

彰化縣 112 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書

作品編號：

組別：

國小組

數學類

自然、科技類

國中組

人文社會類

作品名稱：

到底是誰被騙？

~探討漸變的色彩對相鄰色塊之影響與機制

目錄

第一階段 研究訓練階段

- 一、近二年學校獨立研究課程之規劃.....1
- 二、學校如何提供該生獨立研究訓練.....1

第二階段 獨立研究階段

- 一、研究動機.....2
- 二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表.....2
- 三、彙整相關文獻.....4
- 四、資料分析.....8
- 五、研究結果與討論.....22
- 六、評鑑與檢討.....23
- 七、參考資料.....24

第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

- (1) 獨立研究課程，以帶領學生進行科學研究為主，由教師指導學生從課本延伸，或者對生活周遭的觀察、疑問，找尋研究題材，並學習設計相關實驗，解決問題。
- (2) 學生藉由課程必須學習如何留意生活周遭的一些細節，並培養對自然現象的好奇心，唯有如此，才能發現常人所忽略的道理所在，正所謂魔鬼藏在細節裡便是如此。
- (3) 理想是豐滿的 現實是骨感的，發現問題是第一步，但學會如何解決問題才是重點，要不然只能淪為空談，藉由獨立研究的機會讓學生親自體驗整個研究過程，能有效快速提升學生對科學研究的理解。
- (4) 科學研究不僅僅只是侷限在技能和情意方面，研究者本身的本職學能更能有助於提升其科學研究的層次，所以課程中會有一部份針對國中課程進行加深加廣。
- (5) 此外，在課程中會加入語言能力的訓練，尤其是英文，一些資訊及文獻都是以英文呈現，好的語言能力可以讓研究者獲得更多的第一手資料，且也可以將研究成果分享給他人。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

- (1) 本校常年在科學教育深耕，具有堅強的師資陣容，老師教學經驗豐富，具有教學熱忱，常常利用課餘時間不吝指導學生，是本校一大優勢。
- (2) 縣府今年五星學校獎十萬，挹注學校研究經費，使本校的硬體設備及研究空間更加完善。
- (3) 學校安排合適的課程，遴聘有經驗的老師教學。
- (4) 學校的資訊組長極有經驗，在實驗設備的提供及實驗材料的購買都能給予很大的幫助。

第二階段 獨立研究階段

一、研究動機

之前在滑抖音時，看到一部很神奇的短視頻-**大腦會騙人**，一個灰白的立體方塊，當試著用手指擋住中央白色的區域時，下方的區域的顏色竟然發生改變，上下區塊的顏色竟然變得非常接近，我們感到非常好奇，並且和同學分享，大家也都很訝異，因此我們便想利用此次獨立研究的機會，來驗證此一視頻的真假?如果是真的，那到底是什麼樣的原理與機制，導致這樣的現象發生，我們想要試著找出其規律與影響此行為之因素。



二、擬定正式計畫、研究問題及工作計畫表

(1) 擬定正式計畫

- 1、驗證視頻的真假?
- 2、利用工具量化顏色變化情形，確實求證。
- 3、查找相關文獻，釐清背後原因。
- 4、根據原理，設計實驗找出規律。
- 5、提出假設，並設計實驗進行驗證。
- 6、結論。

(2) 研究問題

- 1、探討中央漸變黑白色彩對兩側顏色明暗之影響。
- 2、探討中央漸變紅、黃、綠等色色彩對兩側顏色變化之影響。
- 3、探討中樣漸變色彩對兩側顏色影響之機制。

(3) 工作進度表

日期 工作	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週	第 5 週	第 6 週	第 1 週	第 7 週	第 8 週	第 9 週
	10/1 ~ 10/7	10/8 ~ 10/14	10/15 ~ 10/21	10/22 ~ 10/28	10/29 ~ 11/4	11/5 ~ 11/11	11/12 ~ 11/18	11/19 ~ 11/25	11/26 ~ 12/2	12/3 ~ 12/9
尋找題目										
討論可行性										
彙整相關文獻										
擬定正式研究計畫										
研究進行										
提出研究成果與討論										
撰寫研究報告										

三、彙整相關文獻

1、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。



模擬測試

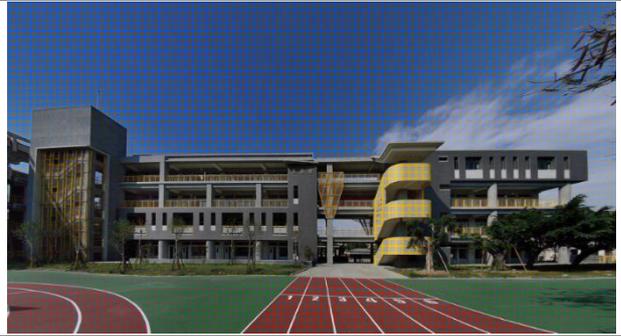
先將一張彩色圖片進行灰階處理，再加上彩色的線條，並探討線條寬度、間距及色彩的飽和度對照片呈現效果之影響。



固定線寬 2 pix、間距 10 pix，改變色彩飽和度



飽和度 1



飽和度 2



飽和度 3



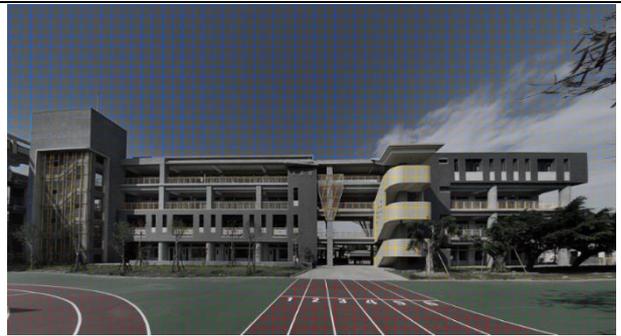
飽和度 4

由結果來看**色彩飽和度越高**，所呈現的照片也就越鮮豔，原本黑白的區域越不明顯。

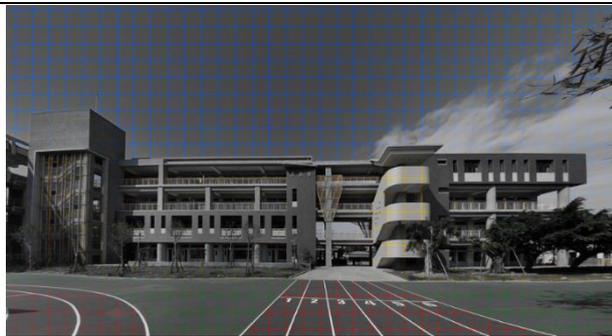
改變線條間距，固定色彩飽和度 2，線寬 1 pix



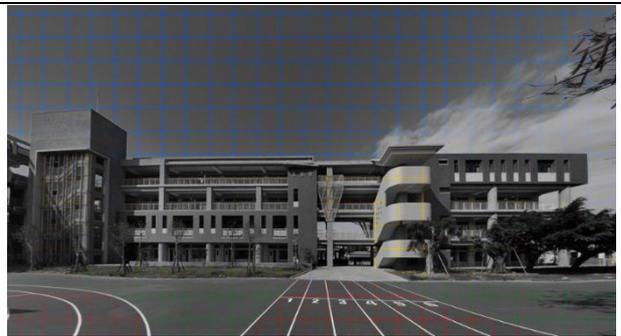
線條間距 5 pix



線條間距 15 pix



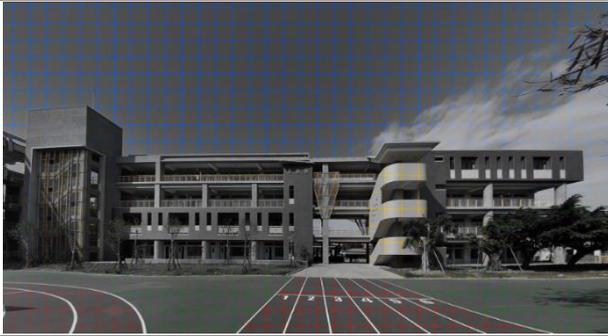
線條間距 25 pix



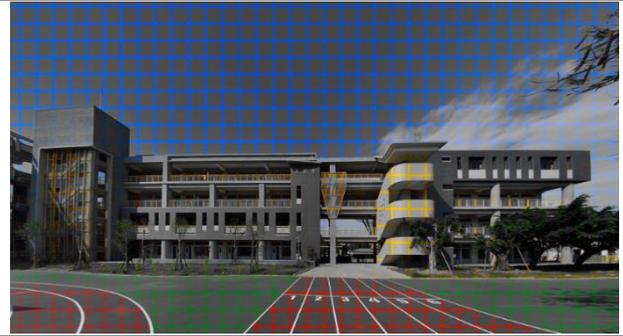
線條間距 30 pix

由結果來看**線條間距越密**，所呈現的照片也就越鮮豔，而間距若過於稀疏，則黑白照片感會相對較重。

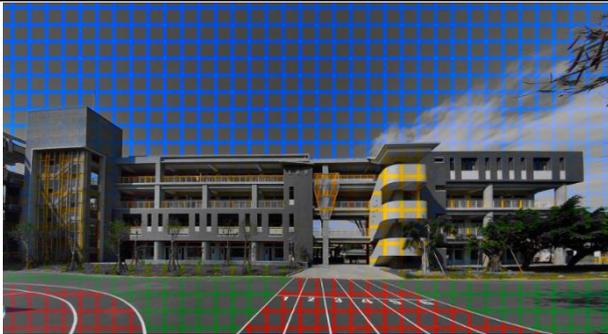
改變線條寬度，固定線條間距 25 pix 及色彩飽和度為 2



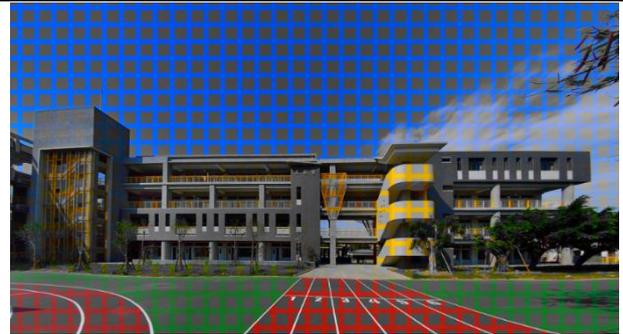
線條寬度 1 pix



線條寬度 3 pix



線條寬度 5 pix



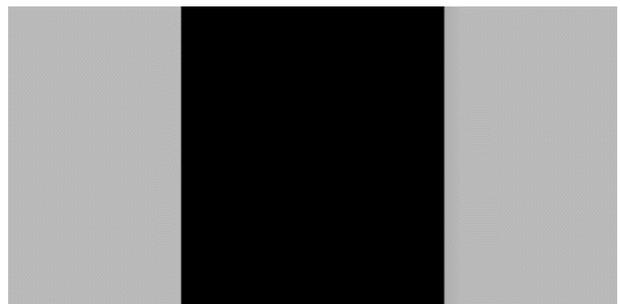
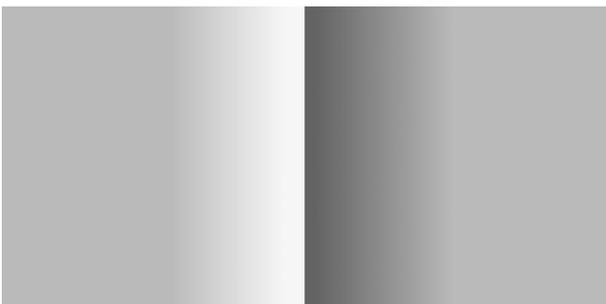
線條寬度 7 pix

