

求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

投稿類別：自然科學類

篇名：

求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

作者：

林捷愷。花蓮縣稻香國民小學。六年二班
高以媛。花蓮縣稻香國民小學。六年二班
李亭玉。花蓮縣稻香國民小學。六年二班

指導老師：
羅忠華老師

壹、前言：

一、研究動機：

我們是稻香國小樂樂棒球隊員，為了在比賽中有良好的表現，我們在練習時需要有效率的練習。在平時打擊練習時，隊上投手的人數不足，輪流練習打擊經常耗費很多時間，效率不佳。我們都是初學者，投手投球的姿勢、力道都不穩定，投出來的球經常忽高、忽低、忽遠、忽近，大多是壞球，練習效果太好，因此我們想要利用發球機解決這個問題。學校的發球機本來是用來發棒球和壘球的，當使用樂樂棒球專用的 PU 發泡球發球時，發出球的角度、遠近都沒有符合我們打擊的需求，所以我們想要解決這個問題，讓發球機投出適合打擊訓練的球路。

二、研究目的：

- (一)了解發球機原理，嘗試改良。
- (二)尋找適合樂樂棒球隊在使用拋球機打擊練習時的球種
- (三)改良球體，讓發球機投出適合打擊練習的球路。

貳、正文

一、文獻探討

(一)發球機種類:我們蒐集資料後發現常見的棒壘球發球機有：

1.滾輪式發球機:

有兩顆高速運轉的橡膠滾輪，球從軌道滑到兩輪之間，球就會被兩顆高速滾輪以離心力帶動發射出去，可以透過改變滾輪的轉速，達到控制球速及轉速的效果。輪子之間的空間略小於球的直徑，當球從滑軌滾入的時候，藉由輪子和球的摩擦力將球快速旋出。

2.擺臂式發球機:

與人投球揮臂最相似的發球機，靠的是週期性旋轉的金屬臂，利用彈力加速將球投出。當球從軌道滾到手臂上時，機械手臂就會以高速運轉半圈，藉此把球發射出去。

3.拋球式發球機:

模擬人向上拋球的動作，發球方向是向上且力度較低，常見的有兩種，一種為球路較接近慢速壘球的機型，拋球的弧度較高，一般的壘球打擊場見到的大多是這種機型。另一種機型拋球高度接近一般人練習打擊時，餵球員餵球的拋球高度，此種機型較小，搬運方便，通常為單人練習打擊時使用，本校樂樂棒球隊使用的發球機就是這種適合單人使用機種。

表一:棒壘球發球機比較表

發球機種類 比較項目	滾輪式發球機	擺臂式發球機	拋球式發球機
發球機原理	由高速滾輪帶動，以離心力發射球。	以週期性旋轉金屬臂的彈簧彈力將球投出。	利用彈簧片的彈性回復力將球拋出
球速	快	快	慢
球路	可以變化各種球路	直球	弧度高的拋物線球路
適合球種	棒球	棒球	壘球
圖樣	<p>滾輪式</p> 	<p>擺臂式</p> 	<p>拋球式</p> 
本校發球機	X	X	V

(二)樂樂棒球規則：

根據 103 及 104 學年度教育部國小五、六年級樂樂棒球高級版比賽規則中規範:

1.打擊和跑壘的規定:

第 1 則:樂樂棒球高級版的精神是投手投出好打的小拋物線球，球路之最高點至少需超過打者肩膀，但最高不得超過打者肩膀以上 1.5 公尺高，球路經過本壘板上時在打者肩膀以下膝蓋以上。

2.防守規定:

第 6 則:守備時只用雙手接球，不可使用手套或帽子接球。

3.器材規定:

第 1 則: 球棒長 70 公分外包黃色泡棉，底部有防甩底座。

第 2 則:樂樂棒球為橘黃 PU 發泡 70 公克重 27 公分圓周。

(三)PU 發泡球特性:

PU(Polyurethane)是聚氨酯材料的簡稱，擁有非常廣泛的物理性質，應用在許多層面，產品多樣化，特性為耐磨性佳、高可撓性、高抗張強度、高延伸度、耐化性佳、有透氣性、易加工性以及優異的彈性等。

