

臺北市第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科 別： 國小組

組 別： 數學

作品名稱： 變形劍球 ～ 誰得最高分！

關 鍵 詞： 劍球

編號：

變形劍球 ~ 誰得最高分！

摘要

在某次出遊時，我們認識了劍球這個玩具，發現在玩劍球時，除了必須用到手腦平衡，連接劍球的那條線也似乎影響遊戲的成功與否，因此我們親自製作劍玉，利用三種實驗探討線段長短、凹槽大小以及握把距離對劍球得分的影響。

當劍玉線段長比劍玉本體長或短都不利於得分，必須線段與本體等長，得分機率比較大。大凹槽也能使得分機率較高。最後，手握的位置越往前也越容易得分。

透過這次實驗了解到小玩具的大學問，更將學校學到的長度、圓、三角形做結合，製造出專屬我們的變形劍球！

壹、研究動機

之前跟爸爸媽媽回外婆家時，在中途的休息站發現了劍球這個神奇的玩具，本以為是簡單的小小朋友玩具，想不到玩的時候除了需要腦力、手、眼、心都需要控制在一個平衡點，不但開拓了我的視野，也引起我對這個玩具的好奇心。因為太好玩了！而在三上第四單元—圓和角、三下第二單元—長度、四上第七單元—三角形，我們分別學到了不同長度的關係、如何畫製圓與三角型，因此，我們就暗中決定要製作一個兼具律動與平衡特質的變形劍球玩具及好好探究劍球的歷史。經由與同學的討論下，不知不覺的進入這趟探索的知性之旅，也慢慢體會自製玩具的樂趣及來場劍球的歷史之旅。

貳、研究目的

- 一、探討玩劍球主要的樂趣及如何獲取高分（穩定度，高度及手腕力氣，握把位置）
- 二、探討及驗證如何使劍球遊戲更加有樂趣

參、研究器材與設備

我們準備了以下的簡單的文具及器材用具，製作出好玩的變形劍球。做出劍球尺寸大小：長 52 公分，寬 22.5 公分，高 30 公分，總重量 400 公克。

實體照片如下：

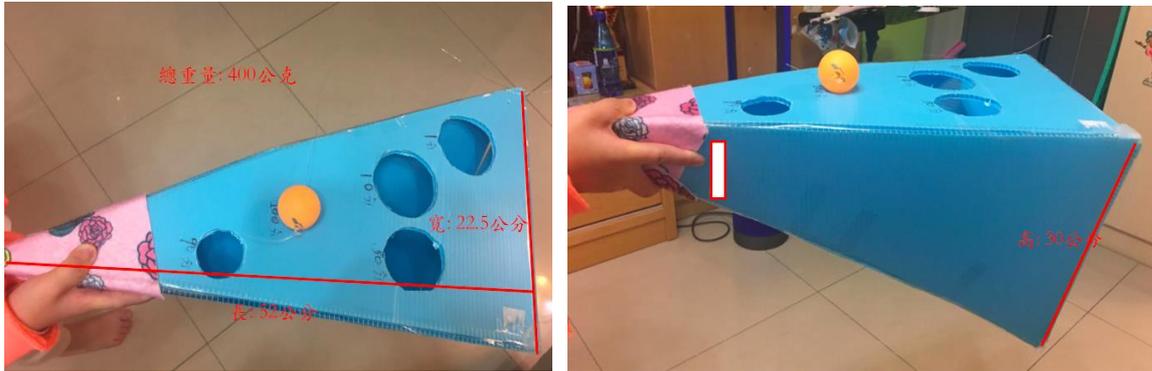


圖 1 變形劍球實體

表 1 器材列表

項次	器材	數量	備註
1	厚紙板	3	
2	乒乓球	1	
3	雙面膠	1 捲	
4	膠帶	1 捲	
5	尺	1	
6	剪刀	1	
7	橡皮塞	1	
8	釣魚線	1 捲	
9	鉛筆	3	
10	棉布	5cm*5cm	

肆、研究過程或方法：

找出如何在變形劍球中得到高分的關鍵：

一、釣魚線的長短影響得分程度：

實驗證明 釣魚線與本體的長度越接近，越容易得分。

- (一) 線比本體短雖然比較容易控制，不過因為得分凹槽的不同設計，因此不容易得高分。
- (二) 線比本體長越不容易得分，也最不容易控制。
- (三) 實際測試拋接五次，不同的長度，採集分數如下，驗證了釣魚線長短的得分理論。

