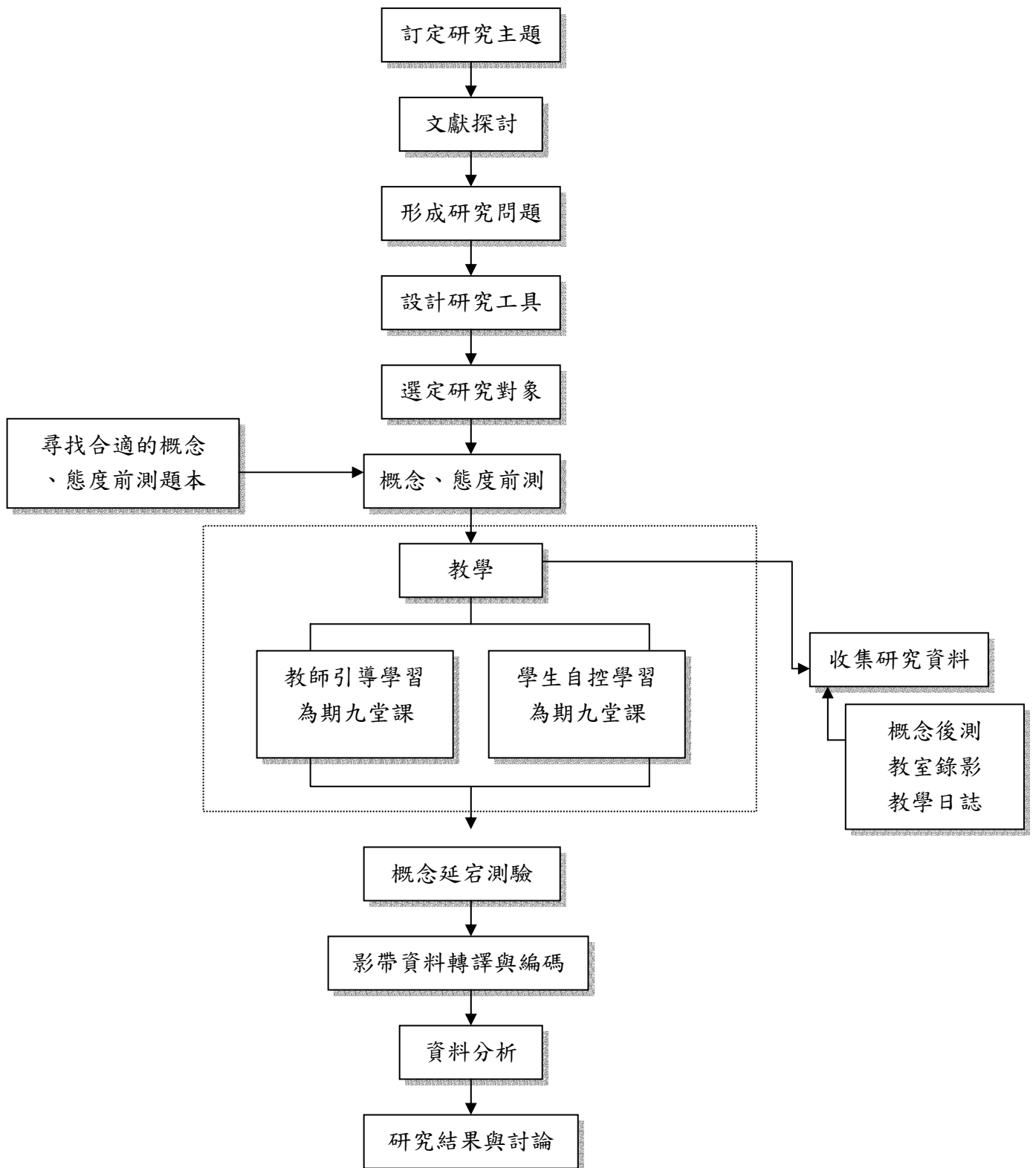


第參章 研究方法

本章旨在說明本研究的設計與研究流程，共分四節，分別為研究流程、研究對象、研究課程設計、資料收集與分析，在以下各章節分別詳細說明之。

第一節 研究流程

欲了解電腦模擬的不同使用方式是否會影響學生的概念學習，因此，本研究利用 physlet 軟體設計適合九年級學生學習「力與運動」的教學單元，由同一教師在兩個不同班級使用經改編的 physlet 電腦模擬教學，一個班是由教師利用單槍投影引導教學，另一班則是由學生自行控制模擬學習，並控制兩個班級的學習時間和內容相等，再經由多方蒐集資料，包括概念前後測、態度前測、教室錄影、學習單，將資料依量性與質性方法分析，以期能分析探討學生的概念學習情形，並歸納使用科技的方式、概念學習、學生投入、態度之間的關係。研究流程如下：



第二節 研究對象

研究對象為台北市某一國中九年級學生兩班共 71 人，兩班皆是研究者已任教一年的班級，對於每個學生的學習成就與學習態度相當了解，在課堂上可以馬上掌握學生的學習狀況。該校歷史悠久，校地狹小，卻有 72 個班級，約有 1/3~1/2 的學生通訊越區就讀，家長與學校的配合度極高，硬體與軟體設備新穎充足。

