

モニタ調整

モニタはコンピュータのファインダー 利用状況に応じた調整法 白色点調整 三段活用

本書はモニタ調整についての要所を実験と経験に基づいてまとめたものです。
なお、ここに書かれた内容とその結果を保証するものではありません。
各自の責任において行ってください。

2007/05

本書はモニタ調整についての要所を実験と経験に基づいてまとめたものです。
なお、ここに書かれた内容とその結果を保証するものではありません。
各自の責任において行ってください。

モニタの現状

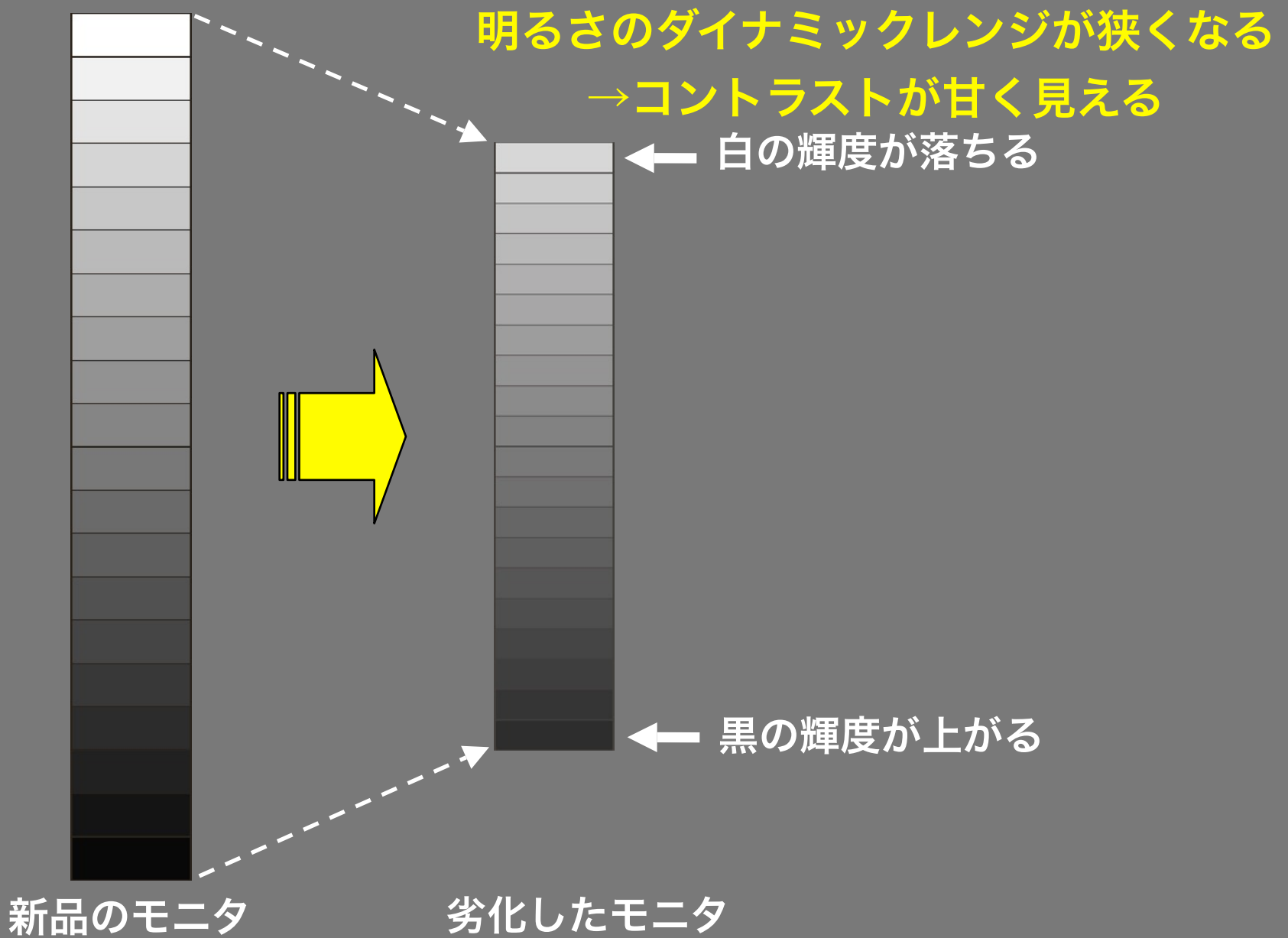
- 液晶モニタはローコストモデルとハイクラスモデルの性能差が、CRTよりも大きい。例えば、3万円のモニタと30万円のモニタを比較すると、特に**輝度と色度のムラ、階調表示能力**の2点に大きな性能差が見られる。
- 一般的な液晶パネルでは、画面の部分ごとに輝度や色度のムラが発生し、これは構造的に避けられない。如何に抑えるかがメーカーの課題。近年のハイクラスモニタでは**ユニフォミティ補正回路**を搭載して、輝度・色ムラを抑える工夫がなされている。
- PC向けのCRT（Cathode Ray Tube、ブラウン管式）生産は数年前に終了。07年以降国内需要は事実上ゼロ。CRTの劣化に対する寿命は1万時間程度である。現在このタイプのモニタはそのほとんどが輝度と色に劣化が見られる。→買い換えをお勧めします
 $1\text{万時間} = 8\text{時間/日} \times 250\text{日/年間} \times 5\text{年}$

モニタの現状

- 液晶モニタはローコストモデルとハイクラスモデルの性能差が、CRTよりも大きいようです。例えば、3万円のモニタと30万円のモニタを比較すると、特に輝度と色度のムラ、階調表示能力の2点に大きな性能差が見られます。
- 一般的な液晶パネルでは、画面の部分ごとに輝度や色度のムラが発生し、これは構造的に避けられません。これを如何に抑えた製品に仕上げるか、がメーカーの課題となっています。近年のハイクラスモニタではユニフォミティ補正回路というものを搭載して、輝度・色ムラを抑える工夫がなされています。
中級クラスのモニタではユニフォミティ補正回路は搭載されていませんが、ムラがかなり抑えられたものが発売されています。写真処理用としてはこのようなモニタを使用したいものです。モニタの選択については後で述べます。
- PC向けのCRT（Cathode Ray Tube、ブラウン管式）生産は数年前に終了しています。2007年以降の国内需要は事実上ゼロだそうです。
CRTの劣化に対する寿命は1万時間程度と言われています。1万時間とは、8時間/日 × 250日/年間 × 5年。つまり5年ぐらい使うとコントラストや色については怪しくなると言われています。ちなみに液晶モニタの色寿命は2万時間ほどと言われていますが、液晶モニタが普及してまだ10年を経っていませんので、本当のところは判りません。

わたし（大野）はサポートでユーザーの現場を廻っていますが、現在稼働しているCRTモニタのほとんどは、輝度と色に劣化が見られ、写真処理には適さない物が多くなっています。CRTをお使いの方は、買い換えをお勧めします。

モニタはどのように劣化するのか？



モニタはどのように劣化するのでしょうか？

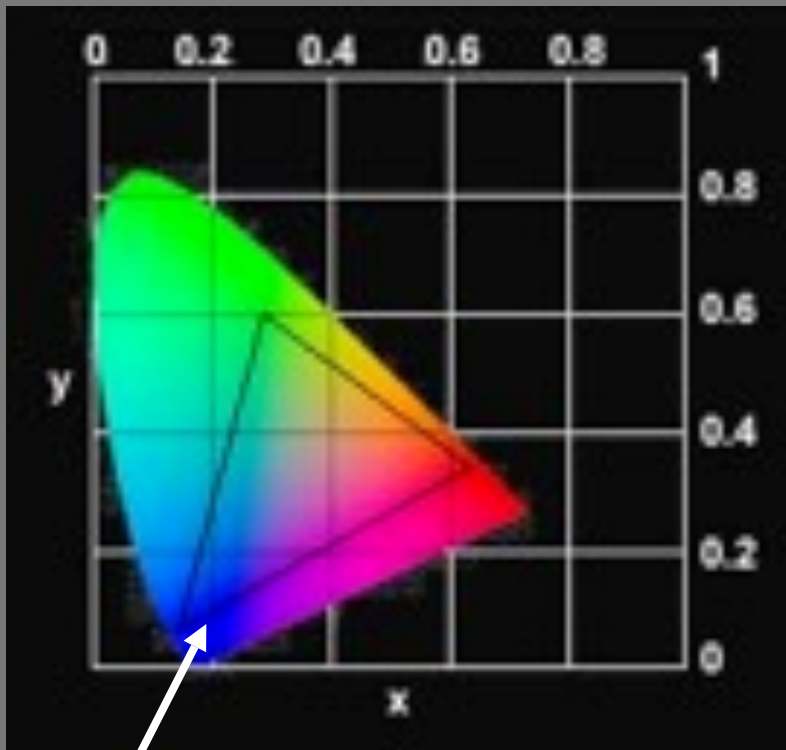
新品のモニタのダイナミックレンジが左図のようだったとしましょう。

劣化すると、白の輝度が下がり、黒の輝度が上がるように変化をします。

結果としてダイナミックレンジが狭くなり、写真の見えとしてはコントラストが甘くなります。

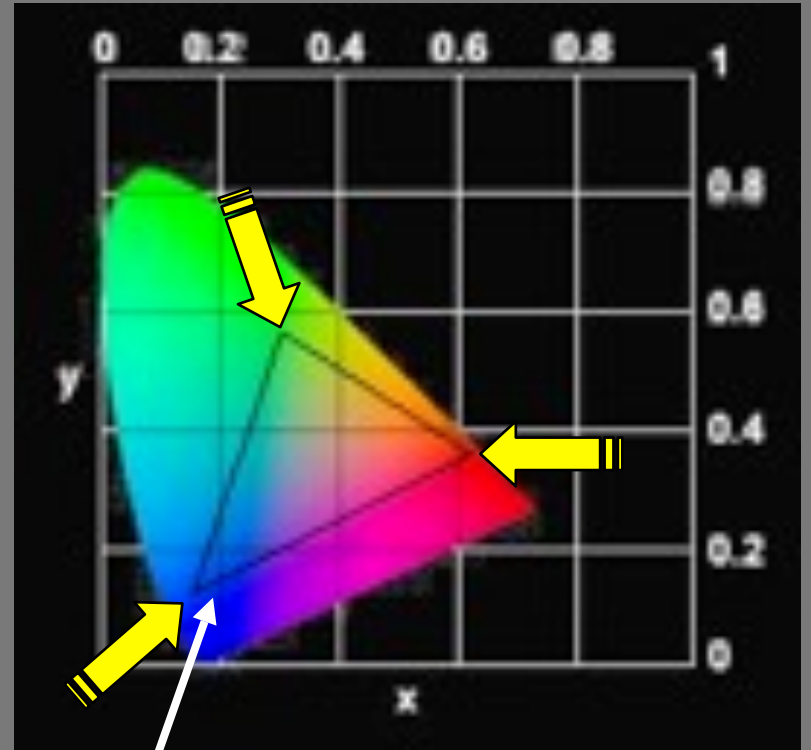
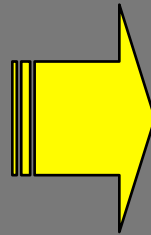
モニタはどのように劣化するのか？

色域が狭くなる → 色が浅く見える



新品のモニタ

三角形の内部が
表示できる色域



劣化したモニタ

表示できる色域が
狭くなる

色については、彩度（色の鮮やかさ）が落ちる方向に変化をします。
CIE-XYZ表色系による色度図（上図）でこの様子を見ると、RGBの3点が色度図の中に入る方向に変化をします。つまり、色域が狭くなるのです。

同じ画像データでもこんなに違う



右が新しいモニタでの見え方、右が劣化したモニタの見え方をシミュレートしたものです。
コントラストが甘くなり、色が抜けたように見えます。

写真の仕事をされている方は毎日モニタを見ています。一方、モニタは徐々に劣化していきますので、本人はそのモニタの変化に気が付かない場合が多いものですので注意が必要です。

なお、劣化したモニタでもキャリブレーションすることは出来ます。ただし、キャリブレーションしてもモニタが新品の時のように蘇るわけではありません。ダイナミックレンジと色域が狭くなった範囲でバランスが取れるようになるのです。

何のために モニタを調整するのか？

何のためにモニタを調整するのかを、もう一度考えてみましょう。

モニタ表示に望むこと

1. 画像データを正確に表示する

デジタル画像を出来るだけ正確なコントラストと色で確認したい。

2. プリントの仕上がりを予想する

モニタ表示 = プリント仕上がり
になっていると理想的。

モニタ表示に望むこと

1. 画像データを正確に表示する

モニタの調整を行う理由は何と言ってもこれにつきます。デジタル画像は1と0の集合体ですから、画像データそのものを見ることはできません。モニタを通して始めて目にすることが出来ます。この際に、画像データが持っているコントラストと色を出来るだけ正確にモニタに表示することが求められます。

2. プリントの仕上がりを予想する

画像データを表示する行為は過去の事象の「確認」です。次なる作業は画像の出力ですが、これは未来の事象にあたります。これからプリントする画像をモニタで確認できれば、つまり、モニタに表示されたものがそのままプリントできれば理想的です。

ただし、これには注意することがあります。プリンタおよび印刷機等の出力機器の特性を考慮しなければならない、ということです。モニタに画像データを表示しただけでは出力機器の特性を考慮しているとは言えません。現在のCMSでは、これを出力機器のプロファイルを使って行うことが出来ます。Photoshopやプルーファーと呼ばれるアプリケーションでは、出力機器のプロファイルやシミュレーション・プロファイルを使ってモニタに、あるいはプリンタに印刷機での見えを反映させることが出来ます。

モニタが適正に調整されている状態とは

モニタだけならこの2点

1. モニタ γ （ガンマ）カーブ

画像データのコントラストが正確に見えること。

2. グレーバランス

無彩色部分に色が付いていないこと。

プリントとの比較なら更にこの2点

3. 白色点

使用している光源、または紙白に近いこと。

4. 輝度

モニタ輝度と紙の照度が合っていること。



8

モニタが正しく調整されている状態とは、どのような状態なのでしょうか？

1. モニタ γ （ガンマ）カーブ が合っていること。

γ 値は重要ではありません。カーブそのものの形が合っていることが重要です。このカーブが狂っていると、画像データが持っている本来のコントラストを正確に見えること出来ません。

2. グレーバランス がとれていること。

黒から白までの無彩色部分の階調の全てに、色が付いていないことが理想です。

3. 白色点 の色温度設定

モニタの白色点は色温度で指定しますが、何度に設定すればいいのか迷うところです。紙媒体と比較することを考えると、モニタの白色点は「紙白」になっていれば良いのですが、紙白とはどんな色なのか？ これが問題となります。

ここでは、5000Kの場合、使用している光源の色温度に設定する場合、および紙白に近く合わせた場合の3つに別けて解説します。

4. 輝度 の設定

輝度が明るすぎるモニタが増えていますが、これでは印刷物との評価などはできません。モニタの輝度と紙の照度がある程度あっていることが重要です。

以上4点を挙げましたが、この中でも1.モニタ γ カーブと2.グレーバランスは非常に重要です。また、印刷物などの紙媒体との比較をするのであれば 3.白色点と4.輝度の設定をどのようにするかが調整のポイントになります。

1. モニタ γ カーブ

正しいモニタ γ 曲線になっているか？

意外と知られていない事実

重要なのは γ 値ではなく、 γ カーブ カーブが合っていないとコントラストが狂う

モニタのキャリブレーションを行う場合、モニタガンマをいくつに設定するのか迷うところですが、重要なのはガンマ値ではなく、カーブの形であることは、意外と知られていないようです。

ガンマカーブが狂っていると画像のコントラストが正しく見えません。写真は階調が重要です。コントラストが正確に見えるモニタに調整するには、ガンマカーブの正確さが重要なのです。

