

## 第五章 結論與建議

本章旨在討論研究成果，並建議未來研究方向。全章共分四節，第一節針對研究問題做歸納的陳述，第二節將進一步討論與本研究相關的問題，第三節根據研究結論，提出教學與研究上的建議，第四節提出與本研究相關的研究方向。

### 第一節 結論

本研究對象為九年級學生，經研究者設計關於「力與運動」的電腦模擬動畫，探討電腦模擬的不同使用方式，教師引導與學生自控兩種學習方式，學生的力學概念成長與學習過程投入情形。以下是研究問題與分析結果之回應情形。

研究問題一：在電腦模擬的不同使用方式下，學生概念理解是否有差異？

兩個班級學生各經過不同的教學方式之後，在後測有明顯進步（ $t(57) = -9.234, p < .05$ ， $t(49) = -7.634, p < .05$ ），但教師引導與學生自控班級兩者之間無顯著差異（ $F = 2.703, t(53) = .737, p = .465 > .05$ ），顯示在電腦模擬的不同使用方式之下，學生概念理解並沒有差異，表示這兩種不同學習方式對學生皆可達到學習效益。

延宕測驗的目的在於考驗學生長期記憶的保留程度，教師引導班級延宕測驗表現退步，而學生自控班級在延宕測驗仍保持與後測相當的分數。顯示學生自控方式在幫助學生概念保留方面有較佳的表現。

此外，本研究尚分析電腦模擬的不同使用方式之下，高、中、低成就學生力學概念的表現。在學生自控班級的低成就學生其後測進步的表現低於其他組別，顯示低成就學生學生以自控方式學習電腦模擬，其後測進步分數是受到限制的。此外中成就學生在學生自控方式學習後，後測獲得較高的進步分數，顯示中成就

學生在學生自控方式學習獲益較大，而高成就學生在這兩種電腦模擬的不同使用方式下學習的表現在統計上是看不出差異的。綜合以上分析結果不論是何種教學方式，兩班學生在力學測驗上的表現是相似的。

研究問題二：在電腦模擬的不同使用方式下，學生的電腦態度是否會影響其概念理解？

學生自控班級的平均分數高於教師引導班級( $t(78) = -3.355, p = .002 < .01$  達顯著差異)，顯示兩個班級學生對電腦喜愛的程度是不同的，但兩班都是得分都是中成就學生最高，低成就次之，高成就學生電腦態度分數最低。教師引導班級電腦態度與後測分數屬低度相關，學生自控組相關性更低，後測提高的分數與電腦態度的相關亦然，此部分結果顯示學生可能對電腦有高度興趣，但是其態度不保證能在使用電腦的學習情境下對科學概念有高度的理解。此外，以 SPSS 作二因子變異數分析，電腦的使用方式與電腦態度對學生的成就也沒有交互作用。綜合以上資料顯示，使用電腦的方式與電腦態度皆不會影響學生的後測分數。

研究問題三：電腦模擬的不同使用方式，教師引導與學生自控班級其投入程度是否有差異？

此部分研究結果整理後以表 5-1-1 中的九個項度來說明。兩班學生認知投入比例最高，行為投入其次，非投入比例最低，顯示兩個班級的學生皆高度投入課程當中，因此後測成就皆達顯著差異；認知投入細項中，學生自控班級有較多的操作模擬，可能造成學生在特定概念的表現優於教師引導班級，譬如，運動中的物體受力情形，學生自控班級的表現就優於教師引導班級；對話互動性中，教師引導班級以問答方式居多，顯示雖然是教師引導模式，但教室對話的師生互動性仍高，這不同於傳統板書教學的刻板印象—教師多用陳述方式傳遞知識，所以可能造成兩班學生在成就上的表現差異不大。此外，學生自控班級學生為任務傾向，對話有較多的任務、動畫及操作的內容，教師引導班級對話內容傾向於概念

