

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

第三名

080811

明盤易躲，暗密難解-自製躲避盤探究

學校名稱：新北市三重區三重國民小學

作者： 小四 蘇郁涵 小四 王羿崑 小四 蔡佑平 小四 張家瑋 小四 朱禹榛 小四 陳俊穎	指導老師： 施麗美
---	------------------

關鍵詞：躲避盤、飛行、DIY

摘要

躲避盤運動是時下國小學童流行且愛好的體育活動，兼顧安全性和趣味性，然市售版躲避盤價格昂貴，非小學生易購得用品，所以我們希望能利用簡單易得、便宜的素材，自製能飛行 9.5 公尺以上且兼具準度，又能丟擲上百次的躲避盤。

首先，我們解析市售版躲避盤的結構設計，進行影響躲避盤飛行變因的探討，發現躲避盤飛行的奧秘和自製躲避盤的適宜規格比例，並依此發現親手縫製躲避盤。然後，我們尋得創新躲避盤的依據-「在盤面中心加上絲繩以得穩定效用」。最後做出創新版的自製躲避盤，並經由實測證明，我們自製的躲避盤能符合躲避盤活動的各項需求且較市售版擁有更好的準度。

壹、 研究動機

近二、三年來，學校體育課介紹了新的運動器材--「躲避盤」，馬上在校園中蔚成風行，我們都很喜歡這種結合躲避球和飛盤的新運動，它有趣且安全性高。下課時，我們常聚在一起投擲躲避盤，看著如香蕉曲線般的飛行路線，想著躲避盤的飛行秘密。三年級上學期自然課的(南一版)第二單元「生活中有趣的力」中，我們認識到外力可以使物體位置變化，也了解力可以使物體運動狀態發生改變。而第三單元「空氣」中，我們學得了空氣流動形成風與風對生活的影響，更嘗試利用風的特性來自製創意玩具。因此我們更加想探究躲避盤的飛行秘密，如何讓躲避盤飛得更平穩？飛得更快更遠呢？再者，市售版的躲避盤很昂貴，我們可否自己利用便宜便利的素材 DIY 呢？所以，我們請教了自然老師，老師就帶領我們一起觀測躲避盤的構造，並分析影響飛行的變因，再引導我們動手 DIY，作出獨一無二符合風的特性、能飛得遠又能準確攻擊的躲避盤。

貳、 研究目的

研究目的一：影響躲避盤飛行的變因探討，發現自製躲避盤的適宜規格比例

研究目的二：自製能飛得夠遠、兼具準度，能丟擲上百次，又受大家喜愛的躲避盤

參、 研究設備器材

一、飛行測試測量：

- 1.市場版大小不同的躲避盤
2. 皮尺
- 3.碼表
- 4.紙筆(記錄表、問卷)
5. 相機
- 6.電子秤
- 7.各種不同變因DIY 的躲避盤

二、不同變因的躲避盤 DIY：

- 1.各種材質的布料
- 2.不同厚度的泡棉(0.3cm；0.5cm)
- 3.透明膠帶
- 4.保麗龍膠
- 5.剪刀
6. 油土
- 7.圓規
- 8.量角器
9. 西卡紙
- 10.油性簽字筆
- 11.針線
- 12.長尺(1 公尺、30 公分)
13. 雙面膠
- 14.美工刀
- 15.圖畫紙
- 16.緞帶



肆、研究過程和方法

一、研究方法

搜集市場版的躲避盤可發現，市面上的躲避盤並不是很容易購得，較小型的文具店大多只賣飛盤，卻很少賣躲避盤，需到較大型的文具店或網路商店方可購得。此外，市面上的躲避盤都只有一種尺寸(盤面直徑 27 公分)。經與中華民國飛盤協會連繫後得知，市場版的躲避盤共有三種尺寸(盤面直徑 27 公分、盤面直徑 23.5 公分、盤面直徑 20 公分)，其中以盤面直徑 27 公分的躲避盤為現今躲避盤活動的主流，也是躲避盤正式比賽的正規尺寸。而盤面直徑 20 公分的躲避盤，是適合幼稚園學生使用的；盤面直徑 23.5 公分則適合小學低年

級學生使用，小學中年級以上學生(含成人)皆使用盤面直徑 27 公分的躲避盤。另外，我們在學校某班級發現了超大躲避盤，盤面直徑長達 59 公分，該班老師告知我們：此為班級參加躲避盤正式比賽榮獲全國優勝所得到的紀念盤。

由上述可知，除紀念盤外，現今可見的市場版躲避盤分為三種尺寸，以盤面直徑 27 公分的躲避盤為主要。因此，本研究探討將以盤面直徑 27 公分躲避盤為探究對象。針對研究目的，我們觀測且拆解了市場版的躲避盤，對其構造和可能影響飛行狀況的變因進行探討和分析，以找出最適宜的變因組成。最後依變因探討結論，自製能飛行 9.5 公尺以上、兼具準度，又能丟擲上百次的躲避盤。



市場版直徑 20cm



市場版直徑 23.5cm



市場版直徑 27cm



紀念盤直徑 59cm



二、飛行測試記錄方法

在老師的指導下，我們熱烈探討影響躲避盤飛行的變因。在外力方面，有風力、風向、丟擲手人力等三要素。我們發現風力和風向都不是我們可控制的，於是我們選擇利用很空曠的崇德樓地下室來作躲避盤的飛行測試，以避免風力和風向的影響。

另外在丟擲手的人力因素上雖不容易完全控制，但可盡量減少差異化。我們的方式是從學校的躲避盤社團中選擇一位優秀的丟擲手，固定由此丟擲手以相同的丟擲方式(反手丟擲法)、相同的姿勢(躲避盤的盤面需距離地面 92 公分高)，在固定的地點丟擲 n 次，躲避盤(二分之一以上)的落地停止點須在中線左右各 12.5 度內(下圖紅線與藍線之間)，方視為成功的丟擲。在練習 3 次後，開始正式測試，並取前 7 次成功丟擲的飛行記錄，將飛行距離和時間的記錄中，淘汰 2 次明顯誤差較大者，以 5 次記錄作為飛行測試的結果計算，將丟擲手人力因素所導致的誤差減至最小。



三、研究內容

研究準備一：市售版躲避盤的構造如何？

研究方法：

將市售版三種尺寸躲避盤作外觀各項觀測。外觀觀測後，將其拆解，對其構造和可能影響飛行狀況的變因進行探討和分析。

研究準備二：市售版躲避盤的飛行狀況如何？

研究方法：

如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲市售版三種尺寸的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。

研究問題一：用不同的布料包覆對躲避盤飛行的影響？

研究方法：

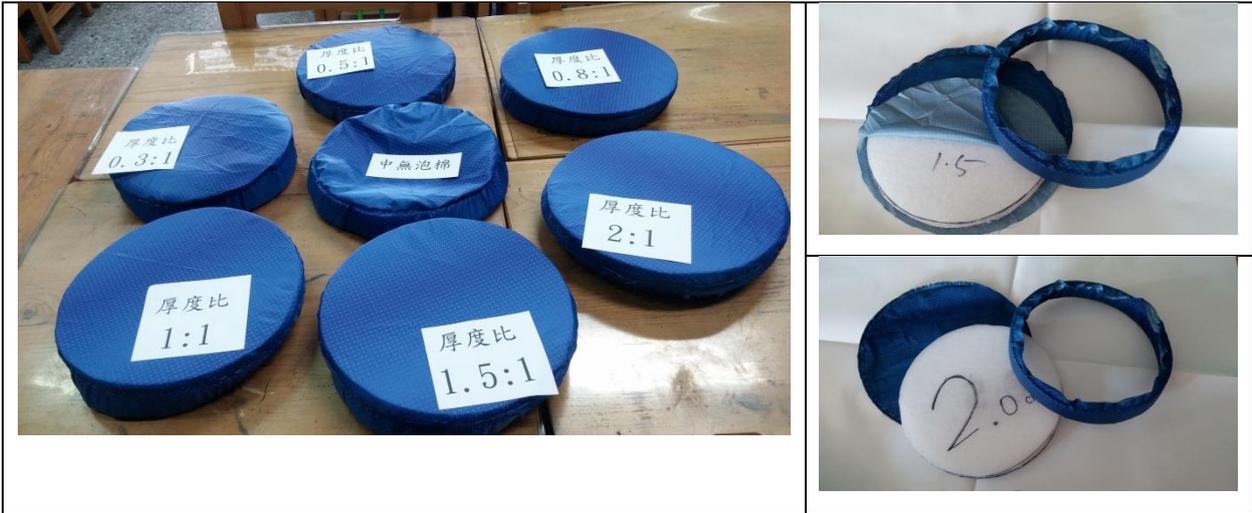
依市售版躲避盤盤面直徑 27 公分的觀測結果，DIY 用不同的布料包覆躲避盤（除包覆的布料不同外，躲避盤的外觀構造、大小、圓環寬度、泡棉比例.....等都相同）。再如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲 DIY 用不同的布料包覆的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。



