

## 摘要：

我們從市售玩具中發現，一個光柵片（黑色透明膠片）竟然能夠讓許多圖片活了起來，產生了想要破解這個玩具密碼的動機，所以，開始研究這個玩具相關的製作軟體、呈現方式，並找老師指導我們一起研究如何製作。首先我們使用 powerpoint 軟體製作多張圖檔(.gif)，匯入 Animated Illusion Creator v2.0.1，即完成底圖。不同張數的底圖與不同 pixels 的透明間距，產生的效果不同。實驗中，初步得到的結論是，疊合張數愈多，動畫亮度愈低，整體效果較差；疊合張數愈少，動畫亮度愈高，整體效果愈佳。在生活中能夠運用在物理性的跑馬燈或是霓虹燈，例如散熱風扇外圍，或是太陽能轉盤，讓跑馬燈自然呈現，無需過多的電，也可以利用商店的電動門進行類似的廣告宣傳效果。

## 壹、研究動機：

坊間有一套動畫教具，透過光柵板（黑色透明膠片）移動、旋轉可以讓單一靜態的圖卡呈現不同的動態畫面，有些是顏色產生變化，有些是位置移動，讓人好奇是怎麼製作出這樣的效果的。所以我們上網鍵入關鍵字「動畫製作」、「光柵」，查到「述文老師教學網」內有一個動畫製作軟體 Animated Illusion Creator v2.0.1 教學，可以製作出許多動畫效果，於是，我們決定下載這個軟體，嘗試操作，了解並熟悉軟體，進一步嘗試自製有趣的動畫。



其次，從 KINOPTIK ROBOTS 的彩色圖與光柵的組合，讓人聯想到霓虹燈，彩色圖是由許多不同的方塊及顏色組合，於是開始思考，這究竟是怎麼辦到的？如何製作底圖？這許多的驚奇開始了這一個光柵與動畫製作的實驗，開啟了破解這個玩具的旅程。

## 貳、研究目的：

- 一、探討動畫底圖如何形成？
- 二、探討光柵與底圖產生的動畫效果關係。
- 三、探究光柵黑色和透明間距的比與動畫最佳效果間的關係。
- 四、光柵動畫與生活應用的關係。

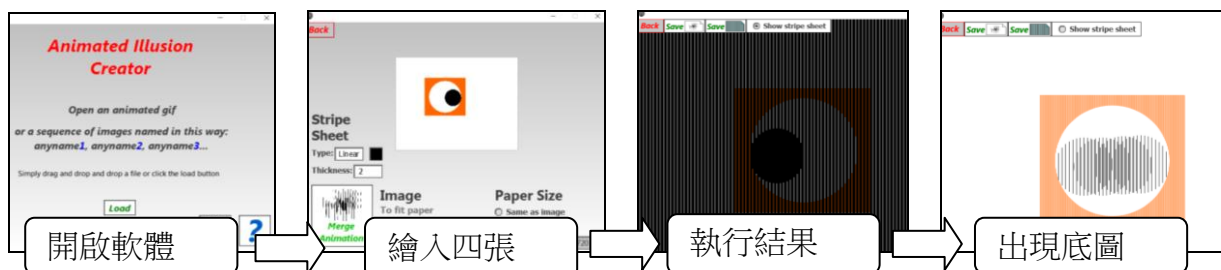
## 參、研究設備及器材

KINOPTIK ROBOTS 玩具、膠片、powerpoint 簡報軟體、Animated Illusion Creator v2.0.1 動畫軟體、尺、太陽能板、雷射印表機。

## 肆、研究過程、方法與結果：

在第 54 屆的科展的作品是利用 word 和小畫家來製作光柵板，製作過程較耗時，要製作出豐富的動態圖卡難度更高。研究軟體，可製作出類似效果，且縮短動態底圖製作的時間，所以決定運用這個軟體來製作。Animated Illusion Creator v2.0.1 軟體進行轉檔時，需要至少二張動作分解圖進行疊合，軟體可設定疊合後的底圖線條的像素 (pixels)、光柵板的類型 (Linear 或 Rotary) 及光柵板的顏色。不同的功能會產生不一樣的效果。

