

嘉義縣第 55 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱： 小七軍火庫之空氣 POWER(炮)2.0

關鍵詞：空氣炮 氣球 保特瓶（最多三個）

編號：

小七軍火庫之空氣 POWER(炮)2.0

摘要(300 字以內)

空氣炮材料容易取得，在便利商店就可以製作完成。我們以 600c.c 的保特瓶及氣球製作成空氣炮。在實驗一中，我們發現，口徑 4.0cm 的空氣炮，其射程為最遠，達 344cm。在實驗二中，我們發現，口徑 4.0cm 的空氣炮，其發射的威力亦是最大，在 30、40、50、60 公 cm 的射程內，皆達到最大的擊倒紙靶數。由實驗中得知，空氣炮在射程與威力方面，會隨著口徑愈大而增大，到口徑 4.0cm 時達最大值，超過 4.0cm 後，射程和威力均會減少減弱。

壹、研究動機

自然與生活科技課本的五上第三單元為力與運動，讓我們認識了力與運動的原理與現象(康軒編輯群，民 103)。一天，老師在網路上分享了未來少年製作的空氣炮影片(梅期光創意科學實驗室看不見的子彈－空氣砲，民 102)，只要由保特瓶和氣球就可以完成，利用空氣壓縮的原理來當子彈，威力看起來滿強的，十分有趣，便興起了我們想要研究怎樣才能使空氣炮的威力發揮到極限的念頭，這些材料在小七等便利商店都可以買到，因此，去一趟小七，就可以組成威力強大的軍火武器了，很酷吧！

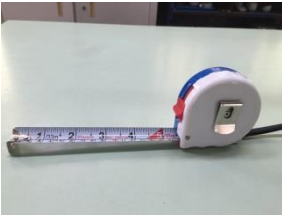
空氣炮的科展作品其實在不在少數，但多數作品，炮口最大僅研究到直徑 2cm，即瓶蓋的直徑(李佳螢等，民 96)，另有一個節目的空氣炮探討其炮口與炮身的最佳直徑比在二分之一與三分之一間(流言追追追空氣煙霧彈，民 101)。本次研究想要更深入去探討炮口直徑在 2.0 cm 以上的空氣炮，其射程和威力如何，還有直徑比在多少的情況下，能製作出威力最大，射程最遠的空氣炮，希望此小七空氣炮 2.0 版能提供各界做日後教學參考之用。

貳、研究目的

- 一、利用便利商店販售的保特瓶飲料及玩具氣球來製作空氣炮。
- 二、探索不同直徑的炮口所能發射的空氣炮彈射程為何。
- 三、探索不同直徑的炮口所能發射的空氣炮彈，其威力為何。

參、研究設備及器材

圖象			
說明	剪刀	人形紙靶	保特瓶
	剪裁人形紙靶用	空氣炮射擊目標	空氣炮炮身

圖象			
說明	氣球	美工刀	捲尺
	空氣炮發射裝置	切割保特瓶炮口用	用來測量發射距離

圖象			
說明	奇異筆	手機	圍棋棋盤
	記錄炮口口徑	拍照及控制空氣炮發射時間	放置 7×7 人形紙靶用

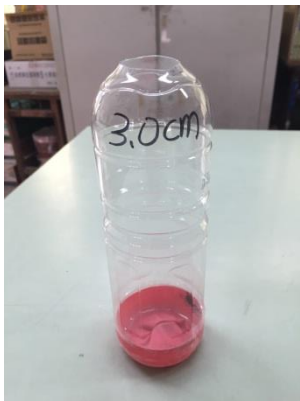
圖象			
說明	游標尺	膠帶	
	測量空氣炮的口徑用	黏貼保特瓶及氣球	

肆、研究過程或方法

一、實驗器材準備：

(一) 空氣炮的製作

1. 將氣球剪半，取其下側(沒有吹口那一部份)
2. 將炮射直徑為 6.5cm 的 600c.c 保特瓶瓶底切開，於切開的面上套上氣球，並用膠帶黏貼好。
3. 利用游標尺，將欲切割的炮口口徑用奇異筆做上記號，再用美工刀裁割切口(如圖一)。口徑分別為 2.5cm、3.0cm、3.5cm、4.0cm、4.5cm。
4. 利用網路上的圖片製作可站立人形紙靶，再用剪刀剪下，至少 50 個(如圖二)。



