

## 第肆章 結果與討論

本章分成三節：第一節描述學生的答題分布與分析學生對簡單機械之迷思概念；第二節比較使用兩種不同教材內容的教學效果；第三節檢驗研究假說與回應研究問題。

### 第一節 學生對簡單機械了解之答題分布

本節分三個部分，第一部分逐題討論兩組學生在「國小學生對簡單機械之瞭解測驗卷」中各題的作答情形以及學生迷思概念分析。第二部分討論各組各題答對率的分佈。第三部分彙整學生對簡單機械的迷思概念。

#### 一、逐題選答分佈

本部分計有十二題，每題可分 A、B 兩項說明，A 項為選答分析，討論該題的作答情形，B 項為迷思概念，分析學生在該題中所呈現的迷思概念。

##### (一) 第一題

第一題透過學生日常生活所遊戲的翹翹板，診斷學生對於平衡概念的想法。藉此明白學生是否可以有效地將生活經驗轉化成文字敘述。兩組學生作答情形如表 12 所示。

表 12 題一選答分佈

組別 測驗		實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
選項		人數	人數	人數	人數	人數	人數
		%	%	%	%	%	%
(1) ㄅ※		49 73.1	63 94.0	60 89.6	40 62.5	58 90.6	56 87.5
(2) ㄆ		6 9.0	3 4.5	2 3.0	9 14.1	2 3.1	3 4.7
(3) ㄇ		5 7.5	1 1.5	4 6.0	14 21.9	3 4.7	5 7.8
(4) 不一定		7 10.4	0 0.0	1 1.5	1 1.6	1 1.6	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1) 越輕的要坐越裡面		9 13.4	3 4.5	9 13.4	11 17.2	6 9.4	15 23.4
(2) 越輕的要坐越外面※		39 58.2	57 85.1	55 82.1	36 56.3	53 82.8	41 64.1
(3) 兩個人離ㄐ的距離要一樣		3 4.5	2 3.0	2 3.0	4 6.3	2 3.1	2 3.1
(4) 要兩個人一樣重，才會平衡		16 23.9	4 6.0	1 1.5	13 20.3	3 4.7	6 9.4
(5) 其他		0 0.0	1 1.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0

註：※為正確答案

### A、選答分析

由表 12 可發現：

1. 實驗組與對照組在前測中分別有 73.1% 以及 62.5% 的學生可判斷出小美的位置。而兩組在接受不同教材內容之後皆有高過 90% 的學生選擇正確，延宕測驗中答對率也有 87.5% 以上。

2. 從選擇的理由來看，前測中已有 56.3% 以上的學生答對，經過教學後，實驗組和對照組的學生都有 82.8% 以上答對，延宕測驗顯示即使過了一段時間，實驗組學生仍有 82.1% 的學生答對，而對照組遺忘的學生人數較多，剩下 64.1% 的學生答對。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

### 1. 持有(4)「要兩個人一樣重，才會平衡」的迷思概念。

實驗組和對照組在前測中分別有 23.9% 及 20.3% 的學生選擇此項，但接受不同教材內容後，實驗組與對照組的學生分別有 6.0% 以及 4.7% 選擇此項。至延宕測驗時，實驗組的學生降為 1.5%，而對照組學生又升至 9.4% 持有此迷思概念。研究者訪談實驗組學生 S6104 以釐清其想法，該生認為小美並沒有固定的位置可坐，其說明如下：

*T: 你認為小美要坐在那裡？*

*S6104: 不一定吧。*

*T: 為什麼？*

*S6104: 因為他們兩個不一樣重啊。小美不管坐哪裡都不會平衡啊。*

*T: 你認為怎樣才可以讓翹翹板達到平衡？*

*S6104: 要兩邊都一樣重啊。*

*T: 怎麼說？*

*S6104: 對啊，像天平一樣啊。每次用天平的時候，都要兩邊一樣重才會平衡嘛！*

*這兩個小朋友又不一樣重，所以翹翹板是不會平衡的啊。*

**【訪談 92/12/19】**

學生認為要達到平衡，一定要兩邊的物體等重。學生是從使用天平的經驗來當作判斷平衡的條件，忽略了物體與支點的距離，僅憑著物體的重量進行判斷。此與陳義勳（民 80）、賴明照（民 92）提出「高年級學生認為只要兩邊重量一樣，槓桿就會平衡」的研究結果相同。

### 2. 持有(1)「越輕的要坐越裡面」的迷思概念。

實驗組在前測、後測及延宕測驗中分別有 13.4%、4.5%、13.4% 的學生

選擇此項。對照組學生在前測、後測、延宕測驗中分別有 17.2%、9.4%、23.4% 的學生選擇此項。發現這兩種不同的教材內容雖在教學活動後可以降低學生迷思概念比率，但在經過一段時間之後學生又恢復原有的迷思概念，可見這兩種教材內容並無法幫助學生去除此迷思概念。研究者訪談對照組學生 S6209，其認為小美要坐在門點，訪談說明如下：

*T：你為什麼認為小美要坐在門點？*

*S6209：因為比較重的要坐外面，比較輕的要坐裡面壓。*

*T：你怎麼知道的？*

*S6209：因為我跟弟弟以前玩蹺蹺板就是這樣啊，我記得我都坐的很外面。*

*T：你跟弟弟誰比較重？*

*S6209：我，所以我坐在外面。*

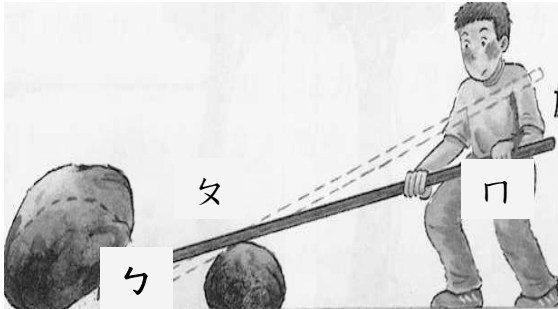
**【訪談 92/11/18】**

學生從以往玩蹺蹺板的經驗進行判斷，但是對於以往經驗有著錯誤的記憶，進而導致判斷錯誤。

## (二) 第二題

第二題透過第一類槓桿：支點在施力點和抗力點中間時，若施力臂長於抗力臂則省力；抗力臂長於施力臂則費力；兩臂相等則不省力也不費力的概念，藉此檢視學生在這類型簡單機械判讀省力費力的能力。兩組學生作答情形如表 13 所示。

表 13 題二選答分布

題目二		小華在小石頭上面架了竹竿，想把大石頭抬起來，如圖所示。你想他這樣會是下面哪一種情況呢？					
		實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
選項	組別測驗	人數	人數	人數	人數	人數	人數
		%	%	%	%	%	%
(1)省力*		46 68.7	65 97.0	61 91.0	42 65.6	60 93.8	58 90.6
(2)費力		15 22.4	1 1.5	5 7.5	18 28.1	2 3.1	5 7.8
(3)不省力也不費力		3 4.5	1 1.5	1 1.5	4 6.3	2 3.1	1 1.6
(4)不一定		3 4.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1)ㄩ向上的距離<ㄩ 向下的距離◎		5 7.5	4 6.0	8 11.9	7 10.9	50 78.1	48 75
	(2)ㄩㄩ的距離<ㄩㄩ 的距離▣	6 9.0	59 88.1	52 77.6	3 4.7	4 6.3	10 15.6
(3)ㄩㄩ的距離>ㄩㄩ 的距離。		3 4.5	1 1.5	6 9.0	4 6.3	3 4.7	2 3.1
(4)因為手要向下壓		15 22.4	1 1.5	1 1.5	8 12.5	1 1.6	2 3.1
(5)因為石頭很重		8 11.9	1 1.5	1 1.5	10 15.6	3 4.7	2 3.1
(6)因為用手不好搬， 用竹竿比較方便。		30 44.8	1 1.5	1 1.5	32 50.0	1 1.6	2 3.1
(7)其他		0 0.0	1 1.5	0 0.0	0 0.0	2 3.1	0 0.0

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 13 可發現：

1. 前測中兩組學生都有 65.6%以上可以有效判斷竹竿是屬於省力工具。教學後兩組皆有 90.0%以上的學生答對。
2. 從選擇的理由來看，前測中只有 9.0%的實驗組學生和 10.9%對照組學生選出正確的理由，實驗組與對照組在後測以及延宕測驗中答對比率都有 75.0%以上。可知兩種不同的教學內容都可讓學生判斷出省力的原因。在後測中，實驗組表現比對照組好。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 選擇(6)「因為用手不好搬，用竹竿比較方便」作為判斷竹竿省力費力的依據。

實驗組和對照組在前測中分別有 44.8%及 50.0%的學生選擇此項。研究者訪談實驗組學生 S6104，其認為竹竿是屬於省力的工具，訪談說明如下：

*T：你為什麼覺得用竹竿抬石頭是省力的情形？*

*S6104：因為用手要搬動石頭很麻煩，用竹竿一下子石頭就可以動了。很方便啊。*

*T：所以是方便使用，讓你覺得這樣是省力的囉？*

*S6104：應該是啊，用竹竿很好用啊。*

**【訪談 92/11/18】**

學生覺得方便性是決定簡單機械省力或費力工具的判斷依據。他們認為用竹竿去抬石頭比較方便，推理出用竹竿抬石頭是屬於省力的情形。從訪談內容可以發現學生是透過日常生活經驗知道用竹竿搬石頭比較輕鬆，但是並不清楚其省力的原理，所以將原因歸因到它的方便性。而接受不同教材內容之後，兩組學生持有此迷思概念的比率皆低於 1.6%以下，可見這兩種教學方式對此迷思概念的改善均有所幫助。

## 2. 選擇(4)「因為手要向下壓」作為判斷竹竿省力費力的依據。

在前測中有 22.4%的實驗組學生和 12.5%的對照組學生持有此迷思概念。研究者訪談對照組學生 S6210，其認為竹竿是屬於費力的工具，訪談說明如下：

*T:你為什麼認為手向下壓就可以表示用竹竿抬石頭是費力的？*

*S6210:因為手向下壓，就是在出力啊。要出力氣就應該是費力啊。*

*T:你怎麼知道的？*

*S6210:因為我們每次要抬東西的時候，就要施力啊。這樣不就叫做費力嗎？*

**【訪談 92/11/18】**

學生雖選擇施力方向是決定簡單機械的費力，但對其解釋則為手向下壓要出力，所以只要花費力氣，所以是費力。此點與張志銘(民 92)發現學生認為只要花力氣就是費力的研究結果相同。而在後測及延宕測驗中這類迷思概念並不顯見，僅剩下不到 3.1%的學生。有學生卻對該選項有另一種解讀。

*T:你認為用竹竿抬石頭會省力是因為手向下壓？*

*S6124:對啊，不然要往上抬東西，不是比較辛苦嗎？那往下壓竹竿這樣比較好壓啊，就會省力啊。*

*T:你覺得什麼叫做省力？*

*S6124:省力喔，就是不用花很大的力氣啊，那手向下壓不是比較不用花力氣嗎？就是比較好用啊。像我們直接用手抬石頭，手要往上啊，這樣就不好用，那就會費力啊。對吧？*

**【訪談 92/11/18】**

學生認為手向下壓是方便施力的方式，所以會是省力。相對的，手往上抬就是不方便施力，所以是費力。可見學生在此雖然選擇同一個原因，但是會有不同的解讀。

## 3. 實驗組學生選擇(1)「勺向上的距離<勺向下的距離」作為判斷竹竿省力費力的依據。

此選項為對照組學生的正確答案，但在後測及延宕測驗中卻有超過

6.0%的實驗組學生選擇此項。研究者訪談實驗組學生 S6307，該生認為竹竿是省力的工具，其說明如下：

T:你認為用竹竿抬石頭會省力是因為勺向上的距離小於勺向下的距離？

S6307:對啊，因為施力臂大於抗力臂啊。

T:說說施力臂與抗力臂的定義？

S6307:施力臂就是出力的地方的長度，出力在勺點，抗力臂就是物體的距離吧，物體在勺點，那就比較勺跟勺就可以了吧。

T:不用跟支點比較嗎？

S6307:不用啊，就看出力的地方跟物體的地方就可以了吧！

【訪談 93/1/15】

實驗組學生認為施力臂與抗力臂長度的比較，不需要考慮到支點。所以選擇對照組的答案。可見實驗組學生對於判斷法則的記憶出現錯誤。

#### 4. 對照組學生選擇(2)「勺勺的距離 $<$ 勺勺的距離」作為判斷竹竿省力費力的依據。

此選項為實驗組學生的正確答案，在後測及延宕測驗中卻有超過 6.3% 對照組學生選擇此項。研究者訪談對照組學生 S6221。該生認為竹竿是省力的工具，其說明如下：

T:你認為用竹竿抬石頭會省力是因為勺勺的距離小於勺勺的距離？

S6221:嗯，因為好像是看物體跟手的距離。

T:物體的距離？

S6221:就勺勺啊，物體在勺點，那要比較距離就要看勺點和勺點的距離。

T:為什麼？

S6221:老師教的啊。

【訪談 93/1/15】

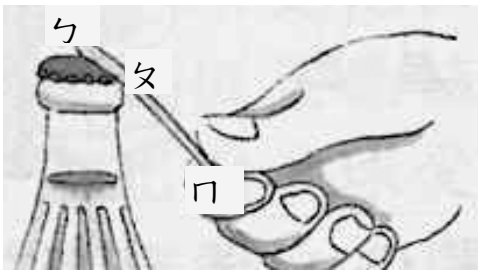
對照組學生誤記課堂中所學到的判斷法則，因此擁有此迷思概念。

### (三)第三題

第三題主要是透過第二類槓桿：抗力點在施力點與支點中間，施力臂長於抗力臂概念，藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力，兩組學生作答情形如表 14 所示。



