

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

第三名

080305

利用上升氣流滑翔的紫斑蝶 1：1 比例模型

—揭開紫斑蝶飛行的秘密

學校名稱：國立屏東教育大學附設實驗國民小學

作者： 小四 陳紀帆 小四 馬以禮	指導老師： 賴緯濤
-------------------------	--------------

關鍵詞：紫斑蝶、翅膀結構、飛行距離

## 摘要

我們想探討小紫斑蝶(1)、斯氏紫斑蝶(2)、圓翅紫斑蝶(3)、端紫斑蝶(4)四種紫斑蝶翅膀的結構、特性與長程飛行的相關性，從研究結果發現：

一、翅膀面積依序是： $(3) > (4) > (2) > (1)$ 。

二、展弦比值是： $(4) > (2) > (3) > (1)$ 。

三、定點飛行距離比較依序是： $(4) > (3) > (2) > (1)$ 。

四、四種紫斑蝶在風洞實驗中(紙板坡度  $20^\circ$ )時高度並無明顯差異，但隨著角度升高，上升的高度漸漸產生差異，上升高度比較依序是： $(4) > (3) > (2) = (1)$ 。

五、上反角較低時紫斑蝶飛行距離較遠。

六、後翅在針對縱向平衡方面有較顯著的影響，尤其是後翅的後緣下降對紫斑蝶模型造成直接下墜的影響。

七、生態保育應用：以擋板模擬護網比紗網的效果來的好，其中擋板上端的角度在  $60$  度時，可達到最佳的飛行效果，且可以避免紗網造成的沉降現象，達到保育的目的。

## 壹、研究動機

從幼稚園大班開始我跟著爸爸、媽媽以及紫斑蝶生態保育協會的志工們在高雄市茂林區蝴蝶谷做紫斑蝶研究調查工作，在調查工作中我學到怎樣做紫斑蝶的標放工作跟分辨紫斑蝶的種類。但我最想瞭解牠們是怎麼有辦法在冬季時從北部飛到南部近 400 公里過冬？

甚至在過去的標放紀錄中還曾經發現青斑蝶可跨海飛行 2000 公里，從日本飛到台灣!我很好奇牠薄薄的蝶翼為何可以飛行這麼遠的距離？牠一定有省力的方式可以節省體力的消耗，而這關鍵應該和翅膀的結構有很密不可分的關係。此外我也想了解蝴蝶如何調整翅膀來改變飛行路徑，如直飛、左彎、右彎、下沉、或上升？於是我們決定以紫斑蝶為主題，探討蝴蝶翅膀的飛行結構與特性，希望能藉此瞭解翅膀結構與長程飛行的相關性。

## 貳、文獻探討

### 一、越冬行為

每年冬天，成千上萬的紫斑蝶集體飛到南台灣的高雄茂林及屏東春日等地山谷裡越冬，這種以紫斑蝶為主體的越冬型蝴蝶谷地，被台灣蝴蝶人稱為是「紫蝶幽谷」。國際知名的蝴蝶學者 Dick Vane-Wright，以「一個在 1971 年冬天的台灣，讓人全然意料之外的發現」的文章，在西元 2003 年大英博物館出版的《蝴蝶》書中，將台灣紫蝶谷與墨西哥帝王斑蝶谷並列為世上兩種大規模的「越冬型蝴蝶谷」。

紫蝶幽谷是以四種斑蝶為主，有小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、端紫斑蝶、圓翅紫斑蝶。紫斑蝶相較於其他蝴蝶只有短短幾個星期的壽命，牠們可存活長達數個月之久，共同特徵是前翅背面紫色，蝶翼上鱗片在揮舞翅膀時，會因為陽光折射角度的不同，而呈現出或淡紫、豔紫、或深紫色光澤，在陽光下飛舞的姿態，相當美麗。



小紫斑蝶



斯氏紫斑蝶



端紫斑蝶



圓翅紫斑蝶

圖一：台灣四種紫斑蝶的標本

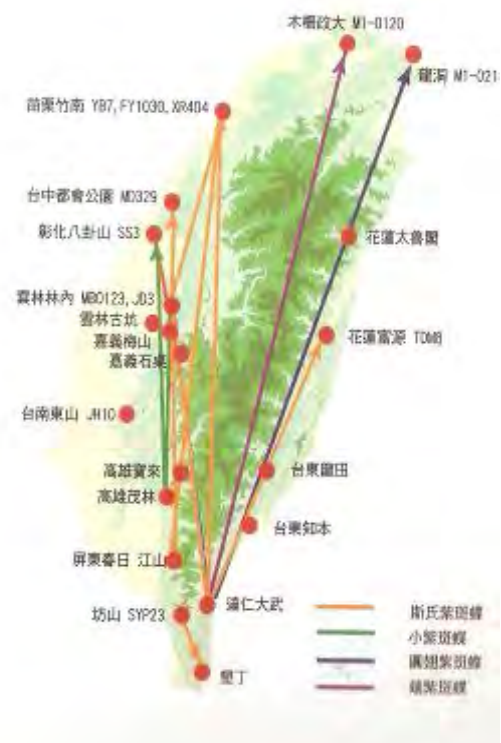
## 二、蝶道追蹤

台灣紫斑蝶每年至少有三次大規模遷徙現象。第一次是在斑蝶越冬後期三月中旬至四月上旬；第二次是在五月下旬至六月中旬出現，為越冬後第一代斑蝶；九月下旬出現的斑蝶遷移，則為準備群聚南台灣山谷越冬的個體。

每年紫斑蝶會依循固定路線離開越冬棲地。紫斑蝶北返飛行的蝶道，這條路線從茂林開始，經過寶來、月世界、台南曾文水庫、嘉義關子嶺、茶山、達娜伊谷、石桌、雲林林內鄉、彰化八卦山、台中大肚山、再到苗栗竹南海邊，銜接成一條蝴蝶的高速公路。另一條遷徙路線為棲息在台東大武溪谷的越冬紫斑蝶，循東部海岸線一路北遷，到花蓮立霧溪口附近，再到宜蘭，最遠可達新北市龍洞，飛行距離超過 300 公里；少部分會沿大武溪上游越過中央山脈南端，再往台灣西部遷移。



