

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 物理科

最佳(鄉土)教材獎

080104

爆米花屠龍記

學校名稱：台中市南屯區惠文國民小學

作者： 小五 袁苙芸 小五 徐暉傑 小五 李瑞軒 小五 梁少彥	指導老師： 施政宏
---	------------------

關鍵詞：保麗龍、垃圾污染、爆米花

摘要

人類為了方便製造出可以當作填充物的保麗龍，但這一項發明卻變成生活中普遍使用的東西，但如果每個人一年用一次，哇！那數量可真是驚人。

我們為了找到可以取代保麗龍這種千年都分解不掉的大垃圾，於是我們決定把外型長的很像保麗龍的爆米花拿來跟保麗龍做比較，經過了 22 個實驗，發現爆米花有 19 項都能達到跟保麗龍功能一樣好的標準，甚至有過之而無不及。如此一來，不但可以減少保麗龍的使用量，爆米花更是容易分解、易再生的天然材質，百利而無一害。

壹、研究動機

我們在吃爆米花時，發現它一塊一塊的形狀的很像埋在土裡要 70 至 100 年才能分解的致癌聚苯乙烯保麗龍，然而保麗龍的用途就是運輸時放在物品旁，防止物品撞壞、受損，這是保麗龍其一的用途也是最大的汙染。

經過詳細的討論和比較後，我們覺得爆米花比爆米香更像保麗龍且抗壓性較強，但又如何讓它結成一塊呢？這個問題讓我們研究很久，經討論是否可以把爆米花放在可分解的玉米塑膠袋裡，再封住開口即可替代保麗龍。惟有些人仍然對這個方法也是半信半疑。

所以我們決定用保麗龍的檢查標準，來判定爆米花是否可以取代保麗龍，於是我們在老師的指導下，每個人分別找出不同類型的保麗龍，針對爆米花是否可取代保麗龍，提出各項的實驗，來印證研究之可行性。如果在地球暖化時，更是爆米花表現出它的用處的時候。

表 1-1-1 本研究與課本相關性

相關課程	實驗
三上自然溶解	強力膠溶解
三下自然奇妙的水	除濕、浮水性、耐水性
三下社會購物與環保	掩埋
四上自然奇妙的光	螢光劑測試
五上自然太陽觀測	曝曬
五上自然空氣與燃燒	火燒
五上自然力與運動	彈力、撞擊、耐壓、運送、耐摔、耐撞、穿透力、輾壓
五下自然熱的傳播與保溫	保溫
五下自然聲音與樂器	隔音

貳、研究目的

- 一、爆米花與保麗龍運送實驗，瞭解是否有在運送時，達到保護的功能。
- 二、爆米花與保麗龍螢光劑測試，瞭解填充物是否添加螢光劑。
- 三、爆米花與保麗龍隔音實驗，瞭解填充物的隔音功能有多好。
- 四、爆米花與保麗龍耐摔實驗，瞭解填充物的保護功能。
- 五、爆米花與保麗龍耐壓實驗，瞭解填充物的抗壓性。
- 六、爆米花與保麗龍火燒實驗，瞭解填充物燃燒後的變化。
- 七、爆米花與保麗龍掩埋實驗，瞭解填充物是否具環保。
- 八、爆米花與保麗龍浮水性實驗，瞭解填充物能否服在水面。
- 九、爆米花與保麗龍耐水性實驗，瞭解填充物是否具有防水的功能。
- 十、爆米花與保麗龍穿透力實驗，瞭解填充物的被射擊後的變化。
- 十一、爆米花與保麗龍曝曬實驗，瞭解填充物是否因曝曬而產生變化。
- 十二、爆米花與保麗龍保溫實驗，瞭解填充物的保溫功能。
- 十三、爆米花與保麗龍耐撞實驗，瞭解填充物遭受撞擊時具備的保護功能是否良好。
- 十四、爆米花與保麗龍彈力實驗，測試三種材料彈性
- 十五、爆米花與保麗龍輾壓實驗，瞭解填充物被輾後的變化。
- 十六、爆米花與保麗龍除濕實驗，瞭解填充物除溼的功能。
- 十七、爆米花與保麗龍撞擊實驗，瞭解填充物是否具有吸收衝功能。
- 十八、爆米花與保麗龍數位顯微鏡觀測，觀測填充物的孔隙度。
- 十九、爆米花與保麗龍孔隙度實驗，觀測填充物的孔隙度。
- 二十、爆米花與保麗龍秤重實驗，瞭解填充物的重量。
- 二十一、爆米花與保麗龍強力膠溶解實驗，瞭解填充物被滴了強力膠後的變化。
- 二十二、爆米花與保麗龍問卷調查，瞭解民眾對填充物的知識和觀念。

參、研究設備及器材

實驗名稱	實驗器材
爆米花與保麗龍運送實驗	盒子、小燒杯、膠帶
爆米花與保麗龍螢光劑測試	紫外線燈
爆米花與保麗龍隔音實驗	鬧鐘、分貝機、盒子
爆米花與保麗龍耐摔實驗	雞蛋、L 型實驗板
爆米花與保麗龍耐壓實驗	雞蛋、體重計、木板、水平儀
爆米花與保麗龍火燒	酒精燈、鑷子
爆米花與保麗龍掩埋實驗	掩埋場、鏟子、土、水桶
爆米花與保麗龍浮水性實驗	水箱、水
爆米花與保麗龍耐水性實驗	水箱、水
爆米花與保麗龍穿透力實驗	BB 槍、木板
爆米花與保麗龍曝曬實驗	窗戶、陽光
爆米花與保麗龍保溫實驗	燒杯、量杯、溫度計、熱水、酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架

實驗名稱	實驗器材
爆米花與保麗龍耐撞實驗	雞蛋、棉線、牆壁、長尾夾、量角器、鐵架
爆米花與保麗龍彈力實驗	彈力球、皮尺
爆米花與保麗龍輾壓實驗	腳踏車
爆米花與保麗龍除濕實驗	盒子、保鮮膜、寬膠帶、杯子、水
爆米花與保麗龍撞擊實驗	四驅車、鐵架、棉線、鐵塊
爆米花與保麗龍數位顯微鏡觀測	數位顯微鏡
爆米花與保麗龍孔隙度實驗	顯微鏡
爆米花與保麗龍秤重實驗	磅秤
爆米花與保麗龍強力膠溶解實驗	強力膠
爆米花與保麗龍問卷調查	問卷、筆

四、研究過程

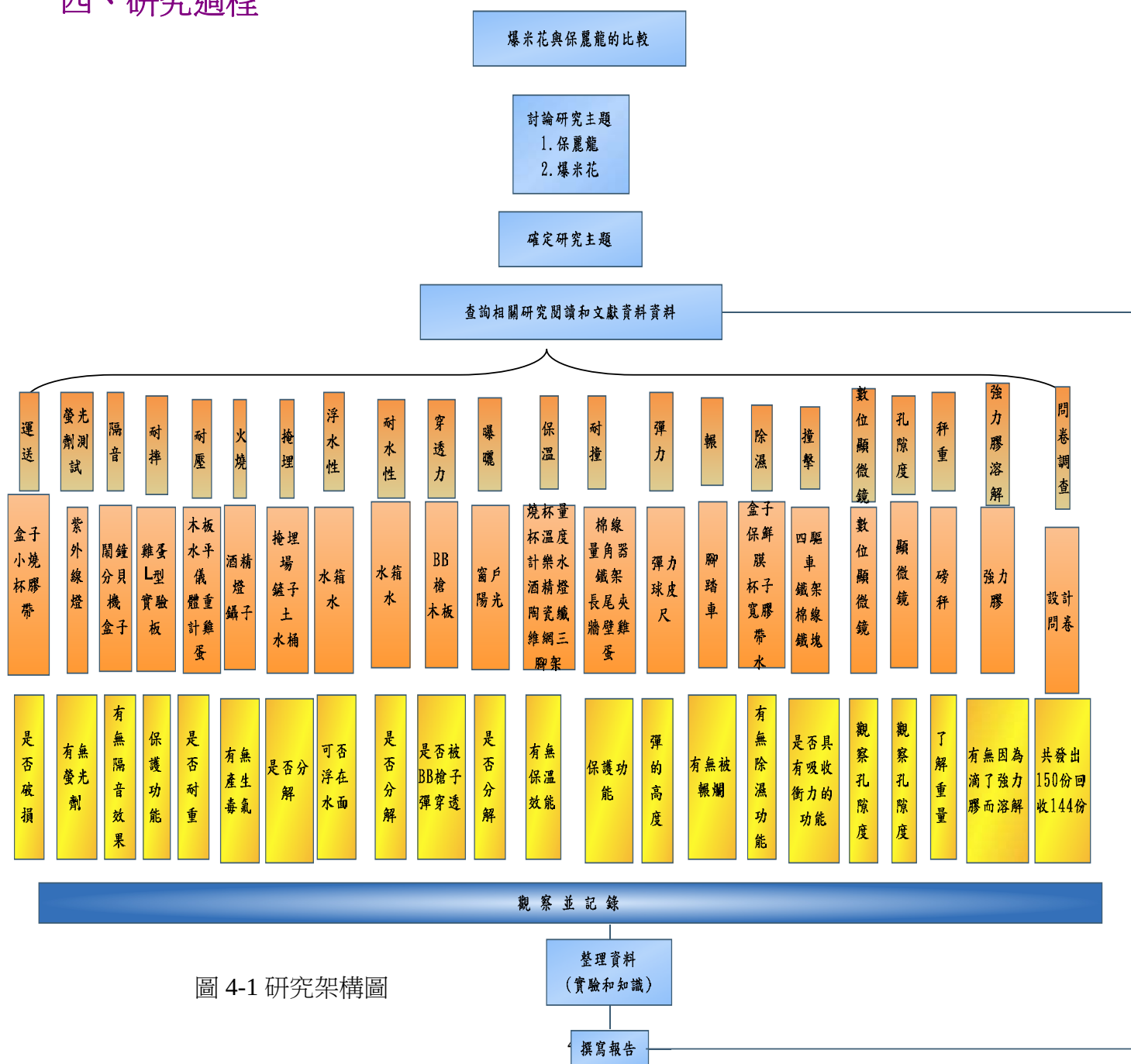


圖 4-1 研究架構圖

伍、研究結果

一、運送實驗

拿三個長方體盒子，分別把爆米花、M 字形保麗龍及保麗龍顆粒放入盒子裡，高度每 8 公分就放一個 50ml 小燒杯，共放了兩個小燒杯，再從外縣市寄回，觀察小燒杯是否破裂。一天後收到包裹，發現裡面的小燒杯都沒破裂。

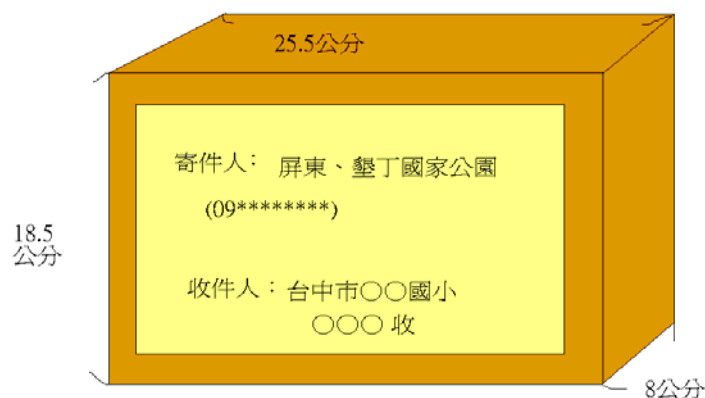


圖 5-1-1 運送實驗裝置圖

表 5-1-1 運送實驗結果記錄表

結 種 類	項 目 果	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
		無	無	無

二、螢光劑測試

在 21cm×22cm 的板子上分別用雙面膠把爆米花、保麗龍顆粒、M 字形保麗龍黏在上面，因為保麗龍顆粒的厚度沒有跟爆米花和 M 字形保麗龍一樣厚，所以在上面黏 3 層，接著去完全無光害的儲藏室，以紫外燈測試有無螢光劑。最後發現，三種都沒有螢光劑反應。

