

單車休閒參與度對國小學童簡單機械學習動機 與概念成就之相關性

吳文龍¹ 陳永祥² 黃萬居³

¹國立臺灣師範大學 科學教育研究所

²台北市信義區福德國民小學

³台北市立教育大學 自然科學系

(投稿日期：民國 99 年 09 月 30 日，修訂日期：100 年 04 月 06 日，接受日期：100 年 06 月 02 日)

摘要：本研究旨在探討單車休閒參與度對五年級學童簡單機械學習動機與概念成就之影響，並瞭解學童對簡單機械的迷思概念與來源。以問卷及訪談方式調查台北市某國小五年級 207 名學童。研究工具有單車休閒參與度問卷、簡單機械學習動機量表、簡單機械概念兩階層測驗及簡單機械半結構式問卷等。採因果比較研究法分析各問卷變項之相關性，並輔以質性晤談資料；學童單車休閒參與度問卷得分，分性別進行排序，以避免極端分數造成高低參與組之分組結果，並以排序之中位數作為高、低參與度組之分界，簡單機械學習動機量表與簡單機械二階層測驗問卷收回後，逐題分析，再以描述性統計、獨立樣本 t 檢定及單因子變異數分析法來分析各組學童對簡單機械的概念成就狀況。晤談全程使用錄音機錄下與學童的對話，晤談資料先進行編碼，以逐字稿方式呈現學童的晤談結果。研究發現單車休閒參與度高的學童對簡單機械具有較佳的學習動機及概念成就；學童常見之簡單機械迷思概念主要為單車握把與行進時之平衡、前齒盤與後齒盤的旋轉方向及頻率、施力與速度之轉換效能及單車移動的機械原理等十大項，而迷思概念來源主要為感官印象、日常用語、不當的推論及家人的影響四個因素。

關鍵詞：迷思概念、單車休閒參與度、概念成就、學習動機、簡單機械

壹、前言

近年來節能省碳的環境保護意識受各界重視，加上民眾對休閒運動的需求，單車休閒已在世界各國成為普遍全民運動。在臺灣

各地方政府致力修建單車專用道，並改善整體單車休閒的友善環境，不僅提升民眾從事單車休閒的意願，更使騎單車成為國小學童喜愛運動的前三名(教育部，2006a)。單車本

身就是簡單機械最好的實務樣本，隨單車技術的進步，許多複雜的齒輪組合會產生省力或加速的結果，也成為學童最常接觸到的機械裝置。

國民中小學九年一貫中的自然與生活科技領域強調以學童為主體的學習活動，以生活為重心，因此教材內容多取自學童日常生活，例如南一版教科書第八冊第一單元即以單車作為簡單機械課程主軸（南一書局，2008）。但學童自個人生活經驗所建立的科學概念，往往與專家概念不相符(Helm & Novak, 1983)，這些自我建立的科學概念多屬迷思概念，不僅影響學童科學知識的學習，也影響學童對科學概念的後續解釋及理解(Chang et al., 2007)。因此，研究學童如何發展科學概念，有其重要性及意義性存在(黃萬居，1996)。本研究的主題為簡單機械，其內容與日常生活有相當大的關係，可以進一步瞭解學生生活經驗與課堂學習之間的關連性。

Lehrer 與 Schauble (1998)發現，透過直接觀察齒輪構造，學童能瞭解多數齒輪概念，但卻不易理解齒輪組相關概念；所以，如何鼓勵學童超越自身騎乘單車的感受及保養的經驗，而進一步觀察單車齒輪上力的傳動並解釋概念，將是教育與實務間的一大挑戰。Keller (1983)指出吸引引起學童注意力為學習的第一向度，因此本研究透過探討學童對單車騎乘的參與度，瞭解齒輪傳動概念的學習，且是否能有助後續簡單機械的學習。

當前國內自然與生活科技教材中，簡單機械單元並無單車騎乘的實驗課程；再參考國內外針對國小學童的相關研究，發現各別研究單車休閒(Davison & Lawson, 2006; Stone & Gosling, 2008)及簡單機械(Lehrer & Schauble, 1998; Lienhard, 2003; Chambers, Carbonaro & Murray, 2008；施能木，2009)

的文獻眾多，但對於兩者的相關性卻無深入的研究與探討。根據研究者任教自然科的經驗，發現國小學童學習簡單機械時多有困惑，特別是單車齒輪傳動的概念；也發現部份學童會以自身騎乘單車的經驗進行思考並回答問題。因此本研究將探討不同單車休閒參與度之國小五年級學童，對簡單機械學習動機與概念成就之差異性，及學童對簡單機械的迷思概念及其來源。茲將本研究之研究問題羅列於下：

- (一)單車休閒參與度對國小學童簡單機械學習動機之相關性為何？
- (二)單車休閒參與度對國小學童簡單機械概念成就之相關性為何？
- (三)國小學童簡單機械的迷思概念及來源為何？

貳、文獻探討

一、學童單車休閒活動與參與度

休閒活動種類繁多，不同學者採取不同方式分類。研究者參考陳彰儀（1985）及羅明訓(1999)認為單車休閒活動可歸類為運動型休閒活動，亦能歸類於娛樂性、知識性休閒活動。可知單車活動為結合多種面向的休閒活動，不僅僅是娛樂休閒而已，更包含了有關簡單機械的原理在其中。

從事休閒活動能達到多項目標，如 Neulinger(1981)指出八至十二歲的學童正嘗試建立與同儕的依賴關係，在休閒歷程中能學習相處之道，且 Mundy & Odum (1979)也指出教育者能經由休閒活動教育學習者，可知休閒活動應用於教學上時能發揮兼具趣味與知識性的雙重功能。

休閒態度為個人對休閒活動所持有的看法、情感與行動的傾向，個人參與休閒的行

為大抵可視為休閒態度的外在表現，故瞭解個人休閒態度有助於明瞭個人可能採取的休閒行為(林東泰，1994)。部分研究在學童休閒態度方面有相似結論，例如父母的休閒教養影響學童休閒參與度及休閒態度，則學童休閒態度越積極、正面；參與休閒的程度越高，除了某些休閒類別受社經地位影響，學童的休閒態度並無顯著差異(蔡素琴，1997；蔡志明，2003)。本研究所指的單車休閒參與度包含參與次數的多寡及持續時間的長短，並且配合學童的單車休閒背景，如單車擁有與否及是否騎乘變速車。據此，本研究期望透過休閒參與度的資料收集，進而瞭解對於學生學習動機及概念成就的影響。

二、ARCS 學習動機模式

學習時產生的動機為學習動機，動機會產生一種驅動學習的力量，並維持學習活動的進行，最終目標為達成教學者所設定的內在心理歷程(張春興，1996)。McCombs(2000)認為學習動機的增強有助於提升學習成效，故教師應引導學童提高內在學習動機，也能透過外在誘因鼓勵學童學習。Keller(1983)將學習動機分為四大向度：注意(Attention)、關聯性(Relevance)、信心(Confidence)和滿足感(Satisfaction)，即 ARCS 學習動機模式，此模式乃將激勵學童學習的相關動機進行系統化討論，並整合相關理論而發展出來。ARCS 學習動機模式的流程為：先「吸引個人對單一事物的注意和興趣」，之後察覺「個人與此事物的關聯性」，接著激勵「個人對處理事物的能力與信心」，最後個人得到「完成工作的滿足感及成就感」(李文瑞，1990)。除了 ARCS 所提供的教學策略外，尚須使用創意且能啟發思考的教學設計，讓學習者不單只是停留在感官需求的外在動機，而能進一步產生知

識追求的內在動機，增進學習(Keller & Koop, 1987)。

三、迷思概念及其測量

科學概念是人類觀察自然事物後所做象徵性的描述，它沒有真或假、對或錯，只有適宜或不適宜而已(魏明通，1997)。在建構主義的潮流下(Kintsch, 2009)，學習者的角色已從被動的接受者變為主動的建構者，因此 Reif(1987)指出具有科學素養的人，能確實選擇適宜的科學概念應用於他所處的任何環境中。學童學習科學概念有其困難，是因為學童無法將生活與學習所得的概念進行有效的轉換，且學童對於生活的問題會企圖用自身經驗去理解，此過程會造成自發的概念(Bendall, Goldberg, & Ggalili, 1993)。研究者認為本研究中學童的迷思概念多來自於日常生活經驗，在個人的知識建構歷程中，透過個人的感官印象及日常用語等而產生。

