

2022 年度 修士学位請求論文

プログレスバーの性質が
待機後のユーザの選択行動に及ぼす影響

明治大学大学院先端数理科学研究科

先端メディアサイエンス専攻

横山 幸大

Master's Thesis

**Do Properties of Progress Bar in the Waiting
Screen Affect Selections after the Waiting?**

Frontier Media Science Program,
Graduate School of Advanced Mathematical Sciences,
Meiji University

Kota Yokoyama

概要

日常生活において選択を必要とする場面は多く、パソコンやスマートフォンを用いる場合にもそのような場面は存在する。また、その選択は、人間の習性や心理効果に左右されることが知られている。そのため、ユーザの選択を伴う Web サイト、およびアプリケーションの UI (User Interface) デザインには、商品や情報を提供する側の意図にあった様々な工夫がなされている。しかし、その工夫の中でユーザに意図しない選択を誘導するダークパターンと呼ばれるデザインが存在し、問題視されている。そうしたダークパターンには、誘導したい選択肢を強調表示したり、チェックボックスにデフォルトでチェックを入れたりなど誘導の意図がわかりやすいものだけでなく、ユーザからは公平に見えて誘導に気づきにくい UI も存在する。そこで、著者は待機画面に表示するプログレスバーも実は選択を歪めてしまっているのではないかと考えた。

多くのウェブサイトやアプリケーションにおいて、ユーザが待機する画面に視覚刺激が表示される。視覚刺激を表示する目的はユーザが知覚する待機時間を短くするためである。視覚刺激の中でもプログレスバーは処理が正常に進行していることを確認できることや、タスクが完了する時間を推定することができるなどの利点から多くのサイトで用いられている。しかし、プログレスバーはユーザがタスクの完了時間を推定するために視線を集中させるものであり、アニメーションをとまなうものではユーザの視線を誘導し、待機後の選択行動に影響を及ぼす可能性がある。

そこで本研究では、プログレスバーに関する要素について、5つの要素（プログレスバーの表示位置、アニメーションの向き、画面遷移直前のアニメーション位置、長さ、表示時間）が待機後のユーザの選択行動に及ぼす影響を調査し、各調査の結果から選択誘導の可能性を明らかにしたうえで、選択誘導が起きる条件、分散が起きる条件を明らかにする。

まず、プログレスバーの表示位置とアニメーションの向きが及ぼす影響について「プログレスバーのアニメーションの終端付近に配置された選択肢が待機後に選ばれやすくなる」という仮説をたて調査した。その結果、プログレスバーが上側に表示された場合よりも下側に表示された場合の方が、待機後の選択が偏ること、およびアニメーションの向きが右から左に進行するよりも左から右に進行する場合の方が、待機後の選択が偏ることが明らかになった。しかし、プログレスバーのアニメーションの終端付近に選択が偏ることはなく、仮説と異なる傾向がみられた。そこで著者は、プログレスバーが 100%になる直前で、ユーザが視線でアニメーションを追わなくなっている可能性があると考えた。

そのため、次に行った調査では特定の位置までアニメーションしたら画面遷移するプログレスバーを用意し、「画面遷移直前のアニメーション位置付近にある選択肢が選ばれやすくなる」という仮説をたて、画面遷移直前のアニメーション位置が待機後の選択に及ぼす影響を調査した。その結果、アニメーションの前半で画面が遷移した場合に最終位置のやや右に選択が偏る可能性が示唆された。

次に、著者はプログレスバーの長さが待機後の選択に及ぼす影響を調査した。その結果、待機時間が長い場合に、プログレスバーの長さが長い方が、待機後の選択が偏ること可能性が示唆された。

以上で行った実験の結果から、プログレスバーの提示時間が及ぼす影響を考察し、提示時間が短い場合の方が、選択が偏ることなどがわかった。また、特定の位置に対しての誘導可能性を考察し、「プログレスバーを上中下で表示した場合、表示位置が下になるにつれて右から2列目の選択肢に対する選択率が高くなり、左下の選択率が低くなる」という仮説をたて調査を行った。その結果、表示位置が下側になるにつれて右から2列目、左下にある選択肢に対する選択率が高くなり、左端の列にある選択肢に対する選択率が低くなり仮説を指示するような結果となったが、最上部、最下部に表示した場合は仮説と異なる傾向がみられた。

Abstract

We face situations where we have to make various choices daily. Past research has shown that human habits and psychological effects influence our choices. Therefore, websites (and applications) that involve user selection have a variety of devices that suit the intentions of the providers. However, there is a design called "dark pattern" that induces users to make unintended choices, and it is regarded as a problem. Dark patterns include not only those that are easy to recognize, such as those that highlight the options to be guided and those that check the check boxes by default, but also those that are difficult for the user to notice. Therefore, identifying the factors that cause bias in selection is crucial because such factors may affect the survey's credibility.

Web sites and applications show visual feedback such as a progress bar or a throbber to signal users that they should wait. In particular, many users prefer a progress bar to be used in Web sites and applications because they can easily estimate the time in which the task is completed. However, because such visual feedback may induce the user's line of sight, it may affect his or her behavior when making a selection after the waiting period is over.

In this study, I focus on the effect of the design of the progress bar (the display position of the progress bar, the animation's direction, the animation position just before screen transition, the length, the length of waiting time) before presenting the user interface for selections.

First, I investigated my hypotheses using a progress bar with different display positions and animation directions. The result suggests that when incorporating a progress bar into a survey site, the survey results' authenticity may be ensured by displaying the progress bar on the upper side and by setting the direction of the progress bar's animation leftward. However, the result showed no trend in selection at the end of the animation. Therefore, my hypothesis was not well-supported. I considered the possibility that the users stopped following the animation with their eyes before the progress bar reached 100%.

Next, I investigated the effect of the animation position just before screen transition, based on the hypothesis that the user may be more likely to select the choice near the final position of the animation when a system presents a progress bar before the user interface. The results suggest that the selection may be biased to the right of the final position.

Last, I investigated the effect of the length of the progress bar on the selection after waiting. The results suggest that a longer progress bar may bias the selection after waiting when the waiting time is long. Based on the results of these experiments, I investigated the effect of the length of the waiting time, and found that the selection was more biased when the waiting time was shorter. In addition, we investigated the possibility of guiding the selection to a specific position, hypothesizing that "the selection rate for the second row from the right increases and the selection rate for the bottom left decreases by displaying the progress bar on the lower side." As a result, the selection rate for the

second row from the right increased and the selection rate for the bottom left decreased by displaying the progress bar on the lower side, which supports my hypothesis.

目次

第1章	はじめに	1
1.1.	選択を誘導する UI デザイン	1
1.2.	待機画面におけるプログレスバー	2
1.3.	研究目的	2
1.4.	本研究の構成	3
第2章	関連研究	4
2.1.	選択の誘導と公平化	4
2.2.	注視時間と選択行動	4
2.3.	選択枝の数と選択行動	5
2.4.	視覚的フィードバックのデザインが及ぼす影響	5
第3章	表示位置とアニメーションの向きに関する調査	7
3.1.	本実験	7
3.1.1.	実験手順	7
3.1.2.	実験設計	8
3.1.3.	実験システム	8
3.1.4.	結果	10
3.1.5.	考察	13
第4章	アニメーションの最終位置に関する調査	15
4.1.	クラウドソーシング上での実験	15
4.1.1.	実験設計	15
4.1.2.	結果	16
4.1.3.	考察	19
4.2.	対面環境での実験	19
4.2.1.	実験環境	19
4.2.2.	結果	20
4.2.3.	考察	22
第5章	長さに関する調査	23
5.1.	クラウドソーシング上での実験	23
5.1.1.	実験設計	23
5.1.2.	結果	24
5.1.3.	考察	26
5.2.	対面実験	27

5.2.1.	結果.....	27
5.2.2.	考察.....	29
5.3.	まとめ考察.....	29
第6章	横断分析.....	31
6.1.	誘導が起きやすいプログレスバーの提示時間.....	31
6.2.	プログレスバーを提示した場合の視線移動.....	32
第7章	プログレスバーによる選択誘導実験.....	35
7.1.	表示位置の上中下による選択傾向の調査実験.....	35
7.1.1.	実験概要.....	35
7.1.2.	実験結果.....	36
7.1.3.	考察.....	38
7.2.	追加実験.....	40
7.2.1.	実験概要.....	40
7.2.2.	実験結果.....	42
7.2.3.	考察.....	43
第8章	総合考察.....	44
8.1.	選択を公平にするデザインに関する考察.....	44
8.2.	課題と展望.....	44
第9章	おわりに.....	46

第1章 はじめに

1.1. 選択を誘導する UI デザイン

日常生活において、着る洋服を決める、夕飯の献立を決める、旅行の行き先を決めるといった、選択をする場面は多く存在する。また、その選択にはインターネット上で行うものも多く存在し、例えば、ネット検索をしてどのページにアクセスするのか、動画サイトでどの動画を見るのか、通販サイトでどの商品を購入するのかといった選択がある。こういった選択は、人間の習性や心理効果に左右されることが知られている[1][2][3]。そのため、ユーザーの選択を伴う Web サイト、およびアプリケーションの UI (User Interface) デザインには、商品や情報を提供する側の意図にあった様々な工夫がなされている。

その工夫の中で、ダークパターンと呼ばれる、ユーザーに意図しない選択を誘導するデザインが問題視されている。Mathur ら[4]は、11,000 件以上のショッピングサイトリストに 1,818 件のダークパターンが存在していることを発見し、またダークパターンの多くは人気のある Web サイトで使用されていることを明らかにしている[5]。また、Geronimo ら[6]は 240 の人気モバイルアプリのうち 95%が 1 つ以上ダークパターンを使用しており、全体で 1,787 件のダークパターンが存在していることを発見し、Gunawan ら[7]は、モバイルアプリやウェブアプリなどで調査した結果すべてのサービスにおいてダークパターンが存在していることを発見した。ダークパターンの例として、誘導したい選択肢の色を目立たせて他の選択肢を目立たないようにすることや、人は最初に設定された初期値に影響を受けて選択をしてしまうというデフォルト効果[8]を使用した質問などがある。Luguri ら[9]によると、こういったダークパターンには前述のような誘導の意図がわかりやすいものだけでなく、ユーザーからは公平に見えて誘導に気づきにくい UI も存在する。そこで、著者は待機画面に表示するプログレスバーも待機後の選択とは無関係に見えて実は選択を歪めてしまっているのではないかと考えた。

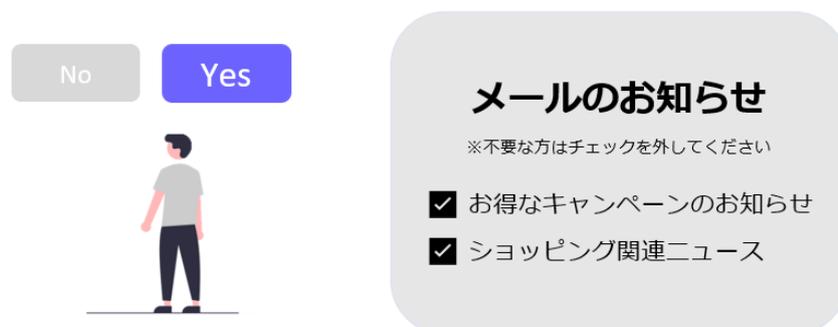


図1 ユーザーに意図しない選択を誘導するダークパターン

1.2. 待機画面におけるプログレスバー

多くの Web サイトやアプリケーションにおいて、画面に表示するメディアファイルや配置デザインなどを読み込む際、ユーザが待機する時間が発生する場合がある。この待機時間は PC の処理速度やインターネットの通信速度が向上していても必ず存在すると考えられ、長い待機時間に関してはユーザに不快感を与えたり、エラーと誤認識させたりする可能性がある[10][11][12][13][14]。Nielsen[15]や Bouch ら[16]はユーザが許容できる待機時間の限界が 10 秒であり、それ以上の待機時間はユーザに端末やシステム側の不具合が起きてしまったという誤解を招く可能性があると明らかにした。また Geelhoed ら[17]や Bouch ら[16]は、進行中のタスクに関する情報をユーザにフィードバックすることで、ユーザの許容できる待機時間を長くできることを明らかにした。このように、待機時間中に視覚的なフィードバックを行うことでユーザを Web サイトやアプリケーションに引き留め、その後のコンテンツをストレスなく利用させることが可能だと考える。

フィードバック方法の主な例としては、「読み込み中」のような進行中のタスク内容をテキストで表示する方法や、全体のタスクの何割の処理が完了しているかをアニメーションにより表示するプログレスバーなどがある。中でもプログレスバーは、処理が正常に進行していることを確認できることや、タスクが完了する時間を推定することができるなどの利点から多くのユーザに好まれ[18][19][20]、多くの Web サイト、およびアプリケーションで採用されている。さらに、プログレスバーのデザインによってユーザに様々な影響を及ぼすことが明らかになっている。具体的には、プログレスバーの形状やアニメーションの加減速の違いがユーザの知覚する待機時間やシステムの満足度に影響を与えることが報告されている[21][22]。ここでプログレスバーのようなアニメーションを伴うフィードバック手法はユーザの視線を誘導する可能性がある。好みの選択肢を選択する選好判断において、注視時間の偏りは判断結果に影響を及ぼすことが知られている[32][33][34]ため、プログレスバーによってユーザの視線が誘導される場合、待機後の選択行動に影響を及ぼす可能性がある。もしもプログレスバーの提示が待機後のユーザの選択を歪めているとすると、これも一種のダークパターンと言える。

1.3. 研究目的

本研究はユーザが気づきにくい選択誘導の一種になりうるとして待機画面中に表示されるプログレスバーのデザインが待機後のユーザの選択行動に及ぼす影響を調査し、選択行動に及ぼす影響を考慮した UI デザイン設計の支援を目的とする。具体的には、プログレスバーに関する要素について、以下に挙げる 5 つの要素が待機後のユーザの選択行動に及ぼす影響を調査し、各調査の結果から選択誘導の可能性を明らかにしたうえで、選択の公平性を担保するためのプログレスバーのデザイン手法の提案を行う。

- プログレスバーの表示位置
- プログレスバーのアニメーションの向き
- 画面遷移直前のプログレスバーのアニメーション位置
- プログレスバーの長さ
- プログレスバーの表示時間

1.4. 本研究の構成

本論文は、本章を含む全9章から構成される。まず本章では待機画面に表示されるプログレスバーが、アニメーションによって待機後の選択に影響を及ぼしている可能性について述べる。これ以降、第2章では、待機画面中のプログレスバーがひとに与える影響、選択行動に関する研究について述べ、本研究の位置づけを明確化する。第3章では、プログレスバーの表示位置とアニメーションの向きが待機後の選択位置に及ぼす影響を調査する。第4章では、途中でアニメーションが急加速し待機が終了する場面を想定し、画面遷移直前のプログレスバーのアニメーション位置が待機後の選択位置とユーザの視線に及ぼす影響を調査する。第5章ではプログレスバーの長さが待機後の選択位置とユーザの視線に及ぼす影響を調査する。第6章では、第3～5章の3つの実験結果について横断的に分析を行い、特定の位置に対して選択誘導が可能かを議論する。第7章では第6章で述べた誘導可能性について実験を行い検証する。第8章では本研究の総合的な考察を述べ、最後に第9章で本研究をまとめる。

第2章 関連研究

2.1. 選択の誘導と公平化

ユーザに気づかれないように選択行動を誘導、または公平化する手法に関する研究は様々行われている。Conti ら[23]はユーザの意図しない選択を誘導するダークパターンを 11 個のクラスと 20 個のサブクラスで分類している。そのなかでユーザの注意を引く色使いや点滅アニメーションのことを *Distraction* というクラスで分類している。Hosoya ら[24]はポップアウトと呼ばれる視覚特性に注目し、サイネージ型の自動販売機における選択誘導に関する調査を行っている。その結果、*COLD* 商品のみが販売されている期間ではポップアウトされた商品へ選択を誘導することができたが、*HOT* 商品と *COLD* 商品が混在している期間ではポップアウトの効果があまりないことを明らかにした。また、ポップアウトの特性については、色、長さ、大きさ、明るさなどがポップアウトの要素になりうること[25]や、影響を意識的に無視することができないこと[26]が明らかになっている。このように、選択が誘導される原因として、まずユーザの視線が対象に誘導されることが影響していることがわかる。また植木ら[27]は、選択肢の文字フォントと選択行動の関係性を調査し、選択肢を同じフォントで提示すると選択肢から受ける印象とフォントから受ける印象の関係によって選択が偏る傾向を明らかにした。また植木らは、このことから選択肢を違うフォントで提示することで、フォントが選択に及ぼす影響を小さくできる可能性を明らかにした。また関口ら[28]は、三択の選択における選択肢の色が選択行動に及ぼす影響を調査し、選択肢がある 2 色とその 2 色からなる混色で提示された場合、女性は混色の選択肢に選択が誘導され、男性は混色以外の選択肢に選択が誘導される傾向があることを明らかにした。また関口らは、この傾向が選択に悩んだ場合にあらわれやすいことを明らかにした。このことから、選択に対する負荷の違いによって影響が変化することが考えられる。

