

# 2017 原住民族文化科教獎-第九屆原住民雲端科展 作品說明書

**類 別：**部落的其他科學智慧與創意創新應用

**組 別：**國中組

**作品名稱：**上天賜福球

**關 鍵 詞：** 刺福球、誤差

**編號：**

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

## 作品名稱 上天賜福球

### 摘要

拋球手的精準度將影響伙伴勇士刺中福球的機率，除了拋球手所具備基準的臂力外，福球的材料、大小、重量以及樣式編造，皆會影響擲準的客觀性，藉此開始進行實驗評估其人為誤差考量以及球體變異的量化分析！實驗獲得，找到可靠的適切參數評估範圍，有助於數據的可靠性呈現，並可多方面加以佐證與確認用具可靠性。

### 壹、研究動機

不管是魯凱族豐年祭的重要比賽，還是排灣族「五年祭」的重大祭典，好像兩大族群都有刺福球活動，而發現彼此都有其成因背景，有的為了訓練武士技巧而設，有的為了趕走惡靈或祈福而進行，不管如何重點還是在於利用祭典凝聚族人情感、強化組織團結與向心力，帶著祈求與感恩的心來祭拜祖靈，讓傳統能夠延續下去與找到承先啟後的契機。

刺福球整個活動流程即為代表在祭場集合，每人拿一根長竹竿，坐於木架上，等待祭司將福球拋向天空，代表們仰視福球的方向，持著長竿指向飛落中的福球，剎那間當長竿刺進福球，便是整個活動的高潮，即有引諭為迎善神來、送惡靈儀式的意味。



刺球是魯凱族豐年祭中青少年的重要比賽，各部等貴族代表執長竿刺向祭司拋出的福球，展現魯凱族男子的尊嚴和榮耀。



然而它卻有非常多的禁忌規則，例如；婦女與孩童均不得進入祭場、不得碰觸刺球竿，若婦女懷孕，包括配偶、父母及孩子三等親內都不可參與且服喪者亦同，甚至刺球架勇士不可抽菸飲酒或服裝不整，以免觸家族霉頭，最詭意的是刺球儀式中的「藤球」有的是帶來好運的球，有的是帶來厄運的球，勇士們競爭刺好球，如果刺到帶好運的球，表示今年會有好運，反之，若不幸刺中帶厄運的球，則需請巫師作法解運，否則會帶來厄運。感覺遇到壞球難道不可棄權收桿嗎？或許如此，我們對其拋福球就有莫名的悸動，只要我們有能力去控制拋擲福球路徑或穩定度，即可掌握讓伙伴們刺到球的機率提昇，此即讓我們開始

控究實作的活動。

所以得了解一下福球如何準備，刺竿如何完成？重點還是聚焦於現地資源如何取得？盤點可用資源以及材料採購的難易度，努力實作應可行哦！所以從許多的資料觀察到，整個刺福球過程得動用族人的力量才有機會在短時間內完成各項事宜，可見得不太輕鬆！況且我們僅是三個小毛頭，光準備材料可能就會難倒我們了，至於成品完成得還有大段路要走唷！或許事在人為，一件件事情慢慢抽絲剝繭，總能理出頭緒的一天……。耆老告訴我們要完成刺福球慶典時，其工作事宜如下：

1. 祭典準備工作：a.山上修路。b.砍竹子作刺球桿、立刺福球架。c.製作藤球。
2. 刺球的材料是以「藤」為主，草繩、稻草為輔。結繩方式、步驟與用料。
3. 如何刺得準，拋得正?!



耆老除了告知準備事宜外，也讓我們了解他所知的刺福球之由來、簡易製作方法以及可能遇到的困難，重點還是只有一個，得親身實作體驗，不然不知道困難度在那兒?!

