

以色彩喜好作業探索偏好與 視線軌跡的關係

唐大崙、李天任、蔡政旻*

《摘要》

研究首次嘗試分析受測者觀看喜好之彩色商品時，其視線軌跡與色彩喜好本身是否有關聯。測量的依變項包含凝視點個數、總凝視時間、返回凝視次數與喜好程度，採用 8 種主色相分別塗到七種商品上，同一種商品的八種顏色同時呈現，令被試觀看這些刺激材料的同時，記錄其眼球運動軌跡，事後再要求依色彩喜好程度排序。結果顯示，越受喜愛的彩色商品，其被凝視之時間、次數與視線返回次數越高。這不只表示視線軌跡可反映內在喜好程度，也建立另一種客觀測量喜好程度的典範，文末也討論此類研究對廣告研究的意義。

關鍵詞：色彩喜好、眼球追蹤、凝視時間、凝視次數

* 作者唐大崙現為中國文化大學大眾傳播系助理教授，E-mail: tdl@faculty.pccu.edu.tw；李天任現為中國文化大學資訊傳播研究所教授；蔡政旻現為雲林科技大學設計所博士班研究生。

壹、前言

近 20 年來，已有許多發展心理學研究指出，吾人大腦可能具有一項分析凝視方向的專利模組功能（module）。具備這樣的功能，對於人際互動而言有相當重要的意義，因為我們就是依靠這類凝視線索來理解、預測他人的心智行為（Perrett, 1992; Vecera & Johnson, 1995; Hood, 1998; Langton, Watt & Bruce, 2000）。其中關於偏好的行為，尤其是色彩偏好的預測，即是許多人在日常生活中最常企圖理解、探索的問題之一。

事實上，在現今視覺資訊發達的社會中，透過顏色操弄，以吸引消費者的注意，誘發消費欲望，促進溝通效率，已成為各類資訊傳播最重要的目的之一（Cheskin, 1954; Lee & Barnes, 1990; Roper & Marples, 1996；王彥熙與王乃巧，1999）。而得知色彩喜好的分佈特徵，成了達成該目的重要手段。自從十九世紀德國心理學家 J. Cohn 提出色彩喜好的調查報告之後（李天任，2002: 21），大多數研究者承襲了問卷調查的方法（李天任，2001；陳俊宏、黃雅卿，1996；Saito, 1996），針對各種不同的人口變項，例如：不同年齡（賴瓊琦，1996）、性別、人口特徵，以及針對不同物品材料，進行各種色彩喜好程度的比較研究（Camgoz, Yener & Guvenc, 2002；賴瓊琦，1995；黃雅卿，1996）。也有針對不同刺激物、不同受測對象、不同語意向度（semantic dimension）或心理向度，進行主觀李克氏評量（李天任，2001）、排序（賴瓊琦，1996）或兩兩配對比較（Thurstone, 1927; Fernandez & Fairchild, 2002）。

除了前述主觀評量方法以外，心理學家還發現，視覺行為也可能表現出偏好程度，例如：對於喜好的物品會多看兩眼（Adams, 1987；李素馨、李繼勉，2001；李素馨、何英齊，2000），或者看到比較喜歡的物品，瞳孔會明顯放大（Hess & Polt, 1960; Simms, 1967; Janisse & Peavler, 1974）。

這些視覺線索比主觀評量來得客觀，且不容易受到扭曲或作假。但是受限於儀器設備，使用這類視覺線索來進行研究的文獻仍非常有限。國內雖然已有少數利用這類視線軌跡探討景觀偏好的研究（李素馨等人，2000；2001），但是受限於眼球追蹤儀器的時間解析度（抽樣速率）與空間解析度都偏低，很難搭配在高解析度的色彩顯示器上，進行色彩喜好的研究。即便有高解析度的眼球追蹤儀器，國內也尚未有測量視線軌跡以探討色彩喜好的實徵研究。國外雖有一些文獻，但是也都建立

在「愈喜好的影像，被觀看的時間就愈久」的假設上，進一步探討廣告效果（Pieters, Rosbergen & Wedel, 1999）、網頁版面配置（Eyetrack III, 2005）與嬰兒之色彩知覺發展（Adams, 1987）等等問題，而仍無關於色彩喜好程度本身與視線軌跡關係的研究。

因此，本研究即採取與以往問卷調查不同的方法，眼球追蹤法，針對彩色實景的色彩喜好程度與視線軌跡關係進行初步探索，企圖提供另一種色彩喜好的測量典範，與「假設愈喜好的影像，被觀看的時間就愈久」的實徵證據，期望未來也可能提供廣告設計、商品設計之應用。

貳、文獻探討

一般使用眼球追蹤技術探討視覺偏好的立論基礎，在於視線軌跡可以反映內在注意力轉移的歷程（Hoffman & Subramaniam, 1995; Deubel & Schneider, 1996; Henderson & Hollingworth, 1999; Just & Carpenter, 1976），亦即監控眼球運動相當於監控即時發生的認知歷程與注意力所在。然吸引視線停駐的因素相當多，除了特殊病理因素之外，基本上約可區分兩大類，一類是突顯的外在刺激因素，如亮度、對比、色彩、空間位置、刺激複雜度與呈現時間等（Posner, 1980），另一類是基於受試者本身的知識經驗，或對該刺激產生好奇、喜歡或其他複雜深層思考歷程等內在因素的影響（Salvucci & Anderson, 1998）。

當視線被吸引而落在某一特定影像進行瀏覽時，視線軌跡並不是平滑的移動，而是不斷反覆地停頓（fixation）、跳躍（saccade）、停頓、跳躍。視線停頓的時候，視覺系統處於登錄、處理影像訊息的狀態，反之，視線跳躍的時候，視覺系統則是暫時處於關閉的狀態（Wolverton & Zola, 1983; Volkman, 1986）。因此許多視覺研究者多以凝視次數、平均凝視時間，來反映視覺系統處理訊息的深度（Salvucci et al., 1998）或其他心智運作歷程涉入深度，或反映外界訊息的複雜度（Mackworth & Morandi, 1967; Yarbus, 1967; Baker & Loeb, 1973; Antes, 1974; Henderson, Weeks & Hollingworth, 1999）或內在偏好程度（Adams, 1987）。

但是，除了 Shimojo 等人（2003）最近的發現之外，目前學界並沒有太多關於喜好與凝視行為的理論或假說。Shimojo 等人發現，當受試者要比較兩張人臉中，哪一張較具吸引力的時候，視線剛開始是均勻地分布在兩張人臉圖片上，但是隨著時間逐漸接近做出反應的前 2 秒鐘，凝視分布才開始逐漸偏到最後做出選擇的那張

圖片上，顯然，凝視行為與偏好選擇有某種程度的關聯。不過，Shimojo 等人的結果是建立在，受試者已經知道這是一個二者擇一的偏好選擇情境下，才表現出凝視行為與偏好選擇的關係。如果受試者事先並不知道實驗目的，而且可選擇的項目增多的時候，凝視行為是否仍與偏好選擇有強烈相關，不得而知。

過去容或有喜好與凝視有關的說法，也僅止於假設 (assumption)。由 Pieters et al. (1999)、Adams (1987) 等人的喜好研究可知，幾乎所有研究都站在此假設上，繼續推論。這種假設也相當有限，僅描述「愈喜好的影像，被觀看的時間就愈久」，對於其他視線軌跡特徵並未有更深入的說法。然採民俗的觀點，一般人多認為，愈喜好的影像，不只被觀看的時間愈久，被觀看的次數愈多，而且還會一看再看。這樣的觀點同時涉及凝視時間、凝視次數與視線重返次數等眼球運動的特徵，卻始終未有實徵資料的佐證。故本研究刻意藉由多於兩項的物品影像與色彩類別，在特定空間位置中，以固定時序不斷重複呈現，讓受測者自然瀏覽這些物品影像，在不事先告知實驗目的是觀察喜好程度與凝視關係的狀態下，以精密的眼動追蹤儀紀錄所有影像瀏覽的軌跡，企圖從總凝視次數、總凝視時間與視線返回次數等指標，檢驗該假設。

