



# 活靈活現~讓摺紙動起來

製作者：陳思佑

指導老師：鄭綺瑩

## 壹、緒論

### 一、研究動機

我有非常多的興趣，其中我最喜歡的就是摺紙，只要有時間，我都會拿來摺紙，我也非常喜歡機關，所以我想拿我最擅長的摺紙和機關結合，做出一個有趣的作品，我希望可以用機關讓我的摺紙動起來，例如：摺一隻飛龍，讓飛龍的翅膀拍動，如果可以成功，哪麼六下要開的摺紙展就可以更豐富了。

### 二、研究目的

1. 想要知道平常不會動的摺紙動起來是什麼樣子。
2. 了解該如何使用一些機關讓原本不會動的摺紙動起來。
3. 探究如何裝上機關。
4. 實驗機關外接與內藏對摺紙動起來的影響。

## 貳、文獻探討

### 一、該讓什麼動物動起來？怎麼動？

在想要動物動的部位上裝上馬達(例如腳上或肚子上)，並接上機關，藉由機關的轉動或移動，讓腳或翅膀等身體部位動起來。

### 二、該將機關裝在哪裡？

將機關放在摺紙的旁邊，或裝在從外觀上看不出來的地方，例如肚子裡，或者將機關接在摺紙作品的附近，可能會讓擺動幅度出現差異，甚至有可能影響到機關最後的組裝。

### 三、該如何讓動物動起來？

可以先將機關接馬達，將馬達接上齒輪，和老師討論完後決定，可以儘量做得越簡單越好，所以改用普通馬達，接上齒輪和鍊條，裝在機關上。

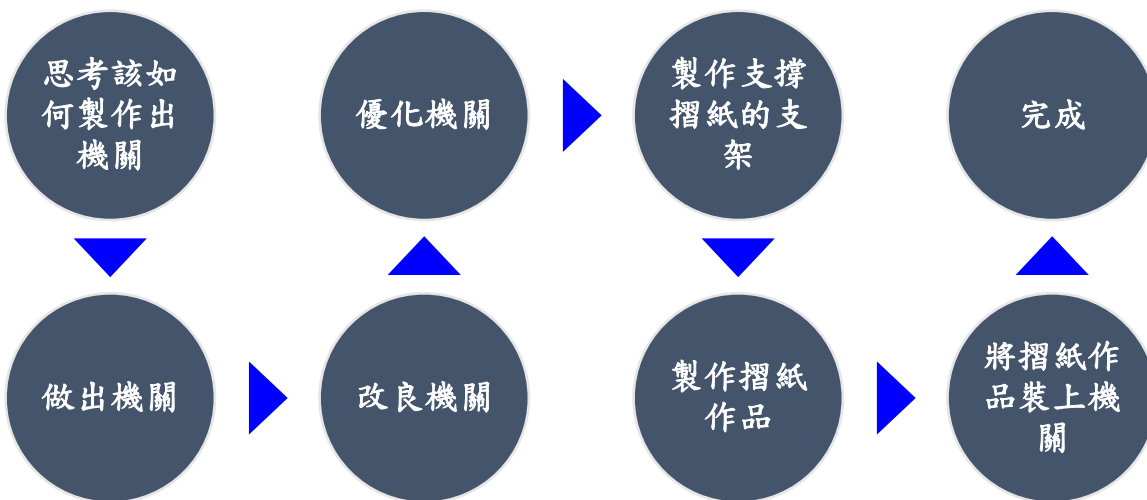
## 參、研究方法及步驟

### 一、研究方法

本研究採實驗研究法，製作出簡單、堅固，但又能讓摺紙動起來的機關，並利用該機關來測試，哪一種紙摺出來的哪一樣作品，比較容易動起來。

### 二、研究流程

## 1. 流程圖



## 2. 思考該如何製作出機關。

爸爸帶我到科學工藝博物館尋找靈感，我發現一種叫橢圓規的東西，想了一下之後，我覺得只要將橢圓規做一點改變，就可以變成讓摺紙動起來的機關。

## 3. 做出機關。

在想出機關的原型後，先利用家裡的厚紙板製作，不過做好後，因為厚紙板的厚度太薄，改用從文具行買來的飛機木製作。

## 4. 改良機關。

我在和父母討論時發現，原本參考橢圓規所製作出的機關，不易製作，因為在我的設計圖中，有許多齒輪是無法利用飛機木板裁切出來的，而且機關在運作時，支撐摺紙的棍子會因為重量太重的關係而下垂，導致整個機關卡住，最重要的是製作這個機關需要非常高的精密度，所以我們就放棄了這個機關設計，改用我在科學工藝博物館所發現的凸輪來製作機關，凸輪雖然十分堅固，但是在家中不易自行製作，所以爸爸就帶我到家庭五金行，買現成餅乾模來製作凸輪。利用家裡的玩具齒輪和馬達來製作凸輪和摺紙的支架。

