

カラー

コミュニケーション

ガイド



ビジネスの成功につながる製品色

皆様の事業にとって「製品の色」は重要でしょうか？それが正しい色であるかどうかは重要ですか？お客様の目を引く商品を店頭に並べていますか？それはお客様が自信を持って購入できる商品ですか？ブランドのイメージは即座に認識されていますか？

正確な色の商品は売りに影響します。調査によると、消費者の7割が、商品を購入する際パッケージの色を考慮することが分かっています。また変色したパッケージの商品は素通りすると報告されています。

本書は色のノウハウを紹介するガイドです。アートやカラーサイエンスの初心者・上級者を問わず、正確な製品の色を確保し、ブランドイメージを維持、また購買意思決定の瞬間を左右する情報を提供します。

色の基礎知識、色を測定／管理／コミュニケーション／出力する最善の方法、さらには極めて複雑なワークフローやサプライチェーンにおいても一貫かつ安定した色を確保する方法をご紹介します。

最新型の測色装置およびソフトウェアは、仕様を満たし、許容値範囲内に収まる色を確保します。本ガイドをぜひご活用ください。



目次

カラーコミュニケーション	4
カラーサイエンス	5
カラー測定のスケール	7
数値によるカラー表示	11
CIELCH (L*C*h°)	13
色差、表記法、許容色差 ΔCIELAB および CIELCH	14
CIE 色空間の表記法	16
その他のカラー表記	22
蛍光増白剤	23
色番号で測色	24
45°/0°分光測色計	25
積分球分光測色計	26
多角度分光測色計	27
用途	29
購買意思決定の瞬間	30
用語集	31

カラーコミュニケーション

まずは、カラーコミュニケーションに伴う課題についてお話ししましょう。

こちらはカラーコミュニケーションの問題を表す例です。このバラの色はどのように表現することができるでしょうか？黄色とか、レモンのような黄色とか、あるいは明るいカナリアイエローとでも言うことになるかもしれません。他に人にも聞いて、意見を比較してみましょう。



色を認識して解釈するという作業は、極めて主観的なことであると言えます。また、色の認識は、眼の疲労や年齢、その他生理的な要因によって、さまざまな影響を受けます。

このような年齢などの物理的要因を考慮しないとしても、色を見る人（観測者）はそれぞれ一人一人が持つ個人的な判断基準に基づいて色を解釈しています。また、各自一人一人が対象物の色をそれぞれの言葉で表現することになります。このような場合、何か基準となるものがなければ、特定の色を客観的に誰かに伝えるということは非常に難しい作業になってしまいます。さらに、このような基準があったとしても、2つの色を正確に比較するための方法も必要となります。

この解決策として、色を明確に識別することができる測定器を用いることが考えられます。つまり、すべての色を識別し、数値に置き換えて表記することができる道具を使えば良いということになります。

重要ポイント

色を認識して解釈するという作業は、極めて主観的なことであると言えます。また、生理的な要因、今までの経験、環境の要素によって、様々な影響を受けます。つまり、すべての色を識別し、数値に置き換えて表記することができる道具を使えば良いということになります。

カラーサイエンス

このセクションでは、カラーサイエンスについて詳しく説明します。もうお分かりのように、かなり技術的な内容です。しかしながら、業界を問わず、仕様、コミュニケーション、測定、管理、カラーレポートなどの作業には参考になるでしょう。詳細は、本ガイドの最終セクション「常に正確な測定」をご覧ください。優れたカラーワークフローは、例え複雑なサプライチェーンでも、効果的・効率的にカラーデータを共有し、さらには市場進出への時間を短縮します。

色の属性

色は、色相（Hue）、彩度（サチュレーション / Chroma）、明度（Value / lightness）の3つの要素によって構成されています。これら3つの属性から色を定義付けることによって、特定の色を正確に識別し、他の色と見分けることができるようになります。

色相（ヒュー）

対象物の色を説明するとき、ほとんどの場合、まずその色相をとり上げようとしています。簡単に言えば、対象物の色を、図1の色相環は、色相から色相への色の連続性を示しています。図の色相環のように、ブルーとグリーンを混ぜた場合、ブルーグリーン（青緑）になります。ブルーとイエローを混ぜるとグリーン、レッドとイエローを混ぜるとオレンジになります。同じように、グリーンにイエローを混ぜると、イエローグリーン（黄緑）になります。

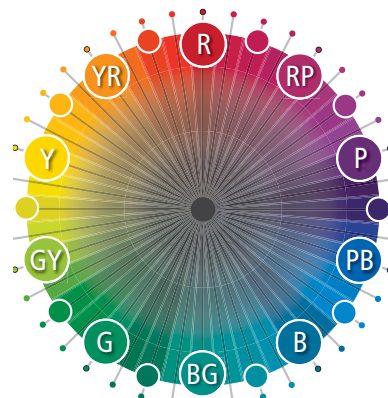


図7：色相（ヒュー）

彩度

彩度は、色の鮮やかさを表し、言い換えれば、その色がどの程度グレーがかっているか、または純色相に近いかということを示しています。例えば、トマトと赤カブの色を考えてみます。トマトのレッドは鮮やかで、一方赤カブのレッドはくすんでいるように見えます。



図 8 は、中央から周囲に向かって彩度がどのように移行しているのかを示しています。中央の色はグレー（濁色）で、周囲に向かっていくにしたがってより高い彩度（鮮やか）になっていきます。彩度はサチュレーションとも呼ばれることもあります。

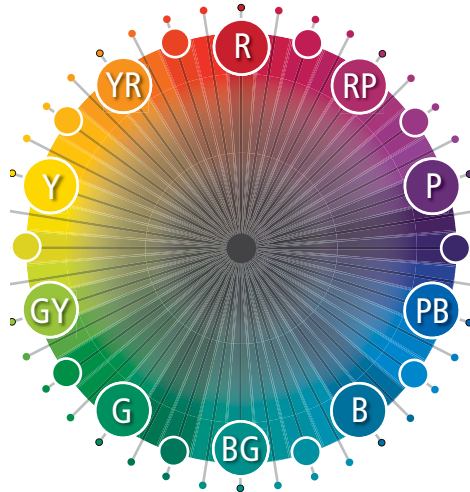


図 8 : 色度 (Chromaticity)

明度 (バリュー)

色の明るさの度合いを意味し、明暗で比較することができます。色の明るさの度合いを意味し、明暗で比較することができます。

6

例えば、トマトと赤カブを並べて置いた場合、トマトのレッドの方がより明るく見えます。反対に、赤カブのレッドは暗い値になります。図 9 では、明度の特性を縦軸にして示しています。

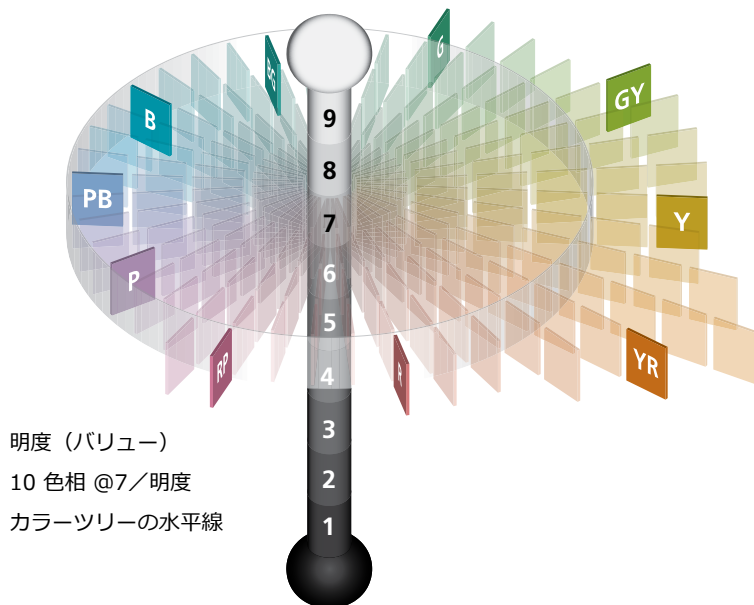


図 9 : 明度を表現する 3 次元カラーシステム

カラー測定のスケーラ

正確かつ一貫した色を確保するには、数値によるカラーコミュニケーションが不可欠です。このセクションでは、その数値を計算し、それぞれの色を表現するいくつかの方法をご紹介します。

マンセル スケール

1905 年、アーティストの Albert H. Munsell 氏が考案したカラー オーダリング システム、すなわちカラースケールと呼ばれるものに “Munsell Scale In 1905” があり、現在でも使用されています。マンセル システムは、人間の視覚認識に基づいているということから、歴史的側面からも重要なものです。また、色の測定や定義の手段として測色計などが世の中に出る以前に考え出されたものです。マンセル システムは、色相、明度、明度という 3 つの属性に数値を割り当てます。隣接するカラーサンプルは、視覚認識を等分間隔にすることによって表現しています。

図 10 は、マンセル カラーツリーと呼ばれるモデルで、ビジュアルカラーを判断するための物理的なカラーサンプルとなります。

色を評価する際、3 つの要因が必要となります。

- 光源（照明）
- 対象物（サンプル）
- 観測者／プロセッサ

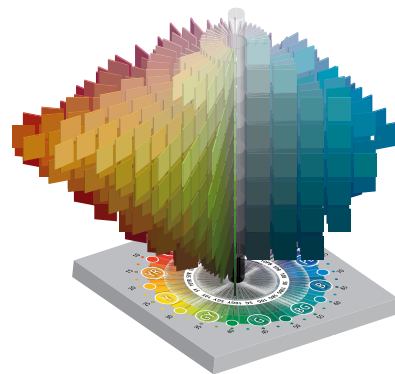


図 10 : Munsell Color Tree
(マンセルカラーツリー)

私たち人間は、対象物に光が当たるという相互作用を眼で処理することによって、物を見るという行為をおこないます。人間の眼を機器や装置に置き換えるとした場合、眼で認識するのと同じ色の違いを何をもって判断し記録するのでしょうか。



CIE カラーシステム

CIE “Commission Internationale de ‘Eclairage” (英名 : “International Commission on Illumination”) は、測光法と測色法などの標準を制定する国際組織です。1931年、イルミナント（相対分光分布が規定された光源）と観測者、そして業界や用途を問わず、数値を使って色を定義するという方法を定義し、カラーオーダーシステムを規格化しました。

CIE カラーシステムでは、3 つの座標を使用して、ある色についてカラースペース内の位置を決定します。これらのカラースペースには、次のような情報が含まれています。

- CIE XYZ
- CIE L*a*b*
- CIE L*C*h°

これらの数値を得るためには、その計算方法を理解する必要があります。前述のように、私たち人間の眼が色を認識するには、光源、対象物、観測者/プロセッサの3つが必要となります。これは装置を用いた手段においても、同じことが言えます。測色装置でも、人間の眼で認識するのと同じように、対象物から反射された光の波長を集め、フィルターをかけることによって色を認識します。この場合、測色装置は反射された光の波長を数値として受け取ります。これらの数値は、可視スペクトルの範囲内で複数のポイントで記録されます。これをスペクトルデータと呼びます。スペクトルデータは、スペクトル曲線として表されます。このスペクトル曲線は、それぞれの色で独自のもので、人間で言えば指紋に相当します。(図 11 参照)