上課前，學童會有一些源於日常生活的設想，這些事先的設想可能是迷思概念。它們會影響學童的知覺，也影響學童如何獲得科學知識，以及學童如何進一步解釋與理解科學概念(Chang et al., 2007)。Novak 與 Gowin(1984)整理過去二十年與學童迷思概念有關的科學研究文獻指出，許多研究認定迷思概念源於個人生活經驗，並受到觀察、領悟、同儕、語言、教師的解釋和教材等影響。發現迷思概念的來源，要透過學童心智運作最後的內在解讀，才能呈現結果，且其中受外在環境的人事物及教學現場跟教師的互動等因素影響。

有多種方式可應用於診斷學童迷思概念，最廣泛運用的是晤談，其次則是紙筆測驗，其他尚有概念圖、維恩圖、二階層測驗等。晤談能讓學童的迷思概念更清楚呈現，

卻也有費時費力的缺點。研究樣本眾多時，研究者採用可量化的紙筆測驗，不僅有效節省時間，且可利用統計方法分析學童存在的迷思概念，以達到總結性的評量 (Treagust, 1995；林靜雯, 2008；張惠博, 1999)。

Treagust(1995)利用二階層的選擇題，診斷學童對於特定領域科學概念之理解；題目的第一部份與內容有關，第二部分則屬於推理，即作答的理由。二階層測驗問卷的優點 (Chang et al., 2007)有：1.量的研究適合全國性的調查，2.在有限課堂時間可應用的測試，3.問卷置入插圖可提高學童閱讀理能力，4.問卷結果可協助科學教師診斷學童對科學概念的理解。缺點為：1.學童將測驗視為考試，以考試技巧在選項中尋找較正確或符合邏輯的答案，而無法診斷出學童原有的概念想法，2.可能發生學童態度不認真而隨意亂答，3.作答時受限於題目所提供的選項，學童無法依照自己的想法回答。

二階層測驗的發展步驟 (Treagust & Haslam, 1987)分為三個階段，共有十步驟。第一階段定義所探討的內容，步驟有：1.對於命題知識的敘述之辨識；2.發展概念圖；3.把命題知識與概念圖關聯起來；4.建立內容的效度。第二階段開始收集學童的迷思概念，執行步驟為：5.收集有關的文獻；6.對學童進行無結構的晤談；7.發展能自由反應的選擇題；第三階段發展二階層測驗，執行最後步驟：8.發展二階層的診斷測驗；9.設計檢查表；10.持續精練。

四、國內外學童單車休閒與簡單機械概念的研究

隨著休閒對身心健康的重要性越發明顯，以及節能減碳概念的普及，單車休閒的相關研究，近年持續增加。教育部(2006a)的

調查，發現單車一直為國小學童運動選擇的前三名，僅 5.8%的國小學童不會騎單車；此項技能多來自於家庭，且學童多於假日從事此休閒。有鑑於此，教育部(2006b)出版「國民中小學自行車教學手冊」，教導學童正確自行車騎乘觀念，並呼應世界各國提倡的節能減碳，進而減緩全球暖化現象。藉著推動「國民中小學自行車推廣教育」，讓學童實際參與騎乘的身體活動，享受運動樂趣。單車休閒不僅止於國內的熱潮，英國倫敦地區也對成人及兒童從事單車休閒的態度進行研究 (Stone & Gosling, 2008)，發現騎單車是該區兒童排名第二吸引力的活動，七成多的八到十歲兒童考慮未來進行更多的單車休閒，出發點是提高體能並幫助環境，多數兒童認為相較於 2007 年他們的騎乘次數是增加的。

簡單機械概念長久下來就是中外國小教材重視的概念之一，國內外針對學童如何有效學習簡單機械概念更有許多的研究以及眾多文獻可作為參考依據。Lienhard(2003)描述 Piaget 針對四至九歲的孩童所進行的單車認知晤談研究，結果發現：1.部分四歲孩童試圖去解釋，不過很快的就放棄，認為單車要當作一個整體看待。2.當孩童接近六歲後，他們開始提到一些部位卻尚無順序因果可言。3.當孩童接近八歲時，開始有了因果順序的觀念，不過在瞭解順序上還是有些問題發生，如腳踩踏板、驅動鏈條、帶動車輪等等。並且無法理解轉動把手如何帶動單車。4.直到他們接近九歲之後大多數的孩童可以從記憶中描述單車，並且能解釋單車部分零件的工作。5.孩童的概念表現可以成爲一個研究的方向，因爲對所有人而言，生活中有太多的機械是我們所不明白的。面對未知機械時，如何瞭解機件的運作，這之間因果順序的研判，是值得關注的。

簡單機械可分成槓桿、輪軸與齒輪組，

高年級學童對於槓桿有一定的概念，陳義勳(1996)研究指出有 70%的高年級學童具有槓桿原理之概念。Bartolini, Boni, Ferri 與 Garuti(1999)研究國小四年級學童對齒輪的看法，結果指出對早期的兒童而言，齒輪是生活經驗的一部份，並且藉由日常的經驗(如齒輪)有助於數學思維發展理論的具體運用。而 Chambers, Carbonaro 與 Murray (2008)所得出的結果也深具指標，學童對於簡單機械概念的學習出現困難，而大部分學童無法流暢地解釋簡單機械，此外學童自身的體驗並不足以讓學童領悟交通工具的齒輪在速度跟力量有怎樣的關係，也因此學童發展概念時親自參與實驗是重要的。許多研究也舉單車為例，如陳義勳(1996)針對五年級學童指出約 35%樣本學童沒有簡單機械省時必費力和費時必省力的概念。

五、自行車(含附屬零件)保養維修與試車

教育部(2006b)在「國民中小學自行車教學手冊」針對學童該學習的保養技巧有著數項的說明。如在「定期檢查與維修」項目指出除騎乘前做安全檢查外，平時仍須實施定期檢查與維修工作。當在檢查過程中發現固定螺絲，零組件有異常磨損、生鏽時，應依規定加以鎖緊，更換新品或進行除鏽。另轉動部分組件，應給予潤滑劑潤滑，以維持原有性能延長使用壽命，並能確保騎乘安全。自行車定期檢查、維修與潤滑作業方法教學內容如下：(1) 自行車定期檢查項目與檢查重點。(2) 更換煞車塊及調整煞車線鬆緊度及煞車塊間隙。(3) 各轉動零組件的潤滑。

在「自行車故障排除與維修概念」的項目指出騎乘自行車中，突然發生故障時，必須確定排除故障，才可以繼續騎乘。另外在

實施定期檢查、維修與潤滑過程中，發現故障狀況時，也應予以修護。但要注意，自行車構造雖然很簡單，但卻有些部分還是需要專業技術人員施工。否則不僅是無法回復原性能，尚可能導致發生危險。自行車故障排除與維修概念教學內容如下：(1) 螺絲、螺帽：自行車的結構自行車骨架應維持完整。

(2) 自行車主要組件的故障：自行車骨架、前叉、踏板、曲軸及曲軸心軸、鏈條齒盤、煞車握把、煞車線、煞車塊、車輪鋼圈、鋼絲幅條、輪胎等。

六、九年一貫課程中與簡單機械相關的能力指標與教材內容

九年一貫課程綱要旨在透過學校教育提供學生適當的教學教材及學習情境，進而讓教學活動有效進行，以促進學生學習，增進知識及具備處理問題的能力。其中能力目標「科學認知」為科學概念習得部分，更與教材內容極為相關。而簡單機械相關能力指標指出，學生需能觀察力的作用與傳動，並進一步藉簡單機械中槓桿、皮帶、齒輪傳動的交互認識，列舉簡單機械的生活運用。教材內容要項部分分為四大課題，再以主題、次主題及細分教材內容細目，其中與簡單機械相關的內容，簡單機械相關課程主要在高年級進行教學，「運動與力」方面細目有察覺力的作用、槓桿原理及摩擦力等內容；「機械應用」有簡單機械及其傳動等內容(教育部，2008)。

