

# 宅内行動認識モデル最適化のためのナッジを用いた アノテーション行動誘導方法の検討

佐藤 佑磨<sup>1</sup> 松井 智一<sup>1</sup> 中村 優吾<sup>2</sup> 諏訪 博彦<sup>1,3</sup> 安本 慶一<sup>1</sup>

概要：宅内行動認識の研究において行動ラベルを収集することは、居住者の行動分析をするために必要不可欠である。しかし行動ラベルを収集するためには、プライバシーの面などを考慮すると居住者に自ら行動を記録してもらう必要がある。そのため詳細な行動ラベルを収集するためには居住者が生活の中で逐一行動を記録しなければならず、大きな負担がかかってしまい、結果的に本来の生活とは違った不自然な行動が多く現れてしまう原因となる。そこで我々の研究グループではリアルタイムで居住者の行動認識を行い、その確信度が低い時だけ居住者に現在の行動を尋ねる質問を通知し、それに回答してもらうことで行動ラベルを収集するシステムを構築している。本稿では、居住者に行う質問への回答意欲を高めるために幾つかのナッジを考案し、通常の聞き方と比較してどれほど有効性があるのかを検証した。検証にはクラウドソーシングを用いてのべ 1800 人の一般人にアンケート調査を行った。

## A Method for Guiding Annotation Behavior With Nudges to Optimize Home Activity Recognition Model

YUMA SATO<sup>1</sup> TOMOKAZU MATSUI<sup>1</sup> YUGO NAKAMURA<sup>2</sup> HIROHIKO SUWA<sup>1,3</sup>  
KEIICHI YASUMOTO<sup>1</sup>

### 1. はじめに

近年、住居内の利便性を追求するための宅内行動認識に関する研究 [1] が盛んに行われている。今後世界の高齢者人口が増加していく中で、高齢者の見守りシステムや家電の先回り制御などに繋がる宅内行動認識の研究は、より一層重要になってくると思われる。宅内行動認識では、住居内に設置したセンサや家電から収集するデータと居住者が実際にどんな行動をしたのかというラベルデータを用いて、居住者が行っている行動を推定する [2]。しかしながら、既存の宅内行動認識の研究には、ラベルデータ収集について課題がある。ラベルデータの収集には、居住者に自らの行動の記録をつけてもらう必要があるが、粒度の細かいラベルデータを収集するためには、高い頻度で行動に関するアンケートに答えたり、生活中に逐一行動を記録することが

求められる。そのため、居住者の負担がとて大きい。結果的にラベルを記録する煩わしさから居住者が記録することを放棄してしまったり、正確に記録しなくなる可能性が高い。他のラベル付けの方法として、住居にカメラを設置して居住者の行動を撮影し、その映像に基づいてアノテータがラベル付けを行う方法が考えられるが、その場合居住者のプライバシー侵害や、監視感により普段通りの行動をしなくなる問題がある。そのため、宅内行動認識研究において、居住者になるべく負担をかけることなく、詳細なラベルデータを収集するシステムが求められている [3]。

我々の研究チームでは、それを満たすシステムとしてナッジを用いた質問によってラベルデータを収集するシステムを提案している [4]。このシステムは、リアルタイムで行動認識を行い、常に行動推定結果を取得し、推定結果の確信度が低い時のみ住居に設置してあるタブレット端末やスマートスピーカーから実施している行動について居住者に回答してもらうことで効率的にラベルデータを収集する。

本稿では、提案システム上で居住者に回答を促すためのナッジを考案した上で、クラウドソーシングによって一般

<sup>1</sup> 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and technology

<sup>2</sup> 九州大学, Kyushu University

<sup>3</sup> 理化学研究所 革新知能統合研究センター (AIP), RIKEN, Center for Advanced Intelligence Project (AIP)

人にアンケートを行い、結果の評価、分析を行う。ナッジの考案には、Carabanら [5] の提唱しているナッジ構築の方法を参考にしている。Carabanらは様々なシチュエーションにおいて有効なナッジを23種類に分類し、その中から適応するシチュエーションごとのカテゴリ分けや利用した人の性質ごとの領域分けを行っている。

本稿の章構成は、以下の通りである。2章では関連研究について述べ、3章で提案するナッジについて述べる。4章ではクラウドソーシングの概要や評価方法について説明する。5章ではアンケート結果とその分析結果を述べる。6章で考察を行い、7章で本論文のまとめを述べる。

## 2. 関連研究

本章では、関連研究として、宅内における居住者のラベルデータ収集に関する研究やナッジによって行動を起こす動機を与え、その効果検証を行った研究について述べる。

### 2.1 宅内行動認識におけるラベルデータ収集に関する研究

居住者の行動データ収集に関する研究として、Kasterenら [6] や Vacherら [5] の研究が挙げられる。これらの研究では、スマートホーム環境における多種多様なセンサを利用したセンシングシステムによってデータを収集するとともに、居住者の行動ラベルデータを収集するインターフェースを使用している。このような行動ラベルデータ収集の際、居住者のプライバシー問題などの観点から、居住者自身がラベリングを行なっているが、詳細なラベルデータ収集には大きな負担がかかってしまう。そのような状況だと居住者はストレスを必要以上に感じ、行動分析においてノイズとなるデータが多く発生してしまう原因となる。