教師引導學習組共 36 人，男女各半，該班程度較集中，國二下學期理化科平均分數 77.70 分，標準差 13.30；學生自控學習組共 35 人，男生 17 人女生 19 人，該班學生差異較大，國二下學期理化平均分數 76.83 分，標準差 17.10，總的來說兩班的分數未達顯著差異。又欲研究學生使用電腦模擬的投入程度，必須側錄學生上課與言談內容，但礙於設備不足，所以依八年級的理化成績挑選出標的學生，兩班各挑選出高成就、中、低六個學生代表，男女參半，這六個學生的座位也經過安排，教師引導的班級是採高高、中中、低低的學生並鄰而坐，學生自控的班級也依成就分組，採小組合作方式，以利紀錄學生的交談與上課情形。下表 3-2-1 為標的學生的成就分數。

表 3-2-1 為標的學生的成就分數

班級	總人數		自然科總 平均成績	標的學生			
				成就	成績	排序	
教師 引導 學習	36	男 18	77.07	高成就	弘學 (男)	88.00	7
		女 18			品均 (女)	90.25	4
			標準差 13.30	中成就	哲雨 (男)	84.13	17
					昀廷 (男)	86.50	14
				低成就	葉潔 (女)	68.63	27
					郁婷 (女)	67.00	30
學生 自控 學習	35	男 17	76.83	高成就	馥璟 (女)	95.46	3
		女 18			又融 (男)	94.59	4
			標準差 17.10	中成就	李雲 (女)	77.09	23
					俊浩 (男)	82.09	16
				低成就	方瑄 (女)	73.38	25
					明傑 (男)	70.71	28

第三節 研究課程設計

許多研究已指出電腦模擬可以促進學生概念改變，故本研究內容挑選國中學生易具有迷思概念的單元—「力與運動」。研究者配合九年一貫自然與生活科技第五冊「力與運動」的學習目標與 physlet 軟體的特性，設計了十一個適合國三學生學習的單元（附錄 B）。課程概念包括運動學、牛頓第一運動定律、牛頓第二運動定律，教學過程有概念講述教學與電腦模擬的操作，佐以學習單的書寫，以掌握學生的學習狀況。

課程共計九堂課。前兩堂課教學運動學概念，包括介紹位移、路徑、速度、加速度的定義與物理意義。第三堂課介紹軟體的使用，並示範兩個單元（單元一與單元二），第一至第三堂課兩個班的教學內容與時間是一致的；接下第四、五課開始兩個班級的不同教學法，教師引導的班級使用單槍播放電腦模擬，教師根據學習單的內容與順序操作電腦教學，教師引導學生回答相關問題，學生也可以上台操作；學生自控班級在電腦教室上課，兩人一組共同使用電腦學習，每隔一個單元就輪流操作滑鼠，第六堂課是進入「力」的單元，所以兩班皆以板書介紹牛頓三大運動定律，之後再繼續使用軟體學習。最後一堂課，教師會統一討論學習單上的問題。表 3-3-1 為本研究課程設計的時間表，其中第一、二、三、七堂課兩個班級的教學方式是相同的。

表 3-3-1 課程設計時間表

節	課程	內容
①	概念教學	介紹位移、路徑、速度、加速度的定義與意義
②	概念教學	介紹 x-t 圖、v-t 圖所代表意義
③	概念教學	介紹 a-t 圖所代表意義
4	使用軟體一、二	第一單元・計算平均速度與平均速率：熟悉平均速度與平均速率的單元（教師示範）計算 第二單元・運動中的三部車子：了解 x-t 與 v-t 圖的意義\
5	使用軟體三、四、五單元	第三單元・往前滾的紅球：選出代表紅球正確的 x-t 圖與 v-t 圖 第四單元・警察抓小偷：預測兩部車的最後位置 第五單元・紀錄車子的蹤跡：選出代表車子的 x-t 圖與 v-t 圖
6	使用軟體六、七	第六單元・計算上升氣球的速度：由 v-t 圖了解加速度的意義 第七單元・自由落體：分析自由落體的運動過程
⑦	概念教學	介紹牛頓第一運動定律、牛頓第二運動定律
8	使用軟體八、九單元	第八單元・牛頓第一運動定律：慣性定律 第九單元・牛頓第二運動定律：由施力觀察 v-t 與 a-t 圖的變化
9	使用軟體十、十一單元	第十單元・找出正確的合力圖：判斷正確的力圖 第十一單元・推力加倍：由力與加速度的關係判斷物體的運動狀態

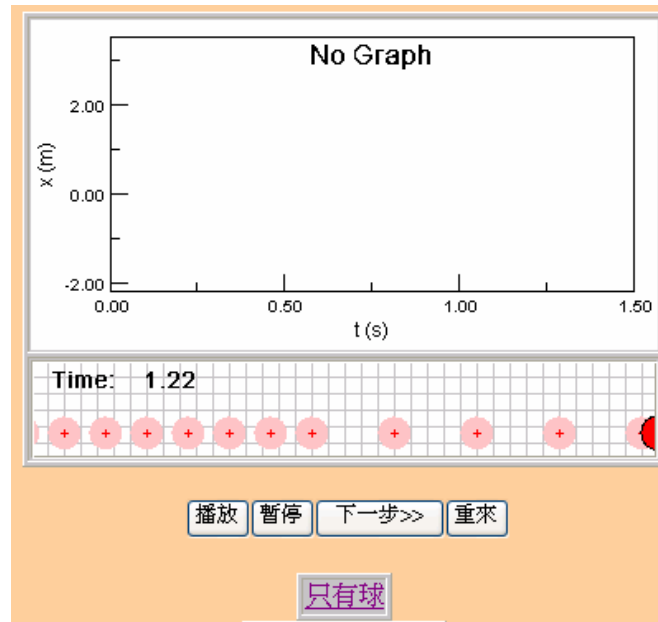
一、課程設計簡述

每個單元設計都會有五個步驟：提問、預測、模擬、結論、應用。如第二單元所示，第一步驟是播放動畫了解問題，第二步驟要求學生預測答案，並將答案寫在學習單上，第三步驟為觀賞動畫，學生可藉此檢測在第二步驟時所預測的答案，第四步驟歸納結論，第五步驟通常為應用的問題，學生必須應用第四步驟所得到的結論來解決新問題（詳見附錄 B）。

