

## 第四章 研究結果與分析

### 4.1 學習成就表現的比較

#### 4.1.1 實驗組與對照組之前測比較

表 2 實驗組與對照組之前測成績比較

	人數	平均分數	標準差
對照組	56	36.50	16.06
實驗組	41	36.17	11.83
顯著性	F=5.56, P=0.912		

如表2所示，比較實驗組與對照組在前測成績（高二上學期平時成績）之獨立樣本T檢定中可發現，兩組學生之同質性、前測成績均無顯著差異，代表兩組學生成績的同質性高。圖20是兩組學生的人數與成績分佈圖，由圖可看出，兩組的成績分佈近似於常態分佈。

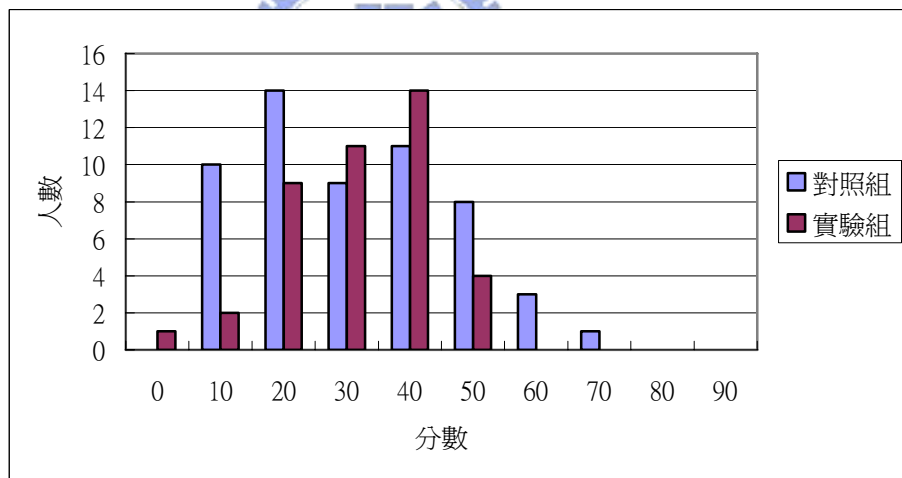


圖20 實驗組與對照組的前測成績比較

#### 4.1.2 實驗組與對照組之第一次後測成績比較

表 3 前測與第一次後測之相關性

		相關	
		前測	後測_1
前測	Pearson 相關	1.000	.655**
	顯著性 (雙尾)	.	.000
	個數	97	97
後測_1	Pearson 相關	.655**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.000	.
	個數	97	97

\*\* . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

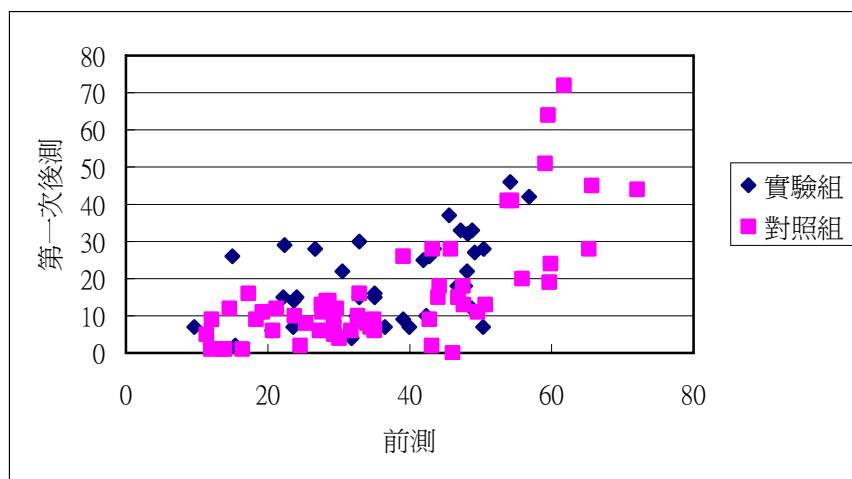


圖21 兩組學生在兩次成績的分數分佈

從表3可看出，實驗組與對照組在其前測與第一次後測的成績呈現高度相關，代表學生的物理程度確實可由這兩次的分數正確地呈現。圖21呈現出兩組學生在兩次成績的相關分佈。

表4 實驗組與對照組之第一次後測成績比較

	人數	平均分數	標準差
對照組	56	16.20	15.52
實驗組	41	18.66	11.22
顯著性	F=5.65, P=0.390		

但從表4可看出，雖然實驗組比對照組的平均分數稍微高出一點點，但兩者在T檢定中並無顯著差異（ $P=0.390$ ），代表實驗組的學生並未如預期般較對照組的學習成效為佳。除此，從平均分數也可看出，確實學習的內容偏難，以致於學生的分數普遍偏低。圖22是兩組學生在第一次後測的人數與成績分佈比較。

