sRGB/WinColor for LCD

2000年 9月21日

三菱電機株式会社
映像情報開発センター
杉浦　博明

sRGBとは何か（1）

- ﾒｰｶｰ・機種毎に著しく異なっていた「色再現性・色空間」を統一しようという試み
- 1999年10月に国際標準（IEC 61966-2-1)として成立
- 元々はHDTVのCRTの色再現性をﾍﾞｰｽとした「次世代」標準
- 現在、ﾓﾆﾀｰ、ﾌﾟﾘﾝﾀｰ、ﾃﾞｼﾞｶﾒ、ｽｷｬﾅｰ、ｿﾌﾄｳｪｱ、（OS, Application)、ﾌｧｲﾙﾌｫｰﾏｯﾄに展開中

IEC 61966-2-1

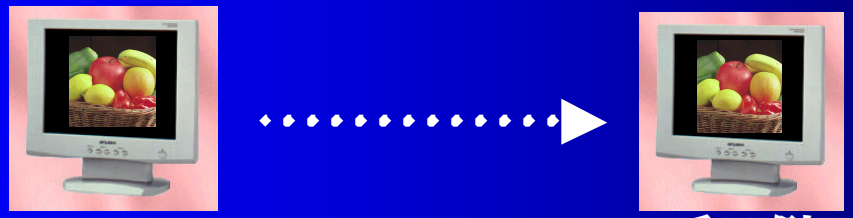
- Reference conditions
  - Reference image display system characteristics
  - Reference viewing contitions
  - Reference observer
- Encoding transformation
  - Transformation from RGB values to CIE 1931 XYZ values
  - Transformation from CIE 1931 XYZ values to RGB values

