

2 光の色の表現法 (混色系, 顕色系, 色の三色性)

2.1 混色系と顕色系による光の色の表現法 (表色系)

色を定量的に表示することを表色といい, 表示のための数値を表色値と呼びます。また, 表色のための一連の規定と定義からなる体系を表色系 (ひょうしょくけい) と言います。一般に, 表色系は物体の色や光源の色を数値や記号で表現する方法を指し, 混色系 (color mixing system) と顕色系 (color appearance system) があります。

1. 混色系.....「加法混色」と「減法混色」があります。等色実験 (光の混合実験) で混ぜ合わせる色光の3つの割合の値により, 色刺激 (color stimulus) を表示するので, 三色表色系 (trichromatic system) と呼びます。色相を環状に配置したものを「色相環」 (hue circle) と言います。

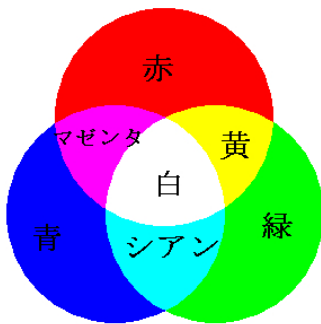
加法混色 異なる色の光をスクリーン上に重ねて投影し, 別の色を作る混色法。

テレビの映像はそのような原理に基づいて映し出されています。

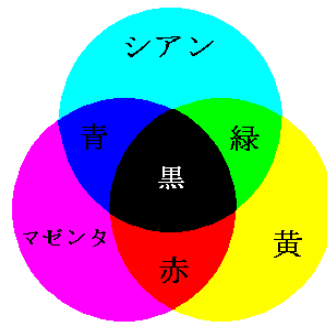
減法混色 白色光の前に色フィルターを重ねておき, 透過光の色を変える混色法。

例えば, 赤色の光を吸収する物質は, 他の色を反射するのでシアン色になります。

プリンタのトナーは, この原理を利用して製造されています。



加法混色



減法混色

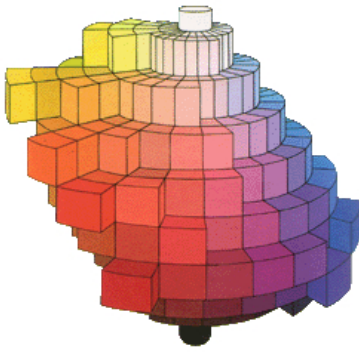
2. 顕色系.....主なものに「マンセル表色系」と「オストワルト表色系」があります。対応する色票を空間的に配置したものを「色立体 (color solid)」と言います。

マンセル表色系 すべての色を色相 (hue), 彩度 (chroma), 明度 (value, lightness) の3つで表現し, また, 彩度は飽和度 (saturation) とも呼ばれます。

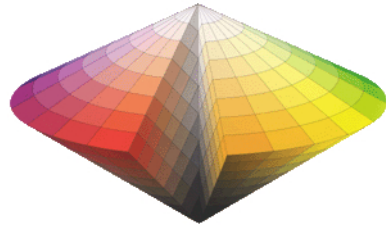
- (1) 色相は赤, 黄, 緑, 青, 紫の5色を基本とし, 1つの円 (色相環) の円周上に5等分になるように配列される。
- (2) 明度は, 黒 (0) から白 (10) までの11段階。
- (3) 彩度は, 各明度ごとに鮮やかさの度合いを決める指標。無彩色 (灰色) を彩度0として何段階かに分けている。

オストワルト表色系 すべての色を白, 黒, 純色 (各色相) の混合色として表します。

- (1) 色相は赤, 黄, 緑, 青の4色を基本とて24色相を選び, 円周上に混色して無彩色になるような補色色相同士が対向位置にくるように配列される。
- (2) 各色相の等色相断面は白, 黒, 純色 (各色相) をそれぞれ頂点とする正三角形で表される。



マンセル色立体²



オストワルト色立体²

2.2 色の三色性

ヤング-ヘルムホルツの3原色説

あらゆる色は、異なる3色を適当な割合で混色することで作り出すことができる。

ここでいう「異なる3色」とは、数学の言葉を使うと「一次独立な3色」ということになります。つまり、色を“ベクトル”とみなして、色の世界を“ベクトル空間”と考えて、「どの色も他の2色からどのように混ぜ合わせようとも作り出すことが出来ない関係」にある3色を意味しています。通常は、加法混色では3原色の「赤 (Red)」、「緑 (Green)」、「青 (Blue)」を用いますし、減法混色では、「シアン (Cyan)」、「マゼンタ (Magenta)」、「黄 (Yellow)」を使用します。

2.3 等色実験

ヤング-ヘルムホルツの3原色説に基づき、光の3原色として「赤 (R)」、「緑 (G)」、「青 (B)」を用意して試料光 C と同じになるようにそれらの強度を適当に調整してその割合を求めることです。

$$\vec{C} = \alpha\vec{R} + \beta\vec{G} + \gamma\vec{B}$$

ここで、 \vec{R} 、 \vec{G} 、 \vec{B} は色刺激 (原刺激) を表します。通常は「光の重ね合わせ」で考えるので、 α 、 β 、 γ は非負の実数となりますが、実際に、等色実験をすると負のスカラーになる場合があり、試料光の方へ原刺激を加える必要が出てきます。

次のサイトで等色実験が出来ます。<http://www.tocol.net/ergbxyz.html>

2.4 グラスマンの法則

1. すべての色は、互いに独立な3つの色を混色すれば表現できる。(3次元のベクトル空間の基底の概念と比較して考えてみましょう。)
2. 加法混色の1つの成分が連続的に変化すれば、混色された色も連続的に変化する。(連続性の法則。線形位相空間の性質。ユークリッド空間はその特別な例である。)
3. 等色している光は、その分光分布がどのような形をしていても加法混色において同一の効果を与える。(色の等価性の法則。ベクトルの和と比較して考えてみましょう。)
4. 混色の明るさは、元の色光の明るさの総和である。(明るさの加法性の法則。)

²ここでのマンセル色立体とオストワルト色立体は、それぞれ、マンセル表色系とオストワルト表色系における「色立体」(物体の色や光源の色を空間的に配置した図形)を表しています。出典のhttp://www.icoffice.co.jp/zukan/c_color.htmまたはhttp://www.daicolor.co.jp/color/color_02.htmlを参照してください。