在親自體驗刺福球的魅力外，也從耆老身上了解其歷史典故；當初族內青年勇士為了祭典或表現勇敢，有其“出草”的傳統，而為了表示鼓舞與慶祝平安歸來，即舉辦刺福球的慶典，當初的福球可非是今所使用的藤球唷，而是真正的人頭！所以的確有點震撼與驚呀，然而不管如何描述，我們的重點還是得多了解其刺福的歷史典故與由來，或許讓我們可從中找到些進行科展的蛛絲馬跡，而耆老所描述的重點簡述如下：

1. 刺福球的歷史典故與由來，著重在培養勇士的打獵技巧與膽識以及受其族人的認同與期待。
2. 福球的製作方式與材料篩選評估，需與刺竿與尖端配合，從軟硬、大小、輕重以及造型鬆緊密度多寡均可能影響藤球的品質與刺竿的配合度。

3. 福球拋接的影響性，也就是說在向上擲球的準直性或者下降速度端，都會影響其刺竿命中的機率。
4. 竹竿製作設計、造型要求以及想表達的意象，尖端數量、大小以及銳利度以及竿長長度、重量與握實度皆會影響其刺中福球機率。
5. 刺竿與藤球實地搭配磨合，看其各異不同參數的成品所進行測試後的感覺程度，做為我們修正的議題。





拜訪耆老進行刺福球典故歷程，QR code:



## 貳、研究目的

利用體驗過程與檢索而得的相關訊息，進行工具的設計來進行一連串的探究學習，其主要目的著重在除了看其球類拋擲作用力所產生人為誤差與再現性差異外，也一併考量球類材質、大小、質量以及塑形編織的影響值，做為拋擲手之篩選與練習規範以及藤球日後製作之參數依據。

## 參、研究設備及器材

材料；數種各異材料之球類、玩具模型與比賽用球、膠帶、白膠以及麻繩等藤類、橡皮筋、汽球、密林

設備；捲尺、平板電腦、直尺、測距 APP 軟體

## 肆、研究過程或方法

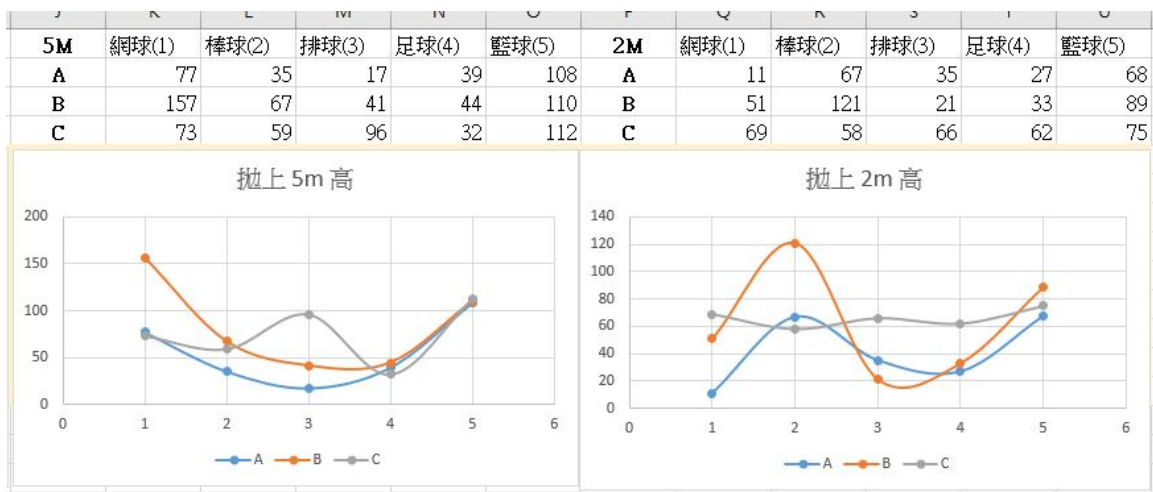
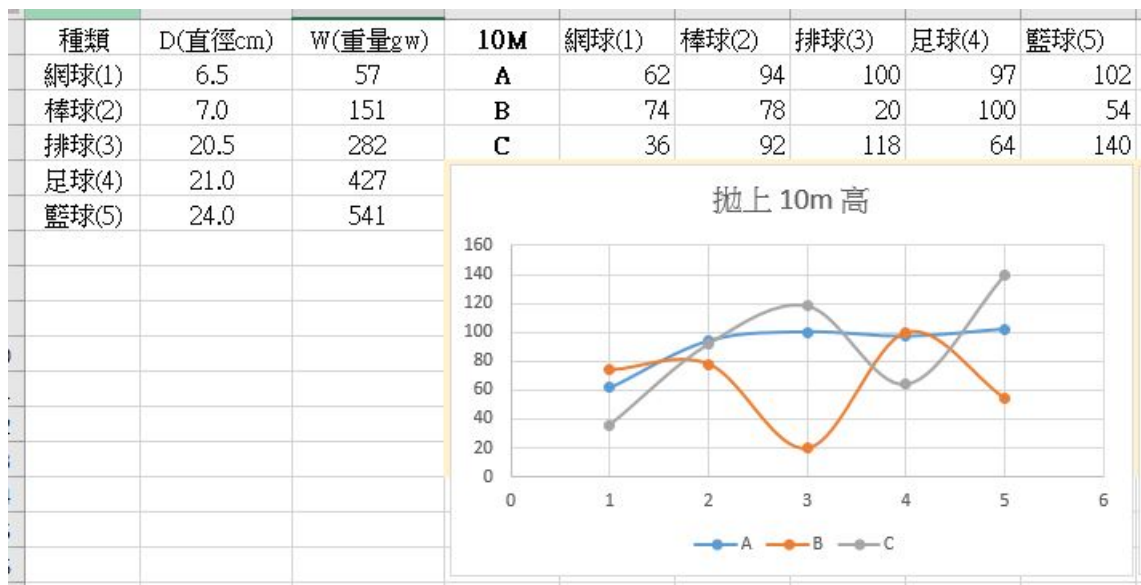
### 實驗一、手擲球類上拋之作用力評估與穩定性