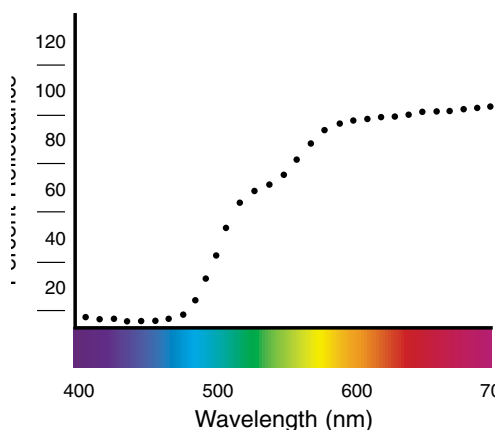


図 11：測定したサンプルのスペクトル曲線



分光測色計は、物体から反射した光エネルギーの量のスペクトルデータを、可視スペクトルに沿っていくつかの間隔で測定します。スペクトルデータは、スペクトル曲線として表されます。

8

色のカラー分光値または反射曲線を得ることによって、色を数学的にカラー空間にマッピングすることができます。

まず、反射率曲線を得た後、そのデータに CIE 標準イルミナント値を掛けます。この時のイルミナントは、サンプルを評価する光源の分光分布をグラフィカルに表したものです。それぞれのイルミナントは、色にどの程度影響を与えるのかという出力分布を有しています。照明例：

- A — 白熱光
- D65 — 昼光 (図 12 参照)
- F2 — 蛍光灯

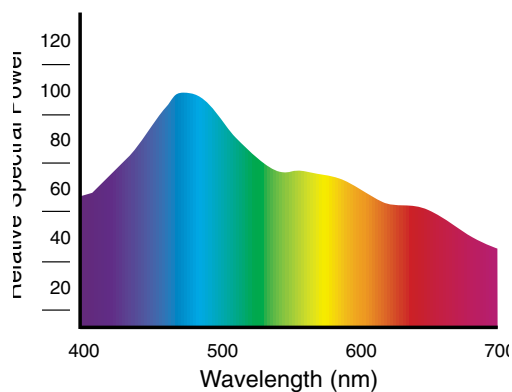


図 12：昼光 (標準的な照明 D65/10°)

次に、この計算値に CIE 標準観測者の値を掛けます。

CIE は 1931 年と 1964 年に、光の波長に対する人間の平均的な反応に基づいて (図 13)、標準観測者の概念を策定しました。簡単に言えば、標準観測者とは、普通の人間が可視スペクトルを介してどのように色を認識するのかということを意味しています。

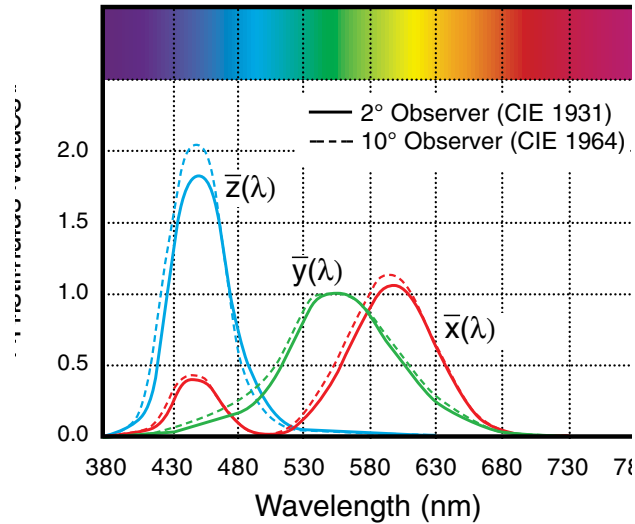


図 13 : CIE 2°/10°標準観測者

これらの数値を算出した後、データを XYZ の三刺激値に変換します (図 14) 3 つの値を求めることによって、色を数値的に定義することができるようになります。

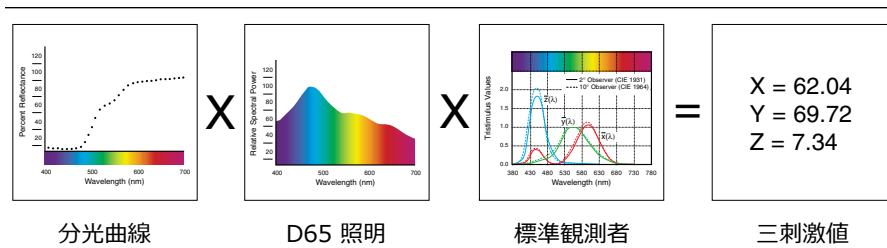


図 14 : 三刺激値

色度の値

残念ながら、CIEXYZ 三刺激値は目視した場合の色の属性と密接な相関関係があるとは言えないため、色を定義する上で扱い難い部分があります。Y と明度はある程度相関しているものの、X と Z は色相と彩度に相関していません。

したがって、1931 年の CIE 標準観測者が策定された時点で、色度座標 xyz を適用するように委員会では推奨しています。これらの座標を使用して、図 15 の色度図を作成しています。xyY の表記では、輝度 (Y) と色度図で観るカラー (x,y) を識別することによって、色を定義します。

図 16 で示す通り、色度図の周囲に沿ったすべてのポイントで色相を表しています。彩度（クロマ あるいは サチュレーション）は、中央のホワイト（無彩色）エリアから図の周囲に向かって高くなるように表され、100% の彩度とは純粋なスペクトルの色に相当することになります。

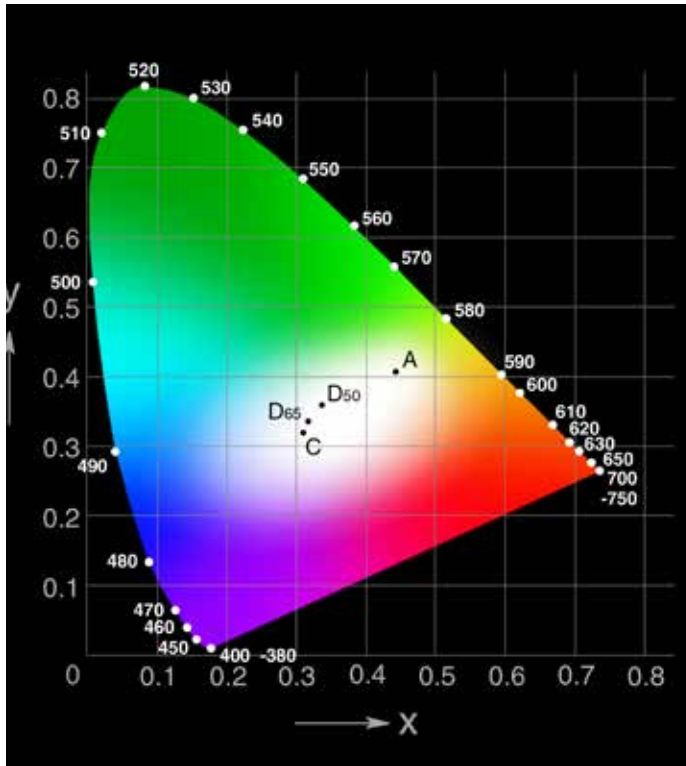


図 15 : CIE 1931 (x, y) 色度図

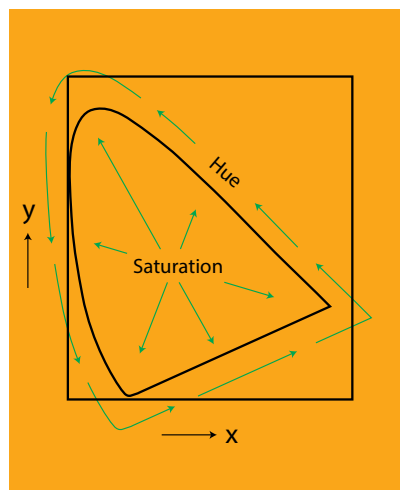


図 16 : 色度図

色の数値的表現

CIE は Yxy のような色度図の制限を解決するため、次の 2 つの代替／均等なカラースケールを推奨しました。
CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) または CIELAB, and CIELCH ($L^*C^*h^\circ$)。

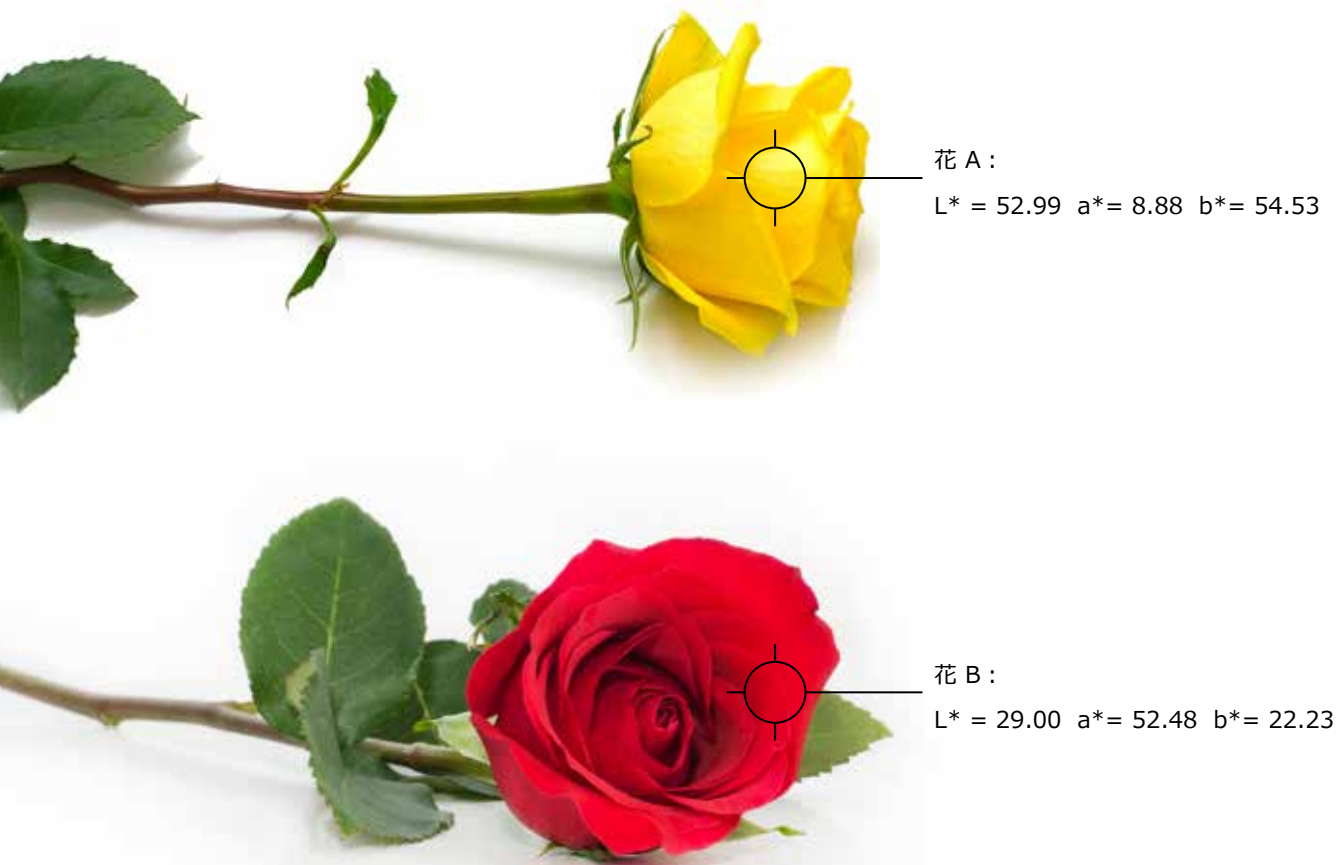
いずれのカラースケールとも、グリーンとレッドが同時に存在しないこと、同様にブルーとイエローも同時に存在しないという、カラービジョンの反対色説という理論に基づいて作られています。その結果、赤／緑と黄／青の各属性を単一の値で記述することができます。

