

國小五年級學生力學概念分析之研究

陳義勳

台北市立教育大學自然科學教育學系暨科學教育研究所

(投稿日期:94年11月22日;修正日期:94年12月10日;接受日期:94年12月16日)

摘要

本研究以台北市區某擁有24個班級中型規模的小學，針對五年級樣本學生的力學概念作分析。諸如力學在日常生活中的應用。

以十個學生為樣本，其中男女各半，從試題的發展到對學生的面談，採用質性研究法，訪談題目共五題，第一題：力存在現象；第二題：力的分類；第三題：應用到日常生活中的彈力；第四題：列舉橡皮筋應用到力學部分及第五題發揮想像力及創意來創造實用產品，兩次 interview 間隔八週，經分析：後測較前測普遍來得內容豐富，概念清晰，男生在力學方面較女生來得內容具體豐富及概念清晰，自然與生活科技成績高者較成績低者，訪談時概念較清楚，且舉的例子也較豐富，此結果可提供小學高年級任教之教師參考。

關鍵字：力學概念、創意、質性研究法

壹、緒論

此論文為國家科學委員會研究專案的部分，研究包括樣本的選取，訪談試題的內容效度、專家效度、pilot study 及信度均經必定程序，再經必要的試題修正。力學單元教學前進行第一次訪談，八週力學單元的教學後進行第二次訪談，研究者針對兩次訪談進行力學之分析與研究。

貳、文獻探討

當進入新紀元，世界各國為掌握時代脈絡，莫不卯足全力發展科學教育及其相關研究，而科學教育之研究又以教學法與學生學習的角度為出發點，本研究為求突破學生學習的瓶頸，遂進行國小高年級學生力學的一些概念研究，根據學者研究學生的科學概念有些是迷思概念 (Misconceptions)、另有架構 (Alternative frameworks)、另有概念 (Alternative conceptions) 或其它想法，大多是孩童與科學家不一致的概念，而迷思概念、另有架構或另有想法也都有其非常複雜的成因，諸如：個人經驗的結果 (包括對自然事物之直接觀察)、同儕文化、日常生活的用語、大眾媒體，甚至是來自自然與生活科技教材及教師不合乎主流科學概念的解釋。

在 Kuhn 的科學革命一書中提出 (Kuhn, 1962)：以前科學家的一些概念可能是現代教授、專家認定的迷思概念，由於某些學生的科學概念可能是人類某一時期擁有而現今此概念被劃分為迷思概念或類似迷思概念 (Chiu, 2000)。邱美虹在第二屆科學、數學及技學教育國際研討會，曾提到學童對地球形狀的另有架構 (Alternative frameworks) 有：平面方形、銅板形等形狀，有些是人類早期所認為的地球形狀，故學生的 Misconceptions 有時卻是人類早期的主流概念。

美國學者 Brown(1992)提出學生在學習科學概念當中所遭遇到的問題，這些概念有些也許與科學家的概念不謀而合，國內國科會郭前處長重吉教授(1999)也提出了類似的觀點，國小學童在概念上有屬於以前擁有的先前概念 (preconceptions)，其指的可能是與專家不一致或恰巧一致的概念，在先前概念或許有人稱之為天真概念 (naïve conceptions)、另有概念 (Alternative conceptions) 或另有架構 (Alternative frameworks)，其對科學或多或少地干擾其概念的學習，甚或對學習自然科學有負面的影響。

在學生學習上若有迷思概念，依 Lawson et al. (1989) 所述，迷思概念會妨礙正常科學概念的學習，是正常科學學習的絆腳石。

美國在 1986 年也提出以公元 2061 年下次哈雷彗星來臨時，美國下一代國民應具備科學素養、知識、概念等科學教育的 Project 2061，當中 phase I 提到以學生為中心 (Student-center)，而以學生為中心就不得不考慮到學生的概念學習。國

內的科教學者如：黃湘武、黃寶鈿(民 78)、陳忠志(民 76)分別也作了迷思概念的研究，也歸納其迷思概念的類型，甚至提出教學策略試著研究出矯治 Misconceptions 的策略。

國外學者如 Brown 認為 Misconceptions 有多方面的成因，諸如個人的經驗、文化的因素、個人的心智發展、語言或隱喻(metaphor)、個人認知遲緩等等，國內郭前處長重吉也提出 Misconceptions 是個人經驗，對自然事物的直接觀察、同儕文化、日常生活用語、大眾媒體、教材及教師的解釋。目前專家學者所提出之迷思概念原因有 1.與生俱來；2.日常生活經驗；3.正式與非正式教學；4.文化因素；5.同儕影響；6.暗喻、隱喻 (metaphor)；7.語言 (language) 與對字義之誤解、誤導所造成。