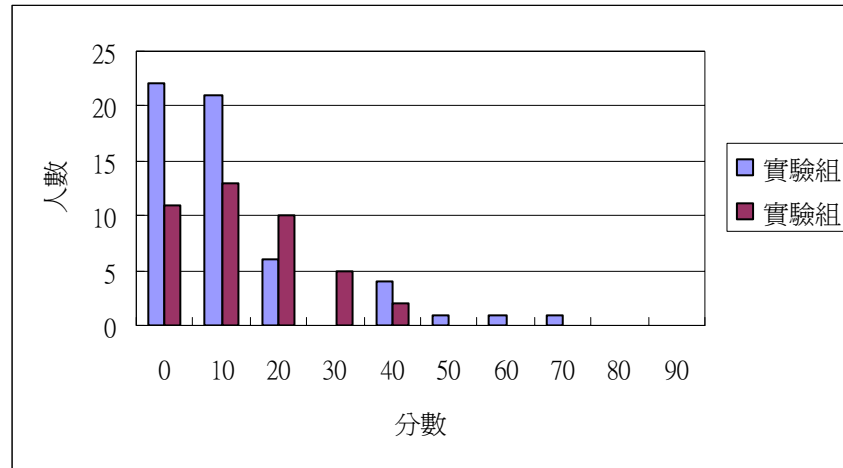


圖 22 第一次後測的成績統計

#### 4.1.3 實驗組與對照組之第二次後測成績比較

表 5 實驗組與對照組之第二次後測成績比較

	人數	平均分數	標準差
對照組	45	10.22	12.88
實驗組	26	17.31	17.33
顯著性	F=2.339, P=0.054		

實驗組與對照組在第二次後測成績的表現如表5所示。雖然實驗組的平均分數比對照組高，但在T檢定中仍未達到顯著。這顯示學習的內容確實較艱深，儘管考題與動畫題本的題目相同，但實驗組的學生在學習後，雖然比對照組表現好，但程度提升的效果並不明顯，同樣地顯示物理動畫的成效不如預期。

## 4.2 學習感受問卷的分析

### 4.2.1 學習感受問卷呈現的傾向

#### 1. 「學習物理的觀感」

表 6 實驗組 41 名學生在「學習物理的觀感」之傾向

題號	(A) 選項		(B) 選項		(C) 選項		(D) 選項	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
1	9	22%	28	68.3%	3	7.3%	1	2.4%
2	3	7.3%	21	51.2%	15	36.6%	2	4.9%
3	1	2.4%	22	53.7%	17	41.5%	1	2.4%
4	2	4.9%	14	34.1%	20	48.8%	5	12.2%
5	1	2.4%	14	34.1%	25	61%	1	2.4%
6	3	7.3%	26	63.4%	11	26.8%	1	2.4%
7	0	0	11	26.8%	24	58.5%	6	14.6%
8	2	4.9%	6	14.6%	11	26.8%	22	53.7%
9	5	12.2%	23	56.1%	10	24.4%	3	7.3%
10	12	29.3%	14	34.1%	13	31.7%	2	4.9%

(1)問卷的第一題是關於**學習物理的困難度**。由圖 23 可發現，絕大部分的學生(90.3%)覺得學習物理「很困難」或「有點困難」，只有極少數(1 名)認為學習物理是簡單的。這項結果與大多數學者專家的看法一致。

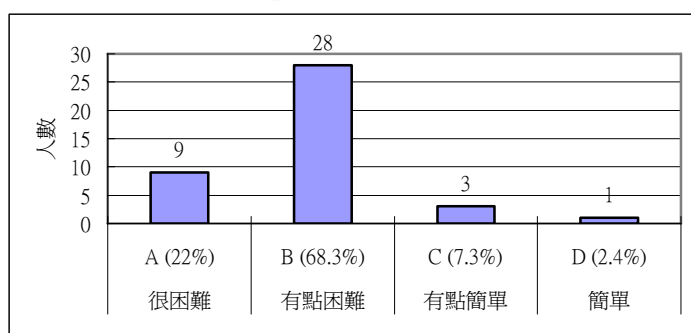


圖 23 學習感受問卷第一題的填答傾向

(2)第二題是調查學生每次**學習物理的時間**，第三題則是調查**每週自習物理的次數**。由圖 24 可知，有超過一半以上的學生 (51.2%) 每次學習物理的時間是在 30 分鐘~1 小時的範圍內，有三成六的學生則是花費 1~2 小時學習物理；由圖 25 可知，有超過一半以上的學生每週唸 1~2 次物理，有四成

一的學生則每週研讀物理三次以上。由於這兩個題目是調查學生學習物理的時間與頻率，這也是物理教育長久以來關心的議題之一，因此本結果或許對其他相關研究有所幫助。

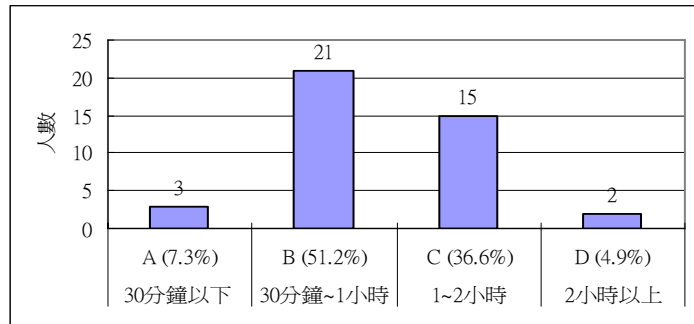


圖 24 學習感受問卷第二題的填答傾向

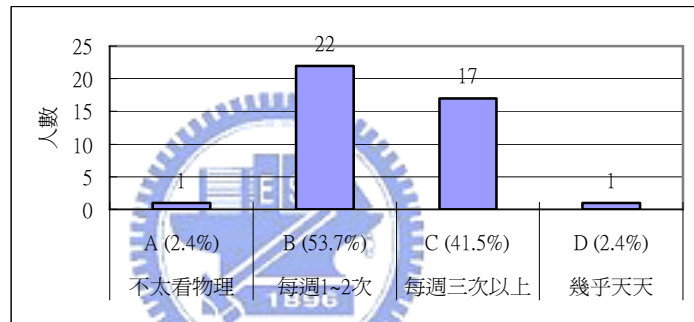


圖 25 學習感受問卷第三題的填答傾向

(3)第四題是調查學生使用數學工具的困難度。結果如圖 26 所示，有近半數的人覺得不太困難，但也有三成四的學生覺得有些困難。這顯示出數學在物理上使用的困難度確實存在，但影響不如預期中大。

