

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(一)科

082801

吸星大法—話說吸塵器

學校名稱：桃園市桃園區大業國民小學

作者： 小五 劉軒豪 小五 謝翔安	指導老師： 林秀貞
-------------------------	--------------

關鍵詞：吸力、吸塵器

## 摘要

「上完美勞課，桌上這麼多小碎紙！要是有個吸塵器該有多好！」我們開始查詢資料，雖然在四年級時學過安裝馬達和扇葉，卻沒有做過吸塵器。引發我們的好奇心，真的可以產生吸力吸取同學的小碎紙片嗎？歷經試做修正，最後做出可用鋰電池充電的吸塵器！也讓我們更明白吸塵器的原理。獲得以下結論：

- 一、 12V 馬達比 3V 玩具馬達好，吸力較強。
- 二、 扇葉較厚空氣擾動較佳，折角朝下會產生吸力。
- 三、 排氣孔要多，空氣較易排出。
- 四、 瓶身高度與產生氣旋半徑有關，但愈低吸力愈強。
- 五、 電流正負極連接都會使馬達旋轉，旋轉時扇葉折角在後才會產生吸力。
- 六、 加濾網和吸塵器長管是吸塵器的阻力來源。

## 壹、研究動機

「哎呀！桌上這麼多小碎紙！要是有個吸塵器該有多好！」於是我們開始在網路上查詢資料，有各式各樣的做法，雖然在四年級時學過安裝電路、馬達和扇葉可以讓電風扇旋轉，但我們沒有做過吸塵器。卻引發我們更大的好奇心，真的可以產生吸力？可以吸取碎紙屑嗎？什麼樣的器材組合吸力會最強？吸塵器有沒有阻力？

我們歷經第一次試做後，找到吸力不強的原因，再慢慢修正，最後終於做出可以使用鋰電池配合直流馬達，吸力強大的手持器吸塵器組合，隨手就可以用哦！

## 貳、研究目的

- 一、試做有吸力的吸塵器。
- 二、研究扇葉數對吸塵器吸力的影響。
- 三、研究底部開口洞數對吸塵器吸力的影響。
- 四、研究瓶子高度對吸塵器吸力的影響。
- 五、研究扇葉旋轉方向對吸塵器吸力的影響。
- 六、研究濾網疏密度對吸塵器吸力的影響。
- 七、研究管長對吸塵器吸力的影響。

## 參、文獻探討

吸塵器的原理是利用馬達高速運轉，在內部產生負壓，將灰塵、細小垃圾等物質經吸塵管，到達集塵袋，達成吸取灰塵的目的。

吸塵器主要配備：

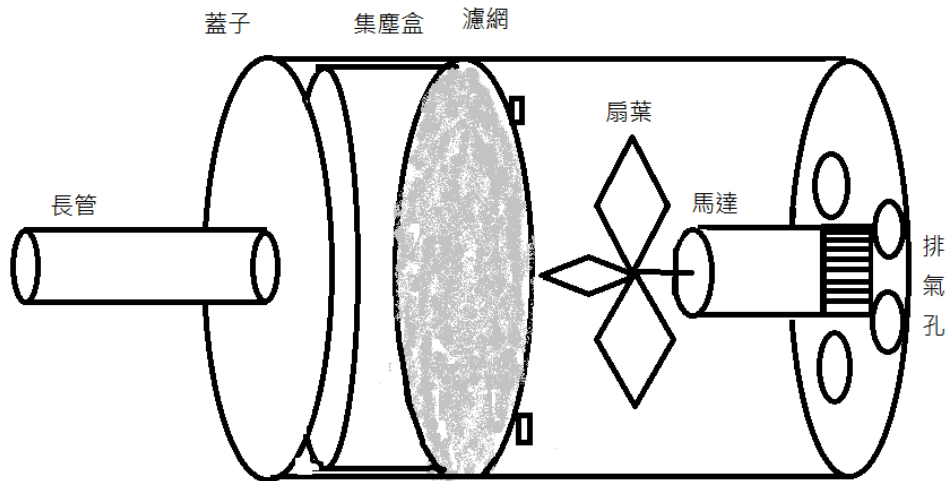
- (一)開關：切換啟動和關閉電源。
- (二)吸嘴：吸嘴的種類通常有圓筒式、扁平式、尖嘴式等，適合各種角落。
- (三)吸塵管：軟管式吸塵管。
- (四)集塵器：聚集塵埃，有不織布袋、紙袋等材質，或吸塵器附設的塵埃儲存盒。
- (五)清潔過濾網：也是吸塵器的重要設備，有些吸塵器只有集塵袋，有些有尼龍網或纖維的多層過濾網，更高檔的甚至有排氣過濾器。
- (六)吹氣設備：將吸管裝接在排氣口上，就可以利用噴出的空氣，深入角落，解決吸塵管的死角問題。
- (七)吸力強弱控制器：可以針對清潔部位，調整吸塵力量的強弱。
- (八)塵埃指示器：有些機種會有塵埃指示器，可提醒用戶清理吸塵器。
- (九)電線捲軸：有些吸塵器會附設電子式的電線回捲設備，方便電線收藏。
- (十)滑輪：一般家用式的吸塵器都附有滑輪，方便移動。

## 肆、研究設備及器材

- 一、吸塵器材料：馬達、自製扇葉、保特瓶、電線、鱷魚夾、小齒輪、軟管、微波盒蓋。
- 二、製作吸塵器工具：熱熔膠、熱熔膠槍、焊接器、膠帶。
- 三、測試工具：風速計、壓力計、1cm×1cm 保麗龍片、電源供應器、碼錶。

#### 四、吸塵器構造說明：

使用圓型汽水瓶當做瓶身，把馬達軸心黏扇葉，用小齒輪固定，再固定在瓶子底部的中心，底部開洞排氣。在扇葉上方瓶身上黏上小塊橡皮擦，把集塵網放在上面。瓶口黏上蓋子，蓋子開洞並黏上管子。



#### 伍、研究過程



## 陸、研究方法與結果

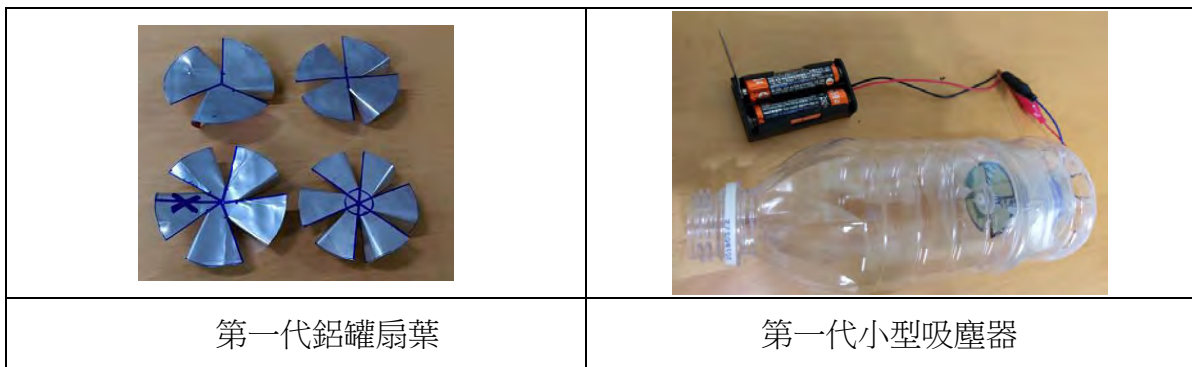
### 一、研究一：試做有吸力的吸塵器

#### (一)試做吸塵器經過與結果

網路上吸塵器有很多種做法，到底要用什麼材料組合，才能使吸塵器吸取橡皮擦屑？於是我們先動手試做看看。

##### 1.試做小吸塵器：

- (1)先剪開可口可樂的鋁罐，再壓平片製作扇葉，半徑 2 公分，分別有 3 葉、4 葉、5 葉、6 葉，製作扇葉。
- (2)加上常見的 3V 玩具馬達，裝在統一 Water 純水 600ml 的保特瓶中，瓶底有打洞。
- (3)裝上色棉紙無法吸取芝麻粒。裝上流理台水水槽塑膠濾網，可以吸取芝麻粒，但吸力不強。



##### 2.判讀吸力大小，改變馬達：

- (1)我們想要判別吸力的大小，於是在網路上購買 MET-AM 風速儀，可以測量 0-30m/s 的風速，但我們卻測量不到製作的吸塵器的風速數值，眼看似乎可以成功的實驗計畫卻沒有數據可以比較，讓我們又陷入困境！實驗報告無法產出。
- (2)我們懷疑是馬達轉速太慢或是扇葉太小，產生的風力較小，於是接著開始改善馬達，開始查詢馬達的型號和轉速，並且為了控制電壓大小，找出學校的電源供應器，可以讀到電流和電壓的數值。我們選用勝特力電子材料編號 NO.112755 的 RK-370C 碳刷直流馬達，電壓範圍 6-30V。
- (3)我們發現電壓愈強，轉速愈快，但這款馬達最大電壓達到 12V 時，馬達內部會有火花出現，為了避免馬達燒壞，接下來的實驗我們採取固定電壓 10V 測試。而且終於可以用風速計測到數據了！

### 3.加大加厚扇葉與加大瓶身：

- (1)我們先測試用可口可樂鋁罐的鋁片製作，但發現風速的數據值很小，差異不大，於是改準備鐵製糖菓盒的鐵片，厚度較厚，風速也較強，接下來的實驗我們採用鐵片扇葉做測試。
- (2)我們也加大扇葉面積，改為半徑 4 公分的扇葉，改用 2000ml 的黑松沙士做瓶身。我們並設計了讓每片扇葉大小一致，轉角一致的規則(扇葉製作方法說明)。
- (3)為了看到空氣流動，我們在吸塵器內部試用點燃的線香，蓋緊瓶口，觀察線香的氣流流向哪裡，當扇葉折角片向下時，啟動馬達後可以看到線香氣流被排出，表示有吸力。當扇葉折角片向上時，啟動馬達後可以看到線香氣流被吹出，功能很像是電風扇吹出氣流，吸塵器內部沒有吸力。再用空塑膠袋套在吸塵器瓶口，扇葉折角片向下時，啟動馬達後可以看到鼓起的塑膠袋空氣逐漸減少，顯示氣流被排出，吸塵器是有吸力的！

#### (二)扇葉製作方法說明

1. 用鐵片畫出半徑 4 公分的圓，畫出 3. 4. 5. 6 片的扇葉，圓心角分別是 120 度、90 度、72 度、60 度。
2. 從中心往外算 1 公分,往外畫 30 度扇形。
3. 將步驟(一)畫的半徑向內剪，剪到步驟(二)畫的 1 公分處。
4. 用美工刀割 3-5 次，從上面往下折步驟(二)畫的扇形直線。
5. 製作成品如圖片。

		
第二代鐵片、直徑 4cm 扇葉	為了測量風速,未安裝吸塵器長管	使用風速計測量

## 二、研究二：扇葉片數是否會影響吸力?

### (一)實驗方法

- 1.組裝吸塵器，先將扇葉裝在馬達軸心上，扇葉容易晃動，扇葉面上要黏上齒輪片，並用熱熔膠固定。
- 2.將馬達黏在已打好 5 洞的瓶子底部。
- 3.連接電源供應器，開直流電，電壓調整至 10V。
- 4.為了測量風速，先不安裝吸塵器長管，用風速計測量風速，記錄結果。
- 5.操縱變因：扇葉數。

應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

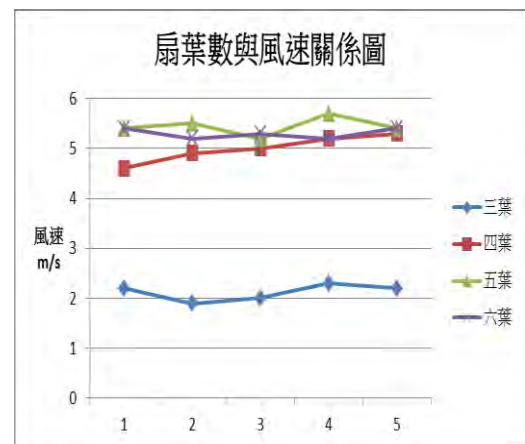
控制變因：NO.112755 馬達馬達，電壓 10V，洞口數 5 洞，瓶身 15cm，扇葉逆時針旋轉。

### (二)實驗結果

不同扇葉片數壓力測量結果 壓力單位：Pa

扇葉數 次數	1	2	3	4	5	最 大 值	最 小 值	平 均
三葉	2.2	1.9	2.0	2.3	2.2	2.3	1.9	2.12
四葉	4.6	4.9	5.0	5.2	5.3	5.3	4.6	5.00
五葉	5.4	5.5	5.2	5.7	5.4	5.7	5.2	5.44
六葉	5.4	5.2	5.3	5.2	5.4	5.4	5.2	5.30

