

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用色彩學研究(II)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2413-H-009-002-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

計畫主持人：陳一平

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 10 月 31 日

摘要

色彩的前進後退以及膨脹收縮效果在色彩規劃的實務工作上具有極為重要的份量，舉凡利用配色來營造比實際來得寬闊的室內空間、比實際身材苗條的服裝設計、或是在平面上製造深度感覺等，均可利用色彩的前進或膨脹特性來發揮。在本研究中我們做了以下實驗：(一) 前進後退與膨脹收縮感與色相、明度與亮度關係的定量測量。(二) 在條件相等的情況下，比較前進色與膨脹色的順序關係。

我們選取十五個色彩樣本為刺激，涵蓋了五種不同色相，以及三種明度水準。這些樣本的前進與膨脹性質係以配對比較量表來做定量測量與分析，我們的實驗結果顯示以下結論：1. 色彩前進 / 後退的感覺取決於他們的色相與亮度，色相愈是暖色調〈長波〉與高亮度，則前進的感覺愈明顯。2. 關於色彩膨脹感覺無法如同前進的心理感覺可以單從色彩的色相、明度上作準確的預測。整體而言，亮度在心理感覺色彩膨脹效果上，較色相提供更多的貢獻。**關鍵字**：前進色，後退色，膨脹色，收縮色，配對比較量表。

Abstract

Colors are widely used to manipulate our impression of roominess of a space and the slimness of a figure. It is commonly taught in art schools that certain colors give more advancing and expanding look than the others. However, this observation remains anecdotal and needs to be verified with quantitative methods.

We did a quantitative measure of the advancing /receding and the expansion/constriction nature of colors in this study. Fifteen color samples (5 hues by 3 luminance levels) were used as the test stimuli. The order of advance-ness and expanded-ness of these samples was determined by the paired comparison scale. Our results indicate that: (1) The feel of advancing /receding of a color is determined by its hue and luminance. The more a hue moves towards the warm end (long wavelength) and the higher its luminance, the more advancing it appears. (2) The feel of expansion cannot be predicted by a color's hue and luminance as precisely as in the case of advance-ness. Overall speaking, luminance shows greater contribution than hue in determining our feel of expansion.

Keywords: advancing colors, receding colors, expanding colors, constricting colors, paired comparison scale.

一、前言

色彩能造成各種奇妙的視覺反應，許多視覺藝術家（例如歐普藝術（Optical Art）見圖 1）和設計師均察覺不同色相會導致觀者對其產生輕重、寒暖、前進後退、膨脹與收縮的感覺，其中多數人同意暖色有前進及膨脹的效果，寒色有後退及收縮的心理效果。另外大致上淺色調感覺較輕、膨脹，深色調較重、收縮等。



圖 1. 現代藝術家利用明度及色相的前進/後退感覺，在平面上創造有深度感覺的作品（圖片來源，賴一輝色彩計畫，民 82）。

在空間知覺上，物體的大小知覺與距離感的判斷是息息相關的，當過去的設計教科書將前進後退色與膨脹收縮色分開討論時，明顯地會忽略了這兩種特性可能為一體之兩面的可能性。我們在此研究中不僅關心前進後退色與膨脹收縮色的定量測量，以釐清色相、飽和度與明度各自貢獻的程度，更進一步追究色彩的空間營造能力究竟是以前進後退感為基，還是以膨脹收縮感為基。

在此所謂的「以前進後退感為基」指的是色彩對吾人空間感的影響是來自不同色彩的前進後退感覺，而膨脹收縮感則是由於跟隨著不同前進後退感覺所衍生的次級(second order)經驗。假設一個色塊 A 在主觀知覺上顯得較為前進，亦即其與觀察者之間的主觀距離較短，而色塊 B 的主觀距離較長，若兩色塊的物理大小相等，亦即在網膜上的視角相同，則依據 Emmert's Law: $S=K(R*D)$ (S =主觀大小； K = 常數； R =網膜視角； D =主觀距離大小)，距離遠者（色塊 B）看起來的尺寸較大，因此會得到愈前進的色塊之主觀大小愈小的預測。