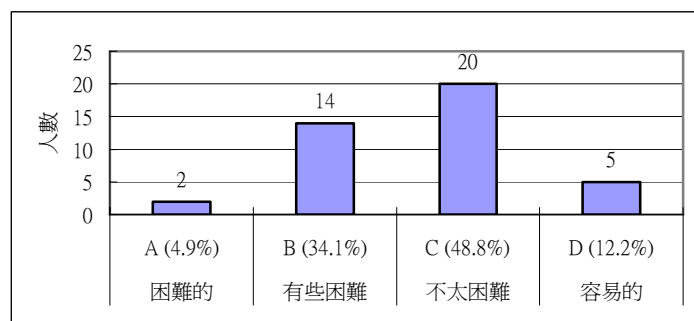


圖 26 學習感受問卷第四題的填答傾向

(4)第五~八題是探討學生在面對問題時的態度與反應。由表 5 可看出，有超過六成的學生確實知道題目是在問什麼，但也有三成六的學生在閱讀題目上有困難。分析問題時，有七成的學生不知怎樣進行問題的分析。然而，從問卷第七題中可看出，如果學生知道解題應從何處下手時，只有兩成七的學生對「列成算式求解」有困難。第八題是問學生是否有畫圖輔助解題的習慣，結果有近五成四的學生表示，並未利用畫圖輔助解題的方式。對於物理公式的熟悉度，有六成八的學生有把握，只有不到一成的學生對物理公式不熟悉。圖 27~30 分別呈現第五~八題的填答傾向。

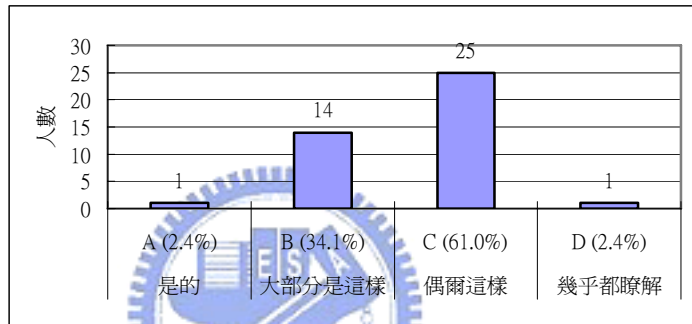


圖 27 學習感受問卷第五題的填答傾向

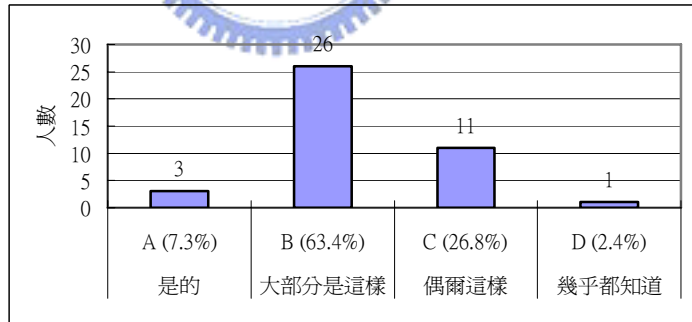


圖 28 學習感受問卷第六題的填答傾向

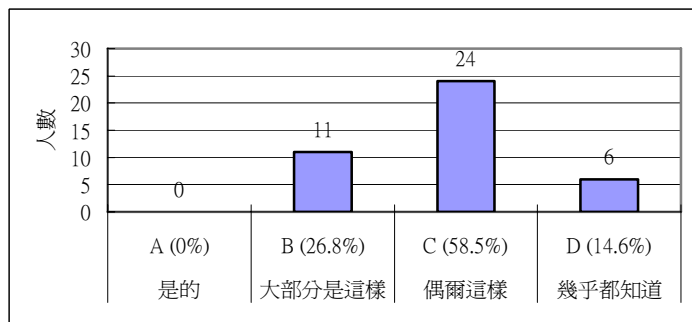


圖 29 學習感受問卷第七題的填答傾向

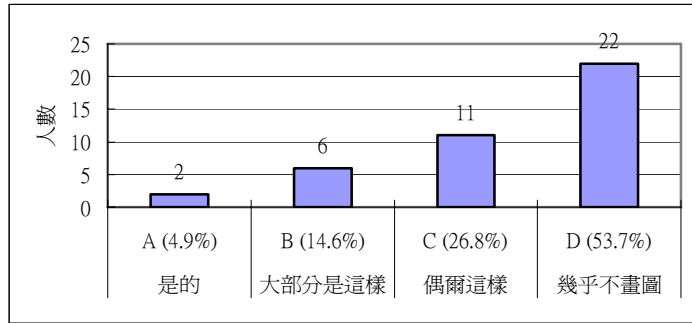


圖 30 學習感受問卷第八題的填答傾向

(5)第九題是調查學生對物理公式的熟悉度，第十題則是本研究主要關心的主題：「在家自習物理遇到不會做的題目但又找不到人問時，是否令學生感到挫折?」。由圖 31 顯示，超過六成的學生對物理公式大都能掌握，只有不到一成的學生不太熟悉物理公式；另外，圖 32 呈現出有六成三的學生有「在家唸物理但無人可問而造成學習挫折」的困擾，只有極少數（2 位）學生不會有這方面的問題。這與研究者長期教書累積的經驗是一致的。

