

第四章 結果與討論

本章就本次行動研究與教學過程進行分析討論，內容分為教學實施結果、學習成果分析及活動問卷結果分析等三部分，最後進行綜合討論。

第一節 教學實施結果

本節主要介紹教學實施過程中，單元一至單元七的教學實施情形。各單元描述的重點包括教學概要、課堂觀察、實施結果、教學調整教學省思等項目。而各單元的教學觀察，以學生程式撰寫與操作電腦樂高兩項目為紀錄重點。

壹、第一週教學

一、教學概要

單元一為程式設計簡介，本單元的教學目的為透過樂高操作與觀察，協助學生建立基本程式概念。在電腦樂高實作中，以基本的程式內容『使車子直線前進，設定前進距離與調整運轉秒數』為題，使學生經由入門的範例與操作過程，建立學習概念與信心。教學過程中首先解說在 JCreator 中如何建立專案的方法，及利用專案管理檔案的觀念。接著簡要介紹電腦樂高的主要結構，及資料傳輸方法。之後研究者講解範例內容，並實際操作程式傳輸，同時提供範例程式碼供學生參考。最後為學生練習時間，以小組為單位共享機器車，以完成電腦樂高實作為目標，此時研究者以巡視學生實作狀況為主，並適時解決學生所遭遇之問題。課後小組長將學生實作情況依勾選方式紀錄後，繳回研究者。

二、課堂觀察

課堂觀察包含學生撰寫程式與操作電腦樂高兩部份為主，結果紀錄如下：

（一）學生撰寫程式

1.對程式編輯操作環境陌生

由於學生之前接觸程式編輯環境的機會不多，加上練習時間稍短，部分學生不知如何切換 JAVA 與 LeJOS 編譯環境：

生：「老師，我的程式寫好了，為什麼（程式）傳不過去（車子）？」

師：「Lego 的程式是以 Project 為執行單位喔！你確定你的環境設定是對的？」

生：「喔…也就是說，LeJOS 在處理 Lego 程式時，單一的 Java 程式是不被 Lego 環境接受的？」

師：「對。你在編譯與執行的過程中，也不要忘記把 JCreator 環境切換成處理 Lego 的設定喔。」（1013 教學日誌）

2.授課內容無法與實作結合

雖然學生在聽講時無特別問題，但是在實作過程中，卻發生學生無法將聽講內容與習題實做結合的狀況。由學生反應得知，因 Lego 習題難度太高，與範例內容有顯著落差，範例中僅有機器車前進的內容，但是習題卻包含轉彎、後退等。加上第一次接觸樂高產生的陌生感，思考並釐清學習盲點，準備開始動手時，上課時間已經終了。

（二）操作電腦樂高

觀察學生操作電腦樂高時，有以下問題：

1.傳輸器操作不當

學生在進程式與機器車間的資料（程式）傳輸時，曾發生操作過程正

常，但資料仍傳輸失敗的狀況。仔細觀察後發現原因有二：一是傳輸距離有限，卅公分以內是合理的範圍；二是易受外界光源干擾，如果教室燈光太強，則使用者必須使樂高模型與傳輸器傳輸孔的距離盡量接近。如果有兩部傳輸器需要同時運作，必須要錯開角度，否則會發生資料誤傳的狀況。

2. 傳輸器與機器車不足

學生反應在實作的過程中，傳輸器（IR）數目的多寡，遠比機器車來得重要。在傳輸器有限的情形下，學生如果完成程式作業並編譯無誤，則學生必須經歷如圖 4-1 的過程：

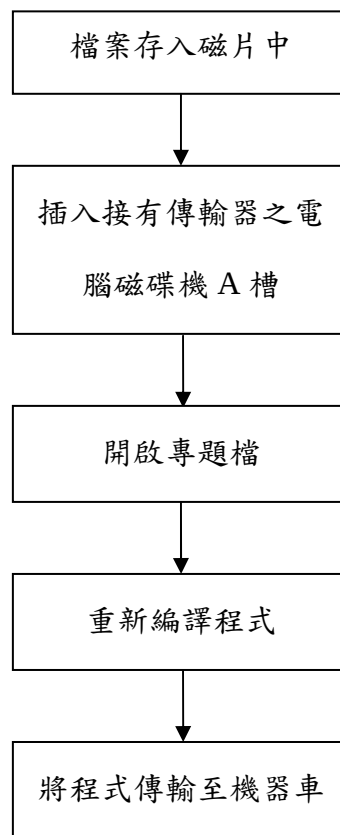


圖 4-1 學生資料傳輸作業程序

而原位置電腦連接傳輸器的學生必須停下自己的作業步驟，這是一不公平的狀況。否則學生必須要借用其他電腦上所裝置的傳輸器，將之移除並裝配於自己的電腦上，但是必須多花時間驅動傳輸器。以上步驟都會造成已經

完成程式編譯的學生，在程式傳輸與驗證上的不便，也會中斷學生的作業，同時提高硬體故障的風險。

此外，在某些硬體問題無法及時排除的狀況，研究者的立即處置為借用其他組尚未進行工作的機器車，進行該組學生程式傳輸與執行。因此多準備一部備用的機器車，可備不時之需。

三、實施結果

從以上觀察結果，可發現學生的整體表現顯然不盡理想，主因為操作環境的不熟悉，和觀念與實作之間有落差。

四、教學調整

經由研究者教學現場實務經驗、課後小組討論與指導教授建議，於下週作以下的教學調整：

（一）研究者應降低習題難度

此一調整可避免因範例與實作題的落差太大，造成同學無法在實作中得到成就感，導致不願學習其他單元的結果。在考量教學效果不盡理想的情形下，本次教學作為經驗參考，重新整理單元一之教材，並縮減範例與習題內容落差。教材內容經調整後，下週重複單元一教學。

