

# 行動変容を誘発する インタラクティブサイネージへのユーザの反応調査

張志華<sup>1</sup> 高橋雄太<sup>1</sup> 藤本まなと<sup>1</sup> 荒川豊<sup>1,2</sup> 安本慶一<sup>1</sup>

**概要:** 近年, 行動変容に関する研究開発が数多く行われている. 行動変容の目的は, 健康増進などのために, ユーザの生活パターンを改善すること, あるいはその改善を長期間維持できるようにすることである. 新しい習慣を作るためには, ユーザの日常生活パターンを認識し, 生活の中で行動変容のきっかけを与える必要がある. これを実現するため, 本研究では, 通りかかるユーザに対して積極的に話しかけるインタラクティブサイネージを構築し, 視覚刺激, 聴覚刺激による行動変容の誘発を試みる. 本稿では, 提案するインタラクティブサイネージに対して, ユーザがどのような反応をするのか, そしてどのように感じるのかについて, 調査した結果を報告する. 調査実験として, 大学の1フロア4箇所に開発したインタラクティブサイネージを設置した上で, 15名の被験者にBLEビーコンが付いた名札を装着して過ごしてもらった. インタラクティブサイネージには, 4種類の話しかけシナリオを用意し, ビーコンによってユーザの接近を検出するとその中から話しかけを行わせた. ユーザはタッチ画面を通じて話しかけに応答することができる. 実験の結果, インタラクティブサイネージシステムは行動変容を効果的に誘発できることがわかった.

## Investigating User Reactions to Interactive Signage Aiming to Change Human Behavior

ZHIHUA ZHANG<sup>1</sup> YUTA TAKAHASHI<sup>1</sup> MANATO FUJIMOTO<sup>1</sup> YUTAKA ARAKAWA<sup>1,2</sup>  
KEIICHI YASUMOTO<sup>1</sup>

### 1. はじめに

近年, スマートフォンやスマートウォッチが広く普及している. これらのデバイスにはアプリケーションをインストールすることにより, さまざまな機能を持たせることができ, AppleのApp Storeだけでも200万アプリ以上が登録されている. もう一つの特徴は, これらのデバイスはさまざまなセンサを有することである. 例えば, スマートフォンには, 加速度や地磁気といったモーションセンサや照度センサなどが搭載されており, スマートウォッチには同様のセンサに加えて, 心拍計も搭載されている. これらのセンサを活用したヘルスケアアプリケーションも多数リリースされており, 欧米では生活習慣病の治療手段としてこのような情報機器やAIなどの情報技術を活用することが

検討されている. 肥満, 糖尿病, 高血圧などの生活習慣病は, その名の通り, 日々の習慣によって発症する. そのため, その治療法としては, 人の生活行動を見直し, 別の生活行動に導く必要がある. このことは, 医学領域において, 「行動変容」と呼ばれており, 行動変容の5ステージ[1]などが定義されている. 行動変容を引き起こすための古典的な手法は, カウンセリングによって治療の重要性や将来の危険性を説くことであったり, 毎日の体重や摂取した糖分の量などを測定し, 記録することで振り返るというものである. しかしながら, これらの手法は継続性の観点で問題がある. そこで, 上述したように, 普及している情報技術を使って, 継続的に行動変容を誘発することができれば, 投薬などの医療的手段の代替治療手段となりうる. 欧米では, この情報機器による治療のことをDigital Medicine[2]と呼ぶこともある.

情報技術を使った行動変容の誘発手法は幅広く研究されており, 禁煙, アルコール依存症, 肥満, 糖尿病, 喘

<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> JST さきがけ  
JST PRESTO

息, 耳鳴り, ストレス, うつ病, 不眠症の管理などの分野で肯定的な結果が報告されている [3]. 具体的な例として, Sankuran らが提案した, 冠動脈疾患患者の行動を治療計画の遵守と疾患の再発防止に変容できる遠距離リハビリアプリケーションがある [4].

良い生活習慣 (もっと水を飲む, 運動するなど) を育むため, ユーザに装着する機器あるいはスマートフォンを利用して行動変容を促進する研究もある. Consolov らはゲーミフィケーションを利用して, ユーザの行動量が多いほどより綺麗なガーデンを作ることができるアプリを開発した [5]. Fortmann らはユーザの飲水習慣を改善するため, LED を内蔵したブレスレットを開発した [6]. 小さな LED はユーザが 1 日の間に水を飲んだ回数を示すため, 大きな LED は緑から赤への色分けを利用することで最後に水を飲んでから経過した時間を示すために使われている.

省エネルギーを目的にした行動変容を誘発する研究 [7] や個人ではなく環境側に専用の設備を設置し, 通りかかるユーザの行動を変容する研究も増えている. 代表的な例として, 音のなる階段 (Piano Stairs) [8], 速度を守ると「いいね」と表示される標識 (Speed Camera Lottery) [9], 落下音のするゴミ箱 (The World's Deepest Bin) [10] などが挙げられる. 以上のように, 情報技術を用いた行動変容の誘発手段には, 個人が持ち歩く機器を用いるアプローチと, 環境に情報機器を設置し, その場を通過する人の行動を変容させるアプローチに大別できる.

本研究では, 1 つのビルで長い時間を過ごしている, オフィスワーカーや学生を対象とし, 彼らの健康を増進させたり, 節電させたりするような行動変容を誘発したいと考えている. 対象人数が多くなると, それぞれにスマートウォッチを配布するには, コストが高くなりすぎるという問題がある. そこで, このような閉じた環境において, 大人数に対して行動変容のきっかけを与えるには, 環境側に情報機器を設置するアプローチが適していると考えた.

