

# 感染症予防行動を促進させる インセンティブモデルに関する一検討

陳 美怡<sup>1</sup> 幡井 皓介<sup>1</sup> 西山 勇毅<sup>1,a)</sup> 瀬崎 薫<sup>1,2,b)</sup>

**概要：**現在、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染が拡大しており、人々の生命と健康を大きく脅かしている。政府は地方自治体、保健機関は、「手洗い」や「マスクの着用」「行動記録」「外出自粛」などの感染症予防策を人々に積極的に取り続けることを推奨している。本研究では、ユーザの感染症予防行動の促進を日標とし、既存の行動記録アプリ（SelfGuard）を拡張し、感染症予防行動に対する最適なインセンティブモデルの導入を検討する。具体的には、スマートフォンとウェアラブルデバイスに搭載されたセンサを利用してユーザの感染症予防行動を認識し、行動に応じてインセンティブとして換金可能なポイントを付与する。固定・加算・減算モデルという三種類のインセンティブモデルにおいて人の行動に与える影響の違いを調査する。

**キーワード：**行動変容促進、モバイル・ウェアラブルセンシング、ゲーミフィケーション、感染症予防

## 1. はじめに

現在、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染が拡大しており、人々の生命と健康を大きく脅かしている。2021年4月18日時点で、COVID-19による全世界の累計死者数が300万人を超えたことが報告された [1]。政府や地方自治体は、感染症の感染拡大を防ぐために、自己隔離、ロックダウン、行動制限などの対策を実施している。さらに、手洗い・マスクの着用・行動記録・外出自粛などの感染症予防策を積極的に取り続けることを推奨している。厚生労働省が運用する新型コロナウイルス接触確認アプリ（COCOA）や東京大学のMOCHA（Mobile-Check-in Application） [2]、京都大学の健康日記 [3]、SelfGuard [4] など、感染予防を目的としたアプリケーションは数多く運用されている。例えば、西山らは行動記録アプリ（SelfGuard）を開発し、半自動的にユーザの滞在情報・行動履歴を記録することで、感染症予防行動の促進を実現している [4]。

これらの行動記録アプリはユーザの COVID-19 の予防意識の向上と予防行動の促進に対し一定の効果があると考え

られる。しかし、自身の体調や行動履歴の記録など、ユーザの入力を伴う操作は、ユーザへの負担を強いることになるため、長期的にはユーザのモチベーションのみに頼った方法ではシステムの継続利用が難しい可能性が高い。また、Persuasive Computing やゲーミフィケーション分野では、ユーザへのインセンティブなど介入方法の違いによって、ユーザの行動変容が異なることが知られている。著者が知る限りでは、インセンティブの違いがユーザの感染症予防行動に与える影響は調査されておらず、より効果的な感染症予防促進の実現には、これらの調査が必要である。

本研究では、ユーザの感染症予防行動の促進を目標として、既存アプリ（SelfGuard）を拡張し、感染症予防行動に対する最適なインセンティブモデルの導入を検討する。具体的には、スマートフォンとウェアラブルデバイスに搭載されたセンサを利用してユーザの感染症予防行動を認識し、行動に応じてインセンティブとして換金可能なポイントを付与する。定額・加算・減算モデルという三種類のインセンティブモデルにおいて人の行動に与える影響の違いを評価する。

本論文の貢献は以下の通りである。

- 感染症予防行動促進システムにゲーミフィケーションを適用し、その効果を分析したこと
- 固定・加算・減数の三種類のインセンティブモデルを実装し、それらの比較を行ったこと
- 感染予防を目的とした半自動行動記録・行動変容促

<sup>1</sup> 東京大学生産技術研究所  
Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, Meguro, Tokyo 153-8505, Japan

<sup>2</sup> 東京大学空間情報科学研究センター  
Center for Spatial Information Science, the University of Tokyo

a) yuukin@iis.u-tokyo.ac.jp

b) sezaki@iis.u-tokyo.ac.jp

進アプリのデザインについて議論したこと

2章では、本研究の関連研究について述べる。3章にて、既存研究の課題について整理し、本研究の問題意識と目的を示す。次いで、感染症予防を促進させるインセンティブモデルを4章で提案し、5章にて提案モデルの評価実験について述べる。6章にて実験結果、7章にその考察を行う。最後に8章で本論文についてまとめる。

