

CRT 色と表面色との視感比較について

川上元郎* 奥山 滋** 荒生 薫*** 井上英俊****

On the Visual Comparison between Color on the CRT and Surface Color

Genro KAWAKAMI, Shigeru OKUYAMA, Kaoru ARAO and Hidetoshi INOUE

The color DTP displayed on CRT (cathod ray tube) is generally perceived with a surface color, and we consider to be possible to specify its color by the Munsell notation (i. e. H, V and C). However, it is unreasonable because the image produced on the CRT is not the illuminated reflection object. Therefore, the luminance level of any color image has to be divided by the white point luminance level. The color of image will be able to be specified apparently by the Munsell notation from the transformation. This research is active internationally, and the Tokyo Institute of Polytechnics is one of the active members. Some system with the self-luminous display (CRT) and the viewing box was provided in our laboratory, and we can get really the available transformation method from this study.

1. はじめに

従来の色の見えに関する諸実験の視対象は表面色（例えば色紙）を用いたものが多かった。したがって、必ずその視対象を照明しなければならないので、照明器具を備えたライトブースを整える煩わしさがあった。

それに比べて視対象に CRT 色を用いれば、多種即時可変も容易で、データ処理もコンピュータ直結が可能であるので、昨今の色の見えの実験は CRT による場合が多くなって来た。

ところで表面色による色の見えの諸実験の色表示は、色の三属性(色相, 明度, 彩度), つまり HVC で行われている。しかし CRT 色が発光色であるから、 HVC で表示することが出来ない。

表面色では白の明るさを 1 として明度を決めるから、白より明度の高い色は無い。ところが CRT 画面では、例えば雪景色の白よりも明るい色の赤いリングも表示できる。この画像は、雪夜景に赤く光るリングに見える。これは表面色の見え方から考えれば極めて非現実的なことである。

表面色の画像では白より高い輝度の色が存在してはならない。つまり白い雪の色を背景に置いたリングの色が現実的に見えるようにするには、リングの輝度を雪の輝度よりも下げて設定しなければならない。その下げる程度、つまり「変換比率」を見付けて、CRT 色を HVC に翻訳する必要がある。

その翻訳方法の試みの初期の段階の研究結果は、筆者等によって第 23 回日本色彩学会全国大会(平成 4 年 5 月 15 日)で報告されている¹⁾。本報告はその後の発展結果を示したものである。

平成 4 年 9 月 4 日受理

*本学非常勤講師

**本学画像工学科教授

***同 専任講師

****本学大学院画像工学専攻

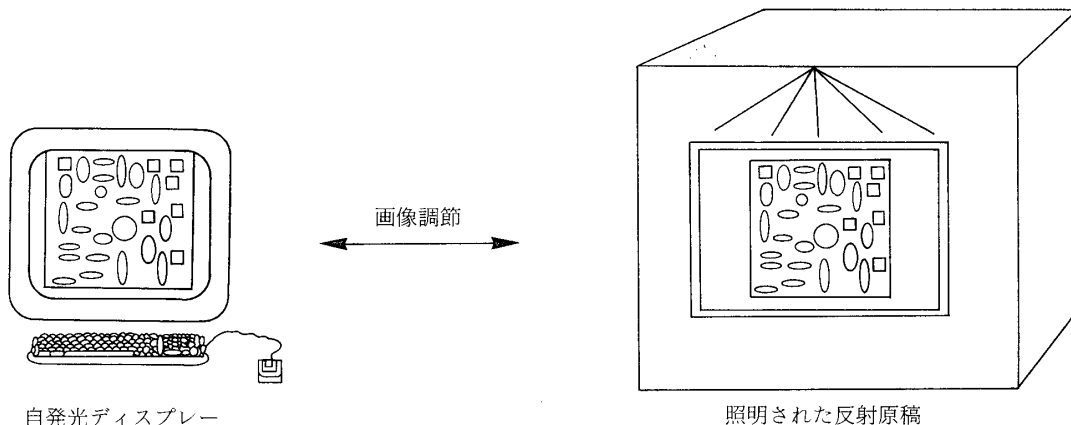


図 1 CIE で規定した比較方法

2. CRT カラーモニタの色再現と国際標準化の動向

昨今では DTP (デスクトップパブリッシング) という CRT カラーモニタの上で印刷イメージを作り、版下まで作成する出力機器が活用されている。

その印刷イメージはカラーモニタの画像と印刷見本と視感比較で調整が行われる。しかし両者の質感の違いが原因して、両者の色を一致させ得たとしても、ハードコピーに色ずれ (測色値差) が目立つことがある。この問題解決のため国際照明委員会 (CIE) が発足した技術委員会「TC1-27: 反射物体色と自発光ディスプレイ発光色の比較における色の見え表示方法」会議の状況について報告がある^{2,3)}。

2.1 TC1-27 委員会について

上記の TC1-27 委員会はアメリカの Ms. P. Alessi を委員長として 1989 年に設置されて翌年から活動開始している。昨年 (1991) の第 22 回 CIE メルボルン大会では第 3 回委員会を開催し、わが国からは実行委員として 瀧田隆義氏 (東芝ライテック) が参加している。筆者等の川上、井上は当日にオブザーバとして出席した。