### (一) 軟體 Animated Illusion Creator v2.0.1 操作步驟：



### (二) 將玩具的圖卡產生的動態效果分四類如下表：

動態呈現方式		圖卡	生活應用
線性移動	黑色		可以運用在線性跑馬燈，或電動門結合看板介紹的效果。

	顏色		這種動畫能產生出霓虹燈的效果。
旋轉 移動	黑色		動態跑馬燈的動作變化更多。
	顏色		結合動態跑馬燈與霓虹燈的效果。

### (三) 軟體的操作變因

動畫軟體能夠改變的設定有 Type (linear 和 Rotary)、Thickness (2~無限) 及光柵板類型 (Linear 或 Rotary) 和底圖疊合張數

#### 實驗一：底圖張數與動態效果的關係

##### 1. 實驗步驟：

- (1) 利用 powerpoint 製作原圖，一個動作一張圖，另存新檔以 gif 為副檔名，每張簡報就是一張圖。
- (2) 將圖檔匯入 Animated Illusion Creator v2.0.1，即可產生底圖及對應的光柵板。
- (3) 底圖用紙張列印；光柵板用膠片列印。
- (4) 將光柵板置於底圖上方，緩慢移動即可看到動畫。

##### 2. 實驗結果：

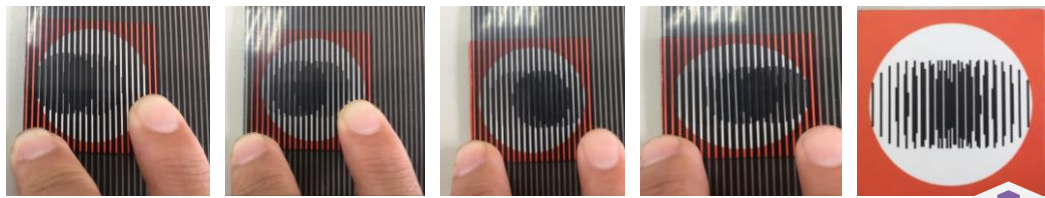
- (1) 練習幾種簡單圖形熟悉軟體。二張圖疊合，底圖會出現二道移動的痕跡；三張會出現三道移動的痕跡，圖疊合張數在一定的張數後，移動的痕跡反而趨於不明顯，只看到許多點的組合。

2 張圖疊合	3 張圖疊合	4 張圖疊合	5 張圖疊合	6 張圖疊合
7 張圖疊合	8 張圖疊合	9 張圖疊合	10 張圖疊合	11 張圖疊合

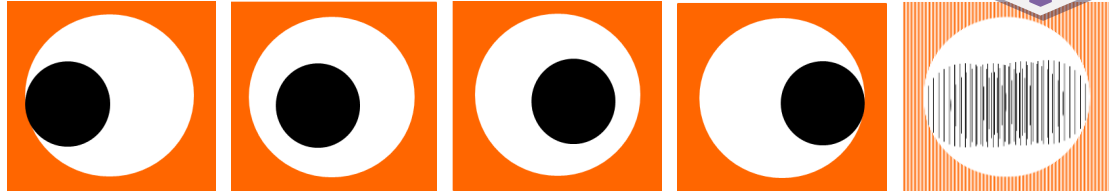
- (2) 破解教具的秘密：操作玩具圖卡，試著觀察動態展現方式、分析底圖，製作線性黑色、線性顏色、旋轉黑色三種類型的圖卡。