圖二：台灣紫斑蝶遷徙路線

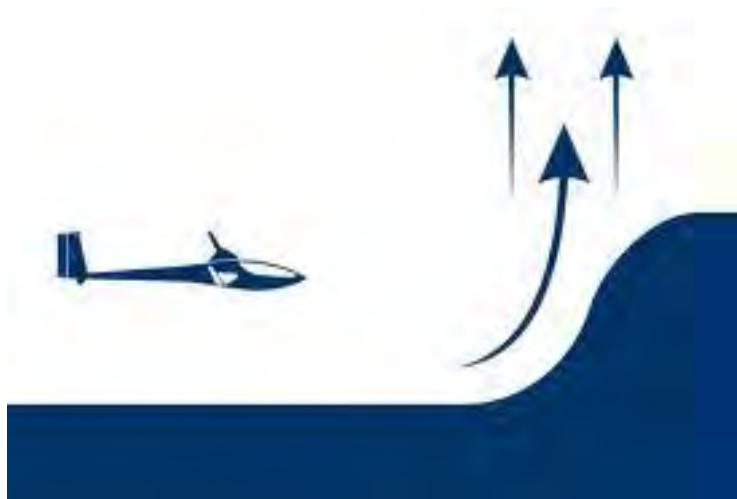


台灣第一屆紫蝶保育義工曾在 2005~2007 年間，共進行 76 天次的標放工作，標放了 154 58 隻次斑蝶中一共有「13 隻異域再捕獲」，首度描繪出第一條紫斑蝶在台灣西部春天的蝶道。

圖三：2005~2007 年台灣四種紫斑蝶蝶道

### 三、利用上升氣流遷徙

薄薄的蝶翼怎耐長距離的遷徙？令人不解、令人迷惑，昆蟲學家們抱著極大的興趣，開始了 50 年的研究。目前已知道帝王斑蝶的遷移方式，是藉著風和氣流，北起北美大陸加拿大多倫多，經過五大湖地區、阿帕拉契山脈，然後又飛越密西西比河後，才抵達中美洲墨西哥高原，在台灣的紫斑蝶也是藉著風和氣流做長距離的飛行遷徙。



圖四：上升氣流形成示意圖

這些上升氣流是如何產生的呢？當風受到障礙物，例如，山丘，水壩或建築物，它就會繞過這些障礙物，如果風是被迫向上走，那麼在這些障礙物的前方，就會產生一股上升的氣流，能夠為滑翔飛行提供動力。當風從海洋或平原吹向山坡時，就會受到阻擋而向上走，這股上升氣流的強弱是因風速的大小和地勢而不同，有時甚至離山頂上百多公尺的高空也有升力。就因為這裏的升力足夠而穩定，一般玩斜坡滑翔機的飛友就會將他們的飛機在山坡前面作來回飛行，也能常看到老鷹在這些地區盤旋。

## 參、研究目的與問題

- 一、為了模擬紫斑蝶活體的飛行狀態，製作出四種台灣常見紫斑蝶小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶的 1：1 模型。
- 二、計算並比較四種紫斑蝶的翅膀面積和展弦比，以瞭解翅膀形狀和飛行動力學之間的相關性。
- 三、比較四種紫斑蝶之滑翔距離，以瞭解不同品系之間的滑翔能力。
- 四、透過風洞實驗，瞭解不同坡度造成的上升氣流對蝴蝶浮升能力的影響，並對四種紫斑蝶的浮升能力做比較。
- 五、透過翅膀角度的調整，瞭解不同角度對飛行距離產生的影響。
- 六、透過調整前翅、後翅的前緣、後緣，瞭解蝴蝶前後翅對飛行路徑與姿態的影響。
- 七、生態保育的應用：利用風洞實驗模擬紫斑蝶飛越高速公路護網後之滑翔距離。

## 肆、研究設備與器材

### 一、製作出蝴蝶 1：1 模型

1. 台灣紫斑蝶 1：1 圖鑑。	2. 漆包線。
3. 描圖紙及 A4 白紙。	4. 口紅膠、膠帶。
5. 剪刀及筆。	6. 量角器與尺。
7. 保麗龍板。	8. 電子天平。
9. 保麗龍切割器：銅線兩條、鎳鎘線一條、鱷魚夾電線兩條，110V 轉 9V 變壓器一個。	

