

100 學年度臺中市國民中小學科學展覽會 作品說明書

組 別：國小組

科 別：物理科

作品名稱： 搞什麼飛機？



關 鍵 詞：紙飛機、發射器

編 號：

目錄

摘要.....	2
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	3
參、文獻探討.....	4
肆、研究設備及器材.....	4
伍、研究過程與方法.....	5
陸、實驗結果.....	12
柒、討論.....	16
捌、結論.....	16
玖、參考資料.....	16

摘 要

本研究旨在針對紙飛機探究其飛行的原理，並對不同的發射角度、紙質、重心、機翼大小及特殊行爲之紙飛機，觀察其飛行情形。我們首先蒐集並歸納紙飛機的飛行原理，接著研發選出發射器，利用這發射器進行不同的發射角度、紙質、重心、機翼大小及特殊行爲的紙飛機飛行研究。結果發現發射角度四十五度、重心在機頭、機翼長、牛皮紙製、有哈氣之紙飛機其飛行時間較長。且發現了回收紙（報紙、廣告紙、月曆紙）也能做出飛行力不錯的紙飛機喔！

壹、研究動機

常常聽到爸爸媽媽在述說童年的回憶，在以前 3C 產品還不是很普遍時，大多數的小孩子只能製作一些簡單的玩具—紙飛機來玩。真神奇！這麼小的一架飛機，竟能夠那麼輕易的翱翔。爲了一探紙飛機內隱藏的原理；加上去年我們學校在天燈行空作品中提到的紙張的改變都會影響到天燈的飛行高度，這些原因都引起我們濃厚的興趣。因此，在和同學討論後，我們決定針對紙飛機的材質、機翼長短、重心前後、發射角度和特殊行爲進行紙飛機的研究。

相關教學單元（南一）：力的大小（三上）、運輸工具（三下）。

貳、研究目的

- 一、探討紙飛機飛行的原理
- 二、探討發射角度對紙飛機飛行的影響
- 三、探討重心位置的改變對紙飛機飛行的影響
- 四、探討機翼長短對紙飛機飛行的影響
- 五、探討特殊行爲對紙飛機飛行的影響
- 六、探討不同紙質對紙飛機飛行的影響

參、文獻探討

一、摺紙的起源

東漢蔡倫造紙，自此為人類文明掀起新紀元外，紙類的用途也不侷限於文字的傳達。〈二十五史新唐史〉記載唐代士兵穿的盔甲、鎧甲有的就是紙做的；現藏於英國大部列顛博物館，出土於敦煌石窟的兩朵摺疊紙花，應是至今發現世上最早的折花作品。這些不正也說明了我們的祖先不只發明了紙，還將紙的運用由文字的傳達推向科學的康莊大道嗎！

二、飛機與紙

1903年萊特兄弟發明了飛機，起源於他們的父親在小時候送給了他們一個用「紙」做且會飛的玩具（網路資料），啟發了他們對飛機的靈感。由此可知，飛機的起源與紙是脫不了關係的了！

三、金氏世界紀錄

目前紙飛機在空中停留時間最久的金氏世界紀錄為 27.6 秒，是由 ken Blackburn 所保持。瞧！這玩具有多受大家的喜愛！

四、影響紙飛機飛行的因素

- （一）推力：為了使紙飛機前進，由引擎所產生的力，如飛機利用螺旋槳；而噴射機則是利用噴射引擎來產生推力。紙飛機就推力型態來說是與滑翔機一樣，它們都是不使用引擎而是利用自然的力量飛翔的航空器。
- （二）重力：紙飛機的重量會影響飛行的好壞，因為重力會把飛機下拉所以要讓飛機飛的久，就要選擇較輕的紙質，如此一來減少飛行能量的消耗。
- （三）阻力：紙飛機飛行時，迎面而來的空氣會對紙飛機產生阻力，阻力越大，飛行能力就越小，所以要讓飛機在空中待更久，就必須降低飛行的阻力。
- （四）升力：飛機在天空飛行時，在機翼上會產生向上的力，即為升力。此力會將飛機向上抬。