使用眼球追蹤的方法來探索色彩喜好問題，還可能解決一部份色彩喜好研究得到不一致結論的困境。例如：Taft (1996) 曾發現採用色票與採用彩色實景的語意調查結果沒有差別，而得到「可以用色票代替彩色實景進行喜好顏色之選擇」的結論。但是，李天任 (2001) 以更大規模的語意調查結果發現，色票與彩色實景有明顯差異。產生這類不一致研究結果的因素很多，因為各研究使用的方法、材料、設備多不相同，實在很難簡單歸因到特定的因素上。欲解決這些不一致結論的困境，可試著採取完全不同的研究取向 (approach) 與測量變項，看看研究所得是否可收斂到同一結論。

如前所述，影響視線分佈的因素很多，為了對視線變異來源進行適當的切割，本研究將所選物品與搭配顏色做直交的實驗設計，採受試者內設計，每張影像又重複出現 8 次，每次呈現 5 秒鐘，呈現的位置也採空間對抗平衡設計，因此對於所有受測者而言，這些影像吸引視線注意的關鍵可能已經不再是空間位置因素的影響，也不可能是造型面積因素影響，或外在刺激突現的因素與好奇因素影響，而比較可能是由內在喜好程度來導引。

參、研究方法

一、受測者

受測者是依心理學課程要求參與本實驗，於可控制光線與照明的實驗室內進行實驗與問卷填答。由於本研究是調查受測者對於不同顏色及不同顏色物品之色彩喜好，參與調查研究的受測者必須具有正常辨色能力且視力需正常或經矯正後具有正常視力者。參與實驗共 49 人，其中男性 15 人，女性 34 人，扣除石原氏色盲測試（Ishihara color vision test）篩選未通過者 3 人，以及眼動追蹤記錄的過程中產生非人為之系統性誤差，使得資料記錄不完全者 6 人，有效資料共計 40 筆（女 27 人，男 13 人），佔實驗總實驗人數的 81.6%。

二、實驗刺激影像的選取與製作

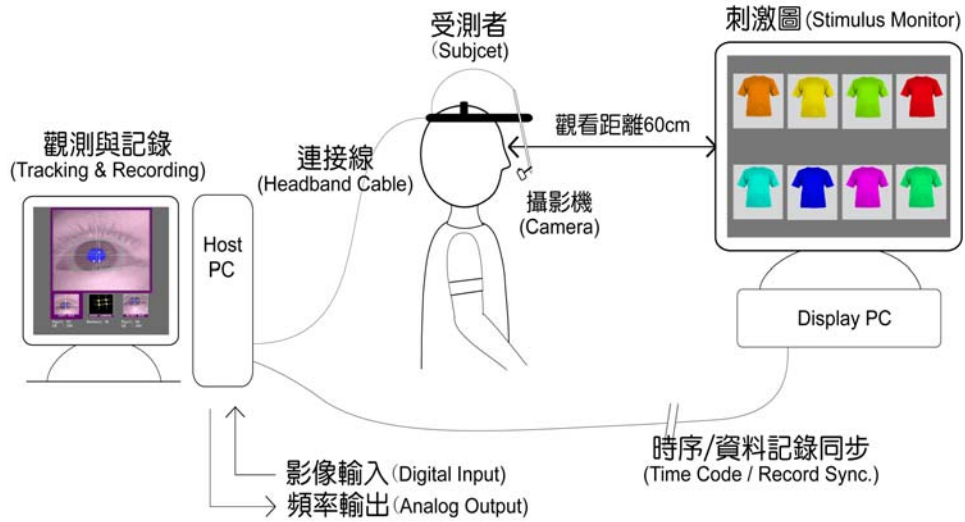
本研究所選取之色彩乃依據過去研究經驗，採 NCS 系統中的 8 種基礎色。該色彩皆為有彩色（chromatic colors），並分佈在一個標準的色相環（color circle）中的 8 個飽和色彩（紅、橙、黃、黃綠、綠、藍綠、藍、紫）。採用的物品類別是色票、杯子、T 恤、椅子、機車、磁片、背包等七種物品（如下圖一所示），每種物品皆有 8 種不同顏色。每個實驗嘗試所呈現的影像以同一種物品之 8 種色彩樣式形成 4 行、2 列的版面編排方式，固定在 8 個位置中，重複呈現 8 次。但是不同顏色的物品在每次呈現時的位置皆不同，每個色彩在這 8 個位置內各出現一次。



圖一：所有實驗刺激影像

三、環境設定

控制環境光源，使得光源保持在 60 lux 的條件下，並調整受測者座椅位置，使得受測者眼睛至螢幕的觀看距離保持 60 cm 的距離（如圖二），以 SR Research 公司的 EYELINK II 搭配 SONY 之 21 吋 FD Trinitron 型顯示器（可視區域寬 40 cm × 高 30 cm），螢幕解析度設定為 800 (pixels) × 600 (pixels)，以 85Hz 的垂直掃描頻率顯示，色彩位元深度設定為 32 位元，全螢幕視角寬 36.8 度、高 28.1 度，單一刺激影像視角寬 6 度、高 6 度。每一個彩色物體的亮度皆以 Optical 亮度儀測量，亮度分佈從 5 cd/m² 到 96 cd/m² 不等。使用自行開發之套裝程式，以簡單參數設定方式控制實驗刺激的顯示流程，並啟動 EYELINK II 自動同步紀錄視線軌跡。



圖二：實驗儀器與環境設定示意圖

四、獨變項

色彩（紅、橙、黃、黃綠、綠、藍綠、藍、紫共 8 種），物品（色票、杯子、T 恤、椅子、機車、磁片、背包共 7 種）

五、依變項

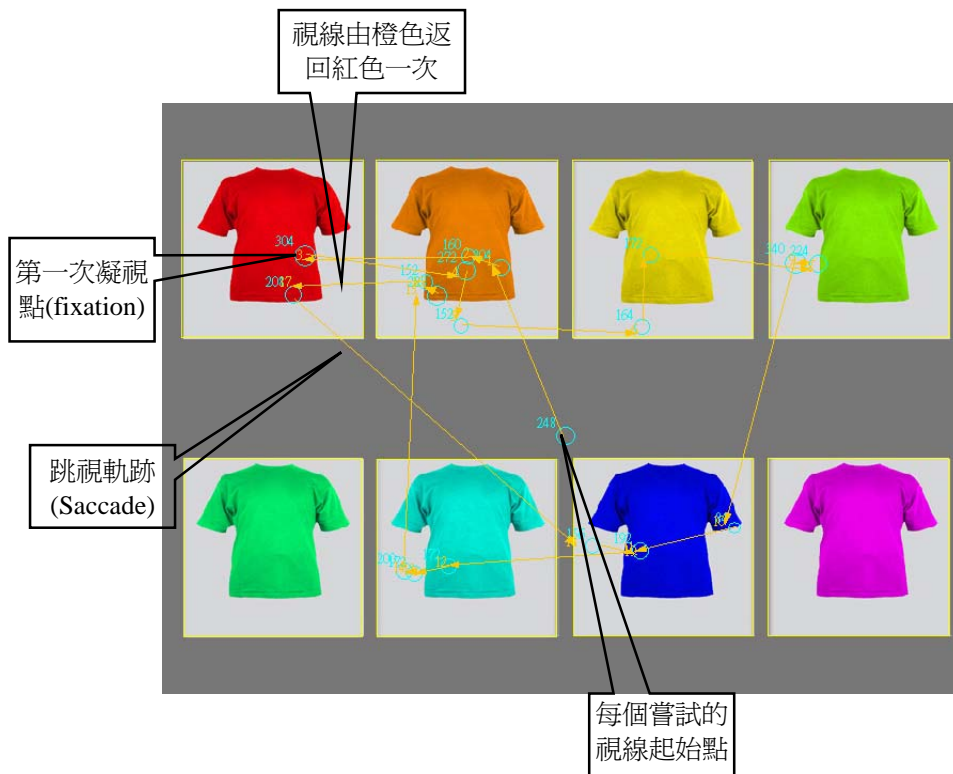
計算視線停留在各物品上的總凝視時間、凝視次數、視線返回次數與色彩喜好排序。EYELINK II 儀器會自動把眼球移動速率大於每秒 30 度視角且加速率大於每秒每秒 800 度視角以上的運動，歸為眼球跳躍事件，其餘歸為凝視事件。在計算各視線軌跡特徵前，預先對各彩色物品設定了同樣面積的容忍範圍，在範圍內才併入該物品的視線特徵計算中；反之，若在範圍外則排除該筆視線紀錄的資料。

