

第八屆原住民華碩科教獎

作品說明書

科 別：部落植物的文化與科學

組 別：國中學生組

作品名稱：**Green**洄瀾灣守護神

組員：黃子玲、溫怡晴、林昱萱、簡江柏均

指導老師：劉家麟老師、王怡驊老師

關 鍵 詞：林投、耐鹽、保鮮度、林投風向計

Green洄瀾灣守護神

壹、摘要

林投對原住民來說，在食用、藥用、娛樂上有很大的貢獻，更是為我們阻擋風沙、維護海岸的守護神，我們想知道林投的耐鹽程度、保鮮度有多大、以及將原住民傳統童玩改良成風向計，設計出能最快測量到風向的組合。實驗結果是，鹽分濃度越高時增加長度越少，濃度越低時增加長度越多。而同樣濃度的鹽水，在水耕中比土耕生長的還要好。保鮮度實驗中，發現林投葉能將飯保鮮大約三天的時間，而其他葉子只能保鮮大約兩天。風向計最好的組合為材質是撲克牌、尾翼形狀是長方形、尾翼面積是 4*8、扇葉面積是 1.5*1，能夠最快感應到風向。本研究發現，耆老認為以林投代替消波塊、防波堤，能減少對海岸的破壞，讓海岸回復往日一片欣欣向榮的景象，留給後代良好的環境。水璉部落目前也積極推動部落再生、生態深度旅遊，期望能將文化傳承下去。

貳、研究動機

林投這渾身是寶的海岸守護神與原住民的日常生活有著密不可分的關係。平時經過海邊時總會看到叢生的林投樹隨風搖曳的樣子，不禁好奇這些外型奇特，與一般樹差異如此大的物種，為什麼能在風砂吹襲下依舊屹立不搖？為什麼在鹽分濃度極高的海水逆境下還能有強大的生命力？原住民如何將林投的每一處都發揮最大的利用價值？藉此改善生活中遇到的問題。

在好奇心的驅使之下，我們開始進行研究，我們想知道林投的耐鹽程度、葉子保鮮度以及改良原住民的傳統童玩。過程之中，也讓我們學習原住民製作阿里鳳凰和林投風車的方法，從中了解原住民的智慧、了解其文化背景及暗藏的科學原理。想對我們賴以維生的這片土地盡一份心力。也讓大家更關心生活週遭默默付出卻不為大家所知的林投，並將原住民的文化及技術傳承下去。

參、研究目的

- 一、觀察林投在鹽水逆境的存活狀況及生長情形。
- 二、探討林投葉保鮮的原理，觀察林投葉的保鮮度。
- 三、探討林投風車的製作原理，並改良自製成風向計。
- 四、探討林投對阿美族的影響。

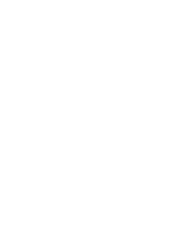
肆、研究問題

- 一、比較在鹽水逆境下林投的生長情形（土耕）。
- 二、比較在鹽水逆境下林投的生長情形（水耕）。
- 三、林投葉和其他葉子保鮮度的比較與觀察，探討林投葉保鮮的原理。
- 四、以林投風車為原型，改良成風向計。
- 五、林投對阿美族的意義及影響。
- 六、林投復育與文化傳承遇到的問題和解決方法。

伍、研究設備及器材

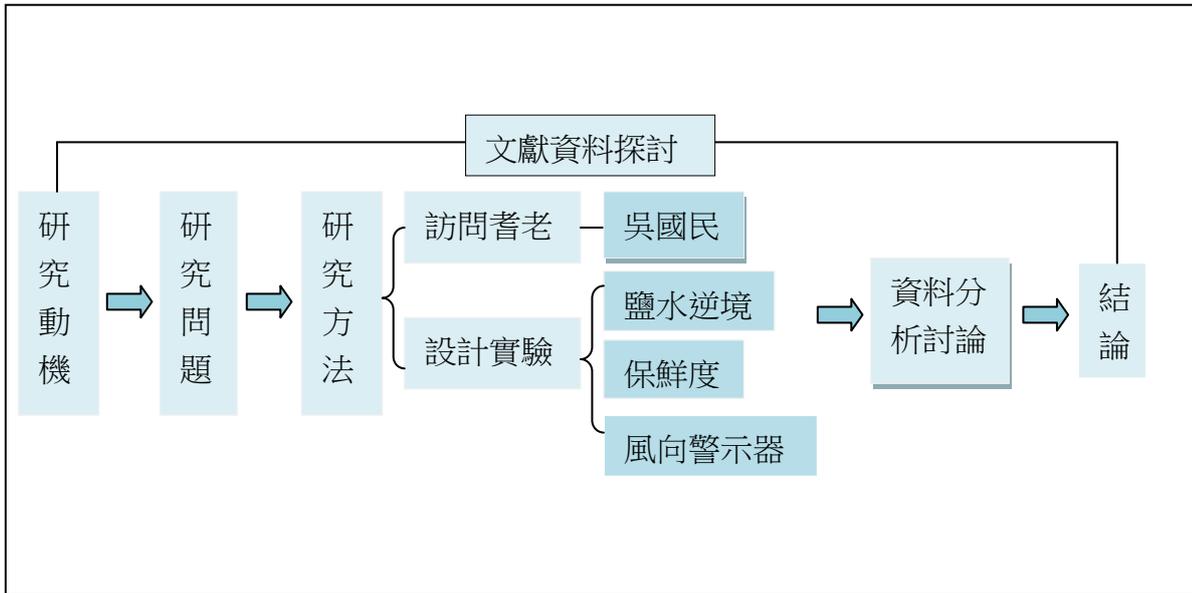
- 一、研究材料：林投幼苗、林投葉、麵包樹葉、月桃葉、檳榔葉。
- 二、研究器材：土、盆栽、鏟子、食鹽、100ml 燒杯、500ml 燒杯、1000ml 燒杯滴管、玻璃棒、電子秤、玻璃罐、刮勺、顯微鏡、資料夾、鑷子、蓋玻片、載玻片、熟飯、膠帶、油性奇異筆、桌上型電腦、透明飲料杯、透明粗吸管、竹籤、吸管、圖釘、撲克牌、直尺、30cm 長尺、圓規、剪刀、抹布、培養皿、海綿、電風扇。



盆栽	鏟子	食鹽	100ml 燒杯	500ml 燒杯	1000ml 燒杯
					
滴管	玻璃棒	電子秤	玻璃罐	刮勺	顯微鏡
					
資料夾	鑷子	蓋玻片	載玻片	熟飯	膠帶
					
油性奇異筆	桌上型電腦	透明飲料杯	透明粗吸管	竹籤	吸管
					
圖釘	撲克牌	直尺	30cm 長尺	圓規	剪刀
					
抹布	培養皿	紙杯	電風扇		
					

(表一 研究設備及器材)

陸、研究方法與架構



(圖一) 研究方法與架構圖

研究問題一：比較在鹽水逆境下林投的生長情形（土耕）

一、準備工作—尋找林投，採集林投幼苗。

(一) 地點：花蓮七星潭。

(二) 採集方法：我們找到了有林投樹叢生的地方「原野牧場的停車場旁」。有許多林投幼苗生長在林投樹的莖部，選擇較健康翠綠的幼苗，用鐮刀順著根小心割下。有些林投幼苗的根生長在林投樹的莖裡，割下來沒有根就無法繼續生長，所以必須選擇外露的根部，並完整保留，才有辦法存活。



(圖二 根部完整的林投幼苗。)



(圖三 採摘好的林投幼苗及林投葉。)

二、研究方法：搜集資料、訪問耆老、設計實驗、實驗。

三、訪問對象：吳國民（水璉部落 阿美族 52 歲），做生態深度旅遊已經五年多了，並在東大門夜市的原住民一條街賣阿里鳳凰。



四、研究步驟：

1. 在去採集之前，我們看了許多有關林投的生長環境、採摘方式、移植的注意事項.....等的資料，也訪問了耆老。

(耆老說：根和莖要完整，一般的土和一般的水就可以了。它的葉片非常有纖維就是因為海風吹襲過，在海邊也可以生長得很好，所以他耐鹽的程度很強，吸鹽、吸水都可以。)