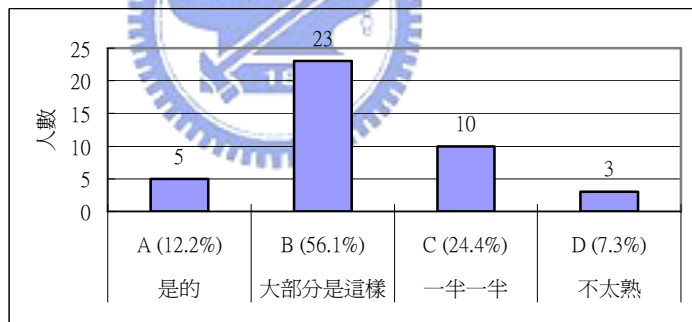


圖 31 學習感受問卷第九題的填答傾向

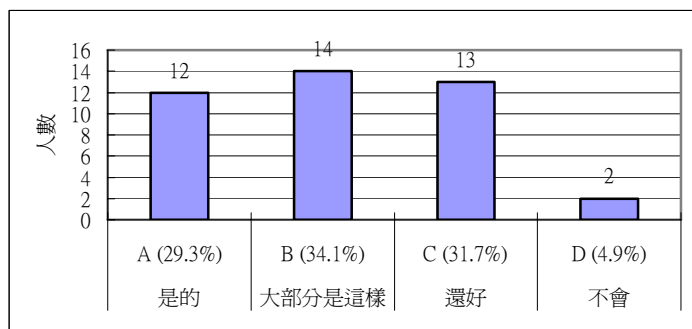


圖 32 學習感受問卷第十題的填答傾向

## 2. 「使用動畫解題軟體的觀感」

學生對於使用動畫解題的觀感，是本研究所要了解的主題之一，表 7 呈現了實驗組學生填答問卷的結果。

表 7 實驗組 41 名學生在「使用動畫解題軟體的觀感」之填答分佈

題號	(A) 選項		(B) 選項		(C) 選項		(D) 選項	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
11	1	2.4%	11	26.8%	21	51.2%	8	19.5%
12	1	2.4%	12	29.3%	13	31.7%	15	36.6%
13	0	0	4	9.8%	22	53.7%	15	36.6%
14	13	31.7%	16	39%	7	17.1%	5	12.2%
15	2	4.9%	20	48.8%	14	34.1%	5	12.2%

(1)問卷的第 11 題及第 13 題，是詢問「使用動畫解題的軟體後，是否改變學生對學習物理的感覺」及「動畫解題的軟體是否能吸引學生學習」。結果如圖 33、34 所示，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」，只有極少數學生(1 名)認為沒有幫助。而第 13 題的回答中，有超過九成的學生認為「電腦動畫解題」的方式能吸引學生。

由這兩項數據可看出，動畫解題方式對學生應該是具有吸引力，且多數的學生認為這樣的輔助方式是有幫助的。

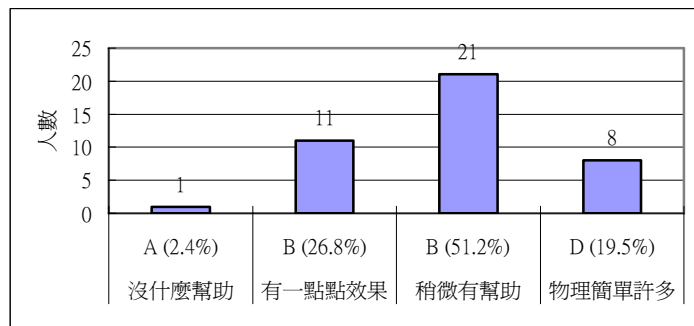


圖 33 學習感受問卷第十一題的填答傾向



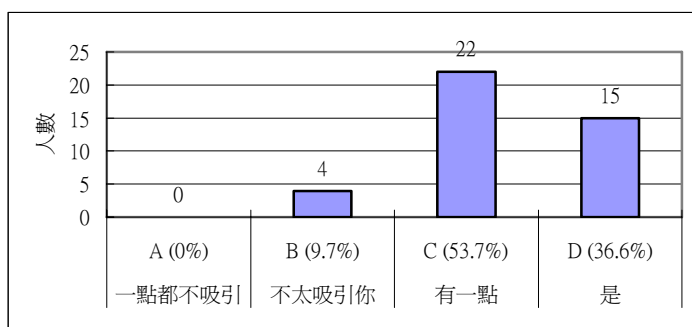


圖 34 學習感受問卷第十三題的填答傾向

(2)第 12 題是問「動畫解題軟體是否會增加學生在學習上的負擔?」。結果如圖 35 所示，有近七成的學生認為這不會或不太會造成負擔。

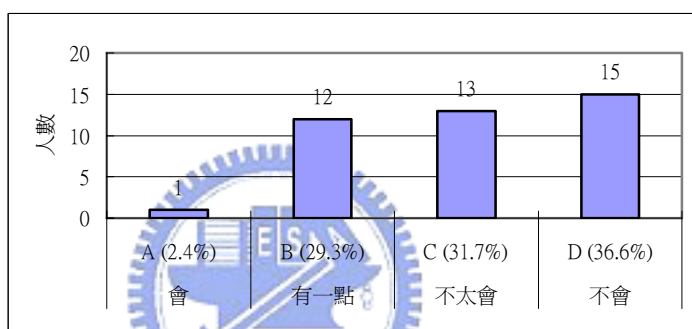


圖 35 學習感受問卷第十二題的填答傾向

(3)如圖 36、37 所示，第 14 題呈現出目前課本或參考書製作的電腦輔助學習軟體並不能吸引學生（接近七成）。然而，有超過一半的學生在第 15 題中回答希望市面上能出現類似動畫解題的軟體，但沒有預期般的需求熱烈。關於這兩項的調查結果，研究者持保留態度，因為其中存在太多的變因需要考量，有待進一步的實驗才能釐清其間的關係。