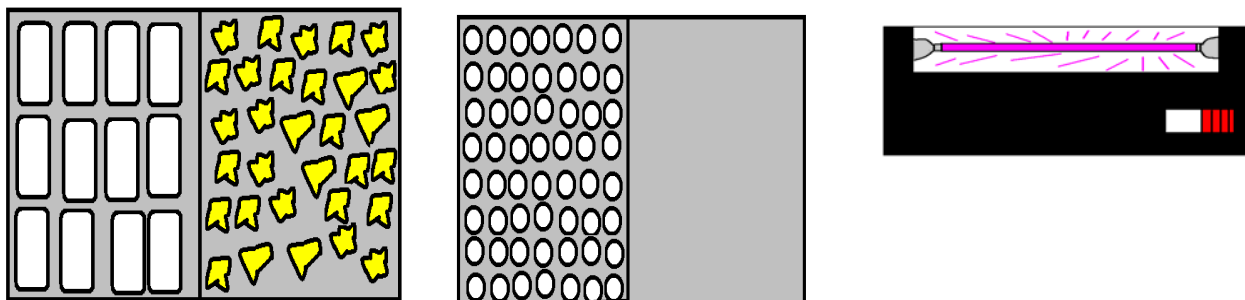


圖 5-2-1 螢光劑測試實驗裝置圖

表 5-2-1 螢光劑測試實驗結果記錄表

結 果 種 類	項 目	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
		無	無	無

三、隔音實驗

我們把分貝機放在木板上，再調整好鬧鐘的鬧鈴，再放入無蓋的昆蟲盒內，鬧鐘的周邊再分別鋪滿爆米花、M 字形保麗龍和保麗龍顆粒，等鈴聲一響，用分貝機取 3 次最高分貝來記錄，每種做 5 次。結果發現，隔音效果最好的是保麗龍顆粒，其次是爆米花，最差的是 M 字形保麗龍。

*分別裝入爆米花、M 字形保麗龍及保麗龍顆粒

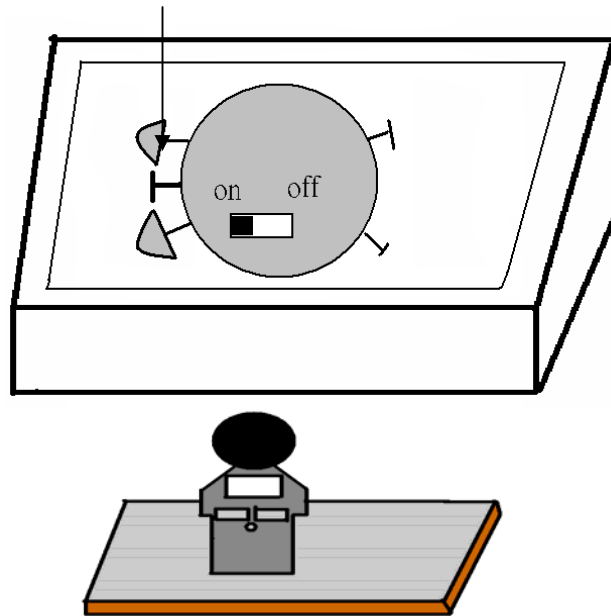
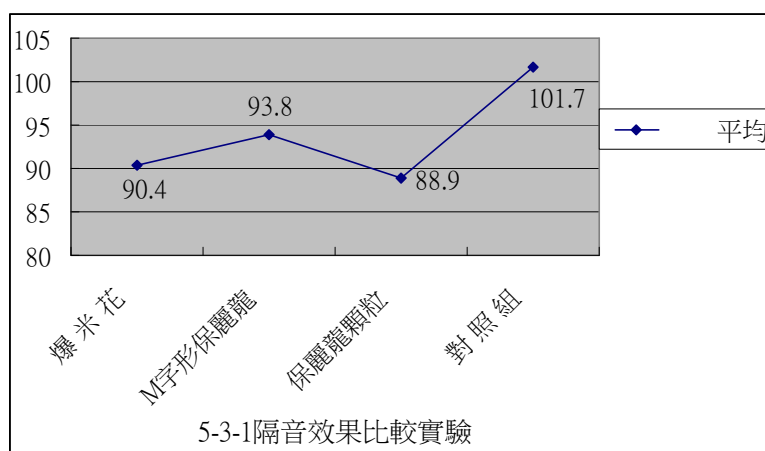


圖 5-3-1 隔音實驗裝置圖

表 5-3-1 隔音實驗結果記錄表

音 量 種 類	次 數 (分 貝)	爆 米 花	M 字 形 保 麗 龍	保 麗 龍 顆 粒	對 照 組
		89.4	94.7	89.7	101.9
第一次	平均	89.9	95.5	89.0	101.3
		90.3	96.4	87.4	101.5
		89.9	95.5	88.7	101.6
第二次	平均	90.9	93.9	89.1	100.3
		91.0	92.9	88.3	101.4
		91.1	92.7	88.4	100.6
第三次	平均	90.4	93.1	89.8	100.9
		90.7	92.7	87.4	101.2
		90.8	91.8	89.7	100.8

音 量 (分 貝) 種 類	次 數	爆 米 花	M 字 形 保 麗 龍	保 麗 龍 顆 粒	對 照 組
第四次		91.0	93.6	87.3	102.8
	平均	90.0	93.7	87.6	103.8
		89.7	93.5	87.1	102.9
第五次		90.1	92.9	88.8	102.0
	平均	91.1	93.6	92.9	100.7
		89.6	95.5	90.5	103.4
平均		90.4	93.8	88.9	101.7



四、耐摔實驗

我們做耐摔實驗的板子，我們的用意是為了讓板子成 90 度在牆壁上，中間挖一個比袋子大、墊子小的長方形，並在墊板上挖一個 1.5 公分的洞，綁上繩子。我們還磨了 20 公克的滑石粉，鋪在墊板上，減少摩擦力。

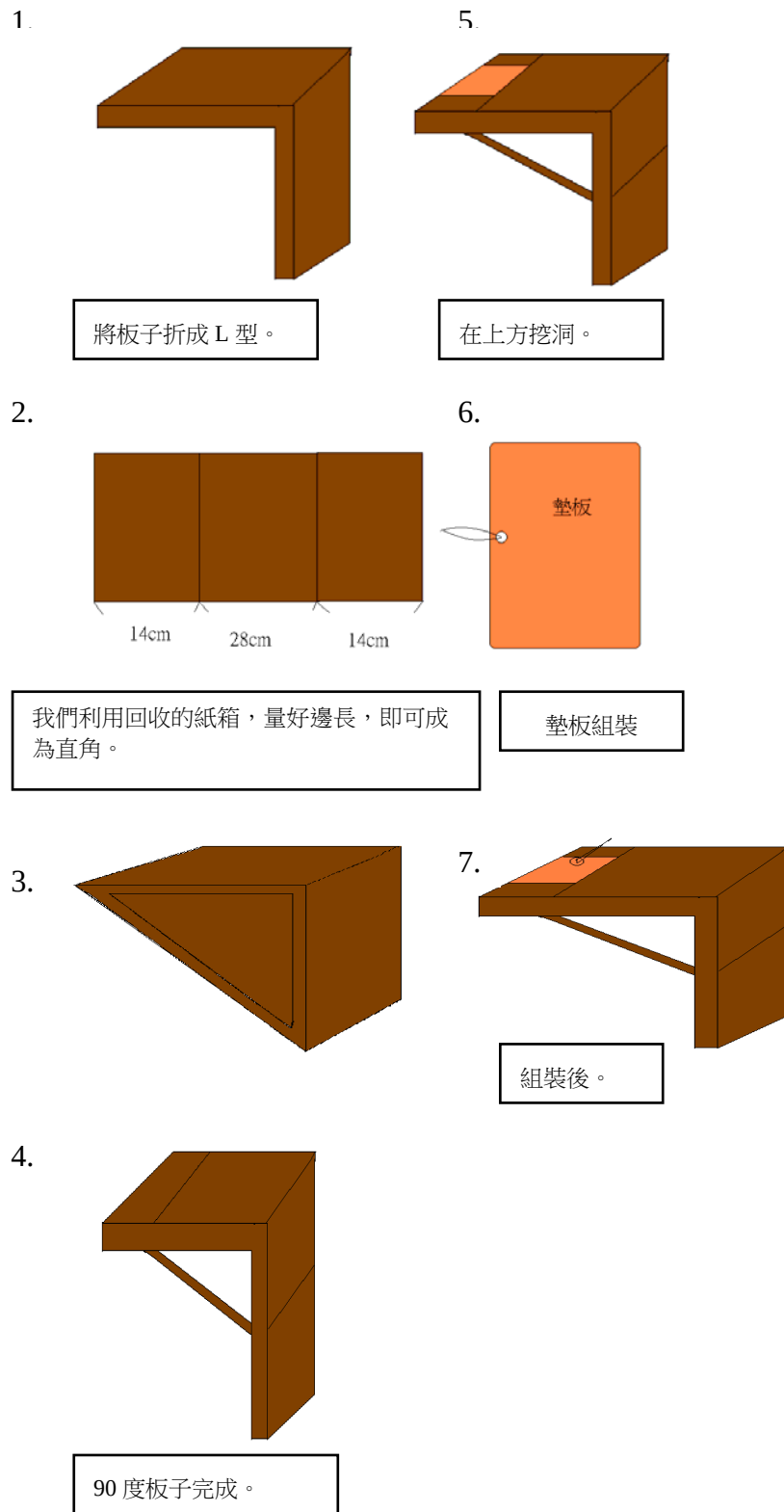
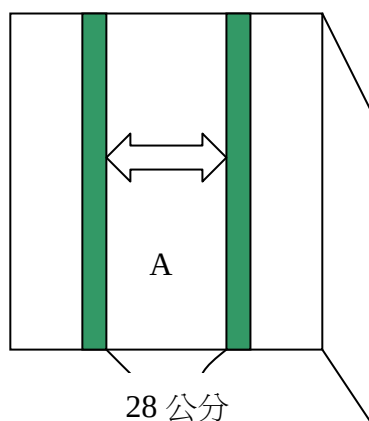


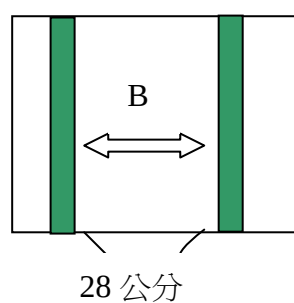
圖 5-4-1 耐摔實驗裝置圖

我們做耐摔的實驗，把生雞蛋包在袋子裡面，袋子分別各裝滿三種填充材料，L 型板子背面用魔鬼氈黏在牆壁上固定，並且可以上下自由調整高度。下圖表格中若是超過一種符號，表示那一次的實驗結果有爭議所以做第二遍。1 表示第一次，2 表示第二次.....依此類推。

1.



2.



$$A=B$$

牆壁上的魔鬼氈固定軌道，
高度 225 公分，寬度 28 公分

圖 5-4-2 耐摔實驗裝置圖

表 5-4-1 耐摔實驗記錄表

結 果 種 類	高 度	50cm	75 cm	100cm	125cm	150cm	175cm	200cm	225 cm			
爆米花 1		○	○	○	○	○	○	○	○			
爆米花 2		○	○	○	1	2	○	○	○			
					x	○						
M 字形麗龍 1		○	○	○	○	○	○	○	1	2		
									x	○		
M 字形麗龍 2		○	○	○	○	○	○	1	2	1	2	
								x	x	x	x	
保麗龍顆粒 1		○	○	○	○	○	○	○	1	2	3	
									△	○	○	
保麗龍顆粒 2		○	○	○	○	○	○	1	2	1	2	3
								x	○	△	○	○

記號說明 → ○：沒破 △：裂 X：全破

五、耐壓實驗

我們把生雞蛋分別包在裝滿保麗龍顆粒、爆米花及 M 字形保麗龍的袋子裡面，放在電子體重計上，再放上木板，並用水平儀保持平衡，用雙手平均(水平)施力，往下壓，記錄多少壓力(kg)之下會讓雞蛋破掉。

表 5-5-1 耐壓實驗結果記錄表

破 種 類	次 數 (公 斤)	第 一 次	第 二 次	平 均 值
爆米花		22 kg	23 kg	22.5kg
M 字形保麗龍		13 kg	14 kg	13.5kg
保麗龍顆粒		19 kg	18 kg	18.5kg

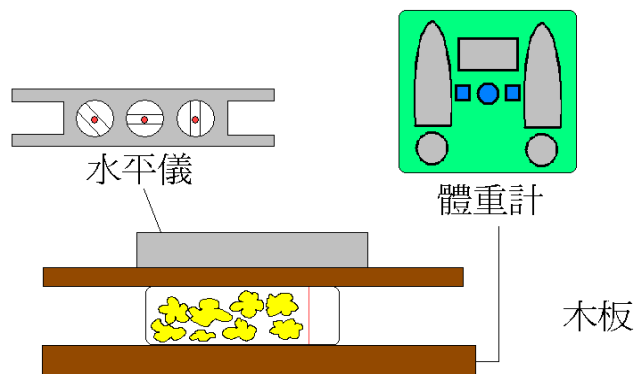


圖 5-5-1 耐壓實驗裝置圖

六、火燒實驗

將酒精燈點燃，並將填充物燃燒觀察變化並紀錄。

表 5-6-1 火燒實驗結果記錄表

變 化 項 目	種 類	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
變化狀態描述		1.有股很臭的燒焦味。 2.縮小變黑。 3.起火燃燒。 4.燃燒時，表面會產生小泡泡。	1.瞬間縮小。 2.變濃稠狀。 3.淺咖啡色。 4.火勢變大。 5.產生惡臭。	1.縮小速度變慢。 2.由白色濃稠狀轉為黑色濃稠狀。 3.產生惡臭。 4.火勢變大。

