

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 物理科

030115

眼見不為憑~ 探討中央漸層色彩對相鄰色塊視覺及拍照之影響

學校名稱：彰化縣立陽明國民中學

作者：  國二 陳品榛  國二 廖品茜  國二 張瑤珊	指導老師：  韓顏吉  陳炳彰
---	-----------------------------

關鍵詞：康士維錯覺、色彩同化、視覺錯覺

# 探討中央漸層色彩對相鄰色塊視覺及拍照之影響

## 摘要

本研究在康士維錯覺的基礎上，進一步探討中央漸層色彩對其相鄰色塊影響之行為，並與相機拍照加以比對。首先本組設計不同中央漸層變化圖片，讓 20 位受試者進行顏色辨識測試，結果發現中央漸層的色彩不僅會對兩側色塊的明暗產生影響，連本身的色彩也會看起來不一樣。再以相機拍攝設計好的圖片，將其存成 RAW 檔的格式，再以 image J 程式分析其顏色變化情形，經分析後發現：1、靠近中央亮區一側的色塊確實會變比較亮；2、相鄰兩色塊連接處都會互相包含彼此些許的色彩；3、兩側色塊的顏色會因中央漸層色彩的形式而有所影響，此外、比較兩者結果，具有一致性的發現，意謂著康士維錯覺不僅僅只是大腦解讀造成的，還辦和光學及影像處理等問題。

## 壹、研究動機

之前在抖音平台上看到一部很有趣的影片，一個灰白色的立體方塊，當試著用手指擋住中央區域時，下方的區域的顏色竟然發生改變，原本看起來顏色不同的上下區塊，顏色竟然變得非常接近，我們感到非常神奇，並試著將影片暫停，然後直接用手指去遮，來驗證影片是否造假，結果顏色看起來真的發生改變，後來找了許多同學測試，也都有這樣的情形。我們上網找了有關錯覺的資料，得知這個現象叫康士維錯覺(Cornsweet illusion)，是大腦經驗的解讀受影響所造成的，我們不禁思考，若改用相機取代肉眼，直接翻拍照片，那顏色是否也會產生差異呢？



圖 1 大腦會騙人，取自抖音平台，  
由作者截圖

此外，我們更進一步去思考，如果不是灰色方塊的圖片，或者是不同的色彩搭配，是否也會產生康士維錯覺，基於以上的種種疑問，本組便想利用此次科展機會，親自去驗證。

## 貳、研究目的

- 一、探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。
- 二、探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響?
- 三、探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響?

## 參、研究設備及器材

### 一、研究器材

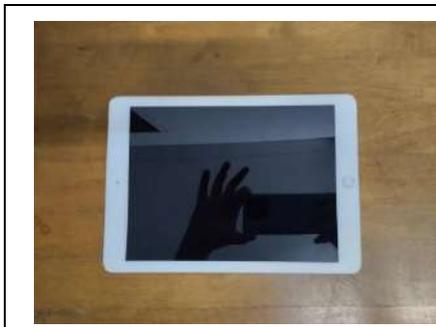


圖 2 iPad 平板



圖 3 鐵樂士噴漆



圖 4 PANASONIC DMC-GF6

圖 2、3、4 由作者拍攝

### 二、實驗裝置

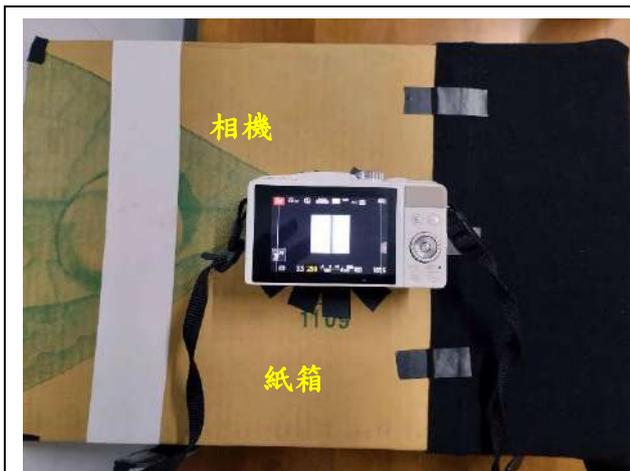


圖 5 實驗裝置圖 (由作者拍攝)

相機廠牌：PANASONIC DMC-GF6，感光元件為 1600 萬像 Live-MOS，屬於 CMOS。

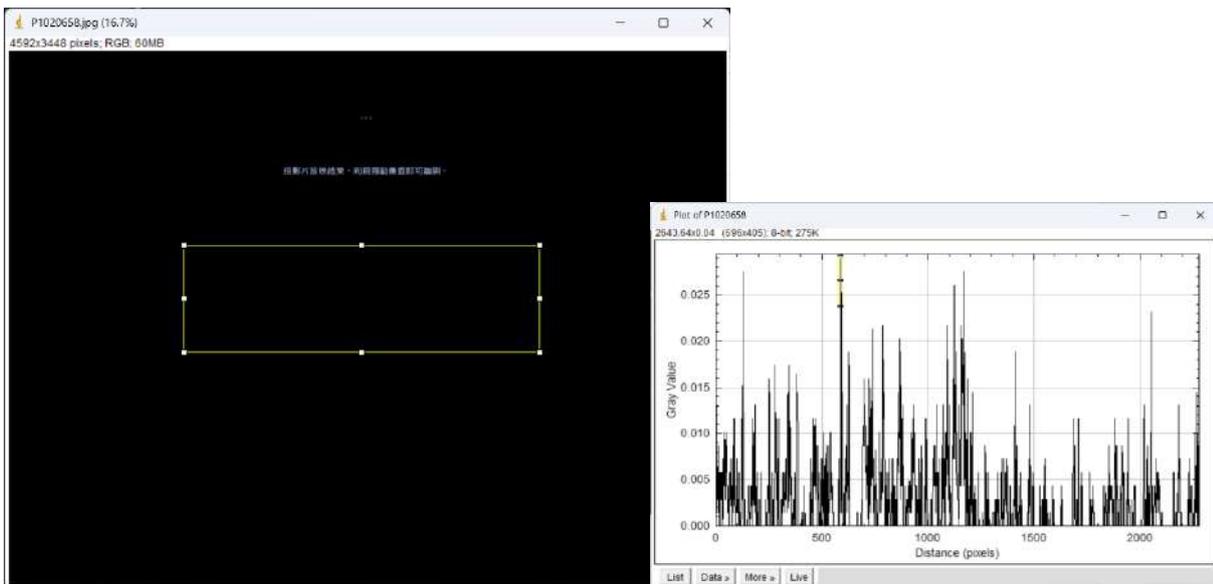
拍攝參數：



圖 6 相機拍攝畫面 (由作者拍攝)

DMC-GF6		4592x3448x48b		
		18.5 MB		
M				RAW
ISO 400	f/3.5	1/250 s	0.00 eV	14 mm
P1020563.RW2				

中央權重測光	光圈 F/3.5	ISO : 400
WB(白平衡):色溫 5000K	快門:S=1/250 秒	存檔格式:RAW
焦距:14mm	曝光補償:0.0ev	



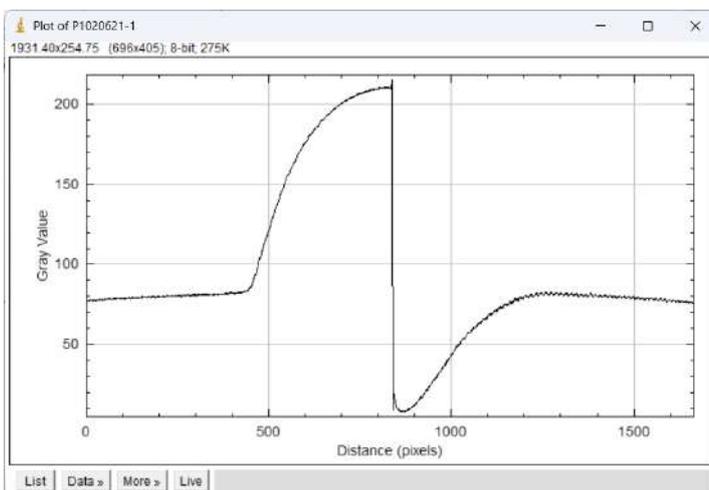
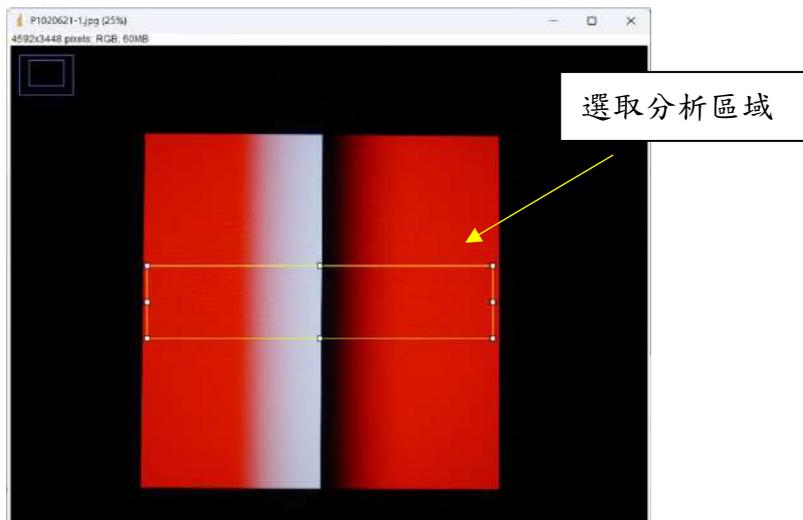
將平板置入暗箱，並對其拍照，檢測箱內的光線分布情形，測得的環境灰值最大不到 0.03。

(圖片由作者螢幕截圖)

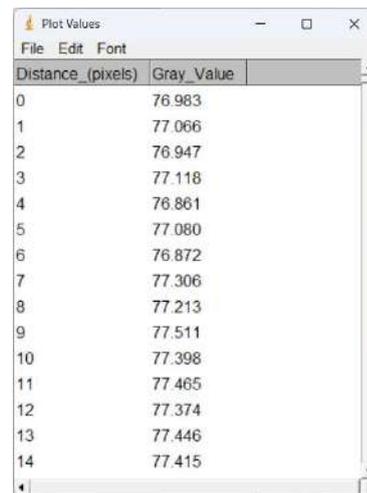
### 三、實驗軟體

#### 1、Image J

ImageJ 是一個基於 Java 的影像處理軟體，由美國國立衛生研究院和隸屬於威斯康辛大學的光學與計算儀器實驗室所開發，可以讓使用者針對選擇的圖像區域進行像素分析。



結果繪圖



Distance (pixels)	Gray Value
0	76.983
1	77.066
2	76.947
3	77.118
4	76.861
5	77.080
6	76.872
7	77.306
8	77.213
9	77.511
10	77.398
11	77.465
12	77.374
13	77.446
14	77.415

輸出分析數據

上述圖片皆為 Image J 程式畫面 (由作者螢幕截圖)

## 2、SILKYPIX Developer Studio 8 SE：

轉檔工具，可將相機所拍攝的 RAW 檔轉成 Jpg 檔，目前《SILKYPIX Developer Studio SE 版》所適用的照相機種類如下：

對應 RAW 記錄的 Panasonic 數位相機（DMC-LC1, DMC-FZ30, DMC-LX1 除外）

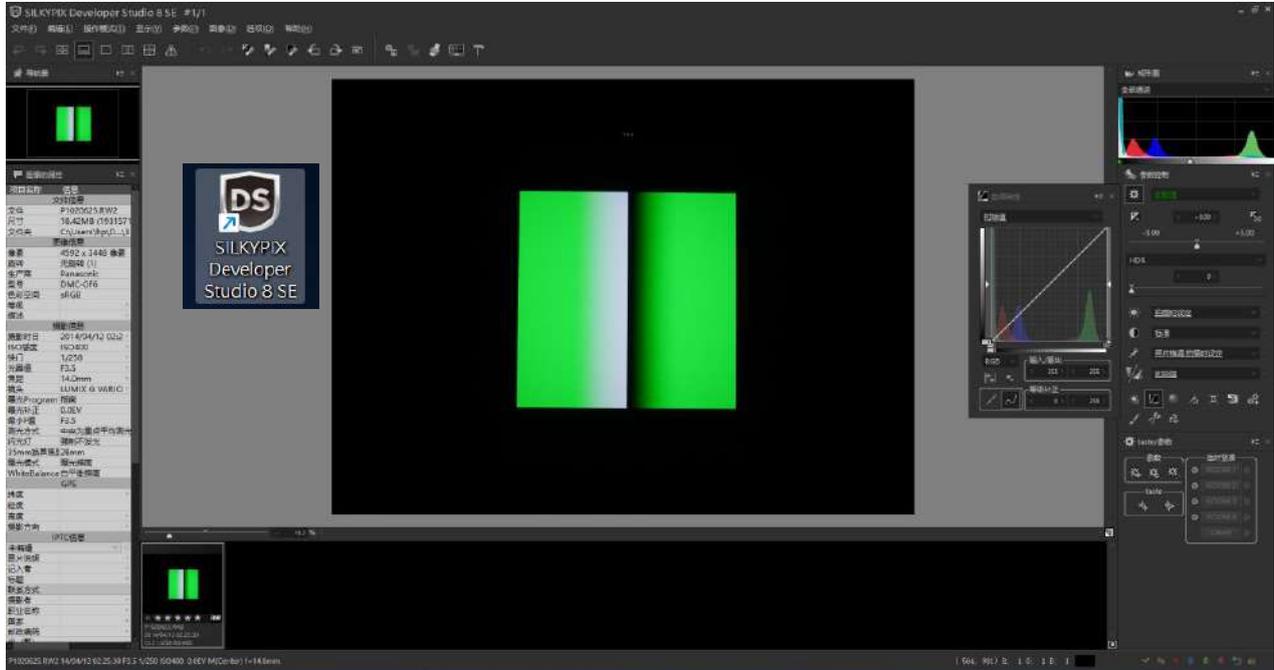


圖 7 SILKYPIX Developer Studio 8 SE 程式畫面（由作者螢幕截圖）

## 肆、研究原理與方法

### 一、研究原理

#### (一) 視覺錯覺

**視覺錯覺通常是指觀察者對物體產生與客觀事實不相符的錯誤判斷**，而根據產生的誤判原理不同，我們把視覺錯覺分成幾類，分別是物理錯覺、幾何學錯覺、生理錯覺及認知錯覺。

#### 物理錯覺

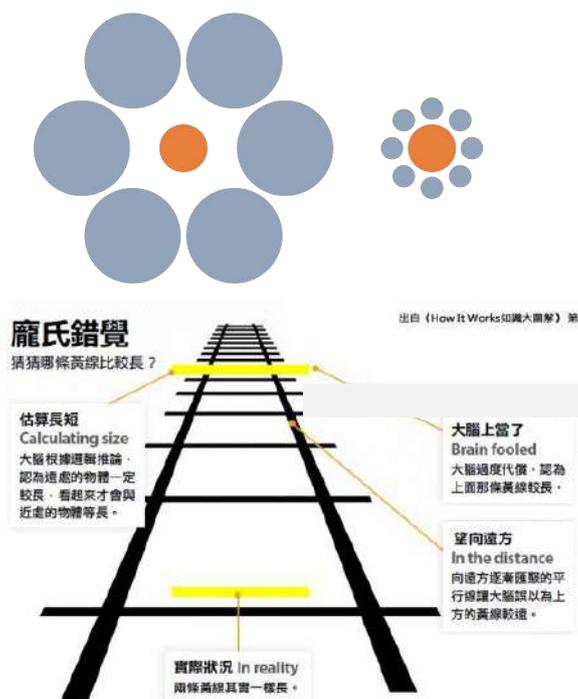
我們之所以產生物理錯覺，是因為光的物理性質使我們產生誤判，比如說我們把一根筷子插進水裡，筷子看起來彎折了，那這是光的折射；而我們在鏡子裡看到的則是反射形成的虛像，也是一種物理錯覺。而**物理錯覺其實是光在形成影像前就已經發生了**，這也是與下面幾種錯覺最大的差異。

