

2012 年度 卒業研究論文

情報化社会と色覚異常者支援

岡山理科大学

総合情報学部

情報科学科

澤見研究室

I06I020 黒神 大介

目次

1	はじめに.....	1
2	色覚異常について.....	1
3	CIE1931 を用いた比較.....	1
4	対処法	3
4.1	色の組み合わせ.....	3
4.2	WCAG.....	3
4.2.1	明度差	3
4.2.2	色の差	4
4.2.3	コントラスト比.....	4
5	改善案	5
6	実在する web ページによる例.....	5
7	改善案の実践	7
8	まとめ	10
	参考文献	10

1 はじめに

急速に情報化が進む現代社会では、様々な視覚的効果を与えるべく彩り豊かなホームページが作られ、各種の情報が提供されている。しかし、その中には色覚異常者に対して配慮が充分になされていないものも存在する。これら多くの情報を色覚異常者が手軽に享受できないのは大きな損失だと考えられる。そこで、色覚異常者に関係した RGB 値を用いた指標に注目して今回の研究に取り組んだ。

2 色覚異常について

色覚異常とは視細胞が特定の色を感じられない、あるいは感じにくい状態のことを指す。色覚異常には先天性のものと後天性のものがある。このうち後天性の色覚異常については、緑内障や白内障といった色覚だけでなく視力や視野への影響もあることから、色覚異常者支援という立場からはカバーするのが困難なものがある。そこで、ここでは先天性の色覚異常のみに限ることとする。先天性色覚異常の率は日本人では男性が 5%、女性が 0.2%となっており、情報化社会からもそう縁遠いものでないことがうかがえる[1]。

3 CIE1931 を用いた比較

色覚異常者の色の見え方を把握するべく、ColorAC を用いて作成した CIE1931 の xy 色度図の色を Vischeck によって変換し、画像と元の画像とで比較する[2][3]。ここでは、色覚異常の種類の中でも多いとされる赤色を感じられない状態と、緑色を感じられない状態を取り上げる。これより明らかなように、全ての色が健常者と同じように、見えているわけではないことには留意しなければならない。また、色覚異常者の中でも、見え方に程度差があることにも留意しなければならない。

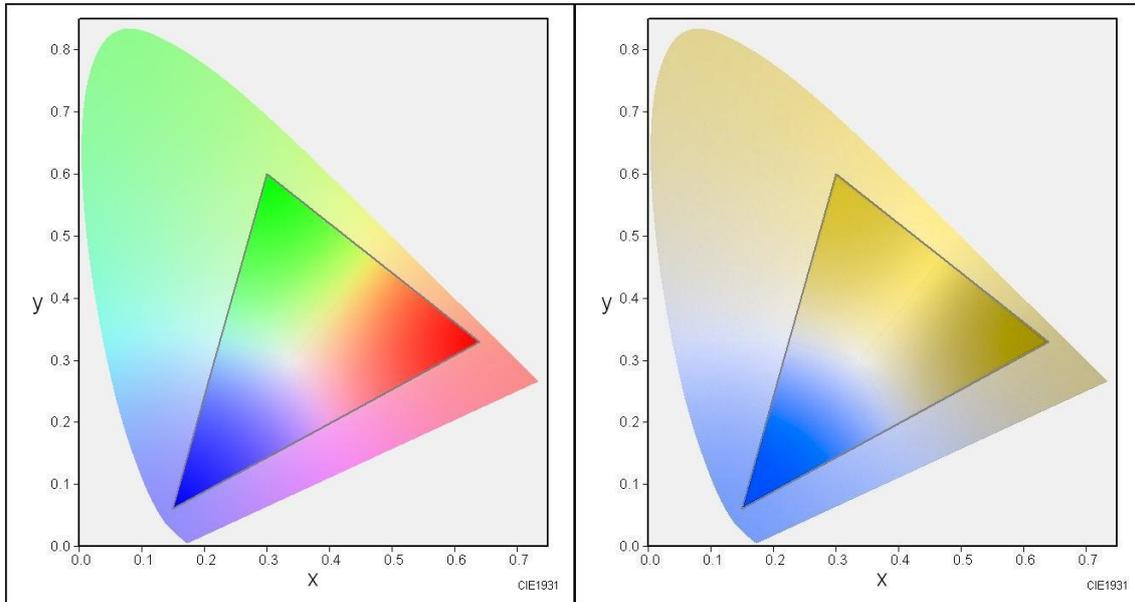


図 1 正常な色覚と緑色が感じられない状態との比較

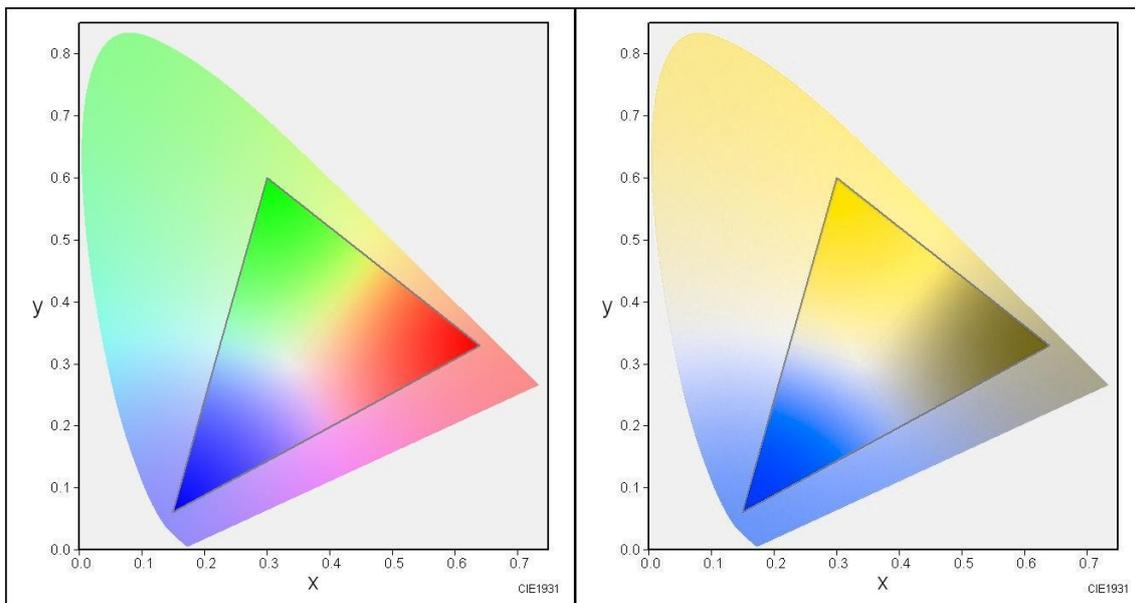


図 2 正常な色覚と赤色が感じられない状態との比較

緑色が感じられない状態(図 1)では左側に示した正常な色覚からの見え方に対して、緑色と赤色がほぼ同じような色になり、の区別が付きにくいことが伺える。赤色が感じられない状態(図 2)では、緑色が感じられない状態よりかは幾分区別が付きやすいが、どちらにせよ緑色と赤色の区別が付きにくいことが伺える。

4 対処法

色覚異常者にも配色を見分けやすくするための対処法として、色の組み合わせに気をつけることと、WCAGによって定められた基準を用いることが挙げられる。この項目ではこのことについて主に解説する。

4.1 色の組み合わせ

まず挙げられるのが単純に見分けにくい色の組み合わせを避ける事である。赤と緑、橙と黄緑、緑と茶、青と紫、桃と白または灰、緑と黒または灰、桃と水、赤と黒が一般的に見分けにくいとされている色である。デザインする前段階から頭に入れておくことで、ある程度見分けにくい色の組み合わせから遠ざかることができる。

4.2 WCAG

次に W3C(WorldWideWebConsortium)の WCAG(WebContentAccessibilityGuidelines)で定められた基準を使って前景となる文字の色と背景の色の組み合わせの良し悪しを測る方法が挙げられる。WCAGにはWCAG1.0とWCAG2.0が存在し、WCAG1.0では明度差と色の差、WCAG2.0ではコントラスト比の指標が基準として定義された[4][5]。WCAG2.0が発表された現在もWCAG1.0の基準を用いることもあり、併せて使うことでより高い効果が得られると考えられる。

4.2.1 明度差

明度とは色の明るさのことを指す。明度は次の式によりRGB値から求められる。

$$(R * 299 + G * 587 + B * 114) / 1000$$

この式で組み合わせる色の明度をそれぞれ求め、その差をとったものが明度差となり、それが125以上とれることが望ましい。見分けやすさが最良の組み合わせとなる白と黒の最大値では、明度差は255となる。

4.2.2 色の差

色の差は背景と前景の RGB ごとの値の差の合計のことを指す。色差という名前で定義されているが、色差では L^*a^*b 表色系等における NBS 単位を用いたものを指すので、ここでは便宜上色の差として呼ぶ。色の差は次の式で求められる。

$$(\max R - \min R) + (\max G - \min G) + (\max B - \min B)$$

この式で求めた値が 500 以上となることが望ましい。白と黒の組み合わせの場合でも色の差は 765 にしかならず、一般的な色の差として達成は困難なので、他の基準ほど重要視する必要はないと考えられる。

4.2.3 コントラスト比

コントラスト比は相対輝度を用いた比率のことである。正規化した RGB 値を用いて R' , G' , B' を求め、相対輝度 $L1$, $L2$ を算出し、相対輝度を用いることによってコントラスト比を求めることができる。

$$sR = R / 255$$

$$sR \leq 0.03928 \text{ の場合 } R' = sR / 12.92$$

$$\text{そうでない場合 } R' = \{(sR + 0.055) / 1.055\}^{2.4}$$

G', B' も同様に求める

$$L1, L2 = R' * 0.2126 + G' * 0.7152 + B' * 0.0722$$

値の大きい方を $L1$, 小さい方を $L2$ とし

$$(L1 + 0.05) / (L2 + 0.05) = C$$

比 $C : 1$ でコントラスト比は表される。4.5 : 1 以上で最低限のコントラスト比が確保され、大きい文字の場合は 3.0 : 1 以上で最低限のコントラスト比が確保される。また、7.0 : 1 以上でより十分なコントラスト比が確保され、大きい文字の場合は 4.5 : 1 以上でより十分なコントラスト比が確保される。白と黒の場合は最大値 21.0 : 1 となる。

5 改善案

RGB 値は一般に 8 ビット符号なし整数として 0 から 255 の間に定義されるので、前景と背景の RGB 値の片方を調整することでそれぞれ最低でも 128 の距離を取ることができる。このことを利用して、RGB 値をそれぞれ調整すると、明度差は 22 から 128、色の差は 384 に改善することができる。コントラスト比は不定だが、改善できるのではないかと予想できる。この方法で調整した結果、節 4.1 で挙げた良くない色の組み合わせになる可能性もあるので、その点には注意しなければならない。この手法を用いて色の組み合わせの改善をオートメーション化することを目指した。

6 実在する Web ページによる例

これまでに述べてきたことを基にして、実在する Web ページの配色に関する評価を行う。

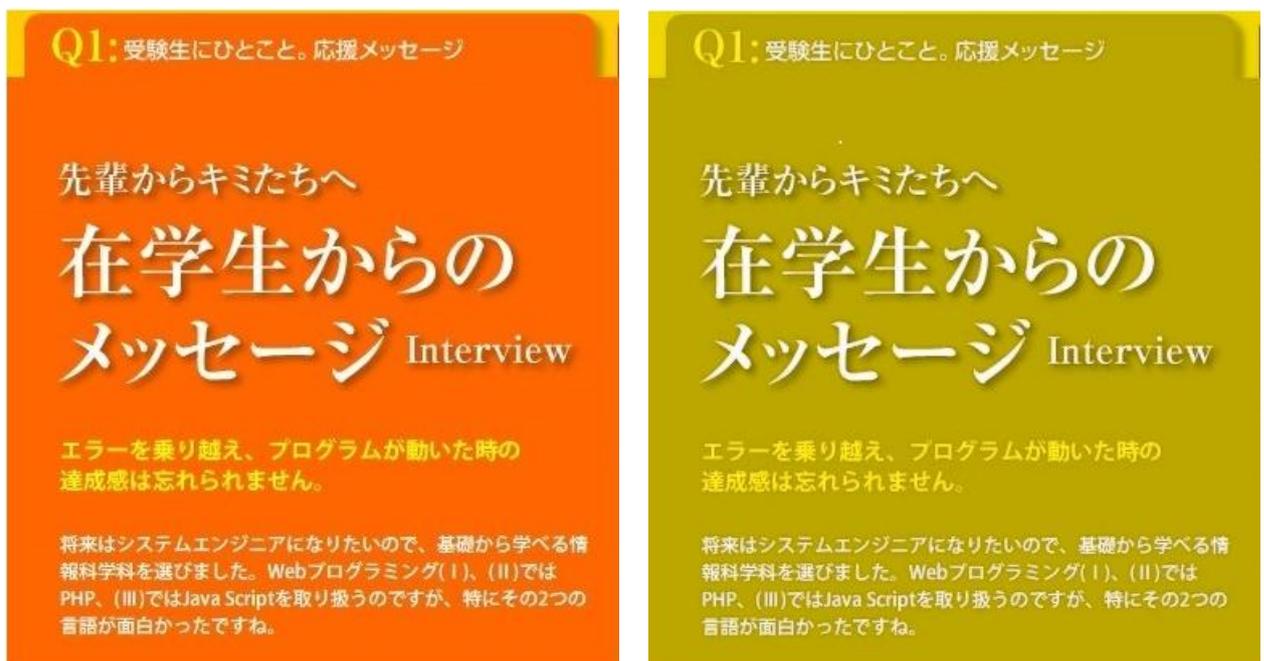


図 3 情報科学科の Web ページを用いた比較
(左が正常な色覚から見た状態, 右は緑色が感じられない状態)

本学科の Web ページの一部を用いて比較する(図 3). 左側が正常な色覚から見た場合, 右側は緑色が感じられない状態から見た画像の比較したものである。この中でも黄色で書かれた文章は緑色を感じられない状態では、元々橙色と黄色が近い色であるため、背景と区別がつきにくくなっていることが分かる。



図4 区別がつきにくい部分を簡略化した画像

区別のつきにくい部分を抜き出し(図4), 背景の橙色(R = 255, G = 102, B = 0)と前景の黄色(R = 255, G = 220, B = 30)のみに簡略化して文字のにじみ等をなくした画像にし, この部分について明度差, 色の差およびコントラスト比を求めている(表1).

表1 橙色と黄色の組み合わせの各指標と基準の判定

明度差	73	×
色の差	148	×
コントラスト比	2.2:1	×

その結果, 先に述べた WCAG の基準をどれも満たしておらず, 良い色の組み合わせとはいえないことがわかる. 元の色組み合わせ(図4)を緑色を感じられない状態に変換し, どのように見えているかを図示した(図5).



図5 元々の色の組み合わせの画像を変換した結果

緑色を感じられない状態に変換した結果, 比較した段階で述べた通り, 元々橙色と黄色が近い色であるため, 前景と背景の区別がつきにくいことがわかる.

7 改善案の実践

節5で提案した手法に基づき、見分けやすい色の組み合わせにする改善案の一例を示す。



エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の
達成感は忘れられません。

図6 背景の橙色を調整した画像

まず背景の橙色(R = 255, G = 102, B = 0)を調整して紫色(R = 127, G = 92, B = 158)に変換した(図6)。この場合の明度差、色の差およびコントラスト比を計算する(表2)。

表2 紫色と黄色の組み合わせの各指標と基準の判定

明度差	99	×
色の差	384	×
コントラスト比	3.9	○

その結果、橙色と黄色の組み合わせ(表1)と紫色と黄色の組み合わせ(表2)を比較するとわかるように、各指標がある程度改善されたものの、基準を満たしているのは大きい文字における最低限のコントラスト比しか確保できていないことがわかる。背景を調整した画像(図6)を緑色を感じられない状態に変換し、どのように見えているかを図示した(図7)。



エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の
達成感は忘れられません。

図7 背景の橙色を調整して変換した結果

緑色を感じられない状態に変換した結果、橙色と黄色の色の組み合わせの画像を緑色を感じられない状態に変換した結果(図5)より、前景の文字と背景の色の区別がつきやすくなっていることがわかる。

エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の達成感は忘れられません。

図 8 前景の黄色を調整した画像

次に前景の黄色(R = 255, G = 220, B = 30)を調整して緑色(R = 127, G = 230, B = 128)に変換した(図 8)。この場合の明度差, 色の差およびコントラスト比を計算する(表 3)。

表 3 橙色と緑色の組み合わせの各指標と基準の判定

明度差	51	×
色の差	384	×
コントラスト比	1.9	×

その結果, 橙色と黄色の組み合わせ(表 1)と橙色と緑色の組み合わせ(表 3)とを比較するとわかるように, 色の差のみしか改善されておらず, 逆に良くない色の組み合わせになってしまったことがわかる。前景を調整した画像(図 8)を緑色が感じられない状態に変換し, どのように見えているかを図示した(図 9)。

エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の達成感は忘れられません。

図 9 前景の黄色を調整して変換した結果

緑色が感じられない状態に変換した結果, 背景の橙色を調整して変換した結果(図 7)だけでなく, 橙色と黄色の組み合わせの画像を変換した結果(図 5)より色の区別が見分けにくくなっていることが分かる。

エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の達成感は忘れられません。

図 10 明度差 128 を達成した画像

デザイン性を無視し、前景の色も背景の色も調整して、今回の改善案で達成できる明度差の最良値 128 を達成した色の組み合わせにした(図 10). 背景の橙色(R = 255, G = 102, B = 0)を調整して茶色(R = 127, G = 92, B = 0), 前景の黄色(R = 255, G = 102, B = 0)を調整して肌色(R = 255, G = 220, B = 128)となっている. この場合の明度差, 色の差およびコントラスト比を計算する(表 4).

表 4 茶色と肌色の組み合わせの各指標と基準の判定

明度差	128	○
色の差	384	×
コントラスト比	4.6	◎

その結果, 明度差の基準が満たされ, コントラスト比は小さい文字における最低限のコントラスト比と, 大きい文字におけるより十分なコントラスト比が確保されており, 良い色の組み合わせになったといえる. より白と黒の組み合わせに近付いているので, 見分けやすい色の組み合わせになったが, 元のデザイン性は明らかに損なわれており, デザインの観点からはあまり良いものではないと考えられる. 明度差 128 を達成した画像(図 10)を感じられない状態に変換し, どのように見えているかを図示した(図 11).

エラーを乗り越え、プログラムが動いた時の達成感は忘れられません。

図 11 明度差を 128 に調整したものを変換した結果

緑色が感じられない状態に変換した結果, 見分けやすいだけでなく, 変換前の色と比べてそこまで色が変わっていないので, 緑色が感じられない状態でも変換前の色の組み合わせがどういうものだったか理解することができる.

8 まとめ

今回の研究では RGB 値を用いた指標，とりわけ WCAG が定めた基準を中心に前景である文字の色と背景の色の組み合わせについて理解を深めた．また，それを用いて見分けにくい色の組み合わせの改善をオートメーション化する手法の一つを提案することができた．しかし，その手法で改善した結果，必ずしも元々の色の組み合わせより良い色の組み合わせになるとは限らず，安定性に欠けることが分かった．今後の課題として，安定して元々の色の組み合わせより良い色の組み合わせになるよう改善することが挙げられる．

参考文献

- [1] 日本眼科学会:目の病気 先天色覚異常
http://www.nichigan.or.jp/public/disease/hoka_senten.jsp
- [2] 色度図作成ソフト ColorAC のページ
<http://n-colorspace.cool.coocan.jp/index.html>
- [3] Vischeck
<http://www.vischeck.com/>
- [4] Web Content Accessibility Guidelines 1.0
<http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- [5] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0
<http://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>