參、研究方法

一、研究設計

本研究為因果比較研究法，主要以量的方法進行研究。以單車休閒參與度問卷填答狀況將受試者分成高、低參與度兩組；再採

用簡單機械學習動機量表、簡單機械概念二階層測驗，探討國小五年級學童對簡單機械概念的學習動機及概念成就情形；最後以半結構式問卷探討國小學童迷思概念及概念來源。

二、研究對象

本研究採方便取樣，以研究者之一任教之台北市都會型國小作為主要的研究場域。Lehrer 與 Schauble(1998)指出五年級學童開始產生齒輪相互運轉的概念，且根據陳義勳(1996)提出五年級學童中有 70%具有槓桿原理概念。而在教學安排方面，四年級上學期已有單車相關的單元，並且對於運輸工具的構造與功能有相當的介紹。簡單機械的主要教學時間為六年級上學期，故研究對象選擇正式教學前的五年級學童為主。依據校輔導資料及導師建議，排除部分特殊學童後共有八個班級 207 人。

三、研究工具

(一) 單車休閒參與度問卷

研究者參考教育部(2006a)「各級學校學童運動參與情形調查問卷」，針對國小學童編製「單車休閒參與度問卷」。第一部份問卷為

學童是否會騎乘單車、所騎單車的擁有者與單車類型；第二部份進行 10 題的問卷，題目包含上課時間/寒、暑假的騎乘天數與時間、相關期望及喜愛程度等，作為學童參與度的指標。本問卷由一名體育教育博士候選人及兩位現任之國小體育教育進行專定效度，經預試後得到 Cronbach α 值.843，具有適當信度。

(二) 簡單機械學習動機量表

此工具參考徐瑜敏(2007)「自然與生活科技領域學習動機向量表」之架構，該研究與本研究取向相同，皆為自然科學相關且研究對象為台北縣市國小中高年，並且該研究結果指出該量表經兩名科學教育專長之教授審查修訂，並由五名科學教育背景國小教師對內容及描述進行修訂問卷，問卷預試得到 Cronbach α 值.862，具有適當信度。研究者將主題替換為單車並修改部份試題語意及答題順序，其他試題同原量表。問卷內容分為四大分項(Keller, 1983; 徐瑜敏, 2007)，各題號所對應分項如表1：

注意分項包含引起注意及好奇心，相關分項包含是否有用及是否有興趣，信心分項包含成績獲得與知識學習，滿足分項喜歡度及學習後的感受，反向題除作為該分項之題目外，另作為檢核學童認真作答的信度。

表 1：簡單機械學習動機量表各題號所對應分項

分項	正題號	反向題
注意 (Attention)	4、5	
相關 (Relevance)	1、8	10
信心 (Confidence)	2、3	7
滿足 (Satisfaction)	6、9	

(三) 簡單機械概念二階層測驗

本測驗為研究者依國小簡單機械課程內容、相關文獻及請益專家後自行編製。研究者分析比較各版本簡單機械教材內容，將其概念分為「槓桿」、「輪軸」、「齒輪組」、「摩擦力」與「保養」五個向度。問卷採二階層設計，第一層為現象理解而第二層為原因。二階層測驗優點為方便大量施測且能收集學

生答題之原因，為方便數據的統計分為兩層給分，兩層均答對者可得四分；第一層現象理解答對而第二層原因答錯，因對題目內容理解但無法確切瞭解原因則得二分；若第一層現象理解即答錯則該題不予計分。因考量總題數為 23 題，每題 4 分則最高分為 92 分，數值接近百分分數，方便日後換算。

表 2：簡單機械概念二階層測驗命題雙向細目表

主概念	次概念	命題陳述	題號
	槓桿	同力臂時所掛重物越重者，越會向其傾斜。	2
		力×力臂得到力矩，槓桿的平衡受力矩影響。	1、5
		人騎單車的重心受斜坡影響。	3、4
簡 單 機 械	輪軸	輪軸兩者固定在一起，並且同步轉動。	6
		單車齒盤為輪軸的一種，齒的大小是一樣的。	7
		以輪帶軸為省力，以軸帶輪為費力。	8、9
概 念	齒輪組	兩個分開的齒輪可用鏈條完成力的傳動，並且齒輪轉動方向一樣。	10、11
		以鏈條帶動的兩個齒輪，大齒輪轉動一個齒，小齒輪也轉動一個齒。	12
		透過齒輪組中齒輪大小的搭配，造成單車腳踩一圈，後輪轉好幾圈，費力省時的情形。	13
概 念	摩擦力	摩擦力會造成物體的磨損。	14
		摩擦力的大小與接觸面的性質有關。	15、18
		斜面上靜止的物體也受摩擦力影響。	16
概 念	保養	固體與固體間相對運動時，兩者間機油、水等物質，可使接觸面凹凸填平，減少摩擦。	17
		機件擦拭潤滑有助於機械正常運作。	19
		潤滑油不能加在煞車塊，會造成危險。	20
		部分機件較脆弱需受到保護。	21
		單車輪胎分內外胎，適度的胎壓有助於騎乘。	22、23

問卷經專家效化，並經預試及訪問受試者建立表面效度；問卷預試並刪除試題 10 與 14 得到 KR_{20} 值為.723，具有適當的信度，試題刪除後不列入簡單機械測驗之比較，僅以第二階答題結果收集學生對簡單機械的概念。命題陳述與雙向細目表如表 2。

(四) 簡單機械半結構式問卷

研究者於簡單機械概念二階層測驗正式施測後，依據學童答題狀況設計晤談的半結構式問卷。問卷設計參考相關文獻並採用學童語言及預期學童答題反應，以深入瞭解學童的迷思概念及來源，作為研究輔佐資料。

四、研究程序

研究進行時，先以單車休閒參與度問卷對 207 名學童施測，以進行分組。之後進行學習動機量表與二階層測驗的紙筆測驗，以瞭解本次研究主題單車休閒與學童簡單機械概念的關係。最後則由研究者進行個別晤談。晤談對象依測驗結果採分層隨機抽樣，因此簡單機械二階層測驗得分高分組隨機選取 2 人，因簡單機械二階層測驗低分組學生對於機械解釋無法提供有效的回應，改選取得分中間組 2 人；另為顧及特殊表現學童的概念，隨機選取單車休閒參與度高得分(40 分以上)與低得分(不會騎單車者)各 1 人，再由自然科教師選擇具特別的迷思概念學童 2 人，合計 8 人。研究者之一自四年級起即擔任此 8 名學童的教師，為降低學生晤談時的壓力研究者以日常生活的騎車經驗開始，再導入正式的晤談內容，晤談全程使用錄音機錄下與學童的對話。

五、資料蒐集與分析

本研究蒐集的資料有問卷資料與晤談資料。

(一) 問卷資料分析

就學童單車休閒參與度問卷得分，分性別進行排序，為避免極端分數造成高低參與組之分組結果(余民寧，2005)，本研究以排序之中位數作為分界，排序高於中位數則為高參與度組，反之則為低參與度組。再將簡單機械學習動機量表與簡單機械二階層測驗得分進行各組統計分析。問卷收回後逐題分析，依不同參與度整理各組學童的想法與概念成就；再以描述性統計、獨立樣本t檢定及單因子變異數分析法來分析各組學童對簡單機械的概念成就狀況。

(二) 晤談資料分析

研究者將晤談資料進行編碼，例如「H2M」，第一碼H代表高參與度組(L代表低參與度組)，第二碼2代表流水號為第二位學童，第三碼M代表男性。晤談錄音以逐字稿方式呈現學童的晤談結果，將逐字稿內容依次概念：槓桿、輪軸、齒輪組、摩擦力及保養作分類，以利後續摘錄重要內容於結果與討論中呈現。

