

作品名稱：翻滾吧！小翼！

摘要

利用空氣對流，讓紙飛機不會掉落，我們以為可以很容易的成功，沒想到，卻不斷的墜機。這激起了我們的求勝心跟好奇心。因此，我們從拿的位置、紙的材質、紙的大小、機翼摺邊寬度、不同形狀來做觀察與分析，目的就是要讓我們的紙飛機順利飛行不掉落，透過不同的實驗，我們終於找到了最容易操作的紙飛機了！

壹、 研究動機

同學看流言追追追的節目，看到翻滾飛行、不會掉落的紙飛機很好玩，就想要自己動手玩玩看，可是試了好幾次都沒有成功，請同學一起來試試看，也都不容易成功，到底這有什麼秘訣呢？既然直接動手做都不成功，我們就想到找自然課本，看會不會有可以幫助我們的線索，就看到了六下的空氣對流這一個部分，接著去請教老師。老師只用神秘的笑容對我們說：「你們的想法沒有錯。就試著運用空氣對流來操作紙飛機吧！自己多去試試看。」於是，我們的研究之路就開始了……

貳、 研究目的

- 一、觀測紙飛機的拿法在翻滾飛行時的狀態。
- 二、找出紙飛機最適當的拿法。
- 三、探討不同材質的紙飛機在飛行時的狀態。
- 四、找到最適合用來做紙飛機的紙類。
- 五、實驗紙張的大小在翻滾飛行時的情形。
- 六、觀察機翼摺邊大小對紙飛機旋轉的影響。
- 七、歸納出最佳的紙飛機樣式。
- 八、探究形狀不同的紙飛機飛行時的情形。

參、 研究設備及器材

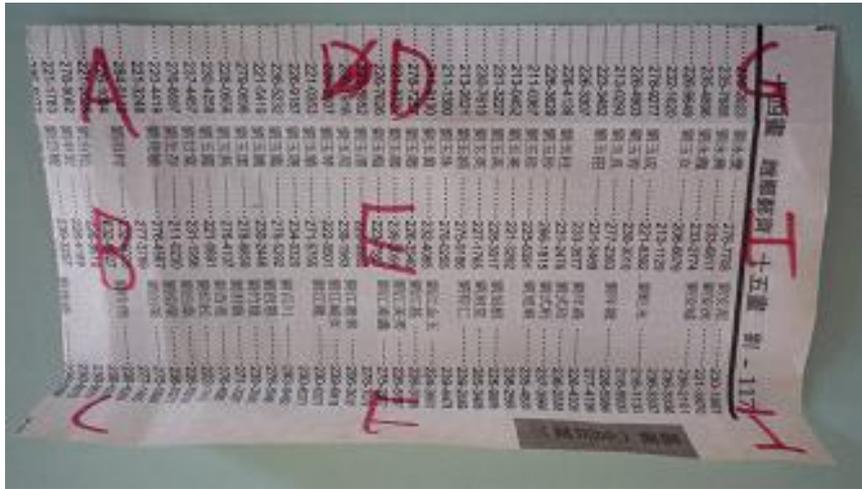
電話簿(黃頁)、課本皮、厚紙板、色紙、黃卷、書法紙、彩色影印紙、影印紙(厚)、衛生紙、碼表、尺、切割墊、美工刀、剪刀、。

肆、 研究過程或方法

實驗一：觀測紙飛機的拿法在翻滾飛行時的不同。

【問題】拿的位置對紙飛機的翻滾飛行會有什麼樣的影響？

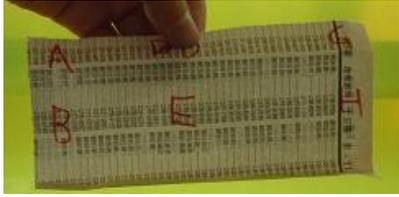
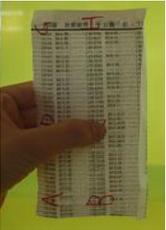
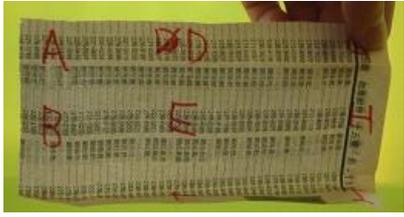
- 【實驗步驟】
- 1.依照「流言追追追」的摺法進行摺紙：將紙橫過來→下方約 1/4 處往上摺→紙翻過來，依上步驟摺一次→紙打開，短的一邊對齊，摺約 1 公分→打開紙張，形成一端往上、一端往下→完成紙飛機。
 - 2.在摺出的紙上，依摺線分為 9 區，以 A~I 標示(如下圖)。