## 2. 関連研究

### 2.1 感染症予防行動

感染症とは、寄生虫・細菌・真菌・ウイルス・異常プリオンなどの病原体の感染により宿主に生じる病気の総称である [5]。感染症の感染経路は主に飛沫感染と接触感染の2種類である。飛沫感染では、感染者の飛沫（くしゃみや咳、つばなど）と一緒にウイルスが放出され、そのウイルスを口や鼻などから吸い込むことにより感染する。一方、接触感染では、感染者がくしゃみや咳を手で押さえた後、その手で周りの物に触れることによりウイルスが付着する。それを非感染者が触ることでウイルスが手に付着し、その手で口や鼻を触ると粘膜から感染する。

新型コロナウイルス感染症も主に接触・飛沫感染によって感染が広がるため、感染症予防策として手洗いや換気、人との接触機会を減らすなどの行動が推奨されている [6]。

### 2.2 情報技術を用いた感染症予防

最新のスマートフォンには、位置情報センサや近距離通信機構 (Bluetooth)、カメラ、マイクなどの様々なセンサが搭載されており、それらを用いることでスマートフォンの周辺状況を把握できる。また、総務省の通信利用動向調査 [7] によると、日本国内におけるスマートフォンの普及率は60%以上であり、特に20・30代は90%以上、10・40代は約80%と広く普及していることが報告されている。このようなスマートフォンの高い普及率とセンサを生かして、感染症予防システムが世界中で数多く運用されている。

感染症予防も目的としたシステムでは、ユーザの長期的な行動の記録と、感染症予防行動を促進することが求められる。Eun Kyoung らの研究では [8]、行動記録システムは手動記録・自動記録・半自動記録システムの三種類に分類できると述べている。自動記録システムは、ユーザの操作を伴わないため、ユーザへの負荷が低く、長期的な利用に適していると考えられるが、手動記録と比較すると、ユーザとのエンゲージメントやセルフモニタリングへの意欲が低下し、最終的な行動変容に繋がらない可能性が指摘されている。

感染症予防を目的とした、全自動記録システムとしては、GPS や Bluetooth を用いた、接触者把握や暴露通知システ

ムがあげられる。例えば、中国\*1や韓国\*2等では、スマートフォンに搭載された GPS (Global Positioning System) 等から収集できる位置情報を公衆衛生当局が集中管理することで、個人個人の感染リスクを把握し、感染リスクに応じた行動制限を行うなどの対策が行われている [9]。また、厚生労働省が運用する新型コロナウイルス接触確認アプリ (COCOA : COVID-19 Contact-Confirming Application) [10] は、スマートフォンに搭載された Bluetooth を用いて自動的に近接端末と ID を交換することで、濃厚接触の可能性の有無を知ることができるアプリケーションである。これらのシステムは、初期設定後は特にユーザは操作をすることなく、感染リスクが高い時に通知を受信し、隔離などの行動変容を起こすことにつながる。

一方、半自動記録・手動記録システムとは、ユーザの明示的な操作を伴うシステムのことで、自身の体調 [3] や QR コードのスキャンを用いた滞在場所、三密状態の記録などが当てはまる。これらの感染症予防システムを利用することで、自身の感染リスクを把握し、感染症予防行動の促進につながると考えられるが、長期的な利用には課題が残る。例えば、西山らは半自動的な行動記録アプリとして SelfGuard [4] を開発した。本アプリでは、GPS やモーションセンサを用いて自動的に滞在場所と移動手段・運動量を記録し、必要に応じてユーザに滞在場所の三密状態やマスクの装着、手洗いの有無を問うことで、半自動的に自身の行動を記録できる。

### 2.3 Persuasive Technology

Persuasive Technology とは、「強制的な手段ではなく、説得や社会的影響によってユーザの態度や行動を変える技術」のことである。近年スマートフォンなどのインタラクティブにいつでもどこでも操作できる携帯型端末が急速に普及しており、それらモバイル端末や端末内のアプリケーションを対象に Persuasive Technology を応用する研究が盛んに行われている。説得を目的としたアプリケーションを開発する際に重要とされる項目について、以下の4つのメカニズムデザインが挙げられている [11]。表1に奨励の具体例を示す。

- 奨励：奨励はユーザの名誉や意欲を鼓舞し、人々の潜在的な能力を最大限に引き出す設計のことである。ユーザは自身の行動に応じて報酬が付与され、その報酬によって行動を促進する。例えば、福富ら [12] によると、報酬 (点数) は「減点式」よりも「加点式」の方が、作文のパフォーマンスを向上する効果があると報告している。
- 目標設定：ユーザの行動の動機付けには、ユーザが設