六、實驗程序與問卷施測

本實驗採用受測者內設計（within-subject design），每位受測者皆必需觀看完 56 張刺激圖（每張刺激圖包含 1 種物品之 8 種顏色，重複觀看 8 次，共有 $7 \times 8 = 56$ 張），每張呈現 5 秒鐘，此稱為一個嘗試次，56 張刺激圖全部瀏覽完畢之後，再分別進行七類彩色物品的色彩喜好排序調查。實驗前讓受測者閱讀的指導語如下：

「接下來，開始進行實驗，請假設您正進入一家商店購物，且準備購買七種物品（色票、杯子、T 恤、椅子、機車、磁片、背包），每種物品都有 8 種不同顏色可以挑選，但每次只有 5 秒的時間，不過可以重複觀看 8 次（七種物品，一共可看 56 次），每次的位置將隨機出現，現在我們開始正式實驗，您準備好了嗎？」

正式實驗前，受測者必須先練習，之後再進行校正（calibration）與飄移矯正（drift correction）程序。受測者觀看每一張刺激圖時，必須先將螢幕上的滑鼠指標移到螢幕中心點，這可以確保每次觀看的視線起始點都從螢幕中心開始。每二個嘗試即進行一次飄移校正，如圖三所示。每一個畫面之間，皆有一黑色畫面間隔以避免繼續存在（carry over）與補色殘像（after image）之效應。受測者在完成眼動訊息記錄之後，即執行問卷施測。問卷採用等級順序法（the method of rank order），並透過電子式問卷，以程式顯示問卷題目與圖樣，讓受測者以鍵盤操作的方式在同一螢幕上依色彩喜好的程度輸入代號，並直接記錄作答結果。每位受測者調查題目填答完畢後，作答結果由電腦自動儲存至資料庫，以便資料分析。



圖三：其中一位受測者的凝視點（小圓圈）、凝視時間（小圓圈旁的數字）、跳視軌跡（實細線條）與視線返回軌跡散佈圖

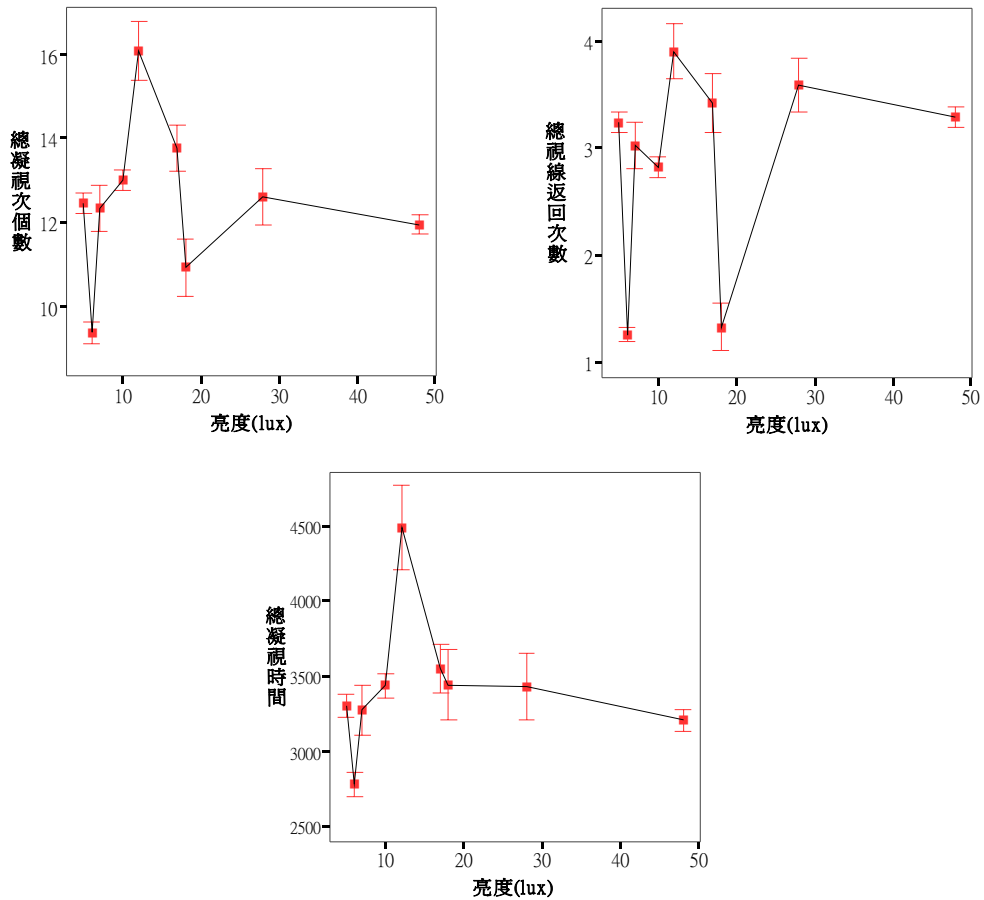
肆、資料分析與結果

本實驗計算每位受測者所觀看的每一張影像中，落在各彩色物品上的總凝視時間、凝視點個數與視線再度回到各物品的視線返回次數，並將每一個物品被觀看八次的凝視時間與次數加總，以取得每一個物品的總凝視時間、總凝視個數與總視線返回次數，所以每一位受試者在每一個依變項上，各有 56 筆資料。

就全部納入計算的凝視落點而言，每個凝視點的凝視時間分佈約呈偏態分佈，平均約 300 毫秒，中位數為 250 毫秒，眾數為 230 毫秒。這個描述統計資料與國外所測得之一般圖片瀏覽的凝視資料相當接近 (Antes, 1974)，顯示本研究的測量程序與資料都在合理範圍內。但是視線軌跡資料相當複雜，為了便於討論，以下區分五個段落分別討論「彩色物品亮度訊息與視線特徵的關聯」、「色彩喜好排序與視線特徵的關聯」、「色彩與物品類別對視線分佈的影響」、「色彩喜好和物品類別與視線特徵的關聯」和「色彩喜好的性別差異分析」。

一、彩色物品亮度訊息與視線特徵的關聯

為了檢驗視線特徵是否顯著受到彩色物品本身的亮度影響，本研究以亮度儀所測得之每個彩色物品的亮度為橫軸，總凝視時間、總凝視個數與總視線返回次數三個依變項為縱軸，作如圖四的關係圖。圖中顯示，雖然發生在某一種特定亮度下，如 13 lux，視線停駐得比較久，但是總體而言，視線軌跡並無系統性隨著亮度變化而變化。



圖四：影像亮度與凝視次數（上左）、總視線返回次數（上右）、總凝視時間（下）的關係圖

二、色彩喜好排序與視線特徵的關聯

爲了檢驗視線特徵與色彩喜好程度的關係，本研究將「色彩喜好排序」作爲統計上的獨變項，先針對總凝視時間、總凝視個數與總視線返回次數三個依變項進行單因子多變量變異數分析（one-way MANOVA）。結果顯示，色彩喜好排序在總凝視時間上有顯著主效果（ $F_{(7, 2232)} = 46.999, p < .001, partial \epsilon^2 = .128$ ），色彩喜好排序在總凝視次數（ $F_{(7, 2232)} = 33.209, p < .001, partial \epsilon^2 = .094$ ）與總視線返回次數（ $F_{(7, 2232)} = 43.159, p < .001, partial \epsilon^2 = .119$ ）上也有顯著主效果，色彩喜好排序與三個依變項的關係如圖五所示，幾乎呈單調（monotonic）遞減關係。進一步做 Tukey HSD 事後檢定（Post Hoc Test）發現，第一與第二喜好程度之間，在三個依