##### a. 線性黑色圖卡製作流程：

首先操作觀察、分析玩具底圖出現四個動作。

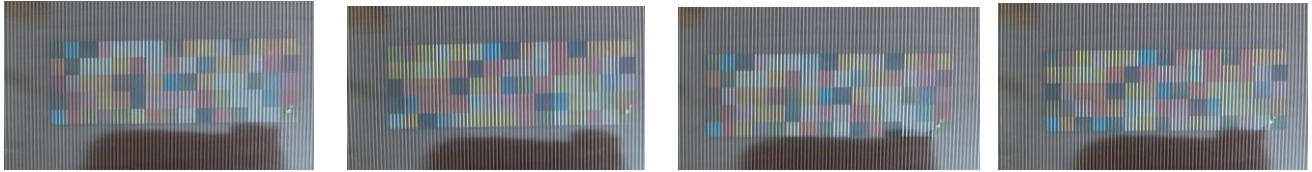


接著利用簡報軟體製作四張分解圖進行疊合

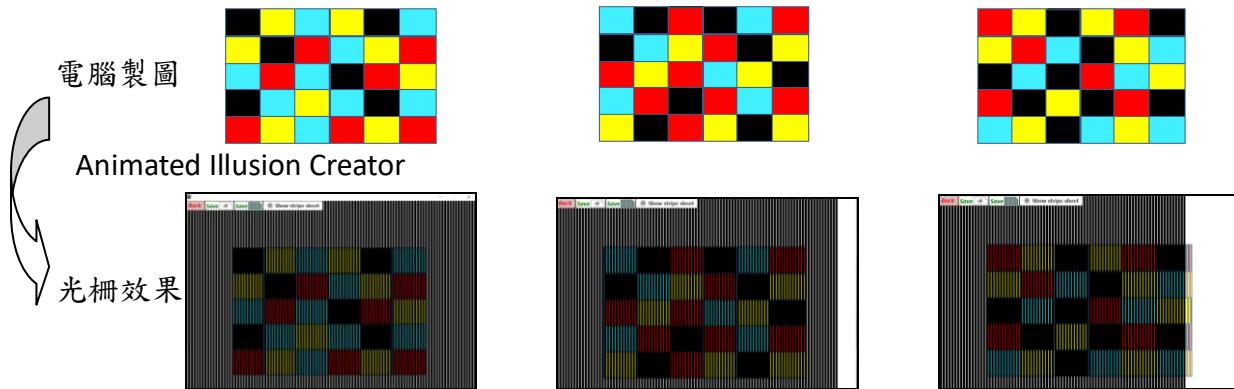


### b. 線性顏色圖卡製作流程

首先移動光柵片，發現一移動就換顏色。



接著把每張圖的方格都換上不同顏色試試看，結果用電腦繪圖後製的效果如下：



### c. 旋轉黑色圖卡製作流程

齒輪底圖，齒狀移動具有固定性和重覆性，如果要製作出這樣的底圖，最少需要幾張圖片疊合而成？首先分析齒輪的齒狀旋轉角是固定的，所以估測二張圖疊合，就可以產生旋轉效果，然而自製的底圖與玩具底圖差異甚大，疊合的底圖有明顯的鋸齒狀，推測是疊合張數不夠所致（圖 1）。

接著嘗試去除移動間的鋸齒狀，發現這是個線對稱圖形，齒狀有 8 個，數學計算  $360 \div 8 = 45$ ，即齒輪 1 旋轉到齒輪 2 位置轉動 45 度。先製作旋轉 0、9、18、27、36、45 度角的圖，共 6 張，出來的底圖隱約仍有鋸齒狀（圖 2。）表示疊合張數不夠多。

最後，修正一次旋轉 5 度，製作旋轉 0（同 45）、5、10、15、20、25、30、35、40 度共九張圖疊合，此時鋸齒狀已消失，近似玩具底圖（圖 3）。使用旋轉角 9 度和 5 度是因為 9 和 5 是 45 的因數，需要製作的原圖張數也不用太多。因底圖疊合張數愈多，動態畫面會愈暗。



教具圖卡

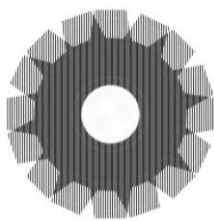


圖 1. 二圖疊合

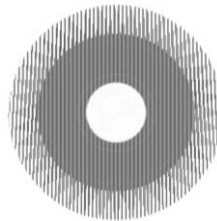


圖 2. 六圖疊合

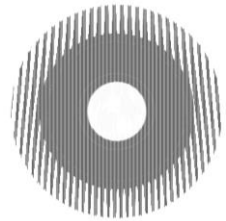


圖 3. 九圖疊合

### 實驗二：光柵寬度與動態效果的關係

#### 1. 實驗步驟：

- (1) 固定像素(pixels)，改變底圖疊合的張數，測量黑色的區域和透明區域的寬度。
- (2) 固定底圖疊合張數，改變像素(pixels)，測量黑色區域和透明區域的寬度。