本研究では, 通りかかるユーザに対して能動的に話しかけるインタラクティブサイネージによる行動変容誘発手法を提案する. 行動変容の目的は, 健康増進などのため, ユーザの生活パターンを改善すること, あるいはその改善を長期間維持できるようにすることである. 新しい習慣を作るには, ユーザの日常生活パターンを認識し, 生活の中で行動変容のきっかけを継続的に与える必要がある. そのためには, ユーザの日常生活の導線上に何らかの情報機器を設置し, 五感を刺激することが重要であると考えている. また, その刺激が個人と関連した情報であれば, より行動変容が起きやすいのではないかと考えた. それを実現する手段として, 今回開発したインタラクティブサイネージは, ユーザが身につけている超小型ビーコンと連携し, ユーザの興味と共感を喚起しうる情報を, 映像と音で送り, 視覚と聴覚を刺激する. 今回は, ユーザの個人データ (年齢, 性

別, 身長など) は事前に収集してあるものとし, 問かけ内容は, 個人データを考慮したものにする. 提案システムは, 複数人を同時検出した場合は, ランダムに対象ユーザを選出する. また, 同一ユーザに対しては, 連続して問かけをしないように, 一度問かけをしてから, 次の問かけまでの時間制約を設けている.

今回は, 開発したインタラクティブサイネージ 4 台を研究室のある奈良先端大 A 棟 4 階の 4 箇所に設置し, 3 週間に渡り, ユーザがインタラクティブサイネージからの発話に反応するか, 個人データを収集できるか, 行動変容が起こるかについて, 調査実験を行った. 被験者は, 15 名であり, それぞれ 500 円玉程度の大きさの薄くて小さな BLE ビーコンをネックストラップに装着してもらった. インタラクティブサイネージには, パーソナルタスク (Personal Task), チェックタスク (Check Task), アクションタスク (Action Task), ノーマルタスク (Normal Task) という 4 種類の話しかけシナリオを用意し, ビーコンによってユーザの接近を検出すると, その中からタスクを選択してユーザに問かける.

パーソナルタスクとは, ユーザの個人データを収集することが目的のタスクである. 例えば, 「身長を教えてくださいませんか?」, 「出身地はどこですか?」などが含まれる. チェックタスクとアクションタスクは行動変容を誘発することが目的のリクエストであり, アクションタスクの提示はチェックタスクの結果で決まる. 例えば, 「この部屋は今誰が使っていますか?」というチェックタスクの場合, 「誰も使っていません」という結果によって, 「誰も使っていないので, 電気を消してくださいませんか?」という, 部屋の電気を消させるように促すアクションタスクが提示される. ノーマルタスクは人や部品の状態確認, 精神状態の確認, 移動の目的を確認することが目的のリクエストである. 例えば, 「今, ストレスを感じていますか?」, 「どこに行きますか?」などであり, ユーザはタッチ画面を通じて話しかけに応答できる. 被験者は, 問かけに対して回答しないということもあるが, 今回の実験では, 回答しないということを確実にカウントするため, 明示的に Reject ボタンを押してもらおうよう依頼した.

本実験は 3 週間行なった. その結果, 合計 2448 回の回答を得ることができた. そのうち, 356 回は回答しないというものであり, 実際の環境では問かけを無視された状況と考えることができる. 被験者毎の平均回答数は 139.5 回であった. 各タイプのタスク結果から, 被験者がパーソナルタスク, チェックタスク, アクションタスク, ノーマルタスクへの回答率はそれぞれ, 69.30%, 85.71%, 88.24%, 84.70%であった. 時間帯ごとに分析すると, 朝 8 時~10 時の間の回答率が一番高く, 午後 14 時~18 時の間の回答率は一番低い結果となった. 被験者が廊下の曲がり角と下駄箱に設置されたサイネージからの問かけへの回答率は

92.41%と95.14%であった。一方、被験者が休憩スペースとコーヒースペースに設置されたサイネージからの問いかけへの回答率は60.94%と80.00%であった。実験終了後、被験者にアンケートを回答してもらい、14人から回答を得ることができた。アンケートでは問いかけの頻度とタイミング、各種のタスクに関する感想、話しかけ機能に関する感想を収集した。アンケート結果において、個人データの収集について、「教えても良い」と回答した人は10人であった。ストレス状態の確認について、「逆にストレスを感じた」と回答した人は7人であった。以上の結果から、話しかけ機能はユーザの注意を高い確率で喚起できるということをアンケートの結果で確認でき、提案したインタラクティブサイネージは行動変容を効果的に誘発できることがわかった。

以降、2章では本研究と関連する研究について説明する。3章では本研究の提案手法を説明する。4章では実験について説明し、5章で評価結果を示す。最後に6章において本論文のまとめと今後の予定を述べる。

## 2. 既存研究

本章では、情報技術を用いた行動変容の誘発手法とインタラクティブサイネージに関する既存研究を紹介する。

### 2.1 情報技術を用いた行動変容の誘発手法

スマートフォンやスマートウォッチなどの情報機器の普及と共に、こうした情報技術を用いた行動変容誘発システムも増えている。このようなシステムは、ユーザが常時身につけるウェアラブル機器を用いたシステムと、環境側に何らかの情報機器を設置するシステムに大別することができる。

ウェアラブル機器を用いたシステムとして、Consolovらはゲーミフィケーションを利用して、ユーザの行動量が多いほどより綺麗なガーデンが作られるアプリを開発している[5]。Fortmannらはリマインダーの仕組みに基づいて、ユーザの飲水習慣を改善するためにLEDを内蔵したプレスレットを開発している[6]。小さいLEDはユーザが1日中水を飲んだ回数を示しており、大きいLEDは緑から赤への色分けを利用することで最後に水を飲んだから経った時間を示す。また、Jaquesらは社交サポートを利用したペアリングウェブアプリを発表した[11]。ペアリングした2人の参加者はお互いに望んでいる行動変容(水をもっと飲みたい、もっと仕事に集中したいなど)を実現するための解決策を議論し、実施することで行動変容を誘発する。Edithらは[12]、ダイエットを成功させるためにさまざまなフィットネスアプリを検証し、グループ間での競争やグループメンバーからのサポートにより、行動を継続できることを明らかにしている。

環境側に情報機器を設置する手法としては、音のなる階

段(Piano Stairs)[8]、速度を守ると「いいね」と表示される標識(Speed Camera Lottery)[9]、落下音のするゴミ箱(The World's Deepest Bin)[10]などが挙げられる。

