

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

080120

2D 變 3D—立體影像形成原理與製作

學校名稱：臺中市龍井區龍海國民小學

作者：	指導老師：
小五 顏鈺璇	紀慶隆
小五 周柏凱	李義評
小五 陳宛廷	
小五 林照翔	
小五 陳芳嫻	
小五 陳培宇	

關鍵詞：紅青眼鏡、3D、立體影像

2D 變 3D-立體影像形成原理及製作

摘要

從雙眼立體視覺檢查圖操作中，將發現問題分為影像位置、大小及顏色兩類。在影像位置、大小中，邊緣差異量對影像位置、大小皆有影響，眼睛到螢幕距離值會影響影像位置，但影像大小不變。物體大小不會影響影像位置，但影像大小會有等比率縮小。結合 GeoGebra 所建立操作模型，經由兩個面向的實測值及理論值比較，發現使用操作模型來預測立體影像的位置及大小是可行的。色光通過濾鏡時，照度值具有獨立性和累加性的趨勢。從彩虹顏色和 3D 影像顏色比較，發現 3D 顏色合成的模式不完全是加光原則或減光原則。運用研究成果解釋問題，都可以充分說明及回答，表示目前實驗成果能說明 3D 立體影像的形成原理。掌握 3D 立體影像的形成原理即可製作出 3D 立體特效。

壹、研究動機

在學校，老師拿出一組塑膠片，塑膠片上有大大小小的紅色圈圈及綠色圈圈，老師接著拿出一支兩眼分別是紅色及青色的眼鏡，戴上眼鏡後，發現平面的影像跑出來，變成立體的。當眼鏡拿下後，直接看塑膠片上圖案，發現只有兩組不同顏色的影像。腦中產生一大堆疑問，為什麼有沒有戴紅青眼鏡，看到影像差異會這麼大？

貳、研究目的

- 一、找出立體影像問題。
- 二、探討影響立體影像的位置及大小的因素。
- 三、研究如何製作操作模型。
- 四、探討影響立體影像的顏色的因素。
- 五、用研究成果來解釋問題
- 六、研究如何操控立體影像因素製作出立體特效。

參、文獻探討

一、3D 立體視覺：

陳忠志老師說明 2D 平面上產生 3D 的立體視覺效果，原因在於眼睛看同一物體時，左、右眼與物體連線角度不同，各眼看到的位置不同，如左眼看到位置在右、右眼看到位置在左，會形成雙目視差。當我們用雙眼觀察景物時，觀察者將兩眼視差資訊傳給大腦，再經大腦內部機制加以融合後，產生有立體 3D 效果的景物。

二、色光混合：

紅光+綠光=黃光，黃光的互補色為藍光，對應互補色的光可混合成白光，如黃光+藍光=白光。光是色光加光原則，不屬於色彩原料的減光原則。

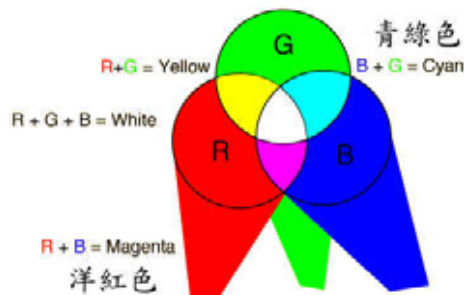
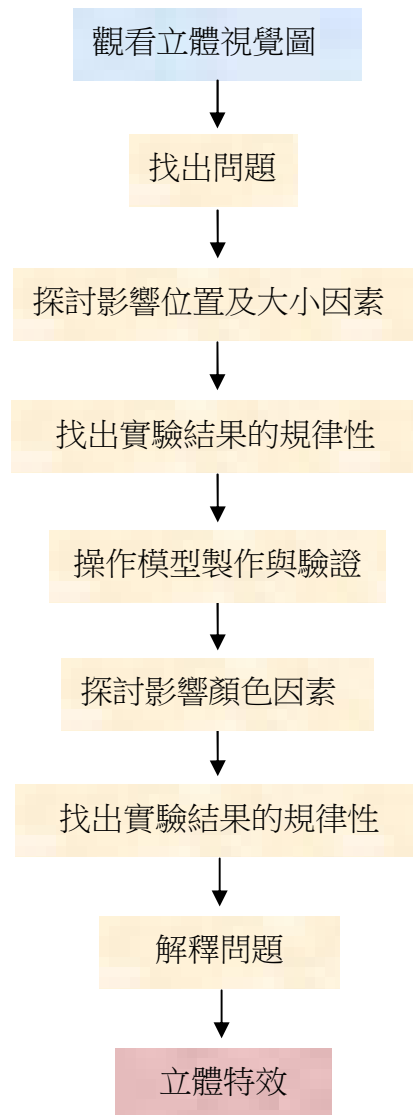


圖 1：色光混合

肆、研究器材

電腦、尺、紅青眼鏡、膠帶、麥克筆、紙箱、照度計、紙板、美工刀、剪刀、雙眼立體視覺檢查圖、吸管、切割墊。

伍、研究設計



陸、研究方法、過程、結果與討論

研究一：找出立體影像問題

研究方法：經由資料閱讀及操作雙眼立體視覺檢查圖，觀察、討論、並匯整問題如下，將問題分為兩大類（1）影像位置、大小（2）影像顏色

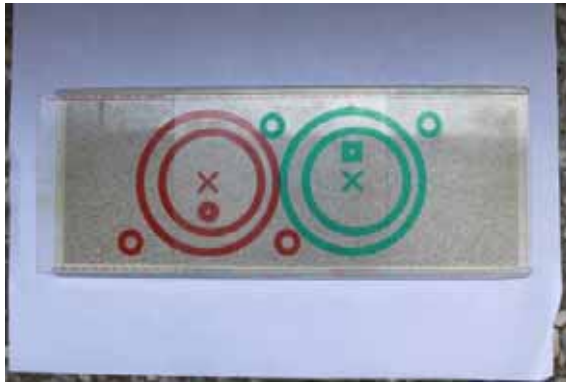


圖 2：雙眼立體視覺檢查圖

表 1：立體影像問題

影像大小、位置	影像顏色
1.紅色物件和綠色物件為什麼要擺不一樣的地方？	1.灰色背景的用處是什麼？
2.為什麼要有大物件和小物件？	2.膠片上的圈圈為什麼要用紅色和綠色？
3.膠片上方為什麼要有刻度？	3.為什麼會看到黑色的圈圈？
4.為什麼圓圈左右移，看到的影像會前後移動？	4.為什麼眼鏡顏色是紅色和青色？
5.為什麼小圓重疊時大圓凸出，大圓重疊時小圓凸出？	5.為什麼閉左眼或右眼看到的黑圈位置會不同？
6.為什麼距離膠片遠近看到圖案不大相同？	6.為什麼用紅青眼鏡會看到立體影像？

研究二：探討影響立體影像的位置及大小的因素

研究方法：

- 1 先用 photoimpact 製作具有邊緣差異量的圓，並開啟放在電腦螢幕上。
- 2 將桌上貼上膠帶，並每間格 5cm，畫上刻度，並寫上刻度值。
- 3 將紙箱割出眼睛寬度的洞，做為觀察的依據。
- 4 紙箱下方放置重物，避免觀察者碰到後移動。
- 5 觀察影像位置時，將尺前後移動，當剛好到達凸出位置，影像會融入尺中，此時表示尺和影像同一平面位置。從另一個面向觀察，如圖四所示，紅、藍球的位置有三種情形：
 - (1) 當尺放在 a、b 點時，當閉左眼、開右眼時，紅色球會移動到尺左側。當開左眼、閉右眼時，藍色球會移動到尺右側。
 - (2) 當尺放在 c 點時，當閉左眼、打開右眼時，紅色球出現在尺邊緣不移動。當開左眼、閉右眼時，藍色球出現在尺邊緣不移動。此情況為影象融入尺中。
 - (3) 當尺放在 d 點時，當閉左眼、開右眼時，紅色球會移動到尺右側。當開左眼、閉右眼時，藍色球會移動到尺左側。
- 6 當影像會融入尺中，用尺量測影像凸出螢幕量。
- 7.每次實驗 3 次重覆。



