

# IoT データを用いたパーソナライズ情報提供システムの開発と行動変容に関する研究

代表研究者 松井 加奈絵 東京電機大学 システムデザイン工学部 情報システム工学科 准教授

## 1 あらまし

本研究では、Internet of Things (IoT) 技術の普及に伴い取得可能となった多種多様な時系列データを用い、個人向けにカスタマイズされたパーソナライズ情報を提供することで、効果的な行動変容が起きるのか、実証実験から検証するものである。また、行動変容を促すための情報提供として、夏期の熱中症対策を想定し、人体にウェアラブルデバイス（心拍数データおよびGPSによる位置情報）、環境センサ（温湿度データ）を装着し対象データを収集し、熱中症リスクが高い場合の通知や一日の行動をサマライズ化して Web アプリケーションを通じて情報提示する。熱中症リスクは個人の背景情報（年齢、性別）、また滞在する場所の気象条件および滞在時間、滞在中の活動量によって変化する。そのため、滞在位置、活動量、気象状態をセンサによって計測し、リアルタイム性の高いデータとして扱う IoT データおよび IoT プラットフォームを用いることで、リスク回避に必要な情報を必要なタイミングで告知することが可能となる。

また、情報提示の結果、どのような行動変容が起きたのか、意識変容を測るための Web アンケート、行動変容を測るために GPS データ、環境データによるリスク回避行動を取ったかの判定、を実施する。本研究では、IoT データといった計測間隔が短く、個人の行動、活動に関連するデータを利用した情報生成、提示を行うことで、短期間に行動変容を決定付ける情報提示が可能であるのかを明らかにする。本研究によって個人用にパーソナライズ化された情報生成に対し、IoT データの利活用を行う手法を明らかにし、またその情報の効果が行動変容として現れたのか、定量的、定性的評価を行い、科学的知見を明らかにする。

そのため本研究では、(1) IoT プラットフォームの構築、(2) プラットフォーム内で収集・蓄積したデータを加工して作成した情報を提示、(3) 提示した情報をもとにどのような行動変容が起きたのかを定量的、定性的に評価した。

## 2 背景

気候変動によって熱波、ゲリラ豪雨など、これまで日本国内で観測されなかった気象状態が観測されるようになり、これらの急激な気象状態の変化は人間の身体に大きな影響を与える。このように短期間に局所的に発生するリスクイベントを回避するためには、人間自体が IoT センサの一部となりデータを収集し、処理された情報を受け取り、危険回避行動を行うことが重要である。IoT プラットフォームの普及により、これまでに比べて綿密かつ短時間で上記の情報処理を行うことができるようになった。このような背景を受けて、本研究課題を提案した。とりわけ、IoT デバイス、アプリケーション、システムの普及に伴い計測間隔が短く多種多様な種類のデータの計測、収集、蓄積、解析、活用が可能となり、本研究テーマである「個人向けにカスタマイズされたパーソナライズ情報」を IoT データから生成可能となった。

情報のパーソナライズ化については、対象の学術領域のトップカンファレンスである ACM SIGIR では、IoT データの利点であるパーソナライゼーションに対する論文が近年最も影響力を与える論文として発表され [1]、またパーソナライゼーションの手法に対するトラックが設けられるなど、個人の嗜好性を抽出し、情報提供に活かす手法が発表されている。しかしながら Web 閲覧状況など個人の嗜好性抽出に使用されていたデータの利用が制限される場合、これらの情報推薦手法が商業的に使用不可となる可能性がある。IoT デバイスの普及に伴い、個人が発信するデータ（SNS、ブログ）のみならず、個人の状況を反映するデータを用い、個人が気付かない隠された嗜好性（Hidden Preference）を処理する試みが行われつつある。