### 2.2 行動変容を誘発する要因について

これらのシステムには、行動変容を誘発するための因子として、リマインダー、セルフチェック、ソーシャルサポート、リワードなどの要素が盛り込まれている。リマインダーは、設定に基づいてユーザにやるべきタスクを提示することである。これにより、行動変容のきっかけを予定して与えることが可能となるが、リマインダーに依存すると、ユーザ自身のタスクに対する記憶が低下する可能性がある。タスクに対する記憶力のテストを行なった結果、リマインダーを使う人の点数は一番低いという報告もある[13]。つまり、リマインダーは生活習慣を一時的に変えられるものの、ユーザがアプリの使用を中止すると、元の生活に戻る、あるいは以前よりも悪くなる可能性が高い[13]。また、セルフチェックは、個々のユーザが自身の生活を記録し、振り返ることである。この手法は、元来、生活ログを記録する習慣がないユーザは、初期段階で記録を忘れることが頻発し、結局、行動変容に結びつかない可能性が高い。ソーシャルサポートは、Edithら[12]が行なった研究で用いられている因子であるが、社会関係のプレッシャーや影響を利用し、ユーザにバイアスをかかて、行動変容を促すものである。しかしながら、この手法は、目標を達成できていないことも共有されてしまうことで、プライバシーや人間関係に影響を与える可能性があるという問題がある。最後に、リワードは、自分で設定したゴールや金銭的な報酬のことを指している。リワードの影響力は人により違う、そして金銭的な報酬の持続性が低いため、報酬がなくなると、元の行動に戻る可能性が高い。App StoreとGoogle Playでは、行動変容を目的とした有料アプリも多数存在しているが、WestらとCowanらの調査研究によると、これらのアプリは行動変容の理論の根拠が不足しており、有効性は疑わしい[14][15]と指摘されている。

行動変容の理論として、BCSS理論(Behavior Change Support System Theory)[16]というものがある。BCSS理論では、「行動変容を目的にしたシステムは欺瞞や強制あるいは経済的な報酬を使用せず、口頭的あるいは非口頭的な情報を提供することで行動変容を誘発すべき」と述べられている[16]。その理由は、持続性が低い手段で誘発した行動変容は持続しにくい、または中止すると最初の状態に戻る可能性が高いからである。

### 2.3 デジタルサイネージ

大型ディスプレイの低価格化に伴い、紙媒体に変わる情報案内システムとして、デジタルサイネージが広がっている。初期のデジタルサイネージは、ディスプレイ上に情報

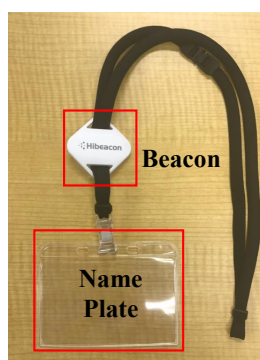


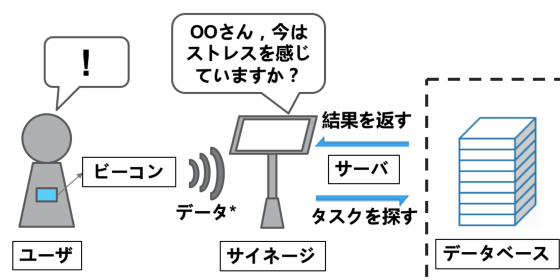
図 1 BLE ビーコンと名札

を提示するだけのものではあったが、視聴者と対話したり、視聴者に応じてコンテンツを変化させるインタラクティブサイネージが広がりつつある。例えば、Intelli Signage[17]は、デジタルサイネージの上部に取り付けたカメラで視聴者の顔を撮影し、顔画像から年齢性別を識別した上で、子供には子供向けの広告、女性には女性向けの広告という風にコンテンツを切り替えられるシステムを発売している。東京時空ナビ [18] は、タッチパネルを搭載し、ユーザが表示コンテンツを切り替えられるようになっている。単に切り替えられるだけではなく、ユーザの動作に応じてコンテンツを変えるサイネージ [19] も増加している。こうしたサイネージは、カメラで人を検知すると画面を変化させるなど、視覚情報を刺激して、通り掛かる人の注目を集める仕組みも搭載されている。ドイツでは、女性にだけ話しかけてビールを販促するサイネージが登場し話題となった [20]。

### 3. 提案手法

提案システムは、2章で述べた BCSS 理論に基づき、ユーザに特化した情報を文字と音声メッセージを用いて、ユーザの視覚と聴覚を刺激することで行動変容の誘発を試みる。音声を用いることにより、好奇心を喚起するだけではなく、ユーザに親近感を与える効果も期待している [21]。ユーザに特化した情報とは、ユーザの興味と共感を喚起できる情報のことを指し、その情報を選出するために、ユーザ本研究では、ユーザのパーソナライズデータ (年齢, 性別, 身長など) も、このシステムを通じて収集することを考えている。

今回、視覚と聴覚を同時に刺激する手段としてサイネージを用い、ユーザを特定する手段としてビーコンを用いた、能動的に話しかけるインタラクティブサイネージを提案する。これまでの研究では、対象ユーザ全員がビーコンを装着していることは想定されておらず、新しいシステム構成となる。提案するシステム構成は、これまでのカメラを用いて年齢や性別などの属性を認識するサイネージシステムと比較して、ビーコンを用いることで、識別ミスがないことと、サイネージの正面ではなくても通過するユーザを



\*データにはUUID, Major, Minorの情報を含めている

図 2 インタラクティブサイネージシステム概要図

発見できるという利点がある。近年では、ビーコンの小型化と長寿命化が進んでおり、今回の実験では、図1に示す500円玉大の薄型ビーコン(8g)を使用する。このビーコンはボタン電池式で、非常に小型軽量でありながら、1Hzの頻度でビーコン信号を発信しても半年間駆動する。