Tonkinらは行動ラベル収集に専用のスマートフォンアプリケーションを使用し、テキストや音声を用いて行動を記録するシステムを構築している。12人の被験者を対象として、スマートホームで生活してもらいながら専用アプリケーションを利用してもらい、被験者自身が行動を記録することの有効性を調査した。しかし、このシステムは行動を逐一専用のアプリケーションで記録する必要があり、被験者に大きい負担がかかってしまう可能性がある。

居住者の負担が少ない効率的なラベリングを行う方法の一つとして、ナッジを用いた手法が考えられる。ナッジを用いることで自発的なラベリングを促すことが可能になる。

### 2.2 ナッジの効果検証に関する研究

ナッジの効果検証に関する研究として、Carabanら [5] はナッジを用いて行動促進を行った様々な研究からナッジを23種類に分類し、その具体例や活用する方法について調査した。また、23種類のナッジを幾つかの指標を用いてカテゴリ分けし、それぞれの特徴や有効性について示している。

中岡ら [7] は食事行動に着目し、食事スピードの改善や栄養バランスの良い食事を摂るように促すシステムを構築した。このシステムでは小型カメラを搭載した箸を用いて、食事中にリアルタイムで食べ物の色や種類を画像認識によって判別している。食べ物の種類によってデジタルアートの色が塗られていくことで、様々な色を塗りたいという動機から自発的な食事改善を促している。

山崎 [8] は SNS により生じるトラブルを防止するために、ナッジを利用して若者に倫理的配慮を促している。若者1220人を対象とし、情報に関するマナーの配慮をするか否かのアンケート調査を行い、日本の若年層はナッジの影響を強く受けることを示している。

金光ら [9] は昨今深刻な社会問題となっている COVID-19 の蔓延対策を目的とした接触確認アプリ COCOA のインストールを促進するため、ナッジを用いた手法を提案している。COCOA のインストールを行うことでデジタルアートに色の付き方が変化したり、アンケートの投票、おみくじを引くことができるなど、様々なメリットをユーザーに与えることで自発的なインストールを促進している。

Stirapongsasutiら [10] は COVID-19 の状況下で手指消毒を多くの人に行わせるため、ナッジを用いてハンドサニタイザーの使用を促している。ハンドサニタイザーの横にディスプレイを設置し、ディスプレイ内の花の画像を変化させることで自主的な手指消毒を促している。

Misaki[11]らは青少年（高校生、大学生）に対してオンライン調査を行い、彼らが SNS におけるプライバシーや安全に関する様々な脅威に対して、リスクを回避させるのにナッジを使用することが有効かを明らかにした。彼らはナッジは潜在的にリスクのある選択を回避するために有効であるとしつつも、一部のナッジはネガティブな結果をもたらす可能性があることを示唆している。

本研究では、質問への回答意欲を高めるため、このようなナッジを宅内行動認識の行動ラベルデータ収集に用いる質問において応用する。

## 3. ナッジの整理に基づくナッジ質問の考案

本研究では、宅内行動認識のラベル収集のために、どのようなナッジが効果的かを明らかにすることを目的とする。本章では、ナッジの種別や適用すべき場面を整理したうえで、ナッジを適用した質問方法について述べる。

### 3.1 適用場面によって分けたナッジの領域

Carabanら [5] は、ナッジには適用すべき場面によって3つの領域、facilitator, spark, signal に分類している (図1)。

#### 3.1.1 facilitator

facilitator ナッジは、与えられたタスクを単純化することで、解決を容易にするために利用されるナッジである。

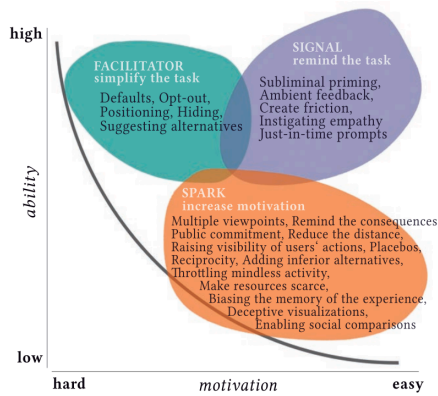


図 1 ナッジにおける 3 つの領域, Anna Caraban, 23 ways to nudge: A review of technology-mediated nudging in human-computer interaction(2019) 1-15 [5] より引用

例えば, 選択肢が多すぎて何を選んだらいいかわからない状況だったり, 複数ある選択肢が似ていて見分ける能力がないというような状況で利用される. このナッジは, 利用者に行動する動機があるが実行する能力が不足している時に有効なナッジである.

### 3.1.2 spark

spark ナッジは, facilitator ナッジとは真逆で, 利用者に行動する能力はあるが動機が不足している時に有効なナッジである. つまり, 利用者には何らかの行動の動機を持たせることを目的としたナッジである. 例えば, 事前にその行動をするという公約を結んだり, 他者と行動の達成度を比較したりすることによって利用者の動機付けを行う.