## 5. 優化機關。

為了配合各種不同的摺紙，我們買了各種不停形狀的餅乾模來測試，有橢圓形、心形、圓形……等，都測試完後，我決定採用正圓偏心的凸輪，馬達帶動齒輪和鏈條旋轉後，凸輪、鏈條和機關的支架，有時候在轉動時會卡在一起，是因為支架在馬達轉動時會有些微的歪斜，在加強支架的固定後就解決了這個問題。

## 6. 製作支撐摺紙的支架

利用家裡現有的正方體石塊，在上面鑽個洞，並且插入細長的塑膠棍在塑膠棍上夾上三個夾子其中一個夾子用鉚釘和第四個夾子固定在一起。

## 7. 製作摺紙作品。

原本決定要用神谷哲史的古代理龍，在和爸媽討論後，決定用各種會飛動物來試。

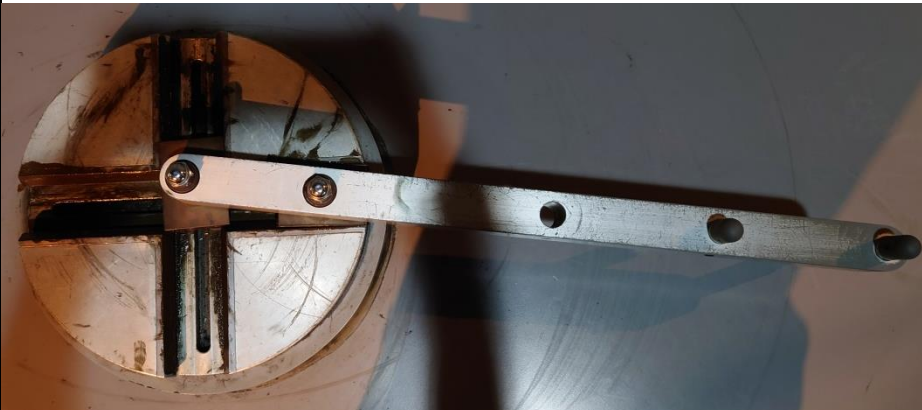
## 8. 將摺紙作品裝上機關。

利用前一個步驟製作好的支架上的夾子，夾住摺紙的尾端，並放在機關的後方，將摺紙的翅膀部份，對準機關上的兩根棍子。

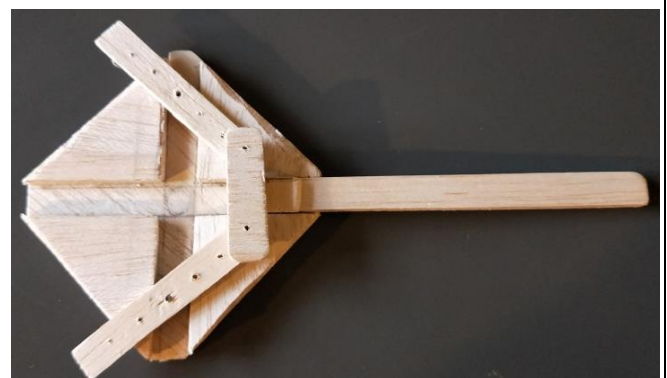
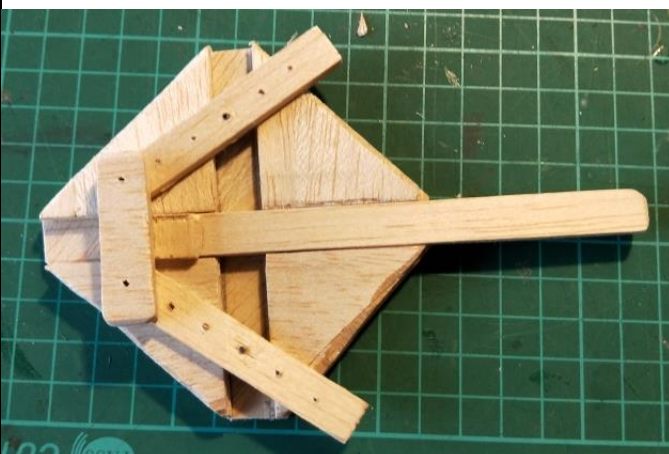
## 9. 完成。

