

# 配色調查樣本均勻共用色彩樣本之模式研究

顏光良

東方技術學院美術工藝系  
e-mail:glyan@mail.tf.edu.tw

(收件日期:94年05月24日;接受日期:95年08月27日)

## 摘要

當人類眼睛觀看同時背背的幾個色彩時,不會僅對各單一色彩發生感覺,而是同時對所有相關色彩,共同產生「色相對比」、「彩度對比」、「明度對比」三種「色彩對比」的色彩感覺。亦即根據這些色彩的「色相互關係對比」、「彩度相互關係對比」、「明度相互關係對比」,來感知這些色彩的互相搭配結果。所以作者就前前期研究,根據人類眼睛同時觀看3個色彩的「色相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」,建立色彩搭配關係的「實驗樣本群集」,再由所建立的「實驗樣本群集」,抽取合適的許多個「實驗樣本」,組成「配色調查樣本」;最後提出「配色調查樣本」組成模式。

可是若僅根據配色調查目的,就要在所選取的「實驗樣本群集」中,抽取合適的「實驗樣本」組成「配色調查樣本」,仍然太困難。因為相關變數仍太多。所以本研究的目的是,就試圖藉由組成變數的合理控制,發展出具系統性的組成修正模式,希望能有效降低「配色調查樣本」組成的困難度。經重複測試,發現「配色調查樣本均勻共用色彩樣本」是一項重要的變數控制,且能有效達到組成簡化的目的。於是就延續前前期研究所提出的「配色調查樣本」組成模式架構下,試圖控制該項重要變數。經由變數控制後,就可以將一些不合理的排列結果,在「配色調查樣本」組成之前,先將其刪除,最後達到大幅度簡化「配色調查樣本」組成模式的目的。

關鍵詞:調查樣本、實驗樣本、色彩樣本

## 一、研究動機

大田昭雄、河原英介[2]曾提過:當人類眼睛觀看同時背背的幾個色彩時,不會僅對各單一色彩發生感覺,而是同時對所有的相關色彩,共同產生「色相對比」、「彩度對比」、「明度對比」三種「色彩對比」的色彩感覺。意思是說,當人類眼睛同時觀看幾個色彩時,觀看者的腦部感知,是根據色彩「屬性」的關係,來解讀這些同時被觀看到的色彩。所謂「色彩「屬性」,是指色彩學中的色相(Hue)、彩度(Chroma)、明度(Value)三種屬性[4,5,6]。亦即觀看者的腦部,是根據同時被觀看色彩的「色相互關係對比」、「彩度相互關係對比」、「明度相互關係對比」來感知這幾個色彩的互相搭配結果。

假設在配色調查過程,主持人每次同時出示3個色彩(大小相同、形狀相同)。當受測者觀看同時出現的3個色彩時,並非僅單純的立即將3個色彩互作對比,而是當受測者腦海中,會自動將3個色彩的搭配,拆解成3個色彩的「色相互關係的對比」、「彩度相互關係的對比」、「明度相互關係的對

比」[7]，將色相、彩度、明度關係對比完成後，再將色相、彩度、明度關係對比結果，整合成 3 個色彩的配色對比感覺。這種複雜的思維歷程，可用來說明為何向色彩配色時，我們經常需要想像色相的關係和明暗程度的關係，才容易達到配色的效果。

可是縱觀所有配色書籍、配色事典、配色研究的內容，都未曾發現有人根據以上事實的「色相相互關係對比」、「彩度相互關係對比」、「明度相互關係對比」來排列配色樣本。所以作者就在前期研究[8]，根據人類眼睛同時觀看 3 個色彩的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」，建立色彩搭配關係的「實驗樣本群集」，再由所建立的「實驗樣本群集」抽取合適的許多個「實驗樣本」組成「配色調查樣本」；最後提出「配色調查樣本」組成模式。可是若僅根據配色調查目的，就對所選取的「實驗樣本群集」中，抽取合適的「實驗樣本」組成「配色調查樣本」，仍然太困難。因為相關變數仍太多。所以本文的研究目的，就試圖藉由組成變數的合理控制，發展出具系統性的組成修正模式，希望能有效降低「配色調查樣本」組成的困難度。意思是說，在前期研究所提出的「配色調查樣本」組成模式架構下，再試圖找到其他合理的條件設定，經由該合理條件設定的控制，可以將一些不合理的排列結果，在「配色調查樣本」組成之前，就先將其刪除，最後達到組成模式的簡化目的。

經過不斷重複測試結果，發現“配色調查樣本均勻共用色彩樣本”是一項重要的組成變數控制，且能達到組成簡化的目的。因為配色調查時，都根據配色調查目的選擇「色彩樣本」，再將所選擇的「色彩樣本」經重複排列，最後組成「配色調查樣本」，供受測者調查。其中「色彩樣本」是根據配色調查目的產生，且「配色調查樣本」的組成元素是「色彩樣本」，因此在配色調查過程，「配色調查樣本」應均勻共用所有「色彩樣本」，才算合理。若舉實例說明：如附註 5 表 3 的「配色調查樣本」組成，計有 32 個「色彩樣本」各使用 4 次，16 個「色彩樣本」各使用了 3 次，但卻有 16 個「色彩樣本」各使用了一次。如此懸殊的分配，相當不合理，可能造成整個「配色調查樣本」組成的失敗。

於是本文就延續前期研究「配色調查樣本」組成模式架構，再試圖控制“配色調查樣本均勻共用色彩樣本”該項組成變數，希望藉由研究成果，能有效大幅降低「配色調查樣本」組成的困難度。研究步驟分四階段依序進行，最後檢驗研究成果。假設經組成變數控制後，不僅能順利延續前期研究，又能大幅簡化「配色調查樣本」組成模式，未來只要將配色調查目的，簡易的導入本文研究步驟，就能輕易得到明確的「配色調查樣本」組成，相信本文對配色調查或配色研究領域，必會有一定程度的貢獻。

## 二、文獻探討

### 2-1 「配色調查樣本」的色彩關係解析[9]

以下重要觀念，摘自作者前期研究。首先簡單說明配色調查的「實驗樣本」和「配色調查樣本」定義。配色調查時，會先將幾個色彩組成一組樣本，然後再出示該些色彩組成的樣本，供受測者觀看，本文稱為「實驗樣本」。本文每個「實驗樣本」各同時出示 3 個色彩。如圖 1 就是 1 個「實驗樣本」的示意圖，由小寫英文字母搭配數位值組成，而有時也會以圖 2 代表 1 個「實驗樣本」的公式。但配色調查時，不會僅出示 1 個「實驗樣本」，而是事先將許多個特性相近的「實驗樣本」組成一組體，再對受測者作配色調查，本文稱為一組「配色調查樣本」群集。

大田昭雄、河原英介[2]曾提過，當人們眼睛觀看共同背景的色彩時，不會僅對各單一的色彩發生感覺，而是同時對所有相關色彩，共同產生「同時對比」的色彩感覺，而人們眼睛的這種「同時對比」色彩感覺，又分成「色相對比」、「彩度對比」、「明度對比」三種「色彩對比」感覺。亦即幾個色彩同時出現，並非僅是簡單的色彩間關係而已，而是具有更值得深入探討的「色相相互間關係」、「彩度相互間關係」、「明度相互間關係」。若將該三種「色彩對比」關係應用在本文，表示色彩調查時，受測

者會根據「實驗樣本」同時出示的 3 個色彩間的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」，對「實驗樣本」的 3 個色彩進行「色相對比」、「彩度對比」、「明度對比」。

舉實例說明。若將圖 1「實驗樣本」的 3 個 H 數位值互作位置更動，而 C 數位值位置、L 數位值位置不變，再對相同受測者進行配色調查，此時因 3 個色彩與原先的 3 個色彩不同，所以受測者會產生不同於圖 1 的色彩感覺，這種現象導因於受測者眼睛的「色相對比」不同。同理，將圖 1「實驗樣本」的 3 個 C 數位值互作位置更動，而 H 數位值位置、L 數位值位置不變，受測者也會產生不同於圖 1 的色彩感覺，這種現象導因於受測者眼睛的「彩度對比」不同。再同理，將圖 1 實驗樣本的 3 個 L 數位值互作位置更動，而 H 數位值位置、C 數位值位置不變，受測者也會產生不同於圖 1 的色彩感覺，這種現象導因於受測者眼睛的「明度對比」不同。由此可知，不同色彩間的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」之排列程序，才是配色調查「實驗樣本」色彩排列的最重要條件。亦即表示，配色調查的「實驗樣本」應先根據不同色彩間的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」作組合。

