

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082907

我把風力放大了~探討無扇葉風扇深藏的秘密

學校名稱：桃園市立永順國民小學

作者：	指導老師：
小六 張奇恩	王秋雯
小六 石宗諺	蔡青雅
小六 張宜蓁	
小六 何澄睿	
小六 劉至軒	
小六 江孟芝	

關鍵詞：康達效應、白努利原理、無扇葉風扇

摘要

神秘的無扇葉風扇讓我們非常好奇，於是，一場無止境的探究活動開始，從文獻中找到簡易版無扇葉風扇，於是在實驗一，我們首先製作三角體紙板無扇葉風力倍增裝置，發現長度、寬度、體積越大，風力越弱，角度 30-60-90 較 15-75-90 佳，大小吹風機在 30-60-90 有明顯差異。

而實驗二到四中，確認了圓柱形、曲率 1/60、進風口位置置中，因前後風力不穩定、出風口直徑 4 公分、採用集中式風源、風洞直徑 0.58cm 及使用紙杯做為主要材質，效果最好。

接著利用各種大小的礦泉水瓶使用製作第二代風力倍增器，繼續改良隙縫寬度、位置，並進一步改良風力來源、電線、曲率及增加導流裝置。

於是創造出兼顧低成本及高效率的風力倍增器，為守衛地球能源出一分小小的力氣。



壹、研究動機

夏天到了，好熱好熱，受不了的我們該怎麼辦？吹著冷氣逛街時無意中發現了一個很特殊的新產品~無扇葉風扇，靈機一動，想到去年科學競賽的比賽題目也是無扇葉風扇，研究團隊觀察到無扇葉風扇可以讓風力增加，引發了研究熱情，走，讓我們玩玩看。

※相關單元：南一版 6 下(3)永續家園、南一版 4 下(4)好玩的風

貳、研究目的

一、研究目的一：設計低成本、高效率之簡易無扇葉風力倍增器裝置

- (一)、 研究三角體無扇葉風力倍增裝置~長度、寬度、體積、角度、風力大小
- (二)、 研究外型造成簡易版風力倍增裝置效能變因~材質、形狀、曲率
- (三)、 研究風口造成簡易版風力倍增裝置效能變因~進風口位置、出風口大小
- (四)、 研究其他因素造成簡易版風力倍增裝置效能變因~風源、風洞大小



二、研究目的二：低成本高效能化無扇葉風力倍增裝置

- (五)、 第一代圓柱體無扇葉風力倍增裝置~體積、形狀、能源、隙縫寬度、隙縫位置

三、研究目的三：精緻化最佳無扇葉風力倍增裝置

- (六)、 第二代圓柱體無扇葉風力倍增裝置~風源、導流一、曲率、導流二、降溫

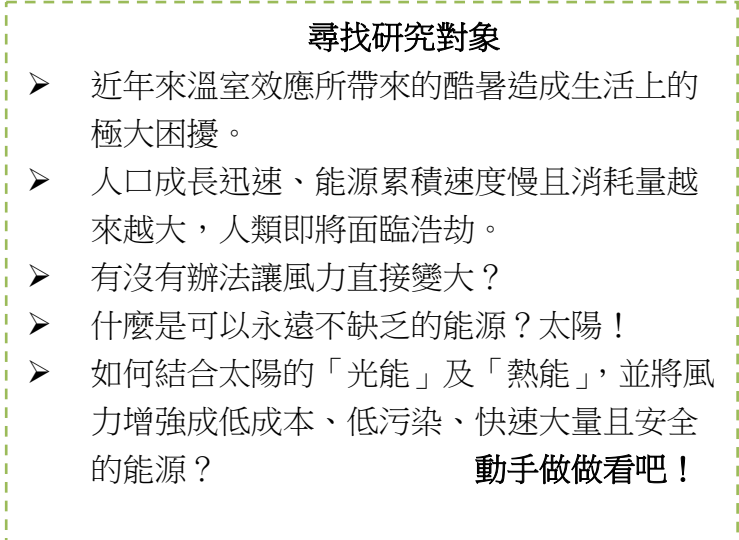
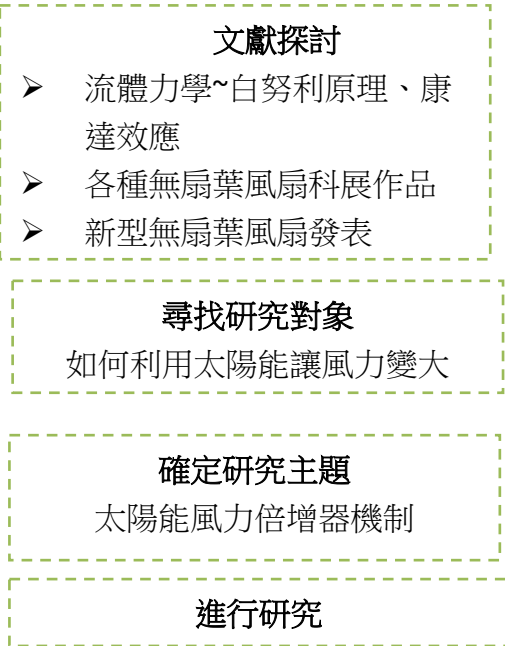
參、研究設備及器材

實驗	研究設備及器材	
實驗一	塑膠杯、保麗龍杯 X4、保麗龍板 X6、美工刀、剪刀、膠帶、泡棉膠、蝸牛風扇、	
實驗二	塑膠杯 700mL(x10)、塑膠杯 500mL(x10)	
實驗三	塑膠片、蝸牛電扇、剪刀、美工刀、馬克筆、膠帶、砂紙、直徑 1~5cm 的圓形物體 or 圓規、風速計	
實驗四	厚紙板、剪刀、美工刀、膠帶、馬克筆、鉛筆、風力計、寶特瓶、尺、珍珠板、A4	
實驗五	透明膠膜、五公升水桶、熱熔膠、切割墊、蝸牛扇、塑膠珍珠	
實驗六	板、太陽能光電板、鋁箔紙、大型電池座、旋轉盤、塑膠圓桶	

肆、研究架構與流程

我們研究思考及研究設計歷程如下：

【圖 2】 研究思考及方法設計歷程圖



【研究前調查】無扇葉風扇裝置原理探討

【實驗一】三角體無扇葉風力倍增裝置
~長度、寬度、體積、角度、風源

找出研究方向無扇葉風扇的風力大小影響因素分析

【實驗二前】簡易無扇葉風力倍增裝置設計

「材質、形狀、曲率」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗二 A】「材質」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗二 B】「形狀」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗二 C】「曲率」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

歸納統整進行結果推論

「風口」對簡易無扇葉風扇風力倍增裝置的影響

【實驗三 A】「進風口位置」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗三 B】「出風口大小」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【研究中思考改進】
高效率低成本簡易無扇葉風力倍增裝置

【實驗五】第二代圓柱體無扇葉風力倍增裝置~形狀、能源、隙縫、風源

「其他因素」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗四 A】「風源」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗四 B】「風洞大小」對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響

【實驗六】最佳化圓柱體無扇葉風力倍增裝置~曲率、導流、曲率、導流、降溫

我把風力放大了~探討無扇葉風扇深藏的秘密

律，這些氣流會在圓環中間產生較低的氣壓，因而帶動圓環後方、上下周圍的空氣一起流入，朝著圓環前方吹。業者宣稱，基座吸入一分空氣，就可以吹出 15~18 倍的風量，但我們非常好奇不覺得能吹出這樣的風量，因此啟發我們的研究動機。

4. 白努利原理：

白努利原理 (Bernoulli's Principle) 指出，對一不可壓縮流體 (流體的密度不因外力而改變，大部分的液體皆可視為此類) 而言，在外界不做功的情況下，當液體流速增加時，將會造成液體的壓力或是重力位能減少，是流體力學中一個重要的定律 (不只水流，氣流也算流體)，描述的是流體的流速與壓力間的關係。

(二) 尋找研究對象：將太陽能轉換成動能並將風力變大之變因探討

(三) 研究中調查：如何製造一個效能高的永續能源風力倍增裝置

(四) 確定研究主題：**我把風力放大了~探討無扇葉風扇深藏的秘密**

(五) 分析，進行結果推論：

【實驗一】三角體無扇葉風力倍增裝置~長度、寬度、體積、角度、風源

【實驗前準備】簡易版無扇葉風力倍增裝置設計

【實驗二 A】「材質」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗二 B】「形狀」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗二 C】「曲率」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗三 A】「進風口位置」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗三 B】「出風口大小」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗四 A】「風源」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗四 B】「風洞大小」對簡易版無扇葉風力倍增裝置效能影響

【實驗五】第二代圓柱體無扇葉風力倍增裝置~形狀、隙縫、能源、風力來源

【實驗六】最佳化圓柱體風力倍增裝置~曲率、導流裝置、降溫

伍、研究過程與結果

【實驗一】簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置效能比較及改良~三角體無扇葉風扇

一、實驗前思考歷程：

研究團隊從資料中得知，無扇葉風扇不只有一種形狀，所以研究團隊先畫出設計圖，比較後發現三角體的無扇葉風扇最容易完成，於是製作不同變因的三角體如下圖，比較風力增強效果如何？經過簡單測試後結果整理如下表所示。

二、實驗過程及方法：

- (一). 分別描出不同大小三角紙板，剪下膠帶組裝。
- (二). 在背面畫圈剪下作為進風口，裝上整流器。
- (三). 利用吹風機進行測量並用兩支風力計進行記錄



三、實驗結果

【表一 A-1】各種三角體無扇葉風扇風力倍增器效率比較

編號		甲	乙	丙	丁	戊
體積 (長*寬*高/2)		4655 35*19*14/2	6783 51*19*14/2	7446 48*19*41/2	5940 38*26*10/2	3705 38*19*10/2
角度		30-60-90	15-75-90	15-75-90	30-60-90	45-45-90
風力 計 A	大吹風機	7.1	5.4	2.7	7.3	7.2
	小吹風機	5.0	4.0	1.8	4.6	5.5
平均風力(m/s)		6.6	4.7	2.25	4.15	5.5
風力 計 B	大吹風機	6.5	3.9	3.7	6.4	7.1
	小吹風機	4.8	3.8	2.4	4.3	5.9
平均風力(m/s)		5.65	3.85	3.05	5.35	6.5

結果分析 實驗檢討

一、不同長度的三角體風力倍增器風力效率比較(甲 35 公分、乙 51 公分)

風力計	甲 35cm	乙 51cm
A	6.6	4.7
B	5.65	3.85



- 根據實驗結果發現，長度越短的三角體風力倍增器甲比乙風力大，研究團隊推測是因為距離近，所以風力較強。
- 長度既然有影響，寬度也應該有影響，所以研究團隊接著做「寬度」。

二、不同寬度的三角體風力倍增器風力效率比較(丁 26 公分、戊 19 公分)

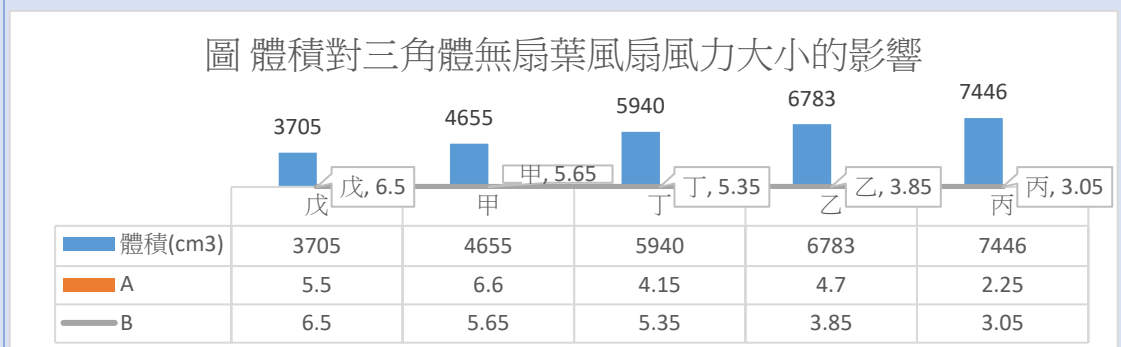
風力計	丁 26cm	戊 19cm
A	4.15	5.5
B	5.35	6.5



- 根據實驗結果發現，寬度越短的三角體風力倍增器戊比丁風力大，研究團隊推測應該也是因為距離近，所以風力較強。
- 長度寬度都有影響，所以研究團隊覺得應該是「體積」這個變因影響。

三、不同體積的三角體風力倍增器風力效率比較(體積如下)

風力計	戊	甲	丁	乙	丙
體積(cm ³)	3705	4655	5940	6783	7446
A(m/s)	5.5	6.6	4.15	4.7	2.25
B(m/s)	6.5	5.65	5.35	3.85	3.05
平均風力	6.0	5.65	5.35	3.85	2.65
風力比較	最佳				最差



