

## The Characteristics and Teaching Studies on Outdoor-Physics-Laboratory : The Region of New Road Transverse in Central Taiwan

周建和、鄭惠凌、\*蘇明俊

國立高雄師範大學物理系

\*高雄市三民國中

(投稿日期：87年6月1日 接受刊登日期：87年10月15日)

### ABSTRACT

We used the natural environmental characters of New Road Transverse in the central part of Taiwan to design a five-units of adding outdoor-physics-laboratory-teaching courses for junior high school science study. These designs were based on the characters and the correction from the repay of previous outdoor-physics-laboratory activities that can fulfil the needs for this study. We has chosen the unit of "the average speed" as the main task and used questionnaires as the follow-up analysis for the comparison between and traditional laboratory teaching and outdoor-physics-laboratory teaching. We can conclude that the designed outdoor-physics-laboratory-teaching activities will act as well as the common organism and geoscience out-door activities, beside, we can extract the first stage character and effect for this teaching method.

**Keywords:** outdoor-physics-laboratory activity, junior high school science, average speed

# 野外物理實驗之特質及教學研究：新中橫地區

周建和、鄭惠凌、\*蘇明俊

國立高雄師範大學物理系

\*高雄市三民國中

(投稿日期：87年6月1日 接受刊登日期：87年10月15日)

## 摘要

我們以新中橫科學之旅為例，利用當地自然環境特色設計5個單元配合國中理化課程的補充戶外物理實驗，這些設計經過實際活動回饋修正完成，並且追蹤戶外物理實驗教學實施之特色與成效。我們從中挑選“平均速率”單元，找到參加者以問卷輔以追蹤晤談，相對於傳統實驗室內實驗教學做進一步較深入分析比較。結果發現除一般常見以生物、地科為主題的活動外，在此我們成功地發展出另一種實施野外物理實驗教學活動的方式，並初步找出他們的特色與功能成效。

**關鍵詞：**戶外物理教學活動、國中理化、平均速率

## 一、緒論

### (一)研究動機與背景

隨著科技文明的不斷提昇，求學之時空亦愈來愈趨開放，生活方式朝向多元發展，加上隔週休二日的實施，讓學生走出傳統式黑板教學的窠臼，結合生活、拓展學習空間的戶外教學有其發展的意義（<sup>1</sup>看隔週休二日的來臨）。

戶外科學教學活動之實施可有許多方式：可利用當地特性安排活動（例如利用高山氣壓變化，來觀測水的沸點隨氣壓下降而下降）；可安排一串活動讓學生闖關；可在文化中心或民眾活動場所舉辦活動；可規劃到郊外舉辦一系列科學活動大餐…

近代的科學教育已不再單是知識的傳授，重要的是學習科學方法和培養科學態度，並且從活動中獲得科學概念。而戶外科學教學活動可說是科學教育中富趣味，且適合學員心理的一種教學方式。

在此我們提供戶外物理實驗設計，並經過三次高雄市國中資優生科學營、兩次高雄市天文學會一般民眾的實際野外科學活動做回饋修正。

### (二)野外物理實驗教學之設計與活動安排

野外科學實驗主要強調知識與生活相結合的重要性，在教室內一句話可以

學會的東西，為何大費周章的跑到野外來觀察、做實驗呢？例如：大家都能夠從課本中學到高山水的沸點比  $100^{\circ}\text{C}$  低，然而，如此簡單的實驗真正去測量的又有幾人呢？因此在這個單元，我們配合晚上活動設計讓學生親自燒水測量沸點，並輔以示範實驗使水的沸點降到  $52^{\circ}\text{C}$ ，原理是將錐形瓶外澆冷水以降低瓶內氣體壓力，就能使瓶內的水低溫沸騰，可令所有同學大開眼界（<sup>2</sup>新中橫戶外科學研習手冊）。