圖一



圖二

二、實驗前準備：

(一)將 6 個人形紙靶橫放置於 45cm 直尺上

(二)在實驗桌兩側排放捲尺，來測量人形紙靶距空氣炮發射起點的距離(如圖三)。

(三)另在圍棋棋盤上等距排放人形紙靶，每邊各排 7 個，共 $7 \times 7 = 49$ 個(如圖四)。



圖三



圖四

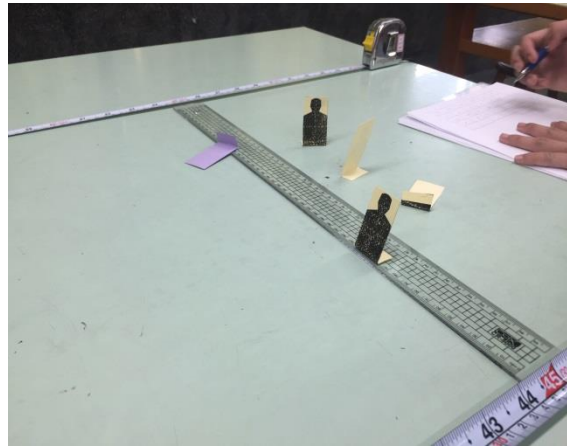
三、實驗步驟：

實驗一、不同的口徑空氣炮所能發射空氣炮彈最遠的距離

- (一)將人形靶一字排開，立在一直尺上
- (二)從三十公分開始，以每次增加五公分的距離，用相同口徑空氣炮朝人形靶射擊30秒，至少有一人形靶倒下即停止。
- (三)將人形靶往後移5cm（即35cm），再用空氣炮射擊30秒，若至少有一人形靶倒下即停止，以此類推(如圖五、圖六)。
- (四)若發射30秒後，未有任一人形靶倒下即停止，將人形紙靶往前推1cm，再以空氣炮射擊30秒，若有人形靶倒下即停止，記錄其射程距離。若30秒結束仍未有人形靶倒下，再將人形靶往前推1cm，求得最大射程。
- (五)再以不同口徑的空氣炮重覆實驗步驟(一)~(四)



圖五



圖六

實驗二、不同口徑空氣炮，其空氣炮彈發射威力之比較

- (一)在圍棋盤上，擺放人形紙靶，以每邊7個人形紙靶排列，共排放 $7 \times 7 = 49$ 個。
- (二)用相同口徑空氣炮在30cm的距離處朝棋盤中人形紙靶發射，發射完後計算其被擊倒的人形紙靶數量(如圖七、圖八)。
- (三)重複實驗步驟(一)~(二)，共射擊3次，再求其平均值。
- (四)將人形紙靶棋盤移至40cm處、50cm及60cm處，重複實驗步驟(一)~(三)。
- (五)再以不同口徑的空氣炮重複進行實驗步驟(一)~(四)。



圖七



圖八

伍、研究結果與分析

實驗一、不同的口徑空氣炮所能發射空氣炮彈最遠的距離

表 1-1

空氣炮口徑 2.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.38

發射時間：30 秒鐘 單位：cm 成功：✓ 失敗：✕

30	35	40	45	50	55
✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	65	70	75	80	85
✓	✓	✓	✓	✓	✓
90	95	100	105	110	115
✓	✓	✓	✓	✓	✓
120	125	130	135	140	145
✓	✓	✓	✓	✓	✓
150	149				
✕	✓				

表 1-2

空氣炮口徑 3.0cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.46

發射時間：30 秒鐘 單位：cm 成功：✓ 失敗：✕

30	35	40	45	50	55
✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	65	70	75	80	85
✓	✓	✓	✓	✓	✓
90	95	100	105	110	115
✓	✓	✓	✓	✓	✓
120	125	130	135	140	145
✓	✓	✓	✓	✓	✓
150	155	154			
✓	✕	✓			

