

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 物理科

080107

**38 乒 VS. 40 乒**

學校名稱：彰化縣溪湖鎮湖北國民小學

作者：  小五 莊育綸 小五 胡碩為 小五 杜宗翰 小五 王靖妤 小五 呂研璿	指導老師：  詹曉嵐 莊和王
---	-------------------------

關鍵詞：38mm 乒乓球、40mm 乒乓球、桌球拍面

## 摘要

2000 年世界盃 ITTF 發佈訊息將乒乓球比賽用球從 38mm 改為 40mm，我們實驗探究 38mm 與 40mm 乒乓球的差異。彈跳高度 30 公分時，38mm 小球彈跳高度、速度和彈跳係數都低於 40mm 的大球，兩者在長顆拍面彈跳最高、平面 NT 拍面彈跳最低；而在 60 公分的彈跳實驗中，38mm 小球的彈跳高度、速度和彈跳係數卻比 40mm 大球佳，兩者在中顆拍面上彈跳最高、平面 NT 拍面上彈跳最低。不同拍面上 40mm 乒乓球摩擦力比較值都大於 38mm 的乒乓球，平面 NT 拍面上的摩擦力相差 19.56% 最多；長顆拍面上摩擦力相差較少只有 3.83% 的差距。一樣的彈射條件下，38mm 乒乓球比 40mm 乒乓球更能夠彈射出較遠的距離。

## 壹、研究動機

體育課上到桌球課程的時候，看到學校桌球隊的同學高超的球技，不禁讓旁人嘆為觀止。但是，那麼小的一顆橘黃色乒乓球，快速的在桌球桌上飛梭，讓人看得都眼花撩亂了，怎麼桌球隊的同學還能對「打」如流呢？體育課老師介紹桌球運動時，提到原本桌球運動的比賽用球使用規格是 38mm，後來為了增加桌球賽的可看性，才將比賽用球使用規格改為 40mm，桌球教練也建議我們可以使用 38mm 的小球練習速度。於是，我們對於 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球產生了好奇心，才差 2mm 大約一隻小螞蟻的大小，會對擊球造成多大的影響呢？另外，在選購桌球拍時桌球拍面的膠皮種類繁多，大球與小球在不同拍皮上又會有多大的差異產生？因此我們想探究 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同桌球拍拍面上彈力、摩擦力和彈射落點上的差異。

## 貳、研究目的

一、探討 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面彈力的差異。

(一) 研究 38mm 乒乓球在五種拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）彈力的表現。

(二) 研究 40mm 乒乓球在五種拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）彈力的表現。

二、探討 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面摩擦力的差異。

(一) 研究 38mm 乒乓球在五種拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）摩擦力的表現。

(二) 研究 40mm 乒乓球在五種拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）摩擦力的表現。

三、探討 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球彈射落點的差異。

(一) 研究 38mm 乒乓球彈射落點的距離。

(二) 研究 40mm 乒乓球彈射落點的距離。

## 參、研究設備及器材

一、研究材料及設備：桌球拍（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）、38mm 乒乓球（日製三星）、40mm 乒乓球（雷鳥三星）、自製刻度尺、長尺、水平尺、透明壓克力管、塑膠瓦楞板、定滑輪組、釣魚線、針、透明塑膠杯、紙黏土、滴管、電子秤、數位相機、錄影機、腳架、電腦、黑色壁報紙、痲子粉、桌球桌。

二、研究軟體：Tracker 軟體。

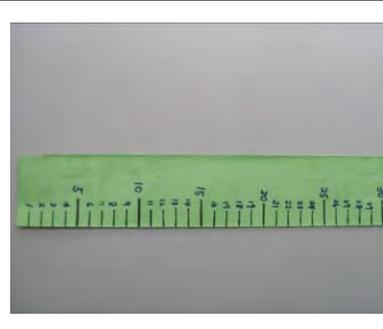
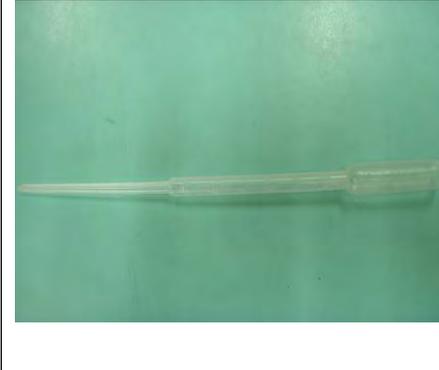
表 1 研究材料及設備數量說明表

研究材料與器材名稱	數量	研究材料與器材名稱	數量
桌球拍（平面）	1	針	1
桌球拍（平面 NT）	1	透明塑膠杯	1
桌球拍（短顆）	1	紙黏土	1
桌球拍（中顆）	1	滴管	1
桌球拍（長顆）	1	電子秤	1
乒乓球 38mm（三星）	20	黑色壁報紙（全開）	1

乒乓球 40mm (三星)	20	痲子粉	1
自製刻度尺	1	橡皮條	1
捲尺	1	橡皮條固定架	2
水平尺	1	數位相機	1
透平壓克力管 (30cm)	1	錄影機	1
透平壓克力管 (60cm)	1	腳架	1
塑膠瓦楞板 (A4)	2	電腦	1
定滑輪組	1	桌球桌	1
釣魚線 50cm	1		

表 2 研究材料及設備圖片說明表

		
桌球拍 (平面)	桌球拍 (平面 NT)	桌球拍 (短顆)
		
