

ウェブページ観察時の注意走査パターン

森田ひろみ

The pattern of attentional scan on web pages

Hiromi MORITA

抄録

サイト制作者にとって、ユーザがページに目を留め利用するかどうかは重要である。そのため、閲覧者がページ内のどこに最初に注意を向けるかを調べる研究がなされているが、その多くは視線計測によるもので、他の方法はほとんど用いられていない。そこで本研究は、「変化の見落とし」と呼ばれる認知心理学的現象を用いて、観察者がページ上の個々のアイテムにどのような順序で注意を向けるかを測定する方法を提案する。実験参加者は、トップページ画像とその中の 1 個のアイテムに変更を加えたダミー画像が、一面灰色の画像を挟んで、短時間で交替するのを観察し、変化を発見したらただちに反応した (実験 1)。反応までに繰り返された画像切り替え回数は、どの時点でそのアイテムに注意を向けたかを反映することが知られている。結果は、観察者が、サブコンテンツやユーティリティより先にセクション (メニュー) に注意を向け、サイト ID、セクション、メインコンテンツより後でサブコンテンツに注意を向けることを示した。これは、より自然な観察条件でもほぼ再現された (実験 2)。結果が、視線計測を行った先行研究と一貫していることから、本実験手法がウェブページ上の注意走査パターンの測定に有効であることがわかる。

Abstract

It is important for web site designers that users spend time on their sites to make use of the content. The page location to which users first direct their attention has been studied most often by tracking eye movements. However, few studies have used other methods. This study explores the order in which users direct their attention to web page items by use of the cognitive phenomenon known as “change blindness”. Participants observed an entry page alternating with a modified page. These pages were separated by a brief presentation of a blank page. Participants responded as soon as they noticed the change (Exp. 1). The number of alternations required to detect a change is known to reflect the point in time that attention is directed to the changed element. Participants directed their attention to the navigation bar (section) earlier than to the sub content and the utility, and they also directed their attention to the sub content later than to the site ID, the navigation bar and the main content. This result was substantially reproduced in Exp. 2 with more natural observational conditions. It is consistent with the results of eye tracking studies, suggesting the effectiveness of this experimental method for measuring the pattern of attentional scan on web pages.

筑波大学図書館情報メディア系
Faculty of Library, Information and Media Science
University of Tsukuba

1. 序論

インターネットが普及し、経済活動に大きな役割を占めるようになった現代、多くの企業がウェブサイトのユーザビリティに関心を持つようになった。個々のページがユーザにとって利用しやすいものであるかどうかは、一般的にユーザがどのようにウェブページを見るのかという、ウェブページ閲覧の一般的傾向に大きく依存すると考えられる。しかしながら、そのような一般的なウェブページの認知の特性は十分に研究されているとは言えない。その理由の一つとして、ウェブページの認知特性について調べる方法が、視線計測などに限られていたことがあげられる。そこで本研究は、閲覧者がウェブページ上の情報にどのような順序で注意を向けるかを測定する新しい認知心理学的手法を提案し、その方法を用いて注意の走査順序を調べ、この方法の妥当性や有効性を検討する。

1.1 視線計測による研究

ウェブページ観察中のユーザの注意に関する研究は、これまで主に視線を計測することによって行われてきた。

大野¹⁾は、ユーザが必要とする情報をウェブページ画面から探し出す場面を設定し、その際のユーザの視線を計測し分析することにより、ウェブページ上で主に利用される情報の種類を明らかにしようとした。実験参加者に企業等のウェブサイトのトップページを提示し、特定の情報を探索するよう指示した。探索中の視線計測データの分析に先立って、刺激となるトップページを次のような領域に分類した。メニュー（縦あるいは横に連続して配置された、リンクを含む文字列）、リンクあり文章（文中にリンクが1個以上含まれる、複数行に渡る文字列）、リンクなし文章（リンクを含まない、複数行にわたる文字列）、ビットマップ図（グラフィックスで描かれた画像データ）などである。

視線計測データの分析結果から、①メニューおよびリンクあり文章の領域に視線を向けていた時間が、他の領域に比べて長い、②画面提示からの経過時間が短いほど、画面の右側よりも左側を、下側よりも上側を見ることが多い、という傾向が示唆された。ただし②の点に関しては、著者自身が指摘しているように、実験参加者が問題画面提示直前まで画面左上に視線を向けるよう実験的に統制したことが影響していた可能性が考えられる。

Djamasbi²⁾は、ウェブページを10秒以上見て、それがどのくらい好ましいかを評定するよう実験参加者に指示し、その間の視線を計測した。視線を向けていた時

間の比率をヒート・マップ形式で表現して定性的に分析した結果から、①ページ内に大きな人物画像がある場合には、その領域に視線が長時間停留するのに対し、ページ上に様々な情報が同程度の取り扱いで掲載されているページにおいては、視線は拡散する傾向が見られること、②初期に視線が向けられる領域は、中央の人物画像領域、ページ上部のロゴ、そしてナビゲーションバーであることを示唆した。

これらの研究では、ウェブページを観察する際の視線移動の傾向を調べ、その結果から、観察者がウェブページ上でどのような順序で個々の情報に注意を向けたかを議論している。しかし、観察者が注意を向けた順序を直接的に測定することができれば、高価な眼球運動測定装置を用いることなく、より簡便にウェブページ上の注意の走査順序を調べることができると考えられる。そこで本研究では、次に述べる「変化の見落とし現象」という注意に関する認知心理学的現象を利用して、ウェブページ観察中の注意の走査順序を測定する方法を提案する。

1.2 変化の見落とし現象

「変化の見落とし現象」とは、画像中の注意を向けていない場所で明らかな変化が起きても観察者がそれに気づかないという現象で、Rensink³⁾が発見した。彼らは「フリッカー法」という実験パラダイムを開発することによりこの現象を明らかにし、注意のメカニズムに関連するものであることを証明した。

