

ディスプレイ評価・カラーマネージメント計測器

ColoSuke



株式会社 スペクトラ・コープ

<http://www.spectra.co.jp>

■ ディスプレイ評価

- ・ 色域・ガンマ曲線などを自動計測
- ・ 校正機能により、精度や校正値の合わせ込みを実現

■ カラーマネージメント

- ・ ICC プロファイル作成 : ICC4.0/4.1/4.2 サポート

■ ディスプレイキャリブレーション

- ・ 理想的なガンマ曲線へガンマ補正
- ・ 医療用規格 DICOM に対応



背景

ディスプレイには既知の問題としてそれぞれのモデルによる色差などがあります。
どれだけ目を見た色に近づけるか、反映されたディスプレイ色はどうなっているのか、
精度良く規格に沿ったディスプレイ評価ができているのか ...
これらの疑問点に対して、他の測定器では価格や精度の面などで納得できるモノを感じられない。
このような要望を多数頂戴しておりました。

機能

測定機能

まず初めに ColoSuke には、主に測定器としての測定機能があります。
これは輝度や色度測定機能にあたりますが、既に別装置をお持ちのお客様の場合、
その装置の精度や感度に対して ColoSuke の感度を合わせる事も可能となっております。
これにより安価に 2 台・3 台目の増設を支援致します。
また、装置をお持ちでない場合は弊社製高感度高分解能分光装置で校正を行い、
高い分光技術で色の管理を行う測定を実現させます。
付属のソフトウェアにて、以下の 8 項目を測定することができます。

■ 測定項目

色域	(Color Gamut)
コントラスト比	(Contrast Ratio)
sRGB	
ガンマ曲線	(Gamma Curve)
グレーバランス	(Gray Balance)
安定性	(Luminance Stable)
均一性	(Uniformity)
クロストーク	(Crosstalk)



受光素子にはドイツ製シリコンフォトセルを採用している為、高いパフォーマンスを持っております。

カラーマネージメント

二つ目の機能として、カラーマネージメント機能があります。
具体的には、それぞれのディスプレイが持つ特徴を記述した ICC プロファイルの作成ですが、
プロファイルは、国際的な規格である ICC4.0/4.1/4.2 に準拠したプロファイルを作成することができます。
これらを作成することにより、様々なデバイス間でやり取りされる画像を正しい色でディスプレイに再現することが可能となります。

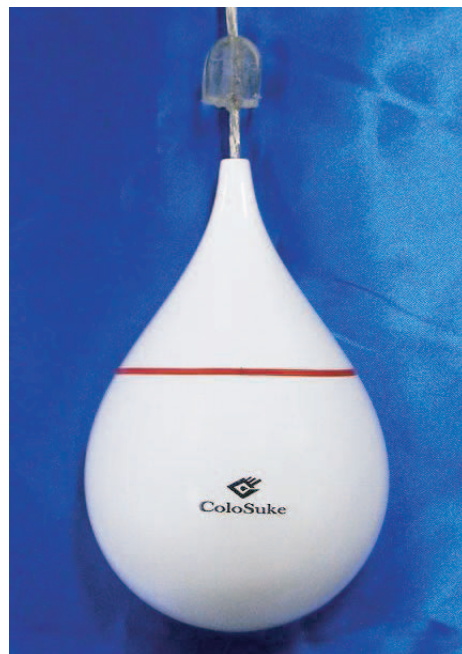
ディスプレイキャリブレーション

三つ目の機能として、ディスプレイキャリブレーション機能があります。
ここでは、ディスプレイのガンマ曲線のズレの補正 (ガンマ補正) を行います。
これにより入力・出力を理想的なガンマカーブ上に一致させて、最適な色表現を実現致します。
さらに、メディカル用途での DICOM 規格にも対応しており、多様なニーズに対応した画質へのチューニングを可能としております。

仕様

計測速度		積分時間：85ms～10sec
測定範囲	輝度	0.018～5000 cd/ m ²
精度	輝度	±4%±1digit
	色度(xy)	LCD対象 0.018～0.1 cd/ m ² ：±0.009 0.10～4.99 cd/ m ² ：±0.008 5.00～39.99 cd/ m ² ：±0.005 40.00～5000 cd/ m ² ：±0.003 ±0.0025 (対象LCD 3000～15000K,160cd/ m ²) ±0.0025 (単色 RGB) ±0.0065 (白色)
再現性	輝度	LCD(6500K,9300K)対象 0.018～0.99 cd/ m ² ：0.8%+1digit (2σ) 1.0～5000 cd/ m ² ：0.5%+1digit (2σ)
	色度(xy)	LCD対象 0.018～0.1 cd/ m ² ：0.018 (2σ) 0.10～0.19 cd/ m ² ：0.015 (2σ) 0.20～0.49 cd/ m ² ：0.006 (2σ) 0.50～1.99 cd/ m ² ：0.003 (2σ) 2.00～5000 cd/ m ² ：0.001 (2σ)
測定径		φ 7.7 mm
インターフェイス		USB2.0
OS バージョン		Windows XP/Vista
大きさ		71(W)×111(H)×35(D) mm
質量		100g