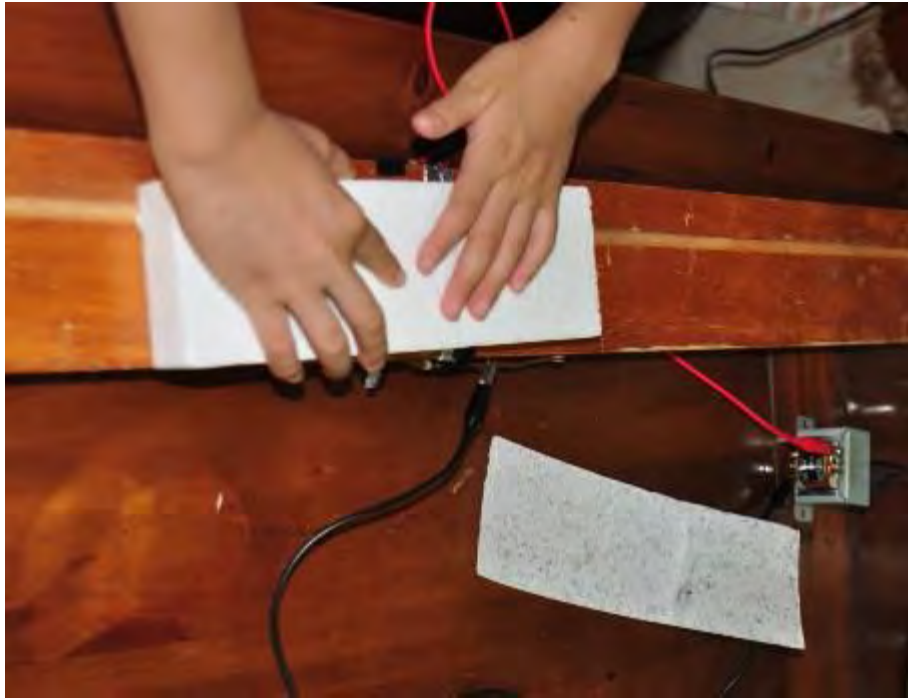
### 二、風洞試驗

1. 飲料吸管(直徑 0.6 公分，長度 18 公分) 11 包。	2. 量角器與尺。
3. 瓦楞紙箱(長度 52 公分，寬度 20 公分，高度 20 公分)一個。	4. H 型檔板。
5. L 號垃圾袋 1 個。	6. 小木棍。
7. 膠帶、美工刀。	8. 電風扇。

## 伍、研究過程與方法

### 一、保麗龍薄片製作

為了符合紫斑蝶活體實際重量與翅膀厚度的模型，利用自製保麗龍切割器裁切出厚度 0.1 公分，重量約 0.5 公克的保麗龍薄片。



### 二、1:1 大小的紫斑蝶模型製作

#### (一) 蝴蝶前翅模型製作：

1. 將 1:1 紫斑蝶圖鑑上之紫斑蝶單側前翅形狀描繪在描圖紙上，並於前翅基部至翅膀尖端畫一直線，並剪下。

2. 在 A4 紙上利用直尺與量角器，畫一個十字形狀，將上一步驟製作完成的描圖紙翅膀模型置於十字的一側，將前翅基部至翅膀尖端的直線與十字的橫線對齊吻合，並描繪翅膀輪廓於 A4 紙上。另一側亦以同樣方法製作。在前翅模板的中央依適當比例描繪出蝴蝶的頭、胸部位。如此可得一對展翅飛行中蝴蝶的前翅模型。

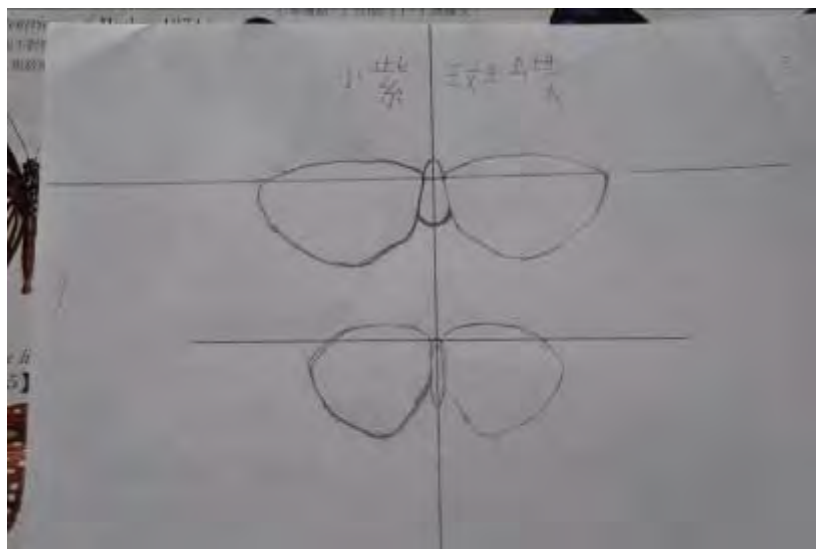




### (二) 蝴蝶後翅模型製作：

1. 將 1 : 1 紫斑蝶圖鑑上之紫斑蝶單側後翅形狀描繪在描圖紙上，並於後翅基部沿第一翅脈畫一直線，並剪下。

2. 在 A4 紙上利用直尺與量角器，畫一個十字形狀，將上一步驟製作完成的描圖紙翅膀模型置於十字的一側，將後翅基部沿第一翅脈的直線與十字的橫線對齊吻合，並描繪翅膀輪廓於 A4 紙上。另一側亦以同樣方法製作。在後翅模板的中央依適當比例描繪出蝴蝶的腹部。如此可得一對飛行中蝴蝶的後翅模型。



### (三) 保麗龍薄片的蝴蝶翅膀模型製作：

將製作好的蝴蝶前、後翅紙模板依粗略的外框剪下，並黏貼於 0.1 公分的保麗龍薄片上，再仔細的沿著描繪的翅膀外緣剪下，如此可得保麗龍薄片的蝴蝶前後翅模型。







(四)前、後翅的黏合：

以口紅膠塗佈在後翅中央上端部位，並將前翅中央與之黏合。適當施力按壓，使之緊密接合。





(五)蝴蝶之觸鬚與口器之製作：

利用多餘保麗龍薄片剪下兩條寬約 0.1 公分，長約 2.5 公分之保麗龍絲，可做為蝴蝶之觸鬚，以口紅膠黏貼於蝴蝶的頭部腹側；另準備長約 7 公分之漆包線，前端捲曲成同心圓狀，後端以膠帶固定於後翅與前翅交界處，連同前後翅一併貼上，可增加堅固性。







(六)翅型及重心調整：

- 1.前翅調整成 5 - 10 度上反角，翼型略成弧形。
- 2.後翅調整成 5 - 10 度下反角，後緣略向上彎曲。
- 3.蝴蝶之口器為漆包線製作，同時具有調整重心之功能。將口器同心圓部位前移或後縮可調整蝴蝶的飛行姿態。