フリッカー法とは、画像Aとそれを一部変化させた画像A'を、一面灰色のブランク画像を挟みながら短時間で交互に切り替えて表示し、観察者が変化に気づくまでに要する切り替え回数を測定する実験方法である（図1参照）。画像A'は画像A内にあるアイテムの一つを消去する、あるいはその色や場所を変えることにより作成する。実験の結果、興味を引きやすいアイテムは興味を引きにくいものに比べて変化検出に要する切り替え回数が少ないこと、つまりアイテムが注意を引く度合いが高いほど変化検出が早いことが明らかになった。Rensink³⁾によると、画像切り替え時に変化位置（ターゲット位置と呼ぶ）に注意を向けていた場合、先ほど認知し記憶に保存したアイテムと現在表示されているアイテムの違いを発見できるが、他の位置に注意を向けていた場合、間に挟まれたブランク画像により直前に見ていた画像のアイコニックメモリが消失してしまうため、変化に気付くことが困難である。（ブランク画像を挟まずに画像AとA'を切り替えた場合には、画像のほとんどの部分が変化せず静止している中で、ターゲットアイテ

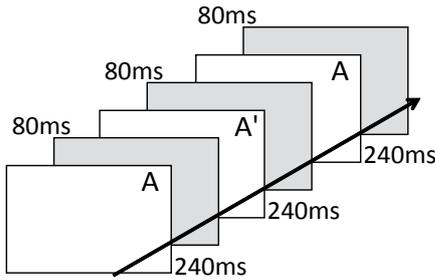


図1 フリッカー法の画像表示スケジュール

ムだけが変化するため、ただちにそのアイテムに注意が引きつけられ、それを認知し記憶するため、次の切り替えで変化を検出できる。)

このようにフリッカー法では、どの切り替えの時点でターゲットアイテムに注目したかが、変化検出までにかかった切り替え回数を決めている。つまり、刺激の提示開始から変化を発見するまでの画像切り替え回数は、観察者が画像内のアイテムに注意を向けた順序を反映する。

なお、O'Regan⁴⁾は、実験参加者がまばたきをするたびに画像を切り替えるという方法を用いて、視線を計測しながら「変化の見落とし現象」を調べている。その結果、変化を発見したときの視線の停留位置は、多くの場合ターゲット位置に近かったが、停留位置がターゲット位置から遠い場合も一定の割合で変化が検出された。また、実験参加者がターゲット位置に視線を向けていた場合でも、その4割程度はそこで生じた変化の検出に失敗していた。これらの結果は、変化を見つけるためには、そこを見るだけでは不十分であり、注意を向けて見る必要があることを示す。

変化の見落としは、非常に堅固な現象である。様々な刺激提示方法で生じ、その中のフリッカー法を用いる場合に限っても、画像を長時間提示しても、またブランク画面の提示時間を40ミリ秒から320ミリ秒まで様々に変えても生じることが報告されている⁵⁾。

1.3 本研究の目的

フリッカー法を用いた変化検出課題では、実験参加者が変化位置に注意を向けると、その時の切り替えで変化を検出し、反応する。したがって、画像内で変化させるアイテムを変えて変化検出に要する切り替え回数を比較することにより、それぞれのアイテムが注目される順序を知ることができると考えられる。このように、フリッカー法と変化検出課題を組み合わせるという方法は、理論的に妥当であると考えられるにもかかわらず、これまでに注意の走査順序の測定を目

的としてこの方法を用いた研究は行われていない。そこで本研究は、この方法を用いて、ウェブページ内のアイテムあるいは領域が注目される順序を調べ、その結果を視線計測の結果と付き合わせることにより、この方法の有効性や妥当性を調べる。

本研究では、ウェブページを見る際の一般的な注意特性を測定するため、ウェブページを構成要素に分解し、その中からいくつかのアイテムあるいは領域を選択し、それらに対して注意が向けられる順序を調べる。

Krug⁶⁾に基づき、機能的観点から、ウェブページの構造を、サイトID、セクション、メインコンテンツ、サブコンテンツ、ユーティリティの5つに分類した。図2に示すように、サイトIDはウェブサイトのタイトルを指し、多くの場合ロゴがページの左上に置かれる。セクションは主要コンテンツへのリンク集で、ページの上部に横一列に並べられることが多い。メインコンテンツはサイト制作者が最も伝えたい部分であり、中央に配置され面積が広く取られ、内容も豊富である。サブコンテンツはメインコンテンツほどの重要性を持たない特集記事の案内やバナー広告などの情報からなり、右コラムや下部に置かれることが多い。そしてユーティリティはサイト内検索やカートへのリンクといったサイト内での操作機能を一ヶ所に集めたものであり、多くのサイトで右上やフッターに置かれる。(ただし、ブログなど、これらとは異なる構造のサイトも存在する。)



図2 ウェブページの基本的構成要素

実験1は、これらのアイテムあるいは領域に注意を向ける順序のパターンを、フリッカー法を用いた変化検出課題により計測できるかどうかを調べる。

2. 実験 1

2.1 実験方法

2.1.1 実験参加者

19 歳から 37 歳までの男女 40 名が実験に参加した (男性 12 名、女性 28 名、平均年齢 22.1 歳)。全員裸眼または矯正での視力が正常であった。また、実験の目的を知らなかった。

2.1.2 実験装置および環境

パーソナルコンピュータ (DELL 社製 Dimension8400) と液晶ディスプレイ (同社製 17 インチ TFT 液晶モニター E172FPt) を用いた。実験環境は、実験室の一面をついたで区切り、実験者と実験参加者が十分な余裕をもって座れるようにした実験スペースで、蛍光灯による照明下であった。

2.1.3 刺激

次の条件に基づき選択した 10 サイトのトップページを基に、実験刺激を作成した。具体的なサイト名を表 1 に示す。これらのサイトは、①実験参加者の年代にとって親近感がある、②サイト内の構造が明確で、下に述べる 5 種類の構成要素を全て含むという 2 点を基準として、様々な業種から選択した。トップページを用いたのは、どのサイトでも最も重要なページであるため、十分に整備され、構成も整っていることが期待されるからである。

これらのトップページをスクリーンショットとして切り出したもの (1 画面におさまらない場合はページトップから 1 画面に提示できる範囲を切り出したもの) を基画像とし、これを基に一部分に変化を加えた画像をダミー画像とする。