本身。

表 5-1-1 教師引導班級與學生自控班級其投入內容的差異

	教師引導班級	學生自控班級
投入	認知投入比例最高，行為投入其次，非投入比例最低。顯示兩個班級的學生皆高度投入課程當中。	
認知投入細項	處理學習單問題>求救	處理學習單問題>操作模擬
對話互動性比例	問答>陳述>討論	陳述>問答>討論
對話步驟比例	評估正確性>領會	評估正確性>覆誦
對話內容比例	學習單概念問題>動畫>非學習單概念問題>任務	學習單概念問題>任務>動畫>操作
小組型態	教師對全班	兩人小組
提問人	教師	學生
教師提問內容	學習單概念問題	任務性問題
學生提問內容	非學習單概念問題	學習單概念問題

研究問題四：學生自控班級中標的學生的投入程度與概念理解之間是否關聯？

此部分研究結果整理後以表 5-1-2 的四個項度來說明

表 5-1-2 學生自控班級的高中低成就其投入內容的差異

	高、中、低成就
投入	認知>行為>非投入，行為投入高成就比例偏高，低成就非投入比例偏高
認知投入細項	處理學習單問題>操作>求救，處理學習單問題高成就偏高，高、低成就學生求救偏高
對話互動性比例	陳述>問答>討論，中成就討論比例偏低
對話步驟比例	評估正確性>覆誦，高成就學生出現評估正確性比例較高

低成就學生非投入的情形比例較高，顯示低成就學生以自控方式學習時，教師必須給予較多協助與約束；高成就學生處理學習單的問題比較較高，而低成就學生求救頻率高，且求救內容多為尋求學習單問題的答案；中成就學生兩人成就的差距較大（理化總平均分數，李雲 77.09 分，俊浩 82.09 分），可能造成兩人的對話中「討論」的比例較少，所以教師在分組時應考慮學生的差距，以免失去小組合作的意義。

## 第二節 討論

此節主要將本研究結果與其他文獻做分析比較，共有六個討論的面向。電腦模擬研究文獻中是否指出資訊融入教學方式在延宕測驗中依然具有成效？資訊融入教學方式是否顯示對不同成就的學生有不同影響？電腦態度與科學理解之間的關係；同儕互動與投入行為；教師的角色以及其他與投入相關的因素。

### 一、資訊融入教學方式在延宕測驗中的成效

由附錄 A 可知，近幾年來關於資訊融入教學的研究多數指出，學生透過資訊融入的教學方式後成就表現優於以傳統講述方式教學（Chang, 2001, 2003; Christmann, Badgett, & Lucking, 1997，王月秋，民 92；吳昌家，民 91；李秀貞，民 91；林傳傑，民 92；邱俊宏，民 93；高德義，民 92；張秀濂，民 91；曾靖華，民 91；黃大一，民 92；黃竹坤，民 90；黃志清，民 90；閻中軍，民 92；謝明錦，民 91）。將附錄 A 的研究整理成表 5-2-1，發現在這些研究當中只有少數研究以延宕測驗繼續追蹤學生的表現是否能長時間保留（邱俊宏，民 93；閻中軍，民 92；謝明錦，民 91）。

邱俊宏（民 93）欲研究多媒體電腦輔助教學對國小六年級學童學習線對稱圖形成效之研究，以一班為實驗組進行電腦輔助教學；另一班為控制組進行一般數學科教學。研究結果顯示，電腦輔助教學組的學生在數學學習成就後測得分顯著地高於一般教學組。在延宕測驗當中，不同教學法的學生在數學學習保留上的表現無顯著差異。閻中軍（民 92）在探討以「網路資源」為統整主軸的「高一基礎地球科學」的教學方式，並透過實驗教學研究評估其對高一學生在學習地球科學時之影響。研究結果顯示，應用網路資源於地科教學，有助於增進學生在地球科學方面的相關知識；經四個月後實施之延宕測驗，兩組學生仍呈明顯差異。謝明錦（民 91）利用學習網站探究國小五年級學童「光」的概念學習。研究結

