

# 大規模かつ長期的な被験者実験を 成功させるための戦略と運用について

荒川 豊<sup>†1,a)</sup>

**概要:** ユビキタスコンピューティングに関する研究において、研究室など少人数の検証だけではなく、多数の被験者を用いた実験結果が求められるようになってきている。加えて、情報推薦や行動変容支援など介入を伴う研究では、短期間の検証だけでは不十分とされ、長期的な観察が要求される。一方、このような大規模かつ長期的な被験者実験は大学研究者にとっては不慣れであり、運用の負担も大きく、それほど実施されているわけではないため、実施に関わる知見の共有が進んでいない。そこで本稿では、筆者が関わってきた、規模が大きく、実施期間も長い実証実験、6つについて紹介するとともに、それらを通じて得られた課題やうまくいった戦略について共有する。取り上げた6つの実証実験の被験者数は3000名を越えて、長いもので3年弱の長期実験である。実験前の準備、実験中の運用、サポート、実験後のデータ整理に至るまで、実験ごとに様々な知見が得られた。また、この経験を通じ、特に難しかった被験者リクルーティングと参加者への支払いの問題を解決する学内リサーチコラボレータシステムに関して紹介する。

## 1. はじめに

ユビキタスコンピューティングの分野では、ウェアラブルセンサや環境に設置したセンサを用いた人の行動認識に関する研究が盛んに行われている。これらのセンサから得られるデータを分析することで、人の行動パターンや生活リズムを把握し、個人の特性を理解することが可能となる。また、近年では、この行動認識結果に基づいて何らかの介入を行い、人々の行動変容を支援する研究も活発に進められている。

行動認識に関する研究においては、研究分野の成熟化に伴い、一般性や実用性が求められる傾向が高まっている。そのため、実環境でのデータ計測 (in the wild) による研究や、より多数の被験者を対象とした研究が増加してきている。行動変容支援に関する研究は、心理学や行動経済学など、学際的な要素を含むため、さらに多人数の被験者実験が必要とされる。また、被験者が顔見知りである場合、バイアスが含まれる可能性もある。さらに、短期間の実験では再現性の問題も生じる可能性がある。そのため、研究倫理の観点からも、できるだけバイアスのない被験者を対象に、長期的に繰り返しデータを収集することが重要となる。

しかしながら、このような大規模かつ長期間にわたる被

験者実験を行うには、多くの障壁が存在する。まず、実験の準備段階では、被験者のリクルーティングやアプリケーションの開発と配布などの課題がある。被験者のリクルーティングにおいては、性別や年齢層の偏りを避けるため、適切な被験者集団を得ることが理想的である。しかし実際には、研究室の学生を被験者とする場合が多く、性別や経験度、年齢層に偏りが生じることが多い。アプリケーションについても、研究室内で開発した場合、不具合が散見されることがある。研究室の学生被験者であれば、アップデートを繰り返すことで何とか対処することができたが、一般の被験者を対象とした場合、アプリケーションの不具合に伴うサポートが膨大となり、データの欠損や被験者の離脱といった問題にも直面する。

実験の実施中にも、さまざまな問い合わせへの対応が必要となり、これを怠ると同様の問題が発生する。さらに、長期の運用には様々な課題がある。サーバの停止、ネットワークの停止、停電など、技術的なトラブルは枚挙にいとまがない。実験終了後も、データの回収や報酬の支払いなど、多くの事務作業が必要となる。

このように、大規模かつ長期間にわたる被験者実験を遂行することは容易ではない。本稿では、筆者らがこれまで実施してきた6つの実証研究を紹介し、それぞれにおける戦略について、うまくいった点や課題について共有する。これらの経験から得られた知見は、今後の大規模・長期にわたる被験者実験を計画する際の参考となるであろう。

<sup>†1</sup> 現在、九州大学大学院システム情報科学研究院  
Presently with Faculty of Information Science and Electrical  
Engineering, Kyushu University