可是以上所提及內容，僅是單個「實驗樣本」的色彩組成關係。因為配色調查時，都會根據配色調查目的，組合許多個個性相近的「實驗樣本」，供調查受測者觀看。而這些許多個「實驗樣本」共同組成群集時，由於組成目的相同，除了群集中每個「實驗樣本」都含有自身的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」的相互搭配關係外，也會同時涉及不同「實驗樣本」間之不同「色相相互關係」的相互搭配關係、與不同「彩度相互關係」的相互搭配關係、與不同「明度相互關係」的相互搭配關係。同時也會涉及單個「實驗樣本」的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」搭配結果，與同一群集其他單個「實驗樣本」的「色相相互關係」、「彩度相互關係」、「明度相互關係」搭配結果之間的相互組成關係。試想，若未經系統化的組織整理，如何能從交錯混雜的盤疊關係中，抽取出符合配色目的的「實驗樣本」，來組成「配色調查樣本」。

### 三、研究方法

#### 3-1 前期研究相關內容[10]

##### 3-1.1 建立「全部實驗樣本群集」

因本論文延續自作者的前期研究，所以有必要將本論文相關的前期研究內容作簡略說明。首先設定「色彩樣本」。圖 3「CIE Lab 色彩模型」是符合視覺等間距的色彩空間[11,17]。若在「CIE Lab 色彩模型」內部，選取等間距 ( $\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$ ) 的色彩點為「色彩樣本」，不僅可符合色彩取樣的等間距條件，亦可符合「分裂式階層群集法」依相等距離關係分裂群集的需求。圖 4 是各色彩體系的組成模式[3]。因「CIE Lab 色彩模型」亦根據圖 4 模式建構而成，故若在「CIE Lab 色彩模型」a 軸和 b 軸做任意取點，都可由 a 軸值和 b 軸值，計算轉換成色相 H(Hue)值和彩度 C(Chroma)值，計算轉換公式如下 [1,12]：

$$\text{彩度 } c \text{ 值} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\text{色相角 } h \text{ 值} = \tan^{-1}(b/a) \quad \text{當 } a > 0 \text{ 且 } b > 0 \text{ 時}$$

且 L 軸的 L(Light)值恰等於明度 V(value)值。由此得知，若在「CIE Lab 色彩模型」做等間距的色彩取樣，經計算轉換後，恰可得到等間距「色彩樣本」取樣的色相、彩度、明度值。

h045c-28/45  
h135c28/60  
h225c85/45

圖 1 實驗樣本示意圖

H01C01L01  
H02C02L02  
H03C03L03

圖 2 實驗樣本通式示意圖

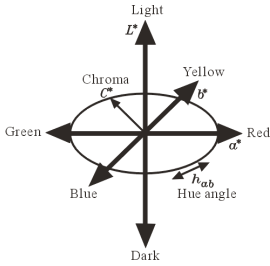


圖 3 CIE Lab 色彩模型

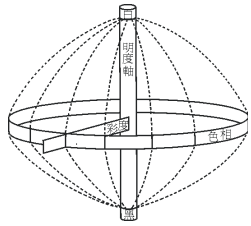


圖 4 色彩體系組成模式

(Fairchild M. D.,1998)(太田昭雄、河原英介, 1996)

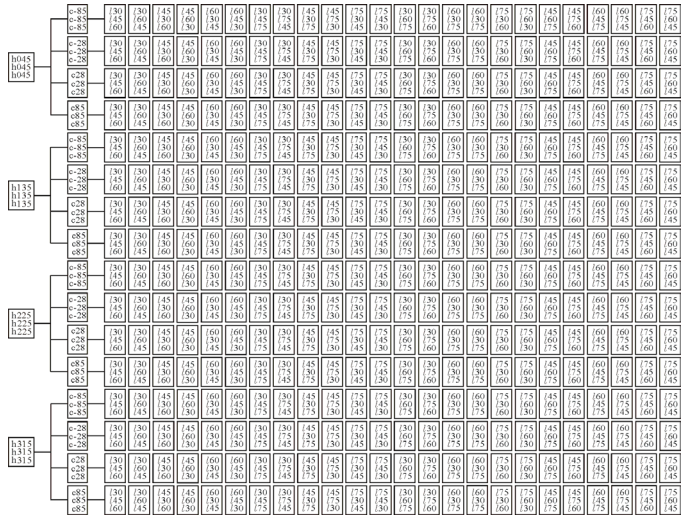


圖 5 H01C01L01 群集所引「實驗樣本」的樹狀展開示意圖

因「CIE Lab 色彩模型」數位值需由實體測量取得[13]，所以本文就藉由英國 Gretag Macbeth 公司「Eye-One DISPLAY 螢幕校準器」量測螢幕顯示色彩之數位值範圍，選取等間距的 L 值、a 值、b 值，再根據上述公式，計算轉換成各色相 H 值、彩度 C 值、明度 L 值，再將 H 值、C 值、L 值交錯排列成各「色彩樣本」，供本文研究推演用。為了容易推演，以下僅選取 4 個 L 值、4 個 a 值、4 個 b 值，計算轉換成 4 個 H 值、4 個 C 值、4 個 L 值，組成 4×4×4 = 64 個色彩樣本。

1. L 軸選取 L30、L45、L60、L75 四個數位值。
2. a 軸選取 a-60、a-20、a20、a60 四個數位值。
3. b 軸選取 b-60、b-20、b20、b60 四個數位值。

經計算轉換結果，可得到下列的 4 個 H 值、4 個 C 值、4 個 L 值：

1. 色相 H：h45°、h135°、h225°、h315° 四個數位值。
2. 彩度 C：c-85、c-28、c28、c85 四個數位值。
3. 明度 L：L30、L45、L60、L75 四個數位值。

結果共同組成下列的 4×4×4 = 64 個色彩樣本。

表 1 64 個色彩樣本

|             |             |             |             |             |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| h045c-85/30 | h045c-85/45 | h045c-85/60 | h045c-85/75 | h045c-28/30 | h045c-28/45 | h045c-28/60 | h045c-28/75 |
| h045c28/30  | h045c28/45  | h045c28/60  | h045c28/75  | h045c85/30  | h045c85/45  | h045c85/60  | h045c85/75  |
| h135c-85/30 | h135c-85/45 | h135c-85/60 | h135c-85/75 | h135c-28/30 | h135c-28/45 | h135c-28/60 | h135c-28/75 |
| h135c28/30  | h135c28/45  | h135c28/60  | h135c28/75  | h135c85/30  | h135c85/45  | h135c85/60  | h135c85/75  |
| h225c-85/30 | h225c-85/45 | h225c-85/60 | h225c-85/75 | h225c-28/30 | h225c-28/45 | h225c-28/60 | h225c-28/75 |
| h225c28/30  | h225c28/45  | h225c28/60  | h225c28/75  | h225c85/30  | h225c85/45  | h225c85/60  | h225c85/75  |
| h315c-85/30 | h315c-85/45 | h315c-85/60 | h315c-85/75 | h315c-28/30 | h315c-28/45 | h315c-28/60 | h315c-28/75 |
| h315c28/30  | h315c28/45  | h315c28/60  | h315c28/75  | h315c85/30  | h315c85/45  | h315c85/60  | h315c85/75  |

因每個「實驗樣本」各由 3 個「色彩樣本」組成。若由該四個 H 數位值中，各任意抽取 3 個（可重複抽取），會產生附註 1 的 20 種「H 相互關係」排列方式。但根據 2-1 單元原理，將排列中的 3 個 H 數位值位置作更動，會讓受測者產生不同的配色感覺；所以需再將附註 1 的 20 種「H 相互關係」的各 3 個 H 數位值，各作位置更動，最後產生附註 2 的 64 種「H 相互關係」排列方式。記錄為 H(range1)