（二）添加若干硬體設備

宜增加一部樂高機器車，於教師處備用；同時增添二組紅外線程式傳輸器。

（三）規劃傳輸工作專區

為避免學生間的程式傳輸工作，造成其他學生的工作中斷或干擾，因此將新增之二部紅外線程式傳輸器集中在特定傳輸工作區（二部個人電腦），此區專供學生傳輸資料用，希望此做法可減少若干學生被迫中斷工作的情形。

五、教學省思

本週的教學狀況，顯然與研究者的預設情形，有極大的落差，省思如下：

（一）實際教學情形與教師預設有很大的落差

原本研究者認為程度相當簡單的實作題，學生卻必須花不少時間思考，使研究者思考以後設計其他單元習題時，要仔細掌握學生的學習狀況，與考量範例內容和習題難度間的落差不宜太大。

（二）教師得視學生程度調整教學步調

以往研究者認為自己的教學方式足以應付教學，但在本單元教學過程中產生不少體悟。體悟之一是千萬不要預設教學立場，心存想當然爾的觀念：教師認為簡單的東西，學生也不會覺得太難。畢竟對一群程式初學者來說，不熟悉程式觀念，加上對程式編譯環境及操作樂高的陌生感，是很難有什麼具體表現的。此時教師唯有調整教學步調，展現極大的耐心，鼓勵並避免學生放棄學習。

（三）對於電腦樂高教學經驗不足

研究者除參考文獻外，應於課前向有此項教學經驗之教師請益。雖然研究者於實施此一新教具與教學方法時，已有先前的國中教學經驗，也事先進行教學規劃，但是對於學生學習操作時面臨的問題，卻缺乏相關的經驗足以因應。因此研究者應事先與諮詢小組成員針對此一部分進行推演，並思考解決之道。如本次教學中面臨的問題，除了學生反應操作時間太少外，教學設備（如傳輸器、機器車）不足也影響了學生實作表現，而研究者未能事先料想此一狀況，造成學生實作時花了許多不必要的手續，延誤了正常的學習進度。因此除了事先進行課程的規劃，預估可能發生的學習狀況與安排對策，實有其必要。

貳、第二週教學

一、教學概要

第二週進行第二次單元一教學，除了重新調整習題難度外，多給學生一些練習時間，藉以熟悉電腦樂高程式設計與操作，也是實施此週教學的目的。由於大

部分的教學內容，已在前一週授畢，所以本週主要的教學重點，是提供學生更多的實作時間，並經由師生與同儕間的討論，建立 Lego 程式概念與釐清基本的操作問題。。

二、課堂觀察

（一）學生撰寫程式

與前一週相比較，學生已能按照教師上課方式循序操作，並依教師教學步調進行練習與實作。由於有了前一週的學習經驗，學生對於學習環境的陌生感已降低許多。同時會針對程式內容進行討論，也會彼此提醒專題檔案有無設定、編譯環境有無切換等等。而各組小組長也都能確實填寫分組實作紀錄。

（二）操作電腦樂高

因為硬體資源增加了（機器車乙組、傳輸器二組），同時學生也慢慢熟悉電腦樂高程式的傳輸與操作模式，學生的學習態度積極許多，習題的完成率也提升。

三、實施結果

依第一週的教學紀錄進行調整，增加設備，多給學生實作時間，學生的反應比前一週進步許多，學生的習題實作情形，詳見表 4-1。

表 4-1 程式設計簡介實作結果統計（N=79）

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
程式設計簡介	85%	49%	27%

近九成的學生完成程式，但是傳輸情形不理想，其原因為：

（一）某些學生佔用傳輸器太久，導致其他同學無法使用。

(二) 傳輸器仍嫌不足，有增加的必要。

四、教學調整

本單元實施完畢後，發現設備仍有增加的必要，而研究者在調整教學速度後，學生的反應尚稱理想，但是希望教學過程中能多解釋程式碼中的英文單字。

五、教學省思

下一週將進行第二單元的教學，研究者對於時間的掌握應能更精準。但是學生反應無論程式內容或是程式編輯環境，都是英文敘述，讀起來頗吃力，希望教師教慢一點，兩者實難兼顧。

參、第三週教學

一、教學概要

依據前二週的經驗與修正，第三週進行單元二教學，教學內容為變數、運算式與循序結構。本單元範例延續第一單元的範例內容，機器車的動作除前進外，加入後退與轉彎。程式的概念部分則加入變數（將時間數值定為變數 timer）、運算式（引用亂數函數產生機器車運轉時間）與循序結構（程式中前進敘述與轉彎敘述的內容順序，須和機器車運轉的動作相符合），利用樂高機器車的運轉狀況，驗證程式概念與內容。而教學過程中，由於學生已經比較熟悉軟硬體環境，因此研究者可集中焦點在程式概念的教學，同時學生也有較多時間進行實際操作。

二、課堂觀察

(一) 學生撰寫程式

觀察學生撰寫本單元之程式，因第一階段題數較多，在第一階段上耗費較多時間，導致第二階段的時數略嫌不足。

至於電腦樂高階段的實作習題數，確定為二題，其中第一題較易，而第二題稍難，鼓勵學生至少能答對一題，而學生的實作結果也還算理想。

（二）操作電腦樂高

本週再添加傳輸器二組，作為學生實作之用。而學生對於電腦樂高的操作環境也慢慢熟悉，彼此的交談與討論也慢慢出現如「你的 Compile 環境切（換）了沒？」、「你的 IR（傳輸器）要對準車子，那裡太亮了傳輸會有問題。」此類對話，顯見學生交談與實作氣氛熱絡