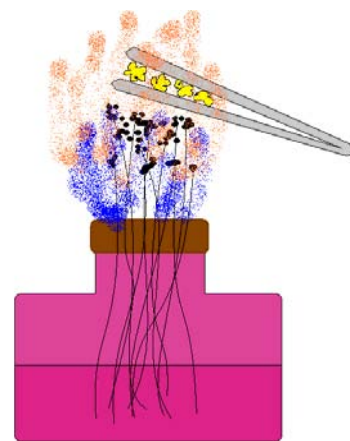


圖 5-6-1 火燒實驗裝置圖

七、掩埋實驗

我們在后門圍牆邊的掩埋場挖一個長方形的洞，深度 40cm，埋入一個 14cmx12cm 爆米花外包玉米塑膠袋及半杯的爆米花，還有兩包 14cmx12cm 的一般塑膠袋各分別裝入半杯量杯的保麗龍顆粒和 M 字形保麗龍，用塑膠片隔開，在第十週後挖出來看結果。

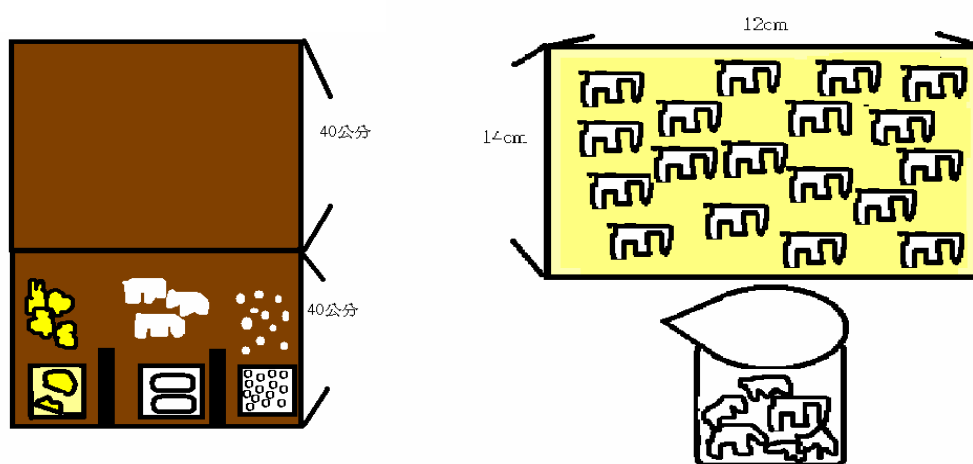


表 5-7-1 掩埋實驗結果記錄表

種 類 結 果	爆 米 花	M 字 形 保 麗 龍	保 麗 龍 顆 粒
變 化	沒 發 現 。	外 表 看 起 來 沒 變 化 ， 也 沒 有 分 解 。	外 表 看 起 來 沒 變 化 ， 也 沒 有 分 解 。

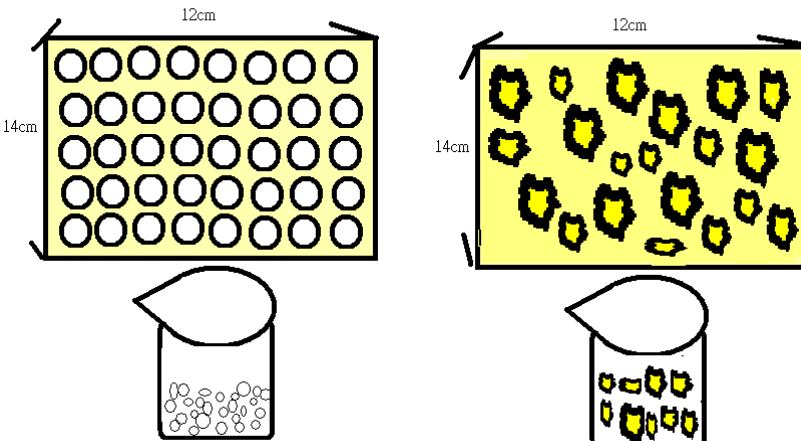


圖 5-7-1 掩埋實驗裝置圖

八、浮水性

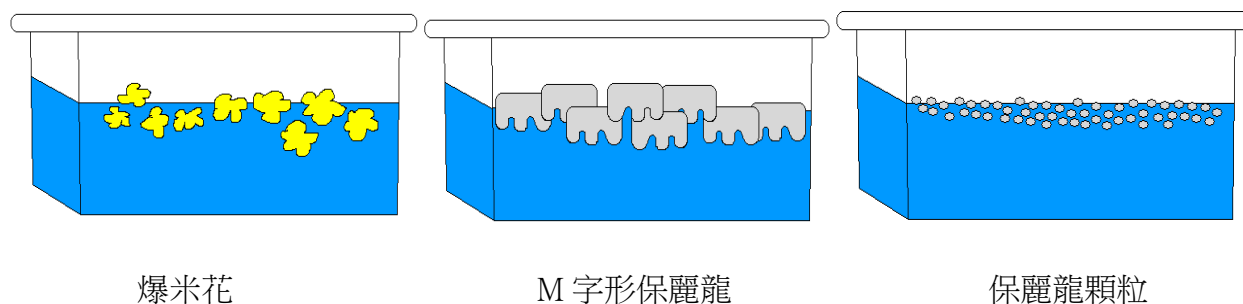


圖 5-8-1 浮水性實驗裝置圖

表 5-8-1 浮水性實驗結果記錄表

變 化 天 數	種 類	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
第三天		有些沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。
第四天		沉到水裡的爆米花更多。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。
第八天		沉到水裡的爆米花更多。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。
第十天		爆米花幾乎都沉到水裡了。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。
第十四天		爆米花幾乎都沉到水裡了。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。
第二十一天		全部都沉到水裡了。	完全沒有沉到水裡。	完全沒有沉到水裡。

九、耐水性

今天我們做浮水性和耐水性的實驗，先在空箱子內到入 3000c.c.的水，並在三個箱子內分別放入 M 字形保麗龍、保麗龍顆粒及爆米花各半個量杯量。（完成圖如下）

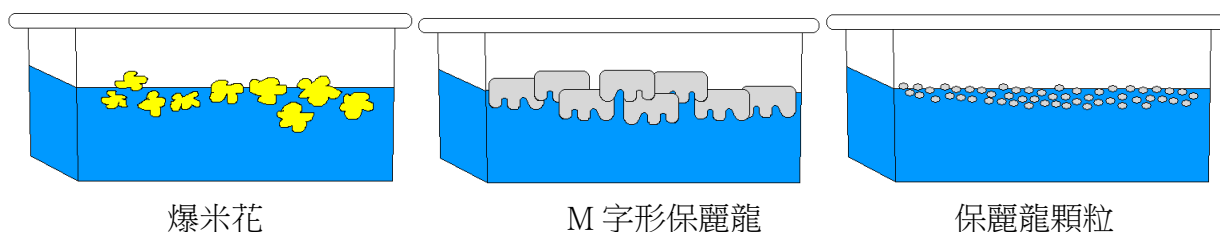


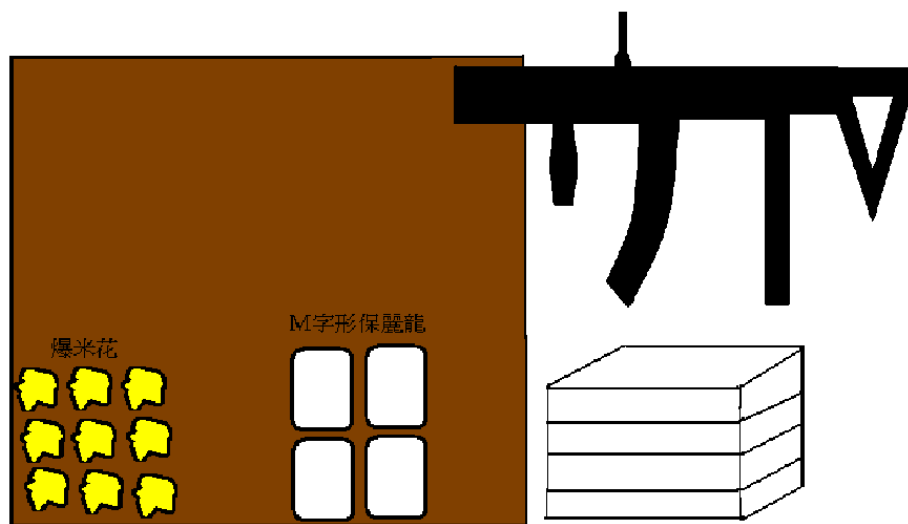
圖 5-9-1 耐水性實驗裝置圖

表 5-9-1 耐水性實驗結果記錄表

變 化 天 數	種 類	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
第三天		有些沉到水裡，水變黃黃的。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。
第四天		沉到水裡的爆米花更多，水也更黃了。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。
第八天		味道變臭，水面上也出現泡泡和薄膜。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。
第十天		味道非常的臭，水面上仍有泡泡，薄膜更明顯了。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。
第十四天		很臭，薄膜越來越厚，爆米花也幾乎都沉到水裡了。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。
第二十天		全部都沉到水裡了，而且發出噁心的臭味，水裡佈滿了膜	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。	表面上看起來沒分解，摸沒變軟，也沒沉到水裡，更沒臭味。

十、穿透力實驗

拿 3 個橢圓形爆米花和 2 個 M 字形保麗龍，黏在木板上(如下圖)。因為保麗龍顆粒是一顆一顆的所以從側面射是射不到的，所以我們把很像保麗龍顆粒的保麗龍顆粒(板)黏 4 片，如此一來就可以看的出哪一種填充物的保護功能較強。



保麗龍顆粒（板）

圖 5-10-1 穿透力實驗裝置圖

表 5-10-1 穿透力實驗結果記錄表

結 項 目	種 類 果	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒(板)
射擊後的變化		第一顆爆米花有凹進去的現象。第二顆和第三顆都沒有。	兩個 M 字形保麗龍都被打碎了。	只有第一片被打穿，其他三片都沒有。

十一、曝曬實驗

先將填充物裝在夾鏈袋內，接著把它貼在圖書館的窗戶上，曝曬十週。

表 5-11-1 曝曬實驗結果記錄表

結 項 目	種 類 果	爆米花	M 字形保麗龍	保麗龍顆粒
有無變化		爆米花的顏色明顯有變白。	沒有變色，摸起來也跟原本一樣。	沒有變色，摸起來也跟原本一樣。

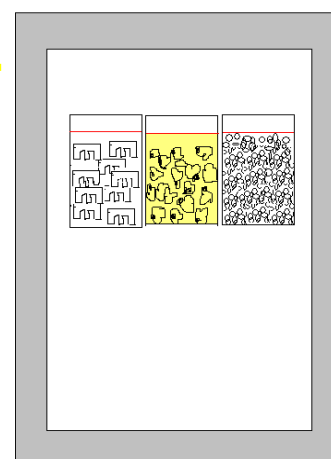


圖 5-11-1 曝曬實驗裝置圖

十二、保溫實驗

拿 4 個 1000ml 的量杯和 4 個 250ml 的燒杯。先裝 800ml 的熱水，並用酒精燈加熱到 85 度，再分別將 4 個燒杯分別裝入 4 個 1000ml 的量杯，然後再分別將爆米花、保麗龍顆粒、M 字形保麗龍裝在 3 個量杯裡面，並在 250ml 的燒杯下面鋪滿，接著再倒入溫 85 度的熱水 200ml，再來插入溫度計，用鋁箔紙把 250ml 的燒杯封起來，並在各個燒杯上分別鋪上爆米花、M 字形保麗龍及保麗龍顆粒，對照組就不用鋪了。每十分鐘觀察一次，看看哪一杯的溫度下降最快。