表 1-3

空氣炮口徑 3.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.54

發射時間：30 秒鐘 單位：cm 成功：✓ 失敗：✕

30	35	40	45	50	55
✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	65	70	75	80	85
✓	✓	✓	✓	✓	✓
90	95	100	105	110	115
✓	✓	✓	✓	✓	✓
120	125	130	135	140	145
✓	✓	✓	✓	✓	✓
150	155	160	165	170	175
✓	✓	✓	✓	✓	✓
180	185	190	195	200	205
✓	✓	✓	✓	✓	✓
210	215	220	225	230	235
✓	✓	✓	✓	✓	✓
240	245	250	249	248	
✓	✓	✕	✕	✓	

表 1-4

空氣炮口徑 4.0cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.62

發射時間：30 秒鐘 單位：公分 成功：✓ 失敗：✕

30	35	40	45	50	55
✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	65	70	75	80	85
✓	✓	✓	✓	✓	✓
90	95	100	105	110	115
✓	✓	✓	✓	✓	✓
120	125	130	135	140	145
✓	✓	✓	✓	✓	✓
150	155	160	165	170	175
✓	✓	✓	✓	✓	✓
180	185	190	195	200	205
✓	✓	✓	✓	✓	✓
210	215	220	225	230	235
✓	✓	✓	✓	✓	✓
240	245	250	255	260	265
✓	✓	✓	✓	✓	✓
270	275	280	285	290	300
✓	✓	✓	✓	✓	✓
305	310	315	320	325	330
✓	✓	✓	✓	✓	✓
335	340	345	344		
✓	✓	✕	✓		

表 1-5

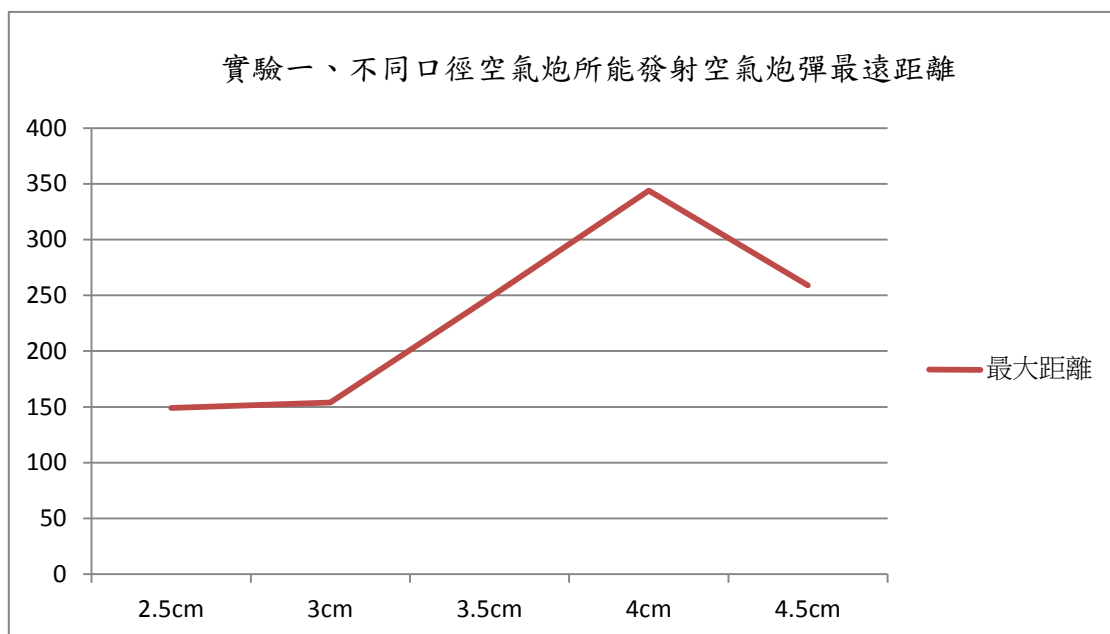
空氣炮口徑 4.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.69

