

色差の研究

川上元郎*

Studies of Colour Difference

Genor KAWAKAMI

Using the neighbourhood of the five colours defined by the CIE Guideline for coordinated research on colour-difference evaluation, the perceived colour differences of 90 pairs per one of the five colours are estimated subjectively by means of ratio estimation method under standard illuminant D 65, and are compared with their colorimetric ones in the CIE 1976 $L^*a^*b^*$. The 90 pairs are divided into 3 groups including 30 kinds of hue differences, of value differences and of chroma differences. Also illuminant D 65 is realized by a special fluorescent lamp.

As a result, any perceived hue differences of the red group are smaller than ones of the other groups, and any perceived chroma differences of the yellow group are smaller than ones of the other groups.

1. 緒言

国際照明委員会 (CIE) の推奨し、日本工業規格 (JIS) で制定した CIE 1976 $L^*a^*b^*$ (CIELAB) 色空間は CIE 1976 $L^*u^*v^*$ (CIELUV) 色空間と同様に、その空間の均等性に問題がある。

何故ならば、JISZ 8721 (三属性による色の表示方法) で制定されている定マンセル・ヒュー及び定マンセル・クロマを CIELAB の a^*-b^* 色度図及び CIELUV の u^*-v^* 色度図に打点した場合に、蜘蛛の巣の様な網目の形状は図 1 及び図 2 に示される様に、必ずしも均等に整然としていないからである。

CIE の技術委員会 1-08 色差の評価 (Technical Committee 1-08: Colour Difference Evaluation)

では終局的に、現在推奨され、JIS でも制定されている、CIELAB 及び CIELUV の公式よりも優

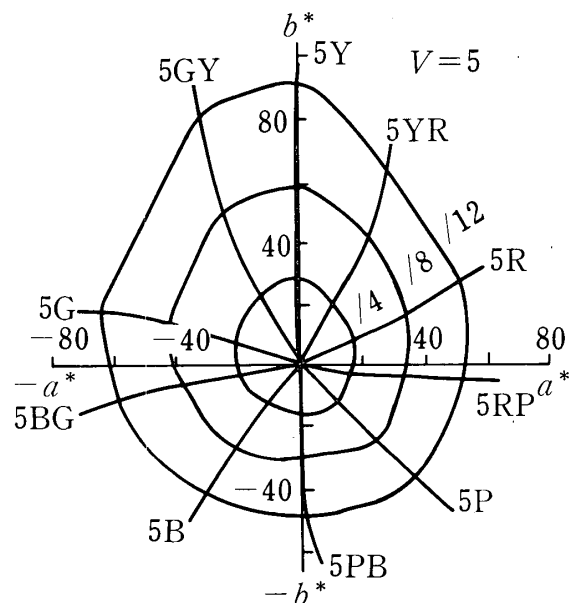


Fig. 1 CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) color space

* 電子工学科教授
昭和 60 年 9 月 11 日 受理

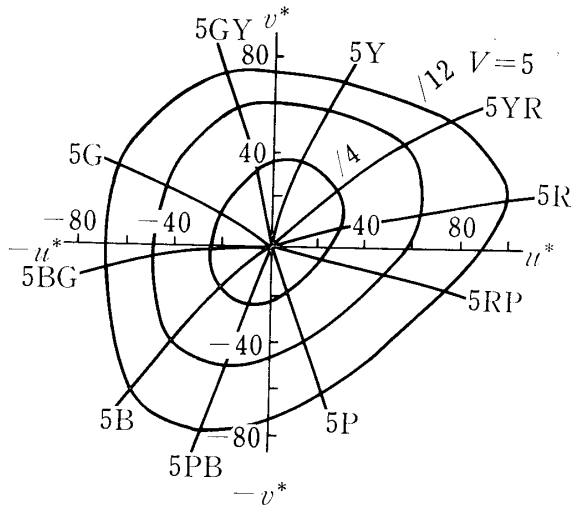


Fig. 2 CIE 1976 ($L^*u^*v^*$) space

れた推奨公式を導出するように、色差の評価についての国際協力研究を奨励し、調整している。

それ故に、筆者はその国際照明委員会の TC1-08 のメンバーの一人として、若干の基本的な視感的評価を国際協力実験中である。これはそれらの中間報告で、昭和 60 年 6 月 16 日から 22 日の間、フランスのモンテロルロ市で開催された国際色彩学会大会 (AIC Monte Carlo Congress) で発表された内容の一部である。

