

優柔不断な選択者を後押しする 眼鏡型デバイスの実現とその評価

小松原達哉¹ 中村聡史¹

概要：選択行動における優柔不断な態度は、その選択の結果に悪影響があることが報告されている。ここで、選択において優柔不断な状態になっている状態を打開するため、友人やアドバイザーのように「これを選んで？」と何らかの対象を推薦し選択を促すことで、選択の悩みを解消させるのではと考えられる。我々これまでの研究において、人は興味のあるものを注視する傾向があることに着目し、これまでの研究において視線移動と選択肢を眼鏡型デバイスでユーザが何を見ているかをリアルタイムに取得し、注視していた選択肢を後押しする形で推薦を行うシステムを開発してきた。しかしこれまでの研究では、システムを利用した場合と利用していない場合とを比較できておらず、また選択対象もこちらが用意したもので現実感に乏しかった。そこで本研究では、システムの有用性について更なる検証をするために、既製品のカタログギフトを用いたシステムのありなしによる比較実験を行い、システムによって選択行動にどのような変化が起こったかを調査した。実験の結果、これまでの研究のように後押しによる良い影響は確認できなかったが、ユーザの選択中の行動から後押しを効果的に行うための手がかりが明らかになった。

キーワード：選択、アイトラッキング、優柔不断、視線

1. はじめに

人々は日常生活において様々な場面で選択行動を行っており、料理の選択、一日のスケジュールリング、商品の購入や進学先や就職先やルートの選択など様々なシチュエーションが存在する。このような選択を迫られる場面において、判断がなかなか出来ずに迷ってしまう優柔不断な状態に陥ってしまうことがある。この原因として、選択した後に後悔することを想像して、不安を抱えてしまうことが挙げられる[1][2][3]。

選択行動において考えることは重要であるが、優柔不断になって考え込んでしまうことで、選択者は疲労感を感じることや、自分の行った選択についての満足度が低下する可能性があることが報告されている[4][5]。そこで我々は、選択において選択者が快適な選択を行い、結果的に満足度を上げるための何らかの方法で選択中の優柔不断な状態を打開させる必要があると考えられる。

ここで優柔不断な人であっても、選択中に一緒に考えてくれる友人や店員などの有識者によって「これを選んで？」と促されることで選択できる場合がある。つまり、一緒に考える他者による促しが選択の悩みを打開できる可能性がある。しかし、常にそうしたことを促してくれる他者を期待することはできない。そこで我々は、優柔不断で選択行動においてなかなか決断ができない人（選択者）に対して、常に同行するシステムが選択肢の中から「これを選んで？」と後押しをし、選択の悩みを解決することを目指してきた。

システムによる後押しはランダムにすすめる選択肢の候補を選択者に提示するだけでは効果がなく、ある程度選択者が納得感の高い候補を提示する必要があると考えら

れる。この納得感が高いものの選定には、その人の嗜好を考慮することが考えられるが、全ての選択肢でそうした情報を取得することは難しい。ここで、選択行動の中で選択者は最終的に決定する選択肢についての注視時間が長くなる[6]ことが知られているため、我々は眼鏡型デバイスで選択者の視線運動を計測し、最もよく見ていた選択肢を選択者が興味をもっているものとして推定するシステムを実現してきた[7] (図1)。また、食べる料理や旅行先を選ぶような実験を実施し、正しく興味推定が行われた場合に選択者の満足度や選択時間に良い影響が見られた。しかし、これまでの実験において選択に用いたメニューは我々が作成したものであり、実際の選択状況とは少し異なる印象を実験協力者にもたせる可能性があった部分が懸念点として挙げられた。また評価方法については、実験協力者全員にシステムを使ってもらい、そのシステムの推薦内容がユーザの興味と一致しているかどうかを基準にしていたため、システムによる後押しが、それが無い条件と比べてどのような効果を発揮するかについては議論できていなかった。

