

【論文】

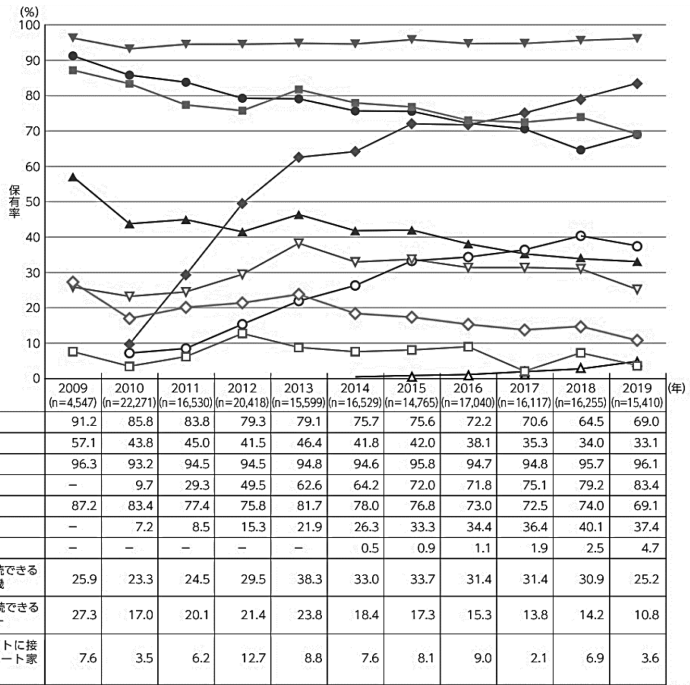
## 心理評価を用いた背景色と前景色の視認性評価

—電子チラシで有効な配色—

齋藤 大輔

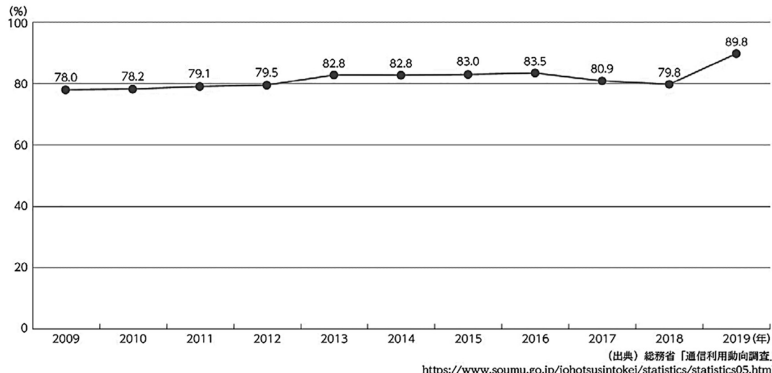
### 1. はじめに

情報技術の向上により、インターネットの利用動向に変化が起きてきた。総務省が実施している通信利用動向調査によると、情報通信機器の保有数は図1<sup>[1]</sup>に示すように、モバイル端末全体の保有率は96.1%とほとんどの世帯で情報通信機器を保有している。中でも、2010年には9.7%であったスマートフォンの保有率が2017年にはパソコンの保有率を超え、2019年には83.4%となり、利用形態も変化してきた。さらに、図2<sup>[1]</sup>に示すインターネット利用率をみると、2019年には89.8%と約9割がインターネットを利用している。インターネットの利用目的については、図3<sup>[1]</sup>に示す通り、情報のやりとり（電子メール、情報検索、ソーシャルネットワークサービスの利用など）が主な利用方法であるが、商品・サービスの購入・取引といったネットショッピングも利用目的となっている。また、2020年には、新型コロナウイルス感染症の影響により、テレワークや遠隔授業などを強いられるようになり、インターネットの利用率はさらに向上し、利用目的も変化しているといわれている。中でも、ネットショッピングにおいては、図4<sup>[2]</sup>に示す通り感染予防の観点からも注目され、2020年4月に発令された緊急事態宣言をきっかけに、ネットショッピングを行う人が増加し、半数以上の世帯においてネットショッピングを利用している状況である。ネットショッピングは、スマートフォンやモニタを介しての情報のやりとりであり、主に Web



