



嘉義縣國民中小學

科學展覽會作品說明書



屆 別：64

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：天降奇積中

關 鍵 詞：彈力位能 弓箭 積木

編 號：A119



附件 8：作品說明書封面

(本封面由報名系統自動產生。貴校已上網報名，故免填寫、免上傳)

嘉義縣第 64 屆國民中小學科學展覽會 作品說明書（封面）

科 別：物理

組 別：國小

作品名稱：天降奇積中

關鍵詞：積木 弓箭 彈力位能

編號：（系統自動產生）

附件 9：

作品說明書內文

(請各校上傳,免印紙本送審;由承辦學校統一下載,列印)

天降奇積中

摘要

常常聽到爸媽說他們小時候玩的玩具都是自己隨地取材動手做的，而我們現在的小孩玩具大多是現成的塑膠製品、電腦遊戲或桌遊，所以大家很快就對玩具感到厭煩了。學校每週一次的樂高積木課程讓我可以自己動手做出新玩具，不但學習到科學知識，更能啟發我的創意去改造玩具，趣味無窮。

本研究以我最愛的樂高積木組裝成弓箭作為實驗對象，進行相關實驗後有以下發現：

- 1.自製第二型的積木弓箭平均射程較遠。
- 2.自製第二型小尺寸的積木弓箭平均射程較遠。
- 3.自製第二型小尺寸加上橡皮筋沒交叉的積木弓箭平均射程較遠。
- 4.自製第二型小尺寸加上沒交叉的紅色橡皮筋的積木弓箭平均射程較遠。
- 5.自製積木弓箭在離靶 50 公分的準度最高。

壹、研究動機

對我們來說，樂高積木可以組裝出各種東西，變化無窮，是個玩不膩的玩具。還記得老師那時候在課堂說：「我們來做弓箭吧！」大家都瘋狂了起來，跟著老師所說的步驟組裝出弓箭。完成弓箭的我們迫不及待射個不停，覺得這個弓箭非常好玩又有趣，威力又很強，可以射得很遠。我們希望想藉由這次科展研究，組裝出射得又遠又準的積木弓箭。

貳、研究目的

我們相信大多數的人都是對原住民的弓箭有興趣，會把積木弓箭當作研究主題的人應該不多，因此我們希望我們能喚起大家自己利用身邊現有的資源和材料製作玩具，然

後深入研究。於是，我們針對積木弓箭有以下研究目的：

- 一、探究不同類型的自製積木弓箭設計與平均射程的關係。
- 二、探究自製積木弓箭的尺寸大小與平均射程的關係。
- 三、探究橡皮筋的繞法與否與自製積木弓箭平均射程的關係。
- 四、探究不同橡皮筋與自製積木弓箭平均射程的關係。
- 五、探究自製積木弓箭的準度。

參、研究設備及器材

本研究的研究設備及器材為：奇幻積木樂園積木盒（內含橡皮筋）、長桌 180*60*74 公分 4 張、全開瓦楞板 100*60 公分 10 塊、100M 雙色尺帶、100 公分木尺、紙盒 10.5*10.5*15 公分 10 個、彩色標籤紙數張、圓規尺、A4 牛皮紙、量角器、電焊槍

肆、研究過程或方法

一、實驗前

在還沒有決定研究主題前，老師知道我們有參加學校的樂高積木課程，便詢問我們有利用積木做出哪些東西，我們很快地說出了陀螺、竹槍、弓箭等作品。接著，老師告訴我們可以選擇其中一樣有興趣的作品當作科展研究主題，我們男生當然選擇刺激又好玩的竹槍和弓箭。不過，老師又跟我們提到做實驗需要有不同的控制變因，所以在思考過後，我們選擇了積木弓箭作為研究對象。

(一)積木弓箭的製作步驟:

1. 拿出 2 個 15 格的方形薯條積木、2 個彎彎的白色積木、2 個 L 形積木、10 個藍色插銷、2 個米色插銷、1 條橡皮筋以及 1 個 15 格的圓形薯條積木。
2. 把 1 個白色彎彎的積木插米色插銷，插在 7 個孔洞最尾端，前面再插 1 個藍色插銷，另一端插 2 個藍色插銷，同樣的作法重複 2 次(做 2 個)
3. 拿 1 個 L 形積木，在 L 形最下面插 2 個藍色插銷，作法重複 2 次(做 2 個)
4. 把 1 個方形薯條積木拿起來，把 2 個白色彎彎的積木放在方形薯條的兩個尾端，隔 3 格放一個 L 形積木，再空 1 格再放 1 個 L 形積木。
5. 再放 1 個方形的薯條積木，把它蓋起來。