肆、研究設備及器材

一、紙飛機的材質：

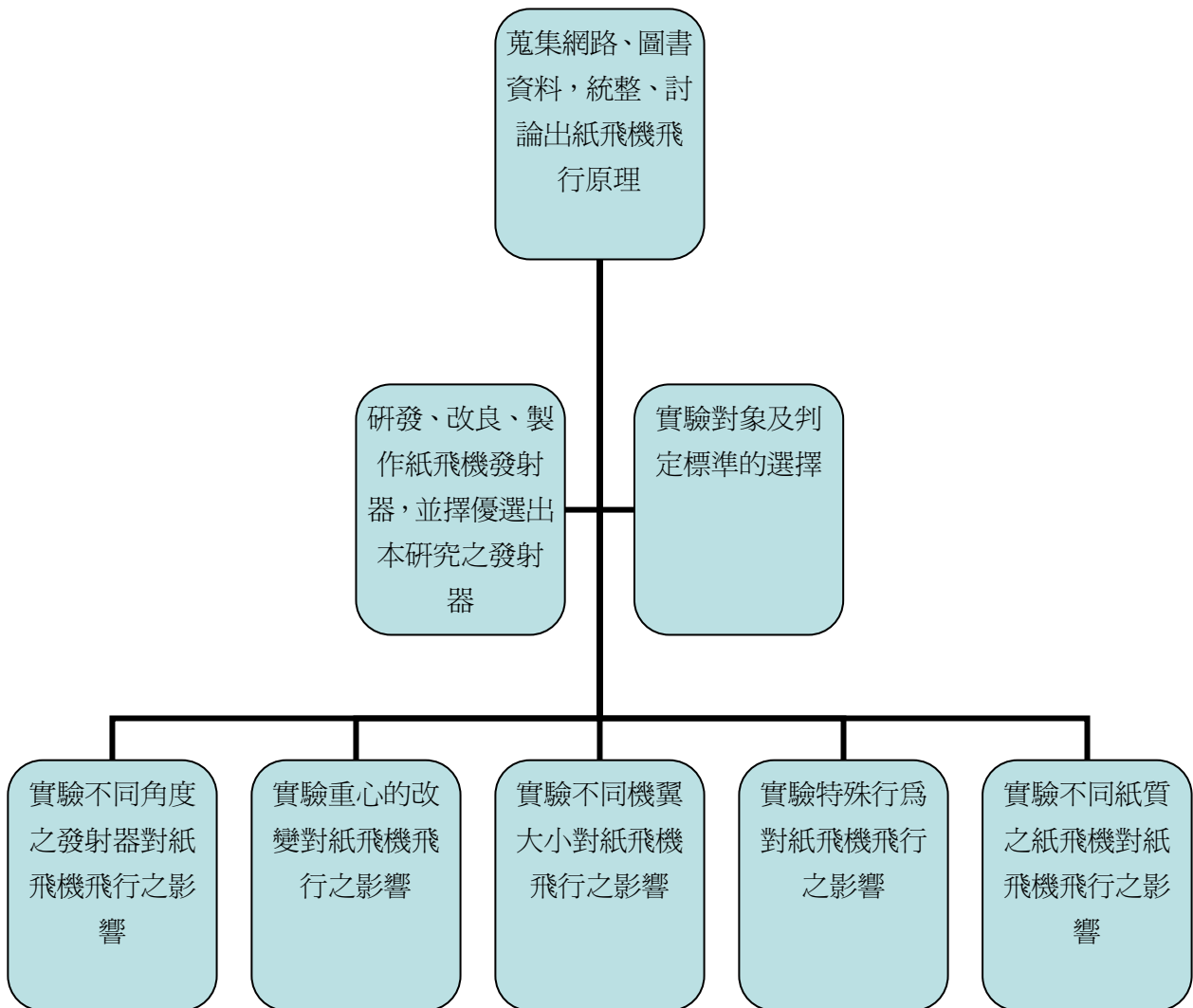
色紙、金點紅紙、海報紙、粉彩紙、西卡紙、雲彩紙、牛皮紙、圖畫紙、厚金紙、丹笛紙、影印紙、日曆紙、報紙、春聯紙、廣告紙、擦手紙。

二、判定器材：碼錶、電子磅秤。

三、發射器材：積木、橡皮筋、紙箱、電源供應器、英國發射器。

四、其他用具：剪刀、小刀、量角器、迴紋針。

伍、研究過程與方法



一、蒐集資料：

- (一) 探討紙飛機飛行的原理。
- (二) 研究紙飛機發射器的製作方法及所需的器材。
- (三) 探討紙飛機之研究對象。
- (四) 探討研究中發射的角度、重心的位置、紙質的選擇、特殊行為的作法、機翼的大小。