相反地，假若吾人的知覺是以膨脹收縮感為基，而前進後退為輔的話，則在 Emmert's Law 當中就會由 S 值來決定 D 值的大小，因此在這種情況下前進色會是看起來比較大的顏色，與上述「以前進後退感為基」所做的預測相反。在這樣的架構下本研究的細部規劃如下：

1. 前進後退與膨脹縮小感與色相、飽和度、明度關係的定量測量。
2. 在條件相等的情況下，比較前進色與膨脹色的順序關係。

二、研究方法

本研究所探討的定量測量前進後退與膨脹縮小感覺的問題，採用配對比較量表來求得一群刺激在「前進後退」或「膨脹縮小」的線性距離與順序關係。由於配對比較量表隨著刺激數的增加，受試者所須做的判斷數亦會以等比級數的方式增加，因此本實驗將刺激的數目降為3明度水準×5種色相。圖3顯示的是在我們實驗用的螢幕上所測的各色票之RGB與明度值。受試者所接受的實驗刺激如圖4所示。所有色彩均會逐一與其他14種色彩做兩兩配對比較，共有105次不同色彩的配對出現以亂數次序。顯示器上會出現由15種實驗刺激中隨機決定的兩個色彩，受試者需依照主觀感覺回答「哪個顏色比較前進？」、「哪個顏色比較膨脹？」。

	1	2	3	4	5
R	216	089	062	243	253
G	178	212	230	181	166
B	227	254	108	048	171
cd/m ²	60.8	60.5	60.1	60.3	60.8
	6	7	8	9	10
R	170	026	000	206	248
G	132	150	166	129	095
B	180	202	044	000	100
cd/m ²	35.4	35.4	35.4	35.7	35.2
	11	12	13	14	15
R	109	000	000	138	155
G	073	088	099	061	002
B	122	140	000	000	007
cd/m ²	10.7	10.7	10.7	10.5	10.4

圖3 15種刺激的RGB與明度值

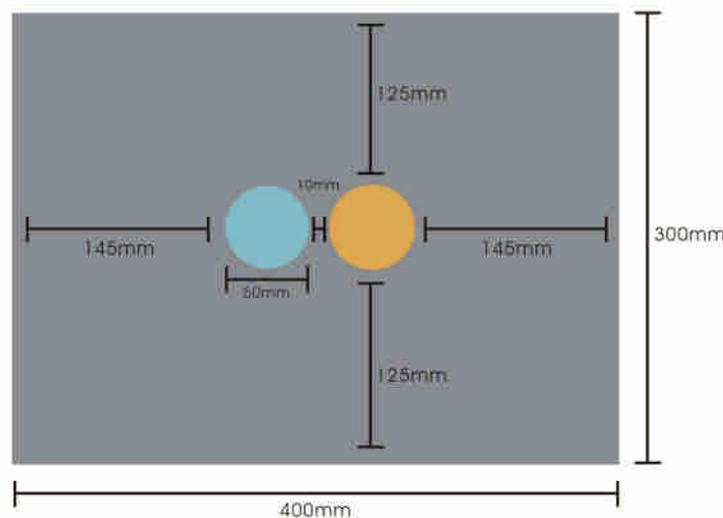


圖4 實驗刺激示意

三、實驗與結果

實驗資料建立成配對比較法的次數 F 矩陣可以得到以間距量表表示的圖形。圖 5 為視覺化的實驗結果，上圖是各刺激予人膨脹縮小感覺之資料、下圖是各刺激之前進後退感的資料。比較圖 5 的上下兩圖，可發現前進後退與膨脹收縮的趨勢是相當一致的，這樣的結果傾向於支持我們是以膨脹收縮的判斷為主，前進後退的感覺很可能只是由 Emmert's law 衍生出的附屬感覺。