範例：第三單元（往前滾的紅球：選出代表紅球正確的 x-t 圖與 v-t 圖）

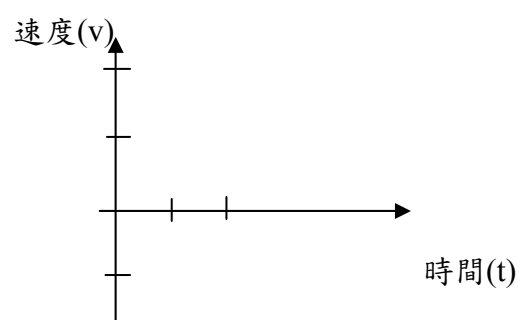
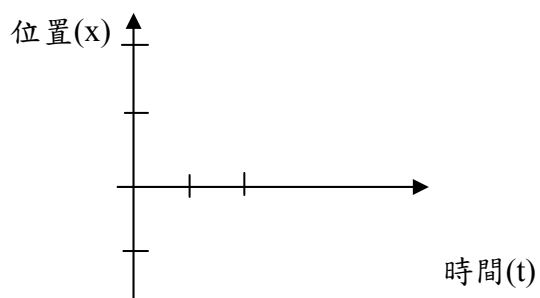
☆問題：

有一紅球向右滾動，粉紅色的點是紅球在固定的時間間距留下的軌跡



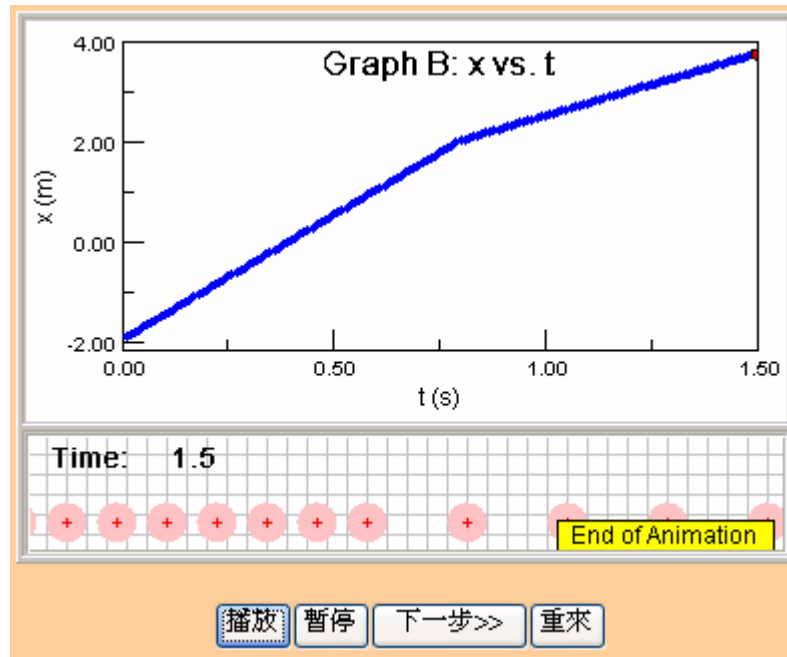
☆預測：

請預測此紅球的 x-t 與 v-t 圖

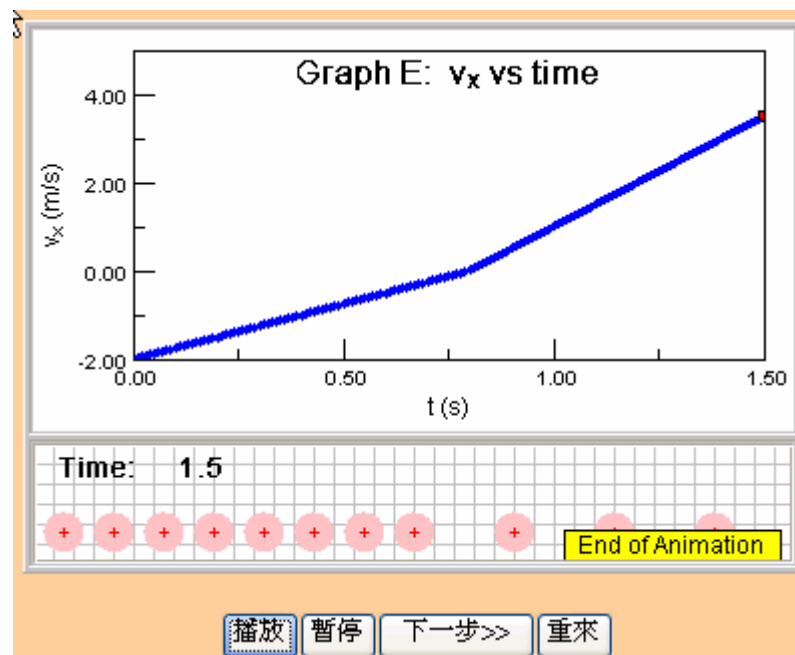


☆ 模擬：

- (1) 請按選 Graph A、B、C，再按播放，選出正確的 $x-t$ 圖，並說明其他圖錯誤之處。並畫出其正確的軌跡圖。



- (2) 請按選 Graph D、E、F，再按播放，選出正確的 $v-t$ 圖，並說明其他圖錯誤之處。並畫出其正確的軌跡圖。



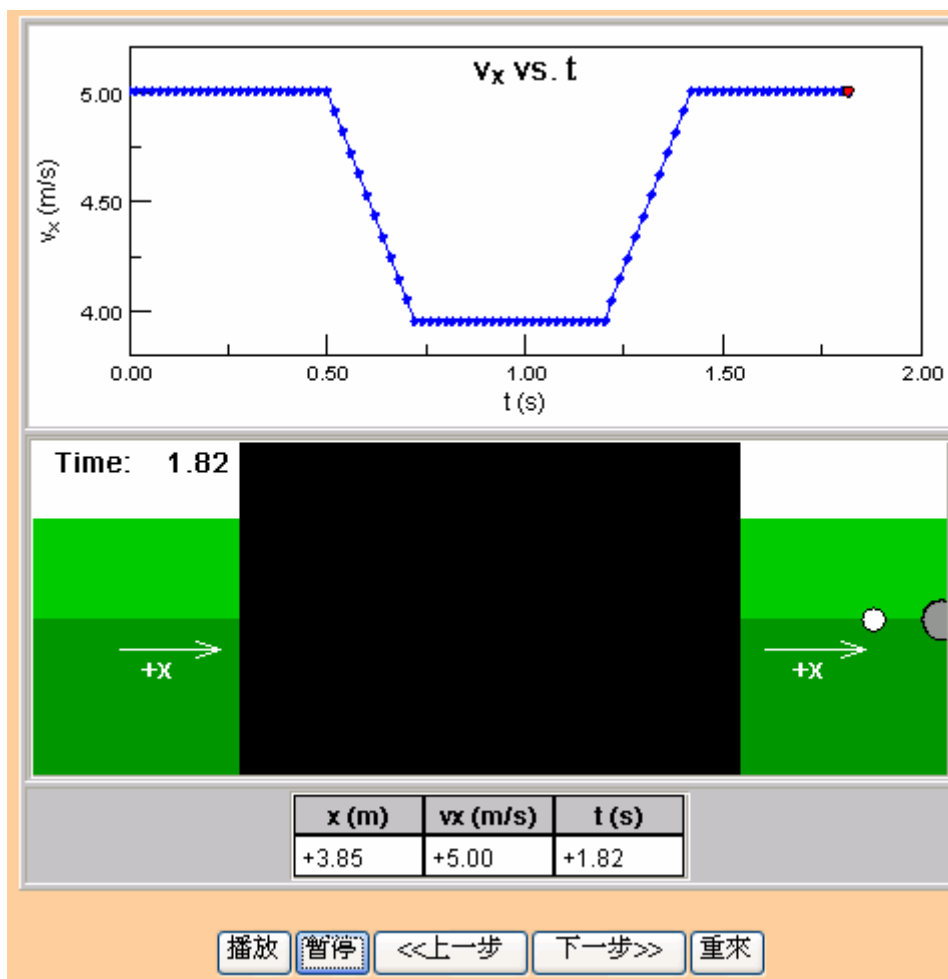
☆ 結論：

(1) 在 $x-t$ 圖中，_____ 代表等速前進，_____ 代表加速前進

(2) 在 $v-t$ 圖中，_____ 代表等速前進，_____ 代表加速前進

☆ 應用：

請推論白球的運動過程應該是_____



以第三單元為例，在教師引導班級中，教師先提問請學生由粉紅色軌跡判斷球是做什麼樣的運動，此時可讓學生發表意見，教師聆聽但不評估學生答案的正確性，第二步驟要求學生將預測的答案畫出，以利學生將預測結果與正確模擬答

案做比較。

