

喜好與視線軌跡關係初探 ——以色彩喜好排序作業為例

唐大崙¹ 李天任² 蔡政旻²

¹ 中國文化大學大眾傳播系

² 中國文化大學資訊傳播研究所

論文編號：04034；初稿收件：2004年9月10日；完成修正：2005年3月14日；正式接受：2005年6月30日

通訊作者：唐大崙 台北市陽明山華岡路55號 中國文化大學大眾傳播系（E-mail: tdl@faculty.pccu.edu.tw）

過去一世紀，心理學家對於人類喜好程度的測量多建立在主觀的問卷調查、或者是配對比較程序上。偶而也有研究者假設喜好程度會表現在視線軌跡中，但是從來沒有人認真對這個假設進行實徵性探索。本研究首次以客觀的視線軌跡分析，配合受測者主觀填答的方式，分析受測者對於喜好之色彩與視線軌跡所透露出的訊息是否有關。本研究測量的依變項包含凝視點個數、總凝視時間、返回凝視次數、凝視順序與喜好程度。於穩定控制亮度之實驗環境中，採用八種主要色樣本，分別塗到色票、杯子、T恤、椅子、機車、磁片及背包等七種物品上，同一種物品的八種顏色同時呈現，並做到各顏色所在空間位置的對抗平衡。受測者依序觀看這些刺激材料的同時，以眼球追蹤儀器記錄眼球運動訊息，事後再要求受測者依喜好程度排序。

經由多變量變異數分析結果發現，越受喜愛的物品色彩，其被凝視之總時間、凝視次數與視線返回次數越高，而且大約在第二次到第七次凝視的時候，即已在視線軌跡中表現出喜好的影響。商品類別與色彩類別在凝視時間、凝視次數與視線返回次數這三個依變項上，也有顯著主效果。這結果不只顯示視線軌跡可以反映內在喜好程度，建立了另一個客觀測量喜好程度的典範，也透露出物品的顏色與細節都是吸引視線的重要因素，而且文末也討論這類實驗對喜好研究的意義。

關鍵詞：色彩喜好、眼球追蹤、凝視時間、凝

視次數

許多心理學研究已經指出，兩個月大的嬰兒就特別對人臉中的眼睛部分，有優於其他臉部特徵的注視率（Perrett, 1992）。而三到四個月大的嬰兒就能完成凝視辨認作業（gaze-recognition task），亦即能利用成人的眼球凝視方向訊息，快速轉動自己的眼睛以注視到目標物（Hood, 1998）。四個月大的嬰兒也已經有能力區辨，對方的眼睛是否直接凝視著他（Vecera & Johnson, 1995）。這意味著吾人大腦可能具有一項分析凝視方向的模組功能（module），具備這樣的功能，可以幫助吾人快速理解、預測他人的企圖與行為（Langton, Watt, & Bruce, 2000）。其中，關於喜好的行為，尤其是色彩喜好的預測，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，增進溝通效率，已成為各類資訊傳播最重要的目的之一（王彥熙與王乃巧，1999；Cheskin, 1954；Lee & Barnes, 1990；Roper & Marples, 1996）。而得知色彩喜好的分佈特徵，成了達成該目的重要手段之一。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（引自李天任，2002，p. 21），大多數研究者承襲了問卷調查的方法（李天任，2001；陳俊宏與黃雅卿，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（黃雅卿，1996；賴瓊琦，1995；Camgoz, Yener, & Guvenc, 2002）。也有針對不同刺激物、不同受測對象、不同語意向度（seman-

tic 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喜好程度, 例如: 看到比較喜歡的物品, 瞳孔會明顯放大 (Hess & Polt, 1960; Janisse & Peavler, 1974; Simms, 1967)。也有許多研究者假設對於喜歡的物品會多看兩眼 (Adams, 1987; 李繼勉, 2001), 這些視覺線索似乎比主觀評量來得客觀, 且不容易受到扭曲或作假。因為一般人很難控制自主神經系統以改變瞳孔大小, 也很難刻意不看自己喜歡的事物。其中, 視線軌跡真的能反映喜好? 尤其是反映物品的色彩喜好? 目前還沒有研究者實際檢驗過這個假設。

可能是受限於儀器設備, 使用這類視覺線索來進行研究的文獻非常有限。國內雖然已有少數利用這類視線軌跡探討景觀喜好的研究 (何英齊, 1998; 李繼勉, 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 (張婉鈴, 2002; Standford Poynter Project, 2000) 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「假設愈喜歡的影像, 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。

影響視線的因素

一般使用眼球追蹤技術探討視覺喜好的立論基礎, 在於視線軌跡可以反映內在注意力的轉移的歷程 (Deubel & Schneider, 1996; Just & Carpenter, 1976; Henderson & Hollingworth, 1999; Hoffman & Subramaniam, 1995), 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。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 (Volkman, 1986; Wolverson & Zola, 1983)。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 & Anderson, 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 (Antes, 1974; Baker & Loeb, 1973; Henderson, Mackworth, Yarbus, & Morandi, 1967; Weeks & Hollingworth, 1999) 或內在喜好程度 (Adams, 1987)。

