

作品名稱：水管空氣槍的研究與推廣

摘要

水管製成的空氣槍，以人工進氣方式，使空氣成為推進彈藥的動力。槍型、膛線的設計、彈藥類型、不同槍管設計，皆可產生不同的射擊效果。而水管製空氣槍亦可進行多變的競爭遊戲，且空氣槍的製作及玩法都很簡易與安全，並且兼具刺激性。在我們的實驗中，三款空氣槍各有不同的優缺點，C5 Launcher 可填裝不同彈藥及更換槍枝類型，但是遠距離的命中率卻不佳，Detonate 可一次填裝多顆彈藥，縮短彈藥填充的時間，且僅需進氣 3 次即可發射，但僅有八成命中率，VVS-2.0 搭配無倍率狙擊鏡，命中率是 3 把槍枝中最佳的。希望藉由本研究結果與說明，可以讓更多對於射擊遊戲有興趣的學生及孩童，可在製作的過程中去思索、選擇自己想要的搭配方式，以達到做中學、學中做的樂趣。

目錄

壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	2
參、研究設備.....	3
肆、研究方法與結果.....	5
一、研究一：各槍枝不同進氣量對射距的影響.....	5
二、研究二：各槍枝之有效射程.....	7
三、研究三：不同槍管對槍枝的射程之影響性.....	8
四、研究四：JSPB 具有的優勢.....	9
五、研究五：JSPB 遊戲上的應用.....	10
六、研究六：JSPB 外掛系統及延伸.....	10
伍、討論.....	12
陸、結論.....	13
柒、參考文獻及其他.....	14

壹、研究動機

由於科技發達所致，現今孩童多半會沉迷於電腦遊戲，經年累月的結果導致孩童體能下降，而符合孩童的戶外射擊遊戲又很少，另外，傳統的竹筷槍遊戲對於國小高年級及國中生而言，又過於不刺激無法引起他們遊玩的動力，因此，我們便思索到底有什麼素材可以製造出兼具安全性與刺激性的射擊材料。在上生物課時，當老師介紹到可以利用風力進行發電時，我們便在想：「既然風力可以發電，那我們是否可以讓空氣轉變成發射動力，來達成我們也想要有一個適合國中生甚至是小學生的生存遊戲的夢想。」當我們上網收集資料時發現了「JSPB」(Jet Stream Power Blaster，一種利用水管製成的空氣槍，主要彈藥是由泡棉製成)，我們參考網路、請教師長並利用塑膠水管，做出讓男孩甚至是女孩都會喜歡的「空氣槍」，希望不僅是滿足孩童遊戲的樂趣，更在製作槍管的同時，可以獲得做中學、學中做的知識性，也期望這樣環保、安全又具刺激性的槍枝，可以推廣給其他孩童，讓他們也可以進行適合孩童的生存遊戲，而不是只會沉迷於網路的虛擬世界。

貳、研究目的

- 一、測試各槍枝不同進氣量對射距的影響
- 二、測試各槍枝之有效射程
- 三、測試不同槍管對槍枝射程之影響性
- 四、JSPB 具有的優勢
- 五、JSPB 遊戲上的應用
- 六、JSPB 外掛系統及延伸

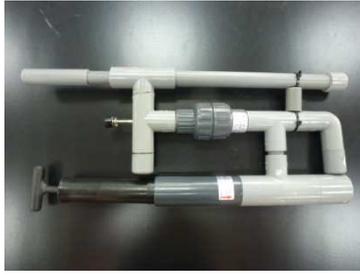
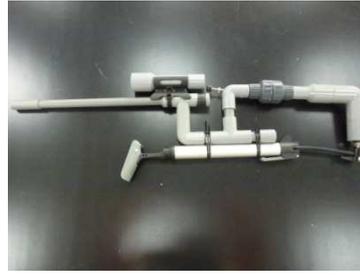
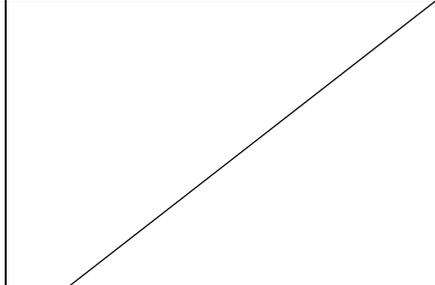
參、研究設備

