

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080504

當地震發生時一路上交通工具的變化

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小五 詹浩誠 小五 劉存碩	指導老師： 王雅麗 吳語玲
-------------------------	---------------------

關鍵詞：地震、震動、軌跡

摘要

- 一、從看電視時，突然發生有感地震，家人都很慌張；到了學校也舉辦防震演習，使我們知道地震發生時，該如何來防備。可是真的強一點的地震時，大家都不知所措。
- 二、我們研究的重點是當地震發生時，路上交通發生怎樣的變化？我們設計了圓球體、圓柱體類和單輪車、雙輪車、三輪車和四輪車；在路上行駛時突然地震，會有怎樣的變化。
- 三、實驗時，我們利用廣告顏料塗在輪子上，當地震發生時，這些器具會在地震板上留下痕跡，我們從這些痕跡判斷地震當時的車子是怎樣前進的；也知道火車車廂在鐵軌上的行駛狀況。
- 四、建議交通部對交通工具中的安全設施，應該想出安全的方法，來保障旅客生命的安全。

壹、研究動機

去年 7 月 11 日的晚上，我們一家人正在看電視節目：中華職棒。忽然間全家的東西都搖搖擺擺，連我們坐在沙發上都會覺的頭暈，眼睛都模糊了。媽媽尖叫：「地震了!地震了！」妹妹說：「要不要跑出去？」爸爸說：「靜下來，現在不能往外跑，如果東西掉下來砸到頭部，是很危險的。」還好過不久，地震就停下來了。可是心裡還是不安，感覺偶爾會搖動，大概是心理作用，爸爸說：「真的是會搖動」那就是地震後會有餘震。到了學校，利用中午的時間到科學研究中心和老師討論：

1. 台南地震是不是和板塊運動有關係?
2. 台南地震是不是和斷層運動有關係?

我們在老師的指導下，觀察「研究中心的台灣立體模型」，發現台灣的東部(花東)是歐亞大陸板塊潛入菲律賓海板塊擠壓而成。作品與教材相關性：翰林五下第四單元地表的變化。

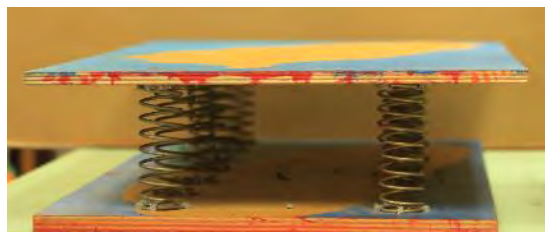
貳、研究目的

- 一、去年 5 月～今年 4 月台南地區發生多次有感地震，也震倒了大樓讓我們很害怕，所以想從實作中認識地震的現象以及探索台南地區地震的主要原因。
- 二、想從設計的地震模擬器的實作，來觀察、探討地震發生時，對路上交通的影響。
- 三、從地震發生時，交通工具在路面上留下的痕跡，觀察到交通工具的行走路徑是彎曲、跳動等變化。

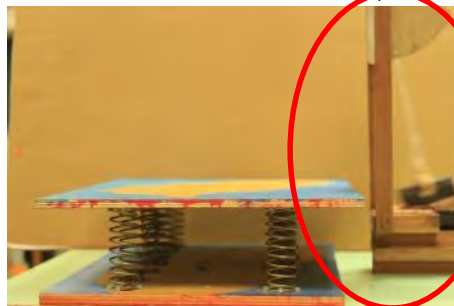
參、研究器材與設備

一、研究器材：

(一)台灣地震模擬器（左右搖擺）

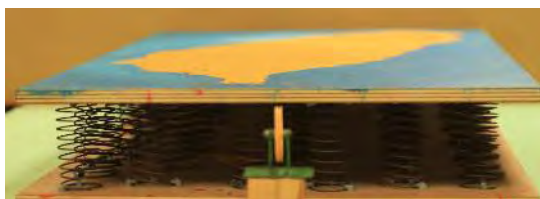


利用地震撞擊器製造左右搖擺的地震

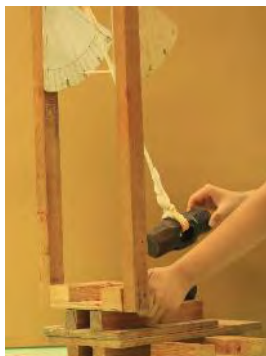


(二)台灣地震模擬器（上下振動）

重物（400g）從不同高度落下來，撞擊力的大小不同，造成不同的上下振動。



(三)地震撞擊器：



(四) 震幅測定器：（模擬地震級數設定）



二、滾動器材：

(一)鐵球：直徑分別為：2.0cm，2.5cm，3.0cm，3.5cm，4.0cm

(二)塑膠圓環：直徑分別為：3.0cm，4.0cm，5.0cm，6.0cm，7.0cm

(三)交通器具：單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車

肆、研究過程與方法

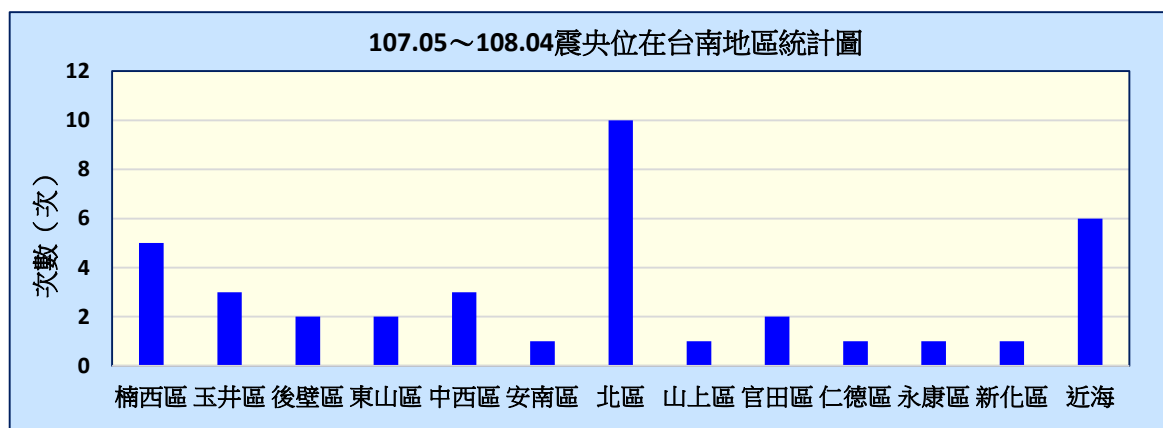
一、活動一：近一年來在台南地區發生的地震

(一)從去年五月到今年四月，台南地區發生的有感地震記錄表。

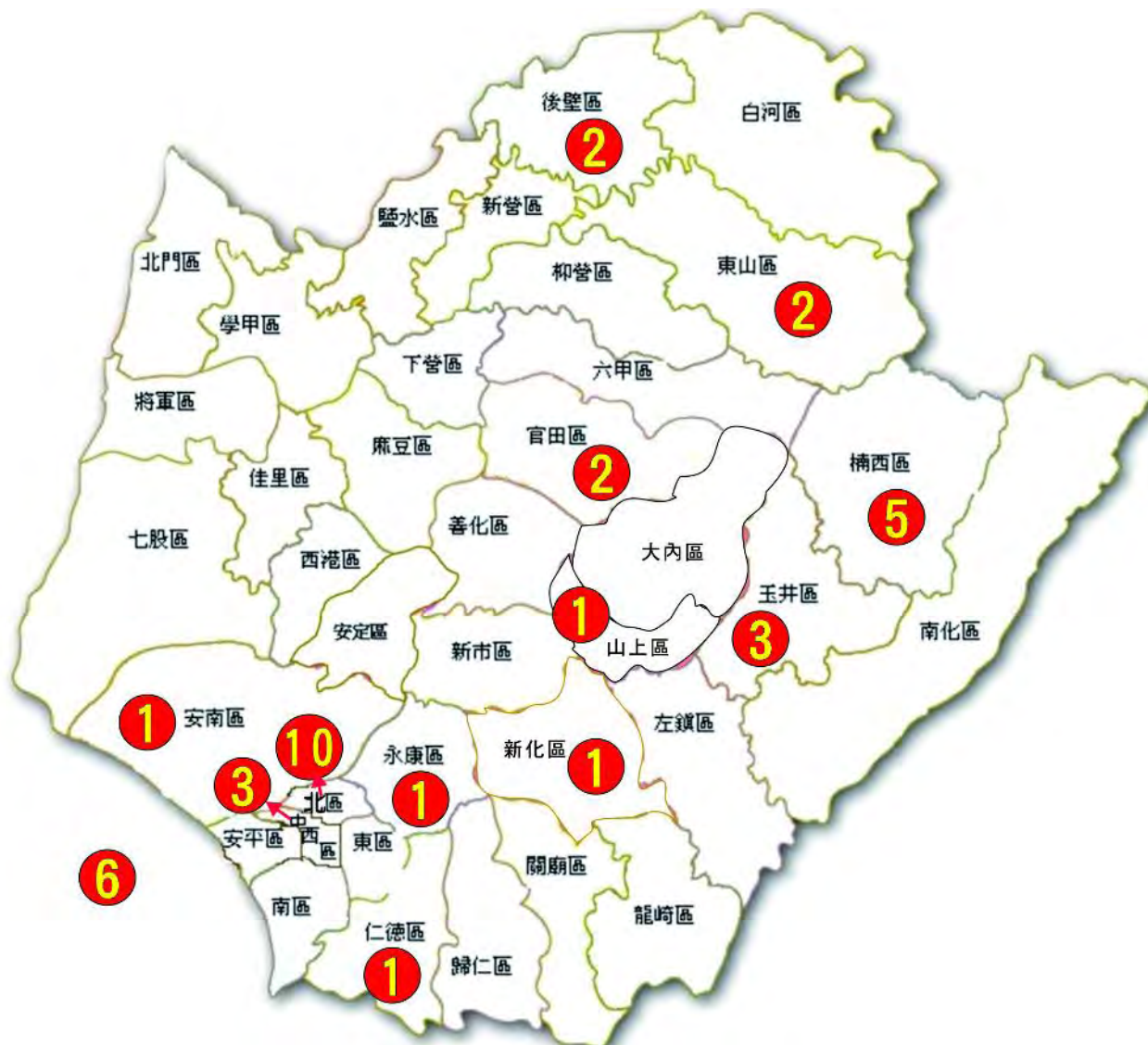
編號	地震時間	規模	震央位置
107087	2018/5/4 上午 06:19	4.1	臺南市政府東偏北方 35.7 公里 (位於臺南市楠西區)
小區域	2018/5/4 上午 07:37	3.2	臺南市政府東偏北方 35.8 公里 (位於臺南市楠西區)
小區域	2018/5/16 下午 03:32	2.9	臺南市政府東偏北方 33.7 公里 (位於臺南市玉井區)
小區域	2018/5/24 上午 10:28	3.4	嘉義縣政府東南方 13.6 公里 (位於臺南市後壁區)
小區域	2018/5/24 上午 10:29	3.3	嘉義縣政府東南方 13.4 公里 (位於臺南市後壁區)
小區域	2018/6/10 上午 03:09	3.8	嘉義市政府南方 24.1 公里 (位於臺南市東山區)
小區域	2018/6/10 上午 10:19	3.3	嘉義市政府南偏東方 31.4 公里 (位於臺南市楠西區)
小區域	2018/6/25 上午 01:53	2.9	嘉義市政府南偏東方 20.7 公里 (位於臺南市東山區)
小區域	2018/6/28 上午 11:20	2.4	臺南市政府東偏北方 1.2 公里 (位於臺南市中西區)
小區域	2018/6/28 上午 11:23	2.9	臺南市政府東北方 1.7 公里 (位於臺南市中西區)
107107	2018/7/11 下午 08:41	4.5	臺南市政府東北方 5.2 公里 (位於臺南市安南區)
小區域	2018/7/12 上午 05:05	3.1	臺南市政府東北方 4.7 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/7/13 上午 09:56	2.5	臺南市政府東偏北方 1.8 公里 (位於臺南市中西區)
小區域	2018/7/20 下午 05:50	2.8	臺南市政府東北方 21.2 公里 (位於臺南市山上區)
小區域	2018/7/27 上午 03:49	2.5	臺南市政府北偏東方 2.4 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/8/3 下午 12:51	3.2	臺南市政府西方 15.8 公里 (位於臺南市近海)
小區域	2018/8/10 上午 09:35	3.1	臺南市政府東偏北方 2.8 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/8/26 下午 09:19	3.4	臺南市政府北偏東方 2.1 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/8/26 下午 09:36	2.7	臺南市政府北偏東方 2.9 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/8/26 下午 09:44	3.5	臺南市政府東北方 2.3 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/8/28 下午 01:39	3.4	臺南市政府東偏北方 32.2 公里 (位於臺南市玉井區)
小區域	2018/8/30 下午 02:38	2.5	臺南市政府北方 1.9 公里 (位於臺南市北區)

小區域	2018/9/9 下午 09:11	2.9	臺南市政府北偏東方 3.6 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/9/15 上午 01:13	2.7	臺南市政府北偏東方 3.6 公里 (位於臺南市北區)
小區域	2018/10/25 上午 03:34	3	臺南市政府東北方 30.5 公里 (位於臺南市官田區)
小區域	2018/11/18 下午 07:29	3.9	臺南市政府東偏北方 39.1 公里 (位於臺南市楠西區)
小區域	2018/12/9 下午 10:06	3	臺南市政府南偏西方 6.2 公里 (位於臺南市近海)
小區域	2019/1/7 下午 01:19	3	臺南市政府東北方 28.3 公里 (位於臺南市官田區)
小區域	2019/1/18 上午 02:50	2.6	臺南市政府西南方 10.3 公里 (位於臺南市近海)
小區域	2019/1/21 上午 08:04	3.4	臺南市政府南偏東方 7.7 公里 (位於臺南市仁德區)
小區域	2019/1/23 下午 08:55	2.1	臺南市政府南偏西方 7.7 公里 (位於臺南市近海)
小區域	2019/1/24 上午 10:54	3.5	臺南市政府東北方 38.2 公里 (位於臺南市楠西區)
小區域	2019/2/3 下午 05:36	2.7	臺南市政府東北方 6.6 公里 (位於臺南市永康區)
108013	2019/2/17 下午 06:22	4.2	臺南市政府東偏北方 30.6 公里 (位於臺南市玉井區)
小區域	2019/2/19 下午 07:35	2.5	臺南市政府西南方 9.2 公里 (位於臺南市近海)
小區域	2019/4/13 下午 11:39	3.2	臺南市政府東偏北方 16.1 公里 (位於臺南市新化區)
小區域	2019/4/16 上午 03:51	3.2	臺南市政府西南方 7.8 公里 (位於臺南市近海)

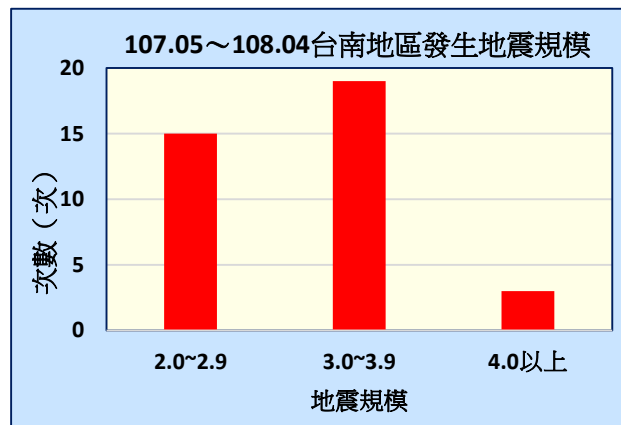
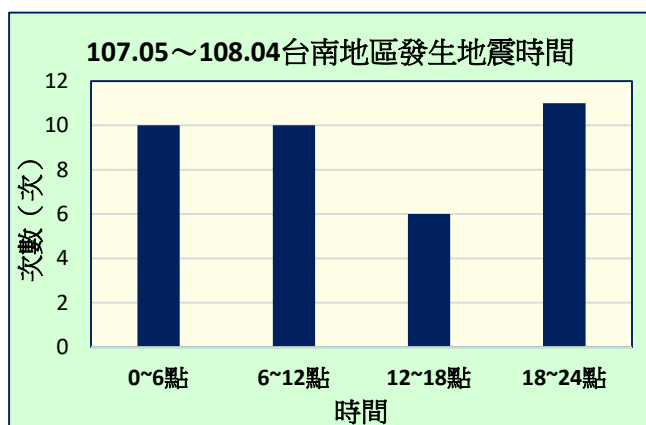
(二)107.5~108.4 月震央位在台南地區統計圖。



(三)107.5~108.4 月震央位在台南地區分布圖。



(四)地震發生的時間：



(五)討論：

- 1、我們發現地震在晚上發生的機率最高，其次是早上，下午發生最少。
- 2、從統計圖中發現臺南市 107 年 5 月到 108 年 4 月規模 3.0~3.9 的地震次數最多。

- (1) 從 107 年 5 月到 108 年 4 月，臺南地區怎麼會發生很多次的有感地震呢?
- (2) 從氣象站發出的消息，震央大部份在臺南市的北區，離我們學校很近，讓我們不安心。

(六)認識臺南的地層

- 1、現在的臺南以及安南區在三、四百年前是台江內海。道光年間，南部地區，大量豪雨成災，曾文溪潰堤，大量泥沙堆積在台江內海，形成了陸地。
- 2、陸地那麼大，震央在永康，為什麼我們在市區也可以感覺到?
- 3、我們想，永康市區的泥土和臺南市區的泥土全部都緊緊相連密合，永康區的泥土在震動時，和臺南市區的泥土震動的方向一樣，但是震動大小是不一樣的，離永康市愈近震動愈大，離永康市愈遠的話，震度就愈小。
- 4、當地震發生時，我們會覺得頭暈暈的，走起路來搖搖擺擺，而且家裡吊著的物品也跟著一起搖，而最明顯的是家裡水族箱的水會隨著地震的方向搖動，地震大一點還會噴出來。
- 5、當地震發生時，媽媽正好騎自行車到火車站接姐姐，媽媽說：「腳踏車搖搖晃晃」回家後才知道地震，而且她看到後火車站遠東百貨(35 樓)也跟著搖，看起來好危險。
- 6、我們想知道地震的時候，路上的腳踏車、機車、汽車到底會發生什麼事?而且當天晚上的新聞報導說地震發生時，為了人民的安全起見，火車會先停駛。

(七)學校的防震演練

- 1、因為臺南常常發生地震，不管是大小，都有可能帶來災害，所以學校每年都有防震演練，才能保護學生的安全。
- 2、早上我們到學校時，老師向我們宣布：「今天要防震演練!」我們打掃完回到教室後，拿著保護頭部的東西等著，「擘~」一聲，我們全部躲在桌子下。「擘~」第二聲我們全部拿著枕頭往外跑，要到操場集合。到了操場，班長要集合點名並回報，接著就可以回教室了。
- 3、第二天，上課時真的發生地震，但同學們一直在叫：「地震了! 地震了!」早就把防震演練忘的一乾二淨了，還好在老師的指導下(1.趴下 2.掩護 3.穩住)同學們才冷靜下來，安全的跑到操場。

二、活動二：設計、製作模擬地震儀

(一)目的：想知道地震發生時，地表發生的變化。可以隨時操作各種類型的地震方式對地表各種物品的影響。

(二)我們的想法：當地震發生時，我們都很緊張，沒時間也沒心情去仔細觀察周遭環境的變化；地震後也沒能使地震重現使我們看見當時的情景，為了使地震再現，我們想製作簡易地震模擬儀。

(三)設計製作模擬地震儀

1、目的：從製作地震儀來知道地震來臨時上下左右搖晃狀況，方便進行相關實驗。

2、設計模擬左右搖晃的地震儀和上下震動的地震儀。(參考三：研究器材與設備)

3、設計製作模擬撞擊器撞擊地震板

4、測量震幅器：

5、操作模擬地震儀模擬地震的變化

(1) 把測量器放在地震儀的前端(靠近紅色的筆芯)

(2) 把撞擊器放在模型地層側邊。

(3) 將竹筷子放置在指定的級數位置。

(4) 將重物往後拉到使繩子靠近竹筷子。

(5) 將畫筆放入洞裡(使筆尖和方格紙片輕輕接觸)