2. 因為林投生命力強，我們照著耆老說的做，移植林投只需一般的土就可以了，所以我們買了 6 個相同大小的盆栽，再挖學校中庭的土。

3. 將採集來的林投幼苗移植至盆栽，並澆適當的水，澆了兩星期後，確定每一棵林投幼苗都活著，我們才開始進行實驗。

4. 我們很好奇為什麼林投能生長在鹽分如此高的海邊，因此我們將 6 棵林投幼苗分別澆了濃度 1%、2%、3%、5%、10%、以及清水當對照組。



(圖五 由左至右分別為，1%、2%、3%、5%、10%、對照組。)

5. 耆老提到，林投不用每天澆水，它是旱作。所以我們每兩天澆一次鹽水，各澆 20 毫升，持續了 26 天。

6. 將葉子長度記錄成以下表格，並分析。

五、研究結果

我們將每兩天記錄的葉子長度整理成以下表格。

濃度	日期	葉長 (cm)	生長情形	濃度	日期	葉長 (cm)	生長情形
1%	原始 2/27	22.0		2%	原始 2/27	18.0	
	3/1	22.1			3/1	18.0	
	3/3	22.6			3/3	18.1	
	3/5	22.6			3/5	18.2	
	3/7	22.6			3/7	18.5	
	3/9	22.8			3/9	18.7	
	3/11	22.8			3/11	18.7	
	3/13	22.9			3/13	18.7	
	3/15	23.0			3/15	18.7	
	3/17	23.0			3/17	18.9	
	3/19	23.6			3/19	18.9	
	3/21	23.6			3/21	19.0	
3/23	23.7		3/23	19.2			
3%	原始 2/27	17.7		5%	原始 2/27	20.0	
	3/1	17.7			3/1	20.1	
	3/3	17.8			3/3	20.1	
	3/5	17.9			3/5	20.3	
	3/7	18.1			3/7	20.0	最長的斷裂
	3/9	18.2			3/9	20.0	
3/11	18.3		3/11	20.1			

	3/13	18.5			3/13	20.2	
	3/15	18.5			3/15	3/14 日死亡	
	3/17	18.6			3/17		
	3/19	18.6			3/19		
	3/21	18.6			3/21		
	3/23	18.7			3/23		
10%	原始 2/27	21.1		對照組	原始 2/27		22.1
	3/1	21.2			3/1	22.5	
	3/3	21.4			3/3	26	
	3/5	21.4			3/5	26	
	3/7	21.5			3/7	26.1	
	3/9	21.5			3/9	26.1	
	3/11	21.5			3/11	26.1	
	3/13	21.6			3/13	26.2	
	3/15	死亡			3/15	26.3	
	3/17				3/17	26.6	
	3/19				3/19	26.6	
	3/21				3/21	26.8	
	3/23				3/23	26.8	

(表二 土耕林投幼苗生長紀錄)

從 2/27 到 3/23 共 26 天，1%的葉子增加了 1.7 公分。2%增加了 1.2 公分。3%增加了 1 公分。5%從 2/27 到 3/5 共增加 0.3 公分，在 3/7 我們測量的最長葉子斷裂變成 20.0 公分，斷裂後到 3/13 長了 0.2 公分，在 3/14 死亡。10%從 2/27 到 3/13 共增加 0.5 公分，在 3/15 死亡。對照組的從 2/27 到 3/23 增加了 4.7 公分。

從生長的長度我們發現，沒有任何鹽分的對照組增加的長度最多，依濃度大到小，增加長度由小到大，所以我們得出一個結果：濃度越高時增加長度越少，濃度越低時增加長度越多。

研究問題二、比較在鹽水逆境下林投的生長情形（水耕）。

一、研究方法：訪問耆老、設計實驗、實驗。

二、研究步驟：

(耆老說：林投種在土裡或水裡都可以，種在水裡只要泡著就可以了，它的根不會爛掉。它的根會發芽繼續長，所以說它的生長力很強。)

1. 耆老說也可以用水耕的方式耕種，因此我們將先前採的林投幼苗一部分用盆栽和土種植，一部分泡在水裡，兩周後發現長得比土耕的還要好，而且更加翠綠。

2. 泡在水裡的根部沒有支撐點，會東倒西歪的，所以我們自製了工具。將透明的粗吸管套在林投的根上，既可以保護又可以支撐。

3. 我們將自製的工具和林投幼苗浸泡在濃度分別是 1%、5%、10% 的鹽水中，比較不同濃度對林投的影響，以及水耕與土耕的差異。



圖六 自製工具



(圖七 由左至右為 1%、5%、10%)

4. 我們每兩天測量林投幼苗的葉長及根長，並記錄成以下表格，持續了 15 天。

5. 分析實驗結果，比較水耕與土耕的差別，以及鹽分對林投幼苗的影響。

三、研究結果

我們將每兩天記錄的葉子及根的長度整理成以下表格。

濃度	日期	葉長 (cm)	根長 (cm)
1%	3/19	29.0	13.0
	3/21	29.3	13.3
	3/23	29.5	13.5
	3/25	29.9	13.8
	3/27	30.7	14.0
	3/29	31.3	14.0
	3/31	31.9	14.2
	4/2	32.3	14.2
	4/4	32.6	14.2
5%	3/19	31.3	18.0
	3/21	31.5	18.2

	3/23	31.8	18.2
	3/25	32.1	18.2
	3/27	32.6	18.3
	3/29	34.0	18.3
	3/31	34.1	18.3
	4/2	34.2	18.4
	4/4	34.5	18.4
10%	3/19	47.4	33.5
	3/21	47.6	33.5
	3/23	47.7	33.5
	3/25	47.9	33.6
	3/27	48.0	33.6
	3/29	48.0	33.6
	3/31	48.9	33.6
	4/2	49.4	33.6
	4/4	49.6	33.6

(表三 水耕林投幼苗生長紀錄)

從 3/19 到 4/2 共 17 天，1%的葉長增加了 3.6 公分；根長增加了 1.2 公分。5%的葉長增加 3.2 公分；根增加了 0.4 公分。10%的葉子長度增加了 2.2 公分；根增加了 0.1 公分。1%的根和葉增加最多，10%的增加最少。

我們發現，不管是土耕還是水耕都一樣，依濃度大到小，增加長度由小到大。所以我們得出一樣的結果：濃度越高時增加長度越少，濃度越低時增加長度越多。

研究問題三、林投葉和其他葉子保鮮度的比較與觀察，探討林投葉保鮮的原理。

一、研究方法：訪問耆老、蒐集資料、設計實驗、實驗。

二、訪問耆老：

『阿里鳳凰』(Alivongvong) 是阿美族人傳統的便當，昔日阿美族婦女必修習的技藝，在阿美族的傳統社會中，丈夫外出時，妻子便蒸煮「阿里鳳凰」給心愛的丈夫，顯現夫妻溫馨體貼的生活。

與耆老的互動、問答
1：是怎麼發現林投葉可以編織成阿里鳳凰？
耆老回答：阿美族的發音是阿里蓬蓬，翻譯成國語變成阿里鳳凰。阿美族早期的勇士或獵人要去山上打獵或耕作的時候，老婆或情人就會去海邊，因為林投是海邊的植物，去海邊採林投葉回來，去刺和清理乾淨之後，拿來編織成阿里

鳳凰，放進糯米飯跟鹹豬肉，蒸熟後給自己的老公或情人帶去。早期會拿林投葉來包，是因為蒸熟之後會非常的香，而糯米飯可以隔餐食用，林投葉有保鮮的作用，而且林投葉能編大編小，這就是阿美族最傳統的美食，也是水璉部落最主要的主食。