果顯示實驗組和控制組其「光」概念測驗的後測成績達顯著差異，但延宕後測成績未達顯著差異。

邱俊宏（民93）與謝明錦（民91）的研究皆指出實驗組與控制組的延宕測驗分數是無顯著差異的，本研究也得到相似的結果，教師引導與學生自控班級各經過教學後皆有顯著進步，但在前、後測及延宕測驗彼此皆未達顯著差異。在資訊融入教學為主流的時代，大多數研究莫不彰顯資訊融入教學的成效與優勢，但是顯著差異是否能持續保留在學生的長期記憶中，依本研究與以上文獻顯示，資訊融入教學對學生概念保留的效益似乎有限。

表 5-2-1 資訊融入教學研究內容分類

後測比較結果	研究	延宕測驗結果	對那些學生有利	電腦態度
以資訊融入教學方式較優	Chang (2003)	無延宕測驗	知識(低)、應用(高)	無差異
	Christmann, al. (1997)	無延宕測驗		
	Chang (2001)	無延宕測驗		無差異
	王月秋 (民92)	無延宕測驗	認知(低)、應用(高)	正面
	吳昌家 (民91)	無延宕測驗		正面
	李秀貞 (民91)	無延宕測驗	低成就幫助較大	正面
	林傳傑 (民92)	無延宕測驗	中分組表現較優	
	邱俊宏 (民93)	否		無差異
	高德義 (民92)	無延宕測驗	高分組表現較優	
	張秀澂 (民91)	無延宕測驗	電腦+講述(低)	提高興趣
	曾靖華 (民91)	無延宕測驗	女學生進步 > 男學生	
	黃竹坤 (民90)	無延宕測驗		提升興趣
	黃志清 (民90)	無延宕測驗		正面
	黃大一 (民92)	無延宕測驗		
	謝明錦 (民91)	否		
閻中軍 (民92)	是			
以傳統講述教學方式較優				
兩者教學法無顯著差異	劉蓓蓓 (民90)	實驗組中女 > 男		提高興趣
	黃瑞龍 (民91)	只對低分組學生有差，性別無關		

## 二、資訊融入教學方式對不同成就學生的效益

根據表 5-2-1 可知，大部分研究旨在比較使用資訊融入教學（實驗組）與傳統板書講述教學（控制組）的差異，少數研究進一步分析資訊融入教學的方式對於那些學生較有利？且研究結果相當多元，部分研究指出資訊融入教學對於低成就學生有很大的效益（黃瑞龍，民 91；李秀貞，民 91）；也有研究指出是對於高成就學生影響較大（高德義，民 92；Chang, 2001；Chang, 2003；王月秋，民 92）認為透過使用電腦模擬學習後，不同成就的學生能力的成長是不一樣的，低成就學生是在認知方面進步，高成就學生是在應用方面進步；還有研究指出女生透過資訊融入教學方式學習後進步較多（劉蓓蓓，民 90）。而本研究結果發現中成就以自控方式學習，低成就學生以教師引導方式學習的效益較大。

針對上述不同的研究結果與本研究做一比較，研究者認為電腦模擬的使用方式是很大的影響因素。上述研究當中甚少描述實驗過程電腦模擬是如何使用，也沒有紀錄學生使用的過程，這些因素都可能影響學生的學習成就，也可能影響實驗結果。在資訊融入教學的過程當中，有認知投入的學生才能從中獲益，因此，教學應設計能夠引導特定學生投入認知的活動。