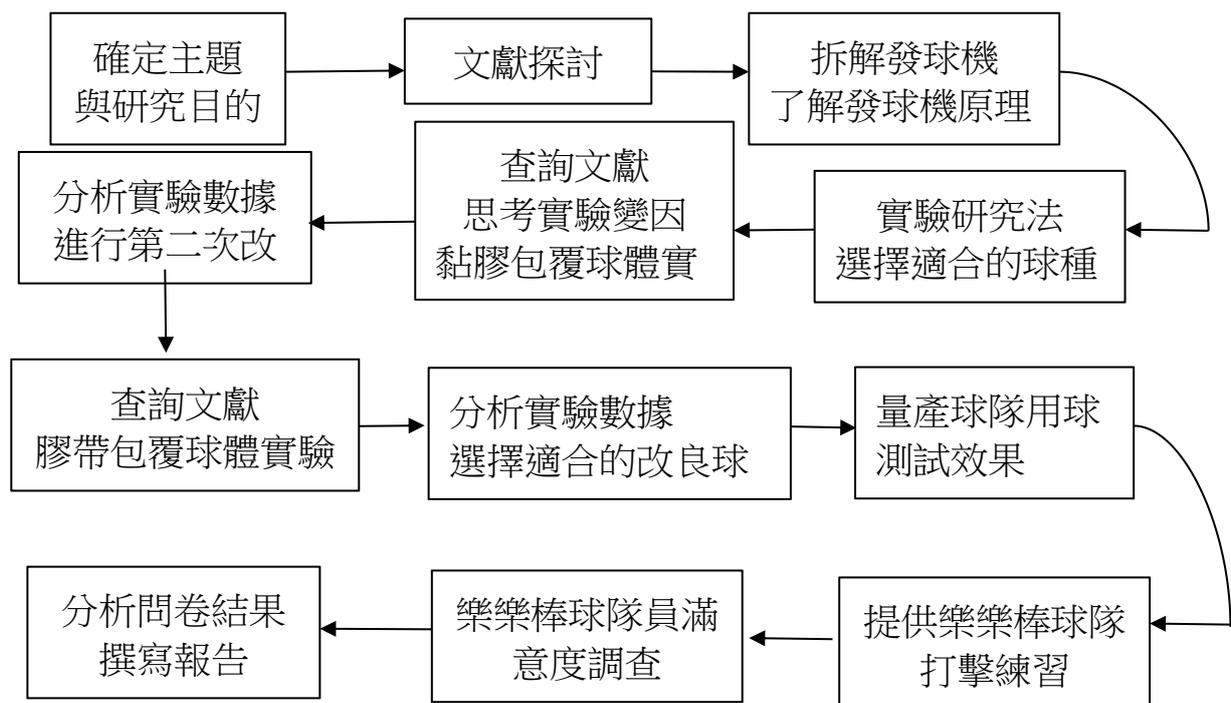
(四)膠帶的種類有很多種，本研究相關的膠帶特性如下：

- 1.PVC 膠帶:保護產品之表面，避免磨損並增加價值感。
- 2.OPP 透明膠帶(以下簡稱透明膠帶)：高韌性、黏性強、方便等特性。
- 3.絕緣膠帶：材質軟、富有彈性、張力強度佳。
- 4.布膠帶：韌性強、黏性強、防水、不殘膠。

(五)黏膠

- 1.白膠特性:可以在常溫固化、黏接強度較高，有防水性，黏接面具有較好的韌性和耐久不易老化等特性。
- 2.矽利康特性:具有良好防水性、填縫的效果，再加上很好的黏著性與固化前的可塑性，優異耐候性及抗紫外線。