また、暑熱対策についての情報生成を行う背景を以下に述べる。2018 年夏期の猛暑を受け、気象庁は異常天候早期警戒情報における熱中症注意の呼びかけを実施した [2]。今後は猛暑が続くのみならず、寒暖差の激しさなど、人体への影響が懸念される環境変化が予想されるため、暑熱対策はこれまで以上に逼迫した状況になると予想される。しかしながら、暑熱対策では年齢などの個人的な要因が大きく影響するため、マス向けの情報では個人に適切な情報とは限らない。そのため、本研究によって個人に向けた情報の効果を判定し、

今後の暑熱対策に適応可能な情報生成に寄与する。

### 3 提案のシステム

#### 3-1 システム概要

本研究では、リアルタイム性の高いデータを収集、個人に向けた情報に生成し、提示する必要がある。そのため提案のシステムは、様々なデバイスが連携しデータを収集するデータ収集部、収集したデータからリスクの低下、回避に向けた情報を生成する情報生成部、また生成した情報を利用者に提示する情報提供部から構成される。

今回は暑熱リスクを考慮した情報生成を行うためのデータ収集を行うデバイスとして、ウェアラブルデバイス（心拍数データおよびGPSによる位置情報）、環境センサ（温湿度データ）を用いた。これらのデータを収集、蓄積、解析し、熱中症リスクが高い場合の通知や一日の行動をサマライズ化し、コミュニケーションチャットツールである Slack を用いて情報提示する。また、提示した情報を利用者が評価するよう、提示した情報に対して5段階評価を行うためのボタンと、またその選択理由をテキストにて記載してもらい、回答後に同様にシステム内のデータベースに格納し、その回答結果を情報生成に利用した。また、提示された情報が行動変容に結び付いたのか、収集したデータおよび回答データから評価する。図1に提案のシステムの概要を示す。

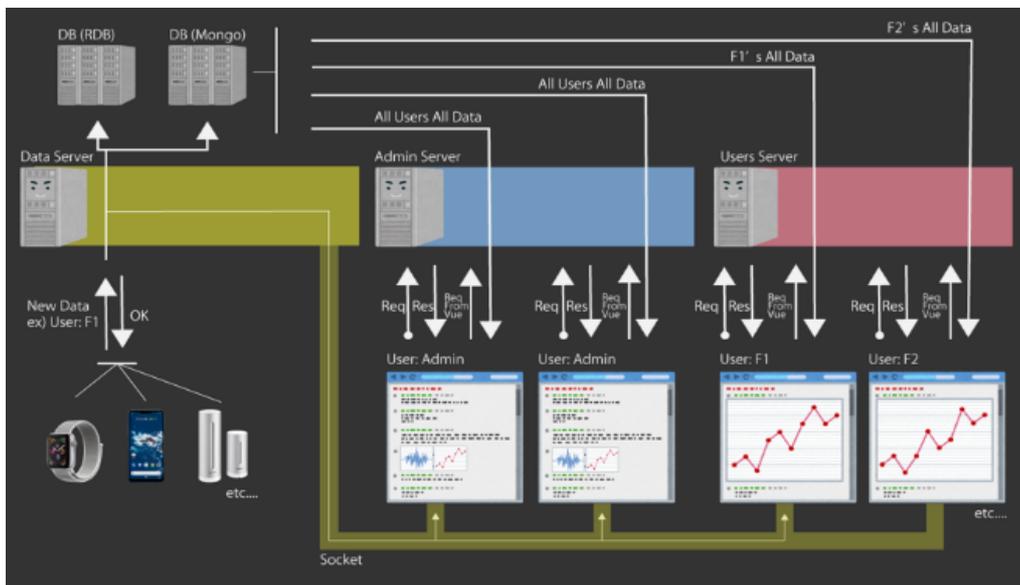


図 1. 提案のシステム概要図

サーバにはオープンソースソフトウェアでありドキュメント指向データベースである MongoDB、アプリケーション開発には PaaS として HEROKU を用い、使用言語は node.js を用いて構築した。