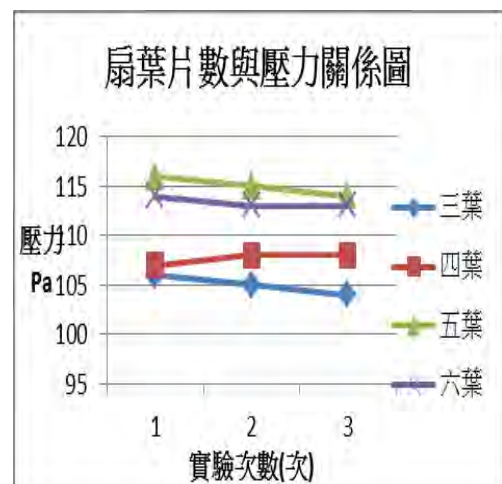
註：NO.112755 馬達，電壓 10V，5 洞，瓶身 15cm



不同扇葉片數壓力測量結果 壓力單位：Pa

扇葉數/ 次數	1	2	3	平均
三葉	106	105	104	105
四葉	107	108	108	107.6667
五葉	116	115	114	115
六葉	114	113	113	113.3333

註：NO.112755 馬達，電壓 10V，5 洞，瓶身 15cm



### (三)討論:

1. 5 葉的吸力最強，3 葉的吸力最弱。
2. 3 葉風速明顯偏弱，4 葉、5 葉和 6 葉的風速結果較接近。
3. 風速平均數由低至高分別是：3 葉<4 葉<6 葉<5 葉，可以知道 5 葉扇葉的效果最好。
4. 推測可能原因是每個 30 度的扇葉折角的面積相同，折角愈多，空氣攪動較多，所以風速較大。但 6 葉扇葉可能會擾亂空氣，造成風速較小。
5. 我們發現扇葉數會影響氣流通量，扇葉多，抽氣的效果較佳。
6. 加上蓋子壓力計測試結果，壓力由低至高分別是：3 葉<4 葉<6 葉<5 葉，5 葉扇葉的效果最好。
7. 風速與壓力測量結果一致，風速大吸力大，扇葉前端風往前吹，遇到吸塵蓋子反彈向後，形成吸力，風速大表示作用力強，相對吸力也變大。

### 三、研究三：瓶子底部開口洞數是否會影響吸力?

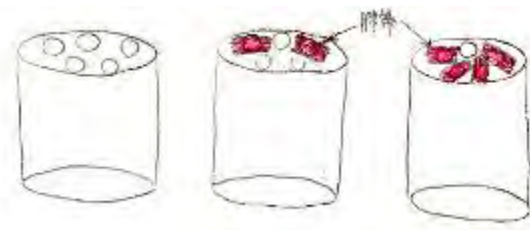
#### (一)實驗方法

1. 將瓶子底部挖 5 個洞。
2. 將 NO.112755 馬達和 4 葉扇葉裝在瓶子底部。
3. 連接電源供應器。
4. 開 10V 測量 5 洞後，再把洞用膠帶封好，各剩 3 洞和 1 洞。依此測量直到一洞,記錄結果。
5. 操縱變因：洞口數。

應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755 馬達，電壓 10V，瓶身 15cm。

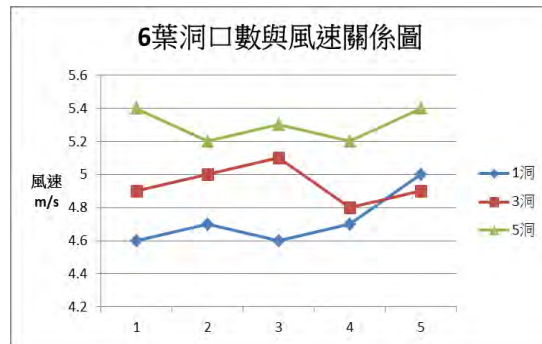
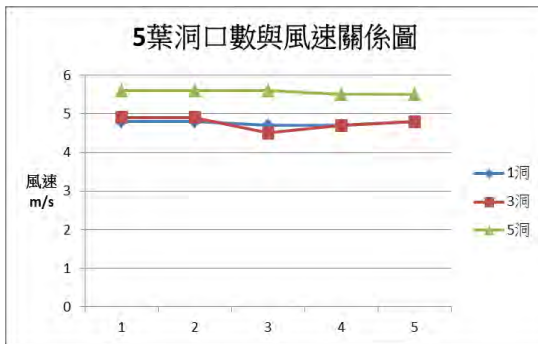
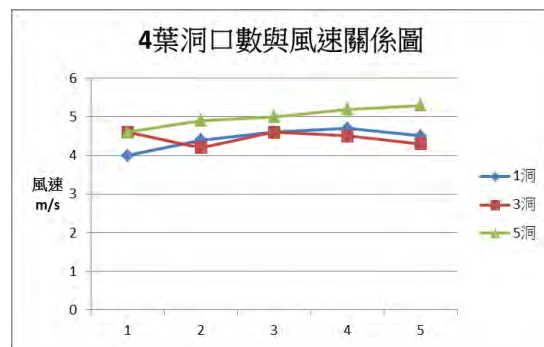
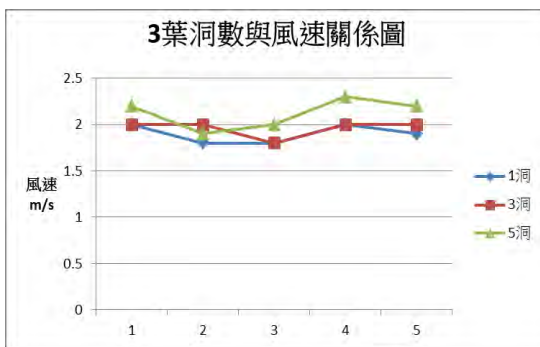
#### (二)研究結果





## 不同開口洞數風速測量結果

		1	2	3	4	5	最大值	最小值	平均
3 葉	1 洞	2.0	1.8	1.8	2.0	1.9	2.0	1.8	1.90
	3 洞	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	1.8	1.96
	5 洞	2.2	1.9	2.0	2.3	2.2	2.3	1.9	2.12
4 葉	1 洞	4.0	4.4	4.6	4.7	4.5	4.7	4.0	4.44
	3 洞	4.6	4.2	4.6	4.5	4.3	4.6	4.2	4.44
	5 洞	4.6	4.9	5.0	5.2	5.3	5.3	4.6	5.00
5 葉	1 洞	4.8	4.8	4.7	4.7	4.8	4.7	4.0	4.76
	3 洞	4.9	4.9	4.5	4.7	4.8	4.9	4.5	4.76
	5 洞	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.6	5.5	5.56
6 葉	1 洞	4.6	4.7	4.6	4.7	5.0	5.0	4.6	4.72
	3 洞	4.9	5.0	5.1	4.8	4.9	5.1	4.8	4.94
	5 洞	5.4	5.2	5.3	5.2	5.4	5.3	4.9	5.30



### (三)討論

1. 同樣都是 3 葉、4 葉、5 葉、6 葉扇葉，1 洞和 3 洞風速較小，且差異不大。5 洞風速較強。
2. 同樣都是 1 洞、3 洞、5 洞，扇葉愈多風速較強，以 5 葉和 6 葉風速較強。
3. 其中 5 葉 5 洞平均風速 5.56m/s 最大，6 葉 5 洞平均風速 5.30m/s 次之，4 葉 5 洞平均風速 5.00m/s 再次之。我們選擇以 5 葉 5 洞製造吸塵器。
4. 初步用壓力計測試結果，1 洞的壓力小，與風速測量結果一致。
5. 因為 5 洞空氣對流較好，攪動的空氣可以順利排出，我們發現空氣排出率會影響抽氣的結果。

#### 四、研究四：瓶身高度是否會影響吸力？

##### (一)實驗方法:

1. 將馬達和扇葉黏在瓶子底部
2. 從 19 公分開始測,測完剪 2 公分,直到測到 9 公分。
3. 記錄結果:
4. 操縱變因：瓶子高度。



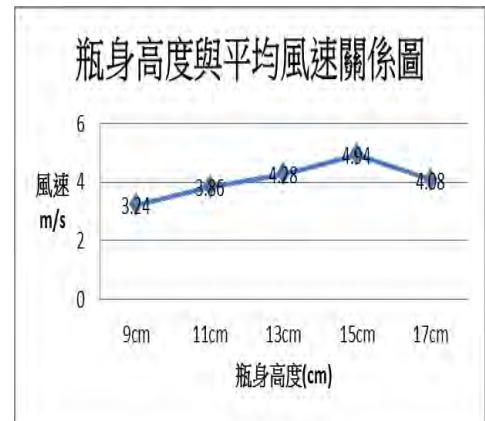
應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755 馬達，電壓 10V，5 葉扇葉，5 洞，扇葉逆時針轉。

##### (二)實驗結果:

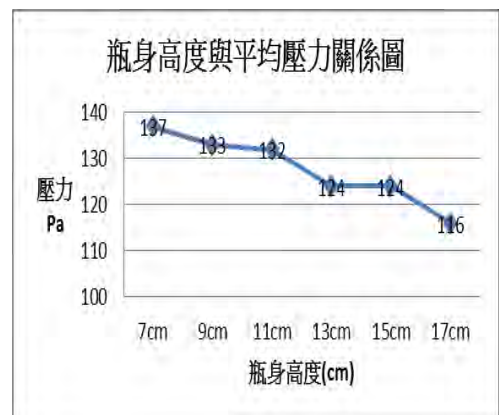
瓶身高度風速測量結果(扇葉逆時針轉) 風速單位：m/s

高度/次數	1	2	3	4	5	瓶口 打開	加蓋	平均
9cm	3.4	3.3	3.3	3.2	3.0	吹力	吸力	3.24
11cm	4.2	4.0	3.5	3.8	3.8	吹力	吸力	3.86
13cm	4.2	4.4	4.1	4.4	4.3	吹力	吸力	4.28
15cm	4.9	4.8	5.2	4.9	4.9	吹力	吸力	4.94
17cm	4.0	4.0	4.3	4.1	4.0	吹力	吸力	4.08



瓶身高度壓力測量結果(扇葉逆時針轉) 壓力單位：Pa

高度/次數	1	2	3	平均
7cm	136	137	138	137.0
9cm	134	134	132	133.3
11cm	132	132	132	132.0
13cm	124	124	124	124.0
15cm	124	124	124	124.0
17cm	117	115	117	116.3



### (三)討論：

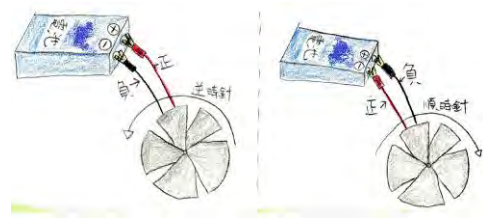
1. 瓶身高度是 15cm 的風速 4.94 m/s 最強，高度是 9cm 的平均風速 3.24 m/s 最弱。9 至 15 公分，愈高風速愈強，超過 15cm 以上風速又逐漸變弱。
2. 瓶身愈高空氣的旋渦愈大，愈低旋渦愈小，很像水龍捲現象，超過 15cm 時，愈遠風扇的作用力愈小，很像吹電風扇時，距離愈遠，風速會變小，吹不到風。
3. 我們用保利龍球模擬吸塵情形，瓶口打開時是吹力，吹走保利龍；瓶身加上蓋子反而變成吸力，推測是往前吹力遇到蓋子反彈變成往後吸力，吸塵管口會吸取保利龍球，保利龍球很多時，會像氣流柱。
4. 吸塵器的壓力很小，我們找到適合的微壓計，可測量正負壓，單位是 Pa。測量結果發現都是負壓，瓶身高度愈低，壓力值愈大，瓶身高度 7cm 壓力最大，平均值為 137 Pa。
5. 這個發現大大出乎意料之外，瓶身 15cm 風速大，但吸力卻不是最強的，瓶身 13cm 和 15cm 壓力值相同，壓力計刻度不容易判讀，下次可考慮使用更精密的電子式壓力計。從壓力測量結果發現瓶身愈低吸力愈大，我們發現瓶身低反彈的距離短，雖然風速不是最強的，但瓶子體積小空氣較快被排出，使負壓變強；負壓大小與瓶身空間內氣體較快被排出有關。



## 五、研究五：扇葉旋轉方向是否會影響吸力?

### (一)實驗方法：

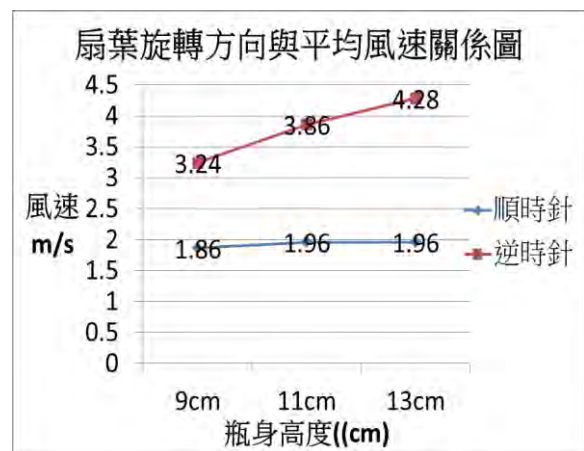
1. 裝上扇葉與馬達，固定在保特瓶底部。
2. 改變電線接頭的正負極，會改變馬達軸心轉動方向。
3. 操縱變因：電流正負極連接。



