一步」、「重複下一步」等問題。
  - ①. 存檔：由於本軟體無存檔的功能，每一次使用軟體都需重頭建構，而一般老師也無法利用 Geometry Player 建置教學物件供學生探索操作。
  - ②. 還原上一步、重複下一步：當在建置教學物件時不小心出現錯誤都得重頭開始，若能有此功能在使用上應會更加方便。
- (4) 本研究所開發的軟體偏重於平面幾何部分，對於其它數學主題著墨不深，未來研究可參考本研究開發軟體的方法應用於其它領域或主題（如：自然或其它數學主題）軟體之開發。
- (5) Flash 是因應網路而起的軟體，若能善用 Flash 的特性，讓網路不同端的使用者能同時操作同一個幾何圖形，使得討論的媒藉不只限於文字或靜態圖片，更有隨操作者意志而改變的動態幾何圖形，如此一來，對於幾何在網路上的學習或討論應有更實質的幫助。

研究者根據多年的數學教學經驗，參考各家幾何學習理論，反省某些傳統教學方式在實際教學上的不足之處，結合 Flash 開發一系列的幾何教學軟體，以期對於在基層服務的老師們能有所助益，但環視臺灣國民中小學的教學環境，雖然幾乎每個學校都有電腦教室，但扣除電腦課所佔用的時間並無太多的時間可供其它課程使用，再加上電腦經常故障、事前的準備工作及教室秩序管理等種種問題，讓已提倡資訊融入教學多年後的今天，許多老師依然駐足不前，即使像研究者本身經常使用電腦並撰寫程式開發軟體也不例外。在考慮經費有限的情況下，應讓班班有電腦的計畫轉換成班班有一台單槍投影機，讓願意嘗試資訊融入教學的老師能有良好的環境展現他的想法，當每個教室有一台單槍投影機，老師只要攜帶一台筆記型電腦便可輕鬆展開資訊融入教學之旅，再結合黑板無可替代的優勢，應可發展出不同的教學風貌。