結果發現：保溫效果最好的是保麗龍顆粒，其次是爆米花(僅與前者差 0.5℃)，可說是效果相當！而效果最差的是 M 字形保麗龍。

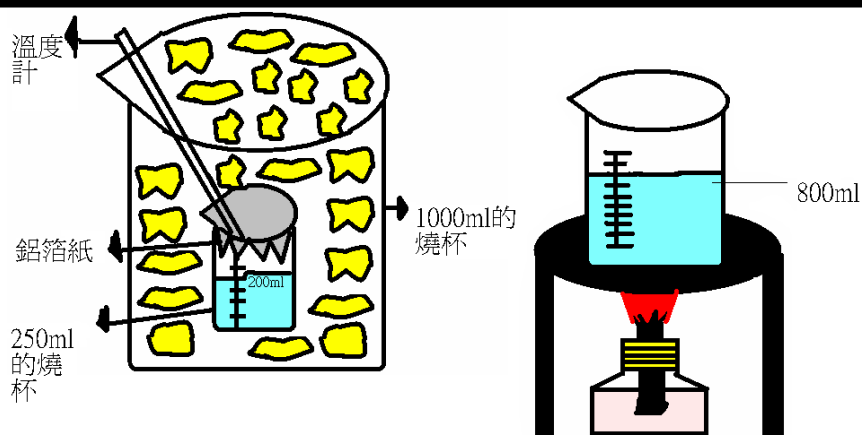
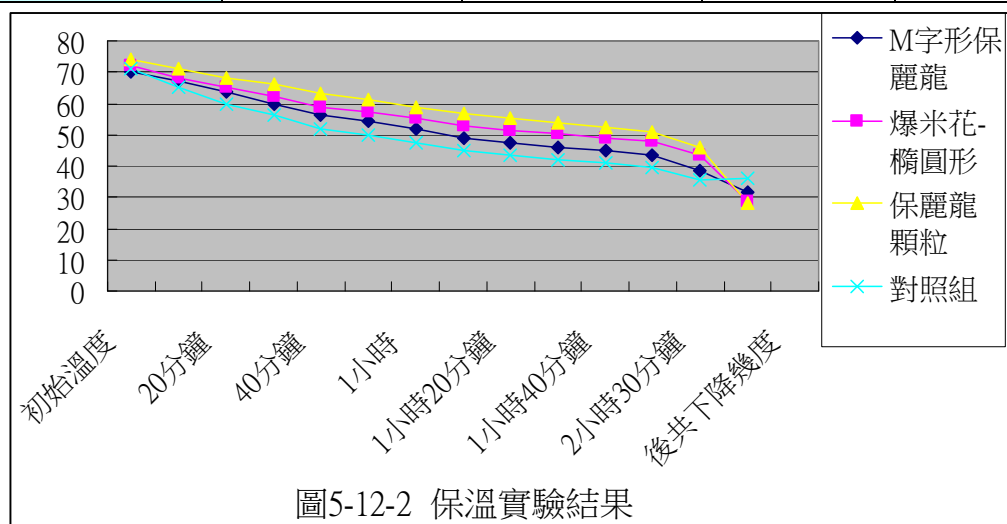


圖 5-12-1 保溫實驗裝置圖

表 5-12-1 保溫實驗結果記錄表

下 降 幾 度 時 間 種 類	M 字形保麗龍	爆米花-橢圓形	保麗龍顆粒	對照組
初始溫度	70℃	72℃	74℃	71℃
10 分鐘	67℃	68℃	71℃	65℃
20 分鐘	63.5℃	65℃	68℃	60℃
30 分鐘	60℃	62℃	66℃	56.5℃
40 分鐘	56.5℃	59℃	63℃	52℃
50 分鐘	54.5℃	57.5℃	61℃	50℃
1 小時	52℃	55.5℃	59℃	47.5℃
1 小時 10 分鐘	49℃	53℃	57℃	45℃
1 小時 20 分鐘	47.5℃	51.5℃	55.5℃	43.5℃
1 小時 30 分鐘	46℃	50.5℃	54℃	42℃
1 小時 40 分鐘	45℃	49℃	52.5℃	41℃
1 小時 50 分鐘	43.5℃	48℃	51℃	39.5℃
2 小時 30 分鐘	38.5℃	43.5℃	46℃	35.5℃
共下降幾度	31.5℃	28.5℃	28℃	36℃



十三、耐撞實驗

先將鐵架黏在桌上，用量角器精確控制擺錘的撞擊角度，以相同長度的綿繩，綁上包裹著填充材料的生雞蛋。表格中若又超過一種符號，表示那一次的實驗結果有爭議所以做第二遍。1 表示第一次 2 表示第二次.....依此類推。

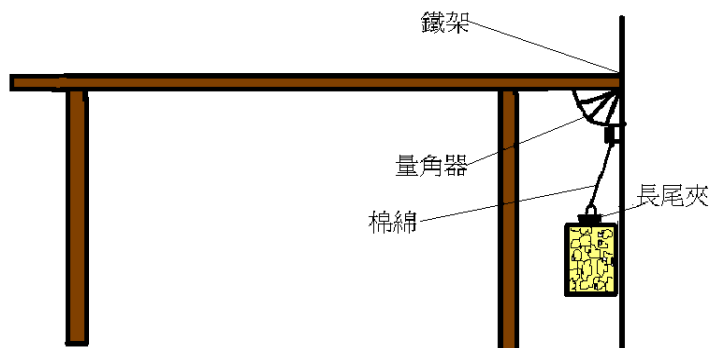


圖 5-13-1 耐撞實驗裝置圖

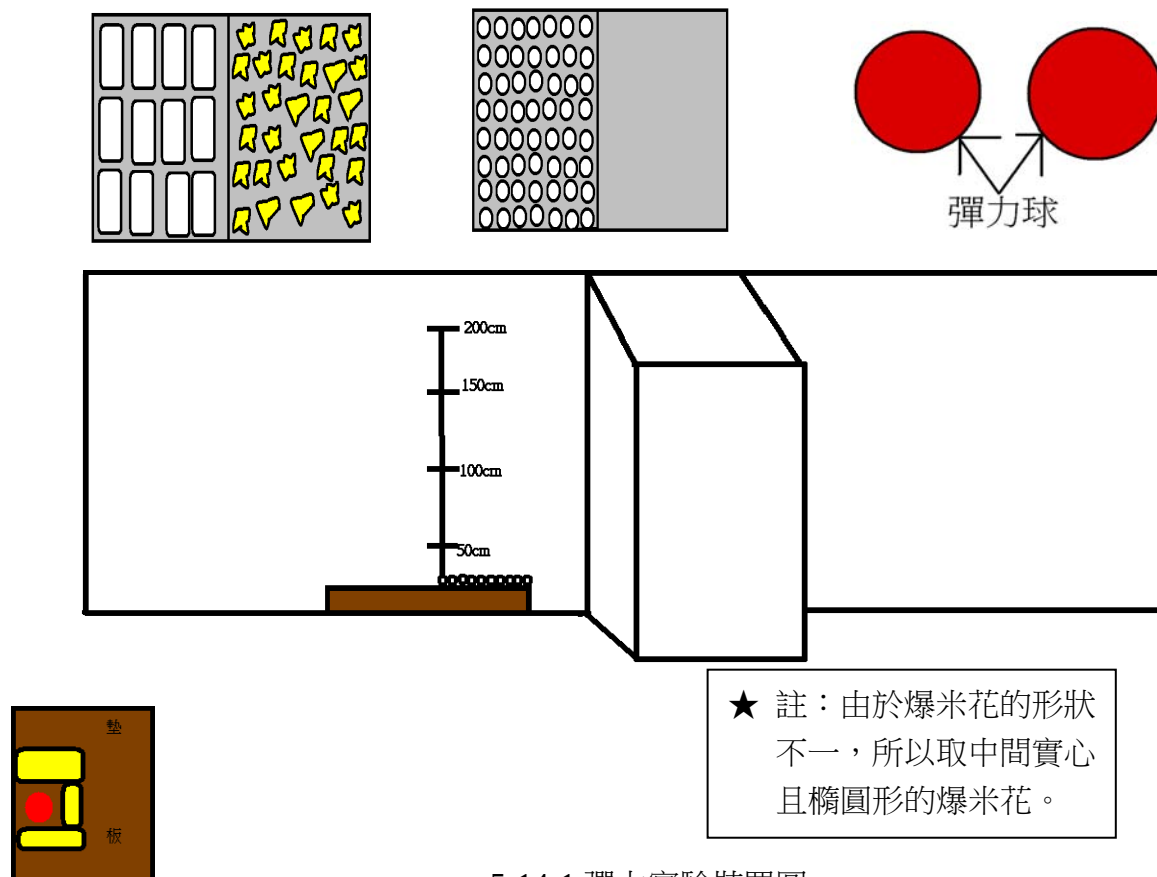
表 5-13-1 耐撞實驗結果記錄表

結 果 種 類	擺 錘 幅 度	30 度	50 度	70 度	90 度	110 度	130 度	150 度	170 度
爆米花 (一)		○	○	○	○	○	○	○	○
爆米花 (二)		○	○	○	○	○	○	○	○
M 字形保 麗龍 (一)		○	○	○	○	○	△	○	○
M 字形保 麗龍 (二)		○	○	○	○	○	△ ○	○	○
保麗龍顆粒 (一)		○	○	○	○	○	○	○	○
保麗龍顆粒 (二)		○	○	○	○	○	○	○	○

符號說明 → ○：沒破 △：裂 X：破

十四、彈力實驗

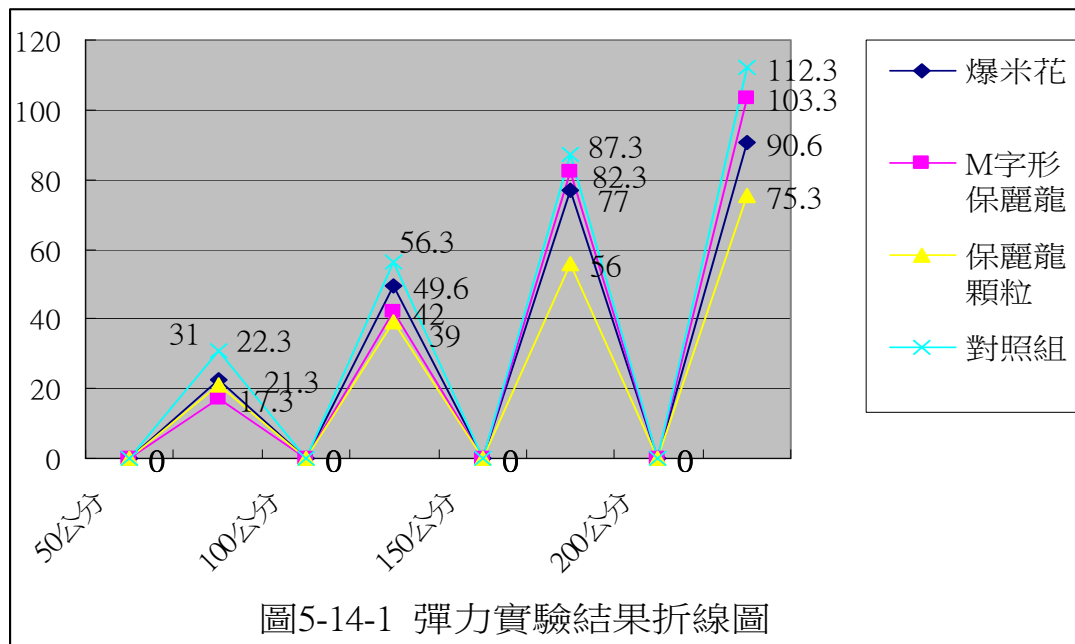
在 21x22 的板子上分別用雙面膠把爆米花、保麗龍顆粒、M 字形保麗龍黏在上面，因為保麗龍顆粒的厚度沒有跟爆米花和 M 字形保麗龍一樣厚，所以在上面黏 3 層。以彈力球從相同高度落下，測量彈起的高度。



5-14-1 彈力實驗裝置圖

表 5-14-1 彈力實驗結果記錄表

種類 (cm) 反彈高度	爆米花				M 字形保麗龍				保麗龍顆粒				對照組 (只有板子)			
	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
50 公分	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
	21	22	24	22.3	26	28	28	27.3	20	22	22	21.3	30	31	32	31
100 公分	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
	48	50	51	49.6	40	42	44	42	39	39	39	39	54	58	57	56.3
150 公分	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
	79	77	75	77	79	80	88	82.3	53	58	57	56	87	88	87	87.3
200 公分	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均	一	二	三	平均
	90	86	96	90.6	103	101	106	103.3	77	71	78	75.3	107	110	115	112.3



