

## 第參章 研究方法

本章共分為五節，第一節介紹研究設計；第二節說明研究對象；第三節描述研究工具；第四節敘述資料收集；第五節為資料分析。

### 第一節 研究設計

本研究採準實驗研究法，操縱變因為融入槓桿原理之教材。參與研究的六年級原有五個班級，其中一班因故無法參與研究，故兩位自然科教師從各自教導的兩個班級中，隨機分配實驗組以及對照組，兩組學生共計 131 人。實驗組教授研究者自編融入槓桿原理之教材，對照組則教授研究者彙編之課本內容。授課方式皆由學生進行相關的實驗之後透過討論，找出簡單機械省力與費力的判斷原則，再輔以日常生活工具進行說明。教學使用時間為三節課，共計 120 分鐘。兩位授課教師以甲師與乙師代稱之。甲師為研究者，畢業於師範學院數理教育系，教學經驗 2 年，擔任自然科科任教師一年。乙師為普通大學企管系畢業，師院師資班畢業，現為代課教師，教學年資一年。

研究對象一週有四堂自然課。兩組學生於教學前一週接受前測，接受三堂課的教學活動後，當週的第四堂自然課馬上進行後測，一個月後接受延宕測驗。本研究利用「國小學童對簡單機械之瞭解測驗卷」審視兩種不同教材內容對於學童瞭解簡單機械之影響程度。

本研究所使用的兩種不同教材為研究者自編之融入槓桿原理教材以及課本教材，課本教材內容為應研究所需，由研究者進行部分調整，編寫教案。講授的判斷法則、實驗內容、實驗步驟以及簡單機械示例皆與課本相同，兩種教材詳細說明如下：

民國八十二年的審定版教材不同於以往有介紹槓桿原理的部編版教材，改成使用另一種判斷法則，讓學生瞭解簡單機械省力費力的判斷方式。以下將先討論部編本以及審定版對於簡單機械的比較，進而分析研究中所使用的兩種學習教材內容。

## 一、部編版以及審定版對於簡單機械介紹之比較

在民國八十二年所公布的「國民小學自然課程標準」中有關槓桿概念的學習，其目標為：「利用簡單機械可使工作效率好」，教材綱要為：「運用簡單機械使工作輕鬆方便（六年級）」。可見審定版要求學童明白簡單機械可以成為省力的工具，但並無要求其瞭解簡單機械省力費力的原理。比較過去部編版和現行審定版（以南一版為例）中有關簡單機械的部分，可以發現兩個版本教材內容的安排上有所差異。

表 5 部編版與審定版有關簡單機械之比較

	部編版	審定版
依循標準	民國六十四年公布之「國民小學自然科學課程標準」	民國八十二年公布之「國民小學自然課程標準」
實施年級	五上	六上
單元內容	第六單元「槓桿」 第七單元「輪軸與滑輪」	第一單元「巧妙的用力工具」
主要概念	槓桿的平衡受距離和重量兩因素的影響。由槓桿平衡的原理解讀滑輪的原理。	手移動的距離大於物體被移動的距離時，可以省力。反之則費力

從教學內容上來看，可以發現審定版在「巧妙的用力工具」單元中，將槓桿原理：「當槓桿平衡時，支點兩邊的距離和重量的乘積相等。」省略不說明，而以實驗讓學童發現「手移動的距離大於物體被移動的距離時，可以省力。手移動的距離小於物體被移動的距離時，可以費力。」並以此作為判斷簡單機械省力費力的原則。

## 二、兩種學習教材之比較

以下分述研究中所使用的兩種學習教材。

## (一) 融入槓桿原理後教材內容之說明

版本：自編教材

單元名稱：巧妙的用力工具

單元目標：①先觀察槓桿平衡的實驗，得到槓桿原理：「當槓桿平衡時，支點兩邊的距離和重量的乘積相等。」

②觀察長型工具之用力方式，發現施力點離支點若比物體離支點的距離近，則費力。發現施力點離支點若比物體離支點的距離遠，則省力。

③觀察滑輪，瞭解滑輪與槓桿的相似特性。並明白動滑輪能省力是因為物體距離支點的距離小，施力點（手）距離支點的距離大。定滑輪不能省力是因為物體和施力點距離支點的距離相同。

