

# パソコンおよび携帯電話の液晶ディスプレイ上 での文字の見やすさと配色の関係

中島 康博

Yasuhiro NAKAJIMA

名古屋文理大学 情報文化学部 情報文化学科 はせがわ研究室  
HASEGAWA Laboratory, Department of Information Culture, Nagoya Bunri University

平成17年1月28日 提出

## 要旨

現在、インターネットが普及しホームページは誰でも見られる環境になった。見るだけでなく、ホームページは簡単に作成できる。しかし、配色を考えなければ見やすいホームページを作ることができない。また、一見、見やすいホームページでも明度を考えなければ色盲・色弱の人には見にくい、またはまったく見えない配色もありうる。

今回は、文字と背景の明度を変えた配色の違いから、どの背景と文字の明度の組み合わせが一番見やすく、読上げ時間が短いかのアンケートを行った。実験は TFT 液晶画面のパソコンと携帯電話に横 240・縦 320 の解像度の画像を使う。26 個のアルファベットをランダムに表示した画像を見て声を出して読上げてもらった。画像は背景と文字の明度の組み合わせを変えた、モノクロ 12 通り、カラー 4 通りの計 16 通りを使った。パソコンでは読上げ時間と見やすさの 5 段階評価を、携帯電話ではそれらに加え視距離を測った。実験の結果、パソコン・携帯電話ともに明度の差が大きいほど見やすさの評価が高くだが、逆に読上げ時間は明度の差が大きいほど遅くなるという結果となった。さらに、パソコンと携帯電話では一番評価の高い見やすさ、一番速い読上げ時間の結果に違いがあった。見やすさの評価の高い配色は、見出しやキーワードなど強調したい部分に、読上げ時間が早い配色は文章を記述する基本ベースに、それぞれ特徴を生かした使い方をすることで見やすいホームページが作れると思われる。

## 1. はじめに

現在、ホームページは誰でも簡単に作ることができるメディアとして情報伝達の面で重要な役割を果たしている。しかし、デザインだけではなく情報伝達の面でもホームページの配色が重要である。背景と文字の配色を考えないことには見やすいホームページを作る

ことはできない。見やすい配色は、文字と背景が補色の場合と考えられるが、明度・彩度が変われば同じ色相でも見やすさは異なる。

今回、パソコンと携帯電話の液晶画面上で、配色による見やすさの違いを調べ、さらに、健常者には見やすくても、色盲・色弱の人には見にくい配色についても考察する。

## 2. 実験方法

### 2.1. 提示したサンプル

携帯電話（V602SH）とパソコン（Sony VAIO ノート PCGXR7P/K）の液晶画面にそれぞれ図 1、図 2 のように文字を表示して被験者による読上げ実験を行った（図 3、4、5）。



図 1. 携帯の画面



図 2. パソコンの画面

携帯電話の場合とパソコンの場合それぞれに、ランダムな順に並べたアルファベット 26 文字を提示した。今回、背景と文字の明るさや色と見やすさの関係を調べるために、提示リスト（表 1）にある 16 種類のサンプルを用意した。カラーは補色関係にある赤と緑を使った。赤は、明度 80 と 183。緑は、47 と 94 の明度を使った。これらは、どちらも彩度をなくしてグレーにすれば 80・160 の明度となる（表 1 (b)）。



