

【論文】

電子チラシで有効となる前景色と背景色の組合せに関する検討

—生理評価を用いた検討—

齋藤 大輔

1. はじめに

1980年代末期頃までの情報通信技術（ICT）の主なコミュニケーションツールは固定電話・FAXや公衆電話であり、その後1990年代前半から2000年代前半にかけてはパソコン（PC）の普及に伴い、データ通信やインターネットが一般化した。これと同時期に携帯電話が急速に普及し、1990年代後半からは、家庭用のデジタル回線が広く普及し、携帯電話でも限定的ではあったものの、インターネットへの接続が可能となった。2000年代後半となると、スマートフォンが普及し始め、インターネットのモバイル化が急速に進んだ。さらにその後は、図1に示すとおりモバイル端末全体の世帯保有率は2021年には97.3%となり、中でもスマートフォンの世帯保有率は2010年の9.7%から2021年には88.6%まで急増し[1]、現在ではスマートフォンでインターネットを利用する機会が増加しており、利用端末にも変化が生じている。インターネット利用においても図2に示すように、2000年代に入り急増し、現在では約83%[1]となり、現代社会においてインターネットは切り離せないものとなっている。

この間モバイル通信においては表1に示すとおり、約10年を1時代として通信規格が更新され、1Gでは音声通話を中心であったものが、2Gではメールができるようになり、3Gではインターネット、音楽および携帯ゲー

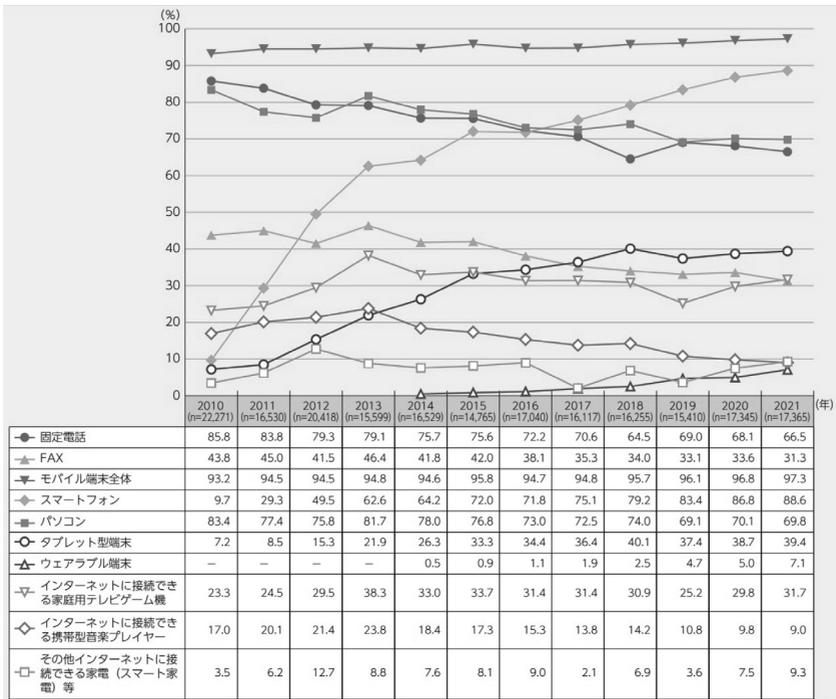


図1 情報通信機器の世帯保有率の推移 [1]

ムが楽しめるようになり、4Gでは動画配信サービスが普及した。2020年には5Gでの商用サービスがスタートし、すでに次世代通信規格として2030年の実用化を目指して6Gの開発が進められている。現在利用が進められている5Gの特徴は、「超高速大容量」、「高信頼・低遅延」および「多数同時接続」であり、高画質動画がスムーズに見られること、IoT機器の普及の促進、遠隔手術や自動運転への活用が期待されており、今後はサービスが多様化していくと考えられる。

また、2019年12月に新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界初感染が確認され、2020年3月にはWHOによりパンデミック（世界的大流行）が宣言され現在も終息していない。コロナ禍における生活では、感染予

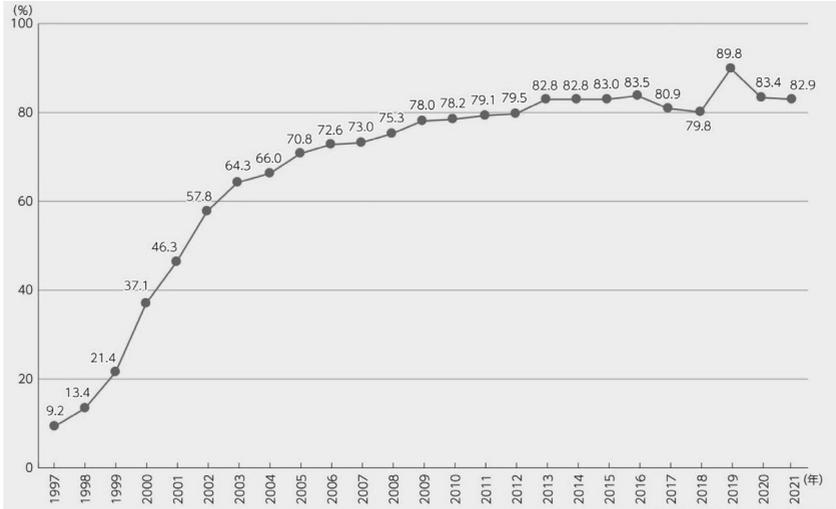


図2 インターネット利用率の変化 [1]

