

130. J I S 演色性試験色の試験光源の下での見え方と均等色空間におけるメトリック量との比較

難波英嗣 樋山秀敏 黒田厚志 荒川真澄 得能かおり 池田統一
(東京理科大学)

1. はじめに

演色性とは光源からの光が色の見え方に及ぼす特性のことである。光源の演色性を評価するために、J I S において 15 色の演色性試験色が勧告されている。演色性試験色 No. 1~No. 8 は中明度で中彩度の色で物体色の平均的な代表であり、平均演色評価数を求めるために用いる。No. 9~No. 12 は赤、黄、緑、青の代表的な高彩度色で、No. 13 と No. 14 はそれぞれ西洋人の平均的な女性の肌色、オリーブの葉の色である。また No. 15 は日本人の平均的な女性の肌色を表している。

C I E では演色評価のために均等色空間 $U^*V^*W^*$ を勧告し、C I E の技術委員会に均等色空間 $L^*a^*b^*$ が提案されているが、いずれの色空間も色を正確に表すには至っていない。当研究室では既に色を正確に表す新均等色空間 NC-III C を開発している。そこで、本研究では現用光源の下における J I S 演色性試験色を用いて、従来の色空間と新色空間 NC-III C のメトリック量と知覚量の比較を行った。

2. 新均等色空間 NC-III C

色空間 NC-III C は補正関数 k_1, k_2 が導入されており、人の目の特性である反対色応答における Y-B 応答と R-G 応答を直交させ、かつ、非線形性が考慮されている。新均等色空間 NC-III C の式を以下に示す。

$$L^* = 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$a^* = k_1 k_2 a'' \quad (\text{Nonlinear R-G response})$$

$$b^* = k_1 k_2 b'' \quad (\text{Nonlinear Y-B response})$$

$$a'' = 255 \Gamma [(X/X_0)^{1/3} - \gamma (Y/Y_0)^{1/3} + (1-\gamma)(Z/Z_0)^{1/3}]$$

$$b'' = 255 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

$$\Gamma = 2.614040, \quad \gamma = 0.974180$$

$$k_1 = 1 - 0.10153 [1 + 0.210 \sin(\theta - \theta_0)]^8$$

(Y-B opponent non linearity)

$$k_2 = 1 - 0.00264 [1 - 1.830 \cos(\theta - \theta_0)]^4$$

(R-G opponent non-linearity)

$$\theta = \tan^{-1}(b''/a'') = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

$$\theta_0 = 6.6^\circ$$

3. 実験手順

実験手順のフローチャートを図 1 に示す。また実験装置を図 2 に示す。キセノンランプ (標準昼光 D65)、白熱電球 (標準の光 A)、蛍光灯三波長型 EX-N、蛍光灯温白色 WW の 4 つの光源の下で、被験者 3 人が実験を 5 回ずつ計 15 回色の見え方の評価を行った。

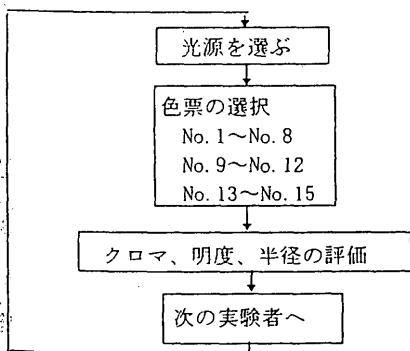


図 1 実験手順のフローチャート

実験装置には、明度 6 の無彩色 (N6) の背景が設置されており、中心照度は約 1000 [lx] に設定してある。

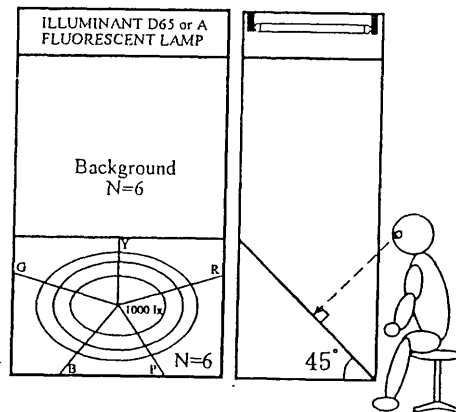


図 2 実験装置

4. 実験方法

マンセル表色系の定義に準直に従った指示をする。色相、明度、クロマの評価は、明度 6 の紙面上で行うものとする。また紙面にはあらかじめ、基本色相の 5 軸が等位相毎に、同心円が半径 5 cm 毎に描かれている。