(出典) 総務省「通信利用動向調査」  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.htm>

図1 情報通信機器の保有率の推移



(出典) 総務省「通信利用動向調査」  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.htm>

図2 インターネット普及率の推移

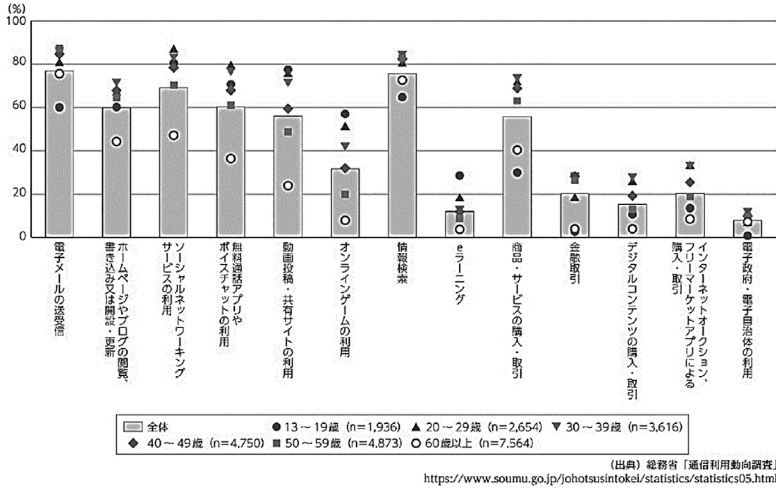


図3 インターネットの利用目的

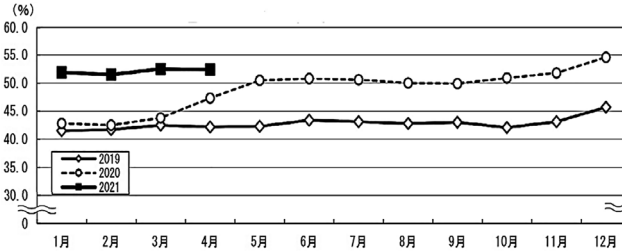


図4 ネットショッピング利用世帯の割合の推移

サイトを通じたものである。そのため、誰もがネットショッピングに掲載されている情報を迅速かつ正確に入手できることが重要となる。しかし、人の色覚特性は、加齢変化や色覚障碍など様々であり、チラシやカタログは物体色、WEBサイトは光源色であることなど、視環境も大きく異なっている。

現在、Webサイトにおいては、W3C/WAI (World Wide Web Consortium/ Web Accessibility Initiative) によって、RGB値を用いた明度差および色差

の算出法が示され、文字色と背景色の明度差が125以上かつ色差が500以上となるものが視認性の高い組合せと定義されている。先行研究において、W3C/WAIの算出法による明度差および色差を用いて、白色背景および黒色背景の視認性予測が行われ、その結果を総合的に評価した結果、明度差および色差により視認性が明確に分類でき、無彩色背景において視認性の判定条件を示している<sup>[3]</sup>。しかし、条件が示されたのは無彩色背景においてであり、有彩色背景については検討されていない。そこで、ネットショッピングの情報源となる電子チラシにおける情報提示に適した背景色と前景色の検討を行い、最適な背景色と文字色の組合せを提案することを目的とする。特に本稿では、実際のネットショッピングで用いられている背景色と前景色について調査を行い、心理評価により視認性評価を行う。