十五、輾壓實驗

我們用 16 吋的腳踏車來當作實驗器材，圓周是 360 度，所以每 41cm 就黏一個填充物，爆米花是用挑選過的飽足顆粒，保麗龍顆粒則是用 2x2 的保麗龍顆粒(板) 代替，M 字形保麗龍不變，接著用雙面膠固定在輪子上面，並騎乘 36m 的距離，看看哪一種材質最容易被輾碎。

表 5-15-1 輾壓實驗結果記錄表

變化項目	種類	圖	文字敘述
M 字形保麗龍			碎成 3 半，還有碎削
爆米花 (橢圓形)			被壓扁了。
保麗龍顆粒(板)			被壓扁了。

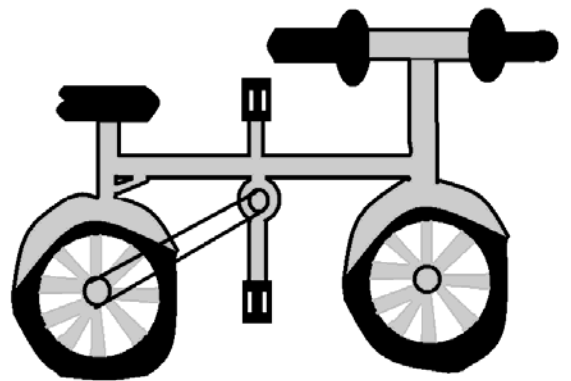
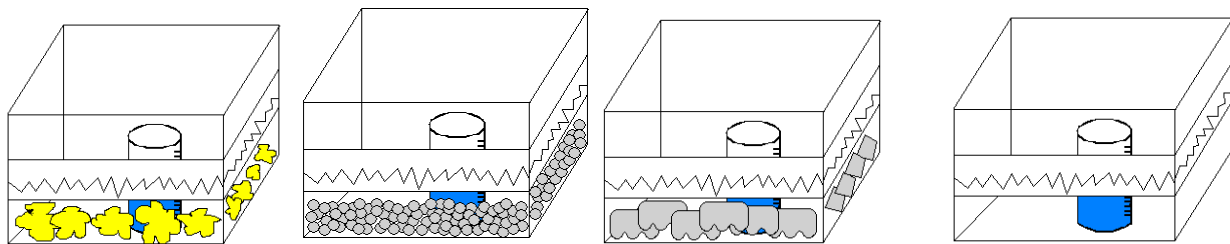


圖 5-15-1 輾壓實驗裝置

十六、除濕實驗

拿四個箱子，分別在裡面黏三個裝水的水杯，在準備裝滿 500ml 的爆米花、M 字形保麗龍及保麗龍顆粒，倒在箱子裡(不可倒到水杯裡)，再做一個對照組，箱子只須放一杯水。全部都用保鮮膜封起來，再用膠帶黏一圈，即完成。



爆米花

保麗龍顆粒

M 字形保麗龍

對照組

圖 5-16-1 除濕實驗裝置圖

表 5-16-1 除濕實驗結果記錄表

減少 天數	種類 水量	爆米花		保麗龍顆粒		M 字形保麗龍		對照組	
		0.1	平均	0	平均	0	平均	0	平均
第 3 天 4/6	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0
	0.15	0.15	0.15	0.05	0.075	0.05	0.05	0	0
第 6 天 4/9	0.15	0.15	0.15	0.05	0.075	0.05	0.05	0	0
	0.25	0.25	0.25	0.15	0.1	0.05	0.05	0	0
第 10 天 4/13	0.25	0.25	0.25	0.15	0.1	0.05	0.05	0	0
	0.2	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
第 13 天 4/16	0.2	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
	0.15	0.15	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
第 15 天 4/18	0.15	0.15	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
	0.25	0.25	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
第 18 天 4/21	0.25	0.25	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0
	0.3	0.3	0.3	0.05	0.05	0.05	0.05	0	0

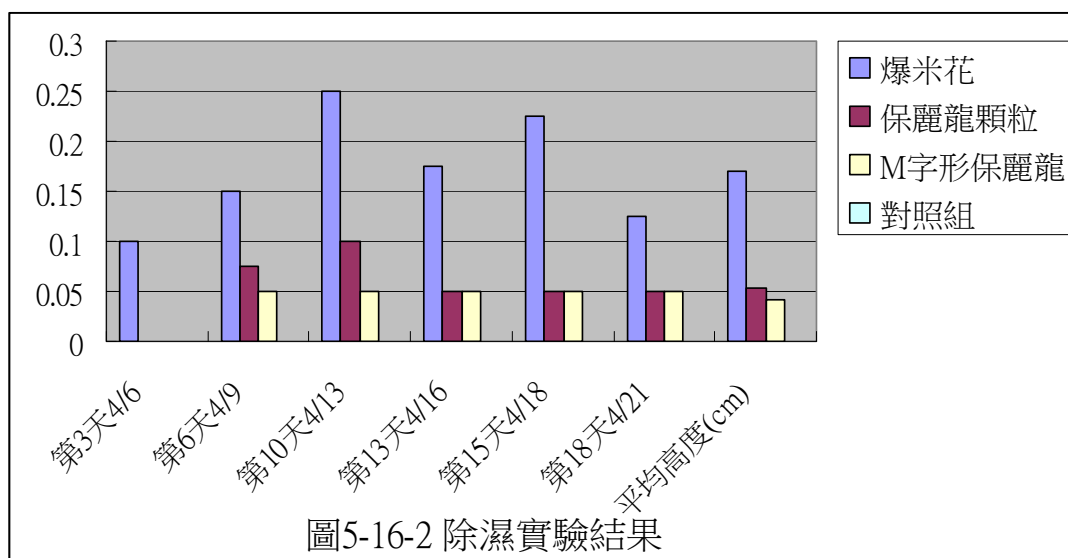


圖5-16-2 除濕實驗結果

十七、撞擊實驗

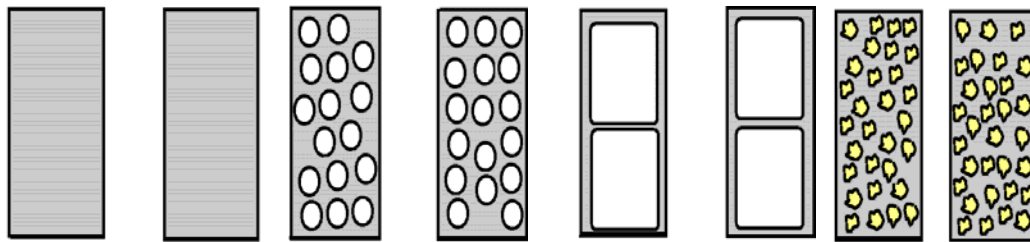


圖 5-17-1 撞擊實驗裝置圖

先裁 8 個 2x5 大小的厚紙板，再將橢圓形的爆米花用雙面膠黏在 2 個 2x5 大小的厚紙板上，保麗龍顆粒和M字形保麗龍也這麼做，還剩兩個 2x5 的厚紙板，那兩個就不要黏任何東西，因為那兩片是對照組，所以不要黏，這樣才可以測的出哪種填充物吸收衝力的功能較強。車頭黏上防撞板(以三種不同材質做成)，測量鐵塊被撞離的距離(cm)。

表 5-17-1 撞擊實驗材料的厚度

厚 次 度 數	種 類	對照組 (瓦楞紙)	爆米花	保麗龍顆粒	M 字形保麗龍
第一次		0.3 公分	0.9 公分	1 公分	1.5 公分
第二次		0.3 公分	0.7 公分	1 公分	1.5 公分
平均		0.3 公分	0.8 公分	1 公分	1.5 公分

註：爆米花的材質，厚度較不容易控制，所以有一些差異。

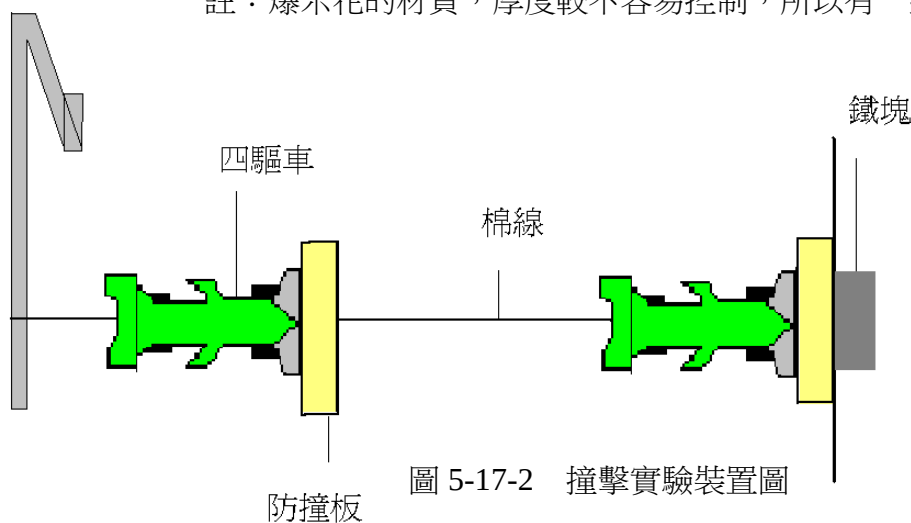


圖 5-17-2 撞擊實驗裝置圖

表 5-17-2 鐵塊撞擊實驗結果記錄表(一個鐵塊)

鐵 塊 種 類	次 數	1-1	1-2	2-1	2-2	平均
M 字形保麗龍	離 線	37 公分	34 公分	35.5 公分	33 公分	34.9 公分
保麗龍顆粒		29.5 公分	27 公分	24 公分	28 公分	27.1 公分
爆米花		24.5 公分	23.5 公分	26 公分	24 公分	24.5 公分
對照組		27.5 公分	24 公分	25.5 公分	26 公分	25.8 公分

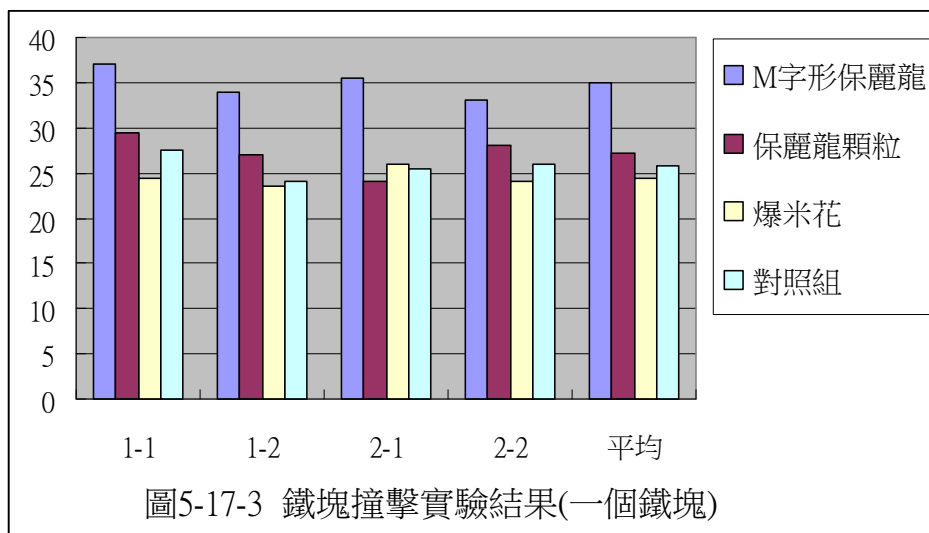
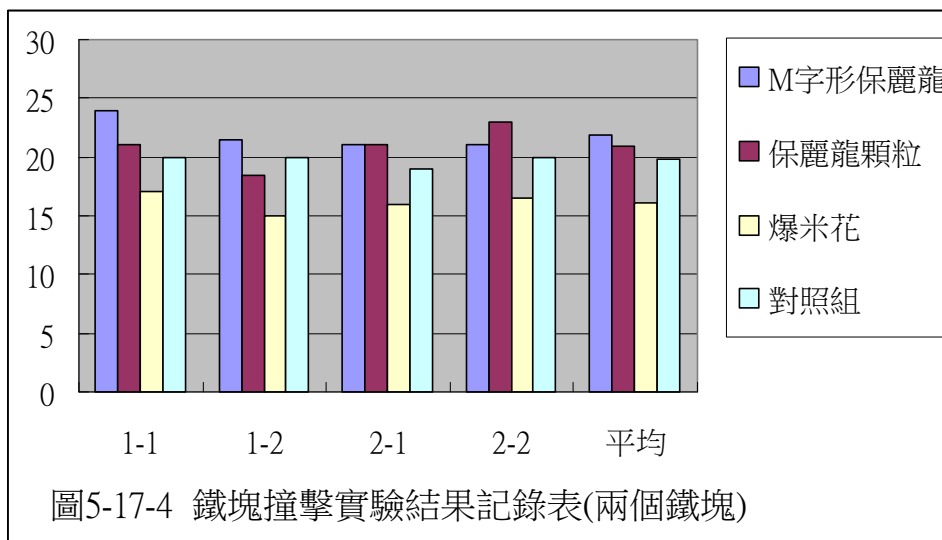