由結果來看線條寬度越寬，上色的區域相對較多，對黑白區域也影響較大。

根據上述理論及實測，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，但是視頻中的手指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，是啥原因導致其影響是有方向性的呢？

2、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。



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，康士維錯覺主要是用來解釋灰色受明暗漸層的影響，本組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，並更進一步去探討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，而不只是明暗變化而已。

四、資料分析

1、驗證視頻的真假？

為了驗證視頻的真假，本組將視頻中的影像截圖出來，並使用 Image J 程式去分析其顏色變化，證明視頻中的顏色是否有被偷調？

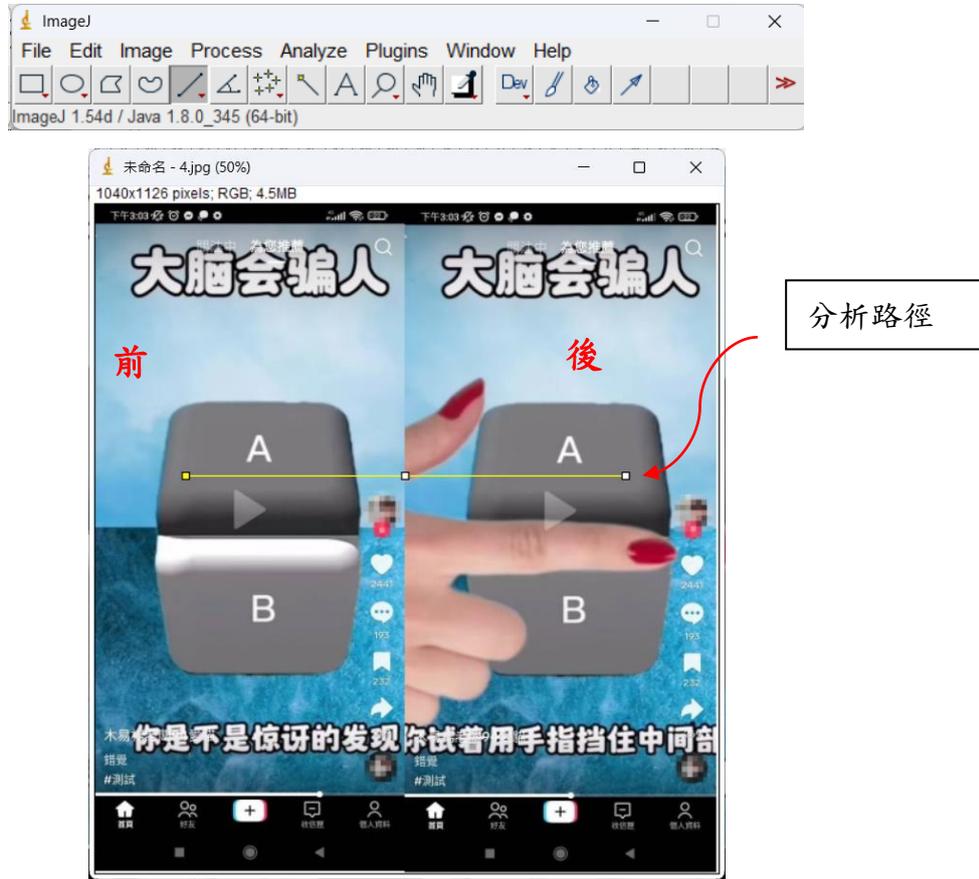


圖 1 手指遮住中央區塊前後的影像截圖。

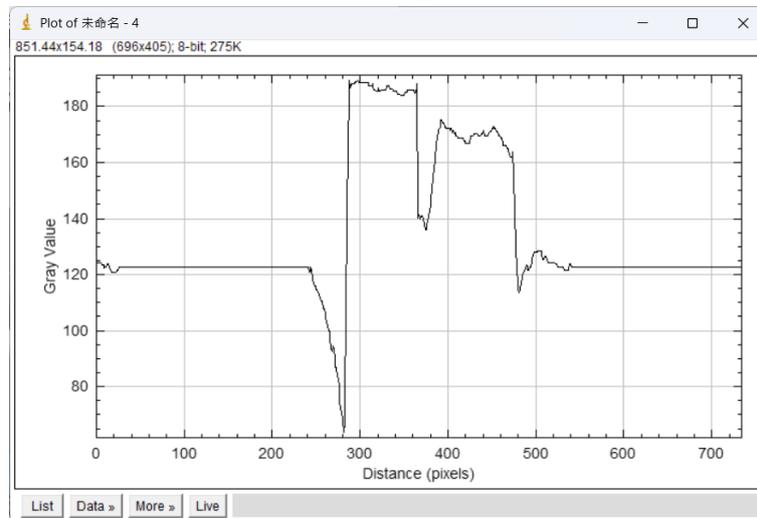
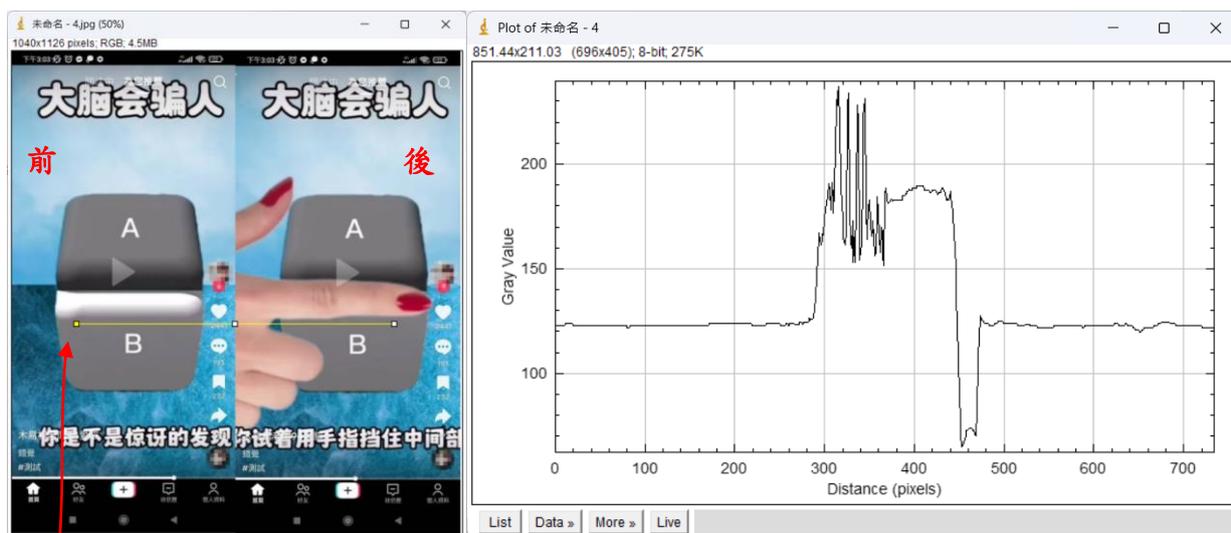


圖 2 手指遮住中央區塊前後的影像截圖。



分析路徑

圖 3 分析下半部區塊明暗變化情形。

將上述的分析結果進行比對：

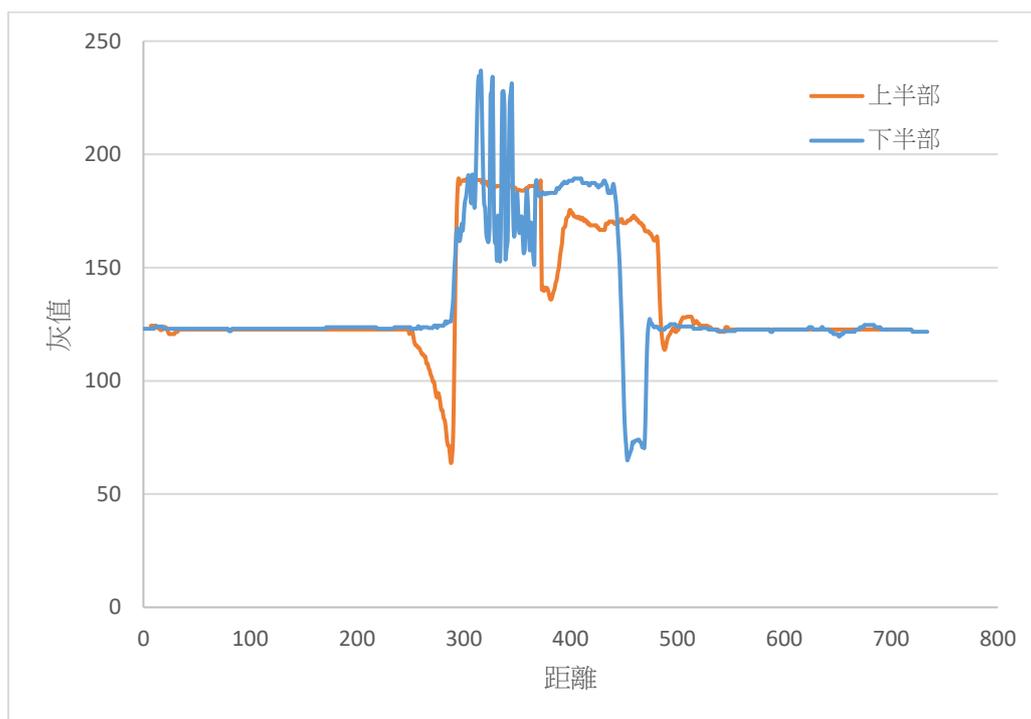


圖 4 上下半部對比圖。

經過比對，我們發現自始至終 A、B 兩區塊的顏色都沒有發生變化，也就是說用手指遮住中央區塊，確實會讓 A、B 兩區塊的顏色看起來發生改變，視頻是真的，並沒有經過特殊加工。

