

第五章 結論與建議

本研究運用電腦樂高，以輔助學生進行程式設計學習，希望藉此能改善學生學習情形。過程中紀錄學生學習過程與研究者教學觀察，及遭遇問題與解決方法。本章將總結研究結果，並提出未來教學實施的建議。

第一節 結論

總結第四章之研究結果，本節提出相關結論，分為「教學成效與檢討」、「教學省思與成長」兩項進行說明。

壹、教學成效與檢討

一、使用電腦樂高可提升學生程式設計學習興趣

使用電腦樂高，在學習初期帶給學生新鮮感，其手動操作、程式執行狀況，均不同於以往的程式設計學習方式。學習程度較佳的學生，甚至能依據不同機器車的特性，調整程式中的執行數據，使其完全依教師或習題的要求進行，對於程式教學環境的塑造有其影響，隨之影響學生學習意願，提升學習興趣。

二、電腦樂高有助於部分程式概念的驗證

研究結果得知，學生可從電腦樂高的實作與觀察中，驗證基本的程式概念與架構。如單元二的循序觀念、單元四的函數觀念，與單元五的 for 重覆迴圈等，都是學生實作完成率較高的單元。單元四的電腦樂高教學使同學產生深刻的學習印象，同學並能用於解決問題。部分學生雖未親自完成作業，但是再結合教師上課講授的內容後，觀摩學生實做的成果，也有加深學習印象的效果。

三、學生認為電腦樂高結合硬體的部分指令較複雜

教師則發現課程中部分內容可以調整順序，如單元三、單元六的教學內容，均與觸控感應器的學習與應用於程式操控的概念有關，因此日後進行教學時，建議可以考量電腦樂高本身零組件的特性，再進行程式設計課程的規劃，或能提升教學效果，擴大電腦樂高的教學效益。

四、硬體設備影響學生學習表現

由教學日誌與學生反應中，可發現硬體問題是此次教學研究中，影響教學實施與學習成果的重要因素。問卷及晤談中發現學生即使明瞭程式內容與電腦樂高操作流程，但是實作時碰上如電腦當機、傳輸失敗，或存好檔案後，移至傳輸工作區卻發現檔案無法開啟等問題，都會造成學生學習時的挫折感。

五、學生需要更充裕的實作時間

本研究發現，除了設備問題外，學生操作樂高時，需要更充裕的實作時間。由實作紀錄中可發現學生完成的比例似乎不高，問卷結果同時反映出此一現象：即是學生即使了解整過電腦樂高實作的流程，也不易在教師規定時間內完成習題。也難怪學生會在完成實做習題後，產生十分滿足的成就感。結合學生的反應與教師的課堂觀察紀錄得知：時間問題是影響學生能否完成樂高實作習題的重要因素。除了教師解授課程時間掌握宜更精準外，將每週兩節計概課連排，也是一解決的辦法。而學生無法將電腦樂高帶回家練習，也是造成學生精熟度不足的因素，精熟度不足，自然壓縮到學生的練習時間。

貳、教學省思與成長

一、新的教學工具給予研究者刺激與教學改進的動力

使用電腦樂高進行教學，對研究者也是一大挑戰。從教學內容的規劃、教學講義的製作、課堂示範與學習問題排除等，而與學生的討論中，也有助於研究者

釐清自身教學的盲點，學習從學生的角度來思考問題。畢竟高一程度的程式初學者，在學習程式設計課程時遇到的問題不盡相同，研究者本身應該以更寬容的態度去面對，同時思考如何協助學生解決疑難。而研究者在本系列課程結束後，更堅信程式設計雖是一門較具難度的課程，但是學生學習程式對於自己絕對是有幫助的。透過行動研究的過程，教學日誌中的調整與省思，有助於研究者的專業成長。

二、團隊協助有助於教師專業成長

以往研究者在學校進行教學，多處於單打獨鬥的角色。在本研究進行的過程中，除了引入新的教學工具產生刺激，與行動研究的教學日誌紀錄，藉以進行教學調整與省思外，團隊的支援也是重要的因素。諮詢小組共同編寫教材並提供意見；協同教師除了觀察師生互動情形外，也會協助研究者解決學生實作問題，並於每節課後提出教學改進方案，除使課程順利進行外，也督促研究者自我要求教學品質的提升。