二、研究方法與流程

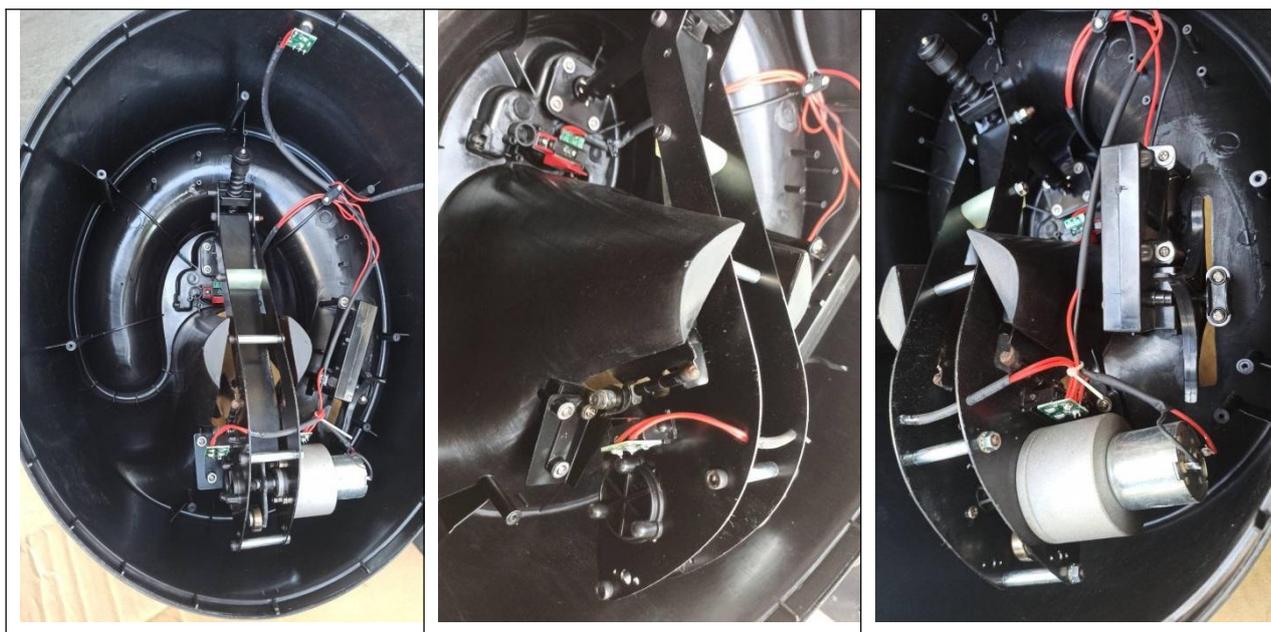


圖一:研究方法與流程圖

參、研究結果與分析

(一)了解學校發球機原理

我們學校現有的發球機是拋球式發球機，為了改良發球機，所以我們自行拆解發球機。拆解後我們發現:拋球式發球機的運作是當球從軌道滾到發射口時，會觸碰到兩片鐵片，而鐵片因球的重量而下降，鐵片下降後就會使電線通電，通電後會帶動馬達，而馬達上有一個桿子的兩邊有滑輪，馬達通電後就開始運轉，桿子開把彈簧片往下壓，到一百八十度時桿子壓不到彈簧片了，彈簧片就會彈回去，藉此把球發射出去，也就是利用彈性回復力的特性做出來的。我們在拆解後，經過討論，發現有一些限制:我們沒有相關改良機體及馬達的技術與能力、時間不足、沒有經費的支援，導致我們在現階段無法改良發球機，所以我們決定嘗試改良樂樂棒球。



圖二:拆解本校拋球式發球機內部構造圖

(二)好球的定義:

根據教育部樂樂棒球球的高級版規則，好球的球路為小拋物線球(類似壘球)，球路之最高點至少需超過打者肩膀，但最高不得超過打者肩膀以上 1.5 公尺高。根據測量結果，本校樂樂棒球隊員的肩膀高度平均為 124.7 公分(表二)，在小組成員討論後，我們希望拋球機投出球的高度至少 130 公分，以符合我們的打擊練習需求。

表二:本校樂樂棒球隊員肩膀高度統計表

稻香國小樂樂棒球隊員平均身高統計表						單位:公分		
球員編號	1	2	3	4	5	6	7	8
肩高	112	135	127.5	134.5	114	128.5	118.8	122.4
球員編號	9	10	11	12	13	14	15	16
肩高	126.3	124.3	135.5	125.3	128.8	119.5	135	120.3
球員編號	17	18	19	20	21	22		
肩高	119.1	120.8	122.5	127	118.3	128.7		
平均身高								124.7

(三)選擇適合發球機的球種:

為了讓學校的拋球機投出適合打擊練習的球路，我們在學校找了許多球種:壘球、硬式棒球、樂樂棒球、魔力球、小皮球、軟式棒球、軟式網球，一一在發球機上進行投球測試，結果如下:

表三:各種球的直徑與重量統計表

	壘球	棒球	樂樂棒球	魔力球	小皮球	軟式棒球	軟式網球
直徑(公分)	10.1	7.6	8.6	8.5	6.8	6.7	8.3
重量(公克)	185.3	73.1	68.3	20.9	8.8	94.2	21.1

表四:拋球式發球機投出各種球的高度和距離統計表 單位:公分

球種	壘球	棒球	樂樂棒球	魔力球	小皮球	軟式棒球	軟式網球
第一次高度	190	220	72	高度大於300公分，超過好球範圍。	重量太輕，彈不起來。	直徑太小，不能順利發射。	重量太輕，不能順利發射。
第一次距離	292.7	288.5	62				
第二次高度	195	210	56				
第二次距離	290	321.5	80				
第三次高度	207	229	61				
第三次距離	278	301.5	80				
平均高度	197.3	219.7	63.0				
平均距離	286.9	303.8	74.0				

雖然拋球式發球機投出硬式棒球和壘球的高度達到我們設定的 130 公分標準，但是球體太硬，不適合我們樂樂棒球使用的球棒;魔力球的彈射高度大於 300 公分;而小皮球和軟式網球則是重量太輕，軟式棒球直徑太小，使得發球機不能正常運作，只能捨棄。因為樂樂棒球不僅是比賽用球，在考量安全性下，最後我們選出以樂樂棒球作為發球機的球種。發球機投出樂樂棒球的平均高度僅 63 公分，因此我們要進行改良樂樂棒球。

我們在蒐集文獻資料後，發現樂樂棒球的材質是 PU 發泡，具有低彈性、高軟度，而這些特性就是使樂樂棒球在拋球式發球機上拋射不高的原因，於是我們開始研究何種物質塗在樂樂棒球表面，可以使球的表面變硬，後來我們嘗試在球的表面塗上黏膠:白膠以及矽利康，藉此封住樂樂棒球的孔隙，讓樂樂棒球更緊實，但是經過實驗，雖然樂樂棒球孔隙封住了，但是球體還是很軟，實驗結果都不好，因此我們捨棄了這些方式，繼續尋找其他的改良方式。

