

(P-01)

●日本色彩学会 第40回大会／公開ポスター発表掲示原稿
慶応義塾大学 日吉キャンパス (2009年5月16～17日)

グレイバランスによる 新色覚判定システム

The New Judgment System for The Color Vision

脇 リギオ Rigio Waki 脇色彩写真研究所 RW Institute

(多摩美術大学名誉教授)

Abstract

This time, Rigio Waki introduce New Judgment System for The Color-Vision of The Eyes. We will get the information of diversity of each color vision, using metamerism of mono flat-gray and mixed cmyk-gray.

keywords : CIE L*a*b*表色法、等色関数、標準観測者、条件等色、色順応

1) 目的

私たちの眼の、個々に微妙に異なるであろう色覚特性が、果たして測色計の測定基準でもあるいわゆるCIE標準⁽¹⁾と一致するものかどうか、一致しないとすればどの色相方向にどの程度ずれているかを、CIE L*a*b*表色系で数値化し、a*b*色度図上でグラフ化して明らかにする新色覚判定法の提案。

2) 基本原理

分光分布は異なるが測色値の等しいAB二灰色を使用する条件等色⁽²⁾による(方法①)。その等色⁽³⁾関係は条件(光、眼)により崩れる。眼と等しい特性をもつ測色計も(眼の標準的分光感度と推定されるCIE等色関数(スペクトル三刺激値、図1)を基準に光源と色の分光分布を掛け合わせた積算値XYZ^(3-b)からx,y,L*a*b*値が検出されるので)、測定光源を切り換えれば測色値 a*b*が変わる。そして、もし機械の等色関数のカーブがずれば測定値がずれ、眼ではいずれの場合も条件不等色(筆者の造語)が起こり色が合わなくなる。したがって、眼の場合もデバイスの場合も、測色値の等しいAB二灰色が等色するかどうかでCIE標準との色感の一致不一致、そして等色しないときはモザイク上で等色する他の混色灰色のCIE標準とのa*b*色度差からCIE標準との色差(色度図上でのずれの色相方向と程度)が判定できる。(特許第4168377)

3) 方法:

①<モザイク>による Δa^*b^* (色度差)判定: 標準照明⁽⁹⁾にて、判定基準としての単色灰色A(フラットグレイ)⁽⁴⁾が、cmyk混色灰色B⁽⁵⁾を $\pm a^*b^*$ 方向に色度変換したモザイクカラーチャート(図2-a、2-b)上で等色する位置のCIE標準位置⁽⁶⁾との色度差を測定して判定する。

●< $\Delta 2/G-7$ チャート>(図2-a)の場合 単色基準Aと測色値が近似する位置はD44(表1)。したがってF8照明下⁽⁹⁾、ここで等色する眼はCIE標準と色感が等しいことが証明される。 ●筆者等色例: 標準位置から左二つ目、B44で等色。

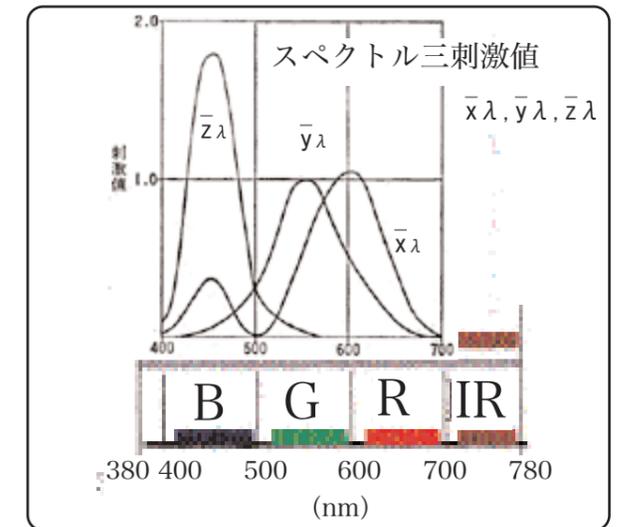
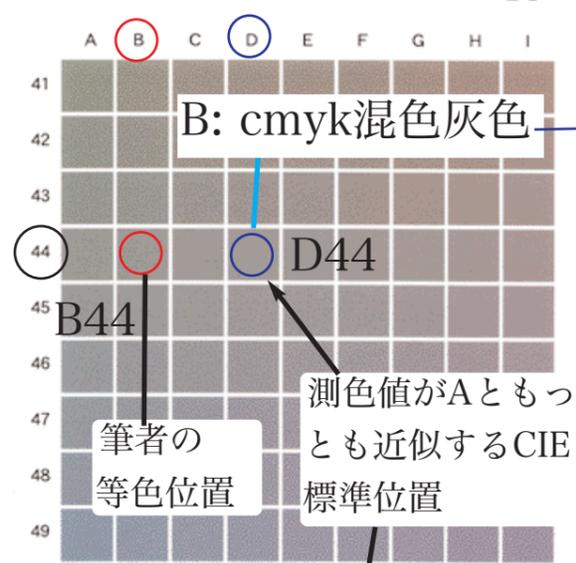