研究問題二：盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的躲避盤對躲避盤飛行的影響？

研究方法：

依市售版躲避盤的觀測，我們發現大中小三種尺寸躲避盤的盤面泡棉和圓環泡棉的厚度比例都是 1:2。我們想了解 1:2 是最佳比例嗎？不同的比例對躲避盤飛行有何影響呢？所以，我們 DIY 了盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的躲避盤（包覆的布料、躲避盤的外觀構造、大小、圓環寬度.....等都相同）。再如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲 DIY 盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。



研究問題三：直徑 27 公分的躲避盤，若配以寬度不同的圓環會對如何影響飛行狀況？

研究方法：

依市售版躲避盤盤面直徑 27 公分的觀測結果，我們想了解圓環寬度 3.6 公分是最佳寬度嗎？不同的圓環寬度對躲避盤飛行有何影響呢？所以，我們 DIY 了圓環不同寬度的躲避盤（包覆的布料、躲避盤的外觀構造、大小.....等都相同）。再如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲 DIY 圓環不同寬度的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。



研究問題四：直徑 27 公分躲避盤配何種圓環寬度是國小中高年級學童認為最適宜的寬度？

研究方法：

圓環寬度不同會明顯影響丟擲手的手感，使丟擲手的施力不平均或不易失力，我們想了解被製造商認定適宜國小中高年級學童使用的躲避盤(直徑 27 公分)應配何種圓環寬度最適宜？所以，我們將五種圓環不同寬度的自製飛盤交由各一百多位中年級和高年級學童擲，請其選出手感最合適的圓環寬度。

為使測試能達普遍的代表性，我們隨機抽取中年級 5 個班級和高年級 7 個班級的學童自願測試，學童高矮胖瘦體型皆有，以符應普遍的代表性。此外，五種圓環寬度不同的躲避盤，也以隨機的次序擺放，來避免引導學童的感受性。學童測試後，私下告知記錄員：自己覺得手感最適合的躲避盤代號，來確定不受他人選擇答案的影響。

研究問題五：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新？在盤面上加上緞帶的躲避盤能使飛行距離 9.5 公尺以上且準度更高？

研究方法：

躲避盤的正式比賽場地為 9M X 18M，也就表示比賽的任一方是在 9M X 9M 的正方形場地活動，因此只要能丟擲出以 9.5M 以上的長度，就能跨越半場，順利將躲避盤傳給給後方的外場夥伴進行攻擊活動。

在文獻資料的探討中，我們發現第二十四屆中小學科展資料〈飛盤與氣體浮力的關係研究〉中提到「飛盤中心的絲繩更具有穩定的作用(像風箏的尾巴一樣)」。這份資料只約略提出此一概思描述，但未提供相關資料佐證或數據。因此，我們想驗證這一概思是否成立？所以試著在躲避盤不同的位置加上相同材質的緞帶，以了解加了緞帶的躲避盤是否能飛行更遠？緞帶加在何處會有差別嗎？我們 DIY 了盤面加緞帶的創意躲避盤（包覆的布料、躲避盤的外觀構造、圓環寬度是 3.6 公分.....等都相同）。再如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲 DIY 盤面加緞帶的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。



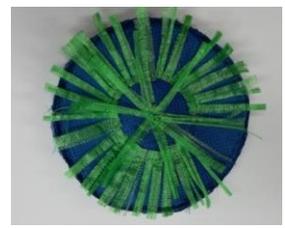
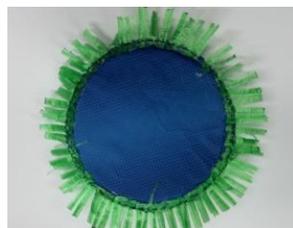


研究問題六：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新？在盤面上加上不同層次塑膠繩的躲避盤能使飛行距離 9.5 公尺以上且準度更高？

研究方法：

根據「飛盤中心的絲繩更具有穩定的作用(像風箏的尾巴一樣)」這一概思描述為創新改變之本，加上研究問題七緞帶飛不高的測試結果探討，我們嘗試使用重量較輕盈的塑膠繩作為躲避盤面的添加素材，觀察塑膠繩是否較易飛起而具有穩定的作用？此外，不同層次位置的塑膠繩是否對躲避盤飛行形成有利影響？

所以，我們 DIY 了盤面加塑膠繩的創意躲避盤（包覆的布料、躲避盤的外觀構造、圓環寬度是 3.6 公分.....等都相同）。再如「飛行測試記錄方法」的限定和變因控制，實際丟擲 DIY 盤面加塑膠繩的躲避盤，觀測躲避盤的飛行狀況。



研究問題七：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新？在盤面中心圈上加上較寬尼龍布條的躲避盤能使飛行距離 9.5 公尺以上且準度更高嗎？

研究方法：

根據「飛盤中心的絲繩更具有穩定的作用(像風箏的尾巴一樣)」這一概思描述為創新改變之本，加上研究問題八塑膠繩易脫落的測試結果探討，我們嘗試使用重量較輕盈且寬度加寬的尼龍布條作為躲避盤面的添加素材，觀察尼龍布條是否較易飛起而具有穩定而增加準度的作用？

所以，我們 DIY 了盤面中心圈加尼龍布條的創意躲避盤。為使測試能達普遍的代表性和證明其實用性，我們在操場邊劃定測量的區域和界線，開放給師長和中高年級的學童，請其在自然環境(可能有風吹拂)中，依相同的丟擲方式(反手丟擲法或正手丟擲法)、相同的力道，瞄準正前方的目標丟擲市售版躲避盤和我們 DIY 的創新版躲避盤。若躲避盤(二分之一以上)的落地停止點在中線左右各 15 度內視為符合準度的丟擲，並記錄其落在何種距離的區域(分為 9.5M 內、9.5M—12.5M、12.5M 外、界線外)。最後，進行資料統計分析，以判定躲避盤的設計是否達到研究目的二的目標。

躲避盤的正式比賽場地為 9M X 18M，也就表示比賽的任一方是在 9M X 9M 的正方形場地活動，因此只要能丟擲出以 9.5M 以上的長度，就能跨越半場，順利將躲避盤傳給給後方的外場夥伴進行攻擊活動。再以 9M 正方形對角線而言，長度約 12.7M，也就表示只要能丟擲出 12.5M 以上，及代表此躲避盤完全能符合「飛得遠」的最高標準。



研究問題八：設計問卷，以了解中高年級學童對躲避盤的喜好度？對 DIY 躲避盤的興趣度？

研究方法：設計問卷，開放給自願者，並請其丟擲市售版躲避盤和我們 DIY 的創新版躲避盤後，勾寫問卷或提出建議。

伍、研究結果

研究準備一：市售版躲避盤的構造如何？

躲避盤（市售版）觀察測量記錄

種類	大飛盤	中飛盤	小飛盤
實圖			
盤面直徑	27 公分	23.5 公分	20 公分
重量	74 克	48 克	36 克
圓環寬度	3.6 公分	2.7 公分	2.2 公分
圓環厚度	1.5 公分	1.5 公分	1.5 公分
拆解			