2、尋找原因

為了找出 A、B 區塊顏色看起來發生改變的原因，本組將手指遮住前後的 A、B 區塊進行顏色分析。

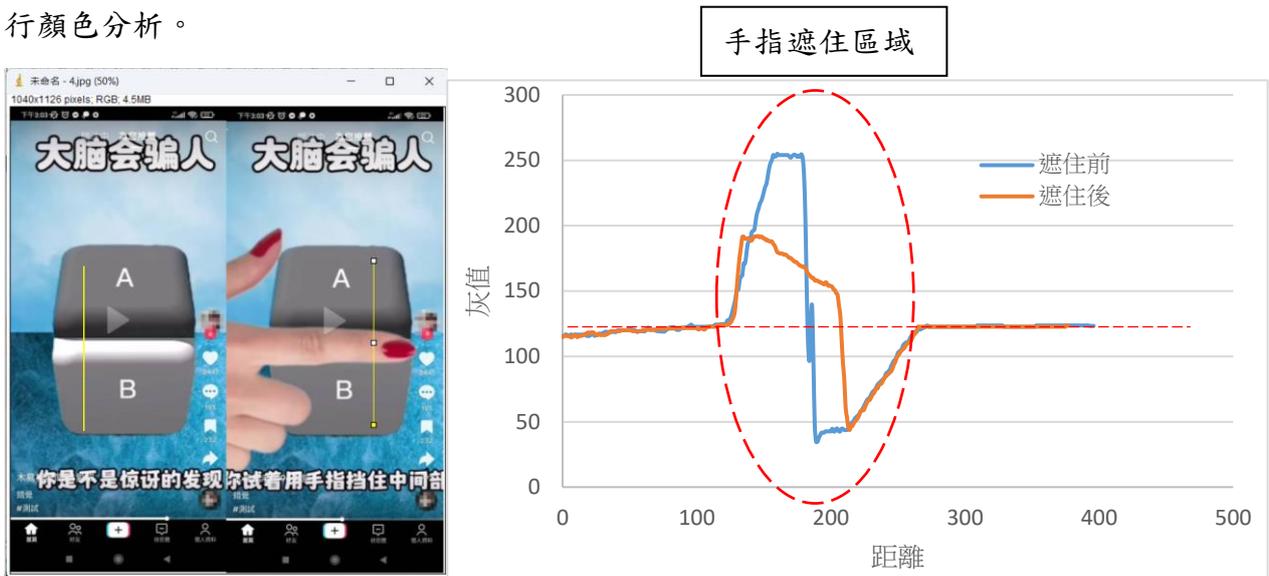
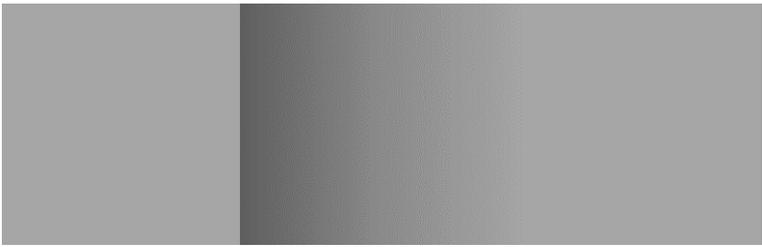


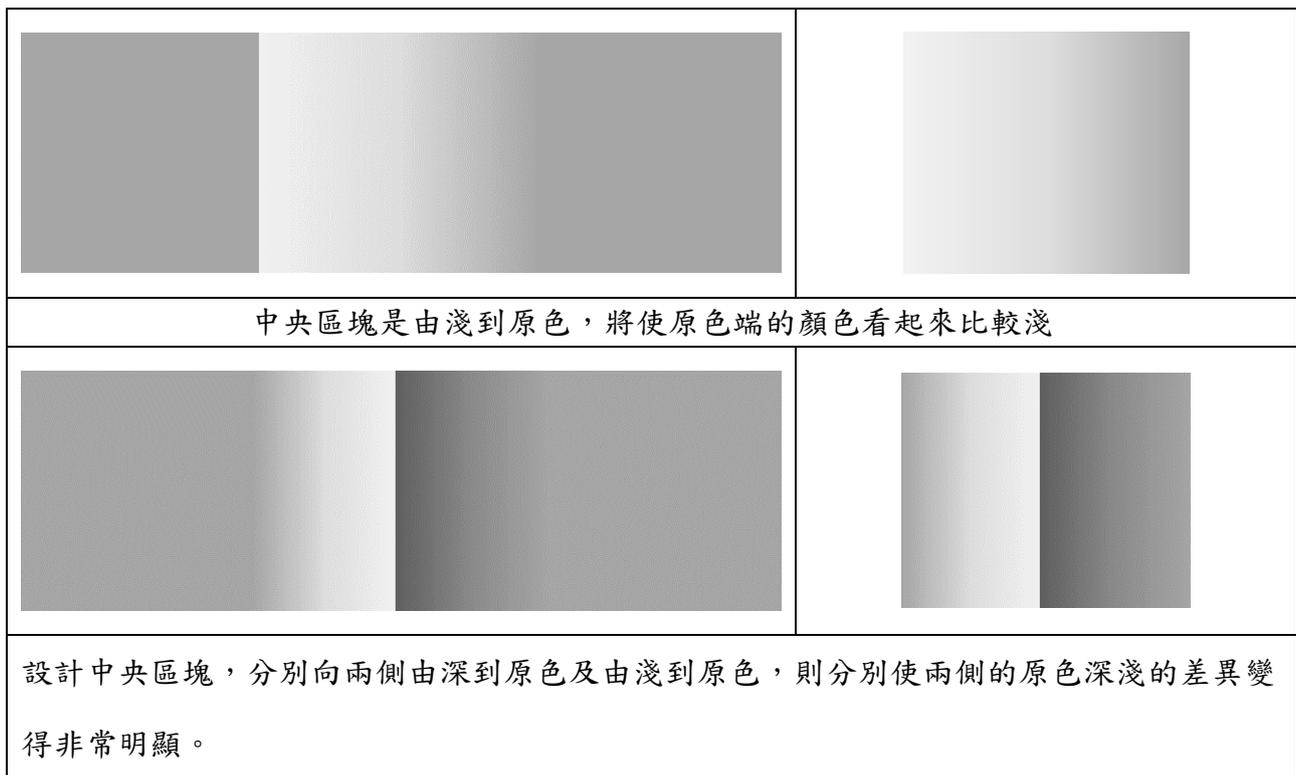
圖 5 手指遮住前後，A、B 區塊顏色分析結果。

本組發現，在遮住前，中間區域上半部及下半部顏色差異很大，但當用手指遮住時，此差異變得相對較小，本組認為正是因為差異變小後，使得上下 A、B 部分的顏色看起來比較相近，這也符合康士維錯覺的論述。

3、驗證猜測的真實性

本組利用自行繪製色塊，來比較中央區域的漸層變化對兩側色塊視覺變化的影響情形。

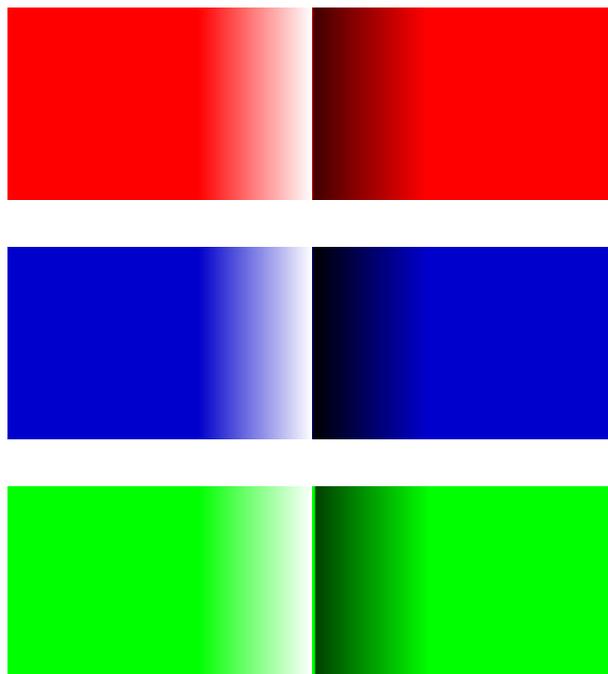
<p>原圖</p> 	<p>無添加色塊</p>
<p>添加後的變化</p>	<p>添加中央區塊</p>
	
<p>中央區塊由深到原色，將使原色端的顏色看起來變深</p>	



根據測試，兩側顏色視覺上的明暗程度，確實會受到中央區塊的明暗漸層變化而產生差異。

4、其他顏色(紅、藍、綠)的深淺是否也會受中央區塊的漸層變化影響?

