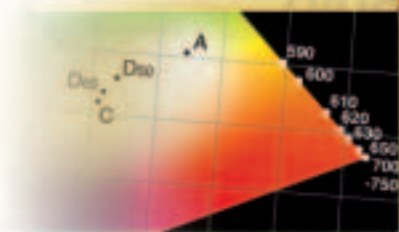
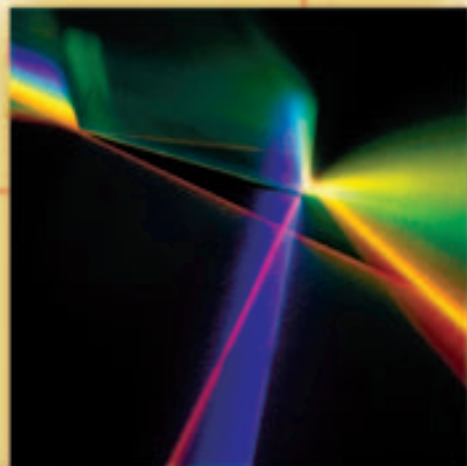
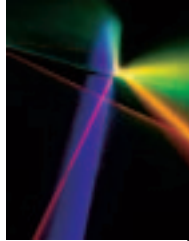


# カラーコミュニケーション ガイド —色を正しく伝えるために—





## 目次

カラーコミュニケーション .....	2
色の測定方法 .....	3
統合カラー - サプライチェーンの全体像 .....	4~5
アプリケーション .....	6
色の属性	
色相( Hue ) .....	7
彩度( Chroma ) .....	7
明度( Lightness ) .....	8
カラー測定のスケール	
マンセル スケール .....	9
CIEカラーシステム .....	9~10
色度の値 .....	11
色の数値的表現	
CIELAB (L*a*b*) .....	12
CIELCH (L*C*h) .....	12~13
色の差異、表記法、許容色差	
デルタ CIELAB / CIELCH .....	14
CIEカラースペースによる表記法 .....	15
視覚上のカラーと許容色差 .....	15
CIELABの許容色差 .....	15
CIELCHの許容色差 .....	16
CMCの許容色差 .....	16~17
CIE94の許容色差 .....	18
視感評価と測色評価の比較 .....	18
適切な許容色差の選択 .....	18
その他のカラー表現	
ホワイト / イエローインデックス .....	19
用語集 .....	20~24

## カラー コミュニケーション

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。

色を認識して解釈するという作業は、かなり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。

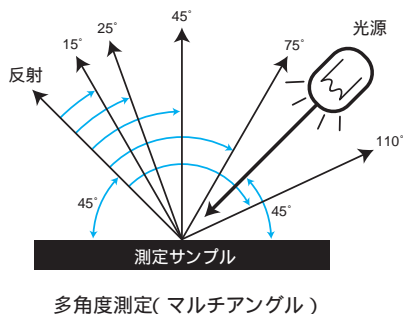
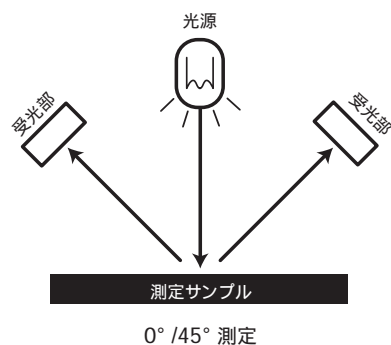
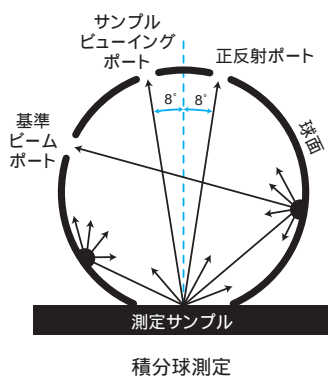
このような年齢などの物理的要因を考慮しないとしても、色を見る人(観測者)はそれぞれ一人一人が持つ個人的な判断基準に基づいて色を解釈しています。また、各自一人一人が対象物の色をそれぞれの言葉で表現することになります。

このような場合、何か基準となるものがないければ、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。



## 色の測定方法



最近では、色の測定機器として分光測色計（スペクトロフォトメーター）が最も一般的に使用されています。

分光測色計は可視領域スペクトルの数多くのポイントで反射光や透過光を測定し、1つの曲線を導き出します。各色の曲線は、いわゆる署名サインや指紋のようにそれぞれ独自の特性を持っていることから、色の識別や指定、さらにマッチングの最適なツールとして使用することができます。

次に、特定のアプリケーションで、最適な測定器を選択する上でのヒントを紹介します。

### 積分球測定

50年近くの間、調色システムの測色において主要な役割を果たしてきたのが、積分球をベースにした手段です。ほとんどの積分球測色計は、“正反射光”を含んだ測定をおこなうことができます。球面にある小さなトラップドアを開くことによって、“正反射光”を測定対象から除外することもできます。多くの場合、調色用のデータベースでは、この正反射光を測定対象の一部とした方が、より精度が高いとされています。織物や表面がザラついたり不規則であるもの、また、表面が鏡のようなサンプルの場合、この測定方法が一番適していると言えます。テキスタイルの製造メーカーや屋根ふきタイルの製造メーカー、防音素材の製造メーカーでは、ほぼ全ての業者において基幹ツールとして積分球分光測色計が採用されています。

### 0/45(45/0)測定

0/45は、人間の目に最も近い“視覚”色で測定することができます。簡単に言えば、観測者が色を判断するときに“正反射光”を除外する仕組みと同じです。光沢のある雑誌に載っている写真を見ようとする場合、光源の反射が眼に入らないように、見る角度を調整するのと似ています。0/45は、測定対象から正反射光を取り除き、人間が眼で見るのと同じ正確さでサンプルを計測するという点において、より効率的


な手段と言えます。

### 多角度測定(マルチアングル)

この10年ほどの間、車メーカーでは特殊効果色の使用が盛んにおこなわれてきました。マイカ、パール系素材、貝殻の粉末、超微粒子カラーコーティング塗料、干渉塗料など、特殊な添加物を使用して、見る角度によって異なる色を作り出しています。X-Rite社からバッテリー式携帯型多角度測定機器が発表されるまでは、この種の特殊効果色の測定には大型で高価なゴニオメーターが使用されていました。X-Riteポータブル多角度測定機器は、世界中の主要な車メーカーとその関連する着色材のサプライチェーンに導入されています。

### 色彩計(カラリメーター)

色彩計は、分光測色計とは異なるもので、三刺激値を測定する機器です。レッド、グリーン、ブルーのフィルターを使用することによって、光や色に対する人間の眼の反応に応じた値を得ることができます。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がおこなえるツールとなります。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。色彩計では、1種類の光(白熱光またはパルス式キセノン光など)を使用しており、またメディアの分光反射率を記録しないため、メタメリズムによるカラーシフトを予測することができません。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、繰り返し測色をおこなう場合には、適切な選択肢となります。