図 3. 実験場面（パソコン・読み上げ時間）

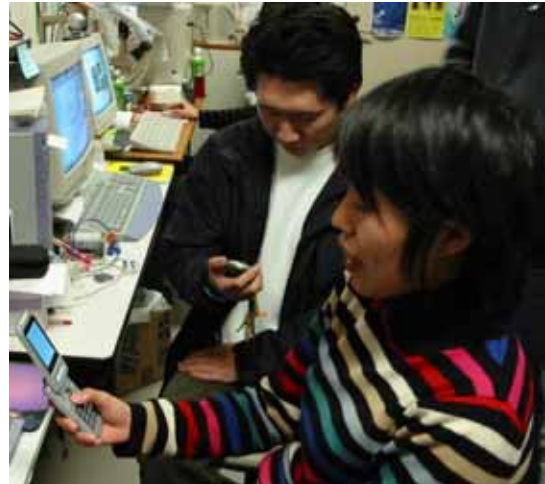


図 4. 実験場面（携帯電話・読み上げ時間）

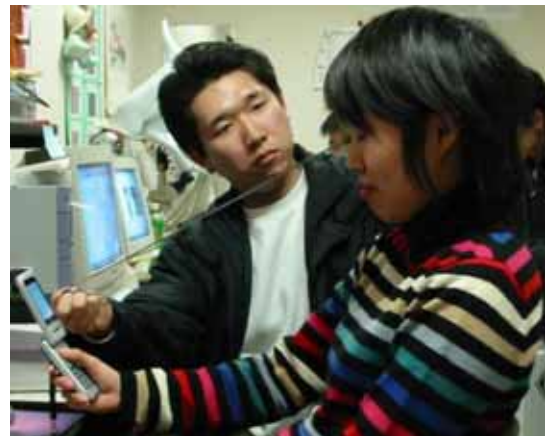


図 5. 実験場面（携帯電話・視距離）

提示したサンプルはピクセル横幅 240 高さ 320 の大きさの画像の中に A ~ Z のアルファベット大文字を 26 個ランダムな順に配置したものである（図 6）。フォントは MS ゴシックを使った。サンプル画像は、ホームページや携帯電話の多くで表示可能な画像形式である PNG（Portable Network Graphics）形式で保存した。

### 2.2. 被験者

対象被験者は、19 歳 ~ 62 歳。平均年齢 24.2 歳の 17 人である。被験者は裸眼または眼鏡で正常な視力を有するが、色覚等の視機能についての検査は行っていない。



(a)モノクロ：240-0 (b)モノクロ：160-80 (c)カラー：赤 183-緑 47

図 6. 呈示した文字列サンプルの例 (数値は、背景の明度-文字の明度)

表 1. 提示サンプルのリスト

### 2.3. サンプルの提示と計測

表1に示すように合計16通りのサンプルを用意し、パソコンの液晶画面と携帯電話にそれぞれ提示した。液晶画面の設定は最大輝度とした。パソコンと携帯電話では同じ文字列を使い、提示順はランダムとした。

パソコンと携帯電話の液晶画面に表示した文字を被験者に声に出してできるだけ早く読んでもらい、読上げにかかった時間を測定した(図3、図4)。また、見やすさを、「1大変見にくい」「2 やや見にくい」「3 普通」「4 やや見やすい」「5 大変見やすい」の5段階で評価してもらった。携帯電話では、それらに加え視距離の測定も行った(図5)。

パソコンでは図3のように、普段パソコンを使っているような楽な体勢をしてもらい測定を行った。ただし、なるべく視線と画面を垂直にしてもらい、読み上げ中に角度は変えないようしてもらった。携帯電話でも、読みやすい姿勢で電話を片手で持ってもらい、携帯電話を開いてから読み終わるまでの時間を測定した(図4)。読み終わった後に顔から画面までの距離(視距離)を測った(図5)。

#### (a) モノクロ

| 背景の明度 | 文字の明度 |
|-------|-------|
| 0     | 80    |
|       | 160   |
|       | 240   |
| 80    | 0     |
|       | 160   |
|       | 240   |
| 160   | 0     |
|       | 80    |
|       | 240   |
| 240   | 0     |
|       | 80    |
|       | 160   |

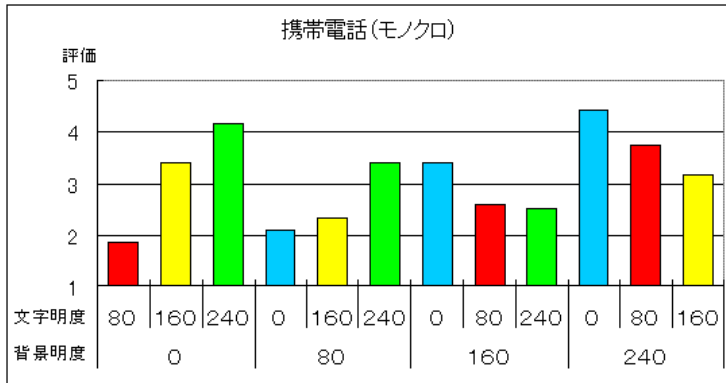
#### (b) カラー

| 背景の色と明度       | 文字の色と明度       |
|---------------|---------------|
| 緑 47 (グレー80)  | 赤 183 (グレー80) |
|               | 赤 80 (グレー160) |
| 赤 183(グレー160) | 緑 47 (グレー80)  |
|               | 緑 94 (グレー160) |

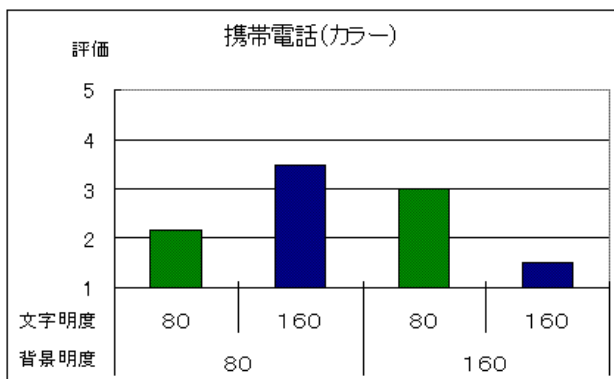
### 3. 結果

読みやすさの5段階評価(携帯電話、パソコン)、読上げ時間(携帯電話、パソコン)、視距離(携帯電話)の順で、測定の結果(図7~11)とその統計解析の結果(表2~6)を示す。