如前言所述, 除了 Shimojo, Simion, Shimojo 與 Scheier (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 (2003) 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, 凝視分布開始逐漸偏到最後做出選擇的那一張圖片上, 顯然, 凝視行為與喜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喜好選擇情境, 而且必須兩者擇一的作業要求下, 才表現出凝視行為與喜好選擇的關係。如果受試者事先並不知道實驗目的, 而且可觀看的项目增多的時候, 自然發生的凝視行為是否仍與喜好選擇有強烈相關, 不得而知。畢竟影響視線停駐的因素相當多, 除了特殊病理因素之外 (Green, Williams, & Hemsley, 2000), 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、策略, 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)。為了獨立評估視線軌跡與偏好的關係, 本研究在不明示實驗目的的情境下, 先測量所有刺激觀看的視線軌跡之後, 再針對同一受試者進行偏好問卷的調查。

過去容或有喜好與凝視有關的說法, 也僅止於假設 (assumption)。由 Pieters 等人 (1999) 與 Adams (1987) 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。然採取民俗心理學 (folk psychology) 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, 觀看的次數愈多, 而且還會一看再看。甚至還有一見鍾情的經驗, 亦即只要看幾眼就喜歡上了。這樣的觀點同時涉及凝視時間、凝視次數、凝視順序與視線重返次數等等眼

球運動線索，卻始終未有實徵資料佐證。故本研究即藉由多於兩項的物品影像與色彩類別，讓受測者自然瀏覽這些物品影像，以精密的眼動追蹤儀紀錄所有影像瀏覽的軌跡，事後再與色彩喜好調查結果比較，企圖從總凝視次數、總凝視時間、凝視順序與視線返回次數等指標，再度檢驗該假設。

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、刺激材料、設備不盡相同，實在很難簡單歸因到特定的因素。欲解決這些不一致結論的困境，可以試著採取完全不同的研究取向（approach）與獨立的測量變項，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，每種顏色呈現的位置也採受試者內對抗平衡設計，因此對於每位受測者而言，這些影像吸引視線注意的關鍵可能已經不再是空間位置的影響，也不可能是造型面積等因素影響，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。

實驗

實驗方法

受試者。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）篩選未通過者三人，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六人，有效資料共計40筆，佔實驗總實驗人數的81.6%。

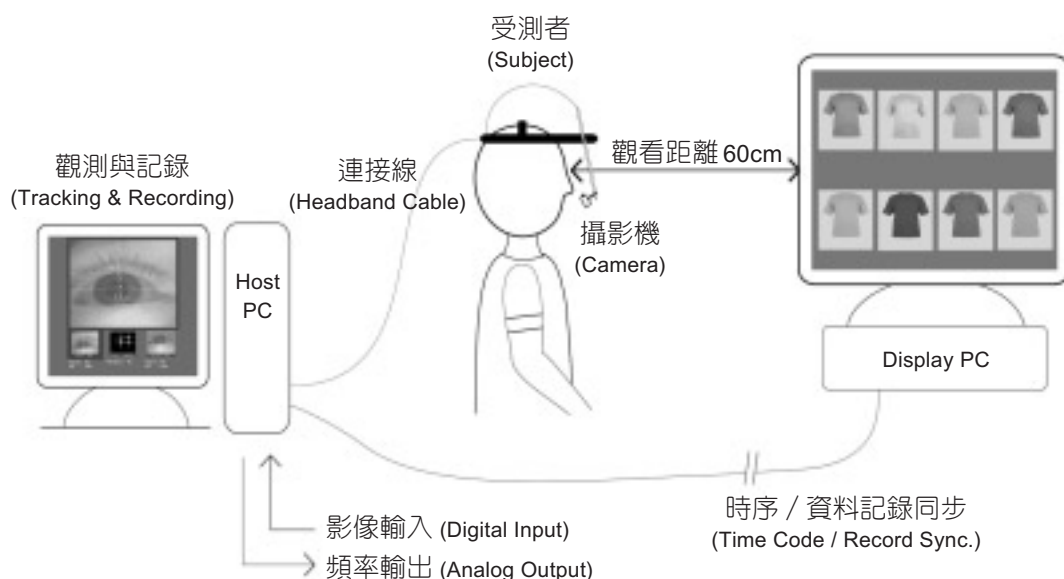
刺激選取與製作。本研究所選取之色彩乃依據過去研究經驗，採NCS系統中的八種基礎色。該色彩皆為有彩色（chromatic colors），並分佈在一個標準的色相環（color circle）中的八個飽和色彩（紅、



