

## 第肆章 研究結果與討論

本研究目的在探討兩班九年級的學生學習「力與運動」單元，以相同電腦模擬教材但不同學習情境，一個班是教師引導學習，另一個班是學生自控學習，比較其概念學習過程與學生投入行為與內容。本章旨在呈現本研究的實驗結果，分析的結果共分兩個面向，一是成就與態度的量化資料，一是學生對話的質性資料。全章共分六節：第一節為「力學概念成就之整體表現」；第二節為「兩班級學生在特定概念內容的學習成效表現」；第三節為「力學成就測驗與電腦態度的相關」；第四節為「教師引導班級與學生自控班級的投入與對話」；第五節為「學生自控班級中高、中、低成就學生的投入與對話」；第六節為「教師引導與學生自控班級討論內容分析」。

### 第一節 力學概念 (JMCI) 成就之表現

#### 一、整體表現

本研究對象有兩班級共計 71 人，但全程參與並完成三次力學概念測驗的學生共 54 人。教師引導學習班級共 29 人（女生 15 人，男生 14 人）；學生自控學習班級，共 25 人（女生 14 人，男生 11 人）。

表 4-1-1 為兩個班級的力學概念前、後測及延宕測驗的表現。力學概念成就總分為 100 分，教師引導學習班級前測分數為 60.79 分，後測為 80.27 分，延宕測驗為 77.06 分；學生自控學習班級前測表現 58.51 分，後測 77.39 分，延宕測驗為 74.51 分。整體而言，教師引導班級學生程度較集中，且分數皆高於學生自控班級。

教師引導班級的學生在三個測驗成就表現當中，前測與後測以及前測與延宕測驗比較皆達顯著差異 ( $t(57) = -9.234, p < .05$ ;  $t(57) = -9.341, p < .05$ )，同樣地，學生自控學習班級也達顯著差異 ( $t(49) = -7.634, p < .05$ ;  $t(49) = -6.340, p < .05$ )。這樣的結果顯示教師引導學習與學生自控學習方式對學生力

學概念的學習皆有顯著的成效。但比較延宕測驗時發現，教師引導班級的延宕測驗與後測比較具有差異，後測成績退步， $t(57) = 2.708, p < .05$ ，而學生自控班級其後測與延宕測驗未達顯著差異， $t(49) = 1.591, p > .05$ ，此結果一方面顯示學生自控班級的學習成果較能持續，另一方面由表 4-1-1 兩班級延宕分數與前測分數差距相比其進步幅度接近，可能教師引導班級人數較多以及學生自控組測驗成績之標準差較大造成統計上的差異(表 4-1-2)。

表 4-1-1：兩個班級學生分別在力學概念前測、後測、延宕測驗的表現分佈

	平均分數	標準差	個數
<b>教師引導學習</b>			
前測	60.79	11.89	29
後測	80.27	11.30	29
延宕測驗	77.06	11.15	29
<b>學生自控學習</b>			
前測	58.52	12.52	25
後測	77.39	17.19	25
延宕測驗	74.51	16.87	25

表 4-1-2 教師引導學習班級與學生自控學習班級學生  
其前測、後測、延宕測驗成就的比較

	前測	後測	延宕測驗
<b>教師引導學習</b>			
前測		.000**	.000**
後測	.000**		.011*
延宕測驗		.000**	.011*
<b>學生自控學習</b>			
前測		.000**	.000**
後測	.000**		.125
延宕測驗		.000**	.125

(\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ )

再者，比較兩班級的力學概念成就。由表 4-1-3 可知教師引導學習與學生自

控學習班級在這三個測驗表現中皆未達顯著差異（前測  $t(53) = .684, p = .497 > .05$ ；後測  $t(53) = .737, p = .465 > .05$ ；延宕測驗  $t(53) = .664, p = .509 > .05$ ）。綜合上述結果，兩班級透過不同教學方法皆可增進學生的力學概念成長，但兩班級不論在前、後或延宕測驗當中都未達

顯著差異。此結果顯示兩種教學法對學生的力學概念理解皆有明顯成效。

表4-1-3 兩班級的前測、後測、延宕測驗的成就比較（t-test）

教師引導學習	學生自控學習		
	前測	後測	延宕測驗
前測	.497		
後測		.465	
延宕測驗			.509

(\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ )

## 二、兩個班級高、中、低成就學生之表現

依八年級下學期理化學期總平均分數將兩班學生各分成高、中、低成就三組，表 4-1-4 為高中低成就學生的前、後測及延宕測驗的分數。發現教師引導班級中的中成就學生其前測分數（64.9）略高於高成就學生（64.5），因此研究者曾以前測分數而非上學期的理化總平均分數將學生分組，但前測表現為高成就的學生在後測及延宕測驗卻非屬於高成就類型，所以還是理化總平均分數分組為準。

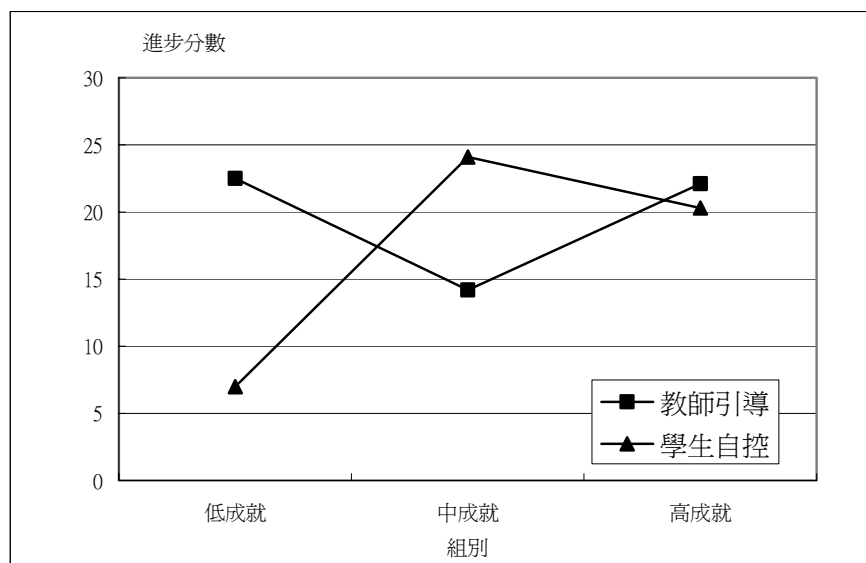
表 4-1-4 高中低成就學生的前後測及延宕測驗分數

	前測		後測		延宕		後測進步分數 (後測減前測)		延宕進步分數 (延宕減前測)	
	教師	學生	教師	學生	教師	學生	教師	學生	教師	學生
低成就	48.5	48.8	71.0	55.8	65.8	60.4	22.5	7.0	17.3	11.6
中成就	64.9	51.5	79.1	75.6	77.3	71.3	14.2	24.1	12.3	19.8
高成就	64.5	67.3	86.6	87.6	83.5	82.6	22.1	20.3	19.0	15.3

經由 two-way ANOVA 比較，兩班高中低成就的學生在前測、後測、延宕測驗以及延宕進步分數皆未達顯著差異，但在比較後測進步分數，電腦模擬的不同

使用方式與學生成就之間有交互作用 ( $p = .015 < .05$ )。此時再進行單純的主要效果考驗，發現在教師引導班級中，三組學生的表現沒有顯著差異，但在學生自控班級，低成就學生分別與中、高成就學生具有顯著差異 ( $p = .013 < .05$ ； $p = .034 < .05$ )；兩班級的中成就學生具有顯著差異 ( $p = .047 < .05$ )，而低、高成就學生則沒有顯著差異 ( $p = .07 > .05$ ； $p = .70 > .05$ )。由統計結果及表 4-1-4 得知，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。以圖 4-1-1 表示兩班級後測進步分數的情形。

圖 4-1-1 教師引導與學生自控班級後測進步分數比較



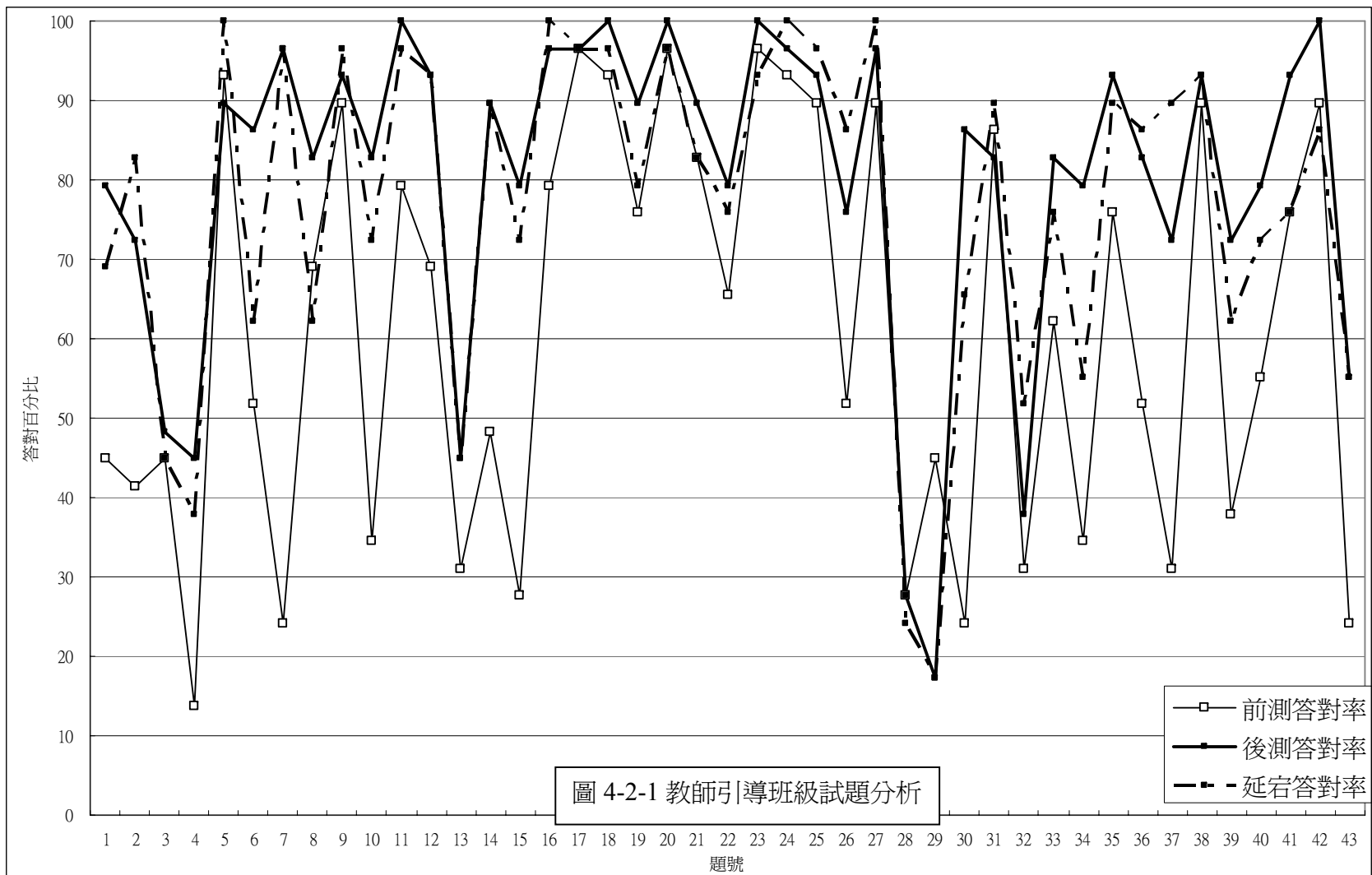
教師引導班級的低成就學生雖然在後測進步分數極高，但經過一個月的延宕測驗後，兩班級的表現皆未達顯著差異，這樣的結果顯示不同的電腦使用方式對低成就學生而言，在延宕測驗上兩者的教學效益是一致的。資訊融入教學在延宕測驗上的效益似乎受到限制。

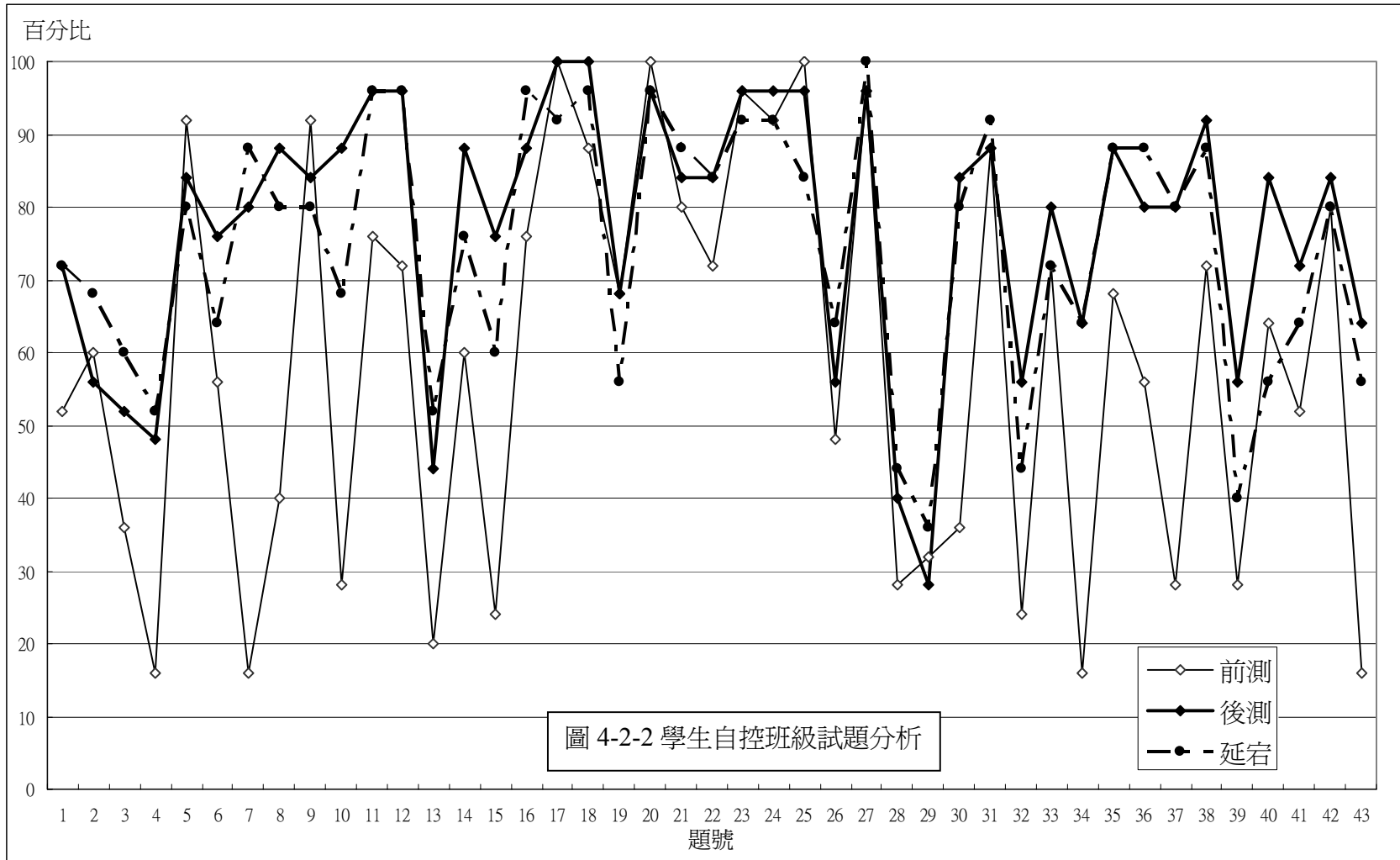
## 第二節 兩班級學生在特定概念內容的學習成效表現

此節分析是針對兩個班級學生分別在力學概念成就（JMCI）前測、後測及延宕測驗上各題的表現，並細部分析兩班級學生概念學習的差異。

圖 4-2-1 是教師引導學習班級其力學概念各題的答對率與答對情形。大略可看出後測與延宕測驗的答對率大多高於前測答對率（除了第 5、29、31 題），顯示經過教師引導教學有提升學生概念學習的效果。但後測與延宕測驗的答對率就沒有一定的趨勢（有 22 題延宕答對率低於後測答對率），顯示經過一段時間後，學生未將部份概念保留於長期記憶。

圖 4-2-2 是學生自控班級學生其力學概念各題的答對率與答對情形。大略可看出後測與延宕測驗的答對率大多高於前測答對率（有 6 題後測答對率低於前測），延宕測驗也有 22 題的答對率低於後測答對率，與教師引導班級題數差不多。但兩個班表現差異的題目概念內容卻不相同，所以本研究透過比較各題前、後測、延宕測驗的答對率，了解什麼樣的概念對學生而言是難以改變或學習的。





比較兩個班級答題表現相同與相異之處，見表 4-2-1。教師引導班級第 29 題（物體在有摩擦力的地面上推一段時間後鬆手，物體會如何運動？）後測答對率比起前測降低 28%，同樣地，學生自控班級在第 29 題後測表現也比前測退步，但是答對率只降低 4%，甚至延宕測驗比起後測進步 8%；第 19 題（靜置的物體是否受有摩擦力？）教師引導班級延宕測驗答對率高於學生自控學習班級 23%；第 39 題（由軌跡圖判讀物體的加速度）教師引導班級在三次測驗表現皆高於學生自控學習班級；教師引導班級在 8、30 題（兩物體互推後在無摩擦力的地面上如何運動？）延宕測驗答對率比起後測答對率，退步幅度都比學生自控班級來得多；第 34 題（物體離手後是否繼續受推力作用—衝量理論）教師引導班級前、後測表現皆比學生自控班級來得高，但是延宕測驗比起學生自控班級卻退步；第 32 題兩個班級延宕答對率皆退步（物體離手後是否受物體運動方向的力？），且降至 50%；學生自控班級其他後測退步的題目，其退步答對率均低於 10%；此外，兩班級在延宕答對率低於 50% 的概念內容上有差異。將進一步深入了解探討這些題目之間的關聯以及是否在這些概念的教授上具有差異。