桌球拍 (中顆)	桌球拍 (長顆)	乒乓球 38mm

		
<p>乒乓球 40mm</p>	<p>自製刻度尺</p>	<p>捲尺</p>
		
<p>水平尺</p>	<p>透平壓克力管 (30cm、60cm)</p>	<p>塑膠瓦楞板</p>
		
<p>定滑輪組、釣魚線、塑膠杯</p>	<p>針</p>	<p>紙黏土</p>
		
<p>滴管</p>	<p>電子秤</p>	<p>數位相機</p>



錄影機



腳架



黑色壁報紙（全開）、痲子粉



痲子粉



橡皮條



桌球桌

## 肆、研究過程或方法

### 一、研究架構圖

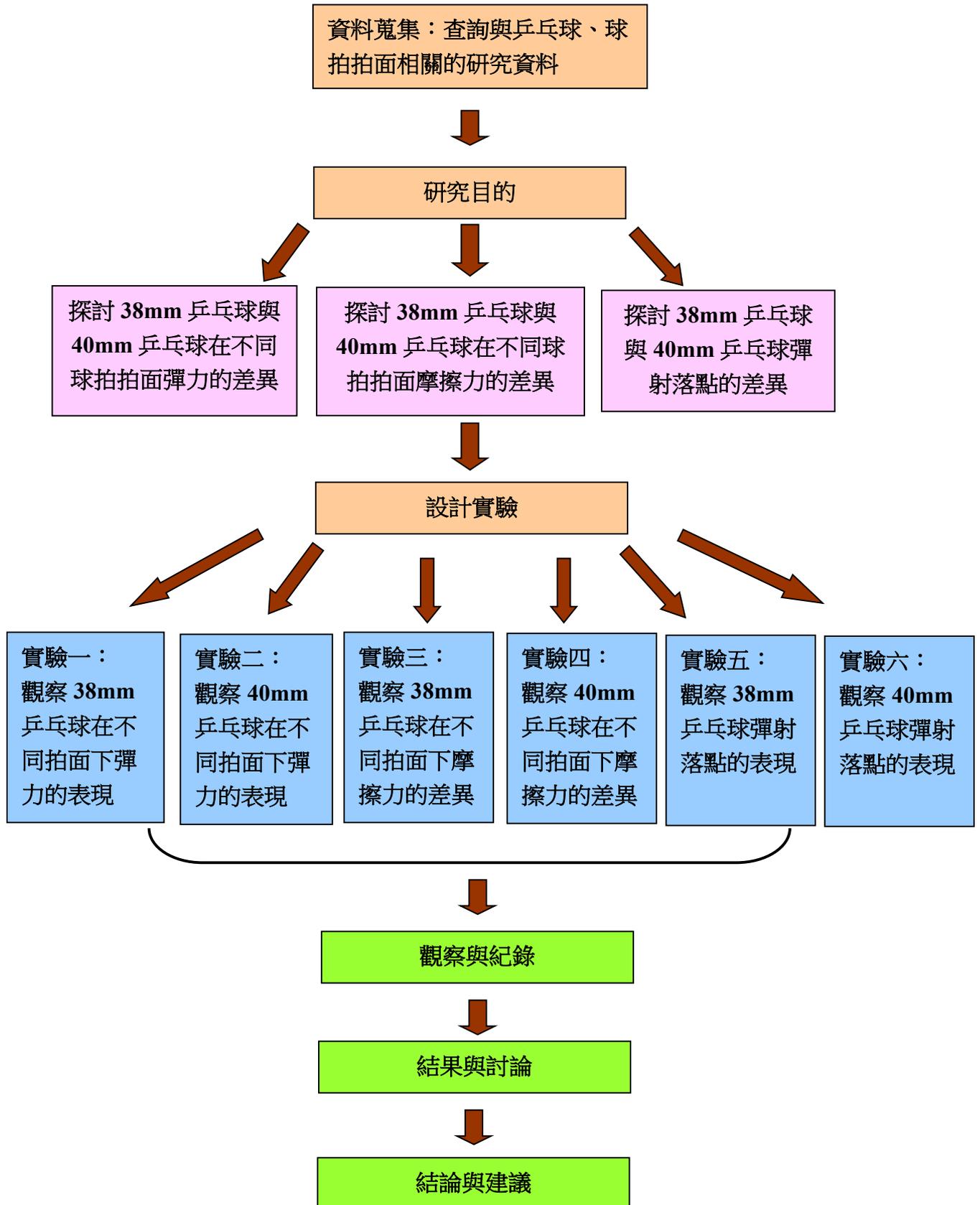


圖 1 研究架構圖

## 二、研究變因

表 3：實驗變因整理表

實驗主題	操縱變因	應變變因	控制變因
38mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異	桌球拍皮	乒乓球彈跳高度	測試高度、攝影高度、彈跳點水平、球拍拍面水平、乒乓球
40mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異	桌球拍皮	乒乓球彈跳高度	測試高度、攝影高度、彈跳點水平、球拍拍面水平、乒乓球
38mm 乒乓球在不同拍面下摩擦力的差異	桌球拍皮	乒乓球與拍面摩擦力表現	乒乓球加紙黏土總重量、乒乓球、彈簧秤
40mm 乒乓球在不同拍面下摩擦力的差異	桌球拍皮	乒乓球與拍面摩擦力表現	乒乓球加紙黏土總重量、乒乓球、彈簧秤
38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球彈射落點差異	乒乓球尺寸	乒乓球彈射落點與桌球桌邊緣距離	橡皮條固定架位置、橡皮條拉抬角度、橡皮條拉開程度

## 三、研究方法

### (一) 探究 38mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異

步驟一：準備透明壓克力管（直徑 10cm、高度 30cm 和 60cm 兩種），將自製刻度尺固定在壓克力管內側

步驟二：固定桌球拍，以水平尺測試桌球拍拍面，調整至水平

步驟三：將透明壓克力管放置在桌球拍面中心處，劃記壓克力管擺放位置

步驟四：取塑膠瓦楞板，裁切半徑 7 公分的圓，在圓形塑膠瓦楞板中心裁切出一個直徑 4.2 公分的圓孔，運用塑膠瓦楞板黏貼乒乓球移動軌道

步驟五：將製作好的塑膠瓦楞板放置在壓克力管上方，以水平尺測試調整至水平

步驟六：架設實驗攝影器材

步驟七：進行 38mm 乒乓球在彈跳高度 30cm，不同拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）下的彈跳測試

步驟八：進行 38mm 乒乓球在彈跳高度 60cm，不同拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）下的彈跳測試

步驟九：解析錄影影片，紀錄實驗數據(紀錄第一次彈跳高度和時間)

## (二) 探究 40mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異

步驟一：準備透明壓克力管（直徑 10cm、高度 30cm 和 60cm 兩種），將自製刻度尺固定在壓克力管內側

步驟二：固定桌球拍，以水平尺測試桌球拍拍面，調整至水平

步驟三：將透明壓克力管放置在桌球拍面中心處，劃記壓克力管擺放位置

步驟四：取塑膠瓦楞板，裁切半徑 7 公分的圓，在圓形塑膠瓦楞板中心裁切出一個直徑 4.2 公分的圓孔，運用塑膠瓦楞板黏貼乒乓球移動軌道

步驟五：將製作好的塑膠瓦楞板放置在壓克力管上方，以水平尺測試調整至水平

步驟六：架設實驗攝影器材

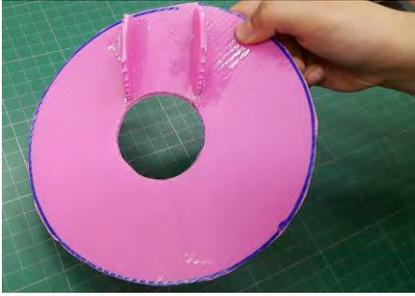
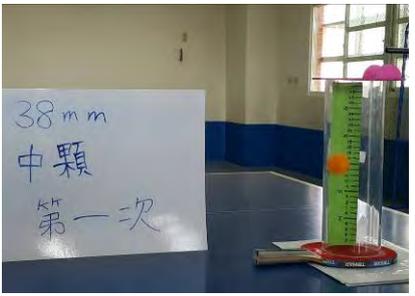
步驟七：進行 40mm 乒乓球在彈跳高度 30cm，不同拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）下的彈跳測試

步驟八：進行 40mm 乒乓球在彈跳高度 60cm，不同拍面（平面、平面 NT、短顆、中顆、長顆）下的彈跳測試

步驟九：解析錄影影片，紀錄實驗數據(紀錄第一次彈跳高度和時間)

### 實驗照片－彈力實驗

		
準備透明壓克力管，將自製刻度尺固定壓克力管內側	固定球拍，測試拍面水平	將壓克力管放置在球拍面中心處，劃記擺放位置

		
<p>裁切圓形瓦楞板，在中心裁一個直徑 4.2 公分的圓孔</p>	<p>將塑膠瓦楞板放置在壓克力管上方，以水平尺測試水平</p>	<p>架設實驗攝影器材</p>
		
<p>進行高度 30cm 的彈跳實驗</p>	<p>進行高度 60cm 的彈跳實驗</p>	<p>解析實驗錄影影片，紀錄實驗數據</p>

### (三) 探究 38mm 乒乓球在不同球拍拍面下摩擦力的比較值

我們原先預期是想測試乒乓球在不同球拍拍面上的摩擦力表現，但是乒乓球真的是太輕了，想測試摩擦力有一定的困難度，後來跟老師討論之後，似乎可以從增加乒乓球重量的方向來思考實驗操作方式，這樣一來我們還是可以比較不同尺寸的乒乓球在不同拍面球拍上的摩擦力。

步驟一：我們將 38mm 乒乓球對切，其中一半填入紙黏土以增加重量。

步驟二：以電子秤稱重 38mm 乒乓球與紙黏土重量合計 30.00g。

步驟三：固定桌球拍，以水平尺測試桌球拍拍面，調整至水平

步驟四：將定滑輪組固定在實驗桌面

步驟五：取 50cm 釣魚線一端穿入針孔，另一端固定綁在塑膠杯上

步驟六：將穿好釣魚線的針扎入填有紙黏土的乒乓球內

步驟七：將乒乓球放置在桌球拍面，釣魚線置入定滑輪

步驟八：以滴管穩定加水到塑膠杯中，觀察乒乓球在不同球拍拍面上的移動情形

步驟九：以電子秤稱量塑膠杯與加入水的重量，紀錄實驗數據

#### (四) 探究 40mm 乒乓球在不同球拍拍面下摩擦力的比較值

步驟一：我們將 40mm 乒乓球對切，其中一半填入紙黏土以增加重量。

步驟二：以電子秤稱重 40mm 乒乓球與紙黏土重量合計 30.00g。

步驟三：固定桌球拍，以水平尺測試桌球拍拍面，調整至水平

步驟四：將定滑輪組固定在實驗桌面

步驟五：取 50cm 釣魚線一端穿入針孔，另一端固定綁在塑膠杯上

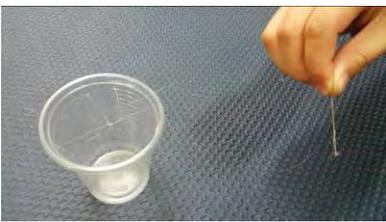
步驟六：將穿好釣魚線的針扎入填有紙黏土的乒乓球內

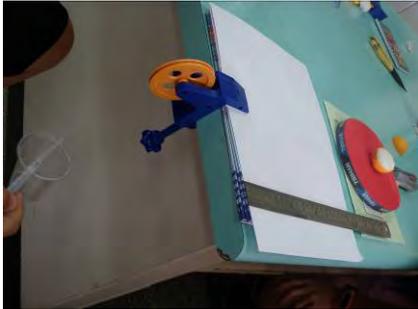
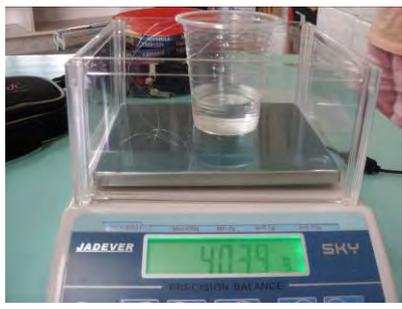
步驟七：將乒乓球放置在桌球拍面，釣魚線置入定滑輪

步驟八：以滴管穩定加水到塑膠杯中，觀察乒乓球在不同球拍拍面上的移動情形

步驟九：以電子秤稱量塑膠杯與加入水的重量，紀錄實驗數據

#### 實驗照片－摩擦力實驗

		
乒乓球對切，填入紙黏土	乒乓球與紙黏土重量 30.00g	固定球拍，測試拍面水平
		
固定定滑輪裝置	取釣魚線一端穿入針孔，另一端固定綁在塑膠杯上	將穿好釣魚線的針扎入填有紙黏土的乒乓球內

		
將乒乓球放置在桌球拍拍面，釣魚線置入定滑輪	以滴管穩定加水到塑膠杯中，觀察乒乓球移動情形	以電子秤秤重量，紀錄實驗數據

### (五) 探究 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球彈射落點差異

我們想探討乒乓球從小球（38mm）變成大球（40mm）乒乓球落點位置會有怎樣的差異，但是乒乓球球速較快且落點位置判斷上不明確，為了讓乒乓球落點位置容易確定，思考後我們決定在桌球桌上鋪上黑色壁報紙，然後平鋪痲子粉，當乒乓球落點後，比較容易判別落點位置了。