- 根據結果發現體積越大風力越小。

四、不同角度的三角體風力倍增器風力效率比較

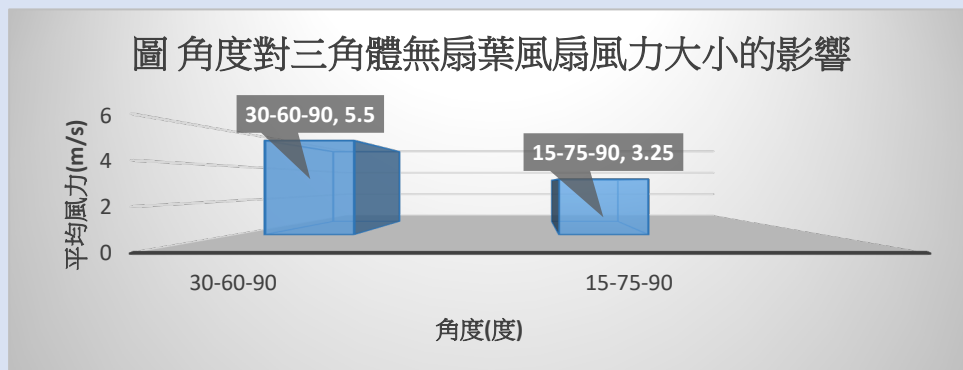
(甲丁 30-60-90; 乙丙 15-75-90)

風力計	甲	丁	乙	丙
角度	30-60-90		15-75-90	
A(m/s)	6.6	4.15	4.7	2.25
B(m/s)	5.65	5.35	3.85	3.05
平均	5.65	5.35	3.85	2.65
平均	5.5		3.25	

比較

較佳

較差



➤ 可以發現 30-60-90 的三角體風力倍增器風力效果較好。

五、 不同風力來源(大小吹風機)的風力效率比較

表四-5 不同風力來源(大小吹風機) 單位:m/s

角度	編號	風力			相差	均差	結果		
		計	大吹風機 (15m ³ /mins)	小吹風機 (8m ³ /mins)				(m/s)	
30-60-90	甲	A	7.1	5	2.1	2.15	較明顯		
		B	6.5	4.8	1.7				
	丁	A	7.3	4.6	2.7				
		B	6.4	4.3	2.1				
15-75-90	乙	A	5.4	4	1.4			0.925	不明顯
		B	3.9	3.8	0.1				
	丙	A	2.7	1.8	0.9				
		B	3.7	2.4	1.3				

➤ 根據研究結果發現在 30-60-90 比 15-75-90 不同風量的大小吹風機差別較大，平均差達到兩倍以上。

實驗綜合討論

- (一). 綜合以上實驗結果發現長度、寬度、體積、角度越大，風力越小，研究團隊推測是因為風力不集中，風力減弱的原因。
- (二). 風力來源越強，相對線性關係越清楚，推測是因為受形狀影響，如果可以將三角體修正如實驗一 A 結果之圓柱體，效果應該較好。
- (三). 根據實驗結果發現 30-60-90 的三角體風力倍增器效果最好，風力從 3.25 倍增兩倍到 5.5，可見風力來源因為角度有不同。
- (四). 大吹風機在角度 30-60-90 和角度 15-75-90 的三角體風力倍增器有較大差異。

實驗檢討及修正

可是研究團隊發現，三角體風力倍增器的體積較大，使用上也較不方便，所以希望研究另一種較容易完成的風力倍增器，於是，繼續蒐集資料研究其他方式，針對風力倍增器就有了實驗二到四的不同改良想法。

【實驗前準備】 簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置(圓柱體)製作~參考桃園市科學競賽題目

1. 拿一個 500ml 的透明塑膠杯(杯口沒有長方形缺口)，在距離杯底 0.5cm 處有一環狀凹痕，使用剪刀對環狀凹痕進行環切，得到 A 部分。



2. 在 A 部分的透明塑膠杯距離杯口 1.7cm 處有一環狀凹痕，使用剪刀對環狀凹痕進行環切，得到 B 部分和 C 部分。



3. 將 C 部分杯口往 B 部分杯口套進去到 B 部分的底邊，並用膠帶將連接地方完全黏緊，組成簡易版無扇葉風扇的內杯。



4. 拿另一個 500ml 的透明塑膠杯(杯口有長方形缺口)，在距離杯底 0.5cm 處有一環狀凹痕，使用剪刀對環狀凹痕進行環切，得到簡易版無扇葉風扇的外杯。



(一). **實測結果：**

只有外杯的衛生紙條原本向前飛加上內杯後結果通通向後飛，且飄動力道的確增強。

(二). **實驗檢討及修正：**

1. 研究團隊發現風力增大並沒有像戴森廣告般有 15 倍之多，有可能是因為使用衛生紙做為風力測試並不準確，所以研究團隊決定購買風力計做為更準確的測量方式
2. 塑膠杯是非常方便取得的材質，所以研究團隊決定先採用此裝置進行各項測試。

【實驗二 A】 材質對於簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置的風力影響

一、 **實驗過程與方法：**

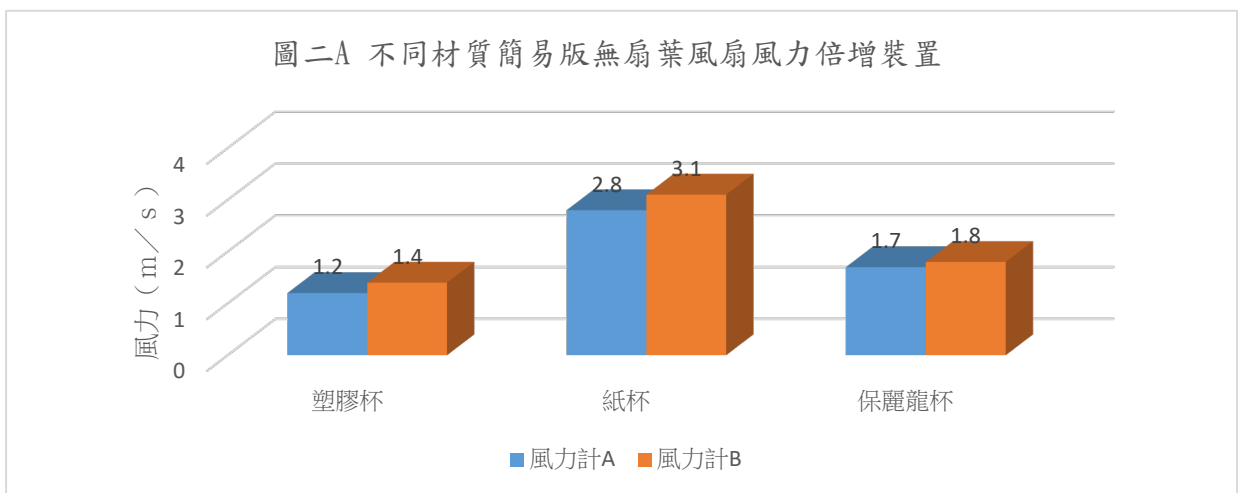
- (一). 分別採用市面上常見飲料杯三種不同材質，紙杯、保麗龍杯及原來用的 700mL 塑膠杯製作無扇葉風扇簡易版。
- (二). 使用風力計 A、B 測試並紀錄於表格中。



二、 **實驗結果：**

【表二 A】 不同材質簡易版無扇葉風扇風力效果測試紀錄

材質	塑膠杯	紙杯	保麗龍杯
風力(m/s)			
紙條飄動角度	1	3	2
風力計 A	1.2	2.8	1.7
風力計 B	1.4	3.1	1.8
平均風力	1.3	2.95	1.75
結果分析		最佳材質	



三、 **實驗討論：**

- (一). 一開始團隊討論時認為塑膠這種材質較不容易從隙縫中留出空氣較好，但實際操作後發現有可能因為塑膠材質雖然光滑，但是上面有一圈圈的防止手滑的環形紋路可能會阻擋空氣的流通，導致風力減少。
- (二). 而保麗龍杯及紙杯本身的摩擦力較高，所以不會有環形紋路，所以反而比光滑的塑膠杯更好。

【實驗二B】形狀對於簡易版無扇葉風扇的效率影響

一、 實驗思考歷程：

無扇葉風扇一定是圓柱形嗎?所有的資料幾乎都採用圓柱形的，是否有不一樣的可能性呢?

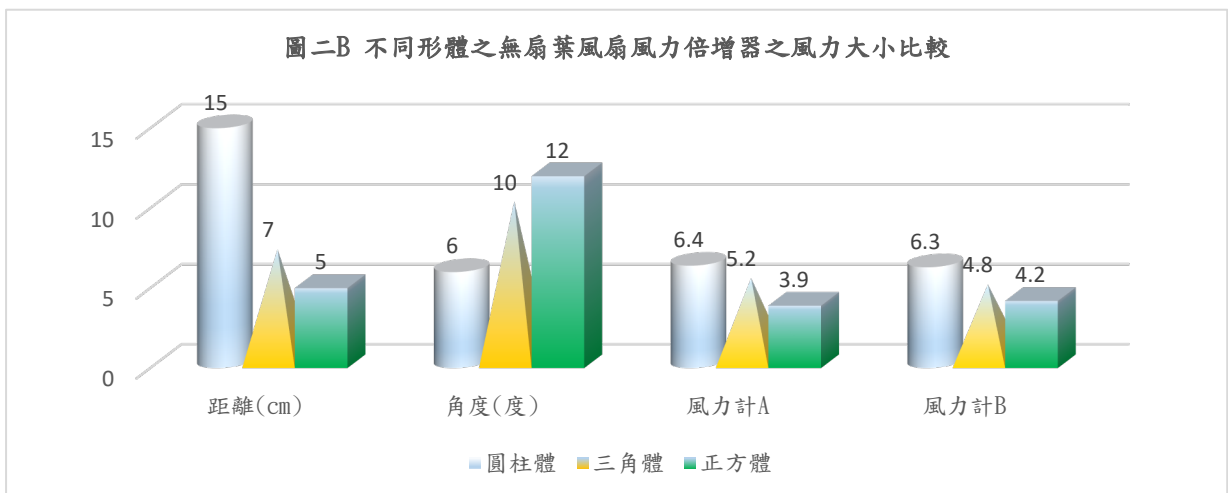
二、 實驗方法與過程：

- (一). 製作三種出風口面積不改變但體積相近簡易版無扇葉風扇風力倍增器。
- (二). 組裝3個無扇葉風扇主體~三角體、圓柱體、長方體，以蝸牛扇作為風力來源。
- (三). 紀錄實驗結果(主要測量衛生紙飄動角度及距離，風力大小)

三、 實驗結果：

【表一 A-1】 不同形狀的簡易版無扇葉風扇風力倍增器的效率影響

形狀	圓柱體	三角體	正方體
風力大小			
距離(cm)	15	7	5
角度(度)	6	10	12
風力計 A	6.4	5.2	3.9
風力計 B	6.3	4.8	4.2
實驗結果	最佳形狀		



四、 實驗討論：

- (一). 經由這個實驗可以知道利用風力計作為測量方法時，圓柱體風力較大，推測理由應該是圓形沒有角，所以不會干擾風力，於是進而研究康達效應對空氣流動的影響。
- (二). 而研究團隊也發現利用衛生紙飛動的角度作為測量方式時，正方體最大，推想是因為正方形角將風集中所以風力比較大。

五、 實驗檢討及修正：

- (一). 文獻上有看到如果使用風洞整流，應該會有比較好的效果，所以研究團隊想研究看看是否可以製作簡易風洞進行整流並驗證其結果。
- (二). 實驗過程中發現這樣的無扇葉風扇雖然風力較大，但製作過程也相對複雜，如果可以利用原理並將製作過程簡易化是否可以增加推廣的機會。

【實驗二 C】曲率對於簡易版無扇葉風扇的效率影響

一、 **實驗思考歷程：**既然無扇葉風扇圓柱體的風力效果較好，那圓柱體的曲率會不會有影響，於是根據資料製作了方便測量的**曲率測量裝置**。



二、 **實驗方法與過程：**

- (一). 在 80cm*60cm 的塑膠珍珠板上繪製不同曲率 1/20、1/25、1/30、1/35、1/40、1/45、1/50、1/60 的圓弧，間隔距離 1cm(如圖二 C-1 所示)。
- (二). 將 A4 膠膜對半裁成長條形，並用熱熔膠黏貼於塑膠珍珠板上。
- (三). 在上方用熱熔膠黏貼，固定膠膜，避免白努利原理造成膠膜被擠壓，產生誤差。
- (四). 利用吹風機作為風力來源，吹風機加上遮罩，避免影響結果，
- (五). 使用兩支風力計進行測量記錄在表格中，進行交叉驗證。