- 3.為了避免風的影響，把教室門窗關上。
- 4.讓紙飛機從高處往下飛，並記錄每個位置的秒數及飛行狀況。

【實驗結果】

飛行狀況	秒數	飛行狀況	秒數
<p>A 直：到距離地面快 3 分之 1 時才開始轉。</p> 	2 秒 57	<p>A 橫：又飄又轉，飛行得很不穩定。</p> 	2 秒 47
<p>B 直：直直的切下來，到紙張橫過來才轉。</p> 	2 秒 59	<p>B 橫：到距離地面一半才轉。</p> 	2 秒 88

<p>C 直：飄下來。</p> 	<p>2 秒 16</p>	<p>C 橫：從開始就翻滾旋轉。</p> 	<p>3 秒 63</p>
<p>D 直：到距離地面快 3 分之 1 時才開始轉。</p> 	<p>5 秒 28</p>	<p>D 橫：從開始就翻滾旋轉。</p> 	<p>3 秒 25</p>
<p>E 直：飄下來。</p> 	<p>3 秒 16</p>	<p>E 橫：從開始就翻滾旋轉。</p> 	<p>2 秒 24</p>
<p>F 直：直直的切下來，到紙張橫過來才轉。</p> 	<p>2 秒 85</p>	<p>F 橫：距離地面約剩 1/3，才開始轉。</p> 	<p>2 秒 14</p>
<p>G 直：從開始就翻滾旋轉。</p> 	<p>2 秒 59</p>	<p>G 橫：又飄又轉。</p> 	<p>2 秒 19</p>
<p>H 直：飄下來。</p> 	<p>1 秒 84</p>	<p>H 橫：到剩 3 分之 1 時才轉。</p> 	<p>2 秒 35</p>

<p>I 直：到剩 3 分之 1 時才轉。</p> 	<p>2 秒 96</p>	<p>I 橫：一開始就會轉。</p> 	<p>3 秒 15</p>
---	---------------	---	---------------

- 【發現】**
- 1.以拿法來看，直的 A~I 分成 4 種。離地面剩 3 分之 1 距離才轉的有 A、D、I；直直的切下來，到橫過來才轉的有 B、F；飄下來的有 C、E、H；一開始就會轉的有 G。
 - 2.以拿法來看，橫的 A~I 分成 5 種。又飄又轉的有 A、G；到一半才轉的有 B；一開始就會轉的有 C、D、E、I；最後才轉的有 F；到剩 3 分之 1 時才轉的有 H。
 - 3.以秒數來看直的 A~I 分成 4 種。2 秒多的有 A、B、C、F、G、I；5 秒多有 D；3 秒多的有 E；1 秒多的有 H。
 - 4.以秒數來看橫的 A~I 分成 2 種。2 秒多的有 A、B、E、F、G、H；3 秒多的有 C、D、I。

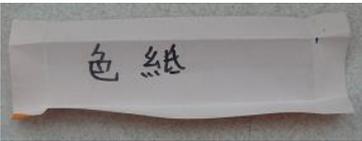
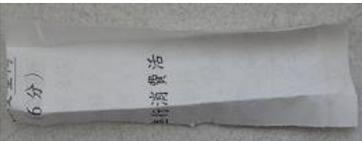
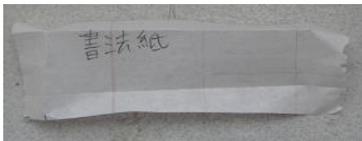
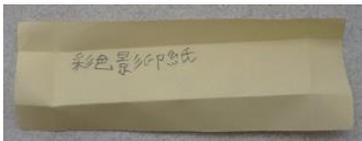
實驗二：探討不同材質的紙飛機在飛行時的狀態。