表 1. 実験に用いたサイト (2005 年当時)

サイト名	URL
amazon.com	http://www.amazon.co.jp/
Nissan On-line	http://www.nissan.co.jp/index.htm
つくばエクスプレス	http://www.mir.co.jp/
TSUTAYA online	http://www.tsutaya.co.jp/index.zhtml
asahi.com	http://www.asahi.co.jp/
YOMIURI ONLINE	http://www.yomiuri.co.jp/
JR 東日本	http://www.jreast.co.jp/
愛地球博	http://www.expo2005.or.jp/jp/
ジュンク堂書店	http://www.junkudo.co.jp/
明治製菓	http://www.meiji.co.jp/home.html

ページごとに、序論で述べた機能的観点から、サイト ID (以後 ID とする)、セクション (SE)、メインコンテ

ンツ (MC)、サブコンテンツ (SC)、ユーティリティ (UT) の 5 領域を選定した。各トップページの構成要素のレイアウトを図 3 に示す。そして、これらの 5 領域のうちどれかの領域の全体または一部を変化させた (以降、変化部分とする)。

ID、SE、UT については、領域全体を変化させた。MC と SC は、ID、SE、UT に比べて領域の面積が大きいため、領域の一部を変化させた。横幅はその領域の横幅と等しく、縦幅はそのページのサイト ID の縦幅と等しい矩形領域を変化させた。この矩形領域を設定する際は、消失または色変化させたときに、違和感が少ないように選んだ。(例えば、3 行にわたる文の 2 行分だけを矩形領域として選んで消失させるというようなことがないようにした。) そのような制約の基、矩形領域が MC や SC 領域内において適度に上下に分散するように、それぞれのページにおける矩形領域を設定した。これは、変化領域の空間的位置そのものが変化検出のしやすさに影響を与えるかどうかは明らかでないため、影響があったとしても、サイト間で位置の影響を平均化できるようにするためである。結果として、ID、UT、SC の変化部分の面積に比べ SE、MC の変化部分の面積がやや大きくなったが、変化部分の面積が「変化の見落とし」現象に大きな影響を与えないことがわかっていること³⁾、また面積の違いが「変化の見落とし」の生起頻度に与える影響を確認するために予備実験を行った結果、影響が見られなかったことから、この点は問題とならないと考える。

変化の性質 (以降、変化タイプとする) は、変化部分の消去または色の変化であった。消去する場合は、その部分に描かれたパターンを背景と同じ色で塗りつぶし、色を変化させる場合は、パターンおよび背景の色相を反転させた。ただし、灰色の場合は色相を反転させることができないので、赤色にした。

このようにして、基画像 1 枚につき、変化部分 (5 通り) と変化タイプ (2 通り) の異なるダミー画像を 10 枚作成した。基画像とダミー画像をペアにして、10 サイトについて 10 ペアずつ、合計 100 ペアを用意した。

この他に、基画像とダミー画像の間に挟むブランク画像として、灰色の画像 1 枚を用意した。

2.1.4 実験手続き

基画像とダミー画像を、間にブランク画像を挟んで交互に表示する。それぞれの画像の表示時間は、基画像とダミー画像が 240 ミリ秒、ブランク画像が 80 ミリ秒である (図 1 参照)。これらの提示時間は Rensink ら³⁾ がフリッカー法を用いて変化の見落としを発見した実験に

おける提示時間に合わせた。

試行の開始画面が表示されたら実験参加者はキーを押して試行を開始し、交互に表示される画像を見比べて変化部分を探し、見つけたらただちにキーを押して反応する。反応すると基画像が表示されて止まるので、どこがどのように変化したかを指差しと口頭で答える。これで1試行が終了し、次の試行の開始画面が表示される。試

行開始のキーを押してから反応キーを押すまでの画像切り替え回数が記録される。

なお、実験参加者には、できるだけ間違えずにかつ素早く反応すること、また意図的に、タイミングを合わせて瞬きすることにより、ブランク画像提示時間80ミリ秒の間を、目を閉じて過ごすことがないように教示した¹。