(6) 將重物放下並同時把測量器慢慢放開。

(7) 地震板開始振動，紅色筆芯會在方格紙上來回畫上記號。

6、操作地震撞擊器

(1) 把地震撞擊器放置到模擬地震板台南安平的海邊附近。

(2) 把地震撞擊器的敲擊物往上拉至指定位置(0~4級)

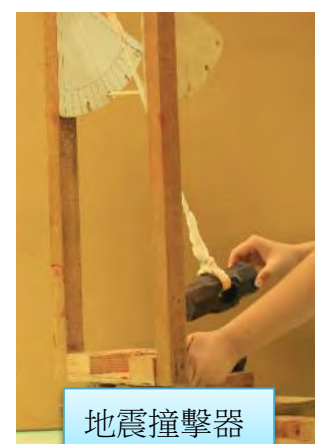
(3) 之後往下放開，敲擊到地震板，地震板就會震動

7、操作模擬地震震幅測定器

(1) 把模擬地震震幅測定器靠近模擬地震儀上端。

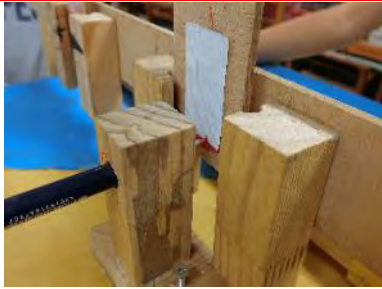


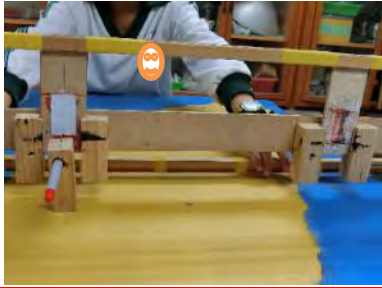

(2) 調整測定器的筆尖，接觸在記錄板上的方格紙

(3) 把模擬地震震幅測定器的橫桿壓下



地震撞擊器

(4) 在地震撞擊器的敲擊物放下敲擊地震板的同時，將模擬地震震幅測定器的橫桿有規律的慢慢上升，測定器的方格紙會慢慢下降，同時指針會左右滑動留下筆跡。

		
震幅測定器、撞擊器擺好	將畫筆瞄準紙	撞擊器拉到不同位置
		
震幅測試與撞擊器同時放開，畫筆記錄震動擺幅。不同震幅級數（0、1、2、3、4 級）		

三、活動三：當不同的球體、圓柱體或車子從斜坡上行駛到地震板時，突然發生地震（左右搖動），對運動中的球體、圓柱體或車子行駛的軌跡有什麼影響？

【地震的形成】：左右搖動時

(一)目的：透過自製設計地震儀與地震撞擊器模擬地震發生時，震動的級數不同，觀察球體、圓柱體和車子滾動的軌跡變化。

(二)材料：不同的鐵球（直徑分別為：2.0cm，2.5cm，3.0cm，3.5cm，4.0cm），不同的塑膠圓環（直徑分別為：3.0cm，4.0cm，5.0cm，6.0cm，7.0cm），不同的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）、紅色顏料、斜坡、地震板、撞擊器、白色道林紙。

(三)裝置：



鐵球的滾動



鐵球在地震板左右搖擺時的情形

(四)操作方法：

1、操作 1：大小不同的鐵球（直徑分別為：2.0cm，2.5cm，3.0cm，3.5cm，4.0cm）在
地震板上滾動的軌跡

- (1) 準備斜度 10 度的斜板。
- (2) 裝置模擬地震板，也把斜度 10 度的斜板軌道靠近地震板。
- (3) 裝置地震撞擊器，震動大小：0、1、2、3、4 級。
- (4) 在地震模擬器的板面貼上白色道林紙。
- (5) 將橘紅色顏料溶液圖在塑膠軌道上。
- (6) 把鐵球放在斜坡的中間（距離起點：30cm 的地方）。
- (7) 預備：3、2、1 放下。
- (8) 當球體從軌道滾動到地震板上時，把撞擊器放開並瞬間撞到地震板（分別為：
0、1、2、3、4 級）。
- (9) 觀察地震板上沾上橘紅色顏料的球體行駛的軌跡（橘紅色的路線變化）。
- (10) 每一種鐵球都做二次。


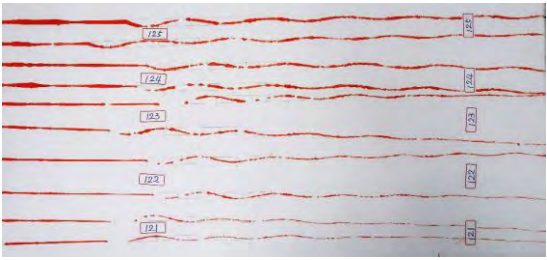
2、操作 2：不同的塑膠圓環（直徑分別為：3.0cm，4.0cm，5.0cm，6.0cm，7.0cm），
操作方法與球體操作方法相同。

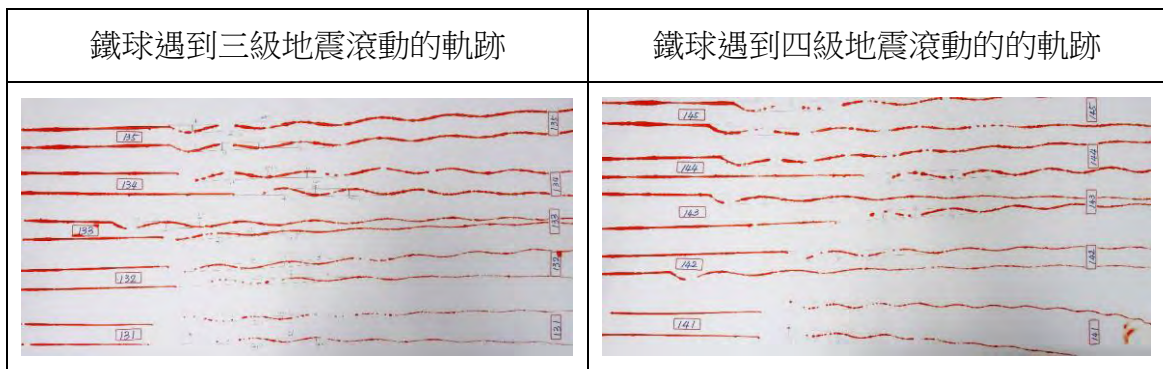
3、操作 3：不同的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）：操作方法與球體實驗相
同。

(五)操作結果：

1、結果 1：大小不同的球體在地震板上滾動

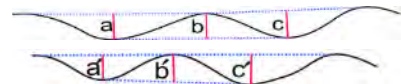
- (1) 大小不同的球體在地震板上遇到左右搖晃的地震時，滾動的軌跡。

操作的過程和結果	鐵球遇到二級地震滾動的軌跡
	

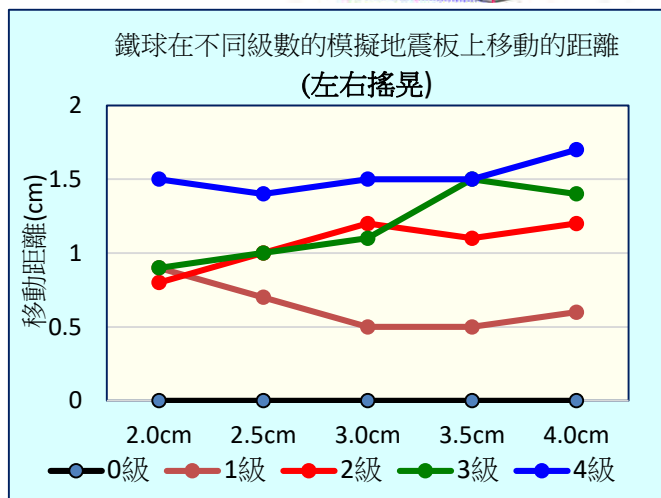


(2) 大小不同的鐵球在地震板上滾動時，左右移動的距離。單位：cm

● 鐵球前三次彎曲弧度距離的平均值 = $(a+b+c+a'+b'+c') \div 6$



直徑 級數	2.0 cm	2.5 cm	3.0 cm	3.5 cm	4.0 cm
0 級	0	0	0	0	0
1 級	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6
2 級	0.8	1	1.2	1.1	1.2
3 級	0.9	1	1.1	1.5	1.4
4 級	1.5	1.4	1.5	1.5	1.7



2、結果 2：不同的塑膠圓環在地震板上滾動

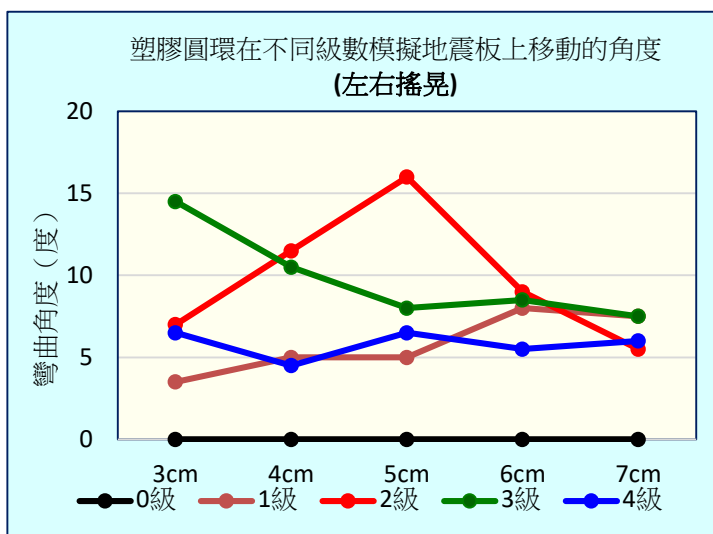
(1) 大小不同的塑膠圓環在地震板上遇到左右搖晃的地震時，滾動的軌跡。



(2) 大小不同的塑膠圓環在地震板上滾動時，左右移動的距離。


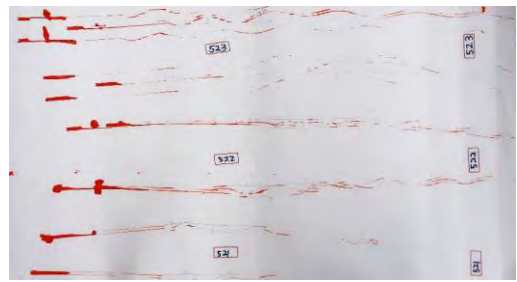
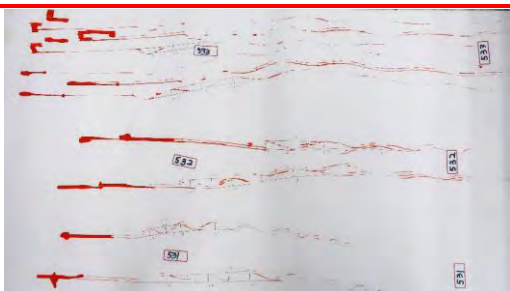

● 塑膠環三次彎曲角度的平均值= $(a+b+c) \div 3$ 單位：度

直徑 級數	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
0 級	0	0	0	0	0
1 級	3.5	5.0	5.0	8.0	7.5
2 級	7.0	11.5	16.0	9.0	5.5
3 級	14.5	10.5	8.0	8.5	7.5
4 級	6.5	4.5	6.5	5.5	6.0

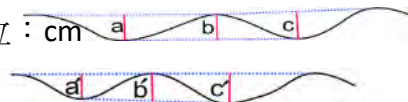


3、結果 3：各種的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）在地震板上行走，遇到左右搖晃的地震時，行走的軌跡。

(1) 不同的車子在地震板上遇到左右搖晃的地震時，行走的軌跡。

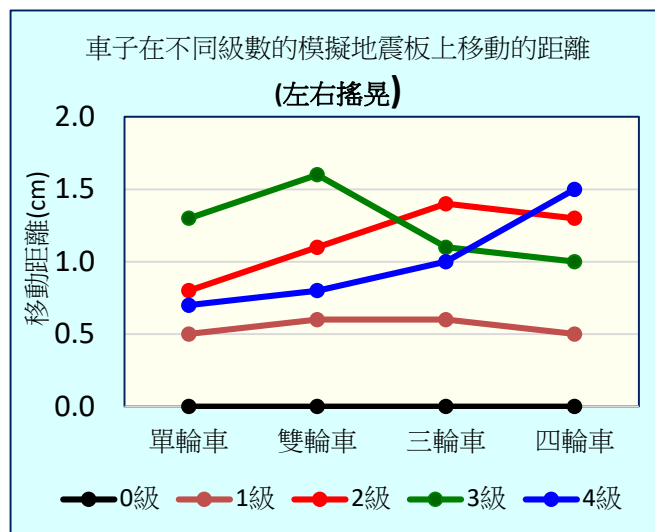
操作的過程和結果	單、雙、三輪車在 2 級地震的軌跡
	
雙輪、三輪車遇到 3 級地震的軌跡	單、雙、四輪車在 4 級地震的軌跡
	

(2) 各種車子在地震板上行走時，左右移動的距離。單位：cm



● 各種車子前三次彎曲弧度距離的平均值 $= (a+b+c+a'+b'+c') \div 6$

車子 級數	單輪車	雙輪車	三輪車	四輪車
0 級	0.0	0.0	0.0	0.0
1 級	0.5	0.6	0.6	0.5
2 級	0.8	1.1	1.4	1.3
3 級	1.3	1.6	1.1	1.0
4 級	0.7	0.8	1.0	1.5



(六)討論：

- 1、鐵球從斜坡（10°）的軌道上一定的位置（離起點 50cm）滾下來。恰好地震板受到撞擊器不同級數的撞擊，鐵球會產生轉彎，然後繼續前進。
- 2、當撞擊器從一級的地方撞到地震板時，從斜坡上滾下來的小鐵球（直徑 2cm）偏離軌道的距離會越遠。
- 3、當撞擊器從第 4 級的位置撞到地震板時，在地震上滾動的各號鐵球都偏離軌道很遠的距離（約 1.5cm），成蛇行前進。
- 4、當地震板沒有受到外力的撞擊時，地震板是平靜的，各號鐵球從斜坡上滾下來，在上面滾動是一條直線前進，而且是穩定的前進。
- 5、當圓形塑膠環從斜坡上滾到地震板時，一級地震對塑膠圓環偏離角度影響不大（2~6°），可是二級地震對直徑 5cm 的圓形塑膠環，偏離角度最大（約 16°），可是直徑 7cm 的圓環偏離軌道的角度突然變小了（約 5°）
- 6、最小的圓環（直徑 3cm）受到三級地震時偏離角度很大（平均 14.5°）怎麼會這樣？經過我們討論的結果可能是：
 - (1) 圓環的直徑小，重量輕，瞬間被撞擊會偏離軌道。
 - (2) 撞擊器正好撞到它的位置。
- 7、當車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）受到重力的牽動，會在地震板上行駛，如果正好受到一級地震的撞擊，每種車子偏離的弧度不大（約在 0.5~0.6cm）。

8、車子受到四級撞擊器的撞擊時，單、雙輪車的偏離距離不大，而三、四輪車偏離的弧度很大（約 1.5cm）

9、三級地震對單、雙輪車的振動偏離弧度大，可能是它們的重量輕。

四、活動四：發生不同級數的地震（上下震動）時，球體、圓柱體和車子的滾動軌跡會有什麼變化？

(一)目的：我們想知道利用地震模擬器模擬上下震動的地震時，圓球體、圓柱體、車子、在地震板上運動的軌跡會有什麼變化。

(二)材料：和（活動三）相同。

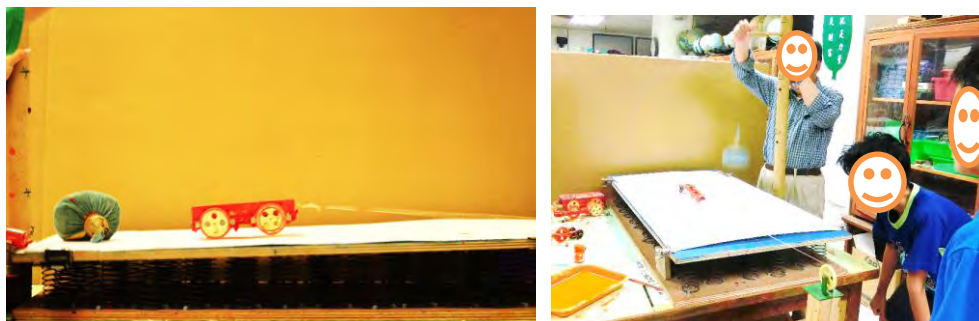
(三)上下震動操作器的操作：

1、在地震板上架設固定高度器。

2、一定重量（300g）的膠泥塊，從不同的高度往地震板自由落下（造成地震板不同強度的震動）

3、膠泥塊落下高度：分別為 25、50、75、100cm(分別代表 1 級、2 級、3 級、4 級)

(四)裝置：



(五)操作方法

1、操作 1：大小不同的鐵球（直徑分別為：2.0cm，2.5cm，3.0cm，3.5cm，4.0cm）在地震板上滾動的軌跡

(1) 準備膠泥（200g）當重物，分別從 25、50、75、100cm 的高度自由落下，當作上下震動的級數。

(2) 小鐵珠從斜板的軌道上滾下來，經過軌道上的顏色區。

(3) 軌道地震板上的白色版。

(4) 正好地震板上下震動。

(5) 鐵珠滾動的軌跡會留下跳動的痕跡。

2、操作 2：大小不同的塑膠圓環（直徑分別為：3.0cm，4.0cm，5.0cm，6.0cm，7.0cm），操作方法與球體操作方法相同。

3、操作 3：不同的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）

(1) 在車子的前端綁住棉線。

(2) 棉線的另一端綁上螺帽，繞過定滑輪。

(3) 把車子（各種車子）放置在地震板上，固定定滑輪，托住螺帽。

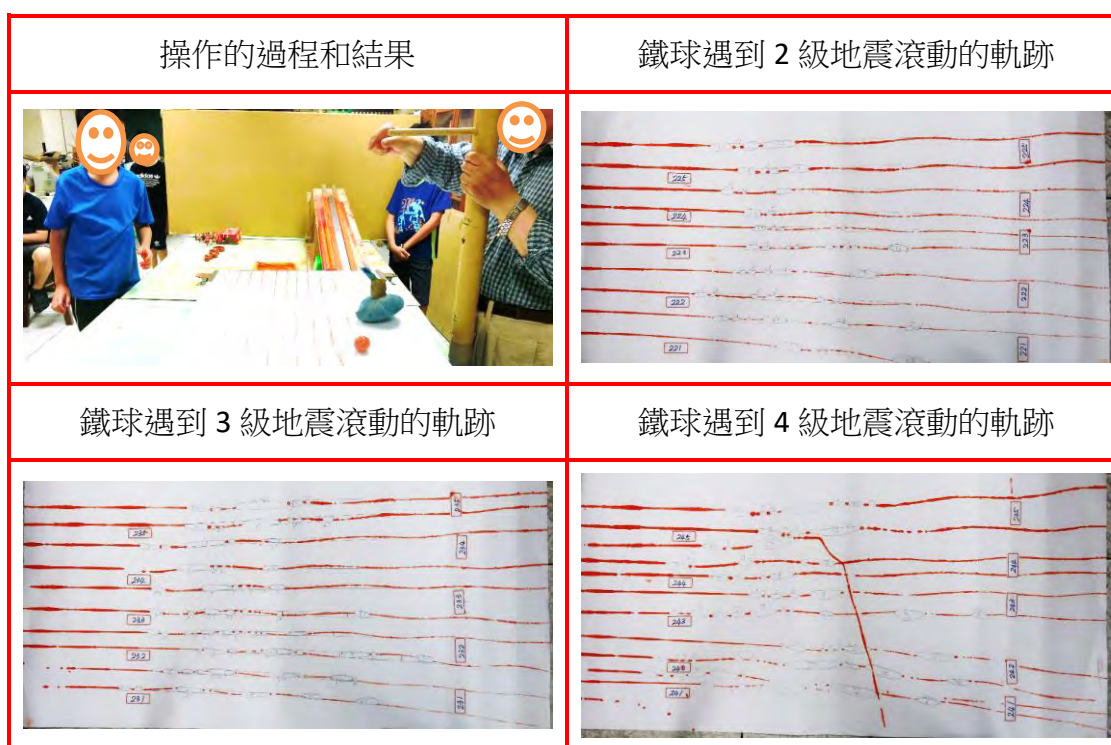
(4) 只要鬆開螺帽，就會自由落下，也拉動車子。

(5) 實驗前先在車子的輪子上沾上顏色水，車子滾動時，就會留下顏色痕跡。

(六)操作結果：

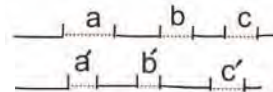
1、結果 1：大小不同的球體在地震板上，遇到上下震動的地震時，運動的軌跡。不同球體滾動的軌跡

