

sRGB ディスプレイ上の色再現評価

尾崎敬二†

国際基督教大学・理学科†

1. はじめに

異なるメディア間での色合わせ（カラーマッチング）は、それぞれのメディアの色再現特性の相違から、いくつもの要素が複雑に関わり、一般のユーザにとって非常に困難である。インターネット上の Web ブラウザ上に再現される色とパンフレットの印刷色との相違によるトラブルもオンラインショッピングでは、しばしば起きている。これらの問題解決の基本的な手法として、統一的な色表現の色空間の提唱とその色空間との間の変換を実現するためのカラープロファイルをカラー画像に適用する方法が普及している。われわれは、デジタルカメラおよび、Web の実質標準的な色空間とされている sRGB の規格を実装した液晶ディスプレイの近年の登場に着目し、この sRGB ディスプレイの色再現評価を行い、一般ユーザにとって、ディスプレイ上の発光色と物体色間の色再現に関わる問題への解決の一助となる知見の提供を目標とした。

2. 標準カラーチャート色票の測色

Gretagmacbeth 社が提供してきたデジタルカメラ用の 200 種類の色票をもつカラーチャートは、販売が打ち切られている。従来から最も用いられている 24 色票のカラーチャートが、実用的に有用との評価が定着しているので、今回は、2005 年販売の 24 票カラーチャートを基準値とした。表 1 に 24 票の D50 光源下における CIE-LAB 値を示す。色票の経年変化は、入手から数ヶ月以内であるので、ほとんど無視できるとする。まず、この色票の物体色（反射特性）を Gretagmacbeth 社の分光測色計 (Spectrolino) で数回測定し、平均値を求めた。測定誤差は、0.1%以下であった。表 1 の基準値との CIE-LAB 色差 ΔE の平均値は、1.09 であったので、ディスプレイ上の発光色と物体色の色差は、ディスプレイ上の発光色を輝度値として測定する値と基準値との差として近似できるものとした。液晶ディスプレイ上の輝度値の測定には、ディスプレイ上に背景は明度 50 のグレーとして、10cm 正方形の領域に色票を表示するために、ブラウ

ザの Java Applet として動作させ、上記の Spectrolino を輝度特性の測定モードで測色した。ICC プロファイルを適用した色票の表示には、

表 1 Gretagmacbeth 社提供の 24 票カラーチャートの D50 光源における基準 CIE- $L^*a^*b^*$ 値

Patch No	ColorName	L*	a*	b*
1	dark skin	38.4	13.58	14.52
2	light skin	66.07	18.02	18.22
3	blue sky	50.18	-4.91	-21.7
4	foliage	43.27	-13.34	22.68
5	blue flower	55.47	8.84	-25.13
6	bluish green	71.24	-33.03	-0.06
7	orange	62.82	35.88	58.29
8	purplish blue	40.28	10.4	-45.87
9	moderate red	51.26	48.01	16.56
10	purple	30.47	21.06	-21.27
11	yellow green	72.95	-23.47	57.89
12	orange yellow	72.27	19.25	68.94
13	blue	28.72	14.38	-50.03
14	green	55.4	-38.03	32.02
15	red	41.5	56.42	28.41
16	yellow	82.56	3.48	80.86
17	magenta	52.2	49.9	-14.29
18	cyan	51.38	-28.46	-28.29
19	white	96.96	-0.48	1.48
20	neutral8	81.58	-0.71	0.1
21	neutral6.5	67.17	-0.78	-0.08
22	neutral5	50.16	-1.23	-0.49
23	neutral 3.5	35.95	-0.34	-0.74
24	black	20.38	-0.36	-0.36

PhotoShopCS を使用してディスプレイ上に表示した。ディスプレイの校正は、Gretagmacbeth 社の ProfileMaker5.0.4 を使用して、カスタムプロファイルを生成した。ディスプレイのプロファイルとして作成したカスタムプロファイルと、標準で OS に添付される sRGB プロファイルを適用したが、両者の CIE-LAB 色度図上の色域は、ほとんど重なっていた。

フラットベッドスキャナーのプロファイルは、基準カラーチャートとして、Kodak の Q60、Gretagmacbeth の DCCC、および、今回の 24 色票を用いて作成した。使用プロファイルは、同一基準となるべく、24 色票によるカスタムプロファイルとした。