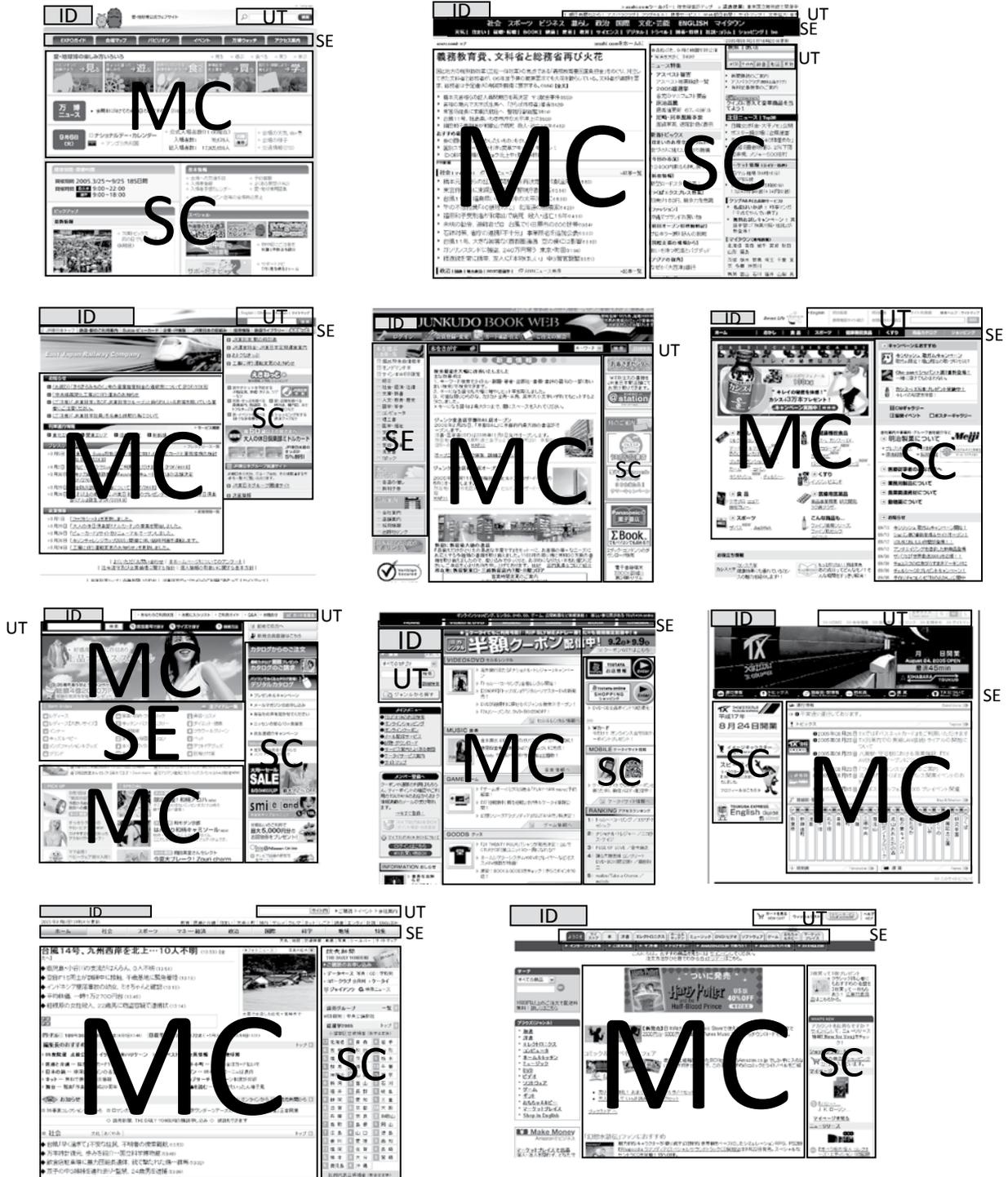


図3 実験に用いたトップページにおける構成要素のレイアウト

2.1.5 実験デザイン

最初に、本実験とは別のサイトを基に作成した練習用の画像を用いて2種類の変化を1試行ずつ練習した。その後、本実験として、ID、SE、MC、SC、UTのそれぞれの変化部分について、消去される試行と色が変化する試行を1試行ずつ、合計10試行を行った。これらの試行は全て異なるトップページを用いて行った。変化部分と変化タイプの組み合わせからなる条件の出現順序は実験参加者ごとにランダムにし、これらの条件とサイトの組み合わせは実験参加者間でカウンターバランスした。

2.2 結果

分析には、変化検出反応までに生じた画像切り替え回数を対数変換した値を用いた。また、グラフに示す平均値は、幾何平均の値である²。ただし、切り替え回数は、基画像→空白画像→ダミー画像の切り替えを1回と数え、その逆のダミー画像→空白画像→基画像の切り替えを別の1回と数える。したがって、切り替え回

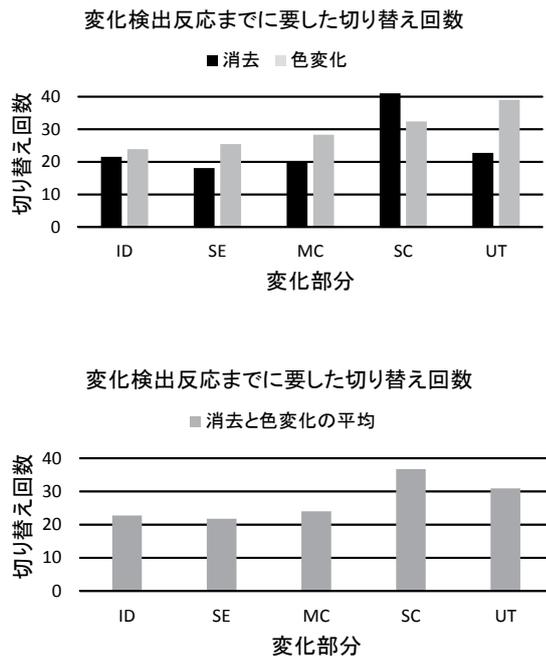


図4 変化部分に対する、変化検出反応に要した切り替え回数のグラフ；上は変化タイプごとに分けたもの、下はその平均

¹ たとえ空白画像提示に合わせて瞬きをすることにより、空白画像を見ないようにしても、それによって変化発見に至れるわけではないことがわかっている⁴⁾。しかし、空白画像の提示と瞬目では、視覚への刺激入力性の性質が異なることが考えられるため、このような教示を与えた。

² 反応に要した切り替え回数は、反応時間などのデータと同様に、正規分布せず、歪度が正の分布となる。このようなデータは、はずれ値(特に値の大きなもの)の影響を大きく受ける。この場合、データに対して対数変換を行うことにより、分布が正規分布に近づき、はずれ値の影響も小さくなるため、データ分析の際に対数変換を施すことが一般的に行われる。同様に、平均値の計算も、算術平均ではなく幾何平均を行う⁷⁾。