## 三、電腦態度與科學理解之間的關係

根據表 5-2-1 可知，不論資訊融入教學是否具有顯著成效，大部分研究顯示學生與教學者對於使用資訊融入教學多持正面態度，學生認為使用資訊融入教學方式，可以引起學習動機，提高對學習的興趣、理解（王月秋，民 92；吳昌家，民 91；吳英孝，民 92；李秀貞，民 91；張秀濶，民 91；曾靖華，民 91；陳智源，民 91；陳昌宏，民 90；黃竹坤，民 90；黃志清，民 90；黃瑞龍，民 91；劉蓓蓓，民 90；蔡松輝，民 92；鄭秀芬，民 91），但使用資訊融入教學是否會影響學習成就？部分研究指出電腦態度與學生的學習成就無顯著差異（Chang, 2003；Chang, 2003；邱俊宏，民 93；洪郁婷，民 93；張逸婷，民 91；黃淑敏，民 90；戴錦秀，民 91），也有些研究指出電腦態度與學習成效的影響微弱（黃淑

敏，民 90；饒世妙，民 91）。黃淑敏（民 90）運用『後設分析法』（meta-analysis），探討電腦網路學習相對於傳統教學，在認知與情意方面之整體學習成效為何。在認知學習方面，共蒐集二十二篇研究案；情意方面，有七篇研究案。情意學習方面歸納發現，網路學習運用於情意學習上優於傳統教學的學習成效，但影響效益不大（效益大小(Effect Size)=0.3448）。

本研究結果指出兩班學生雖然在不同教學情境（教師引導與學生自控），但群組的差異與後測分數是沒有顯著差異，而電腦態度也與後測分數沒有顯著差異，兩者的交互效果也未達顯著水準，代表群組與電腦態度不會交互影響學生的後測成就表現。綜合以上資料顯示，使用電腦的方式與電腦態度皆不會影響學生的後測分數。雖然大部分的研究結果皆正面支持資訊融入教學，但經研究發現電腦態度對於學生的認知的影響是不大的。

#### 四、投入行為與同儕互動

高翠穗（民 91）探究不同分組中（同質分組、異質分組、縮小差距的異質分組）低成就學生科學學習結果，發現同質分組對於高成就學生較有利，而異質分組對於低成就學生較有利，中程度的學生則是在縮小差距的異質分組中進步最多。張秀梅（民 91）研究不同能力分組方式在合作學習應用中對學習態度與學習成就的影響也有相同的結果，研究指出，高成就學生未能在異質分組中獲益，但能從同質分組討論中進步，因為異質分組的高成就學生花大部分的時間與其他組員分享他所知道的事情，而不是從其他組員學習到新事物，同樣的道理，中程度學生喜歡縮小差距的異質分組。

在本研究的學生自控班級，是以同質分組的方式進行合作，研究結果發現，高成就學生的延宕進步分數居高（18.3 分），低成就學生最少（13.7 分），顯示同質分組方式對於高成就學生似乎較有利。此外，從中成就小組的影帶中發現，成績差距較大的兩人在使用電腦模擬的過程中討論的比例甚少，推論可能的原因是兩人雖同屬於中成就組，但兩人之間成績差距較大，造成兩人多以陳述、問答的

方式進行學習。因此不同分組對於高中低成就學生的影響也就不同。

## 五、教師的角色

Dewey (1966) 認為教師應多鼓勵學生投入課程與同儕之中，教師必須提供一個刺激的環境，讓學生建立知識並透過投入的過程理解知識。而學生的投入是一個在教室裡建構、監控、闡明、挑戰知識的行動，透過投入的過程，師生可以創造一個不只是學習既定事實的社群，並可促進學生學習態度的發展(Herrenkohl & Guerra, 1998)。因此讓學生投入於學校學習知識是教育的重要目標(Elmore, 1990)，然而大部分教師的教學只聚焦在科學事實與定義，而非日常生活中的應用或是發展學生的高階思考技能 (Mitman, Mergendoller, Packer, & Marchman, 1984)。科學教室中最常出現的投入就是學生抄筆記或處理教科書上的問題，教師通常以完成學習單，抄筆記，重點整理，這樣的個人活動讓學生投入，這些活動只需較低的認知需求，即是本研究所定義的行為投入，學生很少有認知投入的機會。已有部分研究證實學生的投入與學習成就有正向的關聯性，其中以認知投入與概念的學習相關性最大 (Fredricks, Blunefeld, & Paris, 2004)。