(1) 大小不同的球體在地震板上遇到上下震動的地震時，滾動的軌跡。

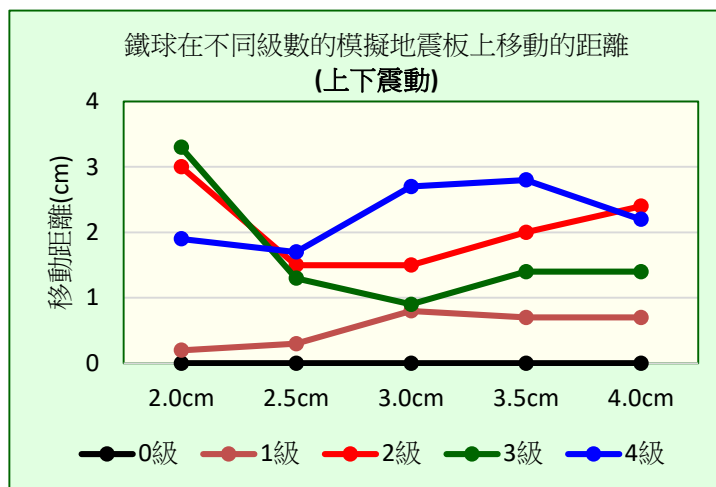


(2) 大小不同的鐵球在地震板上滾動時，上下跳動的距離。單位：cm

- 鐵球前三次跳動距離的平均值 $= (a+b+c+a'+b'+c') \div 6$



直徑 級數	2.0cm	2.5cm	3.0cm	3.5cm	4.0cm
0 級	0	0	0	0	0
1 級	0.2	0.3	0.8	0.7	0.7
2 級	3	1.5	1.5	2	2.4
3 級	3.3	1.3	0.9	1.4	1.4
4 級	1.9	1.7	2.7	2.8	2.2



2、結果 2：大小不同的塑膠圓環

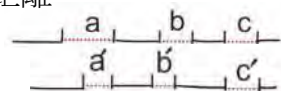
在地震板遇到上下震動的地震時的運動軌跡。

(1) 大小不同的塑膠圓環在地震板上遇到上下震動的地震時，運動的軌跡。

操作的過程和結果	塑膠圓環遇到 0 級地震滾動的軌跡
<p>塑膠圓環遇到 3 級地震滾動的軌跡</p>	<p>塑膠圓環遇到 4 級地震滾動的軌跡</p>

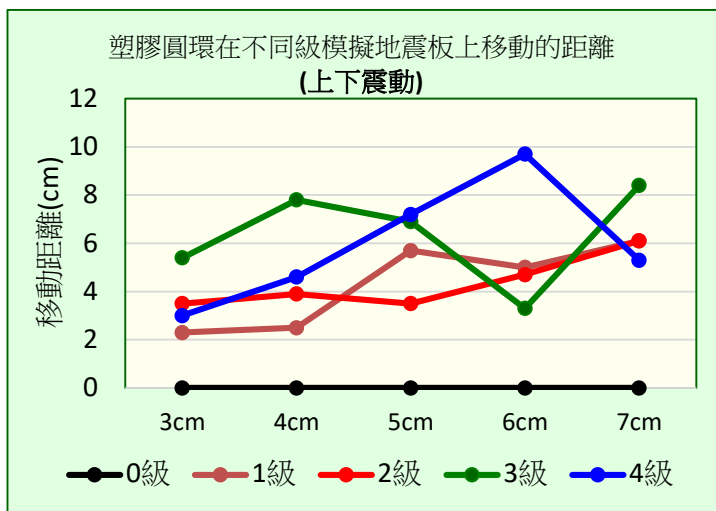
(2) 大小不同的塑膠圓環在地震板上滾動時，上下跳動的距離。

- 塑膠圓環前三次跳動距離的平均值 $= (a+b+c+a'+b'+c') \div 6$



單位：cm

直徑 級數	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
0 級	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 級	2.3	2.5	5.7	5.0	6.1
2 級	3.5	3.9	3.5	4.7	6.1
3 級	5.4	7.8	6.9	3.3	8.4
4 級	3.0	4.6	7.2	9.7	5.3

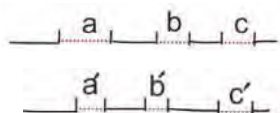


3、結果 3：各種的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）在地震板上行駛，遇到上下震動的地震時，運動的軌跡。

(1) 不同的車子在地震板上遇到上下震動的地震時，上下跳動的軌跡。

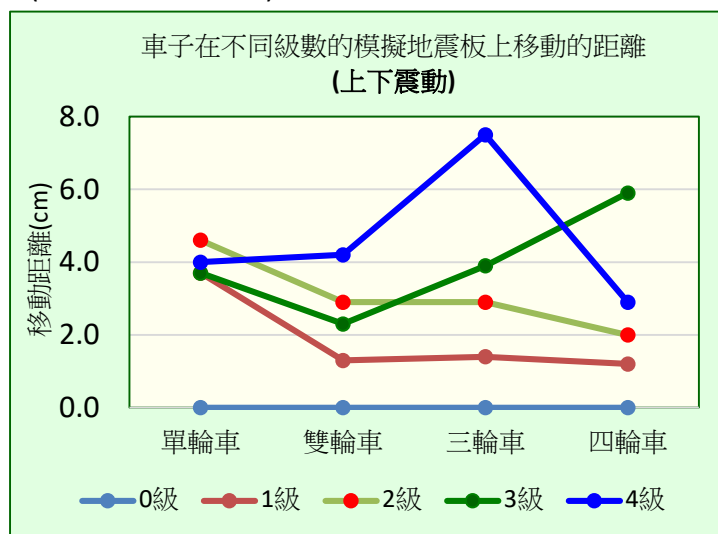
操作的過程和結果	不同的車子遇到 3 級地震行駛軌跡
雙輪車遇到 2 級地震行駛的軌跡	三輪車遇到 4 級地震行駛的軌跡

(2) 各種車子在地震板上行駛時，上下跳動的距離。單位：cm



● 各種車子前三次跳動距離的平均值 $=(a+b+c+a'+b'+c')\div 6$

車子 級數	單輪車	雙輪車	三輪車	四輪車
0 級	0.0	0.0	0.0	0.0
1 級	3.7	1.3	1.4	1.2
2 級	4.6	2.9	2.9	2.0
3 級	3.7	2.3	3.9	5.9
4 級	4.0	4.2	7.5	2.9



(七)討論：

- 1、當沾上紅色顏料的鐵球從斜坡的軌道上滾下來到地震板後，正好 400g 的重物從不同的高度自由落下（25、50、75、100cm），撞擊地震板，使地震板產生上下震動，這個同時，鐵球會一面前進一面跳動。
- 2、鐵球在地震板滾動時，會在地震板上留下痕跡；如果鐵球跳動，軌跡就是空白。
- 3、在實驗時，我們測量紙上鐵球滾出的空白距離，就知道鐵球跳多遠。
- 4、鐵球在地震板上滾動時，正好遇到一級地震，每一種大小不同的鐵球跳動的距離都不大（約 0.2~0.8cm）
- 5、當四級地震時，鐵球在地震板的滾動，彈跳的距離都在 2~3 格間。在三級地震時，1 號球彈得遠，其他的鐵球彈跳得近。
- 6、塑膠圓環在地震板運動時，突然地震，塑膠圓環容易受到地震板的跳動而改變運動方向；當地震的級數變大時，直徑 6cm 的圓環在第一跳會跳得遠；接著第二、三跳又跳近了。
- 7、當地震是 1 級時，各種大小不同的圓環都跳得近（約在 0~1cm）。
- 8、各種車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）在地震板行駛時，突然遇到地震，都會發生彈跳然後繼續行駛前進。
- 9、地震的強度在 1、2 級時，各種車子都只是小小的振動，彈跳距離都在 3~4cm 間。可是在三、四級地震時，三、四輪車會跳得遠（7~8cm）

五、活動五：當火車在地震板的軌道行駛時，突然發生地震，火車車廂會有什麼變化？

(一)目的：想從火車在軌道上行駛時，突然發生地震，火車車廂的搖晃和車廂中的螺帽發生的移動情形。

(二)裝置：

- 1、把軌道固定在地震板上。
- 2、分別裝置 1~4 台車廂。
- 3、每台車廂上佈置大型螺帽（每個 115g，共 2 個）



(三)實驗方法：

- 1、實驗 1：當地震發生時，地震板是左右搖擺

(1) 裝置：



(2) 實作方法：

- A. 在地震板上放置火車的軌道，並且要固定。
- B. 把車廂（1~4 節車廂）分別安裝在軌道上行駛。
- C. 在火車車廂的前端綁上棉線。
- D. 利用螺帽自由落拉動火車廂，使車廂平穩前進。
- E. 當車廂前進時，分別用自製地震震動器使地震板發生 0、1、2、3、4 級地震。
- F. 觀察地震時，車廂的變化及車上螺帽的移動。
- G. 詳細記錄發生的狀況。

(3) 實驗過程：

A. 四節車廂連結在一起在軌道行駛



B. 三節車廂連結在一起在軌道行駛



C. 二節車廂連結在一起在軌道行駛



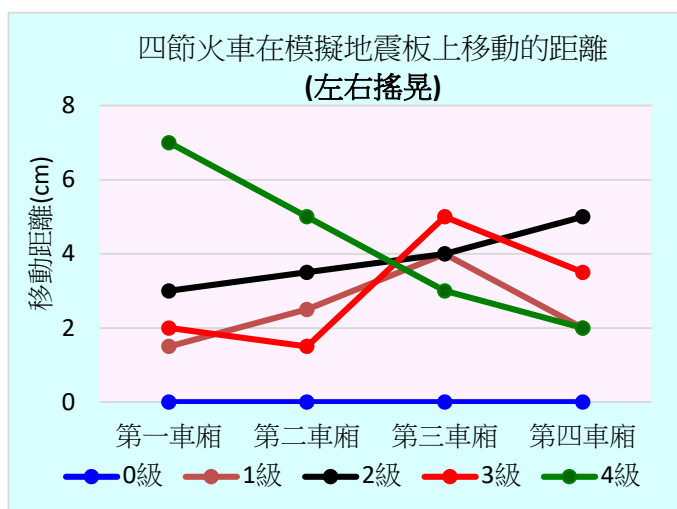
D. 一節車廂連結在一起在軌道行駛



(4) 實驗結果：每節車廂上螺帽移動距離的和。單位：cm

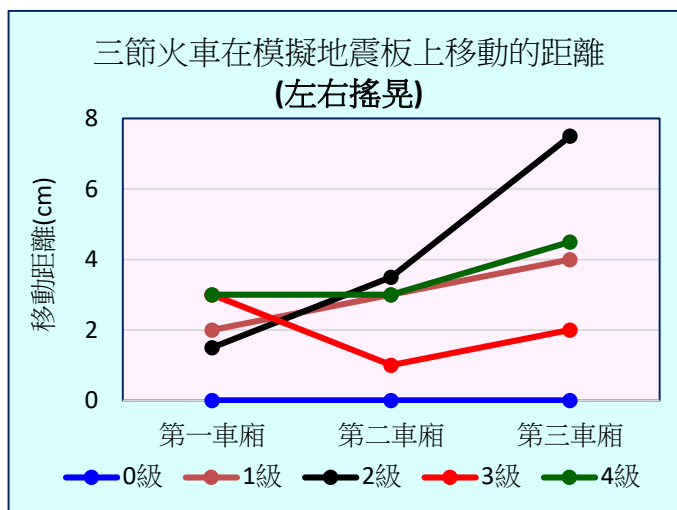
A. 結果 A 四節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車 廂螺帽	第二車 廂螺帽	第三車 廂螺帽	第四車 廂螺帽
0 級	0.0	0.0	0.0	0.0
1 級	1.5	2.5	4.0	2.0
2 級	3.0	3.5	4.0	5.0
3 級	2.0	1.5	5.0	3.5
4 級	7.0	5.0	3.0	2.0



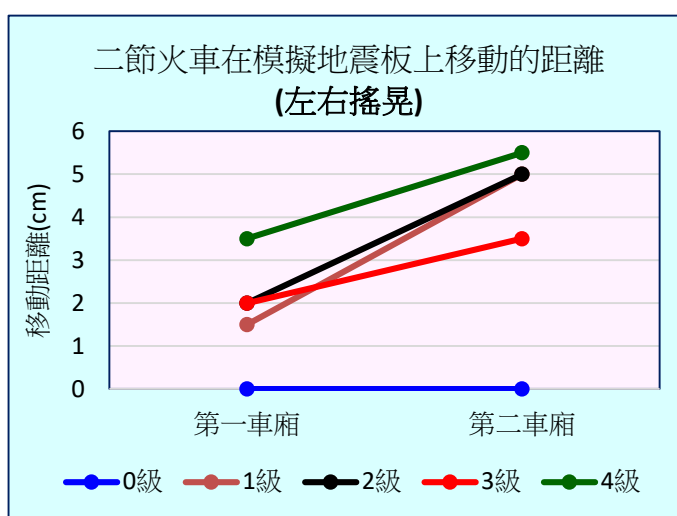
B. 結果 B 三節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂 螺帽	第二車廂 螺帽	第三車 廂螺帽
0 級	0.0	0.0	0.0
1 級	2.0	3.0	4.0
2 級	1.5	3.5	7.5
3 級	3.0	1.0	2.0
4 級	3.0	3.0	4.5



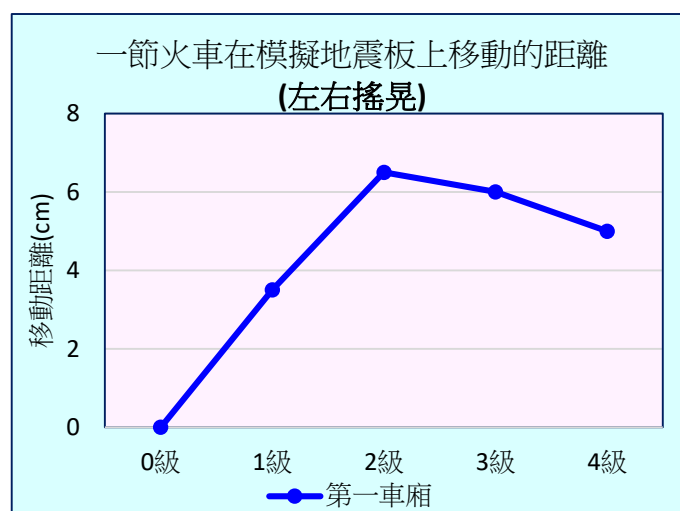
C. 結果 C 二節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽
0 級	0.0	0.0
1 級	1.5	5.0
2 級	2.0	5.0
3 級	2.0	3.5
4 級	3.5	5.5



D. 結果 D 一節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂螺帽
0 級	0.0
1 級	3.5
2 級	6.5
3 級	6.0
4 級	5.0



(5) 討論：

A. 四節車廂

- 當地震板沒有被撞擊時，地震板是平穩的，所以上面行駛的車廂，也是平穩的前進。在 0 級的地震時，從實驗中，發現車廂中螺帽都沒有移動。
- 當 1、2 級地震時，第二、三車廂的螺帽移動的比較大，第一、四兩端的車廂搖晃比要小，所以螺帽也移動小，可能是撞擊物正好撞到中間車廂的位置。
- 當地震板是 4 級地震時，如果撞擊物正好撞倒第一節車廂的位置的地震板，會使車廂中的螺帽移動的較大。

B. 三節車廂

- 在這個實驗中，我們覺得很奇怪，為什麼地震的級數大（3、4 級）時，車廂中的螺帽偏離得距離變小（1~2 格）。我們認為可能是撞擊物正好撞倒中間車廂的位置，使前後兩端的車廂搖動平穩，所以螺帽移動反而變小。

C. 二節車廂

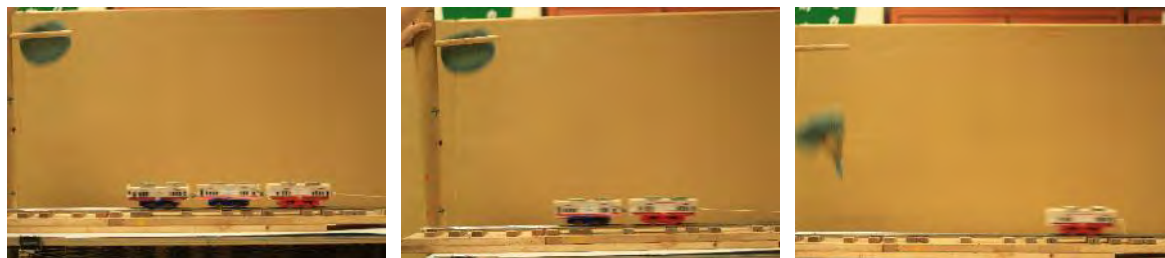
- 從車廂中螺帽移動的距離來推測撞擊物撞到地震板的位置，可能是正好撞倒第二車廂的位置，所以第二車廂的螺帽移動的比較大。

D. 一節車廂

- 在一節車廂時，車廂更輕，遇到三級地震，車廂上螺帽被震出車廂的外圍，差點摔出車外，可是四級時，車廂出軌了。

2、實驗 2：當地震發生時，地震板是上下震動

(1) 裝置：



(2) 實作方法：

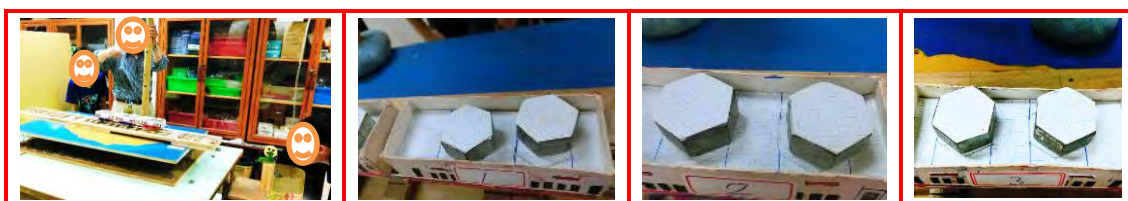
- A. 在地震板上放置火車的軌道，並且要固定。
- B. 把車廂（1~4 節車廂）分別安裝在軌道上行駛。
- C. 在火車車廂的前端綁上棉線。
- D. 利用螺帽自由落下拉動火車廂，使車廂平穩前進。
- E. 車廂正在前進時，分別利用地震上下震動器使地震板發生 0、1、2、3、4 級地震。
- F. 觀察地震時，車廂的變化及車上螺帽的移動。
- G. 詳細記錄發生的狀況。

