

明治大学大学院

2025年度 修士論文

論文題名 ひとの選択を誘導する潜在的な Deceptive pattern の検証

先端数理科学研究科 先端メディアサイエンス専攻

指導教員名 中村 聡史

本人氏名 木下 裕一朗

2025年度 修士学位請求論文

ひとの選択を誘導する潜在的な
Deceptive pattern の検証

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

木下 裕一朗

Master's Thesis

An Experimental Study of Potential
Deceptive Patterns Influencing User Choice

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

Yuichiro Kinoshita

概要

ユーザを騙し行動を誘導する Deceptive pattern (DP) は、ウェブサイトやモバイルアプリケーションに多く使用されている。これまで、DP の研究は主にグラフィカルユーザインタフェース (GUI) を対象に行われており、DP の発見や分類、検出、対抗策などに取り組まれてきた。これまで提案されてきた検出手法や対抗策は有用であるものの、GUI における既存の DP にしか適用できないという課題がある。

また、DP は GUI だけでなく、音声ユーザインタフェース (VUI) にも潜むことが明らかになっているが、VUI における DP についてこれまで十分に検討されておらず、現在の DP に関する規制やデザインガイドラインは、VUI で出現可能性が考えられる DP を考慮できていないという問題がある。

そこで本論文では、GUI に潜む DP となりうるデザインと、VUI において今後出現可能性が考えられる言語障壁を悪用した DP に着目し、その誘導効果を実験により検証した。具体的には、GUI における選択肢の時間差表示や、VUI において選択肢を音声提示する際の発話速度の違い、そして発話選択する際の選択肢の発音容易性の違いによって、ユーザの選択行動が誘導されるか検証した。

実験の結果、GUI では選択肢を 1 つだけ他よりも早く表示した場合にユーザの選択が誘導され、DP となる可能性が示唆された。また VUI では、音声の発話速度の操作による選択の誘導はみられなかった一方で、発音容易性の違いはユーザの発話選択を誘導し、DP となる可能性が示唆された。

本論文は、潜在的な DP の誘導効果を検証し、そのような DP について早期に検討することの重要性と、多様なユーザを考慮した DP 研究の必要性を示した。

Abstract

Deceptive patterns (DPs), which trick users and manipulate their behavior, are widely used in websites and mobile applications. Prior research on DPs has primarily focused on graphical user interfaces (GUIs), addressing issues such as the identification, classification, detection, and mitigation of DPs. While existing detection methods and countermeasures have proven useful, they are limited in that they can only be applied to existing DPs in GUIs.

Moreover, although DPs have been identified not only in GUIs but also in voice user interfaces (VUIs), DPs in VUIs remain underexplored. Consequently, existing regulations and design guidelines do not adequately consider DPs that may arise in VUIs.

Therefore, this paper focused on design practices that may function as DPs in GUIs, as well as on potential future DPs in VUIs that exploit language barriers, and experimentally verified their manipulative effects. Specifically, this study examined whether user choice can be influenced by temporal delays in the presentation of options in GUIs, differences in speech rate, and differences in the pronounceability of options in voice interactions.

The experimental results suggest that presenting a single option earlier than others can induce user choice in GUIs, indicating its potential to function as a DP. In VUIs, no guiding effect was observed through manipulations of speech rate. However, differences in pronounceability did influence users' spoken choices, suggesting that this design may function as a DP.

This paper examined the influencing effects of potential DPs and highlighted the importance of investigating such patterns at an early stage, as well as the need for research on DPs that considers diverse users.

目次

第1章 序論	1
1.1 グラフィカルユーザインタフェースにおける Deceptive pattern の蔓延 . . .	1
1.2 様々なインタフェースに潜む Deceptive pattern	2
1.3 研究目的	3
1.4 本論文の構成	3
第2章 関連研究	4
2.1 Deceptive pattern	4
2.2 ユーザの選択を誘導しうる GUI の要素	5
2.3 音声ユーザインタフェースにおける選択の誘導	6
2.4 非母語を用いた音声ユーザインタフェースの操作	7
第3章 選択肢の時間差表示による選択誘導可能性の検証	8
3.1 実験	8
3.1.1 実験設計	9
3.1.2 実験手順	10
3.1.3 参加者の募集	10
3.2 結果	11
3.2.1 参加者とデータの前処理	11
3.2.2 選択率と選択時間	11
3.2.3 各位置の選択率	13
3.3 考察	15
3.3.1 時間差表示の選択誘導効果	15
3.3.2 位置と時間差の長さによる選択誘導効果の変化	16
3.3.3 制約	17

第4章	音声の発話速度操作による非母語話者の選択誘導可能性の検証	18
4.1	選択の偏りが生じない質問と選択肢の選定	19
4.1.1	実験設計	19
4.1.2	実験手順	21
4.1.3	参加者の募集	21
4.1.4	結果	22
4.2	発話速度の操作による選択誘導実験	22
4.2.1	実験設計	22
4.2.2	実験手順	24
4.2.3	参加者の募集	24
4.2.4	結果	25
4.3	考察	27
4.3.1	発話速度の操作による誘導	27
4.3.2	言語の違いによる選択への影響	28
4.3.3	制約	29
第5章	発音容易性の違いによる非母語話者の発話選択誘導可能性の検証	30
5.1	発話選択実験に用いる質問と選択肢の選定	31
5.1.1	実験設計	31
5.1.2	実験手順	33
5.1.3	参加者の募集	33
5.1.4	結果	33
5.2	発話選択時における選択の偏りの検証	35
5.2.1	実験設計	35
5.2.2	実験手順	37
5.2.3	参加者の募集	37
5.2.4	結果	37
5.3	考察	40
5.3.1	発音容易性による選択の誘導	40
5.3.2	言語を考慮した音声インタラクションの設計	41
5.3.3	制約	41

第6章 総合考察	42
6.1 今後出現する新たな Deceptive pattern への対策に向けて	42
6.2 Non-WEIRD における Deceptive pattern 研究の必要性	43
6.3 展望	43
第7章 結論	44
謝辞	45

第1章 序論

1.1 グラフィカルユーザインタフェースにおける Deceptive pattern の蔓延

サービス提供者の利益となるように、ユーザの行動を誘導したり妨害したりするデザインは、Dark pattern あるいは Deceptive pattern¹（以降、DP と略記）と呼ばれている。例えば、ユーザに選ばせたいオプションを目立たせてクリックを促すデザインや、サブスクリプションの解約手続きを煩雑にして、ユーザに利用を継続させようとするデザインは DP に該当する。DP は、ウェブサイトやモバイルアプリケーションなどで使用されており、日本経済新聞の調査 [2] によって、国内主要 100 サイトのうち約 6 割に DP が存在していたことが明らかになっている。また、海外の人気トップ 240 のモバイルアプリケーションのうち約 95% に DP が使用されていた [3] ことや、日本における 200 のモバイルアプリケーションのうち、93.5% が少なくとも 1 つの DP を含んでいた [4] ことも報告されている。このように、DP は非常に多くのウェブサイトやモバイルアプリケーションで使用されており、社会問題となっている。

Di Geronimo ら [3] は、ユーザが DP を見つけることは困難であることを示しており、Bongard-Blanchy ら [5] は、DP の存在を意識していたとしてもユーザの行動が誘導されうることを示している。また、Mildner ら [6] は、DP の特性を理解することで、ユーザは DP を含むものとそうでないものをある程度識別可能になるが、識別することは容易でないことを示している。そのため、DP の自動検出 [7–10] や DP への対抗策 [11–13] に関する研究も行われている。これまで提案されてきた DP の自動検出手法や対抗策は有用であるものの、既存の DP にしか対処できないという課題がある。

ひとの選択行動は、位置 [14, 15] や色 [16]、フォント [17, 18] など、様々な要素によって誘導されることが知られており、これらは DP として使用される可能性がある。グラフィカルユーザインタフェース (GUI) において、そのような DP となりうるデザインは多く存在すると考えられるため、そうしたデザインを特定し、誘導効果を明らかにする

¹Harry Brignull [1] は、2010 年に Dark pattern と名付けたが、人種の問題を考慮して呼称を Deceptive pattern（または Deceptive design）に変えている。これを踏まえて、本論文では Deceptive pattern という用語を使用する。

ことはユーザを保護するために重要である。

本論文では、ウェブサイトなどで、通信やシステムの問題によってコンテンツの表示順序が変化することに着目し、遅延を偽装して意図的に表示順序を操作することで、選択行動が誘導されるか検証する。

1.2 様々なインタフェースに潜む Deceptive pattern

これまで、主にGUIを対象としてDPに関する研究が行われており、ショッピングサイト [19,20] やゲーム [21,22], SNS [6,23] などにDPが存在することが報告されている。しかし、DPはGUIだけでなく、異なる形態のインタフェースにも潜んでいる。例えば、物理空間 [24] やロボット [25,26], IoT デバイス [27] にもDPが存在することが明らかになっている。また、今後さらなる普及が予想される音声ユーザインタフェース (VUI) にもDPは存在する [28–32] ことが示されている。例えば、有料機能利用のため課金するようVUIが勧めてきたり、VUIによりアプリケーションの終了を妨害されたりした事例が報告されている [28]。上記のようなGUI以外のインタフェースを対象としたDP研究は十分に行われておらず、Digital Services Act や California Consumer Privacy Act, California Privacy Rights Act などのDPの規制に関する法律やデザインガイドラインは、異なるインタフェースに潜むDPの存在を十分に考慮できていない。ユーザをDPから保護するためには、多様なインタフェースを対象とし、そこに存在している、あるいは出現する可能性のあるDPについて検討することも重要である。

そこで本論文では、ひとの選択を誘導する潜在的なDPを検証するため、GUIだけでなくVUIにも着目した。VUIは音声出力と音声入力を備えるインタフェースである [33] ため、ユーザとVUIのインタラクションは、VUIによる音声をユーザが聴く「聴取」と、ユーザによる「発話」の2つの要素に分けることができ、それぞれの要素にDPが潜んでいる可能性がある。そこで本論文では、2つの要素に潜むDPについて検討する。

GUIでは、ユーザの使用言語と異なる言語を用いることで、ユーザの理解を妨げるDPが存在 [4] し、このような言語障壁を悪用したDPは、VUIにも適用される可能性がある。言語障壁を悪用したDPは、特に非英語圏である日本人ユーザにとって脅威となると考えられる。そのため本論文では、VUIで使用される可能性がある言語障壁を悪用したDPに焦点を当て、その誘導効果を明らかにする。

1.3 研究目的

本論文では、視覚のインタフェースである GUI と、聴覚のインタフェースである VUI の双方に着目し、各インタフェースにおいて DP となりうるデザインについて検討を行う。まず、GUI における DP となりうるデザインの一つとして、遅延による表示順序の違いに着目し、その誘導効果を検証する。また、VUI で今後出現可能性が考えられる DP として、VUI における言語障壁を悪用したデザインの誘導効果を検証する。

具体的には、ユーザと VUI のインタラクションを構成する「聴取」と「発話」の各要素に焦点を当てる。聴取においては、VUI によって選択肢が音声提示される場合に発話速度を操作することによって選択肢が誘導されるかを検証する。さらに、発話においては、選択肢の発音容易性の違いによってユーザの発話選択が誘導されるかを検証する。

本論文は、上記の選択誘導可能性を検証し、DP として機能する可能性があるか明らかにすることを目的とする。

1.4 本論文の構成

本論文は、本章を含む全 7 章から構成される。本章では、GUI において DP となりうるデザインを特定し、その誘導効果を検証することの重要性について述べた。また、GUI 以外のインタフェースを対象とし、そこに潜んでいる DP や新たに出現する可能性のある DP について検討することの重要性についても述べた。これ以降、2 章では、本論文の関連研究について述べる。3 章では、GUI において DP となりうる、表示順序の違いによる選択誘導可能性の検証を行う。また、4 章では、ユーザと VUI のインタラクションを構成する「聴取」の要素に着目し、VUI が非母語を用いて選択肢を音声提示する場合に、発話速度を操作することによってユーザの選択が誘導されるかを検証する。さらに、5 章では「発話」の要素に着目し、ユーザが非母語を用いて発話選択する場合に、発音容易性の違いによって選択が誘導されるかを検証する。6 章では、本論文の総合的な考察を述べ、最後に 7 章で、本論文の結論を述べる。

第2章 関連研究

2.1 Deceptive pattern

DPはユーザの行動を誘導あるいは妨害するデザインであり、ユーザに経済的な損失を与えたり、心理的な悪影響を及ぼしたりする [34]。サービスの人気度とDPの使用には相関がある [35] ことが知られており、国内主要サイトの約6割にDPが使用されていた [2] ことや、人気のあるモバイルアプリケーションのほとんどにDPが使用されていた [3,4] ことが明らかになっている。DPはニュースサイト [36] やショッピングサイト [19,20]、SNS [6,23]、ゲーム [21,22]、動画配信サービス [37] などといった様々なサービスで使用されており、それぞれのサービスには固有のDPが存在することが報告されている。また、Gunawanら [35] は、同じサービスであっても、モバイルアプリ版やモバイルブラウザ版、デスクトップブラウザ版で、使用されるDPが異なることを明らかにしている。

プライバシーに関する設定や同意においてもDPは使用されており、プライバシー設定の複雑化や、より多くの個人情報共有するようなデフォルト設定といったデザインがあげられる [38]。同意インタフェースにおけるDPの研究も盛んに取り組まれており [39-42]、視覚的に誘導 [43] したり、選択肢を制限 [44] したりすることでユーザに同意を促していることが明らかになっている。EUが制定した個人データ保護に関する包括的な規則であるGeneral Data Protection Regulation (GDPR) は、ウェブ上のプライバシーに関する透明性とユーザコントロールを向上させた [45] もの、GDPRの施行後にその要件を満たしていたウェブサイトは、10,000サイトのうちわずか11.8%であった [46] ことが報告されている。DPの規制は重要な問題となっており、実務家や法律の専門家、規制当局など領域を横断した議論を支援するために、Grayら [47] によってDPのオントロジーが提案されている。

ユーザはDPに対して苛立ち [48] や嫌悪 [49] を感じるものの、ユーザがDPを発見することは困難であることがわかっている [3]。また、特定のユーザ層はDPに対して脆弱である [50] ことが示されており、子供 [51] や高齢者 [52] がDPをどのように経験し、捉えているかについても焦点が当てられている。若いユーザは高齢のユーザに比べて、DP

に対して苛立ちを感じる割合が高い [53] ことが示されている。

DP の存在を意識していたとしても、DP によって行動が操作される可能性があるため、Bongard-Blanchy ら [5] は、DP への介入策の必要性を主張している。DP の自動検出 [7–10] や DP への対抗策 [11–13] についても研究が取り組まれており、高精度に DP を検出可能であることや、提案された対抗策が有用であることが示されている。また、DP に対処する力を高めるツール [54, 55] も開発されており、その有用性が示されている。

以上の研究より、DP は非常に多くのサービスで使用されており、ユーザが DP に対処することは難しいことがわかる。これまで提案されてきた DP の検出手法や対抗策などは有用であるものの、未だ明らかになっていない DP や、今後新たに出現する DP に対応することは困難である。DP は物理空間 [24] やロボット [25, 26]、IoT デバイス [27]、XR 技術 [56]、VUI [28–32] にも存在するが、それらにおける DP は十分に検討されていない。本論文は、GUI に潜む DP となりうるデザインの誘導効果検証と、VUI において出現可能性が考えられる DP の誘導効果検証を行う。

2.2 ユーザの選択を誘導しうる GUI の要素

ひとの選択行動は、様々な要素によって誘導されることが知られている。例えば、画面遷移時に表示するプログレスバー [57] や、選択肢の色 [16]、フォントの種類 [17, 18] によって、選択が誘導される可能性が示されている。また、選択肢の配置によっても選ばれやすさが異なり、物理空間での選択では右 [14] が、ディスプレイ上での選択では中央 [15] が選ばれやすいことが明らかになっている。さらに、モバイル端末と PC では選ばれやすい位置が異なることも示されている [18]。

これらの要因による誘導は、サービス提供者が意図的に操作を行っていたとしても、誘導の意図がユーザにとってわかりづらい可能性がある。ユーザは、あからさまな DP に対して否定的な感情を抱く一方で、軽度の DP に対してはそのような感情的反発を抱かない [58] ため、上記のような要因によって、ユーザはより簡単に誘導されてしまう可能性がある。

本論文では、ウェブサイトなどでよくみられる、通信やシステムの問題による遅延によってコンテンツの表示順序が異なることに着目し、意図的に選択肢の表示順序を操作したときにユーザの選択が誘導されるか検証する。

2.3 音声ユーザインタフェースにおける選択の誘導

VUIは、音声出力と音声入力を備えたユーザインタフェース [33] であり、VUIによる音声出力と、ユーザによる音声入力のそれぞれにおいて、ユーザの選択は誘導される可能性がある。

まず、VUIによる音声出力については、合成音声の質によって選択が誘導される可能性が示されており、発話速度が速くピッチの変化が大きい音声と、発話速度が遅くピッチの変化が小さい音声でそれぞれ選択肢を提示した場合に、前者の音声で提示した方が選ばれやすいことが明らかになっている [30]。また、発話速度とピッチだけでなく、音量やポーズ、トーンなどの音声特徴を操作した研究では、それらの操作によってユーザの選択は誘導され、情報の信頼性評価にも影響を及ぼすことが示されている [31]。さらに、発話速度の操作は、プライバシーに関する選択にも影響を及ぼす可能性がある。Leschanowskyら [32] は、VUIにおける同意選択の場面で「Accept」と「Decline」の2つをそれぞれ音声提示する際に、いずれかの発話速度を20%速くすると、どちらの選択肢を速くするかに関わらずユーザはAcceptを選ぶ傾向が強くなることを示している。しかし、速度を通常よりも遅くした場合の選択への影響や、同意選択とは異なる状況での検証は行われていない。

次に、ユーザによる音声入力については、選択肢の表現 [59] や選択肢の長さ [60] によって、発話選択が誘導される可能性が示唆されている。さらに、GUIとVUIにおける有料アイテムの選択率を実験により比較した研究 [61] では、GUIに比べVUIを用いた方が有料アイテムがより多く選ばれる傾向があったことが報告されている。

これらの研究から、VUIによる音声出力と、ユーザによる音声入力にはそれぞれDPが潜んでいることや、DPとなりうる要因が存在することがわかる。しかし、VUIにおけるDPについては十分に検討されておらず、知見が不足している。本論文では、VUIにおいて今後出現する可能性があるDPとして、発話速度の違いと、選択肢の発音容易性の違いに着目する。また、VUIのDPに関する先行研究 [30-32] はユーザの母語という状況で検証を行っているが、ユーザは非母語を用いてVUIを操作しなければいけない状況に直面する可能性が考えられる。そこで本論文では、ユーザが非母語でVUIを操作する状況に焦点を当て、発話速度の違いや発音容易性の違いによる選択誘導可能性を検証する。

2.4 非母語を用いた音声ユーザインタフェースの操作

VUI は多文化背景をもつユーザに十分に対応できておらず [62], ユーザが非母語を用いて VUI を操作する場合には困難が伴い [63], 精神的作業負荷が大きい [64] ことが知られている.