發射時間：30 秒鐘 單位：公分 成功：✓ 失敗：✕

30	35	40	45	50	55
✓	✓	✓	✓	✓	✓
60	65	70	75	80	85
✓	✓	✓	✓	✓	✓

90	95	100	105	110	115
✓	✓	✓	✓	✓	✓
120	125	130	135	140	145
✓	✓	✓	✓	✓	✓
150	155	160	165	170	175
✓	✓	✓	✓	✓	✓
180	185	190	195	200	205
✓	✓	✓	✓	✓	✓
210	215	220	225	230	235
✓	✓	✓	✓	✓	✓
240	245	250	255	260	259
✓	✓	✓	✓	✕	✓

由表 1-1 可知，口徑 2.5 公分的空氣炮能打倒人形紙靶的最大距離為 149cm。
 由表 1-2 可知，口徑 3.0 公分的空氣炮能打倒人形紙靶的最大距離為 154cm。
 由表 1-3 可知，口徑 3.5 公分的空氣炮能打倒人形紙靶的最大距離為 248cm。
 由表 1-4 可知，口徑 4.0 公分的空氣炮能打倒人形紙靶的最大距離為 344cm。
 由表 1-5 可知，口徑 4.5 公分的空氣炮能打倒人形紙靶的最大距離為 259cm。



圖九

由圖九可知，空氣炮可打倒人形紙靶的最大距離隨著空氣炮口徑的不同而有變化，口徑愈大，能打倒人形紙靶的最大距離隨之增加，到口徑 4.0 公分時達最大值，但至口徑 4.5 公分

時，能打倒人形紙靶的最大距離即縮短，因此我們得知，空氣炮所能打倒人形紙靶之最大距離的口徑為 4.0 公分，即口徑/筒徑=0.62

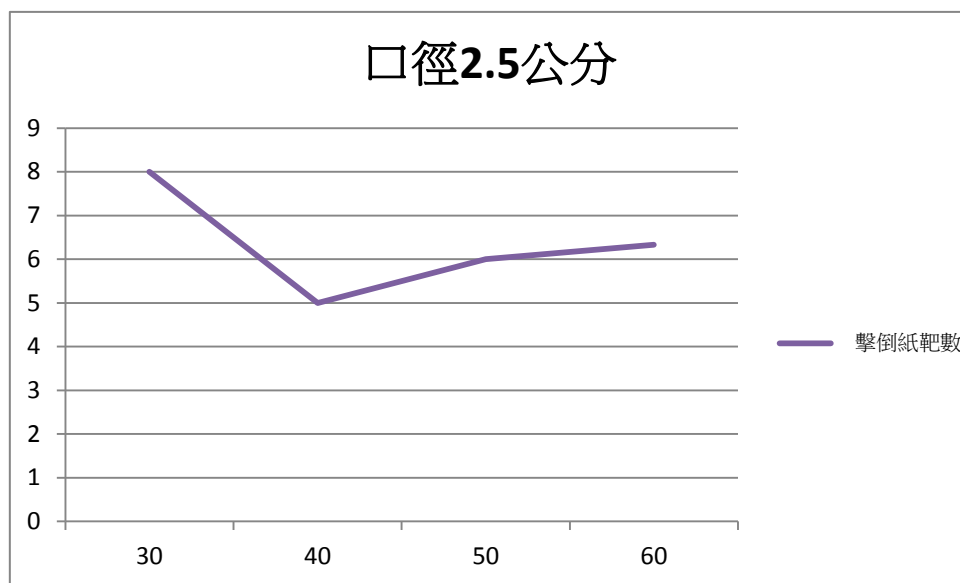
實驗二、不同口徑空氣炮，其空氣炮彈發射威力之比較

表 2-1

空氣炮口徑 2.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.38

發射次數：3 次 單位：cm

發射次 距離	第一次	第二次	第三次	平均值
30	10	9	12	10.33
40	10	8	10	9.33
50	7	7	9	7.67
60	8	5	6	6.33