文獻中僅提出灰色及明暗間的變化，本組想更進一步去探討其它顏色(紅、藍、綠)的深淺是否也會受中央區塊的漸層變化影響?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。

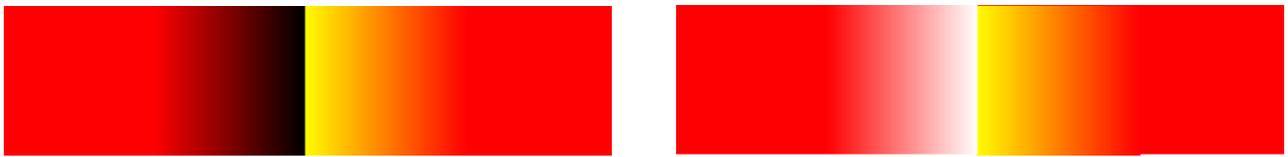


經由測試紅、藍、綠兩側的色塊也會受到明暗漸層影響，而使得兩側顏色看起來也有明暗之差異，靠近白色端的較明亮，而黑色端的顏色則較深沉。

5、結合色彩同化效果是否也會產生不一樣的變化？

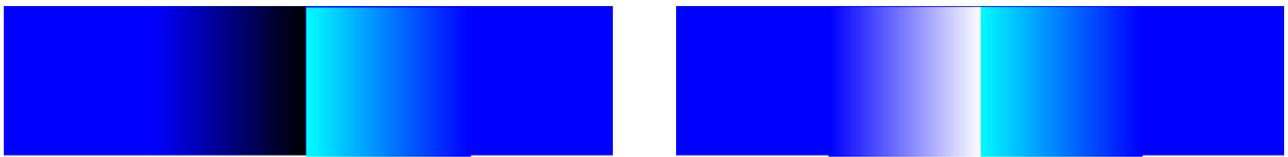
根據前面研究得知，兩側顏色的明暗，會受到中央區域的明暗漸層而產生視覺差異，本組便思考如果結合色彩同化理論，套用到此一模型，改變中央漸層的顏色變化，是否會讓兩側的色塊產生顏色上的視覺變化。

(A) 紅黃組合 

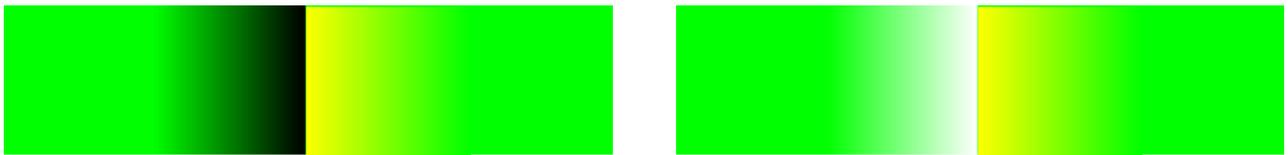


由圖片來看，右側色塊，受黃色影響看起來比較偏橘，而左側的色塊則是明暗上的變化。

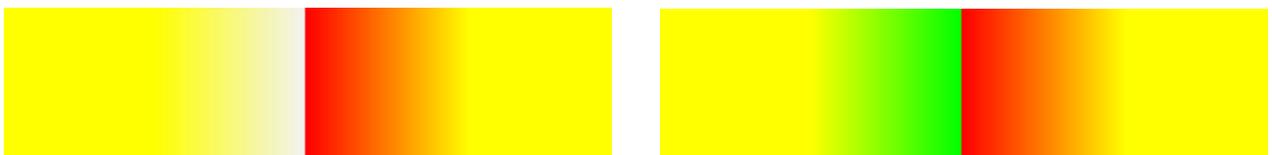
(B) 藍青組合 



(C) 綠黃組合 



(D) 其它組合

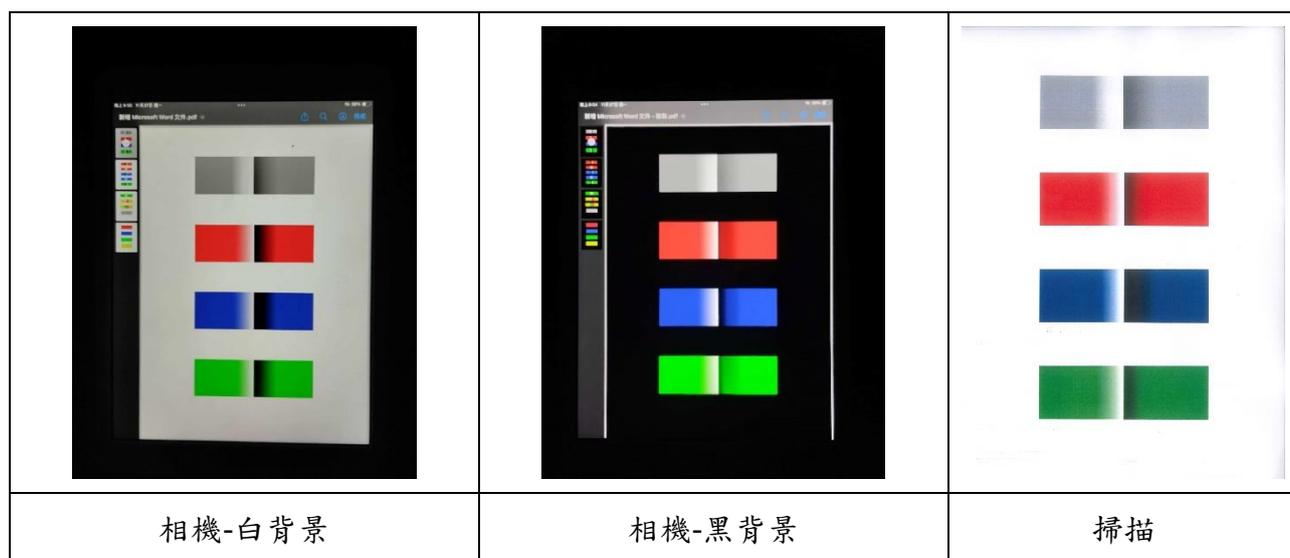


由上述各種試驗，可以看出，兩側的色塊確實會受中央漸層顏色影響而使顏色看起來發生改變，其中又以紅色和黃色間的影響較為明顯，同時這也意味著色彩同化的效果也會發生在康士維效應中，而不是僅有明暗之間會有影響而已。

6、使用物理實驗測試此現象是否僅僅是因為視覺錯覺所造成的？

根據文獻上所提到，之所以會產生這樣的錯覺，是大腦作用的緣故，但本組認為，光學的解析也是重要的因素，因此為了瞭解光學的影響機制，本組先將設計好的圖片以平板顯示，並用相機對其拍照，藉以模擬在相同環境下，相機所拍攝出來的照片，左右兩側的顏色是否有差異。此外，我們也將圖片列印出來，並用影印機掃描成圖檔，再以 image J 程式來分析其顏色變化。

(A) 明暗影響



灰

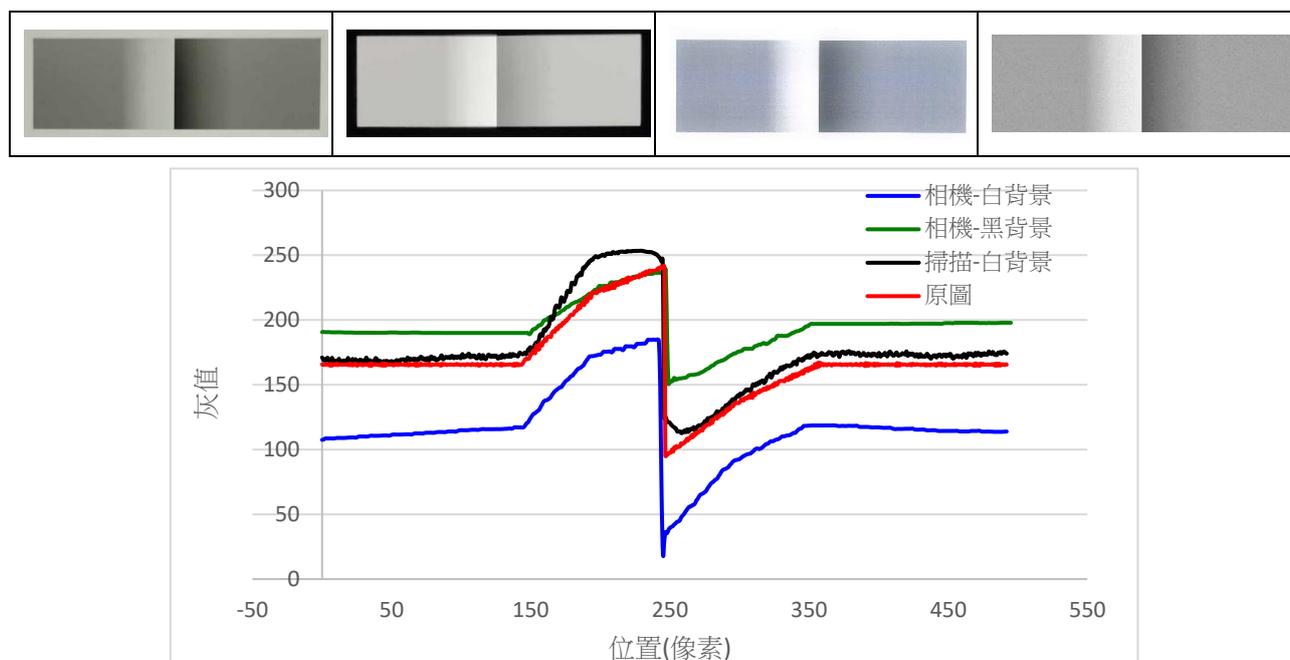


圖 6 灰色圖片受中央亮暗影響，不同背景下，相機拍攝及掃描圖片之顏色灰值分析情形。

由實驗結果來看，就灰色圖片而言，以手機拍攝的情況下，會受到圖片四周的亮暗情形影響，四周越亮，中央圖片區域就會越暗，反之，圖片四周越暗，中央圖片區域就會越亮。

	左側區域平均灰值(偏白)	右側區域平均灰值(偏黑)	兩側灰值差距
灰-白背景	109.958	114.453	4.495
灰-黑背景	190.486	198.113	7.627
掃描灰-白背景	168.473	174.588	6.115
灰-原圖	165.594	165.562	-0.032

由上表來看，就單一圖片來看偏黑側的顏色會相對比較亮，偏白側的顏色就會像對較暗。

本組認為手機拍攝時所接收到的光學訊息是整體的，並非為單一的點，而是整片區域，因此環境越明亮手機便會用較小的光圈、較快的快門、較低的 iso 來拍照，因此當背景為白色時，拍出來圖片的顏色便會較暗。因此，以單一圖片來看偏黑側的顏色分析起來會相對比較亮，偏白側的顏色分析起來就會相對較暗。