そこで本研究では、上述のプロトタイプシステムによる



図1 システム概要図

¹ 明治大学
Meiji University

後押しをする場合としない場合とで実験者間比較をすることで、選択中のシステムによる後押しがどのように選択に影響するかについて調査を行う。また、日常生活の中で利用できるシステムとしての実現を目指しているため、既製品のカタログギフトを用いた選択を行ってもらい、より現実的な選択を行う環境に近づけた状況でのシステムの有用性について調査する。

2. 関連研究

2.1 優柔不断に関する研究

人が選択において優柔不断になる心理についての研究は様々ある。Rassinら[8]は優柔不断のモデルについて研究し、優柔不断な人の選択では決断力のある人と比べて、決定する前に多くの情報を求めることを明らかにしている。また三浦[9]は、アンケートによって人の不決断傾向と幸福度について調査した。その結果、優柔不断傾向と幸福度に有意な負の相関が見られた。本研究は、適切な外的要因を提示することで、このような優柔不断状態をシステムによって解消することが目的であり、これによりユーザの選択時間を削減することや幸福度の低下を防ぐことを目指す。

Luviyaら[10]は、2つの回帰アルゴリズムとアイトラッキングによる視線データを用いることで、決断力のある人と優柔不断な人を区別することを可能としている。Patalanoら[11]は意思決定を行う情報検索タスクにおいて、優柔不断な人と決断力のある人を比較する実験を行い、優柔不断な人の方が最終的に選択する選択肢についてより多く注視していることを明らかにしている。これらのことより、優柔不断な人の視線は特徴的であるため、視線計測から適切なフィードバックを行うことの実現性が高いと考えられる。

2.2 嗜好と視線の関係性に関する研究

加藤ら[12]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。大野[13]はWebブラウザにおける閲覧者の情報選択行動と視線についてその関係性を調査し、閲覧者が領域について注視する際に200~500ms程度の時間を要することを明らかにしている。また、Lohse[14]は広告と消費者の情報処理行動について研究を行い、選択された広告は消費者に見られた時間が54%長い時間見られていたことを明らかにしている。またSaitoら[15]は、2着のサッカーのユニフォームについて選択する最中に視線の誘導を行うことで、その誘導された選択候補について好意をもつことを明らかにしている。

これらのことより、優柔不断な人がよく見ていた対象が興味をもっているのものであると考えられ、それを推薦することで選択への後押しができると考えられる。本研究では、これらの研究のように注視している視線情報をユーザの嗜

好の対象とみなし、推薦することでユーザの優柔不断状態を解決するものである。

2.3 視線運動を用いた選択支援に関する研究

田川ら[16]は、2択の商品選択において視線計測と選択結果に関する研究を行い、実際に選ばれた商品は注視時間が長かったことを明らかにしている。Beeら[17]は、画面に表示する商品に関する2択の設問において回答するユーザの眼球運動を取得し、そのデータから選択肢におけるユーザの視覚的嗜好を推定するシステムを開発した。実際に視覚的嗜好を推定する実験を行い、精度は81%と高い結果であった。しかし、これらの研究では選択肢が2択の状況での計測だったため、限られた選択状況でのみ有用である。本研究では、日常生活に適したシステムの開発を目的とし、一度に多くの選択候補を閲覧する設計での調査を行うものである。

落合ら[18]は、VR環境のネットショッピングにおいて、ヘッドマウントディスプレイで視線情報を取得し、その情報からユーザの興味に沿った商品を推薦するシステムを開発した。その結果、決定までの時間が短いユーザには目新しい商品を、決定までの時間が長いユーザにはその興味にあった商品を推薦することが可能であった。このように実際の購入シーンでの視線情報に基づいた推薦がユーザの選択行動に対して良い影響を与える可能性が示されているが、落合らの実験はVR環境上での実施だったため、現実の環境において効果的であるかについては明らかにされていない。本研究では現実の環境での選択において、視線情報をもとにした推薦の効果を明らかにするものである。