6. 再 2 個白色彎彎積木的兩端放 1 條橡皮筋，中間插 1 個 15 格圓形薯條，這樣就完成了弓箭（圖 1）。

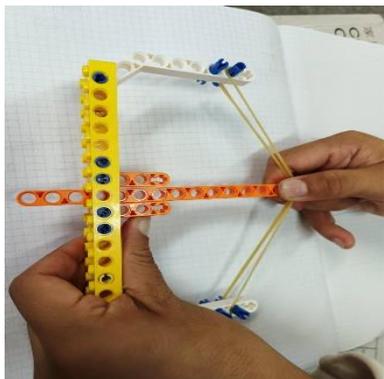


圖 1 第一型(大)

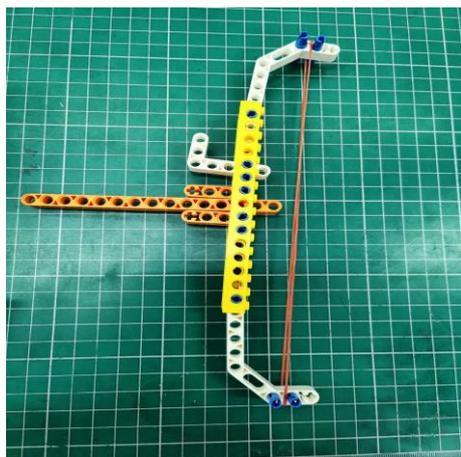


圖 2 第二型(大)



圖 3 複合弓



圖 4 中篆體字

組裝出第一型弓箭後，老師問我們能不能發揮創意，組裝出其他型的弓箭，於是第二型弓箭產生了，如圖 2，而且我們發現它的形狀與複合弓(圖 3)相似，也與「中」的篆體字(圖 4)很像。這個聯想決定了我們這次科展研究題目—**天降奇積中**，代表意思就是**形似 中 字的積木弓箭從天空中降落**，同時也希望**它能帶來奇蹟降落在我們的身上**。

(二)文獻探討

1.樂高積木

(1)樂高由來

樂高集團是一家丹麥的玩具公司，公司取名為「樂高」，源自丹麥短語「leg godt」，意味著「玩得好」。該公司出品的積木玩具，由五彩的塑料積木、齒輪、迷你人型和各種不同其他零件，透過多種方式組裝和連線，以建造包括車輛、建築物和工作機器人等物體。任何構造的東西都能緊密的扣在一起，也可以再次拆開，重複使用來製作新東西。初期的樂高積木是沒有強烈的故事，主要是希望玩家自己去創造。但由於 1999 年，該

公司與多個娛樂公司有合作，如迪士尼、時代華納。例如在哈利波特和星際大戰等電影在美國上映前後，樂高就會推出相應主題玩具。

(2)積木

積木起源於建築的模型，是玩具的一種。其玩法沒有一致性，且有多種不同的形狀，包括正方體、正方形、長方體、長方形、圓柱體、圓形、三角形等。積木可以讓玩家利用不同形狀的積木而拼出所要的造型，讓玩家發揮自己的想像力。

2.弓箭

弓箭是遠射兵器中最古老的一種彈射武器，相傳是黃帝發明了弓箭，甲骨文中的「侯」字，形像箭矢射向箭靶，上古時期，勇武為尚，善射能中者為首，這也是諸侯之侯的來歷。弓箭在春秋戰國時開始被廣泛應用，被列為兵器之首。

(1)弓

a.由來

弓是世界上最早出現的彈射類遠射武器之一，其發明早於人類信史，並在不同地區的文明被廣泛使用。

b.種類

弓的種類繁多，有傳統複合弓、現代複合弓、反曲弓、蒙古弓、朝鮮弓、和弓、土耳其弓、長弓、英格蘭長弓、清弓等。國際射箭總會認可的比賽弓具共分為反曲弓、複合弓、裸弓(barebow)或英式長弓四種。