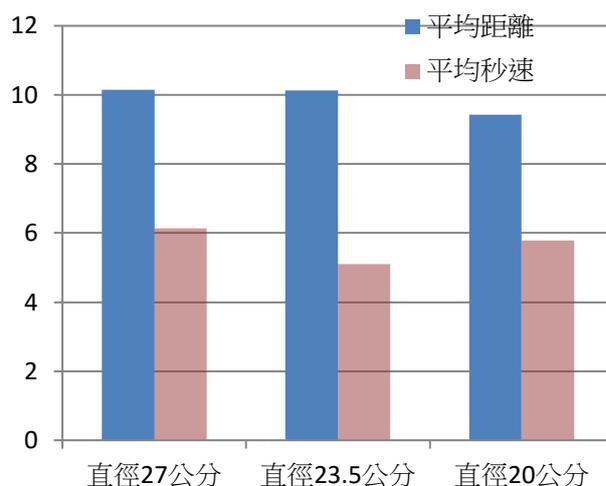
觀測發現：

1. 三種不同大小的躲避盤材質皆同為尼龍布和泡棉；外觀相同，包覆方式相同，尼龍布和泡棉的厚度也一致，圓環外擴角度也同為 110 度，且盤面泡棉的厚度為 0.65 公分，圓環泡棉的厚度為 1.3 公分，泡棉厚度比例同是 1：2。
2. 依市售版躲避盤的觀測，我們發現市售版大中小三種尺寸躲避盤的圓環寬度都不同 (27cm-3.6cm； 23.5cm-2.7cm； 20cm-2.2cm)，我們嘗試去分析盤面直徑和圓環寬度的關係，但限於數學計算能力不夠，尚未演算出兩者之間的關聯。

研究準備二：市售版躲避盤的飛行狀況如何？

躲避盤（市售版）測試記錄

種類	直徑 27 公分	直徑 23.5 公分	直徑 20 公分
平均距離	10.142 公尺	10.136 公尺	9.436 公尺
平均秒數	1.654 秒	1.99 秒	1.63 秒
平均秒速	6.1318 公尺/秒	5.0935 公尺/秒	5.789 公尺/秒
備註			飛行的曲度較大



測試發現：

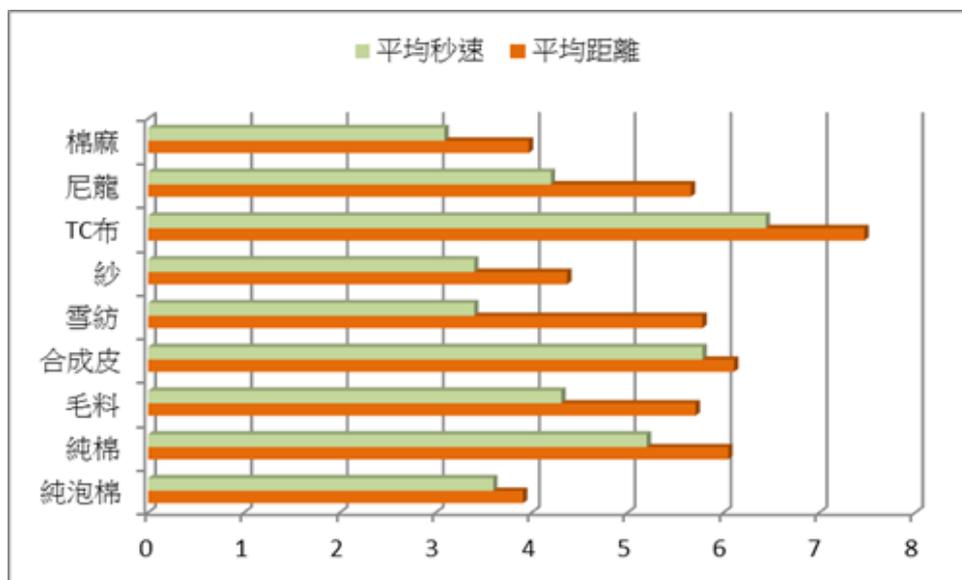
- 1.直徑 27 公分的躲避盤飛行距離較長，平均秒速也較快，飛行的狀態很平穩。
- 2.直徑 20 公分的躲避盤，飛行的曲度較大，較易飛出測試的限定角度範圍。

研究問題一：用不同的布料包覆對躲避盤飛行的影響？

躲避盤（不同包覆版）測試記錄

種類	純泡棉，不包覆型	純棉包覆型	毛料包覆型	合成皮 包覆型	雪紡 包覆型
實圖					
重量	20 克	46 克	46 克	118 克	45 克
平均距離	3.908 公尺	6.046 公尺	5.71 公尺	6.112 公尺	5.778 公尺
平均秒數	1.084 秒	1.164 秒	1.326 秒	1.058 秒	1.702 秒
平均秒速	3.605 公尺/秒	5.194 公尺/秒	4.306 公尺/秒	5.777 公尺/秒	3.395 公尺/秒
備註	飛行的狀態平穩，但丟擲三次後，盤面與盤緣的接合處已稍稍分開。			此型與其他包覆型相比，拿在手中最穩當，接觸手感佳。	接觸手感光滑，不易掌握和施力，掉落後壓在界線的狀況有 3 次

種類	紗 包覆型	TC(棉+尼龍) 包覆	尼龍 包覆型	棉麻 包覆型
實 圖				
重 量	27 克	99 克	30.5 克	64 克
平 均 距 離	4.366 公尺	7.472 公尺	5.664 公尺	3.968 公尺
平 均 秒 數	1.284 秒	1.16 秒	1.35 秒	1.284 秒
平 均 秒 速	3.4 公尺/秒	6.441 公尺/秒	4.196 公尺/秒	3.09 公尺/秒



測試發現：

1. 純泡棉未包覆的型態亦可丟擲測試，飛行距離最短，丟擲數次後已可觀察到裂開的縫隙。依此推論，布料的包覆對躲避盤的組成是必要的要素。
2. 不同的布料包覆都能相對地使躲避盤結構保持完整穩定，布料缺乏彈性者較易保持飛盤的外型，飛行效果較佳。
3. 躲避盤整體重量不宜太輕，相對較重的合成皮包覆型和 TC(棉+尼龍)包覆型的飛行距離都較長，飛行速度亦最快。

研究問題二：盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的躲避盤對躲避盤飛行的影響？

躲避盤（盤面泡棉不同厚度版）測試記錄

註：圓環泡棉的厚度固定為 1 公分

種類	厚度 0 公分	厚度 0.3 公分	厚度 0.5 公分	厚度 0.8 公分	厚度 1.0 公分
比例	0 : 1	0.3 : 1	0.5 : 1	0.8 : 1	1 : 1
重量	24 克	28 克	30.5 克	37 克	40.5 克
平均距離	5.102 公尺	5.474 公尺	5.818 公尺	5.006 公尺	4.99 公尺
平均秒數	1.896 秒	1.68 秒	1.616 秒	1.81 秒	1.68 秒
平均秒速	2.691 公尺/秒	3.258 公尺/秒	3.6 公尺/秒	2.766 公尺/秒	2.97 公尺/秒
備註	丟擲過程高達 17 次失敗記錄，著地點都在右方的界線之外，可明顯發現旋轉力不佳。	丟擲手表示：雖盤面只增加了些微厚度，但手感差異度大。丟擲過程有 3 次在界線外。	丟擲測試順利進行，有 1 次在可記錄的界線外。	盤面和盤緣的接縫有些不平整，丟擲過程有 4 次在界線外的失敗記錄。	能著地於測試界線內，只失敗了 1 次。