表 14 題三選答分布

題目三		媽媽用開瓶器開米酒瓶，你想這樣會是下列哪一種情況呢？					
		實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
選項	組別測驗	人數	人數	人數	人數	人數	人數
		%	%	%	%	%	%
(1)省力*		52 77.6	64 95.5	61 91	52 81.3	63 98.4	58 90.6
(2)費力		6 9.0	2 3.0	5 7.5	6 9.4	0 0.0	5 7.8
(3)不省力也不費力		4 6.0	0 0.0	0 0.0	5 7.8	1 1.6	1 1.6
(4)不一定		5 7.5	1 1.5	1 1.5	1 1.6	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1)ㄩ向上的距離 > ㄨ向上的距離◎		1 1.5	4 6.0	5 7.5	4 6.3	46 71.9	42 65.6
(2)ㄨㄨ的距離 < ㄨㄩ的距離		1 1.5	17 25.4	26 38.8	2 3.1	6 9.4	7 10.9
(3)ㄨㄩ的距離 > ㄨㄨ的距離□		6 9.0	42 62.7	32 47.8	2 3.1	1 1.6	5 7.8
(4)因為手往上拉		15 22.4	1 1.5	0 0.0	16 25.0	3 4.7	1 1.6
(5)因為瓶蓋很緊		3 4.5	1 1.5	1 1.5	2 3.1	3 4.7	4 6.3
(6)因為用手不好開，用開瓶器比較方便。		39 58.2	0 0.0	3 4.5	38 59.4	3 4.7	5 7.8
(7)其他		2 3.0	2 3.0	0 0.0	0 0.0	2 3.1	0 0.0

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

□為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 14 可發現：

1. 兩組學生在前測中有 77.6% 以上的學生答對，教學後答對率達 90.6% 以上，可見學生對此概念並不難理解。
2. 在選擇的理由部分，實驗組學生在後測、延宕測驗中分別有 62.7%、47.8% 的學生做出正確的選擇。對照組學生在後測、延宕測驗中分別有 71.9%、65.6% 的學生做出正確的選擇。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. **選擇(6)「因為用手不好開，用開瓶器比較方便」作為判斷開瓶器省力費力的依據。**

實驗組和對照組學生在前測中分別有 58.2%、59.4% 的學生選擇此項。但接受不同教材內容之後，兩組降至 4.7% 以下的學生持有此迷思概念。研究者訪談對照組學生 S6307，其認為開瓶器是屬於省力的工具，訪談說明如下：

*T：你為什麼覺得用開瓶器是省力的工具？*

*S6307：因為用手不可能開啊，所以要用開瓶器。那它很方便啊，所以會省力。*

*T：為什麼？*

*S6307：不用開瓶器的話，會難開啊，手又不能直接打開瓶蓋，那用開瓶器的話，就比較快可以打開，就會省力啊。*

**【訪談 92/11/18】**

學生認為方便性是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。學生並不清楚其省力的原理，藉由日常生活經驗知道用開瓶器比用手輕鬆。所以將原因歸因到它的方便性。

2. **選擇(4)「因為手往上拉」作為判斷開瓶器省力費力的依據。**

前測中有 22.4% 的實驗組學生和 25% 的對照組學生選擇此項。接受兩種不同的教材內容後，學生對此迷思概念減少許多，僅剩下不到 4.7%。研究者訪談對照組學生 S6201，該生認為開瓶器是屬於省力的工具，其說明

如下：

T:你為什麼認為手往上拉就可以表示開瓶器是省力的？

S6201:因為手往上拉，就會比較省力氣啊。就這樣撥一下就可以啦。

T:撥一下？可不可以說的清楚一點？省力費力是怎麼判斷的？

S6201:就是啊，當你手往上拉的時候，就這樣輕輕一拉就可以啦，那瓶子不就打開了，所以就省力了。

T:那如果有種工具是要往下壓的呢？

S6201:那就費力啦，往下壓要出力氣耶，往上拉只要撥一下就好啦。

T:那如果現在是一個很緊很緊的瓶蓋，你連往上拉都開不開的呢？

S6201:開不開喔，那就應該還是省力吧？反正就是往上拉感覺就比較好一點啊。

【訪談 92/11/18】

學生容易認為手往上拉要省力，所以只要是出力的方向向上，就要可以省力。而仍有學生對於施力方向與省力費力關係有另一種認定。

T:你認為用開瓶器會費力是因為手往上拉？

S6124:對啊，手往上拉就是要把他拉起來啊，那不就是費力。

T:你覺得只要把東西拉起來，就要費力？

S6124:對啊，費力不就是要花掉比較多的力氣嗎？現在要把瓶蓋打開，就要拉起來啊。拉東西本來就要出力氣啊，就像我提垃圾一樣，還不是要費力。

T:所以你覺得只要花掉力氣就是費力囉？

S6124:應該是這樣吧，我覺得啦。

【訪談 92/11/18】

### 3. 實驗組學生選擇(2)「 $\text{L}$ 的距離 $<$ $\text{L}$ 的距離」作為判斷開瓶器省力費力的依據。

25.4%的實驗組學生在後測時，認為「 $\text{L}$ 的距離 $<$  $\text{L}$ 的距離」是影響開瓶器成為省力費力工具的原因，到了延宕測驗更有38.8%的實驗組學生持有此迷思概念。而持有此迷思概念的對照組學生明顯的減少至10.9%以下。可發現實驗組學生在後測時，誤判長型工具的支點、施力臂與抗力臂。且容易認為支點一定是在長型工具的中間，也就是施力點和抗力點的中間。此點與張志銘(民92)研究發現學生持有「支點在中間」的迷思概念結果相同。

T:你為什麼認為省力費力要比較 $l_1$ 與 $l_2$ 的距離?

S6301:對啊,施力臂與抗力臂啊。 $l_1$ 是支點啊,這樣比兩邊的長度就可以了。

T:你怎麼知道 $l_1$ 是支點?

S6301:因為 $l_1$ 在中間啊。

T:只要在中間就一定是支點嗎?

S6301:對。

T:為什麼?

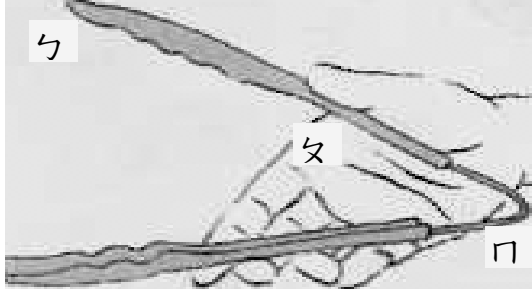
S6301:支點本來就會在中間的啊,像蹺蹺板的支點也在中間的啊。

【訪談 93/1/15】

#### (四)第四題

第四題主要是透過第三類槓桿:施力點在抗力點與支點中間,施力臂短於抗力臂概念,藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力。兩組學生作答情形如表 15 所示。

表 15 題四選答分布

題目四		用夾子夾麵包，你想會是下列哪一種情況呢？					
							
選項	組別 測驗	實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1)省力	38 56.7	4 6.0	4 6.0	30 46.9	8 12.5	9 14.1	
(2)費力*	4 6.0	61 91.0	60 89.6	13 20.3	54 84.4	51 79.7	
(3)不省力也不費力	13 19.4	2 3.0	2 3.0	14 21.9	0 0.0	4 6.3	
(4)不一定	12 17.9	0 0.0	1 1.5	7 10.9	2 3.1	0 0.0	
上題中，你的理由是什麼？							
(1)ㄅ向下的距離>ㄨ 向下的距離。◎	3 4.5	4 6.0	2 3.0	5 7.8	49 76.6	45 70.3	
(2)ㄅㄨ的距離>ㄨㄇ 的距離。	2 3.0	8 11.9	12 17.9	6 9.4	6 9.4	9 14.1	
(3)ㄅㄇ的距離>ㄨㄇ 的距離。▣	6 9.0	53 79.1	51 76.1	2 3.1	3 4.7	3 4.7	
(4)因為手向下壓	18 26.9	0 0.0	1 1.5	23 35.9	1 1.6	3 4.7	
(5)夾重物就費力，夾 到輕物就省力。	22 32.8	1 1.5	0 0.0	20 31.3	3 4.7	4 6.3	
(6)因為用夾子比較方 便。	12 17.9	0 0.0	1 1.5	8 12.5	2 3.1	0 0.0	
(7)其他	4 9.0	1 1.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 15 可發現：

1. 在前測中有 6.0%的實驗組學生以及 20.3%對照組的學生答對。直至後測及延宕測驗，兩組學生皆有高過 79.7%的學生答對，可見這兩種不同的教學法都可以有效的讓學生回答出麵包夾是費力的工具。
2. 實驗組和對照組在前測中分別有 56.7%以及 46.9%的學生誤判麵包夾是屬於省力的工具。接受不同教材內容後，有 14.1%以下的學生判斷錯誤。
3. 從選擇的理由來看，實驗組在後測及延宕測驗中分別有 79.1%、76.1%的學生做出正確判斷，對照組亦分別有 76.6%、70.3%的學生選出正確答案。可見接受兩種不同教學內容的學生皆能夠把握判斷法則並保留其概念，實驗組概念保留情形略高於對照組。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 選擇(5)「夾重物就費力，夾到輕物就省力」作為判斷麵包夾省力費力的依據。

在教學前，32.8%實驗組學生以及 31.3%的對照組學生選擇此項。教學過後，兩組學生皆有 6.3%以下的比率持有此迷思概念。可見兩種不同教材內容均有效果。研究者訪談對照組學生 S6533，其認為麵包夾是屬於省力的工具，訪談說明如下：

*T：你為什麼覺得夾重物就費力，夾到輕物就省力？*

*S6533：因為像我夾石頭之類的東西，就覺得很累啊，花比較大的力氣。夾麵包之類的很輕鬆啊，那就是省力了。*

*T：你覺得跟麵包夾有沒有關係？*

*S6533：沒有吧，省力費力跟麵包夾沒有關係吧，反正就只是夾的東西是重的還是輕的而已啊。*

【訪談 92/11/18】

學生容易認為東西的重量是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則之一。他們認為麵包夾夾到重的東西時，會是費力的工具。夾到輕的東西時，就變成省力的工具。透過訪談可以知道學生對於「省力」「費力」的定義有所曲解，認為要花比較大的力氣就是費力的工具，不太花費力氣的就是省力的工具。此點與張志銘（民 92）提出「高年級學童認為要花很大力氣，就是費力」的研究結果相同。

## 2. 選擇(4)「因為手向下壓」作為判斷麵包夾省力費力的依據。

前測結果可知，26.9%的實驗組學生以及 35.9%的對照組學生選擇此項。在接受不同教材後，兩組學生有 4.7%的學生持有此迷思概念。可見教學有其成效。研究者訪談對照組學生 S6201，該生認為麵包夾是屬於費力的工具，其說明如下：

T: 你為什麼認為手向下壓就可以表示用麵包夾夾麵包是費力的？

S6201: 手要出力氣啊。要出力氣就應該是費力啊。而且手要把麵包拿起來壓。

T: 你覺得要出力氣，就表示費力嗎？

S6201: 對啊，不花力氣怎麼可能把麵包拿起來？所以要費力啊。

T: 可是拿東西本來就要花力氣的啊，那不就每種情形都要費力？

S6201: 應該是吧，可是應該有省力的啊，像是…。

T: 像是什麼？可不可以舉例子？

S6201: 我現在想不起來耶，不知道。我講不出來。

【訪談 92/11/18】

從施力方向決定簡單機械省力或費力是學生持有的判斷法則。他們認為手向下壓要出力，只要是出力的方向向下，就要花費力氣就是費力。

## 4. 選擇(2)「 $\text{L}_1 > \text{L}_2$ 」作為判斷麵包夾省力費力的依據。

17.9%以下的實驗組學生在後測及延宕測驗中，誤判長型工具的支點、施力臂與抗力臂。

T: 你為什麼認為省力費力要比較 $\text{L}_1$ 與 $\text{L}_2$ 的距離？

S6124: 對啊，因為 $\text{L}_1$ 在中間啊，那它就是支點啊，這樣比兩邊的長度就可以了。

T: 只要在中間就一定是支點嗎?

S6124: 對。

【訪談 92/12/19】

9.4%以上的對照組學生在後測及延宕測驗中，以勺勺與勺勺的長度差作為判斷法則。學生將物體與手移動的距離誤判為勺勺與勺勺的距離。

T: 你為什麼認為省力費力要比較勺勺與勺勺的距離?

S6203: 因為物體移動的距離大於手移動的距離啊。

T: 你覺得哪一段是物體移動?

S6203: 勺勺吧。

T: 怎麼說?

S6203: 因為物體在最前面啊，那從勺到勺就是物體的距離啊。

T: 那勺勺呢?

S6203: 手的距離啊。

T: 什麼叫做手的距離?

S6203: 手不是在勺跟勺那邊嗎? 所以就是手的距離啊

T: 不是也要考慮移動的距離嗎? 那你怎麼想?