表1 移動通信ネットワークの通信規格

年代	通信規格	通信速度	通信方式	通信用途
1980	1G	—	アナログ方式	音声通話
1993	2G	2.4~19.8 kbps	PDC	パソコンに接続して外出先でメールを送る（パケット通信）
2001	3G	384 kbps	W-CDMA	文字ベースのホームページ閲覧
2006	3.5G	3.6~14 Mbps	HSPA	画像を含むホームページや動画の閲覧
2010	3.9G	37.5~150 Mbps	LTE	ホームページ、動画閲覧だけでなく、ユーザの写真や動画の投稿など
2015	4G	110 Mbps~1 Gbps	LTE-Advanced	ホームページや動画閲覧のほか、動画のライブ配信など
2020	5G	1~10 Gbps	—	IoT、高精細動画、自動運転

防として3密（密集、密接、密閉）を避けられるという点や外出自粛といった点から、働き方においてはテレワークが推進され、教育面では対面授業が困難になったことからオンライン授業が行われた。日常生活においても図3に示すように、ネットバンキング、インターネットショッピング、動画視聴の機会が増加した [2]。このようにコロナ禍においては、インターネットの利用用途に変化がみられた。さらに、図4に示す新型コロナウイルス感染症の収束後も利用したいサービスによると、インターネットショッピングは最も利用したいサービスであった [3]。

これまでに、筆者はモニタを介した前景色と背景色の視認性についての研究を行ってきた。コロナ禍においては、テレビ会議や遠隔授業においてスライドを作成する機会が増加するということから、日本色彩学会において「スライド作成における色彩とデザイン」という形で特集が組まれた [4]。筆者もこの中で、「背景色と文字色の組み合わせによる見やすさの関係」についてこれまでの研究をまとめて報告を行った [5]。さらに、インターネットショッピングにおける問題として、インター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について心理評価

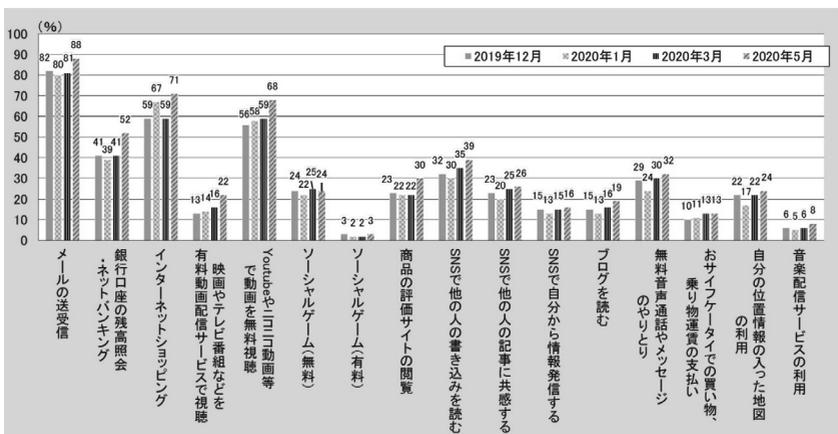


図3 コロナ禍（非常事態宣言下）でのインターネットの使用用途の変化 [2]



図4 新型コロナウイルス感染症の収束後も利用したいサービス [3]

を用いた検討を行い、中央学院大学現代教養論叢第4巻1号で報告した。その結果、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を示した [6]。この結果は、心理学的評価による検討であり、主観が含まれたものである。より定量的に評価を行うために、生理学的評価により検討する必要がある。そこで本報告では、生理学的評価として、眼球電位計測と脳波計測を用いて呈示された情報を知覚・認知に要する時間から電子チラシで有効となる前景色と背景色の組み合わせについて検討する。

2. 眼球運動と知覚認知の関係

視覚における文字情報の知覚認知過程は、網膜で捉えた像を感覚記憶に貯蔵し、その中から注目した情報のみを短期記憶に貯蔵、ワーキングメモリを介して長期記憶へ転送や想起を行い、反応として文字およびその意味を理解している。つまり、図5に示す記憶のメカニズムに基づいている。また、視覚での情報知覚は、眼球が動いている時には行われておらず、注視している際に行われている。さらに、正確に情報を取得できるのは、図6に示した中心視（弁別視野）でありその範囲は視角で数度の範囲であり、その周囲には情報がはっきりとはわからないが目を動かさなくても知覚でき、眼球運動のみで情報を取得できる有効視野、さらにその外側の範囲は周辺視野（図6中の注視安定視野、誘導視野および補助視野）であり漠然と情報が認識できる範囲である [7]。つまり、文字情報を正確に認識するためには、中心視で視対象をとらえる必要があり、視対象が移動した場合には視線を移動してその視対象を中心視でとらえる必要がある。このため、文字を認識しその意味を理解するためには、注視と眼球移動（サッカド）を繰り返している。