種類	厚度 1.5 公分	厚度 2.0 公分
比例	1.5 : 1	2 : 1
重量	49 克	58 克
平均距離	5.102 公尺	5.232 公尺
平均秒數	1.754 秒	1.924 秒
平均秒速	2.909 公尺/秒	2.719 公尺/秒
備註	能著地於界線內，在地上滑行，沒有失敗記錄。	能著地於界線內，在地上滑行，沒有失敗記錄。

厚度 (公分)	平均距離 (公尺)	平均秒速 (公尺/秒)
0	5.102	2.691
0.3	5.474	3.258
0.5	5.818	3.6
0.8	5.006	2.766
1.0	4.99	2.97
1.5	5.102	2.909
2.0	5.232	2.719

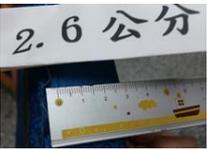
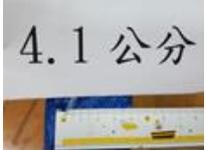
測試發現：

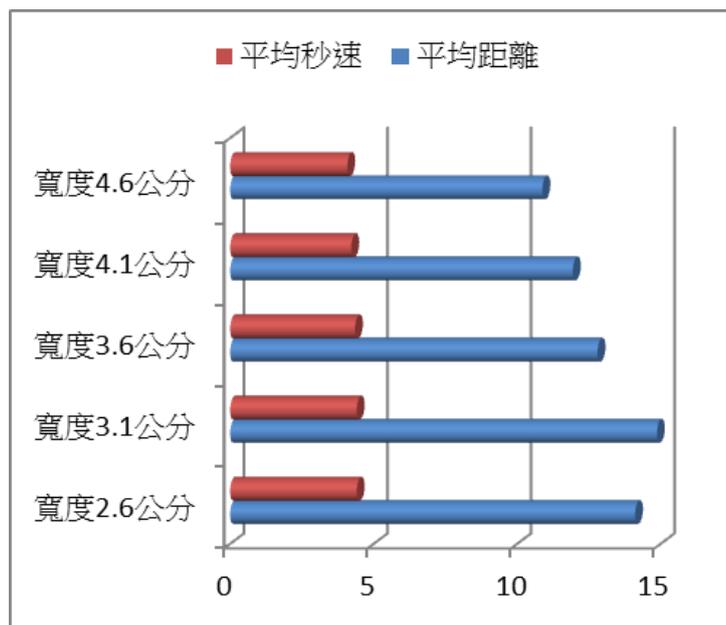
- 1.盤面只有布料而內未含泡棉的躲避盤，外形成盤面中心塌陷狀，圓環未能保持完整的圓形，著地點都在右方的界限之外，可明顯發現旋轉力不佳，測試失敗次數明顯異常增多。
- 2.當盤面內泡棉厚度大於圓環泡棉厚度時，躲避盤的盤面與圓環連接處很緊密，盤面布料繃緊，盤面未能微微凸起，在地上滑行一小段距離後才停下，平均秒速較小。
- 3.在盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的躲避盤測試中，盤面泡棉為 0.5 公分，圓環泡棉為 1 公分的躲避盤飛行距離最遠，秒速亦最快，可推論適宜的比例是 1 : 2。

研究問題三：直徑 27 公分的躲避盤，若配以寬度不同的盤緣會對如何影響飛行狀況？

躲避盤（盤緣不同寬度版）測試記錄

註：盤面直徑為 27 公分

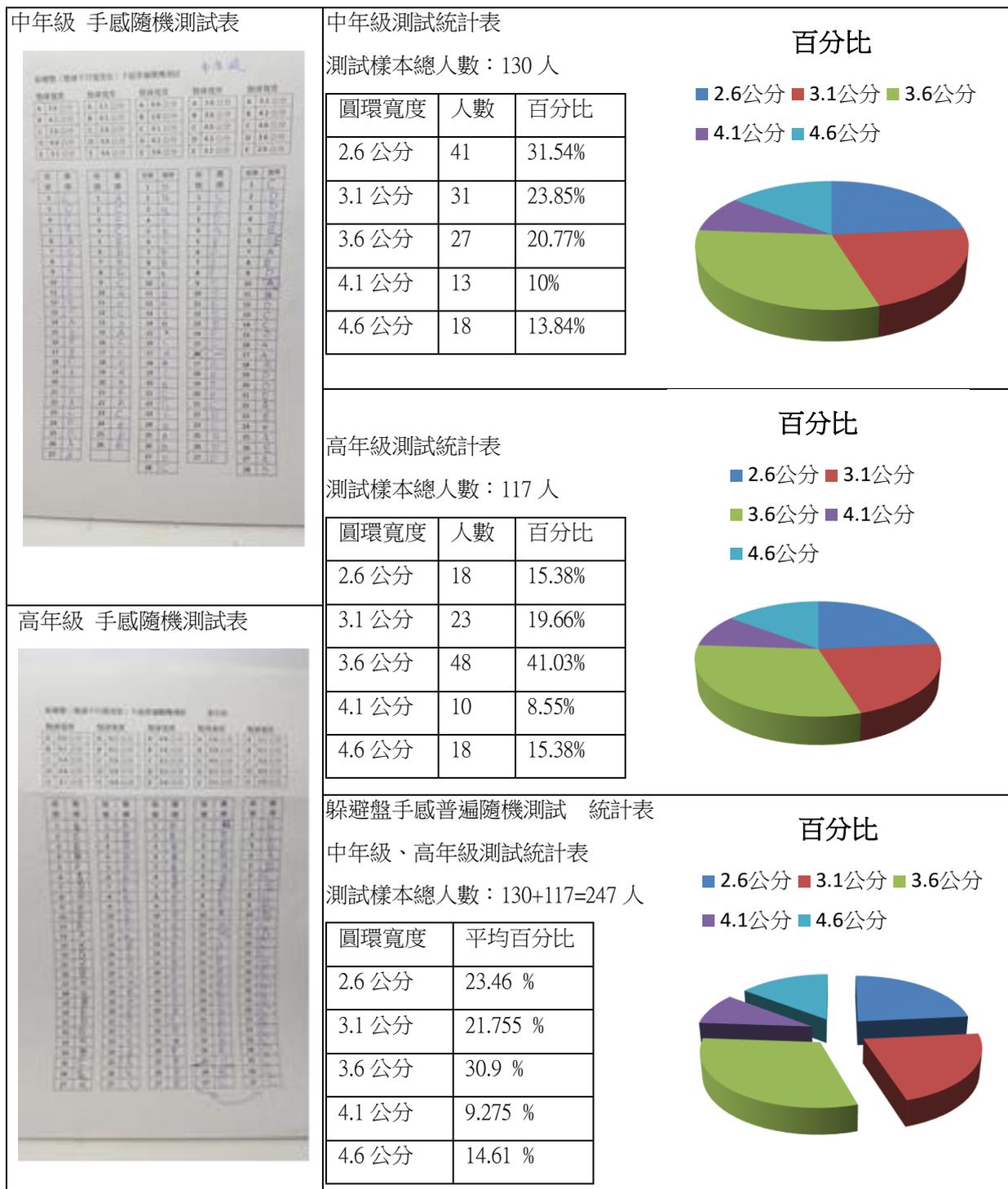
種類	寬度 2.6 公分	寬度 3.1 公分	寬度 3.6 公分	寬度 4.1 公分	寬度 4.6 公分
實圖					
重量	46 克	47.5 克	52.5 克	53.5 克	57.5 克
平均距離	14.108 公尺	14.866 公尺	12.802 公尺	11.938 公尺	10.876 公尺
平均秒數	3.2 秒	3.372 秒	2.94 秒	2.828 秒	2.666 秒
平均秒速	4.41 公尺/秒	4.41 公尺/秒	4.35 公尺/秒	4.22 公尺/秒	4.08 公尺/秒