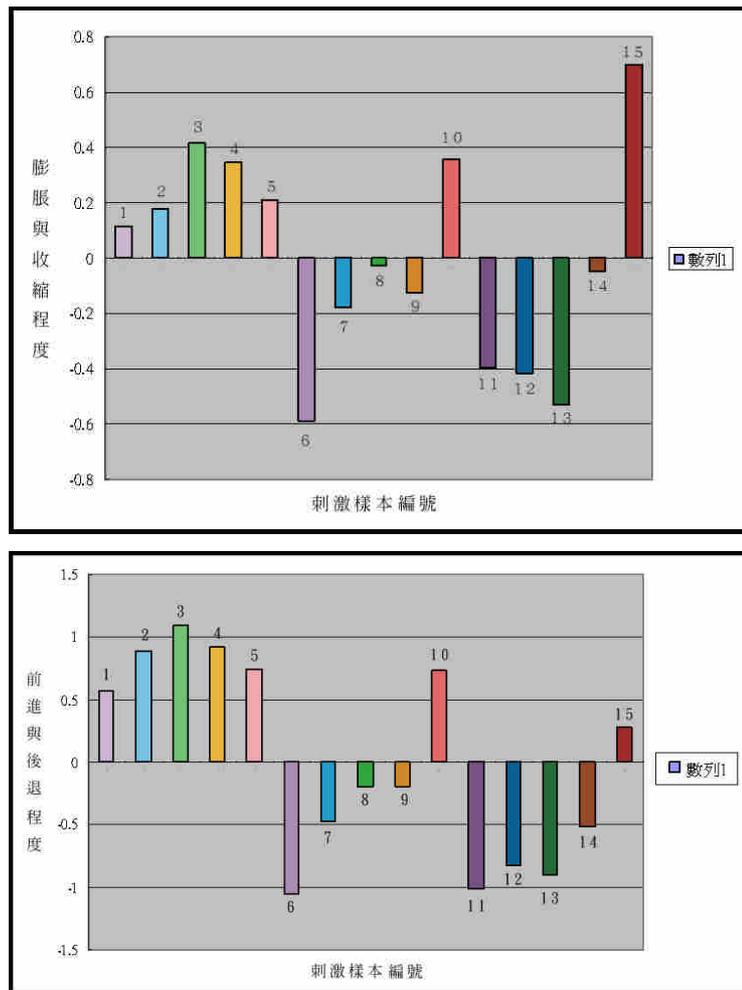


圖 5. 配對比較量表結果，上圖是膨脹縮小；下圖是前進後退的資料。

圖 6 當中呈現 15 個色彩刺激的前進趨勢排序圖（圖 6 上）以及膨脹趨勢排序圖（圖 6 下）。圖 6 上顯示令人產生最明顯前進感的顏色並非最高明度的最暖色，而是高明度的中間色調綠色；高明度黃、藍色的前進感也強於高明度紅色。而圖 6 下顯示令人產生最明顯膨脹感的顏色並非最高明度的最暖色，而是最低明度的最暖色紅色。其次是高明度的中間色調綠色。由這兩個排序圖看來，各色彩刺激導致的前進感趨勢與膨脹感趨勢相符性高，但排序結果並非符合一般文獻說法，影響前進感覺的因素，應是人們對於色彩主觀亮度的判斷。為了進一步瞭解色彩主觀亮度在此本研究主題所扮演的角色，我們另外執行主觀亮度判斷的實驗，在此不詳述實驗過程，主觀亮度判斷的實驗結果如圖 7 所列，肯定「亮度」為影響前進後退感覺與膨脹收縮感覺之重要因素。