紅

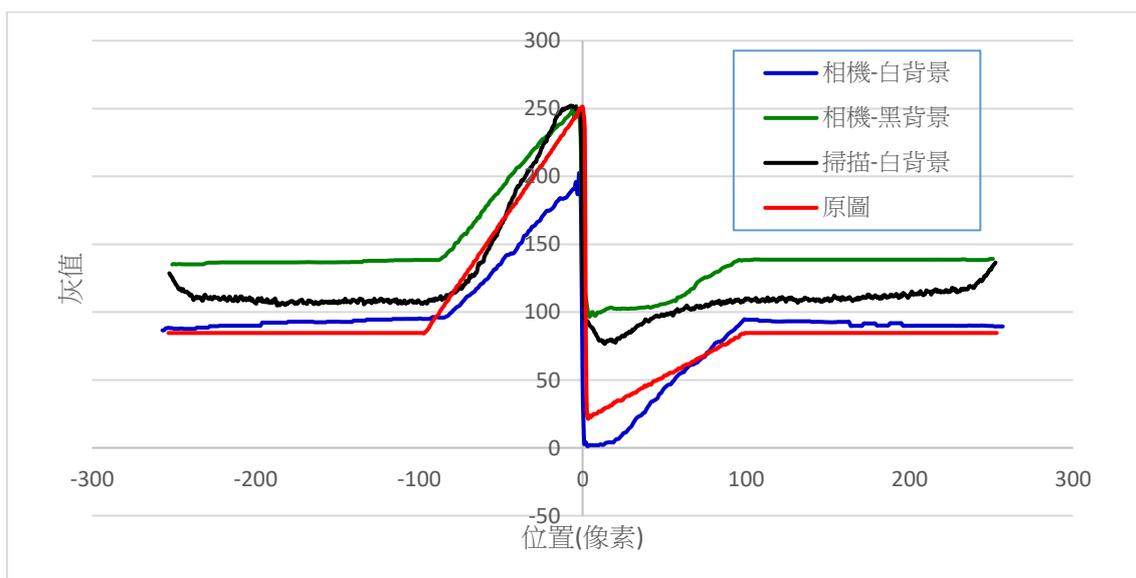
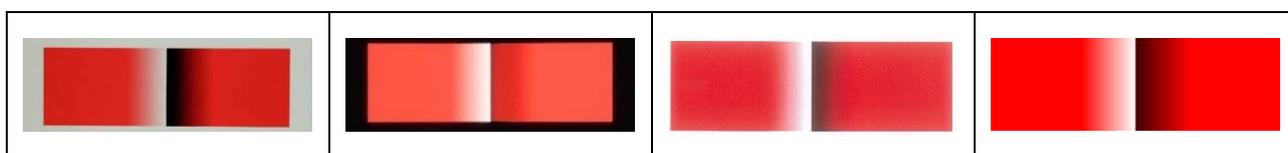


圖 7 紅色圖片受中央亮暗影響，不同背景下，相機拍攝及掃描圖片之顏色灰值分析情形。

	左側區域平均灰值(偏白)	右側區域平均灰值(偏黑)	兩側灰值差距
紅-白背景	88.703	90.008	1.305
紅-黑背景	136.385	138.918	2.533
掃描紅-白背景	113.07	119.682	6.612
紅-原圖	84.667	84.667	0

藍

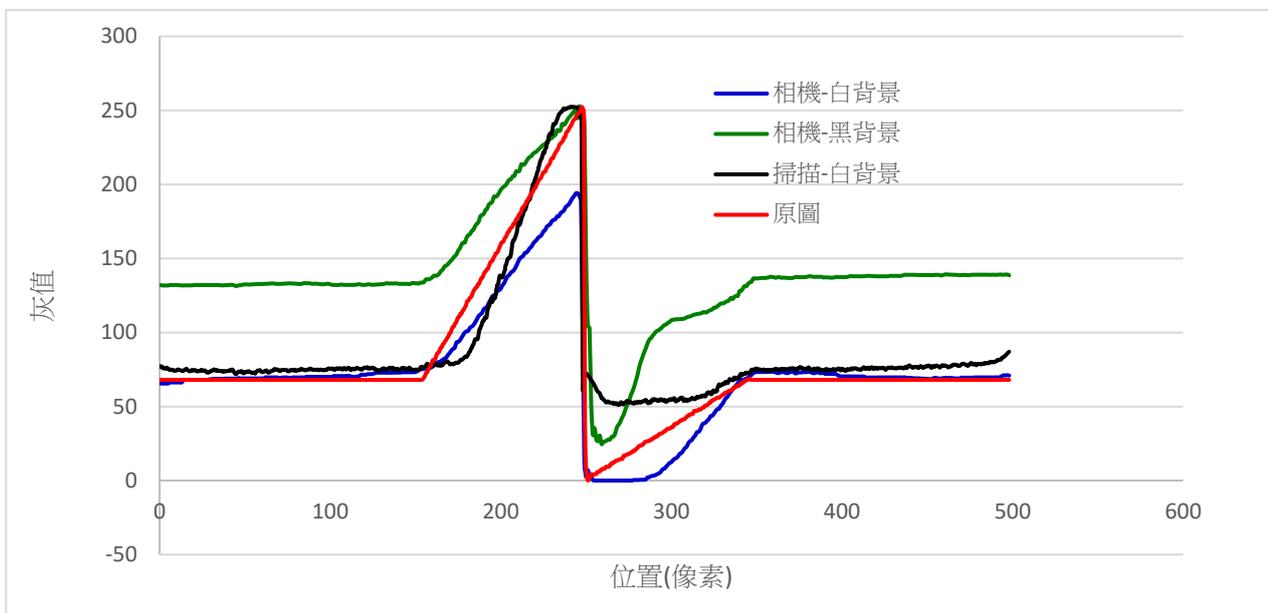
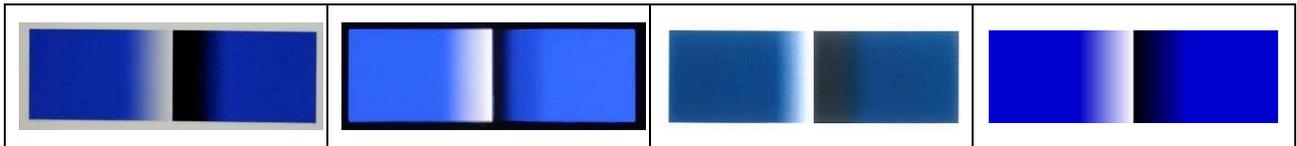


圖 8 藍色圖片受中央亮暗影響，不同背景下，相機拍攝及掃描圖片之顏色灰值分析情形。

	左側區域平均灰值(偏白)	右側區域平均灰值(偏黑)	兩側灰值差距
藍-白背景	67.909	69.867	1.958
藍-黑背景	131.882	138.990	7.108
掃描藍-白背景	73.340	78.086	4.746
藍-原圖	68	68	0

綠

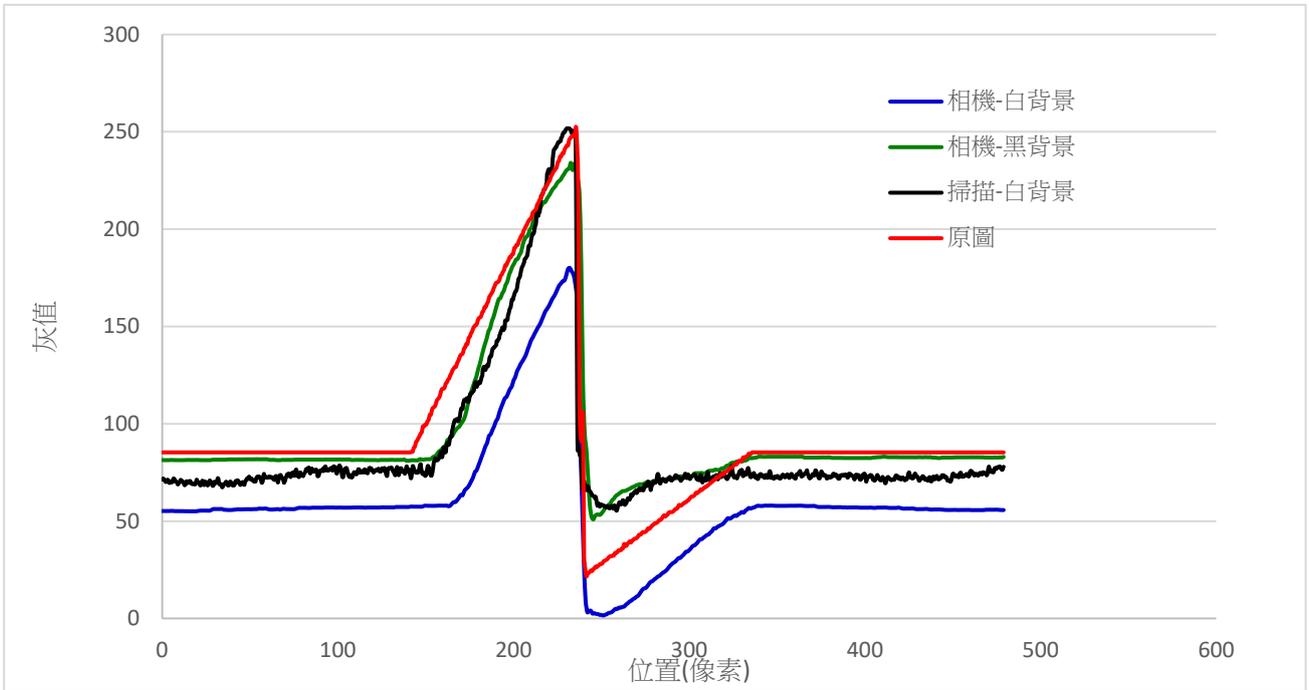
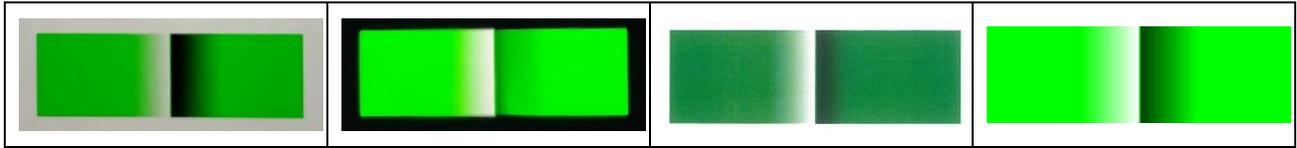


圖 9 綠色圖片受中央亮暗影響，不同背景下，相機拍攝及掃描圖片之顏色灰值分析情形。

	左側區域平均灰值(偏白)	右側區域平均灰值(偏黑)	兩側灰值差距
綠-白背景	55.427	55.762	0.335
綠-黑背景	81.267	82.697	1.43
掃描綠-白背景	70.968	74.684	3.716
綠-原圖	85	85	0

