

第五章 結論與建議

當今的高中物理教育，受到聯考制度造成「考試領導教學」的偏差引導，加上受限於教學時數的不足及課程難度的本質，使得高中生普遍認為「物理」是最困難的科目。除此，由於班級的平均人數普遍偏高，教師對學生實施個別輔導有其先天的困難度。然而，面臨上述窘境，在資訊科技發達的今日，或許有機會因為科技的介入而有所改善。因此，研究者基於這樣的動機，試著發展一套物理解題動畫教材，期使學生在家自習物理，能藉由這套教材而降低學習困難度，進而增強其學習動機。

雖然，從兩次後測成績看來，解題動畫的成效似乎不如預期；但藉由文獻探討、問卷分析及兩次後測的比對，仍然可以找出若干關係，以提供後續的研究參考。



5.1 結論

迄今為止，文獻在有關動畫的教學成效仍意見分歧，正反意見不一。其中，持反方意見的學者在研究中發現，動畫在觀念上的教學效果與文字、圖片沒有差別，即使在喚起記憶的延宕測驗中也未發現顯著差異。這些論點與本研究得到的實驗結果一致：在第一次的後測實驗中，實驗組的平均分數雖然比對照組高（ $18.66 > 16.20$ ），但未達顯著差異；半年後實施的第二次後測也發現，雖然實驗組的分數仍然比對照組高（ $17.31 > 10.22$ ），但仍然未達顯著差異，顯示動畫對於喚起記憶的功能也不佳。

造成解題動畫成效不如預期的原因，或許和學好物理的高門檻有關。學者高涌泉〔32〕在這方面有深刻的描述：「古典力學像是一種語言，正如語言不單僅是文法，古典力學也就不僅是方程式而已」；他以為，物理概念不易消化，學生必須演算過好多習題，才能適應各種不易言傳的假設、性質和

意義。因此，僅憑藉解題動畫的說明，可能對學習者的觀念了解有部分幫助，但面對較困難的題目時，仍不易表現顯著的進步。

除此，由於本研究檢視的範圍太廣，而各章節的觀念常彼此影響，以致於某一段落的觀念沒有學好，將導致成就測驗不容易呈現學生的學習成效，或許將範圍縮小，更能看出動畫解題的成效。

儘管如此，物理解題動畫作為課後輔助學習的工具，仍然具有其一定功效。就現有高中課程標準與聯考試題難度來看，教師受限於教學時數，只能在課堂中演示基本觀念例題，但其難度與聯考試題有一定的差距；即使在課堂上講解較艱深的試題，又可能因為學生個別差異，而只能使部分學生受益。解題動畫的試題難度與聯考相同，配合步驟、動畫、口述的說明，應能延續教師在課堂上的教學模式，作為示範例題與聯考試題之間的橋樑。

從實驗者填答「學習感受問卷」的結果也發現，有七成的學生認為這樣的軟體對學習物理「稍微有幫助」或「使物理變簡單」，只有極少數的學生認為沒有幫助。另外，有超過九成的學生認為這樣的方式能吸引學生，超過一半的學生希望坊間能出現類似動畫解題的軟體。因此，透過問卷呈現的數據，研究者以為，解題動畫應能增強使用者的學習動機，對於不習慣舉手發問或學習速度稍慢的學生而言，這樣的教材或許在解決個別差異的問題上也有其功用。

綜合上述，物理解題動畫在增進考試成績的表現或許效果並不明顯，但單就討論其扮演課後輔助教材的角色而言，解題動畫仍有其正面價值。畢竟，這樣的教材提供了多一種的學習管道。

5.2 建議

與多數的研究相同，在研究過程中總是發現的問題比得到的結論還多。

探究本研究的後測成績不如預期，可能有下列幾項因素，或許在實驗設計上作若干程度的調整，更能看出解題動畫的效能。

- 1.後測試題的難度太高，不管是實驗組或對照組的平均分數都只有十幾分而已；若能降低難度，僅檢視核心觀念或特定的數學演算技巧，而將題意、變數、變數間的關係作適度簡化，使平均分數能拉高至50分上下，或許能檢驗出解題動畫是否對學習有正面影響。另外，研究範圍太廣，可能導致動畫解題效果不容易呈現。或許將範圍縮小，更能看出教學成效。
- 2.比對前後測的成績與問卷中的學習物理觀感，可發現程度較佳、學習物理的態度較積極的學生，在後測表現上有較好的成績。但對於到底是哪些類型的學生可自「解題動畫」中得到較佳的學習效果，本研究並未得到具體結果。或許，在未來的研究中，可加入McCarthy〔33〕所歸納出四種學習風格（實踐型、創作型、試探型、分析型）的探討，看看到到底是哪一種學習風格的學生較容易從「解題動畫」中受惠？不同學習風格的學生對「解題動畫」的需求是什麼？
- 3.受限於研究對象，本次並未進行女學生、資優生使用「解題動畫」的成效評估，或許可提供後續研究者的探索機會。在研究者的教學經驗中，大多數的女學生，在抽象思考的推理能力略遜於男學生，但對課業的認真程度卻超過男生，因此解題動畫對女學生或許有較大的幫助。

資優生的自學輔導是另一個值得研究的範圍。在現有的資優教育，學生往往在短期內就學習到大學中較困難的課程，但卻常常因為時間縮短而造成學習內容不紮實。透過解題動畫的輔助學習，或許可彌補這樣的缺憾，而其使用的行為模式，也可成為設計教材的重要參考。

4. 在本研究裏，並未進一步將這些動畫檔案包裹成符合SCORM標準的學習物件。在後續的研究，或許可貼上一些標籤，搭配資料庫、學習平台的使用，發揮記錄使用者學習行為的功能。如此可方便學習者掌握學習進度、了解自己到底有哪些核心觀念還沒有學清楚，另外還可作為教師教學診斷的依據，以利後續的補救教學或個別指導。
5. 「解題動畫」在課後輔助學習的成效，是本研究的目的。但「解題動畫」在網路中是否適合扮演知識傳遞、討論議題的角色？或在課堂中是否也可扮演正面的角色？例如，將此教材先交給學生，讓他們在家自行先研究一段範圍後，再於課堂上經由教師引導作全班或分組討論，或許更能經由同儕間的腦力激盪而受惠。
6. 「學習時間」、「學習動機」雖然在問卷中有列入命題，但除此以外，本研究並未做進一步的探討，所以對這兩項因素的影響並不清楚，這主要在於影響的變因太多或其結果不容易量化，這應該也是相關文獻中雖偶有提及的論述並不詳盡的原因所在，有賴後續研究針對這些因素重新設計實驗進行探討。