

色味と純度を加味した白色度式

Whiteness Formula Added a Tint and a Purity

内田 洋子

大妻女子大学第1意匠学研究室

Hiroko Uchida

1. はじめに

CIE白色度式は同系統の色味や蛍光性を有する試料群に対しては有効であるが、さまざまな色味を持つ試料群にはあまり有用でないことが判ってきている。¹⁾ そこで少しでも視感評価と一致するような白色度式の作成を心がけてきた。その結果、以下のような白色度式を紹介したい。まだ試作の段階であるが、関連分野の方々のご教導を賜りたい。

2. 白色度式の条件

前報で、いくつかの白色度視感評価実験の結果を多変量解析したところ、白さの因子は明度、色味、色味量、蛍光性などであることが判った。¹⁾ それらの因子を考慮しながら、白色度式に必要な条件を次のように考えた。

2. 1. 明度感覚

明度が高いことは白さの必須条件である。しかし実際には高明度同士の試料であれば、明度の高い黄味白より、明度のやや低い青味白の方がより白く感ずる。例えば、日本色彩学会白色度表示方法研究委員会の白紙試料の実験では、多くの被験者が完全拡散反射面に近い試料より青味試料の方を白く感じている。従って、色度図上ある範囲以内において、青味白の方が黄味白より白色度評価が高くなるような白色度式であることが必要である。

2. 2. 基準線

上記の明度感覚から、同一色味や蛍光性をもつ白色物質は蛍光強度の高い方から低い方へと白色度評価数をつけるという仮説が成り立つ。CIE白色度式の基準線はこの仮説に立脚していると思われ、次式により色度図上、色味 $T_{w,10}$ および T_w がゼロの場合をニュートラル領域であるとする。

$$T_{w,10}=900(0.3138-x_{,10})-650(0.3310-y_{,10})$$

$$T_w=1000(0.3127-x)-650(0.3291-y)$$

しかし、この基準線が個々の被験者に対しても基準線になりうるかどうかの疑問が残る。そこで個

々の被験者の基準線を調査した。

a. 方法

CIE1964補助標準観測者の基礎データとなったStiles-Burchの20人の等色関数 $\bar{r}_{10}, \bar{g}_{10}, \bar{b}_{10}$ のデータを用いて、観測者の基準線の主波長と勾配と方向性を求めた。

b. 結果・考察

標準観測者の主波長は約465nmであるのに対し、20人の主波長は459-469nmの間にあり、勾配や方向性もあまり差がないことが判った。また実際の視感実験において、基準線に近い色度座標をもつ白色物質の方が離れたところに位置する白色物質より高い評価を受けていること、蛍光増白剤を濃度順に染色すると、およそこの基準線に沿って黄味→青味方向に染着することから、CIE白色度式の基準線はニュートラルであるとしてよいと思われる。

2. 3. 色味感覚

被験者の色好みと好みの色味の量は千差万別である。しかし、色度図上で単純に基準線上に色度点のある試料と基準線から離れたところの試料を比較すると、何色好みの被験者でも基準線上の試料の方をより白いと評価することは容易に予想される。そこで、基準線からの距離に対するなんらかのウェイトをつけるような白色度式を作れば良いことになる。

2. 4. 純度

CIE白色度式の適用制限 $40 \leq W \leq 5Y-280$ は試料の視感反射率を制限するばかりではなく、色度図上の青味方向における限界点も決めている。その意味ではこうした規定方法は有意義であると思われる。しかし、このままでは高明度試料ほどあるいは完全拡散反射面に近い試料ほどこの制限を容易にクリアーできるが、やや低明度の試料にはきわめて厳しい制限といえる。例えば前報や前々報²⁾の視感実験において、適用制限外の試料の中に視感的に白色度評価の高い試料が少なからず含まれていた。また、5Y-280を境にして一方は最高

白色度指数、他方は白色として認めないというのも極端すぎると思われる。そこで調査をした結果、最高白色度指数を $5Y-275$ とすれば良いことが判った。さらに、 Y がこの値を超えた試料には重み付けをして白色度評価を低下させるような白色度式を考案すれば良いわけである。