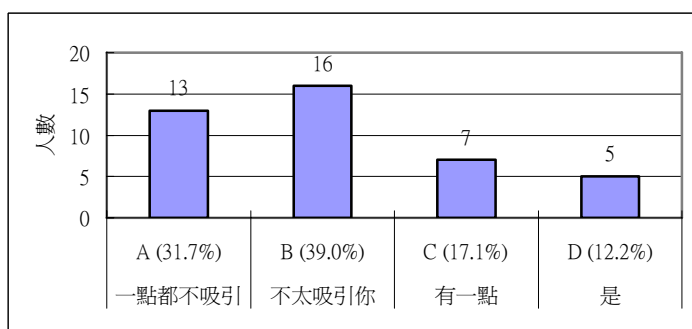


圖 36 學習感受問卷第十四題的填答傾向

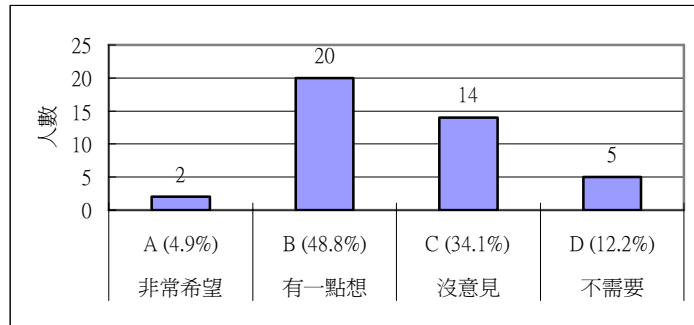


圖 37 學習感受問卷第十五題的填答傾向

### 3. 「操作動畫解題軟體的習慣」

學生在操作動畫解題軟體的習慣，也是本研究所要了解的重點之一，表 8 呈現了實驗組填答的問卷結果。

表 8 實驗組 41 名學生在「操作動畫解題軟體的習慣」之填答分佈

題號	(A) 選項		(B) 選項		(C) 選項		(D) 選項	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
16	11	26.8%	5	12.2%	23	56.1%	2	4.9%
17	5	12.2%	17	41.5%	12	29.3%	7	17.1%
18	3	7.3%	7	17.1%	13	31.7%	18	43.9%
19	1	2.4%	12	29.3%	19	46.3%	9	22%
20	0	0	2	4.9%	16	39%	23	56.1%

(1)第 16 題的填答情況如圖 38 所示。有五成的學生每週使用 1 至 2 次的解題動畫，但也有近四成的學生只是偶爾使用，這樣的結果與第三題的結果相呼應，顯示學生每週學習物理的頻率大約在此範圍內，且學生覺得解題動畫具有吸引力的印象，並未增加他們使用的頻率。

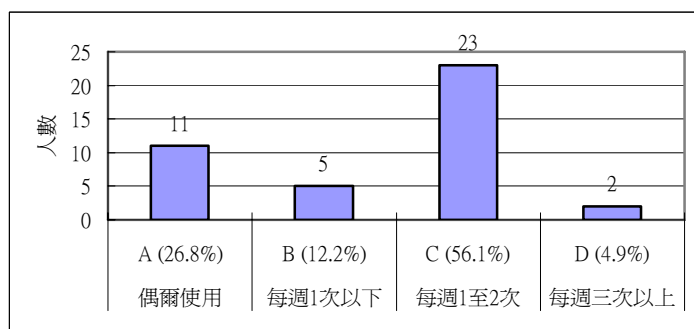


圖 38 學習感受問卷第十六題的填答傾向

(2)圖 39、40 顯示第 17、20 題的填答情況。在 17 題的回答中，顯示學習上使用電腦會造成不方便的學生大約各佔一半；第 20 題則反應出，有超過九成的學生在操作軟體時不太會分心做其他的事。

隨著電腦輔助教材及網路使用的普遍化，學生利用電腦學習的行為模式也常是被探討的焦點，關於這兩項使用電腦的習慣，或許可提供做為後續的研究參考。

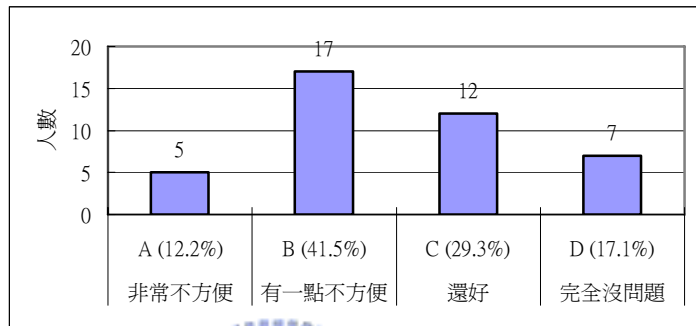


圖 39 學習感受問卷第十七題的填答傾向

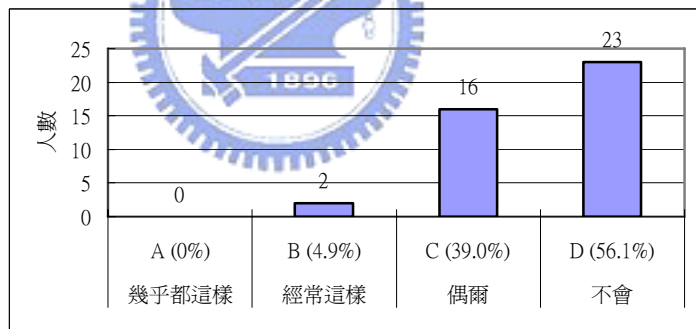


圖 40 學習感受問卷第二十題的填答傾向

(3)第 18、19 兩題問到使用物理動畫的習慣：「每次操作本軟體，是否搭配紙本練習」、「看題目時，會反覆看上幾遍嗎」。結果如圖 41、42 所示，有近七成五的學生不太會搭配紙本練習，且近七成的學生不太會多閱讀幾次題目。這樣的結果顯示，學生在利用電腦輔助學習物理的習慣不好，這或許是造成學習成效不佳的原因之一。

