

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國小組

作品名稱：舞動「迴」旋——迴力鏢飛行能力與迴力效果之探究

關鍵詞：迴力鏢、滯空時間、迴力作用（最多三個）

編號：A6002

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：自報名系統報名完取得作品編號後，先填寫回作品封面上，再存成 docx 及 pdf 檔後再上存。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

作品名稱：舞動「迴」旋——迴力鏢飛行能力與迴力效果之探究

摘要（300字以內）

本研究想探究迴力鏢的飛行能力與迴力效果，並將飛行能力區分為兩種：滯空時間與飛行距離兩項。我們研究的結果發現：影響迴力鏢滯空時間、飛行距離、迴力效果三種表現，最重要的因素是「葉數多寡」、「材質軟硬」；「重量」則會影響迴力鏢的滯空時間、飛行距離，迴力效果則是重量適中的迴力鏢效果較好；「翼面長度」會影響迴力鏢的滯空時間、迴力效果；「翼面寬度」則只會影響迴力鏢的迴力效果。由此可知：材質越硬、葉數越多的迴力鏢，其飛行能力與迴力效果越佳。

一、 研究動機

有一天，我正看著電視裡的「火影忍者」卡通，突然出現了一種很酷炫的武器——風魔手裡劍，射出去可以再飛回來。這激起了我的好奇心，想知道世界上到底有沒有「射出去可以再飛回來」的武器，就想到了迴力鏢。為了想更瞭解迴力鏢，於是我到班上邀約了幾位好朋友，一起組成了迴力鏢研究小隊，看書並上網查詢了迴力鏢相關資料，並以「迴力鏢」做為這次參加科展的題材。

二、 研究目的

基於以上的研究動機，本研究將探討：迴力鏢之製作材質與外型；相同材質迴力鏢之重量、翼面之長度，對迴力鏢滯空時間、飛行距離與迴力效果的影響。所以我們的研究目的有：探討不同重量是否會影響迴力鏢的滯空時間、飛行距離與迴力效果

- （一） 探討相同紙質之迴力鏢，不同外型是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果
- （二） 探討相同紙質、外型之迴力鏢，不同翼面長度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果
- （三） 探討相同紙質、外型之迴力鏢，不同翼面寬度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果
- （四） 探討相同外型之迴力鏢，不同材質是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

三、 研究設備及器材

本研究製作迴力鏢時，使用到的材料有：西卡紙、300P 白銅紙、500P 白銅紙、1000P 白銅紙、四開襯卡、珍珠板、瓦楞板、釘書機、直尺、量角器、剪刀、美工刀、透明膠帶、膠帶檯。在進行迴力鏢拋擲實驗時，使用到的實驗器材有：防水捲尺、游標尺、手機 APP-碼表。

以下為本研究之迴力鏢製作流程，迴力鏢成品製作與相關實驗器材介紹：

(一)三葉型、十字型、五葉型迴力鏢之製作流程：



先用直尺在紙上畫上三個至五個寬度一樣的長方形



接著使用美工刀將三個到五個長方形一一割下



割出切口當卡榫，然後將三個到五個長方形接合起來



使用量角器量出三葉型夾角 120 度、十字型夾角 90 度、五葉型夾角 72 度

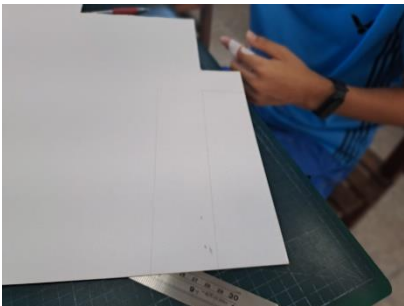


接著使用透明膠帶，將切口交接處黏貼緊實



最後用訂書針將各個切口固定，以免拋擲後產生位移

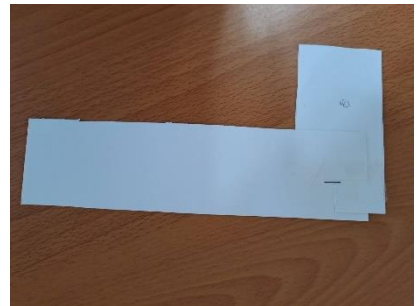
(二)V 型、L 葉型迴力鏢之製作流程：



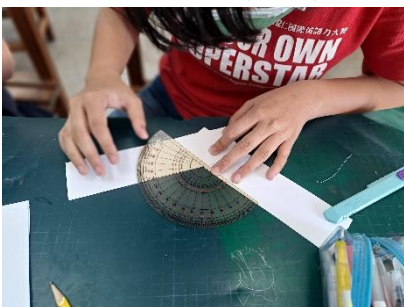
畫二個長 20 cm、寬 5 cm 的長方形(V 型)；一個長 20 cm、寬 5 cm，一個長 10 cm、寬 5 cm 的長方形(L 型)