## 統合カラー — サプライチェーン の全体像

カラーデータそのものも重要ですが、同様に測色をおこなう方法やどんな測定器を選択するかということも非常に重要なポイントです。企画・デザイン プロセスから印刷までといったサプライチェーン全体を考えた場合、調色や色品質の保証のために重要なコンポーネントに互換性を持たせているにもかかわらず、それぞれのサプライヤーでは、それぞれの異なるプロセスや機器を使用しているように思われます。

X-Rite社の製品は、サプライチェーン全体を通して統合化や互換性を持たせることを念頭に設計されています。例えば、大規模なケースでは、X-RiteColor® Masterのようなネットワーク接続環境に対応した統合化ソフトウェアと、店舗間全体で複数台のX-Rite積分球測定機器を導入し、調色や品質保証を目的にした運用が行われています。小規模なサプライヤーでは、X-Rite QA-Master Iを1台のコンピュータにインストールし、SP62 分光測色計を1台導入することによって、大規模な設置導入にも対抗できるようにしています。

さまざまなアプリケーションや多様な適用範囲で、カラーコントロールが必要となります。この点がまさに、X-Rite社が以下のプロセスソリューションを提供する理由になっています。

### カラーの調色と品質保証

X-Rite社製の測色計と共に使用するX-RiteColor® Masterソフトウェアは、基本的な品質保証の機能から洗練された調色に至るまで、幅広い多種の用途に対応できるフレキシビリティを持っています。複数の数値演算エンジンを採用することによって、不透明、半透明、透明を問わずあらゆる色を容易にかつ正確に調色し、固定ロードでもまた節約モードでも着色剤の低減化を図ることができます。また、同じネットワーク環境でインストールされ運用されているすべてのデータベースを使用することによって、色の基準規格とその方法をX-RiteColor Master ソフトウェア上で管理します。X-RiteColor® Masterは、最も効率的なソフトウェアとして、企業やサプライチェーンの業務で運用することができます。

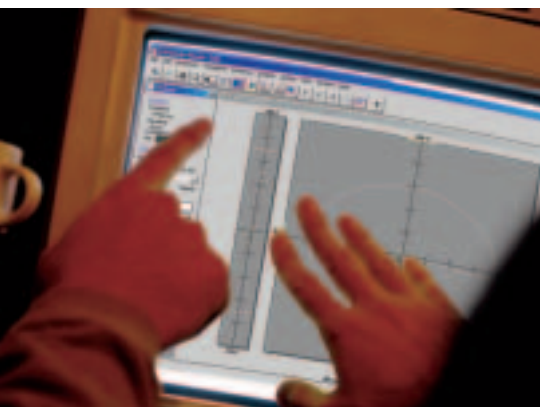


### 特殊効果とパール系塗料

X-Rite MA68 II 分光測色計は、フルレンジの視角度(15 から110 °)に対応し、メタリック、パール系、特殊効果塗料の仕上げにおける違いを正確に評価判断します。独自のダイナミック ローテーション サンプルング(DRS)テクノロジーとシンプルで強力な光学システムの採用によって、すべての角度で同時に測定がおこなえます。MA68 IIとX-RiteColor® Master ソフトウェアの組み合わせは、完全な効果色の品質管理アプリケーションとなります。

### 積分球と0/45の測定機器

X-Rite社には、多種の積分球タイプと0/45のタイプの分光測色計があり、それぞれ優れた機差と反復測定精度を持っています。これらの機器は、操作が容易であると同時に、測色データの取り込みを自動化するように設定することもできます。





### 非接触式カラー測定

X-Rite TeleFlash システムは、生産ラインにおける色変位のオンラインカラー測定・評価をおこないます。TeleFlash システムでは、エンボス加工のビニール製品やバルク商品、カラー鋼板や合成フィルム、塗料(湿式/乾式)、織物、カーペット、顆粒物や食品着色料、ペーパーやパウダー状製品、ガラス、セラミック、金属、鋳物や石膏といった、質感やきめの細かさ、光沢の有無などが異なる製品について正確な測色が可能です。

また、TeleFlash システムでは、システムからサンプル間の測定距離において、最長150cmまでの測定に対応し、生産物の色変動を小さな範囲に制御することを可能にします。システムには、サーモクロミズム補正機能が採用されており、まだ冷えていない / 固まっていない対象物のカラー測定ができるため、通常の冷却時間を必要としない測色が可能です。

### 複数ユーザーによるネットワーク利用とポータブルデータ

X-Rite ソフトウェアは、ネットワーク接続に対応しており、企業内でデータの通信と規格の共有を容易に行うことができます。この容易さが効率性を高め、収益に直結することになります。ネットワーク化されていない環境であっても、X-Rite Color-Mail ソフトウェアを使用することによって、通常の電子メールで素早く容易にカラーデータの通信が可能になります。ColorMail ソフトウェアは、X-RiteColor Master ソフトウェアのシームレスな機能を担います。

### キャリブレーションされたオンスクリーンカラー

X-Rite社では、International Color Consortium(ICC)の標準機器プロファイルをオンスクリーンカラーで使用した調色および品質保証用のソフトウェアを提供しています。ICCプロファイルを使用することによって、異なるコンピュータでも一貫した色を表示させることが可能になります。X-Rite Monitor Optimizerと自動走査濃度計を使用することによって、カラーキャリブレーションを実行し、コンピュータやプリンタ、スキャナをコントロールします。

### カラーマッチングの端末システム

塗料販売業者やホームセンターにおいて、MatchRite カラーマッチングシステムが幅広く導入されています。MatchRiteは、ネットワーク接続に対応し、ポータブルな測定機器であると同時に、何百もの塗料データベースを利用(さらに、新規データベースの新規作成)することが可能で、カラーマッチングシステムとして世界中で最も幅広く採用されています。

## 統合化



### 最終製造工程

オートメーション  
インダストリアル  
ヘルスケア  
ホームセンターの端末  
消費者向け販売商品  
その他

### コンポーネント & サブアセンブリ

印刷  
特殊効果塗装  
ソリッドカラー塗装  
その他

プラスチック  
マットコーティング  
パウダーコーティング  
その他

織物  
食品  
薬品  
その他

### 生素材



塗料とインキ



顔料と  
パウダーコーティング



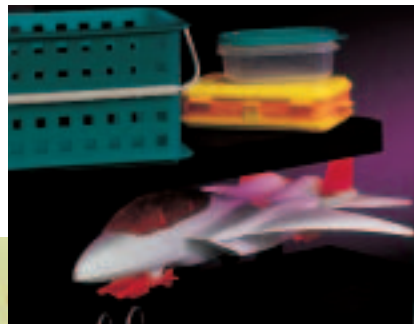
染料



## アプリケーション

分光測色が必要なアプリケーションは、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のための測定は、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。

- 企業ロゴの標準化
- インキのカラーテスト
- 塗料のカラーコントロール
- パッケージング素材やラベル用プリントカラーのコントロール
- プラスチック製品や織物製品の開発から製造工程におけるカラーコントロール
- 缶のプリントや衣類、靴や自動車用部品、その他あらゆるプラスチック部品などの最終仕上げ製品