步驟一：準備兩張黑色壁報紙，平鋪在桌球桌上

步驟二：將痲子粉噴灑在平鋪的黑色壁報紙上方

步驟三：固定橡皮條架，固定橡皮條

步驟四：分別將 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球以水平向下 10 度角以橡皮條彈出去

步驟五：觀察 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在痲子粉上的落點位置

步驟六：測量 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球落點位置與桌球桌邊線距離

步驟七：紀錄實驗數據

#### 實驗照片－彈射落點實驗

		
準備兩張黑色壁報紙，平鋪在桌球桌上	將痲子粉噴灑在平鋪的黑色壁報紙上方	固定橡皮條架

		
將乒乓球以水平向下 10 度的角度以橡皮條彈射出去	觀察乒乓球在痲子粉上的落點位置	測量乒乓球落點位置與桌球桌邊線距離

## 伍、研究結果

### 一、彈跳高度 30 公分：38mm 乒乓球 VS. 40mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異

#### (一) 平面 NT 桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	30.000	242.487	15.790	175.922	0.725	30.000	242.487	16.330	178.904	0.738
第二次	30.000	242.487	15.910	176.589	0.728	30.000	242.487	16.610	180.432	0.744
第三次	30.000	242.487	16.410	179.342	0.740	30.000	242.487	16.420	179.397	0.740
第四次	30.000	242.487	16.480	179.724	0.741	30.000	242.487	15.950	176.811	0.729
第五次	30.000	242.487	16.250	178.466	0.736	30.000	242.487	16.940	182.215	0.751
平均	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>16.168</b>	<b>178.008</b>	<b>0.734</b>	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>16.450</b>	<b>179.552</b>	<b>0.740</b>

#### (二) 平面桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	30.000	242.487	17.200	183.608	0.757	30.000	242.487	17.690	186.205	0.768
第二次	30.000	242.487	17.440	184.885	0.762	30.000	242.487	17.950	187.569	0.774
第三次	30.000	242.487	17.290	184.088	0.759	30.000	242.487	17.230	183.768	0.758
第四次	30.000	242.487	17.780	186.678	0.770	30.000	242.487	17.470	185.044	0.763
第五次	30.000	242.487	17.910	187.360	0.773	30.000	242.487	17.990	187.778	0.774
平均	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.524</b>	<b>185.324</b>	<b>0.764</b>	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.666</b>	<b>186.073</b>	<b>0.767</b>

(三) 短顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	30.000	242.487	16.220	178.301	0.735	30.000	242.487	17.480	185.097	0.763
第二次	30.000	242.487	16.880	181.892	0.750	30.000	242.487	17.580	185.625	0.766
第三次	30.000	242.487	17.940	187.516	0.773	30.000	242.487	17.770	186.626	0.770
第四次	30.000	242.487	17.380	184.567	0.761	30.000	242.487	17.100	183.074	0.755
第五次	30.000	242.487	17.550	185.467	0.765	30.000	242.487	17.630	185.889	0.767
平均	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.194</b>	<b>183.549</b>	<b>0.757</b>	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.512</b>	<b>185.262</b>	<b>0.764</b>

(四) 中顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	30.000	242.487	17.800	186.783	0.770	30.000	242.487	17.590	185.678	0.766
第二次	30.000	242.487	17.120	183.181	0.755	30.000	242.487	17.230	183.768	0.758
第三次	30.000	242.487	17.450	184.938	0.763	30.000	242.487	18.320	189.492	0.781
第四次	30.000	242.487	17.540	185.414	0.765	30.000	242.487	18.220	188.974	0.779
第五次	30.000	242.487	17.430	184.832	0.762	30.000	242.487	17.750	186.521	0.769
平均	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.468</b>	<b>185.030</b>	<b>0.763</b>	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>17.822</b>	<b>186.887</b>	<b>0.771</b>

(五) 長顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	30.000	242.487	18.080	188.247	0.776	30.000	242.487	17.940	187.516	0.773
第二次	30.000	242.487	18.290	189.337	0.781	30.000	242.487	18.480	190.318	0.785
第三次	30.000	242.487	18.650	191.191	0.788	30.000	242.487	18.440	190.112	0.784
第四次	30.000	242.487	18.350	189.647	0.782	30.000	242.487	18.880	192.366	0.793
第五次	30.000	242.487	18.730	191.601	0.790	30.000	242.487	18.740	191.652	0.790
平均	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>18.420</b>	<b>190.004</b>	<b>0.784</b>	<b>30.000</b>	<b>242.487</b>	<b>18.496</b>	<b>190.393</b>	<b>0.785</b>

二、彈跳高度 60 公分：38mm 乒乓球 VS. 40mm 乒乓球在不同拍面下彈力的差異

(一) 平面 NT 桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	60.000	342.929	30.540	244.660	0.713	60.000	342.929	29.500	240.458	0.701
第二次	60.000	342.929	31.040	246.654	0.719	60.000	342.929	29.250	239.437	0.698
第三次	60.000	342.929	31.170	247.170	0.721	60.000	342.929	29.600	240.865	0.702
第四次	60.000	342.929	29.710	241.312	0.704	60.000	342.929	29.680	241.190	0.703
第五次	60.000	342.929	30.430	244.219	0.712	60.000	342.929	29.460	240.295	0.701
平均	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>30.578</b>	<b>244.803</b>	<b>0.714</b>	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>29.498</b>	<b>240.449</b>	<b>0.701</b>

(二) 平面桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	60.000	342.929	31.920	250.126	0.729	60.000	342.929	31.310	247.725	0.722
第二次	60.000	342.929	32.980	254.246	0.741	60.000	342.929	32.560	252.621	0.737
第三次	60.000	342.929	33.390	255.821	0.746	60.000	342.929	31.680	249.184	0.727
第四次	60.000	342.929	30.000	242.487	0.707	60.000	342.929	32.480	252.311	0.736
第五次	60.000	342.929	33.780	257.311	0.750	60.000	342.929	31.670	249.145	0.727
平均	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>32.414</b>	<b>251.998</b>	<b>0.735</b>	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>31.940</b>	<b>250.197</b>	<b>0.730</b>

(三) 短顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	60.000	342.929	30.750	245.499	0.716	60.000	342.929	30.830	245.819	0.717
第二次	60.000	342.929	32.120	250.909	0.732	60.000	342.929	30.300	243.697	0.711
第三次	60.000	342.929	32.080	250.752	0.731	60.000	342.929	31.040	246.654	0.719
第四次	60.000	342.929	32.940	254.091	0.741	60.000	342.929	30.540	244.660	0.713
第五次	60.000	342.929	32.570	252.660	0.737	60.000	342.929	30.760	245.539	0.716
平均	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>32.092</b>	<b>250.782</b>	<b>0.731</b>	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>30.694</b>	<b>245.274</b>	<b>0.715</b>

(四) 中顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	60.000	342.929	33.510	256.280	0.747	60.000	342.929	31.970	250.322	0.730
第二次	60.000	342.929	32.440	252.156	0.735	60.000	342.929	32.360	251.844	0.734
第三次	60.000	342.929	34.150	258.716	0.754	60.000	342.929	32.010	250.479	0.730
第四次	60.000	342.929	32.810	253.589	0.739	60.000	342.929	32.440	252.156	0.735
第五次	60.000	342.929	32.700	253.164	0.738	60.000	342.929	33.090	254.669	0.743
平均	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>33.122</b>	<b>254.781</b>	<b>0.743</b>	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>32.374</b>	<b>251.894</b>	<b>0.735</b>

(五) 長顆桌球拍

	38mm 乒乓球					40mm 乒乓球				
	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R	H <sub>in</sub>	V <sub>in</sub>	H <sub>out</sub>	V <sub>out</sub>	R
第一次	60.000	342.929	32.380	251.922	0.735	60.000	342.929	32.200	251.221	0.733
第二次	60.000	342.929	32.160	251.065	0.732	60.000	342.929	32.020	250.518	0.731
第三次	60.000	342.929	33.140	254.862	0.743	60.000	342.929	32.620	252.854	0.737
第四次	60.000	342.929	33.310	255.514	0.745	60.000	342.929	31.920	250.126	0.729
第五次	60.000	342.929	32.620	252.854	0.737	60.000	342.929	31.970	250.322	0.730
平均	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>32.722</b>	<b>253.243</b>	<b>0.738</b>	<b>60.000</b>	<b>342.929</b>	<b>32.146</b>	<b>251.008</b>	<b>0.732</b>

### 三、38mm 乒乓球 VS. 40mm 乒乓球在不同拍面下摩擦力的比較值

拍面種類 操作次數	平面 NT		平面	
	38mm	40mm	38mm	40mm
第一次	36.89	44.27	41.68	48.63
第二次	37.23	44.57	41.72	48.35
第三次	36.93	43.93	40.39	47.19
平均	<b>37.02</b>	<b>44.26</b>	<b>41.26</b>	<b>48.06</b>

