

視線データを用いた文章強調の効果分析

Analyzing the effect of sentence emphasis using gaze method

八木 大介, 星野 寛登, 松本 一教

Daisuke YAGI, Hiroto HOSHINO, and Kazunori MATSUMOTO

神奈川県立大学大学院 工学研究科 情報工学専攻
Course of Information and Computer Sciences,
Graduate School of Engineering,
Kanagawa Institute of Technology, JAPAN.

概要：本論文の目的は、テキスト中で着色単語を使ったときの効果を調べることである。この目的を達成するために文章中の単語を着色し、探索するために必要な時間を測定した。その結果、探索時間は色の輝度に依存することがわかった。次に、この原因を調べるために、我々は視線データを用いて探索時間との関係を分析した。本論文では実験方法とその結果について詳細に報告する。

Abstract: The main purpose of this paper is to clarify the effect of using colors in a text. In order to achieve this purpose, we prepare a text, and some words of it are colored. We measured the time which is necessary to search the text for a given word. As a result, we find that the search time depends on the luminance of a color. In order to identify the reason, we carry out an analysis using eye tracking patterns. In this paper, we explain the detail of the experiments and also show their results.

1. はじめに

日常で文章を用いて情報を整理することが多々ある。その際確認する機会が多い文章や、記憶したい単語に対して着色文字を用いた強調がしばしば行われている。しかし現在は漠然と目をひきやすいような気がするなど、製作者の主観のみで強調が行われている。そのため、目的としている効果が得られる保証がない。そこで本稿では着色文字ごとの効果を検証することで、文章を強調するための指標を作成することを目的とする。着色文字を用いた際の効果の検討として、文章中の単語をいくつか着色し、語句探索を行わせることで色ごとの効果を示した実験が成井ら[1]により行われている。しかし、この研究では漠然と色ごとに探索に必要な時間を測定しているだけであり、実際に被験者が探索している際、どのような反応の違いがあったのかはわからない。そこで本稿では、着色強調を受けた文章を読む際、注視点測定装置(Tobii X2-30 Eye Tracker)

を用いて被験者の注視点を測定することで被験者が着色文字からどのような影響を受けているのかを分析した。その結果をもとに着色文字の特性を分析し、更に一般生活で有効な強調方法を検討した。

2. 単語探索実験

2.1. 実験概要

着色による語句強調の分析対象として、被験者に平仮名で構成された有意味な文章を提示し、特定単語を探索させる課題を行なった。これは成井らの再現実験である。この実験において探索対象を発見するまでの時間を測定し、同時に被験者が単語探索をしている最中の注視点データを計測した。被験者に提示した課題の例を図1に示す。

探索対象：やくそく

いつまでまってもらいじつせずにほんにきたのはきやんぶちよくぜ
おなじころいぎりすでもいちばんげーじよりこがたのぜろばんげー
せんごくぶしょうからもすうけいされさかんにきしんやぞうえいが
とくにでんとうのあるものはくらしくともよばれさいきょうぎで
けんせつとうじにやくそくされていたえいこくからぶらじるせいふ
じっさいとうさいされるろじっくぼーどもあつがるせいであつが

図1 語句探索実験の提示画像

実験の環境は成井らと同様とした。探索対象となる単語は4文字の単語である。着色に使用する色は、赤色、青色、灰色の3系統とした。各系統で、白の輝度を100とした時に、それぞれ輝度20, 40, 60, 80となるように調整した色を実験に用いた[1]。輝度は画面に一樣に色を表示した液晶ディスプレイを、1m離れた位置から輝度計(MINOLTA 社製:LS-110)で測定することで得た。実験に使用した色のRGB値及び輝度計で得た値を表1に示す。被験者に提示する刺激文中、平仮名で4文字の単語を5個、着色した。着色した単語中、探索対象となる単語が含まれている場合、含まれていない場合の2パターンを実験に使用した。

表1 実験に使用した着色

着色条件	赤系統		青系統		灰色系統	
	RGB	輝度[0,100]	RGB	輝度[0,100]	RGB	輝度[0,100]
着色条件1	237,43,48	20	84,129,240	19	137,134,152	20
着色条件2	247,153,153	40	160,185,248	39	183,179,175	42
着色条件3	150,200,202	58	197,216,249	60	214,213,212	58
着色条件4	254,230,231	81	231,239,253	81	238,238,242	79