## 色の属性

色は、色相( Hue )、彩度( 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。

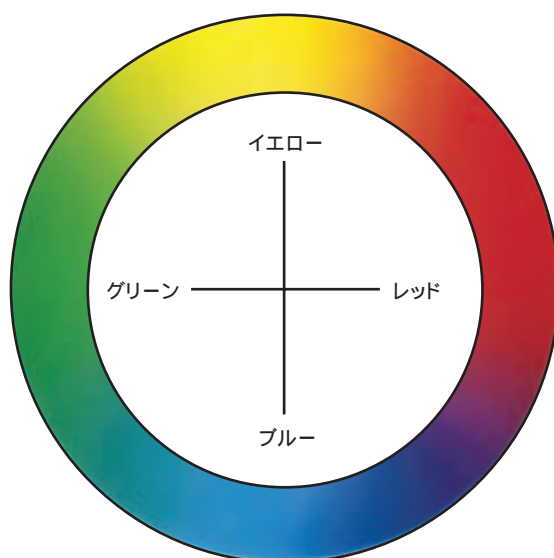


図1: 色相( Hue )

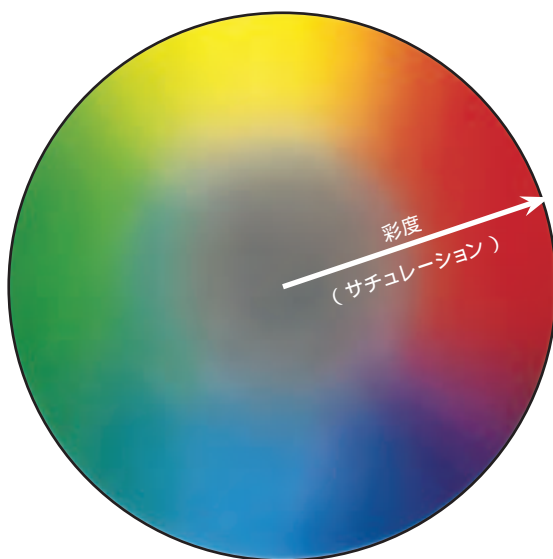


図2: 色度( Chromaticity )

### 色相( Hue )

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、レッド、オレンジ、グリーン、ブルーなどと言った色相で説明します。

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、ブルーとグリーンの塗料を混ぜた場合、ブルーグリーン( 青緑 )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。

### 彩度( Chroma )

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2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。



## 明度(Lightness)

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。

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3では、明度の特性を縦軸にして示しています。

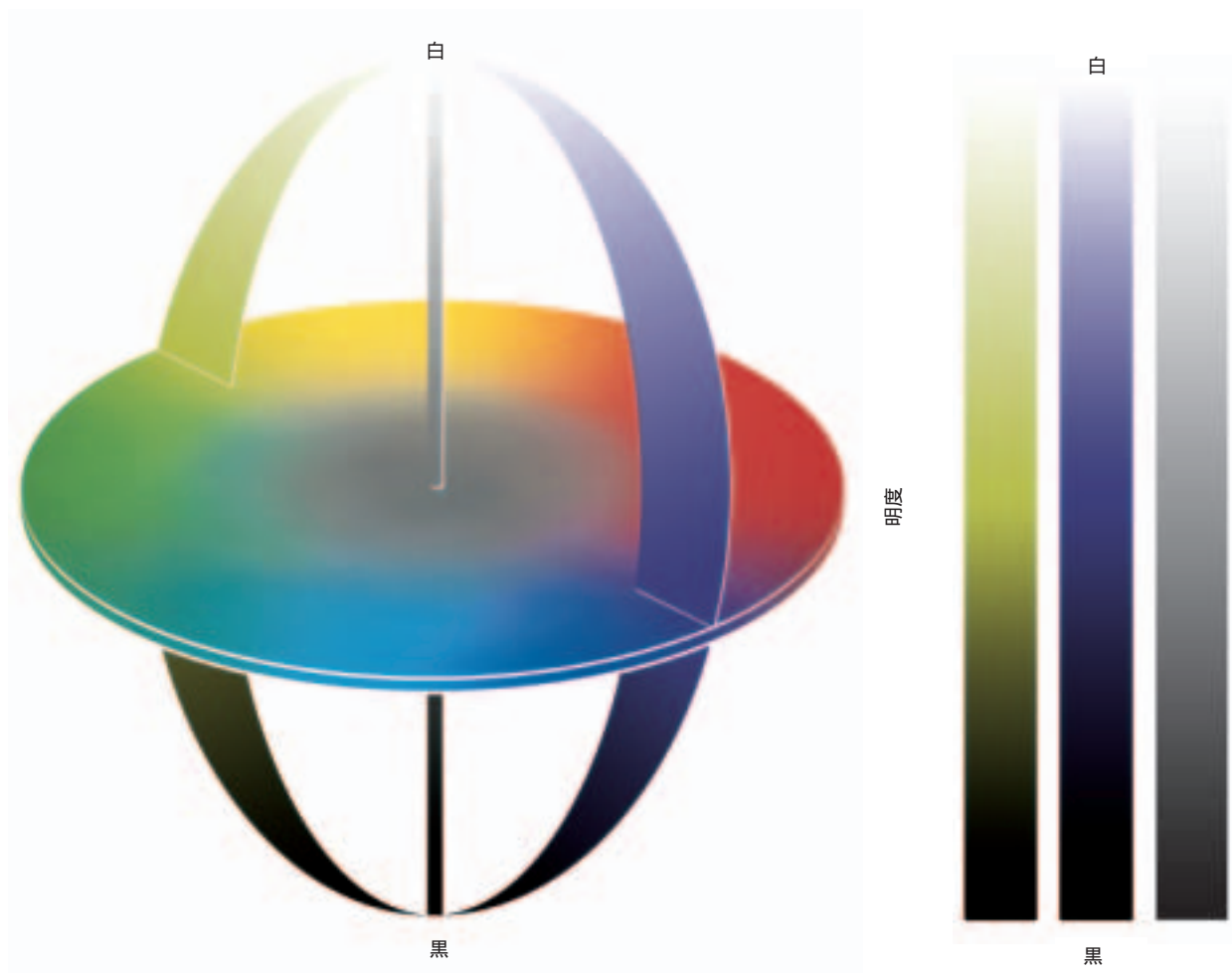


図3: 明度を表現する3次元カラーシステム

## カラー測定の スケール

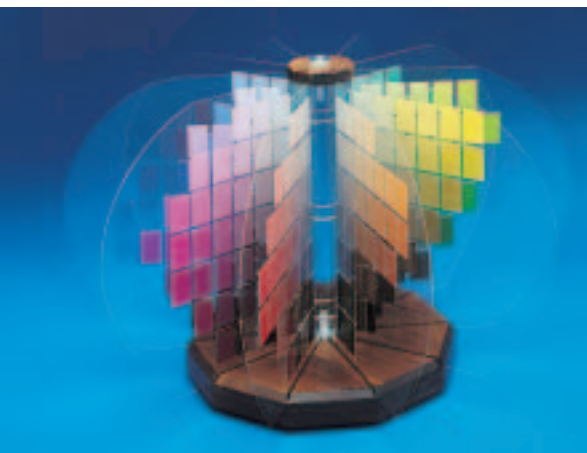


図4: マンセル カラーツリー

### 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、彩度という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4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。現在のカラーシステムは、数学的な要素を用いて色を判断する方法になっています。