<sup>a)</sup> arakawa@ait.kyushu-u.ac.jp

## 2. 実施した被験者実験

### 2.1 社会人を対象としたメンタルヘルスデータ収集・分析

2019年から現在も定期的にデータを収集しているプロジェクトとして、社会人を対象としたメンタルヘルスのデータ収集があり、毎年数十名～100名の社会人にFitbitやモバイルアプリ、アンケート等を配布し、データ収集を行っている。2019年から最初の2年間は、我々が開発したアプリケーションを用いてデータ収集を行ったため、本稿ではそのときの経験について報告する。

このプロジェクトは、一般的に質問票で計測されるワーク・エンゲイジメントやDepression and Anxiety Mood Scale (DAMS)といった労働者の心理状態をウェアラブルセンサを用いて予測するという研究であった。これまで、質問票は、介入の前後と、1ヶ月というような用いられ方をしていたが、これを毎日聞こうというものである。さらには、ウェアラブルデバイスを全員に配布するというチャレンジングな実験であった。実験の詳細については、文献[1], [2]において報告しているが、2019年の実験では60名にFitbit(Charge 3)と環境センサ(オムロン2JCIE-BL)を配布し、毎日120設問を超えるアンケートに回答してもらったという実験であった。

複数のデバイスからのデータ収集に加えて、アンケート設問数が多いため、これらをまとめて収集できる専用のアプリケーションWorkerSense[3]を開発した。WorkerSenseは、アンケート配信機能、BLEで接続された環境センサのデータ収集機能、FitbitのOauth認証機能を有するアプリケーションで、iOS用とAndroid用を開発した。Fitbitのデータは、Fitbit社に交渉して得られた特殊な権限を用い、APIから非同期で取得した[4]。この実験において、リクルーティングについては、実験参加企業の社内で希望者を募っていただいたため、被験者集めは容易であったが、デバイスやアプリの設定が必要であった。マニュアルを作成し、各企業において説明会を実施したが、アプリのインストールができない、ログインできない、Oauthができないなど多数の問題が生じ、サポートが非常に大変であった。アプリのインストールについては、企業側でアプリインストール済みの代替スマホを用意するといった対応も取られた。ログインできない問題は、調べてみると、タイプミスや英数字を全角入力しているといったことがあり、大学生を対象とした実験では前例のないような問題ばかりであった。IDを連番にしていたため、間違ったIDがシステム上は正しい(他人のアカウントにログインしている)といったことも起き、現場は非常に混乱した。アプリに不具合があった場合、学内の実験ではすぐに再配布をして対処することができたが、このようなまったく連絡手段のない60名に対して、企業担当者との伝言ゲームで対処することの難しさを痛感した。

急遽、ユーザごとのOauth認証状況、アンケート回答状況、Fitbitデータおよび環境センサデータの収集状況を監視できるダッシュボードを開発し、企業側の担当者とともに毎日被験者の状態を確認するようにした。2年目となる2020年には、できるだけアプリ側の不具合を無くすべく、アプリ開発会社に委託し、WorkerSensePlusというアプリとしてリニューアルして実験を行った。

こうして苦労して収集したデータを用いた成果については文献[5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]等で発表済みである。また、派生研究の成果としては、高頻度なアンケートにおいてSatisfice(適当な回答)を検出する手法に関する研究[12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19]などが生まれている。

### 2.2 混雑度可視化による行動変容支援

2020年にコロナウィルス感染症が急速に拡大し、外出自粛や三密回避という行動変容が必要な世の中となった。伊都キャンパスは最寄り駅である九大学研都市駅からのバスが主なアクセス手段となっており、バス停には毎朝長蛇の列ができるということでも有名であった。そのため、我々は九大学研都市およびキャンパス内バス停の混雑度情報を提供するシステムitocon[20], [21], [22]を開発し、2020年5月より情報提供を開始した。

混雑度の計測は、スマートフォンから発信されるWiFiとBLEの信号を計測する方式[23], [24]であり、Raspberry Pi上に実装しバス停に設置した。ここで大変だったのは、ネットワークの確保、電源の確保、そして設置工事である。電源については、敷設可能なバス停には工事を行い、敷設不可能なバス停については太陽電池による完結駆動型ノードを製作し設置した。ネットワークについては、学内WiFiの圏外であることから、すべてLTE接続となった。