表 4-2-1 兩班在力學成就測驗細部分佈

		題號
後測比前測、延宕比後測答對率--兩班級皆退步		5,6,10,19,39,29
後測比前測、延宕比後測答對率--一進步，一退步	教師引導班級退步	1,8,30,34,41,42
	學生自控班級退步	14,15,25,32,40
後測比前測進步 30%以上	兩個班級	4,7,15,43,10
	教師引導班級進步	1,2,6,36,39
	學生自控班級進步	8,30,32,37
延宕答對率低於 50%	兩班級	28,29
	教師引導班級	3,4,13
	學生自控班級	32,39



接續比較兩班級學生在特定概念內容的學習成效表現。圖 4-2-3 是兩班級在前測中各題的答對率比較。大抵上兩個班級的曲線相當一致。除了在第 2 (速度往正方向而越來越慢時, 是因為加速度為負)、第 34 (衡量理論)、第 38 (由軌跡判讀速度)、第 41 題 (判讀  $v-t$  圖) 答對率相差近 20%。第 2 題是學生自控學習表現優於教師引導, 其餘皆相反。

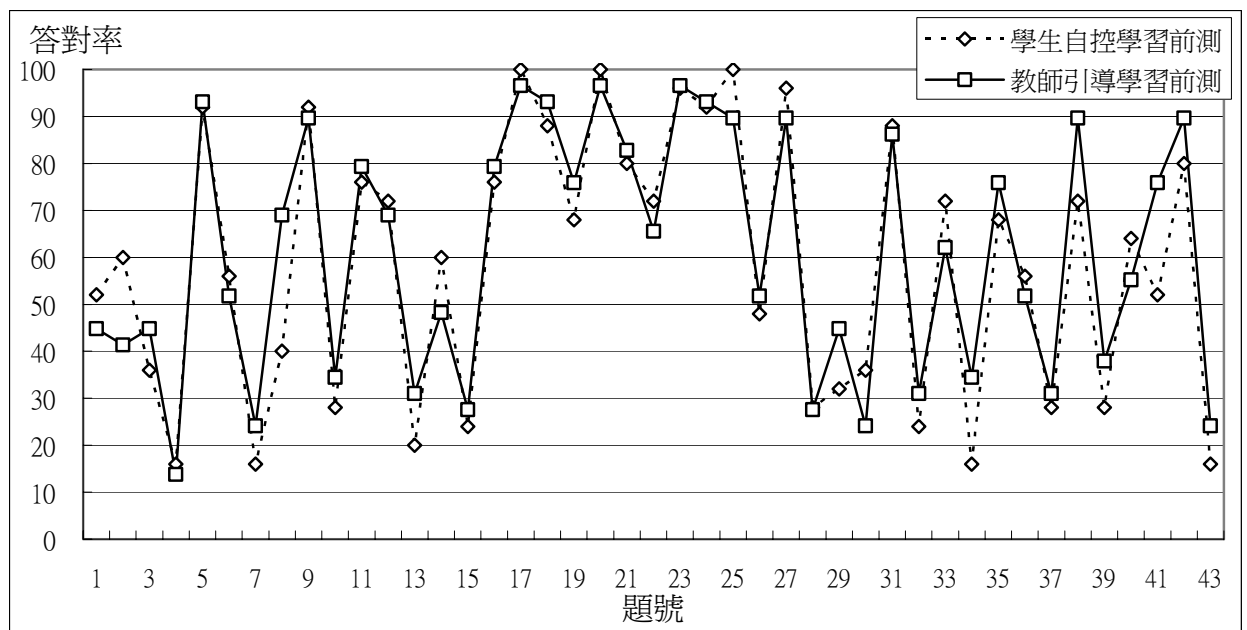


圖 4-2-3 兩班級學生在前測中各題的答對率

兩班級的後測表現，如圖 4-2-4。後測曲線比起前測整體提高，3/4 題目答對率達 70% (有 6 題答對率低於 50%)，第 28、29 題答對率甚低 (40%~17%)；第 2 (速度往正方向而越來越慢時，是因為加速度為負)、第 19 (靜置的物體是否受有摩擦力?)、第 26 (等速代表合力為零)、第 32 (衡量理論)、第 34 (衡量理論)、第 39 (由軌跡圖判讀物體的加速度)、第 41 (判讀  $v-t$  圖)、第 42 (慣性) 題兩個班答對率差異 15% 以上，除了第 32 題是學生自控學習優於教師引導，其餘皆是教師引導班級答對率較高。

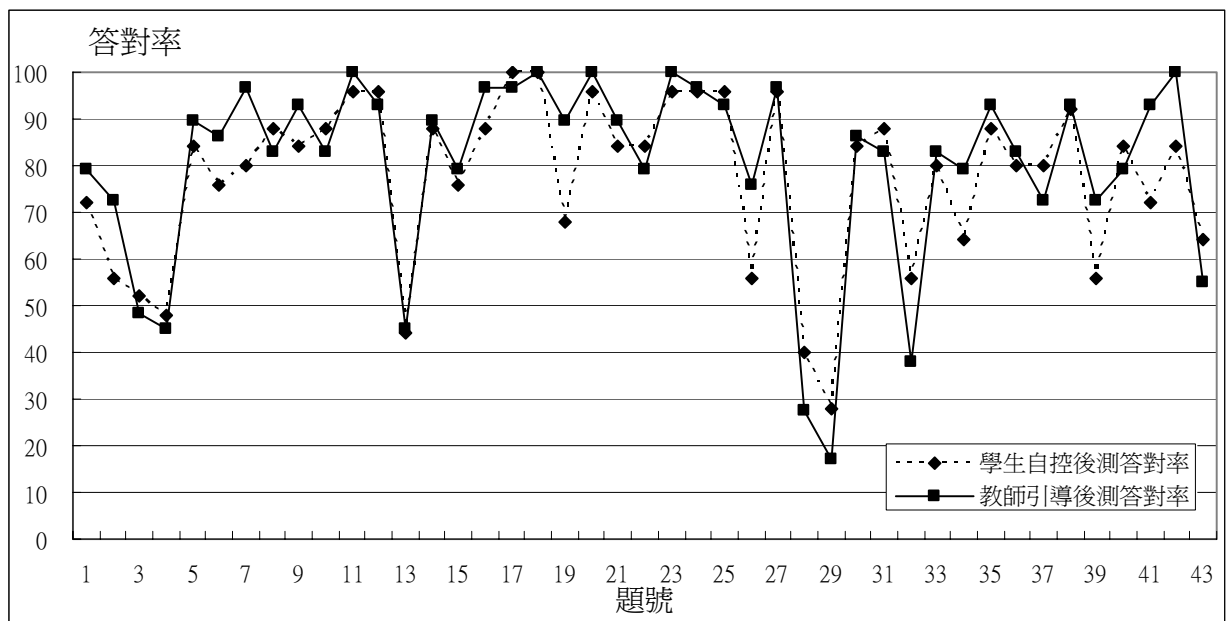


圖 4-2-4 兩班級學生在後測中各題的答對率

兩班級學生的延宕測驗表現，如圖 4-2-5。教師引導學習有 5 題答對率低於五成（第 34（衝量理論）、第 28（合力加倍，加速度增加，維持等加速度運動）、第 29（合力不等於零，做等加速度運動），而學生自控學習則有 4 題（第 28（合力加倍，加速度增加，維持等加速度運動）、第 29（合力不等於零，做等加速度運動）、32（衝量理論）、第 39（由軌跡判讀加速度））。在第 5、8、19、26、29、39 題兩班的答對率相差 15% 以上（5、19、26、39 是教師引導學習較高）

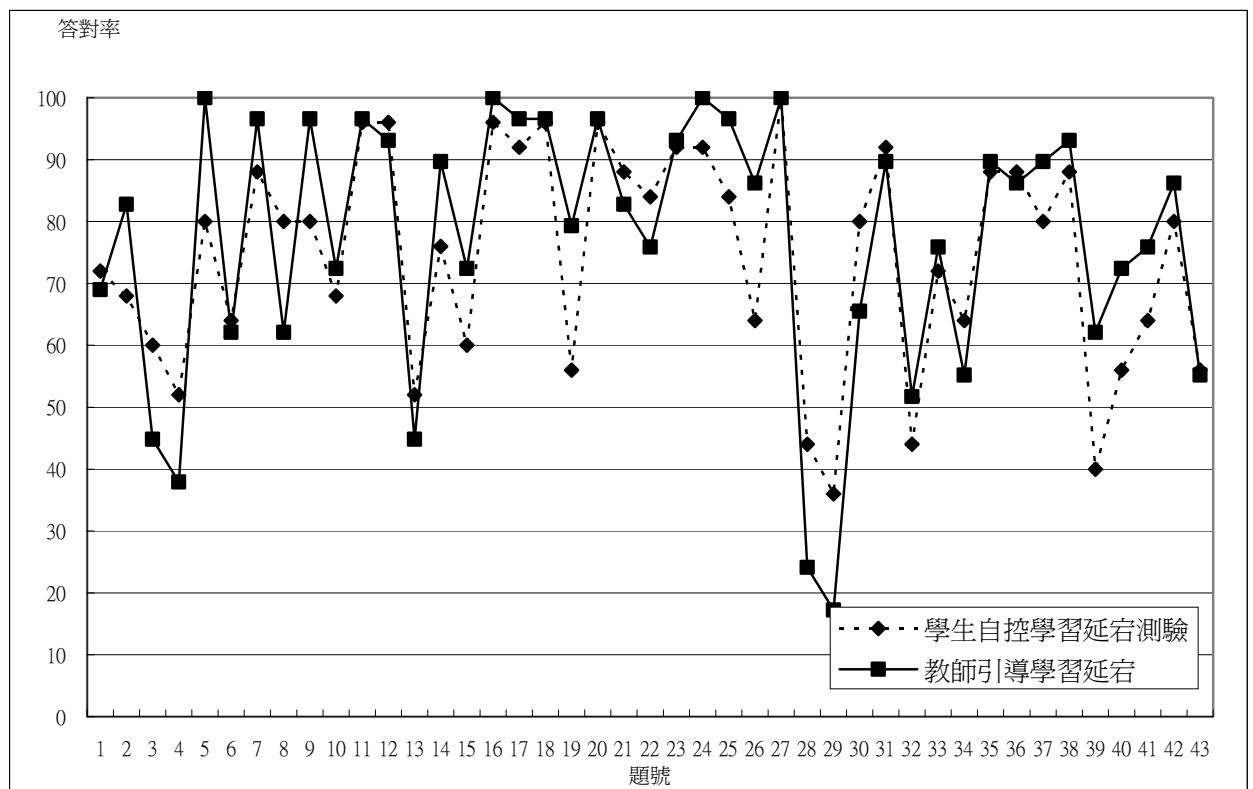


圖 4-2-5 兩班級學生在延宕測驗中各題的答對率

綜合第二節的分析結果，兩個班級的學生在力學概念測驗上表現有差異的題號與概念詳述於表 4-3-2。表 4-3-2 中的出現的概念內容多是學生最常有的另有概念（見表 2-1-1），教師引導班級在自由落體部分，教師引導班級表現較佳；合力、速度部分，學生自控班級表現較佳。

表 4-2-2 兩班級學生在特殊概念上的表現

概念內容	題號	教師引導 延宕或後測退步	學生自控 延宕或後測退步
位移	追上=位移相同 40		v
速度	速度方向代表運動方向	v	
	計算平均速度 10	v	v
	判斷 v-t 圖 41	v	
加速度	加速度大者，單位時間移動軌跡較大 39	v	v
自由落體	落地時間與重量無關 14		v
	落下過程速度越來越快 15		v
合力	靜止物體受合力為 0 5、6、19	v	v
	34	v	
	32		v
	物體受力=0 保持等速度運動 8、29、30	v	
	物體受力則具有加速度 28	v	v
	4	v	
慣性	42	v	

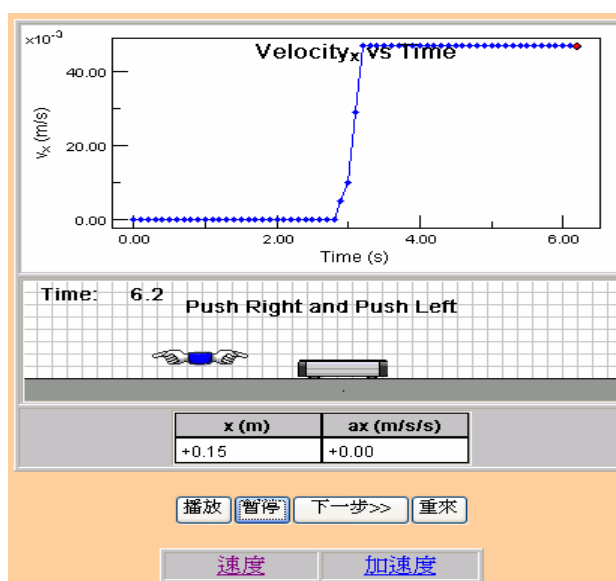
自由落體的概念，是不包含在預定的學習單學習內容，而教師引導班級學習過程中卻有提起這樣的概念，是因為有學生提出這樣的疑惑，所以可能造成兩班級學生表現的差異。以下是摘錄部份的討論內容：

- 
- 1 (916\_0923 教師引導班級
  - 2 教師與學生討論學習單第七單元的問題—自由物體上拋與落下時的運動過
  - 3 程為何，完成後諺廷發問)
  - 4 諺廷：老師那個賴鵬翔跟那個兩個差不多大隻一起掉下來
  - 5 老師：不會怎麼樣阿
  - 6 諺廷：它會比較快阿
  - 7 老師：賴碰 [賴鵬翔] 不會比較快阿
  - 8 哲雨：因為
  - 9 諺廷：因為賴碰體重比較重
  - 10 品均：對阿
  - 11 弘學：賴碰比較慢/因為體積比較大
  - 12 諺廷：我說體積差不多大的時候
  - 13 老師：賴碰跟一個體積差不多大的東西/但是質量比較小的東西/一起掉下
  - 14 來/兩個誰比較快
  - 15 弘學：一起掉下來
  - 16 數位同學：一樣快 (部分同學認為較快，部分則相反，開始議論紛紛)
  - 17 老師：一樣快/如果都不考慮空氣阻力喔
  - 18 賴碰：我比較快
  - 19 老師：你比較快/為什麼
  - 20 弘學：因為他手往這樣子比 (手上舉)
  - 21 老師：沒有拉/就全部的人都一樣
  - 22 俊偉：賴碰會比較慢
  - 23 弘學：賴碰有浮力
  - 24 老師：這個會講到/明天早自修我會上新的課程/就會講這個/講賴碰跟他的
  - 25 分身的故事

此部分的對話是在學生填寫學習單之際，諺廷突然提問：兩個賴碰[班上一位同學]但質量不同的物體一同從高處落下，何者會先落地（第4行）？老師直接給予答案（第5行）引起部分學生的注意，因為老師的答案與學生預期的不同（第6~12行）。於是老師將問題拋給全班（第13行）並給予限制條件（第17行），但由於需要黑板的書寫，當下老師認為在試聽教室並不適合，因此預告學生在下一堂課教授此部分的概念（第24行）。在接續課程當中有提到自由落體落下時間與物體重量無關，此部分概念在學生自控班級中未教導，可能造成兩班的差異。

學生自控班級在合力、速度部分表現較佳，合力概念的學習是在電腦模擬的單元九、十、十一，這部分的模擬可藉由手動方式控制施力時間、施力方向、控制物體運動方向，並即時呈現該物體的 v-t、a-t 圖，學生可以將力與運動結合，故此推論自控班級學生因親自操作這部分模擬而觀念較正確。

- 1 (917\_930\_221 學生自控班級)
- 2 (第十單元—牛頓第二運動定律，俊浩操作電腦，李雲唸題目，一開始兩3人不知如何操作動畫施力於物體上，幾番摸索後終於成功)



- 4 俊浩：施一個向右的力

- 5 李雲：它沒有說是什麼力
- 6 俊浩：向右移動
- 7 李雲：它說速度變化耶
- 8 俊浩：當我施一個力/你看喔/我施好幾個力耶/重來
- 9 李雲：施一個/施一個很快的力/很大的力
- 10 俊浩：那我已經施很多個力耶
- 11 李雲：那你就按一次就好了
- 12 俊浩：不對拉/你施了很多個力/是它越來越快
- 13 李雲：那你就按一次就好啦
- 14 俊浩：就這樣阿/突然變高就沒拉
- 15 俊浩：突然/所以咧/動一下就沒動拉/速度有/快一下就沒有變/不對
- 16 俊浩：不對阿/我沒在施力了/它怎麼會那麼高[指 v-t 圖的直線]
- 17 李雲：是不是它已經變這樣以後/然後在同一地方作等速運動
- 18 俊浩：可是它[台車]現在沒在動了阿
- 19 李雲：它是拉到有沒有在動阿/可是它有前進耶/這應該是等速/對阿這等速
- 20 度
- 21 俊浩：xx 推一下可以看這麼久/才推一下/可以看這麼久/這是什麼東東阿
- 22 李雲：好快喔
- 23 俊浩：喔/我知道因為這光滑平台/停拉
- 24 俊浩：報告報告/現在車子終於停下來了/xxx/這車子實在太可惡了