單位：公克

拍面種類 操作次數	短顆		中顆		長顆	
	38mm	40mm	38mm	40mm	38mm	40mm
第一次	19.05	21.28	16.91	17.85	14.01	14.13
第二次	18.83	21.64	16.65	17.40	13.46	14.84
第三次	19.01	20.13	17.13	18.01	14.07	14.17
平均	<b>18.96</b>	<b>21.02</b>	<b>16.90</b>	<b>17.75</b>	<b>13.85</b>	<b>14.38</b>

單位：公克

### 四、38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球彈射落點實驗

	38mm 乒乓球	40mm 乒乓球	相差
第一次	48.5	65.4	16.9
第二次	55.0	67.3	12.3
第三次	50.8	66.5	15.7
第四次	49.3	68.2	18.9
第五次	49.5	59.7	10.2
平均	<b>50.62</b>	<b>65.42</b>	<b>14.8</b>

單位：公分

## 陸、討論

### 一、探討彈跳高度 30 公分：38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面上彈力的差異

#### (一) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面上彈跳高度

1. 從下圖 2 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳高度：

平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球 (16.168cm) < 40mm 乒乓球 (16.450cm)

平面拍面上：38mm 乒乓球 (17.524cm) < 40mm 乒乓球 (17.666cm)

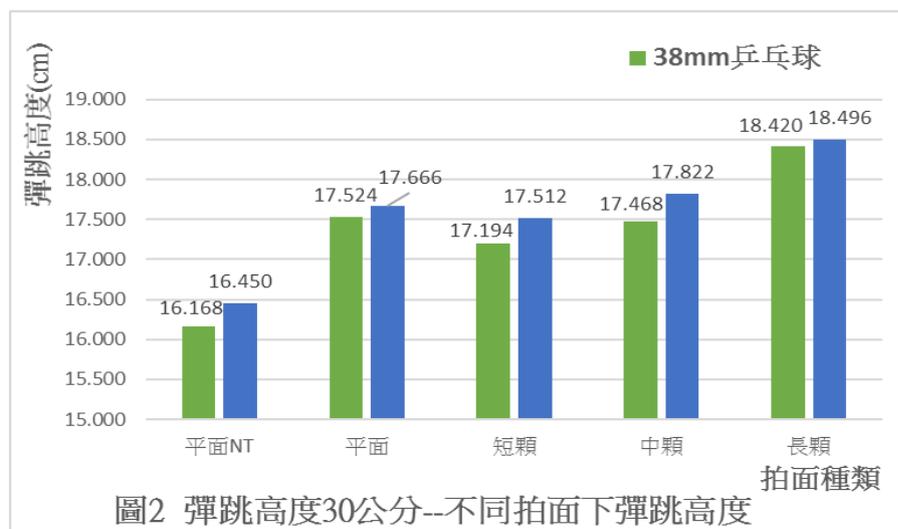
短顆拍面上：38mm 乒乓球 (17.194cm) < 40mm 乒乓球 (17.512cm)

中顆拍面上：38mm 乒乓球 (17.468cm) < 40mm 乒乓球 (17.822cm)

長顆拍面上：38mm 乒乓球 (18.420cm) < 40mm 乒乓球 (18.496cm)

在高度 30 公分的彈跳實驗中，不同拍面上 38mm 乒乓球從 30 公分落下後第一次彈跳到最高點的彈跳高度都比 40mm 乒乓球較短一點。

2. 彈跳高度 30 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈後彈跳到最高點的彈跳高度，38mm 乒乓球彈跳高度：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；40mm 乒乓球彈跳高度是：長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
3. 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在中顆球拍拍面上彈跳高度差距最大，相差 0.354cm；再來依次為短顆 (0.318cm) → 平面 NT (0.282cm) → 平面拍面 (0.142cm)；在長顆拍面上彈跳高度差距最小，只有 0.076cm 的差距。



## (二) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面上彈跳速度

1. 從下圖 3 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳速度：  
平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球 (178.008cm/s) < 40mm 乒乓球 (179.552cm/s)  
平面拍面上：38mm 乒乓球 (185.324cm/s) < 40mm 乒乓球 (186.073cm/s)  
短顆拍面上：38mm 乒乓球 (183.549cm/s) < 40mm 乒乓球 (185.262cm/s)  
中顆拍面上：38mm 乒乓球 (185.030cm/s) < 40mm 乒乓球 (186.887cm/s)  
長顆拍面上：38mm 乒乓球 (190.004cm/s) < 40mm 乒乓球 (190.393cm/s)  
在高度 30 公分的彈跳實驗中，不同拍面上 38mm 乒乓球從 30 公分落下後第一次反彈後速度都較 40mm 乒乓球還要慢一點。
2. 彈跳高度 30 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈後的速度，38mm 乒乓球第一次反彈到最高點的速度：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；而 40mm 乒乓球第一次反彈到最高點的速度是長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
3. 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在中顆球拍拍面上彈跳速度差距最大，相差 1.857cm/s，再來依次為短顆拍面相差 1.713cm/s、平面 NT 球拍相差 1.544cm/s、平面拍面上相差 0.749cm/s、在長顆拍面上彈跳速度差距最小，只有 0.389cm/s 差距。



## (三) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面上彈跳係數

1. 從下圖 4 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳係數：  
平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球 (0.734) < 40mm 乒乓球 (0.740)

平面拍面上：38mm 乒乓球 (0.764) < 40mm 乒乓球 (0.767)

短顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.757) < 40mm 乒乓球 (0.764)

中顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.763) < 40mm 乒乓球 (0.771)

長顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.784) < 40mm 乒乓球 (0.785)

在高度 30 公分的彈跳實驗中，不同拍面下 38mm 乒乓球從 30 公分落下後第一次反彈後的彈跳係數都較 40mm 乒乓球還要小一點。

2. 彈跳高度 30 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈的彈跳係數表現，38mm 乒乓球是：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；而 40mm 乒乓球是長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
3. 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在中顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差 0.008，再來依次為短顆拍面相差 0.007、平面 NT 球拍相差 0.006、平面拍面上相差 0.003、在長顆拍面上彈跳係數差距最小，只有 0.001 的差距。

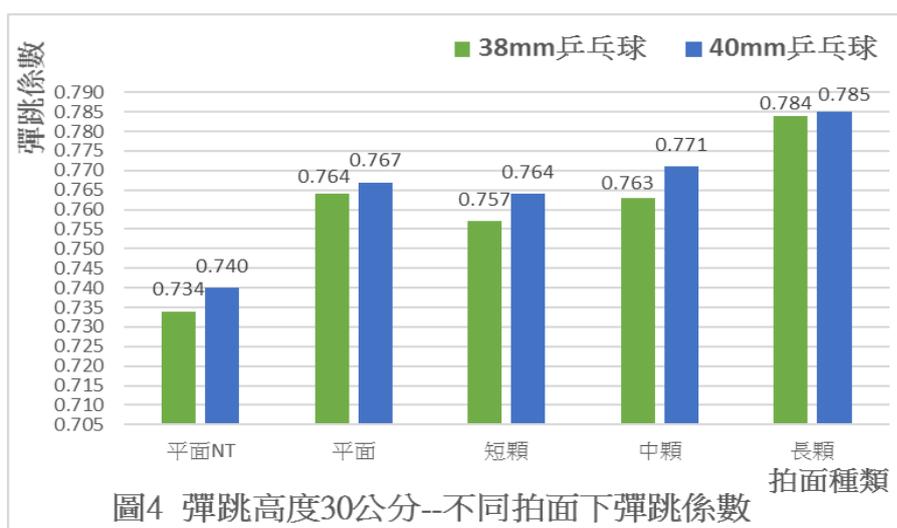


圖4 彈跳高度30公分--不同拍面下彈跳係數

## 二、探討彈跳高度 60 公分：38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面上彈力的差異

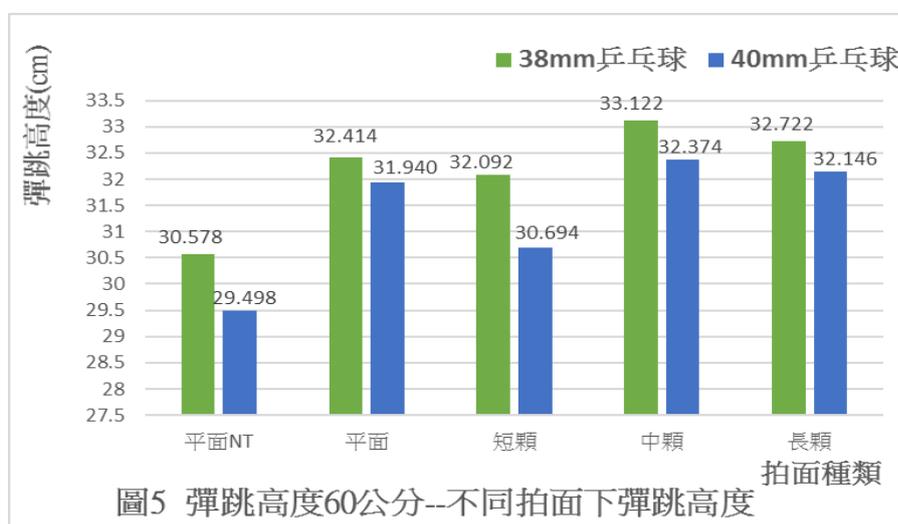
### (一) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面上彈跳高度