ハイライト飛び の例



ハイライト側が正確に表示されていない →

シャドウ潰れ の例



← シャドウ側が正確に表示されていない

コントラストが高い 例



適正



モニタのガンマカーブの狂いは、写真のコントラストに影響を及ぼします。

一番上はハイライト側が飛んでいて正確に見えていない例。

2 番目はシャドウ側が潰れていて正確に見えていない例。

3 番目はコントラストが高い例です。 コントラストに関してはこのグレーチャートでは判りにくいので次のカットをご覧ください。

γ カーブが狂っていると・・・



12

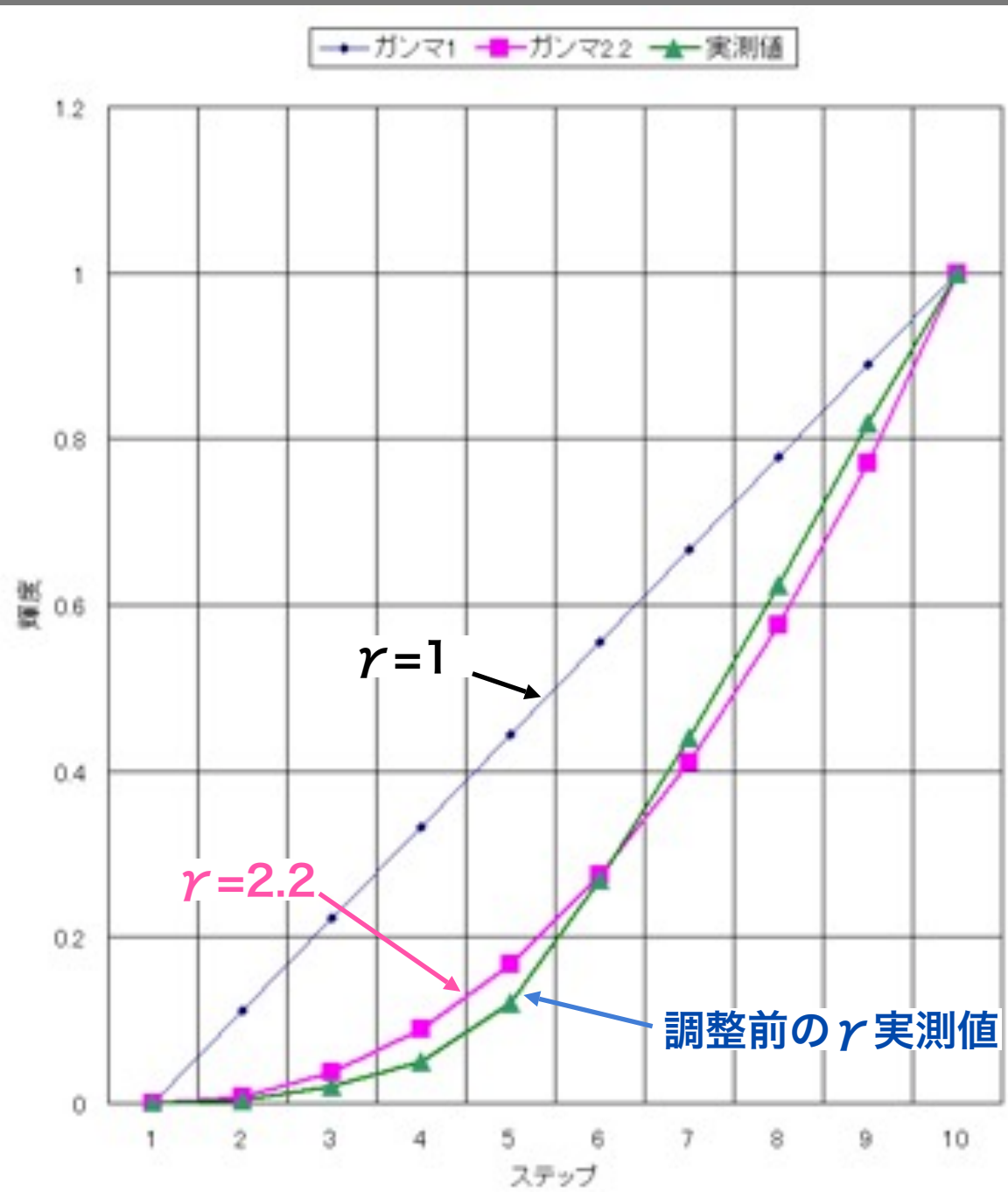
左がガンマカーブが正確に補正されたもの。

右がガンマカーブが狂っているためにコントラストが高く見えるモニタをシミュレートしたものです。

ガンマカーブの狂いは、このように画像のコントラストに影響を及ぼします。

例えば
購入したモニタがこ
んなだったら？

画像はsRGB ($\gamma=2.2$)
で作成



前ページのカットのガンマカーブです。画像は「sRGB」で作成したのでガンマ値は2.2です。 赤のグラフが正確なガンマ2.2のカーブ、緑が狂っているモニタのカーブです。

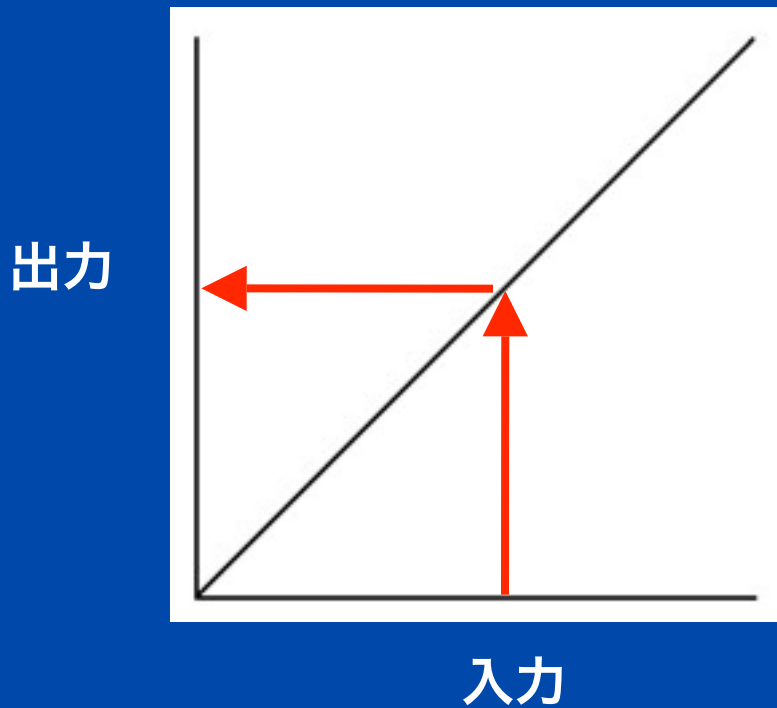
このグラフの横軸は、左側が黒、右側が白になります。緑のグラフはシャドウ部分は適正值より暗く見え、ハイライト側は明るく見えることを示しています。つまり、正常な見えよりコントラストが高いことになります。

モニタのキャリブレーションを行う場合、モニタガンマをいくつに設定するのか迷うところですが、重要なのはガンマ値ではなく、カーブの形であることがこの例より判ります。

この正確なカーブを手に入れるには、測定器を使ってキャリブレートする以外にないのですが、このことは後でお話しします。

ガンマ γ とは？

ガンマとは **入力に対する出力特性** を示すもの



$$\text{出力} = \text{入力} \gamma$$

入力値と出力値が同じ場合は $\gamma = 1$

さて、ガンマとは何かを復習しておきましょう。

ガンマとは「入力に対する出力特性」を表すものです。

$$\text{出力} = \text{入力}$$

入力に対しての出力特性を指数関数として表したもので、その指数を γ と呼んでいます。

グラフではこのように、横軸を入力、縦軸を出力 として表します。

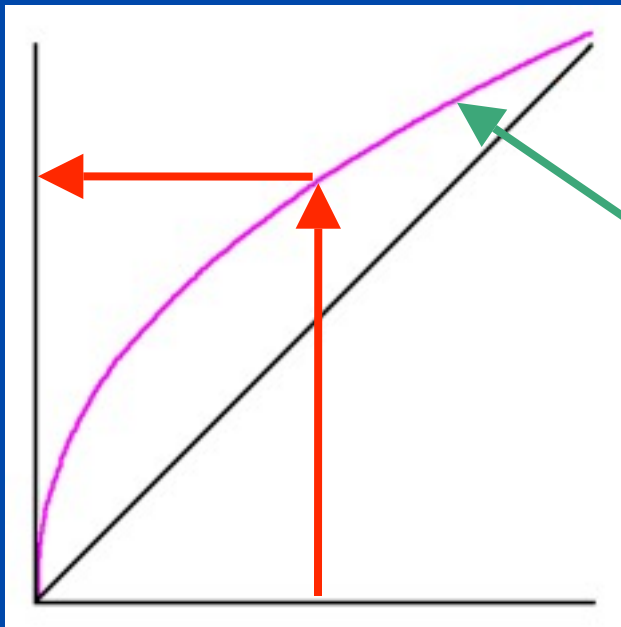
ですから、ガンマ=1.0 のグラフは、入力値と出力値が同じことを意味し、45° の右上がりの直線となります。

人間の目の入出力特性

人間の目は、**明るい領域より、暗い領域に敏感**

$$\text{目に感じる光の強さ} = (\text{目に入る光の強さ})^{\alpha}$$
$$\alpha = 0.3 \sim 0.45$$

目に感じる光の強さ



ほぼこのような指数曲線になる

目に入る光の強さ

15

入力に対する出力特性が同じであることは（つまり $\gamma=1$ ）は重要なことです。

しかし、作業用スペースである「sRGB」やモニタ、プリントなど、すべての色空間や入出力機器には「1」では無い γ 値が設定されています。なぜでしょうか？

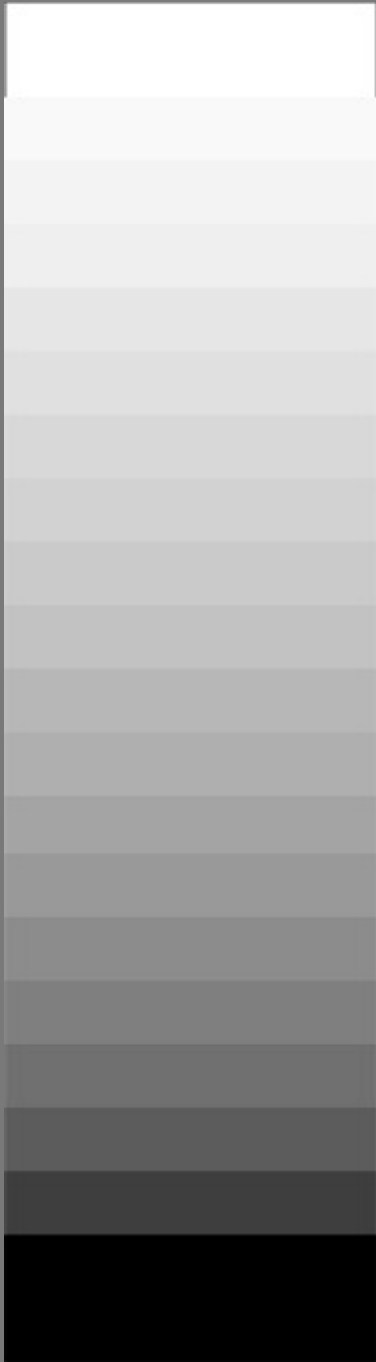
人間の目は、明るい領域より、暗い領域に敏感である、という特性を持っています。

目に入る光の強さに対して、感じる強さが比例していないのです。

$$\text{目に感じる光の強さ} = (\text{目に入る光の強さ})^{\alpha} \quad \alpha=0.3 \sim 0.45$$

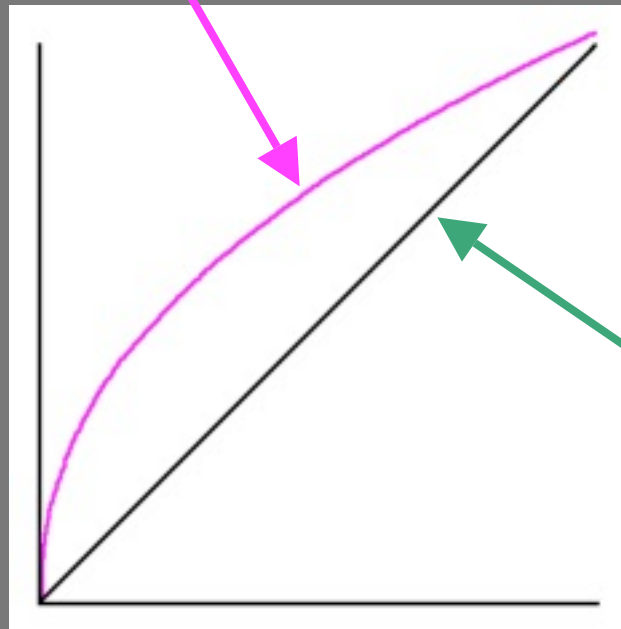
人間の目の明るさに対する特性を調べると、およそ上の式のような特性になっています。これは人種にかかわらず、ほぼ一定なのだそうです。暗い時の変化に敏感で、明るくなるとその変化に対して鈍くなるというものです。

その結果、指数が0.3～0.45に相当する指数関数曲線にほぼ一致します。



左のチャートは 黒から白までの
RGB値を $\gamma=1$ のプロファイルにて
線形に作ったものです。
どのように見えますか？

目を感じる光の強さ



チャートの明るさ
($\gamma=1$)

試しに、「 $\gamma=1$ 」のプロファイルを作り、Photoshopの作業用スペースにセットして、黒から白までのRGB値を直線的に変化させてグレーチャートを作ってみました。
入力となるRGB値は、グラフでは45°の直線になります。

このチャートを見てみると、明るさの変化が直線的であるとは思えません。
人間の目には赤色のグラフのように明るさが変化しているように感じ取れます。

見た目 線形に見えるように補正する

目に感じる光の強さ = (目に入る光の強さ) $^{\alpha}$

$$\alpha = 0.3 \sim 0.45$$

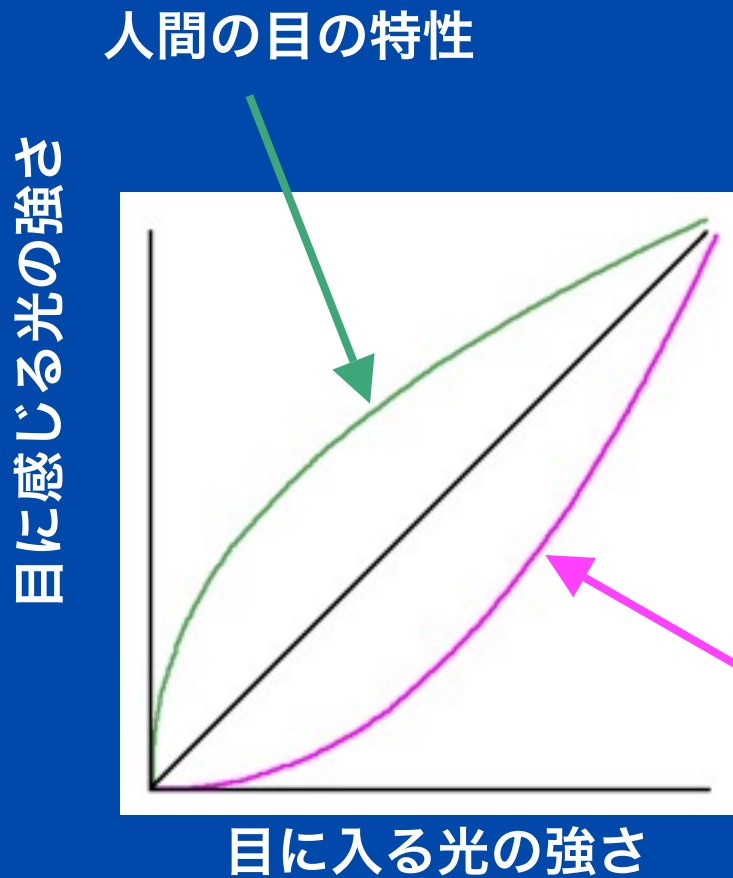
見た目に線形にするには

$1 / \alpha$ の強さを入光すれば良い

仮に $1 / 0.45 = \text{約}2.2$



この指数を r という



目に線形に見えるように補正した
 r カーブ

そこで、人間の見た目に線形に見えるようにするには、グレイチャート画像に人間の目の特性とは逆方向の特性を付けておけば良い、ということになります。

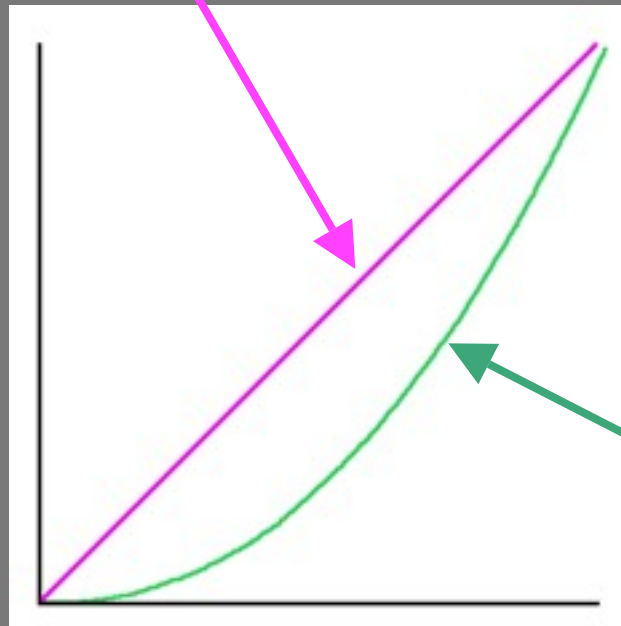
人間の目の特性を指数関数の逆数は、 $3.3 \sim 2.2$ 程度になります。