圖十

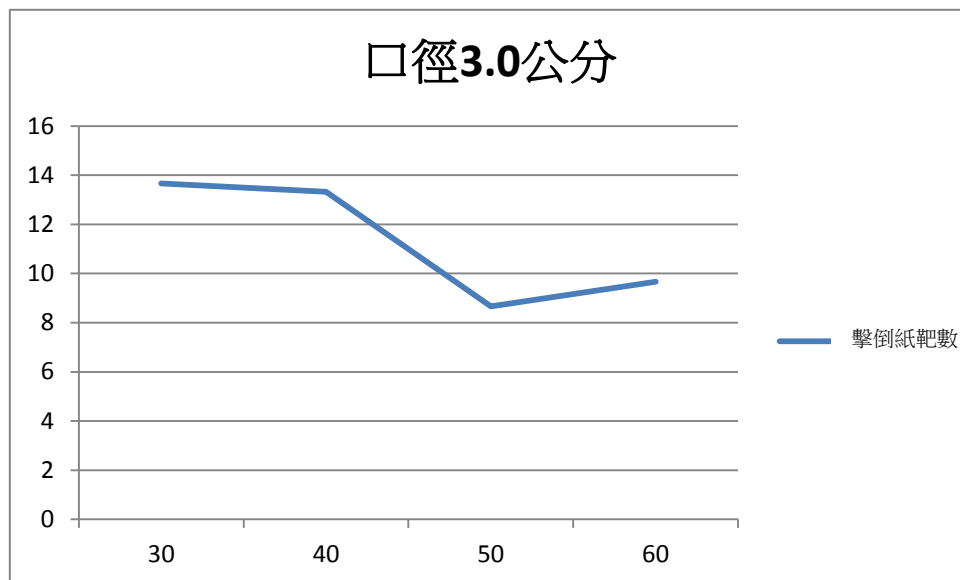
由圖十可知，口徑為 2.5cm 的空氣炮，其威力最大的發射距離為 30cm，平均打倒人形紙靶數為 10.33 個，威力最弱的距離為 60cm，打倒紙靶數為 6.33 個。

表 2-2

空氣炮口徑 3.0cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.46

發射次數：3 次 單位：cm

發射次 距離	第一次	第二次	第三次	平均值
30	16	14	11	13.67
40	15	15	10	13.33
50	9	9	8	8.67
60	10	12	7	9.67



圖十一

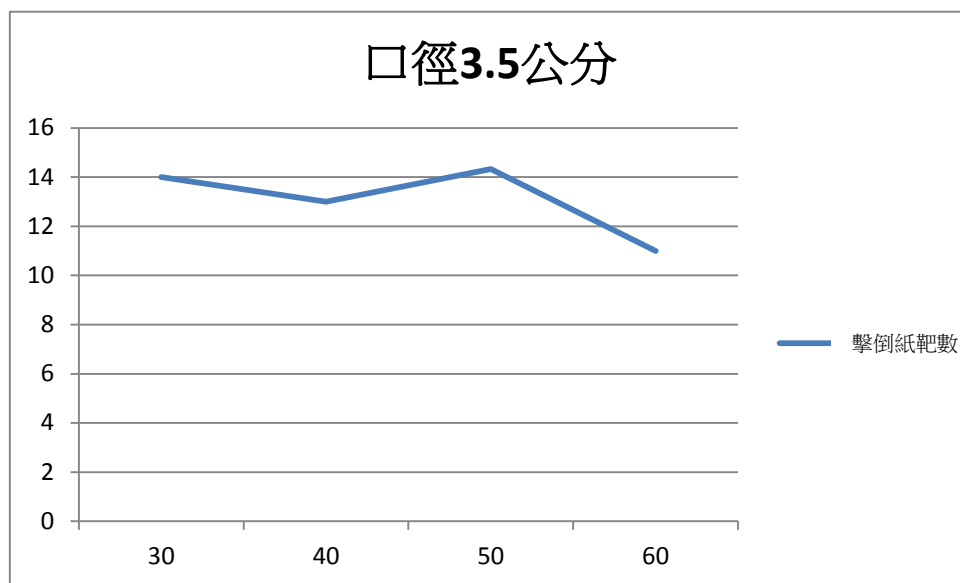
由圖十一可以看到，在 30 及 40cm 時，其威力最大，打倒紙靶數均在 13 個左右，威力最弱的距離為 50cm，紙靶數為 8.67 個