c.用途

弓在古代大量用於狩獵與戰爭，在現代功能則主要局限於運動競技。

(2)箭

a.由來

箭，又稱箭矢，指的是由弓或是弩所射出的武器，外型通常是一根堅硬的長桿，後方帶有穩定裝置，前方帶有箭頭。是人類自遠古時代便開始利用的武器。

除了作為武器用途外，另有一種「響箭」，箭鏃部份以空心管狀鐵器製作，發射時空氣急速注入，可以使鐵器發出高音頻的聲響，主要用作通訊或警示用途。

b.構造

一支箭的基本構造包括了箭頭、箭身、箭羽和箭尾等部分，如圖 5。

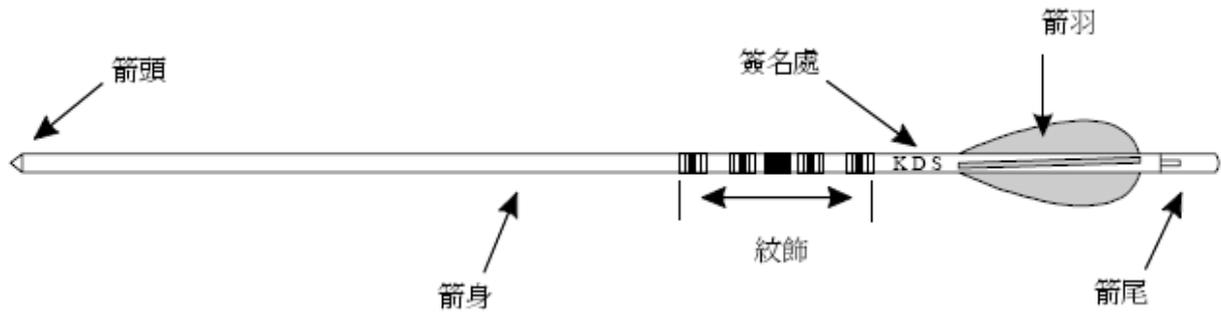


圖 5 箭的構造

(3)積木弓箭

(1)製作

我們將積木組裝出來的弓箭分為第一型與第二型，它們的差別為第一型的弓箭，弓形較小，長手臂（兩端積木長度較長），第二型的弓箭則是弓形較大，短手臂（兩端積木長度較短）。

我們也曾試著第一型弓箭的長手臂換成短手臂（圖），發現組裝出來的弓箭不穩，而且形狀不像弓箭；而第二型弓箭的短手臂換成長手臂（圖），也是無法呈現弓的形狀，因此不納入在這次的研究中。

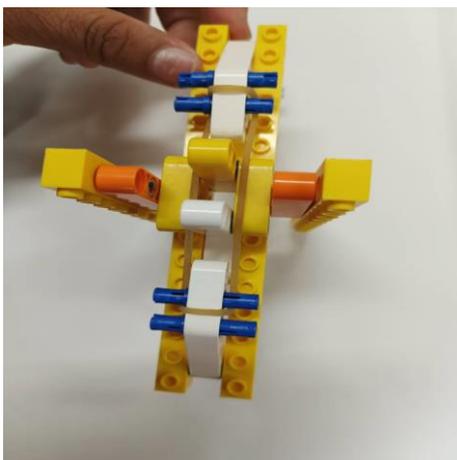


圖 6 第一型短手臂

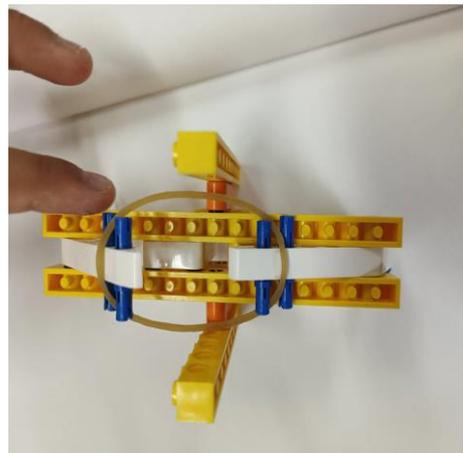


圖 7 第二型長手臂

(2)原理

a.彈力位能

弓箭射擊是透過「力」拉緊弓弦，使弓臂彎曲，同時儲存彈力，然後鬆開弓弦，弓臂迅速恢復原狀並釋放能量，把扣在弦上的箭大力地彈射出去。當我們把弓拉開時，就已將拉弓所需的能量貯藏在弓內。放箭時，貯存的能量就釋放出來，使箭在空中以頗高的速度飛射出去。像這樣物體因為形變而具有作功的能，稱為彈力位能。

b.牛頓運動定律

將一支箭，以一定能量發射，如果不計空氣及風力之影響，則箭在空中飛行的軌道依牛頓運動定律，必為「拋物線」。此拋物線之形狀及位置，視箭之質量、發射箭之能量、箭所在的空間位置、及箭與水平線所成之角度而定。

c.虎克定律

由英國科學家虎克於 1678 年所發表之彈性定律。此定律說明物體在小變形時，變形的大小與施加的外力成正比。例如對彈簧施以 F 的外力，其伸長量若為 x ，則 F 與 x 的關係式為 $F=kx$ ，其中 k 稱為彈簧常數。彈簧或彈性物體在其彈性限度內，形變與恢復力成正比。

(三)討論

1.發射角度

我們是第一次跟著老師做科展研究，原本以為就只要把弓箭做出來，然後射擊就好了。但是當我們在發射弓箭時發現弓箭的前進方向是不穩定的，提出圖 8~圖 10 的想法，因考量到弓箭發射出去會呈現拋物線及與發射固定器組裝，我們選擇斜角度 60 度射擊。



圖 8 高度射擊



圖 9 水平射擊



圖 10 斜角度射擊

2.軌道製作

在練習射擊的過程中，我們發現在教室裡弓箭落下的範圍太廣，於是我們想到限制弓箭落下的範圍，於是我們利用防疫期間使用的紙盒和白色隔板做**間隔 10 公分的軌道**，但是軌道容易彎曲變形，效果不佳。後來，我們改用瓦楞板，軌道順利完成，並在軌道下面放置尺帶，減少先前在教室地板畫間隔貼地標的工作。