$\sim H_{(range\ 64)}$ 。同理，若由該四個 C 數位值中，各任意抽取 3 個，再各互作位置更動，最後產生附註 3 的 64 種「C 相互關係」排列方式，記錄為  $C_{(range\ 1)\sim C_{(range\ 64)}}$ 。再同理，若由該四個 L 數位值中，各任意抽取 3 個，再各互作位置更動，最後產生附註 4 的 64 種「L 相互關係」排列方式，記錄為  $L_{(range\ 1)\sim L_{(range\ 64)}}$ 。

接著將「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」的所有排列方式，互作交錯搭配。因每個「實驗樣本」都各自由 1 種「H 相互關係」搭配 1 種「C 相互關係」，再搭配 1 種「L 相互關係」所形成，故總共可組成  $64 \times 64 \times 64 = 262144$  個不同的「實驗樣本」。

### 3-1.2 「全部實驗樣本群集」分裂

接著利用「分裂式階層群集法 (Hierarchical Partitioning Clustering)」[14,15,16]，將「全部實驗樣本群集」分類成各具不同關係特性的「實驗樣本群集」。根據 2-1 原理，將「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」的相互搭配關係，對「全部實驗樣本群集」，進行階層群集分裂。經第一階層、第二階層第三階層群集分裂，結果共得到 98 個分支的「實驗樣本群集」。前期研究再選取群集分裂結果的其中 7 個「實驗樣本群集」為範例，進行「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」搜尋。搜尋結果如下：

1.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全相同、3 個 C 數位值全相同、3 個 L 數位值全不相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $4 \times 4 \times 24 = 384$  個「實驗樣本」屬於該群集。
2.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全相同、3 個 C 數位值全不相同、3 個 L 數位值全相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $4 \times 24 \times 4 = 384$  個「實驗樣本」屬於該群集。
3.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全不相同、3 個 C 數位值全相同、3 個 L 數位值全相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $24 \times 4 \times 4 = 384$  個「實驗樣本」屬於該群集。
4.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全相同、3 個 C 數位值全不相同、3 個 L 數位值全不相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $4 \times 24 \times 24 = 2304$  個「實驗樣本」屬於該群集。
5.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全不相同、3 個 C 數位值全相同、3 個 L 數位值全不相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $24 \times 4 \times 24 = 2304$  個「實驗樣本」屬於該群集。
6.  $H\text{□□□} C\text{□□□} L\text{□□□}$  群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的 3 個 H 數位值全不相同、3 個 C 數位值全不相同、3 個 L 數位值全相同)。經程式搜尋後，計搜尋到註 2 的  $H_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $H\text{□□□}$  關係、註 3 的  $C_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$  24 種  $C\text{□□□}$  關係、註 4 的  $L_{(range\ 1,14,51,64)}$  4 種  $L\text{□□□}$  關係相互搭配。結果總計有  $24 \times 24 \times 4 = 2304$  個「實驗樣本」屬於該群集。

27, 29, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 47, 53, 54, 57, 58) 24種C☐☐☐關係、註4的 $L$ (range 1, 14, 51, 64) 4種L☐☐☐關係相互搭配。結果總共計有 $24 \times 24 \times 4 = 2304$ 個「實驗樣本」屬於該群集。

7. H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 (該群集中的每個「實驗樣本」的3個H數位值全不相同、3個C數位值全不相同、3個L數位值全不相同)。經程式搜尋後, 計搜尋到註2的 $H$ (range 7, 8, 11, 12, 18, 20, 21, 24, 26, 27, 29, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 47, 53, 54, 57, 58) 24種H☐☐☐關係、註3的 $C$ (range 7, 8, 11, 12, 18, 20, 21, 24, 26, 27, 29, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 47, 53, 54, 57, 58) 24種C☐☐☐關係、註4的 $L$ (range 7, 8, 11, 12, 18, 20, 21, 24, 26, 27, 29, 31, 34, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 47, 53, 54, 57, 58) 24種L☐☐☐關係相互搭配。結果總共計有 $24 \times 24 \times 24 = 13824$ 個「實驗樣本」屬於該群集。

### 3-1.3 組成「配色調查樣本」

首先定義「配色調查樣本」。因為配色調查時, 通常每個「實驗樣本」僅讓受測者回答一個相關問題, 但每次配色調查, 不會僅出示1個「實驗樣本」供受測者觀看, 而會出示組合許多個相似特性條件的「實驗樣本」, 在配色調查過程, 由主持人按順序逐個出示, 供受測者觀看, 受測者每觀看一個「實驗樣本」, 需立即依題目順序填上觀察結果, 直到回答了所有調查題目止。以上過程具相似特性條件的許多個「實驗樣本」, 本文定義為一組「配色調查樣本」。若配色調查目的, 需要重複多次以上過程, 就需更多組相似特性的「實驗樣本」組成, 則稱為多組「配色調查樣本」。

因上述的搜尋, 是將各特性條件「實驗樣本群集」, 各拆成「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」三項分別說明。所以接著必須將搜尋結果的各種「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」, 交錯建構成各「實驗樣本群集」。若取H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐群集作實例說明; 組合方法是將H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐群集, 經程式搜尋後的4種「H相互關係」、4種「C相互關係」、24種「L相互關係」, 沿著H、C、L順序, 作樹狀結構展開的建構, 如圖5所示。未來只要順著圖5的H、C、L樹狀展開順序, 都能找到「實驗樣本群集」中的任一「實驗樣本」。

## 3-2 組成變數的合理控制

雖然以上的前期研究, 已提出「配色調查樣本」組成模式, 但若僅根據配色調查目的, 就要在所選取的「實驗樣本群集」中, 抽取合適的許多個「實驗樣本」組成「配色調查樣本」, 仍然太困難。因為相關變數仍太多。此時若想有效降低「配色調查樣本」組成的困難度, 可能需藉由組成變數的合理控制, 將一些不合理的排列結果, 在「配色調查樣本」組成之前, 就先將其刪除, 最後才能達到組成模式的簡化目的。

經過不斷重複測試結果, 發現“配色調查樣本均勻使用色彩樣本”是一項重要的組成變數控制, 且能達到組成簡化的目的。因為在配色調查過程, 「配色調查樣本」應均勻共用所有「色彩樣本」, 才算合理。於是本文後半部分, 就試圖控制“配色調查樣本均勻共用色彩樣本”該項組成變數, 希望經日研究推演後, 能有效大幅降低「配色調查樣本」組成的困難度。

### 3-2.1 組成的「實驗樣本」個數

首先探討由幾個「實驗樣本」組成一組「配色調查樣本」。大部分色彩調查都會依據色彩調查目的, 來考量由幾個「實驗樣本」組成「配色調查樣本」。可是除了色彩調查目的考量外, 還有下列因素會涉及「配色調查樣本」組成結果。

1. 前期研究(3-1-1單元)曾各選取4個H數位值、4個C數位值、4個L數位值, 共同組成 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 個「色彩樣本」。再由64個色彩樣本中, 任意選取3個「色彩樣本」組成1個「實驗樣本」。使得每個「實驗樣本」的3個色彩關係, 是屬於1種「H相互關係」搭配1種「C相互關係」, 再搭

配1種「L相互關係」的相互搭配關係。

2. 根據以上條件，(3-1-1單元)排列出64種「H相互關係」、64種「C相互關係」、64種「L相互關係」。若將全部64種「H相互關係」搭配全部64種「C相互關係」，再搭配全部64種「L相互關係」，會得到262144個「實驗樣本」的「全部實驗樣本群集」。
3. (3-1-2單元)接著依不同配色關係特性，進行「全部實驗樣本群集」的階層群集分裂。再由分裂後的配色關係特性「實驗樣本群集」中，抽取許多個「實驗樣本」組成「配色調查樣本」。使得每個參與「配色調查樣本」組成的「實驗樣本」，除了各自自身的「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」搭配關係外，也會涉及不同「實驗樣本」之間不同「H相互關係」的相互搭配關係、與不同「C相互關係」的相互搭配關係、與不同「L相互關係」的相互搭配關係。因為以上的「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」都是64個，而各自64個相互搭配的結果，應該是“64”的倍數個。