図2に、提案するBLE連動インタラクティブサイネージのシステム構成を示す。提案システムは、ユーザが装着するBluetooth Low Energy (BLE) ビーコン、ビーコンの受信と情報提示を行うデジタルサイネージ、ユーザデータやタスク情報、そして応答ログを記録するサーバシステムから構成される。ビーコンは、被験者が普段装着している学生証の付いたネックストラップに装着するものとする。デジタルサイネージはタッチ入力可能なものであり、ユーザの応答を収集するためにも用いる。

デジタルサイネージは、常時、ビーコンの着信を監視しており、ユーザがデジタルサイネージに近づき、ビーコンの電波を受信するごとに、次の動作を行う。まず、受信信号強度 (RSSI) を取得し、RSSI があらかじめ設定した閾値を超えた場合、ユーザが近づいたと認識し、問いかけ内容をサーバに問い合わせる。問い合わせる際は、受信したBLEビーコンの情報とデジタルサイネージ自身のIDをサーバに送信する。近接したとみなすRSSIの閾値は、建物の構造とデジタルサイネージの設置場所により変化するため、実験を通じて値を調整する。サーバは受け取ったBLEビーコンのUUID, Major, Minorによってユーザを特定し、ユーザに提示できる情報を選択する。本システムでは、4つの条件でタスクが選択される。1つ目の条件は時間帯である。本システムは時間帯によって提示するコンテンツが変わる。例えば、早朝には、睡眠状態と朝食状態を確認するタスクが設定されている。そして、夜には夕食を確認するタスクが設定されている。2つ目の条件はユーザである。本システムはユーザによって提示できるコンテンツが変わる。例えば、外国人に提示する情報は英文になるが、日本人の場合は日本語の情報を提示する。3つ目の条件は情報の提示状況である。本システムでは、ユーザに負担がかからないようにするため、クールダウン時間が切れるまで同じ情報を同じユーザに提示しない。4つ目の条

件はユーザの位置情報である。デジタルサイネージの設置場所として通り道の横と公共スペース(事務室, 休憩室など)を考える。本システムはユーザの負担を減らすため, 長い時間公共スペースにいるユーザに15分間のクールダウン時間を与える。クールダウンの時間内はそのユーザにタスクを提示しない。以上の条件によって提示する情報を選択して, デジタルサイネージにフィードバックする。

デジタルサイネージは, サーバからのフィードバックに基づき, ユーザに対する刺激(問いかけ)を発信し, 発信後に応答画面へ遷移する。問いかけに対する応答方法として, 2種類を用意した。1つ目はボタンである。通りかかった時に声をかけるため, 簡単に応答できる方が望ましいと考え, 最も簡単な応答方式として, サイネージ上に回答の選択肢をボタンで提示する。2つ目は文字入力である。提案システムは, より効果的に行動変容を誘発するために, 初期のユーザに対しては, 年齢, 出身地, 身長, 体重などの属性情報を問いかける。文字入力は, その際の応答で利用する方式である。また, 返答する時間がない場合や音声メッセージに気づかなかった場合などユーザが返答できない状況に対応するため, 本システムは情報を提示してから一定時間内で返答をもらわなかったとき, 自動的に初期画面に戻り, 「Ignore」という結果をサーバにアップロードする。また, 明示的に Ignore と返信するためのボタンも用意しており, 気づいたけど急いで対応できないような場合は, 明示的にボタンを押してもらうことにしている。返答をもらった場合には, ユーザの情報, 提示した情報の内容, そして返答内容をサーバにアップロードし, データベースに保存する。

#### 4. 実験

今回は, 開発したインタラクティブサイネージ4台を研究室のある奈良先端大 A 棟 4 階の 4 箇所(図 3)に設置し, 3 週間に渡り, ユーザがインタラクティブサイネージからの発話に対してどのような反応をするか, 対話を通じて個人データを収集可能か, 能動的な話しかけにより行動変容を誘発することが可能かについて, 調査実験を行った。

インタラクティブサイネージは被験者となる研究室メンバーが普段よく通る行動導線上の 4 箇所を選んで設置した。1つ目の場所は学生室(406)の奥にある休憩スペースである。この場所はドリンクとお菓子の置き場であり, 漫画とベッドが置かれている。ここには, 休憩したい人やお菓子とドリンクを買いたい人が訪れる。被験者の生活パターンのデータを収集することを狙い, この場所にデジタルサイネージを設置した。また, 近くに体重計が置いてあり, 体重を計測するという行動変容の誘発も狙っている。2つ目は, 研究室に通じる廊下の曲がり角である。研究室の出入り時に必ず前を通ることと, 大型のサイネージを置くスペースがあることから, この場所に設置した。3つ目の場

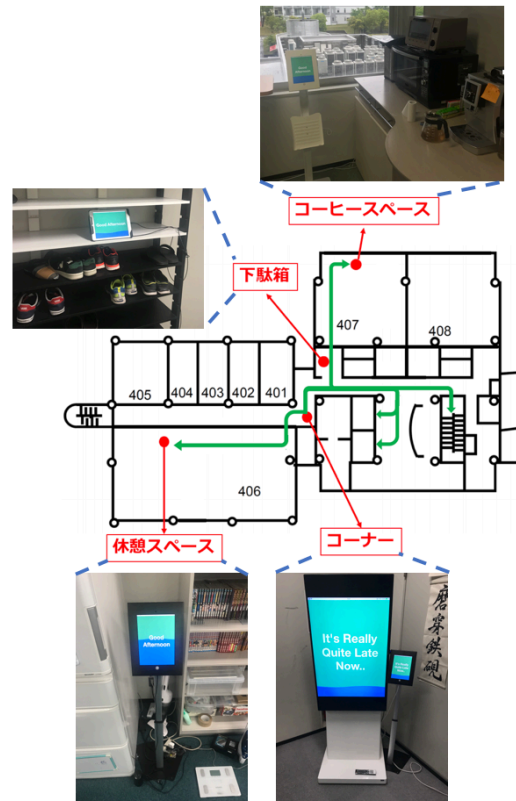


図 3 インタラクティブサイネージの設置場所

所は下駄箱の中である。靴を脱ぎ履きする際は, 必ずこの場所に立ち止まること, 柵の中に埋め込むことで視点の位置にサイネージを設置可能であることから, データを収集しやすいと考え, この場所を選んだ。また, この場所から, ゼミ室(407)の状況(使用されているか, 電気が着いているかなど)を確認できるため, 節電させる行動変容(電気を消してもらおう)の誘発するのも目的である。4つ目の場所はコーヒースペースである。ここには, レンジ, オープン, コーヒーメーカー, お湯のポットが設置されており, コーヒーを飲みたい人やお弁当などを温めたい人が訪れる。被験者の生活パターンを収集するとともに, コーヒーメーカーの水の残量チェックなど状態の確認という行動変容を誘発することを狙っている。滞留時間の長い場所では, 滞在時間中に何度も話しかけることになるため, 休憩スペースとコーヒースペースでは15分間のクールダウン時間(次のタスクまでの最低時間間隔)を設定した。