2. 実験手続

色差の評価の研究を調整する為に CIE が決議した Guideline に適合する 5 色 (赤, 黄, 緑, 青及び灰) の近傍に色の差を示す色対を、比例尺度法 (ratio estimation method) によって視感的に実験した。これらの色票は日本色彩研究所によって製作された。

2.1 観察の条件

観察視野については図 3 に図示されている。色対の寸法は東京理科大学の池田らの実験に用いられた物²⁾と全く等しい。この配慮により将来、池田らのデータと筆者のデータとを比較する事が出来る。下段の色対は標準とされる色の差を示し、上段の色対の色の差とその大きさが比べられる。

それら各々の色対は中灰色のカード (マンセル・バリュウ=7.3 : 90×55 mm) A 及び B に夫々糊

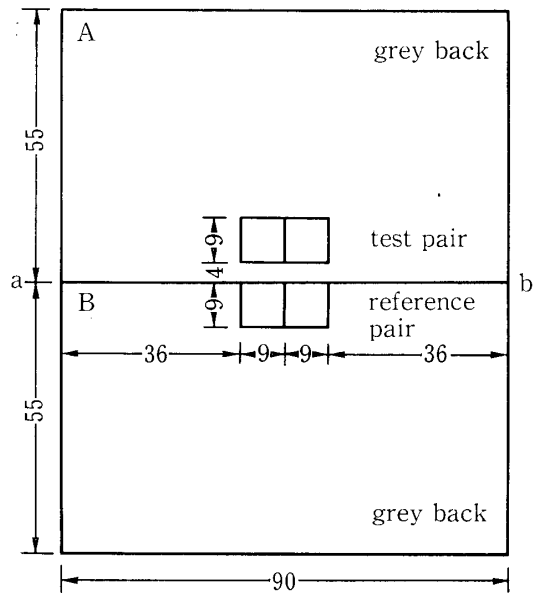


Fig. 3 Visual field (mm)

付されている。両カードは境界線 a-b に沿って併置されている。

観察者は下段の標準色対の色の差 (約 2 CIELAB 色差単位) の大きさと上段の色対の色の差の大きさととの比率を答える。4 回の観察者の答を平均して測定データとする。

2.2 照明の条件

観察視野は株式会社東芝の森らに開発された螢

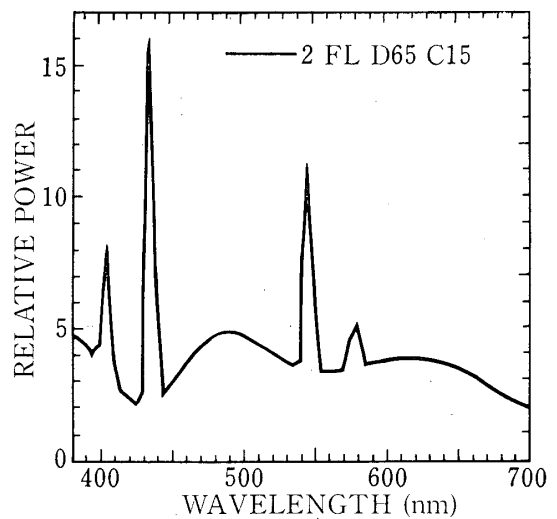


Fig. 4 Spectral distribution curve of D 65 lamp measured by Dr. Mori of Toshiba Co.