### 3.1.3 signal

signal ナッジは, 行動を行う動機と能力が両方備わっているにもかかわらず, 利用者の意思と行動の不一致が起きている時に利用されるナッジである. 例えば, 目標を設定したにも関わらず忘れてしまい無意識で別の行動をしてしまいそうな状況や衝動的に意思と反した行動を行いそうな状況で有効なナッジである.



図 2 spark 内のカテゴリと質問に用いたナッジ

## 3.2 本研究で用いる質問方法

居住者の行動のラベル付けを行うため, 居住者が生活中に住居に設置してあるタブレット端末またはスマートスピーカーから「今, どんな行動をしていますか?」という質問を行う. タブレット端末の場合は通知音となり, 画面に質問と行動を入力するフィールドが表示されるので, 居住者には行動名を入力してもらうことで回答してもらう. 音声の場合は, スマートスピーカーから質問音声流れるので, 居住者には声で回答してもらう. 居住者への質問に用いるナッジは, 居住者には質問に回答する能力はあるが動機が存在しないという状況のため, spark の領域に分類されるものの中から採用した. また, spark の中でも Confront, Deceive, Social Influence, Fear の 4 つのカテゴリが存在する. spark の中カテゴリとその中で質問方法に用いたナッジをまとめた図を図 2 に示す. spark の中の 4 つのカテゴリ内にはそれぞれ幾つかの手法が含まれていて, 同じカテゴリ内の手法においても比較を行いたいため, 今回の質問方法に応用できそうなものを 1 つのカテゴリ内でそれぞれ 2 つずつ選定し, 質問を作成した.

### 3.2.1 通常の聞き方

通常の聞き方は, 単にタブレット端末上に「あなたは今, どんな行動をしていますか?」という質問とともに, 行動を入力する画面が表示されるだけのシンプルなものである. この通常の聞き方をベースとして様々なナッジを組み込んでいく. 質問画面を図 3 に示す.

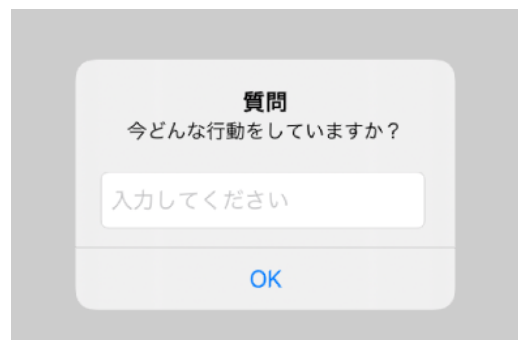


図 3 通常の質問画面

### 3.2.2 Confront

Confront ナッジは, 意思決定の場面において得られる結果に後悔することを避けようとする心理を利用したナッジである. 質問の後に将来起こりうる結果を利用者に再確認させるような文言を追加した質問を図 4 に示す. 起こりうる結果として「利用者の行動認識精度の変化」と「質問の表示される回数の変化」の 2 つを採用した. 前者のナッジを Confront1, 後者を Confront2 とする.

### 3.2.3 Deceive

Deceive ナッジは, 利用者には錯覚や虚偽の情報を与えることで行動を促すナッジである. まずピークエンド効果と

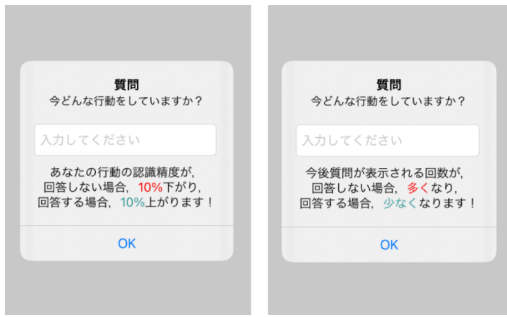


図 4 Confront の質問画面 (左が Confront1, 右が Confront2)

呼ばれる心理学的効果を用いたナッジを採用する。ピークエンド効果は、経験の記憶はそのイベント内で感情が一番高まった時とそのイベントの最後に起こったことに大きく左右されるというものである。そこで、回答後に楽しみが待っているような文言を追加した質問を図 5 の左側に示す (Deceive1)。回答後に生活に役立つ雑学を表示されることを示すことによって、利用者は最終的に得をする、すなわち良い経験であると錯覚できる。また、別の質問として虚偽の視覚情報を与えることで回答を促した。質問を図 5 の右側に示す (Deceive2)。認識精度が具体的に何%かは記載されていないが、大きく精度が上がることを虚偽のグラフによって示している。



図 5 Deceive の質問画面 (左が Deceive1, 右が Deceive2)

### 3.2.4 Social Influence

Social Influence ナッジとは、自分に期待をされていたり第三者が存在していたりすると行動を変えようとする性質を利用したナッジである。まず相手に実験の協力を感謝する文言を追加した後、質問をする。質問を図 6 の左側に示す (Social influence1)。これは一般的な公衆トイレなどにもよく使われている手法で、相手に感謝されると自分も返したくなるという返報性の原理を用いている。また別の質問として、他人がどれくらい回答しているかを表す文言を追加した。質問を図 6 の右側に示す (Social Influence2)。他人が回答しているなら自分も回答しようとするバンドワゴン効果という心理学的効果を利用している。