2.2. 注視時間と選択行動

ある刺激に対する好意度は、その刺激との接触回数に比例して高くなることが知られており、単純接触効果と呼ばれている[29]。鎌田ら[30]は商品選択における単純接触効果の影響について、選択肢の商品画像を、回数を変えて事前に提示し、その後、気に入った選択肢を選択させる実験などにより、調査を行った。その結果、あるカテゴリの商品で単純接触効果がみられ、5 回目以降の提示を行った場合は効果に差がないことを明らかにした。また、加藤ら[31]はスマートフォンでの Web ページに対するユーザの興味度合いが、スワイプ平均速度や注視時間と強い相関があることを明らかにしている。また、Shimojo ら[32][33]は選好判断課題において、判断を行う約 600ms 前から後に選択する刺激へ視線が偏ることを明らかにし、この現象に「視線カスケード現象」と名付けた。さらに Shimojo らは、注視時間の偏りや視線移動を操作し行った選好判断課題において、注視時間を偏らせた対象が有意

に好まれることを明らかにした。Saito ら[34]は加齢によって視線カスケード現象が早く生じること、視線カスケード現象が選好判断課題に特有でないことを明らかにした。このように注視する時間や回数を偏らせることによって、偏らせた対象が選択されやすくなる可能性が報告されている。したがって、視覚的フィードバックによりユーザの視線誘導が成功すれば、選択を誘導することができると考えられる。

2.3. 選択肢の数と選択行動

Iyengar ら[35]は学生を対象に、選択肢の数が選択者の興味や購買行動に及ぼす影響の調査を行った。実験では30種類の選択肢、または6種類の選択肢から欲しいチョコレートを学生に選択させた結果、6種類から選択した学生は30種類から選択した学生よりも、選択結果に対する満足度が高く、購入に至る割合が高くなる可能性が示唆された。また、若林ら[36]は高齢者を対象に、選択肢の数が選択行動に及ぼす影響の調査を行った。インターネット販売利用時を想定した環境で、30種類と6種類の選択肢数条件について比較する実験を行い、アイトラッカーを用いて視線計測を行った結果、30種類から選択した場合に6種類から選択した場合よりも、1商品あたりの注視時間が短いことから、選択行動を簡略化している可能性を示した。また選択肢の数が増えると、視覚情報よりも文字情報をより重視して意思決定を行っていることも明らかにした。中川[37]は、チラシ広告における掲載商品数が商品閲覧行動に与える影響を調査し、掲載商品数が多いほど1商品あたりの注視時間が減少すること、および「価格」の情報取得が減少することを報告している。これらのことから1商品あたりの注視時間が少なくなると、視線誘導によって起きる注視時間の偏りがより大きくなる可能性があるため、提案手法は選択肢の数が膨大なインターネット通販サイトにおいて非常に効果的であると考えられる。Danziger ら[38]は、選択を行う回数が多ければ多いほど人はストレスを感じ、正確な判断ができなくなる可能性を示している。これらのことから本研究でも選択実験を行う際の選択肢の数や選択試行数など様々な点を考慮する必要があると考えられる。

2.4. 視覚的フィードバックのデザインが及ぼす影響

視覚的フィードバックのデザインがユーザに及ぼす影響に関する調査は様々行われている。Lallemant ら[39]は視覚的フィードバックの情報量の違いがユーザに及ぼす影響を調査し、情報量が多い場合にユーザの知覚する待機時間が長くなることと、システムに対する満足度が高くなることを明らかにしている。Kuroki ら[21]は、プログレスバーのアニメーションの加減速がユーザの知覚する待機時間に与える影響を調査している。その結果、5.5秒の待機時間の場合は減速するアニメーションのときに、11秒の待機時間の場合は加速するアニメーションのときに待機時間が短く知覚されることを明らかにした。Ohtsubo ら[22]は、プログレスバーの形状がユーザの知覚する待機時間に及ぼす影響に関して、バー状のプログレスバーでは長さを変え、円状のプログレスバーでは弧の長さを変えて調

査をした。その結果、円状のプログレスバーにおいて角度が小さいとユーザが待機時間を短く知覚することと、バーの長さ、太さ、および円状のプログレスバーにおける太さの違いによる影響に差がないことを明らかにしている。Hamada ら[40]はプログレスバーにおける前景色（赤，青）と背景色（シアン，橙，グレー）の組み合わせがユーザの知覚する待機時間に及ぼす影響を調査し、どの組み合わせにも有意差がなかったことを明らかにしている。Chen ら[41]はバー状や円状のプログレスバーに加えて、カートゥーンのキャラクターのアニメーションを用いて、視覚的フィードバックのデザインがユーザに及ぼす影響の調査を行った。その結果、カートゥーンのアニメーションが他の条件よりも待機時間が短く知覚されることを示した。このように、視覚的フィードバックのデザインがユーザの知覚する待機時間やシステムに対する満足度に及ぼす影響に関しては調査が行われているが、その後のユーザの行動に及ぼす影響についてはまだ明らかになっていない。本研究では視覚的フィードバックが及ぼす影響に関して、その後のユーザの選択行動に注目し調査を行うことを目的とする。

第3章 表示位置とアニメーションの向きに関する調査

本章では、待機画面におけるプログレスバーのデザインが待機後の選択に及ぼす影響として、プログレスバーの表示位置とアニメーションの向きが待機後のユーザの選択に及ぼす影響を調査する。具体的にはアニメーションの終端にユーザの視線が誘導され、視線が誘導された後に選択肢が画面に表示された場合、誘導された領域付近にある選択肢が選ばれやすくなるのではないかと推測した。また、男性は女性よりも動くものや、素早い変化に敏感であることが知られているため[42]、プログレスバーのアニメーションによる影響には性差があるのではないかと推測する。これらのことから以下のように仮説をたてた。

仮説1. プログレスバーを提示した場合、アニメーションの終着地点付近の選択肢がその後選ばれやすくなる

仮説2. 男性の方が女性に比べてプログレスバーの種類により選択行動で影響を受ける

これらの仮説を実験により検証することで、プログレスバーの表示位置とアニメーションの向きがユーザの選択に及ぼす影響を明らかにできると期待される。そのためにまず、実験設計を考えるうえで留意すべき点などを明らかにするための予備実験を行った。その結果をもとに実験システムを改善し、本実験を行う。

3.1. 本実験

3.1.1. 実験手順

本実験は様々な条件を設定し調査を行う必要があるため、インターネット上で実行できる実験システムを作成し、Yahoo!クラウドソーシング[43]を用いて実施した。また実験はPCからの参加に限定して行った。

まず、実験協力者はYahoo!クラウドソーシングから実験システムのページにアクセスをし、最初に表示される実験説明画面で実験の手順や注意事項を確認する。ここで実験中はウィンドウサイズを最大化した状態で行うことや、プログレスバーを提示しているときはなるべく画面から目をそらさないようにすることを指示した。実験手順、および注意事項を確認し終えたら実験協力者には自分の性別と年代をリストから選択して実験を開始してもらった。実験は、選択商品のカテゴリと状況の説明、視覚的フィードバックの提示、気になる商品の選択を1試行とし、これを9回繰り返すと実験システムはアンケート画面に自動で遷移する。アンケートでは、選択で悩んだ商品カテゴリ（複数選択可）、画面からどれくらい目をそらしたか（5段階評価）、気づいたことや感想（自由記述）を回答してもらった。アンケートの回答を終了すると、Yahoo!クラウドソーシングに記入する共通コードなどが書かれた実験完了画面が表示され、実験が終了となる。

また、研究室で過去に実施した他の実験や調査で不真面目な回答をした901名を、事前に依頼対象から除いた。

3.1.2. 実験設計

実験設計に関して、プログレスバーの条件は条件の数を減らすためにバー状のプログレスバーで無地のもの限定し、アニメーションの向きを2種類（右から左、左から右）と表示位置を2種類（上、下）用意した（図2）。またプログレスバーを表示しない条件をベースライン条件として取り入れる。しかし予備実験の際に白画面を採用した場合、実験協力者の離脱率が高くなる可能性が明らかになったため、背景色を徐々に黒から白へ変化させることとした。以下ではベースライン条件を背景色変化条件と呼ぶ。背景色変化の条件と合わせて計5種類の条件で行った。

プログレスバーを提示する時間の条件は、2秒、5秒、10秒の3種類にし、1人あたり各条件で3回ずつ提示し、計9試行を行った。また、各商品カテゴリ内の選択肢の数は8種類にし、縦2×横4のマスにランダム配置した。その際にブランドや誘目性の影響を減らすため、予備実験の結果から極端に選ばれていたもの、もしくは選ばれていなかったものを排除した。実験協力者に選択させる商品のカテゴリとして掃除機、マウス、デスクチェア、Webカメラ、箱ティッシュ、ダンベル、ティーカップ、乾電池、水を採用した。これらは、著者の主観でなるべく選好の差が生まれにくいという選定基準で設定した。



図2 追加実験で用いたプログレスバー

3.1.3. 実験システム

実験システムはJavaScriptフレームワークのVue.jsとPHPを用いて、Webアプリケーションとして実装した。実験システムの遷移図を図3示す。

実験ページにアクセスすると、最初に実験説明画面が表示される。実験説明画面では、各説明や注意事項の項目ごとにチェックボックスが設置されており、各項目を読み、理解した

らチェックするように指示をした。このようにした理由は、説明の読み飛ばしなどを防ぐとともに、その後の実験画面へのアクセス集中を分散させるためである。実験協力者が性別と年代をプルダウンメニューから選択し、実験説明画面下部に設置された実験開始ボタンを押すと、実験協力者によってユニークな16桁の英数字によるIDが生成され、実験画面に遷移する。なお、実験開始ボタンはPCからのアクセスであることや、すべてのチェックボックスにチェック済みであること、性別と年齢を選択済みであることのすべてを満たすと押せるようにし、満たさない項目があった場合についてはアラートで表示するようにした。

実験画面に遷移すると、まずこれから選択する商品カテゴリ名と状況説明が提示される。ここで実験協力者がこれから選択する商品カテゴリや状況の説明を確認しOKボタンを押すと、実験説明画面で設定した条件に対応するプログレスバーが表示されアニメーションが開始される。プログレスバーは終始一定速度のままアニメーションし、アニメーションが完了すると縦2×横4のマスのランダムに設定された配置で8個の選択肢が表示されるようにした。実験協力者が、気になった商品をクリックすると、選択した商品、選択した位置、選択にかかった時間、選択中のマウスの軌跡を保存するようにした。なお通信環境の違いやシステムの不具合を検知するために、各試行の開始から選択が完了されるまでの時間を取得し、分析の際にフィードバック提示時間と選択にかかった時間の合計との差を計算できるようにした。

本実験では各プログレスバーの太さは20pxで統一し、表示位置が上の条件では上から高さ1/4の位置に、下の条件では下から高さ1/4の位置にプログレスバーを配置するようにした。アニメーションの向きを変えたが、アニメーションの速度やバーの太さなどは予備実験のものと同様にした。背景色変化条件はRGB値(55, 55, 55)から一定速度で(255, 255,

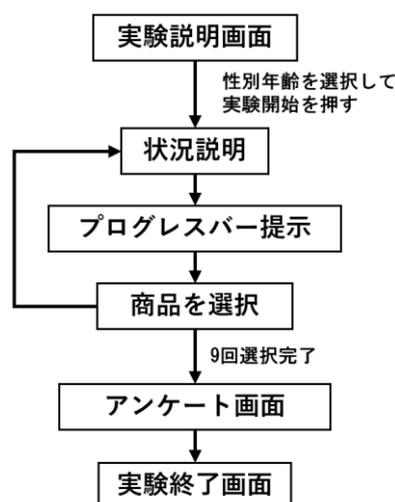


図3 実験システムの遷移図

255) に変化していくようにした。背景色変化開始時、変化途中、変化完了時の色を図4に示す。



図4 背景色変化条件の変化のイメージ図

3.1.4. 結果

実験協力者は男女500名ずつの1,000名で、そのうち、こちらの指示に従わなかった、もしくはシステムの不具合があったと判断した実験協力者のデータを排除し、620名（男性：330名、女性：290名）の結果が得られた。指示に従っていないという判断は、実験後のアンケートで「どのくらい画面から目をそらしたか?」という項目で半分以上そらしたと回答している実験協力者という基準のもとで下した。また、選択されるはずの商品カテゴリと異なるカテゴリの商品が選択されていたデータは、画像が適切に読み込まれていなかったと考え、システムの不具合があったとして除外した。実験協力者の年代は、40代、50代が多かった。次に各商品カテゴリ内の商品別選択回数を図5に示す。図5より、選択回数に偏りが多少あるが、予備実験より偏りを小さくすることができていたことがわかる。

各条件別の選択率の結果を図6に示す。この図において、上の2段は8か所の選択肢の提示位置に対する選択率を、下段は列ごとの選択率の合計を表している。また矢印はプログレスバーのアニメーションの向きと表示位置を表している。「プログレスバーを提示した場合、アニメーションの終着地点付近の選択肢がその後選ばれやすくなる」という仮説1について、矢印の先端付近の選択率をみると他の位置よりも選択率が高くなるということは

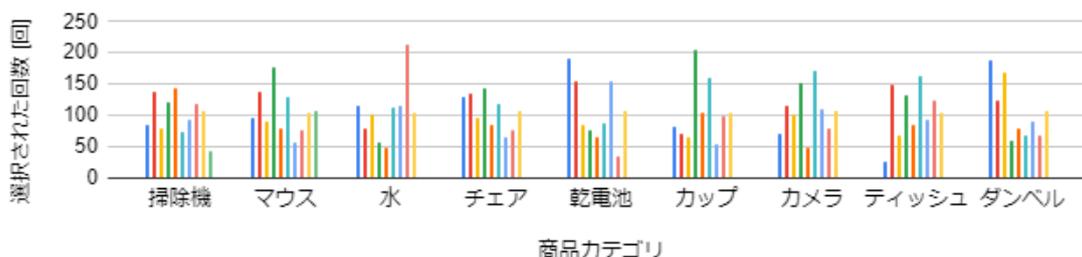


図5 各商品カテゴリ内の商品別選択回数

みられず仮説とは異なった。しかし、図6においてアニメーションの向きに注目すると、右から左にアニメーションをさせた場合よりも、左から右にアニメーションさせた場合の方が選択の偏りが大きくなることがわかる。また、同じ向きのアニメーションをさせたもの同士で比較をすると、下側に表示した場合の方が上側に表示した場合よりも選択率の偏りが大きくなることがわかった。これらのことから、プログレスバーのアニメーションの向きや表示位置によって、選択の偏りに違いがあることがわかる。

また、男女で結果を分けたものを図7, 8に示す。男性において上側で表示した場合、右から左にアニメーションさせるよりも左から右にアニメーションさせた場合の方が、選択率が偏り、下側に表示した場合はアニメーションの向きによらず選択が偏ったが偏る位置に違いがある傾向がみられた。女性の結果では、表示位置に注目すると上側に表示した場合よりも下側に表示した場合の方が、選択が偏る傾向がみられた。

これらの傾向がどの程度有意であったかを調べるために各選択率の分布と期待値（各位置12.5%）とのユークリッド距離を用いて分析を行った。本実験システムは各選択肢画像の提示位置をランダムで提示しているため、基本的に何らかの要因がない限り選択に偏りは