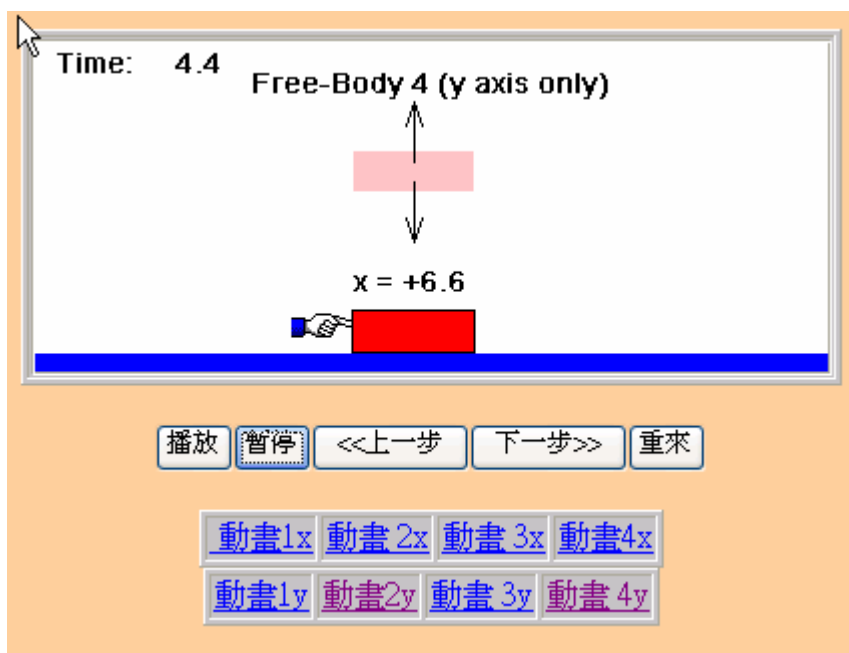
-----

在這個單元必須用滑鼠拖曳螢幕上的「手」去碰觸物體，一開始俊浩斟酌「施一個力」到底是要如何施力（第 8~13 行）？動畫上方的 v-t 圖是即時顯示該物體當時的速度，結果俊浩發現當他不再施力時 v-t 圖的直線並未如他想的回到速度為 0 的地方（第 16~18 行），李雲認為雖不再施力但物體仍在前進，所以仍有速度（第 19 行）。最後俊浩話鋒一轉又提到會為何車子可以動這麼久，原來是光滑的台面，沒有摩擦力（第 23 行）。

學生容易將速度與力作錯誤的連結，認為沒有力就應該沒有速度或是力的方向就是速度的方向，在這單元中，即時的 v-t 圖幫助學生釐清這部分的連結，學生可以藉由操控動畫，重複地檢視自己的想法是否正確。

在學生自控班級學習合力概念的過程，以以下的對話來說明。

- 1 (917\_923\_229 學生自控班級)
- 2 (第十一單元—兩力平衡，方塊作向右等速度運動，學生必須從 1x~4x 選出 x 方向正確的受力圖，從 1y~4y 選出 y 方向正確的受力圖。馥璟操作電腦，又融填寫學習單)



- 3 又融：按播放看看/按播放看看
- 4 馥璟：對拉/這個拉
- 5 又融：好奇怪
- 6 馥璟：他不會飄起來也不會掉下去/那當然是平衡拉
- 7 又融：兩個都動畫 4 對不對[意思是動畫 4y]
- 8 馥璟：因為兩力平衡/\ /合力等於 0 做等速度運動
- 9 馥璟：第一個寫合力等於 0 是做等速度運動/第二個寫合力等於 0[寫結論]
- 10 又融：不是/等速度運動
- 11 馥璟：不是/靜止不動
- 12 又融：哪有/你看它有靜止嗎
- 13 馥璟：上下/你有往上你有往下嗎
- 14 又融：可是下面這個在動耶



- 15 馥璟：可是你往/你看這裡你看這裡（按動畫 4y）/你有往下嗎
- 16 又融：那不/那這個就錯拉/
- 17 馥璟：合力等於 0 就是/沒有上下的運動阿/就寫沒有上下的運動
- 18 馥璟：合力等於 0/向下合力等於 0
- 19 又融：可是這兩個相等耶/你按播放看看（重播動畫 4y）
- 20 馥璟：對阿這兩個相等/在配上這個（動畫 4x）/然後就等速度運動拉
- 21 又融：蛤/這兩個
- 22 馥璟：這兩個/你看這兩個/它是合力等於 0
- 23 又融：對阿
- 24 馥璟：合力等於 0/它是都在這裡/他沒有往上跑也沒有往下跑/他靜止在
- 25 條線上
- 26 又融：喔/不能寫靜止阿/靜止它就不動阿
- 27 馥璟：上下/叫做/上下的合力等於 0 所以沒有上下的運動/就這樣/ok

-----

x 方向的力圖是比較容易理解的，因為 x 方向是等速度運動，馥璟提出兩點結論：合力為 0 時物體是靜止不動或是等速動（第 9 行），又融認為合力為 0 時，物體作等速度運動不會靜止不動（第 10 行），因為動畫中的物體是一直在運動著。接著馥璟提出證據說明 y 方向所受 0 且物體沒有作上下的運動（第 13 行），但又融沒有運動獨立性的概念，一直執意於物體仍在動（第 14 行），馥璟將 4x 與 4y 力圖結合便形成動畫中的物體（第 20 行），才讓又融理解。

學生容易將物體受力方向誤認為運動方向，學生自控組透過即時的動畫呈現與操作，更能了解運動中的物體所受合力為何、運動過程為何，但在教師引導班級是教師直接呈現動畫結果，學生沒有機會透過操作理解概念與思考，可能造成兩班學習上的差異。

### 第三節 力學成就測驗與電腦態度相關情形

此節分析學生的電腦態度與力學成就、後測進步分數的相關。研究工具採用黃世杰(民91)研究發展出一適合國中學生之電腦態度量表，以李克特五點總合量表方式編製，計30題。此部分的電腦態度是指個人對電腦及電腦相關資訊所表現出的穩定行為與情緒傾向，共有六個因素。本節分析內容包括比較兩班電腦態度分數是否具有差異？若有差異是出現在電腦態度的哪些細項上？電腦模擬的不同使用方式其電腦態度是否與後測分數有相關性？電腦態度與學生後測提高分數、延宕提高分數的相關性？電腦態度與教學情境是否交互影響學生成就？綜合以上結果回答研究問題二，電腦模擬的不同使用方式，學生的電腦態度與成就之間的關聯性。

#### 一、比較兩班電腦態度分數是否具有差異？

比較兩個班級的電腦態度平均分數，如表4-3-1，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。

表4-3-1 兩個班級及標的學生電腦態度平均分數

	電腦態度得分		電腦態度得分
教師引導 (35人)		學生自控 (34人)	
平均	80.58	平均	89.82
高成就學生	77.50	高成就學生	88.35
中成就學生	83.00	中成就學生	92.13
低成就學生	81.75	低成就學生	91.29

#### 二、若有差異是出現在電腦態度哪些因素的細項上？

針對上述結果，比較兩個班級在電腦態度差異的細項，由表4-3-3可知有四個細部有顯著差異，分別是「使用電腦的焦慮」（對於電腦使用或是電腦學習產

生的不安、焦慮、害怕、緊張的情緒行為反應)、「使用電腦的信心」(對於電腦使用及學習所表現出來的自信心。)、「對電腦設備的價值觀」(對於現今及未來各種電腦設備的必要及需求性之價值認知。)、「使用電腦的執著」(對電腦的信任及依賴與著迷)部分有顯著差異。其中可能會影響其學習成就的因素應是「使用電腦的焦慮」,Turkle (1984) 指出電腦對於那些不熟悉它的人而言,會造成相當激烈的情緒反應,因為電腦不僅帶來人類新鮮的刺激感受,同時也給人們一種不安全感(黃世杰,民91),學生可能會因對電腦的焦慮造成學習上的負擔。

表 4-3-2 教師引導與學生自控班級其電腦態度分項得分差異程度

教師引導 學生自控	總得分	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
	.002**						
		.000**					
			.015*				
				.021*			
					.153		
						.806	
							.002**

(\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ )

### 三、電腦模擬的不同使用方式其電腦態度是否與後測分數有相關性?

由表 4-3-3 可知,電腦模擬的不同使用方式其電腦態度在四個分項是有顯著差異,這四個項目否與後測分數有相關,結果如表 4-3-4,結果相關性皆相當低。

表4-3-3 電腦的不同使用方式學生的力學成就與態度分項之相關

總得分	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	
教師引導後測	.216	.244	-.004	.306	.299	.031	.064
學生自控後測	.015	.186	-.194	-.108	.313	-.075	-.117

#### 四、電腦態度與學生後測提高分數、延宕提高分數的相關性？

由表4-3-5可知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，但是不保證能有高度學習科學概念的理解。但是學生自控班級相關性隨著時間而提升（仍屬低度相關），教師引導班級對電腦態度則是隨時間而降低，顯示電腦的不同使用方式，仍會影響學生的成就。

表4-3-4 電腦的不同使用方式學生的力學成就與態度之相關

	教師引導班級 態度	學生自控班級 態度
後測相關	.216	.015
後測提高分數相關	.022	.198
與延宕提高分數相關	.024	.257

#### 五、電腦態度與教學情境是否交互影響學生成就？

電腦的使用方式與電腦態度對學生的成就是否會有交互作用？針對兩班不同教學情境（教師引導與學生自控組）與電腦態度，以 SPSS 作二因子變異數分析，比較主要效果以及交互效果的考驗。由表4-3-2可知群組的差異（教師引導與學生自控）與後測分數是沒有顯著差異（ $F(1,37)=1.531, p>.01$ ），而電腦態度也與後測分數沒有顯著差異（ $F(2,37)=1.381, p>.01$ ），更進一步地，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（ $F(2,37)=.078, p>.01$ ）。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。

表4-3-5 電腦使用方式與電腦態度之獨立樣本變異數分析

	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
群組	560.748	1	560.748	1.531	.224
電腦態度	1011.163	2	505.582	1.381	.264
群組*電腦態度	56.903	2	28.451	.078	.925
誤差	13548.958	37	366.188		
總和	251112.930	43			

## 第四節 教師引導班級與學生自控班級的投入與對話

此節主要分析兩個班級使用電腦模擬過程的對話，分析方法採逐字紀錄學習過程的對話，加以編碼後，利用 Nvivo 軟體計算對話中小節（episode）的總數與頻率，藉以了解兩班級學生在學習過程的投入（engagement）內容是否具有差異。教師引導班級是紀錄全班學生與教師的對話，而學生自控班級則是側錄高、中、低三組標的學生的對話（包括師生對話），再加以統計。以下幾個面向分析對話：投入程度、投入內容、對話互動模式、對話步驟、小組型態、對話內容、提問人、提問內容。此分析結果欲回答研究問題三，電腦模擬的不同使用方式，學生投入程度是否有差異？

### 一、投入程度分析

表 4-4-1 是兩班級學生對話中小節的總數與各項投入次數。小節總數即是對話分段總數，每個分段代表學生活動的轉變。學生活動屬於認知投入者包括操作動畫了解問題、求救、反思、數學計算、處理學習單上問題；行為投入指的是寫學習單完成學習任務；非投入則是討論其他問題。

表 4-4-1 兩班級學生對話小節總數與各項投入次數

投入	教師引導（次數）	百分比	學生自控（總次數）	百分比
小節總數	350		397	
認知投入	239	68.29%	259	65.24%
行為投入	67	19.14%	74	18.64%
非投入	44	12.57%	64	16.12%

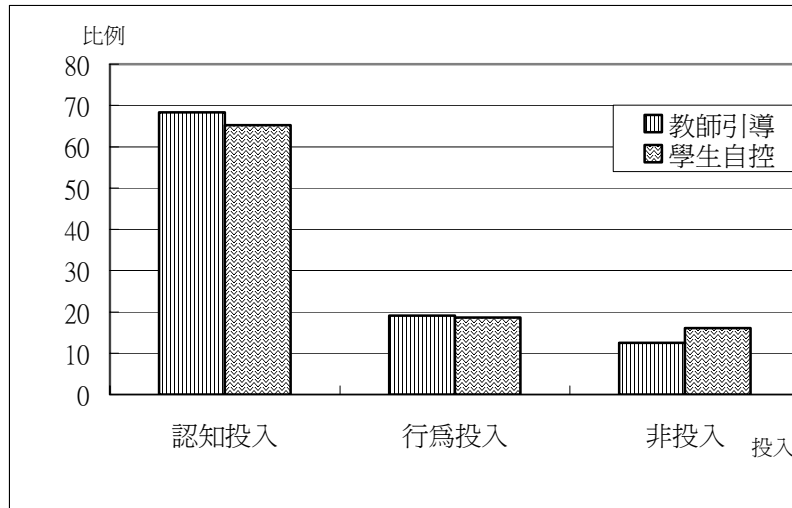


圖 4-4-1 兩班級學生不同投入的程度

由圖 4-4-1，教師引導班級中認知投入佔 68.29%，行為投入佔 19.14%，非投入佔 12.57%；學生自控班級認知投入佔 65.24%，行為投入佔 18.64%，非投入佔 16.12%。顯示兩班級在使用電腦學習力學概念時，認知與行為的投入比例是相近的，雖然教師引導班級在教師決定學習流程情況下，較少非投入行為發生，而學生自控會出現學生聊天、討論其他問題的非投入行為，但兩班學生皆以認知投入佔高比例，也因此兩個班級即使經過不同教學方式皆可達到顯著差異。

教師引導班級的非投入情形並不低，當中非投入的小節多是有教師參與對話，內容包括教師的教室管理、學生的突發狀況，甚少是學生自個兒聊天，且非投入的時間較短，因為老師會掌控言談方向。

- 
- 1 (916\_0923 教師引導班級
  - 2 學生正在寫學習單的時間，老師準備進行第七單元)
  - 3 老師：xxx 有在聽嗎？
  - 4 葉潔：有/他都有寫
  - 5 老師：來第七單元/自由落體
  - 6 諺廷：老師沒有玩
  - 7 俊偉：老師只有玩旋轉木馬
  - 8 葉潔：老師有玩拉
  - 9 (開始很多同學爭論老師到底有沒有去玩)

10 老師：好了/不要這麼關心老師/來播放動畫

---

上述對話當中，當老師要進行下一單元—自由落體時，學生聯想起畢業旅行時在遊樂區玩的「自由落體」設施（第6行），同時也引起其他同學的迴響（第7~9行）。當學生有非投入行為出現時，老師會主動切入，讓學習主軸又回到課程內容（第10行）。

而學生自控班級的非投入多是組員或是跨組之間的聊天，有時是關心其他組員做到第幾單元，有時則是直接討論下一節要考試的科目。

---

- 1 (917\_923\_336 學生自控班級)
  - 2 (明傑跳回主頁，預備進行下一單元—自由落體)
  - 3 明傑：自由落體
  - 4 方瑄：阿可[某位同學]說這很簡單/自由落體/小溫你有沒有去玩/
  - 5 明傑：蛤
  - 6 方瑄：自由落體/讚
  - 7 明傑：好/我每個都有玩
  - 8 方瑄：你沒有玩 xx 飛行對不對
  - 9 明傑：什麼是 xx 飛行
  - 10 方瑄：就是趴上去一直晃/它是用趴的
  - 11 明傑：喔那個我玩過
  - 12 方瑄：就是我下來/然後
  - 13 明傑：玩到/做到地板上玩/就是你們....
  - 14 (一直談論持續 1 分 38 秒)
  - 15 方瑄：播放播放
- 

學生自控班級因較不受教師的控制與約束，容易出現非投入的行為，且往往進行的時間過長，直到有一方提醒應該進行下一單元。

## 二、認知投入細目分析

根據認知投入的細目，包括操作動畫了解問題、處理學習單問題、求救、反思、數學計算，比較兩組學生認知投入內容，如圖 4-5-2。就認知投入的細部項目，整體而言兩班級皆以「處理學習單上的問題」、「操作動畫了解問題」、「求救」比例最高。教師引導班級在「處理學習單上的問題」與「求救」占較高的比率，學生自控班級則是在「操作動畫了解問題」與「數學計算」略勝一籌且出現「反思」，這是教師引導班級中所未發現的。在本研究，反思的定義指的是學生透過比較或是其他因素，回過頭再思考、處理以前完成過的問題。