本システムは、メンテナンスのコストを最小化するために、レスポンスデザイン(スマートフォンでアクセスするとアプリのように見えるデザイン)のWebサイトとして開発し、専用のアプリケーションの開発は行わなかった。アプリであればプッシュ通知を送ることができるため実験的に明示的な介入が可能になる。また、アプリのほうが便利だという学生からの意見もあったが、学生チームによる開発であるため、多数の機種への対応と定期的なアップデートは困難であると判断した。

運営上の課題としては、センサの停止への対応が挙げられる。ネットワークの不具合やサーバの不具合、法定点検による停電など、さまざまな原因で、サイトが停止していることがある。毎日、筆者が個人的に確認していたが、途中から死活監視スクリプトを導入したり、定期的な再起動によりシステムを安定させた。停止した場合は、誰かしらが脚立を持ってバス停まで行く必要があり、メンテナンス作業は非常に高負荷であった。なお、itoconは、その役目

表 1: 実施した被験者実験のまとめ

実験	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
被験者数	約 100 名	不明	約 1600 名	約 500 名	約 500 名	約 600 名
実験期間	2 ～ 3 週間	35 ヶ月	17 ヶ月	3 ヶ月	11 ヶ月	2 ヶ月
アプリの利用 (配布)	○	-	○	○	-	LINE
アプリの開発	内製 → 外注	-	外注	外注	-	内製
デバイスの利用 (配布)	企業による配布	-	-	-	企業による取り付け	-
リクルーティング	企業	-	企業	企業	-	企業
運用・サポート	企業/研究室	研究室	企業	企業	企業	企業

を終え、2024 年 3 月末を持ってサービスを終了した。

### 2.3 ダイナミックインセンティブとナッジメッセージを組み合わせた行動変容支援

実験 2.2 を拡張し、大学内のカフェテリアにも混雑度センサーを設置し、混雑を回避するという行動変容実験を NTT ドコモと実施した。実験 2.2 と異なり、被験者向けのアプリケーションを開発するとともに、明示的に被験者を募った。アプリケーションの開発及び被験者の勧誘は、学生団体に依頼したが、コロナ禍において被験者を募ることは容易ではなく、学内メールでの周知、ソーシャルネットワークでの広報、近隣住宅へのポスティングなどさまざまな手法で学生被験者を勧誘した。金銭的インセンティブとして d ポイントがもらえるということも追い風となり、1600 名を超える被験者を集めることができた。この研究では、混雑度に応じて変動するダイナミックインセンティブと、その情報を通知する際のメッセージに含めるナッジを組み合わせ、低インセンティブで多人数の行動変容を促す方法について検証したものであり、研究成果は文献 [25] で発表している。

勧誘の段階から、実験中のサポートについても、学生団体が主体となり LINE のオープンチャットを用いて被験者サポートが行われたため、実験の運用負荷は低く、円滑に実験を実行することができた。アプリケーションの迅速なアップデートのためアプリケーションの配布は、Test Flight を用いた。九大生限定であったことから、Test Flight に対する理解もでき、配布で問題なく行うことができたが、一般ユーザを対象とする場合はこの部分が課題となるであろう。

### 2.4 ソーシャルサポートによる行動変容支援

実験 2.3 では金銭的インセンティブを用いていたが、事業性を考えるとできるだけ金銭的インセンティブを使わずに行動変容を促すことが望ましい。そこで、友人同士の応援やコミュニケーション (ソーシャルサポートと呼ぶ) を用いた行動変容の実証を行った。ソーシャルサポートについては、筆者の過去論文 [26] で、行動変容支援の中で大

きな役割を示している。コロナ禍も収束に向かっていたことから、対象行動を混雑回避ではなく、サステイナブルな行動や健康行動とし、ナッジメッセージやゲーミフィケーションを組み合わせることで行動変容を促した。この研究においても、アプリケーションの開発、被験者の勧誘、実験期間中の被験者サポートは学生団体に依頼することで円滑に実験を遂行することができた。