應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

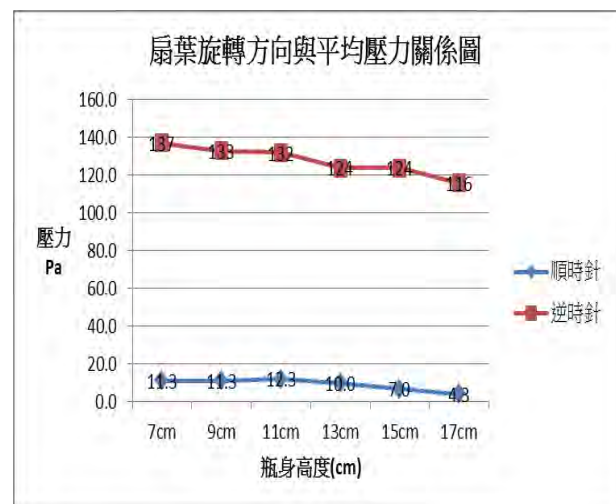
控制變因：NO.112755 馬達，電壓 10V，5 葉扇葉，5 洞。

瓶身/轉向/次數		1	2	3	4	5	平均
13cm	順時針	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9	1.96
	逆時針	4.2	4.4	4.1	4.4	4.3	4.28
11cm	順時針	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	1.96
	逆時針	4.2	4.0	3.5	3.8	3.8	3.86
9cm	順時針	1.8	1.8	1.8	1.9	2.0	1.86
	逆時針	3.4	3.3	3.3	3.2	3.0	3.24



### 扇葉旋轉方向壓力測量結果 壓力單位：Pa

		1	2	3	平均
7cm	順時針	11	12	11	11.3
	逆時針	136	137	138	137.0
9cm	順時針	11	12	11	11.3
	逆時針	134	134	132	133.3
11cm	順時針	12	13	12	12.3
	逆時針	132	132	132	132.0
13cm	順時針	10	10	10	10.0
	逆時針	124	124	124	124.0
15cm	順時針	7	7	7	7.0
	逆時針	124	124	124	124.0
17cm	順時針	4	5	4	4.3
	逆時針	117	115	117	116.3



瓶身高度	扇葉逆時針		扇葉順時針	
	瓶口打開	排氣孔	瓶口打開	排氣孔
7cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
9cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
11cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
13cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
15cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
17cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱

### (三)討論





1. 從風速數據中，可以看出，9-13cm 之間，愈高風速愈強。順時針的風速比較小，逆時針的風速比較大，差異非常明顯。改變電流方向會讓馬達軸心順時針轉和逆時針轉，馬達轉速應該是一樣的，電壓都是 10V，所以是因為扇葉折角的關係。
2. 從壓力測量數據中，也發現扇葉逆時針旋轉壓力比順時針旋轉大，差異非常明顯。
3. 我們放保利龍球觀察風力的方向，瓶口打開時，兩種旋轉方向都是吹力，但逆時針旋轉風力比順時針旋轉風力大。在排氣孔後方放保麗龍球，兩種轉向都能排出空氣，推測折角向下都排出氣流。
4. 蓋上吸塵器蓋子測試保利龍球吸力，卻發現逆時針旋轉折角在後吸力大；順時針旋轉折角在前時吸力弱，負壓 10 Pa 左右加上 5cm 管長吸力弱，有些保利龍球會堆積在管口。
5. 總結風速和壓力測量結果，都顯示吸力受扇葉折角影響，折角在前空氣阻力大，空氣擾動弱；折角在後，括起較多空氣，空氣擾動效果好。這種扇葉設計，風力方都是向外推，其它種扇葉情形是否相同？可留待下次研究再探討。



## 六、研究六：濾網疏密度是否會影響吸力?

### (一)實驗方法

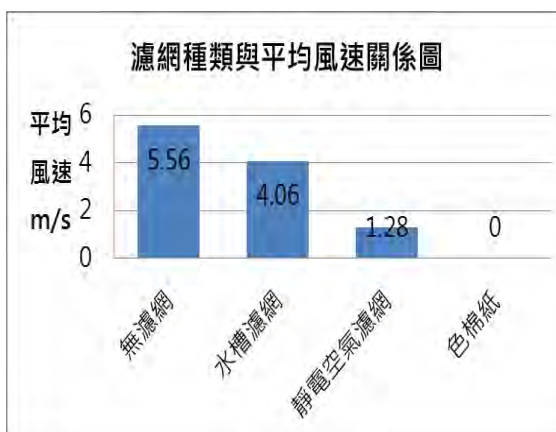
1. 先將馬達和扇葉固定在瓶子底部。
2. 取保特瓶或透明投影片 5 公分高，稍微縮小做濾網槽，用雙面膠固定各種濾網。瓶身內部加 4 個小橡皮擦顆粒，固定濾網槽。
3. 測量無濾網、水槽濾網、靜電濾網、色棉紙濾網風速，並紀錄。
4. 操縱變因：濾網種類。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)。控制變因：NO.112755 馬達，電壓 10V，5 葉扇葉，5 洞，瓶身 15cm。

			
水槽濾網	靜電空氣濾網	色棉紙濾網	4 個小橡皮擦防止濾網槽滑下

### (二)實驗結果:

#### 不同濾網風速測試結果 單位：m/s

濾網種類/實驗次數	1	2	3	4	5	最大值	最小值	平均
無濾網	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.6	5.5	5.56
水槽濾網	3.8	4	4.1	4.1	4.3	4.3	3.8	4.06
靜電空氣濾網	1.2	1.3	1.2	1.4	1.3	1.4	1.2	1.28
色棉紙	0	0	0	0	0	0	0	0



### (三)討論:

1. 比較風速結果，發現平均風速由大到小分別為：無網>水槽濾網>3 M 靜電空氣濾網>色棉紙。孔隙愈密，風速愈小。
2. 水槽濾網孔隙較大，通過氣流較強；靜電空氣濾網孔隙較密，氣流還可以通過；色棉紙孔隙最密，氣流通過量很少，測不到風速。
3. 我們發現加網會阻擋空氣流動，所以風速減慢，差距才會大。濾網形成阻力會讓抽氣的效果變差。

## 七、研究七：管長是否會影響吸力？

### (一)實驗方法

1. 將馬達和扇葉黏在寶特瓶底部上。
2. 裝上打洞的蓋子,並分別黏上 10cm 和 20cm 的管子
3. 切割保麗龍板成邊長 1cm 的正方形，共 90 塊小保麗龍片。裝在固定圓形容器，用手機計時器測量全部吸完所用的時間。記錄結果。
4. 操縱變因：吸塵器管口長度。

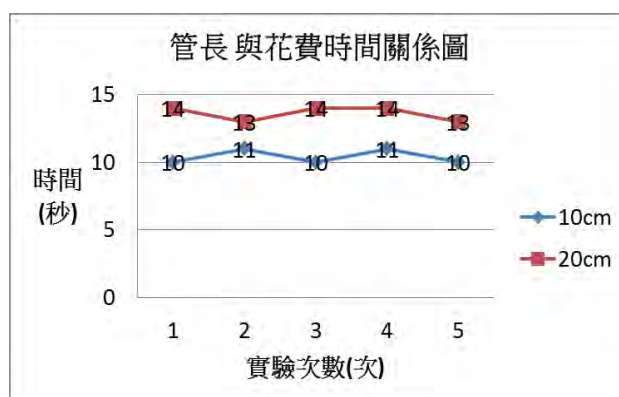
應變變因：小保麗龍片全部吸完所用的時間(單位：秒)

控制變因：NO.112755 馬達，電壓 10V，4 葉扇葉，瓶身 15cm。

### (二)實驗結果

不同管長吸保麗龍花費時間 單位：秒

管長/次數	1	2	3	4	5	平均
10cm	10	11	10	11	10	10.4
20cm	14	13	14	14	13	13.6



### (三)討論

1. 吸塵器管長 10cm 平均吸完保麗龍片時間 10.4 秒，管長 20cm 平均吸完保麗龍片時間 13.6 秒。管長較短，吸力較強。
2. 我們曾經想測試吸塵器的吸力，在管口黏上針筒，觀察針筒的刻度變化。但只能看到針筒活塞轉動，轉動方向和扇葉旋轉的方向相同，推測是受內部空氣旋轉影響。等了很久，仍然看不到針筒活塞刻度的變化。
3. 針筒活塞刻度沒變化，一度讓我們以為完全沒有吸力，於是我們在瓶子管口套上大塑膠袋，啟動吸塵器後，幸好可以看到袋中的空氣逐漸被排出，證明我們的吸塵器成功了！
4. 我們發現管長也會形成阻力會讓抽氣的效果變差。

## 柒、討論

### 一、吸力來源：

試用了 3V 玩具馬達，和 6-30V 8500 r.p.m 碳刷馬達，我們發現玩具馬達的吸力效果並不佳，而 6-30V 8500 r.p.m 碳刷馬達則可以產生較大的吸力，電壓愈強產生的吸力愈大，但電壓只能調到 10V 是最大值，否則馬達容易燒壞。網路查詢得知，馬達燒壞是電壓太強；電線燒壞，是電流太強。因此建議要製作吸塵器時，應選擇市面上常見的 12V 馬達，讓吸力較明顯。

從馬達差異比較，我們也驗證抽真空技術，抽氣速率大，真空效果會更好。

### 二、吸塵器配備：

測試扇葉數、開口洞數、瓶子高度、電流正負極、加濾網、管長等因素探討：

1. 扇葉：選擇較厚的鐵片製作扇葉空氣擾動的效果較佳。扇葉折角朝下可以變為吸力扇葉數以 5 葉為佳，3 葉扇葉吸力不大。扇葉也是影響抽氣率的因素之一。
2. 排氣孔：吸塵器後方排氣孔要多一些，洞口數太少，空氣排出量少，吸力不佳，以開五洞為佳。排氣孔會影響放氣率，放氣率愈大，兩端壓力差愈大。
3. 瓶身高度：以 2000ml 的保特瓶為例，瓶身高度 15cm，風速最強，推測是氣旋半徑較大，這個現象和水龍捲很像，空氣擾動半徑會逐漸加大。但實際用壓力計測量卻發現高度愈低吸力愈大，與空氣體積最快被排出產生壓力差有關，瓶高愈低愈好。
4. 扇葉旋轉方向：電流連接方式不同，使扇葉旋轉方向不同，以扇葉旋轉後折角在後方的吸力較強。本研究扇葉設計，扇葉順逆轉都是使空氣排出，折角使空氣擾動效果差別，其它扇葉設計仍待研究。
5. 加濾網：加濾網是吸塵器的阻力因素，孔隙太小、材質太密的紙質，阻力更大。
6. 吸塵器管長：吸塵器長管不要太長，也會增加阻力。



## 捌、結論

### 一、我們的吸塵器最佳組合

運用生活中現有材料，在小學階段能力有限的範圍內，我們找到製作一個吸力強大吸塵器的最佳組合如下：

(一)我們選用 6-30V 8500 r.p.m 碳刷馬達，電壓愈大產生風速愈快，吸力愈強。但我們發現電壓只能設定在 10V，否則馬達容易燒壞，因此選擇三節鋰電池總電壓約 10V，做為電力來源，可以用手拿著，使用方便。建議有興趣者，可以選用市面上的 12V 馬達，會比 3V 玩具馬達的吸力明顯。

(二)扇葉最好是鐵片較厚，半徑為 4cm，五葉扇葉數擾動氣流的效果較大，吸力較強。

(三)扇葉斜角會帶動氣流，逆時針轉時斜角在後，阻力小，產生氣流較強，吸力也較強；如果扇葉旋轉時折角在前，阻力大，吸力弱，安裝線路時要注意此現象。

(四)瓶身高度愈低，空氣愈快被排出吸力愈強，因此最佳瓶身高度是 7 公分。雖然 15cm 時風速最大，但吸力不是最大，瓶身低反而吸力大。

(五)開口洞數則會影響空氣排出量，如果洞數太少，空氣不容易排出，不容易造成壓力差，會影響吸力效果，以五洞為佳。

(六)加濾網和加長管長會增加氣流阻力，讓排氣效果不好。建議管長愈短愈好。要吸取小碎紙可以使用靜電空氣濾網或水槽濾網攔截小垃圾。

### 二、未來研究方向

透過文獻探討，讓我們知道吸塵器是抽氣的應用，使內部壓力小於一大氣壓，再吸取小紙屑。實驗後反省思考，有哪些是未來可以再改進的方向如下：

(一) 保特瓶材質容易變形，一些抽真空技術通常是使用鋼瓶，較堅硬隔絕系統外大氣壓力，可再改良。

(二) 本研究扇葉只有一種，後續研究可以重新設計扇葉，測試吸力大小。

(三) 內部抽氣空間、吸塵管可以再設計，測試可否加大壓力差。

## 玖、參考資料

- 1.張存續。Vacuum 真空。取自 <http://www.phys.nthu.edu.tw/~thschang/notes/VAC01.pdf>
- 2.俊尚科技。真空狀態的判斷：各種測量技術的介紹。取自 <http://www.junsun.com.tw/index.php/zh/2012-04-12-01-17-00/2012-05-11-02-29-35/item/48-真空的測量.html>
- 3.吸塵器的原理。取自 <http://blog.xuite.net/tpg9810/ornhxuesyt/15989307>