\*1 <http://gjzfwf.www.gov.cn/col/col1637/index.html>

\*2 <https://innov.afro.who.int/global-innovation/corona-100m-co100-app-2021>

表 1 奨励形式の具体例

方法	目的	具体例
ポイント、経験値、ストレージ容量など	ストレージ容量の増加からユーザの利用意欲を高め、共有頻度を高める	Dropbox 空間
リーダーボード	ユーザのアウトドアスポーツへのモチベーションを高める	WeChat 歩数ランキング
バッジ	バッジでユーザを激励して毎日の運動計画を完成	Fitbit*3
視覚的な報酬	タスク完了後に絵文字を送信	Gasser et al' s healthy lifestyle coach
アンロック・レベル	課金行動や継続的なプレイを促進	Angry Birds
ニュースキル	ユーザの満足度を高め、興味を維持	スーパーマリオの小道具やスキル

定した目標を設定することが効果的である。目標までの自身の進捗状況が確認でき、ポジティブなフィードバックが得られることで行動が促進される。

- リマインド：目標設定やパフォーマンス評価、目標の進捗状況に応じて、ユーザにリマインドを送信することで、身体活動を効果的に促進できる。
- 社会影響：社会的承認と社会的拒絶がモチベーションに影響を与える重要な要因の一つである。グループの承認を得るために、グループの価値観や行動パターンに適合するように使われる。例えば、SNS 共有機能などである。

### 3. 情報技術を用いた感染症予防システムの課題

2章で述べたように、COVID-19 が世界中に広まり長期化する中、情報技術を用いて人々の感染リスクを大幅に減らす取り組みが数多く実施されている。特に最新のスマートフォンには多種多様なセンサ類が搭載されており、それらを用いた濃厚接触の検知や自身の行動記録、体調記録など、様々な自動・手動システムの運用されている。

Eun Kyoung らの研究 [8] が主張するように、自動・手動記録それぞれに短所と長所があり、長期的に感染症予防行動を促進し続けるためには、半自動的な記録システムが必要不可欠であると考えられる。しかしながら、既存の感染症予防システムに関する研究では、主に自動または手動記録システムに焦点が当てられており、半自動システムの設計とその評価に関する研究は限られている。加えて感染症予防行動の促進には、Persuasive Technology（特に奨励などのインセンティブモデル）の導入は有効な手段であると考えられるが、Persuasive Technology が感染症予防行動にどのような影響を与えるかはまだ調査されていない。

そこで本研究では、より効果的な感染症予防支援アプリケーションの実現に向けて、「半自動的な感染症予防行動の記録アプリケーション」に「奨励」の要素を加えることで、ユーザの感染症予防行動・意識に対してどのような影響を与えるかを調査する。具体的に本研究では、「感染症予防行動の実施状況に応じて、インセンティブを変化させることで、ユーザの行動変容（意識と実際の行動）に正の影

響を与えることができる」という仮説を検証する。

### 4. 感染症予防行動促進するインセンティブモデル

本研究では、インセンティブモデルとして、Persuasive Technology の中でも「奨励」に注目したインセンティブモデルをデザインする。具体的には感染症予防行動（ミッション）の実施度合いに応じて「固定」・「加算」・「減算」モデルという3つの異なるポイントの付与方法が感染症予防行動の促進にどのような影響を与えるかを調査する。なお、本研究で付与するポイントは、最終的に1ポイント1円に換金できる。

**固定モデル** ミッションの達成度に限らず、アプリをインストールしていれば、100ポイント取得できる。

**加算モデル** 一つミッションを達成すると、20ポイント取得。5つのミッションを全てクリアすると、ボーナス100ポイントとなり、一日最高プラス200ポイント取得できる。

**減算モデル** 加算モデルとは逆に、一日毎に200ポイントが先に付与される。未達成のミッションの数だけマイナス20ポイントされ、一つでも未達成ミッションがある場合はマイナス100ポイントとなる。加算モデルと同様、一日最高プラス200ポイント取得できる。

本研究では、感染症予防行動として、厚生労働省が新型コロナウイルスを想定した「新しい生活様式」[13]の中から、「日々の体調記録」と「滞在場所の記録（三密状態やマスクの利用、同席者などの情報）」、「手洗い」、「身体面な健康管理」、「精神面の健康管理」の5つに着目し、これらの促進を目指す。具体的には、以下の条件を達成した時に、感染症予防行動が促進されたと判断する。