金銭的インセンティブをできるだけ減らした結果、アクティブユーザの少なさが常時問題となった。ポイントが発生する行動に対しては積極的であるが、ポイントが生じない行動には消極的であることがデータからも示され、残念ではあるが、ほとんどの学生被験者は d ポイントを目当てに実験に協力しているという雰囲気であった。今回、複数の実験を同一プラットフォーム上で実施するにあたり、実験と実験の間で、ポイントが発生するキャンペーンを行い、被験者群を活性化しつつ、実験期間中も最低限のポイントを支払い実験を遂行した。金銭的インセンティブは被験者獲得に有効である反面、被験者の主な目的が金銭的インセンティブになってしまい、永続的にインセンティブを支払う必要があり、長期的な実験には大きな原資が必要であると言える。

なお、実験 2.2 と実験 2.3 では、倫理審査に基づく実験参加の同意、離脱をアプリ上で収集しているが、この収集法は、印刷した同意書にサインをもらう従来手法と比較して格段に楽になった。また、実験期間中のサポートについては、LINE オープンチャットを活用して、ユーザサポートを実施した。さらにすべての実験を終えた段階で、どんな結果が得られたのかという内容とともに特に貢献してくれた被験者に感謝を示すサイトを公開<sup>\*1</sup>するなど、気持ちよく参加してもらうための後処理も実施した。

### 2.5 視覚介入による運転者の行動変容支援

伊都キャンパスには、2024 年 3 月までトヨタシェアのステーションが設置されており、九大生だけが利用できる

<sup>\*1</sup> 【九大荒川研 × docomo】累計約 4000 人が参加！4 年に渡る実証実験が終幕 | iQ Lab  
<https://note.com/iqlab/n/nb72a57ad3dc0>

シェアカーが7台あった。この九州大学ステーションは、日本一の稼働率を誇っており、多くの学生がシェアカーを日常的に利用している。しかしながら、普段自動車を運転しない学生による事故も多く、廃車となるような事故も複数回起きており、安全運転に対する要望が高まっていた。トヨタシェアも、キャンパス内で運転講習を開催するといった対策を行っていたが、我々は社会規範ナッジを活用した実証研究を行った。

社会規範ナッジとは、人が周りの人の行動に合わせたがるという同調性を土台として、特に、社会の多くの人のとっている行動が望ましいつまり「規範」であると考えていることを提示することで行動変容を促すものである。今回はシェアカーに「九州大学」というラッピングを施し、世間から見られている感を増幅することで交通ルールを守る様になるのではないかとという仮説のもとに実験を行った。

実験期間は、2023年5月から2024年3月までの11ヶ月と長期に渡る観察実験となった。既存のシェアカーを活用したためリクルーティングは不要であった。文献[27]において分析した2023年3月から9月までのデータだけでも514名の利用者が合計1,464回利用しており、これまでにない若年ドライバーのデータとなっている。トヨタシェアのアプリ上では、九大生のみ、このステーションが見えるようになっており、利用者の100%が九大生である。

本実験を実施するにあたり、複数の事業者との連携を行うことで長期間、円滑に実験をすることができた。九州大学・伊都キャンパスが立地する糸島半島を中心とし、モビリティに関する協力関係を築く、よかまち未来プロジェクトに全面協力していただき、その参加企業である複数の企業に協力していただいた。具体的には、介入のためのラッピングについてはシェアカーの車両を提供しているトヨタレンタリース福岡、シェアカーの走行データ取得についてはトヨタ自動車九州、ドライブレコーダーデータについては東京海上日動という座組みで、九州大学において収集されたデータの分析を行った。

企業に関わってもらったことで、車両に搭載したセンサはいずれも商用のものが利用でき、データの欠損などはほとんどなく、確実にデータを取得することができた。また、もともとあるシステムの上にセンサとラッピングを追加しただけであったことから、被験者への負担もなく、実験は円滑であった。ラッピングだけで平均速度が低下したり、その変化がどのようなドライバーに顕著に出るかなどが明らかになり、結果としても非常に有意義なものが得られた[28]。

## 2.6 LINEによる大規模・長期アンケート収集実験

この研究は、一般企業向けの大規模調査である。実験2.1では、iOS/Android向けの専用アプリを開発したが、新規アプリのインストール障壁は想像以上に大きいことから、