(3) 實驗過程：

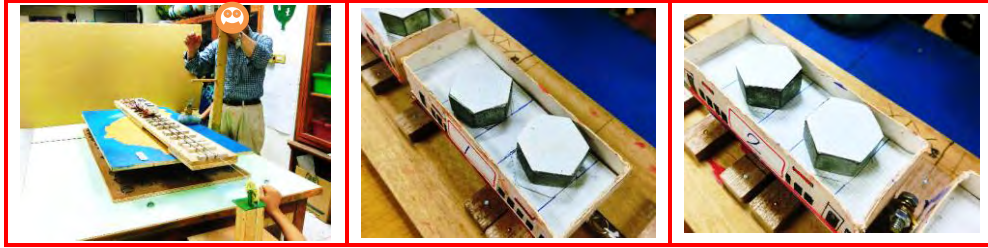
- A. 四節車廂連結在一起在軌道行駛



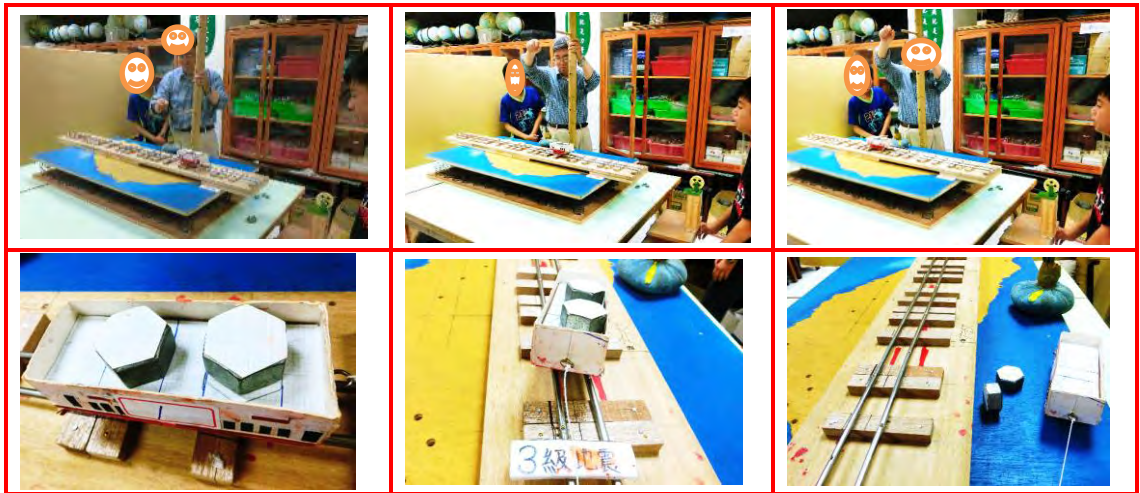
- B. 三節車廂連結在一起在軌道行駛



C. 二節車廂連結在一起在軌道行駛



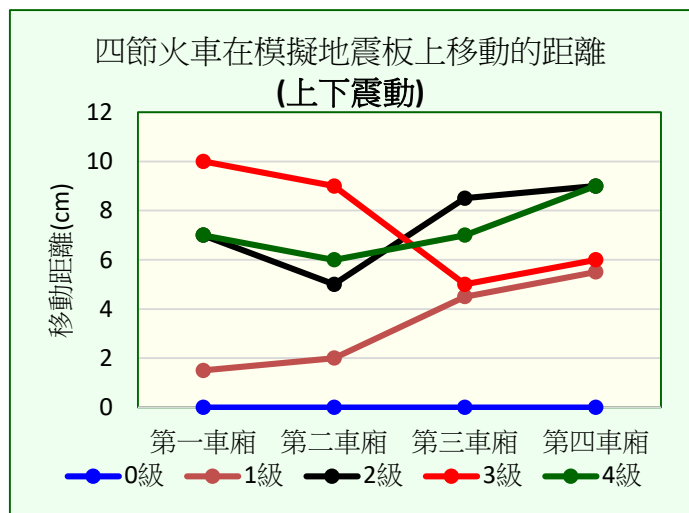
D. 一節車廂連結在一起在軌道行駛



(4) 實驗結果：每節車廂上螺帽移動距離的和。單位：cm

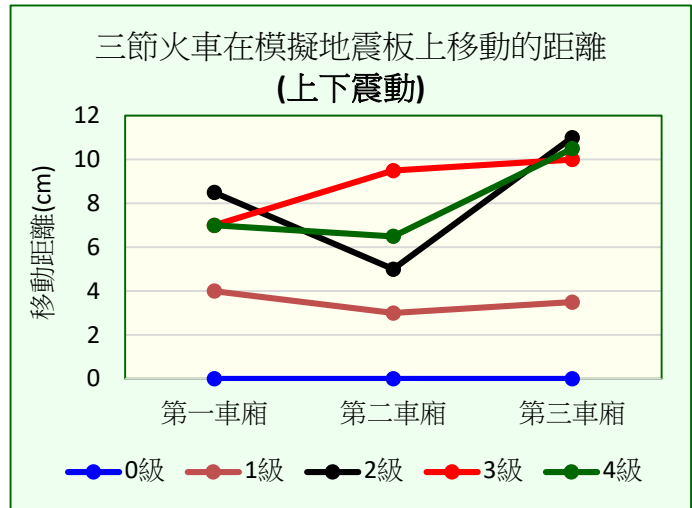
A. 結果 A 四節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車 廂螺帽	第二車 廂螺帽	第三車 廂螺帽	第四車 廂螺帽
0 級	0.0	0.0	0.0	0.0
1 級	1.5	2.0	4.5	5.5
2 級	7.0	5.0	8.5	9.0
3 級	10.0	9.0	5.0	6.0
4 級	7.0	6.0	7.0	9.0



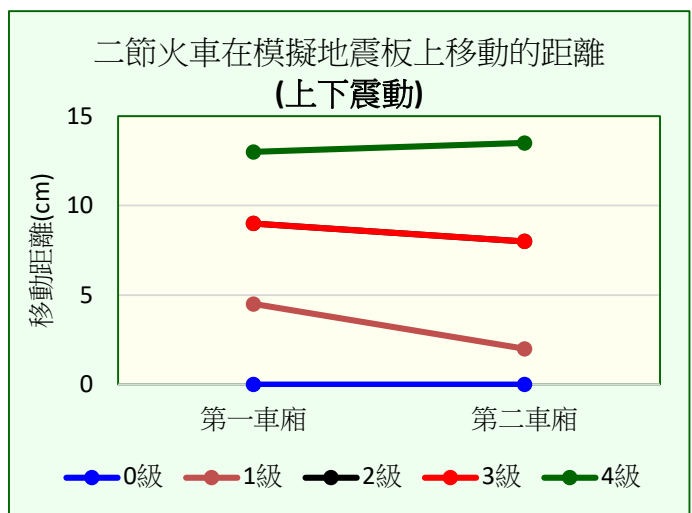
B. 結果 B 三節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂 螺帽	第二車廂 螺帽	第三車廂 螺帽
0 級	0.0	0.0	0.0
1 級	4.0	3.0	3.5
2 級	8.5	5.0	11.0
3 級	7.0	9.5	10.0
4 級	7.0	6.5	10.5



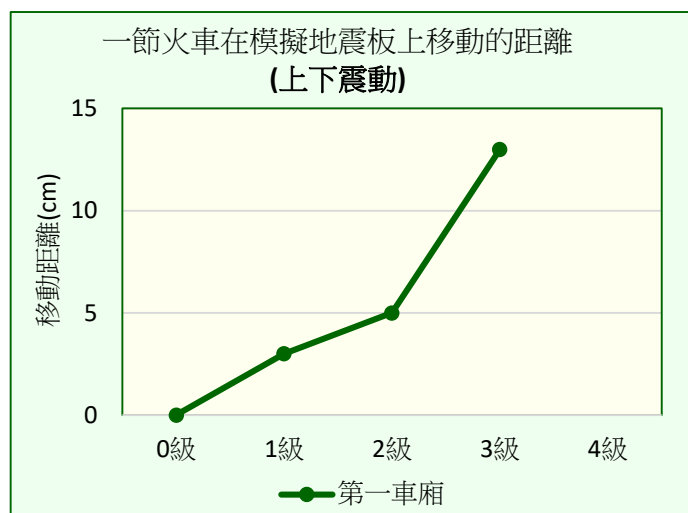
C. 結果 C 二節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂 螺帽	第二車廂 螺帽
0 級	0.0	0.0
1 級	4.5	2.0
2 級	9.0	8.0
3 級	9.0	8.0
4 級	13.0	13.5



D. 結果 D 一節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂 級數	第一車廂螺帽
0 級	0.0
1 級	3.0
2 級	5.0
3 級	13.0
4 級	出軌



(5) 討論：

A. 四節車廂

- a. 每節車廂擺放 2 個螺帽，放在車廂地板上的固定位置。
- b. 當沒有地震發生時，車廂在軌道上行駛，螺帽會因為軌道上突起的鐵釘而輕微搖晃。
- c. 車廂到終點後觀察上面的螺帽，在第一車廂前端的會跳動一格，表示螺帽會受到輕微搖動的影響。
- d. 其他車廂裡的螺帽沒有移動。
- e. 我們把 400g 的重物（膠泥）用布包紮，然後由不同的高度（25、50、75、100cm）的地方自由落下，撞到地震板時，會有不同大小的振動，分別為 1、2、3、4 級。
- f. 從實驗中發現每一級的地震在第一、四車廂的螺帽移動特別大，而在 2、3 車廂的螺帽移動小，怎麼會這樣？
- g. 經過我們的討論，可能是重物撞擊的瞬間，前面的車廂會跳起來，所以螺帽會被帶動而偏離位置。
- h. 在實驗中最令我們驚訝的是在四級地震中，可能振動特別強，而使四節車廂全部翻出軌道。即使沒有翻車，第一車廂也出軌了，其他車廂的螺帽也偏離位置很大。

B. 三節車廂

- a. 我們想三節車廂會比四節車廂輕，當地震發生時，可能會比四節車廂嚴重，但是真正實作中，發現比較輕微，這是我們疑惑。
- b. 我們從數據中，發現在三、四級地震時，第一車廂螺帽移動比較大。其他車廂比較平穩，怎麼會這樣？
- c. 討論後，才知道實作中，重物正好撞在一節車廂的位置。老師再試作一次，果然是這樣的。

C. 二節車廂

- a. 二節車廂的重量和三、四節車廂相比較輕了許多，可是在一、二、三級的地震

中，怎麼螺帽會移動得小，可能是重物撞擊時，車子就會跳動而螺帽也跟著一起同時跳動，使螺帽會在原來位置落下，所以移動的距離不大。

b. 可是當地震是四級時，重物撞擊地震板的同時，車廂會跳得高，而落下時，沒有剛好在軌道上，所以翻車了。

D. 一節車廂

a. 一節車廂重量最輕，當 0、1 級地震時，跳動的高度可能比較高，但是螺帽移動不大，約 0~1 格。

b. 當地震是 2 級時，車廂中的螺帽隨車廂不停跳動，而漸漸偏離原來的位

c. 在地震是 3、4 級時，因為振動的跳動太大，所以車廂就偏離軌道，甚至翻車。

伍、結論

一、台南地區常發生有感地震，有時地震的強度大一點，還會有大樓倒塌造成傷害，所以大家都很害怕地震再發生。

二、我們的研究是當地震發生時，路上行駛中的交通工具會受到怎樣的影響。為了做這方面研究、實驗，我們在老師指導下設計、製作地震模擬器，分別為：左右搖動地震器、上下震動地震器，還有設計、製作怎樣製造地震的強度和測出震幅的大小，都要感謝老師的製作，我們會在旁邊參加討論、設計和練習操作。

三、在實驗中，我們分別做了球類、圓柱體在地震板的滾動；輪子類在地震板中的前進；車子在地震板的運動和火車在軌道上的行駛，都是很好玩的實驗。

四、最後完成的是各類的球體、輪子、車子在地震板上的道林紙運動留下顏料的痕跡；由這些痕跡我們知道了球體、輪子、车子在運動時的彎曲、左右搖晃、跳動的現象，並且和實際的交通變化相比較。

五、一列不同數量車廂的火車在鐵軌上行駛，突然發生地震，火車車廂會有危險嗎？從螺帽放在模擬車廂內左右、上下跳動就可以感受到地震發生時，火車裡的恐慌和強烈的搖動，甚至會出軌、翻車，所以交通公司在火車上的安全措施要細心的設計、製作，來保護行車的安全，及旅客生命的保障。

陸、參考資料

王季蘭、蔡菁芳（2012）。觀念地球科學Ⅱ：地殼•地震。台北市：天下遠見。

史家瑩（2014）。國民小學自然生活科技第七冊（3）地表的變化。台南市：翰林。

何春蓀(1990)。普通地質學。台北：五南。

李光雄（2005）。WHY？地球萬花筒。台南市：世一。

高原清（1999）。地震大解剖。台北市：牛頓。

陳培源（2008）。台灣地質。台北市：省地質公會。

【評語】 080504

能設計實驗了解地震時各式交通工具可能的震動及變化。有系統性地自製地震儀和地震產生裝置來模擬不同強度的地震，探討不同形式的車子和火車行駛中遇到地震的行進軌跡的差異。研究主題生活化且具有科學探究的精神。資料紀錄完整，唯資料歸納、詮釋和討論可以更為深入，例如引用科學原理做解釋等。實驗記錄雖相當完整，但在火車實驗中車廂螺帽移動的計算可以更清楚說明。

壹：研究動機

去年7月11日的晚上，我們一家人正在看電視節目：中華職棒。忽然間全家的東西都搖搖擺擺，連我們坐在沙發上都覺得頭暈，眼睛都模糊了。媽媽尖叫：「地震了！地震了！」妹妹說：「要不要跑出去？」爸爸說：「靜下來，現在不能往外跑，如果東西掉下來砸到頭部，很危險。」還好過不久，地震就停下來了。可是心裡還是不安，感覺偶爾會搖動，大概是心理作用，爸爸說：「真的是會搖動」那就是地震後會有餘震。到了學校，利用中午的時間到科學研究中心和老師討論。

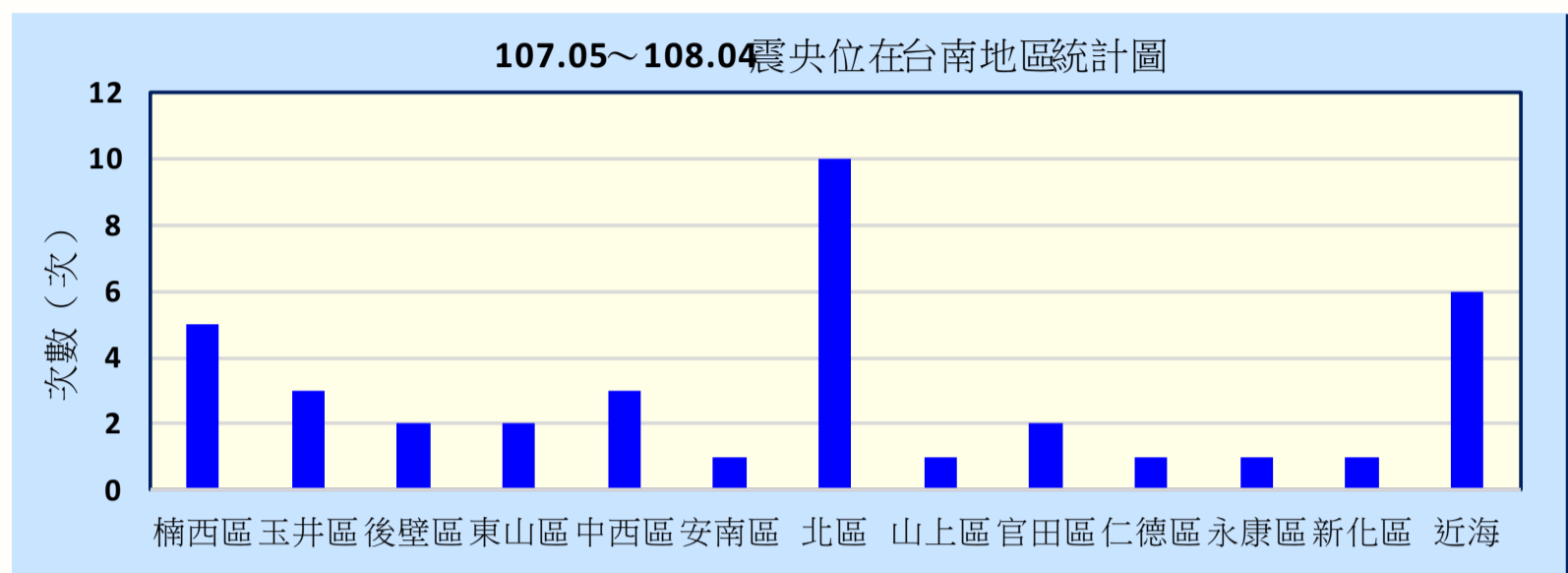
貳：研究目的

- 一、去年5月~今年4月台南地區發生多次有感地震，也震倒了大樓讓我們很害怕，所以想從實作中認識地震的現象以及探索台南地區地震的主要原因。
- 二、想從設計的地震模擬器的實作，來觀察、探討地震發生時，對路上交通的影響。
- 三、從地震發生時，交通工具在路面上留下的痕跡，觀察到交通工具的行走路徑是彎曲、跳動等變化。

肆：研究過程與結果

活動一：近一年在台南地區發生的地震

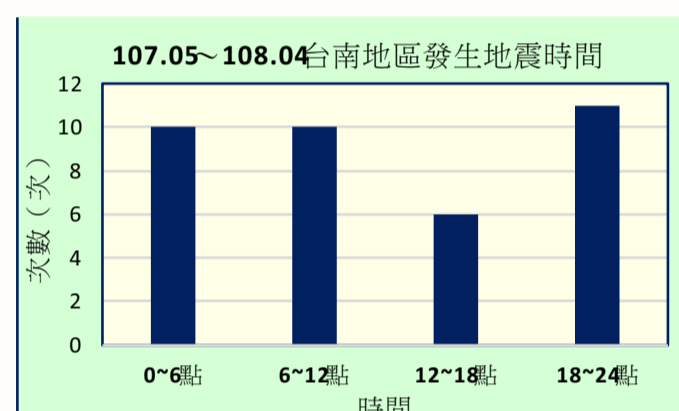
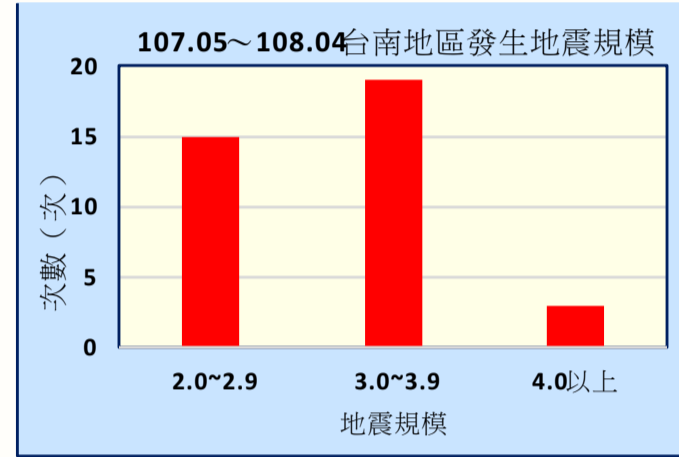
(一)107.5-108.4月震央位在台南地區統計圖。



(二)107.5-108.4月震央位在台南地區分布圖。



(三)地震發生的時間



(四)討論：

- 1、我們發現地震在晚上發生的機率最高，其次是早上，下午發生最少。
- 2、從統計圖中發現臺南市107年5月到108年4月規模3.0~3.9的地震次數最多。
- (1)從107年5月到108年4月，臺南地區怎麼會發生很多次的有感地震呢？
- (2)從氣象站發出的消息，震央大部份在臺南市的北區，離我們學校很近，讓我們不安心。

(五)學校的防震演練

- 1、因為臺南常常發生地震，不管是大是小，都有可能帶來災害，所以學校每年都有防震演練，才能保護學生的安全。
- 2、早上我們到學校時，老師向我們宣布：「今天要防震演練！」拿著保護頭部的東西坐著等，「囉~」一聲，我們全部躲在桌子下。「囉~」第二聲我們全部拿著枕頭往外跑，要到操場集合。
- 3、第二天，上課時真的發生地震，但同學們一直在叫：「地震了！地震了！」早就把防震演練忘的一乾二淨了，還好在老師的指導下(1.趴下2.掩護3.穩住)同學們才冷靜下來，安全的逃出危機。