3. 実験

本稿では我々が開発した眼鏡型システムによる後押しが選択中のユーザに対してどのように影響しているか、またどのように視線移動を行なっているかを調査するため、カタログギフトを用いた実験を行う。また、実験では実験協力者をシステム利用群とシステム非利用群とに分け、その比較を行う。

3.1 実験設計

今回の実験では、実際の選択に近づけた状況を再現するため、既製品のカタログギフトを用いる。カタログギフトを対象として選定した理由は、カタログギフトが結婚式の引き出物や各種お祝いなどで受け取る機会が多いが、その選択で困る経験をもつ人が多かったためである。

今回使用するカタログギフトは様々なものを検討したが、ここではリンベル株式会社の「(北海道からの福音)北海道七つ星ギフトカムイコース」[19]を使用した。これは商品の画像サイズによるシステムの画像認識の難易度や、ページ内における商品の数が少ないこと、またページ数に

よる実験時間の長さなどを考慮したうえで決定した。

実験協力者には上記のカタログギフトから自分が注文する場合を想定して一品の選択を行ってもらった。実験では、事前に実験協力者をシステムによる後押しあり群と、後押しなし群とに分け、我々の制作したプロトタイプシステムを利用して選択タスクに取り組んでもらった。なお、同じ選択の条件でシステムの働きがない場合でのデータも収集するため、後押しなし群においても、システムを装着してもらい、視線などの計測を行った。

3.2 システム

本実験においても、これまでの研究で開発したシステム

を用いて実験を行った。実験用システムの眼鏡型デバイスには Tobii Pro Glasses 3[20]を用いて実験協力者の眼球運動を測定し、およそ 0.3 秒に 1 回視野の画像を随時取得する。ここで得られた視野画像と実験協力者の視線位置から注視していると思われる部分を両辺 500 ピクセルの画像として切り出す。この切り出された画像について、JavaScript で Teachable Machine[21]を用いて何を見ているかを推定する。なお、今回の実験ではカタログギフトの全ページについて

表1 アンケート項目

設問番号	設問内容	回答方法	備考
Q1	最終的に商品を決めた理由を教えてください	自由記述	
Q2	決定に対する満足度を教えてください	五段階評価	1. 不満足, 5. とても満足
Q3	今回の選択で悩みましたか	五段階評価	1. 全く悩まなかった, 5. とても悩んだ
Q4	選択を通しての疲労感を教えてください	五段階評価	1. 快適である, 5. とても疲れた
Q5	選択時間に対してどのように思いましたか	五段階評価	1. 短く感じた, 5. 長く感じた
Q6	推薦された商品についてどう思っていましたか	五段階評価	後押しあり試行のみ 1. 全く気にしていなかった, 5. とても気になっていた
Q7	推薦された商品に対する印象はその前後でどのように変わりましたか	五段階評価	後押しあり試行のみ 1, 悪くなった, 5. 良くなった
Q8	推薦されたタイミングについてどう思いましたか	五段階評価	後押しあり試行のみ 1. かなり早く感じた, 5. かなり遅く感じた
Q9	推薦はどれだけ選択の参考になりましたか	五段階評価	後押しあり試行のみ 1. ならなかった, 5. とても参考になった
Q10	あなたは日常生活の選択において時間をかけて悩むことが多いですか	五段階評価	1. そうではない, 5. 多い
Q11	あなたは日常生活の選択において選択後に後悔することが多いですか	五段階評価	1. そうではない, 5. 多い
Q12	日常生活でメガネを着用したことがありますか	Y/N	「はい」または「いいえ」
Q13	最終的に決定した際に推薦された候補を選ばなかった理由を教えてください	自由記述	後押しあり試行のみ
Q14	表示された推薦の文面からどのような印象を受けましたか	自由記述	後押しあり試行のみ