色を認識するには、次の3つが必要となります。

- 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

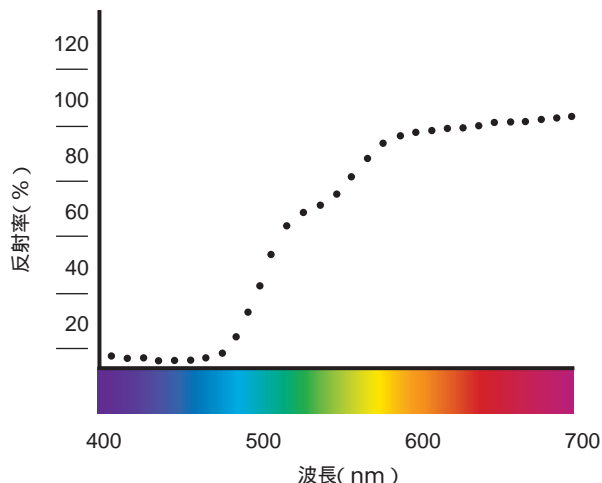


図5: 測定したサンプルのスペクトル曲線

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 l'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 / プロセッサーの3つが必要となります。これは機器を用いた手段においても、同じことが言えます。測色機器でも、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、測定機

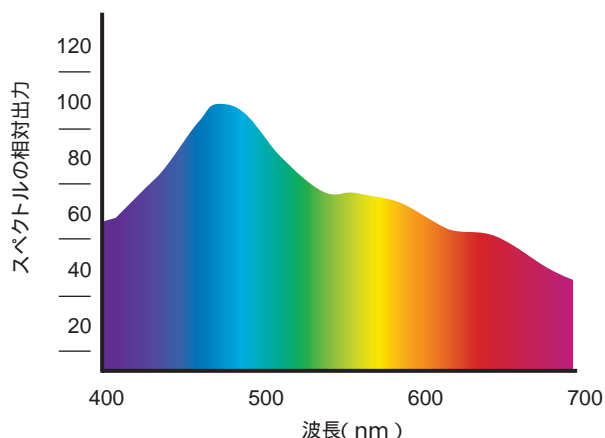


図6: 昼光( 標準的な照明 D65 )

## カラー測定の スケール

器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。その意味でこのスペクトル曲線は、色の指紋( fingerprint )と言われます( 図5 )。

色の反射曲線を得ることによって、色を数学的にカラースペース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。このときのイルミナントは、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。イルミナントの代表的なものとして、Aは白熱光、D65は昼光( 図6 )、F2は蛍光を示します。

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7 )、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。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8 )。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。



分光測色計では、可視スペクトル内の複数のポイントで、対象物から反射された光の出力量を測定し、スペクトルデータを求めます。算出したスペクトルデータは、スペクトル曲線として示されます。

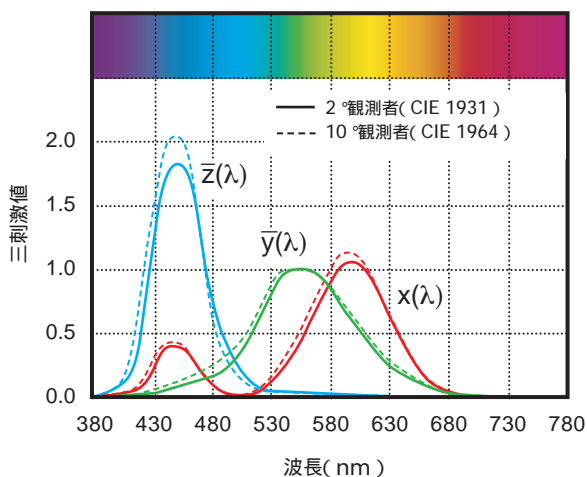


図7: CIE 2° / 10°標準観測者

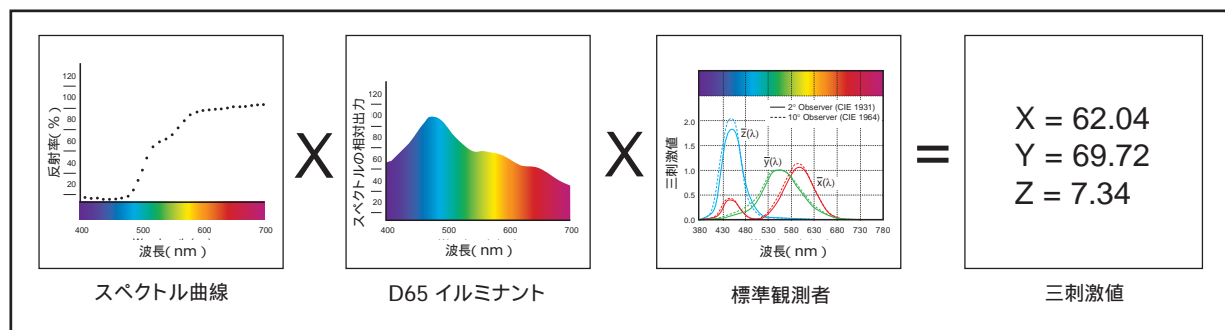


図8: 三刺激値

## 色度の値

残念ながら、CIE XYZ 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9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10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。