圖 3 探討影響立體影像的位置及大小的因素研究方法

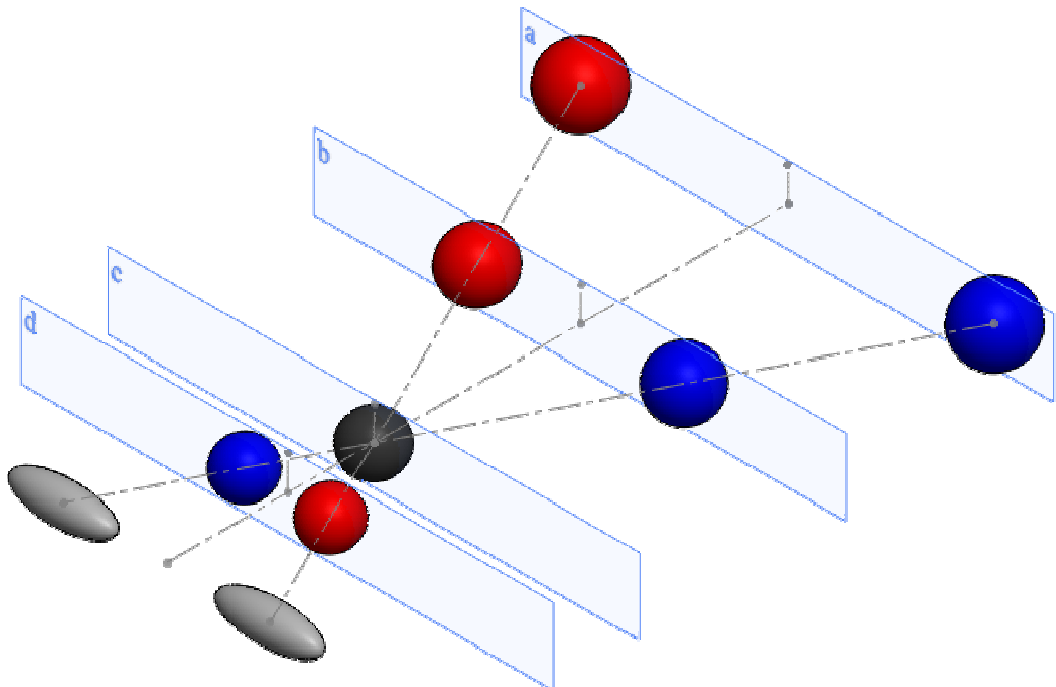


圖 4 立體影像位置圖

【實驗一】：改變邊緣差異量對像的影響

一、設計

(一) 控制變因：螢幕綠、紅色圓內徑 (7cm)、眼睛到螢幕距離 (45cm)。

(二) 操作變因：邊緣差異量 (1cm、2cm、3cm、4cm、5cm 五種)。

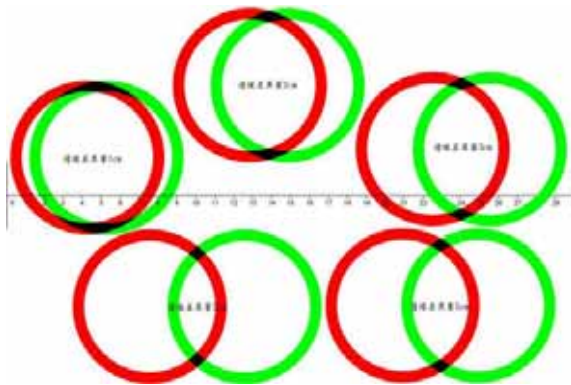


圖 5：五種邊緣差異量

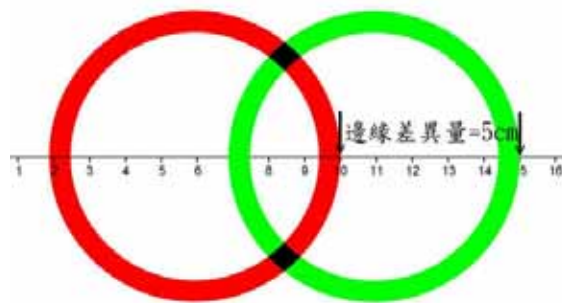


圖 6: 邊緣差異量 5cm 放大圖

二、結果

在同樣的圓大小、眼睛到螢幕距離相同的情況下，邊緣差異量越大，影像凸出量比較大。

表 2：比較不同邊緣差異量產生的影像凸出量

邊緣差異量 (cm)	1	2	3	4	5
影像凸出量平均值(cm)	6.67	11.33	15.00	18.00	21.00

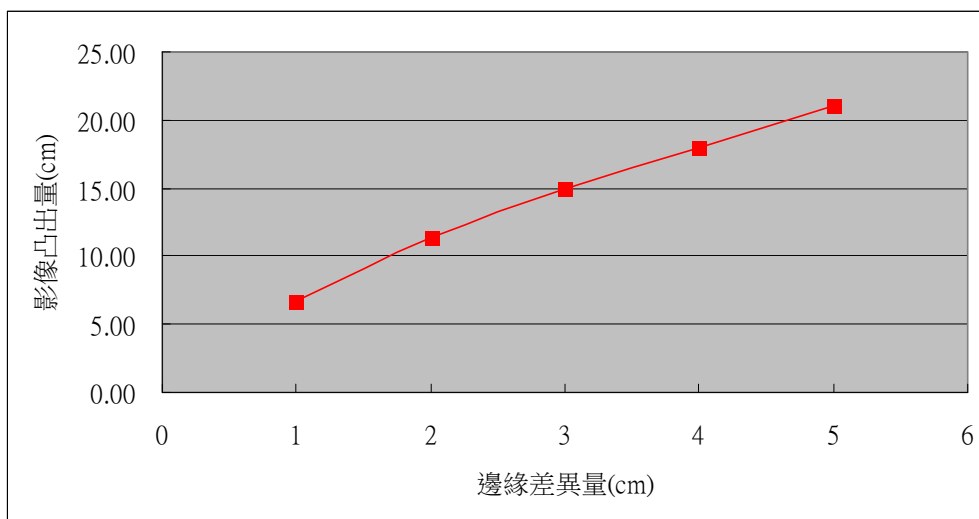


圖 7：比較不同邊緣差異量產生的影像凸出量

在同樣的圓大小、眼睛到螢幕距離相同的情況下，邊緣差異量越大，影像大小越小。

表 3：比較不同邊緣差異量產生的影像大小

邊緣差異量 (cm)	1	2	3	4	5
影像大小平均值 (cm)	6.30	5.63	4.57	4.00	3.73

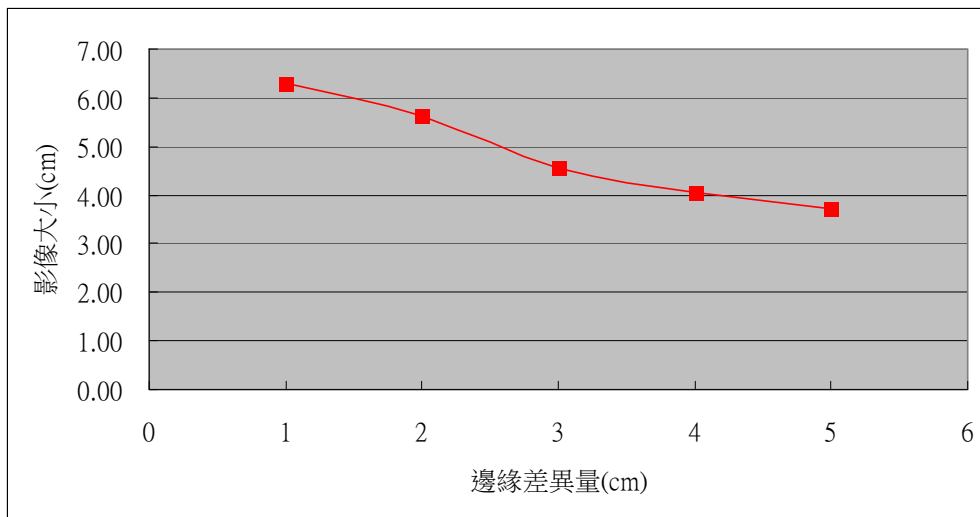


圖 8：比較不同邊緣差異量產生的影像大小

在同樣的圓大小、眼睛到螢幕距離相同的情況下，影像凸出量越大，影像大小越小。

表 4：比較不同影像凸出量產生的影像大小

邊緣差異量(cm)	1	2	3	4	5
影像凸出量	6.67	11.33	15.00	18.00	21.00
影像大小平均值(cm)	6.30	5.63	4.57	4.00	3.73

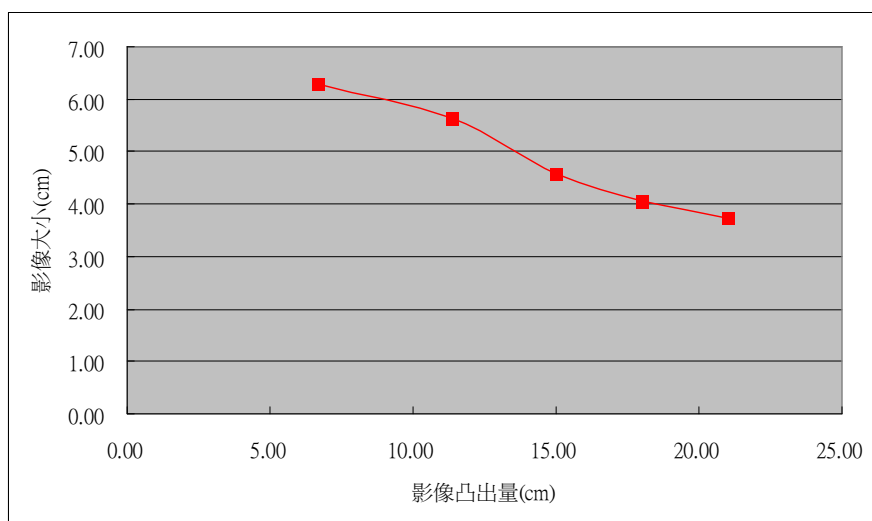


圖 9：比較不同影像凸出量產生的影像大小

綜合以上所述，邊緣差異量越大，影像凸出量越大，但影像大小越小。

【實驗二】：改變眼睛到螢幕距離值對像的影響

一、設計

(一) 控制變因：螢幕綠、紅色圓內徑 (7cm)、邊緣差異量 (5cm)。

(二) 操作變因：眼睛到螢幕距離值 (30cm、40cm、50cm、60cm、70cm 五種)。



圖 10：改變眼睛到螢幕距離值對像的影響實驗配置

二、結果

在同樣的圓大小、邊緣差異量相同的情況下，眼睛到螢幕距離值越大，影像凸出量越大。

表 5：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像凸出量

眼睛到螢幕距離值(cm)	30	40	50	60	70
影像凸出量(cm)	12.5	18.5	22.5	26.5	32.5

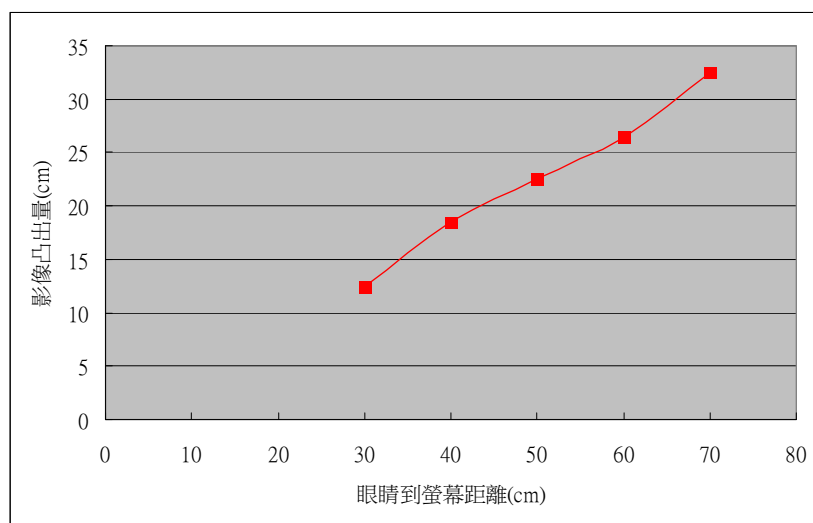


圖 11：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像凸出量

在同樣的圓大小、邊緣差異量相同的情況下，眼睛到螢幕距離值越大，影像大小沒有改變。

表 6：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像大小

眼睛到螢幕距離值(cm)	30	40	50	60	70
影像大小(cm)	4.1	4	4.1	4	4

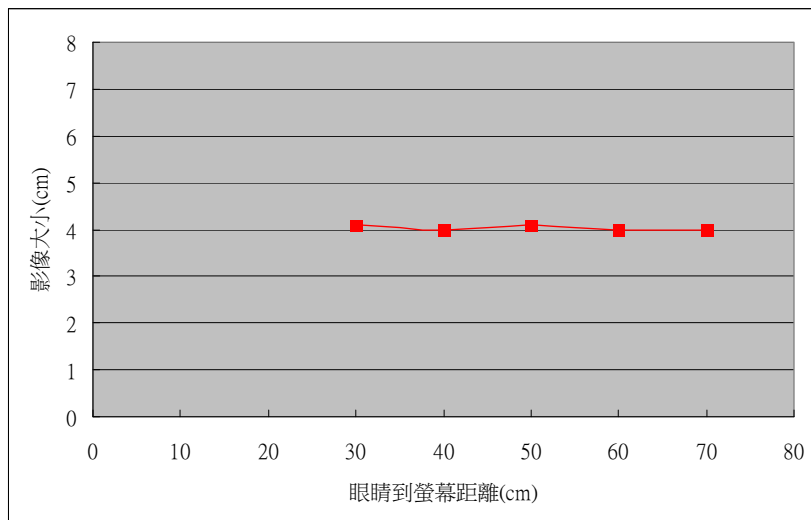


圖 12：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像大小

在同樣的圓大小、邊緣差異量相同的情況下，影像凸出量越大，影像大小沒有改變。

表 7：比較不同影像凸出量產生的圓影像大小

眼睛到螢幕距離值(cm)	30	40	50	60	70
影像凸出量(cm)	12.5	18.5	22.5	26.5	32.5
影像大小(cm)	4.1	4	4.1	4	4

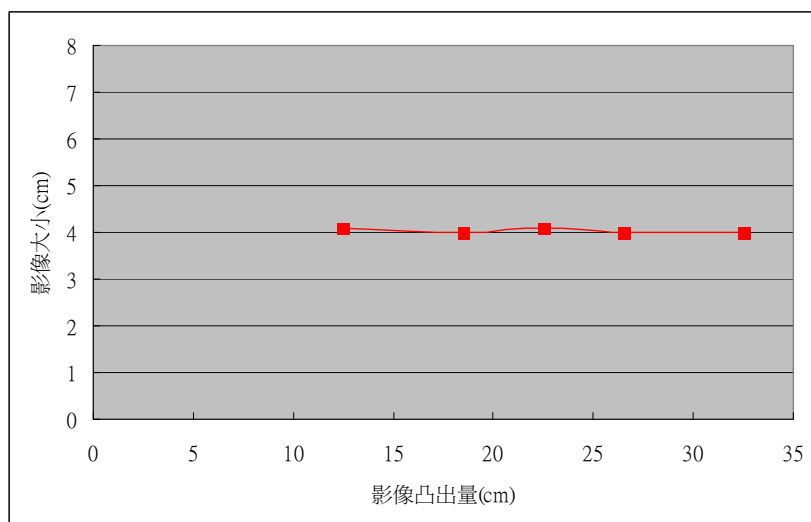


圖 13：比較不同影像凸出量產生的影像大小

綜合上述，眼睛到螢幕距離值變大，影像凸出量也會跟著變大，但影像大小不變。

【實驗三】：改變物體大小值對像的影響

一、設計

(一) 控制變因：眼睛到螢幕距離值 (45cm)。

(二) 操作變因：螢幕綠、紅色圓直徑 (2cm、4cm、6cm、8cm、10cm 五種)、邊緣差異量 (2cm、

6cm、10cm 三種)。

邊緣偏差量2cm

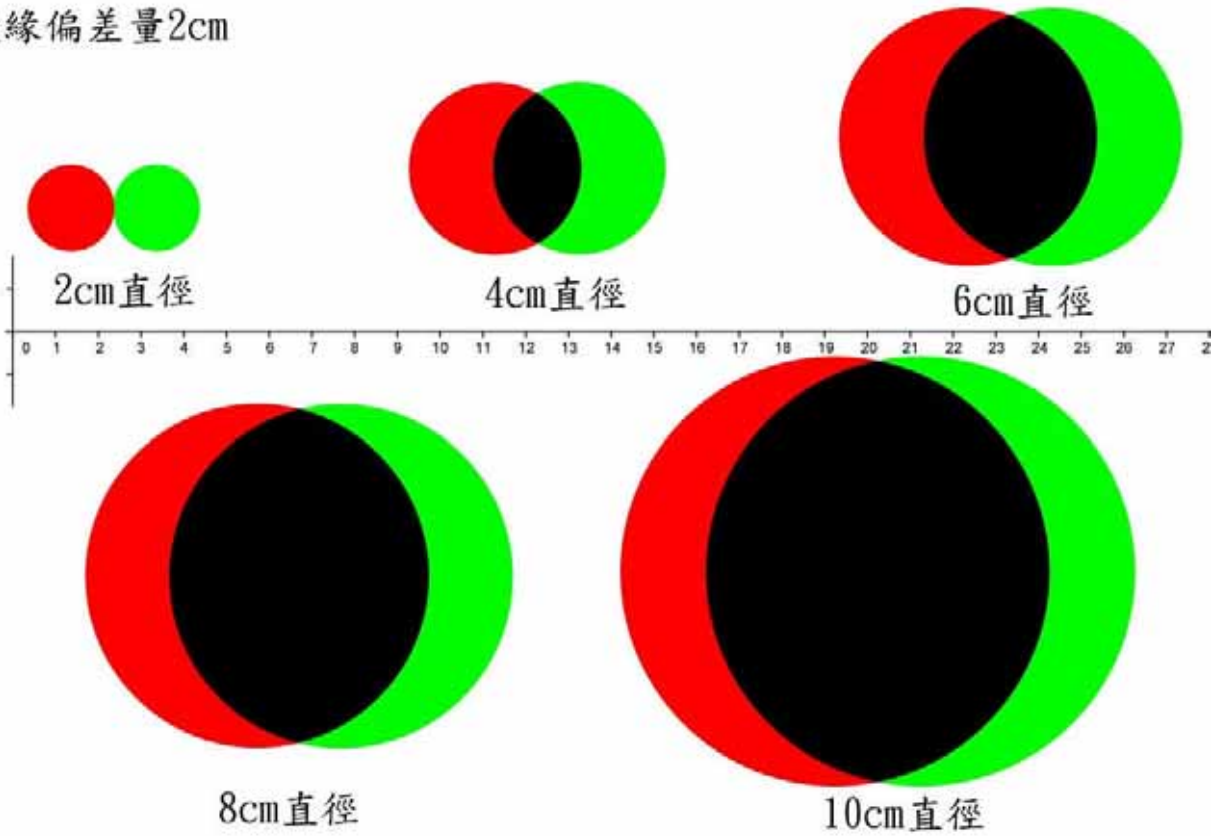


圖 14：物體大小改變

二、結果

在同樣的眼睛到螢幕距離值、邊緣差異量相同的情況下，影像凸出量值不變。由此推知，邊緣差異量是影像凸出量的影響因素。

表 8：比較不同圓直徑產生的影像凸出量

圓直徑(cm)	影像凸出量平均值(cm)		
	邊緣差異量 2cm	邊緣差異量 6cm	邊緣差異量 10cm
2	10.5	22.5	28
4	10.5	22.5	28
6	10.5	22.5	28
8	10.5	22.5	28
10	10.5	22.5	28