表 2 不同長度的劍球得分數與平均

項次	釣魚線長度	拋接數	得分數	平均得分
1	30 公分	10 次	90	9
2	45 公分	10 次	70	7
3	60 公分	10 次	310	31
4	75 公分	10 次	170	17
5	90 公分	10 次	50	5

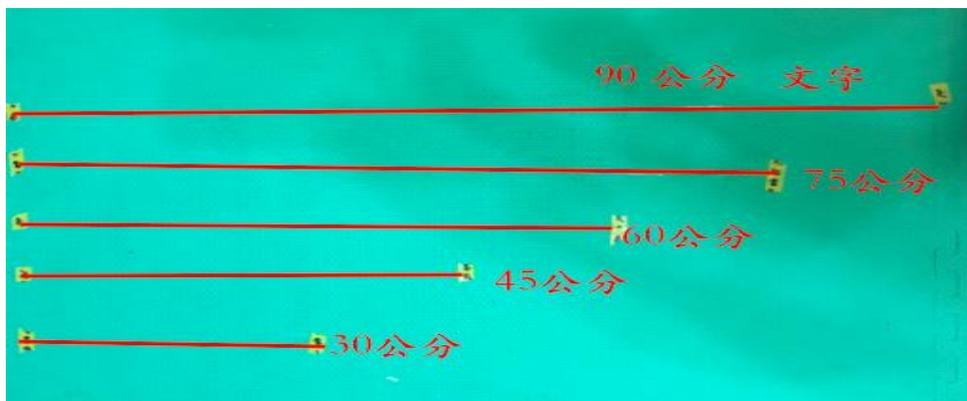


圖 2 不同的劍球線段長度

二、得分凹槽的大小位置設計（在釣魚線 60 公分的情況下）：

實驗證明

- （一） 為了實驗凹槽位置是否也會影響得分，所以設計了甲、乙兩種凹槽位置，分別作個別實驗：



圖 3 甲圖設計

1. 得分凹槽設計原理：隨機，增加樂趣。
2. 1 分的凹槽及 90 分的凹槽，最邊緣的得分凹槽最不易得分，主要是釣魚線長度會 讓球在本體的中間區落下，所以邊緣區的洞口反而不易進洞。
3. 10 分及 100 分的凹槽最容易得分，主要是釣魚線的長度會讓球在玩具本體的中間位置落下，再加上 10 分的洞口最大，所以成為最易得分。設計 100 分也容易得分主要也是因為洞的位置，不過 100 分的洞口較小，不過玩 10 次會有一次得 100 分的機會，吸引人想去挑戰。
4. 洞的大小及得分設計為隨機，重點為增加樂趣，不加以限制讓大家都可以做出屬於自己的特色及難度的劍球。

表 3 甲劍球不同凹槽得分機率

項次	得分洞	拋接數	得分機率
1	1 分	10 次	0 次
2	10 分	10 次	3 次
3	50 分	10 次	1 次
4	90 分	10 次	0 次
5	100 分	10 次	2 次



圖 4 乙圖設計

1. 設計原理：按照得分高低及得分凹槽大小順序，由上而下。
2. 1 分的凹槽及 100 分的凹槽，最邊緣的得分凹槽最不易得分，主要是釣魚線長度會讓球在本體的中間區落下，所以邊緣區的洞口反而不易進洞。
3. 10 分及 50 分的凹槽最容易得分，主要是釣魚線的長度會讓球在玩具本體的中間位置落下，再加上 10 分的洞口大，所以成為最易得分。90 分也容易得分主要也是因為洞的位置跟 10 分及 50 分相近，100 分的洞口較小且邊緣，不過玩 10 次會有 2 次得 100 分的機會，吸引人想去挑戰。
4. 洞的大小及得分設計有順序，重點為容易複製，且有脈絡可循，一旦發現得分凹槽位置跟得分的關鍵，就可以設計出各種難度的劍球。

表 4 乙劍球不同凹槽得分機率

項次	得分洞	拋接數	得分機率
1	1 分	10 次	2 次
2	10 分	10 次	5 次
3	50 分	10 次	4 次
4	90 分	10 次	4 次
5	100 分	10 次	2 次