一、槍枝材料

		
球類打氣筒	水管剪刀	T 管 (1 Inch 、1/2 Inch、1-1/2Inch)
		
L 管 (1 Inch 、1/2 Inch)	管帽 (1 Inch 、1/2 Inch)	接電用 PVC 水管 (3/8 Inch 、1/2 Inch、1Inch)
	球閥 (1 Inch 、1/2 Inch)	公路車打氣筒
	45 度 L 管 (1 Inch 、1/2 Inch)	鋸子
	一般式逆止閥 (1 Inch 、1/2 Inch)	電鑽
OS (1-1/2 Inch、3/4-1/2 Inch)	油令式逆止閥 (1 Inch 、1/2 Inch)	11.5 公分六角華斯木螺絲
風嘴頭		

二、其他器材：絕緣膠帶、皮尺、熱熔膠槍、硬質膠合劑、塑膠板

三、實驗槍枝及自製人型立靶：

		
<p>C5 Launcher</p>	<p>Detonate</p>	<p>VVS-2.0</p>
		
<p>自製人型立靶</p>	<p>泡棉彈藥</p>	

- 1.C5 Launcher：原是搭載 C5 火箭彈的特殊步槍，經過幾次改良後，成為容易操控的中距離步槍。
- 2.Detonate：短行程之衝鋒槍，導入快速給彈與短行程給氣之技術，續戰力高，爆發力強。
- 3.VVS-2.0：傳承俄羅斯狙擊槍 VVS 之輕便、消音等特性；取消連續射擊特性，獲得更佳的穩定性與射程。

肆、研究方法與結果

一、研究一：各槍枝不同進氣量對射距的影響

(一)方法：將皮尺固定於地面上，測試者站在原點，更改打氣次數，並分別紀錄三支槍枝的極限射擊距離。



圖 1、人站在原點射擊

(二)結果：

1.測試槍枝：C5 Launcher，打氣次數分別為 5、6、7、8 次，以地面皮尺為射擊基準，每個打氣次數射擊 5 次並記錄泡棉落點與發射點之距離(圖 2)。(因為打氣次數小於 5 次時，此槍枝會因氣壓不足導致卡彈；可是大於 8 下時，每次打氣會有一半以上的氣體灌不進去，故最少次數為 5 下，最多為 8 下)

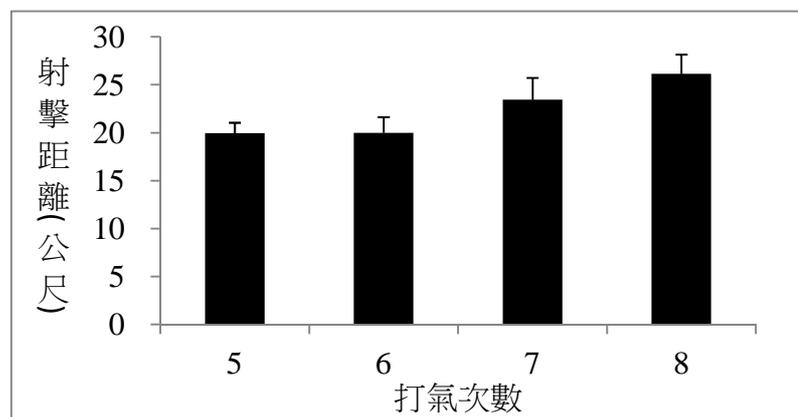


圖 2、C5 Launcher 不同打氣次數與射擊距離

2.測試槍枝：Detonate，打氣次數分別為 3、4、5 次，以地面皮尺為射擊基準，每個打氣次數射擊 5 次並記錄泡棉落點與發射點之距離(圖 3)。(短行程的設計只需打氣 3 次即可射擊，但是最高進氣次數只能 5 次。)

