

図1は6名の被験者の 100 Lux 及び 10 Lux の照度レベルでの共通空間の 1-2 次元における 布置である。図2は 1 Lux の共通空間の布置である。図3は 0.1 Lux, 図4は 0.01 Lux において求められた共通空間を示す。図中の点線による囲いは明度 6, 彩度 8 の色票布置を結んだものである。これを見ると, 100 及び 10 Lux の照度レベルではほぼマンセルの色環の布置が再現されていることが分る。1 軸は黄—紫の軸, 2 軸は赤—緑青の軸と解釈することができる。照度が 1 Lux, 0.1 Lux と下るにつれて黄—紫と思われる軸方向が縮んできている様子がうかがわれる。また, 赤色系の色は赤—緑青の方向と思われる軸方向に沿って暗く感じる方向へ, 青色系の色はより明るく感じる方向にかたまるように布置されている。0.01 Lux になると殆んど色が見えず, 明るさの差だけを感じる世界で, 布置も直線に近くなっている。

100 Lux 及び 10 Lux の照度レベルで求められた 3 軸の布置は色の明るさの順に 3 軸に沿って変化していることから, 3 軸は明るさの軸であると言える。全ての照度

レベルにわたって 18 色の色の明るさの見えの変化を求めたところ, 照度が低くなるにつれて, 青色系の色はより明るく, 赤色系の色はより暗く感じてくるという, いわゆるプルキンエ現象の変化の様子がとらえられた。

#### 参考文献

- 1) Indow, T. and Uchizono, T., Multidimensional mapping of Munsell colors varying in hue and chroma. J. Exp. Psychol., 1960, 59, 321-329.
- 2) Carroll, J. D., INDSCAL, In S. S. SCHIFFMAN (ed.), Introduction to Multidimensional Scaling. Academic Press, 1980.
- 3) Carroll, J. d. and Chang, J. J., Analysis of individual differences in multidimensional scaling via an N-way generalization of Eckart-Young decomposition, Psychometrika, 1970, 35, 283-319.

## 条件等色物体の分光反射率曲線の交点

### Intersections of spectral reflectance curves of metameric colors

大田 登\*

Noboru Ohta

条件等色対の分光反射率曲線は, 可視波長域で少なくとも 3 回交差する。交点の数が最少で 3 であることは, 理論的に証明されているが, その交点の位置は理論的には決定されておらず, 依然として研究の対象となっている。

例えば Thornton は, コンピューターによって多数の条件等色対を発生させ, それらの交点の分布を調べた。その結果, 3 つの交点の位置は極めて狭い波長域に限定され, それらは各々  $448 \pm 4\text{nm}$ ,  $537 \pm 3\text{nm}$ ,  $612 \pm 8\text{nm}$  であるとした。一方, Wyszecki と筆者は, いろいろな方法で条件等色対を発生させて交点分布を調べた所, 交点は Thornton の主張するよりも広い波長域に分布し, その分布形態は条件等色対の発生方法に依存することを示した。

筆者は交点の分布形態を最終的に決定するために, 線形計画法を用いて更にこの問題を深く考察した。計算の結果, 予期した通り, 3 つの交点の波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  は広い波長域に分布していることが見出された。しかし, その分布は可視波長域で全く自由と言う訳でなく, 次の領域に限定されることも判明した。

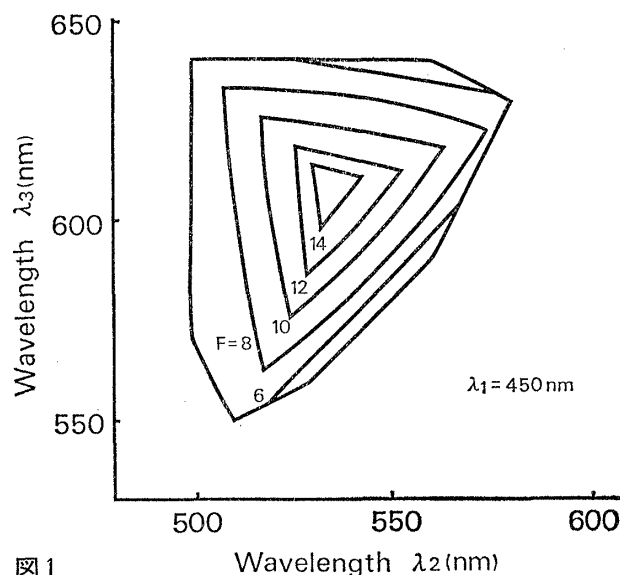


図 1

$$\begin{aligned} 430\text{nm} \leq \lambda_1 \leq 480\text{nm} \\ 500\text{nm} \leq \lambda_2 \leq 580\text{nm} \\ 550\text{nm} \leq \lambda_3 \leq 640\text{nm} \end{aligned} \quad (1)$$