關於各個活動的內容，在此稍微介紹一下（詳細內容請參閱〈新中橫戶外科學研習手冊〉），「印度鳳仙的陰謀」是藉實地觀測印度鳳仙，及以汽球操作張力實驗，來了解印度鳳仙播種之力學機制；「滑草車的運動學」在遊戲間學物理，讓人融入實驗裝置親身體驗物理現象；「玉山測高測遠」則實地應用三角測量法測量玉山的高度與距離，並學習以地圖比例尺判讀的常識；「新中橫的地質」和「新中橫的高山植物」在行程中一邊認識地質和植物，一邊培養學生愛護鄉土的情操；「觀測新中橫的太陽」、「冬季星空的觀測」、「星團的認識」安排在遠離都市光害的新中橫，除了可以看到亮麗的星空、感受到大自然的奧妙之外，也有環境教育的味道在其中。

在測量平均速率的單元，可利用搭車時間讓學生了解車子行駛的特性，獲得運動學領域的舊經驗，進而建立運動的概念，另外對於公路路標的認識，建立長度的概念，亦為其附加價值。可搭配九年國民教育自然學科中平均速率的概念之相關章節與名稱（如下），當作輔助教材：

在國小自然科內容提到有關平均速率的章節有：

第 7 冊第 7 章 時間的測量

第 9 冊第 5 章 比快慢

在國中理化科內容提到有關平均速率的章節有：

（舊教材）第 2 冊 12-3 等速度直線運動 12-4 非等速度直線運動

（新教材）第 4 冊 16 章 運動

挑選「平均速率的測量」做進一步的探討，乃因我們想探討在〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉中「非常喜歡+喜歡」比率最低的活動，若拿來和戶內學習的狀況做比較，情況又如何呢？於是，我們設計了問卷做追蹤調查。

### （三）文獻探討

中小學的科學教育目標之一是幫助學生接近、關心與了解身旁的自然環境，進而培養其心智的發展。課程主要目的之一則在藉由學生與自然界具體事物或事件的接觸經驗，發展學生各項心智操作的能力。大部份的老師都不喜歡把物理愈教愈難，設法使物理教學生動活潑（<sup>3</sup>現代化大專普通物理教室暨教學軟硬體之研究）。傳統的科學教學都以教室為學習場所，而忽略了走出教室之外的天空是多麼的多采多姿，教育單位可安排利用環境資源，設計不同的科學學習活動，以提高學生的科學素養。

較常見的戶外教學如生物、地科，鼓勵學生多多接觸大自然，於潛移默化之中學習。教育即生活，將我們所學的用到生活環境中，是一件很有意義的事，事實物理學就是身邊的學問（<sup>4</sup>遊戲中學物理），我們大多生活用品及環境都離不開物理，讓學生在生活環境中學習物理，不但可以提昇對物理的興趣，還培養其知識內涵，是很值得發展的一個方向。

面對 21 世紀的資訊化社會，人類的生活將離不開科學，而基本科學知識與能力，也將成為每個人應具備的生存條件。國中理化新課程往生活化方向編寫，希望學生的學習不再只是重複的考試與測驗，而喪失了珍貴的創造力與信心（<sup>5</sup>讓學生學懂比學得多重要）。STS 的教學理念，強調教育不能只重視知識的傳遞，應該將科學知識、科學技能與社會結合在一起。戶外教學可讓學生對科學產生興趣，培養其創造力及批判思考能力。讓學生學得懂比學得多重要，只有當學生他想學，教學才有成效（<sup>5</sup>讓學生學懂比學得多重要），所以讓學習變得快樂而有意義，是很值得探討研究的方向。

## 二、研究方法

本研究研究方法採實地研究、配合問卷、資料分析的調查研究法，係於寒假中，筆者參與國立高雄師範大學科學教育中心所舉辦的〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉活動，活動期間皆與學生生活在一起，時時觀察他們的反應，並利用空閒時間與學生晤談，三天活動結束時，讓學生填寫〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉意見調查問卷，活動結束後由〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉意見調查問卷整理結果挑出學生喜歡比率比其它項目為低的單元「平均速率的測量」再做較深入的分析。

在〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉意見調查中樣本人數為 81 人，樣本學生由高雄市各校推薦參加，學生程度頗高，而活動中晤談對象乃隨機抽樣，晤談內容是想知道學生對此活動的感受，與學習自然學科的看法。「平均速率的測量」是活動結束後的追蹤調查，學員已分散回各校，故回收問卷較少，為 24 份。沒有再找一幫人來做對照組，乃因本活動是來自各校菁英，不容易找到類似樣本，故本研究只呈現學員問卷分析。問卷設計流程及研究流程如表 1。

## 三、結果與討論

本研究乃依據民國 87 年 2 月 16-18 日〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉活動，對學生進行意見調查，及單項「平均速率的測量」進行分析，旨在探討學生對戶外教學的反應，及戶外教學（除了生物、地科外）有沒有物理發展的空間，以下將一一呈現本次戶外活動的特性、學生對本次活動的反應、以及從本次活動挑出一個單項「平均速率的測量」做進一步的探討。

(一) 1. 本次戶外活動(新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅)的特性：

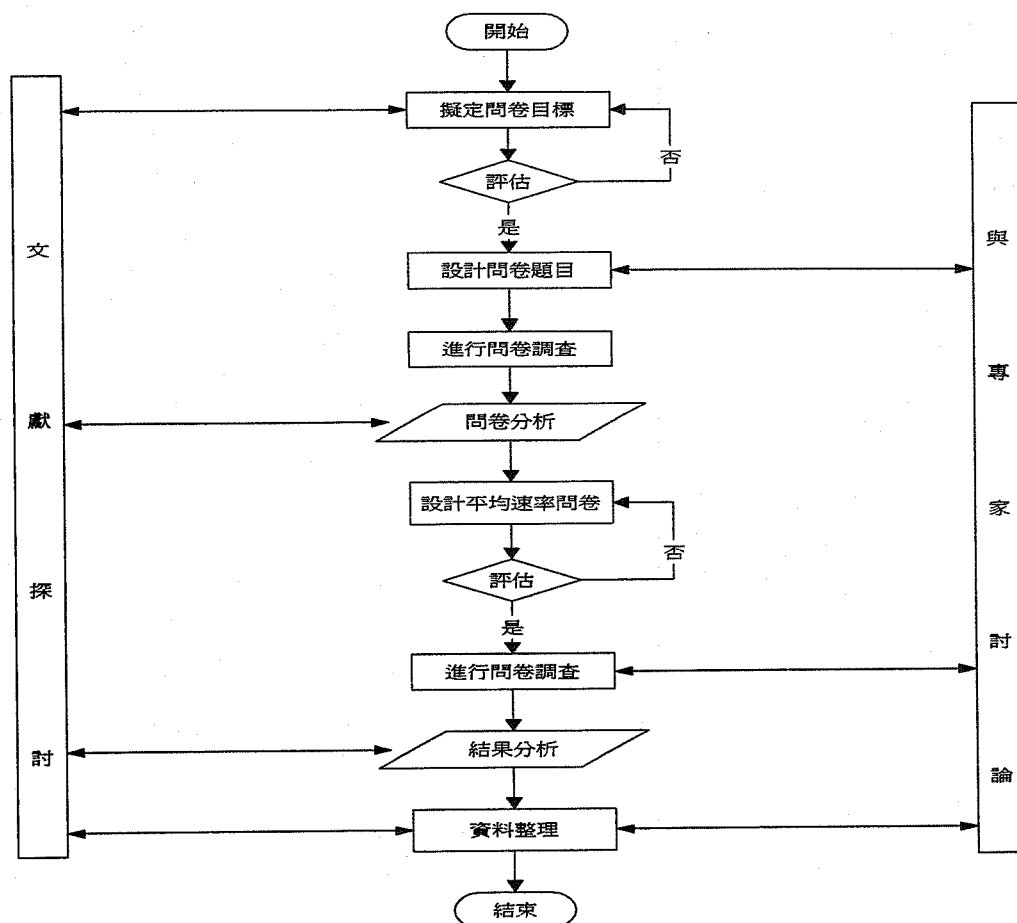


表 1：研究流程表

教育部自民國 87 年起實施隔週週修二日，而隨著教育品質的提昇，學校和家長愈來愈重視學生在假日的活動安排，〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉活動可提供中小學教師依本活動的安排，帶領學生從事戶外科學的活動。