圖 11 貼地標



圖 12 射程區域



圖 13 軌道設計改造



圖 14 軌道設計半成品

3.射程紀錄

因為我們的手伸長約 40 公分，所以我們將**發射固定器固定在 50 公分處**，然後從 150 公分處開始鋪設軌道，記錄弓箭落在尺帶的刻度再減去 40 公分，如果積木弓箭的射程超過軌道長度就記錄為 610 公分。

4.事先預測

在正式實驗前，老師請我們大膽預測一下哪一型的弓箭會射出較遠的距離，我們不約而同的說出是第二型大尺寸，且橡皮筋的繞法是有交叉，理由是因為弓箭比較寬，箭比較不容易掉。老師語帶保留的說等做完測試了，就知道我們猜對了沒有。

二、實驗中

在實驗過程中，我們不斷的在修正問題，包括如何將不同型的弓箭安裝在同一個發射器，以及讓發射角度固定等，甚至用電焊槍將箭的尾端燒開，方便我們放置橡皮筋。改裝積木弓箭的過程如圖 15~圖 20。

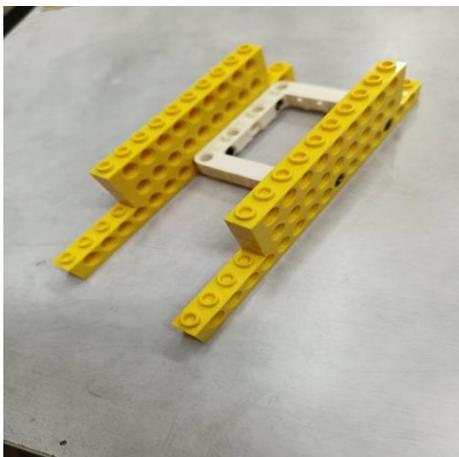


圖 15 發射固定器

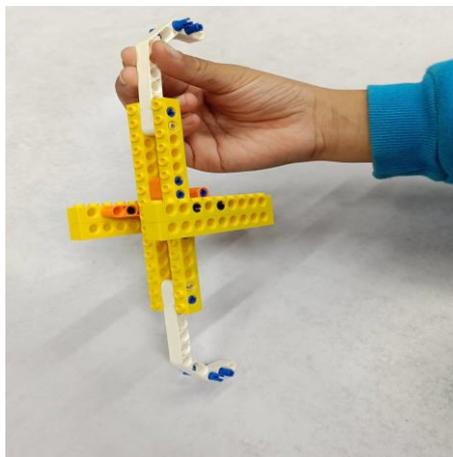


圖 16 弓箭模型改裝 1

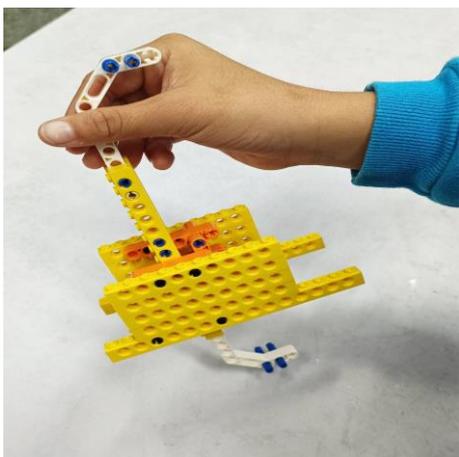


圖 17 弓箭模型改裝 2

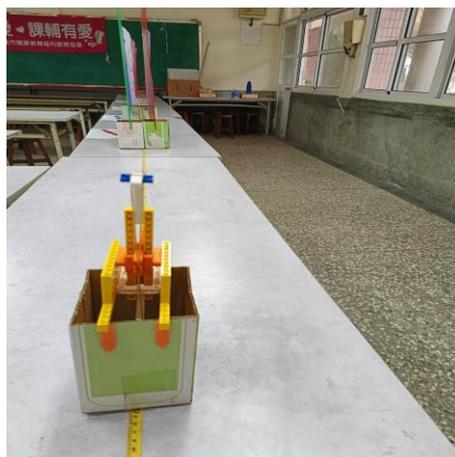


圖 18 弓箭模型改裝 3

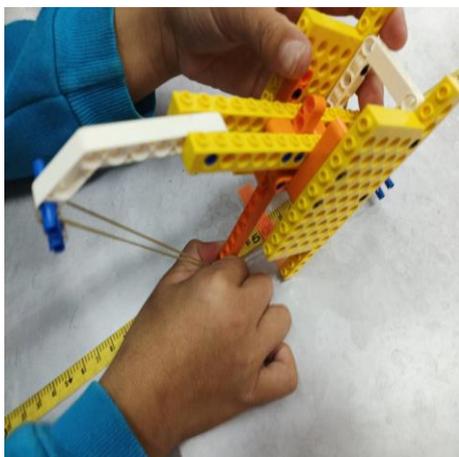


圖 19 積木弓箭模型

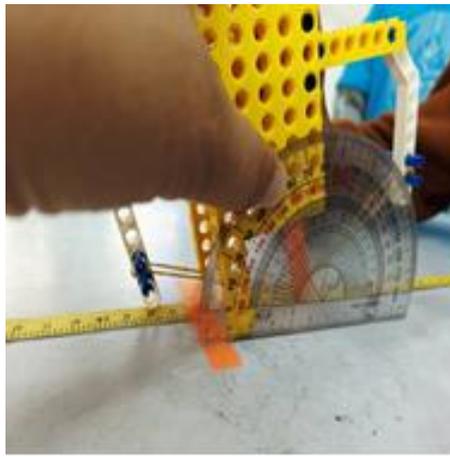


圖 20 測量發射角度

研究一 不同類型積木弓箭 VS 平均射程

因為我們在事先預測弓箭愈大，橡皮筋有交叉，射程也會愈遠，因此我們決定本研究先選擇第一、二型大尺寸的弓箭作測試，但因第一型大尺寸的弓箭搭配發射固定器後，產生無法呈現 60 度射擊，**固定拉距為 9.5 公分**的情形，因此改為將大尺寸改成中尺寸加上橡皮筋有交叉的弓箭，每人各射擊 5 次，記錄積木弓箭的射程，找出平均射程較遠的積木弓箭類型。