1. 從下圖 5 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳高度：  
平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球 (30.578cm) > 40mm 乒乓球 (29.498cm)  
平面拍面上：38mm 乒乓球 (32.414cm) > 40mm 乒乓球 (31.940cm)  
短顆拍面上：38mm 乒乓球 (32.092cm) > 40mm 乒乓球 (30.694cm)  
中顆拍面上：38mm 乒乓球 (33.122cm) > 40mm 乒乓球 (32.374cm)

長顆拍面上：38mm 乒乓球（32.722cm） > 40mm 乒乓球（32.146cm）

在高度 60 公分的彈跳實驗中，不同拍面上 38mm 乒乓球從 60 公分落下後第一次彈跳到最高點的彈跳高度都比 40mm 乒乓球較高一點。

2. 彈跳高度 60 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈後彈跳到最高點的彈跳高度，不管是 38mm 乒乓球還是 40mm 乒乓球彈跳高度都是中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
3. 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在短顆球拍拍面上彈跳高度差距最大，相差 1.398cm；再來依次為平面 NT（1.080cm）→中顆（0.748cm）→長顆拍面（0.576cm）；在平面拍面上彈跳高度差距最小，只有 0.474cm 的差距。



## (二) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面下彈跳速度

1. 從下圖 6 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳速度：

平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球（244.803cm/s） > 40mm 乒乓球（240.449cm/s）

平面拍面上：38mm 乒乓球（251.998cm/s） > 40mm 乒乓球（250.197cm/s）

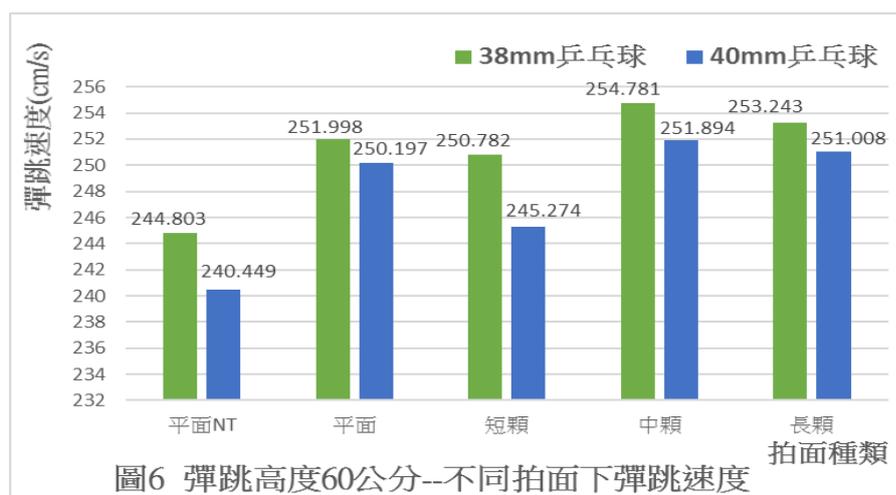
短顆拍面上：38mm 乒乓球（250.782cm/s） > 40mm 乒乓球（245.274cm/s）

中顆拍面上：38mm 乒乓球（254.781cm/s） > 40mm 乒乓球（251.894cm/s）

長顆拍面上：38mm 乒乓球（253.243cm/s） > 40mm 乒乓球（251.008cm/s）

在高度 60 公分的彈跳實驗中，不同拍面下 38mm 乒乓球從 60 公分落下後第一次彈跳速度都較 40mm 乒乓球還要快一點。

- 彈跳高度 60 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈後的速度，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球都是中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
- 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在短顆球拍拍面上彈跳速度差距最大，相差 5.508cm/s，再來依次為平面 NT 拍面相差 4.354cm/s、中顆球拍相差 2.887cm/s、長顆拍面上相差 2.235cm/s、在平面拍面上彈跳速度差距最小，只有 1.801cm/s 差距。



### (三) 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同拍面下彈跳係數

- 從下圖 7 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈跳係數：

平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球 (0.714) > 40mm 乒乓球 (0.701)

平面拍面上：38mm 乒乓球 (0.735) > 40mm 乒乓球 (0.730)

短顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.731) > 40mm 乒乓球 (0.715)

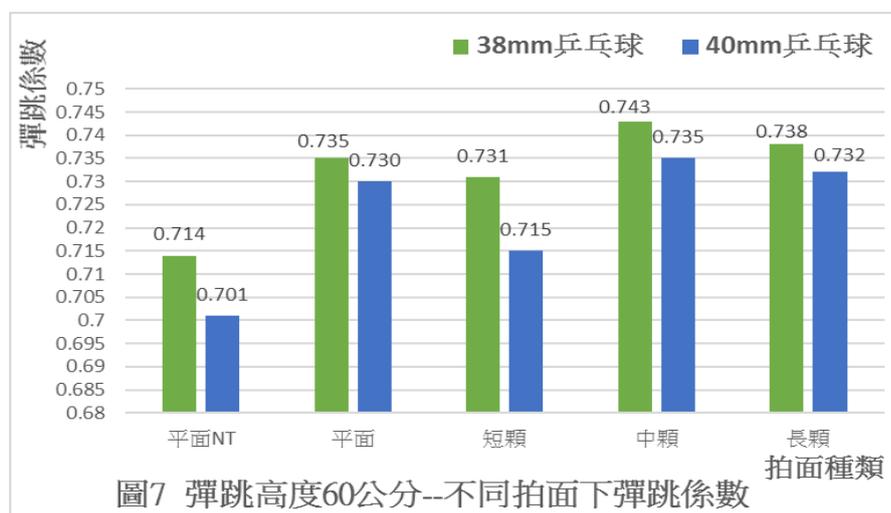
中顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.743) > 40mm 乒乓球 (0.735)

長顆拍面上：38mm 乒乓球 (0.738) > 40mm 乒乓球 (0.732)

在高度 60 公分的彈跳實驗中，不同拍面下 38mm 乒乓球從 60 公分落下後第一次反彈後的彈跳係數都較 40mm 乒乓球還要大一點。

- 彈跳高度 60 公分的彈力實驗中，乒乓球第一次反彈的彈跳係數表現，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球都是：中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。

3. 實驗數據中，38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球在短顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差 0.016，再來依次為平面 NT 拍面相差 0.013、中顆球拍相差 0.008、長顆拍面上相差 0.006、在平面拍面上彈跳係數差距最小，只有 0.005 的差距。



- (四) 綜觀 38mm 與 40mm 乒乓球的彈力實驗，在不同拍皮彈力表現顆粒膠皮球拍彈力表現都優於平面拍皮。我們閱讀的資料（林忻苡等人 2012）提到環境中的溫度和濕度對球拍的彈力都是有影響的，溫度越高拍面彈性越佳；溫度越低拍面彈性越差，低溫環境對平面膠皮彈性影響最大。我們實驗操作期間在冬天與春天交替之際，環境室溫較低，所以球拍平面膠皮彈性表現更不理想。

### 三、探討 38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面摩擦力的差異。

- (一) 從下圖 8 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的摩擦力：

平面拍面上：38mm 乒乓球（41.26g）< 40mm 乒乓球（48.06g）

平面 NT 拍面上：38mm 乒乓球（37.02g）< 40mm 乒乓球（44.26g）

短顆拍面上：38mm 乒乓球（18.96g）< 40mm 乒乓球（21.02g）

中顆拍面上：38mm 乒乓球（16.90g）< 40mm 乒乓球（17.75g）

長顆拍面上：38mm 乒乓球（13.85g）< 40mm 乒乓球（14.38g）

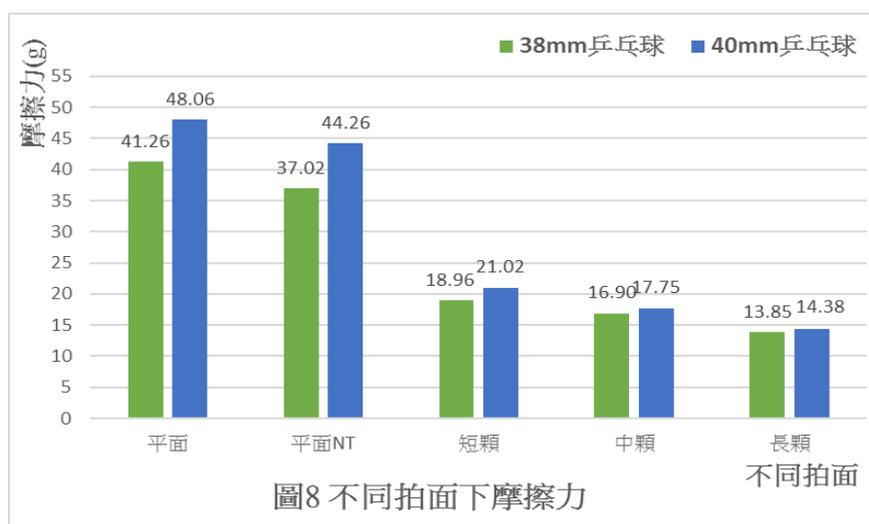
- (二) 我們發現填入紙黏土的 38mm 乒乓球在不同拍面上摩擦力表現：平面 > 平面 NT > 短顆 > 中顆 > 長顆；填入紙黏土的 40mm 乒乓球在不同拍面上的摩擦力表現：平面 > 平面 NT > 短顆 > 中顆 > 長顆。所以整體來說，桌球拍拍面平面膠皮的摩擦力都