#### 3-2 データ収集部

現在、小規模な気象予測が可能になりつつあるものの、個人が居る位置およびその位置の環境データを扱うことでより個人に向けた情報提供が可能となる。そこで本研究では、スマートフォンから GPS データ、周辺環境データである温度、湿度、照度を収集するための環境センサ（ALPS IoT デバイス）、心拍数データを収集するウェアラブルデバイス（Apple Watch Series 4）を用いて、データ粒度の異なる種類のデータを収集した。本センシング環境を用いて、実験参加者に各種デバイスを携帯もしくは装着してもらうことでデータを収集した。今回は身体にウェアラブルデバイス（心拍数データおよびGPSによる位置情報）、環境センサ（温湿度データ）を装着し対象データを収集し、熱中症リスクが高い場合の通知や一日の行動をサマライズ化して Web アプリケーションを通じて情報提示する。本研究では、ウェアラブルデバイス、室内に設置する IoT デバイス、人間が装着する IoT デバイス、ペアリングするスマートフォンといった様々なネットワーク対応の

デバイスからのデータ収集部を構築した。以下にデバイスおよびデバイスとシステムとの連携について述べる。

- ウェアラブルデバイス…今回は Apple Watch (シリーズ 4) はペアリングした iPhone からデータを転送するためのアプリケーションを開発し、プラットフォームと連携した
- 室内設置型 IoT デバイス (NETATMO) …NETATMO は Web API を開発者に提供しているため、対象の API にプラットフォームからアクセスし、指定したデータベースであるドキュメント指向データベースサーバの MongoDB にデータを蓄積した。
- 装着型 IoT デバイス…今回は ALPS IoT デバイスを用いた。Android スマートフォンとペアリングすることができ、温湿度照度といった環境データを計測し、スマートフォンの中にインストールするアプリケーションを開発し、データを指定した MongoDB に転送、蓄積した。

表 1 に取得データおよび使用デバイス、また計測間隔を示す。

表 1 熱中症対策アプリケーション実証実験におけるセンシングデータ

	取得データ	使用デバイス	計測間隔
1	GPS データ	iPhone 7	5 分間
2	身体周辺温度	ALPS IoT デバイス	1 分間
3	身体周辺湿度	ALPS IoT デバイス	1 分間
4	身体周辺照度	ALPS IoT デバイス	1 分間
5	心拍数データ	Apple Watch Series 4	5 分間
6	室内温湿度照度	NETATMO	15 分間

iPhone 7 は Apple Watch とペアリングしており、Apple Watch から取得した GPS データを iPhone の Wi-Fi 経由にて MongoDB 内に構成したデータベースに送信するアプリケーションを構築し、システムと連携した。また、ALPS IoT デバイスにおいては Android ベースのスマートフォンとペアリングするため、ALPS IoT デバイスが提供している SDK を用いてデータベースに定期送信するためのアプリケーションを構築し、同様にシステムに連携した。また、NETATMO においては Web API が提供されているため、提供の Web API から必要なデータの種類を設定し、上記のデータベースに格納した。また、IoT デバイスから得られたセンシングデータを監視し、何かしら問題があれば利用者 (今回の場合は実験協力者) Slack 経由で機材の再設定などを依頼した。図 2 にセンシングデータの状態監視の管理者画面を示す。