研究二 不同尺寸大小積木弓箭 VS 平均射程

在研究二，我們針對不同尺寸加上橡皮筋有交叉的積木弓箭(圖 21)，每人各射擊 5 次，記錄積木弓箭的射程，找出平均射程較遠的積木弓箭尺寸。

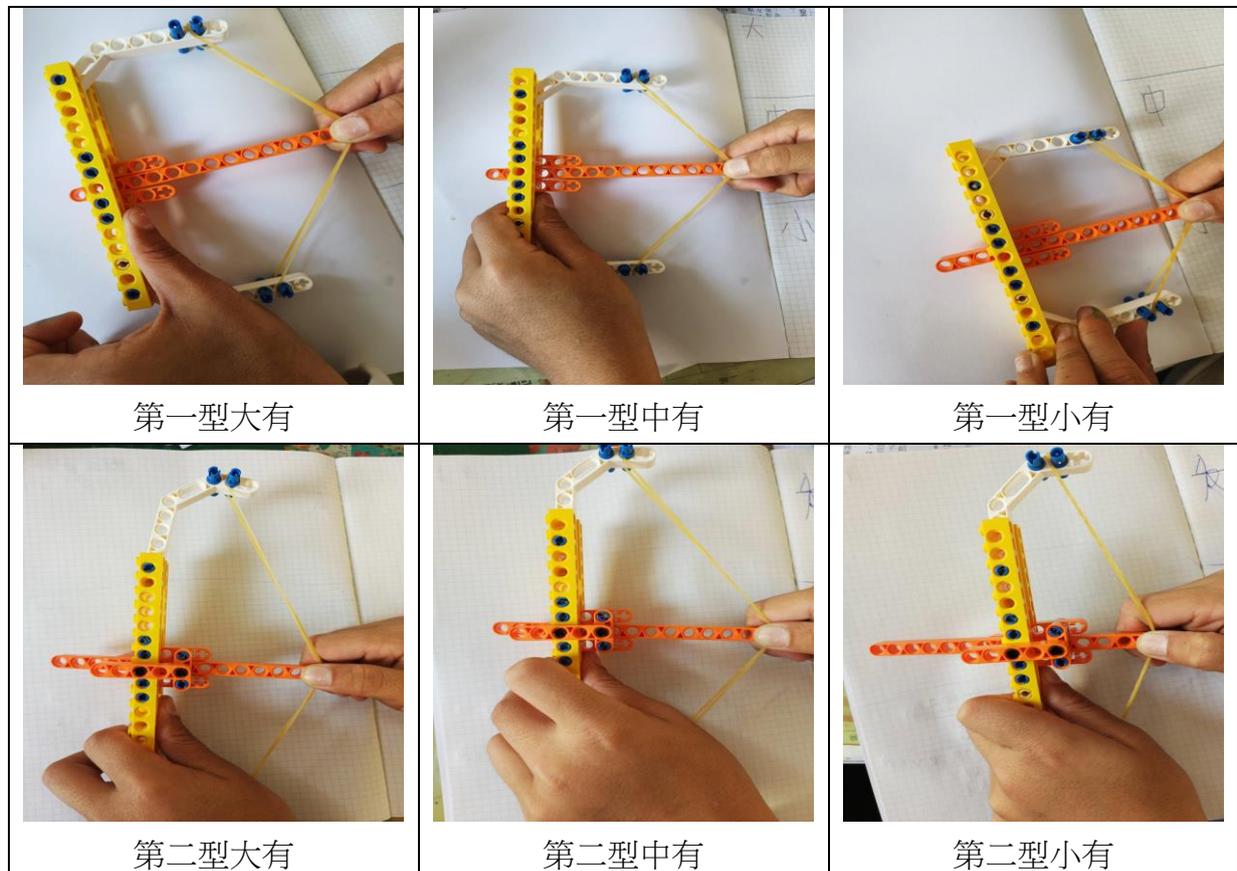


圖 21 不同尺寸的積木弓箭

研究三 橡皮筋不同繞法 VS 平均射程

由研究一和研究二的結果，我們可以推論哪一類型搭配哪一種尺寸的積木弓箭平均射程較遠，因此在研究三中，我們想利用研究一、二的綜合結果的積木弓箭找出橡皮筋的繞法交叉與否對平均射程造成影響，每人一樣各射擊 5 次，記錄積木弓箭的射程，找出平均射程較遠的橡皮筋繞法。

研究四 不同橡皮筋 VS 射程

因為每盒積木盒裡配置的橡皮筋不同，我們再藉由研究三的結果積木弓箭，更換橡皮筋的尺寸來找出哪條橡皮筋可以讓積木弓箭的射程愈遠，每人一樣各射擊 5 次，紀錄積木弓箭的射程，找出平均射程較遠的橡皮筋。

研究五 準度測量

除了研究影響積木弓箭的射程的因素外，最後，我們還想知道積木弓箭能不能像一般的弓箭準確射進靶的範圍內，我們自製靶(圖 22)在 A4 牛皮紙頂部預留 1 公分，兩邊各預留 5.5 公分，再用圓規尺畫下半徑 5 公分的圓，利用 2 個紙盒將它夾住，背後用膠帶固定，然後分別將靶放置在距離弓箭發射的 50 公分、100 公分、150 公分及 200 公分處進行準度測試，裝置如圖 23，每人一樣各射擊 5 次，紀錄不同射程積木弓箭穿過靶的次數。



圖 22 靶試作



圖 23 準度測試裝置

三、實驗後

從研究一~研究四，每當我們完成我們的實驗後，老師就會跟我們分析實驗結果時，我們就發現結果跟我們先前猜想的不同，我們認為我們對積木弓箭的了解和認知不應該是錯誤的。老師也跟我們解釋其實影響積木弓箭射程及準度的變因很多，我們的研究流程設計或許並不是十全十美的，但也可以提供以後想研究積木弓箭的人更深入研究的方向。

伍、研究結果

為了找出平均射程較遠的積木弓箭，我們經過一連串的改裝、發想和射擊，終於完成了研究，我們有了以下的結論：

一、研究一

表 1 不同類型積木弓箭的射程記錄表 (單位：公分)

弓箭類型	測試 1	測試 2	測試 3	測試 4	測試 5	測試 6	測試 7	測試 8	測試 9	測試 10	平均
第一型	263	257	276	295	282	280	292	273	234	214	266.6
第二型	457	430	486	457	513	423	466	470	468	485	465.5
					468.6					462.4	