サイズ・重量はパソコンマウス程度です。
現場の持ち運びは容易で USB 接続なので使用環境を選びません。



ColoSuke と一般的に使用される色彩輝度計との比較

図1 それぞれの色度 xy の値をプロット

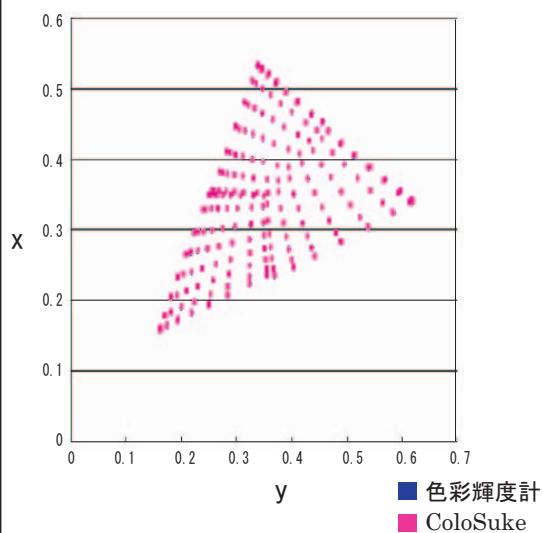
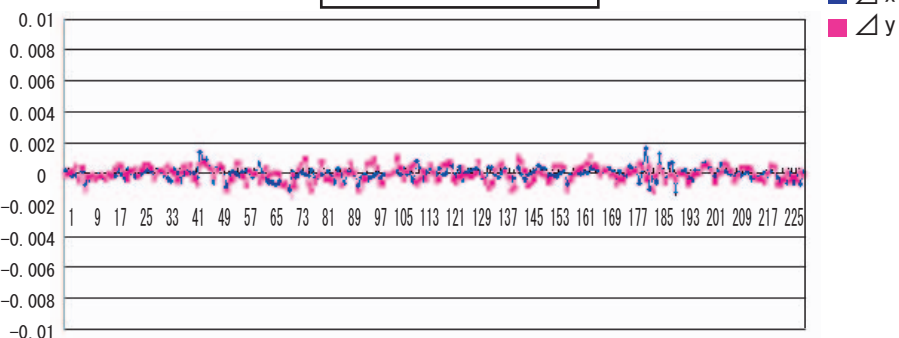


図1より、色空間上で色彩輝度計と変わらないきれいな色域を描くことが確認できます。
また、図2より両者の差分は x, y 軸共に ±0.002 以内に収まっており、色彩輝度計と同等の高いパフォーマンスを持っていることが確認できます。

図2 色度 xy の差分



ここでは本製品「ColoSuke」の三大機能である 測定／カラーマネジメント／キャリブレーション について説明していきます。

目次.

1. ディスプレイ評価測定	2. カラーマネジメント
1-1. 色域 3	2-1. 現在見ている色が本当に正しいのか? . . . 7
1-2. コントラスト比 4	2-2. カラーマネジメントとは 7
1-3. sRGB 5	2-3. ICCプロファイル 8
1-4. ガンマ曲線 5	2-4. キャリブレーションとは 9
1-5. グレーバランス 5	2-5. ディスプレイキャリブレーション 9
1-6. 安定性 6	
1-7. 均一性 6	
1-8. クロストーク 6	

1. ディスプレイ評価測定

ディスプレイの評価方法としては、単純に明るさ（輝度）の測定からその分布による均一性、周波数に対する目の応答度からの「ちらつき」を感じる度合い（フリッカー）などの複雑なものまで多数存在します。
ここでは、「ColoSuke」で測定を行うことが可能な以下の8項目について説明致します。

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. 色域 (Color Gamut) | 5. グレーバランス (Gray Balance) |
| 2. コントラスト比 (Contrast Ratio) | 6. 安定性 (Luminance Stable) |
| 3. sRGB | 7. 均一性 (Uniformity) |
| 4. ガンマ曲線 (Gamma Curve) | 8. クロストーク (Crosstalk) |

1-1. 色域 (Color Gamut)

初めに言葉としての「色域」の意味ですが、これはディスプレイなどの各デバイスが再現可能な色の範囲の事を指しています。
それに対して人の目が感じることのできる色の範囲、これを「色空間」と呼んでいます。

下の図をご覧ください。

図1の黒で表された外枠、図2で色づけされている範囲が人間の目で判別可能な色となります。
私たちが普段見ている実際の風景はこの範囲で表現されているのです。
それに対して各色の線で表された三角の空間、これがディスプレイで再現することのできる「色域」となります。

この三角で表された色域の大きさはそれぞれの規格で決まっており、図1の場合は、

- | | |
|--------|------------|
| 1. 緑 | — NTSC |
| 2. 赤 | — DCI |
| 3. 水色 | — PAL |
| 4. 青 | — sRGB |
| 5. ピンク | — AdobeRGB |