接著使用美工刀將長方形一一割下



割出切口當卡榫，然後將長方形接合起來

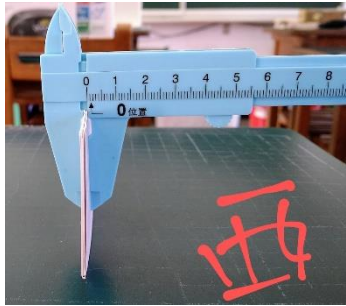


使用量角器量出 V 型迴力鏢
角度 120 度、L 型角度 90 度

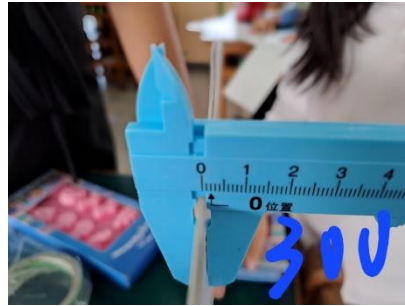
最後使用透明膠帶，將切口
交接處黏貼緊實

最後用訂書針將各個切口固
定，以免拋擲後產生位移

(三)不同重量之迴力鏢：



5 張西卡紙 0.1 cm，
1 張西卡紙厚度為 0.02 cm



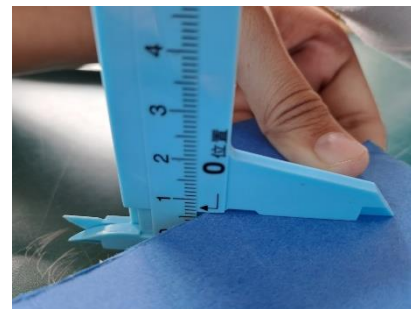
5 張 300P 白銅紙 0.2 cm，
1 張厚度為 0.04 cm



5 張 500P 白銅紙 0.3 cm，
1 張厚度為 0.06 cm



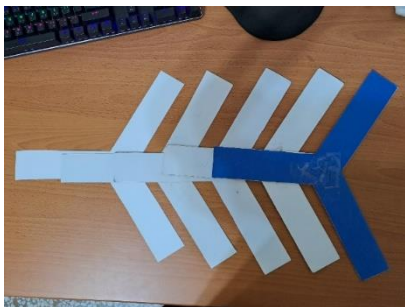
5 張 1000P 白銅紙 0.6 cm，1 張厚度為 0.12 cm



5 張四開襯卡 0.8 cm，1 張厚度為 0.16 cm

(四)不同外型之迴力鏢：

以下五張照片，由左到右依序均為：西卡紙、300P 白銅紙、500P 白銅紙、1000P 白銅紙、
四開襯卡製成



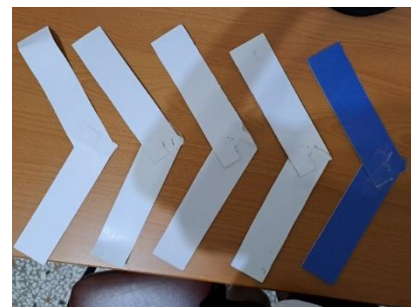
三葉型迴力鏢



四葉型迴力鏢



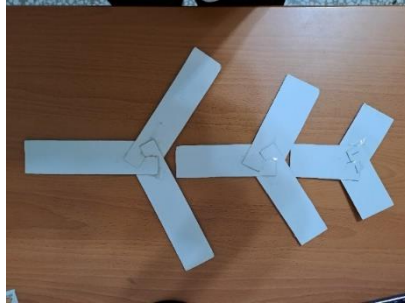
五葉型迴力鏢



L 型迴力鏢

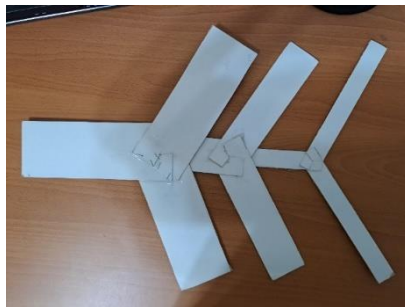
V 型迴力鏢

(五)翼面長度不同之迴力鏢：



三葉型迴力鏢，全部寬度均為 5 cm，由左到右依序：長度 20 cm、長度 15 cm、長度 10 cm

(六)翼面寬度不同之迴力鏢：



三葉型迴力鏢，全部長度均為 20 cm，由左到右依序：寬度 2.5 cm、寬度 5 cm、寬度 7.5 cm

(七)實驗操作器材：



游標尺



手機 APP-碼表

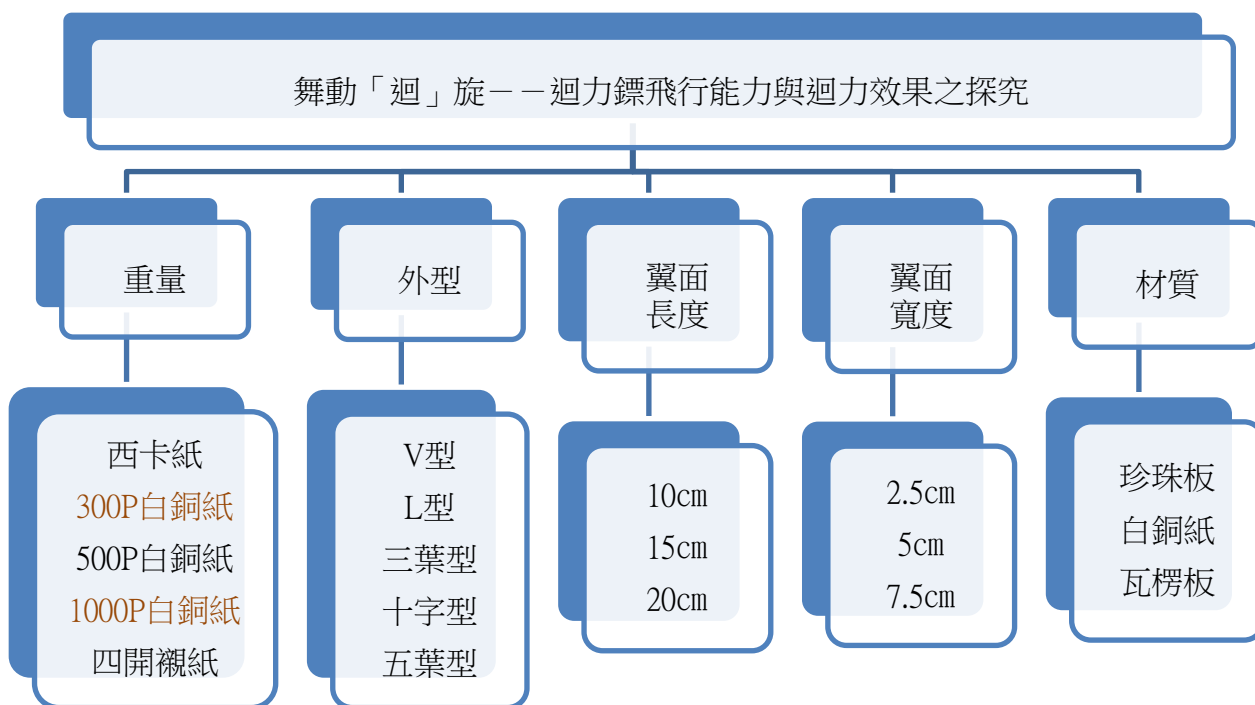


防水捲尺

四、 研究過程與方法

針對前述研究目的，我們一共設計了五項實驗來進行探討。以下為我們每一項實驗的記錄、結果分析與討論，以瞭解：影響迴力鏢滯空時間、迴旋距離的因素有那些。

基於上述的研究目的，我們完成了以下的研究架構圖：



以下為本研究名詞釋義：

- (一)滯空時間：從拋擲同學將迴力鏢拋擲出手時起算，到迴力鏢落地時截止。
- (二)飛行距離：從拋擲同學拋擲處起算，到迴力鏢飛行最遠點之直線距離。
- (三)迴力效果：從迴力鏢拋擲到的最遠處起算，到迴力鏢落地點之直線距離。

【實驗一】：研究目的—探討不同重量的迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

- (一)研究假設：紙張重量越重，顯示所受重力越大，所以迴力鏢的滯空時間越短、迴力效果越差；四開襯卡重量最重，所以滯空時間最短、飛行距離越短、迴力效果最差；西卡紙最輕，所以滯空時間最長、飛行距離越長；迴力效果越佳。
- (二)實驗器材：使用三葉型、四葉型、五葉型、V型、L型迴力鏢，各由西卡紙與300P白銅紙與500P白銅紙與1000P白銅紙與四開襯卡製成；防水捲尺、手機--碼表APP、手機--照相APP。
- (三)實驗步驟：
 1. 拋擲學生站於跑道起跑點，手執以西卡紙、300P白銅紙、500P白銅紙、1000P白銅紙、四開襯卡製成的三葉型迴力鏢之中心，以0度水平拋擲。
 2. 聽從記錄學生口令，數1—2—3後，拋擲學生才能拋擲。
 3. 紙張重量由輕到重，依序拋擲西卡紙、300P白銅紙、500P白銅紙、1000P白銅紙、四開襯卡之三葉型迴力鏢，每種迴力鏢各3次。

4. 測量同學以防水捲尺測量，三葉型迴力鏢之滯空時間、與起點直線最遠距離、產生迴力作用後與起點的距離；記錄同學將數據記錄在表格內。
5. 接著依序拋擲四葉型迴力鏢、五葉型迴力鏢、V型迴力鏢、L型迴力鏢。
6. 實驗記錄：將記錄之數據輸入 EXCEL，進行統計分析。以下為三葉型、四葉型、五葉型、L型、V型迴力鏢的實驗數據統計圖表。

表一：不同重量製成之三葉型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	1.27	1.24	1.79	1.43
300P 白銅紙	0.68	0.85	1.14	0.89
500P 白銅紙	1.00	1.3	0.87	1.06
1000P 白銅紙	1.37	1.85	1.00	1.41
四開襯卡	2.15	1.9	2.55	2.20

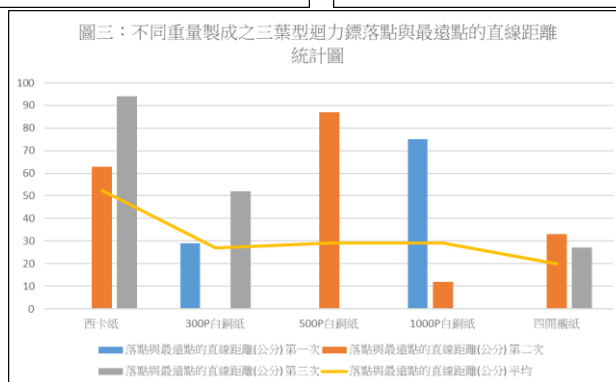
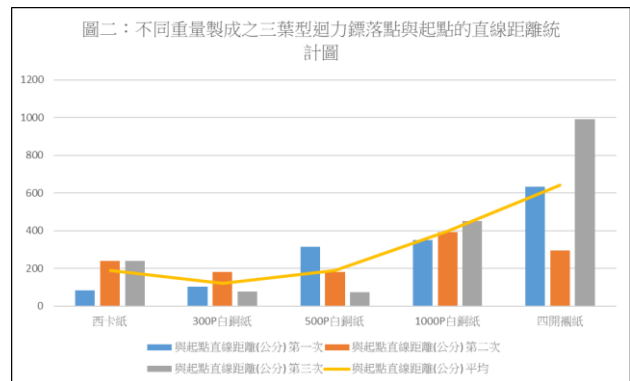
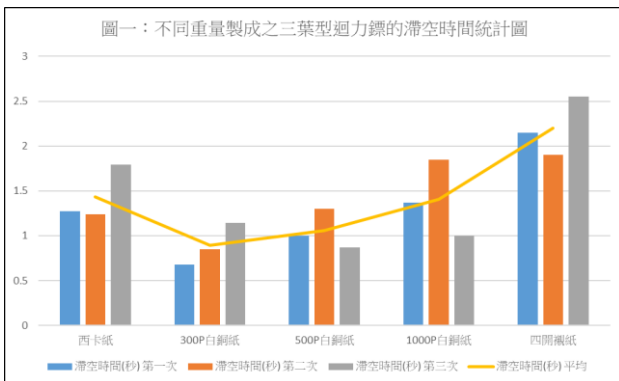
表二：不同重量製成之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	82	240	240	187.33
300P 白銅紙	104	180	76	120.00
500P 白銅紙	314	180	72	188.67
1000P 白銅紙	349	391	450	396.67
四開襯卡	633	295	990	639.33

表三：不同重量製成之三葉型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

實驗次數	落點與最遠點的直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	0	63	94	52.33
300P 白銅紙	29	0	52	27.00
500P 白銅紙	0	87	0	29.00

1000P 白銅紙	75	12	0	29.00
四開襯卡	0	33	27	20.00



表四：不同重量製成之四葉型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	1.19	0.87	1.54	1.20
300P 白銅紙	1.7	1.48	0.96	1.38
500P 白銅紙	1.11	2.13	2.99	2.08
1000P 白銅紙	2.53	2.6	2.03	2.39
四開襯卡	1.06	3.14	2.11	2.10

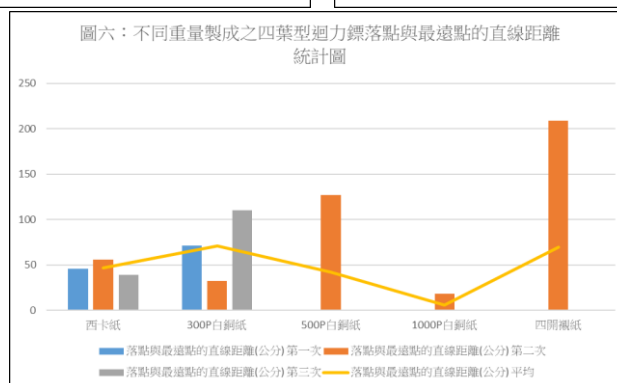
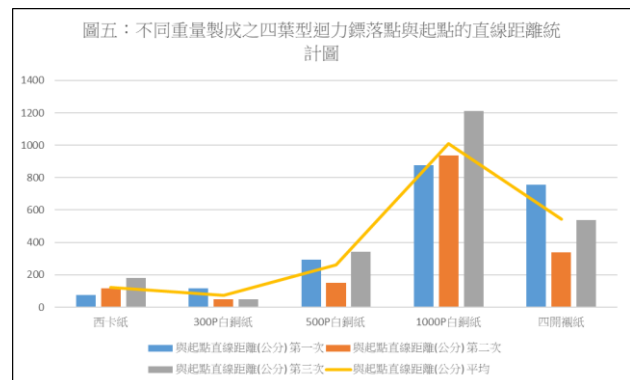
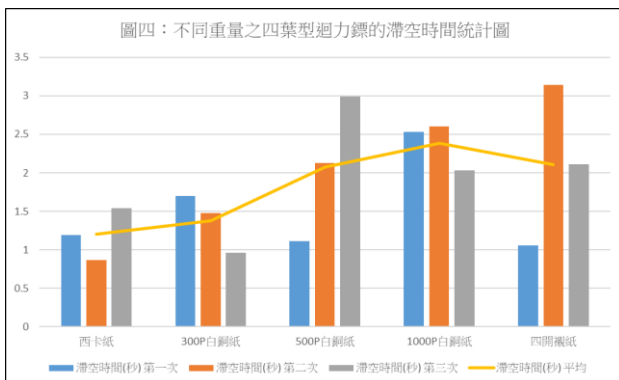
表五：不同重量製成之四葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	74	115	182	123.67
300P 白銅紙	115	50	50	71.67