三、 握把的距離影響得分的程度（在釣魚線 60 公分的情況下）：

實驗證明

- （一） 握把距離得分凹槽越近，力道比較容易控制，球最容易集中在中間位置，也最容易得分。
- （二） 握把距離得分凹槽越遠，力道及球都不容易控制，不只釣魚線容易亂拋球也容易亂飄，無法進入得分區域。
- （三） 圖示如下：

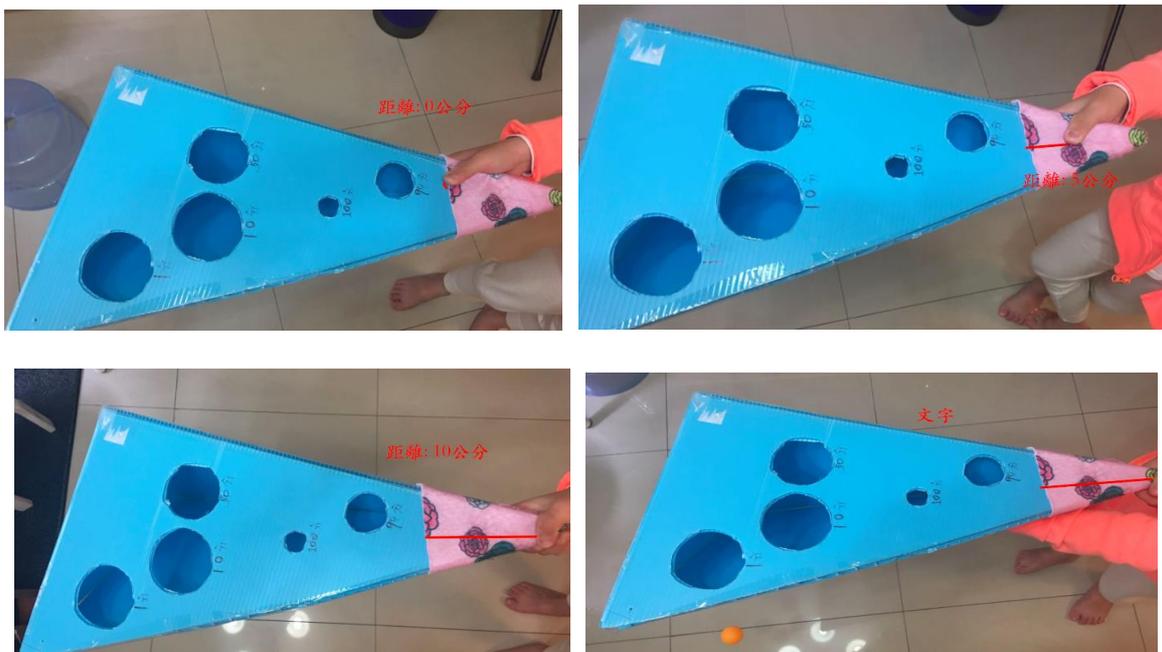


圖 5 手執握把的不同距離

表5 握把距離與得分數

項次	握把的距離	拋接數	得分
1	0 公分	10 次	4 次
2	5 公分	10 次	1 次
3	10 公分	10 次	0 次
4	15 公分	10 次	0 次

伍、研究結果

這次實驗作的劍球主要以趣味及便利為主且容易複製，所以考慮到的材料都是容易取得，且得分凹槽及棉線長短可隨時依增加趣味及難度而調整，雖然劍球是拋接球遊戲，但如果採用先拋再接的方式，就會像棒球選手擊球時那樣困難，除非視力及平衡感極佳，才能偶而成功，更何況每次拋出去的力量，角度，都不一樣，多變的拋物線就像是變化球讓人難以捉摸，所以成功機率非常低。