非母語のリスニングでは, 知っている単語であっても聞き取ることができなかつたり, 単語を聞き取れたとしても意図されたメッセージを理解できなかつたりするといった問題がある [65,66]. そのため, 非母語により音声提示される状況では, 先行研究 [30–32] のような音声特徴の操作による誘導効果が増幅する可能性がある.

また, Amazon の Alexa を用いて, 英語の母語話者と, 韓国語を母語とする英語の非母語話者の音声認識精度の違いを検証した研究 [67] では, 英語の母語話者の音声認識精度が 98%であったのに対し, 非母語話者の音声認識精度は 55%であったことが示されている. このような非母語話者の音声入力における認識精度の問題を悪用した DP は, 今後出現する可能性が考えられる.

ユーザが非母語を用いて VUI を使用する状況は, VUI が多言語対応していない場合だけでなく, サービス提供者によって意図的に生み出される可能性がある. GUI には, コンテンツの一部をユーザの使用言語に翻訳せず, ユーザの理解を妨げたり, 諦めさせたりする DP が存在する [4]. このような言語障壁を悪用した DP は今後 VUI にも使用される可能性が考えられ, ユーザは非母語を用いて一部の音声インタラクションを行わなければいけない状況に直面する可能性がある. そのため, VUI においても言語障壁を悪用した DP について検討する必要があるが, 著者の知る限り, そのような研究はほとんど行われていない. そこで本論文では, VUI における言語障壁の悪用に着目し, 発話速度の違いや発音容易性の違いが, ユーザの選択行動を誘導する可能性があるか検証する.

第3章 選択肢の時間差表示による選択誘導可能性の検証

本章では、GUIに潜む誘導効果が明らかでないデザインに焦点を当てる。具体的には、通信やシステムの問題によって、コンテンツの表示順序が変化することに着目し、DPとして機能する可能性があるか明らかにする。表示順序の変化によってユーザーの選択行動が誘導される場合、ショッピングサイトや投票サイトなどでユーザーの意思決定が歪められてしまう可能性があるため、本章ではその誘導効果を検証する。

ここで、表示順序の変化には2種類あり、選択肢の1つが他よりも早く表示される場合と、反対に他よりも遅く表示される場合がある(図1)。本章では、前者を「先行表示」、後者を「遅延表示」と呼ぶ。また、2つをまとめて「時間差表示」と呼ぶ。

本章の仮説を以下に示す。

仮説: 6択の選択肢のうち1つを時間差表示するとき、ひとは時間差表示された選択肢を選びやすい

ひとは複数の同じ視覚刺激群の中に一つだけ異なる視覚刺激が存在すると、その刺激を即座に知覚することができるという特性があり、これを利用して選択行動を誘導できる可能性が示唆されている[68]。そのため、時間差表示によって複数選択肢のうち1つの選択肢のみ表示タイミングを操作することで、ひとは時間差表示された選択肢を選びやすくなるを考える。本章では、実験により上記の仮説を検証し、先行表示と遅延表示の誘導効果を明らかにする。

3.1 実験

時間差表示の誘導効果を検証するため、簡単に答えられる質問に対して6つの選択肢を用意し、参加者に用意した選択肢の中から答えを1つ選んでもらう実験を行った。なお、先行表示と遅延表示の誘導効果をそれぞれ独立して検証するために、実験は2回(先行表示の誘導効果のみを検証する実験と、遅延表示の誘導効果のみを検証する実験)に分けて行った。本実験は、明治大学倫理審査委員会の承認を受けて実施した。

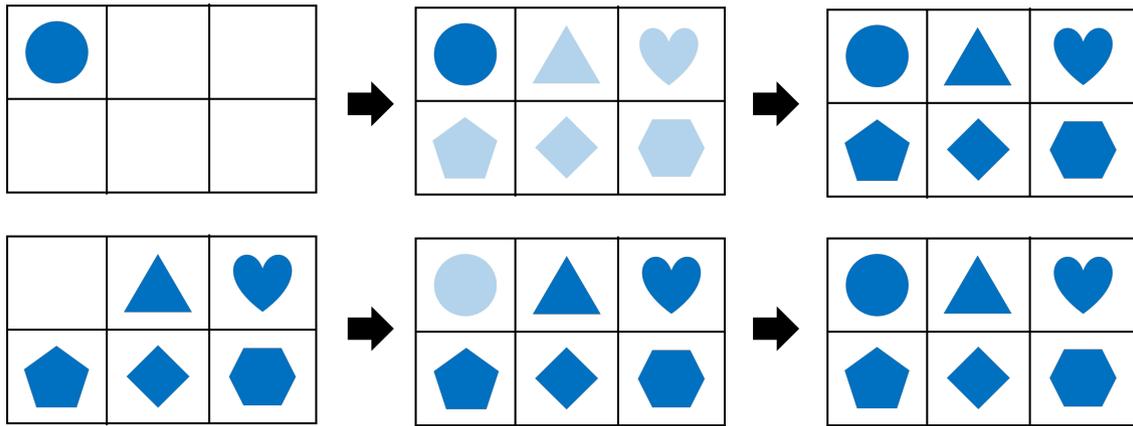


図1: 先行表示(上)と遅延表示(下)のイメージ図. 本論文では, 6 択の選択肢のうち1つの選択肢のみ, 表示タイミングを操作した.

3.1.1 実験設計

時間差表示の誘導効果を検証する質問として, 「一番好きな野菜はどれですか?」や「どの国に一番行きたいですか?」といった嗜好を問う質問を用いた¹. このような嗜好を問うものは, 選択肢間の人気度などによって選択が偏る可能性があるため, 使用する選択肢は, 選択の偏りが生じないように慎重に選定した.

実験には, 誘導効果を検証する質問と参加者の注意力を確認するための質問をそれぞれ15問ずつ使用した. 注意力確認の質問には, 「1日は何時間ですか?」や「今は西暦何年ですか?」といった, 質問文を読めば誰でも正解可能なものを用いた. また, 参加者が実験で検証する内容について気づいてしまうことを防ぐため, 時間差表示は誘導効果を検証する15問のうち5問のみで行った. なお, この5問は参加者ごとにランダムに選んだ. さらに, 位置による選択率の偏り [14, 15, 18] や順序効果による影響を軽減するため, 選択肢の表示位置と時間差表示の実行位置, 質問の提示順序もランダムにした.

時間差の違いによって誘導効果が変化する可能性があるため, 本章では3つの時間差を用意した. 時間差が大きすぎると参加者が違和感を抱く可能性がある一方で, 小さすぎると知覚されない可能性があるため, 本章では時間差の長さとして, 0.1, 0.2, 0.3秒の3つを使用した. 時間差表示を行う選択試行では, これら3つからランダムに時間差が決定された.

¹実験で使用した質問は <https://github.com/yuichiroooo/ChoiceExperimentQuestions> に公開している.

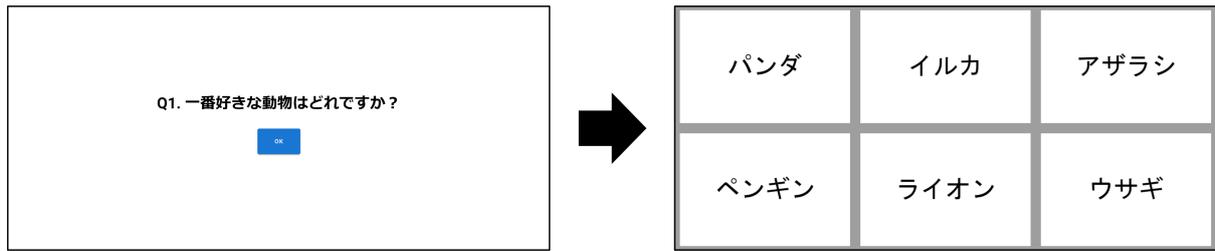


図 2: 実験に使用したシステム. Vue.js と PHP を使用して実装した.

3.1.2 実験手順

実験用に実装したシステム (図 2) を使用し, 実験を行った. 参加者がシステムにアクセスすると, システムは最初に実験の説明ページを表示した. 説明ページには, PC を使用して実験を行うことや, 実験中はブラウザの戻るボタンを押さないことなどの指示が記載されていた.

説明ページを読み終えボタンを押すと, 質問ページへと遷移し, 図 2 のように質問内容とボタンが表示された. そして, 質問ページのボタンを押すと選択ページへ遷移し, 6 つの選択肢が表示された. このとき, 選択誘導を検証する 15 の質問のうち 5 問においては, 選択肢の 1 つが時間差表示された. 参加者が選択肢を選ぶと, 再び質問ページへ遷移し, 次の質問内容が表示された. 参加者は, これを 30 回 (選択誘導を検証する 15 問, 注意力確認の 15 問) 繰り返した. 参加者が 30 試行終わると, システムは実験の終了を通知した.

3.1.3 参加者の募集

参加者の募集には, Yahoo!クラウドソーシング (YCS) を利用した. YCS は, 国内で広く利用されているクラウドソーシングサービスの一つであり, 高い完了率とアカウントの信頼性から, その有用性が示されている [69]. YCS では, 対象を男性もしくは女性に限定して募集することができるため, 参加者の男女比が同程度となるように, 男性限定と女性限定の 2 回に分けてそれぞれ同数の参加者を募集した.

3.2 結果

3.2.1 参加者とデータの前処理

先行表示の実験と遅延表示の実験は、それぞれ2,000名（男性1,000名、女性1,000名）ずつ参加者を募集した。得られたデータの分析を行う前に、分析対象として適切でない参加者によるデータを除外した。具体的には、15の注意力確認の質問のうち2問以上が不正解だった人、平均選択時間が1秒以下あるいは10秒以上だった人、同じ位置のみを選び続けた人によるデータを除外した。除外の結果、先行表示では1,489名（男性775名、女性714名）、遅延表示では1,487名（男性774名、女性713名）のデータが分析対象となった。

選択誘導を検証する質問において、選択肢間の人気度の差などによる選択率の偏りが生じているか確かめるため、各質問における選択肢ごとの選択率を求めた。なお、ここでは時間差表示による影響を排除するため、時間差表示を行わなかったときのデータのみを用いた。また、実験は6択で行ったため、各選択肢が選ばれる期待値は16.67%であった。

図3より、6つの質問（パン・数字・屋台・そば・山・元素）では、特定の選択肢に選択が比較的大きく偏っていた。時間差表示の誘導効果を検証するためには、選択の偏りができるだけ小さいことが望ましいため、これらの質問におけるデータは分析対象から除外した。そして、残りの9つの質問（花・果物・国・世界遺産・野菜・パスタ・動物・ケーキ・料理）におけるデータを分析に使用した。

以上より、最終的な分析対象のデータ数は、先行表示が13,404件（先行表示あり4,446件、先行表示なし8,958件）、遅延表示が13,386件（遅延表示あり4,358件、遅延表示なし9,028件）となった。

3.2.2 選択率と選択時間

表1は、分析対象としたデータ全体における時間差表示を行った選択肢の選択率を示している。先行表示は平均選択率が18.83%と期待値を上回った一方、遅延表示では平均選択率が16.31%であり、期待値と同程度であった。このことから、「6択の選択肢のうち1つを時間差表示するとき、ひとは時間差表示された選択肢を選びやすい」という仮説について、先行表示は仮説通りの結果となったが、遅延表示は仮説と異なる結果となった。先行表示を行った試行数は4,446であるため、先行表示した選択肢の選択率18.83%における95%信頼区間は約17.65%から約20.01%の範囲である。また、遅延表示を行った試行

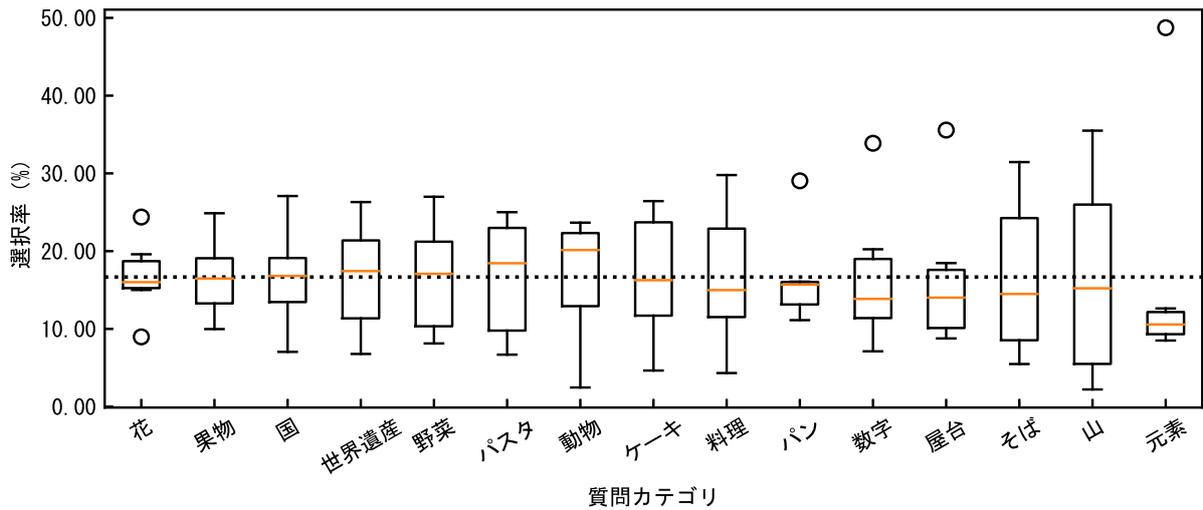


図 3: 誘導効果の検証用に用いた各質問における選択肢ごとの選択率のばらつき。

表 1: 時間差表示した選択肢の選択率.

時間差 (s)	先行表示 (%)	遅延表示 (%)
0.1	18.09	17.33
0.2	19.78	16.50
0.3	18.62	15.13
平均	18.83	16.31

数は 4,358 であるため、遅延表示した選択肢の選択率 16.31%における 95%信頼区間は約 15.21%から約 17.41%の範囲である。

二項分布を用いると、6 択の状況において特定の選択肢の選択率が $a\%$ 以上になる確率は、次のように計算できる。なお、 n は試行回数、 k は試行回数の $a\%$ に相当する数を表す。

$$P(X \geq k) = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} \frac{n!}{i!(n-i)!} \left(\frac{1}{6}\right)^i \left(1 - \frac{1}{6}\right)^{n-i}$$

先行表示を行った試行数 n は 4,446 であるため、先行選択肢の選択率が 18%以上になる確率は約 0.88%である (図 4)。一方で、遅延表示を行った試行数 n は 4,358 であるため、遅延選択肢の選択率が 16%以上になる確率は約 87.97%である (図 5)。

表 2 は、時間差表示を行わなかったとき、時間差表示を行い対象の選択肢が選ばれたとき、時間差表示を行ったが対象以外の選択肢が選ばれたときの平均選択時間をそれぞれ示している。本実験では、質問ページから選択ページへと遷移した瞬間から、選択肢が選ばれるまでの時間を選択時間として記録した。

時間差表示を行わなかったときにおける、先行表示実験の平均選択時間の標準偏差は

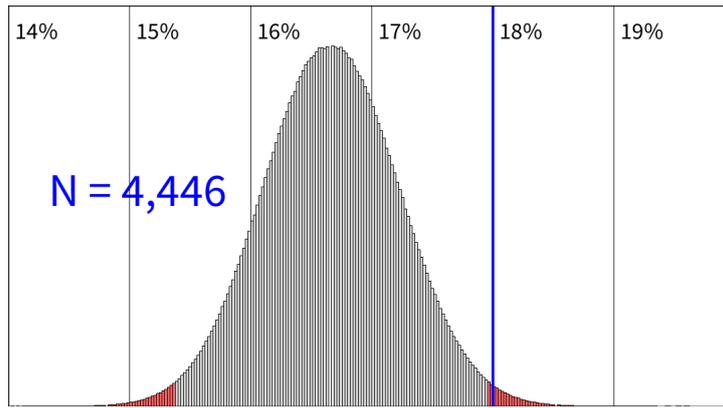


図 4: 6 択の選択肢からランダムに 1 つを選ぶという試行を 4,446 回（先行表示を行った回数）シミュレーションして、特定の選択肢が選ばれた確率を求め、そのシミュレーションを 1,000 万回繰り返したときの選択率の分布。赤色の部分は両側 2% 区間を示している。

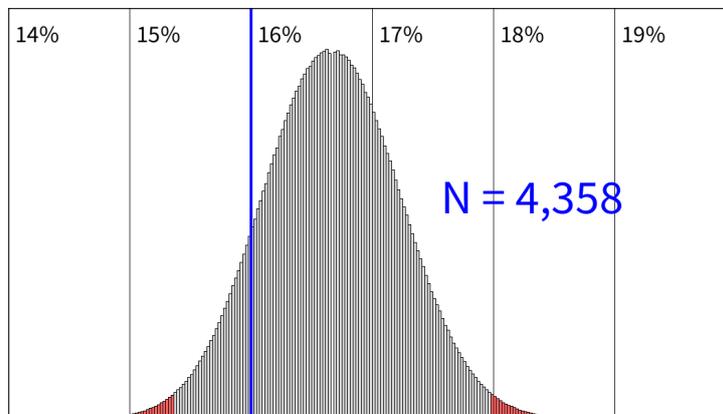


図 5: 6 択の選択肢からランダムに 1 つを選ぶという試行を 4,358 回（遅延表示を行った回数）シミュレーションして、特定の選択肢が選ばれた確率を求め、そのシミュレーションを 1,000 万回繰り返したときの選択率の分布。赤色の部分は両側 2% 区間を示している。

1.60 であり、遅延表示実験では標準偏差が 1.58 であった。先行表示では、先行表示を行い対象の選択肢が選ばれたときに、時間差表示を行わなかったときよりも選択時間が短いことがわかった。また、先行表示を行ったが対象以外の選択肢が選ばれたときには、時間差表示を行わなかったときよりも選択時間が長いことがわかった。遅延表示については、3 つの間で選択時間に差はみられなかった。

3.2.3 各位置の選択率

図 6 は、先行表示と遅延表示の各実験において、時間差表示を行わなかったときの位置ごとの選択率を示している。時間差表示を行わなかったとき、先行・遅延の両実験とも中央上の選択肢がやや選ばれやすかった。その他の位置については、期待値と同程度の

表 2: 時間差表示を行わなかったときと、行ったときの平均選択時間.