手軽に調査に参加してもらうために、LINEを用いたアプリケーションを構築し、600名に対して2ヶ月間毎日アンケートに答えてもらうという実験を実施した。

実験期間は2023年10月中旬から12月中旬にかけての2ヶ月間であった。LINEを使って、Google Formなど無料で利用できるアンケートのURLを送るだけでも良かったが、毎日回答してもらうためには外部サイトに飛ぶことや飛んだ先で入力する手間をできるだけ低減する必要があると考え、すべてLINE Front-end Framework (LIFF)を用いる機能を使い、LINE上から直接回答できるボタンを実装した。

アプリケーションの開発は研究室で行ったが、約3ヶ月を要した。企業に向けての利用ということで、テストにも2ヶ月かけ、各機能に不具合がないかなどを確認した。特に、金銭的インセンティブが発生することからテストは慎重に行った。リクルーティングおよびアプリケーションの案内は、企業により行われたが特に大きな問題もなく円滑に実施できた。さらに、アンケートについても、極めて高い回収率を達成することができた[29]。

## 3. 種々の実験を経て得られた戦略案

実験2.1~実験2.6を通じて得られた戦略について、実験前、実験中、実験後に分けて説明する。

### 3.1 実験前

実験前の要素としては、調査のためのアプリケーションやデバイスの準備、そして、被験者のリクルーティングがある。実験2.1と実験2.6では、研究室でアプリケーション開発を行ったが、開発とテストには想像以上に時間が必要となる。特に、ITに強くない一般ユーザを対象とする場合、アプリケーションの不具合や不具合がなくてもユーザビリティの低さだけで離脱する可能性があり、UIデザインやテストに十分な時間を割く必要がある。アプリケーションをインストールしてもらうためには、マニュアルを準備し、各企業で担当者が説明会を開きサポートするといったことも必要であった(実験2.1)ことから、実験2.6のようにLINEアプリとして実装することは一つの良い戦略であると言える。しかしながら、デバイスとの連携やスマートフォン内のセンサデータの取得はできないため、そうした場合はアプリケーションを開発する必要がある。

被験者のリクルーティングについては、企業との連携が好ましい。被験者が学生だけで良ければ、我々が全国に先駆け構築した学内リサーチコラボレータシステム(後述)のような仕組みを各大学で構築することで円滑にすることができる。しかしながら、幅広い年齢層からデータを取得することはできなかつたり、社会人を対象とした研究では活用できない。

### 3.2 実験中

実験 2.2 では、自分たちでサポートを行ったが、センサが停止するたびにネットワークやサーバを確認し、場合によっては現地に行って再起動するなど運営は大変であった。そのため、実験中は、実験 2.3 や実験 2.4 のように、学生団体などに費用を支払い、LINE オープンチャットでサポートをするなどサポートコストを含めた実験計画を立てることが重要である。実験 2.5 では、自動車のデータ取得に、商用のシステムを利用したことからデータ欠損なくデータ取得ができた。

また、実験中の金銭的インセンティブについても、大学経由では支払いが難しかったが企業が入ることで、10 円相当のポイントなど少額インセンティブを支払うことができ、長期の実験を成功させる要因の 1 つであると言える。一方で、金銭的インセンティブの効用は強く、一度多くのポイントを与えてしまうと、その後の実験はポイント次第での参加となる傾向が顕著に見られ、長期実験ではできるだけ金銭的インセンティブを用いず、別の報酬を与えたり、楽しさで誘引すると行った戦略を取ることが好ましいと言える。ただし、その際は、アプリケーションのデザインや不具合の無さも重要となり、実験前の開発コストが高くなる。結果として、多少高い費用がかかったとしても、商用のシステムで利用できるものがあれば、それを利用することも選択肢に入れたほうが良いと言える。

### 3.3 実験後

実験後は、データの共有や被験者に対するフィードバックがある。実験 2.2 を除く実験ではユーザごとのデータを収集、分析しているが、これらの実験データはすべて匿名化されたを受け取っている。企業側で匿名化処理を施すという意味でも、実験の座組みに企業が入り、リクルーティングや実験結果のフィードバックは、企業側で行うという形が理想的であると感じた。