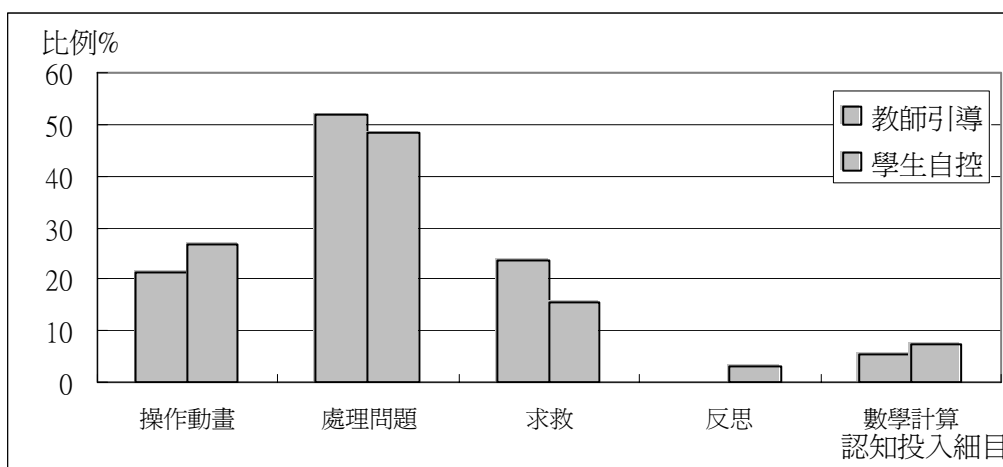


圖 4-4-2 兩班級學生認知投入細目的情形

學生自控班級出現的「反思」

- 1 (917\_914\_229 學生自控班級)
- 2 (又融操作，原本要進行第六單元，但又融建議回到動畫的第四單元已確
- 3 定一下答案)
- 4 又融：先去第四單元看一下
- 5 又融：借看一下第四單元第五題/第四單元第五題/借我對一下/乜/面積在
- 6 這裡/這什麼圖/看一下喔/馬上
- 7 馥璟：這放這裡好礙眼[指麥克風]
- 8 又融：沒有我現在看這個/3 秒內/3 秒內/3 秒內/3 秒內
- 9 又融：因為答案跟人家不一樣



10 又融：/\沒錯阿..那他錯

11 馥璟：誰阿

又融可能之前看過其他人的學習單後，發覺第四單元第五題內容與自己填寫的不一致，於是建議回到第四單元重新觀看動畫（第4、5行），並向馥璟解釋是因為看見與其他同學答案不同才想重新確定答案（第9行）。而經檢視後發現自己的答案沒錯（第10行）。學生自控班級的「反思」多出現在小組向其他組員求救或參考學習單上答案後出現的，在教師引導班級中多是教師提問、學生回答，答案多經由教師確認，因此未有這樣的機會讓學生檢視答案。

### 三、對話互動模式分析

對話的互動模式分成討論、問答、陳述。討論是針對同一議題有三人以上的對話，或是兩人來回對話、兩次以上；問答模式通常是提問、回應、評估即結束對話。陳述是以肯定直述的方式互動，通常對方依然會給予回應或評估。

表 4-4-2 是兩班級學生對話的互動模式

對話互動模式	教師引導（次數）	百分比	學生自控（次數）	百分比
討論	45	13.12%	65	14.44%
問答	194	56.56%	177	39.33%
陳述	104	30.32%	208	46.22%

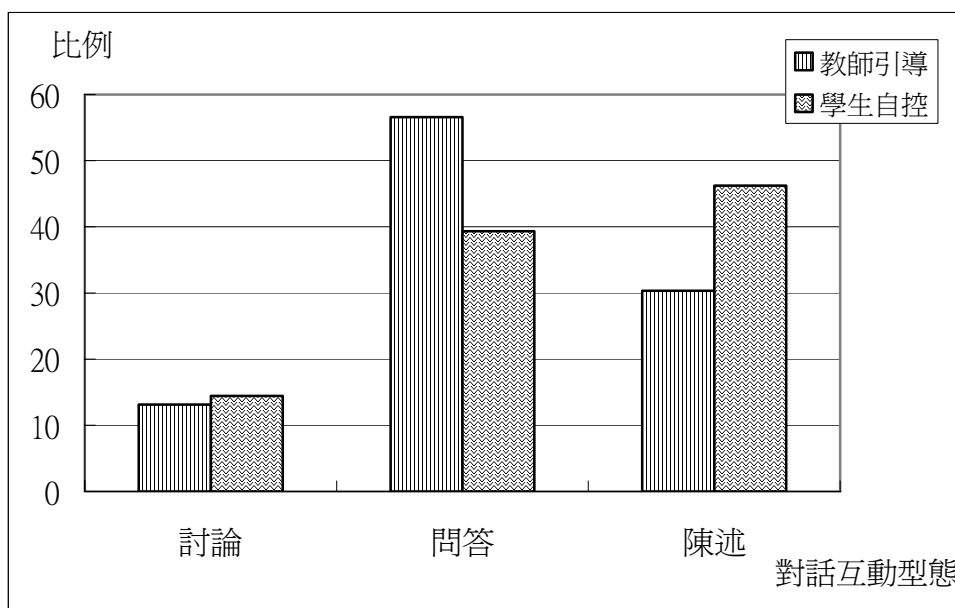


圖 4-4-3 兩班級學生對話互動模式

表 4-4-2 及圖圖 4-4-3 得知教師引導班級互動模式中，討論佔 13.12%，問答佔 56.56%，陳述佔 30.12%，顯示教師多以「問答」方式來與學生互動學習、「陳述」概念方式次之；學生自控班級中，討論佔 14.44%，問答佔 39.33%，陳述佔 46.22%，顯示學生自行使用電腦時多以「陳述」答案或概念方式互動。教師引導班級多以問答方式進行互動，主要是教師提問學習單上的問題讓學生作答。

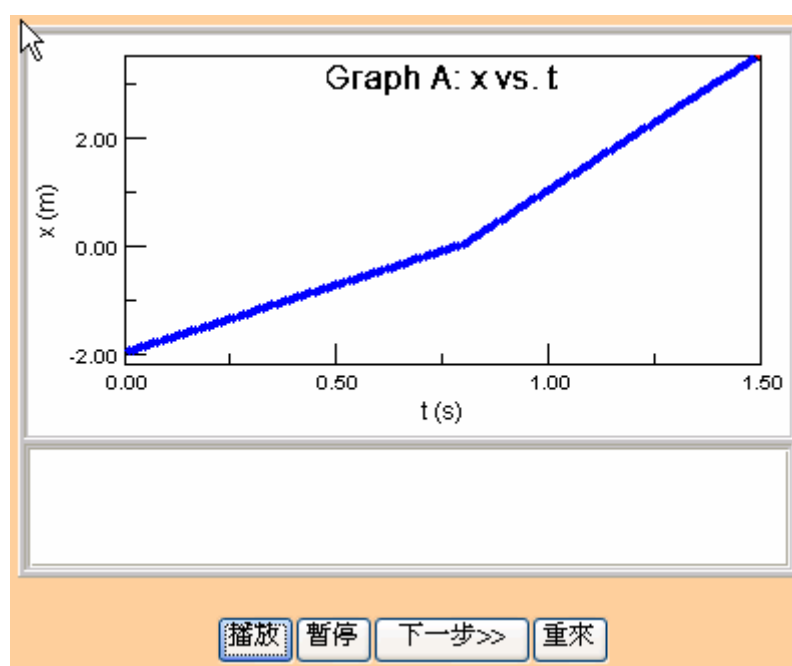
- 
- 1 (916\_0923 教師引導班級)
  - 2 (教師直接提問學習單上第六單元的問題來進行教學)
  - 3 老師：所以來看/這個 v-t 圖斜直線代表什麼意思
  - 4 弘學：加速度
  - 5 數位同學：加速度
  - 6 老師：所以氣球作
  - 7 全班：加速度
  - 8 老師：很好/加速
- 

例子中教師直接以「問答」方式進行單元教學（第 3 行），一開始回答的同

學較少，即使答案是正確的（第 4、5 行），教師未作評估而是重新再提問一次（第 6 行），待較多同學回答之後（第 7 行），教師才對答案作高度評估（第 8 行）。這樣的模式一直重複在課程中出現。

而學生自控班級，學生先自行閱讀學習單，再直接陳述題意或答案或操作步驟。

- 
- 1 (917\_910\_229 學生自控班級)
  - 2 (又融與馥璟欲將 v-t 圖兩段斜直線所代表意義轉換成軌跡圖，此回學習單上的問題，又融操控電腦，馥璟寫學習單)



- 4 又融：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
  - 5 馥璟：越來越快阿
  - 6 又融：喔/這邊是更快的/你先畫一點密/阿它們兩個瞬間.... (不清楚) /
  - 7 你先畫一點密的/等速度運動/密的/然後突然變很快很快
  - 8 馥璟：沒有等速阿/這越來越大
  - 9 又融：對這邊的時候幅度會更大/你這邊變減速
  - 10 馥璟：唉優沒關係拉
  - 11 又融：好拉這樣就可以/圖 E
-

又融與馥璟欲找出符合下方軌跡圖的 v-t 圖，又融先按了圖 D，發現它是兩段不同斜率的斜直線，於是又融先陳述答案認為圖 D 是錯誤的（第 4 行），並提問比較陡的線是代表什麼意思（第 5 行），指出後段速度大於原先速度，所以後段軌跡間隔應畫得比較大（第 7 行），但是還是得維持等速，馥璟似乎不懂又融的意思，強調後段速度較大（第 8 行），但畫出得間隔卻比較小，所以又融提醒她這樣會變成減速（第 9 行）。

- 
- 1 (917\_910\_336 學生自控班級)
  - 2 (操作動畫第四單元，方瑄陳述指示操作的步驟)
  - 3 方瑄：等/按一下重來/按一下/重來/對阿/車速一開始一樣/後面就變快/
  - 4 你看喔/他本來差這麼多/等下看最後//然後開到這邊/你看他的車頭已經
  - 5 變到車尾了
  - 6 明傑：所以/越變越快
  - 7 方瑄：越來越快
- 

學生自控時常以「陳述」的方式操作指示或是表達意見，接著組員會給予評估或是覆誦，這是與教師引導班級教室裡一問一答方式較大差異之處。

#### 四、對話步驟分析

對話步驟包括提問、回應、評估正確性、領會、重複提問、覆誦等六部分。

表 4-4-3 兩班級學生的對話步驟

對話步驟	教師引導(次數)	百分比	學生自控(次數)	百分比
評估正確性	103	46.82%	109	47.39%
領會	49	22.27%	32	13.91%
重複提問	43	19.55%	3	1.3%
覆誦	25	11.36%	86	37.39%

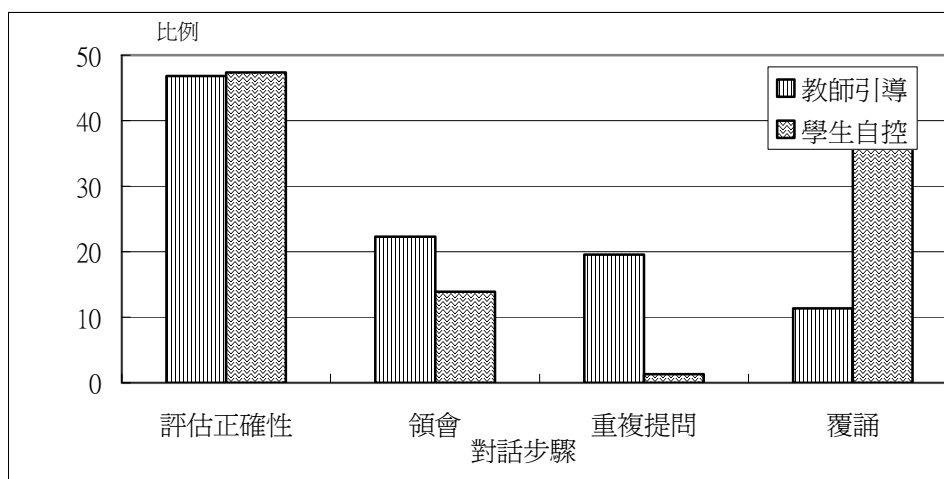


圖 4-4-4 兩班級學生的對話步驟

教師引導班級對話步驟，以「評估正確性」佔比例最高，佔 46.82%，「領會」次之 22.27%；學生自控班級中「評估正確性」也佔高比例 83.21%，但相對地「覆誦答案」出現比例高於教師引導班級，佔 37.39%。

「評估正確性」與「領會」屬於認知的投入，而「重複提問」與「覆誦」則屬於行為投入。由圖 4-5-4 可看出教師引導班級裡屬於對話步驟的認知投入佔 69.09%，行為投入佔 30.91%，而學生自控班級認知投入佔 61.30%，行為投入佔 38.69%，所以兩班級學生在學習力學概念的對話中，屬於認知投入的步驟還是佔多數。兩個班級的行為投入雖佔比例差不多，但是內容卻是相異的，教師引導是「重複提問」居多，而學生自控則是「覆誦」，顯示教師引導班級中，教師以「重複提問」的方式與學生互動，引導學生去尋求正確的答案，學生自控班級兩人對話常以「覆誦」方式來確定對方的答案。

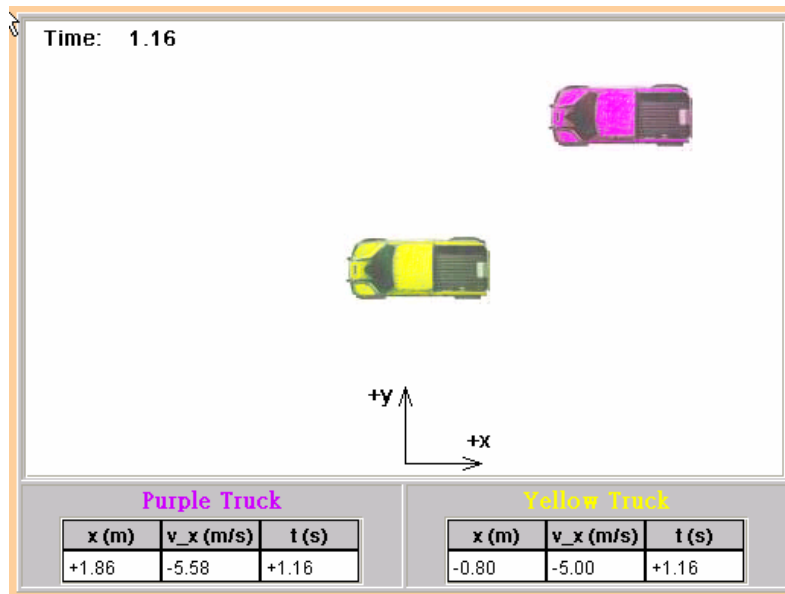
表 4-4-3 顯示兩班級學生中對話中「評估正確性」的比例居高，但教師引導班級的評估者是教師（第 6 行）。

- 
- 1 (916\_0913 教師引導班級)
  - 2 (教師提問動畫內容，已確定學生了解 v-t 圖的含意)
  - 3 老師：那水平線咧
  - 4 弘學：等速度
  - 5 家華、哲雨：等速度

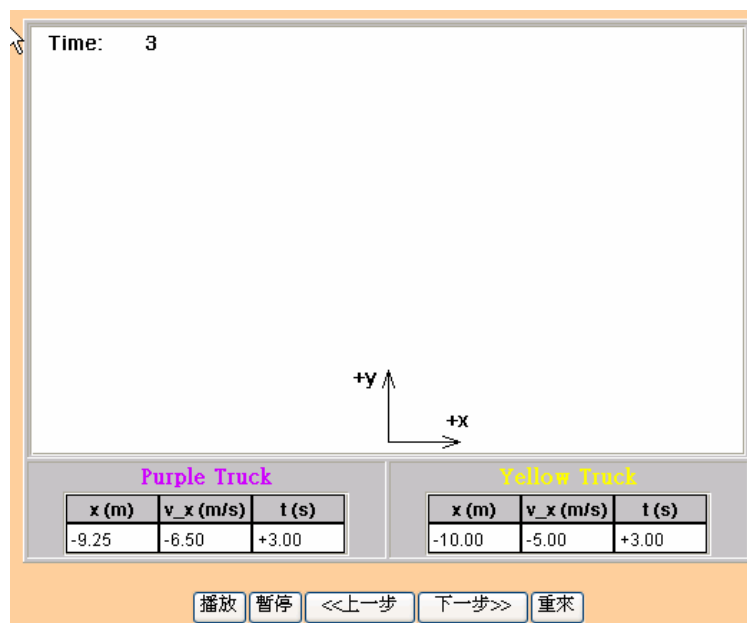
6 老師：很好等速度

但學生自控班級評估者多是學生，學生可藉由評估對方的答案而具有認知投入的機會。

1 (917\_910\_229 學生自控班級)



2 (第四單元，又融和馥璟討論紫車是否在三分鐘內可以追趕上黃車)



3 馥璟：到3秒就好啦/車咧[車子在螢幕外]