	先行表示 (s)	遅延表示 (s)
時間差表示なし	4.13	4.06
時間差対象を選択	3.97	4.03
時間差対象以外を選択	4.36	4.10

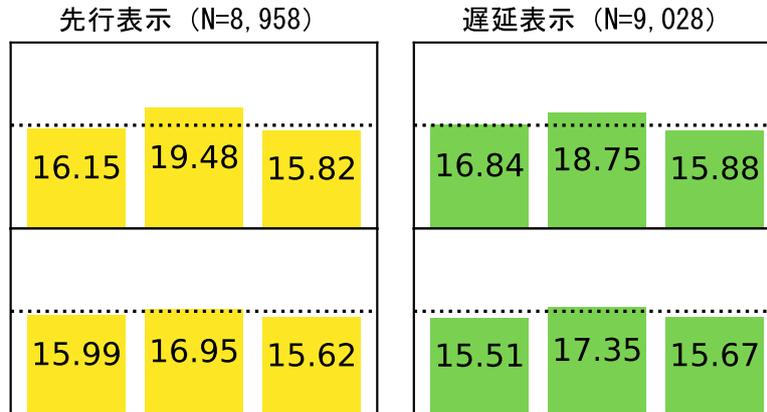


図 6: 時間差表示を行わなかったときの位置ごとの選択率 (%). 点線は期待値 (16.67%) を示している.

選択率であった.

次に、各位置で時間差表示を行ったときに、時間差表示した選択肢が選ばれた割合（例えば、左上の選択肢を先行表示したときに、左上が選ばれた割合）を図7に示す。先行表示においては、6つの位置すべてで期待値を上回っており、特に右下で先行表示を行ったときに選ばれやすかった。一方、遅延表示においては、右上の選択肢を遅延表示したときに選ばれにくく、その他の位置では期待値と同程度であった。

時間差の長さや位置による誘導効果の変化について調べるため、各位置で時間差表示を行ったときに対象の選択肢が選ばれた割合を時間差ごとに分けて求めた。図8より、左上や左下、中央上や右下でそれぞれ0.2秒早く先行表示を行ったときや、中央下や右下で0.3秒早く先行表示を行ったときに対象の選択肢の選択率が20%を超えた。また、選択率が期待値を大きく下回る条件はなかった。図9より、遅延表示においては、0.1秒遅く左上を表示したときや、0.2秒遅く中央上あるいは中央下を表示したときに対象の選択肢の選択率が20%を超えた。一方、0.1秒遅く右上を表示したときや、0.2秒遅く右上を表示したとき、0.3秒遅く右下を表示したときは、対象の選択率が13%を下回った。

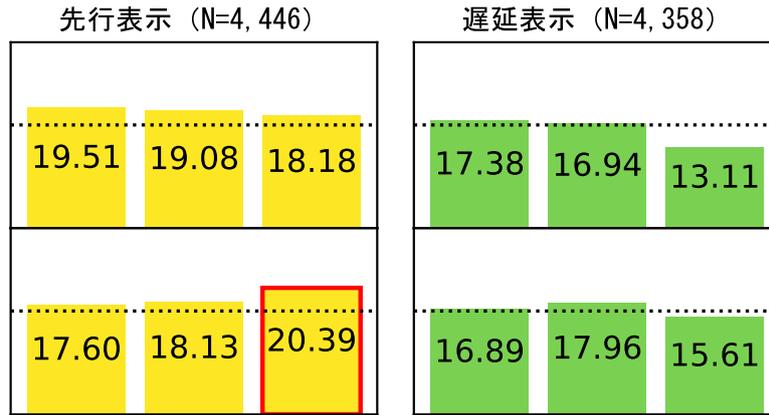


図 7: 時間差表示を行った選択肢の位置ごとの選択率 (%)。選択率が20%以上であった位置には赤枠を付与している。

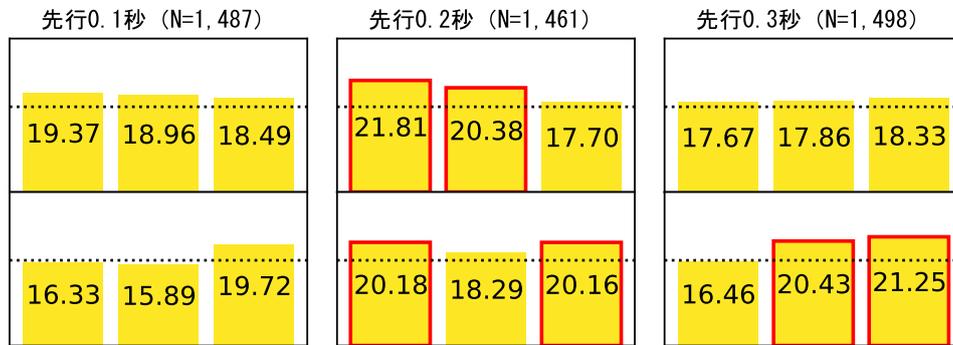


図 8: 先行表示した選択肢の位置ごとの選択率 (%)。選択率が20%以上であった位置には赤枠を付与している。

3.3 考察

3.3.1 時間差表示の選択誘導効果

先行表示については、先行表示した選択肢の平均選択率が18.83%と期待値を上回り、95%信頼区間は約17.65%から約20.01%の範囲であった。信頼区間に期待値(16.67%)が含まれていないことに加え、二項分布を用いると選択率が18%以上になる確率は約0.88%と非常に低く、偶然によるものではないと考えられるため、先行表示が選択行動を誘導する可能性が示唆された。一方、遅延表示については、遅延表示した選択肢の平均選択率が16.31%と期待値と同程度であり、95%信頼区間は約15.21%から約17.41%の範囲であった。信頼区間に期待値が含まれていることに加えて、二項分布を用いると選択率が16%以上になる確率は約87.97%と高い確率で生じることが示されたため、遅延表示は選択行動を誘導しない可能性が示唆された。

先行表示と遅延表示において選択誘導効果の違いがみられた理由の一つとして、初頭効

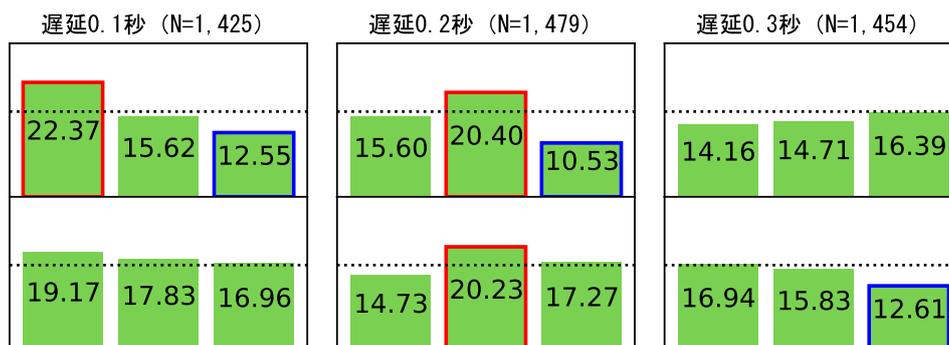


図9: 遅延表示した選択肢の位置ごとの選択率 (%). 選択率が20%以上であった位置には赤枠を、13%未満であった位置には青枠を付与している。

果の影響が考えられる。初頭効果とは、最初に目についたものが強く印象に残るというもので、本章で行った実験のような視覚的調査で生じやすいことが報告されている [70]。先行表示の場合は、先に表示される選択肢が1つのみであったため、その選択肢に注意が向き、初頭効果によって強く印象に残った結果、選ばれやすくなったと考えられる。一方、遅延表示の場合は、先に5つの選択肢が同時に提示されたため注意が分散し、後から表示される選択肢に注意が大きく引きつけられなかった可能性が考えられる。

時間差表示を行うとき、通常よりもすべての選択肢が表示されるまでに時間がかかるため、時間差表示を行ったときの平均選択時間は、時間差表示を行わなかったときと比べて長くなると予想される。実際に、先行表示した選択肢が選ばれなかったときの選択時間は、先行表示を行わなかったときと比べて0.23秒長かった。しかし、先行表示した選択肢が選ばれたとき、平均選択時間は先行表示を行わなかったときよりも0.16秒短かった。このことから、先行表示した選択肢が選ばれたとき、参加者は選択行動が誘導されて先行選択肢を選んだために平均選択時間が短くなったと考えられる。一方、遅延表示については、遅延表示を行わなかったとき、遅延選択肢を選んだとき、遅延選択肢を選ばなかったときのすべてにおいて平均選択時間は同程度であった。

3.3.2 位置と時間差の長さによる選択誘導効果の変化

先行表示と遅延表示の両実験において、時間差表示を行わなかったときは中央上に表示された選択肢が他の位置よりもやや選ばれやすい結果となった。これは、質問ページ(図2)に配置していたボタンが中央にあったためであると考えられる。

図7より、先行表示は右下で行ったときに他の位置で行ったときよりも選択率が高く、遅延表示は右上で行ったときに他の位置で行ったときよりも選択率が低いことから、時

間差表示は行う位置によって誘導効果が変わる可能性が示された。また、図 8、図 9 より、位置と時間差の組み合わせによっても選択誘導効果が変わる可能性が示された。例えば、遅延表示において、時間差が 0.1、0.2 秒のときの右上の選択率はそれぞれ 12.55%、10.53%と低いですが、0.3 秒右上を遅らせたときの選択率は 16.39%と期待値程度になっていた。一方、時間差が 0.1、0.2 秒のときの右下の選択率はそれぞれ 16.96%、17.27%と期待値程度であったが、0.3 秒右下を遅らせたときは 12.61%と期待値を下回っていた。

このように、同じ位置であっても時間差の長さによって選ばれやすさが変わるのには、ひとの視線の動きが関係していると考えられる。ひとはアルファベットの Z や F の向きに視線を動かす [71,72] ことが知られており、これらの動かし方と選択肢の表示タイミングの噛み合いによって選択率が変化し得る可能性がある。

3.3.3 制約

本章の実験にはいくつかの制約がある。まず、実験では選択肢をテキストで表示したため、画像選択肢を用いた場合に同様の結果が得られるとは限らない。また、選択肢数や表示の際の時間差を変えた場合に、誘導効果は変化する可能性が高いと考えられる。さらに、実験では 1 つの選択肢の表示タイミングのみを操作したが、複数選択肢の表示タイミングを操作した場合に誘導効果が変わる可能性も考えられる。本章では嗜好を問う質問を用いて時間差表示の誘導効果を検証したが、異なる状況の選択においても結果が一般化できるか、検証を行う必要がある。

第4章 音声の発話速度操作による非母語話者の 選択誘導可能性の検証

VUIは音声出力と音声入力を備えたユーザインタフェースであり、音声出力と音声入力のそれぞれにおいてDPが使用される可能性がある。本章では、VUIによる音声出力に着目し、言語の壁を悪用したDPの誘導効果を検証する。

GUIでは、ユーザの使用言語と異なる言語を用いて理解を困難にし、ユーザの意図した行動を妨げるDPが存在する [4]。このようなDPはVUIにも適用される可能性があり、非母語による音声インタラクションは、VUIが多言語対応していない場合だけでなく、意図的に生み出される可能性がある。言語の壁を悪用したDPはVUIによる音声出力に使用される可能性があり、ユーザの望む行動が妨げられ、誘導されてしまう恐れがある。

そこで本章では、音声特徴のうち発話速度に焦点を当て、VUIがユーザの非母語を用いて音声提示を行う状況で意図的に異なる発話速度によって選択肢を提示することにより、ユーザの選択が誘導されるか検証する。また、ユーザの母語においても発話速度の操作による選択誘導可能性を検証することで、言語の違いによる選択誘導効果の差異を明らかにする。

本章の仮説を以下に示す。

仮説 1-1: 母語の場合は、ひとの平均的な発話速度で提示された選択肢の方が選ばれやすい

仮説 1-2: 非母語の場合は、遅い発話速度で提示された選択肢の方が選ばれやすい

仮説 2: 発話速度の違いによる選択誘導効果は、母語の場合よりも、非母語の場合の方が大きい

発話速度が遅くピッチ変化の小さい音声で提示した選択肢よりも、発話速度が速くピッチ変化の大きい音声で提示した選択肢の方が選ばれやすいことが先行研究により明らかになっている [30]。ピッチ変化の大きさが強く影響している可能性も考えられるが、先行研究 [30] より、ユーザの母語で音声提示する場合は遅い発話速度で提示するよりも、相対的に速いひとの平均的な発話速度で提示した選択肢の方が選ばれやすいと考える（仮

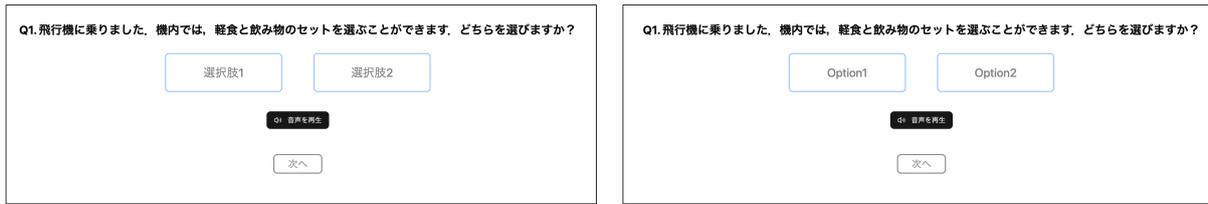


図 10: 実験に用いたシステムのスクリーンショット。左は母語条件におけるシステム、右は非母語条件におけるシステムとなっており、選択肢ボタンの表記が異なっている。また、再生ボタンを押すと、母語条件では日本語音声で選択肢が提示され、非母語条件では英語音声で選択肢が提示される。

説 1-1). 一方、非母語のリスニングには困難が生じる [65] ため、遅い発話速度で提示した方が選択肢内容を理解することができ、選ばれやすくなると考える (仮説 1-2). さらに、母語の場合は、発話速度を変化させても選択肢内容の理解は可能であると考えられるが、非母語では発話速度の変化が選択肢内容の理解に及ぼす影響はより大きくなると考えられるため、発話速度の違いによる選択誘導効果は、非母語の場合の方が大きくなると考える (仮説 2). 本章では、実験により上記の仮説を検証する。

4.1 選択の偏りが生じない質問と選択肢の選定

発話速度の操作による選択誘導可能性を検証するうえで、発話速度以外の要因によって選択に偏りが生じないようにする必要がある。そこで本節では、同一の発話速度で選択肢を音声提示する実験を行うことで、発話速度以外の要因によって選択の偏りが起こらない選択肢ペアを選定する。発話速度の違いによる選択誘導可能性を検証する実験 (4.2 節) では、本節の実験で選択が偏らなかった選択肢を使用する。

本章では、ユーザの母語と非母語において発話速度操作による選択誘導可能性を検証するため、本節の実験においても母語条件と非母語条件の 2 条件を設けて実験を実施した。実験では、母語条件を日本語、非母語条件を英語とした。

4.1.1 実験設計

実験用に実装したシステム (図 10) を用いて、15 問の各質問 (表 3) に対して 2 択の選択肢から 1 つを選び回答してもらう実験を行った。実験参加者が対象物のいくつかの属性を念頭に置いて推論する必要がある場合、2 択が最適な選択肢数であることが示されている [73, 74] ため、本実験では 2 択の選択肢で実験を実施した。

実験では、選択が求められる多様な状況を設定可能で、かつ参加者が非母語による対話に直面する状況を想像しやすくなると考え、海外旅行というシナリオを採用した。具体

表 3: 実験に用いた質問. 質問は, 母語条件, 非母語条件ともに日本語のテキストで表示した.

