

DTP・フォトグラフィックに使える液晶モニター EIZO ColorEdge™

CRT モニターを超えるカラーマネジメント環境を確立した EIZO ColorEdge の性能を解説。

1. 概要

印刷／デザイン業界では、DTP やデジタル画像(写真・イラスト)による入稿はもとより、近年では色校正を介さない CTP 印刷(Computer To Plate:ダイレクト刷版)が急速に普及してきており、入稿画像データの品質責任を負う編集者やデザイナー、カメラマンには、入稿前のデータ上(モニター上)で完成品の厳密な色確認が求められています。

そうした厳密な色確認が求められるプロのグラフィックユーザーをターゲットに開発したモデルが EIZO ColorEdge シリーズです。広いカラースペースの実現／加法混色の成立／滑らかな階調表現など、これまでの液晶モニターでは困難とされていた問題点を解決し、DTP・フォトグラフィック業務に使えるキャリブレーション対応の液晶モニターです。



ColorEdge CG18

ColorEdge CG21

2. EIZO ColorEdge が印刷／デザイン用途に適する理由

EIZO ColorEdge を開発／商品化するにあたって、下記に挙げる液晶モニターでは困難とされていた問題点を、高範囲／高レベルで改善しています。

- (1) CRT モニターと遜色のない広域なカラースペースを実現。
- (2) 視角を振ったときの色調変化や階調変化を抑制。
- (3) 忠実な白色表示、安定した輝度表示を実現。
- (4) 滑らかで忠実な階調特性を実現。
- (5) 加法混色を正確に成立。
- (6) 高精度なキャリブレーションを実現。

以下順を追って EIZO ColorEdge で取り組まれた技術や成果を説明したいと思います。

(1) CRT モニターと遜色のない広域なカラースペースを実現。

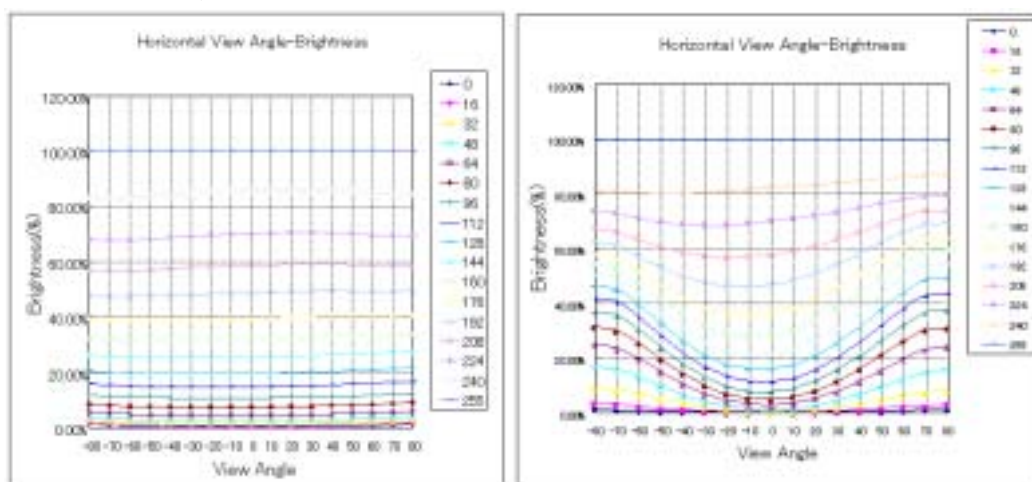
これまで液晶モニターは、カラースペース(色の再現域)が狭く、オリジナルに対する色の再現性が良くないと言われていました。確かに、多くの LCD はくすんだり褪せた色でしか表示できず CRT モニターと比較すると明らかに劣る感があります。しかし、ColorEdge は違います。液晶パネル表面に貼付されたカラーフィルターやバックライトを厳選することで、CRT モニターと比較しても全く引けを取らない広域なカラースペースを実現しています。



カラースペースの狭い一般的な液晶モニターの場合、全体に薄い色合いに表示されてしまいます。

(2) 視角を振ったときの色調変化や階調変化を抑制。

液晶モニターは、斜めから画像を見ると色調変化を起こしたり、白っぽくなるなど、CRT モニターではありえない致命的な欠点を持っていました。現在でも多くの液晶モニターがこの特性を持っていますが、ColorEdge ではこの色調変化を極力抑えるために、視野角が広いことはもちろん、視角を振ったときの色調変化や階調変化が起きにくい IPS (In-Plane-Switching) 方式の液晶パネルを採用しました。色作業をおこなう上でもまったく問題のないレベルに仕上がっています。