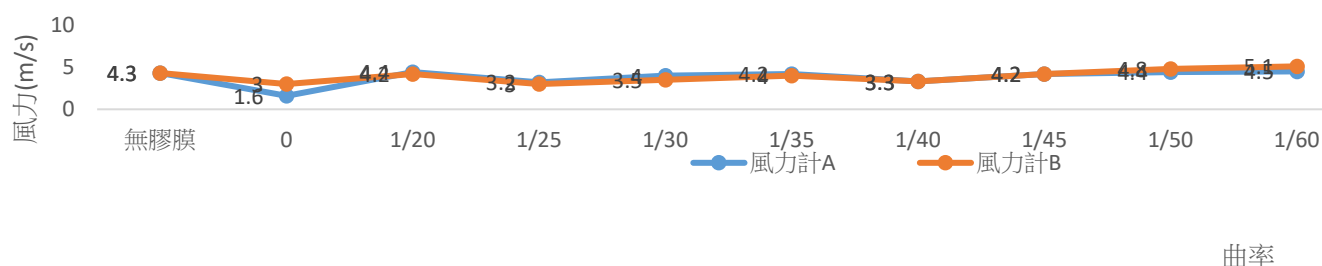
三、 **實驗結果：**

【表二 C-1】不同曲率對於無扇葉風扇風力倍增器效能的影響

單位:風力 m/s

曲率	無膠膜	0	1/20	1/25	1/30	1/35	1/40	1/45	1/50	1/60
風力計 A	4.3	1.6	4.4	3.2	4.0	4.2	3.3	4.2	4.4	4.5
風力計 B	4.3	3.0	4.2	3.0	3.5	4.0	3.3	4.2	4.8	5.1

圖二 C-1 曲率對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響



研究團隊發現這樣的數據幾乎沒有差別，查詢資料後發現如果要形成白努利原理最好是要有**封閉的空間**，於是重新設計了新的曲率實驗組如下圖，並進行測試。



膠膜曲率繪製



切割 A4 膠膜黏貼



形成封閉空間



製作多種曲率

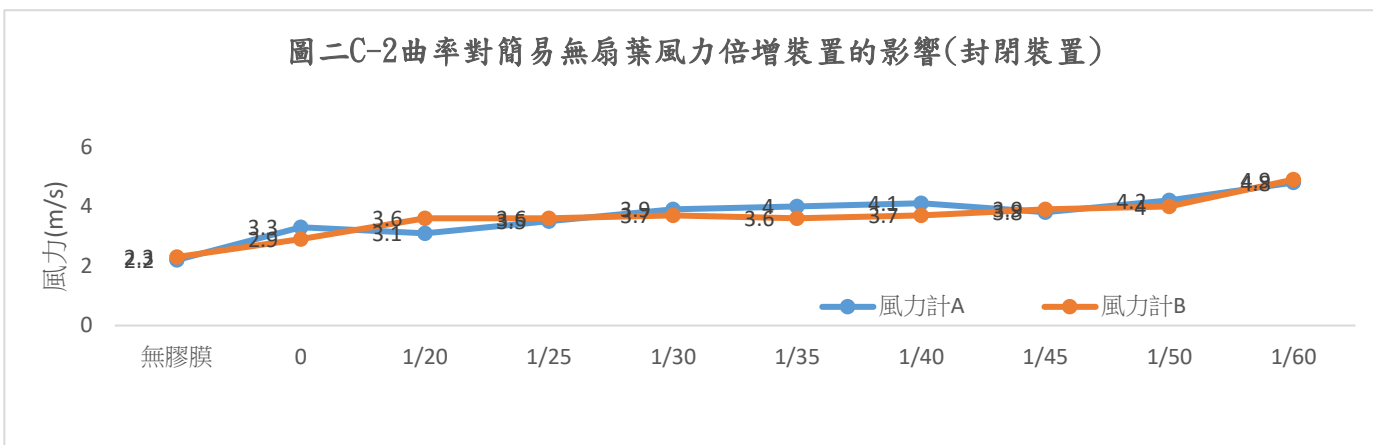
發現結果果然大不相同，確實有了不一樣的結果，紀錄如下：

【表二 C-2】 不同曲率對於無扇葉風扇風力倍增器效能的影響(封閉裝置)

單位:風力 m/s

曲率	無膠膜	0	1/20	1/25	1/30	1/35	1/40	1/45	1/50	1/60
風力計 A	3.2	3.3	3.1	3.5	3.9	4.0	4.1	3.8	4.2	4.6
風力計 B	2.3	2.9	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7	3.9	4.0	4.6

圖二C-2曲率對簡易無扇葉風力倍增裝置的影響(封閉裝置)



四、 實驗討論：

- (一). 根據第一次的實驗結果，可以發現曲率與風力大小之關係相當紊亂，推測是因為白努利原理影響。
- (二). 根據修正後的實驗結果，發現當曲率為 1/50 時風力最強，可以達到 4.2m/s，而曲率 0 風力最弱，風速只有 2.9m/s，相差達到 1.25 倍左右。
- (三). 研究團隊推測原因應該是因為查詢到的資料中提到康達效應中提到流體會順著扇葉的弧度產生更強的速度。

五、 實驗檢討及修正：

- (一). 原本實驗設計採用膠膜直接黏貼在塑膠珍珠板上，結果發現每次測試時，膠膜都會因為白努利原理而互相吸引，也因為沒在封閉空間使用效果不好，所以後來改良成上下都用珍珠板固定製作封閉空間，再加上泡棉膠避免膠膜相吸也為了節省材料，以堆疊的方式進行組裝。
- (二). 研究團隊發現形狀與曲率對於風力倍增器有很大的影響，未來進行風力倍增器研發時必須要特別注意此處，為了更清楚瞭解無扇葉風扇的各項影響因素，繼續進行進風口位置等測試。

【實驗三 A】進風口位置對於簡易版無扇葉風扇風力倍增器的效率影響

一、 實驗思考歷程：進風口位置可能會影響到風力的效率。

二、 實驗方法與過程：

- (一). 拿出三個 500mL 的塑膠杯組裝成內外杯，做成一個簡易無扇葉風扇主體。
- (二). 將杯子底部，裁切出 0.5cm 的圓。

(三). 在三個杯子上，分前中後，各裁一個進風口



500mL 塑膠杯 x3，美工刀，膠袋，蝸牛扇，風力計



將三個杯子各裁一個與蝸牛扇出風口同大小的洞



進風口位置分前，中，後

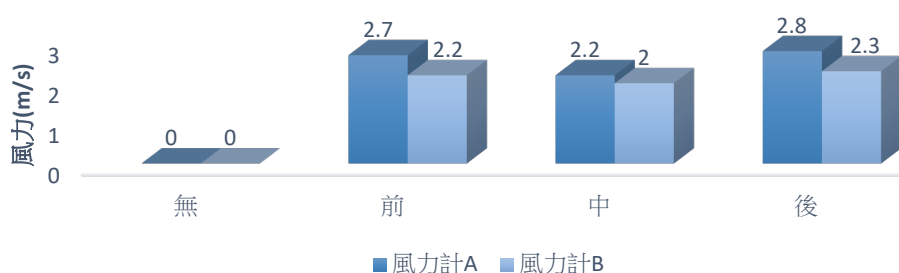
三、 實驗結果：

【表三 A】 進風口位置不同對於無扇葉風扇風力倍增器效能的影響

單位:風力 m/s

曲率	無	前	中	後
風力計 A	0	2.7	2.2	2.8
風力計 B	0	2.2	2.0	2.3

圖三A 進風口位置不同對於無扇葉風扇風力倍增器效能的影響



四、 實驗討論：

(一) 研究團隊發現進風口位置在中間時候最弱，平均 2.1m/s，可是前後的風力較不穩定，有時大有時小。




(二) 進風口在後方的風力較大，比前方多 0.1m/s。

【實驗三 B】 出風口大小對於簡易版無扇葉風扇風力倍增器的效率影響

一、 實驗方法與過程：

- (一). 拿出 700mL 的塑膠杯組裝成內外杯，形成一個簡易無扇葉風扇風力倍增器主體。
- (二). 利用塑膠片在出風口後方割出直徑分別為 1~5cm 的圓。
- (三). 將割好的圓型塑膠片黏貼於外杯出風口位置(如圖)。
- (四). 使用衛生紙及兩支風力計分別測量風力大小。

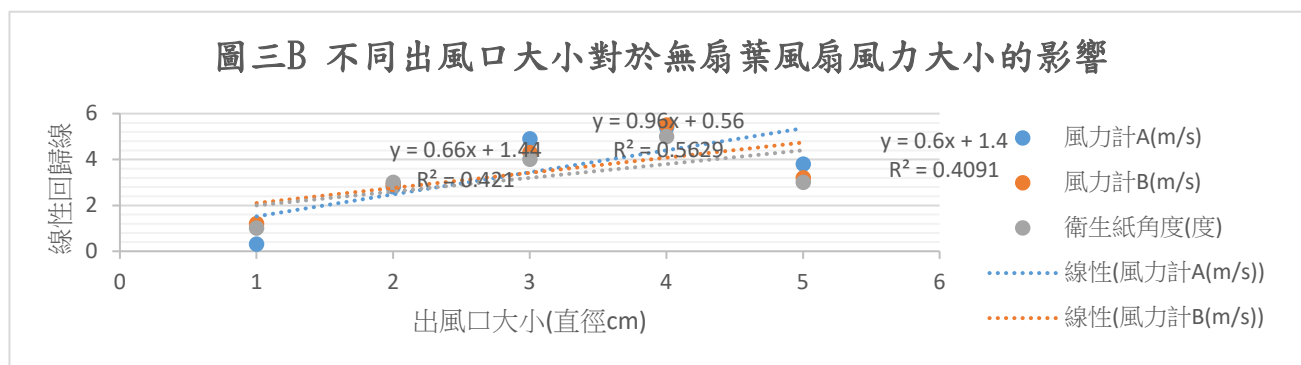


材料準備	開始切割塑膠杯底部(內杯)	前頭 (內杯)	底部(外杯)
			將剪好的塑膠片與簡易版無扇葉風扇的出風口黏起來就可以測量結果。
將內外杯黏起來，割一個與蝸牛風扇一樣大小的口	將黏好的內外杯與蝸牛電扇的口黏起來	用圓形物體畫出圓圈並剪下來	實驗預測： 直徑小，風力大；直徑大，風力小

二、 實驗結果：

【表三 B-1】 不同出風口直徑大小對於簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置的效能影響

出風口大小(直徑 cm)	1	2	3	4	5
(出風口/蝸牛扇口面積*100%)	1.56%	6.25%	14.1%	25%	39.1%
風力計 A(m/s)	0.3	2.8	4.9	5.4	3.8
風力計 B(m/s)	1.2	2.9	4.3	5.5	3.2
衛生紙角度(度)	1	3	4	5	3
結果分析				最佳比例	



三、 實驗討論：

- (一). 根據實驗結果發現，出風口直徑 4cm 時風力最大，平均可以達到 5.45m/s，而出風口直徑 1cm 時風力最小，平均只有 0.75m/s，兩者相差約 7.27 倍，相差懸殊。
- (二). 根據衛生紙條飄動的方向，可以發現風都集中在下半部。
- (三). 結果與研究團隊預測完全不同，可見出風口大小與無扇葉風扇風力大小相關。

四、 實驗檢討及修正：

- (一). 研究團隊推測可能因為風力來源不穩定或過小，導致實驗結果與預測不同，建議下次可改用其他風力來源。

【實驗四 A】風源對於簡易版無扇葉風扇風力倍增器的效率影響

一、 實驗思考歷程：不同風力來源對於風力大小及實驗結果應該有一定的影響。

二、 實驗方法與過程：

(一)採用不同風力來源進行分析比較，將風力較接近(3.5m/s)的兩種風源分為集中式(吹風機)及分散式(電風扇)。

(二)利用風力計在 15 公分處進行測量

三、 實驗結果：

【表四 A】 不同風力來源對於簡易版無扇葉風扇風力倍增器的影響

風源比較	集中式 (吹風機)	擴散式 (電扇)
基本比較	風力集中	風力擴散
風力計 A	4.1	3.5
風力計 B	4.6	3.6
煙霧流向	煙霧集中於風源中間，其他地方較沒有。	煙霧分散到各個角落，由順時針依序散逸到空氣中。
團隊選擇	研究團隊發現吹風機風力較集中、較強、較遠。 研究團隊最終使用吹風機做為風源。	