2.2. 実験手順

実験は液晶ディスプレイに課題文を提示して行った。被験者には課題文を読み取り、迅速に指定対象を探索し、発見した時に右クリックを行って回答するように指示した。被験者が回答をすると、即座に次の課題文が提示されるようにした。課題文は慣れや疲労などによる順序効果を除外するため、無作為に並び替えて提示した。

2.3. 実験結果

(1) 反応時間の比較

探索対象となる単語が着色されているサンプルでの、各条件で探索にかかった平均時間を図2に示す。図2では探索対象の色系統ごとに折れ線グラフを表示している。

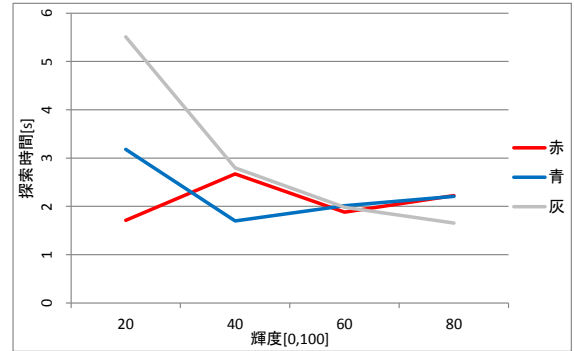


図2 着色条件ごとの語句探索に要する時間

このグラフは成井らの実験結果と類似した形状であるため、着色の効果分析に使用するのに十分であると判断した。

(2) 着色文字への着目時間の分析

Tobii X2-30 Eye Trackerにより得られる注視点データは注視している点を中心とした円で表現される。着目している箇所が変化すると、新たに円が作成される。一点に注目している時間が長くなるほど、円の直径が大きくなる。被験者の実験中の注視点データを確認したところ、探索に必要な平均時間が長いサンプルほど、着色文字に注目している円が大きい印象を受けた。着目時間が長いサンプルの注視点データの例を図3に、短いサンプルの注視点データの例を図4に示す。

探索対象：しんぼる

ゆりうすれきのいちねんはじっさいのいちたいようねんにくらべて

ちちぶなどのせいぶさんかんぶはちゆうおうこうちしききこうそれ

むいれいしていとしであるさいたましにはじゅうのぎょうせいくが

ほんこんとくべつぎょうせいくせいふのほんぶが**そんざい**するほん

ぐたいきに**すう**はいするたいしょうは**しんぼる**でかんせつてきに

ふつとぼーるやかるちよのようなあそびはきんせいまつまでよーろ

図3 強調単語への着目時間が長いサンプルの例

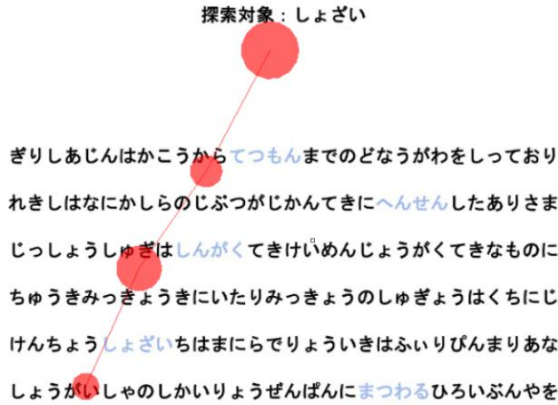


図4 強調単語への着目時間が短いサンプルの例

このことから、着色文字に着目している時間は探索時間と相関しているのではないか、という仮説を得た。そこで、被験者が着色文字に着目した平均時間を条件ごとに測定した。その結果を図5に示す。

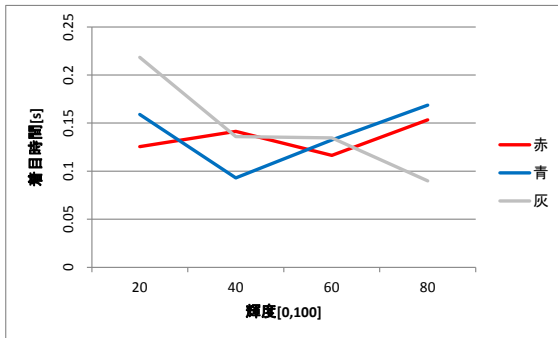


図5 強調単語への着目時間

探索対象が着色を受けている時の着目時間のグラフは、探索に必要な時間のグラフ(図2)と類似している。このことから、探索対象が着色されている場合は仮説が成立すると判断した。すなわち、着色を用いた語句強調には、読者の注目時間を変化させる効果があり、その強弱は着色条件によって異なることが判明した。