測試發現：

1. 盤面直徑 27 公分的自製躲避盤配以圓環寬度為 3.1 公分的組合飛行距離最遠。
2. 當圓環寬度比 3.1 公分寬時，寬度越寬的組合型態飛行距離就越短。
3. 此測試結果與市場版的組合(配以圓環寬度 3.6 公分)是不同的。

研究問題四：直徑 27 公分躲避盤配何種圓環寬度是國小中、高年級學童認為最適宜的寬度？



測試發現：

1. 中年級學童認為盤面直徑 27 公分配以圓環寬度為 2.6 公分的躲避盤，手感最佳。高年級學童則認為圓環寬度為 3.6 公分的躲避盤，手感最佳。
2. 綜合中、高年學童的測試統計可知，盤面直徑 27 公分配以圓環寬度為 3.6 公分的躲避盤，丟擲和握持的手感最佳。此測試結果與市售版設計是相符合的。

- 然若以對象為中年級學童為主的自製躲避盤，可將圓環寬度訂為 2.6 公分，將更加符合中年級學童的需要性。
- 經由此次的測試，證實我們自製的躲避盤是有實際的可用性，在經過上百次的丟擲和碰撞後，仍能保持結構完整，可再繼續使用。

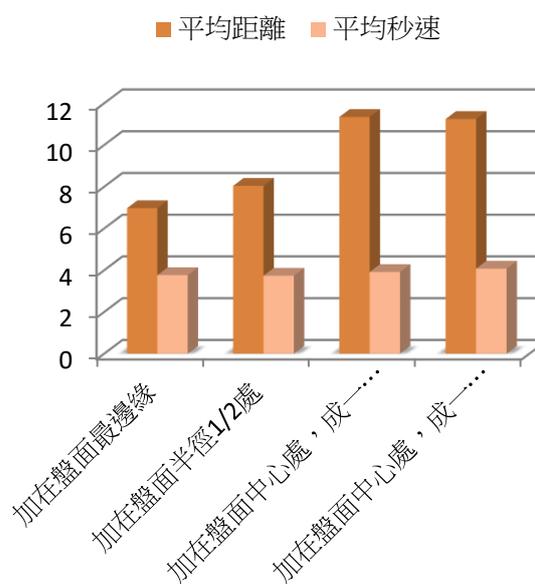
研究問題五：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新，使飛行距離更遠？在盤面上加上緞帶的躲避盤能飛得更遠嗎？

躲避盤（創意-加緞帶版）測試記錄

種類	加在盤面最邊緣	加在盤面半徑 1/2 處	加在盤面中心處，成一 小圓	加在盤面中心處，成一 小搓
實圖				
重量	60.5 克	58 克	54.5 克	54 克
平均距離	6.972 公尺	8.04 公尺	11.342 公尺	11.244 公尺
平均秒數	1.852 秒	2.156 秒	2.898 秒	2.76 秒
平均秒速	3.76 公尺/秒	3.73 公尺/秒	3.91 公尺/秒	4.07 公尺/秒

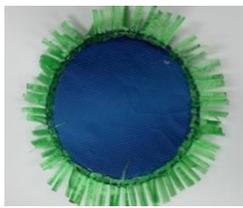
測試發現：

- 緞帶加在盤面不同的位置，會明顯影響躲避盤的飛行遠近。緞帶加在盤面中心點的型態，飛行距離明顯較其他位置型態的遠。
- 檢視飛行錄影畫面可發現，在躲避盤的飛行過程中，不同位置的緞帶會微微飛起且順著躲避盤的旋轉方向旋轉，但緞帶飛起的高度並不高。

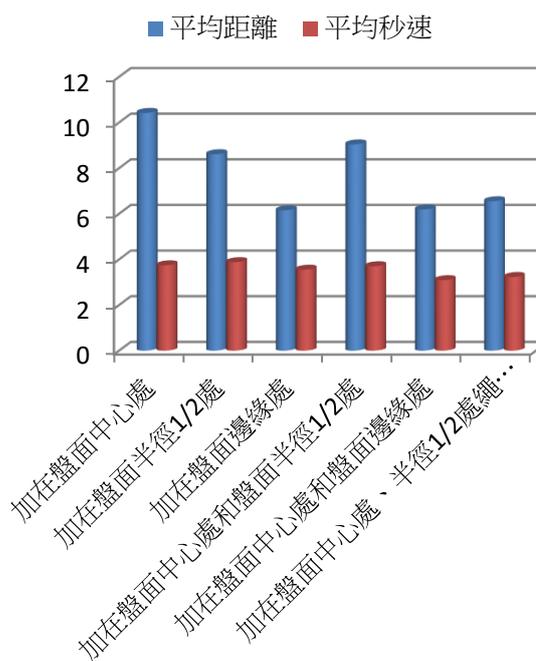


研究問題六：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新，使飛行狀況更佳？在盤面上加上不同層次塑膠繩的躲避盤能飛得更遠嗎？

躲避盤（創意-加塑膠繩版）測試記錄

種類	加在盤面中心處	加在盤面半徑 1/2 處	加在盤面邊緣處	加在盤面中心處和盤面半徑 1/2 處
實圖				
重量	54 克	57 克	58 克	61.5 克
平均距離	10.416 公尺	8.61 公尺	6.154 公尺	9.046 公尺
平均秒數	2.784 秒	2.218 秒	1.734 秒	2.442 秒
平均秒速	3.74 公尺/秒	3.88 公尺/秒	3.55 公尺/秒	3.7 公尺/秒
觀看錄影記錄	飛行路線偏高，路線後 1/4 段盤面略成右上左下傾斜，可觀察到繩子清楚向上飛起且旋轉。	飛行過程中，盤面保持平穩未傾斜，可觀察到繩子微微向上飛起且旋轉。	飛行中，盤面很快就呈右上左下的傾斜狀後掉落，接近地面時，盤面已快成與地面垂直狀。	飛行過程中盤面保持平穩，盤面繩子略為飛起且順向旋轉。

種類	加在盤面中心處和盤面邊緣處	加在盤面中心、半徑 1/2 處繩子和邊緣處
實圖		
重量	63 克	68 克
平均距離	6.19 公尺	6.554 公尺
平均秒數	2.002 秒	2.032 秒
平均秒速	3.09 公尺/秒	3.23 公尺/秒
觀看錄影記錄	飛行過程中，前 1/3 段盤面平穩，後 2/3 段盤面呈右上左下傾斜後掉落。	飛行過程中，前半段盤面平穩，後半段盤面呈右上左下傾斜後掉落。