而概念之形成有：

個人因素：1.認知方面 2.情境方面 3.技能方面。

環境因素：1.教學環境 2.教師因素 3.教育制度。

Posner 等人 (Posner, et al. 1982) 提出的概念改變模式，其強調四個必要條件：(1)不滿足(Dissatisfaction)；(2)理解(Intelligibility)；(3)合理(Plausibility)；及(4)擴大適用範圍(Fruitfulness)。其中：

- (1) 不滿足：學生對現有概念已感到不滿足，感受到已往的概念不具完美解釋科學現象，亦即同化 (Assimilation) 不再適用，必須進行調適 (Accommodation)。
- (2) 理解：新的概念必須可以理解的，個體才可能進行概念改變。
- (3) 合理：新的概念必須合理的，它至少必須具有成真的可能性。
- (4) 擴大適用範圍：新的概念必須能夠適用更大範圍，它不僅要能解決現有的問題，而且也應提供未來探索的途徑。

參、研究方法

本研究採用晤談 (interview) 方式，採質性研究分析，聚焦於國小五年級的力學單元，樣本為台北市區一個二十四個班級的學校中的五年級，為了分析方便篩選五年級中一個班的十位樣本學生 (其中男生五名，女生五名)，此十位樣本學生是同一班的學生，是屬於中等學生，能清晰表達自己理念及想法的學生，訪談的試題共五題。

試題是經專家效化 (其中專家是兩位教授、一位國小資優自然與生活科技教師、一位國小自然與生活科技科任教師)、內容效化及預試 (pilot study) 等過程，研究者採用半結構式訪談，其試題共五題如附錄一，其中第一題：關於力存在的現象，第二題：力的分類及其原因，第三題：彈力應用在日常生活當中的情形，第四題：彈射橡皮筋應用到力學的部分，第五題：以力來創造一個實用的產品或物品，藉以探討力單元的認知層次，並在前測完成後經八週教學後再進行後測，後測的試題與前測一樣，只是題目順序予以變動，前後測是兩次的 interview 方式，間以繪圖，文字敘述方式，其中以現場錄影、錄音方式來進行，資料經整理後針對前後測、性別等變項進行分析。

肆、訪談的結果分析

一、前後測方面的分析：

前後測的時間間隔八週，由於試題是經過專家效化，內容效度效化，也經過預試 (pilot study) 過，在整個前後測的分析中發現除了第五題發揮創意思象力外，雖然偶而會有一兩位樣本學生例外，普遍上學生的後測較前測在表達方面會較從容，敘述的理由也較豐富。又學生舉的例子也會較多，諸如第一題力存在的現象、第三題應用到日常生活中的彈力及第四題列舉橡皮筋應用到力學的部分，經過分析，後測普遍上均較前測發表的內容來得豐富，至於第二題由於是力的分類，後測普遍不理想，正如目前國小五年級自然與生活科技教科書鮮少提到專家對力分為超距力及接觸力的分類，由學生回答可以看出樣本學生經常以泛泛列舉例子來敘述，研究者逐一分析如下：

第一題：關於力存在的現象，除了樣本學生四及樣本學生六 (後測回答的概念與前測一樣或較遜色) 外，其餘樣本學生均是後測較前測概念來得清晰，舉例較豐富，他們都會詳詳細細地說出他們的想法。究其原因是經過八週的自然與生活科技的教學，學生從力有關的單元學到了概念，學生也較敢提出較豐富的例子。

第二題：力的分類，樣本學生一、四在後測與前測概念差不多，舉的例子也大同小異，又樣本學生六後測反而較前測遜色，概念也較模糊，另外其它樣本學生的後測普遍上與前測內容不分軒輊，足證八週的自然與生活科技教學在此並沒有顯著進步，可能在自然與生活科技課程教學中並未介紹或引入專家力的分類所

致。

第三題：應用到日常生活中的彈力，這一道題較試題的其它題目來得特別，在概念清晰度與例子的豐富度發現只有一半的樣本學生後測較前測優，相較於其它訪談題目顯得特別，究其原因：課程較少提到彈力，更有甚者鮮少提到力在日常生活中的應用，因八週的自然與生活科技教學不管內容或其間教學的舉例欠缺了此方面補充教材所造成，根據任課教師對研究者之敘述其上課情形，又檢驗五年級相關教科書也較少涵蓋此方面領域。