質問
Q1. 飛行機に乗りました. 機内では, 軽食と飲み物のセットを選ぶことができます. どちらを選びますか?
Q2. 目的地に到着しました. まず, 昼食をとるためにレストランに入りました. どちらの料理を食べますか?
Q3. 昼食を食べ終え, これから自然遺産を見に行きます. どちらに行きたいですか?
Q4. ホテルのチェックインを行います. 部屋の位置を選べると言われました. どちらが見える部屋を選びますか?
Q5. 外で夕食をとり, ホテルに戻りました. ホテルで行われるショートコンサートに参加しようと思います. どちらに興味がありますか?
Q6. 次の日になりました. ホテルで朝食をとります. どちらのパンを食べたいですか?
Q7. 朝食をとったので, これから博物館に出かけます. どちらに行きたいですか?
Q8. 昼ご飯はパスタを食べます. どちらを食べたいですか?
Q9. ご飯を食べ終え, 次に庭園に行きます. どちらに行きたいですか?
Q10. 夜ご飯を食べるレストランを決めます. どちらに行きたいですか?
Q11. ご飯を食べ終え, 夜景を見に行きます. どちらの景色を見に行きたいですか?
Q12. 最終日になりました. ホテルで朝食のメニューを選びます. どちらを食べたいですか?
Q13. ご飯を食べ終え, これからオペラを観に行きます. どちらを観たいですか?
Q14. 空港に着きました. 搭乗まで少し時間があるので空港内のカフェに行きます. どちらに行きますか?
Q15. 飛行機に乗りました. 機内で映画を見ます. どちらの映画を見たいですか?

的には, 「あなたは, これから 1 人で海外旅行に行くとして, その中で 15 個の出来事があり, それぞれの出来事に対して質問が提示されるため, 2 つの選択肢から 1 つを選んで質問に教えてください。」と参加者に指示し, 海外旅行時における選択というシナリオで各質問にクリック選択で回答してもらった.

選択肢は, 英語表記の場合に 5~7 語となるように決定し, 同一質問における選択肢間で単語数の違いが生じないようにした. また, 使用する英単語のほとんどは, 日本の高校卒業時まで学習する英単語とした.

実験後に, 音声提示された選択肢の内容を参加者が理解できたかを確認するためにアンケートを実施した. また, アンケートでは, 参加者が注意深く文章を読んでいるかを確認するために注意力確認の質問を行い, アンケートの最後に参加者の性別および年齢を取得した.

選択肢提示に用いる音声の作成には, Google Cloud Text-to-Speech を利用した¹. Google Cloud Text-to-Speech で利用可能な音声のうち, 母語条件では ja-JP-Wavenet-B を, 非母語条件では en-US-Wavenet-H を使用した. 商用の音声アシスタントには女性音声が多く採用されている [75] ため, 本章でも女性の合成音声を用いた.

本節の実験では, 2 択の選択肢の両方を人間の平均的な発話速度で提示した. 日本語の平均的な発話速度は 8.0 モーラ/秒であり [76], 英語の平均的な発話速度は 152~170WPM である [77] ことが知られているが, 英語の母語話者の平均的な発話速度は, 非母語話者にとって速く, 発話内容を正しく認識できない可能性がある. そこで, 著者が所属する

¹実験に使用した音声は, <https://github.com/yuichiroooo/exp202511> で公開している.

表 4: 実験に用いた合成音声の平均発話速度と、基本周波数の平均および標準偏差.

	平均発話速度	基本周波数の平均 (標準偏差)
母語条件 (日本語)	8.1 モーラ/秒	255.7Hz ($SD = 48.0$)
非母語条件 (英語)	139WPM	213.3Hz ($SD = 37.1$)

研究室内で英語を非母語とする日本人学生 13 名を対象にパイロットテストを実施し、非母語話者でも発話内容を理解できると考えられる発話速度に設定した。各条件に使用した音声の平均発話速度と、基本周波数の平均および標準偏差について表 4 に示す。

4.1.2 実験手順

参加者は PC を用いて実験用のシステムにアクセスした。質問は 1 問ずつ画面にテキストで表示した。母語条件では「選択肢 1」という言葉の後に 1 つ目の選択肢を音声提示し、続けて「選択肢 2」という言葉の後に 2 つ目の選択肢を音声提示した。非母語条件では、「Option 1」という言葉の後に 1 つ目の選択肢を音声提示し、続けて「Option 2」という言葉の後に 2 つ目の選択肢を音声提示した。2 つの選択肢を音声で提示する順序は、試行ごとにランダムに決定した。選択肢の内容は画面上に表示せず、母語条件の場合は「選択肢 1」「選択肢 2」、非母語条件の場合は「Option 1」「Option 2」と表記した。

参加者は、15 問の質問に対して選択を行った後、アンケートに回答した。アンケートへの回答が終わると、実験用システムは参加者に対して実験の終了を通知した。

4.1.3 参加者の募集

参加者の募集には、YCS を利用した。YCS では、対象を男性もしくは女性に限定して参加者を募集することができるため、参加者の男女比が同程度となるように、男性限定と女性限定の 2 回に分けてそれぞれ同数の参加者を募集した。実験に要する時間は 5 分程度と予想されたため、地域の賃金基準に基づき、実験参加に対する報酬として約 100 円分の PayPay ポイントを参加者のアカウントに付与した。母語条件、非母語条件ともに、参加者の対象は英語を非母語とし、日本語を母語とする成人とした。また、先に実施する母語条件の実験に参加した者は、後に実施する非母語条件の実験に参加できないようにした。

4.1.4 結果

母語条件と非母語条件の各条件で、それぞれ200名の参加者を募集した。注意力確認の質問に対する回答が適切でなかった参加者は分析対象として適切でないと考え除外し、母語条件では191名（男性96名、女性93名、未回答2名）、非母語条件では192名（男性95名、女性96名、未回答1名）を分析対象とした。

各条件における、質問ごとの選択結果を表5に示す。本章では有意水準を0.05とし、母語、非母語条件それぞれで質問ごとに選択が偏っているか二項検定を実施した。多重比較のため、 p 値はBonferroni法により補正した。二項検定の結果、母語条件では7問（Q4, Q5, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11）、非母語条件では10問（Q3, Q5, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11, Q12, Q13, Q15）において選択の偏りが生じなかった（ $p > .05$ ）。

次に、音声再生回数と、音声提示された選択肢の内容をどの程度理解できたかというアンケート項目に対する7段階リッカート尺度（1：まったく理解できなかった、7：すべて理解できた）による回答結果を表6に示す。音声の再生回数については、母語条件と非母語条件の間で大きな差はみられなかった。選択肢内容の理解度については、母語条件と比べて非母語条件の方が低いものの、7段階のうち平均4.33（ $SD = 1.44$ ）であったため、合成音声の発話速度が過度に速かったり、選択肢の英単語が過度に難解であったりした可能性は低いと考えられる。

4.2節の実験では、本節の実験で母語、非母語条件ともに選択の偏りが生じなかった5つ（Q5, Q7, Q8, Q10, Q11）の質問を発話速度操作による選択誘導可能性を検証するための質問として使用し、他の10問は実験意図を気付かれないようにするためのダミーの質問として実験に使用する。

4.2 発話速度の操作による選択誘導実験

本節では、発話速度の操作による選択誘導可能性を、母語の場合と非母語の場合でそれぞれ検証し、結果を比較する。4.1節の実験と同様、英語を非母語とし、日本語を母語とする成人を参加者の対象とし、母語条件を日本語、非母語条件を英語とした。

4.2.1 実験設計

実験用のシステム（図10）を用いて、質問に対して2択の選択肢から1つを選び回答してもらった。4.1節と同様に、参加者には海外旅行時における選択というシナ

表 5: 母語条件と非母語条件における各質問の選択結果. 質問番号の順に結果を示している. 選択肢を日本語で示しているものは母語条件の結果であり, 英語で示しているものは非母語条件の結果である. 選択回数に偏りがあるか二項検定を行い, 多重比較のため p 値の補正に Bonferroni 法を用いた.

選択肢 (選択数)	p 値
チョコクッキーとコーヒー ($N = 119$) / チョコクッキーと紅茶 ($N = 72$)	.012
Chocolate cookies with a cup of coffee ($N = 123$) / Chocolate cookies with a cup of tea ($N = 69$)	.002
グリルチキンとご飯とサラダ ($N = 140$) / グリルフィッシュとご飯とサラダ ($N = 51$)	< .001
Grilled chicken with rice and salad ($N = 148$) / Grilled fish with rice and salad ($N = 44$)	< .001
滝のある美しい自然遺産 ($N = 147$) / 森のある美しい自然遺産 ($N = 44$)	< .001
Beautiful natural heritage with waterfalls ($N = 102$) / Beautiful natural heritage with forests ($N = 90$)	1.000
庭が見える部屋 ($N = 104$) / 街が見える部屋 ($N = 87$)	1.000
Room with a garden view ($N = 121$) / Room with a city view ($N = 71$)	.006
ジャズのショートコンサート ($N = 99$) / クラシックのショートコンサート ($N = 92$)	1.000
Short concert with jazz music ($N = 105$) / Short concert with classical music ($N = 87$)	1.000
バターとジャムを添えたクロワッサン ($N = 144$) / バターとジャムを添えた食パン ($N = 47$)	.001
Croissant with butter and jam ($N = 92$) / Bread with butter and jam ($N = 100$)	1.000
歴史を学べる地元の博物館 ($N = 112$) / 文化を学べる地元の博物館 ($N = 79$)	.305
Local museum to learn about history ($N = 99$) / Local museum to learn about culture ($N = 93$)	1.000
トマトソースとベーコンのパスタ ($N = 115$) / クリームソースとベーコンのパスタ ($N = 76$)	.087
Pasta with tomato sauce and bacon ($N = 110$) / Pasta with cream sauce and bacon ($N = 82$)	.766
バラと木のある庭園 ($N = 102$) / ラベンダーと木のある庭園 ($N = 89$)	1.000
Garden with roses and trees ($N = 118$) / Garden with lavender and trees ($N = 74$)	.028
洋食を出す伝統的レストラン ($N = 115$) / 洋食を出すモダンレストラン ($N = 76$)	.087
Traditional restaurant serving Western foods ($N = 109$) / Modern restaurant serving Western dishes ($N = 83$)	1.000
高いタワーからの街の景色 ($N = 107$) / 静かな海辺からの街の景色 ($N = 84$)	1.000
City view from a tall tower ($N = 110$) / City view from a quiet seaside ($N = 82$)	.766
卵とトーストの朝食 ($N = 118$) / フルーツとヨーグルトの朝食 ($N = 73$)	.021
Breakfast with eggs and toast ($N = 102$) / Breakfast with fruits and yogurt ($N = 90$)	1.000
古代を舞台にしたオペラ ($N = 121$) / 現代を舞台にしたオペラ ($N = 70$)	.004
Opera set in ancient times ($N = 80$) / Opera set in modern times ($N = 112$)	.375
ケーキが美味しい人気のカフェ ($N = 135$) / パフェが美味しい人気のカフェ ($N = 56$)	< .001
Popular cafe with delicious cakes ($N = 126$) / Popular cafe with delicious parfaits ($N = 66$)	< .001
心温まるコメディ映画 ($N = 136$) / ハラハラするコメディ映画 ($N = 55$)	< .001
Comedy movie with a touching story ($N = 84$) / Comedy movie with a thrilling story ($N = 108$)	1.000

リオで実験に取り組んでもらった. 質問は合計 15 問あり, 4.1 節の実験に使用した質問と同じ質問を用いた. 15 問のうち, 4.1 節の実験で母語条件, 非母語条件の両方において選択に偏りがみられなかった 5 つの質問を検証用の質問とし, 他の 10 問を実験の意図に気付かれないようにするためのダミー質問とした.

検証用の 5 問では, 選択肢を音声提示する際に, 一方を 4.1 節の実験時と同じ発話速度 (以降, 標準発話速度と呼ぶ) で, もう一方をそれよりも遅い発話速度で提示した. ダミー質問では, 2 択の選択肢のどちらも標準発話速度で提示した. 発話速度の操作によるプライバシー同意選択への影響を検証した先行研究 [32] では, 発話速度の差を 20%程度としていたため, 本節でも母語条件, 非母語条件ともに, 標準発話速度の約 0.8 倍を遅い発話

表 6: 音声再生回数と、音声提示された選択肢内容の理解度. 理解度は、7段階リッカート尺度（1：まったく理解できなかった，7：すべて理解できた）を用いた参加者の主観評価により取得した.

	音声再生回数の平均（標準偏差）	理解度の平均（標準偏差）
母語条件（日本語）	1.07 ($SD = 0.92$)	6.81 ($SD = 0.92$)
非母語条件（英語）	1.27 ($SD = 0.51$)	4.33 ($SD = 1.44$)

速度として設定した（表 7）. 実験に使用する音声は 4.1 節の実験と同じ音声を使用し、検証用の質問に使用する音声のみ、速度を操作した. 実験では、全ての質問においてどちらの選択肢を先に音声提示するか試行ごとにランダムに決定し、検証用の質問では、どちらの選択肢を遅い速度で提示するかも試行ごとにランダムに決定した.

4.2.2 実験手順

参加者は PC を用いて実験用のシステムにアクセスした. 4.1 節と同様に、質問は 1 問ずつ日本語のテキストで表示し、参加者がシステムの音声再生ボタンをクリックしたときに選択肢を音声提示した. 母語条件では日本語音声、非母語条件では英語音声再生され、参加者は音声を聞いた後に「選択肢 1/Option 1」「選択肢 2/Option 2」と表記された選択肢のいずれかをクリックした.

15 問の質問に対する選択が終了した後、参加者はアンケートに回答した. アンケートでは、音声提示された選択肢の内容を参加者がどの程度理解できたかを尋ねた. また、ユーザは VUI に潜む DP によって選択が誘導されても、懐疑心を抱かない可能性がある [31] ため、参加者がどの程度自身の選択をコントロールできたと感じているかを尋ねた. アンケートの途中では、参加者が注意深く質問を読んでいることを確かめるために注意力確認の質問を行い、アンケートの最後に参加者の性別と年齢を回答してもらった.

4.2.3 参加者の募集

参加者の募集には YCS を利用し、母語条件、非母語条件の各実験において男性限定と女性限定の 2 回に分けてそれぞれ参加者の募集を行うことで、参加者の男女比が同程度となるようにした. 本節の実験に要する時間は 5 分程度と予想されたため、地域の賃金基準に基づき、実験参加に対する報酬として約 100 円分の PayPay ポイントを参加者のアカウントに付与した. 参加者の対象は、英語を非母語とし、日本語を母語とする成人であり、4.1 節の実験に参加した者は本節の実験に参加できないようにした. また、先に実

表 7: 検証用の質問における選択肢提示時の発話速度の違い. 4.1 節の実験時の発話速度を標準発話速度とし, その約 0.8 倍の速度を遅い発話速度とした.

	標準発話速度	遅い発話速度
母語条件 (日本語)	8.1 モーラ/秒	6.6 モーラ/秒
非母語条件 (英語)	139WPM	113WPM

施する母語条件の実験に参加した者は, 後に実施する非母語条件の実験に参加できないようにした.

4.2.4 結果

母語条件, 非母語条件の各条件でそれぞれ 200 名の参加者を募集し, 注意力確認の質問に対する回答が適切でなかった参加者は分析対象から除外した. 本節では, 母語条件 175 名 (男性 93 名, 女性 81 名, 未回答 1 名), 非母語条件 177 名 (男性 91 名, 女性 85 名, 未回答 1 名) によるデータを分析対象とした.

各条件において, 検証用の 5 つの質問でそれぞれ 2 択の各選択肢が選ばれた合計回数を求め, 二項検定を行ったところ, 母語条件ではどの質問においても選択の偏りがみられなかった ($p > .05$). 一方, 非母語条件では 2 つの質問 (Q5, Q10) で選択に偏りがみられた ($p < .05$). なお, 多重比較のため, Bonferroni 法を用いて p 値を補正した. 非母語条件で選択に偏りが生じた 2 つの質問は, 発話速度の違いによる選択誘導可能性を検証するうえで適切ではないと考え除外し, 選択に偏りがなかった 3 問のデータについて分析する.

条件ごとに, 標準発話速度で音声提示された選択肢が選ばれた合計回数と, 遅い発話速度で音声提示された選択肢が選ばれた合計回数を表 8 に示す. 選択に偏りがあるか二項検定を行った結果, どちらの条件においても有意差は認められず ($p > .05$), 仮説 1-1 と仮説 1-2 は支持されなかった. また, 両条件において誘導効果はみられなかったため, 仮説 2 も支持されなかった.

母語条件で発話速度を操作した検証用の 5 問について, 参加者ごとに標準発話速度で提示された選択肢を選んだ質問数と, 遅い発話速度で提示された選択肢を選んだ質問数を求めた結果を図 11 に示す. また, 非母語条件についても, 分析対象とした 3 問の検証用質問において標準発話速度で提示された選択肢が選ばれた質問数と, 遅い発話速度で提示された選択肢が選ばれた質問数を参加者ごとに求めた結果を図 12 に示す. 母語条件は, 標準発話速度の場合と遅い発話速度の場合の選択質問数の分布が類似していた. 一

表 8: 標準発話速度で音声提示された選択肢が選ばれた回数と、遅い発話速度で音声提示された選択肢が選ばれた回数. 選択回数に偏りがあるか二項検定を実施した.

