

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。

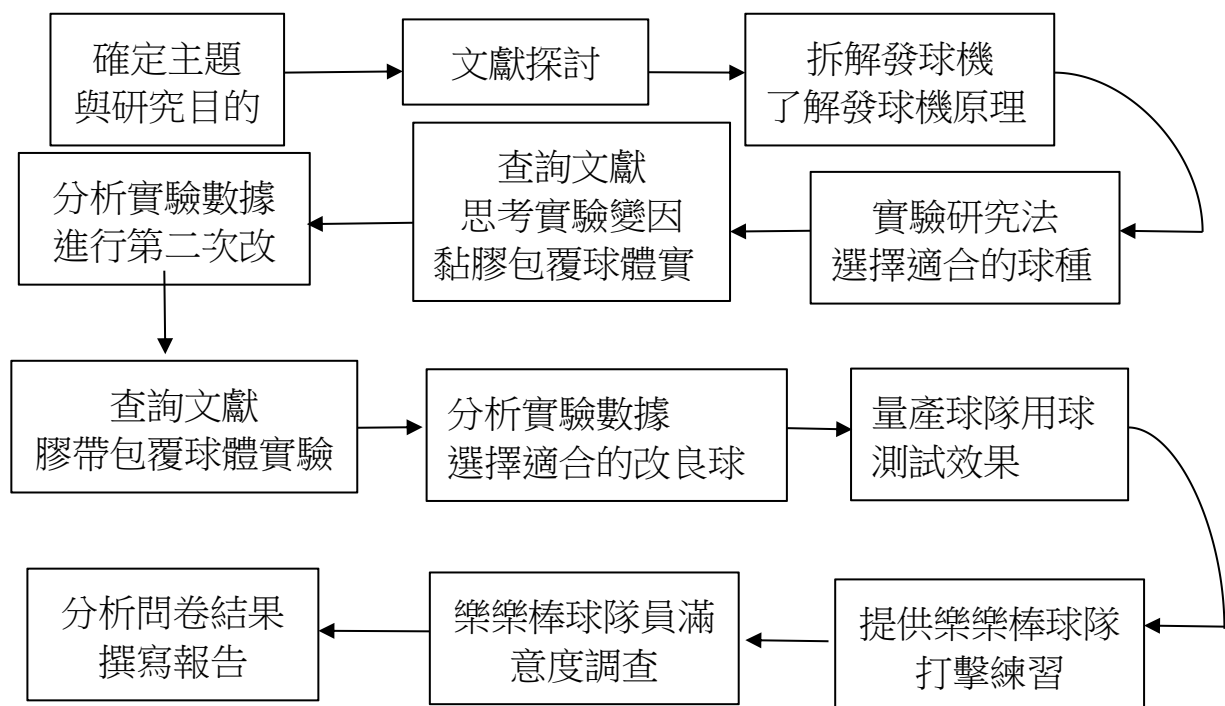
(四)膠帶的種類有很多種，本研究相關的膠帶特性如下：

- 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

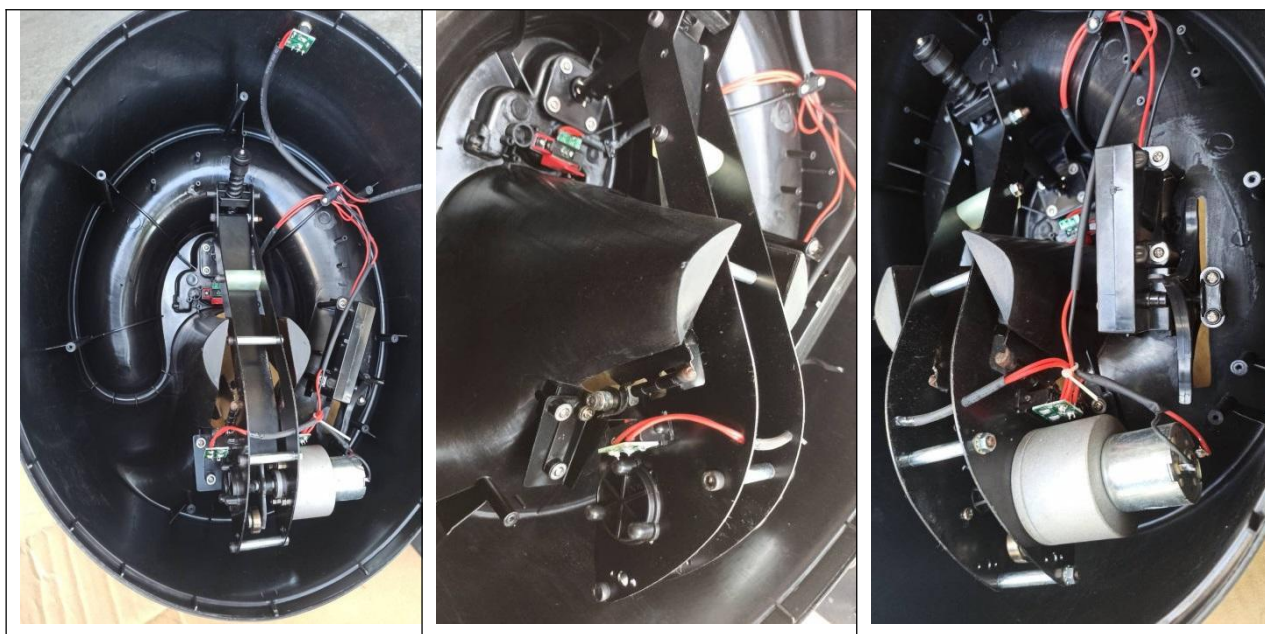


圖一:研究方法與流程圖

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