実験 2.1、実験 2.2、実験 2.3、実験 2.4、実験 2.6 では、ユーザに対して実験レポートを公開している。多くの被験者が金銭的インセンティブを目的として実験に参加してくれるが、今後も継続的に、かつ、自己意欲で参加してもらうためにも、実験結果のフィードバックは重要であると考えている。

## 4. 学内リサーチコラボレータシステム

2024 年 2 月 22 日にプレスリリース済みであるが、九州大学データ駆動イノベーション推進本部では、インターページとタグを組み、学内リサーチコラボレータシステムというサービスをスタートした\*2。

\*2 被験者実験をより円滑に実施するための研究 DX ツール「学内リサーチコラボレータシステム（仮称）」の試験的導入を開始 — お知らせ — 九州大学 (KYUSHU UNIVERSITY)

大学の研究では、前述の通り、研究室内の学生が被験者である実験も多く見られるが、友人の研究であることから、研究内容や目的を熟知してしまっており実験結果にバイアスが含まれる可能性が高い。特に、繰り返し同じような実験をする場合は、慣れの問題も出てくる。しかしながら、研究室外の学生に声をかけることは容易ではなく、しばしば X などの SNS を活用したリクルーティングが行われている。これによりある程度新規被験者を見つけることは可能であるが、報酬支払のためには口座登録が必要であるなど、僅かな謝礼を払うための事務的なコストが大きすぎるという問題があった。

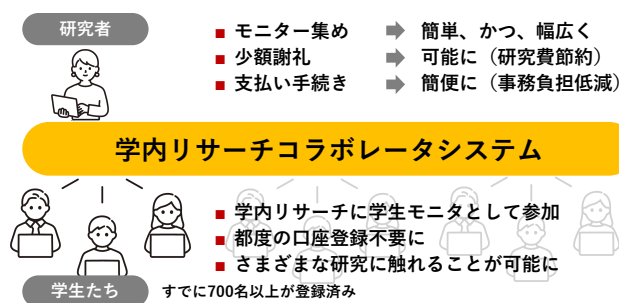


図 1: リサーチコラボレータシステム

それに対して、図 2 に示す我々の学内リサーチコラボレータシステムは、インターページの商用サービス上に、九大生とラベルを付けられるようにし、九大生を対象としたリクルーティングと報酬支払いをこの商用サービス上で完結できるようにしたものである。学生にとっては、一度登録するだけで、さまざまな研究室の実験にアルバイトとして参加できるとともに、大学以外の企業からの様々なアンケートに答えポイントを獲得することができる。獲得ポイントは、1 ポイント=1 円として利用可能である。研究者にとっても、被験者探しが容易になるとともに、少額調査調査が可能となる。請求は、調査の総額が請求される形となり、100 名の実験でも書類一式で実施可能であるとともに、口座情報など個人情報を取扱わなくて済むというメリットもある。また、システム自体を大学で開発した場合、開発費や運用の問題が生じるため、有償とはなるが商用システムを活用することが大学にとっても有益であると判断し、産学連携により本サービスを実施している。

2024 年 1 月からフィージビリティ・スタディを始め、表 2 に示すような、6 つの実証研究を行い、リクルーティングから報酬支払までのフローを確立した。本システムには、わずか 3 ヶ月で 900 名近い学生が登録済みであり、その内訳としては、男女比がほぼ半々で、学部 1 年生から博士学生まで幅広学年、学部の学生が登録している。各実験には、最大で 98 名が参加し、研究室に来てもらって計測する実地実験型でも 44 名の参加が得られた。驚くべきことに、こ

表 2: リサーチコラボレータの協力数

	検証実験 1	検証実験 2	検証実験 3	検証実験 4	検証実験 5	検証実験 6
形態	オンライン	オンライン	実地	実地	実地	実地
参加者	67	98	30	18	30	44