第四題：彈射橡皮筋應用到力學的部分，此一問題在後測的訪談中，六個樣本學生較前測訪談時概念清晰，舉的例子較豐富，然兩個樣本學生後測與前測的概念舉的例子大同小異，無分軒輊，又另外兩個樣本學生後測的概念與所舉的例子並沒有較前測清晰與豐富，反而較遜色些了，究其原因目前的五年級學童較上世代不一樣，較少有傳統的玩具如橡皮筋之類，取而代之的是電動玩具了，故回答問題時樣本學生所舉的例子較貧乏，概念也較不清晰。

第五題：創意及想像力創造出力的產品之問題，十位樣本學生的想像力與創意，在此題後測並沒有較前測有豐富想像力與創意，又女生較拘謹，較不易跳脫課本與學校所學的，女生傾向較正式的設計，反觀男生在此題較有想像力與創意，由於前後測間隔的時間只有八週，依 sternberg 的理論創意是可以訓練的，就整體來說可以看出國內學童在此方面還有很大的成長空間。

二、性別方面的分析：

第一題：力存在的現象，不管是前測或後測，男生均較女生的概念清晰，所舉的例子也是男生較女生優，男生所舉的例子較生活化，女生舉的例子則較合乎課本上舉的例子，受制於課本學來的類似例子，是否女生較傾向於在課本內找答案。

第二題：力的分類，在分類上男女性別是有不一樣，男生舉例較寬廣多樣性。在力的分類上不論男女生的分類均有別於專家的分法，男學生的分類通常談到大力、中力、小力或人力、獸力、自然力等等；而女學生的分類通常會使用到自然與生活科技課本上的用語，如風力、彈力、磁力等術語，然均不符專家超距力與接觸力的分類。

第三題：應用到日常生活中的彈力，男生提到均是較廣泛的且應用到日常生活中的彈力，如用彈力來彈人、打人；而女生談到的彈力則是實用的例子，如綁、吊東西，此方面女生也較男生在彈力之觀察入微。

第四題：彈射橡皮筋應用到力學的部分，男女生的答題顯然更有所區別，男生較外向，女生較內向，男生舉的橡皮筋的彈射均傾向提到以橡皮筋射人，又學生會提到作用力、反作用力，橡皮筋拉得愈緊射得愈遠，會舉跳跳桿應用到彈力之例子等等，而女生傾向提到科學報章雜誌及課本所提到的方式，顯然女生較嚴謹，而男女生在此問題有明顯不同處，實有值得教學者參考之處。

第五題：以想像力及創意來創造實用的產品，男女生在這個問題的 interview

上，男生較有創意，可由其前後測所設計的圖看出，男生較天南地北的揮灑關於力學應用的產品或物品，而女生較著重靜態的小創意，究其原因，我們家長及社會期盼男性在科技方面有所發揮，在在也由此 interview 顯現出來此與 (Sencar&Eryilmaz, 2004) 的文章有相同的結論。

三、學生 CPM (彩色圖形推理測驗)、自然及生活科技成績與概念關係的分析：

彩色圖形推理能力對於學生在力學概念的應用有一定程度的相關，諸如附件三樣本學生一在第五題前後 interview 方面，可以發現 CPM 成績高的其在力學的應用及想像力發揮也某種程度的高，證諸樣本學生一、三是相同契合，樣本學生一、三的 CPM 分別是 97 及 96 (評比為資賦優異)。

綜合附錄三的樣本學生的五年級上學期自然與生活科技的成績，成績的高低也是影響概念的因子，自然與生活科技成績高者其力學概念及 interview 的舉例也較豐富，證諸樣本學生一、三、四、七、九的 interview 是相同吻合的。

四、研究者的反思：

此為行政院國家科學委員會研究專案之部分，在研究樣本的篩選涵蓋了男生與女生，男女生各半均為五名，進行多次的修正及預試而完成後的試題，如附件一。研究者在整個研究過程中分別進行了前測與後測，在施測的過程研究者發現：

前測：學生第一次見到研究者，學生較認真，也把這類 interview 當一回事來做，至於後測：學生已非第一次見到研究者，又安排時程較緊湊，學生也較前測鬆散，沒有很認真思考問題再回答，實為研究欲彌補之缺憾，其餘均在研究預期成效內，這些結果實有提供國小自然與生活科技教學之參考。

伍、結論與建議

一、研究結論：

研究發現了學生力學方面，目前的國小階段，尤其是九年一貫課程調教出來的學生，其舉日常生活的實例變少了，舉的例子較沒有本研究者以往研究的例子深入及多元（陳義勳，1996），諸如：interview 上的例子，這個世代的學童接觸到的電腦 Games 多了。傳統上使用到力的玩具例子，諸如：陀螺、彈力車、橡皮筋玩具等等變少了。又五年級學生由於生理、心理的成熟度，男生傾向數理、科學，而女生傾向文學藝術方面。另外社會期盼及家長對子女期望男女有別，男生被期望為科學家、工程師，而女生被期望為文史音樂藝術家，這在國外學者 Sencar & Eryilmaz（2004），也有類似的研究。

