

手指識字之特異色覺與正常色覺的比較： 一個個案研究

唐大崙¹ 李嗣浚² 許儷絹¹

¹ 國立台灣大學心理學系，台北，台灣

² 國立台灣大學電機工程學系，台北，台灣

本研究企圖區辨功能人在特異功能下之色彩感覺與正常視覺下之色彩感覺的差異，藉著這些比較，我們相信能更進一步理解產生特異視覺信息場的運作特性與相對應腦功能的活動方式。實驗結果發現，外界提供的光源在功能人的特異視覺屏幕中可能扮演照明的角色，因此，在紅光適應下，特異視覺所感應到的顏色產生偏紅現象，失去正常色彩視覺應有的色彩恆常性。但是，該功能人在適應紅光之後，正常色彩視覺感受仍保持色彩恆常性。而且功能人在特異屏幕出現的時候，特異視覺的影像往往遮蔽了正常視野的視覺。這些結果可能意味著，手指識字的特異視覺與正常視覺在大腦中產生交互作用，但是基本上這兩種視覺意識狀態仍是經由不同的大腦管道所引發。

關鍵詞：手指識字、色彩恆常性、特異功能

一、前言

目前認知科學研究的成果都指出，人類感覺知覺經驗的樞紐幾乎全在大腦中，甚至感覺意識的產生並不一定需要透過感覺受器的輸入，亦即感官通道所登錄的訊息與大腦產生相對應意識經驗之間，不存在必然的關係。例如截肢病人仍有被截肢體疼痛的幻肢 (phantom limb) 感覺；因為年紀很大而視力嚴重退化的人，仍有清楚看見人、動物、建築物的幻視 (phantom seeing) 經驗，這並不伴隨任何心理病理症狀，又稱為 Charles Bonnet 症候群。所以 Melzack¹ 提出一個關於生成意識經驗的理論，認為大腦本身就已經能自給自足的提供所有可能的意識經驗，感官受器的訊息登錄只不過扮演調變 (modulation) 角色，亦即受器登錄的訊息只用來強化或引發某些知覺經驗的記憶而已。

手指識字的特異功能研究除了能夠為上述說法下一個肯定的註腳，說明感光受器的訊息輸入並不是大腦產生視覺經驗的基本要素。手指識字的色覺研究更可能透露，網膜感光細胞所登錄的訊息，如何調變大腦中所產生的特異視覺意識。

因為手指識字是透過手指對捲密紙團的觸摸，而能辨識紙團內的文字與顏色。而紙團又包在暗袋中，幾乎無法透過任何可見光波，所以我們假設，這種特異視覺是透過不知名的訊息場直接傳入大腦，而不是透過觸覺受器或網膜感光受器進入大腦。² 既然網膜不是訊息登錄的主要感官，則將合理預測功能人在開眼與閉眼的情境下，都能「感應」到紙團內的文字與顏色。事實上卻不然，我們的受試者在閉眼情境下，對於顏色的判斷正確率遠小於睜眼情境。² 為了區分正常視覺的看見與特異視覺的

投稿日期：2000年12月21日；接受日期：2000年12月29日

聯絡人：李嗣浚，國立台灣大學電機工程學系，台北，台灣

E-mail: sclee@cc.ee.nta.edu.tw

「看見」，以下在描述特異視覺的時候，「看見」兩個字是被引號框住、強調出來。

過去我們對於手指識字之特異視覺的實驗研究發現，功能人總是先「看到」一片色光，最多持續數秒鐘即消失，然後再出現部份文字或圖案的邊界形狀。如果一個試樣中有不同顏色的文字或圖案，則功能人的反應多半是，一次只「看到」一部份圖案，在不斷等待感應之後，最後「看到」的內容可能是全部或部分的圖案、文字。而且，如果試樣有多種顏色，則顏色感覺出現的時候，可能是一個顏色一個顏色依序出現，也有可能多種顏色同時出現。當多種顏色同時被「看到」的時候，多種顏色從未產生混合，而是分開幾片的色光並列。

不管是「看見」一部份，或者是「看見」全部的圖案，顏色總是比形狀還要先被感應到，而且感應方式似乎是由局部方式進行，再由高層的記憶、認知系統逐漸組合完成。在蒙上眼罩之後，功能人就幾乎沒有顏色感覺，而只報告有微弱亮度對比的邊界形狀感覺。田維順等人³也發現，對盲人進行特異視覺的誘發訓練成果，竟與殘存視力有關。亦即殘存視力越好，誘發出特異視覺的能力與穩定性也越好。