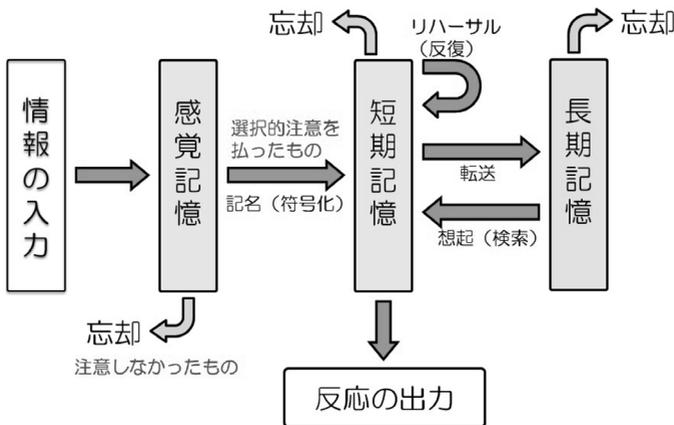


図5 記憶のメカニズム

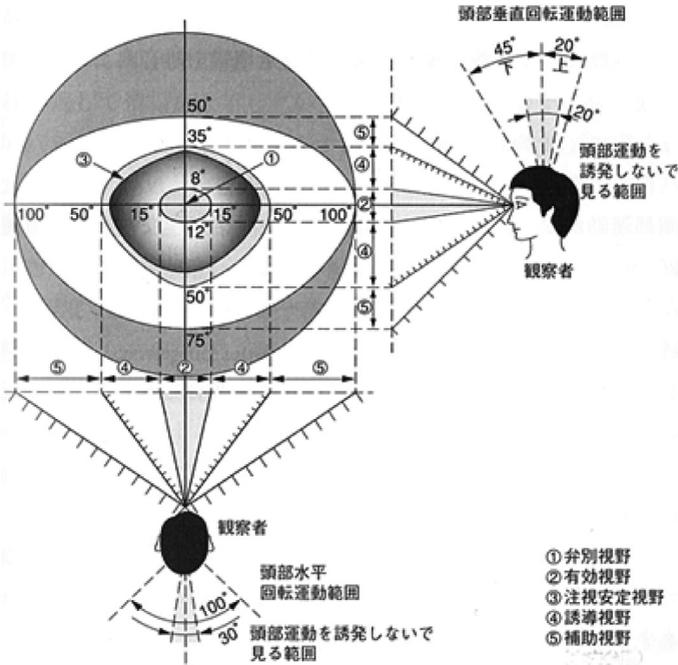


図6 視野の範囲 [7]

3. 眼球電位計測と脳波計測

眼球が運動する際には、眼球電位（EOG：Electro-oculogram）が変化し、図7のEOGで示すように注視の際には眼球電位は一定値となることから、眼球電位の変化を計測することで、注視しているか否かの判定が行える。さらに、人は外的あるいは内的な事象に時間的に関連して脳電位が変化する。これを事象関連電位（ERP：Event-Related Potential）といい、図7のERPに示すとおり知覚認知においては事象が発生してから約300ms後にピークをもつ陽性の反応が現れる。この陽性反応をP300 [8]といい、最大振幅が現れるまでの時間（潜時）の変化により知覚認知の容易さを判断できる。そこで、注視が開始した時をトリガとしてP300の潜時を計測し、呈示刺激の

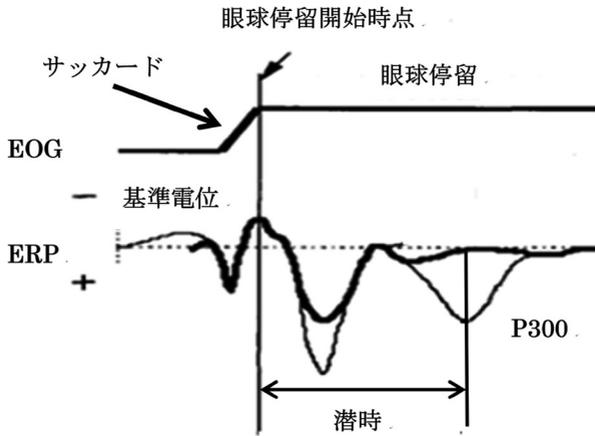


図7 EOGとERP波形の例

知覚・認知のしやすさを評価した。

4. 実験

4.1 実験条件

実験には、実験の内容説明を行った後、実験に参加することに同意の得られた、色覚が正常な18名の若年健常者（平均年齢 22.2 ± 0.5 歳）を被験者として採用した。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に示す高さ1910×幅1770×奥行1800mm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断し、通常の生活環境を考慮して画面中央表面の照度が100lx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700mm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[9]となるように20pt（視角 0.82° ）とし、フォントは、通常Webサイトで使