4 又融：沒關係看下面(馥璟將網頁往下拉)/還沒還沒/等一下/有嗎/ㄗ/

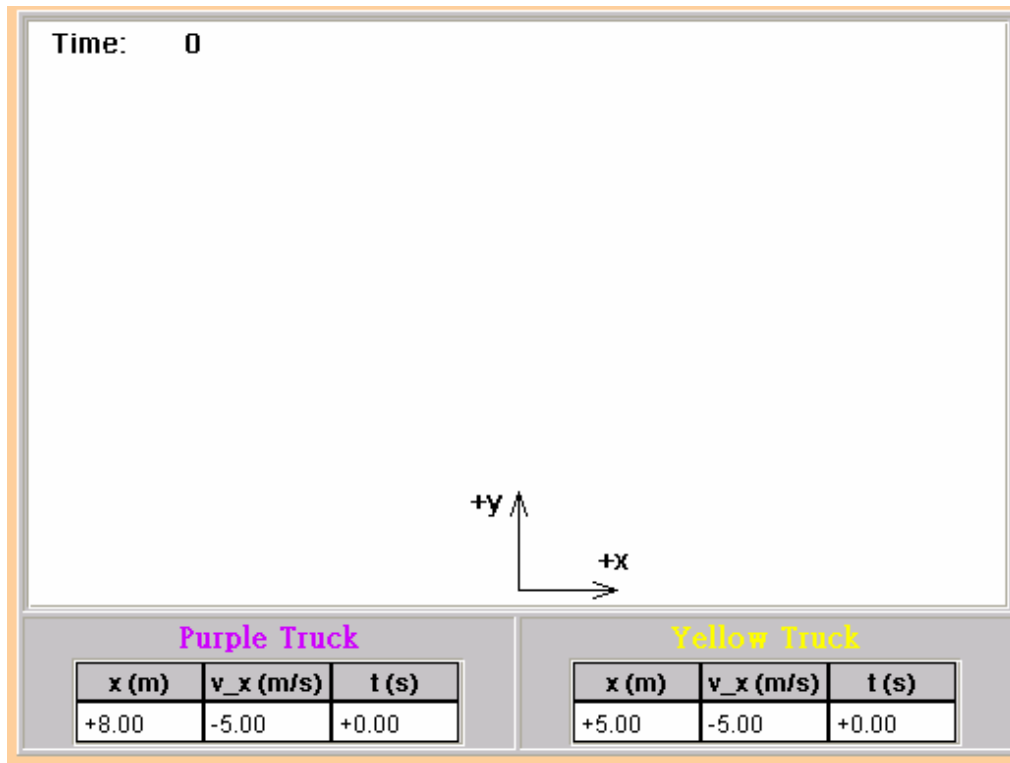
- 5 回去看上一步
- 6 馥璟：看這裡看這裡[表格數據]
- 7 又融：按一下上一步
- 8 馥璟：-10/-9.25/不行拉
- 9 又融：喔喔/因為
- 10 馥璟：為什麼/因為它的位移
- 11 又融：因為/因為
- 12 馥璟：哼哼/因為/因為黃色車走的距離比紫色車大
- 13 又融：走的位移
- 14 馥璟：哪是阿/位移比較小好不好/位移是負的/對位移比較大/就寫黃色車
- 15 位移比紫車大就好
- 16 又融：小吧
- 17 馥璟：大拉
- 18 又融：-10 跟-9.
- 19 馥璟：那是方向/那是方向不是大小
- 20 又融：喔/黃色車的位移比紫色車大/紫色/

-----

又融和馥璟討論三分鐘內紫車是否有追趕過黃車，因為三分鐘後兩台車均跑出螢幕框外，所以又融提醒可以以下方的表格數據來了解兩台車的相對位置（第4~6行），馥璟發現黃車在-10而紫車在-9.25的位置，認為紫車未追上黃車（第8行），因為行車所走的距離較大（第12行），又融認為是位移（第13行），馥璟馬上反駁應該是位移較小（第14行），但馬上又發現負只是方向，所以是黃車位移較大（15行）。但又換又融有相同疑惑了（以數學正負的估觀點來比較），經馥璟解釋後（第19行），兩人終於達成共識（第20行）。學生自控方式兩人在討論過程是不斷地評估對方的答案（第13~19行）。

此外，教師引導班級的對話步驟偏多「重複提問」，且重複提問者多是教師，尤其當學生提問時或是學生的答案具有不確定性時，對話裡特別容易出現「重複提問」，此時學生可能會修改答案或是教師會進一步釐清題意以幫助學生答題。

- 
- 1 (916\_0913 教師引導班級)
  - 2 (教師要學生由動畫裡的數據預測車子會從螢幕哪一邊出來，來確定學生 3 是否了解速度正負的概念。



- 4 弘學：老師初速是右邊還是左邊
- 5 老師：這邊代表+x 對不對（指圖中座標）/所以他說-5/你的車子會從這邊
- 6 出還是這邊出來
- 7 哲雨：從這邊出來
- 8 秉易：從這邊出來
- 9 老師：左而右還是右而左
- 10 數位同學：右而左
- 11 (教師操作動畫)

-----

由動畫下方表格數據可知，紫車初位置在+8cm 速度為  $-5 \text{ cm/s}^2$ ，黃車初位置+5cm 速度為  $-5 \text{ cm/s}^2$ ，教師要學生預測車子會從哪一方出現（非學習單問題），弘學馬上詢問正負方向為何（第 4 行），當學生提問，教師未直接回答，而是給予提示後重複提問（第 5 行），學生比較了解題意之後開始發出答案（第 7、



8 行)，教師為確定學生皆能了解又再度重複提問（第 9 行），之後由動畫來揭曉答案（第 11 行）。當學生不確定答案或是答案不正確時，老師也會以重複提問的方式要求學生再思考。

而這樣的步驟在學生自控班級中甚少出現，學生自控班級偏多「覆誦」的步驟。通常這樣的步驟出現在填寫學習單時，是為了確認彼此的答案。如以下的例子，又融重複陳述答案為了確認答案或表示認同（第 6 行）。

- 
- 1 (917\_910\_229 學生自控班級
  - 2 (回答第三單元的題目)
  - 3 馥璟：X-T 圖斜直線代表
  - 4 又融：等速度向前/等速度
  - 5 馥璟：等速度運動拉
  - 6 又融：對等速度運動/等速度就好
- 

#### 五、對話內容次數比較

學生的對話內容可分成八類：非學習單的概念問題、學習單的概念問題、任務、操作、動畫內容、教室管理、學習環境與其他。表 4-4-4 為兩班級學生的對話內容比較。

表 4-4-4 兩班級學生的對話內容分佈

對話內容	教師引導(次數)		學生自控(次數)	
非學習單的概念問題	64	16.49%	28	5.22%
學習單的概念問題	142	36.60%	180	33.58%
任務	40	10.31%	134	25.00%
操作	15	3.87%	81	15.11%
動畫內容	95	24.48%	108	20.15%
教室管理	19	4.9%	3	0.56%
學習環境	13	3.35%	2	0.37%

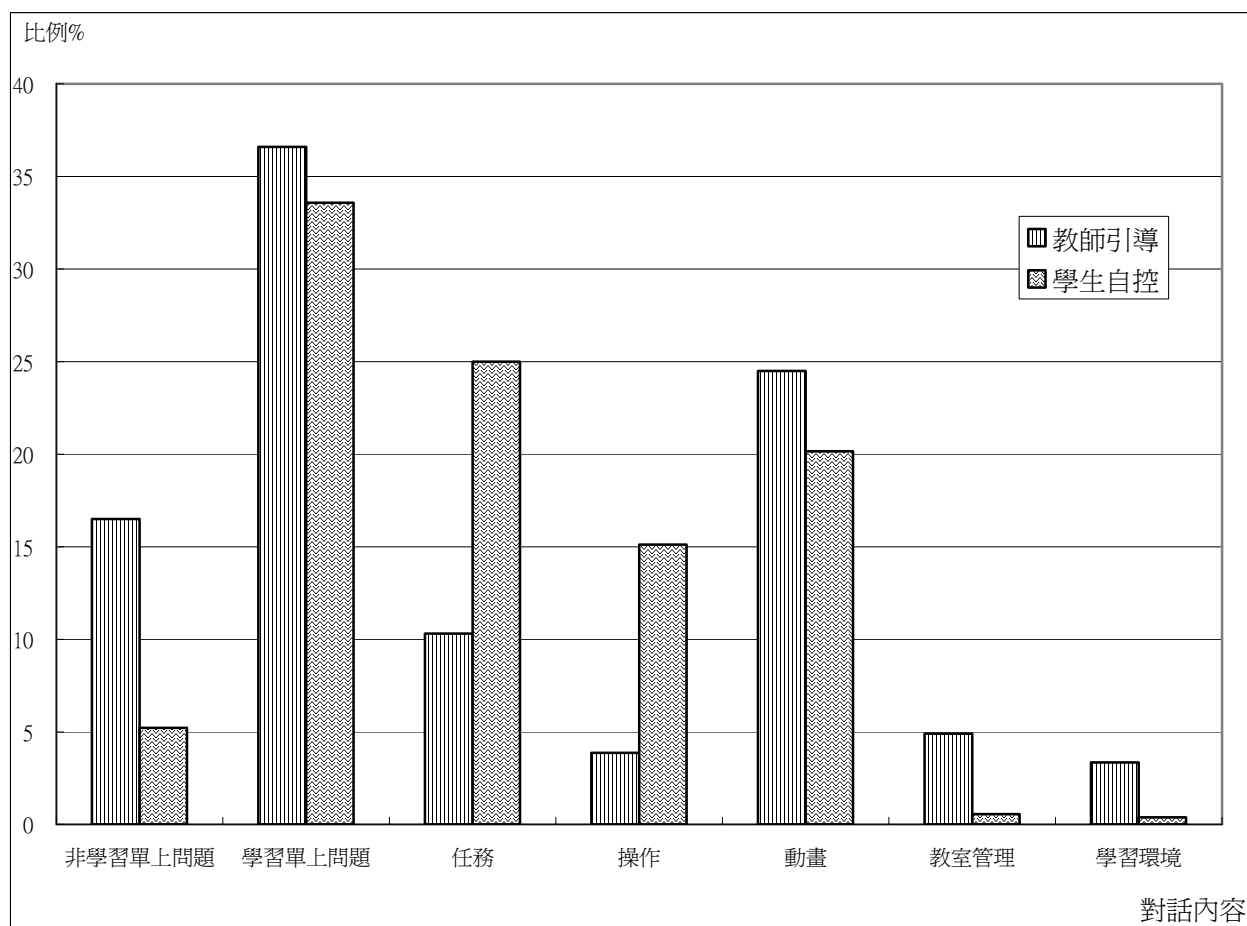


圖 4-4-5 兩班級學生的對話內容

由圖 4-5-6 可知，教師引導班級的對話內容多是「學習單上問題」(36.60%) 與「動畫內容」(24.48%)；學生自控班級「學習單上問題」(33.58%) 依然居高位，「任務」次之 (25.00%)。顯示兩班級學生都投入於解決學習單上的問題。

「非學習單的概念性問題」與「學習單的概念性問題」屬於認知投入，「任務」、「操作」、「動畫」、「教室管理」、「學習環境」則屬於行為投入。教師引導班級的對話內容屬於認知投入佔 53.09%，行為投入佔 46.91%；學生自控班級認知投入偏少，佔 38.8%，行為投入佔 61.2%。顯示教師引導班級對話內容較偏認知投入。

學生自控班級的對話比教師引導班級有較多「任務」的對話，原因是學生必須自行使用學習單，可能對於學習單上的問題或是要求會有較多的問答，因此對話會傾向於「操作」與「任務」。

1 (917\_910\_229 學生自控班級)

- 2 (又融與馥璟因不了解學習單上任務的要求，轉而求救教師)
- 3 又融：老師阿/為什麼這邊會有兩個/老師明明就只有一個對的為什麼會
- 4 有兩個給我們
- 5 老師：嗯/圖幾正確的應該是誰/所以如果你選了圖 A/那 BC 正確的應該怎
- 6 樣
- 7 馥璟：喔好好好

-----

又融與馥璟因不了解學習單上有兩個方框到底要如何填寫，於是向教師求救，學生自控方式學習比較容易有「任務」或「操作」方面的問題。

而教師引導班級則是「非學習單上的概念問題」偏高。教師引導班級中「非學習單上的概念問題」多是教師提出 (60.3%)，目的是為了解決學習單上的前置問題或是提示。

- 
- 1 (916\_0914 教師引導班級)
- 2 (教師解釋動畫中紫車的速度是負的，但是為何能追趕上黃車，引入加速
- 3 度與速度對車子運動狀態的影響，此部分的問題非學習單上的問題)
- 4 老師：原來速度是正方向
- 5 俊偉：越來越快
- 6 老師：加速度也是正方向/所以車子越來越
- 7 全班：快
- 8 老師：如果是原來速度是正/加速度是負
- 9 諺廷：越來越慢
- 10 老師：就會越來越
- 11 全班：慢
- 12 老師：那它一開始速度是負/加速度也是負/所以它會往/紫色車會往左邊越
- 13 來越快/有沒有問題/
- 14 全班：沒有

-----

學生一開始容易將速度為負的視為速度會越來越慢，於是教師引入加速度與速度之間的關聯，當速度為正，加速度為正，車子會越來越快，當速度為負加速

度為正，則車子會越來越慢（第 4~10 行），之後，再與動畫中的紫車作連結，紫車的初速度為負（ $-5 \text{ cm/s}^2$ ），但其加速度也是負的，所以紫車會越跑越快（第 12、13 行）。

教師引導班級亦出現「教室管理」與「學習環境」的對話內容，主要是教師控制秩序與單槍投影發生螢幕消失的問題

- 
- 1 (916\_0913 教師引導班級
  - 2 (出現學習環境問題，視聽教室的單槍螢幕突然消失)
  - 3 哲雨：老師是你喔（以為是老師碰到螢幕才消失）
  - 4 老師：沒動阿
  - 5 哲雨：（螢幕突然恢復原狀）你看
  - 6 老師：是不是很久沒用它就會消失阿
  - 7 多數同學：你剛壓到遙控器
  - 8 老師：又沒壓阿/空氣壓阿

- 
- 1 (916\_0913 教師引導班級
  - 2 (老師停下來讓學生填寫學習單)
  - 3 老師：女生有在寫嗎
  - 4 家華、葉潔：有有有
  - 5 智誠：為什麼都不關心男生
  - 6 家華：他吃醋了
  - 7 智誠：難怪教不會男生
  - 8 哲雨：老師他吃醋
-

## 六、參與者

教師引導班級與學生自控班級的小組互動型態是有很大的不同，表 4-4-5 可看出兩班級的互動型態分別是偏向教師中心與學生中心，在教師引導班級中「三人以上小組」討論次數多於學生自控班級，顯示教師引導班級雖是以教師為中心，卻不意味師生之間沒有高度互動。

表 4-4-5 兩班級學生的小組互動型態

	教師引導 (次數)		學生自控 (次數)	
<b>小組互動型態</b>				
教師對全班/教師對個人	244	66.3%	30	6.65%
兩人小組	4	1.09%	325	72.06%
個人活動	22	5.98%	10	2.22%
三人以上小組	79	21.47%	58	12.86%
<b>提問人學生</b>				
提問非學習單上問題	27	27.59%	8	2.29%
提問學習單上問題	24	31.03%	171	49.00%
提問操作問題	27	6.90%	75	21.49%
提問任務	6	10.34%	102	29.23%
<b>提問人教師</b>				
問非學習單上問題	41	16.94%	13	27.08%
問學習單上問題	227	48.35%	4	8.33%
問操作問題	9	3.72%	5	10.42%
問任務	24	9.92%	18	37.5%
問教室管理	7	2.89%	3	6.25%

教師引導班級多是教師對全班或是個人與教師對話的小班級型態，佔 66.30%；學生自控班級多是兩人小班級對話的型態，72.06%，此結果確定兩班

級學生的學習方式是迥異的。跨組是出現三人以上的對話，教師引導班級中跨組情形高於學生自控班級，佔 21.47%，顯示教師引導班級中學生仍然是擁有高互動對話的機率。

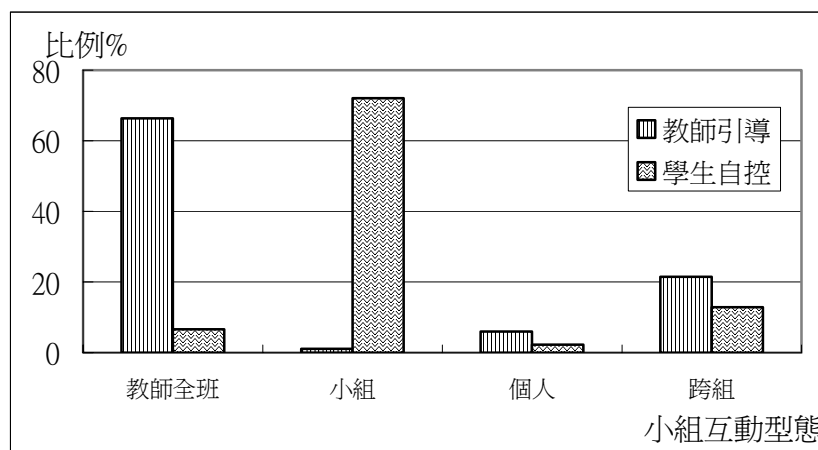


圖 4-4-6 兩班級學生的小班級互動型態

由表 4-4-5 及圖 4-4-7 知，教師引導班級中，教師為提問人佔 73.56%，而學生自控班級中，學生為提問人佔 87.91%。顯示當教室的主控權由教師移向學生時，學生發問的機會俱增。