利用不同的球類，進行拋擲看其變化如何？依籃球、足球、排球、棒球以及網球，先拿取秤盤來量測重量，接續利用開關窗戶稍夾住球即可量測球的直徑，發現恰巧這五球類的重量與直徑有正相關趨勢。

利用測距 APP 軟體，確認 2、5 以及 10 米高度即開始進行球類拋擲動作，並記錄掉落處與拋球處的距離，三位伙伴輪流完成固定高度拋擲，接續利用 EXCEL 軟體進行數據整理並製表。

而實驗步驟與記錄如下所示；

1. 準備實驗之球類先行量測重量與直徑。
2. 每一伙伴預備拋擲時，雙手握住球類其一手在下，另一手在側，雙膝稍彎即向上拋擲，此時利用數位相機拍照，並以慢動作觀看拍攝過程，記錄拋擲過程並看其落點處且進行標記，以捲尺進行拋擲點與球落處之距離量測。而每一伙伴依序完成 2、5、10 公尺高度後，再換下一伙伴進行拋擲。
3. 觀察記錄如所示；





發現無顯著趨勢，僅五米高其三位伙伴拋擲有點微笑線圖，即排球與足球比其他球類在拋擲後落下位置與拋擲點距離最近，至於 10 米與 2 米高其三位伙伴拋擲後感覺沒有任何共同相似點。由觀察得知，得考量到人為誤差，得找方法儘量避免太大的人為誤差所導致結果差異擴大或背離事實。所以光僅拋擲乙次，覺得有欠公允與實驗失真，所以務必想辦法克服人為疏失，才能達到數據的可靠度與再現性。

## 實驗二、伙伴拋擲球進行再現性評估

進行拋擲投球，拋高 2、5、10 米的高度，每一球類連續拋擲三次並記錄，利用平均值與標準差進行觀察每項球類拋高後掉落處距中心點之距離，伙伴在拋擲二公尺高度後之球落點，與中心點距離偏差遠近，做為伙伴熟練擲拋慣性之再現性，接續 5~10 公尺才考慮其準確度與精密度的表現。

而步驟如下所；

1. 同實驗一步驟進行，唯一不同點即在 2 公尺拋擲可允許拋擲 3-5 次並達其既定高度，取三次較接近拋擲點做為評估。
2. 待 2 公尺拋擲所有伙伴輪流完全進行後，依序標準差較小者，即再行 5、10 公尺拋擲。
3. 記錄觀察如所示；(2M、5M 以及 10M 為向上拋擲高度，A1~A3 即代表 A 伙伴第一至三次的投擲記錄，依此類推!而 A-AVG 為 A 伙伴選三次較佳投擲後之球落點與投擲點間之距離平均值，而 A-STD 為 A 伙伴三次投擲其距離數字之標準差，其他依此類推相同說明)