2：為什麼會想到要用林投的葉子？

耆老回答：這是以前耆老的智慧。其他葉子，像姑婆芋、月桃都是暫時保鮮，所以林投是保鮮最久的，而且阿里鳳凰的編織是很特別的，如果沒學一個月是不會編的。

3：如果用其他葉子編起來很容易毀損嗎？

耆老回答：會啊，因為林投葉的纖維非常的纖細，彈性和柔軟度都很好。

4：包阿里鳳凰的人是男生還是女生？包的方式一定嗎？

耆老回答：女生。一定啊，葉片的寬度，取決於你編出來的大小。寬度小，編出來的就小，寬度較大，編出來的就比較大。

除此之外，耆老還帶我們到水璉部落的海邊採林投葉，並用他自製的工具削林投葉，削成適當寬度，速度真的很快，比我們用剪刀快多了，削出來的也很漂亮，也可以用林投葉直接削。再清除刺並用削好的林投葉編織，兩片一組打結，交叉編織而成，編織時採左上右下的原則編織，編織完成後將葉片縫細修改成緊密，頂部再用葉子在左右各綁收口便完成了。



(圖八 耆老帶我們採林投葉編織阿里鳳凰。)

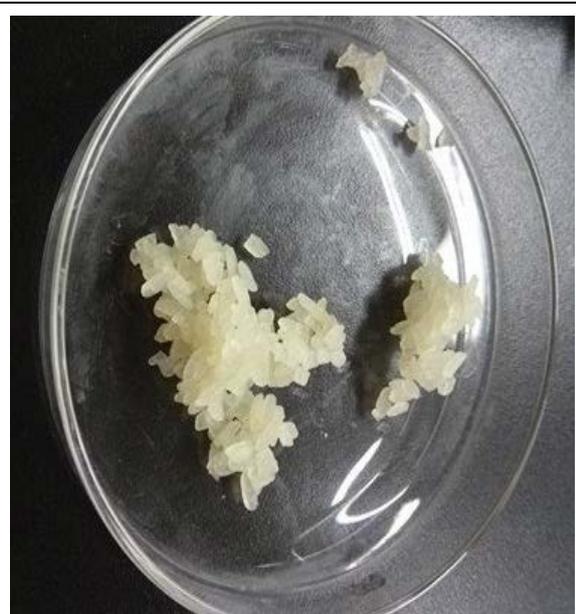
三、研究步驟：

(耆老說：要看裡面包的食物是什麼，大概兩天的時間不會壞。其他葉子，像姑婆芋、月桃葉都是暫時保鮮，所以林投是保鮮最久的。)

1. 我們也上網查了資料，除了林投葉外，麵包樹葉、檳榔葉、月桃葉也具有保鮮作用，我們想驗證林投葉是不是保鮮功能最好的。
2. 因此我們拿這四種葉子包飯，先將每片葉子剪成適當的型狀、大小，每一個都包裹 10 公克的飯。每種葉子各包五個，第一天打開一個，第二天打開第二個，以此類推。以及將 10 公克的飯直接暴露在空氣中的對照組，共為期五天。

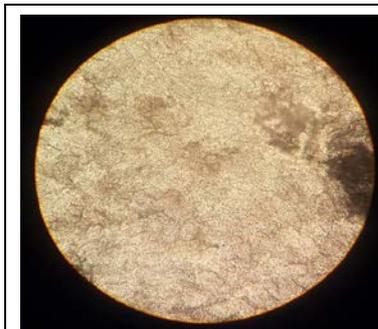


(圖九 四種葉子包裹 10 公克的飯。)



(圖十 對照組)

3. 將一開始煮好新鮮的飯，製成玻片標本，用顯微鏡觀察，倍數為 10/0.22。



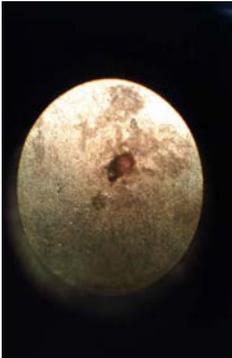
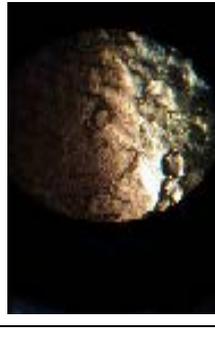
(圖十一 顯微鏡下原始米，
10/0.22)



(圖十二 原始玻
片標本)

4. 每天取打開後飯的一小部分，製成玻片標本，再用顯微鏡觀察，倍數為 10/0.22。
5. 每天將顯微鏡中，飯的情形拍下，如下圖。

三、研究結果

	林投葉	月桃葉	檳榔葉	麵包果葉	對照組
第一天					
第二天					
第三天					
第四天					



(表四 顯微鏡下各種葉子包的飯粒)

從外觀來看第一天每一組的飯都沒有太大的變化，也都沒有發霉的現象，這四種葉子的保鮮程度都能超過一天，因為對照組是直接擺放在空氣中，所以對照的飯已漸漸變硬。從顯微鏡中看，與原始的並無太大差異。

第二天時，對照組又比第一天更硬，外觀看起來也有變黃的現象，而其他有葉子包裹的飯沒有太大的變化，並無發霉。顯微鏡下，與原始及第一天並無太大差異。

第三天開始，用月桃葉、麵包果葉包裹的飯周圍開始有少許的飯發霉，檳榔葉則是周圍的飯粒發黃，而林投還是安然無恙，對照組除了先前變黃外，還多了黑色發霉的斑點。在顯微鏡下看，開始有黑色的發霉區塊，對照組最為嚴重，林投葉的情況最為良好。

到第四天時，用麵包果葉、檳榔葉和月桃葉包裹的飯已經整個發霉，林投的周圍也開始有發霉的情形。顯微鏡下的發霉情況比先前嚴重，林投葉只有黑色斑點，其餘的發霉範圍越來越大。

最後一天，檳榔葉發黃的情形比之前嚴重，流出黃色汁液。每種葉子包裹的飯都已完全發霉，而且發出臭味。從顯微鏡下看黑色發霉的範圍跟前一天比起來更大，幾乎占滿了全部。

我們發現林投葉在第三天才開始發霉，其餘葉子在第二天就發霉了，驗證了耆老說林投葉的保鮮作用，比其它葉子還要好。

研究問題五、以林投風車為原型，改良成風向計

一、研究方法：蒐集資料、訪問耆老、設計實驗、實驗測量。

二、訪問耆老：

林投風車是許多原住民小時候的重要記憶，在沒有 3C 產品的年代，自己親手做並跟同伴一起玩樂分享的快樂，相信也是現在這個網路世代的小孩無法體會的。

以下是我們與耆老的互動、問答：

1：為什麼林投葉可以拿來做風車呢？
耆老回答：因為林投葉的彈性比較好，他能彎來彎去，也可以編，不會像其他葉子你彎它，它會斷掉什麼的，因為他纖維很細。
2：林投葉受風能力很好是嗎？
耆老回答：受風能力很好阿，因為他生長在海邊，生長在海邊呢就是要防風，所以受風能力好。
3：林投風車會不會很容易壞掉？
耆老回答：不會，但是會乾，乾掉吊起來很漂亮，掛上鈴鐺就變成跟風鈴一樣，風一吹就變成風鈴

林投風車製作方法：用三條已清除刺，並削成適當大小的林投葉編成像螺旋槳式的扇葉，用鉛筆或手指頂著中心跑，或是拿竹竿插著，它就會轉動不停。

二、研究步驟：

我們以原住民的傳統童玩「林投風車」為原型，製成風向計。風向計大致上可分為扇葉、尾翼、基臺、支撐軸、橫軸五個部分。我們從不同的扇葉面積、尾翼面積、尾翼材質、尾翼形狀、以及有無加裝扇葉找出能最快感應到風向的組合。



1. 扇葉的製作：扇葉主要是由林投葉所製成，總共有四片。我們想知道哪種面積能最快感應到風向，因此我們將寬定為固定的 1.5 公分，因為去除林投葉的葉脈後，葉子寬度為 1.5 公分，並將長定為 1、2、3、4、5、6、7 公分，組合成不同的面積，分別為 1.5×1、1.5×2、1.5×3、1.5×4、1.5×5、1.5×6、1.5×7 共 7 種組合。每種面積都各剪四片，剪好後用膠帶將