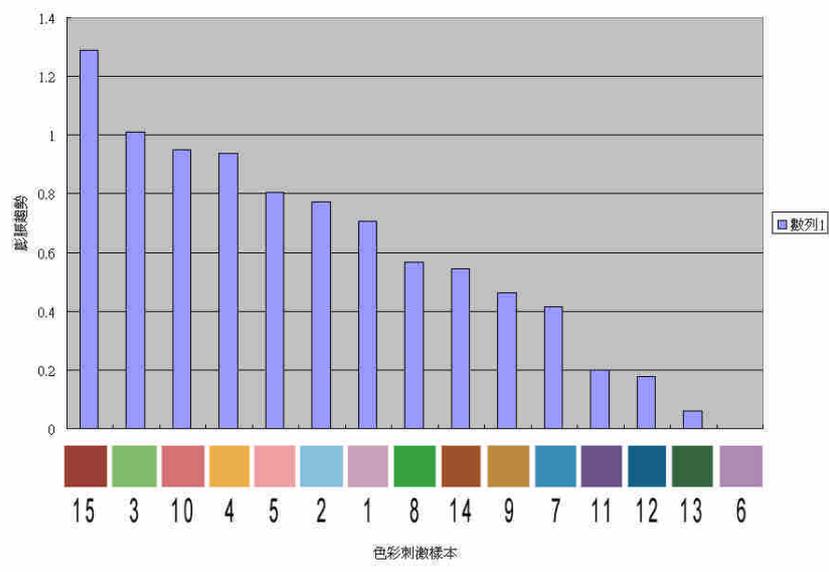
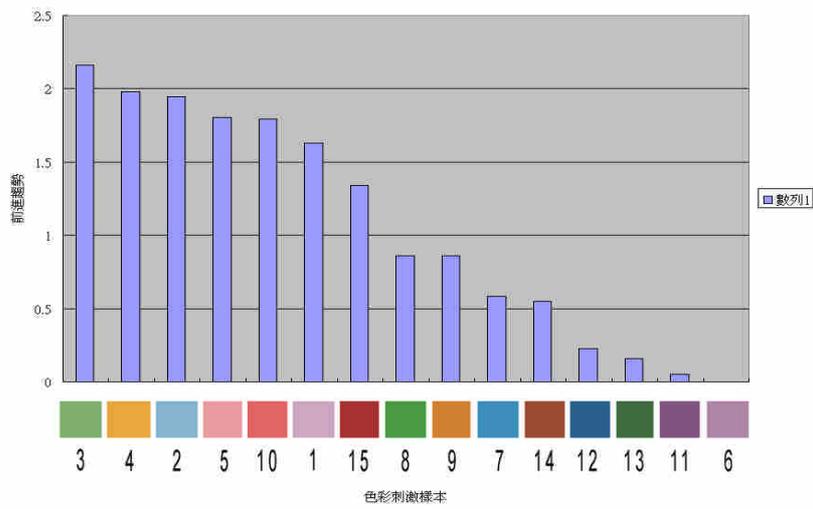


圖 6.上圖是前進感趨勢圖；下圖是膨脹感趨勢圖。

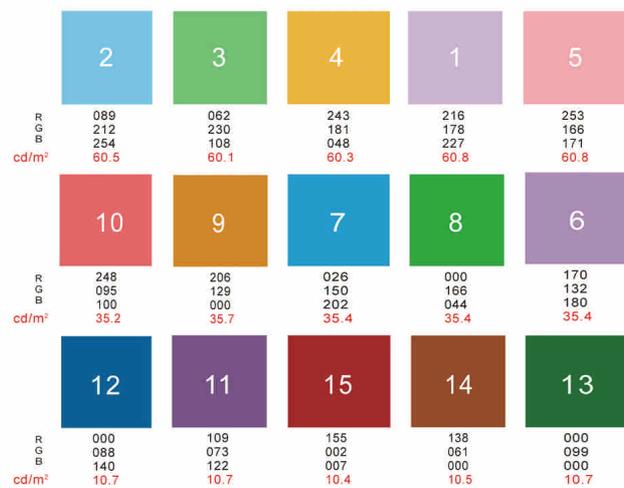


圖 7. 15 個刺激樣本的主觀亮度順序，色塊上的數字是受試者所判斷的亮度排名

四、綜合討論

本研究針對色彩刺激所導致的前進後退、膨脹收縮感覺進行實驗，所獲得的主要結論有如下：

1. 色相前進後退與膨脹收縮趨勢呈現類似的非線性的關係

圖 8 為三種明度色相變化樣本的前進後退（左）與膨脹收縮趨勢圖（右），圖中顯示兩者曲線變化模式幾近相同，唯低明度的色相對應膨脹收縮曲線在暖色調區域膨脹程度稍大。因此可根據實驗結果下一簡單結論：在同一明度下，某色相為前進色亦為膨脹色，後退色亦為收縮色的。