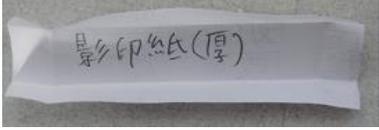
【問題】 收集生活周遭的紙來實驗，每一種紙做的紙飛機會有什麼不同呢？

- 【實驗步驟】**
- 1.將課本皮、厚紙板、色紙、黃卷、書法紙、電話簿(黃頁)、彩色影印紙、影印紙(厚)、衛生紙裁成 5 公分×10 公分的大小。
 - 2.為了避免風的影響，把教室門窗關上。
 - 3.實驗一的拿法中，從翻滾情形、秒數、好拿等情形，我們決定以 D 橫拿的方式做接下來的實驗。
 - 4.一位同學站到高處且手平舉（高度約 2 公尺 12 公分）拿著紙飛機，放開紙飛機，讓它飄下。
 - 5.看它飄下來的狀態並且記錄秒數，每一種紙做 3 次測試。

【實驗結果】

種類 \ 次數	一	二	三	四	五
<p>課本皮</p> 	<p>1 秒 19</p>	<p>1 秒 63</p>	<p>1 秒 22</p>		
<p>飛行狀況</p>	<p>到一半才轉</p>	<p>一開始就會轉</p>	<p>到一半才轉</p>		

厚紙板 	1 秒 13	1 秒 34	1 秒 31		
飛行狀況	不太會轉	不太會轉	不太會轉		
色紙 	2 秒 72	2 秒 37	2 秒 85		
飛行狀況	很會轉	一開始就會轉	一開始就會轉		
黃卷 	2 秒 88	2 秒 82	2 秒 53		
飛行狀況	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉		
書法紙 	3 秒 53	3 秒 16	3 秒 31	2 秒 75	2 秒 72
飛行狀況	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉
電話簿 (黃頁) 	3 秒 37	3 秒 50	2 秒 97	2 秒 75	3 秒 07
飛行狀況	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉
彩色影印紙 	2 秒 31	2 秒 19	2 秒 57		
飛行狀況	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉		

影印紙(厚) 	2 秒 34	2 秒 28	2 秒 13		
飛行狀況	一開始就會轉	一開始就會轉	一開始就會轉		
衛生紙 	2 秒 47	2 秒 78	2 秒 19		
飛行狀況	不會轉	不會轉	不會轉		

- 【發現】** 1.以飛行時間來看，課本皮及厚紙板的時間約 1 秒多；色紙、黃卷、彩色影印紙、影印紙(厚)、衛生紙的時間約 2 秒多；書法紙及電話簿(黃頁)的時間約 3 秒多。
- 2.以飛行狀況來看，不會轉的有衛生紙；過了一半才會轉的課本皮、厚紙板；一開始就會轉的色紙、黃卷、書法紙、電話簿(黃頁)、彩色影印紙、影印紙(厚)。
- 3.從前 3 次的飛行時間跟狀況來看，書法紙跟黃頁的表現最好。因為我們要確定之後實驗的紙類，所以對書法紙跟黃頁再多做 2 次來看。依這 5 次的測試，黃頁的平均時間 3 秒 132 比書法 3 秒 094 多，雖然相差不大，但裁紙的時候，書法紙太軟很不好裁，因此我們決定接下來的實驗就以電話簿(黃頁)為主。

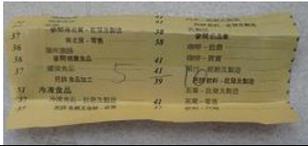
實驗三：實驗紙張的大小在翻滾飛行時的情形。

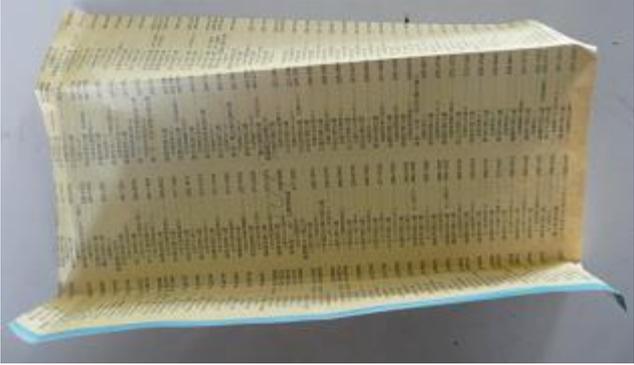
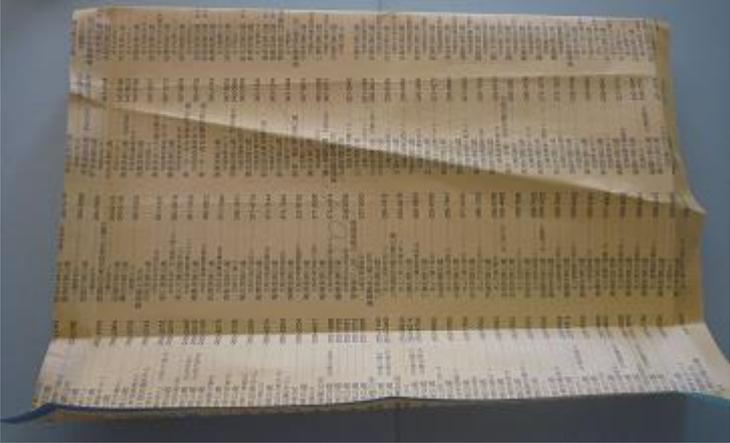
【問題】 不同大小的紙對紙飛機的翻滾飛行會有什麼樣的影響？