## 2. 使用色の決定

### 2.1 使用色の抽出

チラシの閲覧率は、図5<sup>[4]</sup>に示す通りである。図5によると、電子チラシ

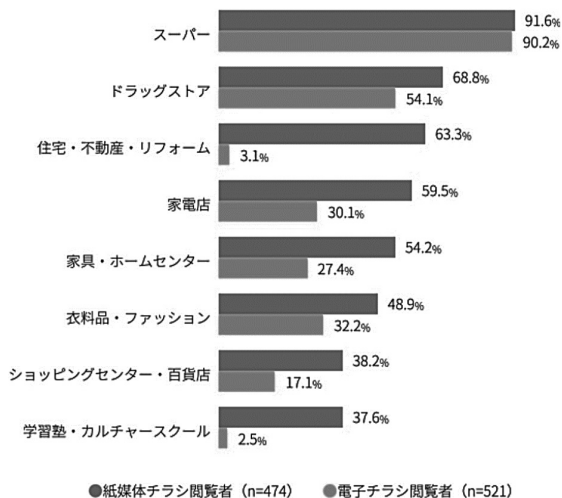


図5 チラシの閲覧率

における閲覧率の高い主なものは、スーパー、ドラッグストア、家電量販店、および家具・ホームセンターであったことから、スーパー、家電量販店、ドラッグストアおよびホームセンターのチラシを中心に電子チラシの配色調査を行った。特に、チラシの重要な提示情報は値段と商品名であり、値段は商品の値段の比較に利用されるが、商品名は商品の写真が載せてあるためあまり利用されていないと判断し、値段表示に使われている背景色と前景色に着目して調査した。

スーパー（35種）、家電量販店（21種）、ドラッグストア（10種）およびホームセンター（15種）全81種類の値段表示に使用されている背景色と前景色の割合を調べた結果を表1にまとめた。表1の結果から、赤、黄、白、黒、青および緑が多く使用されていることがわかった。

## 2.2 実験使用配色の決定

表1の結果から、赤、黄、白、黒、青および緑が多く使用されていること

表1 電子チラシにおける背景色と前景色の割合

配色 (背景色/前景色)	使用率 %	配色 (背景色/前景色)	使用率 %
白/赤	68	黄/黒	11
赤/黄	52	赤/黒	10
黄/赤	48	黒/赤	9
白/黒	27	緑/赤	9
青/黄	20	緑/黄	5
黒/白	17	青/白	5
赤/白	17	白/青	5
黒/黄	12	白/黄	1
青/赤	11	赤/緑	1

表2 電子チラシにおける背景色と前景色の割合

色	測定値の平均値	Web セーフカラー
赤系色	#DC1319	#CC0000
黄系色	#FAF106	#FFFF00
白系色	#FCFCFC	#FFFFFF
黒系色	#1C1713	#000000
青系色	#144299	#003399
緑系色	#229947	#009933

から、実験に使用する色には、赤、黄、白、黒、青および緑の全6色を用いることにした。まず、17種類の電子チラシに使われている赤、黄、白、黒、青および緑のRGB値を調べ、その平均値を算出し、表2の測色値の平均値にまとめた。そして、算出した平均値に最も近いWEBセーフカラーを実験使用色とした。

Webセーフカラーは、8bit（表示色256色）以上の環境下でブラウザ表示させた場合に、カラーシフト（色の置き換え）が生じない216色のことである。RGBのフルカラーの場合、R値、G値、B値がそれぞれ256段階あり、この組み合わせで色が決定することから1677万7216色（ $256 \times 256 \times 256$ ）となる。WEBセーフカラーは16進数表記であり、この組合せを各色6段階にした組み合わせで、00、33、66、99、CC、FFの6段階の組み合わせになり、216色（ $6 \times 6 \times 6$ ）となる。

### 3. 使用する背景色と前景色の抽出

#### 3.1 実験目的

実験使用色として抽出した6色（赤、黄、白、黒、青および緑）を用いた全30通りの組合せから、若年健常者、色覚障害者および高齢者についての視認性評価を模擬フィルタ（色覚障害者模擬フィルタおよび高齢者水晶体疑

似メガネ)を用いて行う。この結果から、視認性の高いものを抽出する。

### 3.2 模擬フィルタ

#### 3.2.1 色覚障害者模擬フィルタ

本実験で用いた色覚障害者模擬フィルタは、図6に示すようなメガネ型特殊フィルタ (Variantor: 伊東光学工業株式会社製) で、L 錐体 (赤-黄緑の色を感じる錐体) のない P 型強度と M 錐体 (緑-橙の色を感じる錐体) のない D 型強度の両者において見分けにくい配色を一度に検出できるように設計されている<sup>[5]</sup>。P 型強度および D 型強度の色の見え方は非常に似ており、赤と緑の識別が困難な色覚障害である。一般に P 型と D 型をまとめて赤緑色弱といわれることもある。