圖一：所有實驗刺激影像。

橙、黃、黃綠、綠、藍綠、藍、紫）。採用的物品類別也是依據過去研究經驗（周正賢，2002）選擇色票、杯子、T恤、椅子、機車、磁片、背包等七種物品（如下圖一所示），每種物品皆有八種不同顏色。每個實驗嘗試所呈現的影像以同一種物品之八種色彩樣式形成四行、二列的版面編排方式，固定在八個位置中，重複呈現八次。但是不同顏色的物品在每次呈現時的位置皆不同，每個色彩在這八個位置內各出現一次。

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60cm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40cm×高30cm），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，並啟動儀器自動同步紀



圖二：實驗儀器與環境設定示意圖。

錄視線軌跡。

獨變項。色彩（紅、橙、黃、黃綠、綠、藍綠、藍、紫共八種），物品（色票、杯子、T恤、椅子、機車、磁片、背包共七種）

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 8000 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。

實驗程序。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（每張刺激圖包含一種物品之八種顏色，重複觀看八次，共有 $7 \times 8 = 56$ 張），每張呈現五秒鐘，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，以確認之前紀錄的眼動型態與色彩喜好的關聯。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），每種物品都有八種不同顏色可以挑選，但每次只有五秒的時間，不過可以重複觀看八次（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

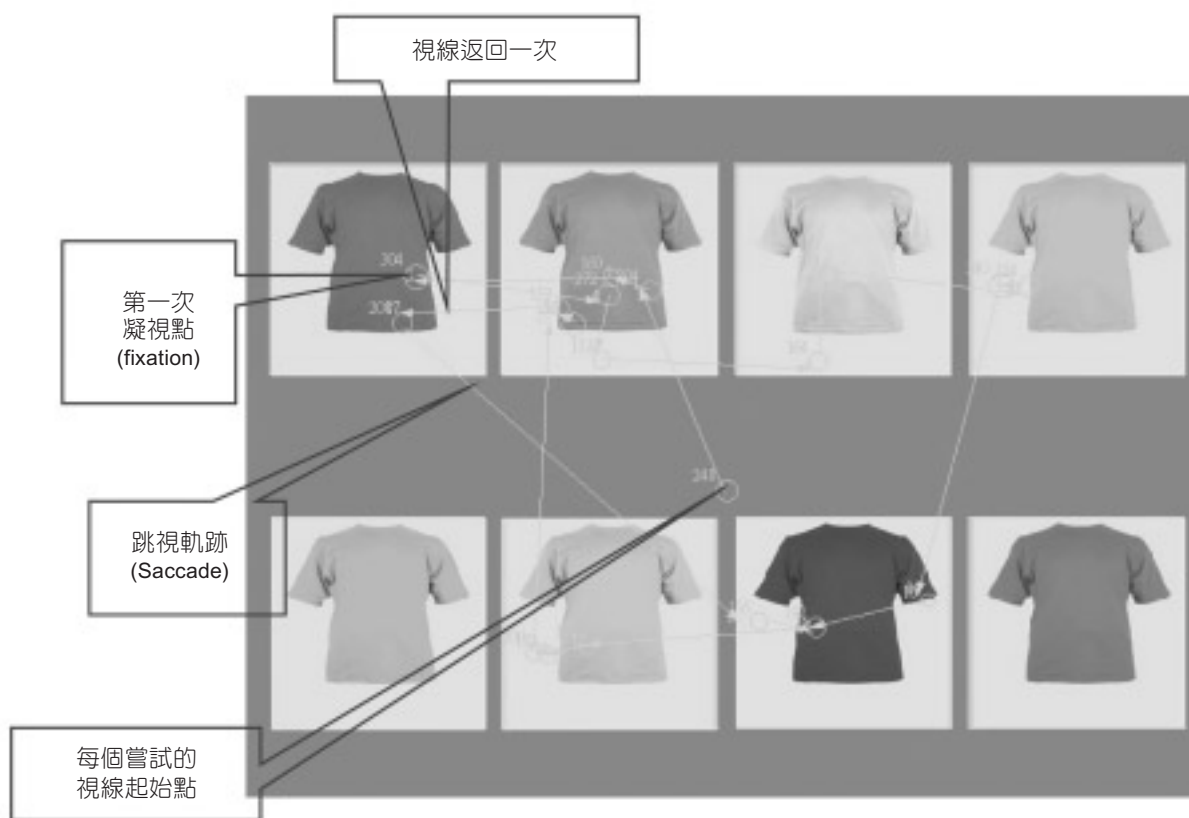
好了嗎？」

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 Visual Basic 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，以便資料分析。