他們黏合。



2. 尾翼的製作：尾翼的材質有撲克牌、資料夾、以及在撲克牌上裹上膠帶三種。尾翼的形狀有長方形（ 5×8 ）、半圓形（半徑為 4 公分）、以及箭形三種。藉由不同的尾翼材質、尾翼形狀、尾翼面積找出最快感應到風向的組合。



3. 基臺：由紙杯製成。支撐軸：由竹籤製成。橫軸：由吸管製成。
4. 組合：將不同的扇葉面積、尾翼面積、尾翼材質、尾翼形狀剪好後，我們開始組裝。
- (1) 將尾翼用膠帶貼在橫軸上固定。
 - (2) 在橫軸距離扇葉七公分處穿洞，並把支撐軸插在洞裡。再把它們插在基臺上固定。
 - (3) 將圖釘插在吸管的孔上，用膠帶固定，尖銳處朝外。

- (4) 將圖釘穿過已貼合好的扇葉中心。
- (5) 調整各個部分，確認它能轉動。
5. 實測：測量時讓它距離電風扇 3 公尺，用手機測量感應到風向時的速度，並將不同組合的秒數記錄下來。

組別	尾翼材質	有貼膠帶的撲克牌
		無膠帶的撲克牌
		資料夾
	尾翼形狀	長方形
		半圓形
		箭形
	尾翼面積	5×3
		5×4
		5×5
		5×6
		5×7
		5×8
		3×8
		4×8
	扇葉面積	1.5×1
		1.5×2
		1.5×3
		1.5×4
		1.5×5
		1.5×6
1.5×7		

(表五 風向計組別)

三、研究結果：

撲克牌（無膠帶）：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼形狀。

有無扇葉	尾翼 形狀 扇葉 面積	次數	長方形	半圓	箭形
有扇葉	1.5×7	1	2.92	4.8	4.19
		2	2.43	2.21	3.09
		3	0.97	1.65	2.09
		4	0.24	2.83	1.36

		5	1.57	1.83	2.12
		平均	1.62±0.83	2.66±0.92	2.57±0.85
		三種形狀的平均秒數	2.28±0.44		
1.5x6		1	4.84	9.94	3.09
		2	1.63	4.15	3.34
		3	1.28	2.63	0.76
		4	1.07	1.93	1.72
		5	0.93	2.32	1.67
		平均	1.95±1.15	4.19±2.29	2.11±0.87
		三種形狀的平均秒數	2.75±0.96		
1.5x5		1	4.24	1.5	4.14
		2	1.33	1.89	0.88
		3	1.16	2.2	0.78
		4	1.52	1.37	1.05
		5	0.95	1.89	3.49
		平均	1.84±0.96	1.77±0.26	2.06±1.39
		三種形狀的平均秒數	1.89±0.10		
1.5x4		1	0.77	1.8	0.99
		2	2.1	1.43	5.9
		3	1.03	5.79	5.12
		4	1.1	1.92	5.37
		5	1.35	1.28	1.2
		平均	1.27±0.36	2.44±1.33	3.71±2.09
		三種形狀的平均秒數	2.47±0.82		
1.5x3		1	1.55	1.37	0.82
		2	1.04	5	3.87
		3	1.68	0.92	1.83
		4	1.24	1.44	1.58
		5	0.72	1.27	1.72
		平均	1.24±0.26	2±1.2	1.96±0.76
		三種形狀的平均秒數	2.76±1.54		
1.5x2		1	3.85	1.08	5.44
		2	2.9	1.06	1

		3	1.67	1.26	1.22	
		4	1.34	1.21	1.04	
		5	1.16	1.44	1.24	
		平均	2.18±0.95	1.21±0.11	1.98±1.38	
		三種形狀的平均秒數	2.46±0.49			
	1.5×1	1	0.91	2.32	10.32	
		2	1.09	0.89	6.24	
		3	1.68	1.15	1.32	
		4	1.04	0.9	1.04	
		5	3.88	0.85	2.17	
		平均	1.72±0.86	1.22±0.43	4.12±3.24	
		三種形狀的平均秒數	2.35±1.18			
	無扇葉	1.5×7	(五次數據皆相同)	4.79	6.38	6.27
		1.5×6		4.79	6.38	6.27
1.5×5		4.79		6.38	6.27	
1.5×4		4.79		6.38	6.27	
1.5×3		4.79		6.38	6.27	
1.5×2		4.79		6.38	6.27	
1.5×1		4.79		6.38	6.27	
三種形狀的平均秒數		5.81±0.68				

(表六 無膠帶的撲克牌、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼形狀。)

尾翼材質是沒有貼膠帶的撲克牌，整體來說，扇葉面積是 1.5×5 時，三種形狀皆較快感應到風向。尾翼為長方形最快感應到風向，尾翼形狀依測到風的速度由快至慢為：長方形 > 半圓形 > 箭形。半圓形和長方形並無太大的差異。

無扇葉組的因為沒有扇葉所以數據都相同，以長方形最快感應到風向。

個別來說，當扇葉面積是 1.5*2、尾翼形狀是半圓形的組合時，速度最快。

因為整體來說尾翼形狀是長方形時最快測到風向，所以我們決定以不同面積的長方形尾翼找出最適合的尾翼面積和扇葉面積的組合。

尾翼面積有 5x3、5x4、5x5、5x6、5x7、5x8、3x8、4x8 八種。

撲克牌（無膠帶）：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼面積。

有無扇葉	尾翼面積 扇葉面積	次數	5x3	5x4	5x5	5x6	5x7	5x8	3x8	4x8
有扇葉	1.5x7	1	3.71	4.54	3.52	4.41	4.38	3.35	7.77	3.57
		2	7.44	5.68	2.96	1.81	5.29	1.23	1.85	1.08
		3	5.71	4.59	0.93	4.59	1.96	0.67	0.52	1.4
		4	2.36	2.93	2	4.31	2.45	0.75	1.28	1.8
		5	5.66	5.04	0.77	1.88	2.81	0.72	0.51	1.65
		平均	4.97±1.55	4.55±0.65	2.03±0.96	3.40±1.24	3.37±1.16	1.54±0.80	2.38±2.15	1.9±0.66
		八種尾翼的平均秒數	3.01±1.05							
	1.5x6	1	2.98	4.14	4.6	1.64	1.27	1.33	2.92	2.68
		2	6.69	3.88	2.18	1.1	1.75	0.69	0.58	0.44
		3	5.98	6.21	0.93	0.82	1.61	1.25	2.87	0.64
		4	7.99	6.81	0.67	0.81	2.14	0.64	1.18	0.48
		5	3.44	4.78	1.3	0.51	0.95	1.39	1.4	0.71
		平均	5.40±1.76	5.16±1.07	1.93±1.16	0.97±0.31	1.55±0.34	1.06±0.34	1.79±0.88	0.99±0.67
		八種尾翼的平均秒數	2.35±1.46							
	1.5x5	1	4.05	3.59	1.84	1.79	1.62	3.99	4.1	3.74
		2	9.32	5.9	0.73	2.01	1.23	0.82	6.5	0.53
		3	12.84	3.06	1.32	3.5	5.42	1.04	0.69	0.59
		4	3	9.58	0.76	1.58	4.71	0.51	0.5	0.53
		5	7.99	2.24	1.05	1.73	2.73	0.7	1.81	0.49
		平均	7.44±3.13	4.87±2.29	1.14±0.35	2.12±0.55	3.14±1.53	1.41±1.03	2.72±2.06	1.11±1.02
		八種尾翼的平均秒數	2.99±1.61							
1.5x4	1	2.97	3.91	2.78	9.05	13	8.23	8.45	1.8	
	2	9.34	5.06	0.72	2.08	6.09	0.72	0.93	0.76	
	3	10.37	5.97	1	1.05	3.11	0.98	0.87	0.65	
	4	5.49	3.49	0.71	0.79	2.06	0.53	0.52	0.69	
	5	2.4	4.59	0.6	1.56	6.09	0.48	1.07	0.95	