三、實施結果

本單元學生實作，詳見表 4-2。

表 4-2 循序、變數與運算式實作結果統計（N=79）

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
循序、變數與運算式	82%	58%	48%

由表 4-2 的內容，得知有接近六成的學生傳輸成功，近五成的學生可正確執行程式。同學在觀察機器車正確運轉的過程中，得到概念驗證與學習成就感。

四、教學調整

本單元於課後進行教學檢視與調整，重要意見如下：

（一）習題與範例間的落差仍大

小組討論後認為。建議習題 2-1 可引入多個直線動作（如前進—停止—後退—停止），習題 2-2 再加入轉彎。

（二）程式內容的英文單字宜詳細解說

部分學生建議在講解程式內容前，可先講解程式中的英文單字，幫助

了解程式內容。

（三）小組示範效果較理想

在實施電腦樂高教學階段時，學生反應教師對各分組教學示範的效果，比對全班同學講解來得好。學生認為教師到學生旁邊示範一次實作過程，會帶給學生較深刻的學習印象。

五、教學省思

本單元課程結束後，研究者心得與省思如下：

（一）教學架構的確立

單元二教學在經歷前兩週的教學過程與調整後，訂定以後單元的教學離型，在提綱扼要的解說後，學生需要充分的實作時間，並在實作中與教師討論與溝通。

（二）小組教學使學生印象深刻

學生也反應課堂上的教師教學，效果不及教師至各組的小組示範。教師至各小組進行示範，可加強學生的學習印象，尤其是針對完全茫然不知如何下手的學生，更有明顯的幫助。

（三）思考建立小教師制度

雖然小組教學效果不錯，然而在時間因素下，如果只有單一研究者進行教學，勢必無法兼顧到各組的實作狀況。如有時教師為了解決某組學生的硬體問題，往往會耗去較多時間，無暇顧及其他學生。因此培訓小教師至各組示範教學，是一個可以切入的方向。因為目前的教學軟硬體情況，實比以往教學環境複雜許多。

肆、第四週教學

一、教學概要：

第四週進行單元三教學，內容為條件判斷與 If 結構。本單元利用樂高積木組

件中的觸控感應器 (Touch sensor)，並驅動觸控感應器使之讀取外界訊息。若觸控感應器受到觸控訊息，則會傳回一數值，此數值會依機器車不同而有差異，其值在 80 至 110 之間；而時間內觸控感應器未受到外界刺激，則傳回數值約在 900 到 1100 左右。範例以讀取數值為主，學生可從 RCX 的 LCD 面板上觀察數據。習題則是利用 If 結構判斷數據大小，習題 3-1 的內容是以數據大小作為發音頻率高低不同的依據；習題 3-2 則以數據判斷是否改變機器車運行方向。

在觀念講解上，研究者引用日常生活實例講解條件判斷與 If 結構，學生多能接受。但是在解說電腦樂高範例時，教師即使賣力講解，學生對於如何操作範例與習題仍是一知半解。因此第一個班教學結束後，經由研究者與協同觀察教師討論，決定將習題 3-1 當成第二個範例，希望利用兩個範例的講解，使學生知道如何利用觸控感應器結合數值的讀取，藉以完成習題 3-2。

二、課堂觀察

(一) 學生撰寫程式

學生在一開始進行範例操作時，遭遇無法將「數值讀取」與「條件判斷」觀念串接起來的問題。由於是學生第一次接觸與硬體功能結合的程式碼，必須驅動觸控感應器並讀取數值，除了將數值顯示於 LCD 面板上，還須以該數值大小作為有無被感應之依。研究者花了較多時間講解程式內容，導致學生實作時間不足。由於學生疑難之處不少，現場多位協同觀察教師，包括筆者的指導教授在內，均在現場協助學生解題。

(二) 操作電腦樂高

這是第一次學生嘗試利用硬體感應，使程式發生變化的情形。因此教學過程中研究者不厭其煩的與學生再三解說：

生 1：「老師，範例裡讀取 touch sensor 數值的作用的目的？」

師：「我們是以 touch sensor 讀取到的數值，作為判斷車子活動的依據，現在老師再作一次，(傳資料)，我壓著 sensor，執行程式，這時 LCD 面板出現的數字是？」

生 1：「87。」

師：「再執行程式一次，多少？」

生 1：「85。」

師：「如果我不壓著 sensor，現在執行程式，數字是？」

生 1：「1012。」

師：「一樣的情形再執行一次，變多少？」

生 1：「1010。」

生 2：「我懂了，我可以設一個數字是 500，如果 sensor 沒被壓到，數字就會大於 500，如果壓到就會小於 500，將數字秀在 LCD 面板上。」

生 1：「秀在畫面不如發出聲音，就設兩種聲音啊！喔我懂了。」(1109 教學日誌)

透過師生討論與小組示範，學生對於使用觸控感應器，並以之驗證條件判斷觀念，有較具體的認知。而教師示範了兩個例子，學生一樣要執行並觀察，之後完成習題 3-2。

三、實施結果

本單元的實作結果，請參考表 4-3。本單元的實作完成率不甚理想，原因如下：

- (一) 學生對於驅動硬體的觀念十分陌生。
- (二) 部分硬體設備於此時發生狀況，少數觸控感應器反應不靈敏，導致機器車無法順利完成程式傳輸，徒然增加學生學習挫折。

然而，本單元教學過程中比較欣慰的是：實作成功的學生向研究者反應，完

成實作習題後，擁有非常大的成就感，還能幫助其他人完成作業，非常開心。

表 4-3 條件判斷 If 實作結果統計 (N=79)

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
條件判斷 If	42%	20%	15%

四、教學調整

本單元的教學調整紀錄如下：

(一) 複雜的單元需要更多時間進行教學

本單元的電腦樂高內容，包含了較多硬體知識，所以教師在課堂上講授乙次後，仍須在各小組之間重複講解此一觀念，並提示學生解題，有分身乏術的感覺。

(二) 實作時間不足

本單元習題實際上已縮減為一題，但是學生們仍需測試教師所提供的範例，與進行實作 3-1 的程式碼，實作時間仍嫌不足。

五、教學省思

研究者原以為一切已進入狀況，結果本單元的教學實施不啻是一場震撼教育。研究者的省思如下：

(一) 不要受限於進度壓力

教學內容較複雜時，研究者應該給學生多一點時間吸收觀念並練習，不要受限於進度的迷思。研究者也應考量當初採用電腦樂高的目的，不宜帶給學習者太大的壓力。

(二) 理論與現實的差異

文獻上所紀錄，電腦樂高的硬體部分對學生的程式學習不構成負擔，而實作

時卻不然，推測原因有二：

- 1.這些文獻的實施對象，多是以大學生為主，其基本程度較高一學生為佳。
- 2.全班性的課程講解效果不佳，學生需要教師於各分組一一示範，方產生具體概念，此點與 Klassner（2002）的結論相符，即電腦樂高實施於小規模的教學環境，效果較理想。