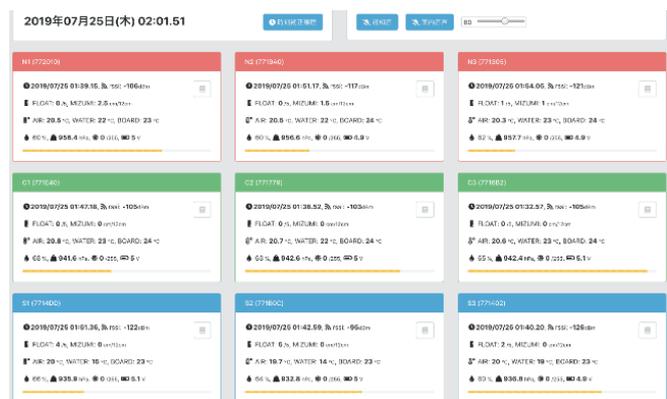


図 2. センシングデータの状態監視の管理者画面

### 3-3 情報生成部

情報生成のパートにおいては、データ収集部によってデータベースに格納されたデータを用いて、個人に対するパーソナライズ化されたデータを生成した。情報の種類は、(A) 熱中症リスク情報の提供、(B) 室内の快適性維持のための情報提供の 2 種類のデータを生成した。前者は個人の背景情報 (年齢、性別)、また滞在する場所の気象条件および滞在時間、滞在中の活動量によって変化する。そのため、滞在位置、活動量、気象状態をセンサによって計測し、リアルタイム性の高いデータとして扱う IoT データおよび IoT プラットフォームを用いることで、リスク回避に必要な情報を必要なタイミングで告知することが可能となると考えられる。後者は室内環境データを用いて室内の温熱環境状態を把握し、改善すべき点があった場合に改善するための情報を生成する。後者についてもやはり個人により快適性が異なるため、パーソナライズされた情報により、行動変容が起きる可能性が高まると考えられる。

本情報生成であるが、IoT プラットフォーム内の情報生成部がデータ蓄積部に蓄積されたデータをトリガーとして生成する。具体的なトリガーとしては、項目 (A) においては周辺気温と GPS よる位置情報、項目 (B)

においては NETATMO および周辺気温を用いた。このトリガーを用い、しきい値を超えた場合にアラートの生成を、また1日のサマリーを生成し、情報提示部に送信、予め蓄積しておいた情報とともに情報提示を行った。今回はプラットフォームにコミュニケーションチャットツールである Slack を連携させ、生成された情報を自動送信した。1日のサマリーとしては温湿度データをグラフとし、Slack 経由で送信する。

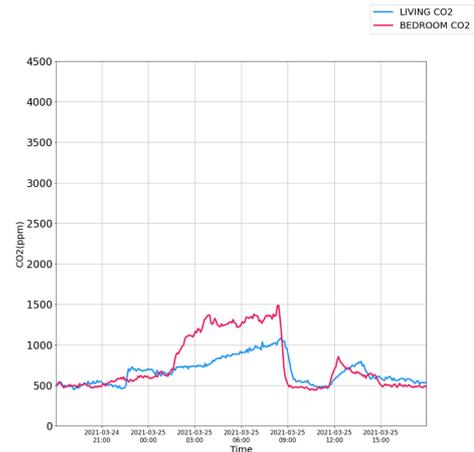


図 3. 温湿度データのサマリー

### 3-4 情報提供および行動変容

情報提供については、上述からの続きとなるが iPhone に Slack を予めインストールしておき、定期的に確認を促すように通知を ON として配布した。今回は評価のため実験を2回行ったが、実験参加者は本人の自由意思で閲覧をするものとした。以下の評価で詳細を述べるが、2019年、2020年に暑熱リスク実験および室内環境快適性における実験を行った。その際に暑熱リスク実験では、実験協力者の背景情報とともに予め用意した暑熱リスクの軽減、回避情報と組み合わせた各実験協力者向けの情報生成を行った。予め用意した情報を表2に記載する。また、表3に室内快適性維持や改善に使用した情報の一部を記載する。

表 2 暑熱リスク軽減回避情報例

情報	
1	身体に装着している IoT デバイスから 35℃以上の周辺気温を1時間以上検出しました。木陰に入る等 35℃以下の場所で休憩を取っていただくことで、熱中症リスクの軽減が期待できます。
2	室内に置いた IoT デバイスから 28℃以上の室内気温を1時間以上検出しました。エアコンを利用している状態であれば室内熱中症リスクが高まる状態です。エアコンの設定温度を下げることによって室内熱中症リスクの軽減が期待できます。