となっています。

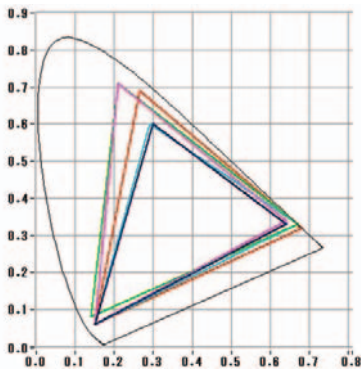


図1

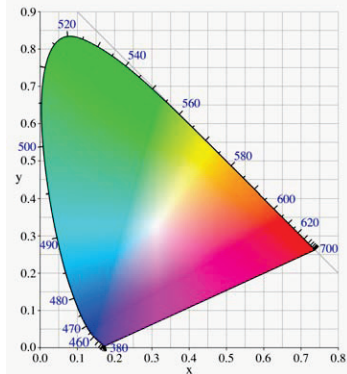
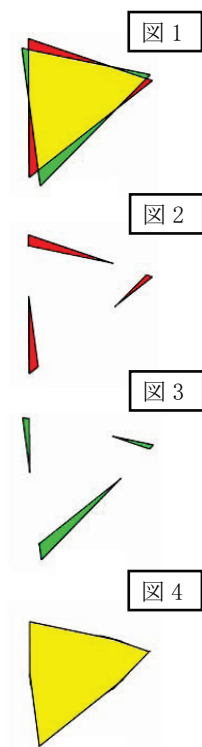


図2

ここで最も一般的な sRGB と AdobeRGB について説明いたしますと、

sRGB : 国際電気標準会議 (IEC) で策定された、パソコン用ディスプレイで最も広く用いられている規格になります。
先程の図を見て頂くと分かるかと思いますが、人間の目では sRGB よりもはるかに広い範囲で色を識別できる為、
昨今では sRGB 対応機器では再現できない鮮やかな色も扱いたいというニーズが高まり、次世代標準となる
広色域規格が求められています。

AdobeRGB : 先程の sRGB の項目で「次世代標準となる広色域規格」と書きましたが、そこでアドビシステムズ社が提唱した
規格が Adobe RGB になります。sRGB に比べて緑から青への色域が大きく広がっているのが分かります。
国際規格ではないものの、一部の高性能なデジタルカメラなどで対応が広まりつつあります。



最近では広色域を謳ったディスプレイなどを見かける事がありますが、ここで注意しないと行けない事が、、

例えばパソコンなどでディスプレイを使用する場合などにおいてですが、左図のようにディスプレイの色域（赤色）と Adobe RGB の色域（緑色）があり、その重なりあった部分（黄色）が存在するとします。

この時に AdobeRGB の色域より狭い部分（図 2）の色が表示できないのはもちろんですが、逆に AdobeRGB 色域よりも広い部分の色というのはどうなるのでしょうか？

作業するアプリケーションにもよりますが、AdobeRGB 色域の作業環境に対応しているものの場合でも、AdobeRGB 色域より広い部分（図 3）の色域は作業用領域から外れた「使われない色」となってしまうのです。その二つの要因が合わさった結果、図 4 で示すように入力・出力の二つの重なり合った領域、これがユーザーが有効に使える色域となるのです。

実際に市場で売られているディスプレイでは仕様において「AdobeRGB 比」という表現があります。これはとても曖昧な表現で、単純に面積の比を表しているだけになりますので、AdobeRGB の色域からずれていたとしても「AdobeRGB 比 100%」という表現ができてしまうのです。

更に当然の事ですが「110%」と謳っている物についても、実際に有効かどうかはまた別の話となってしまうのです。

1-2. コントラスト比（Contrast Ratio）

コントラスト比を簡単に定義すると、**ディスプレイの最大輝度と最小輝度の比**になります。

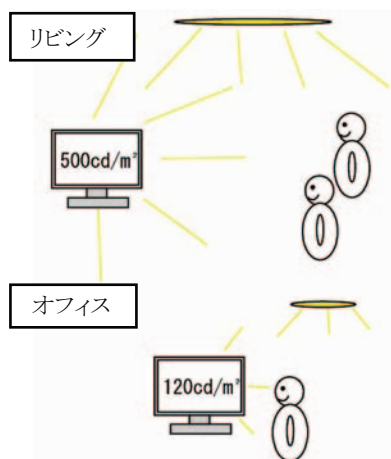
輝度とは画面の明るさを表していて単位は「cd/m²」となり、要するに数値が大きければ大きいほど画面が明るい、ということになります。

例えば画面に白一色を表示しているときの明るさが 350cd/m²、黒一色を表示しているときに 0.5cd/m² とすると、

350:0.5 = 700:1 のコントラスト比だと言うことができます。

最大輝度 350 cd/m ²	最小輝度 0.5 cd/m ²
-------------------------------	-------------------------------