この逆数カーブは、図の赤色グラフになります。



左のチャートは 黒から白までの
RGB値を $\gamma=2.2$ のプロファイルに
て線形に作ったものです。
どのように見えますか？

目に感じる光の強さ



チャートの明るさ
($\gamma=2.2$)

$$\text{感じる光の強さ} = (\text{入光する光の強さ})^{2.2}$$

このグレーチャートは、作業用スペースのプロファイルを「 $\gamma=2.2$ 」(sRGB)にして、黒から白までのRGB値を直線的に変化させて作ったものです。

人間の目にはグレーチャートの明るさが、赤色のグラフのように直線的に変化しているように見えるはずですが。

このように人間の目だけでなく、カメラ、モニタ、プリンタ、印刷機にはそれぞれの入出力特性があるのです。この入力と出力の感度を調整するのが γ 値です。

γ の値について

$\gamma = 2.2$

放送規格のNTSCで採用している値。

動画はコントラストが高い方が見やすいため、印刷用の γ 値より高いものを選んだと言われている。

後にWindowsが「sRGB」で採用。

「AdobeRGB」も2.2である。

$\gamma = 1.8$

一般には印刷に向いていると言われる値。

ドットゲインとの関係から1.8程度が良いとされている。

Macintoshが「AppleRGB」で採用。

現状は「sRGB」がデファクトスタンダードであるが、ISO規格では「AdobeRGB」が採用された。

現在良く登場する γ の値について

$\gamma = 2.2$

日本、アメリカで採用しているテレビ放送規格に「NTSC」がありますが、この規格では $\gamma = 2.2$ としています。動画はコントラストが高い方が見やすいため、印刷用の γ 値より高いものを選んだと言われています。後にWindowsが「sRGB」で $\gamma = 2.2$ を採用し、Adobe社も「AdobeRGB」を $\gamma = 2.2$ としています。

$\gamma = 1.8$

一般には印刷に向いていると言われる値です。ドットゲインとの関係から1.8程度が良いとされているようです。グラフィックではWindowsより実績が長いMacintoshが「AppleRGB」で採用していた値です。

現状では「sRGB」がデファクトスタンダード（実質上の標準規格）ですが、ISO規格では「AdobeRGB」が採用されています（これはAdobe社の戦略か・・・）。

モニターはいくつでもよい？

モニターはいくつでもよい？

モニタ γ の違いによって、見えの γ はどのように変わる？



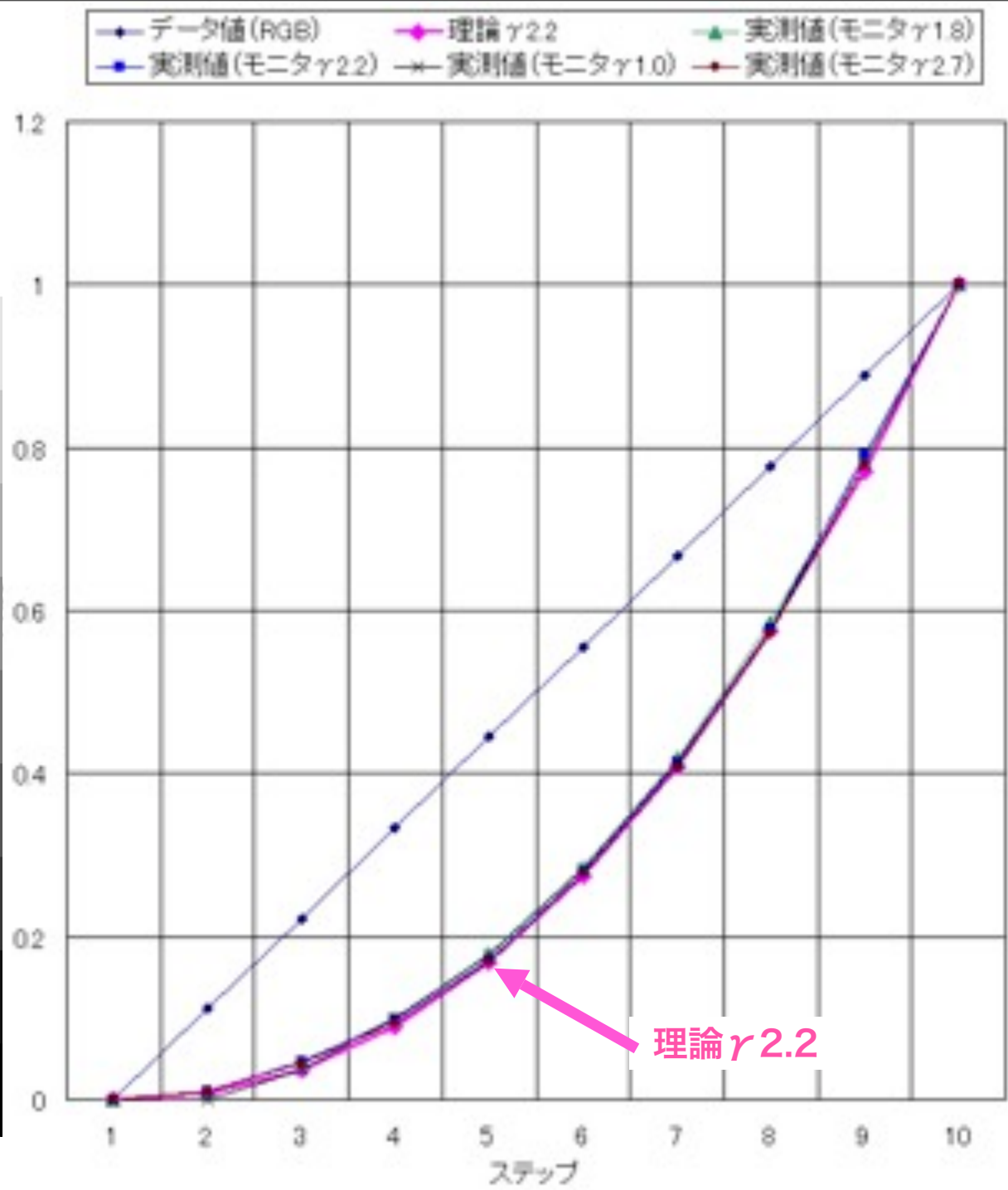
モニタ γ の違いによって、見えの γ はどのように変わるのでしょうか？
これは皆さんが気になるところだと思います。

そこで、次のような実験を行ってみました。

モニタ γ を4種類に変えてキャリブレーションを行います。その後、モニタに表示されたグレーチャートの各ステップを測定器で測ります。その結果をEXCELを使ってグラフにしたのが、次のページです。

モニタ $\gamma=1.0$ の時
モニタ $\gamma=1.8$ の時
モニタ $\gamma=2.2$ の時
モニタ $\gamma=2.7$ の時
グレーチャート実測値

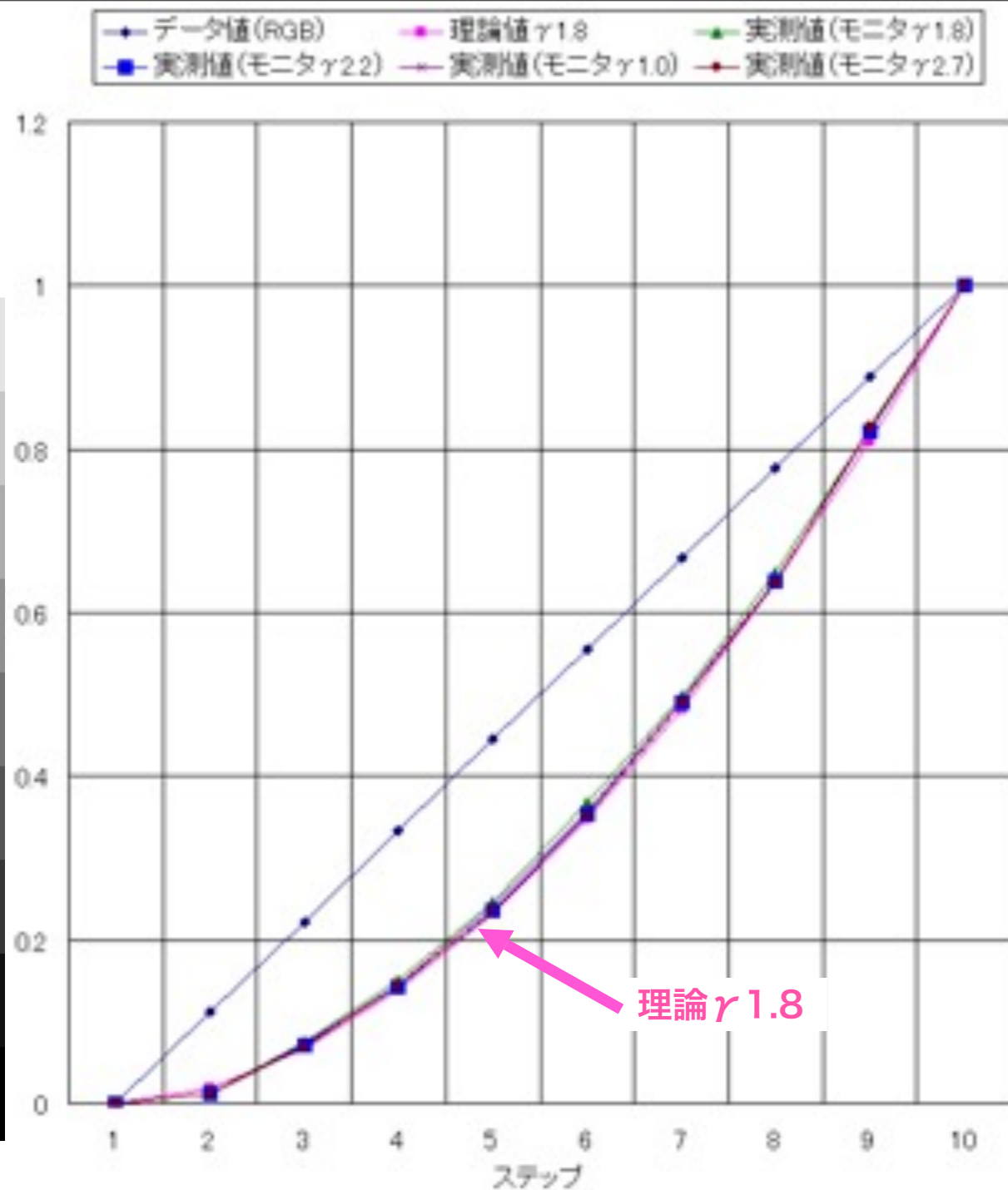
グレーチャートは
sRGB ($\gamma=2.2$)
で作成



モニタ γ を 1.0、1.8、2.2、2.7 としました。
それぞれの状態でsRGBで作ったグレーチャートの各ステップの明るさを測定し、グラフにしました。
sRGBは $\gamma=2.2$ ですが、どのモニタ γ の場合であっても、チャートの測定値は数値演算させた理論 $\gamma 2.2$ のカーブと等しくなります。
(グラフには多少の誤差がありますが、これは測定誤差です。)

モニタ $\gamma=1.0$ の時
 モニタ $\gamma=1.8$ の時
 モニタ $\gamma=2.2$ の時
 モニタ $\gamma=2.7$ の時
 グレーチャート実測値

グレーチャートは
 AppleRGB
 ($\gamma=1.8$)
 で作成



次に、AppleRGBで作ったグレーチャートの各ステップの明るさを測定し、グラフにしました。
 AppleRGB は $\gamma=1.8$ ですが、どのモニタ γ の場合であっても、チャートの測定値は数値演算させた理論 $\gamma 1.8$ のカーブと等しくなります。

つまり、モニタ γ はいくつであっても、モニタ上には最終的に画像が持っている γ 値が反映される、ということです。

モニタ γ は画像の γ に影響しない

だからモニタ γ はいくつでもよい

モニタ γ は画像の γ に影響しない

だからモニタ γ はいくつでもよい

γ 値よりも カーブ形状が重要

モニタの γ 値は、幾つでも良い。

それよりも・・・

γ カーブが合っていることが重要！



25

考えてみれば当たり前のことなのですが、画像が抱えている特性 (γ など) をそのまま表示するのが表示装置の本来の役目です。ですからカラーマネジメントシステムもそのようにできており、表示装置には画像が抱えている γ が反映されるように作動します。

ではモニタ γ の必要性は何なのでしょう？

モニタ γ 値がいくつでもよいなら、キャリブレーションする必要がないようにも思えます。

これは γ 値が重要なのではなく、カーブの形そのものが理論値に近いことが重要なのです。もし、モニタ γ カーブが画像の γ カーブと異なる形をしていると、その分だけコントラストが狂ってしまうのです。

例えば、Eye-Oneの場合は、黒から白まで10階調を測定しています。そしてこれが理論 γ カーブと一致するのかをチェックしています。測定結果が狂っていればそれを補正するようにプロファイルを作ります。

このような測定は目視ではもはや不可能です。人間の目は比較測定のような相対的評価には非常に敏感に反応しますが、この白色点は何度であるというような絶対値的な測定を苦手としています。ですから、目視でプロファイルを作るようなアプリケーションでは、プロファイルの精度がかなり低くなることがご理解頂けるとと思います。皆さんが通常に求めるようなモニタ調整のレベルでも、やはり測定器が必要なのです。

モニター γ と リファレンス γ



Windowsだから2.2、Macだから1.8 . . . ?

これはプロファイル指定が無い画像に対してシステムがあてがうリファレンス γ のこと ← モニタ γ では無い

リファレンス・プロファイル (γ)

装置に依存しない特性を持つプロファイル

デバイス・プロファイル (γ)

装置の特性としてのプロファイル

26

さてここで、モニター γ とリファレンス γ の違いを確認しておきましょう。

「Windowsだから2.2」「Macだから1.8」とよく言われています。

これはプロファイル指定が無い画像に対してシステムがあてがうリファレンス γ のことを示しており、モニター γ のことではありません。ここに誤解が多いようです。

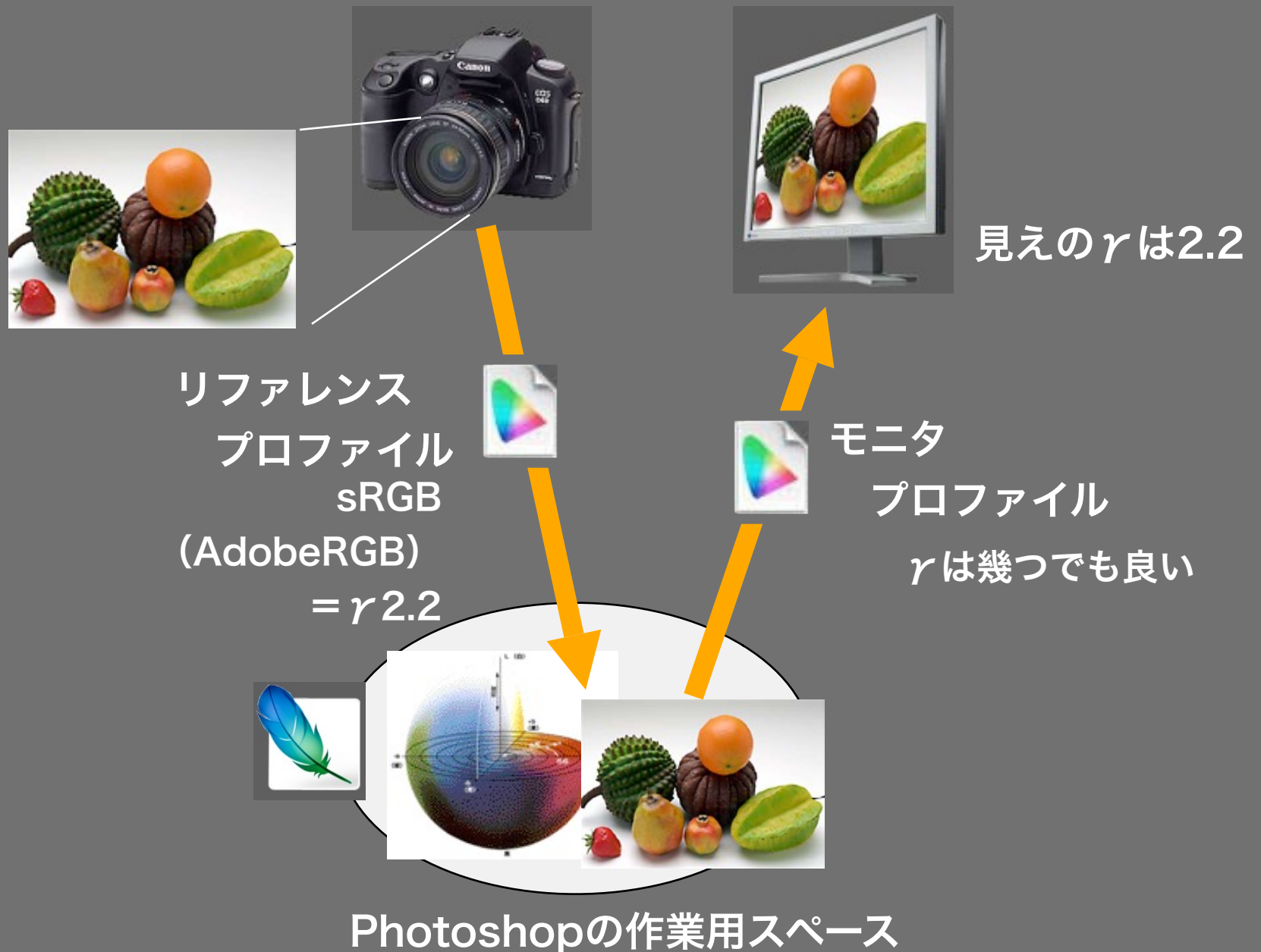
γ 値はプロファイルが持っている情報の一つですが、モニタープロファイルは装置固有の特性であり、これを「デバイス・プロファイル」と言います。これに対し、装置の特性に依存しないプロファイルを「リファレンス・プロファイル」と言います。