表2 使用色の組み合わせ(Web カラーセット)

表記	背景色	前景色
青黄	青 (#003399)	黄 (#FFFF00)
青白	青 (#003399)	白 (#FFFFFF)
赤黄	赤 (#CC0000)	黄 (#FFFF00)
赤白	赤 (#CC0000)	白 (#FFFFFF)
黄青	黄 (#FFFF00)	青 (#003399)
黄赤	黄 (#FFFF00)	赤 (#CC0000)
黄黒	黄 (#FFFF00)	黒 (#000000)
黒黄	黒 (#000000)	黄 (#FFFF00)
黒白	黒 (#000000)	白 (#FFFFFF)
白青	白 (#FFFFFF)	青 (#003399)
白赤	白 (#FFFFFF)	赤 (#CC0000)
白黒	白 (#FFFFFF)	黒 (#000000)
白緑	白 (#FFFFFF)	緑 (#009933)
緑黒	緑 (#009933)	黒 (#000000)
緑白	緑 (#009933)	白 (#FFFFFF)



図8 実験ブース

用されている MS Pゴシックとした。呈示刺激は形状が類似している「C」と「G」、「E」と「F」、および「O」と「Q」を使用し、160個の刺激のうち48個(30%)を標的刺激とした。呈示刺激とWebカラーセットの組合せは先行研究[6]により電子チラシに有効であるとされた表2にまとめた15通りの背景色と前景色の組み合わせ(Webカラーセット)を用いた。呈示する順番は被験者ごとに無作為とした。

眼球電位計測では、図9に示すように被験者の利き目の上直筋、下直筋および外側直筋に電極を装着し、脳波計測においては図10および表3に示した国際10-20法の電極位置に基づきP300が最もよく出現する正中頭頂部(Pz)に電極を装着し、GNDは耳朶として計測を行った[10]。計測システムは、装着した電極を電極ボックス(メロンテクノス社製、32ch電極ボッ

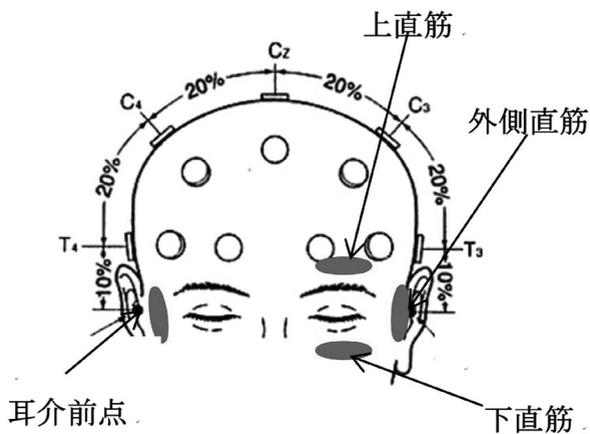


図9 EOG計測における電極貼り付け位置

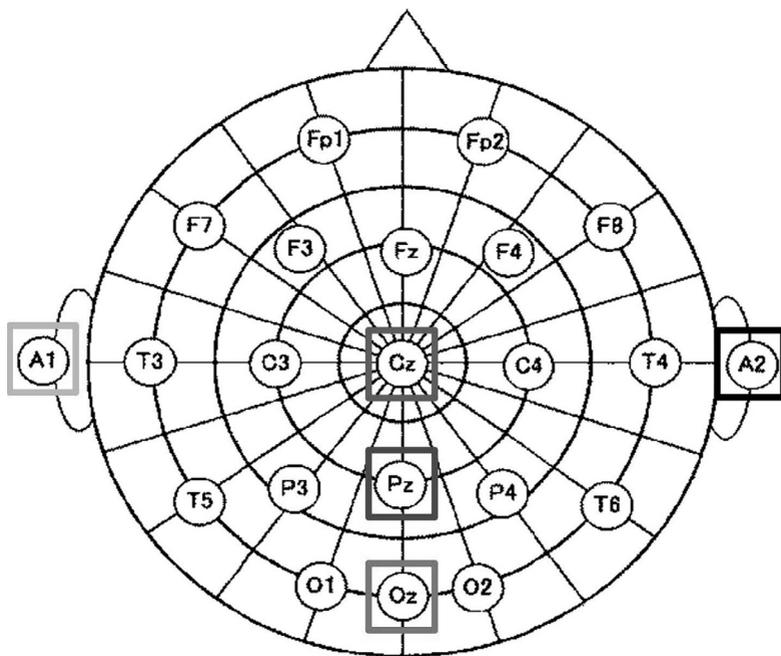


図9 EOG計測における電極貼り付け位置

表3 国際 10-20 法における電極部位名

電極記号	部位名
Fp1・Fp2	前頭極
F3・F4	前頭部
C3・C4	中心部
P3・P4	頭頂部
O1・O2	後頭部
F7・F8	前側頭部
T3・T4	中側頭部
T5・T6	後側頭部
Fz	正中前頭部
Cz	正中中心部
Pz	正中頭頂部
Oz	後頭中央部
A1・A2	耳朶

