

LCD での無彩色背景における カラー文字表示の見やすさと色差の関係

日大生産工 (学部) ○小笠原 瑞貴, 堀 峻大, 棟安 葵
日大生産工 石橋 基範

1 はじめに

近年、自動車のコックピットには液晶ディスプレイにカラーによる情報表示が多用されている。カラーの文字表示を見やすくする(視認性を確保する)ためには、背景と文字の明度の差を大きくすることが最優先とされる。従来、カラーの文字表示について、色コントラスト感度(違いや変化が分かるかどうかという弁別閾)を調べた研究¹⁾、「読める/読めない」という限界の可読閾に関する研究²⁾、さらには見やすさそのものと色パラメータとの関係性の研究³⁾等が主に進められてきた。一方、ディスプレイの情報表示はデザインが重視されることも決して少なくなく、そのときに重要になるのは「多少読みにくいときもあるが許容できる」という見やすさの下限(これより下回ってはいけないレベル)であり、デザインがその下限を割り込まないようにする必要がある。

そこで本研究では、PC液晶ディスプレイの表示を用いて「読みにくいときの許容限界」となるカラー文字と背景(無彩色)の関係を定量的に明らかにする。

2 方法

2.1 実験参加者

20歳代の大学生で、視力が両眼で0.7以上、三色覚の男女5名とした。

2.2 カラーチャートの作成

カラー表示の見やすさの評価には、あらかじめExcelで作成したカラーチャートを用いた。カラーチャートとは、評価に使う背景色と文字色を組み合わせで並べた一覧表(色見本表)である。混色にはMicrosoftのHSL表色系を用いた。文字色は、Hの値を0(赤)、20(橙)、40(黄色)、140(水色)、160(青)、180(藍)の6色で固定し、Sは128を中心として上下方向に25刻みで、Lは255から減少方向に25刻みで設定した。暖色の3色に関しては、許容

限界付近となりそうな周辺のSの値を5刻みで細かく設定した。また、背景色には白、黒、灰(H:36, S:71, L:232)の3色を用いた。評価対象の文字は“A”の太字、12ポイント(文字高さ5mm、視角で20min)とした。

2.3 実験方法

実験参加者に液晶ディスプレイを用いてカラーチャートを提示し、「多少読みにくいときもあるが許容でき、有彩色として認識できる」限界の文字を回答させた。ディスプレイとの視距離を950mm、画面の面直照度を290lxとし、事務所照明の下、着座状態で評価した。

2.4 解析方法

実験参加者が許容限界として選んだ文字色およびその背景色を色彩輝度計(コニカミノルタ, CS-100A)で測定し、得られたYxyの値をL*a*b*表色系の各値に変換した。次に、背景色を基準として文字色との色差を計算した。

Δa^* (赤・緑の軸)、 Δb^* (黄・青の軸)について、それぞれ正の方向に大きい場合、あるいは負の方向に小さい場合は無彩色に対して色味がついて見やすくなり、0に近いほど無彩色に近づき見づらくなると考えられる。そこで、色差を絶対値に変換し、正規分布を仮定したときの標本の90%ile値を計算した(図1)。これが、90%の人が許容できる色差と考えられる。ここで、計算対象は5名の実験参加者のうち4名以上が選んだ Δa^* 、 Δb^* の符号のデータとし、異符号のデータは除外した。

この90%ile値に背景色のL*a*b*の各値を加算した後、RGB表色系に変換した。そして、ディスプレイ上に再現し、許容限界として適切な表示であるかを目視で確認した。

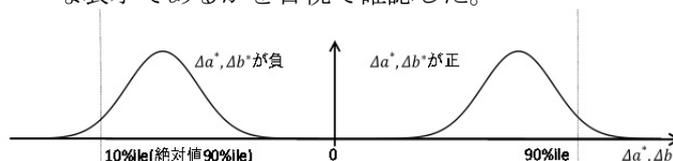


図1 Δa^* 、 Δb^* の90%ile値

Relationship between visibility of color characters and color difference
in achromatic background on LCD

Mizuki OGASAWARA, Takahiro HORI, Aoi MUNAYASU and Motonori ISHIBASHI

3 結果

白背景に対する許容限界の色差を表1に示す。 ΔL^* については、黄色を除いて10（フルスケール0~100に対して10%）以上の明度差が必要という結果であった。一方で、 Δa^* 、 Δb^* については、水色を除いて Δa^* 、 Δb^* の少なくともどちらかは絶対値で20程度（フルスケール±100の片側に対して20%）かそれ以上の色差が必要であった。

