

を「読みにくい」、2.5～3.0を「読める」と判定した。結果を表2に示す。この結果を元に、文字色、背景色の各要素及び各要素差のうち読みにくさに影響する要素を抽出するために、主成分分析を行った。結果の一部を表3と図3に示す。

表3より、主成分1から主成分4までで累積寄与率が82.659%となることから、文字色と背景色の読みにくさの総合特性値は主成分1から主成分4といえる。また、主成分1の主成分負荷量を見ると、背景色の色相・彩度・明度、色相差・彩度差・明度差の主成分負荷量の絶対値が大きいことから、主成分1は「背景色の各要素と各要素差」を表す変数と推察される。同様に、主成分2は「文字色の各要素と背景色の彩度・明度」、主成分3は「文字色の明度と明度差」、主成分4は「文字色の彩度と背景色の色相、色相差」を表す変数と推察される。どの評価に対しても同様のばらつきが見られることから(図3)、どの評価を得るにも、主成分1から主成分4は影響していると考えられる。

3.2 クラスタ分析 サンプルの判定別にクラスタ分析を行い、「読めない」「読みにくい」「読める」と判定したクラスタをそれぞれC1～50、C51～100、C101～150の計150クラスタに分けた。また、全クラスタの中から各要素差の値が類似するものをまとめ、29個のグループに分けた。

すべての判定が見られたグループとして〈C29・C84・C105〉がある。これらの要素差の中央値を図4に、文字色の彩度-明度を図5に、背景色の彩度-明度を図6に示す。判定ごとの各要素差に大きな差は見られないが、C105は文字色・背景色ともに明度が60以上に分布しているのに対し、C29・C84は文字色・背景色ともに明度が60以下に分布している。また、どのクラスタも背景色は無彩色である。以上のことから、背景色が無彩色の場合、文字色・背景色の明度が共に低いと、読めない、もしくは読みにくいと考えられる。

「読めない」のみが見られたグループとして〈C43〉がある。この各要素差の範囲を図7に示す。この範囲内に「読みにくい」「読める」と判定されたサンプルがないことから、各要素差がこの範囲内にあるものは読めないと考えられるので、使用を推奨しない。

「読める」のみが見られたグループとして〈C139〉がある。この各要素差の範囲を図8に示す。この範囲内に「読めない」「読みにくい」と判定されたサンプルがなかったことから、各要素差がこの範囲内にあるものは読めると考えられる。

4. 結論

本研究より、文字色と背景色の組み合わせによる文字の読みにくさは4つの主成分によって説明する

表3. 主成分分析結果

	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	
主成分負荷量	文字色色相	0.18543	0.54512	-0.20015	-0.08100
	文字色彩度	0.22939	0.32744	-0.31641	0.56363
	文字色明度	0.04861	0.52027	0.50387	-0.09831
	背景色色相	-0.36752	0.19927	0.03720	0.51208
	背景色彩度	-0.41705	0.30079	0.06266	0.03497
	背景色明度	-0.32088	0.35824	-0.28331	-0.26810
	色相差	0.41934	0.23894	-0.17456	-0.45507
	彩度差	0.46255	-0.03779	-0.23780	0.31039
	明度差	0.32993	0.08890	0.65828	0.16533
寄与率	36.969	18.437	14.891	12.362	
累積寄与率	36.969	55.406	70.297	82.659	

※濃い部分が主成分として抽出された要素及び要素差

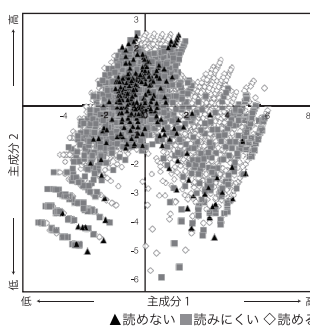


図3. 主成分得点の散布図(一部抜粋)

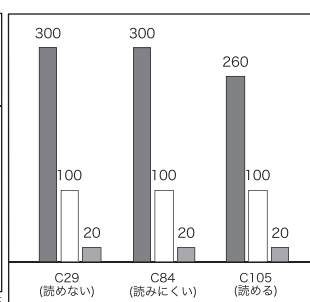


図4. 〈C29・C84・C105〉中央値

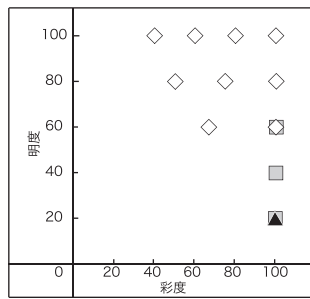


図5. 〈C29・C84・C105〉文字色彩度-明度

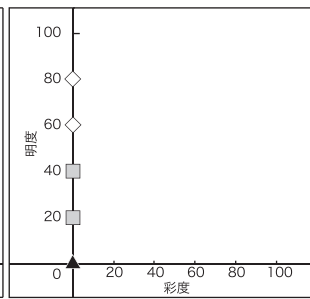


図6. 〈C29・C84・C105〉背景色彩度-明度

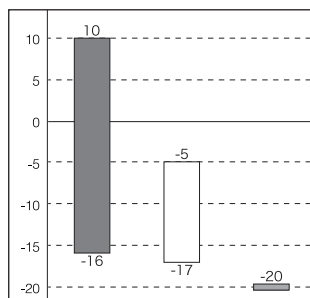


図7. 〈C43〉各要素差の範囲

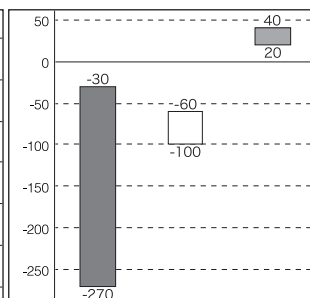


図8. 〈C139〉各要素差の範囲

ことができた。また、文字色・背景色の各要素及び要素差の値を確認することにより、「読めない」「読みにくい」「読める」を判定できた。今後の課題として、本研究では使用しなかった文字色・背景色の組み合わせを同様の実験で判定し、文字の読みにくさに関わる配色の規定となる数値を更に明らかにする必要がある。

【注釈及び参考文献】

- 1) 内閣府：平成26年3月実施調査結果：消費動向調査，内閣府（オンライン），入手先（<http://www.esri.cao.go.jp/stat/shouhi/2014/201403shouhi.html>）
- 2) 富士通：7.1.4.3 最低限のコントラストに関する達成基準，富士通（オンライン），入手先（<http://jp.fujitsu.com/about/design/ud/jis-sc/sc7143.html>）
- 3) OSやコンピュータの違いによらず、どんな環境でも表示できる色。赤・青・緑の三原色をそれぞれ6段階に分けて216色が定義されている。
- 4) 1978年にアルヴィン・レイ・スミスによって考案された、色相(Hue)、彩度(Saturation)、明度(Value)の三つの成分からなる色空間。

ディスプレイ上での文字色と背景色の組み合わせによる文字の読みにくさの研究 —Web セーフカラー 216 色を用いて—

指導教員 須藤 正時 准教授

鶴口 華純

1. 背景と目的

国内における平成 25 年度末のスマートフォンの世帯保有率が 54.7%、パソコンの世帯保有率が 78.7%¹⁾であることから分かるように、ディスプレイを介した情報伝達が広く活用されている。それに加え、ディスプレイ技術が発展し、画面上で 6 万色以上の色が自由に配色できるようになったことで、色による表現の幅が広がった。その一方、文字色と背景色の組み合わせの多様化により文字が読みにくいウェブページが存在し、作成者が閲覧者に適切に情報を伝えられない場合がある。テキスト及び画像化された文字の視覚的な表現には、少なくとも 4.5:1 のコントラスト比が必要だと定められている²⁾が、このコントラスト比を遵守してもなお読みにくいウェブページが存在するため、さらなる配色への規定が必要だと考えた。

そこで、Web セーフカラー 216 色³⁾を用いた場合のディスプレイ上での文字色と背景色の組み合わせについて、コントラスト比のみにとらわれず、文字の読みにくさに関わる色の要素と、その閾値を明らかにすることを目的とし、本研究を行う。

2. 実験計画

図 1 に示すように、ディスプレイに評価サンプル(以下、サンプル)を表示し、文字色と背景色の組み合わせによる文字の読みにくさの評価実験を行った。ディスプレイに表示させるサンプルは、愛知県及び名古屋市近隣市町村のホームページを参考に作成した。サンプルの大きさは 146.3px×42px、フォントはヒラギノ角ゴシック ProN、フォントサイズは 18pt とした。ディスプレイには、Apple 社製 iMac (21.5-inch, Mid 2011) を使用し、ディスプレイプロファイルは「iMac」に設定した。ディスプレイの垂直照度は 500lx 以下、キーボード上の照度は 300lx 以上にし、評価者とディスプレイの距離は約 45cm とした。

また、本研究において色空間は HSV 色空間⁴⁾を使用する。HSV 色空間の模式図を図 2 に示す。色相、彩度、明度を要素とし、文字色の各要素から背景色の各要素を引いたものをそれぞれ色相差、彩度差、明度差とした。

2.1 予備実験 予備実験では、文字色・背景色にそれぞれ Web セーフカラー 216 色を用いた 46440 通りのサンプルを評価した。評価者は男性 2 人、女性

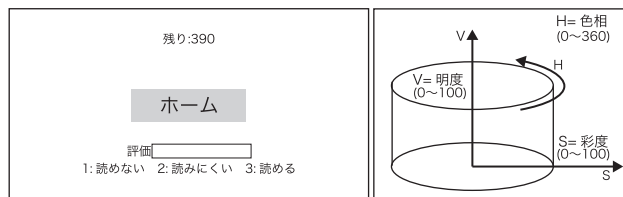


図 1. 評価サンプル表示例

図 2. HSV 色空間模式図

表 1. 予備実験結果とその判定

表 2. 本実験結果

判定	判定基準	個数	判定	判定基準	個数
読めない	二人共「読めない」	30058	読めない	1.0~1.5	262
	一人は「読みにくい」、一人は「読めない」				
	一人は「読める」、一人は「読めない」				
読みにくい	二人共「読みにくい」	14984	読みにくい	1.5~2.5	1510
	一人は「読める」、一人は「読みにくい」				
読める	二人共「読める」	1398	読める	2.5~3.0	3010
計		46440			4782

2 人の計 4 人である。1 人あたり 2 万～3 万個のサンプルを評価し、1 つのサンプルにつき、2 人の評価が得られるようにした。評価は 1 「読めない」、2 「読みにくい」、3 「読める」の 3 段階で行った。得られた結果と、結果に対して行った判定を表 1 に示す。

2.2 本実験 本実験では、以下の 2 つの条件に分けてサンプルを選定した。【条件 1】文字色・背景色それぞれに無彩色 6 色、寒色 49 色の計 55 色を用いた組み合わせのサンプルのうち、予備実験で「読みにくい」「読めない」と判定したサンプル。【条件 2】文字色には Web セーフカラー 216 色を、背景色には無彩色 6 色と HSV 色空間の色相の値が約 30 ごとで、彩度・明度の値が約 100 のものを選択した 12 色の計 18 色を用いた組み合わせのサンプルのうち、予備実験で「読みにくい」「読めない」と判定したサンプル。条件 1 で 2337 個、条件 2 で 2445 個の計 4782 個のサンプルを選定した。

評価者は男性 16 人、女性 14 人の計 30 人である。サンプルを 6 つのグループに分割し、1 人 1 グループ約 800 個のサンプルを評価した。各グループに被験者を 5 人ずつ割り当てることにより、1 サンプルにつき 5 人の評価を得た。評価は、グループ内でサンプルの表示順をランダムに変化させて行った。評価は 1 「読めない」、2 「読みにくい」、3 「読める」の 3 段階で行い、1 個のサンプルを評価するごとに 2 秒のレストを挟んだ。評価者は、評価方法や操作の説明を受け練習をした後、評価に移った。休憩は、400 個のサンプルを評価した後に 1 度だけ挟んだ。

3. 結果と考察

3.1 主成分分析 サンプルごとに評価の平均値を出し、平均値が 1.0～1.5 を「読めない」、1.5～2.5