2. 明度對前進與膨脹的心理感覺有重要影響能力

在許多經驗法則中，多說明到明度高的色彩是前進色或膨脹色，而明度低的色彩是後退色與收縮色。觀察圖 9，針對單一色相取其明度變化與前進後退與膨脹收縮關係，可以明顯看出明度的優勢。在多數色相的曲線變化模式中，明度似乎明顯成為決定心理感覺前進與膨脹的重要因素。唯一例外的是暖色調的紅色，其變化模式前進後退與膨脹收縮似乎成相反的狀態，在明度變化與前進程度圖，發現隨明度降低而逐漸產生後退，這還符合暖色調在明度的變化上前進與後退的關係。不過暖色調的紅色在明度變化與膨脹程度圖上，則是呈現隨著明度下降而膨脹程度增加，這種現象還需進一步研究才能解釋其原因。

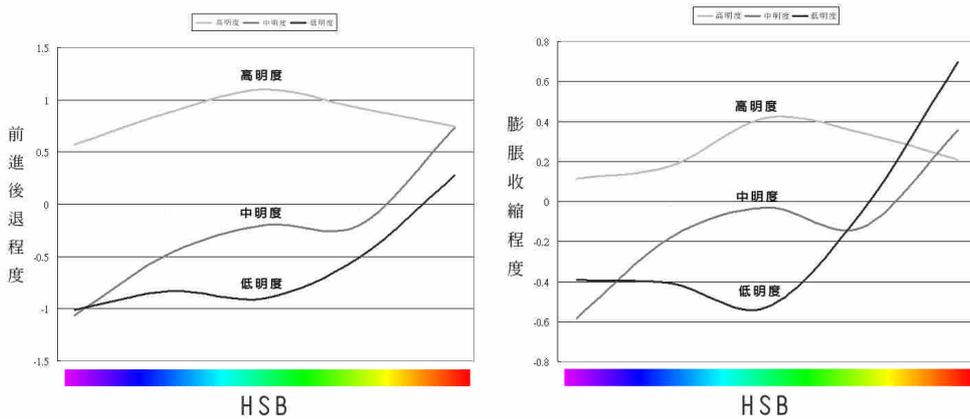


圖 8 三種明度色相變化樣本的前進後退與膨脹收縮趨勢圖

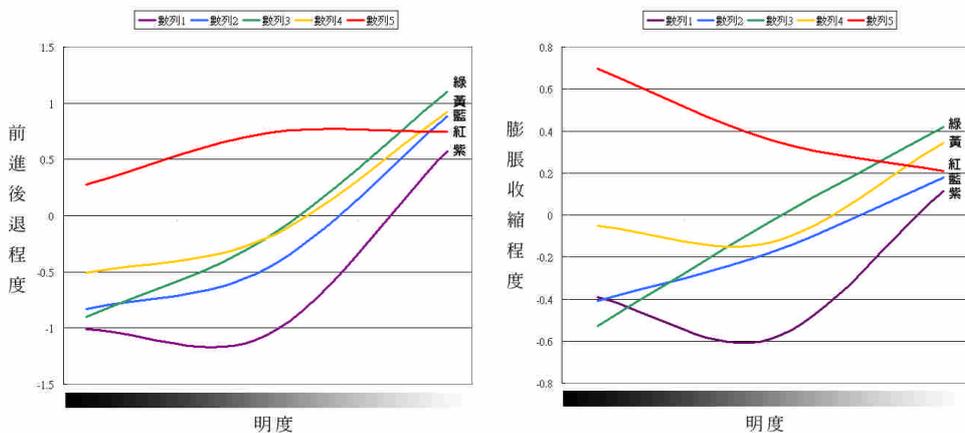


圖 9. 五種色相樣本明度變化的前進後退與膨脹收縮趨勢圖

3. 主觀亮度介入前進後退與膨脹收縮的心理感覺判斷

圖 8 顯示可以發現不管是那個明度的色相曲線，不管是前進後退或是膨脹收縮的程度曲線都呈現波浪狀的波形，且似乎呈現一個漸變的曲線形式，其中中間色調似乎扮演了關鍵角色，是什麼原因造成這種現象？明度已統一，所以影響原因可能是主觀亮度的判斷。假設明度相同時，當主觀亮度在某色相的影響力超過其它色相原先給予人的前進後退或膨脹收縮的心理感覺，如此當受試者覺得某色相亮度高於（或低於）它者時，其膨脹與收縮在心理感覺的程度變會大受影響。因此當明度相同時，因色相產生的主觀亮度感覺，似乎主導了前進或膨脹優弱勢。