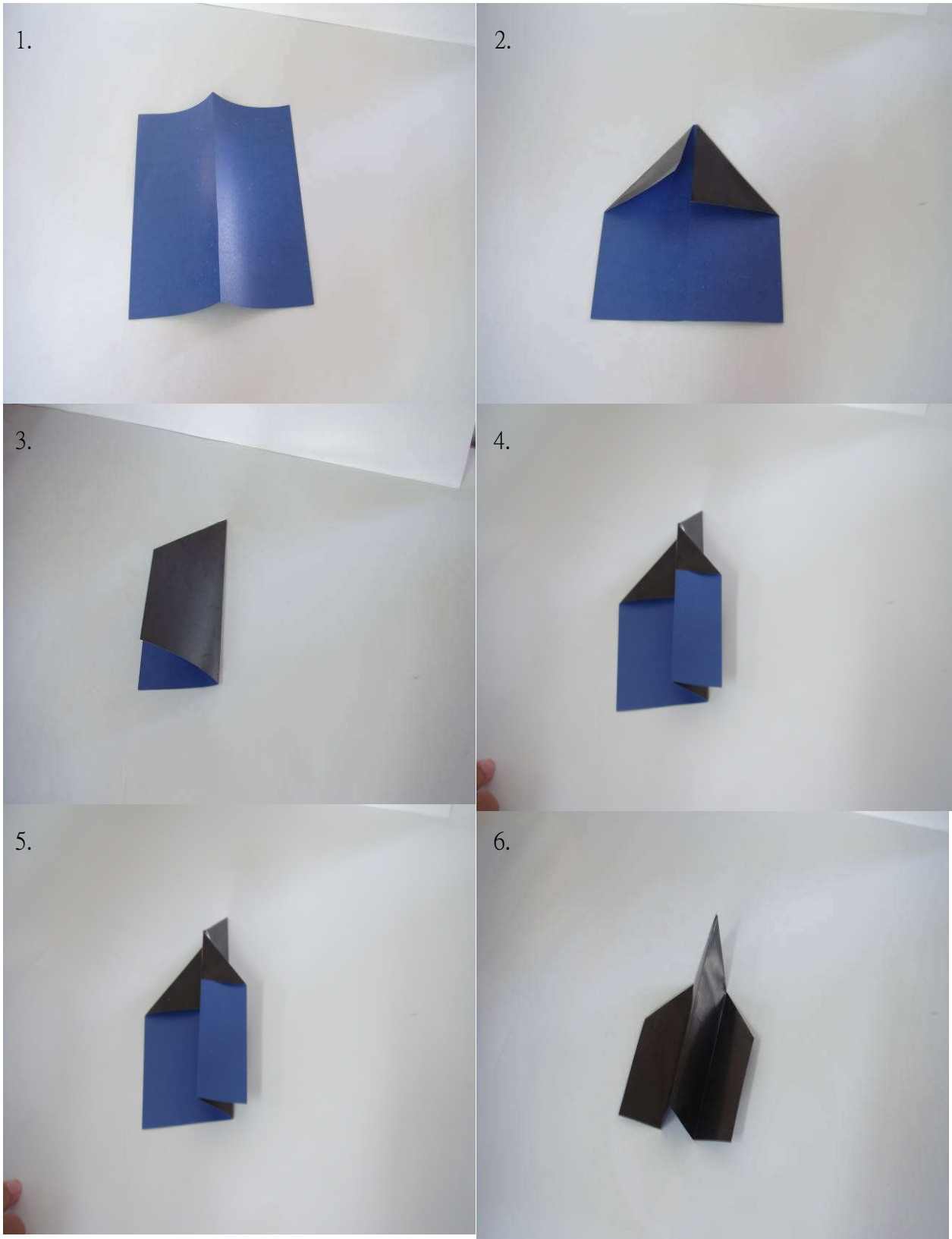
二、研發、改良、製作紙飛機發射器

「射」這個動作在本研究中佔了舉足輕重的位置，如何能客觀依照本實驗條件來「射」紙飛機，是本實驗首先需克服的。然，若由「人」來射，將無法客觀的呈現本研究之公正性；因此，我們研發、改良、製作了五款紙飛機發射器，來研究哪一型較能準確、公平的「射」出紙飛機。以下分別介紹：