sRGBとは何か（2）

・インターネット用の簡易色合わせの方法。

インターネットの送り側と受け側の色を近くする。

→　インターネット販売時の商品の色のクレームを減らす。

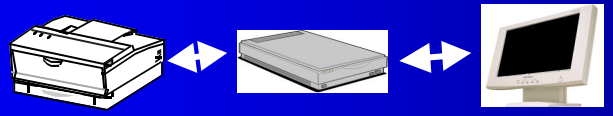


送り側　　受け側

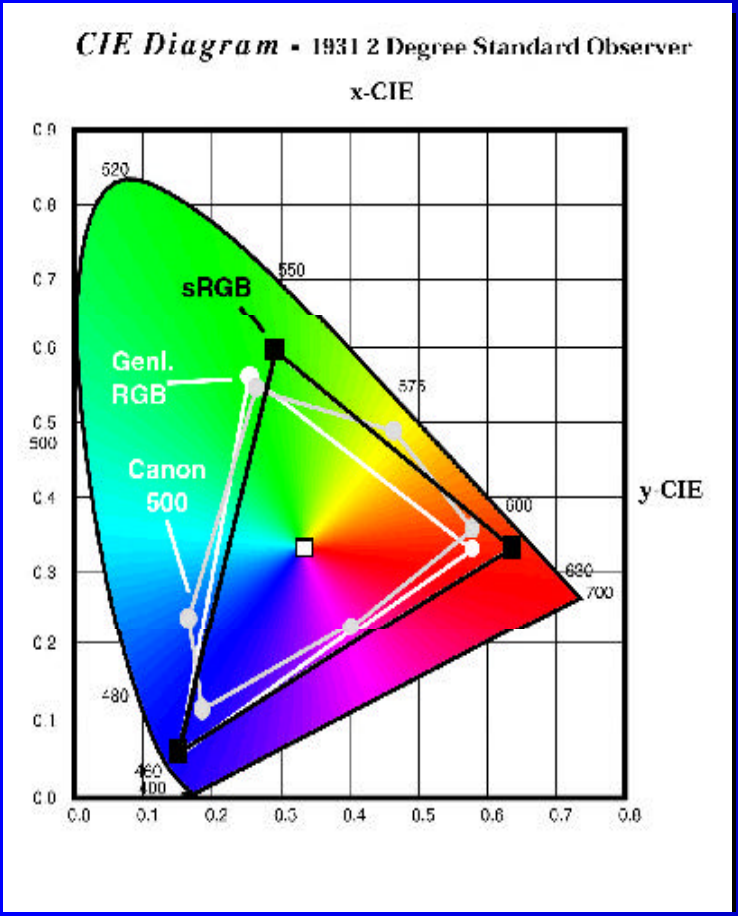
・今までの色合わせはプロ用（印刷業界用）が多かった。

印刷の色とモニター・スキャナーの色を閉じたｼｽﾃﾑの中で合わせる。

→　本印刷の色を出来るだけ正確に印刷する。



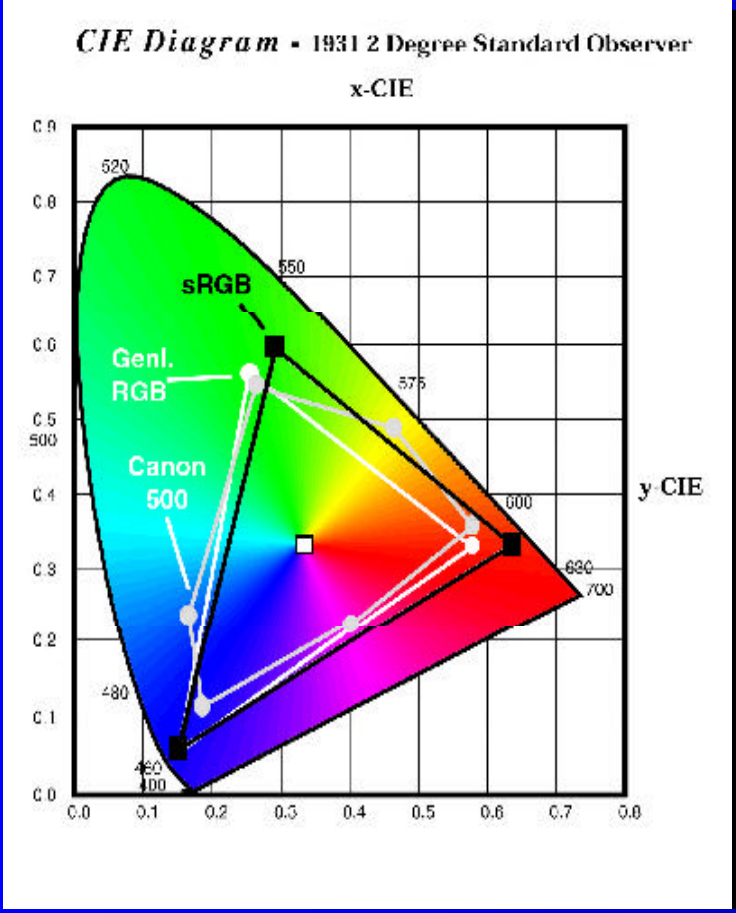
sRGBとは何か (3)



・sRGBとは、機器間の色再現の違いを統一するために、色彩、彩度、等を規定・統一した国際標準の色空間。

・MS社はOSレベルで実現するための現実的許容度、テスト規格等を規定しつつある。

sRGBとは何か（4）



・今までは白色だけを合わせていた。
白以外は色が合わない。

↓

W:x=0.3127,y=0.3290
(D65)