(916_0913 教師引導班級)

- 1 老師：前面這一段是等速度/後面這一段也是等速度/
- 2 顯庭：對阿
- 3 老師：但它們間格有沒有一樣
- 4 家華：不一樣
- 5 多位同學：不一樣
- 6 老師：這邊間格跑得比較
- 7 家華：快/慢
- 8 弘學：小
- 9 老師：後面間格比較大
- 10 弘學：大
- 11 老師：所以你看 v 不等於什麼 $\Delta x/\Delta t$ 嗎
- 12 諺廷：對阿
- 13 老師：所以它們間格變大/這邊速度是不是變快
- 14 弘學：加速度
- 15 老師：這邊/這邊比較慢
- 16 家華：x 是什麼
- 17 老師：慢變快是加速度運動/會嗎
- 18 弘學：會
- 19 老師：快變慢也是加速度運動/可以嗎/所以/這邊沒有變/這邊沒有變/唯一變
的過程在這邊/
- 20 弘學：對
- 21 老師：所以它的速度本來是慢慢慢/到這邊變成快快快
- 22 諺廷：沒錯

23 老師：所以你畫出來的 v-t 圖應該會有一個什麼/漸

24 俊偉：慢慢慢

25 老師：漸層

教師先引導學生去了解軌跡的變化，一開始為等速度運動，中間突然加速，而後又維持等速度運動（1~19 行），再請學生畫出這軌跡對應出的 x-t 圖及 v-t 圖（23~25 行）。預測之後教師操控電腦模擬呈現正確答案供學生觀看，並回答學習單的問題，學生藉由這些問題了解 x-t 圖的意義，教師在此過程必須引導學生，讓學生正確與確實地回答學習單上的問題並獲得正確的答案。

（916_0913 教師引導班級）

1 老師：這是什麼圖[指圖 A]