變項上的差異皆達統計顯著水準 ($p < .05$)，第三級與第三級以後的喜好程度相鄰兩兩之間便幾乎無顯著差異了。

本研究進一步將亮度儀對螢幕上每一個物品所測得之亮度值當作共變項 (covariate)，再度進行「色彩喜好排序」在三個視線特徵變項上的單因子多變量變異數分析，結果仍然不變，色彩喜好排序在總凝視時間 ($F_{(7, 2231)} = 47.769, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .13$)、總凝視個數 ($F_{(7, 2231)} = 34.105, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .097$) 與總視線返回次數 ($F_{(7, 2231)} = 44.469, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .122$) 上都有顯著主效果，這表示亮度變化並不顯著改變喜好與視線特徵的關聯。

但是，由前述統計的效果量 (effect size, 即 ϵ^2) 來看，色彩喜好因素對於三項視線特徵變異的解釋量仍不高。因此，我們進一步將「色彩喜好排序」作為統計上固定因子的獨變項，「受試者因素」作為統計上隨機因子的獨變項，以抽離個別差異帶來的變異，亮度值當作共變項，同樣針對三個視線特徵進行二因子共變數分析。結果仍然不變，色彩喜好排序在總凝視時間 ($F_{(7, 273.6)} = 30.81, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .441$)、總凝視個數 ($F_{(7, 273.6)} = 25.87, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .398$) 與總視線返回次數 ($F_{(7, 273.6)} = 27.32, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .412$) 上都有顯著主效果，而且效果量增大。

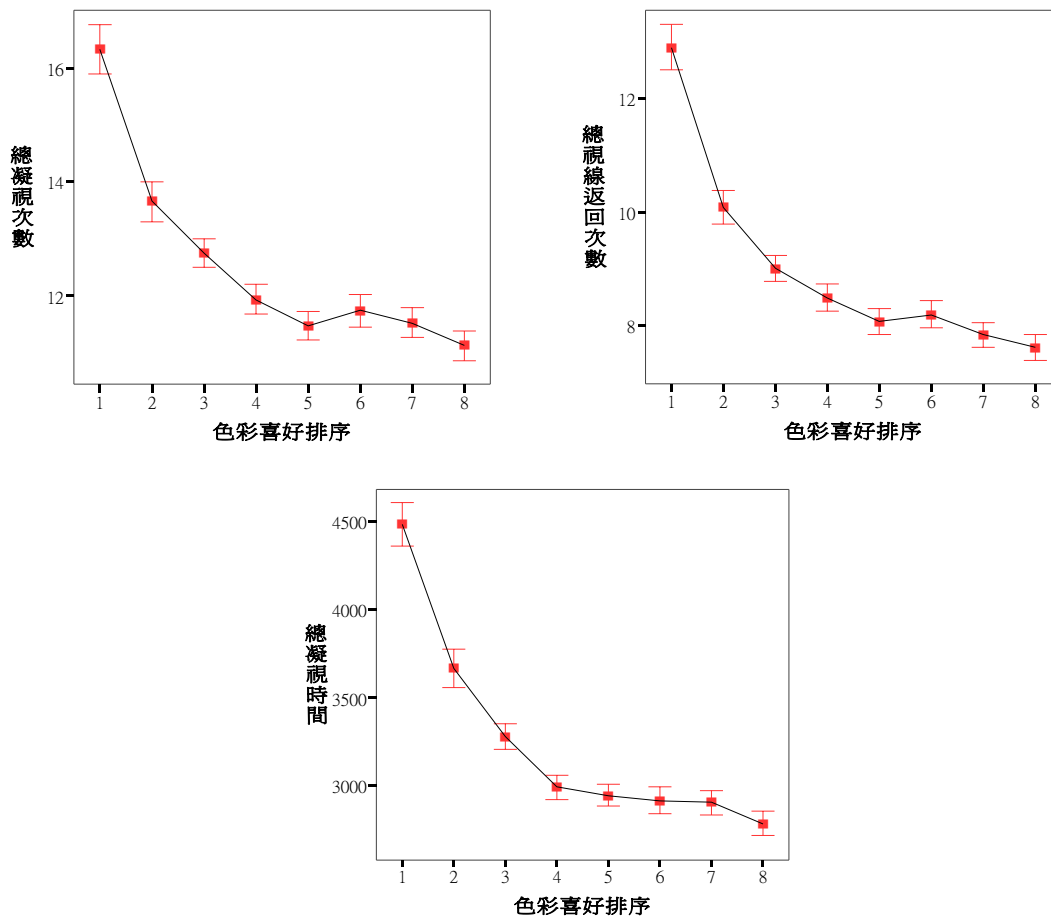
雖然，我們也發現「受試者」在三個依變項上都有顯著主效果，「色彩喜好排序」與「受試者因素」在三個依變項上也有顯著交互作用效果，顯示個別差異相當大。但是，色彩喜好排序與三個視線特徵值仍存在顯著而清晰的關係，顯然本實驗為一個有效反映兩者關係的程序。

三、色彩與物品類別對視線分布的影響

雖然本實驗為一個有效反映色彩喜好排序與三個視線特徵值關係的程序，但並不表示這些視線分佈僅由偏好決定，為了解彩色物品本身是否有特別吸引視線的特徵存在，本研究同樣針對「物品類別」、「色彩類別」兩個固定因子 (fixed factor) 獨變項與「受試者因素」作為統計上隨機因子 (random factor) 的獨變項，在前述三個視線特徵值上的三因子多變量變異數分析。結果顯示，物品類別在總凝視時間 ($F_{(6, 234)} = 79.22, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .67$)、總凝視個數 ($F_{(6, 234)} = 104.83, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .729$) 與總視線返回次數 ($F_{(6, 234)} = 8.639, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .181$) 三個依變項上皆有顯著主效果。「受試者因素」也在三個依變項上有顯著主效果，但是色彩類別則只在總凝視時間 ($F_{(7, 273)} = 2.658, p < .05, \text{partial } \epsilon^2 = .064$)