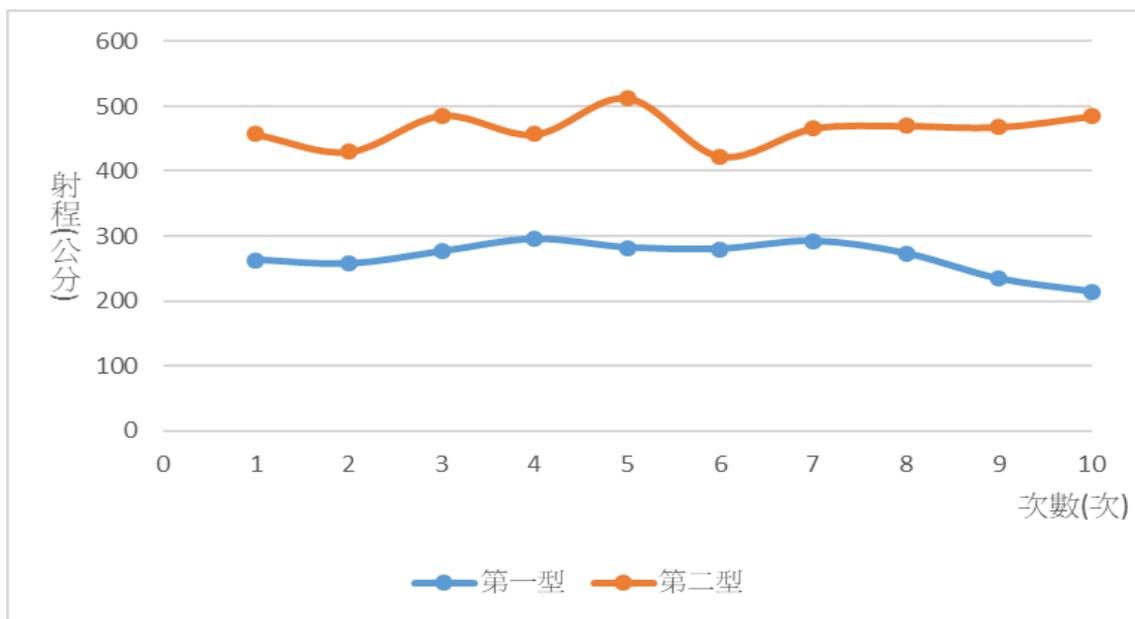


圖 24 不同型積木弓箭的平均射程

結論：由表 1 和圖 24，我們可以清楚判斷第二型的積木弓箭的平均射程較遠，而且不同人的射擊，第二型積木弓箭平均射程分別是 468.6 和 462.4 公分，差距並不大。

二、研究二

表 2 不同尺寸積木弓箭的射程記錄表 (單位：公分)

弓箭種類	弓箭大小	測試 1	測試 2	測試 3	測試 4	測試 5	測試 6	測試 7	測試 8	測試 9	測試 10	平均	
第一型	大	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	#DIV/0!	326.6
第一型	中	237	244	224	257	296	220	242	288	248	293	254.9	
第一型	小	386	493	382	480	461	371	345	295	472	297	398.2	
第二型	大	469	470	488	446	350	370	440	445	365	473	431.6	449.6
第二型	中	479	392	471	483	445	432	480	430	440	320	437.2	
第二型	小	480	488	472	524	465	520	460	430	490	470	479.9	

