

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：觀摩 YouTube 學習製作迴旋紙飛機

### 一、摘要

透過觀看 YouTube 相關製作迴旋紙飛機影片，來蒐集其中理論並探討推導其中可能會影響紙飛機飛行穩定及迴旋的變因。藉由多次擲射紙飛機的實驗並記錄，按統計結果擇優汰劣，逐步驗證假設是否成立，以找出製作迴旋紙飛機的關鍵。

### 二、探究題目與動機

#### 研究動機：

紙飛機是我們童年常玩的玩具，迴旋紙飛機便是其中的一種，所以我們決定研究哪一種紙飛機射出後最能夠迴旋到手中，這樣以後玩紙飛機就不用一直撿了。

### 三、探究目的與假設

#### 實驗目的：

1. 研究哪一種紙飛機設計擲射出能最穩且迴旋到手中
2. 研究擲飛力道大小是否影響紙飛機的迴旋

### 四、探究方法與驗證步驟

#### 實驗器材：

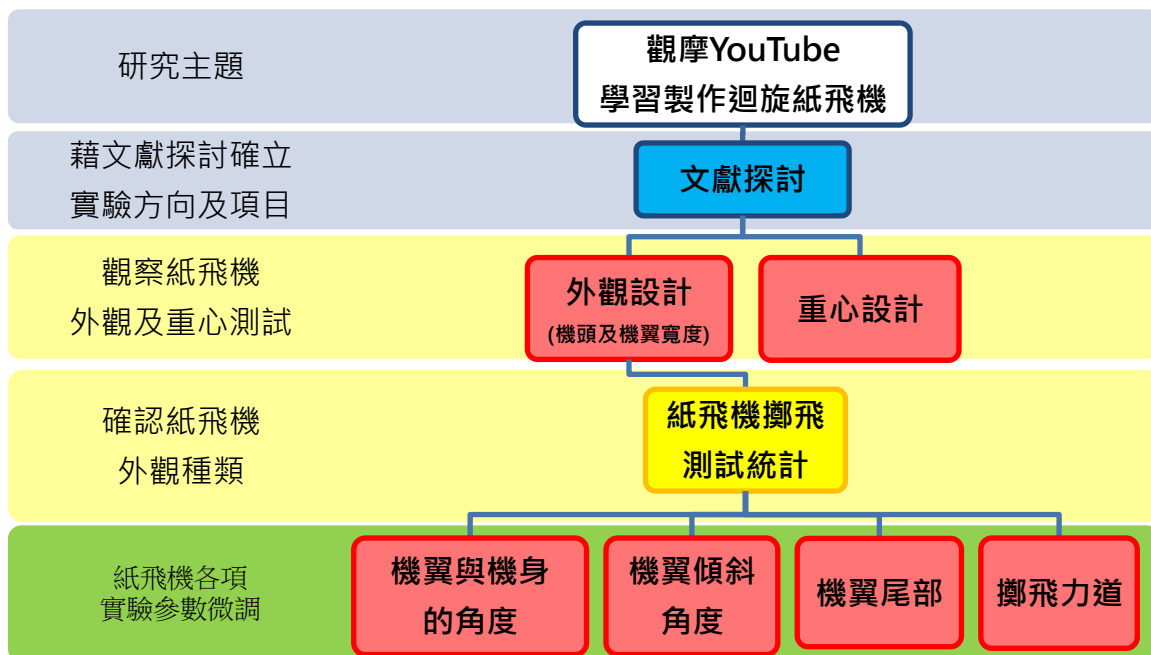
##### 1. 實驗一：

80 磅 A4 紙、直尺、剪刀、圖釘、雙面膠帶

##### 2. 實驗二~五：

80 磅 A4 紙、直尺、剪刀、雙面膠帶、量角器、水平尺

#### 研究架構：



#### 文獻探討：

紙飛機能飛行原理主要有四：

1. **阻力**:因空氣粒子阻力,降低紙飛機飛行距離;
2. **推進力**:推動紙飛機往前移動的力量;
3. **地心引力**:將紙飛機拉往地面的力量;
4. **升力**:使紙飛機上升,提升穩定飛行的力量;

上述力量取得平衡時,紙飛機就能飛。

探討一：

1. 實驗限制因素：地心引力是既成事實，不容易藉由紙飛機改善其影響；
2. 初步就外觀設計觀察：機頭較尖可減少阻力，以及紙飛機設計較寬的機翼（機翼寬>機翼長）可提升升力
3. 紙飛機的重心位置，可維持紙飛機在空中的飛行姿態，有利於升力的持續。
4. 另外就擲飛力道大小（模擬紙飛機的推進力）可改善紙飛機的距離及飛行路徑