比顆粒拍皮的大一些，因為平面膠皮表面有比較大的黏性，因此球與拍面產生的摩擦力也比較大一點。

(三) 而實驗中我們使用的平面拍皮有平面和平面 NT 兩種，平面 NT 拍皮比較沒有黏性，拍面摸起來的觸感就比平面拍皮光滑許多，實驗前我們就假設平面 NT 拍皮的摩擦力會比平面拍皮小，而實驗結果驗證了我們之前的假設。

(四) 我們的實驗中短顆拍面摩擦力大於中顆拍面，長顆拍面的摩擦力最小，但是這跟我們閱讀的資料(胡睿庭等人 2016)有出入，他們的實驗結果最大靜摩擦力表現是：平面 > 長顆 > 中顆 > 短顆。我們查詢相關研究資料提到桌球拍的拍面種類中，長顆粒拍面的摩擦力應該是最小的，但是膠皮顆粒的軟硬度、顆粒的形狀和拍皮底下海綿的硬度、厚度等，這些變因都與桌球拍摩擦力息息相關，這些都是可能造成實驗差異的因素。

(五) 整體來說，我們發現 40mm 乒乓球在不同拍面上的摩擦力比較值都大於 38mm 尺寸的乒乓球，在平面 NT 拍面上相差最多有 19.56%，在長顆拍面上相差較少只有 3.83%，我們推測因為 40mm 乒乓球較大所以跟 38mm 乒乓球相比，大球與球拍拍面的接觸面積比小球多一些，所以摩擦力會大一點。



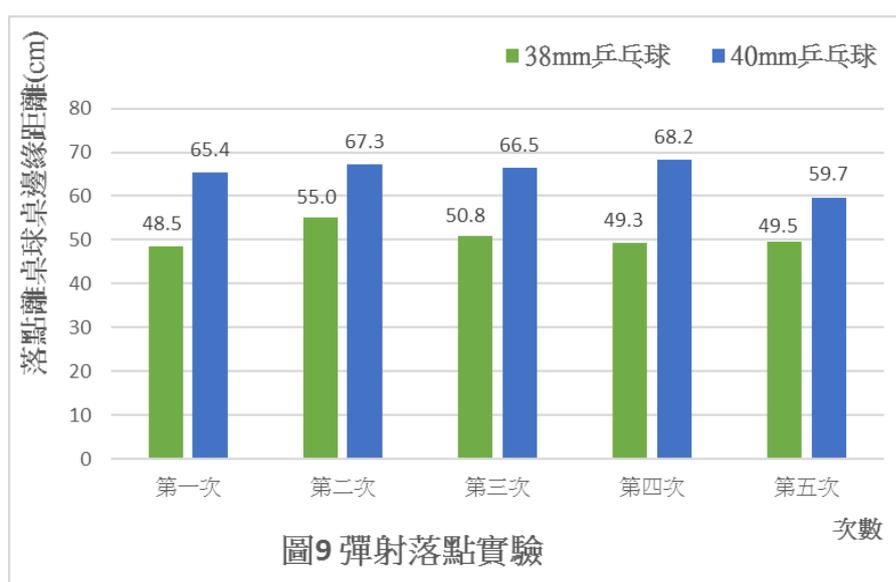
#### 四、38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球發球落點差異

(一) 原先的實驗設計我們是由組員進行發球，實驗過程中儘量要求擔任發球的同學，要使用同樣拍法發球而且姿勢動作要做正確，另外每次操作發兩顆乒乓球，力道也

都要儘量一致。但是，實驗操作下來每一組實驗數據差距都很大，我們認為這樣的實驗操作方式不太恰當，和老師討論過後，我們修正實驗的操作方式改由橡皮條彈射乒乓球。



- (二) 從下圖 9 實驗數據統計圖表比較 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球的彈射落點距離，  
**38mm 乒乓球彈射落點的距離**：小球彈射落點與對向桌球桌邊緣距離實驗數據在 48.5~55.0cm 之間，平均值是 50.62cm；**40mm 乒乓球彈射落點的距離**：大球彈射落點與對向桌球桌邊緣距離實驗數據在 59.7~68.2cm 之間，平均值是 65.42cm。
- (三) 在五次彈射落點實驗所得的數據中，我們發現 38mm 乒乓球落點位置都比 40mm 乒乓球更接近發球者對面的桌球桌邊緣，所以在一樣的彈射條件下，38mm 乒乓球比 40mm 乒乓球更能夠擊出較遠的距離，我們認為主要因素是因為 38mm 乒乓球比較小，重量比較輕；另外，38mm 乒乓球體積也比較小，受到空氣中的阻力相對也比 40mm 的乒乓球少。



## 柒、結論

### 一、38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面彈力的差異

#### (一) 分說—彈跳高度 30 公分

1. 38mm 乒乓球彈跳高度：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；而 40mm 乒乓球彈跳高度是：長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT，小球和大球都是在長顆拍面上彈跳最高、在平面 NT 拍面上彈跳最低。
2. 不同拍面上 38mm 乒乓球的彈跳高度都小於 40mm 乒乓球。小球和大球在中顆球拍拍面上彈跳高度差距最大，相差 0.354cm 約 2.03%；在長顆拍面上彈跳高度差距最小，只有 0.076cm 約 0.41% 的差距。
3. 38mm 乒乓球第一次反彈到最高點的速度：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；而 40mm 乒乓球第一次反彈到最高點的速度是長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT，小球和大球都是在長顆拍面速度較高、平面 NT 拍面上速度慢一點。
4. 不同拍面上 38mm 乒乓球彈跳速度都較 40mm 乒乓球慢一些。小球和大球在中顆拍面上彈跳速度差距最大，相差 1.857cm/s 速度約增加 1%，在長顆拍面上彈跳速度差距最小，只有 0.389cm/s 約 0.2% 的差距量。
5. 38mm 乒乓球的彈跳係數：長顆 > 平面 > 中顆 > 短顆 > 平面 NT；而 40mm 乒乓球的彈跳係數是：長顆 > 中顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。小球和大球都是在長顆拍面彈跳係數最高、平面 NT 拍面彈跳細數最低。
6. 不同拍面上 38mm 乒乓球的彈跳係數都較 40mm 乒乓球還要小一點。小球和大球在中顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差 0.008 約 1.05%，在長顆拍面上彈跳係數差距最小，只有 0.13% 的差距。

#### (二) 分說—彈跳高度 60 公分

1. 不同拍面上 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球彈跳高度都是中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT，小球和大球都是在中顆拍面上彈跳最高、在平面 NT 拍面上彈跳最低。

2. 不同拍面上 38mm 乒乓球彈跳高度都比 40mm 乒乓球較高一點。小球和大球在短顆球拍拍面上彈跳高度差距最大，相差 1.398cm 約 4.36%；在平面拍面上彈跳高度差距最小，只有 1.46%的差距。
3. 不同拍面上 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球彈跳速度都是中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
4. 不同拍面上 38mm 乒乓球彈跳速度都較 40mm 乒乓球還要快一點。小球和大球在短顆球拍拍面上彈跳速度差距最大，相差 5.508cm/s 約 2.2%，在平面拍面上彈跳速度差距最小，只有 1.801cm/s 約 0.71%的差距。
5. 不同拍面上 38mm 乒乓球和 40mm 乒乓球彈跳係數都是中顆 > 長顆 > 平面 > 短顆 > 平面 NT。
6. 不同拍面上 38mm 乒乓球彈跳係數都較 40mm 乒乓球還要大一點。小球和大球在短顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差 0.016 約 2.19%，在平面拍面上彈跳係數差距最小，只有 0.005 約 0.68%的差距。

(三) **總論**：高度 30 公分的彈跳實驗，38mm 小球彈跳高度、速度和彈跳係數表現都低於 40mm 的大球；而在 60 公分的彈跳實驗中，38mm 小球的彈跳高度、速度和彈跳係數表現卻比 40mm 大球佳。所以，我們知道在控制球拍拍面和環境因素等變因後，除了乒乓球體積、重量之外，高度也是影響反彈速度和彈跳係數的因素。

## 二、38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球在不同球拍拍面摩擦力的差異

- (一) 38mm 乒乓球在不同拍面上摩擦力表現：平面 > 平面 NT > 短顆 > 中顆 > 長顆；  
40mm 乒乓球在不同拍面上的摩擦力表現：平面 > 平面 NT > 短顆 > 中顆 > 長顆。所以整體來說，桌球拍拍面平面膠皮的摩擦力比顆粒拍皮的大。
- (二) 不同拍面上 40mm 乒乓球的摩擦力比較值都大於 38mm 的乒乓球，平面 NT 拍面上摩擦力相差最多，約 19.56%；在長顆拍面上相差較少只有 3.83%的差距。

## 三、38mm 乒乓球與 40mm 乒乓球彈射落點差異

38mm 乒乓球彈射落點與對向桌球桌邊緣的距離平均值是 50.62cm；40mm 乒乓球彈射落點的距離與對向桌球桌邊緣距離平均值是 65.42cm，所以在一樣的彈射條件下，38mm 乒乓球比 40mm 乒乓球更能夠彈射出較遠的距離。