- 【實驗步驟】** 1.將實驗二翻滾飛行表現最佳的電話簿(黃頁)，依比例裁成不同尺寸。
- 2.因為黃頁有大小的限制，所以我們最大裁到 20cmx25cm。
- 3.為了避免風的影響，把教室門窗關上。
- 4.同學站在高處、手平舉拿紙飛機，接著放開它，記錄它翻滾及時間。

【實驗結果】

紙張大小	實驗次數	一	二	三
	A. 5cmx5cm 		2 秒 07	2 秒 28
飛行狀況		不太會轉	不太會轉	不太會轉

<p style="text-align: center;">B. 5cmx10cm</p> 	3 秒 09	2 秒 82	2 秒 63
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	很會轉	很會轉	很會轉
<p style="text-align: center;">C. 5cmx15cm</p> 	2 秒 82	3 秒 22	2 秒 59
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	一開始 就會轉	一開始 就會轉	一開始 就會轉
<p style="text-align: center;">D. 5cmx20cm</p> 	2 秒 09	2 秒 25	2 秒 07
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	一開始 就會轉	一開始 就會轉	一開始 就會轉
<p style="text-align: center;">E. 5cmx25cm</p> 	1 秒 78	2 秒 25	1 秒 91
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	很會轉	很會轉	很會轉
<p style="text-align: center;">F. 10cmx15cm</p> 	2 秒 82	3 秒 13	3 秒 14
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	慢慢的 轉下來	慢慢的 轉下來	慢慢的 轉下來

<p style="text-align: center;">G. 10cmx25cm</p> 	4 秒 63	3 秒 22	3 秒 25
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	轉很慢	轉很慢	轉很慢
<p style="text-align: center;">H. 20cmx25cm</p> 	3 秒 00	2 秒 75	3 秒 00
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	轉很慢	轉很慢	轉很慢
<p style="text-align: center;">I. 15cmx20cm</p> 	2 秒 88	2 秒 72	2 秒 72
<p style="text-align: center;">飛行狀況</p>	到一半才轉	到一半才轉	到一半才轉

- 【發現】** 1.由時間來排列: G > F > H > C > B > I > A > D > E 。
- 2.時間達到 3 秒以上的都轉很慢。
- 3.飛行時間長的，不一定會翻滾。
- 4.依平均時間歸類，1~2 秒的有 E；2~3 秒的有 A、B、C、D、H、I；3~4 秒的有 F、G 。