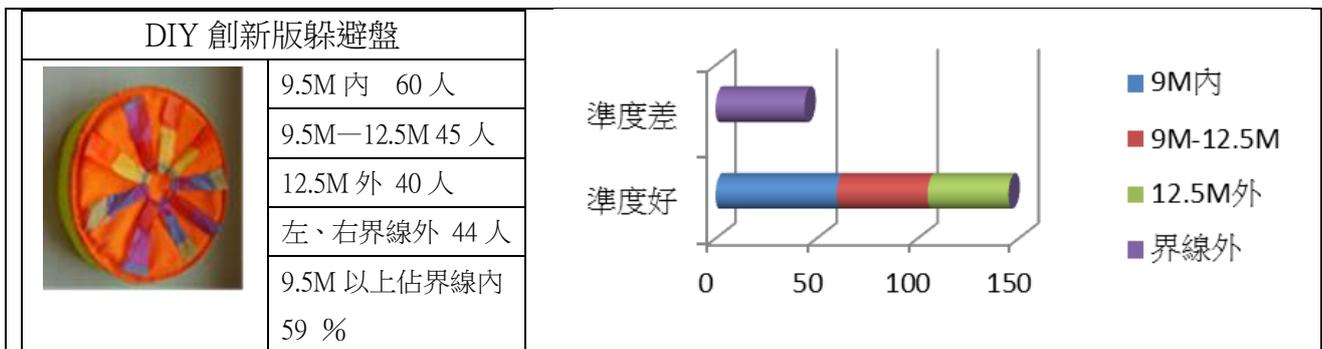
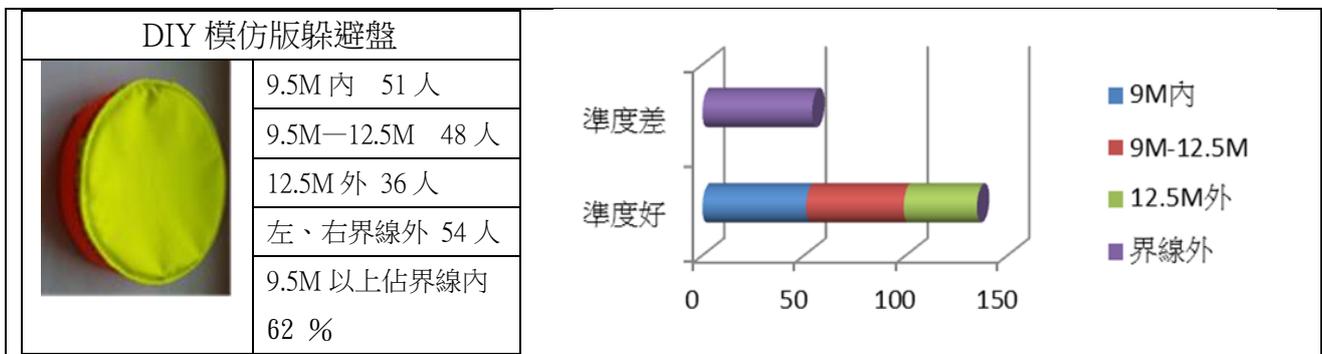
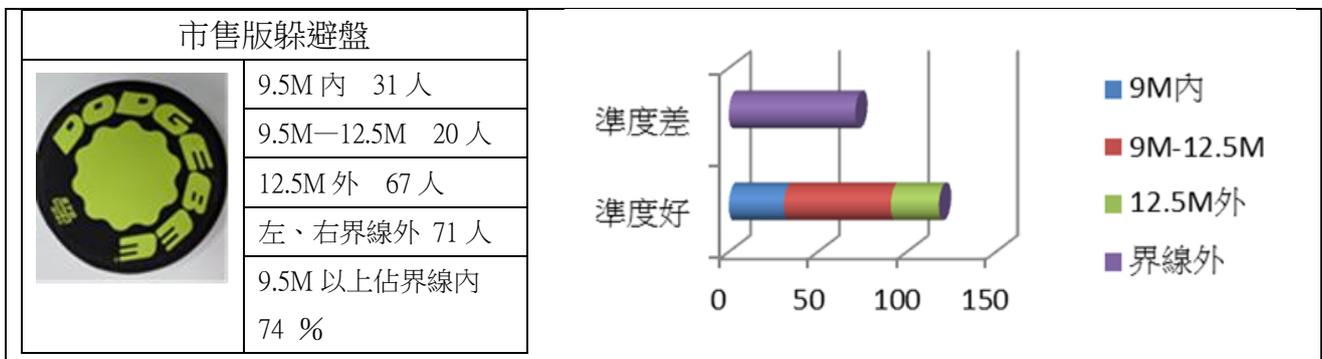


測試發現：

1. 塑膠繩加在盤面不同的位置，會明顯影響躲避盤的飛行遠近，而加入的位置，越接近盤面中心點越佳。此外，多層次的加繩並不會有較遠的飛行距離，而以單純加在盤面中心點的最佳。
2. 檢視錄影畫面可發現，在躲避盤的飛行過程中，不同位置的塑膠繩都會微微飛起且順著躲避盤的旋轉方向旋轉，飛行距離過半後，盤面會傾斜成右上左下的斜平面後掉落。

研究問題七：直徑 27 公分的躲避盤可如何改變創新？在盤面中心圈上加上較寬尼龍布條的躲避盤能使飛行距離 9.5 公尺以上且準度更高嗎？

躲避盤丟擲記錄：9.5M，11M，12.5M （實驗人數共 189 人）



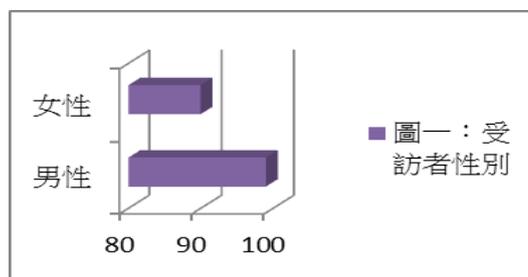
測試發現：

1. 以中線左右各 15 度為界線的測量，在自然環境中（不同微風吹拂），由不同的測試者、姿勢、力道和方式丟擲躲避盤，可發現：三種躲避盤都能讓半數以上的測試者丟擲出 9.5M 以上的長度，表示其可實用於正式比賽，符合躲避盤「飛得遠」的要素。
2. 以中線左右各 15 度為界線的測量，在自然環境中（微風吹拂），由不同的測試者、姿勢、力道和方式丟擲躲避盤，可發現：DIY 創新版躲避盤的準度 77% > DIY 模仿版躲避盤 71% > 市售版躲避盤 62%。
3. 經由 189 位測試者的協助，證明我們自製的躲避盤能「經得起上百次的丟擲」，符合研究目的二的要素。

研究問題八：設計問卷，以了解中高年級學童對躲避盤的喜好度？對 DIY 躲避盤的興趣度？
研究發現：依據研究主題，我們進行多次討論，設計完成「躲避盤特性和 DIY 躲避盤的看法調查問卷」。這份問卷共有 9 題，第 1-3 題是基本資料調查，第 4-8 題是針對躲避盤使用的態度和經驗調查，第 9 題是丟擲市售版和 DIY 版躲避盤後感想調查。我們共發了 189 張問卷，回收 189 張，回收率 100%。