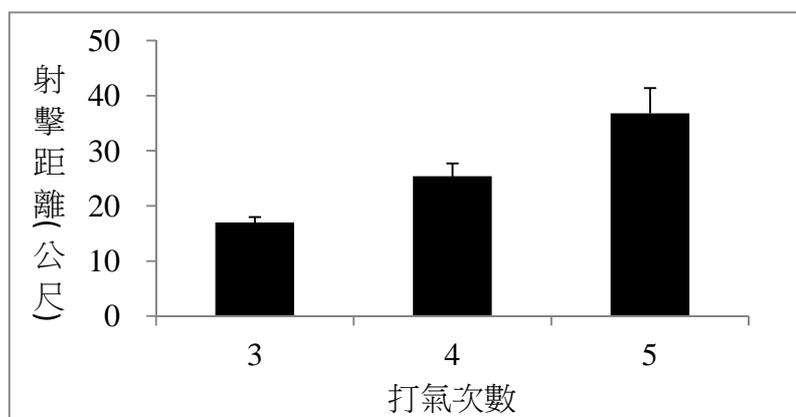


圖 3、Detonate 不同打氣次數與射擊距離

3.測試槍枝：VVS-2.0，打氣次數分別為 3、4、5 次，以地面皮尺為射擊基準，每個打氣次數射擊 5 次並記錄泡棉落點與發射點之距離(圖 4)。(短行程的設計並搭配高壓打氣筒，最高打氣次數可達 10 次，但是女性測試者最高打氣次數只有 6 次，因此本實驗只做到 6 次。)

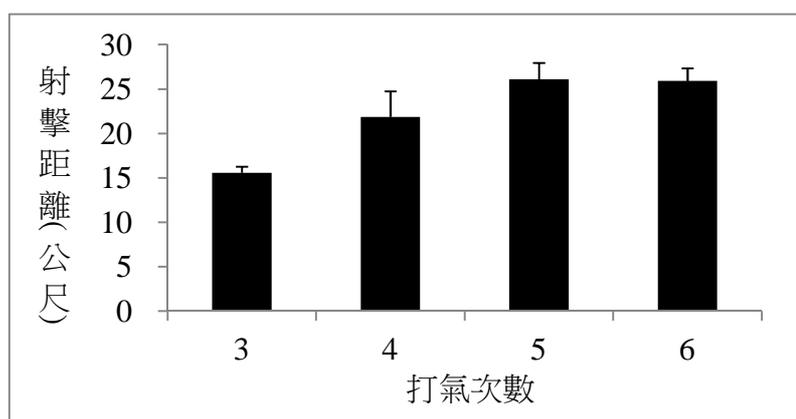


圖 4、VVS-2.0 不同打氣次數與射擊距離

二、研究二：各槍枝之有效射程

(一)方法：利用打靶的方式測試各槍枝的射擊命中率。將皮尺固定於地面上，測試者站在原點，移動人型標靶更改射擊距離，並以人型靶之靶心為射擊基準，射擊 5 次並記錄每支槍枝的命中次數。另外，隨著人型立靶與原點的距離更動，打氣次數會有所調整。

(二)結果：

1.測試槍枝：C5 Launcher，人型立靶的距離為 5、7.5、10、12.5 公尺，並隨著人型立靶的距離，調整打氣次數，打氣次數分別為 5、6、7、8、9 次，並紀錄是否打中靶(表 1)。

表 1：C5 Launcher 有效射程(擊中靶面以○表示，未擊中靶面以 X 表示)