**体調記録** スマートフォンアプリ（アプリ）内のアンケートを用いて、被験者がその日の体調を入力。

**滞在記録** アプリが一日の滞在場所を自動記録し、滞在イベントを検知するとプッシュ通知を用いてユーザに通知する。その日の滞在場所における三密状態や移動方法を入力。

**手洗い** ウェアラブルデバイスの手洗い検知機能がイベントを一回以上検出。

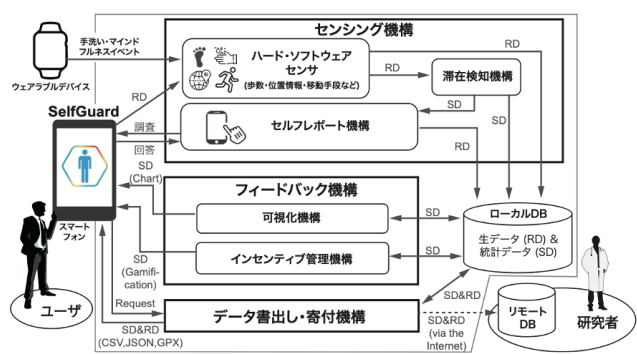


図 1 SelfGuard2 のシステム構成図

**歩数** スマートフォンに搭載された歩数計で 6000 歩以上を計測.

**マインドフルネス** ウェアラブルデバイスのマインドフルネス (瞑想時間の計測) アプリを利用して瞑想を一日一回以上実施.

西山らが開発した、半自動セルフトラッキングアプリの SelfGuard [4] は、前述の「滞在記録」と「歩数」の記録機能を提供している. SelfGuard では、GPS を用いて一日の滞在場所と運動を自動記録し、滞在場所の感染リスク情報 (例えば、三密状態、マスクの有無、消毒の有無など) を必要に応じて手動記録できる. 本研究では、SelfGuard に「体調記録機能」と「手洗い自動検知機能」「マインドフルネス記録機能」を追加し、さらに検出した、感染症予防行動の達成状況に応じてインセンティブを変更する機能実装する.

## 5. 評価実験

本章では、まず評価実験で利用するアプリケーション (SelfGuard2) について記述し、本アプリケーションを用いた評価実験の手順と被験者、評価項目について説明する.

### 5.1 SelfGuard2: 実験用アプリケーション

図 1 に本実験で利用するアプリケーション (SelfGuard2) のシステム構成図を示す. SelfGuard2 は、既存の SelfGuard [4] にスマートウォッチを追加し、スマートウォッチから「手洗い」と「マインドフルネス」のイベントを収集する.

ミッションの達成状況はアプリのトップページ (図 2(a)) に表示される. 各ミッションを達成すると右側のチェックアイコンが黄色に変化し、デイリーミッションリストの下部に、合計ポイント数が表示される. さらに、過去の歩数や達成した達成したミッション数等は、スタッツ画面 (図 2(b)) から振り返ることができる. SelfGuard2 は SelfGuard [4] と同様に位置情報を一分ごとに収集し、滞在場所を判定している. 滞在場所はタイムラインページ (図 2(c)) に表示され、滞在場所をタップすると、滞在場