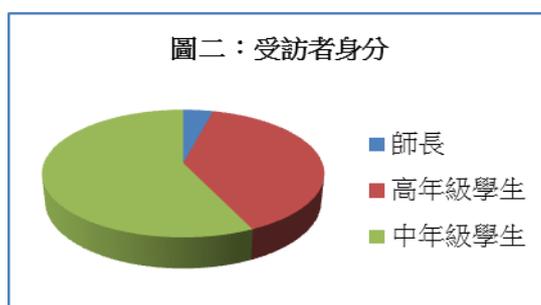
（一）受訪者性別分析

我們的問卷調查對象中，男性有 99 位佔 52%；
女性有 90 位佔 48%。（見圖一）



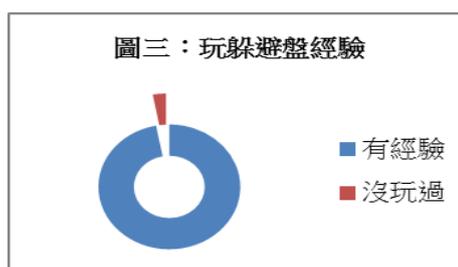
（二）受訪者身分分析

我們的問卷調查對象中，師長有 8 位佔 4%；
國小高年級學生有 74 位佔 39%；國小中年級學生有 107 位佔 57%。（見圖二）



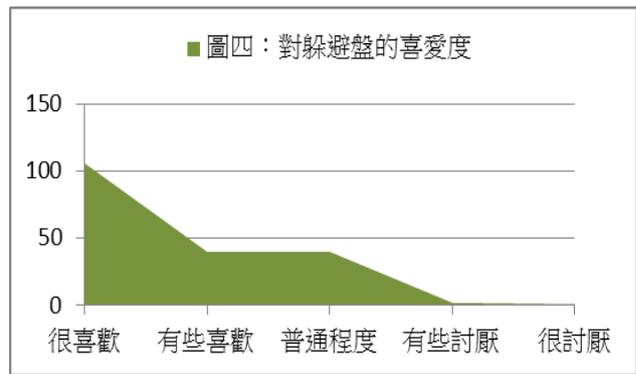
（三）受訪者是否玩過躲避盤的經驗分析

我們的問卷調查對象中，玩過躲避盤的有
184 位高達 97%；未完過躲避盤的有 5 位佔
3%。（見圖三）



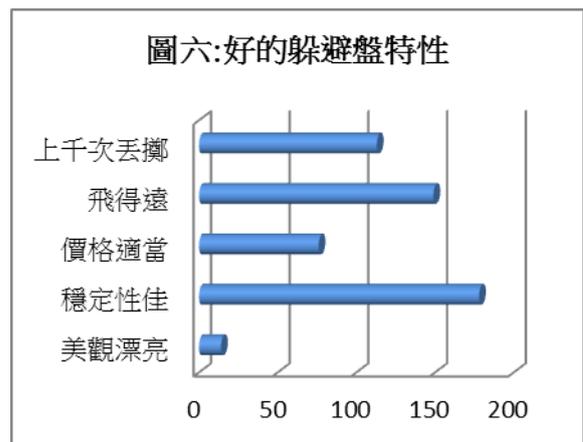
(四) 受訪者對躲避盤運動的喜愛度分析

我們的問卷調查對象中，很喜歡玩躲避盤的有 106 位高達 56%；有些喜歡的有 40 位佔 21%；喜好為普通程度的為 40 位佔 21%；有些討厭的有 2 位佔 1%；很討厭的只有 1 位佔 0.5%。(見圖四)



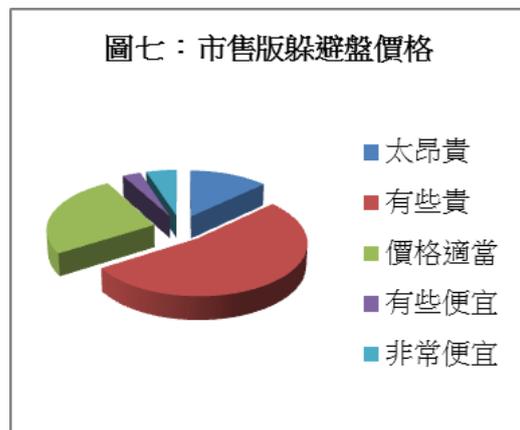
(五) 受訪者認為“好的躲避盤”需具備的特性

我們的問卷調查對象中，認為躲避盤應美觀漂亮的有 14 位；躲避盤應穩定性佳的有 178 位；需價格適當的有 76 位；重點是能飛得遠的有 149 位；須經得起上千次丟擲的有 113 位。(見圖六)



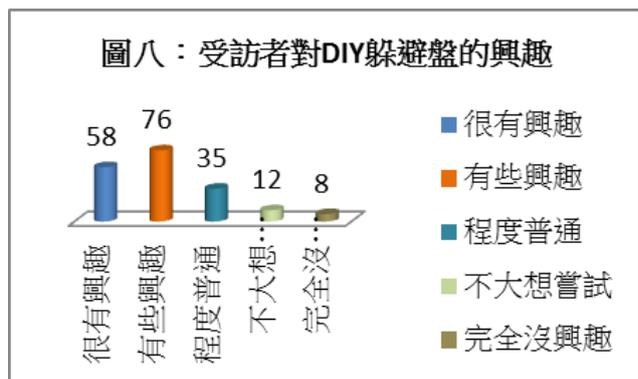
(六) 受訪者對市售版躲避盤價格（400 元/個）的看法分析（2 位未答，有效份數為 187）

我們的問卷調查對象中，認為價格太昂貴的有 24 位佔 13%；認為有些昂貴的有 100 位高達 53%；認為價格適當的有 48 位佔 26%；認為價格有些便宜的有 6 位佔 3%；認為價格非常便宜的有 9 位佔 5%。(見圖七)



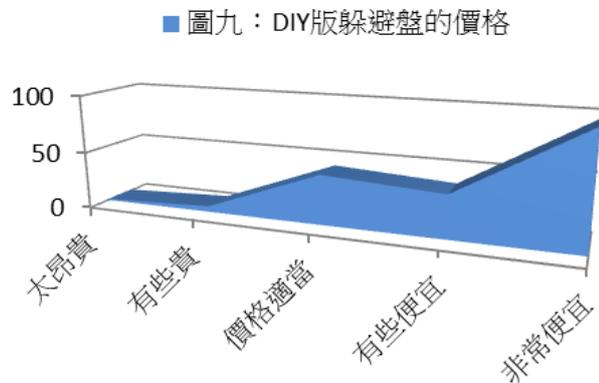
(七) 受訪者對DIY 躲避盤的興趣分析

我們的問卷調查對象中，很有興趣的有 58 位佔 31%；有些想嘗試的有 76 位高達 40%；興趣為普通程度的為 35 位佔 19%；不大想嘗試的有 12 位佔 6%；完全沒興趣的只有 8 位佔 4%。(見圖八)



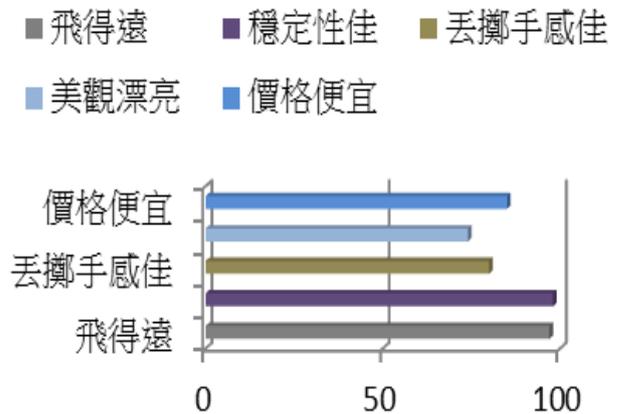
(八) 受訪者對 DIY 版躲避盤成本價格 (40 元/個)的看法分析 (6 位未答, 有效份數為 183)

我們的問卷調查對象中, 認為價格太昂貴的只有 1 位佔 0.5%; 認為有些昂貴的有 5 位佔 3%; 認為價格適當的有 43 位佔 22%; 認為有些便宜的有 37 位佔 20%; 認為非常便宜的有 97 位高達 53%。(見圖九)



(九) 受訪者認為 DIY 躲避盤的優點分析

我們的問卷調查對象中, 認為 DIY 躲避盤能飛得遠的高達 97 位; DIY 躲避盤穩定性佳的高達 98 位; 丟擲手感佳的有 80 位; 美觀漂亮的有 74 位; 價格便宜的有 85 位。(見圖十一)



陸、討論

一、經由「研究準備一」到「研究問題四」的實驗結果, 我們對「研究目的—: 影響躲避盤飛行的變因探討, 發現自製躲避盤的適宜規格比例」做出以下的分析討論:

(一)分析「研究準備一」和「研究準備二」:

- 1.我們發現市售版的躲避盤雖有盤面大小差異的三種躲避盤, 但其材質皆為尼龍布和泡棉、外觀相同、包覆方式相同、尼龍布和泡棉的厚度也一致、圓環外擴角度也同為 110 度、且盤面泡棉與圓環泡棉的比例同是 1:2。
- 2.三種不同大小的躲避盤差異項目是盤面直徑和圓環寬度不同, 因大小有差異, 所以重量也不同。我們嘗試去分析盤面直徑和圓環寬度的關係, 但限於數學計算能力不夠, 尚未演算出兩者之間的關聯。
- 3.比較三種躲避盤飛行距離可發現, 直徑 27 公分的飛盤飛行距離較長, 平均秒速也較快, 飛行的狀態很平穩。此發現與此種躲避盤被指定為正式比賽用的依據是相同的。