表 3 室内快適性維持および改善情報例

情報	
1	(夏期の場合) これまでの1時間の室内温湿度の平均が(実際の平均温度の値)℃、(実際の平均湿度の値)%でした。一般的に室内快適性 25~27℃(湿度 50~60%)とされています。この域から外れないように室内環境を調整してみましょう。
2	(冬期の場合) これまでの1時間の室内温湿度の平均が(実際の平均温度の値)℃、(実際の平均湿度の値)%でした。一般的に室内快適性 20~24℃(湿度 40~60%)とされています。この域から外れないように室内環境を調整してみましょう。

今回は個人の背景情報や活動に関わるデータの活用が期待できる暑熱リスクおよび室内快適性維持に焦点を絞って情報生成、また提示を行った。以下の表4に提示のタイミングをまとめた。

表 4 情報提示のタイミング

タイミング	
1	デバイスから得られたデータが設定したしきい値(35℃以上の気温を1時間以上検知する等)を超えた場合
2	定期的な情報提供(1日のサマリーを定時送信)

また期待される行動変容としては、実験協力者が情報を確認した後に記載された情報に対する行動が検知できたか、具体的にはデータに変化があったかを観察していくことで行動変容の有無を、また情報に対する評価および記述欄に示されたテキストから行動変容、意識変容があったかを確認する。

## 4 実証実験

### 4-1 2019 年暑熱リスク実証実験

2019 年は 2 種類の暑熱リスクに対する実証実験を行った。まず、実験協力者に街歩きをしてもらった実証実験の詳細を以下に示す。

実験日：

2019 年 7 月 6 日（土）13:00 - 16:00（3 時間）

- ・ 13:00 集合、計測機器装着
- ・ 14:00 - 15:00 指定の場所を徒歩で散策
- ・ 15:00 - 16:00 データ収集、解散

上記のスケジュールにて、以下の 5 名の実験協力者に参加してもらった。

表 5 2019 年暑熱リスク実証実験

	年代	性別	熱中症の経験	熱中症の予兆の経験
1	20 代前半	男性	なし	目眩を感じた
2	20 代前半	男性	ある	寒気を感じた
3	20 代前半	男性	わからない	運動中倒れそうになった
4	20 代前半	男性	なし	なし
5	20 代前半	男性	なし	なし

実験手順：

1. 実験参加者に実験の概要及び注意事項を記載した資料を配布し実験内容を説明する。
2. 計測可能状態に設定したウェアラブルデバイスおよびスマートフォンを実験参加者に渡し、ALPS IoT デバイスを首からさげてもらい胸部にセンサーが当たるように調整する。また ALPS IoT デバイスは実験参加者のポケット等に収納してもらう。
3. 実験開始の合図とともに、実験参加者に屋外の街中を普段の生活リズムにあわせて行動を開始してもらう。
4. 終了時間になったら実験参加者に実験開始場所に集合してもらう。
5. ウェアラブルデバイス、スマートフォンおよび ALPS IoT デバイスを撤収して実験を完了する。

実験概要：

上述の実験中に渡したスマートフォンに予めインストールしておいた Slack から通知を行い、その通知内容から意識、行動変容が起きたのかを確認した。実証実験実施日は、気象庁の公開データ[3]によると平均気温が 21.0℃であった。また個人に装着したデバイスから得られた 5 名から得られた温度データの平均 25.3℃であった。今回の実証実験の際は外気温が熱中症リスクの発生する状況とは異なっているケースが多かったが、いくつかの環境では、30℃以上を観測する機会があった。通常は気温 35℃以上での活動が暑熱リスクを伴うが、今回は ALPS IoT デバイスから得られた周辺温度データが 15 分以上 30℃以上を継続した場合、Slack からタイムスタンプおよび環境データ（周辺気温、湿度）を記載したメッセージを送信した。また実験時間は 3 時間であったため、1 時間ごとに平均温度、最も高かった温度を記載したメッセージを送信し、自身の暑熱リスクについて気づきが生じるような情報を送った。