本次實驗有關紙飛機飛行的升力及迴旋動作需要進一步運用到的理論有二：

（一）升力 - 紙飛機能穩定飛行

運用空氣動力的康達效應（COANDA effect）：

原理：空氣氣流流過機翼，最後被往下推到機翼後方，往下的推力會將機翼往上推，這就是升力，會讓紙飛機飛行更穩定。

探討二：

1. 從外觀製作具有足夠的機翼較寬可增加升力
2. 改變機翼與機身的角度（飛行穩定性）
3. 改變機翼傾斜角度（增加升力）

（二）升降舵向上微彎-紙飛機能迴旋飛行

運用空氣動力中升降舵原理：

原理：當升降舵向上微彎，空氣沿著機身走，碰到機翼彎曲部分，就會向上流動，讓機翼尾部下傾，機頭則會朝上，使紙飛機產生後仰迴旋的力量。

探討三：改變機翼尾部向上微彎（增加迴旋力）

### 實驗步驟與方法：

實驗一：

1. 折出常見的紙飛機(參考網路影片，選取 4 種)
2. 將紙飛機分別編號為 1、2、3、4
3. 觀察記錄各種紙飛機的外觀，作初步外觀功能分析
4. 將紙飛機放置桌面旋轉，大約找出紙飛機旋轉中心點，以圖釘固定使紙飛機達平衡，以找出紙飛機的重心位置並標示記錄。
5. 選取無風的擲射場所（關閉門窗的教室），每台紙飛機各擲射測試 5 次，並記錄結果
6. 統計哪一種紙飛機手擲射出後，迴旋到手中的次數多，列為實驗二進一步測試對象

實驗二：

- 1.使用實驗一結果的紙飛機測試
  - 2.調整機翼與機身的角度 (分別為 60 度、90 度、120 度) 各擲射測試 5 次，並記錄結果
  - 3.統計哪一個機翼與機身的角度，擲射紙飛機的飛行狀況最穩定，列為實驗三進一步測試對象
- 實驗三：

- 1.使用實驗二結果的紙飛機測試
  - 2.調整機翼傾斜角度 (分別為 0 度、15 度、30 度) 各擲射測試 10 次，並記錄結果
  - 3.統計哪一個機翼傾斜的角度，擲射紙飛機的飛行狀況最穩定，列為實驗四進一步測試對象
- 實驗四：

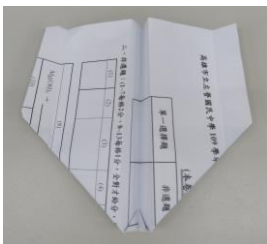
- 1.使用實驗三結果的紙飛機測試
  - 2.調整機翼尾部 (分別為不變、向上微彎) 各擲射測試 5 次，並記錄結果
  - 3.統計哪一個機翼尾部，擲射紙飛機的迴旋飛行狀況最佳，列為實驗五進一步測試對象
- 實驗五：

- 1.使用實驗四結果的紙飛機測試
- 2.調整擲飛力道(分別為用手挽帶動(力道小)、用手臂帶動(力道中)、用腰部帶動(力道大)各擲射測試 5 次，並記錄結果
- 3.統計哪一個擲飛力道，迴旋紙飛機到手中的次數多，做為提供使用者擲飛力道的參考

**實驗變因：**

|      | 實驗一           | 實驗二                        | 實驗三                      | 實驗四                     | 實驗五              |
|------|---------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| 操縱變因 | 紙飛機的種類        | 機翼與機身的角度設計                 | 機翼傾斜角度設計                 | 機翼尾部設計                  | 射飛機的動作           |
| 控制變因 | 場地            | 紙飛機種類、場地                   | 紙飛機種類、場地                 | 紙飛機種類、場地                | 紙飛機種類、場地         |
| 應變變因 | 哪種紙飛機射出能迴旋到手中 | 哪種機翼與機身的角度設計所擲射紙飛機的飛行狀況最穩定 | 哪種機翼傾斜角度設計所擲射紙飛機的飛行狀況最穩定 | 哪種機翼尾部設計所擲射紙飛機的迴旋飛行狀況最佳 | 哪種射飛機的動作最能讓紙飛機迴旋 |

透過觀看 YouTube 相關紙飛機影片，來蒐集製作紙飛機所需『飛行原理』和『空氣力學』的理論；依照影片製作出來的紙飛機有四：



▲編號 1 紙飛機



▲編號 2 紙飛機



▲編號 3 紙飛機



▲編號 4 紙飛機

## 五、結論與生活應用

### 實驗一結果：

|       | 編號 1     | 編號 2     | 編號 3     | 編號 4     |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 機頭設計  | 機頭寬      | 機頭寬      | 機頭尖      | 機頭尖      |
| 機翼設計  | 機翼寬      | 機翼寬      | 機翼寬      | 機翼長      |
| 重心位置  | 機身 1/3 處 | 機身 1/3 處 | 機身 1/3 處 | 機身 1/3 處 |
| 第 1 次 | ○        | x        | ○        | x        |
| 第 2 次 | x        | x        | x        | x        |
| 第 3 次 | x        | ○        | ○        | ○        |
| 第 4 次 | ○        | x        | ○        | x        |
| 第 5 次 | ○        | ○        | ○        | ○        |