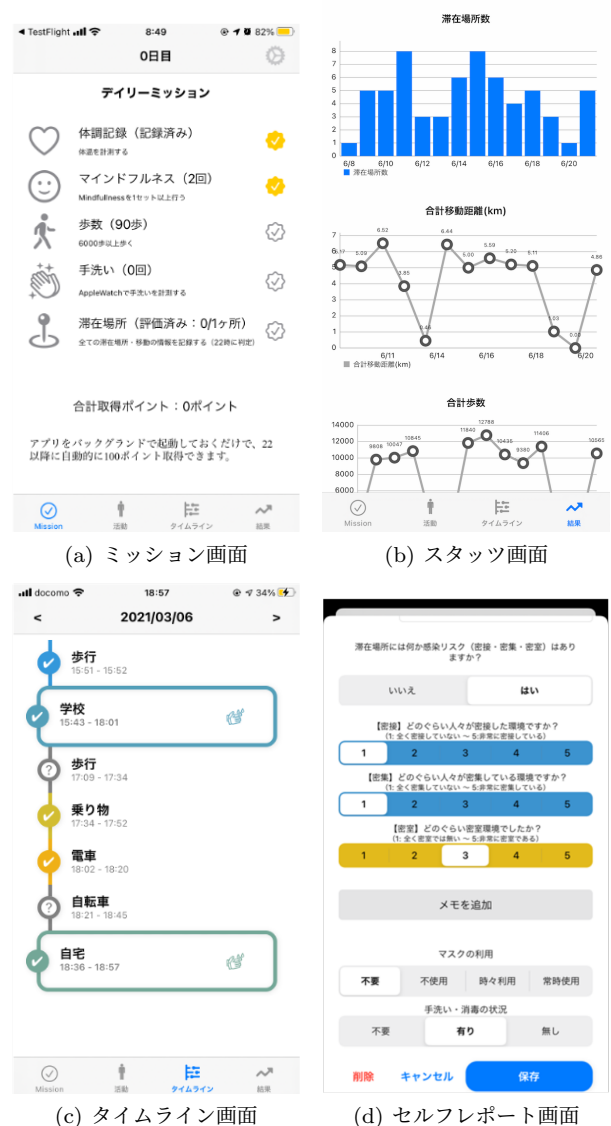


図 2 SelfGuard2 のスクリーンショット

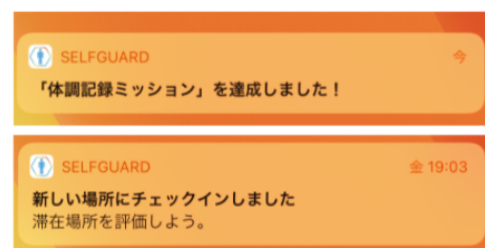


図 3 SelfGuard2 からのプッシュ通知の例

所の三密状態やマスクの利用、手洗い等の情報を手動入力 (図 2(d)) できる. またミッション達成時やアプリが新しい滞在イベントを検知した場合は、図 3 のような通知を受け取ることができる.

体調記録は、東京大学新型コロナウイルス感染症健康管理フォームの内容を参考に、「現在の体温」と「感染症により引き起こされる諸症状 (複数選択可)」, 「現在の気分 (PAM: Photographic Affect Meter [14])」の 3 つの項目

から構成される。SelfGuard のバックエンドとして利用している、AWARE Framework iOS [15] の ESM (Experience Sampling Method) を用いて実装した。加えて、毎朝 7 時 30 分に体調記録の入力を促す通知を送信した。

SelfGuard2 では、HealthKit 経由で「歩数」と「手洗い」、「マインドフルネス」のイベントを収集し、ミッションの達成判定に利用する。Apple Watch Series 4 以降の端末では、手洗いのイベントを Apple Watch が自動的に検知し、手洗いの時間を HealthKit に保存する。また、watchOS に標準搭載されているマインドフルネスアプリも、マインドフルネスのセッション（ユーザが明示的にセッションを開始する必要がある）の情報を HealthKit に保存する。

## 5.2 実験参加者

実験参加者は、メールとソーシャルメディアを用いて首都圏在住の 18 歳以上大学生・大学院生を対象に 21 人募集した。最終的に 67 名の応募があったため、Apple Watch 所有者を優先して先着順で採用した。実験参加者は合計 20 名（女性 8 名・男性 11 名、平均年齢 23.4 歳）、うち学部生 13 人、修士 7 人であった。

実験で利用する SelfGuard2 は、iOS13 以上を搭載した iPhone と Series4 以上の Apple Watch を利用する。今回募集した実験者のうち 10 人はアップルウォッチを所有しており、所有していない 10 人は貸し出しを行った。実験参加者は、TestFlight という経由で SelfGuard2 をインストールした。

## 5.3 実験スケジュール

第一週目はコントロールグループとして、20 人全員が固定モデルでアプリを利用し、利用状況を記録する。第二週目は、実験参加者を固定・加算・減算モデルという 3 つのグループに分け、一週目同様に実験を行う。実験参加者は、ランダムに各モデル振り分けた（固定モデル:7 人、加算モデル:6 人、減算モデル:7 人）。なお取得したポイントは、実験後に 1 ポイント 1 円として換金できる。「実験開始前」と「一週目と二週目の間」、「実験終了後」に、5.4 節に示す、感染症予防意識に関するアンケートを実施した。

## 5.4 感染症予防意識に関するアンケート

感染症予防意識に関するアンケート項目（全て 1 から 5 段階のリッカート尺度）を以下に示す。実験参加者は、本アンケートを Google フォーム経由で回答した。

- 密閉環境の回避ために換気を意識していますか？
- 密集環境を回避する意識をしていますか？
- 食事などのにおいて密接な環境を回避する意識をしていますか？
- 体温や体調など、自身の健康状態を把握することに関して意識していますか？