實驗結果：

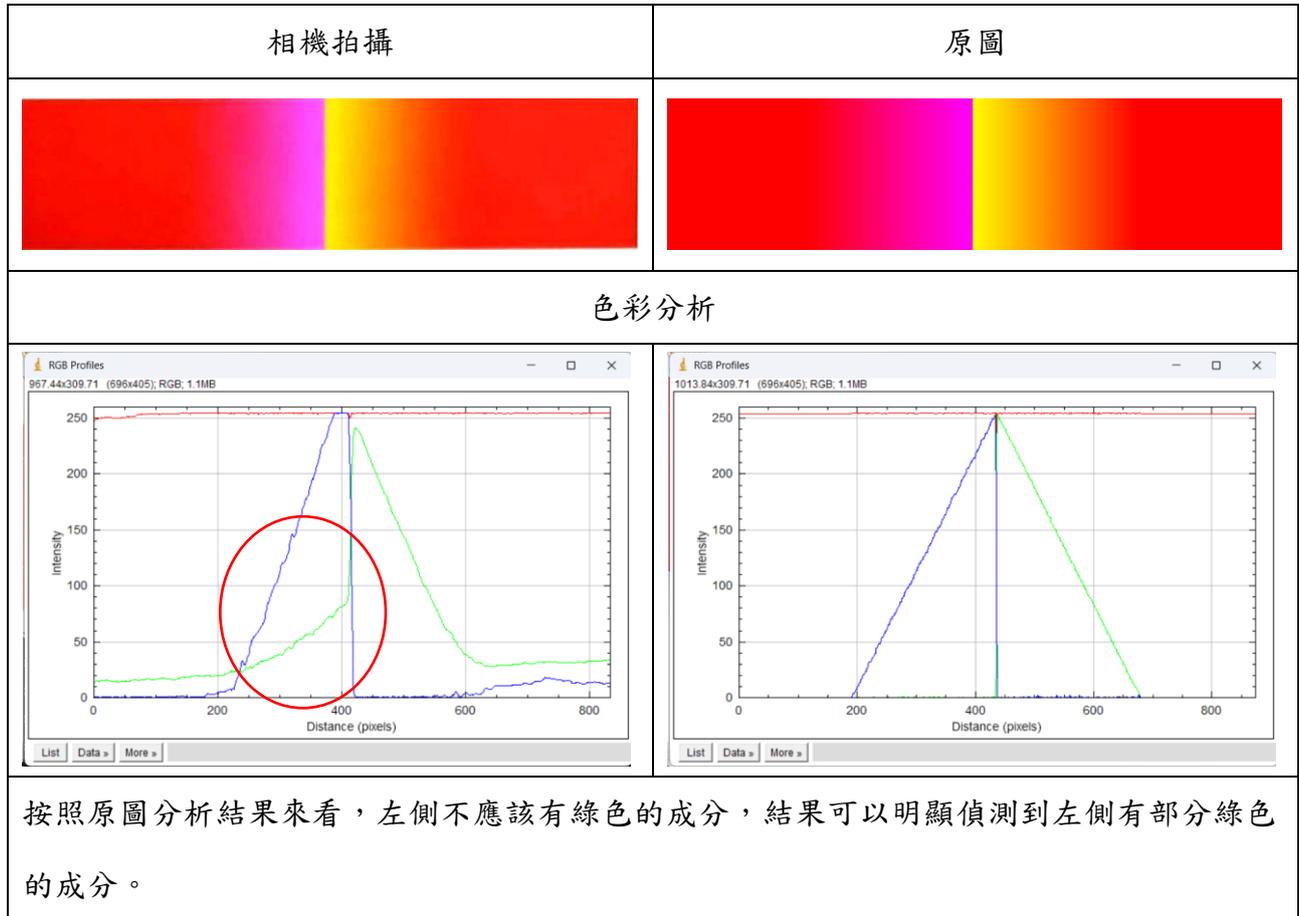
- (1) 紅、藍、綠三種顏色在中央亮暗漸層變化影響，偏黑側的顏色拍起來都會比較亮。
- (2) 紅、藍兩色在白背景的環境下，比較接近原本的顏色，而綠色則在黑背景的環境下，更接近原本的顏色。本組認為這是因為紅、藍兩色較不明亮，所以在白背景下表現較好，而綠色較為明亮，所以在黑背景下表現較好所致。而且因為我們是使用平板顯示圖片進行拍照，因此，白光一般是紅綠藍三基色按亮度比例混合而成，當光線中綠色的亮度為

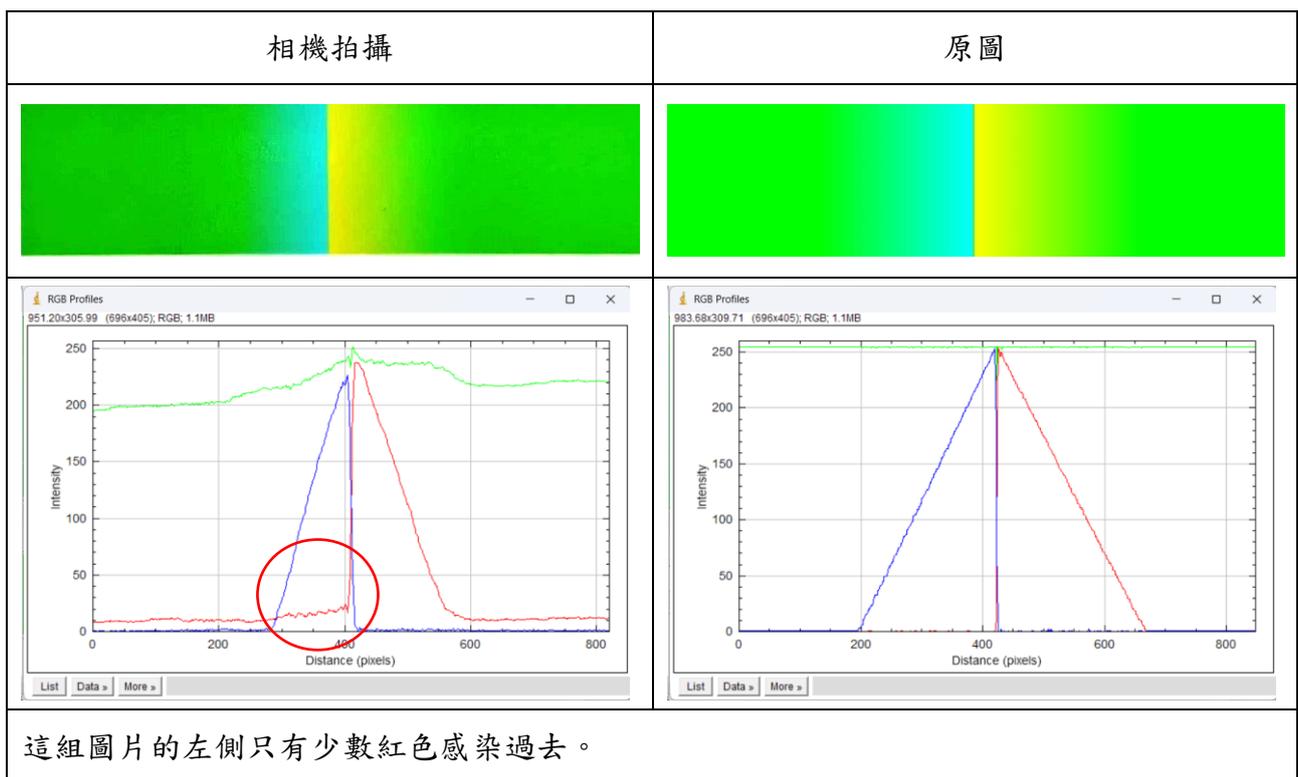
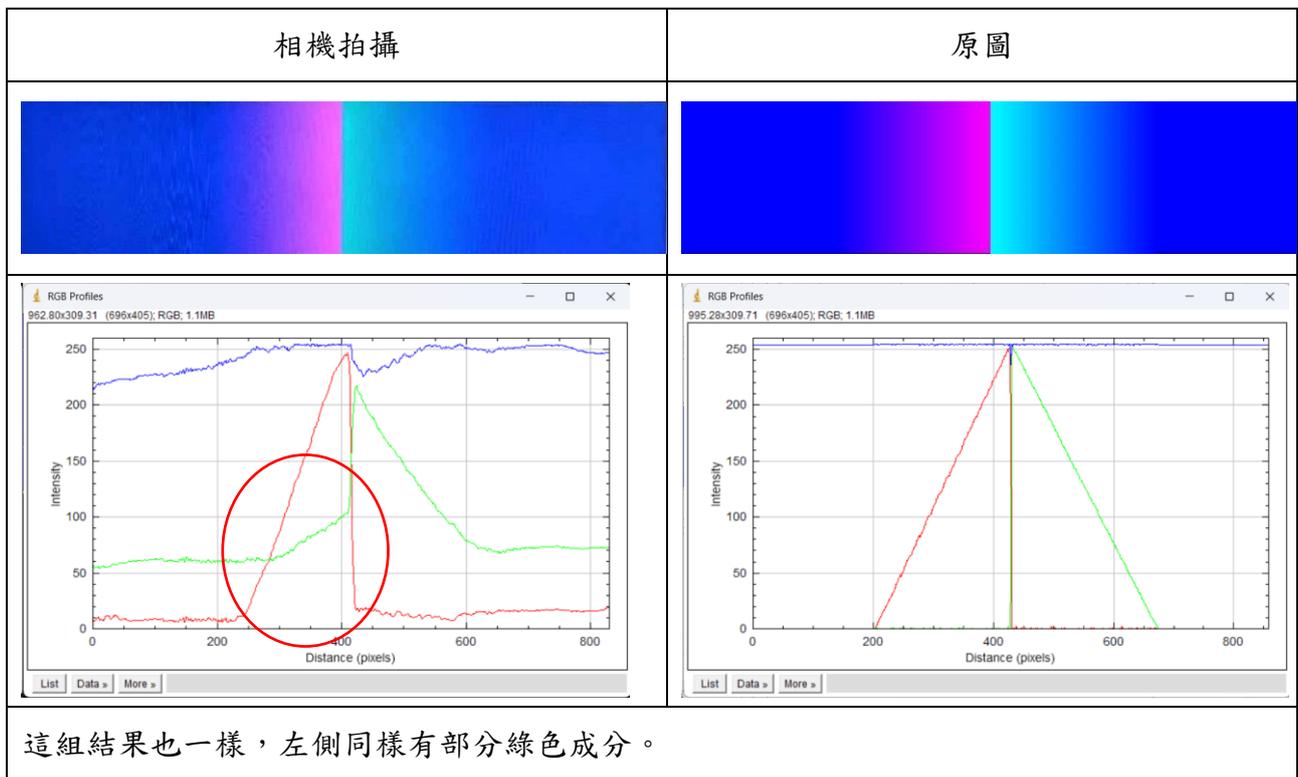
69%，紅色的亮度為 21%，藍色的亮度為 10%時，混色後人眼感覺到的是純白色