S6203: 有啊，手在勺跟勺那邊有移動啊，物體在勺跟勺那邊啊，應該也算是移動的距離吧。

【訪談 92/12/19】

可見這兩種不同的教材皆會使兩組產生該迷思概念，在教學過程中需要小心提醒學生。

#### (五)第五題

第五題主要是透過定滑輪其施力臂等於抗力臂，需要兩邊物品重量相同始可平衡的觀念。藉此檢視學生在這類型簡單機械判讀省力費力的能力，兩組學生作答情形如表 16 所示。



表 16 題五選答分布

組別 測驗		實驗組			對照組		
		前測 人數 %	後測 人數 %	延宕測驗 人數 %	前測 人數 %	後測 人數 %	延宕測驗 人數 %
選項	(1) 大於十公斤	3 4.5	1 1.5	4 6.0	6 9.4	5 7.8	6 9.4
	(2) 小於十公斤	0 0.0	3 4.5	1 1.5	2 3.1	0 0.0	1 1.6
	(3) 等於十公斤*	61 91.0	60 89.6	58 86.6	54 84.4	57 89.1	57 89.1
	(4) 不一定	3 4.5	3 4.5	4 6.0	2 3.1	2 3.1	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
選項	(1) 將 A 箱向下拉的長度=箱子向上的距離。◎	2 3.0	5 7.5	7 10.4	3 4.7	40 62.5	31 48.4
	(2) ㄇㄉ的距離=ㄉㄊ的距離。▣	5 7.5	48 71.6	46 68.7	4 6.3	4 6.3	5 7.8
	(3) ㄅㄇ的距離=ㄅㄊ的距離	3 4.5	3 4.5	5 7.5	5 7.8	4 6.3	5 7.8
	(4) 兩個箱子離地面的高度一樣。	57 85.1	8 11.9	8 11.9	50 78.1	15 23.4	23 35.9
	(5) 其他	4 6.0	3 4.5	1 1.5	2 3.1	1 1.6	0 0.0

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 16 可發現：

1. 兩組學生在三次測驗中都都有超過 84.4% 的學生可以有效的判斷出 A 箱的重量。可見有無接受不同教材內容對於學生判斷 A 箱的重量並沒有太大的差別。
2. 從選擇的理由來看，實驗組在後測及延宕測驗中有高於 71.6% 的學生能理解滑輪平衡的原因。而對照組接受不同教材內容後，僅有超過 48.4% 的學生能有效的保留此概念。可見實驗組學生在此題中比較能夠把握判斷法則並有效保留其概念。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

### 1. 認為(4)「兩個箱子離地面的高度一樣。」是判斷箱子重量的依據

85.1% 實驗組學生以及 78.1% 對照組學生在前測中持有此迷思概念。而在經過不同教材的教學後，11.9% 的實驗組學生及超過 23.4% 的對照組學生選擇此錯誤選項。可見實驗組比對照組改善較多。研究者訪談對照組學生 S6533，其選擇 A 等於 10 公斤，訪談說明如下：

*T: 你為什麼覺得 A 箱等於 10 公斤？*

*S6533: 因為兩個箱子離地面的高度一樣啊。*

*T: 為什麼離地面高度一樣，就表示兩個箱子重量一樣？*

*S6533: 因為他們距離支點的長度一樣啊*

*T: 什麼意思？*

*S6533: 定滑輪的支點在中間嘛，那半徑再加上他們的長度，就會等於力臂啊。兩邊力臂一樣長，距離地面的高度就會一樣，那就會一樣重了。*

**【訪談 92/12/19】**

學生認為在定滑輪的兩端，如果重量相等，兩個物品距離地面的高度

會相同。如果距離地面的高度不同，則重量也會不同。此點與 White 和 Gunstone (1992;引自游光純，民 89) 提出「學童認為懸掛於滑輪兩邊同重的物體會靜止於相同的高度」結果相同。

(六)第六題

第六題主要是測驗學生在學習定滑輪的概念之後，是否可以明白只要定滑輪其施力臂等於抗力臂，兩邊物品重量相同便可平衡，與懸掛重物的繩長無關。兩組學生作答情形如表 17 所示。

表 17 題六選答分布

組別 測驗		實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
選項		人數	人數	人數	人數	人數	人數
		%	%	%	%	%	%
(1)大於 B 箱		7 10.4	3 4.5	6 9.0	6 9.4	4 6.3	5 7.8
(2)小於 B 箱		54 80.6	7 10.4	9 13.4	50 78.1	12 18.8	31 48.4
(3)等於 B 箱*		5 7.5	55 82.1	49 73.1	7 10.9	46 71.9	27 42.2
(4)不一定		1 1.5	2 3.0	3 4.5	1 1.6	2 3.1	1 1.6
上題中，你的理由是什麼？							
(1)A 箱向下的距離= B 箱向上的距離。◎		4 6.0	13 19.4	11 16.4	8 12.5	47 73.4	42 65.6
(2)∟ $\alpha$ 的距離 = $\alpha$ 的距離。□		8 11.9	47 70.1	50 74.6	3 4.7	4 6.3	1 1.6

(續後頁)

表 17 題六選答分佈 (接前頁)

(3) 門勺的距離 = 匕 勺的距離	2 3.0	2 3.0	2 3.0	4 6.3	3 4.7	4 6.3
(4) 因為 B 箱比 A 箱 低。	52 77.6	3 4.5	4 6.0	49 76.6	9 14.1	15 23.4
(5) 其他	1 1.5	2 3.0	0 0.0	0 0.0	1 1.6	2 3.1

註：※為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

### A、選答分析

由表 17 可發現：

1. 實驗組學生在前測、後測、延宕測驗中分別有 7.5%、82.1%、73.1% 的學生答對。對照組學生在前測、後測、延宕測驗中分別有 10.9%、71.9%、42.2% 的學生答對。接受不同教材後對照組的表現比實驗組差，尤其是到延宕測驗時，對照組遺忘人數百分比大過實驗組 30.9%。
2. 在教材內容之前，實驗組和對照組分別有 80.6% 以及 78.1% 的學生認為 A 箱重量小於 B 箱，在後測中及延宕測驗中，實驗組剩下 10.4% 及 13.4% 的學生選擇此項，而對照組學生則有 18.8% 和 48.4% 繼續持有此錯誤觀念。可見實驗組所接受的教學法比較可以幫助學生判斷 A 箱的重量。
3. 從選擇的理由看，接受不同教材內容後，實驗組和對照組學生皆有超過 70.1% 的學生能夠選擇正確答案，至延宕測驗實驗組有 74.6%，對照組有 65.6% 的學生選擇正確。可見這兩種不同的教學法都可以幫助學生使用所學習到的判斷法則。

### B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 認為(4)「因為 B 箱比 A 箱低。」是判斷箱子重量的依據

77.6% 的實驗組學生以及 76.6% 對照組學生在前測中選擇此項。經過不

同的教學內容後，發現對照組仍有超過 23.4% 的學生持有此迷思概念，而實驗組降至 6% 以下的學生選擇此選項，可見受過槓桿原理教學的實驗組學生較不易有此迷思概念的產生。可以知道學生在第一部份選擇 A 箱重量小於 B 箱的理由。研究者訪談對照組學生 S6533，說明如下：

*T: 你為什麼覺得 B 箱比較重?*

*S6533: 因為 B 箱比較低。這樣就代表 B 箱比較重，所以把 A 箱拉高了。：那 A 箱應該就會一直往上升啊。*

*T: 可是題目不是說那兩個箱子停住不動了?*

*S6533: 對啊，如果 A 箱被拉到最上面卡住的話，那兩個箱子就不會動啦。*

【訪談 92/11/18】

學生對於題意中的「停住不動」定義錯誤，他們不瞭解只要是平衡的兩端，並不一定會有相同的高度。而且認為在定滑輪的兩端，兩物體高度不同的話，兩物體的重量也不相同，認為較接近地面的物體比較重，此點與董正玲（民 79）、彭泰源（民 88）、McDermott(1984)所提出「當左右掛的東西一高一低時，學生會預測接近地面的物體比較重」的研究結果相同。

**2. 實驗組學生認為「(1) A 箱向下拉的長度 = 箱子向上的距離」是判斷箱子重量的依據。**

實驗組在前測、後測及延宕測驗中分別有 6.0%、19.4%、16.4% 的學生選擇此項。實驗組學生並不能從定滑輪上找出施力臂、抗力臂，造成判斷困難。

*T: 你為什麼認為 B 箱重量大於 A 箱?*

*S6124: 因為 A 箱向下的距離就會等於 B 箱子向上的距離啊。*

*T: 那為什麼移動距離一樣，B 箱會比較重?*

*S6124: 因為要比較長度啊。*

*T: 你覺得是比較這兩個箱子移動的長度嗎?*

*S6124: 對啊。所以我選第一個答案啊。*

【訪談 93/1/15】

## (七) 第七題

第七題主要是透過動滑輪因其施力臂大於抗力臂，所以屬於省力的工具的觀念，藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力，

表 18 題七選答分布

組別 測驗		實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
選項		人數	人數	人數	人數	人數	人數
		%	%	%	%	%	%
(1)大於十公斤		35 52.2	4 6.0	9 13.4	31 48.9	27 42.2	29 45.3
(2)小於十公斤*		10 14.9	61 91.0	48 71.6	12 18.8	26 40.6	25 39.1
(3)等於十公斤		15 22.4	2 3.0	10 14.9	16 25.0	11 17.2	10 15.6
(4)不一定		7 10.4	0 0.0	0 0.0	5 7.8	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1)手向上移動的距離 >箱子向上移動的距離。◎		6 9.0	5 7.5	14 20.9	7 10.9	41 64.1	39 60.9
(2)手向上移動的距離 =箱子向上移動的距離		4 6.0	6 9.0	6 9.0	5 7.8	12 18.8	14 21.9
(3)門ㄉ的距離=ㄉㄇ 的距離。		3 4.5	3 4.5	4 6.0	2 3.1	4 6.3	1 1.6
(4) 門ㄉ的距離 > ㄉ ㄉ的距離。▣		8 11.9	47 70.1	38 56.7	0 0.0	1 1.6	0 0.0
(5)拉ㄇ點等於拉ㄉ 點。		4 6.0	2 3.0	3 4.5	2 3.1	1 1.6	1 1.6
(6)因為手往上拉。		44 65.7	1 1.5	1 1.5	48 75	5 7.8	8 12.5
(7)其他		5 7.5	3 4.5	1 1.5	1 1.6	0 0.0	1 1.6

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 18 可發現：

1. 後測、延宕測驗中實驗組與對照組分別有 91%、71.6% 以及 40.6%、39.1% 的學生答對。實驗組學生在後測中及延宕測驗中表現優於對照組。可見學習槓桿原理的實驗組比對照組更能有效的明白動滑輪是省力的工具，進而做出正確的判斷。
2. 接受不同教材內容，對照組仍有超過 42.2% 的學生認為需要用大於十公斤的力量始可把重物拉上去，但實驗組持有此概念的僅有 13.4%。而且後測及延宕測驗中分別有 17.2% 以及 15.6% 的對照組學生認為小明需要用與箱子等重的力氣始可將箱子往上拉。而實驗組在後測中選擇該項的僅有 3%。可見對照組學生對於動滑輪的省力費力判斷出現困難。
3. 從選擇的理由來看，兩組接受不同教材後有 56.7% 以上的學生選擇正確，而實驗組學生遺忘人數百分比高過對照組 10.2%。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

### 1. 選擇(6)「因為手往上拉。」作為判斷動滑輪省力費力的依據

65.7% 實驗組以及 75% 對照組學生在前測中選擇此項。但接受不同教材內容之後，兩組接受不同教材內容的學生皆已修正，剩下不到 12.5% 的學生持有此迷思概念。研究者訪談對照組學生 S6514，說明如下：

*T: 你為什麼選擇手要往上拉這個答案？*

*S6514: 因為手往上拉，感覺就要出力啊。那要出力應該就要比原來的物體重一些，才可以把東西往上拉上去囉！*

*T: 那如果把這個十公斤的物體變成是往下拉，那用的力氣大小會改變嗎？*

*S6514: 會吧。往下拉應該會比較輕鬆。就像我們平常要抬東西都很累啊，那應該就要花很多力氣。可是我們把東西扯下來，感覺就很輕鬆，那應該就比較不用花力氣。*

**【訪談 92/11/18】**

動滑輪對學生而言並不是常用的工具，所以學生認為用手把東西往上抬升，學生直覺反應要花費力氣，所以將花費力氣和費力概念相混合所致。

2. 實驗組學生選擇(1)「手向上移動的距離 > 箱子向上移動的距離。」作為判斷動滑輪省力費力的依據。

在後測及延宕測驗中有 7.5%和 20.9%的實驗組學生認為「手向上移動的距離 > 箱子向上移動的距離」是判斷動滑輪省力費力的依據。因為接受過槓桿原理教學的實驗組學生並不能有效的從動滑輪上找出施力臂、抗力臂，所以造成判斷困難。

*T: 你為什麼認為從手向上移動的距離大於箱子向上移動的距離就可以判斷出小明花的力氣?*

*S6124: 因為老師有教啊，要看施力臂和抗力臂。*

*T: 那你怎麼看的?*

*S6124: 因為手往上拉就是施力的地方啊，那邊應該就是施力臂吧。手往上拉的長度會高過箱子往上的長度啊，這個實驗就有看到了。所以抗力臂比較短一點。那這樣小明就花比十公斤還要少的力氣就可以了。*

**【訪談 92/12/19】**

實驗組學生將力臂長度誤判為移動的距離。直至延宕測驗，持有此迷思概念的實驗組學生增加了 13.4%。

3. 對照組學生選擇(2)「手向上移動的距離 = 箱子向上移動的距離」作為判斷動滑輪省力費力的依據。

18.8%的對照組學生在後測時，認為「手向上移動的距離 = 箱子向上移動的距離」是判斷拉滑輪力氣大小的依據，到了延宕測驗增加為 21.9%，對照組學生不容易由圖示推論出手移動的距離和物體移動的距離那個比較長，進而導致答題錯誤。

*T: 為什麼你認為小明最小要用十公斤力量把滑輪拉上去?*

*S6219: 因為手向下拉的長度跟箱子往上跑得一樣啊。*

*T: 你覺得如果手向下拉一公分，箱子也會上升一公分囉?*

*S6219: 對啊。看圖就可以知道了吧，大概一樣長啊。*

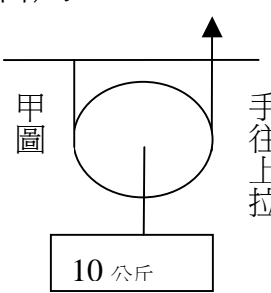
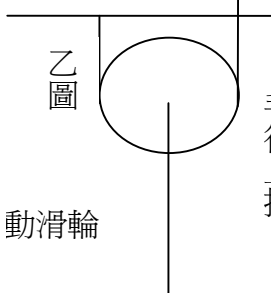
**【訪談 92/12/19】**