被験者は15名とし, 全員 BLE ビーコンをネックストラップに装着してもらった。BLE 発信周波数は1[Hz]である。インタラクティブサイネージには, パーソナルタスク(Personal Task), チェックタスク(Check Task), アクションタスク(Action Task), ノーマルタスク(Normal Task)という4種類の話しかけシナリオを用意し, ビーコンによってユーザの接近を検出するとその中からタスクを選択して, ユーザに問いかける。外国人留学生・訪問研究者が実験に参加できるようにするため, 英語化したシナリオも

表 1 シナリオの例

シナリオ内容	シナリオタイプ
性別を教えてくださいませんか？	Personal
年齢を教えてくださいませんか？	Personal
身長は何センチですか？	Personal
A407 に誰かいますか？	Check
A407 の電気が付いているなら、 消してもらえますか	Action
今、ストレスを感じていますか？	Normal
今日の朝ご飯を食べましたか？	Normal
昨日、よく寝ましたか？	Normal
コーヒーマーカの水はまだ足りですか？	Normal
どこに行くの？	Normal

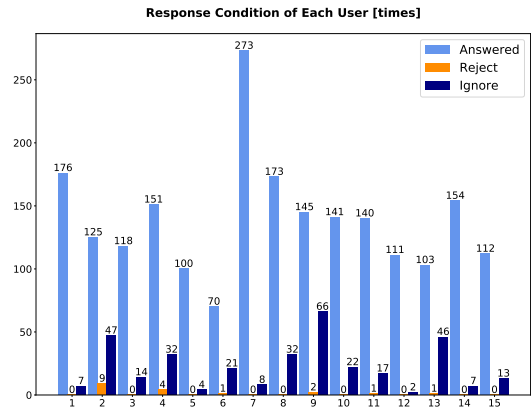


図 4 被験者の回答数分布

用意した。表 1 は、今回の実験で用意したシナリオの一例である。

今回の実験期間は、実験への協力を強く依頼する週と任意で継続してもらう週の 2 週間で構成する予定だったが、ゴールデンウィークと重なったため、後者の週を延期し、ゴールデンウィークを含めた 3 週間とした。1 週目は、被験者全員に対して、デジタルサイネージからの音声メッセージに気づいた場合、Reject ボタンを含めて必ず応答するように依頼した。一方、2 週目と 3 週目では無視したい場合は無視しても構わないというように自由に継続してもらった。このように実験を分けた理由は、被験者の行動が、実施者からの依頼のある状態と、そのようなバイアスのない実環境でどのように変化するかを調べるためである。

事前準備として、各被験者の名前、言語 (日本語か英語)、そして持ち歩くビーコンの UUID の情報をサーバに登録した。そして、実験の 1 週目はバイアスありとバイアスなしの状態それぞれのパersonalタスクの収集状況を調査するため、1 週目が終了した後、タスク記録を残した上でサーバに登録された個人データを消去した。

3 週間の実験終了後、被験者全員に対してアンケートを実施し、問いかけの頻度とタイミング、各種タスクに関する感想、話しかけ機能に関するの感想などを収集した。

## 5. 実験結果

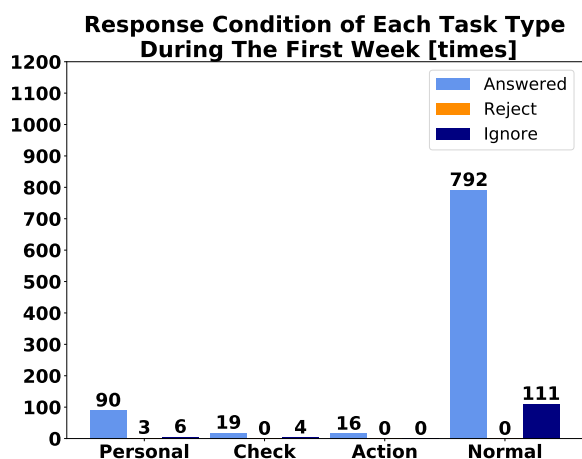
3 週間の実験の結果、合計 2448 個のタスク記録を収集することができた。そのうち、356 個は回答しないというものであり、実際の環境では問いかけが無視された状況と考えることができる。以降では、2092 (2448-356) 個の回答データを用いた分析結果を述べる。被験者 15 名の回答状況を図 4 に示す。被験者の平均回答数は 139.5 回であり、最低回答率は 69.01% であった。このことから、インタラクティブサイネージの問いかけに高確率で応答してくれることが分かった。