上記の分布領域内で, 位置によって条件等色対に何等かの特徴があるかを調べるために, 条件等色指数を計算

\* 富士写真フィルム㈱足柄研究所

した。条件等色指数 $F$ の定義方法としてはいろいろあるが、最も単純な

$$F = \sum_i |\Delta\rho_i| \quad (2)$$

を用いた。但し、 $i$ は離散値でとった波長を示し、 $\Delta\rho_i$ は波長 $i$ における条件等色対の分光反射率の差である。

式(1)の領域で条件等色指数 $F$ の変化を計算すると、図1の結果が得られた。図1から $F$ の最大値は

$$\lambda_1 = 450\text{nm} \quad \lambda_2 = 540\text{nm} \quad \lambda_3 = 610\text{nm} \quad (3)$$

で得られ、この波長は Thornton の主張した交点の波長と一致している。

式(2)の条件等色指数 $F$ は、条件等色対の分光反射率曲線の差異の程度を示している。従って、Thornton の結論は、条件等色対の分光反射率曲線が大きく相違しているときのみ妥当である。それ以外の一般的な場合では、条件等色対の交点は 50~90nm に及ぶ広い範囲に分布していると結論できる。

## 色 差 の 研 究

### Studies of Colour Difference

川上 元郎\*

Genro Kawakami

#### 1. 緒言

国際照明委員会 (CIE) で推奨し、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。

なぜならば、JISZ8721 (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、くもの巣の様な網目の形状は Fig. 1 及び Fig. 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) では最終的に、現在推奨され、JIS でも制定されている、

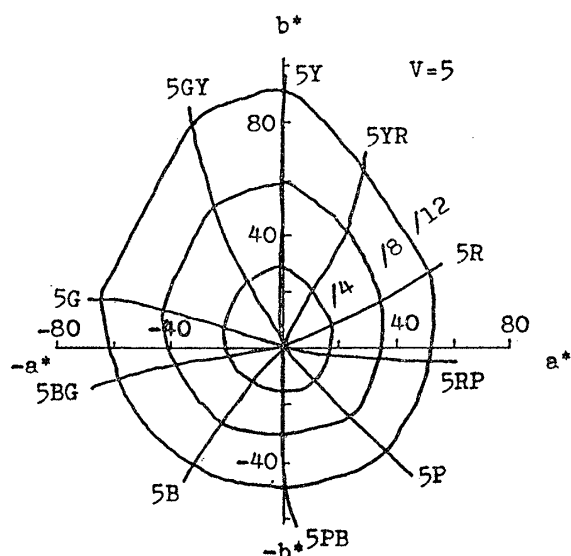


Fig. 1 CIE 1976 ( $L^*a^*b^*$ ) color space

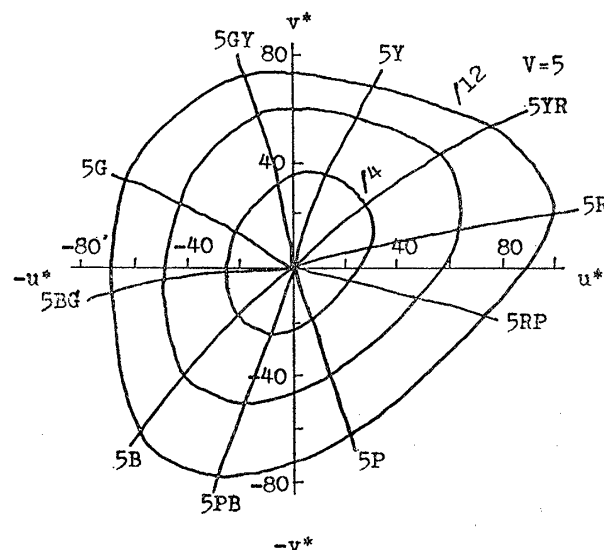


Fig. 2 CIE 1976 ( $L^*u^*v^*$ ) space

#### CIELAB 及び CIELUV Table

の公式よりも優れた推奨

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

それ故に、筆者はその国際照明委員会の TC 1-08 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。それらの中間報告がAIC Monte Carlo Congress で発表された。

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

\* 東京工芸大学工学部