表五:拋球式發球機投出矽利康球和白膠球的高度和距離統計表

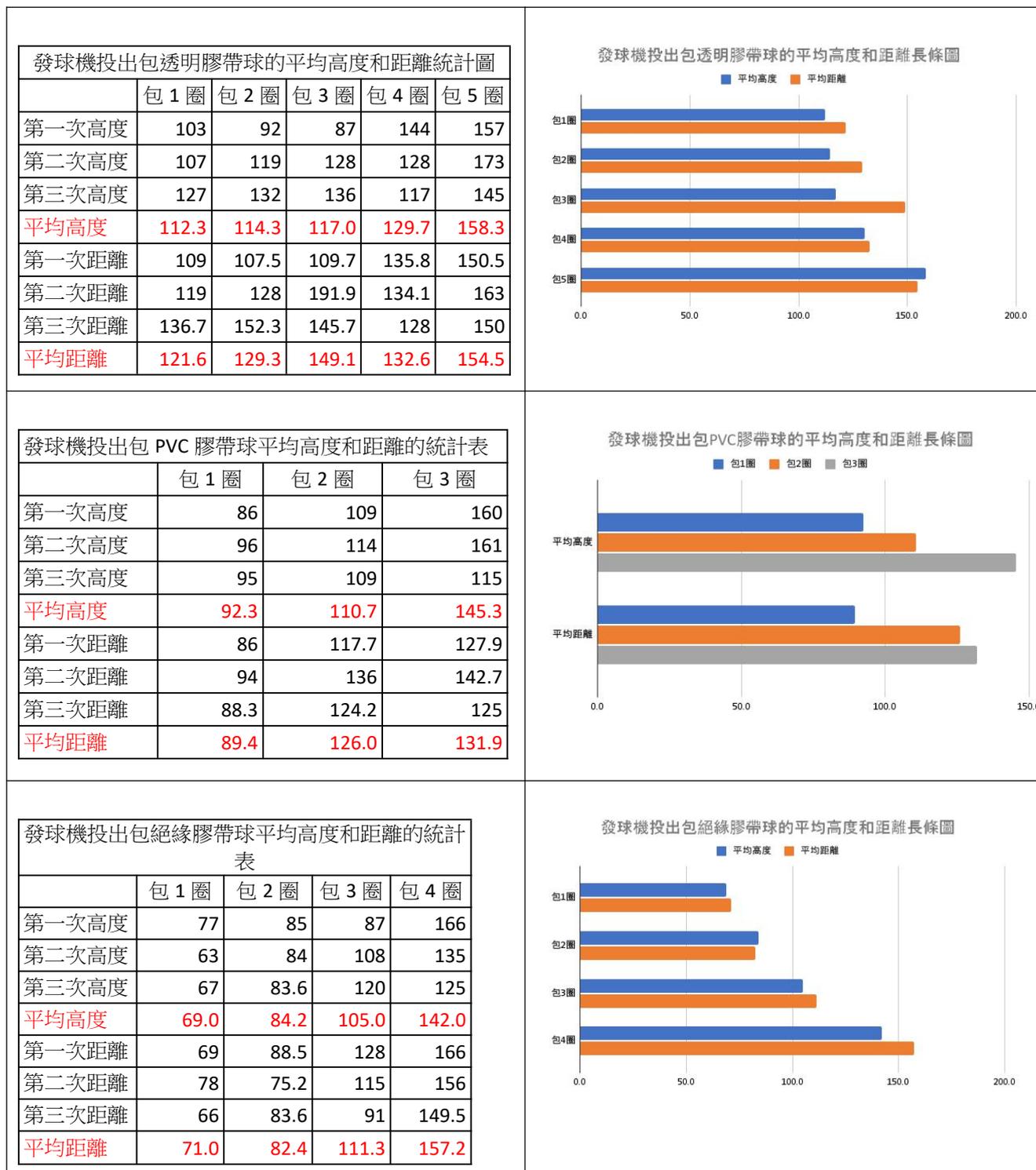
球種	第一次高度	第二次高度	第三次高度	平均高度	第一次距離	第二次距離	第三次距離	平均距離
矽利康球	45	43	43	43.7	62	66.2	63.5	63.9
白膠球	74	64	85	74.3	87	84.2	88	86.4

經過實驗，矽利康球的彈射平均高度 43.7 公分，白膠球則是 74 公分，沒到達我們要的 130 公分，因此不適合我們打擊練習。

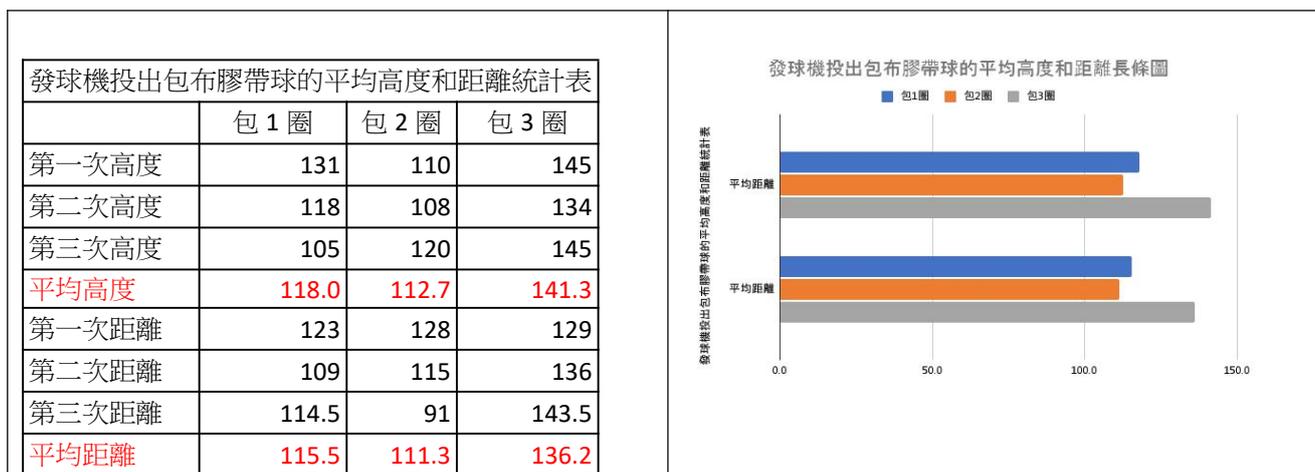
求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