#### 2. 實驗結果：

- (1) 固定像素(pixels)，底圖疊合的張數愈多，黑色的區域愈大，透明區域不變。



pixels \ 疊合張數	2	3	4	6
2	0.0375	0.075	0.1125	0.15
3	0.0375	0.075	0.1125	0.15
4	0.0375	0.075	0.1125	0.15
6	0.0375	0.075	0.1125	0.15

(2) 固定底圖疊合張數，像素(pixels)數值愈大，黑色區域和透明區域都會變大。

使用量尺測量光柵片黑色區域與透明區域的寬度，無法直接測量單一區域，則以數個黑色與透明區域寬度總合記錄，記錄方式是三個黑色二個透明，記成 3B2W，然後透過運算找到個別寬度。光柵間距「黑：透明」記錄如下：

pixels \ 疊合張數		2	3	4	6
2	原比	0.075:0.0375	1:0.8	1.5:1	2:1.5
	換算整數比	2:1	5:4	3:2	4:3
	比值	2	1.25	1.5	1.33
3	原比	9:2	1.8:0.9	9:4	1.45:0.3(3B2W)
	換算整數比	9:2	2:1	9:4	5:2
	比值	4.5	2	2.25	2.5
4	原比	1.4:0.1875(6B5W)	1.05:0.15(3B2W)	0.85:0.1125(2B1W)	2:0.3(3B2W)
	換算整數比	16:5	12:5	16:5	19:5
	比值	3.2	2.4	3.2	3.8
6	原比	2:0.1875(6B5W)	1:0.075(2B1W)	2.05:0.225(3B2W)	0.9:0.15
	換算整數比	8:1	17:3	16:3	6:1
	比值	8	5.7	5.3	6

註：① 上表綠字是透過測量與運算的結果；黑字是直尺測量結果；藍字是透明區域運用比值換算。

② 疊圖 2 張，白色寬度 pixel2 的計算方式如下：藉疊圖 6 張的黑區是疊圖 2 張黑區的 3 倍+2 白色區域，從這個關係，找到疊圖 6 張黑區約是 0.30mm。pixel2 白區約 0.0375， $(0.30 - 0.0375 \times 2) \div 3$  得到的近似值是 0.075。


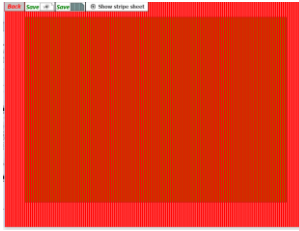




### 實驗三：光柵顏色和霓虹燈效果的關係

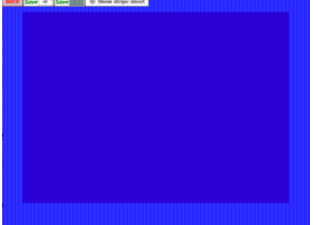

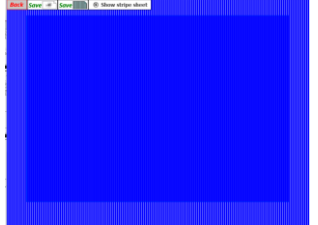
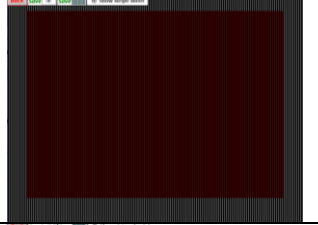
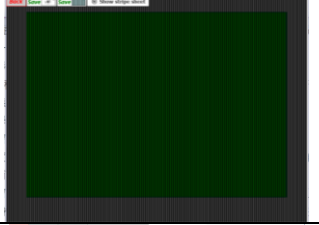
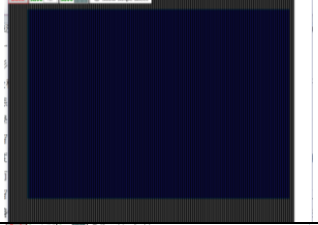