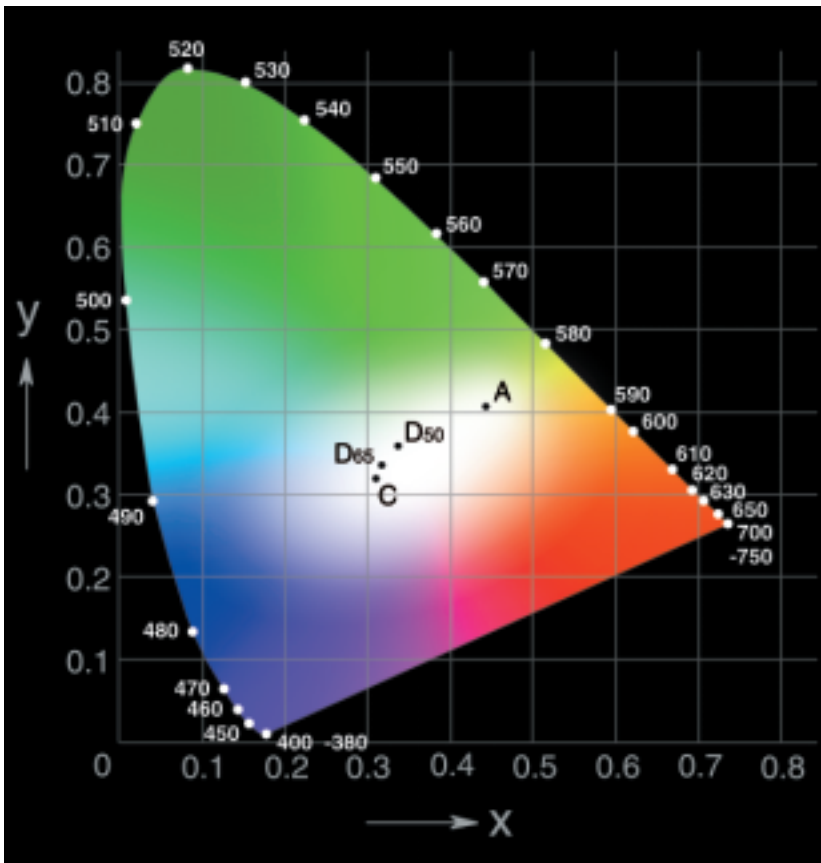


図9: CIE 1931( $x, y$ ) 色度図

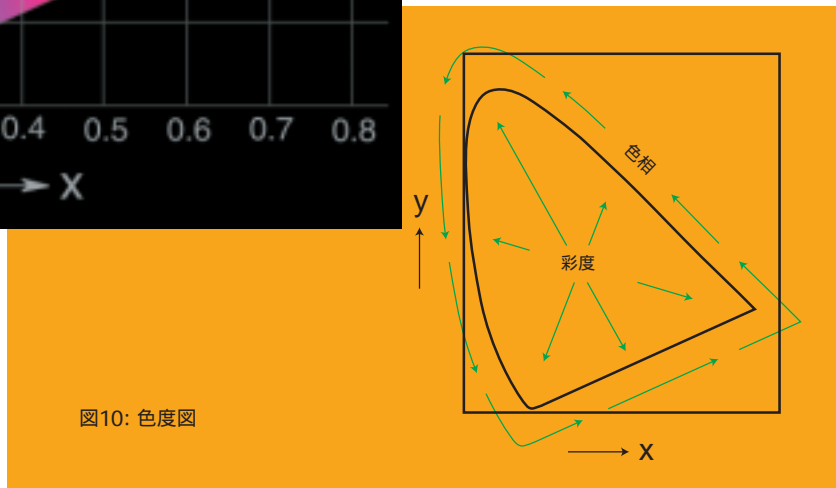


図10: 色度図

## 色の 数値的表現

xyY色度図における制限をカバーするために、CIEではCIELAB(L\*a\*b\*)または、CIELCH(L\*C\*h)のいずれかのカラースケールを使用することを推奨しています。

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。つまり、レッド / グリーンとイエロー / ブルーの属性をそ

れぞれ単一の値を使って定義しています。

### 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。

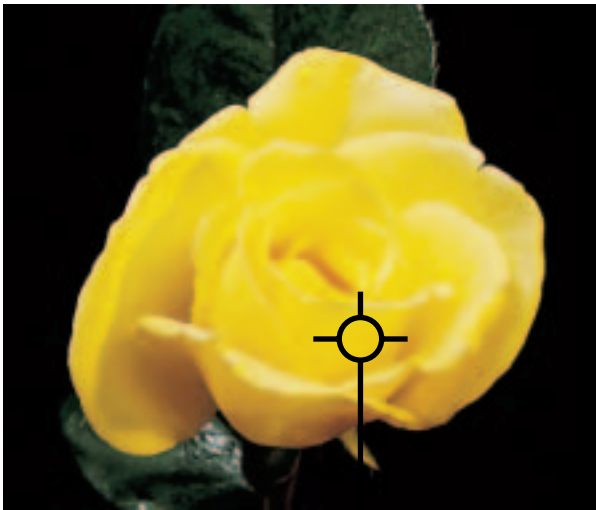
図11と12(共に右のページ)で、L\*a\*b\*のカラープロット図を示しています。a\*軸は左から右に移行すると、レッドに向かって移行していることを意味します。b\*軸に沿って+bの方向への移行すると、イエローに向かって示しています。中央のL\*軸は、底部でL\* = 0(ブラックまたは全吸収)を意味しています。この面の中央では、無彩色となります。

L\*a\*b\*の値を使用して、図11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と花Bのa\*とb\*の値で、図11の各ポイントをプロットできます。次に、図12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。

### 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。



花A:

L\* = 52.99 a\* = 8.82 b\* = 54.53



花B:

L\* = 29.00 a\* = 52.48 b\* = 22.23

L\*a\*b\*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ナント / 観測者の基準となる白色の値になります。