	標準発話速度で提示	遅い発話速度で提示	<i>p</i> 値
母語条件 (日本語)	434 回	441 回	.839
非母語条件 (英語)	279 回	252 回	.259

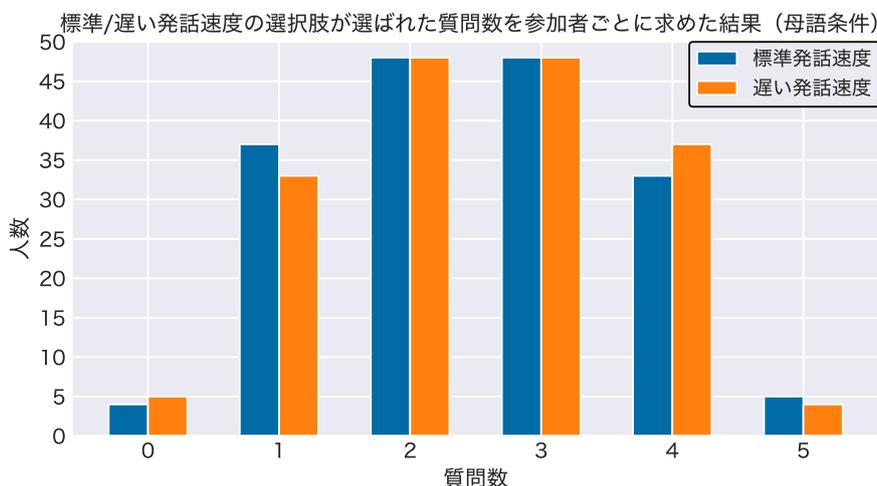


図 11: 母語条件において、発話速度の操作による選択誘導可能性を検証した 5 問のうち、標準発話速度で提示した選択肢が選ばれた質問数と、遅い発話速度で提示した選択肢が選ばれた質問数を参加者ごとに求めた結果.

方、非母語条件では、標準発話速度の場合と遅い発話速度の場合で最頻値が異なっており、分布に違いがみられた.

音声の再生回数と、アンケートに対する回答結果を表 9 に示す. 音声の再生回数については、全ての質問におけるデータを分析に使用した. 音声の再生回数と選択肢内容の理解度については、4.1 節の実験と同様の結果が得られた. 自分の選択をコントロールできていると感じたというアンケート項目に対する 7 段階リッカート尺度 (1: 強く反対する, 7: 強く同意する) を用いた評価値について、母語条件と非母語条件の間に差があるか Brunner-Munzel 検定を行った結果、有意差が認められ ($W = -12.272, p < .001$), 非母語で音声提示された場合は、母語の場合よりも自分の選択をコントロールすることが難しい可能性が示唆された.

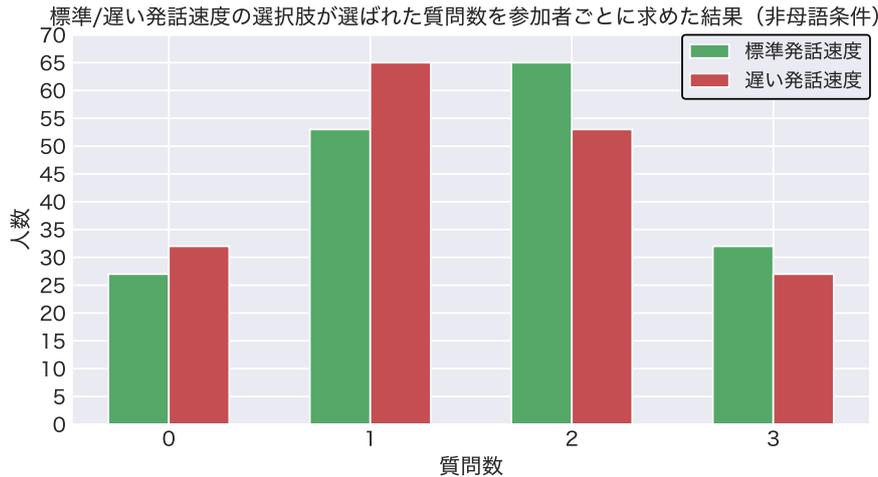


図 12: 非母語条件において、発話速度の操作による選択誘導可能性を検証した 3 問のうち、標準発話速度で提示した選択肢が選ばれた質問数と、遅い発話速度で提示した選択肢が選ばれた質問数を参加者ごとに求めた結果。

表 9: 音声再生回数と、音声提示された選択肢内容の理解度および自身の選択のコントロールに関する参加者の主観評価。理解度と選択コントロールは、7 段階リッカート尺度による回答結果となっており、値が大きいほど理解度が高いことや自身の選択をコントロールできたことを示している。

	音声再生回数の平均 (標準偏差)	理解度の平均 (標準偏差)	選択コントロールの平均 (標準偏差)
母語条件 (日本語)	1.04 ($SD = 0.22$)	6.69 ($SD = 0.54$)	6.34 ($SD = 0.97$)
非母語条件 (英語)	1.20 ($SD = 0.46$)	4.63 ($SD = 1.34$)	5.12 ($SD = 1.31$)

4.3 考察

4.3.1 発話速度の操作による誘導

母語条件、非母語条件ともに、発話速度の操作によって選択に偏りが生じなかったため、本章の結果からは発話速度の操作が DP として機能しない可能性が示唆された。Dubiel [30] らの研究では、発話速度が速くピッチの変化が大きい音声で選択肢を提示した場合に、発話速度が遅くピッチの変化が小さい音声で提示する場合よりも選ばれやすい可能性が示されている。本章では音声のピッチを操作せず、発話速度のみを操作した場合に誘導効果がない可能性が示されたため、VUI により選択肢が音声提示される状況下では、音声のピッチがユーザの選択により強く影響する可能性が考えられる。また、Dubiel [30] らは、一方の音声の発話速度を 180WPM、もう一方の音声を 100WPM に設定しており、発話速度の差が大きかったが、本章では非母語条件における標準発話速度を 139WPM、遅い発話速度を 113WPM と設定し、発話速度の差は小さかった。この発話速度の差が異なると、選択誘導効果は変化する可能性がある。

全体として発話速度の操作による誘導効果はみられなかった一方で、母語条件、非母語条件ともに分析対象とした誘導検証用質問のうち、多くの質問で標準あるいは遅い発話速度によって提示された選択肢を選んだ参加者が一定数いることが確認された。GUIにおけるDPによって行動を誘導されやすいユーザ層が存在する [50] ように、発話速度の操作によって選択を誘導されやすいユーザが存在する可能性も考えられる。本章の実験では参加者の英語習熟度を取得していなかったが、今後は英語習熟度もあわせて取得することで、言語障壁を悪用したデザインの誘導効果と言語習熟度の関係性について調査したいと考えている。

4.3.2 言語の違いによる選択への影響

参加者ごとに標準/遅い発話速度で提示された選択肢を選んだ質問数を求めた結果（図 11, 12）、母語条件では分布形状に違いがみられなかったが、非母語条件では最頻値が異なり分布に違いがあった。また、4.1 節の実験と 4.2 節の実験の両方で、意味は同じであるにも関わらず、母語条件で選択に偏りが生じず、非母語条件では選択が偏った質問があり、その逆も存在した。これらのことから、言語が異なることによって、ユーザの選択傾向が変化する可能性が考えられる。本章では発話速度に着目したが、選択肢自体の聞き取りやすさがユーザの選択に影響する可能性がある。例えば、聞き取りやすい選択肢を遅い発話速度で提示し、聞き取りづらい選択肢を標準あるいは速い発話速度で音声提示した場合に、非母語話者は聞き取りやすく遅い発話速度で提示された選択肢を選びやすくなる可能性が考えられる。

4.2 節の実験において、非母語条件の参加者の選択肢内容の理解度は7段階中で平均 4.63 ($SD = 1.34$) と中程度であったため、正確にすべての選択肢内容を把握できていた参加者は少なかったと考えられ、選択肢内容を理解せずにランダムに選択を行った参加者が存在した可能性がある。また、非母語条件における自身の選択のコントロールについての評価値は、母語条件よりも有意に低かった ($p < .001$)。

これらのことから、言語の違いは、ユーザが情報を正しく理解した上で意思決定を行うことを阻害する可能性が高いと考えられる。言語障壁の悪用とユーザへの影響に関する知見は不足している [4, 78] ため、今後さらなる研究が必要である。

4.3.3 制約

本章にはいくつかの制約がある。まず、英語を非母語とし、日本語を母語とする成人を参加者の対象とし、母語条件を日本語、非母語条件を英語と設定したため、本章で得られた結果は、異なる文化背景のユーザや異なる言語を対象とした場合に変わる可能性がある。また、実験では海外旅行時の選択というシナリオを参加者に指示したため、異なる状況下での選択に対して、本章の結果が適用できるとは限らない。さらに、発話速度の操作による選択誘導可能性を検証した実験では、先行研究 [32] と同様に発話速度の差を 20%程度にしたが、差の大きさが異なる場合は、誘導効果が変化すると考えられる。

第5章 発音容易性の違いによる非母語話者の発話選択誘導可能性の検証

VUIは、音声入力と音声出力を用いるユーザインタフェース [33] であるが、著者が知る限り、先行研究 [30-32] は音声出力における DP のみを対象としており、音声入力に関する DP については、これまでほとんど検討されていない。そこで本章では、音声入力における潜在的な DP に着目し、その誘導効果を明らかにする。

音声入力では、選択肢の発話/発音容易性の違いを利用してユーザの選択を誘導できてしまう可能性がある。実際に、選択肢の表現 [59] や長さ [60] によって、ユーザの発話選択は誘導される可能性が示唆されている。ユーザが非母語を用いて VUI を使用するとき、操作に困難が生じる [63] ことや、精神的作業負荷が大きい [64] ことが知られているため、発話/発音容易性の違いを利用した誘導は、ユーザが非母語で発話選択する場合に、より効果を発揮する可能性がある。ユーザが非母語を用いて VUI を使用する状況は、VUI が多言語対応していない場合だけでなく、言語障壁を悪用した DP [4] によって意図的に生み出される可能性もあるため、非母語を用いた発話選択において、発話/発音容易性による選択誘導可能性を明らかにする必要がある。

本章は、音声入力における潜在的な DP の一つとして、選択肢の発音容易性の違いによる誘導可能性に着目し、ユーザが非母語で発話選択を行う場合に、選択肢の発音容易性の違いによってユーザの選択が誘導されるか検証する。

本章の仮説を以下に示す。

仮説: 英語の非母語話者は、発音容易性が高い選択肢を選びやすい

英語を母語としないユーザが英語を用いて VUI を使用するとき、母語話者と比べて精神的作業負荷が大きいこと [64] や、音声为正しく認識されない [67] ことが明らかになっている。そのため、非母語によって発話選択を行う場合は、負荷を軽減しようとし、音声認識されやすい発音の容易な選択肢を選びやすいと考える。本章では、実験により上記の仮説を検証する。

5.1 発話選択実験に用いる質問と選択肢の選定

非母語を用いた発話選択において、選択肢の発音容易性の違いによる選択誘導可能性を検証するために、発音容易性以外の要因である選択肢の人気度や知名度の差などによって選択の偏りが生じない選択肢を選定する必要がある。そこで本節では、選択肢をクリックで選ぶ場合に選択の偏りが生じない選択肢の抽出を目的とし、質問に対して 2 択の選択肢から 1 つをクリックで選び回答してもらう実験を行った。発音容易性による発話選択の誘導可能性を検証する実験 (5.2 節) では、本節のクリック選択実験において選択の偏りが生じない選択肢を使用する。

5.1.1 実験設計

実験は、実験用に実装したシステム (図 13) を使用して行った。実験では、4 章と同様に海外旅行時における選択というシナリオを採用した。具体的には、参加者に対して「あなたは、これから 1 人で海外旅行に行くとします。その中で 17 個の出来事が起こり、それぞれの出来事で質問が提示されるため、2 つの選択肢から 1 つを選んで質問に教えてください。質問は日本語で、選択肢は英語で表示されます。意味がわからない英語選択肢が出てきた場合は、調べていただいて構いません。」と指示し、用意した 17 の各質問 (表 10) に対して、2 択の選択肢から 1 つをクリック選択により回答してもらった。

17 問の質問のうち、発音容易性による選択誘導可能性を検証する実験 (5.2 節) で検証に使用するための質問は 10 問 (Q1, Q2, Q4, Q5, Q7, Q8, Q10, Q11, Q14, Q15) であり、残りの 7 問のうち 5 問 (Q3, Q9, Q13, Q16, Q17) は、実験の意図を気づかれないようにするためのダミー質問で、他の 2 問 (Q6, Q12) は参加者が注意して実験を行っていることを確かめるための質問であった。質問は 1 問ずつ表示し、質問文は日本語で、選択肢は英語で提示した。

発音容易性による誘導可能性を検証するための 10 問における 2 択の選択肢は、それぞれ発音が容易と考えられる単語と、難しいと考えられる単語を著者が選定して構成した。発音が難しいと考えられる選択肢は、先行研究 [79] により明らかになっている、日本人にとって発音するのが難しい音 (/r/ や /th/ など) を含む単語とし、反対に発音が容易と考えられる選択肢は、そのような音を含まない単語とした。単語の意味や発音についての知識が選択に影響する可能性があるため、選択肢に使用した単語の多くは、日本の高校卒業時までには学ぶ単語とし、選択肢の意味がわからない場合は、検索しても良いことを参加者に指示した。また、選択肢の長さによって発話選択が誘導される可能性がある [60]



図 13: クリック選択実験 (5.1 節) に用いた実験システム。

表 10: 実験に用いた質問。質問は日本語で表記した。

質問
Q1. これから飛行機に乗ります。チェックイン時に、どちら側の席が良いか係員に聞かれました。どちらを選びますか？
Q2. 飛行機内では軽食が提供されます。客室乗務員にどちらを食べたいか聞かれました。どちらを選びますか？
Q3. 目的地に到着しました。はじめに以下のどちらかに行くことができます。どちらを選びますか？
Q4. 次に、以下のどちらかを見に行きます。どちらを選びますか？
Q5. 宿泊しているホテルで夕食をとります。食事形式を選ぶことができ、ウェイターにどちらが良いか聞かれました。どちらを選びますか？
Q6. 目覚まし時計をセットしてから寝ます。この質問では、Seven という選択肢を選んでください。
Q7. 次の日の朝になりました。ホテルで朝食をとります。ウェイターにどちらのパンを食べたいか聞かれました。どちらを選びますか？
Q8. 今日は世界遺産を見に行きます。どちらの遺産を見たいですか？
Q9. 昼食をとるためにカフェに入りました。店員にどちらの席が良いか聞かれました。どちらを選びますか？
Q10. 昼食の注文をします。どちらを食べたいですか？
Q11. ショッピングをするために、アパレルショップに入りました。どちらを買いたいですか？
Q12. 喉が渇いたので、自動販売機で飲み物を買います。この質問では、Juice という選択肢を選んでください。
Q13. 夜になりました。ホテルの近くのレストランで夕食をとります。どちらの料理を食べたいですか？
Q14. 旅行の最終日になりました。まずは以下のどちらかに行きます。どちらを選びますか？
Q15. 次に、以下のどちらかを観に行きます。どちらを選びますか？
Q16. 空港に着きました。家族へのお土産を買います。どちらを買いますか？
Q17. 帰りの飛行機に乗りました。機内食を選ぶことができます。どちらを選びますか？

ため、発音容易性による選択誘導可能性を検証する 10 問については、同一質問の選択肢間で出来るだけ文字数の差が生じないようにした。2 択の選択肢は横並びに表示し、各選択肢を左右のどちらに表示するかは質問ごとにランダムに決定した。なお、実験に用いた 17 の質問は時系列で起こる出来事に対する質問としたため、質問の提示順序は参加者間で同一とした。

参加者が 17 の質問すべてに対して選択を終えた後、実験に使用した英語選択肢の単語難易度が適切であるか、また 2 択の選択肢間で発音容易性が異なっているかを確認するためにアンケートを実施した。アンケートでは最初に、実験で提示された英語選択肢のうち知っている単語がどの程度あったかを 7 段階リッカート尺度を用いて回答してもらった。次に、発音容易性による選択誘導可能性を検証するための 10 問で提示された 2 つの

英語選択肢について、どちらの選択肢の発音がより難しいと感じるか回答してもらった。アンケートの途中では、参加者がアンケート項目をよく読んで回答していることを確かめるために、注意力確認の質問を実施し、アンケートの最後に、参加者の性別と年齢を回答してもらった。

5.1.2 実験手順

参加者は、PC を用いて Google Chrome を利用し、実験用のシステムにアクセスした。実験用システムは最初に実験の概要や、実験参加の条件、実験を行う際の注意点についての説明が記載されたページを表示した。参加者が説明を読み、参加に同意して設置されたボタンをクリックすると、実験のシナリオに関する指示（5.1.1 項）が記載されたページに遷移した。参加者がシナリオについての説明を読み、ボタンをクリックすると、実験が開始となり 1 つ目の質問と選択肢が表示された。参加者が質問への回答をクリック選択で行い、「次へ」のボタンを押すと 2 つ目の質問と選択肢が表示された。このようにして、参加者が計 17 の質問に対して選択を終えると、システムはアンケートのページへと遷移した。そして、参加者がすべてのアンケート項目に対して回答を終えて設置されたボタンをクリックすると、システムは実験の終了を知らせるページに遷移した。

5.1.3 参加者の募集

参加者の募集には、YCS を利用した。参加者の男女比が同程度となるように、男性限定と女性限定の 2 回に分けてそれぞれ同数の参加者を募集した。パイロットテストにより実験時間は 5 分程度と予想されたため、地域の賃金基準に基づき、実験参加に対する報酬として約 100 円分の PayPay ポイントを参加者のアカウントに付与した。本章では、日本人にとって発音が苦手な音を含む単語の選択肢を発音が難しい選択肢としているため、参加者の対象は、英語の非母語話者である日本人の成人とした。

5.1.4 結果

参加者は 200 名であり、実験時間の平均は約 3 分 57 秒であった。注意力確認のタスクをクリアしていない参加者や、実験時間が他の参加者と比べて極端に短い参加者は分析対象として適切でないと考えて除外した。本論文では、Rousseuw ら [80] の基準に従い、全参加者の実験時間の第一四分位数から四分位範囲の 1.5 倍の値を引いた時間よりも、実験

表 11: 発音容易性による選択誘導可能性を検証する 10 問において、クリック選択で発音の容易な選択肢と発音の難しい選択肢が選ばれた回数。選択回数に偏りがあるかは二項検定を行い、多重比較のため p 値の補正には Bonferroni 法を用いた。