クス) を介し、生体アンプ (メロンテクノス社製、セパレート型 16slot アンプベースに 2ch 生体アンプモジュールを 4slot 格納) で信号の増幅、時定数の設定、フィルタを掛け、A/D 変換 (CONTEC 社製、Analog I/O PC Card、ADA16-32/2 (CB) F を使用) してパソコン (Panasonic 社製、CF-S10) に取り込んだ。本研究では、眼球電位の増幅率 2000 倍、脳波の増幅率 20000 倍、時定数およびフィルタは共通でそれぞれ 5 s、300 Hz (ローパスフィルタ) とした。

以上の条件を整理してまとめたものを表 4 に示す。

4.2 実験方法

被験者には、呈示される刺激を視線移動だけで注視することと、実験開始前に指示した標的刺激が呈示された場合にのみボタン押しをするように教示した。本実験では、オドボール課題を用いて刺激を呈示した。オドボール課題は、高頻度で出現する非標的刺激の中に、低頻度で出現する標的刺激が存在すると、2つの刺激を区別してそれぞれに異なった反応が得られる刺激分類課題である [11]。実際には、眼球電位および脳波の計測を開始した後に、図 11 に示すように、初期状態として画面中央部を 5 秒間注視した後に実験がスタートする。実験開始後は、標的刺激と非標的刺激が 7 : 3 の割合となるように 1 秒間隔でランダムに全刺激回数 (160 回) が呈示される。実験中

表 4 実験条件

被験者	色覚健常者 18 名 (平均年齢 22.2 ± 0.5 歳) 座位姿勢
呈示刺激	(C,G) (E,F) (O,Q) の各組み合わせ
標的刺激の頻度	30 % (48 回 /160 回)
電極位置	EEG : 正中中心部 (Cz), 正中頭頂部 (Pz), 後頭中央部 (Oz) EOG : 上直筋・下直筋・外側直筋 GND : 耳朶
液晶モニター	EIZO ColorEdge CCG276 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
被験者との距離	700 mm
モニター上照度 (鉛直方向)	100 lx



図 11 実験タスク呈示例

に、標的刺激が呈示された場合のみボタン押しをさせることで、実験課題を正確に遂行していたかを確認した。これを表 2 に示した全 Web カラーセットの 15 通りの背景色と前景色について繰り返し行った。また、本実験で使用する前景色と背景色の組み合わせについては、表 2 に示した Web カラーセットを用い、本報告では表 2 において「表記」で示した色表記を用いる。

4.3 解析方法

脳波は信号（特定の事象に関連した事象関連電位）とノイズ（事象とは無関係に生じる背景脳波）からなっているため、脳波データを事象にそろえて整列させ加算平均すると、ノイズを小さくし、事象関連電位を明瞭にすることができる [12]。本研究では、注視時に知覚認知活動を行っていると考えられていることから、注視開始時を起点として P300 を計測した。したがって、トリガを眼球停留開始時とし、脳波の生波形を解析した。その一例を図 12 に示す。図 12 は横軸が時間、縦軸は上から脳波、垂直眼電、水平眼電および押しボタンそれぞれの電圧であり、トリガは線を引いて示してある。そして、トリガを基準に眼球停留開始時前 0.1 s から眼球停留開始時後 0.5 s の波形を 35 回以上の加算平均を行った波形を図 13 に示す。図 13 は横軸が時間、縦軸は脳波の電圧であり、トリガおよび P300 の潜時は線を引いて示している。図 13 より、トリガから約 0.3 s 後に生じる陽性反応の最大値を P300 の潜時とし定義し、本研究では P300 の潜時を算出した。本研究では、Real-Time EFRP II（メロンテクノス社製）を用いて解析を行った。