これらの勧誘は3日～1週間程度で行っており、短期間にこれだけの被験者を学内から募ることができるがわかった。

## 5. おわりに

本稿では、筆者が関わってきた、規模が大きく、実施期間も長い種々の実証実験について紹介するとともに、それらを通じて得られた課題やうまくいった戦略について共有した。多くの被験者に対して長期的な実験を実施することは、研究者にとって大きな負担となるが、うまく戦略を組むことで、成功に導くことが可能であり、筆者の経験が参考になると幸いである。

**謝辞** 本知見は、複数の共同研究 (NTT ドコモ, NTT データ経営研究所, 三菱重工, 富士通, KDDI, キリン, アステラス製薬, よかまちみらいプロジェクト, 積水化学, 早稲田大学) を通じて得られたものであり、ここに謝意を記す。

## 参考文献

- [1] 谷優里, 松田裕貴, 河中祥吾, 大坪敦, 平野陽大, 荒川豊, 安本慶一: オフィスワーカーの心身と環境センシングのためのアプリケーションの開発と評価, 情報処理学会第91回 MBL 研究会, Vol. 2019-MBL-91, No. 34, pp. 1-7 (2019).
- [2] 谷優里, 松田裕貴, 荒川豊, 井上創造: 労働衛生に関するアンケートとモバイルセンサデータの統合的・継続的な収集, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム, 情報処理学会, pp. 1027 - 1034 (2019).
- [3] Yuri Tani, Shuichi Fukuda, Yuki Matsuda, Sozo Inoue, Yutaka Arakawa: WorkerSense: Mobile Sensing Platform for Collecting Physiological, Mental, and Environmental State of Office Workers, *PerHealth 2020: 5th IEEE PerCom Workshop on Pervasive Health Technologies (PerHealth 2020)* (2020).
- [4] 荒川豊: Fitbit を使った一般人からの生体データセンシング, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2020) シンポジウム, p. 1 (2020).
- [5] 福田修之, 谷優里, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: オフィスワーカーの睡眠状況と労働衛生指標の関係性分析, 情報処理学会第93回 MBL 研究会, Vol. 2019-MBL-93, No. 22, pp. 1-7 (2019).
- [6] Shuichi Fukuda, Yuki Matsuda, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto, Yuri Tani: Predicting Depression and Anxiety Mood by Wrist-Worn Sleep Sensor, *WristSense 2020: 6th Workshop on Sensing Systems and Applications using Wrist Worn Smart Devices (WristSense 2020)* (2020).
- [7] 福田修之, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: 健常者のうつ兆候検知に向けた睡眠状態と労働衛生指標の統計分析, 情報処理学会第97回 MBL 研究会 (2020).
- [8] Haruki Harashima, Yutaka Arakawa, Shigemi Ishida, Yugo Nakamura: Estimating Work Engagement with Wrist-Worn Heart Rate Sensors, *The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021)* (2021).
- [9] Shuichi Fukuda, Yuki Matsuda, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto: Statistical Analysis Between Sleep Status and Occupational Health Indicators for Detecting Depression Signs in Healthy Workers, *The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021)* (2021).
- [10] Yusuke Nishimura, Tahera Hossain, Akane Sano, Shota Isomura, Yutaka Arakawa, Sozo Inoue: Toward the Analysis of Office Worker's Mental Indicators Based on Activity Data, *The 3rd International Conference on Activity and Behavior Computing (ABC2021)* (2021).
- [11] 徳永大空, 中村優吾, 荒川豊: 日本人労働者の心身状態に対する Covid-19 の影響度合いの調査, 社会システムと知能合同研究会 in WSSIT 2023 (2023).
- [12] 後上正樹, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: オンラインアンケートの回答信頼性検証に向けた回答時画面操作ログ取得システム, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究会, Vol. 2020-HCI-186, No. 35, pp. 1 - 6 (2020).
- [13] Masaki Gogami and Yuki Matsuda and Yutaka Arakawa and Keiichi Yasumoto: Detection of Careless Responses in Online Surveys Using Answering Behavior on Smartphone, *IEEE Access*, Vol. 9, pp. 53205 - 53218 (2021).
- [14] 後上正樹, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: オンラインアンケートにおける不適切回答自動検出に向けた回答操作ログの統計分析, 日本データベース学会和文論文誌, Vol. 20-J, No. 9 (2022).
- [15] 後上正樹, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: オンラインアンケートにおける不適切回答自動検出に向けた回答操作ログ分析, 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (2021).
- [16] 後上正樹, 松田裕貴, 荒川豊, 安本慶一: オンラインアンケート回答時のスマートフォン画面操作状況に基づく不適切回答検出, 第25回一般社団法人情報処理学会シンポジウム・インタラクション2021 (2021).
- [17] 中川高章, 荒川豊, 中村優吾: Web アンケート回答時のタッチ操作に基づく深層心理推定に向けた回答 UI の提案, 第29回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021) (2021).
- [18] Nakagawa Takaaki, Yutaka Arakawa, Yugo Nakamura: Augmented Web Survey with enhanced response UI for Touch-based Psychological State Estimation, *IEEE 4th Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech2022)* (2022).
- [19] 中川高章, 荒川豊, 中村優吾: Web アンケート回答時のタッチ操作に基づく深層心理推定に向けた新しい回答 UI の提案, 情報処理学会第73回ユビキタスコンピューティングシステム研究会 (2022).
- [20] 井上隼英, 高橋遼, 林健太, 光来出優大, 二俣雅紀, 松尾周汰, 石田繁巳, 荒川豊, 高野茂: itocon: 複数の混雑度センサを用いたバス停混雑度可視化システム, 電子情報通信学会センサネットワークとモバイルインテリジェンス研