經以上的4項敘述，可以發現下列事實：

1. “64”該數字不斷重複出現。
2. 「色彩樣本」有64個，而單個「實驗樣本」各出示3個「色彩樣本」。因64與3的最小公倍數為 $64 \times 3 = 192$ 。表示若要讓64個「色彩樣本」，各均勻的出現，則每個「色彩樣本」要各出現“3”的倍數次數才可。同時也表示，當每個「實驗樣本」各出示3個「色彩樣本」時，「配色調查樣本」組成若要能均勻共用64個「色彩樣本」，其參與「配色調查樣本」組成的「實驗樣本」應該為“64”的倍數個。
3. 此時「配色調查樣本」組成所使用的全部「色彩樣本」次數，應是 $64 \times 3 = 192$ 的倍數次數，且每個「色彩樣本」均勻出現的次數都是“3”的倍數次數。

表示在前期研究的條件下，“64”的倍數個(即64、128、192……)「實驗樣本」，應是組成一組「配色調查樣本」的理想基數。基於單純原則，本文就採用64個「實驗樣本」組成一組「配色調查樣本」，當做範例。於是本文「配色調查樣本」組成的配色關係條件設定，整理如下：

1. 由上述交錯結構的「實驗樣本群集」中，各抽取64個「實驗樣本」組成一組「配色調查樣本」。
2. 此時每組「配色調查樣本」需均勻共用64個「色彩樣本」，且每個「色彩樣本」會各均勻出現3數次。

### 3-2.2 均勻共用色彩樣本原理

因「配色調查樣本」組成會涉及不同「實驗樣本」間的「H相互關係」相互搭配、與不同「實驗樣本」間的「C相互關係」相互搭配、與不同「實驗樣本」間的「L相互關係」相互搭配，和該三種搭配關係的相互交錯搭配。所以欲探討「配色調查樣本」“均勻共用色彩樣本”條件，最佳辦法，應由「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」三項的相互搭配順序為考慮基礎，才能根本解決問題。

1. 因上述設定由64個「實驗樣本」組成一組「配色調查樣本」，所以最合理的「配色調查樣本」組成方式，應該由4種「H相互關係」搭配4種「C相互關係」，再搭配4種「L相互關係」形成。而圖5的H□□□ C□□□ L×××群集的所有「實驗樣本」是由4種「H相互關係」、4種「C相互關係」和24種「L相互關係」，按H、C、L順序組成。表示圖5的4種「H相互關係」會全部被選取，圖5的4種「C相互關係」也會全部被選取；但圖5的24種「L相互關係」僅有4種會被選取。
2. 接著將被選取的4種「H相互關係」、4種「C相互關係」、4種「L相互關係」，試圖排列成「配色調查樣本」。圖6中有64個小格子，每個小格子代表1個「實驗樣本」。首先將所選取的4種「H相互關係」重複排列在64個格子中，因僅有4種「H相互關係」，而卻有64個小格子，表示每種「H相互關係」都會重複排列16次。再將所選取的4種「C相互關係」重複排列在64個格子中，表示每種「C相互關係」也都重複排列16次。再將所選取的4種「L相互關係」重複排列在64個格子中，

表示每種「L 相互關係」也都重複排列 16 次。

3. 可是將所選取的 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，各重複 16 次排列在圖 6 的 64 個小格子過程中，並非僅是任意重複排列而已。經屢次測試之後發現，若要達到“均勻共用色彩樣本”效果，應該讓以上 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，在重複排列過程，儘量達到排列間的最簡化結果。圖 7 即為其中一例：將 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，各依最簡單順序做秩序性的重複出現，且各自由不同方向開始排列。以下對圖 7 略作說明：

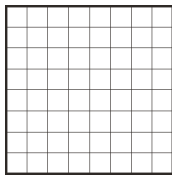
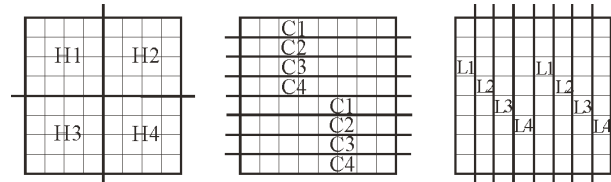


圖 6 64 個「實驗樣本」排列示意圖



4 種 H 相互關係  
的排列順序參考

4 種 C 相互關係  
的排列順序參考

4 種 L 相互關係  
的排列順序參考

圖 7 4 種 H、C、L 相互關係依秩序排列的順序參考範例

- 圖 7 左圖，將 64 個小格子區分成左上、左下、右上、右下四個區域，每個區域按順序各填入 1 種「H 相互關係」。表示左上區域的 16 個小格子都填入第 1 種「H 相互關係」，右上區域的 16 個小格子都填入第 2 種「H 相互關係」，左下區域的 16 個小格子都填入第 3 種「H 相互關係」，右下區域的 16 個小格子都填入第 4 種「H 相互關係」。
  - 圖 7 中圖，將 64 個小格子區分成上下 8 個區域，每個區域按順序各填入 1 種「C 相互關係」。表示第 1、第 5 區域的 16 個小格子都填入第 1 種「C 相互關係」，第 2、第 6 區域的 16 個小格子都填入第 2 種「C 相互關係」，第 3、第 7 區域的 16 個小格子都填入第 3 種「C 相互關係」，第 4、第 8 區域的 16 個小格子都填入第 4 種「C 相互關係」。
  - 圖 7 右圖，將 64 個小格子區分成左右 8 個區域，每個區域按順序各填入 1 種「L 相互關係」。表示第 1、第 5 區域的 16 個小格子都填入第 1 種「L 相互關係」，第 2、第 6 區域的 16 個小格子都填入第 2 種「L 相互關係」，第 3、第 7 區域的 16 個小格子都填入第 3 種「L 相互關係」，第 4、第 8 區域的 16 個小格子都填入第 4 種「L 相互關係」。
  - 因為圖 7 的左圖、中圖、右圖排列方式，讓 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，在彼此相互排列過程，可以儘量減少互相重複的機會，而達到排列間的最簡化結果。
4. 除外，尚有 1 個小問題待解決。如附註 5 的表 2、表 3「配色調查樣本」，都符合圖 7 的最簡化排列法。可是表 2 的 64 個「實驗樣本」可均勻共用 64 個「色彩樣本」，但表 3 的 64 個「實驗樣本」卻仍無法均勻共用 64 個「色彩樣本」。若仔細觀察，會發現兩者最大的不同，是表 2 和表 3 的各 4 種「L 相互關係」的 L 數位值關係方式不同。

若將表 2、表 3「配色調查樣本」的 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，各排成一列（圖 8、圖 9），互作比較，將會有下列發現：

- 圖 8（表 2）、圖 9（表 3）的第 1 列示意圖比較。表 2、表 3 的各第 1 個 H 數位值（最右邊數位值）都完全不同；表 2、表 3 的各第 2 個 H 數位值（中間數位值）也都完全不同；表 2、表 3 的各第 3 個 H 數位值（最左邊數位值）也都完全不同。
- 圖 8（表 2）、圖 9（表 3）的第 2 列示意圖比較。表 2、表 3 的各第 1 個 C 數位值都完全不同；表 2、表 3 的各第 2 個 C 數位值也都完全不同；表 2、表 3 的各第 3 個 C 數位值也都完全不同。
- 圖 8（表 2）、圖 9（表 3）的第 3 列示意圖比較。雖表 2、表 3 的各第 2 個 L 數位值（中間數位值）都完全不同；但表 2 的各第 1 個 L 數位值完全不同，表 3 的各第 1 個 L 數位值（最右邊數位值）卻