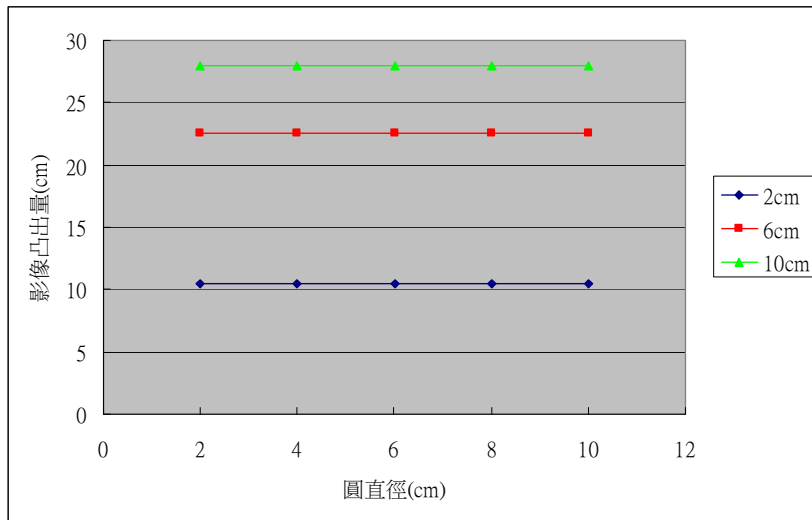


圖 15：比較不同圓直徑產生的影像凸出量

在同樣的眼睛到螢幕距離值、邊緣差異量相同的情況下，影像大小會縮小，而且發現邊緣差異量越大，影像大小縮得越小，但三者趨勢相同。

表 9：比較不同圓直徑產生的影像大小

圓直徑(cm)	影像大小 (cm)		
	邊緣差異量 2cm	邊緣差異量 6cm	邊緣差異量 10cm
2	1.5	1.3	0.5
4	3	2.8	1.5
6	4.5	3.2	2.3
8	6	4.5	3.3
10	7.8	5.6	3.7

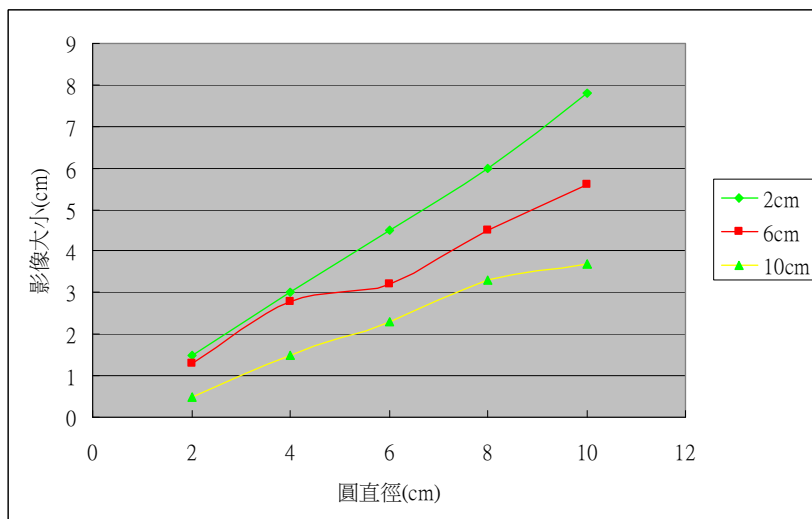


圖 16：比較不同圓直徑產生的影像大小

綜合上述，圓直徑不會影響影像凸出量，但對於影像大小會影響，有一個比率存在。

研究三：研究如何製作操作模型

研究方法：

- 1.用紙箱挖出觀察孔。
- 2.用書墊高，讓吸管能和眼睛平行。
- 3.粉筆盒割出一V形凹槽，將粉筆放入V形凹槽中。
- 4.放切割板在後方，做為影像投影處。
- 5.將眼睛靠近觀察孔。
- 6.用尺標註出觀察位置。
- 7.使用粉筆畫出位置，方便測量。
- 8.每一實驗值，做3次重覆。



圖 17：研究如何製作操作模型研究方法

實驗後，發現研究方法比較不客觀，易受眼睛距離、吸管位置、粉筆等變因影響，便改變研究方法如圖 18 所示，下方兩紅點表示瞳孔距 6cm，上方兩紅點表示物體長度，橫向尺表示螢幕，而斜向鐵尺表視線為直線，由眼睛出發、到達物體、最後落在螢幕上，如下圖所示，左眼經物體左側到達螢幕，直接讀出橫向鐵尺刻度，即可得知影像位置。

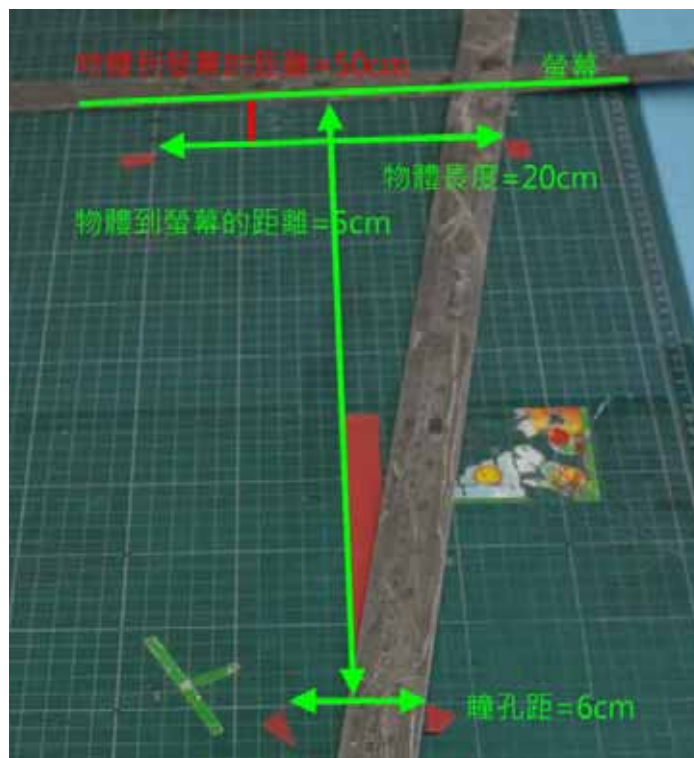


圖 18：改良如何製作操作模型研究方法

GeoGebra 是一個動態的幾何軟體，容易學習及操作。您可以在上面畫點、線段，甚至是直線，事後你還可以改變它們的屬性。

為了驗證操作模型和實際觀察結果有無差異，將從兩個面向得到數值後比較，首先將以實際觀看物體得知影像長度。另外，將以在操作模型中輸入物體大小、物體到螢幕距離、及眼睛到螢幕距離值，即可算出理論影像大小及位置，兩者互相比較，看趨勢及數值，就可得知操作模型正確性。

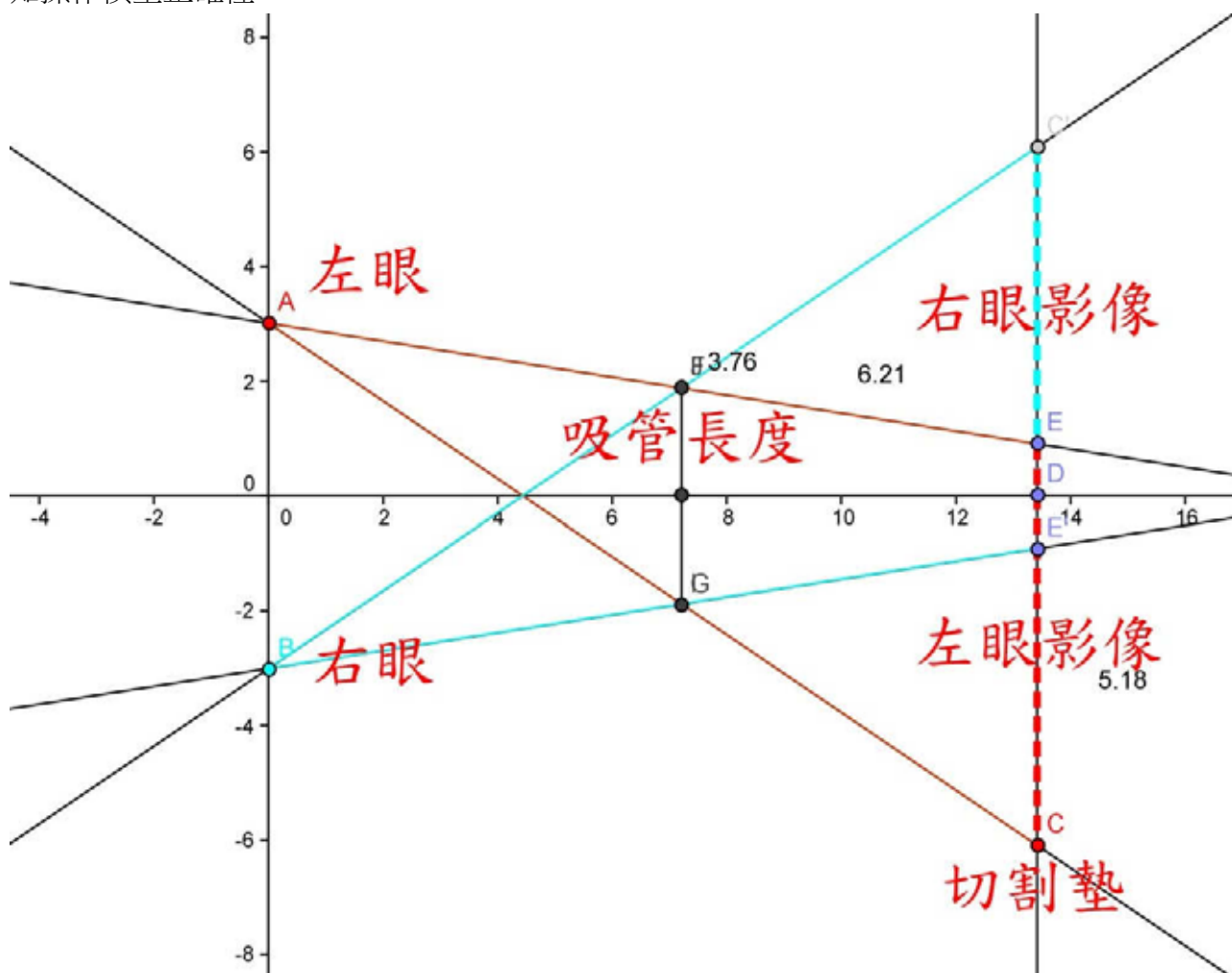


圖 19：操作模型

【實驗一】：改變眼睛到螢幕對影像大小的影響

一、設計

- (一) 控制變因：物體大小 20cm、物體到螢幕距離 10cm。
- (二) 操作變因：眼睛到螢幕距離值（40cm、50cm、60cm、70cm、80cm 三種）

二、結果

由圖 20 所示，當眼睛到螢幕距離改變時，影像長度測量值及模擬值比較，兩者變化趨勢一致，三條線幾乎重合。從圖 21 可知，當眼睛到螢幕距離改變時，邊緣差異量測量值及模擬值比較，兩者變化趨勢當眼睛一樣，而且大小一致。

表 10：比較不同眼睛到螢幕距離對影像長度

	40cm	50cm	60cm	70cm	80cm
閉右眼平均值	26.76	25.10	24.10	23.40	22.92
閉左眼平均值	26.70	25.16	24.04	23.40	22.90
影像長度理論值	26.66	25.00	24.00	23.33	22.85
邊緣差異量平均值	1.99	1.53	1.23	1.00	0.91
邊緣差異量理論值	2.00	1.50	1.20	1.00	0.86