500P 白銅紙	293	150	342	261.67
1000P 白銅紙	878	938	1213	1009.67
四開襯卡	755	340	538	544.33

表六：不同重量製成之四葉型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	46	56	39	47.00
300P 白銅紙	71	32	110	71.00
500P 白銅紙	0	127	0	42.33
1000P 白銅紙	0	18	0	6.00
四開襯卡	0	209	0	69.67



表七：不同重量製成之五葉型迴力鏢的滯空時間統計表

滯空時間(秒)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	1.06	0.92	1.11	1.03

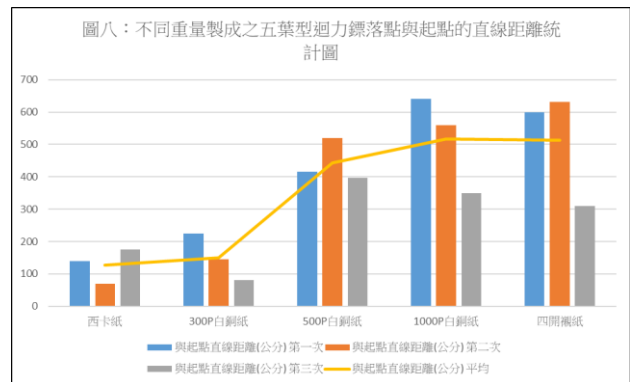
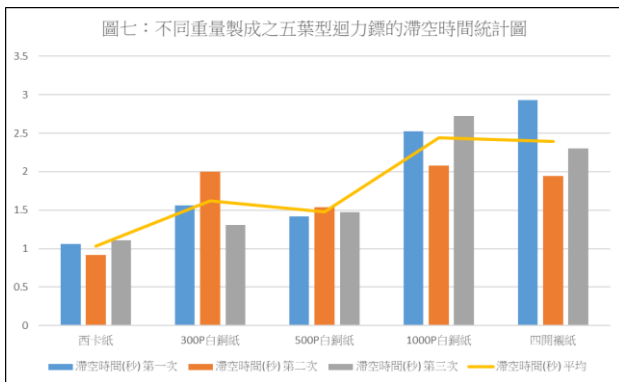
300P 白銅紙	1.56	2	1.31	1.62
500P 白銅紙	1.42	1.54	1.47	1.48
1000P 白銅紙	2.52	2.08	2.72	2.44
四開襯卡	2.93	1.94	2.3	2.39

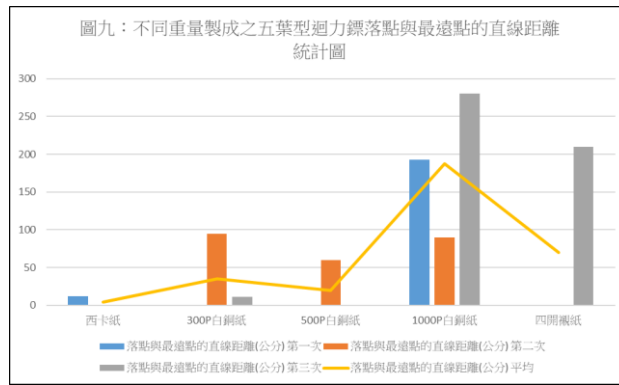
表八：不同重量製成之五葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

落點與起點直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	139	70	175	128.00
300P 白銅紙	225	145	80	150.00
500P 白銅紙	415	520	397	444.00
1000P 白銅紙	640	560	350	516.67
四開襯卡	600	632	310	514.00

表九：不同重量製成之五葉型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	12	0	0	4.00
300P 白銅紙	0	95	11	35.33
500P 白銅紙	0	60	0	20.00
1000P 白銅紙	193	90	280	187.67
四開襯卡	0	0	210	70.00





表十：不同重量製成之V型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	1.31	0.74	0.69	0.91
300P 白銅紙	0.82	1.19	0.94	0.98
500P 白銅紙	1.62	1	1.27	1.30
1000P 白銅紙	3.15	0.84	1.38	1.79
四開襪卡	1.51	1.01	1.49	1.34

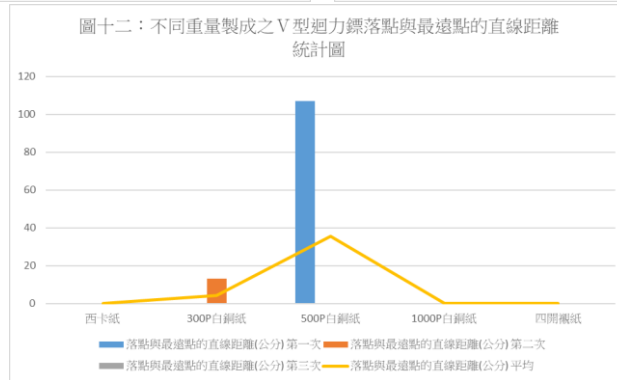
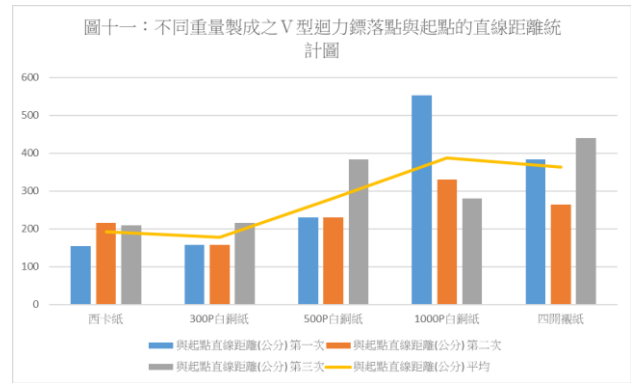
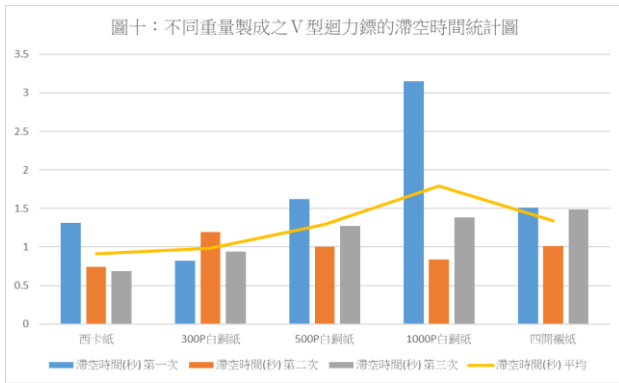
表十一：不同重量製成之V型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	154	215	209	192.67
300P 白銅紙	158	158	216	177.33
500P 白銅紙	230	230	383	281.00
1000P 白銅紙	553	330	280	387.67
四開襪卡	384	264	440	362.67

表十二：不同重量製成之V型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

實驗次數	落點與最遠點的直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	0	0	0	0.00

300P 白銅紙	0	13	0	4.33
500P 白銅紙	107	0	0	35.67
1000P 白銅紙	0	0	0	0.00
四開襯卡	0	0	0	0.00



表十三：不同重量製成之L型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	1.37	1.28	1.49	1.38
300P 白銅紙	1.61	2	2	1.87
500P 白銅紙	1.78	1.67	1.19	1.55
1000P 白銅紙	1.43	1.52	1.67	1.54
四開襯卡	2.55	1.46	1.5	1.84

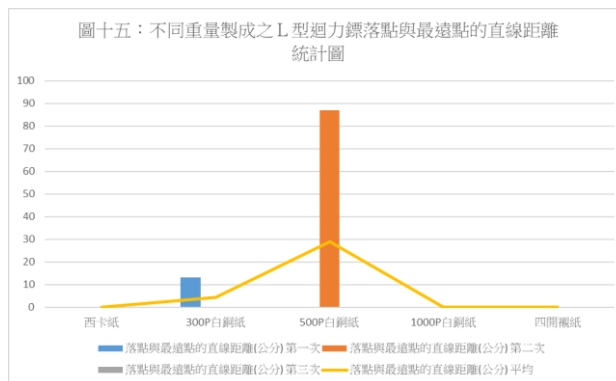
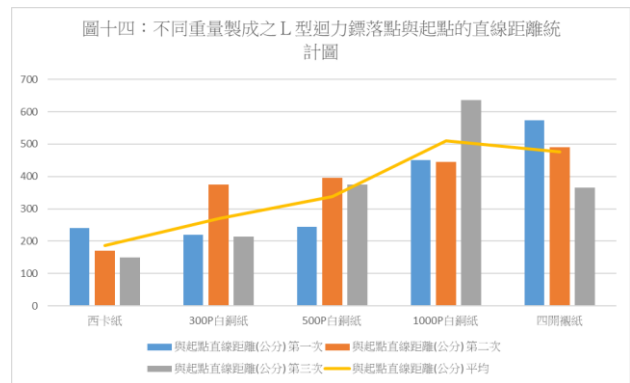
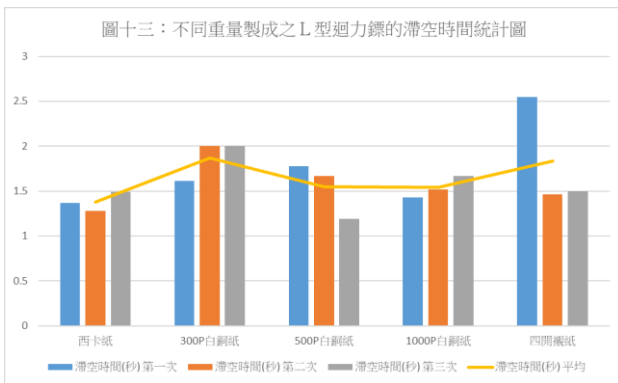
表十四：不同重量製成之L型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

落點與起點直線距離(cm)	
---------------	--

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	240	170	150	186.67
300P 白銅紙	220	374	214	269.33
500P 白銅紙	245	395	375	338.33
1000P 白銅紙	450	444	635	509.67
四開襯卡	574	490	365	476.33