3. 白色度式

前節の条件を踏まえ、色味と純度の重み付けを考慮をした白色度式を次に紹介する。

* C I E $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 表色系 *

$40 < C I E_{w,10} < 5Y_{10}-275$ の場合

$$W_{10} = C I E_{w,10} - k_{10} T_{w,10}$$

$C I E_{w,10} > 5Y-275$ の場合

$$W_{10} = P_{w,10} - k_{10} T_{w,10}$$

ここで、

$$C I E_{w,10} = Y_{10} + 800(x_{n,10} - x_{10}) + 1700(y_{n,10} - y_{10})$$

$$P_{w,10} = (5Y_{10} - 275) - | 800(0.2742 + 0.001542(100 - Y_{10}) - x_{10})$$

$$+ 1700(0.2762 + 0.002112(100 - Y_{10}) - y_{10}) |$$

$$T_{w,10} = 900(x_{n,10} - x_{10}) - 650(y_{n,10} - y_{10})$$

* C I E XYZ 表色系 *

$40 < C I E_w < 5Y-275$ の場合

$$W = C I E_w - k T_w$$

$C I E_w > 5Y-275$ の場合

$$W = P_w - k T_w$$

ここで、

$$C I E_w = Y + 800(x_n - x) + 1700(y_n - y)$$

$$P_w = (5Y - 275) - | 800(0.2761 + 0.001404(100 - Y) - x) + 1700(0.2727 + 0.002160(100 - Y) - y) |$$

$$T_w = 1000(x_n - x) - 650(y_n - y)$$

$C I E_{w,10}$: 試料の $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 表色系における $C I E$ 白色度指数

$C I E_w$: 試料の XYZ 表色系における $C I E$ 白色度指数

x_{10}, y_{10} : 試料の $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 表色系における色度座標

x, y : 試料の XYZ 表色系における色度座標

$x_{n,10}, y_{n,10}$: 完全拡散反射面の $X_{10}Y_{10}Z_{10}$

表色系における色度座標

x_n, y_n : 完全拡散反射面の XYZ 表色系における色度座標

k_{10} : $T_{w,10}/0.6$ (小数点以下切上げ)

k : $T_w/0.6$ (小数点以下切上げ)

4. 等白色度線

上白色度式の等白色度線を図1に示す。

5. 視感評価との相関

上白色度式を用いて算出した白色度指数と前報の視感評価における白布試料との相関は $r_s = 0.7949$, $t_s = 5.24 > t(16, 0.01) = 2.97$ 、白紙試料では $r_s = 0.8438$, $t_s = 8.17 > t(27, 0.01) = 2.83$ 、前々報の試料では(順位相関係数(Spearman) $r_{sp} = 0.7076 > r_s(49, 0.01) = 0.288$ であることが判明した。この白色度式は白色度領域が広がり、色味と純度の増加により段階的に白色度指数が減少する。特に色度図上比較的集中している試料群に対し効果をあげており、実状に即したものと思われる。

最後に、ご指導頂いた大妻女子大学福田教授に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 内田: $C I E$ 白色度式における一考察、色学誌、Vol. 14、No. 2、(1990)
- 2) 内田、福田: 蛍光増白布の白色度評価について、色学誌、Vol. 11、No. 2、(1987)

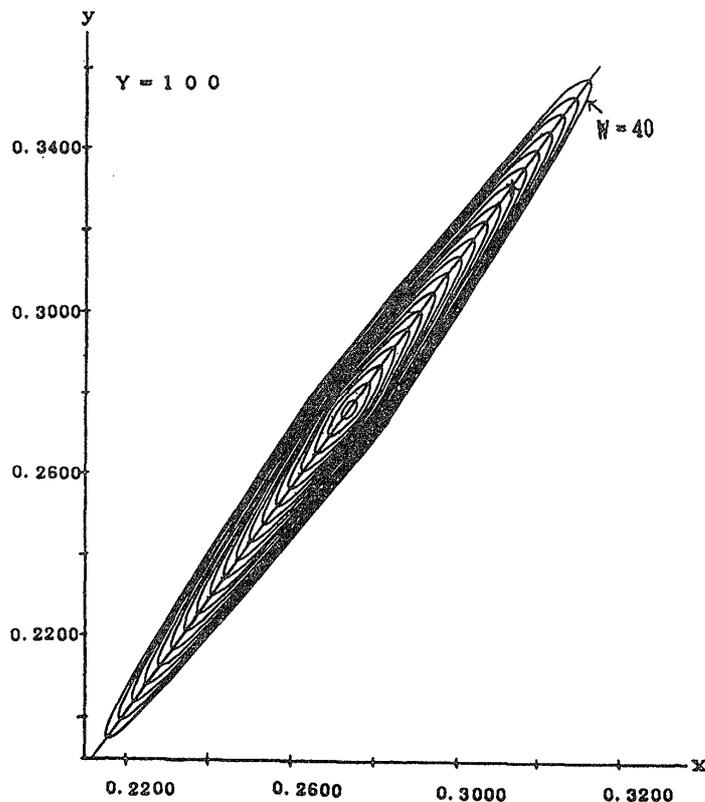


図1 色味と純度を加味した白色度式