不完全不同；且表 2 的各第 3 個 L 數位值完全不同，而表 3 的各第 3 個 L 數位值（最右邊數位值）卻也不完全不同。

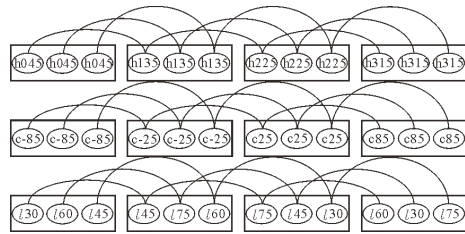


圖 8 表 2 的 H、C、L 相互關係之比較範例

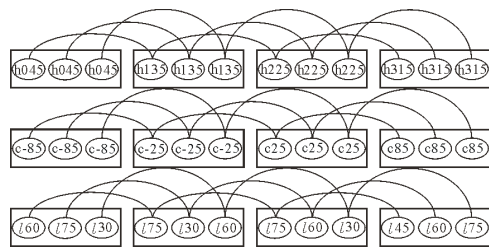


圖 9 表 3 的 H、C、L 相互關係之比較範例

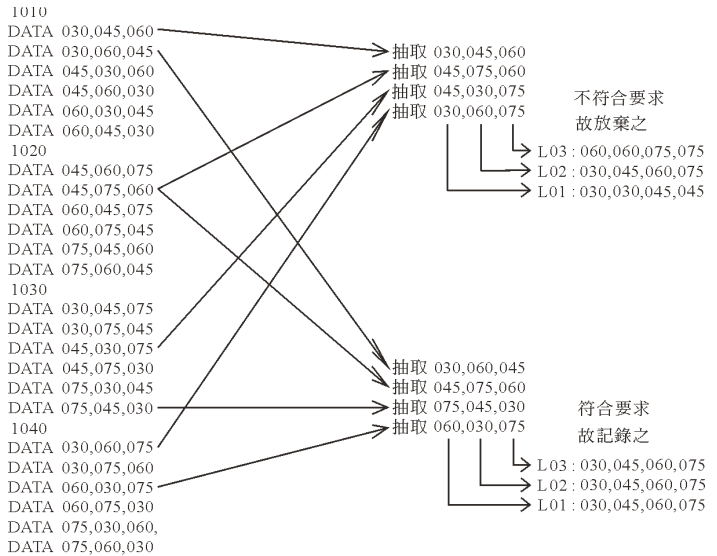


圖 10 符合圖 8 條件的 4 種「L 相互關係」之程式搜尋比對過程圖

經圖 8 (表 2) 和圖 9 (表 3) 互作比較後，於是可得到下列結果：

- a. 因為圖 8 (表 2) 的各 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」的第 1 個數位值都完全不同、第 2 個數位值也都完全不同、第 3 個數位值也都完全不同。將如此條件的各 4 種「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」，搭配圖 7 的最簡化排列，會使得「配色調查樣本」的組成結果，符合“均勻共用色彩樣本”的條件設定。
  - b. 可是圖 9 (表 3) 的 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」的第 1 個數位值、或第 2 個數位值、或第 3 個數位值，有無法符合“完全不同”的情形。若將如此條件的各 4 種「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」，即使搭配圖 7，仍無法達到最簡化排列的目的。
5. 接著檢查 H□□□ C□□□ L☒☒☒ 群集的各 4 種「H 相互關係」、「C 相互關係」、「L 相互關係」的數位值關係。
- a. H□□□ C□□□ L☒☒☒ 群集僅有 4 種「H 相互關係」，當 4 種「H 相互關係」全部被選取時，也恰巧符合圖 8 條件要求。
  - b. H□□□ C□□□ L☒☒☒ 群集僅有 4 種「C 相互關係」，當 4 種「C 相互關係」全部被選取時，也恰巧符合圖 8 條件要求。
  - c. 可是 H□□□ C□□□ L☒☒☒ 群集有 24 種「L 相互關係」。因表 2 是選取計 4 的  $L_{(range\ 18,31,45,36)}$  4 種「L 相互關係」參與排列，而該 4 種「L 相互關係」恰巧符合圖 8 條件要求。可是表 3 是選取計 4 的  $L_{(range\ 57,39,53,24)}$  4 種「L 相互關係」參與排列，而該 4 種「L 相互關係」的第 1 個數位值、第 2 個數位值、第 3 個數位值、第 4 個數位值，並不完全不同，無法符合圖 8 條件的要求，結果造成「配色調查樣本」組成條件的不符合。

### 3-2-3 4 種相互關係的搜尋

若考慮 3-2-2 原理，會發現範例的七類群集具有下列共同特性：

1. 當群集具 H□□□ 特性時 (3 個 H 數位值全相同)，僅有 4 種「H 相互關係」類型，即計 2 的  $H_{(range\ 1,14,51,64)}$ 。可以直接選取該 4 種「H 相互關係」參與「配色調查樣本」組成，且組成結果將符合

圖 8 條件要求。

- 當群集具  $C \square \square \square$  特性時 (3 個 C 數位值全相同)，僅有 4 種「C 相互關係」類型，即註 3 的  $C_{(range\ 1,14,51,64)}$ 。可以直接選取該 4 種「C 相互關係」參與「配色調查樣本」組成，且組成結果將符合圖 8 條件要求。
- 當群集具  $L \square \square \square$  特性時 (3 個 L 數位值全相同)，僅有 4 種「L 相互關係」類型，即註 4 的  $L_{(range\ 1,14,51,64)}$ 。可以直接選取該 4 種「L 相互關係」參與「配色調查樣本」組成，且組成結果將符合圖 8 條件要求。
- 當群集具  $H \square \square \square$  特性時 (3 個 H 數位值全不同)，會有 24 種「H 相互關係」類型，即註 2 的  $H_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$ 。當由以上 24 種「H 相互關係」，抽取 4 種，參與「配色調查樣本」組成時，可能產生符合圖 8 條件的組成結果，也可能產生不符合圖 8 條件的組成結果。所以有必要進一步討論，如何由 24 種中抽取符合圖 8 條件的 4 種「H 相互關係」。
- 當群集具  $C \square \square \square$  特性時 (3 個 C 數位值全不同)，會有 24 種「C 相互關係」類型，即註 3 的  $C_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$ 。當由以上 24 種「C 相互關係」，抽取 4 種，參與「配色調查樣本」組成時，可能產生符合圖 8 條件的組成結果，也可能產生不符合圖 8 條件的組成結果。所以也有必要進一步討論，如何由 24 種中抽取符合圖 8 條件的 4 種「C 相互關係」。
- 當群集具  $L \square \square \square$  特性時 (3 個 L 數位值全不同)，會有 24 種「L 相互關係」類型，即註 4 的  $L_{(range\ 7,8,11,12,18,20,21,24,26,27,29,31,34,36,38,39,41,44,45,47,53,54,57,58)}$ 。當由以上 24 種「L 相互關係」，抽取 4 種，參與「配色調查樣本」組成時，可能產生符合圖 8 條件的組成結果，也可能產生不符合圖 8 條件的組成結果。所以也有必要進一步討論，如何由 24 種中抽取符合圖 8 條件的 4 種「L 相互關係」。

整理以上，可得知，僅有 4 種相互關係類型者，只要直接選取，就能符合圖 8 條件。但若有 24 種相互關係類型者，必須再進一步做搜尋。於是利用附註 6 程式，對 24 種「H 相互關係」、24 種「C 相互關係」、24 種「L 相互關係」進行搜尋。為節省篇幅，僅以「L 相互關係」程式搜尋為範例。

程式搜尋說明如下。程式搜尋比對過程如圖 10 示意圖。

- 程式 1010 至 1040：記錄了 24 種「L 相互關係」。其中 1010 是將  $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 、 $L_{60}$  三個 L 數位值，互作位置更動的結果。1020 是將  $L_{45}$ 、 $L_{60}$ 、 $L_{75}$  三個 L 數位值，互作位置更動的結果。1030 是將  $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 、 $L_{75}$  三個 L 數位值，互作位置更動的結果。1040 是將  $L_{30}$ 、 $L_{60}$ 、 $L_{75}$  三個 L 數位值，互作位置更動的結果。
- 程式 200：讀取程式 1010 至 1040 的 24 種「L 相互關係」的各 3 個 L 數位值。
- 程式 500：依順序，在四個區域內，每次各抽取 1 種「L 相互關係」，互作比對。如果參與互作比對的 4 種「L 相互關係」的第 1 個位置的 L 數位值全不同、且第 2 個位置的 L 數位值全不同、且第 3 個位置的 L 數位值全不同，則將參與互作比對的 4 種「L 相互關係」記錄下來；否則放棄。程式就根據如此原理，將 1010 至 1040 四個區域內的各 6 個「L 相互關係」，全部依順序互作比對和記錄。