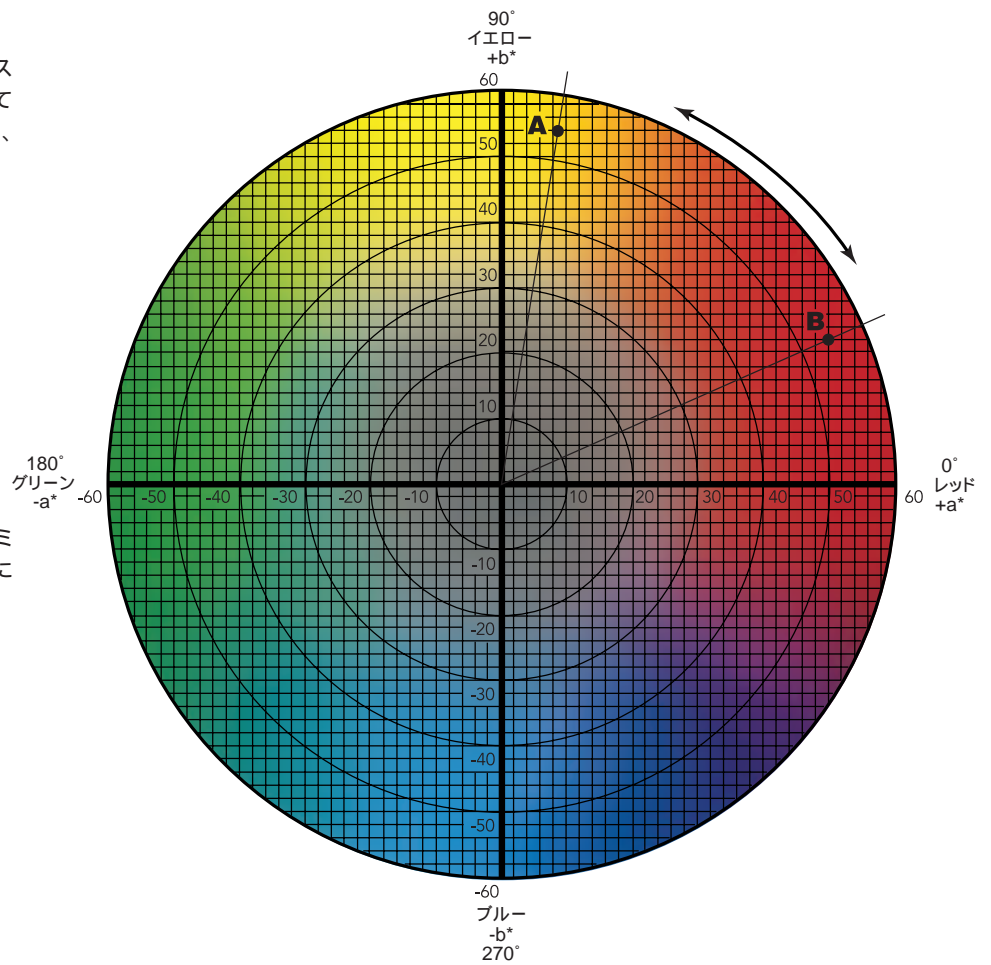


図11: CIELAB カラーチャート

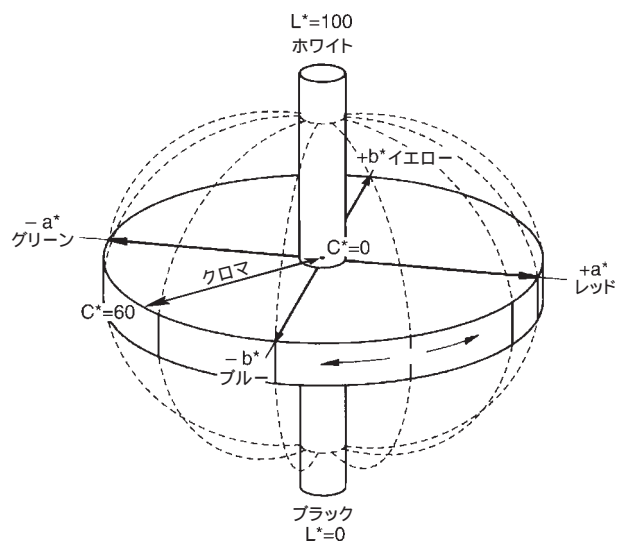


図12: L\*値は中央軸で示されます。a\*軸とb\*軸は横方向の平面で示されます。

## 色の差異 表記法 許容色差

### デルタCIELAB / 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CIELCHI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、 $L^* a^* b^*$ 、 $DL^* Da^* Db^*$ 、 $L^* C^* H^*$ 、 $DL^* DC^* DH^*$ といった形で表記します(  $\Delta$ は“デルタ”の記号で、差異を意味します)。

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

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

左にある上・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。

$L^* a^* b^*$ 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。

$$\begin{aligned} L^* &= +11.10 \\ a^* &= -6.10 \\ b^* &= -5.25 \end{aligned}$$

全色差は、 $E^*=13.71$ で表すことができます。

花Aと花Cの色差の各値については、左写真の下にまとめてあります。 $a^*$ 軸での色差は、-6.10になっており、若干グリーン側に寄っており、レッドからは遠いということを示します。 $b^*$ 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という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。

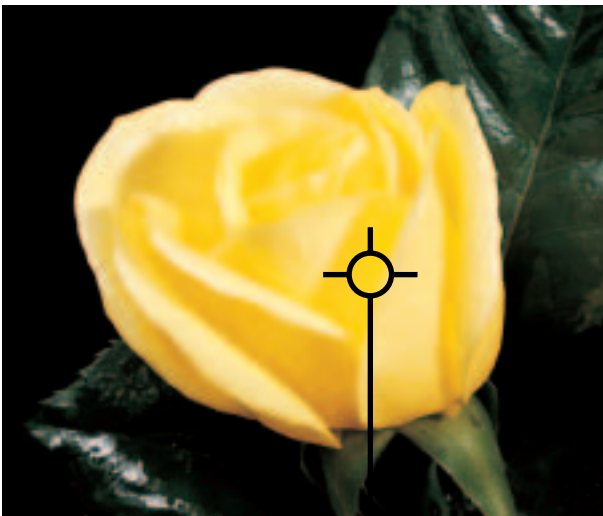
次に、同様に2つの花の部分CIELCHで比較すると、色差は次のように表されます。

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

$C^*$ 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、 $H^*$ 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  $L^*$ の値は、CIELABもCIELCHも全く同じ値になります。



花A:  $L^* = 52.99$   $a^* = 8.82$   $b^* = 54.53$



花C:  $L^* = 64.09$   $a^* = 2.72$   $b^* = 49.28$

#### 花Cと花Aの色差

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

## CIEカラー空間による表記法

- L\* = 明 / 暗の差異  
+ = より明るい - = より暗い
- a\* = レッド / グリーン軸の色差  
+ = よりレッド - = よりグリーン
- b\* = イエロー / ブルー軸の色差  
+ = よりイエロー - = よりブルー
- C\* = 彩度の色差  
+ = より鮮やか - = より濁った
- H\* = 色相の差異
- E\* = 全体の総色差値

10ページの図11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13)。

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、L\*(明度)、a\*(レッド / グリーン)、b\*(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。こ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14)。

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となります。

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となります。



図13: 識別楕円

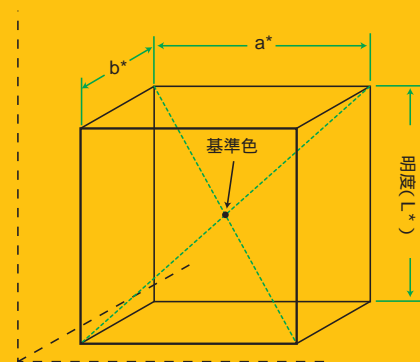


図14: CIELAB 許容色差ボックス

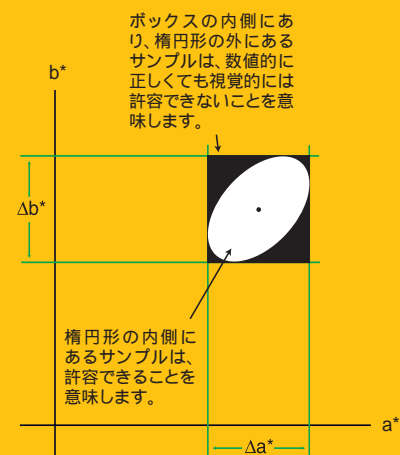


図15: 数値的な許容色差と視覚的な許容色差



## CIELCHの許容色差

CIELCHを用いる場合には、 $L^*$ (明度)、 $C^*$ (彩度)、 $H^*$ (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16)。

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17)。

## CMCの許容色差

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。

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18(17ページ)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。

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。商業ファクター( $cf$ )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、 $E$  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(17ページの図19を参照)。

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、 $(lc)$ 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(18ページの図20を参照)。