(八)第八題

第八題測驗學生是否可以明白在動滑輪上，不論懸綁物體的繩長多少都不會影響所施力氣的大小。藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力，兩組學生作答情形如表 19 所示。

表 19 題八選答分布

題目八							
				<p>甲乙兩圖他們的箱子、滑輪的半徑大小全都一樣，只有箱子繩子的長度不同，請問甲乙兩圖，哪一個需要較大的力氣，才能把箱子向上移動？</p>			
選項	組別 測驗	實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1) 甲圖		7 10.4	4 6.0	0 0.0	10 15.6	8 12.5	2 3.1
(2) 乙圖		44 65.7	11 16.4	15 22.4	43 67.2	29 45.3	36 56.3
(3) 都一樣*		15 22.4	52 77.6	52 77.6	8 12.5	27 42.2	26 40.6
(4) 不一定		1 1.5	0 0.0	0 0.0	3 4.7	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1) 乙圖綁箱子的繩子比較長		31 46.3	9 13.4	15 22.4	30 46.9	23 35.9	26 40.6
(2) 乙圖的箱子比較低。		21 31.3	0 0.0	2 3.0	20 31.3	13 20.3	14 21.9
(3) 兩個箱子重量一樣。*		14 20.9	57 85.1	50 74.6	10 15.6	28 43.8	23 35.9
(4) 其他		1 1.5	1 1.5	0 0.0	3 4.7	0 0.0	1 1.6

註：\*為正確答案

## A、選答分析

由表 19 可發現：

1. 接受槓桿原理教學的實驗組在後測及延宕測驗中皆有超過 77.6% 的學生明白兩圖所花的力氣要一樣。相對的僅有 42.2% 對照組學生在後測中答對。實驗組的表現高於對照組。
2. 而有近 67.2% 的學生在前測中認為乙圖所花的力氣比甲圖大。後測中仍有 66.3% 以下的對照組學生選擇此錯誤答案，可見接受課本內容的對照組學生並不能有效的判斷甲乙兩圖的省力與費力。
3. 從選擇的理由來看，實驗組比對照組更容易理解此概念。因為實驗組有在後測及延宕測驗中分別有 85.1% 與 74.6% 的學生答對。而對照組僅有 43.8% 以下的學生選擇正確。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

### 1. 選擇 (1)「乙圖綁箱子的繩子比較長」作為判斷兩圖省力費力的依據

教學前，46.3% 的實驗組以及 46.9% 的對照組學生持有此迷思概念。後測中仍有 13.4% 的實驗組學生以及 35.9% 的對照組學生選擇此項。延宕測驗中實驗組與對照組選擇此項的比率增為 22.4% 以及 40.6%。持有此迷思概念的對照組學生比實驗組學生多。研究者訪談對照組學生 S6201，其說明如下：

*T: 你覺得這兩個圖哪一個要較大的力氣才可以把箱子拉起來？*

*S6201: 乙圖吧。*

*T: 為什麼？*

*S6201: 因為乙圖的繩子比較長。所以乙圖的箱子比較重。*

*T: 怎麼知道的？*

S6201：箱子比較重啊，就把繩子拉長了。

T：跟物體移動的距離沒有關係嗎？

S6201：沒有吧。看繩子長度就可以知道了。

【訪談 92/12/19】

學生認為繩子越長，物體重量越大。而且認為繩子會變長，是因為物體重量所致。

## 2. 選擇 (2)「乙圖的箱子比較低」作為判斷兩圖省力費力的依據

兩組都有 31.1%的學生在教學前認為乙圖箱子比較低是判斷兩圖省力費力的依據。即使接受不同教材內容，對照組仍有 20.3%的學生存有此迷思概念。研究者訪談對照組學生 S6230，其說明如下：

T：你為什麼認為甲圖要比乙圖花更大的力氣才可以把箱子向上移動？

S6219：因為乙圖綁箱子的繩子比較長。

T：為什麼？

S6219：因為一定是乙圖的箱子比較重啊，這樣它的繩子就被拉長了。而且上課有學到物體移動的距離越大，越省力。乙圖的箱子那麼低，之後要拉上去的距離不比較大，會省力的話應該乙圖要比較輕一點。

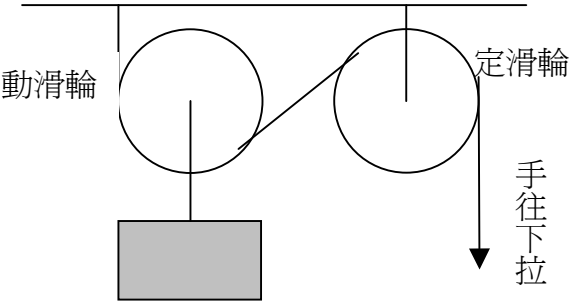
【訪談 92/12/19】

對照組學生誤解了課堂中所學得的判斷法則，誤認為物體懸掛在動滑輪上的繩長就代表物體要移動的距離，移動的距離越大，越省力。所以乙圖需要用比較小的力氣。

(九)第九題

第九題測驗學生在學習滑輪組的概念之後，是否可以明白滑輪組是因為動滑輪的關係，所以是省力的工具。藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力，兩組學生作答情形如表 20 所示。

表 20 題九選答分布

題目九							
			小華要用左圖的裝置拉動箱子，他拉動時會是下列哪一種情況？				
			實驗組			對照組	
選項	組別 測驗	前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1) 省力*		42 62.7	59 88.1	55 82.1	41 64.1	50 78.1	48 75.0
(2) 費力		16 23.9	2 3.0	2 3.0	11 17.2	2 3.1	2 3.1
(3) 不省力也不費力		5 7.5	6 9.0	10 14.9	7 10.9	11 17.2	14 21.9
(4) 不一定		4 6.0	0 0.0	0 0.0	5 7.8	1 1.6	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1) 因為有動滑輪。*		20 29.9	55 82.1	52 77.6	15 23.4	40 62.5	40 62.5
(2) 因為有定滑輪		20 29.9	7 10.4	8 11.9	22 34.4	7 10.9	12 18.8
(3) 因為手向下拉。		21 31.3	5 7.5	6 9.0	26 40.6	14 21.9	7 10.9
(4) 其他		6 9.0	0 0.0	1 1.5	1 1.6	3 4.7	5 7.8

註：\*為正確答案

A、選答分析

由表 20 可發現：

1. 實驗組和對照組在教學前都有超過 62.7% 的學生答對，之後接受了不同的教學內容，兩組學生亦都有超過 75.0% 以上的學生答對。可見判斷滑輪組為省力工具對大部分學生來說並不是困難的事情。
2. 從選擇的理由來看，實驗組在後測及延宕測驗中分別有 82.1% 以及 77.6% 的學生做出正確判斷，對照組在後測及延宕測驗皆有 62.5% 的學生選出正確答案。實驗組比對照組能做出正確判斷人數更多。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

### 1. 選擇(3)「因為手向下拉」作為判斷滑輪組省力費力的依據。

在教學前兩組學生超過 31.3% 持有此迷思概念，而在教材內容結束後，對照組持有此迷思概念的學生佔 21.9%，比實驗組的 7.5% 多出 3 倍。研究者訪談對照組學生 S6514，以釐清其想法，訪談說明如下：

*T: 你為什麼認為使用滑輪組會是省力的？*

*S6514: 因為手要向下拉啊。*

*T: 可以再說明一下嗎？*

*S6514: 因為手向下拉，比較好拉啊，應該輕鬆一點。就會省力囉。*

*T: 你從哪裡發現的*

*S6514: 感覺吧，平常我們扯東西的時候，本來就是往下拉比較輕鬆點啊。*

*T: 跟在課堂中學習到的判斷法則有沒有關係？*

*S6514: 嗯（停頓許久），我覺得沒有吧。*

*T: 為什麼？*

*S6514: 因為這是兩個滑輪的啊。兩個滑輪都在動，根本沒有辦法去看出誰移動的距離吧。我看不出來耶。所以應該沒有用到那個法則啊。你只要看他往下拉應該就可以知道了。*

**【訪談 92/12/19】**

學生認為用手把東西往下拉比較輕鬆，所以會省力。是利用方便性作為判斷法則。而在課堂中所習得的判斷法則，則因學生不能從圖示中看出移動距離的差距而捨棄不用，使得對照組學生比實驗組學生更容易選擇此

選項。

## 2. 選擇 (2)「因為有定滑輪。」作為判斷滑輪組省力費力的依據。

實驗組在前測、後測及延宕測驗中分別有 29.9%、10.4%、11.9% 的學生選擇此項。對照組學生在前測、後測、延宕測驗中分別有 34.4%、10.9%、18.8% 的學生選擇此項。學生認為滑輪組省力或費力的情形取決於滑輪組中有定滑輪的關係。值得一提的是學生雖認為定滑輪是影響的原因，卻對滑輪組的省力與費力有不同的理解。

*T: 為什麼滑輪組是省力的工具?*

*S6109: 因為有定滑輪啊。定滑輪可以省力。*

*T: 你怎麼知道定滑輪可以省力?*

*S6109: 對啊，定滑輪省力，動滑輪費力啊。那滑輪組就因為定滑輪的原因而省力啊。*

**【訪談 93/1/15】**

*T: 為什麼你認為滑輪組是不省力也不費力的工具?*

*S6219: 因為有定滑輪啊。定滑輪就是不省力也不費力啊。*

*T: 那動滑輪呢?*

*S6219: 動滑輪省力啊。*

*T: 滑輪組不是有動滑輪也有定滑輪? 那你怎麼判斷它是省力還是費力?*

*S6219: 定滑輪不省力也不費力啊。*

*T: 跟動滑輪沒有關係嗎?*

*S6219: 對啊，只要有一個是不省力也不費力，那滑輪組就會不省力也不費力啦。*

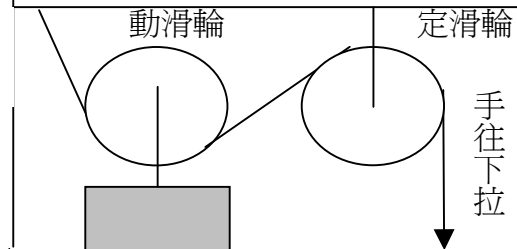
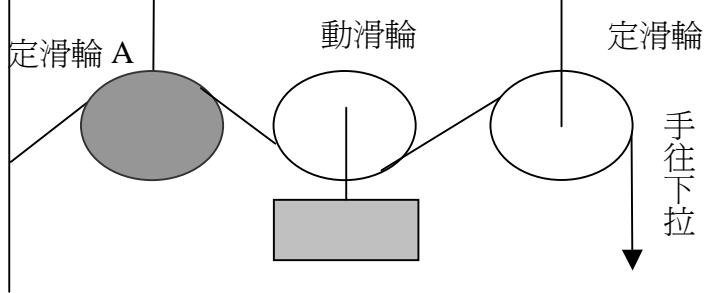
**【訪談 93/1/15】**

但這與其是接受何種教學法，導致此想法，則有待其他研究詳細討論。

### (十) 第十題

第十題主要是探討學生面對滑輪組上增加一個定滑輪時能否明白其不影響滑輪組省力情形的觀念。藉此檢視學生在判讀這類型簡單機械省力費力方面的能力，兩組學生作答情形如表 21 所示。

表 21 題十選答分布

題目十		乙圖比甲圖多了一個定滑輪 A，乙圖跟甲圖比較起來，會發生何種情形？					
甲圖							
乙圖							
選項	組別 測驗	實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1) 乙圖比甲圖省力	30 44.8	6 9.0	9 13.4	26 40.6	17 26.6	23 35.9	
(2) 乙圖比甲圖費力	31 46.3	5 7.5	3 4.5	28 43.8	9 14.1	10 15.6	
(3) 兩個圖一樣*	5 7.5	54 80.6	55 82.1	10 15.6	37 57.8	31 48.4	
(4) 不一定	1 1.5	2 3.0	0 0.0	0 0.0	1 1.6	0 0.0	
上題中，你的理由是什麼？							
(1) 因為乙比甲多了一個定滑輪。	49 73.1	14 20.9	15 22.4	48 75	25 39.1	29 45.3	
(2) 因為兩個都只有一個動滑輪*	6 9.0	47 70.1	45 67.2	9 14.1	35 54.7	30 46.9	
(3) 因為手往下拉	8 11.9	6 9.0	3 4.5	7 10.9	2 3.1	3 4.7	
(4) 其他	4 6.0	0 0.0	4 6.0	0 0.0	2 3.1	2 3.1	

註：\*為正確答案

## A、選答分析

由表 21 可發現：

1. 接受不同教材後，80.6%以上的實驗組學生可判斷出兩個圖施力費力情形相同。相對的只有 48.4%的對照組學生答對。可見接受槓桿原理的實驗組比對照組更明白定滑輪與滑輪組省力費力的關係。
2. 而有 26.6%以上的對照組學生認為乙圖比甲圖省力，多過實驗組約 3 倍以上。可見對照組對此概念並不容易改變。
3. 從選擇的理由來看，實驗組在後測及延宕測驗中分別有 70.1%以及 67.2%的學生做出正確判斷，對照組分別有 54.7%以及 46.9%的學生選出正確答案。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 認為(1)「因為乙比甲多了一個定滑輪。」是影響兩圖施力大小不同的原因。

實驗組與對照組在前測、後測及延宕測驗中分別有 73.1%、20.9%、22.4%及 75%、39.1%、45.3%的學生選擇此項。有學生依據滑輪數目作為判斷省力費力的原因。對照組比實驗組有更多比例的學生持有此迷思概念。

*T: 你為什麼認為乙圖比甲圖省力？*

*S6320: 因為他有多加一個輪子耶，所以應該是省力的吧！*

*T: 不管那種輪子嗎？*

*S6230: 恩，應該吧？不然沒事幹嘛多裝輪子。要裝，應該就是要有效果啊。*

*T: 那如果多裝的是動滑輪，而不是定滑輪呢？譬如說：把東西裝在定滑輪那邊，然後手去拉動滑輪。(畫圖給學生看)*

*S6230: 應該也是省力吧。跟原來的圖省的力氣應該要一樣。*



T:那理由你會選那一個?