### 3.2.5 Fear

Fear ナッジは、恐怖や喪失感などの利用者にとってマイナスとなる感情を呼び起こすことで行動を起こさせるナ



図 6 Social Influence の質問画面 (左が Social Influence1, 右が Social Influence2)

ジである。Fear ナッジの一つ目として、回答しなかった場合のデメリットを表す文言を質問の後に追加した質問を図 7 の左側に示す (Fear1)。このナッジは Confront ナッジの一つ目で採用したものと似ているが、マイナスな面だけを示すことで今現在あるものを失ってしまうかもしれないという利用者の不快感をより煽っている。また二つ目として、回答しなかった場合に、確実に起きないがもしかしたら起きるかもしれない不快なことを示す文言を追加した。質問を図 7 の右側に示す (Fear2)。家族や警察に間違った通知が届く可能性は低い万が一その可能性があることと唆することで、その時の恐怖を想像させることを期待している。



図 7 Fear の質問画面 (左が Fear1, 右が Fear2)

## 4. クラウドソーシングを用いたナッジの効果検証

ナッジを用いた質問の有効性を検証するためクラウドソーシングを用い、一般人を対象としてアンケート調査を行った。本章では、実験の目的及び概要を記す。

### 4.1 実験目的

宅内行動認識において居住者への質問を用いて効率的にラベル収集を行うために、どのような質問方法を用いればより居住者の負担なく回答できるかを明らかにする実験を行った。クラウドソーシングの参加者（以下、被験者）には、通常の生活をしている最中に質問が表示（あるいは再生）されたという想定で回答してもらった。なお、居住空

表 1 行動のグループ表

	居住者の状況			行動の種類
	リビングにいる	ノイズがある	動き回っている	
A	○	○	○	掃除 (リビング)
B	×	○	○	掃除 (廊下), 料理, 食器洗い
C	○	×	○	運動, 身支度
D	×	×	○	トイレ, 入浴, 個人衛生, 外出・帰宅
E	○	○	×	TV 視聴, ゲーム
F	×	○	×	該当なし
G	○	×	×	食事, 服薬, 洗濯, 閲覧 (スマホ, 読書など)
H	×	×	×	睡眠

間内の生活では食事や掃除を始めとした様々な行動があり、各行動ごとに効果的なナッジとそうでないナッジを明らかにするため、居住空間内での生活行動を「リビングにいる」「ノイズがある (うるさい)」「動き回っている」の3要素を用いてグループ分けし、それぞれのグループごとにどのナッジが効果的かを調査した。生活行動は日常の生活をほぼ全て網羅するよう、以下の17種類定義し、その中からグループ分けを行った。各グループに属している行動を表1に示す。

#### 4.2 実験概要

クラウドソーシングには、Yahoo!社のクラウドソーシングサービスを利用した。被験者にはまず状況設定を理解してもらうため、シチュエーション動画を視聴してもらった。シチュエーション動画の例とシチュエーション動画の流れをそれぞれ図9、図10に示す。まず居住者が生活行動をしている様子が数秒間流れる。その後、生活行動中に家に設置してあるタブレット端末またはスマートスピーカーから通知が届き質問が現れるため、居住者がそれを確認する。ここで質問とは、3.2節で述べた9種類の質問のいずれかである。動画の最後にその質問内容が画面に映し出され、「このような聞き方をされた時、質問に回答する意欲はどれくらいありますか?」という字幕が表示されるという流れである。動画の時間は20秒ほどである。

また、生活行動には、表1のように分けたそれぞれのグループの中から代表的な行動の一つずつを選定した。グループAは掃除(リビング)、グループBは食器洗い、グループCは身支度、グループDは個人衛生、グループEはTV視聴、グループGは閲覧をそれぞれ代表的な行動とした。なお、グループFに属する行動はなく、グループHに属する行動は睡眠のみで睡眠中は質問を行わないため、これらの2グループは今回視聴してもらう動画からは除外した。動画を視聴した後、表示された質問に対して回答をしても良いと思ったかを、4:とても思った, 3:思った, 2:思わなかった, 1:全く思わなかったの4段階で回答してもらい、任意