2 弘學：x-t 圖

3 老師：位置對時間的圖

4 顯廷：恩

5 老師：所以在位置當中/這一段呢/位置越跑越遠/從-2 的地方跑到 0 的地方

6 但是它跑的時候有沒有規律

7 多位同學：有

8 老師：所以這是什麼運動

9 諺廷：等加速度

10 多位同學：等速度運動

11 哲與：等加/等速度運動

12 老師：有沒有加速

13 弘學：沒有

14 老師：有沒有加速

15 多位同學：沒有

教師引問答方式引導學生回答學習單上的問題，教師未直接將答案陳述，而是想讓學生說出正確答案，當學生的答案不一致時（第 8、9、10 行），教師換個方式重複提問（第 12 行），讓學生重新思考答案。

第四步驟歸納出結論，學習單上關於結論部分的設計，一開始以問題引導學生歸納出從模擬所得到的論點(在之後的單元結論的部分是要求學生自行寫出，不再以問題提示學生)，此時教師仍以問答的方式讓學生說出答案。最後一步驟一應用，乃考驗學生是否能應用方才結論所得到的觀點，教師並不是直接將答案陳述讓學生知道，而是採用提問引導的方式進行。

在學生自控班級中，學生也使用相同的學習單，但教師的角色不再是引導，而是監督者、協助者。學生兩人為一組，輪流操控電腦，一開始兩人企圖了解動畫操作方式及問題的內涵，因此會有較多「指示」、「操作動畫」、「討論電腦畫面內容」的對話，如以下對話所示：

(917_910_229 學生自控班級)

- 1 又融：第三單元
- 2 馥璟：按播放
- 3 又融：〔動畫〕太快了
- 4 馥璟：預測 v-t 圖
- 5 又融：〔動畫延遲〕我先說好我什麼都沒按
- 6 馥璟：按播放
- 7 又融：按哪一個
- 8 馥璟：按播放播放/你聽不懂喔
- 9 又融：那麼多個按哪一個/直接按就可以喔
- 10 馥璟：對阿/他說按播放

- 11 又融：按只有球/只有球
- 12 馥璟：播放拉
- 13 馥璟：〔動畫播放〕這是什麼/等速度嗎/加速
- 14 又融：等速欸加速
- 15 馥璟：好啦停/停止拉
- 16 又融：它怎麼沒有回來
- 17 馥璟：暫停阿
- 18 又融：好啦(游標移到暫停)
- 19 馥璟：哪有它還在播放

在第三單元是由又融操控電腦，因此馥璟依著學習單出現指示性的對話（第 6、8、10 行），接著兩人解讀動畫所呈現的內容（第 13~19 行）。接下來，兩人先預測 x-t 圖及 v-t 圖的圖形並畫在學習單上之後，操作模擬學生以問答、陳述或是討論的方式互動，也可以與其他組別同學討論，教師則是在一旁適時提供協助。

(917_910_229 學生自控班級)

- 1 又融：A 的正確應該是往前走/等速向前走/
- 2 馥璟：越來越陡拉
- 3 又融：「好奇怪這個...好怪 這個不會有(聽不清楚)
- 4 馥璟：錯拉這平行耶(圖 A)這只是從這裡搬到那裡/然後再繼續走
- 5 又融：不然什麼時候凸出去也不知道
- 6 馥璟：然後搬到那裡再繼續走
- 7 又融：欸/正確軌跡應該是往前走/等速向前走/到 0.75 秒時加快
- 8 馥璟：先
- 9 又融：加快等速向前走/對就是這樣/欸寫吧

10 馥璟：好難寫喔/你念給老師看

11 又融：老師

12 又融：老師/可不可以這樣講/A 的時候可不可以這樣講/等速向前就是等速向

此部份對話，又融先陳述他所認為的答案（第 1、3、7 行），馥璟對此給予評估（第 2、4、6 行），兩人藉由彼此表達意見，來回對話幾番後，終達到共識（第 9 行），然後再一同填寫學習單，倘若在中途遇到困難，隨時可以舉手向老師或其他組員求救。整個學習的過程中，學生並不知道問題的正確答案為何，這是與教師引導班級最大的差別。最後一堂課，教師以單槍投影的方式帶領學生一同瀏覽整份學習單上問題，並對學生的答案做評估與導正。

第四節 資料的收集與分析

本研究採集多方的資料，主要以質性資料來解釋量化資料的所發現的結果，以期透過分析與探討，能找出數據之間的關聯性。

一、資料收集類別

(一) 「國中力學概念評量」JMCI：

用於前後測、延宕測驗，採用鄭茹芬（民 90）研究開發出適合國中學生測驗關於「力與運動」的概念（JMCI，附錄 C）。JMCIW 試題的設計配合國內現行自然與生活科技課程內容、生活經驗並參考 FCI（Force Concept Inventory，由 Hestense et al.（1992a）提出。FCI 共有 29 題單選題，內容完全針對學生對力學的基本概念的了解而設計，尤其著重在非牛頓力學觀點上的探討的題目模式及測試結果，用來檢驗學生的力學概念，經改編後適合國中生使用的 JMCI 題目 40 題，庫奇信度 0.94。但為配合研究者發展的教學課程與概念內容，將不屬研究範圍的試題概念刪除成 32 題（表 3-4-1），前後測採相同題目。