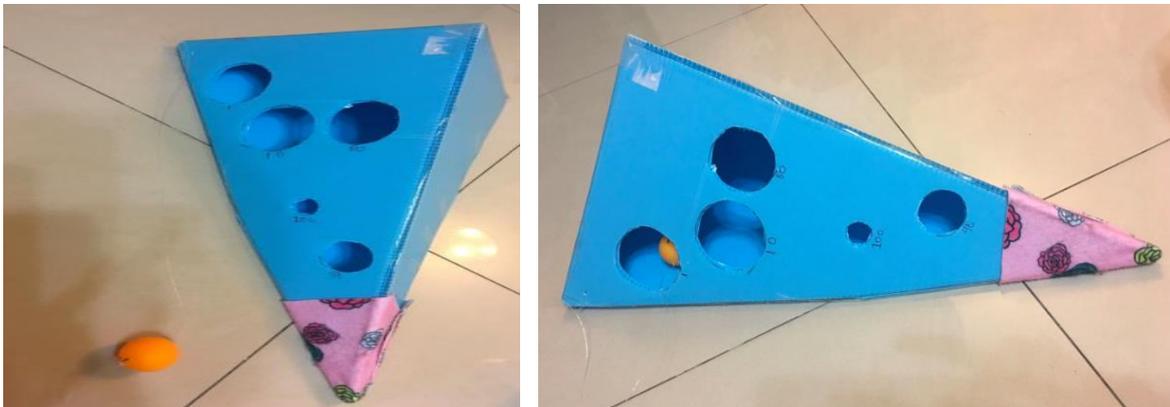


圖6 實驗過程

基本設計在於線和變形劍玉是等長，釣魚線過長或是過短，都不適合操作。將曲線運動簡化成直線運動，也就是先將握把垂直向上拋視為操作必要秘訣，不但將動作簡化成直上直下的線性過程，也將接球的瞬間看得仔仔細細。

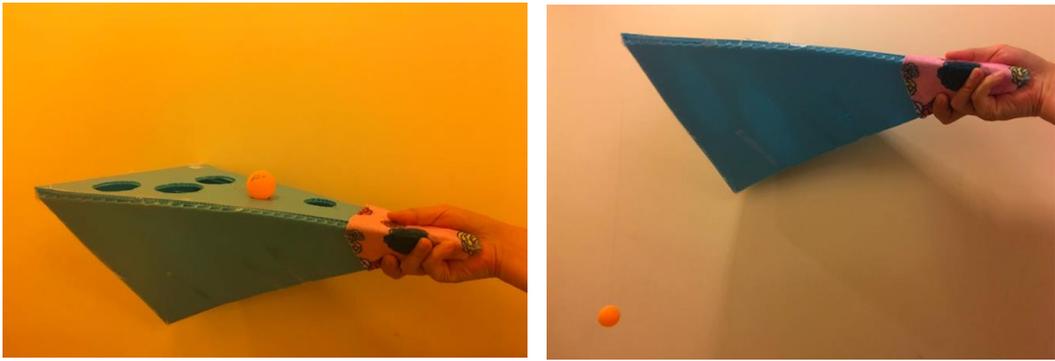


圖 7 實驗過程

根據實驗結果：

- 一、釣魚線長度與本體長度越相近，得分機率越高，越長及越短則不易得分。
- 二、得分凹槽設計：得分洞越大，越容易得分，越靠近邊緣的得分凹槽，越不易得分。
- 三、握把距離：握把越接近得分凹槽越易得分，越遠則越不易得分。