・RGB各色も合わせる。
ガンマも合わせる。

↓

R:x=0.640,y=0.330

G:x=0.300,y=0.600

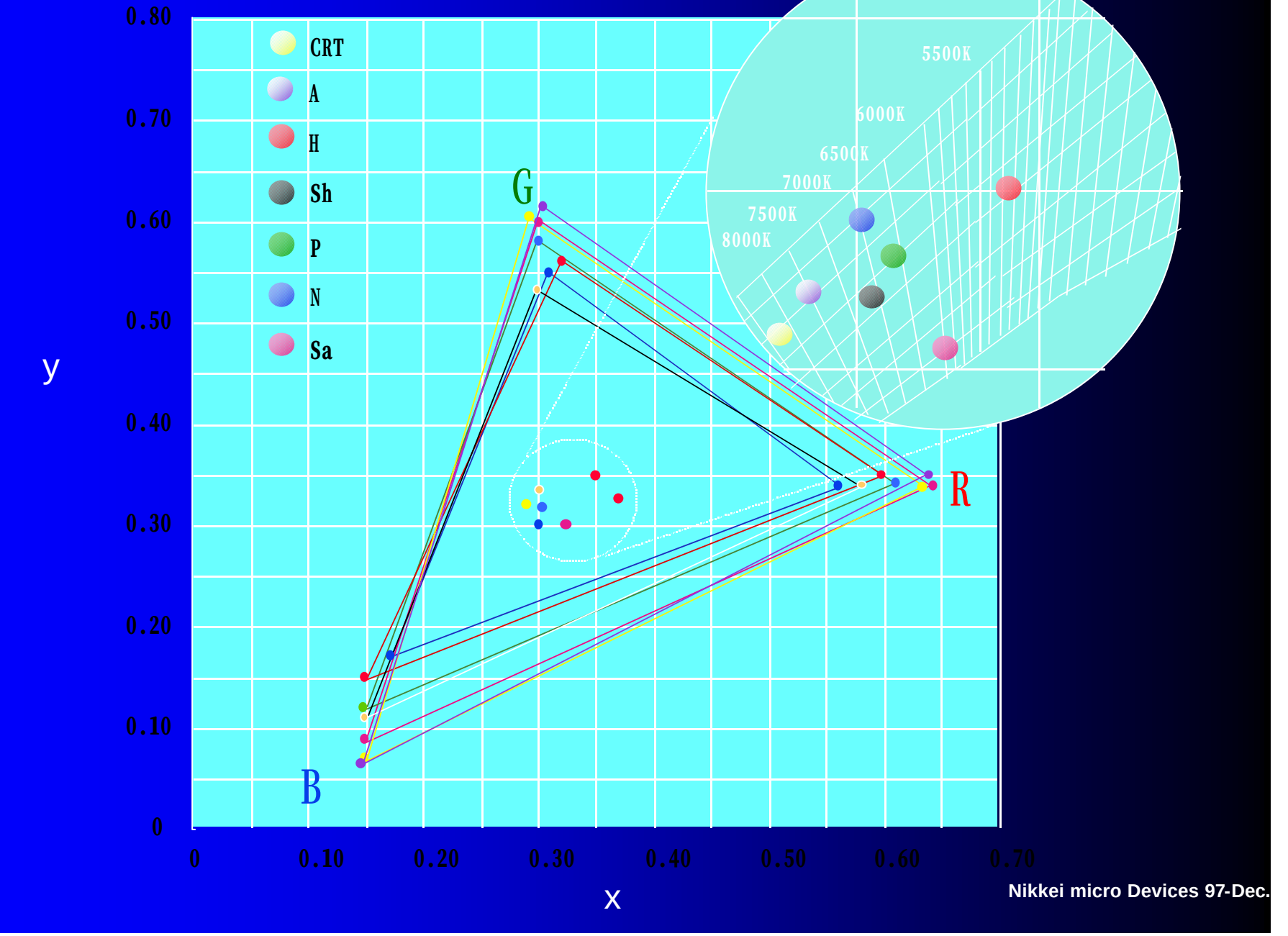
B:x=0.150,y=0.060

γ = 2.2

↓

・全ての色が近づく

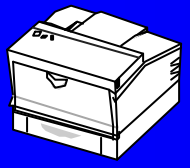
Color characteristics of LCD panel



Nikkei micro Devices 97-Dec.