我們繼續蒐集資料，發現膠帶具有高黏合力、高韌性及拉伸力度大，可以讓物體表面緊實的特性，因此我們想試試看在樂樂棒球的表面黏上膠帶以改良球體。我們買了透明膠帶、PVC 膠帶、絕緣膠帶、布膠帶這四種。經過實驗，透明膠帶包了五圈、PVC 膠帶包了三圈、布膠帶包了三圈、絕緣膠帶包了四圈，在發球機發射時，拋投出的球高度可以超過 130 公分。

表六:發球機投出透四種膠帶的平均高度和距離統計表及長條圖



求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究



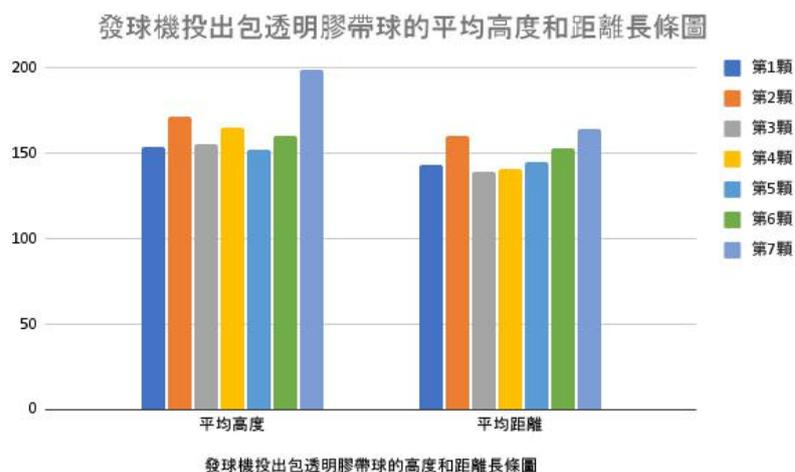
接著，我們讓四種球路在發球機上進行打擊練習，找出我們最後要量產的球種，經過試打幾輪後，我們發現：

- 1.包布膠帶的球體為白色，視覺效果不清楚，重量最重，打到時球棒震動大，讓手不舒服，因為重量增加，所以打出去的球速變快，用雙手接到時會很痛。
- 2.包 PVC 膠帶的球體為棕色，接近大地色，視覺效果不佳，球體重，飛出去時球速變快，接到時手會痛。
- 3.包絕緣膠帶球體為藍色，視覺效果鮮明，球體種，球速快，使得接球時手會痛。
- 4.包透明膠帶球為橘黃色，視覺效果良好，重量微增，打擊觸感佳，打擊出去時球速較原本的樂樂棒稍快些，防守時雙手接球不會疼痛，較為安全。

因為包透明膠帶球在各方面效果最好，因此我們決定量產包五圈透明膠帶的樂樂棒球，學校的發球機軌道可以放置八顆球，再量產七顆樂樂棒球後，我們進行效果和品質的測試，測試的結果發現，每一顆球的高度和距離穩定。接著，我們提供這些包透明膠帶球讓樂樂棒球隊員進行打擊練習，並以 google 表單設計了使用滿意度問卷，問卷的對象為本校六年級樂樂棒球隊員 22 人，以 e-mail 發給本校樂樂棒球隊員，經過 3 天的填答，我們共收回 22 份問卷，結果如下：