肆、結果與討論

根據研究目的，本節將依序說明研究的結果並進行討論，將各小節分述於下：

一、單車休閒參與度高低對國小學童簡單機械學習動機之影響

本研究未使用平均分數劃分單車休閒參與度問卷結果，主要為避免極端分數影響分組(余民寧，2005)之結果，因此改以中位數作為分組依據。以「單車休閒參與度問卷」之分數男女分別進行遞減排序找出中位數(男童為 29 分，女童為 28 分)後，以中位數為標準分為高參與度組(107 人)與低參與度

表3：高/低參與度組在學習動機量表四向度得分之t考驗

	組別	人數	平均數	標準差	t 值
向度(A)	高參與度組	107	8.71	1.55	4.35***
	低參與度組	100	7.41	2.63	
向度(R)	高參與度組	107	13.66	1.76	5.37***
	低參與度組	100	12.05	2.51	
向度(C)	高參與度組	107	13.72	1.62	4.25***
	低參與度組	100	12.05	2.29	
向度(S)	高參與度組	107	9.14	1.23	3.82***
	低參與度組	100	8.17	2.31	

***p<.001

組(100人)。

簡單機械學習動機量表全體學童平均得分為42.78分，標準差為6.72，滿分50分者27人(13.0%)，40分以上159人(76.8%)，可見多數學童對於簡單機械具有高度的學習意願；低於30分者14人(6.8%)，其中13人屬於低參與度組。

學習動機量表之總得分，高參與度組平均數為45.21分(SD = 4.47)，顯著高於低參與度組的40.19分(SD = 7.88)(p<.001)，可見參與度高低可能影響學童的簡單機械學習動機。再進一步探討兩組在學習動機向度及各題得分的t考驗，發現在引起注意(A)、切身相關(R)、建立信心(C)及感到滿足(S)四個向度平均得分上，高參與度組皆顯著高於低參與度組(p<.001)，可見在四個向度上，參與度的高低均影響學童簡單機械的學習動機，詳見表3：

在學習動機量表各題得分方面，高參與度組皆顯著高於低參與度組(p<.05)，且在多數題目中達到.01或.001的顯著水準，可見參與度的高、低對學童簡單機械學習動機具有高度的相關性。依ARCS學習動機論點，高參與度組對單車休閒的高度興趣，能引起學

童注意與單車有關的簡單機械課程，而且高參與度組受日常多從事單車休閒的影響，對於單車有一定程度的熟悉及切身相關的體驗，因而在尚未接觸簡單機械相關課程前即具備預期成功的信心，期望在未來的學習活動中獲得滿足感。

二、單車休閒參與度高低對國小學童簡單機械概念成就之影響

(一) 簡單機械概念總得分及各向度之分析結果

高參與度組於二階層測驗總得分之平均數為51.98分(SD = 12.40)，高於低參與度組的48.84分(SD = 12.44)，但未達顯著差異，僅在齒輪組向度呈現顯著差異(p<.05)，詳見表4。本研究之研究對象為未接受正式簡單機械教學的五年級學生，因此學生作答的主要根據先前的單車經驗，因此未能出現顯著的相關性。但在齒輪組向度仍出現顯著的差異，推測可能是高參與度組學童騎乘單車時間較長且次數較頻繁，有更多機會在從事單車休閒活動時注意到單車的齒輪組運轉變化。

表4：總得分及各向度得分 高/低參與度組的二階層測驗 t 考驗

	組別	人數	平均數	標準差	t 值
總分	高參與度組	107	51.98	12.40	1.83
	低參與度組	100	48.84	12.22	
向度一 (槓桿)	高參與度組	107	11.73	4.26	-0.20
	低參與度組	100	11.86	4.28	
向度二 (輪軸)	高參與度組	107	5.81	3.42	1.00
	低參與度組	100	5.34	3.36	
向度三 (齒輪組)	高參與度組	107	6.82	3.31	2.55*
	低參與度組	100	5.70	2.98	
向度四 (摩擦力)	高參與度組	107	15.08	3.70	1.10
	低參與度組	100	14.46	4.39	
向度五 (保養)	高參與度組	107	12.56	4.15	1.68
	低參與度組	100	11.56	4.40	

* p < .05

表5：總得分及各向度得分 是否騎乘變速車兩組的兩階段測驗t考驗

	組別	人數	平均數	標準差	t 值
總分	變速車	116	52.82	12.23	3.16**
	非變速車	91	47.45	11.98	
向度一 (槓桿)	變速車	116	11.94	4.06	.57
	非變速車	91	11.60	4.52	
向度二 (輪軸)	變速車	116	6.08	3.38	2.42*
	非變速車	91	4.94	3.32	
向度三 (齒輪組)	變速車	116	6.62	3.21	1.73
	非變速車	91	5.84	3.15	
向度四 (摩擦力)	變速車	116	15.31	3.78	2.13*
	非變速車	91	14.10	4.30	
向度五 (保養)	變速車	116	12.86	4.17	3.02**
	非變速車	91	11.07	4.26	

* p < .05 ** p < .01

研究者進一步以學童之背景進行分析，以有/無變速車進行相關性比較發現變速車組於二階層測驗之總得分平均數為52.83分 (SD = 12.23)，顯著高於非變速車組的47.45

分(SD = 11.98)，並在輪軸、摩擦力及保養向度上達到顯著差異，詳見表5。有/無變速車與輪軸概念成就具有相關性，而在學生的晤談中亦發現具變速車的學童會針對多層的單

車齒盤進行描述，變速單車本身的設計較一般單速的單車複雜，其中最大的差別就是在變速的裝置上，變速車所具有的多層單車齒盤本身就是一種輪軸，而且前後齒盤的配合有相當多複雜的配速組合，因此造成學童對於輪軸的概念有較深入的瞭解。而在摩擦力及保養方面，研究者根據保養的晤談中發現學童多由家人指導單車的知識與保養，推論可能因為變速車單價較高且結構較為複雜，因此擁有變速車的學童會有更多機會進行保養進而認識變速車的機械組合。

(二) 逐題分析結果

於逐題分析結果時，高、低參與度之學童在二階層測驗作答得分的t考驗，發現第7、13、17題之第一層和第10題之第一、二層達顯著差異 ($p < .05$)，分述如下：

第7題：如圖1是變速單車的後齒盤，如果一個齒輪尖端稱爲一齒的話，請問哪一個齒輪的齒數最多？

高參與度組第一層得分顯著高於低參與度組 ($p < .05$)，可見高參與度的學童比低參與度者較具有單車齒盤爲輪軸的一種，齒的大小是一樣的概念。

第10題：當單車向前踩動時，請問前後齒輪轉動方向是否一樣？

高參與度組第一、二層得分，均顯著高於低參與度組 ($p < .05$)，可見高參與度的學

童比低參與度者較能瞭解單車踩踏時，前後齒輪轉動方向一樣的原因。推測此結果跟高參與度的學童較常騎單車有關，透過較長時間與距離的騎乘而有更多的機會觀察到單車的齒輪組運作。

第13題：機械的運用中能節省時間就須多費力氣，而能節省力氣就須多費時間，請問單車是屬於哪一類的交通工具？

高參與度組第一層得分顯著高於低參與度組 ($p < .05$)，可見高參與度的學童比低參與度者較能指出單車爲省時費力的工具，不過根據第一、二層答題結果可瞭解到高參與度組亦不太能瞭解省時費力的真正理由。

第17題：如果地面上有油漬，然後騎過去會容易發生怎樣的狀況？

高參與度組第一層之得分，顯著高於低參與度組 ($p < .05$)；可見高參與度的學童比低參與度者較具有油漬容易讓輪胎打滑的觀念，推測原因爲高參與度的學童較常從事單車休閒，因此有更多的機會遭遇地面有油漬的情形。