活動二：設計、製作模擬地震儀

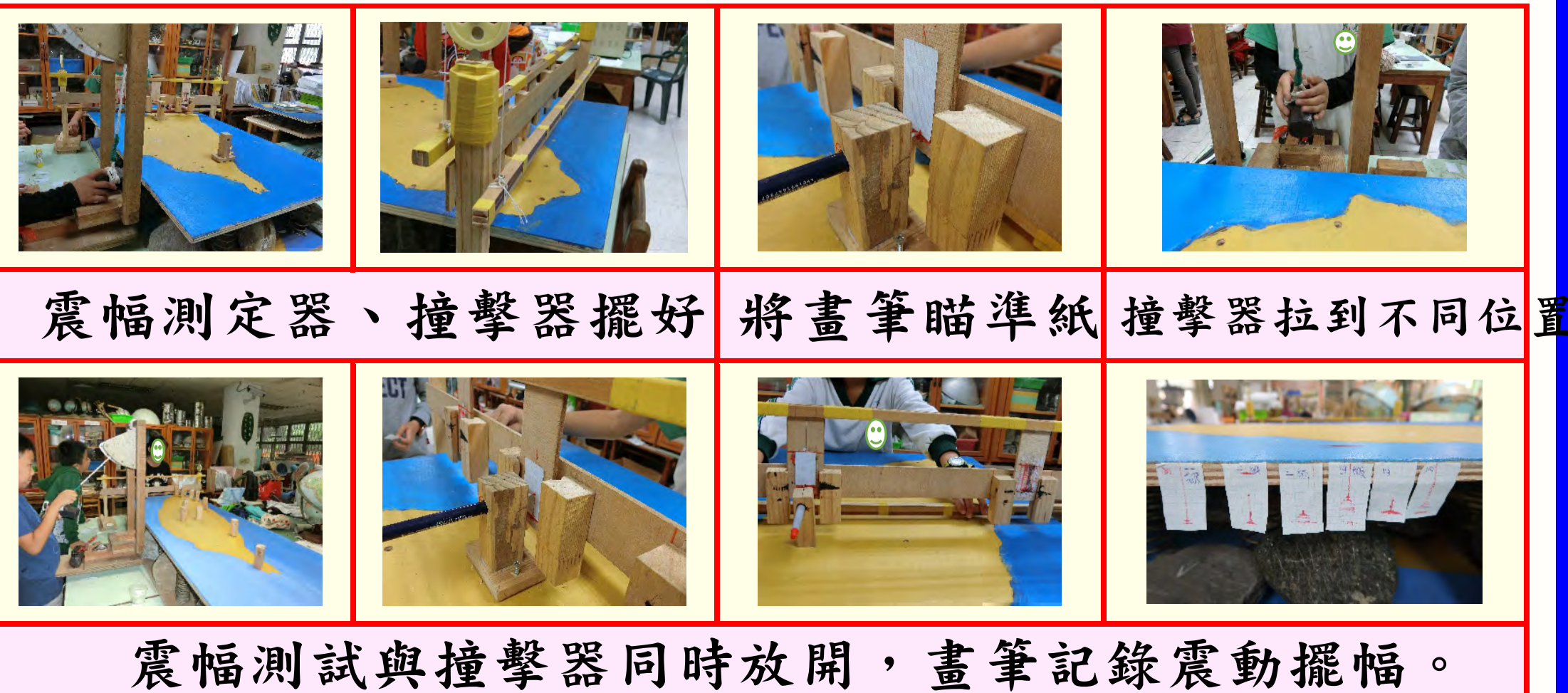
(一)目的：想知道地震發生時，地表發生的變化。可以隨時操作各種類型的地震方式對地表的各種物品的影響。

1、操作地震敲擊器

- (1)把地震敲擊器放置到模擬地震板台南安平的海邊附近。
- (2)把地震敲擊器的敲擊物往上拉至指定位置(0~4級)
- (3)之後往下放開，敲擊到地震板，地震板就會震動。

2、操作模擬地震震幅測定器

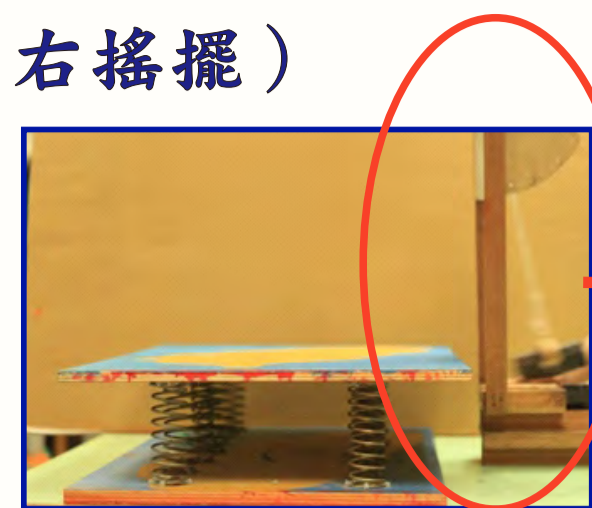
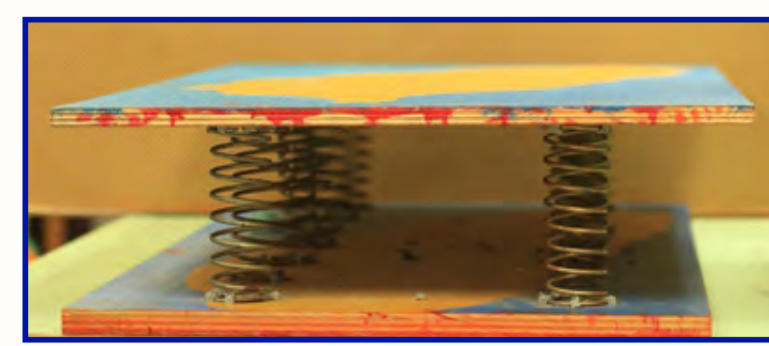
- (1)把模擬地震震幅測定器靠近模擬地震儀上端。
- (2)調整測定器的筆尖，接觸在記錄板上的方格紙
- (3)把模擬地震震幅測定器的橫桿壓下
- (4)在地震敲擊器的敲擊物放下敲擊地震板的同時，將模擬地震震幅測定器的橫桿有規律的慢慢上升，測定器的方格紙會慢慢下降，同時指針會左右滑動留下筆跡。



參：研究器材及設備

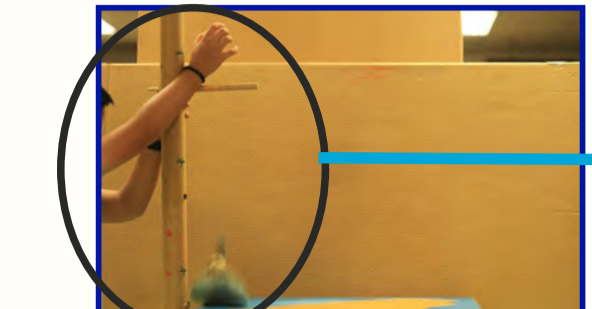
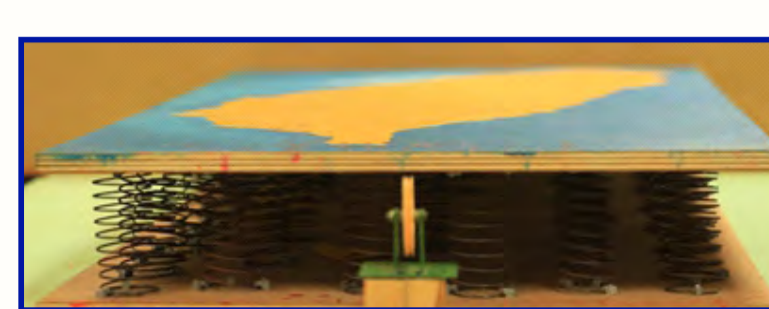
一、研究器材

(一)台灣地震模擬器(左右搖擺)



利用地震撞擊器撞擊地震板製造左右搖擺的地震

(二)台灣地震模擬器(上下震動)



重物(400g)從不同高度落下來，撞擊力的大小不同，造成不同的上下振動。

(三)地震撞擊器：

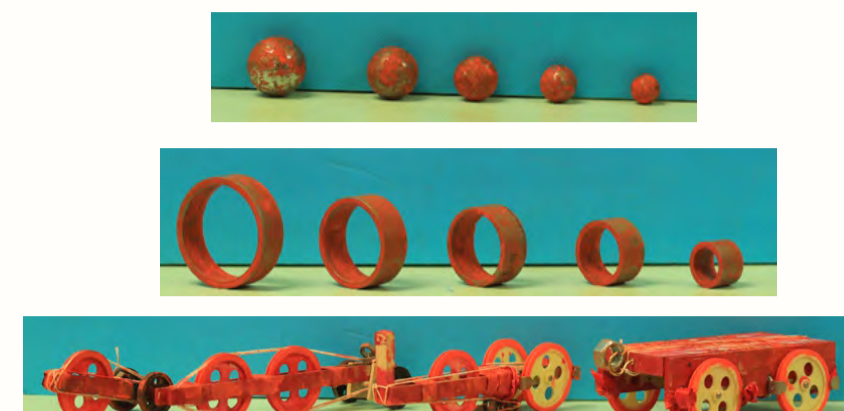


(四)震幅測定器：



(模擬地震級數設定)

二、滾動器材：

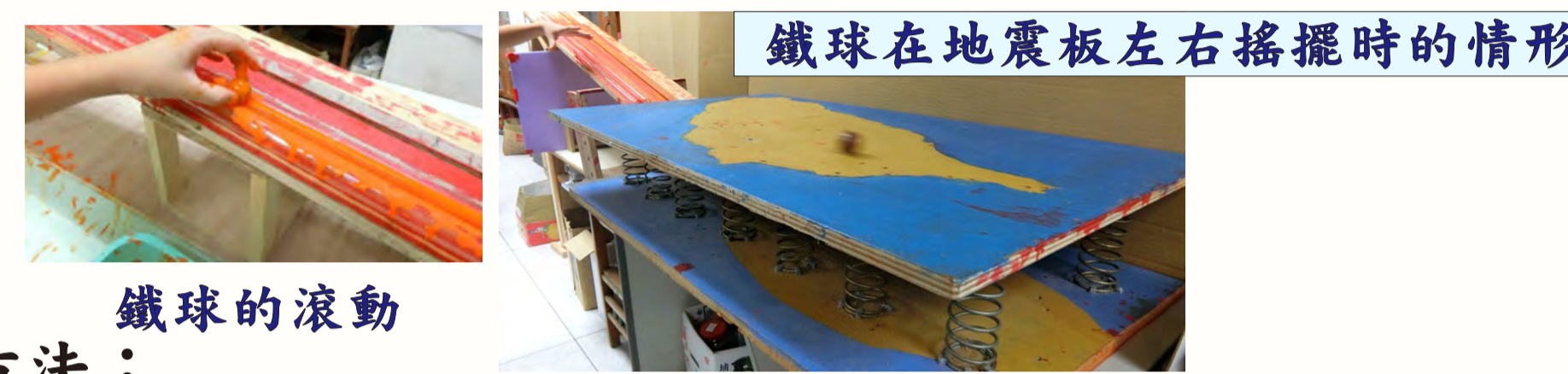


活動三：

當不同的球體、圓柱體或車子從斜坡上行駛到地震板時，突然發生地震(左右搖擺)，對運動中的球體、圓柱體或車子行駛的軌跡有什麼影響？

(一)目的：透過自製地震儀與地震敲擊器，模擬地震發生時，震動的級數不同，觀察球體、圓柱體和車子滾動的軌跡變化。

(二)裝置：



(三)操作方法：

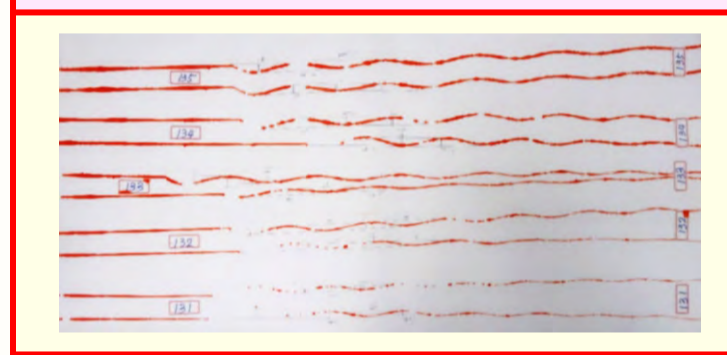
- 操作1：大小不同的鐵球(直徑分別為：2.0cm, 2.5cm, 3.0cm, 3.5cm, 4.0cm)在地震板上滾動的軌跡。
- 操作2：不同的塑膠圓環(直徑分別為：3.0cm, 4.0cm, 5.0cm, 6.0cm, 7.0cm)在地震板上滾動的軌跡。
- 操作3：不同的車子(單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車)在地震板上滾動的軌跡。

(四)操作結果：

結果1：大小不同的球體在地震板上滾動

(1)鐵球在地震板上遇到左右搖擺的地震時，滾動的軌跡。

鐵球遇到三級地震滾動的軌跡



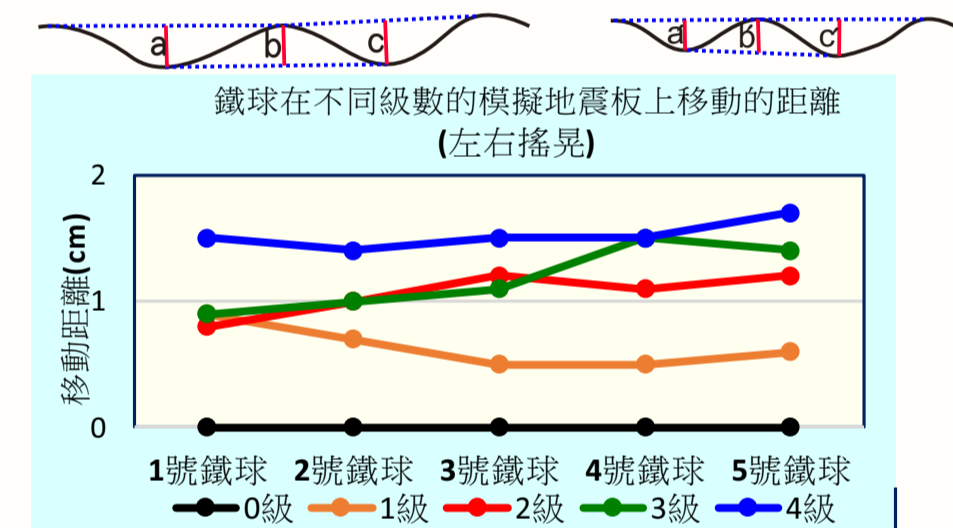
鐵球遇到四級地震滾動的軌跡



(2)鐵球在地震板上滾動時，左右移動的距離。單位：cm

$$\text{鐵球前三次彎曲弧度距離的平均值} = (a+b+c+a'+b'+c') \div 6$$

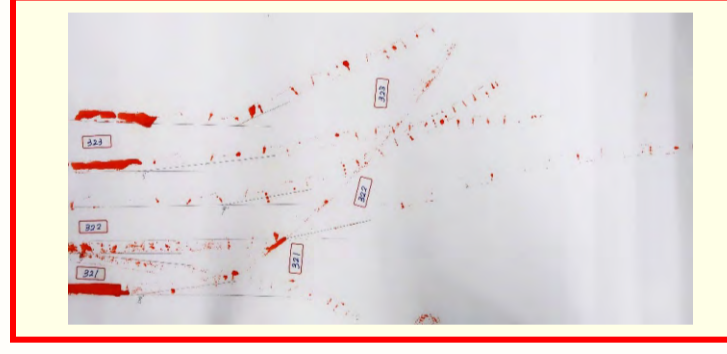
直徑級數	2.0cm	2.5cm	3.0cm	3.5cm	4.0cm
0級	0	0	0	0	0
1級	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6
2級	0.8	1.0	1.2	1.1	1.2
3級	0.9	1.0	1.1	1.5	1.4
4級	1.5	1.4	1.5	1.5	1.7



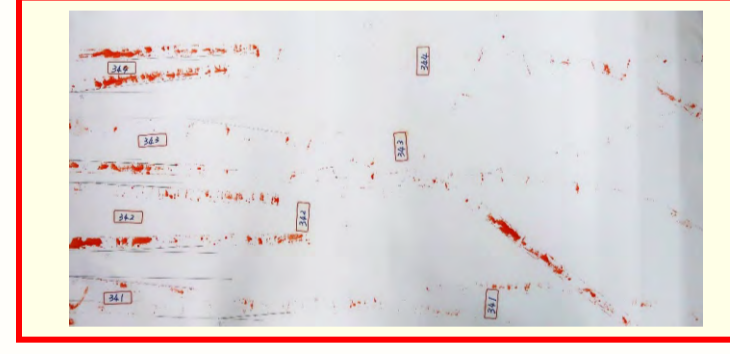
結果2：不同的塑膠圓環在地震板上滾動

(1)塑膠圓環在地震板上遇到左右搖擺的地震時，滾動的軌跡。

塑膠圓環遇到2級地震滾動的軌跡



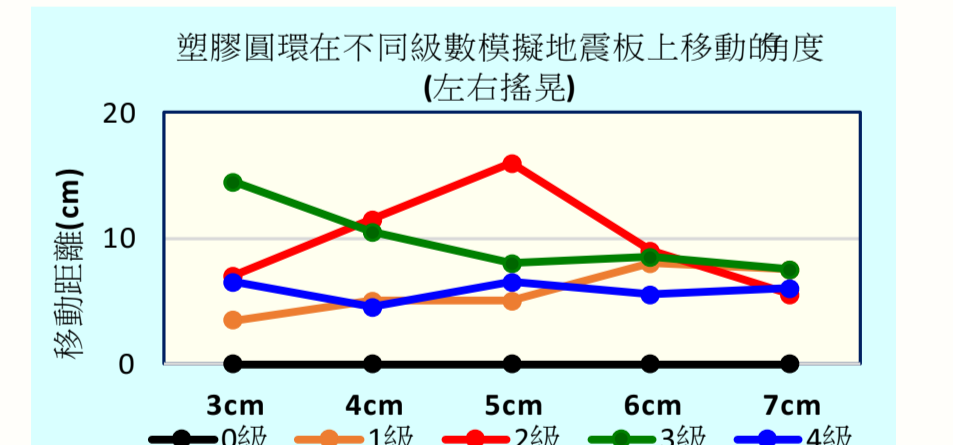
塑膠圓環遇到4級地震滾動的軌跡



(2)塑膠圓環在地震板上滾動時，左右移動的角度。單位：度

$$\text{塑膠環二次彎曲角度的平均值} = (a+b) \div 2$$

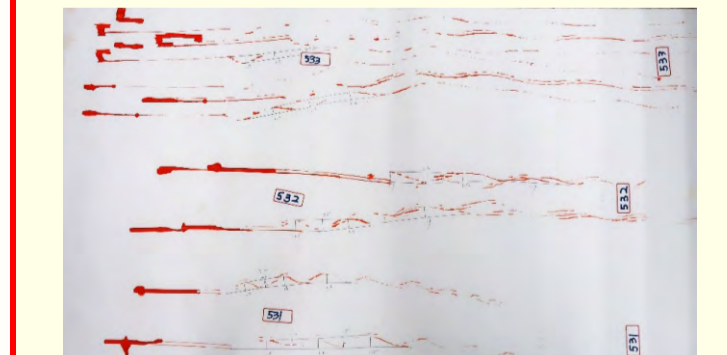
直徑級數	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
0級	0	0	0	0	0
1級	3.5	5.0	5.0	8.0	7.5
2級	7.0	11.5	16.0	9.0	5.5
3級	14.5	10.5	8.0	8.5	7.5
4級	6.5	4.5	6.5	5.5	6.0



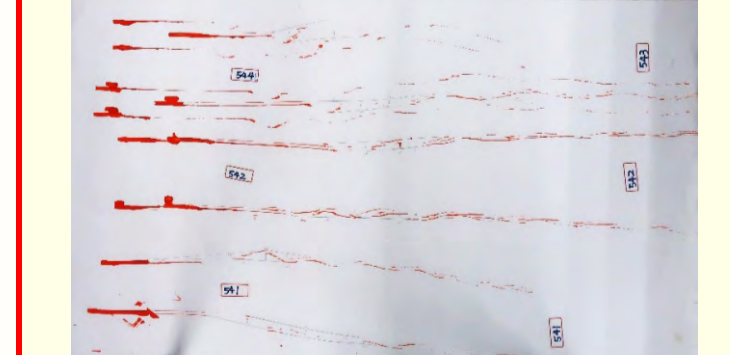
結果3：不同的車子在地震板上滾動

(1)車子在地震板上遇到左右搖擺的地震時，行走的軌跡。

單、雙輪、三輪車遇到3級地震的軌跡



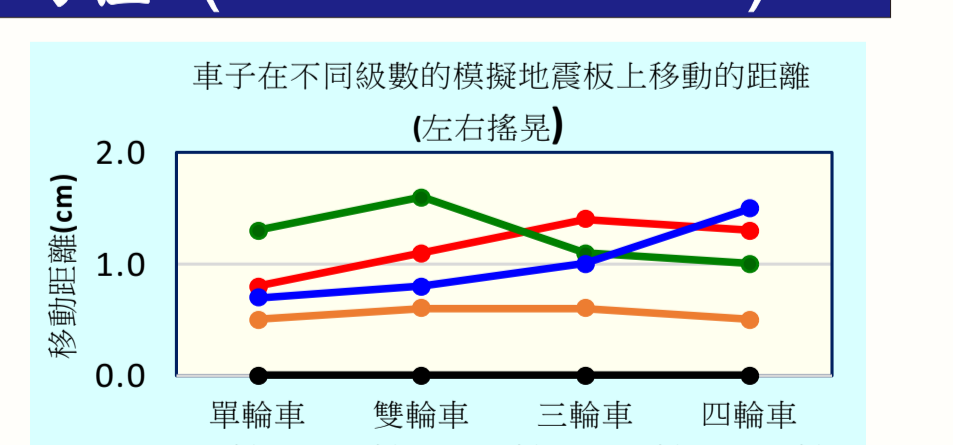
單、雙、三輪車在4級地震的軌跡



(2)不同車子在地震板上行走時，左右移動的距離。單位：cm

$$\text{各種車子前三次彎曲弧度距離的平均值} = (a+b+c+a'+b'+c') \div 6$$

車子級數	單輪車	雙輪車	三輪車	四輪車
0級	0.0	0.0	0.0	0.0
1級	0.5	0.6	0.6	0.5
2級	0.8	1.1	1.4	1.3
3級	1.3	1.6	1.1	1.0
4級	0.7	0.8	1.0	1.5