図6 色覚障害者模擬フィルタ

#### 3.2.2 高齢者水晶体疑似メガネ

本実験で用いた高齢者模擬フィルタは、図7に示すようなメガネ型 (ジオマテック株式会社製) で、水晶体加齢モデル (Two-factor モデル) に基づき眼に疾患のない75歳の平均的な水晶体分光透過率を、眼に疾患のない32歳の平均的な水晶体分光透過率で割ったものに近い分光透過率となっている。32歳以外の年齢の者に適応する場合には、表3に示すような対応関係のフィルタとして使用できる<sup>[6]</sup>。



図7 高齢者水晶体疑似メガネ

### 3.3 実験条件

被験者は実験の説明を受けた上で、自由意志により実験参加に同意の得

表3 実年齢と模擬年齢の関係

実年齢 [歳]	20	24	28	32	34	38	41	44	48
模擬年齢 [歳]	72	73	74	75	76	77	78	79	80

られた色覚が正常な若年健常者 10 名（平均年齢  $22.2 \pm 0.4$  歳）を採用した。液晶モニタは、27 インチ（EIZO ColorEdge CG276）を使用し、モニタの表示モードは IEC（International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議）によって定められた色再現の国際規格である sRGB モードに設定した。実験は、図 8 に示す縦  $191 \times$  横  $177 \times$  奥行  $180$  [mm] の大きさで、調光可能な実験ブース内で行い、計測を行う際には実験ブースの開口部を遮光カーテンを用いて外部からの光を遮



図8 高齢者水晶体疑似メガネ

断し、通常的生活環境を考えて画面中央表面の照度が  $100$  [lx] となるように調整した。被験者の眼とモニタの距離は、顎台で頭部を固定し  $700$  [mm] となるように調整した。文字サイズは、視認性に影響がないとされる視角  $0.42$  [°] 以上<sup>[7]</sup> となるように  $20$  [pt]（視角  $0.82$  [°]）とし、フォントは、通常 Web サイトで使用されている MSP ゴシックとした。呈示刺激は、左右対称文字である「全本中王木日」を縦に表示し、文字による擾乱を排除した。呈示する背景色と前景色の組合せの順番は無作為とした。表 4 に実験条件をまとめる。



表 4 実験条件

被験者	色覚健常者 10名 (平均年齢 22.2 ± 0.4 歳) 姿勢：座位
呈示刺激	全本中王木日 (縦表示)
使用モニタ	EIZO ColorEdge CG276 27 インチ (sRGB モード)
フォントサイズ	20 pt (視角 0.82°)
フォント	MS P ゴシック
被験者とモニタの距離	700 mm
モニタ上照度 (鉛直方向)	100 lx

### 3.4 実験方法

被験者には、モニタに呈示された背景色と前景色の組合せに対し、「とても読みやすい、読みやすい、どちらでもない、やや読みにくい、読みにくい」の5段階で評価するように教示し、以下に示す1～4の順で行った。

1. 被験者に図9に示す刺激をモニタにフルスクリーンで呈示し、教示したとおりの5段階で評価させる。
2. 同様に全30通りの異なる背景色と前景色について繰り返す(図10)。
3. 色覚障害者模擬フィルタを使用(模擬色覚障害者)し、1～2を行う。
4. 高齢者水晶体疑似メガネを使用(模擬高齢者)し、1～2を行う。

### 3.5 実験結果

実験時に教示してあった5段階評価である「とても読みやすい、読みやすい、どちらでもない、やや読みにくい、読みにくい」の評価に対して、それぞれ「4点、3点、2点、1点、0点」と点数を割り振った。そして、背景色と前景色の組合せに対して合計得点を、若年健常者、模擬色覚障害者および模擬高齢者の3つの色覚特性別に算出した結果を表5にまとめた。