図1 CIE等色関数

図2-a cmyk混色灰色を±ab色変換したモザイクチャート (インクジェット顔料インク)

<Δ2/ G-7> / RW Δa*b*Checker G-7



A: 単色 (標準) 灰色
(日本色彩研究所製 濃度.70)

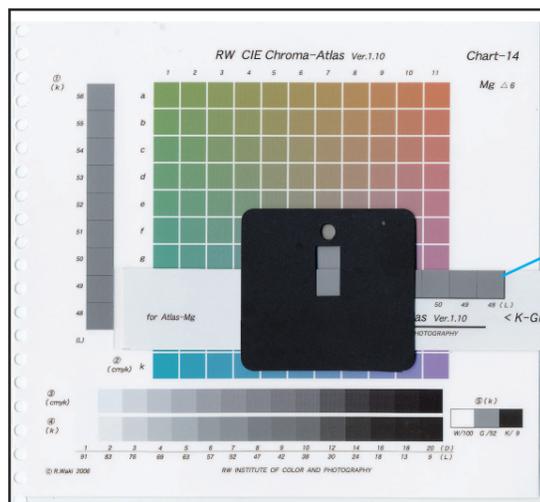
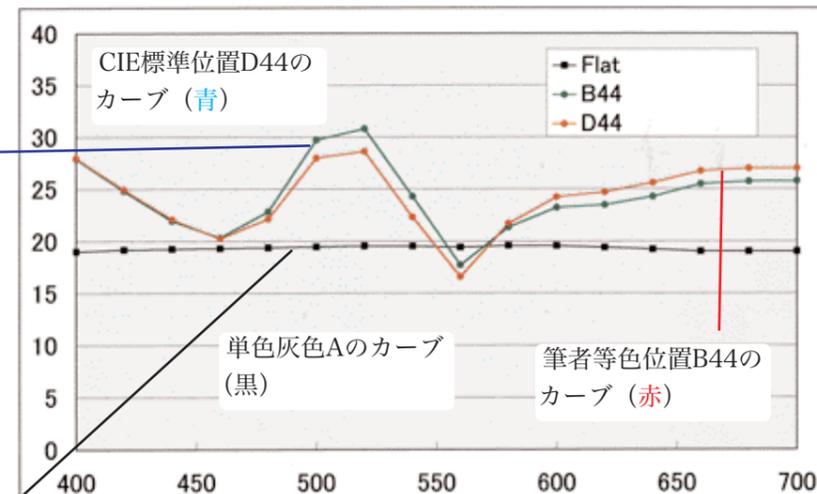


図2-b Atlas 23 Chart-14 Mg-Δ6の場合

図3 単色灰色基準と二つ (標準位置及び筆者等色位置) のcmyk混色灰色の分光カーブの比較



Aを上下させて等色位置を見出す。

	B	C	D	E	
43	54.89	55.16	54.84	54.78	L* a* b*
	-4.39	-1.29	0.12	0.33	
	3.86	3.57	3.34	3.43	
44	55.51	55.26	54.81	54.77	
	-4.21	-2.28	0.35	0.42	
	1.58	1.34	0.78	0.86	
45	55.26	55.22	55.06	54.96	
	-3.57	-1.81	-0.58	0.83	
	-0.26	-0.68	-1.06	-1.13	
46	55.30	55.09	55.11	55.14	
	-3.44	-1.93	-0.51	0.53	
	-2.09	-2.10	-2.31	-2.87	