#### 幾何學錯覺

當看著兩個相鄰的物體時，每個人大概都能自信地分辨兩者的大小是否相等；但有些錯覺的例子已證實，人們其實並非每次都能正確地分辨。辨識出錯的原因為：大腦通常會透過鄰近的物體來估算目標物的大小，因此**極易受周遭環境所誤導**。

艾賓豪斯錯覺（Ebbinghaus illusion）即為一例。許多人會覺得右邊的橘色圓圈比左邊的大，但事實上兩者的大小相等。大腦會藉由灰藍色圓圈的尺寸來判斷橘色圓圈的大小；左邊的灰藍色圓圈尺寸較大，所以其中心的橘色圓圈看起來就相對較小。

周遭環境也會影響大腦的縱深感受，使物體看起來比實際上來得近或遠。如同龐氏錯覺（Ponzo illusion）圖解，縱深感受的錯覺也會連帶影響我們對於物體大小的判斷。



圖片取自；泛科學，眼見不能為憑！各式各樣的錯覺為何能欺騙我們的大腦？

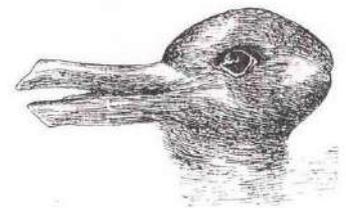
## 生理錯覺

生理錯覺就是利用了眼睛在不斷受到刺激後會視覺疲勞，因此突然的環境改變就會造成殘影、補色，甚至視覺暫留。舉例來說，由於白光是由不同波長的色光所組成的，所以任何兩種色光加在一起可成為白光者，這兩色就互為補色，而視網膜上的細胞受某種色光刺激後，會對該色產生疲勞，所以在視線離開該色後，該部分的細胞暫無法作用，而未受刺激的另一部分細胞開始活動，因而產生另一種視感，也就是補色的殘像，另外還有因為視覺疲勞而產生的視覺暫留現象也是。

## 認知錯覺

這主要來自於人類的知覺恆常性屬於認知心理學的討論範圍。舉例來說，人們經歷了長久以來的經驗影響，會對生活中的事物產生一種「它該是什麼」或「就是什麼」的感覺，這時如果有一個突破性的矛盾出現在眼前，人會突然無法接受與了解。認知錯覺造成的視覺效果往往比其他錯覺來的強烈許多，種類也相當多。

其中最著名的例子之一便是鴨兔錯覺：由於人類對於已知物體的認知來自於特徵及主要輪廓的記憶，人腦會自動的將和腦中印象相似的形狀及物件做比對來判讀並賦與圖像的意義，所以只要該圖具有人腦中對該物的主要形象就會做出判讀，在不破壞主要認知特徵的情況下再加上另一個特徵，就會造成大腦的誤判。



鴨兔錯覺，取自維基百科-視錯覺

## (二) 色彩同化-網格錯覺(color Assimilation Grid Illusion)

這個現象是由挪威視覺藝術家科拉斯 (Oyvind Kolas) 所提出的，並進行藝術創作。將一張彩色的照片做去飽和或灰階處理變成黑白的照片，然後再其上加上色彩飽和的網格、網點及線條，會使得照片看起來像是有顏色一般。



圖片取自網路資料；Color Assimilation Grid Illusion，作者：Oyvind Kolas

根據上述理論，色彩同化的效果是存在的，但是色彩同化是指顏色間相互影響，但是視頻中當中間加入手指後，只會對下方的色塊造成影響，既然是**色彩同化那應該是沒方向性的**，是甚麼原因導致其影響是有方向性的呢？

### (三) 康士維錯覺(Cornsweet illusion)

當觀察經典的**康士維錯覺**時，看似兩個不同色調的方塊被一條細細的**漸層帶**分開。實際上，這兩個正方形的色調是完全相同的。在某些例子中，這種幻覺是如此令人信服，以至於為了消除這樣錯覺的唯一方法便是遮住除兩種相同顏色方塊之外的所有東西，從而證明這兩個方塊的顏色確實是相同的。

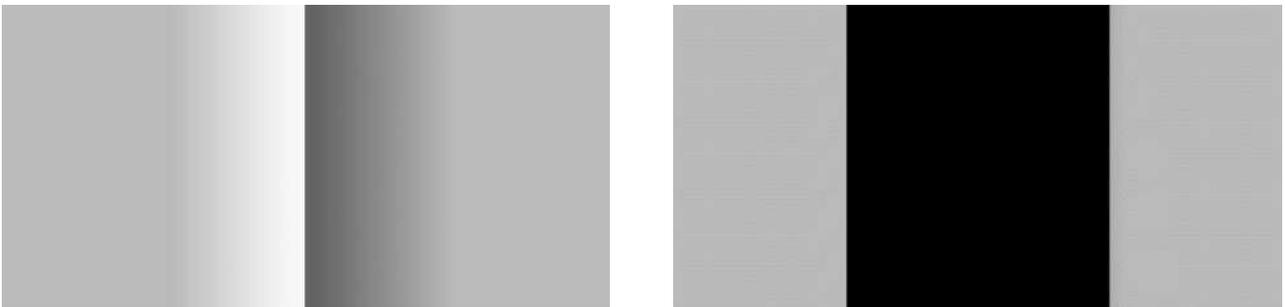


圖 8 康士維錯覺範例。(由作者繪製)

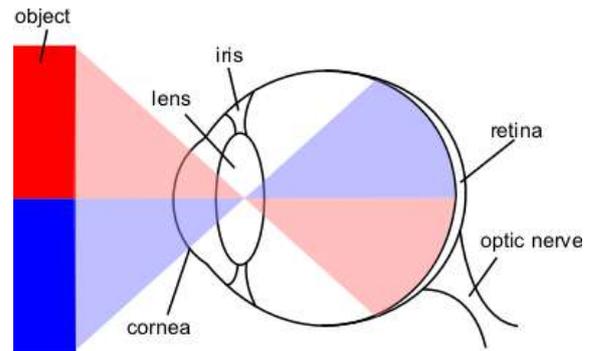
根據文獻說明，**康士維錯覺**是大腦利用色塊邊緣向周圍區域傳遞訊息的方式的一個例子，它的發生是因為神經衝動穿過視覺皮層，並使用某些亮度分佈來解釋它所看到的內容，因此導致實際的顏色和大腦解讀的顏色產生差異。換句話說，大腦習慣以某種方式看待事物，並且經常在這些**參數內**解釋訊息。

根據我們所查的資料，**康士維錯覺**主要是提出**灰色圖片受明暗漸層的影響**，本組在這樣的基礎上，想要更進一步去探討其它顏色的底圖是否也會受到明暗漸層的影響，並且如果**改用其它顏色的漸層變化**，**左右兩側的顏色是否也會因此發生顏色上的改變**，而不只是單純的明暗變化而已。

#### (四) 視覺系統

產生視覺必須包含刺激與視覺系統的相互作用。

視覺系統 (visual system) 包括感覺器官 (眼睛) 和中樞神經系統的一部分 (視網膜, 視神經, 視束和視覺皮層), 其賦予機體視覺以及使幾種非圖像的光反應功能得以形成。

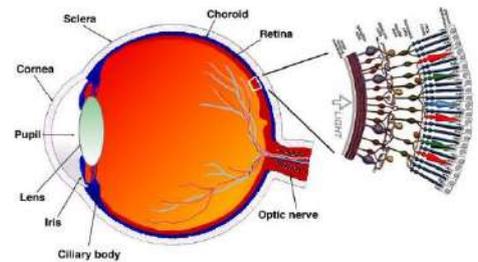


#### 眼

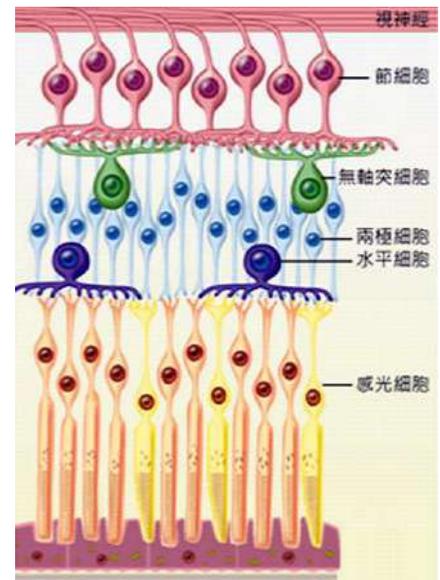
眼是一個複雜的生物設備。眼的功能就像一個 CCD 相機一樣, 使得可見光轉換為一系列可被神經傳遞的信息。進入眼球的光線首先被角膜折射, 然後通過瞳孔 (由虹膜控制其大小), 再由水晶體進一步折射, 並將圖像投射至視網膜。

#### 視網膜

視網膜包含大量的感光細胞, 這些細胞中含有一種稱為視蛋白的蛋白分子。人類有兩種視蛋白, 視桿視蛋白和視錐視蛋白。視蛋白吸收光子 (光粒子) 後通過信號傳導通路將信號傳遞給細胞, 導致光感受器細胞超極化。



視桿細胞和視錐細胞具有不同的功能, 視桿細胞主要存在於視網膜的周邊部分, 用於在光線很弱的情況下視物; 視錐細胞則主要存在於視網膜的中心 (或稱為中央凹)。根據吸收光線波長的不同可以將視錐細胞分為三類, 稱為短/藍、中/綠、長/紅視錐細胞。視錐細胞主要用於在正常光強條件下辨別顏色及其他視覺信息。



在視網膜中, 感光細胞突觸直接與雙極細胞相連, 雙極細胞突觸則與最外層的節細胞相連, 節細胞將動作電位傳遞

到大腦。大量的視覺處理過程在這樣的一個視網膜神經元連接結構中完成。大約有 1 億 3 千萬個光感受器接受光信號, 然後通過大約 120 萬個節細胞軸突將信息從視網膜傳遞到大腦。

## 外側膝狀體核 LGN

外側膝狀體核 (LGN) 是視丘的一個感覺中繼核團。在 LGN 影像做了第一次的融合，將接收到的部分影像合一，變成一個完整的影像。LGN 的功能，目前尚沒有確切的定論。LGN 的反饋投射約為前向投射的十倍之多，意思就是，真正從來自視網膜傳遞的訊息(前向投射)，大概只有大腦皮層反饋傳遞的十分之一而已，**大部分的畫面都是大腦用舊經驗想像出來的**。如果我們每天一睜開眼看見我們的房間都需要眼睛的訊息來架構的話，這樣對身體來說是非常耗費資源的。所以 LGN 很有可能是這樣的一個器官——用來調控進入中樞訊息量的地方，也就是掌管我們注意力大小的把關者。 ([上述圖文摘錄自：視覺系統-維基百科](#))

## (五) 攝影術語

### WB(白平衡)

白平衡是用來控制相機的色彩還原，就是讓他能認出白色，而平衡其他顏色在有色光線下的色調。顏色實質上就是對光線的解釋。物體顏色會因投射光線顏色產生改變，在不同光線的場合下拍攝出的照片畫面會有色彩偏差，有不同的色溫。比如白熾燈下會偏黃，日光燈下會偏綠，可以通過白平衡調整，白平衡的作用就是將這些照片恢復正常的顏色。

### ISO(感光度)

ISO 是 CCD 的感光度：ISO 值越小，畫面越暗；ISO 值越大，畫面越亮，即 ISO 值越大同樣曝光時間下照片亮度越大，但是畫面會增加噪點，降低畫質，特別是晚上拍攝時噪點非常明顯。

### S(快門速度)

S 是快門速度，S 值越小，快門速度越快，S 值越大，快門速度越慢，快門時間也是可以調節，一般是從 1/4000 秒~30 秒。

### EV(曝光補償)

EV 即曝光補償，增加或減小曝光量。曝光補償是一種曝光控制方式，如果環境光源偏暗，即可增加曝光值以突顯畫面的清晰度。曝光補償就是有意識地變更相機自動演算出的「合適」曝光參數，讓照片更明亮或者更昏暗的拍攝手法

## RAW 檔

所謂的 RAW 檔就是攝影師當下拍下的照片，是原始、未經加工的。基本上來說，RAW 檔是未經處理、壓縮的照片格式，它會直接捕抓感光元件上原始資料，裡頭有當時相機拍攝所設定的曝光值、色彩、白平衡…等

RAW 圖檔有時被描述為「數字負片」。雖然它們不是負片，但它們與膠片攝影中負片的作用完全相同：負片不能直接用作圖像，但它包含了建立圖像所需的全部資訊。跟膠片攝影一樣，將 RAW 圖檔轉換成可視格式的過程有時稱為「顯影」，類似於將膠片沖洗成可視印刷品的膠片顯影過程。

像膠片攝影的負片一樣，RAW 格式數位影像的動態範圍或色域可能比最終圖像格式更寬，而且它保留了擷取圖像的大部分資訊。使用 RAW 圖像格式的目的是以最小的資訊損失儲存從感測器獲得的資料，以及擷取圖像時的狀況（元資料）。