数1回は基画像(またはダミー画像)の提示時間である240ミリ秒と空白画像の提示時間である80ミリ秒を合わせた320ミリ秒に相当する。

図4に、変化タイプ、変化部分に対する切り替え回数の実験参加者間平均値と、変化タイプで分けずに平均したものを示す。

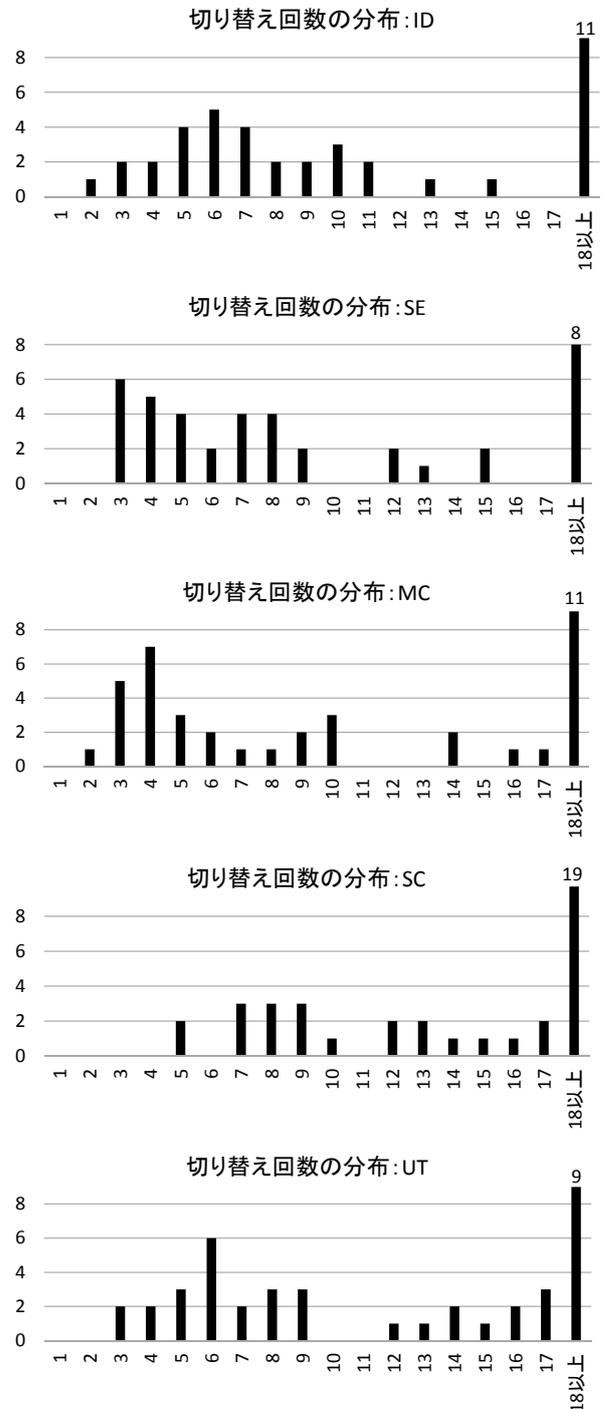


図5 消去の検出反応までに要した切り替え回数の度数分布；上から順番にID、SE、MC、SC、UTにおける消去の度数分布を表す。切り替え回数18以上の範囲では、全ての階級で度数が2以下であったので、それらをまとめて18以上の1階級として表示する

反応に要した切り替え回数の対数値を対象として、変化部分と変化タイプの2要因分散分析を行ったところ、変化部分の主効果および変化タイプ的主効果が有意で、それらの交互作用が有意傾向であった（それぞれ、 $F(4, 156) = 6.44, p < .001$; $F(1, 39) = 7.08, p < .05$; $F(4, 156) = 2.31, p < .07$ ）。変化部分の主効果が有意であったので、多重比較（以下すべての多重比較にはBonferroni法を用いた）を行ったところ、SCと次の3種類の部分の間に切り替え回数の有意差がみられた：SCとID($p < .005$)、SCとSE($p < .005$)、およびSCとMC($p < .05$)。また、UTとSEの切り替え回数間に有意差が見られた($p < .05$)。変化部分と変化タイプの交互作用が有意傾向であったので、単純主効果の検定を行ったところ、消去の場合に変化部分の単純主効果が有意であったが($F(4, 36) = 4.99, p < .005$)、色を変化させた場合には有意ではなかった。消去の場合について、多重比較を行ったところ、SCと他の全ての部分の間に切り替え回数の有意差が見られた：SCとID($p < .05$)、SCとSE($p < .005$)、SCとMC($p < .01$)、SCとUT($p < .05$)。変化部分の単純主効果が有意となった消去のタイプについて、切り替え回数の度数分布を変化部分ごとに表示する(図5)。

2.3 考察

変化検出反応に要した切り替え回数（基画像からブランク画像を挟んでダミー画像への切り替えを1回と数え、その逆は別の1回と数える）の分析結果から、①サブコンテンツ領域内に変化を設けた場合には、サイトIDやセクション、メインコンテンツ領域内に変化を設けた場合に比べて変化発見までに多くの切り替え回数を要すること、②セクションの変化検出よりもユーティリティの変化検出の方が切り替え回数を要することがわかった。このようにアイテムあるいは領域間に有意な切り替え回数の差が見られたことから、フリッカー法による変化検出課題がページ内のアイテムあるいは領域間の比較に有効であると言える。

上記の①からは、サブコンテンツに注意を向けるのが比較的遅い時点であること、②からは、位置的に近接しているセクションとユーティリティの間で、セクションにはユーティリティよりも先に注意を向けることがわかる。今回用いたトップページのレイアウトのほとんどが、IDがページ左上に位置しており、セクションがページ上部に横一列に並べられ、ユーティリティが右上におかれ、サブコンテンツが右コラムにおかれるレイアウトであった。結果をこのレイアウトに当てはめると、注意が

ページの上部から右側へと移動したことになり、大野¹⁾が報告している「ページの右側よりも左側に早い時点で視線を向けている」という傾向や、Djamasbiら²⁾の「ページ上部のロゴ、ナビゲーションバーに初期に視線を向ける」という傾向と矛盾しない。したがって、フリッカー法と変化検出課題を用いてページ内注意走査順序を調べる方法で得られた結果が、先行研究から示唆された傾向と一貫性をもつことがわかる。

セクションやメインコンテンツの消去を報告するまでに繰り返された画像の切り替え回数のヒストグラムを見ると、3から4回の頻度が最も高い。最初の切り替えの時点では、まだ目的とする位置に注意を向けることができていなかった可能性や、変化を知覚してから実際に指を動かして反応するまでの間に新たな切り替えが生じてしまった可能性などを考慮すると、実質的には3回以内の切り替えで変化を検出していたと考えられる。したがって、これらの実験参加者は刺激提示開始後、最初、あるいはその次にセクションやメインコンテンツに注意を向けていたと考えられる。サイトIDやユーティリティのヒストグラムでは6回前後の頻度が高いことから、これらの領域には、セクションやメインコンテンツの次の段階で注意を向けていたと考えられる。