flat	
測定光源: F8	L* 49.36
	a* -0.33
	b* 0.39

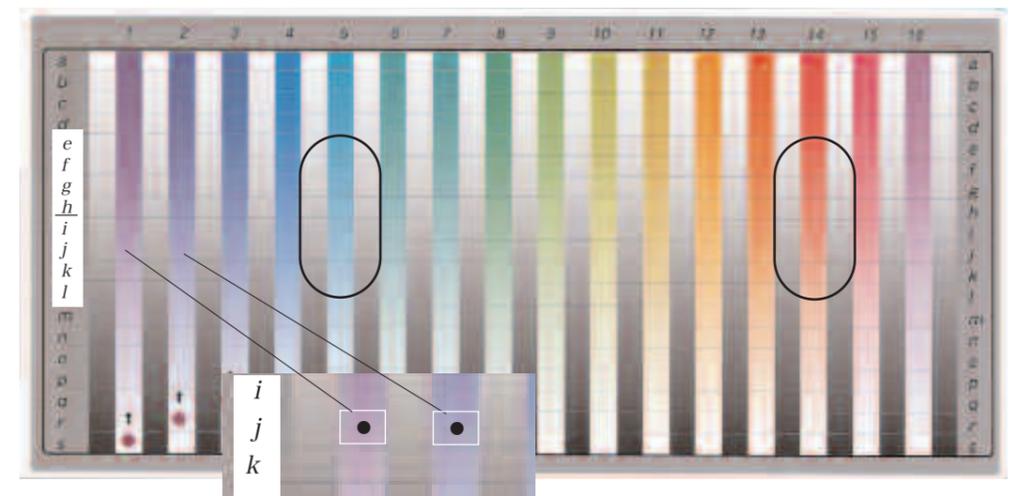
表1 Δ2チャートの実測 L*a*b*値

●この条件での筆者のCIE標準からの色ずれは、 $\Delta a = -4.56$ 、 $\Delta b = 0.80$ となる。
(測色: 日本電色 NF333)

●分光カーブと等色の関係 筆者が緑方向に色ずれしB44位置で等色するのは、筆者の眼は標準より赤感度が高く青緑感度が低いからである。その色ずれの原因が次の方法で判明する。

②<ストライプ>による視感度差判定: 黒及び主要色相を白と交互にクロスグラデーションとしたチャート (図4) を使用し、各色相列の無彩色列と明暗感が等しく見える位置を見出してデバイスの等明度 (等L値) 位置と比較すればモザイク判定結果との因果関係が検証できる。(感度が高いほどプロット位置は上がり、低いほど下がる。) →図8

図4 16色相別 視感度判定チャート (RW LVC/1R-2)



●左右の灰色と明暗が等しく感じられる位置を透明フィルム上にプロットする。赤: 青緑感度は、2点チェックでも判定可。光と眼 (デバイス) で等明度位置が変わる。(→図8、解説書: p.16~17)

4) 色覚 (及びデバイス色感) 判定を可能にする根拠

AB二灰色はたとえ眼で同様に見えても分光分布が大きく異なる。(図3)

単色灰色A：分光分布がフラットであるが故に唯一その色度(7)は光源色度とほとんど変わらず、光源を切り換えて測色しても光源に順応した眼同様、測定 a^*b^* 値は常にゼロ (無色) 近似を示す。(kインクの場合もあまり動かない。図5●印) そして筆者同様、観測者の等色関数が多少異なっても眼の順応作用によって常に無色に感じられる。ホワイトバランスさせたカメラも同じ。唯一、光にも眼によっても色が変わらない真の無色*である。(物理だけでは理解困難：→順応作用→CIE $L^*a^*b^*$ 表色法参照。)

cmyk混色灰色B：反射分布に起伏があるため、光源分布により測定値 (計算値) が変わる (図5★印) と同時に、眼 (観測者) の等色関数が標準と異なると、CIE等色関数と比例しない計器やデバイス、カメラも同様、モザイクチャート上ではCIE標準位置では等色せず、別位置のどこかで等色することになる。

たとえば、JIS偏差等色関数(8)と同様の標準より赤感度の低い眼は赤反射率の高い色部分 (a^*b^* 色度図ではやや右上方向) で等色し、筆者のようにやや赤感度が高く青緑感度が低い眼では赤反射が低く青緑反射の高い位置 ($\Delta 2$ チャートでは左二段目のB44位置) で等色することになる。(図7●位置参照)