射擊距離 (公尺)	5	7.5	10	12.5
射擊次數				
1	○	○	○	X
2	○	○	X	X
3	○	○	X	X
4	○	○	○	X
5	○	○	○	X
命中率	100%	100%	60%	0%

2.測試槍枝：Detonate，人型立靶的距離為 5、7.5、10、12.5 公尺，並隨著人型立靶的距離，調整打氣次數，打氣次數分別為 3、4、5、6 次，並紀錄是否打中靶(表 2)。

表 2：Detonate 有效射程(擊中靶面以○表示，未擊中靶面以 X 表示)

射擊距離 (公尺)	5	7.5	10	12.5
射擊次數				
1	○	X	X	X
2	○	○	X	X
3	○	X	○	X
4	○	○	○	X
5	X	○	○	X
命中率	80%	60%	60%	0%

3.測試槍枝：VVS-2.0，此槍枝加掛無倍率狙擊鏡，人型立靶的距離為 5、7.5、10、12.5、15 公尺，並隨著人型立靶的距離，調整打氣次數，打氣次數分別為 3、3.5、4、4.5、5 下，並紀錄是否打中靶(表 3)。

表 3：VVS-2.0 有效射程(擊中靶面以○表示，未擊中靶面以 X 表示)

射擊距離 (公尺)	5	7.5	10	12.5	15
射擊次數 1	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○
命中率	100%	100%	100%	100%	100%

三、研究三：不同槍管對槍枝的射程之影響性

(一)方法：使用 C5 Launcher，更換 3 種不同槍管並測試射程，每種槍管射擊 3 次(圖 5)。

(二)結果：

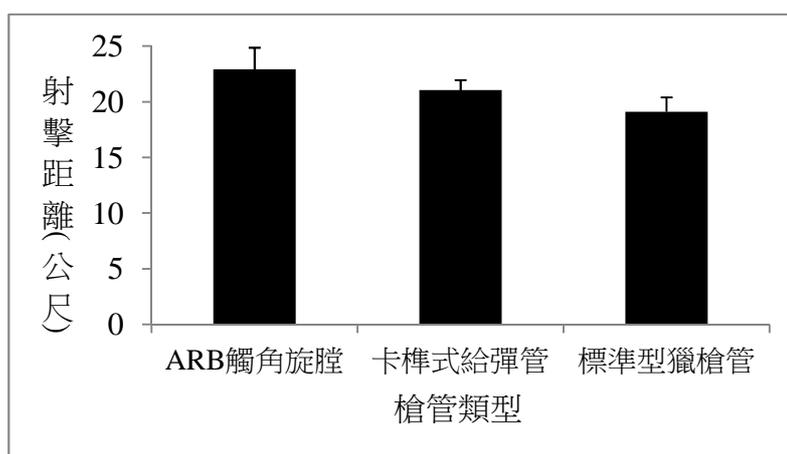


圖 5、C5 Launcher 不同槍管類型與射擊距離

四、研究四：JSPB 具有的優勢

(一)分析目前市面上各種射擊遊戲的優、缺點

遊戲類型	優點	缺點
生存遊戲	遊戲過程逼真、刺激性高	市面上多使用 BB 槍，但是 BB 槍危險性較高，大面積的遊戲場地也不多，因此，許多愛好者多半至廢棄屋舍進行遊戲
打漆彈	利用漆彈為射擊彈藥，容易記錄與分辨是否有擊中敵方，且刺激性高	漆彈射擊力道大，玩家容易瘀青，且場地不易尋覓，大多是由學校社團進行活動時才舉辦的遊戲
NERF(Non-Expanding Recreational Foam)	刺激性高、好操作又安全	花費不貲，且因射擊距離短，只適合在室內進行遊戲
線上遊戲	刺激性高，只要有電腦與網路便可以進行遊戲	玩家若定性不足，容易沉迷於遊戲
JSPB(本次實驗項目)	單價低、刺激性高、好操作又安全	因為爆發力強，且利用人工進氣方式作為彈藥動力來源，較不適合國小以下的孩童獨自操作遊戲