		平均	6.11±2. 99	4.60±0. 72	1.16±0. 64	2.90±2. 45	6.07±2. 43	2.18±2. 71	2.36±2. 43	1.17±0. 33
		八種尾翼的 平均秒數	3.31±1.70							
1.5×3	1	1.28	7.21	4.51	2	6.84	10.81	7.85	1.43	
	2	6.33	2.14	7.1	1.09	3.99	0.7	0.52	0.58	
	3	3.11	3.14	0.56	1.43	6.57	0.47	0.61	0.75	
	4	7.51	3.7	0.61	2.03	5.95	0.66	3.53	1.21	
	5	5.06	4.37	1.34	0.48	2.41	1.14	0.67	1.37	
	平均	4.65±1. 97	4.11±1. 34	2.82±2. 38	1.40±0. 49	5.15±1. 56	2.75±3. 22	2.63±2. 44	1.06±0. 32	
	八種尾翼的 平均秒數	3.41±1.59								
1.5×2	1	5.97	1.23	1.02	1.88	3.4	6.09	1.28	6.98	
	2	9.6	3.86	2.22	4.22	3.14	0.47	0.81	0.73	
	3	9.86	5.39	2.27	0.84	3.64	0.43	0.89	0.68	
	4	6	2.44	2.94	1.8	3.49	0.39	0.79	0.46	
	5	10.14	4.19	2.07	1.03	1.9	0.42	0.85	0.65	
	平均	7.82±1. 86	3.42±1. 26	2.12±0. 44	1.95±0. 90	3.11±0. 48	1.56±1. 81	0.93±0. 14	1.9±2.0 3	
	八種尾翼的 平均秒數	2.85±1.44								
1.5×1	1	10.11	2.87	3.36	7.75	14.17	5.51	6.87	0.52	
	2	6.11	9.12	0.68	3.87	1.35	0.49	2.61	0.78	
	3	10.93	7.42	3.25	2.47	1.21	0.39	0.68	0.59	
	4	7.09	4.77	3.9	1.47	2.03	0.33	0.4	0.34	
	5	9	1.47	1.92	1.23	0.92	0.46	1.18	0.47	
	平均	8.64±1. 63	5.13±2. 51	2.62±2. 62	3.41±1. 96	3.93±4. 09	1.43±1. 62	2.34±1. 91	0.54±0. 11	
	八種尾翼的 平均秒數	3.50±1.79								
無扇 葉	1.5×7	(五次數據 皆相同)	7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×6		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×5		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×4		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×3		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×2		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	1.5×1		7.1	6.42	4.16	5.18	8.71	5.35	10.46	4.87
	八種尾翼的平均秒數	6.53±1.66								

(表七 無膠帶的撲克牌、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼面積。)

尾翼材質是沒有貼膠帶的撲克牌時，整體來說，扇葉面積是 1.5x6 最快找到風向，第二是 1.5x5。尾翼面積是 5x5 時速度最快，其次是 4x8。

無扇葉組尾翼是 5x5 時最快找到風向。

個別來說，當扇葉面積是 1.5*1、尾翼面積是 4*8 的組合時，速度最快。

撲克牌 (有膠帶)：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼形狀。

有無扇葉	尾翼 形狀 扇葉 面積	次數	長方形	半圓	箭形
有扇葉	1.5x7	1	3.47	2.41	2.98
		2	3.41	1.77	2.82
		3	2.83	1.68	1.97
		4	3.54	1.79	3.51
		5	1.43	1.34	2.5
		平均	2.93±0.64	1.79±0.24	2.75±0.41
		三種形狀的平均秒數	2.49±0.46		
	1.5x6	1	2.07	1.69	4.16
		2	1.28	3.63	4.68
		3	1.38	0.68	2.74
		4	3.66	0.76	5.72
		5	1.39	1.95	3.86
		平均	1.95±0.72	1.74±0.83	4.21±0.77
		三種形狀的平均秒數	2.63±1.051		
	1.5x5	1	1.25	2.16	1.92
		2	1	1.58	3.69
		3	1.28	1.26	2.46
		4	1.06	1.16	4.33
		5	1.04	1.4	3.7
		平均	1.12±0.11	1.51±0.28	3.22±0.82
		三種形狀的平均秒數	1.95±0.84		
	1.5x4	1	1.69	2.35	4.35
		2	1.19	2.17	6.14

		3	2.96	2.15	3.4
		4	1.25	2.6	4.57
		5	2.13	1.44	2.62
		平均	1.62±0.56	2.12±0.28	4.21±0.96
		三種形狀的平均秒數	2.65±1.04		
	1.5×3	1	1.2	3.12	2.22
		2	2.42	3.22	3.91
		3	4.7	2.54	3.45
		4	1.72	1.03	9.87
		5	1.1	1.18	3.23
		平均	2.23±1.06	2.21±0.89	4.38±2.13
		三種形狀的平均秒數	2.94±0.96		
	1.5×2	1	1.98	1.87	1.92
		2	2.95	1.04	2.8
		3	2.08	2.4	3.15
		4	3.01	2.24	2.76
		5	1.05	3.6	3.17
		平均	2.30±0.61	2.23±0.62	2.76±0.33
		三種形狀的平均秒數	2.43±0.21		
	1.5×1	1	1.86	2.19	3.74
		2	1.43	1.25	1.73
		3	2.51	2.1	2.97
		4	2.26	3.97	4.7
		5	2.01	2.69	2.24
		平均	2.03±0.29	2.44±0.71	3.07±0.91
		三種形狀的平均秒數	2.51±0.37		
無扇葉	1.5×7	(五次數據皆相同)	2.37	6.86	5.58
	1.5×6		2.37	6.86	5.58
	1.5×5		2.37	6.86	5.58
	1.5×4		2.37	6.86	5.58
	1.5×3		2.37	6.86	5.58
	1.5×2		2.37	6.86	5.58
	1.5×1		2.37	6.86	5.58
		三種形狀的平均秒數	4.93±1.71		

(表八 有膠帶的撲克牌、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼形狀。)

尾翼材質是有貼膠帶的撲克牌，整體來說，扇葉面積是 1.5x5 時，三種形狀皆較快感應到風向，與沒貼膠帶的撲克牌結果相同。尾翼為半圓形最快感應到風向，尾翼形狀依測到風的速度由快至慢為：半圓形 > 長方形 > 箭形。半圓形和長方形並無太大的差異。

無扇葉組的因為沒有扇葉所以數據都相同，以長方形最快感應到風向，與沒貼膠帶的結果相同。

個別來說，當扇葉面積是 1.5*5、尾翼形狀是長方形的組合時，速度最快。

撲克牌（有膠帶）：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼面積。

有無扇葉	尾翼面積 扇葉面積	次數	5x3	5x4	5x5	5x6	5x7	5x8	3x8	4x8
		1	3.55	5.67	6.14	0.47	2.78	2.37	4.68	1.68
		2	5.69	6.23	3.47	2.1	2.19	4.62	1.79	1.77
		3	9.31	3.95	3	3.04	3.06	2.47	1.59	1.36
		4	10.58	4.48	2.98	1.47	4.37	2.74	1.08	0.93
		5	1.86	3.95	2.44	2.07	2.84	9.42	1.14	0.95
		平均	6.19±2.99	4.85±0.87	3.60±1.01	1.83±0.68	3.04±0.53	4.32±2.51	2.09±1.04	1.33±0.31
		八種尾翼的平均秒數	3.41±1.33							
有扇葉	1.5x6	1	4.31	5.43	2.4	3.49	2.78	2.17	4.75	2.3
		2	5.14	9.34	2.06	2.36	5.15	5.05	2.31	1.62
		3	4.72	2.66	3.57	6.25	2.3	5.2	1.24	0.76
		4	10.39	3.52	2.45	2.01	1.38	4.12	1.84	1.32
		5	10.69	4.99	4.43	1.95	2.09	1.16	0.94	1.37
		平均	9.04±2.79	5.18±1.75	2.98±0.81	3.20±1.32	2.74±0.98	3.54±1.5	2.21±1.05	1.47±0.38
		八種尾翼的平均秒數	3.79±1.65							
		1.5x5	1	2.44	2.13	4.64	5.49	1.52	2.55	2.91
2	3.21		2.47	2.39	1.13	2.09	4.18	0.89	1.38	
3	1.55		2.28	3.97	1.98	1.29	2.16	0.92	2.48	
4	1.45		2.93	3.13	1.49	1	3.08	0.91	1.77	
5	2.64		10.28	4.26	1.55	2.56	1.88	0.62	0.94	