予め学習を行い、ユーザがどの商品を見ているかの推定を行うこととした。なお、推定頻度は、画像の取得頻度と同じであり、約 0.3 秒に 1 回であった。

今回のプロトタイプシステムでは後押しのタイミングを、最後のページを選択者が見てから 90 秒後に設定した。これは、我々が本実験の前に行ったプレ実験において、選択終了時間に大きなばらつきがあり、選択者が悩み始めるタイミングとして開始時間からは適切ではなく、また最後のページを見てからが適切であると判断したためである。

3.3 手順

実験協力者には Tobii Pro Glasses 3 を着用してもらい正確にアイトラッキングをするためのキャリブレーションをしてもらった。その後選択条件やシステムの使い方、注意事項の説明を行った。また、Tobii Pro Glasses 3 の録画を開始したうえで、合図に合わせて選択を開始してもらった。カタログギフトから商品を選択してもらうまでの制限時間は 30 分間とした。

なお、システムありの場合にシステムに頼りすぎてももとの選択行動とかけ離れてしまわないように、どちらの試行でもシステムの推薦があることは説明しないようにした。選択終了後にはその選択中の思考や、日常的な選択に対する振る舞いについて尋ねるアンケートに回答してもらった。アンケートの設問は表 1 の通りである。

4. 結果

実験協力者は大学生、大学院生の計 29 名であり、実験途中で不具合が生じてデータが正常に記録できなかった試行 3 件と、後押しあり試行において推薦がされるよりも前に決定した 1 件を除き、後押しあり試行が 14 件、後押しなし試行が 11 件得られた。なお、今回の実験では後押し試行の中で、推薦として提示された候補がそのまま選ばれた試行は一つもなかった。

Q2「決定に対する満足度」、Q3「今回の選択で悩んだか」、Q4「選択を通しての疲労感」、Q5「選択時間に対する感想」および、Q10「日常生活の選択において悩むか」と Q11「選択後に後悔することが多いか」に関するアンケートの結果を後押しあり群、なし群に分けて整理したものを表 2 に示す。この結果より Q3「今回の選択で悩んだか」と Q10「日常生活の選択において悩むか」において悩むと回答し、また Q11「選択後に後悔することが多いか」に多いと回答した実験協力者が後押しあり群に多かったことがわかる。

次に、図 2 に後押しあり群において Q9「推薦はどれだけ選択の参考になったか」の結果を示す。この結果より、参考になったと回答している実験協力者がいる一方で、参考にならなかったと回答している実験協力者も多数いることがわかる。

後押しあり試行と後押しなし試行のそれぞれの選択時

表 2 各設問の回答値の平均

設問番号	後押しあり	後押しなし
Q2	4.43	4.36
Q3	4.14	2.73
Q4	2.79	2.73
Q5	2.86	2.55
Q10	4.57	3.27
Q11	3.14	2.82