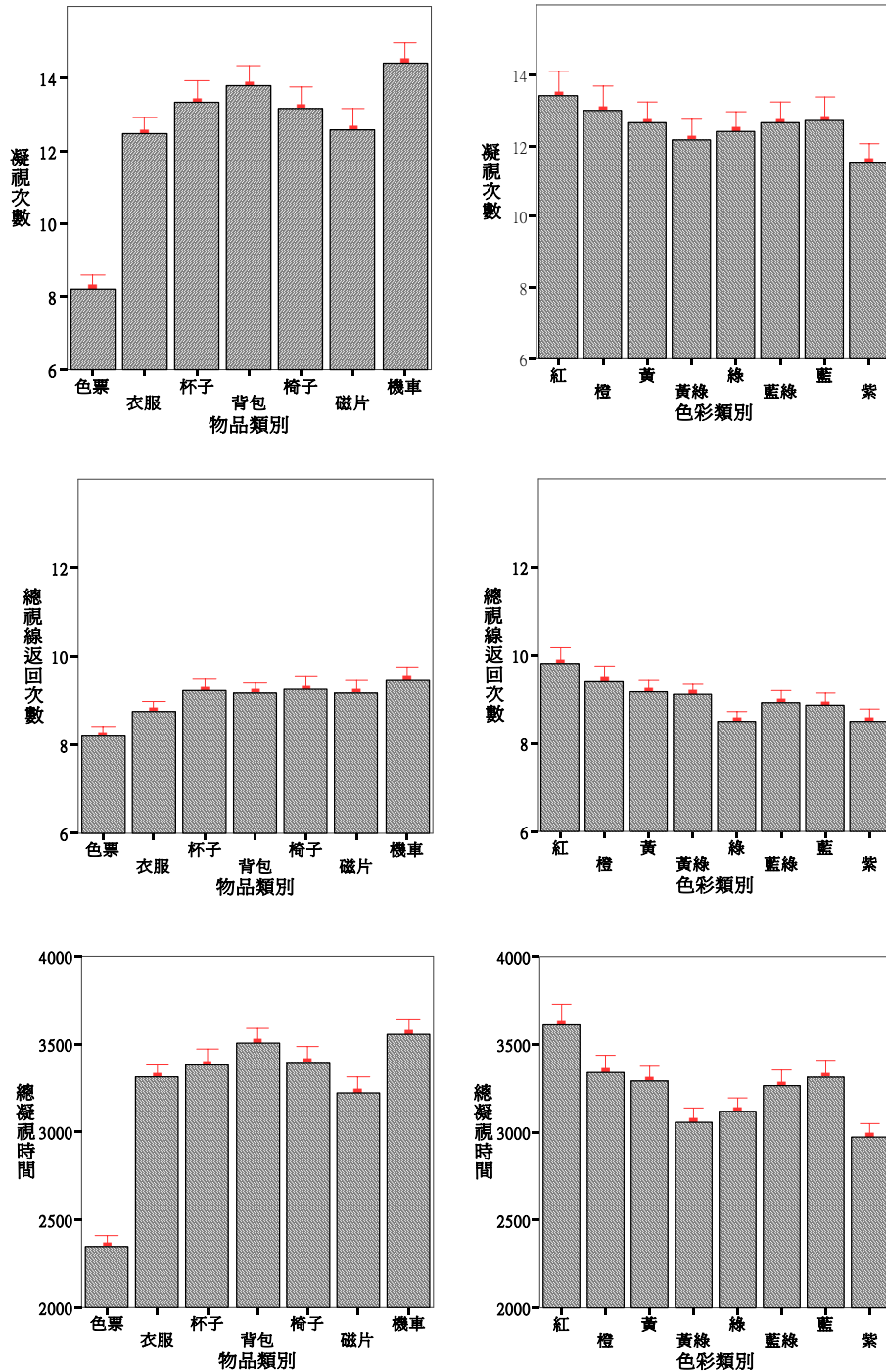
與總凝視個數 ($F_{(7, 273)} = 1.99, p = .05, \text{partial } \epsilon^2 = .049$) 上有顯著主效果，在總視線返回次數 ($F_{(7, 273)} = 1.301, p = .25, \text{partial } \epsilon^2 = .032$) 上無顯著主效果。而且色彩類別因素的效果量遠比物品類別因素小，顯示不同物品對視線分佈的影響遠遠大於不同色彩對視線分佈的影響。

物品類別與色彩類別兩因素只在總視線返回次數上有顯著交互作用 ($F_{(42, 1638)} = 1.985, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .516$)，在總凝視時間與總凝視個數上則無任何顯著交互作用效果 (在總凝視時間上 $F_{(42, 1638)} = 1.125, p = .27$ ，總凝視個數 $F_{(42, 1638)} = 1.27, p = .116$)。即使將亮度值作為共變項的變異數分析，以上結果仍然不變，這似乎顯示，本實驗中各物品類別吸引視線停駐的差別，可能不會因色彩不同而不同。當然，各色彩類別吸引視線停駐的差異量也可能不因物品不同而不同。



圖五：色彩喜好排序與凝視次數（上左）、總視線返回次數（上右）、總凝視時間（下）的關係圖

以色彩喜好作業探索偏好與視線軌跡的關係



圖六：物品（左列）、色彩類別（右列）與凝視次數（上）、視線返回次數（中）與總凝視時間（下）的關係圖

由圖六顯示，就顏色而言，不論物品為何，紅色與橙色始終是最吸引視線停駐的顏色，而紫色與黃綠色則是最不吸引視線的顏色。就物品而言，不論顏色為何，色票與磁片是最不吸引視線的物品，機車與背包是最吸引視線停駐的物品。若進一步對物品在三個依變項上做事後檢定可以發現，7種物品類別可明顯區別為兩個子類別（subset），一類只有色票，另一類則包含磁片、椅子、杯子、背包、衣服與機車，這兩個類別的差異似乎是無細節紋理與有細節紋理的分別。

四、色彩喜好和物品類別與視線特徵的關聯

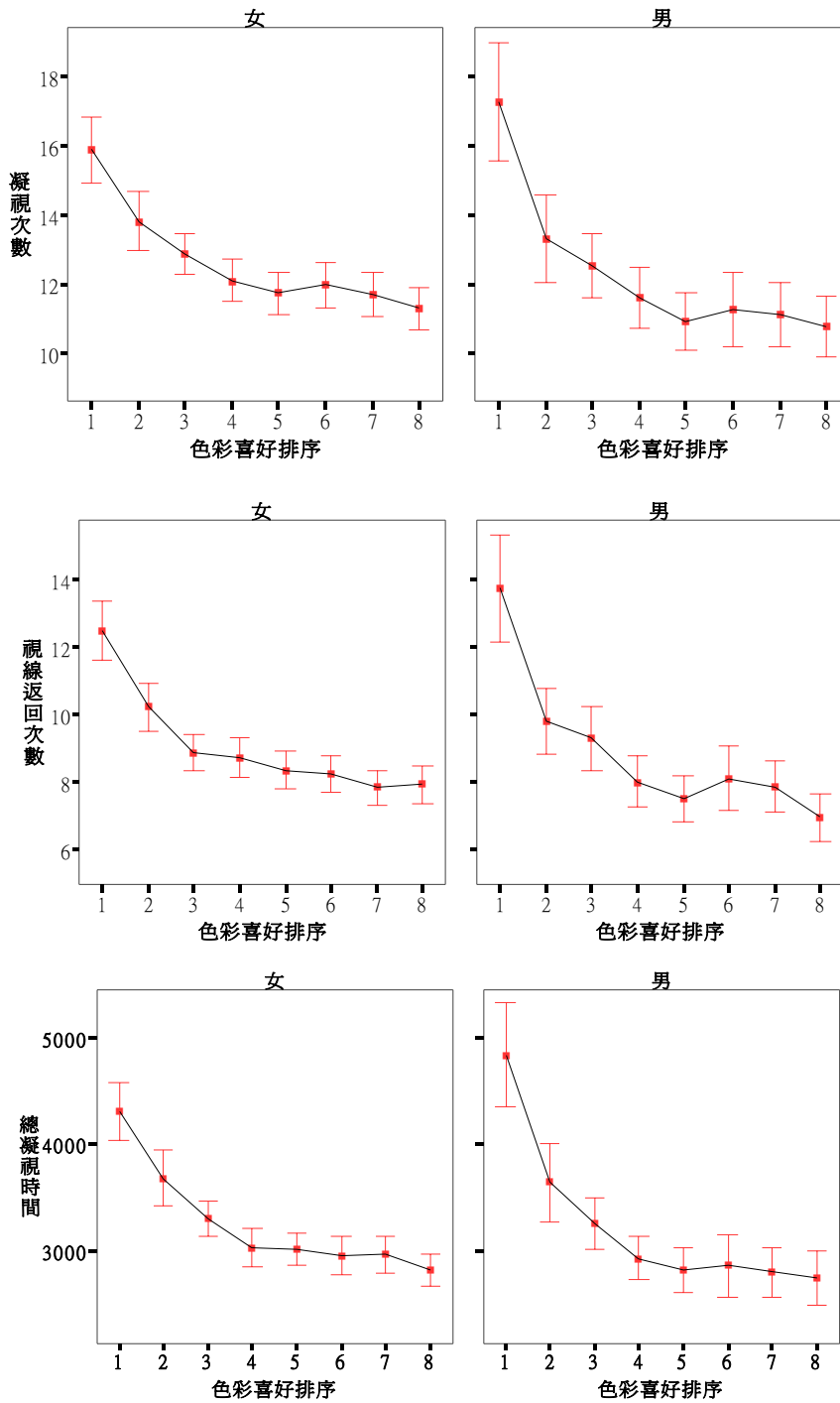
前述分析顯示色彩喜好、物品類別與色彩類別皆解釋了部分視線特徵的變異量，但是仍不知道各物品類別之所以有不同吸引視線的變化，是否與該類物品中的色彩喜好選擇有關，所以本研究進一步同時針對物品類別、色彩喜好排序與受試者三個獨變項，評估它們在三個視線特徵上有無交互作用效果。如果各物品類別之所以有不同吸引視線的變化，是與該類物品中的色彩喜好有關，則預期物品類別與色彩喜好排序兩個因素在三項視線特徵上將有顯著交互作用。