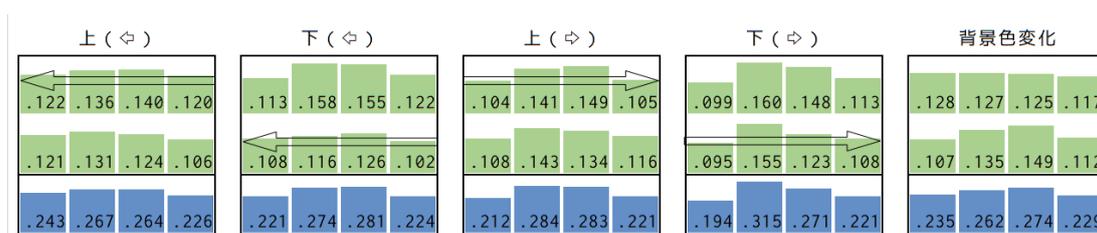


図6 各条件の選択率の分布（全体）

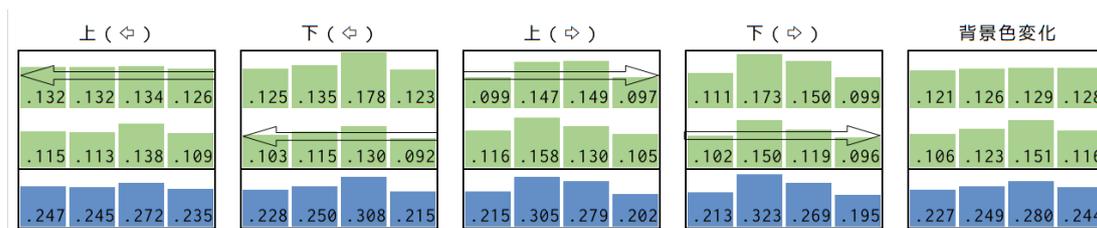


図7 各条件の選択率の分布（男性）

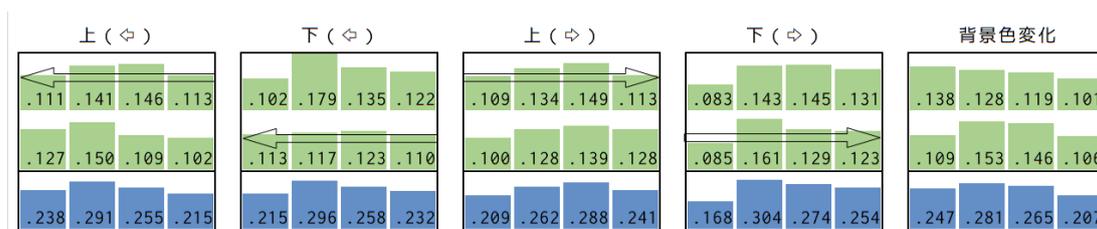


図8 各条件の選択率の分布（女性）

生じないはずである。ここで8択の提示位置について、N回のランダムな選択試行がある場合の期待値からのユークリッド距離の分布を生成し、その分布から各条件の選択の偏りがどの程度特異なものなのかをみることをできると考える。そのために、8択のいずれかの選択をN回繰り返した場合の各選択枝の選択率と期待値とのユークリッド距離を計算し、さらにそれを10万回繰り返した場合のユークリッド距離を分布に示した。今回分析対象となったデータの内、上(⇔)条件における試行数は1,242回であった。例として上(⇔)条件におけるユークリッド距離の分布を図9に示す。この分布図において横軸はユークリッド距離を表しており、色付きの領域は、濃い色の部分は両側1%区間で薄い色の部分は両側5%区間を示している。分布図において選択率結果と期待値とのユークリッド距離が分布図の濃い色部分にあたる場合、その偏りは極めて特異であると言える。

全体、および男女に分けた場合での各条件における各位置の選択率と期待値(各列12.5%)のユークリッド距離を表1、表2に示す。表1をみると上(⇔)条件、背景色変化条件以外で特異な偏りであったことがわかった。また表2をみると、下側に表示した場合では男女問わず選択が偏る傾向と、上側に表示した場合は男性でのみ左から右向きにアニメーションした場合で選択が偏る傾向がみられた。提示時間条件別での各位置の選択率と期待値(各列12.5%)のユークリッド距離を表3に示す。表3において、5秒提示、上(⇔)条件ではユークリッド距離の値が分布図の赤色部分に位置しており、特異に選択が分散していることがわかった。また、10秒提示においてはどの条件でも特異な偏りがみられないことがわかった。

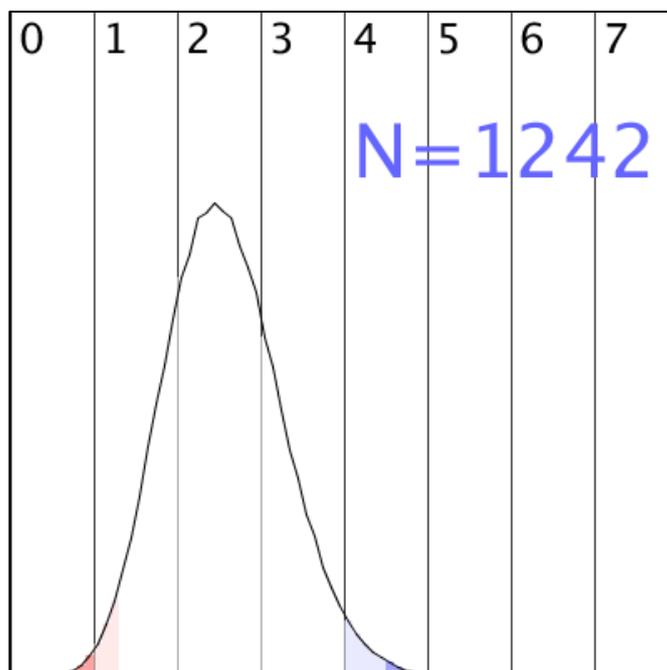


図9 各選択率と期待値とのユークリッド距離を10万回算出した時の分布 (N=1242)

表1 各条件における各位置の選択率と期待値（各列 12.5%）のユークリッド距離

条件	試行数 (=N)	期待値とのユークリッド距離
上 (⇒)	1,242	4.95**
上 (⇐)	909	2.82
下 (⇒)	1,170	6.83**
下 (⇐)	1,251	5.52**
背景色変化	1,008	3.53

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

表2 男女別の各位置における選択率と期待値（各列 12.5%）のユークリッド距離

条件	男性		女性	
	試行数 (=N)	期待値とのユークリッド距離	試行数 (=N)	期待値とのユークリッド距離
上 (⇒)	639	6.41**	603	4.35
上 (⇐)	477	2.91	432	4.95
下 (⇒)	666	7.64**	504	7.38**
下 (⇐)	585	6.79**	666	6.32**
背景色変化	603	3.41	405	5.13

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

表3 提示時間別の各位置における選択率と期待値（各列 12.5%）のユークリッド距離

条件	試行数 (=N)	期待値とのユークリッド距離		
		2s	5s	10s
上 (⇒)	414	5.75	6.84	5.13
上 (⇐)	303	3.60	2.37*	6.84
下 (⇒)	390	10.06**	7.29*	6.89
下 (⇐)	417	7.76**	8.58**	4.93
背景色変化	336	6.06	7.09	2.75

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

3.1.5. 考察

結果よりプログレスバーのアニメーションの終端部分（矢印の先端部分）の選択率が高くはならず、仮説1のような傾向はみられなかったが、プログレスバーのアニメーションの向きや表示位置によって選択率の偏りに違いがあることがわかった。アニメーションの向き

に関しては、背景色変化条件と一般的に採用されている向きの左から右にアニメーションした場合に中央 2 列に選択が集中していることから、視線誘導を起こさないフィードバックや見慣れたフィードバックの場合、水平方向中央の選択肢が選ばれやすくなるという効果[1]による影響の方が大きくなっていると考え、一方で、見慣れない向きの右から左にアニメーションをした場合に、プログレスバーへのユーザの興味がより大きくなることで選択が分散するのではないかと考察する。そのため、選択を公平にしたい場合は、見慣れないものや興味を引きやすいフィードバックを採用することが有用であると考え。

表示位置に関しては、図 6 から基本的に上側の選択率が高い傾向があり、その傾向が下側表示の場合に大きくなっている。これは、視覚的フィードバックを表示することで、表示位置と表示していない位置で、その後の選択肢画像の刺激量の差が生まれ、表示していない位置に注目が集まっているのではないかと考察する。本実験では遠隔で行っており視線計測を行うことができなかつたため、以降の調査では視線計測のできる環境で実験を行い、プログレスバーが選択行動に及ぼす影響を詳細に分析する。

仮説 1 のような傾向がみられなかつた理由として、アニメーションを等速で変化させたため、実験協力者が待機時間の終了を推定することが容易になり、待機時間が終わる数秒前から視線でアニメーションを追っていない可能性が考えられる。つまり、待機時間の終わりを推定しにくくすると視線、および選択の誘導がしやすくなるのではないかと考えられる。待機時間の終わりを推定しにくくする方法として、アニメーションの進む速度を加減速させることなどが挙げられる。そのため 4 章ではアニメーションが急加速し待機が終了する場面を模した実験を行い、画面遷移直前におけるプログレスバーのアニメーション位置が待機後の選択に及ぼす影響を調査する。

仮説 2 に関しては、男性において同じ上側表示でもアニメーションの向きによる選択率の偏りに差があり、女性においては、アニメーションの向きによる選択率の偏りの差がみられなかつたことから、性別によって影響の大きさに違いがあるのではなく、影響を及ぼす条件に違いがある可能性が示唆された。

また、提示時間が 10 秒の条件において選択率に特異な偏りがみられなかつたことについては、10 秒という比較的長い待機時間の場合、ユーザが画面から目をそらしてしまいプログレスバーの影響が小さくなつたのではないかと考えられる。

第4章 アニメーションの最終位置に関する調査

3章において、プログレスバーのアニメーションがその後のユーザの選択行動に及ぼす影響に着目し、「アニメーションの終端付近の選択肢が待機後に選ばれやすくなる」という仮説をたて、プログレスバーのアニメーションの向きと表示位置を変えて待機後のユーザの選択位置を調査したが、仮説のような傾向は見られなかった。その結果に対して著者はプログレスバーが100%になる直前で、ユーザが視線でアニメーションを追わなくなっている可能性があると考えた。

そこで本章では、特定の位置までアニメーションしたら画面遷移するプログレスバーを用意し、「画面遷移直前のアニメーション位置付近にある選択肢が選ばれやすくなる」という仮説(図10)をたて、実験により検証する。実験では、3章同様にショッピングサイトを模した実験システムを改変して、条件を変えたプログレスバーをユーザに提示した後に気になる商品をユーザに選択させる実験を実施することで、画面遷移直前のプログレスバーのアニメーション位置とその後のユーザの選択行動の関係性について調査を行う。また、本章ではクラウドソーシング上で大規模に行うだけでなく、実際に視線がどのように動いているかを確認するため、対面での実験を実施し視線計測を行うことで検証する。

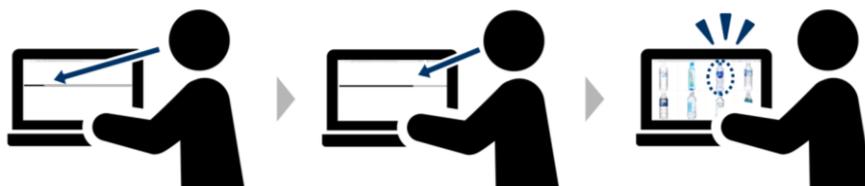


図10 仮説のイメージ図

4.1. クラウドソーシング上での実験

本実験ではまず Yahoo!クラウドソーシングを用いて大規模に実験を実施し、大まかな選択傾向を調査した。実験手順、実験システムは3章の本実験とほとんど同様であり、変更点は待機から選択という試行を各実験協力者に10回繰り返してもらったことである。

4.1.1. 実験設計

本実験では画面遷移直前のプログレスバーのアニメーション位置を独立変数のひとつとすることにした。具体的には、画面遷移直前のアニメーション位置を5種類(20%, 40%, 60%, 80%, 100%)用意し、各パーセントまで進んだらバーが全て塗られて画面が遷移するようにした(図11)。また、プログレスバーの進行速度条件は、50%/sと20%/sの2種類を

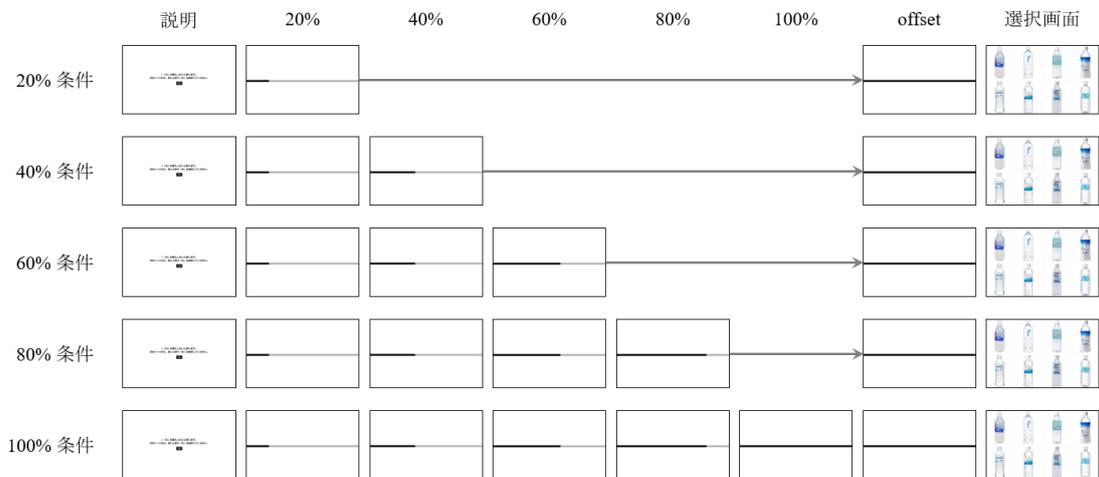


図 11 各条件のイメージ図

採用した。各実験協力者内によってアニメーションの最終位置と進行速度それぞれの組み合わせ 10 種類をランダムな順番で行った。

実験協力者に選択させる商品のカテゴリとして 3.1.2 項で扱った 9 種類のカテゴリに PC ケースを追加した 10 種類を採用した。

4.1.2. 結果

実験協力者は 1,010 名（男性：500 名，女性：510 名）で，そのうち，3.1.4 項で述べた基準をもとに不適切と判断した実験協力者のデータを排除し，618 名（男性：296 名，女性：322 名）の結果が得られた。なお本分析では，10 回の各選択にかかった時間の平均が 1 秒以上 8 秒以下の実験協力者のデータに限定した。分析で扱った 618 名の実験協力者の年代において 10 代，20 代のデータは少なく，40 代のデータが最も多かった。

各商品カテゴリ内での選択肢の選択回数を図 12 に示す。箱ティッシュと乾電池において極端に多く，または少なく選ばれている選択肢があることがわかる。

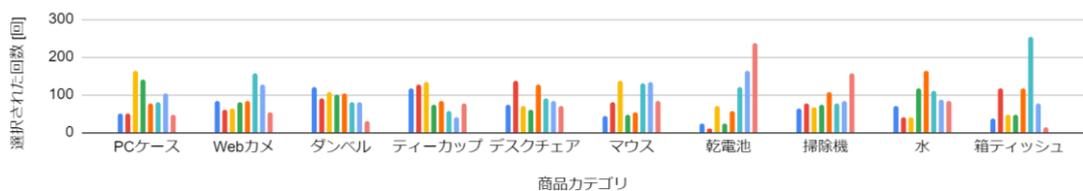


図 12 各商品カテゴリ内の商品別選択回数

各パーセンテージで画面遷移した場合の各位置の選択率，および列ごとの選択率を図 13-15 に示す．図 13 の列ごとの選択率をみると，20，40%で画面が遷移した場合，アニメーション位置と重なる列の右隣の列に選択が集中していることがわかる．また，60，80，100%で画面が遷移した場合は選択が左から 2 列目に集中していることがわかる．この傾向を進行速度別でみてみると 50%/s で進行させて 20%で画面遷移した場合と，20%/s で進行させて 40%で画面遷移した場合を除いて同様の傾向がみられた．



図 13 各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率（全速度条件）



図 14 各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率（50%/s）



図 15 各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率（20%/s）

これらの傾向がどの程度有意であったかを調べるために，各選択率の分布と期待値（各列 25%）とのユークリッド距離を用いて 3.1.4 項と同様の分析を行った．今回分析対象となったデータの内，全速度条件における画面遷移直前の各パーセンテージ条件の試行数は 1,236 回であり，速度条件で分けた場合はその半分の 618 回であった．各試行数におけるユークリッド距離の分布を図 16, 17 に示す．色付きの領域は，濃い色の部分は両側 1% 区間で薄い色の部分は両側 5% 区間を示している．選択率結果と期待値とのユークリッド距離が分布図の濃い色部分にあたる場合その偏りは極めて特異であると言える．

また、各条件における列ごとの選択率と期待値（各列 25%）のユークリッド距離を表 4 に示す。この表において、**は分布の両側 5% 区間、*は両側 1% 区間を意味している。表 1 をみると先述した全体の傾向はすべて特異な偏りであったことがわかり、全ての速度条件に

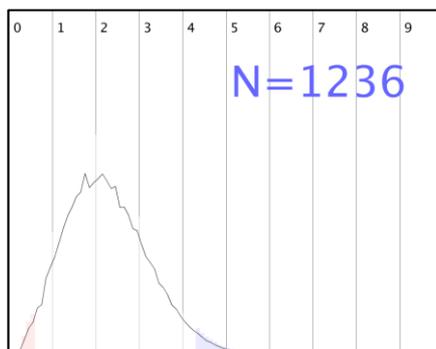


図 16 1,236 回の選択を行った場合の選択率と期待値とのユークリッド距離を 10 万回算出した時の分布



図 17 618 回の選択を行った場合の選択率と期待値とのユークリッド距離を 10 万回算出した時の分布

表 4 各条件における列ごとの選択率と期待値（各列 25%）のユークリッド距離

条件	期待値とのユークリッド距離		
	全速度	50%/s	20%/s
20%	4.63*	3.76	6.15*
40%	7.30**	9.49**	5.84
60%	6.43**	8.36**	5.23
80%	4.33*	3.50	5.68
100%	7.53**	7.30**	7.82**

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

において 100% で画面遷移した場合に特異に選択が左から 2 列目に集中する傾向がみられ、第 3 章の結果を支持する結果となった。また、20%/s の条件においては 50%/s の条件と比較して画面遷移直前のプログレスバーのパーセンテージが選択位置に及ぼす影響が少ない傾向がわかった。