CIELAB ($L^*a^*b^*$)

ある色を CIELAB で表す場合、 L^* で明度を、 a^* でレッド／グリーンの値を、 b^* でイエロー／ブルーの値をそれぞれ定義します。

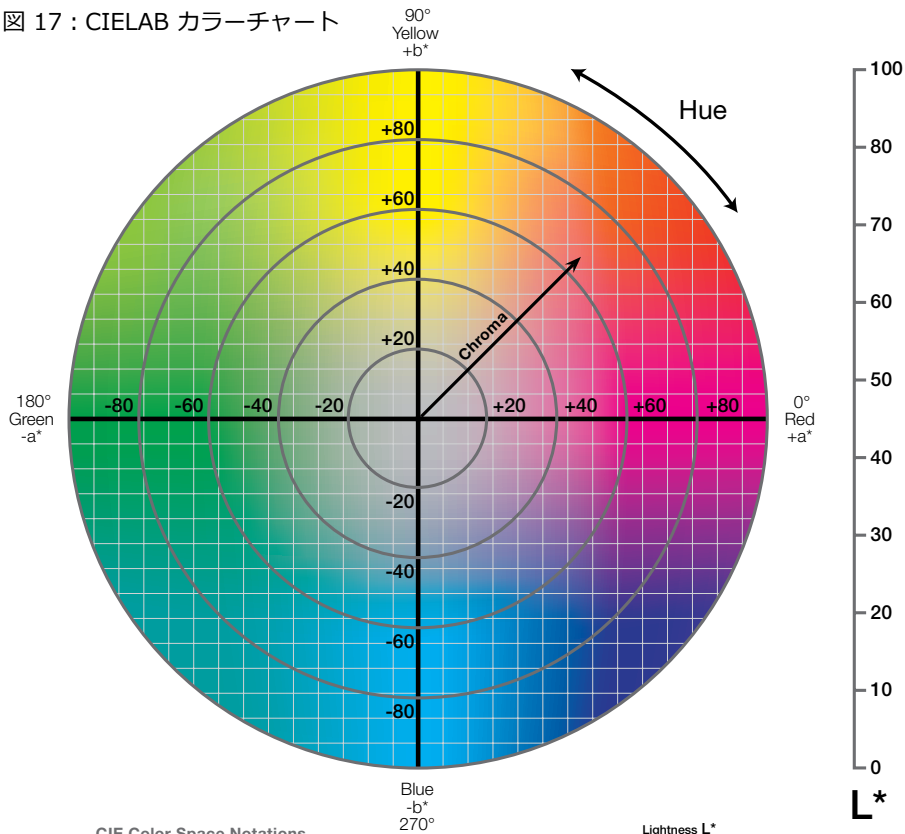
図 17 と 18 (共に次のページ) で、 $L^*a^*b^*$ のカラープロット図を示しています。 a^* 軸は左から右に移行すると、レッドに向かって移行していることを意味します。 b^* 軸に沿って $+b$ の方向への移行すると、イエローに向かって示しています。中央の L^* 軸は、底部で $L^* = 0$ (ブラックまたは全吸収) を意味しています。この面の中央では、無彩色となります。

$L^*a^*b^*$ の値を使用して、図 17 の CIELAB カラーチャートで値をプロットし、花 A と花 B の色を定義します。



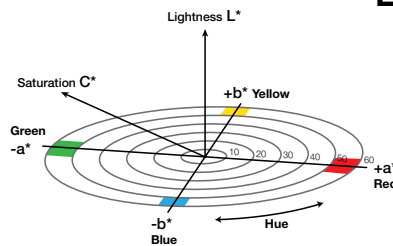
花 A と B に対する a^* および b^* 値は、A と B のポイントとしてと認識される色空間において交差します。これらのポイントは、それぞれの花の色相（カラー）と彩度（鮮やかさ／くすみ）を指定します。次に、図 18 で L^* の値（明度）を付加しますと、それぞれの花の最終的な色が決定されます。

図 17 : CIELAB カラーチャート



CIE Color Space Notations

- ΔL^* - difference in lightness/darkness value *+* = lighter *-* = darker
 - Δa^* - difference on red/green axis *+* = redder *-* = greener
 - Δb^* - difference on yellow/blue axis *+* = yellower *-* = bluer
 - ΔC^* - difference in chroma *+* = brighter *-* = duller
 - ΔH^* - difference in hue
 - ΔE^* - total color difference value
 - ΔE_{acc}^* - total acceptable color difference value
- ΔE_H 1942 • ΔE_{ab} 1976 • ΔE_{CMC} 1984 • ΔE_{94} 1992 • ΔE_{00} 2000



need help?
 Americas: 800 248 9748
 Europe / Africa / Middle East: +800 700 300 01
 China: 021 644 81155

図 18 : L^* 値は中央軸で示されます。 a^* および b^* 軸

CIELCH (L*C*h°)

CIELAB が直交座標を使用して色空間上の色を表示するのに対して、CIELCH は極座標を使用します。CIELCH の色の表記法は、CIELAB から計算で導くことができます。L* で明度を、C* で彩度を、h° で色相角度をそれぞれ定義します。

L*C*h° の表現方法は、マンセル カラースケールのような初期のシステムと極めて容易に関連付けられるという点で、CIELAB よりも利点があると言えます。

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$$

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$$

$$C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$h^\circ = \arctan (b^*/a^*)$$

X_n, Y_n, Z_n は、測定に使用する標準イルミネント／観測者の基準となる白色の値になります。



$$L^* = 116 (Y/Y_n) \quad C^* = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad h^\circ = \arctan (b^*/a^*)$$

色差、表記法、許容色差

ΔCIELAB/CIELCH

色の評価は、数値的な表現を超えた概念になります。通常、既知の基準色からの、色の差異（色差：デルタ）による評価方法が使用されます。CIELAB と CIELCH は、2つの対象物について、その色を比較する場合に使用します。

色差は、 ΔL^* Δa^* Δb^* または DL^* Da^* Db^* 、 ΔL^* ΔC^* ΔH^* または DL^* DC^* DH^* （ Δ や D は「デルタ」の記号で、差異を意味します）。

ΔL^* Δa^* Δb^* とした場合、CIELAB 図上の全体の差異や距離は ΔE^* と呼ばれる単一の値で表すことができます。

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^2) + (\Delta a^2) + (\Delta b^2)]^{1/2}$$

次のページにある上・下の写真、花 A と花 C の色を比較してみましょう。大きくは双方ともローズイエローとして分類されますが、横に並べて置いて比較するなど、もう少し詳しく見た場合はどうなるでしょうか。色はどのように違うことになるでしょうか。

ΔL^* Δa^* Δb^* の方程式を用いることによって、花 A と花 C の色差を表すことができます。

$$\Delta L^* = +11.10$$

$$\Delta a^* = -6.10$$

$$\Delta b^* = -5.25$$

全色差は、 $\Delta E^*=13.71$ で表すことができます。

花 A :
L* = 52.99 a* = 8.882 b* = 54.53



花 C :
L* = 64.09 a* = 2.72 b* = 49.28



$$\begin{aligned}\Delta L^* &= +11.10, \Delta a^* = -6.10, \Delta b^* = -5.25 \\ \Delta E^*_{ab} &= [(+11.1)^2 + (-6.1)^2 + (-5.25)^2]^{1/2} \\ \Delta E^*_{ab} &= 13.71\end{aligned}$$

花 A と花 C の色差の各値については、上記にまとめてあります。a* 軸では -6.10 になっており、若干グリーン側に寄っており、レッドからは遠いことを示しています。b* 軸では、-5.25 になっており、若干ブルー側に寄っており、イエローからは遠いことを示しています。L* 面では、+11.10 であり、花 C の方が花 A よりも明るいということになります。

次に、同様に 2 つの花の部分で CIELCH で比較すると、色差は次のように表されます。

$$\begin{aligned}\Delta L^* &= +11.10 \\ \Delta C^* &= -5.88 \\ \Delta H^* &= 5.49\end{aligned}$$

C* の値が -5.88 ということは、花 C の方が彩度が低いことを示しています。また、 ΔH^* の値が 5.49 ということは、花 C が花 A よりもグリーンの色相になっていることを示しています。一方、L* と ΔL^* の値は、CIELAB も CIELCH も全く同じ値になります。

CIE カラースペースによる表記法

ΔL^* = 明／暗の差異

+ = より明るい - = より暗い

Δa^* = レッド／グリーン軸の色差

+ = よりレッド - = よりグリーン

Δb^* = イエロー／ブルー軸の色差

+ = よりイエロー - = よりブルー

ΔC^* = 彩度の色差

+ = より鮮やか - = より濁った

ΔH^* = 色相の差異

ΔE^* = 全体の総色差値

図 17 を参照してください。

視覚上の色と許容色差

人間が色の違いを判断する場合、色に対する記憶力の差や眼の疲労度合、あるいは色弱や色覚異常など、その能力はまちまちです。人間の眼はこういった視覚上の制限条件に加えて、色相（レッド、イエロー、グリーン、ブルーなど）や彩度、さらに明度の違いを同じレベルで認識することはできません。事実、平均的な観測者では、最初に色相、次に彩度、そして最後に明度の差異を判断します。また、人間が許容できる色は、楕円形にすることによって最適に表すことができます（図19）。

16

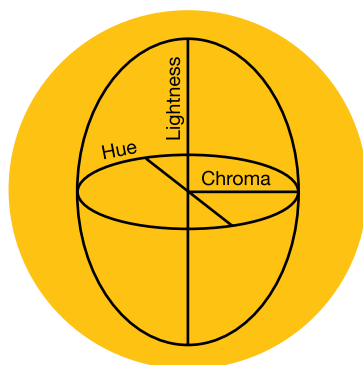


図 19：識別楕円

つまり、カラーマッチを認識できる許容色差は、明度や色相、彩度を使って 3 次元の境界線によって構成され、これらは人間の視覚評価と近似していなければなりません。CIELAB と CIELCH が、これらの境界線の設定に用いられます。さらに許容色差に関する数式として、CMC と CIE94 を用いることによって、楕円形の許容色差を求めることができます。