## 2. 學生對〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉的反應：

依本次活動設計了一張問卷調查學生對活動各單項的反應，將之列在表 2：（各項活動設計請參閱：南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材——（阿里山地區），《新中橫戶外科學研習手冊》）（樣本人數為 81 人）

### （二）單項「平均速率的測量」的探討：

筆者從上面資料中找出學員在「非常喜歡+喜歡」中比率最低的「平均速率的測量」，探討這個活動在戶外科學實驗和戶內學習的狀況做比較，發現即使學員在戶外較不喜歡的實驗，拿來和戶內活動比時，對戶外活動的接受度仍較高，以下是問卷調查的結果：（因參與學員為來自高雄市各國中，此為追蹤調查，回收問卷為 24 份）

新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅學生參與度調查表：

	非常喜	喜	喜+非常喜	不喜	非常不喜	總計
1.麥比烏士帶的祕密	3 4%	47 58%	50 62%	27 33%	4 5%	81
2.平均速率的測量	7 9%	42 52%	49 60%	32 40%	0 0%	81
3.高山氣壓變化與水的沸騰	28 35%	47 59%	75 94%	5 6%	0 0%	80
4.印度鳳仙的陰謀	22 27%	50 62%	72 89%	9 11%	0 0%	81
5.滑草車的運動學	45 56%	32 40%	77 95%	3 4%	1 1%	81
6.玉山測高測遠	15 19%	48 59%	63 78%	16 20%	2 2%	81
7.新中橫的地質	27 34%	45 57%	72 91%	6 8%	1 1%	79
8.新中橫的高山植物	21 27%	47 59%	68 86%	10 13%	1 1%	79
9.觀測新中橫的太陽	19 25%	48 62%	67 87%	8 10%	2 3%	77
10.冬季星空的觀測	53 69%	21 27%	74 96%	2 3%	1 1%	77
11.星團的認識	44 58%	28 37%	72 95%	3 4%	1 1%	76
12.參觀大同國小的星象廳	37 47%	35 45%	72 92%	4 5%	2 3%	78

