嘉義縣國民中小學
科學展覽會作品說明書

屆　　別：65

科　　別：物理

組　　別：國小組

作品名稱：捲筒狀紙飛機

關 鍵 詞：紙飛機　滑行距離

編　　號：A116

嘉義縣第65屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科　　別：物理科

組　　別： 國小組

作品名稱： 捲筒狀紙飛機

關鍵詞：紙飛機、滑行距離（最多三個）

編號：（系統自動產生）

捲筒狀紙飛機

摘要

當拋擲一張紙時，它們並不會在空中滑行，但摺成捲筒狀紙飛機後，卻能在空中滑翔。期待能將此遊戲加以推廣，用最簡單的材料，做出會飛的捲筒狀紙飛機。設計各種規格的捲筒狀紙飛機並記錄它們的飛行狀況，找出能向前穩定飛行最遠的規格，先探討不同機身大小是如何影響飛行情形，再尋找出能滑行距離最遠之設計。這個捲筒狀紙飛機看起來不太堅固，但它確實可以飛。當你扔出它時旋轉有助於產生升力，讓飛機發揮作用。

壹、 研究動機

我們在校園中看見低年級的弟弟、妹妹玩摺紙遊戲，他們只需要用一張紙就能做出好玩又有趣的紙飛機；我們和老師討論時發現，網路上有一種捲筒狀紙飛機，這種捲筒狀紙飛機材料非常簡單，只需要紙和靈巧的雙手將紙摺成環狀，就能夠滑翔。我們覺得非常有趣，所以想研究它的原理，希望研究在未來能實際運用，並讓對捲筒狀紙飛機有興趣的兒童都有歡樂的童年。

貳、 研究目的

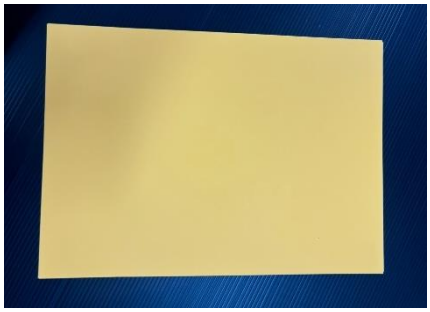
一、研究捲筒狀紙飛機的外型與飛行距離之間的關係。

二、研究不同規格的紙張對捲筒狀紙飛機飛行穩定性的影響。

參、 研究設備及器材

一、材料：A4 紙、雲彩紙。

二、工具：尺、筆、皮尺、靈巧的雙手。

A4 紙	雲彩紙
	
尺	皮尺

肆、　研究過程或方法

一、研究捲筒狀紙飛機的滑行原理與機身間的關係。

(一) 捲筒狀紙飛機機身長度的影響：

1. 捲筒狀紙飛機作法：

(1) 利用A4 紙測量並預留出機身長度，紙的長邊一側預留 0.3 公分作為內摺處，機身長以 5 公分作為基準遞增，分別為 5、10、15 公分，機身寬度預設圓周長為 25 公分(直徑 8 公分)。

(2) 先從長邊由上往下向內摺出機身長度，左右兩側邊和邊確實對齊，由中間向兩側壓出並摺直。將此步驟往內對摺的部分再對摺一半，壓出一條明顯的摺痕，這個步驟需要重複兩次。

(3) 紙張平滑面向上，對摺面向下，用桌子邊緣壓紙張，使摺痕壓得更深，讓紙張呈現弧狀。將摺痕處攤開一摺，由左側摺痕處，卡進右側摺痕處的中間夾層，使其重疊，呈現圓筒狀。

(4) 沿著攤開的摺痕向內摺回，整圈壓好後，將另一側長邊預留的 0.3 公分向內摺，最後調整使其成圓筒狀。

2. 如下表。

表 1：捲筒狀紙飛機機型 A-1、A-2、A-3 的機身長度與寬度之規格。

規格(公分) 構 造 / 機 型	機身長度	寬度 (直徑)
機型 A-1	5	25 (8)
機型 A-2	10	25 (8)
機型 A-3	15	25 (8)