「リファレンス・プロファイル」の代表は「sRGB」であり、「AdobeRGB」です。

CMSでは、「デバイス・プロファイル」と「リファレンス・プロファイル」の2種を明確に区別しなければなりません。

特にデバイスプロファイルは、ある固有の装置のために作られるものです。これをPhotoshopの作業用スペースにセットする例を時々見かけますが、これは適切ではないことは、もうお判りだと思います。

ICCプロファイルによる情報の受け渡し



「デバイス・プロファイル」と「リファレンス・プロファイル」の使い方の例です。

デジタルカメラでの例ですが、現在のデジタルカメラでは「sRGB」という「リファレンス・プロファイル」を使って画像をまとめるように設計されています。その方が汎用性がありますからね。また、一部のハイクラスなカメラでは更に色域の広い「AdobeRGB」モードを使う事も出来ます。

ですから、「sRGB」で撮影された画像はPhotoshopなどのアプリケーションでは「sRGB」プロファイルを使用して開くと、そのカメラで撮影された画像を適切に再現できるようになります。

ただし、デジタルカメラそのものは入力デバイスであり、入力デバイスとしての固有のクセがあるはずです。メーカーごとに、機種ごとに、そして製造ロットごとにあるはずですが、今回はモニタ調整のお話ですのでこれ以上は踏み込みません。

Photoshopなどのアプリケーションで展開された画像は、そのコンピュータに接続しているモニタのためにキャリブレーションされて作られたデバイスプロファイル、つまりモニタプロファイルを使って表示することで、適切に表示することが出来るようになります。



MacOS はOSレベルでCMS対応 → どのアプリでもOK



WindowsXP はOSレベルでは非対応（Vistaは対応）
→ CMS対応アプリが必要

Adobe社のアプリはCMS対応



Photoshopを使っていれば画像の見えはOK



MacOS はOSレベルでCMSに対応しています。 従ってMacOS上で作動するアプリケーションでは、異なるプロファイル同士を同時に扱うことができるように作られています。

対して、WindowsはXPに至るまで、OSレベルではCMSに完全対応はしていません。「sRGB」固定として色を扱いますので、sRGB以外のプロファイルが埋め込まれている画像についてもsRGBと見なして処理するため、色の狂いが発生してしまいます。（Vistaは対応済み）

Adobe社のアプリはOSに頼らずに自らカラーマネジメント処理を行っており、Windows、Macのどちらのバージョンでも異なるプロファイルを同時に扱えます。

従って、Windowsでも、Macでも Adobe製品を使っていれば画像の見えはOKなのです。

モニターはいくつでもよいのだが・・・



CMSに対応していないアプリケーションもあるので、
OSの**リファレンスプロファイルの γ 値**を**モニター γ 値**として設定しておく



プロファイル指定が無い画像に対しては、
OSは**リファレンスプロファイル**をあてがう

さきほど、「モニターはいくつでもよい」といいました。

しかし、CMSに対応していないアプリケーションもあります。

このような場合は、OSは自分が抱えているリファレンスプロファイルを使うことになりますので、リファレンスプロファイルの γ 値をモニター γ 値として設定しておけば間違えはない、と言えます。

この意味では、キャリブレーションの時に設定するモニター γ 値は

「Windowsだから2.2」「Macだから1.8」と言えますね。

2. グレーバランス

無彩色部分に色が付いていないか？

これは基本中の基本
ここが狂っていると色は合わない

無彩色部分に色が付いていないか？

グレーバランスはカラー写真を扱う上において、基本中の基本です。
ここが狂っていると色は合いません。

グレーバランスが赤方向に狂っている例



グレーバランスが緑方向に狂っている例



グレーバランスに色相のねじれがある例



適正

明るい部分と暗い部分で色が異なる



カラー写真にとってグレーバランスは重要です。もちろんモニタでもグレーバランスが重要です。無彩色部分が赤くなっていたり、緑になっていたりは、画像データを正しく表示することができません。

上から3つめは、無彩色部の明るい部分と暗い部分とで色の方向が異なって見える例です。つまり「色相がねじれている」例です。

このように黒から白までのすべての階調について色の転びが無いように補正するには、目視では極めて難しいと思われます。やはり、CMSツールの助けを借りなければなりません。

グレーバランスが狂っていると



適正なモニタ



緑方向に狂っているモニタ

右がグレーバランスが整っている適正なモニタ。右が無彩色が緑方向に傾いているモニタをシミュレートしたものです。
顔の肌色から赤みが薄れているのがお判りですか？
グレーバランスの狂いはこのように微妙な色合いに影響を及ぼします。

3. 白色点

白色点をいくつにするか？

ここがコツ！

印刷物との比較は白色点の色温度設定が重要
状況に応じた三段活用

白色点をいくつにするか？

モニタを印刷物と比較することを考えると、白色点の色温度設定は重要です。
なぜなら、モニタの白色点が「紙白」になっていれば良いのですが、ことはそんなに簡単ではありません。

そこで、モニタの白色点を状況に応じた「三段活用」として考えてみたいと思います。

白色点をいくつにするか？

1. 5000Kに設定すると・・・

写真の規格、印刷の規格通り

→ 原稿と比較すると、画面が青白く見える

2. 評価光源に設定すると・・・

5000Kの高演色性蛍光灯でも、実際には4700K程度

→ 白っぽい部分がかなり似る

3. 紙白になるように設定すると・・・

実際には4500Kぐらいか？

→ 肌色までよく合う

モニタの白色点をいくつにするか？
およそ下記の用になります。

1. 5000Kに設定すると・・・

これは写真の規格、および印刷の規格での標準光源の色温度です。

→ 原稿と比較すると、画面が多少青白く見えます。

これは、評価光源が5000Kでは無いからです。

2. 評価光源に設定すると・・・

5000Kの高演色性蛍光灯でも、実際に測定してみると4700K程度になっています。そこで、モニタの白色点を4700K程度に設定します。

→ 白っぽい部分がかなり似てきます。人物ポーレートの色などかなり近似します。

3. 紙白になるように設定すると・・・

4700Kの評価光源で照らした紙白は、4700Kになるわけではありません。

紙の色は紙の漉き方や表面コーティングの違いにより様々です。そこで目視によって無理矢理合わせる方法をとります。

→ 結果としては、肌色までよく合います。

白色点調整・三段活用

	モニタの 白色点	使用環境	紙媒体 との比較	汎用性
第1段	5000K	紙媒体を対象とする 標準的なモニタの設 定	○	高
第2段	評価光源の 色温度 (4700K前後)	AAAの評価光源 での環境	◎	中
第3段	特定の紙白 (4500K前後)	特定の紙白をター ゲットとする場合	☆	低

白色点調整・三段活用

モニタの白色点はある特定の用紙の紙白に合わせれば、モニタの表示とプリントが非常に良く似てきます。しかし、その紙以外の紙でプリントしたものには合わなくなってしまう。

そこで、白色点の設定とその汎用性は上の表のようになります。

どの段階を選ぶかは、ご自分の環境に応じて選んでください。

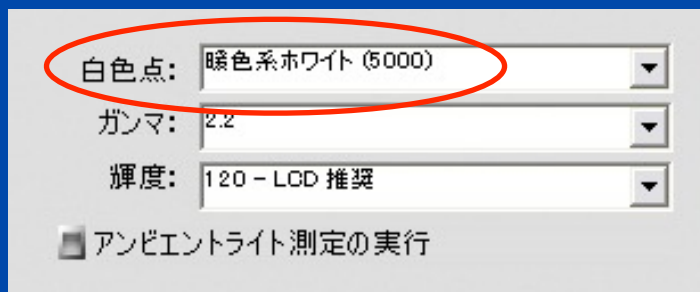
白色点調整・三段活用

第1段

白色点を 5000K に設定

白色点を5000Kに設定

- 5000Kは、写真の規格でも、印刷の規格でも用いられている評価光源の色温度。太陽光線の色温度を基本としている。従ってモニタの白色点、つまり画像の白を5000Kに設定する。



キャリブレーションの設定を
5000Kにする

- 結果 → 規格通りの設定
モニタが多少青く感じられることも

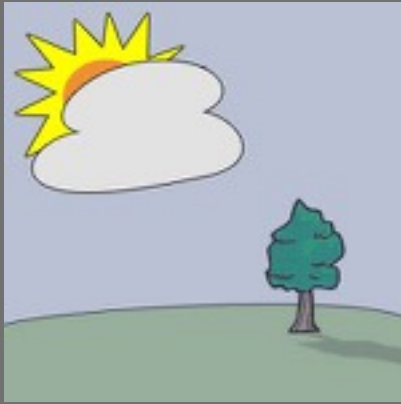
白色点を5000Kに設定

5000Kは、写真の規格でも、印刷の規格でも用いられている評価光源の色温度です。
これは、太陽光線の色温度を基本としています。
従ってモニタの白色点、つまり画像の白を5000Kに設定します。

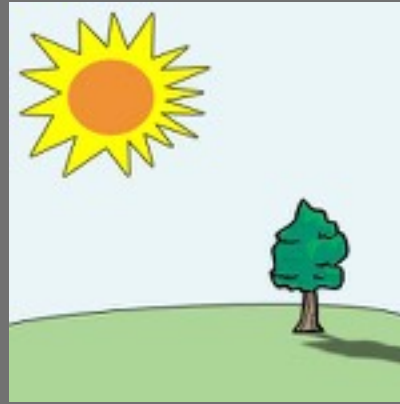
結果 → 規格通りの設定です。 現在の液晶モニタはメーカーでは6500K付近に設定して出荷していますが、この状態から比べれば随分とプリントに似てきたと思います。

しかし、印刷物をモニタの横に並べてよく見ると、多くの場合は印刷物に対してモニタが多少青く感じられることがあります。

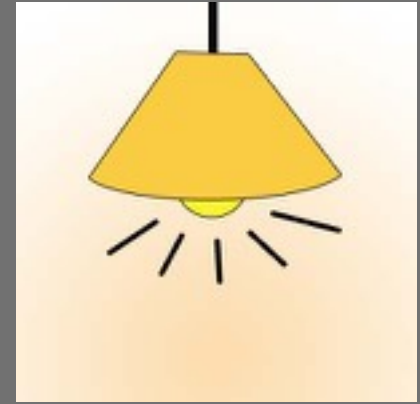
光源と色温度



日陰・曇り
(7000 K)



晴れ
5500~5000 K

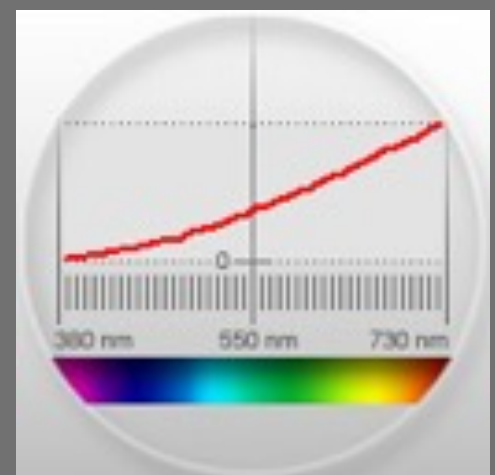
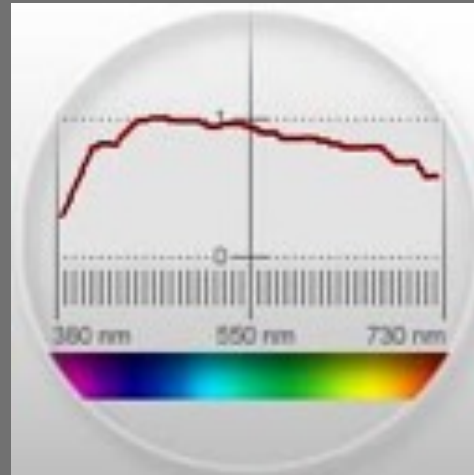
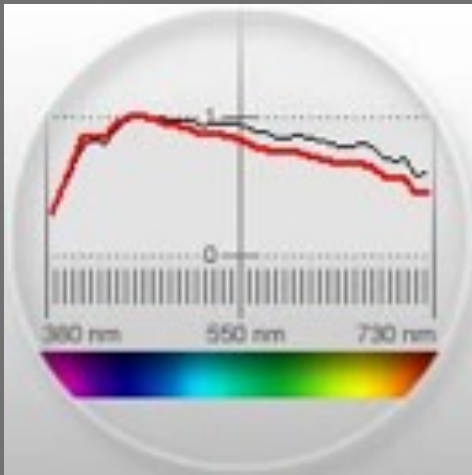


電球
(3000 K)

青



赤



光源と色温度 について

太陽光線は、晴れの日で5000~5500Kとされています。

地球上の生物はこの光の元で数十億年の進化をしてきました。高等霊長類であるチンパンジーや人間の目もこの環境で進化したものです。従ってこの色温度での光源が最も自然に色を見ることができるのです。

下図は光の周波数スペクトラム（分光特性）ですが、晴れの日のは紫色の成分を除く他の色の成分がほとんど同じレベルで含まれています。つまり色々な色が同じレベルに入っていると人間の目では無色透明な光に見えるのです。これが太陽光線の特徴です。

曇りの日や日陰では世の中が少し青っぽく見えます。これは太陽の光が大気中の雲を通過する際に、周波数の低い成分（赤い光の成分）が多少吸収されるため、地上に届いた時には晴れの日よりも相対的に青い光となるからです。

右はタングステン電球のスペクトラムです。

人口光源である電球はこんなスペクトラムをしています。青から緑の成分が非常に少なく、黄から赤の成分が多く含まれています。電球の元では橙色に見えるのはこのためです。

白色点調整・三段活用

第2段

白色点を 評価光源 に設定

紙媒体への照明は？

◆ 高演色性蛍光灯を使うこと

- ・ 5000Kの光で写真や印刷物を観察することは国際的な規格
- ・ 印刷物・印画紙を正確に見るためには、一般の蛍光灯では不適切



- ・ 高演色性 AAA
- ・ 平均演色評価数 Ra90以上
- ・ 色温度 5000K
- ・ 型番 N-EDL

まず、紙媒体への照明は「高演色性蛍光灯」もしくは「色評価用蛍光灯」を使うことを原則とします。

なぜなら、

- ・ 5000Kの光で写真や印刷物を観察することは国際的な規格 です。
 - ・ 印刷物・印画紙を正確に見るためには、一般の蛍光灯では不適切 です。
- このことは後で詳しくご説明します。

「高演色性蛍光灯」は20Wのもので1本\780程度です。

日本ではJIS（日本工業規格）で「N-EDL」という型番になります。

三菱電機、松下電気、東芝電気で作られています。大きな電気店でも通常在庫は無いようです。取り寄せてください。

紙媒体とモニタとの比較

色評価蛍光灯

モニタ

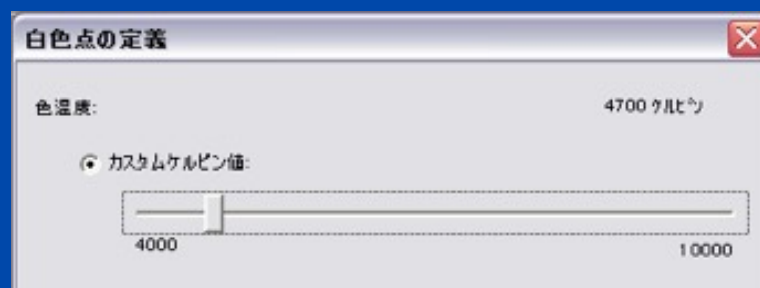
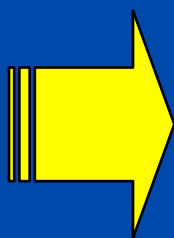