搜尋結果，發現計有 24 種排列方法，符合圖 8 條件要求，分別占 4 記錄成 24 行。以下取 4 的第 1 行記錄為例說明：

- 表 4 第 1 行右邊欄位，記錄了「11, 24, 38, 57」。第 1 位數值“11”，表示程式蒐尋結果，恰符合附註 4 的  $L_{(range\ 11)}$  排列，即「 $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 、 $L_{60}$ 」；於是將「 $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 、 $L_{60}$ 」記錄占表 4 第 1 行的第 2 個欄位。第 2 位數值“24”，表示程式蒐尋結果，恰符合附註 4 的  $L_{(range\ 24)}$  排列，即「 $L_{45}$ 、 $L_{60}$ 、 $L_{75}$ 」；於是將「 $L_{45}$ 、 $L_{60}$ 、 $L_{75}$ 」記錄占表 4 第 1 行的第 3 個欄位。第 3 位數值“38”，表示程式蒐尋結果，恰符合附註 4 的  $L_{(range\ 38)}$  排列，即「 $L_{75}$ 、 $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 」；於是將「 $L_{75}$ 、 $L_{30}$ 、 $L_{45}$ 」記錄占表 4 第 1 行的第 4 個欄位。第 4 位數值“57”，表示程式蒐尋結果，恰符合附註 4 的  $L_{(range\ 57)}$  排列，即「 $L_{60}$ 、 $L_{75}$ 、 $L_{30}$ 」；於是將「 $L_{60}$ 、 $L_{75}$ 、 $L_{30}$ 」記錄占表 4 第 1 行的第 5 個欄位。

2. 表 4 第 1 行至 5 個欄位的記錄，表示經程式搜尋後，發現「L30、L45、L60」( $L_{(range\ 11)}$ )、「L45、L60、L75」( $L_{(range\ 24)}$ )、「L75、L30、L45」( $L_{(range\ 38)}$ )、「L60、L75、L30」( $L_{(range\ 57)}$ )4 種「L 相互關係」，可符合圖 8 的條件要求。表示未來可選取該 4 種「L 相互關係」，參與「配色調查樣本」組成最簡化排列。
3. 表 4 第 2 行至第 24 行的記錄方法，與第 1 行記錄方法完全相同。
4. 以上表示，當群集具 L☐☐☐ 特性時，要由 24 種「L 相互關係」中抽取 4 種參與組成，僅有表 4 的 24 行排列方法，才能符合圖 8 的條件要求。

根據相同原理、相同方法，當群集具 H☐☐☐ 特性時，也僅有附註 7 表 5 的 24 種排列方法。當群集具 C☐☐☐ 特性時，也僅有附註 8 表 6 的 24 種排列方法。

表 4 符合圖 8 條件的 4 種「L 相互關係」之搜尋結果記錄

| 編排順序           | 第 1 種 L 關係  | 第 2 種 L 關係  | 第 3 種 L 關係  | 第 4 種 L 關係  | 編排順序           | 第 1 種 L 關係  | 第 2 種 L 關係  | 第 3 種 L 關係  | 第 4 種 L 關係  |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 11, 24, 38, 57 | L30、L45、L60 | L45、L60、L75 | L75、L30、L45 | L60、L75、L30 | 21, 44, 26, 39 | L45、L60、L30 | L60、L45、L75 | L30、L75、L45 | L75、L30、L60 |
| 11, 58, 08, 53 | L30、L45、L60 | L60、L75、L45 | L45、L30、L75 | L75、L60、L30 | 21, 44, 38, 27 | L45、L60、L30 | L60、L45、L75 | L75、L30、L45 | L30、L75、L60 |
| 11, 54, 08, 57 | L30、L45、L60 | L75、L60、L45 | L45、L30、L75 | L60、L75、L30 | 21, 58, 12, 39 | L45、L60、L30 | L60、L75、L45 | L30、L45、L75 | L75、L30、L60 |
| 11, 54, 29, 36 | L30、L45、L60 | L75、L60、L45 | L45、L75、L30 | L60、L30、L75 | 21, 47, 26, 36 | L45、L60、L30 | L75、L45、L60 | L30、L75、L45 | L60、L30、L75 |
| 18, 31, 45, 36 | L30、L60、L45 | L45、L75、L60 | L75、L45、L30 | L60、L30、L75 | 34, 24, 45, 27 | L60、L30、L45 | L45、L60、L75 | L75、L45、L30 | L30、L75、L60 |
| 18, 44, 29, 39 | L30、L60、L45 | L60、L45、L75 | L45、L75、L30 | L75、L30、L60 | 34, 31, 12, 53 | L60、L30、L45 | L45、L75、L60 | L30、L45、L75 | L75、L60、L30 |
| 18, 47, 08, 57 | L30、L60、L45 | L75、L45、L60 | L45、L30、L75 | L60、L75、L30 | 34, 31, 45, 20 | L60、L30、L45 | L45、L75、L60 | L75、L45、L30 | L30、L60、L75 |
| 18, 47, 29, 36 | L30、L60、L45 | L75、L45、L60 | L45、L75、L30 | L60、L30、L75 | 34, 47, 29, 20 | L60、L30、L45 | L75、L45、L60 | L45、L75、L30 | L30、L60、L75 |
| 07, 44, 26, 53 | L45、L30、L60 | L60、L45、L75 | L30、L75、L45 | L75、L60、L30 | 41, 24, 26, 39 | L60、L45、L30 | L45、L60、L75 | L30、L75、L45 | L75、L30、L60 |
| 07, 58, 12, 53 | L45、L30、L60 | L60、L75、L45 | L30、L45、L75 | L75、L60、L30 | 41, 24, 38, 27 | L60、L45、L30 | L45、L60、L75 | L75、L30、L45 | L30、L75、L60 |
| 07, 58, 45, 20 | L45、L30、L60 | L60、L75、L45 | L75、L45、L30 | L30、L60、L75 | 41, 31, 38, 20 | L60、L45、L30 | L45、L75、L60 | L75、L30、L45 | L30、L60、L75 |
| 07, 54, 12, 57 | L45、L30、L60 | L75、L60、L45 | L30、L45、L75 | L60、L75、L30 | 41, 54, 08, 27 | L60、L45、L30 | L75、L60、L45 | L45、L30、L75 | L30、L75、L60 |

### 3-3 變數控制的結果

3-3.1 研究結果的實例推演：仍以 H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集為範例。

1. 圖 5 的 H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集共有  $4 \times 4 \times 24 = 384$  個「實驗樣本」。
2. 接著在 H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集的 384 個「實驗樣本」中，抽取 64 個「實驗樣本」，組成一組「配色調查樣本」。但組成「配色調查樣本」的 64 個「實驗樣本」中，所出示的  $64 \times 3 = 192$  個色彩，必須均勻共用 64 個「色彩樣本」。表示每個「色彩樣本」各被均勻使用 3 次數。
3. 此時「配色調查樣本」的組成，是由 4 種「H 相互關係」搭配 4 種「C 相互關係」，再搭配 4 種「L 相互關係」所形成。而 H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集的「H 相互關係」屬於 H☐☐☐ 特性，可直接作選取；「C 相互關係」屬於 C☐☐☐ 特性，也可直接作選取；「L 相互關係」屬於 L☐☐☐ 特性，卻計有如表 4 的 24 行選取法。
4. 於是直接選取所有的 4 種「H 相互關係」（即註 2 的  $H_{(range\ 1,14,51,64)}$ ）。再直接選取所有的 4 種「C 相互關係」（即註 3 的  $C_{(range\ 1,14,51,64)}$ ）。再由表 4 的 24 行中，選取其中 1 行排列方式的 4 種「L 相互關係」。本文暫採用表 4 的第 1 行排列方式為例（即註 4 的  $L_{(range\ 11,24,38,57)}$ ）。
5. 然後將選取的 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，根據圖 7 的最簡化原則排列。4 種「H 相互關係」依圖 7 左圖圖示法排列，4 種「C 相互關係」依圖 7 中圖圖示法排列，4 種「L 相互關係」依圖 7 右圖圖示法排列。H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集經上述過程推演結果，將可得到完全符合本文研究目的要求的「配色調查樣本」組成，如附註 9 的表 5。