表十五：不同重量製成之 L 型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
西卡紙	0	0	0	0.00
300P 白銅紙	13	0	0	4.33
500P 白銅紙	0	87	0	29.00
1000P 白銅紙	0	0	0	0.00
四開襯卡	0	0	0	0.00



【實驗一】：【研究目的二】 探討不同外型的迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)研究假設：因為五葉型迴力鏢的受力面積最大，所以五葉型迴力鏢的滯空時間最久、飛行距離越長、迴力效果也最佳；L 型迴力鏢的受力面積最少，所以滯空時間最短、飛行距離越短、迴力效果最差。

(二)實驗器材：同【實驗一】。

(三)實驗步驟：同【實驗一】。

(四)實驗記錄：我們將記錄之數據輸入 EXCEL，進行統計分析。以下分別是以相同重量製成之三葉型、四葉型、五葉型、L 型與 V 型迴力鏢的實驗數據統計圖表。

表十六：西卡紙製成之不同外型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	1.27	1.24	1.79	1.43
四葉型	1.19	0.87	1.54	1.20
五葉型	1.06	0.92	1.11	1.03
V 型	1.31	0.74	0.69	0.91
L 型	1.37	1.28	1.49	1.38

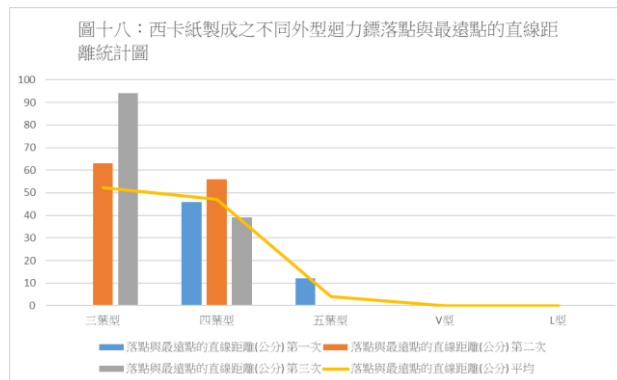
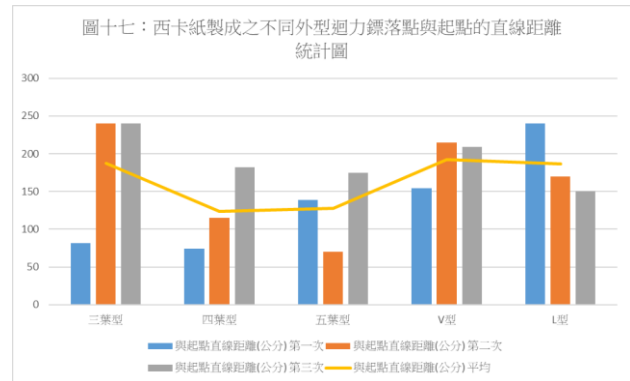
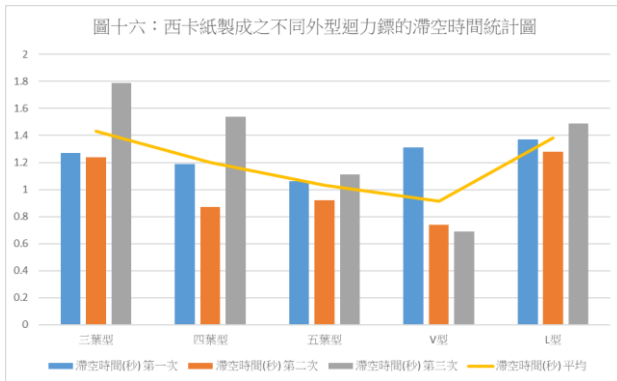
表十七：西卡紙製成之不同外型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	82	240	240	187.33
四葉型	74	115	182	123.67
五葉型	139	70	175	128.00
V 型	154	215	209	192.67
L 型	240	170	150	186.67

表十八：西卡紙製成之不同外型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
-----------------	--	--	--	--

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	0	63	94	52.33
四葉型	46	56	39	47.00
五葉型	12	0	0	4.00
V 型	0	0	0	0.00
L 型	0	0	0	0.00



表十九：300P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢的滯空時間統計表

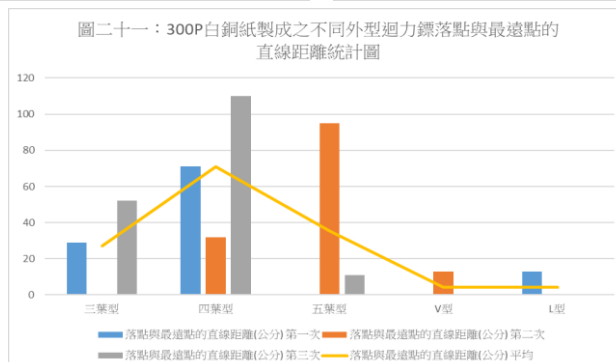
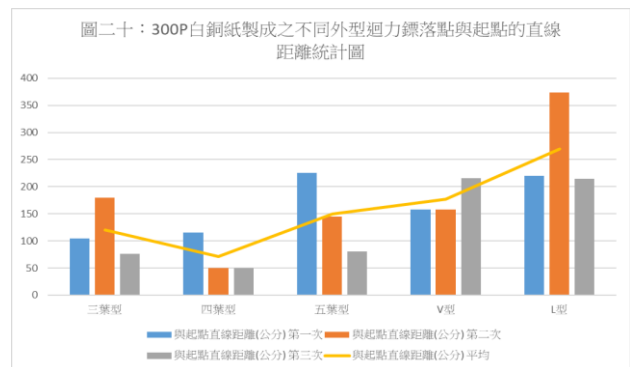
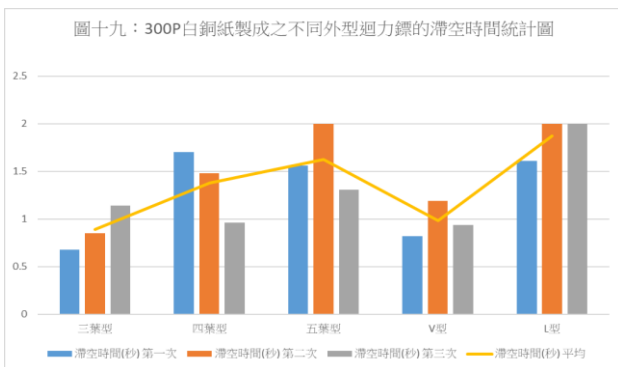
實驗次數	滯空時間(秒)				平均
	第一次	第二次	第三次	平均	
三葉型	0.68	0.85	1.14	0.89	
四葉型	1.7	1.48	0.96	1.38	
五葉型	1.56	2	1.31	1.62	
V 型	0.82	1.19	0.94	0.98	
L 型	1.61	2	2	1.87	

表二十：300P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	104	180	76	120.00
四葉型	115	50	50	71.67
五葉型	225	145	80	150.00
V 型	158	158	216	177.33
L 型	220	374	214	269.33

表二十一：300P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

實驗次數	落點與最遠點的直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	29	0	52	27.00
四葉型	71	32	110	71.00
五葉型	0	95	11	35.33
V 型	0	13	0	4.33
L 型	13	0	0	4.33



表二十二：500P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢的滯空時間統計表

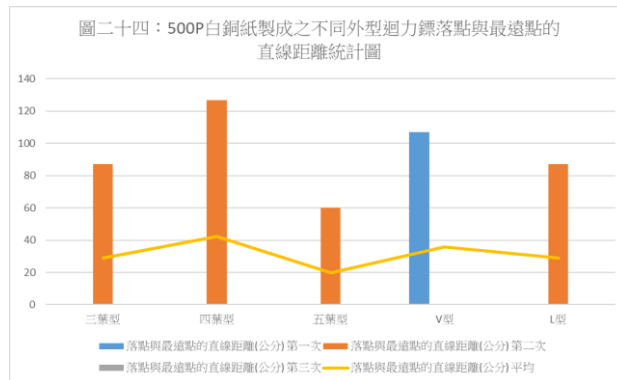
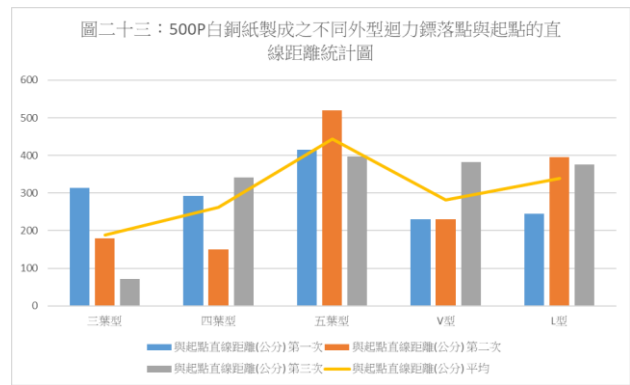
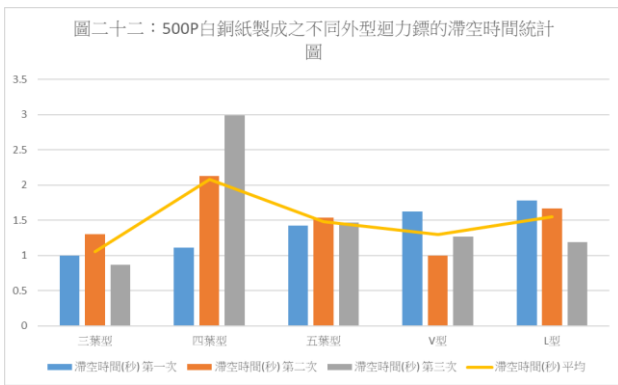
實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	1	1.3	0.87	1.06
四葉型	1.11	2.13	2.99	2.08
五葉型	1.42	1.54	1.47	1.48
V 型	1.62	1	1.27	1.30
L 型	1.78	1.67	1.19	1.55

表二十三：500P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	314	180	72	188.67
四葉型	293	150	342	261.67
五葉型	415	520	397	444.00
V 型	230	230	383	281.00
L 型	245	395	375	338.33

表二十四：500P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

實驗次數	落點與最遠點的直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	0	87	0	29.00
四葉型	0	127	0	42.33
五葉型	0	60	0	20.00
V 型	107	0	0	35.67
L 型	0	87	0	29.00