*) コントラスト比 700:1 の例



それではコントラスト比は高ければ高いほど良いのでしょうか？

実はそれは一概には言うことができないのです。

周辺の明るさや画面までの距離などにより、場面場面で適したコントラスト比というものがあるからです。

なぜなら前述の通り、コントラスト比とは「比」でありますので高くしたい場合は最大輝度を上げるか最小輝度を下げてあげれば高くなる訳です。

この輝度を上げた場合、リビングのように比較的明るい環境で、しかも離れてディスプレイを見るといった場合には高輝度（最大輝度を上げる）といったことが映像の視認性を良くする為にも重要となってきます。

しかしこれをオフィスのように適度な明るさ、そしてディスプレイまでの距離が近い環境で見る場合、明るすぎるディスプレイは目を疲労させる原因となってしまいます。最近の「高輝度」を謳っているディスプレイをパソコン用途などで使用する場合、輝度を調節している方もいるのではないのでしょうか？

上記のように、そのディスプレイを使う環境にもよりますが、基本的にはコントラスト比は高いほうが良いものであると言えます。

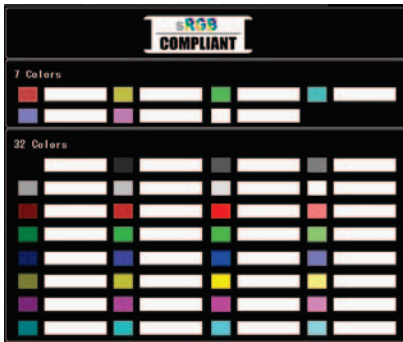
コントラスト比の高いディスプレイは映像のメリハリのあるくっきりとした画質になります。

ただし、これは人の好みの問題となりますが、コントラスト比の高い画面はギラギラしたように感じて好きになれない、といった人も一方で存在しています。

1-3. sRGB

sRGB 測定は、国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission) で制定されているディスプレイの色差の測定になります。

sRGB カラーパッチ



左図のようなカラーパッチをそれぞれディスプレイで表示し、測定器（ここでは ColoSuke）で測定を行います。

その時に、カラーパッチの $L^*a^*b^*$ (Lab 表色系) と実際に測定された $L^*a^*b^*$ の値の差分 (ΔE) をそれぞれ求めていく検査になります。

もちろん差分の値は小さければ小さいほうが優れていて、色表現性の良いディスプレイであると言えるのです。

1-4. ガンマ曲線 (Gamma Curve)

「ガンマ値」とは、入力値と出力値の比を表す値となります。

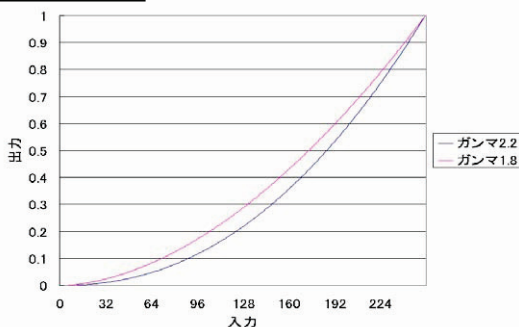
全てのデバイスには必ず入力と出力が存在しますが、例を挙げると JPEG の画像ファイルを見る場合、入力 → JPEG 出力 → ディスプレイとなります。他にも

- ・画像を印刷する：入力 → JPEG 出力 → プリンター
- ・画像を加工する：入力 → JPEG 出力 → JPEG

などがありますが、実はコンピュータのディスプレイでは、入力に対してリニアに出力が増えてはいないのです。

一般的に Windows では 2.2、MacOS では 1.8 くらいに設定されています。

ガンマ曲線



左の図を見ると、入力 (0 ~ 255) に対して、出力が直線的でない、指数関数的に増えている事が分かるかと思います。

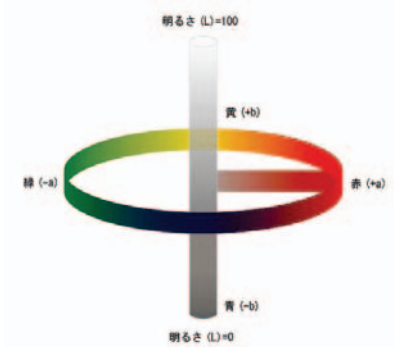
この曲線の事を「ガンマ曲線」と呼びます。

ColoSuke ではこのガンマ曲線を、RGB それぞれの信号毎に測定する他、これらの複合である CMYW(シアン・マゼンタ・イエロー・ホワイト) の測定も行えます。

1-5. グレーバランス (Gray Balance)

ディスプレイは RGB という光源色で表されておりますが、これらの組み合わせによって黄色 (R=255, G=255, B=0) や白色 (R=G=B=255) などの色もそれぞれ表現しています。