ColorEdge は左図のように、視野角を振っても階調の変化がほとんどないことが特長です。(各階調間の変位が角度により変化しない。)一方、汎用の LCD は角度により階調が大きく変化します。(白浮きの要因)

(3) 厳密な白表示・安定した輝度表示が可能であること

モニター上での色作業をおこなう場合は、まず白色が正しく表示されていることが非常に重要です。ColorEdge は白色の設定を色温度ごとにおこなうことが可能です。より厳密な白色調整は、後述する ColorNavigator ソフトウェアによるキャリブレーションにて可能となります。



同じ表示データであるにもかかわらず、左図(5000K)に対し、右図(9300K)は明らかに青い。

また、安定した輝度を表示し続けることも、正しい色表示のためには非常に重要です。ColorEdge シリーズのみならず EIZO の液晶モニターは輝度安定化回路を搭載しています。他の液晶モニターでは安定まで 1~2 時間かかり、か

つ周囲温度など環境により輝度が容易に変化しますが、EIZO 液晶モニターは、電源オン時から数分後にはきわめて安定した輝度表示が得られます。また、温度などの周りの環境にも影響されず、長期にわたって安定した表示を実現。これは、EIZO の液晶モニターのみが持つ大きな特長です。

電源オン直後

安定時



最初は暗く、徐々に輝度が落ち着いてくる液晶モニターの場合



最初は明るく、徐々に輝度が落ち着いてくる液晶モニターの場合



電源オン直後から安定した輝度を提供する EIZO 液晶モニター

(4) 滑らかで忠実な階調特性を実現。

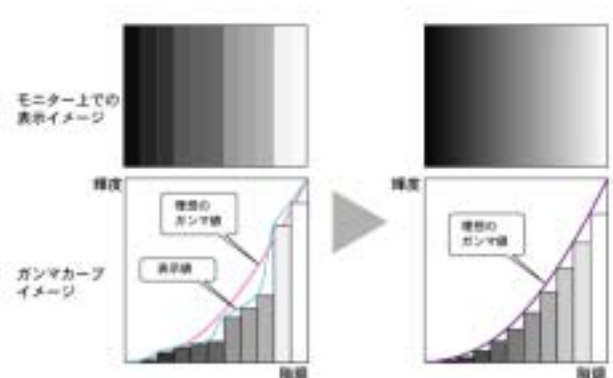
どんな液晶パネルでもグレースケールを表示して階調特性を見てみると、品位の悪さは一目瞭然です。グレースケールに段差はあるし色付も起きています。しかし ColorEdge は、液晶モニターのもっとも弱い階調特性を、個別に調整することですべて吸収しています。CRT ベースのキャリブレーション以上の階調表現力を持っています。



汎用モニターの段差や色付きのあるグレースケール(左図)と比較し、ColorEdge のグレースケール(右図)は、圧倒的に色が均一で滑らか。

<ColorEdge の各色 10ビット表示>

ColorEdge シリーズは、コンピュータから出力された 8bit(256 階調)データを、モニター内部で 10bit(1,021 階調)に多階調変換し、再度、理想の 8bit に再割当てを行うガンマ補正機能を内蔵していますので、滑らかな階調表示を実現します。このため、ColorEdge の階調表現力は他汎用液晶モニターや、その他通常の 8bit 処理能力しかないキャリブレーション対応のモニターと比較して圧倒的に滑らかです。



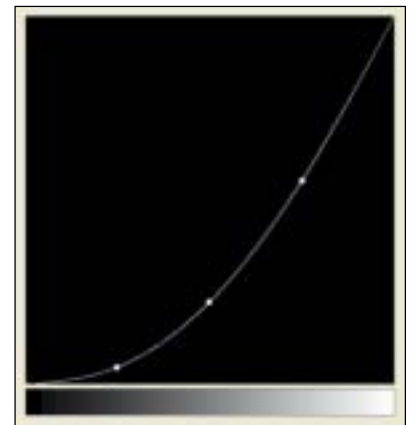
また、ほとんどのモニターは、階調の変化度合いであるガンマ値を調整することができません。一方 ColorEdge は、内部にガンマ調整機能を持っており、階調の滑らかさを維持したまま、OS や画像により異なるガンマ値に調整することが可能です。ガンマ値も、色を正しく表示する上では非常に大事な要件です。