代號	照片	名稱	簡介	動源
A		積木研發一	以積木及橡皮筋製成。	彈力
B		積木研發二	同上，另加增紙飛機軌道。	彈力
C		紙箱紙研發	以紙箱紙、螺絲、橡皮筋製成。	彈力
D		單馬達研發	以單顆馬達、滾輪、電源供應器製成	電源
E		雙馬達改良	以英國製之紙飛機改良而成。	電源

三、實驗對象的界定:

- (一) 為減少誤差，本實驗所有紙飛機只射出飛行一次即更新。
- (二) 本研究所有實驗對象—紙飛機，皆以標準型摺法摺之，摺疊方式，如下圖。



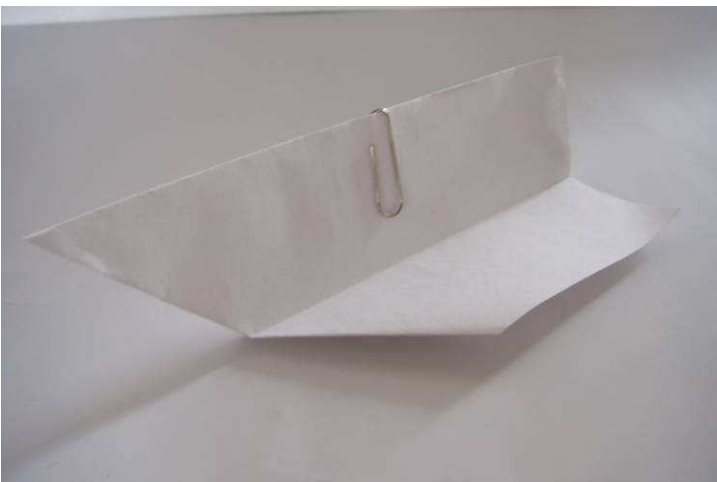
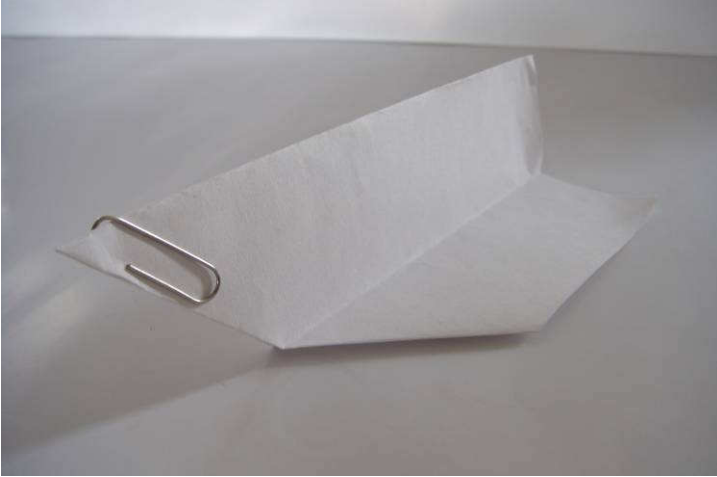
四、探討不同發射角度對紙飛機飛行的影響

- (一) 在高度相同下，分別以量角器量出0度、30度、45度之發射角。
- (二) 分別以0度、30度、45度之發射角各發射十次，並紀錄其飛行時間。
- (三) 以 Excel 算出各發射角十次之平均值。
- (四) 如下圖所示。