這引發了一些問題，為什麼特異視覺的色彩感覺也需要透過網膜的光訊息輸入？網膜的光訊息輸入與其特異視覺的經驗意識有什麼關係？這種關係可能透露什麼樣的意義？爲了探究上述問題，我們進行了初步的色彩適應 (color adaptation) 實驗，觀察功能人在不同照明下所感應到的色彩差異，藉以推論網膜訊息輸入與特異視覺之間的關係。

正常視覺研究告訴我們，長時間的色彩適應之後，對於一般色彩景象，會產生色彩感覺的恆常性 (color constancy)。例如在紅光照明下，白紙所反射的長波成分高於在一般日光燈照明情境，但是適應紅光照明一陣子之後，再來看紅光照明下的白紙，所感覺到的紙張顏色卻仍接近原來的白色感覺，而不是感覺接近紅色。要解釋這類現象並不容易，有一部份解釋是建立在網膜敏感度的改變上。因爲當網膜適應紅光之後，造成對長波訊息敏感度下降，此時白紙上雖然反射出較多的長波成分，但是

引發三類感光細胞的反應比例，與在白光下相同，所以能維持色彩恆常性。但是這樣的解釋並不完善，Delk 與 Fillenbaum⁴ 發現物體本身有強烈的特徵顏色時，比較容易維持色彩恆常性，例如紅蘋果、紅心圖案。反之，物體本身無明顯特徵顏色時，就不易維持色彩恆常性，這顯示記憶系統也對色彩恆常性有影響。另外，目標色塊周圍有其他色塊存在，也較易維持色彩恆常性，反之，以管窺方式則會失去色彩恆常性。

在腦生理方面，則有許多研究指出，V1、V4區域都有許多色彩敏感細胞，但是V4區的細胞在不同色光照明之下，對同一色塊仍能引起相當的反應，而V1區的細胞卻會因爲照明改變，而停止反應。⁵所以V4區似乎是維持色彩恆常性的關鍵區域。⁶⁻⁸

我們好奇，是否功能人在適應紅光照明之後，特異視覺的色感是否與一般日光照明下相似？亦即特異視覺是否能保持色彩恆常性？如果功能人的特異視覺仍保持色彩恆常性，則可能意味引發特異視覺感受的運作管道與正常視覺類似。如果特異視覺未保持色彩恆常性，則可能意味特異視覺所涉及的大腦運作與正常視覺不同，而且其色彩感覺的偏向，可能顯示特異視覺屏幕中，混合色彩的運作方式。因此，我們進行了下列初步的觀察實驗。

二、實驗與記錄方式

1. 實驗刺激材料

以電腦程式由26個(大寫)英文字母中，隨機產生32個不同顏色的英文字母，用熱滾印式印表機 (ALPS MD-2010) 分別印在白色紙面上(一張紙一個字母)。這32個英文字母共分八種顏色，每組相同顏色但不同字母。印出的試樣色字，一一被捲起來，再對折，使色字被捲在內面，外表絕對看不出內面的色字。

之所以選擇英文字母來製作試樣，是根據我們以前的觀察，發現試樣的圖案越簡單，功能人辨識的速度越快與正確率越高，而這次實驗分析的依變項主要在色彩上，因此將其他變項控制得越簡單，越有利於實驗的進行。

2. 受試者

高橋小妹妹一人。

3. 實驗程序

我們將整個實驗切割成四個子實驗區段，先進行紅光適應的特異色覺實驗，再進行白光燈適應的特異色覺實驗，再進行紅光適應的正常色覺實驗，最後進行白光適應的正常色覺實驗。四個子實驗各有 8 個嘗試次 (trial)，共需要做 32 個嘗試次，子實驗之間各有 10-15 分鐘的適應時間，如下表一所示。

表一 四個子實驗的安排情境

| | 適應紅光 | 適應白光 |
|------|-------|-------|
| 正常色覺 | 8 個樣本 | 8 個樣本 |
| 特異色覺 | 8 個樣本 | 8 個樣本 |