表 2-3

空氣炮口徑 3.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.54

發射次數：3 次 單位：cm

發射次 距離	第一次	第二次	第三次	平均值
30	19	12	11	14
40	15	11	13	13
50	13	13	17	14.33
60	14	8	11	11



圖十二

由圖十二可得知 3.5cm 口徑的空氣炮，其最大威力分佈在 30 到 50cm 之間，打倒紙靶數在 13 至 14 個，到了 60cm 後，威力即減弱。

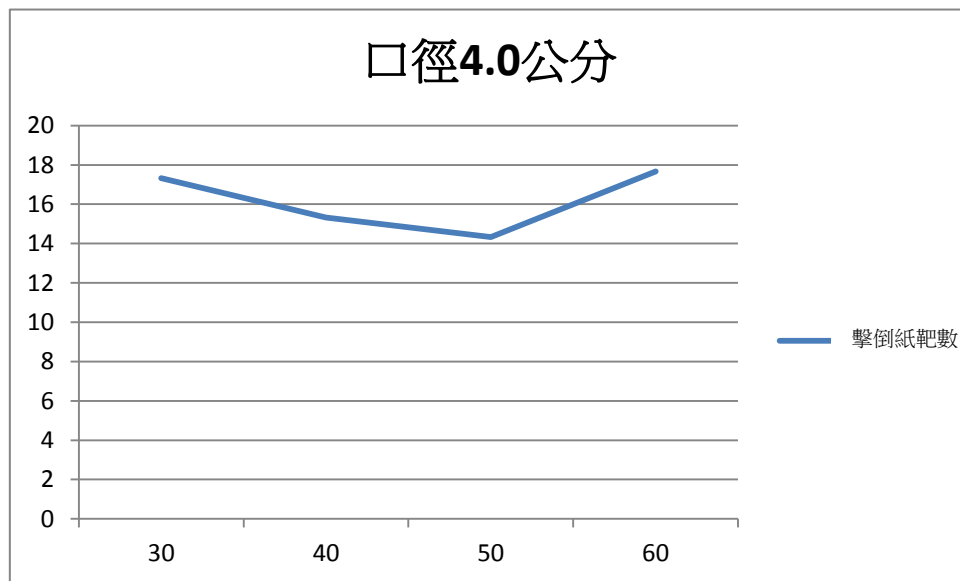
表 2-4

空氣炮口徑 4.0cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.62

發射次數：3 次 單位：cm

發射次 距離	第一次	第二次	第三次	平均值
30	20	18	14	17.33
40	10	16	20	15.33

50	16	14	13	14.33
60	20	15	18	17.67



圖十三

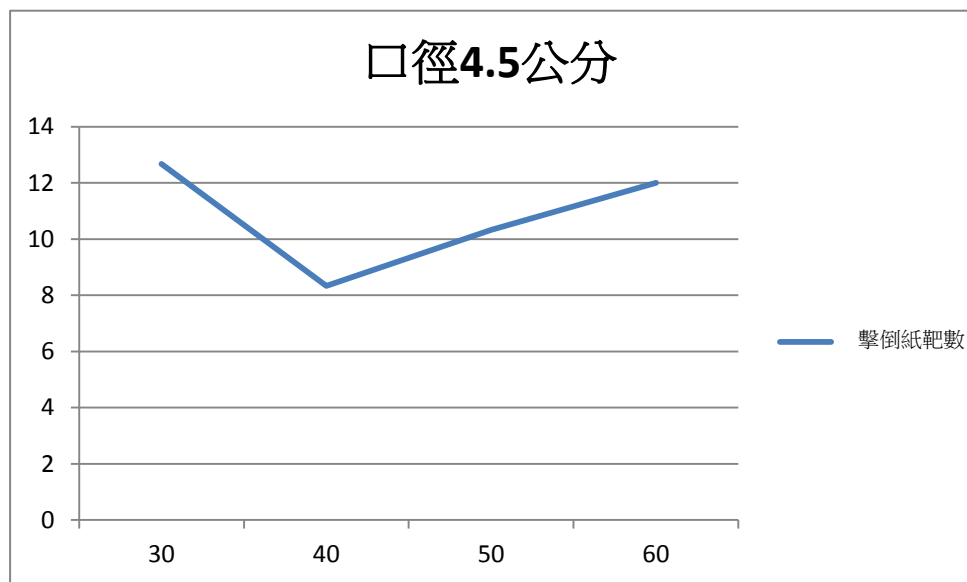
在圖十三中，可看出 4.0cm 口徑的空氣炮，在 30cm 及 60cm 的距離下，其威力最強，打倒紙靶數來到 17 個左右，而在 40-50cm 處的威力較弱，人形紙靶數在 14-15 個左右。