二、研究建議：

（一）在教科書方面尤其高年級的自然與生活科技請多多舉生活上實際例子，配合實驗讓學生實際操作，在公元 2005 年愛因斯坦發明相對論 100 年，在台灣北、中、南區舉辦科學月、科學季，大力提倡動手做科學活動（Hands-on activities）（Chen, 2005）實有正面導引及標竿作用，並藉此引入教科書內。

（二）科學刊物及科學報導方面多多著墨力學例子以豐富學生力學方面概念。

（三）教育當局應多多舉辦動手做科學之實驗比賽以導正力學甚或自然與生活科技教科書要重視周遭及日常生活科學之學習。

（四）九年一貫自然與生活科技教師，應善用 Hands-on activities，來配合教學，以日常生活中的力學為經緯，令學生由生活中體認自然與生活科技之力學概念，以豐富教學，匡正自然與生活科技的教學工作正確方向。

參考文獻

- 邱美虹和林靜雯(2002)：以多重類比探索兒童電流心智模式之改變。科學教育學刊。中華民國科學教育學會出版。台北，台灣。
- 陳忠志(1987)：大一學生物理學錯誤概念的研究：電學錯誤概念。國科會成果討論會。
- 陳義勳(1994)：國小學生在電學、磁學單元中的迷思概念之研究。八十三學年度國科會研究報告 NSC83-0111-133-005N。
- 陳義勳(1996)：國小高年級學生自然科學中力學單元迷思概念之探討。北市師院學報，27 期，頁 83-104。
- 郭重吉(1999)：概念改變的教學與研究，迷思概念整合型計劃徵求計畫研討會。民國 88 年 12 月 4 日，國科會科教處。
- 黃湘武和黃寶鈿(1989)：學生對投影及光性質之概念研究。中華民國第五屆科學教育學術研討會論文彙編。
- Brown, D. E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics : Factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (1) , 17-34.
- Chen, I-shin. (2005). *The hands-on activities through science toys*. The ICASE International Workshop on Promoting Scientific and Technological Literacy Through Science Toys and Out-of-School Science Activities. Thailand April 4~7, 2005.
- Chiu, M. H. (2000). *Conceptual revolution or conceptual evolution in learning science*. Program and abstracts. The Second International Conference on Science Mathematics and Technology Education. P.56.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press.
- Lawson, A.,& Renner, J. W. (1989). Piagetian theory and biology teaching. *American Biology Teacher*, 37(6), 336-343.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ,& Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception : Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 221-277.
- Sencar, S. ,& Eryilmaz, A. (2004). *Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits*. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 2004, 603-608.

附錄一：前後測試題





五年級力的前測題目：


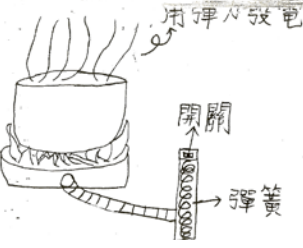
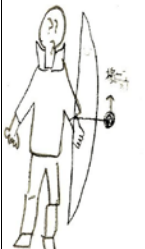

1. 請說說看，有哪些現象可以知道有力的存在？
2. 如果你上面那題答完後，你認為這些力可以怎麼分類，並將你分類的原因（方式）寫下來。
3. 你如何將彈力（彈簧、橡皮筋等）應用在日常生活中？
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎？如果有，究竟是哪些？
5. 請發揮你的想像力及創意，以力來創造一個實用的產品或物品。