次に、黒背景に対する許容限界の色差を表2に示す。 ΔL^* については、藍を除いて10以上の明度差が必要であった。 Δa^* 、 Δb^* については、水色を除いて Δa^* 、 Δb^* の少なくともどちらかは絶対値で20以上の色差が必要であった。

灰色背景（表3）に対しては、 ΔL^* について橙と黄色を除いて10以上の明度差が必要であった。 Δa^* 、 Δb^* については、水色を除いていずれかで絶対値20程度かそれ以上の色差が必要であった。なお、赤文字の条件ではデータ取得に不備があったので除外する。

表1、表2より、各色について白背景と黒背景の場合に必要な明度差（絶対値）を比較してみると、黄色は黒背景の方で白背景より大きな明度差が必要であった。一方、藍では白背景の方が大きかった。このことから、基準色（S:128, L:255）の明るさが背景色（白、黒）に近い方に対して、より小さな明度差でも許容できる可能性が伺える。そこで、実験に使った基準色と背景色の $\Delta E^*a^*b^*$ （三次元空間における距離）を計算したところ、表4

表1 白背景に対する許容限界の色差

白背景	赤	橙	黄色	水色	青	藍
ΔL^*	-13.25	-17.27	-8.74	-13.34	-19.42	-19.36
Δa^*	19.82	2.59	-17.19	-8.05	3.64	20.75
Δb^*	8.52	25.39	64.00	-3.67	-21.94	-34.44

表2 黒背景に対する許容限界の色差

黒背景	赤	橙	黄色	水色	青	藍
ΔL^*	10.40	25.82	27.40	10.48	11.10	5.31
Δa^*	22.92	9.10	-14.60	-5.60	14.90	22.31
Δb^*	9.34	40.09	40.18	-14.58	-36.25	-36.60

表3 灰色背景に対する許容限界の色差

灰背景	赤	橙	黄色	水色	青	藍
ΔL^*		-8.69	-3.41	-14.05	-14.35	-11.96
Δa^*		2.82	-15.95	-9.31	3.25	11.65
Δb^*		27.61	62.95	-11.79	-25.19	-18.50

表4 評価対象の基準色と背景色の $\Delta E^*a^*b^*$

	白	灰	黒
赤	111.15	107.48	114.02
橙	106.99	104.20	119.66
黄	93.58	93.38	132.54
水	55.09	50.70	80.98
青	118.57	114.30	108.89
藍	138.81	134.63	126.62

に示す結果が得られた。黄色は白に近く、藍は黒に近いこと、そして赤は白・黒ともに同じくらいの差であることが示された。

4 考察

まず、白背景の明度差では黄色が小さく、青や藍で大きかった。黒背景ではその逆で、黄色で明度差が大きく、青や藍で小さくなった。その理由を背景色との関係に求めると、 $\Delta E^*a^*b^*$ が小さい方の背景色には小さい明度差でも許容できるということになる。このことを赤の文字について検討してみると、白背景と黒背景に対する赤の基準色と背景色の距離が白と黒でほぼ同等であったことから、どちらの背景でも明度差、色差に大きな差が見られなかったと考えられる。

一般に、視認性を確保するには明度差を大きく取ることが必要とされている。しかし、例えば白背景に距離が近い色では明度差を取ろうとして L^* を下げると暗くなり、黒っぽく見えて、有彩色として認識されにくくなる。そこで、有彩色として認識するために、明度差を大きくつけずに彩度を調整することで許容限界を決められるのではないだろうか。

しかし、橙文字にはこの考察が当てはまらなかった。橙は黒より白に距離が近く、白背景の方で明度差が小さくなっており、 Δa^* 、 Δb^* が白背景で大きくなることが予想される。しかし、実際は異なった。原因として、橙は曖昧な色であり（非原色）、個人によって橙として認識する色の差が大きく、かつ白背景の場合は黒よりも橙として見える幅が広がるからではないかと思われる。水色も同様と考える。また、今回の実験方法ではカラーチャートを用いており、橙や水色のような曖昧な色では相対評価となり許容の基準が変化していた可能性もある。この方法のメリットは短時間で多くのデータを得られることだが、今後改善を検討したい。

「参考文献」

- 1) 舟川政美, 色コントラストと可読性に関する実験研究, 照明学会誌, Vol.84, No.11 (2000) p.799-808.
- 2) 舟川政美, 文字の可読性に関する実験的研究, 照明学会誌, Vol.84, No.11 (2000) p.785-791.
- 3) 原口健 他, 有彩色背景上に表示された有彩色文章の可読性の定量化, 映像情報メディア学会誌, Vol.63, No.3 (2009) p.323-330.

本研究は日本大学生産工学部「人を対象とする研究倫理審査委員会」の承認を得て実施した。