

注視点移動計測を用いた視認性に関する基礎的検討

齋藤大輔, 齋藤恵一, 齋藤正男

東京電機大学先端工学研究所

1. はじめに

高度情報社会が到来し、誰もが情報機器の使用を余儀なくされている。さらに、現在は高齢社会を迎えている。このために、高齢者における情報機器の使用には様々な問題が発生しており、早急に解決する必要がある。これらの情報機器はディスプレイを介して情報を提供するものが多くの割合を占めていることから、視覚認知機能について検討する必要がある。現在では、加齢により視覚機能は変化することはわかっており、視覚情報を提供する側は高齢者に配慮した設計が必要であるとされている。Web サイトについては、Web アクセシビリティガイドラインが W3C (World Wide Web Consortium) や JIS により定められており、背景色と前景色の組合せを診断するツールの提案もされている。先行研究では、主観評価により背景色と前景色のコントラストが低下すると視認性が低下すること^[1]、視覚弁別オドボール課題において刺激のコントラストを下げると、標的刺激の認知判断が遅れること^[2]が報告されている。後者の報告では、実験の制約上刺激としては単純な記号を用いていたが、Web サイトの閲覧により近い状態での認知判断に関係した指標を取り出すことが望まれる。そこで本研究では、注視点計測装置により文章を読んでいるときの注視点移動を計測して視認性を評価することを試みた。特に、注視点移動時間および注視時間に着目して検討を行ったので報告する。

2. 実験条件および方法

17 インチ CRT (EIZO Flex Scan T566) の画面に、Fig. 1 に示すような 32[文字/行]×12[行]の単一文字色で書かれた文章を、IEC (International Electrotechnical Commission) 規定の国際色再現規格である sRGB モードで呈示した。背景は閲覧頻度の高い大手検索サイトで多く用いられている白色、文字は輝度の異なる 4 つの無彩色を用いた。各色のカラーコードと輝度を Table 1 に示す。被験者 (色覚健常者 10 名, 平均年齢 22.6±6.4 歳)

A study on visibility using point of regard measurement
Daisuke SAITO, Keiichi SAITO and Masao SAITO,
Research Center for Advanced Technologies,
Tokyo Denki University

「一生懸命働けば世の中に貢献できる人間になれるじゃないか。貢献するということは、自分の役割に徹するということだろう」「一生懸命に働くことによって役割を一日も発見し、世の中に役に立つ人間になろうじゃないか。そうすれば君自身が大きくなるじゃないか」私のような勉強不足の学生に対して「労働観」ということを、実にスムーズに、おそらく五分くらいの間にスーツと理解させてくれたのです。そして、船井会長はこのあとさらに衝撃的な一言をいわれたのです。「この世の中で起こることはね、すべて必要、必然なんだ。偶然というもの、ただの一つとしてないんだよ」「今日、君が私とこうして会ったのも、君が将来どうすべきか、どう生きるのかに気づくためじゃないかな。そのためにわが社は最高の環境だと思おうよ」佐藤君はその日のうちに「ここに入ろう」と決心したそうです。こうして現在の佐藤君があるわけです。

Fig. 1 Example of sentences

Table 1 Color codes and Luminance

	Color code	Luminance [cd/m ²]
Character colors	#000000	5.80
	#666666	7.59
	#999999	17.9
	#CCCCCC	42.9
Background color	#FFFFFF	71.0

Table 2 Sequences of stimuli

Subject No.	Order of presented character colors
1	#CCCCCC → #999999 → #666666 → #000000
2	#000000 → #666666 → #999999 → #CCCCCC
3	#999999 → #000000 → #CCCCCC → #666666
4	#666666 → #CCCCCC → #000000 → #999999

には、Table 2 に示した 1~4 の文字色の組合せを順序は無作為で呈示し黙読させた。このとき、1~4 の順序は被験者によって異なるようにし、呈示順による影響を排除した。文章黙読中の視線移動を、注視点計測装置 (Free View, 竹井機器製 T.K.K.2920b) を用いて 1/30 秒間隔で測定した。得られるデータは、画面中央を原点としたときの xy 座標で示される視角である。文字の大きさは視角が 25 分以上あれば視認性に影響がみられないと報告されている^[3]ことから、視角 30 分となるように被験者と画面との距離を 110 cm、フォントサイズは 24 pt, MSP ゴシックとし、画面照度は 100 lx とした。測定中の頭部移動が眼球運動の追従を難しくしたり、瞬きにより視点座標がずれたりするため、被験者には測定中に来る限り頭を動かさないこと、瞬きを我慢する

ように注意し、呈示文章の内容を理解しながら黙読するように実験開始前に教示した。

以上の条件により得られた注視点計測結果より1文字あたりの平均黙読時間および1行あたりの平均注視時間を算出した。

3. 実験結果および考察

文章を読む速度は被験者ごとに違いがみられたことから、白色背景で通常の文字色として用いられる黒(#000000)を基準とし、#000000に対する他色の比率を用いて検討を行った。