機關對準摺紙後，將電源打開，摺紙就會開始動了！

### 1. 在科學工藝博物館發現了橢圓規及凸輪。



### 2. 利用飛機木板做出的機關



3-1 前一個步驟參考橢圓規所製作出的機關原型，不易製作，所以就利用家裡原有的玩具齒輪，和烘焙用模具來製作凸輪。



玩具齒輪



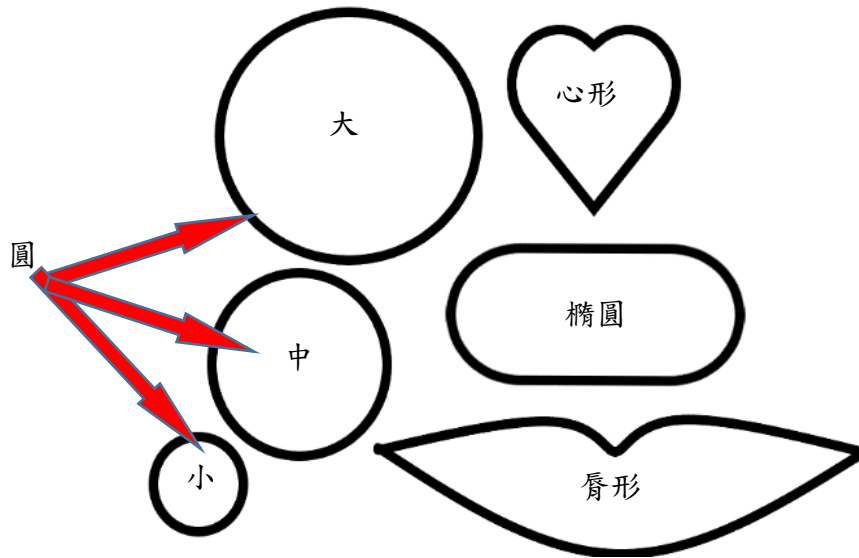
3-2 為了防止凸輪的旋轉速度過快，必須讓凸輪上的大齒輪搭配小齒輪



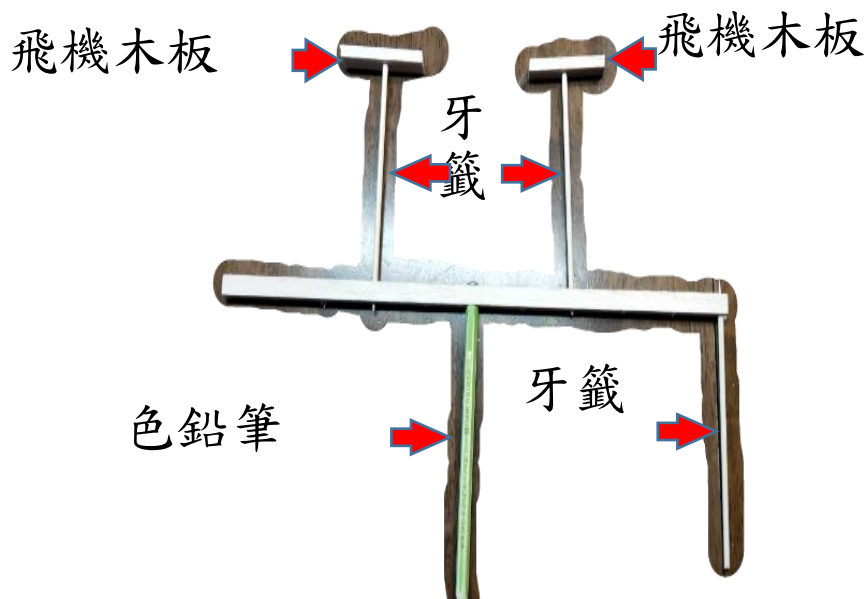
3-3 因為一開始的設計十分不穩，在馬達運轉時，支架會不停搖晃，導致鍊條在轉時，會卡到齒輪，所以我就在凸輪內部黏上一片大小一樣的飛機木板，飛機木板後，再黏上一個滑輪



