

マイコンによる表面色の分光反射率からマンセル表色系への変換

Transformation of spectral reflectance of surface colour into Munsell renotation system with microcomputer

西 村 政 信 ・ 愛 知 久 史 ・ 佐 土 根 範 次
Masanobu Nishimura Hisashi Aichi Hanji Satone

大 同 工 業 大 学

1. まえがき

一般に、物体色のマンセル表色系における色相 (H)・明度 (V)・彩度 (C) を算定するには、分光光度計によって測定 (JIS Z 8722 に準拠) された分光反射率分布より刺激値を算出した後修正マンセル表色系図表により補間あるいは補外によって求めるのが通常の方法である。

これに対して筆者らは東芝カラーコンピュータ (CC-1 型) と安価な汎用のマイコンを組み合わせてマンセル値 H・V・C を算出するシステムの開発を行うために、第 1 段階としてマイコンを用いて分光反射率分布よりマンセル値へ変換する一手法を考案したので報告する。

2. 変換方法

〈a〉明度

視感反射率 Y より明度 V に変換するには、OSA の測色委員会が提唱したマンセルバリュ関数である次式を用いるのが通常である。

$$Y = 1.2219 V - 0.23111 V^2 + 0.23951 V^3 - 0.021009 V^4 + 0.0008404 V^5 \quad \text{---(1)}$$

(1) 式は明度 0.1 の精度でベーシック言語でマイコンにより計算する場合、約 10 秒かかる。そこで、マイコンによる視感反射率の明度変換には Ladd and Pinney¹⁾ によって提案された次式を用いる。

$$V = 2.468 Y^{1/3} - 1.636 \quad \text{---(2)}$$

(2) 式はマイコンによって 1 秒以下で計算可能であり、(1) 式と (2) 式との誤差は明度 1 以上で 2% 以下であり、実用上十分に使用可能である。

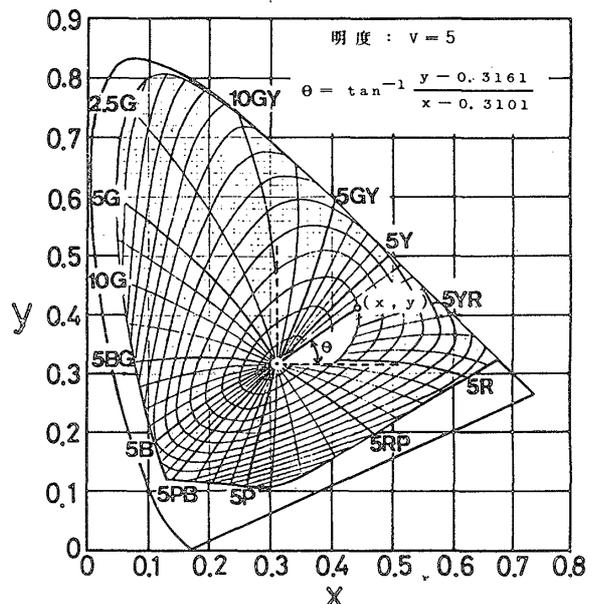
〈b〉色相

図 1 に示すように、x y 色度図上の修正マンセル表色系図表における等色相線と等彩度線の交点のマンセル値に対応する色度 x y に対し、白色点 (x = 0.3101, y = 0.3161) を原点とする x 軸

とのなす角度を θ とする。この θ は第 1 象限では $\theta = \tan^{-1} (y - 0.3161 / x - 0.3101)$ である。この様にして求めた角度と色相との散布図を明度 5 について図 2 に示す。散布点の横方向のばらつきは彩度の違いによっており、等色相線の湾曲が著しい程大きくなっている。また、明度 3 と 8 においても同様に色相と角度の散布図を作ったが、明度の変化に対する散布点の変動は彩度による変動と同程度であった。

以上の解析より色相は角度の関数として表現できると考え、5 本の直線で近似することとし、図 2 に近似直線を示した。

さて、色相をマイコンで処理するために、図 2 の左縦軸に示すように、OR を基準に色相環を左回りに数値化した。数値化した色相 H_0 は右縦軸の色相 H と対応している。数値化した色相 H_0 と角度 θ との近似直線は以下に示す 5 つの式である。任意の色度 x y に対する角度 θ を求めた後、(3) 式を用いれば数値化した色相 H_0 が算出でき、 H_0

図 1 色度図上のマンセル値²⁾

をHに逆変換すればその色相を得ることができる。

$$\left. \begin{aligned} 0 < \theta \leq 67.5, & H_0 = 0.49\theta + 2.40 \\ 67.5 < \theta \leq 185.7, & H_0 = 0.19\theta + 22.40 \\ 185.7 < \theta \leq 250.2, & H_0 = 0.40\theta - 16.23 \\ 250.2 < \theta \leq 342.0, & H_0 = 0.14\theta + 49.12 \\ 342.0 < \theta \leq 360, & H_0 = 0.31\theta - 9.60 \end{aligned} \right\} \text{---(3)}$$