表 2：各活動單元學生參與度調查表

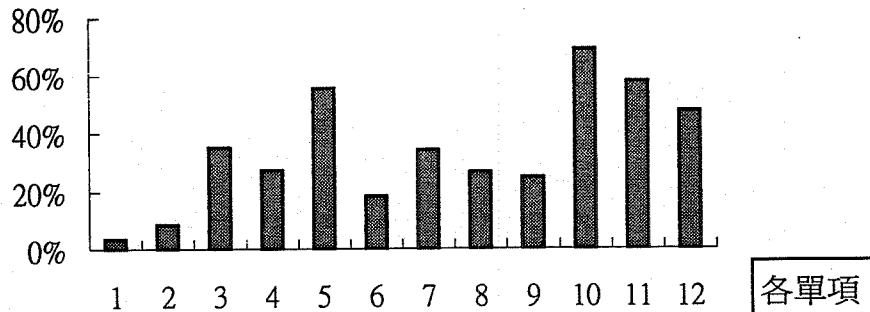


圖 1：學員對各單項 (1-12) 參與度「非常喜歡」的比率圖

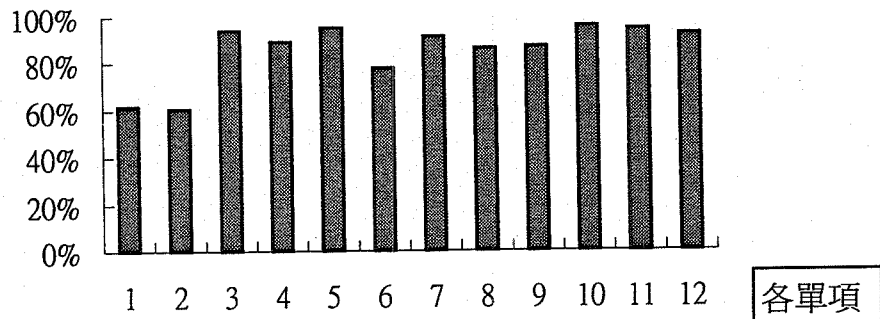
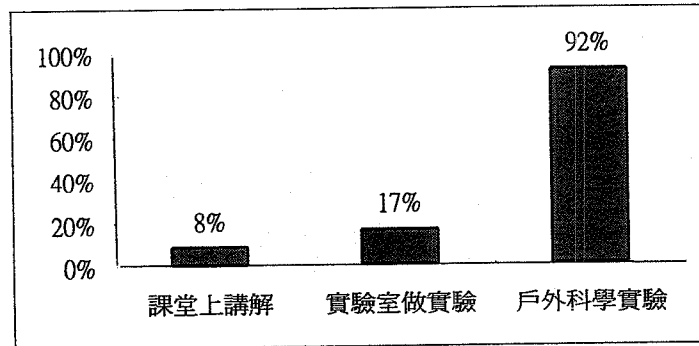


圖 2：學員對各單項 (1-12) 參與度「非常喜歡+喜歡」的比率圖

1.在學生喜歡用什麼方式學習測量「平均速率」這個單元方面



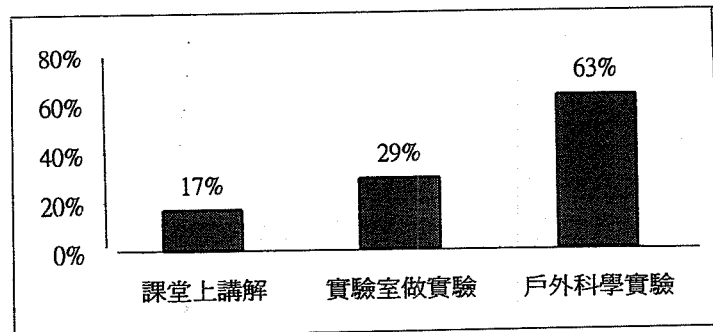
喜歡課堂上講解和實驗室做實驗的原因為不用坐車；能較清楚看見過程；因為實驗不代表書，作出來的是活的。

喜歡戶外科學實驗的原因為好玩；室內效果沒有戶外大；可以親身體會印象更深；活動的空間大；實驗更準確；可以順便到郊外走走；可實地實驗又可玩；可以更了解實驗方式；比較有趣不呆板；寓教於樂；比較生動較深刻。

而其中勾三項者有 2 人，是因每一個地方都有其優點與缺點；在任何地方都聽的很起勁。

分析：大多數的學生喜歡以「戶外科學實驗」的方式來學習平均速率。

2.在學生認為用什麼方式學習平均速率這個單元的效果好方面



認為課堂上講解的原因為準確度高；比較吸收的進去；也能比較專心。

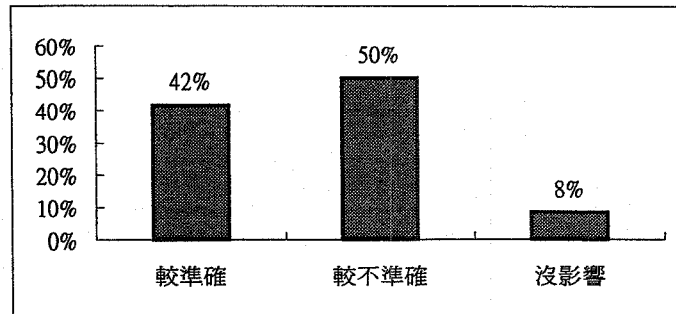
實驗室做實驗的原因為準確度較高；時間花費少；可做多次；能較清楚看見過程；危險度小；不用花費太高；比較能專注。

戶外科學實驗的原因為距離大比距離小更準確；可以親身體會印象更深；可以提昇學習效果；取材於日常生活中比較深刻；可以了解得比較快又看看大自然；較能了解過程；準確性較大；有真實感；有自由感；公式可能會錯。