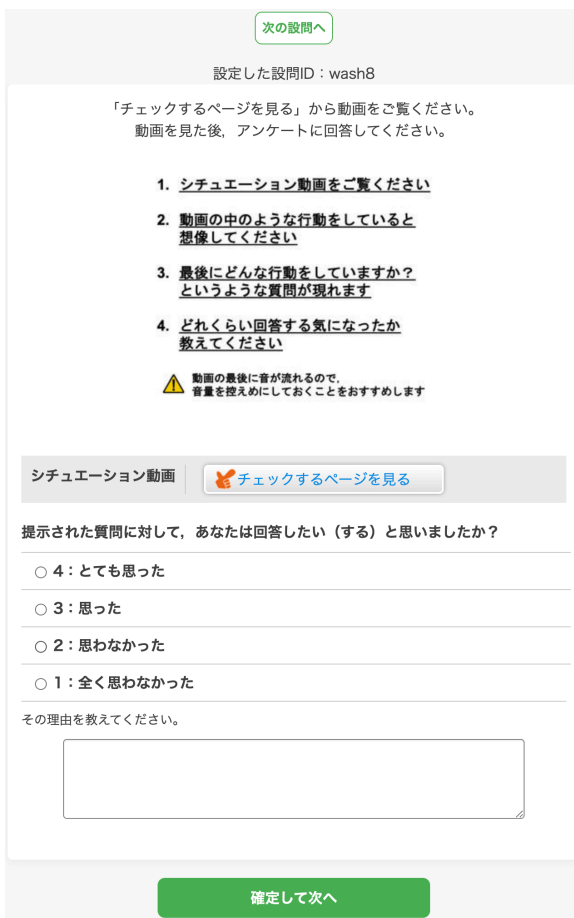


図 8 アンケート画面



図 9 シチュエーション動画の例





図 10 シチュエーション動画の流れ

でその選択肢を選んだ理由を記入してもらった。なお、リビングで行う行動（掃除（リビング）、身支度、TV 視聴、閲覧）はタブレット端末上で質問を表示し、タップすることで回答をしてもらい、リビング以外で行う行動（食器洗い、個人衛生）はスマートスピーカーから音声によって質問を読み上げて、被験者の声によって回答をしてもらう設定である。タブレット端末を用いる場合、3.2 節で述べた 9 種類の質問のいずれかを表示し、音声を用いる場合、3.2 節で述べた 9 種類の質問のいずれかを合成音声によって読み上げることで質問をする。今回のクラウドソーシングでは 1 人につき 5 回まで回答が可能にし、のべ 2906 人の一般人に行ってもらった。被験者には、行動（掃除（リビング）、食器洗い、身支度、個人衛生、TV 視聴、閲覧）6 種類と質問（通常の聞き方とナッジを用いた聞き方 8 種）9 種類の組み合わせた計 54 種類の中からランダムで 3 種類のアンケートに回答してもらった。本実験で用いたアンケート画面を図 8 に示す。

### 4.3 回答の信頼性

クラウドソーシングによる調査は、多くの人からの意見や回答を得られるという長所がある反面、匿名であるなどの理由から回答の信頼性がネックとなっている。そのため本実験を行うにあたり、信頼性の高い回答結果だけを獲得するため、3 種類のアンケートに加えて、信頼性を確認するダミーアンケートを配置した。このダミーアンケートの動画には必ず「1:全く思わなかった」を選択するように字幕が表示される。そしてこのアンケートに「1:全く思わなかった」以外を選択した被験者の回答は動画を視聴せずにアンケートに回答している、すなわち信頼性の低い回答であるとわかるため、それらの回答は得られる結果から除外する。今回のクラウドソーシングでは、のべ 1106 人の被験者の回答が信頼性の低い回答として除外されたため、のべ 1800 人の被験者の回答が信頼性の高い回答として獲得できた。本稿の分析は、これらの信頼性の高い回答のみを対象に行う。

## 5. 実験結果

### 5.1 アンケート結果の全体的な外観

今回のクラウドソーシングでは、のべ 1800 人に各々 3 種類のアンケートに回答してもらったため、計 5400 件の回答結果を収集できた。また、行動の種類は 6 種類あるので 1 行動につき 900 件、質問の種類は 9 種類あるので 1 質問につき 600 件、行動と質問を組み合わせたシチュエーションについては 54 種類あるので 1 シチュエーションに

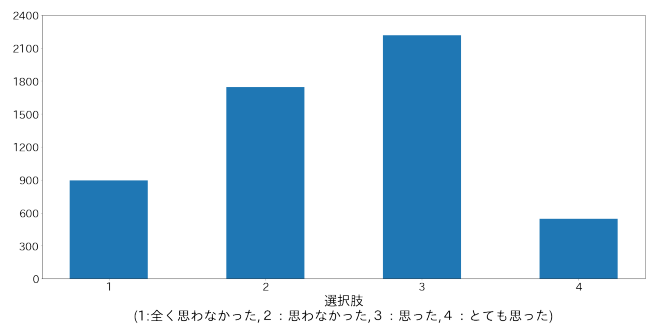
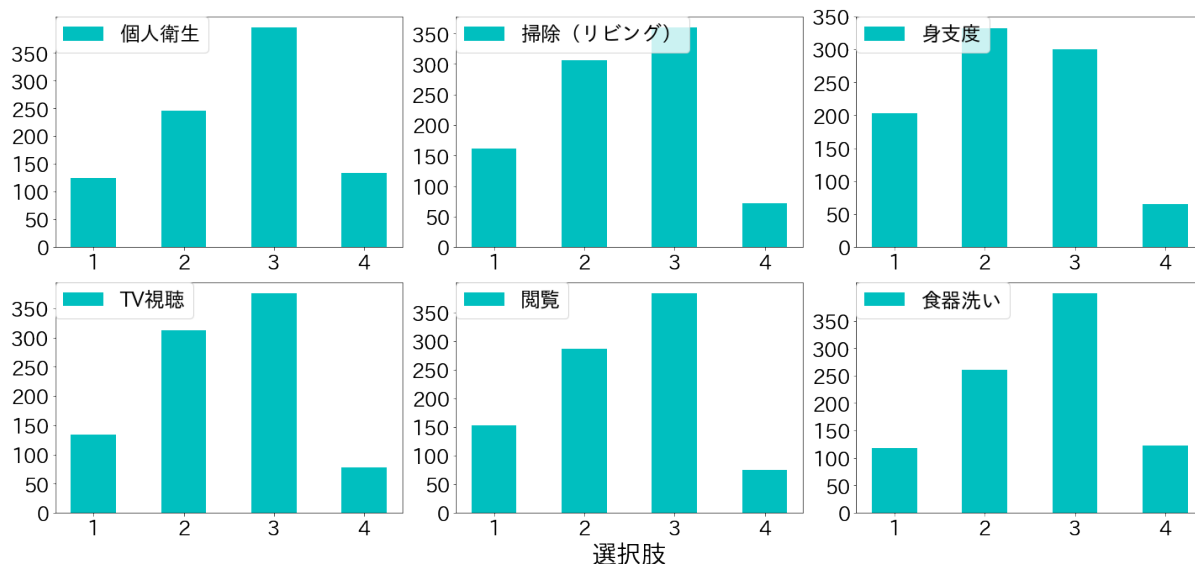