表 3-4-1 改編後的試題與 JMCI 題號對照表

概念內容	JMCI 題號（40 題→32 題）
第一章直線運動	時間 1、13、14
	位置與位移 37、40
	速度與速率 2、11、12、32、35、38、39
	加速度 3、16、17、36
第二章力與運動	牛頓第一運動定律 10、22、26、33、34
	牛頓第二運動定律 5、24、25、27
	兩力合成 4、6、8、15、19、20、21
未在此次教學範圍	牛頓第三運動定律 7、9、18、30
	力矩與槓桿原理 28、29、31

(二) 態度量表：

採用黃世杰(民91)研究發展出一適合國中學生之電腦態度量表(附錄D)，以李克特總和量表方式編製，共30題，採用五點量表計分，為封閉式題目，選項分為「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」，分為「使用電腦的焦慮」、「使用電腦的信心」、「對電腦設備的價值觀」、「對電腦的喜愛」、「使用電腦的價值」、「使用電腦的執著」六個因素，內部一致性 α 係數為.91，重測信度總表的相關係數.83，均達顯著水準。

(三) 教室錄影：

以DV拍攝兩班教學過程中的教室活動與師生問答互動做為教學活動過程的紀錄，兩班共計錄影十八堂課。學生自控班級中標的學生在操作電腦模擬軟體時，以側錄軟體Camtasia以及麥克風紀錄其使用電腦的過程與對話，之後將錄影內容分段轉譯後編碼分析，三組學生共計錄影九堂課。

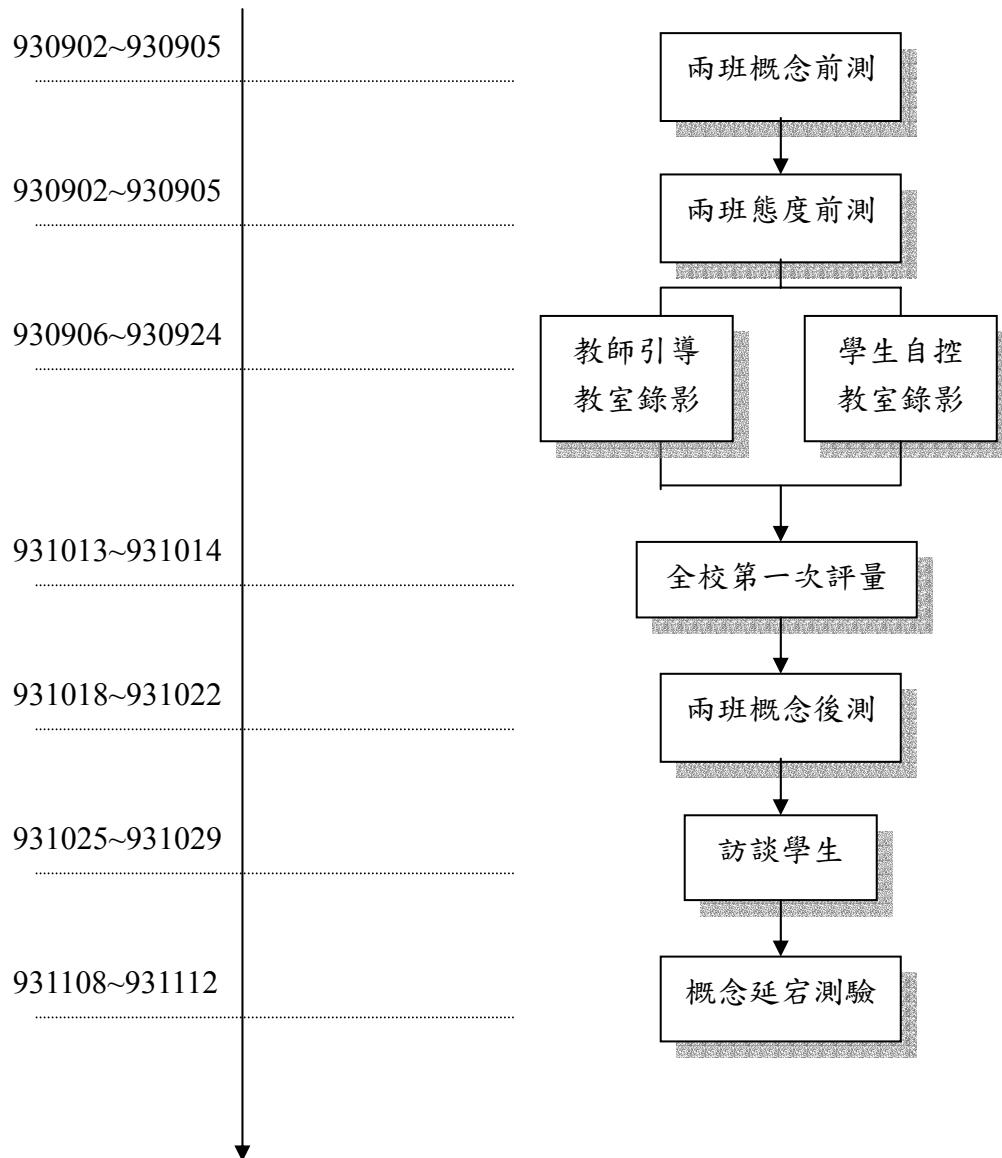
(四) 教室日誌：研究者在教學後會紀錄當天課堂的活動大要與科技使用、學生學習情形，以利真實紀錄當天的教學流程。

整理上述資料蒐集形式與範圍於表 3-4-2

表 3-4-2 資料類型與處理

資料類型	範圍	目的	附錄
概念前後測、 延宕測驗	兩班全部學生共 71 位	了解概念學習情形	C
電腦態度評量	兩班全部學生共 71 位	了解電腦態度是否影響概念學習	D
教室錄影	兩班全部學生共 71 位，主要拍攝板書內容，並以側錄軟體錄影標的學生使用電腦過程	了解教室言談與概念學習之關係	E
教室日誌	兩班上課紀錄，共 9 堂課	協助影帶分析	F