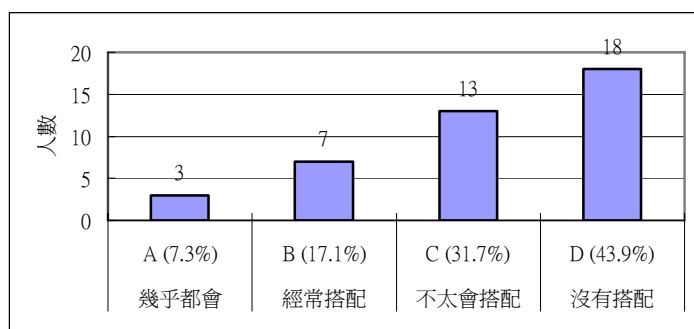


圖 41 學習感受問卷第十八題的填答傾向

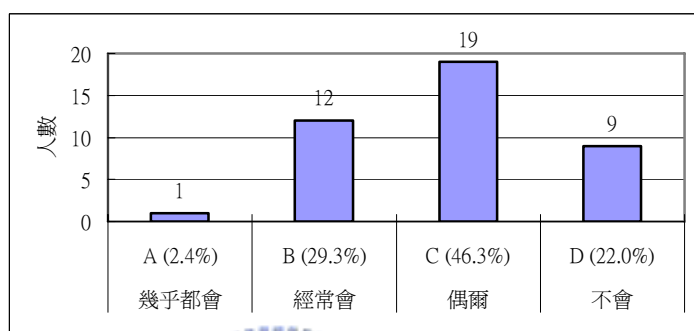


圖 42 學習感受問卷第十九題的填答傾向

#### 4. 「教學效果」

表 9 實驗組 41 名學生在「教學效果」之填答分佈

題號	(A) 選項		(B) 選項		(C) 選項		(D) 選項	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
21	2	4.9%	15	36.6%	20	48.8%	4	9.8%
22	3	7.3%	8	19.5%	25	61%	5	12.2%
23	0	0	5	12.2%	2	4.9%	34	82.9%
24	2	4.9%	11	26.8%	18	43.9%	10	24.4%
25	2	4.9%	14	34.1%	7	17.1%	18	43.9%

(1)如圖 43、44 所示。在第 21 題的填答情況中，顯示超過七成五的學生認為物理動畫的學習成效只對程度有少許提升；而超過八成的學生在 23 題認為物理動畫不能解決「在家做題目，不會卻沒人可請教之苦」。由這兩題反應出動畫解題並未能達到如預期般的效果。或許，呈現的方式有必要做進一步的改良。

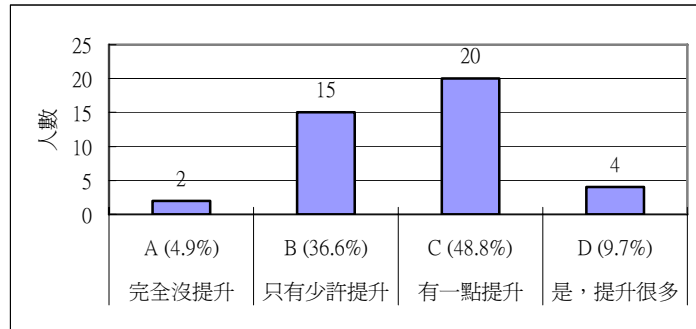


圖 43 學習感受問卷第二十一題的填答傾向

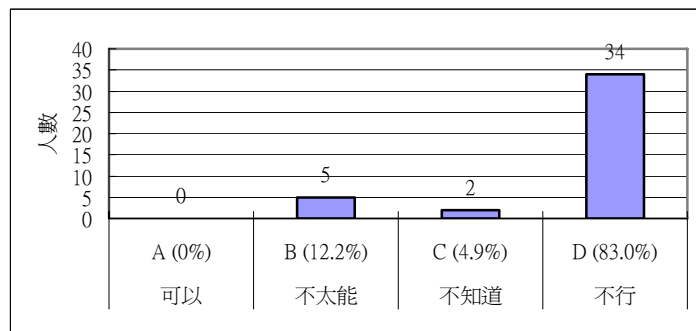


圖 44 學習感受問卷第二十三題的填答傾向

(2)圖 45、46 顯示第 22、24 題的填答情形。在第 22 題的回答中，顯示超過七成的學生認為這樣的學習方式可縮短學習時間；在 24 題的回答中，也有接近七成的學生在考試中會想到本軟體中的畫面片段。由這兩題的填答反應，可看出學生對這類型的輔助學習仍然持正面看法。

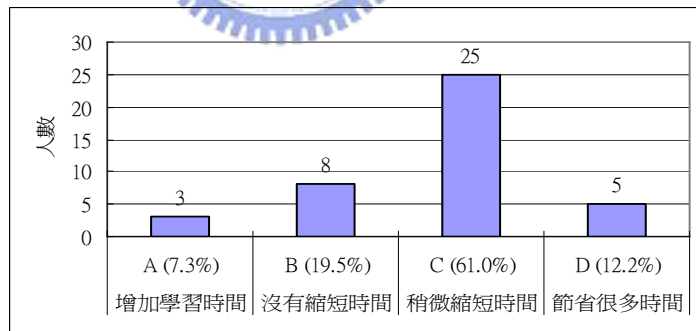


圖 45 學習感受問卷第二十二題的填答傾向

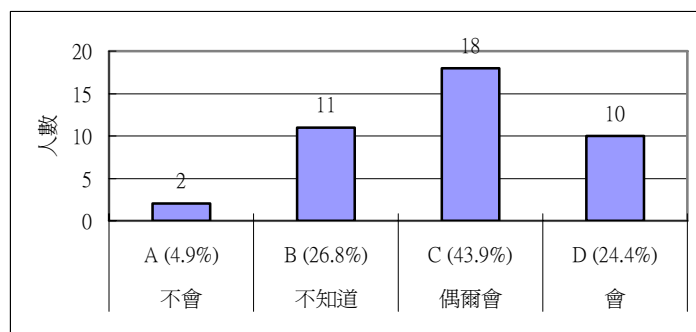


圖 46 學習感受問卷第二十四題的填答傾向

(3)第 25 題是想了解學生認為這樣的學習方式是否比補習更有效率？結果顯示，有六成的學生不認為這比補習更有效率。相較於第 26、29 題的回答，顯然大部分學生還是認為補習的效率還是比較高，與研究者的預期相差頗大，其原因有待進一步釐清。第 25 題的填答情形如圖 47 所示。