S6230:選因為有動滑輪那個吧!因為東西掛在一個滑輪上面啦,再多加了一個動滑輪才會變成省力的啊。

【訪談 93/1/15】

學生認為滑輪組的滑輪總數目越多會使整個滑輪組越省力,但是也有學生持相反意見,認為滑輪越多,會使滑輪組更費力。

T:你為什麼認為乙圖比甲圖費力?

S6309:因為乙圖多了一個定滑輪啊,滑輪越多,滑輪組會更費力耶。

T:跟它是定滑輪,或者是動滑輪沒有關係嗎?

S6309:對啊。

【訪談 93/1/15】

由題九來看,學生大多將原因歸因到「手向下拉」。可是在第十題中,學生反而將原因歸因到兩圖所差別的一個動滑輪上面。因為在第九題中,學生將兩個滑輪視為一個整體,而在整體中尋找影響滑輪省力或費力的原因。而在第十題中,他們將甲圖和乙圖視為兩個大整體,由整體來看,兩個圖的差別僅是在於乙圖比甲圖多了一個定滑輪。而且兩個圖都是手向下拉,所以學生容易認為所多的定滑輪會有其功效。進而將原因歸因於定滑輪上面。

T:在第十題中,你認為乙圖會比甲圖省力,是因為多一個定滑輪的關係嗎?

S6219:對啊。多一個定滑輪,應該會比較省力。

T:可是你認為第九題的滑輪會省力,是因為手向下拉的關係?

S6219:對啊。手下向拉,不是比較方便嗎?這樣就可以省力啦。

T:那在第十題中,你怎麼沒有考慮到手向下拉這點呢?


S6219:恩,因為乙圖比甲圖多一個定滑輪啊。手向下拉喔,啊,這兩個圖都向下拉啊,省的力氣應該一樣。可是乙圖又多了一個定滑輪,這樣的話,乙圖應該比較省力吧!我想。

【訪談 92/12/19】

(十一)第十一題

第十一題主要是透過日常生活所使用的工具檢視學生在判讀簡單機械省力費力的能力，兩組學生作答情形如表 22 所示。

表 22 題十一選答分布

題目十一							
			我們使用螺絲起子來轉動螺絲，會是下列哪一種情況？				
			實驗組			對照組	
選項	組別 測驗	前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1)省力*		51 76.1	62 92.5	57 85.1	53 82.8	62 96.9	57 89.1
(2)費力		9 13.4	2 3.0	7 10.4	6 9.4	2 3.1	5 7.8
(3)不省力也不費力		3 4.5	3 4.5	3 4.5	1 1.6	0 0.0	2 3.1
(4)不一定		4 6.0	0 0.0	0 0.0	4 6.3	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是什麼？							
(1)手轉動的距離>螺絲轉動的距離。◎		7 10.4	11 16.4	11 16.4	6 9.4	54 84.4	53 82.8
(2)手轉動的圈數=螺絲轉動的圈數。		13 19.4	11 16.4	10 14.9	17 26.6	1 1.6	4 6.3
(3)手離支點距離>螺絲離支點的距離。▣		4 6.0	39 58.2	43 64.2	4 6.3	1 1.6	2 3.1
(4)因為只用手轉螺絲很難轉動。		40 59.7	3 4.5	3 4.5	37 57.8	8 12.5	5 7.8
(5)其他		3 4.5	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 22 可發現：

1. 不論在教學前後，兩組學生都超過 76.1% 的學生明白螺絲起子是屬於省力的工具。
2. 從選擇的理由來看，實驗組在後測及延宕測驗中分別有 58.2% 以及 64.2% 的學生做出正確判斷，對照組分別有 84.4% 以及 82.8% 的學生選出正確答案。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 選擇(4)「因為只用手轉螺絲很難轉動」是影響螺絲起子省力費力的依據。

未接受不同教材內容前，有 57.8% 以上的學生選擇此項。而接受兩種不同教學內容後可以發現持有此迷思概念的人數減少為 12.5% 以下。研究者訪談對照組學生 S6505，其說明如下：

*T*：為什麼螺絲起子是省力的工具？

*S6505*：因為用手轉螺絲根本轉不起來啊，而且手很痛。用螺絲起子就很方便，這樣就可以很快的把螺絲拿起來了。

*T*：這樣就是省力的工具啊？

*S6505*：對啊，很好轉啊，不用很大力就可以轉起來了。

*T*：所以如果一個工具很好使用，這樣就屬於省力的工具了？

*S6505*：應該是吧，好用啊，又很方便。就不用花力氣。

*T*：跟課堂上所學到的判斷法則有沒有關係？

*S6505*：你說移動距離那個喔，好像有聽老師講過。可是我忘記了。而且這個根本看不出來吧。

【訪談 92/12/19】

學生容易認為方便性是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。他們認為用了螺絲起子轉螺絲比較方便。所以螺絲起子屬於省力工具。由訪談過程中，可以發現學生藉由日常生活經驗知道用螺絲起子比用手輕鬆。所以學生是體驗到用螺絲起子比較省力。但是學生並不清楚其省力的原理，所以將原因歸因到它的方便性。

## 2. 實驗組學生選擇(2)「手轉動的圈數=螺絲轉動的圈數」作為影響螺絲起子省力費力的依據。

經過槓桿原理訓練的實驗組學生有 16.4% 以下的學生持有此迷思概念。反而對照組僅有 6.3% 的學生持有此迷思概念。可見接受課本內容教學的學生較不易擁有此迷思概念。研究者訪談實驗組學生 S6124，與其訪談記錄如下：

*T: 你為什麼認為影響螺絲起子省力的原因是因為轉動圈數？*

*S6124: 因為我看圖啊，那我覺得應該是手轉一圈啊，那螺絲不是也轉一圈，兩個應該一樣啊。*

*T: 你覺得跟施力臂、抗力臂有沒有關係？*

*S6124: 沒有吧，我看不出來。它又沒有支點。*

*T: 要不要再想一下？*

*S6124: 它沒有啊，螺絲起子的中間又沒有一個點可以支撐。*

*T: 所以你覺得要在中間有個點可以支撐才會是支點啊？*

*S6124: 對啊，支點壓。*

**【訪談 92/12/19】**

學生認為轉動圈數是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。他們認為轉動的圈數一樣，使得螺絲起子是省力的工具。學生不易判斷出該物體的支點、施力點、抗力點，造成判斷困難。

## 3. 實驗組學生選擇(1)「手轉動的距離>螺絲轉動的距離」作為影響螺絲起子成為省力費力工具的原因

16.4% 的實驗組學生在後測時，認為手和螺絲轉動的距離不同是影響

螺絲起子省力費力的原因，到了延宕測驗仍有 16.4%的實驗組學生持有此迷思概念。因為實驗組學生在後測時，仍無法有效的找出螺絲起子的支點、施力點、抗力點所致。

*T: 你為什麼認為省力費力要比較手轉動的距離和螺絲轉動的距離？*

*S6119: 對啊手轉的範圍比較大啊。*

*T: 跟施力臂、抗力臂沒有關係嗎？老師在課堂中不是有講解到？*

*S6119: 可是這裡就沒有啊。*

*T: 沒有什麼？*

*S6119: 沒有施力臂、抗力臂啊。我看不出來耶。*

**【訪談 92/12/19】**

可見學生容易因為由圖中找不到支點、施力點、抗力點而放棄原有的判斷法則。但也有實驗組的學生因為外在因素學習到對照組的答案，進而選擇此項。

*T: 你為什麼認為省力費力要比較手轉動的距離和螺絲轉動的距離？*

*S6129: 恩，可以從物體移動的距離跟手移動的距離來看阿。*

*T: 你怎麼知道？*

*S6129: 補習班老師說的。*

*T: 補習班老師怎麼告訴你的？*

*S6129: 物體移動的距離大，就會省力。*

*T: 你會不會從施力臂跟抗力臂去判斷？*

*S6129: 不會*

*T: 為什麼？*

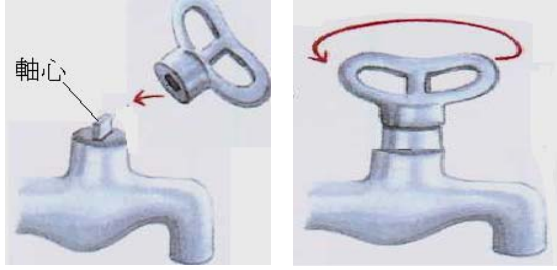
*S6129: 這種工具我看不出來。所以我都用補習班老師教的。*

**【訪談 92/12/19】**

(十二)第十二題

第十二題主要是透過日常生活所使用的工具檢視學生在判讀簡單機械省力費力的能力，兩組學生作答情形如表 23 所示。

表 23 題十二選答分布

題目十二							
		<p>開水龍頭時，會用一把有凹槽的鑰匙嵌入水龍頭的軸心上，會是下列哪一種情況？</p>					
選項	組別 測驗	實驗組			對照組		
		前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
		人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
(1)省力*		53 79.1	57 85.1	53 79.1	55 85.9	58 90.6	54 84.4
(2)費力		6 9.0	4 6.0	8 11.9	5 7.8	1 1.6	8 12.5
(3)不省力也不費力		5 7.5	6 9.0	5 7.5	2 3.1	5 7.8	2 3.1
(4)不一定		3 4.5	0 0.0	1 1.5	2 3.1	0 0.0	0 0.0
上題中，你的理由是							
(1)手轉動的距離>軸心轉動的距離。◎		4 6.0	12 17.9	13 19.4	7 10.9	50 78.1	47 73.4
(2)手轉動的圈數 = 軸心轉動的圈數。		18 26.9	14 20.9	17 25.4	20 31.2	2 3.1	7 10.9
(3)手離支點的距離>軸心離支點的距離。□		6 9.0	36 53.7	31 46.3	1 1.6	3 4.7	3 4.7
(4)因為只用手轉軸心很難轉動。		39 58.2	3 4.5	6 9.0	35 54.7	9 14.1	6 9.4
(5) 其他		0 0.0	2 3.0	0 0.0	1 1.6	0 0.0	1 1.6

註：\*為正確答案

◎為對照組正確答案

▣為實驗組正確答案

## A、選答分析

由表 23 可發現：

1. 不論在教學前後，兩組學生都有超過 79.1% 的學生明白水龍頭鑰匙是屬於省力的工具。
2. 從選擇的理由來看，後測及延宕測驗有 78.1% 以及 73.4% 以上的對照組學生選擇正確答案。但在後測及延宕測驗中實驗組分別有 53.7% 以及 46.3% 的學生答對。對照組學生答對率高於實驗組學生。

## B、迷思概念

從選答情形中可以發現兩組學生在此題中，出現迷思概念如下：

1. 選擇(4)「因為只用手轉軸心很難轉動」是影響水龍頭鑰匙省力費力的依據。

前測中實驗組持有此迷思概念的比率有 58.2%，而對照組有 54.7%。但接受不同教材內容之後，兩組的比率皆降為 14.1% 以下。研究者訪談對照組學生 S6505，其說明如下：

*T*：為什麼水龍頭鑰匙是省力的工具？

*S6205*：因為用手根本不可能轉的動水龍頭啊。

*T*：這樣就是省力的工具啊？

*S6505*：對啊，不用很大力就可以轉起來了。

*T*：跟課堂中學到的判斷法則有沒有關係？

*S6505*：沒有吧，這裡只有手移動的距離，又沒有物體移動的距離，水龍頭又不會動。

*T*：所以判斷法則沒有用了？

*S6505*：對啊。

【訪談 92/12/19】

學生容易認為方便性是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。他們認為用了鑰匙開水龍頭比較方便。所以水龍頭鑰匙屬於省力工具。由訪談過程中，可以發現學生藉由日常生活經驗知道用鑰匙比用手輕鬆。所以學生是體驗到用鑰匙比較省力。但是學生並不清楚其省力的原理，所以將原因歸因到它的方便性。

## 2. 實驗組學生選擇「手轉動的圈數 = 螺絲轉動的圈數」是影響水龍頭鑰匙省力費力的依據。

25.4%以下的實驗組學生在接受不同教材後選擇此項。研究者訪談實驗組學生 S6124，其說明如下：

*T: 你為什麼認為影響鑰匙省力的原因是因為轉動圈數？*

*S6124: 對啊，手轉一圈啊，那軸心不是也轉一圈，兩個應該一樣啊。*

*T: 你覺得跟施力臂、抗力臂有沒有關係？*

*S6124: 沒有吧，我看不出來。*

*T: 要不要再想一下？*

*S6124: 沒有吧，它又不像翹翹版、也不像滑輪啊。*

*T: 一定要像那些工具才有施力臂、抗力臂嗎？*

*S6124: 不是。也是有的啊。可是我看不出來。這個有嗎？老師好像有說過耶，可是我忘記了。我又看不到支點。*

**【訪談 92/12/19】**

學生容易認為轉動圈數是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。他們認為轉動的圈數一樣，使得鑰匙是省力的工具。因為在圖中手轉動螺絲的圖示，比較容易讓小朋友聯想到轉動的圈數，而不容易判斷出該物體的支點、施力點、抗力點，進而影響實驗組的判斷。

## 3. 實驗組學生易認為「手轉動的距離 > 軸心轉動的距離」是影響水龍頭鑰匙成為省力費力工具的原因

17.9%的實驗組學生在後測時，認為「手轉動的距離 > 軸心轉動的距離」



是影響水龍頭鑰匙成為省力費力工具的原因，到了延宕測驗仍有 19.4% 的實驗組學生持有此迷思概念。推測可能是實驗組學生在後測時，仍無法有效的找出螺絲起子的支點、施力點、抗力點所致。