質問番号	発音が容易な選択肢 (選択数)	発音が難しい選択肢 (選択数)	p 値
Q1	Window ($N = 148$)	Aisle ($N = 33$)	< .001
Q2	Cookie ($N = 105$)	Crisps ($N = 76$)	.371
Q4	Palace ($N = 39$)	Castle ($N = 142$)	< .001
Q5	Set menu ($N = 64$)	Buffet ($N = 117$)	< .001
Q7	Bread ($N = 96$)	Croissant ($N = 85$)	1.000
Q8	Natural heritage ($N = 103$)	Cultural heritage ($N = 78$)	.741
Q10	Hot dog ($N = 45$)	Sandwich ($N = 136$)	< .001
Q11	Bag ($N = 69$)	Clothes ($N = 112$)	.017
Q14	Garden ($N = 104$)	Harbor ($N = 77$)	.530
Q15	Concert ($N = 96$)	Theater ($N = 85$)	1.000

時間が短かった参加者を分析対象から除外した。除外の結果、本節では 181 名の参加者によるデータを分析対象とした。181 名のうち、男性は 89 名、女性は 88 名、トランスジェンダーは 1 名、ノンバイナリーや他のジェンダーはともに 0 名、未回答は 3 名であった。

発音容易性による選択誘導可能性を検証する実験 (5.2 節) で使用するための 10 の質問において、それぞれ 2 択の各選択肢の選ばれた回数を求め、選択に偏りがあるか二項検定を行った (表 11)。多重比較を行ったため、 p 値は Bonferroni 法により補正した。また、有意水準は 0.05 とした。二項検定の結果、10 問のうち 5 問 (Q1, Q4, Q5, Q10, Q11) は選択が有意に偏っており ($p < .05$)、残りの 5 問 (Q2, Q7, Q8, Q14, Q15) については選択の偏りに有意差は認められなかった ($p > .05$)。実験後に実施したアンケートで、実験に使用された英語選択肢のうち、知っている単語がどの程度あったかを参加者に 7 段階 (1: すべて知らなかった, 7: すべて知っていた) で評価してもらった結果、平均値は 5.72 ($SD = 0.96$) であった。このことから、参加者は多くの英語選択肢の意味を理解していたと考えられるため、英単語の知識による選択への影響は小さいと言える。

上記と同様の 10 問における 2 択の英語選択肢に対して、実験後のアンケートで「2 つのうち、どちらの発音がより難しいと感じますか?」と尋ねた。参加者が回答した結果を表 12 に示す。発音がより難しい選択肢として選ばれた回数に偏りがあるか二項検定を行い、多重比較のため Bonferroni 法により p 値の補正を行った結果、10 問中 9 問 (Q1, Q2, Q5, Q7, Q8, Q10, Q11, Q14, Q15) において選択の偏りに有意差が認められた ($p < .001$)。このことから、有意差があった 9 問については、選択肢間で発音容易性が異なっていたと言える。

表 12: 発音容易性による選択誘導可能性を検証する 10 問において、2 択の選択肢のうち、どちらの発音がより難しいと感じるかをアンケートで尋ねた結果。選択数に偏りがあるかは二項検定を行い、多重比較のため p 値の補正には Bonferroni 法を用いた。

質問番号	選択肢内容と選択数	p 値
Q1	Window ($N = 10$) / Aisle ($N = 171$)	< .001
Q2	Cookie ($N = 24$) / Crisps ($N = 157$)	< .001
Q4	Palace ($N = 89$) / Castle ($N = 92$)	1.000
Q5	Set menu ($N = 17$) / Buffet ($N = 164$)	< .001
Q7	Bread ($N = 7$) / Croissant ($N = 174$)	< .001
Q8	Natural heritage ($N = 25$) / Cultural heritage ($N = 156$)	< .001
Q10	Hot dog ($N = 26$) / Sandwich ($N = 155$)	< .001
Q11	Bag ($N = 6$) / Clothes ($N = 175$)	< .001
Q14	Garden ($N = 30$) / Harbor ($N = 151$)	< .001
Q15	Concert ($N = 32$) / Theater ($N = 149$)	< .001

本節の実験によって、発音容易性が異なっており、クリック選択では選択に偏りが生じない 2 択の選択肢ペアと質問 (Q2, Q7, Q8, Q14, Q15) を抽出することができた。発音容易性の違いによる誘導可能性を検証する発話選択実験 (5.2 節) には、抽出した 5 つの質問とそれらの選択肢を用いる。

5.2 発話選択時における選択の偏りの検証

選択肢の発音容易性の違いによる発話選択の誘導可能性を検証するため、5.1 節の実験により選定した質問を用いて、発話選択実験を行った。

5.2.1 実験設計

実験は、実験用に実装したシステム (図 14) を用いて行った。実験用システムは 5.1 節の実験で使用したシステムをベースとし、発話によって選択が行えるように変更した。発話内容の認識には Web Speech API を用いた。

5.1 節の実験と同様に、参加者に「あなたは、これから 1 人で海外旅行に行くとして、その中で 12 個の出来事が起こり、それぞれの出来事で質問が提示されるため、2 つの選択肢から 1 つを音声で選び、質問に答えてください。質問は日本語で、選択肢は英語で表示されます。英語選択肢の意味を知らなかったり、発音がわからなかったりする場合は、調べていただいて構いません。」と指示し、12 の質問に対して 2 択の選択肢から 1 つ



図 14: 発話選択実験 (5.2 節) に用いた実験システム。

を発話選択により回答してもらった。質問は 1 問ずつ表示し、質問文は日本語で、選択肢は英語で提示した。

12 問のうち 5 問は発音容易性による選択誘導可能性を検証する質問であり、5.1 節の実験結果を踏まえて選定した 5 問を用いた。残りの 7 問のうち 5 問は実験の意図を気づかれないようにするためのダミー質問で、他の 2 問は参加者が注意して実験を行っていることを確かめるための質問であった。本節の実験では、時系列で起こる出来事の順序として適切となるように、質問の一部の表現を、選択への影響が変わらないように配慮した上で、5.1 節の実験から変更した。2 択の各選択肢の表示位置は質問ごとにランダムに決定し、質問の提示順序は参加者間で同一とした。

発話選択の際、システムの認識した発話内容が選択肢と一致せず、参加者が実験を終えることができない可能性がある。そこで本節の実験では、必ず 2 回目の発話試行時に選択肢が選ばれるようにした。1 回目の発話時は、認識した発話内容と選択肢内容の完全一致により選択の判定を行い、2 回目の発話時は、認識した発話内容と 2 択の各選択肢内容のレーベンシュタイン距離を求め、より類似度が高い選択肢を発話された選択肢として決定した。レーベンシュタイン距離とは、2 つの文字列がどの程度異なっているかを示す距離であり、値が小さいほど類似度が高いことを表す。なお、認識された選択肢が参加者の選ぼうとした選択肢とは異なる可能性もあるため、一度認識された場合でも参加者が再度選択を行えるようにした。また、参加者が正確な発音を試みなくなることを防ぐために、2 回目の発話時にいずれかの選択肢が選ばれるようにしていることは、参加者に知らせなかった。

参加者が 12 の質問に対して選択を終えた後に、選択肢に用いた英単語の意味を参加者

がどの程度知っていたか、また発話選択の難しさについて取得するためにアンケートを実施した。アンケートでは最初に、表示された英語選択肢の中に知っている単語がどの程度あったか、また発話選択がどの程度難しかったかを、それぞれ 7 段階リッカート尺度を用いて回答してもらった。次に、参加者が注意してアンケート項目を読んでいることを確かめるための質問を行い、最後に性別と年齢を答えてもらった。

5.2.2 実験手順

参加者は、PC を用いて Google Chrome を使用し、実験用のシステムにアクセスした。実験用システムは最初に実験の概要や参加条件、注意事項を表示し、参加者はマイクを使用できることを確かめるために、システムで用意された音声テストを行った。参加者がマイクを使用できることを確認し、実験参加に同意して設置されたボタンをクリックすると、実験のシナリオに関する説明と、発話選択の練習タスクが表示された。参加者がシナリオについての説明を読み、練習タスクを完了して実験開始ボタンを押すと、1 つ目の質問と選択肢が表示された。参加者は質問への回答を発話選択により行った。参加者が 12 問の質問に対する回答を終えると、システムはアンケートページへと遷移した。参加者がすべてのアンケート項目に対して回答を終え、設置されたボタンを押すと、システムは実験の終了を知らせるページに遷移した。

5.2.3 参加者の募集

参加者の募集には YCS を利用した。参加者の男女比が同程度となるように、男性限定と女性限定の 2 回に分けてそれぞれ同数の参加者を募集した。パイロットテストにより実験時間は 5 分程度と予想されたため、地域の賃金基準に基づき、実験参加に対する報酬として約 100 円分の PayPay ポイントを参加者のアカウントに付与した。参加者の対象は、英語の非母語話者である日本人の成人とし、5.1 節の実験に参加した者は、本実験に参加できないようにした。

5.2.4 結果

参加者は 200 名であり、実験時間の平均は約 3 分 44 秒であった。注意力確認のタスクをクリアしていない参加者は、分析対象として適切でないと考えて除外し、本節では 106 名の参加者によるデータを分析対象とした。106 名のうち、男性は 51 名、女性は 55 名で、

表 13: 発音容易性による選択誘導可能性を検証した 5 問において、発話選択で発音の容易な選択肢と発音の難しい選択肢が選ばれた回数。選択回数に偏りがあるかは二項検定を行い、多重比較のため p 値の補正には Bonferroni 法を用いた。

質問文 (一部省略)	発音が容易な選択肢 (選択数)	発音が難しい選択肢 (選択数)	p 値
Q1. 軽食はどちらを食べたいか聞かれました。どちらにしますか?	Cookie ($N = 90$)	Crisps ($N = 16$)	< .001
Q4. 朝食をとります。どちらのパンを選びますか?	Bread ($N = 68$)	Croissant ($N = 38$)	.023
Q5. 世界遺産を見に行きます。どちらを見たいですか?	Natural heritage ($N = 80$)	Cultural heritage ($N = 26$)	< .001
Q9. 最終日に 2 つのどちらかに行きます。どちらを選びますか?	Garden ($N = 70$)	Harbor ($N = 36$)	.006
Q10. 次に 2 つのうちどちらかを観に行きます。どちらにしますか?	Concert ($N = 53$)	Theater ($N = 53$)	1.000

トランスジェンダーやノンバイナリー、他のジェンダーと回答したのはいずれも 0 名、未回答も 0 名であった。

発音容易性による選択誘導可能性を検証した 5 つの質問について、発音の容易な選択肢が選ばれた数の合計は 361、発音の難しい選択肢が選ばれた数の合計は 169 であった。これらの選択に偏りがあるか二項検定を行った結果、統計的有意差が認められた ($p < .001$) ため、「英語の非母語話者は、発音容易性が高い選択肢を選びやすい」という仮説は支持された。選択誘導可能性を検証した 5 つの質問について、2 択の各選択肢が選ばれた数を質問ごとに求めた結果を表 13 に示す。各質問において選択の偏りがあるか二項検定を行い、多重比較のため Bonferroni 法を用いて p 値の補正を行った結果、5 問中 4 問で選択の偏りに有意差が認められた ($p < .05$)。実験後に実施したアンケートで、実験に使用した英語選択肢の中に知っている単語がどの程度あったかという項目に対して 7 段階リッカート尺度 (1: すべて知らなかった, 7: すべて知っていた) を用いて参加者に回答してもらった結果、回答の平均値は 6.06 ($SD = 0.93$) であった。このことから、英単語の知識による選択の偏りへの影響は小さかったと考えられる。また、音声選択がどの程度難しかったかというアンケート項目に対する 7 段階リッカート尺度 (1: とても簡単だった, 7: とても難しかった) を用いた回答の平均値は 4.50 ($SD = 1.78$) であった。

各参加者が、選択誘導を検証した 5 つの質問のうち、何問において発音が容易な選択肢を選んだかを求めた結果を図 15 に示す。参加者は 5 問のうち、平均 3.41 問 ($SD = 1.02$) において発音の容易な選択肢を選んでいたことがわかった。また、参加者の 80% 以上が、5 問中 3 問以上で発音の容易な選択肢を選んでいたことが明らかになった。

本実験では、参加者の 1 回目の発話時に、認識された発話内容と選択肢内容の完全一致により選択の判定を行ったが、参加者が実験を終了できない可能性を考慮し、2 回目の発話時は、認識された発話内容と 2 つの選択肢内容のレーベンシュタイン距離を計算し、より類似度が高い選択肢を参加者によって発話された選択肢とみなした。参加者の 1 回目の発話時に、認識内容と選択肢内容が一致したことによって選択できた割合 (正しく認

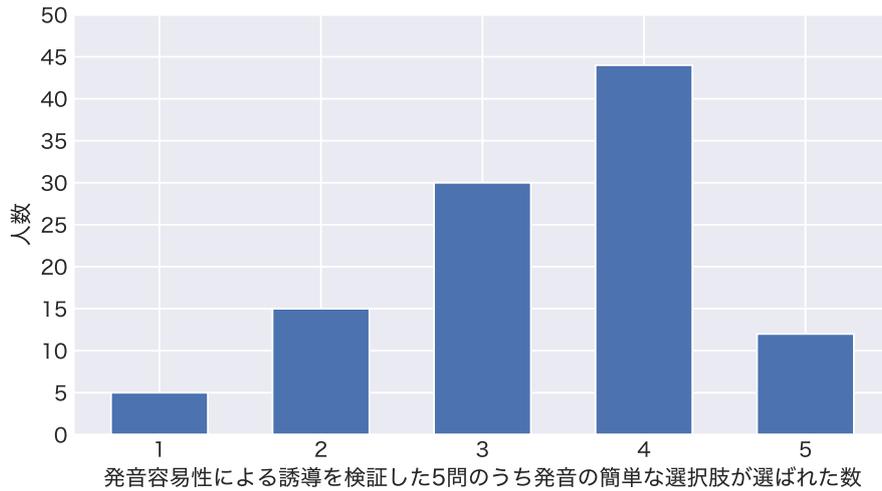


図 15: 発音容易性による選択誘導を検証した5問において、参加者ごとに発音が簡単な選択肢を選んだ質問数を求めた結果。

識できた割合)は55.1% ($N = 292$)であり、残りの44.9% ($N = 238$)については1回目で認識されなかった。2回目以降の発話時 ($N = 238$)において、参加者が1回目に選ぼうとした選択肢と最終的に選んだ選択肢が異なっていた割合を求めることで、発話選択行動の変化を分析した。参加者が1回目の発話時に選ぼうとした選択肢は、レーベンシュタイン距離を用いて推測した。複数回発話したとき ($N = 238$)に、最初に選ぼうとした選択肢と最終的に選んだ選択肢が異なっていた割合は、15.1% ($N = 36$)であった。この割合について、発音が容易な選択肢が選ばれたとき ($N = 133$)と、発音が難しい選択肢が選ばれたとき ($N = 105$)に分けてそれぞれ求めたところ、発音が容易な選択肢が選ばれたときは11.3% ($N = 15$)であった一方で、発音が難しい選択肢が選ばれたときは20.0% ($N = 21$)であった。つまり、発音の容易な選択肢を最初に選ぼうとし、認識されなかったために最終的に発音の難しい選択肢を選んだ割合の方が、その逆よりも高い傾向にあったと言える。

次に、発音が容易な選択肢が選ばれたときに発話内容と選択肢内容が完全に一致していた割合と、発音が難しい選択肢が選ばれたときに発話内容と選択肢内容が完全に一致していた割合をそれぞれ求めた。ここでは、参加者の2回目以降の発話において、認識された発話内容と選択肢内容が完全に一致していたデータも含めて分析した。発音が容易な選択肢が選ばれた回数は361回であり、そのうち発話内容と選択肢内容が完全に一致していた割合は77.01% ($N = 278$)であった。一方、発音が難しい選択肢が選ばれた169回において、発話内容と選択肢内容が完全に一致していた割合は49.70% ($N = 84$)と低いことがわかった。

5.3 考察

5.3.1 発音容易性による選択の誘導

5.2 節の発話選択実験により、発音容易性の異なる選択肢間で発話選択の偏りに統計的有意差が認められたため、非母語で発話選択する場合には選択肢の発音容易性によって選択が誘導されることが明らかとなり、DP として成立する可能性が示された。本章では、非母語の発話選択に焦点を当てたが、母語であっても方言を話すユーザはスマートスピーカを操作する際に言葉や発音を変える必要があり、認知的負担が大きい [81] ことが知られている。そのため、母語を用いた発話選択においても、発音容易性の違いによって選択を誘導できてしまう可能性がある。

発話選択実験において、1 回目の発話時に認識内容と選択肢内容が一致した割合（正しく音声認識された割合）は、わずか 55.1%であった。また、本章では、参加者が実験を確実に終わらせるようにするために、参加者の 2 回目の発話時に 2 択のいずれかの選択肢が選ばれるようにした。発音が容易な選択肢が選ばれたときに発話内容と選択肢内容が完全に一致していた割合が 77.01%であったのに対し、発音が難しい選択肢が選ばれたときに完全一致していた割合は 49.70%であったため、発話内容と選択肢内容が完全に一致しないと選択することができないような VUI デザインが使用された場合では、発音が難しい選択肢を選ぼうとしたユーザは選択に成功しない可能性が考えられる。本章の実験では、最初に発音の容易な選択肢を選ぼうとし、認識されなかったために最終的に発音の難しい選択肢を選んだ割合が、その逆（最初に発音の難しい選択肢を選ぼうとし、最終的に発音の容易な選択肢を選ぶ）よりも高い傾向がみられた。しかし、発話内容と選択肢内容が完全一致するまで選択肢を選べないようなデザインでは、ユーザは発音の難しい選択肢を選ぶことを諦め、発音の容易な選択肢を選ぶように変更する傾向が大きくなると考えられる。