表 2-5

空氣炮口徑 4.5cm 空氣炮筒徑：6.5cm 口徑/筒徑比：0.69

發射次數：3 次 單位：cm

發射次 距離				平均值
	第一次	第二次	第三次	
30	13	16	9	12.67
40	9	8	8	8.33
50	11	12	8	10.33
60	10	15	11	12



圖十

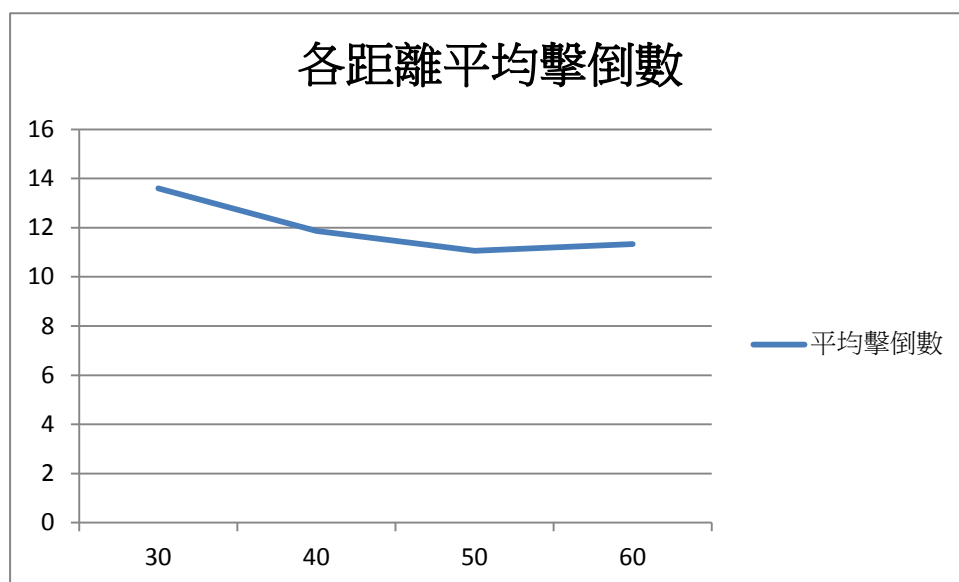
四

圖十四中到看出威力較大的距離在 30 及 60cm 處，紙靶數在 12 個左右，而在 40 及 50cm 處的威力便相對較弱。

經歸納分析，可得出下列表格：

表 2-6

口徑 (cm) \ 距離(cm)	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	平均擊倒數
30	10.33	13.67	14	17.33	12.67	13.6
40	9.33	13.33	13	15.33	8.33	11.864
50	7.67	8.67	14.33	14.33	10.33	11.066
60	6.33	9.67	11	17.67	12	11.334



圖十

五

在圖十五中，可以看到：

- 一、在 30cm 處所打倒的紙靶數比其它的距離來得多，所以可推論，距離愈近的情況下，威力愈強。
- 二、而在其它的距離方面，平均的擊倒紙靶數均在 11 個左右，威力相差不大，可能要在更長的距離之後，威力才會逐漸減弱。
- 三、無論在任何距離之下，口徑 4.0cm 的空氣炮威力都是最強的。