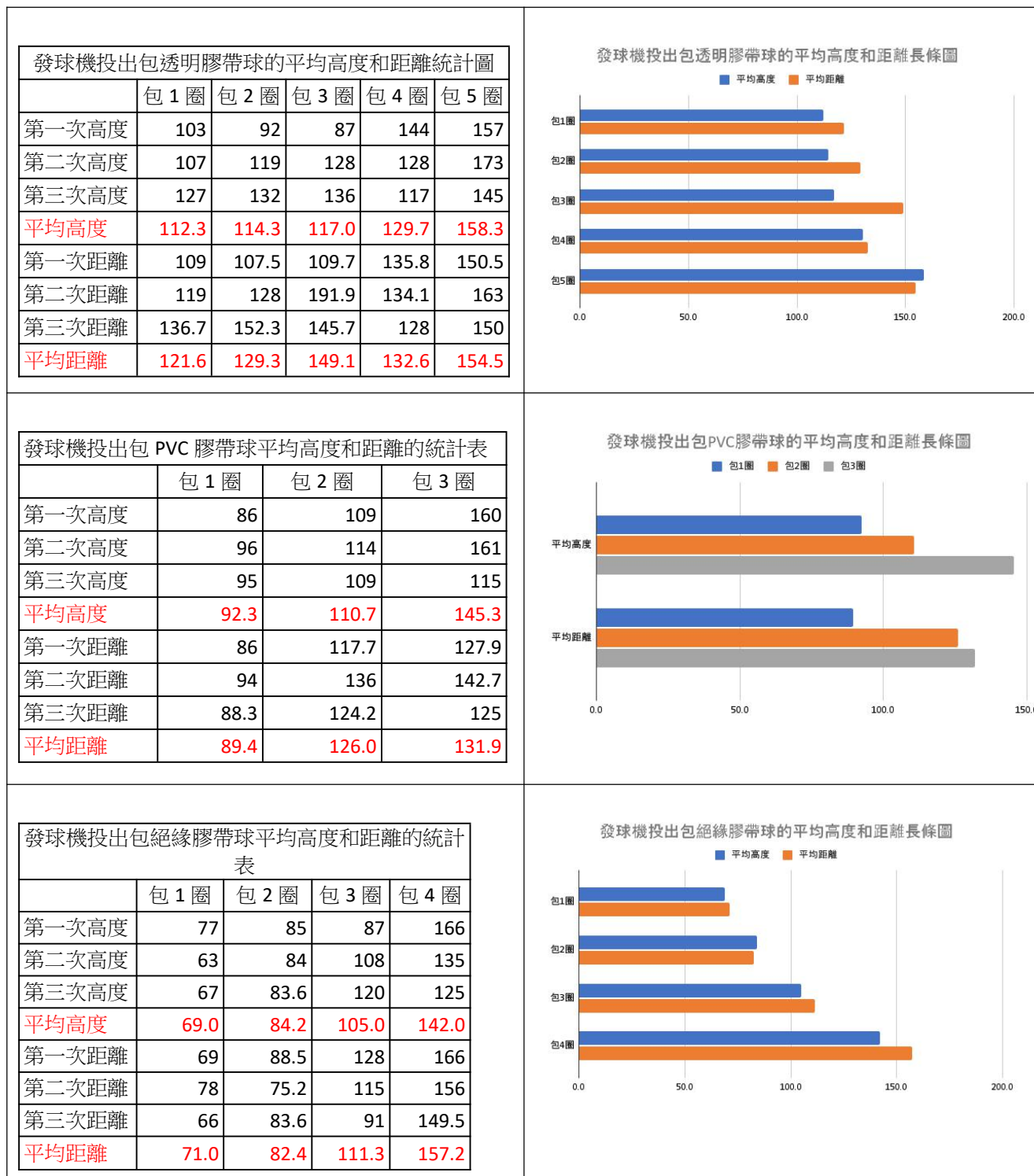
| 球種 | 第一次高度 | 第二次高度 | 第三次高度 | 平均高度 | 第一次距離 | 第二次距離 | 第三次距離 | 平均距離 |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| 矽利康球 | 45 | 43 | 43 | 43.7 | 62 | 66.2 | 63.5 | 63.9 |
| 白膠球 | 74 | 64 | 85 | 74.3 | 87 | 84.2 | 88 | 86.4 |