實驗四：觀察機翼摺邊大小對紙飛機旋轉的影響。

【問題】機翼的摺邊大小對紙飛機的翻滾、飛行有什麼變化？

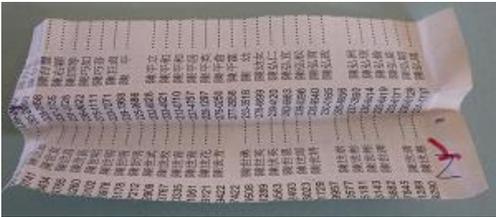
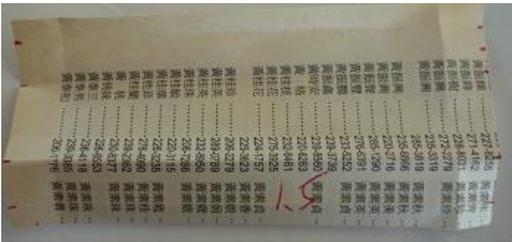
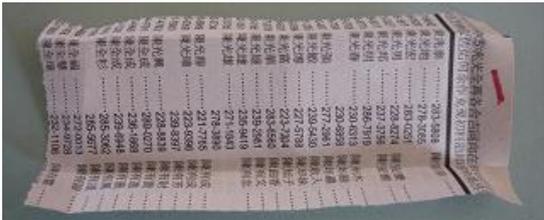
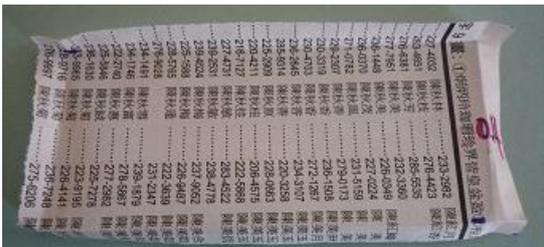
【實驗步驟】1.從實驗三來看，我們優先考慮的紙飛機翻滾的情形，是 B. 5cmx10cm 轉得最好，時間雖然不是最長的，但也有 2~3 秒的表現，所以我們決定實驗四用 5cmx10cm 的紙張來摺飛機。

2.將 5cmx10cm 的紙飛機機翼摺邊分為 2cm、1.5 cm、1 cm、0.4 cm、0.1 cm 不同大小。

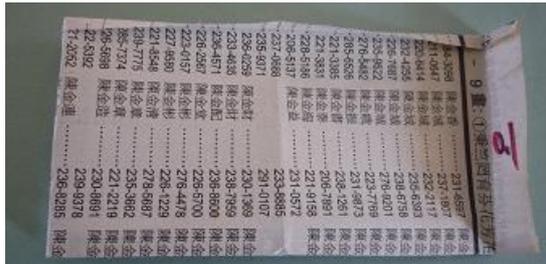
3.為了避免風的影響，把教室門窗關上。

4.同學站在高處且手平舉拿著紙飛機，接著放開它，記錄它翻滾情形及秒數。

【實驗結果】

摺邊(公分)	時間	飛行狀況
2 	3 秒 72	一開始就會轉
1.5 	2 秒 25	半飄半轉
1 	3 秒 44	一開始就會轉
0.4 	3 秒 50	一開始就會轉

0.1		5 秒 00	轉得很好
-----	--	--------	------



- 【發現】
- 1.摺邊越小比較飛。
 - 2.摺邊越大比較不會飛。
 - 3.2 公分、1 公分、0.4 公分的紙飛機一開始就會轉。
 - 4.0.1 公分轉得很好，是裡面轉得最好、時間最久的。
 - 5.發現 1.5 半飄半轉。

實驗五：探究形狀不同的紙飛機飛行情形。

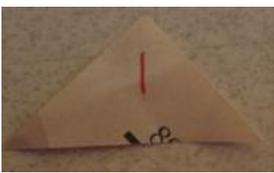
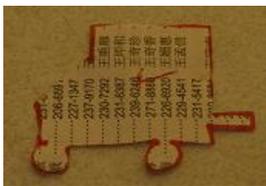
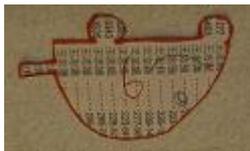
【問題】不同形狀的紙飛機飛的狀況會是怎麼樣？

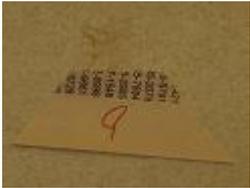
【實驗步驟】1.大家依自己的想法剪出各種形狀的紙飛機，有 14 種。

2.為了避免風的影響，把教室門窗關上。

3.同學站在高處且手平舉拿著紙飛機，接著放開它，記錄它翻滾情形及秒數。

【實驗結果】

1	2	3
		
3 秒 23 以旋轉的方式落下，飛得很快。	2 秒 83 以旋轉的方式落下，飛得很快。	2 秒 37 不會旋轉，飛的很快。
4	5	6
		
4 秒 10 以旋轉的方式落下，飛得很慢。	4 秒 15 以旋轉的方式落下，飛得很慢。	2 秒 92 半轉半飄，飛得很快。

<p style="text-align: center;">7</p> 	<p style="text-align: center;">8</p> 	<p style="text-align: center;">9</p> 
<p style="text-align: center;">4 秒 15</p> <p style="text-align: center;">以旋轉的方式落下，飛得很慢。</p>	<p style="text-align: center;">4 秒 13</p> <p style="text-align: center;">以菱形的旋轉方式落下，飛得很慢。</p>	<p style="text-align: center;">4 秒 12</p> <p style="text-align: center;">以梯形的方式落下，飛得很慢。</p>
<p style="text-align: center;">10</p>	<p style="text-align: center;">11</p>	<p style="text-align: center;">12</p>
		