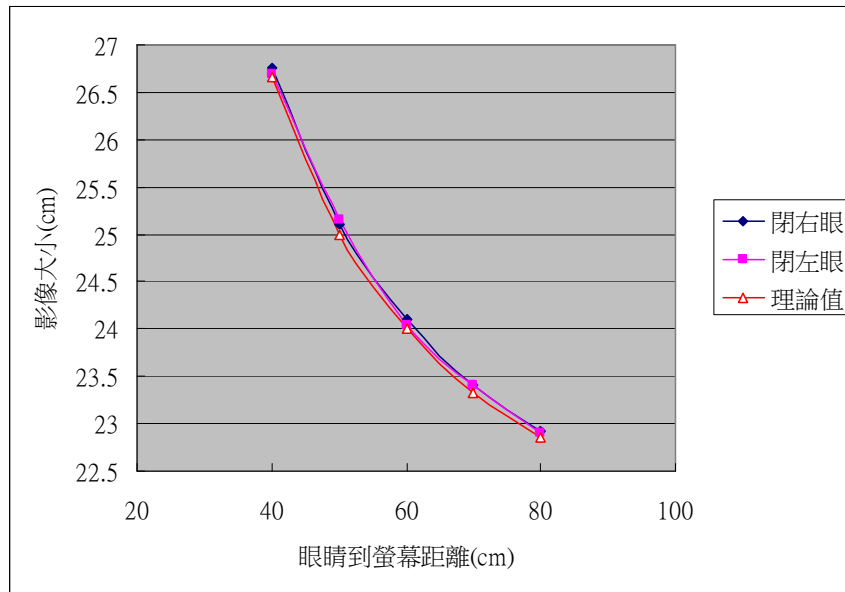


圖 20：比較不同眼睛到螢幕距離對影像大小

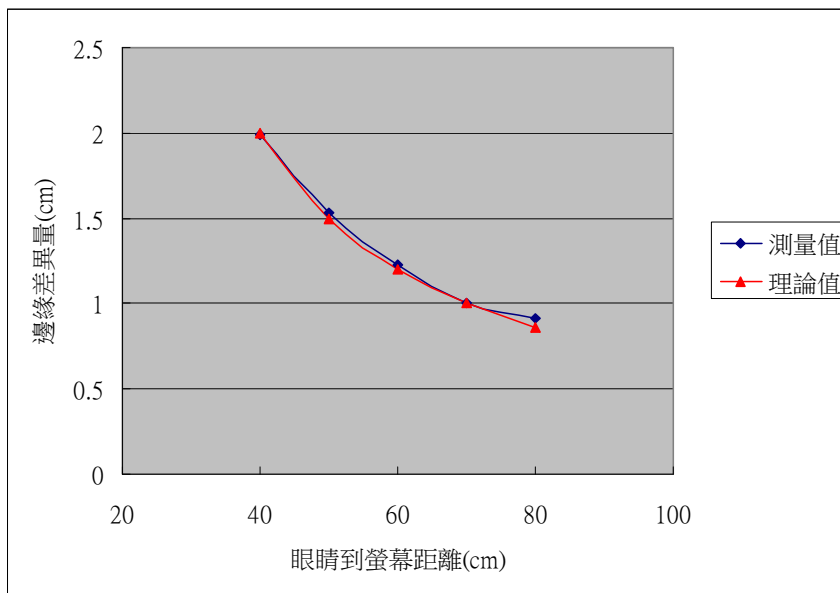


圖 21：比較不同眼睛到螢幕距離對邊緣差異量

【實驗二】：改變物體到螢幕對影像大小的影響

一、設計

- (一) 控制變因：物體大小 20cm、眼睛到螢幕距離值 50cm
- (二) 操作變因：物體到螢幕距離 (5cm、10cm、15cm、20cm、25cm 五種)

二、結果

由圖 22 所示，當物體到螢幕距離改變時，影像長度測量值及模擬值比較，兩者變化趨勢一致。且實驗值和理論值一致。從圖 23 可知，物體到螢幕距離改變時，邊緣差異量測量值及模擬值比較，兩者變化趨勢一致且重合。

表 11：比較不同物體到螢幕距離對影像長度

	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm
閉右眼平均值	22.42	25.38	28.94	33.48	40.14
閉左眼平均值	22.48	25.42	28.84	33.54	40.38
影像長度理論值	22.22	25.00	28.75	33.33	40.00
邊緣差異量平均值	0.71	1.56	2.81	3.97	6.18
邊緣差異量理論值	0.67	1.50	2.57	4.00	6.00

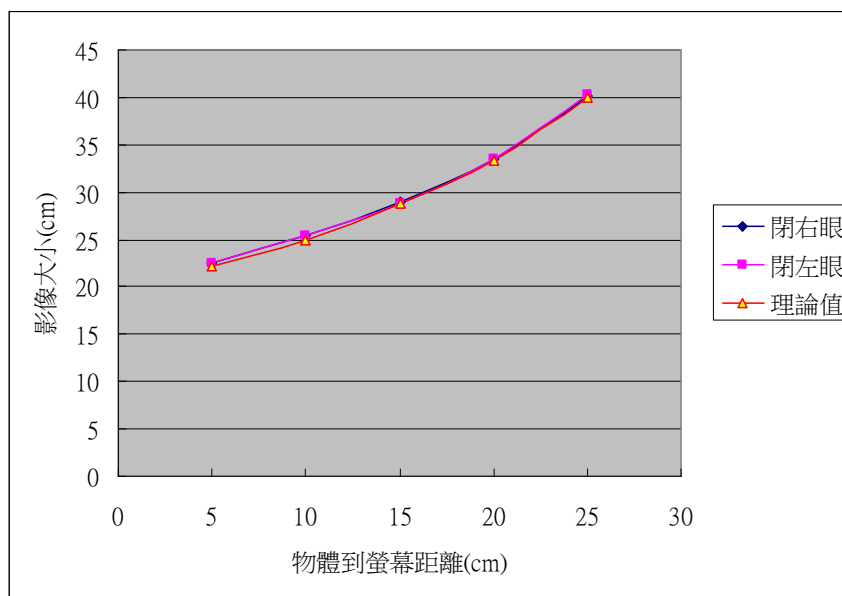


圖 22：比較不同物體到螢幕距離對影像大小

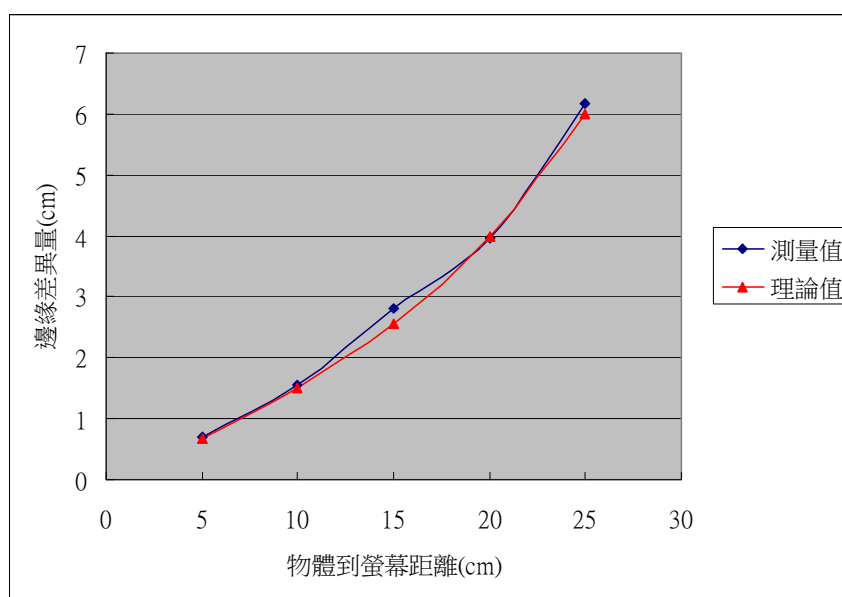


圖 23：比較不同物體到螢幕距離對邊緣差異量

【實驗三】：改變物體大小對影像大小的影響

一、設計

(一) 控制變因：物體到螢幕距離 10cm、眼睛到螢幕距離值 50cm

(二) 操作變因：物體大小 (4cm、8cm、12cm、16cm、20cm 五種)

二、結果

由圖 24 所示，當物體長度改變時，影像測量值及理論值兩者變化趨勢一致，而且為傾斜角度一樣。從圖 25 可知，物體長度改變時，邊緣差異量測量值都為 1.5 不變，而理論值在物體長度為 4cm 時，測量值有上升，但兩者差距不大。

表 12：比較不同物體長度對影像長度

	4cm	8cm	12cm	16cm	20cm
閉右眼平均值	5.04	10.08	15.22	20.24	25.34
閉左眼平均值	5.14	10.06	15.36	20.28	25.46
影像大小理論值	5.09	10.00	15.00	20.00	25.00
邊緣差異量平均值	1.65	1.55	1.59	1.60	1.60
邊緣差異量理論值	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

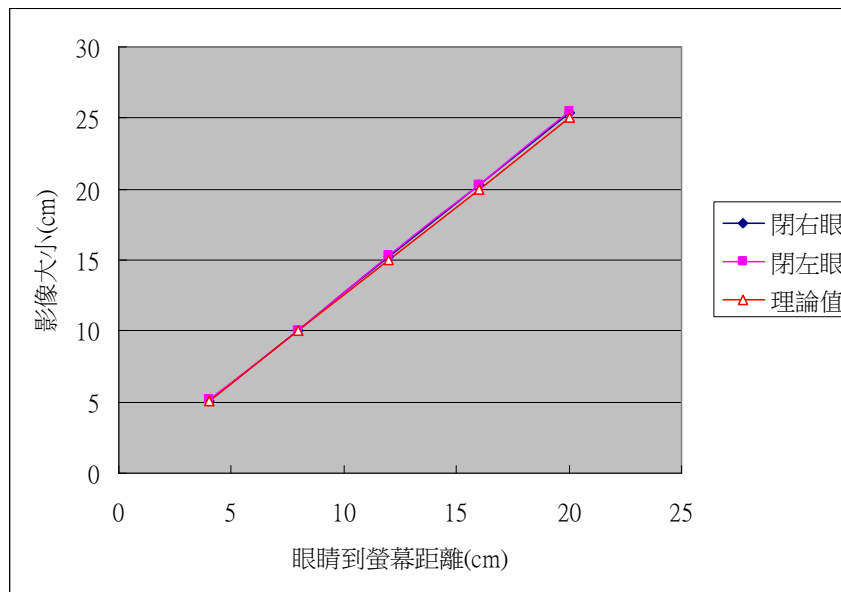


圖 24：比較不同物體大小對影像大小

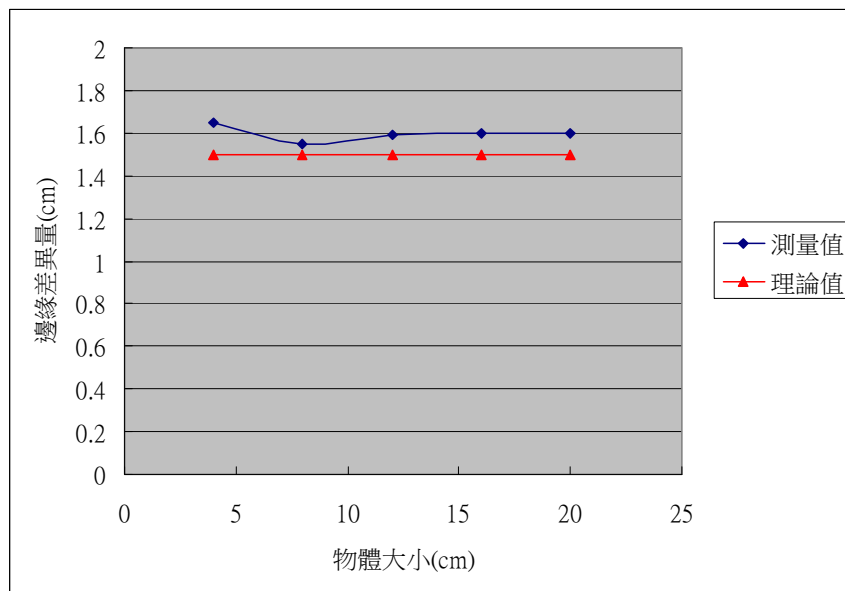


圖 25：比較不同物體大小對邊緣差異量

【實驗四】：以研究二實驗驗證操作模型

一、設計

利用吸管實際觀察建立操作模型後，為了驗證此操作模型在預測立體影像的位置及大小的實驗結果是否也是一樣正確，故將研究二所得實際量測平均值逐一和操作模型理論值進行比較，並算出誤差率，誤差率定義如下：誤差率 = (理論值 - 實測值) / 理論值

二、結果

從表 13 到 16 得知，誤差率從 0 到 8.36%，由此可知，所建立操作模型預測立體影像位置及大小是合適。

表 13：比較不同邊緣差異量產生的影像凸出量平均值與理論值

邊緣差異量 (cm)	1	2	3	4	5
影像凸出量平均值(cm)	6.67	11.33	15.00	18.00	21.00
影像凸出量理論值(cm)	6.43	11.25	15.00	18.00	20.45
誤差率(%)	3.73	0.71	0.00	0.00	2.69

表 14：比較不同邊緣差異量產生的影像大小平均值與理論值

邊緣差異量(cm)	1	2	3	4	5
影像大小平均值(cm)	6.30	5.63	4.57	4.00	3.73
影像大小理論值(cm)	6.00	5.25	4.67	4.2	3.82
誤差率(%)	5.00	7.24	2.14	4.76	2.36