表二十五：1000P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢的滯空時間統計表

實驗次數	滯空時間(秒)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	1.37	1.85	1	1.41
四葉型	2.53	2.6	2.03	2.39
五葉型	2.52	2.08	2.72	2.44
V 型	3.15	0.84	1.38	1.79
L 型	1.43	1.52	1.67	1.54

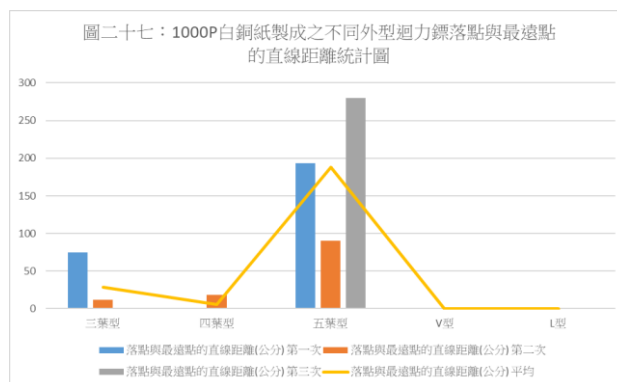
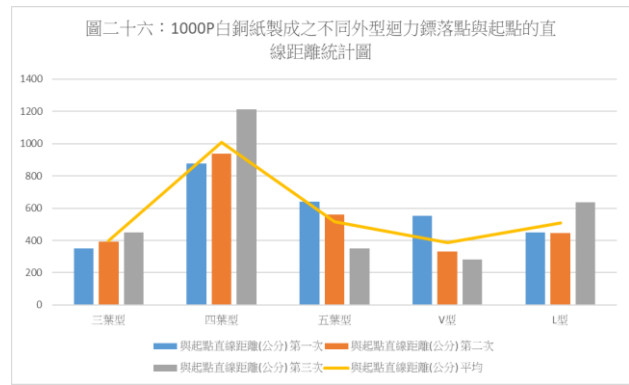
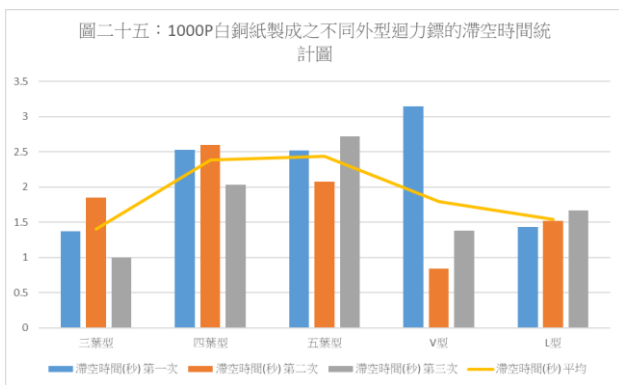
表二十六：1000P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

實驗次數	落點與起點直線距離(cm)			
	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	349	391	450	396.67
四葉型	878	938	1213	1009.67
五葉型	640	560	350	516.67
V 型	553	330	280	387.67

L 型	450	444	635	509.67
-----	-----	-----	-----	--------

表二十七：1000P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	75	12	0	29.00
四葉型	0	18	0	6.00
五葉型	193	90	280	187.67
V 型	0	0	0	0.00
L 型	0	0	0	0.00



表二十八：四開襯卡製成之不同外型迴力鏢的滯空時間統計表

滯空時間(秒)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	2.15	1.9	2.55	2.20
四葉型	1.06	3.14	2.11	2.10

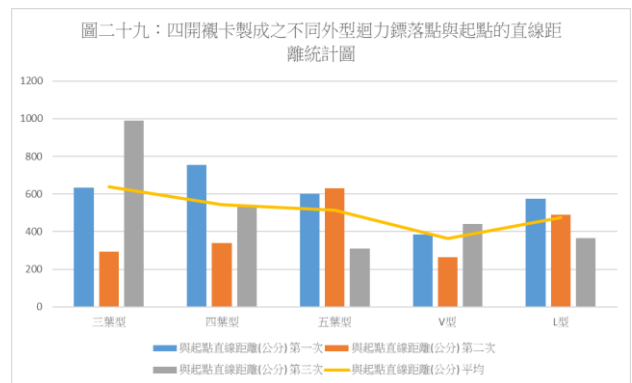
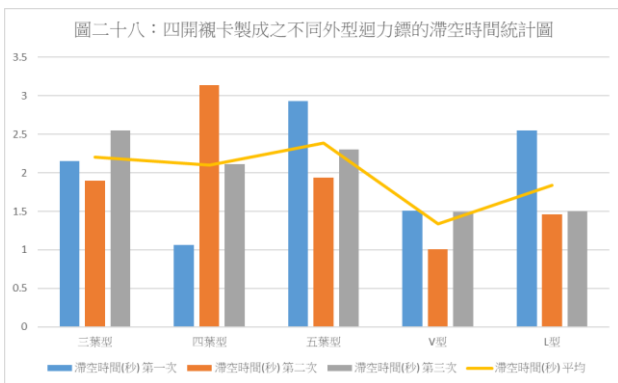
五葉型	2.93	1.94	2.3	2.39
V 型	1.51	1.01	1.49	1.34
L 型	2.55	1.46	1.5	1.84

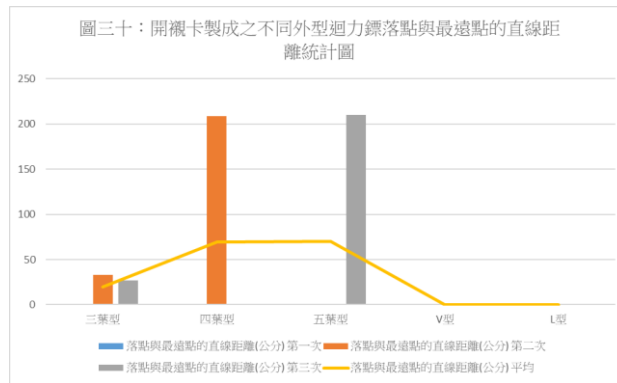
表二十九：四開襯卡製成之不同外型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

落點與起點直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	633	295	990	639.33
四葉型	755	340	538	544.33
五葉型	600	632	310	514.00
V 型	384	264	440	362.67
L 型	574	490	365	476.33

表三十：四開襯卡製成之不同外型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

落點與最遠點的直線距離(cm)				
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
三葉型	0	33	27	20.00
四葉型	0	209	0	69.67
五葉型	0	0	210	70.00
V 型	0	0	0	0.00
L 型	0	0	0	0.00





【實驗二】：【研究目的三】 探討迴力鏢不同翼面長度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗假設：寬度都為 5 cm時，長度 20 cm的迴力鏢，因為受力面積最大，所以滯空時間最久、飛行距離越長、迴力效果也最佳；長度 15 cm次之；長度 10 cm的受力面積最小，所以滯空時間最短，飛行距離最短，迴力效果也最差。

(二)實驗器材：使用 1000P 白銅紙製成之寬度 5 cm，長度各為 10 cm、15 cm、20 cm之三葉型迴力鏢；防水捲尺、手機--碼表 APP、手機--照相 APP。

(三)實驗步驟：

1. 拋擲學生站於跑道起跑點，手執以 1000P 白銅紙製成的三葉型迴力鏢之中心，以 0 度水平拋擲。
2. 聽從記錄學生口令，數 1—2—3 後，拋擲學生才能拋擲。
3. 翼面長度由小到大，依序拋擲長度 10 cm、15 cm、20 cm之三葉型迴力鏢，每種迴力鏢各 3 次。
4. 測量同學以防水捲尺測量，翼面長度不同的迴力鏢之滯空時間、與起點直線最遠距離、產生迴力作用後與起點的距離；記錄同學將數據記錄在表格內。
5. 實驗記錄：記錄數據後，輸入 EXCEL 進行統計分析。以下為長度不同，1000P 白銅紙製成之三葉型迴力鏢的實驗數據圖表。

表三十一：寬度、重量相同，長度不同之三葉型迴力鏢的滯空時間統計表

寬度 5 cm，1000P，三葉型	滯空時間(秒)				
	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
長 20 cm		3.14	3.02	4.23	3.46
長 15 cm		2.62	2.77	2.93	2.77
長 10 cm		2.73	2.06	2.72	2.50

表三十二：寬度、重量相同，長度不同之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

寬度 5 cm，1000P，三葉型

落點與起點直線距離(cm)

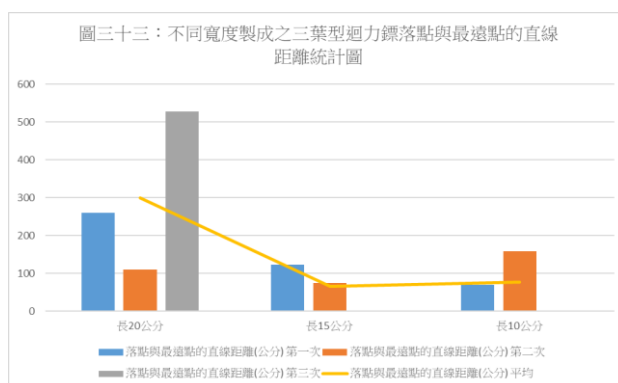
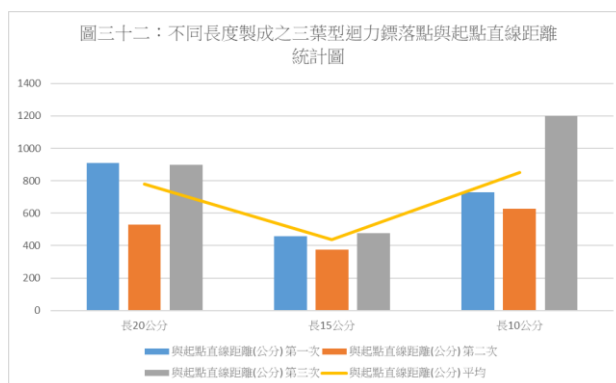
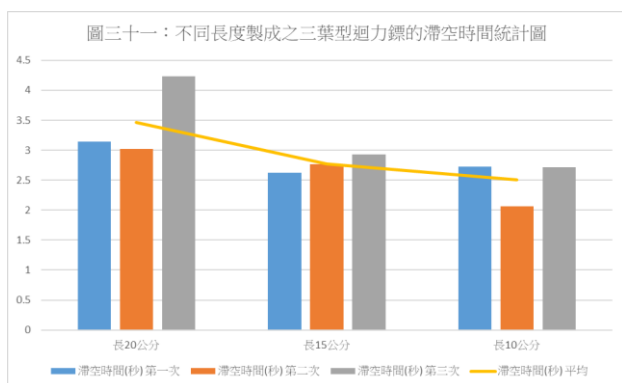
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
長 20 cm	910	530	900	780.00
長 15 cm	457	375	476	436.00
長 10 cm	730	628	1200	852.67