デジタルカメラのプロファイルは、24 色票を用いて、すべての補正がされない RAW モードと、カメラ側で sRGB 規格に合わせて補正される JPEG

Evaluation of Color Reproduction on sRGB Liquid Crystal Display

† International Christian University, Natural Sciences

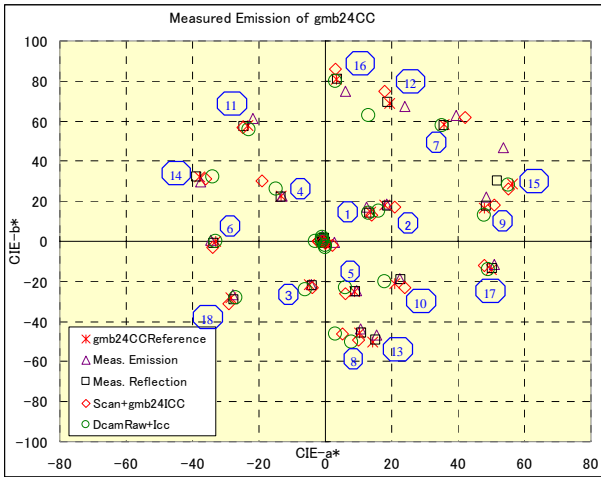


図1 24 票カラーチャートの CIE-LAB 色度図 (基準値、輝度測色値、反射測色値、スキャナー値、デジタルカメラ RAW モード値) 番号は、表1に対応

モードの両方に対して作成した。24 色票の測色環境は、(45/0)のジオメトリで、2 灯の人工太陽照明灯を両側から照射し、24 色票の4 隅の照度が、同一の 1220 ルクスになるように調整した。デジタルカメラの RAW モード撮影の記録から、人工太陽照明灯の相関色温度は、ほぼ、5000K であった。

3. 結果と考察

煩雑な処理により生成されるディスプレイのカスタムプロファイルと標準の sRGB プロファイルの両者の色域は、ほぼ、一致していた。図 3 には、標準の sRGB プロファイルの色域を示す。図 1 に 24 色票の基準値、輝度測色値、反射測色値、スキャナー取得の画像にスキャナープロファイルを適用した値、および、デジタルカメラの RAW モード画像にデジタルカメラプロファイ

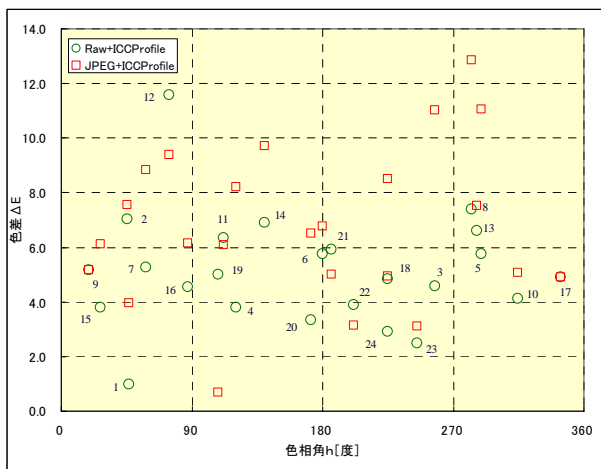


図2 デジタルカメラ RAW モード、および通常の JPEG モード撮影値と基準値間の CIE-LAB 色差 ΔE の色相分布

ルを適用した色票の a^* , b^* 値を示す。基準値と反射測色値は、24 色票中、1 色をのぞいて重なっている。基準値の*と反射測色値の□が重なっていない 15 番の色票は、輝度測色値の△に見られるとおり、 Δb^* が 18 にも及んでいる。スキャナ

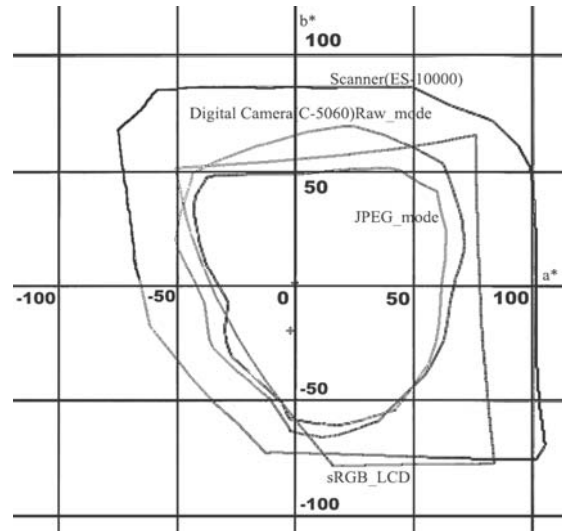


図3 液晶ディスプレイ(sRGB)、スキャナー、デジタルカメラの RAW モード、JPEG モードの CIE-LAB 色度図における色域 (Gamut) の比較

ーによる取得色情報の色差 ΔE の平均は、5.8 であった。その中では、4 番、10 番の色票の ΔE が 10 程度であった。デジタルカメラの RAW モードから取得された色情報では、12 番の色のみが、 ΔE が 11.6 で、他の色票は、10 未満となった。平均の ΔE は、5.1 であった。JPEG モードでの色差の色相角分布を図 2 に示す。明らかに、RAW モード画像よりも色差が大きくなっており、平均 ΔE は、6.8 で、 ΔE が 10 を超えている色票は、3 つであった。特に、色相角 270 度近傍の青色系での色差の大きさが目に付く。これは、デジタル写真のモードとして、「見え」を優先させる補正の影響と見られる。また、90 度近傍にもやや色差が大きい場合が見られる。

4. まとめ

現在、普及を始めた sRGB 対応の液晶ディスプレイは、標準の sRGB のプロファイル適用で、かなり精度良く色再現できることが判明した。ただし、標準のディスプレイの輝度設定を半分以下の明るさに手動設定しなければならない。

Gretagmabcth24 色票に対し、輝度値と色票の反射物体値との色差 ΔE の平均値として 3.3 を得ることができ、当初の目標精度に十分達したといえよう。