表 5-17-3 鐵塊撞擊實驗結果記錄表(兩個鐵塊)

鐵塊離線次數	種類	1-1	1-2	2-1	2-2	平均
M 字形保麗龍		24 公分	21.5 公分	21 公分	21 公分	21.9 公分
保麗龍顆粒		21 公分	18.5 公分	21 公分	23 公分	20.9 公分
爆米花		17 公分	15 公分	16 公分	16.5 公分	16.1 公分
對照組		20 公分	20 公分	19 公分	20 公分	19.8 公分



十八、數位顯微鏡實驗

今天我們使用數位顯微鏡觀察保麗龍顆粒、爆米花和M字形保麗龍的孔隙度。我們把樣本切片成 0.1cm厚度，一種做兩片，放在載玻片上，以顯微鏡觀察孔隙度大小的差異。由於數位顯微鏡看的比較清楚，所以我們沒滴染色色素，每種樣觀察兩次，每次拍兩張照片。

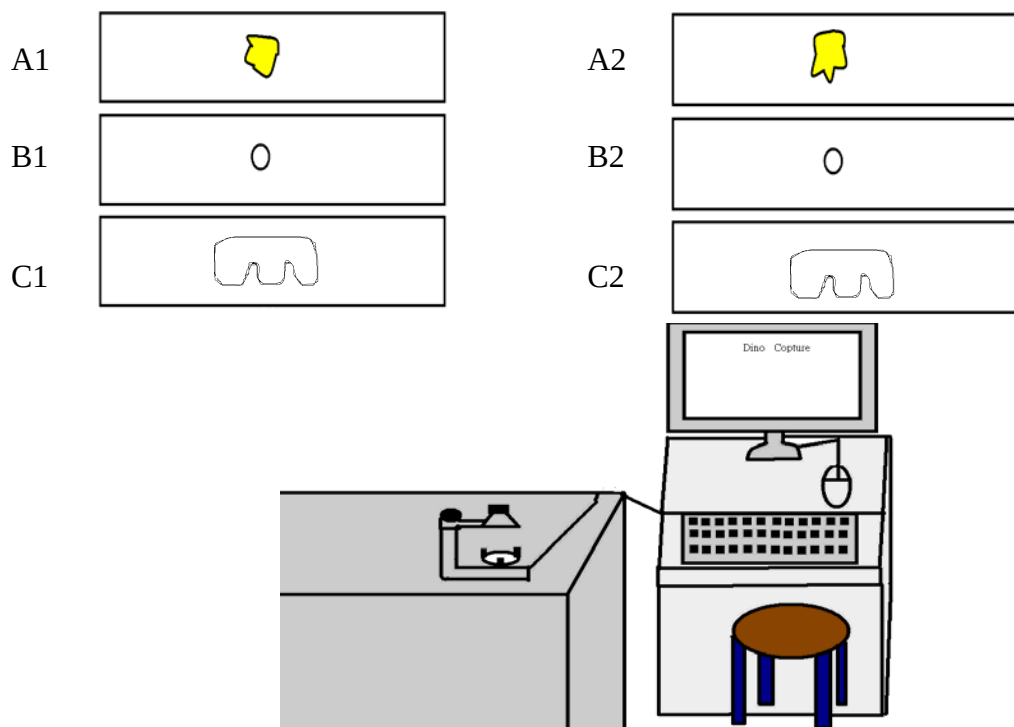
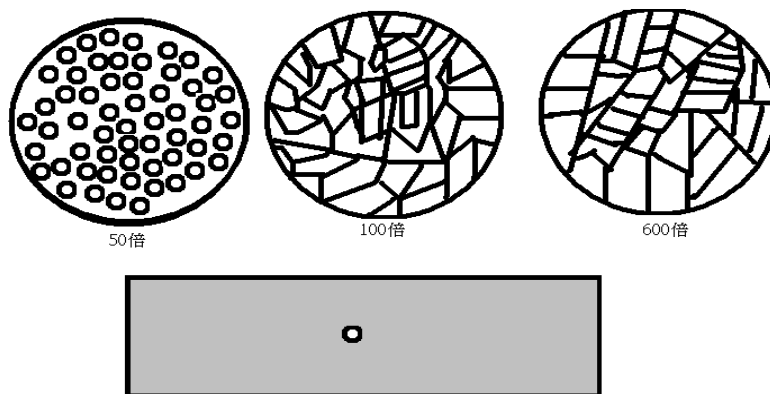


圖 5-18-1 顯微鏡實驗裝置圖

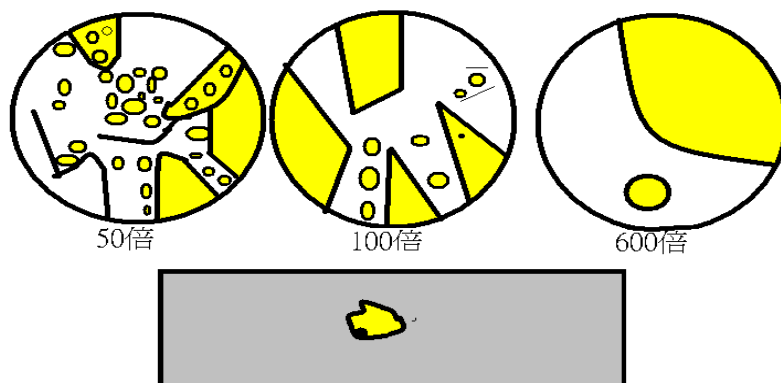
十九、孔隙度實驗

操作步驟：先將保麗龍顆粒、爆米花和 M 字形保麗龍切成寬 0.1 公分的薄片，取最中間的那一片，各準備兩份。一開始我們沒有滴上染色色素，由於看起來不怎麼明顯所以滴了藍色色素，比較容易觀察。

保麗龍顆粒



爆米花



M 字形保麗龍

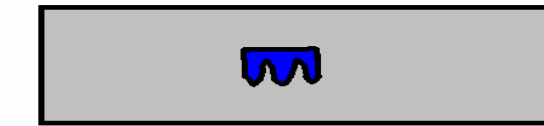
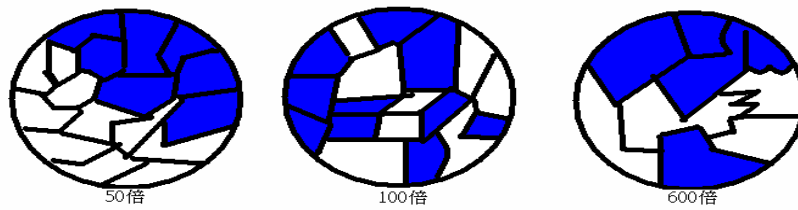
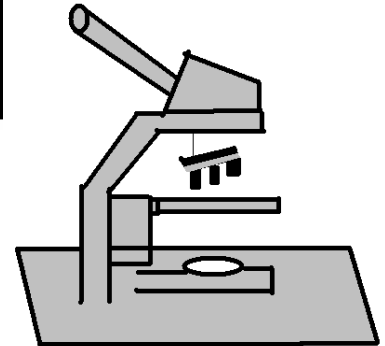


圖 5-19-1 顯微鏡配置圖



二十、秤重實驗

將三種填充物材料，取相同體積(250ml 燒杯裝滿)放入相同大小夾鏈袋內，並秤重紀錄結果。

表 5-20-1 秤重實驗結果記錄表

重 次 數	種 類 量	保麗龍顆粒	爆米花	M 字形 保麗龍
第一次		9.1g	31.7g	8.3g
第二次		9.4g	31.7g	8.3g
第三次		9.25g	31.7g	8.3g

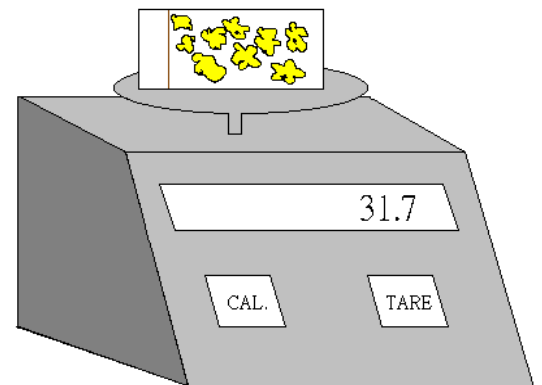
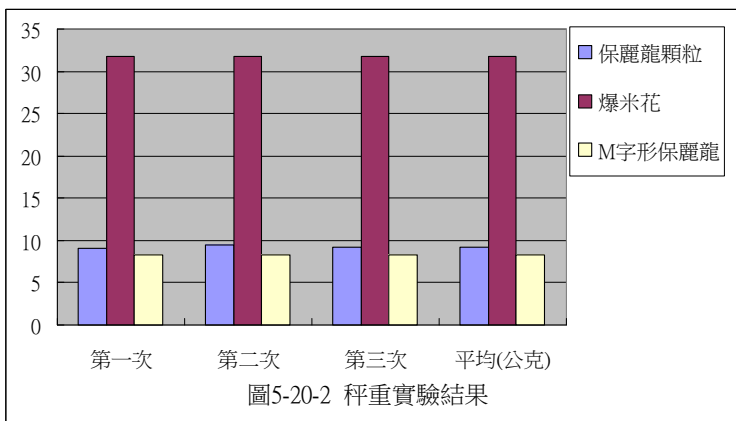


圖 5-20-1 秤重實驗裝置圖



二十一、強力膠溶解實驗

將爆米花，M 字形保麗龍及 2x2 的保麗龍顆粒(板)各黏兩個在 20x10 的厚紙板上，並用簽字筆標名，各滴一滴強力膠在上面。結果發現：爆米花安然無恙，完全沒有變化，其他兩種材質則是立刻被溶解變小。



圖 5-21-1 強力膠溶解實驗裝置圖

表 5-21-1 強力膠溶解實驗結果記錄表

結 果 種 類	項 目	爆米花	M 字形保麗龍	2x2 的保麗龍顆粒 (板)
變化現象		除了表面有變黃外，完全沒有溶解的現象。	30 秒立刻溶解。	一分鐘後凹陷下去。

二十二、保麗龍和爆米花使用現況調查

依據研究主題我們進行許多次的討論，終於完成「保麗龍和爆米花使用現況調查問卷」。這份問卷一共有 12 題，前第 1 至第 4 題是調查基本資料，第 5 至 12 題針對保麗龍和爆米花的相關知識設計問題進行了解。為了充分瞭解保麗龍和爆米花的使用現況，我們一共發放 150 份問卷，並且分組調查。最後問卷回收 144 份，回收率 96%。

(一) 受訪者的性別

我們的問卷調查對象中，女性的受訪民眾較多，共計 85 人占 59%，男性有 59 位，占 41%（請看圖 6-1）。

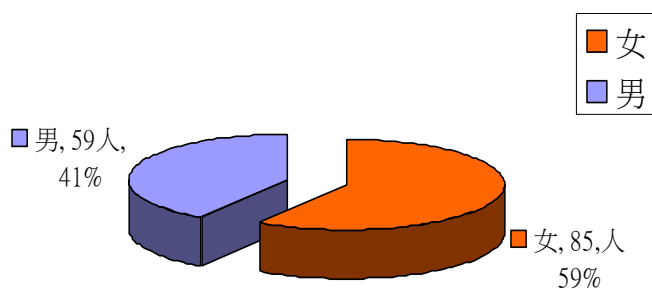
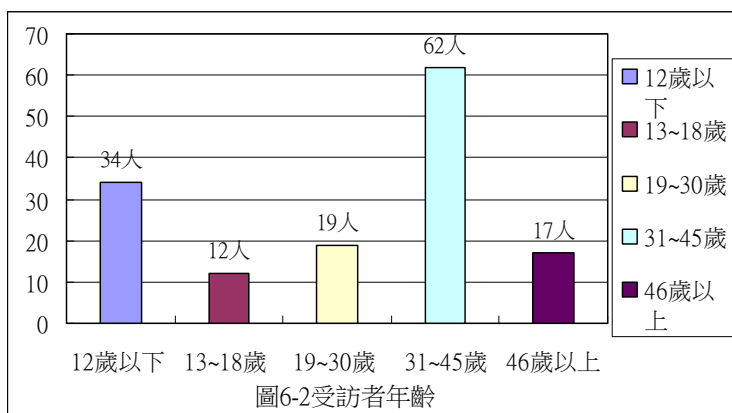