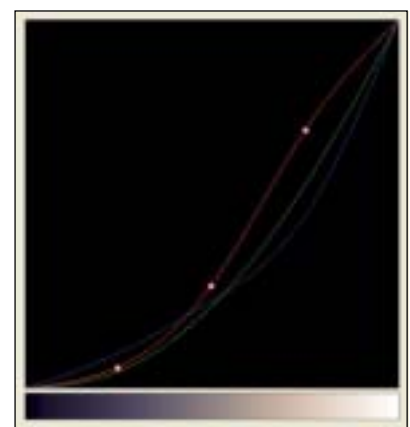
左がガンマ 2.2、右がガンマ 1.8 で表示した画像です。一般的にガンマ値が小さいほど、画像が明るく表示され、同時に、中間色もガンマが異なると違って見えます。



RGB の 3 色のガンマ値がそろっていない場合。

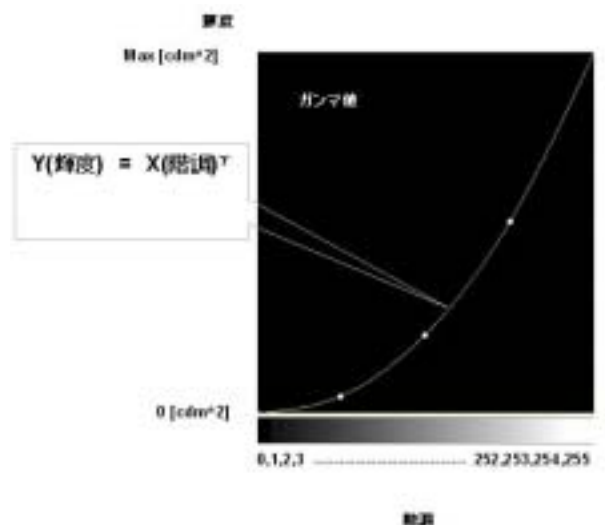


RGB の 3 色のガンマ値がそろっていない場合。部分的に色付が出ており、正しい色再現ができていません。



<ガンマ値とは>

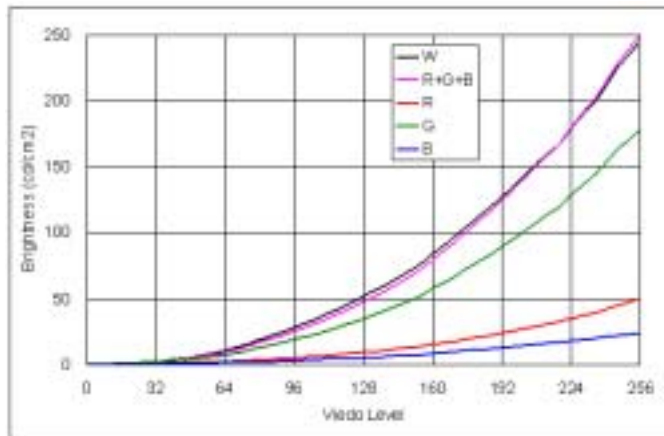
ガンマ値とは、階調と輝度特性を式に表したときの係数のことを指します。下図では、 X の γ 乗のグラフを表示しています。横軸が階調、縦軸が出力輝度となります。出力輝度は階調が上がるにつれて、より明るくなるという関係式になっています。