***表示無法測量

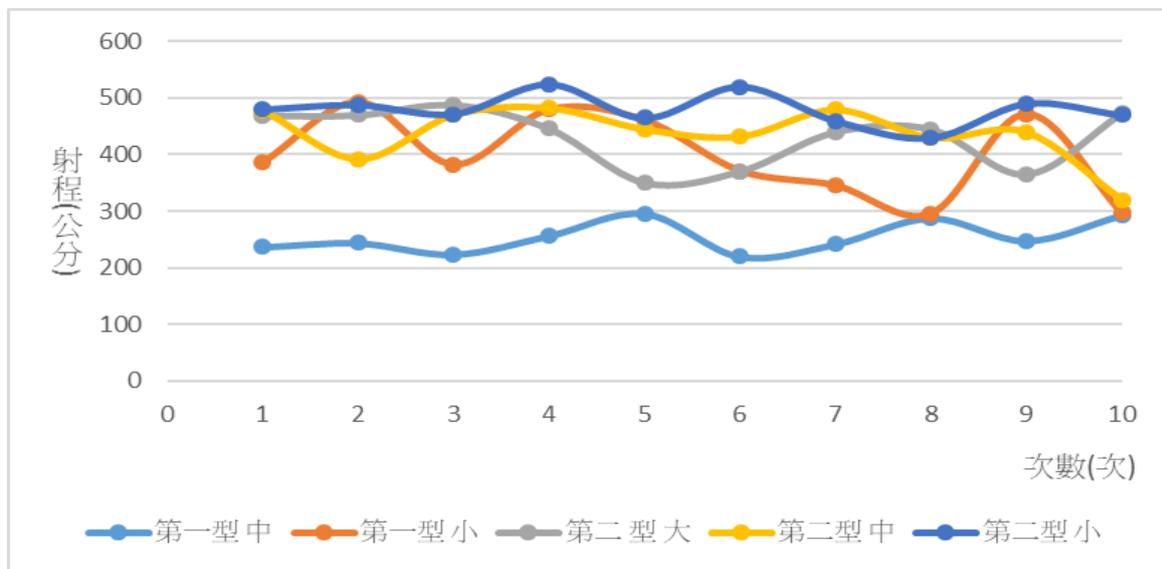


圖 25 不同尺寸積木弓箭的平均射程

結論：由表 2 和圖 25 可看出第二型的積木弓箭平均射程較遠，尤其是小尺寸的積木弓箭平均射程更是優於其他尺寸的積木弓箭。

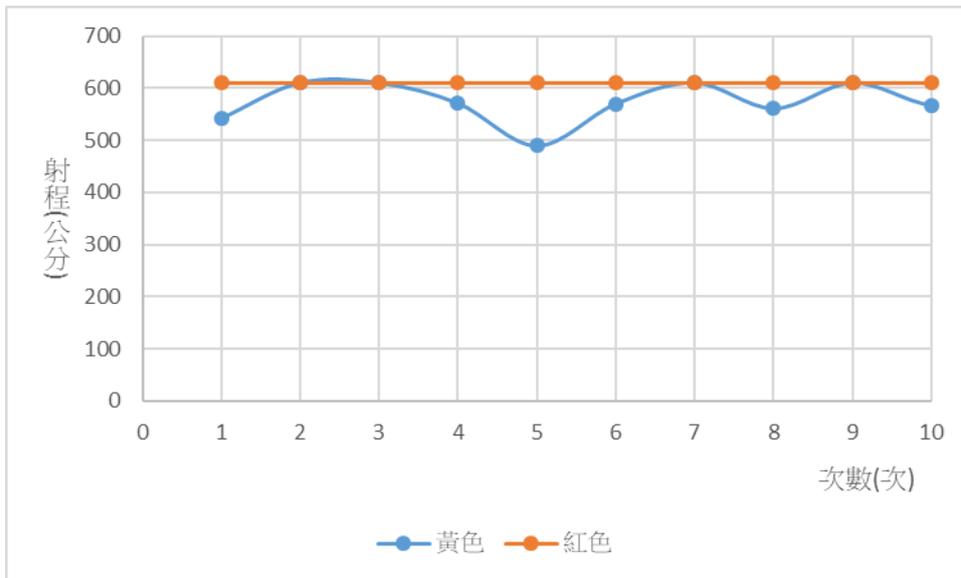


圖 27 不同橡皮筋的積木弓箭的平均射程

結論：我們可以從表 4 和圖 27 看出，第二型小尺寸沒交叉的紅色橡皮筋的積木弓箭平均射程較遠且穩定性較高，而且從圖 27 中，我們可以推測黃色橡皮筋可能已超過它的彈性限度，才會出現如此不穩定的射程。

五、研究五

表 5 積木弓箭的準度記錄表

距離	測試 1	測試 2	測試 3	測試 4	測試 5	測試 6	測試 7	測試 8	測試 9	測試 10
50 公分	X	X	O	O	O	O	X	X	O	X
100 公分	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
150 公分	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
200 公分	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X

O 表示弓箭有成功穿越靶 X 表示弓箭沒有成功穿越靶

結論：我們根據研究一~研究四的結果所篩選出來的第二型小尺寸沒交叉的紅色橡皮筋積木弓箭進行準度測試在距離 50 公分的準度是最高的，高達 50%。我們推測應該是積木弓箭受到外力影響較小，所以近距離射擊的準度較高。

陸、討論

- 一、在研究過程中，我們採取每人射擊 5 次，老師曾告訴我們每個人出的力並不相同，這樣的研究數據應該會被質疑，但我們覺得我們在每次射擊前都將箭的拉距固定為 9.5 公分，這樣應該就可以說明每次發射的力量都是一樣的，更何況這個研究本來就應該是不管是誰來射擊都可以找出讓積木弓箭的射程更遠的方法。如果有機會的話，我們想邀約有參與樂高積木課程的同學一起來做測試，相信會讓我們的研究更具說服力，也希望後續有其他人一起來研究讓積木弓箭射得遠又準的方法。