(3) 黑側之所以比較亮，是因為相機偵測到黑側光線較弱而自行調整，因此導致圖片分析起來黑側較亮，所以若就人眼而言，黑側的光線比較弱，視覺上偏暗也是合理的。

(B) 色彩同化

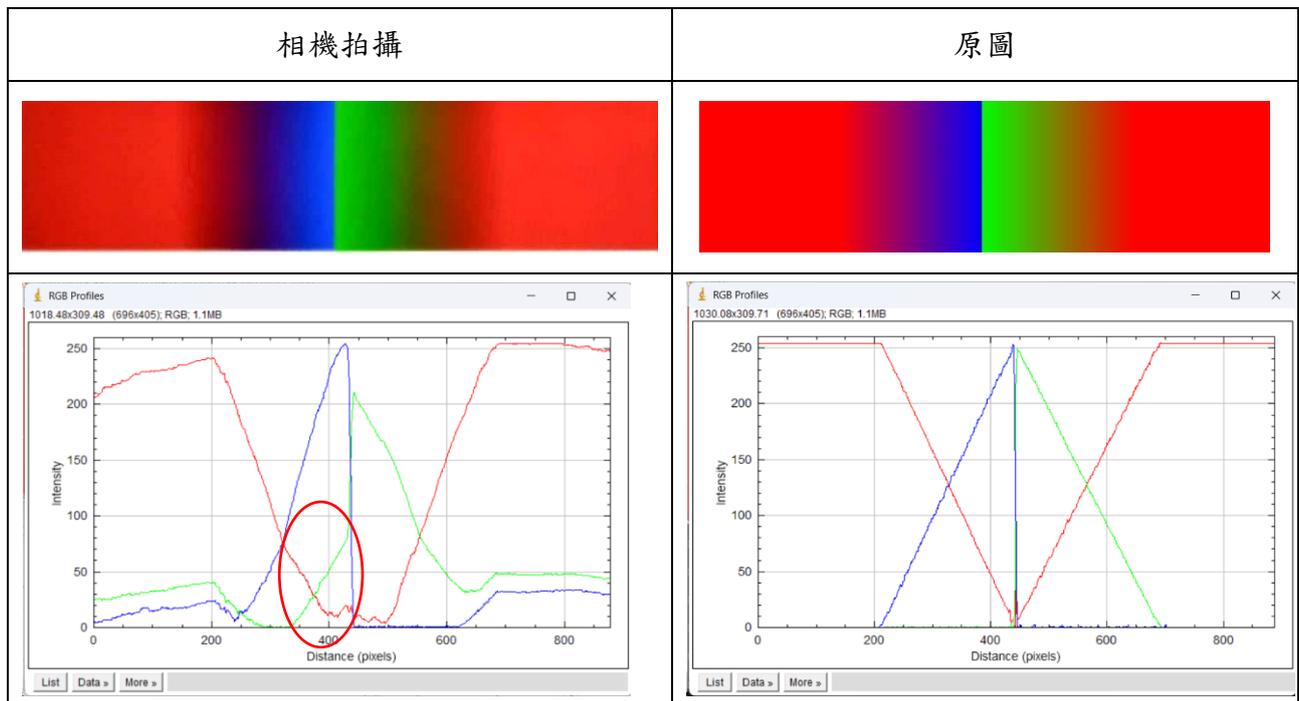
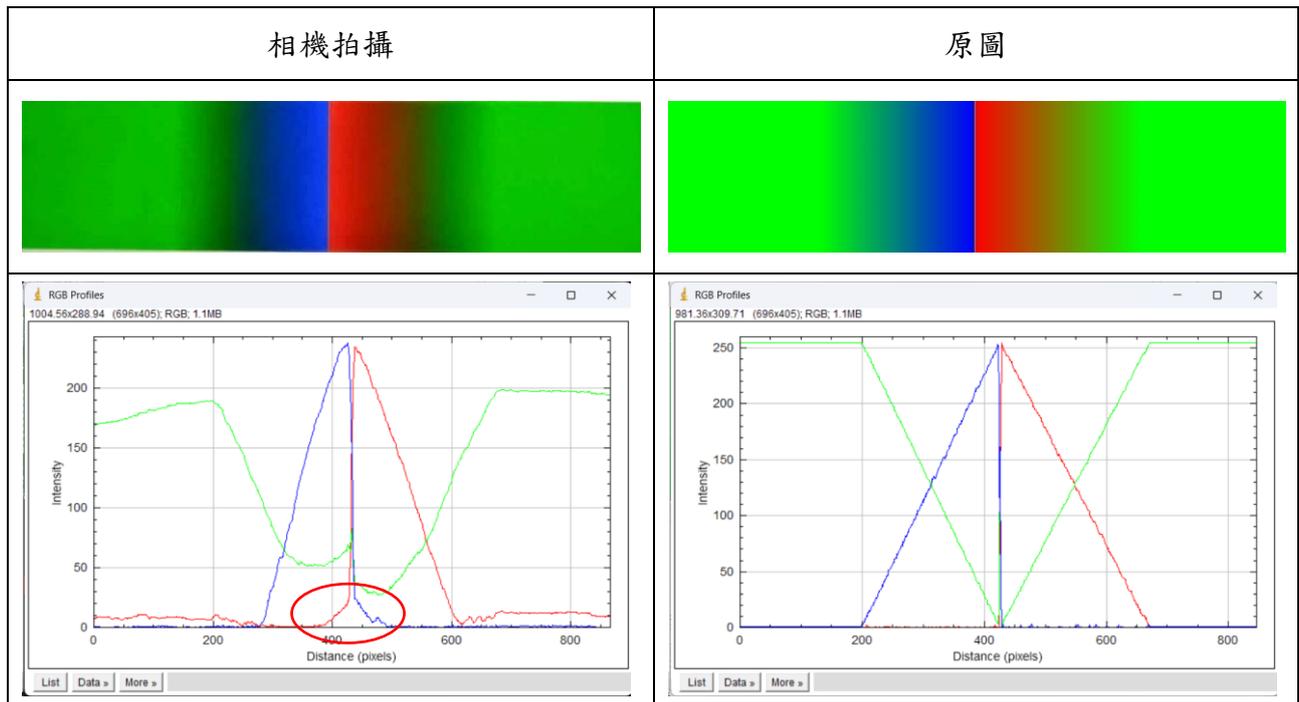
本組將中央區域改以彩色漸層，來比較兩側顏色受影響的程度。

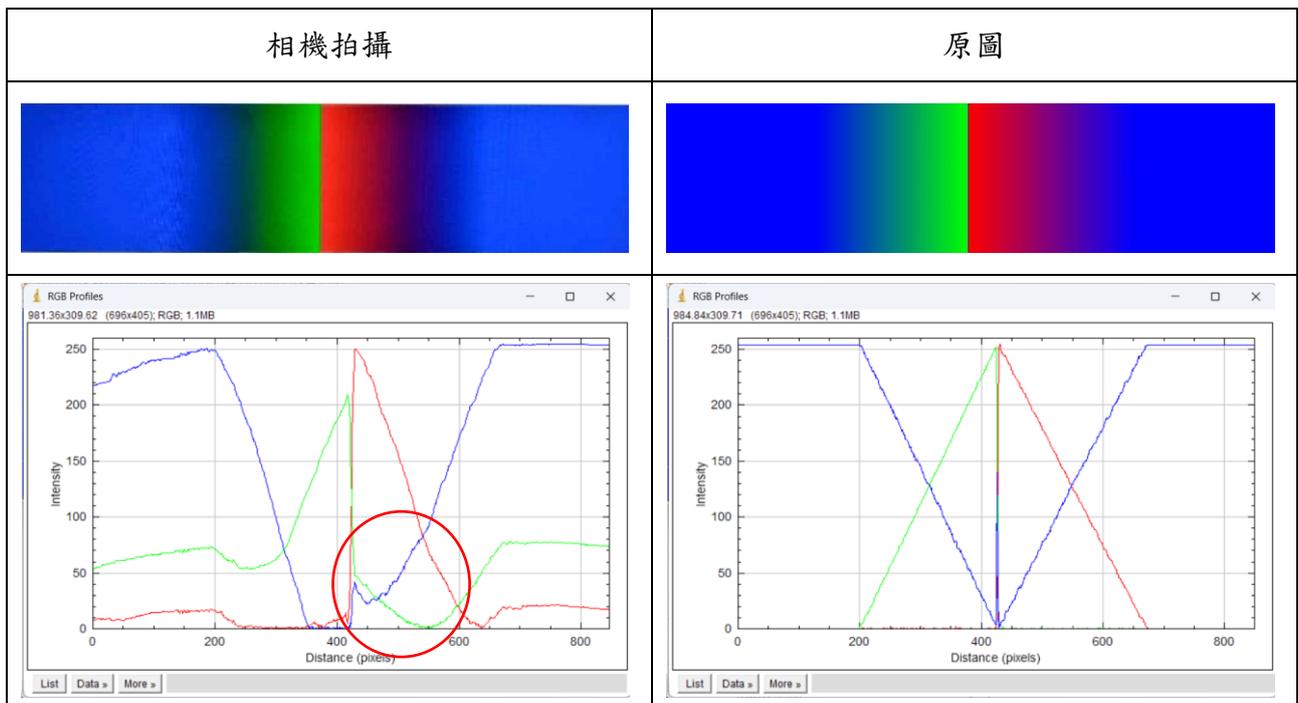




由上述的三組圖片分析發現，綠色的感染力最強，紅色次之，藍色最差，這正好呼應前面所講 LED 呈現綠、紅、藍三者顏色時亮度不同，綠色的亮度最強，拍照時容易偵測到綠色光，因此最容易影響周圍的顏色。