表 15：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像凸出量平均值與理論值

眼睛到螢幕距離值(cm)	30	40	50	60	70
影像凸出量平均值(cm)	12.50	18.50	22.50	26.50	32.50
影像凸出量理論值(cm)	13.64	18.18	22.73	27.27	31.82
誤差率(%)	8.36	1.76	1.01	2.82	-2.14

表 16：比較不同眼睛到螢幕距離值產生的影像大小平均值與理論值

眼睛到螢幕距離值(cm)	30	40	50	60	70
影像大小平均值(cm)	4.10	4.00	4.10	4.00	4.00
影像大小理論值(cm)	3.82	3.82	3.82	3.82	3.82
誤差率(%)	7.33	4.71	7.33	4.71	4.71

此操作模型可預測立體影像的位置與大小包括三種情形：(1) 立體影像凸出螢幕 (圖 26) (2) 立體影像位於螢幕 (圖 27) (3) 立體影像凹入螢幕 (圖 28)

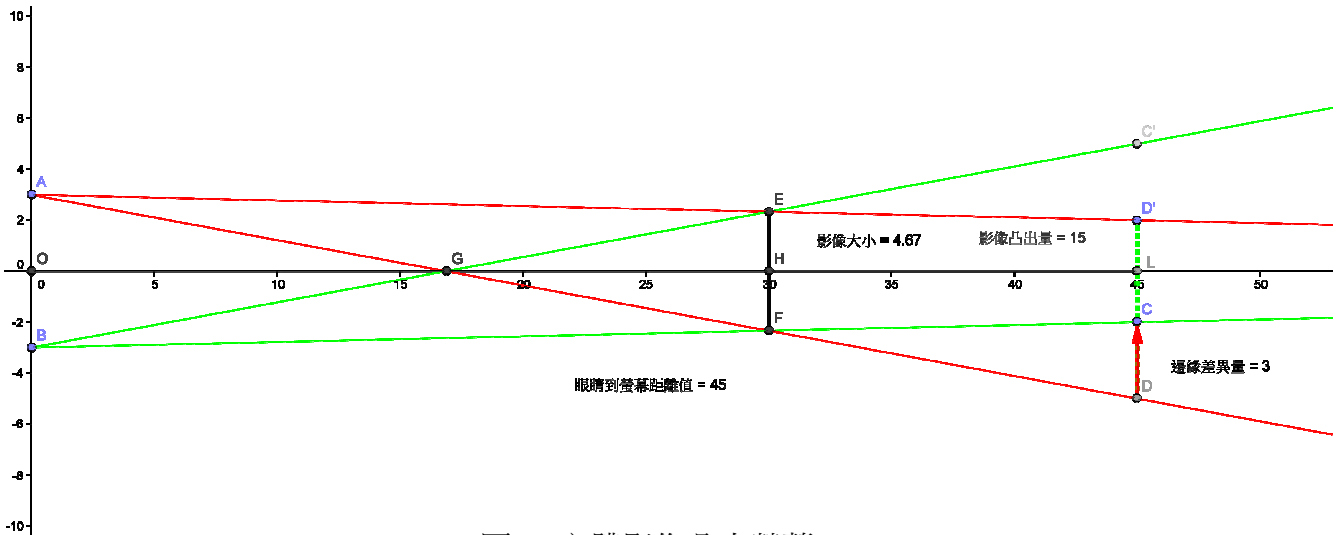


圖 26 立體影像凸出螢幕

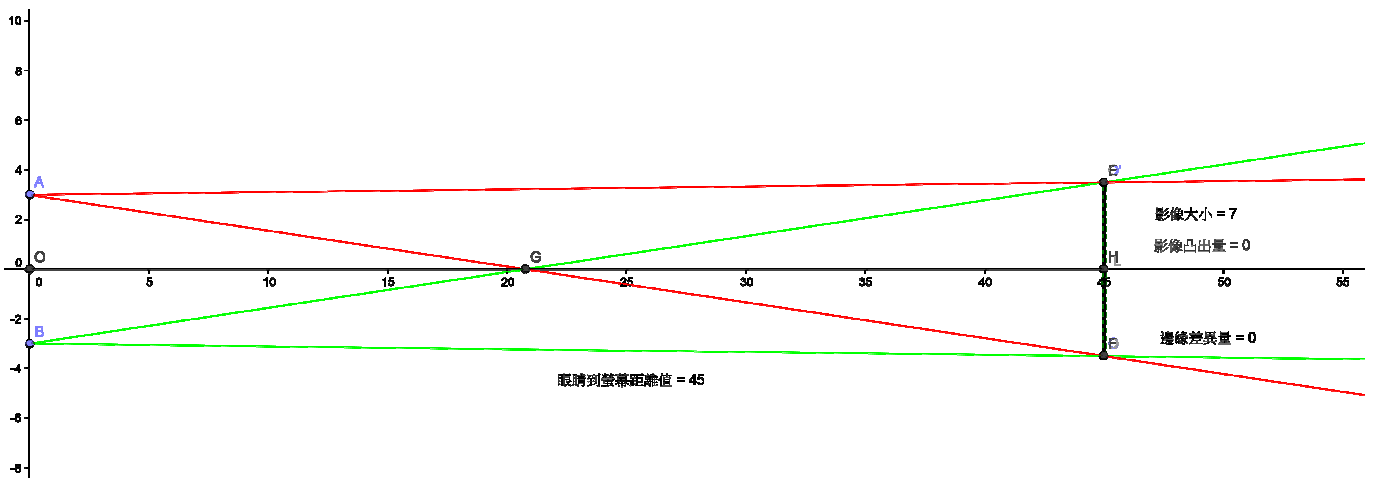


圖 27 立體影像位於螢幕

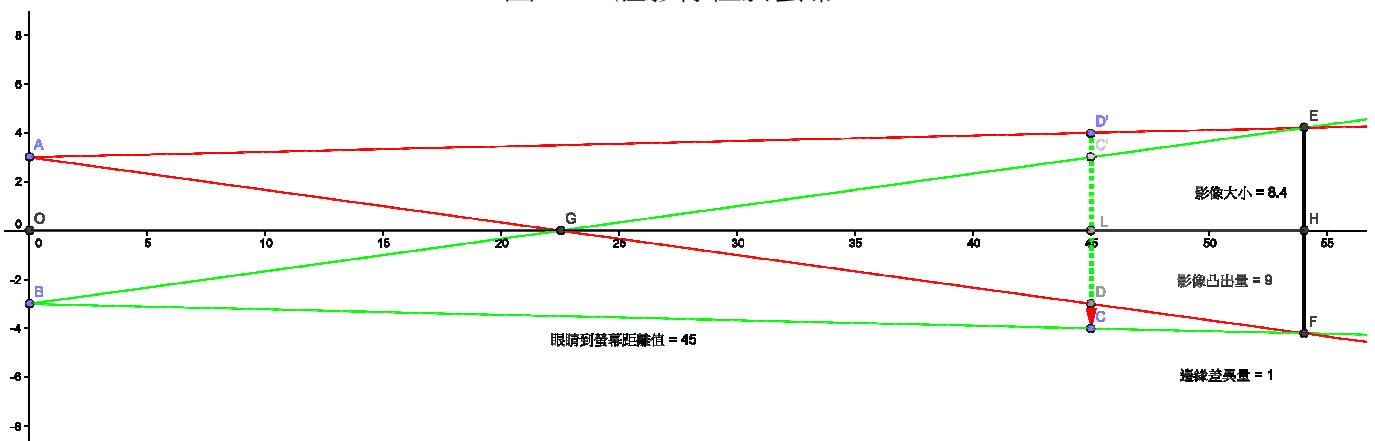


圖 28 立體影像凹入螢幕

綜合上述結果得知：

- 1.利用 GeoGebra 可自製動畫的操作模型。
- 2.經由實驗驗證，可得知操作模型的理論值雖然和實驗測量值趨勢一致，但量有些微差距產生。
- 3.經由研究二測量立體影像平均值及理論值比較得知，誤差率範圍為從 0 到 8.36%，表示所建立的操作模型是正確的。而且此模型可用於預測立體影像凸出、位於及凹入螢幕三種情形。

研究四：探討影響立體影像的顏色的因素

【實驗一】製作紅青 3D 圖片的原理

在 <http://www.youtube.com/watch?v=9Cu1BdQRo0Y> 可以找到如何使用 Photoimpact 製作紅青 3D 圖片,製作流程大致如下:

1. 複製 2 張圖片
2. 選第一張圖片去紅處理:<格式> <色階> <色頻> <紅色> <輸出值 255 改為 0>
3. 選第二張圖片去藍綠處理:<格式> <色階> <色頻> <綠色> <輸出值 255 改為 0> <藍色> <輸出值 255 改為 0>
4. 選第二張圖片:<右鍵> <移至頂層> 及 <內容> <合併> <加入>
5. 調整 2 張圖片的邊緣差異量,並群組化
6. 戴上紅青眼鏡觀看
7. 以彩虹圖片 (<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E8%99%B9>) 為例

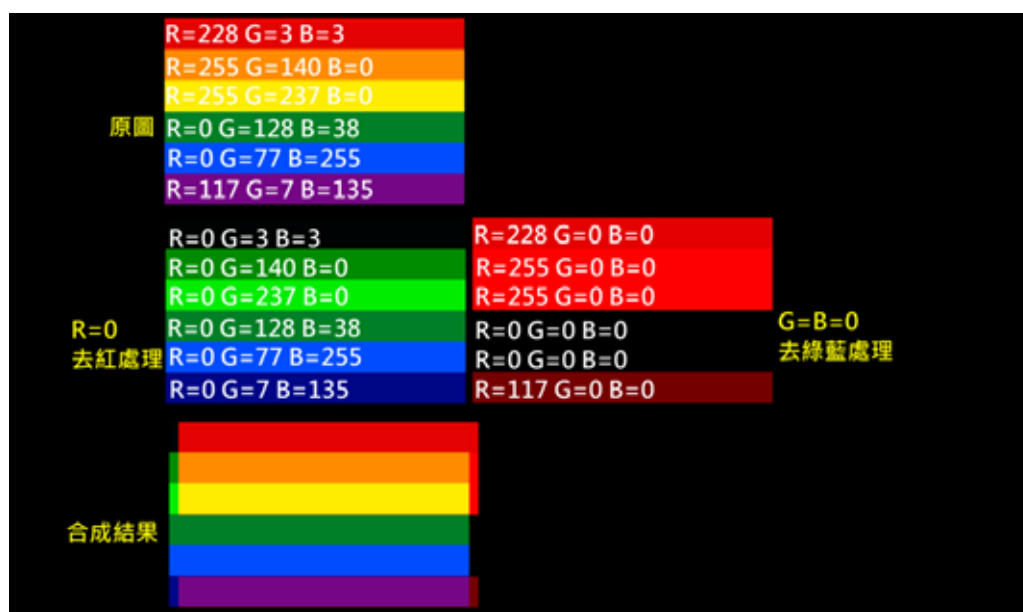


圖 29 彩虹圖片（原圖、去紅處理、去綠藍處理及合成結果）

【實驗二】：比較不同色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

一、材料與方法：

1. 做出 $G=0 B=0 R=8,16,32,\dots,255$ 的圓
做出 $R=0 B=0 G=8,16,32,\dots,255$ 的圓
做出 $R=0 G=0 B=8,16,32,\dots,255$ 的圓
做出 $R=B=G=8,16,32,\dots,255$ 的圓
2. 首先製作紅色濾紙、青色濾紙及無濾紙的紙板。
3. 打開 32 色階的檔案。
3. 將濾紙紙板蓋在螢幕上。
4. 拿出照度計。
5. 將照度計蓋在濾紙紙板的上方。
6. 量測照度計數值並記錄,每一測量值重複 3 次取平均。