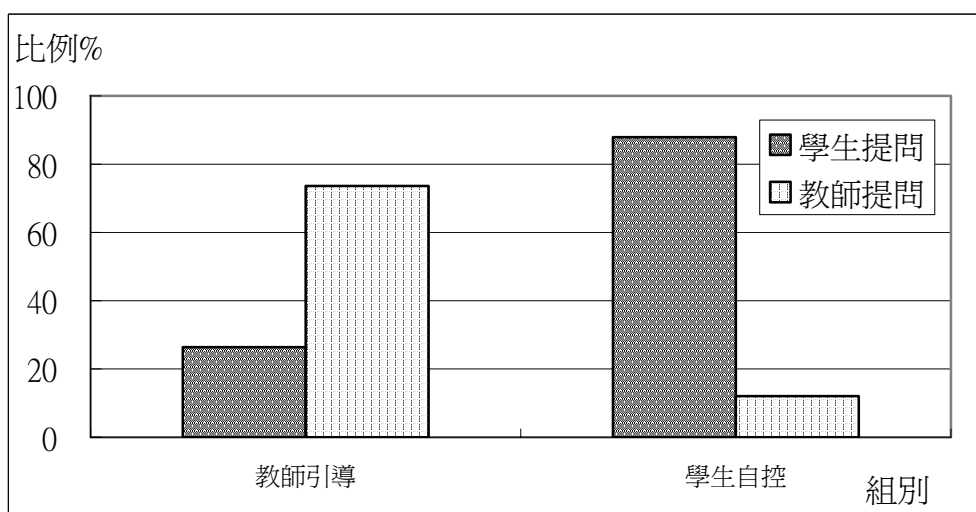


圖 4-4-7 兩班級對話中的提問人

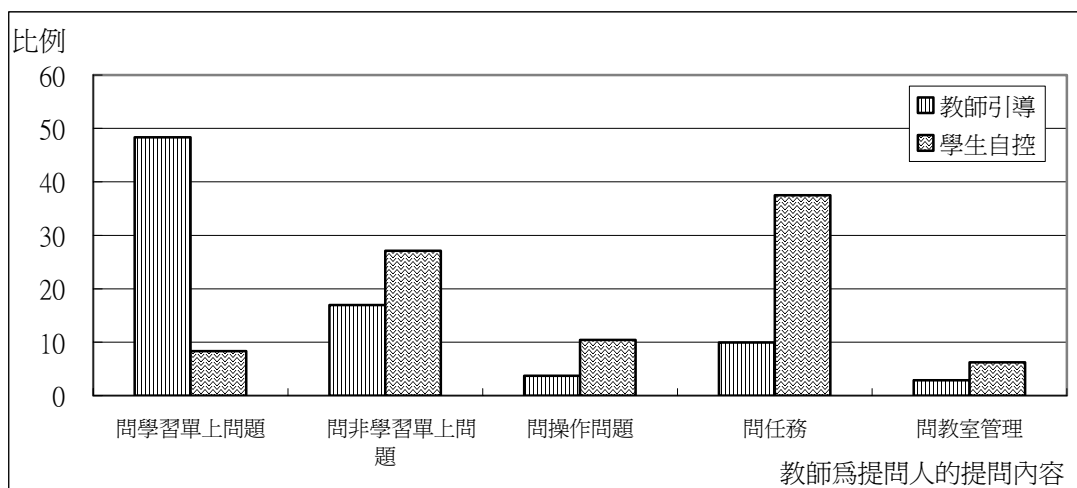


圖 4-4-8 教師為提問人的提問內容

在教師引導班級中，教師提問多是「學習單上的問題」(48.35%)，其次是「非學習單上概念性的問題」，佔 16.94%；學生自控班級中，教師提問多是「任務」性的問題，其次是「非學習單上概念性的問題」。電腦的不同使用方式，教室的重心由教師移向學生，但是教師仍具有概念學習的掌控權，所以教師提問高比例的「非學習單上概念性的問題」。學生自控班級中教師提問「任務」問題明顯偏高，顯示教師此時的角色已成為協助、監督者。兩班級當中教師提問「操作」與「教室管理」的比例均偏低。

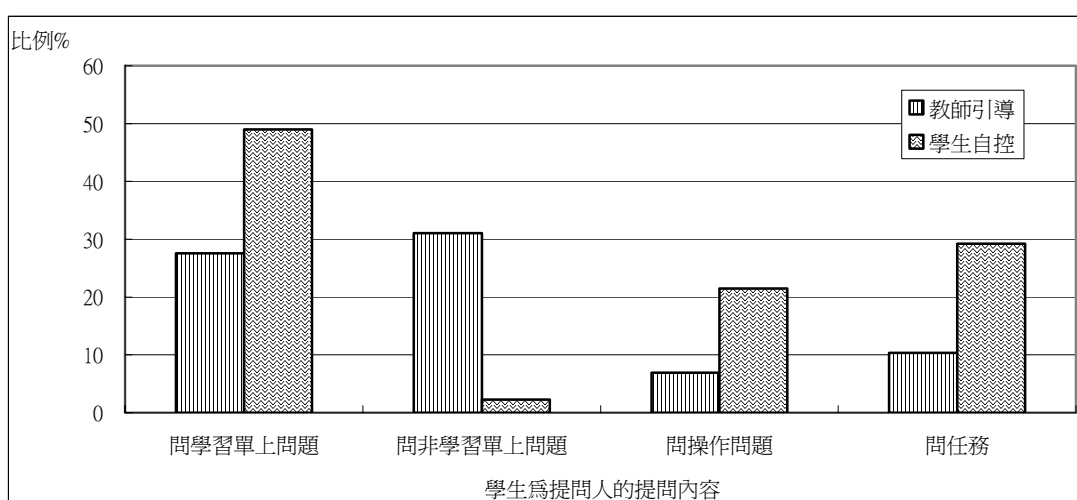


圖 4-4-9 學生為提問人的提問內容

由圖 4-4-10，教師引導班級中，學生提問「學習單上的概念問題」與「非學

習單上的概念問題」比例相近，各佔 27.56%與 31.03%。學生自控班級中，學生提問「學習單上的概念問題」亦最高，佔 49%，其次是提問「任務」問題，佔 29.23%，但提問「非學習單概念問題」的比例相當低（2.29%）。

「學習單上的概念問題」與「非學習單上的概念問題」屬於認知投入，「操作」與「任務」的問題屬於行為投入。因此綜合分析，教師引導班級中學生提問內容是認知投入佔 58.62%，學生自控班級中學生提問內容是認知投入，佔 51.29%，顯示學生提問時皆會有較多的認知投入的提問內容。

綜合此節的分析結果，教師引導學習與學生自控學習皆以認知投入居多，行為投入次之，非投入情形最少；兩班學生認知投入的細項也是類似的，以「處理學習單問題」最多，其次是「操作動畫」；但對話互動模式就有差異，教師引導班級是以「問答」方式居多，而學生自控班級是以「陳述」方式互動；就對話步驟，兩班皆以「評估正確性」佔高比例，但「重複提問」在教師引導班級常出現，而「覆誦」常出現在學生自控班級；對話內容，兩班皆以「學習單問題」居多，顯示兩班學生皆投入於課程當中，但教師引導班級以「動畫內容」為其次，而學生自控班級第二高為「任務問題」，顯示學生自控班級學生必須花較多時間了解、完成任務，勢必會影響其成就表現；最後是提問人的問題，教師引導班級以教師提問最多，學生自控班級以學生提問最多，兩班提問內容皆是「學習單概念問題」，值得注意的是，在教師引導班級教師和學生皆提問「非學習單概念問題」，在學生自控班級，教師和學生皆提問較多的「任務問題」，顯示兩班學習導向是不同的。



## 第五節 學生自控班級中高、中、低成就學生的投入與對話

此節分析學生自控班級高、中、低成就學生的投入情形，包括投入程度、投入內容、對話互動模式、對話步驟、小組型態、對話內容、提問人、提問內容。此欲回答研究問題四，學生自控班級中不同成就學生其投入程度是否有差異。

### 一、高中低學習成就學生投入的比較

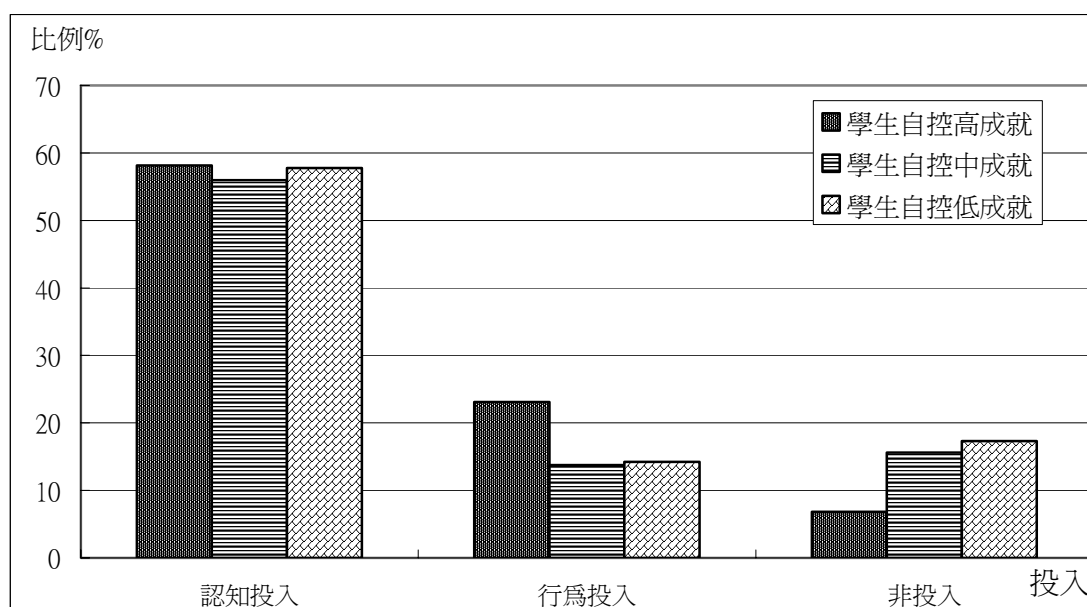


圖 4-6-1 學生自控班級中高、中、低成就學生投入情形

從學生自控班級挑出三組不同成就的學生，發現三班級學生其認知投入比例相近，皆佔 50% 以上。行為投入部分，高成就學生投入比例較高，佔 23.08%。非投入部分，低成就學生佔比例 17.33% 為最高。綜合顯示不論高、中、低成就的學生能以認知投入的方式自行操控電腦學習概念，同時，低成就的學生會有比較高的比例非投入於課堂中。

## 一、高中低學習成就學生的認知投入內容的比較

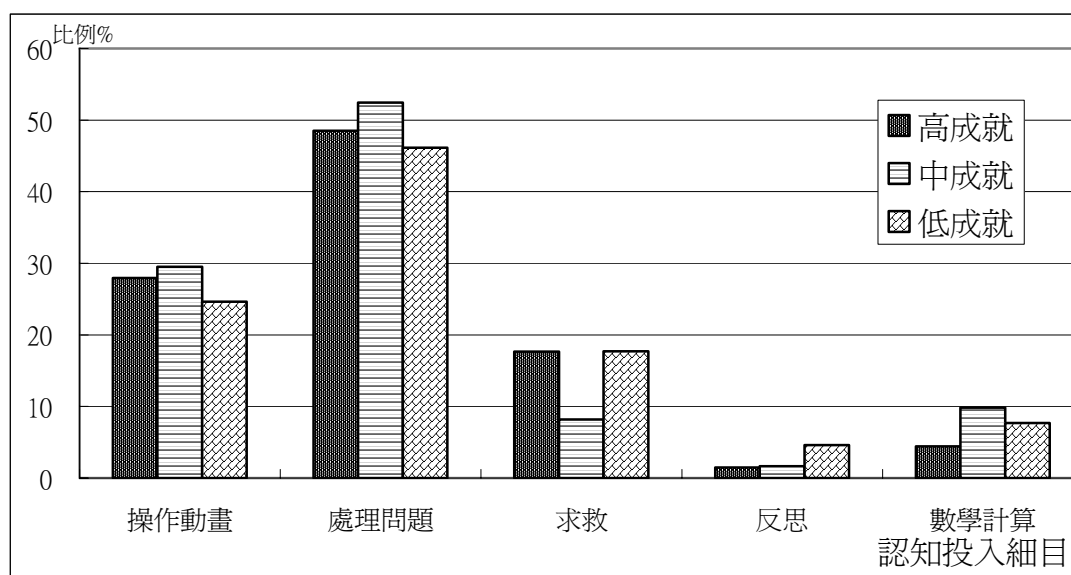


圖 4-6-2 學生自控班級中高、中、低成就學生認知投入內容

分析認知投入細目，三班級學生皆以「處理學習單上的問題」最多，「操作動畫了解問題」次之。中成就學生「數學計算」比例高於其他兩班級，高與低成就的學生「求救」比例高於中成就學生。雖高、低成就學生求救比例是相當的（17.65%），但是求救內容卻不同，高成就學生求救問題的最高比例是關於「任務」（50%），低成就學生求救內容均勻分佈在「學習單上問題」、「任務」、「動畫內容」問題上。顯示高成就學生求救多是想確認任務的需求，而低成就學生除此之外，更需要確認學習單上問題的答案。

- 
- 1 (917\_910\_229 學生自控班級\_高成就學生)
  - 2 (高成就學生填寫學習單時，發現不了解學習單上的任務要求，轉而提問
  - 3 任務相關問題)
  - 4 馥璟：恩/等一下這是什麼
  - 5 又融：老師阿/為什麼這邊會有兩個/老師明明就只有一個對的/為什麼會有
  - 6 兩個給我們
  - 7 老師：嗯/圖幾正確的應該是誰/所以如果你選了圖 A/那 BC 正確的應該怎

8 樣

9 馥璟：喔好好好

-----  
高成就學生求救內容多是不了解任務的要求（第 5、6 行），而低成就學生求救內容就相當多元。

-----  
1 （917\_910\_336 學生自控班級\_低成就學生）

2 （低成就學生不懂動畫上 v-t 圖的意義，進而無法回答學習單的問題，轉  
3 而向其他組員求救，提問學習單上概念問題）

4 明傑：李雲

5 方瑄：救我們

6 方瑄：這/這個這個是靜止還是什麼等速度/等速度

7 明傑：靜止阿/等速度

8 李雲：等速度/然後後來就

9 方瑄：等速度/這是圖/∧ 這是圖 E 嗎還是圖 A

10 李雲：就降畫阿/然後就越來越大

11 明傑：到底哪個/圖 a/這是圖 e

12 李雲：你剛剛按什麼

13 方瑄：你剛剛按圖 e 阿/然後按

14 明傑：那這是加速度喔

15 方瑄：這是等速然後加速/那你答案是這個阿

16 李雲：對阿

-----  
低成就學生一但遇到問題無法解決時會向其他組員求救（4、5 行），求救內容可能是學習單上的問題（第 6~8 行），也可能是動畫內容的問題（第 9~11 行），李雲是隔壁組中成就的學生，低成就學生通常是向成就較高的學生求救，求救目的是為了確認答案（第 15 行），所以也甚少問為什麼。

### 三、高中低學習成就學生的互動模式的比較

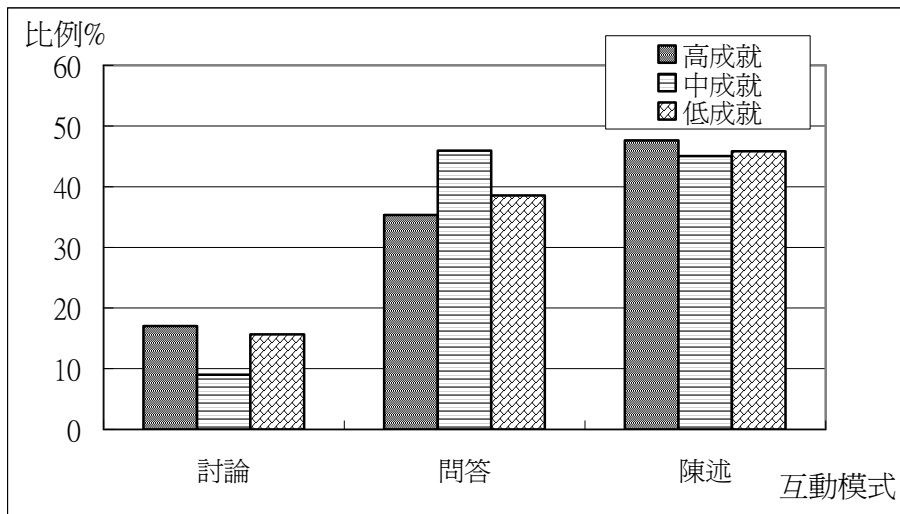


圖 4-6-3 學生自控班級中高、中、低成就學生對話互動模式

三組學生的對話模式以「陳述」占較高比例，再來是「問答」，最低是「討論」，顯示學生自控使用電腦時多以「陳述」及「問答」方式來表達個人意見與溝通。高成就學生「討論」的比例偏高，中成就學生以「問答」方式互動居多，「陳述」方式三組比例相近。

### 四、高中低學習成就學生的對話步驟的比較

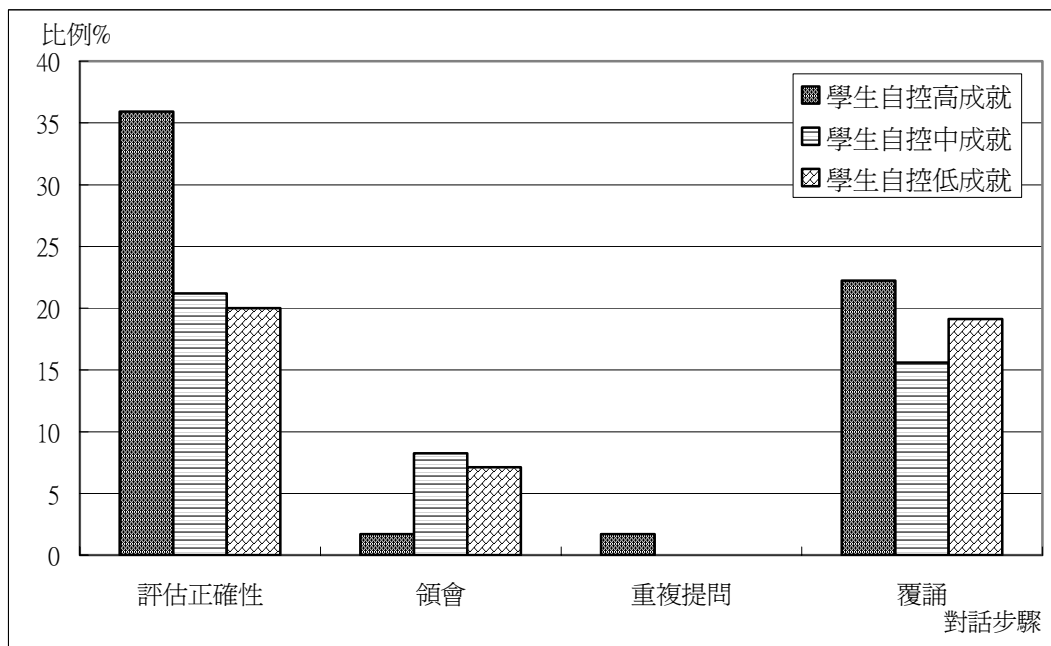


圖 4-6-4 學生自控班級中高、中、低成就學生對話步驟

三組學生的對話步驟中，皆以「評估正確性」最高，其次是「覆誦」，尤其高成就學生「評估正確性」的比例遠超過其他兩班級，佔 35.9%；中低成就學生的各項比例是相近的。「評估正確性」與「領會」屬於認知投入，「重複提問」與「覆誦」屬於行為投入，在對話步驟中認知投入較多者是高成就學生，佔 37.61%，中成就與低成就各佔 28.44%與 27.11%，顯示高成就學生的對話步驟有較多的認知投入。