而勾兩項者有 1 人，是因為在課堂上大略提要後；在戶外實驗可較精確。

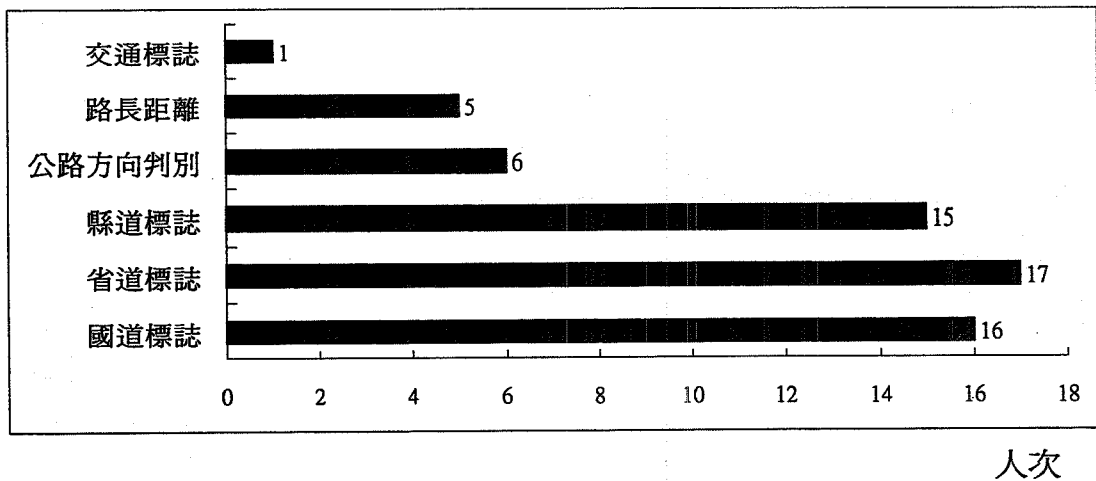
分析：本小項不論是在課堂上講解、實驗室做實驗或戶外科學實驗，都有同學認為準確度較高。而對戶外實驗的學習效果肯定比率亦較高。

3.對於平均速率這個實驗，戶外科學實驗的測量距離比實驗室實驗的測量距離較大，學生認為實驗的準確性會因此而較準確的原因為室內範圍小，實驗結果較不精確；測量距離大的話，會比一小段距離準確；因為距離較大，可以降低變異性；汽車速率可控制。