### 3. 1. 携帯電話の見やすさ評価の結果



(a)モノクロ



(b)カラー

図7. 携帯電話・5段階評価の結果

携帯電話の場合の5段階評価の平均値のグラフを図7に、それらの差を検定した結果の有意確率pの値を表2に示す。

図7(a)携帯電話の5段階評価・モノクロから、明度の差が大きければ大きいほど、見やすさの評価が高いことがわかる。背景明度0の場合の見やすさに差がはっきりと出た。背景明度0の文字明度80と文字明度240を比べてみると評価に大きな違いがでている。有意確率は $p < 0.0001$ と大きく出た。

図7(b)携帯電話の5段階評価・カラーから、背景と明度の差0(色相の差により文字は読める)は評価が低いことがわかった。背景明度80の文字明度80と文字明度160の有意確率は $p < 0.0001$ 、背景明度160の文字明度80と文字明度160の有意確率は $p < 0.0001$ と二つとも有意な差が現れたと言える。

表2. 携帯電話 5段階評価のt検定 (有意確立 $p < 0.05$ のものだけ示す)

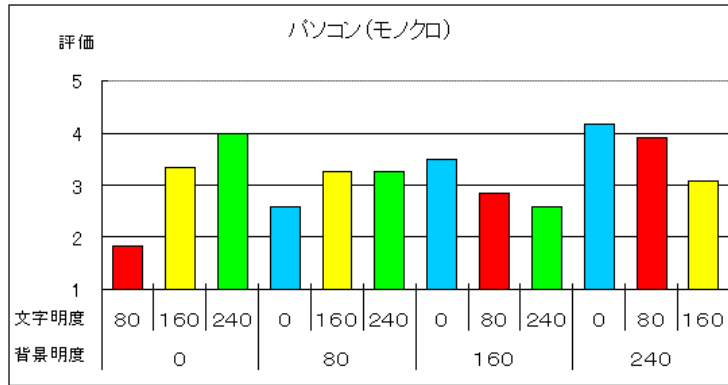
(a)モノクロ

| 背景-文字   | 背景-文字   | 有意確率         |
|---------|---------|--------------|
| 0-80    | 0-160   | $p=0.0005$   |
| 0-80    | 0-240   | $p < 0.0001$ |
| 0-80    | 80-240  | $p=0.0005$   |
| 0-80    | 160-0   | $p < 0.0001$ |
| 0-80    | 160-80  | $p=0.0158$   |
| 0-80    | 240-0   | $p=0.0002$   |
| 0-80    | 240-80  | $p=0.0005$   |
| 0-80    | 240-160 | $p=0.0157$   |
| 0-160   | 0-240   | $p=0.0158$   |
| 0-160   | 80-0    | $p=0.0016$   |
| 0-160   | 80-160  | $p=0.0027$   |
| 0-160   | 160-80  | $p=0.0374$   |
| 0-160   | 160-240 | $p=0.0336$   |
| 0-160   | 240-0   | $p=0.0130$   |
| 0-240   | 80-0    | $p < 0.0001$ |
| 0-240   | 160-0   | $p < 0.0001$ |
| 0-240   | 240-0   | $p=0.0027$   |
| 0-240   | 160-0   | $p=0.0060$   |
| 0-240   | 160-80  | $p=0.0005$   |
| 0-240   | 160-240 | $p=0.0003$   |
| 0-240   | 240-80  | $p=0.0480$   |
| 0-240   | 240-160 | $p=0.0228$   |
| 80-0    | 80-240  | $p=0.0031$   |
| 80-0    | 160-0   | $p=0.0003$   |
| 80-0    | 240-0   | $p=0.0002$   |
| 80-0    | 240-80  | $p=0.0010$   |
| 80-0    | 240-160 | $p=0.0176$   |
| 80-160  | 80-240  | $p=0.0008$   |
| 80-160  | 160-0   | $p=0.0003$   |
| 80-160  | 240-0   | $p < 0.0001$ |
| 80-160  | 240-80  | $p < 0.0001$ |
| 80-160  | 240-160 | $p=0.0269$   |
| 80-240  | 160-80  | $p=0.0218$   |
| 80-240  | 160-240 | $p=0.0250$   |
| 80-240  | 240-0   | $p=0.0076$   |
| 160-0   | 160-80  | $p=0.0010$   |
| 160-0   | 160-240 | $p=0.0043$   |
| 160-0   | 240-0   | $p=0.0034$   |
| 160-80  | 240-0   | $p=0.0002$   |
| 160-80  | 240-80  | $p=0.0012$   |
| 160-240 | 240-0   | $p < 0.0001$ |
| 160-240 | 240-80  | $p=0.0022$   |
| 240-0   | 240-80  | $p=0.0023$   |
| 240-0   | 240-160 | $p=0.0043$   |