判斷機械省力費力的原則：施力點離支點的距離大於物體離支點的距離時，可以省力。施力點離支點的距離小於物體離支點的距離時，可以費力。此為實驗組的教材內容詳見附錄一。

## (二) 審定版教材內容之說明

版本：南一版（民國 92 年）

單元名稱：巧妙的用力工具

單元目標：①細心觀察並測量滑輪的作功方式，提出它可以省力的假設，並以實驗驗證；手拉動的距離大於物體被拉動的距離時，可以省力。手拉動的距離小於物體被拉動的距離時，不能省力，但可改變物體運動的方向。

②觀察長形工具（槓桿）之用力方式，再次提出類似滑輪省力原理之假設，即手拉動的距離大於物體被拉動的距離時，可以省力。反之則費力，但是可以使工作更方便，並設計實驗驗證之。

③觀察輪軸與齒輪的傳動，再以滑輪及槓桿之省力原則來解釋，並舉例說明之。

判斷機械省力費力的原則：手拉動的距離大於物體被拉動的距離時，可以省力。手拉動的距離小於物體被拉動的距離時，不能省力。此為對照組的教材內容詳見附錄二。

為說明清楚，以上兩種不同的教材內容對於簡單機械之解釋可以由表 6、表 7、表 8、表 9 的範例說明。

表 6 「自編教材」與「審定版」對於三大類槓桿工具省力費力之說明


	
自編教材	審定版
因為施力臂大於抗力臂，所以抬石頭省力。	因為手移動（拉動）的距離比石頭上升（被拉動）的距離大。所以抬石頭省力
	

表 7 「自編教材」與「審定版」對於定滑輪省力費力之說明

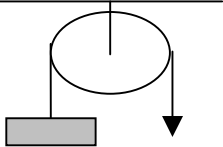
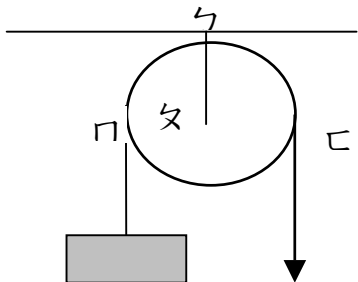
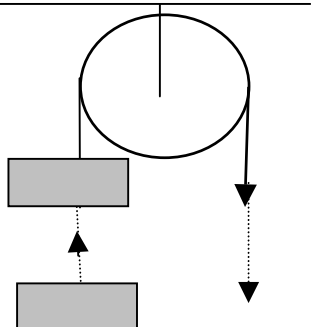
定滑輪			
自編教材		審定版	
<p>因為施力臂（<math>\text{ㄨ}</math>）和抗力臂（<math>\text{ㄩ}</math>）的距離相同。所以定滑輪不省力也不費力。</p> 		<p>因為繩子拉動的距離（手拉動的距離）和重物上升的距離（物體被拉動的距離）相同。所以定滑輪不省力也不費力。</p> 	

表 8 「自編教材」與「審定版」對於動滑輪省力費力之說明

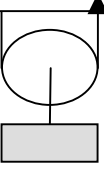
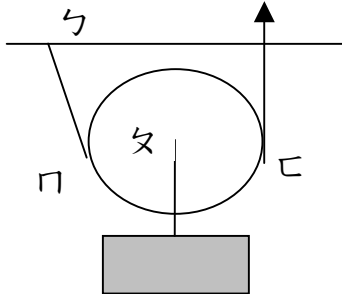
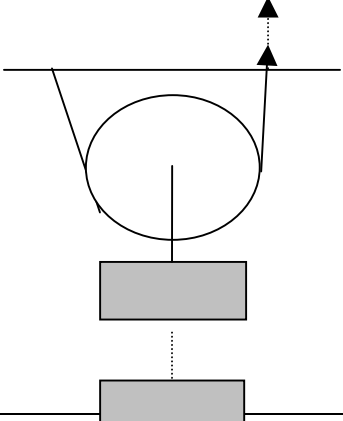