### 實驗一結論：

#### 分析一：

1. 經過我們的測試後，發現【編號 3】的紙飛機射出最容易迴旋到手中。
2. 觀察各紙飛機的外觀設計，也是【編號 3】紙飛機符合機頭尖、機翼寬和重心位在機身 1/3 處設計。
3. 從外觀製作具有足夠的機翼較寬和重心位在機身 1/3 處設計，可增加飛行升力的穩定。

### 實驗二結果：

|          | 編號 3 |      |       |
|----------|------|------|-------|
| 機翼與機身的角度 | 60 度 | 90 度 | 120 度 |
| 第 1 次    | x    | ○    | ○     |
| 第 2 次    | x    | x    | ○     |
| 第 3 次    | ○    | x    | ○     |
| 第 4 次    | x    | ○    | ○     |
| 第 5 次    | ○    | ○    | ○     |

### 實驗三結果：

|        | 實驗二結果的紙飛機 |      |      |
|--------|-----------|------|------|
| 機翼傾斜角度 | 0 度       | 15 度 | 30 度 |
| 第 1 次  | ○         | ○    | x    |

|        |   |   |   |
|--------|---|---|---|
| 第 2 次  | o | o | o |
| 第 3 次  | o | o | x |
| 第 4 次  | o | o | x |
| 第 5 次  | o | o | o |
| 第 6 次  | x | o | x |
| 第 7 次  | o | o | x |
| 第 8 次  | o | o | x |
| 第 9 次  | x | o | o |
| 第 10 次 | o | o | x |

**實驗二、三結論：**

分析二：

除了從外觀製作具有足夠的機翼較寬可增加升力之外，當機翼與機身的角度為 120 度及機翼傾斜角度為 15 度時，可改善紙飛機的飛行穩定性及增加升力

**實驗四結果：**

| 機翼尾部設計 | 實驗三結果的紙飛機 |      |
|--------|-----------|------|
|        | 不變        | 向上微彎 |
| 第 1 次  | x         | o    |
| 第 2 次  | x         | o    |
| 第 3 次  | x         | o    |
| 第 4 次  | x         | o    |
| 第 5 次  | x         | o    |

**實驗四結論：**

分析三：印證改變機翼尾部向上微彎，可增加迴旋力

**實驗五結果：**

| 擲飛力道 | 實驗四結果的紙飛機      |                |                |
|------|----------------|----------------|----------------|
|      | 用手挽帶動<br>(力道小) | 用手臂帶動<br>(力道中) | 用腰部帶動<br>(力道大) |
|      |                |                |                |

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
| 第 1 次 | ○ | ○ | x |
| 第 2 次 | x | ○ | x |
| 第 3 次 | x | ○ | x |
| 第 4 次 | x | ○ | x |
| 第 5 次 | x | ○ | x |

### 實驗五結論：

分析四：

適當的擲飛力道，即可提供迴旋紙飛機執行迴旋動作；過度擲飛力道，反而造成紙飛機迴旋角度過小，無法迴旋到手中

### 總結：

迴旋紙飛機

- 1.初步符合：機頭尖、機翼寬和重心位在機身 1/3 處設計，可增加飛行升力的穩定。
- 2.細部微調：機翼與機身的角度為 120 度、機翼傾斜角度 15 度，可進一步改善紙飛機的飛行穩定性及增加升力；尾翼（升降舵）向上彎，可提供迴旋力，就可以實現完美的迴旋飛行。
- 3.適當的擲飛力道：即可提供迴旋紙飛機執行迴旋動作。

### 生活應用：

藉由觀摩 YouTube 影片及實驗，來建立基本的學習模式：

- 1.透過觀看"獲得理論"推導變因，
- 2.分析確立要實驗的方向及項目，
- 3.並藉"實驗驗證"獲得結論及知識。使我們獲益匪淺！

### 參考資料

#### 參考資料來源：

參考資料 1：<https://reurl.cc/02OL1o>

參考資料 2：<https://reurl.cc/2DgXL4>

參考資料 3：<https://reurl.cc/NpXZ3n>

參考資料 4：<https://youtu.be/dk5EC5JSvTg>

參考資料 5：<https://youtu.be/Ng9GmhrYyqU>