### 5.1 タスクタイプごとの分析と考察

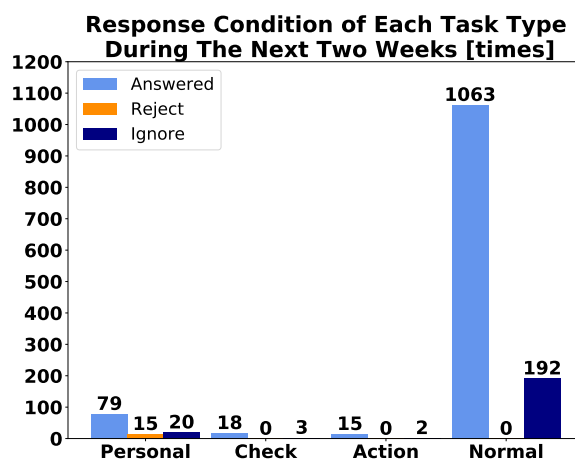
次に、図 5 に各タスクタイプの回収数、拒否数、無視数を第 1 週と第 2 週以降に分けて示す。横軸はタスクの種類、縦軸は記録の回数を示す。各タスクに対して、回答 (Answered)、拒否 (Reject)、無視 (Ignore) という 3 種類の結果がある。まず、このグラフから、ノーマルタスクの割合が他のタスクに対して多いということがわかる。これは、ノーマルタスクはボタンで回答できる簡単なタスクであり、最も多種類の内容を用意していたからである。行動を伴うアクションタスクやチェックタスクは、その場所で行えることに限定されるため、今回 2 種類しか用意しておらず、加えて、それらの発動条件も厳しくなっている。例えば、チェックタスクの 1 つである、A407 室の使用状況確認タスクは、夜間に電灯が付けばなしになっていないかを確認してもらうことを想定しているため、発動条件は夜 8 時以降としており、昼間は発動しない。

次に個別のデータについて見ていく。個人データの収集が目的のパーソナルタスクについて、1 週目の回答率、拒否率、無視率はそれぞれ 90.91%、3.03%、6.06% であった。次の 2 週間の回答率、拒否率、無視率はそれぞれ 69.3%、13.16%、17.54% だった。若干回答率は低下したが、自由に継続してもらった期間でも約 70% の回答が得られたことから、インタラクティブサイネージを通じて、ユーザから個人データを効果的に収集可能であることが分かった。

次に、チェックタスクとアクションタスクについて考察する。表 2 に、アクションタスクに対する回答の内訳を示す。電灯状態確認のタスクに対して、10 回の回答と 2 回の無視という結果を得た。ただし、部屋の電灯状態が実際にどう変わったかについては把握できていないため、実際にユーザが電気を消すという行動変容が起きたかどうかは不明である。一方、体重を測るタスクに対しては、無視が 2 回、拒否が 2 回となり、実際に体重を測るという行動変容を誘発できた回数は 1 回であった。



(1) 1週目のタスクタイプごとの回答状況



(2) 次の2週間のタスクタイプごとの回答状況

図5 タスクタイプごとの回答状況

表2 第2週以降のアクションタスクの内訳

アクションタスク内容	結果	回数
A407の電気がついているなら、消してくれませんか？	無視	2
	消しているよ	10
体重を測ってみませんか？	無視	2
	いいえ、結構です測ってしましょ	1

表3 第2週以降のノーマルタスクの一部内訳

ノーマルタスク内容	結果	回数
秘書さんは秘書室にいますか？	無視	16
	はい、います	75
	いいえ、いません	28
コーヒーマーカーの水はまだ足りませんか？	無視	4
	3割以下	4
	3割から8割	7
	8割以上ある	6
今、研究室にいる人は何人ぐらいですか？	無視	24
	15人以上	72
	10人ぐらい	52
	5人ぐらい	34
	その他	4

次にノーマルタスクのデータについて考察する。ノーマルタスクの1週目の無視率は12.29%、次の2週間の無視率は15.30%と多くの人が回答してくれた。その理由としては、ノーマルタスクは、ボタンで回答できるため、実行に必要な労力と時間のコストが低いと考えられる。表3は、第2週以降のコーヒーマーカーの水残量の確認、秘書さんの材質状況確認、研究室メンバーの人数確認のタスクに対する結果の内訳を示したものである。このように回答候補をボタンで提示することによって、サイネージに対して何らかのインタラクションをするという程度の小さな行動変容は引き起こせることがわかった。

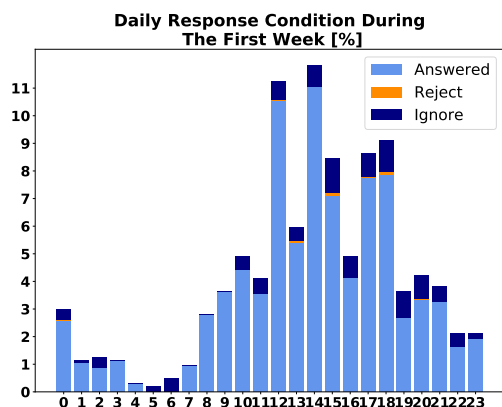
## 5.2 時間帯ごとの分析と考察

図6に1日中の時間帯ごとの回答数、拒否数、無視数を第1週と第2週以降に分けて示す。横軸は1日中の時刻、縦軸はその時間帯の割合を示す。各時間帯に対して、回答(Answered)、拒否(Reject)、無視(Ignore)という3つの結果がある。このグラフによって、第2週以降の拒否率と無視率が1週目より高くなっていることが分かる。各時間帯のデータを見ると、1日の中で回答率が最も高い時間帯は朝の8時から10時の間であり、回答率が最も低い時間帯は午後の14時から18時の間であったことが分かる。回答率が低くなったの原因としては、午後は研究や勉強が忙しく、回答する余裕がなかったことが考えられる。また、午前中に何度か応答したことで飽きてしまった可能性もある。

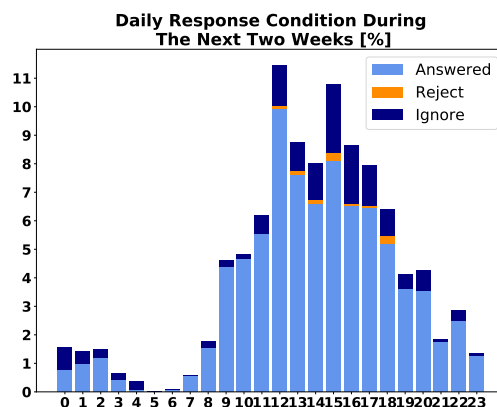
## 5.3 デジタルサイネージの設置場所ごとの分析と考察

図7にデジタルサイネージの設置場所ごとの回答数、拒否数、無視数を第1週と第2週以降に分けて示す。横軸は各設置場所、縦軸はその場所の記録数を示す。各場所に対して、回答(Answered)、拒否(Reject)、無視(Ignore)という3種類の結果がある。このグラフから、通り道に設置したサイネージは、多くの人が滞在する公共スペースに設置したサイネージよりデータを収集しやすいことが分かる。そして、廊下の曲がり角と下駄箱に設置したデジタルサイネージの第2週以降の回答率(84.78%と86.31%)はコーヒースペースの89.72%より低い。発動したタスクの量を考慮すると、通り道に設置したデジタルサイネージの回答率の方が良い。ここには大きなディスプレイを置くスペースがあったため大きな画面で視覚を刺激できたことに起因する可能性もある。