CIE Lab 表色系



左の図は色を表す表現方法の一種ですが、例えば鮮やかな赤色の物の場合、 $a = +50$ と言ったように直感的に色を表現することができます。

この色の表現に 3 次元的に明るさである「L」を加えたものを **CIE Lab 表色系**といいます。

ではグレーバランスとは何の事でしょうか？

この Lab 表色系の理屈から言えばディスプレイを黒 → 灰 → 白と諧調を変化させていったときには、**L の値が 0 ~ 100 へと変化していくだけで、a の値も b の値も変化しない事**になります。つまり RGB で表すと $R=G=B=0 \sim R=G=B=255$ となる訳です。

しかしながら実際には「明るい時 (L が大きいとき) には真っ白に見えていたのに、暗い時 (L が小さい時) にはちょっと青みがかって見える」と言ったように、グレーのバランスが崩れてしまうことがあります。

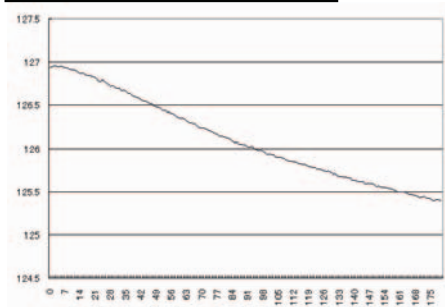
このバランスの崩れ具合を評価する事を「グレーバランス」といい、諧調を変化させて行った時の色温度の変化量で評価します。

1-6. 安定性 (Luminance Stable)

例えばディスプレイに最大輝度の白色 (R=G=B=255) を表示させます。

この時、RGB の値を 255 のままで変化させない状態であれば、本来なら輝度は常に一定となることが望ましいと言うことになります。なぜなら、ディスプレイが勝手に明るくなったり暗くなったりしていたのでは、色合いなどがよく分からなくなってしまうからです。

時間経過による輝度の変化



左図をご覧ください。

横軸を時間、縦軸にディスプレイの輝度を表したグラフになりますが、実際には**徐々に明るさが落ちている**事が分かります。

このようにディスプレイは目で分かる範囲かどうかは別問題として、輝度というのは刻一刻と変化しているものなのです。

この時間ごとの輝度の変化を評価することを「安定性」と呼びます。

もちろんですが、この時間ごとの変化量というものは少なければ少ないほど良いディスプレイと言うことができます。

1-7. 均一性 (Uniformity)

ディスプレイは場所により若干の輝度・色度が異なりますが(もちろん輝度(色)ムラのない均一な画面に越したことはありませんが)このディスプレイの場所によるムラを評価することを「均一性」と呼びます。



図1



図2

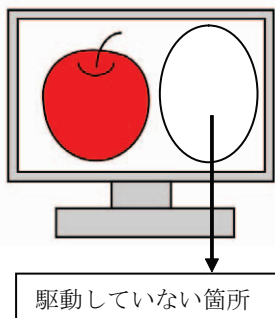
例えば、画面全体を白一色で表示したとします。

図1のように画面全体が同じく白一色で表示されることが理想ではありますが、実際には図2のように場所により暗い所が出てきたり、色度が若干変わってきてしまいます。そしてもちろん、ムラの無い図1の方が良いディスプレイと言えます。

ColoSuke ではこの均一性を測定する為に、ソフトウェアの指示に従って画面の各測定点に移動して測定する事により、この均一性を測定することを実現しています。

1-8. クロストーク (Crosstalk)

クロストークとは本来は電話の混信などを指す言葉ですが、ここで言うクロストークの意味はディスプレイ上の駆動していない箇所へ駆動信号が漏れこむ事を言います。



左図のようにディスプレイの左側にリンゴを表示させてみると、本来であれば何も表示していない「駆動していない箇所」には影響はないはずですが。

しかし実際には「リンゴを表示させている状態」と「表示していない状態」では、「駆動していない箇所」の輝度や色が変化してしまうのです。

このように、ディスプレイの他の場所に表示した映像の影響で、他の場所の輝度や色度が変化することを「クロストーク」と呼びます。

2. カラーマネージメント

2-1. 現在見ている色が本当に正しいのか？

現在、私たちはインターネットなどでパソコン上の画像を見たり、時には印刷して紙の媒体で保存をしておく、又は既に印刷された書類を見ることが日常的にあるかと思います。
しかし、今見ている色が本当に正しいのでしょうか？
ここに簡単な例を挙げてみたいと思います。



図 1 カラーマッチングテスト (1)



図 2 カラーマッチングテスト (2)

上の3つの画像と下の3つの画像、色が違うことを確認できたでしょうか？

実は上の画像と下の画像、元は同じ画像なのです。

これは ICC(国際色協会)が行っているテストで、色管理を行っていないシステムだと、図1のように色が目茶苦茶に見えてしまい、逆に必要最低限でも色管理を行っているシステムになると、図2のように3つの画像は全て同じ色に見えてくるのです。

カラーマネージメントを初めて知った方にもこれで重要性に気が付いて頂けたかと思います。

何しろ、色管理を行っていないシステムでは、インターネットで服などの買い物すら満足にできなくなってしまうからです。

ここでは初めの一步として、ColoSuke による校正と簡単なカラーマネージメントについてご説明をしたいと思います。

(注釈：図1 WindowsXP, InternetExplorer7.0, 図2：WindowsXP, FireFox3.0)