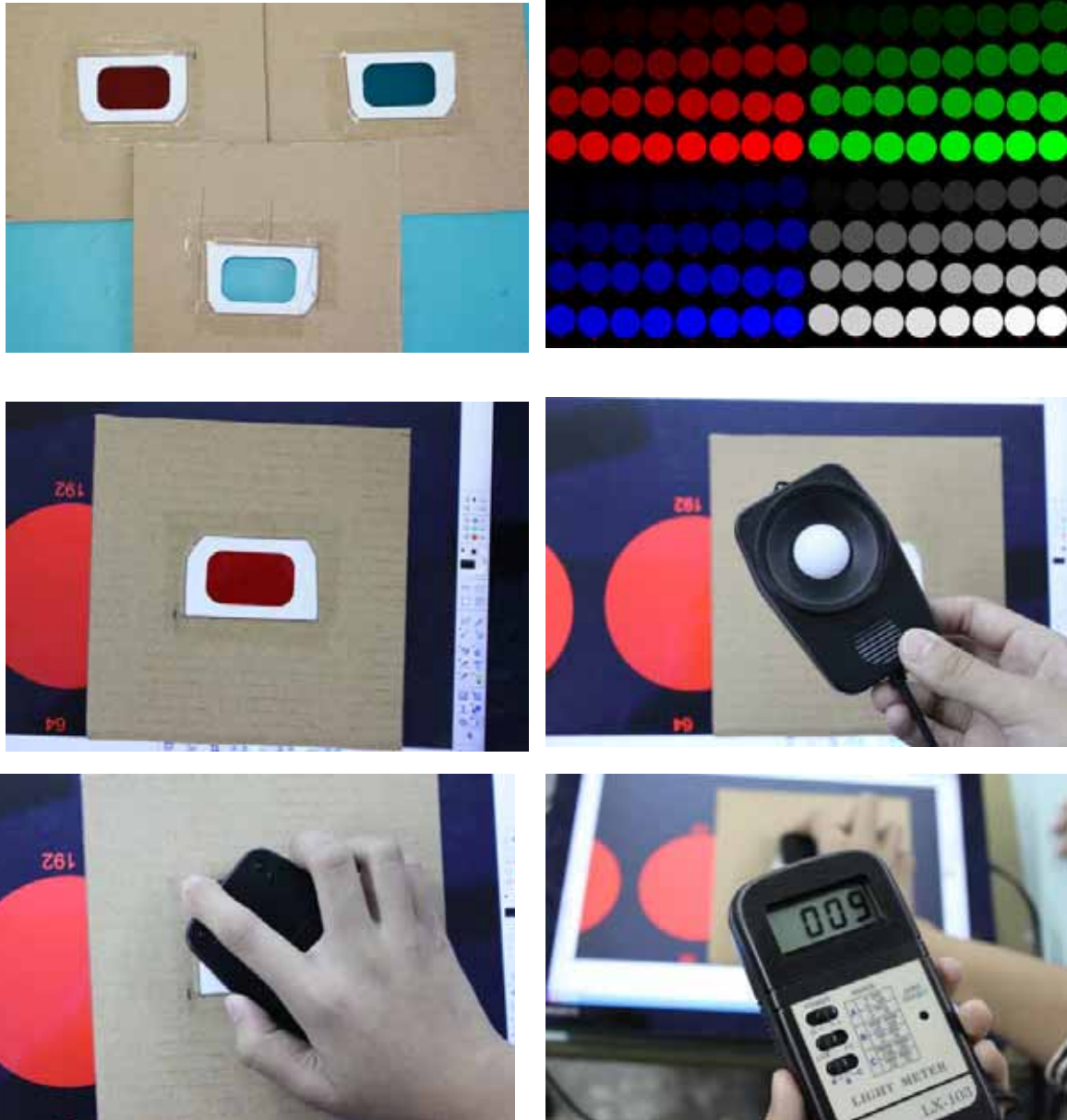


圖 30 比較不同色階對紅色/青色/無濾紙照度影響研究方法

二、結果:

表 17：比較不同紅光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

螢幕紅光色階	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128
紅色濾紙(Lux)	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
青色濾紙(Lux)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
無濾紙(Lux)	1	3	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14
紅色濾紙/無濾紙		0.3	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
螢幕紅光色階	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	255	
紅色濾紙(Lux)	8	9	9	10	11	12	12	13	13	15	15	17	17	19	19	21	
青色濾紙(Lux)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
無濾紙(Lux)	14	16	18	19	19	20	23	25	25	28	30	32	33	36	36	40	
紅色濾紙/無濾紙	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

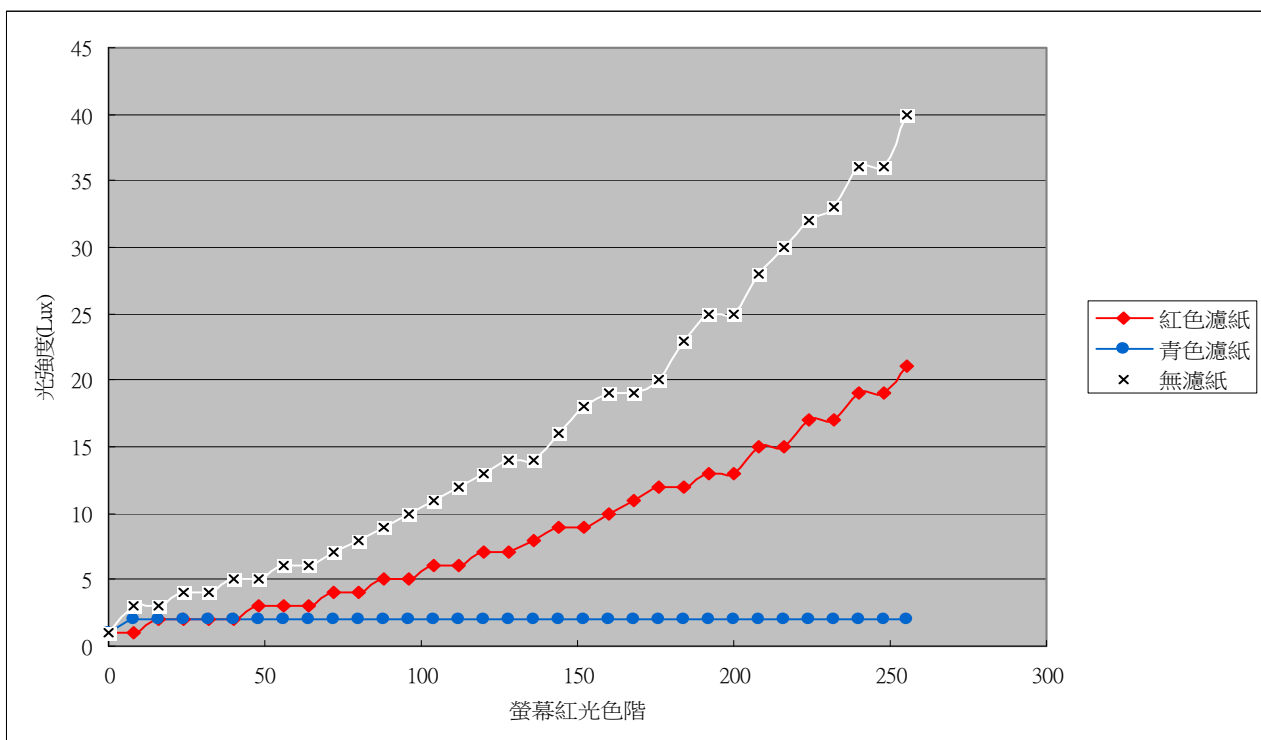


圖 31：比較不同紅光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

當螢幕紅光時，雖然色階有 32 種變化，但青色濾紙通過的光強度幾乎維持一致，接近於零，表示紅光無法通過青色濾紙。但紅色及無濾紙通過的光強度會隨著色階變化，並且趨勢相近。通過紅色濾紙的紅光約有 52%。

表 18：比較不同綠光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

螢幕綠光色階	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128
紅色濾紙	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
青色濾紙	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	8	9	9
無濾紙	1	4	4	6	8	10	12	15	18	22	24	28	31	36	39	44	47
青色濾紙/無濾紙		0.5	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
螢幕綠光色階	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	255	
紅色濾紙	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
青色濾紙	10	11	12	13	14	14	16	17	18	19	21	22	23	25	26	29	
無濾紙	53	57	63	68	75	80	88	94	100	107	116	125	132	144	155	162	
青色濾紙/無濾紙	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	

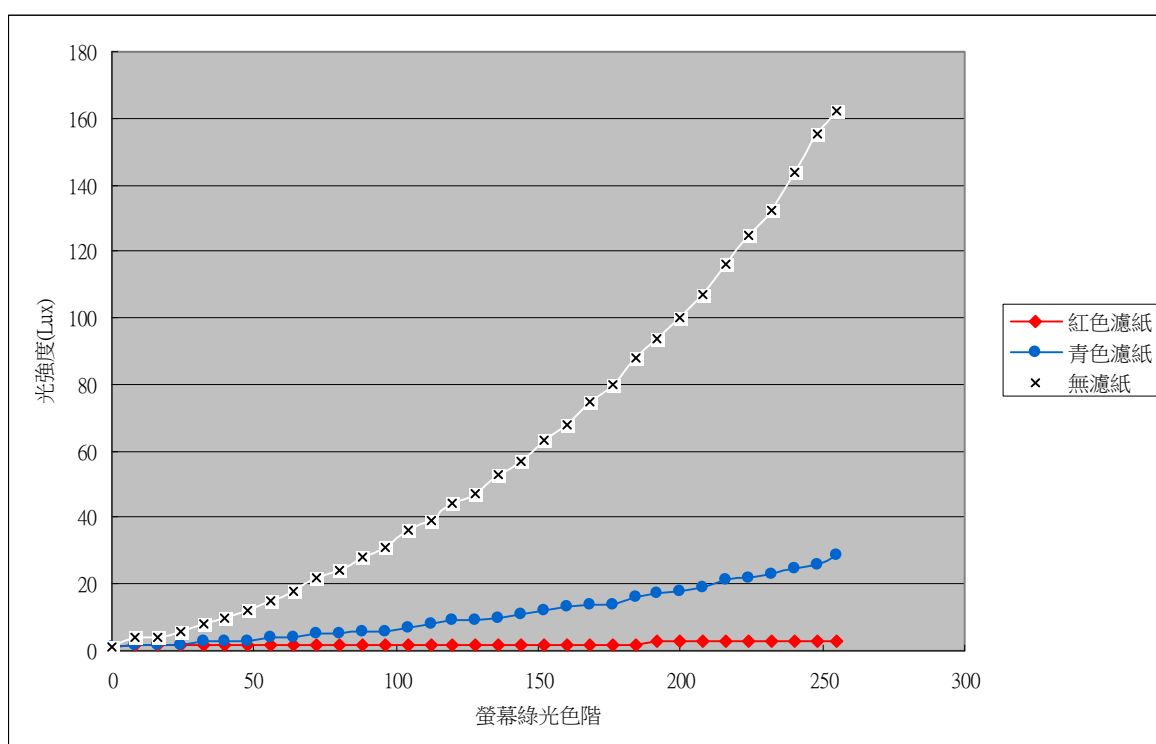


圖 32：比較不同綠光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

當螢幕綠光時，雖然色階有變化，但紅色濾紙通過的光強度幾乎維持一致，接近於零，表示綠光無法通過紅色濾紙。青色濾紙及無濾紙通過的光強度會隨著色階變化。通過青色濾紙的綠光約有 23%。

表 19：比較不同藍光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

螢幕藍光色階	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128
紅色濾紙	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
青色濾紙	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
無濾紙	1	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
青色濾紙/無濾紙		0.3	0.7	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
螢幕藍光色階	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	255	
紅色濾紙	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
青色濾紙	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	
無濾紙	6	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11	
青色濾紙/無濾紙	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

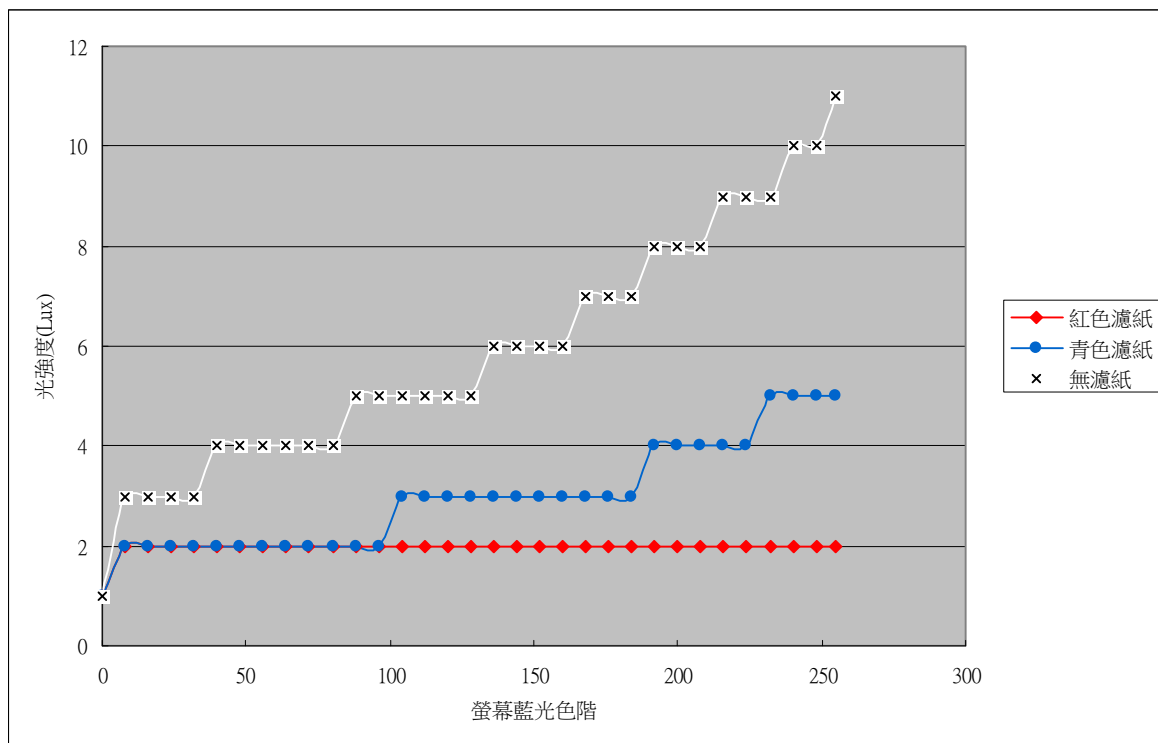


圖 33：比較不同藍光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

當螢幕藍光時，雖然色階有變化，但紅色濾紙通過的光強度幾乎維持一致，接近於零，表示藍光無法通過紅色濾紙。青色濾紙及無濾紙通過的光強度會隨著色階變化。通過青色濾紙的藍光約有 52%。