2M	網球(1)	棒球(2)	排球(3)	足球(4)	籃球(5)
A1	39	43	33	30	33
A2	33	42	25	39	0
A3	45	54	39	34	0
B1	45	33	62	36	127
B2	56	27	10	50	125
B3	67	67	51	27	135
C1	43	59	48	56	61
C2	38	78	72	32	69

C3	41	22	68	20	29
A-AVG	39.0	46.3	32.3	34.3	11.0
A-STD	6.0	6.7	7.0	4.5	19.1
B-AVG	56.0	42.3	41.0	37.7	129.0
B-STD	11.0	21.6	27.4	11.6	5.3
C-AVG	40.7	53.0	62.7	36.0	53.0
C-STD	2.5	28.5	12.9	18.3	21.2

上述表單內容觀察得知；在進行投拋 2 公尺高度時，A 伙伴對每一種球類進行拋擲，藉由標準差觀看時，其均有較佳的穩定度呈現，拋擲點與球落點間的距離也比其他伙伴來得低些。

5M	網球(1)	棒球(2)	排球(3)	足球(4)	籃球(5)
A1	44	0	105	40	99
A2	54	5	124	0	0
A3	38	0	0	40	0
B1	67	32	112	40	110
B2	39	21	83	65	94
B3	99	109	79	33	0
C1	56	82	52	99	62
C2	68	71	74	101	65
C3	53	73	36	59	27
A-AVG	45.3	1.7	76.3	26.7	33.0
A-STD	8.1	2.9	66.8	23.1	57.2
B-AVG	68.3	54.0	91.3	46.0	68.0
B-STD	30.0	47.9	18.0	16.8	59.4
C-AVG	59.0	75.3	54.0	86.3	51.3
C-STD	7.9	5.9	19.1	23.7	21.1

上述表單內容觀察得知；在進行投拋 5 公尺高度時，拋擲點與球落點間的距離有受球的直徑與質量多寡，而其三次拋擲落點所產生與拋擲點的距離，其標準差有稍呈現正相關趨勢。標準差少於 10 以下，僅剩棒球與網球可呈現而依舊 A 伙伴的穩定度表現，居三者優先!!!

10M	網球(1)	棒球(2)	排球(3)	足球(4)	籃球(5)
A1	35	53	97	45	88
A2	40	43	106	60	120
A3	29	55	105	58	120
B1	70	49	108	130	176
B2	36	120	59	118	50
B3	90	106	74	110	70
C1	37	43	72	53	0
C2	48	31	77	86	52



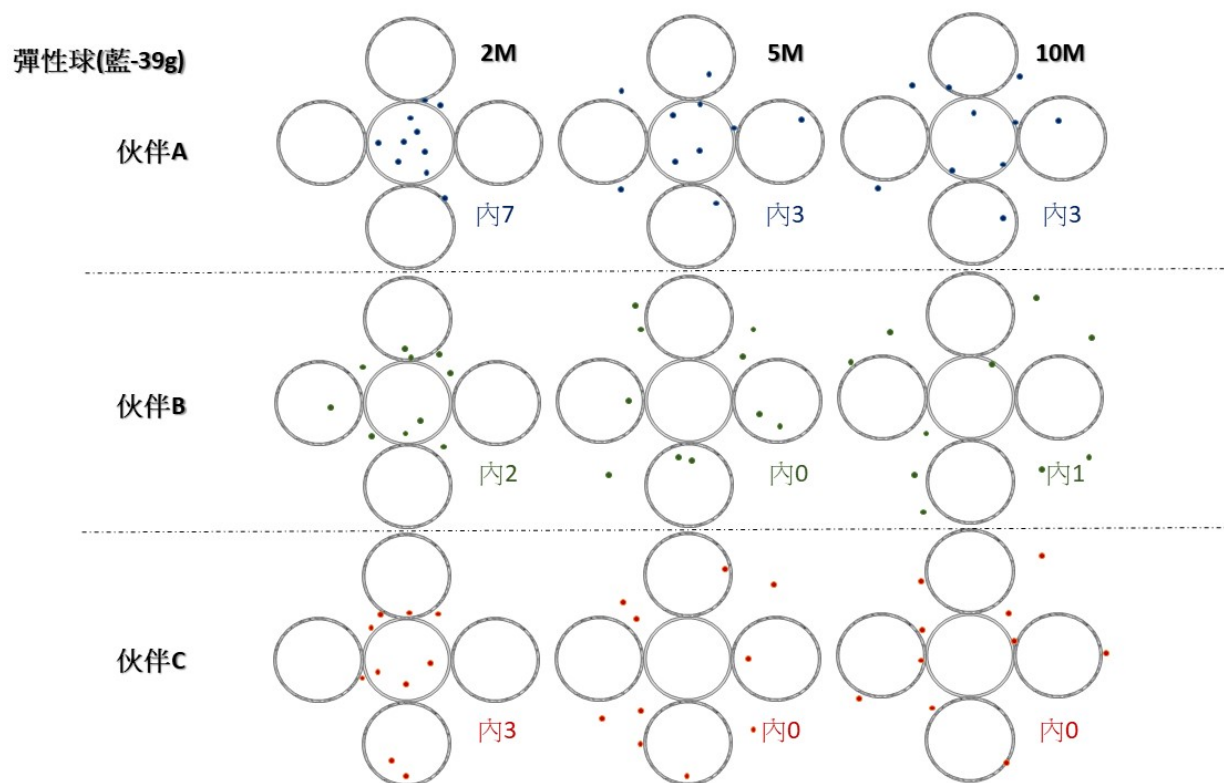
C3	77	33	52	89	43
A-AVG	34.7	50.3	102.7	54.3	109.3
A-STD	5.5	6.4	4.9	8.1	18.5
B-AVG	65.3	91.7	80.3	119.3	98.7
B-STD	27.3	37.6	25.1	10.1	67.7
C-AVG	54.0	35.7	67.0	76.0	31.7
C-STD	20.7	6.4	13.2	20.0	27.8