（三）小組解說的必要性

研究者應認真考慮分組解說的必要性。在課堂上先程式概念解說，以精簡方式講解程式操作，之後再至各分組進行解說示範的可行性。但是相對的研究者將無法兼顧學生疑難排除的問題。

伍、第五週教學

一、教學概要

本週進行單元四教學，內容為副程式與函數，研究者以縮減程式內容為例，將原本五行的樂高機器車前進指令，獨立並命名為前進函數，之後需要機器車前進時，只需要引入此函數，即可執行前進動作，同時也提供學生左、右轉函數的內容。習題中則要求學生建立「後退函數」。

在概念課程的講述中，原以為選出遞迴（Recursion）作為第一階段的解說例子，是十分典型且具體的，但是對大多數高一學生而言，顯然太過複雜。因為第一部分的講義內容偏難，導致第一個班級的學生反應發現不佳，在與諮詢小組討論後，認為第二部分的電腦樂高範例內容十分具體明確，先教這一部分應可帶給學生具體函數觀念。因此第二個班調整為先教電腦樂高，範例內容為將原本五行的前進指令，簡化為一行呼叫前進函數。學生只要先行定義前進函數，在程式中需要這一動作時，只要呼叫前進函數的名稱即可，不需要一直重覆出現五行相同的程式碼。

單元四教學結束之後，利用此二班的課堂十分鐘時間，分別實施期中問卷，了解學生目前遭遇之學習問題，是否與教師所知相符，並提供其他教學上之具體

建議。

二、課堂觀察

（一）學生撰寫程式

在本單元的樂高範例示範中，學生對使用函數可簡化程式內容印象深刻。學生能明顯感受到使用函數呼叫，可簡化程式內容的益處。學生願意進行嘗試並進行程式測試：

生：「老師，如果我把轉彎的時間延長，可不可以再製造一個迴轉函數，主要負責車子迴轉？」

師：「可以，但是你可以想一想，一樣是轉彎，只不過時間長短，時間短一點可以轉 90 度，而時間長一點就是迴轉了，所以……」

生：「喔，所以我只要建立一個轉彎函數（註：應該是兩個，因為是不同馬達輸出與停止，分左轉與右轉），然後在執行時間上作設定，要正常轉彎的時候，時間就短一點；要迴轉的時候，時間就長一點。」

師：「沒錯！不要因為有了函數能簡化程式，就拼命建函數，因為在程式中寫了沒用到的東西，會讓程式變得複雜。」（1116 教學日誌）

由於本單元未教授新指令，只是加入函數觀念而已。所以本單元的難易度對學生而言比較容易接受，學生也願意嘗試寫程式並測試結果。

（二）操作電腦樂高

不少學生在這一單元第一次完成習題，可看到不少學生滿足的表情。

三、實施結果

本單元實施結果，詳見表 4-4。

表 4-4 副程式與函數實作結果統計 (N=79)

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
副程式與函數	68%	50%	30%

與前一單元比較，本單元的完成率均高出許多，其原因有以下數點：

(一) 利用現有指令加入新觀念，同學反應良好

由於本單元未教授新的程式指令，學生只要利用第一、二單元所學，即能嘗試實作，因此學生反應尚稱理想。

(二) 學生因教師示範產生學習動機

學生由教學者觀念解說與程式示範中，能體悟使用函數呼叫的優點，在觀摩教師示範後，建立親自嘗試的動機。

四、教學調整

本單元研究者的教學調整與檢討如下：

(一) 針對學生基本程度調整教學內容

在教學範例的選定時，應考量程度是否符合「高一」、「程式初學者」兩大原則；雖然「遞迴」是函數呼叫的典型例子，但是對程式初學者而言，還是偏難。

(二) 單元內授課的先後順序可調整

在諮詢小組的經驗分享與建議下，下一單元調整為「先樂高、後 JAVA」的順序。至於日後的教學順序，則有賴日後透過學生反應與問卷調查，得到更詳細的訊息。

五、教學省思

本單元研究者的教學省思如下：

(一) 得到學生的正面回應

學生在課餘中提到「到了單元四，才知道程式設計的結構之美」。實在是

一件使研究者振奮的事。

（二）學生對於學習結合硬體的指令感到困難

本單元教學結束後，研究者歸納前四單元的教學狀況，發現學生對於「設計固定程序，命令機器車運轉執行」的內容反應較佳，而對於「設計機器車依外界環境刺激而產生運轉上的變化」感到困難。

（三）部分學生從未完成實作

學生完成實作的比例雖有成長，但是部分學生一直未能完成任一次實作習題。為避免學生因時間不足，或硬體操作不熟悉等原因，導致累積挫折感而放棄學習，研究者與諮詢小組討論後，咸認為應撥出時段讓學生補作習題。

陸、第六週教學

一、教學概要

本週進行單元五的教學，教學內容為重覆結構，主要概念為 for 迴圈的了解與使用。研究者在概念解說時，將 for 結構結合學生所學過之數學等差級數觀念，學生反應良好。

電腦樂高範例內容為利用馬力加速函數 `Motor.X.setPower()`，搭配 for 語法，使機器車於行進中逐漸加速，學生可具體觀察程式執行結果。練習內容則是熟習 for 結構為主，習題 5-1 為拉大加速的間隔，習題 5-2 則使車子由高速行進中逐漸減速並停止。