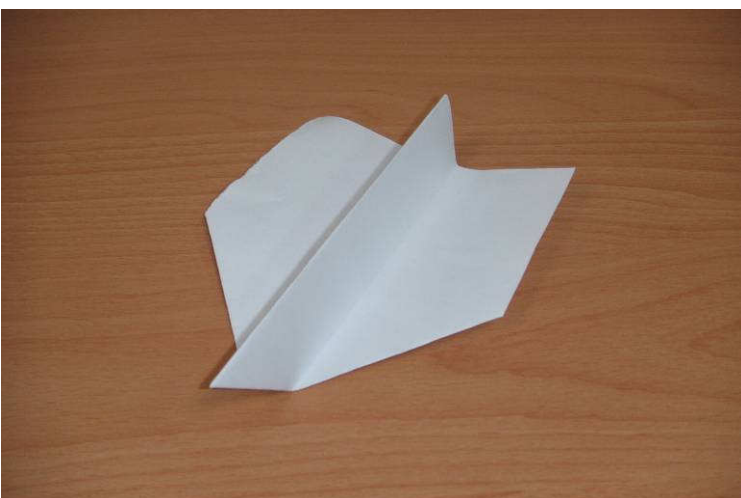
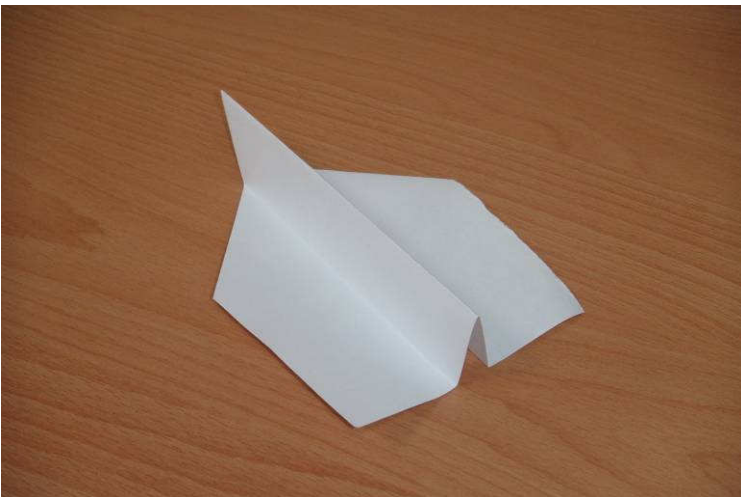
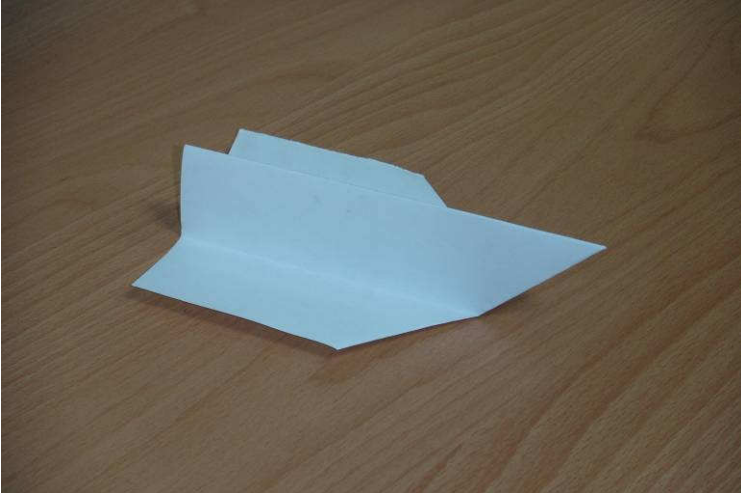
五、探討重心的改變對紙飛機飛行的影響

- (一) 以迴紋針分別夾在紙飛機之機頭、機身、機尾，來代表飛機之重心在前、中、後之改變。
- (二) 分別以重心前、中、後之紙飛機各發射飛行十次，並紀錄其飛行時間。
- (三) 以 Excel 算出各重心飛行十次之平均值。
- (四) 如下圖所示。



六、探討紙飛機之機翼大小對紙飛機飛行的影響

- (一) 在紙飛機重量及形狀不變的情況下，分別摺出長、中、短型機翼之紙飛機。
- (二) 分別以長、中、短型機翼之紙飛機各發射十次，並紀錄其飛行時間。
- (三) 以 Excel 算出各型機翼十次之平均值。
- (四) 如下圖所示。



七、探討特殊行為對紙飛機飛行的影響

- (一) 本實驗以射紙飛機時，常會對紙飛機「哈氣」後再射之「哈氣」行為作為特殊行為。
- (二) 分別以有「哈氣」、「無哈氣」之紙飛機各發射十次，並紀錄其飛行時間。
- (三) 以 Excel 算出有「哈氣」、「無哈氣」各十次之平均值。
- (四) 如下圖所示。