活動目的は反射画像 (写真画像など) と自発光ディスプレイ (CRT 画像) の等価な色の見えを表示する方法を研究し、実用的な比較評価方法を提案することにある。瀧田は『たとえば印刷物と CRT の両方を同時に観察して、印刷部分の色再現

を CRT 画面上で確認しながら評価する場合など、現在実用の現場で大きな問題になっている表示モードの違いによる色の見え方評価を実用的に解決することをねらっている』と解説している³⁾。

2.2 実験ガイドライン

委員会で実験ガイドラインに盛り込まれた事項は図 1 に示すような観察装置で、同じパターン (実画像又は多色配色パターン) のテスト刺激を提示した CRT ディスプレイと反射物体色観測ブースを併置して、両者の色のスケージング (尺度化)、等色 (カラーマッチング) を行なうものである。

2.3 日本国内の対応

上記の国際的動向を受けて、照明学会内に委員長が鈴木恒男氏 (慶応義塾大学) である「物体色と光源色の色の見え評価研究調査委員会」が設置され、その委員に筆者等の川上、荒生が委嘱された。そして本学の画像工学科色彩画像研究室は、その委員会が計画する実験の一部を分担することになった。

3. 視感等色システム

上記の動向に対応して、本研究室に CRT 色及び表面色の相互の色刺激が等しくなるように調節出来る実験装置を考案した。その装置の構成略図を図 2 に示す。CRT にはシャープ製 U-Z1CD-G 型を用い、白色最大輝度は $53.49 [\text{cd}/\text{m}^2]$ で、表面色試料面は日立製 FL20SD-SDL NL 型蛍光ランプで照明し、照度は $438 [1\text{x}]$ である。被験者は左右に併置する両視対象を等寸法方形形のある黒

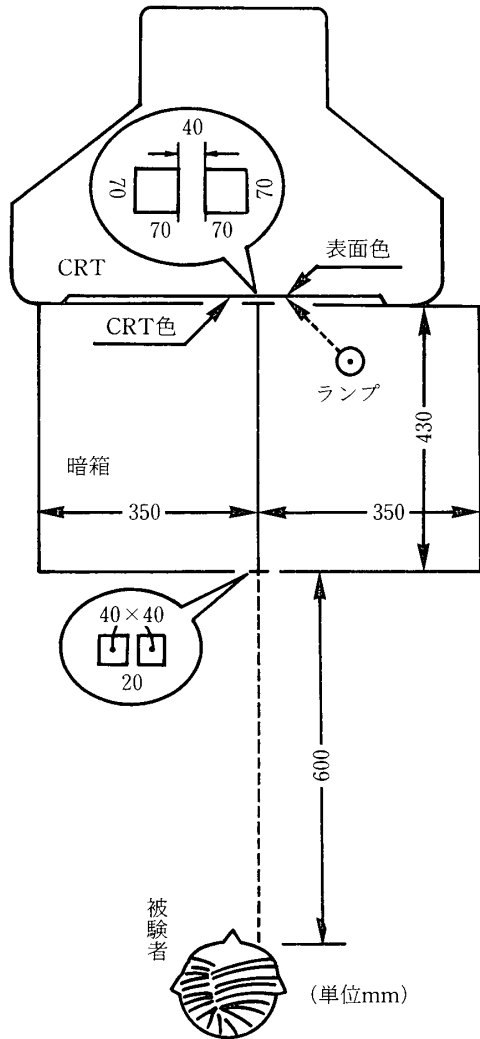


図 2 視感等色システム

色視野を通して同時に見る。また被験者はテンキーを用いて CRT 色を加減することが出来る。以上の実験設備を「視感等色システム」と総称することにした。

4. 実験条件

4.1 被験者

色覚正常、矯正視力 1.0 以上の男子学生 5 名(①～⑤)であった。

4.2 表面色試料

別の実験に用いられた自然環境の代表色である明るい緑 (l.G), 暗い緑 (d.G), ブラウン (Br) を呈する塩化ビニルのシート小片を用いた。

4.3 試料色の測定

分光放射輝度計 (トプコン SR-1) を用いて、輝度 [cd/m²], x , y を求めた。

表 1 CRT 色及び表面色の測定結果

色	被験者	x	y	輝度 [cd/m ²]
明るい緑 (CRT 色)	①	.3721	.4255	12.23
	②	.3815	.4442	15.99
	③	.3741	.4281	12.92
	④	.3646	.4118	16.85
	⑤	.3703	.4274	12.88
	M	.3725	.4274	14.17
(表面色)	R	.3701	.4399	11.29
暗い緑 (CRT 色)	①	.3605	.4922	5.37
	②	.3262	.4072	8.13
	③	.3610	.4017	5.92
	④	.3345	.4337	9.34
	⑤	.3351	.3676	6.38
	M	.3435	.4205	7.03
(表面色)	R	.3436	.4063	6.27
ブラウン (CRT 色)	①	.3850	.3503	10.64
	②	.3541	.3369	23.88
	③	.3712	.3637	7.25
	④	.3749	.3467	15.06
	⑤	.3733	.3457	15.34
	M	.3717	.3487	14.43
(表面色)	R	.3696	.3575	11.78