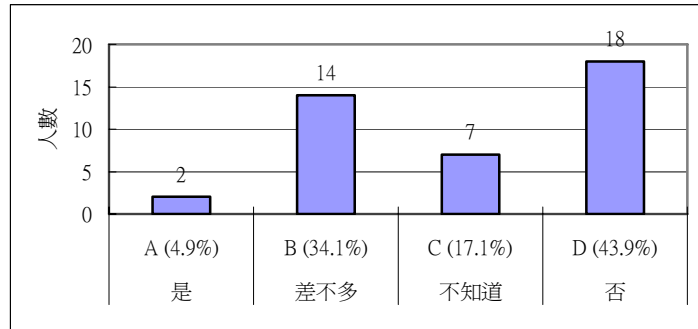


圖 47 學習感受問卷第二十五題的填答傾向

#### 5. 「軟體設計」

(1)在 26 題中，有接近七成的學生認為物理動畫能將觀念介紹得很清楚。而 29 題的填答結果也反映出全部學生都認為這樣的呈現方式有助於增加觀念上的了解。這兩題的回答結果如圖 48、49 所示。

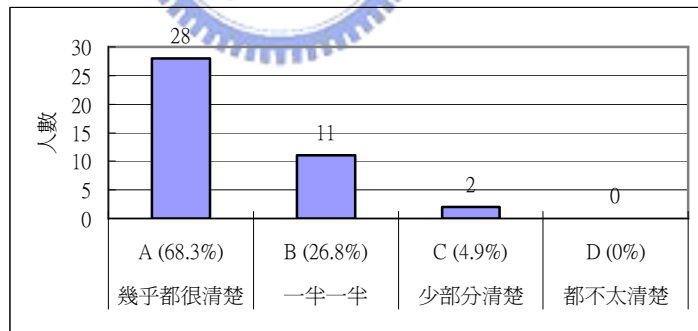


圖 48 學習感受問卷第二十六題的填答傾向

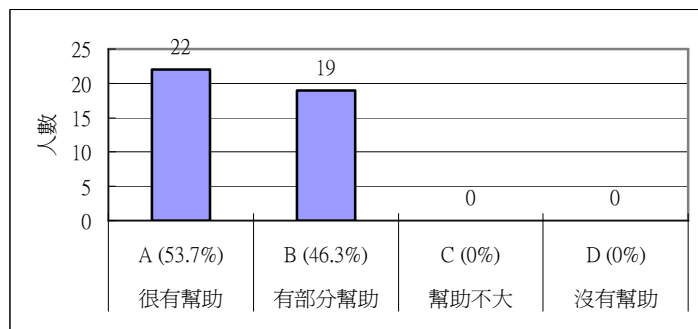


圖 49 學習感受問卷第二十九題的填答傾向

(2)28、30 兩題是關於口語旁白的部分，其結果如圖 50、51 所示。有超過半數的學生認為在「算式表達」需要加入口語旁白；但第 28 題則反應出學生覺得旁白對學習成效只有少許影響。這樣的結果與 Mayer 等人[ 18 ]、[ 19 ]的看法不太一致。

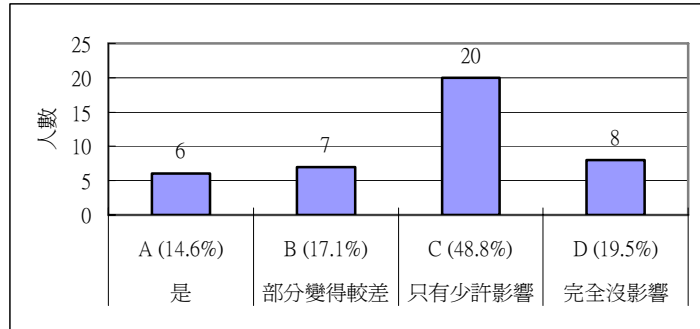


圖 50 學習感受問卷第二十八題的填答傾向

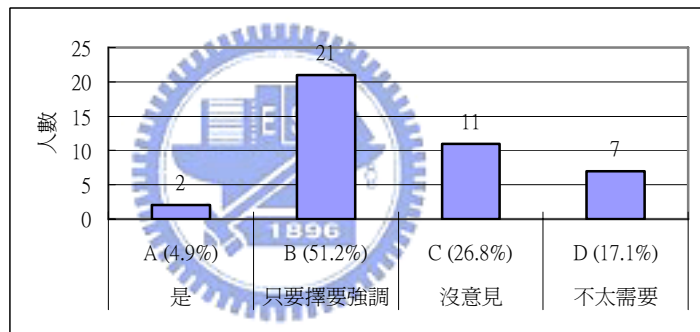


圖 51 學習感受問卷第三十題的填答傾向

#### 4.2.2 學習感受問卷與前後測的相關分析

##### 1. 學習物理的觀感與前後測的相關分析

表 10 前測與問卷第一面向之相關性

		相關	
		一	前測
一	Pearson 相關	1.000	.490**
	顯著性 (雙尾)	.	.001
	個數	41	41
前測	Pearson 相關	.490**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.001	.
	個數	41	41

\*\* . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

學習感受問卷的第一大題是關於學生學習物理的觀感。經計分統計後與實驗組的前測成績進行相關分析，得到的相關係數為 0.490，如表 10 所示。這意味著兩者的正相關具有顯著性。也就是說，從問卷呈現較好程度的學生，其前測成績也愈好，圖 52 呈現了這兩個分數的分佈關係。