## 【評語】 082801

1. 本作品探討吸塵器的設計與製作，針對吸塵器不同的結構參數進行探討，雖然原理和市面實物皆已普遍，但透過國小學生的好奇心和願意動手實驗參數和實作作品量測，是一種很好的科學啟發工作和精神，值得鼓勵。
2. 利用生活小物設計吸塵器，構想佳。
3. 建議針對所設計的結構與現有吸塵器的結構有何異同？宜進行比較。

## 壹、研究動機

「哎呀！桌上這麼多小碎紙！要是有個吸塵器該有多好！」於是我們開始在網路上查詢資料，有各式各樣的做法，雖然在四年級時學過安裝電路，讓電風扇旋轉，但我們沒有做過吸塵器，卻引發我們更大的好奇心，真的可以產生吸力？可以吸取碎紙屑嗎？什麼樣的器材組合吸力會最強？我們歷經試做，找到吸力不強的原因，再慢慢修正，最後終於做出可以使用鋰電池配合直流馬達，吸力強大的手持式吸塵器，隨手就可以用哦！

## 貳、研究目的

- 一、試做有吸力的吸塵器。
- 二、研究扇葉片數對吸塵器吸力的影響。
- 三、研究底部開口洞數對吸塵器吸力的影響。
- 四、研究瓶子高度對吸塵器吸力的影響。
- 五、研究扇葉旋轉方向對吸塵器吸力的影響。
- 六、研究濾網疏密度對吸塵器吸力的影響。
- 七、研究吸塵管長對吸塵器吸力的影響。

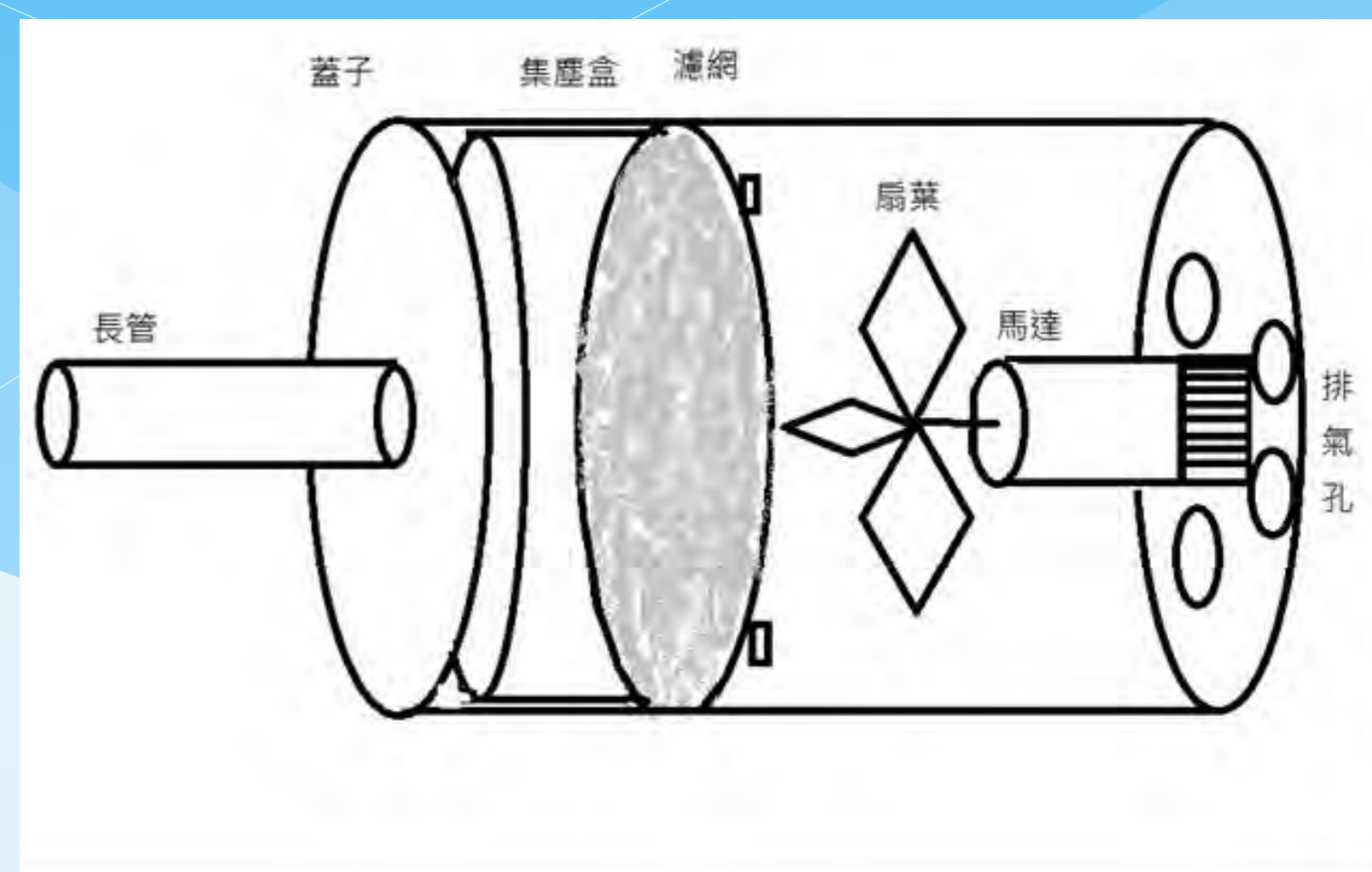
## 參、研究設備及器材

### (一)器材

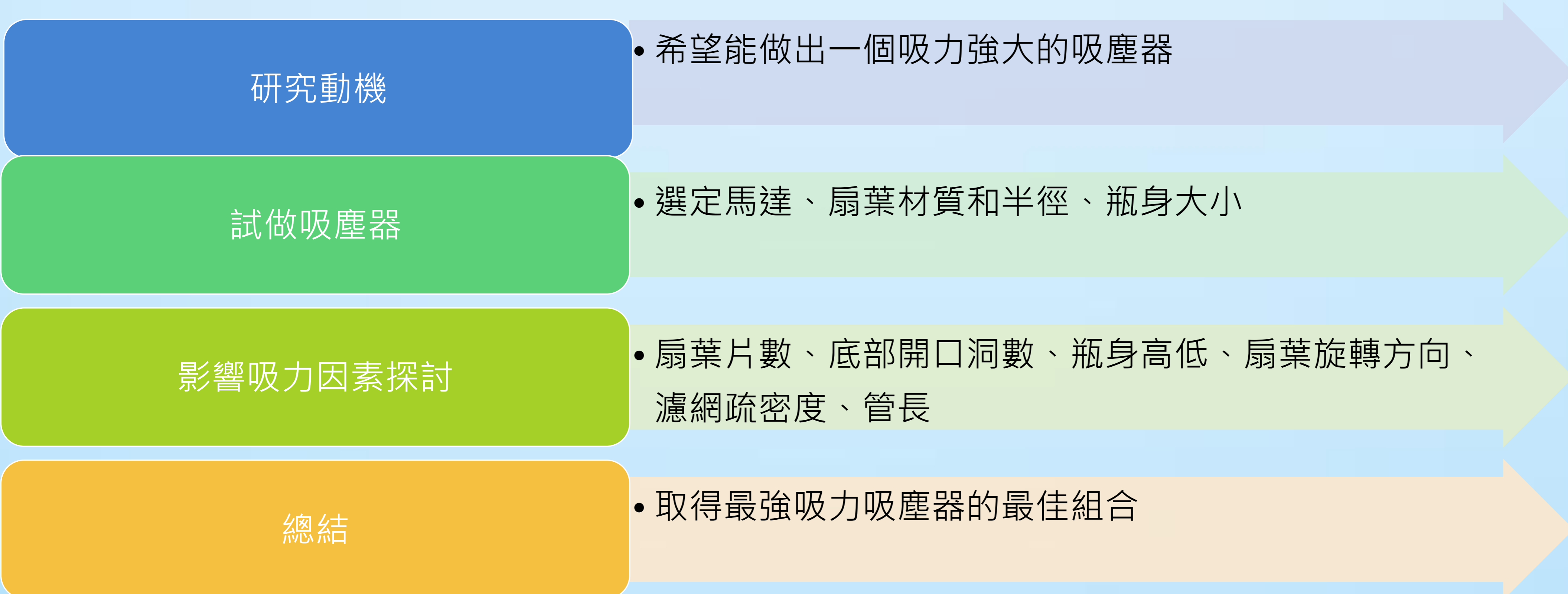
- 一、吸塵器材料：馬達、自製扇葉、保特瓶、電線、鱷魚夾、小齒輪。
- 二、製作吸塵器工具：熱熔膠、熱熔膠槍、焊接器
- 三、測試工具：風速計、壓力計、1cmx1cm保麗龍、電源供應器、碼錶。

### (二)扇葉製作方法說明

- 一、用鐵片畫出半徑4公分的圓，畫出3、4、5、6片的扇葉，圓心角分別是120度、90度、72度、60度。
- 二、從中心往外1公分，往外畫30度扇形。
- 三、將步驟(一)畫的半徑向內剪，剪到步驟(二)畫的1公分處。
- 四、用美工刀割3-5次，從上面往下折步驟(二)畫的扇形直線。




## 肆、研究流程



## 伍、研究方法與結果

### 一、研究一：試做吸塵器

第1階段：試做吸塵器	第2階段：判讀吸力大小，改變馬達：	第3階段：加大加厚扇葉與加大瓶身：
<p>★用3V玩具馬達、可口可樂的鋁罐做扇葉，裝在瓶底有打洞的600ml的保特瓶中，裝上流理台水水槽塑膠濾網</p> <p>★可以吸取芝麻粒，但吸力不大。</p> 	<p>★我們選用6-30v的碳刷直流馬達，用電壓10V測試。</p> <p>★電壓超過10v，馬達內部開始出現火花</p>	<p>★扇葉由較薄可樂罐鋁片，換成較厚糖菓盒鐵片，風速較強。</p> <p>★也加大扇葉面積，改為半徑4公分的扇葉，改用2000ml的沙士做瓶身。</p>