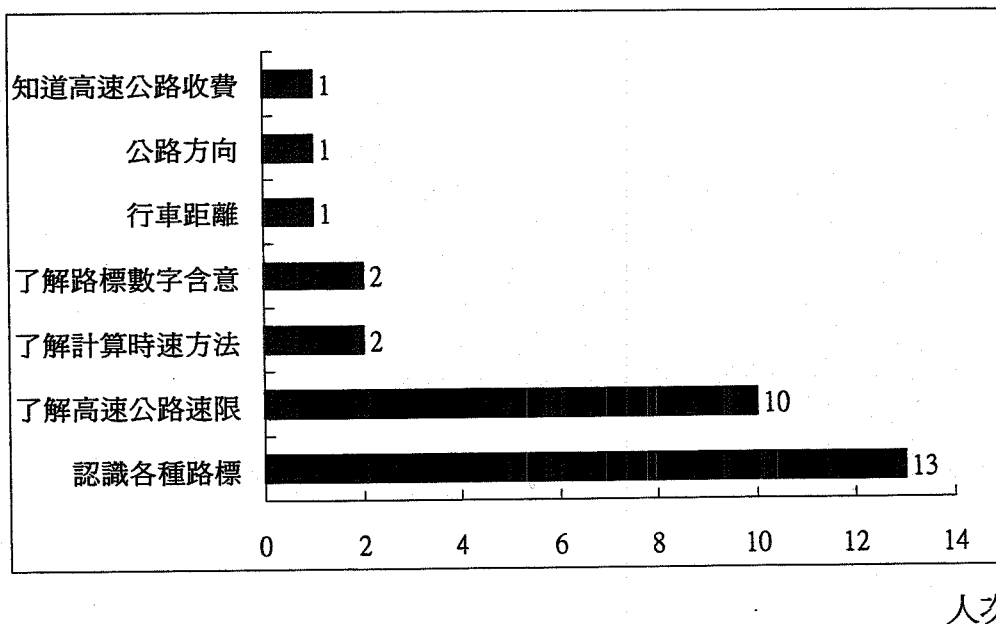


較不準確的原因為因戶外可能會發生突發狀況，如地面不平坦、突然煞車；數字繁瑣太大；距離大，時間長，如果控制不好，誤差較大；車子左右方向較難控制；要算大車的速率，必須加上大車的長度，不過在實驗室作的卻不用加。認為沒影響的原因為感覺差不多。

4.在平均速率這個戶外科學實驗，學到關於高速公路的常識方面：



5.在平均速率這個戶外科學實驗，學到關於路標的常識方面：



6.學員對高速公路、山路、滑草、騎腳踏車、走路的速率是多少的概念，認為是經由本次活動而學習到的，在



高速公路方面有 20 人

滑草方面有 21 人

走路方面有 4 人

勾兩項者：3 人

四項者：1 人

山路方面有 22 人

騎腳踏車方面有 3 人

沒選者：2 人

三項者：15 人

五項者：3 人

分析：要學員對高速公路、山路、滑草、騎腳踏車、走路的速率大約是多少(公里/小時)填表方面情況還不錯，由於高速公路、山路、滑草大家是一起做實驗，故數據差不多，而騎腳踏車、走路的速率較有出入，但大多符合實際狀況，故學員大多有把所學應用到日常生活上來。(註：本欄是讓學員勾選認為由本活動學習到的項目，事實上有些學員已將所學用到其它日常現象，但他認為那些並不是本活動的內容，故而沒有勾選騎腳踏車、走路項目。)

#### 7. 在學員是否曾做過「平均速率」的相關實驗方面

有做過「平均速率」的相關實驗者有 22 人，

其中在國小做過的有 14 人，在國中做過的有 8 人

沒做過的有 2 人

## 四、結論

戶外科學實驗有其獨特的性質，以平均速率此單元來講，它的實驗器材就是環境，而且有許多附加價值，譬如說認識各種路標等環境教育、鄉土教學，學生能將所學的物理應用在生活中；實地去體驗，而非老師講課而已；又可以學到其他常識，如高速公路的速限等；亦可以提供老師補充教材活動…由此看來，戶外教學中，物理的發展空間亦相當的大；又如玉山測高測遠活動中利用了玉山的地形特性，沒去那你就無法做；高山氣壓變化與水的沸騰活動，你若不往上爬，就看不到、感受不到氣壓隨高度的變化…

在「平均速率的測量」進一步的探討中，發現即使學員在戶外喜歡程度較不高的實驗，拿來和戶內活動比時，對戶外活動的接受度仍較高，而且學生所學到的不只是平均速率的概念和測量方法而已。喜歡接近大自然是人的天性，能在大自然中寓教於樂，何樂而不為呢！

行程中，筆者利用空檔時間盡量找學員晤談，了解學員學習自然學科的態度，及對本活動的看法，再次證實學生喜歡實驗，喜歡大自然，所以〈新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅〉活動，及本研究提供了一個可供遵循及參考的方向，可供對此有興趣的同好做後續的發展，例如開發新路線、設計合適戶外教學的科學活動、深入了解怎樣的學習活動或方式學生最有收穫、戶外教學的師資培育…等等都是可研究的方向。