表 2 1 日の平均ミッション達成数

	固定	加算	減算
前半	2.78 (SD=1.49)	3.60 (SD=0.99)	1.98 (SD=1.46)
後半	2.38 (SD=1.42)	3.52 (SD=1.31)	3.04 (SD=1.84)

- 自身の健康を維持するために、適度な運動や規則的な生活習慣などを意識していますか？
- 息抜きや他人との会話など、自身の精神面において健康的に維持することに関して意識していますか？
- どこに出かけて、だれと会っていたかを後から説明できるようにしていますか？
- 病気の人が周りにいないかなど、周囲の人間の健康状態に関して意識をしていますか？
- 手洗いや消毒など感染予防に対して意識していますか？
- 不要不急な外出を避けるなど家に滞在するように意識していますか？

## 6. 実験結果

本実験の結果について、ミッション達成数と感染症予防意識の観点から整理する。

### 6.1 ミッション達成数

固定・加算・減算モデルそれぞれの 1 日毎のミッション達成数の平均数と標準偏差を表 2 に示す。各モデルの一週目と二週目の平均ミッション達成数をそれぞれ比較すると、固定モデルでは、平均ミッション達成数が 0.40 減少し、加算モデルでも 0.08 減少した。一方、減算モデルでは平均ミッション達成数が 1.06 増加した。

また図 4 に一日ごとの平均ミッション達成数の推移を示す。図から固定モデルのミッション達成数が日を追うごとに減少していることがわかる。これは、インセンティブにミッション達成数が影響しない状態で実験を行った結果、日を追うごとにミッション達成への意識が低くなったからであると考えられる。一方で、減算モデルでは実験後半開始時に平均ミッション達成数が大きく増加していることがわかる。これは、減算モデル導入によってミッションの達成数が上がったことを示している。加算モデルでは全体的にミッション達成数が他のモデルより多くなっており、期間内にミッション達成数が大きく変化する様子は見られなかった。

### 6.2 感染症予防意識

一週目と二週目におけるアンケート結果の変化を図 5 に示す。図 5 は、一週目と比較して二週目に意識が向上した場合は「向上（青色）」、低下した場合は「低下（灰色）」、変化しない場合は「不変（オレンジ色）」とし、質問項目 (5(a) から 5(j)) ごとにまとめる。

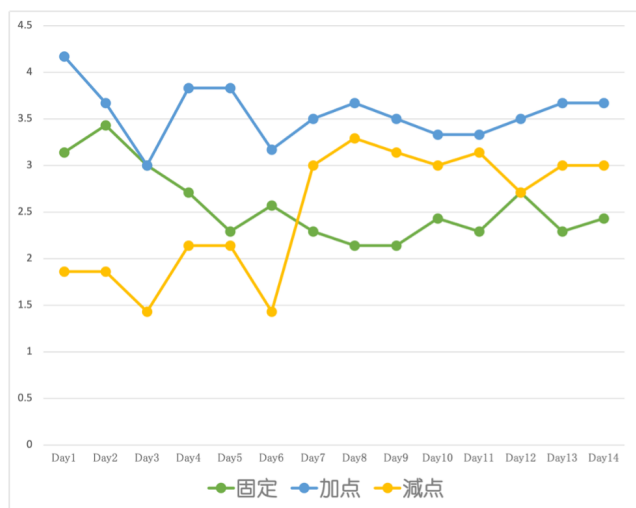


図 4 1日ごとの平均ミッション達成数

密集 (図 5(b)), 食事 (図 5(c)), 体調 (図 5(d)), 不要不急の外出自粛 (図 5(j)) に関する質問では, 一週目と二週目の回答結果を比較すると, どのインセンティブモデルにおいても意識の向上が見られた。

密室 (図 5(a)) と手洗い (図 5(i)) に関する質問では, 固定モデルにおいて意識の向上は見られなかったが, 減算モデルでは向上が見られた。身体的健康 (図 5(e)) と精神的健康 (図 5(f)), 行動記録 (図 5(g)), 周囲の健康状態 (図 5(h)) は, 加算モデルのみどのユーザにも意識の向上が見られなかった。