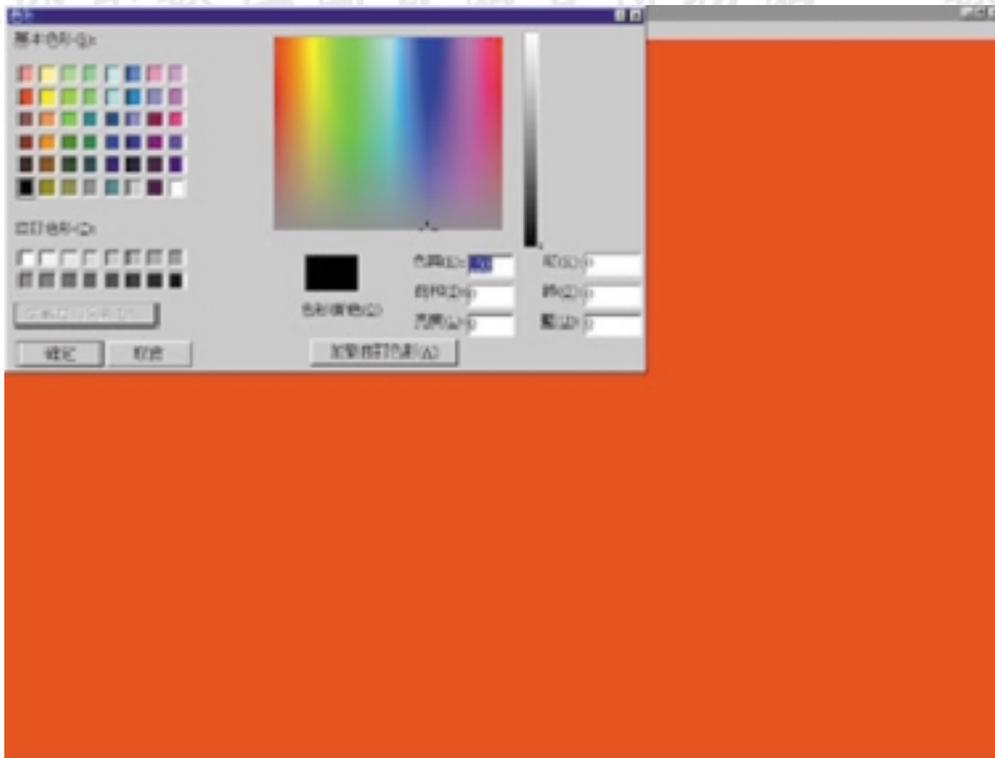
正式實驗時，先在暗室中，以 17 吋 CRT 螢幕，1024x768x24bits 全彩模式下，顯示全紅的色光 (44 cd/m^2 ， $x=.616$ ， $y=.342$ ，如圖一所示)，或顯示全白色光 (106 cd/m^2 ， $x=.275$ ， $y=.293$)，請功能人面對螢幕距離約 30 公分，注視螢幕 10-15 分鐘，再進行猜色的試

驗，整個螢幕寬度佔據約 30 度視角。

在特異色覺測試的時候，試樣都由實驗記錄者隨機抽取，再置於暗袋後，由功能人將右手置入袋中觸摸，袋口則由鬆緊帶束緊在手腕上，以防止袋子脫落。每一個嘗試次都等待受試者在螢幕上的小色盤（在必要的時候才顯示出來，約佔據整個螢幕的 1/4 面積）中，調整紅、綠、藍三個電子槍的強度，指出與特異視覺所「看見」的圖案顏色相同的色光，而且不立即給予任何回饋，等到受試者感應到，並指完色盤直到功能人確定為止，該嘗試次便結束，換下一個嘗試次。

在正常色覺測試中，每一個試樣的圖案擺在照明螢幕正前方 2 公分處，受試者同樣在螢幕上的小色盤中指出，與該圖案顏色相同的色光，實驗者記錄下該色光的紅、綠、藍強度值，並立即關閉螢幕上的色盤，繼續攤開下一個試樣紙張。

全部實驗完畢，約耗時 80 分鐘（不包含中途休息時段）。實驗過程中，有數位觀察員在旁邊監看。製作並設計實驗材料的人，在旁邊做觀察員，並不參與實驗記錄。



圖一 適應紅光的子實驗，受試者用滑鼠在電腦螢幕的色盤上指出顏色的實驗畫面。

三、實驗結果

表二為色彩配對的原始資料，以（紅，綠，藍）座標顯示，並以色塊粗略表示顏色感覺的差異。從這些原始資料已經可以看出，功能人的正常視覺的確保持相當良好的色彩恆常性，但特異視覺的色彩感覺並不保持色彩恆常性。