4.1.3. 考察

図 13 と表 4 より、20、40% で画面が遷移した場合にアニメーション位置と重なる列の右隣の列に選択が集中していることから、アニメーションを目で追った勢いで画面遷移直前のアニメーション位置から右にずれた位置から選択肢を探索し始めている可能性が考えられる。また、60、80、100% で画面が遷移した場合、左から 2 列目に選択が集中したことから、アニメーションが半分を超えたらユーザがアニメーションを目で追わなくなっている可能性があると考えられる。図 14、15 と表 4 より、50%/s の速さでアニメーションし、40、60% で画面遷移した場合、および、20%/s の速さでアニメーションし、20% で画面遷移した場合に選択位置が特異に偏ったことからプログレスバーが提示されてから約 1 秒間までアニメーションを目で追っている可能性が考えられる。しかし、50%/s の速さでアニメーションし、20% で画面が遷移した場合には特異な偏りがみられなかったため、この条件ではプログレスバー提示開始から約 0.4 秒後に画面が遷移するため、目で追い始めるより前に画面が遷移してしまったからだと考えられる。

4.2. 対面環境での実験

4.1 節と同様の実験を対面環境で視線計測を行いながら実験することで、待機中や選択中のユーザの視線を分析する。また、対面環境の実験では 4.1 節の手順を 2 周行ってもらい、選択肢については 1 周目と 2 周目で同カテゴリの異なる選択肢を用いた。実験システムは基本的にクラウドソーシング上で用いたものと同様であり、変わった点は実験説明画面で名前を入力するフォームを追加したことと、年代ではなく年齢を答えさせるようにしたことである。また、視線計測には Tobii Eye Tracker を用いて視線データを取得し、Processing で 1/60 秒に 1 回視線の座標を記録するようにした。

4.2.1. 実験環境

実験では ALIENWARE 17 (Intel Core i7-8750H, 17.3 インチディスプレイ, Tobii Eye Tracker 内蔵) を使用した。実験協力者は PC から 30cm 離れた場所に着席して実験を行った。選択中に操作するマウスは Logicool のワイヤレスマウス M185 を用いた。実際の実験環境図を図 18 に示す。



図 18 実験環境図

4.2.2. 結果

実験協力者は 22 名（男性：13 名，女性：9 名，18～25 歳）で，そのうち，システムの不具合があったと判断した実験協力者 3 名（男性 1 名，女性 2 名）のデータを排除し，19 名（男性：12 名，女性：7 名）の結果が得られた．またその中で前髪が目にかかったなどの理由で視線計測が正常に行えなかったデータは視線分析の際に除外した．各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率を図 19 に示す．図 19 から 20，40%で画面が遷移する場合に，アニメーション位置と重なる列の右隣の列に選択が集中する傾向や 60，80%で画面が遷移する場合に左から 2 列目に選択が集中するといったクラウドソーシング上で行った実験と同様の傾向がみられた．

また，選択開始から実験協力者が選択完了までの実験協力者の視線をヒートマップ表示したものを図 20 に示し，選択開始から 12 フレーム間の視線をヒートマップ表示したものを図 21 に示す．さらに，プログレスバーを提示している最中の実験協力者の視線をヒートマップ表示したものを図 22-24 に示す．

選択中の視線について，図 22 と照らし合わせて図 23 をみると，選択率の低い列は他の列と比べて視線があまり向けられていないことがわかる．また図 24 をみると 20，40，60%においてはプログレスバーのアニメーション最終位置からやや右側に視線が集中している



図 19 対面実験における各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率（全速度条件）

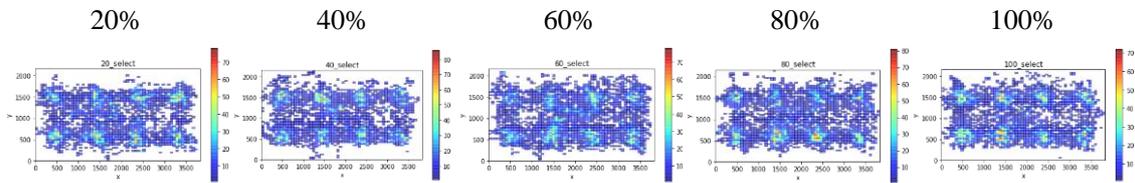


図 20 各条件における選択画面提示中の実験協力者の視線ヒートマップ

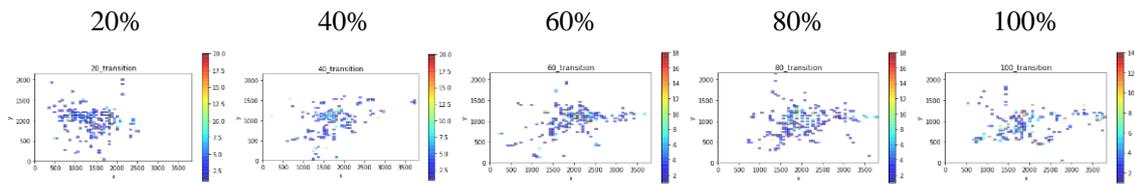


図 21 各条件における選択開始から 12 フレーム (約 200ms) 間の視線位置ヒートマップ

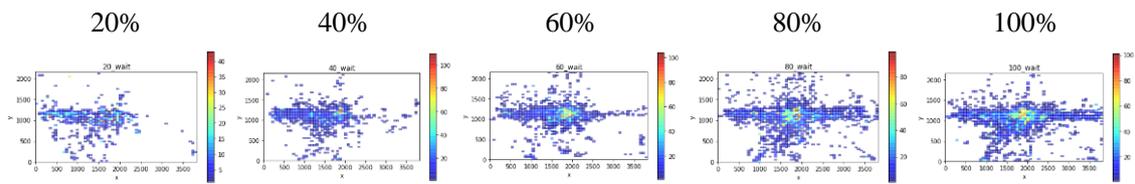


図 22 各条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ

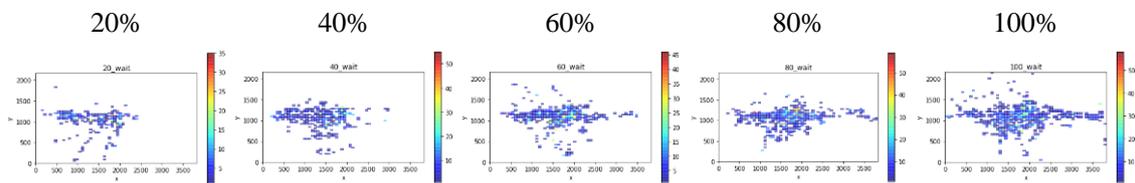


図 23 各条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ (50%/s)

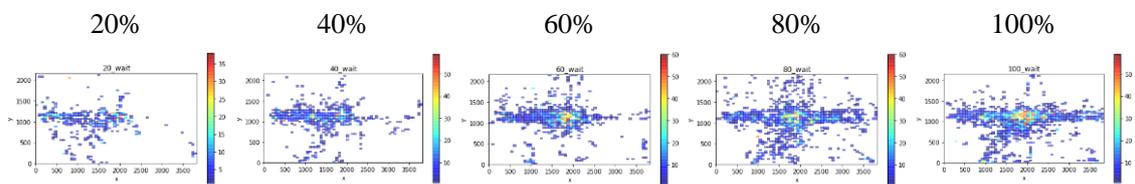


図 24 各条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ (20%/s)

のに対し、80、100%では、プログレスバーのアニメーション最終位置付近に視線があったことは確認できるものの、中央に視線が集中していることがわかる。

また、プログレスバーを提示している最中の視線について図 22 をみると、各条件でプログレスバーのアニメーション開始から最終位置にかけて線状に視線が分布していることと、

100%に近づくとつれて中央への視線が集中していることがわかる。進行速度条件について図 23, 24 をみると、20%/s でアニメーションする条件と比較して、50%/s でアニメーションする条件の方が左端へ視線が向いていないことがわかる。また、20%/s でアニメーションする条件の方が視線のぼらつきが大きいことがわかる。

4.2.3. 考察

各%で画面遷移した場合の各位置の選択率と列ごとの選択率(図 19)について、3章の実験では 10, 20 代のデータが少なく 40 代のデータが多かったのに対し、本章の実験では 20 代前後の実験協力者であったことから、年齢層による選択の傾向に大きな差異はない可能性が考えられる。また 3 章の、「プログレスバーが 100%になる直前で、ユーザが視線でアニメーションを追わなくなっている」という考察について、各条件における選択開始から 12 フレーム(約 200ms)間の視線位置ヒートマップ(図 20)をみると、最後までアニメーションを目で追っている実験協力者もいた。しかし、多くの実験協力者は視線を中央に戻しており、またそれが 60%を超えたあたりから中央に視線が集中していることから、待機時間の終了が推定しにくい場合は、100%付近ではなくアニメーションが半分を超えたあたりから視線が中央に向き始めている可能性が示唆された。

次にプログレスバーを提示している最中の実験協力者の視線について、各条件でプログレスバーのアニメーション開始から最終位置にかけて線状に視線が分布していることと、100%に近づくとつれて中央への視線が集中しているということがわかった。このことから、60%を超えたあたりから視線を中央に戻してはいるが、数ミリ秒に 1 回はアニメーションの位置を確認している可能性が考えられる。また、20%/s でアニメーションする条件と比較して、50%/s でアニメーションする条件の方が左端へ視線が向いていない点については、4.1.3 項で考察した通り、50%/s の速さでアニメーションした場合は、プログレスバー提示開始から約 0.4 秒後には 20%の位置をアニメーションしていることから、アニメーションを目で追いつめるのに約 0.2~0.3 秒ほどかかっている可能性が考えられる。さらに、20%/s でアニメーションする条件の方が視線のぼらつきが大きいことから、アニメーションの速度が遅いとユーザは視線をプログレスバーから逸らすようになり、視線が誘導されにくく、4.1 節で行った実験では選択位置に特異な偏りがあらわれにくかったのではないかと考える。また 3 章の実験で 10 秒提示の場合に特異な偏りがみられなかった原因の一つにもなっている可能性が考えられる。

第5章 長さに関する調査

第3章、第4章ではプログレスバーのアニメーション終端部分が待機後のユーザの選択に及ぼす影響を調査してきた。しかし、これまでの調査ではプログレスバーの長さをウィンドウ幅と同等の長さに統一しており、プログレスバーの長さが待機後の選択行動に及ぼす影響についてはまだ明らかになっていなかった。プログレスバーの長さによりアニメーション位置の変化量が変わるため視線誘導の効果にも影響を及ぼすことが考えられる。そこで本章では、長さを変えたプログレスバーを用意し、「プログレスバーが短くなるとユーザの視線の移動範囲が狭くなり、選択が中央に集中する」という仮説をたて、実験により検証する。また、本章でも第4章と同様にクラウドソーシング上だけでなく、対面環境でも実験を行い、対面環境では実験協力者の視線を計測しながら実験を行う。

5.1. クラウドソーシング上での実験

本章では、待機中に表示するプログレスバーの長さが待機後のユーザの選択位置に及ぼす影響を調査することを目的としている。そのため、本章では長さの違うプログレスバーを提示した後に、8択の選択肢画像を表示する実験システムを作成し、Yahoo!クラウドソーシングを用いた実験により大規模に調査を行う。実験依頼に関して不真面目な回答をできるだけ減らすために、著者の所属する研究室で過去に実施してきた他の実験や調査で不真面目な回答をした1,312名を、事前に依頼対象から除いた。実験手順、システムはこれまでとほとんど同様である。変更点としては待機から選択という試行を各実験協力者に14回繰り返してもらったことである。

5.1.1. 実験設計

本章ではプログレスバーの長さを3種類（ウィンドウ幅の10%、50%、100%）用意した（図25）。第3章、第4章の実験からプログレスバーの提示時間が長いと実験協力者が画面から目をそらしてしまう可能性が考えられたため、これまで扱ってきた2秒提示の他に1秒提示の条件を追加し、1秒と2秒の2種類を採用した。各実験協力者間でプログレスバーの長さを変え、提示時間は14試行のうち、1秒が7回、2秒が7回となるように実験協力者内でランダムな順番で行った。

選択試行を14回にするにあたり、実験協力者に選択させる商品のカテゴリとしてこれまで扱ってきた10種類に加えて歯ブラシ、ほうき、ハンディファン、充電ケーブルを採用した。

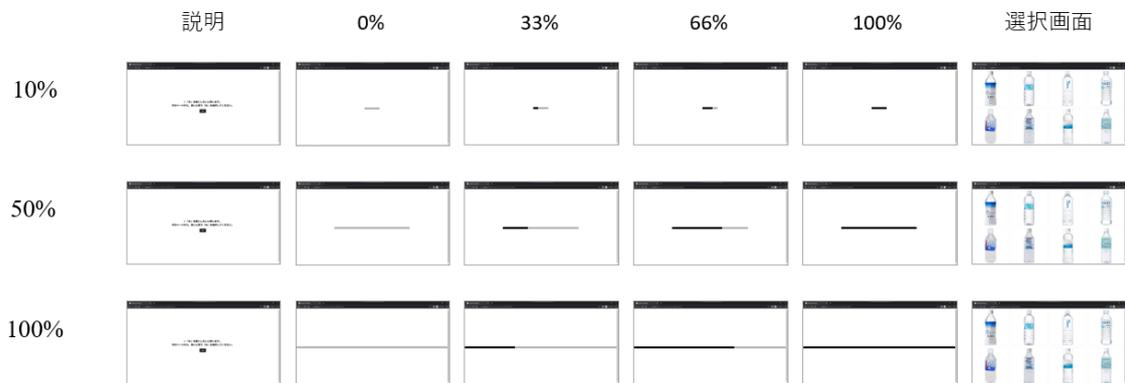


図 25 実験システムの遷移図

5.1.2. 結果

実験協力者は 1,000 名（男性：500 名，女性：500 名）で，そのうち，3.1.4 項で述べた基準をもとに不適切と判断した実験協力者のデータを排除したところ，626 名（男性：302 名，女性：324 名，平均年齢：48 歳，SD：10.8 歳）の結果が得られた。

全体，および提示時間条件別での各長さ条件における各位置の選択率と列ごとの選択率を図 26-28 に示す．全体的に長さ条件によらず，中央 2 列に選択が集中していることがわかる．また，実験協力者ごとに選択にかかった時間の平均値を計算し，その値が分析で扱う実験協力者の中で平均値（5,711ms）以上の場合には平均選択時間長い群，平均値未満の場合には平均選択時間短い群とする．平均選択時間の群でわけた選択率の結果を図 29，30 に示す．図 29，30 より，平均選択時間短い群は，全体の傾向と同様，中央に選択が集中しているのに対し，平均選択時間長い群は，選択が分散していることがわかる．