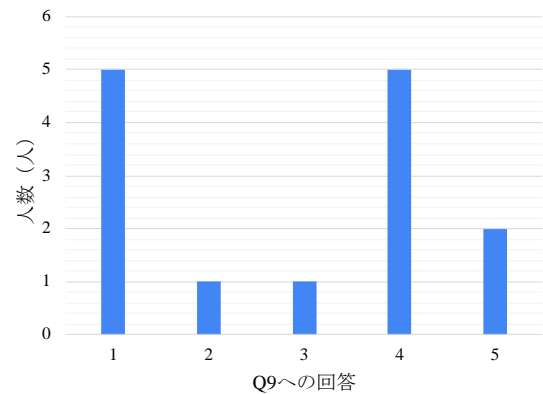


図 2 Q9「推薦はどれだけ選択の参考になったか」への回答の分布

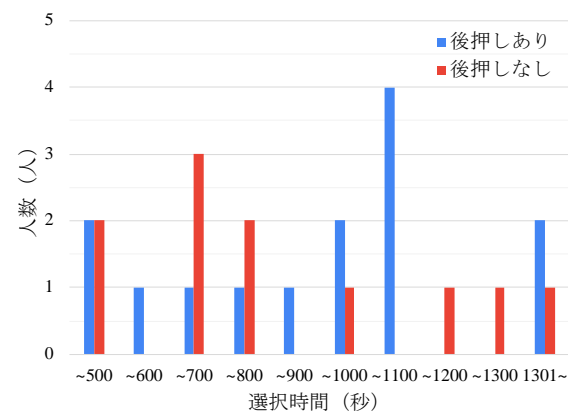


図 3 選択時間の分布

表 3 優柔不断度合いと選択時間の関係

	後押しあり	後押しなし
優柔不断	769.44	848.06
即決	1032.73	874.05

表 4 優柔不断度合いと今回の選択において悩んだかの回答の関係 (値が高いほうが悩んでいる)

	後押しあり	後押しなし
優柔不断	4.13	2.50
即決	4.17	3.00

間の分布を図3に示す。この結果より、後押しなし群の方がやや選択時間が短い傾向が見て取れる。

Q10「日常生活の選択において悩むか」について、その評価が5に近かった半数を優柔不断群、1に近かった半数を即決群として、選択時間とQ3への回答との関係を調べたものを表3, 4に示す。この結果より、後押しなしにおいては優柔不断群と即決群との間に差はないが、後押しありにおいては、優柔不断群の方が、後押しにより短い時間で選択できていることがわかる。一方、今回の選択において悩んだかどうかについては影響がないこともわかる。

5. 考察

表2より、後押しあり試行の方が悩んでいたと感じた人が多かったことがQ3への回答から分かる。またその他のQ2, Q4, Q5の項目について、これまでの研究で得られたような後押しによる効果は見られなかった。これは、今回の実験ではまず選択項目が多すぎたために、推薦が当たらなかったことが理由として考えられる。また、90秒後に推薦するというタイミングが早すぎたために、興味をもった商品を推定できなかった可能性がある。

図4に後押しあり群におけるある3人の選択行動のログを、図5に後押しなし群におけるある3人の選択行動のログを示す。ここで、横軸は経過時間、縦軸は閲覧していた商品を意味しており、緑色の点線は最終的に選択した商品の番号を示している。また、後押しあり群において赤い点線は推薦した商品の番号を、黒い点線は推薦タイミングを意味している。図4の結果から、特に後押しあり群において、最後まで閲覧するにはそこまでそれぞれの商品に対して時間をかけておらず、推薦後により早く悩み始めていることがわかる。このことより、90秒での推薦はタイミングとして不適切だった可能性がある。一方、図5の結果より、後押しなし群の1や2のような最後まで閲覧したら割と短い時間で決断している実験協力者も見受けられる。そのため、どのようなタイミングで推薦を行うべきなのかについては今後検討を行うとともに、事前実験などと組み合わせることによりその実験協力者の特性を把握しておくことが重要になると考えられる。

図3で示すように、後押しあり試行となし試行の間に選択時間の点で大きな差はなかった。また図2において推薦が参考になったと回答があった件数は7件あったが、Q14への回答で、「再度考えるきっかけにはなった。」や「流し見の際に気になったうちのひとつだったので、良い所をつけてくるな...と言った印象でした。」などの記述が見受けられたことから推薦が選択の後押しとしてではなく、新たな候補の提案としての役割になっていたことが考えられる。実際、後押しありの3人の実験協力者の閲覧していた商品を見ると、最終的に選択した緑色の点線に載っている商品