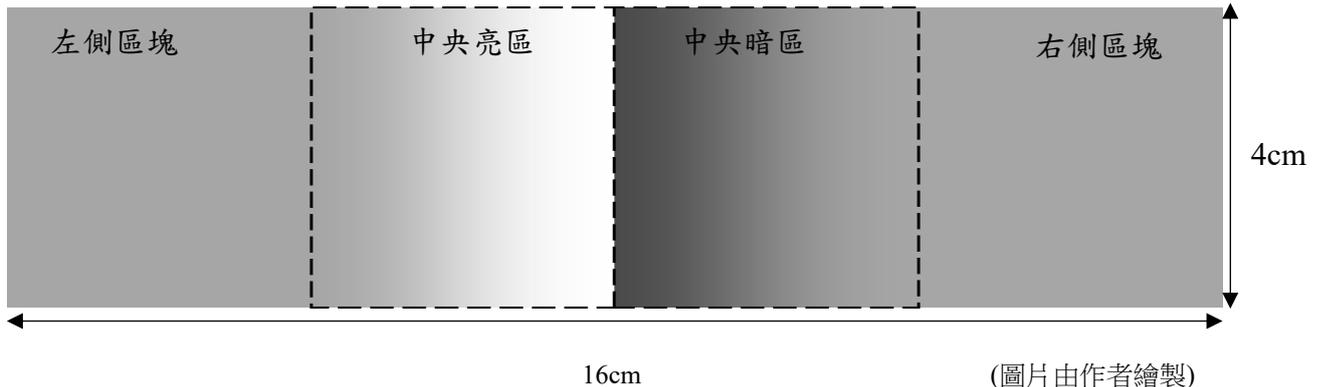
RAW 圖像格式的目的是儘可能地捕捉（即特定感測器的最好效能）現場的拍攝特性，也就是說，包含有關場景的光照強度和顏色的物理資訊。大多數 RAW 圖檔格式儲存的感測器資訊是按照感測器的各個光接收元件（有時稱為像素）的幾何排布，而不是最終圖像中的點的位置來排列的。*(摘錄自：RAW-維基百科)*

## 二、研究方法

實驗一：探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。

### (一) 視覺辨識

- 1、利用 power point 程式繪製所需明暗變化的圖形，繪製比例如下，並分別改變中央漸層亮區及暗區所佔比例，依序寬度為 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm，也就是面積比例占比為 1/8、2/8、3/8、4/8、5/8。



- 2、邀請 10 位同學進行測試，將事先畫好的設計圖在大螢幕上播放，請受試者根據所看到的情形回答問卷上的問題。
- 3、再請組員回去請 10 位家人協助做測試。
- 4、在顯示過程中，有設定黑色背景及白色背景兩種環境。
- 5、回收問卷，並將作答結果進行統計。

### (二) 相機拍照

- 1、將設計好的圖片以 ipad 平板顯示，並固定螢幕顯示亮度(調到最大)。
- 2、將平板置入暗箱，將相機安裝在暗箱上方事先挖好的洞口，並調整平板位置，讓入設計的圖片落在畫面的正中央。
- 3、固定相機拍照參數(詳見 P3)，拍攝照片，並存成 RAW 檔。

## 實驗二：探討其他顏色(紅、藍、綠)是否也會受中央區塊的明暗漸層影響?

### (一) 視覺辨識

- 1、以紅、藍、綠三色為底色，並在中央區域加入明暗之漸層。
- 2、中央漸層寬度為 4cm (占整體面積為 4/8)。
- 3、邀請 10 位同學進行測試，將事先畫好的設計圖在大螢幕上播放，請受試者根據所看到的情形回答問卷上的問題。
- 4、再請組員回去請 10 位家人協助做測試。
- 5、在顯示過程中，有設定黑色背景及白色背景兩種環境。
- 6、回收問卷，並將作答結果進行統計。

### (二) 相機拍照

- 1、依照前項實驗步驟進行實驗，固定每次攝影的參數。
- 2、將拍攝好的圖片，進行轉檔，再以 Image J 程式進行色彩分析。

## 實驗三：探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響?

### (一) 視覺辨識

- 1、分別以紅、藍、綠、黃色為底，而中央漸層色彩則以紅、藍、綠、黃(紅+綠)、青(藍+綠)、紫(紅+藍)等方式去設計。
- 2、一樣請 10 位同學及 10 位家人受測，根據螢幕及平板上所看到的圖樣回答問卷題目。
- 3、將作答結果進行統計。

### (二) 相機拍照

- 1、依照前項實驗步驟進行實驗，固定每次攝影的參數。
- 2、將拍攝好的圖片，進行轉檔，再以 Image J 程式進行色彩分析。

## 伍、研究結果與討論

實驗一：探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。

康士維錯覺提到中央漸層的明暗變化，在視覺上會造成兩側色塊的明暗產生變化，本組想進一步去探討中央漸層所占比例對錯覺的影響程度。

### (一) 視覺辨識

#### 1、設計不同寬度的中央明暗漸層。

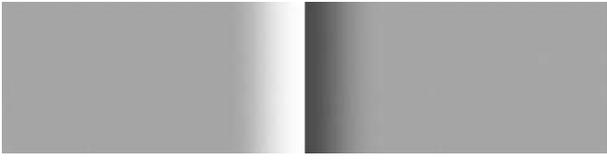
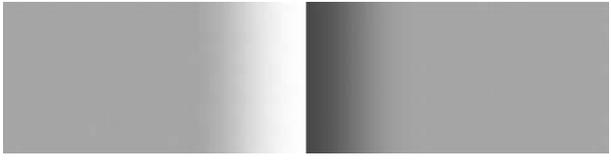
底圖為(R,G,B)=(166,166,166)的灰色圖片，左側漸層為白色至灰色變化，而右側漸層為深灰色(R,G,B)=(127,127,127)至灰色變化。



左側漸層



右側漸層

	
無漸層	中央漸層占比 1/8
	
中央漸層占比 2/8	中央漸層占比 3/8
	
中央漸層占比 4/8	中央漸層占比 5/8

上述圖片皆為作者拍攝編輯

## 2、明暗辨識實驗

本組商請 10 位同學及 10 位家人來協助測試，將設計好的圖片以大螢幕或平板顯示，請受測者來辨別兩邊色塊的明暗差異。

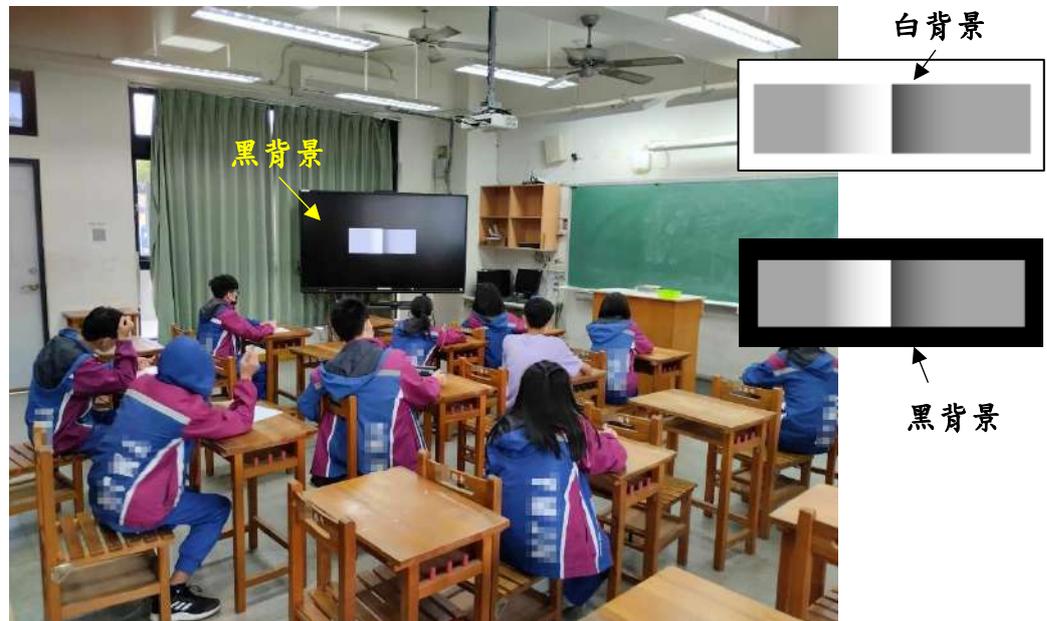


圖 9 10 位同學受測情形。(由作者在旁拍攝)

此測試實驗除了改變中央漸層的占比外，還有改變圖片顯示周圍的背景顏色。

測試結果：

題目：請問中央長方形色塊，兩側顏色何者較明亮(A)左邊(B)右邊(C)兩邊皆相同。

背景 顏色	黑背景			白背景		
	A (左邊)	B (右邊)	C (兩邊皆相同)	A (左邊)	B (右邊)	C (兩邊皆相同)
	9	0	11	8	0	12
	14	0	6	10	0	10
	16	0	4	13	0	7
	16	0	4	14	0	6
	19	0	1	16	0	4
合計	74	0	26	61	0	39

根據 20 位受試者測試結果，在黑色背景的情況下有 74% 的受試者認為左側較為明亮，而若在白背景下則有 61% 的受試者認為左側較為明亮，而兩種背景下選擇右側較明亮的皆為 0 位，因此中央漸層的明暗變化，確實會讓人視覺上對兩側色塊的明暗造成影響。

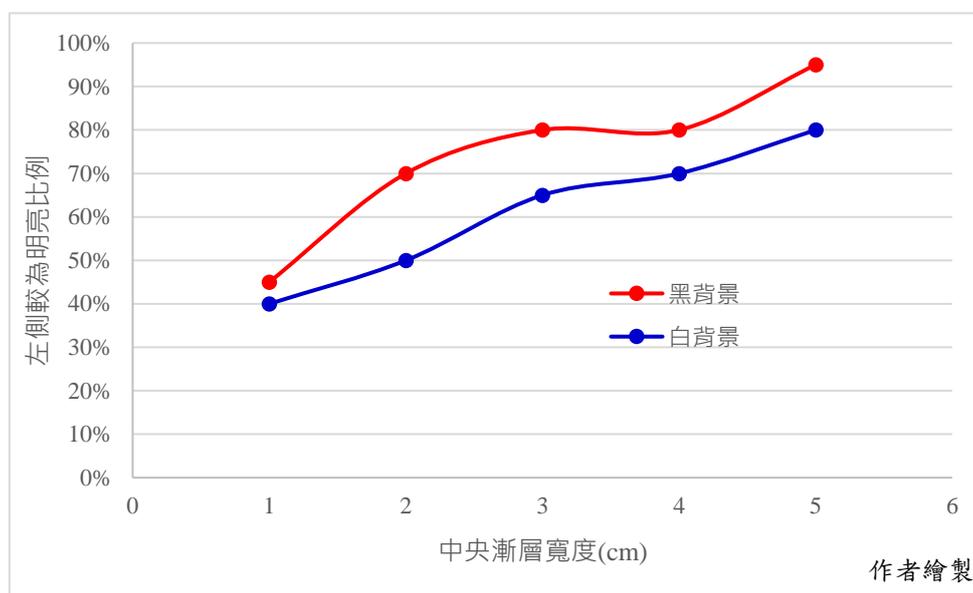


圖 10 不同中央明暗漸層寬度，受試者視覺上認為左側較明亮的比例變化情形。

由圖 10 我們可以發現中央漸層明暗寬度確實會對兩側發生明暗錯覺的程度有影響，中央漸層所占比例越高，造成康士維錯覺的機率就越高。

此外，當中央漸層所占比例為 1/8 時，也大概有 40~50% 的受試者產生明暗錯覺，本組認為受試者在比較兩側顏色時，視野一定會包含中央的漸層區域，而且是佔據最主要位置，因此在視覺上很容易受到漸層逐漸變化的影響而產生偏移。

## (二) 相機拍照

由前項實驗得知，中央漸層的明暗變化，確實會讓兩側的色塊看起來深淺不同，本組不禁思考，若以相機拍攝設計好的圖片，那所拍攝出來的圖片，兩側色塊的明暗是否也會有不同？

在固定的拍攝條件及環境下進行拍攝(細節見前面實驗裝置)，我們將設計好的圖片以平板顯示(平板亮度固定在最大值)。

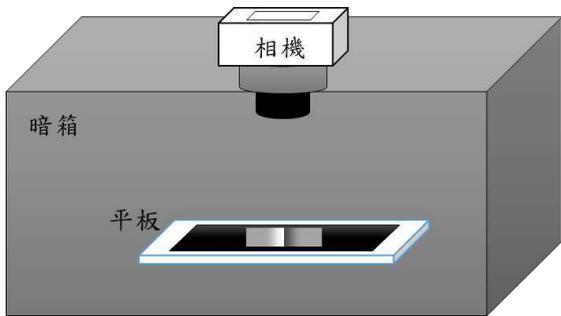


圖 11 實驗裝置示意圖  
(作者繪製)

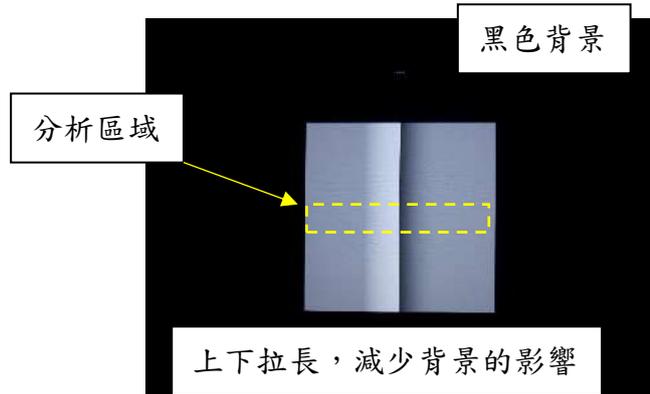
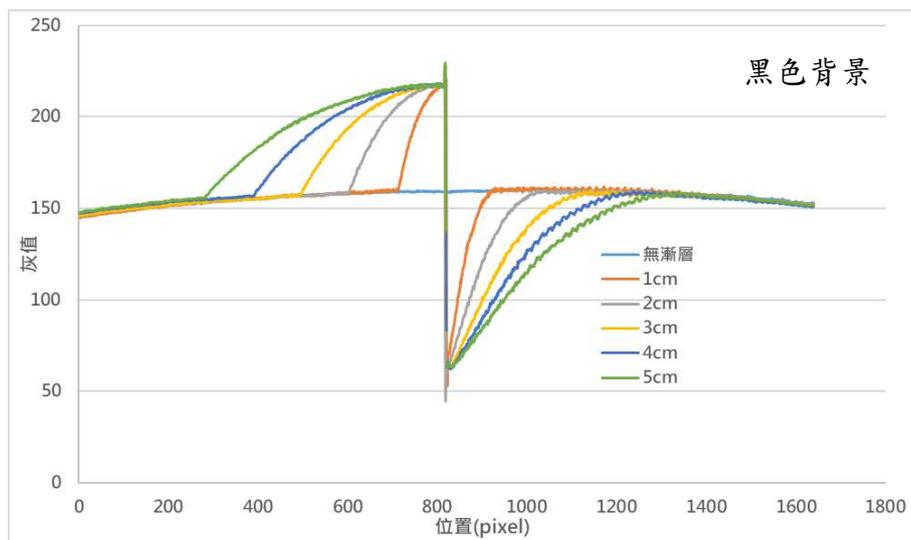