八、探討不同紙質之紙飛機飛行情形

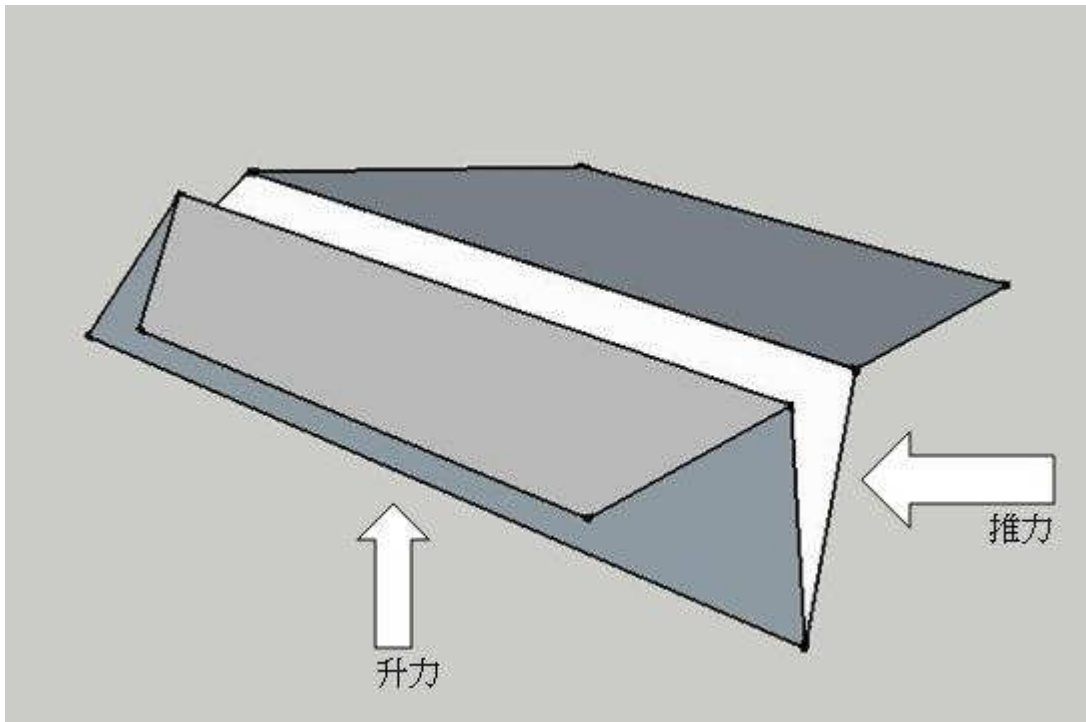
- (一) 本研究選用十六種不相同之紙質，分別裁為長寬各為十五公分之正方形，摺成紙飛機。
- (二) 以電子磅秤秤出各紙質之紙飛機重量並紀錄。
- (三) 分別以各紙質之紙飛機發射六次，並紀錄其飛行時間。
- (四) 以 Excel 算出各紙質六次之平均值。
- (五) 如下圖所示。



陸、實驗結果

一、紙飛機在天空中飛行的原理

(一) 紙飛機能在天空中飛行的兩個力量為推力、升力，如下圖所示。



(二) 當「飛機推力+升力」-「正面阻力+地心引力」=大於0以上時，紙飛機就能飛行。

(三) 推力：將飛機射出去的力量，分為四種：

- 1、人力：手擲所產生之推力。
- 2、彈力：橡皮筋所彈出之推力。
- 3、轉動力：依靠電動馬達轉動之推力。
- 4、風力：藉由風所吹出之推力。

(四) 升力：將飛機向上抬之力量，來自三方面：

- 1、白努力原理：當飛機飛行時，會受到正面的空氣阻力而減緩速度；在減緩速度的同時，壓力會增加；而此時紙飛機之上方流體壓力會小於下方流體壓力；也就是下方氣壓大於上方氣壓，而行成升力。
- 2、牛頓第三運動定律（作用力與反作用力定律）：紙飛機在空中飛行時，會給空氣一個作用力（即紙飛機的重力）；而此同時，空氣也會給紙飛機一個反作用力（即為升力）。
- 3、空氣的浮力：物體在液體中所受的浮力與在空氣中所受的浮力是一樣的，差別在於空氣的密度約為水的 1/1000；公式為 $F=V$ （體積） \times D 密度。

二、發射器的選擇

本研究共研發五款發射器，其中代號 A、B、C 三款經測試後發現，此三款主要動力來源為橡皮筋之彈力，使用數次後，容易造成橡皮筋彈力疲乏；且每條橡皮筋的彈力也有誤差，所以不列入考量。D、E 兩款動力皆為電動馬達，對發射器的穩定性有很好的作用。經測試後發現，D 款只有單顆馬達，推力遠不及 E 款發射器。所以本研究對紙飛機的所有發射，皆使