上述表單內容觀察得知；依舊 A 伙伴的穩定度表現，居三者優先！三次落點與投擲點間距離，依其質量與直徑愈大，其平均值也跟著變大趨勢。然而 C 伙伴反而與其他兩者不同趨勢，平均值穩定落在一定區間內，並無隨質量或直徑大小之趨勢而改變。

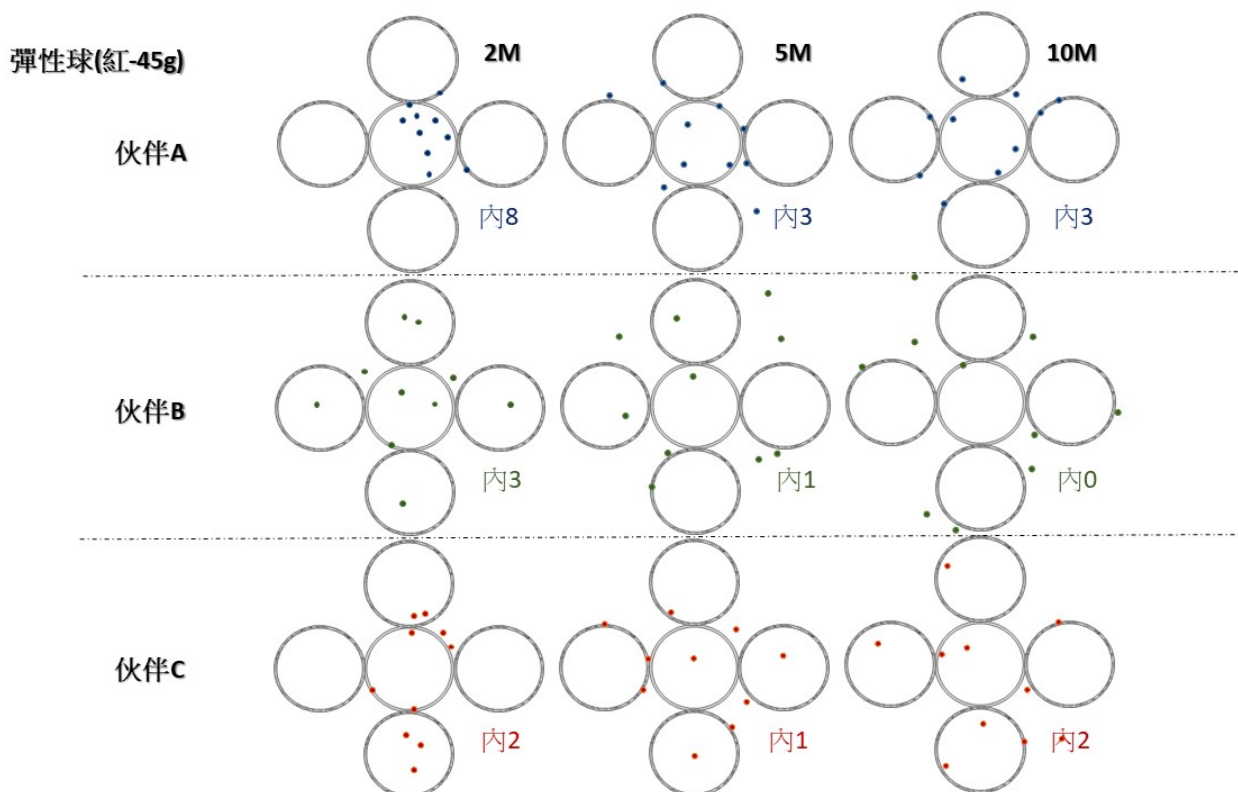
### 實驗三、相近似球體考量質量對拋擲之影響性

採用實驗二網球投擲後其球落點與投擲點兩者之距離，相較其他球類有較短距離，所以我們再找其相近似球體，但質量變輕時進行拋擲之比較。步驟與前相同，但另設相關規定如下；

1. 除了設定投擲區呼啦圈外，其上下左右各緊貼一相同直徑之呼拉圈，並提高拋擲次數為十次，不記錄投擲區中心點與球落點兩點間距離，改為標記球落點即可。
2. 伙伴輪流拋擲依舊採其依序 2m 輪流完畢後，再行下一階段 5m 與 10m，而兩次拋擲間隔儘可能在 20 秒內完成。
3. 記錄觀察如所示；