三、簡單機械的迷思概念及來源

(一) 簡單機械的迷思概念

根據簡單機械二階層測驗的分析結果，研究者將學童的作答類型進行統計，以答錯

- A.大齒輪 -----
- B.小齒輪 -----
- C.一樣多 -----

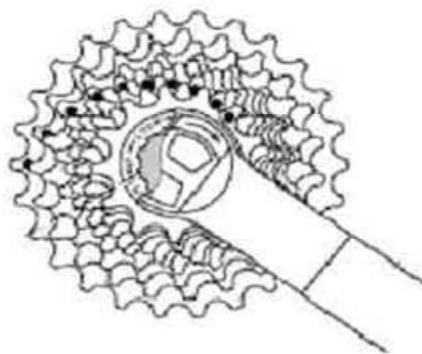


圖 1：變速單車的後齒盤

20%以上的迷思概念或晤談中常出現的概念類型作為標準，共歸納出十個基本類型，並配合晤談的質性資料作輔助明，將結果詳細說明如下：

1. 次概念-槓桿：單車握把左邊掛重物時，認為右手要向上出力才會平衡
 此項為瞭解學童對槓桿平衡的概念。晤談中八位學童皆不清楚「槓桿原理」名詞的意涵，但舉翹翹板為例後，七位學童(H1M、H2F、H3F、L1F、L2M、L3M、L4M)能說出單車的握把或踏板的地方有用到槓桿原理。在二階層測驗的結果方面，有41.1%的學童答題正確，但21.7%的學童雖知道右手要出力，卻缺乏施力的方向概念，此結果符合Siegler (1976)所提出的當有兩個力以上作用在槓桿時，學童就會容易產生迷思的情況。
2. 次概念-槓桿：三輪車正常速度下比剛起步平穩，且騎快或騎慢都很穩定
 此項為瞭解對正常行進的兩輪腳踏車會比起步穩定的概念。但學童常認為不論在任何情況下三輪車都會較兩輪車穩定，但實際上行進時兩輪車會比剛起步穩定，且在一定速率後會較三輪車穩定，主要因為行進中的三輪車會因方向稍有偏轉而產生力矩而翻轉。此概念僅16.9%的學童答題正確，高達73.4%的學童第一層即認為三輪車相對兩輪車在正常速度下會比剛起步的時候更穩定，由第二層原因可看出44.0%的學童認為支撐點越多越平衡，所以單車的輪子越多越穩定，原因可能為學童並未察覺比剛起步時平穩的意義。
3. 次概念-輪軸：固定的輪軸轉動時輪會讓軸多轉幾圈，或輪跟軸以相反方向轉動
 此項為瞭解學童對輪軸兩者固定在一起並且同步轉動的概念。但學生認為即使是相連的情況下，大齒輪力量大能讓小齒輪多轉幾圈，另外還有部份學生認為在固定的輪跟

軸上會以相反方向進行轉動。晤談中雖然學童不能直接說明輪軸的意涵，但經說明後部份學童便能指出變速單車中數個齒輪的組合，或能形容齒輪的外觀。在二階層測驗中，此概念有21.7%的學童答題正確，但高達40.1%的學童錯誤認為大齒輪力量大，能讓小齒輪多轉幾圈，此結果符合Chambers, Carbonaro 與 Murray (2008)所指出學童直觀認為越大的齒輪能夠產生的力量也越強。另外有18.8%的學童在第二層選擇輪跟軸會以相反方向轉動，忽略固定在一起的輪軸會同時且同向轉動。

4. 次概念-輪軸：單車齒盤的大小齒輪，齒的大小是有差異

此項為瞭解學童「為符合車鏈大小，大小齒輪上的齒寬相同」的概念。但學生認為大齒輪的齒寬較小齒輪大，又或單車齒盤的小齒輪，因為齒看起來比較尖，所以齒數較多。此概念25.6%的學童答題正確。有25.1%的學童認為大齒輪的齒數一定比小齒輪來的多，而17.4%的學童認為小齒輪齒看起來比較尖齒數較多，以及16.4%的學童認為大小齒輪齒數一樣多只有大小的差異。此可能與學生直觀觀察外型而只注意到個別零件，卻忽略整體機械運作的相互配合。

5. 次概念-輪軸：齒輪大帶動單車前進的力量就大，或者齒輪小重量輕能使單車騎起來輕鬆省力

此項為瞭解學童對輪軸中以輪帶軸為省力的概念。僅有18.4%的學童答題正確。有25.1%的學童認為齒輪越大產生的力量越大，以晤談中H1M為例：

H1M：前齒輪大，因為一般沒有變速的腳踏車，齒輪是小的，上坡不容易；後齒輪要變到大的，原因不知道，不過我騎的時候有時候會看一下齒輪。

由學童的回答中可以知道齒輪的大小會影響到上坡的力量，而會認為具大齒輪的變速單車會有更大的力量。另有 24.2%的學童認為小齒輪的體積小重量輕騎起來比較輕鬆省力，及 12.6%的學童認為要依據後盤的齒輪才能選擇。帶動單車前進的力量與速度是依前後齒盤比例決定，而非單一零件所能決定，學童對多重因子交互作用的影響並無法正確作描述與解釋，此類交互作用將在齒輪組中進一步探討。

6. 次概念-齒輪組：認為單車前進方向影響前後齒輪轉動，或鏈條一定要先動，才能帶動前後齒輪的轉動

此項為瞭解學童對由鏈條帶動的齒輪組齒輪轉動同向及力傳動順序的概念。在鏈條帶動的齒輪組齒輪轉動方面，有33.8%的學童答題正確，而且晤談中學童也都能以先後步驟來說明齒輪組的運作，以L3M為例：

L3M：先前齒輪會動，接著鏈條，然後後齒輪跟著動，鏈條是套住後齒輪和前齒輪讓它們一起逆時針轉動。

但高達 46.4%的學童認為轉動方向受腳踏車行進方向影響，而有 11.1%的學童認為後齒輪的轉動是被動的，所以會跟前齒輪相反方向。與晤談時並出現學童以腳踏車行進方向的說明，研究者認為此與研究工具的性質有關，Chang et al.(2007)指出二階層試卷受限於固定選項，易造成學童在選項上尋找較正確或符合邏輯的答案，且晤談時要求說明步驟也造成學童以力量傳遞的方式回答，問題的屬性不同會造成學童的不同反應。如以二階層中的直觀想法作討論，學童會以機械運作後的結果作解釋，而誤認各零組件相互作用的關係。因此在力傳動部份雖有 32.4%的學童答題正確，但仍有 25.6%的學童認為由鏈條帶動前後齒輪，Lienhard (2003)研究

中也發現學童對於腳踏車力量的傳遞順序有學習困難，與本研究有相同的結果。

7. 次概念-齒輪組：齒輪組中前後齒輪的轉動圈數受轉動輕鬆程度影響，或跟齒輪的大小無關

此項為瞭解學童對齒輪組內大小齒輪轉動的齒數相同但圈數不同的概念。有 22.2%的學童答題正確，但有 20.8%的學童認為轉動圈數跟轉動齒輪的輕鬆程度有關，及 25.1%的學童認為跟齒輪的大小無關都是轉同樣一圈。學童認為的輕鬆程度與前述齒輪大力量大的迷思概念相似，認為前齒輪大所以可以讓較小的後齒輪多轉幾圈，可能與學童的直觀想法而忽略彼此間交互作用產生的原理有關。

8. 次概念-齒輪組：單車是省時費力或費時省力的交通工具，必須考量騎乘腳力、騎乘時間或騎乘路面的情形

此項為瞭解學童對腳踏車為省時費力工具的概念。僅3.9%的學童答題正確，有23.2%的學童認為腳多出力就能騎快一點節省時間，有10.6%的學童認為費力省時因為腳踏車騎起來輕鬆且騎很久才能休息，及31.4%的學童認為不一定要視騎乘路面而定。學童多以自身的騎乘經驗回答，而忽略時間與作功的關係，以H3F及L4F為例：

H3F：應該節省吧，因為好的腳踏車可以比較好騎。

L4F：不會花費力氣，因為平常都有在運動的人騎習慣了。

學童對此概念的答對率低，可能因為不瞭解使用機械不能省功，也不能產生功的概念，在Lehrer與Schauble(1998)的研究指出，機械利益有不容易讓學童觀察瞭解的情形，因此學童會以自身的騎乘感受或經驗回答問題。