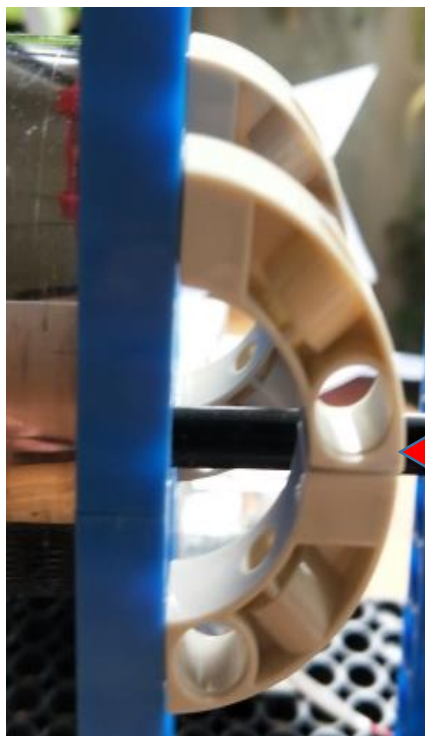
4-1 我們利用不同形狀的餅乾模，當作凸輪來測試，心形和唇形再轉到某個角度時，都會讓整根滑落，



4-2. 製做將摺紙頂起來的棍子。

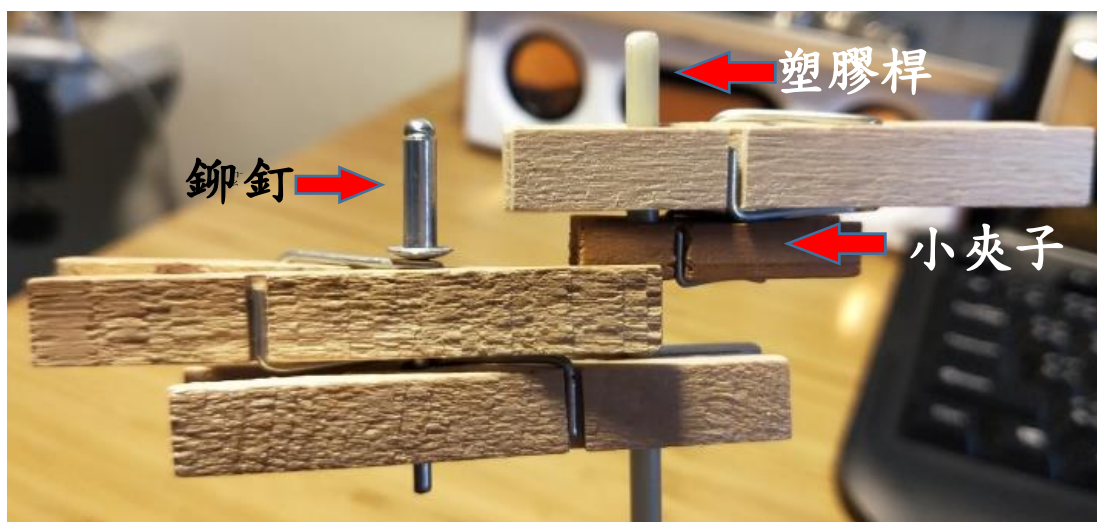


4-3. 利用弧形積木補強機關。



弧形積木

5-1. 製作支撐摺紙的支架。(未標示的皆為大夾子)