若依序再將其他六個「實驗樣本群集」範例，根據相同方法作推演，結果也可陸續得到完全符合本文研究目的的另外六組「配色調查樣本」組成。

### 3-3.2 組成變數控制前後的比較

接著比較研究前後的效果，亦即檢查組成變數控制後，是否真能大幅簡化「配色調查樣本」的組成困難度。以下再取H□□□ C□□□ L××× 群集，作比較說明：

1. 變數控制前（3-1單元），群集是由4種「H相互關係」、4種「C相互關係」、24種「L相互關係」相互搭配成  $4 \times 4 \times 24 = 384$  個「實驗樣本」所組成。若由384個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{384} = 384! / (384-64)! = 384 \times 383 \times 382 \cdots \cdots \times 321$  種組成方式。當時若僅根據配色調查目的，就要在  $384 \times 383 \times 382 \cdots \cdots \times 321$  種組成方式中，找到符合目的的合適組成，將相當困難。
2. 變數控制後，雖然群集仍由4種「H相互關係」、4種「C相互關係」、24種「L相互關係」相互搭配的  $4 \times 4 \times 24 = 384$  個「實驗樣本」所組成。可是在組成變數控制過程，我們直接選取僅有的4種「H相互關係」參與排列，表示「H相互關係」僅有1種選取法。同時也直接選取僅有的4種「C相互關係」參與排列，表示「C相互關係」也僅有1種選取法。而在24種「L相互關係」中，利用程式搜尋，僅找到頭4的24種排列組合，表示「L相互關係」僅有24種選取法。
3. 經「配色調查樣本均勻共用色彩樣本」的組成變數控制後，發現已由原先的  $384 \times 383 \times 382 \cdots \cdots \times 321$  種組成方式，變成僅剩24種組成方式。未來要在24種組成方式中，找到符合目的的合適組成，將相當容易。況且此時的「配色調查樣本」能均勻共用所有「色彩樣本」，使得「配色調查樣本」組成結果，更合理性、更符合實務需要。

為了進一步證明該組成變數控制的有效性，再簡略的將其他6個「實驗樣本群集」範例，作組成變數控制前後的比較。比較結果如表8所示。

1. H□□□ C××× L□□□ 群集由4種「H相互關係」、24種「C相互關係」、4種「L相互關係」相互搭配成  $4 \times 24 \times 4 = 384$  個「實驗樣本」所組成。若由384個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{384} = 384! / (384-64)! = 384 \times 383 \times 382 \cdots \cdots \times 321$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有1種選取法，「C相互關係」僅有24種選取法，「L相互關係」僅有1種選取法。結果共僅有  $1 \times 24 \times 1 = 24$  種「配色調查樣本」組成方式。
2. H××× C□□□ L□□□ 群集由24種「H相互關係」、4種「C相互關係」、4種「L相互關係」相互搭配成  $24 \times 4 \times 4 = 384$  個「實驗樣本」所組成。若由384個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{384} = 384! / (384-64)! = 384 \times 383 \times 382 \cdots \cdots \times 321$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有24種選取法，「C相互關係」僅有1種選取法，「L相互關係」僅有1種選取法。結果共僅有  $24 \times 1 \times 1 = 24$  種「配色調查樣本」組成方式。
3. H□□□ C××× L××× 群集由4種「H相互關係」、24種「C相互關係」、24種「L相互關係」相互搭配成  $4 \times 24 \times 24 = 2304$  個「實驗樣本」所組成。若由2304個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{2304} = 2304! / (2304-64)! = 2304 \times 2303 \times 2302 \cdots \cdots \times 2241$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有1種選取法，「C相互關係」僅有24種選取法，「L相互關係」僅有24種選取法。宜注意，此時「C相互關係」的選取，與「L相互關係」的選取，是互獨立的。因為只要在24種「C相互關係」中選取1種，接著再在24種「L相互關係」中選取1種，再搭配原有的1種「H相互關係」選取法，參與組成即可。所以結果共僅有  $24 + 24 = 48$  種「配色調查樣本」組成方式。
4. H××× S□□□ B××× 群集由24種「H相互關係」、4種「C相互關係」、24種「L相互關係」相互搭配成  $24 \times 4 \times 24 = 2304$  個「實驗樣本」所組成。若由2304個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{2304} = 2304! / (2304-64)! = 2304 \times 2303 \times 2302 \cdots \cdots \times 2241$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有24種選取法，「C相互關係」僅有1種選取法，「L相互關係」僅有24種選取法。結果共僅有  $24 + 24 = 48$  種「配色調查樣本」組成方式。

5. H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集由24種「H相互關係」、24種「C相互關係」、4種「L相互關係」相互搭配成  $24 \times 24 \times 4 = 2304$  個「實驗樣本」所組成。若由2304個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{2304} = 2304! / (2304 - 64)! = 2304 \times 2304 \times 2302 \dots \times 2241$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有24種選取法，「C相互關係」僅有24種選取法，「L相互關係」僅有1種選取法。結果共僅有  $24 + 24 = 48$  種「配色調查樣本」組成方式。
6. H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集由24種「H相互關係」、24種「C相互關係」、24種「L相互關係」相互搭配成  $24 \times 24 \times 24 = 13824$  個「實驗樣本」所組成。若由13824個「實驗樣本」中，抽取64個組成「配色調查樣本」，共計有  $P_{64}^{13824} = 13824! / (13824 - 64)! = 13824 \times 13823 \times 13822 \dots \times 13761$  種組成方式。但經組成變數控制後，「H相互關係」僅有24種選取法，「C相互關係」僅有24種選取法，「L相互關係」僅有24種選取法。結果共僅有  $24 + 24 + 24 = 72$  種「配色調查樣本」組成方式。

表 8 組成變數控制前後的比較

| 配色特性群集            | 群集的實驗樣本數                         | 變數控制前的組成種類   | 變數控制後的組成種類         |
|-------------------|----------------------------------|--|--------------------|
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $4 \times 4 \times 24 = 384$     | $384 \times 383 \times 382 \dots \times 321$         | $24 \times 1 = 24$ |
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $4 \times 24 \times 4 = 384$     | $384 \times 383 \times 382 \dots \times 321$         | $24 \times 1 = 24$ |
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $24 \times 4 \times 4 = 384$     | $384 \times 383 \times 382 \dots \times 321$         | $24 \times 1 = 24$ |
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $4 \times 24 \times 24 = 2304$   | $2304 \times 2304 \times 2302 \dots \times 2241$     | $24 \times 2 = 48$ |
| H☐☐☐ S☐☐☐ B☐☐☐ 群集 | $24 \times 4 \times 24 = 2304$   | $2304 \times 2304 \times 2302 \dots \times 2241$     | $24 \times 2 = 48$ |
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $24 \times 24 \times 4 = 2304$   | $2304 \times 2304 \times 2302 \dots \times 2241$     | $24 \times 2 = 48$ |
| H☐☐☐ C☐☐☐ L☐☐☐ 群集 | $24 \times 24 \times 24 = 13824$ | $13824 \times 13823 \times 13822 \dots \times 13761$ | $24 \times 3 = 72$ |

## 四、結論與建議

1. 既然經過檢驗結果，已證明“配色調查樣本均勻共用色彩樣本”該項組成變數控制，可有效大幅簡化「配色調查樣本」的組成結果。於是就可延續前期研究，整理出完整的「配色調查樣本」組成模式：
  - a. 首先擬定配色調查欲達成的目的。
  - b. 根據配色調查目的，選取適當的H數位值、C數位值、L數位值，組成色彩樣本。
  - c. 由所選取的H、C、L數位值，整理出所有「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」。
  - d. 由所整理出的「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」，交錯搭配成「全部實驗樣本群集」。
  - e. 根據「H相互關係」的搭配關係、「C相互關係」的搭配關係、「L相互關係」的搭配關係，對「全部實驗樣本群集」進行3階層的群集分裂。分裂結果的各「實驗樣本群集」內的各「實驗樣本」，都具備相同配色關係特性。
  - f. 根據配色調查目的，選取符合目的的配色關係特性「實驗樣本群集」。
  - g. 決定各由幾個「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」搭配成一組「配色調查樣本」。此時的各「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」個數應相同（以下以n個作說明）。
  - h. 由所選取的「實驗樣本群集」中，搜尋符合圖8條件的各n個「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」。
  - i. 由搜尋結果中，選擇其中1種排列方式。該種排列方式，應各包括n個「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」。
  - j. 將所選擇排列方式的各n個「H相互關係」、「C相互關係」、「L相互關係」，參考圖7的最簡化排列模式作組成，即達成「配色調查樣本」的組成結果。

