

屏東縣第66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：搗蛋「球」你不要再跳了

—探討雙球投石器如何將雙球同時投入標靶區不彈出

關 鍵 詞：雙球、投石器、槓桿原理（最多三個）

編號：A6015

目 錄

摘要.....	P.01
壹、前言.....	P.01
一、研究動機.....	P.01
二、研究目的.....	P.01
三、文獻回顧.....	P.02
貳、研究設備及器材.....	P.02
一、實驗執行角色.....	P.02
二、實驗材料.....	P.03
三、實驗測量與紀錄工具.....	P.03
參、研究過程或方法.....	P.03
一、實驗流程.....	P.03
二、實驗注意事項.....	P.04
肆、研究過程與結果.....	P.04
伍、討論.....	P.05
陸、結論.....	P.05
柒、參考文獻.....	P.06

搗蛋「球」你不要再跳了

—探討雙球投石器如何將「雙球」同時投入標靶區不彈出

摘要

本研究源於 2025 世界機關王大賽 實戰反思，針對雙球投石器在競賽中易發生的碰撞、觸框及標靶內彈出等問題進行改良。研究運用槓桿原理與單一變因法，系統化探討支點位置、限位擋塊高度及動能輸出對投射穩定性的影響。

實驗針對「方形框（線接觸）」與「紅扣點（點接觸）」兩種載具進行對比，並結合「減大加小」的數學邏輯調校粗細橡皮筋的彈力組合。結果顯示，透過精確控制入射角與動力輸出，可有效降低彈跳能量，達成連續 10 次測試中 3 次穩定投入 6 顆球的目標。本研究不僅優化了機械結構，更揭示了環境濕度對彈性元件的關鍵干擾，體現了從失敗中實踐 SDG17 夥伴關係的科學精神。

壹、前言

一、研究動機

2025世界機關王大賽 GM 基礎組的比賽結束，回到學校課後 STEAM 機關王社團後反思與討論，即使在縣賽、台灣賽及世界賽我們都採用同一個投石器裝置，但是狀態截然不同。

縣賽時，操作過程雙球投石器連續三次穩定將「雙球」同時投入標靶區。但全國賽與世界賽操作過程，不論是測試還是正式比賽操作雙球投石器連續將「雙球」同時投入標靶區時卻常發生：

1. 雙球觸碰15公分高的標靶區外框彈出。
2. 雙球互相碰撞彈出。
3. 雙球進入15公分高的標靶區後彈出。

討論後，我們決定根據自然課所學的機械及槓桿原理研究雙球投石器如何將「雙球」同時投入標靶區不彈出，實際運用數學課程的計算、角度、統計了解遇到的問題。

二、研究目的

根據2025及2026世界盃機關王大賽 GM 基礎組的比賽規則研究雙球投石器：

- (一) 如何控制雙球不互相碰撞彈出。
- (二) 如何控制雙球同時越過15公分高的標靶區外框進入標靶區
- (三) 如何改善雙球進入15公分高的標靶區後彈出的狀況。

三、文獻回顧

最早從科學探索組#1261所學的投石機為了比賽一直修正，這次根據2025世界機關王大賽 GM 基礎組比賽經歷與2026世界機關王大賽 GM 基礎組比賽規則在台灣網路科教館的歷屆科展資料中找投石器的相關作品：

- (一) 全國中小學科展作品第42屆—超上古兵器—投石器之研究。
- (二) 全國中小學科展作品第46屆—攻城利器—投石器的探討。
- (三) 全國中小學科展作品第54屆—古代工程師巧思—製作精準的投石器。
- (四) 全國中小學科展作品第61屆—投石"計"器 "彈"無虛發。
- (五) 全國中小學科展作品第63屆—探究神奇四連桿與其機構型態之關係。

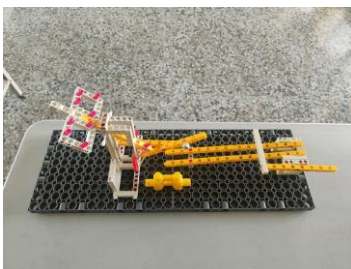
雖然這些作品的投石器屬於科學探索組#1261所學的單球投石機，但可善用其中的機械、物理原理來改善雙球投石器遇到的障礙。

貳、研究設備及器材

一、實驗的執行角色

利用學校課後 STEAM 機關王社團#1261積木組裝

(一) 雙球投石機



(二) 標靶區



受測目標物

(三) 相同標準藍球



二、 實驗材料

彈力來源

(一) 粗橡皮筋(長)

(二) 細橡皮筋(短)



三、 實驗測量與紀錄工具

(一) 碼表(計時)

(二) 平板或手機(拍攝記錄)

(三) 紙張

(四) 筆

參、研究過程或方法

一、 實驗流程

(一) 分組組裝雙球投石器及標靶區。

(二) 測試並記錄雙球投石器將雙顆藍球投入標靶區時球的行為（飛行狀態、彈跳狀態、落點）。

(三) 修正雙球投石器的變因：

1. 槓桿支點上下距離。
2. 槓桿支點前後距離。
3. 彈力來源—粗橡皮筋(長)。
4. 彈力來源—細橡皮筋(短)。
5. 阻擋區上下距離。
6. 藍球置放區—方形框。
7. 藍球置放區—方形框加紅扣點位置。
8. 整座投石器與標靶區的距離。