光ランプ³⁾によって実現された D65 で照射されている。そのランプの分光分布曲線を図 4 に示す。そして4本のこのランプは図 5 に示す様なブ

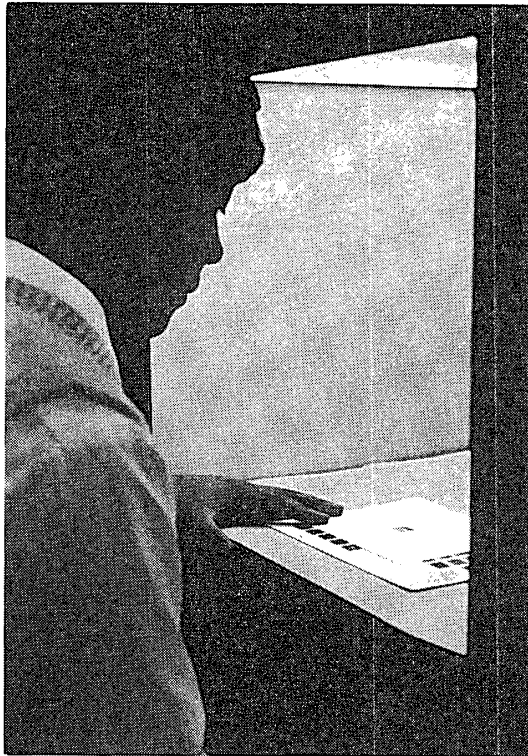


Fig. 5 Condition of observation

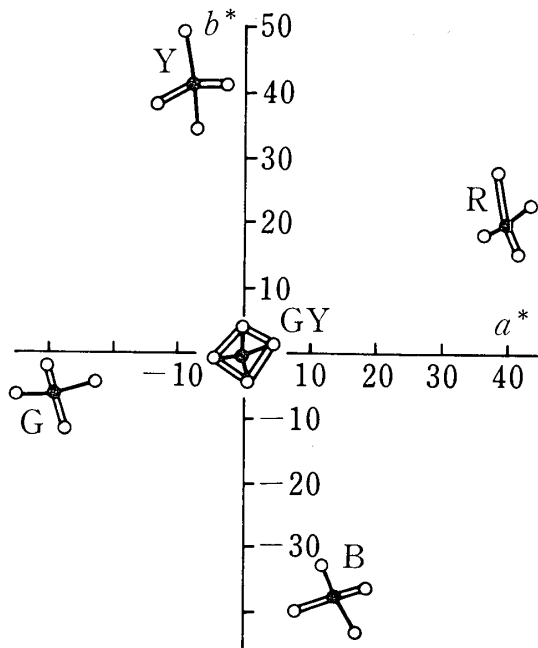


Fig. 6 a^*-b^* diagram of each colour groups
=: hue series, -: chroma series

ース (奥 610×幅 618×高 618 mm) の天井に取付られている。色対上の照度は約 1500 lx, 灰色の背景の輝度は 190 cd/m², そして灰色の背景に対する目の順応は 5 分間行った。

2.3 色対の種類

図 6 には評価用として用いられた各グループの色票の位置を a^*-b^* 色度図に示したものである。各グループの中心色は CIE が決議した Guideline に適合した 5 色である。これらの色を用いて、各種の色差を現した 90 の色対が、30 種ずつの色相差群, 明度差群及び彩度差群の三つに分割されている。そしてそれらの群内には CIELAB 色差 0.5 から 10.0 の間の色対がランダムに用意されている。

3. 得られた結果

測色色差 (CCD), 即ち CIELAB 色差で表わされた値と知覚色差 (PCD), 即ち視感評価によって定められた値との間の関係が、色相, 明度並びに彩度の各群について得られた。

例として観察者 J. K の黄の彩度の分を図 7 に示す。この実線の傾斜は 1 より小さい。言い換えれば, CCD の歩度は PCD の歩度に比べて大きい事を示している。

二人の観察者によって得られた回帰線の全ての傾斜を表に示す。その中には 1 より大きい傾斜も

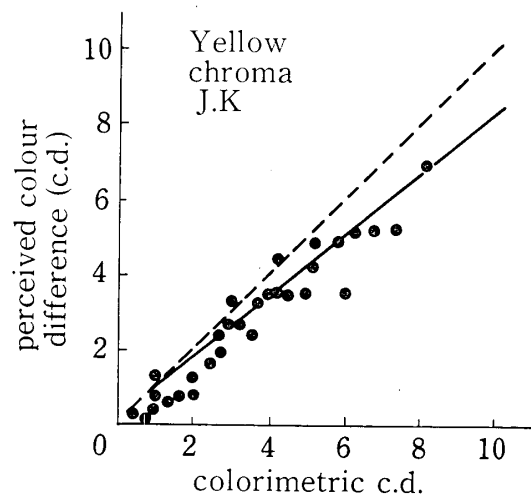


Fig. 7 Example of scatter diagram.

捜し得る.

4. 考 察

表に示されたデータを用いて、各色（赤，黄，緑，青及び灰）の傾斜が図 8 に描かれている。「 m 」は傾斜の値を示し、破線は両観察者のその平均値を示す。 $m=1$ の場合は測色色差は知覚色差と一致するので、その均等性は大変良好であると言える。しかし、 $m \neq 1$ の場合は、色空間の均等性は必ずしもよくないことを示す。

Table 1 Slopes of regression lines.

colour	A	observers	
		R. T	J. K
R	H	0.65	0.77
	V	1.75	1.60
	C	1.35	1.91
Y	H	1.77	1.23
	V	1.62	1.46
	C	0.66	0.81
G	H	0.99	0.41
	V	1.48	1.53
	C	1.05	1.24
B	H	0.75	1.13
	V	1.61	1.13
	C	1.05	1.38
Gy	H	0.92	0.63
	V	0.97	0.62
	C	0.91	0.99