結果顯示，物品類別與色彩喜好排序在三個視線特徵上分別都有極顯著主效果（ $p < .001$ ），不過，兩因素只在總凝視個數上有極顯著交互作用（ $F_{(42, 1638)} = 1.581$, $p = .011$, $\text{partial } \epsilon^2 = .039$ ），在總視線返回次數上有接近顯著交互作用（ $F_{(42, 1638)} = 1.416$, $p = .042$, $\text{partial } \epsilon^2 = .035$ ），在總凝視時間上則無交互作用效果（ $F_{(42, 1638)} = 1.223$, $p = .156$ ）。這顯示各物品類別之所以具有不同程度之視線吸引力，可能與色彩喜好程度沒有太大關聯。這個結果與前述，關於物品類別與色彩類別在總凝視時間與總凝視個數上，並無顯著交互作用影響的發現部分相符。表示我們無法排除各物品類別吸引視線停駐的差異量，可能與物品本身有關，即可能與各物品類別本身的價值、紋理細節或喜好度都有關聯。

五、色彩喜好的性別差異分析

雖然有些文獻指出，男女兩性偏好不同的色彩（賴瓊琦，1996；劉智美，1989；李天任，2001；Saito, 1996），但是在本研究中並未觀察到，男女兩性之色彩喜好排序與視線軌跡關係有任何顯著差異，這表示不論男女性別差異，只要喜好該色彩，視線軌跡都會表現出一致的單調遞減關係。圖七即是男生與女生的色彩喜好序列資料分開來看，也明顯顯示出與男女資料合併幾乎完全相同的關係圖。