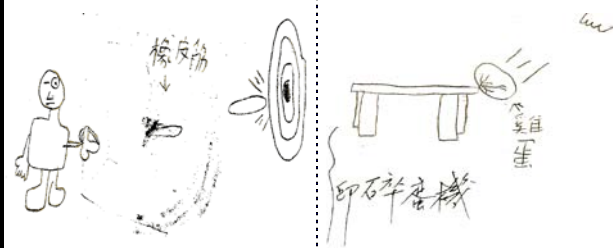

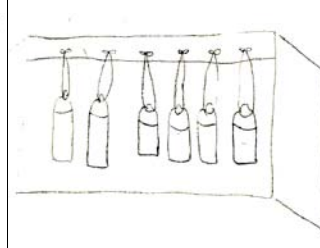

五年級力的後測題目：

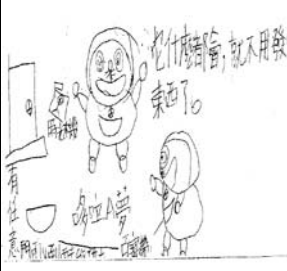
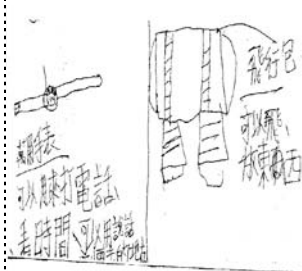
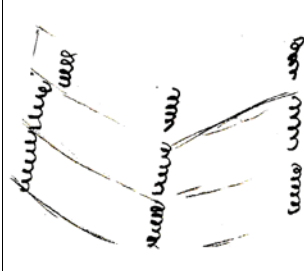
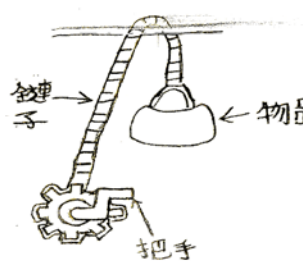
1. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎？如果有，究竟是哪些？
2. 你如何將彈力（彈簧、橡皮筋等）應用在日常生活中？
3. 請說說看，有哪些現象可以知道有力的存在？
4. 如果你上面那題答完後，你認為這些力可以怎麼分類，並將你分類的原因（方式）寫下來。
5. 請發揮你的想像力及創意，以力來創造一個實用的產品或物品。

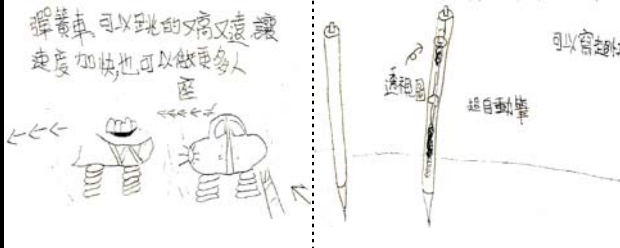
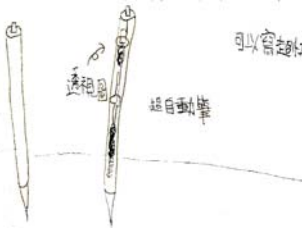
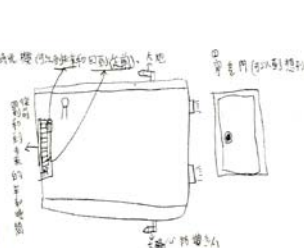

附錄二：

題號	樣本學生一（男生）		樣本學生二（男生）	
	前測	後測	前測	後測
1. 請說說看，有哪些現象可以知道有力的存在？	此樣本學生在前測只提到碰撞、摩擦，此生由此現象察覺力的存在，有初步力的概念。	概念較前測時寫得較詳細，諸如拉扯、碰撞、反彈、打人等例子，概念清晰，且舉例具體有內涵。	此樣本學生只提到動作、前進、動態具有力存在的現象，其概念並不清晰。	此生提到推椅子、彈射橡皮筋，概念較前測深刻且有例子佐證。
2. 如果你上面那題答完後，你認為這些力可以怎麼分類，並將你分類的原因（方式）寫下來。	對於力分為水力、風力、獸力，其分類並非專家對於力之分類。	對於力的分類並未從接觸力與超距力下手而是由力道大小下手，其分類並沒掌握力分類的要點	將力分為人力與自然力，與專家的分法有點不同。	已經能將力分為接觸力與非接觸力的專家分類了
3. 你如何將彈力（彈簧、橡皮筋等）應用於日常生活中？	學生只談到拿橡皮筋來射人、彈簧床，雖未深入，但似乎已提到了彈力之應用。	只提到搖搖筆是彈力應用，顯然較前測時的概念不豐富。	學生提到彈弓、彈簧床、樂器（應用彈力者）、彈力車，是證明他有此方面的概念。	學生只提彈簧床、樂器顯然較前測遜色，且例子較前測少。
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎？如果有，究竟是哪些？	此生在回答時提到橡皮筋有應用到力學的部分，諸如反作用力，但此生未提及彈力。	此生後測並沒有較前測進步，稍有遜色，因為牽涉到力的概念較不清楚，例如說：橡皮筋彈人時，並未深入再討論。	此生在前測時說，應用到力學的部分有彈力、作用力、反作用力，此概念較膚淺。	此生後測並沒有較前測概念來得清晰，且較遜色，只提到有彈力的部分。
5. 請發揮你的想像力及創意，以力來創造一個實用的產品或物品。	<p>此生具有豐富的想像力及有較高的創意，知道要用作用力與反作用力的原理作為飛行動力，又以鳥造型取代具有武器的設計，有創意及想像力。</p> 	<p>此生後測雖沒有前測設計之產品創意高，但是此生設計之產品較前測對稱與平衡，也較有流體力學之概念，此圖利於飛行。</p> 	<p>此生非常有創意，利用腳踏車的動力來拉起懸吊在輪軸上汲水之水桶，很有創意，且符合實用之產品及物品，足證此生有此方面之概念。</p> 	<p>此生後測是利用橡皮筋的彈力彈開風扇的葉片，使葉片轉動，是非常有創意的產品。</p> 