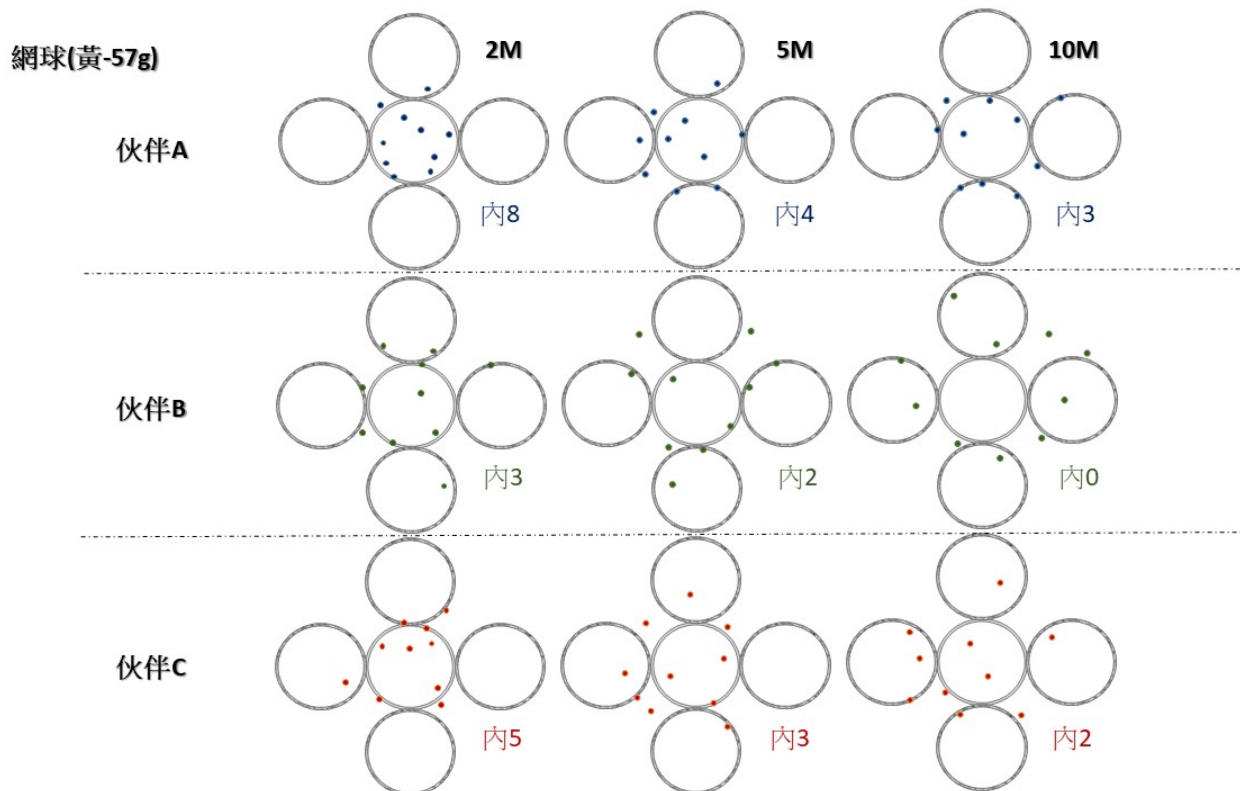


由觀察得知，拋擲藍色彈性球即發現伙伴們 2 公尺高的落點分佈，依舊伙伴 A 有較佳的準確度與精密度呈現，即落點密集落在投擲區間，其他兩位伙伴就較為疏散，穩定度稍顯不足。所以我們從低高度再現性之確認球落點分佈，即可延伸觀看其高度 5 與 10 公尺的球落點，在 2 公尺高度未能達其密集分佈於投擲區，即更高高度就更易產生分散疏離的明顯度提高，呈現高度與疏散性呈正相關趨勢。



由觀察得知，拋擲紅色彈性球即發現伙伴們 2 公尺高的落點分佈，依舊伙伴 A 有較佳的準確度與精密度呈現，即落點密集落在投擲區間，其他兩位伙伴就較為疏散，穩定度稍顯不足。但以同伙伴不同彈性球拋擲時做一比較分析，感覺伙伴 A 與 C 其落點分佈有其明顯收斂狀況，亦即球的質量變重，有其可能影響拋擲後球落點之分佈。

進行較重質量網球拋擲比較時，由觀察得知，即發現伙伴們 2 公尺高的落點分佈與前兩項彈性球拋擲時，均有明顯收斂趨勢，伙伴 A、C 有較佳的準確度與精密度呈現，即落點密集落在投擲區間。但以同伙伴不同球類拋擲時做一比較分析，從命中內圈呼拉圈的比例觀察，確實擁有好的落點分佈，感覺較重的網球在進行時，更易掌控其穩定度的呈現。雖與實驗二呈現相反現象，但主要得考量實驗二是依直徑與質量正相關，但當它直徑接近，僅質量差異所做考量的實驗三，其直徑縮小至一般手掌心 1/2 左右時，掌控度就明顯提高許多。