被験者の人数は10人であり、「どちらでもない、やや読みにくいおよび読

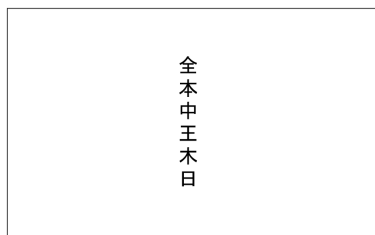


図9 実験刺激例

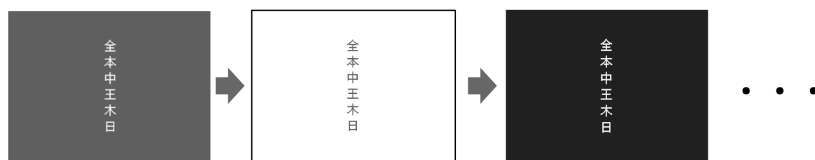


図10 刺激呈示順のイメージ

みにくい」の得点がそれぞれ2点、1点および0点であるため、合計得点が20点以下（表5において色づけしたセル）の背景色と前景色の組合せを含むものは視認性が低い組合せであると定義した。表5より、若年健常者、模擬色覚障碍者および模擬高齢者全ての得点が21点以上であった背景色と前景色の組合せ（表5において「背景色／前景色」が太枠のセル）を心理評価実験に使用する背景色と前景色として抽出した。実験で使用する背景色と前景色についてクロス集計するしたものを表6にまとめる。表6において、○は使用する背景色と前景色の組合せで、×は使用しない背景色と前景色の組合せを意味する。

#### 4. 心理評価による視認性評価実験

##### 4.1 実験条件

被験者は実験の説明を受けたうえで、自由意志により実験参加に同意の得られた色覚が正常な若年健常者21名（平均年齢  $22.1 \pm 0.6$  歳）を採用した。

表5 背景色と前景色の組合せと得点

背景色／前景色	若年健常者	模擬色覚障害者	模擬高齢者
青／赤	23	6	19
青／黄	22	30	28
青／黒	19	9	20
青／白	27	28	31
青／緑	17	19	22
赤／青	26	2	27
赤／黄	22	29	29
赤／黒	30	10	36
赤／白	29	33	33
赤／緑	20	16	21
黄／青	29	33	32
黄／赤	24	32	32
黄／黒	28	36	35
黄／白	4	0	0
黄／緑	22	18	26
黒／青	16	7	17
黒／赤	23	12	26
黒／黄	29	33	36
黒／白	36	35	37
黒／緑	25	25	26
白／青	29	33	34
白／赤	24	32	30
白／黄	0	2	0
白／黒	34	38	36
白／緑	26	27	27
緑／青	19	14	24
緑／赤	12	11	10
緑／黄	22	19	23
緑／黒	31	19	32
緑／白	33	26	31

表6 使用する背景色と前景色の組合せ

		背景色					
		青	赤	黄	黒	白	緑
文字色	青		×	○	×	○	×
	赤	×		○	×	○	×
	黄	○	○		○	×	×
	黒	×	×	○		○	○
	白	○	○	×	○		○
	緑	×	×	×	×	○	

表7 実験条件

被験者	色覚健常者 21名 (平均年齢 22.1 ± 0.6 歳) 姿勢：座位
呈示刺激	意味のない6桁の数字 (横表示)
使用モニタ	EIZO ColorEdge CG276 27インチ (sRGB モード)
フォントサイズ	20 pt (視角 0.82°)
フォント	MS P ゴシック
被験者とモニタの距離	700 mm
モニタ上照度 (鉛直方向)	100 lx

呈示刺激は意味のない6桁の数字とし、画面中央に横に表示した。呈示する背景色と文字色の組合せの呈示順は無作為とした。液晶モニタ、フォントサイズ、フォント、被験者とモニタの距離は背景色と前景色の抽出で行った実験と同じ条件とした。表7に心理評価による視認性評価実験条件をまとめる。

#### 4.2 実験方法

本実験では、ME法 (Magnitude Estimation Method) を用いて刺激の物

理的な量とそれに対する人の感覚的な心理量の数値化を行った。

最初に、被験者には、標準刺激として白背景に黒文字で示された組合せの視認性を 100 として与えた。その後、標準刺激以外の背景色と前景色の組合せを比較刺激として、標準刺激と比較した視認性を相対値で回答させた。これを全比較刺激 14 通りに対して行った。また、図 11 に示すように刺激を切り替える際には、一度グレーの画面を表示し、視細胞の状態をリセットし、比較刺激同士が影響しないようにした。