動滑輪			
自編教材		審定版	
<p>因為施力臂（<math>\text{ㄩ}</math>）大於抗力臂（<math>\text{ㄨ}</math>），所以動滑輪可以省力。</p> 		<p>因為繩子拉動的距離（手拉動的距離）比重物上升的距離（物體被拉動的距離）大。所以動滑輪可以省力</p> 	

表 9 「自編教材」與「審定版」對於日常工具省力費力之說明

日常工具	
	
自編教材	審定版
<p>因為施力臂大於抗力臂，所以會省力。</p> 	<p>因為螺絲起子轉一大圈，螺絲同時也轉一小圈，一大圈比一小圈距離大，所以</p> 

## 第二節 研究對象

本節說明研究對象，共分兩類，一為施測對象，一為晤談對象，茲分述如後。

### 一、施測對象

本研究考量到教材難易以及實施方式的可行性，選擇北部一所常態性分班的國小進行研究。本研究有兩位六年級自然科教師、六年級四個班級，共計 131 位學生參與。表 5 為人數分配表。

表 10 人數分配表

	實驗組	對照組	合計人數 <sup>N</sup> (%)
甲師 <sup>N</sup> (%)	34 (25.9)	32 (24.4)	66 (50.3)
乙師 <sup>N</sup> (%)	33 (25.1)	32 (24.4)	65 (49.6)
合計人數	67 (51.1)	64 (48.8)	131 (100)

受測地區學童的家長普遍社經地位不高，對學童要求亦不高。受測學童普遍而言，學習態度不夠積極、學習意願亦不高。大多數皆傾向被動學習。該校為維持學生學習興趣，月考題目大多從課本、習作、小考考卷上挑選類似考題，以免對學生造成太大的打擊。長期以來，該校學生傾向習慣性背誦考卷答案，而較少以邏輯推理的方式進行問題解決。

## 二、晤談對象

本研究的晤談皆以紙筆方式記錄。前測試測完畢後，挑選四個班級中的高分組、中分組、低分組學童各兩人為訪談對象，請其對於測驗卷每題中選擇的判斷理由進行說明，進而瞭解學童在學習前對於簡單機械的先備概念。後測與延宕測驗進行完畢後馬上與該六名學童進行訪談，瞭解其在經過教學活動以及一段時間後，對於判斷簡單機械省力費力選擇理由的解釋。

另外，在後測結束三天內，將作答情形分析完成，找出各題中所呈現的迷思概念，挑選該迷思概念中語文表達能力較佳之學童一位，進行訪談瞭解其想法與思維。如果從四個班級高分組、中分組、低分組所選出的六位學童有選擇到該迷思概念，則以其為該迷思概念的訪談對象，不再另外挑選。而延宕測驗亦於結束三天內，進行訪談，對象挑選與訪談問題、方式皆與後測相同。

### 第三節 研究工具

本研究工具為研究者自編之「國小學童對簡單機械之瞭解測驗卷」。主要目的在於測驗學生是否能夠準確的判斷簡單機械省力或費力並提出正確解釋。研究者針對相關文獻所述學生對於簡單機械的另有概念，編製二階段診斷測驗 (two-tier diagnostic test)。每一題均有兩個子題，第一子題為簡單機械的省力與費力判斷，第二子題則為判斷的理由。第二子題選項部分可分為兩大部分，一部份為學理上的判斷法則，另一部份則為學童直觀判斷原因。測驗卷初稿完成後先請六位某校學生閱讀，以確定題意或語意是否清楚，並請三位科學教育專家和兩位國小自然科教師審查改正，為本研究之專家效度。該測驗卷信度為 Cronbach  $\alpha$ ，以 $\alpha$ 表示。將修正完之文稿給予某校尚未學習槓桿原理之班級，共計 32 人試測 ( $\alpha = .59$ )，時間為一堂課 (四十分鐘)。收回後，整理學生作答答案並分析學生作答結果，增刪作答選項。