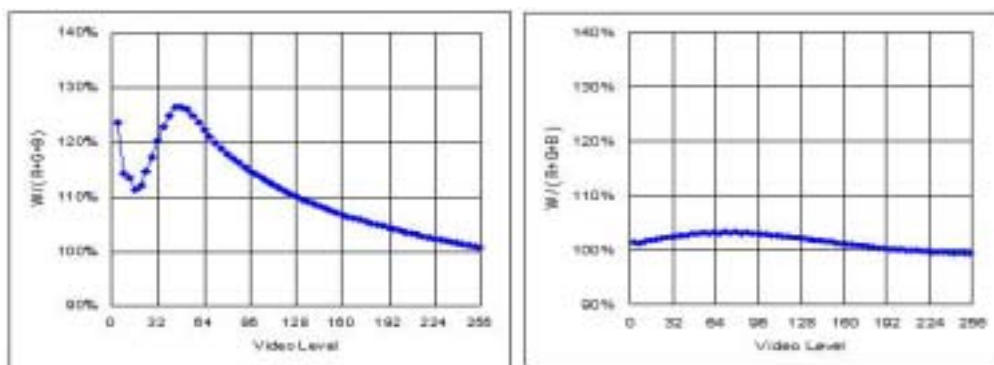
(5) 加法混色を正確に成立。

加法混色とは、色の基本である R、G、B の輝度の和が白(White)の輝度になるという、色の基本原理です。次ページの右図では、白色を直接測定した黒線と、R と G と B を個別に測定して足し合

合せた白色(R+G+B)のずれで表されています。この特性は、通常の液晶モニターではおおきくずれていますが、ColorEdge では、加法混色のお手本といわれる CRT とほとんど同等の性能を保持しています。よって、色の合成で成り立っているモニター上の色表現が、微妙な色も含めてきわめて正確に表現できます。



下図は、ColorEdge と他の汎用液晶モニターの加法混色をグラフ化したものです。横軸は階調、縦軸は上記グラフの White と R+G+B の比 ($W/(R+G+B)$)を示します。汎用液晶モニターは、低階調に行くにしたがって、加法混色が大きくなりすぎてくるのがわかります。加法混色がずれているモニターの場合、ICC プロファイル作成時にもかなりの妥協が必要です。通常の ICC プロファイルは White と各 RGB、各 RGB のガンマ値のみの記載でよいのですが、加法混色が成り立たない場合、多数のカラーパッチによる近似的な対比テーブルによるプロファイルしか作成ができません。



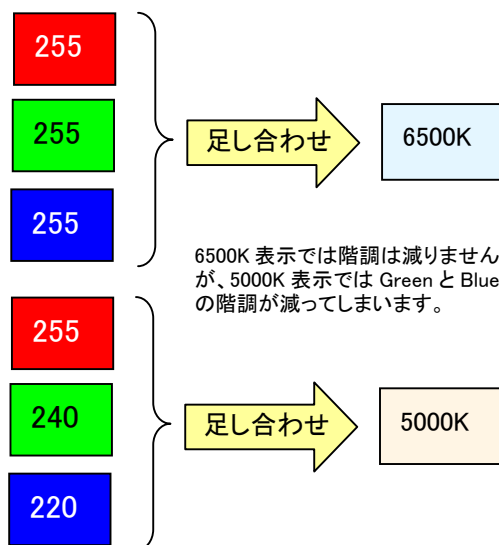
汎用モニターの加法混色(左図)と比較し、ColorEdge の加法混色(右図)は、ほとんどずれがありません。

(6) キャリブレーションが高精度であること

キャリブレーションには、ソフトウェアとハードウェアの 2 種類のキャリブレーションがあります。

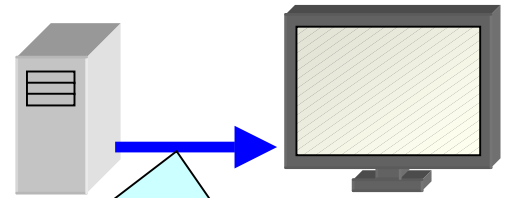
1. ソフトウェアキャリブレーション

OS が持っているガンマ調整アプリケーションや、汎用キャリブレーションパッケージ品はソフトウェアキャリブレーションという手法をとっています。これは、白色調整、階調調整、輝度調整の一部またはすべてにおいて、ビデオカードそのものの出力を減らすことで、ターゲットとなる色表示を実現するものです。例えば、白色調整の場合、右図のように RGB が 255、255、255 である場合に、色温度を下げるとこの時点で Green と Blue の階調が大きく減ります。同じように、ガンマ調整、輝度調整でも同じように階調が減少し、結果として得られる画像は、グレースケールの場合でみると、色つきやバンディングが出てきてしまいます。