表三十三：寬度、重量相同，長度不同之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

寬度 5 cm，1000P，三葉型

落點與最遠點的直線距離(cm)

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
長 20 cm	260	110	527	299.00
長 15 cm	122	75	0	65.67
長 10 cm	70	158	0	76.00



【實驗三】：【研究目的四】 探討迴力鏢不同翼面寬度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗假設：長度 20 cm，寬度 7.5 cm之迴力鏢，因受力面積最大，所以迴力鏢滯空時間最久，飛行距離越遠，迴力效果最好；寬度 5 cm迴力鏢次之；寬度 2.5 cm之迴力鏢，因受力面積最小，滯空時間越短，飛行距離越短，迴力效果最差。

(二)實驗器材：使用 1000P 白銅紙製成之長度 20 cm，寬度各為 2.5 cm、5 cm、7.5 cm之四葉型迴力鏢；防水捲尺、手機--碼表 APP、手機--照相 APP

(三)實驗步驟：

1. 拋擲學生站於跑道起跑點，手執以 1000P 白銅紙製成的三葉型迴力鏢之中心，以 0 度水平拋擲。
2. 聽從記錄學生口令，數 1—2—3 後，拋擲學生才能拋擲。
3. 翼面寬度由小到大，依序拋擲寬度 2.5 cm、5 cm、7.5 cm之三葉型迴力鏢，每種迴力鏢各 3 次。
4. 測量同學以防水捲尺，測量翼面寬度不同的迴力鏢之滯空時間、與起點直線最遠距離、產生迴力作用後與起點的距離；記錄同學同步將數據記錄在表格內。
5. 實驗記錄：將數據記錄後，輸入 EXCEL 進行統計分析。以下為 1000P 白銅紙製成之不同寬度三葉型迴力鏢的實驗數據圖表。

表三十四：長度、重量相同，寬度不同之三葉型迴力鏢的滯空時間統計表

長度 20 cm，1000P，三葉型	滯空時間(秒)				
	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
寬 2.5 公分		3.18	2.61	3.69	3.16
寬 5 公分		2.45	1.96	2.26	2.22
寬 7.5 公分		2.91	2.54	2.67	2.71

表三十五：長度、重量相同，寬度不同之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

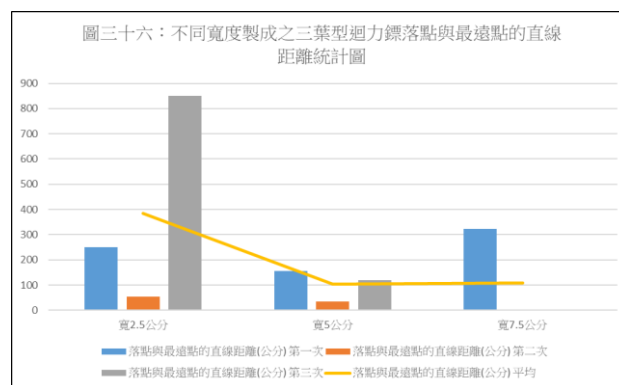
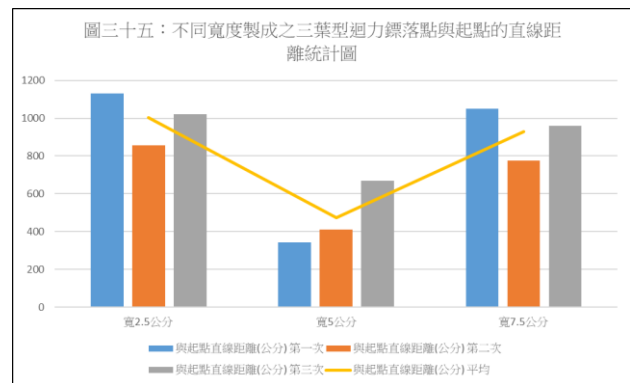
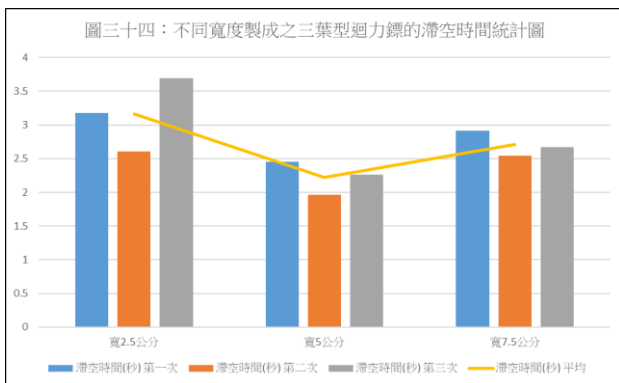
長度 20 cm，1000P，三葉型	落點與起點直線距離(cm)				
	實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
寬 2.5 公分		1130	855	1020	1001.67
寬 5 公分		345	410	669	474.67
寬 7.5 公分		1050	775	959	928.00

表三十六：長度、重量相同，寬度不同之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

長度 20 cm，1000P，三葉型

落點與最遠點的直線距離(cm)

實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均
寬 2.5 公分	250	55	850	385.00
寬 5 公分	155	35	119	103.00
寬 7.5 公分	324	0	0	108.00



【實驗四】：【研究目的五】 探討不同材質迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

實驗假設：因 1000P 白銅紙的質量最硬，迴力鏢滯空時間最久，飛行距離越遠，迴力效果最好；而瓦楞板質量最軟，所滯空時間越短，飛行距離越短、迴力效果最差。

實驗器材：使用以珍珠板、1000P 白銅紙、瓦楞板製成的長度 20 cm，寬度 5 cm 之四葉型迴力鏢；防水捲尺、手機--碼表 APP、手機--照相 APP

實驗步驟：

1. 拋擲學生站於跑道起跑點，手執以珍珠板製成的四葉型迴力鏢之中心，以 0 度水平拋擲。
2. 聽從記錄學生口令，數 1-2-3 後，拋擲學生才能拋擲。
3. 長度 20 cm，寬度 5 cm 之迴力鏢材質，依序是珍珠板、1000P 白銅紙、瓦楞板，每種

迴力鏢各拋擲 3 次。

4. 測量同學以防水捲尺，測量材質不同的迴力鏢之滯空時間、與起點直線最遠距離、產生迴力作用後與起點的距離；記錄同學同步將數據記錄在表格內。
5. 實驗記錄：將數據記錄後，輸入 EXCEL 進行統計分析。以下為長度 20 cm，寬度 5 cm，1000P 白銅紙，製成之不同材質三葉型迴力鏢的實驗數據圖表。

表三十七：長度、寬度相同，材質不同之三葉型迴力鏢的滯空時間統計表

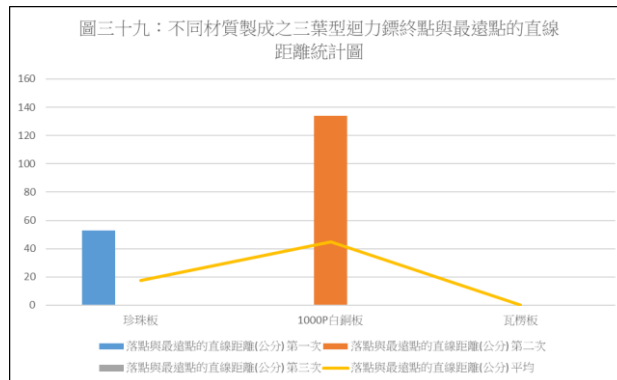
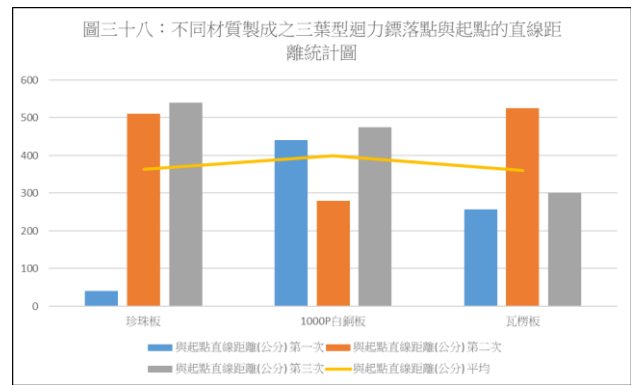
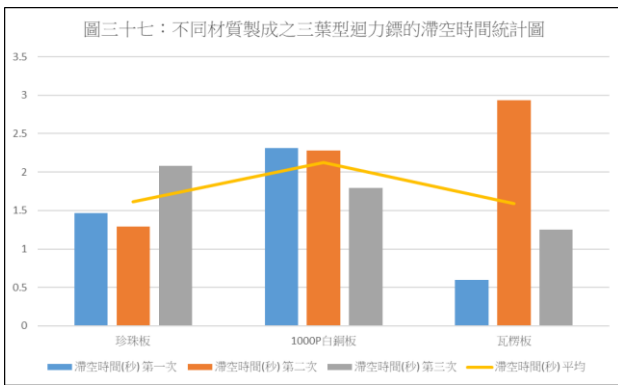
長度、寬度相同，三葉型		滯空時間(秒)			
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均	
珍珠板	1.47	1.29	2.08	1.61	
1000P 白銅板	2.31	2.28	1.79	2.13	
瓦楞板	0.6	2.93	1.25	1.59	