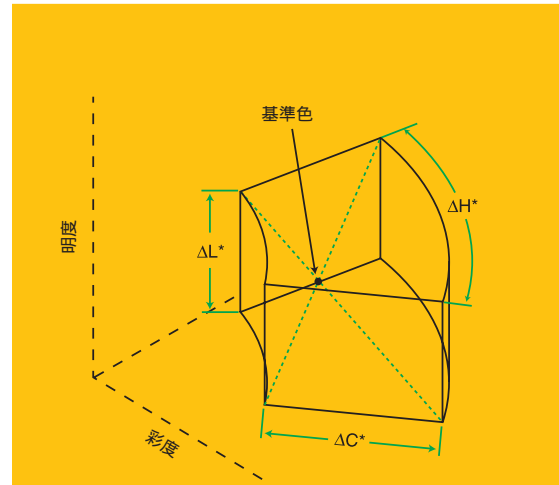


図16: CIELCH許容色差のV字型

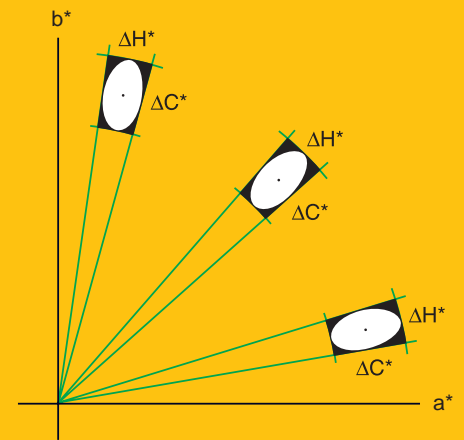


図17: CIELCH許容色差の識別楕円

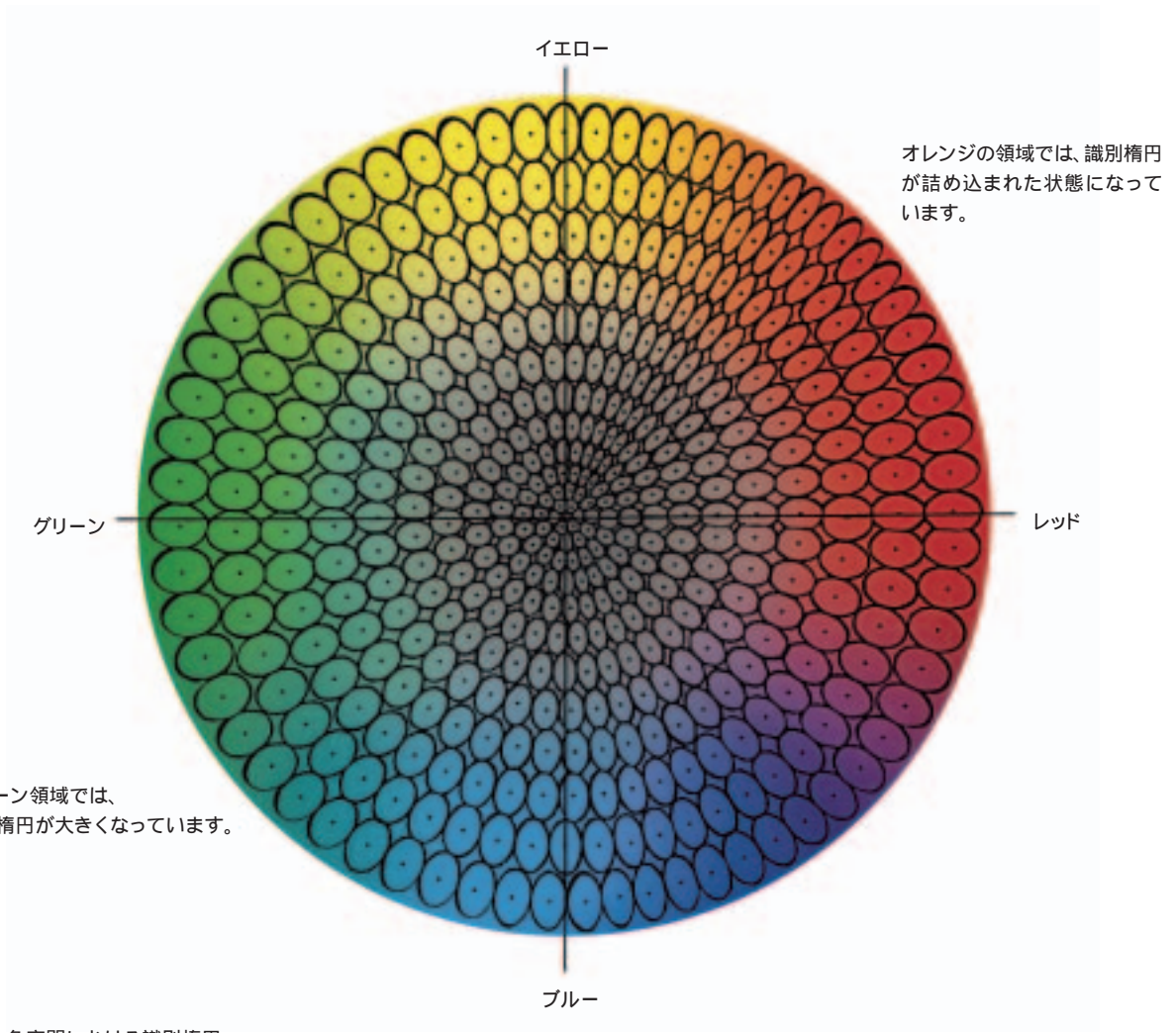


図18: 色空間における識別楕円

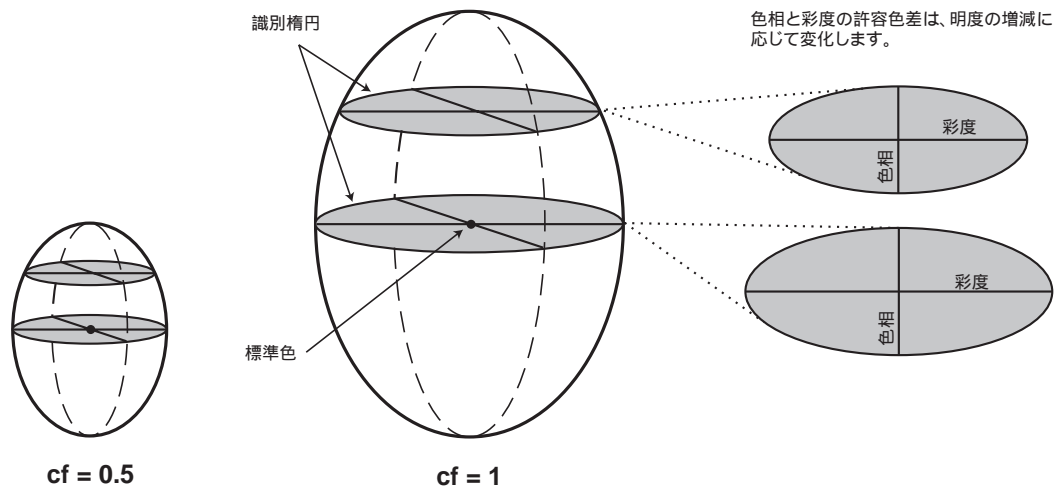


図19: 許容色差の商業ファクター(cf)

## CIE94の許容色差

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。商業ファクター( 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、Lcとcfの設定に応じてCMCの許容色差が変わるのと同じように、識別楕円のサイズと形状が変わっていきます。

CMCが繊維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。

## 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。

許容色差の算出方法	視覚との合致度( % )
CIELAB	75%
CIELCH	85%
CMCまたはCIE94	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( Billmeyer 1970 / 1979 )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。

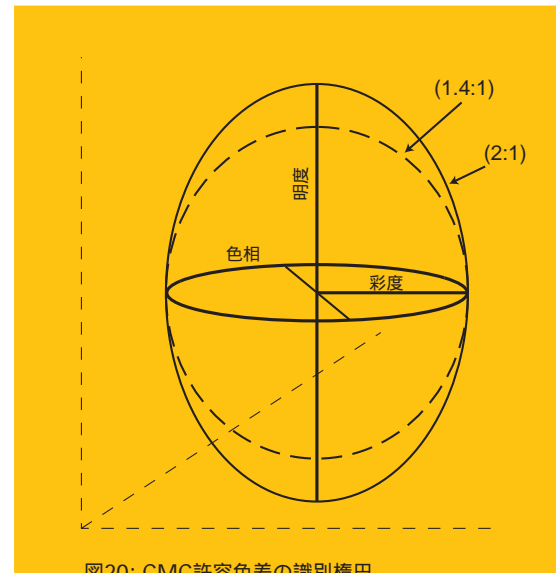


図20: CMC許容色差の識別楕円

## その他の カラー表現

### ホワイト/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る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。



白色度が異なるペーパーに同じブルーのインキで印刷しても、異なる色に見えます。



## 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。

イルミネラント( 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。

イルミネラントA ( CIE  $\chi$  illuminant A )- 白熱光によって生成されるCIE標準イルミネラントで、色合いはイエローとオレンジの中間、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。