2-2. カラーマネージメントとは

カラーマネージメントについてお話する前に、どうしてメーカー毎のディスプレイで色が合わなかったり、又はディスプレイで表示した色とプリンターで印刷した色が合わなかったりするのでしょうか？

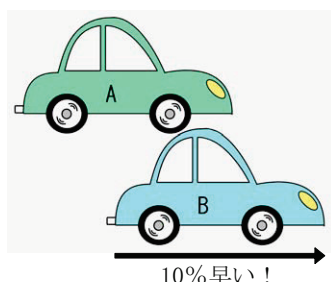
ディスプレイなどでは、色を表す基本は RGB です。これは赤 (Red) 緑 (Green) 青 (Blue) の光の3原色からなる色の表現方法で、「加法混色」と呼ばれます。

通常、それぞれの色の濃さを0から255段階で表示し、これに各色の組み合わせによって(つまり、256の3乗)フルカラーを表現することができる訳です。

ここで問題となるのは、RGB 表色というのは相対的な色の表現方法というところです。

先ほど、0から255段階で表示すると書きましたが、これは言い換えると色の割合をパーセンテージで表したものとも言える事になります。パーセンテージ。つまり100分率ですから相対的な値です。

もう少し詳しく説明すると、例えば「Bの車はAの車よりも10%早い速度で走っている」とします。



同じく、パーセンテージですので相対的表現です。

つまりB車の速度というものはAの車が100km/hの場合は110km/h、A車が50km/hの場合は55km/hになり、A車に依存する「相対速度」となる訳です。

これに対して「Bの車は110km/h」と言うと、これは他の車に依存しません。これを「絶対的表現」と言います。

車を色に置き換えてみましょう。相対的表現である RGB で表現されているディスプレイでは、A 社のディスプレイ「R 20% G 10% B 5%」と B 社のディスプレイ「R 20% G 10% B 5%」とでは違う色になってしまうのです。（更には同じ型番のものでも個体差などにより異なります）

上記では光の 3 原色である RGB についてご説明しましたが、これはシアン (Cyan) マゼンタ (Magenta) イエロー (Yellow) の色の 3 原色である CMY 表色 (減法混色) にも同じことが言えます。プリンターなどがこれに該当しますが、同じく相対的表現である CMY では、そのデバイスごとの個体差により、同じものを印刷しても「何か色が違うな?」と言った結果に繋がってしまうのです。

これら RGB や CMY(K) のように、数値が示す色がデバイスごとに異なる機器の場合、「デバイスに依存する色値 (Device Dependent Color)(* 以下 DDC)」と呼ばれます。

それに対して、CIE Lab のように絶対的な色の表現方法を、つまり先の例で B の車の速度は 110km/h と、絶対的表現で表したものを「デバイスに依存しない色値 (Device Independent Color)(以下 DIC)」と呼びます。

実際に例を挙げてみましょう。

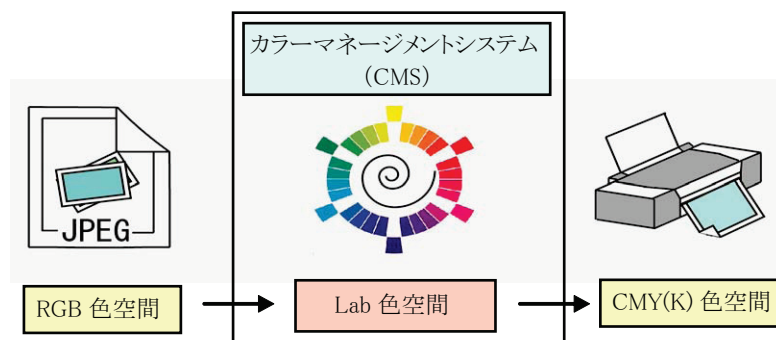
デジカメで撮影した写真をパソコンに移し、さらにプリンターなどで印刷をしたことのある人もいるかと思いますが、この時、一連の流れの中で色情報はどのように扱われているのでしょうか？

実はこの中でもデジタルカメラというものは、撮影時の照明や天候など様々な外的要因がある為に、校正が難しいとされていますので、ここでは説明を省略します。

ですから初めにパソコンに移した画像データをディスプレイ上で表示してみましょう。ここでは画像は RGB(DDC) つまり光の三原色で表示されています。そして画像を確認した後に印刷を実行して、次にプリンタに出力してみます。

この時、ディスプレイの RGB 色空間と、プリンターの CMY(K) 色空間という異なる色空間で表現されているデバイス間を移動するために、相対的表現である RGB 色空間を変換する必要が出てきます。

実は、これを行うものが「カラーマネージメントシステム (Color Management System : CMS)」になるのです。



カラーマネージメントシステムは初めに、相対的色値である RGB 色空間をデバイスに依存しない絶対的色値である Lab 色空間へと変換を行います。次に出力するデバイス。この場合においては CMY(K) 色空間へと更に変換を行うのです。