以 6-30V 直流馬達、10V 電壓、半徑 4 公分鐵片扇葉、2000ml 沙士瓶身為基準



## 二、研究二：扇葉片數是否會影響吸力？

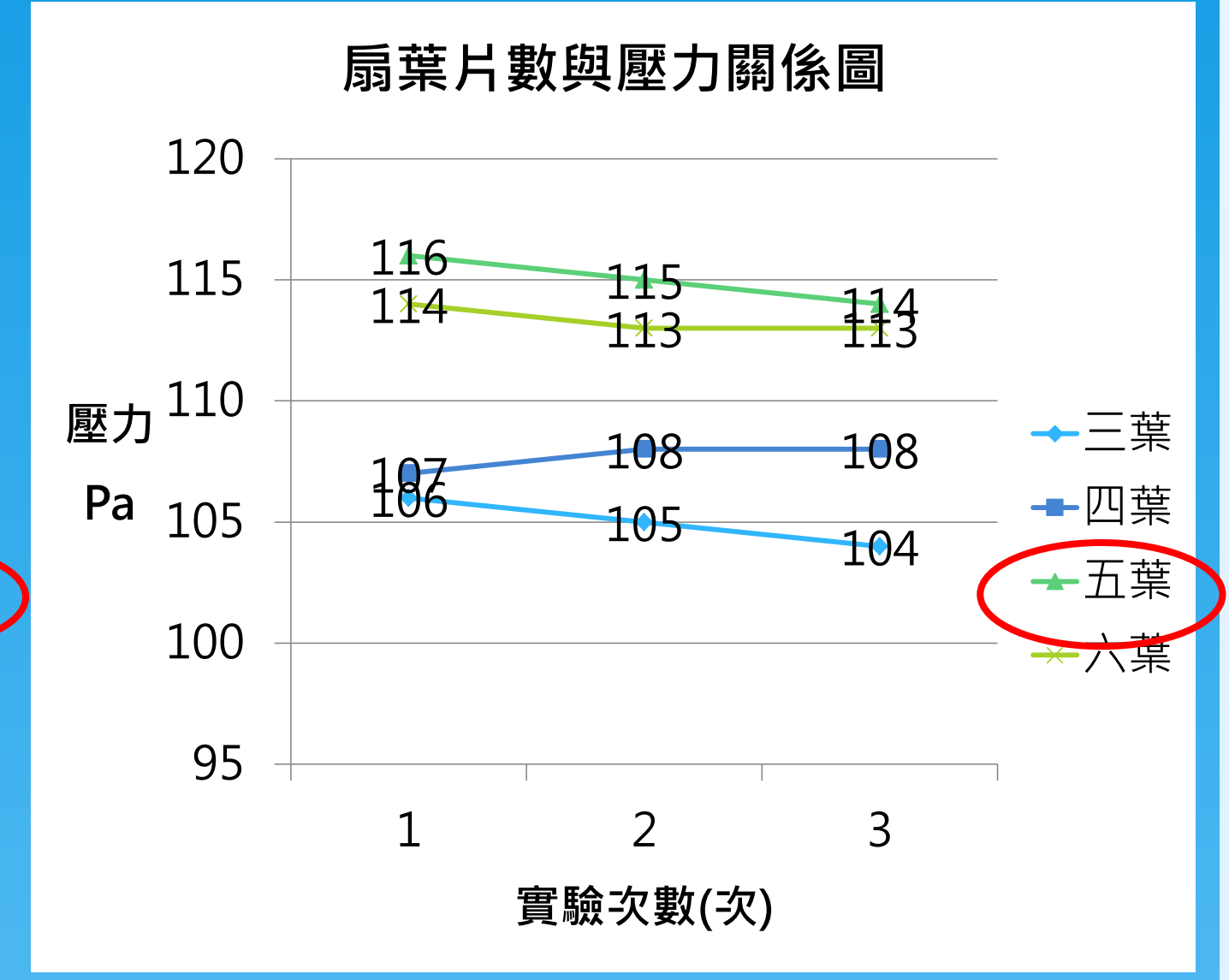
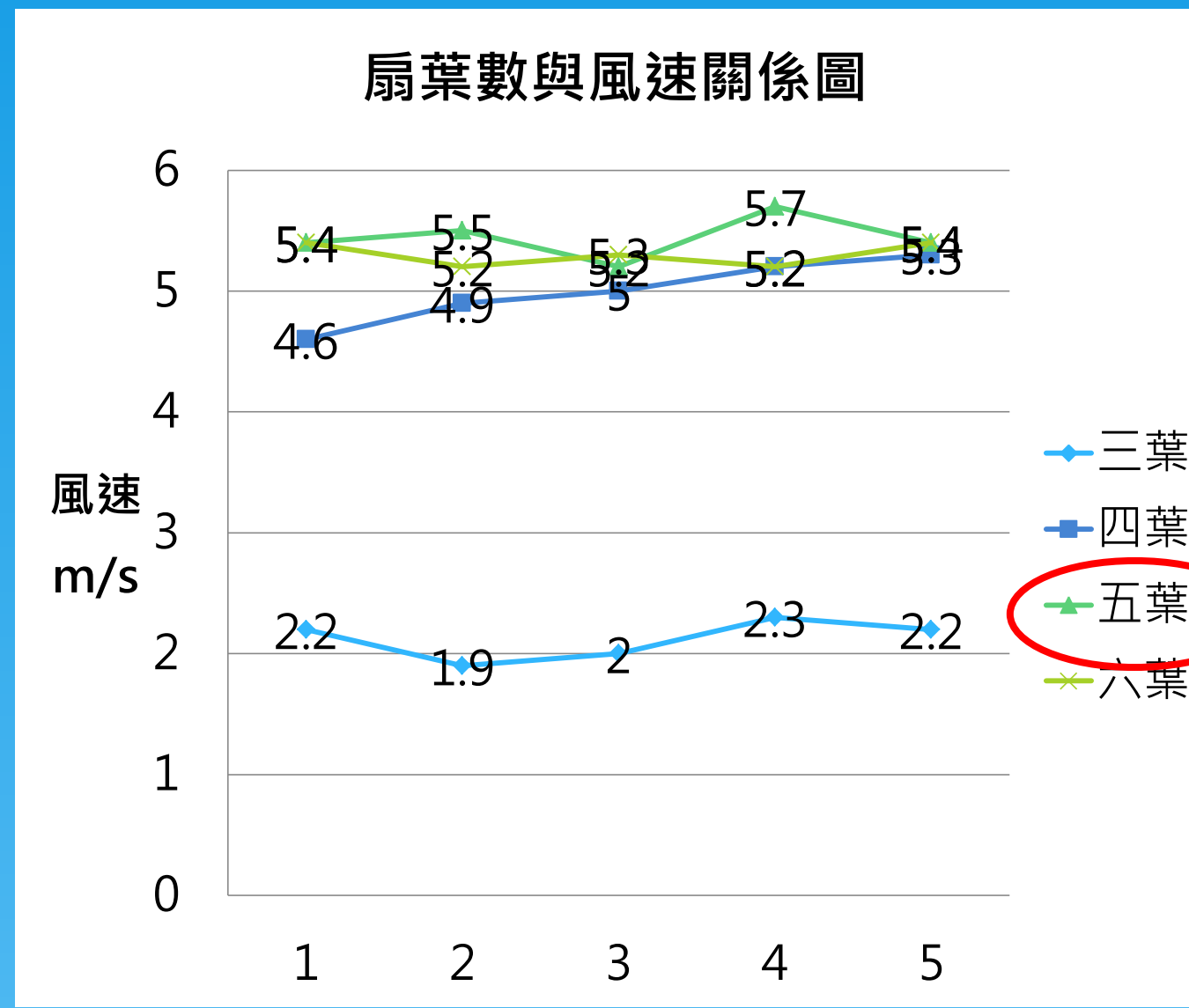
### (一)實驗方法

操縱變因：扇葉數。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，洞口數5洞，瓶高15cm。

### (二)實驗結果

- 3葉風速明顯偏弱，4葉、5葉和6葉的風速結果較接近。
- 可以知道5葉扇葉的效果最好，推測是30度扇形總面積較大，折角較多，空氣攪動較多，風速大。
- 6葉扇葉可能會擾亂空氣，造成風速較小。
- 風速大，吸力強。



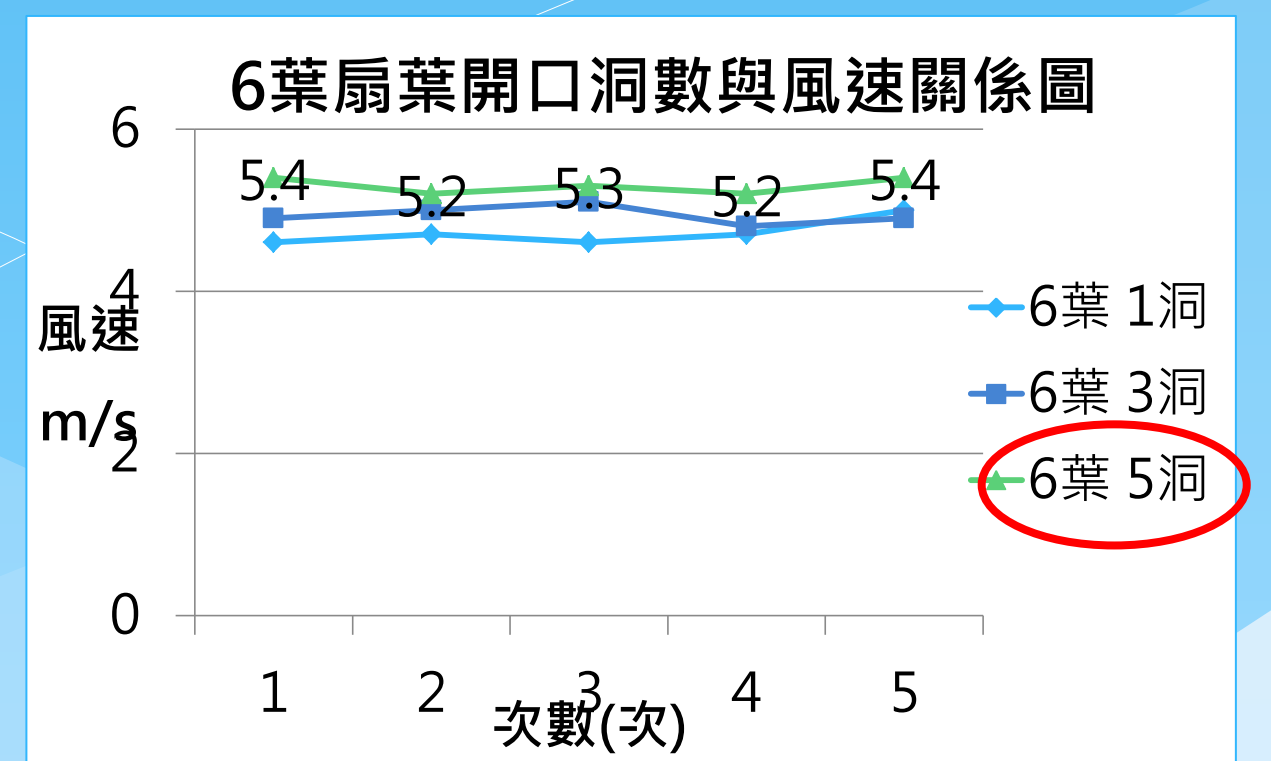
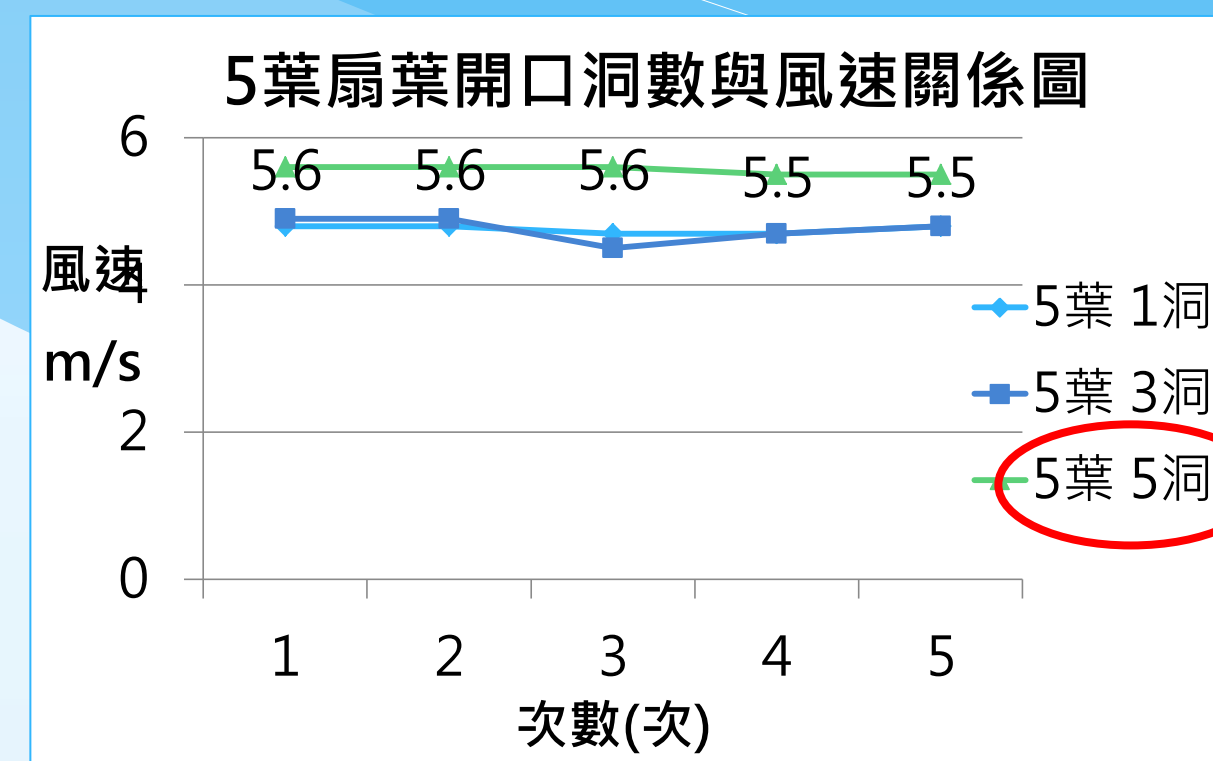
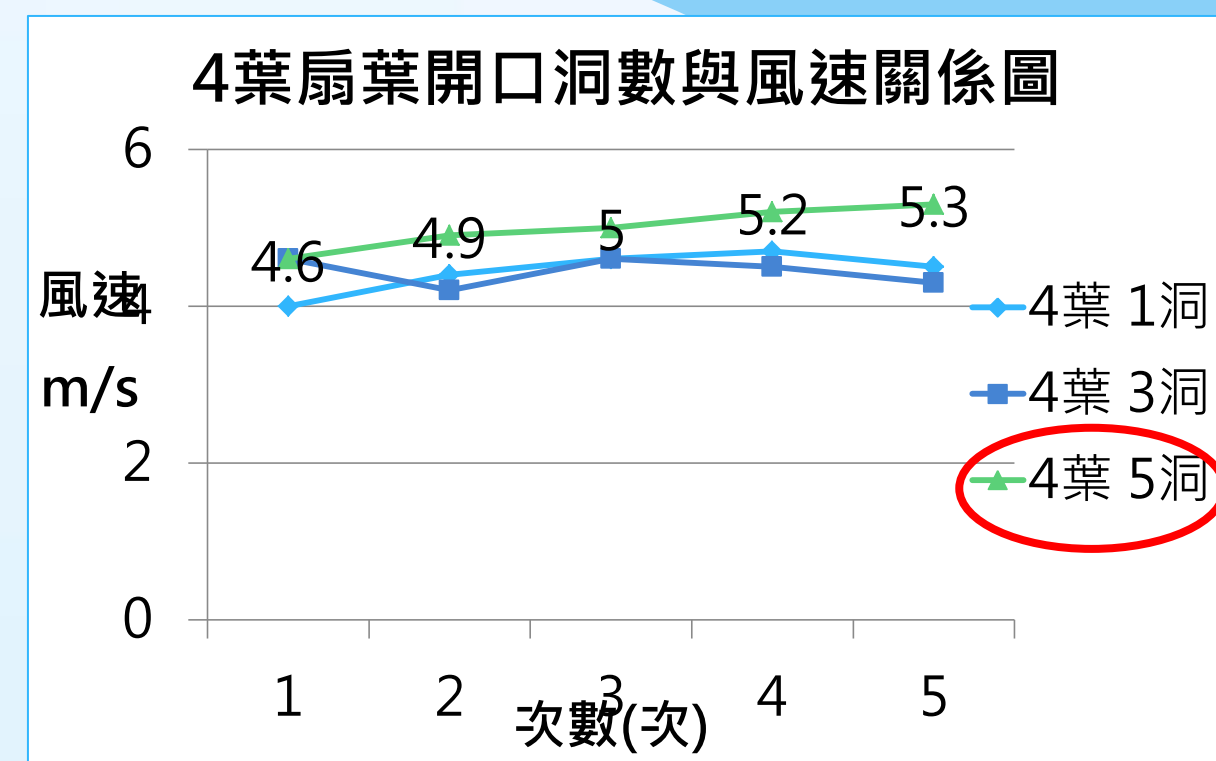
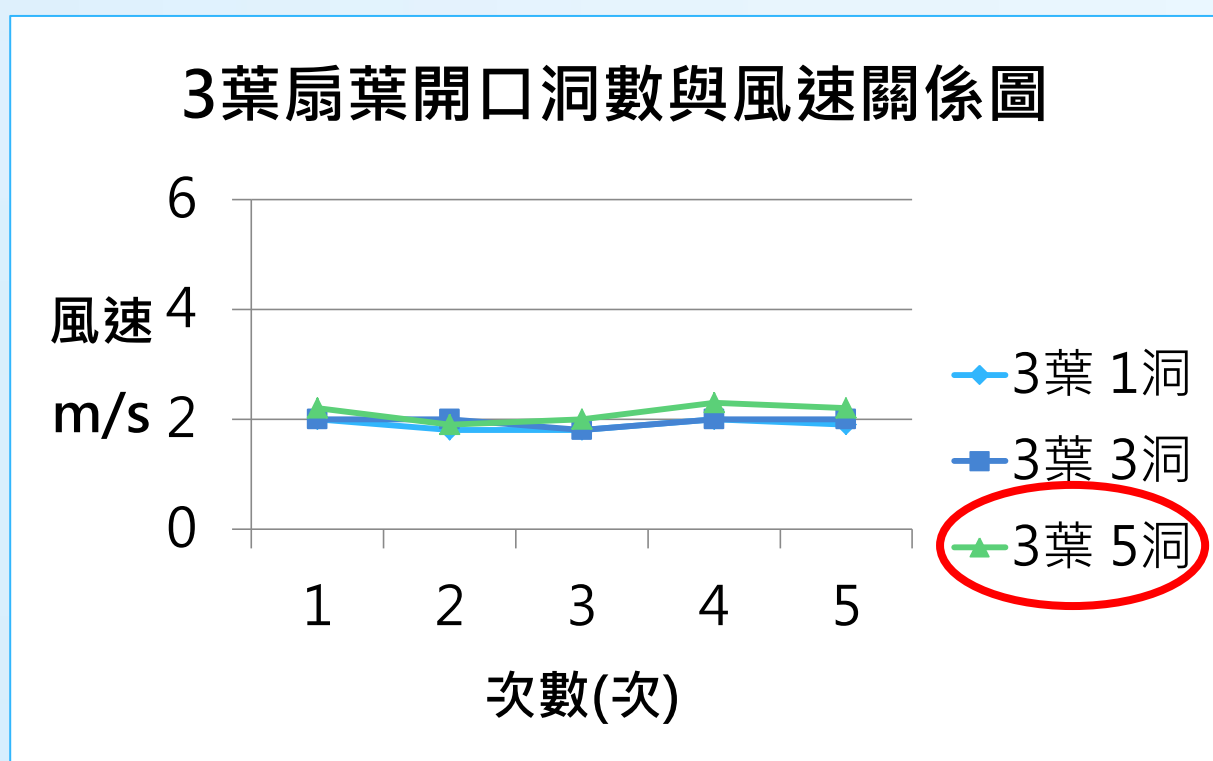
## 三、研究三：瓶子底部開口洞數是否會影響吸力？