- 二、在研究四中，我們只測試黃色和紅色橡皮筋，而黃色橡皮筋已經被我們實驗多次，有可能已經被我們拉扯到彈性極限了，而影響了我們的研究結果呢！下次做研究時，我們是不是可以考慮每次實驗都使用全新的橡皮筋或者選擇其他具有彈性材質的物品來代替橡皮筋呢！值得我們更進一步深入的研究。

柒、結論

每週一節的樂高積木課程讓我們玩得很開心，每個積木玩具都暗藏著科學知識，更沒想到我們竟然將它當成一門學問來研究，讓我們感到新奇又有趣。而且從一開始，我們一直認為弓箭越大越好，就可以產生更大的力，將弓箭發射到較遠的距離，但我們的實驗結果卻告訴我們相反的答案，一度讓我們原有爆滿的信心愈來愈削減，還好有老師的鼓勵，讓我們相信有「小弓也可以立大功」的奇蹟出現，順利完成了研究。

積木玩具讓我們發揮想像力和創造力，當我們組裝出兩種以上的積木弓箭，老師誇獎我們很厲害時，我們覺得非常有成就感。如果讓我們擁有足夠的積木零件組裝出和真實弓箭尺寸一樣大的積木弓箭，或者將弓箭射擊方式改變成十字弓的射擊方式(垂直→水平)，會不會得到相同的答案呢！在查詢資料中，積木弓箭的相關研究幾乎沒有，我們期待未來有更多和我們一樣喜愛積木弓箭的人一起加入研究。

捌、參考文獻資料及其他

1. 弓 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%93>
2. 樂高- 維基百科，自由的百科全書
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A8%82%E9%AB%98>
3. 積木 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A9%8D%E6%9C%A8>

4. 箭 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%AE%AD>
5. 國小南一版自然與生活科技。第四冊。第一單元生活中有趣的力。
6. STREAM MAKER 教育中心 科學樂高 基礎課程示範 - 小小弓箭手
<https://www.youtube.com/watch?v=fdAGDA9tyu0>
7. 射箭運動-后羿射日 - 台北科學日 <https://tpsci.phy.ntnu.edu.tw/exhibits/437>