研究者為善用電腦樂高的特性，同時依據前一單元先授電腦樂高、再教 JAVA 的順序，得到不錯的教學效果，故本單元改以「先講授 for 觀念－樂高範例與實作－JAVA 範例與實作」之教學順序。

二、課堂觀察

（一）學生撰寫程式

1.動機明顯提升

此次程式教學中，學生可具體觀察機器車在執行中產生速度變化，學生情緒反應很高昂，研究者一講解完很多學生就開始嘗試。

2.對函數觀念仍不夠如熟悉

學生進行範例練習與習題實作時，仍遷就教師在範例中所用的函數名稱，缺乏修改、自建函數的探索精神。

（二）操作電腦樂高

大部分學生實作狀況尚稱理想，極少數學生因未進行習題練習，被研究者糾正，並詢問其原因，發現因長期未完成習題、或英文程度不佳、看不懂程式碼等原因，導致挫折感累積。

三、實施結果

本單元實施結果尚稱理想，有近五成的學生完成作業（見表 4-5），而學生只要能完成傳輸作業者，幾乎都能完成此一習題。

表 4-5 重覆結構 For 實作結果統計（N=79）

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
重覆結構 For	84%	48%	45%

四、教學調整

本單元教學之後的檢討與調整如下：

（一）增加實作時段，減低學生挫折

為避免挫折感的累積，並聽從指導教授與協同觀察者與的建議，下週決定撥出兩節課時間，讓學生進行單元一至五的習題補作，學生可以補齊以往未完成之習題。低學習成就的學生可完成任一單元的任何習題。

（二）鼓勵學生自建函數

往後單元鼓勵學生多使用函數（如前進、左轉彎、右轉彎等等函數），或自己設定函數名稱與功能，務求學生理解與活用函數觀念與架構。

五、教學省思

整體而言，本單元的教學情況還算理想，研究者有下列數點心得：

（一）放慢教學者自身的教學步調與情緒

學生反應教學者有時為趕進度，情緒稍嫌緊繃，學生易受影響。學生建議教學者多提示學生重點，於講義上畫記或作筆記，並解釋程式中英文單字的意義，同時不必精神太過緊繃。

（二）教學內容不宜一次增加太多

教學內容宜漸漸增加，學生學起來比較有成就感。學生漸漸熟悉軟硬體操作環境與教學模式，自然會有比較好的實作表現，單元四、五就是很好的例子

柒、第七週教學

本週將針對數週以來，學生未能實作成功任何習題，或曾有因實作時間不足、導致習題完成一半者，撥出時間供學生實作習題。因無其他特別之內容，本週僅列出教學概要、課堂觀察兩項紀錄。

一、教學概要

第七週進行單元一至五的習題補遺，學生可補作習題，或從未完成之習題中擇一進行。關於習題補遺的教學部分，教師採取比較自由的方式，即是扼要重點講解與複習，及提示以往學生出錯的部分，其餘大部分的時間都留給學生實做並嘗試。而每一週習題均完成的學生，則給予協助同組學生完成作業的任務。

二、課堂觀察

補做習題的學生多以單元四（副程式與函數）、五（重覆迴圈 for 結構）等新授不久單元的習題為主。至於以往未完成過習題的學生，補做習題則以單元一、二、五居多，因學生學習印象深刻之故。而難度較高的單元三只有極少數同學嘗試。學生表現普遍積極良好。

捌、第八週教學

一、教學概要

第八週的教學進度為單元六，教學內容為重覆迴圈 while 結構，樂高教學使用的範例內容為「程式執行時機器車的觸控感應若未啟動，則機器車發出低音並在 LCD 面板上顯示數值；若感應器被啟動，則往前走五秒。」本單元範例與單元三範例的相同處在於使用觸控感應，且 while 語法與 if 語法都有條件判斷的性質。不同處在於等待觸控感應器是否收到訊息，範例六的機器車程式會進入一種「等待」的狀況，並維持此一狀況（此處為重複執行觀念）直到收到外界訊號。練習題內容為「程式開始執行時，機器車進行直線加速前進的動作，若遇到障礙物則減速倒退五秒鐘」。

二、課堂觀察

（一）學生撰寫程式

習題實作開始進行之時，即發現學生出現無法理解的狀況，歸納之理由有二：

- 1.再次使用單元三的觸控感應器，並搭配相關驅動指令，這正是學生最陌生、排斥的地方。
- 2.本單元新授 while 觀念，同時為使機器車保持「等待（重複執行）」的狀態，教材中引入!（不等於）的運算符號，並使用布林函數型態資料，以作為判斷觸控感應是否收到外界訊息之依據。

至於課程內容之所以做以上安排，實為學生單元七的專題鋪路。卻因教學內

容稍多，反而造成學生學習負荷。由於第一個班級的教學實施狀況不盡理想。因此學者在與協同觀察教師討論後，決定在第二個班級中提供學生習題的內容架構，並簡化學生的習題實作流程。學生在理解習題架構，與程式要求後，僅需完成其中三行關鍵程式，即可進程式傳輸與機器車運轉。希望這樣的調整能降低學生學習負擔，又能使學生兼顧單元的主要學習內容。

（二）操作電腦樂高

單元六的範例程式解說完後，詢問程式內容的學生仍是此起彼落，發問主要是針對「布林代數」、「while()的條件應如何設定」，顯現該班大部分同學能跟上教師的授課進度，但是對於程式卻是難以下手。

三、實施結果

由課堂觀察得知，學生聽課的狀況不理想，勢必影響實作成果。本單元的實作成果詳見表 4-6。不僅正確執行率不高，連程式完成率也不到五成。

表 4-6 重覆迴圈 While 實作結果統計（N=79）

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
重覆迴圈 While	42%	16%	15%

四、教學調整

由於本單元的教學狀況不甚理想，經與諮詢小組討論後，作以下檢討與調整：

（一）將相關教學內容合併或置於前後順序

日後使用樂高進行教學，單元六應調整順序，置於單元三之後，以求教學連貫效果，或在單元六課程實施前，撥出時間講解 Lego 硬體與 LeJOS 指令的結合與應用（複習如何利用觸控感應器讀取數字，作為程式判斷之依據）觀念。編纂