*T: 你為什麼認為省力費力要比較手轉動的距離和螺絲轉動的距離？*

*S6119: 對啊手轉的範圍比較大啊。*

*T: 跟施力臂、抗力臂沒有關係嗎？老師在課堂中不是有講解到？*

*S6119: 可是這裡就沒有啊。*

*T: 沒有什麼？*

*S6119: 沒有施力臂、抗力臂啊。我看不出來耶。*

**【訪談 92/12/19】**

但有些學生因為外在環境因素，學習到對照組的判斷法則。所以選擇對照組的答案。

*T: 你為什麼認為省力費力要比較手轉動的距離和螺絲轉動的距離？*

*S6129: 對啊，我們補習班老師教的。*

*T: 補習班老師教了什麼？*

*S6129: 就是去看手跟物體兩個移動的距離啊，如果移動的距離大，就會省力啊。*

*T: 那這跟老師課堂上教的有沒有不一樣？*

*S6129: 有，可是我覺得補習班的應該比較好用。*

*T: 怎麼說？*

*S6129: 因為這個圖就沒有支點、施力點、抗力點啊。所以就用補習班的啊。*

**【訪談 92/12/19】**

## 二、各組各題答對率分佈

本部分將透過三個表格（表 24、表 25、表 26）整理出兩組學生在各題的答對率以及實驗組和對照組在各題中第一部份與第二部份的答對率進行分析比較。

本試卷共分為五大部分，題一到題四為三大類槓桿工具之省力費力判斷；題五與題六為定滑輪省力費力之判斷；題七與題八為動滑輪省力費力

之判斷；題九與題十為滑輪組省力費力之判斷；題十一與題十二為日常工具省力費力之判斷。每一題分成兩個子題，需要兩部分答案全對，才給予分數。倘若學生在選擇省力或費力部分答對，但卻選擇錯誤的理由，仍不給予分數，反之亦然。接受不同教材的國小學生在「簡單機械瞭解測驗卷」的各題得分之分布如下：

表 24 學生各題答對率之分佈

類別 題號	實驗組			對照組		
	前測	後測	延宕測驗	前測	後測	延宕測驗
	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %	人數 %
題一	35 52.2	56 83.6	54 80.6	25 39.1	52 81.3	39 60.9
題二	6 9.0	59 88.1	52 77.6	7 10.9	48 75.0	47 73.4
題三	6 9.0	41 61.2	29 43.3	4 6.3	46 71.9	41 64.1
題四	2 3.0	47 70.1	49 73.1	3 4.7	44 68.8	40 62.5
題五	4 6.0	45 67.2	44 65.7	3 4.7	37 57.8	30 46.9
題六	4 6.0	42 62.7	45 67.2	7 10.9	37 57.8	23 35.9
題七	0 0	44 65.7	36 53.7	3 4.7	21 32.8	17 26.6
題八	12 17.9	50 74.6	50 74.6	5 7.8	26 40.6	21 32.8
題九	10 14.9	54 80.6	49 73.1	7 10.9	39 60.9	34 53.1
題十	2 3.0	45 67.2	45 67.2	6 9.4	34 53.1	26 40.6
題十一	3 4.5	38 56.7	40 59.7	6 9.4	53 82.8	49 76.6
題十二	5 7.5	34 50.7	27 40.3	4 6.3	48 75.0	43 67.2
平均數	1.1	8.3	7.8	1.0	7.6	6.4

註：實驗組 67 人

對照組 64 人

1. 在題一到題四有關三大類槓桿工具試題的結果發現，實驗組的表現大多

比對照組好，僅有第三題表現不如對照組。

2. 在題五和題六有關定滑輪試題的結果中發現，後測中實驗組比對照組好，差距不大，直至延宕測驗，答對比率較懸殊，實驗組保留效果優於對照組。
3. 在題七與題八有關動滑輪試題的結果中發現，實驗組的表現都優於對照組。而且對照組在這兩題中的表現都低於 32%。
4. 在題九與題十有關滑輪組試題的結果中發現，實驗組的表現都優於對照組。
5. 在題十一與題十二有關日常工具試題的結果發現，對照組的表現都優於實驗組。對照組僅在本題組中表現優於實驗組，其他題組表現皆不如實驗組。

兩組接受不同的教材內容後，在簡單機械省力費力的判斷上能力亦有所不同，以下將針對兩組在三次測驗中，對於簡單機械省力費力的判斷以及理由選擇部分進行比較，藉此得到教學後的教學效果以及呈現其概念保留成效，實驗組的比較結果以表 25 示之，對照組的比較結果以表 26 示之。表中「後測-前測」為後測答對的比率減掉前測答對的比率，以呈現教學效果。「後測-延宕」為後測答對的比率減掉延宕測驗答對的比率，以呈現概念保留成效。

表 25 實驗組各題在三次測驗中答對比率之比較

省力費力的判斷					
測驗 題號	前測	後測	延宕測驗	後測-前測	後測-延宕
題一	73.1	94	89.6	20.9	4.4
題二	68.7	97	91	28.3	6
題三	77.6	95.5	91	17.9	4.5
題四	6	91	89.6	85	1.4
題五	91	89.6	86.6	-1.4	3
題六	7.5	82.1	73.1	74.6	9
題七	14.9	91	71.6	76.1	19.4
題八	22.4	77.6	77.6	55.2	0
題九	62.7	88.1	82.1	25.4	6
題十	7.5	80.6	82.1	73.1	-1.5
題十一	76.1	92.5	85.1	16.4	7.4
題十二	79.1	85.1	79.1	6	6
選擇的理由					
題一	58.2	85.1	82.1	26.9	3
題二	9	88.1	77.6	79.1	10.5
題三	9	62.7	47.8	53.7	14.9
題四	9	79.1	76.1	70.1	3
題五	7.5	71.6	68.7	64.1	2.9
題六	11.9	70.1	74.6	58.2	-4.5
題七	11.9	70.1	56.7	58.2	13.4
題八	20.9	85.1	74.6	64.2	10.5
題九	29.9	82.1	77.6	52.2	4.5
題十	9	70.1	67.2	61.1	2.9
題十一	6	58.2	64.2	52.2	-6
題十二	9	53.7	46.3	44.7	7.4

由表 25 中可以發現：

1. 實驗組前測中對於第一題、第二題、第三題、第五題、第九題、第十一題、第十二題都有超過 62.7% 的學生可以判斷該機械屬於省力或是費力的工具。而接受不同教材內容後，實驗組對於全部題目中的簡單機械都有超過 77.6% 的學生可以做出正確判斷。在延宕測驗中，僅有第七題的遺忘程度大於 19.4%，可見融入槓桿原理的教材對於學童判斷簡單機械屬於省力或費力的工具有所助益。
2. 在選擇的理由部分，實驗組在前測中對於理由的選擇表現皆不佳，除了第一題之外，其餘題目僅有低於 29.9% 的學生可以選擇正確的理由。而經過不同教學內容後，除了第三題、第十一題及第十二題屬於日常生活工具的簡單機械之外，其餘各題皆有超過 62.7% 的學生可以瞭解簡單機械省力費力的原因。可見融入槓桿原理的教材可以幫助學生使用正確的判斷法則。

表 26 對照組各題在三次測驗中答對比率之比較

省力費力的判斷					
測驗 題號	前測	後測	延宕測驗	後測-前測	後測-延宕
題一	62.5	90.6	87.5	28.1	3.1
題二	65.6	93.8	90.6	28.2	3.2
題三	81.3	98.4	90.6	17.1	7.8
題四	20.3	84.4	79.7	64.1	4.7
題五	84.4	89.1	89.1	4.7	0
題六	10.9	71.9	42.2	61	29.7
題七	18.8	40.6	39.1	21.8	1.5
題八	12.5	42.2	40.6	29.7	1.6
題九	64.1	78.1	75	14	3.1
題十	15.6	57.8	48.4	42.2	9.4
題十一	82.8	96.9	89.1	14.1	7.8
題十二	85.9	90.6	84.4	4.7	6.2
選擇的理由					
題一	56.3	82.8	64.1	26.5	18.7
題二	10.9	78.1	75	67.2	3.1
題三	6.3	71.9	65.6	65.6	6.3
題四	7.8	76.6	70.3	68.8	6.3
題五	4.7	62.5	48.4	57.8	14.1
題六	12.5	73.4	65.6	60.9	7.8
題七	10.9	64.1	60.9	53.2	3.2
題八	15.6	43.8	35.9	28.2	7.9
題九	23.4	62.5	62.5	39.1	0
題十	14.1	54.7	46.9	40.6	7.8
題十一	9.4	84.4	82.8	75	1.6
題十二	10.9	78.1	73.4	67.2	4.7

由表 26 可以發現：

1. 第一題、第二題、第三題、第五題、第九題、第十一題、第十二題的簡單機械對於對照組學生來說，前測中即有 62.5% 的學生可以判斷其屬於省力或是費力的工具。但至後測中，第七題、第八題、第十題等屬於滑輪題組的簡單機械對於對照組來說，仍是有 57.8% 的學生無法判斷其屬於省力或費力的工具。而對照組對於第六題工具的省力費力判斷遺忘程度大過 29.7%。可見對照組對於滑輪工具省力費力的判斷上有困難。
2. 前測中，對照組除了第一題之外，其餘各題僅有超過 23.4% 的學生可以選擇簡單機械省力費力的原因。接受課本教材內容的活動後，後測中第五題、第七題、第八題、第九題、第十題亦僅有 62.5% 的學生選擇正確。但可以發現對照組學生除了第一題、第八題、第九題、第十題外，對於理由的選擇都有進步超過 53.2%。延宕測驗中第一題及第五題遺忘程度大過 14.1%。可見對照組學生所學到的判斷法則在滑輪省力費力的判斷法則有困難。

### 三、迷思概念彙整

從各題作答情形中可以發現學生對於不同的簡單機械持有迷思概念如下：

#### (一) 學生對三大類槓桿工具持有之迷思概念

##### 1. 在坐翹翹板的時候，要兩個人一樣重，才會平衡。

部分學生從使用天平的經驗認為兩邊的物體等重是達到平衡的條件，忽略了物體與支點的距離，僅憑著物體的重量進行判斷。此與陳義勳（民 80）、賴明照（民 92）提出「高年級學生認為只要兩邊重量一樣，槓桿就會平衡」的研究結果相同。從表 12 可知，透過兩種不同的教學法，兩組學生對此迷思概念已經降低到 9.4% 以下。可見這兩種教學法都可以幫助學生修正此迷思概念。

##### 2. 在坐蹺蹺板的時候，越輕的要坐越裡面。

學生從以往玩蹺蹺板的經驗進行判斷，但是對於以往經驗有著錯誤的記憶，進而導致判斷錯誤。由表 12 的結果可得知，後測中兩種教學法都

使學生的迷思概念降低到 9.4% 以下，但至延宕測驗時，又回復至與前測差不多的比率，可見兩種教學法雖可以在教學後使學生改變此迷思概念，卻無法使學生保留。

### **3. 用手不方便，用工具比較方便，是判斷簡單工具省力費力的依據。**

學生認為方便性是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則。學生並不清楚其省力的原理，藉由日常生活經驗知道用工具比用手輕鬆。所以將原因歸因到它的方便性。由表 13 與表 14 看出，在教學之前有 44.8% 的學生持有此迷思概念，在接受不同教材內容之後，接受兩種不同教學法的學生持有此迷思概念的比率皆降至 7.8% 以下。可見此兩種教學法皆可以修正學生此迷思概念。

### **4. 手施力的方向，是判斷簡單工具省力費力的依據。**

學生認為施力方向是決定簡單機械省力或費力判斷法則。他們認為手向下壓要花費力氣，所以是費力。但也有學生持有另一種解讀，學生認為手向下壓是方便施力的方式，所以會是省力。相對的，手往上抬就是不方便施力，所以是費力。可見學生在雖然選擇同一個原因，但是有著不同解釋。在教學前有 12.5% 以上的學生持有此迷思概念，透過兩種不同的教學內容，發現兩組學生剩下 4.7% 以下比率持有此迷思概念，可見對此迷思概念的修正都可透過此兩種教學法進行。

### **5. 夾到重物就費力，夾到輕物就省力。**

學生認為認為東西的重量是決定簡單機械省力或費力工具的判斷法則之一。他們認為用夾子夾到重的東西時，會是費力的工具。夾到輕的東西時，就變成省力的工具。透過訪談可以知道學生對於「省力」「費力」的定義有所曲解，認為要花比較大的力氣就是費力的工具，不太花費力氣的就是省力的工具。此點與張志銘（民 92）提出「高年級學童認為要花很大力氣，就是費力」的研究結果相同。在教學前可以發現兩組學生持有此迷思概念的比率佔 32.8% 以下。後測及延宕測驗中，持有此迷思概念的學生低於 6.3%。可見這兩種不同的教材內容都可以改正學生此迷思概念。



**6. 部分實驗組學生將物體移動的距離視為抗力臂，將手移動的距離視為施力臂。**

實驗組學生對於施力臂與抗力臂的定義理解錯誤，認為抗力臂與物體有關，而誤認為是物體移動的距離。認為施力臂與施力有關，而誤認為是手移動的距離。有 6% 接受槓桿原理教學的學生持有此迷思概念。

**7. 部分實驗組學生認為支點一定會在中間。**

實驗組學生透過實驗學習到施力臂與抗力臂長度的差異對簡單機械省力費力的影響，但是仍有實驗組學生認為支點一定會在中間。由表 13 與表 14 可知有 17.9% 的實驗組學生持有此迷思概念。