【實驗四 B】風洞大小對於簡易版無扇葉風扇風力倍增器的效率影響

一、 實驗前思考歷程：

研究團隊為了整流，利用吸管製作風洞，來達成整流的效果。

二、 實驗方法與過程：

(一)拿出 700mL 的塑膠杯組裝成內外杯，製作簡易無扇葉風扇風力倍增器主體。

(二)利用吸管製作特大、大、中、小的風洞。

(三)將蝸牛扇與內外杯黏起來，並在蝸牛扇出風口放入吸管製成的風洞。

(四)使用兩支風力計分別測量風力大小。

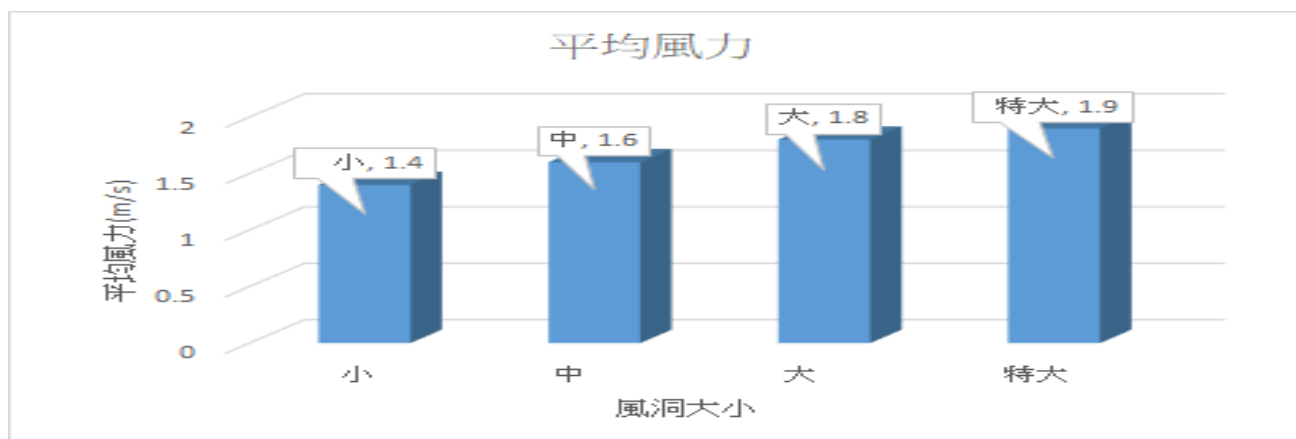
			
材料準備	開始切割塑膠杯底部(內杯)	底部(外杯) 將內外杯黏起來	割一個與蝸牛風扇一樣大小的口

			將剪好的塑膠片與簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置的出風口黏起來就可以測量結果。
利用吸管製作 4 個風洞	將黏好的內外杯與蝸牛電扇的口黏起	把風洞安裝在蝸牛扇	實驗預測：風洞越大，風力效果越好

三、 實驗結果：

【表四 B】 不同出風口直徑大小對於簡易版無扇葉風扇風力倍增裝置的效能影響

風洞大小 (直徑 cm)	無 0	小 0.4	中 0.5	大 0.9	特大 1.2
風力計 A(m/s)	0.9	1.6	1.4	1.8	1.8
風力計 B(m/s)	1.1	1.2	1.8	1.8	2.0
平均風力(m/s)	1	1.4	1.6	1.8	1.9
研究實驗分析	最差				最佳



四、 實驗討論：

- (一). 根據實驗結果發現，特大風洞的風力最大，平均可以達到 1.9m/s，而小風洞的風力最小，平均只有 1.4m/s，兩者相差約 1.3 倍。
- (二). 研究團隊發現在簡易版無扇葉風力倍增裝置的進風口裝上風洞，能讓風力變大，也有整流功能。

五、 實驗檢討及修正：

從結果可以看出，風洞直徑越大效果會更好，下次可以用更大吸管或是網子作為風洞。

【實驗五】 第二代圓柱體風力倍增器比較及改良~形狀、能源、隙縫、曲率

研究團隊在查詢資料的過程中發現各廠商最新發表了新型無扇葉風扇，居然有許多不同形狀的無扇葉風扇（如下），根據實驗一 A 結果去做推論，希望能嘗試不同形狀找到最簡單最有效率的方式產生最大風力。

柱型無扇葉風扇	球型無扇葉風扇
 <p>http://panasonic.co.jp/corp/news/official_data/data_dir/2013/03/in130307-2/in130...</p>	 <p>https://kknews.cc/zh-tw/digital/cyggroz.html</p>
	
<p>松下最新發表的柱型無扇葉風扇，出風口只有一個小隙縫，但是仍然可以將氣流向導往不同的方向。</p>	<p>而研究團隊又發現另一種無扇葉風扇，最大送風距離 8 公尺，內建渦輪扇葉，噴出的氣流可以帶動導引進風口進風，將風量提高 12 倍</p>

<p>形狀確認</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 團隊原先使用塑膠水桶，發現水桶非常不容易切割， • 又發現如果使用二公升礦泉水瓶，方便切割，也可以讓風力增加 	
<p>永續能源</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 為了能夠減少電力耗支，也為了地球的未來，於是我們希望使用太陽能風扇作為能量來源。 • 所以，我們上網買了高功率的太陽能光電板。 • 實驗過程中，採用串聯的方式增加電力。 	
<p>隙縫寬度</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 隙縫的寬度對於風力是否有一定影響?研究團隊非常好奇，於是就試試看不同的寬度產生的影響 • 隙縫位置也需要被關注。 	
<p>隙縫位置</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 確認圓柱體風力倍增器內的膠膜曲率及位置。 • 黏貼切割好的膠膜曲率觀察裝置，並進行測試。 • 隙縫的長度、寬度對於風力是否有一定影響? 	

【實驗五 A】 圓柱體無扇葉風扇風力倍增基本裝置~基本形狀確認

一、 實驗歷程：

- (一). 根據實驗一 A 知道圓柱體較三角體的風力更強，所以研究團隊找到比塑膠水桶容易切割的兩公升礦泉水瓶作為圓柱體無扇葉風扇的裝置主體。
- (二). 研究團隊在前方割出隙縫，並討論各種變因進行實驗。



寶特瓶前開 0.5cm 隙縫

<p>首先研究團隊先畫出設計圖。</p>	<p>實際作出兩公升的圓柱體無扇葉風扇。</p>	<p>用紙杯讓風力集中，距離 10cm 測量。</p>	<p>利用煙霧機的煙霧觀察空氣流向。</p>

【實驗五 B】 圓柱體無扇葉風扇風力倍增基本裝置~永續能源

一、 實驗前思考歷程：

地球被人類摧殘的慘不忍睹，所以為了地球的未來，也為了減少電力的耗支，研究團隊希望能夠運用我們每天都能看到取之不盡用之不竭的太陽能作為電力來源。



二、 實驗過程與結果：

<p>電池串聯</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電池費用高 • 廢棄物也不夠環保 	→	<p>低功率太陽能光電板串聯</p> <ul style="list-style-type: none"> • 體積大 • 重量重 • 較環保 	→	<p>高功率光電板</p> <ul style="list-style-type: none"> • 價位較高 • 環保體積輕 	→	<p>修正缺點</p> <ul style="list-style-type: none"> • 繼續找較輕 • 價位較便宜 • 較環保的電力來源
--	---	---	---	--	---	---

三、 實驗檢討與修正：

我們運用太陽能光電板串聯，加強電力，讓扇葉馬達轉動後，發現太陽能的電力還是不夠大，所以研究團隊打算繼續尋找重量較輕、價位較便宜、發電功率較高以及較環保的電力來源。

【實驗五 C-1】 隙縫寬度對於圓柱體風力倍增器的效率影響

一、 實驗前思考歷程：

由於之前研究團隊利用煙霧產生器將煙霧灌入三角體風力倍增器(如右圖)時發現，透過隙縫，氣流會整齊的吹出，風力增加頗多，圓柱體風力倍增器應該比三角體風力倍增器的效果更好，而隙縫的各項變因到底對圓柱體風力倍增器有何影響？

二、 實驗過程與方法：

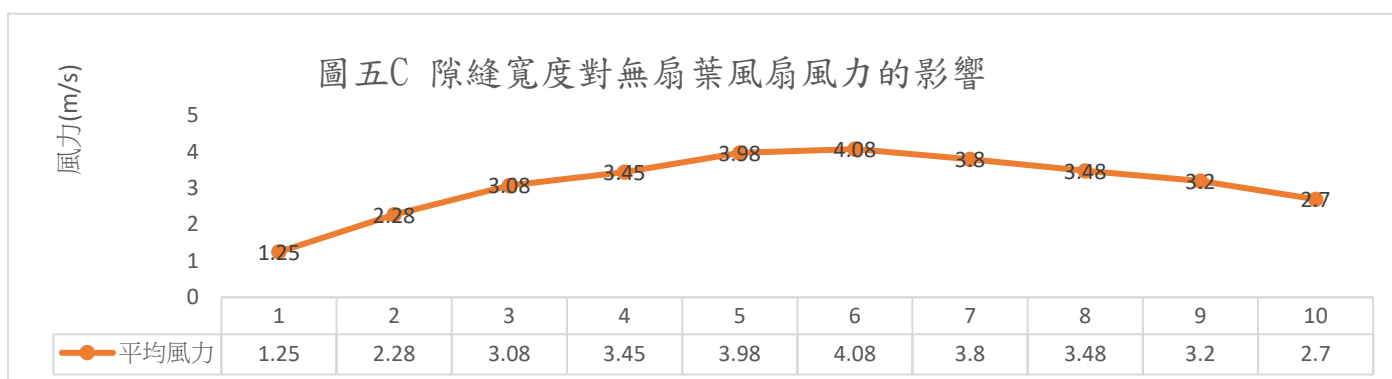
- (一). 分別在 10 個 1000mL 的寶特瓶距離瓶口 8cm 位置開始割出長 5cm，隙縫寬分別為 1cm、0.9cm、0.8cm、0.7cm、0.6cm、0.5cm、0.4cm、0.3cm、0.2cm、0.1cm。
- (二). 將吹風機口裝上罩子避免風力散失。
- (三). 利用兩支風力計針對隙縫中央位置進行測量並記錄於下表中。



三、 實驗結果：

A:風力計 A B:風力計 B

【表五 C-1】 隙縫寬度對於圓柱體風力倍增器的效率影響											
寬度風洞		1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
A	無	2.0	2.3	3.4	3.5	4.2	4.6	4.1	3.7	3.2	3.0
	有	1.8	2.1	3.1	3.0	3.8	3.5	3.9	3.4	3.5	2.4
B	無	0.7	2.5	3.0	3.8	4.4	4.6	3.7	3.5	3.1	2.9
	有	0.5	2.2	2.8	3.5	3.6	3.6	3.5	3.3	3.0	2.5
平均		1.25	2.28	3.08	3.45	3.98	4.08	3.80	3.48	3.20	2.70
結果							最佳				



四、 實驗討論

- (一). 研究結果發現隙縫 0.5cm 時效果最佳，平均風力 4.08m/s，1cm 時效果最差，平均風力 1.25m/s，但還是比完全沒有使用風力倍增器 0.95m/s 強。
- (二). 利用吸管製作整流風洞對於風力倍增器來說反而增加阻礙，於是後來就不採用風洞。
- (三). 由實驗結果發現，隙縫的寬度對於風力倍增器非常重要，但並非越小越好，每個體積的寶特瓶都有一定比例的隙縫。

五、 實驗檢討及建議：

- (一). 由於隙縫寬度影響非常大，研究團隊希望進一步研究隙縫位置的影響。
- (二). 根據研究團隊觀察煙霧實驗結果，發現風洞對於整流有一定的效果，但是實際上的風力卻變弱，所以之後的實驗除非希望能夠整流，否則將不再使用風洞。