表 6 不同長度與握把距離的得分排名

項次	釣魚線長短	握把距離	得分排名
1	60 公分	0 公分	最容易得分
2	45 公分	5 公分	第二容易得分
3	30 公分	5 公分	第三容易得分

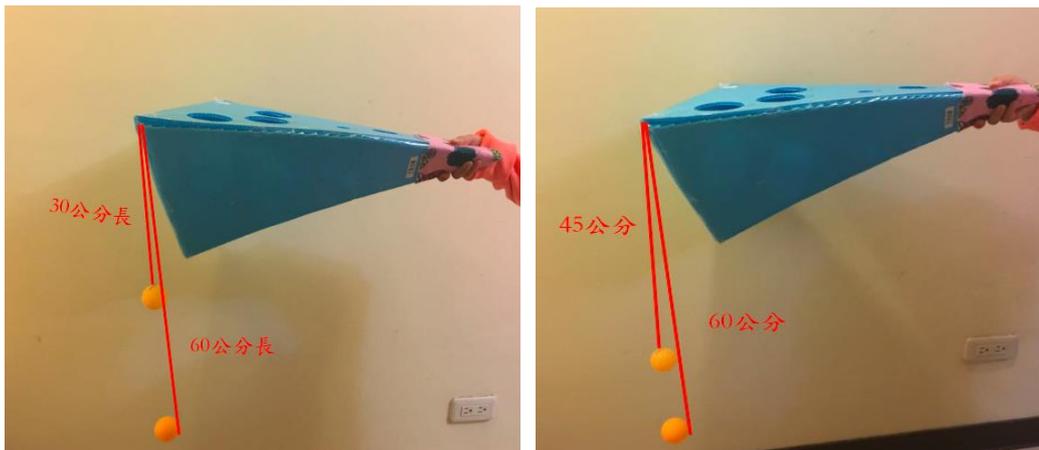


圖 8 不同長度的變形劍球

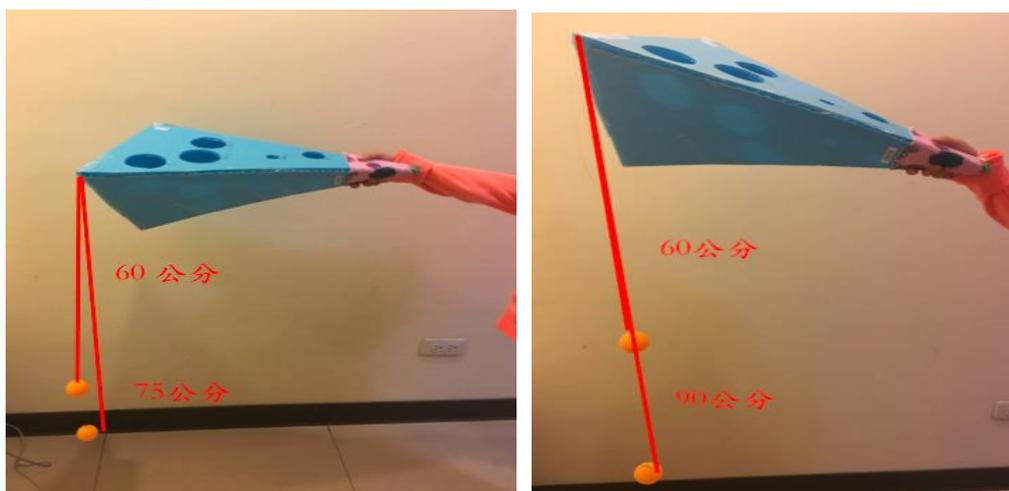


圖 9 不同長度的變形劍球

由於球向上運動時，運動方向與重力加速度方向相反，本體的移動速度越慢，因此可以將本體停放在球最高點的下方不遠處，以逸待勞，讓緩慢移動的球恰好停在得分凹槽，如果本體擺放的位置離最高過遠，那受到重力作用向下的加速的球，反而不易接住，要將運動中的物體的速度降為零，所以增加緩衝時間的方式為，膝蓋微彎及肩部手部關節放鬆，變動激烈程度降低，接獲球的機率大增，就像丟接球一樣，有個緩衝動作，才不會讓球碰到手套又掉出來。本體的長度和握把處也是關鍵因素，如果穩定本體，當然在執握在越接近得分凹槽，本體越不容易晃動，若是要增加難度，就可以握在最末端，施力點手腕輕輕晃動，球就會大幅度晃動，增加挑戰。

陸、討論

一、釣魚線長度

我們利用變形劍球搭配不同長短的釣魚線，進行操作，並記錄結果。發現**釣魚線長度與本體長度越相近，得分機率越高，越長及越短則不易得分。**

二、得分凹槽設計

為了增加遊戲的趣味性，變形劍球和一般劍球不同的是：有較多的凹槽以增加得分機率，但因為凹槽大小與位置的不同，我們發現**凹槽的洞越大，越容易得分，越靠近邊緣的得分凹槽，越不易得分。**

三、握把距離

劍球除了釣魚線長度、得分凹槽大小遠近，還需要有良好的手眼協調能力，我們改變了手執握把的遠近後發現**握把越接近得分凹槽越易得分，越遠則越不易得分。**

柒、結論

此次的實驗主要由生活中的玩具引發的構想，我們利用周邊容易取得的器材，創造出具有特性、變化度高且充滿趣味的玩具，同時也探究劍球的演變歷史。原本只是不起眼的玩具，想不到竟是古時候競技的玩意，從中也讓我們激發起我們的熱情，進而發現得分的秘訣，讓我們成為得分高手。誰說現代的小孩只能沈溺於電子產品的世界，此次的變形劍球好玩又有趣，歡迎大家一起來挑戰得高分。

捌、參考資料與其他

一、王德麟（20170525）。玩玩具學科學。五南出版社