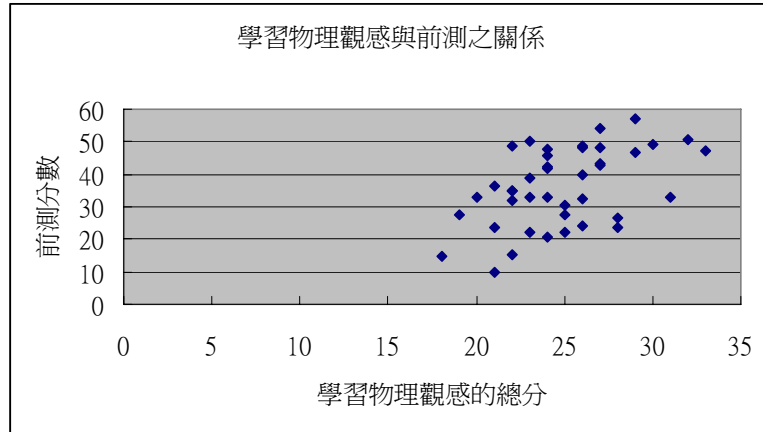


圖 52

同樣地，分析學習物理的觀感與第一次的後測成績，也發現到兩者具有正相關，且統計上具有顯著水準，其結果如表 11 及圖 53 所示。

表 11 第一次後測與問卷第一面向之相關性

相關

		—	後測_1
—	Pearson 相關	1.000	.513**
	顯著性 (雙尾)	.	.001
	個數	41	41
後測_1	Pearson 相關	.513**	1.000
	顯著性 (雙尾)	.001	.
	個數	41	41

\*\* . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

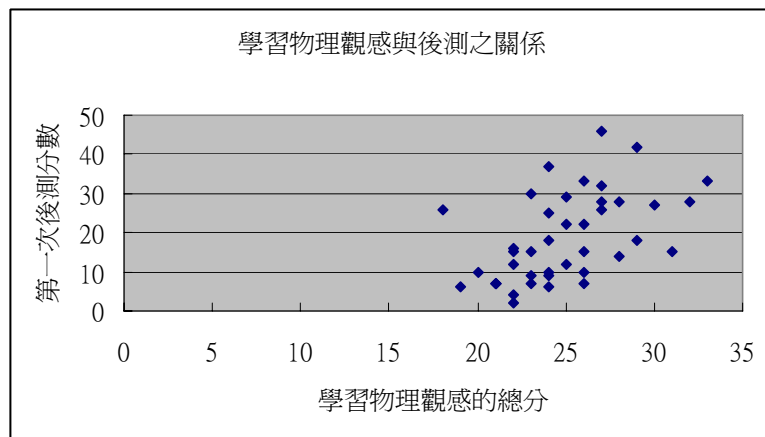


圖 53



## 2.使用電腦輔助教學的觀感與前後測的相關分析

問卷的第二個向度(使用電腦輔助教學的觀感)與前測的關係如表 12 所示，同樣具有正相關，且統計上達到顯著，兩者的分數分佈如圖 54 所示。

然而在與後測的相關分析上，其相關係數為 0.3，未達顯著性，這顯示學生對於使用電腦輔助教學的觀感與後測的成績沒有太大的關係。

表 12 前測與問卷第二面向之相關性

		前測	二
前測	Pearson 相關	1.000	.374*
	顯著性 (雙尾)	.	.016
	個數	41	41
二	Pearson 相關	.374*	1.000
	顯著性 (雙尾)	.016	.
	個數	41	41

\*. 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

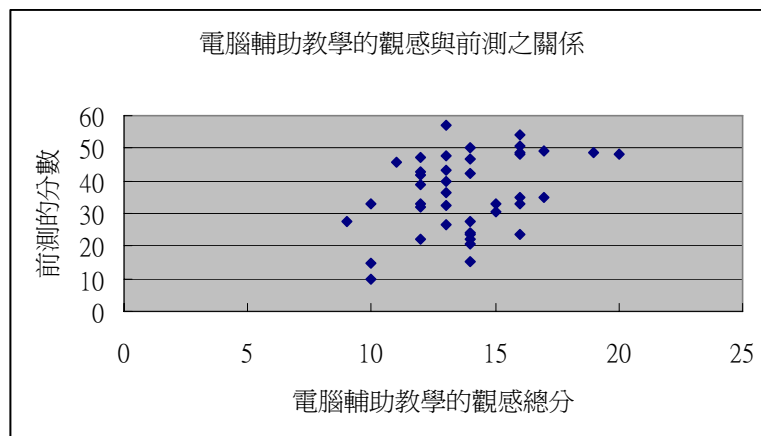


圖 54

### 3.操作軟體的習慣與前後測的相關分析

在問卷中，「操作軟體的習慣」與前測也具有正相關，但相關係數為 0.34，代表關係性稍低，兩者的關係及分數分佈如表 13 及圖 55 所示。

在與後測的相關分析上，其相關係數為 0.2，未達顯著性，顯示學生操作軟體的習慣與後測成績也沒有太大的關係。

表 13 前測與問卷第三面向之相關性

		相關	
		前測	三
前測	Pearson 相關	1.000	.340*
	顯著性 (雙尾)	.	.030
	個數	41	41
三	Pearson 相關	.340*	1.000
	顯著性 (雙尾)	.030	.
	個數	41	41

\*. 在顯著水準為0.05 時 (雙尾)，相關顯著。

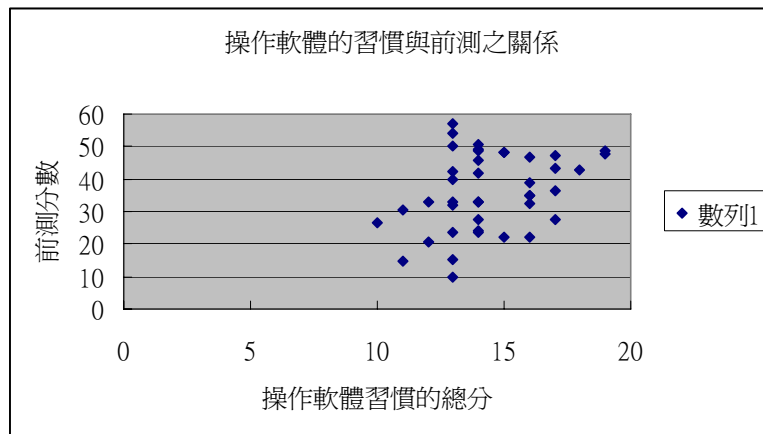


圖 55