表三十八：長度、寬度相同，材質不同之三葉型迴力鏢落點與起點的直線距離統計表

長度、寬度相同，三葉型		落點與起點直線距離(cm)			
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均	
珍珠板	40	510	540	363.33	
1000P 白銅板	440	280	475	398.33	
瓦楞板	257	525	300	360.67	

表三十九：長度、寬度相同，材質不同之三葉型迴力鏢落點與最遠點的直線距離統計表

長度、寬度相同，三葉型		落點與最遠點的直線距離(cm)			
實驗次數	第一次	第二次	第三次	平均	
珍珠板	53	0	0	17.67	
1000P 白銅板	0	134	0	44.67	
瓦楞板	0	0	0	0	



五、 研究結果

【研究目的一】探討不同重量的迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗結果：

從表一到表三、圖一到圖三可知：三葉型迴力鏢中，**滯空時間**以四開襯卡最久，而西卡紙、1000P 次之，300P 白銅紙則最少，只到四開襯卡的 40%；而**飛行距離**則以四開襯卡最遠，1000P 白銅紙次之，300P 白銅紙則最短，只到四開襯卡的 19%；**迴力效果**最好的是西卡紙，其次是 500P 與 1000P 白銅紙，四開襯卡卻是最差，只到西卡紙的 38%。由實驗結果可知：**三葉型迴力鏢**滯空時間、飛行距離都受到「重量」影響——重量越重，滯空時間越久，飛行距離也越遠；但迴力效果則相反，重量越輕，則迴力效果越好，越重則迴力效果越差。

再從表四到表六、圖四到圖六得知：四葉型迴力鏢中，**滯空時間**以 1000P 白銅紙最久，而四開襯卡、500P 白銅紙次之，西卡紙則最少，只到 1000P 白銅紙的一半；而**飛行距離**也是 1000P 白銅紙最遠，四開襯卡其次，300P 白銅紙則最短，只到 1000P 白銅紙的 7%；**迴力效果**最好的是 300P 白銅紙與四開襯卡，接著是西卡紙與 500P 白銅紙，1000P 白銅紙卻是最差，只到 300P 白銅紙的 8%。由實驗圖表可知：**四葉型迴力鏢**滯空時間、飛行距離大抵受到「重量」影響——重量越重，滯空時間越久，飛行距離也越遠；但迴力效果則起伏不定，「重量」影響的效果不顯著。

接著從表七到表九、圖七到圖九發現：五葉型迴力鏢中，**滯空時間**以 1000P 白銅

紙、四開襯卡最久，300P 白銅紙次之，西卡紙則最少，只到 1000P 白銅紙的 42%；而**飛行距離**也是 1000P 白銅紙、四開襯卡最遠，500P 白銅紙其次，西卡紙則最短，只到 1000P 白銅紙的 25%；**迴力效果**最好的是 1000P 白銅紙，其次是四開襯卡，西卡紙卻是最差，只到 1000P 白銅紙的 2%。由實驗圖表可知：**五葉型迴力鏢**滯空時間、飛行距離呈現重量越重，滯空時間越久，飛行距離也越遠。但與三葉型、四葉型迴力鏢不同，其迴力效果也是「重量」越重，效果越佳。

從表十到表十二、圖十到圖十二得到：V 型迴力鏢**滯空時間**以 1000P 白銅紙最久，四開襯卡、500P 白銅紙次之，西卡紙則最少，只到 1000P 白銅紙的 51%；而**飛行距離**也是 1000P 白銅紙最遠，四開襯卡其次，300P 白銅紙則最短，只到 1000P 白銅紙的 46%；**迴力效果**最好的是 500P 白銅紙，其次是 300P 白銅紙，西卡紙、1000P 白銅紙、四開襯卡則都為 0 cm。由此可知：**V 型迴力鏢**滯空時間、飛行距離為重量越重，滯空時間越久，飛行距離也越遠，而迴力效果大都表現不佳。

最後從表十三到表十五、圖十三到圖十五得知：L 型迴力鏢**滯空時間**都很平均，300P 白銅紙、四開襯卡最久，500P、1000P 白銅紙次之，西卡紙則最少，為 1000P 白銅紙的 74%；而**飛行距離** 1000P 白銅紙最遠，四開襯卡其次，西卡紙則最短，只到 1000P 白銅紙的 37%；**迴力效果**最好的是 500P 白銅紙，其次是 300P 白銅紙，西卡紙、1000P 白銅紙、四開襯卡則都為 0 cm。由此可知：**L 型迴力鏢**滯空時間都很一致；飛行距離則出現重量越重，距離越遠的現象，而迴力效果則與 V 型迴力鏢一樣，大都表現不佳。

因此，本實驗假設：「紙張重量越重，顯示所受重力越大，所以迴力鏢的滯空時間越短、飛行距離越短、迴力效果越差；四開襯卡重量最重，所以滯空時間最短、飛行距離越短、迴力效果最差；西卡紙最輕，所以滯空時間最長、飛行距離越遠、迴力效果最好。」三葉型迴力鏢、四葉型迴力鏢、五葉型迴力鏢、V 型迴力鏢，其**滯空時間、飛行距離的實驗假設成立**；L 型迴力鏢**滯空時間假設未成立，飛行距離的假設成立**；迴力效果方面，三葉型迴力鏢**假設成立**，四葉型迴力鏢、V 型迴力鏢、L 型迴力鏢都**未成立**，五葉型迴力鏢**迴力效果則與本實驗假設相反**。

(二)研究討論：

無論何種迴力鏢，均呈現重量越輕者，拋擲出去後受重力影響較小，所以較慢落地，滯空時間長；但受空氣阻力影響，飛行距離則最短，迴力效果不明顯。而重量越重者，拋擲後較不受空氣阻力限制，滯空時間與飛行距離均最佳，但迴力效果卻最差。只有 500P 白銅紙的迴力效果最明顯。顯示：**重量越重，迴力鏢的滯空時間越長、飛行距離越遠；迴力效果則是重量適中，效果越好。**

【研究目的二】探討不同外型的迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗結果：

從表十六到表十八、圖十六到圖十八得到：由西卡紙製成的不同外型迴力鏢，**滯**

空時間以三葉型、四開襯卡最久，而四葉型次之，V 型則最少，只到三葉型的 64%；而飛行距離則以 V 型最遠，三葉型、L 型次之，四葉型則最短，只到四開襯卡的 64%；迴力效果最好的是三葉型，其次是四葉型，V 型、L 型都是 0 cm。由此可知：以西卡紙製成之不同外型迴力鏢，滯空時間、飛行距離、迴力效果均呈現葉數越多，滯空時間越少、距離越短、效果越差的現象。但 L 型迴力鏢在滯空時間與飛行距離均和三葉型迴力鏢不相上下，V 型迴力鏢則在飛行距離與三葉型迴力鏢差距甚小。V 型、L 型迴力鏢甚至未產生迴力效果。

再從表十九到表二十一、圖十九到圖二十一得知：以 300P 白銅紙製成的不同外型迴力鏢，滯空時間以 L 型最久，五葉型次之，三葉型最少，只到 L 型的 48%；而飛行距離也是 L 型最遠，V 型其次，四葉型則最短，只到 L 型的 27%；迴力效果最好的是四葉型，接著是五葉型，V 型、L 型最差，只到四葉型的 6%。由研究結果可知：以 300P 白銅紙製成之不同外型迴力鏢，飛行距離大致出現葉數越多，滯空時間越多，飛行距離越遠，迴力效果也越好的現象。但 V 型、L 型迴力鏢葉數雖最少，但迴力效果卻最差。

接著從表二十二到表二十四、圖二十二到圖二十四發現：由 500P 白銅紙製成的不同外型迴力鏢中，滯空時間以四葉型最久，L 型、五葉型次之，三葉型則最少，只到四葉型的 51%；而飛行距離以五葉型最遠，L 型其次，三葉型則最短，只到五葉型的 42%；迴力效果則較平均，最好的是四葉型，其次 V 型，五葉型最差，只到四葉型的 47%。由研究結果發現：以 500P 白銅紙製成之各型迴力鏢，滯空時間、迴力效果均與迴力鏢葉數無直間關聯；而飛行距離出現葉數越多，飛行距離越遠的現象。

從表二十五到表二十七、圖二十五到圖二十七可知：以 1000P 白銅紙製成的不同外型迴力鏢，滯空時間以五葉型最久，四葉型次之，三葉型最少，只到五葉型的 58%；而飛行距離最遠是四葉型，五葉型、L 型其次，三葉型、V 型殿後，V 型只到四葉型的 38%；迴力效果最好的是五葉型，其次是三葉型，V 型、L 型都為 0 cm。由上可知：以 1000P 白銅紙製成之各型迴力鏢，其滯空時間出現葉數越多，時間越短的現象，連 V 型、L 型迴力鏢也是如此；而飛行距離則以四葉型迴力鏢最佳，其餘型號差距較小；迴力效果則以五葉型迴力鏢一枝獨秀。

最後從表二十八到表三十、圖二十八到圖三十得知：使用四開襯卡製成的不同外型迴力鏢，滯空時間以五葉型最久，三葉型次之，V 型則最少，是三葉型的 56%；而飛行距離則以三葉型最遠，四葉型其次，V 型最短，只到三葉型的 57%；迴力效果最好的是五葉型、四葉型，其次為三葉型，V 型、L 型都是 0 cm。由上可知：以四開襯卡製成之不同外形迴力鏢，多葉型迴力鏢滯空時間、飛行距離均較為表現平均，V 型、L 型迴力鏢則較差；迴力效果則是葉數越多，效果越佳，V 型、L 型迴力鏢甚至未產生迴力效果。

五葉型迴力鏢滯空時間的表現，在 300P 白銅紙、1000P 白銅紙中均表現最佳；飛

行距離則在 300P 白銅紙、500P 白銅紙、1000P 白銅紙表現最佳；迴力效果則在 300P 白銅紙、1000P 白銅紙、四開襯卡均表現最佳。而 V 型、L 型迴力鏢甚至因葉數太少，無論以各種紙質製作，均較難產生迴力效果。因此，本實驗假設：「因為五葉型迴力鏢的受力面積最大，所以五葉型迴力鏢的滯空時間最久、飛行距離越長、迴力效果也最佳；L 型迴力鏢的受力面積最少，所以滯空時間最短、飛行距離越短、迴力效果最差。」**獲得支持。**