(二)結論：

1. 以投入金額比較，參與一場生存遊戲所需花費的金錢，至少可以做出三把 JSPB。
2. 以安全性為考量，因為使用的彈藥成分泡棉，因此較漆彈、BB 彈安全。
3. 因為 JSPB 槍枝為自製槍，對於玩家是國小及國小以下的孩童，可以藉由製作的過程中增進親子間的情感交流；而在製槍的過程中，可以讓製作者體會到做中學、學中做的樂趣。
4. JSPB 不只可以自己玩樂，也可以夥同三五好友一起參與進行安全版的生存遊戲。總和以上論述，JSPB 可藉由其製作成本低、安全性佳、可動手親自製作、增進親子與朋友之間的感情等因素，應該可以取代現今市面上其他種的射擊遊戲。

五、研究五：JSPB 遊戲上的應用

JSPB 的玩法有許多種，除了可以進行打靶遊戲外，還有搶旗遊戲、殲滅遊戲……等各種有趣的娛樂方式，以下提供三個可以利用 JSPB 進行的遊戲類型。

	建議人數	建議場地	勝利條件	死亡條件	復活條件
殲滅遊戲	4 人以上	公園、操場、體育館	兩種判定方式： 1.將敵隊全數殲滅的對伍獲勝 2.時限內存活人數較多的隊伍獲勝	被彈藥擊中即判定為死亡	死亡後該場將無法復活
搶旗遊戲	8 人以上	公園、操場、體育館(建議在有遮蔽物的場所為佳)	搶奪敵方的戰旗，若搶得對方戰旗後，搶奪方戰旗仍在陣地內，則搶奪方該回合勝利	被彈藥擊中即判定為死亡	死亡後可至復活區進行復活動作後再參戰
攻堅遊戲	攻方 1 人以上，防守方 4 人以上	學校、體育館	攻方進行攻堅，時間內到達目的地或是將敵方全數擊殺	被彈藥擊中即判定為死亡	攻堅者有三次復活機會，防守者有一次，回己方陣地時即復活

六、研究六：JSPB 外掛系統及延伸

當槍枝製作完成後，可以在槍枝上進行些許的改造，例如噴漆、加裝外掛配備，除了能提升槍枝性能，亦可讓自己的槍枝更加與眾不同，以下介紹幾個外掛的配備：

(一)瞄具：

在槍上加掛瞄具是常見且重要的事情，而市面上的瞄具不但價格昂貴，且外型可能不符合自己的要求，因此，自己做瞄具，是一件既有趣又實惠的方式。本實驗有採用「無倍率狙擊鏡」，此瞄具加裝於 VVS-2.0 槍枝，主要目的是為了達到快速瞄準、快速歸零的特性，因此無須搭配任何倍率(圖 6 及圖 7)。



圖 6、無倍率狙擊鏡外觀



圖 7、無倍率狙擊鏡內部

(二)槍管改裝：

為了使彈藥出速更快並具有最大的射擊距離，除了提高氣壓之外，亦可以選擇在槍管上「動手腳」，本實驗 Detonate 槍枝的槍管便是有進行槍管改裝(圖 8、圖 9)。加厚的管壁、更緊的膛線，可使 Detonate 在射擊時有更高的彈藥出速、更佳的穩定度，但是卻導致射擊時音爆變大，且遠距離射擊時精準度會下降。



圖 8、槍管外部(管壁加厚)



圖 9、槍管內部(加裝膛線)

另外，VVS-2.0 的槍管也有改裝過，此槍管具有消音的功效(圖 10)。槍管內加裝 25 度的膛線(圖 11)，使得子彈在通過槍管時能服貼於膛線上，把槍管因子彈移動所產生的震動吸收掉，進而提高射程與消音效果，然而為了提高總體性能，只好加長槍管長度，導致在行動時可能會造成不便。