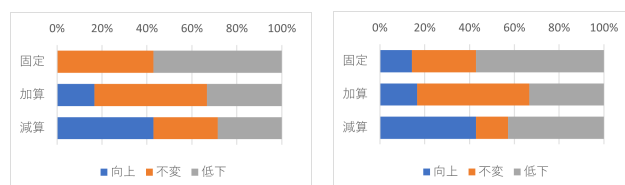
## 7. 考察

### 7.1 感染症予防行動への影響

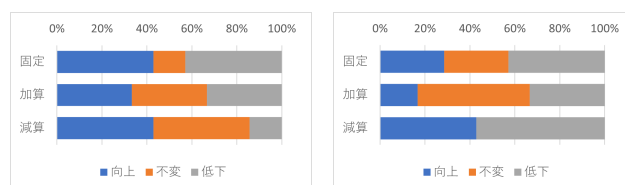
固定モデルでは, 一週目と二週目を比較すると, 二週目にユーザのミッション達成数が低下する傾向がみられ, 実験の継続につれてユーザの感染症予防意識が低下した可能性がある。また表 2 に示すように, 減算モデルでは, 二週目にユーザのミッション達成数が上昇しており, 減算モデルがユーザの感染症予防意識の向上と予防行動の促進につながった可能性がある。加算モデルでは, 一週目と二週目のユーザのミッション達成数の差がみられなかったが, これは加算モデルのユーザの一週目のミッション達成数が他のモデルのユーザより多かったからであると考えられる。これは, 加算モデルのユーザが他のユーザと比較して感染症予防意識が実験開始時点で高かったからであると推測される。

### 7.2 有意性の検討

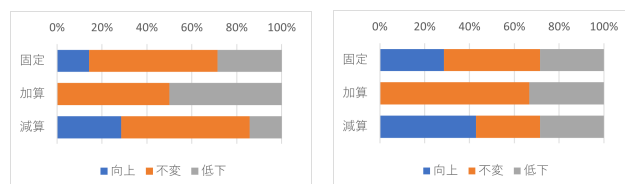
表 2 の前半の結果から, 前半の結果についてモデルごとに差が出ているということがわかる。今回の実験前半ほどのモデルも全く同じ条件としたため, 結果のばらつきはモデルごとの参加者の行動や意識の差異であるといえる。有意確率 5% において t 検定を行った結果, それぞれ p 値が,



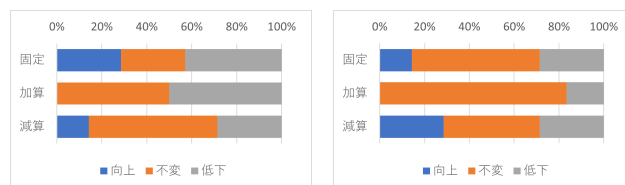
(a) 1. 密閉環境の回避のために換気 (b) 2. 密集環境を回避する意識を気をする意識をしていますか？



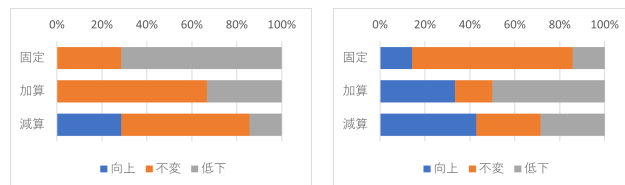
(c) 3. 食事などにおいて密接な環境 (d) 4. 体温や体調など, 自身の健康状態を把握することに於いて意識していますか？



(e) 5. 自身の健康を維持するため (f) 6. 息抜きや他人との会話など, 適切な運動や規則的な生活習慣などを意識していますか？



(g) 7. どこに出かけて, だれと会っていたかを後から説明できるようにしていますか？ (h) 8. 病気の人が周りにいないかなど, 周囲の人間の健康状態に関して意識をしていますか？



(i) 9. 手洗いや消毒など感染予防 (j) 10. 不要不急な外出を避けるなど家滞在するように意識していますか？

図 5 一週目と二週目のアンケート結果の比較

固定モデルと加算モデル間では 0.005, 固定モデルと減算モデル間では 0.004, 加算モデルと減算モデル間では 0.000 となった. すべての p 値が 0.05 を下回っているため, 各モデル間で有意差があるといえる. つまり, どのモデル間においてもユーザの違いが大きく影響してしまっているため, インセンティブモデルの効果の比較は行えない. 本実験では参加人数が少なかったため, モデル間の差に大きな影響を受けてしまったと考えられる. 今後実験を行う際にはより多くの人員を確保し, 各モデルのバイアスが小さくなるようグループを作成する必要がある.