一方、サブコンテンツ領域内における消去を報告するまでに要した切り替え回数は、最少が5回で、7回から9回の頻度が高い。したがって、サブコンテンツ領域内へ素早く注意を向けることはほとんどなかったと考えられる。

3. 実験2

実験1において、フリッカー法と変化検出課題を用い、観察者がウェブページ上のアイテムや領域に注意を向ける順序を調べた結果、先行研究と一貫する傾向が得られた。しかし、この方法には、トップページ画像とダミー画像がブランク画像を挟み短時間で交替するという非常に不自然な条件でページを観察するという問題点がある。これは、通常のウェブページ閲覧状況と大きく異なることから、この特異な観察条件が結果に影響を及ぼしている可能性を否定できない。そこで実験2では、より自然なウェブページ閲覧条件に近づけるため、次のような刺激表示方法で変化検出課題を行う。1) 観察者は基画像を十分観察した後、好きなタイミングで挿入画像を経てダミー画像に切り替え、ダミー画像観察後もまた好きなタイミングで挿入画像を経て基画像に切り替える。2) 挿入画像としてブランク画像ではなく、トップペー

ジのリンク先から適当なページを選択して用いる。これは、突然何もないブランク画像に切り替わる不自然さを排除するためである。

このような刺激表示方法を用いた場合には、常に画像が切り替わるフリッカー法のように変化位置に注意を向けるとただちに変化を発見できるわけではない。したがって、変化検出反応までの切り替え回数が注意の走査順序を忠実に反映することはない。しかし、早い段階で注意を向けて視覚作業記憶に取り込んだ情報は、初期の切り替え前後の比較で変化検出可能であるのに対し、注意を向けるのが後回しになった情報は、それだけ視覚作業記憶への取り込みが遅れ、したがって変化発見に至る機会も遅くなることが予想される^{8), 9), 10)}。したがって、実験1の結果が妥当であるならば、セクションにおける変化は他のアイテムより少ない回数の切り替えで検出され、サブコンテンツの変化検出には他よりも多くの切り替えを要することが予想される。そこで実験2では、この予想を確かめ、実験1で得られた注意特性が、より自然な観察条件でも成り立つかどうかを検証する。

3.1 実験方法

3.1.1 実験参加者

19歳から24歳までの男女40名が実験に参加した(男性13名、女性27名、平均年齢21.0歳)。全員裸眼または矯正での視力が正常であった。また、実験の目的を知らなかった。なお、実験1と実験2の両方に参加した実験参加者はいない。

3.1.2 実験装置および環境

実験1と同じ装置および環境で行った。

3.1.3 刺激

基画像とダミー画像は、実験1で用いたものと同一である。挿入画像として、基画像に用いたトップページの1つ下の階層から選択したページを用いた(サイト内画像と呼ぶ)。

3.1.4 実験手続き

画像切り替えのタイミングを実験参加者がコントロールする点を除き、実験1と同様であった。実験参加者が矢印キーを押すと基画像から挿入画像へ進み、次に押すと挿入画像からダミー画像へと切り替わる。次に逆向きの矢印キーを押すとダミー画像から挿入画像へ進み、次に押すと挿入画像から基画像へと切り替わる。基画像から挿入画像へ進んだ後、再び基画像へ戻ったり、ダミー

画像から挿入画像へ進んだ後、再びダミー画像へ戻ることはできない。

実験参加者には、好きなタイミングでキーを押して画像を切り替えながら、変化部分を探し、できるだけ間違えずにかつ素早く反応するように教示した。また、挿入画像としてサイト内画像を用いた実験参加者には、基画像とダミー画像の間に挟まれる画像は課題と無関係であることを教示した。

3.1.5 実験デザイン

半数の実験参加者に対しては挿入画像としてサイト内画像を用い、残り半数の実験参加者に対しては挿入画像としてブランク画像を用いた点を除くと、実験1と同様であった。

3.2 結果

実験1と同様に、分析には画像切り替え回数を対数変換した値を用いた。また、グラフに示す平均値は、幾何平均の値である。それぞれの画像の提示時間は実験参加者により異なるが、平均すると基画像の提示時間が2.36秒、挿入画像の提示時間が0.268秒、ダミー画像の提示時間が1.71秒であった。

図6に、変化タイプ、変化部分に対する切り替え回数の実験参加者間平均値と、変化タイプで分けずに平均したものを示す。

反応に要した切り替え回数の対数値を対象として、挿入画像、変化部分、変化タイプの3要因混合分散分析を

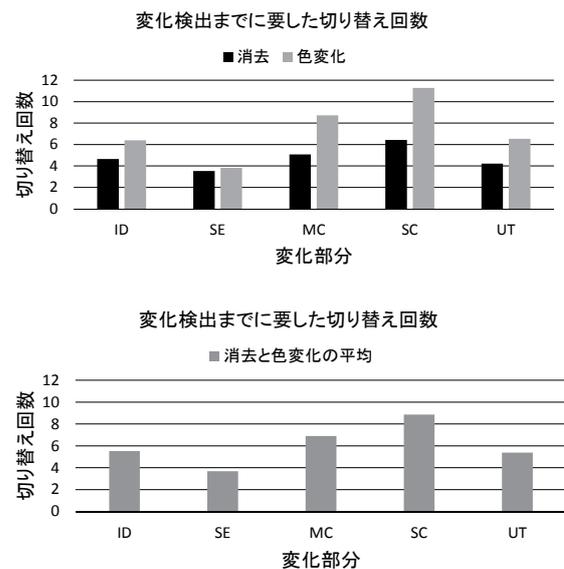


図6 変化部分に対する、変化検出反応に要した切り替え回数
のグラフ；上は変化タイプごとに分けたもの、下はその平均

行ったところ、挿入画像の主効果、挿入画像と変化部分の交互作用、挿入画像と変化タイプの交互作用、挿入画像と変化部分と変化タイプの交互作用は全て有意でなかった。

変化部分の主効果、変化タイプ的主効果は有意であったが（それぞれ $F(4, 152) = 8.75, p < .001$; $F(1, 38) = 20.8, p < .001$ ）、それらの交互作用は有意ではなかった。変化部分の主効果が有意であったので多重比較を行ったところ、SE と次の3種類の部分の間に切り替え回数の有意な差が見られた：SE と MC ($p < .005$)、SE と SC ($p < .001$)、および SE と UT ($p < .05$)。また、SC と UT の間に切り替え回数の有意な差が見られた ($p < .05$)。