3. 同一視界での語句認識実験

3.1. 実験概要

前述の探索実験の結果から着色文字への着目時間が短い色の特性と、長い条件における色の特性を比較することで、着目時間が変化した要因を分析することができる。着色の特性としては、読みやすさや配色の良さなどがある[2,3]。しかし、それらの要素は定量的な評価が難しいため今回は使用しないこととした。着目時間が短い色は注視せずとも内容を理解できるため、注視する前から内容判断を行えるのではないかという仮説を考えた。この仮説の成否を判断するため、新たに実験を行った。

3.2. 実験手順

前述の仮説は被験者の視界を一様にした時、即座に対象を見つける事ができる範囲を調べることで成否を判断することができる。本実験では、前回の実験と同じく Tobii X2-30 Eye Tracker を用いて被験者の注視点データを測定した。実験を開始すると、画面中央に1つ点が表示される。被験者にはその点をまず注視するように指示した。被験者が点を注視してから数秒経つと、点の周囲にひらがな4文字の単語が10個表示される。10個の単語のうち、1個のみ着色を受けている単語がする。被験者にはできるだけ迅速に着色された単語を発見し、内容を読み上げるように指示した。実験に使用した画像の例を図6に示す。

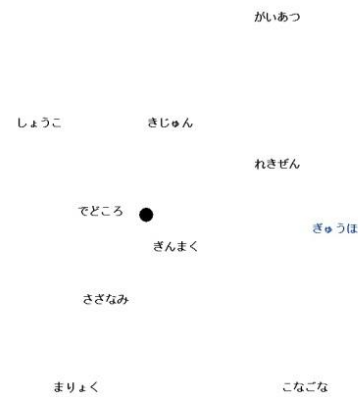


図6 語句認識実験の提示画像

実験に使用する色は、実験全体で最も反応時間が短い条件が存在した、輝度40の赤、青、灰色系統とした。単語を表示する位置は、被験者に着目させる点から2cm, 4cm, 6cm, 8cm, 10cm離れた箇所それぞれ2個ずつ配置した。

3.3. 実験結果

単語が提示された瞬間に視界内に発見対象である単語を認識できた場合、被験者は即座に単語に着目する。視界内に着色単語を認識できなかった時、被験者が着目するまでの時間は極端に上昇すると考えられる。そこで、被験者が着色単語に着目するまでの時間と、着目単語が提示された位置の関係を調べた。着色ごとの着目までの時間と位置の関係を示したグラフを図7に示す。

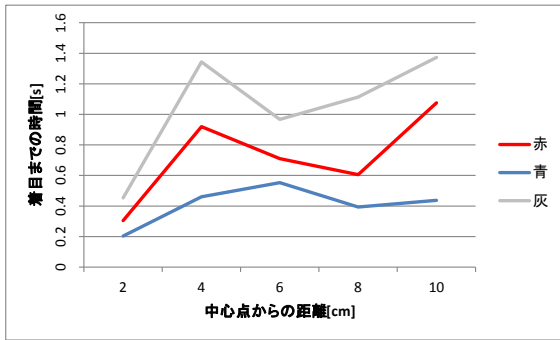


図7 着色条件により認識に要する時間

図7より、灰色、赤色は視界中心より4cm離れただけでも認識するまでに0.9秒以上必要となっており、すでに認識しづらくなっていることがわかる。一方、青色は最大でも0.6秒ほどで認識出来ている。これより、探索実験の結果と比較し、仮説が正しいことがわかった。探索実験、及び視界実験の結果を統合すると、視界に入りやすい青色で着色された文字は、焦点を合わせなくとも文章の内容が把握できるため、短い探索時間で探索に成功できることが判明した。

4. 語句記憶実験

4.1. 実験内容

実験により、輝度40の条件下では青で着色した単語の視認性が最も高いことがわかった。着色強調を行う際、一般に使用されている赤色よりも青色で着色すれば強調部分をより強く印象付けることができると考えられる。そこで、輝度40の赤及び青で単語を着色した際の印象強さを調べる。日常生活で文章を読む際、文章の内容に対する印象が強いほど内容を記憶しやすい。文章の記憶しやすさを計る実験としては、被験者に簡単な文章を読ませ、その内容を再生させる手法がある[4, 5, 6]。そこで、複数個単語が着色強調された文章を読んだ時の、着色文字による記憶容易性への影響を測る実験を行った。

