

Web コンテンツの色覚バリアフリー化機構 - JavaScript Bookmarklet による実装 -

永田 和生^{1,a)} 松本 優大¹

概要: Web コンテンツでは、一般の文書と同様、背景色を白、文字色を黒とし、重要な箇所の文字色を赤にすることで強調する機会が多い。これは、赤色が持つ「誘目性」の高さを利用したものである。しかし、このような配色では、色弱者は本文中に含まれる赤文字を見つけることが難しいとされる。本稿で著者らは、Web ブラウザ上で赤文字部分を変換する機構について検討を行い、その一つである JavaScript Bookmarklet を用いた手法を提案、実装している。動作検証の結果、この手法が一般的によく利用されている各種 Web ブラウザで動作することを確認し、P 型色弱者が文書中の赤文字部分を容易に発見できるようになる効果があったと結論づけている。

キーワード: 色覚特性, 色弱, Web, ユーザビリティ, Bookmarklet

Color Barrier-free Mechanism on Web Contents - Implementation as JavaScript Bookmarklet -

NAGATA KAZUO^{1,a)} MATSUMOTO YUTA¹

Abstract: The important keywords or sentences on web pages are commonly colored to red. This typical highlighting is based on the “attractiveness” of red. However, color-weakness persons cannot locate red keywords on the page well. In this paper, the authors develop and implement a mechanism that adds decoration to red words by using JavaScript Bookmarklet. As a result, the method worked on most of popular web browsers well. The authors concluded that color-weakness persons with protanope can locate red words on the web page by using proposed method.

Keywords: Colorblindness, Color-weakness, Web, Usability, Bookmarklet

1. はじめに

1.1 背景

一般的な文書の作成において、「強調したい情報」や「重要な情報」には赤色で着色することが多い。これは、赤色に「強い」「目立つ」といった印象を受けることを経験的に認識している。このことは神作らによって定量的にも明らかにされており、「誘目性」として述べられている [1]。そのため、ビジネス文書、ポスター、看板などの上に情報を

配置するような場面で、目立たせたい場所に赤色が用いられやすい。しかし、赤色は色弱者にとっては識別を苦手とする色であり、必ずしも強い印象を受けない場合も多い。むしろ他の色よりも目立たないような場合もある。

Web コンテンツにおいても同様の問題が発生することがある。Web コンテンツでは背景色／文字色を自由に組み合わせられるが、やはり白い背景に黒い文字という組み合わせが標準的である。その中に前述のような基準で重要箇所に赤色を用いた場合、色弱者は文書中に含まれる赤文字を見つけることが難しいという傾向がある [2][3]。

ビジネス文書のような印刷物と異なり、Web コンテンツはサーバからクライアントにソースコードという形で届く

¹ 熊本高等専門学校
National Institute of Technology (KOSEN), Kumamoto College.

^{a)} nagatak@kumamoto-nct.ac.jp

ため、技術的にはブラウザ上での表示に改変を加えることができる。そこで本稿では、一般的な白背景／黒文字／赤文字という配色の Web コンテンツに変更を加え、色弱者でも赤文字の箇所を容易に見えさせるようにするバリアフリー化機構について複数の実装方法を検討し、そのうちのひとつである JavaScript Bookmarklet による実装と動作検証、および評価を行うことを目的とする。

1.2 色覚特性

一般的に、可視光のすべての色を弁別できる色覚特性が「一般色覚」と呼ばれる。一方、遺伝によって一般色覚とは異なる色覚特性を持つ者を、本稿では「色弱者」と表記する。色覚特性は大きく 4 種類に分類され、それぞれ以下に示すような特徴を持ち、一定の割合で存在するとされる。

- C 型：一般色覚。出現頻度は約 95%。光の三原色を感知する錐体のすべてが機能している色覚特性。
- P 型：主に赤色光を感知する L 錐体の欠損あるいは機能不全を原因とする色覚特性。
- D 型：主に緑色光を感知する M 錐体の欠損あるいは機能不全を原因とする色覚特性。
- T 型、A 型：稀に存在するが出現頻度は極めて低く、それぞれ約 0.001%。

上記の型のうち P 型と D 型を合わせた出現頻度は、日本人の男性で約 5%、女性で 0.2%とされる [4]。本稿では特に赤色の感知特性に注目し、色弱者の中でも P 型を研究の対象とする。

2. Web コンテンツ変換機構の実装形態についての検討

WWW(World Wide Web)という仕組みは HTTP(Hyper Text Transport Protocol) に則って動作しており、Web ページは以下のような流れでクライアントの画面に表示される。