9. 次概念-摩擦力：單車要動才會跟地面有

摩擦，靜止的單車不會跟地面有摩擦力

此項為瞭解學童對斜面上靜止的單車也具摩擦力的概念。有 41.5% 的學童答題正確，28.0% 的學童認為腳踏車要動才會跟地面有摩擦，及 14.5% 的學童靜止的腳踏車不會跟地面有摩擦，此結果符合劉俊庚(2001) 研究中發現的部分學童會認為只有運動的物體才會產生摩擦力的情況。

10. 次概念-保養：淋雨會讓零件鬆脫或者造成煞車失靈的現象

此項為瞭解學生對機件擦拭潤滑油有助於機械正常運作的概念。有 38.6% 的學童答題正確，但只有 18.8% 的學童瞭解是為了解查零件防止因雨水而生鏽，有 24.2% 的學童認為淋雨會讓零件鬆脫，有 15.5% 的學童認為雨水會讓煞車失靈。學童認為雨水會直接造成零件上的損壞，而非長期累積的結果，且未能瞭解潤滑油防鏽及減少磨損的功能。

(二) 簡單機械的迷思概念來源

研究者依據學童簡單機械二階層測驗的作答與八位學童的晤談結果，並參考熊召弟等人(1996)所歸類的五項迷思概念來源：感官印象、日常用語、大腦內部結構、學生在社會環境中的學習及教學，歸納出學童的簡單機械迷思概念的四項主要來源：感官印象、日常用語、不當的推論及家人的影響。本研究前兩項與熊召弟等人相同，而第三項與大腦內部結構相關，本研究另命名為不當的推論，主要因為本研究之學童自身認知的結構不完整及受限於具體運思期(Lienhard, 2003)，進而造成學童思考推論上的錯誤；第四項則為家人的影響，亦屬於社會環境中的學生，因單車的運動多由家人共同進行，造成概念來源也多為家人所指導的結果。此外，晤談中並未發現第五項源自於「教學」的迷思，可能受研究對象尚未接受簡單機械課程的影響，而未於二階層測驗作答及個別

晤談結果中發現。將四項來源分述於下：

1. 感官印象

學童日常生活經驗中，單車是容易造成感官印象的事物。學童往往藉由觀看或實際騎乘等方式發展出自發性概念，以致於無形中形成迷思概念，如認為靜止的東西不會有摩擦力存在(H1M、H2F、H3F、H4M、L3M及L4F)、騎車上坡的時候好像有人往後面拉(H2F)及變速器可以改變車的速度(H3M)等。以H4M及H1M為例：

H4M：會變的很難騎，通常要站著騎，因為小孩腿力沒這麼發達。感覺前輪翹起來，因為腳踏車都是後輪在轉動，身體重心會改變，不過可以往前壓橋回來，身體往後的話前輪會翹起來。

H1M：變速器是手把旁邊轉的地方，上坡的時候轉到一會比較好騎、好踩，平常是轉到五，轉變速的時候鏈條會變到不同齒輪上，媽媽有教我過。

由此可看出學童對於騎乘單車的感覺會轉化到對於簡單機械的解釋上，因此對於概念的解釋上會受限於自身的經驗上，而不容易改變。而特定的零件名稱及其功能的概念來源也多來自於日常生活之中。

另外研究者發現學童在輪軸概念上，具有相當多感官印象延伸出的迷思概念。如學童認為大齒輪面積大，齒的數量會比較多，或小齒輪的齒比較尖，齒的數量反而多。但許多感官經驗的結果對學童簡單機械方面有幫助，此現象特別在學童回答「單車要好踩省力，前後齒輪的大小選擇」的問題時出現，以H4M的回答為例：

H4M：前齒輪選大的，因為以前爸爸有教我；後齒輪選小的，我有自己試看看過，一隻手將車舉起來，

一隻手去轉那個輪盤。

H4M 曾經親自測試前後齒輪的不同組合，因此有較好的簡單機械概念，可以解釋為何接觸單車經驗多的學童可以有較好的簡單機械概念，因為能有直接觀察與操作的實際經驗。

2、日常用語

學童的日常用語，影響其對簡單機械概念，受詮釋方法的不同造成迷思概念的產生；如內胎有充氣嘴充氣，可以讓整個輪子變大或變小，學童使用變大或變小解釋輪胎充氣的現象；又如變速器可以調整單車的重量，可以讓車子變重或變輕（L4F）等。有時是因為對一些名詞的誤解，如兩個黑黑的東西將車輪夾住（H1M、H3F、H4M、L2M）；輪軸是前齒輪、後齒輪與鏈條組合而成

（H4M）；及齒輪組就是很多齒輪組合在一起（H1M、L3M）等。

此現象特別在探討單車是省時費力還是費時省力時發現。該項作答結果中僅 3.9% 的學童答題正確，其餘學童多認為要跟單車腳踏狀況、騎乘時間及上下坡進行比較，未瞭解此題所指的單車自身是依省時費力的機械利益設計而成的原理。

3、不當的推論

較複雜的概念常需要經過思考推論才能形成，因此學童的迷思概念亦受不當的推論的影響，如學童認為支撐點越多越能平衡，所以單車的輪子越多就會越平穩；認為單車要好踩省力，前齒盤就要跟著後齒盤的大小做調整；認為粗的輪胎可以裝比較多氣能讓車子騎比較快（H2F）；舊的輪胎可以避免打滑，因為它摩擦久了效果反而更好（L1F），以 L1F 為例：

L1F：舊的輪胎可以避免打滑，因為它摩擦久了效果反而更好。

此現象容易發現於齒輪組概念中，如學

童會認為 1.前齒輪能控制前輪，2.鏈條一定要先動，才能帶動前後輪的轉動，3.前齒輪轉一圈比較輕鬆，所以後輪可以轉好幾圈。由上可知不容易直觀的齒輪組概念，造成學童在思考推論上，產生遺漏或者誤解的情形發生，以 L3F 為例：

L3F：腳踩踏板齒輪會動，後齒輪會把前齒輪往前推，因為我們平常推東西都是往後然後往前。

L3F 對於機械運作的順序無法作清楚的表達，因此造成邏輯上的問題，僅能就表面上所看到的情況作說明，各個動作的聯結上仍有相當大的空缺。

4、家人的影響

學童的簡單機械知識，有部分是來自於家人的傳授，尤其爸爸是最常指導學童的家人，因此學童簡單機械的迷思，部分來源也指向家人特別是爸爸方面。以 L3M 及 L2M 為例：

L3M：雨是酸性會讓腳踏車生鏽，爸爸有跟我說要幫腳踏車上油保養。

L2M：變速車跟一般腳踏車的差別是，一個上坡比較難騎，一個上坡比較好騎，這些變速車的知識是爸爸告訴我的。

腳踏車的機械組合為日常生活中最常見的裝置之一，而學童對於此類相關的概念也多來自於家人的對話當中，因此在學童接受正式簡單機械的教學前，簡單機械的概念有許多是來自於家人。

伍、結論與建議

根據上論的研究發現與結果，茲將本研究結果進行歸納並提出下列三點的結果與討論。

一、常從事單車休閒的學童對簡單機械具有較高的學習動機

從學習動機量表得分的差異，發現高參與度的學童對簡單機械的學習動機總分高於低參與度者，且在引起注意(A)、切身相關(R)、建立信心(C)及感到滿足(S)四個向度上皆達到顯著，單車休閒對於學童對簡單機械的學習動機有相當大的關聯。學童單車休閒參與度的高低，主要受學童自身意願的影響，進而影響到學童關注到與單車有關的簡單機械概念。本研究以 Keller(1983)之引起注意(A)、切身相關(R)、建立信心(C)及感到滿足(S)四個面向為基礎進行討論。

在引起注意(A)方面包含好奇及刺激尋求，單車騎乘的學習經驗能滿足學童在此方面的需求，在許多童年記憶中騎單車往往是學童印象最深的經驗，手把的平衡、重力轉移及腳踏板的施力等等，都會引起學童相當大的興趣，而這些經驗也會成為學童未來學習簡單機械最重要的實務經驗，因此單車休閒對於引起學生對簡單機械概念有相當大的幫助。