表 20：比較不同白光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

螢幕白光色階	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128
紅色濾紙	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	7	8
青色濾紙	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	8	8	9	10
無濾紙	1	3	4	6	9	10	12	17	19	22	27	28	35	37	48	55	57
螢幕白光色階	136	144	152	160	168	176	184	192	200	208	216	224	232	240	248	255	
紅色濾紙	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	19	19	21	22	23	
青色濾紙	11	12	13	14	15	17	18	19	20	22	23	25	26	28	30	32	
無濾紙	61	66	77	89	91	96	101	117	125	138	142	152	156	183	188	211	

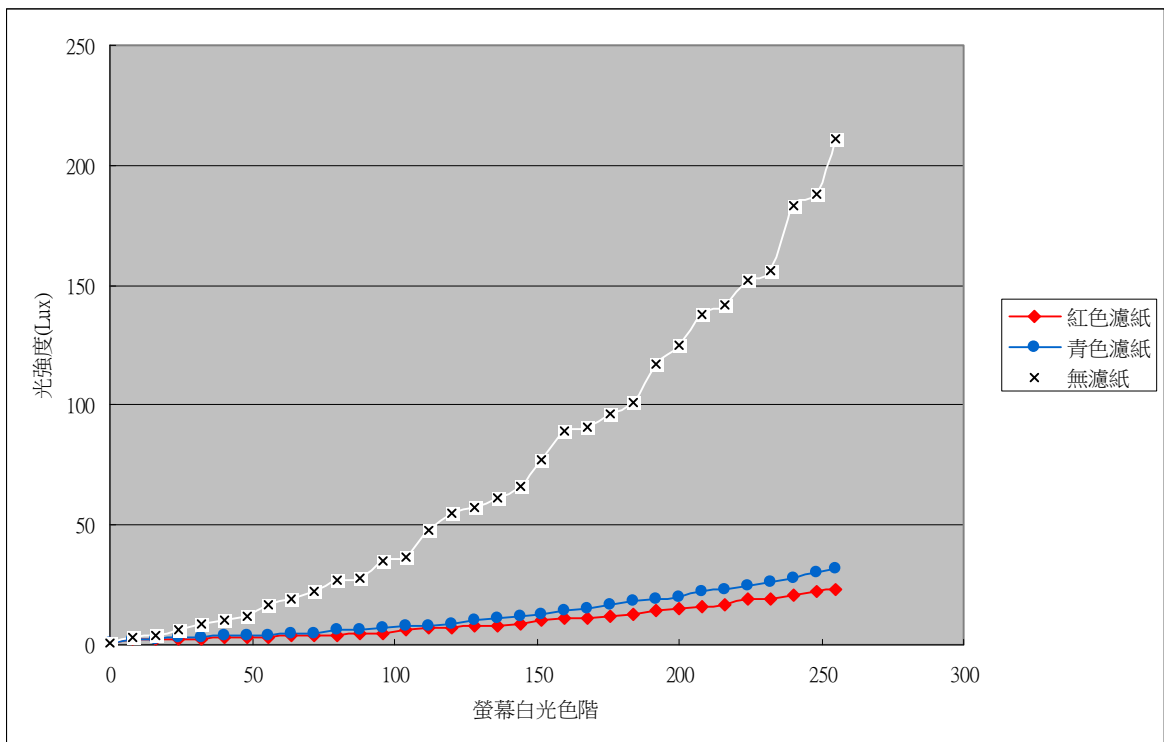


圖 34：比較不同白光色階對紅色/青色/無濾紙照度影響

綜合上述結果如下：

表 21：比較不同色階對紅色/青色/無濾紙亮度影響

	色階值範圍	穿透紅色濾紙		穿透青色濾紙		穿透無濾紙
		照度範圍	穿透率	照度範圍	穿透率	照度範圍
紅光	R=0~255 G=B=0	1~21	52%	1~2	很低	1~40
綠光	G=0~255 R=B=0	1~3	很低	1~29	23%	1~162
藍光	B=0~255 R=G=0	1~2	很低	1~5	52%	1~11
白光	R=G=B= 0~255	1~23	-----	1~32	-----	1~211

色光經過濾紙時,其照度值具有獨立性和累加性的趨勢。所謂獨立性指通過濾紙的色光照

度值,是由此色光中紅光的色階值所決定。所謂累加性指通過濾紙的色光照度值,是由此色光中紅光的色階值加綠光的色階值加藍光的色階值所決定。

【實驗三】探索 3D 影像顏色的合成過程

看到 3D 影像的條件為左右眼看到的兩個影像大致相同,但有一些邊緣差異量存在。經過去紅處理的圖片會被紅色濾紙阻隔,但可以部分通過青色濾紙；經過去綠藍處理的圖片會被青色濾紙阻隔,但可以部分通過紅色濾紙。所以右眼經過青色濾紙看到去紅處理的圖片,左眼經過紅色濾紙看到去綠藍處理的圖片,若去紅處理的圖片和去綠藍處理的圖片有一些邊緣差異量存在就會產生 3D 影像。

當兩眼看到不同顏色時,人的感覺與加光原則相同嗎?或者是減光原則?所謂加光原則是光顏色混合,混越多次,會逐漸的越來越變成白光。另外減光原則是相反的,即是越多光顏色混合,混越多次,光顏色會逐漸的越來越黑。為了驗證加光或減光原則,將準備使用二種方法加以實驗。(1) 數位相機+電腦螢幕+紅藍眼鏡。(2) 眼睛+電腦螢幕+紅藍眼鏡。

【方法一】：數位相機+電腦螢幕+紅青眼鏡

http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay_flag.svg 下載彩虹圖形,分別用紅或藍眼鏡遮蓋後,和用數位相機拍照後進行分析。結果發現拍照後影像,顏色和目視差距過大,分析時,易造成誤差過大。

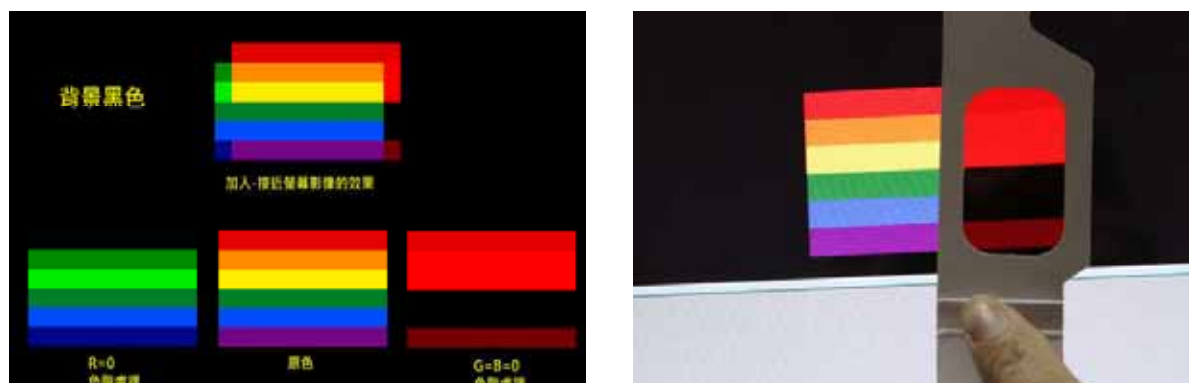


圖 35：數位相機+電腦螢幕+紅青眼鏡實驗結果

【方法二】：眼睛+電腦螢幕+紅青眼鏡

同學戴上紅青眼鏡觀察彩虹圖形,先用左邊紅色眼睛觀察,將所看到的顏色一一記錄後,再用右眼藍色眼鏡觀察記錄。再用兩眼同時打開,兩眼所見顏色會形成合成色。合成色和肉眼所見顏色相似為接近性好,差別大為接近性差。穩定性判斷看彩虹顏色是否會閃爍,會閃爍穩定性不好,不會閃爍穩定性好。紀錄 3 位學生觀察結果,在討論出共識。結果：

1. 左右眼所看的顏色常常不同,與合成色也有些差異。
2. 接近性和穩定性都好的顏色有灰色、黃色。

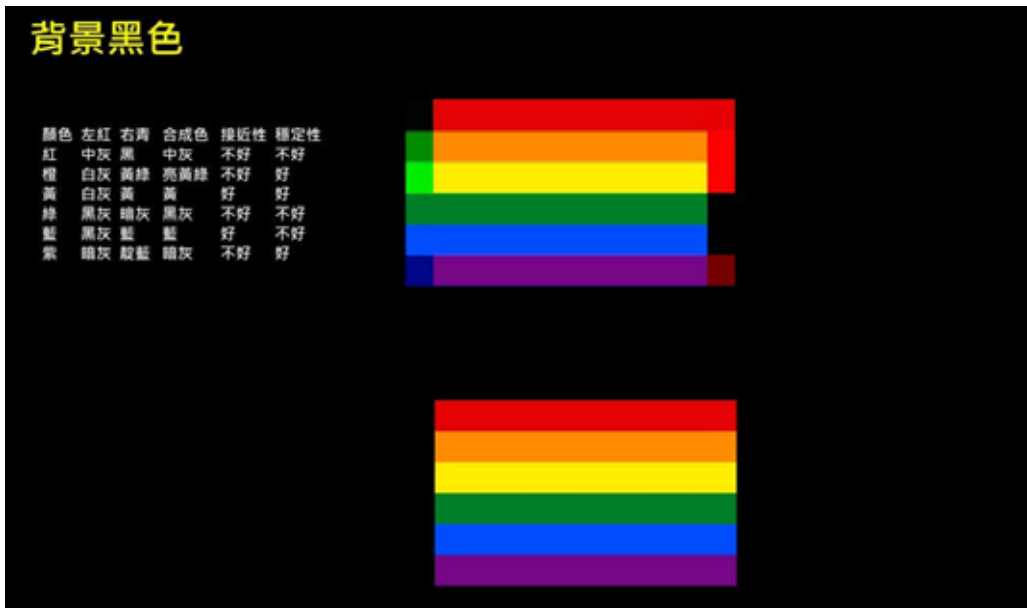


圖 36：紅青眼鏡觀看彩虹合成色、接近性及穩定性判斷

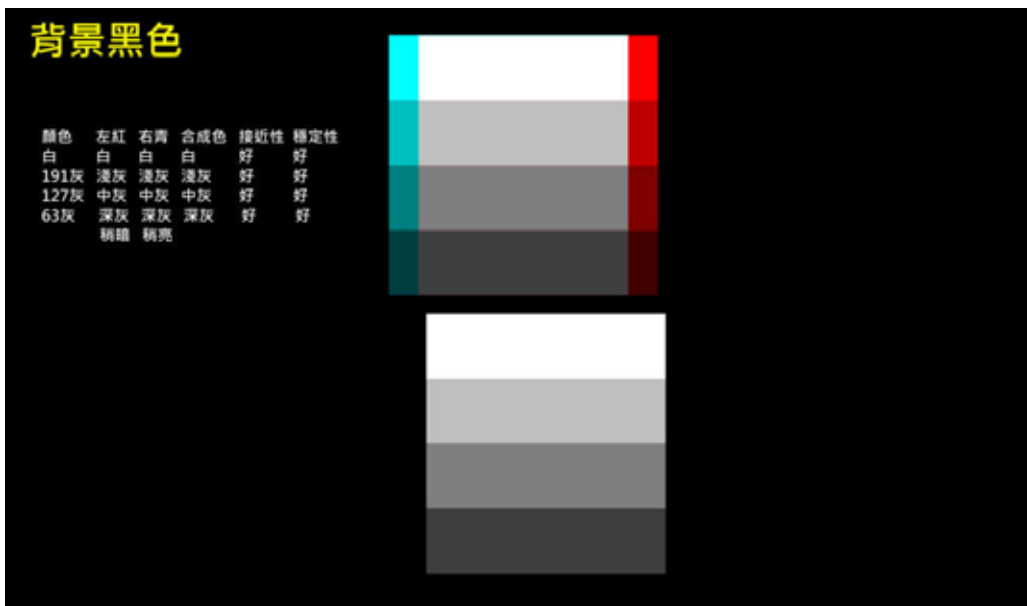


圖 37：紅青眼鏡觀看灰階合成色、接近性及穩定性判斷

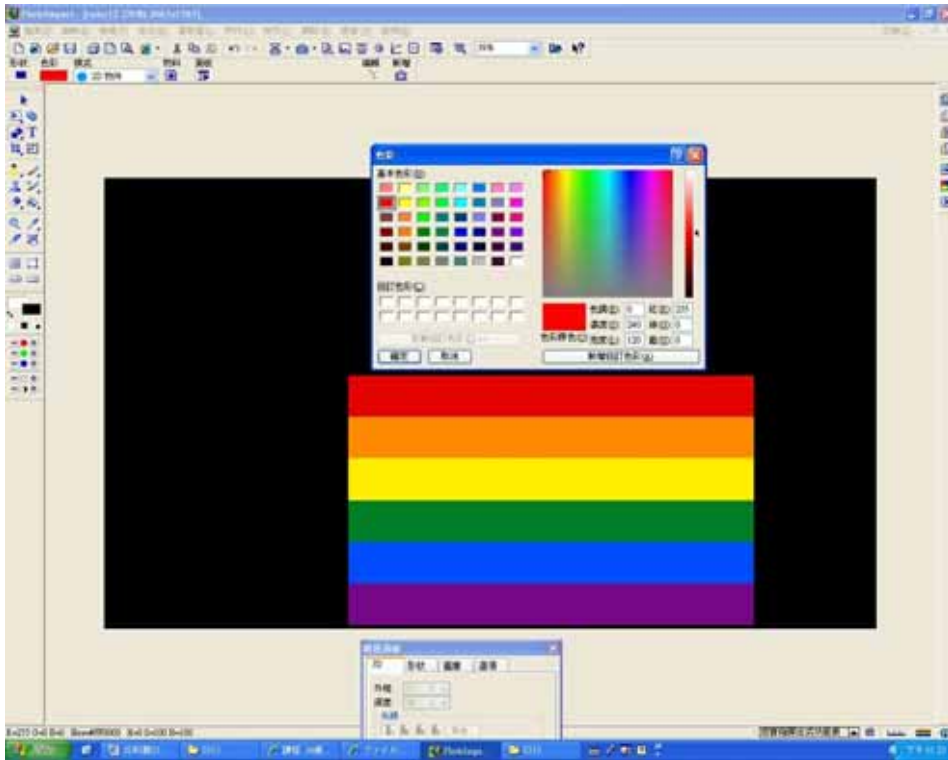


圖 38：紅青眼鏡觀看彩虹近似顏色 RGB 值

同學戴著紅青眼鏡直接觀察彩虹圖片，並根據記憶中的顏色，從色表中找出近似的顏色，再紀錄其 RGB 值,綜合 3 位同學觀測的結果。

表 22：比較彩虹與紅青眼鏡看到的彩虹 RGB 值

原來的彩虹			戴著紅青眼鏡看到的彩虹		
R	G	B	R	G	B
228	3	3	0	72	36
255	140	0	0	187	94
255	237	0	219	236	4
0	128	38	0	130	65
0	77	255	64	153	251
117	7	135	0	0	181