	平均	2.25±0.60	4.01±2.50	3.67±0.73	2.32±1.26	1.69±0.50	2.77±0.68	1.25±0.66	1.63±0.39
	八種尾翼的平均秒數	2.45±0.77							
1.5x4	1	6.37	3.32	3.22	2.95	2.57	1.73	6.88	3.18
	2	9.26	3.09	1.55	4.68	1.71	0.91	1.26	1.37
	3	0.89	5.68	1.55	1.19	1.13	2.17	1.04	0.52
	4	2.41	7.58	1.8	1.37	1.34	1.32	1.55	3.17
	5	2.09	4.69	2.76	2.93	1.65	2.75	0.99	0.96
	平均	4.20±2.88	4.87±1.40	2.16±0.65	2.62±1.07	1.68±0.36	1.77±0.54	2.34±1.81	1.84±1.06
	八種尾翼的平均秒數	2.68±0.92							
1.5x3	1	2.8	1.55	2.9	1.68	1.25	2.02	3.96	1.45
	2	4.14	4.22	4.98	6.27	1.03	3.82	3.37	0.96
	3	10.23	6.84	2.05	1.49	1.07	1.99	2.54	1.17
	4	10.09	5.55	3.63	4.87	2.48	1.85	2.08	1.07
	5	6.05	4.14	2.8	0.84	5.21	1.23	10.83	0.69
	平均	6.78±2.79	4.46±1.38	3.27±0.82	3.04±2.03	2.20±1.30	4.78±0.65	4.55±2.50	1.06±0.19
	八種尾翼的平均秒數	3.77±1.37							
1.5x2	1	1.54	2.71	5.61	3.63	1.71	2.81	3.2	1.3
	2	5.22	3.41	1.1	7.68	0.75	2.88	9.27	0.61
	3	1.79	9.8	1.51	1.41	1.3	1.24	3.83	0.74
	4	2.61	3.37	2.09	6.41	1.27	1.57	6.16	1.48
	5	2.97	10.86	1.14	2.55	1.29	5.83	2.78	0.86
	平均	2.82±1.01	6.02±3.44	2.49±1.32	4.33±2.16	1.26±0.20	2.86±1.19	5.04±2.13	0.99±0.31
	八種尾翼的平均秒數	3.23±1.42							
1.5x1	1	2.96	4.06	3.07	1.9	1.61	1.77	3.31	1.77
	2	2.9	15.4	2.22	2.77	1.1	2.16	3.32	1.25
	3	3.13	5.58	2.25	5.16	1.86	2.19	1.95	1.22
	4	3.27	10.09	1.29	1.71	1.84	1.45	1.13	1.17

		5	2.55	2.03	1.24	3.43	1	10.44	2.81	0.74
		平均	2.96±0.19	7.43±4.25	2.01±0.59	2.99±1.04	1.48±0.34	3.60±2.73	2.50±0.77	1.23±0.22
		八種尾翼的平均秒數	3.02±1.24							
無扇葉	1.5×7	(五次數據皆相同)	6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×6		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×5		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×4		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×3		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×2		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	1.5×1		6.86	6.64	9.36	2.91	3.11	3.38	9.83	3.9
	八種尾翼的平均秒數	5.74±2.42								

(表九 有膠帶的撲克牌、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼面積。)

尾翼材質是有貼膠帶的撲克牌時，整體來說，扇葉面積是 1.5×5 最快找到風向，第二是 1.5×4。尾翼面積是 5×5 時速度最快，其次是 4×8。

無扇葉組尾翼是 5×5 時最快找到風向。

個別來說，當扇葉面積是 1.5*1、尾翼面積是 4*8 的組合時，速度最快。

資料夾：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼形狀。

有無扇葉	尾翼形狀 扇葉面積	次數	長方形	半圓	箭形
		1	0.66	2.79	1.67
有扇葉	1.5×7	2	2.11	2.08	7.16
		3	4.82	5.56	4.47
		4	3.73	1.7	2.22
		5	3.35	5.42	1.79
		平均	2.86±1.25	3.51±1.58	3.46±1.88
		三種形狀的平均秒數	3.27±0.27		
	1.5×6	1	3.39	1.39	2.85
2		2.17	2.51	4.15	
3		2.39	2.56	5.74	

		4	2.64	4.48	2.06
		5	4.42	1.67	1.31
		平均	3.00±0.72	2.52±0.79	3.22±0.79
		三種形狀的平均秒數	2.91±0.26		
	1.5×5	1	5.47	1.67	1.5
		2	1.7	1.75	2.85
		3	2.34	1.82	4.81
		4	3.21	1.44	2.79
		5	3.1	1.97	1.63
		平均	3.16±0.94	1.73±0.14	2.71±0.88
		三種形狀的平均秒數	2.53±0.53		
	1.5×4	1	2.78	1.97	1.77
		2	1.02	1.9	2.9
		3	1.22	1.96	1.48
		4	6.19	1.27	2.3
		5	2.35	1.71	4.06
		平均	3.11±1.63	1.76±0.21	2.50±0.78
		三種形狀的平均秒數	2.45±0.46		
	1.5×3	1	2.78/	1.97	1.77
		2	1.02	1.9	2.9
		3	1.22	1.96	1.48
		4	6.19	1.27	2.3
		5	2.35	1.71	4.06
		平均	2.74±1.06	3.25±1.79	4.98±1.77
		三種形狀的平均秒數	3.66±0.88		
	1.5×2	1	3.28	1.37	1.16
		2	1.33	1.77	2.8
		3	1.45	1.38	7.53
		4	1.66	0.83	3.82
		5	2.55	1.6	4.1
		平均	2.05±0.68	1.39±0.32	3.88±1.54
		三種形狀的平均秒數	2.44±0.95		
	1.5×1	1	1.49	3.26	1.24
		2	1.74	1.92	7.42

		3	2.71	1.92	2.43
		4	4.97	2.35	3.99
		5	3.4	6.73	1.81
		平均	2.86±1.05	3.23±1.40	3.37±1.86
		三種形狀的平均秒數	3.15±0.19		
無扇葉	1.5×7	(五次數據皆相同)	0.76	2.18	3.16
	1.5×6		0.76	2.18	3.16
	1.5×5		0.76	2.18	3.16
	1.5×4		0.76	2.18	3.16
	1.5×3		0.76	2.18	3.16
	1.5×2		0.76	2.18	3.16
	1.5×1		0.76	2.18	3.16
	三種形狀的平均秒數		2.03±0.84		

(表十 資料夾、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼形狀。)

尾翼材質是資料夾，整體來說，扇葉面積是 1.5×2 時，三種形狀皆較快感應到風向。尾翼為半圓形最快感應到風向，尾翼形狀依測到風的速度由快至慢為：半圓形>長方形>箭形。半圓形和長方形並無太大的差異，與有貼膠帶的撲克牌相同。

無扇葉組的因為沒有扇葉所以數據都相同，以長方形最快感應到風向，與沒貼膠帶的撲克牌和有貼膠帶的撲克牌結果相同。

個別來說，當沒有扇葉、尾翼形狀是長方形的組合時，速度最快。

資料夾：有無扇葉、不同扇葉面積、不同尾翼面積。

有無扇葉	尾翼面積 扇葉面積	次數	5×3	5×4	5×5	5×6	5×7	5×8	3×8	4×8
		有扇葉	1.5×7	1	5.23	3.31	3.01	1.54	2.45	2.32
		2	5.48	7.79	3.61	2.44	3.31	0.81	6.78	1.92
		3	7.44	10.32	4.18	6.43	2.26	1.02	4.94	4.13
		4	5.44	3.29	5.14	3.33	5.5	1.95	4.33	3.35
		5	15.82	8.34	4.37	2.56	1.23	1.69	5.41	4.76
		平均	7.88±2.17	6.61±2.64	4.06±0.60	3.26±1.99	2.95±2.49	1.55±0.51	4.70±1.20	3.2±1.13
		八種尾翼的平	4.27±1.59							