4.2. 実験手順

本実験では現代仮名遣いの小説より10行程度を抜き出して被験者に提示し、3分間読んで内容を記憶するように指示した。提示した文章は文中の単語が複数個、輝度40の赤色もしくは青色で着色されている。着色する単語の個数は5個、10個、15個のものをそれぞれ用意した。記憶終了後、提示文のうち10箇所単語が欠落した文章を提示し、欠落した箇所の内容を埋めて回答するよう指示した。欠落単語は着色単語5個、非着色単語5個とし、各サンプルにおける着色単語および非着色単語の正答率を測定した。図8(a)にこの実験

で被験者に提示した画像の例を、図8(b)に回答に使用した画像を示す。なお、提示する順番は被験者ごとに無作為に並び替えて提示した。

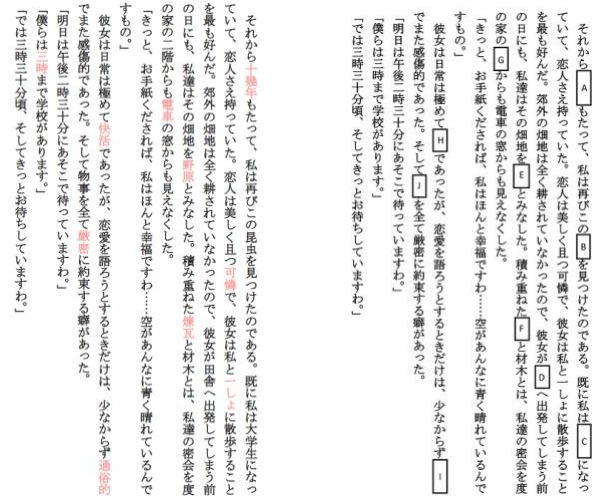


図8 語句記憶実験に使用した資料

予想では、青色は赤色より内容を認識できる範囲が広いと、内容を理解する時間が長くなり、強く印象づけられると思われる。すなわち、青色で強調したサンプルの着色単語の正答率は赤色で強調したものよりも高くなると考えられる。

4.3. 実験結果

着色単語の正答率を図9に示す。着色単語数が5個、10個のサンプルでは予想通り青で着色されたサンプルの方が高い正答率である。しかし、着色単語数が15個の条件では赤で着色されたサンプルのほうが高い正答率であった。これは着色単語数が増えると被験者の視界内に多量の着色単語を存在することになるが、赤色に比べて青字のほうが認識する個数が多いため、個々の単語の印象が薄れてしまったことが原因と思われる。

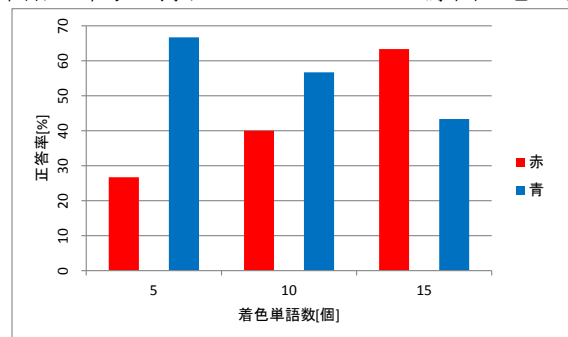


図9 着色単語の正答率

また、非着色単語の正答率を図10に示す。非着色単語も、概ね赤で着色されたサンプルより青で着色されたサンプルのほうが高い正答率を得ている。これは着色

単語が視界の中心に入らなくとも内容が認識し易い分、着色単語に意識が集中しなかったためと考えられる。

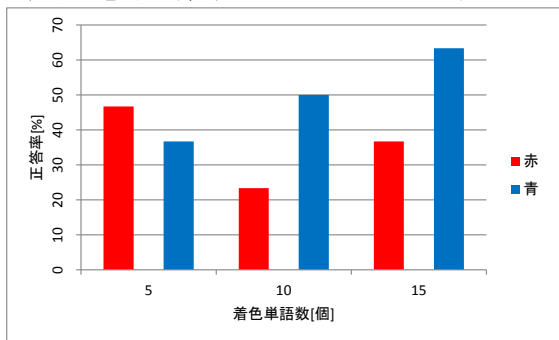


図 10 非着色単語の正答率

5. まとめと今後の展望

本研究では、着色文字による探索実験への影響を元として、着色単語により被験者の視点にもたらされる変化を測定した。その結果、探索時間が短くなる着色法は、着色文字に注目している時間が短くなるのが判明した。