CIELAB の許容色差

CIELAB で許容色差を求める場合、 ΔL^* （明度）、 Δa^* （レッド／グリーン）、 Δb^* （イエロー／ブルー）についての色差の限界を指定する必要があります。それらの限界値から基準色を中心にした長方形の許容色差ボックスを作成します（図20）。

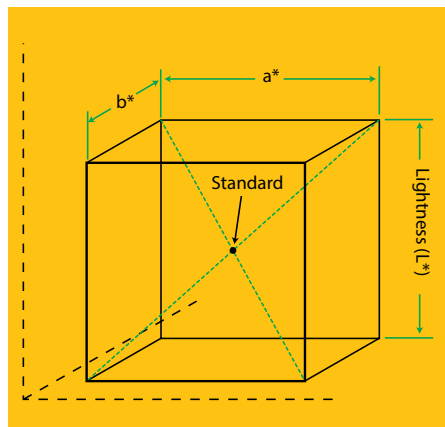


図 20 : CIELAB 許容色差ボックス

この許容色差ボックスと視覚的に認識する楕円形と比較すると、いくつかの問題点が挙げられます。ボックス形の許容色差の内側に楕円形が収まる場合：楕円形の外側にあり、かつボックスの内側にあるサンプル（右 15 図の黒で示された部分）は、数値的には許容範囲内であっても、視覚上は許容できないことになります。一方、楕円形の内側に許容色差のボックスが収まる場合：視覚上は許容できても、数値上は許容範囲外となる場合が存在することになります。（図 21 参照）

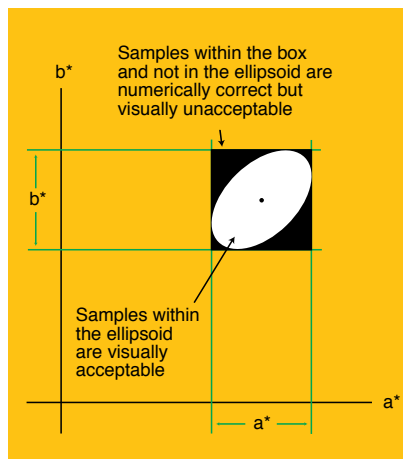


図 21 : 数値的な許容色差と視覚的な許容色差

CIELCH の許容色差

CIELCH を用いる場合には、 ΔL^* （明度）、 ΔC^* （彩度）、 ΔH^* （色相）について、色差に限界値を設ける必要があります。それには、基準色を中心に V 時型のボックスを作成するようにします。CIELCH は極座標システムであるため、許容色差ボックスを色相の角度方向に回転させることができます（図22）。

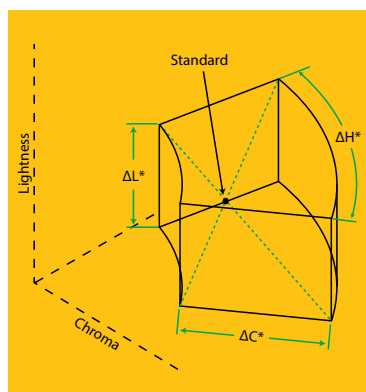


図 22 : CIELCH許容色差のV字型

この許容色差を先の楕円形と比較すると、人間の視覚認識により近いことが分かります。このことは、観測者と測定した値との不一致を低減することになります（図23）。

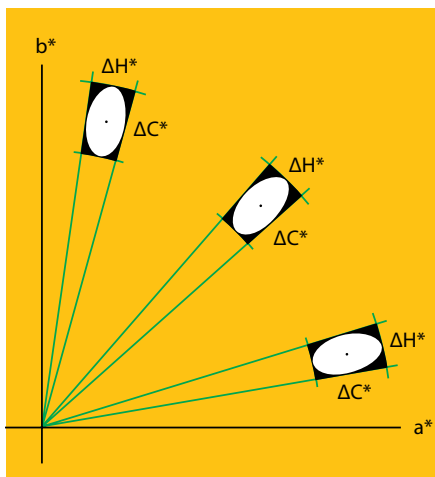


図 23 : CIELCH 許容色差の識別楕円

CMC 許容値

CMC は色空間ではなく、一つの許容色差システムと言えます。CMC 許容色差は、CIELCH をベースに視覚評価と測定した色差をより一致させるためのものです。CMC 色差式は、英国の “Colour Measurement Committee of the Society of Dyers and Colourists” が開発し、1988 年にパブリックドメインとして認証されました。

18

測定値を CMC によって計算することによって、色相、彩度、明度を補助軸にして、基準色を中心にした楕円形を数学的に定義することができます。楕円形は許容できる範囲を表し、色空間内での対象となる色の位置によって、サイズと形状が自動的に変わります。

図 24 に、色空間における楕円形の変化を示しています。色空間のオレンジ部分にある楕円形は、グリーン部分の楕円形よりも、細長くなっています。また、楕円形のサイズと形状は、対象の色の彩度や明度に応じて変わっていきます。

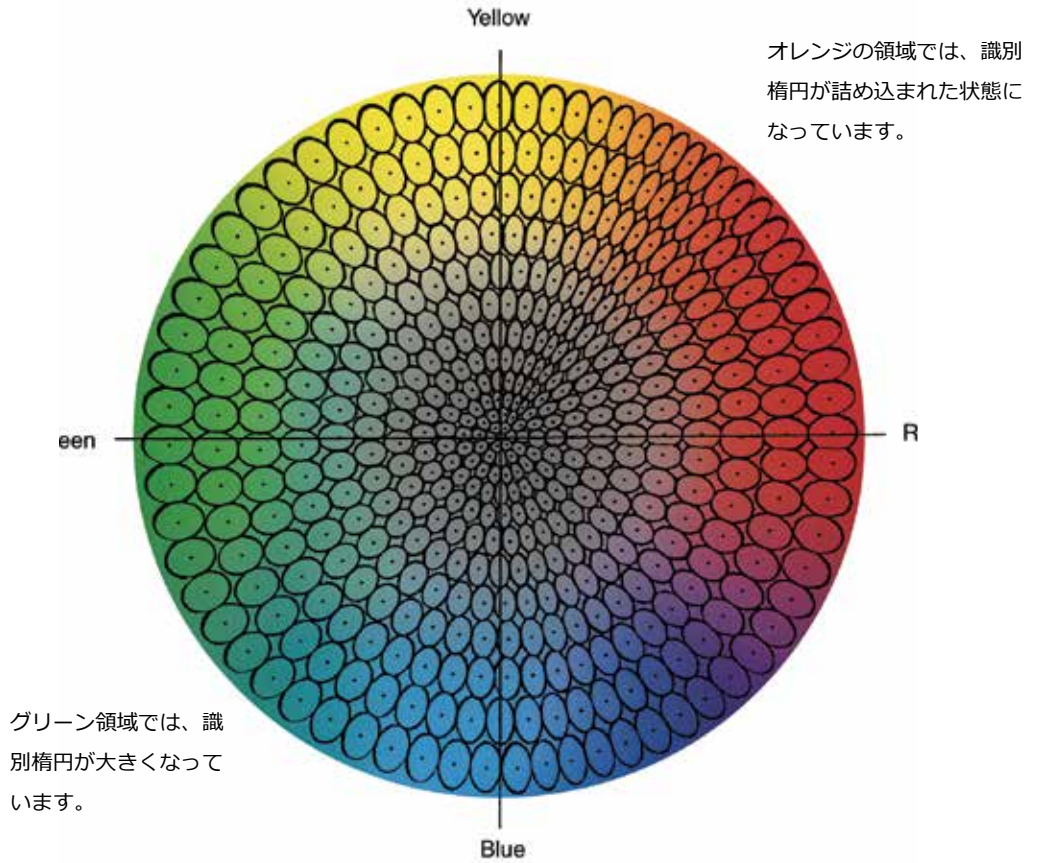


図 24 : 色空間における識別楕円

CMC の数式を用いることによって、楕円形の全体サイズを変更し、視覚的に認識し得る範囲とより一致させることができます。コマーシャルファクター (cf) の変化に合わせて、視感評価と一致させるように、楕円形を大きくも、また小さくもすることができます。CF値は許容色差を意味し、 $cf=1.0$ の場合、 ΔE_{CMC} が 1.0 未満であれば問題が無く、1.0 以上であれば許容範囲外となることを示しています (図 25 参照)。

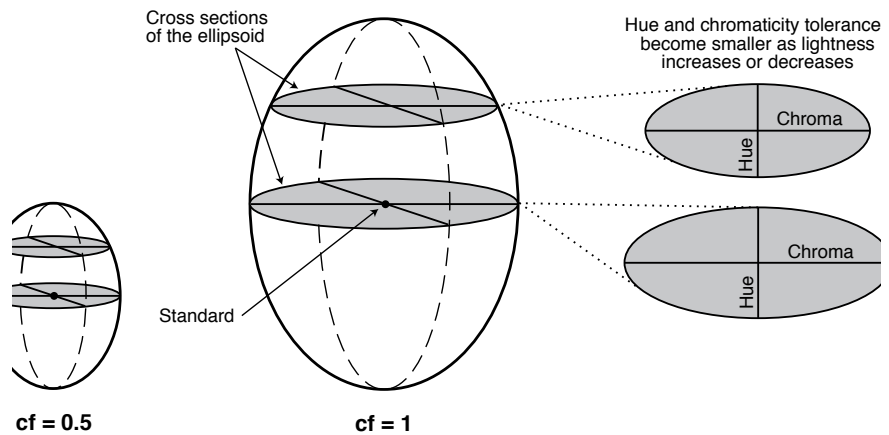


図 25 : 許容値のコマーシャルファクター (cf)

一般的に人間の眼は、彩度 (c) よりも明度 (l) の差異に敏感なため、(l : c) のデフォルト比率は 2 : 1 になります。2 : 1 の比率は、明度と彩度について差異を 2 倍にすることを意味します。CMC の数式を用いることによって、この比率を調整し、視感評価とより一致させることができます (図 26 を参照)。

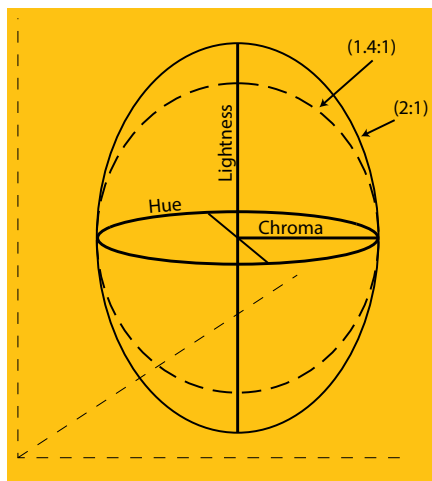


図 26 : CMC 許容色差の識別楕円

CIE94 トレランス

1994 年、CIE は CIE94 と呼ばれる新しい許容色差の算出方法を発表しました。CIE94 は、CMC に似た楕円形を用いた許容色差の算出方法です。コマーシャルファクター (cf) と同様に、明度 (kL) と彩度 (Kc) の比率をユーザーがコントロールします。一連の設定を行うことによって、l : c と cf の設定に応じて CMC の許容色差が変わると同じように、識別楕円のサイズと形状が変わっていきます。