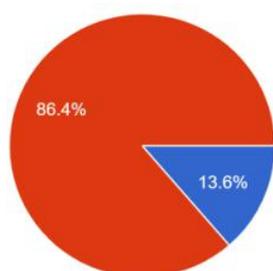
	第 1 顆	第 2 顆	第 3 顆	第 4 顆	第 5 顆	第 6 顆	第 7 顆
第一次高度	165	168	111	157	164	163	149
第二次高度	151	174	143	170	147	150	208
第三次高度	145	173	178	177	146	167	241
平均高度	153.7	171.7	155.3	165.3	152.3	160	199.3
第一次距離	145	152	137	137	133	149	147
第二次距離	141	170	143	143	150	143	184
第三次距離	144	160	139	139	153	168	164
平均距離	143.3	160.6	139.6	141.3	145.3	153.3	164

求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

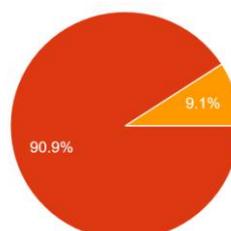


圖三:拋球式發球機投出包五圈透明膠帶球的高度和距離長條圖

1.在打擊力練習時，改良的樂樂棒球給您的感覺如何?		
偏硬 13.6%	適中 86.4%	偏軟 0%
2.在打擊力練習時，您覺得發球機發出改良樂樂棒球的高度如何?		
球路偏高，不適合打擊練習 0%	球路適中，適合打擊練習 90.9%	球路偏低，不適合打擊練習 9.1%



● 偏硬
● 適中
● 偏軟



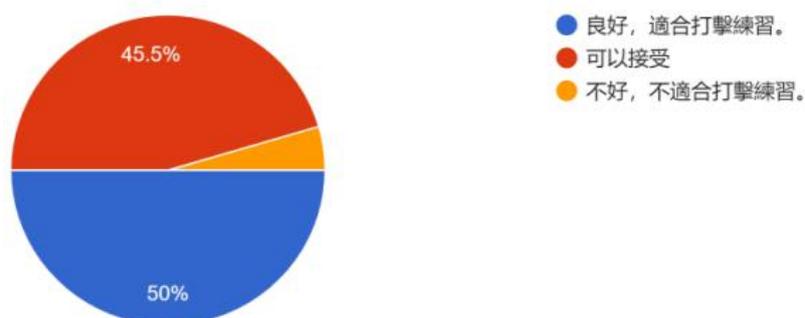
● 球路偏高，不適合打擊練習。
● 高度適中，適合打擊練習。
● 球路偏低，不適合打擊練習。

圖 4:改良樂樂棒球給您的打擊感覺問卷結果 圖 5:發球機發出改良樂樂棒球高度問卷結果

從上圖得知，在打擊練習時，感覺改良的樂樂棒球路適中的有 86.4%，覺得偏硬的有 13.6%;覺得球路高度適中，適合打擊練習是]有 90.9%，覺得球路偏低，不適合打擊練習的有 9.1%。顯示多數隊員覺得軟硬度適中、球路適中，適合打擊練習。

3.在打擊力練習時，你覺得改良的樂樂棒球視覺效果如何?		
良好，適合打擊練習 50%	可以接受 45.5%	不好，不適合打擊練習 4.5%

求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

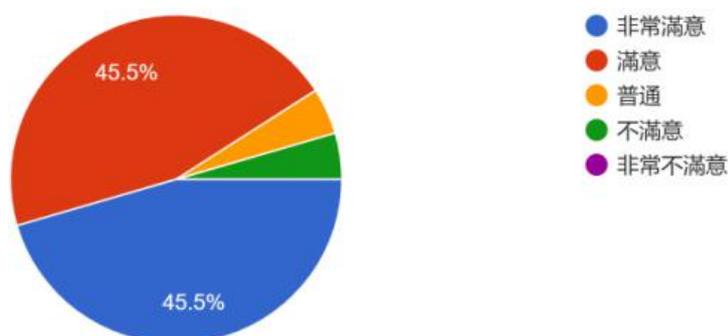


圖六:改良的樂樂棒球視覺效果問卷結果

從上圖得知，有 50%的樂樂棒球隊員覺得改良的樂樂棒球適合打擊練習，可以接受的有 45.5%，只有 4.5%的隊員覺得戶好，不適合打擊練習，由此可見有 95.5%的隊員可以接受改良的樂樂棒球視覺效果或覺得良好，適合進行打擊練習。

4.整體來說，在打擊力練習時，您對於改良後的樂樂棒球滿意嗎?