圖 1-1：捲筒狀紙飛機機型 A-1、A-2、A-3 的外型。

機型 A-1	機型 A-2	機型 A-3

圖 1-2：三架捲筒狀紙飛機的外型比較。

由左到右，分別為機型 A-1、A-2、A-3。

3. 分別進行三架捲筒狀紙飛機試飛，並記錄滑行距離，找出平均滑行距離最遠的機型。

(二) 捲筒狀紙飛機機身寬度的影響：

1. 三架捲筒狀紙飛機試飛數據顯示，機型 A-1 平均滑行距離為 1041 公分，是三架捲筒狀紙飛機中滑行距離最遠的。其機身規格為機身長度為 5 公分、寬度為 25 公分。
2. 固定機身長度，另製寬度分別為 23、21、19 公分的捲筒狀紙飛機三架，捲筒狀紙飛機規格如下表。

表 2：捲筒狀紙飛機機型 B-1、B-2、B-3 的機身長度與寬度之規格。

規格(公分) 構造 / 機型	機身長度	寬度 (直徑)
機型 B-1	5	23 (7.3)
機型 B-2	5	21 (6.7)
機型 B-3	5	19 (6.1)

圖 2-1：捲筒狀紙飛機機型 B-1、B-2、B-3 的外型。

機型 B-1	機型 B-2	機型 B-3

圖 2-2：四架捲筒狀紙飛機機型的外型比較。

由左到右，分別為機型 A-1、B-1、B-2、B-3。

3. 進行機型 A-1、B-1、B-2、B-3 試飛，觀察滑行軌跡與狀態，並記錄滑行的距離，比較滑行平均距離。

二、用不同規格的紙張比較機身穩定性與滑行距離。

(一) 不同材質的紙張對於滑行穩定性的影響：

1. 根據實驗數據，機型 B-1 滑行平均距離是 1069 公分，是目前滑行距離最遠的捲筒狀紙飛機，其機身規格為機身長 5cm、寬為圓周長為 23cm。發現機型 A-1、B-1 兩架捲筒狀紙飛機滑行距離相近。

2. 根據機型 B-1 的比例，利用不同材質的紙張製作捲筒狀紙飛機一架，捲筒狀紙飛機規格如下表。

表 3：捲筒狀紙飛機機型 B-1、C-1 的機身長度、寬度與重量之規格。

規格(公分) 構造 / 機型	機身長度	寬度 (直徑)	重量(克)
機型 B-1	5	23 (7.3)	4.53
機型 C-1	5	23 (7.3)	8.51

圖 3-1：捲筒狀紙飛機機型 C-1 的外型。

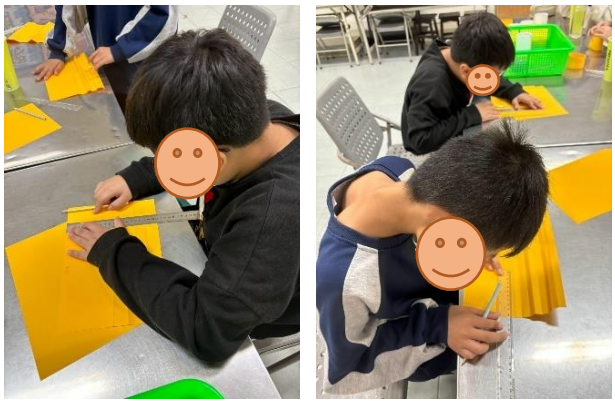
機型 C-1

圖 3-2：兩架捲筒狀紙飛機的外型比較。

由左到右，分別為機型 B-1、C-1。

3. 進行機型 B-1、C-1 試飛，觀察滑行軌跡與狀態，並記錄滑行的距離，比較滑行平均距離。

圖 4：實驗過程照片

	
學生先測量捲筒狀紙飛機規格。	依照測量規格製作捲筒狀紙飛機。
在無風、空曠的室內場館， 分工合作進行拋擲試飛、測量與紀錄。	由同一位同學進行 捲筒狀紙飛機拋擲試飛。
拋擲後，進行滑翔距離測量與紀錄。	測量距離從起點線至捲筒狀紙飛機尾端。