CMC が織物業界で使用されることを目的にしているのに対して、CIE94 は塗料やコーティング業界で用いられることを目的にしています。これら 2 つの許容色差の内どちらを選択するかは、測定する対象物の表面について次の点を考慮する必要があります。

表面が不規則であったり、細かさが異なるような場合には、CMC の許容色差が適していると考えられます。一方、規則的でなめらかな表面の場合には、CIE94 の許容色差が適していると考えられます。

ΔE 2000

ΔE 2000 は CIE94 (または ΔE94) 以来の、ΔE 色差式の最初の大規模な改訂です。色の明度領域によって L* の比率を変動する ΔE2000 は、L* が明度の知覚的な差異を正確に反映することを前提とする ΔE94 とは異なります。ΔE2000 はグラフィックアーツの用途において人気が高まっており、近い将来 ΔE94 に置き換わるとみられています。

視感評価と測色評価の比較

許容色差を算出する完全なシステムはありませんが、CMCの数式にしても、またCIE94の数式にしても、いずれも実際に眼で認識する色差と一致させる最適な方法と言うことができます。

許容色差	視感評価との 一致率 %
CIELAB	75%
CIELCH	85%
CMC または CIE 94	95%

適切な許容色差の選択

色差の算出方法を決定する上で、次の5つのルールを考慮するようにしてください。

1. 算出方法は一つにして、継続して用います。
2. 常に算出方法を指定します。
3. 平均的な換算係数を用いるとしても、ある数式で算出した色差を変換によって別の算出方法の色差として使用してはいけません。
4. 算出した色差は、設定した許容色差における最初の近似値としてのみ利用し、目視による判断で確認するようにします。
5. 数値だからといって、またそれが正しく計算されたものだからといって、絶対的なものではないということを常に忘れないでおいってください。

¹ Billmeyer, Fred and Max Saltzman, Principles of Color Technology, Wiley, 第2版、1981年5月

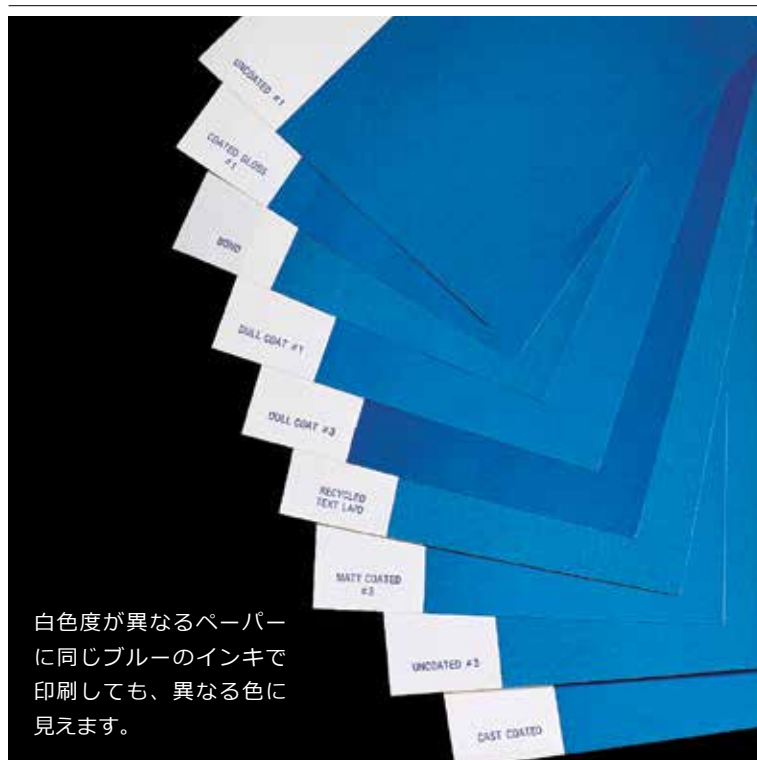
その他のカラー表現

ホワイトインデックス/イエローインデックス

塗料や織物、製紙業などの一部の業界では、素材や製品の評価を「白色度（白さ）」という基準で評価しています。一般的に、この白色度インデックスは、写真用ペーパーや印刷用ペーパー、プラスチック製品など、素材がどの程度白いかという、ある種の嗜好的評価と言えます。

また、ある製造メーカーでは素材の黄色度や色調を判断基準にしているところもあります。これは、対象物の色が希望する白色からどの程度青味がかかった色合いになっているかを判断するために行われるものです。

ペーパーに印刷用のインキや染料が塗布されるような場合は、白色度や黄色度が、重要な要因となります。高品位の印刷用ホワイトペーパーにブルーのインキをプリントする場合と、新聞用の用紙などのペーパーに同じインキをプリントした場合とでは、異なる仕上がりになってしまいます。



American Standards Test Methods (ASTM) では、白色度と黄色度のインデックスを定義しています。E313 白色度インデックスは、ペーパーや塗料、プラスチック製品などの不透明素材について、その近似白色度を測定する場合に使用されています。実際には、このインデックスはホワイトの見えを持つ多くの素材に対して使われています。

ASTM の E313 黄色度インデックスは、対象サンプルの色が理想的なホワイトからどの程度離れているのかということ判断する場合に使用されています。D1925 黄色度インデックスは、プラスチック製品の測定に使われています。

蛍光増白剤

「白」をより白く見せるために、多くの基材に蛍光増白剤（蛍光白色染料とも呼ぶ）を使用するケースが増えています。蛍光増白剤は製品をさらに明るく白く見せることができ、時間の経過と共に黄色っぽく見えやすい白色の製品を補正します。

蛍光増白剤は製品色をより明るく見せますが、本来の色を変えるため、通常の測定方法では正確に測定することが非常に難しくなっています。

一方、ブラックライトなどの UV 光源下では、様々な量の蛍光増白剤を含む製品の色差を目視で認識することができます。蛍光増白剤を含む製品は色が薄く、そうでない製品は色が濃く見えます。製品に含まれる蛍光増白剤を数量化するには、UV 光源量が一貫している必要があります。UV 光源が少ないまたは存在しない場合、色差を目視で認識できない場合があります。UV 光源が存在する場合は、色差を目視で認識可能です。基材や素材は一見同じように見えますが、店頭、昼光、家庭用照明などの異なる照明下でかなり違って見えることがあります。



蛍光増白剤を含む製品を正確に測定するツールを使用することが、蛍光増白剤を使用する全ての製品に首尾一貫した色を実現する唯一の方法となります。そこで、エックスライト社では、積分球分光測色計「Ci7800/Ci7600」またポータブル分光測色計「Ci64UV」に UV キャリブレーション光源機能を開発しました。これらの装置に備わる UV キャリブレーション光源は、蛍光増白剤を測定します。蛍光剤を含むサンプルは、照明装置「X-Rite SpectraLight QC」など、管理された UV 照明下における目視評価が可能です。

CxF3

2015 年には ISO TC130 委員により、グラフィックアーツ業界のグローバルスタンダードにエックスライト社の CxF（カラーエクスチェンジフォーマット）を設定されました。このスタンダード（ISO 17972-1:2015）は、グラフィックアーツ業界のサプライチェーン全体において正確かつ効率的なカラーコミュニケーションを行います。

CxF3 形式は、用途やカラー条件が明確でない場合でも、カラーの全要素をコミュニケーションできるように定義されています。これは、CxF を使用またはサポートするソフトウェアメーカーは、グローバルのワークフローにおいて情報を正確に維持することが可能です。

色番号で測色

色の測色装置として「分光測色計」が最も一般的に使用されています。状況によって色彩計を使用することも可能です。これに関しては、本ガイド後半で説明します。本ガイドに分かりにくい用語がありましたら、最後の用語集を参照してください。

分光測色計には、印刷、パッケージングなど、工業用途を対象に主に3つのタイプがあります。1. 標準 0°/45° (45°/0°) 分光測色計、2. 積分球 (または拡散/8°) 分光測色計、3. 多角度分光測色計。

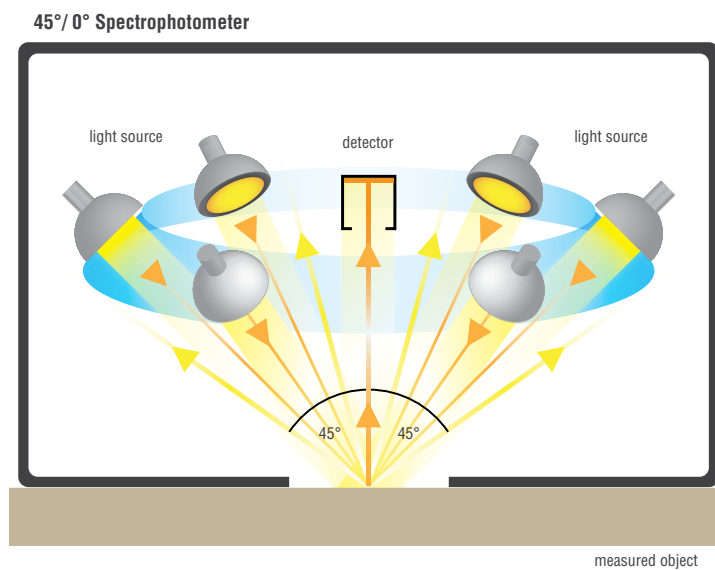
これらの装置は主にカラーデータを取得します。また、光沢などの外観特性を測定することも可能です。測定する物体または素材から外観特徴を測定および定義し、より詳細なデータを出力する装置が今後市場にリリースされることでしょう。それぞれの名前が意味するものを見てください。

45°/0°分光測色計

45°/0° 分光測色計の「45」は照明角度、「0」は検出角度を表します。（装置の光学幾何条件に依存しません。「45」は常に照明を定義し、「0」は常に観察条件を定義します。）「X-Rite Vs450」を含む 45°/0° 分光測色計は、光源を測定サンプルから 45° の垂直角度 で照明し、 0° またはサンプル表面に垂直となる反射光を検出します。



VS450 45°/0° 分光測色計



45°/0°分光測色計の光学幾何条件

積分球分光測色計

「X-Rite Ci64」などの積分球（または分散 $\angle 8^\circ$ ）分光測色計：測定サンプルを全方向から拡散照明し、測定表面から 8° の角度における反射光を検出します。これは「積分球幾何学」と呼ばれるもので、装置の積分球から拡散照明が出力されるためです。



X-Rite Ci64 ポータブル積分球分光測色計

積分球分光測色計は、積分球が照明を投射および拡散する高反射、低光沢、マットホワイト基材でコーティングされており、ほぼ完全なマット状白色（完全拡散白色）となっています。光線が積分球の内面を照らすと、99%以上が反射します。同時に、積分球内壁のマット仕上げによって光は全方向（ランダム）に拡散します。これは表面全体に対し、積分球内の照明を全方向から同時に照らす効果的な方法で、積分球の内部が光源となります。図5に分光測色計の光学幾何条件が表示されています。