【實驗五 C-2】 隙縫位置對於圓柱體風力倍增器的效率影響

一、 實驗過程與方法：

- (一). 分別在 4 個 1000mL 的寶特瓶距離瓶口 8cm、12cm、16cm、24cm 位置開始割出長 5cm 寬

0.5cm 的隙縫。

- (二)、 將吹風機口裝上紙杯製成的罩子避免風力散失。
- (三)、 利用兩支風力計針對隙縫不同位置進行測量記錄。

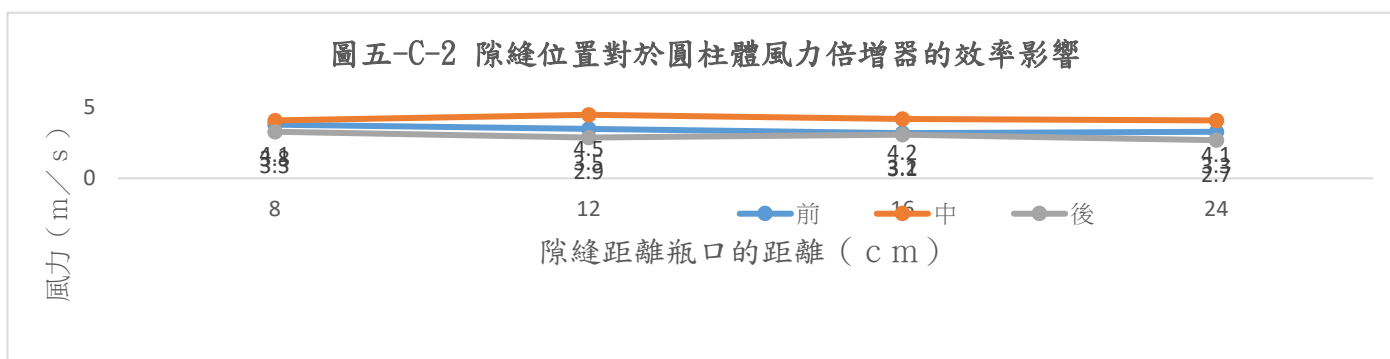
二、 實驗結果：

【表五-C-2】 隙縫位置對於圓柱體風力倍增器的效率影響

瓶口距離		8	12	16	24	平均風力
cm						
風力計 A	前	3.8	3.5	3.2	3.3	3.50
	中	4.1	4.5	4.2	4.1	4.27
	後	3.3	2.9	3.1	2.7	3.10
風力計 B	前	3.7	3.5	3.2	3.3	3.47
	中	4.0	4.7	4.6	4.8	4.43
	後	3.6	3.2	2.1	1.6	2.97
平均風力		3.75	3.42	3.4	3.3	3.35

三、 實驗討論：

- (一)、 從上表中發現，距離愈近(8cm)，風力愈大(3.75m/s)；距離愈遠(24cm)，風力愈小(3.3m/s)，可是隙縫距離瓶口遠近的差距並不大，風力大多落在了 3.5m/s 上下，可見離瓶口遠近並無絕對關係。



- (二)、 隙縫的前(3.5m/s)、中(4.27m/s)、後(3.10m/s)，可以看出隙縫中段的平均風力較大，最高甚至可達 4.8m/s。

四、 實驗檢討及修正：

- (一)、 瓶口距離的風力大小之間相距不大，沒有很明顯的差別。
- (二)、 反而是隙縫前、中、後的影響較大；而可能是因為前、後出風時碰到的邊和角較多，影響風力，所以中間的風較強，也有可能中間正對出風口，風力垂直於風力計。




【實驗五-D-1】 無扇葉風扇風力倍增裝置~風源裝置改善

一、 實驗前思考歷程：

研究團隊曾經在實驗 5 使用過多種風扇當作風源，甚至使用吹風機，最後以三個葉片的扇葉馬達與 8 顆電池作為電力來源，分別做成三個，並將三個風扇固定於竹筷上，但研究團隊想用更多風源來測量，所以作了以下的測試。

二、 實驗結果分析

【表五-D-1】 無扇葉風扇風力倍增裝置~風源裝置改善比較

風源	蝸牛扇	扇葉馬達	吹風機
圖片			
說明			
編號	6A-1	6A-2	6A-3
原因	由於蝸牛扇的風力是三個風源中風力較強，體積適當，所以我們選擇它。	由於風力過小，甚至測量不到風力，因此被我們淘汰。	吹風機是我們在測量距離所使用的，且體積過大，不能放在容器中，所以被我們淘汰。
選擇	✓	X	X

- 一、由於扇葉馬達風力過小，測風速時完全測不到任何數值；而吹風機耗電量過大，且體積大，所以經過詳細的檢討與修正，研究團隊決定使用風力較強的蝸牛風扇，並使用 10 顆電池作為電力來源。
- 二、接著團隊夥伴使用竹筷加長，將三個蝸牛扇固定於竹筷上，因為竹筷本身並不是很長，所以將兩隻竹筷的頭跟尾的部分用繩子綁在一起，得以加長。
- 三、沒想到本實驗最困難的部分居然在於整理電線，另將整理電線之過程紀錄如六 A-2。

【實驗五 D-2】 第二代風力倍增器~電線接法

一、實驗前思考歷程：

自然教室原有的電線非常細，但研究團隊發現接完的電線非常亂，且易脫落，且常常需要去整理，所以另外採購了粗一點的電線相接，希望效果變好。

二、實驗過程與方法：

- (一)、將黑、紅電線取下，用紅、白電線固定於蝸牛扇上。
- (二)、再將電線穿過蓋子，將蓋子固定於主體上。



經過整理後的電線變得非常清爽，也不容易發生斷電的事情，效果非常好。

三、實驗討論：

原本用六臺電線相接後發現，接完的電線非常凌亂，且易脫落，而研究團隊改用較長的紅白電線來接，不但整齊，也不容易脫落，雖然之前用的黑、紅電線浪費了很多時間，但也使我們學會改進的方法。

改善風源

- 利用吹風機作為集中式風力來源，電風扇作為擴散式風力來源兩種風力來源有不同的用途，團隊決定用集中式風源。



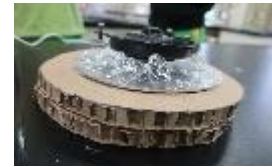
電線接法

- 紊亂的電線造成我們很大的困擾，尋找很久終於在五金行找到適合的電線，可以一口氣的整理所有電線。
- 接通後發現果然不再容易斷線，風扇也能轉得比較順。



導流裝置

- 導流裝置讓空氣可以對流，對於風力是否有一定影響？



導流裝置再次改善

- 要如何利用前面所知道的知識增加風力大小，研究團隊認為曲率是一個很好的辦法。
- 除了曲率外，鋁箔跟通風口也都很重要。



【實驗六 A-1】無扇葉風扇風力倍增裝置~導流裝置的設置

一、 實驗前思考歷程：

研究團隊因為查到熱對流的熱風上升進入導流孔後可以使風力增強，由於割一整排支撐力不足，但又想要增加出風量。所以團隊先畫上多個圓孔，在桶子底部挖了 36 個小孔增強風力，最後在上面開縫，形成對流的效果。

二、 實驗方法與過程：

- (一)、 將底部桶子畫上多 36 個半徑 0.5cm 的圓孔，當做記號。
- (二)、 把畫上記號的半徑 0.5cm 圓孔割下來，在桶子上方開環縫，形成對流的效果。
- (三)、 用風力計 A、B 測量風力並記錄於表格中。

三、 實驗結果：

【表六 C-2】導流裝置對無扇葉風扇風力倍增器的影響~導流孔、環縫

導流裝置	無孔	導流孔	導流孔、上開環縫
風力計 A(m/s)	2.3	2.5	3.5
風力計 B(m/s)	2.3	2.7	3.5
平均(m/s)	2.3	2.6	3.5
實驗結果			最佳



四、 實驗討論：

- (一) 根據實驗結果，沒有開圓孔風速只有 2.3m/s，而有開圓孔可以達到 2.6m/s。
- (二) 但如果底部開洞、上方開環縫則可以讓風透過對流原理進入導流孔以增加風力，風速甚至可以達到 3.5m/s。
- (三) 因為有兩支風扇高於隙縫，讓風無法完全出來，所以上層風力較小，中層的風力是最大的，本紀錄以中層為主。

【實驗六 B】 第二代風力倍增器~膠膜曲率


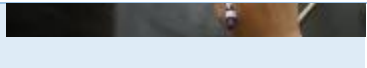
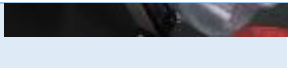
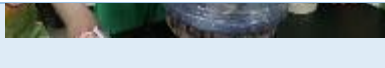
一、 實驗前思考歷程:

根據之前的研究結果發現，曲率可以讓風增大，從以前的實驗結果可知，曲率 1/60(計算方法如右)的風力效果最好，且如果風源是直接對著狹縫吹，不會達到風力倍增的效果，所以研究團隊決定用兩個風源，各裝在半徑 60 公分的曲率的透明膠膜片側邊。

解釋:再看圓，一個圓的彎曲程度到處都一樣，所以曲率是個常數；但大的圓比小的圓平直些，所以大的圓的曲率要較小的來得小。半徑各為 R 及 r ，則同樣繞了一圈(彎曲了一圈) $\frac{1}{R}$ 大圓要比 $\frac{1}{r}$ 小圓的弧長，而小圓則為 $2\pi r$ ，所以 $\frac{1}{R}$ 與 $\frac{1}{r}$ 應該可以描述大小兩圓的彎曲程度，也就是說圓的半徑的倒數，就是圓的曲率。

二、 實驗過程與方法:

- (一). 先用大圓規測量並繪製 1/60 曲率的黏貼點。
- (二). 確認膠膜片的黏貼點(起點是隙縫旁邊)。
- (三). 將 A4 膠膜片用熱熔膠把膠膜片黏在黏貼處。
- (四). 用風力計測量並記錄於下表中。

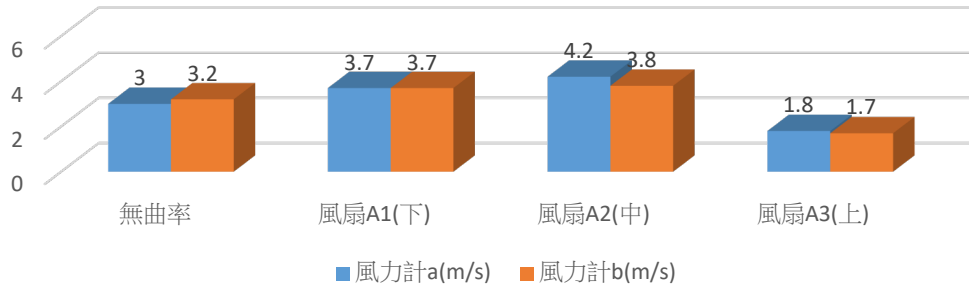
			
測量膠膜片未加曲率風力	先量好黏貼曲率的位置並用筆做記號	利用熱熔膠把膠膜片黏在曲率的位置	利用風力計進行測量

三、 實驗結果:

【表六 B】 膠膜曲率對圓柱體無扇葉風扇風力大小的影響

曲率大小	無曲率	風扇 A1(下)	風扇 A2(中)	風扇 A3(上)
風力計 a(m/s)	3.0	3.7	4.2	1.8
風力計 b(m/s)	3.2	3.7	3.8	1.7
平均風力(m/s)	3.1	3.7	4.0	1.75

圖六B 曲率對無扇葉風扇風力倍增裝置的影響



四、 實驗討論：

- (一)、 加上膠膜曲率後風力最高增加到 4.0m/s，足足增加約 1.3 倍，所以研究團隊決定未來風力倍增器都會利用膠膜曲率以提高風力。
- (二)、 如果風力來源高於隙縫，讓風無法完全出來，風力就會較小，甚至比沒有增加曲率還差。

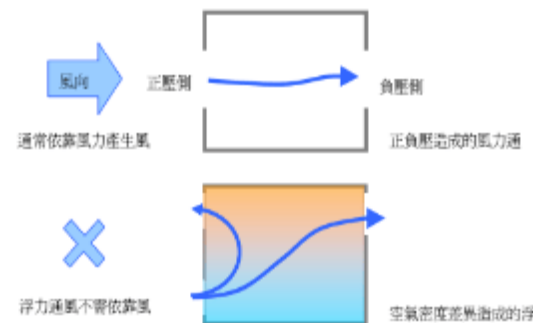
五、 實驗檢討及修正：

一開始因為當初沒量好長度導致有些風源沒辦法對準隙縫，造成風力較小，導致實驗結果失敗，於是研究團隊降低風扇的高度，這件事也讓團隊思考到必須先想好再動手做，才不會白忙。

【實驗六 C-1】無扇葉風扇風力倍增裝置~鋁箔的使用(增加熱對流產生熱升冷降)

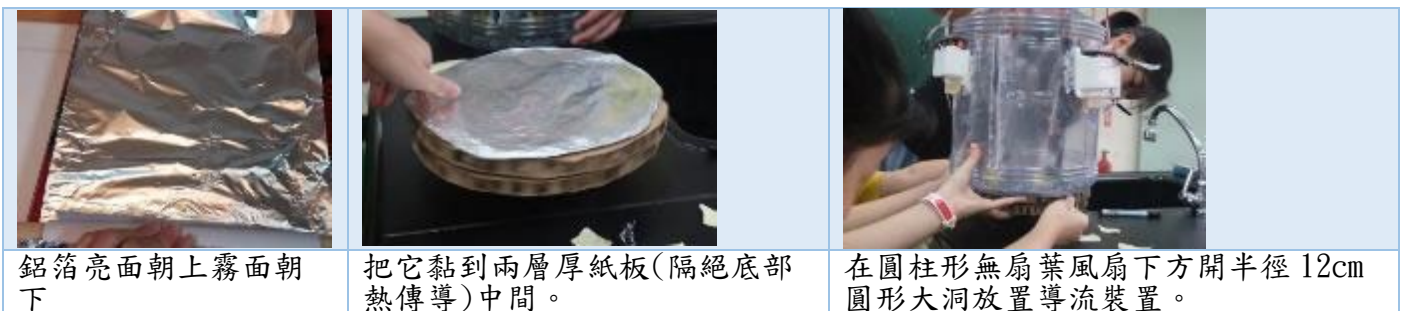
一、 實驗前思考歷程：

研究團隊在實驗五中發現風無法對流，又在課程中學到熱對流的原理，所以利用鋁箔亮面隔絕熱輻射並放置在柏油路上加熱讓空氣加溫上升，希望產生熱對流，提高風力效能。



二、 實驗過程與方法：

- (一)、 裁切直徑 24cm 鋁箔亮面朝上霧面朝下。
- (二)、 將鋁箔貼在厚紙板上(阻絕底部熱傳導)
- (三)、 在圓柱形無扇葉風扇下方開直徑 12cm 的圓形大洞放置鋁箔。