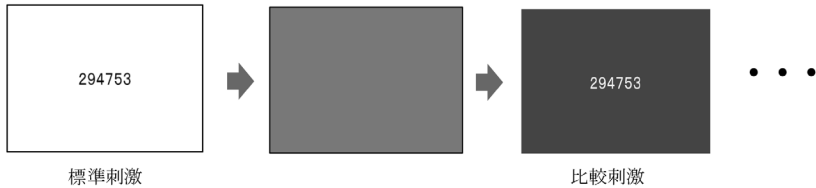


図 11 呈示刺激例

### 4.3 実験結果

被験者 21 名（平均年齢  $22.1 \pm 0.6$  歳）の背景色と前景色の組合せごとに被験者間で平均した得点と明度差の関係を図 12、得点と色差の関係を図 13 に示す。図 12 および図 13 の縦軸は ME 法により得られた標準刺激を基準とした比較刺激の相対値を表し、値が大きいほど視認性が高いことを示す。図 12 の横軸は明度差であり、W3C による明度差は次式で示される。

$$\text{明度差} = \frac{(299 \times |Rb - Rf| + 587 \times |Gb - Gf| + 114 \times |Bb - Bf|)}{1000} \quad (1)$$

図 13 の横軸は色差であり、色差は、次式で示される。

$$\text{色差} = |Rb - Rf| + |Gb - Gf| \quad (2)$$

ただし、Rb、Gb および Bb はそれぞれの背景色の R、G および B 値。Rf、Gf および Bf はそれぞれの文字色の R、G および B 値である。WEB サイト作成において一般的に色指定は 16 進数で表されるが、(1) および (2) 式を用

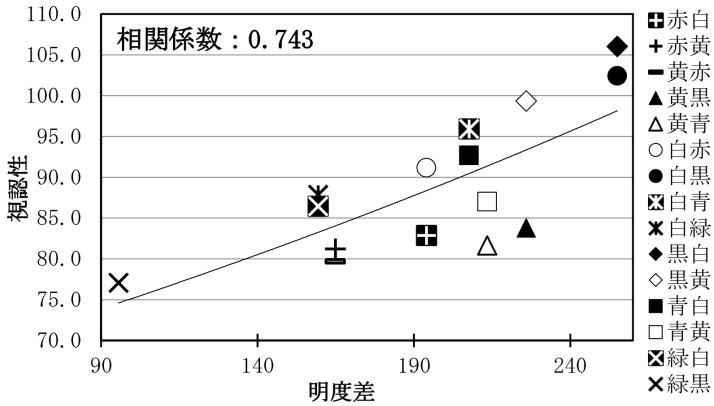


図 12 視認性と明度差の関係

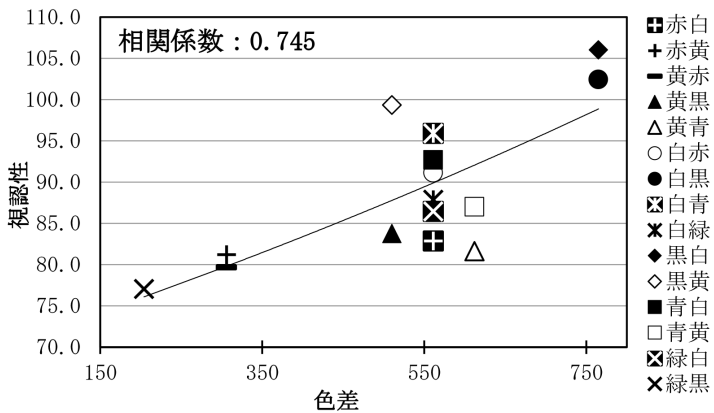


図 13 視認性と色差の関係

いて計算す場合は、16進数のままでは計算できないことから、RGB値を10進数に変換して計算した。

図12および図13は、多くの背景色と文字色の組合せの視認性が100より小さな値を取っている。これは、標準刺激として背景色が白で文字色が黒という最も明度差が高く、視認性が高い背景色と前景色の組合せを用いている