題號	樣本學生三 (男生)		樣本學生四 (男生)	
	前測	後測	前測	後測
1. 請說說看, 有哪些現象可以知道有力的存在?	此生提到風吹動樹木、水力發電等等是表示有力的存在, 概念還算清晰。	此生提到風吹動樹木、水位落差可以用來水力發電, 較前測概念清晰。	此生對力的存在現象只談到人可搖動物體, 顯然太淺顯並未深入回答。	此生在後測提到力打到人會很痛, 其概念與前測一樣, 並不清晰。
2. 如果你上面那題答完後, 你認為這些力可以怎麼分類, 並將你分類的原由(方式)寫下來。	力的分類分成風、水、電, 與專家分類超距力與接觸力不盡相同。	較前測來的深入, 將力分成自然力與非自然力雖與專家分類不相同但仍有其脈絡的邏輯性	將分成大、中、小力, 與專家超距力及接觸力之分類不盡相同。	與前測的分類大同小異, 分成大、中、小力, 並不同於專家對力的分類。
3. 你如何將彈力(彈簧、橡皮筋等)應用於日常生活中?	提到了吉他的弦, 當弦愈鬆, 聲音愈低; 弦繃得愈緊, 聲音愈高, 可見此生有此方面的概念。	此生提到用橡皮筋來射東西, 概念較前測遜色了。	有彈力的橡皮筋可以舉起重物, 顯然有應用彈力的概念。	此生較前測時活潑也較有創意, 認為將頭髮綁在樑上, 學蘇秦做法防止打瞌睡。
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎? 如果有, 究竟是哪些?	此生在前測時提到橡皮筋用到力的部分: 橡皮筋拉得越緊射得愈遠的清楚概念	此生後測較前測分析來得深入, 諸如提到彈簧應用至搖搖筆、跳跳桿之類, 較其前測分析深入。	此生在前測時提到橡皮筋彈出打到人會很痛, 對彈力的概念很模糊。	在後測並沒有較前測有深入概念, 也提到橡皮筋射到人會很痛, 足證此生並沒有較清晰的彈力概念。
5. 請發揮你的想像力及創意, 以力來創造一個實用的產品或物品。	利用橡皮筋來發動螺旋槳的力學原理來創造發明飛行攝影的飛機, 很有力學及科學的概念。 	利用力學的彈力來發電, 再以發的電來煮東西, 很有創造思考及想像力。 	此生發揮創造思考的能力以橡皮筋的彈力來使太空人上到天空, 是有創意及想像力, 也是一種創意的設計。 	此生利用力學的原理來防盜, 使小偷偷不到東西。 

題號	樣本學生五 (男生)		樣本學生六 (女生)	
	前測	後測	前測	後測
1. 請說說看，有哪些現象可以知道有力的存在？	此生只提到人可以推動物體，足證此生的概念較淺顯，未深入探討。	此生說到手推球，將東西往下丟，較前測概念清楚。	此生提到風車轉動、射橡皮筋、磁力火車等等有深入的瞭解，足證此生有清晰的概念。	此生只提到磁力火車、水的衝力，較前測遜色，舉的例子也較不豐富。
2. 如果你上面那題答完後，你認為這些力可以怎麼分類，並將你分類的原因 (方式) 寫下來。	將力分成大、中、小三種力，是以力道大小來分，不同於專家對力的分類	比前測的分類進步了，將力分成拉、推、彈三種力，但仍有異於專家對力的分類。	將力分成風、磁、彈、水及摩擦力，但並不同於專家關於超距力、接觸力的分類。	沒較前測進步，概念反而更模糊不清，他將力分成彈力、獸力、衝力等，與專家的分類不盡相同。
3. 你如何將彈力 (彈簧、橡皮筋等) 應用於日常生活中？	學生只提到可以將彈力應用到日常生活中是作一模型車，概念並不清晰，足證此生在此方面不清楚。	較前測概念清楚，認為橡皮筋可射人，橡皮筋可作模型車，但此生仍不很完整敘述。	學生舉了許多例子，如可以利用彈力綁東西，拿來射人，裝在自動筆內，或跳繩等彈力概念清晰，舉例豐富。	此生說用橡皮筋來綁東西，其敘述較前測少，也較不豐富。
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎？如果有，究竟是哪些？	此生前測提到橡皮筋有應用到力學部分，並飛得很快，足證此生對此並沒有清晰的概念。	此生後測較前測來得深入一點，云橡皮筋飛得快是因為橡皮筋拉得長。	前測提到橡皮筋有彈力，回答的並不夠深入，諸如並沒有說橡皮筋拉的愈長彈力愈大。	後測較前測稍微深入，但也只提相同的概念，並不深入。
5. 請發揮你的想像力及創意，以力來創造一個實用的產品或物品。	以橡皮筋彈出射箭靶，分別可得5分、4分、3分，此生很有創意。 	此生以力學原理設計碎蛋機，此生用的原理可行，然稍嫌簡陋。 	此生是將橡皮筋吊掛瓶子，亦即用橡皮筋之彈力垂吊東西，實屬有創意。 	此生後測與前測的科學概念非常雷同，表示他在後測與前測差不多。 