圖 12 拍照結果說明，將設計圖上下拉長，減少背景影響。(作者分析過程截圖)

### 分析區域截圖

無漸層	中央漸層占比 1/8	中央漸層占比 2/8
中央漸層占比 3/8	中央漸層占比 4/8	中央漸層占比 5/8



作者繪製

圖 13 在黑背景條件下，不同中央明暗漸層寬度拍攝照片灰值分析情形。(未扣除背景值)

本組試著將有中央漸層的分析數值去扣掉無漸層的分析數值，結果如下：

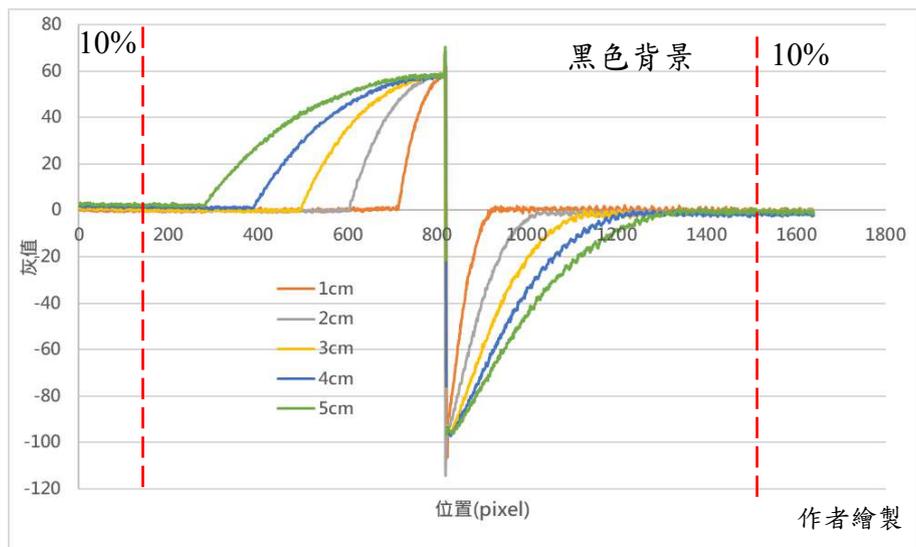


圖 14 在黑背景條件下，不同中央明暗漸層寬度拍攝照片灰值分析情形。(扣除背景值)

接著本組將左右 10% 區塊的灰值取平均，來比較兩側色塊的明暗差異，灰值越大代表顏色越亮，灰值越小則代表越暗，並且將左側亮區減去右側暗區的數值來比較兩側明暗情形。

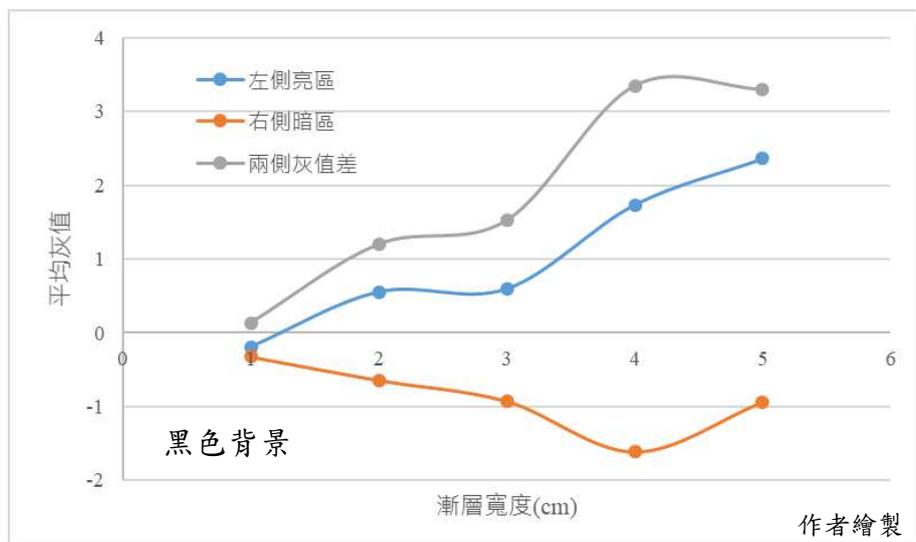
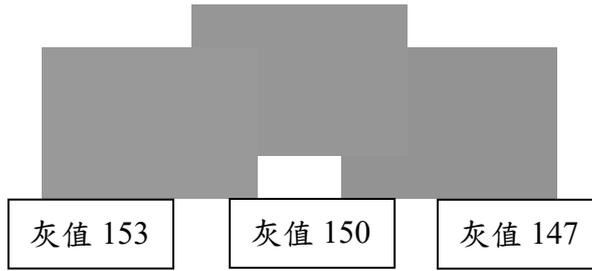


圖 15 在黑背景條件下，不同中央明暗漸層寬度左右兩側 10% 區塊，灰值差異情形

由圖 15 可以發現左側區塊受到中央亮區的漸層影響，最左側 10% 區塊的平均灰值較原來無漸層的來得大，而最右側 10% 區塊的平均灰值卻較原來無漸層的來得小，而且隨著中央漸層寬度越寬，差異也越大，也呼應前項實測結果，當中央漸層寬度越小，產生康士維錯覺的機率也就越低時，同時意謂著相機的拍照行為，也會有類似康士維錯覺的行為產生

為了確認灰值差 3 時，使否會有差異，本組設計如下圖片：



本組三位組員可以看出三張圖片的顏色是有差異的。

### (三) 改為白色背景

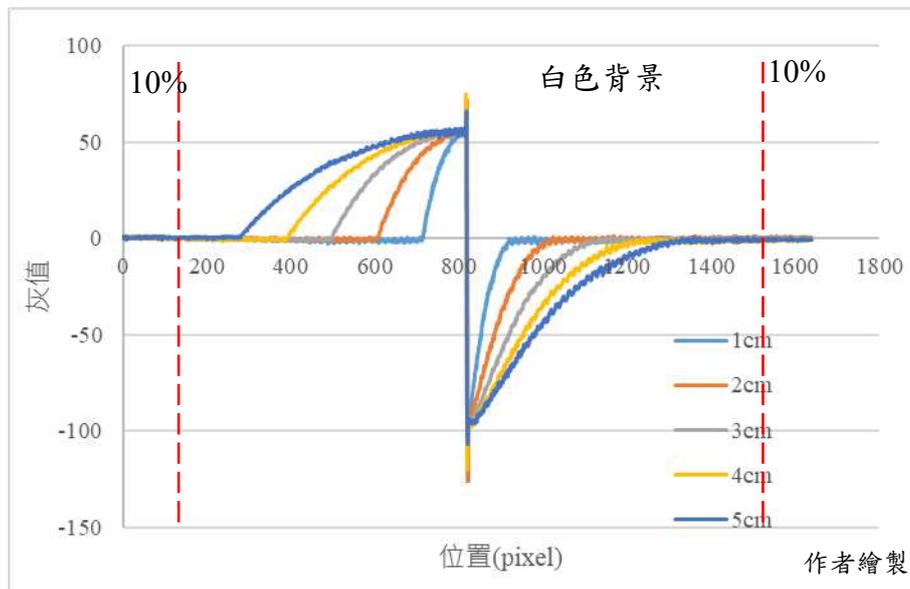


圖 16 在白背景條件下，不同中央明暗漸層寬度拍攝照片灰值分析情形。(扣除背景值)

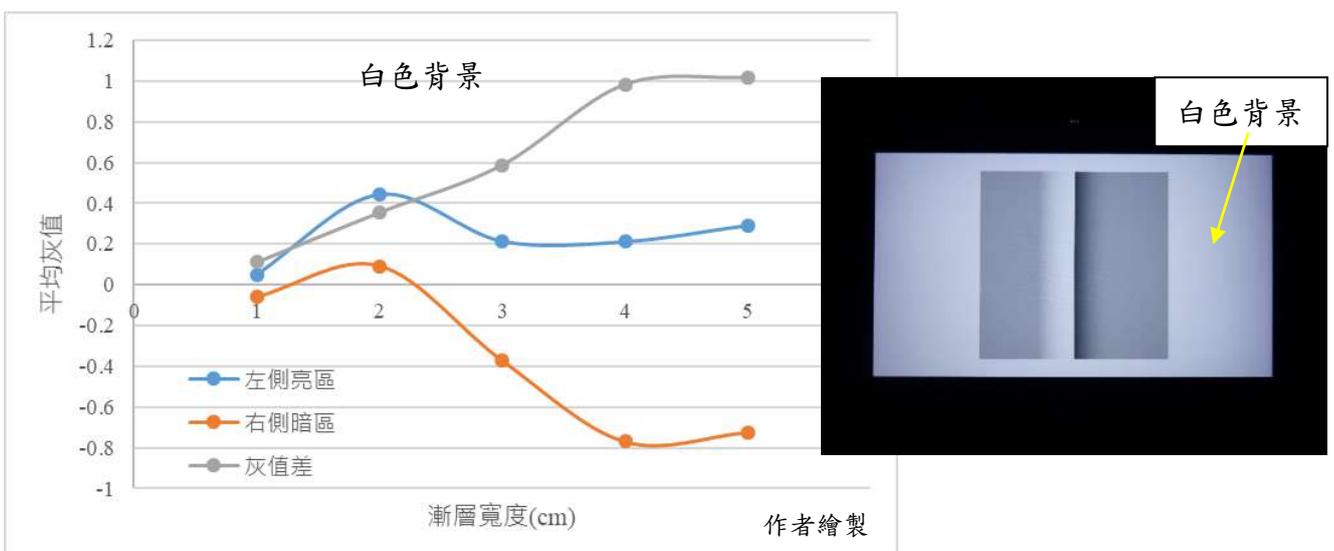


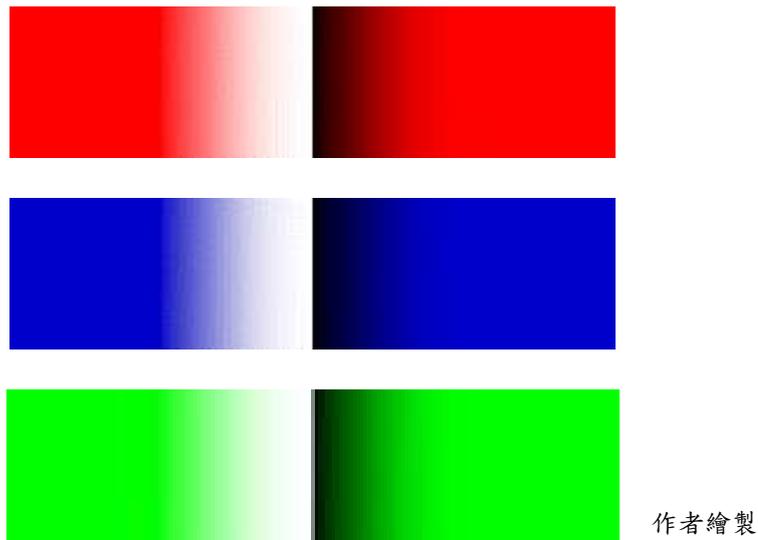
圖 17 在白背景條件下，不同中央明暗漸層寬度左右兩側 10% 區塊，灰值差異情形

由圖 17 實驗結果來看，改成白色背景顯示也會造成兩側色塊明暗也所差異，靠近左側亮區的會比較亮，右側暗區會變得比較暗，但是比較兩側灰值差異，白色背景下所造成的灰值差異則比較小，大概只差到 1 而已，本組認為相機在接受光線進入時，經由光學系統將訊號傳到感光元件，會有聚光的效果，因此當背景為白色時，會使得中央漸層的影響減弱。

同樣地，跟前項視覺辨識結果做比較，白色背景下，感受到兩側明暗有差異的約為 61%，明顯低於黑背景的 74%。

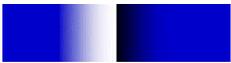
### 實驗二：探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響?