	均秒數								
1.5×6	1	4.47	3.09	1.83	0.96	1.32	1.8	4.62	1.67
	2	10.79	6.9	4.18	1.17	7.05	1.29	8.24	2.21
	3	5.54	9.2	3.59	2.02	4.53	2.26	4.29	1.5
	4	10.54	3.85	1.79	1.99	5.22	1.34	8.69	2.02
	5	9.72	4.02	4.63	2.58	2	1.69	7.44	3.1
	平均	8.21±2. 55	5.41±2. 11	3.02±1. 15	1.77±0. 53	4.02±1. 89	1.67±0. 28	6.65±1. 76	2.1±0.4 4
	八種尾翼的平均秒數	4.10±1.98							
1.5×5	1	8.47	1.76	1.83	6.11	1.23	2.01	1.03	2.18
	2	6.17	4.54	1.42	2.57	7.61	0.34	8.77	1.52
	3	6.58	3.15	2.35	4.36	4.65	1.26	4.27	3.32
	4	5.97	2.68	2.51	1.9	7.28	4.07	4.76	1.57
	5	19.77	7.45	3.34	2.1	2.98	4.08	4.69	2.92
	平均	9.35±4. 12	3.91±1. 66	2.29±0. 53	3.40±1. 46	4.66±2. 13	2.55±1. 41	4.70±1. 64	2.30±0. 65
	八種尾翼的平均秒數	4.14±1.56							
1.5×4	1	11.05	3.52	2.29	7.71	0.81	1.54	2.58	3.01
	2	4.65	3.86	5.61	1.04	4	1.82	4.97	3.64
	3	2.44	2.5	2.62	2.36	1.22	4.63	3.28	2.42
	4	3.89	7.22	1.29	1.87	3.96	1.12	3	1.48
	5	3.29	3.45	2.74	10.35	2.04	3.82	10.37	2.47
	平均	5.06±2. 39	4.10±1. 24	3.02±1. 14	4.66±3. 49	2.42±1. 26	2.46±1. 28	4.84±2. 26	2.60±0. 57
	八種尾翼的平均秒數	3.64±1.01							
1.5×3	1	10.66	4.26	2.26	2.6	0.75	1.26	1.57	2.25
	2	9.53	4.61	4.27	1.9	2.82	1.71	10.74	2.18
	3	4.14	3.86	5.05	2.27	1.87	1.68	6.95	4
	4	6.29	2.81	5.9	2.65	1.74	3.77	4.71	6.54
	5	2.85	4.21	3.15	3.4	1.55	1.72	3.4	4.49
	平均	6.74±2. 73	3.95±0. 49	4.12±1. 13	2.54±0. 27	1.74±0. 47	2.02±0. 69	5.47±2. 69	3.95±1. 32
	八種尾	3.82±1.28							

		翼的平均秒數								
1.5x2	1	12.52	1.06	1.98	4.62	1.4	1.31	1.11	1.58	
	2	3.59	2.83	8.3	2.99	1.94	1.64	14.56	6.9	
	3	2.8	3.59	2.77	2.66	2.4	1.33	7.4	2.95	
	4	8.51	4.3	2.04	2.34	1.87	2.37	6.09	2.93	
	5	6.94	2.31	4.95	3.63	0.99	3.44	4.65	2.74	
	平均	6.87±2.94	2.81±0.90	4.00±2.09	3.24±0.70	1.72±0.42	2.01±0.70	6.72±3.36	3.42±1.39	
	八種尾翼的平均秒數	3.85±1.51								
1.5x1	1	14.19	1.79	2.38	2.54	3.19	1.44	1.6	1.78	
	2	3.18	2.6	2.82	1.42	1.44	0.83	3.36	2.66	
	3	5.86	9.96	2	2.26	7.47	0.84	7.49	5.8	
	4	3.37	5.38	1.2	3.3	1.27	1.71	9.97	4.4	
	5	2.84	8.4	2.1	3.32	1.85	0.95	4.63	2.78	
	平均	5.88±3.32	5.62±2.84	2.1±0.4	2.56±0.59	3.00±1.82	1.15±0.33	5.41±2.65	3.48±1.29	
	八種尾翼的平均秒數	3.65±1.49								
無扇葉	1.5x7	(五次數據皆相同)	9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x6		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x5		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x4		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x3		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x2		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	1.5x1		9.33	3.15	2.54	2.31	1.48	1.31	4.4	6.11
	八種尾翼的平均秒數	3.82±2.08								

(表十一 資料夾、不同扇葉面積、有無扇葉、不同尾翼面積。)

尾翼材質是資料夾時，整體來說，扇葉面積是 1.5x4 最快找到風向，第二是 1.5x1。尾翼面積是 5x8 時速度最快，其次是 5x7。

無扇葉組尾翼是 5x8 時最快找到風向。

個別來說，當扇葉面積是 1.5*1、尾翼面積是 4*8 的組合時，速度最快。

藉由以上的實驗，我們得到一個結果：風向計的尾翼材質是撲克牌時，不管是有貼膠帶還是沒貼膠帶都比材質是資料夾的還要快。風向計最好的組合是：材質是沒有貼膠帶的撲克牌、尾翼形狀是長方形、尾翼面積是 4*8、扇葉面積是 1.5*1。

研究問題五、林投對阿美族的意義及影響。

一、研究方法：文獻探討、訪問耆老。

二、研究步驟：

1. 查詢資料。
2. 設計訪問主題，訪問耆老。

三、研究結果：

（耆老說：林投葉除了編織以外，以前人還會吃林投心當風味餐，現在就是泡茶、煮湯、做飲料，幾乎整顆林投都可以用。）

林投普遍生長在台灣各地海邊，因此與各地濱海的原住民文化均發生密切的關係。對阿美族的生活有很大的貢獻。

以下是林投的用途整理，以及原住民善用林投解決生活上的各種問題。

林投（學名： <i>Pandanus tectorius</i> ）	
科名	露兜樹科(Pandanaceae)露兜樹屬(Pandanus)
分佈	全島海邊，生於村旁、路邊、山谷、溪邊及濱海地區。
用途	<ol style="list-style-type: none"> 1. 林投常成大片群落生長，能耐濕、耐鹽及風沙，是優良的防風定砂植物。林投的氣生根，能直接吸收空氣中的水蒸氣，進入土地後，就成為「支柱根」，在海風與海浪的雙重侵襲，不僅能夠毅立不搖，而且能夠把樹邊的砂子，一粒一粒的保留下來。林投樹是海邊最好防風林，捍衛土地不讓海浪帶走。 2. 果實可食用，狀似鳳梨，會製成飲料、冰沙、拿來煮湯或當作零嘴。取林投的枝芽嫩心炒來吃，就是阿美族著名的「十心菜」中十心之一。 3. 葉纖維可編制蓆、帽等工藝品。也可編為阿美族傳統美食「阿里鳳凰」，成為極具文化色彩的美食。以及童玩「林投風車」、「林投葉蚱蜢」、「林投笛子」。 4. 藥用：其葉清熱解毒、利尿。根可治感冒、腎炎水腫、尿路感染、肝炎、眼結膜炎。果可治痢疾、咳嗽。果核可治睪丸炎，痔瘡。 5. 鮮花可提取芳香油。

林投幾乎全身上下都可以用，可以說是「渾身是寶」呢！是阿美族生活中不可或缺的植物，用途極廣的它一直以來守護著我們賴以維生的這片海岸，而阿美族祖先的智慧使林投發

揮了最大的作用，解決了生活上遇到的問題，像是林投葉韌性很強，能凹折又能負重，是編織最好的選擇。林投葉具有保鮮的作用能防腐，成為原住民外出打獵、耕種時的必備食物...等等。