致謝：本活動乃依據 86/7/29 教育部(86)中(一)字第 86084097 號函及 86/8/5 高雄市政府教育局高市教二字第 25973 號函核定。

## 參考文獻

- 1.邱鴻麟、周建和、蘇明俊、唐健文、楊淑蓉，〈南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材——（阿里山地區）〉，《新中橫戶外科學研習手冊》，國立高雄師範大學科學教育中心，1998年。
- 2.黃祝，〈看隔週休二日的來臨〉，《教師天地》，第91期。
- 3.周建和、嚴祖強，《現代化大專普通物理教室暨教學軟硬體之研究》，1996年
- 4.林雲海審定，〈遊戲中學物理〉，《銀禾文化》，1993年
- 5.周麗玉，〈讓學生學懂比學得多重要〉，《國立編譯館通訊》，第十卷第二期。
- 6.蘇明俊，《高雄市天文學會野外活動講義》。
- 7.《鄉土教材叢書》，台南縣立南新國民中學。
- 8.《國民小學自然科實驗本 1-12 冊》，台灣省國民學校教師研習會。
- 9.《國民中學理化 1-4 冊》，國立編譯館。
- 10.Carole Escobar Editor，《Amusement Park Physics》，AAPT，1994年。

註：欲索取南區中學戶外科學實驗與星象觀測活動路線規劃與補充教材——（阿里山地區），《新中橫戶外科學研習手冊》者，有以下二種方法

1. 向高師大科學教育中心索取
2. 上高師大物理系網站查詢（版面正在架設中）

## 附錄一

### 新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅—「平均速率的測量」問卷調查

1.你喜歡用什麼方式學習測量「平均速率」這個單元?

課堂上講解 實驗室做實驗 戶外科學實驗

理由是：

2.你認為用什麼方式學習平均速率這個單元的效果好?

課堂上講解 實驗室做實驗 戶外科學實驗

理由是：

3.對於平均速率這個實驗，戶外科學實驗的測量距離比實驗室實驗的測量距離較大，你認為實驗的準確性會因此而

較準確 較不準確 沒影響

理由是：

4.你在平均速率這個戶外科學實驗，學到哪些關於高速公路的常識?

請列舉：

5.你在平均速率這個戶外科學實驗，學到哪些關於路標的常識?

請列舉：

6.請依你對高速公路、山路、滑草、騎腳踏車、走路的速率大約是多少(公里/小時)完成下表

項目	高速公路	山路	滑草	騎腳踏車	走路
速率(公里/小時)					
以上答案是經由本活動而學習到的(請打勾)					

7.你有沒有做過「平均速率」的相關實驗?

有 是在什麼環境時做： 國中 國小 其他(請說明) \_\_\_\_\_

沒有

附錄二

◀新中橫戶外科學實驗與星象觀測之旅▶意見調查問卷

恭喜你完成這三天的科學之旅，請將你對每個活動的感受在各題右邊合適的格子裏打鉤，亦將寶貴的經驗和意見寫在橫線中，謝謝你的合作。

- |               | 非常喜歡                                     | 喜歡                                  | 不喜歡                                 | 非常不喜歡                    |
|---------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1、麥士烏比帶的祕密    | <input type="checkbox"/>                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>奇數轉的紙帶有一個面，<sup>從中間</sup>剪開後可得一大圖</u> |                                     |                                     |                          |
|               | <u>偶“““““二個“““““兩圓串接</u>                 |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>紙帶可加長加寬，較好操作。</u>                     |                                     |                                     |                          |
| 2、平均速率的測量     | <input type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>大致了解速率的測量方法。</u>                      |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>測量的里程數可以放大，也許結果也較準確。</u>              |                                     |                                     |                          |
| 3、高山氣壓變化與水的沸點 | <input type="checkbox"/>                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>低氣壓變低時，水的沸點也會降低。</u>                  |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>希望學到計算氣壓、沸點的關係式。</u>                  |                                     |                                     |                          |
| 4、印度鳳仙的陰謀     | <input type="checkbox"/>                 | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>植物傳播種子的方式真是無奇不有</u>                   |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>解說時等等後面的同學。</u>                       |                                     |                                     |                          |
| 5、滑草車的運動學     | <input checked="" type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>了解慣性運動的意義。</u>                        |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>very good!</u>                        |                                     |                                     |                          |
| 6、玉山測高測遠      | <input type="checkbox"/>                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> |
| 收穫            | <u>了解如何測量遠方物体的距離(利用</u>                  |                                     |                                     |                          |
|               | <u>相似三角形)</u>                            |                                     |                                     |                          |
| 建議            | <u>測量時最好找尋空闊的地區。</u>                     |                                     |                                     |                          |