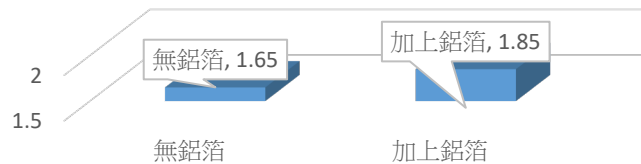


三、 實驗結果：

【表六 C-1】有無鋁箔對於無扇葉風扇風力倍增器的影響

有無鋁箔	無鋁箔	加上鋁箔
風力計 A(m/s)	4.2	4.8
風力計 B(m/s)	3.8	4.9
平均風力(m/s)	4.0	4.85

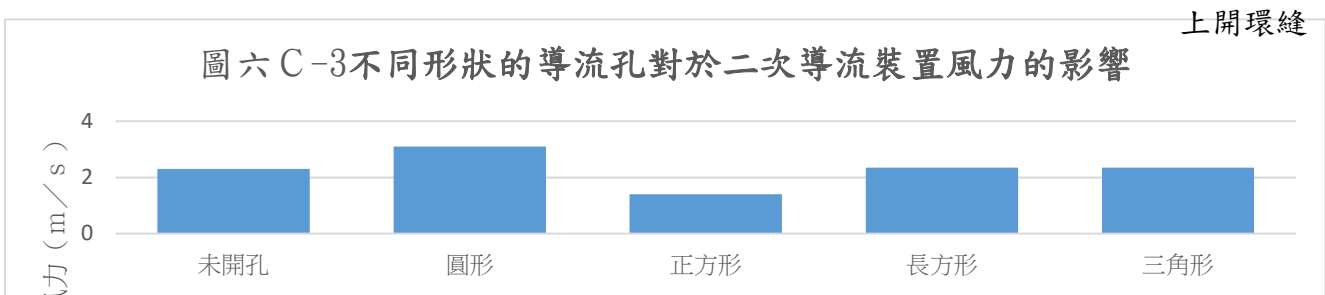
圖六 C-1 加上鋁箔對無扇葉風扇風力改善影響



四、 實驗討論：

- (一). 利用鋁箔增加熱對流的方式的確能讓風力增加，從 1.65m/s 增加到 1.85m/s，雖然效率不高，但是還是可以證明對流的確可以增加熱對流。
- (二). 所以我們繼續思考增加各種空氣對流的可能性。

圖六 C-3 不同形狀的導流孔對於二次導流裝置風力的影響



【實驗六 C-3】無扇葉風扇風力倍增裝置~導流裝置改良(導流洞形狀)

一、 實驗前思考歷程：

研究團隊在文獻發現在後方做較大的導流孔可能會增加風力，所以又做了面積接近但不同形狀的導流孔。

二、 實驗過程及方法：

- (一) 利用五個六公升的寶特瓶分別製作一個沒有開口及四個不同形狀(面積大約是 450cm²)導流口的檢測裝置(如圖示)。
- (二) 利用風速計紀錄風力結果並記錄。



三、 實驗結果：

【表六 C-3】不同形狀的導流孔對於二次導流裝置風力的影響

圖形	未開孔	圓形	正方形	長方形	三角形
風力計 A	2.3	2.9	1.7	2.2	2.5
風力計 B	2.3	3.3	1.1	2.5	2.2
平均	2.3	3.1	1.4	2.35	2.35

【實驗六 C-4】無扇葉風扇風力倍增裝置~導流孔裝置二次改善(整流裝置)

一、 實驗前思考歷程：

研究團隊在六 C-3 實驗中發現圓形導流洞的效果最佳，研究團隊又想要達到整流的效果，所以在圓形導流洞加上塑膠繩。

二、 實驗過程與方法：

- (一)把大桶子的後面割下一個半徑 7.5cm、面積 176.625cm²的大圓。
- (二)在大圓的邊緣黏上雙面膠。
- (三)分別把 2*2、3*3、4*4 塑膠繩黏在圓桶上。
- (四)用風力計 A、B 測風力紀錄於下表中。



三、 實驗結果：

【表六 C-4】導流孔裝置二次改善(整流裝置)對無扇葉風扇風力的影響

導流孔後方	原來(無線)	加線 2x2	加線 3x3	加線 4x4
風力計 A(m/s)	2.9	3.3	3.3	2.9
風力計 B(m/s)	3.3	3.0	3.3	2.9
平均風力(m/s)	3.1	3.15	3.3	2.9

四、 實驗結論：

從實驗結果可知如果加上 2*2 和 3*3 塑膠繩可以增強風力，3*3 的風力則從原來的 3.1m/s 提高達到 3.3m/s，比無線的風力多 0.3m/s，所以研究團隊決定在導流孔上加上 3*3 的的塑膠繩作為風洞改良。

五、 實驗檢討及修正：

- (一)研究團隊發現 4*4 的風力比 2*2、3*3 和無線的小，研究團隊懷疑隙縫，造成風力比其他小，可能是蝸牛扇沒對準隙縫，造成風力比其他小。
- (二)實驗只做到 4*4 的原因，因為導流孔的面積大小不夠黏貼 5*5 以上的塑膠繩，所以研究團隊沒有做 5*5 以上的塑膠繩。

【實驗六 D】無扇葉風扇風力倍增裝置~降溫裝置改善

一、實驗思考歷程:研究團隊希望在夏天裡，無扇葉風力倍增裝置除了能把風力放大，吹出來的風也能清新涼爽，所以力用了水蒸氣的原理，測試不同的，測試不同的材質。

二、實驗過程與方法：

- (一)把不同的材質的布剪成 12 cm *10cm。
- (二)利用氣球管、塑袋，並把菜瓜布、洗臉巾和壓縮式洗臉巾三種不同的材質綁在支架上。
- (三)把 50 毫升的水各加進三種不同的材質。
- (四)利用氣溫測量裝置測量(因為每個材質測量的時間不同，每天的平均溫度也會跟著不同，所以研究團隊應該測量溫差)。

三、實驗結果：

【六 D】不同材質的布對無扇葉風力倍增裝置降溫的影響

使用材質	菜瓜布	洗臉巾	壓縮式洗臉巾
原本的平均溫度	27.9	25.3	27.3
後來的平均溫度	27.9	24.2	26.5
下降溫度	0	1.1	0.8

三、 **實驗結論:**實驗後發現一般洗臉巾效果最好，壓縮式洗臉巾第二，菜瓜布最後。研究團隊推測可能是因為洗臉巾吸水力強，不容易讓水流失。

優勢	值得推廣
材料容易取得	研究團隊利用塑膠桶、竹筷、繩子……等器材組裝而成，不需要太多經費
吹出來的是涼風	利用簡易材料(洗臉巾)降低吹出來的空氣溫度
能量可以被保留不容易消耗	能量角度看，無葉風扇的進風出風口增加了風流阻力，轉換效率沒傳統風扇高，產生同等風量的電耗將高於傳統風扇。 採用太陽能板及蓄電池降低能源損耗，減少用電損失
製作技術簡單風力提升兩倍多	藉由簡易器材在家容易組裝
導流裝置(鋁箔、環縫、曲率……)	利用環保材質進行增進能源使用效能。
採用隙縫集中風力	集中風力讓能源不至於散失

劣勢	改進方法
風扇運轉時聲音過大	加上消音裝置(泡棉、真空……)
降溫效果不明顯	嘗試更多不同材料(例如:嬰兒紗布、涼感布……) 前後均放置降溫裝置
體積過大	主體縮小，調整蝸牛扇位置，集中風力
隨需要調整風力大小	可以增加風扇調節裝置隨時依需要調節風力大小

陸、結論與心得

一、實驗結論：

研究目的一、設計低成本、高效率之簡易無扇葉風力倍增器裝置

- (一). 第一代三角體無扇葉風力倍增裝置~長度、寬度、體積、角度、風力大小
1. 長度較短(35cm)的風力 6.6m/s 較長度較長(51cm)風力 3.85m/s 多 1.5 倍。
 2. 寬度較短(19cm)的風力 6.5m/s 較寬度較寬(26cm)風力 4.15m/s 多 1.5 倍。
 3. 體積最小(3705cm²)的風力 6.0m/s 較最大的(7446cm²)風力 2.65m/s 多 2 倍。
 4. 角度 30-60-90 的風力 5.5m/s 較角度 15-75-90 的風力 3.25m/s 多。
 5. 角度 30-60-90 用大小吹風機，風力相差 2.15 較角度 15-75-90 風力相差 0.925 明顯。
- (二). 研究外型造成簡易版風力倍增裝置效能變因~形狀、曲率
1. 圓柱體風力可達到 6.3m/s，較三角體 4.8m/s 及正方體 4.2m/s 多 1.5 倍。
 2. 團隊製作一個簡易曲率測量裝置，曲率 1/50 可達 4.0m/s 較無曲率 2.3m/s 多 2 倍。

(三). 研究進出風口造成簡易版風力倍增裝置效能變因~進風口位置、出風口大小

1. 進風口位置在中間的時候，風力雖不強只有 2.0m/s，但風力比放置在前後穩定。
2. 出風口直徑為 4cm 時風力可達 5.5m/s，是直徑 1cm 風力 0.75m/s 的 7.27 倍。

(四). 研究其他造成簡易版風力倍增裝置效能變因~風源、風洞大小、材質

1. 集中式風源(吹風機、蝸牛扇)風力 4.6m/s，較擴散式風源 3.6m/s 風力強。
2. 風洞直徑 0.58cm 時風力可達 1.9m/s，較無風洞 1m/s 多 2 倍。
3. 紙杯風力可達 2.95m/s，較塑膠杯 1.3m/s 及保麗龍杯 1.75m/s 風力強。

研究目的二、改良無扇葉風力倍增器

(五). 第二代圓柱體無扇葉風力倍增裝置~形狀、能源、隙縫寬度、隙縫位置、風源、電線

1. 根據文獻探討內容將三角體無扇葉風力倍增裝置修改成圓柱體無扇葉風力倍增裝置，並利用煙霧機觀察空氣流向，發現隙縫及曲率的重要性。
2. 採用高功率太陽能光電板提供永續能源，修正原先串聯低功率太陽能光電板設計。
3. 研究發現隙縫寬度為 0.5cm 時風力可達 4.08m/s，較寬度 1cm 的 1.25m/s 及 0.7cm 的 2.7m/s 為高，差 2-3 倍之多。
4. 隙縫與瓶口距離 8、12、16、24cm 時，落在 3.3m/s 到 3.75m/s 上下均無太大差別。

研究目的三、精緻無扇葉風力倍增器

(六). 最佳化圓柱體無扇葉風力倍增裝置~曲率、導流裝置(一)(二)(三)、降溫裝置

1. 經測試後發現蝸牛扇的風力集中較扇葉風扇風力強且體積適中，較適合圓柱體無扇葉風力倍增裝置使用。
2. 紊亂的電線常常斷電造成不小困擾，五金行採購較粗且容易辨識的電線進行改裝。
3. 圓柱體無扇葉風力倍增裝置內增加彎曲的膠膜片，利用曲率造成的康達效應增加風力，當曲率調整成 1/50，風力由原先的 2.2m/s 增加到 4.0m/s。
4. 而鋁箔的設置除了隔絕太陽熱輻射外，也藉由地面柏油路的熱氣上升，造成熱對流現象，加了鋁箔後，風力由原先的 4.0m/s 增加到 4.3m/s，效果沒有很明顯。
5. 為了繼續增加熱對流，於是團隊在底部開 36 個半徑 0.5cm 的圓孔，風力可由原先的 4.0m/s 增加到 4.6m/s，於是在上方開環縫後，發現風力增加到 5.5m/s，效果最佳。
6. 為了讓導流裝置幫助圓柱體無扇葉風扇，在塑膠桶後方開面積約 450cm²圓形、正方形、長方形、三角形的導流洞，結果發現圓形導流洞風力達到 3.1m/s，其他形狀則沒