WinColor策定パートナー

CRTモニター ―――― SONY
(2000/4 WinHEC 2000で発表)



プリンター ―――― HP (ﾌﾟﾚｽﾘﾘｰｽ済)

TFTモニター ―――― NMV/Mitsubishi
(2000/4 ﾌﾟﾚｽﾘﾘｰｽ済)

何故sRGBが必要か(1)

- 以前の姿
  - プロ用で専用機器を使った厳密なカラーマッチング（e.クローズドシステム）か,
  - 「全く野放し」の何れか
  - 一般ユーザーは画面上で見たものが色の面では殆どプリンタで再現できなかった
  - 本当のプロのシステムでない限り「WYSIWYG」とは「名ばかり」
  - カラープリンタも単価が高かったので「しょうがない」とあきらめるケースが多かった

何故sRGBが必要か(2)

- その後の環境変化
  - バブルジェット／レーザー共に「カラープリンタ」が大幅に値下がり
  - 昔は「スタンドアローン」だったアプリケーションがインターネット普及で「CONNECTED」となった
  - OS(Windows™）フルカラー画像の処理機能を強化
  - 「e-Commerce」の台頭によりサイトのカラー静止画表示が「カタログ」として重要に

sRGBは「必要最低限」である

- もはやエントリーユーザーでもプロでも「最低限の色空間の共有」は不可欠
- 業界の動き：ソフト
  - HTML3.2とCSS1.0の標準色空間はsRGB
  - 代表的な電子写真ファイルフォーマットのexifファイルはsRGBが標準色空間(JEIDA)
  - Microsoft Windows™ 2000のデフォルト色空間はsRGB
  - Microsoft　Office2000のデフォルト色空間はsRGB

→ソフトウェアは　「Web Color」の時代に突入

sRGBは「必要最低限」なのか？---ﾊｰﾄﾞｳｪｱ

- ﾌﾟﾘﾝﾀｰではHP, ゼロックス, Epson, Canonなど既にsRGBﾓｰﾄﾞ採用済
  - 但し，ﾒｰｶｰによって「sRGB」の設定にばらつき多い
  - 今後徐々に収斂していく方向
- CRTﾓﾆﾀｰではSONYが世界で初めてｻﾎﾟｰﾄ
- LCDﾓﾆﾀｰは三菱電機が初めてｻﾎﾟｰﾄ[2000/1月]
  - 15” TFT LXA580/585W(RDT141a)
  - 18”TFT LSA830/831W(RDT182s)

インターネット時代におけるsRGB

e-Commerce」、「ネットオークション」などの台頭

↓

Webサイトのカラー画像表示が「カタログ」として重要に

CRTモニター

Microsoft/SONY

sRGB

WWW

sRGB

インターネット

sRGB

Microsoft/HP

プリンター

sRGB

DSC (exif)

sRGB

Microsoft/NMV
/Mitsubishi

TFTモニター

WinColorkit: Windows Color Quality Test Kit for Device OEMs

- http://www.microsoft.com/hwdev/color/colortest.htm
  - http://www.microsoft.com/hwdev/color/download/BETAwincolor.zip
    - *Windows Color Quality Specifications for Cathode Ray Tube OEMs*
    - *Windows Color Quality Specifications for Liquid Crystal Display OEMs*