ためである。しかし、相対的な判定を行っていることから、値が大きくなることで視認性が高いということが判定できる

図 12 によると、近似曲線をみると明度差が大きくなると視認性が高くなることが示された。さらに、得点と明度差の間に相関係数 0.743 の相関関係があり、視認性を高くする場合には明度差を大きくすることが有効であることが示された。また、背景色が有彩色である組合せと背景色が無彩色である組合せの視認性を比較すると、背景色が無彩色の組合せは全て近似曲線より高い値をとっている。背景色に有彩色を使用することは、視認性が低下し、無彩色背景を用いることが有効となることもこの結果からわかった。

図 13 によると、近似曲線をみると色差が大きくなることで視認性が高くなることが示された。さらに、色差と視認性の間に相関係数 0.745 の相関関係があり、視認性を高くする場合には色差を大きくすることが有効であることが示された。色差が 561 となる組合せ（背景色／前景色）として、白／青、青／白、白／赤、白／緑、緑／白および赤／白の 6 組がある。これらの組合せは、明度差が高い方がより視認性が高くなっていることから、色差が同程度である場合は、明度差が大きい組合せの方が視認性が高くなる傾向がみられた。

また、用いた背景色と前景色の組合せは、緑／黒の組合せ以外は、背景色と前景色の組合せを入れ替えた組合せとなっている。多くの組合せは背景色と前景色が入れ替わっても近い視認性を示しているが、黒と黄の組合せにおいては、視認性に差が生じており、有彩色である黄が背景色になった場合には視認性が低くなる傾向であった。

## 5. 考察

W3C/WAI によって、RGB 値を用いた明度差および色差の算出法が示され、文字色と背景色の明度差が 125 以上かつ色差が 500 以上となるものが視認性の高い組合せと定義されているが、本実験で用いた背景色と前景色の組合せにおいては、W3C/WAI の条件を満たさないものでも視認性が高いと

判定され、実験に使用した背景色と前景色の組合せもあった。明度差においては、1組、色差においては3組の組合せがW3C/WAIの条件を満たしていなかった。特に、黒／緑においては明度差および色差のいずれにおいてもW3C/WAIの条件を満たしていない組合せであった。これらの背景色と前景色の組合せは、使用する背景色と前景色の抽出においては、視認性が低いという判定は逃れていたものの、判定条件の境界に近い視認性評価であった。これらのことから、実際に電子チラシで使用するのは避けた方が良くと考えられる。

また、心理学的評価において、明度差および色差が大きくなると視認性が高くなることが示された。いずれの結果においても、背景色が有彩色である組合せと背景色が無彩色である組合せの視認性を比較すると、背景色が無彩色の組合せで視認性が高くなった。このことから、電子チラシの背景色には無彩色を用い、有彩色を前景色に用いることが有効であると考えられる。しかし、電子チラシでは、人の視線を引きつけるために、文字に色を使用するだけでなく、より広い範囲となる背景色に色を用いる場合もある。このように視線の引きつけ効果としては、誘目性についても考慮する必要がある。

今回の結果からは、電子チラシにおける情報提示に適した背景色と前景色は、明度差および色差を大きくし、無彩色背景に有彩色を前景色として使用することが望ましいことが示された。

今回の検討では、心理評価で視認性評価を行ったことから、主観的に視認性の判定が行われている。電子チラシの情報は、目を引きつければ目的を達成できるわけではなく、情報がしっかりと理解できているかどうかが重要となる。そこで、眼球停留関連電位計測を行い、これをトリガとして知覚認知した際に発生するP300と呼ばれる事象関連電位計測を行うことで、実際に視認した情報を理解できたかを判断する必要がある。