有增加，甚至正方形還減少到 1.4m/s。

7. 於是團隊研究在導流洞上利用塑膠繩裝置 $N \times N$ 導流線 ($N=2-4$)，結果加線 3×3 的風力 3.3m/s 比無線的 3.1m/s 多，但是風力增強效果仍然不明顯，所以研究團隊先不將導流洞及整流裝置在主體上。
8. 團隊研究後發現一般洗臉巾效果最好，壓縮式洗臉巾第二，菜瓜布最後。研究團隊推測可能是因為洗臉巾吸水力強，不容易讓水流失。
9. 團隊發現無扇葉風力倍增裝置可改良的部分非常多，例如：如何提升降溫效果？消音效
研究團隊不斷查詢相關文獻持續研究繼續改進中。

二、實驗心得及建議：

- (一) 「一個人一個人，集結力量互助合作，用更堅固的羈絆彼此相連。」 神戶市長久元喜造先生在漫長重建前說的話讓人省思，與夥伴共同在科學專題研究社中鑽研知識的過程，不斷的累積失敗的經驗，並學會避免錯誤，例如：實驗六的無扇葉風扇的製作與改良過程，並願意提供經驗協助給下一屆的學弟妹，知識傳遞、樂趣無敵，我們學到了重要的科學精神就是~永不放棄。
- (二) 本團隊實驗研究歷程真的十分艱辛，團隊成員對於將腦袋裡的想法具體呈現出來有非常大的困難，尤其是電線與風源的組裝，一次又一次的重複失敗，不知道什麼時候才能成功的無奈；但實驗過程中的小小發現跟改良，卻是無可取代的美好，現在實驗雖然有了小小的結果卻不代表實驗完全結束，**研究的火花燃燒在團隊研究者的心中**，未來不會放棄繼續科學研究的路，縱使一路孤單。
- (三) 研究團隊也一直在思考這個實驗的重要性，台灣的能量來源十分缺乏，所以能讓能量盡量不要散失，是非常重要的，本研究還有好多好多**可供繼續研究的重點**，例如：旋轉平台如何運作？如何在短時間內達到風力增強作用？沒有太陽效果風力變差要如何調整？發展其他更好用的風力倍增工具？如果將風力倍增器放置在隨地球自轉運行的赤道儀上，可以減少人力的耗支，也是未來可行的研究方向之一。

柒、參考資料

1. 中華民國中小學第 54 屆科學展覽會，國中組，生活與應用科學科，空穴來風~無扇葉風扇之風向、風速與曲率改變之探究，屏東縣明正國中。
2. 中華民國中小學第 58 屆科學展覽會，國小組，物理科，洞動扇葉最來電，臺南市復興國小。
3. 2020 全國科學探究競賽~這樣教我就懂，葉尖小翼風力發電之空氣動力學研究。
4. 中華民國中小學第 51 屆科學展覽會，國小組，物理科，真有「空穴來風」？—自然力抽風機的探討，嘉義縣太保國小。
5. 中華民國中小學第 55 屆科學展覽會，國小組，生活與應用科學科，風去橫生_無葉片電風扇的製作與研究，國立科學工業園區實驗高中(附設國小)。

【評語】 082907

1. 研究主題來自於日常對新事物的發現啟蒙探究的科學精神，透過科學競賽的題目激發，以手邊可利用材質設計低成本高效率的倍增器裝置。
2. 實驗設計可先說明欲探討之變因背景，並加強變因之操控及器材配置等的說明，建議可以利用圖示及尺寸標示來輔助說明。
3. 建議實驗數據的量測應更科學化，並增加觀測次數，及注意統計圖的使用與呈現方式。
4. 研究中之變因宜聚焦探討即可；並精簡結論之內容，避免冗長之敘述。報告內容或圖示如有來自蒐集之資料，應詳列參考資料來源。

作品簡報



我把風力放大了

~探討無扇葉風扇深藏的秘密



生活與應用科(二)

環保與民生組

摘要

方法

基本型:三角體
簡易版
第一代進化型
第二代精緻型

結果

低成本:
材料簡單取得容易
高效能:
風力放大節省能源
精緻化:
持續調整不斷修正

動機

天氣太熱
台電停電
有限能源
無限利用

要如何讓風力放大
不能使用太多能源

目的

台北高溫飆至 39.7 度 破歷史紀錄

台北史上最高溫

1	39.7°C	2020/07/24 平全台歷史第3名
2	39.3°C	2013/08/08
3	39°C	2020/07/19
4	38.9°C	2020/06/29
4	38.9°C	2020/07/13

全台史上最高溫

1	40.2°C	2004/05/09 台東
2	39.9°C	2004/07/01 台中
3	39.7°C	1988/05/07 台東
3	39.7°C	2020/07/24 台北
4	39.5°C	1942/06/07 台東

中央社製圖



2.3 放大到 4.85
是原本的 2 倍
成功降溫 1.1 度

目的

CONTENTS

1

目的的一~三角體風力倍增器

長度、寬度、體積、角度、風力大小

2

目的的一~基本型風力倍增器

材質、形狀、曲率

3

目的的一~基本型風力倍增器

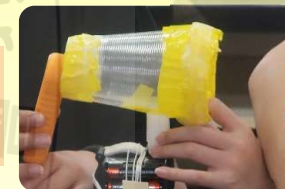
進風口位置、出風口大小



4

目的的一~基本型風力倍增器

風源、風洞大小



5

目的二~第一代進化型風力倍增器

形狀、能源、隙縫寬度、隙縫位置



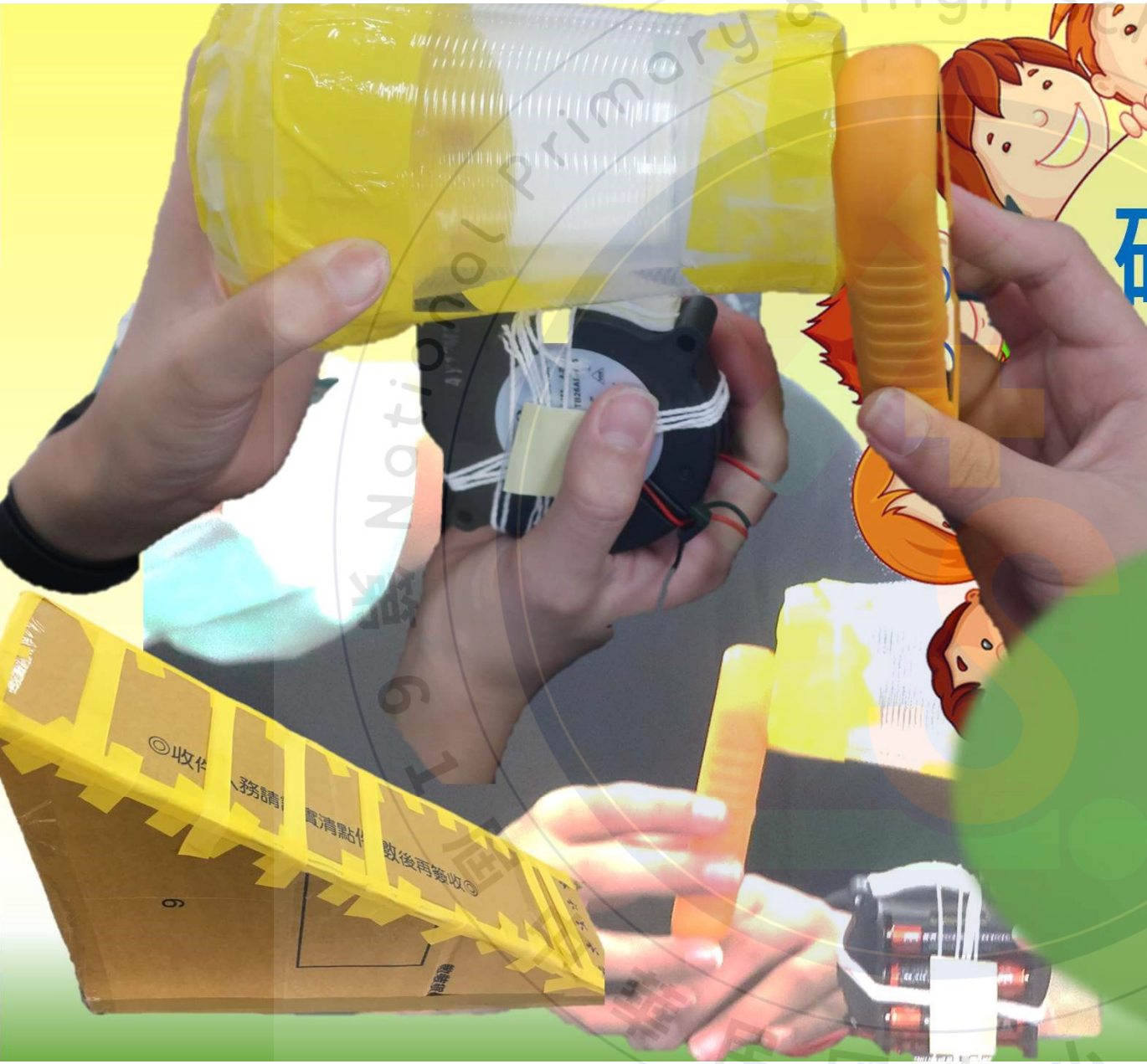
6

目的三~第二代精緻型風力倍增器

導流一、曲率、導流二、降溫



研究目的



—



**三角體
長、寬、體積**

越長越寬越大
風力越小

基本型



材質

紙杯最好

圖 不同材質簡易版無扇葉風力倍增裝置



2019.12

2020.6

2019.10

2020.4

2020.9

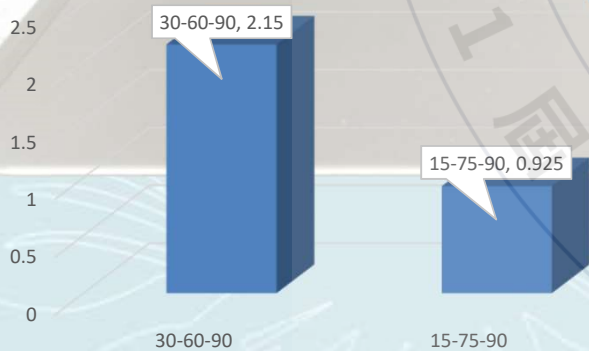
風力大小

大吹風機有差別
小吹風機沒影響

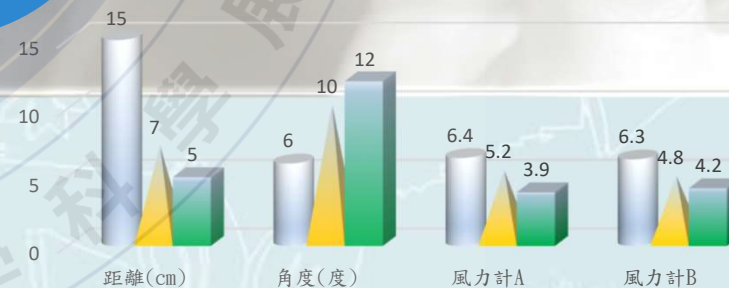
形狀

圓柱體最佳
三角體及正方
體次之

圖 大小吹風機對不同角度三角體無扇葉風扇的影響



圖一A 不同形體之無扇葉風扇風力倍增器之風力大小比較



曲率

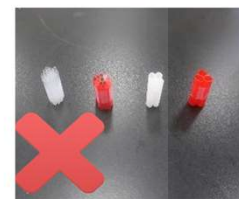
1/60最佳

出風口大小

出風口面積
25%最佳

風洞

適合擴散式風源
不適合集中式



風洞

發現只適合在被淘汰擴散式風源中使用，不適合在集中式風源中使用

RW

2020.11

2020.12

2020.10

2020.11

2020.12

進風口位置

中:穩定
前後差別大

風源

集中式優於
擴散式風源

風源



集中式(吹風機)

風力:4.35m/s

MITSUBISHI ELECTRIC
Change for the Better

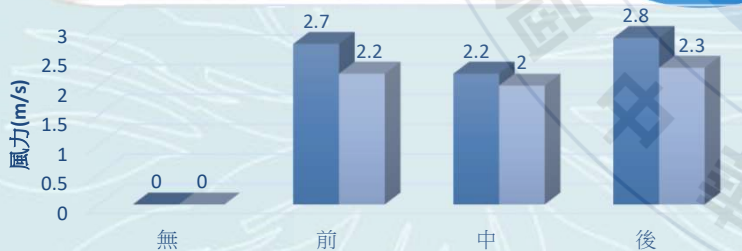


擴散式(電扇)