教材時應先考量樂高特性，再搭配相關程式設計概念為宜。

（二）調整上課時段，增加學生實作時間

為考量專題實作需時較長，已調整單元七的授課時間，為兩節連上，希望能加強學生學習效果，並提高實作完成率。

（三）課前詳細檢查教學設備

教學準備工作要確切執行。課前應一一檢測機器車，確保設備的妥善率，同時對於電力不足之機器車，給予更換電池，並重新下載韌體。

五、教學省思

研究者於本單元教學實施後，省思有以下數點：

（一）學生對於驅動硬體指令感到困難

樂高機器車會依程式設定運轉，產生物理回饋反應，是學生學習興趣的一大來源；但是相對的，由於必須撰寫程式驅動硬體的關係，其程式也增加了一定的難度。

（二）教學時間不易掌握

時間的掌握一直在挑戰著研究者的信心：如果範例解說不夠清楚，所付出的代價是必須在事後每一組都複述一次；如果解說的很仔細，則學生勢必沒有充分的實作時間。如果解說清楚且能充分練習，則有一個月教完一個單元的可能。

（三）設法提升學生對教材的精熟度

每一單元只靠兩節課的學習是不夠的，必須提升學生對電腦樂高操作操作的熟悉度，才能進一步提高學生學習成就。但是電腦樂高如果要讓學生帶回家練習，又有設備管理上的風險。如何解決此一問題值得研究者思考。

玖、第九週教學

一、教學概要

本週（第九週）進行單元七，也就是專題實作。本單元的主要的目的是希望

學生能綜合前六單元所學，利用相關程式指令，使機器車能走出學生自行設計的迷宮。學生課前已準備迷宮模型（詳見圖 4-2、4-3），供機器車執行之用。

在正式進行專題之前，教師先提供小規模練習題，供學生練習，同時也有提示學生，如何使車子走出迷宮的功用。而本單元與單元六內容十分相似，學生若完成習題，也相當於完成單元六的習題。

此外，為使學生能順利完成實作，本單元兩節課在與其他教師協調下，得以連排上課。

二、課堂觀察

（一）學生撰寫程式

研究者預先規劃一簡單練習題：「遇到障礙就轉彎」，供學生循序練習，並提示本專題實作與單元六的內容相關，鼓勵學生主動學習。將本週兩節課連排，學生實做時間增加，學生課堂實作的情形也不錯。

（二）操作電腦樂高

本次實驗中，我們準備一部履帶車供學生使用，雖然履帶車的參數設定比較複雜，但許多學生仍先後借用嘗試之。

三、實施結果

本單元之實施結果，詳見表 4-7。

表 4-7 專題實作實作結果統計（N=79）

單元名稱	完成程式	傳輸成功	正確執行
專題實作	38%	19%	19%

完成率雖未達百分之百，但是在教學氣氛影響下，每一組學生都願意認真嘗試，由於本專題具有一定難度，所以只有近四成的學生完成程式編寫的步驟。可喜的是，近二成完成程式傳輸的學生，都能執行出正確的結果。學生在本單元完成迷宮設計、操作電腦樂高、與完成專題實作的學習情形，詳見圖 4-4、4-5、4-6、4-7。



圖 4-2 學生設計的迷宮一



圖 4-3 學生設計的迷宮二



圖 4-4 機器車開始走迷宮



圖 4-5 機器車碰到障礙準備迴轉



圖 4-6 機器車迴轉成功



圖 4-7 機器車即將走出迷宮

四、教學調整與省思

實施完本單元的教學之後，電腦樂高的授課階段就暫時告一段落。研究者有以下的心得與省思：

（一）專題製作激發學生學習創意

本單元實作中，學生們提出有許多具創意的想法，如聯想到使用兩具觸控感應器的情形，或是建議可在機器車前進一段時間後，發現沒有障礙就開始加速前進，以減少在迷宮內行進的時間，也有學生建議可加入音效（如碰到障礙物時），顯見電腦樂高確實激發學生學習程式設計的興趣。

（二）日後應多提供學生專題製作的機會

單元七聽到學生最多笑聲的一節課，在人力、時間、設備許可下，應多給學生專題實作的空間，甚至是自由組裝積木的機會，提供「問題解決」的情境供學生嘗試。

拾、單元教學歷程與調整

整體而言，學生大多肯定教師使用電腦樂高進程式教學的用心，也認為使用電腦樂高進程式設計學習，是一全新的程式設計學習經驗。綜合以上九週教學實施狀況，將教學歷程與調整情形彙整如表 4-8，並說明如下：

一、課程實施前可安排同學先熟悉電腦樂高

正式教學前，應給予學生熟悉電腦樂高操作環境的機會，安排時段讓學生認識樂高，除使學生進入狀況外，也能學生避免不必要的陌生與恐懼感。

二、宜考慮電腦樂高組件功能，調整單元教學內容順序

為求教學觀念與實作的連貫性，某些程式概念可配合教材及樂高元件，可置於前後單元進行教學，求其觀念連貫。程式基本概念與樂高範例並無一定先後順序，研究者可考慮教學實際狀況進行調整。