結果與分析

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



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）與視線返回軌跡散布圖。

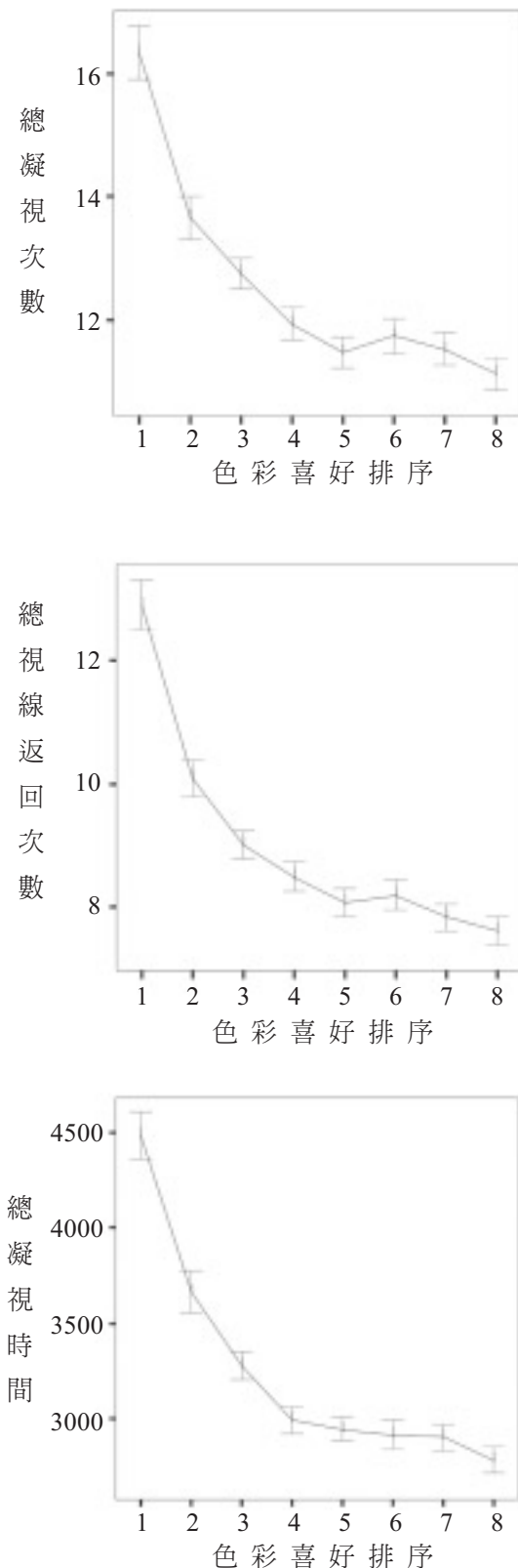
的凝視時間分佈約呈偏態分佈，平均約300毫秒，中位數為250毫秒，眾數為230毫秒。這個描述統計資料與國外所測得之一般圖片瀏覽的凝視資料相當接近（Antes, 1974），顯示本研究的測量程序與資料都在合理範圍內。然三項視線特徵兩兩之間，有某種程度的高相關，如果三項特徵同時有顯著傾向，則視為相當強韌的（robust）支持證據，反之則視為有待進一步釐清的命題，所以本研究並不刻意分別對三項視線特徵進行討論，而僅針對關心的問題，區分以下四個分析段落：「色彩喜好排序與視線特徵的關聯」、「色彩喜好與凝視順序的關聯」、「色彩類別與物品類別對視線分佈的影響」和「色彩喜好和物品類別與視線特徵的關聯」。

色彩喜好排序與視線特徵的關聯。為了解這些視線軌跡特徵與色彩喜好程度的關係，本研究將「色彩喜好排序」作為統計上的獨變項，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（ $F(7, 2232) = 47.00, p < .001, \text{partial } \varepsilon^2 = .128$ ），色彩喜好排序在總凝視次數（ $F(7, 2232) = 33.21, p < .001,$

$\text{partial } \varepsilon^2 = .094$ ）與總視線返回次數（ $F(7, 2232) = 43.16, p < .001, \text{partial } \varepsilon^2 = .119$ ）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四所示，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。

為了排除亮度因素的影響，本研究將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（ $F(7, 2231) = 47.77, p < .001, \text{partial } \varepsilon^2 = .13$ ）、總凝視個數（ $F(7, 2231) = 34.11, p < .001, \text{partial } \varepsilon^2 = .097$ ）與總視線返回次數（ $F(7, 2231) = 44.47, p < .001, \text{partial } \varepsilon^2 = .122$ ）上都有顯著主效果。

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



圖四：色彩喜好排序與總凝視時間、總凝視次數、總視線返回次數的關係圖。

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 ($F(7, 273.6) = 30.81, p < .001, partial \epsilon^2 = .441$)、總凝視個數 ($F(7, 273.6) = 25.87, p < .001, partial \epsilon^2 = .398$) 與總視線返回次數 ($F(7, 273.6) = 27.32, p < .001, partial \epsilon^2 = .412$) 上都有極顯著主效果，而且效果量由 0.1 增大至 0.4 的水準。