圖6-1 受訪者性別

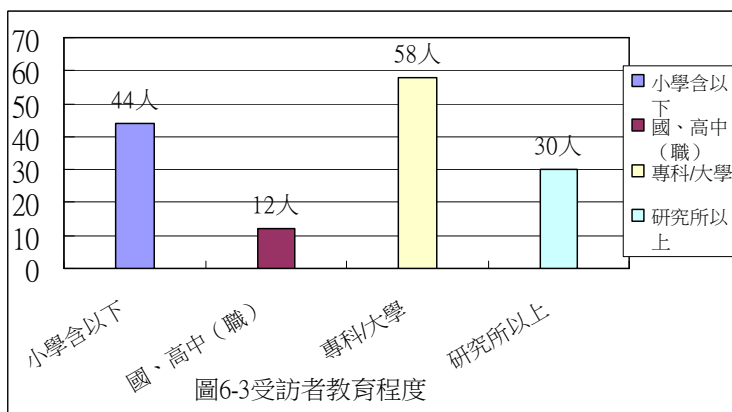
（二）受訪者的年齡

我們問卷調查的對象，年齡層分布很廣，從未滿 12 歲到 46 歲以上都有，其中 12 歲以下的受訪民眾有 34 人，13 到 18 歲的有 12 人，19 到 30 歲有 19 人，31 到 45 歲有 62 人，46 歲以上有 17 人（請看圖 6-2）。



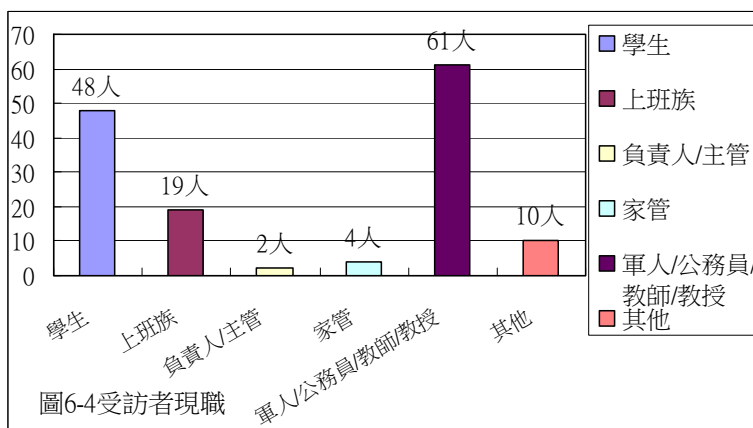
（三）受訪者的學歷背景

我們問卷調查的對象，具有專科/大學學歷的受訪者最多，有 59 人占 48%，小學以下學歷的有 38 人占 31%，國（初）高中（職）的有 13 人占 11%，研究所以上學歷的有 12 人占 10%（請看圖 6-3）。



（四）受訪者的職業

我們問卷調查的對象，包含許多職業身分，其中軍人/公務員/教師/教授最多，有 61 人，其次是學生身分有 48 人，上班族有 19 人，家管有 4 人，負責人/主管有 2 人，其他身分有 10 人（包括：服務業、警衛等身份），（請看圖 6-4）。



（五）請問您在吃爆米花時，會有像吃保麗龍的感覺嗎？

在吃爆米花時，是否會有像吃保麗龍的感覺也是我們想要調查的重點，在 144 個受訪民眾中，一半的人覺得沒有像吃保麗龍的感覺，一半的人覺得會有像吃保麗龍的感覺（請看圖 6-5）。

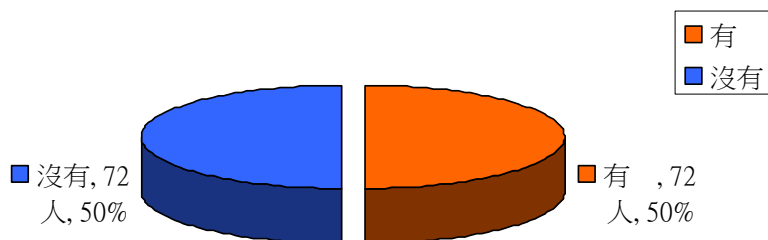


圖6-5請問您在吃爆米花時，會有像吃保麗龍的感覺嗎？

（六）依您的瞭解，保麗龍的用途有哪些？(可複選)

為了瞭解民眾對於保麗龍用途的想法，我們列出 6 個選項，調查發現：有 98 人認為保麗龍能吸收衝力，有 109 人認為保麗龍能耐壓，有 114 人認為保麗龍能防摔耐撞，有 87 人認為保麗龍能吸音，有 118 人認為保麗龍能保溫，有 103 人認為保麗龍能防震（請看圖 6-6）。

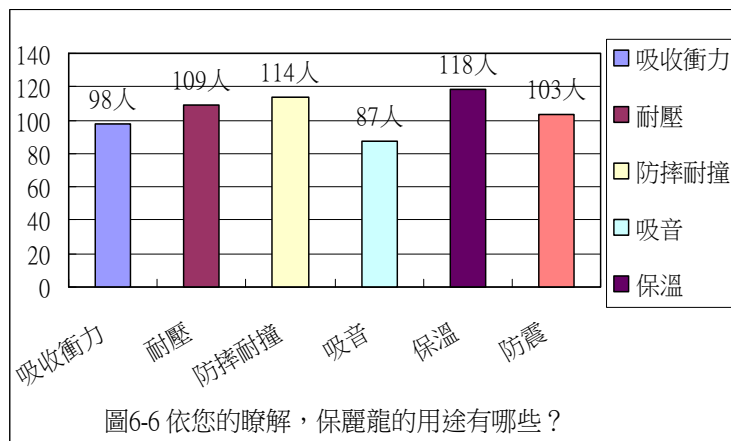


圖6-6 依您的瞭解，保麗龍的用途有哪些？

（七）您對於廢棄不用的保麗龍防撞材料會如何處理？(可複選)

為了瞭解衛生紙使用後的處理情形，我們訪問民眾「會丟到回收桶/箱」、「會彙集起來下次再利用」、「丟到一般垃圾」，結果發現：其中會丟到回收桶/箱的最多，有 94 人占 51%，其次是會彙集起來下次再利用的有 66 人，占 35%，丟到一般垃圾有 26 人，占 14%（請看圖 6-7）。

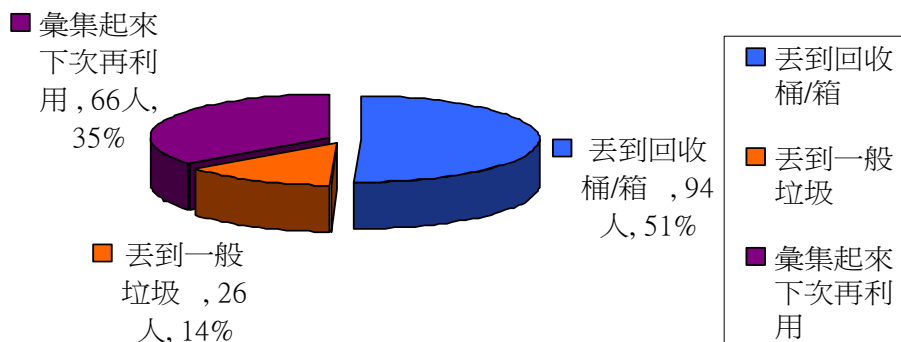
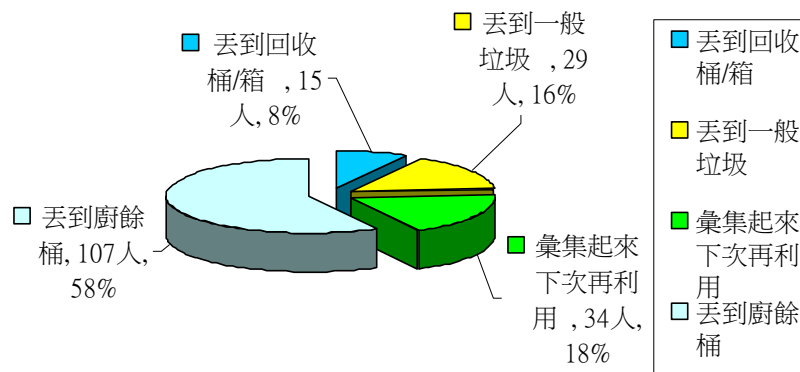


圖6-7您對於廢棄不用的保麗龍防撞材料會如何處理？(可複選)

(八) 若是以爆米花充當防撞材料，您認為廢棄不用後可以如何處理？(可複選)

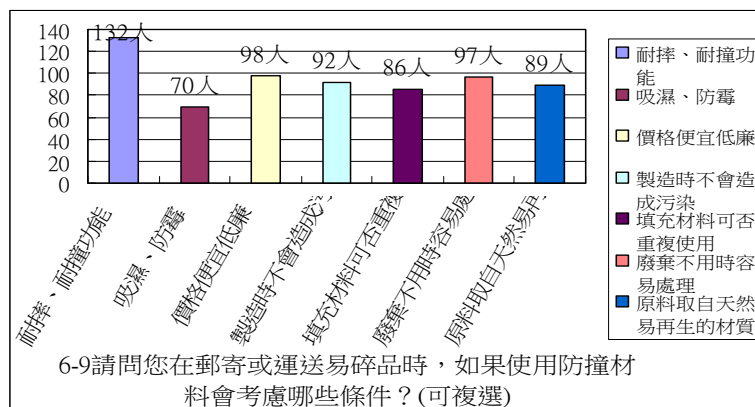
根據實驗調查結果顯示：會丟到廚餘桶的人最多，有 107 人，占 58%，其次是彙集起來下次使用，有 34 人，占 18%，而有 29 人會丟到一般垃圾，占 16%，最少有 15 人會丟到回收桶/箱，占 8% (請看圖 6-8)。



6-8若是以爆米花充當防撞材料，您認為廢棄不用後可以如何處理？(可複選)

(九) 請問您在郵寄或運送易碎品時，使用防撞材料會考慮哪些條件？(可複選)

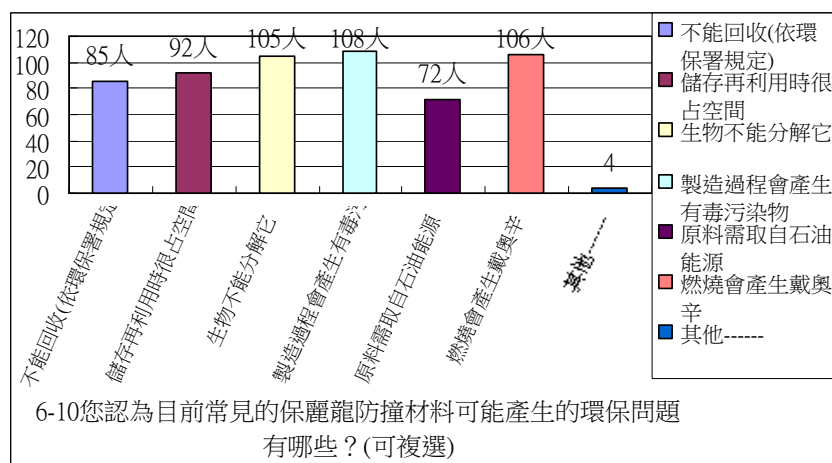
調查發現：其中最多有 132 人勾選耐摔、耐撞功能，接著有 98 人選價格便宜低廉，廢棄不用時容易處理有 97 人勾選，而有 92 人選製造時不會造成污染，有 89 人勾選原料取自天然易再生的材質，還有 86 人選擇填充材料可否重複使用，最少的是吸濕、防霉，有 70 人 (請看圖 6-9)。



6-9請問您在郵寄或運送易碎品時，如果使用防撞材料會考慮哪些條件？(可複選)

(十) 您認為目前常見的保麗龍防撞材料可能產生的環保問題有哪些？(可複選)