本研究結果發現教師引導班級在教師的控制下非投入的行為較少出現，學生自控班級的低成就學生出現非投入行為比例偏高，顯示教師在教室裡的角色會影響學生的投入情形。Tobin (1986) 觀察教師行為與學生投入、學生成就之間的關聯性，發現教師的管理行為，例如，對於教材、學習者、環境使用合適的教學方法、示範個人小組團體合作技能、給予學習者回饋、給予關於課程內容指示與解釋、提供學生機會參與、參與規定的任務、增強與鼓勵學生持續參與的努力等，都會高度影響學生的行為投入。在本研究學生自控班級較少出現教師管理行為，所以學生出現非投入的比例偏高。在教師引導班級，教師在教室具有掌控性，給予學生充分的支援，學生與任務相關 (on-task) 的行為頻率增高，非投入的比例偏低。

當教師有較多教室管理行為時，學生行為投入的時間較多，所以科學教師應



致力於讓學生投入學習活動，鼓勵高階思考技能，並制止非投入行為。一個有好的規範的教室就能營造學習者專心的氣氛，一個學生可能投入但未取得高成就，但不投入而習得內容是更難的事。

## 六、影響學生投入的相關因素

本研究顯示學生投入行為與教師管理行為、同儕分組互動有關，與電腦態度無關，且資訊融入教學的模式也會影響不同成就學生的投入行為。在其他的文獻尚提及投入與社會支援、問題策略、學生性別與師生互動有關。

### (一) 社會支援

部分教育研究歸因出學生缺乏投入的因素，包括個人背景、學校特色、課程與教學的缺失、以及學生對學習的低期待等（Goodlad, 1984; Sax, Astin, Korn, & Mahoney, 1997）。如何提高學生對於學習的投入已是教育改革的重要議題，目前學者提出的看法包括提供具挑戰性、吸引學生的課程，提供支援教學的環境，以讓家長參與學生的學校教育（Marks, 2000）。Marks（2000）認為學校投入與社會支援有關（包括學校、教室、家長），學校必須提供尊重、公正、安全、積極的交流環境，學生可從師長得到幫助。

### (二) 師生提問策略

Check（1985）指出一般教師並不重視能引起學生投入思考活動的問題，教師大多提問學生已知答案的問題，此時老師的問題只是一個測試的問題，用來檢視學生的知識，這類問題不能協助學生建立知識（Herrenkohl & Guerra, 1998）。而在科學教室的互動常出現的 IRE 對話步驟（提問→回應→評估），並非反應真實生活情境，與日常生活中的對話模式不符（Crooks, 1992）。在本研究中教師引導班級也出現高比例的問題方式，其中多屬於 IRE 的步驟，這樣的互動型態無法讓學生有較多的認知投入，教師應提問開放性問題，讓學生有高階思考的機會（Cain & Evans, 1984）。不僅是教師提問，Hudgins（1985）以及 Rogoff（1990）發現當學生有機會提問時，通常也提問關於特定的知識或事實，學生只對「多少，

何時，誰」這類的問題感到興趣，而不是發現作者尚未陳述的假設。提問的策略會影響學生的投入程度，也值得教師重視。

### （三）學生性別與師生互動

Tobin (1988) 指出傳統科學教室重視全班整體的活動與個人活動，小組活動只有在實驗室才會出現。在整班的活動中，男學生舉手回答老師問題比女學生踴躍，在實驗室部分的男生傾向全權支配使用儀器，從與任務無關 (off-task) 的行為也可以看出男女的差異，男生與任務無關的行為通常是儀器的破壞，而女生通常是與同儕交談；女生傾向可以持續的投入個人活動行為，直到任務完成，男生通常是間斷的。但是，當全班活動中出現片段自我步調的學習時，雖然此時教室的管理是較困難的，但女學生會出現較少的非投入行為 (Ryan & Patrick, 2001)，因為此時老師是可以接近的，可以互動的，教師與男女學生的互動是平等的。