図 11 全体的なアンケート結果（全 5400 問の結果）

つき 100 件の回答結果が得られた。5400 件全体の回答結果を図 11 に示す。この結果を見ると、「1:全く思わなかった」（以下、回答 1）と「4:とても思った」（以下、回答 4）の回答数が少なく、「2:思わなかった」（以下、回答 2）と「3:思った」（以下、回答 3）の回答数が多くなっていることがわかる。また、ネガティブな回答（回答 1 および回答 2）は 2637 件、ポジティブな回答（回答 3 および回答 4）は 2762 件となり、ポジティブな回答がやや多いものの、ほぼ同じ回答数となった。

### 5.2 行動別のアンケート結果

行っている行動ごとに質問への回答意欲の差異があるのかを明らかにするため、行動ごとの回答結果を抽出した。結果を図 12 に示す。全体的な結果と同じく、全ての行動で回答 1 と回答 4 の回答数が少なく、回答 2 と回答 3 の回答数が多くなっている。しかし、基本的に回答 4、回答 1、回答 2、回答 3 の順で回答数が増えているが、身支度だけ回答 3 よりも回答 2 の方が多いことが見てとれる。また、行動ごとの回答をネガティブな回答とポジティブな回答に分けて可視化した結果が図 13 である。この結果を見ても、身支度が他の行動と比べて圧倒的にネガティブな回答が多いことがわかる。これについて被験者から任意で受け付けた回答理由によると、「出かける所で時間が無いから」、「身支度の途中で急いでいるので」、「忙しいし、答える必要がないと思うから」、「予定を優先する」、「忙しい時に画面打てない。」など、忙しいから回答したくないという意見が多数見られた。そこで各行動ごとに「忙しい」ワードが含まれている回答理由の数をまとめた結果を表 2 に示す。これを見ると、身支度に対して「忙しい」と感じている被験者がかなり多いことがわかる。また、TV 視聴や閲覧は「忙しい」と感じる被験者が最も少なくネガティブな回答よりもポジティブな回答が多いことから、娯楽などで好きなことをしている時よりも準備などで忙しい時の方が回答意欲が低いことがわかった。また図 13 を見ると、個人衛生と食器洗いが他の行動と比べて圧倒的にポジティブな回答が多いことがわかる。これら 2 つの行動は共に音声で質問および回答を行なっている。このことから行動ラベル収集の



(1 : 全く思わなかった, 2 : 思わなかった, 3 : 思った, 4 : とても思った)

図 12 各行動のアンケート結果

表 2 「忙しい」を含む回答理由の件数

行動	件数
身支度	70
掃除 (リビング)	10
食器洗い	10
個人衛生	7
TV 視聴	2
閲覧	2

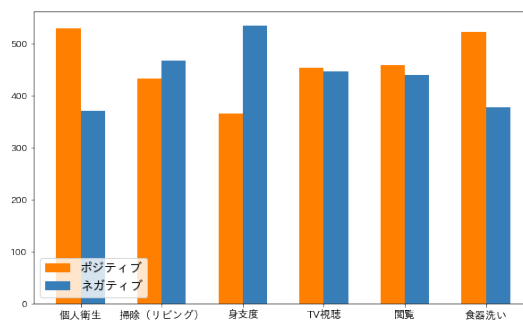


図 13 各行動のポジティブ回答およびネガティブ回答の数

際の質問には、タブレット端末上よりも音声の方が適していることがわかった。

### 5.3 質問 (ナッジ) 別のアンケート結果

質問にナッジを用いることで質問への回答意欲が変化するかを明らかにするため、質問ごとにポジティブな回答をした人数を可視化した。その結果を図 14 に示す。通常 (ナッジを用いていない) の聞き方をベースラインとして見ると、ナッジを用いた質問 8 種類中 6 種類はそのベースラインを超えていることがわかる。特に Confront ナッジと Fear ナッジは 2 種類ともベースラインを超えているので、これらのナッジの有効性を確認できた。次に、ベースラインを下回った Deceive1 と Social Influence2 について被験者が記入した回答理由を確認する。まず、Deceive 1 について回答理由を見ると、「雑学に魅力を感じないから」、「雑学いらない」、「押しつけの雑学は不要」など、今行っている行動を中断してまで雑学を知りたくはないという意見が多数見られた。このナッジは本来被験者に楽しみを期待させるというメリットを必ず与えることで回答意欲を高めるものであったにもかかわらず、そもそも被験者が雑学を知