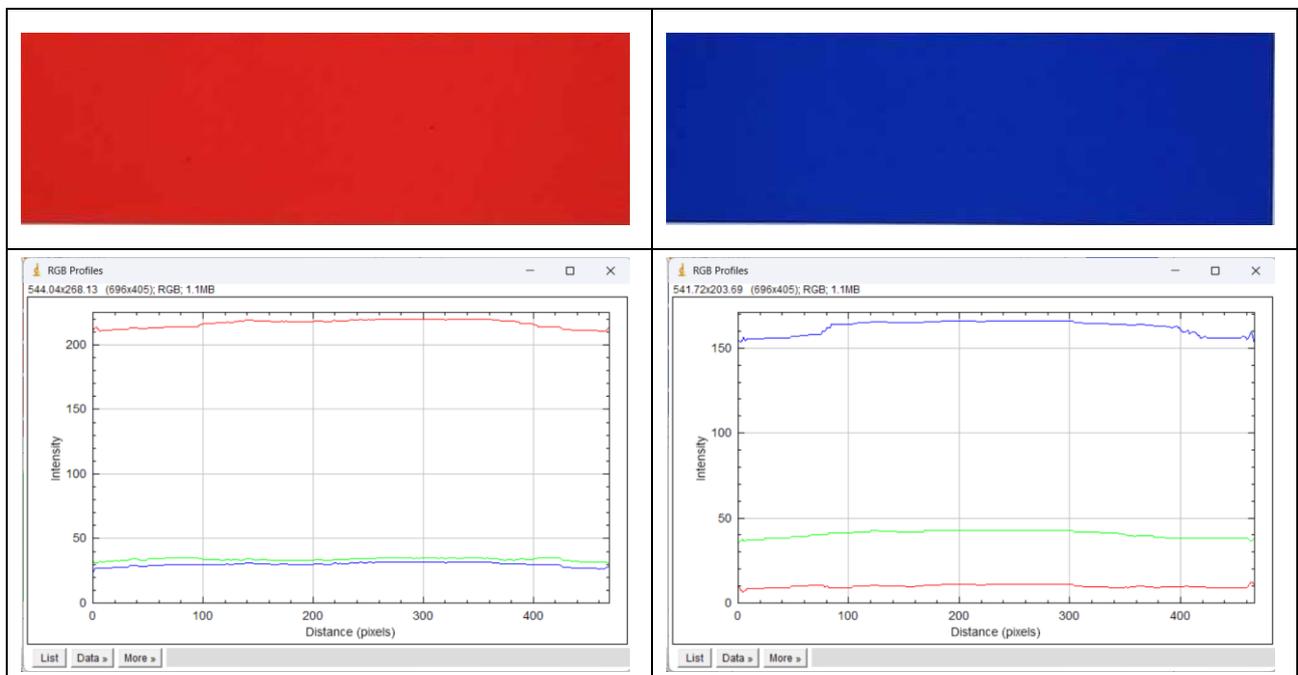
同樣再設計三組圖片，以紅、藍、綠為底色，以綠色為底色時，中央漸層顏色分別為藍
綠漸層及紅綠漸層兩種。

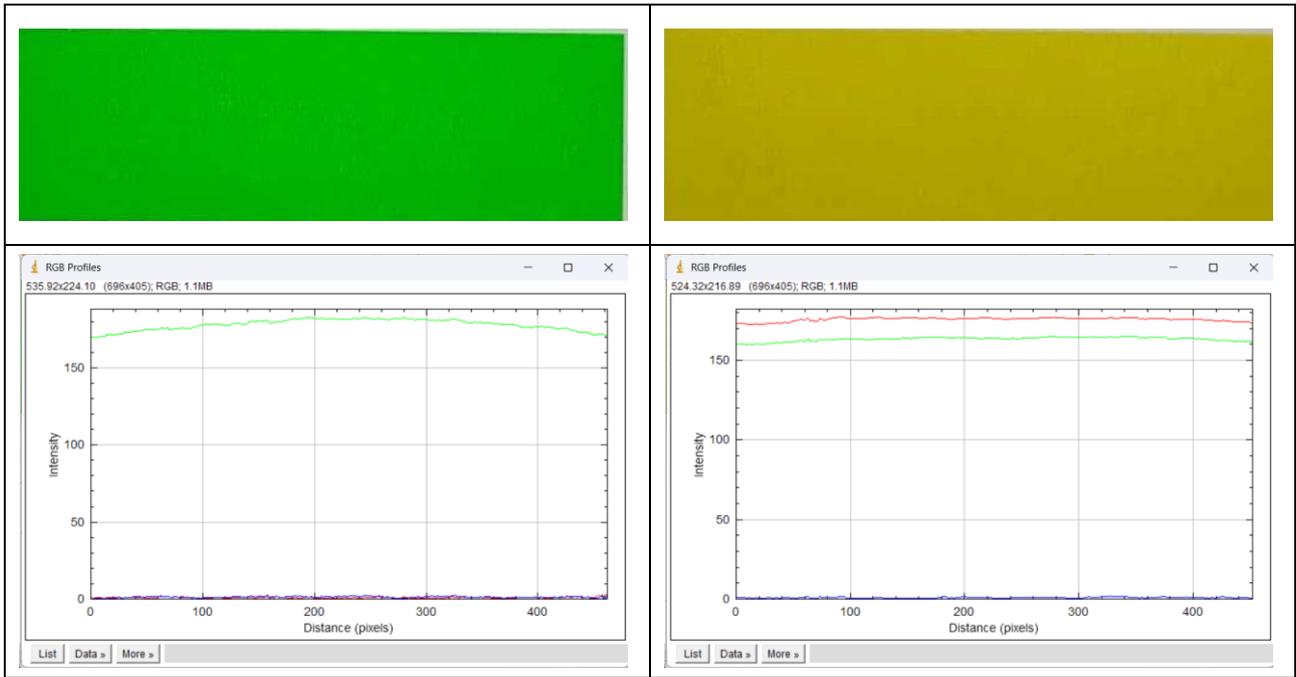




由上述設計之三組照片來看，確實在邊界處的顏色會互相影響，產生色彩同化的效果，因此本組認為視頻中上下色塊的變化不僅僅是大腦解釋訊號所造成的，還有在接收訊號前，訊號混合和所致。

最後，再分析單一顏色在白色背景下，經相機拍攝後所呈現的色彩效果。



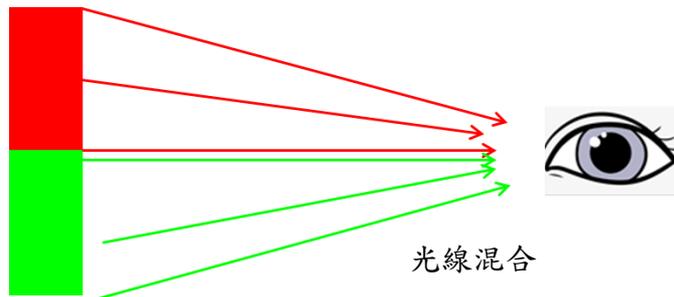


由結果來看，兩側顏色呈現較暗，這是白背景所造成的，且紅藍兩色也極易偵測到綠色成份。

五、研究結論

本研究主要是探討漸變的色彩對相鄰色塊之影響與機制，經由自行設計圖片，並利用相機拍攝方式模擬眼睛接受訊號的過程，藉由 image J 程式分析所拍攝的圖片，得到以下幾個結論：

- 1、中央漸變的色彩確實會對相鄰的色塊產生視覺上的影響，且不只是單單影響顏色的明暗，連色彩都會發生改變，尤其是黃色對紅色的影響最為明顯。
- 2、對於造成此一現象，除了大腦訊號的解讀外，本組認為色彩同化也是重要因素。



眼睛在接受光學訊號並不是單一的，而是整個區域，對於如何分辨物體所傳出來的訊號又與眼睛的解析度有關，舉例來講，越遠的物體看起來便會比較模糊，這是因為光線混合，眼睛無法分辨出來。因此，在顏色邊界的所發出來的光線，到達眼睛時，會因為解析度的關係而有互相影響的情形發生，所以當視頻中的手指遮住中央區塊時，消除了干擾因素，上下兩塊的顏色就變得比較相近。

六、評鑑與檢討：上述每一階段的省思與收穫

(一) 研究動機

這個主題是偶然刷抖音視頻所發現的，然後我們分享給許多同學及老師時，大家都覺得很神奇，而且都給出了這是一種錯覺的解釋，當我們進一步追問時，大家都無法說出一個所以然，我們很驚訝地發現，在生活周遭時常會發生許許多多的現象，但都很容易地被習慣或自以為是的想法而忽略，比方說；天空為何是藍的、太陽為何從東邊升起.....等，所以我們體認到對於任何人、事、物，須保持著懷疑的態度，並實事求是地去探討，才是進步的原動力。

(二) 正式計畫、研究問題及工作進度表

這個階段我們發現做研究不僅僅是嘴巴說說，是要化為實際行動的，而且成員之間要互相協調討論時間、工作分配、器材準備、報告撰寫等工作，而且我們做研究的經驗又少，因此有一位優秀的指導老師真的非常重要，能讓我們少走一點彎路，老師甚至會鼓勵我們，引導我們，讓我們對研究充滿熱情，也讓我們了解研究過程雖然辛苦，但是最終能夠提出自己的看法及成果，那種成就感是無法言喻的。

(三) 彙整相關文獻

為了瞭解這個現象，我們在網路上找了大量關於錯覺的資料，然後才得知這個現象稱之為康士維錯覺(Cornsweet illusion)，而關於這現象的解釋主要是著眼於大腦的習慣，但並無直接的證據，且都將重點放在明暗的變化，所以我們認為有繼續研究的價值，也因為如此，很多地方便須要我們自己去摸索及驗證。此外，英文真的很重要，因為很多文獻資料都是英文的，讀起來非常吃力。

(四) 資料分析

在此階段，如何將研究的色彩量化是我們遇到的第一項難題，好在有老師建議使用 image J 程式才得以解決。

而第二項難題就是要做怎樣的實驗?而實驗結果的解釋，是會推翻或支持我們的論點，這都需要充分討論及思考，避免若入誤區。

最後遇到的問題，就是如何模擬出人眼的視覺效果?而剛好國二的理化課程在教光學儀

器，提到相機的構造及成像原理與眼睛相似，因此本組便以相機來呈現人眼接收光線的情形。

(五) 研究結果與討論

關於康士維錯覺(Cornsweet illusion)，本組結合色彩同化理論，更進一步提出不只是明暗會發生改變，連顏色的色彩也會受到影響，且關於此一現象的成因，本組也根據實驗結果提出了新的觀點，但也正是因為有新的發現，所以更需要受到檢驗，未來我們會持續地進行研究，使我們的論點更加完善。

七、參考資料

- 1.Purves D, Shimpi 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. Craik–O'Brien–Cornsweet Illusion，取自：<https://michaelbach.de/ot/lum-cobc/index.html>
5. Grid Illusion，取自：<https://nazomizu.com/html/lab/illusion/>
6. Color Assimilation Grid Illusion，取自：<https://www.patreon.com/posts/color-grid-28734535>
7. 賴子甯、陳曉瑜（2020年8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。