風力:3.55m/s

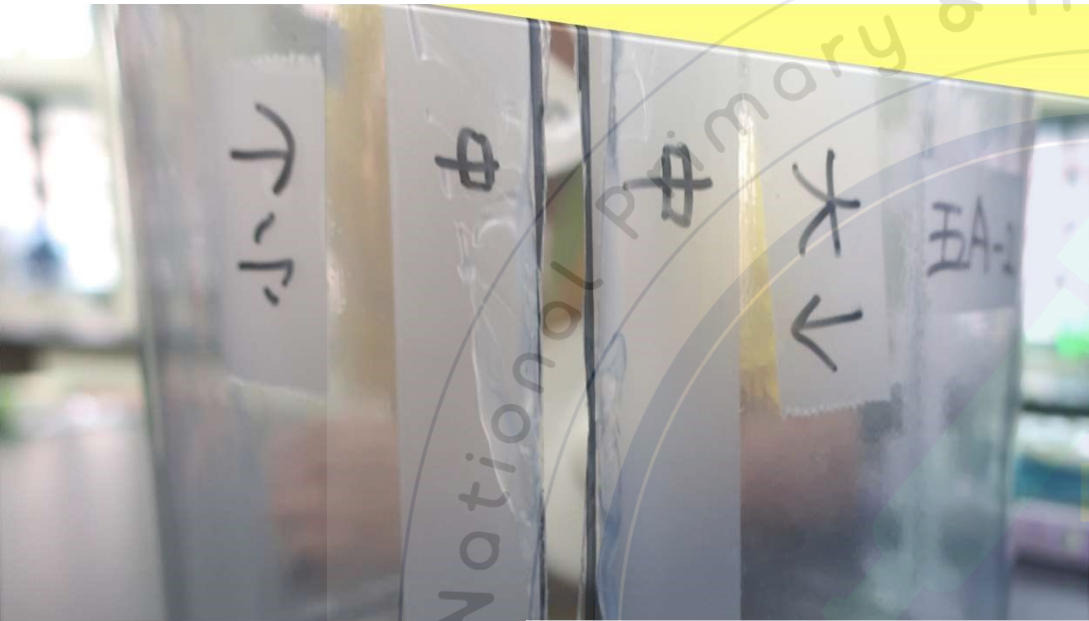
R12A-RW

圖二A 進風口位置不同對於無扇葉風扇風力倍增器效能的影響



(出風口/蝸牛扇口面積*100%)

1.56%	6.25%	14.10%	25%	39.10%
0.3	2.8	4.9	5.4	3.8



研究目的

二

第一代進化型





圖 隙縫位置對於圓柱體風力倍增器的效率影響

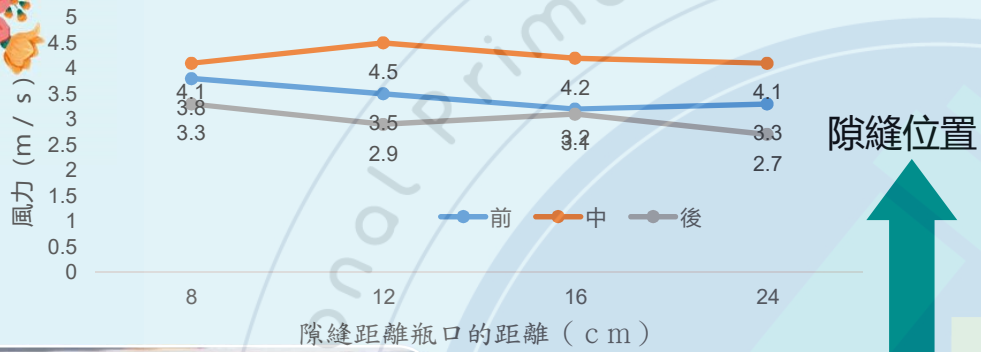
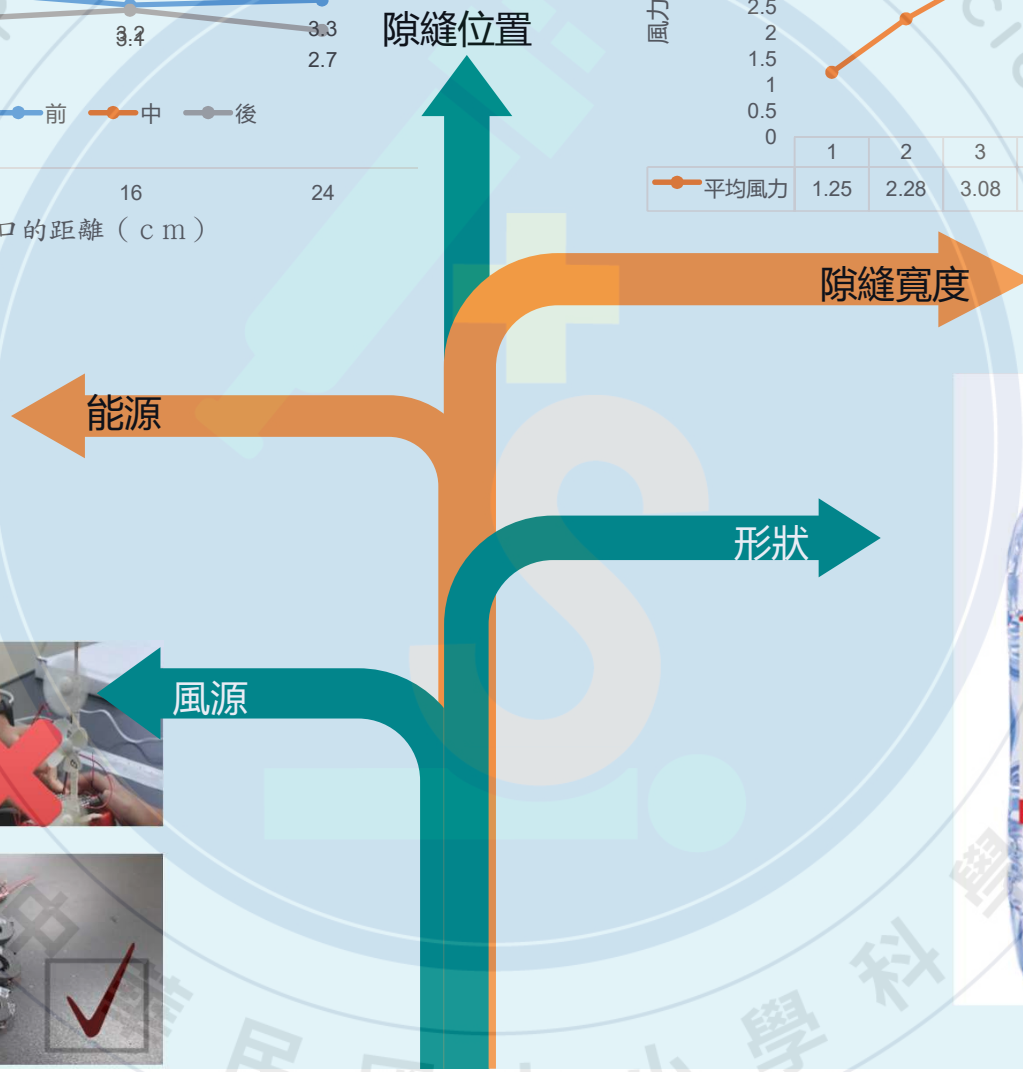
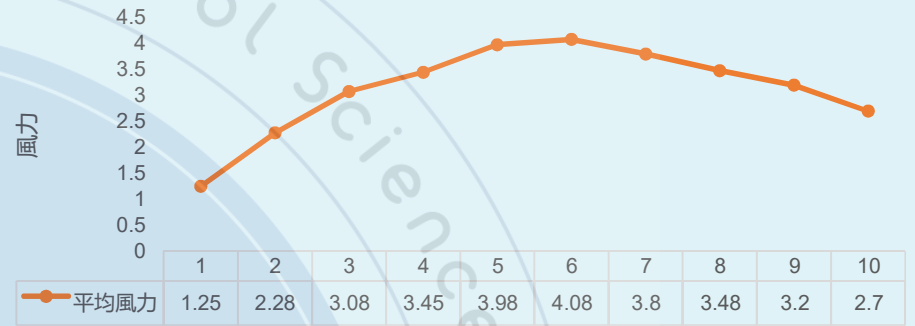


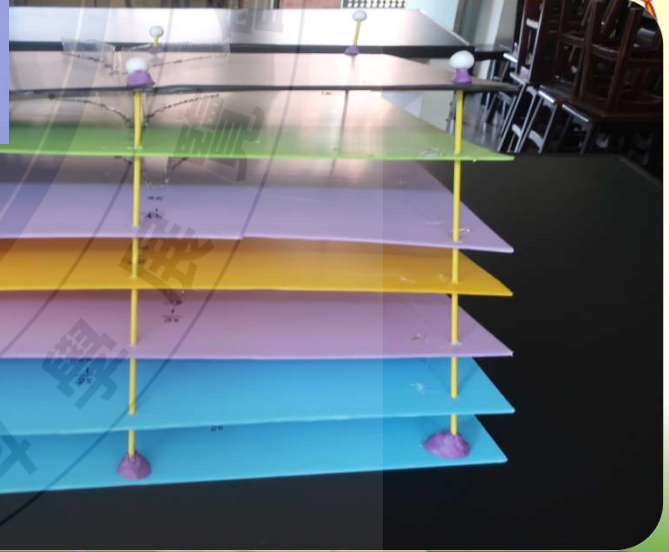
圖 隙縫寬度對無扇葉風力倍增裝置的影響



National Primary & High School Science For All
 民國中小學科學

研究目的

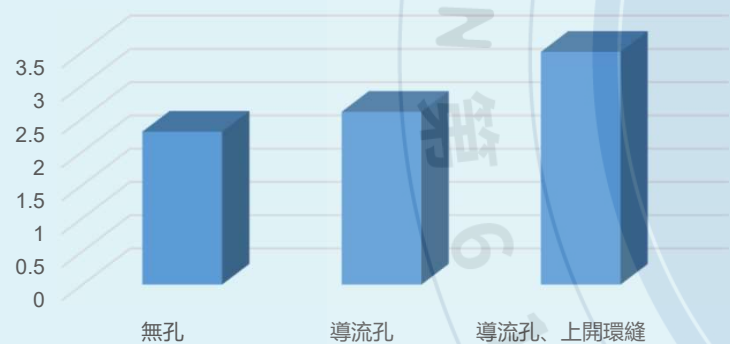
第二代精緻化





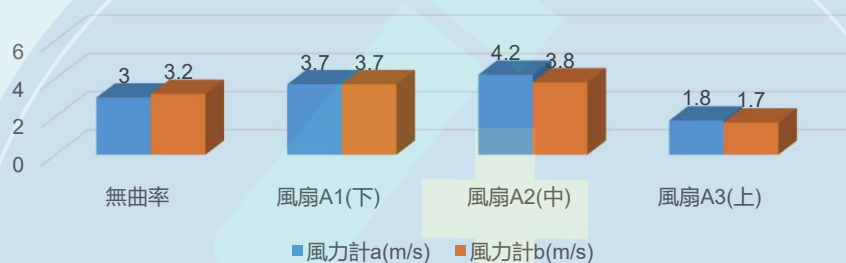
導流一

圖 導流裝置對無扇葉風扇的影響



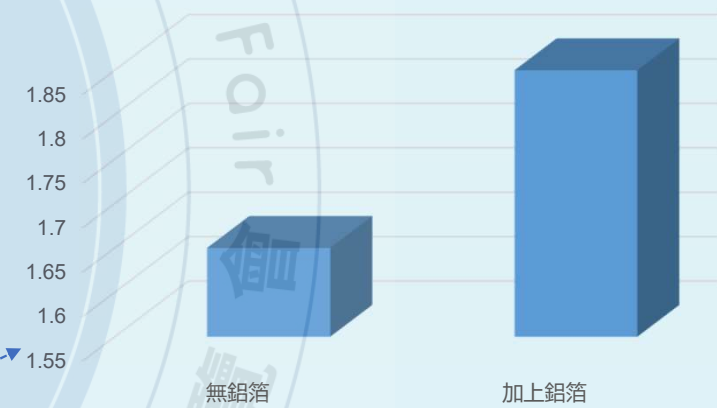
曲率

圖六B 曲率對無扇葉風扇風力倍增裝置的影響



導流二

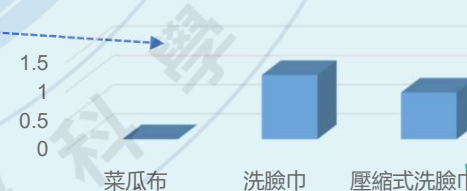
圖六C 加上鋁箔對無扇葉風扇風力改善影響



精緻

降溫

圖 不同材質降溫效果





實驗六

導流一

導流二

2.3

3.5

4.2

4.85

25.2
-24.1

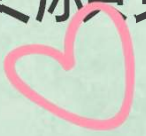
第一代

曲率

降溫裝置



▶ 特色、優點與願景



團隊
特色

研究
優點

未來
願景