る行為を楽しみと認識していなかったもので、このナッジについてはより被験者がメリットを感じる方法に置き換えていく必要がある。次に Social Influence2 の回答理由を見ると、「他の人は関係ない」、「他人の情報で左右されたくない」、「他の人がどうとか関係ない」など、他人と比べられることを嫌悪したり、どうでもいいという意見が多く見られた。また「信用できないから」などの意見もあり、被験者にシステムの信頼性を確実に伝えていくことが課題として残った。

## 6. 考察

本章ではクラウドソーシングによるアンケート結果や被験者に任意で受け付けた質問への回答理由から、ラベル収集に質問を用いる上での改善点や課題について考察する。

### 6.1 質問および回答のインターフェース

今回のアンケート結果からタブレット端末上で質問、回答するよりも音声で質問、回答する方が被験者の回答意欲が高いことがわかった。さらに身支度をしている時の質問の回答理由には、音声だったら答えるという趣旨の意見も

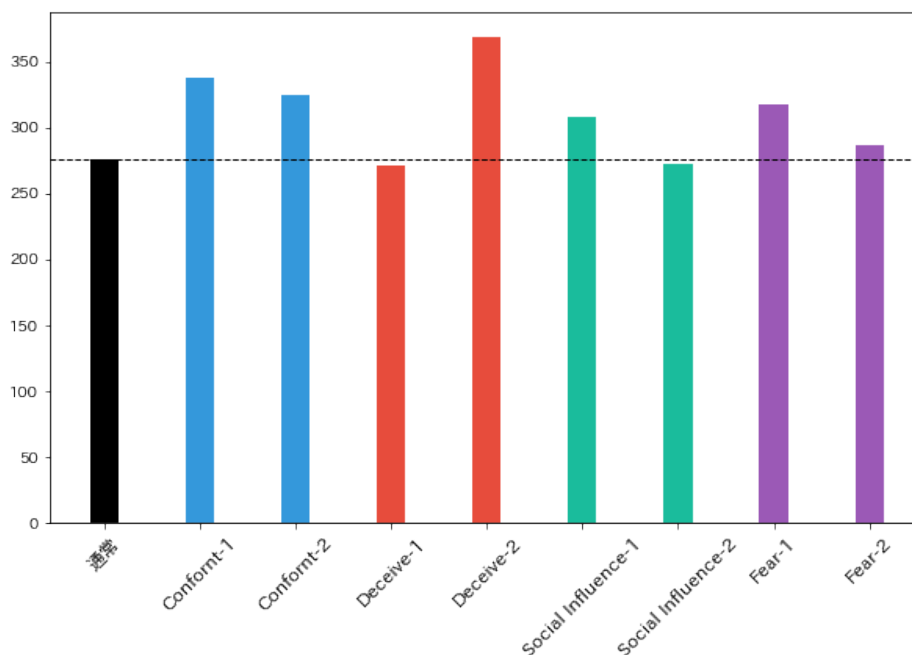


図 14 各質問のポジティブ回答の数

いくつか見られ、音声の方がタブレット端末を用いるより優位であることを確認できた。しかし音声を用いる質問への回答理由を見ると「音声認識してくれるなら作業しながらでも回答できるから」や「声ならよい」などポジティブな意見が多い一方、「質問が早口」や「声が生理的に受け付けられないから」などネガティブな意見も一部見受けられた。今回用いた音声は音声合成ソフトで作成した機械音声だったため、やや不自然な言い回しなどもあったのが原因の一つだと考えられる。そのため、実際のラベル収集のために用いるためには、なるべく被験者が聞きやすい音声を採用し、不快感をなくすことが課題の一つとして挙げられる。

## 6.2 ナッジを用いた質問をする上での注意点

8種類中6種類のナッジはポジティブな意見の方が多く有効性を確認できたが、それらにもネガティブな意見は少なからず見受けられた。その中でもいくつかのナッジの回答理由として「脅迫されてるみたい」や「脅かされているようでいや」など被験者が質問に対して恐怖を感じたような意見があった。Fear ナッジは被験者に何らかの恐怖を与えることで回答意欲を促進するものなのでナッジが有効である理由になるのだが、Confront ナッジや Deceive ナッジにもそのような回答理由がいくつか見られた。実際にスマートホームで運用していく際、質問に対して何度も恐怖を感じるようになることになると、そのシステムに対する不信感や嫌悪感を引き起こす可能性があるため、ナッジを用いる場合でも質問のしすぎは避けるべきであると考えられる。また、例えば Social Influence1 ではベースラインを超えているが、