鉚釘

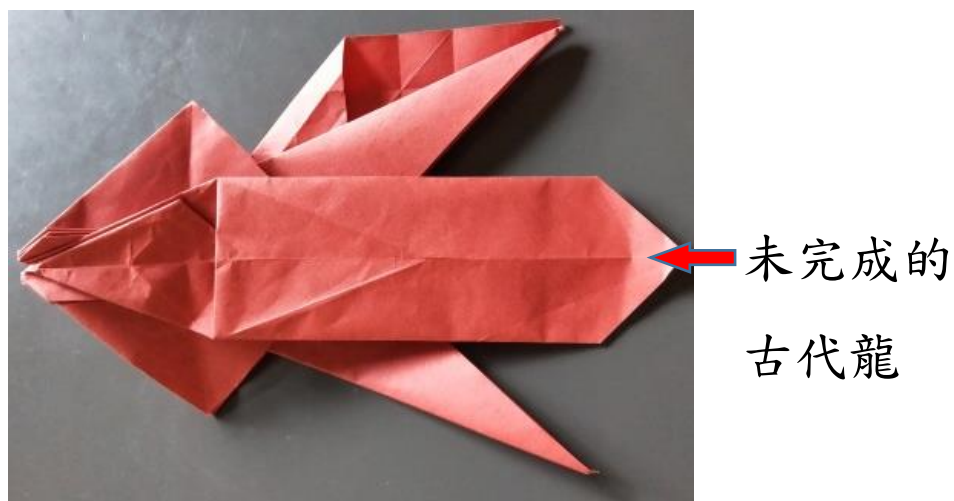
塑膠桿

小夾子

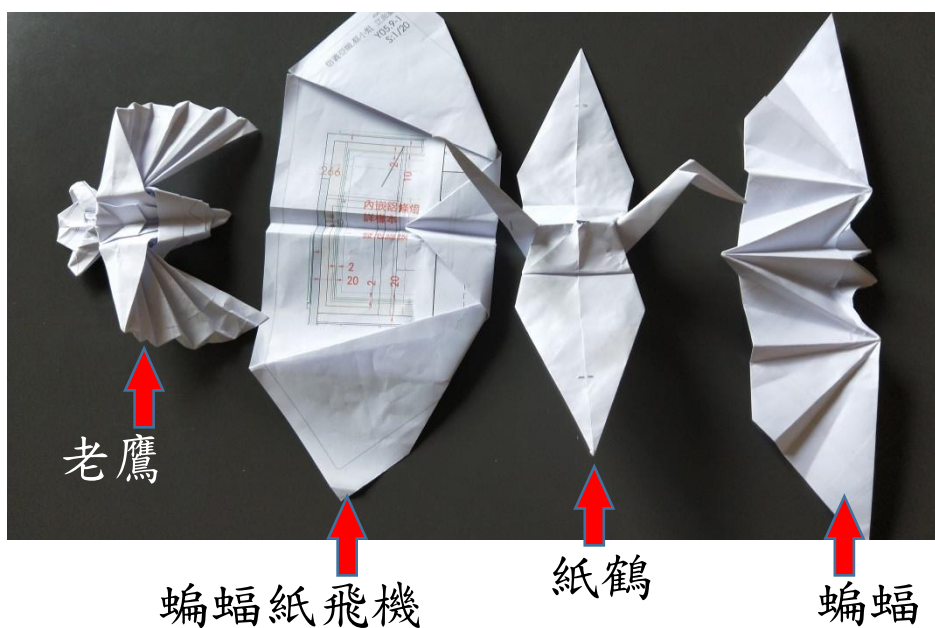
5-2. 摺紙支架的底部。



6-1. 製作摺紙作品。



6-2. 完成的作品。



7. 將摺紙夾上支架。



## 肆、研究結果與分析

### 一、實驗結果

#### 1. 翅膀拍動的幅度

在機關上換上越大的凸輪翅膀擺動的幅度就越大，相反的，在機關上換上越小的凸輪翅膀擺動的幅度就越小。

#### 2. 摺紙的樣式

要放在機關上的摺紙重心要盡量在摺紙正中央到尾端，這樣比較容易支撐摺紙，翅膀也比較容易拍動。

#### 3. 凸輪的形狀

在製作凸輪時，凸輪表面不能有太深的凹洞，如果有太深的凹洞，凸輪在轉動時，棍子會掉到凹陷處中。凸輪的形狀也不能太扁平，如果凸輪太扁平，凸輪在轉動到某個角度時，棍子會整支滑落到地上。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

要讓摺紙動起來並不是一件容易的事，製作前要先找指導老師和父母討論，且必須經過非常多個步驟，在製作凸輪時，所有的材料都必須保持垂直或水平，不然一個不小心，鏈條就會整組卡住，就得將機關停下，處理好後，再重新啟動機關，在製作機關時，必須要先分開來組裝，每一個部分都組裝好，且都測試好可以運轉後，才能將每一個部份組裝在一起，成為最終的機關。

### 二、給未來研究者的建議

在決定獨立研究要做什麼題目之前，一定要先和父母還有老師討論清楚，我因為六上時，對獨立研究毫無頭緒，導致我浪費掉了整整一個學期的時間，直到下學期開始一個月後，才有和爸媽討論，太晚和爸媽討論的話，製作的時



間就會變少，會做得很急，壓力會很大。

### 三、心得感想

我在製作的過程中，經歷了許多困難，幸好許多師長在這一路上一直陪伴我，讓我有辦法成功的度過困難，我要感謝鄭綺瑩老師的支持，讓我有辦法完成我原本我做不出來的獨立研究，在未來我也會用在製作這個研究時學到的經驗，來完成我的作業，不會讓老師在資優班教導我的知識白白浪費。

### 陸、參考資料

1. 摺紙密碼-三浦摺疊面積縮小率和承受重量大小探討-屏東縣第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書，摘自：  
[http://sci.ptc.edu.tw/Upfile/Works/1583323515\\_469566\\_43.pdf](http://sci.ptc.edu.tw/Upfile/Works/1583323515_469566_43.pdf)
2. 簡祺佑、蔡禮謙(2019)：相撲紙偶大進擊-紙相撲競賽優化設計。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書，摘自：  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-082809.pdf>
3. 林建懷、賴彥孫(2001)：聲光立體卡片以台南一級古跡為例。崑山科技大學資訊傳播系 專題成果報告。