4.4 実験結果

被験者 18 名（平均年齢 22.2 ± 0.5 歳）の表 2 に示した Web カラーセッ

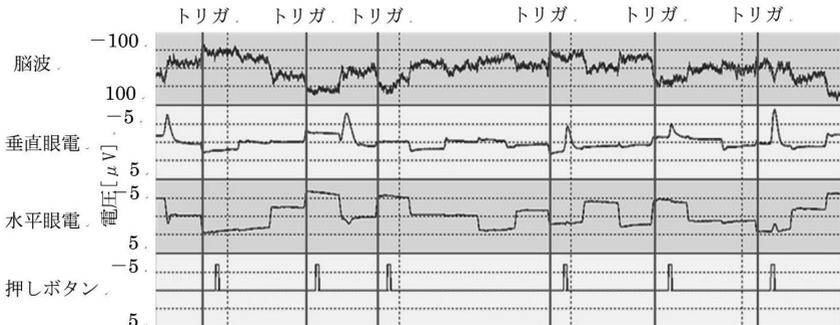


図 12 眼球電位計測および脳波計測における波形データの一例とトリガタイミング

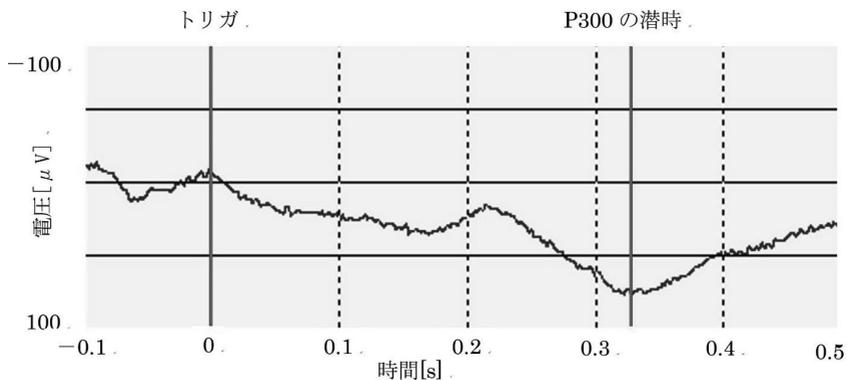


図 13 眼球停留開始をトリガとした脳波の加算平均波形の例

トごとに標的刺激の眼球停留開始から -0.1 ~ 0.5 s の脳波を加算平均 (35 回以上) し、得られた加算平均波形から P300 の潜時を算出した。得られた各 Web カラーセットの潜時を表 5 にまとめた。潜時は短いほど知覚認知に要する時間が短いことを意味する。

表 5 によると、通常の背景色と前景色として用いられる白黒の潜時が 0.338 s であり、逆の組み合わせとなる黒白は 0.330 s であり、この 2 組の無彩色のみの配色の潜時の間 (0.330 ~ 0.338 s) の間に有彩色が含まれる配色のものは存在しなかった。また、白黒よりも潜時が長かったものは、青白、黄青および黒黄の 3 つの組み合わせであったが、その差は 0.001 ~ 0.002 s であった。これ以外の 10 組の Web カラーセッ

表 5 Web カラーセットと潜時

Web カラーセット	潜時 [s]
青黄	0.328
青白	0.340
赤黄	0.327
赤白	0.320
黄青	0.339
黄赤	0.319
黄黒	0.325
黒黄	0.339
黒白	0.330
白青	0.328
白赤	0.323
白黒	0.338
白緑	0.323
緑黒	0.320
緑白	0.320

トに関しては、黒白よりも潜時が短く 0.319 ~ 0.328 s の範囲であり、白黒を基準とすると 0.01 ~ 0.019 s 潜時が短かった。最も潜時が短かったものは黄赤の 0.319 s であった。潜時は時間が短いほど知覚認知に要する時間が短いことから、通常背景色と前景色として用いられる無彩色の組み合わせである白黒および黒白よりも潜時が短かった、青黄、赤黄、赤白、黄赤、黄黒、白青、白赤、白緑、緑黒および緑白に関しては、認知しやすい組み合わせであり、青白、黄青および黒黄については認知しにくい可能性がある背景色と前景色の組み合わせであると考ええる。

5. 考察

W3C/WAI により、視認性が高いとされる背景色と前景色の組み合わせでは、明度差が 125 以上かつ色差が 500 以上であるとされている。ただし、W3C/WAI で定義されている明度差および色差は次式により求められる [13]。

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

$$\text{色 差} = |Rb - Rf| + |Gb - Gf| + |Bb - Bf| \quad \dots (2)$$

Rb : 背景色の R の値, Rf : 前景色の R の値

Gb : 背景色の G の値, Gf : 前景色の G の値

Bb : 背景色の B の値, Bf : 前景色の B の値

R 、 G 、 B 値は、色を決定する 0 ~ 255 の値 (10 進数)

(1) 式および (2) 式を用いて、本実験で用いた Web カラーセットについて明度差および色差を算出し、表 6 にまとめた。表 6 によると、W3C/WAI の条件を満たしていないものは、赤黄、黄赤および緑黒の 3 組の Web カラーセットがあるが、これらの Web カラーセットはいずれも P300 の潜時が短く知覚認知しやすい Web カラーセットである。全ての Web カラーセットに関して明度差および色差と P300 の潜時との関係をそれぞれ図 14 および図 15 にまとめた。図 14 および図 15 の縦軸は P300 の潜時であり、

表6 Web カラーセットの明度差と色差

Web カラーセット	明度差	色差
青黄	213	612
青白	208	561
赤黄	165	306
赤白	194	561
黄青	213	612
黄赤	165	306
黄黒	226	510
黒黄	226	510
黒白	255	765
白青	208	561
白赤	194	561
白黒	255	765
白緑	159	561
緑黒	95.6	204
緑白	159	561