為了比較混色之後的色彩、亮度偏移方向，我們以色度計 (Photo Research, PR-650) 將原始座標資料轉換成 CIE (Commission Internationale de L'Éclairage, International Commission on Illumination) 座標 (cd/m², x, y) 資料，列於表三。因為本實驗很難在等亮度情境下進行顏色感覺 (color appearance) 的配對，所以這些顏色配對的結果，很難與正常視覺研究中所獲得的、其他正常人之顏色區辨度資料互相比較。只能比較功能人本身的正常色覺與特異色覺的差異。

從表二與表三的資料可以看出，在適應紅光的特異視覺辨色實驗中，只有第 2 個灰色試

樣不發生色偏現象，其餘都發生嚴重色偏現象。第 6 個紫紅色試樣明顯顯示顏色偏紅，第 4 個試樣則偏藍、甚至變暗，第 5 個與第 7 個藍色系試樣則偏綠，這些顏色偏移方向並不一致。尤其在適應紅光的特異視覺測量中，功能人對於第 8 個黃色文字試樣，只感應到一片亮亮的像白色的光，嘗試了四次，都無法感應出文字形狀，所以表二中，特異視覺的第八個試樣（即黃色文字的試樣）記錄中，畫了一個空白的圓圈，表示功能人只感應到略像白色的色光，其餘 15 個試樣都正確「辨認」出文字（15 個字母全部猜對的機率約為 5.962×10^{-22} ），其特異視覺的辨認速度約每一個試樣 2 到 5 分鐘。

我們進一步從功能人的主述中，知道適應紅光照明之後，所出現的特異屏幕總是充滿紅色背景的光線，反之，適應白光照明之後，所出現的特異屏幕則是充滿白色背景的光線。這再度驗證我們以前的發現，眼睛所看到的照明光線，成了特異視覺屏幕的背景照明光線。

實驗完畢之後，再將所有試樣一一拆開核

表二 實驗原始資料

| | | 適應紅光之後所感覺到的色值 (紅, 綠, 藍) | 適應白光之後所感覺到的色值 (紅, 綠, 藍) |
|------|--------|---|---|
| 特異色覺 | 1 (黑色) | (0, 106, 0)  | (72, 72, 72)  |
| | 2 (灰色) | (207, 207, 207)  | (191, 191, 191)  |
| | 3 (紅色) | (255, 255, 157)  | (255, 87, 0)  |
| | 4 (綠色) | (3, 7, 156)  | (0, 183, 0)  |
| | 5 (深藍) | (0, 100, 50)  | (87, 87, 172)  |
| | 6 (紫色) | (253, 79, 4)  | (223, 0, 223)  |
| | 7 (淺藍) | (0, 181, 0)  | (49, 152, 255)  |
| | 8 (黃色) | (255, 255, 255)  | (240, 240, 0)  |
| 正常色覺 | 1 (黑色) | (0, 0, 83)  | (40, 40, 40)  |
| | 2 (灰色) | (151, 151, 151)  | (207, 207, 207)  |
| | 3 (紅色) | (255, 0, 0)  | (221, 72, 0)  |
| | 4 (綠色) | (10, 176, 45)  | (0, 185, 92)  |
| | 5 (深藍) | (24, 24, 24)  | (96, 0, 96)  |
| | 6 (紫色) | (255, 47, 151)  | (255, 11, 133)  |
| | 7 (淺藍) | (38, 38, 255)  | (32, 143, 255)  |
| | 8 (黃色) | (255, 255, 66)  | (255, 255, 9)  |

表三 實驗資料的 CIE 值

| | | 適應紅光所感覺的亮度、色值 (cd/m ² , x, y) | 適應白光所感覺的亮度、色值 (cd/m ² , x, y) |
|------|--------|--|--|
| 特異色覺 | 1 (黑色) | (22.5, .288, .603) | (14.1, .274, .292) |
| | 2 (灰色) | (96.8, .275, .295) | (92.6, .274, .294) |
| | 3 (紅色) | (120, .334, .403) | (57.8, .569, .381) |
| | 4 (綠色) | (9.87, .152, .073) | (76.9, .286, .606) |
| | 5 (深藍) | (20.6, .252, .462) | (30.5, .195, .150) |
| | 6 (紫色) | (54.9, .575, .376) | (41.8, .267, .138) |
| | 7 (淺藍) | (73.4, .286, .606) | (64.2, .178, .162) |
| | 8 (黃色) | (106, .275, .293) | (123, .400, .515) |
| 正常色覺 | 1 (黑色) | (2.56, .153, .076) | (4.23, .275, .290) |
| | 2 (灰色) | (69.1, .273, .292) | (96.0, .274, .293) |
| | 3 (紅色) | (44, .617, .343) | (42.4, .570, .380) |
| | 4 (綠色) | (70.3, .277, .564) | (80.1, .253, .474) |
| | 5 (深藍) | (1.84, .276, .289) | (8.49, .266, .140) |
| | 6 (紫色) | (48.6, .393, .224) | (45.9, .423, .231) |
| | 7 (淺藍) | (28.4, .156, .078) | (60.2, .173, .153) |
| | 8 (黃色) | (127, .385, .493) | (128, .399, .514) |