26

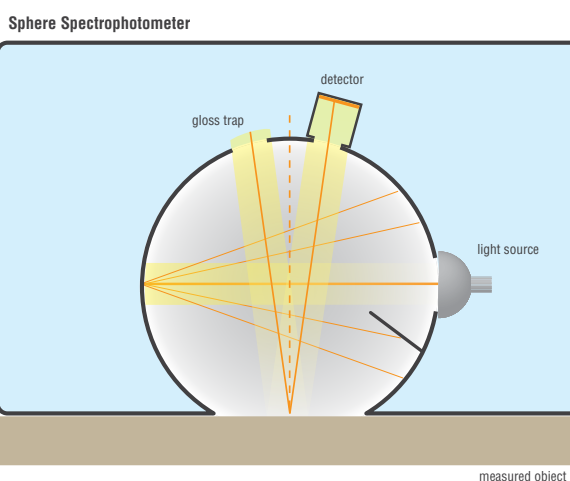


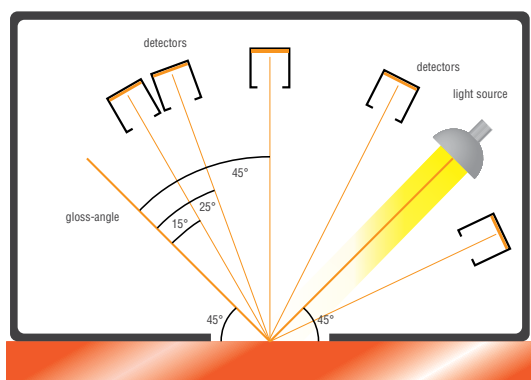
図5：積分球分光測色計（拡散 $\angle 8^\circ$ ）の光学幾何条件

重要ポイント

分光測色計には次の3つのタイプがあります：多角度（マルチアングル）、 $45^\circ/0^\circ$ 、積分球。それぞれの製品は、異なる測定を行います。

多角度（マルチアングル）分光測色計

多角度分光測色計は、特殊効果表面を用いた自動車塗装、メタリック、パール系インキ/コーティングや化粧品に適しています。通常はラボ、製造ライン、品質管理、配送部門で使用されます。「X-Rite MA98」ポータブル多角度分光測色計などの、多角度分光測色計には極めて高度な機能が備わっており、5 つまたはそれ以上の $L^*a^*b^*$ あるいは ΔE^* の値を検証する必要があります。標準アパーチャーサイズの 12 mm は、小型サンプルに大きすぎる場合があります。主要な照明は 45° の角度から出力されます。また、15° 角度の第2照明が備わっている製品モデルもあります。



多角度分光測色計

多角度分光測色計の使用例は、自動車産業における非接触型の多角度測定です。特殊コーティングの色彩データを収集し、常に正確な色を確保します。

▶ 27

色彩計

色彩計は分光測色計の代用として使用できません。色彩計は三刺激装置で、赤、緑、青の 3 つのフィルターを使用して光と色に対する人間の目の受容体を再現します。いくつかのアプリケーションにおいては、最も安価に品質管理を行うツールとなります。「分光色彩計」は、分光測色計と色彩計の機能を兼ね備えた兼用装置です。

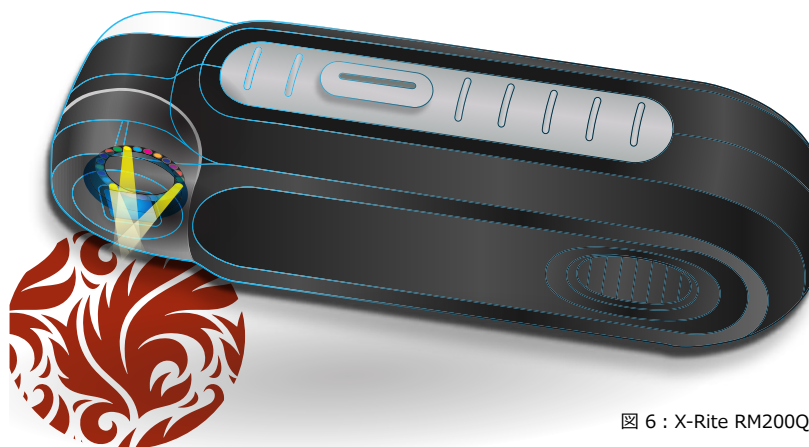


図 6 : X-Rite RM200QC 色彩計

色彩計は、メタメリズム（ある光源で同じに見える2つの色が他の光源で異なって見えるという現象）を補正することはできません。色彩計は 1 種類の光を使用し、測定サンプルの分光反射率を記録しないため、この変動を予測できません。これに対して分光測色計は、カラーシフトの補正に対応しているため、精度を重要視し、繰り返し測色を行う場合には、適切な選択肢となります。

濃度計

印刷および包装印刷の業界では、インキ濃度の測定が印刷機の品質チェックに長年推奨されてきた方法です。（「印刷機のオペレーターは長年「目視評価」を用いてきました。）エックスライト社の Pantone デジタルビジネス部門でソリューション アーキテクトを務めるブライアン・アッシュは次のように話しています。「濃度計はシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックで構成される 4 色プロセスの CMYK を上手く測定します。それは基本的に、基材上のインキフィルムに基づくためです。濃度計は単に濃度をチェックしますが、色は確認できません。実際には色は全く関係ありません。」また、汚染によるインキ不良が問題を引き起こす可能性も考慮することが重要です。このような場合、濃度値は平常に見えますが、分光値をモニタリングしなければ問題は判明しません。

今日の分光測色計は、より正確な分光値を測定するだけでなく、付属ソフトウェアは、適切なインキ濃度または許容値内に収まる色を確保するための、インキキー設定の調整に対する明確な指示を出力し、色変動を事前に対処します。「X-Rite eXact」などの兼用装置は、一台で濃度測定および分光測定を行い、分光濃度計とも呼ばれています。



重要ポイント

色彩計および濃度計は、測色工程で重要な役割を果たしますが、分光測色計と同じようなカラーデータは出力しません。兼用装置は、分光色彩計と分光濃度計の各機能を兼ね備え、コストパフォーマンスに優れた装置です。

アプリケーション

分光測色が必要なシチュエーションは、無数に存在します。再現した色と基準色の比較といったカラーマッチングを判断するための測定は、毎日のように行われています。分光測色計による測色は、次のような場面で有効な手段となります。

- 容認される仕様と許容値を設定
- 原料やその他の入荷物が許容値と仕様に準拠するかどうかを判断
- インキおよび着色剤の調色を検証
- 検査環境において着色剤の調色を検証し、欠陥品が出荷されることを防御
- 製造工程において製品をチェックし、色の変動を防御
- カラーパフォーマンスを確認し、安心した製品を提供
- 最終製品また組み立て部品の納入品検査を行う、良好な品質管理工程を実行
- 一つの場所から世界中の、サプライチェーン全体における共通の用語とコミュニケーションを設定



測色装置と管理方法を用いた、数値による測色、管理、コミュニケーションは、様々な業界のグローバルビジネスを大きく左右します。

色の測定、管理、コミュニケーションの手段を用いて、無駄を排除、市場進出への時間を短縮、製品の品質を改善、顧客満足を向上、利益の最大化に貢献する方法は、<https://www.xrite.co.jp/> をご覧ください。

購買意思決定の瞬間

Google 社では、人が購買意志を決定する瞬間を「ZMOT (Zero Moment of Truth)」と定義付けしています。それは、購入に至るまでの瞬間的な段階で、「知りたい」、「行きたい」、「したい」、「買いたい」です。

Google 社ではこのように話しています。「すべては瞬間的なマイクロモーメントであり、各ブランドの戦場でもある。」そして「色」は、店舗を訪れる前の意思決定の正念場であり、7 割以上の消費者に影響することがリサーチで判明しています。

用語集

【あ行】

明るさ (brightness)

ブラックからホワイトまでの範囲で、無彩色のスケールで色の次元を表す属性。光の反射性や透過性 (q.v) を示します。飽和度と混乱するため、この用語の使用は推奨されません。

イルミナント (illuminant)

実際または仮想的な光源のスペクトル量の相対分布を、数学的に記述したもので、発光スペクトルにおける各波長で光源から発せられる相対エネルギーが規定された放射を意味します。時に同じような意味として、「光源」や「照明」が使われることがありますが、あまりお勧めできません。

イルミナント A (CIE) (illuminant A)

白熱光によって生成されるCIE標準イルミナントで、色合いはイエローとオレンジの間、相関色温度は 2856°K です。380nm から 770nm の波長範囲で定義されます。

イルミナント C (CIE) (illuminant C)

フィルタをかけたタングステン光によって生成される CIE 補助標準イルミナントで、平均的な昼光に似ています。青みがかった色で、相関色温度は 6774K です。

イルミナント D (CIE) (illuminants D)

昼光の CIE 標準イルミナントで、300nm から 830nm の波長範囲で定義されます (蛍光染料や顔料が含まれる色を定義するには、300nm から 380nm の UV (紫外線) の一部波長が必要になります)。D で表記され、下付きの文字で相関色温度を表します。D65 は最も一般的に使用されているイルミナントで、相関色温度は 6504K、イルミナント C の相関色温度と近似しています。昼光のスペクトル分布を実測定した値に基づいて定義されています。

色 (color)

見えを表す一つの要素で、光に対する視覚反応に基づく刺激を指します。色相、彩度、明度の三つの属性で構成されます。

色温度 (color temperature)

黒体が熱を帯びたときに放射される光の色を表す温度。温度は、絶対温度または Kelvin (ケルビン) で表されます。2400°K のような低い温度では光はレッドになり、9300°K のように高い温度ではブルーの光になります。ニュートラルな色温度は、6504°K でグレーです。

色空間 (color space)

三次元立方体で、すべての可視域の色を表現するもの。次元は幾何学的に様々に定義され、様々な空間を作ることができます。

色の属性 (color attribute)

対象物の見えを表す三次元的な特性を意味します。通常、一次元で明度を定義し、他の二次元で色度を定義します。

【か行】

拡散 (scattering)

異なる屈折率の粒子に衝突しながら放射エネルギーが発散すること。拡散は、表面や粒子を含むメディアの内部で発生します。

加法混色の原色 (additive primaries)

レッド、グリーン、ブルーの光。加法原色の三原色すべてを100%の強度で混色すると、白色の光になります。三原色のそれぞれの強度を変えて混色すると、異なる色域 (ガモット: gamut) 内のさまざまな色を表現することができます。三原色のうち、二色を 100% で混色すると、減法混色の原色 (シアン、マゼンタ、イエロー) を表現することができます。

レッド 100% + グリーン 100% = イエロー

レッド 100% + ブルー 100% = マゼンタ

グリーン 100% + ブルー 100% = シアン

「減法混色」を参照

カラリスト (colorist)