A : attribution of colour, H : hue, V : value, C : chroma

その点では、無彩色（白，灰，黒）を除いて、明度群の傾斜は何れの色も 1 より大きい。言い換えれば、測色明度差は知覚明度差に比して小さく見られている。

色相群について綿密な検討をすると、赤及び緑の何れの傾斜値 m も 0.71 と 1 より小さく、黄については逆に 1.50 と大きい。そして又、彩度群の場合は、赤が 1.63 と大きく、黄が 0.74 と小さい。

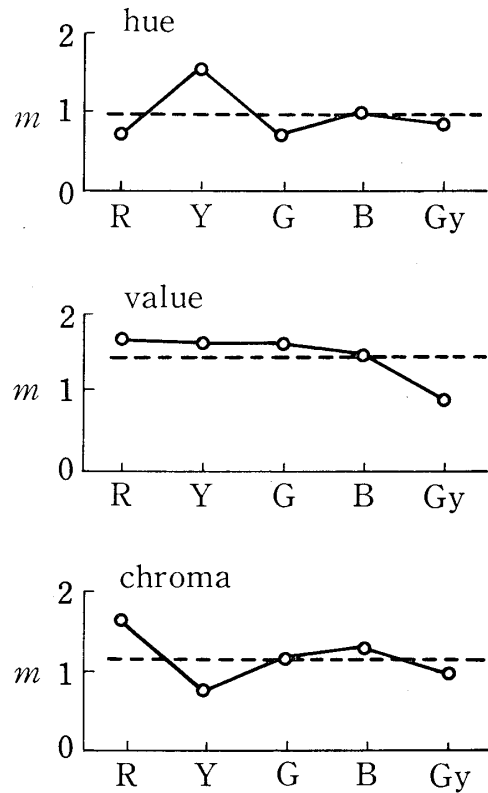


Fig. 8 Each slope by colours

5. 結 論

上記の様な検討の結果、CIELAB 色空間は赤及び黄の領域の均等性を欠くという事が立証され

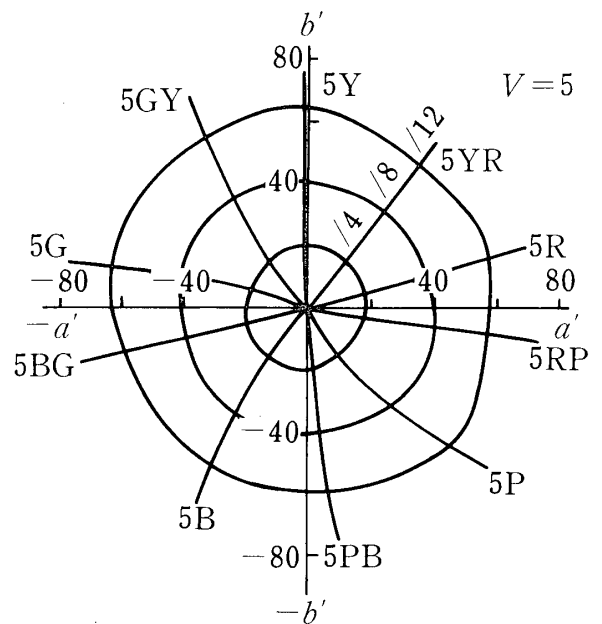


Fig. 9 JCRI 1975 ($L^*a'b'$) space

た。

この度の調査には CIELAB が測色色差に用いられたが、図 1 に示されている様に、本質的に CIELAB 色空間は必ずしも均等ではない。

筆者はその均等性を改良する為に以前に CIELAB を修正する事を試みている⁴⁾。その結果を図 9 に示す。これは「JCRI (1975 $L^*a'b'$) 色空間」と呼ばれている。

この色空間は CIELAB よりも均等性がよいので、将来これによる調査を試みる必要がある。

6. 謝 辞

本研究を進めるに際して、種々有益な助言と討論を賜った日本色彩研究所の小松原仁氏に、色票

の準備、実験実施に協力して下さった戸部里香さん（本学卒業生：株式会社東芝勤務）に、また本研究を国際色彩学会大会で発表が出来るように渡航の便宜を計って戴いた大学当局に対し、深甚なる感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) A. R. Robertson, Color Research and Application 3, 149 (1978).
- 2) K. Ikeda et al, J. Light & Vis. Env. 6, 31 (1982).
- 3) L. Mori et al, Proceeding 20th Session Amsterdam 1983, D 111/1 (1983).
- 4) G. Kawakami et al, J. Light & Vis. Env. 2, 33 (1978).