- 究会 (SeMI) (2020).
- [21] 井上隼英, 高橋遼, 林健太, 光来出優大, 二俣雅紀, 松尾周汰, 石田繁巳, 荒川豊, 高野茂: バス停混雑度可視化システム itocon (いとこん), 第 28 回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2020), (オンライン), 入手先 (<https://arakawa-lab.com/wp-content/uploads/2022/01/IPJSJ-DPSWS2020034.pdf>) (2020).
- [22] Ryo Takahashi, Kenta Hayashi, Yudai Mitsukude, Masanori Futamata, Shunei Inoue, Shuta Matsuo, Shigemitsu Ishida, Yutaka Arakawa, Shigeru Takano: Itocon - A System for Visualizing the Congestion of Bus Stops around Ito Campus in Real-time, *The 18th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys 2020)* (2020).
- [23] 徳田瑛, 荒川豊, 高野茂, 石田繁巳: WiFi と BLE によるハイブリッド混雑度計測における自動パラメータ調整の検討, 情報処理学会 MBL 研究会 (2021).
- [24] Akira Tokuda, Yutaka Arakawa, Shigeru Takano, Shigemitsu Ishida: Automatic Parameter Adjustment for Hybrid WiFi and BLE-Based Congestion Measurement, *The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021)* (2021).
- [25] Ochiai Keiichi et al.: Encouraging Crowd Avoidance Behavior using Dynamic Pricing Framework Towards Preventing the Spread of COVID-19, *2022 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 1661–1670 (2022).
- [26] Luhanga, E. T., Hippocrate, A. A. E., Suwa, H., Arakawa, Y. and Yasumoto, K.: Identifying and Evaluating User Requirements for Smartphone Group Fitness Applications, *IEEE Access*, Vol. 6, pp. 3256–3269 (online), DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2793844 (2018).
- [27] 斉藤虎太郎, 荒川豊, 峯恒憲: 大学キャンパス内カーシェアリングサービス利用者の運転特性の調査, 第 109 回モバイルコンピューティングと新社会システム (MBL)・第 95 回高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS) 合同研究発表会 (2023).
- [28] 斉藤虎太郎, 荒川豊, 峯恒憲: 若年運転者の車両選好と運転特性の関連性調査, 第 96 回高度交通システムとスマートコミュニティ (ITS) 研究発表会 (2024).
- [29] 安部健太, 大園咲奈, 藤本隆晟, 松本拓也, 荒川豊, 黒田祥子: LINE を用いた長期的な参加を促す大規模アンケートシステムの開発と実証, 情報処理学会第 111 回 MBL 研究会 (2024).