高演色性蛍光灯の実際の色温度は4700K程度
モニタの白色点も同じ値に設定する

紙媒体とモニタとの比較は、このように並べます。

白色点を評価光源に設定

- 高演色性蛍光灯は実際には4700K程度。
モニタの白色点も同じ値に設定する。



CMSツールなどで評
価光源の色温度を計る

キャリブレーションの設定を
評価光源の実測値に設定

- 結果 → 印刷結果にかなり近くなる。
紙白の色合いによって多少の差を感じる程度。

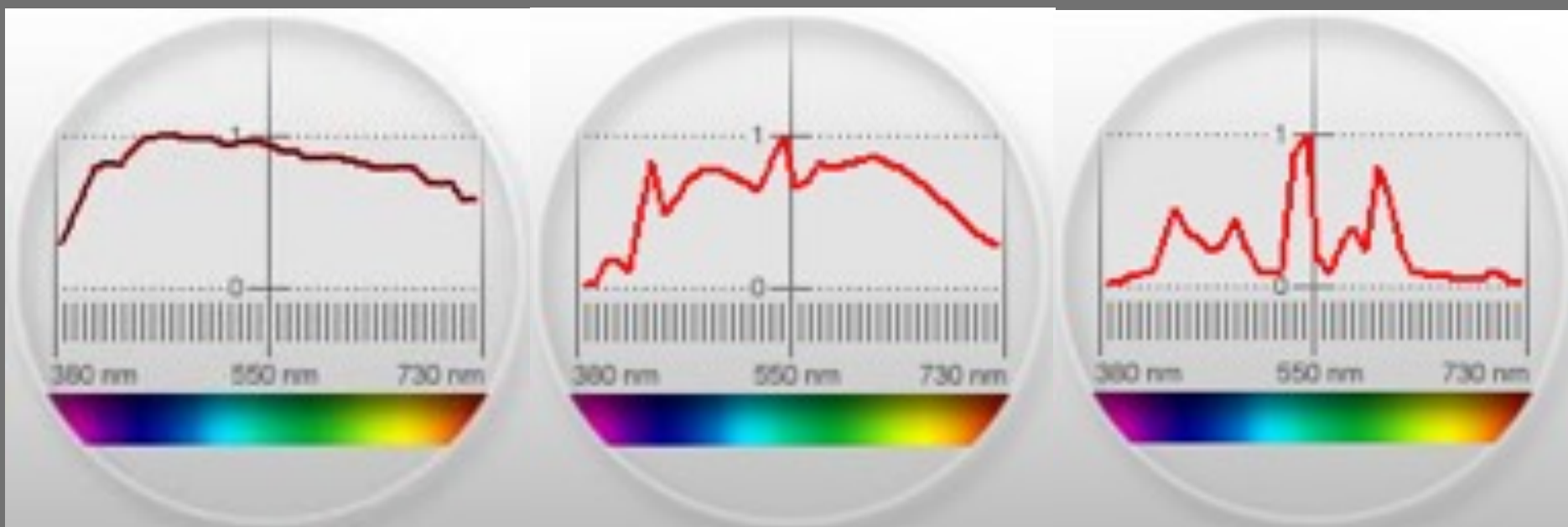
モニタの白色点は、評価光源の色温度に設定します。

高演色性蛍光灯は規格では5000Kですが、実際に測定してみると4700K程度です。
CMSツールに色温度の測定機能がある場合は、実際に測定してみてください。

キャリブレーション・アプリのモニタ色温度にこの実測値を設定してから、キャリブレーションしてください。

結果 → 第1段で行った5000K設定に比べると、モニタの色味が印刷結果にかなり近くなります。 少なくとも、紙白の色合いによって多少の差を感じる程度では無いでしょうか。

光の分光特性 スペクトラム



太陽光線

約 5500 K

高演色性蛍光灯

演色性 95
AAA

一般の蛍光灯

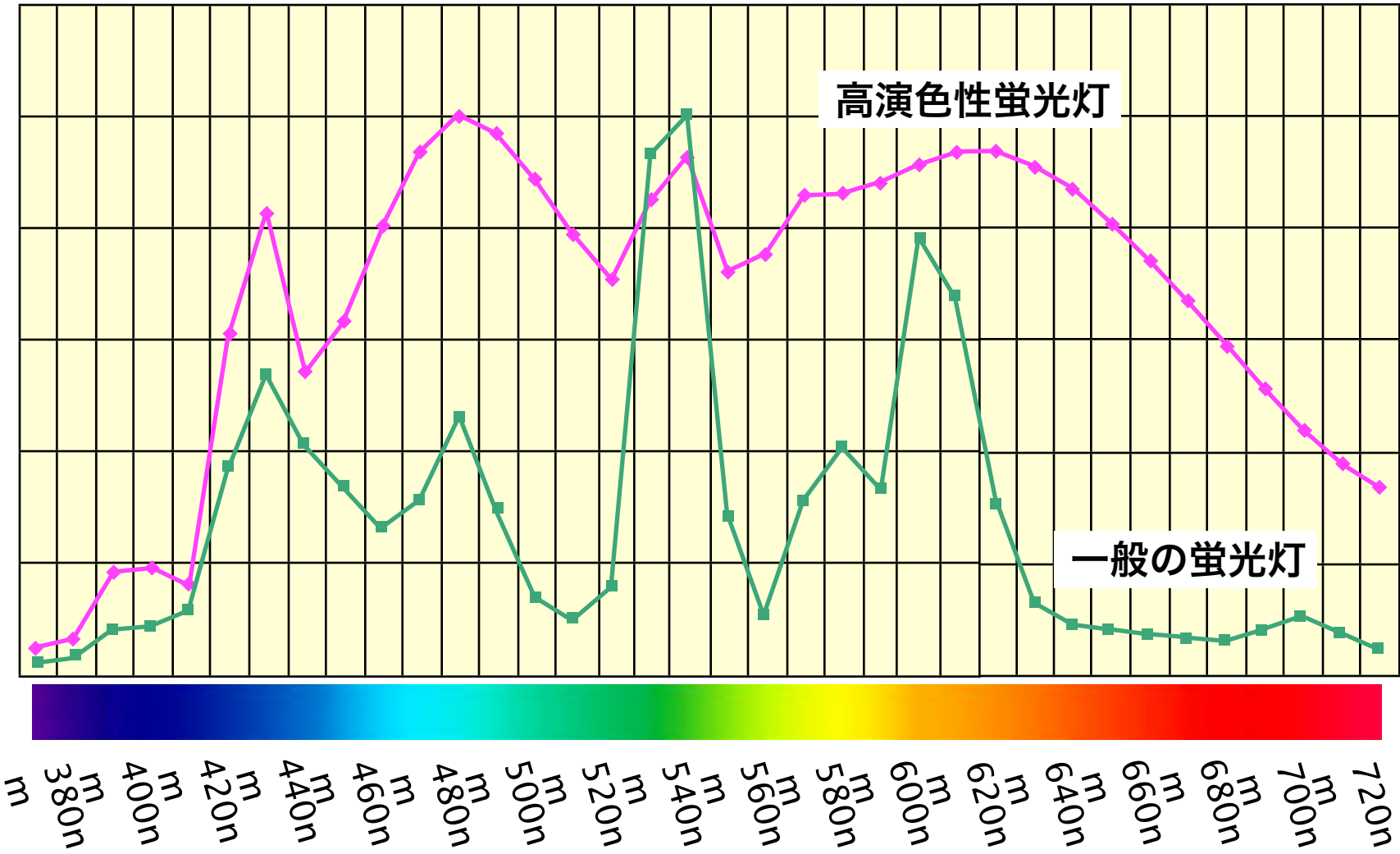
演色性 67程度
多少緑がかって見える

これは蛍光灯の周波数スペクトラムです。

「高演色性蛍光灯」もしくは「色評価用蛍光灯」は真ん中の波形のようになります。
対して、一般の蛍光灯は右図のようになります。

どちらも太陽光線と比べると、かなり異なっています。特に一般の蛍光灯は緑色のレベルが高いことが判ります。

蛍光灯のスペクトラム

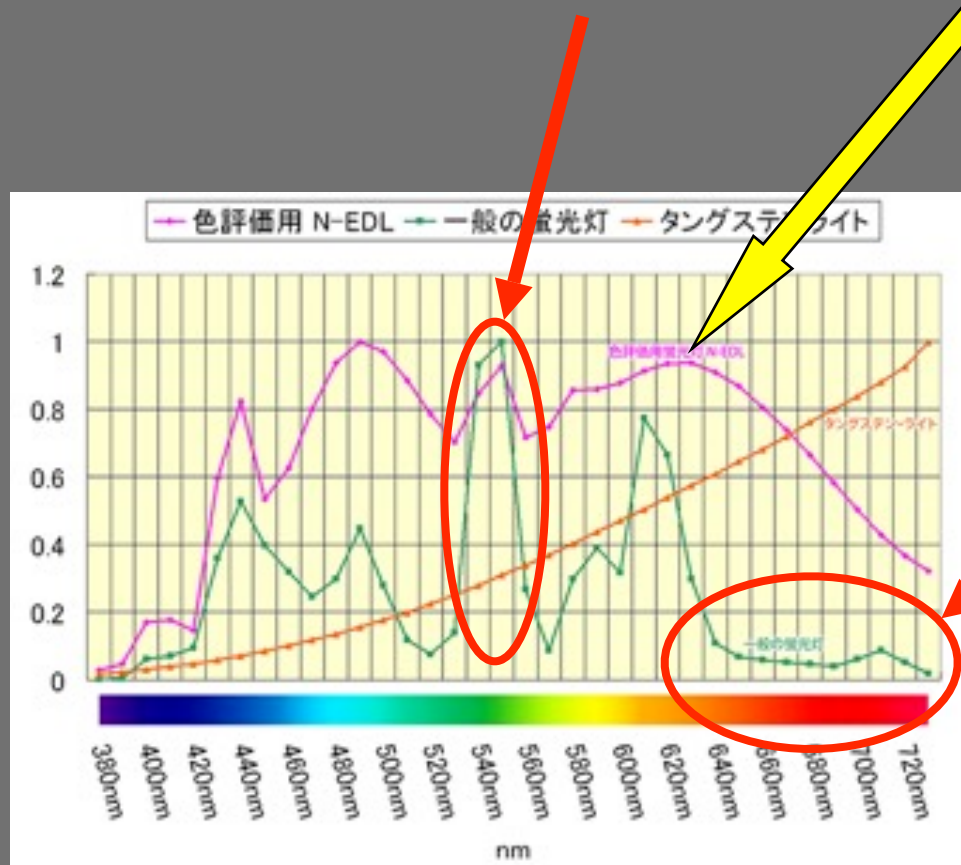


(解説は次のページ
へ)

一般の蛍光灯 と 高演色性蛍光灯

一般の蛍光灯の元で撮影すると
「緑被り」するのはこのため。

高演色性蛍光灯は、RGB
領域の光がほぼ揃ってい
る。



一般の蛍光灯には、橙か
ら赤い色の光がほとんど
含まれていない。

→ 肌の色などを正確に
見ることが出来ない。

一般の蛍光灯 と 高演色性蛍光灯 の違い

一般の蛍光灯は、緑色のレベルが高く出ています。蛍光灯の元で撮影すると「緑被り」するのはこのためです。
また、一般の蛍光灯では、橙から赤い色の光がほとんど含まれていないことも判ります。この光では、肌の色など、赤系の色
を正確に見ることが出来ないことになります。「無い袖は振れない」のです。

対して色評価用蛍光灯は、赤系の周波数が落ちてはいますが一般の蛍光灯よりはかなり高いレベルで出ています。つまり、
RGB領域の光がほぼ揃っているので、無彩色が無彩色に見えるのです。これが色評価用蛍光灯の特徴です。このような光源を
使わないと肌の正しい評価は出来ません。

なお、光源を色温度の数値だけで評価することは、デジタル時代には避けた方が良いでしょう。なぜなら、今回この測定で使
用した一般の蛍光灯の色温度は「4800K」、「色評価用蛍光灯」は4700Kでした。この数値だけを見ると一般の蛍光灯の方が標
準光源の色温度に近いことになります。
しかし、スペクトラムを見ればどちらが色評価に適しているかは一目瞭然です。

デジタルカメラもこの違いを敏感に捉えています。色温度の数値だけで光源を判断できないのです。その光の特性、すなわちス
ペクトラムで評価をする必要があります。

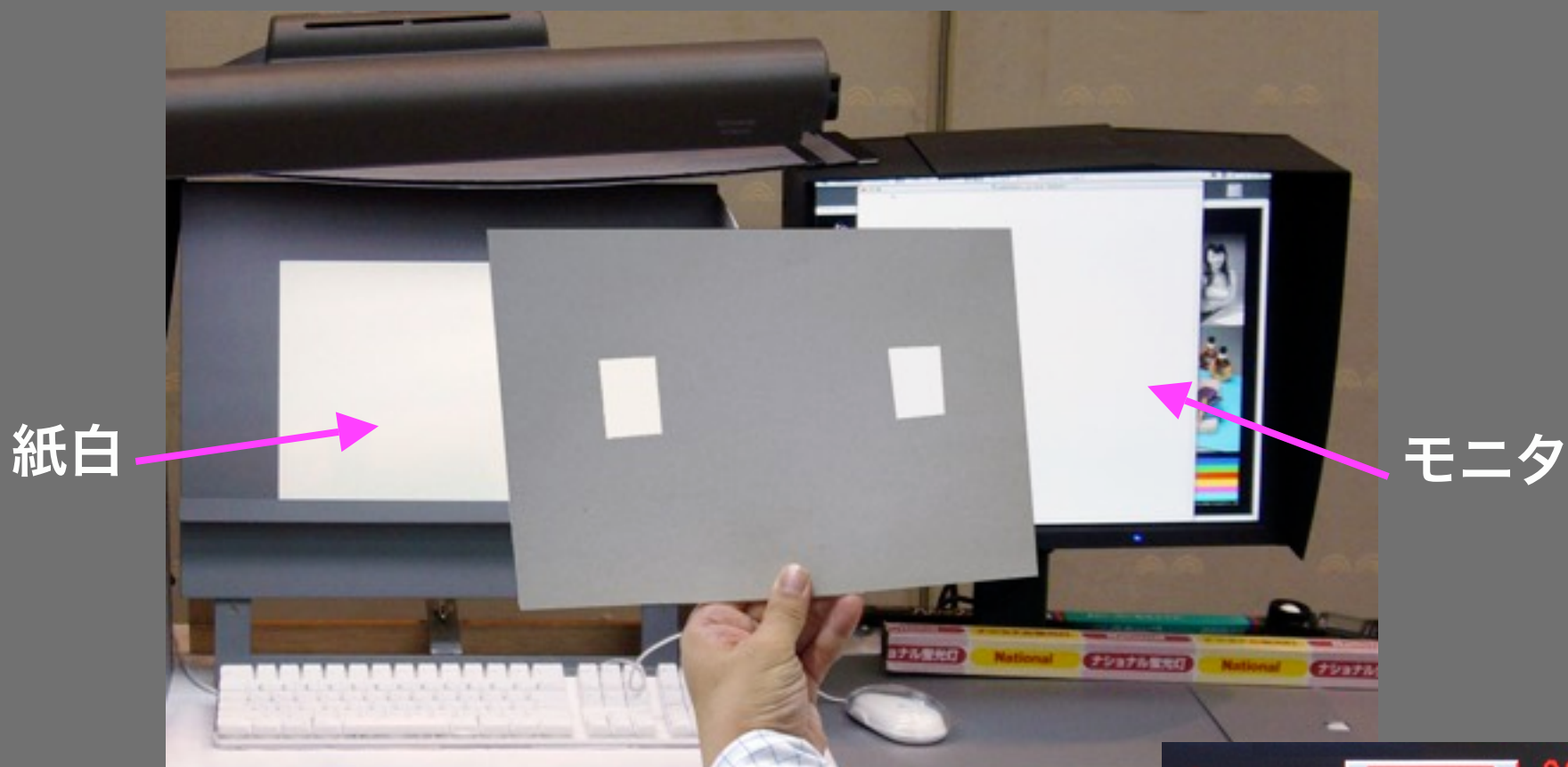
なお、モニタの白色もRGBが比較的揃った光です。ですから紙媒体への照明もRGBの成分ができるだけ揃った光源、つまり「色
評価用蛍光灯」を使用しないと白の色味が同じようになりません。一般の蛍光灯では照射する印刷物の赤みが薄れて見え、相対
的にモニタの方が赤みが強く見えてしまいます。「色評価用蛍光灯」でなければならないことは、これでご理解頂けたかと思い
ます。