## 8. おわりに

本研究では, インセンティブとして換金可能なポイントを付与し, 固定・加算・減算モデルなどの付与方法の違いが人の行動に与える影響の違いを評価した. 感染症予防行動を促進するためのインセンティブモデルは過去にまだ提案されておらず, これらの設計・評価は, 今後の感染症予防行動促進システムの設計において重要な要素となる. 実験によってどのように意識が向上したか, どのミッションが達成しやすくなったかなどの具体的な考察はまだ行われていないので, より詳細な考察を行うことが今後の課題である. また, プッシュ通知の最適な配信時間のようにリマインダの機能の最適化も主要な課題となっている.

## 参考文献

- [1] 厚生労働省: 厚生労働省検疫所: 新型コロナウイルス感染症の世界の状況報告, [https://www.forth.go.jp/topics/newpage\\_20210422.html](https://www.forth.go.jp/topics/newpage_20210422.html). last accessed on 2021-7-1.
- [2] 山下陸, 西山勇毅, 小松寛弥, 川原圭博: BLE ビーコンを用いた屋内位置推定システムの設計と実装, 技術報告 8, 東京大学, 東京大学, 東京大学, 東京大学 (2020).
- [3] Yamamoto, K., Takahashi, T., Urasaki, M., Nagayasu, Y., Shimamoto, T., Tateyama, Y., Matsuzaki, K., Kobayashi, D., Kubo, S., Mito, S., Abe, T., Matsuura, H. and Iwami, T.: Health Observation App for COVID-19 Symptom Tracking Integrated With Personal Health Records: Proof of Concept and Practical Use Study, *JMIR Mhealth Uhealth*, Vol. 8, No. 7, p. e19902 (online), DOI: 10.2196/19902 (2020).
- [4] Nishiyama, Y., Yonezawa, T. and Sezaki, K.: SelfGuard: Semi-Automated Activity Tracking for Enhancing Self-Protection against the COVID-19 Pandemic, *the 18th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '20), COVID-19 Pandemic Response, Virtual Event, Japan*, No. 2, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 780–781 (online), DOI: 10.1145/3384419.3430592 (2020).
- [5] 日経 BP 社: メルクマニユアル医学百科 (2004).
- [6] 厚生労働省: 新型コロナウイルス感染症の予防. last accessed on 2021-7-1.
- [7] 総務省: 平成 30 年版情報通信白書, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/pdf/n4200000.pdf>. last accessed on 2021/04/20.
- [8] Choe, E. K., Abdullah, S., Rabbi, M., Thomaz, E., Epstein, D. A., Cordeiro, F., Kay, M., Abowd, G. D., Choudhury, T., Fogarty, J., Lee, B., Matthews, M. and Kientz, J. A.: Semi-Automated Tracking: A Balanced Approach for Self-Monitoring Applications, *IEEE Pervasive Computing*, Vol. 16, No. 1, pp. 74–84 (online), DOI: 10.1109/MPRV.2017.18 (2017).
- [9] 総務省: 新型コロナウイルス感染症が社会にもたらず影響, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/n2300000.pdf>. last accessed on 2021/08/01.
- [10] 厚生労働省: 新型コロナウイルス接触確認アプリ (COCOA) COVID-19 Contact-Confirming Application, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/cocoa\\_00138.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/cocoa_00138.html). last accessed on 2021-7-1.
- [11] Munson, S. A. and Consolvo, S.: Exploring goal-setting, rewards, self-monitoring, and sharing to motivate physical activity, *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*, pp. 25–32 (online), DOI: 10.4108/icst.pervasivehealth.2012.248691 (2012).
- [12] 隆志福富: Effects of Evaluation by Adding or Subtracting Marks on Writing Performance, 慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要: 社会学・心理学・教育学: 人間と社会の探究, No. 88, pp. 53–68 (online), available from (<https://ci.nii.ac.jp/naid/120006980360/en/>) (2019).
- [13] 厚生労働省: 新型コロナウイルスを想定した「新しい生活様式」. last accessed on 2021-8-1.
- [14] Pollak, J. P., Adams, P. and Gay, G.: *PAM: A Photographic Affect Meter for Frequent, in Situ Measurement of Affect*, p. 725–734 (online), available from (<https://doi.org/10.1145/1978942.1979047>), Association for Computing Machinery (2011).
- [15] Nishiyama, Y., Ferreira, D., Eigen, Y., Sasaki, W., Okoshi, T., Nakazawa, J., Dey, A. K. and Sezaki, K.: iOS Crowd-Sensing Won't Hurt a Bit!: AWARE Framework and Sustainable Study Guideline for iOS Platform, *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions* (Streitz, N. and Konomi, S., eds.), Cham, Springer International Publishing, pp. 223–243 (online), DOI: 10.1007/978-3-030-50344-4\_7(2020).