### (一)實驗方法

操縱變因：洞口數。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，瓶高15cm。

### (二)實驗結果



五洞對流較好，攪動的空氣可以順利排出，所以風速較強。

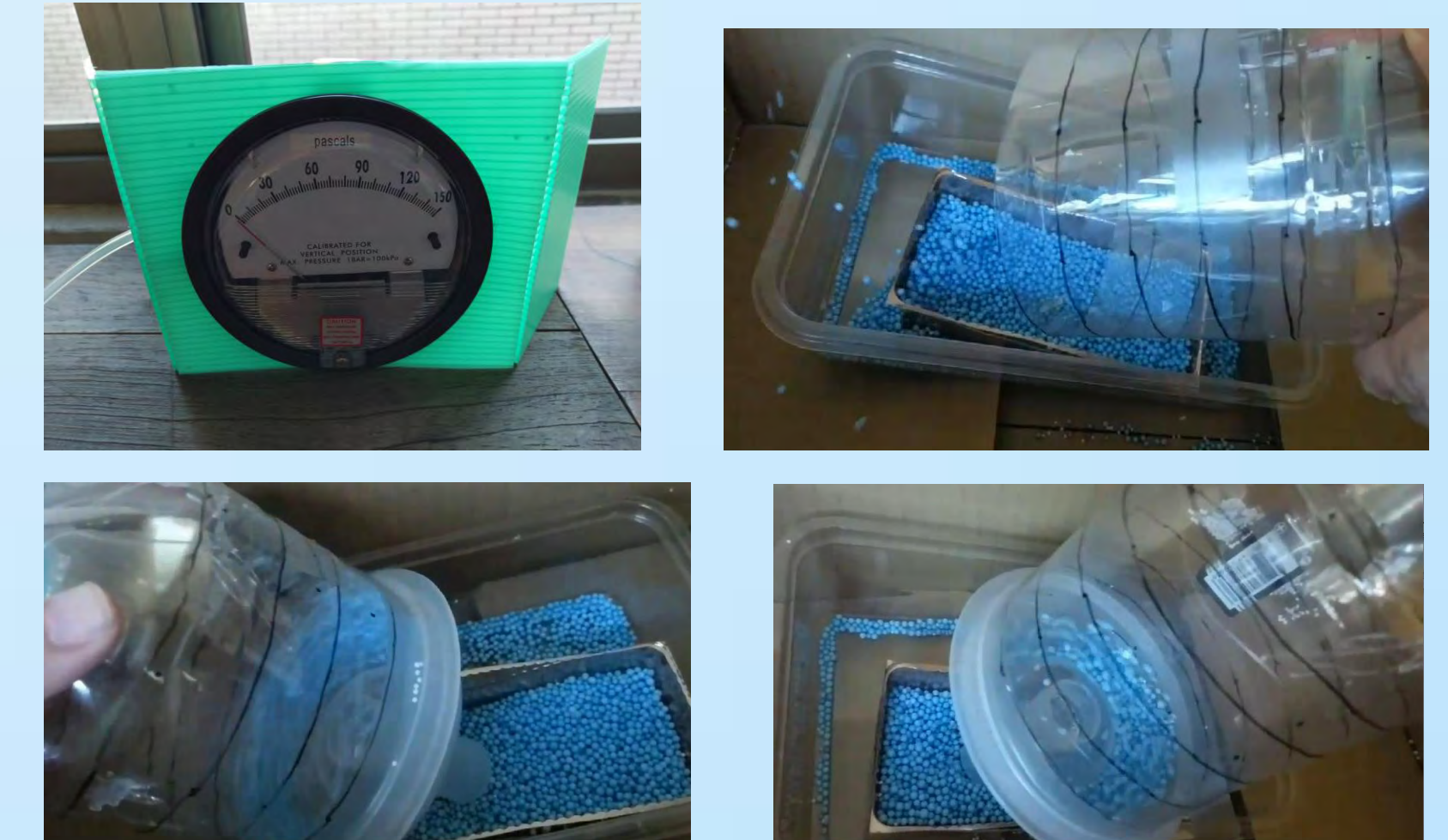
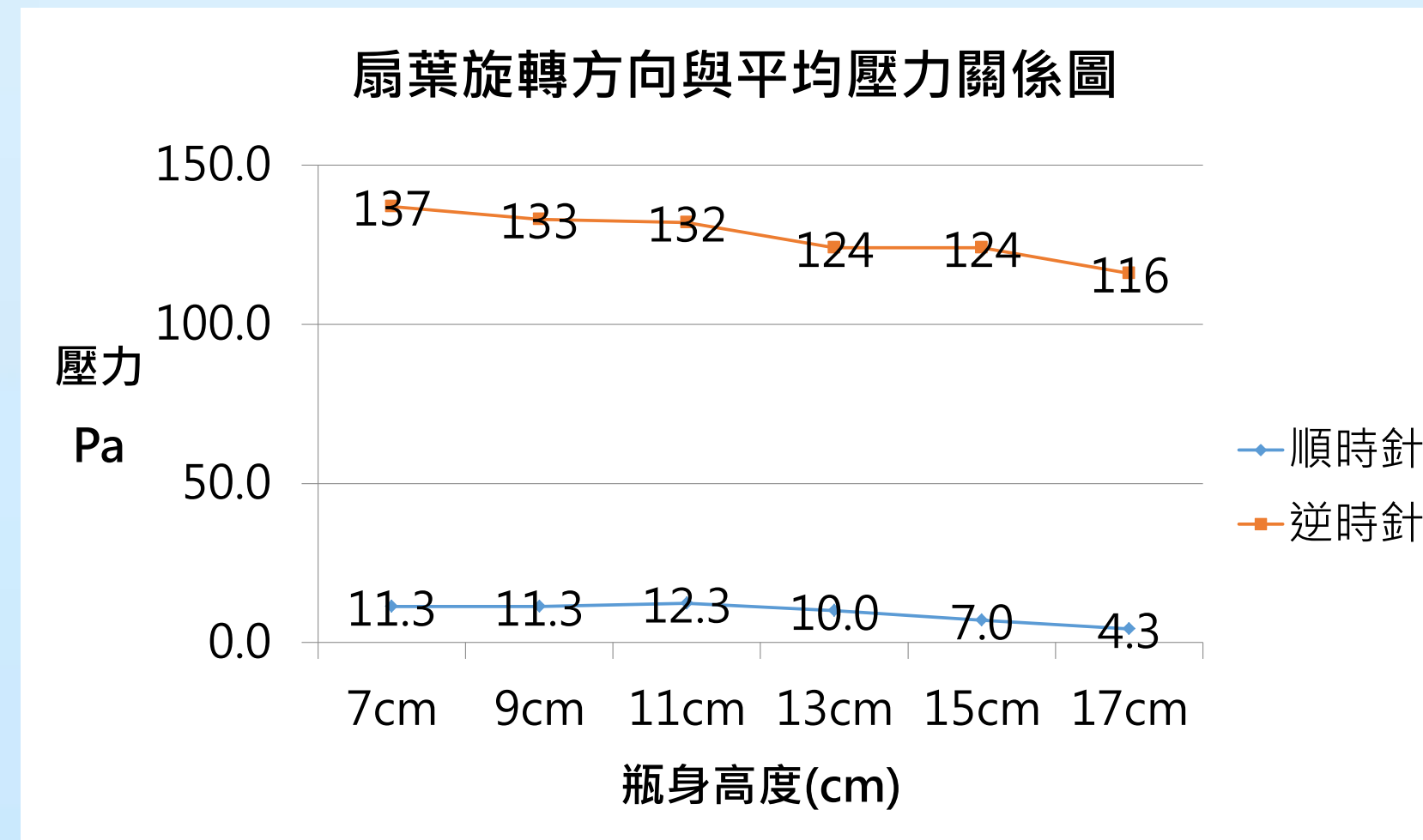
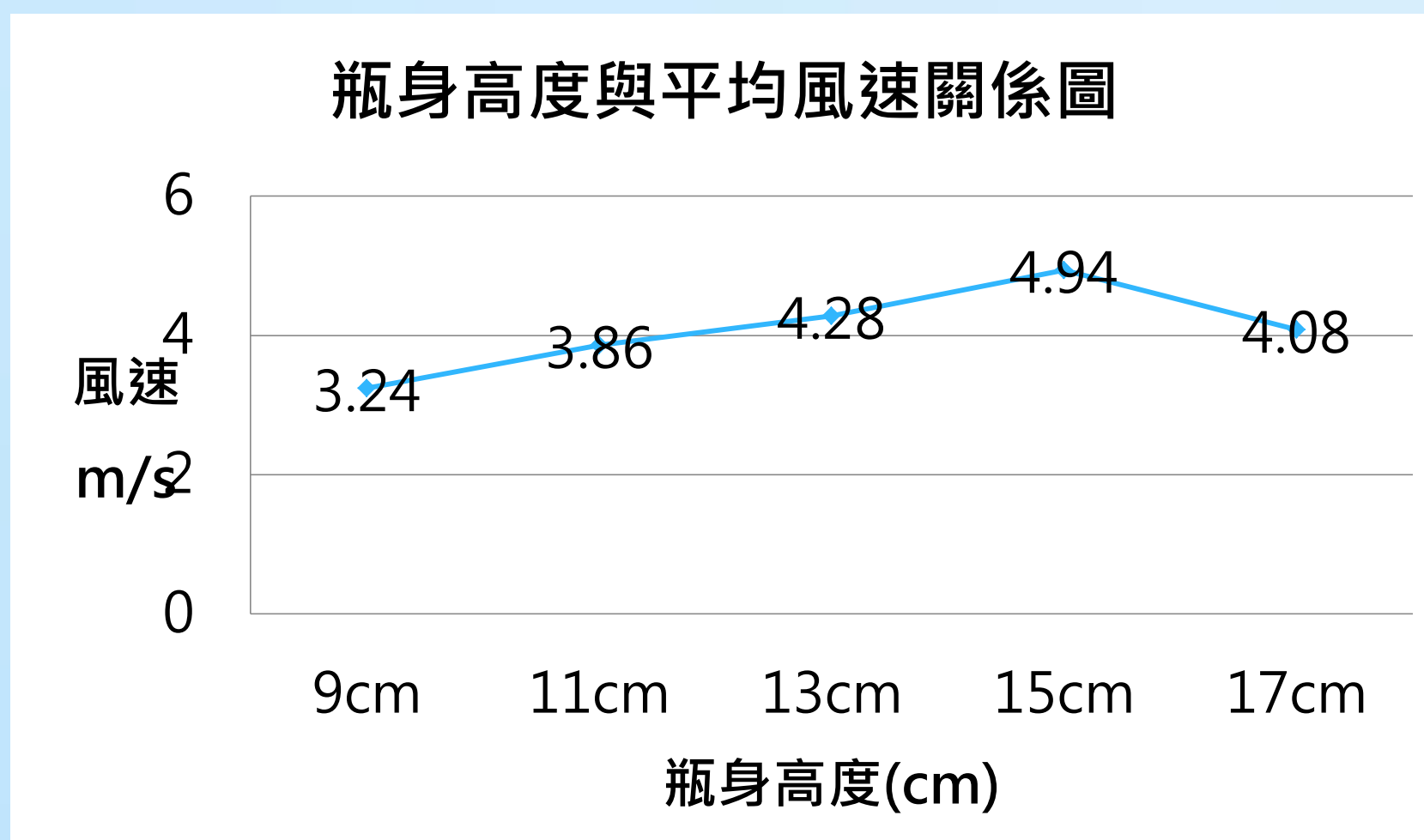
## 四、研究四：瓶子高度是否會影響吸力？