3.3 考察

最初に、挿入画像の影響を検討する。ブランク画像を挿入した場合には、基画像のアイコンックメモリ全体が消失するのに対し、サイト内ページ画像を挿入すると、ロゴやユーティリティ、背景など基画像と同様の部分を含むため、アイコンックメモリは部分的に保持される。そのため、変化部分にただちに気付きそうなものである。しかし、たとえ数箇所でも挿入画像により基画像が書き換えられると、その後の変化の見落としにつながるものが報告されている¹¹⁾。その理由は、本来、視覚の初期段階において、並列型の視覚特徴検出システムが特徴変化を検出することにより、変化位置に注意が誘導されるのだが¹²⁾、複数の位置で変化が生じると、ターゲット位置に注意が誘導される確率が低くなってしまふからである。実際に実験結果において、挿入画像の違いは、変化報告までに要した画像切り替え回数に有意な影響を与えなかった。したがって、ブランク画像の代わりにサイト内の他のページを用いて変化検出課題を行ったことは、問題とならなかったと考えられる。

次に、実験参加者のタイミングで画像を切り替える方法を用いた点を考慮して、アイテムや領域間の注意の走査順序を考察する。実験参加者はページを十分観察してから次のページに切り替えていたと考えられるため、フリッカー法のように変化部分に初めて注意を向けた時点を抑えることはできない。しかしこの方法でも、切り替えの時点までに注意を向けて視覚作業記憶に保持していたアイテムはその時点で変化を発見できる可能性が高いが、そうでなければ変化を発見することはできないことを考えると^{8), 9), 10)}、セクションの変化検出に要する切り替え回数がメインコンテンツ、サブコンテンツ、ユーティリティに比べて少ないのは、セクションの情報が初期の画像表示において注目され、視覚作業記憶に取り込まれ

た可能性が高いことを示唆する。一方、セクションやユーティリティに比べてサブコンテンツの変化検出に要する切り替え回数が多いのは、初期の画像切り替えの時点でサブコンテンツの内容が視覚作業記憶に保持されている可能性が低いことを示す。つまり、最初からサブコンテンツの内容に注目して、視覚作業記憶に取り込むことは少なく、ページを何度も観察する中で認知されるものと考えられる。

実験1の結果のうち、セクションがサブコンテンツやユーティリティよりも早い段階で注目されるという点について、実験2で同様の結果が得られた。サブコンテンツへの注意がサイトIDやメインコンテンツより遅れるという点については、実験2において、対応する差が図5に見られるものの有意とはならなかった。しかし、上述のように実験2で用いた提示方法が、フリッカー法ほど注意を向ける時点を感じ度良く捉えることができないことから有意な差とならなかったと考えると、実験1の結果をほぼ支持する結果と言えらる。

4. 総合考察

実験1の結果から、ウェブページをフリッカー法で表示したとき、セクションにはユーティリティやサブコンテンツより早い時点で注意が向けられること、サブコンテンツにはサイトID、セクション、メインコンテンツより遅れて注意が向けられることが示された。これらの結果が、基画像とダミー画像がブランク画像を挟んで短時間で切り替わるフリッカー法特有のものであるという可能性を検討するため、実験2では、観察者が好きなタイミングで、サイト内の別ページを挟んで切り替えるという表示方法を用いた。その結果、セクションはメインコンテンツ、サブコンテンツ、ユーティリティよりも早い段階で注目され、視覚作業記憶に保持されること、サブコンテンツはセクションやユーティリティに比べ遅れて注目され、視覚作業記憶に保持されることが示唆された。

実験1の結果のうち、セクションがサブコンテンツやユーティリティよりも早い段階で注目されるという点は、実験2で同様の結果が得られた。サブコンテンツへの注意がサイトIDやメインコンテンツより遅れるという点については、実験2において同様の傾向が見られた。以上より、実験1の結果がより自然な観察条件でも成り立つことが示唆される。したがって、実験1と2の結果から、ウェブページの観察者は早い時点でセクションに注意を向け、サブコンテンツに注意を向けるのは遅れることが言える。

図3に示すように、本研究で用いた10サイトのトップページにおける構成要素のレイアウトはほぼ一定であった。サイトIDは、全てのページで左上におかれていた。セクションについては、左コラムにおかれたページと、メインコンテンツの中央におかれたページが一つずつあったが、他は全て、ページ上部に横一列におかれていた。メインコンテンツとサブコンテンツの関係は、メインコンテンツの下にサブコンテンツという関係のページが一つあったが、他は全て、メインコンテンツの右にサブコンテンツという位置関係であった。ユーティリティは、ページ左上のサイトIDの下におかれたページが一つあったが、他は全て、ページ右上におかれていた。このようなレイアウトに、実験1と2の結果を当てはめると、注意がウェブページ上の左上から右下へと移動すると解釈される。

このように、実験1と2の結果は、注意がウェブページの左上から右下へと移動する、また初期にナビゲーションバーに注意が向けられるという視線計測データに基づく考察に一致する。したがって、ここで用いたフリッカー法と変化検出課題を組み合わせた手法は、注意の走査順序測定法として、妥当であると言って良いだろう。

このような注意走査順序が見られる原因として、次の二つの要因が関係すると考えられる。一つは、ウェブページの観察に限らず文章の読みなども含めた外界からの視覚情報取得の際には、左から右へ、上から下へという順序で注意を走査するという傾向である。日本語や英語の文章表記がこの方向で読ませることから、このような認知特性が発達し、それがウェブページの観察でも現れたという可能性が考えられる。もう一つは、ウェブページの観察に特有の認知特性として、サイト内を探索する際のよりどころとなるセクションや、ページの主たる情報が掲載されたメインコンテンツにまず注目し、サブコンテンツは後回しにするという可能性である。人々が日常的にインターネットを利用するようになり、サイト制作者側が構成要素の機能を意識してページを作成するようになってきた結果、多くのユーザが日々の経験を通して、個々のアイテムの役割を学習している可能性が考えられる。これらの可能性の妥当性については、今後明らかにすべき課題である。