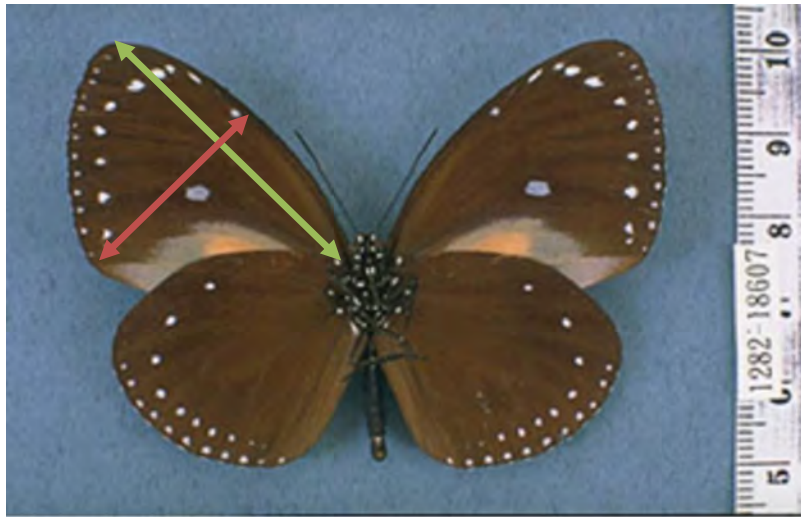
### 三、比較四種紫斑蝶模型之翅膀面積

取一張 A4 紙，算出 A4 紙面積，以電子天平秤出 A4 紙的重量，將 1:1 蝴蝶模型的翅型紙片，置於電子天平秤出重量，再利用下面公式算出蝴蝶的前後翅膀面積。

$$\text{翅膀面積}(\text{cm}^2) = \frac{\text{A4 紙面積}(\text{cm}^2)}{\text{A4 紙重量}(\text{g})} \times \text{翅型紙片重量}(\text{g})$$

### 四、比較四種紫斑蝶模型展弦比

展弦比的定義：為機體空氣動力學的專有名詞，就是所謂機體的寬高比；也就是翼展和翼弦長(氣流通過的長度)的比值。我們蒐集紫斑蝶相關圖鑑，每種紫斑蝶總計 5 個樣本，算出四種紫斑蝶的前翅展弦比。



←———→ : 翼展

←———→ : 翼弦

### 五、比較四種紫斑蝶模型(小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶)之定點投放之滑翔距離

以右手食指與拇指輕輕夾住蝴蝶模型的胸部位，在固定高度 150cm 將之向前輕擲出，比較不同的紫斑蝶模型滑翔之距離，測量並記錄結果。

### 六、風洞試驗

材料：四種 1:1 紫斑蝶模型

器材：自製風洞

風洞的製作：

(一)風洞的定義：一種製造空氣平流的裝置，主要研究機翼及機體的浮力和阻力之用。

(二)將長方型瓦楞紙箱(52cm x 20cm x 20cm) 上蓋及下底切除。

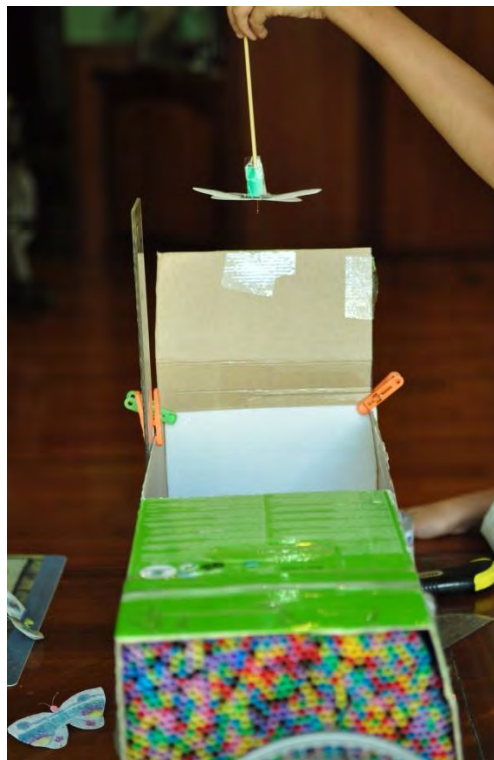
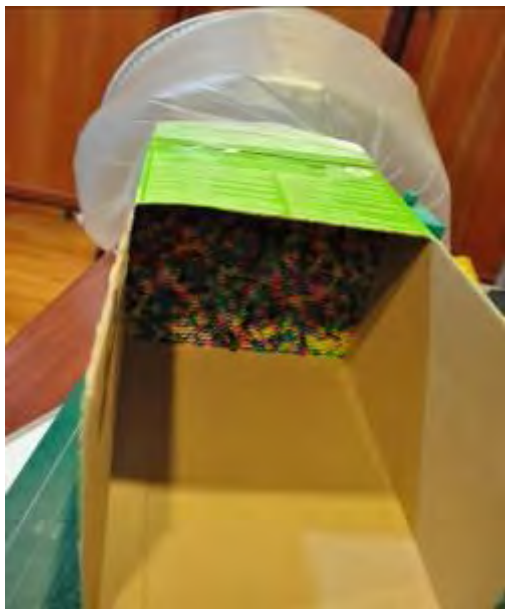
(三)將楞紙箱之其中一面、右側預留長度 28 公分寬度 20 公分之紙板、其餘切除，切下來之紙板留做風洞試驗用之擋板。