三、學生對於學習驅動硬體的指令感到困難

在教學過程中，不論是學生學習發問最多，或是習題完成率不理想的單元，

即是單元三與單元六。學生反應此間的指令比較複雜，即使教學者再三解說，仍感困惑。原因在於對於硬體環境與程式指令不熟悉所致。

四、宜增加同學實作時間

若干單元或內容的教學時數宜增加。每一單元使用兩節課的教學時間稍嫌不足，可由實作紀錄可知學生實作完成率不高，學生一直無法完成作業的情況，容易累積挫敗感。

五、設備因素會影響學生學習電腦樂高的意願

在電腦樂高實作的過程中，除了設備數目多寡外，設備的品質（包含教室中個人電腦、機器車、感應器等），也會影響學生的學習成效。

六、小組示範教學的成效較理想

相對於教學者在課堂對全體學生進行教學示範，學生對於教學者於各分組親自示範樂高的做法反應較佳。無論是程式解疑或是操作示範，可直接幫助學生完成習題。但是又牽涉到教師人力與時間不足的問題，因此如何規劃有效的教學人力支援，值得研究者進一步思考。

此外，發現學生中完成電腦樂高實作者，特別有成就感。學生學習程式設計時容易產生挫敗感，教學者時多鼓勵，並思考增加學生學習成就的方法。

表 4-8 各週教學歷程與教學調整重點一覽表

週次	教學內容	教學結果	教學調整與省思
一	單元一	習題難度太高 完成率不佳 設備不足	1. 調整教材與習題難度 2. 補充設備、規劃工作專區
二	單元一（第二次）	設備仍不足 習題完成率已改善	1. 宜再補充設備
三	單元二	習題完成率佳	1. 宜用小組示範與教學
四	單元三	習題完成率不佳 學生反應不理想	1. 解說速度宜放慢 2. 對驅動觸控感應器不熟悉 3. 產生理論與現實的差異
五	單元四	習題完成率佳	1. 調整教學順序 2. 宜增加乙週給學生實作
六	單元五	習題完成率佳	1. 調整教學順序 2. 放慢教學步調 3. 教學內容宜逐步增加
七	習題補遺	學生反應良好	1. 無
八	單元六	習題完成率不佳 學生反應不理想	1. 相關內容宜合併實施 2. 宜增加學生實作時間 3. 同學對於與硬體結合之指令感到困難 4. 課前須仔細檢測電腦樂高硬體狀況
九	單元七	學生反應良好 但習題完成率不理想	1. 可給予學生更多專題實作的機會，讓同學發揮創意

第二節 成就測驗結果分析

本節將針對成就測驗結果，與教學實作紀錄做一對照，以找出學生學習的盲點，也作為研究者日後進程式設計教學的參考依據。

表 4-9 成就測驗答題統計 (N=79)

題號	評量觀念	隸屬單元	完全答對	部分答對	答錯
1	重覆結構 for	單元五	78%	0%	22%
2	循序結構	單元二	78%	0%	22%
3	條件結構 if	單元三	60%	35%	5%
4	變數 函數結構	單元二、四	22%	61%	17%
5	重覆結構 while	單元六	37%	31%	32%
6	函數結構	單元四	53%	40%	7%
7	重覆結構 函數結構	單元六、四	22%	74%	4%

由表 4-9 的結果，配合教學實施歷程與同學分組實作紀錄，可顯示以下結果：

一、學生對於變數概念仍不清楚

由第四題（原試卷第二大題第二題）的結果發現：學生對於變數概念仍不清楚，認為變數名稱停留在「單一字母」的學生居多。探討原因為學生英文程度不理想，研究者在教學過程中也發現此一問題，影響一部分同學對於程式設計學習的意願。

二、學生對於 while 結構學習感到困難

第五題（原試卷第二大題第三題）的測驗結果，反映出 while 結構與語法對於同學而言，仍屬比較困難的單元，在實作紀錄中，同學完成習題的比率不佳，

同樣反應出這樣的現象。重覆迴圈中帶有條件判斷的概念，易使學生與其他結構觀念混淆而無法分辨。如何把 while 結構講解得更清楚，避免讓學生產生無法活用、為教學而教學的觀感，是研究者要改進的地方。

三、學生能理解函數觀念，但應用方面仍不熟練

由第六題（原試卷第二大題第四題）的結果，發現大多學生能理解函數的觀念與用途。在第七題（原試卷第二大題第五題）的回答中，學生多能踴躍作答，將函數觀念充分運用於解決問題。但是對於如何正確地呼叫函數，如必須定義函數後才可呼叫的觀念則闕如。研究者日後在進行有關函數觀念的單元中，有強調函數使用規則的必要。

第三節 課程問卷與訪談結果分析

本研究進行過程中，共實施兩次問卷。第一次主要為修正教學措施，其結果供教學諮詢小組參考之用，主要了解學生對於電腦樂高的態度，與教師教學方式的建議。

在第一次問卷的結果發現，學生對於電腦樂高並不排斥，也希望教師可以放慢講解課程之速度，之後研究者也進行調整，除詳細解說程式中的單字內容，也盡量增加學生的實作時間。

第二次問卷則針對學生對於課程整體印象與學習心得，做系統化的意見調查。之後我們也根據此次問卷結果，搭配教學日誌觀察結果進行學生小組訪談。結果請見表 4-10、4-11 與 4-12。表 4-10 為問卷中第一至九題的內容與結果，第十題（見表 4-11）則是關於教學順序之調查，第十一題（見表 4-12）則是關於學生遇到問題時的解決情形，我們將與以下各分項進行討論。

表 4-10 第二次學生問卷結果統計 (N=78)

題 目	非常 ← → 非常				
	同意				不同意
1. 本活動能夠提高我學習程式設計的興趣	15%	36%	32%	12%	5%
2. 老師發的講義對我的學習有益	28%	44%	23%	5%	0%
3. 在程式練習與實作中，我很清楚自己在做什麼	8%	33%	37%	14%	8%
4. 我覺得程式編輯軟體 Jcreator 容易使用	5%	26%	33%	26%	10%
5. 編譯程式時，我了解錯誤訊息的意義（如 mytask1.Java:14 ‘;’ expected）	9%	33%	31%	18%	9%
6. 我能夠明瞭操控機器車的程式指令（如 Motor.A.forward();）	13%	50%	18%	14%	5%
7. 我能夠很容易完成 Lego 的學習活動（project 設定→撰寫、編譯程式→傳送程式至機器車）	9%	40%	22%	23%	6%
8. 我能自己設計一個簡單的機器車操控程式	37%	19%	14%	19%	11%
9. 如果下次再使用機器車來學習程式設計，我會很高興參加	29%	28%	24%	13%	6%