GUI における選択の誘導では、選ばせたい選択肢に色をつけて目立たせたり、ボタンサイズを大きくしたりするデザイン（False hierarchy [82]）が使用されている。このような誘導戦略と比較して、発音容易性の違いを悪用した誘導は、ユーザにとって誘導の意図がわかりづらいと考えられる。ユーザは強引な DP に対して否定的な感情を抱く一方で、目立たない DP に対してはそのような感情を抱かない [58] ため、発音容易性の違いを悪用した選択の誘導に対して、ユーザは不信感を抱かない可能性があり、知らず識らずのうちに選択が誘導されてしまう可能性が考えられる。

5.3.2 言語を考慮した音声インタラクションの設計

VUI の設計には利用可能なガイドラインが少なく [83–85], デザイナが悪意なく DP を使用してしまうことも考えられる。特に, 本章で着目した発音容易性の違いを利用してユーザの選択を誘導するデザインは, デザイナが無意識のうちに使用してしまう可能性がある。本章は, 選択を誘導する言語要素の一つとして発音容易性に着目したが, 選択肢表現の難易度の違いなどによっても, ユーザの選択が誘導される可能性が考えられる。このような言語の操作によるユーザの選択行動の誘導可能性についてさらに研究を行い, デザイナが意図せず DP を使用しないために, 言語表現に関する VUI の設計ガイドラインの確立を実現する必要がある。

5.3.3 制約

本章にはいくつかの制約がある。まず, 本章では参加者の対象を, 英語を非母語とする日本人とし, 英語を用いた発話選択において発音容易性の違いを利用した選択誘導可能性について検証した。そのため, 実験で得られた結果は, 異なる言語や異なる国籍の参加者を対象としたときに変わる可能性がある。また, 本章の実験では, 海外旅行時における選択というシナリオで検証を行ったため, 異なる状況における選択に対して結果が一般化できるとは限らない。

本章では参加者の英語習熟度を取得していなかったため, 言語習熟度による誘導効果の違いについて分析することができなかった。今後は, 言語障壁を悪用したデザインの誘導効果が言語習熟度によって変化するか調査する予定である。また, 本章の発話選択実験では, 英語選択肢を提示していたが, 同一の参加者に対して日本語選択肢を提示した場合に, どの程度異なる選択を行うか検証することで, 非母語による発話選択において, 発音容易性の違いがユーザの発話選択に及ぼす影響をより詳細に明らかにすることができると思う。

第6章 総合考察

6.1 今後出現する新たな Deceptive pattern への対策に向けて

本論文では、GUIに潜むDPとなりうるデザインの一つとして選択肢の時間差表示に着目した。また、異なるインタフェースで出現可能性が考えられるDPとして、VUIにおける発話速度の違いや発音容易性の違いの悪用に着目した。選択実験の結果、時間差表示のうち先行表示がDPとして機能する可能性が示唆されたことに加え、VUIにおいて発音容易性の違いもDPとして成立する可能性が示唆された。

本論文で検証したいずれのデザインも、選ばせたい選択肢を大きく表示するといったようなデザインと比べて、誘導の意図がわかりづらく、ユーザが懐疑心を抱かずに誘導されてしまう可能性がある。また、悪意がなくともデザイナーが無意識に上記のデザインを使用してしまう可能性がある。これまで提案されてきたDPの検出手法 [7-10] はGUIの静的なDPを対象としているため、時間差表示のような動的なDPに対して適用することは難しいと考えられる。また、本論文では発音容易性の違いによる選択誘導実験において、GUIで選択肢を示し、音声によって選択肢を選んでもらったが、選択肢がVUIにより音声提示される場合には、既存の検出手法を適用することができない。そのため、GUIの動的なDPやVUIのDPを検出する手法が必要となる。しかし、新たなDPが出現する度に新たな検出手法が必要になってしまうため、出現可能性が考えられるDPについて早期に検討を重ね、今後出現するDPを考慮した規制やガイドラインを策定する必要があると考える。

DPを規制するための法律や、DPの使用を防ぐためのガイドラインを策定するうえで、DPの定義を確立することが重要となる。DPはBrignull [1] によって、「ウェブサイトやアプリにおいてユーザが意図していなかった行動をとるように仕向けるための仕掛け」と定義されているものの、研究によって使用されているDPの定義は異なっており、一貫性がないことが問題となっている [34,47,86]。この問題を解決するために、異なる分野の専門家が参照可能なDPのオントロジーが提案されている [47] が、VUIのDPなど、異なるインタフェースのDPに対してもオントロジーが適用できるとは限らない。そのた

め、このオントロジーを VUI にも適用できるように拡張する必要がある、異なるインタフェースにおいても同様に検討する必要がある。

6.2 Non-WEIRD における Deceptive pattern 研究の必要性

本論文で着目した言語障壁を悪用した DP は、日本のモバイルアプリケーションで使用されていることが報告されており [4]、日本では今後 VUI でも使用される可能性が高いと予想される。日本語は英語との言語距離が遠く、このような DP によって行動を妨害あるいは誘導されやすいと考えられるが、言語に着目した DP 研究 [4] や、日本人ユーザを対象とした DP 研究 [49, 78] は少ない。

これまで取り組まれてきた DP 研究は、WEIRD (Western, Educated, Industrial, Rich, Democratic) のユーザを対象としており、その他の国を対象とした研究が不足しているという問題がある [87]。Non-WEIRD である、日本やその他の東洋諸国では言語障壁の悪用をはじめとした特有の DP が使用されている可能性があり、また異なる文化背景を持つことから、DP がユーザの行動に及ぼす影響の大きさも変わる可能性がある。実際に、国によって DP に対する注意力は異なることが示されている [88]。そのため、東洋諸国を対象とした DP 研究に、さらに取り組む必要があると考える。

6.3 展望

本論文では、潜在的な DP の誘導効果を選択実験により検証し、選択率を基に DP として成立するか判断したが、選択率によって有害度を評価できない DP も存在する。そのため今後は、デザインが操作的か説得的であるかを評価するための指標を提案した Mildner ら [86] の研究を参考にし、デザインの有害度を評価可能な指標の確立を目指す。

また、今後は VUI における DP についてさらに研究を進め、これまで提案されてきた DP の分類 [19, 47, 82] の拡張や再検討を行う予定である。本論文では、ユーザと VUI のインタラクションを「聴取」と「発話」の要素に分離したが、それらを組み合わせた「対話」ならではの DP も存在する可能性がある。そのため、聴取、発話、対話の観点から VUI の DP を検討し、ひとの行動を誘導する可能性がある VUI デザインの体系的な整理に取り組む予定である。さらに、東洋諸国を対象として研究を進めることで、現在不足している知見を補い、DP の研究者や消費者に貢献していきたいと考えている。

第7章 結論

本論文は、DP となりうるデザインとして、GUI でみられる選択肢の時間差表示に着目した。また、VUI で今後出現する可能性がある言語障壁を悪用した DP として、発話速度の操作や、選択肢の発音容易性の違いに焦点を当て、それらの誘導効果を検証した。

選択実験の結果、GUI では1つの選択肢を他よりも早く表示する先行表示が、ひとの選択行動を誘導することが明らかになり、DP として機能する可能性が示唆された。そして VUI では、発話速度の操作が選択を誘導しなかった一方で、発音容易性の違いはひとの発話選択を誘導し DP となりうる可能性が示唆された。これらのデザインは、既存の検出手法を適用することが難しいことに加え、ユーザにとって誘導の意図がわかりづらいと考えられるため、ユーザが気づかぬまま行動を誘導されてしまう恐れがある。

存在が明らかになっていない DP からユーザを保護するためには、出現可能性が考えられる DP について検討し、新たな DP にも適用可能な規制やガイドラインを策定する必要がある。規制やガイドラインの策定を実現するためには、DP の研究者だけでなく、デザイナーや実務家、規制当局など様々な専門家がともに議論し協力することが不可欠であり、それを支援するために異なる分野であっても参照可能な DP の定義や、DP の評価指標を確立する必要がある。また、DP がユーザに及ぼす影響の大きさは、国や地域、文化背景によって変わる可能性があるため、多様なユーザを考慮することが重要である。

今後は、さらなる普及が予想される VUI に特に焦点を当て、多様なユーザが自身の意思決定を阻害されないようにするために、公平なインタフェース設計を実現できるよう、さらに研究を進める。

謝辞

本論文の執筆にいたるまで、多大なるご指導をいただいた中村聡史先生に感謝申し上げます。研究室に配属されてから4年間、様々な経験をさせていただき、私自身大きく成長することができたと思っています。これからも楽しんで研究に取り組んでいきます。今後もよろしくお願いいたします。

研究室の皆様には、研究だけでなく色々なことを話し、相談に乗っていただきました。これまでずっと楽しく過ごすことができていたのは皆様のおかげです。本当にありがとうございます。

いつも気にかけて、応援してくれている家族に感謝申し上げます。私が研究等に集中し、楽しく過ごせるような環境を常につくってくださり、本当にありがとうございます。これからも見守っていただけると幸いです。

最後に、ご指導・ご支援いただいたすべての皆様に感謝申し上げます。ありがとうございます。

参考文献

- [1] Brignull, H.: Deceptive Patterns. <https://www.deceptive.design/> (参照: 2025/07/04) .
- [2] 日本経済新聞: 消費者操る「ダークパターン」 国内サイト6割該当. <https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0GD0859R0Y1A100C2000000/> (参照: 2025/09/05) .
- [3] Di Geronimo, L., 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*, CHI '20, pp. 1–14 (2020).
- [4] Hidaka, S., Kobuki, S., Watanabe, M. and Seaborn, K.: Linguistic Dead-Ends and Alphabet Soup: Finding Dark Patterns in Japanese Apps, *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '23, pp. 1–13 (2023).
- [5] Bongard-Blanchy, K., Rossi, A., Rivas, S., Doublet, S., Koenig, V. and Lenzini, G.: “I am Definitely Manipulated, Even When I am Aware of it. It’s Ridiculous!” - Dark Patterns from the End-User Perspective, *Proceedings of the 2021 ACM Designing Interactive Systems Conference*, DIS '21, pp. 763–776 (2021).
- [6] Mildner, T., Freye, M., Savino, G.-L., Doyle, P. R., Cowan, B. R. and Malaka, R.: Defending Against the Dark Arts: Recognising Dark Patterns in Social Media, *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference*, DIS '23, pp. 2362–2374 (2023).
- [7] Yada, Y., Feng, J., Matsumoto, T., Fukushima, N., Kido, F. and Yamana, H.: Dark Patterns in E-Commerce: A Dataset and Its Baseline Evaluations, *2022 IEEE International Conference on Big Data*, pp. 3015–3022 (2022).

-
- [8] Mansur, S. M. H., Salma, S., Awofisayo, D. and Moran, K.: AidUI: Toward Automated Recognition of Dark Patterns in User Interfaces, *Proceedings of the 45th International Conference on Software Engineering, ICSE '23*, pp. 1958–1970 (2023).
- [9] Sazid, Y., Nafis Fuad, M. M. and Sakib, K.: Automated Detection of Dark Patterns Using In-Context Learning Capabilities of GPT-3, *2023 30th Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC '23*, pp. 569–573 (2023).
- [10] Chen, J., Sun, J., Feng, S., Xing, Z., Lu, Q., Xu, X. and Chen, C.: Unveiling the Tricks: Automated Detection of Dark Patterns in Mobile Applications, *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '23*, pp. 1–20 (2023).
- [11] Schäfer, R., Preuschoff, P. M. and Borchers, J.: Investigating Visual Countermeasures Against Dark Patterns in User Interfaces, *Proceedings of Mensch Und Computer 2023, MuC '23*, pp. 161–172 (2023).
- [12] Schäfer, R., Preuschoff, P. M., Röpke, R., Sahabi, S. and Borchers, J.: Fighting Malicious Designs: Towards Visual Countermeasures Against Dark Patterns, *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '24*, pp. 1–13 (2024).
- [13] Sin, R., Harris, T., Nilsson, S. and Beck, T.: Dark Patterns in Online Shopping: Do They Work and Can Nudges Help Mitigate Impulse Buying?, *Behavioural Public Policy*, Vol. 9, No. 1, pp. 61–87 (2025).
- [14] Wilson, T. D. and Nisbett, R. E.: The Accuracy of Verbal Reports About the Effects of Stimuli on Evaluations and Behavior, *Social Psychology*, Vol. 41, No. 2, pp. 118–131 (1978).
- [15] Valenzuela, A. and Raghurir, P.: Position-based Beliefs: The Center-stage Effect, *Journal of Consumer Psychology*, Vol. 19, No. 2, pp. 185–196 (2009).
- [16] Sekiguchi, Y., Ueki, R., Yokoyama, K. and Nakamura, S.: Does the Average Color Influence Selection?, *Proceedings of the 25th HCI International Conference, HCII '23*, pp. 485–496 (2023).

-
- [17] 川島拓也, 築館多藍, 細谷美月, 山浦祐明, 中村聡史. 商品選択においてフォントがユーザの選択行動に及ぼす影響の調査, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 119, No. 39, pp. 113–118 (2019).
- [18] Ueki, R., Yokoyama, K. and Nakamura, S.: Does the Type of Font Face Induce the Selection?, *Proceedings of the 25th HCI International Conference*, HCII '23, pp. 497–510 (2023).
- [19] 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, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 3, No. CSCW, pp. 1–32 (2019).
- [20] Moser, C., Schoenebeck, S. Y. and Resnick, P.: Impulse Buying: Design Practices and Consumer Needs, *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, pp. 1–15 (2019).
- [21] Zagal, J. P., Björk, S. and Lewis, C.: Dark Patterns in the Design of Games, *International Conference on Foundations of Digital Games*, FDG '13 (2013).
- [22] Niknejad, S., Mildner, T., Zargham, N., Putze, S. and Malaka, R.: Level Up or Game Over: Exploring How Dark Patterns Shape Mobile Games, *Proceedings of the 23rd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, MUM '24, pp. 148–156 (2024).
- [23] Mildner, T., Savino, G.-L., Doyle, P. R., Cowan, B. R. and Malaka, R.: About Engaging and Governing Strategies: A Thematic Analysis of Dark Patterns in Social Networking Services, *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '23, pp. 1–15 (2023).
- [24] Greenberg, S., Boring, S., Vermeulen, J. and Dostal, J.: Dark Patterns in Proxemic Interactions: A Critical Perspective, *Proceedings of the 2014 Conference on Designing Interactive Systems*, DIS '14, pp. 523–532 (2014).
- [25] Lacey, C. and Caudwell, C.: Cuteness as a ‘Dark Pattern’ in Home Robots, *Proceedings of the 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, HRI '19, pp. 374–381 (2020).

-
- [26] Dula, E., Rosero, A. and Phillips, E.: Identifying Dark Patterns in Social Robot Behavior, *2023 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS)*, pp. 7–12 (2023).
- [27] Kowalczyk, M., Gunawan, J. T., Choffnes, D., Dubois, D. J., Hartzog, W. and Wilson, C.: Understanding Dark Patterns in Home IoT Devices, *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '23*, pp. 1–27 (2023).
- [28] Owens, K., Gunawan, J., Choffnes, D., Emami-Naeini, P., Kohno, T. and Roesner, F.: Exploring Deceptive Design Patterns in Voice Interfaces, *Proceedings of the 2022 European Symposium on Usable Security, EuroUSEC '22*, pp. 64–78 (2022).
- [29] Conca, S. D.: The Present Looks Nothing Like the Jetsons: Deceptive Design in Virtual Assistants and the Protection of the Rights of Users, *Computer Law Security Review*, Vol. 51, p. 105866 (2023).
- [30] Dubiel, M., Sergeeva, A. and Leiva, L. A.: Impact of Voice Fidelity on Decision Making: A Potential Dark Pattern?, *Proceedings of the 29th International Conference on Intelligent User Interfaces, IUI '24*, pp. 181–194 (2024).
- [31] Zhang, S., Chen, H., Wang, Y., Xu, Y., Bai, J., Wu, Y., Li, S., Yi, X., Wang, C. and Li, H.: The Manipulative Power of Voice Characteristics: Investigating Deceptive Patterns in Mandarin Chinese Female Synthetic Speech, *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, Vol. 9, No. 3, pp. 1–32 (2025).
- [32] Leschanowsky, A., Sergeeva, A., Bauer, J., Vijapurapu, S. and Dubiel, M.: Exploring the Impact of Modality and Speech Rate Manipulation in Voice Permission Requests—Limits of Applicability and Potential for Influencing Decision-Making, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 205, p. 103590 (2025).
- [33] Schnelle-Walka, D.: I Tell You Something, *Proceedings of the 16th European Conference on Pattern Languages of Programs, EuroPLoP '11*, pp. 1–26 (2011).
- [34] Mathur, A., Kshirsagar, M. and Mayer, J.: What Makes a Dark Pattern... Dark? Design Attributes, Normative Considerations, and Measurement Methods,

-
- Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, pp. 1–18 (2021).
- [35] Gunawan, J., Pradeep, A., Choffnes, D., Hartzog, W. and Wilson, C.: A Comparative Study of Dark Patterns Across Web and Mobile Modalities, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 5, No. CSCW2, pp. 1–29 (2021).
- [36] Sheil, A., Acar, G., Schraffenberger, H., Gellert, R. and Malone, D.: Staying at the Roach Motel: Cross-Country Analysis of Manipulative Subscription and Cancellation Flows, *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '24, pp. 1–24 (2024).
- [37] Chaudhary, A., Saroha, J., Monteiro, K., Forbes, A. G. and Parnami, A.: “Are You Still Watching?”: Exploring Unintended User Behaviors and Dark Patterns on Video Streaming Platforms, *Proceedings of the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference*, DIS '22, pp. 776–791 (2022).
- [38] Bösch, C., Erb, B., Kargl, F., Kopp, H. and Pfattheicher, S.: Tales from the Dark Side: Privacy Dark Strategies and Privacy Dark Patterns, *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, Vol. 2016, pp. 237–254 (2016).
- [39] Utz, C., Degeling, M., Fahl, S., Schaub, F. and Holz, T.: (Un)informed Consent: Studying GDPR Consent Notices in the Field, *Proceedings of the 2019 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security*, CCS '19, pp. 973–990 (2019).
- [40] Machuletz, D. and Böhme, R.: Multiple Purposes, Multiple Problems: A User Study of Consent Dialogs after GDPR, *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, Vol. 2020, No. 2, pp. 481–498 (2020).
- [41] Soe, T. H., Nordberg, O. E., Guribye, F. and Slavkovik, M.: Circumvention by Design - Dark Patterns in Cookie Consent for Online News Outlets, *Proceedings of the 11th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Shaping Experiences, Shaping Society*, NordiCHI '20, pp. 1–12 (2020).