二、資料收集流程



三、資料分析

(一) 兩班學生在概念前後測驗結果的比較

以 spss10.0 視窗版進行統計分析，以成對樣本 t 檢定比較學生在前後測、延宕測驗成就的差異；再者比較兩個班級分別在前測、後測、延宕測驗的分數，以獨立樣本 t 檢定兩班是否達到顯著差異；以各題的答對率呈

現學生概念學習的變化，歸納不同概念內容的題組學生答對率與答對率成長幅度；將兩班學生各分成高中低成就三部份，比較不同成就的學生在不同情境下概念發展情形。

(二) 電腦態度評量：

以李克特總和量表方式編製，共 30 題，採用五點量表計分，為封閉式題目，選項分為「非常同意」、「同意」、「無意見」、「不同意」、「非常不同意」，正向題得分分別為 5、4、3、2、1 分，反向題反之，加總後為電腦態度得分。以 spss 統計分析態度量表分數與學生學習成效之間的相關性，並使用 two-way ANOVA 分析技術，比較教學情境與電腦態度之間的交互關係。

(三) 影帶分析：

分析教室活動與電腦活動中師生對話側錄兩班學生使用電腦的對話，比較兩個班級學生的投入情形。先將影帶內容轉譯成文字檔後再編碼師生及學生小組對話內容依活動區分成小節 (episode)，每個小節代表學生活動內容的轉換，同一小節中學生討論的內容是一致的。小節之間通常為要進行下一單元動畫或是因老師、其他組員介入造成。以下是小節區分的例子。

-
- 1 (9161006) 教師引導班級正進行第八單元—牛頓第一運動定律的應用問題，老師先解釋問題的意思，若在車子前頭繫上繩子並向右拉動車子，在
 - 2 車子前進的過程中再將球拋出，球會落在何處？
 - 3 教師：我是播放的時候拋去了/才拉/請問你會落在哪裡
 - 4 多位學生：後面
 - 5 教師：車子的後面嗎
 - 6 多位學生：對阿
 - 7 教師：為什麼
 - 8

- 9 弘學：因為車子越快阿
- 10 教師：車子變快對不對
- 11 某生：對
- 12 教師：那如果說

- 13 品均：老師不管拋多高都一樣嗎
- 14 教師：對/你的問題跟上次林哲宇的一樣
- 15 俊偉：她好煩喔/一直問/就問一些很奇怪/明明就
- 16 教師：阿她就真的不懂阿
- 17 弘學：他想太多/他想到摩擦力

前一小節，教師一開始先解釋問題的內涵（第 4 行），學生回答問題，教師進一步詢問學生所持理由（第 8 行），突然品均的提問（第 13 行）打斷教師的話，此時整個討論的內容已與上一小節有差異，故研究者將其區分。

錄影帶紀錄了學生上課情形與教室對話，包括對話互動性、對話內容、對話步驟、對話參與者，逐字紀錄學生在使用電腦的對話，使用 Nvivo 軟體匯入資料後，幫助資料搜尋與交叉比對，經分析、影帶編碼（表 3-4-2）後，比較教師引導與學生自控班級的投入情形。此外由學生自控班級中高中低成就學生小組合作的對話中，分析標的學生的認知投入情形。並將此部分的所得的質化與成就的量化資料結合，以期找出兩者之間的關聯。

表 3-4-3 錄影帶編碼

編碼	定義	舉例
學生活動狀態		
1.1 其他	非隸屬於以下編碼	(請學生上台畫圖) 廷上台重新畫圖/顯一起上台討論 泓：阿邱顯庭/一個這樣/阿一個是這樣 顯：這樣和這樣 瑋：沒錯阿達對了/阿達對了 廷下台
1.2 操作動畫了解問題	操作了解動畫內容，並未回答學習單上問題	師：再看一次好不好 庭：等/等/ 全班：不要 師：要 多位學生：呵呵 泓：教師減速再加速 師：好再看一次 瑋：越來越密阿
1.3 處理學習單上問題	解決學習單上的概念問題	師：請問你/我先分段問/好我不一次問 全班：好 師：0 到 0.5 秒發生什麼事 全班：等速度 師：0 到 0.5 秒什麼事 (指座標) 全班：等速度運動 秉：等速率
1.4 求救	向教師或其他組員詢問	泓：衝喔/是什麼圖阿/教師是什麼圖/ 師：這什麼圖 (指座標) 泓：看不到 全班：a 師：v 華：v-t 圖 泓：v 喔/v-t 圖
1.5 反思	再度操作動畫，思考討論已回答過的問題	融：先去第四單元看一下 融：借看一下第四單元第五題/第四單元第五題借我對一下/痾/面積在這裡/這什麼圖/看一下喔/馬上 璟：這放這裡好礙眼 融：沒有我現在看這個/3 秒內/3 秒內/3 秒內/3 秒內