對，發現功能人在白光照明下可以「看到」的黃色試樣，在紅光照明下卻「看不見」，這可能有兩個原因：一是功能人沒有發揮能力而看不見。但是根據功能人的主述，她的確「看見」亮光閃過，只是沒有邊界形狀，因此我們推測功能人沒有發揮能力的可能性極低。另一個原因是紅光與黃色試樣在腦中產生混色效應，導致「看不見」。這種混色結果類似在特異屏幕中戴上紅色濾光鏡，看紅光照在試樣紙面反射回來的光波。因為紅光照在白紙上，反射的光波成分與照在黃字上反射的光波成分相當接近，如果特異屏幕的色彩敏感度不夠，就無法區分白紙上的黃字。這類偏紅的報告，也發生在特異視覺的第 6 個試樣中。

如果假設特異屏幕使用紅光照明，而紅光又比白光暗，導致偏紅、偏暗，又可部份解釋第 4 個試樣感覺變暗的結果。由於實驗嘗試次數太少，因此除了上述假設之外，對於導致其他色偏方向的假設，尚無法單從這些資料得出。

我們猜測色偏可能受以下幾個因素影響：一、是特異屏幕出現的時間極短，以至於受試者在指色期間，完全憑記憶進行，使得色調準確度受到影響。二、是功能人在產生特異屏幕時的背景光線亮度與色調，可能不盡相同，因此導致辨色有相當大的差異。三、因為印表機在試樣上所印的色塊可能有少數不均勻之處，造成特異屏幕看到局部不均勻的色塊，因此而有辨色上的差異。四、適用的紅光源亮度比白光源暗，也可能是改變特異屏幕辨色能力的因素之一。

四、討論

至少本實驗結果指出，特異視覺的色彩感覺可能無法維持色彩恆常性，而且深受網膜登錄的光線影響。而且無法保持色彩恆常性的原因，可能不是因為刺激材料的特徵顏色記憶造成，因為這些刺激材料一律是方形。也不可能是周圍其他色塊造成，因為刺激材料一律印在

白紙上。所以我們猜測，失去色彩恆常性可能是，產生特異視覺的歷程中所發生的現象。這也是我們第一次清楚觀察到，發生在特異視覺中的混色效應。

依據當代視覺科學對視覺研究的成果推論，如果特異視覺所需要的訊息，是經由網膜、側膝核 (lateral geniculate nucleus) 再到視皮質區之正常視覺管道進入，則應該合理期望獲得正常視覺所得到的色彩恆常性結果。但是現在得到不同的結果，因此我們猜測，外界光源對特異屏幕所產生的混色效果，可能是直接發生在大腦中，而不是特異信息經由正常視覺管道進入所致。

既然特異視覺所需要的訊息，不太可能經由網膜的管道進入，則由網膜而來的正常視覺經驗，又如何與特異視覺經驗在腦中產生交互作用呢？我們猜測，正常視覺與特異視覺交互作用的機制可能如下：特異視覺經驗需要建立在正常視覺經驗的基礎上，腦中的特異視覺屏幕被另一個信息場觸發之後，需要正常視覺輸入來作為背景照明之用。這個猜測也合理解釋了，為什麼田維順等人發現，天生全盲者很難誘發訓練出特異視覺功能，而且殘存視力越好，則越容易誘發出特異視覺能力。因為天生盲人並沒有任何正常視覺經驗基礎，而且正常視覺管道沒有輸入，也很難照明特異視覺屏幕。