Social Influence2 では超えていないなど、同じカテゴリ内でも有効なナッジとそうでないナッジが存在することがわかった。このことからナッジをカテゴリごとではなく、1つ1つの種類ごとに有効性を確認することが必要である。さらに、どのようなナッジを用いた質問をしても全てネガティブな回答をした被験者も一定数存在した。通常の聞き方に比べればナッジを用いた方が回答意欲は高まる傾向にあるが、それでも回答しないという強い意志を持っている被験者が対象である場合だとナッジによる効果はほとんどないと考えられる。

## 7. おわりに

本稿では、宅内行動認識における行動ラベル収集を「今どんな行動をしていますか？」のような行動を尋ねる質問で行う際、質問の回答意欲を高めるために様々なナッジを用いた質問方法を考案し、クラウドソーシングによるアンケート調査を行うことでその有効性を明らかにした。アンケート調査の結果、考案した8種類のナッジを用いた質問のうち、6種類が通常の聞き方よりも回答意欲が高く、ナッジを用いた質問の有効性を確認した。しかし、どのようなナッジを使っても回答しない意思が強い被験者の場合だと、ナッジの効果はほとんどないこともわかった。またインターフェースについて、タブレット端末上から質問および回答を行うよりも、音声を介して質問および回答を行う方が回答意欲が高いことがわかった。タブレット端末上で質問および回答を行うシチュエーションでアンケートに回答した被験者の中には、音声であれば回答したいというような意見を持つ人もおり、質問には音声が適していること



が明らかになった。しかし、中には質問に用いる音声の質を気にする意見もあり、今後行動ラベル収集のために運用する際の課題となった。さらに、実際の行動認識に用いる際は、被験者の滑舌や行動名の多様な表現方法（例えば個人衛生は歯磨き、手洗いなど、様々な言い方がある）を考慮する必要があり、タブレット端末よりも実装することが難しいことも課題である。また、娯楽を楽しんでいる時よりも身支度などの忙しい時の方が回答意欲が下がることが確認でき、行っている行動ごとで回答意欲に差異があることが確認できた。今後の展望として実際に宅内行動認識の行動ラベル収集にナッジを用いた質問を用いる際、どの質問をどのような頻度で行えばよいかを明らかにし、スマートホームで実証実験を行う。

## 参考文献

- [1] Sreenivasan Ramasamy Ramamurthy and Nirmalya Roy. Recent trends in machine learning for human activity recognition—a survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol. 8, No. 4, p. e1254, 2018.
- [2] Ehsan Nazerfard and Diane J Cook. Crafft: an activity prediction model based on bayesian networks. *Journal of ambient intelligence and humanized computing*, Vol. 6, No. 2, pp. 193–205, 2015.
- [3] Tomokazu Matsui, Kosei Onishi, Shinya Misaki, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, and Keiichi Yasumoto. Easy-to-deploy living activity sensing system and data collection in general homes. In *2020 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, pp. 1–6. IEEE, 2020.
- [4] 佐藤佑磨, 大山航平, 立花巧樹, 林涼弥, 宮地篤士, 松井智和, 中村優吾, 諏訪博彦, 安本慶一. スマートホームにおけるナッジを用いたオンライン行動認識システムの検討. ”SIG-SAI-社会における AI 研究会”, March 6-9 ”2021”.
- [5] Ana Caraban, Evangelos Karapanos, Daniel Gonçalves, and Pedro Campos. 23 ways to nudge: A review of technology-mediated nudging in human-computer interaction. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–15, 2019.
- [6] Tim Van Kasteren, Athanasios Noulas, Gwenn Englebienne, and Ben Kröse. Accurate activity recognition in a home setting. In *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*, pp. 1–9. ACM, 2008.
- [7] Rei Nakaoka, Yugo Nakamura, Yuki Matsuda, Shinya Misaki, and Keiichi Yasumoto. eat2pic: Food-tech design as a healthy nudge with smart chopsticks and canvas. ”2021 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops ’ 21, Demo)”, March 22-26 ”2021”.
- [8] 山崎由香里. 日米中 3 カ国における sns の倫理的利用に向けたナッジ効果の実証分析. *行動経済学*, Vol. 10, pp. 67–80, 2018.
- [9] 金光勇慈, 立花功樹, 松田裕貴, 中村優吾, 諏訪博彦, 安本慶一ほか. ナッジを用いたコロナウイルス接触確認アプリのインストール促進. *SIG-SAI*, Vol. 39, No. 10, pp. 1–6, 2020.
- [10] Sopicha Stirapongsasuti, Kundjanasith Thonglek, Shinya Misaki, Bunyapon Usawalertkamol, Yugo Nakamura, and Keiichi Yasumoto. A nudge-based smart system for hand hygiene promotion in private organizations. In *Proceedings of the 18th Conference on Embedded Networked Sensor Systems*, pp. 743–744, 2020.
- [11] Hiroaki Masaki, Kengo Shibata, Shui Hoshino, Takahiro Ishihama, Nagayuki Saito, and Koji Yatani. Exploring nudge designs to help adolescent sns users avoid privacy and safety threats. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–11, 2020.