次に休憩スペースに設置したデジタルサイネージのデータを考察する。1週目の無視率は32.41%だった。次の2週間の無視率は38.28%だった。無視率が30%以上になった



(1) 1週目の時間帯ごとの回答状況



(2) 次の2週間の時間帯ごとの回答状況

図 6 時間帯ごとの回答状況

原因は主に2つが考えられる。1つ目の原因は、休憩スペースは、大きな研究部屋の一部にあることが考えられる。同じ空間の中に、机で作業している人もいるため、デジタルサイネージで受信するRSSIだけで休憩中か作業中かや近いか遠いかを正確に判断することが難しい。結果として、間違えて遠いところに座っている人のビーコンに反応してしまい、その人に対して発話してしまうことがあった。2つ目の原因は休憩スペースにあるベッドで寝ている人のビーコンに何度も反応したが、ユーザが睡眠中だったため答えられなかったことである。

次に廊下の曲がり角に設置したデジタルサイネージで取得したデータについて考察する。1週目の無視率は7.13%だったが2週間には14.49%に上昇した。廊下はユーザが歩いて通過するため、サイネージからの問いかけが遅れ、聴こえたときには通りすぎてしまっていることがあった。そのため、バイアスなしの第2週以降は、行き過ぎた被験者は、わざわざ戻ってタスクに答えるという行為をしなくなり、無視率が上昇したと考えられる。

下駄箱に設置したデジタルサイネージの結果について、1週目の回答率、拒否率、無視率は95.14%、0.35%、4.51%であった。次の2週間の回答率、拒否率、無視率は86.31%、1.87%、11.83%だった。靴を脱ぎ履きする際は、必ずこの場所に立ち止まるため、データを収集しやすいことが分かる。

コーヒースペースに設置したデジタルサイネージのデータについて、1週目の回答率、拒否率、無視率は80.00%、0%、20.00%であった。次の2週間の回答率、拒否率、無視率は89.72%、0%、10.28%であった。技術的な問題で、第3週の間コーヒースペースに設置したデジタルサイネージが落ちることが何回も発生したせいで、第3週のデータをうまく収集できなかったことが無視率が下がった原因の可能性もある。面白い点は、拒否率は0%となっており、コーヒーマシンの動作を一定時間待つ必要があるため、そ

の隙間時間であれば、問いかけに対して基本的に回答してくれるということである。無視率については、コーヒースペースが研究室のミーティングルーム内にあることに起因する。ミーティング中に、サイネージからの問いかけが発生することがあり、その場合は無視されるため、このような確率となっている。

#### 5.4 アンケートの結果

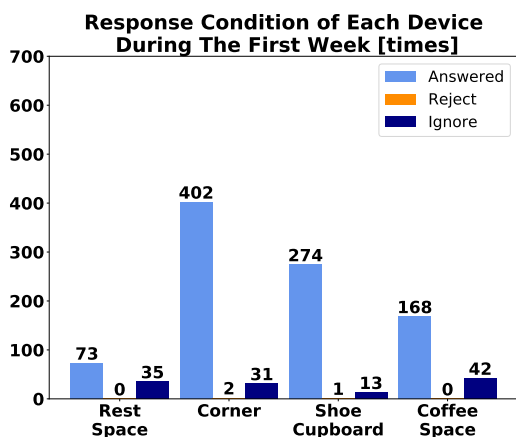
次に、アンケートの結果をまとめる。今回の実験で回収できたアンケートは14人分だった。「パーソナルタスクが聞かれたときどう思いますか」という質問で「教えてもいいよ」と回答した人は10人がいた。「ストレス状態確認のタスクが聞かれたときどう思いますか」という質問で「自分の状態を確認できたのでよかった」と回答した人は6人、そして「逆にタスクのせいでストレスを感じた」と回答した人が8人いた。「人の位置の確認と部品状態の確認のタスクが聞かれたときどう思いますか」の質問で「やってもいいよ」と「面倒くさい」を答えた人はそれぞれ7人いた。「移動の目的に関するタスクが聞かれたときどう思いますか」の質問で「教えてもいいよ」と13人が回答した。「音声メッセージ機能についてどう思いますか」の質問で、「注意を喚起できる」という回答以外に「同じメッセージだとストレスになる」と回答した人もいた。

以上の結果から、ユーザは開発したインタラクティブサイネージからの問いかけに高確率で応答してくれること、選択肢を使いボタンで回答するような小さな行動変容は効果的に誘発できること、回答率を高めるためにはユーザが立ち止まれる場所に設置することが有効であることが分かった。

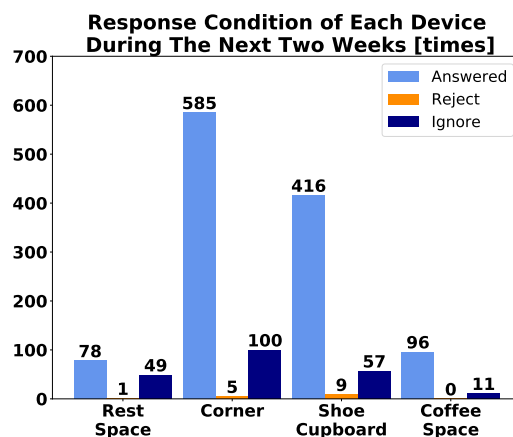
#### 6. おわりに

本研究は通りかかるユーザに対して積極的に話しかける





(1) 1週目の場所ごとの回答状況



(2) 次の2週間の場所ごとの回答状況

図7 場所ごとの回答状況

インタラクティブサイネージを構築し、視覚刺激、聴覚刺激による行動変容の誘発を試みた。そして、ユーザがインタラクティブサイネージからの発話に対してどのように反応するか、対話を通じて個人データを収集可能か、能動的な話しかけにより行動変容を誘発することが可能かについて、調査実験を行った。実験結果として、ユーザはインタラクティブサイネージからの問いかけに高確率で応答してくれることがわかった。そして、システムを利用することでユーザから個人データを十分に収集できることも分かった。最後に、秘書さんの位置を確認することやコーヒーマーカーの水の残量を確認することなど時間コストと労力コストが低い行動変容も誘発できることが分かった。