例えてみれば、カラーマネージメントシステムとは異なる言語（日本語と英語など）の間を取り持つ通訳者のようなものなのです。

「それなら、プリンターに出力しなければ必要ないのではないですか?」という疑問を持たれる方もいるかと思いますが。

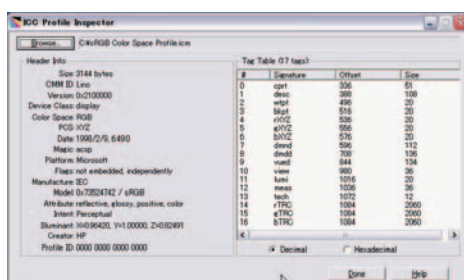
しかし、先に述べたように RGB 色空間とは「相対的色値」でありますので、RGB から RGB への変換もまた必要となってくるのです。これを行わないと表示するディスプレイごとに色が違うという、A 社のディスプレイ「R 20% G 10% B 5%」と B 社のディスプレイ「R 20% G 10% B 5%」とでは違う色になってしまうといった現象を引き起こす原因となってしまうのです。

つまり、カラーマネージメントシステムは全ての相対色を結ぶひとつの基準ということです。

2-3. ICC プロファイル

このようにカラーマネージメントシステムで色空間の変換を行う時に必要となるものが「ICC プロファイル」と呼ばれるものになります。

カラーマネージメントシステムはこの ICC プロファイルを元に色空間を変換しますので、ICC プロファイルとは、色の仕様書、設計図（デバイスのクセとも）言える重要なデータになるのです。



＜ICC プロファイルの中身＞

ICC プロファイルには最低でも以下の情報が記録されている。

1. 白色の絶対値
2. 黒色の絶対値
3. ガンマ曲線
4. プライマリーカラーの絶対値

自分のディスプレイで画像を表示するときに、真の色で表示するためにディスプレイの設定を調節するのもいいでしょう。更にその画像をプリントアウトする時に同じ色になるようにプリンターの設定を調節する、という事を行えば色管理は行えるかもしれません。

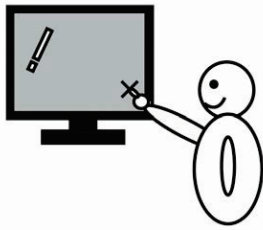
しかしそのデータを他のディスプレイで表示したり外部に印刷を発注したりすると、まったく異なる色になってしまいます！
やはりここはカラーマネージメントの機能によって色の管理を行うという事に重点を置くことがデジタルワークフローの世界において、非常に重要な意味を持つてくると言えるのです。

2-4. キャリブレーションとは

初めに用語としてのキャリブレーションをご説明したいと思います。

キャリブレーション (Calibration) とは日本語では「校正」と言い、この意味は「実験に先立って測定器の狂いや精度を、基準量を用いて正すこと(広辞苑)」を意味します。

例えばディスプレイやプリンターなど全てのデバイスは、経年劣化・個体差・環境差などによってその特性に「ズレ」が生じてきてしまいます。



タッチパネルの校正

タッチパネルディスプレイなどで画面の上下左右真ん中に × 印が現れ、ここを実際に押すことで、× 印が「表示」された場所と人が「押して」いる場所との「ズレ」の補正を行ったことはありませんか？

インクジェットプリンターを使用しているうちに紙に白い筋がでることがありますが（紙を送るローラーの精度が落ちる為に起こる現象 10mm 送るはずが 11mm 送っている）これを補正する為に、誰もが一回はやったことがある、という作業がヘッド位置調整です。

これらの例も、生じてしまった「ズレ」を補正する。即ち「校正」を行うという意味で紛れもなくキャリブレーションの事なのです。

2-5. ディスプレイキャリブレーション

まず、ディスプレイのキャリブレーションを行う前に設定しておくべき以下の3項目についてご説明いたします。

・輝度 ・白色色温度 ・ガンマ値

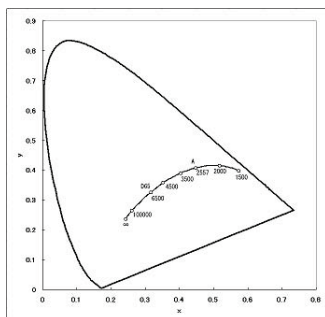
「輝度」とはディスプレイの設定項目の中の、輝度・明るさ・ブライトネスなどで設定できるディスプレイの明るさの事になります。

大体、感覚で決めてしまっても構わないものですが（デザインの現場などではシビアに設定します）大切な事は、キャリブレーション後に明るさを変更してはいけない、という事です。

理由は液晶の応答特性やバックライトの明るさにより、明るさを変更すると色のバランスが崩れてしまうからで、あらかじめ使用するディスプレイの、作業するときの「明るさ」を決定しておいて下さい。