- (1) クライアントがサーバにソースファイルや画像ファイルを要求する
- (2) それらのファイルをサーバがクライアントに送信する
- (3) クライアントがソースファイルを構文解析し、Web ページとして描画する

この間に Web ページへ変更を加える変換機構の実装形態として、以下のようなものが考えられる。

- サーバとクライアントの間に設置した「プロキシ」によるソースファイルの書き換え
- 各種 Web ブラウザ向け「拡張機能」による Web ページの描画の書き換え
- OS に標準搭載されているカラーフィルタ機能の利用
- JavaScript で記述した「Bookmarklet」による Web ページの描画の書き換え

以下の節では、これらの実装形態について検討を行う。

2.1 プロキシとして実装する方法

プロキシ (Proxy) とは「代理」を意味し、インターネット用語としては“プロキシとは、企業などの内部ネットワークとインターネットの境界にあり、内部のコンピュータの「代理」(proxy)としてインターネット上のコンピュータへ接続を行うコンピュータのこと。また、そのような機能を持つサーバソフトウェア。”と定義されている [5]。

通常はプロキシサーバが通過する通信内容に変更を加えることはない。しかし、通信内容の変更が可能なプロキシを作ることは技術的に可能であり、ツールとして提供されているものもある [6]。この仕組みを利用すれば、Web コンテンツ中に含まれる赤文字を検出し、変更を加えることは可能である。

ところが、この方法は見方を変えれば Web コンテンツを「改竄」しているとも言える。悪意の有無や内容の善し悪しはどうか改竄していることに変わりはなく、セキュリティの観点から好ましいものではない。

また、WWW のプロトコルとしては SSL (Secure Socket Layer) を用いる HTTPS(Hypertext Transfer Protocol Secure) もある。HTTPS では通信内容が暗号化されるため、基本的にプロキシサーバで内容を書き換えることはできない。近年ではセキュリティ確保のために HTTPS でのサービス提供が推奨されており、一般の利用者がよく利用するサイトのほとんどが HTTPS を用いている。

以上の理由から、プロキシによる実装は実用性に乏しいと言える。

2.2 Web ブラウザの拡張機能として実装する方法

現在利用可能な Web ブラウザには、それぞれ「拡張機能 (または機能拡張, アドオン)」と呼ばれる仕組みが備わっている。これにより、利用者は Web ブラウザに標準搭載されていない機能を追加し、自分好みにカスタマイズすることができる。色覚関連では、色弱者の見え方をシミュレーションするものや、色変換によって色の認知を補助するようなものが提供されている (図 1)。

ところが、現在の日本では、インターネット利用率が最も高い 13 歳から 59 歳までの利用者は、インターネット接続端末としてスマートフォンを最もよく利用している。スマートフォンで広く利用されている代表的な Web ブラウザでは、前述のような拡張機能を利用できない。つまり、より多くの色弱者に提案する変換機構を提供するためには、Web ブラウザ拡張機能では不十分だと考えられる。

2.3 OS に標準搭載されているカラーフィルタ機能を利用する方法

現在利用できる代表的な OS には、色覚特性を持った人

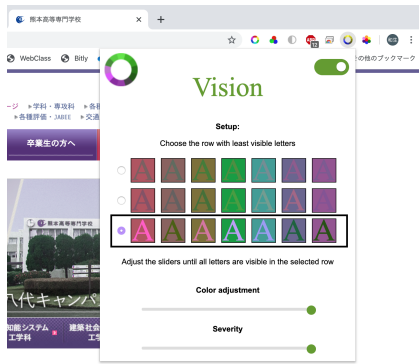


図 1 Web ブラウザ拡張機能の例「Vision」 [7]

を対象としたカラーフィルタ機能が備わっている。これは、色覚特性の種類に応じて、弁別が難しい色を比較的弁別しやすい色に変換する機能である。

この機能を利用すると、例えば赤色の文字がピンク色に変換され、P 型色弱者にも発見しやすくなる。一方で、文字の色を異なる色に置き換えることで、その文字と色が与える印象が変わる可能性もある。完全な色盲ではない色弱者も、赤色は「重要」「危険」というような意味を想起させる色として認識している。同じようにピンク色には女性らしさやかわいらしさというような意味があることを経験的に知っていることが多い。つまり、色を変えることで発見しやすくなるが、本来赤色が持つ意味までも変えてしまうことになるのである。