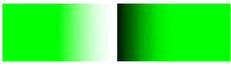
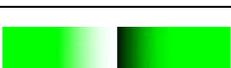
康士維錯覺的文獻中最主要是提到灰色圖片受中央明暗漸層影響的變化情形，也很少人去探討其它顏色(紅、藍、綠)的深淺是否也會受中央區塊的明暗漸層影響?因此本組在中央加上白到紅(藍、綠)及黑到紅(藍、綠)兩種漸層變化，觀察左右兩側顏色所受到的影響。



#### (一) 視覺測試

題目：請問左右兩邊色塊，何者顏色較明亮?(A)左邊(B)右邊(C)兩邊相同。

背景	顏色	A(左側較亮)	B(右側較亮)	C(一樣亮)
黑		18	0	2
		15	0	5

		16	0	4
白		18	0	2
		14	0	6
		16	0	4

經由各 10 位同學與家人的測試，紅、藍、綠兩側的色塊也會受到明暗漸層影響，而使得兩側顏色看起來也有明暗之差異，若比較底色不同受漸層的明暗影響，則以紅色的效果較明顯，藍色的效果則較差，而背景的影響似乎不太明顯。

不論如何，經過兩次不同的視覺測試，不管底圖顏色如何，都會產生康士維錯覺，本組認為當眼睛看向圖片全體時，左邊亮區感覺光線較強，右邊暗區感覺光線較弱，則會在便是上先入為主的認為左側較亮，而右側較暗，因為顏色的亮暗也是比較出來的。

## (二) 相機拍照

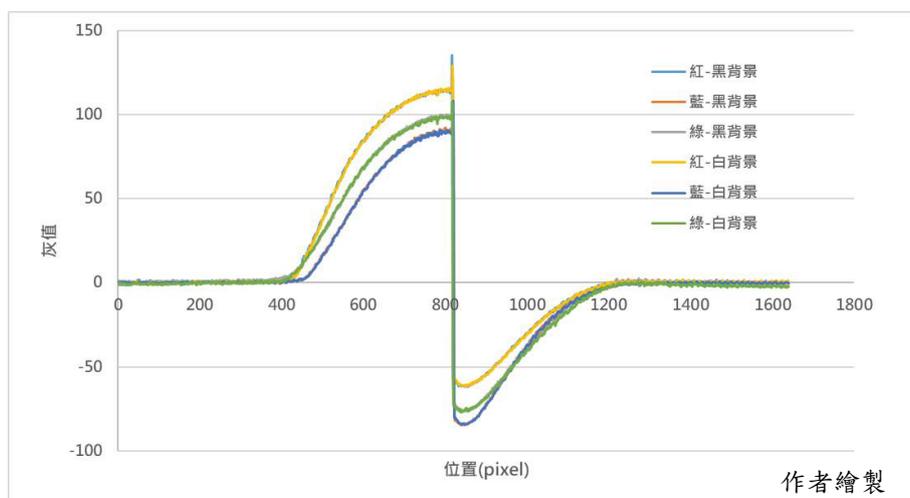


圖 18 紅藍綠三種不同底圖顏色受中央明暗漸層影響的灰值變化情形。(以扣除背景值)

## 分析區域截圖

		
紅-黑背景	藍-黑背景	綠-黑背景
		
紅-白背景	藍-白背景	綠-白背景

一樣計算左右兩側 10% 區塊的灰值平均，並相減得到兩側灰值差異，結果如下：

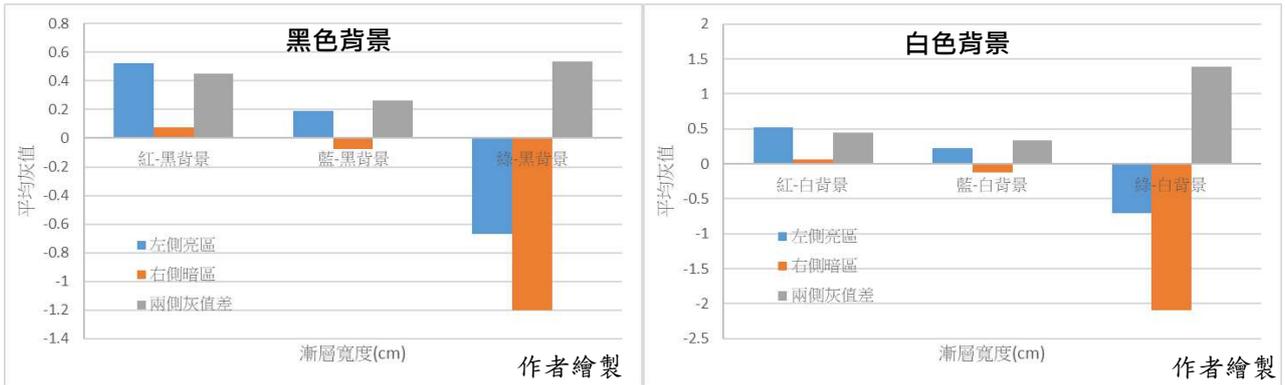


圖 19 紅藍綠三種不同底圖顏色，中央明暗漸層對左右兩側 10% 區塊灰值影響情形。

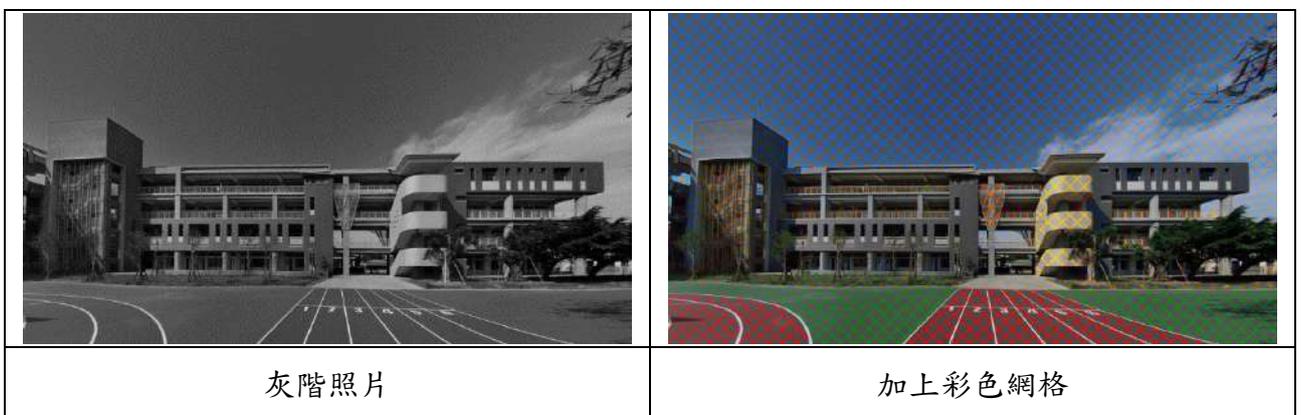
由圖計算結果可以得知，改以紅、藍、綠三種顏色為底圖，再加上中央明暗漸層(寬度 4cm，占比 1/2)，會使兩側區塊的顏色明暗有所差異，但效果比灰色底圖來的差。

### 實驗三：探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響？

之前本組在 youtube 上看到一部影片，提到了色彩同化的概念，就是將一張灰階或去飽和的照片，加上了彩色網格，便會讓原本黑白的照片，看起來是彩色的，本組便思考如果結合色彩同化理論，套用到此一模型，改變中央漸層的色彩變化形式，不再只是明暗變化，是否會讓兩側的色塊產生顏色上的視覺改變。

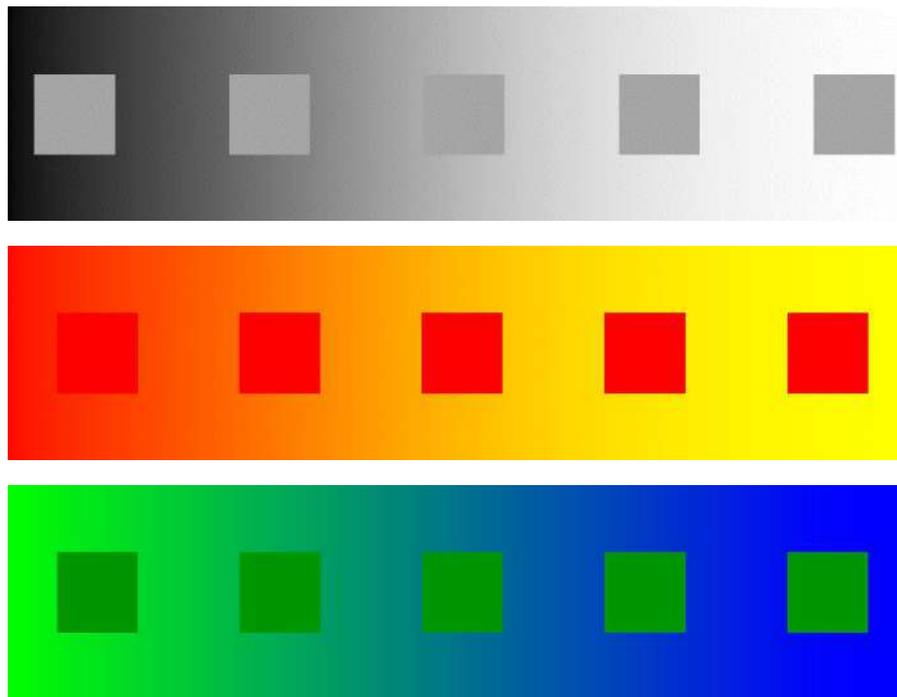


圖 20 youtube 影片，拍攝者：啾啾鞋



取自；網路風景圖，由作者後製而成

## 顏色測試



作者繪製

經由多次設計圖片測試，發現眼睛在辨識小方塊顏色時，確實容易受周圍的顏色干擾，所以我們試著去了解中央漸層色彩變化，是否也會造成兩側顏色發生變化。

### (一) 視覺測試

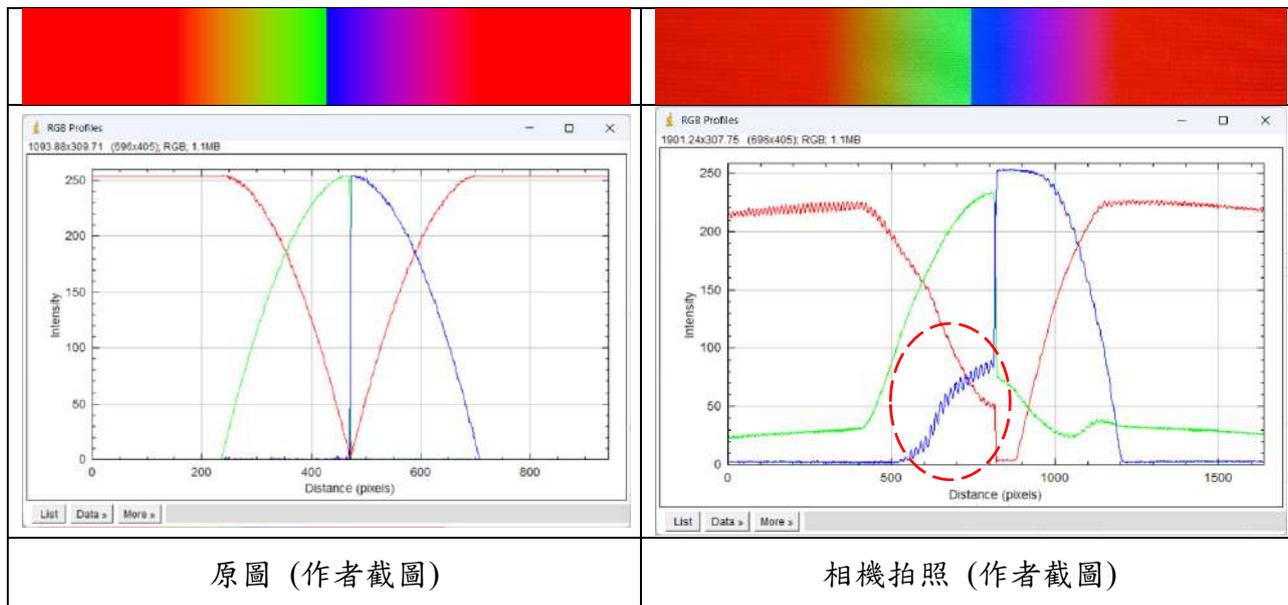
**題目：**請問中央長方形色塊，兩側顏色看起來是否相同(A)是(B)否。

黑色背景	是	否	黑色背景	是	否
	5	15		8	12
	3	17		9	11
	6	14		10	10
	34	16		8	12

根據 20 位同學測試的結果，底色為綠色的效果比較差，同化效果不明顯，紅色受黃色的影響極為明顯，本組認為就平板的顯色能力，紅、藍兩色顯示的亮度較弱，綠色的發光強度較強，因此紅、藍兩色較易受到中央漸層的色彩發光強度影響，反之綠、黃兩種為底的不易被影響，被感染的效果較差。

## (二) 相機拍照

紅色為底



原圖 (作者截圖)

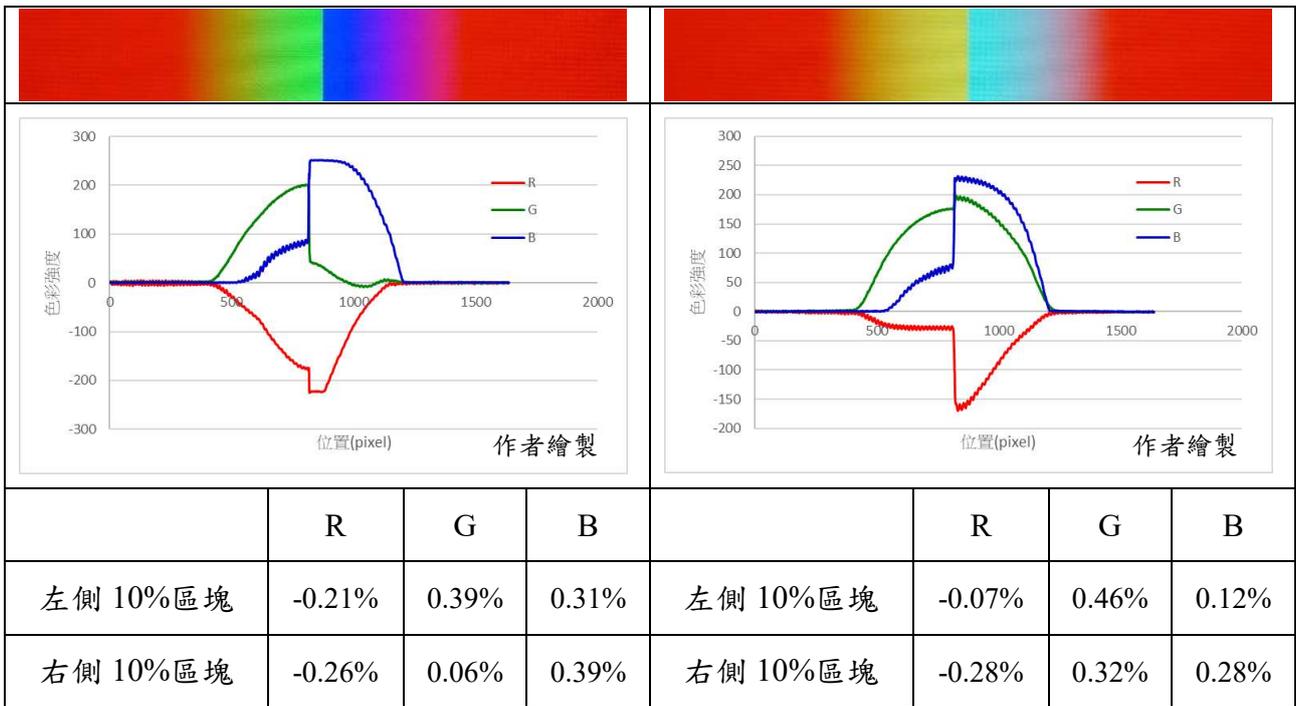
相機拍照 (作者截圖)

比較原圖與相機拍照的色彩分佈，可以明顯地看到在中央交接處，左邊的藍色有過渡到右邊去，而右邊的綠色也傳到了左邊區域，有互相優想的情形發生。

此外，為了比較經由相機拍照後，左右兩側的 10% 區塊的顏色是否有產生變化，本組採用色彩相空間理論的概念，每一組顏色都會對應到一組(R, G, B)座標，而兩組顏色的座標距離越大也就代表顏色差異越大。