		融：因為答案跟人家不一樣 融：0/丿/沒錯阿..那他錯 環：誰阿
1.6 數學計算	不包含概念，純數學計算	師：你可以推 X 的時候上升多少 師：3 的時候是 1.5 全班：對阿 師：所以 3 比 1.5 是 顯：二分之一 X 廷：負/沒有沒有負 華：0.5X 師：3 比 1.5 顯：2 比 1 廷：2 分之 1/2 分之 1 比 1 師：3 比 1.5 全班：2 比 1 師：所以這邊 X 這邊多少 顯：X 阿/2 分之 1 全班：2 分之 1X
1.7 討論其它問題	討論非關本學習單元內容的問題或是聊天	溫：反正有教和沒教都沒一樣 瑄：對阿/阿妹跟林冠宇在一起真是的/ 跑那麼快 溫：所以我們
1.8 寫學習單問題	經過之前的討論後，整個小節主要在填寫學習單	師：ok/下一個問題/0.5 到 0.75/0.5 在這裡對不對/0.75 在這裡 泓：等加速度 師：這一段是什麼 全班：等加速度 師：等加速度但速度越來越慢 哲：等加速度寄赫是什麼 華：a 師：就寫等 a 阿 哲：等 a 師：小的 a/等 a
1.9 教師或其他組員介入	教師會其他組員突然以問句介入原本的對話	(學生自行操作模擬) 師：來你們現在滑鼠是固定某一個人用對不對/下一個單元就換到另外一個人手上好不好
互動形式		

2.1 討論	針對同一概念來回對話 二次以上 (提問→回應→評估→ 回應→...)	環：哪有人這樣子喔/走走走/變慢然後 又變快 融：走走走慢慢快快了一下又慢慢慢 環：不對了拉 融：是拉 環：那這時候應該很密阿 融：很密是很慢阿/很密是很慢的意思耶 環：阿對喔 融：這樣就好啦
2.2 問答	(1) 提問→回應→評估 (2) 提問→回應 (3) 陳述→回應 (4) 陳述→回應→評估	融：x-t 圖怎麼畫 環：是這樣子然後越來越陡 融：錯/是等速度/兩次等速度所以這樣 嗯嗯
2.3 陳述	未以問句表達意見，而 是以直述方式說出	融：再來/速度是先慢到快接近原點的一 撇/再往上一撇
對話步驟		
3.1 提問		融：x-t 圖怎麼畫 環：是這樣子然後越來越陡
3.2 回應		融：x-t 圖怎麼畫 環：是這樣子然後越來越陡
3.3 評估		融：x-t 圖怎麼畫
3.3.1 評估對錯	通常以對、錯回答提問 者	環：是這樣子然後越來越陡 融：錯/是等速度/兩次等速度所以這樣 嗯嗯
3.3.2 重複提問	重複提出問題	師：黃色車在+5/紫色車在+8/這樣開過 來/請問我們會先從畫面 瑋：先看到黃色阿 秉：黃色車在前面/紫色車在 xx 師：先看到 全班：黃色 師：黃色還是紫色 全班：黃色 師：很好/先看到黃車
3.4 覆誦	重複上一個對話內容 (通常會出現在寫學習 單時)	融：A 錯/先寫 A 錯/寫 A 一下/A 的/這折 線幹麼用的/可這折線幹麼 環：越來越快阿 融：喔/這邊是更快的/
3.5 領會	合併對方所回答的內容	瑄：瞬間增加好幾位置/所以間忽然變快

	於接下的問題中，通常以”然後呢”、”爲什麼”為問句	溫：恩/所以呢 瑄：所以/後面/中間一段差很大吧
對話內容		
4.1 其他		
4.2 與概念相關		
4.2.1 非學習單上出現問題		
4.2.2 學習單上出現的問題		
4.3 與任務相關 關於學習單填寫問題		
4.4 與科技工具相關		
4.4.1 操作		
4.4.2 動畫內容 關於操作動畫的問題或描述 關於動畫內容的問題或描述		
4.5 教室管理		
參與者		
5.1 提問人或陳述人 提問人的身分		
5.1.1 教師		
5.1.2 標的學生		
5.1.3 其他組員		
5.2 回答人 回答人的身分		
5.2.1 教師		

5.2.2 標的學生 5.2.3 其他組員 5.2.4 多位學生		
群組		
6.1 班級	教師對單一學生 或全班的問答 或單一學生對教師的問 答	師：來所以它受到幾個力/你會畫圖/畫 一各球往下拉/重力/受到幾個力/幾個力 廷：一個 師：一個往下/然後重力的大小就是來自 於你的地心引力/懂嗎 廷：了解阿
6.2 小組	兩人之間的討論或問答	溫：算了沒關係/先空下來/上拋與落下 過程中是受到 瑄：引力作用/是嗎/還是重力作用 溫：反正引力跟重力都一樣 溫：向上拋與落下過程是受到/沒關係/ 所以球的加速度
6.3 個人	個人活動 (seat work)	師：好來看一下/剛還沒寫趕快寫/加速 廷：加速阿
6.4 跨組	超過三人以上的討論	泓：為什麼變斜線阿 師：蛤 泓、顯：它為什麼變斜線阿 師：哪裡變斜線 秉：那圖是錯的 師：這圖是錯的/

上述教室錄影資料編碼，研究者與另外兩位研究者比較後，其平均信度達 89%。

綜合整理以上的資料，將研究問題與使用的資料分析方法列出於表 3-4-2

表 3-4-4 研究問題與資料分析方法

研究問題	資料分析
(1) 在電腦模擬的不同使用方式下，學生概念理解是否有差異？	JMCI 力學概念測驗前後測、延宕測驗
(2) 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？	電腦態度量表、JMCI 力學概念測驗前後測、延宕測驗
(3) 電腦模擬的不同使用方式，教師引導與學生自控班級的投入程度是否有差異？	教室對話分析
(4) 標的學生的投入程度與概念理解之間是否關聯？	教室言談分析、JMCI 力學概念測驗前後測、延宕測驗