カラーマッチング（等色、着色配合）に関する技術を持ち、特定の素材に対する着色料の特性について知識を有している人を指します。着色調合師 (q.v.)（米国内）やシェーダーと呼ばれています。“カラリスト”という名称は、ヨーロッパが起源とされています。

カラーオーダーシステム (color order systems)

色の規則的な三次元配置を表現するために使用するシステム。次の三つが基本ベースとなっています。1) マンセルシステムのように、色相、彩度、明度といった属性で表現する見えベース（心理学的ベースとも言う）、2) CIE システムやOstwald システムなどの、規則的な加法混色ベース（色刺激ベースとも言う）、3) インキの規則的な混合に基づく Plochere カラーシステムのような、規則的な減法混色ベース。

カラーモデル (color model)

色の知覚的な属性を定量的に決定する色彩計測のスケールまたはシステム。色彩計測やコンピュータ グラフィックのアプリケーションで利用されます。

観測者 (observer)

知覚的な刺激を受ける人間を指します。視覚という観念から言えば、刺激とは目に見えるものを示し、知覚とは見えを意味します。

観測者 (observer)、基準 (standard)

「標準観測者」を参照。

32

基準 (standard)

装置による測定に際して規定、定義されたリファレンス。

吸収 (absorb/absorption)

入射放射線の指向性透過率の減少といった相互作用で、電磁波のエネルギーが別の形態（熱など）になり、その結果として、吸収エネルギーが変化や変換されること。

鏡面光沢 (度) (specular gloss)

鏡面や正反射方向からの相対的な反射率を意味します。鏡面反射角に対して60°で測定する場合があります。

グレースケール (grayscale)

ブラックからホワイトに至るまでの連続したグレーの階調範囲を表す無彩色のスケール。互いに等間隔のステップで構成されているか（マンセル値スケールのように）、または明度に応じて幾何学的に配列する場合があります。二つの類似した色の相対的な差異を定義する場合に使われます。

蛍光灯 (fluorescent lamp)

水銀ガスが充填され、内側の表面に蛍光体がコーティングされたガラス管。ガスに電流が流れると放電し、蛍光体がこの放射エネルギーを帯びると発光します。

減法混色の原色 (subtractive primaries)

シアン、マゼンタ、イエロー。理論上、白色紙上に減法混色の三原色をそれぞれ100%の強度で混色すると黒になります。三原色のそれぞれ

れの強度を変えて混色すると色域の内のさまざまな色を表現することができます。三原色の内、2色を100%で混色すると、加法混色の原色（レッド、グリーン、ブルー）を表現することができます。

シアン 100% + マゼンタ 100% = ブルー

シアン 100% + イエロー 100% = グリーン

マゼンタ 100% + イエロー 100% = レッド

光源

人間の眼で認識できる光や放射エネルギーを発する物体。光源からの光の放射を、可視スペクトルの波長ごとに発するエネルギーの相対量で表した場合、光源はイルミナントとして定義されます。また、光の放射は、相関色温度で表すことができます。

光沢 (gloss)

素材の色相、明度、彩度、表面特性、さらに金属やパール系といった品質にしたがって、色の基準を判断する場合に考慮するパラメータです。グロス（光沢度）は、マンセル許容色差セットにおいて、付加的な許容色差として定義されることがあります。カラーサンプルの光沢度を測定評価する場合においては、一般的に光沢度が高いと、カラーサンプルがより暗く見えるようになります。これとは反対に、光沢度が低い場合はサンプルがより明るく見えます。光沢は、測定角度と光沢値で表します（例：60° 光沢 = 29.8）。American Society for Testing and Materials (ASTM) D523 規格「光沢に関する一般的評価測定」では、60°が推奨されています。

コントラスト (contrast)

画像イメージの明るい領域と暗い領域のレベル変化を意味します。

【さ行】

彩度/クロマ (chroma/chromaticity)

ある特定の色相における色合いの強さを意味し、同一明度上での無彩色（ニュートラルグレー）からの距離を示します。色を混合してクロマを表現する場合は、同じ明度のニュートラルグレーと鮮明なレッドを混色します。ニュートラルグレーにレッドを少量ずつ加えていき、鮮明なレッドになるまで続けます。このようにして得られた色のスケールが、彩度の増加を示します。スケールはゼロから始まりませんが、終点は存在しません。マンセルは朱色（バーミリオン）の顔料色素を最高の彩度として10を定義し、関連するその他の顔料色素を定義しました。彩度の高い顔料色素については特記されていましたが、オリジナルスケールに関してはそのままでした。通常の反射性素材のクロマスケールでは20まで、蛍光素材は30まで高くなるとされています。

三刺激値 (tristimulus)

三つの刺激の値で、色を表現する方法。一般的には特定の色を認識するために必要となる混色における色成分を意味します。

三刺激色彩計 (tristimulus colorimeter) - 色の三刺激値を測定し、色度成分に変換する機器。

三刺激値 (CIE) (tristimulus values)

三つの色の混色において、等色に必要な色成分の割合を意味し、CIE システムでは X、Y、Z 値で表します。等色関数においては、イルミナントと標準観測者を、必ず指定する必要があります。指定しない場合には、CIE が 1931 年に制定した標準観測者（2° 視野）とイルミナント C にすることになっています。また、積分方法やサンプルの特性、あるいは反射率や透過率の測定に使用する機器のデザインによって、求められる値が異なりますが、三刺激値は測定サンプルの特性を示す絶対値ではなく、算出方法に依存する相対値です。測定値を通常 100 に正規化する三刺激値と近似する値を求めることができます。次にそれらの測定値を CIE の相当値に変換する必要があります。フィルターを使った測定では、X、Y、Z の代わりに R、G、B を正しく定義する必要があります。

視感度関数 (y) (CIE) (luminosity function)

視覚認識反応の相対感度を約 380nm から 780nm の波長関数としてプロットするもので、1924 年に CIE が採用しました。

色差 (color difference)

決められた条件下で、二つの色の大きさと特性の違いを示します。

色彩計 (colorimeter)

人間の視覚特性に似た方法で色に反応する光学測定機器で、反射光にフィルターをかけることによって、レッド、グリーン、ブルーの主要三原色に分解します。

色彩測定 (colorimetric)

レッド、グリーン、ブルーの三つの色の光量や受容器の感度を示す値または関連する値。

色相 (hue)

1) カラーオーダーシステムを構成する第一の要素で、レッドとグリーン、ブルーとイエローといったカラーの違いを識別する属性として定義されます。マンセルが五つの基本色相 (レッド、イエロー、グリーン、ブルー、パープル) と五つの中間色相 (イエロー-レッド、グリーン-イエロー、ブルー-グリーン、パープル-ブルー、レッド-パープル) を定義しました。これらの 10 の色相 (イニシャル文字を使って表す R、YR、Y、GY、G、BG、B、PB、P、RP) は、視覚的に 100 の等間隔ステップに分割された円形の周囲に等間隔で配置され、レッドの開始地点がゼロポイントとなります。円形上で隣接するカラーを混合することによって、一つの色相からもう一つの色相への連続した変化にすることができます。色相環で定義される色は、クロマチックカラーと呼ばれています。2) 色をレッド、イエロー、グリーン、ブルー、パープルなどとして視覚的に認識することに基づく色の属性を意味します。

色相環/カラーホイール (color wheel)

可視スペクトルを円形に配置したもので、レッドとグリーンのような補色が相互に反対に向き合います。

色度座標 (CIE)

それぞれ x 、 y 、 z として表された座標は、三つの刺激値の合計に対して、各 X 、 Y 、 Z の比率を表しています。三色係数として引用されることもあります。下付きの文字がなく表記される場合には、特に指定がない限り、イルミナント C および 2° (1931) の標準観測者で測定されたことを意味します。その他のイルミナントや観測者で求めた場合には、観測者やイルミナントを示す下付き文字が使用されます。例えば、 x_{10} と y_{10} は、 10° 観測者とイルミナント C の色度座標値となります。

色度図 (chromaticity diagram)

色度座標 (横軸に x 、縦軸に y) を表す二次元グラフで、スペクトル軌跡 (単色光 380~770nm の色度座標値) を示します。発光および非発光性の素材の色を相互に比較する場合、多くの点で有効な特徴を持っています。

人工昼光 (artificial daylight)

光源を指すときに使われる用語で、多くの場合、フィルターを使用して昼光の色とスペクトル分布を作り出した照明装置の光を指します。より明確な光源の定義が好ましいとされています。

スペクトル (spectrum)

放射エネルギーの成分を、波長 (周波数) の順に空間的に配列したものです。

スペクトル出力分布曲線 (spectral power distribution curve)

波長の関数で表した放射エネルギーの強度。一般的には、相対出力を表す用語として使われます。

正反射率 (specular reflectance)

入射角度とは反対側の等角度における放射エネルギーの反射率を意味します。光沢のある素材の正反射率は、メディアの表面の屈折率や角度によって大きさが変わります。正反射率の大きさは、フレネルの法則で算出することができます。

正反射を除去した反射率 (SCE) (specular reflectance excluded)

正反射を除外した拡散反射光の反射率の測定方法。通常、試料の表面反射成分を除くため、ライトトラップもしくは黒い吸収材が使用されます。これによって正反射光成分が測定値に含まれない拡散反射光のみが測定されます。

正反射を含めた反射率 (SCI) (specular reflectance included)

拡散光や正反射光を含む、物体の表面からの全反射率を測定することを意味します。

積分球 (integrating sphere)

搭載-光を拡散させる高反射性素材を使用した球体。高耐久性の積分球としては、スペクトラロンを使用したものなどがあります。

絶対白色 (absolute white)

理論的には、目に見える波長のすべての光を完全に反射する素材を意味します。実際には、スペクトル反射データが既知の白色固体を指し、「基準ホワイト」として絶対反射の測定に使われます。分光測色計では、白色のセラミック プラークを絶対白色の基準として使用し、キャリブレーションなどを行います。

染料 (dye)

溶解性の色素で、不溶性の顔料に相対するもの。

全反射率 (total reflectance)

表面上のあらゆる角度に反射された光の反射率で、拡散光と正反射光の両方が含まれたものです。

測色 (color measurement)

ある条件下で試料により放射、透過、反射される光を物理的に測定し、数学的に標準化された測色用語に変換することを意味します。これらの用語は、色がそれぞれ相対する視覚的評価に関係します。

属性 (attribute)

見えや見かけの感覚 や認識、形態を識別する特性。多くの場合、色は色相、彩度、明度の属性で表現されます。

【た行】

ダイナミックレンジ (dynamic range)

測定可能な値に対する機器の対応範囲で、検出可能な最低値から処理可能な最高値までを指します。

着色料 (colorants)

染料や顔料、トナーやワックス、蛍光物質などの、色を作成するために使われる素材。

昼光イルミナント (CIE) (daylightilluminants)

昼光のスペクトルを実際に測定した結果に基づき、1965 年に CIE によって提唱された昼光標準イルミナント。300nm から 830nm までの波長値で定義されます。色温度と相関関係にあるものとして表わされます。D65 の最も重要な点は、相関する色温度が 6774K というイルミナント C と最も近似しているということにあります。D65 よりもブルーな D75 とよイエローな D55 も利用されています。