之後再針對某校 27 位已學過槓桿原理之學童進行試測 ( $\alpha = .65$ )。修正部分問卷內容，製成正式測驗卷。

施測工具前測信度  $\alpha = .69$ ；後測信度  $\alpha = .74$ ；延宕測驗信度  $\alpha = .74$ 。

本研究前測、後測、延宕測驗將透過此工具施測。根據研究者的教學經驗以及與專家學者討論的結果，能正確明白簡單機械原理原則的學童需可判斷下列五種項目之簡單機械：

1. 三大類槓桿。
2. 定滑輪。
3. 動滑輪。
4. 滑輪組。
5. 日常工具。



其雙向細目表如下：

表 11 「國小學童對簡單機械之瞭解測驗卷」雙向細目表

教材內容 教學目標	知識	理解	應用	分析	綜合	評鑑
1. 三大類槓桿		題目一 題目二 題目三 題目四				
2. 定滑輪			題目五 題目六			
3. 動滑輪			題目七 題目八			
4. 滑輪組			題目九 題目十			
5. 日常工具				題目十一 題目十二		

#### 第四節 資料收集

為配合研究對象的時間，前測於 92 年 11 月進行，前測施測完畢，經過一週後進行三堂課（120 分鐘）的教學活動，之後進行後測，相隔一個月，進行延宕測驗。施測過程由研究者或授課教師監考，每班測驗時間四十分鐘。受測對象需完整接受三堂課的教學活動，如有缺席或缺考的學生，測驗卷列為無效卷。前測共發出 136 份測驗卷，有效樣本為 131 份。後測共發出 136 份測驗卷，有效樣本為 131 份。延宕測驗共發出 136 份測驗卷，有效樣本為 131 份。

## 第五節 資料分析

本節說明資料收集完畢之分析方式，共分三項，一為選答情形；二為施測結果分析；三為訪談記錄的結果。其分析情況如下：

### 一、選答情形：

- (一) 描述性統計分析兩組學生在前測、後測、延宕測驗各題中選項選答的人數與百分比。測驗卷分五大部分，題一到題四為三大類槓桿工具省力費力判斷；題五與題六為定滑輪省力費力判斷；題七與題八為動滑輪省力費力判斷；題九與題十為滑輪組省力費力判斷；題十一與題十二為日常工具省力費力判斷。每題分成兩個部分，學生需先判斷出該簡單機械屬於省力或費力的工具，再選擇理由。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，則不給予分數，反之亦然。
- (二) 針對兩組學生在三次測驗中，對於簡單機械省力費力判斷以及理由選擇部分進行描述性統計分析比較，藉此得到教學後的教學效果以及呈現其概念保留成效。

### 二、實驗效果分析

以 T 考驗比較兩組學生前測是否有顯著差異，由於無顯著差異，進行 T 考驗比較實驗組與對照組的教學效果。作法如下：

- (一) 前測、後測、延宕測驗進步分數分析：以 T 考驗個別分析實驗組與對照組在前測與後測中，後測與延宕測驗中的進步分數，以得知哪一組教學效果較明顯。
- (二) 實驗組和對照組進步分數分析：以 T 考驗比較後測以及延宕測驗中兩組的得分，以得知兩種不同教材內容的學習對於學童判斷簡單機械省力費力的影響，並進行題組間的分析，以瞭解學童對於不同簡

單機械省力費力判斷能力上之差異，由於題組共有五大類，為避免犯第一類型錯誤（type I error），將 P 值除以 5，即當  $P < .01$  時才達顯著考驗。另外再用皮爾孫（Person）相關比較實驗組和對照組在後測以及延宕測驗中的得分，藉此瞭解同樣的概念在經過一段時間之後學童的理解情形，

### 三、訪談資料

採用紙筆方式記錄訪談內容。訪談資料為依據三次測驗所列出的迷思概念，詢問學生選擇的原因及想法，作為研究數據之佐證與說明。訪談過程與記錄，以學童判斷測驗卷第三題開瓶器為省力費力工具為例：

*T: 你為什麼認為省力費力要比較  $\text{ㄅ}$  與  $\text{ㄇ}$  的距離？*

*S6301: 對啊，施力臂與抗力臂啊。 $\text{ㄅ}$  是支點啊，這樣比兩邊的長度就可以了。*

*T: 你怎麼知道  $\text{ㄅ}$  是支點？*

*S6301: 因為  $\text{ㄅ}$  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】**