(四)在瓦楞紙箱之右側完整四方形處放入吸管，將吸管填滿不留空隙。

(五)將垃圾袋底部剪掉一端以膠帶黏貼在瓦楞紙箱右側外圍呈漏斗狀，讓電扇的風可以直線前進。

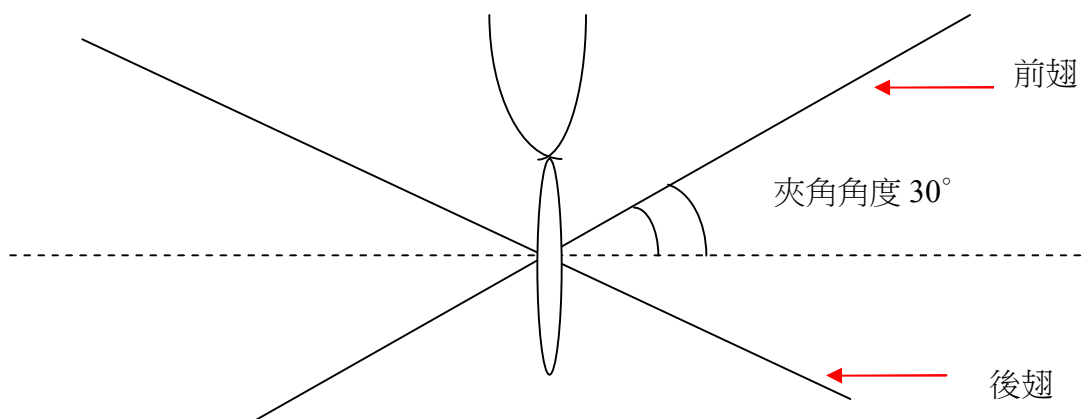
(六)設計擋板角度為 20 度、30 度、40 度、50 度、60 度、70 度、80 度、90 度。不同坡度造成的上升氣流，會讓蝴蝶模型飛起，以「H 形壓板」防止蝴蝶模型搖晃，紀錄其浮起最高

高度。每個角度做三次，並求其平均。



### 七、改變前翅與後翅之間上反夾角對蝴蝶飛行距離之影響

我們以圓翅紫斑蝶模型當做此次的實驗。在蝴蝶模型之前翅與後翅交叉處取一水平線，調整前翅上反角角度為 20 度、30 度、40 度。以右手食指與拇指輕輕夾住蝴蝶模型的胸部位，在固定高度將之向前輕擲出，比較紫斑蝶前翅不同上反角度時之飛行距離。測量並記錄結果。每個角度做三次，並求其平均。





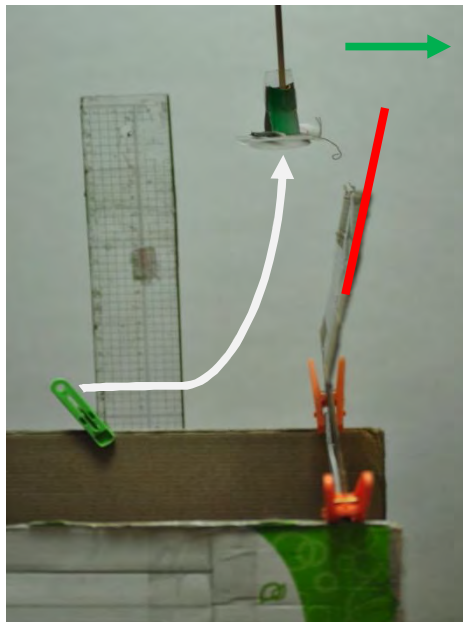
## 八、前翅與後翅的升降對蝴蝶飛行方向之影響

以圓翅紫斑蝶為例，調整蝴蝶模型之左右側前翅前緣及後緣與左右側後翅前緣及後緣，將之上摺與下摺，並於定點高度投放，分別觀察並記錄不同調校方式對蝴蝶飛行方向或飛行姿態之影響。

## 九、利用風洞實驗模擬紫斑蝶飛越高速公路護網後之滑翔距離

(一)我們知道每年清明節前後，由南部蝶谷北返的紫斑蝶會經過國道 3 號林內路段，此段高速公路橫互於紫斑蝶北返的路段上，紫斑蝶必須冒險飛越高速往來的車流，常造成相當大量的傷亡。引此在一連串保育人士的奔走及提案下，在 2007 年宣佈「國道讓蝶道」的計畫，其中一項措施為設置紫斑蝶防護網，目的在使紫斑蝶遭遇車流前做為緩衝高飛之用。然而紫斑蝶飛越護網之後常因不明原因的下沉氣流導致的沉降作用而造成紫斑蝶的傷亡。我們想從此實驗中了解造成下沉氣流的原因，並找出更安全的護網模式。

(二)利用原來製作的風洞來模擬紫斑蝶飛越高速公路護網之實驗，提升擋板高度(35 公分)作為模擬護網，打開風扇使紫斑蝶模型於擋板前利用上升氣流達到 40 公分的高度(距離地面 120 公分)。



附圖說明：  
紅色線段表示擋板傾斜的角度。  
綠色線段表示紫斑蝶模型飛行方向  
白色線段表示上升氣流方向

(三)將飛行於固定高度之紫斑蝶模型向擋板另一側平移，使其失去上升氣流的抬升作用自然滑翔，用以模擬紫斑蝶飛越護網後遭遇的氣流情形並記錄滑翔距離。

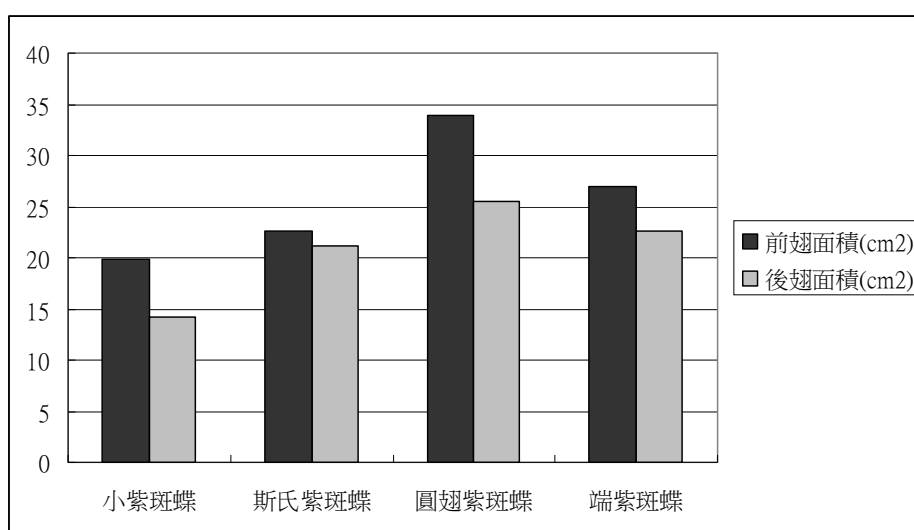
(四)於擋板最上方往下 10 公分處做一摺痕，用以調整角度，自擋板垂直時 90 度依序向外調整每 10 度遞減直至 0 度。模擬護網上方不同的傾斜角度對飛行的影響。