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。

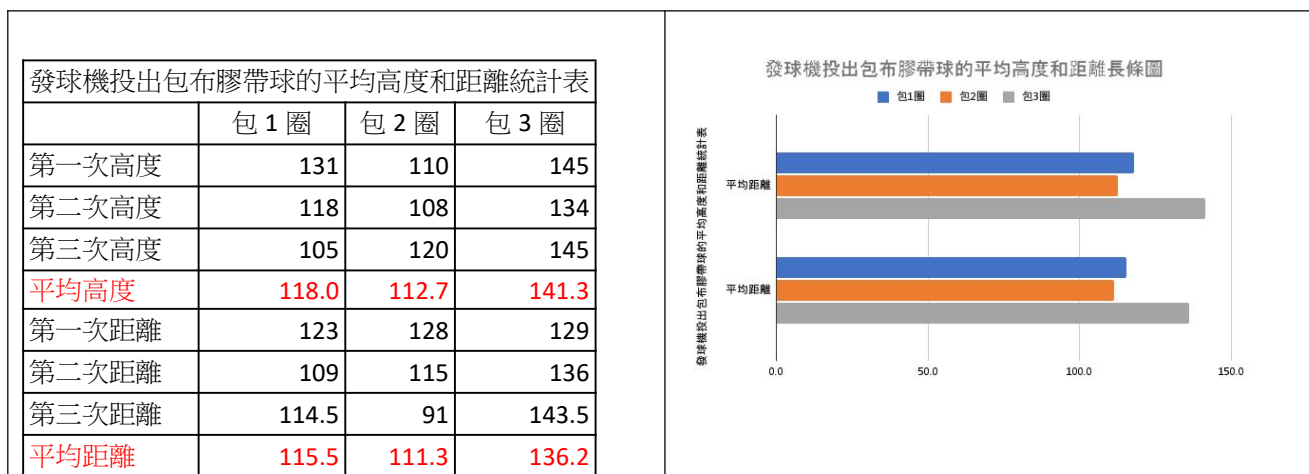
求新球變～當樂樂棒球遇到發球機之改良研究

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



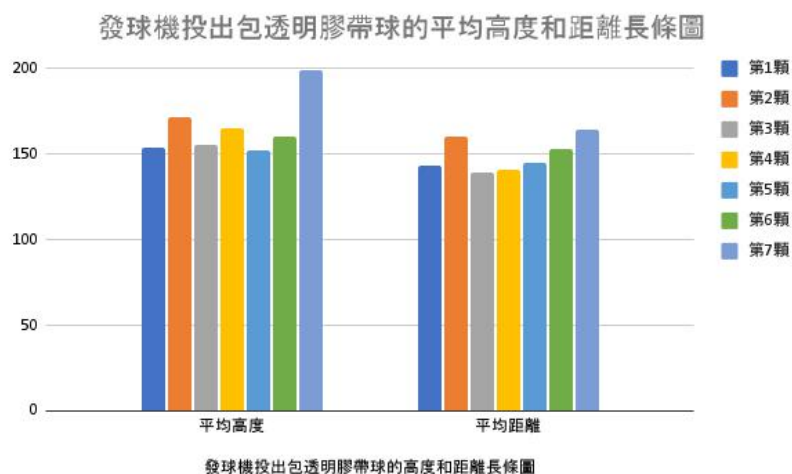
接著，我們讓四種球路在發球機上進行打擊練習，找出我們最後要量產的球種，經過試打幾輪後，我們發現：

- 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% |