したがってその等色位置からCIE標準との色感の一致不一致、色ずれの色相方向とその程度が検出可能になり、方法②の視感度差判定でその色ずれの原因が検証可能になる。

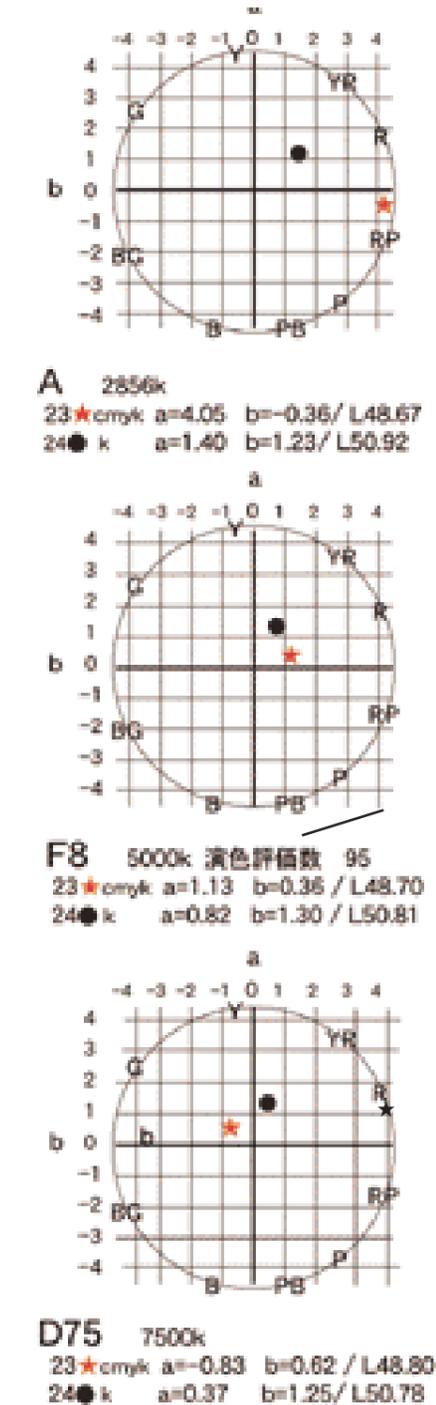


図5 光源 (照明) による色度変化例

単色灰色k●はオフセットの印刷k墨インクながら移動量は極めて少ない。一方、CMYk混色灰色★はF8では単色灰色に近似するがA光源では右下方向、D75では左方向に移動する。したがってオフセット印刷でも色感判定が可能になる。⇒<RW CIE Chroma Atlas 23+Q4>、同解説書。

5) 判定例

プロトタイプG-7 (図6) による85名の判定結果では、図7のようにCIE標準位置は僅か7名、大多数は右下方向にずれ、加齢でずれている筈の筆者 (2000年頃) は7名の次にCIE標準に近い結果であった。多数者位置を標準に採用すればCIE標準は左上にずれるということになる。

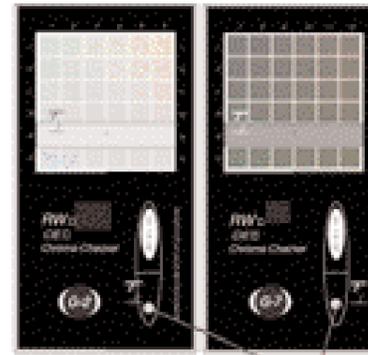


図6
プロトタイプ
<G-2 &
G-7>

6) 簡易スキャナ判定法

カメラは、撮影光源と現像処理しだいで色判定結果が大きく異なる。その点、スキャナはコピー機同様にそのまま色再現を目指しているのでスキャナで取り込み、Photoshopの情報パレットのLab値判定で簡易判定が可能になる。