不過，總凝視次數與總視線返回次數相關很高 ($r = .655$)，因此仍無法釐清，到底色彩喜好排序與總凝視次數的關係是否完全被總視線返回次數所決定？換句話說，只有在排除視線返回次數所造成的共變之後，才能確定色彩喜好排序是否還跟總凝視次數具有清楚的單調關係。所以本研究以視線返回次數為共變項，「色彩喜好排序」與「受試者因素」為獨變項，總凝視個數為依變項，進行共變數分析發現，「色彩喜好排序」仍有極顯著主效果。這表示色彩喜好與凝視次數的關係並不全然由視線返回所決定，也就是即便視線沒有機會不斷返回，色彩喜好的選擇仍與當下的凝視次數有強烈關聯。

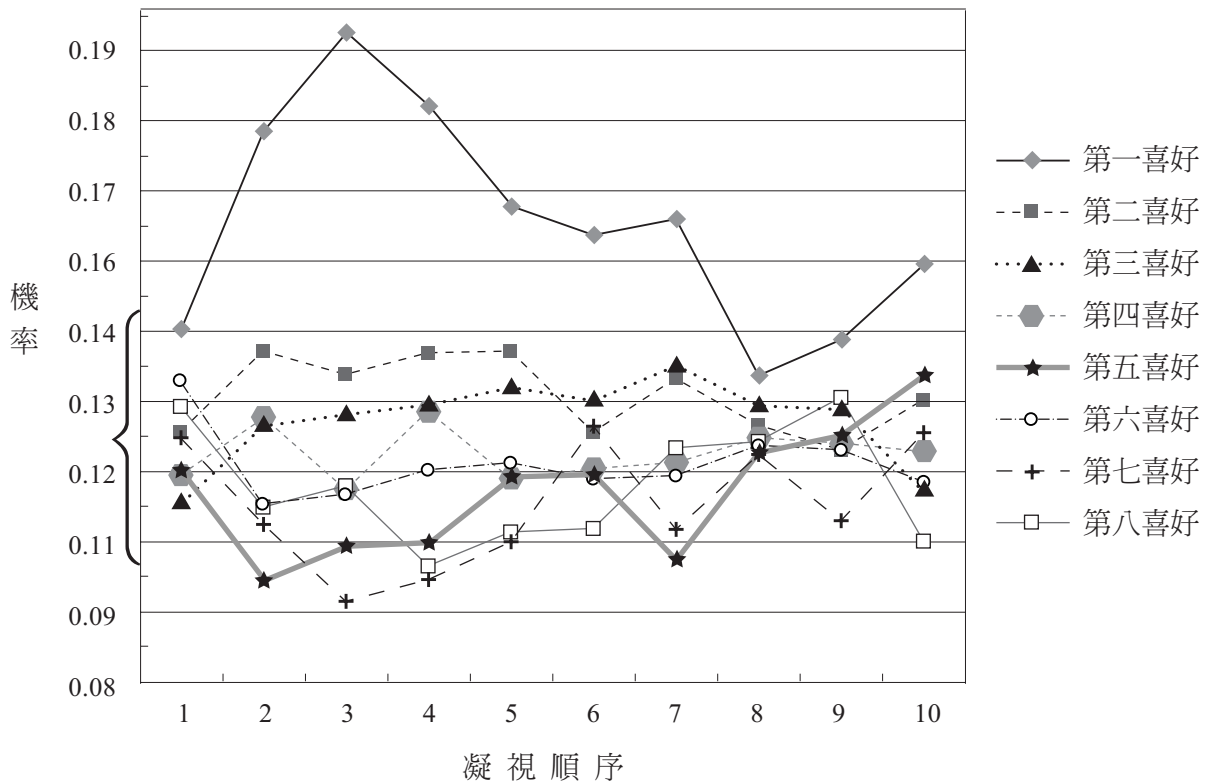
雖然，我們也發現「受試者因素」在三個依變項上都有顯著主效果，「色彩喜好排序」與「受試者因素」在三個依變項上也有顯著交互作用效果，顯示個別差異相當大。但是，色彩喜好排序與三個視線特徵值仍存在顯著而清晰的關係，顯然本實驗為一個有效反映兩者關係的程序。

色彩喜好與凝視順序的關聯。如前所述，追蹤凝視落點的好處在於，隨時監控整個瀏覽過程中的認知變化，幫助我們了解到底刺激圖片要呈現多久，才能在凝視上反映出喜好。因此，我們計算每一個嘗試開始的前 10 個凝視點（如果該嘗試次之凝視落點未達 10 次以上則刪除該嘗試的所有視線資料），這些凝視點落在第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七與第八喜好色之機率，如圖五所示。

如果凝視落點與喜好無關，理論上應預期落在每一種喜好色彩的機率皆等於 0.125 (1/8)，但是圖五顯示第一喜好的凝視機率在第 2 次凝視開始到第 7 次凝視期間，遠遠高於其他喜好序列。

