

# 有彩物体色の明るさ評価

(サンプリング効果について)

Evaluation of Brightness for Chromatic Object Colors (On Sampling Effect)

○側垣博明 高浜幸太郎 井田志津世 境 聰 納谷嘉信  
H.Sobagaki K.Takahama S.Ida S.Sakai K.Nayatani  
(電総研・大阪ライレクトロニクス研究センター) (大阪電気通信大学)

## 【はじめに】

無彩色と有彩色の刺激値  $Y$  が同一でも、両者の明るさ知覚は異なることが知られている。この現象は Helmholtz-Kohlrausch 効果あるいは Brightness / Luminance (B/L) 効果と呼ばれている。有彩色の明るさ知覚は色味成分からの寄与があると考えられ、異色明るさマッチに関する多くの研究があり<sup>1-3</sup>、CIE TC 1-03 (Models of Heterochromatic Brightness Matching) でも研究が進められている。

筆者らは前報<sup>4</sup>において、有彩色の明るさはサンプルの白黒味および色味の線形結合、すなわち、

$$Q_n = a_0 + a_1 Q_c + a_2 C \quad (1)$$

で表せるという仮説を立てた。そして、これを検証するため NCS サンプルを用いた明るさマッチおよび Wyszecki<sup>1</sup> による有彩色タイルの明るさマッチのデータ等を分析した。これら両データに基づく(1)式の色味  $C$  の係数  $a_2$  は両者とも大きな差はなかった。しかし、サンプルの白黒味  $Q_c$  の係数  $a_1$  は大きな差を示した。これは両実験に使用されたサンプルの明度範囲の違いに起因すると考えられた。一方、理論的には(1)式において  $C = 0$  のサンプルを考えると、 $Q_c$  の係数  $a_1$  は 1 となることが期待される。

そこで筆者らは(1)式で使用すべき係数の値を検討するため、サンプルの色味  $C$  および白黒味  $Q_c$  に関する変量をそれぞれ変化させた2つのサンプル・シリーズを選定して、各シリーズにおける有彩色の明るさ評価に関する実験を計画した。以下、その結果を報告する。

## 【方法】

マンセル色票とグレースケールの直接比較による明るさマッチを次の実験条件で行なった。

**実験 I** : サンプルは明度 6 一定、クロマ可変のシリーズで 40 色相のクロマ 1 から 12 の計 214 個を選定した。

**実験 II** : サンプルはクロマ 6 一定、明度可変のシリーズで 40 色相の明度 2 から 9 の計 235 個を選定した。

以下の条件は実験 I, II ともに同一である。

照明 : D<sub>65</sub> 近似の蛍光ランプ。照度 : 1,000 Lx。背

景 : N 6。サンプルの大きさ : 縦 1.4cm × 横 5.5cm の N 6 の台紙に 1.4cm × 1.8cm の有彩色を張り付けた。  
グレースケール : 縦 26cm × 横 4cm の N 6 の台紙に有彩色と同じ大きさの無彩色 N 4 から 0.25 ステップで N 8 の計 17 個を張り付けた。照明および観測条件 : 0° / 45°。観測者 : 正常色覚の男女各 1 名。

## 【結果】

**実験 I** : 明度 6 一定、クロマ可変のシリーズに対する明るさマッチを 2 名の観測者が日を変えて 5 回繰り返した。有彩色の等明るさ軌跡は次の手順で求めた。サンプルの  $x, y, Y$  値より非線形色知覚モデル<sup>5</sup>より導かれる白黒味  $Q_c$  と色味  $C$  を算定する。明るさマッチの対応灰色サンプルのマンセル明度  $V_N$  を視感反射率  $Y$  に変換しモデル応答  $Q$  を求め、これを  $Q_n$  と表した。各サンプルの  $Q_n$  および  $Q_c, C$  を用いて係数  $a_0, a_1, a_2$  を最小自乗近似で推定する。これらの結果を表 1 に示す。

表 1 実験 I で求められた係数と相関係数  $r$

観測者	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$r$
SS	7.4029	0.1096	0.1278	0.852
SI	8.3890	0.1248	0.1069	0.831

サンプルの色度値  $x, y$  と同サンプルに対する明るさ推定値  $\hat{Q}_N$  を  $Y$  値に変換し  $Y/Y_0$  値を  $x, y$  色度図上に置点した。ここで、 $Y_0$  値は明度 6 の無彩色サンプルに対応する  $Y$  値である。そして、等しい  $Y/Y_0$  値を結び、等明るさ軌跡を求めた。図 1 a, b にその結果を示す。

**実験 II** : クロマ 6 一定、明度可変のシリーズに対する明るさマッチを 7 回繰り返した。明るさマッチの対応灰色サンプルのマンセル明度  $V_N$  値を各色群 R, YR, Y, ..., P, RP 等に集約し平均値  $\bar{V}_N$  を求めた。例えば、色群 R には 10RP, 2.5R, 5R, 7.5R, 10R を含めた。そして、マンセル明度毎に各色群の  $\bar{V}_N$  値を置点した。その結果を図 2 a, b に示す。実験 I と同様の手順で(1)式の係数を求めた。その結果を表 2 に示す。

表 2 実験 II で求められた係数と相関係数  $r$

観測者	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$r$
SS	-0.7675	1.0736	0.0160	0.942
SI	5.9780	1.0163	-0.1439	0.954