伍、　研究結果

一、研究捲筒狀紙飛機的滑行原理與機身間的關係。

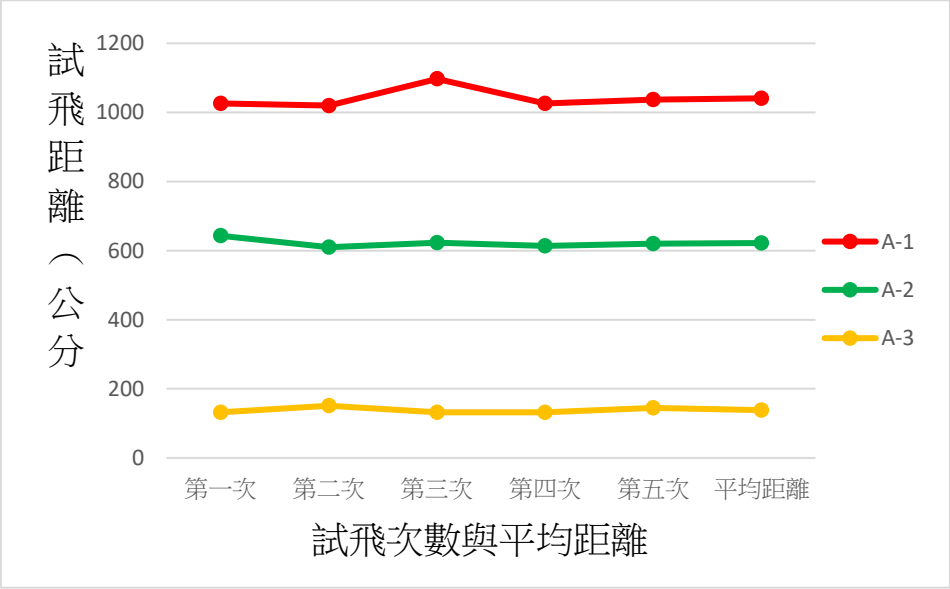
(一) 捲筒狀紙飛機機身長度的影響：

1. 設計機型 A-1、A-2、A-3 捲筒狀紙飛機，得到的實驗結果如下：

表 4-1：捲筒狀紙飛機 A-1、A-2、A-3 試飛紀錄、平均距離與標準差。

飛行距離(公分) 實驗次數 / 機型	1	2	3	4	5	平均距離(公分)	標準差
機型 A-1	1026	1020	1097	1026	1037	1041	28.4
機型 A-2	643	610	623	614	620	622	11.4
機型 A-3	132	151	132	132	145	138	8.1

表 4-2：捲筒狀紙飛機 A-1、A-2、A-3 試飛紀錄折線圖。



2. 從實驗數據得知，機型 A-1 平均滑行距離為 1041 公分，是三架捲筒狀紙飛機中滑行距離最遠的。其規格為機身長度 5 公分、寬度圓周長為 25 公分(直徑 8 公分)。

3. 機型 A-1、A-2、A-3 數據發現，機身長度越短，所測得的平均滑行距離越遠；機型 A-3 機身最長，測得的滑行平均距離最短。

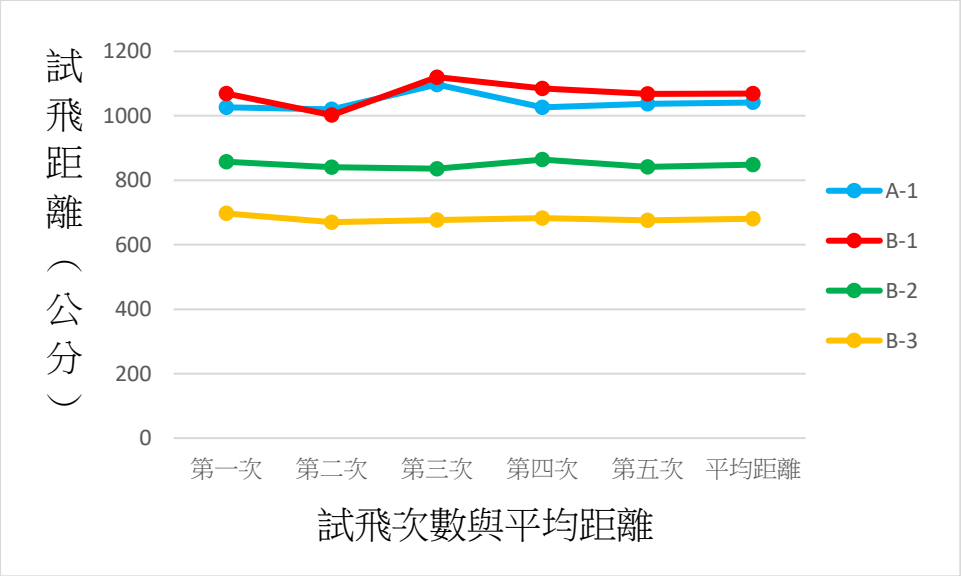
(二) 機身寬度的影響：

1. 試飛機型 A-1、B-1、B-2、B-3 捲筒狀紙飛機，所得實驗結果如下。

表 5-1：捲筒狀紙飛機 A-1、B-1、B-2、B-3 試飛紀錄、平均距離與標準差。

飛行距離(公分) 實驗次數 / 機型	1	2	3	4	5	平均距離(公分)	標準差
機型 A-1	1026	1020	1097	1026	1037	1041	28.4
機型 B-1	1069	1002	1120	1085	1068	1069	38.3
機型 B-2	857	841	836	864	842	848	10.6
機型 B-3	697	670	677	683	676	681	9.2