〈c〉 彩度

図3は色相5G, 明度6とほぼ一定で、彩度が1.7~7.6までの範囲で異なる色票の分光反射率分布である。この曲線の特徴はいずれも波長が525 nmで最大となる山形をなすことである。また、反射率が最大となる波長での反射率は彩度の大きい程高いが、短波長側と長波長側ではその逆になっている。一般に、感覚は刺激の対数に比例するというウェーバー・フェヒネルの法則があることは周知の所である。そこで、彩度は分光反射率分布の最高反射率 ρ_h と短波長側の最低反射率 ρ_l との比 ρ_h/ρ_l の対数に比例すると推定される。

図4に明度5について色相が2.5G~10G および2.5R~10Rの条件で、反射率の比 ρ_h/ρ_l の対数と彩度Cの関係を示した所、この関係はグラフ上において直線傾向にあることがわかる。図中の実線はG系の傾向を示すものであり、次式となる。

$$C = 14.7 \log(\rho_h/\rho_l) \text{ --- (4)}$$

また、R系については破線による近似直線で示すことができる。

$$C = 12.4 \log(\rho_h/\rho_l) \text{ --- (5)}$$

以上より、G系・R系の明度4~6、また彩度0~8の範囲では、色相系および明度ごとに比例係数kを決定すれば、分光反射率分布における反射率の比 ρ_h/ρ_l より彩度Cは次式によって近似的に算出できることが明らかになった。

$$C = k \cdot \log(\rho_h/\rho_l) \text{ --- (6)}$$

3. あとがき

今回はG系・R系の彩度8以下について分光反射率分布より彩度を求める方法について検討したが、彩度8以上についての関係およびその他の色相についても今後検討を行うことが必要である。

なお、マイクロ・コンピュータ (TRS-80) を用いて、本手法により分光反射率分布からH・V・Cを求める計算処理を行った所、1分光曲線あたり1分半

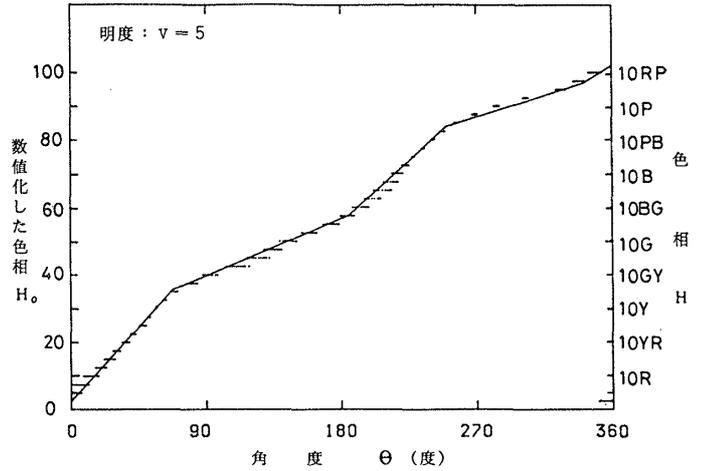


図2 色相と角度の散布図および近似直線

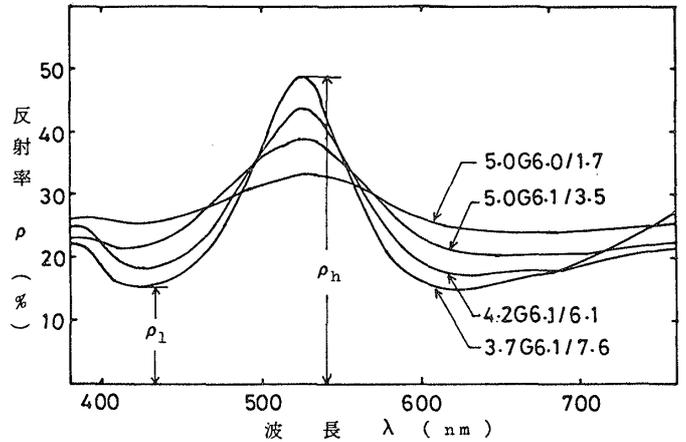


図3 彩度別の色票の分光反射率分布

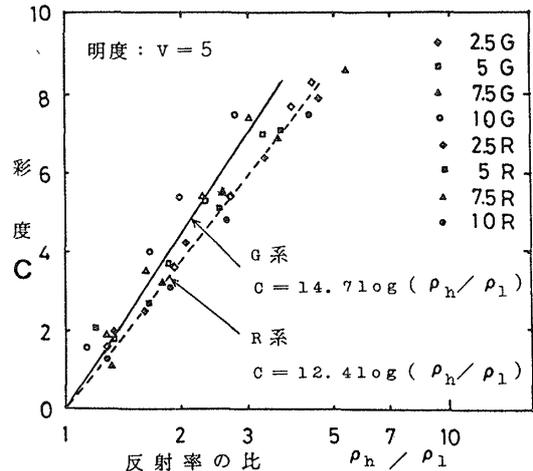


図4 彩度と反射率の比との関係

を要した。最後に本研究に協力頂いた当研究室の卒研生、近藤幹雄君、竹田博昭君に感謝の意を表す。

〔参考文献〕

- 1) J. H. Ladd and J. E. Pinney: Proc. Inst. Radio Eng., 43, 1137 (1955)
- 2) JIS Z 8721