以色彩喜好作業探索偏好與視線軌跡的關係

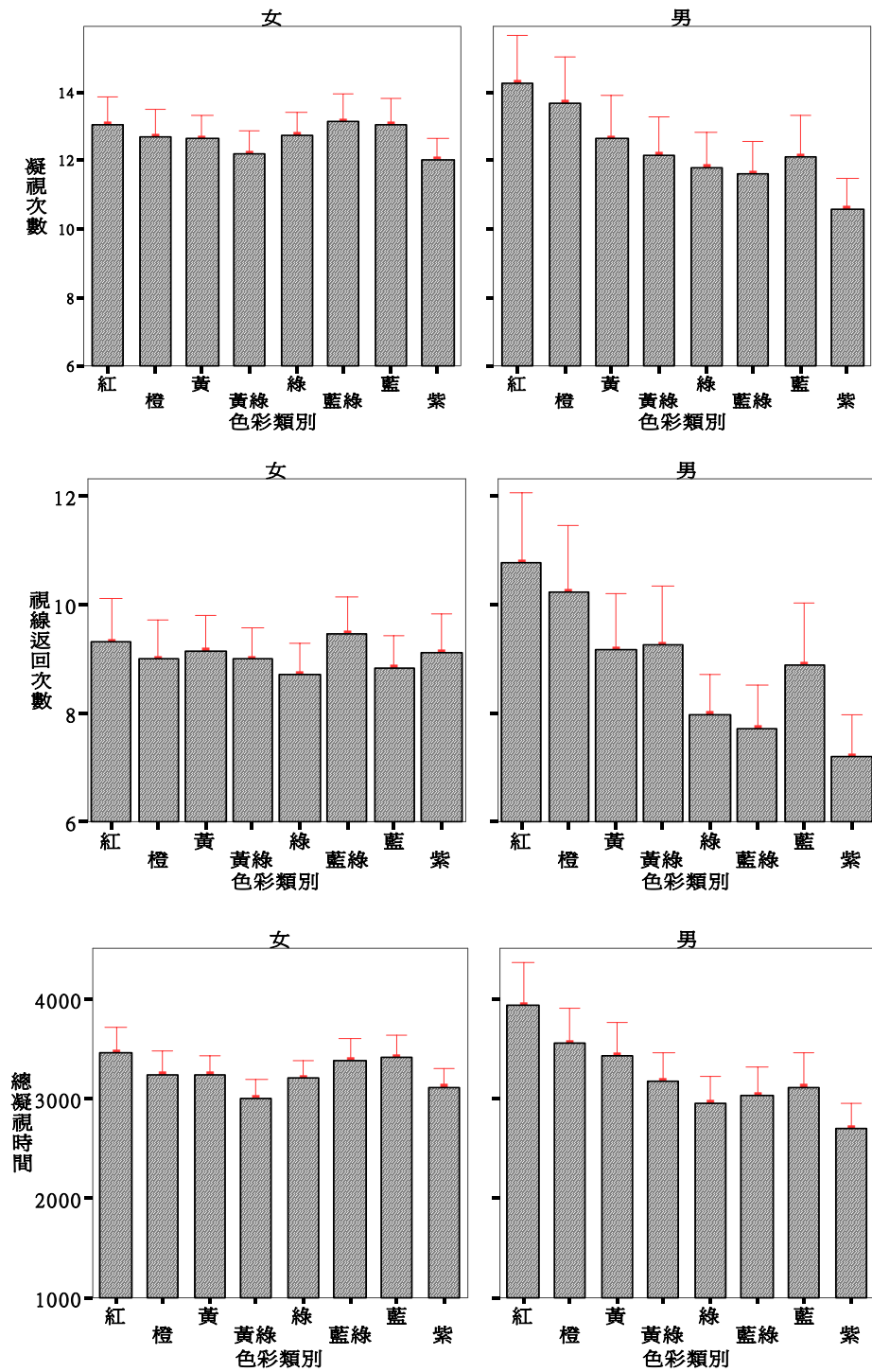


圖七：男女兩性皆明顯表現出色彩喜好排序與凝視次數（上）、視線返回次數（中）與總凝視時間（下）都存在一致的單調遞減關係

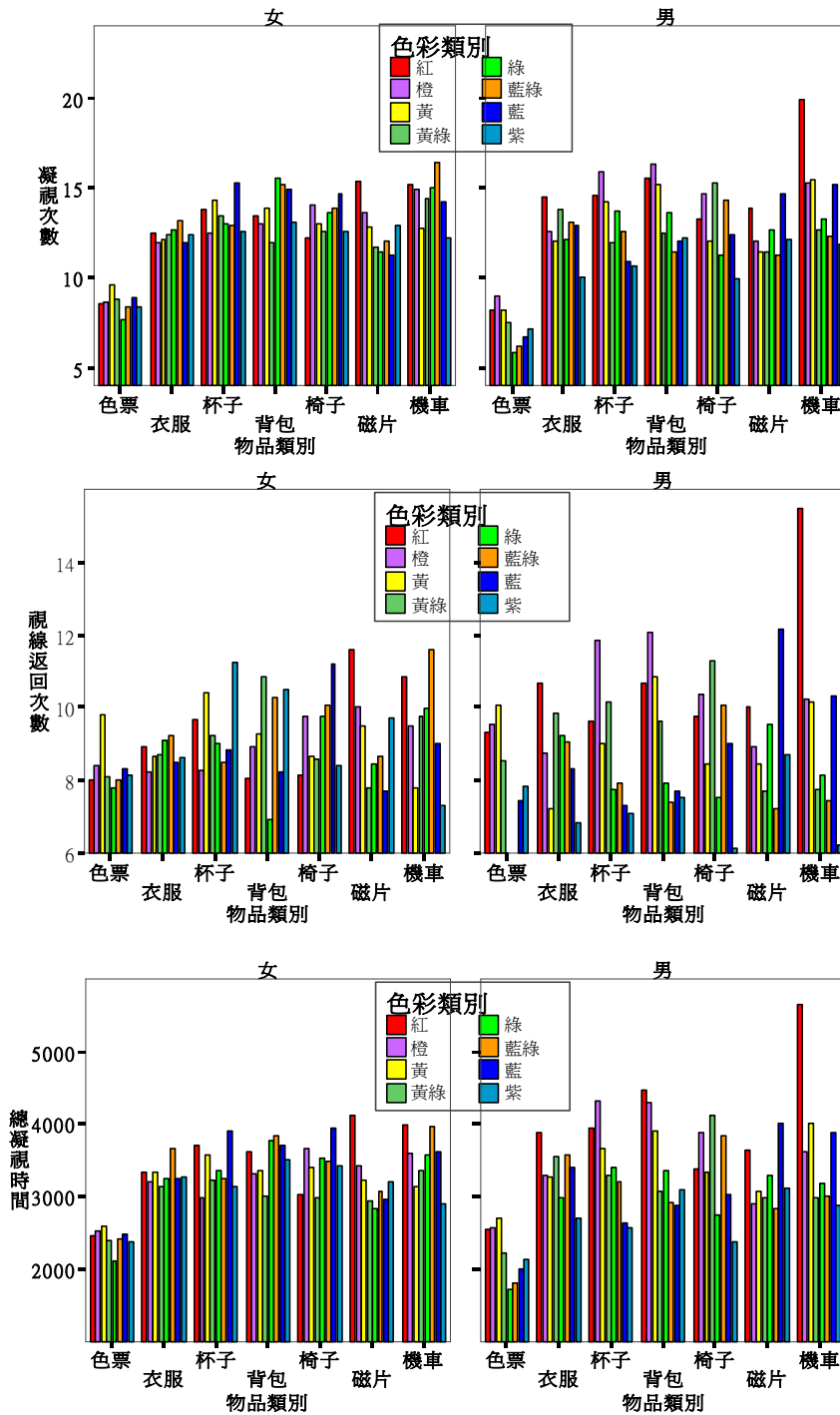
若進一步將男女觀看不同色彩類別之視線特徵資料分開來看，則可發現性別因素無主效果，但是性別因素與色彩類別因素在總凝視時間 ($F_{(7, 2224)} = 3.26, p < .01, \text{partial } \varepsilon^2 = .01$)、總凝視個數 ($F_{(7, 2224)} = 2.53, p = .014, \text{partial } \varepsilon^2 = .008$) 與總視線返回次數 ($F_{(7, 2224)} = 4.30, p < .01, \text{partial } \varepsilon^2 = .013$) 三個依變項上皆有顯著交互作用效果，表示此次實驗中的男女受試者在觀看不同色彩類別時的視線特徵差異極大。由圖八可以觀察到，男性觀看紅色、橙色的時間較久次數較多，女性則多是觀看紅色與藍綠色，而且男性對於紅色、橙色的觀看時間、次數與觀看紫色、藍綠色的時間、次數相差極大，女性則相對地較均勻觀看所有顏色。

再進一步攤開不同物品類別、不同色彩類別下的男女視線特徵如圖九所示，可以觀察到男性觀看不同彩色物品的視線分布差異比女性來得大，尤其對於紅色機車的觀看時間與次數特別多而明顯，這表示紅色機車對於男性有特殊的意義，此意義可能包含喜好程度的高低。

以色彩喜好作業探索偏好與視線軌跡的關係



圖八：男女受試者的凝視次數（上）、視線返回次數（中）與總凝視時間（下）因色彩類別不同而不同



圖九：男女受試者的凝視次數（上）、視線返回次數（中）與總凝視時間（下）因色彩類別與物品類別不同而不同

但是因為本研究的色彩數量、物體數量與受試者人數仍嫌太少，加上統計效果（effect size）太小，因此性別差異分析結果仍有待未來找尋更多證據的支持。

伍、綜合討論

五千年前，中國的孟子就說過：「觀其眸子，人焉廋哉」。這意味著，觀察人的視線落點可能反映出個體的許多心理活動。本研究即透過眼球運動追蹤法，首次檢驗偏好的心理活動與視線軌跡的關係，綜合分析結果可以歸納以下幾點結論：

一、視線軌跡的確可以顯現偏好的活動：本研究首次嘗試在受試者不知道實驗目的，而且同時自由瀏覽 8 種不同色彩物品的情境下，測量視線凝視的落點個數、總凝視時間與視線返回次數，以探索「色彩喜好」這類的心理歷程。結果發現，凝視個數、凝視時間與視線返回次數的確與事後主觀的色彩喜好排序呈現顯著關聯。這個結果一方面支持「愈喜好的色彩影像，被觀看的時間愈久，被觀看的次數愈多，而且會一看再看」的假設，也顯示本研究所採用的色彩喜好測量程序應該是一項有效的程序。

社會心理學家指出，偏好是一種態度，是包含認知、情緒與行為傾向三個成份的複雜構念（construct），本研究所紀錄的視線軌跡，即反映了一部分視覺行為與認知的成分。然偏好可能影響行為，行為習慣也可能反過來影響偏好。Shimojo 等人（2003）的實驗操弄也發現，凝視行為本身的確影響了偏好選中的機率。況且，一般人之色彩喜好與廣告本身的用色是否搭配，深深影響到該廣告的效果（Lee et al., 1990）。因此從應用的角度而言，客觀而快速地掌握每個個體之色彩偏好傾向，或由吸引視線行為反過來影響偏好傾向成為非常重要的課題。相較於一般問卷調查而言，此類視線軌跡的特徵更客觀、快速，不容易造假，又可以在適當的實驗設計情境下，輔助解答問卷無法得知的心智歷程，因此未來可能開啓商業廣告用色評估的另一項契機。

二、直交的實驗設計法排除許多可能影響因素的混淆：雖然色彩喜好與三項凝視行為特徵都有清楚而強烈的關聯，但是本研究並不因此宣稱，這些視線特徵指標可以取代喜好的問卷調查結果，或完全反映喜好度。因為本研究也發現，影響視線分佈的因素不只有色彩偏好，某些物品總是較其他物品更能吸引視線停駐，某些顏色也總是較其他顏色更能吸引視線停駐。但是這些可能的內外因素的影響，已經透過直交（orthogonal）與受試者內實驗設計的方法，將之與色彩喜好程度做相當

程度的切割，所以並不影響三項視線特徵與色彩喜好關聯的結論。至少我們可以宣稱，對色彩的偏好態度的確隱藏在這些看似雜亂的視線軌跡中。

而且從視覺系統對各色彩波段的敏感度研究 (Boynton, 1992: p114) 可知，在亮視覺情境下 (10 cd/m^2 以上)，吾人的視覺系統對長波 (即紅色、橙色、綠色波段) 敏感度最高，對短波 (即紫色波段) 敏感度最低，但是目前的結果卻顯示，紅色的凝視時間卻是最長，紫色反而最短，因此，這些結果也無法以光波敏感度較弱，而需要更長的凝視時間來處理色彩訊息的方式簡單解釋掉。

三、對過去矛盾的研究結果提供另一種不同的收斂證據：基於前述色彩喜好與視線特徵有強烈關聯的結果可以合理猜測，不同物品類別之所以有明顯視線分佈差異可能受到兩個因素影響，第一個因素是對物體本身的偏好不同所致，亦即對機車有強烈好惡，所以在不同顏色的機車上，視線分佈相當不平均，相對地，對色票無所謂強烈好惡感覺，所以視線分佈較少而且相當平均。第二個因素是紋理質地的視覺訊息複雜度所致，因為色票幾乎無紋理質地可言，所以不會吸引視線來回移動。事實上，MackWorth 與 Morandi (1967) 也發現圖片中具有越多細節訊息的部分，也是最吸引視線的部分。所以本研究結果極可能也意味，紋理質地較少的物品影像比較不容易吸引視線，反之，紋理質地較多的物品影像比較容易吸引視線。而李天任 (2001) 也發現，使用色票與實景所做的語意調查有明顯不同。其可能的解釋是，色彩並不單獨存在，而是依附在不同物件上，形成一種審美過程中統整的知覺結果。亦即吾人對色彩的偏好，通常也包括對形狀及物體的認知，所以才會造成語意聯想結果有差異，而且凝視軌跡也有所不同。相信這類結果不僅從另一個角度反駁 Taft 的結論，對於廣告設計、商品設計也必有相當參考價值。