2. 因為當初前期研究 (3-1-1 單元)，僅選取 4 個 H 數位值、4 個 C 數位值、4 個 L 數位值，共同組成  $4 \times 4 \times 4 = 64$  個「色彩樣本」。使得 3-2 單元的推論結果，會由“64”的倍數個「實驗樣本」，組成一組「配色調查樣本」。表示當初 H 數位值、C 數位值、L 數位值的選取數量，除了直接影響「色彩樣本」的組成數量外，也直接影響組成「配色調查樣本」的「實驗樣本」數量。
3. 因為當初前期研究 (3-1-1 單元)，僅選取 3 個「色彩樣本」組成 1 個「實驗樣本」。使得 3-2 單元的推論結果，每組「配色調查樣本」均勻使用「色彩樣本」，會有“3”的倍數次數。表示當初選用幾個「色彩樣本」組成「實驗樣本」，會直接影響本來每個「色彩樣本」被均勻使用的次數。
4. 因為當初前期研究 (3-1-2 單元)，僅選取七類群集作範例說明。為了範例說明的延續性，本文也延續該七類群集為範例說明。可是該七類群集都屬於「HO」、「CO」、「LO」、「HX」、「CX」、「LX」特性條件的組成。當屬於「HO」、「CO」、「LO」特性條件時，會各出現 4 個選擇項，可直接選取。當屬於「HX」、「CX」、「LX」特性條件時，會各出現 24 個選擇項，此時必須參考本文 3-2-3 單元的步驟，選取 4 個符合圖 8 條件的選擇項，才能參與組合「配色調查樣本」。可是前期研究，將所有實驗樣本群集，共計分成 98 個具不同特性條件的群集，除了範例說明的七類群集外，其餘都至少包含 1 項「H $\Delta$ 」、「C $\Delta$ 」、「L $\Delta$ 」特性條件；而具備「H $\Delta$ 」或「C $\Delta$ 」或「L $\Delta$ 」特性條件的不同群集，究竟會出現幾個選擇項供選取，且每個選擇項的 H 數位值、C 數位值、L 數位值，究竟又如何？在前期研究和本文都未曾探討。所以本來作者尚需補足該部分缺少的資料。
5. 當群集具備「HX」或「CX」或「LX」特性條件時，會各出現 24 個選擇項供選取，此時必須在 24 個選擇項中，選取 4 個符合圖 8 條件的選擇項，才能參與「配色調查樣本」組合。經 3-2-3 單元的程式搜尋後，發現表 4、表 5、表 6 各有 24 行排列方式，可供選取，可是本文僅取第 1 行排列方式，參與範例組成。假若當初取用表 4、表 5、表 6 的其他行排列方式，參與範例組合，其「配色調查樣本」組合結果，將與本文的組合範例完全不同。
6. 在 3-2-2 單元曾發現，若要讓「配色調查樣本」組合，能均勻共用 64 個「色彩樣本」，必須將 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，在交錯搭配過程，各自不同方向作排列組合，如圖 7 的左圖、中圖、右圖，就是其中 1 個範例。可是要將 4 種「H 相互關係」、4 種「C 相互關係」、4 種「L 相互關係」，由不同方向作排列組合的方法很多。若當初 3-2-2 單元不採用圖 7 的排列方向，而採用其他不同方向的排列組成方法，其最後的「配色調查樣本」組成結果，也將完全不同。
7. 綜合以上 6 項敘述，又發現本文研究的另一項優點：當根據配色調查目的，選取符合目的的組成方式時，其實並不僅是表 8 所示的種類選擇而已，只要再搭配以上 6 項敘述的變數異動，就能提供更靈活、更具彈性的「配色調查樣本」組成選擇。而以上 6 項敘述的變數無論如何異動，都不會影響本文研究的「配色調查樣本」組成步驟。
8. 因前期研究與本文的最主要目的，是希望能藉助有限篇幅，儘量詳細說明「系統化的配色調查樣本組成模式」，故前期研究與本文都僅選取其中七個群集為範例；而文中的相關程式，也僅針對內需說明需要繕寫而已。可是除了該七個群集範例外，尚有更多的群集或其他問題，文中並無法做詳細解析。因此作者本來將逐步針對其他群集或其他相關問題，陸續提出詳細研究說明，本來文中亦會再針對不同內需需要，分別提出不同的相關搜尋程式。等本來所有群集和所有問題都逐一解析清楚後，作者將整理文中所有相關程式，利用 Visual Basic 編寫互動式視窗軟體。本來色彩調查取樣時，只需利用滑鼠點選和數字鍵入，就能輕易得到符合研究目的的「配色調查樣本」組成。

## 參考文獻

1. 大田壽著，陳鴻興、陳碧彥譯，1993，“基礎色彩再現工程”，全華科技圖書公司，p.23。
2. 大田昭雄、河原次介著，北野圖書公司譯，1996，“色彩與配色”，新形象出版事業有限公司，pp.57-59。
3. 同註 2，p.29。
4. 林文昌，1990，“色彩計劃”，藝術圖書公司，pp.44-45。
5. 管仲其，1990，“色彩體系之研究”，pp.9-10。
6. 鄭國裕，林盤聳，1991，“色彩計劃”，藝風堂，pp.32-33。
7. 顏光良，2006，“配色調查樣本之色彩交錯搭配關係研究”，〈中華民國設計學會設計學報〉，第 11 卷第 1 期，pp.102-103。
8. 同註 7，pp.101-117。
9. 同註 7，p.103，p.105。
10. 同註 7，pp.105-114。
11. 羅樹君，1991，“印刷色度學”，印刷科技雜誌社，pp.153-156。
12. 同註 11，pp.159-162。
13. 同註 11，pp.182-186。
14. Chen, M. S., Han, J., and Yu, P. S., 1996, "Data mining : An Overview from a Database Perspective." IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 8, No.6, pp.116-138.
15. Ester, M., Kriegel, H. P., Sander J., and Xu, X., 1996, "A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise." Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Knowledge Discovery and Data mining, pp.226-231.
16. Wang, W., Yang, J., and Muntz, R., 1997, "STING: a statistical information grid approach to spatial data mining." Proc. 23<sup>rd</sup> Int. Conf. On Very Large Data Bases (VLDB), pp.186-195.
17. Wyszecki G. and Stiles W. S., 1982, "Color Science: Concept and Methods, Quantitative Data and Formulae", 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons., New York.





# The Model of Color Coordinate Census Samples Equally Using Color Samples

Guang-Liang Yen

Department of Arts and Crafts, Tung-Fang Institute of Technology  
e-mail: glyan@mail.tf.edu.tw

(Date Received : May 24, 2005 ; Date Accepted : August 27, 2006)

## Abstract

When human see several colors they don't perceive single color only, they also have contrast colors perception about hue, chroma, and value at the same time. It means people can perceive the results of color coordinates by hue, chroma, and value mutually contrast relations. According to above relations supposed people see three colors, the author built color coordinate "experimental samples group" in a former study(2004), and then sampled many proper experimental samples from the group to comprise "color coordinate census samples". Finally the author proposed the model of "color coordinate census samples" in the former study.

However according to census purpose to derive proper "experimental samples", which from "experimental samples group", to comprise "color coordinate samples" is still difficult because of too many relevant variables. In this respect, the purpose of this study is to make the compositive variables under controlling properly, and develops a systematic modified composition model. Hopefully that can reduce difficulties of "color coordinate census samples" composition.

Through repeated test, we can find that "color coordinate samples equally using color samples" is a vital variable control. It also can simplify the composition of samples. So this study controls the vital variable under the composition model of "color coordinate census samples" which provided from former study. Thus we can eliminate inapposite results before the formation of "color coordinate census samples", and largely simplify its composition model.

Keywords: Color coordinate census sample, Experimental sample, Color sample