と、赤色の点線で表示された推薦された商品とを見比べる行動が観察される。このことより、適切な後押し対象の推定が可能になれば、ユーザをより後押しできると期待される。

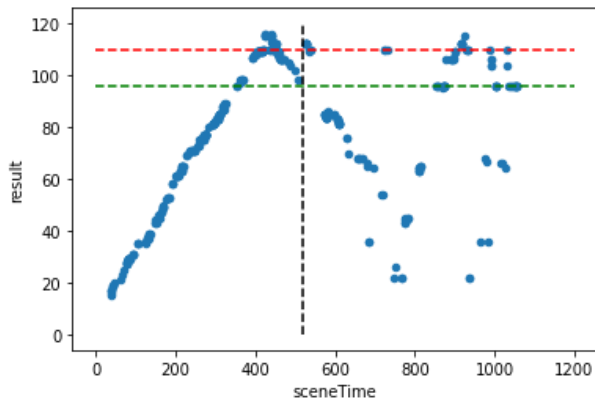
Q6「推薦された商品についてどう思っていましたか」で「気にしていなかった」と回答された試行や、Q13「最終的に決定した際に推薦された候補を選ばなかった理由」の回答で「興味があまりなかった」と回答された試行について録画データを検証したところ、他の候補と比べ少し注視しているような動きが確認された。これはカタログギフトに施された目を引くような写真や文言の工夫が選択に影響を及ぼしたからであると考えられる。しかし、そのような候補に関しては一度見た後の見返しの工程において省かれるようになる場合が多い。そのため興味推定には時系列の要素を加えることで、外見的要因よりも選択者の興味の部分を重視でき、より違和感のない興味推定を実現できると考える。この点については、今後の研究において改善予定である。

Q14「表示された推薦の文面からどのような印象を受けたか」の記述では「何を判断して推薦してきたのだろうという疑問に近い印象を受けた」といったシステムによる推薦の理由について不思議に思うような回答が複数見受けられた。今回の実験では後押しの有無以外の実験の条件についてなるべく統一するために、推薦の存在やその仕組みについて選択者には伝わりづらく実験設計をしたが、その不透明性がかえって悪影響を及ぼしてしまったケースであると考えられる。本来、本システムは日常的に利用することを想定しているため、そうした後押しを事前に説明しておくことや、システムに慣れさせることが重要であったと考えられる。

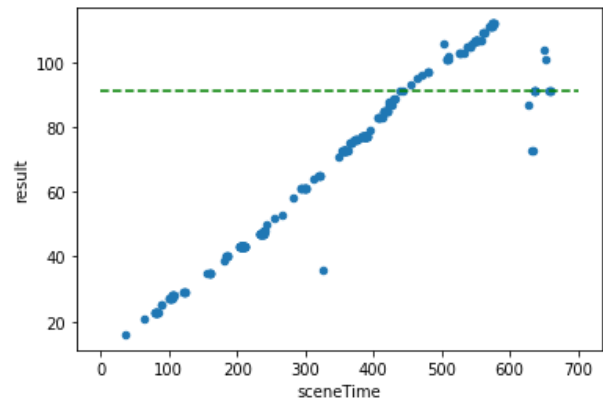
Q12で尋ねたメガネの着用経験とQ4で調査した選択後の疲労度について照らし合わせたところ、メガネ着用者は平均疲労度が2.55であったのに対し、非着用者は3.60と平均疲労度が高くなっていた。このことからデバイスを着用している状態の負担は日常的にメガネをかけている実験協力者ほど少なく、これらの慣れの影響も考慮していくべきであると考えられる。

6. まとめ

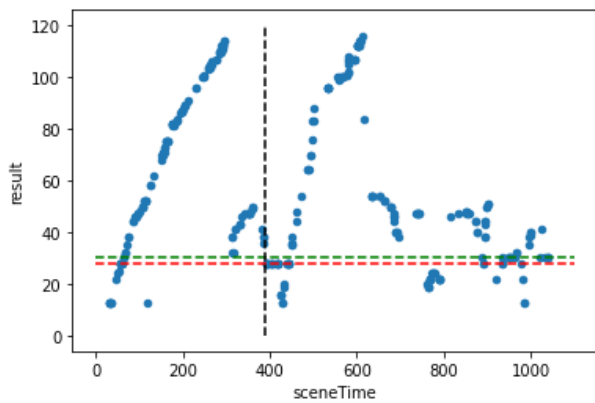
本研究では選択中の優柔不断を解消するために、眼鏡型デバイスがアイトラッキングにより選択者の興味を推定し、後押しとしてそれを推薦するシステムの開発を行った。本稿での実験の結果、これまでの実験で得られたようなシステムが選択者の後押しとなってその選択時間や満足度に良い影響を与えることは見られなかった。その原因として、推薦のタイミングが選択時間に対して早すぎたことや、実際のカatalogギフトで行ったことによる商品によって印象