チント (tint)

1) 動詞 (着色) : ホワイトの顔料と着色料を混合することを意味します。2) 名詞 : ホワイトの顔料と着色料を混合することによって作られるカラーを意味します。ホワイトが加えられることにより、より明るく、そしてより彩度が低いカラーが作られることとなります。

デルタ (D または Δ) (delta)

色差や偏差を示す記号。

デルタ E*, Δ e* (delta)

色差式 (ΔE ab または ΔEcmc) で算出された色差の総量を意味します。許容色差においては、DE の記号でデルタエラーを示す場合があります。

デルタ E 2000

$\Delta E 2000$ は、 $\Delta E94$ 色差式の最初の大規模な改訂です。色の明度領域によって L^* の比率を変動する $\Delta E2000$ は、 L^* が明度の知覚的な差異を正確に反映することを前提とする $\Delta E94$ とは異なります。

電磁スペクトル (electromagnetic spectrum)

空气中を伝搬する電磁波帯で、波長で測定されます。波長によって特性が異なりますが、ほとんどの電磁波は、人間の目では認識できません。380 から 720nm の範囲内にある波長のみ目に見えます。可視スペクトルの外側にある電磁波には、ガンマ線、X線、マイクロ波、電波などがあります。

等色関数 (color-matching functions)

光の各波長と一致させるために必要となる三つの原色の相対量を指しますこの用語は一般的に CIE 標準観測者のカラーマッチ機能を参照する際に使用します。

透明度 (transparent)

拡散せずに光を透過する素材の定義に使われます。

【な行】

ナノメートル (nm) (nanometer)

10 の 9 乗メートルに相当する単位 (1 メートルの 10 億分の 1、1 ミリマイクロンとも言う)。

【は行】

反射 (reflectance)

入射束に対する反射された放射束の強度の比率を意味します。一般的な使い方としては、反射した放射エネルギーと定義された基準からの反射の強度の比率と考えることができます。

反射率 (鏡面) (reflectance, specular)

「正反射率」を参照。

反射率 (全) (reflectance, total)

「全反射率」を参照。

光 (light)

1) 人間の観測者が認識できる電磁放射で、目の網膜が刺激されることによって認識する現象を意味します。約 380nm から 770nm までの波長範囲です。人間の観測者には紫外領域の放射エネルギーを認識できないため、紫外線光について言及することは無意味と言えます。2) 暗いまたは低い強度とは対照的に、高反射または照明レベルを意味します。

標準イルミナント (CIE) (standard illuminants)

CIE が制定したスペクトルで定義された光源。三刺激値を使って色を表す場合、同時にイルミナントも定義する必要があります。現在 CIE が制定している標準イルミナントは2つでAとD65です。

標準観測者 (CIE) (standard observer)

1) 1931 年に CIE が提唱した 2° 視野角度の三刺激混色データに基づく仮定の観測者を意味します。1964年 に視野角度のより大きい 10° の補助標準測定者が策定されました。2) CIE が定義した平均的な観測者のスペクトル反応特性。2° 視野を 1931 データとして、また環状 10° 視野を 1964 データとして、これら 2 つのデータが定義されています。通常は、観測者が指定されていない場合、1931 データの 2° 視野標準観測者によって三刺激値データが算出されることになっています。1964 データを用いる場合には、指定する必要があります。

表色 (color specification)

三刺激値、色度座標値と輝度、あるいは、その他のカラースケール値を使って、特定のカラーシステムにおいて数値的に色を定義することを示します。

ブラック (black)

理論的には、入射光が完全に吸収された状態で、反射が全く無いことを意味します。実際には、相対的な観測状態でこの理想に近似する色を意味し、言い換えれば、極めて低い彩度と明度の色を指します。

分光曲線 (spectrophotometric curve)

分光測色計で測定された曲線で、反射または透過（吸収）の相対レベルを縦軸に、波長または周波数を横軸にプロットしたグラフです。

分光測色計 (spectrophotometer)

スペクトルの透過率・反射率や相対放射率を測定するための測定器。

分光データ (Spectral data)

物体の色を最も正確に表したものです。物体色の見え方は物体により、また観測者に反射される光が変化することによって決まります。分光データは、入射した光が反射によってどのように変化したかを表すものです。反射光の分光反射率 % は、全可視波長域にわたり、間隔をおいて測定されます。この情報は、分光曲線としてグラフによって視覚的に表現することができます。

分光反射曲線 (Spectral reflectance)

反射スペクトルまたは分光反射率の曲線は、反射率が波長区間に分布されます。

放射エネルギー (radiant energy)

真空中を秒速 299,792km で移動し、密度の高いメディア（空気、水、ガラスなど）ではよりゆっくりと進む電磁スペクトルで構成されるエネルギーの形態。放射エネルギーの特性は、波長または周波数で表し、量子（いわゆる「粒子説」）とは全く異なる働きをします。多くのタイプのエネルギーは別のエネルギー（電氣的、化学的、機械的、原子的、熱的、放射的）に変化しますが、エネルギー自体消失することはありません。

放射体 (emissive object)

光を放射する物体。一般的に、太陽のコロナ放電ガスや電球のフィラメントのように、化学反応によって放射します。

飽和度 (saturation)

同一明度上での無彩色からの距離に相当する明るさとの相対的な色知覚の属性。グレーは、すべて飽和度ゼロとなります（ASTM）。クロマを参照。

補色 (complements)

混色したときにニュートラルグレーを作る二つのカラー。色相環（カラーホイール）では、ブルー/イエロー、レッド/グリーンのように、補色は互いに反対側に配置されています。

【ま行】

マンセルカラーシステム (Munsell ColorSystem)

マンセルの色相、明度、彩度を使って、試料の色を識別する方法で、「マンセルブックオブカラー」と対比するために視覚的に定義されたものです。

マンセルスケール (Munsell Scale)

色相、明度（明るさ）、彩度（純色）の3次元つの要素によって、色を指定する色空間。20世紀初頭にアルバート H. マンセル教授により作成され、1930年代には米国農務省（USDA）により、正式な土壌色チャートとして承認されました。

見え (appearance)

サイズ、形状、色、表面の状態、光沢度、透明度、不透明度などの視覚的な属性から見た対象物や素材の発現。

無彩色 (achromatic color)

色相のないニュートラル色 (ホワイト、グレー、ブラック)

明度 (lightness)

ホワイトの物体とグレーの物体の識別や明るい色の物体と暗い色の物体を識別する時に認識する色の明るさの相対的屬性。

明度 (value)

ニュートラルグレースケールに対して、カラーの明暗の度合を示します。値のスケール (マンセル表色系のカラー表記ではV) は、純黒で0から純白で10までの範囲になります。明度のスケールは無彩色です。

メタメリズム (metamerism)

二つの色がすべての照明ではなく、一つないし複数の照明の条件下で、一致 (視覚的または測定上において) するという現象。

【や行】

有彩色 (chromatic)

色相を有するものとして視覚できるもの。ホワイト、グレー、ブラックを除く。

【アルファベット】

c*

"chromaticity" (色度) の略。

CIE (Commission Internationale de l'Éclairage)

(国際照明委員会) 色や測色に関する基準規格を制定する主要な国際機関。

CIE 1976 L*a*b* 色空間 (color space)

Adams-Nickerson 三乗根方程式を使用した均一な色空間で、色差を測定するためのものとして、1976年にCIEに採用されました。

CIE 1976 L*u*v* 色空間 (color space)

1976年に採用された均一な色空間。光を混色する場合に適しています。(例: カラー TV)

CIE 三刺激値 (tristimulus values)

「三刺激値 (CIE)」を参照。

CIE 色度座標 (chromaticity coordinates)

「色度座標 (CIE)」を参照。

CIE 色度図 (chromaticity coordinates)

「色度図 (CIE)」を参照。

CIE 視感度関数 (y) (luminosity function)

「視感度関数 (CIE)」を参照。

CIE 昼光イルミネラント (daylight illuminants)

「昼光イルミネラント (CIE)」を参照。

CIE 標準イルミナント (standard illuminants)

「標準イルミナント (CIE)」を参照。

CIE 標準観測者 (standard observer)

「標準観測者 (CIE)」を参照。

CIELAB

3次元の直交座標で、色を表す機器に依存しない均等 (反対色スケール) 色空間。3次元は明度 (L^*)、赤/緑 (a^*)、黄/青 (b^*)。CIELab は現在 CIE より推奨されています。 $L^*a^*b^*$ としても知られています。

CIELAB (CIE $L^*a^*b^*$ 、CIE Lab)

直交座標系を使用して、 L^* 、 a^* 、 b^* の値を座標軸にプロットした色空間。色空間内で等しい距離であることは、色差が等しいことを意味します。 L^* 値は明度、 a^* 値はレッド/グリーン軸、 b^* 値はイエロー/ブルー軸を示します。CIELAB は、反射物や透過物を測定する場合に、一般的に使用されている色空間です。

CMC (Colour Measurement Committee of the Society of Dyes and Colourists of Great Britain)

カラー測色委員会。1988年に発足した組織で、より論理的な $L^*C^*h^\circ$ 色空間に基づく楕円形ベースの方程式によって、DE (「デルタ E^* 」を参照) 値を算出し、CIELAB 色空間による四角による許容色差に変わるものとして、色差に関する数式を体系化しました。

CxF

エックスライト社が開発したカラー エクスチェンジ フォーマット。ISO 17972 により、スムーズなデジタルコミュニケーションの新しいスタンダードとし設定されました。CxF ファイルには分光データ、 $L^*a^*b^*$ 値、観察角度、照明、物理フィルターが含まれます。また、調色データが含まれる場合もあります。

D65

CIE 標準イルミナントで、色温度は 6504°K です。これは、工業界のビューイングブースで広く一般的に使用されている色温度です。Kelvin を参照。

Kelvin (K) /ケルビン

色温度を測定する単位。Kelvin スケールは、絶対ゼロ、摂氏は、-273°K から始まります。

$L^*a^*b^*$

3次元の直交座標で、色を表す機器に依存しない均等 (反対色スケール) 色空間。3次元は度 (L^*)、赤/緑 (a^*)、黄/青 (b^*)。CIELAB としても知られています。

X

1) CIE 三刺激値の一つで、レッドの原色を意味します2) 三刺激値 X を算出するには、CIE 標準観測者の等色関数を使用します。3) CIEXYZ 表色系を構成する一つで原刺激「X」の大きさを表す値として算出されたもの。

Y

1) CIE 三刺激値の一つで、光の反射や透過の輝度に相当し、グリーンの原色を意味します2) 三刺激値 Y を算出するには、CIE 標準観測者の等色関数を使用します。3) CIEXYZ 表色系を構成する一つで原刺激「Y」の大きさを表す値として算出されたもの。

Z

1) CIE 三刺激値の一つで、ブルーの原色を意味します。2) 三刺激値 Z を算出するには、CIE 標準観測者の等色関数を使用します。3) CIEXYZ 表色系を構成する一つで原刺激「Z」の大きさを表す値として算出されたもの。