## 捌、建議與展望

- 一、2000 年世界盃 ITTF 發佈訊息將乒乓球比賽用球從 38mm 改為 40mm，透過實驗我們發現小球變大球，彈力係數在短顆球拍拍面下降 2.19%為最多、在平面拍面彈力係數減低最少。面對比賽用球的轉變，若對於球拍彈性較為敏感的球員，練習時可以選用平面球拍，因為小球變大球的轉變對平面球拍上的彈力影響較小。
- 二、乒乓球比賽用球從 38mm 改為 40mm，透過實驗我們發現乒乓球與桌球拍拍面的摩擦力有改變，長顆拍面摩擦力增加最少，若不喜歡摩擦力值因乒乓球而改變太多的球員，可以選用長顆拍面多練習；相反的，選用平面或平面 NT 拍面會因小球變大球而增加較多的摩擦力，對於喜歡運用拍面摩擦效果製造旋轉的球員，小球變大球後選用平面類型的球拍對於旋轉球更是有所助益。
- 三、比賽用球從 38mm 改為 40mm，球速、彈力係數和摩擦力等因素改變，造成乒乓球的旋轉度下降，因此球員攻擊的破壞力也隨著減低，所以用球的改變最直接的影響就是接發球的成功率、來回球數增加、比賽的可看性提升，面對這樣的轉變球員可以強化基本動作和腳步的移位練習，還有連續攻擊的訓練。
- 四、2014 年七月起國際桌球總會（ITTF）在國際桌球賽事中正式採用直徑略大的新材質塑膠球(Plastic ball)，現在又再增大乒乓球的直徑改成 40+mm，可以延續研究探討 40+mm 乒乓球的差異。

## 玖、參考資料

- (一) 林忻苡、陳覺閔、楊謹函、黎姿伶、謝蕪羽（2012）· *彈何容易!-探討溫度及濕度對乒乓球拍拍面彈性的影響*· 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品· 取自  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=151&sid=9680>
- (二) 胡睿庭、詹允侖、黃銘智（2016）· *粒”力”皆辛苦~探討顆粒長短對擊球的影響*· 中華民國第 56 屆中小學科學展覽會作品· 取自  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=9&sid=13332>

- (三) 林柏叡、徐秉鈞 (2014) · 桌球拍皮之彈力及摩擦力與擊球探討 · 取自  
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/11/2014111416125973.pdf>
- (四) 桌球拍膠皮種類科普知識 (2015 年 8 月 29 日) · 每日頭條運動版 · 取自  
<https://kknews.cc/zh-tw/sports/969vy8.html>
- (五) 王奕霖 (2004) · 桌球 40mm 和 38mm 之比較 · 取自  
<http://documents.tips/documents/-40mm-38mm-.html>

## 【評語】 080107

本件作品探究不同直徑乒乓球的碰撞彈力與其它物體特性。題目具實用性，是很有意思的運動科學實驗，實驗中進行了不同半徑大小的桌球在不同球拍表面上的彈跳情況，整體的實驗提供了多速度以及一些物理數據，能自製實驗器材進行實驗，唯實驗變因規畫較不完整。

作品海報

## 摘要

2000年世界盃 ITTF發佈訊息將乒乓球比賽用球從38mm改為40mm，我們實驗探究38mm與40mm乒乓球的差異。彈跳高度30公分時，38mm小球彈跳高度、速度和彈跳係數都低於40mm的大球，兩者在長顆拍面彈跳最高、平面NT拍面彈跳最低；在60公分的彈跳實驗中，38mm小球的彈跳高度、速度和彈跳係數卻比40mm大球佳，兩者在中顆拍面上彈跳最高、平面NT拍面上彈跳最低。不同拍面上40mm乒乓球摩擦力比較值都大於38mm的乒乓球，平面NT拍面上的摩擦力相差19.56%最多；長顆拍面上摩擦力相差較少只有3.83%的差距。一樣的彈射條件下，38mm乒乓球比40mm乒乓球更能夠彈射出較遠的距離。

## 壹、研究動機

體育課桌球課程時，看到學校桌球隊同學高超的球技，不禁讓旁人嘆為觀止。但是，那麼小的一顆橘黃色乒乓球，快速的在桌球桌上飛梭，讓人看得都眼花撩亂了，怎麼桌球隊的同學還能對「打」如流呢？老師介紹桌球運動時，提到**原本桌球運動的比賽用球使用規格是38mm，後來為了增加桌球賽的可看性，才將比賽用球使用規格改為40mm**，老師也建議我們可以使用38mm的小球練習速度。於是，我們對於38mm與40mm乒乓球產生了好奇心，才差2mm大約一隻螞蟻的大小，會對擊球造成多大的影響呢？另外，選購桌球拍時桌球拍面的膠皮種類繁多，大球與小球在不同拍皮上又會有多大的差異產生？因此，我們想探究38mm乒乓球與40mm乒乓球在不同桌球拍拍面上彈力、摩擦力和彈射落點上的差異。

## 貳、研究目的

一、探討38mm乒乓球與40mm乒乓球在不同球拍拍面彈力的差異。

(一) 研究38mm乒乓球在五種拍面（平面、平面NT、短顆、中顆、長顆）彈力的表現。

(二) 研究40mm乒乓球在五種拍面（平面、平面NT、短顆、中顆、長顆）彈力的表現。

二、探討38mm乒乓球與40mm乒乓球在不同球拍拍面摩擦力的差異。

(一) 研究38mm乒乓球在五種拍面（平面、平面NT、短顆、中顆、長顆）摩擦力的表現。

(二) 研究40mm乒乓球在五種拍面（平面、平面NT、短顆、中顆、長顆）摩擦力的表現。

三、探討38mm乒乓球與40mm乒乓球彈射落點的差異。

(一) 研究38mm乒乓球彈射落點的距離。

(二) 研究40mm乒乓球彈射落點的距離。

## 參、研究材料與設備

桌球拍（平面、平面NT、短顆、中顆、長顆）、38mm乒乓球（日製三星）、40mm乒乓球（雷鳥三星）、自製刻度尺、長尺、水平尺、透明壓克力管、塑膠瓦楞板、定滑輪組、釣魚線、針、透明塑膠杯、紙黏土、滴管、電子秤、數位相機、錄影機、腳架、電腦、黑色壁報紙、痲子粉、桌球桌。

## 肆、研究過程或方法

### (一) 探究乒乓球在不同拍面下彈力的差異

步驟一：準備透明壓克力管，將自製刻度尺固定在壓克力管內側。

步驟二：固定桌球拍，以水平尺測試桌球拍拍面，調整至水平。

步驟三：將透明壓克力管放置在桌球拍面中心處，劃記壓克力管擺放位置。

步驟四：在塑膠瓦楞板裁切半徑7公分的圓，在圓形塑膠瓦楞板中心裁切出一個直徑4.2公分的圓孔，再黏貼乒乓球移動軌道。

步驟五：將製作好的塑膠瓦楞板放置在壓克力管上方，以水平尺測試調整至水平。

步驟六：架設實驗攝影器材。

步驟七：進行38mm乒乓球在彈跳高度30cm、60cm，不同拍面下的彈跳測試。

步驟八：解析錄影影片，紀錄實驗數據(紀錄第一次彈跳高度和時間)。

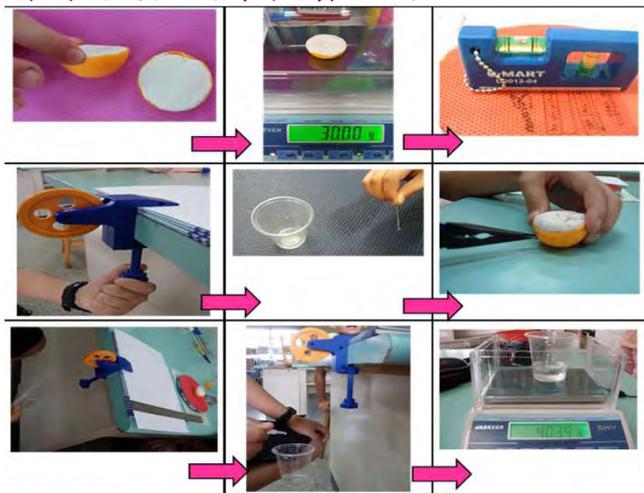
### (二) 不同拍面下彈力差異-實驗照片



### (三) 探究乒乓球在不同拍面下摩擦力實驗

- 步驟一：將乒乓球對切，其中一半填入紙黏土增加重量。
- 步驟二：以電子秤稱重乒乓球與紙黏土重量合計30公克。
- 步驟三：固定桌球拍，以水平尺測試拍面，調整至水平。
- 步驟四：將定滑輪組固定在實驗桌面。
- 步驟五：取50公分釣魚線一端穿入針孔，另一端固定綁在塑膠杯上。
- 步驟六：將穿好釣魚線的針扎入填有紙黏土的乒乓球內。
- 步驟七：將乒乓球放置在桌球拍面，釣魚線置入定滑輪。
- 步驟八：以滴管穩定加水到塑膠杯中，觀察乒乓球在不同球拍拍面上的移動情形。
- 步驟九：秤量塑膠杯與加入水的重量，紀錄實驗數據。