本研究雖無針對性別不同的學生進行投入行為的分析，但本研究中教師引導班級就有相同的情形出現，男學生回答較踴躍，因此老師會主動關心女學生的學習狀況，而學生自控班級，教師角色是監督者、諮詢者，教師一直在教室裡走動，學生一有問題可直接舉手，教師會立即過去幫忙解惑，此時男女學生與教師的互動是平等的。自我步調的學習可以提高女學生投入程度，此時，老師必須讓學生有信心問問題，不會諷刺或貶低提問的學生，讓學生感覺受尊重，而不是威嚴的 (Marks, 2000)，這樣才能促進學生的投入。

### 第三節 對科學教育上的啟示與教學建議

#### 一、對於資訊融入教學上的建議

資訊融入教學並非直接把科技放在教室裡就能達到效果，如何「融入」才是影響學生概念發展的關鍵，不論是教師引導學習或是學生自控學習方式，本研究電腦模擬的使用搭配五階段的學習環：問題、預測、模擬、結論、應用，並非直接觀看電腦模擬，而是讓學生有探索問題的機會，以期達到更大的成效。

電腦模擬的不同使用方式，對於不同成就的學生概念發展的效益也不同，根據本研究的結果，不論使用何種方式，應針對不同成就的學生給予不同的協助，在教師引導班級教師應多鼓勵學生發問，提供深度思考討論的機會，而學生自控班級低成就學生可能較需要教師的介入才能達到教學效益。且應考慮軟體的特性給予學生不同學習方式，電腦模擬軟體給予使用者高度互動與掌控性，所以教師可以嘗試讓學生配合學習單自行操作。

#### 二、對於教材設計上的建議

建議結合資訊與教學模式於教材中，以達到資訊融入的最大效益，此外學習單的設計相當重要，尤其是對學生自控學習者，學習單內容必須要說明清楚，並與電腦模擬配合，以利學生進行探索。

#### 三、在教學上的建議

在教學上如何增加學生的投入行為，教師有很多可以努力的方向。教師可多鼓勵學生發問，一般而言教師的提問通常是有目的、既定的，學生的發問容易促發形成討論群組，教室裡的討論能增進學生認知的投入，教師也可以透過介入教導來幫助學生探索，教師應針對學生的本質與特性給予不同的協助；學生自控電腦模擬情境下，學生自我掌控學習進度，教師要監督學生是否有非投入的行為發

生，尤其是低成就學生容易遇到困難而放棄，教師應主動多給予協助；小組分組也會影響不同成就學生的投入行為，高成就學生在同質小組有較大發揮空間，低成就學生在異質小組有能獲得較多幫助。

#### 第四節 未來研究方向

根據本研究的設計與結果，做出本研究未來應該修正的問題與繼續探究的面向如下：

一、本研究設計雖以小組合作方式，但未探討小組合作、教室的權力關係對學生概念發展的影響，結合小組的社會互動面向是一值得研究的主題。

二、電腦模擬的不同使用方式是否會影響學生在不同題型上表現？相同的電腦模擬教材但不同學習情境下的學生，對於圖形或是文字或是操作的題型是否會有不同的表現？

三、本研究的樣本數只有 54 人，擴大樣本數之後是否會發現本研究尚未發現的現象？

四、教師引導班級的對話中男學生回答的頻率較女學生高，在教師引導班級男女生各種投入是否具有差異？改變電腦模擬的使用方式是否會改變這樣的差異？