「白色色温度」をご説明する前に、色温度というのは何の事なのか？を先にご説明しておきます。

辞書などでは、色温度と言うのは「黒体（完全放射体）が放射する光のスペクトルをその黒体の絶対温度で表現したもの」とあります。例えば鉄などを熱していくと、赤や黄色で発光していく現象を見たことがあるでしょうか？鉄工所などで見られる風景ですが、要するに黒体（ここでは鉄）を熱していくと、その温度ごとに“黒→赤→オレンジ→黄色→青”の順に発光していくので、その色で物体の温度を表そう、というものになります。（下図の色温度線からはずれたものは厳密には「相関色温度」と呼びます）



大体においてディスプレイは 5000K から 6500K の間にする事が一般的です。これは太陽光の色温度に相当するもので、おおよそ物体の色を見る場合の目安となります。しかしながら、その辺が考慮されていないディスプレイの場合、9300K などに設定されているものがありますが、これは実際にディスプレイ上に表示する画像がかなり「青っぽく」見えているということになってしまいます。



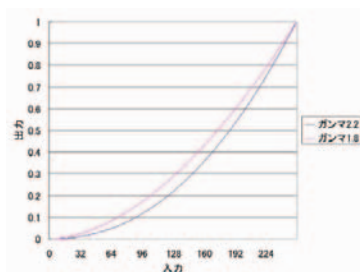
「ガンマ値」とは、入力値と出力値の比を表す値となります。

全てのデバイスには必ず入力と出力が存在しますが、例を挙げると JPEG の画像ファイルを見る場合、入力 → JPEG 出力 → ディスプレイとなります。他にも

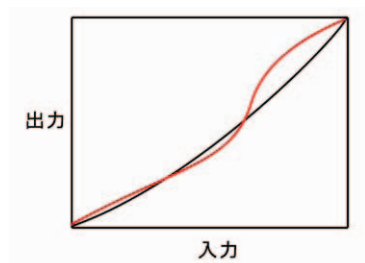
- 画像を印刷する 入力 → JPEG 出力 → プリンター
- 画像を加工する 入力 → JPEG 出力 → JPEG

などがありますが、実はコンピュータのディスプレイでは、入力に対してリニアに出力が増えてはいないのです。

一般的に Windows では 2.2、MacOS では 1.8 くらいに設定されています。



左の図を見ると、入力 (0 ~ 255) に対して出力が直線的でない、指数関数的に増えている事が分かるかと思います。

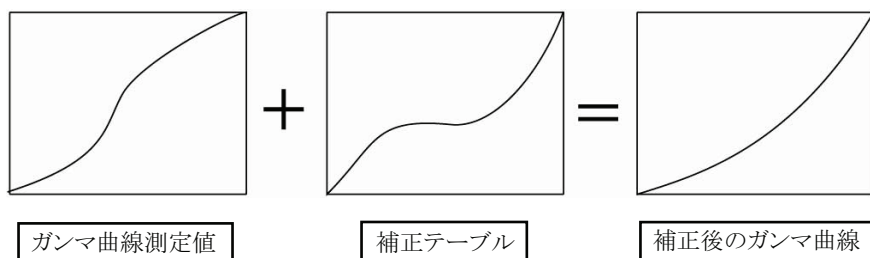


では、ガンマ曲線が理想のカーブから外れている場合はどうなるのでしょうか？
左図は (極端ですが) 赤色 (R) が大きく理想のガンマ曲線から外れている様子を表しています。

このような特性を持ったディスプレイで画像を表示すると、まず画面が暗い場合は赤色が少し強調されて見え、次に中間的な明るさの場合は実際の赤色よりも薄く見え、更に出力が高い状態では非常に赤が強調されて見えてしまうのです。



ガンマ曲線を補正するには、逆位相のカーブを畳み込み、歪みの打ち消しを行います。
つまり、+1 の歪みがあった場合には -1 の値を畳み込んで歪みを 0 にしてあげる訳です。



ColoSuke には付属ソフトによるガンマ補正を行っておりますが、ガンマ補正には入力装置 (パソコンなど) で行う場合と、ディスプレイで行う場合の 2 種類があります。

前者を「ソフトウェアキャリブレーション」後者を「ハードウェアキャリブレーション」といいます。

ソフトウェアキャリブレーションというのは、かなり大まかに言うとディスプレイの特性を入力装置で補正してしまおう、という事になります。
例えば赤っぽく表示されるというクセを持っているディスプレイに対しての入力の段階で赤を少なく送信し、結果的に歪みを ± 0 にしてしまうという考え方です。

これに対してハードウェアキャリブレーションは入力側は情報を加工せずに信号を送信し、ディスプレイ側で自身の「クセ」を元に信号を変換するという自分のクセは自分で修正する、という考え方になります。



株式
会社 **スペクトラ・コープ**

〒164-0011 東京都中野区中中央 4-4-5 第一小林ビル

TEL : 03-5328-2858 FAX : 03-5328-2859

URL : <http://www.spectra.co.jp>

● 販売代理店