圖 10、槍管外部



圖 11、30 度的膛線

伍、討論

一、根據實驗(一)結果，比較 C5 Launcher 與 Detonate 兩種槍枝的射擊距離：

當打氣次數皆為 5 次時，Detonate 的射擊距離卻比 C5 Launcher 遠，原因是槍枝設計上的不同所致，以下分點加以敘述：

1. 儲氣槽：Detonate 的儲氣槽小，因此雖然進氣次數相同，但是可以得到較大的氣壓。
2. 槍管長度：Detonate 的槍管比 C5 Launcher 的槍管短。
3. 膛線：Detonate 的槍管拉的陽膛也比 C5 Launcher 緊，子彈在離開槍管時可得到較大的爆發力。

總和上述四點，便可以得知，為何相同的打氣次數，但是射擊距離卻相差很多。

二、根據實驗(一)結果，比較 Detonate 與 VVS-2.0 兩種槍枝的射擊距離：

Detonate 與 VVS-2.0 兩種槍枝皆為短行程設計，但是為什麼 VVS-2.0 的最大射擊距離只有 26 公尺？原因出在「減壓槽設計」。VVS-2.0 搭配減壓槽設計，減壓槽大約可以減少 20% 的壓力，但卻不會減少總氣量，雖然打氣次數 6 次比打氣次數 5 次槍管所獲得的壓力較大，但是經過減壓槽後，兩者氣壓差會變少，因此最終只會得到較多的空氣，而多出來的空氣並不會推到子彈，換言之第 6 次進氣所送的氣體並不會推到子彈，而且，氣體過多的情況下，不但不會提高射擊距離，反而會降低射擊穩定性。

三、根據實驗(二)結果，比較 Detonate 與 C5 Launcher 的射擊命中率：

Detonate 在進氣量 5 次時，最大射擊距離已達到 36 公尺，但是，打靶結果距離為 5 公尺時都有未命中的結果，便可推論此槍枝的穩定性不佳。另外，雖然兩把槍枝打靶距離為 12.5 公尺時，都無法擊中靶面，但是 C5 Launcher 在射擊距離為 5、7.5 公尺命中率達 100%，然而相同的射擊距離下，Detonate 的命中率卻只剩下 60%，因此得知 C5 Launcher 在有效射擊距離內其射擊命中率比 Detonate 好。

四、根據實驗(二)結果，為何 VVS-2.0 的最大射擊距離只有 15 公尺？原因出在射擊距離為 15 公尺時，進氣次數為 5 次，若再加大射擊距離必須增加進氣次數，然而，大於 5 次的進氣次數時，女性玩家已經無法順利將槍枝進氣，故此實驗最大射擊距離為 15 公尺。

五、根據實驗(三)結果，得知不同槍管對射擊距離是有影響的：

此三種槍管以「ARB 觸角旋膛」的槍管射擊距離最遠，原因在於 ARB 觸角旋膛中，有四條 45 度的斜線，因此彈藥在槍管中會以旋轉的方式移動，而當彈藥離開槍管後，因為彈藥的旋轉所產生的風切，會使得彈藥的出速較高，進而提高射擊距離。

陸、結論

一、根據實驗(一)與實驗(二)射擊結果，可以發現三種槍型各有其優、缺點，其優缺點以表格呈現：

槍枝名稱	優點	缺點
C5Launcher	因為槍管徑大小的緣故，可填裝任何彈藥，例如散彈、泡棉火箭皆可	彈藥裝填慢，遠距離射擊效果不佳
Detonate	操作過程只需要打氣 3 次即可射擊，且可加裝戰術軌或他種外掛設備	遠距離射擊效果差
VVS-2.0	遠距離射擊效果最佳(最遠可以擊中 30 公尺以外的靶)	屬於獵槍式給彈，填彈數度慢，且後座力較大，較不適合女生與小孩使用