(五)將上述方法中之擋板改為紗網(網孔數，每平方公分 25 目)進行紫斑蝶模型之飛行試驗，並記錄飛行距離。

## 陸、研究結果

### 一、四種紫斑蝶模型之翅膀面積比較

	小紫斑蝶	斯氏紫斑蝶	圓翅紫斑蝶	端紫斑蝶
前翅面積(cm <sup>2</sup> )	19.82	22.65	33.98	26.90
後翅面積(cm <sup>2</sup> )	14.15	21.23	25.48	22.65



從圖表可知四種紫斑蝶翅膀面積依序是：圓翅紫斑蝶 > 端紫斑蝶 > 斯氏紫斑蝶 > 小紫斑蝶。

### 二、四種紫斑蝶模型---小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶展弦比之比較

	小紫斑蝶	斯氏紫斑蝶	圓翅紫斑蝶	端紫斑蝶
1.	1.56	1.67	1.51	1.88
2.	1.44	1.57	1.44	1.94
3.	1.55	1.53	1.64	2.1
4.	1.52	1.58	1.44	2.1
5.	1.53	1.63	1.6	1.79
平均展弦比	1.52	1.6	1.53	1.96

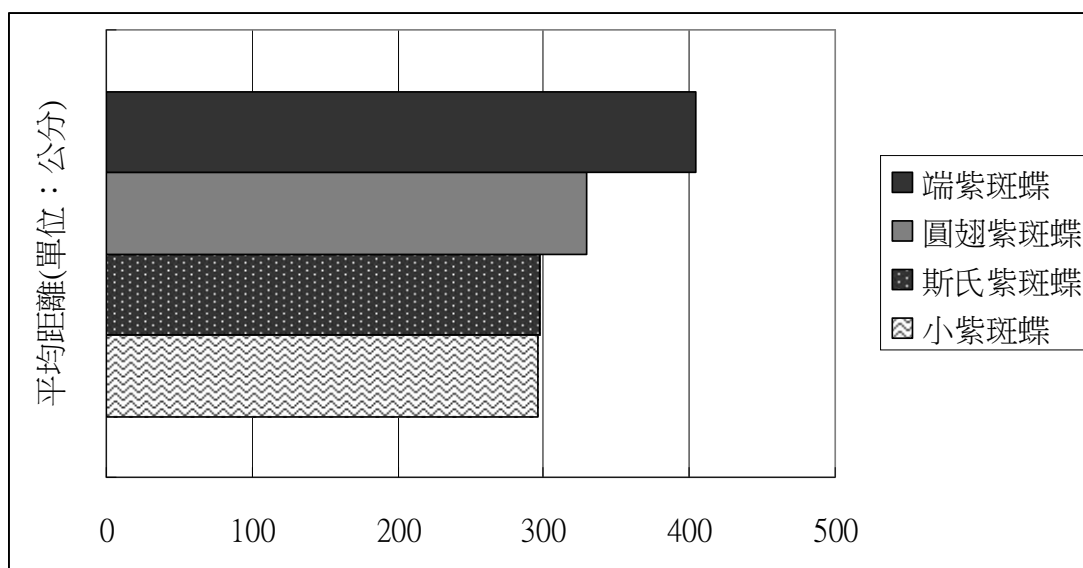
從上表可知四種紫斑蝶展弦比值是：端紫斑蝶 > 斯氏紫斑蝶 > 圓翅紫斑蝶 > 小紫斑蝶。

蝶。

### 三、四種紫斑蝶模型----小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶之定點投擲滑翔

#### 距離比較

	小紫斑蝶	斯氏紫斑蝶	圓翅紫斑蝶	端紫斑蝶
1	318	298	300	367
2	278	302	350	396
3	282	310	314	415
4	287	286	370	423
5	317	291	317	420
平均距離(公分)	296	297	330	404

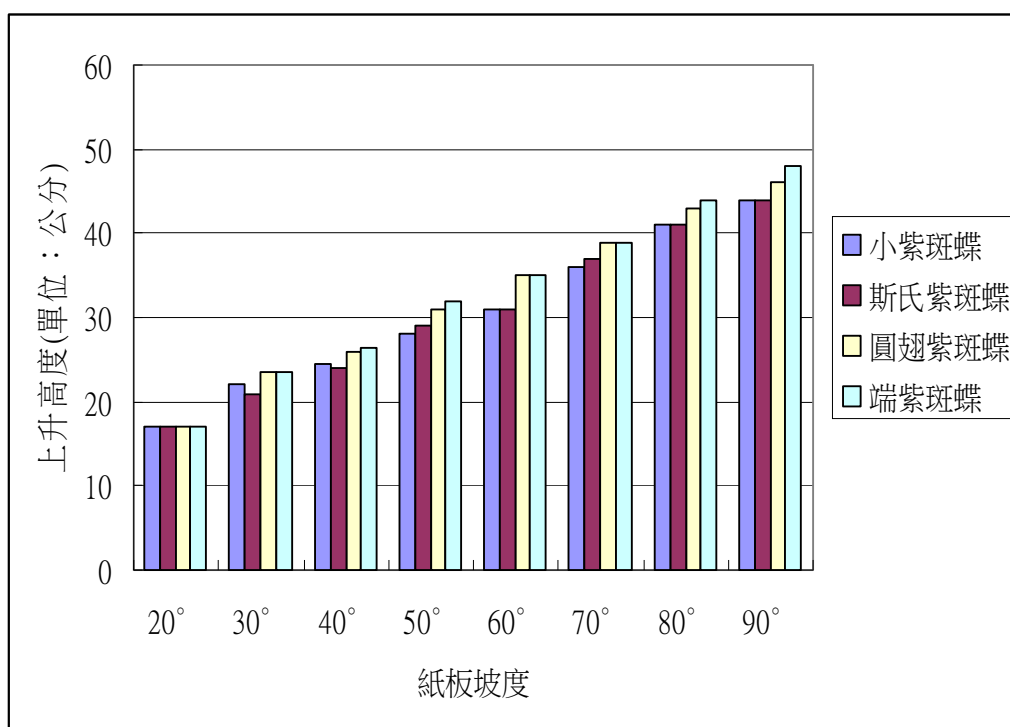


從圖表可知四種紫斑蝶定點飛行距離比較依序是：端紫斑蝶 > 圓翅紫斑蝶 > 斯氏紫斑蝶 > 小紫斑蝶。

四、風洞試驗：測試不同坡度所形成的上升氣流對四種紫斑蝶上升力的影響(升力高度單位：公分)