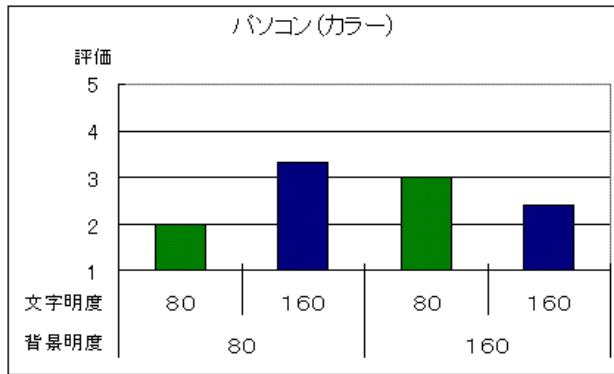
(b)カラー

| 背景-文字  | 背景-文字   | 有意確率         |
|--------|---------|--------------|
| 80-80  | 80-160  | $p < 0.0001$ |
| 80-80  | 160-160 | $p < 0.0001$ |
| 80-160 | 160-80  | $p=0.0052$   |
| 80-160 | 160-160 | $p=0.0194$   |
| 160-80 | 160-160 | $p < 0.0001$ |

### 3.2. パソコンの見やすさ評価の結果



(a)モノクロ



(b)カラー

図 8. パソコン・5段階評価の結果

パソコンの場合の5段階評価の平均値のグラフを図8に、それらの差を検定した結果の有意確率pの値を表3に示す。

図8(a)パソコンの5段階評価・モノクロからも、携帯電話と同じように明度の差が大きければ大きいほど評価が高い。背景明度0の文字明度80と文字明度240が評価の違いが大きい。この二つの有意確率は $p=0.0004$ と有意な差が出たといえる。

図8(b)に示す、パソコンの5段階評価・カラーの結果は、携帯電話と同様に明度の差0は評価が低い。背景明度80の場合、文字明度80と文字明度160の間には $p=0.0064$ と有意な差が現れたが、背景明度160の場合の文字明度80と文字明度160からは有意な差は現れなかった。

表3. パソコン 5段階評価のt検定 (有意確立 $p<0.05$ のものだけ示す)

(a)モノクロ

| 背景-文字   | 背景-文字   | 有意確率       |
|---------|---------|------------|
| 0-80    | 0-160   | $p=0.0008$ |
| 0-80    | 0-240   | $p=0.0004$ |
| 0-80    | 80-0    | $p=0.0086$ |
| 0-80    | 80-160  | $p=0.0060$ |
| 0-80    | 80-240  | $p=0.0002$ |
| 0-80    | 160-0   | $p=0.0002$ |
| 0-80    | 160-80  | $p=0.0009$ |
| 0-80    | 160-240 | $p=0.0008$ |
| 0-80    | 240-0   | $p<0.0001$ |
| 0-80    | 240-80  | $p<0.0001$ |
| 0-80    | 240-160 | $p=0.0086$ |
| 0-160   | 80-0    | $p=0.0077$ |
| 0-160   | 80-160  | $p=0.0034$ |
| 0-160   | 160-240 | $p=0.0060$ |
| 0-160   | 240-0   | $p=0.0269$ |
| 0-160   | 240-80  | $p=0.0232$ |
| 0-240   | 80-0    | $p=0.0009$ |
| 0-240   | 80-160  | $p=0.0081$ |
| 0-240   | 160-80  | $p=0.0265$ |
| 0-240   | 160-240 | $p=0.0047$ |
| 0-240   | 240-160 | $p=0.0293$ |
| 80-0    | 80-240  | $p=0.0020$ |
| 80-0    | 160-0   | $p=0.0032$ |
| 80-0    | 160-80  | $p=0.0135$ |
| 80-0    | 240-0   | $p<0.0001$ |
| 80-0    | 240-80  | $p=0.0007$ |
| 80-0    | 240-160 | $p=0.0321$ |
| 80-160  | 80-240  | $p=0.0194$ |
| 80-160  | 160-0   | $p=0.0209$ |
| 80-160  | 240-0   | $p=0.0019$ |
| 80-160  | 240-80  | $p=0.0016$ |
| 80-240  | 160-240 | $p=0.0123$ |
| 80-240  | 240-0   | $p=0.0024$ |
| 80-240  | 240-80  | $p=0.0272$ |
| 160-0   | 160-240 | $p=0.0132$ |
| 160-80  | 240-0   | $p=0.0107$ |
| 160-80  | 240-80  | $p=0.0234$ |
| 160-240 | 240-0   | $p=0.0008$ |
| 160-240 | 240-80  | $p=0.0001$ |
| 240-0   | 240-160 | $p=0.0099$ |
| 240-80  | 240-160 | $p=0.0126$ |