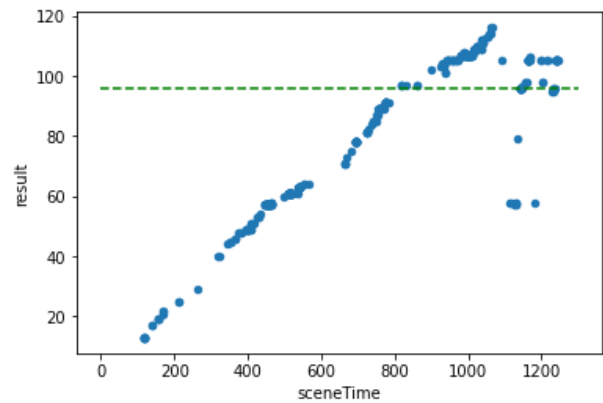
後押しあり 1



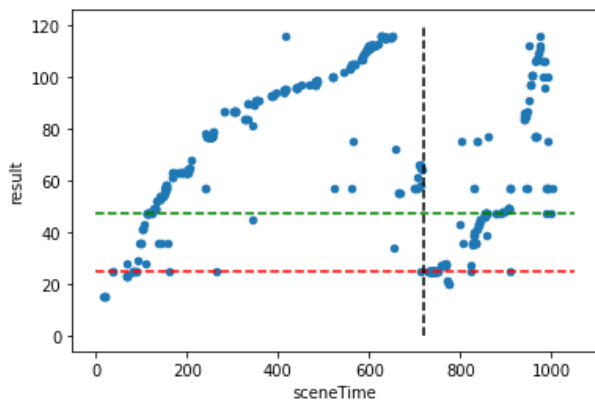
後押しなし 1



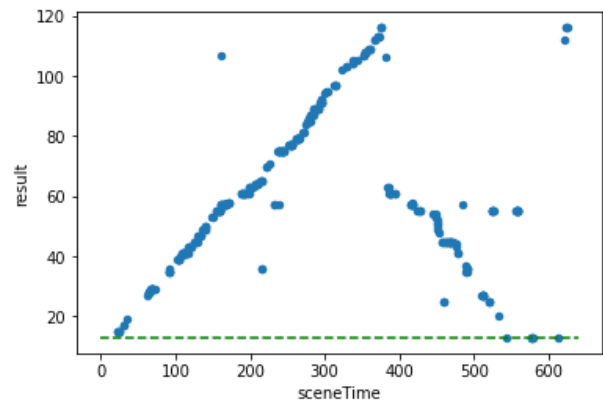
後押しあり 2



後押しなし 2



後押しあり 3



後押しなし 3

図4 後押しあり群のログ

図5 後押しなし群のログ

の与え方が異なる点などが考えられる。

今後は、ユーザの選択により効果的にアプローチできるように推薦のタイミングをシステムが自動的に判断する仕組みや、推薦のための興味推定において時系列による重み付けを行うなどの改良をしていく予定である。また、日常的に使うシステムであることを前提に、実験を再設計していく予定である。