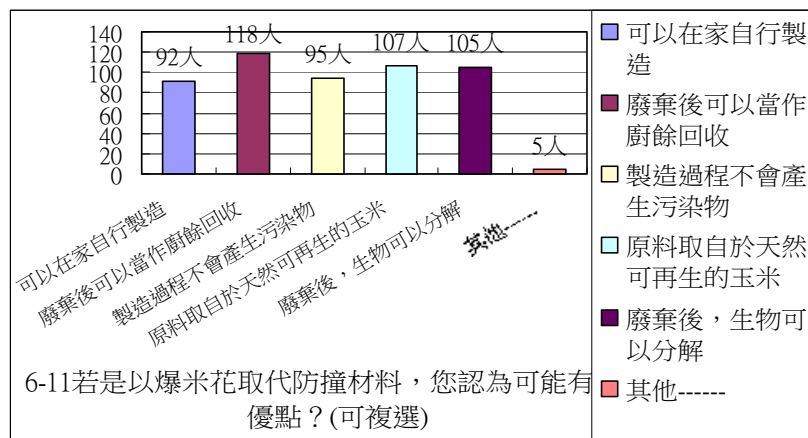
根據實驗調查結果顯示：其中選製造過程會產生有毒污染物最多，有 108 個，其次是燃燒會產生戴奧辛，有 106 人選擇，接著是生物不能分解它，有 105 人勾選，勾儲存再利用時很占空間的有 92 人，選不能回收(依環保署規定)的有 85 人，選原料需取自石油能源的有 72 人，最少的是其他(現有回收再製機器，較不普及、生物已可分解及視覺污染等的問題) (請看圖 6-10)。



6-10您認為目前常見的保麗龍防撞材料可能產生的環保問題有哪些？(可複選)

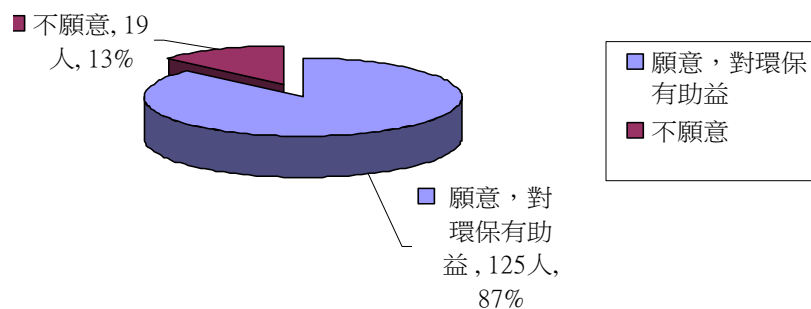
(十一) 若是以爆米花取代防撞材料，您認為可能有哪些優點？(可複選)

根據實驗調查結果顯示：選廢棄後可以當作廚餘回收的人最多，有 118 人，然後是原料取自於天然可再生的玉米，有 107 人，再來是廢棄後，生物可以分解，有 105 人，接著是製造過程不會產生污染物，有 95 人，選可以在家自行製造有 92 人，最少的是其他(包括：可食用、當肥料等選項)，有 5 人（請看圖 6-12）。



(十二) 若是以爆米花取代部分保麗龍的功能(或是用途)，您願意選擇使用嗎？

選擇願意，對環保有助益的有 125 人，占 87%，只有 19 人選不願意，占 13%（請看圖 6-12）。



6-12若是以爆米花取代部分保麗龍的功能(或是用途)，您願意選擇使用嗎？

六、討論

依據上面的研究過程與數據資料，配合問卷分析結果，綜合討論如下：

- 一、根據運送實驗的結果，發現爆米花的保護功能跟保麗龍不相上下，小燒杯也沒有破裂，由此實驗可證明在運送物品這項中爆米花可以取代保麗龍。
- 二、根據螢光劑測試實驗的結果，發現爆米花和保麗龍都沒有含螢光劑。
- 三、根據隔音實驗的結果，證明爆米花的隔音效果不比保麗龍差，還有比保麗龍好的數據。
- 四、根據耐摔實驗的結果，爆米花在耐摔這項實驗中保護功能都比保麗龍好。
- 五、根據耐壓實驗的結果，爆米花的耐重的能力比保麗龍好。
- 六、根據火燒實驗結果，爆米花在燃燒時只有燒焦味，但保麗龍燃燒時卻產生惡臭。
- 七、根據掩埋實驗的結果，爆米花被埋在土中十週，挖出後卻完全消失，保麗龍則是全部找回而且還完全沒變化，是埋在土中百年都分解不掉的垃圾。
- 八、根據浮水性的實驗結果，保麗龍能浮在水中，爆米花則在三天後就沈到水底。
- 九、根據耐水性的實驗結果，保麗龍直到第二十一天都沒有軟掉發出惡臭等變化，爆米花第三天就變軟，發出惡臭。

- 十、根據穿透力實驗的結果，當保麗龍遭受外力(尖銳物品)快速衝撞時不易保護內容物，因為結構較鬆散，爆米花則較密集。
- 十一、根據曝曬實驗的結果，保麗龍完全沒變化，爆米花則是變白了。
- 十二、根據保溫實驗的結果，發現爆米花的保溫功能不比保麗龍差，甚至比它好。
- 十三、根據耐撞實驗的結果，爆米花的保護功能跟保麗龍差不多，已經可以取代它了。
- 十四、根據彈力實驗的結果，爆米花吸收衝擊力的功能比保麗龍好。
- 十五、根據輾壓實驗的結果，保麗龍的結構就鬆散，爆米花則較密集，所以不易被壓碎。
- 十六、根據除濕實驗的結果，爆米花的除濕效果比保麗龍好。
- 十七、根據撞擊實驗結果，爆米花吸收衝擊力的功能比保麗龍好。
- 十八、根據數位顯微鏡觀察的結果，可以明顯看出爆米花的纖維較密集。
- 十九、根據孔隙度實驗結果，發現爆米花的纖維較密集。
- 二十、根據秤重實驗結果，得知爆米花重量比保麗龍重，但目前郵寄費用是採計大小而不是採計重量。
- 二十一、根據強力膠溶解實驗結果，由於保麗龍是塑膠製品，導致接觸到含有甲苯的強力膠時，會迅速的溶解，但相反的爆米花是屬全天然的物質所以不會溶解。
- 二十二、這次問卷調查中，女性居多，且有一半是專科大學以上，可能是因為在學校或在自家社區發問卷，所以大多女老師來填答。問卷調查結果與爆米花物理特性實驗結果比較如下：
 - (一)51%的人認為保麗龍廢棄時可以回收，可見的一般民眾普遍認為保麗龍可以回收，有35%的人會重複利用，只有14%的人知道保麗龍不能回收。
 - (二)58%的人認為爆米花使用後可以丟廚餘桶給豬吃，有16%的人認為爆米花也可以丟一般垃圾，也有更具環保意識18%的人會重複利用，只有少數8%的人會丟到回收箱。
 - (三)對於爆米花取代部分保麗龍功能(用途)贊同的人87%，不贊同的只有少數13%。

柒、結論

- (一)經過了掩埋與曝曬，我們得知爆米花會因一些自然現象而變色或分解，M字形保麗龍和保麗龍顆粒都沒有分解變色等現象。
- (二)在彈力實驗和撞擊實驗內，爆米花吸收衝擊力的功能比保麗龍顆粒或是M字形保麗龍都還要好。
- (三)秤過重量後，發現爆米花的重量比M字形保麗龍和保麗龍顆粒都還要重，但是為了顧及後代子孫，還是選用可分解於大自然的爆米花比較環保，而且不必擔心郵遞計費的問題，因為現在計費方式都是採大小制，所以不必擔心重量太重，多花錢的問題，我們有做過實驗把三種不同填充物，但大小一樣的盒子拿去寄一樣每個都是80元。
- (四)根據輾壓實驗和穿透力實驗的結果，爆米花的纖維較密集就算遭受外力(尖銳物品)快速衝撞時，破碎的機率仍然很小，但M字形保麗龍的纖維較不密集，只要用手一捏它就碎了。
- (五)由於保麗龍是塑膠製品，導致它被燃燒或滴到強力膠時會產生化學反應，爆米花就算滴到強力膠也不會溶解，燃燒也不會產生惡臭，更不會傷害人體。

捌、參考資料及其他

1.爆米花製作。97 年 9 月 25 日，引自：

http://photo.pchome.com.tw/_photoforum/content.html?fid=58&tid=1716。

2.禁用保麗龍 環局長要硬起來。97 年 10 月 2 日，引自：

<http://paper.udn.com/udnpaper/PID0020/144919/web/>。

3.拒絕使用保麗龍。97 年 10 月 11 日，引自：www.wretch.cc/blog/fexfex24/5778702。

4.為什麼保麗龍不易腐爛呢? 97 年 10 月 21 日，引自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509052306445>

5.保麗龍和空氣污染的關係。97 年 11 月 12 日，引自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206060506452>。

6.保麗龍是怎樣製成? 97 年 11 月 28 日，引自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105061808795>。

7.何謂白色污染? 97 年 12 月 16 日，引自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105061707737>。

8.保麗龍是一般垃圾還是回收垃圾呢? 98 年 1 月 15 日，引自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1406071415347>。

9.認識家中有毒物質--保麗龍。98 年 2 月 18 日，引自：

<http://ivy3.epa.gov.tw/swims/twdep/www/eplife/poison/polylon.htm>。

10.污染！大陸保麗龍漂流至馬祖碼頭。98 年 3 月 11 日，引自：

<http://admin.epochtw.com/6/2/23/22300.htm>。

11.保麗龍減容處理再利用。98 年 4 月 6 日，引自：<http://www.greenschool.moe.edu.tw/node/3746>。

12.Tina L. Seelig 著，陳雪芬譯（民 86）。科學爆米花。

13.國家標準(CNS)檢索系統。<http://www.cnsonline.com.tw/>

14.Wu-jun Xu（民 91）。高分子材料導論。五南圖書出版股份有限公司，第 133 頁。

15.台灣包裝專刊 Taiwan Packaging Industry Magazine。98 年 4 月 21 日，引自：www.EEchain.com。

16.周宗華主編（民 94）。高分子材料。新文京開發。

17.邱艇祥（民 84）。自然界的 83 個謎。新文京開發。臺北縣：稻田。

附錄一 問卷

【爆米花】與【保麗龍】特性比較調查問卷

您好，我們是參與科學研究的小學生。為了瞭解爆米花與保麗龍的特性與使用意見，特地編製這份問卷來蒐集資料，希望獲得您的協助與支持。這份問卷的資料，只會作為科學研究及資料分析使用，一切資料均會保密，敬請您放心，謝謝您的幫忙！

台中市○○國民小學五年級科展研究小組

指導老師：○○○

學生：----- 敬上 98.04

✍請您依實際情況在最合適的方格內打「✓」：

- 1.性別：☐女 ☐男
- 2.年齡：☐12 歲以下 ☐13~18 歲 ☐19~30 歲 ☐31~45 歲 ☐46 歲以上
- 3.教育程度：☐小學含以下 ☐國（初）高中（職） ☐專科/大學 ☐研究所以上
- 4.現職：☐學生 ☐上班族 ☐主管/負責人 ☐家管 ☐軍人/公務員/教師/教授 ☐其他_____
- 5.請問您在吃爆米花時，會有像吃保麗龍的感覺嗎？ ☐有 ☐沒有
- 6.依您的瞭解，保麗龍的用途有哪些？（可複選）
☐吸收衝力(如：汽車保險桿內填充物) ☐耐壓(使物品不被壓碎)
☐防摔耐撞 ☐吸音 ☐保溫 ☐防震(當填充物)
- 7.您對於廢棄不用的保麗龍防撞材料會如何處理？（可複選）
☐丟到回收桶/箱 ☐丟到一般垃圾 ☐彙集起來下次再利用
- 8.若是以爆米花充當防撞材料，您認為廢棄不用後可以如何處理？（可複選）
☐丟到回收桶/箱 ☐丟到一般垃圾 ☐彙集起來下次再利用 ☐丟到廚餘桶
- 9.請問您在郵寄或運送易碎品時，如果使用防撞材料會考慮哪些條件？（可複選）
☐耐摔、耐撞功能 ☐吸濕、防霉 ☐價格便宜低廉
☐製造時不會造成污染 ☐填充材料可否重複使用
☐廢棄不用時容易處理 ☐原料取自天然易再生的材質
- 10.您認為目前常見的保麗龍防撞材料可能產生的環保問題有哪些？（可複選）
☐不能回收(依環保署規定) ☐儲存再利用時很占空間 ☐生物不能分解它
☐製造過程會產生有毒污染物 ☐原料需取自石油能源 ☐燃燒會產生戴奧辛
☐其他_____
- 11.若是以爆米花取代防撞材料，您認為可能有哪些優點？（可複選）
☐可以在家自行製造 ☐廢棄後可以當作廚餘回收
☐製造過程不會產生污染物 ☐原料取自於天然可再生的玉米
☐廢棄後，生物可以分解 ☐其他_____
- 12.若是以爆米花取代部分保麗龍的功能(或是用途)，您願意選擇使用嗎？
☐願意，對環保有助益 ☐不願意，原因：_____

【評語】 080104

實驗態度良好，實驗器材貼近鄉土，可惜內容仍有充實改進的空間。