(b)カラー

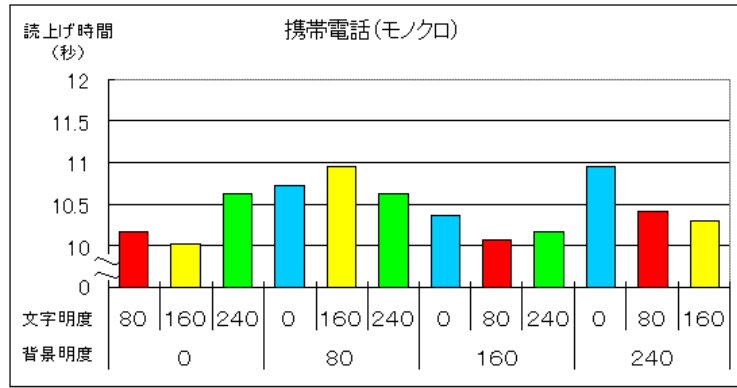
| 背景-文字  | 背景-文字   | 優位確率       |
|--------|---------|------------|
| 80-80  | 80-160  | $p=0.0064$ |
| 80-80  | 160-160 | $p=0.0010$ |
| 80-160 | 160-80  | $p=0.0130$ |



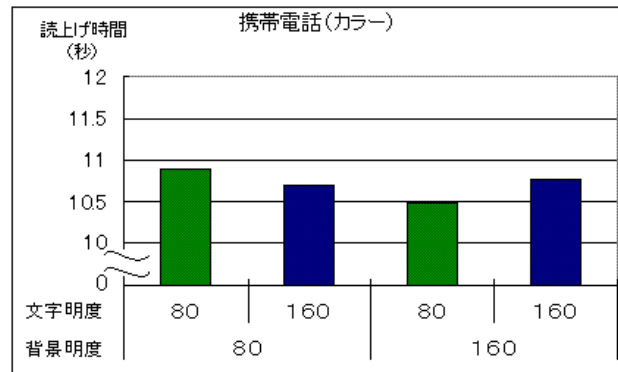
### 3.3. 携帯電話の読上げ時間の結果

表4. 携帯電話 読上げ時間の t 検定  
( $p < 0.05$  のみ、カラーは該当なし)  
モノクロ

| 背景-文字   | 背景-文字   | 有意確率       |
|---------|---------|------------|
| 0-80    | 80-0    | $p=0.0259$ |
| 0-80    | 240-0   | $p=0.0185$ |
| 0-160   | 0-240   | $p=0.0050$ |
| 0-160   | 80-0    | $p=0.0439$ |
| 0-160   | 80-240  | $p=0.0160$ |
| 0-160   | 240-0   | $p=0.0028$ |
| 0-240   | 160-80  | $p=0.0308$ |
| 80-0    | 160-80  | $p=0.0126$ |
| 80-0    | 160-240 | $p=0.0259$ |
| 80-240  | 160-80  | $p=0.0348$ |
| 160-80  | 240-0   | $p=0.0087$ |
| 160-80  | 240-80  | $p=0.0268$ |
| 160-240 | 240-0   | $p=0.0157$ |
| 240-0   | 240-80  | $p=0.0365$ |
| 240-0   | 240-160 | $p=0.0137$ |