(五)討論：

- 1、當撞擊器從一級的地方撞到地震板時，從斜坡上滾下來的小鐵球(直徑2cm)偏離軌道的距離會越遠。
- 2、當撞擊器從第4級的位置撞到地震板時，在地震板滾動的各號鐵球都偏離軌道很遠(約1.5cm)，成蛇行前進。
- 3、最小的圓環(直徑3cm)受到三級地震時偏離角度很大(平均14.5°)怎麼會這樣？經過我們討論的結果可能是：(1)圓環的直徑小，重量輕，瞬間被撞擊會偏離軌道。(2)撞擊器正好撞到它的位置。
- 4、當車子(單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車)受到重力的牽動時，會在地震板上行駛，如果正好受到一級地震的撞擊，每一種車子偏離的弧度不大(約在0.5~0.6cm)，四級地震的撞擊時，三、四輪車偏離的弧度較大。

活動四：發生不同級數的地震（上下震動）時，球體、圓柱體和車子的滾動軌跡會有什麼變化？

(一)目的：我們想知道利用地震模擬器模擬上下震動的地震時，圓球體、圓柱體、車子、在路上行駛的軌跡的變化。

(二)上下震動操作器的操作：

- 1、在地震板上架設固定高度器。
- 2、一定重量（400g）的膠泥塊，從不同的高度往地震板自由落下（造成地震板不同強度的震動）
- 3、膠泥塊落下高度：分別為25、50、75、100cm(分別代表1級、2級、3級、4級)

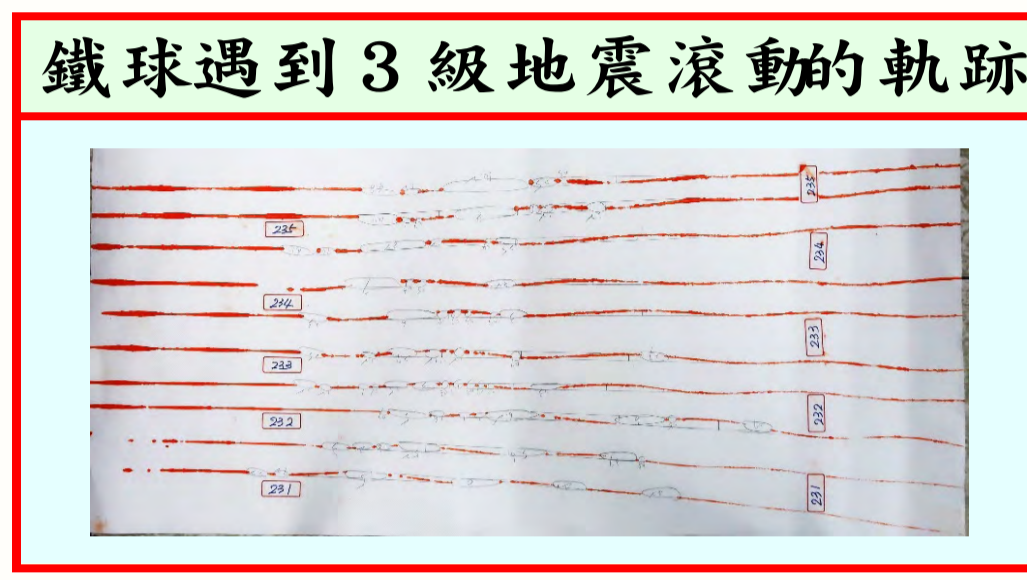
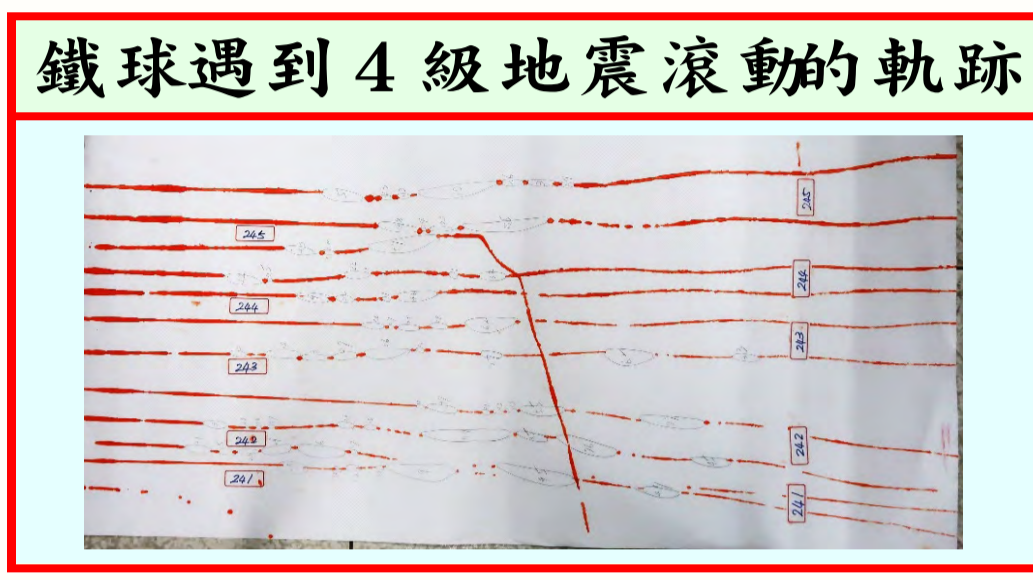
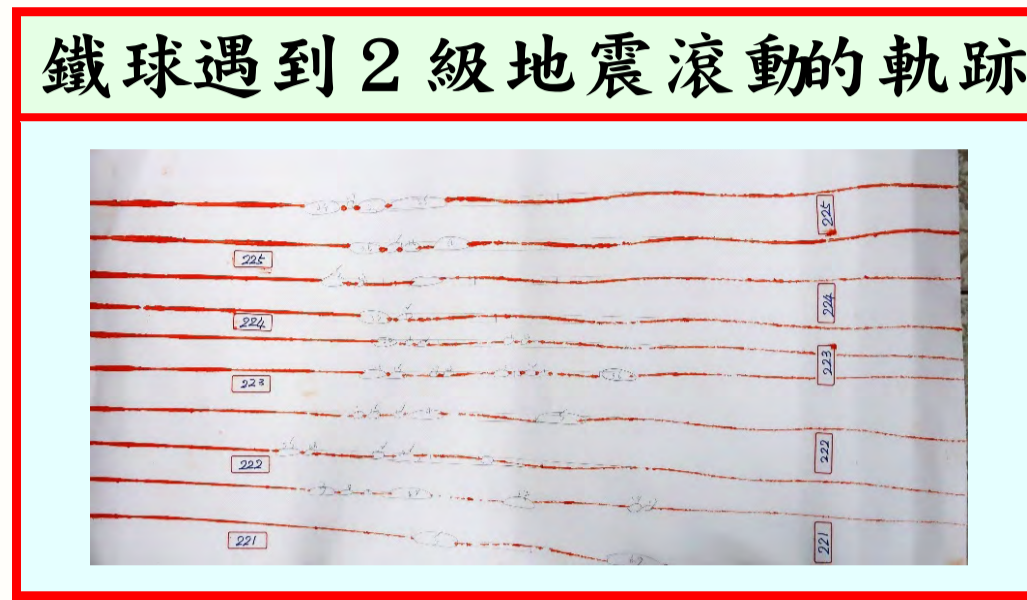
(四)操作方法

- 操作1：大小不同的鐵球（直徑分別為：2.0cm, 2.5cm, 3.0cm, 3.5cm, 4.0cm）在地震板上滾動的軌跡。
- 操作2：不同的塑膠圓環（直徑分別為：3.0cm, 4.0cm, 5.0cm, 6.0cm, 7.0cm）在地震板上滾動的軌跡。
- 操作3：不同的車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）在地震板上滾動的軌跡。

(五)操作結果：

結果1：不同的鐵球在地震板上，遇到上下震動的地震時運動的軌跡。

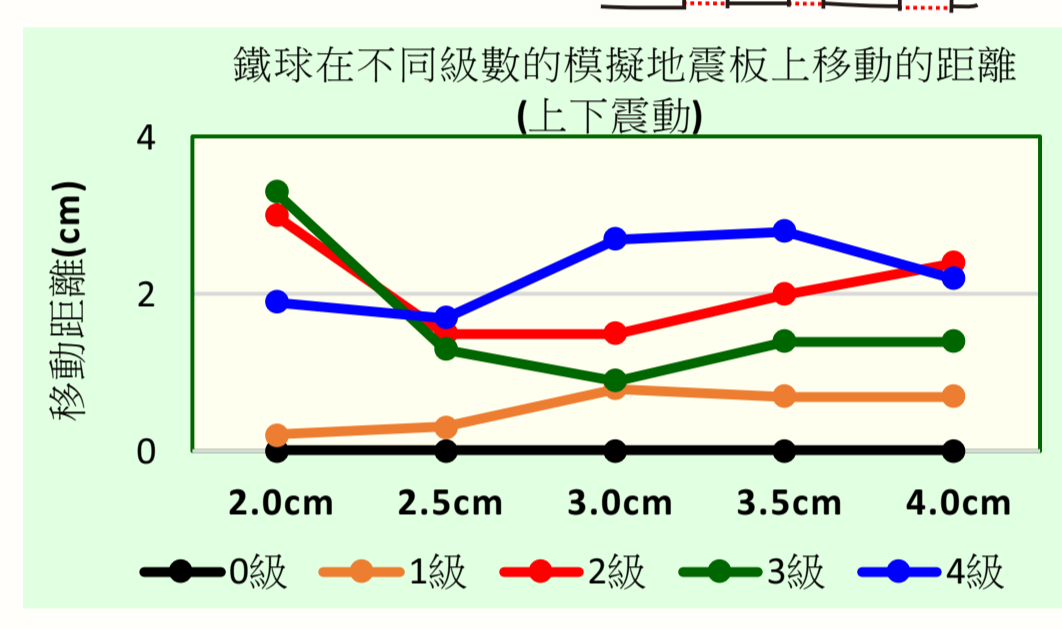
(1) 大小不同的球體在地震板上遇到上下震動的地震時，滾動的軌跡。



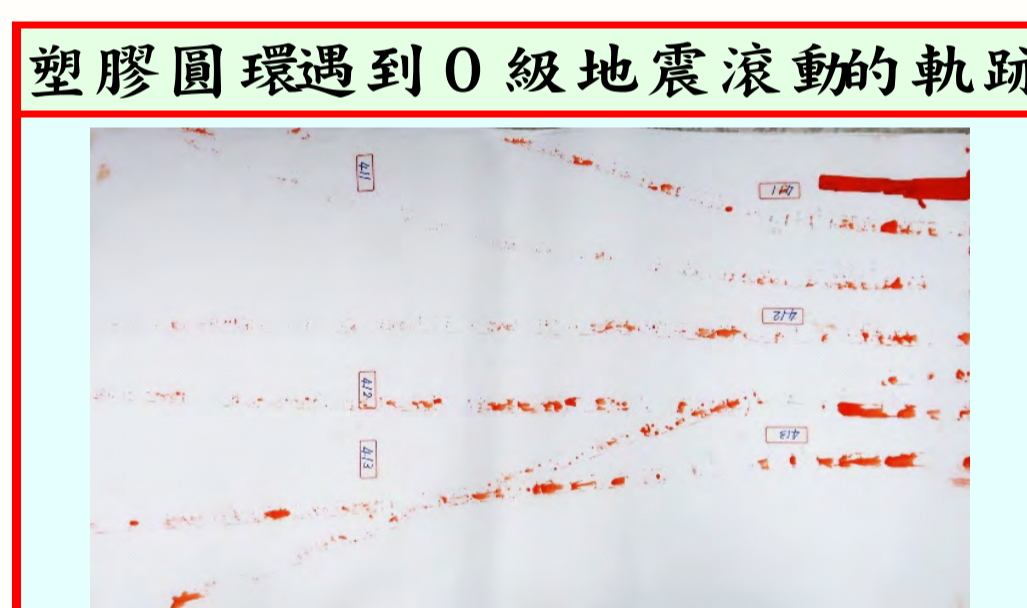
(2) 大小不同的鐵球在地震板上滾動時，上下跳動的距離。單位：cm

鐵球前三次跳動距離的平均值 = $(a+b+c+a'+b'+c') \div 6$

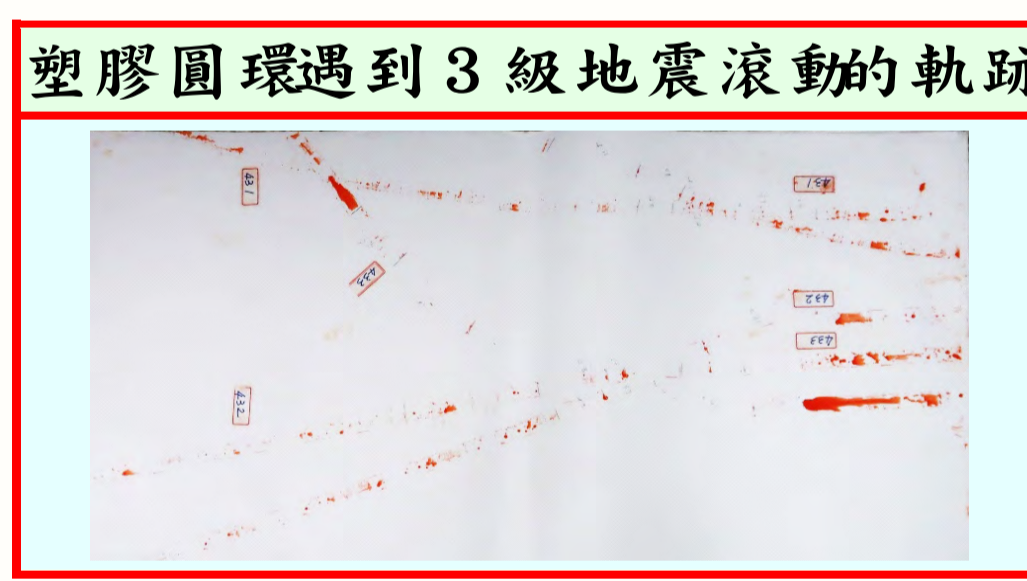
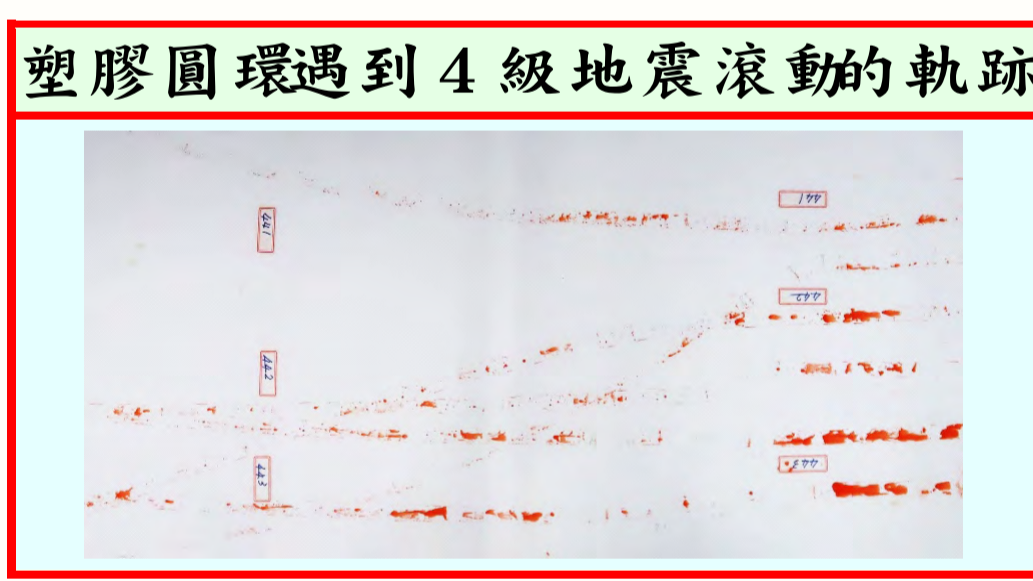
直徑級數	2.0cm	2.5cm	3.0cm	3.5cm	4.0cm
0級	0	0	0	0	0
1級	0.2	0.3	0.8	0.7	0.7
2級	3.0	1.5	1.5	2	2.4
3級	3.3	1.3	0.9	1.4	1.4
4級	1.9	1.7	2.7	2.8	2.2