今後、音声の質を向上させることや、タスクのコンテンツを多様化すること、時間コストと労力コストがやや高い行動変容の促進を実現することを考慮したシステムに拡張していく予定である。

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ「行動認識と行動介入による情報駆動型社会システムの実証」(16817861)の支援により実施した。

#### 参考文献

[1] James O. Prochaska and Wayne F. Velicer. The Trans-theoretical Model of Health Behavior Change. *American Journal of Health Promotion* Vol 12, Issue 1, pp. 38 - 48. First Published September 1, 1997

[2] Gregory Mone. 2014. The new digital medicine. *Commun. ACM* 57, 9 (September 2014), 18-20. DOI: <https://doi.org/10.1145/2641227>

[3] Strecher V (2007) Internet methods for delivering behavioral and health-related interventions (eHealth). *Annu Rev Clin Psychol* 3:5376

[4] Supraja Sankaran, Ines Frederix, Mieke Haesen, Paul Dendale, Kris Luyten, and Karin Coninx. 2016. A Grounded Approach for Applying Behavior Change Techniques in Mobile Cardiac Tele-Rehabilitation. In *Proceedings of the 9th ACM International Conference on Pervasive Technologies Re-*

lated to Assistive Environments (PETRA '16). ACM, New York, NY, USA, Article 63, 8 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/2910674.2910680>

[5] Sunny Consolvo, David W. McDonald, and James A. Landay. 2009. Theory-driven design strategies for technologies that support behavior change in everyday life. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09)*. ACM, New York, NY, USA, 405-414. DOI: <https://doi.org/10.1145/1518701.1518766>

[6] Jutta Fortmann, Vanessa Cobus, Wilko Heuten, and Susanne Boll. 2014. Water Jewel: design and evaluation of a bracelet to promote a better drinking behaviour. In *Proceedings of the 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '14)*. ACM, New York, NY, USA, 58-67. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2677972.2677976>

[7] Ricardo Salvador and Teresa Romo. 2011. Let's move and save some energy. In *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '11)*, Teresa Romo, Nuno Correia, Masahiko Inami, Hirokasu Kato, Rui Prada, Tsutomu Terada, Eduardo Dias, and Teresa Chambel (Eds.). ACM, New York, NY, USA, , Article 86 , 2 pages. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2071423.2071527>

[8] The Fun Theory: Piano Stairs, <https://www.youtube.com/watch?v=2lXh2n0aPyw>

[9] The Fun Theory: Speed Camera Lottery, <https://www.youtube.com/watch?v=iynzHWwJXaA>

[10] The Fun Theory: The World's Deepest Bin, <https://www.youtube.com/watch?v=cbEKAwCoCKw>

[11] Natasha Jaques, Travis Rich, Karthik Dinakar, Niaja Farve, Weixuan 'Vincent' Chen, Pattie Maes, Rosalind Picard, and Kevin Slavin. 2016. BITxBIT: Encouraging Behavior Change with N=2 Experiments. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '16)*. ACM, New York, NY, USA, 2134-2140. DOI: <https://doi.org/10.1145/2851581.2892538>

[12] E. T. Luhanga, A. A. E. Hippocrate, H. Suwa, Y. Arakawa and K. Yasumoto, "Identifying and Evaluating User Requirements for Smartphone Group Fitness Applications," in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 3256-3269, 2018.

[13] Katarzyna Stawarz, Anna L. Cox, and Ann Blandford. 2015. Beyond Self-Tracking and Reminders: De-

- signing Smartphone Apps That Support Habit Formation. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15). ACM, New York, NY, USA, 2653-2662. DOI: <https://doi.org/10.1145/2702123.2702230>
- [14] West, J.H., Hall, P.C., Hanson, C.L., Barnes, M.D., Giraud-Carrier, C., and Barrett, J. There's an app for that: content analysis of paid health and fitness apps. *Journal of Medical Internet Research*, 14, 3 (2012), e72.
- [15] Cowan, L.T., Van Wageningen, S.A., Brown, B.A., Hedin, R.J., Seino-Stephan, Y., Hall, P.C., and West, J.H. Apps of steel: are exercise apps providing consumers with realistic expectations? A content analysis of exercise apps for presence of behavior change theory. *Health Education & Behavior*, 40, 2 (2013), 133–139.
- [16] Harri Oinas-Kukkonen. 2013. A foundation for the study of behavior change support systems. *Personal Ubiquitous Comput.* 17, 6 (August 2013), 1223-1235. DOI=<http://dx.doi.org/10.1007/s00779-012-0591-5>
- [17] Intelli Signage, <http://intelli-signage.com/>
- [18] Tokyo Skytree Interactive Display <https://www.youtube.com/watch?v=WKUe-aFny8s>
- [19] Florian Alt, Stefan Schneegass, Michael Girgis, and Albrecht Schmidt. Cognitive effects of interactive public display applications. In Proceedings of the 2nd ACM International Symposium on Pervasive Displays, pp. 1318. ACM, 2013.
- [20] Astra: The girl detection billboard <https://adgang.jp/2015/05/95576.html>
- [21] Ilaria Torre, Jeremy Goslin, Laurence White, and Debora Zanatto. 2018. Trust in artificial voices: A "congruency effect" of first impressions and behavioural experience. In Proceedings of the Technology, Mind, and Society (TechMindSociety '18). ACM, New York, NY, USA, Article 40, 6 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3183654.3183691>