**8. 部分對照組學生將施力臂視為手移動的距離，將抗力臂視為物體移動的距離。**

學生透過實驗學習手移動的距離與物體移動的距離兩者的差異對簡單機械省力費力的影響，但學生並不容易找出物體與手移動的長度。他們容易在簡單機械的長度上做比較，誤認為手摸到的地方（和某個定點相比）就是手移動的距離，而物體所在的位置（和某個定點相比）就是物體移動的距離。教學前有 4.7% 以下的對照組學生持有此迷思概念，教學後為 6.3% 以下，經過一段時間後，上升至 15.6% 以下的對照組學生持有此迷思概念。

**(二) 學生對定滑輪持有之迷思概念**

**1. 以離地面的高度作為判斷箱子重量的依據。**

部分學生認為在定滑輪的兩端，兩物體高度不同的話，兩物體的重量也不相同，認為較接近地面的物體比較重，此點與董正玲（民 79）、彭泰源（民 88）、McDermott(1984) 的研究結果相同。在教學前有 76.6% 以上的學生持有此迷思概念，在接受不同教材內容後，有 11.9% 以下的實驗組學生以及 35.9% 以下的對照組學生持有此迷思概念，可見接受槓桿原理教學的學生可以比接受課本內容的學生更容易改正此迷思概念。

**2. 部分實驗組學生認為施力臂與抗力臂長度是由繩長進行比較。**

有 19.4% 以下的實驗組學生不容易在定滑輪上面清楚的知道支點在中間，施力臂和抗力臂就是定滑輪的半徑長，進而誤認繩長就是施力臂與抗力臂，形成迷思概念。

### **(三) 學生對動滑輪持有之迷思概念**

#### **1. 將手施力的方向作為判斷出力大小的依據。**

部分學生認為手向上拉比較不好拉，所以應該要費力。以出力的方便性作為判斷省力費力的依據。教學前可發現 65.7% 的學生持有此迷思概念，接受不同教材內容後，持有此迷思概念的實驗組學生降低至 1.5% 以下，對照組降低至 12.5%。可見槓桿原理的教學比課本教材更可以修正學生此迷思概念。

#### **2. 物體懸掛在動滑輪上的繩長不一時，繩子長度會影響施力大小。**

學生認為繩子比較長的就代表該物體比較重。所以要花較大的力氣。前測中，四成以上的學生持有此迷思概念。接受不同教材內容後，對照組有 35.9% 的學生而實驗組有 13.4% 的學生持有此迷思概念，可見接受槓桿原理教學的學生比接受課本內容的學生更易修正此迷思概念。

### **(四) 學生對滑輪組持有之迷思概念**

#### **1. 將手施力的方向作為判斷出力大小的依據。**

學生認為手向下拉比較好拉，所以應該要省力。以出力的方便性作為判斷省力費力的依據。由表 20 和表 21 可以發現，兩組在教學前有 40.6% 以下的學生持有此迷思概念，而接受過槓桿原理教學的實驗組學生在後測及延宕測驗中皆 9.0% 以下的有此迷思概念，對照組學生兩次測驗中有 21.9% 以下的學生持有此迷思概念，可見學習槓桿原理可以幫助學生修正此迷思概念。

#### **2. 定滑輪是影響滑輪組省力費力的原因。**

---

學生會以滑輪組的數目作為判斷依準。有的認為滑輪數目越多，會使滑輪組越省力。或者數目越少，會使滑輪組越費力。也有學生認為因為定滑輪本身是不省力也不費力，所以只要有定滑輪出現，就會使得整個滑輪組不省力也不費力。教學前有約 30% 的學生持有此迷思概念，接受不同教

材內容後，兩組皆降為 18.8% 以下的學生持有此迷思概念。可見兩種教學內容對於此迷思概念的修正效果皆差不多。

### **(五) 學生對日常生活工具持有之迷思概念**

#### **1. 方便性是影響簡單機械省力費力的原因。**

學生容易認為只要工具是可以讓我們更方便使用的，就可以達到省力的效果。由訪談過程中，可以發現學童藉由日常生活經驗知道用工具比用手輕鬆。所以學童是體驗到用工具比較省力。但是學童並不清楚其省力的原理，所以將原因歸因到它的方便性。前測中約 50% 的學生持有此迷思概念，接受不同教材內容後剩下 14.1% 的學生持有此迷思概念。可見兩種不同的教學內容對於學生此迷思概念的修正皆有不錯的效果。

#### **2. 將手轉動和物體轉動的圈數作為判斷依據。**

學生認為只要手轉動的圈數和物體轉動的圈數相同的話，就會是不省力也不費力的情形，在教材內容進行之前，兩組學生約有兩成左右持有此迷思概念，後測中持有此迷思概念的實驗組學生有 25.4% 以下，對照組學生約有 10.9% 以下。可見接受課本教材內容的學生表現優於接受槓桿原理的學生。

#### **3. 部分實驗組學生認為手轉動的距離和物體轉動的距離是影響工具省力費力的原因**

實驗組在進行判斷時，並不易從圖形中找出支點、施力點、抗力點進而造成解答困難。接受不同教材內容後，有 19.4% 的實驗組學生持有此迷思概念。

## **第二節 兩種不同教材內容的教學效果**

本節共分為四部分，第一部分進行前測兩組變異數比較。第二部分為後測及延宕測驗中兩組在總分以及題組得分的比較。第三部分為兩組在前測、後測以及延宕測驗中進步分數的比較。第四部分為兩組在後測以及延宕測驗中題組相關性之比較。

## 一、受試班級前測分數比較

表 27 兩組前測總得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.10	1.64	1.262	130	.209
對照組	64	1.04	1.99			

由表 26 中可以看出前測中實驗組和對照組的分數未達顯著差異，受試的兩個組在未接受不同教材內容時，並沒有特定組別對於該單元有較好的先備概念。

## 二、後測、延宕測驗中實驗組與對照組總分及各題組得分比較

### (一) 後測、延宕測驗中實驗組與對照組總分比較

表 28 兩組後測總得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	8.28	3.17	1.262	129	.209
對照組	64	7.58	3.23			

由表 28 可知，實驗組和對照組在經過不同的教材內容之後，後測成績未達到顯著差異。

表 29 兩組延宕測驗總得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	7.76	3.58	2.147	129	.034*
對照組	64	6.41	3.64			

\* $P < .05$

由表 29 可知，實驗組和對照組接受不同的教材內容之後經過一個月後的延宕測驗成績呈現顯著的差異 ( $P < .05$ )。可見經過一段時間之後，學習槓桿原理的學生比學習課本內容的學生更可以顯著的保留學生判斷簡單機械省力費力的概念。

(二) 後測、延宕測驗中實驗組與對照組各題組得分比較

1. 兩組學生在後測題組一：三大類槓桿工具省力費力判斷之得分比較

表 30 兩組後測題組一得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	3.03	.95	.570	129	.57
對照組	64	2.97	1.23			

由表 30 可知，實驗組和對照組在後測中題組一的表現上並沒有顯著差異。可見兩組在接受不同教材內容之後，在三大類槓桿工具的省力費力判斷上並沒有顯著的能力差異。

2. 兩組學生在後測題組二：定滑輪省力費力判斷之得分比較

表 31 兩組後測題組二得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.36	.84	1.476	129	1.45
對照組	64	1.16	.84			

由表 31 可知，實驗組和對照組在後測中題組二的表現上並沒有顯著差異。可見兩組在接受不同教材內容之後，在定滑輪的省力費力判斷上並沒有顯著的能力差異。

3. 兩組學生在後測題組三：動滑輪省力費力判斷之得分比較

表 32 兩組後測題組三得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.44	.75	5.143	129	.00*
對照組	64	.73	.74			

\* $P < .01$

由表 32 可知，實驗組和對照組在後測中題組三的表現上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。可見兩組在接受不同教材內容之後，學習槓桿原理比學習課本內容有顯著幫助。

#### 4. 兩組學生在後測題組四：滑輪組省力費力判斷之得分比較

表 33 兩組後測題組四得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.5	.76	2.881	129	.005*
對照組	64	1.14	.83			

\* $P < .01$

由表 33 可知，實驗組和對照組在後測題組四的表現上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。兩組接受不同教材內容之後，在滑輪組的省力費力判斷的能力上有顯著差異，而且實驗組比對照組表現好。推測可能是因為實驗組在動滑輪的判斷能力上優於對照組，相對的在滑輪組的表現上也會優於對照組。

#### 5. 兩組學生在後測題組五：日常生活工具省力費力之得分比較

表 34 兩組後測題組五得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.08	.91	-3.464	129	.001*
對照組	64	1.58	.75			

\* $P < .01$

由表 34 可知，實驗組和對照組在後測中題組五的表現達到顯著差異 ( $P < .01$ )。可見對照組在接受不同教材內容之後表現顯著優於實驗組。

#### 6. 兩組學生在延宕測驗題組一：三大類槓桿工具省力費力判斷之得分比較

表 35 兩組延宕測驗題組一得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	2.75	1.22	.582	129	.562
對照組	64	2.61	1.45			

由表 35 可知，實驗組和對照組在後測延宕測驗中題組一的表現上並沒有顯著差異。兩種不同的教材在提升學童三大類槓桿工具省力費力的判斷上並沒有顯著差異。

## 7. 兩組學生在延宕測驗題組二：定滑輪省力費力判斷之得分比較

表 36 兩組延宕測驗題組二得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.33	.77	3.377	129	.001*
對照組	64	.83	.92			

\* $P < .01$

由表 36 可知，實驗組和對照組在延宕測驗中題組二的表現上呈現顯著差異 ( $P < .01$ )。可見接受教學活動的兩組在經過一段時間後，實驗組在定滑輪的省力費力判斷上顯著優於對照組。由表 16 與表 17 的施測結果可知實驗組透過施力臂與抗力臂長度的比較進行省力費力判斷，而對照組在定滑輪中不能有效的指出移動距離大小之比較，進而形成判斷定滑輪省力費力之困難。

## 8. 兩組學生在延宕測驗題組三：動滑輪省力費力判斷之得分比較

表 37 兩組延宕測驗題組三得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.28	.79	5.245	129	.000*
對照組	64	.59	.71			

\* $P < .01$

由表 37 可知，實驗組和對照組在延宕測驗中題組三的表現上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。可見接受教材內容的兩組在經過一段時間之後，在動滑輪的省力費力判斷上有顯著的能力差異，而且實驗組優於對照組。由表 18 與表 19 的施測結果可知學習槓桿原理的實驗組可以透過施力臂與抗力臂的長度比較進行省力費力的判斷，而對照組在動滑輪中不能有效的指出移動距離大小之比較，進而形成判斷動滑輪省力費力之困難。

## 9. 兩組學生在延宕測驗題組四：滑輪組省力費力判斷之得分比較

表 38 兩組延宕測驗題組四得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.40	.89	2.968	129	.004*
對照組	64	.94	.91			

\* $P < .01$

由表 38 可知，實驗組和對照組在延宕測驗中題組四的表現上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。可見接受教材內容的兩組在經過一段時間之後，在滑輪組的省力費力判斷上有顯著的能力差異，而且實驗組顯著優於對照組。

### 10. 兩組學生在延宕測驗題組五：日常生活工具省力費力之得分比較

表 39 兩組延宕測驗題組五得分比較

	人數	平均數	標準差	t	自由度	顯著性(雙尾)
實驗組	67	1.00	.89	-2.936	129	.004*
對照組	64	1.44	.81			

\* $P < .01$

由表 39 可知，實驗組和對照組在延宕測驗中題組五的表現上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。可見經過一段時間之後，接受對照組的教材內容和實驗組相比較，在日常生活工具的省力費力判斷上有顯著差異。由表 22 和表 23 的施測結果可以發現日常生活工具的施力點、支點、抗力點較不明顯，造成實驗組的解讀困難。而對照組可以從生活經驗察覺出手移動的距離和物題移動距離的不同，進而可以判斷出日常生活工具的省力與費力。

### 三、 兩組前測、後測、延宕測驗進步分數比較

#### (一) 實驗組學生進步分數之比較

表 40 實驗組進步分數比較

	平均數	進步分數	人數	標準差
前測	1.97		67	1.64
後測	8.28	6.31	67	3.17
延宕測驗	7.76	-0.52	67	3.58

由表 40 中，實驗組三次測試總分來看，實驗組在後測時總分比前測的總分進步 6.31 分，而延宕測驗的總分則比後測總分稍微退步了 0.52 分。

表 41 實驗組進步分數變異數比較

	t	自由度	顯著性(雙尾)
前測-後測	16.24	66	.000*
後測-延宕	1.88	66	.064

\* $P < .05$



由表 41 可知，實驗組接受不同教材內容之後，後測成績與前測成績之比較達顯著差異 ( $P < .05$ )，可見實驗組接受融入槓桿原理教材的教材內容之後，可以比尚未接受教材內容之前更有效的判斷簡單機械的省力與費力。而實驗組的後測成績與延宕測驗成績之比較未達顯著差異，可見在經過一段時間後實驗組並未顯著遺忘該單元的內容，以致於在延宕測驗中仍能有效的判斷簡單機械的省力費力，所以後測和延宕測驗的總分並沒有顯著差異。

## (二) 對照組學生進步分數之比較

表 42 對照組進步分數比較

	平均數	進步分數	人數	標準差
前測	1.78		64	1.99
後測	7.58	5.8	64	3.23
延宕測驗	6.41	-1.17	64	3.64

由表 42 中呈現的總分來看，對照組在後測時總分進步了 5.8 分，而延宕測驗的總分則比後測總分稍微退步了 1.17 分。

表 43 對照組進步分數變異數比較

	t	自由度	顯著性 (雙尾)
前測-後測	12.73	63	.00*
後測-延宕	3.688	63	.00*

\* $P < .05$

由表 43 可知，對照組接受不同教材內容之後，後測成績與前測成績之比較達顯著差異 ( $P < .05$ )，學習後判斷能力顯著提升。而後測成績與延宕測驗成績之比較亦達顯著差異 ( $P < .05$ )，且延宕測驗的總分低於後測總分，可見經過一段時間後對照組已經遺忘該單元的內容，導致在面對簡單機械省力與費力的題目時，無法有效的判斷出正確的答案，以致於在延宕測驗與後測中成績有顯著差異。