結果2：不同塑膠圓環在地震板上，遇到上下震動的地震時運動的軌跡



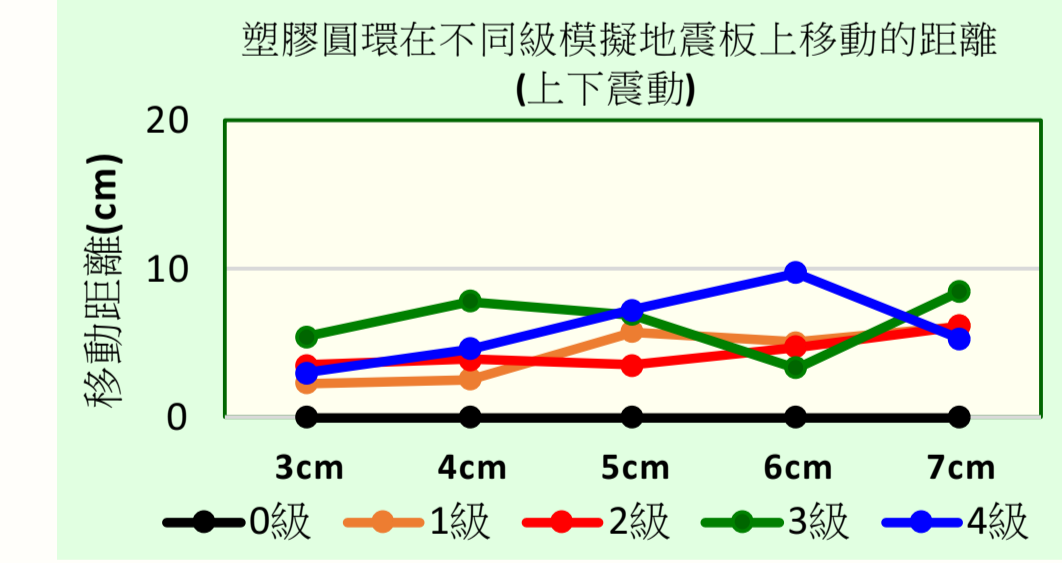
(1) 大小不同的塑膠圓環在地震板上遇到上下震動的地震時，運動的軌跡。



(2) 大小不同的塑膠圓環在地震板上滾動時，上下跳動的距離。單位：cm

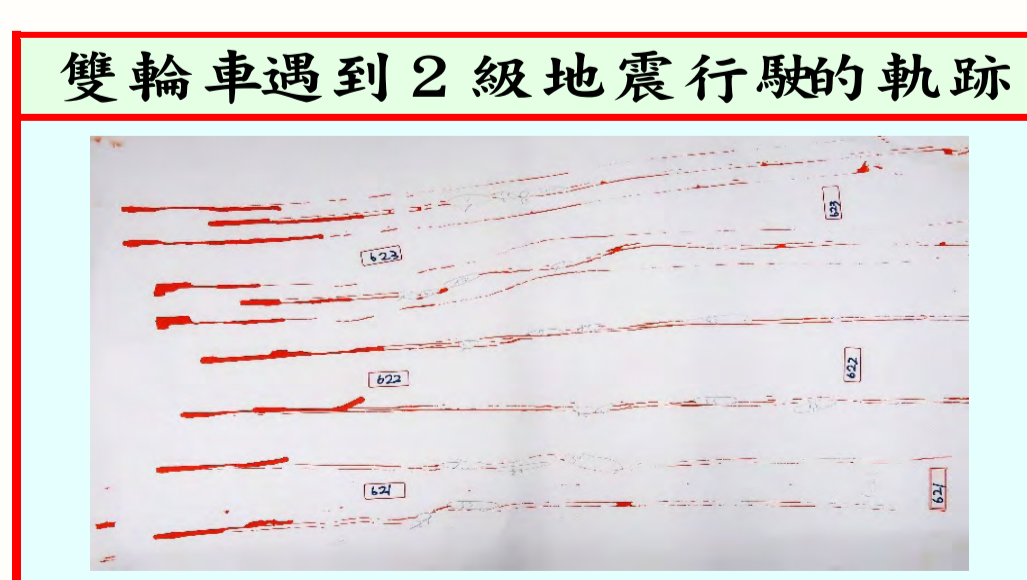
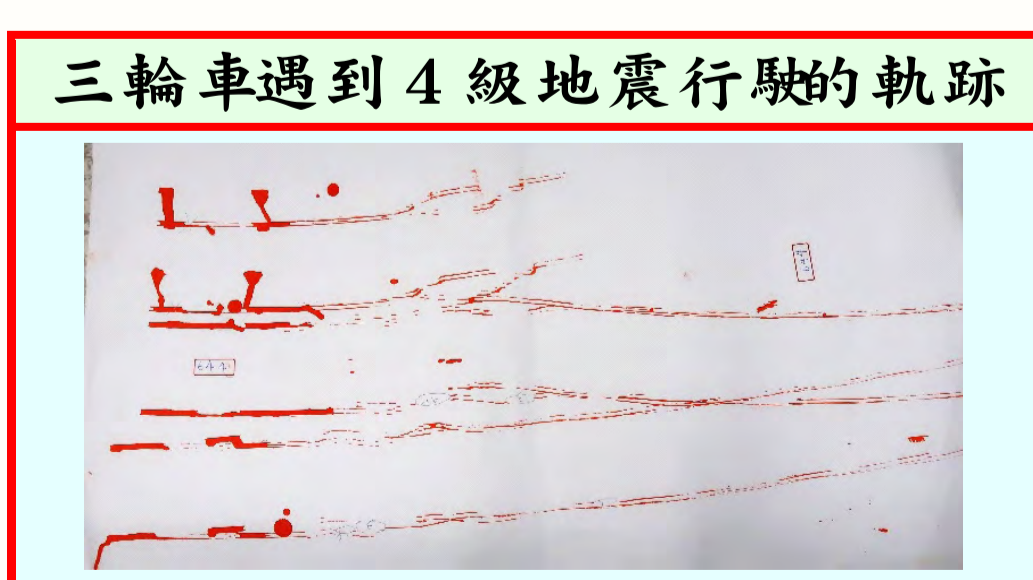
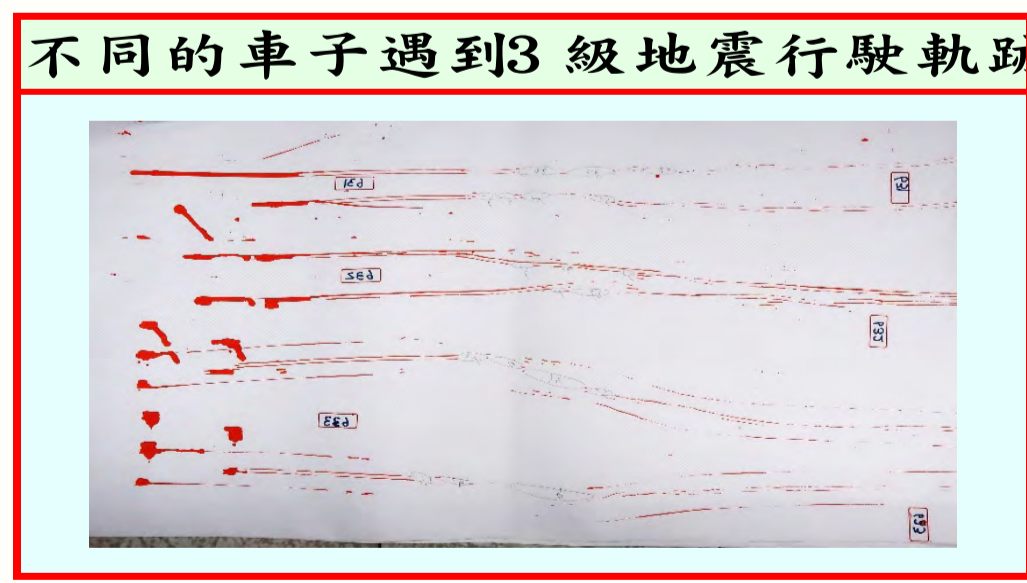
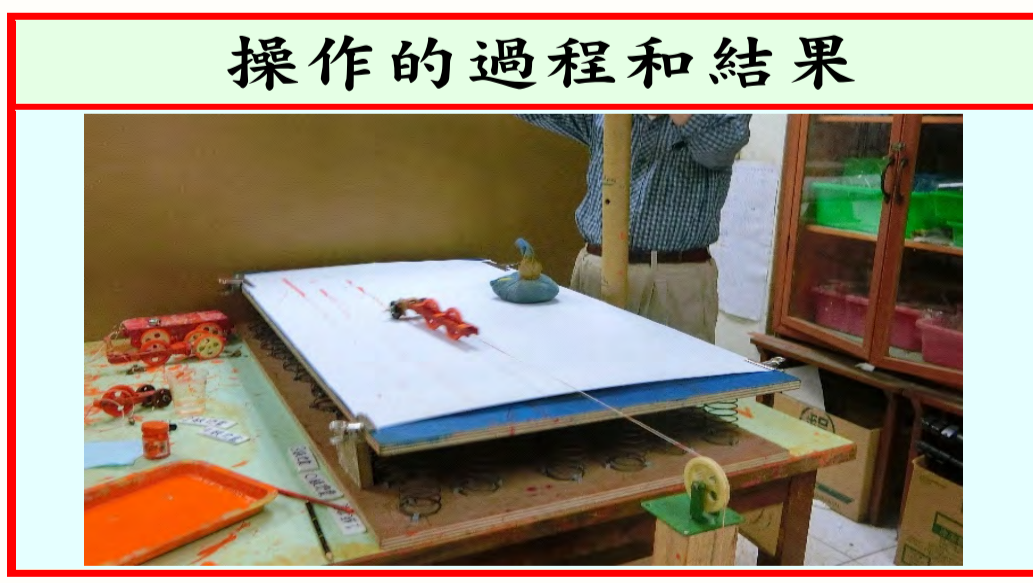
塑膠圓環前三次跳動距離的平均值 = $(a+b+c+a'+b'+c') \div 6$

直徑級數	3cm	4cm	5cm	6cm	7cm
0級	0	0	0	0	0
1級	2.3	2.5	5.7	5.0	6.1
2級	3.5	3.9	3.5	4.7	6.1
3級	5.4	7.8	6.9	3.3	8.4
4級	3.0	4.6	7.2	9.7	5.3



結果3：不同的車子在地震板行駛，遇到上下震動的地震時運動的軌跡

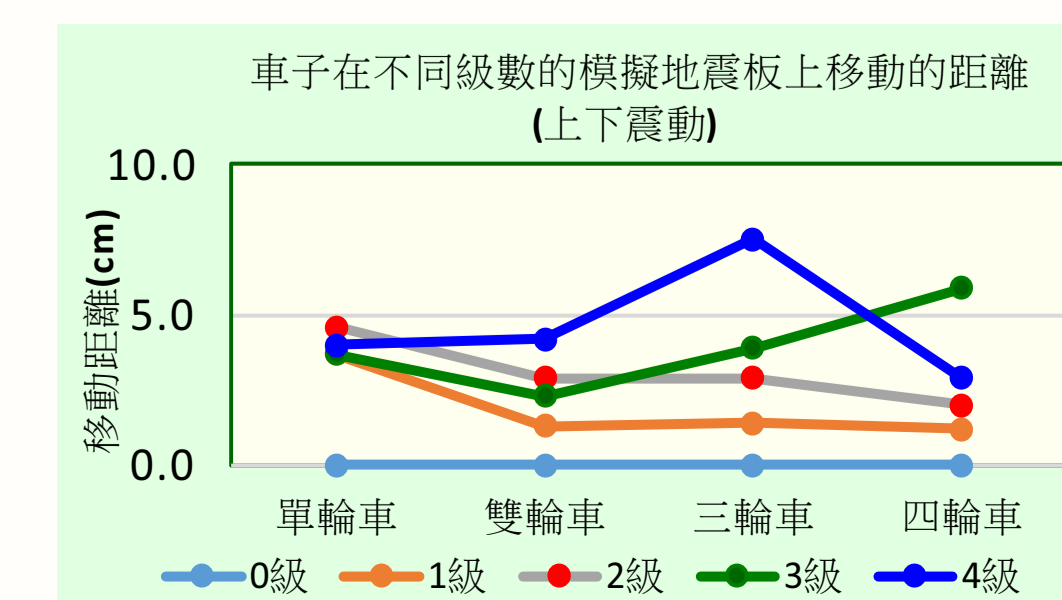
(1) 不同的車子在地震板上遇到上下震動的地震時，上下跳動的軌跡。



(2) 各種車子在地震板上行駛時，上下跳動的距離。單位：cm

各種車子前三次跳動距離的平均值 = $(a+b+c+a'+b'+c') \div 6$

車子級數	單輪車	雙輪車	三輪車	四輪車
0級	0.0	0.0	0.0	0.0
1級	3.7	1.3	1.4	1.2
2級	4.6	2.9	2.9	2.0
3級	3.7	2.3	3.9	5.9
4級	4.0	4.2	7.5	2.9



(六)討論：

- 1、當沾上紅色顏料的鐵球從斜坡的軌道上滾下來到地震板後，正好400g的重物從不同的高度自由落下（25、50、75、100cm），撞擊地震板，使地震板產生上下震動，這個同時，鐵球會一面前進一面跳動。
- 2、當鐵球在地震板滾動時，會在地震板上留下痕跡；如果鐵球跳動，經過的軌跡就是空白。
- 3、在實驗時，我們測量紙上鐵球滾出的空白距離，就知道鐵球跳多遠。
- 4、鐵球在地震板上滾動時，正好遇到一級地震，每一種大小不同的鐵球跳動的距離都不大（約0.2~0.8cm）
- 5、當四級地震時，鐵球在地震板的滾動，彈跳的距離都在2~3格間。在三級地震時，1號球彈得遠，其他的鐵球彈跳得近。
- 6、塑膠圓環在地震板運動時，突然地震，塑膠圓環容易受到地震板的跳動而改變運動方向；當地震的級數變大時，直徑6cm的圓環在第一跳會跳得遠；接著第二、三跳又跳近了。
- 7、當地震是1級時，各種大小不同的圓環都跳得近（約在0~1cm）。
- 8、各種車子（單輪車、雙輪車、三輪車、四輪車）在地震板行駛時，突然遇到地震，都會發生彈跳然後繼續行駛前進。
- 9、地震的強度在1、2級時，各種車子都只是小小的振動，彈跳距離都在3~4cm間。可是在三、四級地震時，三、四輪車會跳得遠（7~8cm）。

活動五：當火車在地震板的軌道行駛時，突然發生地震，火車車廂會有什麼變化？

(一)目的：想從火車在軌道上行駛時，突然發生地震，火車車廂的搖晃和車廂中的螺帽發生的移動情形。

(二)實驗方法：

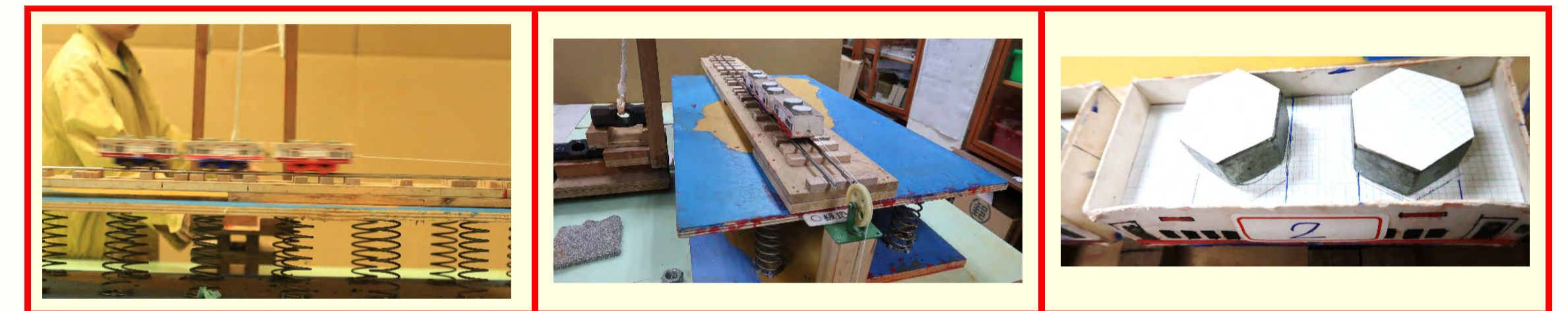
實驗1：當地震發生時，地震板是左右搖擺

(1) 實驗過程：

四節車廂連結在一起在軌道行駛



三節車廂連結在一起在軌道行駛



二節車廂連結在一起在軌道行駛

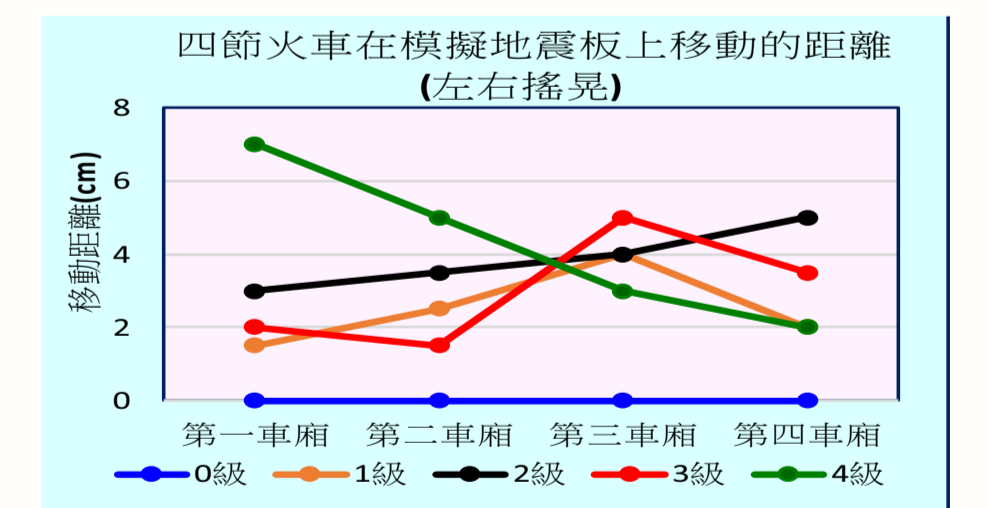


一節車廂連結在一起在軌道行駛



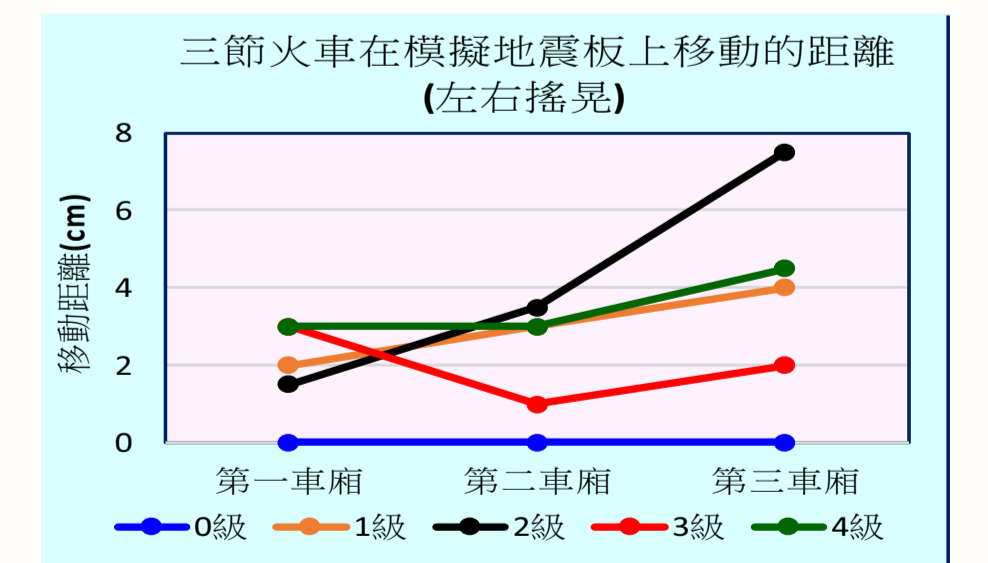
(2) 實驗結果：每節車廂上螺帽移動距離的和四節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽	第三車廂螺帽	第四車廂螺帽
0級	0.0	0.0	0.0	0.0
1級	1.5	2.5	4.0	2.0
2級	3.0	3.5	4.0	5.0
3級	2.0	1.5	5.0	3.5
4級	7.0	5.0	3.0	2.0



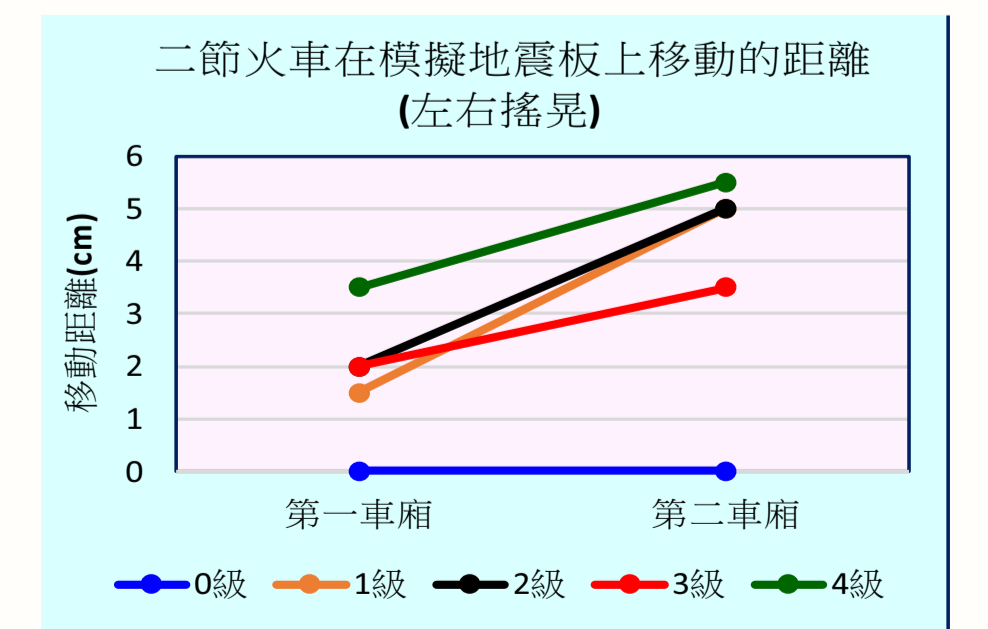
三節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽	第三車廂螺帽
0級	0.0	0.0	0.0
1級	2.0	3.0	4.0
2級	1.5	3.5	7.5
3級	3.0	1.0	2.0
4級	3.0	3.0	4.5