不過，本研究只是關於偏好與視線關係研究的一個起點，而不是終點。作者認為，未來至少仍有以下四項後續議題需要突破，方能完整描述人類色彩偏好之心理活動的全貌。

- 一、需要在色彩顯示技術上直交地操弄明度、色相與飽和度，以區分這些因素對吾人視線軌跡的影響。
- 二、需要增加受測人數、色樣本與人口變項的規模，尤其是年齡、種族與性別等等，過去認為非常重要的變項 (Saito, 1996; Dittmar, 2001)，以便與過去大量的調查結果相互驗證，從異同的比較中發過去所未發。
- 三、需要逐步增加顯示圖樣的複雜度與抽象度，使影像所包含的心理向度越來越多，例如色彩意象、語意向度等重要向度 (李天任，2002)，方能逐漸展開複

雜的色彩偏好選擇歷程。

四、需要發展同時具有時間與空間意義的視線指標，以利比較不同視線軌跡序列的差異，並從這些指標展現出不同類型的偏好選擇歷程。

參考書目

- 王彥熙、王乃巧（1999）。〈台北市大學女學生對外出之色彩喜好分析研究〉，《華岡紡織期刊》，6：39-46。
- 李天任（2001）。〈運用色票與實景在色彩心理反應研究之差異性比較〉，《色彩學研討會—色彩設計、應用與科學論文集》，中華色彩學會，17-35。
- 李天任（2002）。《色彩喜好之探索與應用研究》。台北：亞太圖書。
- 李素馨、李繼勉（2001）。〈景觀構圖之生理、心理與生心理評估模式關係之研究〉，《第五屆建築生產及管理技術研討會論文集》，建築學會，337-346。
- 李素馨、何英齊（2000）。〈應用瞳位追蹤方法建立景觀偏好模式之研究〉，《造園學報》，6：71-89。
- 陳俊宏、黃雅卿（1996）。〈色彩嗜好調查研究報告〉，《國立雲林技術學院學報》，5（2）：95-105。
- 黃雅卿（1996）。〈1996 色彩嗜好調查研究報告〉，《台中商專學報》，29：265-294。
- 劉智美（1989）。〈高中生的色彩感情研究〉，《台中師院學報》，3：503-534。
- 賴瓊琦（1995）。〈色彩喜好及聯想調查研究二〉，《臺北技術學院學報》，28（1）：399-411。
- 賴瓊琦（1986）。〈色彩意象調查及分析〉，《台北工專學報》，20：221-244。
- 賴瓊琦（1996）。〈臺灣小學至大學學生色彩喜好研究—性別差異，隨年齡成長之變化 1995 年與 1970 年比較〉，《臺北技術學院學報》，28（1）：399-411。
- Adams, R. J. (1987). An evaluation of color preference in early infancy. *Infant Behavior & Development*, 10(2), 143-150.
- Antes, J. R. (1974). The time course of picture viewing. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 62-70.

- Baker, M. A., & Loeb, M. (1973). Implications of measurement of eye fixations for a psychophysics of form perception. *Perception & Psychophysics*, 13, 185-192.
- Berlin, B., & Kay, P. (1991). *Basic color terms*. Berkeley, CA: University of California Press.
- Boynton, R. M. (1992). *Human color vision*. Optical Society of America Press.
- Camgoz, N., Yener, C., & Guvenc, D. (2002). Effects of Hue, Saturation, and Brightness on Preference. *Color Research and Application*, 27, 199-207.
- Cheskin, L. (1954). *How to Colortune Your Home*. New York: Macmillan.
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: Evidence for a common attentional mechanism. *Visual Research*, 36, 1827-1837.
- Dittmar, M. (2001). Changing colour preferences with aging: A comparative study on younger and older native Germans aged 19-90 years. *Gerontology*, 47(4), 219-226.
- Fernandez, S. R., & Fairchild, M. D. (2002). Observer Preferences and Cultural Differences in Color Reproduction of Scenic Images. *IS&T/SID Tenth Color Imaging Conference*, 66-72.
- Hess, E. H., & Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349-350.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50, 243-271.
- Henderson, J. M., Weeks, P. A., & Hollingworth, A. (1999). The effects of semantic consistency on eye movements during complex scene viewing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25(1), 210-228.
- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, 57, 787-795.
- Hood, B. M. (1998). An eye direction detector triggers shifts of visual attention in human infants. *Psychological Science*, 9, 131-134.
- Janisse, M. P., & Peavler, W. S. (1974). Pupillary Research Today: emotion in the eye, *Psychology Today*, 7, 60-63.
- Just, M. A., & Carpenter, P.A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
- Langton, S. R. H., Watt, R. J., & Bruce, V. (2000). Do the eyes have it? cues to the direction of social attention. *Trends in Cognitive Science*, 4(2), 50-59.
- Lee, S., & Barnes, H. (1990). Using color preferences in magazine advertising. *Journal of*

- Advertising Research*, 12, 25-30.
- Mackworth, N. H., & Morandi, A. J. (1967). The gaze selects informative details within pictures. *Perception & Psychophysics*, 2, 547-552.
- Perrett, D. I. (1992). Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. *Philosophical Transaction of Royal Society London Serial B.*, 335, 23-30.
- Pieters, R., Rosbergen, E., & Wedel, M. (1999). Visual attention to repeated print advertising: A test of scanpath theory. *Journal of Marketing Research*, 36(4), 424-438.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Roper, T. J., & Marples, N. M. (1996). Colour preference of domestic chicks in relation to food and water presentation. *Applied Animal Behaviour Science*, 54, 207-213.
- Saito, M. (1996). A comparative study of color preferences in Japan, China and Indonesia, with emphasis on the preference for white. *Perceptual and Motor Skill*, 83(1), 115-128.
- Salvucci, D. D., & Anderson, J. R. (1998). Tracing eye movement protocols with cognitive process models. In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 923-928. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., & Scheier, C. (2003). Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience*, 6(12), 1317-1322.
- Simms, T. (1967). Pupillary response of male and female subjects to papillary difference in male and female picture stimuli. *Perception & Psychophysics*, 2, 553-555.
- Taft, C. (1996). Color meaning and context: comparisons of semantic ratings of colors on samples and objects. *Color Research and Application*, 22(1), 40-50.
- Thurstone, L. L. (1927). A law of comparative judgment. *Psychology Review*, 34, 273-286.
- Vecera, S. P., & Johnson, M. H. (1995). Gaze detection and the cortical processing of faces: evidence from infants and adults. *Visual Cognition*, 2, 59-87.
- Volkman, F. C. (1986). Human visual suppression. *Vision Research*, 26, 1401-1416.
- Wolverton, G. S., & Zola, D. A. (1983). The temporal characteristics of visual information extraction during reading. In *Eye Movements in Reading: Perceptual and Language Processes*, K. Rayner Ed., Academic Press, New York, 41-51.

• 廣告學研究 • 第二十五集 民95年1月

Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and Vision*, New York: Plenum Press.

Eyetrack III - About the Research. Retrieved March 1, 2005, from

<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/about.htm>

Exploring Relationship between Color Preference and Scanpath

Da-Lun Tang⁺、Tien-Rein Lee⁺⁺、Chung-Min Tsai⁺⁺⁺

ABSTRACT

In the past century, most studies about measuring color preference used subjective rating methods, such as survey or pair-comparison procedure. This study adopted eye-tracking experimental method to explore the relationship between color preference and characteristics of scan-path. We presented 7 objects sequentially, each object had 8 NCS primary colors, and asked the subjects for browsing each presentation within 5 seconds. At the same time, we calculated numbers of fixation, total fixation time, and return of fixation from the scanpath. After presentations finished, the subjects be asked for rating the color preference order of each colorful object. Results from MANOVA showed that, the fixation time, fixation counts and return counts were significantly different between the most prefer colors and the least prefer colors. These results implied that we can measure color preference more objectively by this eye-tracking paradigm.

Keywords: Color preference, Eye tracking, Fixation counts, Fixation time

⁺ Department of Mass Communication, Chinese Culture University

⁺⁺ Department of Information Communication, Chinese Culture University

⁺⁺⁺ Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology

• 廣告學研究 • 第二十五集 民95年1月