(a) モノクロ



(b) カラー

図 9(a)携帯電話の読上げ時間・モノクロは背景 0・文字 160 が一番早い。同じ背景の背景 0・文字 240 と比べると、

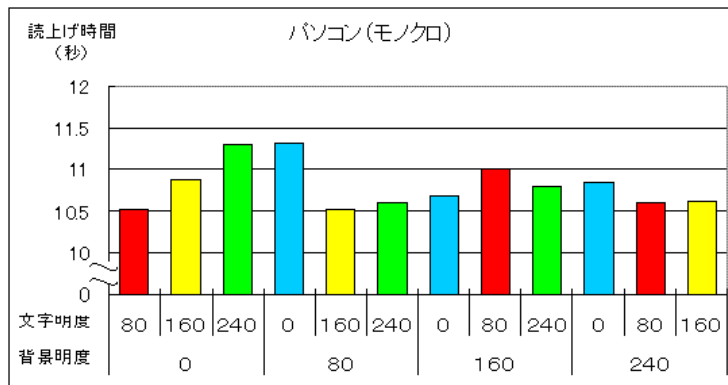
図 9. 携帯電話・読上げ時間の結果

$p=0.0050$ (表4)と有意な差が出た。

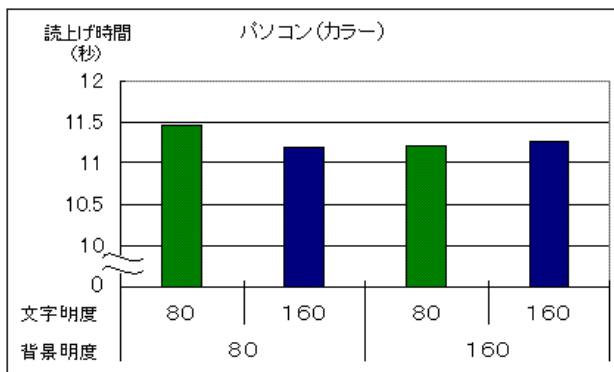
図 9(b)カラーでは背景と文字の明度差がグレースケールで 0 となる組み合わせは読上げ時間が遅い。

### 3.4. パソコン読上げ時間の結果

実験結果を図 10 と表 5 に示す。



(a)モノクロ



(b)カラー

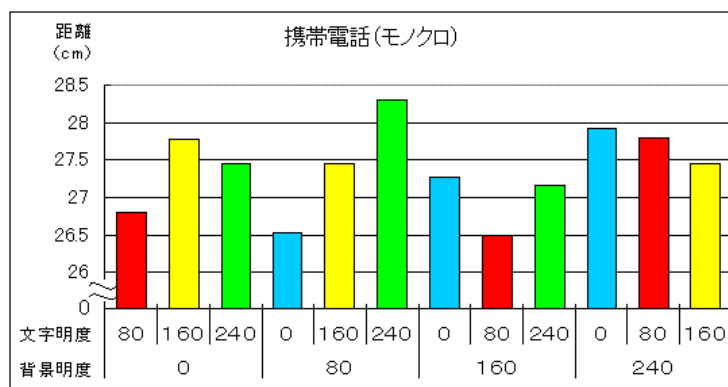
表5. パソコン・読上げ時間の t 検定  
( $p < 0.05$  のみ、カラーは該当なし)  
モノクロ

| 背景-文字 | 背景-文字   | 有意確率       |
|-------|---------|------------|
| 0-80  | 0-240   | $p=0.0176$ |
| 0-80  | 80-0    | $p=0.0004$ |
| 0-160 | 80-0    | $p=0.0434$ |
| 0-240 | 80-160  | $p=0.0205$ |
| 0-240 | 160-240 | $p=0.0205$ |
| 0-240 | 160-240 | $p=0.0462$ |
| 0-240 | 240-80  | $p=0.0481$ |
| 0-240 | 240-160 | $p=0.0478$ |
| 80-0  | 80-160  | $p=0.0272$ |
| 80-0  | 160-0   | $p=0.0429$ |
| 80-0  | 160-240 | $p=0.0407$ |
| 80-0  | 240-160 | $p=0.0329$ |

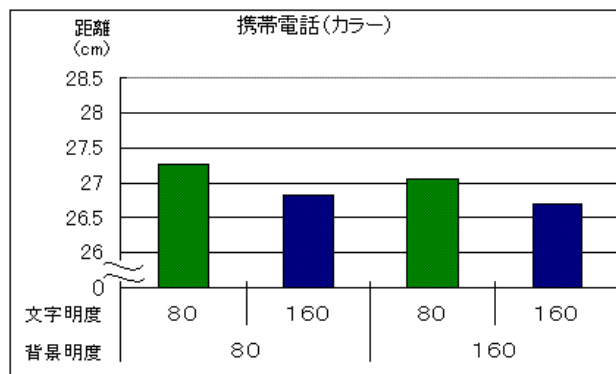
図 10. パソコン・読上げ時間の結果

図 10(a)パソコンの読上げ時間・モノクロでは、背景明度 80・文字明度 160 が一番読上げ時間が早い。同じ背景の背景明度 80・文字明度 0 と比べてみると有意確率  $p=0.0272$  (表 5) のように有意な差が出た。

図 10(b)パソコンの読上げ時間・カラーでは、背景明度 80・文字明度 160 と背景明度 160・文字明度 80 が読上げ時間が早かった。しかし、この二つには有意な差は見られなかった。