これらの傾向がどの程度有意であったかを調べるために，各選択率の分布と期待値（各列 25%）とのユークリッド距離を用いて 3.1.4 項と同様の分析を行った．

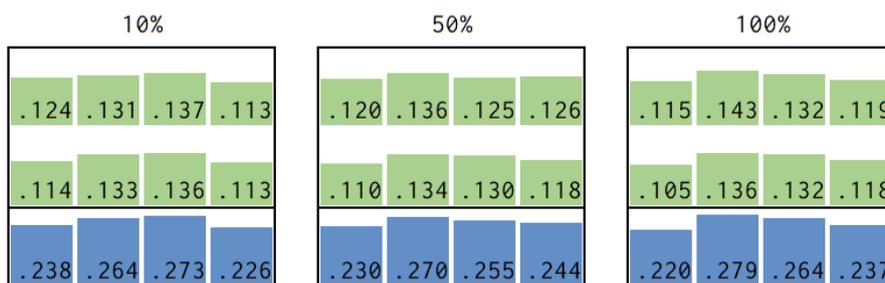


図 26 各長さ条件の選択率と列ごとの選択率（全体）

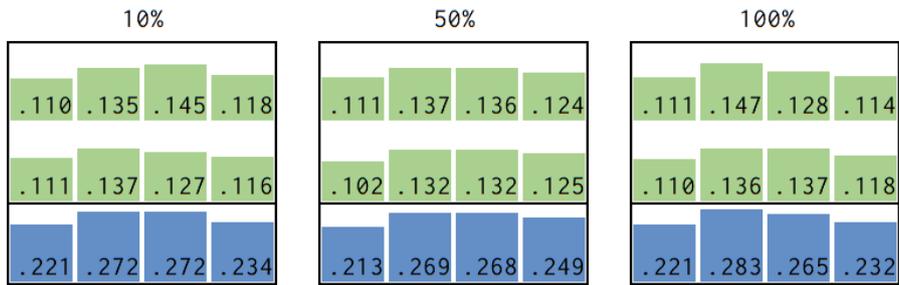


図 27 各長さ条件の選択率と列ごとの選択率（1秒提示）

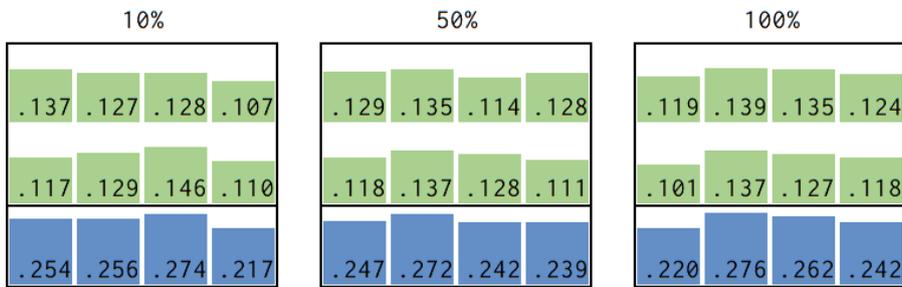


図 28 各長さ条件の選択率と列ごとの選択率（2秒提示）

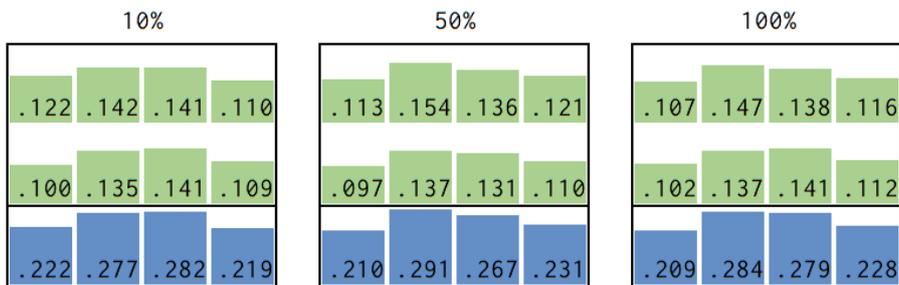


図 29 各長さ条件の選択率と列ごとの選択率（平均選択時間短い群）

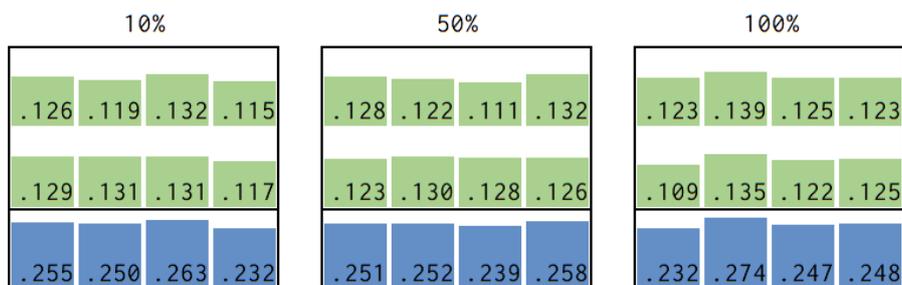


図 30 各長さ条件の選択率と列ごとの選択率（平均選択時間長い群）

各条件における列ごとの選択率と期待値（各列 25%）のユークリッド距離を表 5 に示す。この表において、**は分布の両側 5% 区間、*は両側 1% 区間を意味している。この表をみるとプログレスバーを 1 秒提示した場合は全長さ条件で特異な偏りが生じていることと、提示時間によらず 100% の長さで提示した場合に特異な偏りが生じていることがわかる。平均選択時間の群でわけた場合の各条件における列ごとの選択率と期待値（各列 25%）のユークリッド距離を表 6 に示す。表 6 からすべての長さにおいて、選択時間短い群は特異な偏りがみられたのに対し、平均選択時間長い群は特異な偏りがみられないことがわかる。

表 5 各条件における列ごとの選択率と期待値とのユークリッド距離（試行数）

条件	期待値とのユークリッド距離		
	全時間	1 秒提示	2 秒提示
10%	3.80** (N=2580)	4.54* (N=1295)	4.14 (N=1295)
50%	2.93* (N=2604)	4.53* (N=1302)	2.60 (N=1302)
100%	4.59** (N=3570)	4.98** (N=1785)	4.22** (N=1785)

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

表 6 平均選択時間が短い場合と長い場合の各条件における列ごとの選択率と期待値とのユークリッド距離（試行数）

条件	期待値とのユークリッド距離	
	平均選択時間が短い群	平均選択時間が長い群
10%	5.91** (N=1316)	2.28 (N=1274)
50%	6.27** (N=1386)	1.38 (N=1232)
100%	6.45** (N=1876)	3.02 (N=1694)

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

5.1.3. 考察

図 26-28 と表 5 より、プログレスバーがウインドウ幅の長さの場合、提示時間によらず特異に中央へ選択が集中したことから、第 4 章の 100% で画面遷移する場合の結果と同様の結果となった。しかし、提示時間別で結果をみると 10%、50% の長さにおいて、1 秒提示した場合は特異な偏りがみられたのに対し 2 秒提示した場合では特異な偏りがみられなかったことから、提示時間が長くなると時間あたりのアニメーションの移動量が減り、プログレスバーへの注意が薄くなったことで待機後の選択に及ぼす影響が少なくなったのではないかと考えられる。このことより 1 秒よりも待機時間が長くなると予想される場合はプログレスバーの長さを短くすることで待機後の選択を公平にできる可能性が示唆された。

図 29, 30 と表 6 から平均選択時間が短い場合と長い場合の違いについてみると, プログレスバーの長さによらず, 平均選択時間短い群で特異な偏りがみられたのに対して, 平均選択時間長い群では特異な偏りはみられなかった. これはあまり悩み過ぎないユーザにとって, 各選択肢の探索に要する時間が短いため, 最初に目に入る選択肢がより選ばれやすくなり, プログレスバーの影響が大きくなったのではないかと考えられる. 一方で悩みやすいユーザにとっては各選択肢を十分に見比べて選択を行うため, 最初に目に入ってきた選択肢の影響が小さくなり図 30 のような分布になったのではないかと考えられる. そのため, 選択の負荷が高い場面においてはプログレスバーが選択に及ぼす影響が小さくなる可能性が示唆された.

5.2. 対面実験

5.1 節と同様の実験を対面環境で視線計測を行いながら実験することで, 待機中や選択中のユーザの視線を分析する. 実験システムは基本的にクラウドソーシング上で用いたものと同様である. また, 視線計測には Tobii Eye Tracker を用いて視線データを取得し, Processing で 1/60 秒に 1 回視線の座標を記録するようにした. 実験環境は 4.2.1 項と同様である.

5.2.1. 結果

実験協力者は 31 名 (男性: 15 名, 女性: 16 名) で, そのうち, 実験後のアンケートで実験中半分くらい目をそらしたと回答があった実験協力者 1 名のデータを排除し, 30 名 (男性: 15 名, 女性: 15 名, 平均年齢: 20 歳, SD: 1.86 歳) の結果が得られた. 各長さ条件の各位置の選択率と列ごとの選択率を図 31 に示す. 図 31 から 5.1 節の実験同様, プログレスバーの長さによらず中央 2 列に選択が集中していることがわかる.

選択開始から 12 フレーム (200ms) 間の実験協力者の視線をヒートマップ表示したものを図 32 に示す. 図 32 より, プログレスバーが長くなるほど, 選択開始時の実験協力者の視線が分散していることがわかる.

一方、プログレスバーを提示している際の実験協力者の視線をヒートマップ表示したものを図 33-35 に示す。図 33-35 から、4 章の実験と同様に、プログレスバーの右半分は視線の分布が少なく、待機時間の後半はプログレスバーのアニメーションを目で追わなくなっていることがわかる。



図 31 対面実験における各長さ条件の選択率と列ごとの選択率

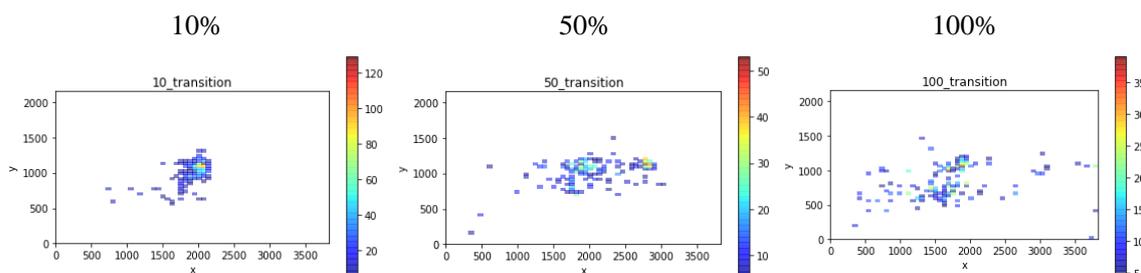


図 32 各長さ条件における選択開始から 12 フレーム（約 200ms）間の視線位置ヒートマップ

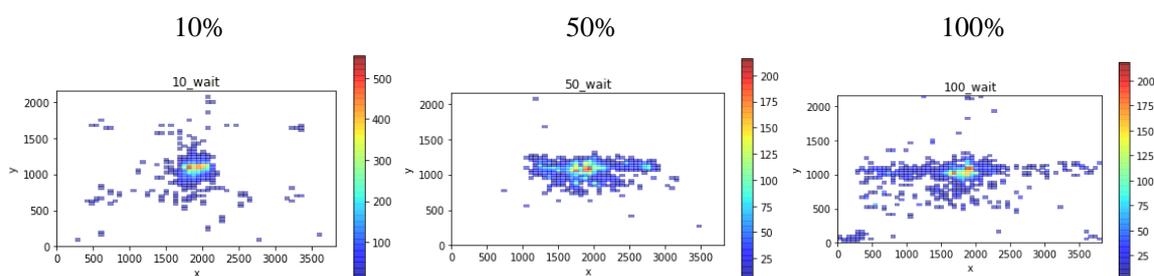


図 33 各長さ条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ

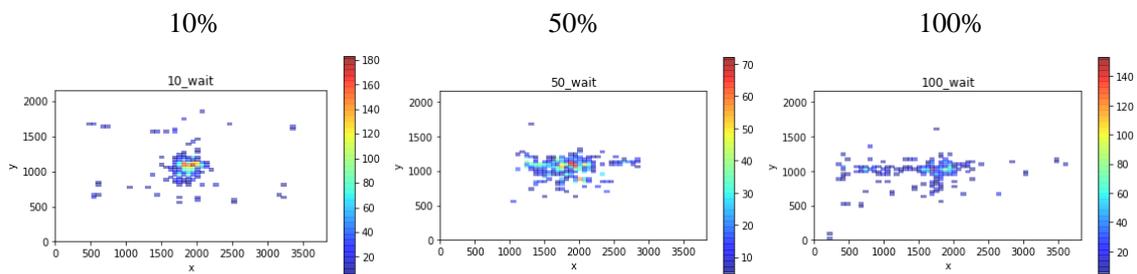


図 34 各長さ条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ
(1 秒提示)

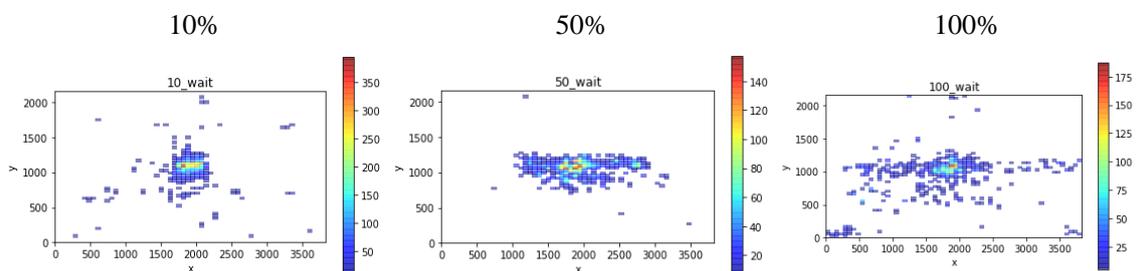


図 35 各長さ条件におけるプログレスバー提示中の実験協力者の視線ヒートマップ
(2 秒提示)

5.2.2. 考察

図 31-33 より、どの条件においても、視線が終端位置付近だけでなく中央に集中していることから、プログレスバーの長さによってユーザの視線の分散は変わるものの、中央を基点として移動していることは変わらず中央の選択率が高くなる可能性が考えられる。

図 34 において、長さ 100% のプログレスバーを 1 秒間提示した場合に待機時間中の実験協力者の視線が左半分に分布していることから、4 章で述べていた「待機時間開始から約 1 秒後までプログレスバーを目で追っている」という考察と異なる結果となった。プログレスバーを 2 秒提示した場合(図 35) は右半分にも実験協力者の視線が分布していることから、ユーザがプログレスバーを視線で追うかどうかはプログレスバーの提示時間よりもプログレスバーの長さに対する相対的なアニメーション位置に関係している可能性が示唆された。

5.3. まとめ考察

本節では 5.1 節で行ったクラウドソーシング環境での実験と 5.2 節で行った対面環境で行った実験の結果から全体の考察を行う。全体の選択傾向についてクラウドソーシング上で

行った結果（図 26）と対面環境で行った結果（図 31）からみた全体の選択傾向として、どちらもプログレスバーの長さによらず選択が中央 2 列に集中している傾向がみられたことから、環境による影響はなかったと考えられる。また、クラウドソーシング上での実験協力者は平均年齢 48 歳であったのに対し、対面環境での実験協力者は平均年齢 20 歳の実験協力者であったことから、長さによらず中央 2 列の選択率が高くなる傾向は年齢によっても変わらない可能性が考えられる。

表 5 から待機時間が長くなる場合にプログレスバーの長さがウインドウ幅の 10%、50% の場合よりも 100% の場合の方が特異な偏りがみられた。このことから、今回の実験ではクラウドソーシング環境、対面環境の両方とも PC からの参加に限定して行ったが、スマートフォンなどの小型端末でプログレスバーを提示する場合、視線の移動が起きにくくなるため選択の偏りが生じにくくなるのではないかと考えられる。

また、クラウドソーシング環境の実験ではプログレスバーの長さが 10%、50% の場合において、提示時間が 1 秒の場合のみ選択が特異に偏る傾向がわかる。また対面実験の図 34、38 を見比べると提示時間が 1 秒の場合よりも 2 秒の場合の方が、実験協力者の視線が分散していることがわかる。このことから、提示時間が長くなるにつれてプログレスバーのアニメーション速度が遅くなり、その結果、ユーザの視線が分散され選択に及ぼす影響が少なくなったと考えられる。そのため、待機時間が長くなる場合によく用いられるスロバーは、待機時間に応じてアニメーション速度が遅くなることはなく、ある程度の速度で一定にアニメーションし続けるため、選択を誘導してしまっている可能性が示唆された。

第6章 横断分析

本研究では第3章から第5章までに「プログレスバーがユーザの目を引き、待機後の選択画面でプログレスバーの終端であった領域付近に配置された選択肢が選ばれやすくなる」という仮説をたて、アニメーションの向き、表示位置、長さ、画面遷移直前のアニメーション位置を変えたプログレスバーを用いて仮説の調査をしてきた。しかし、これまでの調査では、仮説としていた「プログレスバーの終端であった領域付近に配置された選択肢」に選択が集中するという傾向は見られず、選択に偏りが見られた条件においては、多くの場合で左から2列目の選択肢に選択が集中する結果となった。

そこで本章では、これまでの調査結果について横断的に分析を行い、左から2列目以外の位置への選択誘導可能性について、仮説の再構築を行う。

6.1. 誘導が起きやすいプログレスバーの提示時間

まず、選択に偏りが生じるプログレスバーの提示時間について分析を行う。3章で行ったプログレスバーの表示位置とアニメーションの向きを変えたプログレスバーを用いた調査において、プログレスバーを提示する時間が2秒提示、5秒提示の場合に下側表示の条件で待機後の選択位置に偏りがみられたのに対し、10秒提示の場合では、どの表示位置、アニメーションの向きにおいても待機後の選択位置に偏りはみられなかった。また、プログレスバーの各提示時間条件で選択にかかった時間の平均値を算出した結果を表7に示す。表7より提示時間が長くなるほど平均選択時間が長くなる傾向があり、2秒提示と5秒提示の間 ($p < 0.05$)、2秒提示と10秒提示の間 ($p < 0.01$) で有意差がみられた。このことから待機時間が長くなると、実験協力者が画面から目をそらしやすくなり、選択画面に遷移してから探索を開始するまでに時間がかかっている可能性が考えられる。その結果、提示時間が10秒の場合に全条件で選択位置の偏りがみられなかったと考えられる。また、第4章で行ったプログレスバーの最終位置に関する調査と第5章で行った長さに関する調査においてプログレスバーの提示時間が約1秒の場合、どの最終位置、どの長さにおいても選択位置が偏る傾向

表7 各提示時間条件における平均選択時間

提示時間[s]	平均選択時間[s]	標準偏差[s]
2.0	6.0	3.0
5.0	6.2	3.2
10.0	6.4	3.2

がみられた。以上のことから、プログレスバーの提示時間が短い場合の方が待機後の選択が偏る可能性が考えられる。

6.2. プログレスバーを提示した場合の視線移動

次にプログレスバーを提示した時の視線移動について、実験協力者間で条件を変えており、視線計測を行った長さに関する調査の結果をより詳細に分析する。この実験において記録される視線 X 座標は 0~3,840px（左端 0px, 右端 3,840px）、視線 Y 座標は 0~2,160px（上端 0px, 下端 2,160px）であった。