結果：

実験後、システムから得られたデータを確認したところ、データ収集部におけるデータの収集は平均 80.8%で一定の間隔ごとに収集された。GPS データを地図にプロットし、欠損値がありこの値が下がった原因を確認したところ、地下道や建物内にいた場合、定期送信がなされない場合があった。本原因においては前後のデータで補間する方法が考えられる。また、15 分以上 30℃以上となった場合が 3 名に対して観測され、Slack にてその状態について暑熱リスクがあることを 10 回伝えたところ、地下道や建物内で飲み物を取るなどの行動が 5 回観測された。情報提示となるメッセージに対する行動においては必ずしも行う必要はないと

実験参加者には伝えているため、本行動を実験協力者の自由意思で観測されたものとする。その場合、単純に換算した場合、5割の確率で行動変容が起きたとした。エネルギーデータを情報提示し、行動変容を促す場合、おおよそ15%の節電行動を取るといった行動変容が起きると言われている[4]。その点を鑑みると状況は異なるものの、情報提供が行動変容を促した点については特筆すべきかと思われる。また、実験終了後に実施したWebアンケートにおける意識、行動変容についてのフィードバックでは、暑熱リスクが個人によって異なることに対して、その情報が自身に役立つと回答が10割、また今後も自身の周辺データを用いた情報提供について有用性を感じると答えた実験協力者が10割と、高い割合で個人のデータを用いた情報提供に対する有用性についてポジティブなフィードバックを得た。参加者が5名であるため、母数が十分とは言えないものの、システムの可用性や個人から得られたデータを活用した情報提示に対するポジティブな反応が見られたといえる。

次に、2020年のベースとなる室内暑熱リスクと室内快適性を考慮した実証実験の内容について示す。本実験は室外では主にALPS IoTデバイスから収集した環境データ（身体の周辺温度、湿度）、また室内に設置したNETATMOから得られた室内環境データ（温度、湿度）を用いて、暑熱リスクが高い状態の場合は暑熱リスクに対応した情報を、暑熱リスクが高い状態でなければ室内快適性を考慮した情報を提供するものとした。

実験期間：

2019年8月1日（木） - 15日（木）（2週間）

上記のスケジュールにて、以下の1世帯から2名参加とし、10名に実験に参加してもらった。なお、参加者全て東京都近郊に在住であった。

表5 2019年暑熱リスクおよび室内快適性実証実験

	ID	年代	性別	住まいのタイプ
1	A	30代	男性	マンション
2	A	30代	女性	マンション
3	B	40代	男性	戸建て
4	B	30代	女性	戸建て
5	C	40代	男性	マンション
6	C	30代	女性	マンション
7	D	30代	男性	マンション
8	D	30代	女性	マンション
9	E	50代	男性	戸建て
10	E	30代	女性	戸建て

実験手順：

1. 実験参加者に予め必要なアプリ等をインストールした機材を用意し、実験参加者に送付する。
2. 装着必要性があるALPS IoTデバイスとウェアラブルデバイスは装着をしてもらい、設置してもらう必要のあるデバイスNETATMOはリビングに設置してもらう。
3. 実験参加者は普段の生活リズムにあわせて行動を開始してもらう。
4. 終了後、機材を返却してもらう。

実験概要：

上述の実験中に渡したスマートフォンに予めインストールしておいたSlackから通知を行い、その通知内容から意識、行動変容が起きたのかを確認した。実験期間中の暑熱リスクに関わる外気温について述べる。実験参加者が東京都近郊在住のため、東京都の気象庁の公開データ[3]を参考とした。実験期間中は平均気温が29.7℃であった。また、平均最高気温が34.5℃であったため、室内外において暑熱リスクは高い状態であったと言える。また個人に装着したデバイスから得られた10名から得られた身体周辺の温度データの平均28.6℃であり、室内気温データの平均は26.8℃であった。これらのデータから暑熱リスクが検知された場合、Slackからタイムスタンプおよび環境データ（周辺気温、湿度）を記載したメッセージを送信し、1日のサマ