今回用いたトップページの構成要素のレイアウトがほぼ一定であったため、得られた注意走査順序が、構成要素の内容に基づくのか、それともページ内の位置関係に基づくのかを議論することはできない。今後は、構成要素の配置の異なるトップページも用いて、あるいは構成要素の配置を実験的に操作して、実験することにより、

これらの要因を分離して検討する必要があるだろう。ただし、今回の実験で用いたトップページは、レイアウトが一定になるように考慮して選択したわけではなく、大学生の目に触れることの多いページから5種類の構成要素を備えているページを無作為に選んだ。それにもかかわらず、レイアウトが画一的であったことは、2005年当時のウェブサイトのトップページのレイアウトが比較的標準化されていたことを示すと考えられる。そして、このレイアウトは、現在の利用頻度の高いサイトの多くにおいても、ほぼあてはまる。このように考えると、ウェブページの構成要素とその配置の関係を、ユーザが日常経験を通して、ある程度学習している可能性が考えられる。したがって、構成要素の配置を操作して実験した場合、実験参加者は学習した構成要素の配置に基づき注意を向けようとして、それがうまく機能しないと混乱するのではないかと予想される。

5. 結論

ウェブページの観察者がページ上のアイテムにどのような順序で注意を向けるかを調べる方法として、フリッカー法と変化検出課題の組み合わせを用いた測定法を提案し、実際に測定を行った。実験1では、この方法を用いて測定し、セクション(メニュー)は早い時点で注意が向けられ、サブコンテンツは他より遅れて注意が向けられることを示す結果を得た。このような差が認められたことからこの方法の有効性が、また結果が視線計測を行った先行研究と一致したことからこの方法の妥当性が示された。ただし、フリッカー法は、基画像とダミー画像をブランク画像を挟んで高速で切り替えて提示するという特殊な表示条件であるため、より自然な観察条件でもこの結果が成り立つかどうかを実験2で検討したところ、ほぼ成り立つことが示唆された。以上の結果から、ここで提案した方法が、注意の走査順序の測定法として十分な妥当性をもつことが言える。

ただし、実験1、2はともに変化検出課題を用いることから、実験参加者はページ内の変化を探すことを要求される。そのため、単なるブラウズや情報探索を目的として観察しているときは異なる見方をしている可能性がある。この点については、序論で述べた大野¹⁾やDjamasbiら²⁾の研究も同様で、事前に指定された特定の文字列をページ内で探索するとか、ページの好ましさを評定するなど、実験的な課題の基でページを観察している。今後は、単なるブラウズや買い物など現実的にありえる様々な課題の遂行中に注意特性を計測し、比較検討

できるような方法を考案していく必要がある。

このような改良すべき点が残されているとはいえ、現実問題として、ユーザが、なんとなく訪れたウェブサイトの印象を形成したり、そこに何かがあるのか、何ができるのかを知るのに時間を費やさないと考えると^{6), 13)}、どのような課題のもとであれ、提示されたページ上でまずどこに注意を向けるのか、どこにはなかなか注意を向けないかについて、検証することには大きな意味がある。その際、視線計測だけでなく、本研究で提案したフリッカー法を用いた変化検出課題による測定法も利用して、多側面から測定することが信頼性のある結論を得るためには不可欠である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18500199 の助成を受けた。

参考文献

- 1) 大野健彦. Web 画面における情報選択行動と視線の関係. 電子情報通信学会技術報告. 2000, HIP2000-11. p.31-36.
- 2) Djamasbi, S.; Siegel, M.; Tullis, T. Generation Y. Web design, and eye tracking. *International Journal of Human-Computer Studies*. 2010, 68, p.307-323.
- 3) Rensink, R. A.; O'Regan, J. K.; Clark, J. J. To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*. 1997, 8 (5), p.368-373.
- 4) O'Regan, J. K.; Deubel, H.; Clark, J. J.; Rensink, R. A. Picture changes during blinks: looking without seeing and seeing without looking. *Visual Cognition*. 2000, 7, p.191-211.
- 5) Rensink R. A.; O'Regan, J. K.; Clark, J. J. On the failure to detect changes in scenes across brief interruptions. *Visual Cognition*. 2000, 7, p.127-145.
- 6) Krug, S. Don't make me think! A common sense approach to web usability. Pearson Education, Inc. 2000. (クルーグ S. 中野恵美子 (訳) ウェブユーザビリティの法則—ストレスを感じさせないナビゲーション作法とは SOFTBANK Publishing Inc. 2001)
- 7) 森敏昭, 吉田寿夫. 心理学のためのデータ解析テクニカルブック. 北大路書房, 1990.
- 8) Treisman, A. Features and Objects: the fourteenth Bartlett memorial lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1988, 40A (2), p.201-237.
- 9) Luck, S. J.; Vogel, E. K. The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 1997, 390, p.279-281.
- 10) Brady, T. F.; Konkle, T.; Alvarez, G. A. A. Review of visual memory capacity: beyond individual items and toward structured representations. *Journal of Vision*, 2011, 11 (5), p.1-34.
- 11) O'Regan, J. K.; Rensink, R. A.; Clark, J. J. Change-blindness as a result of 'mudsplashes'. *Nature*. 1999, 398, p.34-34.
- 12) Posner, M. I.; Cohen, Y. A. Components of visual orienting. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance 10*. Hillsdale, 1984, p.531-556.
- 13) Lindgaard, G.; Fernandes, G.; Dudek, G.; Brown, J. Attention web designers: you have 50 milliseconds to make a good first impression! *Behavior & Information Technology*. 2010, 25(2), p.115-126.

(平成 25 年 9 月 27 日受付)

(平成 26 年 1 月 14 日採録)