各提示時間条件における長さ 100% 条件の選択開始時を基準に -40 フレーム（約 -666ms）から 40 フレーム（約 666ms）までの視線座標を図 36, 37 に示す。図 36, 37 において、黒色の折れ線は 4 フレームごとにプロットした X 座標, Y 座標の平均値を表しており、さらに 4 フレームごとの箱ひげ図を示している。この結果より、提示時間が 1 秒の場合には選択が開始してから視線が左方向（X 座標マイナス方向）に移動したのに対し、提示時間が 2 秒の場合には選択開始直前から直後にかけて視線を左上（X 座標, Y 座標ともにマイナス方向）に移動させていることがわかる。これは、一般的な視線移動の法則として知られる F の法則, Z の法則のように左上から視線を移動させる傾向[24][44]が関係していると考えられる。また、プログレスバーを提示したことで待機時間の終了が見積もりやすくなり、選択開

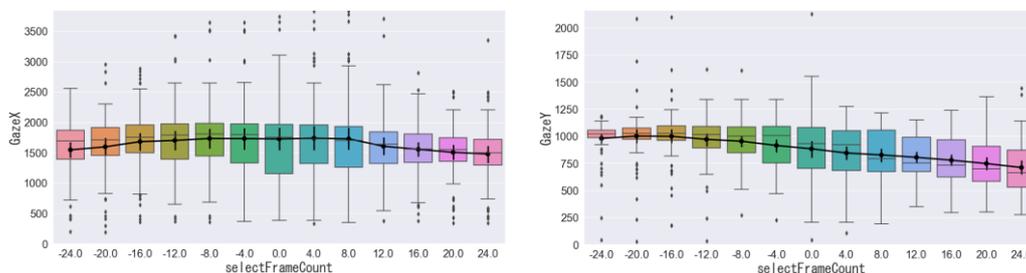


図 36 長さ 100%, 1 秒提示条件における選択開始時前後 40 フレームの視線座標平均
(左: X 座標, 右: Y 座標)

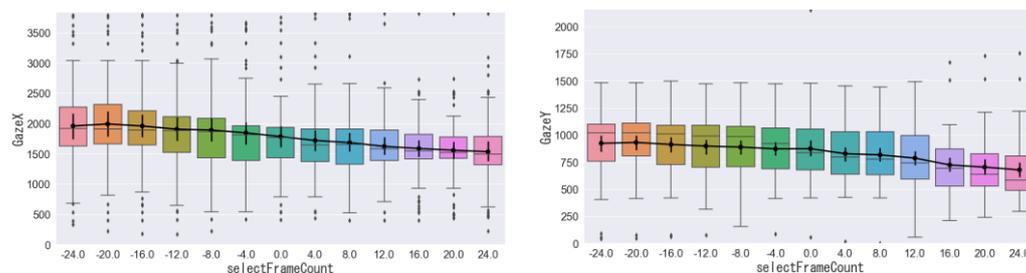


図 37 長さ 100%, 2 秒提示条件における選択開始時前後 40 フレームの視線座標平均
(左: X 座標, 右: Y 座標)

始直前から視線を左上に移動していた可能性が考えられる。こうした視線の動きが原因で、左から2列目の選択肢が選ばれやすくなった可能性が高い。

そこで、著者はプログレスバーのアニメーションの終端と左上の距離を遠くすることで、選択開始時の視線を左から2列目よりも右側に誘導できると考えた。アニメーションの終端と左上の距離を遠くするためには、表示位置を変えるのが効果的であると考えられる。図37で選択開始直前から視線移動がみられた2秒提示の条件に注目して、これまでの調査結果から表示位置以外の条件が同じ3条件（上、中、下）について比較を行う。第3章、第5章の実験でみられた各表示位置における8択の選択肢に対する選択率を図38に示す。この結果から、表示位置が下になればなるほど左下の選択肢の選択率が下がる傾向と、右から2列目に配置された選択肢の選択率が上がる傾向がみられた（図39）。また、プログレスバーの表示位置とアニメーションの向きに関する調査から、プログレスバーの条件ごとに選

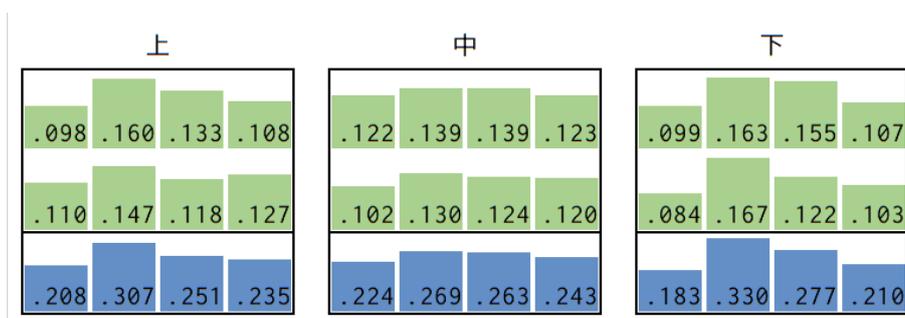


図38 先行研究の各表示位置における8択の選択肢に対する選択率と列ごとの選択率（上下は表示位置に関する先行研究，中は長さに関する先行研究の結果）

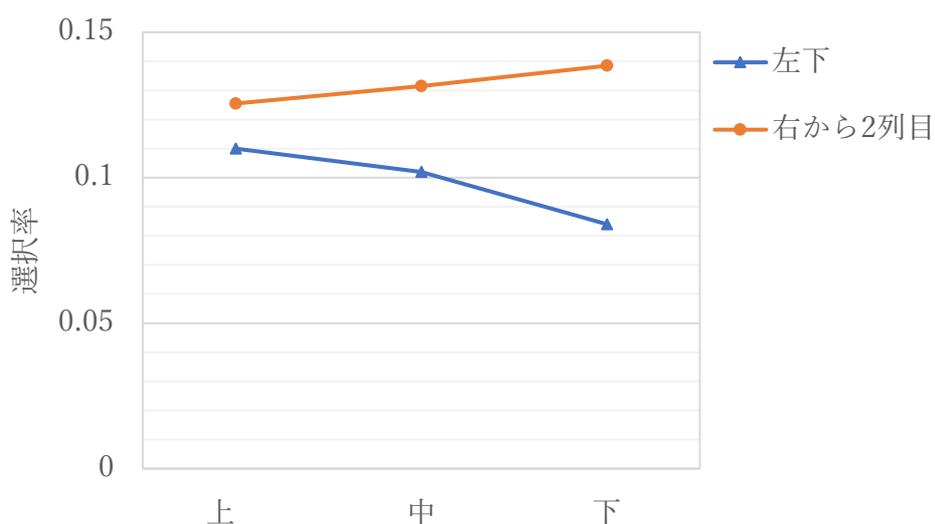


図39 先行研究の各表示位置における左下と右から2列目にある選択肢の選択率

択にかかった時間の平均値を算出した結果を表 8 に示す。表 8 より、プログレスバーを上側に表示するよりも下側に表示した場合の方が、平均選択時間が長いことがわかる。これらことから、表示位置が上から下になると、プログレスバーの終端付近と左上との距離が遠くなり、視線を移動している間に右から 2 列目の選択肢が目に入り選択されやすくなったのではないかと考える。

また、図 38 から、表示位置が上から下になるにつれて左下の選択率が下がる傾向になったことに関しては表示位置が下側になるにつれて上側の選択肢に対する選択率が高くなっていることから、待機中にプログレスバーのアニメーションを目で追ったことにより、下の高さにある選択肢について探索を行ったと錯覚し選択中に受ける印象が薄くなっているのではないかと考える。

以上のことから、7 章では左から 2 列目以外への誘導の可能性としてプログレスバーの表示位置に着目し、待機後の選択位置に与える影響について、「プログレスバーを上中下で表示した場合、表示位置が下になるにつれて右から 2 列目の選択肢に対する選択率が高くなり、左下の選択率が低くなる」という仮説をたて、実際に実験を行うことで検証する。

表 8 プログレスバーの各提示条件における平均選択時間

提示条件	平均選択時間[s]	標準偏差[s]
上, →	6.2	3.1
上, ←	6.0	3.0
下, →	6.4	3.1
下, ←	6.5	3.3
背景色変化	6.0	3.2

第7章 プログレスバーによる選択誘導実験

本章では6章の分析をもとに、プログレスバーによる左から2列目以外の位置への選択誘導可能性について、表示位置に注目し「プログレスバーを上中下で表示した場合、表示位置が下になるにつれて右から2列目の選択肢に対する選択率が高くなり、左下の選択率が低くなる」という仮説をたて検証を行う。

7.1. 表示位置の上中下による選択傾向の調査実験

7.1.1. 実験概要

本節ではプログレスバーの表示位置を3種類（上，中，下）用意し、各実験協力者間で異なるプログレスバーを提示した後に選択肢を提示して実験を行う（図40）。本節の実験ではYahoo!クラウドソーシングを用いて実験協力者を募集し、その際に不真面目な回答をできるだけ減らすために、著者の所属する研究室で過去に実施してきた他の実験や調査で不真面目な回答をした1,312名を、事前に依頼対象から除いた。実験では、実験協力者ごとに異なる表示位置のプログレスバーを提示し、提示後に出てくる8択の選択肢から選択してもらった。実験手順、システムはこれまでとほとんど同様であり、プログレスバーの提示時間については、5.3節で待機時間が1秒だと短すぎる一方で、長くなるとユーザは画面から目をそらしやすくなり実験結果に影響を及ぼす可能性が示唆されたため、2秒提示のみを採用した。また、実験協力者に選択させる商品のカテゴリとして第5章で扱ったものと同じ選択肢を採用した。

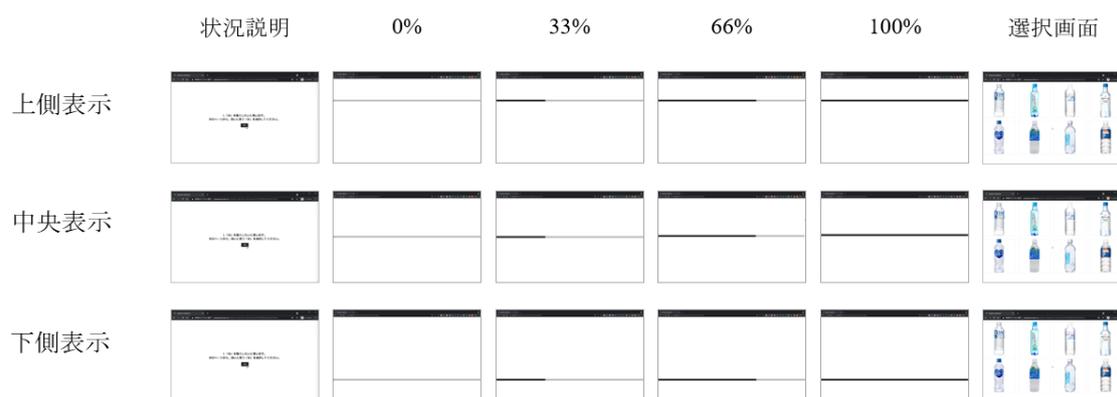


図40 実験システムの遷移図

7.1.2. 実験結果

実験協力者は1,000名（男性：500名，女性：500名）で，そのうち，3.1.4項で述べた基準をもとに不適切と判断した実験協力者のデータや連打などによって選択にかかった時間が1,500msより短い回答をしたものなどを排除し，343名（男性：172名，女性：171名，平均年齢：50歳，SD：10.5歳）の結果が得られた．また不適切データ除外において，実験中に画像が適切に読み込まれていなかったと考えられるデータや，1試行にかかった時間からプログレスバーを提示している2秒間と選択にかかった時間の合計を減算した結果をもとにタイムラグが発生していると考えられるデータについても，システムの不具合があったとして除外した．

プログレスバーの各表示位置における各位置の選択率，および列ごとの選択率を図41に示す．これらの分布に対して仮説の右から2列目の選択肢に対する平均選択率と左下の選択率をグラフにしたものを図42に示す．図42の横軸はプログレスバーの提示位置であり，縦軸はそのそれぞれの位置の選択率である．この結果より表示位置が下側になるにつれて，

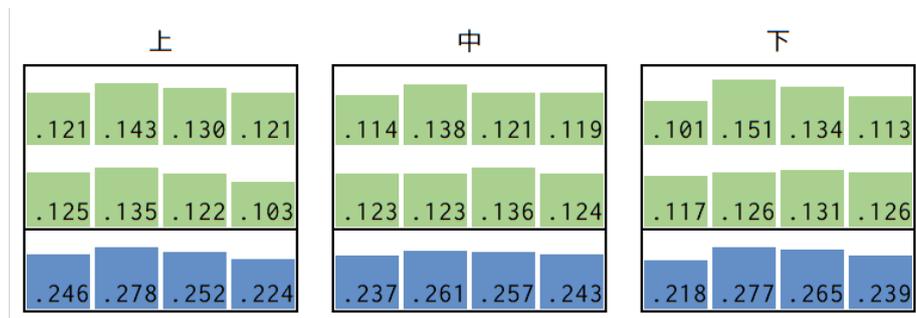


図41 各表示位置における8択の選択肢に対する選択率と列ごとの選択率

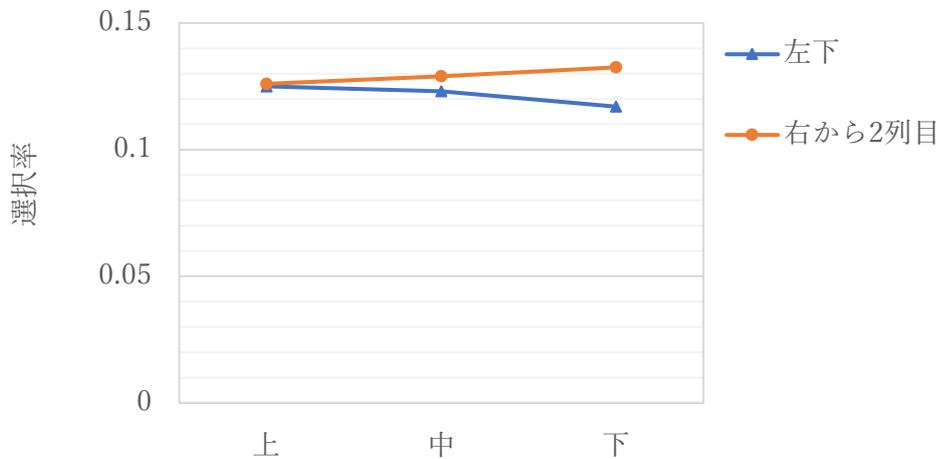


図42 各表示位置における左下と右から2列目にある選択肢の選択率

左下の選択率が下がり、右から2列目の選択率が上がっていることがわかる。8 択の選択肢の右から2列目の平均選択率に関しては上側表示の時に 12.6%から 12.9%、13.3%と順に高くなり、左下の選択率に関しては表示位置が下になるにつれて 12.5%、12.3%、11.7%と順に低くなっている。

また、5章の実験より選択にかかった時間によって選択に及ぼす影響が変化することがわかっているため、選択時間について実験協力者ごとに選択にかかった時間の平均値を計算し、その値が分析で扱う実験協力者の中で 4,557ms より長い場合は平均選択時間長い群、4,557ms 以下の場合は平均選択時間短い群で分けて分析を行った。平均選択時間の群で分けた選択率の結果を図 43、45 に示す。またそれぞれの分布において仮説に該当する右から2列目の選択肢に対する平均選択率と左下の選択率をグラフにしたものを図 44、46 に示す。この結果より、平均選択時間短い群では表示位置が下になるにつれて、右から2列目だけで

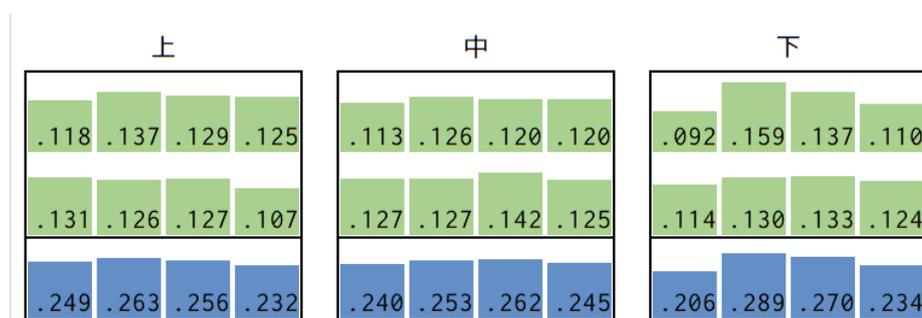


図 43 各表示位置における 8 択の選択肢に対する選択率と列ごとの選択率 (平均選択時間長い群)