位：公分)

	小紫斑蝶	斯氏紫斑蝶	圓翅紫斑蝶	端紫斑蝶
20°	17	17	17	17
30°	22	21	23.5	23.5
40°	24.5	24	26	26.5
50°	28	29	31	32
60°	31	31	35	35
70°	36	37	39	39
80°	41	41	43	44
90°	44	44	46	48



從圖表得知：

(一)當坡度角度越大時，四種紫斑蝶上升的高度越高。

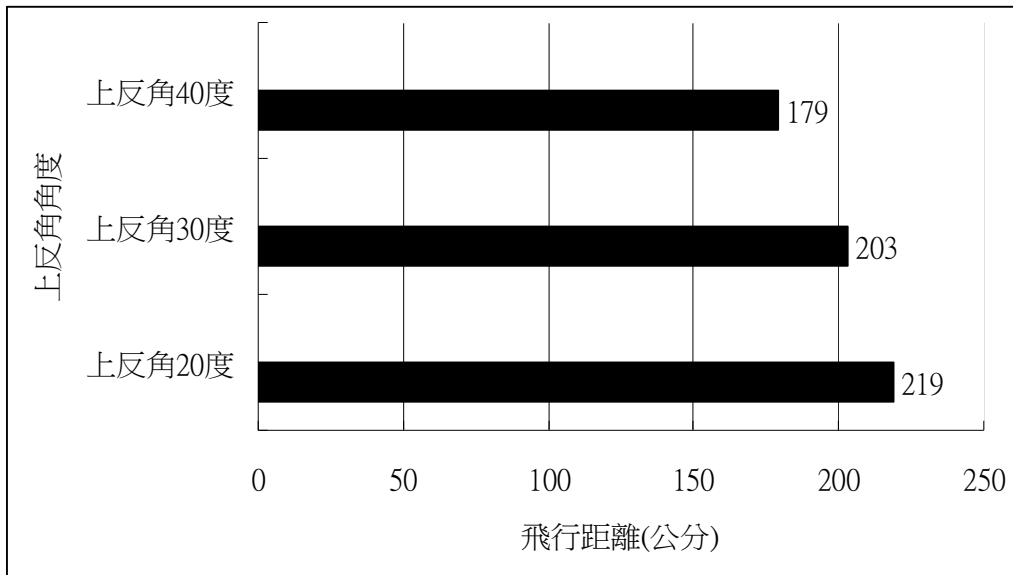
(二)四種紫斑蝶在風洞實驗中，在紙板坡度 20° 時高度並無明顯差異，但隨著角度升高，

上升的高度漸漸產生差異。

(三)到紙板坡度 90° 時，四種紫斑蝶上升高度比較依序是：端紫斑蝶 > 圓翅紫斑蝶 > 斯氏紫斑蝶 = 小紫斑蝶。

### 五、以圓翅紫斑蝶為例，前翅與後翅之間上反夾角角度對紫斑蝶飛行距離之影響

	上反角 20 度	上反角 30 度	上反角 40 度
1	235	198	178
2	224	207	184
3	205	218	182
4	221	196	181
5	210	197	170
平均距離 (單位：公分)	219cm	203cm	179cm



從圖表得知上反角角度越小時，飛行距離越長。

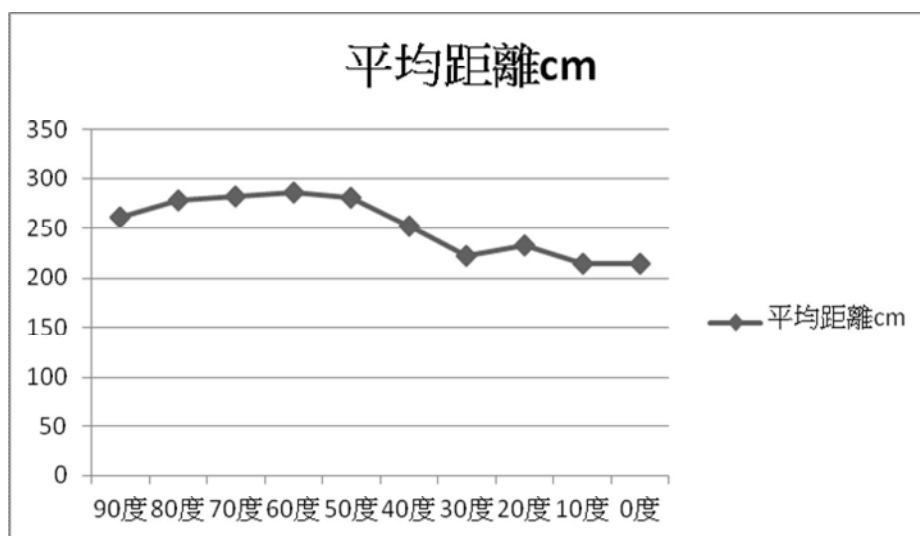
## 六、前翅與後翅的升降對紫蝴蝶飛行方向之影響

		右前翅	右後翅	左前翅	左後翅
前緣	上升	向右偏，迴旋	往右偏飛	向左偏，迴旋	往左偏飛
	下降	向右偏，直線飛	向左偏飛	向左偏，直線飛	向右偏飛
後緣	上升	向左偏飛(輕微)	向右偏迴旋	向右偏飛(輕微)	往左偏迴旋
	下降	向右偏飛	急速下墜	向左偏飛	急速下墜