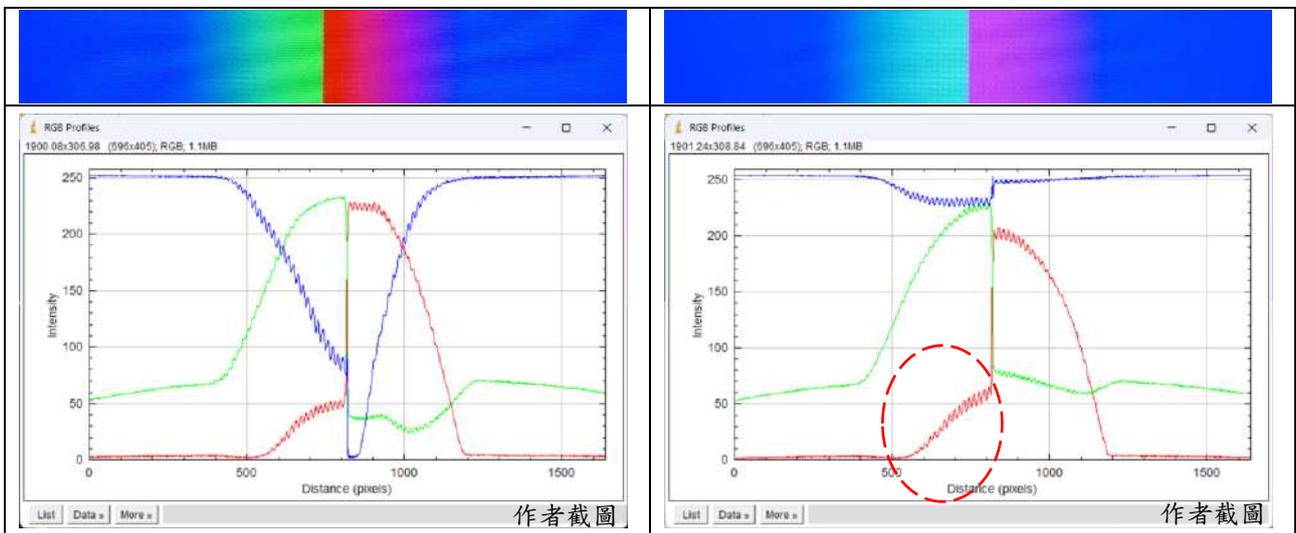
數據分析方式：

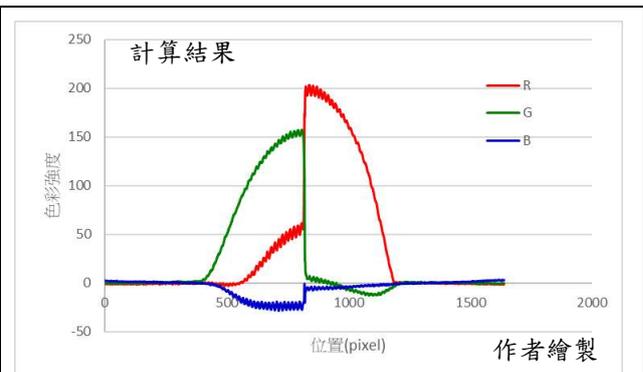
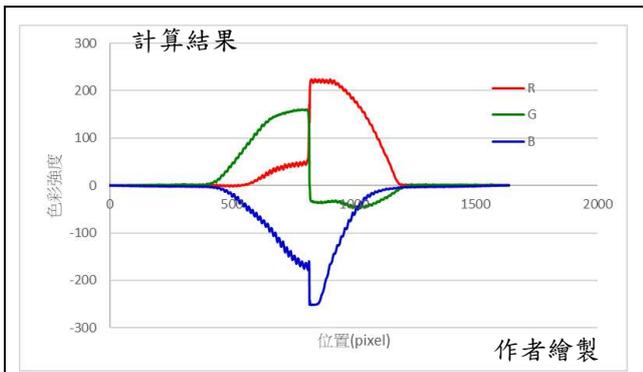
- 1、先拍攝無漸層的底圖色彩分佈，數據假設為(R0, G0, B0)
- 2、在拍攝有中央彩色漸層的實驗圖，數據假設為(R1, G1, B1)
- 3、為了消除環境因素，我們將兩者相減得(R1-R0, G1-G0, B1-B0)
- 4、最後再除以 $\sqrt{R_1^2 + G_1^2 + B_1^2}$ ，消去明暗的干擾。
- 5、然後比較左右 10% 區塊內的平均顏色變化情形。



比較圖和計算左右兩側區塊的結果發現，以紅色為例，若中央色彩變化，紅色是減弱的，則兩側的變化便為負值，而中央漸層色彩若是增強，則兩側的色彩便有增強效果，綠色左側較強，而藍色則是右側較強。

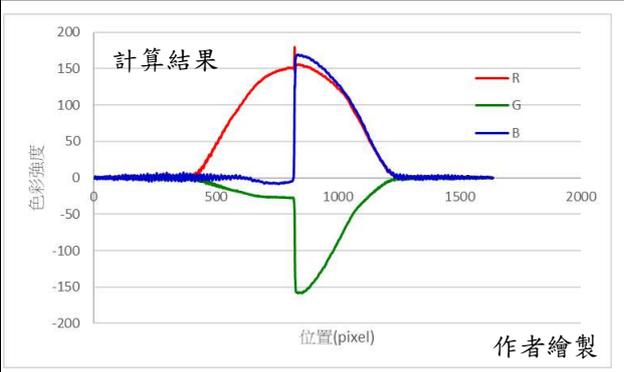
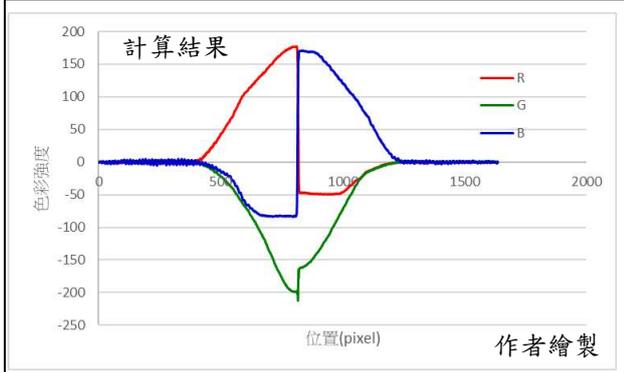
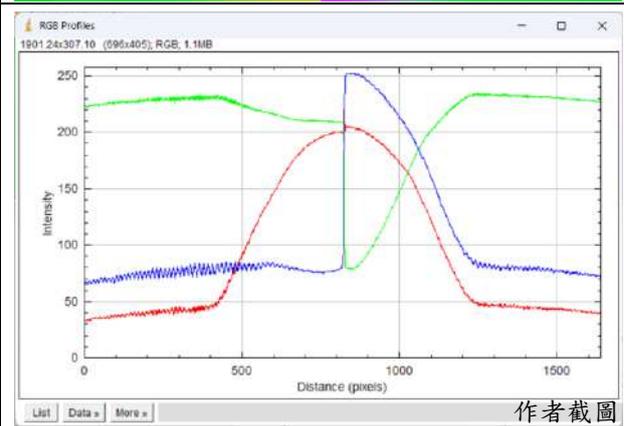
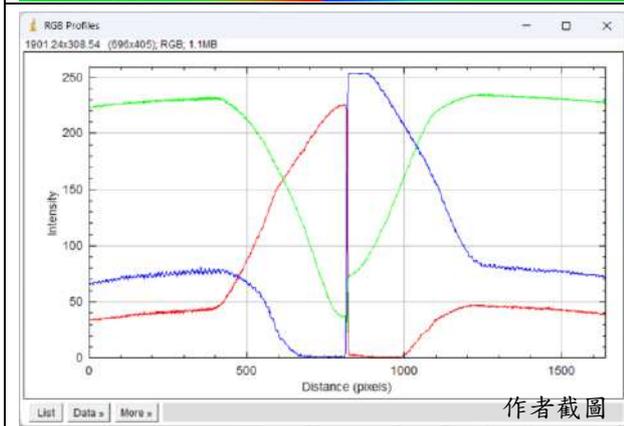
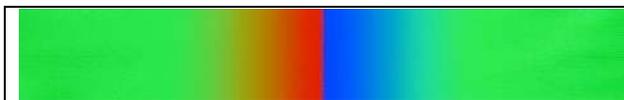
### 以藍色為底





	R	G	B		R	G	B
左側 10%區塊	-0.01%	0.21%	-0.17%	左側 10%區塊	0.05 %	0.48%	0.52%
右側 10%區塊	0.12%	-0.01%	-0.12%	右側 10%區塊	0.36%	-0.14%	0.75%

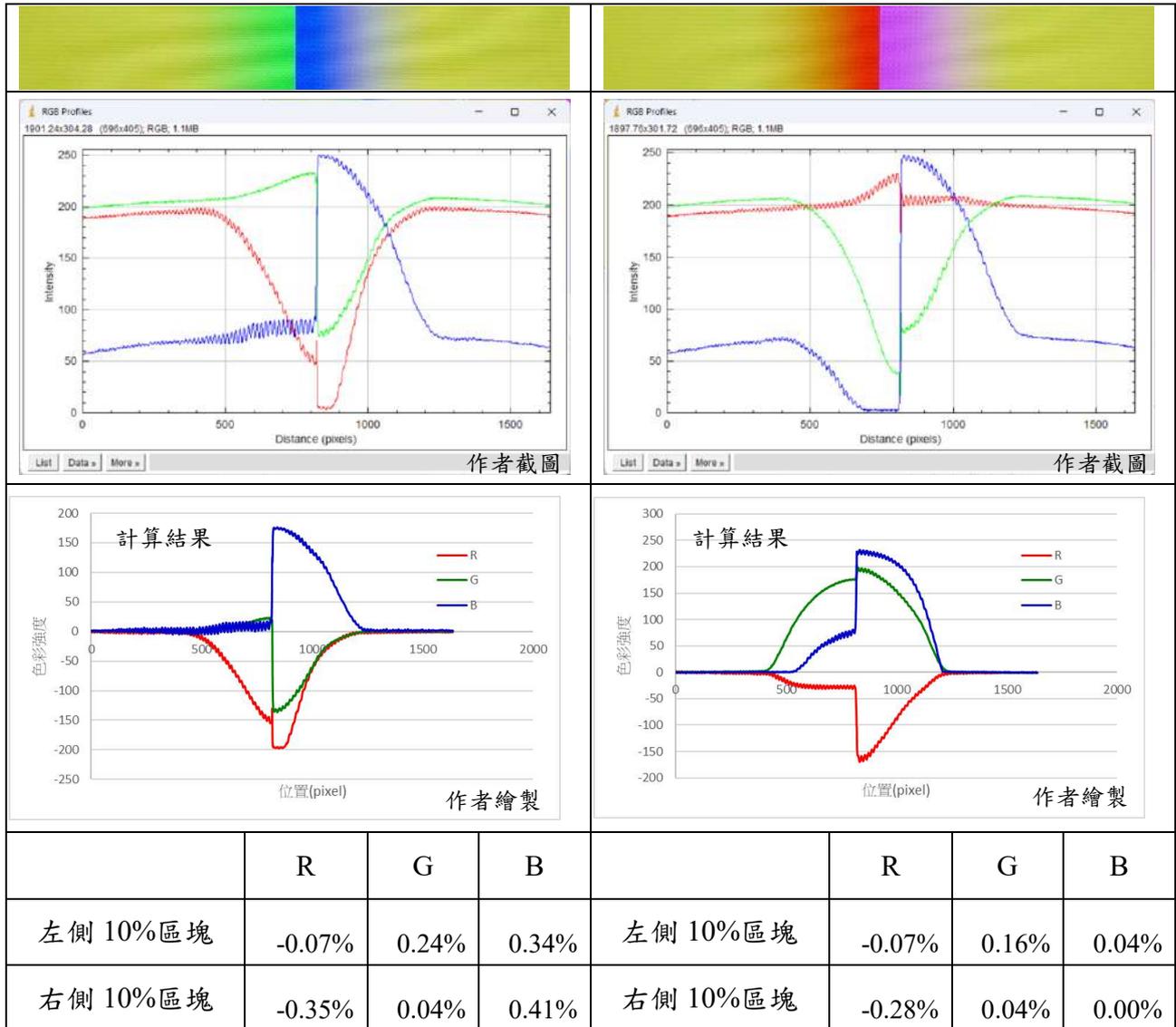
綠色為底



	R	G	B		R	G	B
左側 10%區塊	0.18%	-0.18%	-0.02%	左側 10%區塊	0.19%	-0.24%	-0.04%
右側 10%區塊	-0.01%	-0.09%	0.24%	右側 10%區塊	0.26%	-0.06%	0.05%

兩側為綠色時，因綠色亮度較強，反而會使中央漸層色彩受綠光影響較多。

黃色為底



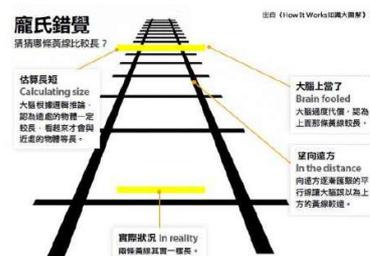
根據上述的多種分析結果，可以大致得出一個趨勢，兩側區塊的顏色多少會受到中央漸層的色彩形式影響，只是有些比較微弱，效果並不顯著，但趨勢還在。

## 陸、結論

實驗一：探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。

### (一) 視覺辨識

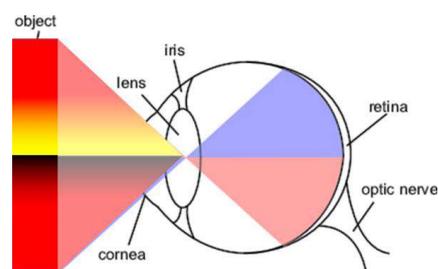
- 1、由 20 位受試者的辨識結果得知，中央明暗漸層所占比例越多，產生康士維錯覺的情形也越多。
- 2、即使中央漸層所占比例小到 1/8，也還是有 40%~50% 的受試者堆兩側色塊的明暗產生錯覺。
- 3、本組認為，認為受試者在比較兩側色塊的明暗時，就像前面所提到的龐氏錯覺一樣，會跟周遭相似的物體作比較，而且，又受到漸進式的影響，大腦就很容易被帶偏。此外，漸層又佔據視野的主要位置，因此錯覺不易被排除，最好的方法就是將它遮去。
- 4、在不同的背景下，也會影響康士維錯覺的產生情形，背景若較明亮，產生康士維錯覺的情形比較少。