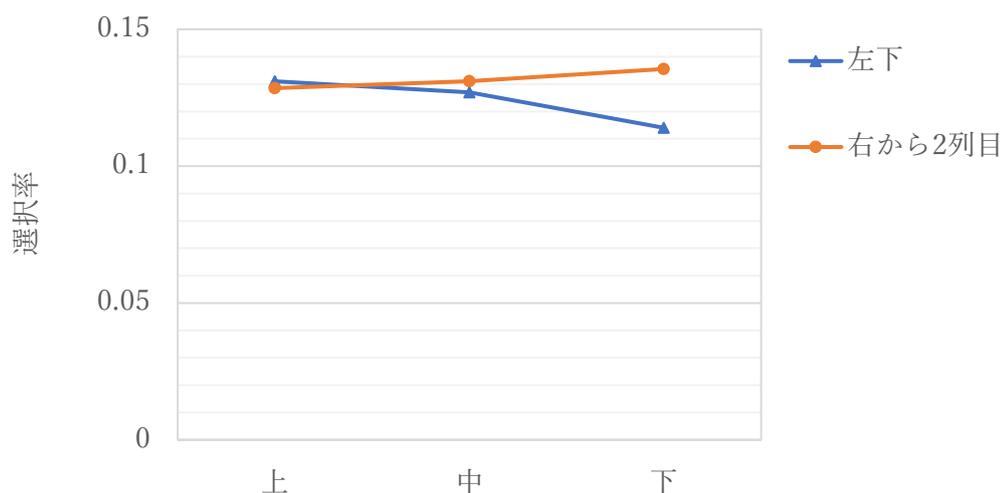


図 44 各表示位置における左下と右から2列目にある選択肢の選択率 (平均選択時間長い群)

なく左下の選択率も高くなっているのに対し、平均選択時間長い群では表示位置が下側になるにつれて、右から 2 列目の選択率が高くなり左下の選択率が低くなっていることがわかった。

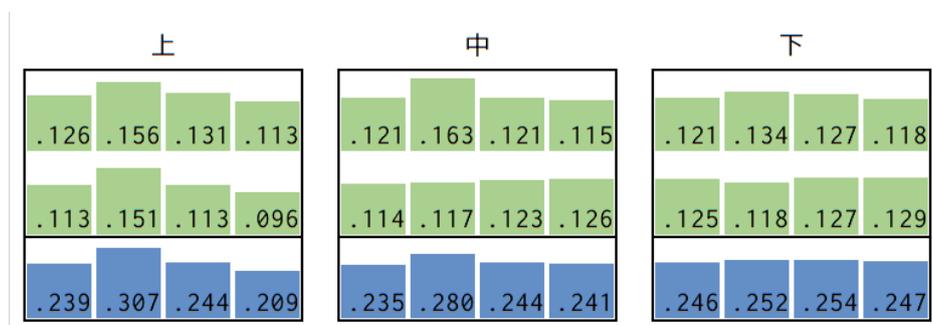


図 45 各表示位置における 8 択の選択肢に対する選択率と列ごとの選択率 (平均選択時間短い群)

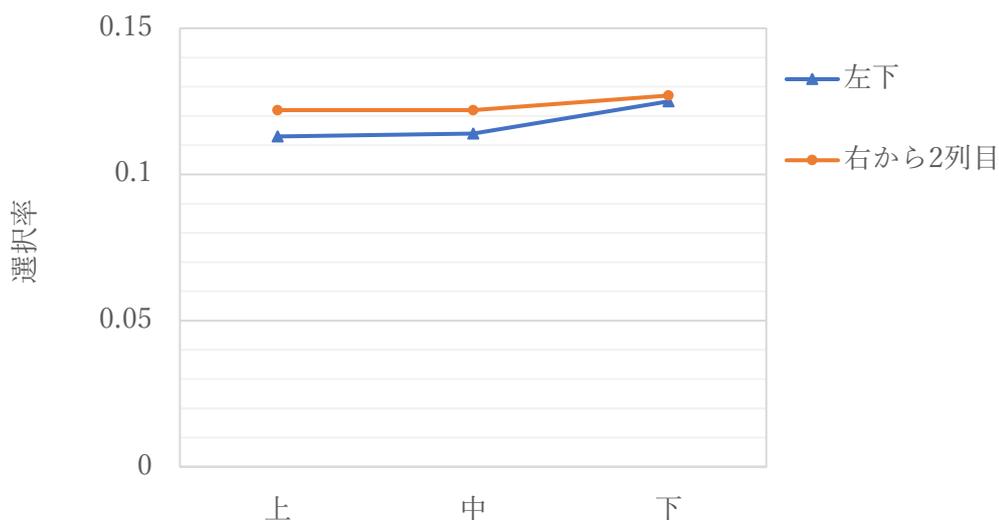


図 46 各表示位置における左下と右から 2 列目にある選択肢の選択率 (平均選択時間短い群)

7.1.3. 考察

全体の結果において上側表示と下側表示において、表示位置が下側になるにつれて右から 2 列目、右下に配置された選択肢に対する選択率が上昇し、左端の列に配置された選択肢に対する選択率が下降しており、仮説を支持するような結果となった。しかし、どの条件においても左から 2 列目の選択肢に対する選択率が高くなる傾向がみられた。そこで平均選

択時間について群分けした結果をみると平均選択時間が長い群において仮説のような傾向がみられた。第5章の長さに関する調査をした際は選択時間が短い方が、選択が誘導される傾向がみられたため、誘導のされやすさについて逆の結果となった。ここで、アンケートの自由記述において「無意識に画面の特定の位置に視線が偏っていると感じた」という回答がいくつかあった。また「同じリズムで動作を繰り返していると視点が偏りがちになった」という回答があった。このことから、今回の調査ではこれまでと違い、待機時間を2秒で統一したことで選択試行に単調さを生じさせてしまい、単調作業のように悩まず決めていた実験協力者には影響がみられなかったのではないかと考えられる。

全体と平均選択時間長い群では仮説が支持されたため、選択の公平性を担保するために選択肢の配置を変えたとしても、その配置に合わせてプログレスバーの表示位置を操作することで選択を特定の対象に誘導出来てしまう可能性が示唆された。例えば Web 投票システムにおいて公平化のためにランダムに候補者を配置しているが、その配置される場所に応じて事前提示するプログレスバーの位置を変更することで、選択を歪めることができってしまう可能性がある。具体的には、右から2列目に当選させたい候補者が提示されている場合は下にプログレスバーを出し、当選させたくない候補者が提示される場合はプログレスバーを上を提示するなどするなどの操作が考えられる（図47）。

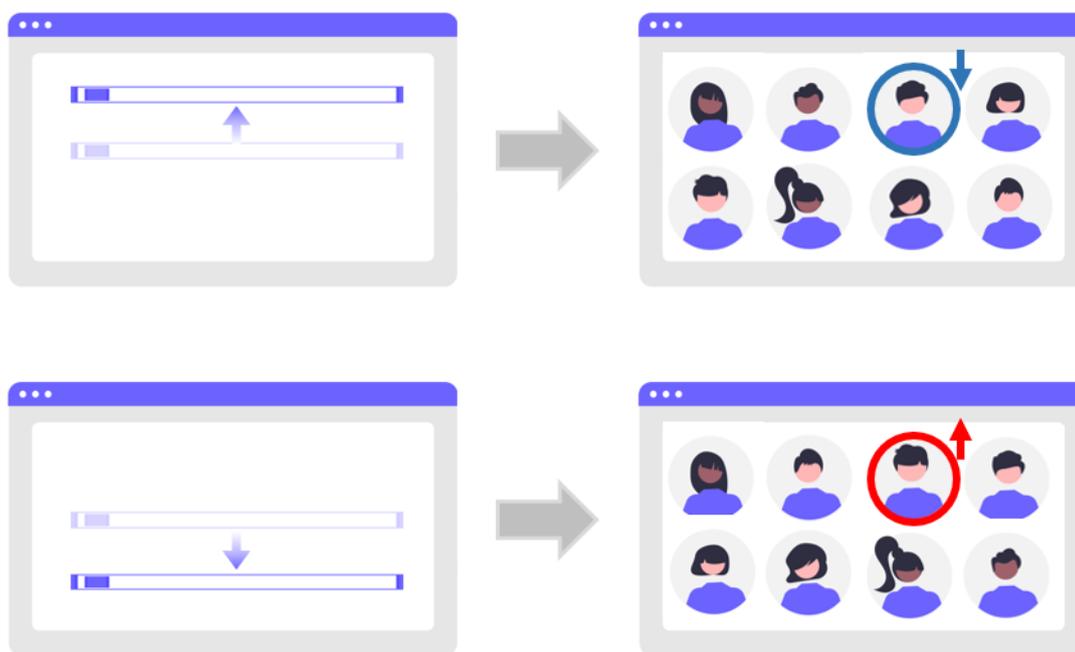


図47 Web 投票システムにおける誘導可能性の例

7.2. 追加実験

7.1 節の実験において、選択肢の配置に応じてプログレスバーの位置を変更することで選択率を操作できる可能性が示唆された。しかし、実験協力者間で表示位置を変更しているため、ユーザ側からはプログレスバーの表示位置について違和感がなく、選択が誘導されていた可能性が考えられる。そのため本節では、実験協力者内でプログレスバーの表示位置を変えた際に、ユーザ側がその変化に気づいていても影響があらわれるのかを調査する。また7.1 節で用いた表示位置3条件に最上部、最下部の表示位置を追加した場合に、仮説のような傾向がより顕著にあらわれるのかについても検証する。

7.2.1. 実験概要

本節ではプログレスバーの表示位置を5種類（最上、上、中、下、最下）用意し、各実験協力者内で異なるプログレスバーを提示した後に選択肢を提示して実験を行う（図 48）。本節の実験でもクラウドソーシングを用いて実施し、著者の所属する研究室で過去に実施してきた他の実験や調査で不真面目な回答をした173名を、事前に依頼対象から除いた。実験手順、システムは7.1 節とほとんど同様であり、変更点は一人あたりの選択試行数、5カテゴリにおける質問文の変更、ダミー質問の挿入である。具体的には、7.1.3 項において実験の単調化が考えられたため、実験協力者一人あたりの選択試行数を10回に変更し、それ



図 48 実験システムの遷移図

により 7.1.3 項の実験で用いた 14 種類の商品カテゴリからダンベル, Web カメラ, 箱ティッシュ, ハンディファン, PC ケースを排除した. また, これまでの実験で「(商品カテゴリ名)を購入したいと思います. 次のページから, 良いと思う(商品カテゴリ名)を選択してください。」という状況説明文を用いていたが, マウス, 掃除機, デスクチェア, ティーカップ, ほうきのカテゴリにおいては一部内容を変更した. 各商品カテゴリにおける状況説明文を表 9 に示す. さらに不真面目な実験協力者の除外をするために選択する選択肢を指定したダミー質問を用意した.

表 9 各商品カテゴリにおける状況説明文

商品カテゴリ	状況説明文
マウス	次のページから, 一番疲れなさそうな「マウス」を選択してください。
掃除機	次のページから, 一番ゴミをよくすいそうな「掃除機」を選択してください。
デスクチェア	次のページから, 一番長時間座れそうな「デスクチェア」を選択してください。
ティーカップ	「ティーカップ」をプレゼントしてもらえなくなりました. 次のページから, 良いと思う「ティーカップ」を選択してください。
ほうき	家庭用の「ほうき」が壊れてしまったので新しいものを買うことにしました. 次のページから, 良いと思う「ほうき」を選択してください。
充電ケーブル	「充電ケーブル」を購入したいと思います. 次のページから, 良いと思う「充電ケーブル」を選択してください。
乾電池	「乾電池」を購入したいと思います. 次のページから, 良いと思う「乾電池」を選択してください。
歯ブラシ	「歯ブラシ」を購入したいと思います. 次のページから, 良いと思う「歯ブラシ」を選択してください。
水	「水」を購入したいと思います. 次のページから, 良いと思う「水」を選択してください。
図形 (ダミー質問)	これから図形が表示されます. 次のページから, ○を選択してください。

7.2.2. 実験結果

実験協力者は1,943名（男性：1,434名，女性：509名）で，そのうち，3.1.4項で述べた基準をもとに不適切と判断した実験協力者のデータや連打などによって選択にかかった時間が1,100msより短い回答をしたものなどを排除し，1,021名（男性：763名，女性：258名，平均年齢：50.0歳，SD：11.1歳）の結果が得られた．またこれまで同様，不適切データ除外において，実験中に画像が適切に読み込まれていなかったと考えられるデータや，1試行にかかった時間からプログレスバーを提示している2秒間と選択にかかった時間の合計を減算した結果をもとにタイムラグが発生していると考えられるデータについても，システムの不具合があったとして除外した．

プログレスバーの各表示位置における各位置の選択率，および列ごとの選択率を図49に示す．これらの分布に対して仮説の右から2列目の選択肢に対する平均選択率と左下の選択率をグラフにしたものを図50に示す．図50の横軸はプログレスバーの提示位置であり，縦軸はそれぞれの位置の選択率である．この結果より「表示位置が下になるにつれて右から

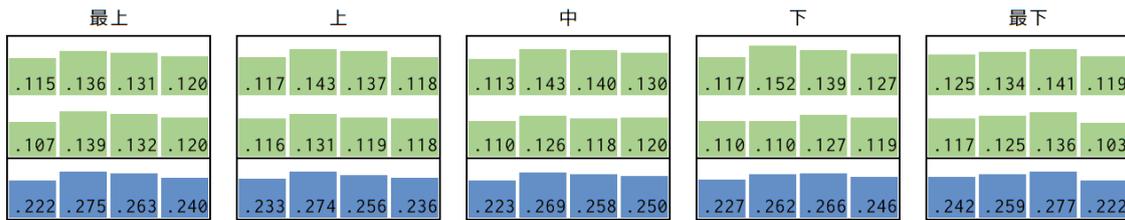


図49 各表示位置における8択の選択肢に対する選択率と列ごとの選択率

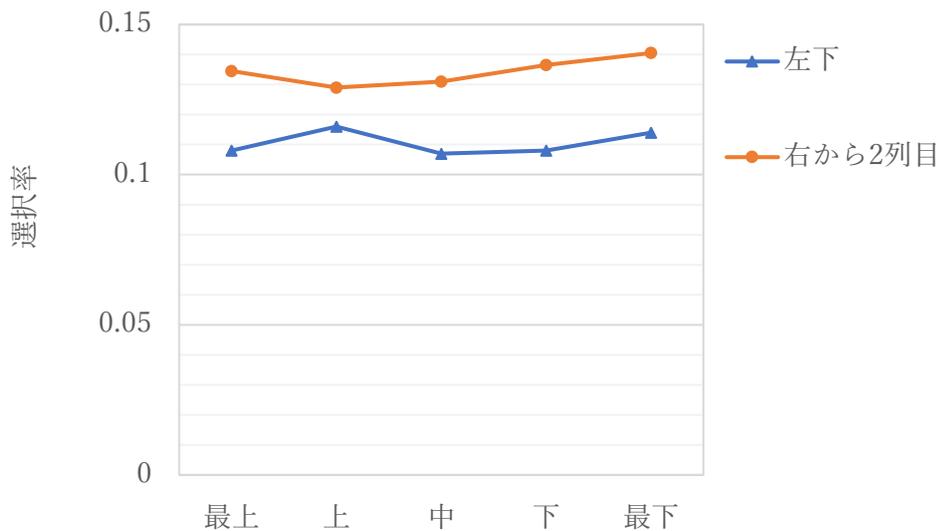


図50 各表示位置における左下と右から2列目にある選択肢の選択率

2列目の選択肢に対する選択率が高くなり、左下の選択率が低くなる」という仮説について、右から2列目の上昇傾向は最上以外の条件でみられ、左下の下降傾向は上、中の条件でのみみられた。ここで、中、下の左下の選択率がほぼ同値であることを除いて仮説と反した条件に注目する。最上、上の条件を比較すると、最上に表示した場合、上表示と比べて右から2列目の選択率が上昇し、左下の選択率が下降する傾向がみられた。また、最下、下の条件を比較すると、最下に表示した場合、下表示と比べて右から2列目の選択率、左下の選択率ともに上昇する傾向がみられた。

7.2.3. 考察

表示位置上中下の選択率について、概ね仮説を支持する結果となった。このことから、ユーザが繰り返し選択を行う場面で、毎度表示されるプログレスバーの高さが異なっても最上部、最下部でなければ仮説のような選択傾向がみられる可能性が示唆された。

また、最上、上の条件で仮説の選択傾向と異なった点については、左上の選択肢における上下中央位置（ウインドウの縦幅25%）を基準とすると、最上表示と中表示のプログレスバーの終端からの距離は同等であると考えられる。そのため右から2列目、および左下の選択率が最上表示と中表示でほぼ同値になり仮説と異なったのではないかと考える。そのため、画面左上とプログレスバーの終端との距離によって選択率の傾向が変わるというよりは、左上に配置された選択肢の中央位置とプログレスバーの終端との距離によって選択率の傾向が変わる可能性が示唆された。

また、最下、下の条件で仮説の傾向と異なった点については、最下の条件の場合、選択肢とプログレスバーの重なりがなくなったことで、6.2節で述べた「待機中にプログレスバーのアニメーションを目で追ったことにより、下の高さにある選択肢について探索を行ったと錯覚し選択中に受ける印象が薄くなっている」という現象があらわれなかったのではないかと考える。