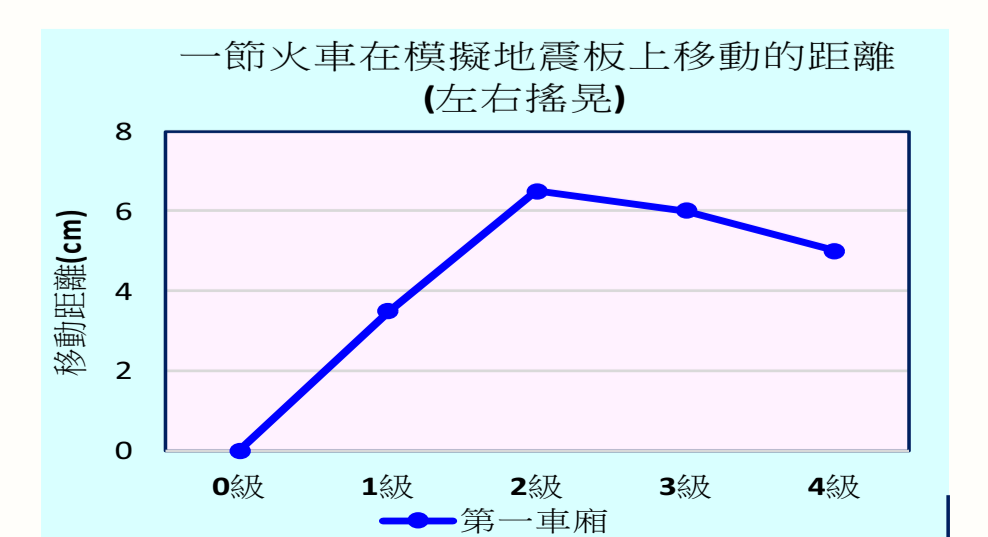
二節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽
0級	0.0	0.0
1級	1.5	5.0
2級	2.0	5.0
3級	2.0	3.5
4級	3.5	5.5



一節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽
0級	0.0
1級	3.5
2級	6.5
3級	6.0
4級	5.0



(3) 討論：

- 當四節車廂在軌道行走時，突然地震板受到撞擊器一級、三級的撞擊時，車廂上的螺帽會向左右二邊的移動，移動的距離是隨著地震的級數增加。
- 可是當地震是四級時，螺帽移動的距離並沒有特別長，經過我們再三實作和觀察，發現螺帽在撞擊器碰撞的同時，會左右來回搖動，使移動距離不會太大。
- 在三節車廂的實驗中，發現二級地震時，車廂上的螺帽被撞得遠，而三、四級地震車廂上的螺帽，比較一致，也很遠。
- 當二節車廂在軌道行駛，因為車廂比較輕，所以被撞擊器碰撞地板時，車廂上螺帽移動距離很大（約5-8格），尤其是四級地震，螺帽差點被撞出車外。
- 在一節車廂時，車廂更輕，遇到三級地震，車廂上螺帽被震出車廂的外圍，差點摔出車外，四級時車廂就出軌。

四節車廂

- 當地震板沒有被撞擊時，地震板是平穩的，所以上面行駛的車廂，也是平穩的前進。在0級的地震時，從實驗中，發現車廂中螺帽都沒有移動。
- 當1、2級地震時，第二、三車廂的螺帽移動的比較大，第一、四兩端的車廂搖晃比要小，所以螺帽也移動小，可能是撞擊物正好撞到中間車廂的位置。
- 當地震板是4級地震時，如果撞擊物正好撞到第一節車廂的位置的地震板，會使車廂中的螺帽移動的較大。

三節車廂

- 在實驗中，我們覺得很奇怪，為什麼地震的級數大（3、4級）時，車廂中的螺帽偏離得距離變小（1-2格）。我們認為可能是撞擊物正好撞到中間車廂的位置，使前後兩端的車廂搖動平穩，所以螺帽移動反而變小。

實驗2：當地震發生時，地震板是上下震動

(1) 裝置：



(2) 實作方法：

- 在地震板上放置火車的軌道，並且要固定。
- 把車廂（1-4節車廂）分別安裝在軌道上行駛。
- 在火車車廂的前端綁上棉線。
- 利用螺帽自由落體拉動火車廂，使車廂平穩前進。
- 車廂正在前進時，分別利用地震上下震動器使地震板發生0、1、2、3、4級地震。
- 觀察地震時，車廂的變化及車上螺帽的移動。
- 詳細記錄發生的狀況。

(3) 實驗過程：

四節車廂連結在一起在軌道行駛



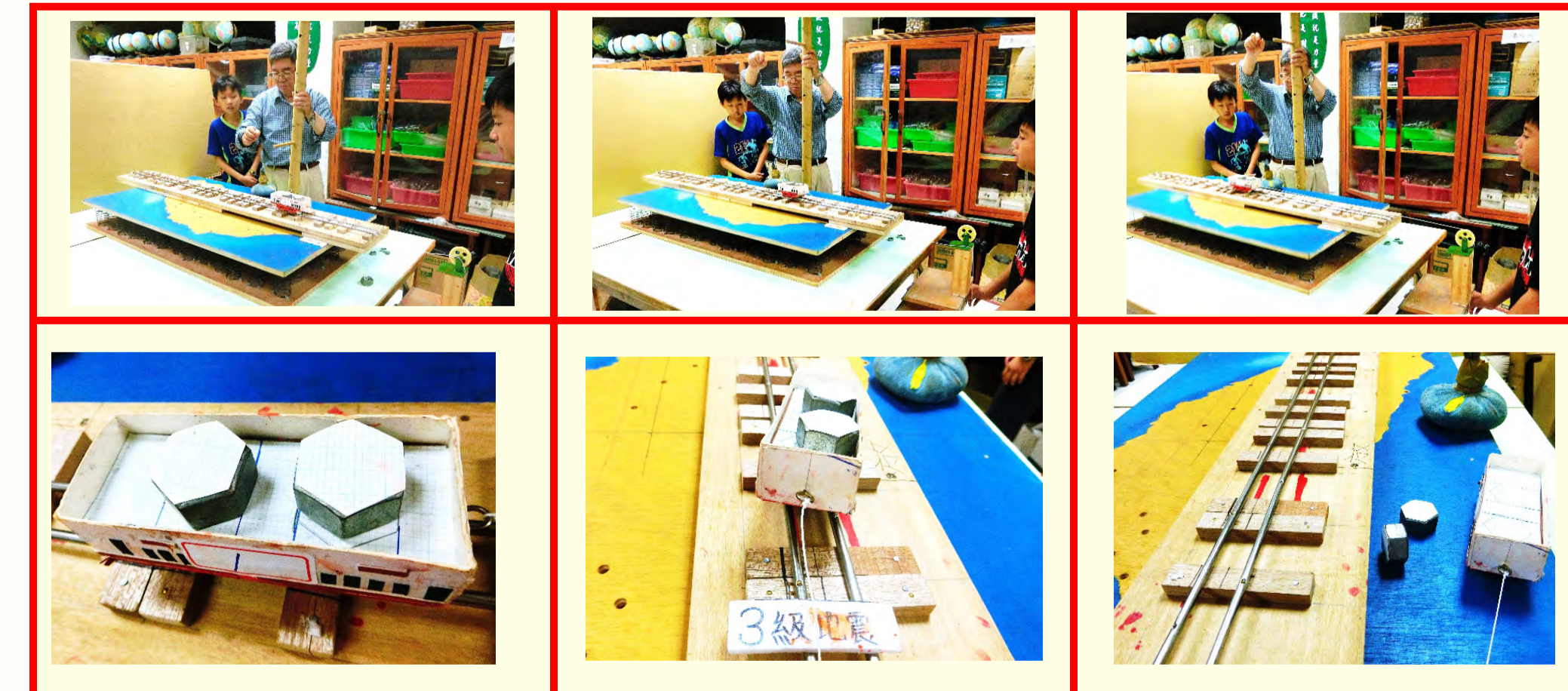
三節車廂連結在一起在軌道行駛



二節車廂連結在一起在軌道行駛



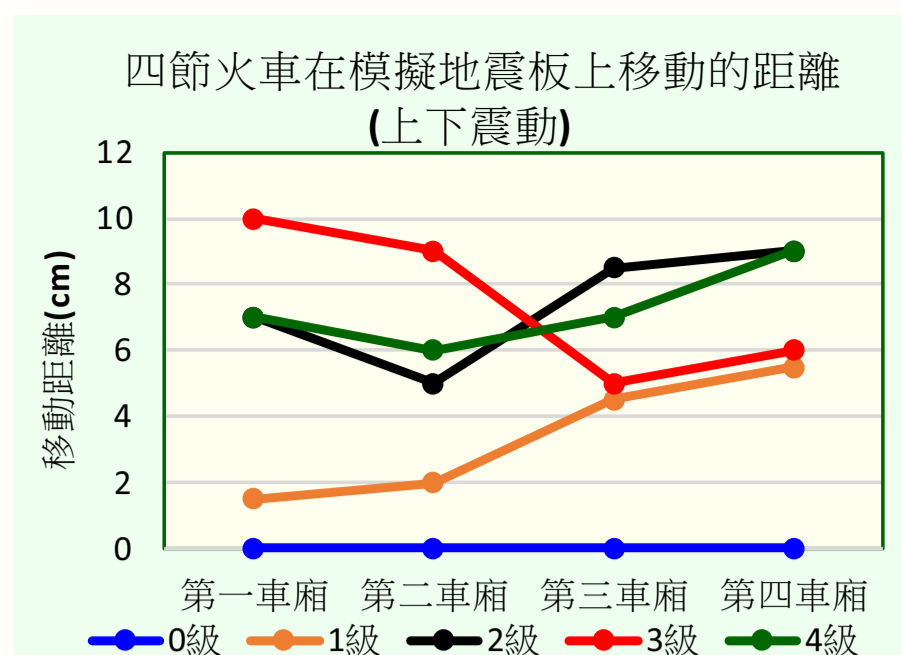
一節車廂連結在一起在軌道行駛



(4) 實驗結果：每節車廂上螺帽移動距離的和

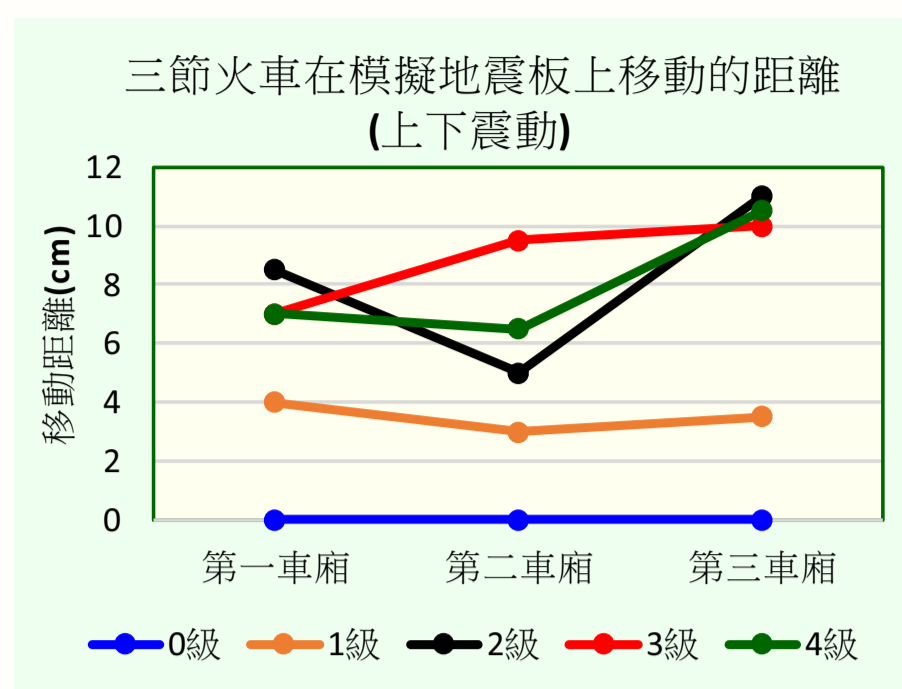
四節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽	第三車廂螺帽	第四車廂螺帽
0級	0.0	0.0	0.0	0.0
1級	1.5	2.0	4.5	5.5
2級	7.0	5.0	8.5	9.0
3級	10.0	9.0	5.0	6.0
4級	7.0	6.0	7.0	9.0



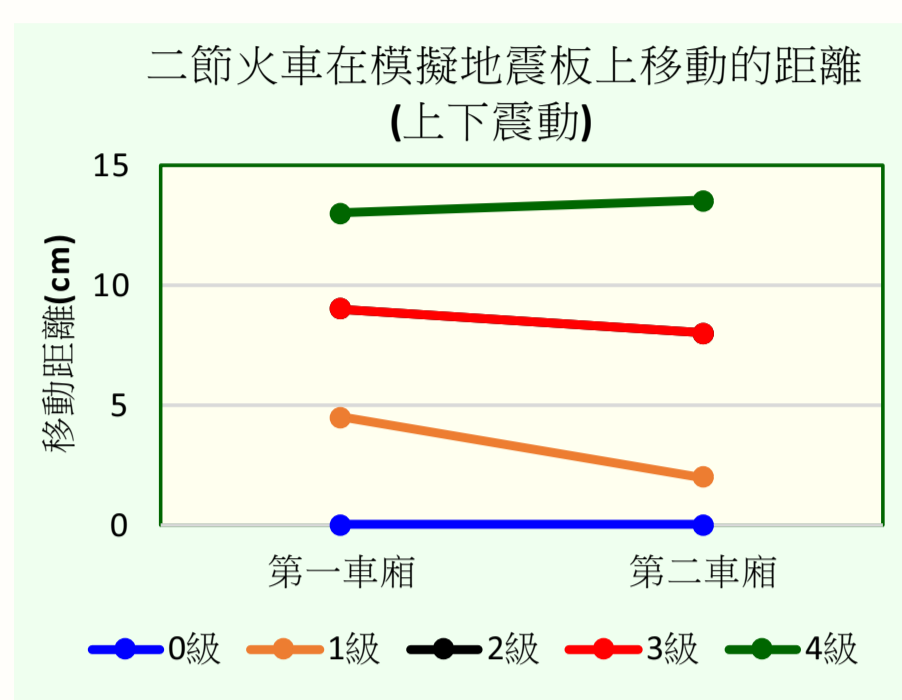
三節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽	第三車廂螺帽
0級	0.0	0.0	0.0
1級	4.0	3.0	3.5
2級	8.5	5.0	11.0
3級	7.0	9.5	10.0
4級	7.0	6.5	10.5



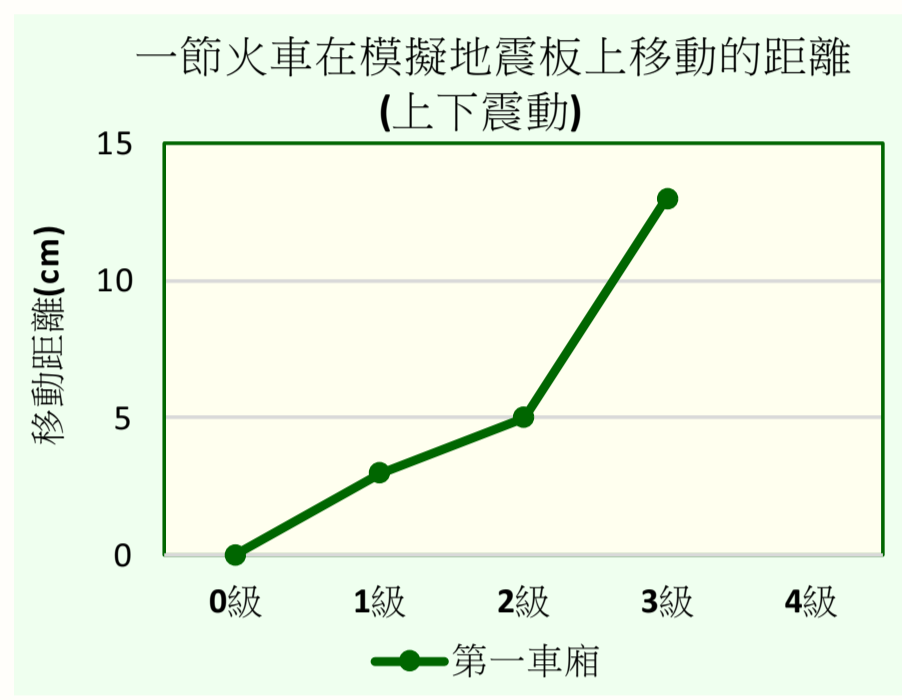
二節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽	第二車廂螺帽
0級	0.0	0.0
1級	4.5	2.0
2級	9.0	8.0
3級	9.0	8.0
4級	13.0	13.5



一節車廂連結在一起在軌道行駛

車廂級數	第一車廂螺帽
0級	0.0
1級	3.0
2級	5.0
3級	13.0
4級	翻車



(5) 討論：

A. 四節車廂

- 每節車廂擺放2個螺帽，放在車廂地板上的固定位置。
- 當沒有地震發生時，車廂在軌道上行駛，螺帽會因為軌道上突起的鐵釘而輕微搖晃。
- 車廂到終點後觀察上面的螺帽，在第一車廂前端的會跳動一格，表示螺帽會受到輕微搖晃的影響。
- 其他車廂裡的螺帽沒有移動。
- 我們把400g的重物（膠泥）用布包紮，然後由不同的高度（25、50、75、100cm）的地方自由落下，撞到地震板時，會有不同大小的振動，分別為1、2、3、4級。
- 從實驗中發現每一級的地震在第1、4車廂的螺帽移動特別大，而在2、3車廂的螺帽移動小，怎麼會這樣？
- 經過我們的討論，可能是重物撞擊的瞬間，前面的車廂會跳起來，所以螺帽會被帶動而偏離位置。
- 在實驗中最令我們驚訝的是在四級地震中，可能振動特別強，而使四節車廂全部翻出軌道。即使沒有翻車，第一車廂也出軌了，其他車廂的螺帽也偏離位置很大。

B. 三節車廂

- 我們想三節車廂會比四節車廂輕，當地震發生時，可能會比四節車廂嚴重，但是真正實作中，發現比較輕微，這是我們疑惑。
- 我們從數據中，發現在三、四級地震時，第一車廂螺帽移動比較大。其他車廂比較平穩，怎麼會這樣？
- 討論後，才知道實作中，重物正好撞在一節車廂的位置。老師再試作一次，果然是這樣的。

C. 二節車廂

- 二節車廂的重量和三、四節車廂相比較輕了許多，可是在一、二、三級的地震中，怎麼螺帽會移動得小，可能是重物撞擊時，車子就會跳動而螺帽也跟著一起同時跳動，使螺帽會在原來位置落下，所以移動的距離不大。
- 當地震是四級時，重物撞擊地震板的同時，車廂會跳得高，而落下時，沒有剛好在軌道上，所以翻車了。

D. 一節車廂

- 一節車廂重量最輕，當0、1級地震時，跳動的高度可能比較高，但是螺帽移動不大，約0-1格。
- 當地震是2級時，車廂中的螺帽隨車廂不停跳動，而漸漸偏離原來的位置。
- 在地震是3、4級時，因為振動的跳動太大，所以車廂就偏離軌道，甚至翻車。

伍：結論

- 台南地區常發生有感地震，有時地震的強度大一點，還會有大樓倒塌造成傷害，所以大家都很害怕地震再發生。
- 我們的研究是當地震發生時，路上行駛中的交通工具會受到怎樣的影響。為了做這方面研究、實驗，我們在老師指導下設計、製作地震模擬器，分別為：左右搖動地震器、上下震動地震器，還有設計、製作怎樣製造地震的強度和測出震幅的大小，都要感謝老師的製作，我們會在旁邊參加討論、設計和練習操作。
- 在實驗中，我們分別做了球類、圓柱體在地震板的滾動；輪子類在地震板中的前進；車子在地震板的運動和火車在軌道上的行駛，都是很好玩的實驗。
- 最後完成的是各類的球體、輪子、車子在地震板上的道林紙運動留下顏料的痕跡；由這些痕跡我們知道了球體、輪子、車子運動時的彎曲、左右搖晃、跳動的現象，並且和實際的交通變化相比較。
- 一列不同數量車廂的火車在鐵軌上行駛，突然發生地震，火車車廂會有危險嗎？從螺帽放在模擬車廂內左右、上下跳動就可以感受到地震發生時，火車裡的恐慌和強烈的搖動，甚至會出軌、翻車，所以交通公司在火車上的安全措施要細心的設計、製作，來保護行車的安全，及旅客生命的保障。