潜時が速いほど知覚認知に要する時間が短いことを表す。図14の横軸は(1)式で求めた明度差、図15の横軸は(2)式で求めた色差を表す。また、図14および図15において示した近似曲線は、P300の潜時と明度差および色差の関係を線形近似したものである。

図14によると、近似曲線から明度差が大きくなると潜時が長くなる傾向がみられた。さらに、P300の潜時と明度差の間の相関関係をみると、相関係数0.649という相関関係であり、知覚認知と明度差の間に中程度の相関関係が得られた。図15によると、明度差と同様に色差が大きくなると潜時が長くなる傾向がみられた。さ

さらに、P300の潜時と色差の間の相関関係をみると、相関係数0.478という相関関係であり、知覚認知と明度差の間に弱い相関関係が得られた。

以上のことから、明度差および色差が大きくなると知覚認知が遅くなる傾向であり、先行研究[14]と正反対の結果となった。特に黄赤、緑黒、緑白および赤白といったWebカラーセットの知覚認知が速く、これらのWebカラーセットは、比視感度曲線において感度の高い色であった。さらに、知覚認知は中心視で捉えた像のみが高精彩に分析され認知される。この中心視は、網膜上の中心窩であり、この部分にはL錐体(赤を感じ取る錐体細胞)とM錐体(緑を感じ取る錐体細胞)のみ存在し、S錐体(青を感じ取る錐

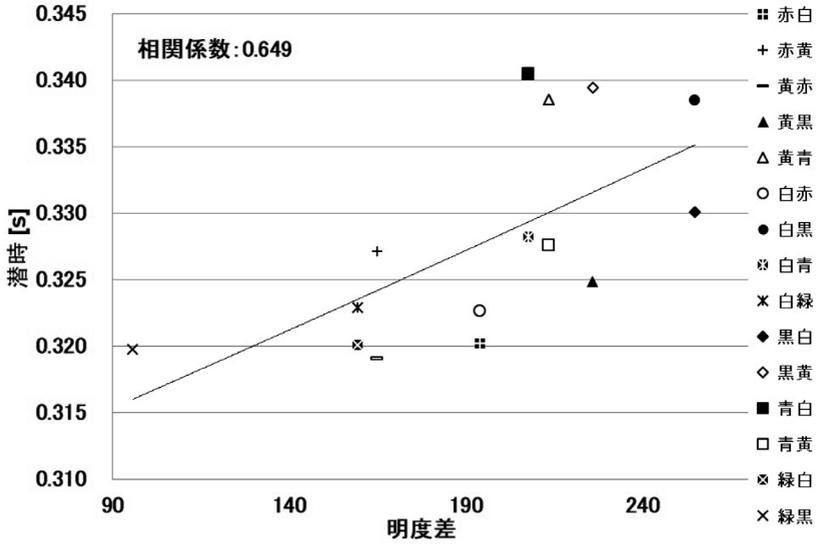


図 14 P300 の潜時と明度差の関係

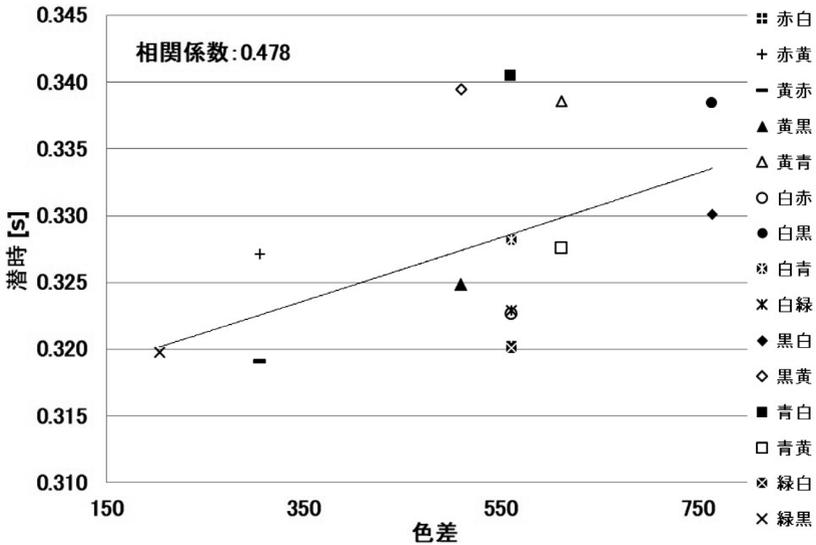


図 15 P300 の潜時と色差の関係

体細胞)は存在していない[15]ため、赤および緑を用いた Web カラーセットの知覚認知が速くなり、青を用いた Web カラーセットの知覚認知が遅くなったと考える。