圖 39：彩虹與紅青眼鏡看到的彩虹

結果:

圖片的顏色和 3D 影像的顏色有些接近如黃、綠、藍,有些差異很大如紅、橙、紫。3D 顏色合成的模式不完全是加光原則(若是加光原則其合成圖片的色系應該很類似)或減光原則(若

是減光原則其合成圖片的色系應該接近黑色)，仍有許多問題有待釐清。

研究五：用研究成果來解釋問題

運用研究二到四的成果，來逐一回答研究一所提出問題：

影像大小、位置問題：

問 1. 紅色物件和綠色物件為什麼要擺不一樣的地方？

回答 1：為了控制邊緣差異量。

問 2. 為什麼要有大物件和小物件？

回答 2：製作 3 種平面的感覺，讓觀察者方便判斷眼中的影像來源為何。

問 3. 膠片上方為什麼要有刻度？

回答 3：要知道邊緣差異量，邊緣差異量是影響影像位置與大小最重要的因素，所以需有刻度方便記錄邊緣差異量多少。

問 4. 為什麼圓圈左右移，看到的影像會前後移動？

回答 4：會使邊緣差異量改變，差異量大，影像會變小且更凸出。差異量小，影像會變大且凸出量變小。若紅綠圓左右對調，凸起影像會變成凹入。

問 5. 為什麼小圓重疊時大圓凸出，大圓重疊時小圓凸出？

回答 5：因大小圓的圓心不同，小圓重疊，大圓有差異量。大圓重疊，小圓有差異量。

問 6. 為什麼距離膠片遠近看到圖案不大相同？

回答 6：因為距離會讓交叉點位置改變，使影像的位置改變。

影像顏色問題：

問 1. 灰色背景的用處是什麼？

回答 1：避免被背景干擾；背景顏色如果為黑色，此時合成影像若為黑色，就無法看出影像形狀大小；提供紅光和綠光使紅綠圓圈融入背景而消失。

問 2. 膠片上的圈圈為什麼要用紅色和綠色？

回答 2：紅色濾片看綠圓會變成黑圓、青色濾片看紅圓會變成黑圓，兩個黑圓合成產生立體圖形。

問 3. 為什麼會看到黑色的圈圈？

回答 3：紅光不會透過青色濾片，綠光不會透過紅色濾片，光線無法到達眼睛，所以看起來是黑色。

問 4. 為什麼眼鏡顏色是紅色和青色？

回答 4：因紅青色為互補色，可以讓兩眼看到不同的影像。

問 5. 為什麼閉左眼或右眼看到的黑圈位置會不同？

回答 5：因為是看到不同的圓圈所以看到的位置不同，但因互補色關係，看到得都是黑色。

問 6. 為什麼用紅青眼鏡會看到立體影像？

回答 6：紅青眼鏡讓眼睛同時看到兩個相同的影像但有邊緣差異量，大腦讓兩個影像結合產生立體。

研究六：研究如何操控立體影像因素製作出立體特效。

【實驗一】探索 3D 影像的變化

使用 Potoimpact 中的<變形工具> <傾斜> 或 <扭曲>的功能,便可以做出許多 3D 影像的變化。

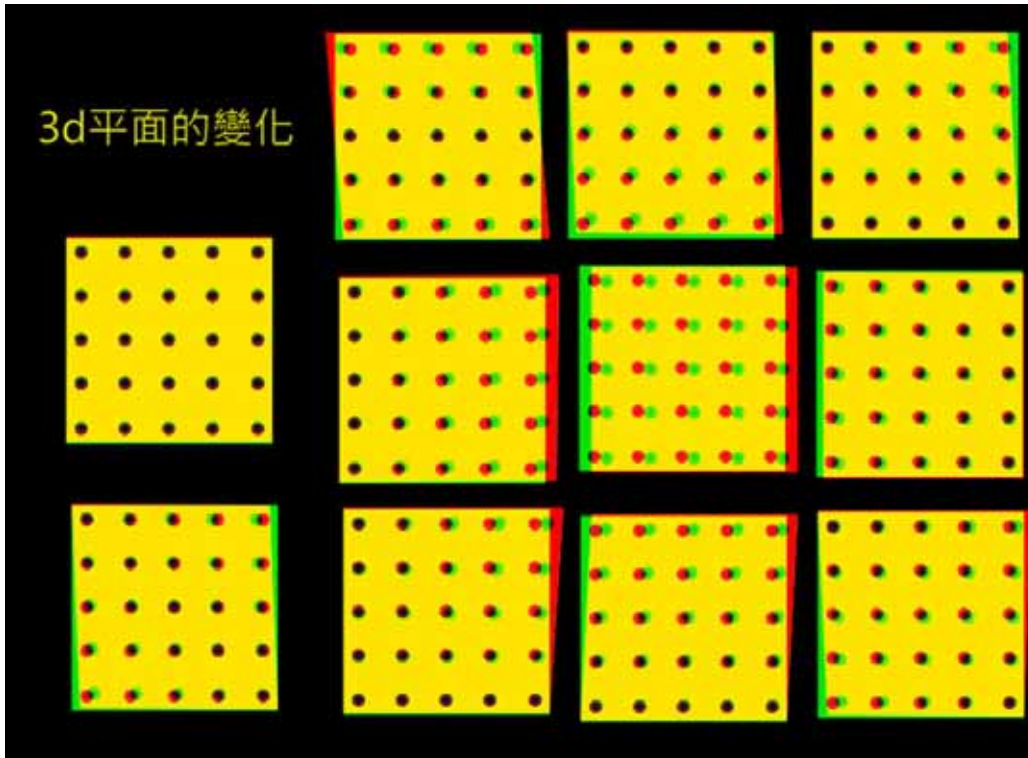


圖 40：3D 平面的變化

【實驗二】自製立體特效

應用以上的研究成果,自行設計的 3D 立體作品。

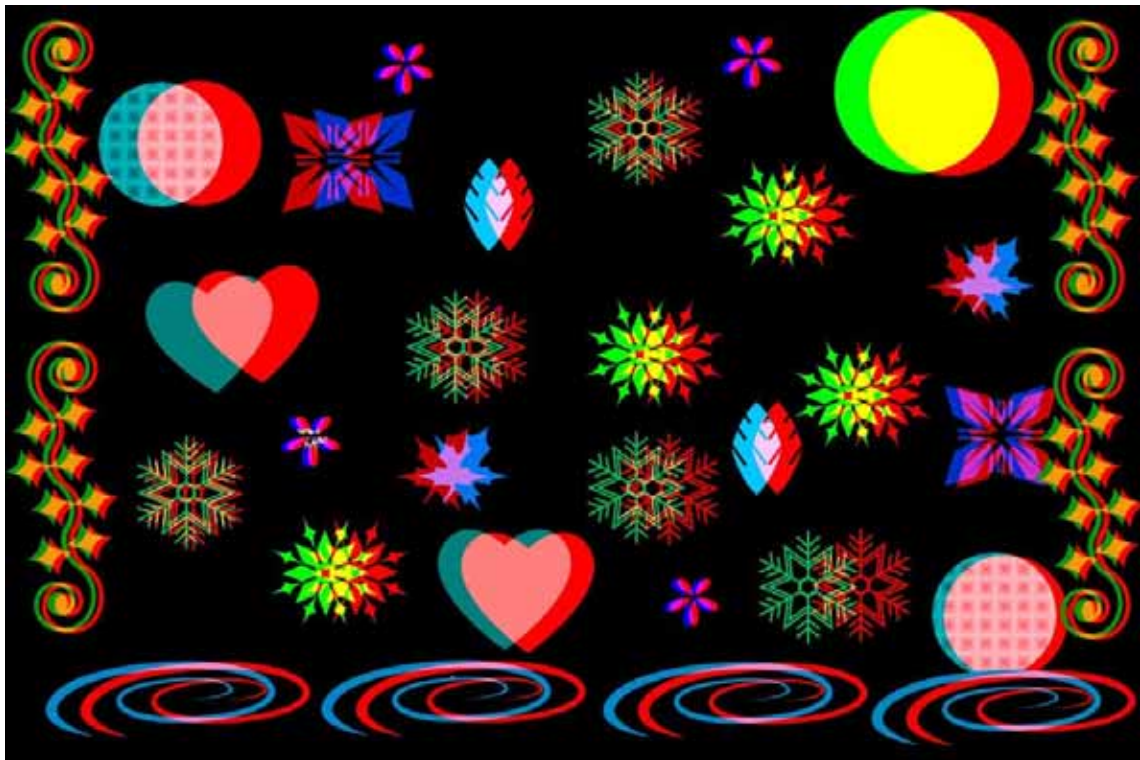


圖 41：立體特效 1



圖 42：立體特效 2

柒、研究結論

- 1.從操作雙眼立體視覺檢查圖，發現影響立體影像問題分為兩類：一為影像大小、位置，另一個影像顏色。
- 2.發現邊緣差異量決定影像的凸出量位置及大小，其中大小和原圖有等比率縮小。眼睛到螢幕距離值變大會影響影像凸出量，但影像大小不變。物體大小不會影響影像凸出量，但對於影像大小會有等比率縮小情形。由此推知，3D 立體影像位置及大小可以用邊緣差異量加以控制。
- 3.由吸管量測到的尺寸結合 GeoGebra 建立操作模型，經由兩個面向（1）用尺模擬視線的直進及螢幕位置，量測值及操作模型理論值，兩者趨勢一致，差距很小，表示操作模型是正確。（2）立體影像實測值及操作模型理論值驗證，誤差率範圍為從 0 到 8.36%。表示操作模型來預測立體影像的位置及大小是可行的，而且此模型可用於預測立體影像凸出、位於及凹入螢幕三種情形。
- 4.從不同色階的光經過濾紙時,其照度值是由兩點所決定（1）紅、綠、藍光的色階值的獨立性（2）紅光、綠光、藍光色階的累加性。
- 5.圖片的顏色和 3D 影像的顏色比較，有些接近如黃、綠、藍、灰,有些差異很大如紅、橙、紫。3D 顏色合成的模式不像加光原則或減光原則。
- 6.用研究成果來解釋問題發現不論是 6 個影像大小、位置問題或 6 個影像顏色問題，都可以充分說明及回答。
- 7.充分掌握 3D 立體影像的形成原理後，及可利用影像因素製作出 3D 立體特效。

捌、參考資料

- 1.李獻仁，立體照片原理與製作，光學工程，第七十期，1990
- 2.劉榮政（2001）：平面螢幕之立體影像設計。國立中央大學光電研究所碩士論文。
- 3.呂思慧、高德衡，身歷其境 --- 有關 3D 影像照片之物理原理的探討，中華民國第 42 屆國中小學科學展覽會高中組
- 4.ファイル:Gay flag.svg：
http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Gay_flag.svg
- 5.陳忠志，3D 立體圖之原理與實驗活動設計，p399－403，物理雙月刊(卅一卷四期) 2009 年八月
6. PhotoImpact 立體圖像後製作(Anaglyph 紅青眼鏡)：
<http://www.youtube.com/watch?v=9Cu1BdQRo0Y>
- 7.3d 視覺：<http://www.lhes.tcc.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php?id=964>
- 8.癮科技談 3D（02）3D 原理探討－紅藍濾片 3D 技術：
<http://chinese.engadget.com/2010/09/03/3d-column-02-red-blue-glasses/>
- 9.許精益、黃乙白，3D 立體顯示技術之發展與研究，p1-8，光學工程 第九十八期 96.06
- 10.色碼表、網頁顏色代碼：<http://www.ifreesite.com/color.htm>
- 11.原色：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2>
12. openphoto：<http://openphoto.net/>

【評語】 080120

1. 實驗精神佳，器材設計適切，成員皆努力完成作品，精神可嘉，
傳達能力可以再加強，建議增加創意巧思的部分。