LCDモニタ向け sRGB仕様の策定

- カラーパッチ（入力デジタルデータ）の策定
- カラーパッチに対する色差の許容値の策定

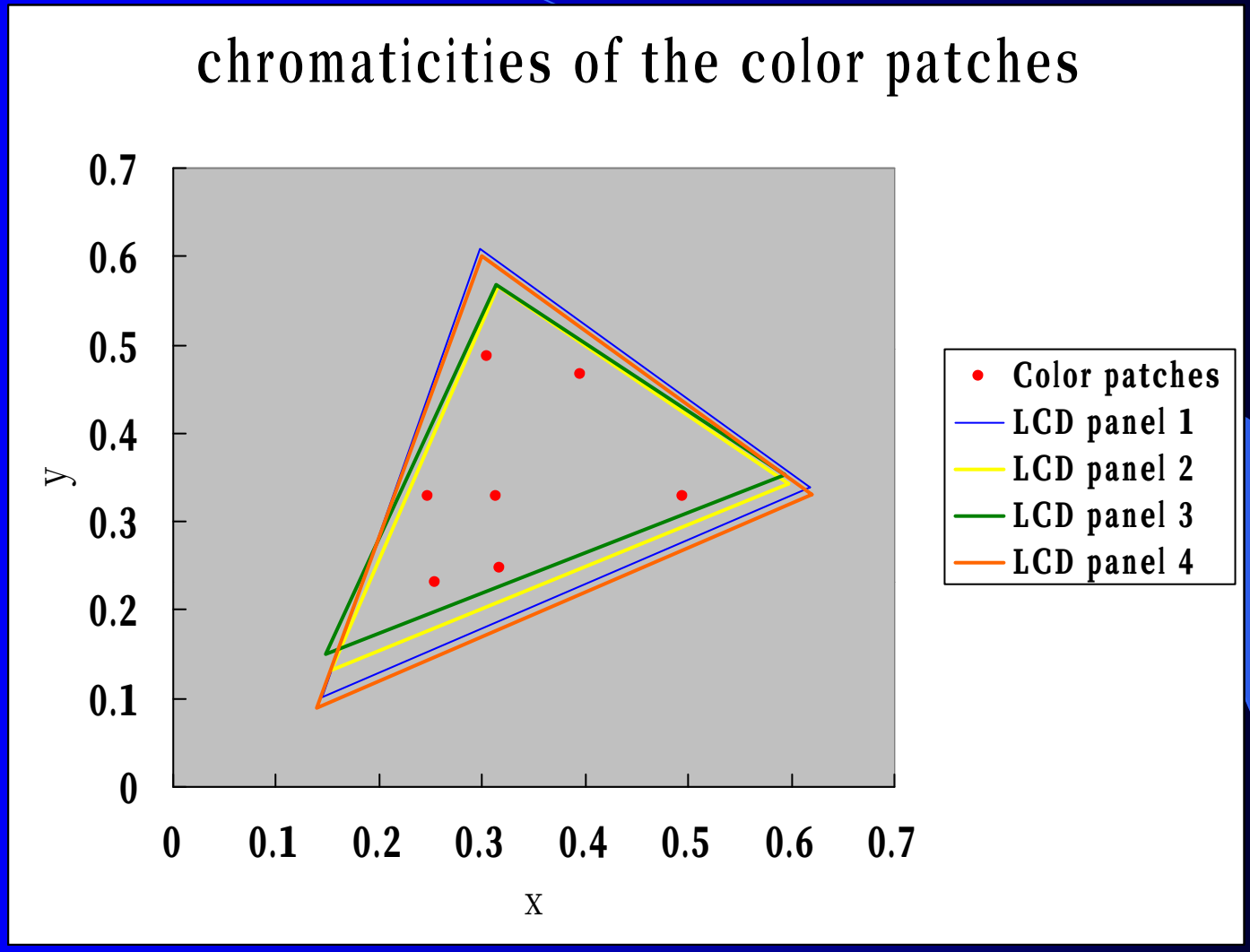
カラーパッチの策定

LCDモニタ用のカラーパッチは以下のものとする。

	R	G	B	
patch1	192	80	80	(red)
patch2	192	192	80	(yellow)
patch3	96	192	96	(green)
patch4	96	192	192	(cyan)
patch5	128	128	192	(blue)
patch6	192	128	192	(magenta)
patch7	255	255	255	(gray)

- ベンダー、製品により異なるLCDパネルの色再現範囲内に存在し、かつ、彩度が低くなりすぎないカラーパッチを選択。
- 一般的なLCDパネルの色再現範囲を考慮し、Redおよび Yellowのカラーパッチの彩度を高めに、Blueおよび Magentaのカラーパッチの彩度を低めに。