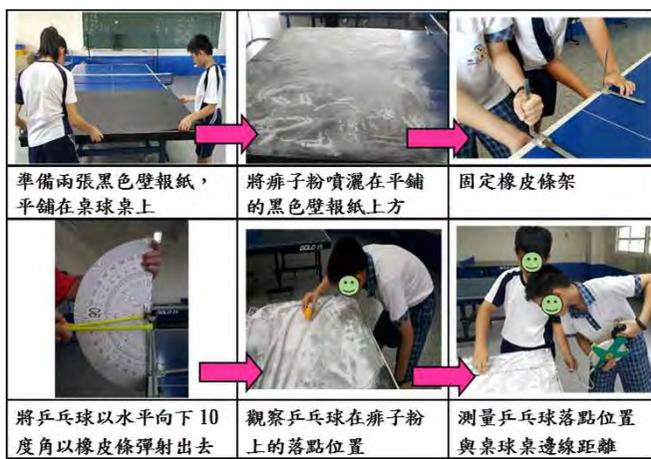
### (四) 不同拍面下摩擦力實驗照片



### (五) 探究乒乓球彈射落點差異實驗

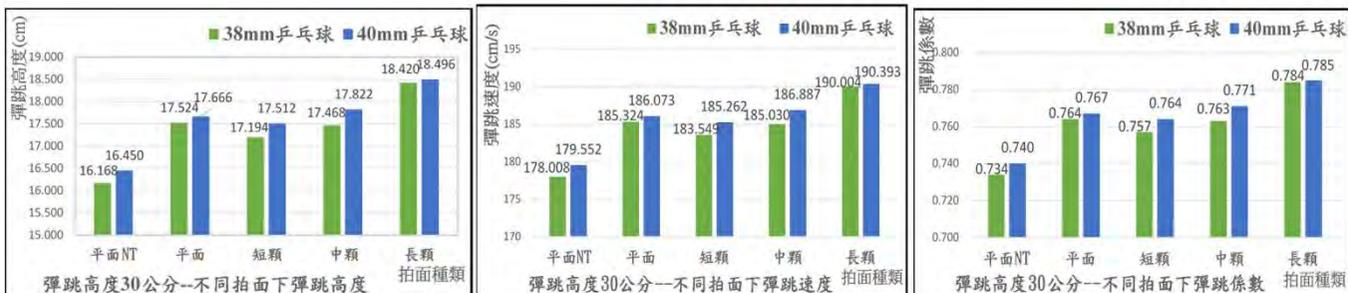
- 步驟一：準備兩張黑色壁報紙，平鋪在桌球桌上。
- 步驟二：將痲子粉噴灑在平鋪的黑色壁報紙上方。
- 步驟三：固定橡皮條架，固定橡皮條。
- 步驟四：分別將38mm乒乓球和40mm乒乓球以水平向下10度角以橡皮條彈出去。
- 步驟五：觀察38mm乒乓球和40mm乒乓球在痲子粉上的落點位置。
- 步驟六：測量38mm乒乓球和40mm乒乓球落點位置與桌球桌邊緣距離。
- 步驟七：紀錄實驗數據。

### (六) 探究乒乓球彈射落點差異實驗照片



## 伍、研究結果與討論

### 一、彈跳高度30公分：38mm VS. 40mm在不同拍面下彈力差異



### 二、彈跳高度60公分：38mm VS. 40mm在不同拍面下彈力差異



### 三、38mm 與 40mm 乒乓球在不同拍面下彈力係數比較

- (一) **彈跳高度30公分實驗中**，38mm 乒乓球彈跳係數：長類 > 平面 > 中類 > 短類 > 平面NT；40mm 乒乓球彈跳係數：長類 > 中類 > 平面 > 短類 > 平面NT。在中類球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差0.008，在長類拍面上彈跳係數差距最小，只有0.001的差距。
- (二) **彈跳高度60公分實驗中**，38mm 乒乓球和40mm 乒乓球都是：中類 > 長類 > 平面 > 短類 > 平面NT。在短類球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差0.016，在平面拍面上彈跳係數差距最小，只有0.005的差距。

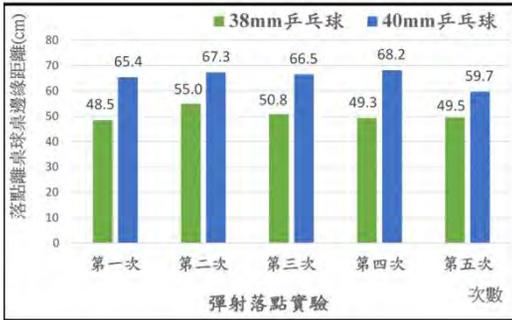
#### 四、38mm和40mm乒乓球在不同拍面下摩擦力的比較值

拍面種類 操作次數	平面		平面 NT		短顆		中顆		長顆	
	38mm	40mm								
第一次	41.68	48.63	36.89	44.27	19.05	21.28	16.91	17.85	14.01	14.13
第二次	41.72	48.35	37.23	44.57	18.83	21.64	16.65	17.40	13.46	14.84
第三次	40.39	47.19	36.93	43.93	19.01	20.13	17.13	18.01	14.07	14.17
平均	41.26	48.06	37.02	44.26	18.96	21.02	16.90	17.75	13.85	14.38

(一) 填入紙黏土38mm和40mm乒乓球在不同拍面上摩擦力表現：**平面**>**平面NT**>**短顆**>**中顆**>**長顆**  
桌球拍拍面平面膠皮的摩擦力都比顆粒拍皮的大一些。

(二) 我們發現大球在不同拍面上的摩擦力比較值都大於小球，**在平面NT拍面上相差最多有19.56%**，**在長顆拍面上相差較少只有3.83%**，我們推測因為40mm乒乓球較大所以跟38mm乒乓球相比，大球與球拍拍面的接觸面積比小球多一些，所以摩擦力會大一點。

#### 五、38mm和40mm乒乓球彈射落點



(一) 38mm乒乓球彈射落點實驗：小球彈射落點與對向桌球桌邊緣距離實驗數據在48.5~55.0cm之間，平均值是50.62cm；40mm乒乓球彈射落點實驗：大球彈射落點與對向桌球桌邊緣距離實驗數據在59.7~68.2cm之間，平均值是65.42cm。

(二) 實驗數據中，我們發現小球落點位置都比大球更接近發球者對面的桌球桌邊緣，小球比大球更能夠擊出較遠的距離，我們認為主因為是小球體積比較小、重量比較輕，受到空氣中的阻力相對也比大球少。

#### 陸、結論

##### 一、38mm VS. 40mm乒乓球在不同拍面下彈力差異

(一) **彈跳高度30公分下**，38mm乒乓球彈跳表現：**長顆**>平面>中顆>短顆>**平面NT**；40mm乒乓球彈跳表現是：**長顆**>中顆>平面>短顆>**平面NT**。不同拍面上38mm乒乓球的彈跳係數都較40mm乒乓球小一點，**在中顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，相差1.05%**，**在長顆拍面上彈跳係數差距最小，只有0.13%的差距。**

(二) **彈跳高度60公分下**，38mm乒乓球和40mm乒乓球彈跳表現都是**中顆**>長顆>平面>短顆>**平面NT**不同拍面上38mm乒乓球彈跳係數都較40mm乒乓球還要大一點。小球和大球**在短顆球拍拍面上彈跳係數差距較大，差2.19%**，**在平面拍面上彈跳係數差距最小，只有約0.68%的差距。**

(三) 高度30公分的彈跳實驗，38mm小球的彈跳高度、速度和彈跳係數表現都低於40mm的大球；高度60公分的彈跳實驗中，38mm小球的彈跳高度、速度和彈跳係數表現卻比40mm大球佳。可見**高度也是影響反彈高度、速度和彈跳係數的因素。**

##### 二、38mm VS. 40mm乒乓球在不同拍面下摩擦力的差異

(一) 填入紙黏土的38mm和40mm乒乓球在不同拍面上摩擦力表現：**平面**>平面NT>短顆>中顆>**長顆**  
平面拍皮摩擦力比顆粒拍皮摩擦力大一些。

(二) **平面NT拍面上摩擦力相差最多，約19.56%**；**在長顆拍面上相差較少，只有3.83%的差距。**

##### 三、38mm VS. 40mm乒乓球彈射落點差異

在一樣的彈射條件下，38mm乒乓球比40mm乒乓球更能夠彈射出較遠的距離。

#### 柒、參考文獻

- 林忻苡、陳覺閔、楊謹函、黎姿伶、謝蘇羽 (2012) · 彈何容易!-探討溫度及濕度對乒乓球拍拍面彈性的影響 · 中華民國第52屆中小學科學展覽會作品 · 取自<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=151&sid=9680>
- 胡睿庭、詹允倫、黃銘智 (2016) · 粒”力”皆辛苦~探討顆粒長短對擊球的影響 · 中華民國第56屆中小學科學展覽會作品 · 取自<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=9&sid=13332>
- 林柏叡、徐秉鈞 (2014) · 桌球拍皮之彈力及摩擦力與擊球探討 · 取自<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2014/11/2014111416125973.pdf>
- 桌球拍膠皮種類科普知識 (2015年8月29日) · 每日頭條運動版 · 取自<https://kknews.cc/zh-tw/sports/969vy8.html>
- 王奕霖 (2004) · 桌球40mm和38mm之比較 · 取自<http://documents.tips/documents/-40mm-38mm-.html>