高成就學生的對話步驟出現與教師引導班級相同的「重複提問」策略，其他兩班級則未出現。

- 
- 1 (917\_914\_229 學生自控學習)
  - 2 (高成就學生向教師提問關於任務問題，教師重複提問)
  - 3 又融：老師要怎麼敘述阿/自由落體落下的過程/是什麼樣的運動
  - 4 老師：就是我今天都不要讓你看了/我要你描述自由落體落下的過程/我會
  - 5 先[又融打斷]
  - 6 又融：那我可以講/可不可以講位移向下這種東西嗎/位移向下
  - 7 馥璟：位移正負/哪有向下
  - 8 老師：如果說位移要向下/你要先定義我/向上為
  - 9 又融：正
- 

學生自控班級出現「重複提問」的步驟，提問人仍是教師（第 4 行），顯示教師慣用「重複提問」而不直接給予答案的方式與學生對話，而學生本身的對話不曾出現「重複提問」的步驟，因為「重複提問」者通常是對話當中較具有權威者，期待對方給予滿意的答案。

## 五、在學生自控班級中，高、中、低學習成就學生的小組型態的比較

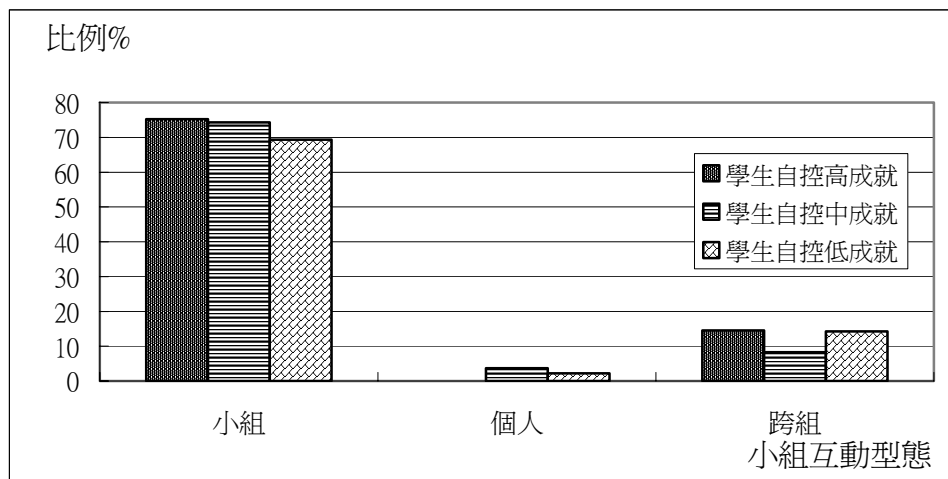


圖 4-6-5 學生自控班級中高、中、低成就學生小組互動型態

學生自控班級是兩人共用一部電腦，所以多是兩人小組型態，高成就學生未出現個人活動（如各自寫學習單），根據訪談，高成就學生在學習過程是以輪流一人操控電腦一人寫學習單，課後再各自補齊的方式完成學習單，所以相對的學習時間也縮短，其他班級則是當下各自完成自己的學習單，所以會出現個人活動。

高成就與低成就學生跨班級比例較高，相對求救的頻率也高（圖 4-6-2），但高成就學生求救對象多是教師（68.97%），而低成就求救對象以其他班級員居多（59.1%）。

綜合此節分析結果，整體而言皆仍是以「認知投入」比例較高，但低成就學生「非投入」的比例偏高；就認知投入細項，低成就學生有較多的反思，原因是低成就學生求救的比例也高，因此常有機會重新檢視答案，高成就學生求救次數也多，但求救內容多是關於任務，而非學習單問題；三組學生皆以「陳述」與「問答」方式互動，討論比例較；對話步驟中，高成就學生「評估正確性」頻率遠多過其他兩組，中低成就學生有較多的「領會」。

## 第六節 教師引導班級與學生自控班級的討論內容分析

此節針對教師引導與學生自控班級的討論內容分析，分析結果欲找出電腦模擬的不同使用方式對教室「討論」是否造成不同的影響，學生自控班級中高、中、低成就學生的討論內容是否具有差異。

主張一：在課堂中提問「非學習單上的概念問題」可增加學生進行討論的機會，且這樣的問題多是由學生提出。

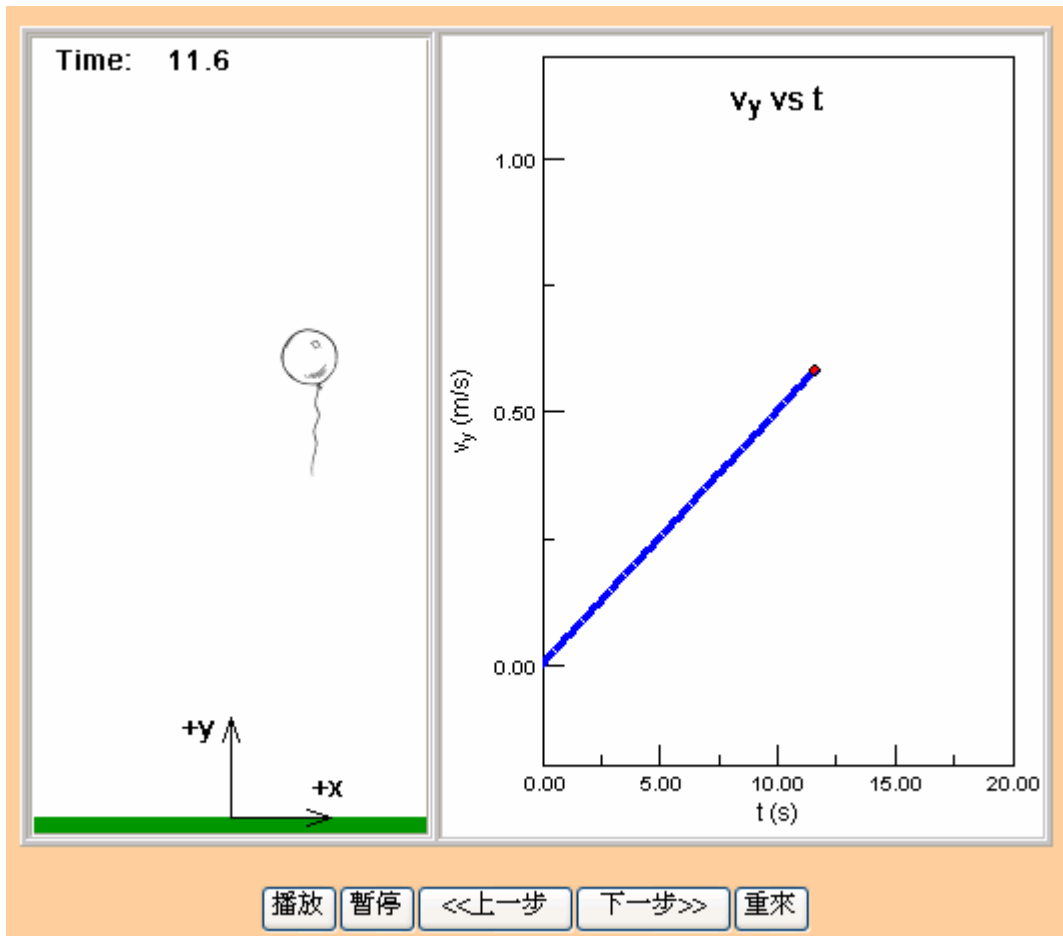
「非學習單上的概念問題」指的是未出現在學習單上，但與欲學習的概念有關的問題。不論是教師引導或學生自控班級，提問「非學習單上的概念問題」比「學習單上概念問題」更能增加學生討論的次數；且「非學習單上概念問題」多由學生提出，顯示教室言談中應多鼓勵學生發問，尤其是與欲學習概念相關的問題。

表 4-6-1 發現，在教師引導班級中，「非學習單上的概念問題」的出現讓學生對話中「討論」的比例增加，由 12.3% 增至 26.1%，學生自控班級討論的比例也由 29.3% 增至 37.9%，顯示提問「非學習單上的概念問題」可以促進學生在課堂上進行討論，進而增加認知投入的機會。

表 4-6-1 教師引導班級中，發問問題與對話互動形式的關係

	非學習單上概念問題 (次數/百分比)				學習單上的概念問題 (次數/百分比)			
	教師引導班級		學生自控班級		教師引導班級		學生自控班級	
討論	18	26.1%	11	37.9%	17	12.3%	39	29.3%
問答	34	49.3%	5	17.2%	94	68.1%	69	51.8%
陳述	17	24.6%	13	44.8%	27	19.6%	85	63.4%

1 (916\_0923 教師引導班級)



- 2 (電腦模擬第六單元，觀看動畫中氣球的 v-t 圖，學習單上的問題要求學生
- 3 由 v-t 圖中氣球往上飄時速度越快，為等加速度運動。學生對此感到疑惑)
- 4 弘學：老師/[氣球越往上]浮力不是會越大嗎
- 5 得與：阻力變小
- 6 老師：阻力會越來越
- 7 數位同學：小
- 8 品均：為什麼
- 9 得與：阻力越來越小
- 10 邱媚：小
- 11 弘學：為什麼/它體積變大阿
- 12 得與：空氣越稀薄阿



在動畫單元六，學生必須了解 v-t 圖中斜直線的意義是做等加速度運動。弘學對於氣球往上飄卻作等加速度感到困惑，弘學認為氣球往上飄，體積變大，所受的浮力應該越大，因此運動過程受力非固定，因此不應是作等加速度運動。這個問題未在學習單上出現。弘學提問後，教師未直接陳述答案而是將弘學個人的問題拋出給全班學生討論（第 6 行），學生也開始出現許多詮釋的答案或是疑惑（第 8、9 行），老師或其他同學會給予評估或領會，而形成討論群組。在學生自控班級，雖然提問「非學習單上的概念問題」次數相當少，但是「非學習單上的概念問題」的出現也增加學生討論的機會，由 29.3% 增至 37.9%。

由表 4-6-2，教師引導班級討論，「學生提問」與「老師提問」比例相近，但學生提問「非學習單上概念問題」佔 57.89%，顯示在教師引導班級中，學生被鼓勵發問「非學習單上的概念問題」，也容易形成討論群組。而學生自控班級提問人多為學生（89.71%），但由於討論群組幾乎是兩人小組，傾向討論既定的「學習單上概念問題」，較少有機會刺激發展討論相關概念的群組。

表 4-6-2 教師引導與學生自控班級討論的提問人

討論	教師引導班級				學生自控班級			
	所有提問數		非學習單概念性問題		所有提問數		非學習單概念性問題	
學生提問	21	44.68%	11	52.38%	61	89.71%	10	16.39%
老師提問	26	55.32%	8	30.77%	7	10.29%	4	57.14%

- 
- 1 (916\_0923 教師引導班級)
  - 2 (老師請學生畫自由落體落下過程所受到的力圖，答案只需要在物體下方畫
  - 3 一個箭頭，但是弘學認為應該會畫在物體上頭，因為他認為有下壓的力量)
  - 4 弘學：那不是有東西壓它
  - 5 老師：沒有
  - 6 家華：初速度阿
  - 7 老師：沒有/自由落體有初速度嗎
  - 8 顯廷：沒有
  - 9 家華：你如果這樣就有阿(手往下比)
  - 10 顯廷：每秒9.8
  - 11 弘學(疑惑)：每秒9.8
  - 12 邱媚：初速度0
  - 13 老師：自由落體的初速度/你是拿在這邊然後怎樣/放開手
  - 14 邱媚：放開
  - 15 老師：你有沒有用力丟/你用力丟就會有初速度/可是你這樣放開有沒
  - 16 有初速度/沒有/初速度等於0/然後它的速度會越來越快越來越快
- 

一開始教師請學生填寫學習單，弘學認為物體往下掉時，應受重力和向下「丟」的力，因此應把箭頭畫在物體上方，當弘學提出這個問題時，家華也表示同意(第6行)，老師簡單評估答案後為了想再次確認全班同學是否了解，因此重複提問一次(第7行)，不過得到回應奚奚落落。家華用手勢比出將物體向下丟的情形，老師更確定學生具有衝量理論(impetus theory)的看法，認為力會隨著物體運動而帶走，因次老師也用手勢引導學生了解所以自由落體是如何被釋放(第13~16行)。

教師引導班級，教師主導學習方向與內容，教師提問內容多為既定概念問題，而學生的提問往往會開闢教室言談新的討論方向，尤其是「非學習單概念問題」的出現，而此時教師的角色不應是直接給予答案而結束討論，應該多讓學生

發表意見，而從中去傾聽學生的想法，更能了解學生對概念的理解程度，視情況而給予協助。

小組討論可使學習科學變容易的重要性已是公認的 (Alexopoulou & Driver, 1996)，鼓勵學生發問、不直接給予學生答案是營造教室言談討論的重要關鍵。

主張二：學生自控班級傾向討論學習單上預定設計的問題，而教師引導班級傾向討論其他關聯性的概念問題。

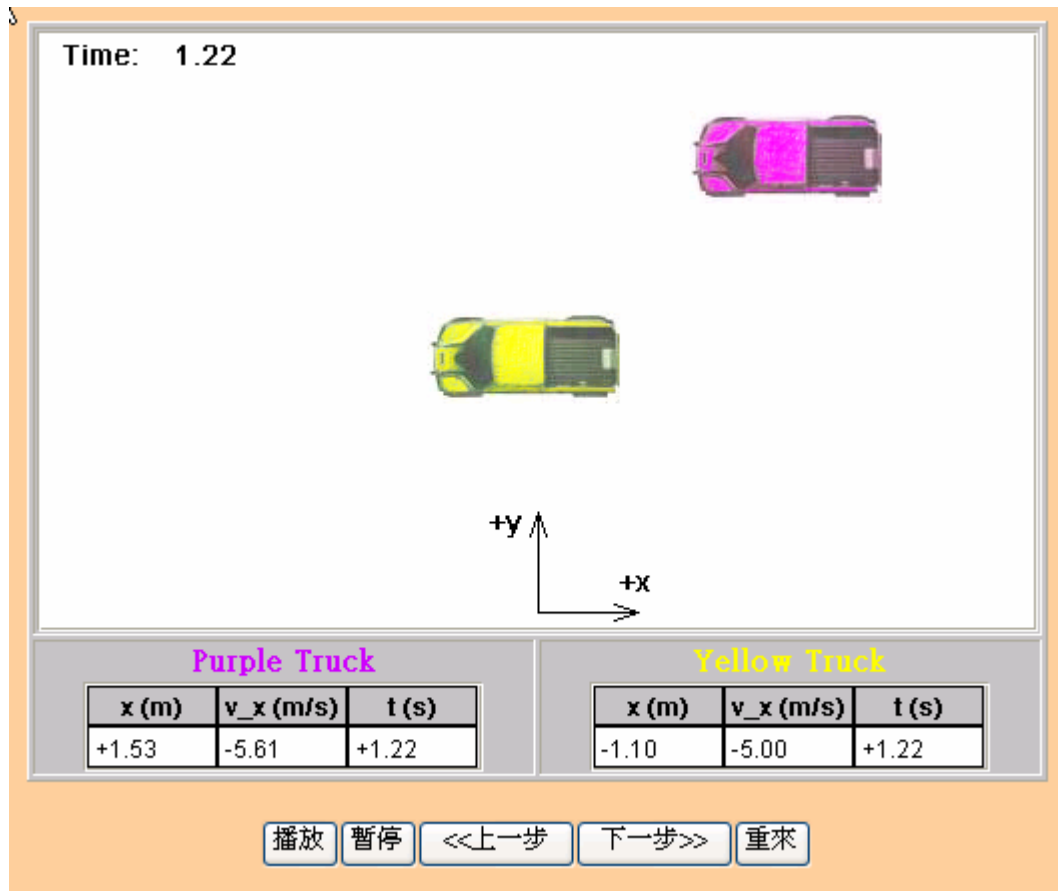
教師引導班級與學生自控班級的討論內容皆以概念問題居多，但細部比較之下，教師引導班級討論較多「非學習單的概念問題」，學生自控班級討論較多「學習單概念問題」。