カラーパッチの色度



ベンダー、製品により異なるLCDパネルの色再現範囲内となるようにカラーパッチを選択。

色差の許容値の策定

以下の点を考慮して、色差の許容値を策定。

- ベンダー、製品による原色の色度の差異
- 原色の色度、階調特性の個体バラツキ

ベンダー、製品による原色の色度の差異

- ４種類のLCDパネルについて調査。
- 各パネルの原色の色度（Typ.値）は異なる。
- 各パネルとも同じ階調特性（Typ.値）を持つものとする（γ=2.2）。

階調特性の個体バラツキ

下記の範囲での個体バラツキが存在するものとして検討を実施。

	gamma values
Mimum	1.9
Typical	2.2
Maxmum	2.5

原色の色度の個体バラツキ

下記の範囲での個体バラツキが存在するものとして検討を実施。

	R		G		B		WH	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Minimum	xr-a	yr-a	xg-a	yg-a	xb-a	yb-a	xw-a	yw-a
Typical	xr	yr	xg	yg	xb	yb	xw	yw
Maxmum	xr+a	yr+a	xg+a	yg+a	xb+a	yb+a	xw+a	yw+a

ここで、a=0.03 はLCDパネルの仕様書に記載の一般的な値。

色差の許容値

ベンダー、製品による差異、個体バラツキの影響を考慮して、以下の許容値を策定

Max value of DE_{94} : less than 15.0
Average value of DE_{94} : less than 10.0

CIELAB色差式(1)

- CIEが、1976年に推奨したCIELAB空間におけるユークリッド距離。
- (L_1^*, a_1^*, b_1^*)と(L_2^*, a_2^*, b_2^*)の2色間のCIELAB色差は、次式により表される。

$$\ddot{A}E_{ab}^* = \left[\left(\ddot{A}L^*\right)^2 + \left(\ddot{A}a^*\right)^2 + \left(\ddot{A}b^*\right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\ddot{A}L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$\ddot{A}a^* = a_2^* - a_1^*$$

$$\ddot{A}b^* = b_2^* - b_1^*$$

$$L^* = 116\left(Y/Y_n\right)^{1/3} - 16$$

$$a^* = 500\left[\left(X/X_n\right)^{1/3} - \left(Y/Y_n\right)^{1/3}\right]$$

$$b^* = 200\left[\left(Y/Y_n\right)^{1/3} - \left(Z/Z_n\right)^{1/3}\right]$$

$$X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n > 0.008856$$

CIELAB色差式(2)

- X, Y, Zは、モニタ白100%で正規化された値。
  - モニタ白100%の輝度(測定値[cd/m^2])で、X, Y, Z [cd/m^2]を除した値。
- X_n, Y_n, Z_nは、CIE標準の光D_{65}に対応した値。
  - X_n 0.95, Y_n 1.00, Z_n 1.09

CIE 1994色差式(1)

- CIELABの修正式
  - 高クロマ領域での色差が、大きな値となってしまうCIELABの欠点を修正した。
  - クロマ量に対する色相差、クロマ差の色差への寄与度をより人間の知覚に近づけた。

CIE 1994色差式(2)

$$\ddot{A}E_{94} = \left[\left(\frac{\ddot{A}H^*}{1 + 0.015C^*} \right)^2 + \left(\frac{\ddot{A}L^*}{1.0} \right)^2 + \left(\frac{\ddot{A}C^*}{1 + 0.045C^*} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$\ddot{A}H^* = \sqrt{\left(\ddot{A}E^*_{ab}\right)^2 - \left(\ddot{A}L^*\right)^2 - \left(\ddot{A}C^*\right)^2}$$

$$= 2\sqrt{C_1^* \times C_2^*} \sin\left(\ddot{A}h_{ab} / 2\right)$$

$$h_{ab} = \tan^{-1}\left(b^* / a^* \right)$$

注) C*は、リファレンスの値(sRGB値)

測定方法

- IEC 61966-4に準拠
- 測定方法のポイント
  - カラーパッチの大きさは、1/h×1/h。
  - 測定器は、偏光誤差のないものを選ぶ。

参考文献・資料

- IEC 61966-2-1
- IEC 61966-4
- 新編　色彩科学ハンドブック[第2版]
  日本色彩学会編