用 E 款發射器，力道強、穩定性又夠。

三、實驗對象及判定標準的選擇

(一) 本研究選擇基本三角翼型紙飛機摺法作為研究對象的原因為：

- 1、摺疊有標準的步驟，能有效減少誤差。
- 2、此型飛機為最簡易摺法，困難度低，有助於實驗中紙飛機的複製。
- 3、統一一種摺法，減少變因的產生。
- 4、最基本摺法，無多於摺疊，較能顯現實驗現象。

(二) 紙飛機的判定標準大致可分為以距離判定及以時間判定兩種；然而，為能有較大的說服力，本研究的判定標準採金氏世界紀錄的相同判定標準—時間，作為實驗的判定標準。

四、探討不同發射角度的紙飛機飛行情形

(一) 平均值越大，表示飛行時間越長。

(二) 以 45 度角射出之紙飛機比 30 度角射出之紙飛機飛行的時間久；且以 30 度角射出之紙飛機比 0 度角射出之紙飛機飛行的時間久。

(三) 發射角度越大，飛行時間越久。

(四) 如下表所示。

	0 度角	30 度角	45 度角
1	1.78	1.85	1.90
2	1.86	1.96	2.14
3	1.64	1.73	1.85
4	1.53	1.88	1.96
5	1.81	2.01	2.01
6	1.54	2.12	2.22
7	1.42	1.74	1.89
8	1.39	1.79	2.12
9	1.69	1.83	2.08
10	1.72	1.77	1.79
平均值	1.638	1.866	1.996

五、探討不同重心之紙飛機飛行情形

- (一) 平均值越大，表示飛行時間越長。
- (二) 重心在紙飛機前方比重心在紙飛機中央的飛行時間久；且重心在紙飛機中央比重心在紙飛機後方的飛行時間久。
- (三) 重心越前面，飛行時間越久。
- (四) 如下表所示。

	重心在前方（機頭）	重心在中央（機身）	重心在後方（機尾）
1	2.12	1.74	1.32
2	2.21	1.87	1.26
3	1.98	1.95	1.31
4	2.01	1.69	1.33
5	2.27	1.89	1.15
6	2.31	1.79	1.31
7	2.25	2.01	1.27
8	1.96	2.15	1.42
9	2.17	1.69	1.44
10	2.09	1.88	1.41
平均值	2.137	1.866	1.322

六、探討不同機翼大小之紙飛機飛行情形

- (一) 平均值越大，表示飛行時間越長。
- (二) 長型機翼之紙飛機比中型機翼之紙飛機飛行時間久；且中型機翼之紙飛機比短型機翼之紙飛機飛行時間久。
- (三) 機翼越長，飛行時間越久。
- (四) 如下表所示。

	長型機翼	中型機翼	短型機翼
1	2.20	2.24	0.99
2	3.38	2.11	1.54
3	1.97	2.13	0.67
4	3.02	2.58	2.03
5	3.25	2.38	1.84
6	2.35	1.41	1.65
7	1.96	2.31	1.50
8	1.86	1.60	1.67
9	2.06	2.15	1.12
10	2.04	2.20	0.96
平均值	2.409	2.111	1.397

七、探討特殊行爲對紙飛機飛行的影響

- (一) 平均值越大，表示飛行時間越長。
- (二) 有特殊行爲（哈氣）之紙飛機比無特殊行爲之紙飛機飛行時間久。
- (三) 如下表所示。

	無特殊行爲	有特殊行爲（哈氣）
1	1.86	1.88
2	1.66	1.76
3	1.73	1.77
4	1.76	1.89
5	1.67	1.69
6	1.71	1.73
7	1.75	1.89
8	1.68	1.69
9	1.72	1.89
10	1.51	1.71
平均值	1.705	1.79

八、探討不同紙質之紙飛機飛行情形

- (一) 平均值越大，表示飛行時間越長。
- (二) 紙質較薄的擦手紙、日曆紙飛行時間較短。
- (三) 紙質較厚之厚金紙比紙質稍厚之牛皮紙、廣告紙飛行時間短。
- (四) 如下表所示。