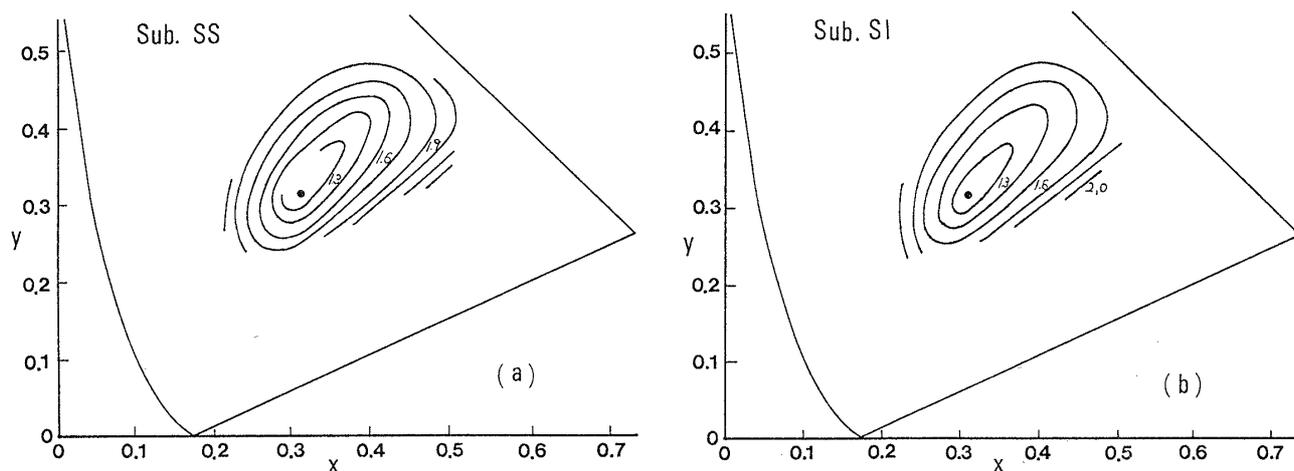


図1 実験Ⅰ (マンセル・バリュー一定、クロマ可変のサンプル・シリーズ) により得られた有彩色の等明るさ軌跡。 図中の数値は  $Y/Y_0$  値を表す。 図中の (a) は被験者 S S, (b) は被験者 S I を示す。

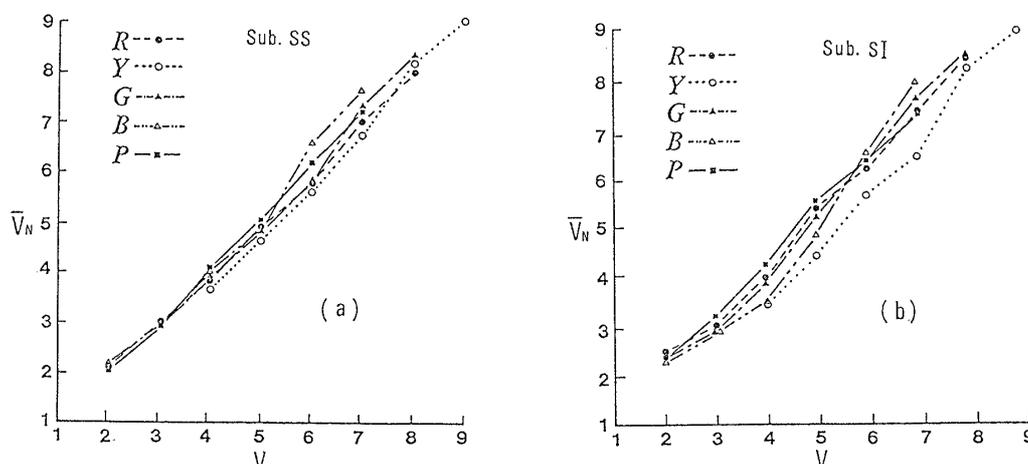


図2 実験Ⅱ (マンセル・クロマ一定、バリュー可変のサンプル・シリーズ) により得られたマンセル・バリュー  $V$  と有彩色の明るさ評価値  $\bar{V}_n$  の関係。 図中の (a) は被験者 S S, (b) は被験者 S I を示す。

### 【検討】

**実験Ⅰ:** 図1 a, b および表1の係数  $a_0, a_1, a_2$  は前報<sup>1)</sup>で得られた結果と類似である。係数  $a_1$  の値は理論的に1となることが期待されるが、両観測者ともに0.11と0.12と小さい。これは明度一定、クロマ可変のサンプル・シリーズを選定したため、白黒味  $Q_c$  から明るさへの寄与が適切でないことを示唆している。一方、係数  $a_2$  は両観測者ともに0.13と0.11で安定である。

**実験Ⅱ:** 図2 a, b は色相 R, Y, G, B, P とともに傾斜  $45^\circ$  の直線上にある。表2の係数  $a_1$  は期待どおりほぼ1である。しかし、係数  $a_2$  は観測者毎に大きく異なり推定精度の悪さを示している。

実験ⅠおよびⅡの結果から、有彩色の明るさ推定式は特定のサンプル群に対して適用できるとしても、一般的な条件に対する使用は注意を要する。実験的

および理論的考察より有彩色の明るさ応答は次式で推定されると思われる。

$$\hat{Q}_n = a_0 + 1 \cdot Q_c + 0.12 \cdot C \quad (2)$$

### 【おすび】

1. 有彩色の明るさに対する予測式の係数  $a_1, a_2$  はサンプリングに依存する。それゆえ、適用条件を考慮して使用すべきである。
2. 実験的および理論的考察より有彩色の明るさは近似的に(2)式で推定されると思われる。

### 【引用文献】

1. Wyszecki他: Color Science, 2nd, 416(1982)
2. Ware他: The report to CIE TC-1.3(1983)
3. 佐藤他: 第3回色学コンファレンス, 3-2(1986)
4. 納谷他: 色学誌, Vol.12, No.1, 4(1988)
5. 納谷他: C R A, Vol.12, 231(1987)