非常滿意 45.5%	滿意 45.5%	普通 4.5%	不滿意 4.5%	非常不滿意 0%
------------	----------	---------	----------	----------



圖七對於改良的樂樂棒球整體滿意問卷結果:

從上圖可知，對我們改良的樂樂棒球覺得滿意和非常滿意各有 45%，普通和不滿意各占百分之四點五，由此可見大部分的隊員對我們改良的樂樂棒球覺得滿意，代表我們改良是成功的。

肆、結論與建議

一、結論

(一)常見棒壘球發球總共有三種，分別是滾輪式、擺臂式以及拋球式，但只有拋球式發球機適合樂樂棒球打擊練習。拋球式發球機是利用彈性回復力的原理將球拋投出。

(二)拆解發球機後，發現我們目前沒有足夠能力及時間進行機體改良，因此轉而改良樂樂棒球球體。

(三)樂樂棒球為 PU 發泡球，透氣性高、柔軟度佳、可撓性、高抗張強度、高延伸度，需進行球體改良。

(四)黏膠可以封住樂樂棒球的孔隙，但是因為黏膠質軟，包覆在樂樂棒球上不能讓拋球式

發球機投出式打擊高度的球路。

(五)膠帶特性為黏性強及韌性佳，透明膠帶、PVC 膠帶、布膠帶、絕緣膠帶包覆在樂樂棒球上，可以讓拋球式發球機投出適合打擊練習的球路。

(六)最後選擇以包覆五圈透明膠帶的樂樂棒球，提供本校樂樂棒球隊進行拋球式發球機打擊練習，並成功獲得樂樂棒球隊員使用高滿意度，因此選擇拋球式發球機的適合球種，除了需考慮發球機投出的球路，還要考慮視覺效果、打擊觸感，以及防守接球的安全性等因素。

二、建議

(一)建議相關廠商研發適合拋球式發球機的樂樂棒球，以利於各校各球隊的練習。

(二)建議相關廠商研發並製造適合樂樂棒球使用的發球機。

(三)建議後續研究可以嘗試利用不同的膠帶或其他包覆物質，找出改良樂樂棒球的更便利及有效的方式。

伍、引註資料：

一、Facebook:FIELD FORCE Taiwan (2019 年 2 月 19 日)。棒球發球機種類介紹

<https://www.facebook.com/120079144739170/posts/2078107998936265/>

二、痞克幫台灣棒球維基百科館 (2019 年 9 月 21 日)。103 及 104 學年度教育部國小五、六年級樂樂棒球高級版比賽規則簡介。

<https://chba.pixnet.net/blog/post/30518329>

三、洪承璋、洪聿辰、柯閔勛(無日期)。DIY 省錢發球機。2021 年 8 月 13 日。

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2018/11/2018111311052427.pdf>

四、鳳吾實業有限公司(無日期)膠帶。膠帶的比較。2021 年 8 月 18 日。

<https://www.fang-wu.com.tw/tape.html>

五、地球工業股份有限公司(無日期。)PVC 膠帶系列。2021 年 8 月 19 日。

<https://www.globetape.com/pvctapes>

六、王昭欽(無日期)。研發手札: 發泡基本觀念與概論。2021 年 8 月 20 日。

<http://psdn.pidc.org.tw/ike/doclib/2003/2003doclib/2003ike09-0/2003ike09-0-279.asp>

七、蘇榮基、施文昌、洪彰鴻(無日期)。淺談 PU 材料與其在運動器材的應用。2021 年 8

月 20 日。 <http://ir.nptu.edu.tw/retrieve/20707/251.pdf>

八、孫佳蓉、林鈺婷(2018 年 12 月 24 日)。膠帶給你個交代--探討膠帶種類及性能比較

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C010003/detail?ID=f1cfd8ea-178e-4a7b-96b7-6481ebf1d167>

九、耐美知識 (2019 年 7 月 22 日)。什麼是矽利康 silicone? 矽利康的特性與用途?

<https://knowledge.naimei.com.tw/posts/5d352cac3b80c10001e67e02>

十、每日頭條(2017 年 2 月 25 日)。白膠的特性。

<https://kknews.cc/zh-tw/home/j8z9eme.html>