-
- [42] Kirkman, D., Vaniea, K. and Woods, D. W.: DarkDialogs: Automated Detection of 10 Dark Patterns on Cookie Dialogs, *2023 IEEE 8th European Symposium on Security and Privacy, EuroSP '23*, pp. 847–867 (2023).
- [43] Habib, H., Li, M., Young, E. and Cranor, L.: “Okay, whatever”: An Evaluation of Cookie Consent Interfaces, *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '22*, pp. 1–27 (2022).
- [44] Krisam, C., Dietmann, H., Volkamer, M. and Kulyk, O.: Dark Patterns in the Wild: Review of Cookie Disclaimer Designs on Top 500 German Websites, *Proceedings of the 2021 European Symposium on Usable Security, EuroUSEC '21*, pp. 1–8 (2021).
- [45] Kretschmer, M., Pennekamp, J. and Wehrle, K.: Cookie Banners and Privacy Policies: Measuring the Impact of the GDPR on the Web, *ACM Trans. Web*, Vol. 15, No. 4, pp. 1–42 (2021).
- [46] Nouwens, M., Liccardi, I., Veale, M., Karger, D. and Kagal, L.: Dark Patterns after the GDPR: Scraping Consent Pop-ups and Demonstrating their Influence, *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '20*, pp. 1–13 (2020).
- [47] Gray, C. M., Santos, C. T., Bielova, N. and Mildner, T.: An Ontology of Dark Patterns Knowledge: Foundations, Definitions, and a Pathway for Shared Knowledge-Building, *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '24*, pp. 1–22 (2024).
- [48] M. Bhoot, A., A. Shinde, M. and P. Mishra, W.: Towards the Identification of Dark Patterns: An Analysis Based on End-User Reactions, *Proceedings of the 11th Indian Conference on Human-Computer Interaction, IndiaHCI '20*, pp. 24–33 (2021).
- [49] Kojima, M., Katie, S., Kinoshita, Y. and Nakamura, S.: Reactions of Japanese Consumers on Social Media to Dark Patterns and Deceptive Designs, *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)*, Vol. 2025-HCI-213, No. 4, pp. 1–8 (2025).
- [50] Rossi, A., Carli, R., Botes, M. W., Fernandez, A., Sergeeva, A. and Sánchez Chamorro, L.: Who is Vulnerable to Deceptive Design Patterns? A Transdisciplinary

-
- Perspective on the Multi-Dimensional Nature of Digital Vulnerability, *Computer Law & Security Review*, Vol. 55, p. 106031 (2024).
- [51] Schäfer, R., Sahabi, S., Brocker, A. and Borchers, J.: Growing Up With Dark Patterns: How Children Perceive Malicious User Interface Designs, *Proceedings of the 13th Nordic Conference on Human-Computer Interaction*, NordiCHI '24, pp. 1–17 (2024).
- [52] Sánchez Chamorro, L., Toebosch, R. and Lallemand, C.: Manipulative Design and Older Adults: Co-Creating Magic Machines to Understand Experiences of Online Manipulation, *Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference*, DIS '24, pp. 668–684 (2024).
- [53] Gray, C. M., Chen, J., Chivukula, S. S. and Qu, L.: End User Accounts of Dark Patterns as Felt Manipulation, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 5, No. CSCW2, pp. 1–25 (2021).
- [54] Aung, K. W., Soubutts, E. and Singh, A.: “What a stupid way to do business”: Towards an Understanding of Older Adults’ Perceptions of Deceptive Patterns and Ways to Develop Resistance, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 8, No. CHI PLAY, pp. 1–31 (2024).
- [55] Ye, J., Li, Y., Zou, W. and Wang, X.: From Awareness to Action: The Effects of Experiential Learning on Educating Users about Dark Patterns, *Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '25, pp. 1–22 (2025).
- [56] Krauß, V., Saeghe, P., Boden, A., Khamis, M., McGill, M., Gugenheimer, J. and Nebeling, M.: What Makes XR Dark? Examining Emerging Dark Patterns in Augmented and Virtual Reality through Expert Co-Design, *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol. 31, No. 3, pp. 1–39 (2024).
- [57] Yokoyama, K., Nakamura, S. and Yamanaka, S.: Do Animation Direction and Position of Progress Bar Affect Selections?, *INTERACT 2021*, pp. 395–399 (2021).
- [58] Luguri, J. and Strahilevitz, L. J.: Shining a Light on Dark Patterns, *Journal of Legal Analysis*, Vol. 13, No. 1, pp. 43–109 (2021).

-
- [59] Shigematsu, R., Oishi, R., Nakagawa, Y., Nakamura, S., Torii, T. and Takao, H.: Guiding Task Choice in Japanese Voice Interfaces through Vocalization Cost: Click-based vs. Voice-based Selection, *Proceedings of the 7th ACM International Conference on Multimedia in Asia*, MMAsia '25, pp. 1–7 (2025).
- [60] 村上楓夏, 重松龍之介, 大石琉翔, 中川由貴, 中村聡史, 柴崎礼士郎, 鳥居武史, 高尾英行, 清水紗英里, 水原悠貴. 英文選択肢の長さが発話選択による選択に及ぼす影響, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol. 2025-HCI-211, No. 11, pp. 1–8 (2025).
- [61] Buchta, K., Wójcik, P., Nakonieczny, K., Janicka, J., Gałuszka, D., Sterna, R. and Igras-Cybulska, M.: Microtransactions in VR. A Qualitative Comparison Between Voice User Interface and Graphical User Interface, *2022 15th International Conference on Human System Interaction*, HSI '22, pp. 1–5 (2022).
- [62] Wenzel, K. and Kaufman, G.: Designing for Harm Reduction: Communication Repair for Multicultural Users' Voice Interactions, *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '24, pp. 1–17 (2024).
- [63] Pyae, A. and Scifleet, P.: Investigating Differences Between Native English and Non-native English Speakers in Interacting with a Voice User Interface: A Case of Google Home, *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction*, OzCHI '18, pp. 548–553 (2018).
- [64] Wu, Y., Edwards, J., Cooney, O., Bleakley, A., Doyle, P. R., Clark, L., Rough, D. and Cowan, B. R.: Mental Workload and Language Production in Non-native Speaker IPA Interaction, *Proceedings of the 2nd Conference on Conversational User Interfaces*, CUI '20, pp. 1–8 (2020).
- [65] Goh, C. C.: A Cognitive Perspective on Language Learners' Listening Comprehension Problems, *System*, Vol. 28, No. 1, pp. 55–75 (2000).
- [66] Cao, X., Yamashita, N. and Ishida, T.: How Non-native Speakers Perceive Listening Comprehension Problems: Implications for Adaptive Support Technologies, *Collaboration Technologies and Social Computing*, CollabTech '16, pp. 89–104 (2016).

-
- [67] Song, J. Y., Pycha, A. and Culleton, T.: Interactions Between Voice-activated AI Assistants and Human Speakers and Their Implications for Second-Language Acquisition, *Frontiers in Communication*, Vol. 7 (2022).
- [68] 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?, *INTERACT 2019*, pp. 24–32 (2019).
- [69] Seaborn, K. and Nakamura, S.: Quality and Representativeness of Research Online with Yahoo! Crowdsourcing, *Frontiers in Psychology*, Vol. 16 (2025).
- [70] Krosnick, J. A. and Alwin, D. F.: An Evaluation of a Cognitive Theory of Response-order Effects in Survey Measurement, *The Public Opinion Quarterly*, Vol. 51, No. 2, pp. 201–219 (1987).
- [71] Goldberg, J. H. and Kotval, X. P.: Computer Interface Evaluation Using Eye Movements: Methods and Constructs, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 24, No. 6, pp. 631–645 (1999).
- [72] Nielsen, J. and Pernice, K.: *Eyetracking Web Usability*, New Riders (2009).
- [73] Baddeley, A.: Working Memory, *Science*, Vol. 255, No. 5044, pp. 556–559 (1992).
- [74] Winterboer, A. and Moore, J. D.: Evaluating information presentation strategies for spoken recommendations, *Proceedings of the 2007 ACM Conference on Recommender Systems*, RecSys '07, p. 157–160 (2007).
- [75] Cambre, J. and Kulkarni, C.: One Voice Fits All? Social Implications and Research Challenges of Designing Voices for Smart Devices, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, Vol. 3, No. CSCW, pp. 1–19 (2019).
- [76] Maekawa, K.: Corpus of Spontaneous Japanese: Its Design and Evaluation, *Proceedings of the ISCA & IEEE Workshop on Spontaneous Speech Processing and Recognition*, SSPR '03, pp. 7–12 (2003).
- [77] Yuan, J., Liberman, M. Y. and Cieri, C.: Towards an Integrated Understanding of Speaking Rate in Conversation, *Proceedings of the Interspeech 2006* (2006).

-
- [78] Seaborn, K., Itagaki, T., Watanabe, M., Wang, Y., Geng, P., Fujii, T., Mandai, Y., Kojima, M. and Yoshida, S.: Deceptive, Disruptive, No Big Deal: Japanese People React to Simulated Dark Commercial Patterns, *Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '24, pp. 1–8 (2024).
- [79] Shudong, W. and Higgins, M.: An Online Pronunciation Training Support System Designed for Japanese Learners of English, *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, ICAALT '05, pp. 171–173 (2005).
- [80] Rousseeuw, P. J. and Hubert, M.: Robust Statistics for Outlier Detection, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol. 1, No. 1, pp. 73–79 (2011).
- [81] Harrington, C. N., Garg, R., Woodward, A. and Williams, D.: “It’s Kind of Like Code-Switching”: Black Older Adults’ Experiences with a Voice Assistant for Health Information Seeking, *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '22, pp. 1–15 (2022).
- [82] Gray, C. M., Kou, Y., Battles, B., Hoggatt, J. and Toombs, A. L.: The Dark (Patterns) Side of UX Design, *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '18, pp. 1–14 (2018).
- [83] Mildner, T., Cooney, O., Meck, A.-M., Bartl, M., Savino, G.-L., Doyle, P. R., Garaialde, D., Clark, L., Sloan, J., Wenig, N., Malaka, R. and Niess, J.: Listening to the Voices: Describing Ethical Caveats of Conversational User Interfaces According to Experts and Frequent Users, *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '24, pp. 1–18 (2024).
- [84] Murad, C., Tasnim, H. and Munteanu, C.: “Voice-First Interfaces in a GUI-First Design World”: Barriers and Opportunities to Supporting VUI Designers On-the-job, *Proceedings of the 4th Conference on Conversational User Interfaces*, CUI '22, pp. 1–10 (2022).
- [85] Murad, C., Candello, H. and Munteanu, C.: What’s The Talk on VUI Guidelines? A Meta-Analysis of Guidelines for Voice User Interface Design, *Proceedings of the*

-
- 5th International Conference on Conversational User Interfaces*, CUI '23, pp. 1–16 (2023).
- [86] Mildner, T., Doyle, P., Savino, G.-L. and Malaka, R.: Rules Of Engagement: Levelling Up To Combat Unethical CUI Design, *Proceedings of the 4th Conference on Conversational User Interfaces*, CUI '22, pp. 1–5 (2022).
- [87] Seaborn, K., Gray, C. M., Gunawan, J., Mildner, T., Schäfer, R., Sanchez Chamorro, L. and Nakamura, S.: Global and Transdisciplinary Perspectives on Dark Patterns and Deceptive Design Practice: ダークパターンとひとをだますデザインに関する国際的かつ学際的な交流, *Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '25, pp. 1–6 (2025).
- [88] Feng, J., Mo, F., Yada, Y., Matsumoto, T., Fukushima, N., Kido, F. and Yamana, H.: Analysis of Dark Pattern-related Tweets from 2010, *2023 IEEE 8th International Conference on Big Data Analytics*, ICBDA '23, pp. 100–106 (2023).

研究業績

- [1] 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) , Vol. 2022-HCI-200, No. 27, pp. 1-8, 2022.
- [2] 木下裕一郎, 関口祐豊, 植木里帆, 横山幸大, 中村聡史. 選択肢の時間差表示が選択行動に及ぼす影響, 信学技報 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS) , Vol. 123, No. HCS-24, pp. 194-199, 2023.
- [3] Kinoshita, Y., Sekiguchi, Y. Ueki, R., Yokoyama, K., Nakamura, S.: Do People Tend to Select a Delayed Item?, Proceedings of the 25th HCI International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2023), pp. 397-407, 2023.
- [4] 徳原真彩, 木下裕一郎, 高久拓海, 小松原達哉, 中村聡史. 選択肢の時間差表示が選択行動に及ぼす影響, 信学技報 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS) , Vol. 123, No. 188, pp. 65-70, 2023.
- [5] 木下裕一郎, 高久拓海, 中村聡史. スポーツにおけるネタバレ画像のデータセット構築と判定手法の検討, 情報処理学会 研究報告コラボレーションとネットワークサービス (CN) , Vol. 2024-CN-121, No. 9, pp.1-8, 2024.
- [6] 徳原真彩, 木下裕一郎, 高久拓海, 中村聡史. 画像選択肢の逐次的表示における視覚誘導型遅延が選択に及ぼす影響, 信学技報 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS) 研究会, Vol. 124, No. 19, pp. 91-96, 2024.
- [7] 木下裕一郎, 佃洗撰, 渡邊研斗, 中塚貴之, 中野倫靖, 後藤真孝, 中村聡史. 動画共有サービス上の興味を引く時刻同期コメントを用いた音楽動画探索システムに関する検討, 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) , Vol. 2024-HCI-209, No. 6, pp. 1-8, 2024.

- [8] 金谷一輝, 徳原眞彩, 三山貴也, 木下裕一郎, 中村聡史. 画像選択肢の段階的表示速度の違いが選択に及ぼす影響, 信学技報 ヒューマンコミュニケーション基礎研究会 (HCS) , Vol. 124, No. 161, pp. 90-95, 2024.
- [9] Kinoshita, Y., Takaku, T., Nakamura, S.: Detecting Sports Spoiler Images on YouTube, Proceedings of the 30th International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing, pp. 114-128, 2024.
- [10] 木下裕一郎, 関口祐豊, 中村聡史. 選択肢表示のズレが選択行動に及ぼす影響, 情報処理学会論文誌, Vol. 66, No. 2, pp. 334-342, 2025.
- [11] 木下裕一郎, 佃洗撰, 渡邊研斗, 中塚貴之, 中野倫靖, 後藤真孝, 中村聡史. 動画共有サービス上の時刻同期コメントを視聴のきっかけに用いた音楽動画探索システムに関する検討, インタラクシオン 2025 論文集, pp. 21-30, 2025.
- [12] 木下裕一郎, 中村聡史. 人-AI 協調アノテーションの有用性検証と AI 予測の提示タイミングが人のラベル決定に及ぼす影響, 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オン (HCI) , Vol. 2025-HCI-212, No. 42, pp. 1-8, 2025.
- [13] 徳原眞彩, 木下裕一郎, 中村聡史. Web ページ上のクリック操作にまつわる BADUI のVLMを用いた改善手法, 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オン (HCI) , Vol. 2025-HCI-212, No. 43, pp. 1-8, 2025.
- [14] 鳩貝怜央, 木下裕一郎, 中村聡史. 学習者に馴染みのあるシーンの字幕英語化による意味類推を用いた英語学習支援手法の提案, 情報処理学会 研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC) , Vol. 2025-EC-75, No. 44, pp. 1-8, 2025.
- [15] 金谷一輝, 徳原眞彩, 三山貴也, 木下裕一郎, 中村聡史. 画像選択肢の漸次的表示における表示形式とその速度が選択に及ぼす影響, 信学技報 ヒューマンコミュニケーション基礎 (HCS) 研究会, Vol. 125, No. 46, pp. 95-100, 2025.
- [16] Kojima, M., Seaborn, K., Kinoshita, Y., Nakamura, S.: Reactions of Japanese Consumers on Social Media to Dark Patterns and Deceptive Designs, 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オン (HCI) , Vol. 2025-HCI-213, No. 4, pp. 1-8, 2025.

-
- [17] 木下裕一郎, 中村聡史. 非母語話者の発話選択における Deceptive Pattern: 英語選択肢の発音容易性による選択誘導可能性の検証, 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) , Vol. 2025-HCI-215, No. 12, pp. 1-8, 2025.
- [18] 木下裕一郎, 中村聡史. 音声提示における Deceptive Pattern: 発話速度の操作による非母語話者の選択誘導可能性の検証, 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) , Vol. 2026-HCI-216, No. 13, pp. 1-8, 2026.
- [19] 宮本快士, 木下裕一郎, 中村聡史. 文章の逐次表示における遅延挿入が語彙記憶に及ぼす影響の検証, 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) , Vol. 2026-HCI-216, No. 24, pp. 1-8, 2026.
- [20] 木下裕一郎, 佃洗撰, 渡邊研斗, 中塚貴之, 中野倫靖, 後藤真孝, 中村聡史. 動画共有サービス上の時刻同期コメントを視聴のきっかけに用いた音楽動画探索システムに関する検討, 情報処理学会論文誌, Vol. 67, No. 2, pp. 375-388, 2026.