注目している時間が短くなった原因として、着色により認識しやすくなったという仮説を立て、同一視界での語句理解実験によりその仮説を検証した。その結果、探索時間が短くなる着色法は、認識できる範囲が広いことが分かった。これより着色によって単語を強調すると、認識できる範囲を増減させる効果があることが判明した。

この効果を証明するため、着色によって単語に対する印象深さがどのように変化するかを調べた。その結果、認識出来る範囲が広い色で着色した単語は着色した数が少ない時強く記憶され、印象深く認識されるが、着色数が増えるにつれ個々の単語の印象は薄れていくことがわかった。また、着色されていない単語の印象は、赤で着色したものよりも青の着色したもののほうが強くなる傾向があり、その印象は着色単語数が増えるほど強くなるのがわかった。

この結果より、日常生活で文章中の単語を着色強調する際、印象づけたい単語の数が少ない時は認識できる範囲が広い色を用いることでより強い印象を与えることができる。また、認識できる範囲が広い色で単語を着色した文章は、特定の単語だけでなく、文章全体への印象が強くなるのがわかった。

本稿では特定の着色条件のみを対象とした。そのため、文字強調の効果を定式化することはできなかった。今後の展望として実験対象の拡大を行い、強調の方式をより一般的にしたい。また、今回は文章の着色条件のみで実験を行ったため、複数の色で着色した際の効果や、画像などを同時に配置した時の文章への影響などは分析することができなかった。より日常生活に則した文章強調法を確かめるため、様々な条件下での実

験を行いたい。

参考文献

- [1] 成井智祐, 中山実, 着色文字の色情報が語句探索時間に与える効果の一検討, 日本教育工学会論文誌,35(1),pp95-98,2011.
- [2] Mirko Gradisar, Iztok Humar, Tomaz Turk, Factors Affecting the Readability of Colored Text in Computer Displays, Information Technology Interfaces, 2006, 28th International Conference on, pp245-250,2006.
- [3] Mirko Gradisar, Iztok Humar, Tomaz Turk, Factors Affecting the Readability of Colored Text in Computer Displays, Information Technology Interfaces, 2006. 28th International Conference on, pp245-250,2006.
- [4] 魚崎祐子, 伊藤秀子, 野嶋栄一郎, テキストへの下線ひき行為が内容把握に及ぼす影響, 日本教育工学会論文誌,26(4),pp349-359,2003.
- [5] 関友作, テキストの内容把握に対する箇条書とキーワード強調の影響, 日本教育工学会誌,21,pp17-20,1997
- [6] 森敏昭, 文章記憶に及ぼす黙読と音読の効果, 教育心理学研究,28(1),pp57-61,1980.
- [7] Michael A. Correll, Eric C. Alexander, Michael Gleicher, Quantity Estimation in Visualizations of Tagged Text, CHI '13 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems:pp2697-2706,2013.
- [8] Kimberly A. Jameson, Where in the World Color Survey is the support for the Hering Primaries as the basis for Color Categorization?, Color Ontology and Color Science:pp179-202,2010.
- [9] Shumaila Hussain, Walayat Hussain, Incorporating Usability Factor in Readability Formula to Enhance Web Readability, Articles of Volume STD:31(1),pp73-81,2012.
- [10] Massimo Greco, Natale Stucchi, Daniele Zavagno, Barbara Marino, On the Portability of Computer-Generated Presentations: The Effect of Text-Background Color Combinations on Text Legibil.
- [11] 久保田剛司, 大沢英一, インタフェースエージェントの印象変化による記憶への影響, 電子情報通信学会技術研究報告 .NLC, 言語理解とコミュニケーション,112(268),pp19-24,2012.
- [12] 酒巻隆治, 染谷聡, 岡本孝司, Web デザインに対する印象と記憶される情報量との関係性分析, デザイン学研究, 55(6),pp59-66,2009.