## 6. おわりに

情報技術が向上し、インターネット利用が増え、さらには新型コロナウイ



ルス感染症の影響もあり、さらなるインターネット利用が増加することが予想され、特にネットショッピングの増加が予想される。このため、ネットショッピングの情報源となる電子チラシにおける情報提示に適した背景色と前景色の検討を行い、最適な背景色と文字色の組合せを心理評価を用いて検討した。その結果、明度差および色差を大きくすると視認性が高くなる傾向が示された。さらに、有彩色を背景色とするよりも、無彩色を背景色とした方が視認性が高くなることも示された。これらの結果から、電子チラシに有効となる背景色と文字色の組合せは、明度差および色差を大きくし、無彩色背景に有彩色を前景色として使用することが望ましいことが示された。

また、今後は心理評価に加え、生理評価を用いて視認性評価を行い、心理評価に生理評価を加味した検討を行っていく予定である。

#### 〔注〕

- [1] 総務省, 情報通信白書令和2年版, 日経印刷, pp.336-337, p.340, 2020.
- [2] 総務省統計局, 家計消費状況調査ネットショッピングの状況について(二人以上の世帯)―2021年(令和3年)4月分結果―, [http://210.169.215.50/data/joukyou/pdf/n\\_joukyo.pdf](http://210.169.215.50/data/joukyou/pdf/n_joukyo.pdf) (Last accessed 2021.6.30)
- [3] 齋藤大輔, 斎藤恵一, 納富一宏, 東吉彦, 斎藤正男, 明度差と色差による文字色と背景色の視認性予測手法, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol. 16, No. 1, p.91-96, 2014
- [4] 市場調査メディアホノテ, 紙のチラシと電子チラシ, 影響力が強いのは? 利用状況や意識を調査, <https://honote.macromill.com/report/20181126/> (Last accessed 2021.6.30)
- [5] 宮澤佳苗, 中内茂樹, 篠森敬三, カラーユニバーサルデザインツールとしての色弱模擬フィルタ, 日本色彩学会誌, Vol. 32, No. 1, pp. 31-36, 2008
- [6] 岡嶋克典, 吉田博, 氏原彰, 輝度コントラストの加齢変化に基づく高齢者の色視認性評価法: 計算シミュレーションと高齢者水晶体疑似フィルタ, 日本色彩学会誌, Vol. 24, No. 3, pp. 164-170, 2000
- [7] 片岡之子, 細島美智子, 阿山みよし, VDT上の文章表示の視認性, 平成16年電気学会電子・情報・システム部門大会, pp. 659-661, 2004

Visibility Evaluation of Background Color and Foreground Color  
using Psychological Evaluation  
—Effective Coloration for Electronic Flyer—

Daisuke SAITO

Faculty of Liberal Arts, Chuo Gakuin University

**ABSTRACT**

With the development of information technology, the Internet has become widespread and is used by about 90% of households. In addition, due to the impact of COVID-19 infection prevention that is currently occurring, changes are appearing in the way Internet is used. In particular, the number of online shopping has increased rapidly, and it is now used by more than half of households who want to use the Internet. Therefore, in this study, we focused on the electronic flyer and tried to propose the optimum background color and foreground color scheme for the electronic flyer. In this paper, we first extracted the combination of background color and foreground color used in the electronic flyer. Then, from the extracted color combinations, we narrowed down the background color and foreground color that are judged to have high visibility regardless of the visual feature of young adults, simulated dichromatic vision using a simulated filter for young adults and simulated the elderly using a simulated filter for young adults. Finally, the visibility was evaluated using psychological evaluation for the narrowed background color and foreground color. As a result, it was found that the colors used in the electronic flyer are a combination of red, yellow, white, black, blue and green. From these color combinations, 15 sets (background color / foreground color: blue / yellow, blue / white, red / yellow, red / white, yellow / blue, yellow / red, yellow / black, black / yellow, black / white, black / green, white / blue, white / red, white / black, white / green and green / white) of colors were judged to have high visibility regardless of the Visual feature. Furthermore, the visibility of these 15 sets of background colors and foreground colors was evaluated using the ME method. It was shown that the larger the brightness difference and the color difference, the higher the visibility, and the more the achromatic color was

used as the background color, the higher the visibility tended to be. From the above, it was shown that it is desirable to increase brightness difference and color difference for background color and foreground color suitable for information presentation in the electronic flyer, and to use the chromatic color as the foreground color for the achromatic background.