如果正常視覺與特異視覺在腦中產生交互作用，則其主要區域可能在何處？我們根據功能人的主述：當特異視覺屏幕出現的時候，雖然眼睛是睜開著，但是正常視覺的景象在那一瞬間卻被特異屏幕遮蔽，亦即特異屏幕不是透明的。這些描述與精神分裂症患者的視幻覺主述有些類似，但與一般心像 (mental imagery) 的感覺不同。精神分裂病人的視幻覺影像也多是不透明，而且持續不久，而一般心像卻可以是透明的。Silbersweig 等人⁹指出精神分裂病人在視幻覺產生的時候，並無 V1 之激發，因此，我們大膽猜測特異視覺屏幕產生的時候，V1 可能沒有激發，又因為特異視覺沒有維持色彩恆常性，因此 V4 可能也沒有激發。依據 Crick 與 Koch¹⁰ 的猜測，prefrontal 或 V4 以上的視皮質區為產生視覺意識 (visual awareness)

的生理基礎，所以 prefrontal 成為可能的候選區域。但是，Steriade、McCormick 與 Sejnowski¹¹ 也提出，視丘 (thalamus) 是身體各類感官訊息匯聚之後，再通往新皮質 (neocortex) 的大閘門，當視丘內之抑制機制啟動時，整個新皮質與視丘便陷入低頻振盪，個體便進入睡眠，失去警醒著的意識狀態。反之，當視丘興奮活動升高時，總是伴隨相當豐富的視覺夢境，因此我們猜測，產生特異視覺屏幕的時候也應伴隨視丘的大量激發。

雖然本實驗的受試者只有一位，實驗嘗試次數也嫌太少，使得本結論類推到其他功能人情境的效度受到限制。但是，我們相信，未來如果進行其他色光適應，並以色彩視覺研究中通用的 Munsell 色紙 (上色較均勻)，做超過 8 種色彩以上的色標偏移測量，以之與功能人的正常色彩視覺比較，並利用 MRI 偵測功能人在產生特異屏幕時的腦活動，當能提供更具說服力的數據，來說明特異視覺與正常視覺兩種意識狀態是否共用類似的腦活動。而且，這類研究議題也可能拉回認知科學研究的典範內，提供人類意識狀態之生成的研究手段。

參考文獻

1. Melzack R. Phantom limbs. *Sci Am* 1992; 266:120-126
2. 李嗣涇。手指識字 (第三眼) 之機制與相關生理檢測。《中國人體科學》1996;6:105
3. 田維順、林旭靜、朱彬彬、許保生。盲人特異視覺的誘發訓練與眼睛的關係研究。《中國人體科學》1995;5:117
4. Delk JL, Fillenbaum S. Differences in perceived color as a function of characteristic color. *Am J Psychol* 1965;78:290-293
5. Zeki SM. Color coding in the cerebral cortex: the reaction of cells in monkey visual cortex to wavelengths and colors. *Neuroscience* 1983;9:741-765
6. Wild HM, Butler SR, Carden D, Kulikowski JJ. Primate cortical area V4 important for color constancy but not wavelength discrimination. *Nature* 1985;313:133-135

7. Pokorny J, Shevell SK, Smith VC. Color appearance and color constancy. In: Gouras P ed. *Vision and Visual Dysfunction*, Vol. 6: Color Vision. London: Macmillan Publishers Ltd, 1991;43-61
8. Walsh V, Carden D, Butler SR, Kulikowski JJ. The effects of V4 lesions on the visual abilities of macaques: hue discrimination and color constancy. *Behav Brain Res* 1993; 53:51-62
9. Silbersweig DA, Stern E, Frith C, Cahill C, Holmes A, Grootenck S, *et al.* A functional neuroanatomy of hallucinations in schizophrenia. *Nature* 1995;378:176-179
10. Crick F, Koch C. Are we aware of neural activity in primary visual cortex? *Nature* 1995;375:121-123
11. Steriade M, McCormick DA, Sejnowski TS. Thalamo-cortical oscillation in the sleeping and aroused brain. *Science* 1993;262:679-685

圓覺文教基金會 出版
臺大佛學數位圖書館暨博物館 數位化

Comparison between normal color sense and extrasensory perception color sense in color adaptation task: a case study

Daren Tang,¹ Si-Chen Lee² and Li-Chuan Hsu¹

¹Department of Psychology, Taipei, Taiwan

²Department of Electrical Engineering, Taipei, Taiwan

By using the color adaptation procedure, we compare the difference of color appearances in normal color sense and extrasensory perception (ESP) color sense (recognition by finger condition). We find that, the subject, who has ESP ability, can keep color constancy in normal visual condition after red-light adaptation, but not in recognition by finger condition. This result suggests that ESP color vision may be illuminated by external light source through the normal visual pathway. We discuss the possible relationship between properties of special screen in ESP color vision and brain activity in last paragraph.

Keywords: recognition by finger; color constancy; extrasensory perception; ESP