紙質	牛皮	月曆	廣告	圖畫	影印	厚金	雲彩	色紙	金點	春聯	報紙	粉彩	西卡	海報	擦手	日曆
克	2.0	2.8	1.4	3.4	1.9	4.2	3.4	1.7	1.9	1.9	1.0	3.0	5.6	2.8	0.9	0.7
1	2.81	1.81	2.26	2.1	1.91	1.77	1.73	1	1.1	1.15	1.13	0.99	0.96	1.62	1.32	1.65
2	2.18	3.59	1.15	1.2	1.33	1.56	1.26	1.21	1.11	0.65	1.26	1.54	1.02	0.98	1.04	1.4
3	2.07	1.96	2.21	2.15	1.89	1.45	1.48	1.6	1.78	0.69	1.77	1.77	1.09	1.14	1.23	0.9
4	2.01	1.53	2.17	2.11	2.02	1.98	1.26	1.38	1.51	1.2	2.01	1.19	1.7	1.02	1.16	1.25
5	2.07	2.62	1.32	1.36	1.31	2.41	1.4	1.06	1.19	2.3	0.98	1.07	1.38	1.02	0.92	0.26
6	2.21	1.74	2.37	2.31	2.15	1.89	1.8	2	1.48	2.11	0.9	1.34	0.89	1.48	1.11	0.75
平均值	2.225	2.208	1.913	1.871	1.768	1.601	1.488	1.375	1.361	1.35	1.341	1.316	1.308	1.21	1.13	1.035

柒、討論

本研究所改良的紙飛機發射器，透過電源供應器，除能供應強大的力道外，更能有效控制每次發射的力道，使其在每次的發射都能公正的射出；再者，受試者一律以基本型三角翼摺法摺紙飛機，能有效精準複製受試者，減少其它變因的產生而影響實驗結果；也因此，我們得到了準確的實驗結果如下，並加以討論：

一、在高度相等下，紙飛機發射角度越大，飛行時間越久。

討論結果：角度越大代表高度越高，所以高角度＝高起點，飛行間也就越長了。然本實驗之45度角屬拋物線起點內，若再高，非屬拋物線原理，將無法增加飛行時間。

二、紙飛機的重心越前面，飛行時間越久。

討論結果：重心越前，阻力越少。因此紙飛機重心若在機頭，則在阻力為零的狀態下起飛，飛行時間就會越久。

三、紙飛機的機翼越長，飛行時間越久。

討論結果：機翼越長升力越大，因為影響升力的其中兩個因素－牛頓第三運動定律（作用力與反作用力）及空氣的浮力，與紙飛機機翼大小成正比；然而，相對的阻力也較大，所以機翼長度到一極限後，飛行時間就會開始下降。

四、對紙飛機機頭哈氣，能使紙飛機在天空飛行時間再久一些。

討論結果：從嘴裡吐出的熱氣含有些許的溼氣，會使機頭重心較重些，機頭重心增加，飛行時間就久些。

五、紙飛機之紙質太薄或太厚都飛不久，中庸飛的較好。

討論結果：紙質厚－重量重，推力大，但升力小；紙質薄－重量輕，推力小，但升力大；各有利弊，為中庸之紙質，重量中等，推力佳、升力也佳。

捌、結論

一架紙飛機若要飛的高，發射器要選擇馬力強大的電動發射器；發射角則要以45度角射出；紙飛機的重心要選在機頭；機翼要長些；紙質則要選擇牛皮紙製；當然最好在發射前能「哈」一口熱氣給它！

金氏世界紀錄－紙飛機在空中停留時間最久的為27.6秒，是由ken Blackburn所保持。這個紀錄在本實驗完成後，快可以打破了！因為本實驗發現了影響紙飛機飛行的因素有發射器、發射角度及紙飛機的機翼、紙質、重心及特殊行為，所以相信不久的將來，參閱這些數據將有機會破金氏世界紀錄。

參考資料：

一、卓志賢（民94）。台北市：紙飛機工廠。聯經出版股份有限公司。

二、自然與生活科技。南一版。第六冊。運輸工具。P20-p33。

三、蕭舜鴻，吳冠賢，林坤賢，談紙神功----紙飛機的滑翔研究，中華民國第47屆中小學科學展覽會參展作品集。

四、劉軒好.林珮琪.賴佳鈺.林子馨.魏鴻文.侯景鐸，紙飛機向前衝，中華民國第47屆中小學科學展覽會參展作品集。