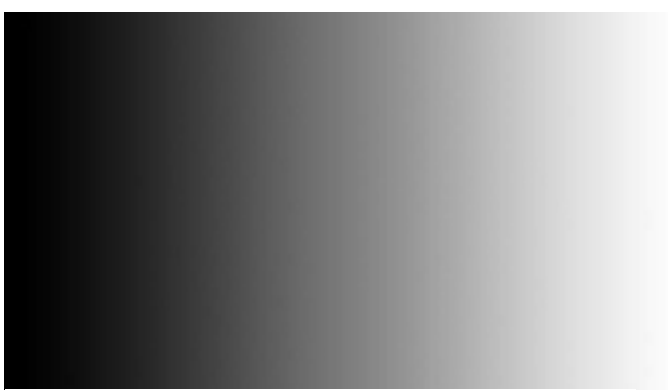
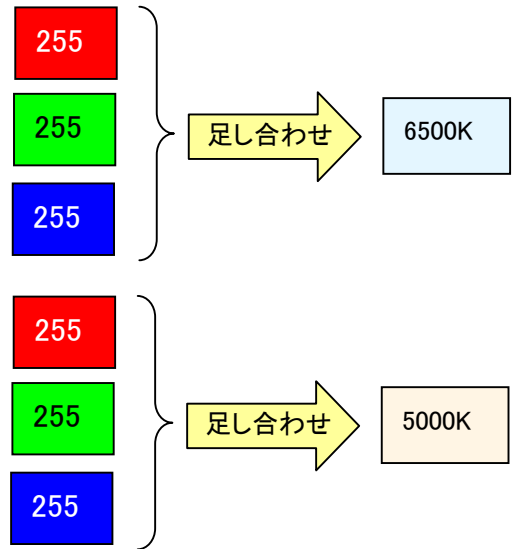
ソフトウェアキャリブレーションでは、グレースケールに飛び、色付きが出てきてしまいます。



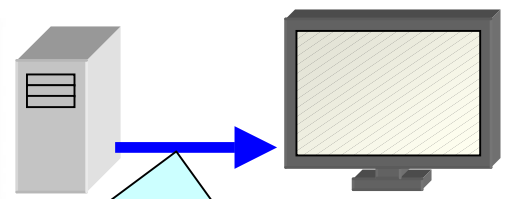
各色 8bit(256 階調)未満のデータにて表示せざるを得なく、グレースケールに飛び、最悪は色付きが表示されてしまいます。

2. ハードウェアキャリブレーション

一方、ハードウェアキャリブレーションとは、白色調整、階調調整、輝度調整の一部もしくはすべてにおいて、ビデオカードの出力を減らすことではなく、ハードウェアつまり、モニター内部の出力を変更することで、ターゲットとなる色表示を実現しています。例えば、以下のように RGB が 255、255、255 である場合に、色温度を下げてモニターの色調整をモニター内部でおこなうことで、R と G の階調が全く減らず、255 を保っています。また、ガンマ調整も 0 から 255 の階調をまったく損なわずに、モニター内部に最適な階調を表示する機能を持たせることにより、階調が減ることを防いでいます。結果として得られる画像は、グレースケールの場合でみると、色つきやバンディングのほとんど無い画像となります。



ColorEdge のハードウェアキャリブレーションでは、階調は減少しないため、グレースケールに飛び、色付きはまったく出ません。



各色 8bit のデータをそのまま表示させることが可能です。色調整、輝度調整、ガンマ調整はモニター内で完結。グレースケールに飛び、色付きはまったく見られません。

3. EIZO 独自のキャリブレーションソフトウェア ColorNavigator の実際

ColorNavigator は Full ハードウェアキャリブレーションソフトウェアです。測定器としては、GretagMacbeth 製の分光タイプ測色計 i1 を採用。前述の白色調整、階調調整、輝度調整のすべてにおいて、階調をまったく減らさずにハード的にモニターの色を調整できる機能を持っています。実際には、ハードウェアの各色 10bit テーブルを直接ソフトウェアがアクセスし、微妙な色調整をおこなっています。結果として得られるグレースケールなどの画像は、色付きやバンディングの全く無い、極めて滑らかな画像となっております。階調も 256 階調きっちり表示できているため、その差は明らかです。



また、ColorEdge は、10bit テーブルでの調整により、紙色である色温度を $0.5 \Delta E$ 以下に調整することが可能です。紙色とほとんど違いのない色温度を実現することが可能です。



ColorNavigator は、紙色に対し、 $0.5 \Delta E$ という極めて精度の高い色温度に調整することが可能です。

以上