在切身相關(R)方面包含勝任感及成就需求，在國小階段的學童給予適合能力的任務是相當重要的學習關鍵，在簡單機械的概念上，包含許多科學名詞，如槓桿、輪軸及齒輪組等等，學童難以就字面上瞭解這些名詞所具有的意思或運作方法，而單車的組成就具備上述這些機械結構，學童雖然對於這些科學名詞不瞭解，但對於運作的方式卻能有基礎的感官印象，對於下一階段的正式課程能更有學習的信心。

在建立信心(C)及感到滿足(S)兩方面是習習相關的向度，單車經驗可以建立學生學習簡單機械的信心，而在學習的過程中感到滿足。學習的信心不代表課程難度的下降，

而是設計符合學生經驗與能力的教學內容，在教學與實務經驗交相輔助讓學生能感到學習的滿足感，而達到如杜威提出「教育即生活」之觀點。從研究中已發現單車經驗對於學習動機有相當大的關係，可知單車休閒對於學生學習簡單機械扮演相當大的前導作用，而成就動機 ARCS 本身也是提供教學策略及過程的理論架構，如何進一步將學習者感官需求的外在動機轉化為知識追求及自我實現的內在動機，將是下一個重要的研究課題。

二、學童對簡單機械的概念成就會受到參與度高低的影響

在簡單機械的二階層概念成就中，發現高參與度的學童對簡單機械的概念成就總分未顯著高於低參與度者，在槓桿、輪軸、齒輪組、摩擦力及保養各分項上，僅齒輪組達到顯著差異。本研究之研究對象選擇未接受正式簡單機械教學的五年級學童，學生作答主要根據先前的單車經驗，因此未能出現顯著的相關性。但齒輪組因從事單車騎乘時為最明顯的機械裝置，因此學童對齒輪組有較深入的理解。如進一步以有/無變速車進行相關性比較發現，有變速車之學童在測驗總分顯著高於無變速車之學童，且在輪軸、摩擦力及保養向度上達到顯著差異。

由此可推知學童對於單車的經驗的確對於簡單機械的概念有影響，且不同類型的單車亦會造成不同的概念成就。因此研究者認為除了參與度的高低外，學生對於單車騎乘時的感官經驗還需要更進一步的轉化為知識，如此對於簡單機械的概念能發揮真正的助益，在研究中發現到變速車對於學童簡單機械的概念有更高的相關性，所代表的意義不應只是單車的複雜程度，而是學童能藉此

瞭解到更多變因下造成的交互影響，而更加擴充自己單車的感官經驗。

三、國小五年級學童對簡單機械的迷思概念及其來源

本段將分為迷思概念類型及概念來源兩個階段作說明。首先，國小五年級學童常見的迷思概念將以槓桿、輪軸、齒輪組、摩擦力及保養作列表說明；其次，學童簡單機械的概念來源則以感官印象、日常用語及不當的推論三個因素為主，茲將結果詳述於下：。

(一)國小五年級學童對簡單機械的迷思概念

本研究將研究結果列表於表6以供閱讀者參考，研究發現學生之迷思概念以輪軸與齒輪組概念為主。

(二)國小五年級學童對簡單機械的迷思概念來源

1. 感官印象：

學童容易憑日常生活經驗的感官印象，直覺判定單車所運用到的簡單機械原理及功能，視覺影響的方面如：三輪車的支點較多

表 6：國小五年級學童之十項簡單機械的迷思概念

概念向度	科學概念	迷思概念
(一)槓桿	1.槓桿的平衡受力矩影響，支點左右施力方向相反	單車握把左邊掛重物時，認為右手要向上出力才會平衡
	2.單車行進時較靜止時穩定，且三輪車慢的時候比快的時候穩定	三輪車正常速度下比剛起步平穩，且騎快或騎慢都很穩定。
	3.固定的輪軸是同步且同方向轉動	固定的輪軸轉動時輪會讓軸多轉幾圈，或輪跟軸以相反方向轉動
(二)輪軸	4.齒輪上的齒大小是一樣	單車齒盤的大小齒輪，齒的大小有差異
	5.需要看互相的輪軸關係	齒輪大帶動單車前進的力量就大，或者齒輪小重量輕能使單車騎起來輕鬆省力
(三)齒輪組	6.單車前進時齒輪組力量傳遞的先後順序	單車前進方向影響前後齒輪轉動，或鏈條一定要先動，才能帶動前後齒輪的轉動
	7.小的齒輪會比大的齒輪多轉一點	齒輪組中前後齒輪的轉動圈數受轉動輕鬆程度影響，或跟齒輪的大小無關
	8.單車為省時費力的機械原理	單車是省時費力或費時省力的交通工具，必須考量騎乘腳力、騎乘時間或騎乘路面的情形
(四)摩擦力	9.有靜摩擦力的產生	單車要動才會跟地面有摩擦，靜止的單車不會跟地面有摩擦力
(五)保養	10.淋雨後擦拭潤滑油有助於機械正常運作	淋雨會讓零件鬆脫或者造成煞車失靈的現象

因此靜止與行進時同樣穩定，又或變速車上的大齒盤速度或出力會比小齒盤大等等。而在騎乘的感受方面，學童認為騎乘單車很輕鬆因此是省力省時的工具，無法理解機械只能傳遞功而無法產生功。感官印象對於學童學習簡單機械有正面也有負面的影響存在，正面的部份為學童可以在騎乘或是保養單車的過程中，瞭解各組機械運作的情形，進而作為正式教學的基礎；負面的部份為學童往往是帶著迷思概念進入教室，許多概念是需要經過再修正或是改變的歷程，才能達到科學概念的層級。

2. 日常用語：

尚未接觸簡單機械正式課程的學童，容易因日常用語的習慣產生迷思。以輪軸來說，學童易與齒輪組的概念混合，認為輪軸包點前後齒輪及鏈條，而在省時費力的機械概念方面，學童會從單車踩踏施力狀況、騎乘時間及上下坡進行比較，而非由科學上的機械利益的角度進行，研究者認為此類的概念來源與學童未正式接受簡單機械課程有關，且以 Vosniadou(1994)的架構理論來說，其認為兒童的概念架構主要來自於早期的日常生活經驗而形成許多學習的預設，因此這些日常用語會形成兒童解決問題時的模式，而造成學童學習簡單機械概念時的困難。由本研究的結果可看出學童在進入教學前有許多迷思概念與日常用語有關，需要正式教學活動將相關的科學名詞作合適的定義。

3. 不當的推論：

單車的簡單機械概念中，有部分是難以直接觀察到的現象，而需要多重因素共同考慮才能獲得，如：學童會直觀認為腳踏車要好踩省力，前齒盤就要跟著後齒盤的大小做調整，忽略兩者對於單車加速有不同的效果，造成在概念轉換過程中容易因遺漏或誤解。Lienhard (2003)指出 Piaget 針對 4~9 歲

的孩童所進行的研究中，發現學生對於因果關係的判斷較為困難，但就本研究來說，研究對象的五年級學童已經到達 Piaget 認知發展的具體運思階段，應具備因果推論的能力，但因仍未達到抽象運思期因此對於機械運作的因果順序上仍無法清楚陳述，且對於多重條件的判斷有困難，此結果可由本研究的分析及晤談結果可獲得支持。

4. 家人的影響：

在社會因素的方面本研究發現學童單車方面的機械知識多來自於家人的傳授。學童單車休閒參與度與家人對於單車運動的態度及投入程度有關，而此年紀的學童大部份都是和家人共同從事戶外運動，再由晤談的結果中可共同推知學童在正式的簡單機械課程前，最大的知識來源是家人，其中父親是學童最常在晤談中提及。

綜合上述結論，研究者就簡單機械的學習與後續研究提出三點建議：

1. 鼓勵學童多從事單車休閒以提升其簡單機械的學習動機

研究者發現多數學童對簡單機械概念議題，常表現出高度興趣，特別是單車的方面，而研究結果也顯示，常從事單車休閒的學童對簡單機械具有較高的學習動機，因此教師教學前可建議單車休閒參與度較低之學童多從事單車休閒，並鼓勵不會騎單車之學童勇敢嘗試，以助於提升學童日後簡單機械課程的學習動機。