一色相、クロマの評価一

- (1) 純粋に赤、黄、緑、青、紫と想う色を想定し、それらを基本色相とする。色相環上の周上で色票の色相が該当すると思う位置に色票を置く。
- (2) 紙面上の中心からの距離は半径 5 cm をクロマ 2 とする。色票のクロマが該当すると思う位置に色票を置く。

一明度の評価一

- (1) グレースケールを明度の基本とする。
- (2) 色票の明度が該当すると思われる明度を示す。

5. 実験結果

演色性試験色 15 色を測色し、色空間 NC-III C と色空間 $L^*a^*b^*$ 、色空間 $U^*V^*W^*$ における 4 種類の光源の下におけるメトリック量を求めた。これらの物理量と、実験結果の知覚量の平均値との対比を図 3 に示す。グラフは ●▲■ が知覚量の平均を表し、○△□ が各空間におけるメトリック量を表す。また丸印が演色性試験色の No. 1~No. 8、三角印が No. 9~No. 12 四角印が No. 13~No. 15 の色票を示す。表 1 に次式で算出した値を示す。

$$\Delta E = [\sum \{(a_{p,i} - a_{c,i})^2 + (b_{p,i} - b_{c,i})^2\} / 15]^{1/2}$$

$a_{p,i}, b_{p,i}$: 主観評価値からの算出値
 $a_{c,i}, b_{c,i}$: 各色空間におけるメトリック量

Comparison between the appearance of test colour chart for specifying colour rendering properties in JIS and the metric quantities of uniform colour spaces

Hideetsugu Namba, Hidetoshi Hiyama, Atsushi Kuroda, Masumi Arakawa, Kaori Tokunoh and Koichi Ikeda