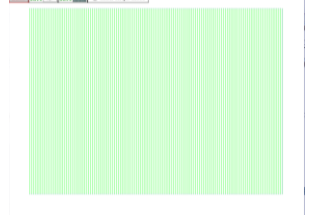
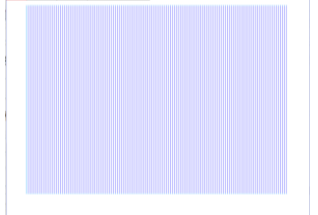
#### 1. 實驗步驟：

- (1) 運用紅、綠、藍三色光製作霓虹燈。
- (2) 固定底圖張數和像素(pixels)，改變光柵顏色，觀察霓虹燈動畫效果。

#### 2. 實驗結果：

黑色和白色光柵板可以呈現出原來的紅、綠、藍三種顏色，只是深淺不同；其他紅、綠、藍光柵板則無法產生原來的顏色，反而是疊色後的效果，但不顯著。

光柵顏色	紅	綠	藍
紅			
綠			

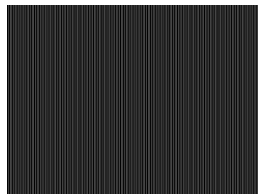
藍			
黑			
白			

## 伍、討論：

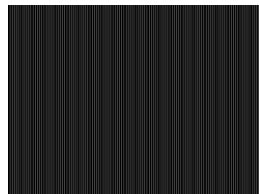
- 一、疊合張數愈多，黑色寬度愈寬，因為遮蔽效果的緣故，需要將其他不需要看到的動態分解圖遮好，一次只出現一張分解圖，所以會有黑色區域變大的效果。
- 二、像素愈大，動態效果愈不明顯，因為黑色與透明的寬度加大，底圖連續的效果較差，所以在像素 6 以下的動態效果是比較理想的。
- 三、光柵板的顏色對霓虹燈的效果不顯著，可能是因為色塊重疊的原因、使某些顏色相近的色塊無法呈現自己的顏色。
- 四、軟體可以製作出較多類型的動態底圖，但是在不改變像素的前提下，如果透明區域能夠設定，或許可以創作出更多不同效果的動畫。這部分是目前 Animated Illusion Creator v2.0.1 還沒辦法克服的。
- 五、研究僅在二維的動態，至於立體動畫的部分還有待進一步釐清如何去做分解動作的疊合。



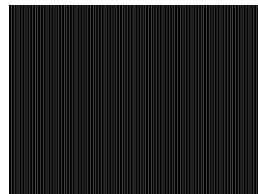
二疊合 2 像素



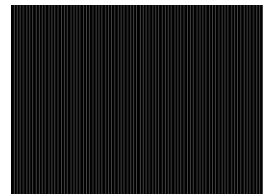
三疊合 2 像素



四疊合 2 像素



五疊合 2 像素



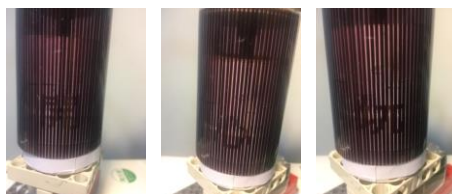
六疊合 2 像素

## 陸、結論：

1. 破解了玩具底圖的秘密，理解光線的遮蔽與視覺暫留的原理，提升了學習物理的興趣，明白生活中處處是學習的媒材。
2. 坊間的商店跑馬燈或霓虹燈都會使用到電力，這個研究結果可以運用在生活中，對節能也會有些助益。不插電的霓虹燈，利用色塊的變化進行底圖製作，移動透明黑色條紋片即可產生。利用綠色能源如風力或太陽能，使條紋片移動就能產生效果。



手動 VS 太陽能



開心玩動態跑馬燈



三原色光霓虹燈

## 柒、參考文獻：

1. 康軒(2012)。四上自然領域課本。第三單元奇妙的光。
2. 摩爾紋現象。取自：<http://www.twwiki.com>
3. 廖述文(2014年10月18日)。訊息名稱【述文老師學習網】。取自  
<http://harmonica80.blogspot.tw/2014/10/animated-illusion-creator.html>
4. 洪翊超、王信閔、楊志強、邱惠珠(103年5月)。報告名稱。中華民國第54屆中小學科學展作品說明書(編號：080105)，未出版。