リーを毎日8時にグラフとともに送信した。

結果：

実験後、システムから得られたデータを確認したところ、データ収集部におけるデータの収集は平均70.6%で一定の間隔ごとに収集された。こちらの原因も上述と同様にGPSデータを地図にプロットし、欠損値がありこの値が下がった原因を確認したところ、地下道や建物内にいた場合、定期送信がなされない場合があった。今回は実験期間が長く、地下鉄での移動を含む場合があったため、パーセンテージが低下したと考えられる。本原因においては前後のデータで補間する方法が考えられ、長期間での実験においては行動の種類が多様になるため、補間は積極的に行うべきだと判断した。今回は街歩きと比べ平均気温が高く、室外だけではなく室内気温においても高くなる傾向があり、室内快適性のメッセージではなく、暑熱リスクを伝えるメッセージが選択される場合が多かった。メッセージに関しては、送信してから1時間以内の閲覧が60.1%と関心度が高く、また室内では気温の変化をエアコンでコントロールしやすいからか、室内気温の高まりに対する通知に関しては閲覧後に気温の降下を確認することができた。Slack から得た自由記述欄からは、室内では自分のための行動を取りやすいが、室外では目的があって室外で行動しているため、リスクが高いことがわかって、メッセージにあるようなリスク軽減、回避のための行動を取ることが難しいという回答が多かった。

#### 4-2 2020年暑熱リスク実証実験

2020年はコロナ禍の影響があり、街歩きの実験での安全の担保が難しいため実施を行わず、主に室内暑熱リスクと室内快適性を考慮した実証実験を実施した。

実験日：

2020年8月6日（木） - 20日（木）（2週間）

上記のスケジュールにて、以下の1世帯から2名参加とし、10名に実験に参加してもらった。2019年の実験参加者とは異なる。なお、参加者全て東京都近郊に在住であった。

表5 2020年暑熱リスクおよび室内快適性実証実験

	ID	年代	性別	住まいのタイプ
1	A	40代	男性	戸建て
2	A	30代	女性	戸建て
3	B	30代	男性	マンション
4	B	30代	女性	マンション
5	C	40代	男性	マンション
6	C	30代	女性	マンション
7	D	30代	男性	マンション
8	D	30代	女性	マンション
9	E	40代	男性	戸建て
10	E	40代	女性	戸建て

実験手順：

5. 実験参加者に予め必要なアプリ等をインストールした機材を用意し、実験参加者に送付する。
6. 装着必要性があるALPS IoTデバイスとウェアラブルデバイスは装着をしてもらい、設置してもらう必要のあるデバイスNETATMOはリビングに設置してもらう。
7. 実験参加者は普段の生活リズムにあわせて行動を開始してもらう。
8. 終了後、機材を返却してもらう。

実験概要：

上述の実験中に渡したスマートフォンに予めインストールしておいたSlackから通知を行い、その通知内容から意識、行動変容が起きたのかを確認した。実験期間中の暑熱リスクに関わる外気温について述べる。実

験参加者が東京都近郊在住のため、東京都の気象庁の公開データ[3]を参考とした。実験期間中は平均気温が29.8℃であった。また、平均最高気温が35.0℃であったため、室内外において暑熱リスクは高い状態であったと言える。また個人に装着したデバイスから得られた10名から得られた身体周辺の温度データの平均29.1℃であり、室内気温データの平均は25.2℃であった。これらのデータから暑熱リスクが検知された場合、Slackからタイムスタンプおよび環境データ(周辺気温、湿度)を記載したメッセージを送信し、1日のサマリーを毎日8時にグラフとともに送信した。