### (一)實驗方法

操縱變因：瓶子高度。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，5葉扇葉，5洞。

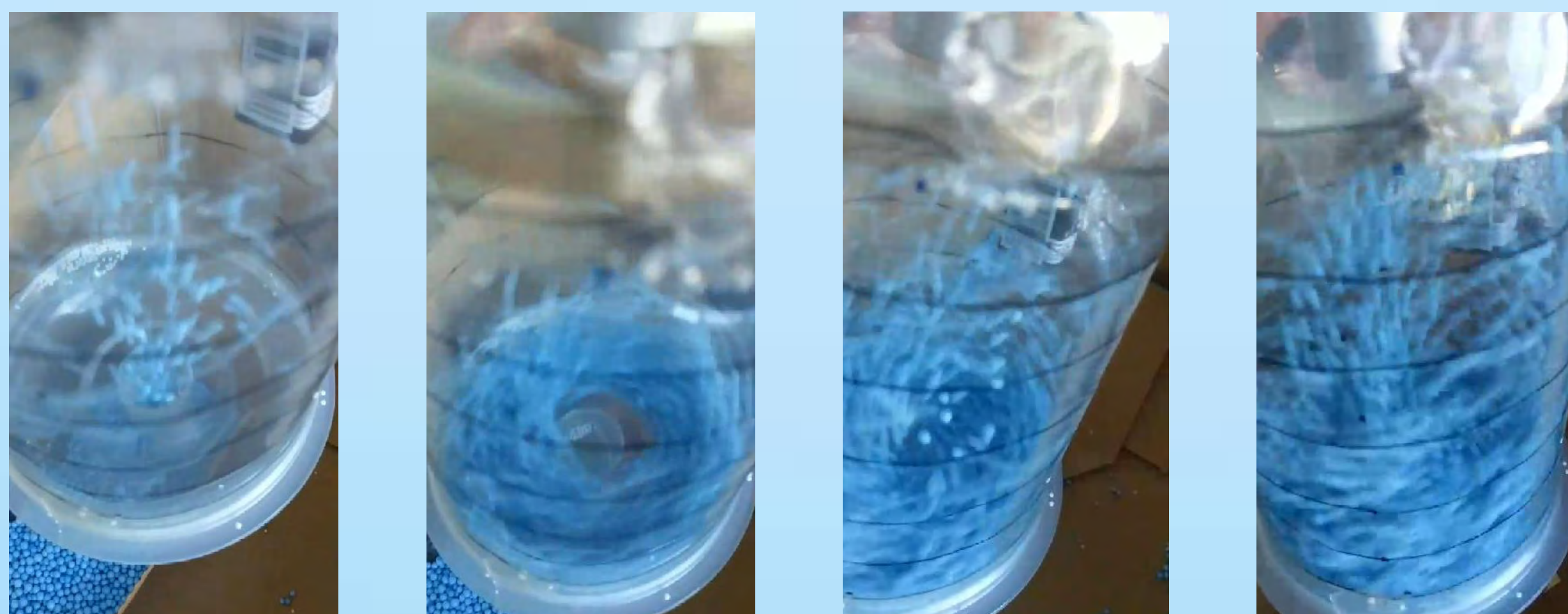
### (二)實驗結果



註：扇葉逆時針轉。

註：扇葉逆時針轉。

瓶身高度15cm，風速最強，推測是氣旋半徑較大，這個現象和水龍捲很像，空氣擾動半徑會逐漸加大。但實際用壓力計測量卻發現高度愈低吸力愈大，與空氣體積被排出產生壓力差有關，瓶高愈低愈好。



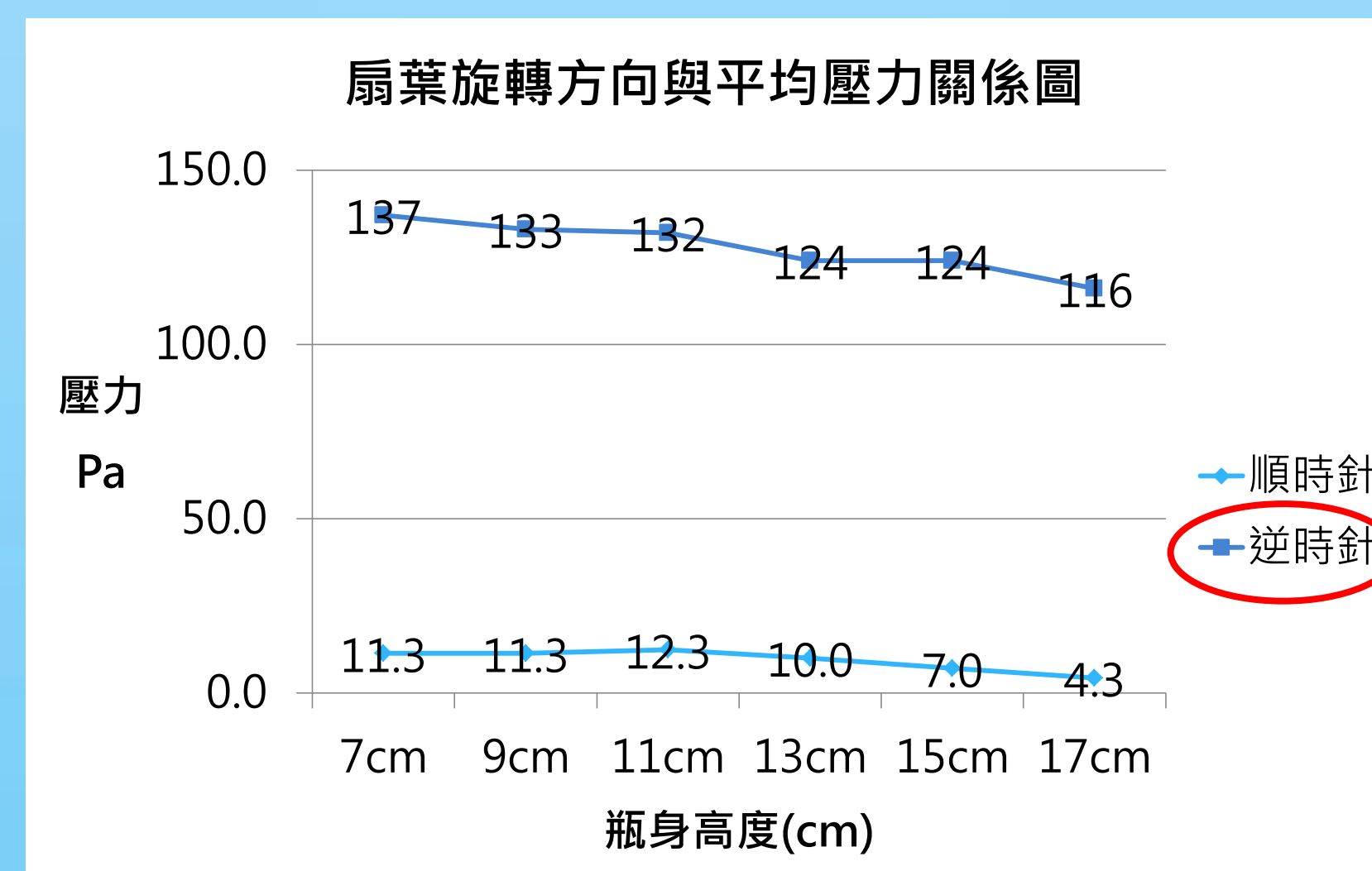
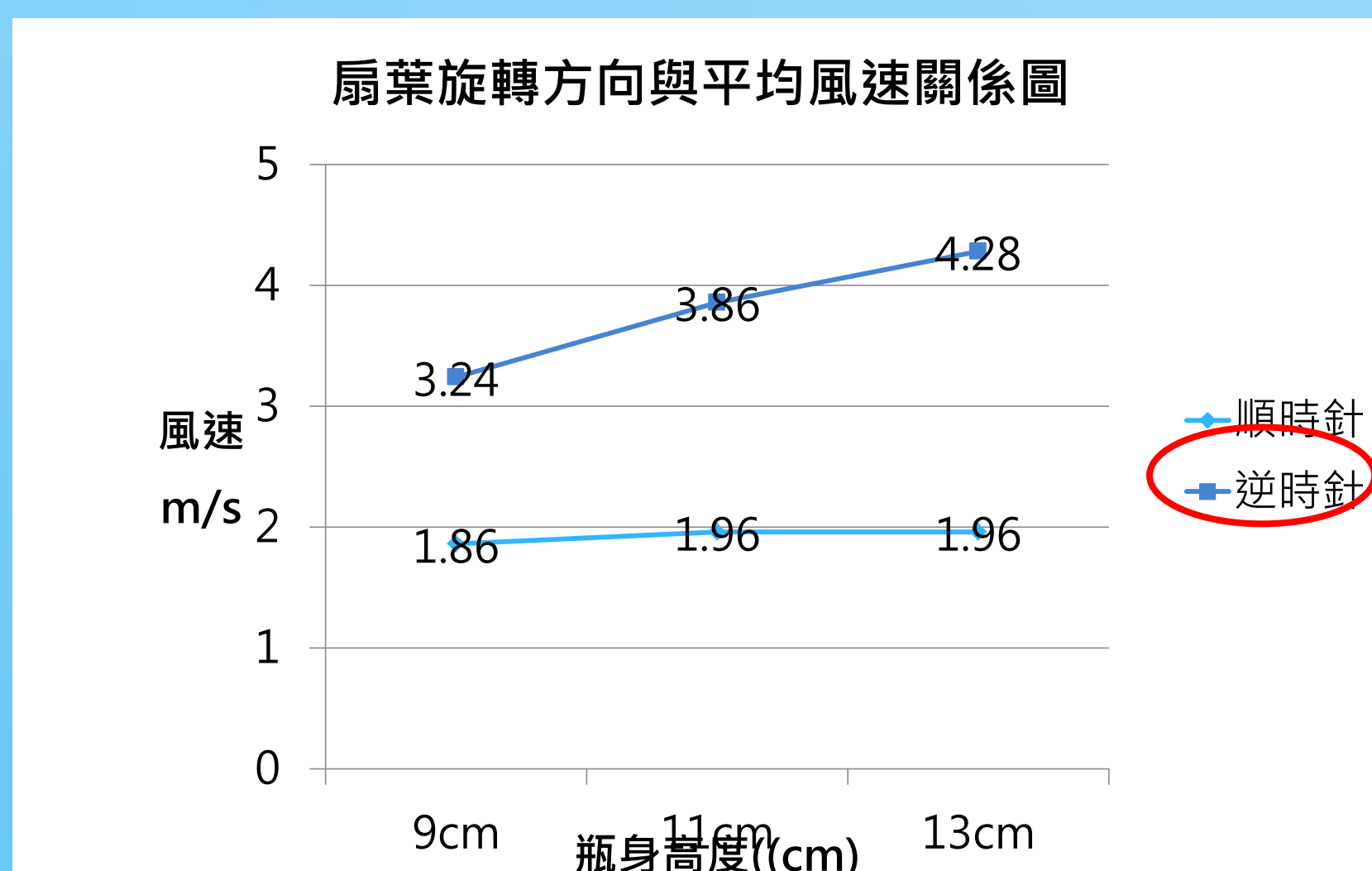
## 五、研究五：扇葉旋轉方向是否會影響吸力？