題號	樣本學生七 (女生)		樣本學生八 (女生)	
	前測	後測	前測	後測
1. 請說說看，有哪些現象可以知道有力的存在？	此生提到風吹、橡皮筋射出、下雨，此生在此方面，概念還算清晰。	此生舉橡皮筋射人會痛，風吹來會有被吹的感覺，足證此生較前測概念來的深入且舉例較多。	此生提到水車轉動、風車轉動等內容豐富，然提到太陽能板此一概念此生並不清楚。	此生提到樹葉會隨風飛、石頭在水中滾動等，較前測豐富，例子也較豐富。
2. 如果你上面那題答完後，你認為這些力可以怎麼分類，並將你分類的原因 (方式) 寫下來。	將力分成風力、水力、彈力三種，與專家的分類超距力與接觸力不相同。	較前測分類之概念清楚，但將力分為風力、彈力、水力、人力、獸力，並不符合專家對力的分類法。	將力分為風、水、彈、磁力及摩擦力，此不同於專家將力分成超距力與接觸力。	將力分為風力、水力、磁力、電力、反作用力、地心引力及摩擦力，雖仍不同於專家對力的分類但較前測來得清晰。
3. 你如何將彈力 (彈簧、橡皮筋等) 應用於日常生活中？	此生知道用有彈力之物質，用來綁東西、吊東西，此生有此方面的概念，但並不深入。	概念較前測來得清晰，提到作彈簧秤，其橡皮筋可以掛、綁東西，彈簧之彈力可以做彈簧秤。	前測時提出三項即：彈力可用來綁東西，可應用在彈簧床及原子筆內之彈簧，有清晰的概念。	較前測時的舉例豐富，廣度也增加了，諸如說彈力用到自動筆、彈簧墊、氣墊鞋及彈簧床等。
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎？如果有，究竟是哪些？	此生在前測時提到橡皮筋是應用到彈力、拉力概念沒有錯只是較淺顯，也沒有舉出例子來佐證。	此生在後測提到橡皮筋有彈力及拉力，較前測而言並沒有較進步，而欠缺舉證的例子。	此生在前測提到橡皮筋有用到力學的彈力，此概念雖較膚淺，但並沒有錯。	後測較前測概念豐富，提到了有彈力、拉力，但概念仍嫌膚淺。
5. 請發揮你的想像力及創意，以力來創造一個實用的產品或物品。	此生前測是以時光機及百寶袋來表達其創意，與力學較少關連。 	此生用想像力來表達諸如其飛行包等，但欠缺科學概念。 	前測此生說到了以力學原理設計彈簧床，是簡便的彈簧床，具有創意及想像力，是應用到科學概念。但較膚淺。 	此生後測使用齒輪及鏈子將物品很輕易地提起，較前測有較大的想像力及創意。 