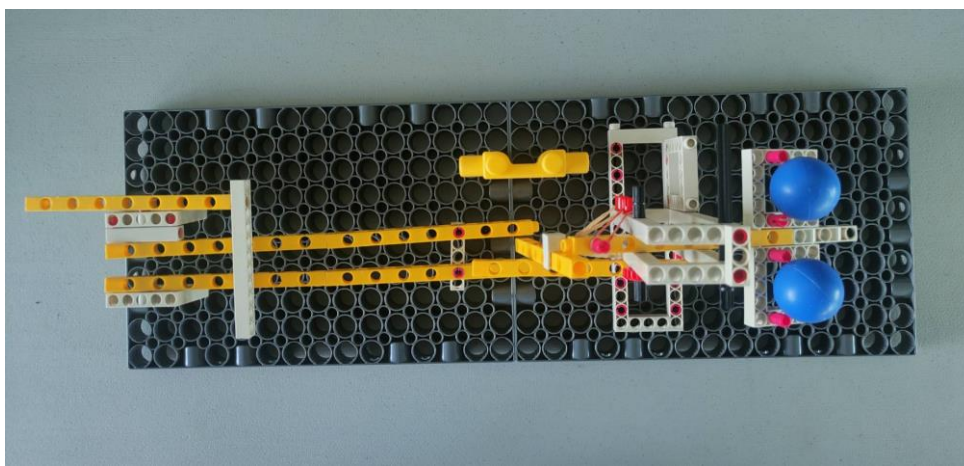
(四) 一次修正一個變因，修正後回到第二步驟測試紀錄雙球投石器將雙顆藍球投入標靶區時球的行為（飛行狀態、彈跳狀態、落點），直到優化雙球投石器能連續3次同時將6顆藍球投入標靶區才停止。

(五) 分組討論修正遇到的障礙及修正的優缺點。

- (六) 團體討論分享每組遇到的障礙及修正的優缺點。
- (七) 分享後交換測試不同組別已修正的雙球投石器。
- (八) 團體討論分享測試其他組的雙球投石器遇到的障礙及建議。
- (九) 拆解雙球投石器後重新組裝。
- (十) 回到第二步驟重新測試，直到10次的測試雙球投石器能連續3次同時將6顆籃球投入標靶區達到10次的穩定度。

二、 實驗注意事項

- (一) 一次一個變因修正。



肆、研究過程與結果

- 一、 雙球投石器的變因眾多需一次一變因修正如一次多變因修正則找不出問題。
- 二、 紀錄飛行狀態是為了瞭解如何控制雙球不互相碰撞彈出。
- 三、 紀錄落點是為了瞭解如何控制雙球同時越過15公分高的標靶區外框進入標靶區
- 四、 紀錄彈跳狀態是為了瞭解如何改善雙球進入15公分高的標靶區後彈出的狀況。
- 五、 槓桿支點上下距離、槓桿支點前後距離、阻擋區上下距離三者會影響投射角度。
- 六、 彈力來源一粗橡皮筋(長)、彈力來源一細橡皮筋(短)二者產出力道大小不同會影響投擲距離。
- 七、 彈力來源一粗橡皮筋(長)彈力較大可以當作主彈力。
- 八、 彈力來源一細橡皮筋(短)彈力較大可以當作微調彈力。
- 九、 藍球置放區一方形框是線性控制藍球。



十、 藍球置放區一方形框加紅扣點位置是點性控制藍球。



十一、 根據彈力大小可調整整座投石器與標靶區的距離。

伍、討論

一、 明明知道雙球投石器的變因眾多，需一次一變因修正，但我們常常忘記一次修正多變因不但找不出問題，雙球投石器還越來越不穩定。因此在進行研究的過程也在學習控制情緒變因。

二、 藍球置放區一方形框是線性控制藍球，藍球置放區一方形框加紅扣點位置是點性控制藍球。測試後並無法觀察出差異，每組的想法不一樣，不為此爭執，所以各組採用自己認同的方式參與2026賽程。

三、 粗橡皮筋(長)彈力較大是主彈力而細橡皮筋(短)彈力較大是微調彈力。當彈力過大時，我們可以運用數學的方法一減大加小，找到最適當的彈力。

四、 我們分三組參加2026屏東縣世界機關王大賽，一組雙球投石器藍球進入標靶區穩定可進入全國賽，兩組偏離標靶區只拿到佳作，但在這場比賽我們發現比賽當天是雨天濕度高，但我們沒有將環境氣候納入其中導致研究失敗。

陸、結論

在本次研究最大的收穫是：

一、 學習跟夥伴討論修正找出除錯和解決的方法，堅持自己的想法不如實際操作，才能真正找到問題解決問題。

二、 比賽結束時在比賽場地夥伴說：「我們回去再比一次好嗎？」我們全數通過，接受失敗的結果，繼續研究討論，讓我們的夥伴更順利前往全國賽。

三、 這時候我們開始懂得「SDG17加強執行手段，重振永續發展的全球夥伴關係」的意義。

柒、參考文獻

- 一、科學探索組#1261
- 二、2025世界機關王賽事簡章 https://www.worldgreenmech.com/tw/tw_download.asp?id=34
- 三、2026世界機關王賽事簡章 https://www.worldgreenmech.com/tw/tw_download.asp?id=34
- 五、全國中小學科展作品第42屆－超上古兵器－投石器之研究
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=39&sid=650>
- 四、全國中小學科展作品第46屆－攻城利器－投石器的探討
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=43&sid=2100>
- 六、全國中小學科展作品第54屆－古代工程師巧思－製作精準的投石器
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=12032&sid=12251>
- 七、全國中小學科展作品第61屆－投石"計"器 "彈"無虛發
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=17228&sid=19050>
- 八、全國中小學科展作品第63屆－探究神奇四連桿與其機構型態之關係
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=19961&sid=20189>