### (一)實驗方法：

操縱變因：電流正負極連接。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，5葉扇葉，5洞。

### (二)實驗結果



瓶身高度	扇葉逆時針		扇葉順時針	
	瓶口打開	排氣孔	瓶口打開	排氣孔
7cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
9cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
11cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
13cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
15cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱
17cm	吹力較強	排氣強	吹力較弱	排氣弱

風速和壓力測量結果，都顯示吸力受扇葉折角影響，折角在前空氣阻力大，空氣擾動弱；折角在後，括起較多空氣，空氣擾動效果好。

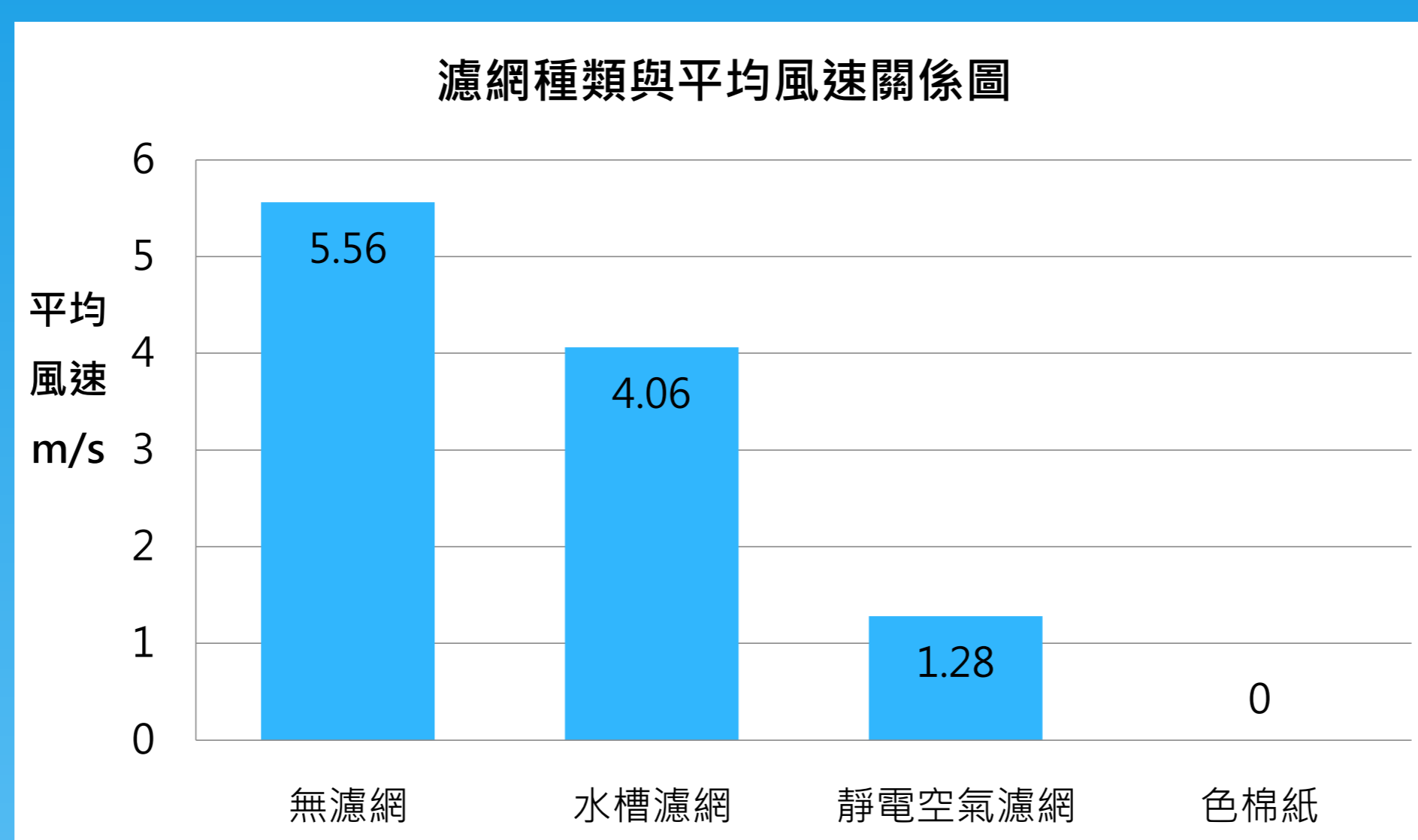
## 六、研究六：濾網疏密度是否會影響吸力？

### (一)實驗方法

操縱變因：加濾網。應變變因：管口測得風速(單位：m/s)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，5葉扇葉，5洞，瓶高15cm。

### (二)實驗結果



比較風速結果，發現平均風速由大到小分別為：無網>水槽濾網>3 M靜電空氣濾網>色棉紙。孔隙愈密，風速愈小。

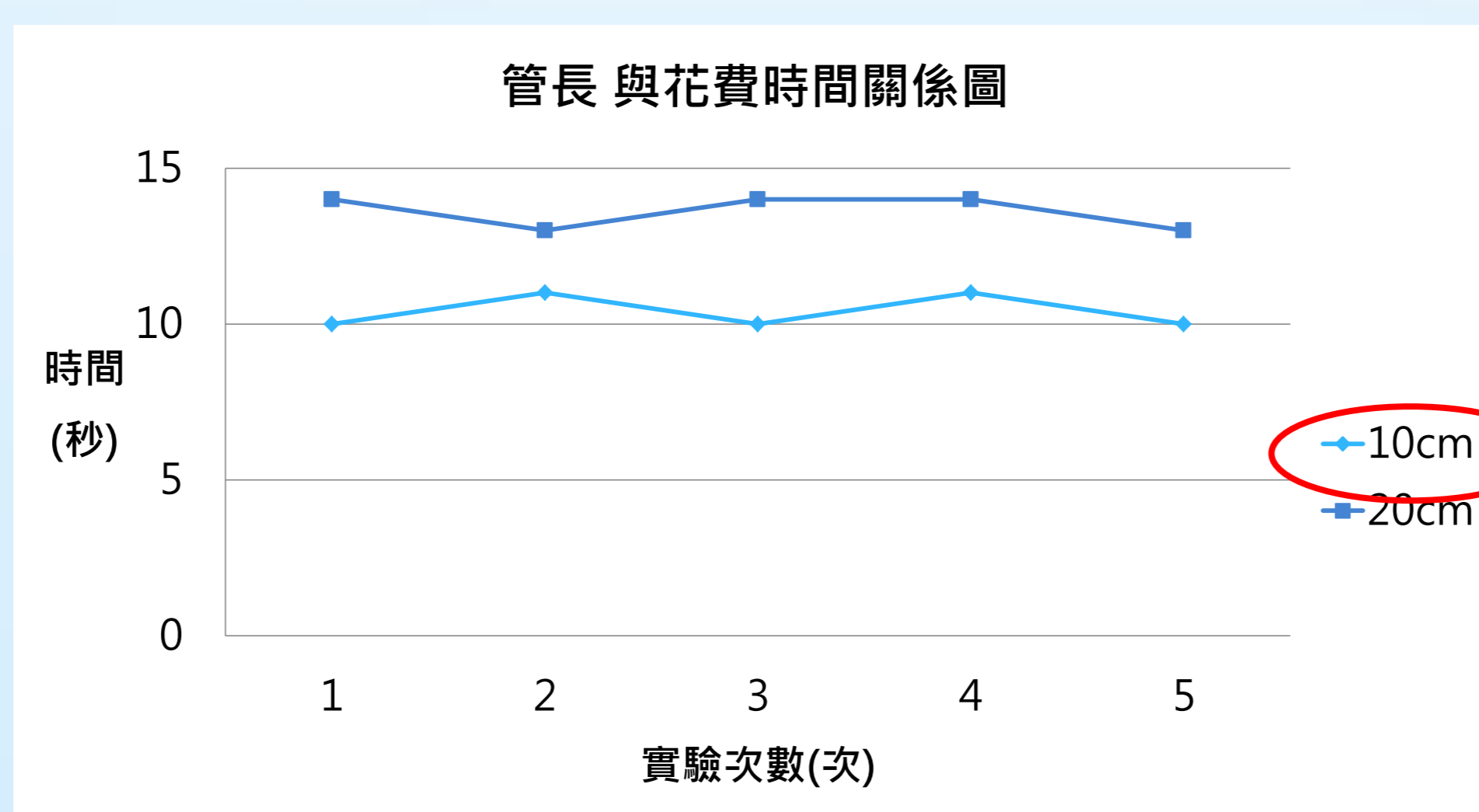
## 七、研究七：研究管長是否會影響吸力？

### (一)實驗方法

操縱變因：吸塵器管口長度。應變變因：小保麗龍片全部吸完所用的時間(單位：秒)

控制變因：NO.112755馬達，電壓10V，5葉扇葉，瓶高15cm。

### (二)實驗結果



- 1.吸塵器管長10cm平均吸完保麗龍片時間10.4秒，管長20cm平均吸完保麗龍片時間13.6秒。管長較短，吸力較強。
- 2.管長也會形成阻力會讓抽氣的效果變差。

## 陸、討論

以我們設計的這款吸塵器的最佳組合：

1.馬達 ✓ 12伏特馬達 ✓ 8500轉	2.電壓 ✓ 10伏特 ✓ 或使用3顆3.7伏特的鋰電池	3.扇葉 ✓ 較厚鐵片 ✓ 扇葉半徑4公分 ✓ 5葉扇葉	4.排氣孔 ✓ 以5洞為佳。
5.吸塵器高度 ✓ 最佳高度為7cm	6.扇葉旋轉方向 ✓ 逆時針旋轉折角在後面吸力強	7.濾網疏密度 ✓ 孔洞大，阻力較小，吸力才會大	8.集塵管 ✓ 管長太長會形成阻力

## 柒、研究心得

我們發現不管是吸塵器或其它儀器，都有屬於它的所有條件的最適範圍，找到最適範圍，才能夠發揮最大的效益。

這個吸塵器小朋友就可以自己製作，可以應用在小朋友寫完功課時吸取橡皮擦碎屑，做完美勞時吸取小紙片，或者幫媽媽清潔桌面。飯店也可以提供這種小型吸塵器，讓旅客的衣服裝入壓縮收納袋，抽氣縮小行李體積。

## 捌、參考資料

- 1.張存續。Vacuum 真空。取自 <http://www.phys.nthu.edu.tw/~thschang/notes/VAC01.pdf>
- 2.俊尚科技。真空狀態的判斷：各種測量技術的介紹。取自 <http://www.junsun.com.tw/index.php/zh/2012-04-12-01-17-00/2012-05-11-02-29-35/item/48-真空的測量.html>
- 3.吸塵器的原理。取自 <http://blog.xuite.net/tpg9810/ornhxuesyt/15989307>