備考：M は被験者 5 名の結果の平均値。

5. 測定結果

5 名の被験者によって CRT 上に調節再現して貰った画像の色及び表面色試料、つまり実物の色を、共に分光放射輝度計によって測定した結果を表 1 に示す。

6. マンセル色票系表示への変換の工夫

CRT 上に調節再現して貰った CRT 色をマンセル色票系表示 (HVC) するのが本研究の目標の一つである。

6.1 Y 値を求める工夫

HVC 値を求めるには Y_{xy} 値が必要である。分光放射輝度計から求め得る測定値は XYZ 値と xy 値とである。これらの中の XYZ 値は JIS Z8701 に規定されている「光源色の三刺激値」で、「Y の値が測光量に一致する」ように定められている。そして、その測光量には輝度が採用されて

表 2 測定結果

標準灰色	Y	X	y	輝度 [cd/m ²]	k=Y/輝度
N 3.3	7.76	.3212	.3430	17.76	.437
N 4.9	19.04	.3118	.3103	25.35	.751
N 5.6	25.43	.3316	.3354	31.37	.811
N 6.7	38.80	.3129	.3310	45.29	.856
平均変換比率 $k = .714$					

備考：標準灰色色票は分光光度計によって、 Y_{xy} を求めた。

いる。その輝度値から HVC 値を求めるのに必要な Y 値に変換する方法を次のように考えた。

6.2 変換比率

CRT 画面上の白色画像を物体色の標準白色面に見立て、それらの Y 値/輝度値、つまり、その視感等色システムの「変換比率 k 」を予め求めおく。CRT 画面上の色の輝度を分光放射輝度計で求めたら、その値に k を乗じて、その色の Y 値とする。

ところが実は、CRT 画面上の白色(最高輝度：53.49 [cd/m²]) 画像に見合う表面色は明るい灰色 ($Y < 100$) で、標準白色 ($Y = 100$) では明る過ぎて等色出来なかった。

6.3 灰色のよる検定

そこで $7 < Y < 40$ の 4 種の標準灰色色票 (N 3.3, 4.9, 5.6, 6.7) を選び、それ等に等色、等寸法の画像を被験者によって CRT 上に調節再現して貰った。それ等の CRT 色を分光放射輝度計によって測定した。その結果を表 2 に示す。

標準灰色色票は予め Y 値が求められている。その値を輝度で割り、変換比率を求め、平均して $k = .714$ を得た。標準灰色 N 3.3 の k 値が .437 と他値に比し過小である原因は調査中である。

6.4 CRT の輝度値を Y 値へ変換する試み

実験に用いた 3 種の表面色試料は別途に分光光度計 (日立製 U-3410) で計測されている。上表の結果として得られた平均変換比率 k を実用出来るか検証を試みた。変換試行の結果を表 3 に示す。

CRT 色は分光放射輝度計 (T) で測定して x , y 及び輝度 [cd/m²] を求めた。その輝度値に平均変換比率 k を乗じて Y 値を求め、更に変換して

表 3 変換試行

色	測定器	x	y	[cd/m ²]	$\times k$	Y	V
明るい緑	T	.3725	.4274	14.17	.714	10.12	3.7
	H	.3589	.4121			10.38	3.8
暗い緑	T	.3435	.4205	7.03	.714	5.02	2.7
	H	.3357	.3841			5.88	2.8
ブラウン	T	.3717	.3487	14.43	.714	10.30	3.7
	H	.3534	.3409			10.91	3.8

備考：T は放射輝度計 (トプコン SR-1), H は日立分光光度計 (U-3410)

明度 V 値を求めた。

実物の表面色は分光光度計 (H) で測定して x , y , Y を求めた。その Y 値を変換して明度 V 値を求めた。

両者の x , y 及び V を互いに比較すると、極めて近似している。つまり求めた $k = .714$ は、この視感等色システムの平均変換比率として実用出来ることが、明らかになった。

7. おわりに

したがって、この視感等色システムの CRT に画像として展開された色の見えに関する諸実験の反応は、変換比率を用いて HVC 値に翻訳することによって、マンセル表色系表示で行なった表面色の結果の代行とみなすことが出来よう。

しかし、この変換比率は、この視感等色システム独特の k 値で、他の視感等色システムには使えない。つまり視感等色システムごとに標準灰色色票による検定が必要である。

最後に実験協力を受けた本学電子工学科光情報工学研究室大学院生河合雅仁君に深謝する。

文 献

- 1) 井上英俊, 川上元郎, 奥山 滋, 荒生 薫: CRT 色と表面色との視感比較について, 日本色彩学会誌 16-1 (1992) pp. 39-40
- 2) 淵田隆義: CRT カラーモニタ, カラーエイジ No. 7 (1992) pp. 78-80
- 3) 淵田隆義: 技術委員会「TC1-27: 反射物体色と自発光ディスプレイ発光色の比較における色の見え表示方法」会議の状況, 日本照明委員会誌 8-3・4, 9-1 合併号 (1991) pp. 59-61