2. 教師進行簡單機械教學時的建議

考量學童因單車休閒參與度的不同，可能衍生的簡單機械概念差異加以調整教學內容。建議教師考量學童的單車休閒背景，採取適性的教學方法，從多面向提供學童學習上的協助。並建議教師教學時，多留意學童在輪軸及齒輪組兩概念中常出現的迷思概念，以提早建立學童正確的概念。

3. 簡單機械之未來研究方向

本研究為針對學童學習簡單機械前之單車參與度對學習動機及概念成就的相關性，目前已初步瞭解單車休閒參與度的影響因素，並且累積相關的迷思概念，未來的研究可再針對單車休閒參與度對簡單機械的教學與成效的影響，進而開發出合適的簡單機械課程。

參考文獻

1. 李文瑞(1990)：介紹激發學習動機的阿課司(ARCS)模型教學策略。台灣教育, 479, 22-24。
2. 余民寧(2005)：心理與教育統計學。台北市：三民書局。
3. 林東泰(1994)：都會地區成人及青少年休閒認知和態度研究。民意研究季刊, 188, 41-67。
4. 林靜雯(2008)：應用雙層式診斷測驗促進科學教學之精進。教師天地, 154, 74-77。
5. 南一自然與生活科技學習領域國小課程研發中心(2008)：國小自然與生活科技，第八冊。台南市：南一書局。
6. 施能木(2009)：樂高組件對國小學童學習生活科技課程「簡單機械」單元之影響研究。生活科技教育月刊, 42, 3-26。
7. 徐瑜敏(2007)：國小學童自然與生活科技領域學習動機取向研究。台北市立教育大學自然科學研究所碩士論文，未出版，台北市。
8. 張春興(1996)：心理學。台北市：東華出版社。
9. 張惠博(1999)：迷思概念的研究方法。論文發表於「科學概念學習研究」研習會。台北市：國立台灣師範大學。
10. 教育部(2006a)：教育部 95 年各級學校學童運動參與情形調查報告。台北市：教育部。
11. 教育部(2006b)：國民中小學自行車教學手冊。台北市：教育部。
12. 教育部(2008)：國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
13. 陳義勳(1996)：國小力學單元迷思概念之研究(II)。國科會專題研究計畫成果報告。
14. 陳彰儀(1985)：台北市已婚職業之休閒興趣參與情形與生活型態。教育與心理研究, 8, 191-209。
15. 黃萬居(1996)：國小中年級學童對酸鹼概念認知之研究。科學教育研究與發展, 4, 4-29。
16. 熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫(譯)(1996)：科學學習心理學。臺北市：心理出版社。
17. 劉俊庚(2001)：迷思概念與概念改變教學策略之文獻分析-以概念構圖和後設分析模式探討其意涵與影響。國立台灣師範大學科學教育研究所，未出版，台北市。
18. 蔡志明(2003)：國小學童休閒態度及休閒參與相關因素之研究。國立臺東大學教育研究所碩士論文，未出版，台東市。
19. 蔡素琴(1997)：學校組織結構與學校效能之理論分析。教育研究第五期。
20. 魏明通(1997)：科學探究教學法。台北市：大中國圖書公司。
21. 羅明訓(1999)：桃園縣國小六年級學童休閒活動之調查研究。國立台中師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，台中市。
21. Bartolini, M. G., Boni, M., Ferri F., & Garuti, R. (1999). Early approach to theoretical thinking: Gears in primary school. Educational Studies in

- Mathematics, 39, 67-87.
22. Bendall, S., Goldberg, F., & Galili, I. (1993). Prospective elementary teachers' prior knowledge about light. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1169-1187.
 23. Chang, H. P., Chen, J. Y., Guo, C. J., Chen, C. C., Chang, C. Y., Lin, S. H. (2007). Investigating primary and secondary students' learning of physics concepts in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29, 465-482.
 24. Chambers, M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(4), 387-401.
 25. Davison, K. K., & Lawson, C. (2006). Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 3, 19.
 26. Helm, H., & Novak, J. D. (1983). *Proceedings of The International Seminar on Misconceptions in Science And Mathematics*. Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
 27. Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
 28. Keller, J. M., & Koop, T. (1987). An application of the ARCS model of motivational design. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional theories in action: Lessons illustrating selected theories and models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
 29. Kintsch, W. (2009). Learning and constructivism. In S. Tobias & T. M. Duffy (Eds.), *Constructivist theory applied to instruction: Success or failure?* (pp. 223-241). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 30. Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). Reasoning about structure and function: Children's conceptions of gears. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(1), 3-25.
 31. Lienhard, J. H. (2003). *The engines of our ingenuity: An engineer looks at technology and culture*. Oxford: Oxford University Press.
 32. McCombs, B. L. (2000). Reducing the achievement gap. *Society*, 37(5), 29-39.
 33. Mundy, J., & Odum, L. (1979). *Leisure education: Theory and practice*. NY: John Wiley & Sons.
 34. Neulinger, J. (1981). *The Psychology of Leisure* (2nd ed.). Springfield, IL: Charles C. Thomas.
 35. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, London: Cambridge University Press.
 36. Reif, F. (1987). Instructional design, cognition and technology: Applications to the teaching of scientific concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 309-324.
 37. Siegler, R. S. (1976). Three aspects of cognitive development. *Cognitive Psychology*, 8, 481-450.
 38. Stone, M., & Gosling, R. (2008). Attitudes

- to Cycling 2008 Research Report. London: Transport for London.
39. Treagust, D. F. (1995). Diagnostic Assessment of Students' Science Knowledge. In S. M. Glynn. & R. Duit (Eds.), *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
 40. Treagust, D. F., & Haslam, F. (1987). Diagnosing Secondary Students' Misconception of Photosynthesis and Respiration in Plants Using A Two-Tier Multiple Choice Instrument. *Journal of Biological Education*, 21(3), 203-211.
 41. Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change [special issue]. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

The Impact of Cycling Participation on Fifth Graders' Learning Motivation and Conceptual Achievement of the Simple Machines

Wen-Lung Wu¹ Yung-Hsing Chen² Wanchu Huang³

¹ National Taiwan Normal University

² Taipei Municipal Fu-de Elementary School

³ Taipei Municipal University of Education

Abstract

The purposes of this study were to investigate the different cycling participation of the fifth graders on (1) the differences between the learning motivation of simple machines; (2) the differences between the conceptual achievement of simple machines; (3) to investigate the types and sources of misconceptions of simple machines. The researchers used causal comparative research method, and selected the quantity-based paper-pencil test and semi-structured interviews to supplement qualitative data. The participants were 207 fifth graders from eight classes in Taipei City. There were three instruments including "Cycling Participation Questionnaire (CPQ)", "Simple Mechanical Learning Motivation Scale (SMLMS)", and "Two-tier Diagnostic Instrument of Misconceptions about Simple Machines (TDIMSM)". In the first phase of this study, participants were divided into three groups according to the results of CPQ. In the second stage, three groups were to investigate the relation of motivation and conceptual achievement with SMLMS and TDIMSM. In the final stage, eight students who had the different levels of CPQ were selected to explore the participants' ideas and misconceptions sources of simple machines. The collected data were analyzed by following statistical procedures: descriptive statistics, independent sample t-test and one-way ANOVA. The findings were as follows: (1) the participants who often engaged in cycling had higher learning motivation of simple machines; (2) the participants who had different cycling participation had different conceptual achievement of simple machines; (3) the participants' general misconceptions were the balance of handlebar and moving bicycles, the rotational direction and frequency reciprocated by crankset and freewheel, the efficiency of conversion of physical strength into velocity, and mechanics of cycling motion; furthermore, the main sources were the sensory impressions, everyday language and improper inference. The conceptions of simple machines are high-related with students' daily cycling experiences.

Key words: misconception, cycling participation, conceptual achievement, learning motivation, simple machines