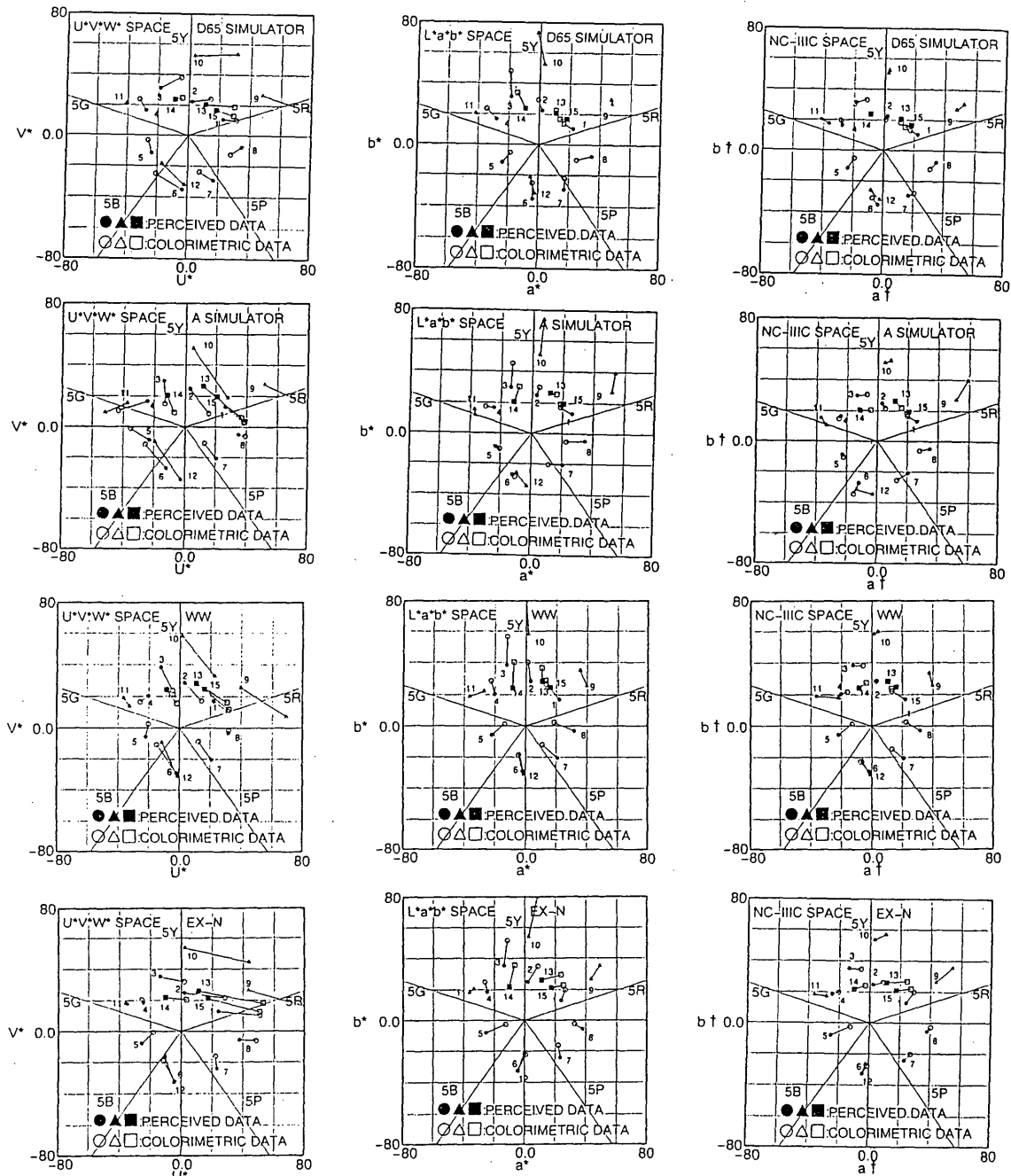


図3 新均等色空間NC-IIIICと従来の均等色空間におけるメトリック量と知覚量の対比

(●○: 演色性試験色No. 1~No. 8, ▲△: No. 9~No. 12, ■□: No. 13~No. 15)

表1 主観評価した心理量と各色空間におけるメトリック量との差

	U*V*W*	L*a*b*	NC-IIIIC
Xenon Lamp	17.37	10.10	5.26
A	26.78	10.11	7.21
WW	19.12	13.74	8.20
EX-N	26.11	12.52	8.90

なお、標準昼光D65と標準の光Aの光源の分光分布はJISデータを、蛍光灯温白色WWと蛍光灯三波長型EX-Nの分光分布はそれぞれ東芝ライテック(株)、松下電器産業(株)がらいただいたデータを用いた。

6 結論

色空間L*a*b*においてはいずれの光源の下においてもメトリック量の方が知覚量に比べて、クロマがY方向に大きく歪むことがわかる。また色空間U*V*W*はメトリック量と知覚量が大きく異なり、色を忠実に表しているとはいえない。新色空間NC-IIIICにおいては、表1からも明らかかなように従来の色空間に比べ、主観評価値とメトリック量のずれが小さい。以上の結果からNC-IIIIC空間は、人間の知覚量を忠実に表すことができ、色差も正確に算出可能であると考えられるため、CIEの提唱する色空間よりも、演色性評価に適していると言える。

7 謝辞

この研究の試料光源として用いた蛍光灯とデータを提供いただいた、松下電器産業(株)の橋本 健次郎氏、東芝ライテック総合研究所の瀧田 隆義氏に厚く御礼申し上げます。