また、カラーフィルタによる色変換は端末の画面全体に適用されるため、Web コンテンツに含まれる画像にも影響が及ぶ。色変換により画像の印象まで変わる可能性もある。

2.4 JavaScript で記述した「Bookmarklet」で実装する方法

一般的に Web ブラウザには、表示したことのある Web ページのアドレスを記憶する「ブックマーク（または「お気に入り」）」と呼ばれる機能が備わっている。通常、ブックマークには URL(Uniform Resource Locator) が登録されるが、そこに JavaScript で記述した簡易プログラムを登録することもでき、これを Bookmarklet と呼ぶ。

JavaScript 言語は現在利用可能な Web ブラウザのほとんどが動作をサポートしており、一旦登録すれば簡単に呼び出し実行することができる。また、スマートフォン向け Web ブラウザの多くでも動作するため、PC と合わせてほとんどのインターネット接続端末をカバーすることができる。

本稿では、この JavaScript 記述による Bookmarklet として変換機構を実装し、その動作について検証を行う。

3. Web コンテンツ変換機構の実装

前述の通り、まず JavaScript 言語による Bookmarklet

として変換機構（以下、“変換機構 Bookmarklet”と記載する）を作成する。その動作原理と動作の流れを以下に述べる。

3.1 動作原理

HTML(HyperText Markup Language) 文書は、その中に含まれる画像、段落、領域などといった構成要素に細分化することができる。提案する変換機構では、以下の手順で赤色に着色された箇所を検出する。

- 入れ子構造になっているものも含め、すべての構成要素を再帰的に検出
- すべての構成要素について、`window.getComputedStyle()` メソッドにより、最終的に Web ブラウザで描画される際の色を数値で取得
- 取得した色を RGB 値から HSV 値に変換し、Hue の値が赤色を含む ($H \geq 300^\circ$ または $H \leq 60^\circ$) 構成要素を抽出
- 抽出した構成要素に対して、CSS(Cascading Style Sheet) を用いて文字列装飾 (`textDecoration`) を付加尚、今回は付加する装飾として波形状の下線を用いる。

3.2 動作の流れ

作成する変換機構 Bookmarklet は、以下の手順で動作させることができる。

- 利用者は、任意の Web ページを Web ブラウザで表示
- Web ブラウザのブックマークから登録済みの変換機構 Bookmarklet を選択し、起動
- ページ内に赤色の文字が含まれていた場合、その箇所に装飾が付加される

4. 動作検証と評価

作成した変換機構 Bookmarklet について、以下のような方法で動作検証と評価を行う。

4.1 各種 Web ブラウザでの動作

まず、図 2 のような HTML 文書を用意し、Web ブラウザからアクセス可能な HTTP サーバに設置する。この HTML 文書を各種 Web ブラウザで開き、その上で作成した変換機構 Bookmarklet を動作させる。動作検証を行うクライアント環境は、表 1,2 の通りである。

表 1 動作検証の環境：OS と端末

OS	端末
Windows 10 (1903)	Microsoft Surface Pro (第 4 世代)
macOS 10.15.1 Catalina	Apple MacBook 12 インチ (2015)
iOS 13.2.2	Apple iPhone 7
Android 8.0.0	ASUS ZenFone Live (L1)



図 2 動作検証用 HTML 文書

表 2 動作検証の環境: Web ブラウザ

名称	利用可能な OS
Google Chrome	Windows, macOS, iOS, Android
Mozilla Firefox	Windows, macOS, iOS, Android
Microsoft Edge	Windows, iOS, Android
Apple Safari	macOS, iOS

4.2 適用される色の確認

CSS Color Module Level 3[8] で定義された, HTML で指定可能な色名を列挙した文書を用意し, Web ブラウザからアクセス可能な HTTP サーバに設置する. この HTML 文書を Web ブラウザで開き, その上で作成した変換機構 Bookmarklet を動作させ, どの色に装飾が付加されるかを確認する.

4.3 着色単語への反応時間

今回作成する変換機構 Bookmarklet により, 色弱者の着色文字認識にどのような効果があるのかを評価する. 評価方法は我々の先行研究である [2] と同様とする. その方法は以下の通りである.

- 図 3 のような HTML 文書を用意する. この HTML 文書は, ブラウザで読み込む度に, JavaScript によってランダムな 1ヶ所の単語が表 3 の 7色にランダムな順番で着色されて表示される.
- 被験者は, 眼球からおおよそ 40cm 離れた位置にタブレット PC を持ち, その上で HTML 文書を表示し, 発見した着色単語を指でタップする. 発見できない場合はパスできる.
- このとき, タップするまでに要した時間を JavaScript で自動記録する.
- 以上を 10 回繰り返す, 平均反応時間を求める.

今回は, タブレット PC として Apple iPad Air (第 3 世代) を使用する. その際, 「True Tone」や「Night Shift」など画面の色調に変化を及ぼす機能は無効にする.