(二)分析「研究問題一」：

1. 純泡棉未包覆的型態，飛行距離最短，丟擲數次後已可觀察到裂開的縫隙。依此推論，布料的包覆對躲避盤的組成是必要的要素。
2. 不同的布料包覆都能相對地使躲避盤結構保持完整穩定，布料缺乏彈性者較易保持飛盤的外型，飛行效果較佳。布料不宜太光滑，較易施力，也較能飛得遠。
3. 躲避盤整體重量不宜太輕，相對較重的合成皮包覆型和 TC(棉+尼龍)包覆型的飛行距離都較長。
4. 自製的躲避盤會受到製作者手藝好壞的影響，其結構雖相同和簡單，但盤面的平整性和圓環的曲度都會明顯影響飛行的效果。

(三)分析「研究問題二」：

1. 盤面只有布料而內未含泡棉的躲避盤，外形成盤面中心塌陷狀，圓環未能保持完整的圓形，飛行時可明顯發現旋轉力不佳，測試失敗次數明顯異常增多。
2. 當盤面內泡棉厚度大於圓環泡棉厚度時，盤面與圓環連接很緊密，盤面布料繃緊，盤面未能微微凸起，飛行會較快著地，在地上滑行一小段距離後才停下。
3. 在盤面泡棉與圓環泡棉為不同比例的躲避盤測試中，盤面泡棉為 0.5 公分，圓環泡棉為 1 公分的躲避盤飛行距離最遠，可推論適宜的比例是 1：2。

(四)分析「研究問題三」：

1. 盤面直徑 27 公分的自製躲避盤配以圓環寬度為 3.1 公分的組合飛行距離最遠。次之的組合是圓環寬度為 2.6 公分的躲避盤。此測試結果與市售版的組合(配以圓環寬度 3.6 公分)是不同的。
2. 當圓環寬度比 3.1 公分寬時，寬度越寬的組合型態飛行距離就越短。

(五)分析「研究問題四」：

1. 中年級學童認為圓環寬度為 2.6 公分的躲避盤，手感最佳。高年級學童認為圓環寬度為 3.6 公分的躲避盤，手感最佳。統計中、高年級學童的測試可知，直徑 27 公分的盤面配以圓環寬度為 3.6 公分的躲避盤，手感最佳。此結果與市售版設定是相符合的。
2. 然若以對象為中年級學童為主的自製躲避盤，可將圓環寬度訂為 2.6 公分，將更加符合中年級學童的需要性。
3. 經由此次的測試，證實我們自製的躲避盤是有實際的可用性，在經過上百次的丟擲和碰撞後，仍能保持結構完整，可再繼續使用。

二、經由「研究問題五」到「研究問題七」的實驗結果，我們對「自製能飛得夠遠、兼具準度，能丟擲上百次，又受大家喜愛的躲避盤」做出以下的分析討論：

(一)分析「研究問題五」和「研究問題六」：

1. 緞帶和塑膠繩加在盤面不同位置，會明顯影響躲避盤的飛行遠近，多層次的加繩並不會有較遠的飛行距離，而以加在盤面中心點的型態，飛行距離明顯較其他型態的遠。
2. 此兩次實驗數據變化與實驗的依據-「飛盤中心的絲繩更具有穩定的作用(像風箏的尾巴一樣)」這一概思描述是相符的，提示了下一步創新研究的目標。

(二)分析「研究問題七」：

- 1.在自然環境中，由不同的測試者、姿勢、力道和方式丟擲躲避盤，可發現：DIY 的兩種躲避盤都能讓半數以上的測試者丟擲出 9.5M 以上的長度，表示其可實用於正式比賽，符合躲避盤「飛得遠」的要素。
2. 以中線左右各 15 度為界線的測量，在自然環境中，由不同的測試者、姿勢、力道和方式丟擲躲避盤，可發現：DIY 創新版的準度 77% > DIY 模仿版 71% > 市售版 62%。
- 3.經由測試者的丟擲，證明我們 DIY 的躲避盤能「經得起上百次丟擲」，符合研究目的二的要素。

三、問卷調查分析

(一) 問卷調查對象性別方面，男性佔 52%；女性佔 48%。

(二) 問卷調查對象身分方面，師長佔 4%；高年級學生佔 39%；中年級佔 57%。

(三) 受訪者在玩躲避盤的經驗方面，玩過的高達 97%；未完過的只佔 3%。

(四) 受訪者對躲避盤運動的喜好方面，喜歡玩躲避盤的高達 77%；討厭的只有 1.5%。

(五) 受訪者認為“好的躲避盤”三大特性為穩定性佳、飛得遠和須經得起上千次丟擲。

(六) 受訪者對市售版躲避盤價格的看法，66%受訪者認為價格是較昂貴的。

(七) 受訪者對DIY 躲避盤的興趣方面，有興趣的有 134 位，高達 71%。

(八) 受訪者對 DIY 版躲避盤成本價格的看法，73%受訪者認為價格是較便宜的。

(九) 受訪者認為 DIY 躲避盤的三大優點是飛得遠、穩定性佳和價格便宜。

柒、結論

藉由探討「研究目的一：影響躲避盤飛行的變因探討，發現自製躲避盤的適宜規格比例」，我們可以更清楚瞭解在手中丟擲過千遍的躲避盤，藏著多項細膩的設計和關鍵。如：不同的布料包覆都能相對地使躲避盤結構保持完整穩定，其中以缺乏彈性的布料較易保持外型，且布料不宜太光滑，握持的手感會較佳。而盤面內泡棉與圓環內泡棉以 1：2 的比例為最適宜，飛行的距離最遠。另外，國小中高年級的學童認為丟擲手感最佳的躲避盤是盤面直徑 27 公分配上圓環寬度 3.6 公分的組合。

在「自製能飛得夠遠、兼具準度，能丟擲上百次，又受大家喜愛的躲避盤」方面，我們依照變因探討結果，親手縫製適宜規格的躲避盤，且經測試證明 DIY 的躲避盤可飛行 9.5 公尺以上的距離，符合正規比賽的場地要求，亦可實際丟擲使用上百次後仍保持結構完整。我們還找到了創新躲避盤的依據-「在躲避盤面中心點加上絲繩，以增加穩定性。」經由緞帶、塑膠繩、尼龍寬布條的變化，我們已能 DIY 出符合躲避盤「飛得夠遠」、「經得起上百次丟擲」的重要特性，且準度更勝於市售版的躲避盤。

然受限於時間不足，尚未能建立更多的研究數據和影片記錄分析，可再更精細的量化或分析創新版躲避盤的飛行軌跡，以研究加在盤面中心絲繩旋轉對飛行軌跡的影響程度，以及白努力定律形成的馬格努斯效應在躲避盤飛行的顯現，使得創新版躲避盤能有不同的飛行曲度獲如同迴旋飛機一般，行程可迴旋式的躲避盤。

捌、參考資料

康軒文教編印，《國小自然與生活科技課本-第一冊(3 上)》，2014。

國立台灣科學教育館，科展群傑廳，〈聲光閃亮的飛行物，飛盤變音的研究與應用〉，

<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=-1&sid=4333> (2016.02.17)

國立台灣科學教育館，科展群傑廳，〈飛盤與氣體浮力的關係研究〉，

<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=7838>
(2016.02.17)

高雄市的四十五屆中小學科學展覽會，〈飛盤與空氣的相互影響〉，

http://www-ori.cjhs.kh.edu.tw/equipment/science_research/93_link/phy2.pdf (2016.02.17)

李鳳珠、林瑞興，〈伯努力原理在運動技術運用之探討〉，《屏東教大體育第十三期》，2010.02.01，

<http://140.127.82.166/retrieve/6982/p136-141.pdf>(2016.02.17)

【評語】 080811

1. 兼具運動與科學，是適合學生操作的有趣題目。
2. 躲避盤尺寸、填充物的比例、穩定性應更深入探討，找出最佳化的躲避盤設計。