圖片取自；泛科學，眼見不能為憑！各式各樣的錯覺為何能欺騙我們的大腦？

### (二) 相機拍照

- 1、使用相機拍照，可以發現左右兩側區塊的明暗也會受到中央漸層明暗變化的影響，而且漸層寬度越大，兩側的明暗差異也會相對差越多。
- 2、本組認為相機接受外界混合的大量光線，透過鏡頭經由光學模組聚光在感光元件上，而感光元件的數量及大小都會影響到其色彩呈現，所以漸層較亮的一側相對放出較多光線，而導致左右兩側所偵測到的光線有差異，產生明暗變化。
- 3、根據一篇最新的研究 *A model of colour appearance based on efficient coding of natural images* 指出，許多視覺錯覺是由我們的眼睛和視覺神經元工作方式的限制引起的，而不是更複雜的心理過程，因此我們認為相機的受限程度絕對比人眼和視覺神經還來的多，所以很多時候需要後天修圖，而使相機也有類似康士維錯覺的現象。



取自：視覺系統-維基百科

## 實驗二：探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響?

- 1、改以其他顏色(紅、藍、綠)為底圖，再輔以中央明暗漸層變化，經 20 位受試者測試，結果確實也如同灰色底圖一般，兩側相同色彩的色塊也會受到中央明暗漸層影響，而看起來明暗有所不同，意謂著康士維錯覺並不僅侷限在黑白圖片間，彩色圖片也會有這樣的明暗錯覺效果出現。
- 2、使用相機拍照結果，經過分析後，兩側區塊的顏色確實也會有明暗差異，但若跟灰色底圖做比較，效果沒那麼大，本組認為以紅、藍、綠為底圖，其本身的色彩亮度就比灰色來的暗，所以即使受中央漸層影響而變亮或暗，在原本的基礎上差異就不會太大。

## 實驗三：探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響?

- 1、結合色彩同化理論，本組改變中央漸層的色彩變化形式，改以紅、黃、青、紫等不同顏色漸層變化，在搭配不同顏色的兩側色塊，結果發現，兩側的色塊顏色表現在視覺上也會發生改變，最明顯的例子就是紅色色塊受到中央的黃-紅的漸層影響，看起來變得比較偏橘色了，而若是綠色色塊，因為綠光強度較強。則受到中央漸層色彩的影響就比較弱。這也意謂著康士維錯覺並不僅僅侷限在明暗變化，而是會讓色彩看起來發生改變，這也是比較少人去注意到的現象。
- 2、比較明暗漸層及色彩漸層對兩側色塊的影響，可以發現肉眼比較容易感到明暗變化，而對色彩變化相對不敏感，這是因為眼睛生理上對亮度差異的敏感度高於色彩變化。
- 3、色彩感染的效果在邊界最強，但是兩側較遠區塊也會受到輕微干擾，也正是這樣的干擾才讓顏色看起來不一樣。
- 4、顏色的感染效果與發光強度有關，以平板發光為例，綠光強度較強，因此以綠色為底圖的圖片也較不易受到中央漸層顏色變化影響，這樣的結果也與視覺測試的結果吻合。

### 最後本組認為：

康士維錯覺是有趣的，本組在灰色圖片受中央漸層明暗影響的基礎上，更進一步結合色彩同化理論，發現左右兩側相鄰色塊的顏色確實也會受中央漸層的色彩變化影響，而看起來不一樣。

## 柒、參考資料及其他

1. Purves D, Shimp A, Lotto RB (1999), An empirical explanation of the Cornsweet effect. *J. Neurosci.* 19:8542-8551.
2. Purves D, Lotto RB (2003), *Why We See What We Do: An Empirical Theory of Vision.* Sunderland, MA: Sinauer Associates.
3. Purves D, Lotto RB (2004), The Cornsweet effect. *Encyclopedia of Neuroscience*, 3rd edition Elsevier Science Publishing Co.
4. Jolyon Troscianko, Daniel Osorio (2023), A model of colour appearance based on efficient coding of natural images. *PLOS Computational Biology* (2023)
5. 周芷語、謝宜勳(2020)，探討眼睛對於不同顏色赫曼方格的視錯覺，2020年臺灣國際科學展覽會，行為與社會科學。
6. 余承穎、黃芷嫻(2021)，以色彩區辨派典探討環狀誘導色彩錯覺中的同化與異化效果，2021年臺灣國際科學展覽會，行為與社會科學。
7. 葉芷瑜、李欣怡、吳禧恩（2020年7月），「色不易控，控不易色」--蒙克懷特錯覺看透，中華民國第61屆中小學科學展覽會，生活與應用科學(二)科。
8. 賴子甯、陳曉瑜（2020年7月），欺騙你的小眼睛—視我本色，中華民國第六十屆中小學科學展覽會，國中組物理科。
9. Craik–O'Brien–Cornsweet Illusion，取自網路資料。
10. Color Assimilation Grid Illusion，取自網路資料。
11. 【計算攝影】相機成像原理：從光線到 JPEG 影像，取自網路資料。
12. 錯覺在眼裡，而不是心理，取自：取自網路資料。

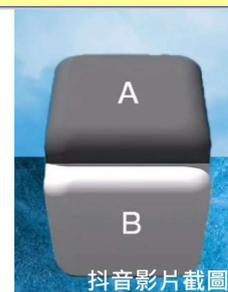
## 【評語】 030115

本作品以康士維錯覺為原理基礎探討中央漸層色彩對其相鄰色塊影響之行為，並進一步探索相機所拍之照片的可能影響。此原理為一已知的著名原理，若作者能提出較為創新的探索方式，並納入本作品和物理原理之間的關係，將會更好。

## 作品簡報

## 壹、研究動機

之前在抖音平台上看到一部有趣的影片，一個灰白色的立體方塊，當試著用手指擋住中央區域時，下方的區域的顏色竟然發生改變，我們感到非常神奇，並試著將影片暫停，然後直接用手指去遮，結果顏色看起來真的發生改變，後來找了許多同學測試，也都有這樣的情形。我們上網找了有關錯覺的資料，得知這個現象叫康士維錯覺(Cornsweet illusion)，是大腦經驗的解讀受影響所造成的，我們不禁思考，若改用相機取代肉眼，直接翻拍照片，那顏色是否也會產生差異呢？



## 貳、研究目的

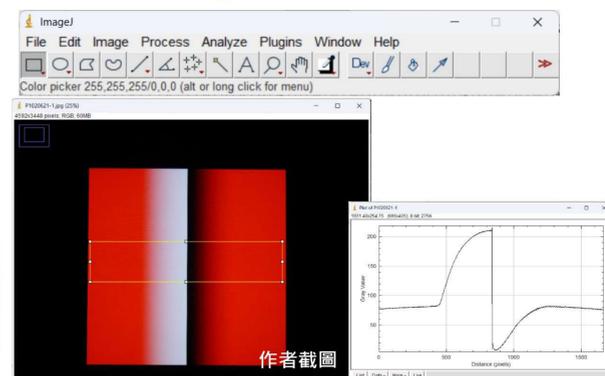
- 一、探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。
- 二、探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響？
- 三、探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響？

## 參、研究設備及器材

### 實驗裝置



### 實驗軟體-Image J



## 肆、研究原理與方法

### 康士維錯覺(Cornsweet illusion)

當觀察經典的康士維錯覺時，看似兩個不同色調的方塊被中央漸層帶分開。實際上，這兩個正方形的色調是完全相同的，左邊方塊看起來較明亮，右邊則較暗。根據文獻說明，大腦受到中央漸層明暗的經驗影響，使用某些亮度分佈來解釋它所看到的內容，因此導致實際的顏色和大腦解讀的顏色產生差異。換句話說，大腦受到視覺中心的亮度分佈影響，進而影響整個畫面的解讀。



而康士維錯覺主要是提出灰色圖片受明暗漸層的影響，本組在這樣的基礎上，想要更進一步去探討其它顏色是否也會受到明暗漸層的影響，並且如果漸層是色彩變化的形式，左右兩側的顏色是否也會發生改變，並更進一步去探討如果使用相機去翻拍這些圖片，兩側色塊是否也會有類似康士維錯覺的情形發生？

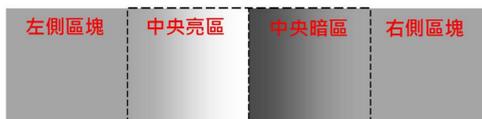
## 伍、研究結果與討論

### 實驗一：探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。

康士維錯覺提到中央漸層的明暗變化，在視覺上會造成兩側色塊的明暗產生變化，本組想一進一步去探討中央漸層的所佔比例對錯覺的影響程度。

### 明暗辨識實驗

本組商請20位志願者來協助測試，將設計好的圖片以大螢幕或平板顯示，請受測者來辨別兩邊色塊的明暗差異。



背景	黑背景			白背景		
	A (左邊)	B (右邊)	C (兩邊皆相同)	A (左邊)	B (右邊)	C (兩邊皆相同)
	9	0	11	8	0	12
	14	0	6	10	0	10
	16	0	4	13	0	7
	16	0	4	14	0	6
	19	0	1	16	0	4
合計	74	0	26	61	0	39

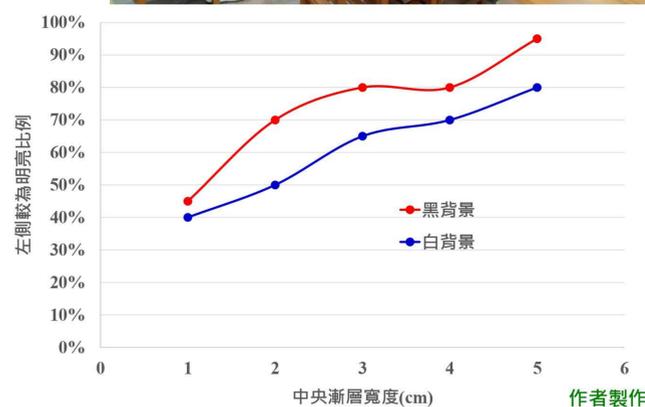


圖1 不同中央明暗漸層寬度，受試者視覺上認為左側較明亮的比例變化情形。

### 相機拍照

由前項實驗得知，中央漸層的明暗變化，確實會讓兩側的色塊看起來深淺不同，本組不禁思考，若以相機拍攝設計好的圖片，那所拍攝出來的圖片，兩側色塊的明暗是否也會有不同？

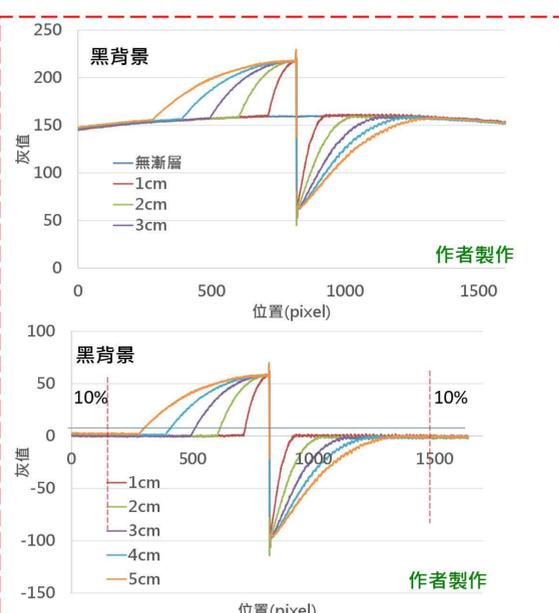


圖2 在黑背景條件下，不同中央明暗漸層寬度拍攝照片灰值分析情形。

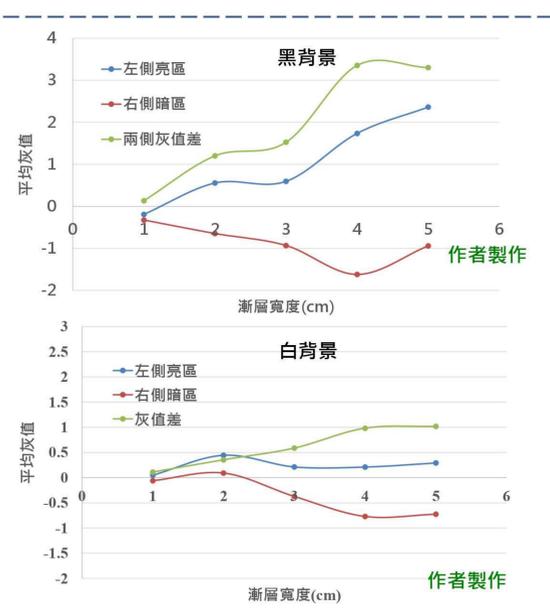
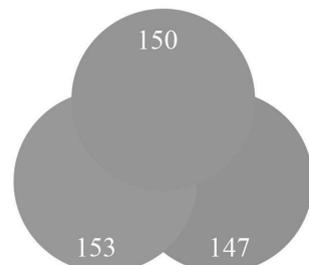


圖3 在不同背景條件下，不同中央明暗漸層寬度左右兩側10%區塊，灰值差異情形

我們重新設計灰值差3的圖片請受試者再次辨識，是否肉眼能看出差異來？



結果受試者都能分辨出三者的差異。

所以經由相機拍照的實驗，我們可以得知，光線在入眼前就已經有混合的情形，而造成左右兩側所接受到的光線強度不同，且這個差異是可以用人眼感知出來的

# 眼見不為憑



## ~ 探討中央漸層色彩對相鄰色塊視覺及拍照之影響

### 實驗二：探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響？

康士維錯覺的文獻中最主要是提到灰色圖片受中央明暗漸層影響的變化情形，也很少人去探討其它顏色(紅、藍、綠)的深淺是否也會受中央區域的明暗漸層影響？因此本組在中央加上白到紅(藍、綠)及黑到紅(藍、綠)兩種漸層變化，觀察左右兩側顏色所受到的影響。

經由20位志願者測試，紅、藍、綠兩側的色塊也會受到明暗漸層影響，而使得兩側顏色看起來也有明暗之差異，若比較底色不同受漸層的明暗影響，則以紅色的效果較明顯，藍色的效果則較差，而背景的影響似乎不太明顯。

背景	顏色	A(左側較亮)	B(右側較亮)	C(一樣亮)
黑		18	0	2
		15	0	5
		16	0	4
白		18	0	2
		14	0	6
		16	0	4