## 七、利用風洞實驗模擬紫斑蝶飛越高速公路護網後之滑翔距離

### (一)擋板組：

	90度	80度	70度	60度	50度	40度	30度	20度	10度	0度
1	278	280	280	298	318	261	241	268	230	262
2	253	296	300	295	292	285	225	227	236	214
3	268	269	267	275	250	223	181	228	196	201
4	259	280	273	272	290	242	230	213	232	196
5	247	264	288	288	256	249	232	228	182	204
平均距離 (cm)	261	278	282	286	281	252	222	233	215	215



由圖表得知，擋板上端呈 60 度角時，其飛行距離最遠。



## (二)紗網組：

本次實驗中採用每平方公分 25 目之紗網，但是在與擋板組相同風速的條件之下，根本無法產生足夠的上升氣流使紫斑蝶模型漂浮，於是將紗網的厚度增加，直至 3 層紗網相疊時，才有辦法產生足夠紫斑蝶模型漂浮的上升氣流，但是飛行高度僅能維持 30 公分高，即距離地面 110 公分的高度，由於紗網無法提供本實驗所需之上升氣流，於是僅以此組進行飛行距離量測。

	1	2	3	4	5	平均距離 (cm)
25 目紗網 3 層	229	232	230	245	250	237

## 柒、研究討論與結論

一、從四種紫斑蝶模型—小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶之定點投擲滑翔距離比較，得知端紫斑蝶有最遠的滑翔距離，圓翅紫斑蝶次之，小紫斑蝶的飛行距離最短，與 2005~2007 年台灣四種紫斑蝶蝶道的資料相符。我們推測這和蝴蝶的翅膀面積有關，端紫斑蝶和圓翅紫斑蝶皆擁有較大翅膀面積。

二、一般來說飛行器的翼形具有較大的展弦比亦具有較佳的滑翔能力，例如具有最遠滑翔能力的端紫斑蝶其展弦比在四隻紫斑蝶中最高，而展弦比最低的小紫斑蝶在滑翔距離也最短。但是滑翔能力第二的圓翅紫斑蝶其展弦比卻是四種紫斑蝶中排名第三，我們推測或許因為圓翅紫斑蝶的翅膀的面積為四種紫斑蝶中最大的，浮力較大，所以可以彌補展弦比的不足。

三、在進行風洞實驗時我們發現，一如預期的擋板坡度愈高時，各種紫斑蝶的上升高度也可以愈高，但是令我們感興趣的是在坡度 20 度時，各種紫斑蝶的上升高度是一樣的。隨著坡度上升，浮升的差異度才會隨之增加，而這些差異也與各種紫斑蝶的滑翔能力成正比。

四、將紫斑蝶模型前翅做不同上反角度調整時，我們發現想要取得最佳的滑翔距離其上反角度最好在 20 度以下，此可能與翅翼荷負重面積有關。但在預先實驗時我們也發現，不能完全沒有上反角，當上反角為 0 度時，蝴蝶容易在投放後發生無法預期的左右偏飛。而在野外實際觀察時我們也發現，紫斑蝶在降落訪花時會將翅膀的上反角瞬間提高以利迅速的下降。

五、我們以 1：1「像真模型」製作的紫斑蝶標本，具備有前、後翅的功能，將前、後翅的前緣或後緣做上升或下降的調整時，我們發現其調校方式與一般的基礎滑翔機非常類似，又因紫斑蝶模型屬於橫向長度較縱向長度來的長，因此其縱向平衡較不穩定，若調整後翅在針對縱向平衡方面有較顯著的影響。尤其是後翅的後緣下降時對紫斑蝶模型均會造成直接下墜的影響。

六、在模擬紫斑蝶飛越高速公路護網之實驗中，我們發現以擋板模擬護網比紗網的效果來的好，其中檔板上端的角度在 60 度時，可達到最佳的飛行效果，而在實驗中也觀察到當擋板角度低於 40 度後，紫斑蝶模型會在飛越擋板後遭遇較嚴重的下沉氣流影響，而減短飛行距離。另外在紗網的實驗中，我們發現網眼過大的紗網並無法提供足夠的上升氣流，將紗網增加至 3 層後，雖可勉強提供上升氣流使紫斑蝶模型飛行，但紫斑蝶模型一旦飛越紗網後，馬上會被下沉氣流影響，這可能與紗網上的孔隙有關，氣流穿透紗網而形成亂流，紫斑蝶模型會被這突然的亂流影響而急速下降，而此亂流的影響可能與紗網組飛行距離較短有關。透過此實驗，我們應該可以改變目前護網的模式，以求最佳的保育目的。

## 捌、參考資料

一、詹家龍(2008)。紫斑蝶--飛越 200 公里的蝴蝶之旅。晨星出版社。

二、馬小蘭(2009)。飛吧！紫斑蝶。台灣英文新聞出版社。

三、鄭菀菁、詹家龍。紫斑蝶飛啊飛。台灣紫斑蝶生態保育協會。

四、紫斑蝶小檔案。

<http://www.freeway.gov.tw/UserFiles/File/Technical/%e7%b4%ab%e6%96%91%e8%9d%b6%e5%b0%8f%e6%aa%94%e6%a1%88.pdf>

五、利用蝴蝶標本飛行。

<http://tw.youtube.com/watch?v=huVd3UNIT5c>

六、The actual size walkalong butterfly glider-Teaching vedio。

<http://www.youtube.com/watch?v=pJ3wSXAkXIU>

## 【評語】 080305

優點：

1. 參與的同學熱情洋溢，對研究主題興趣十足，明顯看出投入研究的動機與能量。
2. 為研究所設計的研究工具很具巧思，趣味十足。

建議：

1. 紫斑蝶越冬是世界級景觀，非常需要保存的自然現象，但其並非保育類物種，用詞遣字應精準客觀為佳。
2. 模型與實際情形的符合度可進一步改善。