この実験の被験者は, 以下の通りである. すべての被験

表 3 実験 1 の着色単語の色一覧

色名	HTML Color Name
橙	orange
青	blue
緑	green
紫	purple
赤	red
黄	yellow
灰	gray

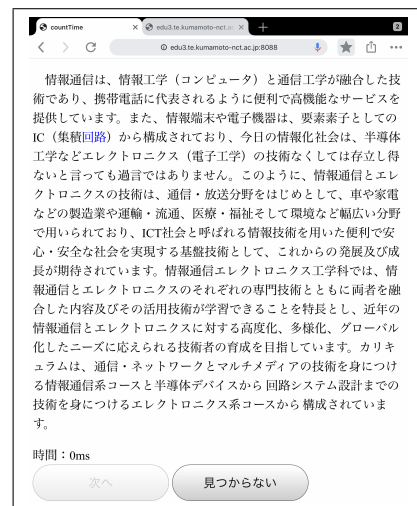


図 3 反応時間評価用 HTML 文書

者において, 事前に扶桑プレジジョン社製「パネル D-15 テスト (iPad 用)」[9] を用いて色覚特性の型を特定している.

- 一般色覚被験者 2019003
これまでに色弱と自覚したこと, および他者から指摘されたことがない一般色覚者 1 名. 眼鏡で視力を矯正している.
- P 型被験者 2019101
先天的に色弱を持つ P 型色弱者 1 名. 日常生活には不自由を感じていないと云う. 識別が難しい色は, 赤と黒, 紫と水色, 茶色と緑, など. 老眼と乱視を眼鏡で矯正している. 本稿の筆頭著者本人.

5. 結果

本章では, 前章に挙げた動作検証と評価の結果の詳細を述べる.

5.1 各種 Web ブラウザでの動作

図 4 に, 各種 Web ブラウザでの動作検証の結果を示す. OS ごとに見ると, Windows, macOS, Android では今回使用した 4 つの Web ブラウザ (提供されていないものを除く. N/A で記載) すべてで変換機構 Bookmarklet が正常に動作し, 赤文字の箇所に装飾が付加されることが確認できた. また, Chrome と Safari では, 利用可能なすべての OS で変換機構 Bookmarklet が正常動作した. Windows

	Google Chrome	Mozilla Firefox	Microsoft Edge	Apple Safari
Windows	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	↓ 白色の文字 (色指定: #fff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	N/A
macOS	↓ 白色の文字 (色指定: #fff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	N/A	↓ 白色の文字 (色指定: #fff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum
iOS	↓ 白色の文字 (色指定: #fff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum			↓ 白色の文字 (色指定: #fff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum
Android	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	↓ 白色の文字 (色指定: #ffffff) ↓ 黒色の文字 (色指定: #000000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 赤色の文字 (色指定: #ff0000) あいうえお Lorem ipsum ↓ 緑色の文字 (色指定: #00ff00) あいうえお Lorem ipsum ↓ 青色の文字 (色指定: #0000ff) あいうえお Lorem ipsum	N/A

図 4 各種 Web ブラウザでの動作結果

での Edge の場合のみ、波形状ではなく直線になっているが、これは Edge が波形状の下線をサポートしていないことによるものである。

一方、iOS では Firefox と Edge で期待通りの動作が得られなかった。

5.2 適用される色の確認

図 5 のように、変換機構 Bookmarklet によって red や darkred, orangered のように名前に「red」を含むすべての色のほか、茶系、紫系の色や黄色にも装飾が付加されていることがわかる。

5.3 着色単語への反応時間

表 4 に評価実験の結果を示す。表中で太字の数値は、最も発見に要する時間が短かったもの、および最も発見に要する時間の減少率が大きかったものを示している。また、

波線の数値は変換機構 Bookmarklet により装飾が付加されたものを示している。この結果から、P 型色弱者は、変換機構 Bookmarklet を使用することで、赤色の着色単語の発見にかかる時間がおよそ 69%減少していることがわかる。

6. 考察

各種 Web ブラウザでの動作検証では、iOS 向け Edge と Firefox で所望の動作が得られなかった。このことについて追加検証をしたところ、これら 2 つの Web ブラウザではアラートを出すだけの単純な Bookmarklet も動作しなかったため、現時点では Bookmarklet そのものがサポートされていないと考えられる。

それ以外の組み合わせでは期待通りの動作が得られた。特に、各 OS に標準アプリケーションとして搭載されている Web ブラウザ (Windows の Edge, macOS/iOS の Safari, Android の Chrome) のすべてで問題なく動作しているこ