假設每次凝視花費 300 毫秒，則表示刺激呈現約 2 秒以內就已經在凝視軌跡上表現出喜好傾向，這更支持本研究中所測得之凝視落點的確與喜好有關。此結果與 MackWorth & Morandi (1967) 的發現相當一致，因為他們也發現只要短短 2 秒鐘凝視落點分布就足以清楚反映圖片訊息量的分布。

色彩類別與物品類別對視線分布的影響。雖然

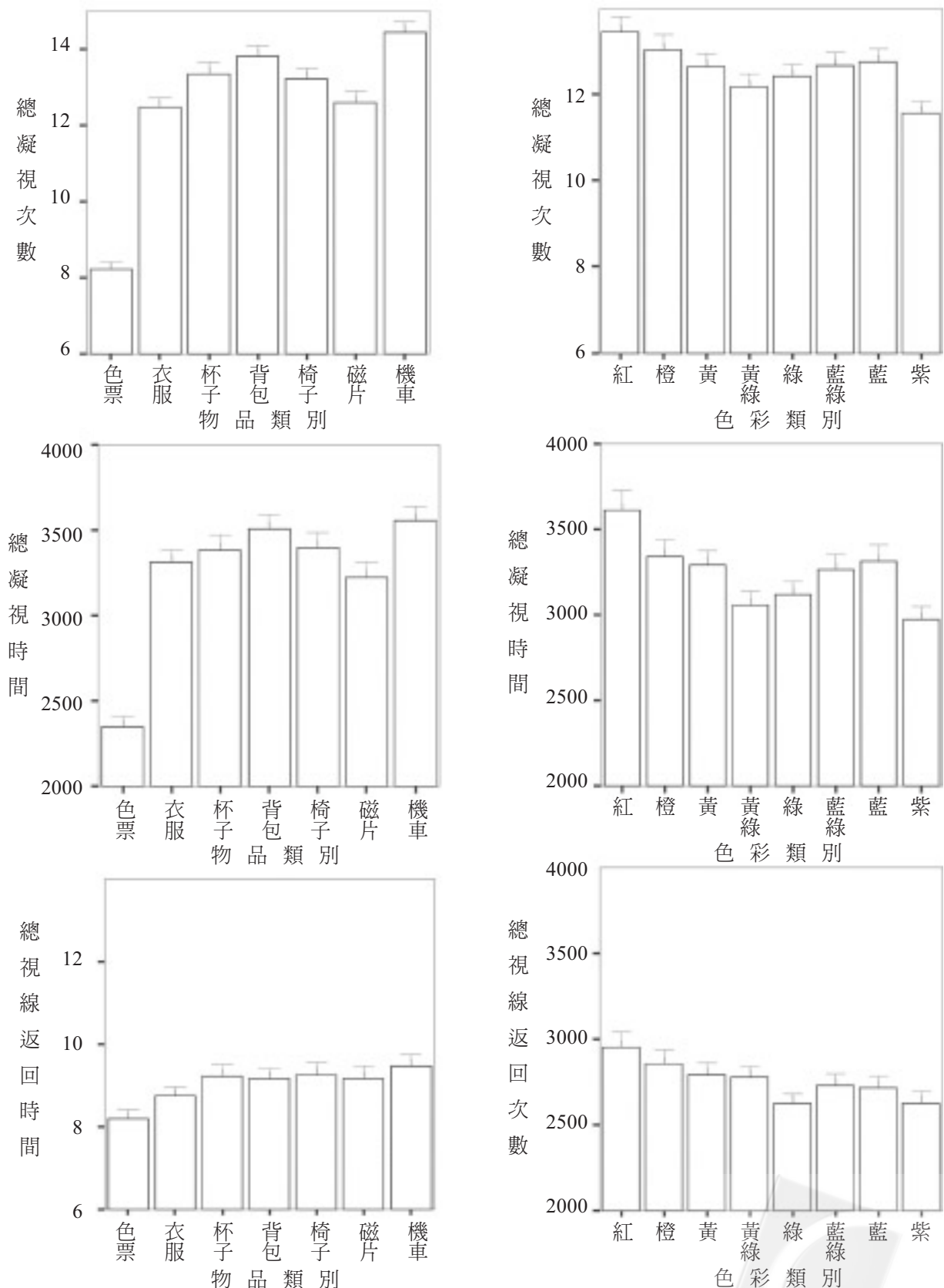


圖五：凝視點掉入目標內的落點順序與喜好程度的機率關係圖。左方大括弧表示以凝視點落在各個色彩的機率均等之假設下（機率=0.125），計算正負3個標準誤的範圍。圖中顯示，第三次凝視點掉在第一喜好色彩的機率明顯攀升到最高點，從第二次到第七次凝視都顯示在第一喜好色彩的機率明顯高於其他喜好程度。