## 伍、研究結果

從實驗一結果顯示；降低人為誤差值，進行熟練讓作用力趨近穩定值再進行實驗，即客觀呈現作用施力值，而不是一開始即追求完美呈現，即聚焦那手拋擲的感覺，主要需求讓我們去感受多少重量球類即需多少力道，才能達到既定高度標的。有了這記憶規範即能讓後續實驗之進行較為順暢，而不致於太多的NG重來，造成人力負荷而加以影響實驗數據的客觀性。

從實驗二結果顯示；從2公尺高度先調校拋擲動作的流暢性，然後記錄伙伴們的熟練狀況。發現伙伴A之球落點非常接近拋擲點，而且每一種球類都有其穩定度發展，同樣地其再現性也較其他伙伴來得優些。而進行5公尺高度發現伙伴A進行拋擲棒球可達投擲點與球落點幾乎在同一位置上，而直徑較小球類其再現性較高，反之直徑愈大者其疏散持續擴散。至於10公尺高度其球落點再現性僅伙伴A表現較為突出，但球落點離拋擲區就比5公尺來得遠些。但較為奇特即是伙伴C在10公尺高度，不管球落點離拋擲距離或再現性，都比拋擲高度5公尺時來得優些。

從實驗三結果顯示；隨著高度的提昇，其球落點與拋擲點就更為疏散，而依其球之重量增加，其球落點聚落有收斂的感覺，意指質量有其對球落點集中產生其正向趨勢，但此僅止於球類屬較低克數重量，而且直徑約單一手掌可握者為前提。