白色点調整・三段活用

第3段

白色点を 紙白 に設定

モニタの白色点を紙白に合わせる



モニタのRGBを調整して
紙白に合わせる

赤		99
緑		98
青		82

49

ここまでにご説明したように、モニタの白色点を紙白に合わせると、モニタ画像と印刷物が近似することはご想像できると思います。

ではどのようにモニタを調整するのでしょうか？

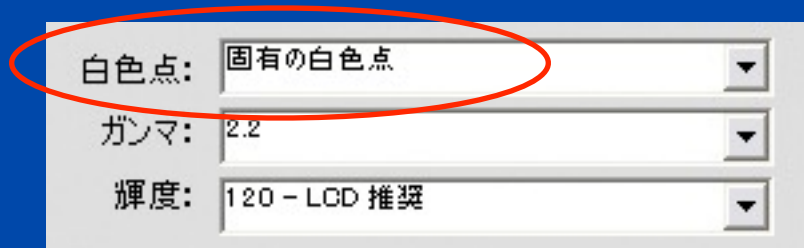
紙白を基準として、モニタの白色点が紙白になるようにモニタのRGBを調整します（モニタにRGB調整機構が無い場合はこの調整はできません）。

写真のように無彩色の板に2つの穴を開け、1つの穴からモニタに表紙された白を覗き、もう一方の穴から印刷に使う紙白を覗いて両者の色を比較すると判りやすくなります。

実際には、モニタの白色点を一旦、5000Kにキャリブレーションしておいてから、モニタのB値とG値を少し落とすことで紙白に近似させることができます。

白色点を紙白に設定

- 評価光源下での紙白と、モニタの白色点が同じになるように設定する。
その後、キャリブレーションの設定を「固有の白色点」にして計測する。



- 結果 → 印刷物と非常に近くなる。
ただし、特定の用紙に限られるので注意。

モニタの白色点を手動で決めたため、白色点の色温度が何度だかわかりませんが、キャリブレーションには「固有の白色点」というモードがありますので、これを使えばキャリブレーションを行えます。後はキャリブレーションが白色点を自動で計測し、ここを頂点としてモニタプロファイルを作成するように作動します。

結果は、モニタと印刷物が非常に近似するようになります。

ただしこのようにして調整されたモニタは、そのターゲットとした紙白にしか合いません。他の用紙も使用している場合には、その都度に紙白合わせを行うような使い方は不便です。

白色点調整・三段活用

	モニタの 白色点	使用環境	紙媒体 との比較	汎用性
第1段	5000K	紙媒体を対象とする 標準的なモニタの設 定	○	高
第2段	評価光源の 色温度 (4700K前後)	AAAの評価光源 での環境	◎	中
第3段	特定の紙白 (4500K前後)	特定の紙白をター ゲットとする場合	☆	低

51

白色点調整・三段活用

モニタの白色点はある特定の用紙の紙白に合わせれば、モニタの表示とプリントが非常に良く似てきます。しかし、その紙以外の紙でプリントしたものには合わなくなってしまいます。

このように、モニタの白色点設定は、どのような環境で使うか、あるいはその使用目的により、変わってくるのです。わたしはそれを上の表のように3段階にまとめましたが、実際には利用者自身がこれを基本として考慮していただければと思います。

4. 輝度

輝度をいくつにするか？

ここも大切！

明るすぎるモニタは紙白と合わない

モニタの輝度をいくつに設定するか？
これも迷うところだと思います。

印刷物とのマッチングを考えるなら、やはり印刷物の照度に合わせることをお薦めします。

モニタ輝度の重要性

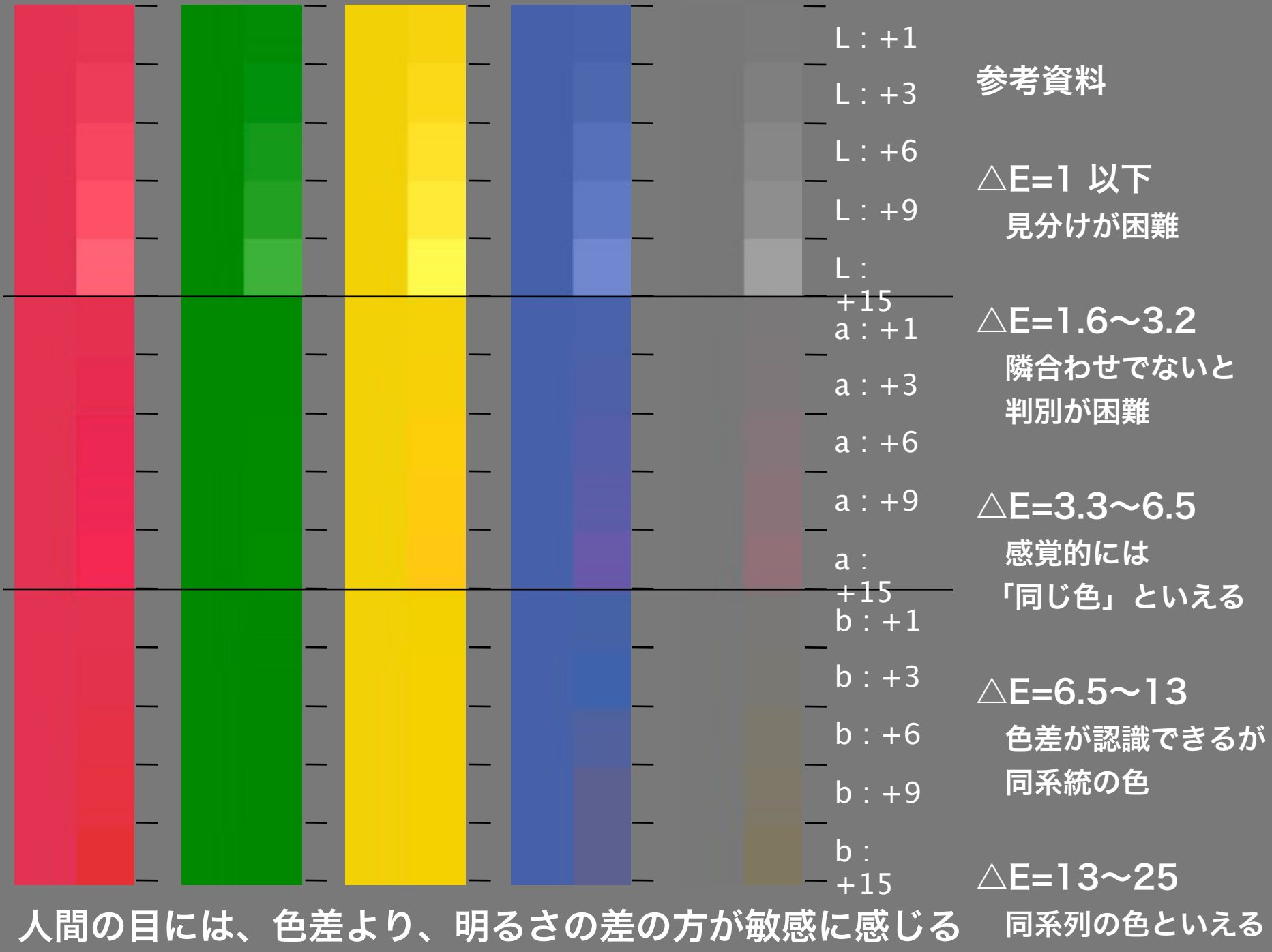
- 人間の目には、色差より、明るさの差の方が敏感に感じる。
- モニタ輝度が高いと紙媒体とは合わなくなるので要注意。
- モニタは発光体の白、原稿は反射物の白。人間には感情や経験が入るため、質感を見分ける能力がある。だからどこかで妥協すること。

モニタ輝度の重要性もあまり語られていないようです。

●人間の目には、色差より、明るさの差の方が敏感に感じる特性があります。
我々はよく「色が違う」という言い方をしますが、その中には「明るさが違う」という要素も含まれているのです。

●モニタ輝度が高いと紙媒体とは合わなくなるので要注意。
モニタの輝度が高いと白色点の色温度が4500K程度でも「眩しい白」になってしまいます。それに対して印刷物への照明は意外と低い照度となっていることが多く、この明るさの違いによって「色が違って見える」ようになります。
このことから、モニタの輝度と印刷物の照度をできるだけあわせるとよいのです。

●モニタは発光体の白、原稿は反射物の白です。
人間の目はこの質感を見分けます。人間の物の見方には感情や経験が入ります。ここが測定器より優れているところなのですが、これを考えるとモニタと印刷物はどんなに調整しても合うことが決してありません。どこかで折り合いを付けなければなりません（妥協するのだ！）



人間の目は、色差より、明るさの差の方が敏感に感じる特性があります。

この図はそれぞれの色合いにおける色差チャートです。
各チャートの左半分は同じものです。右半分は上から5段は明るさが異なります。
中段の5段は赤方向に、下段の5段は黄方向に色差があるものです。
数字は ΔE （CIE-Labによる色差）です。

まず、最も右にあるグレーチャートをご覧ください。
上段の明るさの差はよく認識できると思います。ところが中段の赤系は明るさほどに色差を感じないのではないのでしょうか？
下段の黄系になると $\Delta 15$ でも「少し黄色かな？」と思うぐらいです。

他のチャートでも同様で、中段、下段の色差より、上段の明るさの差の方が変化を感じます。

このように、人間の目は、色差より、明るさの差の方が敏感に感じるのです。
このことから、モニタと印刷物を比較する時には、両者の明るさを揃えておく必要があるのです。

モニタ輝度 と 紙媒体の照度 をできるだけ合わせる



紙白

モニタの白色

入射光型露出計（スポットメーター）などで 1/2 EV差以内

56

モニタと印刷物を比較する時には、このように並べると判りやすくなります。
コツとしては色評価用蛍光灯を印刷物に近い距離に置くことです。

部屋の照明として天井に色評価用蛍光灯を設置することは、もちろん理想的なのですが、部屋が広いとお金もかかります。それにより天井から印刷物への距離があるために照度が落ちてしまいます。

●印刷物の照度

上の写真のように印刷物に対して色評価用蛍光灯を40cmの距離に置くと、20Wタイプで約1000Luxの照度になります。1000Luxは、EV値では約10.8EV程度、カンデラでは約140cd/m² になり、モニタの適正輝度より少し明るくなってしまいます。そこで、蛍光灯を多少離すか、テープを張るなどして10EV程度まで減光します。

モニタと紙媒体とを比較するために 輝度をいくつに設定するか？

◆ モニタ輝度と紙媒体の照度を合わせる

- ・ モニタ輝度 → $80\sim120\text{cd/m}^2$ (カンデラ)
- ・ 紙媒体への照明は天井の蛍光灯だけだと暗い
→ 蛍光灯スタンド (20W) を推奨
- ・ **その差は 入射型露出計で $1/2$ EV 以内**

露出計が無ければ カメラ内蔵のTTL測光機能を利用

$100\text{cd/m}^2 \rightarrow$ 約 9.5EV (ISO100, $1/60$, F2.8- $1/2$)

$120\text{cd/m}^2 \rightarrow$ 約 10 EV (ISO100, $1/60$, F4)

57

モニタと紙媒体とを比較するために、輝度をいくつに設定するか？

モニタ輝度と紙媒体の照度を合わせる

●モニタの輝度

モニタの輝度は、 $80\sim120\text{cd/m}^2$ (カンデラ) が良いとされています。

最近では $200\sim300\text{cd/m}^2$ と明るいモニタが増えていますが、明るすぎると目を痛めますので注意してください。また、輝度が高いと紙媒体とは合わなくなります。

●紙媒体への照明は天井の蛍光灯だけだと暗くなってしまいます。

蛍光灯スタンドを使って色評価用蛍光灯を40～50cmの距離に置くようにし、必要なときだけ蛍光灯を付けるようにする方が便利です。

●その差は 入射型露出計で $1/2$ EV 以内 になるように調整します。

露出計が無ければ カメラ内蔵のTTL測光機能を利用します。

$100\text{cd/m}^2 \rightarrow$ 約 9.5EV (ISO100, $1/60$, F2.8- $1/2$)

$120\text{cd/m}^2 \rightarrow$ 約 10 EV (ISO100, $1/60$, F4)

単位について

光を照射した時の明るさを「照度」といい、Lux (ルクス) で表す。

発光体の明るさは「輝度」といい、 cd/m^2 (カンデラ) で表す。

両者の明るさは定義が異なるため換算しにくいので、露出計を使ってEV値で比較するのが簡単です。



CMSツール

**モニタを正確に調整するには
やはり、キャリブレーションを推奨**

モニタ調整の方法

1. Adobe Gamma を使う

- ・キャリブレーションが無くても行える（目視による）
- ・Photoshopをインストールすると自動で入る

Windows、Macintosh

→ **ただし、目視による調整のため、正確さに欠ける**



モニタ調整の方法にはいくつかの方法があります。

1. Adobe Gamma（アドビ・ガンマ）を使う

- ・キャリブレーションが無くても行えるため簡便です。
 - ・Photoshopをインストールすると自動で入ります。
- Windows版、Macintosh版 同様の機能です。

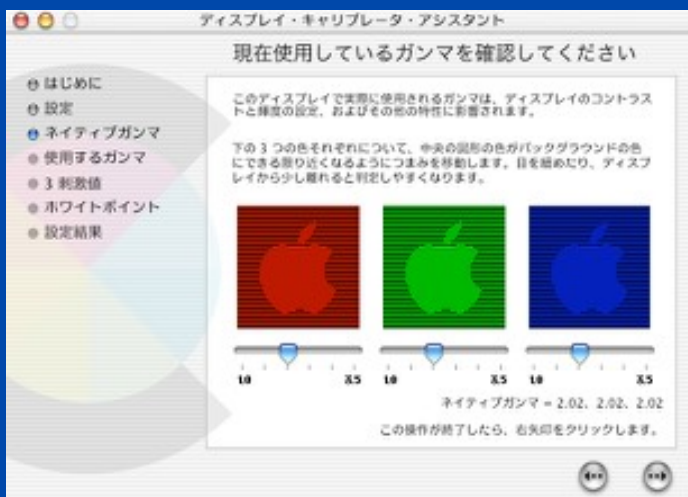
ただし、目視による調整のため、正確さに欠けます。
この調整を行ったために、返ってモニタの調子をおかしくする場合もあります。
かなりの熟練を必要とします。

モニタ調整の方法

2. ディスプレイキャリブレーション・アシスタントを使う（MacOS-Xの場合）

- ・キャリブレーションが無くても行える

→ **ただし、目視による調整のため、正確さに欠ける**



注意！

MacOS-10.3からは黒から白まで5段階を調整できるようになったが、返って γ カーブを崩す場合が多い。



2. ディスプレイキャリブレーション・アシスタントを使う

MacOS-10からはディスプレイキャリブレーション・アシスタントという機能がついています。

- ・キャリブレーションが無くても行えるため簡便です。

ただし、これもAdobe Gammaと同様に、目視による調整のため、正確さに欠けます。

MacOS10.3からは黒から白までを5段階に別けて調整できるようになりましたが、これを行うことで、モニタの調子を益々崩している方を見かけます。

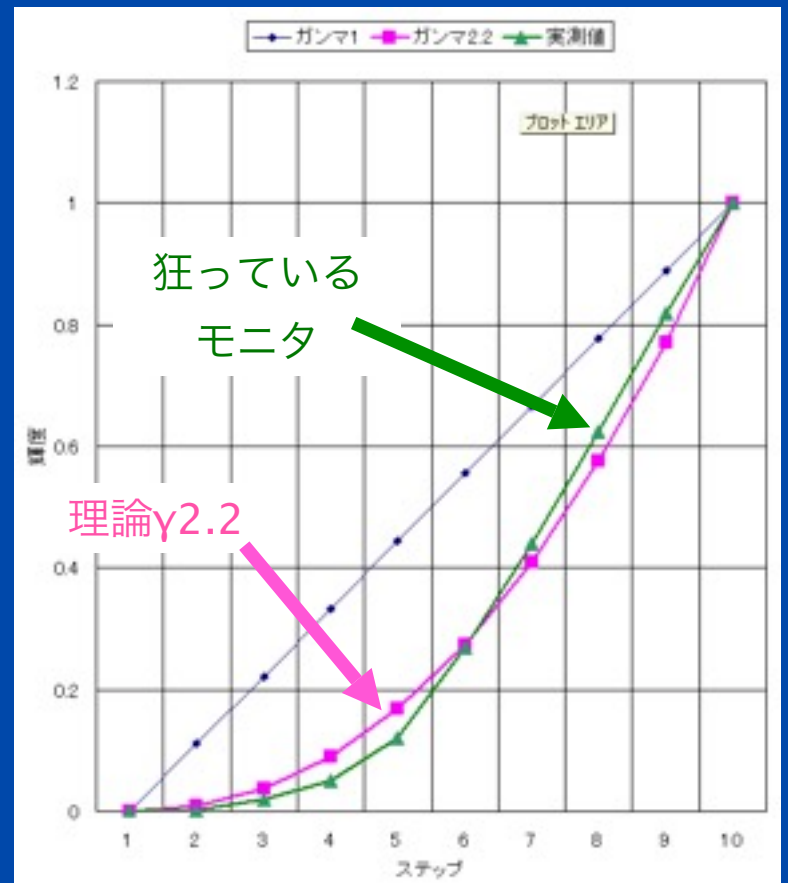
この機能もかなりの熟練を必要とします。

モニタ調整の方法

3. キャリブレーション (CMSツール) を使う

- ・ 測定器を使うので 正確、早い、簡単。

Eye-Oneの場合、黒から白まで
10階調を測定して補正する。



3. キャリブレーション (CMSツール) を使う

CMSツールは、測定器を使うのでキャリブレーションが 正確で、早いく、簡単になります。

◆ CMSツールを使用するメリット

- ・ モニタの輝度調整、色温度調整は目視では不正確。
特に γ カーブの補正に関しては測定器を使う必要有り。
- ・ 補正項目はモニタプロファイルとして制作される。
PCシステムに反映させるためにモニタプロファイルが必要
- ・ いつやっても、だれがやっても調整結果が同じになる
- ・ モニタ補正だけの製品なら \35,800 で購入できる

- ◆ 「キャリブレートすると色が合う」という表現は不正確。
「画像データがモニタの表示できうる範囲で正確に見ることが出来る」という表現が適切。

CMSツールを使用するメリット

- モニタの輝度調整、色温度調整は目視では不正確です。

特に γ カーブの補正に関しては、黒から白までを10階調程度は調整する必要があります。このような調整はキャリブレーション・アプリを使わないと不可能でしょう。

- 補正項目をCMSに設定するためには、モニタプロファイルにまとめる必要があります。キャリブレータは測定結果からモニタプロファイルを作成し、システムに組み込むまでを自動的に行ってくれます。

- いつやっても、だれがやっても調整結果が同じになります。これは連携して仕事を行う場合に必要なことです。

- モニタ補正だけの製品なら \35,800 で購入できます。

なお、「キャリブレートすると色が合う」という表現は不正確です。

「画像データがモニタの表示できうる範囲で正確に見ることが出来る」という表現が適切だと思います。

CMSツールの推移

gretagmacbeth
YOUR COLOR. PRECISELY.