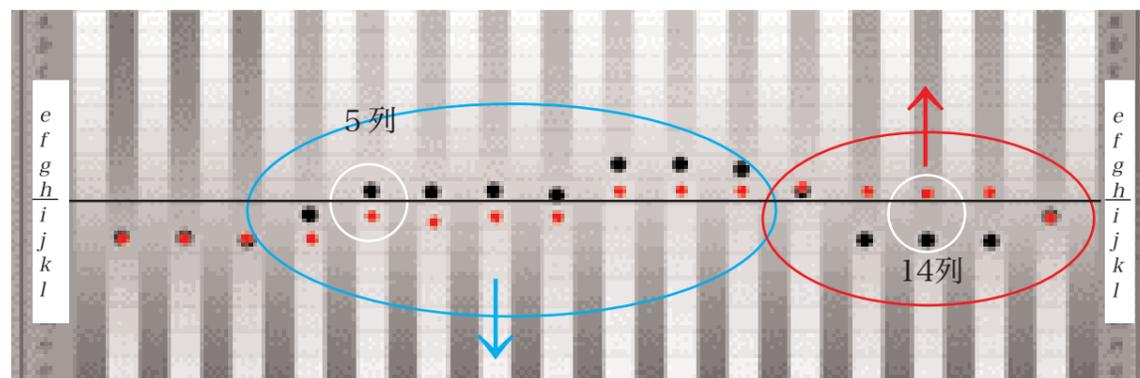


図8 視感度判定例 (RW LVC/1R-2) : 筆者 (●) はスキャナ (●) と比べ赤感度が高く青緑感度が低い。モザイク判定 (図2-a、b) で等色位置が青緑方向 (左) にずれる理由が納得できる。

スキャナ：エプソンGT9700F。
黒丸●はPhotoshopの情報パレットによる等L値判定位置。
赤丸は筆者位置。

図9 単色k墨版を背景色としたcmykモザイクチャート (4Q判定シート-Q2) のスキャナ簡易色度差判定例 (同上)。

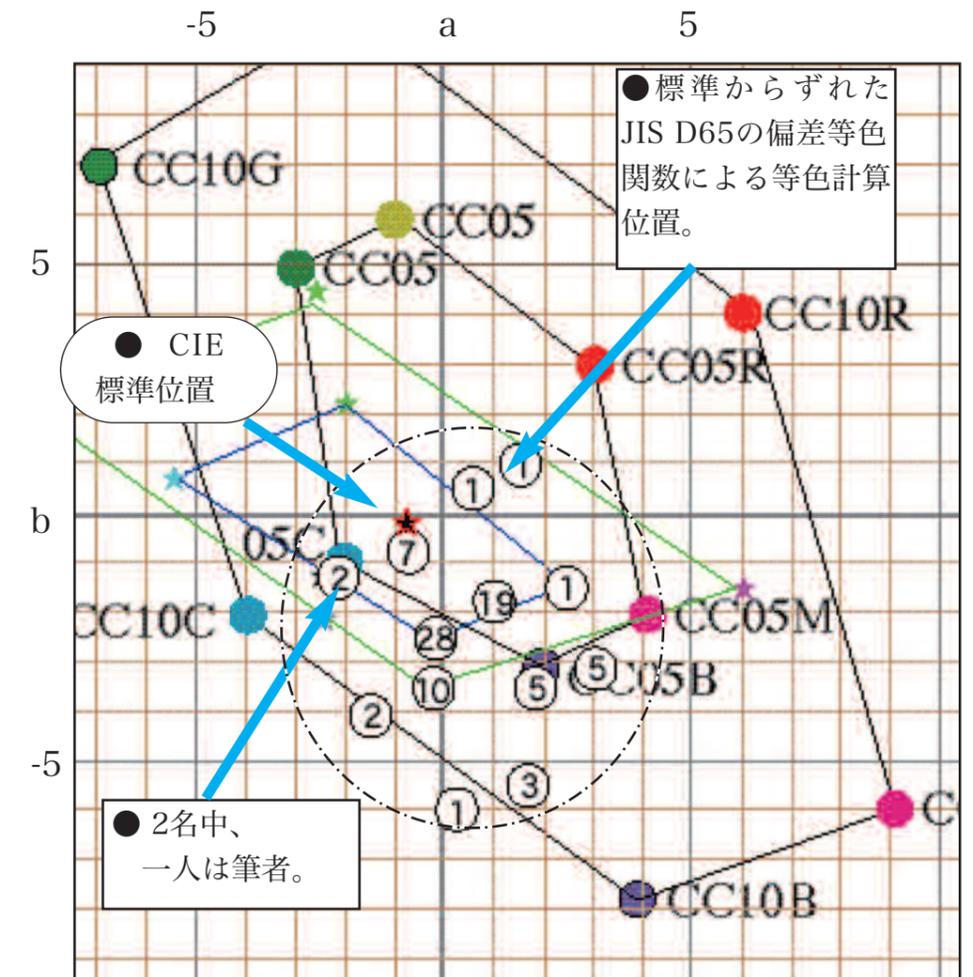
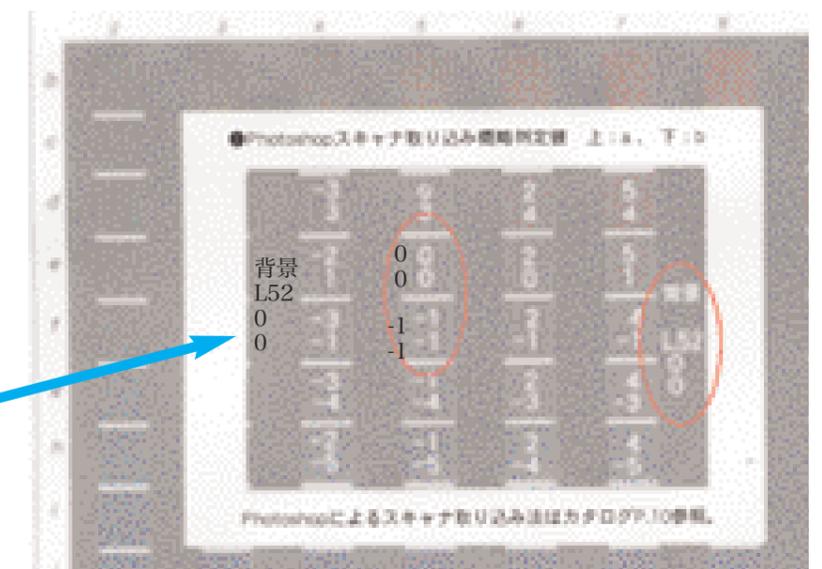