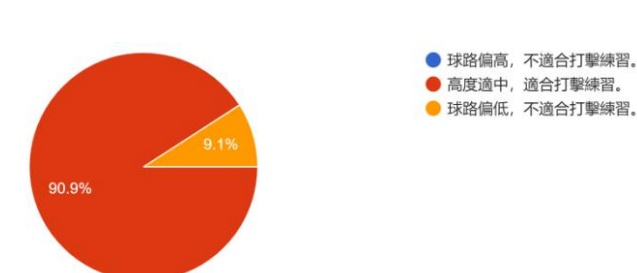
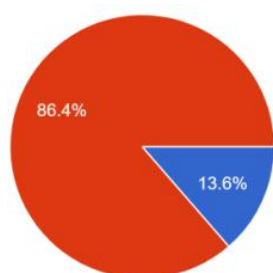


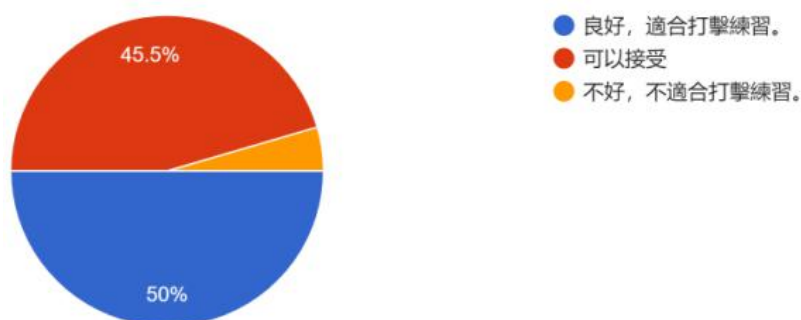
圖 4:改良樂樂棒球給您的打擊感覺問卷結果

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

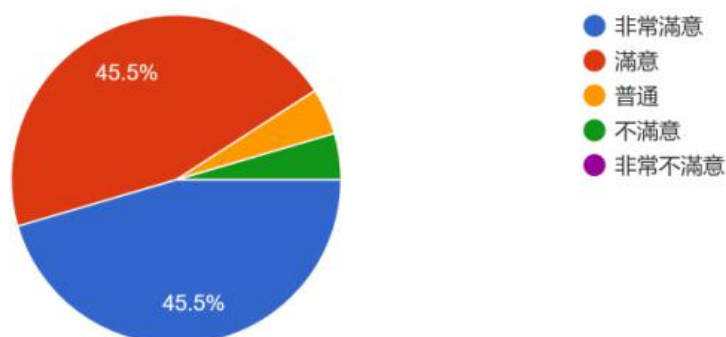


圖六:改良的樂樂棒球視覺效果問卷結果

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>