<p style="text-align: center;">3 秒 37</p> <p style="text-align: center;">以旋轉的方式落下飛得很快。</p>	<p style="text-align: center;">4 秒 25</p> <p style="text-align: center;">有旋轉飛得很慢。</p>	<p style="text-align: center;">3 秒 94</p> <p style="text-align: center;">以菱形的旋轉方式落下，飛得很快。</p>
<p style="text-align: center;">13</p>	<p style="text-align: center;">14</p>	
		
<p style="text-align: center;">3 秒 65</p> <p style="text-align: center;">以酒瓶的旋轉方式落下，飛了很快。</p>	<p style="text-align: center;">3 秒 15</p> <p style="text-align: center;">以旋轉的方式落下，飛得很快。</p>	

- 【發現】
- 1.有的形狀的小紙片不用摺邊也會轉。
 - 2.菱形和梯形，掉下來都很慢。
 - 3.第 8 小紙片和第 9 小紙片的秒數差一秒。
 - 4.發現 4 秒內掉落的紙片比較多。

伍、 研究結果

- 一、從不同的地方拿同一個紙飛機讓它翻滾飛行，會有不一樣的情形發生。
- 二、紙會因為種類不同，太軟無法翻滾、太硬很快就掉下來。
- 三、一般常見的紙做成的紙飛機，也能翻滾飛行。
- 四、依比例裁成不同大小的紙，紙張大翻滾的狀態不佳，但停留在空中的時間比較久。

- 五、機翼對飛機飛行很重要，能讓飛行時間變長。
- 六、實驗中，機翼只有 0.1 公分的飛機時間最久。
- 七、不同形狀的紙也可以翻滾飛行，沒有摺出機翼的也會翻滾飛行。

陸、 討論

- 一、同時控制兩個紙飛機飛行會互相干擾嗎？
- 二、托著紙飛機飛行時，身高會影響嗎？
- 三、用不同於紙的材質做紙飛機，飛行狀況會怎麼樣？
- 四、用翻滾飛行的紙飛機如果做成真實版，人可以坐在裡面，那要怎麼做才不會讓人跟著一起滾呢？

柒、 結論

- 一、每一種拿法的飛行時間及狀況都不同，飛行時間久的翻滾情形不是最好的。最適當的拿法，主要考慮翻滾、時間，所以橫拿著機翼向下那一面會飛得比較好。
- 二、並不是每一種紙都能當紙飛機，太軟的翻滾不起來、又厚又硬的很快就掉下來，用電話簿(黃頁)是最好用的。
- 三、紙張的大小對紙飛機的翻滾飛行有很大的影響，過大的紙張不容易翻滾飛行，其飛行時間久，可能是因為空氣接觸面積大的關係。
- 四、機翼對紙飛機飛行有很大的幫助，實驗中機翼最短的飛機飛得最久，推測可能受短邊的摺翼影響，還要做進一步探討。
- 五、不同形狀的紙飛機也會翻滾飛行，甚至不用摺邊也可以翻滾，猜測是因為紙張的不規則形狀，從上往下時，也受到空氣對流的影響，才会有翻滾的情形。
- 六、綜合各項研究的結果，最佳的翻滾式飛行紙飛機是以電話簿(黃頁)裁成 5cmx10cm，還要加上機翼，開始飛行時要橫拿著機翼向下那一面。

捌、 參考資料及其他

- 一、流言追追追 神奇紙飛機 (民 102 年 11 月 2 日)。PTS 台灣公共電視。民 103 年 11 月 18 日， 取自 <https://www.youtube.com/watch?v=s1Qx1CdkK2g>。
- 二、王純姬等人 (民 104)。2 熱對物質的影響活動 2 熱的傳播。載於自然與生活科技第八冊(42-45 頁)。新北市：康軒。
- 三、Robert Coupe (2006)。New book of knowledge【新知識雙語百科】飛行。台中市：暢談。