綜合上述的功能，用途如此廣的植物，直到如今仍深深影響阿美族人的生活。

研究問題六、林投復育與文化傳承遇到的問題和解決方法。

一、研究方法：文獻探討、訪問耆老。

二、研究步驟：

1. 查詢資料。
2. 設計訪問主題，訪問耆老。

三、研究結果：

許多道地的台灣人，居然都不知道林投為何物，真是離鄉土及大自然太遠了，「只是置身台灣島，不知林投為何物？」在防風不必靠防風林，防盜不必靠樹葉樹枝利刺的今日台灣，林投逐漸被砍光光，有林投樹的林地一區區被移為他用，於是林投已不再常見……

以下是我們與耆老的互動、問答：

1：現在的海岸是不是比較少林投了？
耆老回答：現在海岸線的縮短，以前的海岸都被掏空。比較多的地方主要是七星潭、南濱到花蓮大橋、水璉、豐濱。
2：林投可以防風，那是不是政府能在海邊種林投不要用防波堤？
耆老回答：大自然的力量很強，越多的建設是越多的破壞，如果大家都有這個觀念，我想，就不會發生海巡所的那個高樓被海水掏空，然後倒塌。單單我們去保護海灘是不夠的，要全國人民有共識才可以，但是我們上面的在做漁港，相對的海流就會改變，所以導致我們海巡所被海水掏空，就是上面建設了鹽寮漁港。
3：那你們這裡的族人會想在海邊多種一些林投嗎？
沒有辦法，因為上面的海流已經改變，不管種多少還是會被海水掏空。除非擋掉，可以在沒被海水打到的地方種植，但還是會被打到的地方還是不能種。

如今，會用林投葉編織器物、阿里鳳凰的人越來越少，知道這個植物的功用台灣民眾也屈指可數，目前有人在推動阿里鳳凰的學習活動，耆老希望能讓這項特殊的技術繼續傳承下去，並創新加入新的元素，使傳統文化跟新事物結合，吸引更多年輕族群的關注，讓這項技術繼續傳承下去。

在學校也能推動這方面的課程，例如：製作林投風車、阿里鳳凰等，與自然結合。也能

帶學生親自到部落體驗原住民的生活，讓學習不再只限於書本上，能在生活中運用。

水璉部落目前也在推動部落再生，讓傳統的技術與現代科技結合，教導學生，或吸引觀光客，讓這些技術不再只是一般人覺得的天方夜譚，而是更貼近我們的生活，成為老少咸宜的生活應用。

每個人都應該知道以往一直在海邊默默守護海岸的林投，也期望在海岸不要有過多的建設，盡量以自然的方式對待我們的這塊土地，以林投樹代替硝波塊，讓林投繼續守護我們的海灣，回復以前欣欣向榮的景象，為後人造福。

捌、結論

一、我們查了世界海洋的平均鹽分濃度，是 3.5%，林投生長在海邊，所以我們推測土耕的林投在 5%和 10%比在 1%、2%、3%下更快死亡，是因為海水濃度在 3.5%上下，超過了就很難存活，但是能存活 15 天已經比一般植物的耐鹽力還要強了，而對照組、1%、2%、3%依舊存活得很好，可見林投的生命力強大。

二、林投樹的樹莖上，會長出一些「氣生根」，這些氣生根像是強力的吸水管，能直接吸收空氣中的水蒸氣，使林投樹在完全沒有淡水的供應下，仍能生存下來，很少植物能有林投這樣的本領，也成了林投能在海邊存活的一大關鍵。

三、同樣濃度都是 5%和 10%，水耕的一直都活著，而且持續生長；但是土耕的卻相繼而死。我們推測雖然水耕及土耕都會進行蒸發作用和蒸散作用，但是，土耕每兩天澆一次鹽水，水分已經逸散到空氣中，而鹽卻還殘留在土中，因此鹽分濃度越來越高，到後期就死亡了。（水耕的並沒有每兩天就更換一次鹽水，因此鹽水蒸發和蒸散，鹽分濃度就越來越少。）所以同樣濃度的鹽水，在水耕中比土耕生長的還要好。

四、從保鮮度的實驗中我們發現了林投葉跟其他葉子比起來，發霉的速度比較慢，驗證了耆老的說法。大約可以保鮮三天的時間。其餘的葉子大約只能保鮮兩天。

五、林投的葉子之所以能製成阿美族極具特色的阿里鳳凰，是因為林投葉含有其他植物沒有的「磷酸酐」，磷酸酐能製作成乾燥劑防止食物腐敗，因此原住民上山打獵、外出耕種都不會腐敗，成為原住民最好的保鮮食具。

六、對照組的飯會有變黃的現象，是因為飯放久了會出現致癌物質黃麴毒素。

七、風向計的尾翼材質是撲克牌時，不管是有貼膠帶還是沒貼膠帶都比材質是資料夾的還要快。我們推測是質量的關係，資料夾質量太輕所以無法很快的轉動，感應到風的速度就比較慢。而有貼膠帶和沒貼膠帶的撲克牌，質量差異不大，因此測量到風的速度差不多，但它們都比資料夾質量還要重，因此感應到的速度就比較快。所以，我們建議尾翼的材質採用撲克牌是最好的。

八、風向計的尾翼形狀是箭形時，感應到風的速度最慢。在有加裝扇葉時，尾翼形狀是半圓形和長方形皆能很快感測到風向；在沒加裝扇葉時，尾翼形狀是長方形，感應到風的速度最快。因此，我們建議如果沒加裝扇葉時，尾翼最好採用長方形；如果有扇葉的話，長方形和半圓形皆可。

九、風向計的尾翼面積是 $4*8$ 時，感應到風的速度最快，其次是 $5*8$ ，再來是 $5*5$ 和 $5*6$ ，第四是 $5*7$ 和 $3*8$ ，最後是 $5*3$ 和 $5*4$ 。建議尾翼的面積採用 $4*8$ 是最好的。

十、風向計的扇葉面積是 $1.5*6$ 時，最快測量到風向。建議扇葉的面積採用 $1.5*6$ 是最好的。

十一、個別來說，風向計最好的組合是：材質是沒有貼膠帶的撲克牌、尾翼形狀是長方形、尾翼面積是 $4*8$ 、扇葉面積是 $1.5*1$ 。

十二、水璉部落目前正把阿里鳳凰跟新事物結合創新，希望吸引更多年輕族群的關注，讓這項技術繼續傳承下去。部落也在推動部落再生，做生態深度旅遊或教導學生，讓更多人了解、體驗部落的文化。

十三、在學校可以推動這方面的課程，例如：製作林投風車、阿里鳳凰等，與學科結合。讓學習不再只限於書本上，能在生活中運用。

十四、期望在海岸不要有過多的建設，盡量以自然的方式對待我們生活的這塊土地，以林投樹代替消波塊或防波堤，形成天然的防風林，重現往日風光，繼續守護我們的洄瀾灣。

玖、參考資料

- 1.台灣海邊處處可見、卻逐漸消失的林投樹(screw pine) <http://blog.udn.com/meatball2/2887425>
2. <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9E%97%E6%8A%95>
3. http://web.kinmen.gov.tw/Layout/sub_F/ArtHtml_Show.aspx?ID=22460b08-8998-427e-8ccd-3a28dffcc92c&path=2026 金門縣政府

4. <http://blog.tranews.com/blog/%E7%BE%8E%E9%A3%9F/%E9%98%BF%E7%BE%8E%E6%97%8F%E6%83%85%E4%BA%BA%E4%BE%BF%E7%95%B6%E3%80%8C%E9%98%BF%E9%87%8C%E9%B3%B3%E9%B3%B3%E3%80%8D%E7%8F%BE%E8%BA%AB%E8%8A%B1%E8%93%AE%E6%9D%B1%E5%A4%A7%E9%96%80>

5. <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/080105.pdf>