題號	樣本學生九 (女生)		樣本學生十 (女生)	
	前測	後測	前測	後測
1. 請說說看, 有哪些現象可以知道有力的存在?	此生提到風力、水力、電力等內容豐富。	此生提到磁力火車等與前測比, 概念較清楚。	此生提到摩擦、轉動, 是提到水刀切割大理石等, 可以知道有力存在, 概念還算清楚, 但舉的例子闕如。	提到水刀切割大理石等, 足證有些力的概念, 與前測概念相比, 此次較清楚。
2. 如果你上面那題答完後, 你認為這些力可以怎麼分類, 並將你分類的原由(方式)寫下來。	將力分成人造與自然, 雖有其另類概念, 但卻不同於專家對於力分成超距力與接觸力的分類。	較前測概念清楚, 但是仍不同於專家的分類, 諸如將力分成磁、彈、水、風、人、火、獸等力, 不同於專家對力之分類。	此生在前測並沒有回答。	較前測優, 將力分為人力、水力兩種, 雖不同於專家將力分成超距力與接觸力之分類。
3. 你如何將彈力(彈簧、橡皮筋等)應用於日常生活中?	此生在前測時提了三項與彈力應用有關的概念: 綁東西做遊戲、橡皮筋車及彈簧床, 足證有此方面的概念。	此生較前測概念清晰豐富, 用了近五種例子, 諸如: 掛東西、綁東西、自動筆、氣墊鞋及彈簧床。	前測只提到彈簧鞋是彈力的應用, 雖概念清楚但舉例並不豐富。	此生較前測的概念清楚及豐富, 除了提到彈簧鞋(前測提到的), 也提到原子筆(可以彈上筆心者)、彈簧秤均用了彈力的概念。
4. 你認為彈射橡皮筋有應用到力學的部分嗎? 如果有, 究竟是哪些?	此生前測的答題, 提到橡皮筋有彈力, 然並沒有皮筋拉得愈緊射得愈遠之概念, 又其內容並不豐富。	此生後測雖然寫得較豐富, 但並沒有較前測來得多的科學例子或概念, 諸如: 認為彈射橡皮筋用到彈力、拉力、人力	此生前測只回答橡皮筋有用到力的部分, 但並沒有進一步深入說明, 更遑論舉例了。	此生後測較前測豐富了, 諸如提到了橡皮筋應用到力的部分有彈力、拉力等, 有較深入點探討概念。
5. 請發揮你的想像力及創意, 以力來創造一個實用的產品或物品。	<p>此生發揮了想像力與創意, 以力的原理設計了彈簧車, 不但可以跳, 可使車子加快, 並坐更多的人, 有力學的科學概念。</p> 	<p>此生後測時發揮想像力與創意, 發明了時光筆, 掌握筆的特點, 此生有科學的概念。</p> 	<p>此生前測發揮高度的想像力與創意, 發明了時光機, 將可以任意到未來及回到從前, 以力學及科學的概念設置了大砲及防止敵人攻擊的反制裝置, 非常有科學概念及應用了科學原理。</p> 	<p>此生後測較前測有創意及想像力, 且應用了風力螺旋槳將整個人帶上空中, 且利用彈簧的彈力將火箭飛上外太空, 也許仍有些科技的盲點待克服, 然其已應用了科學的概念來設計產品及物品。</p> 

附錄三：

樣本編號	性別	父親學歷	父親職業	母親學歷	母親職業	彩色圖形推理測驗/CPM			五上自然與生活科技成績	五下自然與生活科技成績	五上五下自然與生活科技成績平均
						原始分數	調整後分數	評語			
1	男	初中	商	高中	商	53	97	5+資賦優異 91SPM 測驗	94	97	95.5
2	男	高中	商	專科	商	37	44	2 中下	89	85	87
3	男	小學	退休		家管	52	96	5+資賦優異	96	97	96.5
4	男	高職	商	大專	家管	37	44	2 中下	93	96	94.5
5	男	大專	商	大學	商	48	84	4 中上	89	91	90
6	女		公	高職	家	39	55	3-中等〔-〕	89	89	89
7	女	大專	商	高職	家管	42	58	3-中等〔-〕	96	94	95
8	女	大學	保險業	大學	保險業	40 40	56 33	3-中等〔-〕 3-中等〔-〕	95	94	94.5
9	女	高中	工	高中	工	42	58	3-中等〔-〕	95	95	95
10	女	碩士	工	碩士	商	37	44	2 中下	90	91	90.5

The Study of Conception Analysis for Mechanics on 5th Grade Students

I-shin Chen

Department of Science Education and Graduate Institute of Science Education,
,Taipei Municipal University of Education

Abstract

The subject was a 24-class elementary school in Taipei city. The samples were 10 students included 5 male and 5 female students. The goal was focused on conception analysis in mechanics; e.g. application of mechanics in daily-life experience.

These were five problems included in the instrument. The first question of the instrument is the phenomena of force-existence. The 2nd question of the instrument is the classification of force. The 3rd one is the spring force applied in daily life experience. The 4th one is to illustrate the rubber ring force. And the last one is to show creative problems.

These were 8 weeks to teach science course for 5th grade students between 1st and 2nd interviews and to see what happen between two interviews. The results of the research are: (1) The mechanics concepts of 2nd interview were less misconceptions than 1st one. (2) The results of male students were less misconceptions than female students. (3) The higher score of samples on Science and Technology, the more clear on science conceptions on the unit. The results of the paper can be offered to elementary school students and teachers for new curriculum of Taiwan educational system.

Key words : the concepts of mechanics; creativity; qualitative research