壹、學習電腦樂高對程式設計的幫助情形

在表 4-10 中，第一題的目的在了解學生學習此一課程後，對自己的程式設計概念的建立有無幫助。由結果發現，超過五成的學生，認為使用電腦樂高學習程式設計是有助的。學生認為將程式傳入樂高積木中，觀察積木是否根據程式內容產生動作，這樣的過程十分新奇，可引發學生動機與興趣，而且完成之後很有成就感。與學生進行小組訪談時，學生的相關意見如下：

「有趣，可提昇學習意願」

「有創意的教學方式」

「完成程式很有成就感」

「可觀察到具體的模型執行」

「Lego 積木會動，其他 Java 程式 key 完，在螢幕上執行一下就沒了，感覺真的差很多」

「寫程式使 Lego 機器車走完迷宮，覺得很有成就」

「完成一次作業不容易，感覺特別甜美」

貳、學生對學習電腦樂高過程的看法

表 4-10 中第二題的目的，是希望得知在學習過程中，教師編製的教材，對同學有無幫助。結果發現超過九成的學生，認為教師的講義有助於學生的學習。進一步於小組晤談中發現，學生認為：在尋求教師協助時，往往發現教師分身乏術，所以第一步會先行閱讀講義與筆記，找出解題的線索。

第三題則是希望知道學生是否清楚課程的進行，及自己對於課程的參與程度。結果發現有近兩成的學生，不清楚上課時該做什麼事，晤談後得知學生的情形是：

「知道老師在作什麼，但是螢幕一切回自己的畫面時，就開始茫然！」

「每堂課一開始的時候吧！怎樣把觀念與實際程式連結起來，最是困難！」

「檔案開啓、範例複製、建立 project，難免手忙腳亂。」

由於研究者曾於教學進行中，進行教學順序之調整，因此希望藉由問卷得知學生的反應，表 4-11 則呈現這樣的結果。

表 4-11 學生對於電腦樂高教學順序的意見 (N=78)

	題 目	百分比
	(1) 每一單元先教 JAVA 再教 Lego	48%
10.	(2) 每一單元先教 Lego 觀念再教 JAVA	14%
	(3) 教學順序的先後對我沒影響	38%

由表 4-11 的結果，發現學生對於每一單元內的教學順序，認為先教 JAVA 再教的占多數，但是覺得順序沒關係的比例也不低，訪談後彙整意見如下：

「比較難懂的，例如單元六，就先教電腦樂高，建立一些具體的觀念。」

「先教 JAVA 基本語法，有一些基礎再學電腦樂高比較好。」

「單元一也可以先用電腦樂高激發同學學習興趣，另外也可先向我們介紹車子性能。」

由以上意見得知，學生認為不一定按照誰先誰後的順序進行教學，教師可視教材內容，或教學情況調整之。

參、學生對撰寫電腦樂高程式的看法

表 4-10 中第四題的目的，是想了解學生對於程式開發工具 JCreator 的看法。結果發現，學生對於程式編輯軟體 JCreator 的反應平平，超過三成（36%）的學生不喜歡這一軟體。經小組晤談後，得知原因為設定專題（Project）的過程繁瑣，以及常忘記切換 LeJOS 編譯環境，導致程式編譯發生錯誤。雖然之後學生比較習慣與熟悉此軟體之使用，但仍希望教師能找到中文化的程式編輯軟體供學生使用。第六題的目的為得知學生能否理解 LeJOS 的相關指令，結果發現學生有六成多的學生能夠理解。但是在小組晤談中，學生對於單元三、六的硬體驅動相關指令，仍感困惑。

第五題是希望了解學生對於程式編譯錯誤訊息的看法，有超過四成（42%）的學生還能接受與理解。近一步了解在程式發生問題時，學生的處理情形為何，表 4-12 呈現出這樣的結果：

表 4-12 學生撰寫程式時發生問題的排除方式（本題開放複選）

題 目		百分比
11.	(1) 自己參考講義	17%
	(2) 請教會的學生	47%
	(3) 和學生一起討論研究	16%
	(4) 問老師	14%
	(5) 其它	6%

此處與第二題的結果似乎互相矛盾。從訪談中發現學生希望找出「正確答案」，所以請教會的學生，是最快的方法。而「問老師」選項的比例明顯偏低，經訪談後學生意見如下：

「舉手問老師，老師來了提示一些，又被別的同學叫走了，問題還是不能解決」

「太多人發問，老師雖然有理我們，但是平均下來每個人的時間都不多。」

「老師只是點到為止，我們需要正確答案」

「老師分身乏術吧」

此一結果可與研究者於教學實施中的省思互相輝映，教學過程中如能透過同儕進行小組教學，教學成效應更理想。

肆、學生對透過電腦樂高課程學習程式設計的收穫與心得

表 4-10 第八題的目的，是希望得到學生在一系列教學課程結束後，對於烙高機器車的程式有無一完整的概念，能否明瞭相關指令，及實際的工作流程，結果有近六成（56%）的學生認為可以。第七題的內容，是希望學生以真實實作的經驗作答，卻發現只有近五成（49%）的學生有過成功的經驗，小組訪談後得知因為設備與時間的緣故，作業往往無法順利完成，導致學生產生這樣的印象落差。訪談過程中學生同時建議多一些傳輸器，還有增加實作時間，可解決學生實作完成率不高的現象。最後藉由第九題，想了解學生日後仍否願意使用樂高學習程式設計，結果得知有 57% 的學生仍願意使用電腦樂高，作為日後學習程式設計的工具。