モニタ・キャリブレーションなら¥35,800程度で購入できる

2006年、エックスライト社
がグレタグ・マクベス社を買
収、モナコは10月で販売終了



エックスライト社 Eye-One シリーズ

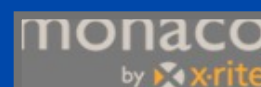


COLORVISION
datacolor



カラービジョン社 Spyder シリーズ

- ・日本では モナコ社の「モナコ」ブランドの実績が長い
- ・2003年／エックスライト社がモナコ社を買収
「モナコ」はブランド名として残る
- ・2006年／エックスライト社がグレタグマクベス社を買収
「モナコ」は販売終了。「Eye-One」のみの販売となる



CMSツールの推移 についてご紹介しておきます。

日本ではモナコ社の「モナコ」ブランドの実績が10年以上あります。
この他にもトッパンの「いろピタ」などの製品がありましたが、日本国内で実績を伸ばしたのがグレタグマクベス社の「Eye-One」シリーズです。
また、2000年ごろからカラービジョン社の「スパイダー」シリーズが国内販売となりました。

2003年／アメリカでエックスライト社がモナコ社を買収。
「モナコ」はブランド名として残り、測定器はエックスライト製となります。

2006年／エックスライト社がグレタグマクベス社を買収。2006年10月で「モナコ」は実質上販売終了となりました。「Eye-One」シリーズはエックスライト社からの提供となりました。

2007年4月現在、日本で入手できるCMSツールは「Eye-One」シリーズと「スパイダー」シリーズの2ブランドです。

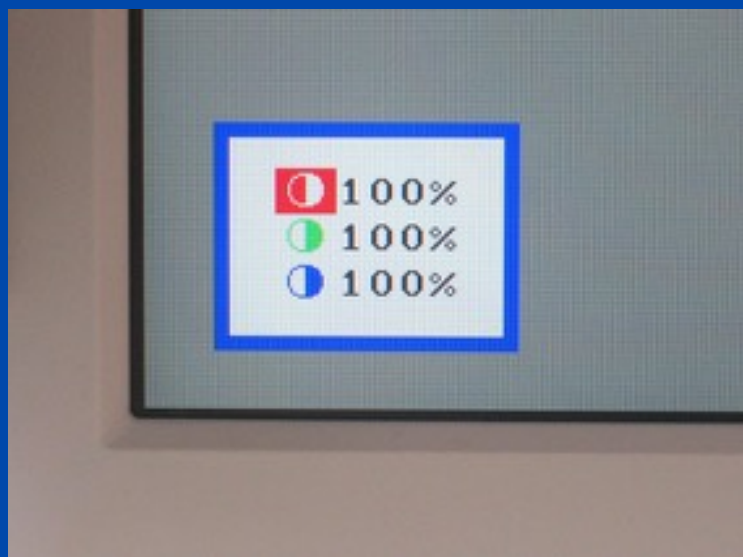


モニタの選び方

写真処理にはどんなモニタが良いか？

どんなモニタを選んだら良いか？

1. RGBが独立して調整できるタイプ



2. パネル鏡面がノングレア（無反射処理）のもの

65

どんなモニタでも、キャリブレーションを行えば適切に表示が出来るようになるわけではありません。キャリブレーションをどんなにうまく行ってもモニタの基本性能を超えることは出来ません。そこでどんなモニタを選んだら良いのでしょうか？

1. RGBが独立して調整できるタイプ

RGBがコンピュータからの指示ではなく、独立して調整できるタイプが望ましいです。

2. パネル鏡面がノングレア（無反射処理）のもの

最近では液晶パネルの光沢ガラスを張った物などがありますが、これは見かけ上のコントラストを上げるため（黒の深みを付けるため）と思われます。

しかしこのようなモニタは、スチールフォト処理では不向きです。

第一、ミラーのようなモニタでは自分のシルエットや背景の様子がモニタ表面に写り込み、作業がやりにくいですよ・・・

どんなモニタを選んだら良いか？

3. できればコントラスト比が高くないもの

最近では 1:1000 程度のものが多い。→動画が見やすい調整すると 1:500程度 になるものが良い。

4. 明るすぎないもの

200～300カンデラの高輝度モニタが増えてきた。
写真処理では100カンデラ前後で使用するのが良い。

- ・ 明るすぎると目に悪い。
- ・ 紙白に合わなくなる。

輝度が落ちない物もあるので注意！

3. できればコントラスト比が高くないもの

コントラスト比とは、そのモニタの発色できる最も明るい輝度と最も暗い輝度の明るさの比率を示します。

最近では 1:1000 程度のものが増えてきています。これは動画を見やすくするためです。次項目の最大輝度とも関係するのですが、最近のコンピュータの家庭での使われ方で増えているのがDVDやテレビ放送を見ること、つなわち「動画」を見ることです。

動画はコントラストが高い方が見やすくなります。人間の目には、動く物はコントラストが高いほうが見やすいのです。

ところがコントラスト比と高いということは、輝度が高いということでもありますから、このような設定ではスチールフォト処理には不向きです。

輝度を落として 1:500程度 になるものが望ましいです。

4. 明るすぎないもの

コンピュータでDVDやテレビ放送を見ることが多くなったためか、200～300カンデラの高輝度モニタが増えてきました。

写真処理では100カンデラ前後で使用するのが使いやすいとされています。

●明るすぎると目に悪い。

スチールフォト処理は長時間作業となりがちですので、健康に注意したいです。

●紙白に合わなくなる。

白色点の色温度を下げても、煌々と輝いていては印刷物とのマッチングは不可能です。

なお、製品の中には輝度が140カンデラまでも落ちない物もあるので注意してください。

モニタの設置方法は？



外光や照明が入ると画像の見かけ上のコントラストが浅く見える
→ モニタフードを付けること

- モニタの背後に窓が無いこと。
- 出来れば周囲は無彩色が良い



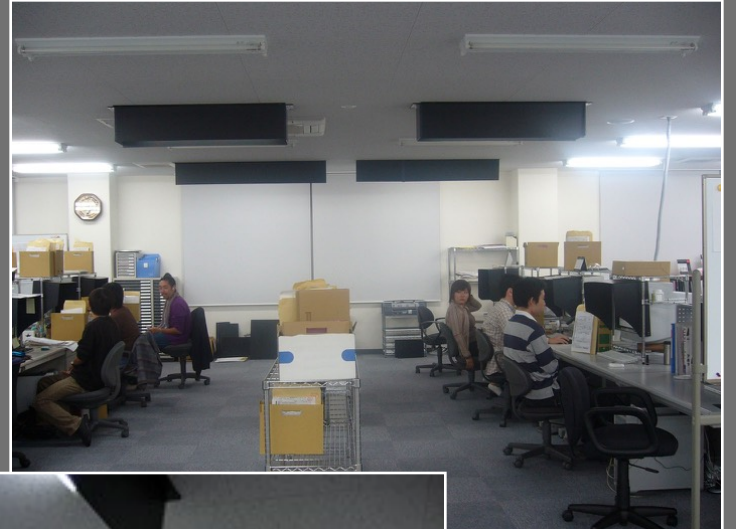
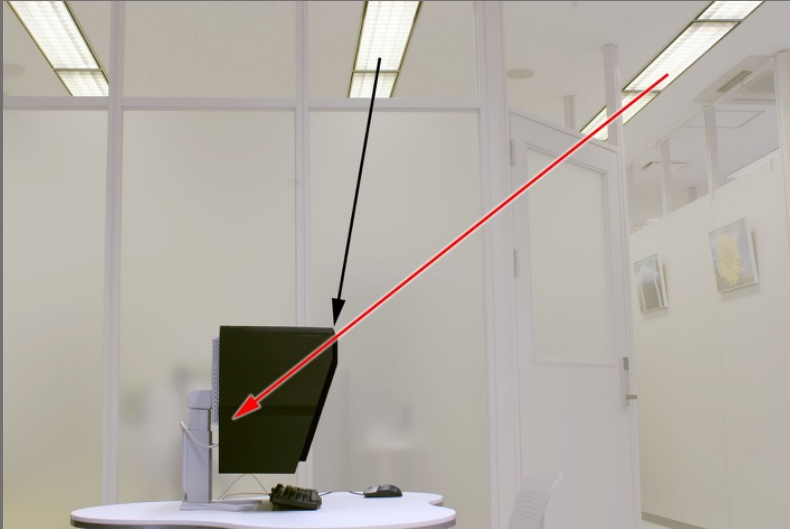
モニタはキャリブレーションするだけでは印刷物とはマッチングしません。
モニタの置き場所や廻りの環境にも配慮が必要です。

- モニタ表示が正確であっても、モニタの表面に外光や照明が入るとモニタから発光する光と混合して、画像の見かけ上のコントラストが浅く見えてしまいます。
→ モニタフードを付けて、外光が直接入ることを防いで下さい。

- モニタの背後に窓が無いこと。
モニタの背後が明るいと、やはり見かけ上のコントラストが狂ってしまいます。

- 出来れば周囲は無彩色が望ましい。
窓からの光を遮光するためにカーテンを使うのは良い方法です。しかし、そのカーテンが緑色だと部屋の中がほんのりと緑になってしまいます。この状態でモニタを見るとキャリブレーションしたものでも緑っぽく見えてしまいます。モニタ周囲の色遣いにも気をつけてください。

モニタの設置方法は？

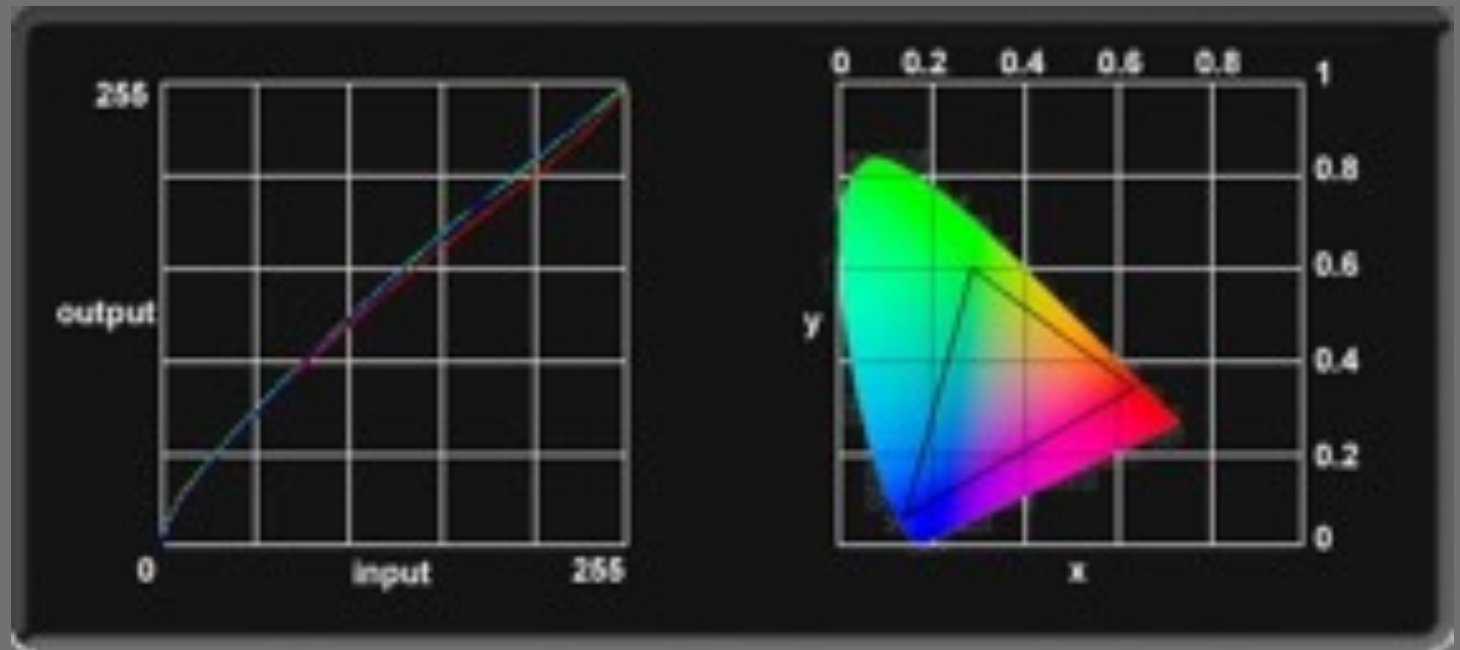


フードを付けても背後の
照明が写り込む場合は、
照明機器に覆いを取り付
けると良い。

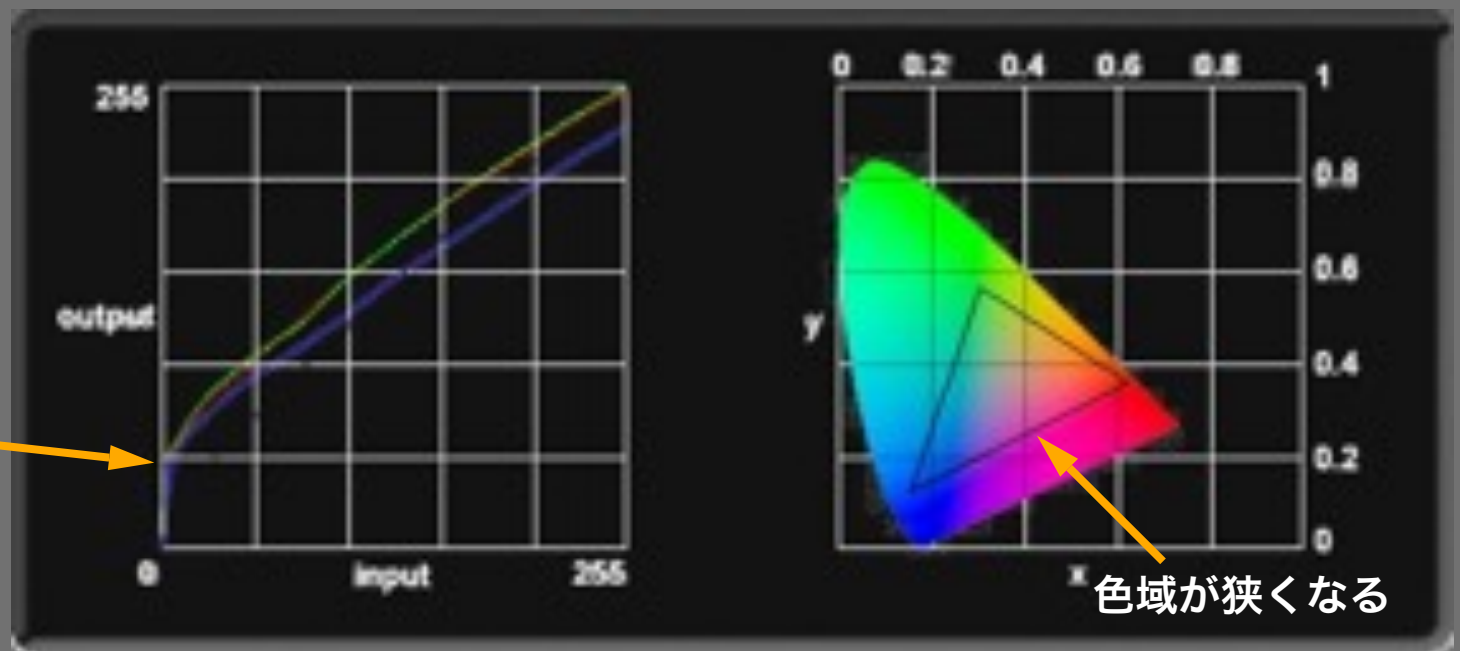
モニタにフードを付けて遮光できる照明は、モニタの真上にある機器ぐらいのものです。モニタから2〜3メートル離れた照明は、モニタパネルの下方に入ってしまいます。
また、事務所が広い場合には、はるか背後の照明が写り込む場合もあります。