## 陸、 討論

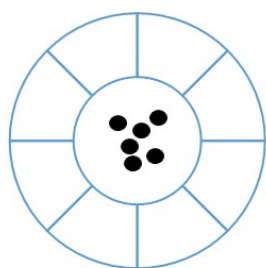
既然我們是進行科學探究實驗，其實驗準則就得讓實驗數據的可信度提高。為了判斷實驗數據可不可信，即以準確度(Accuracy)與精密度(Precision)做為我們的參考指標。而準確度(Accuracy)即進行拋擲後的測距之間，其期望值為球落點恰能於呼啦圈內，已知的實驗數據即球落點距離愈接近投擲點亦即相信它「準確」，或是其數據具有「高準確度」。反之，若多次測量其球落點距內層呼啦圈之差距較大，表示實驗數據不準確，或準確度不高。

而同樣地，我們也需要實驗有高度的「再現性」，表示我們取得的實驗數據是可信的，也就是實驗數據需要具有高「精密度(precision)」。精密度即獨立實作球落點之分佈的「集中程度」。若能多次測量值的彼此之間的差距小，顯示精密度高；反之若多次測量值彼此之間的差距較大，則此系列實驗不夠精確，即精密度低。

我們得到一訊息即是在實驗的進行當中，除了穩定度的考量，亦即操作流程與動作的制式化規範之外，得需評估其再現性和數據的可靠性。有了較優的前置作業排除人為誤差值，才有辦法去分析實驗數據給我們的趨勢是在那兒，所產生那些標的來篩選拋擲手以提高福球上拋被刺中的機會提昇，相信這點含括所有既定的範疇在內。

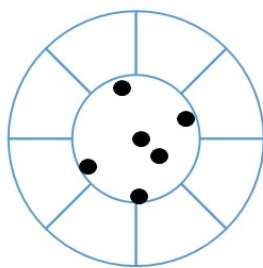
## 準確度與精密度如何看？

準確度：A  
精密度：B



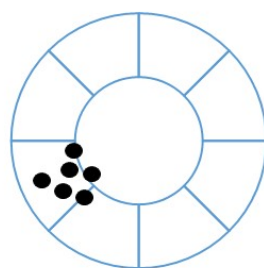
**A好B好**

(穩定度與再現性高)



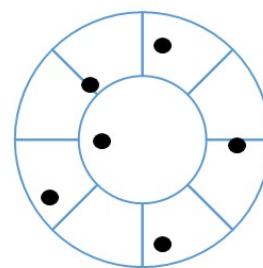
**A好B不好**

(再現性調整與確保)



**A不好B好**

(儀器誤差可能性高)



**A不好B不好**

(人為誤差可能性高)

## 柒、 結論與展望

雖然尚未進行藤球編織動作，但我們進行的先前準備工作，除了刺福球祭典活動意涵認知外，也在活動過程了解當中，才知道準備的需求在那邊，以及如何藉由實作去篩選適合的拋擲手等等，與其得需那些因素考量才有辦法循序漸進去完成實驗設計與進度規劃，也因第一次進行這好玩的實作探究，發現凡事都得自己來，感覺老師知道如何進行卻一直不想

直接告訴我們，想讓我如何發現問題、設計實驗步驟以及如何解決問題的徵結所在！雖然受其截止日得告一段落，但老師希望我們能持續下去，把整個刺福球活動精髓能有所吸納並於實驗進行中有更深層的認識與回饋。接續我們將利用所得最佳化參數資訊，去製作藤編福球，拋擲投球時利用 APP 軟體記錄軌跡並加以量化分析，看何時出手會刺中福球的機率較高些！也因如此才讓我們多層了解，如何運用環境可用資源，進行實驗進行的可能性評估，而相信只要找到更可靠的輔助器具，數據的可靠性會更有可為！

## 捌、參考資料及其他

1. 台灣原住民神話與傳說, QR code : 
2. 莎伊維克·給沙沙, 五年祭的祭球, QR code : 
3. 太陽之子排灣族, 五年祭傳統刺福球, QR code : 
4. 刺球吧! 勇士們! (上) 【下課花路米 968】, QR code : 
5. 張育唐, 陳藹然, 準確度與精確度, 科學 Online 高膽自然科學教學資源平台, QR code : 