図7 プロトタイプによる85名の色感分布 (F8色評価蛍光灯) 筆者から見る多数者位置は赤く、彼らから見る筆者位置は緑っぽく見える。(測色：日本電色 NF333)



7) 結語

判定結果は光源やインク特性などの条件設定によって異なることになるが、この方法なら、これまで容易に知ることができなかつた微妙な色覚個人差を、特別な光学診断装置なしに、その因果関係となる視感度（いわばスペクトル視感度）差とともにCIE標準（及び他者）との Δa^*b^* 色度差として捉え、色見えの相違、更に色度差弁別力（ Δ 段階別顔料チャート／オフセット3段階明度別 $\Delta 25\sim\Delta 1$ チャート / <RW CIE Chroma-Atlas 23>）までを、CIE色度図上で史上初、客観的に容易に自己判定が可能になる。色管理上のトラブル防止はもとより誤診検証にも役立つだけでなく、CIE標準が果たして我々モンゴロイドにとって標準としてふさわしいものかどうかといった基本問題の検証を含め、色覚判定世界の根本改革が可能になるのではないかと考える。

参考資料：特許第4168377、特願2007-263786、<RW CIE Chroma Atlas 23+4Q、及び同解説書>、多摩美術大学紀要第18号2003年(p. 35-44)、カラーフォーラムJAPAN2008論文集(09-04 (p. 151-154)、新版写真技術ハンドブック（ダヴィッド社）

お断り：測色値以外の表示色度差 Δ 数値は、Photoshopで製作時のオリジナルデジタルデータ値である。

注：

- (1) CIE等色関数と一致するCIE標準観測者（JIS 03056、03057）の色感。
- (2) 分光分布の異なる二色がある条件（光と色の分光分布に眼の等色関数を波長ごとに積算して得られる三刺激値XYZが等しくなる状態）では等色し、条件が変わるとXYZ値が一致しなくなるために等色しなくなる現象。メタメリズムと呼ばれる。大別して照明光条件等色と観測者条件等色がある。
- (3) 色合わせ、二つの視野の色が等しくなるよう調整し、選びだすこと。（JIS 03041）
- (3-b) いわば眼が感じたRGB量。その総量が等しいと波長構成に関係なく測色値が一致（等色）する。⇒図3及び表1
- (4) 分光カーブが直線的で波長的に起伏がなく、光、眼によっても唯一不変、正真正銘の無色。標準灰色。
- (5) CMY (k) インク等の適当な混色比でできるカーブに起伏のある中性灰色。光、眼で色が変わる。いわば偽灰色（フォールスグレイ）。
- (6) 測色したとき、単色灰色基準A（フラットグレイ）と a^*b^* 色度がもっとも近似するモザイクチャート位置。CIE標準観測者の等色位置。
- (7) XYZ法ではx、y値、 $L^*a^*b^*$ 法では a^*b^* 値。色相と彩度を示す。
- (8) CIE標準観測者からずれた眼の一例。偏差（基準）観測者数値（JIS Z8718、D65 付表5）。
- (9) RW標準カラービューアー：F8相当 5000k色評価用（東芝蛍光ランプ FL10N-EDL 10W）使用。