不論如何，經過兩次不同的視覺測試，不管底圖顏色如何，都會產生康士維錯覺，本組認為當眼睛看向圖片全體時，左邊亮區感覺光線較強，右邊暗區感覺光線較弱，則會在便是上先入為主的認為左側較亮，而右側較暗，因為顏色的亮暗也是比較出來的。

### 相機拍照

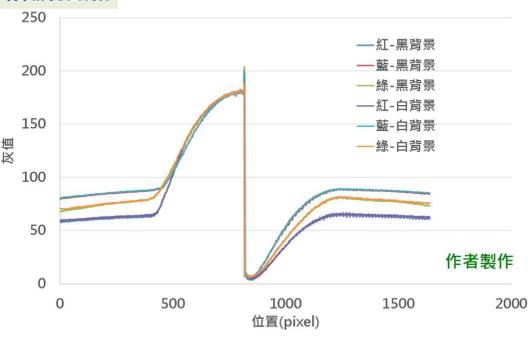


圖4 紅藍綠三種不同底圖顏色受中央明暗漸層影響的灰值變化情形。

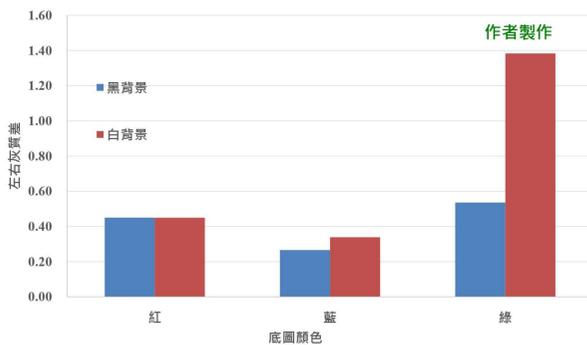
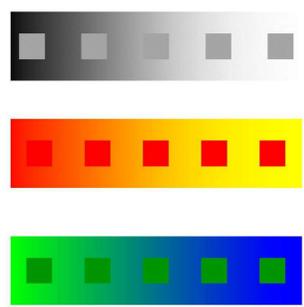


圖5 紅藍綠三種不同底圖顏色，中央明暗漸層對左右兩側10%區塊灰值影響情形。

本組認為相機接受外界混合的大量光線，透過鏡頭經由光學模組聚光在感光元件上，所以漸層較亮的一側相對放出較多光線，而導致左右兩側所偵測到的光線有差異，因而偵測到明暗的差別。

### 實驗三：探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響？

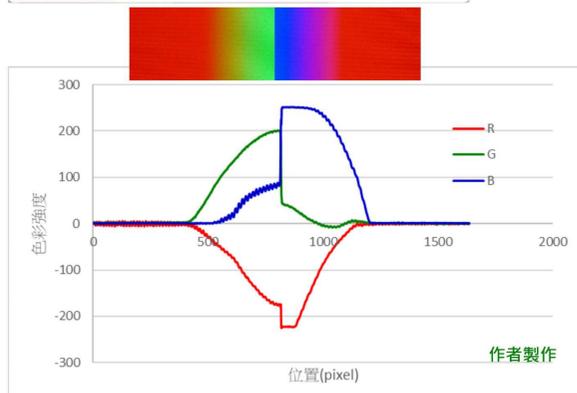
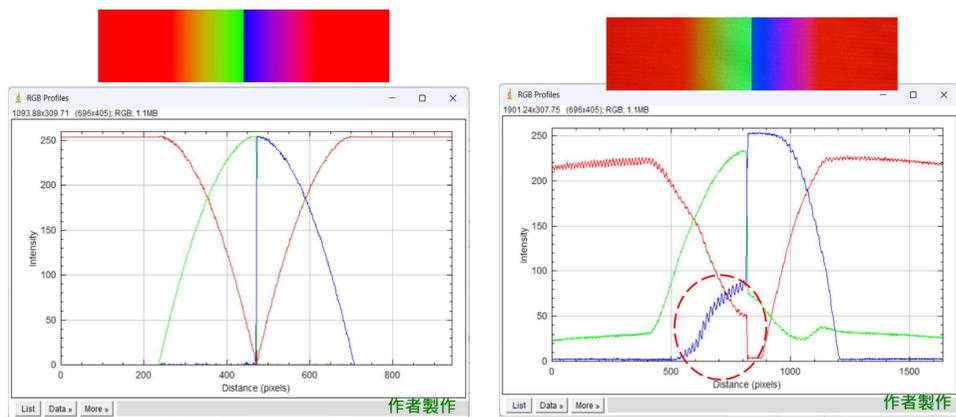
之前本組在youtube上看到一部影片，提到了色彩同化的概念，就是將一張灰階或去飽和的照片，加上了彩色網格，便會讓原本黑白的照片，看起來是彩色的，本組便思考如果結合色彩同化理論，套用到此一模型，改變中央漸層的色彩變化形式，不再只是明暗變化，是否會讓兩側的色塊產生顏色上的視覺改變。



黑色背景	是	否	黑色背景	是	否
	5	15		8	12
	3	17		9	11
	6	14		10	10
	4	16		8	12

根據20位自願者測試的結果，底色為綠色的康士維錯覺效果比較差，同化效果較弱，紅色受黃色的影響極為明顯，本組認為就平板的顯色能力，紅、藍兩色顯示的亮度較弱，綠色的發光強度較強，因此紅、藍兩色較易受到中央漸層的色彩發光強度影響，反之綠、黃兩種為底的不易被影響，被感染的效果較差。

### 相機拍照



	R	G	B
左側10%區塊	-0.21%	0.39%	0.31%
右側10%區塊	-0.26%	0.06%	0.39%

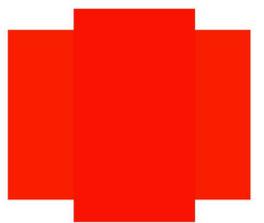
	R	G	B
左側10%區塊	-0.07%	0.46%	0.12%
右側10%區塊	-0.28%	0.32%	0.28%

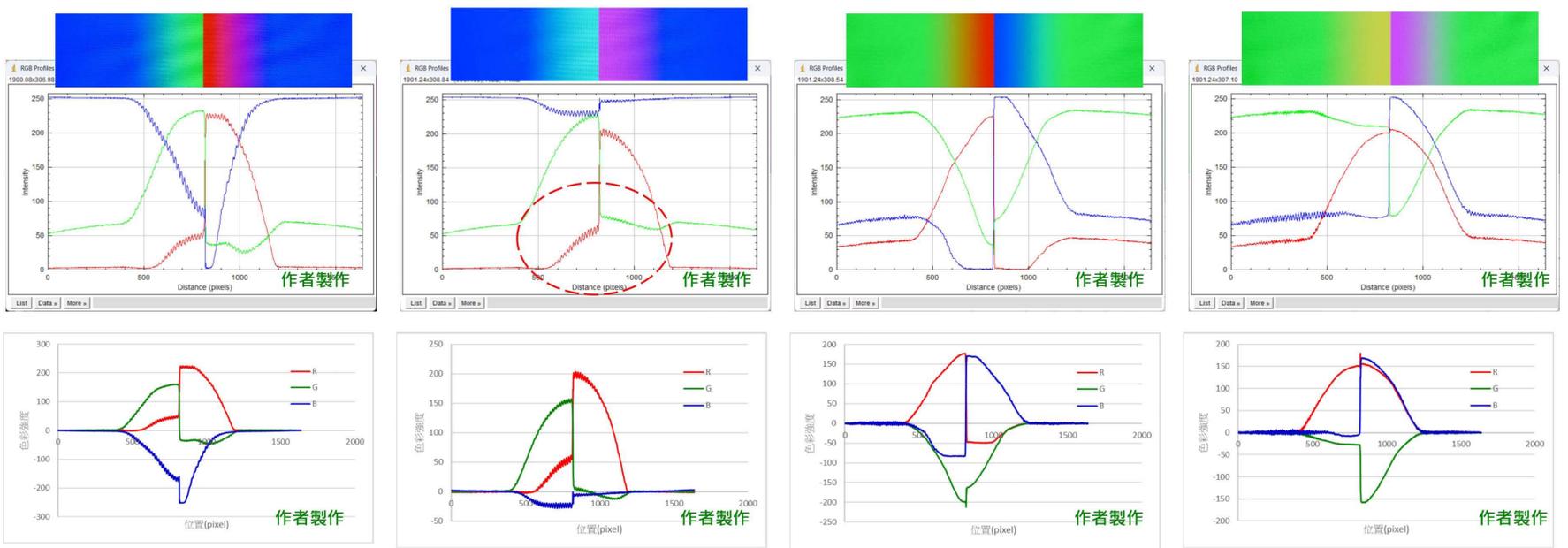


- 1、先拍攝無漸層的底圖色彩分佈，數據假設為 $(R_0, G_0, B_0)$
- 2、在拍攝有中央彩色漸層的實驗圖，數據假設為 $(R_1, G_1, B_1)$
- 3、為了消除環境因素，我們將兩者相減得 $(R_1-R_0, G_1-G_0, B_1-B_0)$
- 4、最後再除以 $\sqrt{R_1^2 + G_1^2 + B_1^2}$ ，消去明暗的因素。
- 5、然後比較左右10%區塊內的平均顏色變化情形。

比較圖和計算左右兩側區塊的結果發現，以紅色為例，若中央色彩變化，紅色是減弱的，則兩側的變化便為負值，而中央漸層色彩若是增強，則兩側的色彩便有增強效果，綠色左側較強，而藍色則是右側較強。

我們同樣試著將顏色差異的部分，請同學辨識，而有高達一半以上的同學表示不易辨識。





	R	G	B		R	G	B		R	G	B		R	G	B
左側10% 區塊	-0.01%	0.21%	-0.17%	左側10% 區塊	0.05 %	0.48%	0.52%	左側10% 區塊	0.18%	-0.18%	-0.02%	左側10% 區塊	0.19%	-0.24%	-0.04%
右側10% 區塊	0.12%	-0.01%	-0.12%	右側10% 區塊	0.36%	-0.14%	0.75%	右側10% 區塊	-0.01%	-0.09%	0.24%	右側10% 區塊	0.26%	-0.06%	0.05%

根據上述的多次結果，可以大致得出一個趨勢，兩側區塊的顏色會受到中央漸層的色彩形式影響，如果中央紅色較少，則靠近該測的紅色成份便減弱，而若是較多，則紅色的成份便有增強的趨勢，而且也可由色彩交接處，看到明顯的色彩同化現象。

## 陸、結論

**實驗一：探討中央明暗漸層所占比例對兩側色塊視覺上明暗變化之影響。**

### (一) 視覺辨識

- 1、由20位受試者的辨識結果得知，中央明暗漸層所占比例越多，產生康士維錯覺的情形也越多。
- 2、即使中央漸層所占比例小到1/8，也還是有40%~50%的受試者堆兩側色塊的明暗產生錯覺。
- 3、本組認為，認為受試者在比較兩側色塊的明暗時，會跟周遭相似的物體作比較，而且又受到漸進式的影響，大腦就很容易被帶偏。此外，漸層又佔據視野的主要位置，因此錯覺不易被排除，最好的方法就是將它遮去。

### (二) 相機拍照

- 1、使用相機拍照，也可以發現左右兩側區塊的明暗也會受到中央漸層明暗變化的影響，而且漸層寬度越大，兩側的明暗差異也會相對差越多。
- 2、本組認為相機接受外界混合的大量光線，透過鏡頭經由光學模組聚光在感光元件上，而感光元件的數量及大小都會影響到其色彩呈現，所以漸層較亮的一側相對放出較多光線，而導致左右兩側所偵測到的光線有差異，產生明暗變化。
- 3、根據一篇最新的研究*A model of colour appearance based on efficient coding of natural images*指出，許多視覺錯覺是由我們的眼睛和視覺神經元工作方式的限制引起的，相機還是無法完全模擬人眼，更易產生色彩誤差。

**實驗二：探討其他底色(紅、藍、綠)的兩側是否也會受中央明暗漸層影響?**

- 1、改以其他顏色(紅、藍、綠)為底圖，再輔以中央明暗漸層變化，經20位受試者測試，結果確實也如同灰色底圖一般，兩側相同色彩的色塊也會受到中央明暗漸層影響，而看起來明暗有所不同，意謂著康士維錯覺並不僅侷限在黑白圖片間，彩色圖片也會有這樣的明暗錯覺效果出現。
- 2、使用相機拍照結果，經過分析後，兩側區塊的顏色確實也會有明暗差異，但若跟灰色底圖做比較，效果沒那麼大，但這是因為灰值的計算方式導致，實際上人眼仍舊可以看出差異。

**實驗三：探討中央漸層色彩變化形式是否對兩側色塊色彩產生影響?**

- 1、結合色彩同化理論，本組改變中央漸層的色彩變化形式，改以紅、黃、青、紫等不同顏色漸層變化，在搭配不同顏色的兩側色塊，結果發現，兩側的色塊顏色表現在視覺上也會發生改變，最明顯的例子就是紅色色塊受到中央的黃-紅的漸層影響，看起來變得比較偏橘色了，而若是綠色色塊，因為綠光強度較強。則受到中央漸層色彩的影響就比較弱。這也意謂著康士維錯覺並不僅僅侷限在明暗變化，而是會讓色彩看起來發生改變，這也是比較少人去注意到的現象。
- 2、比較明暗漸層及色彩漸層對兩側色塊的影響，可以發現肉眼比較容易感到明暗變化，而對色彩變化相對不敏感，這是因為眼睛生理上對亮度差異的敏感度高於色彩變化。
- 3、色彩感染的效果在邊界最強，但是兩側較遠區塊也會受到輕微干擾，也正是這樣的干擾才讓顏色看起來不一樣。

**最後本組認為：**

康士維錯覺是有趣的，本組在灰色圖片受中央漸層明暗影響的基礎上，更進一步結合色彩同化理論，發現左右兩側相鄰色塊的顏色確實也會受中央漸層的色彩變化影響，而看起來不一樣。

## 柒、參考資料及其他

- 1.周芷語、謝宜勳(2020)，探討眼睛對於不同顏色赫曼方格的視錯覺，2020年臺灣國際科學展覽會，行為與社會科學。
- 2.余承穎、黃芷嫻(2021)，以色彩區辨派典探討環狀誘導色彩錯覺中的同化與異化效果，2021年臺灣國際科學展覽會，行為與社會科學。
- 3.葉芷瑜、李欣怡、吳禧恩(2020年7月)，「色不易控，控不易色」--蒙克懷特錯覺看透透，中華民國第61屆中小學科學展覽會，生活與應用科學(二)科。
4. Jolyon Troscianko, Daniel Osorio (2023), A model of colour appearance based on efficient coding of natural images. PLOS Computational Biology (2023)