謝辞 本研究の一部はJSPS 科研費JP22K12135の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 斎藤聖子, 緑川晶. 優柔不断な人に対するイメージの抽出. 日本心理学会大会発表論文集, 2013, vol. 77, p. 77.
- [2] 上市秀雄, 楠見孝. 後悔がリスク志向・回避行動における意思決定に及ぼす影響: 感情・パーソナリティ・認知要因のプロセスモデル. 認知科学, 2000, vol. 7, no. 2, pp. 139-151.
- [3] 上市秀雄, 楠見孝. 後悔の時間的变化と対処方法. 心理学研究, 2004, vol. 74, no. 6, pp. 487-495.
- [4] Frost, R. O. and Shows, D. L.. The nature and measurement of compulsive indecisiveness. Behavior Research and Therapy, 1993, vol. 31, no. 7, pp. 683-692.
- [5] Rassin, E. and Muris, P.. Indecisiveness and the interpretation of ambiguous situations. Personality and Individual Differences, 2005,

- vol. 39, no. 7, pp. 1285-1291.
- [6] Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E. and Scheier, C.. Gaze bias both reflects and influences preference. *Nature Neuroscience* 6, 2013, pp. 1317-1322.
 - [7] 小松原 達哉, 中村 聡史. 視線計測による興味推定を用いた優柔不断な選択者を後押しするシステムの提案, 第14回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2022.
 - [8] Rassin, E.. A psychological theory of indecisiveness. *Netherlands journal of psychology*, 2007, vol. 63, pp. 2-13.
 - [9] 三浦大志. 決められないと不幸になる? 優柔不断と幸福度の関連. 日本心理学会大会発表論文集, 2017, vol. 81, p. 45.
 - [10] Luviya, Y. L., Merad, D. D., Paris, S., Drai-Zerbib, V., Baccino, T. and Fertil, B.. A regression-based method for the prediction of the indecisiveness degree through eye movement patterns. *ETSA '13: Proceedings of the 2013 Conference on Eye Tracking South Africa August 2013*, 2013, pp. 32-38.
 - [11] Patalano, A. L., Juhasz, B. J. and Dicke, J.. The relationship between indecisiveness and eye movement patterns in a decision making informational search task. *Journal of Behavioral decision making*, 2009, vol. 23, no. 4, pp.353-368.
 - [12] 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.
 - [13] 大野健彦. Web画面における情報選択行動と視線の関係. 映像情報メディア学会技術報告, 2000, vol. 24, no. 38, pp. 31-36.
 - [14] Lohse, G. L.. *Consumer Eye Movement Patterns on Yellow Pages Advertising*. 1997, vol. 26, pp. 61-73.
 - [15] Saito, Y., Uchida, S., Yabe, Y. and Miyazaki, M.. The Effect of Gaze Manipulation on Preference Decisions: A Study of Football Shirt Evaluation. *International Journal of Sport and Health Science*, 2017, vol. 15, pp. 1-5.
 - [16] 田川遼介, 加藤俊一, 数藤恭子, 谷口行信. 視線計測を用いた注視時間に基づく商品の購買決定要因の推定. エンタテインメントコンピューティング研究報告. 2014, vol. 2014-EC-31, no. 9, pp. 1-4.
 - [17] Bee, N., Prendinger, H., Andre, E. and Ishizuka, M.. Automatic preference detection by analyzing the gaze 'Cascade Effect'. *COGAIN 2006: Gazing into the Future*. 2006.
 - [18] 落合拓朗, 藤田智, 益子宗, 星野准一. 視線情報に基づいた嗜好分析から商品推薦を行うVRショッピングシステム. ヒューマンコンピュータインタラクション. 2019, vol. 2019-HCI-184, no. 3, p. 1-7.
 - [19] “カタログギフト〈北海道からの福音〉北海道七つ星ギフトカムイコース”, <https://www.ringbell.co.jp/ringbell/index.php/module/ShohinShosai/action/ShohinShosai/shohin/10240/>, (参照 2022-07-20)
 - [20] Tobii Pro Glasses 3, <https://www.tobiipro.com/ja/product-listing/tobii-pro-glasses3/>, (参照 2022-07-20).
 - [21] Teachable Machine, <https://teachablemachine.withgoogle.com/>, (参照 2022-07-20).