針對兩個班級的討論次數與內容，整理如表 4-6-3，教師引導班級討論內容以「學習單上的概念問題」及「非學習單上的概念問題」為多，其次是「動畫內容」的討論；而學生自控班級則討論「學習單概念問題」及「動畫內容」為多，顯示學生自控的討論傾向以完成學習單上的任務為主，為任務導向學習，學生較少有機會思考其他相關的概念性問題，而相較之下教師引導班級在教師介入之下，教室言談傾向討論相關性的概念問題。

表 4-6-3 兩個班級「討論」內容比較

	教師引導討論 (次數)		學生自控討論 (次數)	
學習單概念問題	17	33.3%	39	50.6%
非學習單概念問題	18	35.3%	11	14.3%
動畫問題	10	19.6%	17	22.1%
任務問題	3	5.89%	6	7.8%
操作問題	0	0%	3	3.9%
板書內容	3	5.89%	1	1.3%

1 (916\_0914 教師引導班級)



2 (動畫第四單元，紫車原先落後黃車3公尺，黃車保持等速，紫車以加速3度從後追趕黃車，兩台車皆朝-x軸的方向前進。老師請智程上台畫這兩

4 台車追趕的v-t圖，紫車的速度是往負的方向，且越來越快，所以同學對於如何在v-t圖上表示紫車感到困惑，智誠先畫一起點在-y軸上，但是往6 +y方向移動的斜直線。)

6 弘學：這樣變-4-3-2 越來越慢耶

7 智程：哪有越來越慢

8 秉亦：不是往後退越來越快嗎

9 智程：-5比-3還要小阿

10 弘學：那越來越慢阿

11 智程：越來越快

12 秉亦：耶負只是方向而已

13 多位同學：負是方向

14 (智程修改圖形)

---

智程的畫法是起點在-y 軸上，斜率為正的斜直線。但鑒於紫色車是越來越快，弘學提出質疑，認為這樣的畫法代表的意思車速是越來越慢（第 7 行），但智程以數學的角度，認為速度由-4 到-3 到-2 是表示數值越大，所以速度是越大的，這也是學生常出現的錯誤。接著秉亦也對智程答案評估（第 9 行），還提到關鍵的一點，速度負值只是代表方向，而非大小（第 13 行），最後智程修改圖形。

同樣的問題，在學生自控班級的高成就學生並未討論，低成就學生在討論過程圍繞著回答學習單上的任務。

---

1 (917\_914\_336 學生自控組)

2 (方瑄和明傑討論學習單上第四題：如何畫出這兩台車三分鐘的 v-t 圖，一開始明傑以為 v-t 圖中直線交會的點就是車子相遇的點，經求證教師後，確定 x-t 圖交會點才是兩台車相遇之處。但三分鐘內，兩車並未相遇。)

3 方瑄：↖小溫[明傑]/那如果紅的紅的[紫車]是這樣這樣挖/那紫色斜上去

4 喔

5 明傑：紫色是/它是維持等加速度

6 方瑄：一開始等加速度後來加速

7 明傑：然後一直維持等加速度

8 方瑄：紫色紫色哪有/紫色後來加快/你看你看喔/它們本來差一根手指頭/

9 等下後來就黏在一起

10 明傑：好

11 方瑄：黃色都等速度阿/你看你看/超過一根手指頭/黏在一起

12 明傑：好吧/現在是/等加速度/一點點/然後再加速度/好/那

13 方瑄：那就水平再斜斜上去

14 明傑：對阿

15 方瑄：看他有沒有超過黃色線

- 16 明傑：有阿  
17 方瑄：它斜線/  
18 明傑：有阿/  
19 方瑄：有超過嗎  
20 明傑：它有超過阿  
21 方瑄：我說斜線/它畫上去有超過嗎  
22 明傑：有超過它的速度喔  
23 方瑄：有/姑且信我一次  
24 明傑：沒關係再問李雲/一定會正確
- 

方瑄和明傑在討論 v-t 圖時，沒有出現討論速度正負的問題，只針對兩台車的運動直接畫出答案，明傑認為紫車作等加速度運動（第 4 行），方瑄補充紫車一開始等加速度後來加速（第 5 行），明傑不認同方瑄所說的「後來加速」，因此重述紫車是作等加速度運動（第 6 行），方瑄以動畫中兩車的距離越來越接近表示紫車是一直在加速（第 7~10 行），其實作等加速度的車子事實上速度也是越來越快的，但方瑄似乎把「等加速度運動」以為是「等速度」而糾正明傑的答案，而明傑也被說服了（第 11 行）。畫圖過程，方瑄出現疑惑：三分鐘內，紫車的速度是否有大於黃車（第 14 行），明傑直接回答有超過（第 23 行），但未提出證據，只以「姑且相信我一次」「沒關係再問李雲」就結束討論。

主張三：教師引導班級多屬三人以上的討論，而學生自控班級多為兩人小組互動，推論是造成教師引導班級有較多討論的互動模式出現的原因。

教師引導班級的討論多屬於三人以上的討論，容易引發新的討論議題與答案，而學生自控班級的討論多屬於兩人小組，討論內容仍離不開學習單的問題。

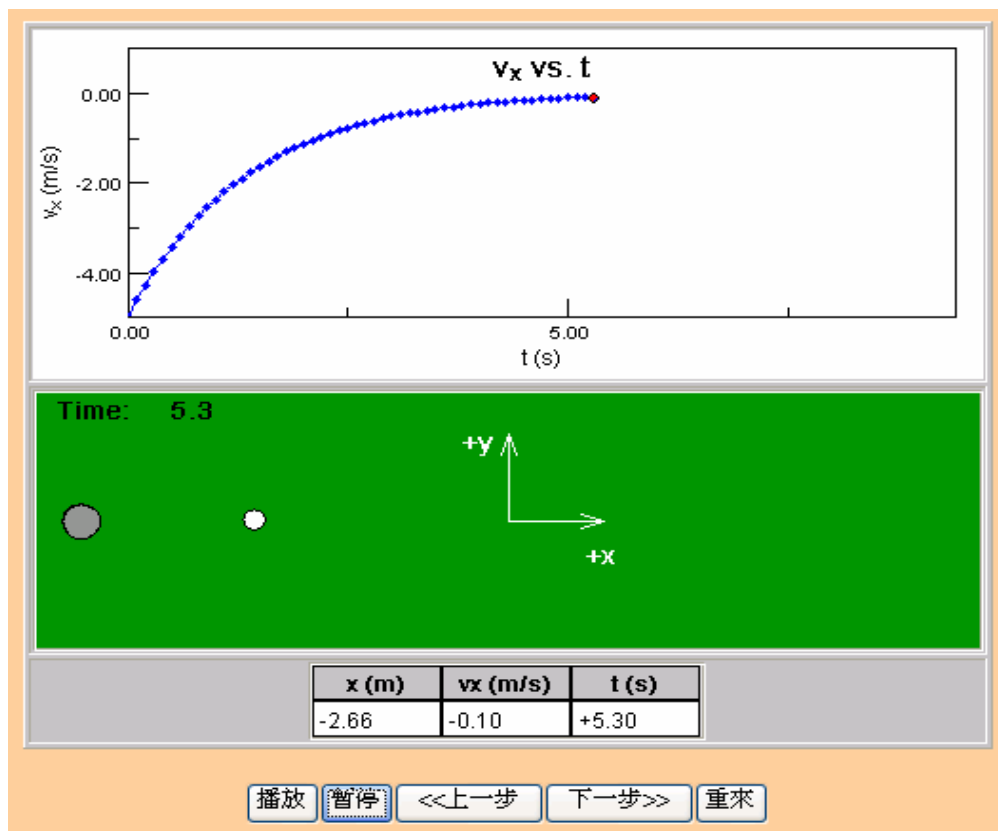
由表 4-6-4 可知，教師引導班級以三人以上討論群為主，佔 72.09%，兩人小組的討論佔 27.91%，；學生自控班級以兩人小組為主，佔 81.25%，三人以上的

討論群佔 18.75%。學生自控班級是兩人共同使用一台電腦，因此兩人小組的互動較多，而教師引導班級是教師使用單槍投影大螢幕，因次討論的群組囊括全班，會出現比較多三人以上的討論群。

討論	教師引導班級		學生自控班級	
兩人小組	12	27.91%	52	81.25%
三人以上討論群	31	72.09%	12	18.75%

表 4-6-4 兩個班級討論群組的比例

- 
- 1 (916\_0923 教師引導班級)
  - 2 (前一小節對話，教師先給予學生速度與加速度關聯的概念，為了確認學生是否了解概念，教師提出非學習單的概念問題：動畫中的小白球往負方向運動而越來越慢，那小白球的加速度方向是哪一方。)



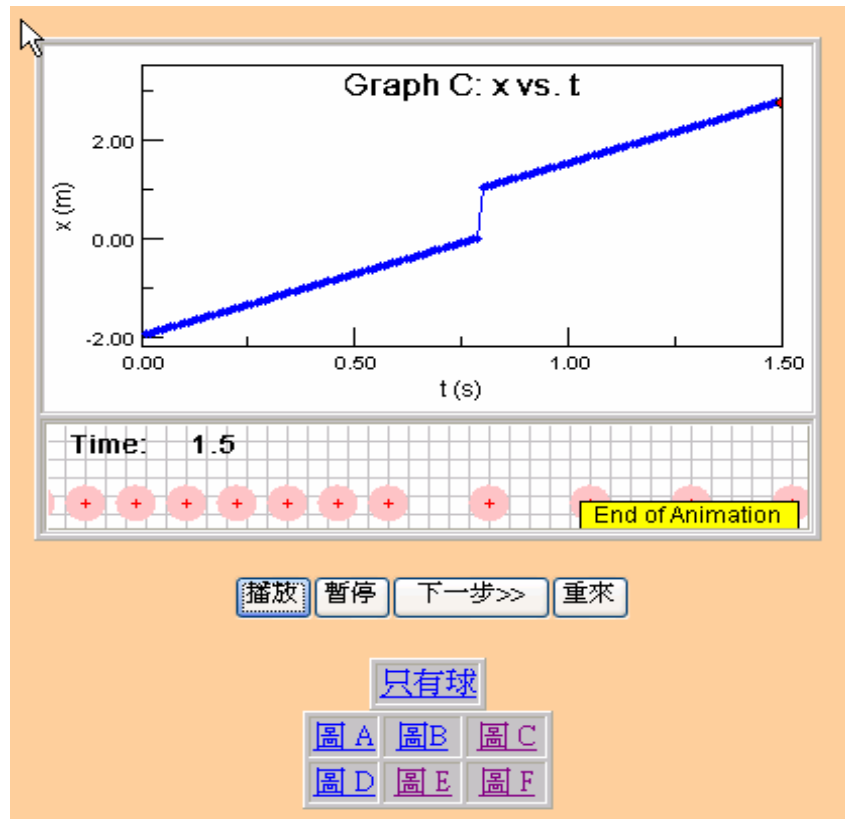
- 5 老師：這個[小白球]加速度是正的還負的

- 6 弘學：正的
- 7 老師：對拉/正的
- 8 品均：老師為什麼阿
- 9 老師：為什麼喔
- 10 鈞易：為什麼
- 11 老師：加速度跟速度都有方向/當速度跟加速度兩個方向一樣是正正/或是
- 12 負負
- 13 弘學：越來越慢
- 14 老師：你的車子一定是越來越快/當兩個車子/恩/速度跟加速度的方向是一
- 15 正一負或是一負一正/它一定會越來越慢
- 16 老師：這台車是越來越/這台車/這小白球是越來越/慢/所以/它剛剛一開始
- 17 的速度是正的還是負的
- 18 多位同學：負的
- 19 老師：負的/所以它的加度速度就是什麼
- 20 多位同學：正的
- 21 老師：這樣可以嗎
- 22 多位同學：可以
- 

教師為了確定前一小節所教授的概念學生是否了解，因此提出「非學習單的概念問題」，一開始只有弘學回答（第 6 行），這樣的動作間接刺激其他同學，尤其是不認同或不清楚答案的同學。接著品均和鈞易提出疑惑（第 8、10 行），老師重述一次速度與加速度關聯的概念之後（第 10、15 行），再次重複提問（第 16、19 行），能回答出正確答案的人數增加（第 18、20 行）。教師引導班級較多是三人以上的討論，教師向全班同學提問後，學生會出現很多不同的答案，教師不直接給予正確答案而是鼓勵學生將答案說出來，因為不同的答案容易營造討論的情境，從討論當中可以發現學生的學習狀況，學生也藉此能釐清觀念。

而學生自控班級的討論型態多是兩人小組，跨組的情形甚少出現。





- 1 (917\_910\_229 學生自控班級)
- 2 (又融與馥璟一開始不了解圖 C 中斜直線突然陡升所代表的意思，經老師
- 3 解釋後，開始討論圖 C 正確的軌跡應為如何，下方粉紅色軌跡非正確的圖，
- 4 此為學習單上的問題)
- 5 馥璟：哪有人這樣子喔/走走走/變慢然後又變快
- 6 又融：走走走慢慢慢快了一下又慢慢慢
- 7 馥璟：不對了拉
- 8 又融：是拉
- 9 馥璟：那這時候應該很密阿
- 10 又融：很密是很慢阿/很密是很慢的意思耶
- 11 馥璟：阿對喔

又融將所認為正確的軌跡圖畫在學習單上，但馥璟認為他畫錯（第5行）並陳述了又融所畫的圖形，才知兩人對軌跡疏密的認知有差異，經又融解釋後（第10行），馥璟才認同軌跡較密代表運動過程是較慢的。

學生自控班級的討論型態多是兩人小組，跨組的情形甚少出現。原因可能是兩人共同使用一台電腦，所以討論的型態容易限制在兩人之間，若遇到兩人無法解決的問題時，才有可能出現跨組的討論型態，學生求救對象可能是老師或是其他組員。

討論群組可能會影響言談的討論次數與內容，兩人小組中的成員較無法推卸參與討論的責任，所以兩人小組有較佳的功能（Webb, 1989）；較大的群組（如：四人）會給予學生機會考慮較廣泛的意見，由此可減低討論很快結束的可能性（Needham, 1987）。團體對話分析推論，兩人之間的互動模式比四人有較多的束縛，兩人在協商觀點、處理爭執是比較困難的，可能一有爭執便無法繼續討論下去，而四人容易透過社會階級系統而發生互動（Alexopoulou & Driver, 1996）。

主張四：在學生自控班級，討論內容雖以「學習單概念問題」為主，但不同成就的學生在其他討論內容的比例也不同。三組當中，「非學習單上問題」以高成就學生居多，「任務」以中、低成就學生最高，而「動畫」問題則以低成就學生出現比例最高。對話步驟中，三組學生皆以「評估」站大比例，低成就學生有偏多的「覆誦」步驟。

表 4-5-3 可知，也可看出中成就學生整體討論比例偏低（圖 4-6-3），可能原因是中成就組兩人程度上的差異，提高討論上的困難度（表 3-2-1）。高、低成就學生討論內容多屬「學習單上的概念問題」，中、低成就學生的討論有較高比例的「任務」問題。

學生自控討論	高成就(次數)	中成就(次數)	低成就(次數)
非學習單概念問題	6 21.4%	2 15.4%	3 9.4%
學習單概念問題	16 57.1%	6 46.2%	17 53.1%
動畫問題	1 3.6%	1 7.7%	4 12.5%
任務問題	5 17.9%	4 30.8%	8 25%
對話步驟			
評估	22 64.7%	7 50.0%	23 50.0%
領會	4 11.8%	4 28.6%	8 17.4%
覆誦	8 23.5%	3 21.4%	15 32.6%

表 4-6-5 高中低成就學生討論內容

- 
- 1 (917\_910\_336 學生自控班級\_低成就學生)
  - 2 (觀察動畫第三單元應用，學生必須藉由 v-t 圖描述小白球 0~5 秒的運動過程並說出理由。0~5 秒時 v-t 圖為一水平線)
  - 3 方瑄：0~5 運動過程/等速度
  - 4 明傑：0~5 是等速度運動
  - 5 方瑄：喔對是等速度/因為 v-t 圖是水平線

- 6 明傑：要不然你想寫什麼
- 7 方瑄：蛤
- 8 明傑：你剛想寫什麼
- 9 方瑄：沒有我看一下/嗯/水平線
- 10 明傑：因為呢/因為/因為呢
- 11 方瑄：v-t 圖
- 12 明傑：因為/那是 v-t 圖
- 13 方瑄：對/這是 v-t 圖
- 14 明傑：v-t 圖是平行
- 15 方瑄：嗯平行

-----

方瑄與明傑的討論串雖然長，但內容相當簡短，且「覆誦」頻率相當高（第 4、5 行，第 11~15 行），低成就學生傾向使用「覆誦」步驟，「覆誦」的用意可能是確認對方的答案。

在學生自控班級的三組中，討論「非學習單上問題」以高成就學生居多，就主題一的主張，提問較多的非學習單問題，容易營造討論的機會，促進認知投入，而中、低成就學生較多討論「任務」、「動畫」問題，因此推論可能是高成就學生比起其他兩組學生在力學延宕測驗仍保有高度進步分數的原因。

第五節分析高中低成就對話的步驟，其中高成就學生「評估」佔 35%，低成就學生佔 20%（表 4-6-4），但只針對討論的部分，低成就學生「評估」的比例提高不少（50%），顯示討論可以促進低成就學生進行較高階的認知投入，推論這是造成學生自控班級低成就學生在延宕測驗中仍保有相當的進步分數，這是不同於教師引導班級中的低成就學生。