表 5-2：捲筒狀紙飛機 A-1、B-1、B-2、B-3 試飛紀錄折線圖。



2. 根據實驗數據，機型 B-1 滑行平均距離是 1069 公分，是四架捲筒狀紙飛機中滑行距離最遠的，其規格機身長度為 5 公分、寬度為 23 公分(直徑 7.3 公分)。

3. 機型 A-1、B-1、B-2、B-3 數據發現，機型 B-3 紙環寬度較窄，滑行時不易旋轉產生氣流，所測得的平均滑行距離最短。

二、用不同規格的紙張比較機身穩定性與滑行距離。

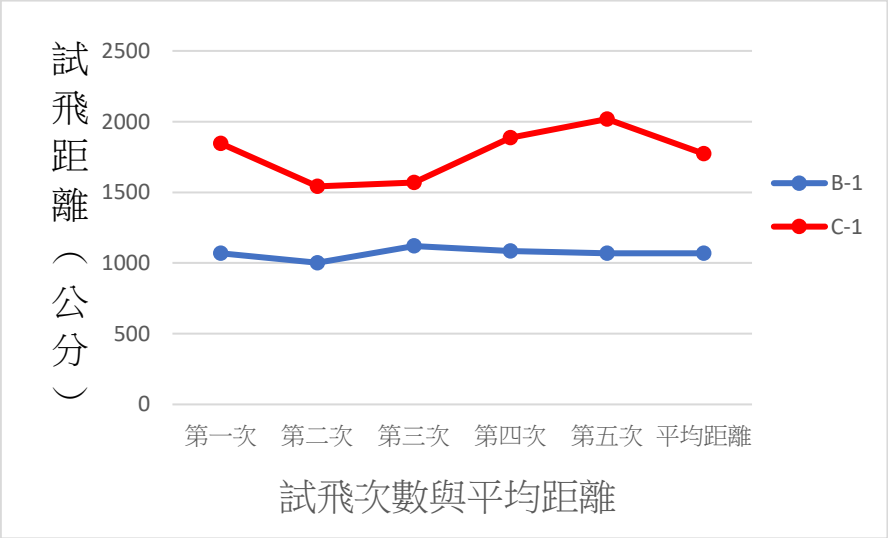
(一) 不同材質的紙張對於滑行穩定性的影響：

1. 試飛機型 B-1、C-1 捲筒狀紙飛機，所得實驗結果如下。

表 6-1：捲筒狀紙飛機 B-1、C-1 試飛紀錄與平均距離。

飛行距離(公分) 實驗次數 / 機型	1	2	3	4	5	平均距離(公分)	標準差
機型 B-1	1069	1002	1120	1085	1068	1069	38.3
機型 C-1	1846	1542	1570	1886	2018	1772	185.8

表 6-2：捲筒狀紙飛機 B-1、C-1 試飛紀錄折線圖。



2. 根據實驗數據發現機型 B-1、C-1 中，機型 C-1 滑行平均距離為 1772 公分，是兩架捲筒狀紙飛機中滑行距離最遠的，其規格為機身長度 5 公分、寬度為 23 公分(直徑 7.3 公分)，重量為 8.51 公克。

3. 機型 B-1、C-1 比較數據發現，機型 B-1 紙張重量比較輕，滑行距離比較近，但標準差比較小，增加重量的機型 C-1，提升了滑行距離，雖然滑行距離比較遠，但標準差也比較大，推測捲筒狀紙飛機因人為拋擲關係故產生比較大的誤差。

陸、　討論

一、捲筒狀紙飛機規格的影響：

(一) 我們從實驗中得知機身長度較佳的比例，從機型 A-1、A-2、A-3 實驗結果發現機身長度較短的捲筒狀紙飛機，滑行距離較遠；機身長度過長反而不利於紙飛機滑行。