結果：

実験後、システムから得られたデータを確認したところ、データ収集部におけるデータの収集は平均80.6%で一定の間隔ごとに収集された。今回は前回の欠損値に対しての対処方法として、過去データを用いたスプライン補間することで、情報生成時に欠損値の影響を受けないようにデータ生成時に欠損値を考慮しない形とした。この場合、補間精度が低い状態であれば生成された情報の精度は低くなることが想定される。生成されたメッセージを確認したところ、気温の推移などからおかしな文脈のメッセージは確認されず、またメッセージに対するレスポンスを確認したところ、違和感や誤ったメッセージを受信したと思われるレスポンスは確認されなかったため、補間精度について一定の精度が確認できたといえる。

今回は2019年同様、室外だけではなく室内気温においても高くなる傾向があり、室内快適性のメッセージではなく、暑熱リスクを伝えるメッセージが選択される場合が多かった。前回と比べ、コロナ禍の影響から室内に滞在することが多かったことが影響していると考えられる。メッセージに関しては、送信してから1時間以内の閲覧が64.2%と関心度が高かった。Slackから得た自由記述欄からは、2019年に解答欄から見られた室内では自分のための行動を取りやすいという意見は、家族が室内に多いため自分のための行動を取りにくい、という感想に変わっていた。個人に向けた情報提供を行う場合、室内といった他者が居る状況では自身に最適な行動を取りにくい状況が発生することが多く見られた。

## 5 まとめ

本研究では、Internet of Things (IoT) 技術の普及に伴い取得可能となった多種多様な時系列データを用い、個人向けにカスタマイズされたパーソナライズ情報を提供するためのシステムを提案、実装し、そのシステムを用いた実証実験を行い、その精度を検証した。システムが生成し、提示した情報において効果的な行動変容が起きるのかを確認した。今回は情報提供による行動変容の対象として、暑熱リスク減少、回避および室内快適性維持、向上を期待した。行動変容を促すための情報提供としてデータソースとしたのは、人体にウェアラブルデバイス(心拍数データおよびGPSによる位置情報)、環境センサ(温湿度データ)を装着し対象データであるまた、情報提示の結果、どのような行動変容が起きたのか、意識変容を測るためのWebアンケート、行動変容を測るためにGPSデータ、環境データによるリスク回避行動を取ったかの判定、を実施した。また、3つの実証実験においてシステムの可用性と情報提供による行動変容が見られたかを確認した。システムについては、データ収集部を収集したデータの欠損値から確認したが、やはり屋外では欠損値が見られる場合が多かったため、データ欠損値の補間を2年目に追加した。情報生成部、提供部においては、情報から期待される行動が気温の変化やアンケートから見られたことから、個人に向けての情報提供は有効であったと言える。しかしながら、多数の人数が滞在する場所においては暑熱リスクの違いや室内快適性嗜好の違いに対し、どのような行動を取るべきなのか判断が難しい状況が生まれた。この点をどのように解消するのが今後の課題と言える。

## 【参考文献】

- [1] TRATTNER, Christoph, et al., "Report on the SIGIR 2015 Workshop on Social Personalization and Search," ACM SIGIR Forum. ACM, 2016. p. 102-106.
- [2] 気象庁, 異常天候早期警戒情報における熱中症注意の呼びかけについて  
[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/soukei\\_netsu.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kurashi/soukei_netsu.html)
- [3] 気象庁, 過去の気象データ検索  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

- [4] Kanae Matsui, Hideya Ochiai, Yoshiki Yamagata, “Feedback on electricity usage for home energy management: A social experiment in a local village of cold region,” Applied energy, Elsevier, vol.120, pp. 159-168, 2014.

〈 発 表 資 料 〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Comfort Management System for providing information to maintain physical and mental condition	2021 IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)	9-11 March 2021
Real-time sensing in residential area using IoT technology for finding usage patterns to suggest action plan to conserve energy	Energy Procedia	2020
子育て世代におけるコミュニケーションツールを用いた身体および精神状態データの収集方法の提案および評価	情報処理学会 第 29 回コンシューマ・デバイス&システム (CDS) 研究会	2020/05