陸、討論

- 一、由實驗一可知，空氣炮口徑的大小，對於空氣炮彈的發射距離有絕對的影響，口徑愈大，發射距離愈長，但太大也會讓空氣炮的距離縮短。
- 二、根據文獻探討，口徑太小時，出速雖較快，但出來的空氣量不夠，射程就無法很遠。但是口徑太大，空氣反而沒有壓縮的空間，因此空氣一出來時，就一股腦散掉了(流言追追追空氣煙霧彈，民 101)。所以口徑太大，會使空氣炮的發射距離縮短。
- 三、在實驗二中，口徑 2.5cm 至 3.5cm 的保特瓶，其擊倒人形紙靶的個數有隨著距離拉大而變少的趨勢，很符合空氣炮的炮彈會隨著距離愈遠而減弱的特性(圖二、圖三、圖四)。
- 四、在實驗二中，口徑 4.0cm 至 4.5cm 的空氣炮，其擊倒人形紙靶的個數在 60 公分處，反而有隨著距離而增多的趨勢，我們的推測，有可能是空氣炮彈之空氣圈，因隨著距離炮口愈遠而擴大，因此影響人形紙靶的範圍也隨之擴大(圖五、圖六)。
- 五、在圖十五中，可以看出平均擊倒人形紙靶的數量，隨著距離的拉大，有減少的趨勢

但不甚明顯，在 40cm 之後，減少的幅度相當的少，可能要再拉長距離(70cm、80cm、90cm…)之後，才能看出威力減弱的現象。

- 六、經由實驗一及實驗二結果得知，本次科展的實驗，無論在最大射程及最大威力方面，均是由口徑 4.0cm 的空氣炮得冠，堪稱為小七軍火庫內最強之空氣炮，推算其直徑比為口徑/筒徑=0.62 約 3/5 左右，與他校實驗結論，最佳比值在 1/2~1/3 間有所出入(流言追追追空氣煙霧彈，民 101)。據我們推測，有可能和空氣炮本身容量有關。本次實驗以 600c.c 保特瓶為主，而他校實驗有各種容量大小不同的容器。因此本實驗口徑/筒徑=3/5 的結論，是否適用在其他容量的容器中，尚待實驗證實。
- 七、此外，他校實驗中，空氣炮的彈射裝置有使用塑膠膜拍打的模式(流言追追追空氣煙霧彈，民 101)，與本實驗氣球彈射的方式有所不同，是否也影響射程及威力，以及最佳口徑比，值得探討。
- 八、空氣炮中的氣球為控制變因，但隨著發射次數增多，是否會有彈性疲乏的因素，因而影響發射距離與威力的結果，也是值得注意的部份。

柒、結論

- 一、利用小七或全家等便利商店飲料區內的保特瓶及玩具區內的氣球以及文具區內的美工刀和膠帶即可製作火力超強的空氣炮，完全不需走出店外即可製作完成，小七果然是名符其實的軍火庫。
- 二、小七空氣炮最大射程的口徑為 4.0 公分，口徑/筒徑=3/5。口徑愈大，射程愈遠，過了 4.0 公分後，口徑愈大，射程減少。
- 三、最大威力的小七空氣炮，其口徑亦為 4.0 公分，即口徑/筒徑=3/5

捌、參考資料及其他

- 一、李佳螢、張瑞宏、王馨柔、蔡家銘(民 96)。哆啦 A 夢的空氣炮。臺中縣。
- 二、梅期光(民 100)。認識科展的第一本書-科展完全攻略。新北市：書泉。
- 三、康軒編輯群(民 103)。國小自然與生活科技第五冊。新北市：康軒。
- 四、流言追追追空氣煙霧彈(民 101 年 12 月 21 日)。公共電視。民 101 年 12 月 21 日，取自：<https://www.youtube.com/watch?v=Vyt1zXD5-X8>
- 五、梅期光創意科學實驗室看不見的子彈—空氣砲(民 102 年 5 月 30 日)。未來少年。民 102 年 5 月 30 日，取自：https://www.youtube.com/watch?v=_6tU5Va_EAc