Fig. 2 に注視点計測より算出した一文字あたりの平均黙読時間比を示す。Fig. 2 の縦軸は#000000に対する比率を示し、横軸に Color code を示す。Fig. 2 によると、#000000 に対して一文字あたりの平均黙読時間は#666666 で 1.087、#999999 で 1.091、#CCCCCC で 1.156 とどの色でも大きくなった。特に、#CCCCCC では顕著に大きくなっていった。多重比較検定の結果は、#000000 に対して#666666 と#999999 では有意水準 5%、#CCCCCC では有意水準 1%で差が確認された。つまり、コントラストが低下すると平均黙読時間に遅延が確認され、呈示された文章が読みにくくなることが示された。

Fig. 3 に注視点計測より算出した1行あたりの平均注視時間比を示す。Fig. 3 の縦軸と横軸はFig. 2 と同様である。Fig. 3 によると、#000000 に対して一文字あたりの平均注視時間は#666666 で 1.102、#999999 で 1.118、#CCCCCC で 1.171 と平均黙読時間と同様に平均注視時間が長くなる傾向がみられた。多重比較検定の結果は、どの色も有意水準 1%で差が確認され、コントラストが低下することで呈示された文章を理解するために時間を要したことが示された。

Fig. 2 と Fig. 3 の比率を比較すると、ほぼ同値であること、さらに1行あたりの平均黙読時間の平均注視時間が占める割合が 0.81 ± 0.009 とほぼ一定であることから、背景色と文字色のコントラストの低下が、注視点移動および注視時間の双方に同程度作用していると考えられる。さらに、背景色と文字色のコントラストと平均黙読時間の相関係数は-0.973、平均注視時間との相関係数は-0.997 であり、非常に強い負の相関関係であった。つまり、注視点移動速度および注視時間は背景色と文字色のコントラストに応じて変化し、コントラストが低下することで視覚からの情報取得に時間を要すると考える。

4. おわりに

文章を黙読しているときの読み易さを評価するために、注視点移動および注視時間に着目し、

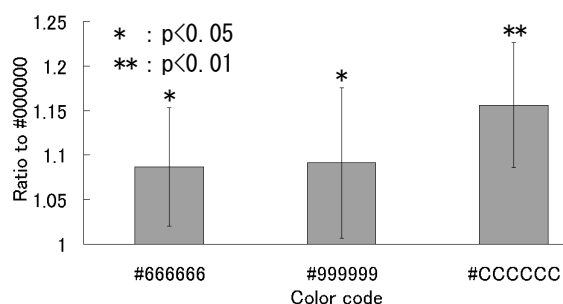


Fig. 2 Ratio to #000000 of each color at reading time

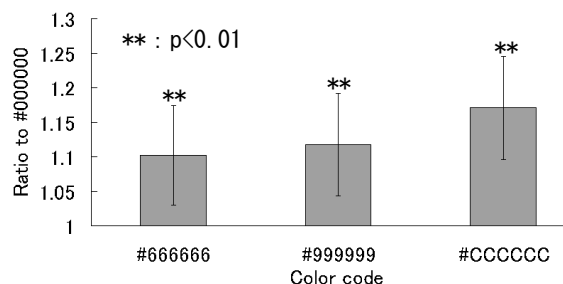


Fig. 3 Ratio to #000000 of each color at the gaze time

1文字あたりの平均黙読時間、1行あたりの平均注視時間を算出し、背景色と文字色のコントラスト変化の影響を調べた。その結果、コントラストの減少とともに黙読時間と注視時間が延長することがわかった。特に、コントラスト変化に応じて平均黙読時間および平均注視時間が変化することが確認された。以上のことから、本手法が文章を黙読しているときの視認性を評価するのに有用であることが示唆された。今後、有彩色 Web セーフカラーを対象に同様の検討を行い、本手法が色度の影響を評価できるか検討し、高齢被験者を用いた実験を行う予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、注視点計測実験にご協力いただいた東京電機大学工学部 川澄正史教授に深く感謝いたします。また、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金（基盤研究(C)(2)課題番号 15500142）により行われた。

参考文献

- [1] 齋藤大輔, 齋藤恵一, 納富一宏, 齋藤正男: Web セーフカラーの視認性順序付けに関する検討, 電気学会 C 部門誌, Vol. 125, No. 6, pp.892-897 (2005)
- [2] Furumitsu I, Hira S, Saito K, Furedy J. J.: Adding a localization psychophysiological measure (fMRI) to a cataract-like preparation suggests a visual component in perceptually-related deficits in aged cognitive performance, Psychophysiology, 40-Supplement 1, S42 (2003)
- [3] 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)