二、根據實驗(二)結果，比較 Detonate 與 C5 Launcher 的射擊命中率，推論「極限射程≠有效射程」。

三、根據實驗(三)結果，槍管內的膛線設計會影響彈藥的移動方式，進而影響射擊距離。

四、水管製成的空氣槍可讓使用者依據自己想要的功效進行槍管的改造，且在遊戲的過程中，因為彈藥成分為泡棉，雖然是利用空氣推動彈藥進行遠距離的射擊，但是卻不會因為被彈藥擊中而留下傷疤或瘀青，相較於市面常使用的 BB 槍，JSPB 雖具有相同的趣味效果，但是對於使用者造成的危害性反而是較少的。因此，希望藉由本研究的結果與說明，可以讓更多年紀小的學生及孩童，藉由親自動手製作槍枝的過程中，去思索怎樣的組合方式，可以讓自己的槍枝具有較大的射擊距離與命中率，當完成槍枝後，又可以與同學甚至是家人一同進行一場安全版的生存遊戲，既可增進家人或同學之間的互動，也可以提升運動的意願。

柒、參考文獻及其他

一、參考文獻

JSPB 官網：<https://sites.google.com/site/jspb3000/home>

JSPB 官方論壇：<http://www.gamebase.com.tw/forum/100491/thread/1004910009>

二、其他延伸設計：利用塑膠水管也設計了「單發式火箭筒」(圖 12、圖 13)及「獵弓」(圖 14)，未來可針對不同的設計品進行相關研究，目前僅針對單發式火箭筒有進行射擊距離測試。

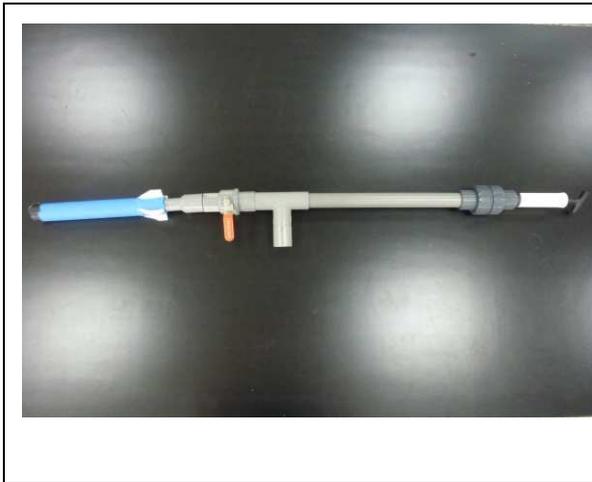


圖 12、單發式火箭筒

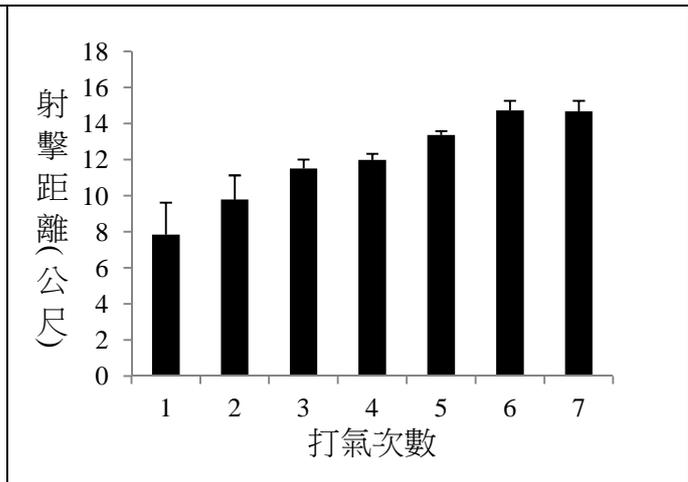


圖 13、單發式不同打氣次數與射擊距離



圖 14、獵弓