心理学的評価では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[6]、生理学的評価では明度差が小さくなると視認性が高くなることが示され、色差における視認性との関係は明度差に比べると小さかった。心理学的評価と生理学的評価を統合的に考えると、結果が一致しなかった。この要因は、心理学的評価は誘目性の影響が強く、生理学的評価は錐体細胞の分布や比視感度の影響が強かったことであると考えられる。これらのことから、心理学的には見やすいと感じている Web カラーセットが必ずしも理解しやすい Web カラーセットとは限らないということが示された。したがって、目を引き付けたい場合や、よく理解してもらいたいものなど、提示する内容によって Web カラーセットを使い分けることが最良であると考えられる。

6. おわりに

本研究では、眼球電位計測と脳波計測を用いて呈示された情報を知覚・認知に要する時間から電子チラシで有効となる背景色と前景色の組み合わせについて検討した。その結果、生理学的評価では、明度差および色差が大きくなると知覚認知に要する時間が長くなる傾向が得られ、明度差では中程度、色差では弱い相関関係が得られた。また、心理学的評価と生理学的評価の結果が一致しなかった。この要因として、心理学的評価では誘目性の影響が強く、生理学的評価では錐体細胞の分布や比視感度の影響が強かったと考える。以上のことから、心理学的には見やすいと感じている Web カラーセットが必ずしも理解しやすい Web カラーセットとは限らないことが示された。したがって、目を引き付けたい場合や、よく理解してもらいたいものなど、提示する内容によって Web カラーセットを使い分けることが最良であると考えられる。

また、心理学的評価による視認性評価実験で用いた呈示刺激は意味のない

数字6文字であり、生理学的評価による視認性評価実験で用いた呈示刺激は形の類似しているアルファベットであったため、呈示刺激が統一されていなかった。そのため、今後は呈示刺激を統一して実験を行うことで、より詳細に視認性について検討する必要がある。

参考文献

- [1] 総務省、情報通信白書〈令和4年版〉ICT白書 情報通信白書刊行から50年—ICTとデジタル経済の変遷、日経印刷、pp.93-94、2022
- [2] 厚生労働省、厚生労働白書 令和3年版—新型コロナウイルス感染症と社会保障、日経印刷、p.22、2021
- [3] 総務省、情報通信白書〈令和3年版〉ICT白書 デジタルで支える暮らしと経済、日経印刷、pp.159-162、2021
- [4] 若田忠之、吉澤陽介、スライド作成における色彩とデザインによせて、日本色彩学会誌、Vol.45、No.4、p.161、2021
- [5] 齋藤大輔、背景色と文字色の組み合わせによる見やすさの関係、日本色彩学会誌、Vol.45、No.4、pp.162-167、2021
- [6] 齋藤大輔、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—、中央学院大学現代教養論叢、Vol.4、No.1、pp.17-35、2021
- [7] 山岡俊樹、ハード・ソフトデザインの人間工学講義、凸版印刷、pp.39-40、2007
- [8] 小松原明哲、桑野園子、伊藤謙治、人間工学ハンドブック、朝倉書店、p.340、359、2004
- [9] 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
- [10] 佐藤光源、松岡洋夫、最新臨床脳波学 普及版、朝倉書店、p.2、pp.10-11、p.14、2006
- [11] 黒岩義之、園生雅弘、臨床誘発電位ハンドブック、中外医学者、pp.200-206、1998
- [12] 入戸野宏、心理学のための事象関連電位ガイドブック、北王子書房、p.9-12、2005
- [13] W3C Working Draft, Techniques For Accessibility Evaluation And Repair Tools, <https://www.w3.org/TR/AERT/> (Last accessed 2022. 8. 25)
- [14] 齋藤大輔、齋藤恵一、納富一宏、東吉彦、犬井正夫、齋藤正男、Webアクセシビリティのための背景色と文字色の視認性を考慮した情報提示手法の検

討、バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌、Vol. 15、No. 1、p. 83-88、2013

[15] 内山恵二、色覚のメカニズム 色を見る仕組み、朝倉書店、p. 9-12、2005

Visibility Evaluation of Background Color and Foreground Color for Electronic Flyer —Examination using Physiological Evaluation—

Daisuke SAITO

ABSTRACT

The spread of information terminals has increased due to the development of information and communication technology. Furthermore, due to the impact of COVID-19, changes have occurred in the way we use the Internet. In particular, the use of online shopping is increasing. So far, we have reported on the visibility of background color and foreground color using psychological evaluation. Therefore, in this report, we examined whether the time required for perceptual recognition changes depending on the difference between the foreground color and the background color using physiological evaluation. In this method, the time required for perceptual cognition was measured using ocular potential measurement and electroencephalogram measurement as physiological evaluation. As a result, the time required for perceptual recognition increased as the lightness difference and color difference between the background color and the foreground color increased. This result was the opposite of the psychological evaluation. As a factor for this, it is thought that noticeability has a strong influence in psychological evaluation, and pyramidal cell distribution and relative luminosity have a strong influence in physiological evaluation.