このような時には、照明機器そのものに覆いを取り付けると良いでしょう。
この方法は、部分的に照明を消すことが出来ないオフィスでも有効です。
照明の直下は明るく、その周辺はほんのりと暗くすることが出来ます。
また、天井の照明機器に覆いを付けているため、お客様が出入りするオフィスやスタジオでも使える方法です。お客様は照明に細工をしてあることに気が付かないことでしょう。

新しいモニタ



経年変化が進んだモニタ



黒の輝度が高くなる

色域が狭くなる

Eye-Oneなどのキャリブレーションでは、キャリブレーションが終わるとそのモニタの素の特性を表示します。これを見ると、モニタの表示性能の善し悪しがある程度判断できます。

上は、まだ新しいモニタ、下は劣化が進んだCRTモニタです。

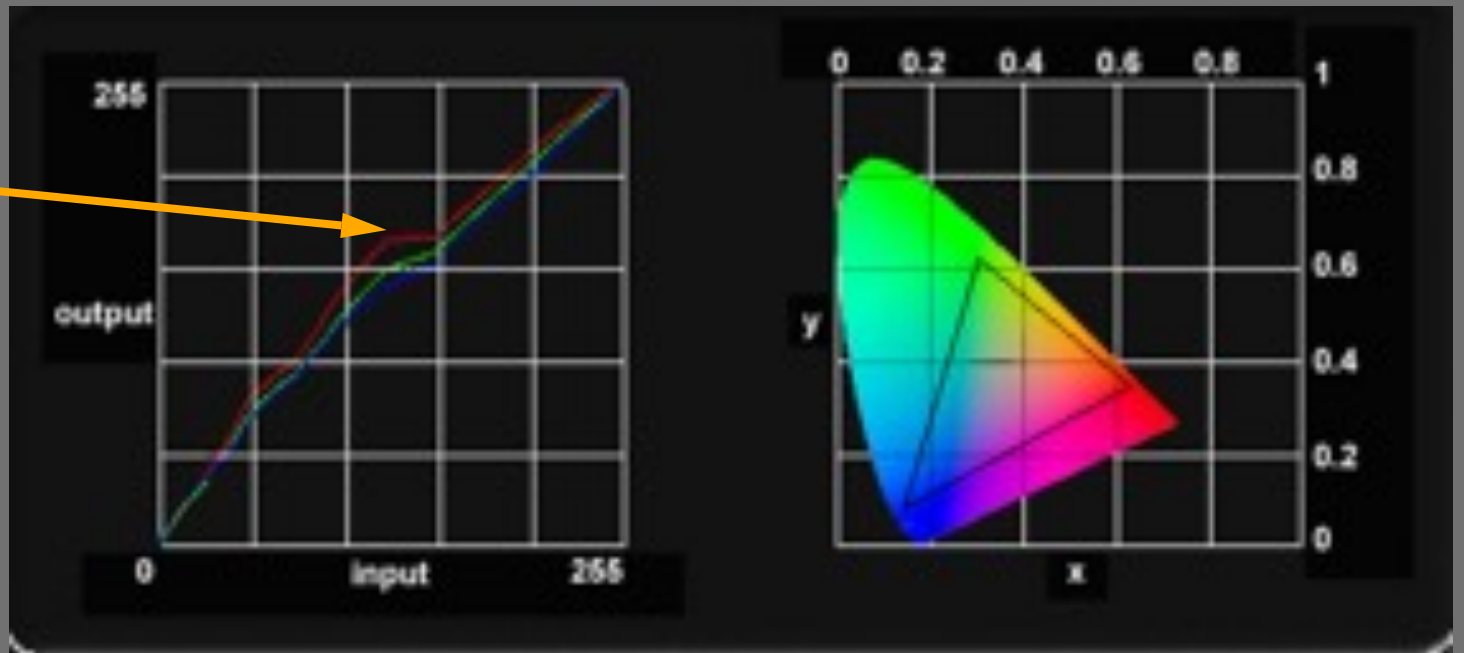
左のグラフは輝度特性（グラフの左端が黒、右端が白）、つまり階調性を示すものです。劣化が進んだモニタは黒の輝度が上がっていることが判ります。

右はCIE-XYZ表色系による色度図で、モニタの表示できる色域を表しています。劣化すると、たしかに色域が狭くなります。

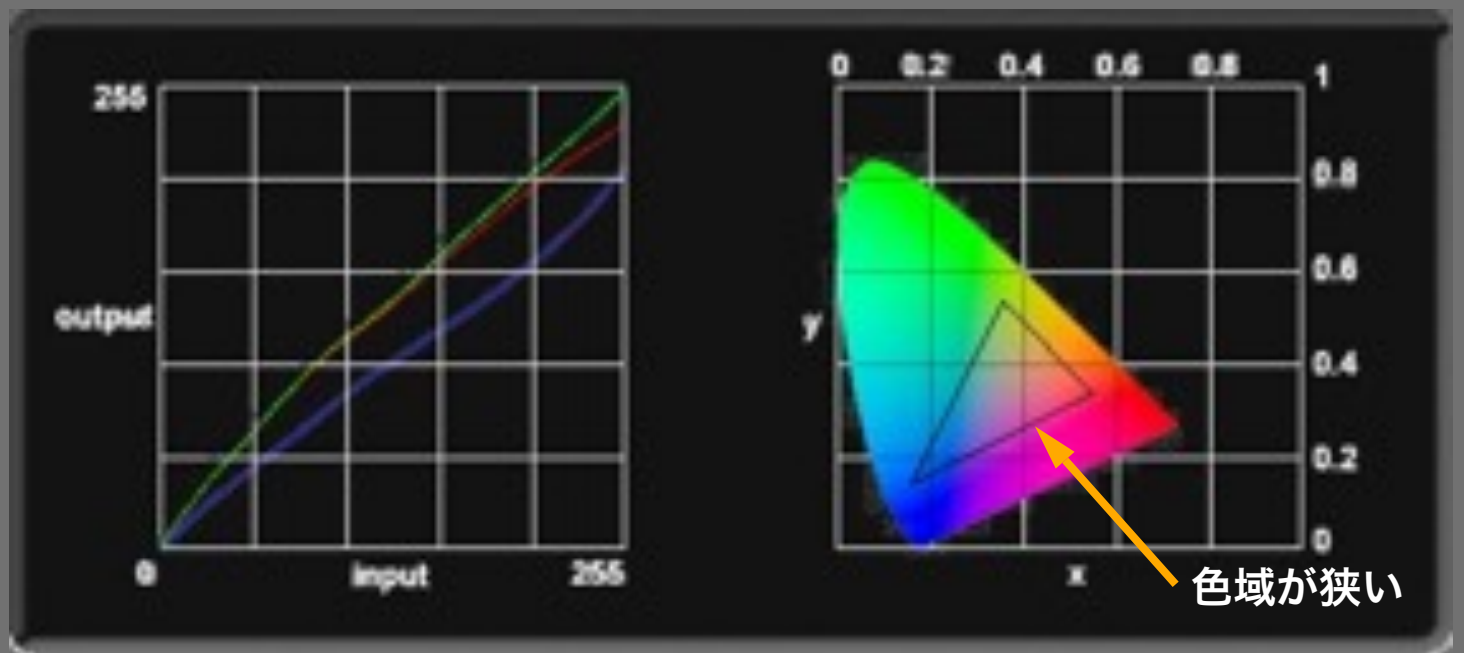
モニタ実測値

新しくても 安価なモニタ

バンディング
している



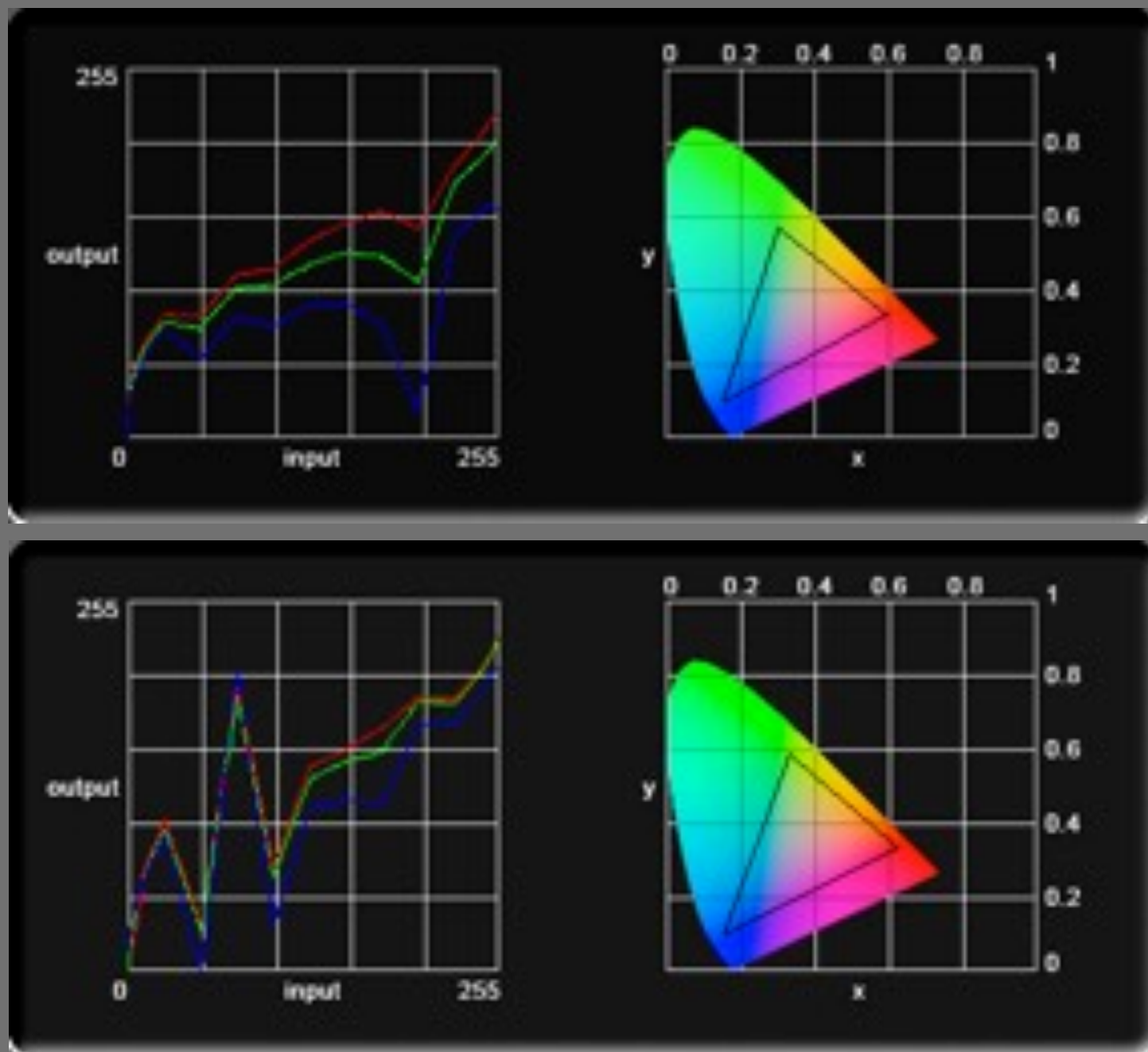
ノートパソコン のモニタ



上は、新品ですが安価な液晶モニタです。
色域は広いようですが、階調の中程でバンディングが起きています。
キャリブレーションすると多少の階調の曲がりは補正できますが、このように階段状のバンディングまではさすがに補正できないはずです。

下は、新品のノートパソコンです。
色域が非常に狭いのが特徴です。劣化したCRTよりも更に狭いですね。
PowerBookやいくつかのWindowsノートで計測してみましたが、どれも同様に狭いものでした。ノートパソコンでは色を判定しない方が賢明ですね。

液晶パネルの
制御回路が
不安定なもの



これはチョット特殊な例です。

液晶モニタの駆動回路が故障しているのです。

上が1回目の測定、下が2回目の測定です。結果が全く異なります。

このモニタを使っていた方は「露出を適正にして撮影したはずだか、白飛びしたり、黒潰れしたり、デジカメは難しいな・・・」と思っていたそうです。

ご自分の腕のせいではなく、使っていたモニタが悪かったのです。

良かったですね・・・

モニタが正しく調整されている状態とは

1. モニタ γ (ガンマ) カーブ

画像データのコントラストが正確に見えること。

2. グレーバランス

無彩色部分に色が付いていないこと。

3. 白色点

使用している光源、または紙白に近いこと。

4. 輝度

モニタ輝度と紙の照度が合っていること。

以上のように、モニタが正しく調整されている状態とは、上記の4項目が適正に調整されていることをいいます。

モニタプロファイルが大きく貢献する項目

● モニタガンマカーブ

黒から白までを10階調で補正し、ガンマ値を整えることで、画像が持っているコントラストをモニタに正確に反映させる。

● グレーバランス

黒から白までの各階調を出来るだけ無彩色になるよう補正する。

このうち、モニタプロファイルが大きく貢献している項目は、モニタガンマカーブとグレーバランスでしょう。

プロファイルを用いた モニタキャリブレーションの原理

プロファイルを用いたモニタキャリブレーションの原理

①



原画



そのまま出力すると
コントラストが高くなった・・・
色も違う・・・



表示が狂っている

②



キャリブレーション

測色することで
モニタ特性を知る



モニタプロファイル

表示の狂いを測定し、プロファイルにまとめる

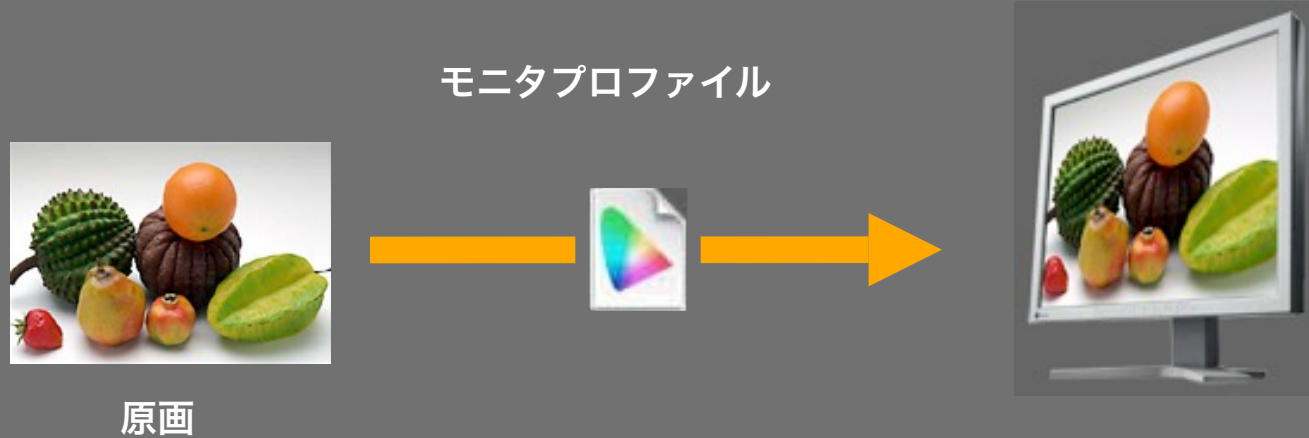
① 画像データをそのまま（キャリブレーションしていない状態で）出力すると、モニタ上ではコントラストが高くなって見えたとしてします。

② そこで測色を行うことでモニタの特性を知り、その結果をモニタプロファイルにまとめます。

プロファイルを用いたモニタキャリブレーションの原理

プロファイルを使って狂いを補正する

③



③モニタプロファイルをCMSに設定します。
画像データはモニタプロファイルで補正され、モニタに送られます。
これで画像データを正しく表示できるようになります。

ただし、制限もあります。
モニタには表示できる色域がありますので、画像データの中にモニタの色域より広い部分にある色は、モニタ色域の範囲内に治められてしまいます。
従って鮮やかな色はモニタで表示できうる範囲で彩度が落ちたように表示される、ということです。

おわり