(a)モノクロ



(b)カラー

図 11 . 携帯電話・視距離の結果

表 6 . 携帯電話・視距離の t 検定 ( $p<0.05$  のみ、カラーは該当なし) モノクロ

| 背景-文字 | 背景-文字  | 有意確率       |
|-------|--------|------------|
| 80-0  | 80-240 | $p=0.0475$ |
| 80-0  | 160-0  | $p=0.0425$ |

### 3.5 . 携帯電話の視距離の結果

図 11(a)携帯電話の視距離・モノクロから、背景が暗く文字明度の差が 80 しかないもの (とくに 0-80、80-0、160-80) では、視距離の短縮が有意に見られる (表 6)。視距離の短縮は、文字が見にくかったためと考えられる。背景明度と文字明度の差が大きい場合は視距離も長く、読みやすいと言える。

しかし、図 11(b)携帯電話の視距離・カラーから、視距離は背景明度 80・文字明度 80 が視距離が一番長く、明度の差が 0 でも視距離に影響は出なかったと言える。

### 4 . 考察

読みやすさの 5 段階評価は、携帯電話の場合 (図 7) もパソコン (図 8) も、文字と背景の明度の差が大きい程評価が高い。文字と背景の明度の差の絶対値を横軸にして評価結果をグラフにすると、図 12 となる。文字と背景の明度差が大きい程見やすいと評価されたことがよく分かる。

読上げ時間の場合 (図 9、図 10) は、見やすさの 5 段階評価 (図 7、図 8、図 12) と異なり、文字と背景の明度差が大きいほど読上げ時間が早いとは限らなかった。特に明度差が 240 あるものは見やすさの評価は高いにもかかわらず、読上げ時間が遅いのが目立つ。これは、これまでに報告されている研究<sup>1)-9)</sup>とは異なる結果である。今回、携帯電話・パソコンとも液晶画面のバックライトの輝度を最大に設定して実験を行った。今回のような結果が出た理由として、明度差の大きなものを見つめていると残像が残ってしまい、文字を読む邪魔をしてしまうためである可能性がある。あるいは、明度差が大きいと目に大きな負担を与え目に疲労が蓄積したためかもしれ

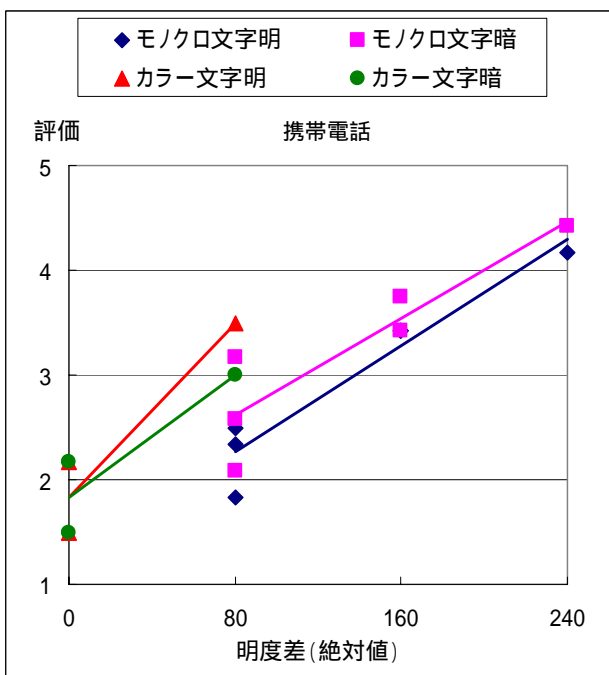
ない。今回の結果は、1文字の文字の見やすさと、異なる文字の列を連続して読上げる場合の視認性または可読性の大きさには、違いがある可能性を示している。

携帯電話の場合にパソコンよりも読上げ時間が短い(図9、図10を比較)のは、携帯電話の場合は距離を任意に移動させることができ、自らの読みやすい距離で読めるためであると考えられる。

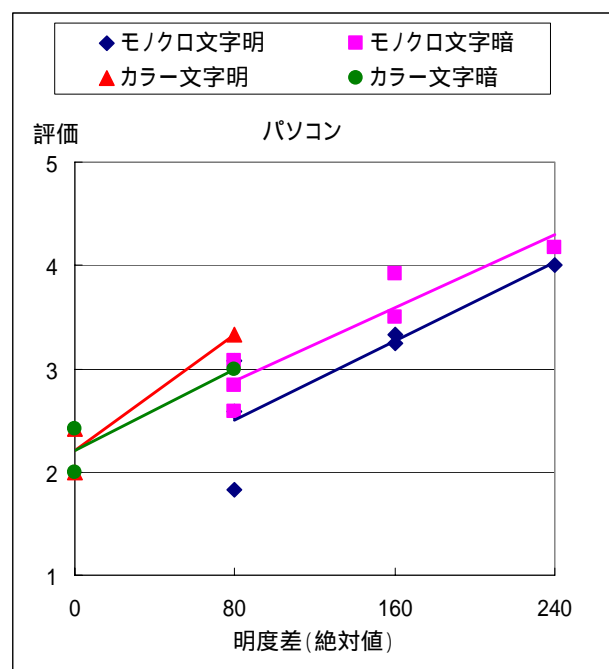
携帯電話の場合の視距離(図11)は、文字と背景の明度の差が大きいほど視距離が長く、明度差が小さくなると視距離の短縮が起きたことを示している。この結果は、これまでに発表されている結果<sup>1) - 9)</sup>とも一致するとともに、視距離の大きさが、文章の可読性よりも文字の見やすさを反映していることを示唆している。

また、見やすさの評価は図12に示したとおり明度差が大きいほど高いが、グレースケールでは同じ明度差80でもモノクロの場合よりカラーのほうが評価が高い。カラーの場合、明度差以外に色相差があるため、そのぶん見やすくなっていると考えられる。明度差0の場合、モノクロでは文字が見えず読むことができないが、色相に差のあるカラーでは読み上げが可能だった。携帯電話(図12(a))・パソコン(図12(b))とも、カラーの場合に、色相差があることで見やすさの評価が高くなっていると言える。このことは、適切な色相差を与えることで、文字が見やすいホームページを作ることができる反面、ユーザが、いわゆる色盲や色弱である場合には、デザイナーの意図に反して見にくいものと感じられてしまうことを示している。これは、バリアフリーのホームページのデザインのために考慮すべきことであると思われる。

また、見やすいホームページを作るには背景と文字の明度の差を大きくすれば良いと考えられるが、今回の結果も、見やすさの評価



(a)携帯電話



(b)パソコン

図12. 文字と背景の明度差と見易さ評価

や携帯電話の視距離の測定結果は、この考えを裏付けるものとなっている。ただし、今回、明度の差が大きい場合に、かえって読み上げ時間が長くなったことから、ホームページ上で文章を読むような場合、明度差が大きすぎるとディスプレイの輝度設定によっては、



可読性が下がる可能性が示されたので、注意が必要である。見やすさの評価の高い配色は、見出しなど強調したい部分に、読上げ時間が早い配色は文章を記述する基本ベースに、それぞれ特徴を生かした利用の仕方をする事で見やすいホームページが作れると考えられる。

## 5. 今後の課題

今回は、被験者の視機能に関しては、実験前本人に尋ねるだけで厳密に検査等は行っていない。被験者の色覚と視認性の関係については、さらに調査が必要である。

また、今回は文字に注目したので、絵がどれだけ影響するかは考えていない。今後、絵や模様の影響を調べれば、見やすく情報が伝達しやすいホームページのデザインに、さらに役立つと思われる。

## 謝辞

今回実験に協力していただいた方々へお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 長谷川・石垣・稲垣・宮元・入江・佐藤・大森・宮尾：ケータイ液晶画面での英文のフォントと画像文字による可読性の比較、ヒューマンインタフェースシンポジウム、pp.983-986 (2004)
- 2) 藤掛・向井・神作・三好・大森・宮尾：高齢者にとって見やすい携帯情報端末・液晶モニタ、日本人間工学会誌、Vol. 40, No. 4, pp. 218-227 (2004)
- 3) 渡辺・大森・高田・宮尾：携帯電話画面の視認性に関する要因の研究、人間工学、Vol. 38 特別号, pp. 488-489 (2002)
- 4) Hasegawa, S., Omori M., Matsunuma, S. and Miyao, M.: Visibility of Graphic

Text on Mobile Phones among Elderly People, *Gerontechnology 2005* (2005) (in press)

- 5) 長谷川・田中・大森・入江・高田・松沼・高尾・宮尾：携帯電話の画像メールによる文字の視認性、日本人間工学会東海支部 2003 年研究大会論文集, pp.14-15, (2003)
- 6) 渡辺・大森・高田・宮尾：携帯電話画面の視認性に関連する要因の研究、人間工学、第 38 巻特別号, pp. 488- 489 (2002)
- 7) 大森・渡辺・福田・高井・高田・宮尾：携帯電話の視認性に関連する機能特性評価、ケータイ・カーナビの利用性と人間工学、pp. 165-168 (2002)
- 8) 宮尾・大森・渡辺・高田・高井：携帯電話の視認性に関連する視覚機能評価、ケータイ・カーナビの利用性と人間工学、pp. 99-102 (2002)
- 9) Omori, M., Watanabe, T., Takai, J., Takada, H. and Miyao, M.: Visibility and characteristics of the mobile phones for elderly people, *Behavior & Information Technology*, vol. 21, No. 5, pp. 313-316 (2002)