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喜好決定，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）與「受試者因素」作為統計上隨機因子（random factor）的獨變項，在三個視線特徵值上進行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（ $F(6, 234) = 8.64, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .181$ ）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（ $F(7, 273) = 2.66, p < .05, \text{partial } \epsilon^2 = .064$ ）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（ $F(7, 273) = 1.30, p > .05, \text{partial } \epsilon^2 = .032$ ）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（ $F(42, 1638) = 1.99, p < .001, \text{partial } \epsilon^2 = .516$ ），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 $F(42, 1638) = 1.13, p > .05$ ，總凝視個數 $F(42, 1638) = 1.27, p > .05$ ）。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，可能不容易受色彩影響，各色彩類別吸引視線停駐的差異量也可能不易受物品不同影響。

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。這些結果無法以光波敏感度較弱，而需要不同的凝視時間來處理色彩訊息的方式簡單解釋掉。因為視覺系統在亮情境下（photopic vision，即 10cd/m^2 以上），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



圖六：物品類別與色彩類別和總凝視時間、總凝視次數、總視線返回次數的關係圖。



彩訊息的方式簡單解釋掉。

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，七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。

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度、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（ $F(42, 1638) = 1.58, p = .01, \text{partial } \varepsilon^2 = .039$ ），在總視線返回次數上有接近顯著交互作用（ $F(42, 1638) = 1.42, p = .04, \text{partial } \varepsilon^2 = .035$ ），在總凝視時間上則無交互作用效果（ $F(42, 1638) = 1.22, p > .05$ ）。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強烈關聯。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，這需要另一個研究釐清。

綜合討論

心理學研究已經指出，吾人大腦可能從小就具備分析凝視方向的專利功能，以理解、預測別人的心智行為。五千年前，中國的孟子也說過：「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。但是除了喜好因素之外，有太多因素都會影響視線分佈。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、凝視順序與視線返回次數，以探索「色彩喜好」這類的心理歷程。結果發現，這些視線軌跡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「相當短時間內，喜好就已經表現在視線軌跡中了，愈喜好的色彩影像，被觀看的时间愈久，被觀看的次數愈多，而且會一看再看」的假設，也顯示視線軌跡特徵的測量在某個程度上，可以獨立於主觀問卷調查結果。未來也許可以依據此類程序作為典範（paradigm），進行更大規模、更複雜的色彩喜好測量，以便與其他傳統主觀問卷調查比較，觀察是否收斂到相同的結論。

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，但並不表示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喜好，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。只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，對色彩的喜好態度的確隱藏在這些看似雜亂的視線軌跡中。而且，當主觀問卷資料無法獲得的時候，透過適當的實驗設計，這些視線軌跡仍具有一定的代表性。

使用眼球追蹤來探索色彩喜好問題，不只驗證視線軌跡與喜好的關聯性，也透露以前問卷調查所未知的認知歷程。因為視線特徵的結果顯示，色票與其他六種物品很輕意地就被分成兩個不同的群體，亦即觀看色票與觀看機車、椅子、背包等物體的方式迥然不同。同樣也發現，觀看紅色與橙色的次數、時間也與觀看黃綠色的方式不同。這些結果也無法以，光波敏感度不同而需要不同的凝視時間來處理色彩訊息的方式簡單解釋之。

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喜好不同所致，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，反之，其他物品或多或少具有一些紋理邊界訊息，因此較易吸引視線來回移動。事實上，MackWorth & Morandi（1967）也發現圖片中具有越多細節訊息的部分，通常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。

事實上，李天任（2001）也發現，使用色票與

彩色實景所做的語意調查有明顯不同。其可能的解釋是，色彩喜好並不單獨存在，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。亦即吾人對色彩的喜好，通常也包括對形狀及物體的認知，所以才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 認為色票可取代彩色實景的結論，對於廣告設計、商品設計也必有相當參考價值。

而關於受測者花最多的時間在觀看紅色與橙色，花最少時間觀看紫色與黃綠色的結果，本研究猜測，這可能與本研究之受試者較喜歡暖色系的因素有關。過去李天任（2002）的色彩語意調查的確也發現，紅色與橙色的色彩感覺較其他色彩溫暖（warm），紫色與黃綠色的感覺較其他色彩來的涼冷（cool）。不過，過去大量的調查結果也顯示，色彩喜好的個別差異極大，其中種族、年齡與性別的差異最明顯（Saito, 1996; Dittmar, 2001），本研究並未對這些人口變項加以控制，所以，這個臆測仍需要未來進一步探索。

但是，若色彩喜好是依附在形體上的一種統整知覺，則應預期物品類別與色彩喜好程度在三項視線特徵上皆產生顯著交互作用。實際上本研究僅發現，物品類別與色彩喜好程度在總凝視次數上有顯著交互作用，這有可能是本研究所選物品之搭配色彩的特殊性或實驗程序所致，需要更進一步操弄其他更多的物品特徵或色彩類別，方能獲得解答。