(二) 機型 A-1 實驗所得的平均滑行距離比機型 A-2、A-3 遠，平均差距以機型 A-3 滑行距離最短為 138 公分與機型 A-1 平均滑行距離相差 903 公分左右。機型 A-2 平均滑行距離則是介於 A-1 與 A-3 之間為 622 公分。

二、機身長度：根據實驗的資料得知捲筒狀紙飛機的機身較長時，機身過於柔軟，會無法承受拋擲的力量，實驗過程中，我們實際拋擲捲筒狀紙飛機時也發現，機身較短的機型，滑行的狀態較穩定，且拋擲後機身易產生氣流而旋轉；機身較長的機型拋擲出去後不易旋轉形成氣流，機身易搖晃且很快墜落地面。

三、拋擲角度：實際拋擲時發現，若拋擲出的角度太大，捲筒狀紙飛機容易先往上滑行在往下墜落撞到地面，往上的捲筒狀紙飛機與空氣接觸形成阻力，造成滑行距離不遠；若以仰角 0-10 度往前方拋擲，捲筒狀紙飛機則可順利產生氣流旋轉滑行到較遠的距離。

四、機身寬度的影響：

(一) 根據我們的實驗結果得知，機型 B-3 機身長度為 5 公分，寬度為 19 公分的捲筒狀紙飛機，因為機身面積較小，所提供的風阻力較少，因此滑行距離最短。

(二) 機身寬度 23 與 21 公分的機型，機翼面積較大，提供的風阻力比較多，由實驗結果得知機身寬度較寬，滑行距離比較遠。

(三) 機型 B-1 平均滑行距離又比機型 A-1 多了 28 公分，推測可能是因人為拋擲因素。

五、利用不同材質製作捲筒狀紙飛機對於滑行穩定性與距離的影響：

(一) 機型 B-1 機身重量為 4.53 公克，在拋擲時，手拿位置以摺痕處作為施力點拋出，拋出後，觀察到機身會滑行飛出並旋轉，滑行時產生旋轉向上的氣流，機身可維持平衡，接著持續向前、向下滑行。

(二) 機型 C-1 機身重量為 8.51 公克，紙張重量增加了 3.98 公克，紙材也較為堅固，在拋擲時發現，拋出後的機身飛行姿態相對穩定，不易有左右搖晃的情況發生。

柒、 結論

一、 捲筒狀紙飛機是指不依靠動力設備滑行於空中的裝置，拋出後需克服空氣阻力，並藉由旋轉產生的上氣流作用力進行滑行，在空中滑翔時，機身紙圈提供了下降的阻力，能有效減緩飛行時下降速度。

二、 拋擲捲筒狀紙飛機時，因每個人拋擲出的力道與角度不同，所以拋擲時我們由同一個人進行拋擲，盡量控制拋擲力道，讓每次拋擲力道相近，角度以 0-10 度，往正前方拋擲。用人力拋擲時，可以增加拋擲次數，只記錄有成功滑行的距離以減少誤差，且紀錄每位學生與每種機型的滑行距離。

三、 機身比例對於捲筒狀紙飛機的影響：機身長度、寬度間有適當的比例，我們透過實驗得到數據，機身長度為 5 公分、機身寬度為 23 公分，機身材料使用雲彩紙較重也較堅固的機型，滑行距離比一般 A4 紙製成的捲筒狀紙飛機還穩定，滑行距離最遠可達 2018 公分，平均滑行距離為 1772 公分。

四、 實驗中所使用的紙張我們皆使用一般常見之 A4 紙，每張平均重量為 4.5 公克，建議未來可以嘗試不同大小之紙張，例如：B4 紙、A3 紙等，可研究測試不同紙張大小對滑行距離的影響。

五、 在測試不同重量的紙張對於滑行穩定性的影響時，我們也有嘗試使用厚紙板製作捲筒狀紙飛機，但是厚紙板材質過於堅硬，製作過程中容易破裂，導致無法順利成形，故最後無法順利測試。

捌、 參考文獻資料及其他

一、網路資料：

(一) 這真的可以飛！用 A4 紙摺出「圓筒紙飛機」How to Fold the 'Tube' Paper Airplane｜科普長知識｜GQ Taiwan。

(二) 維基百科 自由的百科全書：滑翔機。

二、科展作品：

(一) 台中市第 41 屆中小學科學展覽國中組物理科第一名：機不可"失"-會飛的圓圈圈。