第二節 建議

本研究對於未來應用電腦樂高於教學中，提出參考建議與教學策略如下：

一、關於驅動硬體、與硬體相結合之指令，教師宜更詳細解說

關於本次研究與教學過程裡，單元三與單元六的內容，主要運用了與硬體相搭配的程式指令，如感應器受到感應與否，數值資料的轉換與判斷等。部分學生表示困難。教師宜針對與硬體搭配的程式內容詳細介紹，避免學生無法理解產生挫折。

二、電腦樂高課程實施需要充分的軟硬體搭配

依據學生學習反應與研究者教學心得，發現電腦樂高程式的順利進行與否，與電腦教室中的軟硬體設備息息相關。除了學生工作站電腦須保持良好狀況外，傳輸器的數量與備用機器車的數量，也十分重要。如能在電腦教室特定區域裡，設定數部電腦為傳輸工作區，能減少學生因共用傳輸器，所造成之不便。為使學生降低因磁片存取所造成問題，如檔案無法開啟或開啟時間冗長等等，最好能在教室中設定一檔案傳輸伺服器（FTP server），學生可利用伺服器上的帳號上傳程式，再至傳輸區電腦下載並傳至 RCX 上。

三、教學內容可依課程需要調整順序

從學生的反應得知：電腦樂高實作與程式設計教學並無一定的順序相關。部分學生反應：可先建立程式基礎概念，再進行樂高實作。但是也有部分學生，認為先用電腦樂高進行示範，再來談程式概念也無不可。研究者認為在一系列教學過程後，可以調整一下教學順序，將合宜的單元改以樂高程式進行示範，加深學生印象後，再來談內部的程式概念，會有比較理想的教學效果。而某些單元可

以延長時數，以使學生有更充裕的操作時間。

四、課程進行前宜預先歸劃教學人力如何配置

Portz (2002) 指出，在實施電腦樂高教學與競賽的過程中，教學引導者 (Coach、Adult sponser) 必須肩負起排除學習者壓力、提醒分組成員職責、鼓勵學生面對問題重新思考等重要的工作，因為這些工作都影響學習者的學習表現。在本研究教學進行時，研究者也會隨時注意學生學生學習情況，並給予鼓勵打氣。然而，實施電腦樂高教學對研究者最大的挑戰，則是研究者在學生實作階段中，無法同時處理許多學生的疑難問題，在好幾組學生同時發問的情形下，研究者只能依發問順序依序前往解決，而有些問題，如：程式無法順利傳輸，再三測試後只得重新下載軟體，或是觸控感應器因不明原因失效等，都是無法立即排除的。在教師解決此一小組問題的同時，其他小組的學生因無奧援，只好停下手上的作業，徒然學生耗費時間。研究者在第二個班級實施時，會汲取上一班的教學經驗與學生常犯的錯誤，對該班再三講解與提示，但是由於學生缺乏真正面臨錯誤的經驗，往往導致教師在個別解題時，仍需重複之前講述的內容。所幸在教學的過程中，協同觀察教師（包括筆者的指導教授）也一同協助學生解決問題，從學生的問卷中，發現「問會的學生」，是學生面臨問題時最常使用的方法。因此，挑選並培訓小組長（即各組小教師）協助學生解決問題，並於各小組進行小組教學示範，或可解決教師疲於奔命的現象。

五、其他教學資源的搭配

有鑒於學生反應練習時間不足，日後使用電腦樂高輔助相關科目的學習，可以架設學習網站，或設計模擬軟體 (Fagin, 2002) 的方式，使學生於家中或課堂外的地點多加練習，增加其對教材與程式概念的精熟度。畢竟兩節課的時間是不夠的，模擬程式或學習網站的架設，可提供學生練習的機會，而精熟度的增加可減少操作電腦樂高時的突發問題。