除了前述對色彩研究的貢獻之外，本研究的結果也從另一個不同的角度延伸或修正 Shimojo 等人（2003）的偏好決策模型。Shimojo 等人認為，偏好選擇歷程同時涉及由上而下的認知歷程與由下而上的視線迎合行為（orienting behavior），當選項很難決定偏好時，認知影響便會減少，相對而言視線迎合的影響會逐漸加重。亦即視線迎合行為與內在偏好相互增強（reinforce）的情況下，最後選擇便與視線落在該選擇項目的機率一致，這種歷程幾乎是無意識的、快速地發生在作出選擇決策前的一剎那，而不是發生在刺激開始呈現的起始點，這與社會心理學家常提的「單純曝光效應」（mere exposure effect）類似。本研究卻發現在做出選擇之前，偏好與視線迎合行為的關聯已經快速表現在刺激呈現的一剎那，這似乎意味著存在另一種內在偏好與視線迎合行為的耦合關係，類似中國諺語常提的「一見鍾情」、「一見傾心」。

雖然本研究沒有在視線軌跡與偏好測量之外，再測試其他有別於偏好的另類主觀感受，但是這並不影響本研究的結論。因為目前學界對於「偏好」的本質並不清楚，不論其他主觀感受與偏好表現類似或相

反，也只能顯示其他主觀感受與偏好的本質類似或相反而已，並不能否認視線軌跡與偏好的關聯。不過，未來也許可以遵循類似的設計與測量典範，逐一檢驗心理學中複雜構念（construct）之間的相似程度，例如「喜歡」與「討厭」的差別。

參考文獻

- 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」。亞太圖書，台北。
- 李繼勉（2001）。「景觀構圖類型與視覺評估模式之關係」。逢甲大學建築及都市計畫研究所未發表之碩士論文。
- 何英齊（1998）。「應用瞳位追蹤方法建立景觀偏好模式之研究」。逢甲大學建築及都市計畫研究所未發表之碩士論文。
- 周正賢（2002）。「個人色彩喜好之研究——資料探礦法在彩色影像喜好之應用」。中國文化大學印刷傳播研究所未發表之碩士論文。
- 陳俊宏、黃雅卿（1996）。「國立雲林技術學院學報」。色彩嗜好調查研究報告，5，95-105。
- 張婉鈴（2002）。「運用瞳孔追蹤系統分析網頁多重瀏覽問題」。國立成功大學工業設計學系碩士論文。
- 黃雅卿（1996）。「1996 色彩嗜好調查研究報告」。台中商專學報，29，265-294。
- 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（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, 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.
- 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 ageing: A comparative study on younger and older native Germans aged 19-90 years. *Gerontology*, 47, 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.
- Green, M. J., Williams, L. M., & Hemsley, D. R. (2000). Cognitive theories of delusion formation: the contribution of visual scanpath research. *Cognitive Neuropsychiatry*, 5, 63-74.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50, pp.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, 210-228.
- Hess, E. H., & Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349-350.
- 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, 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, 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* (pp. 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, 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.
- Standford Poynter Project, <http://www.poynterextra.org/>
- Taft, C. (1996). Color meaning and context: comparisons of semantic ratings of colors on samples and objects. *Color Research and Application*, 22, 40-50.
- Thurstone, L. L. (1927). A law of comparative judgment.

- ment. *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* (pp. 41-51), New York, Academic Press.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. New York: Plenum Press.



An Exploratory Study on Relationship Between Preference and Scanpath — Evidence from Color Preference Sorting Task

Da-Lun Tang¹ Tien-Rein Lee² Chung-Min Tsai²

¹ *Department of Mass Communication, Chinese Culture University*

² *Department of Information Communication, Chinese Culture University*

Researchers have used subjective rating methods such as survey and pair-comparison procedures to study preference of human beings in the past century. Less empirical studies were done using the eye-tracking method. This paper provides first empirical data using eye-tracking experimental method to explore the relation between subjects' color preference and their scanpath. Visual stimuli used in this study were seven different kinds of objects (color chip, cup, T-shirt, chair, motorcycle, floppy disk, and backpack) with their 8 primary colors (red, orange, yellow, yellow-green, green, blue-green, blue, and purple). Identical objects with eight different colors were presented on the computer screen each time. Subjects were given five seconds to browse each object with eight different colors per trial. An eye tracking machine

was used to track their eye movements. After subjects finish browsing all objects, they were asked to rank the color preference for each object. Results from MANOVA showed that the fixation time, fixation counts and return counts were significantly longer and higher for more preferred colors. In addition, subjects had longer fixation time and higher fixation counts for color chips than other kinds of objects. In general, we concluded that eye-tracking paradigm provides another method to measure color preference objectively. Moreover, colors and other details of objects may be another important factors to attract subjects' eye movements.

Keywords: *color preference, eye tracking, fixation time, fixation counts*