イルミネラントC ( CIE  $\chi$  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補助標準イルミネラントで、平均的な昼光に近似しています。青味があった色で、相関色温度は6774°Kです。

イルミネラントD ( CIE  $\chi$  illuminant D )- 昼光のCIE標準イルミネラントで、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ネラントで、相関色温度は6504°K、イルミネラント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。次元は幾何学的にさまざまに定義され、さまざま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。加法混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。三原色の内、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  
「減法混色の原色」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.  $\chi$  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。視覚という概念から言えば、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。

基準( standard )- 機器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。

す。三原色のそれぞ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=グリーン  
マゼンタ100%+イエロー=レッド

光源( light source )- 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、光源はイリ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、光沢度が低い場合には、サンプルがより明るく見えるようになります。

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评价測定”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すが、終点は存在しません。マンセルは朱色(パーミロン)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、イリ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)とイリミナント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。したがって、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色彩計で測定することによって、CIEの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。

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。

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色することによって、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。ホワイト、ブラック、グレーには色相はありません。

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  $\chi$  chromaticity coordinates )- 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、イルミネント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。その他のイルミネントや観測者で求めた場合には、観測者やイルミネ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°観測者とイルミネントCの色度座標値となります。

色度図( CIE  $\chi$  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( S C E ) ( 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( S C I ) 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 )- 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等があります。

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 ブ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おこないます。

染料( dye )- 溶解性の色素で、不溶性の顔料に相対するもの。( 一部に溶解性でない染料もあるため、正確にはバインダーを必要としない色素ともいえます。)

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。ここで言う用語とは、色の視覚的評価と相互に相関関係をもたせることができるという意味です。

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。

昼光イルミネラント( CIE )( daylight illuminants )- 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ネラント。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されます。D65の最も重要な点は、相関する色温度が6774°Kというイルミネラント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とよりイエローな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になります。

デルタ( Dまたは  $\Delta$  delta )- 色差や偏差を示す記号。

デルタE\* / デルタe\*( delta )- 色差式(  $E^*$  または  $e^*$  )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。

電磁スペクトル( electromagnetic spectrum )- 空気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、人間の眼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。一般的にこの用語は、CIE 標準観測者の等色関数を引用して使用されています。

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】

反射率( 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 )- 人間の観測者が認識できる電磁放射で、眼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。

標準イルミネラント( 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、同時にイルミネラ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ネラントは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の補助標準観測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( スペクトロフォトメーター )( 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。

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( 電気的、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 Color System) - 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、“Munsell Book of Color”と対比するために視覚的に定義されたものです。

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ときに認識する色の明るさの相対的屬性。輝度に対する視覚の応答で、基準白色との相対値。

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(マンセルシステムのカラー表記では、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'Eclairage) - The International Commission on Illumination(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。CIE XYZ色空間とリニアな関係にあり、加色法が有効なため、光を混色する場合に適しています(例えば、カラーTVなど)。

CIE 色度座標(chromaticity coordinates) - 色度座標(CIE)を参照。

CIE 色度図(chromaticity diagram) - 色度図(CIE)を参照。

CIE 昼光イルミナント(daylight illuminants) - 昼光イルミナント(CIE)を参照。

CIE 視感度関数( $y$ ) (luminosity function) - 視感度関数(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。

CIE 三刺激値(tristimulus values) - 三刺激値(CIE)を参照。

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、反射性と透過性の物体を測定する場合に、一般的に使用されている色空間。

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 $L^*C^*h$ 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。

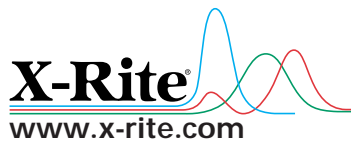
D65 - CIE 標準イルミナントで、色温度は6504°Kです。これは、工業界のピーニングブースで広く一般的に使用されている色温度です。Kelvinを参照。

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。

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) CIE XYZ表色系を構成する1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) CIE XYZ表色系を構成する1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) CIE XYZ表色系を構成する1つで原刺激[Z]の大きさを表す値として算出されたもの。



エックスライト在日事務所 ・ 〒 105-0013 東京都港区浜松町 2-10-4 イマス浜松町ビル Tel.03-5777-5488 Fax.03-5777-5489

**X-Rite, Incorporated – World Headquarters** • 3100 44th Street, S.W. • Grandville, Michigan 49418 • USA • (616) 534-7663 • (800) 248-9748 • FAX (616) 534-8960

**X-Rite Ltd.** • The Acumen Centre • First Avenue • Poynton, Cheshire • United Kingdom SK12 1FJ • 44 (0) 1625 871100 • FAX 44 (0) 1625 871444

**X-Rite Méditerranée** • Parc du Moulin de Massy • 35, rue du Saule Trapu • 91300 Massy • France • 33 1-69.53.66.20 • FAX 33 1-69.53.00.52

**X-Rite Asia Pacific Ltd.** • Room 808-810 • Kornhill Metro Tower • 1 Kornhill Road • Quarry Bay • Hong Kong • (852) 2-568-6283 • FAX (852) 2-885-8610

**X-Rite GmbH** • Stollwerckstr. 32 • 51149 Köln • Germany • (49) 2203-91450 • FAX (49) 2203-914519

**X-Rite GmbH • Czech Office** • Jana Soupala 2, P.O. Box 106 • 682 01 Vyskov • Czech Republic • (420) 507-320331 • FAX (420) 507-320335

©X-Rite, Incorporated 2002. Specifications and design subject to change without notice. X-Rite®, RiteColor® and MatchRite® are registered trademarks X-Rite, Incorporated. Spectralon® is a registered trademark of Labsphere, Inc. Products manufactured by X-Rite, Incorporated are warranted to be free from defects in material and workmanship under normal use and service, for a period of twelve (12) months from the date of shipment. X-Rite, Incorporated will repair or replace, at its option, products which prove to be defective within the warranty period, that are returned F.O.B. its factory. X-Rite, Incorporated's warranty shall be voided by any repair, alteration, or modification by persons other than the employees of X-Rite, Incorporated, or those expressly authorized by X-Rite,

Incorporated to make repairs, and by any abuse, misuse or neglect of the products, or by use not in accordance with X-Rite, Incorporated's published instructions. The remedies for any failure of X-Rite, Incorporated's products to meet the warranty specified herein shall be those remedies stated herein and no others; these remedies being exclusive remedies as a condition of sale. EXCEPT AS PROVIDED IN THIS PARAGRAPH, X-RITE, INCORPORATED MAKES NO WARRANTY, EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE.