

# 色覚多様性に対応したウェブサイト色変更システムの開発と検証

@iDeiDiot

## はじめに

本論文は、色覚多様性に対応することを目的とし、ウェブサイト上の認識しづらい文字色を変更するシステムの開発とその検証についてまとめたものである。

ウェブサイトの色表現によっては、情報の正確な取得が困難となる場合がある。遺伝的な要因により、一人一人に色の見え方が異なり、その種類には正常な色覚である3色型色覚だけでなく、赤と緑の判別が困難な2色型第1・2色覚や赤要素のみが受け取れる赤錐体一色型色覚などが含まれる。このような色覚特性を持つ人は、日本国内には約500万人以上いると推定されている。そのため、個々の色覚多様性に配慮されていない色表現では情報を受け取りづらい場合があるのだ。

色覚多様性による情報収集の困難さを克服するため、ウェブページ上の色表現を任意に変更できるシステムの開発を行った。ウェブページ上の色表現は、HTMLおよびCSSを編集することで変更可能であり、さらにJavaScript(以下JS)を用いることで動的に色表現を変更するシステムを構築することができる。このシステムにより、個々の色覚多様性に対応した色に変更することで、より見やすいウェブページを実現することを目指した。

## 目的

本研究では、色覚異常を抱える人々がウェブサイトを閲覧しやすくなるために、WEBページに使われている色を操作するシステムを作成し、検証を行う。

## 方法・結果

### 1. システムのコンセプト

システムの作成にあたって、色覚異常の原因とその障害を解消するアイディアを述べる。色覚異常の原因について『細胞工学「色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション - 色覚の原理と色盲のメカニズム」』(岡部 正隆 伊藤 啓.2002年)では次のように述べられている。

眼球の中の色を赤、緑、青の3つの要素で色を受け取る機関である錐体の機能が、遺伝子の変異などで変化すると、色覚は特徴的な先天的影響を受ける。これには、赤、緑、青の錐体のいずれかの視物質タンパク質(オプシン)の遺伝子が発現しなくなった場合に起きる2色型色覚(強度の色盲、いわゆる色盲)や、オプシン遺伝子の変異によって視物質の分光吸収特性が大きく変化して、同じ光に対する錐体の活動度が大きく変化した場合に起きる異常3色型色覚(軽度の色盲、いわゆる色弱)が挙げられる(図1)。

つまり、機能変化した錐体が受け取ることのできない色以外の要素を操作することで、色覚多様性に起因する制約を考慮し色以外の視覚情報を補完することで、色覚異常を持つ人々でも情報を適切に理解できる可能性があると考えた。

ウェブサイトに使われる色は一般的にカラーコードで表される。カラーコードは十六進法の六桁で表されており、#ff0000のように上2桁が赤(L)、中2桁が緑(G)、下2桁が青(B)の要素を表している。この要素は眼にある錐体が受け取れる色と一致しており、その数値を操作することで、受け取る色が変化する。

ウェブサイト上で文字または背景色を操作させる事ができればプログラムを編集せずとも自身が文字を認識しやすい画面に手軽に編集できる。これを実現するためのシステムを以下の方法で行った。

### 2. 必要な機能を揃えたシステムのプログラミング

HTMLとCSSでページの構造を作り、JSでスライダー機能や色を変更する動きを追加している。

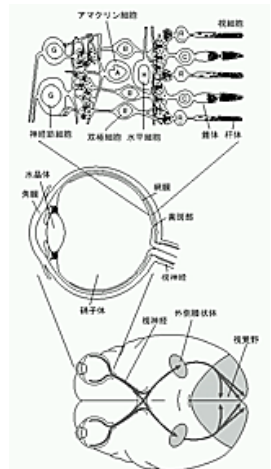


図1 眼球と神経のモデル

## 2-1. 色を操作するスライダーの設置

数値を操作する方法として最もわかりやすいものはスライダーだ。スライダーとは棒状のトラックに沿って円形の印を操作することで数値を範囲内で操作できる入力要素のことで、視覚的に煩雑にならないという利点がある。

HTMLのスライダー部分には、RGB(赤・緑・青)の値を操作できるスライダーを用意し、各スライダーを動かすことで文字の色を調整できるようにした。

input type="range"とすることでスライダーが設置でき、min="0"からmax="255"までの範囲で色の調整ができる(図2)。RGBの各値を変更することで、文字の色がリアルタイムに変わる。

JSでは、スライダーの値を取得し、それを文字に反映させている。

updateColor関数は、スライダーの値を取得して overview2部分の文字色を変更する。

各スライダーに対してaddEventListener("input", updateColor)と設定し、スライダーが動かされるたびに色が更新されるようにする(図3)。

## 2-2. 文章部分にIDを付与する

HTMLでは、色変更の対象となる文字が任意のID、

```
<!-- Slider Popup -->
<div class="color-slider" id="color-slider">
  <div class="popup-content">
    <span class="close-slider">&times;</span>
    <div>
      <label for="redRange">Red</label>
      <input type="range" id="redRange" min="0" max="255" value="200">
    </div>
  </div>
```

図2 スライダー部分のHTML(緑・青省略)

```
const redRange = document.getElementById("redRange");
const greenRange = document.getElementById("greenRange");
const blueRange = document.getElementById("blueRange");
// Update the text color based on slider values
const updateColor = () => {
  const r = redRange.value;
  const g = greenRange.value;
  const b = blueRange.value;
  overview2.style.color = `rgb(${r}, ${g}, ${b})`;
};
```

```
redRange.addEventListener("input", updateColor);
greenRange.addEventListener("input", updateColor);
blueRange.addEventListener("input", updateColor);
```

図3 JSの値取得・反映のためのプログラム

ここではoverview2というIDで指定された部分の文字色がスライダーの操作により変わる(図4)。

```
59 <div class="overview2" id="overview2">
60   <h2>Overview</h2>
61   <ul>
62     <li>上のボタンを押してください。</li>
63     <li>表示されたポップアップのスライダーを動かすと、以下の文章の色を変更することができます。</li>
64   </ul>
65   <p>
66     以下はサンプルテキストです。<br />Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer nec odio.
67   </p>
```

図4 HTMLでIDを指定した文字

HTMLでIDを指定した要素とスライダーで設定した値をJSで取得することで、overview2部分の色がリアルタイムに変更できるようにした。

以上がこのプログラムのコードとシステムである。



図5 作成したサイト



図6 図5のテキストの色を変更したもの

スライダーを表示させるボタン、文字の色を操作するスライダー、色を変更できる文字を設置したサイトを公開した(図5)。また、文字の色を変更することができた(図6)。

作成したサイトを使って、色覚異常を持つ同級生1名を対象に色の認識性を考慮したウェブサイトのヒアリングおよび検証を行った。ヒアリングの結果、被験者は「赤色と緑色の見分けがしづらく、青色と紫色の識別も難しい」色覚特性を持つことが判明した。

東京研修で東京電機大学と東京視覚障害者生活支援センターに伺った際、視認性を高めるにはコントラストを良くしたほうがよいという意見をいただいた。そこで文字の色を変えるシステムだけでなく縁取り文字をつけるシステムの作成と、同じポップアップに作ったシステムを設置する。

図11 作成したポップアップと「CUSTOM」ボタンを押したときの動作

## 5. 作成したサイトを公開する

ここまで作成したサイトをGithubを利用して公開した。Githubでは、個人が作成したプログラムをアップロードし、インターネットを介して全世界に公開することができる。以下はGithubで公開したサイトのリンクである。

[ideidiot.github.io/miraikoro3\\_sozan\\_jhs/](https://ideidiot.github.io/miraikoro3_sozan_jhs/)

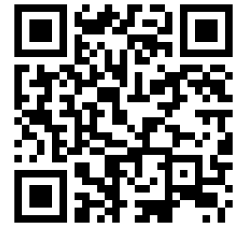


図12 作成したサイトのQRコード

また、図12がこのリンクのQRコードである。  
これらの取り組みにより、システムの基本的な動作を実現することができた。

## 考察

本研究では、色覚異常を持つ被験者に配慮した色変更システムをウェブサイトを導入し、システムの有用性を検証した。その結果から、特に赤や緑、青や紫の識別が困難な被験者にとって、色変更機能が視認性向上に有効であることが明らかとなった。このシステムは、文字に縁取りを付けたり特定の色成分(RGB)のみを調整したりすることで、元の背景色を保ちつつ視認性を適切に改善できる仕様であるため、視認性に優れた柔軟な対応が可能であり、本システムの視認性向上に一定の効果が認められたと考えられる。しかし、限られたサンプルでの評価であり、今後さらなる検証が必要である。

## 結論

本研究では、色覚多様性に配慮した色を変更するシステムの有用性を検証し、特定の色覚特性を持つ被験者に対して有用であることが確認された。この機能は、縁取り文字を付けたり色成分を調整したりすることで情報伝達の障害を軽減し、閲覧者が情報を正確に理解できるよう支援する役割を果たした。しかしサンプルの総数が極端に少なく、今後も検証する必要がある。

## 今後の展望

今後の研究では、さらなる被験者の追加と多様な色覚異常タイプに対応するカスタマイズ機能を取り入れることで、より広範な視覚特性に適応可能なシステムの開発が期待できる。

また、作成したサイトの問題点を探るために、この論文を通して作成したシステムのフィードバックをいただく。

今後は、Google拡張機能やWEBライブラリとして公開することで、一般利用者が容易にアクセス可能なツールへ発展させることを目指す。

## 引用・参考文献

医療法人 藤田眼科(6/17). 「色覚異常」  
<https://fujitaec.or.jp/ophthalmology/shikikaku/>

岡部 正隆 伊藤 啓(2002年). 「色覚の多様性と色覚バリアフリーなプレゼンテーション - 色覚の原理と色盲のメカニズム」『細胞工学』Vol. 21 No. 7, 8. 秀潤社