第8章 総合考察

8.1. 選択を公平にするデザインに関する考察

第3章のプログレスバーの表示位置とアニメーションの向きについて調査した実験において、プログレスバーの提示時間別で選択の偏りの分析をした結果から、提示時間が長い条件においては選択に偏りが起きない可能性が示唆された。また、第4章の画面遷移直前のアニメーション位置に関する実験において、100%を5秒で進む速さの20%/sの条件では選択に偏りが起きにくいことがわかった。第5章の長さに関する実験では待機時間が2秒の場合において、短い長さのプログレスバーでは選択に偏りが起きにくい結果となった。これらのことから、画面サイズやプログレスバーの長さも加味した時間あたりのアニメーション変化量が小さい場合、選択誘導が起きにくくなる可能性が考えられる。

また、第4章、第5章の実験において、プログレスバーの提示時間が1秒の場合、選択誘導が起きやすいことが示唆された。これは、待機が始まりプログレスバーが提示された瞬間に、ユーザが無意識にアニメーションを目で追い始め、そこから目線をそらすまでの間に画面が遷移したことで選択肢を探索する順番に影響を与えたことが原因だと考えられる。そのため、約1秒以下でタスクが終了すると推定される場合はプログレスバーなどの視覚刺激を提示しないほうが選択の公平性を担保できると考える。

第3章の実験において、表示位置とアニメーションの向きに関して男性と女性で影響を受ける要素に違いがある可能性が示唆された。具体的には、男性の場合、同じ表示位置でもアニメーションの向きによって選択率の偏りに差があり、女性の場合はアニメーションの向きによる選択率の偏りの差がみられなかった。そのため、UIをデザインする際に作ろうとしているサービスやサイトが、どちらの性別をターゲットとしているかなども考慮してデザインすることで選択行動に与える影響を考慮できるのではないかと考える。選択の公平性を担保するうえで、男性をターゲットとしたサービスやサイトには、アニメーションの向きも考慮して視覚刺激を設置する必要があることが示唆された。

8.2. 課題と展望

本研究では、プログレスバーに関する要素として、プログレスバーの表示位置、アニメーションの向き、画面遷移直前のアニメーション位置、長さ、表示時間の5つに着目して調査を行った。しかし、プログレスバーに関する要素は他にも色や形状、アニメーションの加減速など様々あるが、本研究で行った調査では、色は黒、形状はバー状、アニメーション速度は等速度に限定して行った。色に関しては、これまでの調査においてユーザの注意を引くことが、プログレスバーが選択誘導を起こすことに関係していると考えられたため、誘目性の高い配色をしたプログレスバーを提示することで選択誘導が起きやすくなる可能性が示唆

されるが、他の形状やアニメーションの加減速同様に、実際に実験によって検証していく必要がある。

本研究の実験ではデバイスを統制するために PC からの操作に限定して行った。しかし、近年ではスマートフォンなどの小型端末からネットショッピングやアンケートなどに回答する場面が多く存在している。そうした小型端末と PC との違いは画面の大きさや、マウスやタップなどといった操作方法の違いなどがあげられる。画面の大きさが小さいとその分表示するプログレスバーのサイズも小さくなり、ユーザがアニメーションを目で追う際の視線の移動量なども変化するため、プログレスバーが及ぼす影響に変化がある可能性が示唆される。また、本研究で行った実験では中央に選択が偏る傾向が多くみられたが、その考えられる原因の一つにマウス操作であったためカーソルに視線が向けられてしまった可能性が考えられる。そのため、マウス操作で行うよりもタップ操作で行った場合の方が、誘導が起きやすい可能性も考えられる。これらのことから、様々なデバイスを用いて選択させた場合に、プログレスバーが選択行動に与える影響はどのように変化するかなども検証していく必要がある。

本研究の実験で選択誘導を引き起こすプログレスバーのデザイン、選択を公平にするプログレスバーのデザインがいくつか明らかになった。例としてプログレスバーの長さが長い方が、選択誘導が起きやすくなる可能性や、アニメーションの向きを右から左にすることで選択が分散される可能性などが示唆された。しかし、それぞれ独立に調査した条件が同時に組み合わさった場合に選択傾向がどうなるのかについてはまだ明らかになっていない。そのため長さを短くし、アニメーションを右から左向きに進行させ、表示位置を上側にした場合にどうなるのかなど、条件の組み合わせで選択の誘導効果や分散効果などが増大するのか、軽減するのかなどを調査していく必要がある。

第9章 おわりに

本研究では、待機画面中に表示されるプログレスバーのデザインが待機後のユーザの選択行動に及ぼす影響について、プログレスバーの表示位置、アニメーションの向き、画面遷移直前のアニメーション位置、長さ、提示時間の5つの要素が及ぼす影響を実験により調査した。その結果、プログレスバーが上側に表示される場合よりも下側に表示される場合の方が待機後の選択が偏ること、プログレスバーが右から左にアニメーションする場合よりも左から右にアニメーションする場合の方が待機後の選択が偏ること、アニメーションの前半で画面が遷移した場合に最終位置のやや右に選択が偏ること、長さが長い場合の方が選択が偏ること、提示時間が短い場合の方が選択が偏ることなどがわかった。これらに加えて、その他明らかになったことから横断分析を行い、選択誘導が起きるのはどのような条件の場合かや、特定の位置に対する選択率を操作する際にどのような条件を変えることが有効かなどの考察を行い、実際に実験により調査を行った。その結果、表示位置を上下することで待機後の選択を右側に偏らせることが可能であることが示唆された。

またすべての実験を踏まえて、画面サイズやプログレスバーの長さも加味した時間あたりのアニメーション変化量が小さい場合、選択誘導が起きにくくなる可能性や、約1秒以下でタスクが終了すると推定される場合はプログレスバーなどの視覚刺激を提示しないほうが選択の公平性を担保できる可能性が示唆された。

しかし、今回の調査ではいくつかの課題がある。まず、本研究では実験をPCからの参加に限定して行った点である。操作するデバイスが変わることで画面のサイズや操作方法が変わるため選択に及ぼす影響が変化する可能性が考えられる。そのため異なるデバイスで実験を行いプログレスバーが選択にどのような影響を及ぼすのかについて調査を行う必要がある。また、本研究で扱ったプログレスバーは、色は黒、形状はバー状のように限定して実験を行っていたため、プログレスバーに関する要素として、明らかにできていない要素が存在する。そのため、色や形状など他の要素に関しても調査を行う必要がある。また、今回調査した条件においても独立に調査した項目も多くあるため、それぞれの条件が同時に適用された場合に選択の誘導効果や分散効果などが増大するのか、軽減するのかなどを調査していく必要がある。

謝辞

Web 公開版からは謝辞を削除しました.

参考文献

- [1] Atalay, A. S., Bodur, H. O., and Rasolofoarison, D.. Shining in the Center: Central Gaze Cascade Effect on Product Choice. *Journal of Consumer Research*. 2012, vol. 39, no. 4, pp. 848-866.
- [2] デザインやレイアウトで取り入れたい心理効果 13 選 . <http://web-tutorial.blog.jp/archives/5510864.html>, (参照 2022-12-15) .
- [3] WEB デザインで意識すべき視線の動き 4 点. <https://webtan.impress.co.jp/u/2014/09/29/18337>, (参照 2022-12-15) .
- [4] Mathur, A., Acar, G., Friedman, M. J., Lucherini, E., Mayer, J., Chetty, M., and Narayanan, A.. Dark patterns at scale: Findings from a crawl of 11K shopping websites. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. 2019, vol. 3, no. 81, pp. 1-32.
- [5] Narayanan, A., Mathur, A., Chetty, M., and Kshirsagar, M.. Dark Patterns: Past, Present, and Future. *acmqueue*. 2020, vol. 18, no. 2, pp. 1-25.
- [6] Geronimo, L. D., Braz, L., Fregnan, E., Palomba, F., and Bacchelli, A.. UI Dark Patterns and Where to Find Them: A Study on Mobile Applications and User Perception. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2020, pp. 1-14.
- [7] Gunawan, J., Pradeep, A., Choffnes, D., Hartzog, W., and Wilson C.. A Comparative Study of Dark Patterns Across Mobile and Web Modalities. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. 2021, vol. 5, no. 377, pp. 1-29.
- [8] Johnson, E. J., and Goldstein, D. G.. Decisions by default. In E. Shafir (Ed.). *The behavioral foundations of public policy*. 2013, pp. 417-427.
- [9] Luguri, J., and Strahilevitz, L. J.. Shining a Light on Dark Patterns. *Journal of Legal Analysis*. 2021, vol. 13, no. 1, pp. 43-109.
- [10] Nah, F. F.. A study on tolerable waiting time: how long are Web users willing to wait?. *Behaviour & Information Technology*. 2004, vol. 23, no. 3, pp. 153-163.
- [11] Shneiderman, B.. Response time and display rate in human performance with computers. *ACM Computing Surveys*. 1984, vol. 16, no. 3, pp. 265-285.
- [12] Barber, R. E., and Lucas, H. C.. System response time operator productivity, and job satisfaction. *Communications of the ACM*. 1983, vol. 26, no. 11, pp. 972-986.
- [13] Trimmel, M., Meixner-Pendleton, M., and Haring, S.. Stress Response Caused by System Response Time when Searching for Information on the Internet. *Human factors*. 2003, vol. 45, no. 4, pp. 615-621.
- [14] Weinberg, B. D.. Don't keep your Internet customers waiting too long at the (virtual) front door. *Journal of Interactive Marketing*. 2000, vol. 14, no. 1, pp. 30-39.
- [15] Nielsen, J.. *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann. 1993.
- [16] Bouch, A., Kuchinsky, A., and Bhatti, N.. Quality is in the eye of the beholder: meeting users"

- requirements for Internet quality of service. Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems. 2000, no. 8, pp. 297-304.
- [17] Geelhoed, E., Toft, P., Roberts, S., and Hyland, P.. To influence time perception. Conference Companion on Human Factors in cCmputing Systems. 1995, no. 2, pp. 272-273.
- [18] Myers, B. A.. The importance of percent-done progress indicators for computer-human interfaces. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. 1985, vol. 16, no. 4, pp. 11-17.
- [19] Branaghan, R. J., and Sanchez, C. A.. Feedback Preferences and Impressions of Waiting. Human factors. 2009, vol. 51, no. 4, pp. 528-38.
- [20] Harrison, C., Amento, B., Kuznetsov, S., and Bell, R.. Rethinking the progress bar. Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology. 2007, no. 4, pp. 115-118.
- [21] Kuroki, Y., and Ishihara, M.. Manipulating Animation Speed of Progress Bars to Shorten Time Perception. Communications in Computer and Information Science. 2015, vol. 529, pp. 670-673.
- [22] Ohtsubo, M., and Yoshida, K.. How does Shape of Progress Bar Effect on Time Evaluation. 2014 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems. 2014, pp. 316-319.
- [23] Conti, G., and Sobiesk, E.. Malicious Interface Design: Exploiting the User. Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web. 2010, pp. 271-280.
- [24] Hosoya, M., Yamaura, H., Nakamura, S., Nakamura, M., Takamatsu, E., and Kitaide, Y.. Does the pop-out make an effect in the product selection of signage vending machine?. Lecture Notes in Computer Science. 2019, vol. 11747, pp. 24-32.
- [25] 横澤一彦, 熊田孝恒. 視覚探索—現象とプロセス. 認知科学. 1996, vol. 3, no. 4, pp. 4_119-4_138.
- [26] Maljkovic, V., Nakayama, K.. Priming of pop-out-I. Role of features. Memory & Cognition. 1994, vol. 22, pp. 657-672.
- [27] 植木里帆, 横山幸大, 野中滉介, 中村聡史. 三択の選択肢における要因の違いが選択行動に及ぼす影響の調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI). 2020, vol. 190, no. 23, pp. 1-8.
- [28] 関口祐豊, 植木里帆, 横山幸大, 中村聡史. 三択の選択肢の色の組み合わせが選択行動に及ぼす影響, 情報処理学会 ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) . 2021, vol. 195, no. 32, pp. 1-8.
- [29] Zajonc, R. B.. Attitudinal effects of mere exposure. Journal of Personality and Social Psychology. 1968, vol. 9, pp.1-27.
- [30] 鎌田晶子, 白井信男, 吉野大輔. 商品選択における単純接触効果の影響--商品評価と商品カテゴリーからの検討(1). 人間科学研究. 2009, no. 31, pp. 153-160.
- [31] 加藤勇太, 岩本健嗣, 松本三千人. タッチ操作ログを用いた Web コンテンツ閲覧時における興味度合い推定の研究. 情報処理学会論文誌. 2018, vol. 59, no. 2, pp. 508-518.

- [32] Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., and Scheier, C.. Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience*. 2003, vol. 6, no. 12, pp. 1317-1322.
- [33] 下條信輔. サブリミナル・インパクト——情動と潜在認知の現代——. 筑摩書房. 2008.
- [34] Saito, T., Nouchi, R., Kinjo, H., and Kawashima, R.. Gaze Bias in Preference Judgments by Younger and Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2017, vol. 9, no. 285, pp. 1-7.
- [35] Iyengar, S. S., and Lepper, M. R.. When Choice is Demotivating: Can One Desire Too Much of a Good Thing?. *Journal of Personality and Social Psychology*. 2000, vol. 79, no. 6, pp. 995-1006.
- [36] 若林英里, 小峰彩奈, 大浦裕二, 玉木志穂, 山本淳子. 高齢者における食料品選択行動の特徴に関する研究. *フードシステム研究*. 2020, vol. 26, no. 4, pp. 301-306.
- [37] 中川宏道. チラシ広告閲覧における商品選択ヒューリスティクス. *プロモーショナル・マーケティング研究*. 2009, vol. 2, pp. 5-19.
- [38] Danziger, S., Levav, J., and Avnaim-Pesso, L.. Extraneous Factors in Judicial Decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011, vol. 108, no. 17, pp. 6889-6892.
- [39] Lallemand, C., and Gronier, G.. Enhancing User eXperience during waiting time in HCI: Contributions of cognitive psychology. *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*. 2012, pp. 751-760.
- [40] Hamada, K., Yoshida, K., Ohnishi, K. and Koppen, M.. Color Effect on Subjective Perception of Progress Bar Speed. *2011 Third International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*. 2011, pp. 863-866.
- [41] Chen, C-H., and Li, S.. The effect of visual feedback types on the wait indicator interface of a mobile application. *Displays*. 2020, vol. 61, no. 101928.
- [42] Abramov, I., Gordon, J., Feldman, O., and Chavarga, A.. Sex & vision I: Spatio-temporal resolution. *Biology of Sex Differences*. 2012, vol. 3, no. 20, pp. 1-14.
- [43] Yahoo!クラウドソーシング. <https://crowdsourcing.yahoo.co.jp/>, (参照 2022-12-16) .
- [44] 3 Design Layouts: Gutenberg Diagram, Z-Pattern, And F-Pattern. <https://vanseodesign.com/web-design/3-design-layouts/>, (参照 2022-1-25) .

研究業績

- [1] 横山幸大, 徳久弘樹, 中村聡史. ノイズキャンセリングミュージック：音楽の印象誘導による騒音の不快感軽減効果の検証. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2019, vol. 184, no. 7, pp. 1-8.
- [2] 植木里帆, 横山幸大, 野中滉介, 中村聡史. 三択の選択肢における要因の違いが選択行動に及ぼす影響の調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2020, vol. 190, no. 23, pp. 1-8.
- [3] 横山幸大, 中村聡史, 山中祥太. 待機画面の視覚刺激が選択に及ぼす影響の調査. 情報処理学会 ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2021, vol. 191, no. 3, pp. 1-8.
- [4] 青木由樹乃, 横山幸大, 中村聡史. BingoFit: 所有する衣服の活用に向けたビンゴゲーム型衣服提示システムの提案. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2021, vol. 195, no. 41, pp. 1-8.
- [5] Yokoyama, K., Nakamura, S., Yamanaka, S.. Do Animation Direction and Position of Progress Bar Affect Selections?, 18th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2021). 2021, vol. 12936, pp. 395-399.
- [6] 関口祐豊, 植木里帆, 横山幸大, 中村聡史. 三択の選択肢の色の組み合わせが選択行動に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2021, vol. 195, no. 32, pp. 1-8.
- [7] 横山幸大, 中村聡史, 山中祥太. 画面遷移直前におけるプログレスバーのアニメーションの終端が選択に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2022, vol. 196, no. 15, pp. 1-8.
- [8] 青木由樹乃, 横山幸大, 中村聡史. BingoFit: 所有する衣服の活用に向けたビンゴ型衣服提示システムの改良と検証. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2022, vol. 199, no. 7, pp. 1-7.
- [9] 横山幸大, 中村聡史. 待機画面におけるプログレスバーの長さが選択に及ぼす影響の調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2022, vol. 199, no. 1, pp. 1-8.
- [10] 横山幸大, 中村聡史. 待機画面におけるプログレスバーの表示位置が待機後の選択に及ぼす影響の調査. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2022, vol. 200, pp. 1-8.
- [11] 木下裕一郎, 関口祐豊, 植木里帆, 横山幸大, 中村聡史. 選択インタフェースにおけるアイテムの遅延表示が選択に及ぼす影響. 情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション(HCI) . 2022, vol. 200, no. 27, pp. 1-8.