(二)研究討論：

從實驗一發現：無論以何種材質製作之五葉型迴力鏢，其滯空時間、飛行距離均較他型平均，顯示葉數越多，滯空時間、飛行距離越好。而迴力效果更是多葉型迴力鏢明顯優於 V 型、L 型迴力鏢。顯示：**葉數越多，迴力鏢的滯空時間越長、飛行距離越遠、迴力效果越好。**

【研究目的三】探討迴力鏢不同翼面長度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗結果：

由表三十一到表三十三、圖三十一到圖三十三得知：使用寬度 5 cm，1000P 白銅紙製成的不同長度三葉型迴力鏢，**滯空時間**以長 20 cm 最久，15 cm 次之，10 cm 最少，是長 20 cm 的 72%；而**飛行距離**則以長 10 cm 最遠，20 cm 其次，15 cm 最短，只到長 10 cm 的 51%；**迴力效果**最好的是長 20 cm，其次為 10 cm，15 cm 則只到 20 cm 的 22%。

由此可證：迴力鏢翼面長度越長，其滯空時間越久；但飛行距離較無法找出「長度」因素；迴力效果則是翼面較長，迴力效果較佳。我們的研究假設「寬度都為 5 cm 時，長度 20 cm 的迴力鏢，因為受力面積最大，所以滯空時間最久、飛行距離越長、迴力效果也最佳；長度 15 cm 次之；長度 10 cm 的受力面積最小，所以滯空時間最短，飛行距離最短，迴力效果也最差。」**獲得部分支持。**

(二)研究討論：

從統計圖表發現：迴力鏢翼面長度越長，其滯空時間越長；但飛行距離則呈現翼面長度最長和最短兩者差距不大，表示飛行距離與翼面長度較無關係；迴力效果則出現翼面長度越長，迴力效果越好。顯示：**翼面長度，與迴力鏢的滯空時間、迴力效果有正相關，與飛行距離則較無關聯。**

【研究目的四】探討迴力鏢不同翼面寬度是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗結果：

從表三十四到表三十六、圖三十四到圖三十六得知：使用長度 20 cm，1000P 白銅紙製成的不同寬度三葉型迴力鏢，**滯空時間**以寬 2.5 cm 最久，5 cm 次之，7.5 cm 則是寬 2.5 cm 的 72%；**飛行距離**則以寬 7.5 cm 最遠，2.5 cm 其次，5 cm 最短，只到寬 7.5 cm 的 57%；**迴力效果**最好的是寬 2.5 cm，其次為 7.5 cm，寬 5 cm 則只到最好的 22%。

由上可知：迴力鏢翼面寬度越小，滯空時間、飛行距離、迴力效果均最久；最差的卻不是寬度最大的。故本研究假設「長度 20 cm，寬度 7.5 cm 之迴力鏢，因受力面積最大，所以迴力鏢滯空時間最久，飛行距離越遠，迴力效果最好；寬度 5 cm 迴力鏢次之；寬度 2.5 cm 之迴力鏢，因受力面積最小，滯空時間越短，飛行距離越短，迴力效果最差」未獲支持。

(二)研究討論：

由研究得到：不同翼面寬度的迴力鏢之滯空時間、飛行距離呈現起伏情況。但，迴力效果則出現翼面越窄，效果越佳的現象。顯示：**不同翼面寬度，與迴力鏢的滯空時間、飛行距離較無相關；與迴力效果則出現翼面越窄，效果越佳之現象。**

【研究目的五】探討不同材質迴力鏢是否會影響其滯空時間、飛行距離與迴力效果

(一)實驗結果：

由表三十七到表三十九、圖三十七到圖三十九得知：長度 20 cm、寬 5 公分的不同材質三葉型迴力鏢，**滯空時間**以 1000P 白銅紙最久，珍珠板、瓦楞板最差，瓦楞板只達 1000P 白銅紙的 75%；**飛行距離**也是 1000P 白銅紙最遠，珍珠板其次，瓦楞板最短，只到 1000P 白銅紙的 91%；**迴力效果**最好的是 1000P 白銅紙，其次為珍珠板，瓦楞板則是 0 cm。

由研究結果可知：以不同材質製成之迴力鏢，最硬的 1000P 白銅紙其滯空時間、飛行距離、迴力效果均最好；而滯空時間、飛行距離、迴力效果均以瓦楞板最差。所以我們的研究假設「因 1000P 白銅紙的質量最硬，迴力鏢滯空時間最久，飛行距離越遠，迴力效果最好；而瓦楞板質量最軟，所滯空時間越短，飛行距離越短、迴力效果最差。」**獲得支持。**

(二)研究討論：

材質最硬的 1000P 白銅紙，其滯空時間、飛行距離、迴力效果均最佳；而材質最軟的瓦楞板則相反。表示：**材質的軟硬，與迴力鏢的滯空時間、飛行距離、迴力效果成正相關。**

六、 討論

(一) 「**重量**」會影響迴力鏢的其**滯空時間、飛行距離**：

從我們的研究發現，當重量越重的時候，迴力鏢被拋擲出去的滯空時間越長、飛行距離也越遠。我們認為：應該是施測者的拋擲力道，會完成加諸於重量較重的迴力鏢身上，才會導致重量與迴力鏢的滯空時間、飛行距離有正相關。重量越輕，受到空氣阻力的影響越大，使得較輕的迴力鏢無法達到較長的滯空時間與較遠的飛行距離。

(二) **迴力效果**則是**重量適中**的迴力鏢，**效果較好**：

因為本研究的迴力鏢，葉片上下厚度一致，致使迴力鏢的側面昇力也一致，導致無法產生迴力效果。而重量適中的迴力鏢，拋擲力與空氣阻力較能產生拉鋸效果，所以迴力效果較佳。

(三) 「**葉數**」會影響迴力鏢的**滯空時間、飛行距離、迴力效果**：

從研究得知：葉數越多，迴力鏢的滯空時間越長、飛行距離越遠、迴力效果越好。因為迴力鏢的葉數與其表面積多寡有關，表面積越多，浮力越佳，使得滯空時間、飛行距離、迴力效果均有較好的數據。而葉數少，則浮力差，滯空時間、飛行距離、迴力效果表現均欠佳。

(四) 「**翼面長度**」會影響迴力鏢的**滯空時間、迴力效果**，但對飛行距離的影響不顯著：

迴力鏢的翼面長度越長，其滯空時間、迴力效果均較好，但與飛行距離則較無關聯。顯示：迴力鏢翼面長度越長，其浮力越佳，滯空時間越好；也可看出迴力鏢的迴力作用與其長度有關。

(五) 「**翼面寬度**」會影響迴力鏢的**迴力效果**，但對滯空時間、飛行距離影響不顯著：

迴力鏢的翼面寬度，無法與其滯空時間、飛行距離呈現正相關；但，迴力效果則出現翼面越窄，效果越佳之現象。顯示：翼面寬度較窄，將對迴力鏢的拋擲力、空氣阻力產生不平衡的現象，使得迴力效果顯著。

(六) 「**材質的軟硬**」，與迴力鏢的**滯空時間、飛行距離、迴力效果**成正相關：

我們使用了三種軟硬度不同的材質，實驗後發現：迴力鏢的材質越硬，其滯空時間、飛行距離、迴力效果均成正相關。由此可知：越硬的材質製成之迴力鏢，其滯空時間、飛行距離、迴力效果均較佳。

(七) 本研究發現：影響迴力鏢滯空時間、飛行距離、迴力效果的因素主要是「**葉數多寡**」、「**材質軟硬**」：

綜合以上討論，我們發現：最能影響迴力鏢滯空時間、飛行距離、迴力效果的因素，是迴力鏢的「**葉數**」、「**材質**」，而「**重量**」影響了滯空時間、飛行距離，「**翼面長度**」影響了滯空時間、迴力效果，「**翼面寬度**」則影響了迴力效果。

(八) 未來與展望：

1. 實驗操作時無法全員到齊，所以施測者無法是同人，發射力道與高度難以一致：

本研究實驗為寒假期間，以至於無法全員到齊，導致拋擲者、計時者、記錄者、觀察者無法是同一人。且，就算是同一人，但人終究不是機器，發射迴力鏢時，無法全都在固定的高度、一致的力道發射，使得實驗數據浮動過大。以後可發展迴力鏢丟擲機器，才能固定每次拋擲的力道。

2. 每個實驗的操作次數只有 3 次，可再增加：

本研究每項研究目的的實驗操作次數只有 3 次。如果讓每一位研究同學都執行發射迴力鏢工作，實驗次數可達 18 次之多，將可大大提升本研究的實驗可信度。

3. 迴力鏢再拋擲後易毀損：

每次拋擲後，飛行距離與迴力效果最好的迴力鏢再撞擊地面後，都會產生翼面凹折的現象。且剛開始實驗時未在迴力鏢中心釘上訂書針，導致迴力鏢卡榫接合處產生位移現象。

七、 結論

在老師的驅使下，我們展開了迴力鏢飛行能力的相關研究。在研究的過程中，我們遇到許許多多的難關，但最大的一關就是我們的班導師，也是我們的科展指導老師。老師總會出些題目讓我們想，讓我們做，讓我們自己找答案。雖然老師會提示我們答案，但我們還是無法每一個關卡都達到老師得要求。所幸在我們努力不懈的探究，慢慢突破關卡，漸漸也瞭解到如何提升迴力鏢滯空時間、飛行距離、迴力效果的方法。相信透過這次的科展，我們的意志力也會更加提升。

八、 參考文獻資料

米村傳治郎(2020.8)，亞緋琉.童唯綺譯。科學真有趣！孩子最想知道的科學疑問 200+。雅書堂文化事業有限公司。

林懿偉(2005.5)。哇！飛起來的科學魔術。方智出版社。

迴力鏢 - 臺灣網路科教館。擷取日期：民國 112 年 2 月 22 日。取自

<https://www.ntsec.edu.tw/Article.aspx?a=6991>

國小三上自然與生活科技領域(2020)。第 3 單元空氣—活動 3 空氣的運用 3-4-1 空氣的玩具與遊戲。南一出版社。