表 4 着色単語への反応時間 (10 回試行の平均値)

		着色単語の色						
		orange	blue	green	purple	red	yellow	gray
一般色覚	装飾なし [ms]	1033.6	874.2	1961.3	1970.9	871.6	924.8	2915
	装飾あり [ms]	<u>853.1</u>	803.5	1673.6	<u>1237.6</u>	<u>729.7</u>	<u>869.4</u>	2379
	差分 [%]	-17.463	-8.0874	-14.669	<u>-37.206</u>	-16.280	-5.9905	-18.388
P 型	装飾なし [ms]	1154.3	1051.1	1725.6	3114.1	5879.5	1032.4	2410.3
	装飾あり [ms]	<u>902.5</u>	1141.8	1315.9	<u>2179.5</u>	<u>1827.8</u>	<u>1046.1</u>	1892
	差分 [%]	<u>-21.814</u>	8.6291	-23.743	<u>-30.012</u>	<u>-68.912</u>	<u>1.3270</u>	-21.504

図 5 CSS Color への適用範囲

とから, Bookmarklet という実装形態は十分な実用性があると考えられる。

適用される色の確認では, 色名に「red」を含むもの以外にも, 例えば「brown」や「chocolate」など, 強調色としては用いられにくいであろう色にも装飾が付加されていることから, やや適用範囲が広すぎると考えられる。3.1 節で述べたように, 本研究で作成した Bookmarklet では HSV 値で $H \geq 300^\circ$ または $H \leq 60^\circ$ の範囲にあるものを「赤」と仮定したことに起因する結果であり, この範囲を調整することで, 適切な適用範囲に設定できると推測される。

着色単語への反応時間についての実験では, 特に赤色の着色単語について大幅な発見時間短縮の効果が見られた。また, P 型色弱の被験者からは「装飾なしの状態では, 見つからない赤文字を『探し出す』感覚だったが, 装飾があることで「すぐ見つかる」という感覚を覚えた」という感想を得た。このことから, 本研究で提案する Bookmarklet による変換機構の実装には一定の効果があると考えられる。

7. まとめと今後の課題

本稿では, Web コンテンツにおける色覚バリアフリー化

機構の実装方法について検討を行い, その中から JavaScript で記述した Bookmarklet で実装する方法を試みた。動作検証と評価の結果, よく利用されている Web ブラウザの多くをカバーできるとともに, P 型色弱者に対しては一定の補助効果があることを確認した。

本稿では, Bookmarklet によって付加する装飾の表現方法については検討を行っていない。これについては先行研究 [10] などで調査を行っており, 引き続き検討したい。

また, どの範囲の色を「赤」と判定するかの基準についても, 今後の研究で明らかにしたい。色弱者の“色弱の度合い”に応じて判定基準を変更するようなことも考えられる。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP18K11978 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 神作博: “色と視覚表示”, 人間工学, Vol.4, No.1, pp.7-16, 1968.
- [2] 永田和生, 坂本奨馬: Web コンテンツにおける赤文字の誘目性に関する研究, 信学技報, Vol.116, No.519, pp.87-90, 2017.
- [3] 永田和生: Web コンテンツにおける赤文字の誘目性に関する研究-色覚特性の度合いが可変なエミュレーター, 信学技報, Vol.117, No.502, pp.35-38, 2018.
- [4] 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> (閲覧日: 2019 年 2 月 5 日)
- [5] 株式会社インセプト: プロキシ (Proxy) とは - IT 用語辞典 e-Words, <http://e-words.jp/w/プロキシ.html>. (閲覧日: 2019 年 11 月 16 日)
- [6] PortSwigger Ltd., Burp Suite - Cybersecurity Software from PortSwigger, <https://portswigger.net/burp>. (閲覧日: 2019 年 11 月 16 日)
- [7] Vision - Chrome ウェブストア, <https://chrome.google.com/webstore/detail/vision/ofdemndiibjppjkmlcefokcmoilning?hl=ja>. (閲覧日: 2019 年 11 月 16 日)
- [8] World Wide Web Consortium (W3C), CSS Color Module Level 3, <https://www.w3.org/TR/css-color-3/>. (閲覧日: 2019 年 11 月 16 日)
- [9] 扶桑プレジジョン: パネル D-15 テスト, <https://itunes.apple.com/jp/app/panerud-15tesuto/id406108475>. (閲覧日: 2019 年 11 月 16 日)
- [10] 村上諒, 永田和生, Web コンテンツにおける強調方法を付加した赤文字の誘目性に関する研究, 平成 30 年度電気学会学生会講演会, 2019.