## 四、 兩組後測、延宕測驗題組相關性

透過皮爾孫 (Person) 相關係數的統計，可以知道學生在後測與延宕測驗中各題組得分的表現，瞭解學生在經過一段時間之後，其概念保留的

情形。

(一) 實驗組學生在後測、延宕測驗中之題組相關性

各題組實驗組在後測以及延宕測驗中各題組以及全部得分的 Person 相關係數如下：

表 44 實驗組學生在後測、延宕測驗中之題組相關性

	延宕測驗					
	題組一	題組二	題組三	題組四	題組五	總分
後測 題組一	.59*	.39*	.49*	.50*	.40*	.61*
題組二	.31*	.56*	.45*	.50*	.45*	.55*
題組三	.46*	.43*	.57*	.66*	.39*	.64*
題組四	.44*	.40*	.47*	.53*	.40*	.57*
題組五	.34*	.44*	.45*	.38*	.34*	.49*
總分	.80*	.74*	.87*	.79*	.72*	.78*

\* $P < 0.01$

由表 44 可知，實驗組在後測和延宕測驗的各題組得分以及總分都有顯著正相關。實驗組各題組彼此在後測和延宕測驗中關係密切，後測總分可以被延宕測驗的總分解釋的變異量百分比為 60.8%。

(二) 對照組學生在後測、延宕測驗中之題組相關性

對照組在後測以及延宕測驗中各題組以及全部得分的皮爾孫 (Person) 相關係數如下：

表 45 對照組學生在後測、延宕測驗中之題組相關性

	延宕測驗					
	題組一	題組二	題組三	題組四	題組五	總分
後測 題組一	.51*	.39*	.26*	.48*	.40*	.56*
題組二	.53*	.39*	.30*	.35*	.43*	.55*
題組三	.40*	.38*	.43*	.38*	.20	.48*
題組四	.52*	.41*	.31*	.56*	.45*	.64*
題組五	.36*	.38*	.21	.36*	.67*	.45*
總分	.64*	.53*	.40*	.61*	.51*	.73*

\* $P < 0.01$

由表 45 可知，對照組在後測和延宕測驗的各題組得分以及總分都有

顯著正相關。可見學生在延宕測驗中對於題組的反應與之前在後測中的反應有關係，且後測總分可以被延宕測驗的總分解釋的變異量為 53.3%。

### 第三節 研究假說之檢驗與研究問題之回應

本節先對研究假說做檢驗，然後再回答研究問題一~研究問題六。

#### 一、 對研究假說之回應

**虛無假說(Ho)1：實驗組與對照組在判斷三大類槓桿工具省力與費力的能力上無顯著差異 ( $p < .01$ )。**

利用 T 考驗分析實驗組和對照組在後測與延宕測驗中題組一得分，可以發現實驗組和對照組在判斷三大類槓桿工具省力與費力的能力上都沒有顯著差異。所以接受虛無假說(Ho)1。

**虛無假說(Ho)2：實驗組與對照組在判斷定滑輪省力與費力的能力上無顯著差異 ( $p < .01$ )。**

利用 T 考驗分析實驗組和對照組在後測中題組二得分，可以發現實驗組和對照組在判斷定滑輪省力與費力的能力上並沒有顯著差異。所以接受虛無假說(Ho)2。

**虛無假說(Ho)3：實驗組與對照組在判斷動滑輪省力與費力的能力上無顯著差異 ( $p < .01$ )。**

利用 T 考驗分析實驗組和對照組在後測與延宕測驗中題組四試題得分，可以發現實驗組和對照組在判斷動滑輪省力與費力的能力上有顯著差異 ( $p < .01$ )，而且實驗組表現優於對照組。所以拒絕接受虛無假說(Ho)3。

**虛無假說(Ho)4：實驗組與對照組在判斷滑輪組省力與費力的能力上無顯著差異 ( $p < .01$ )。**

利用 T 考驗分析實驗組和對照組在後測與延宕測驗中題組四得分，可

以發現實驗組和對照組在判斷滑輪組省力與費力的能力上達到顯著差異 ( $p < .05$ )，而且實驗組表現優於對照組。所以拒絕接受虛無假說( $H_0$ )4。

**虛無假說( $H_0$ )5：實驗組與對照組在判斷日常生活工具之省力與費力的能力上無顯著差異 ( $p < .01$ )。**

利用 T 考驗分析實驗組和對照組在後測與延宕測驗中日常生活工具試題得分，可以發現實驗組和對照組在判斷日常生活工具省力與費力的能力上達到顯著差異 ( $p < .01$ )，而且對照組表現顯著優於實驗組。所以拒絕接受虛無假說( $H_0$ )5。

## 二、研究問題之回應

**研究問題 1：「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對學童判斷三大類槓桿工具的省力費力之影響為何？」**

在接受不同教材內容之後，兩組學生並沒有顯著的差異。因為試題中槓桿原理的題目皆為長型工具，而長型工具比較容易看出物體移動的距離和手移動的距離之差異，使得對照組學生可以做出正確的判斷。而在接受槓桿原理教學的實驗組學生必須先從長型工具中判斷出正確的支點、施力臂、抗力臂，對與某些學生來說會有一定的困難度，且容易有著迷思概念。所以使得兩組學生在後測及延宕測驗中的表現沒有顯著差異。

**研究問題 2：「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對學童判斷定滑輪的省力費力之影響為何？」**

後測中，兩組在判斷定滑輪的能力上並沒有顯著的差異。因為對照組學生可以透過定滑輪觀察物體移動的距離等於手拉動的距離做出正確的判斷，而實驗組學生也可以知道定滑輪是屬於支點在中間的簡單機械。所以兩組在判斷定滑輪省力費力能力上並沒有顯著的差異。但至延宕測驗中，兩組表現呈現顯著差異 ( $P < .01$ )，且實驗組表現顯著優於對照組。

**研究問題 3：「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對**

#### **學童判斷動滑輪的省力費力之影響為何？」**

兩組學生對動滑輪省力費力判斷能力上達到顯著差異 ( $P < .01$ )。而且直至延宕測驗仍有顯著差異 ( $P < .01$ )。且實驗組明顯優於對照組。對照組學生無法發現物體移動的距離和手拉動的距離之差異。而實驗組學生透過題圖可看出支點、施力點、抗力點，進而判斷出動滑輪的省力與費力。

#### **研究問題 4:「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對學童判斷滑輪組的省力費力之影響為何？」**

後測中及延宕測驗中，實驗組學生判斷動滑輪省力費力的能力顯著優於對照組學生 ( $P < .01$ )。實驗組的學生在判斷動滑輪是省力工具的能力上優於對照組學生，所以相對的，可以在滑輪組中明白動滑輪是影響滑輪組省力的原因。

#### **研究問題 5:「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對學童判斷日常生活工具的省力費力之影響為何？」**

兩組學生在後測以及延宕測驗中，對於日常生活工具省力費力的能力上有顯著差異 ( $P < .01$ )。而且對照組優於實驗組。對照組的學生可以由日常生活經驗中明確的找出物體移動距離和手移動距離的差異。而實驗組學生並沒有辦法在日常生活工具中準確的找出施力點、抗力點、支點。使得實驗組的學生在判斷日常生活工具省力費力的能力比不上對照組的學生。即使經過一段時間，兩組仍為顯著差異 ( $P < .01$ )。

#### **研究問題 6:「使用融入槓桿原理教材與課本教材，兩種不同的教材內容對學童迷思概念影響為何？」**

由學童在三次測驗中理由選擇的部分可歸納出學童所持有的迷思概念，說明如下。列出前測、後測、延宕測驗中兩組持有該迷思概念的人數百分比以說明教學效果。列出該概念係於哪一題第二部分的哪一個選項被施測，再歸納出人數百分比。故人數百分比的計算為持有該迷思概念的總

人數除以題數再除以組別人數。

(一) 兩種教材都可以改進的迷思概念：

1. 坐翹翹板的時候，要兩個人一樣重，才會平衡。實驗組 (23.9% -6%-1.5%)、對照組 (20.3%-4.7%-9.4%)。

本概念出於題一第二部分選項(4)。兩組在後測中，持有該迷思概念的百分比至少降低16%，延宕測驗中實驗組持有該迷思概念比率降低，對照組的比率增加，但皆比前測少。可見兩種教材皆可改善該迷思概念。

2. 用手不方便，用工具比較方便，是判斷簡單工具省力費力的依據。實驗組 (40.3%-0.5%-2.5%)、對照組 (40.6%-3.1%-3.7%)。

本概念出於題二第二部分選項 (6)、題三第二部分選項 (6)、題四第二部分選項 (6)。兩組在後測中，持有該迷思概念的百分比皆降低至少37%，延宕測驗中兩組持有該迷思概念比率僅上升2%以下，可見該迷思概念可被改善。

3. 手施力的方向，是判斷簡單工具省力費力的依據。實驗組 (30.1%-3.5%-3.0%)、對照組 (33.3%-6.8%-6.3%)。

本概念出於題二第二部分選項 (4)、題三第二部分選項 (4)、題四第二部分選項 (4)、題七第二部分選項 (6)、題九第二部分選項 (3)、題十第二部分選項 (3)。兩組在後測中，持有該迷思概念的百分比降低至少26%，經過一段時間後，兩組持有該迷思概念比率下降0.5%，可見該迷思概念可被改善，且經過一段時間後，兩組持有該迷思概念的人數百分比仍呈現穩定。

4. 夾到重物就費力，夾到輕物就省力。實驗組 (32.8%-1.5%-0%)、對照組 (31.3%-4.7%-6.3%)。

本概念出於題四第二部分選項(5)。接受不同教材內容後，兩組在持

有該迷思概念的比率上皆降低至少 26%。經過一段時間後，實驗組學生持有該迷思概念的比率降低，而對照組學生僅上升不到 2%。可見兩種教學皆可改進學生此類迷思概念。

5. 以離地面的高度作為判斷箱子重量的依據。實驗組 (64.7%-5.5%-7.0%)、對照組 (59.2%-18.4%-25.9%)。

本概念出於題五第二部分選項 (4)、題六第二部分選項 (4)、題八第二部分選項 (2)。經過教學後，實驗組持有該迷思概念的比率降低至少 59.2%，對照組降低 40.8%。經過一段時間後，實驗組僅上升 1.5%，而對照組上升 7.5%。可見實驗組對該迷思概念的改善情形及保留程度比對照組佳。

6. 定滑輪是影響滑輪組省力費力的原因。實驗組 (51.5%-15.7%-17.2%)、對照組 (54.7%-25.0%-32.0%)。

本概念出於題九第二部分選項 (2)、題十第二部分選項 (1)。經過教學後，持有該迷思概念比率的實驗組降低 35.8%，對照組降低 29.7%。可見接受槓桿原理的教學比較可以減低該迷思概念。經過一段時間後，對照組持有該迷思概念的比率上升 7%，高過實驗組的 1.5%。

7. 將手轉動和物體轉動的圈數作為判斷依據。實驗組 (23.1%-18.7%-20.1%)、對照組 (28.9%-2.3%-8.6%)。

本概念出於題十一第二部分選項 (2)、題十二第二部分選項 (2)。經過教學後，實驗組持有該迷思概念的比率僅降低 4.4%，對照組降低 26.6%。可見接受課本教材比接受槓桿原理教學更可降低持有該迷思概念的比率，延宕測驗中，對照組持有的比率低於實驗組 11.5%。

(二) 經過一段時間後，無法改善的迷思概念：

1. 坐翹翹板的時候，越輕的要坐越裡面。實驗組 (13.4%-4.5%-13.4%)、對照組 (17.2%-9.4%-23.4%)。

本概念出於題一第二部分選項(1)。兩組在接受不同教材內容後，持有該迷思概念的比率降低8%以上，但經過一段時間之後，實驗組持有該迷思概念的比率恢復與未接受教學前相同、對照組比未接受教學前有更多人持有該迷思概念。該迷思概念在經過一段時間之後，仍無法去除。

(三) 使用槓桿原理的教材內容，會使學生持有的迷思概念：

1. 將物體移動的距離視為抗力臂，將手移動的距離視為施力臂。實驗組 (5.97%-10.82%-13.25%)。

本概念出於題二第二部分選項(1)、題三第二部分選項(1)、題四第二部分選項(1)、題五第二部分選項(1)、題六第二部分選項(1)、題七第二部分選項(1)、題十一第二部分選項(1)、題十二第二部分選項(1)。實驗組學生誤把移動的距離當成是力臂，尤其經過教學後持有該迷思概念的學生比率提升9.85%。經過一段時間之後則上升2.43%。可見使用槓桿原理教學內容會形成學生該迷思概念。

2. 支點一定會在中間。實驗組 (2.99%-13.93%-20.09%)。

本概念出於題三第二部分選項(2)、題四第二部分選項(2)、題七第二部分選項(3)，經過槓桿原理教學後，實驗組學生持有該迷思概念的比率上升10.94%，經過一段時間後又上升6.16%。

(四) 使用課本內容的教材內容，會使學生有著以下的迷思概念：

1. 將施力臂視為手移動的距離，將抗力臂視為物體移動的距離。對照組 (3.70%-4.10%-5.47%)

本概念出於題二第二部分選項(2)、題三第二部分選項(3)、題四第二部分選項(3)、題五第二部分選項(2)、題六第二部分選項(2)、題七第二部分選項(4)、題十一第二部分選項(3)、題十二第二部分選項(3)，學習課本教材後，對照組學生持有該迷思概念的比率上升0.4%，經過一段時間後又上升1.37%。