

## ソーシャルディスタンス維持度算出システムの開発 Development of degree of social distancing calculation system for shelters

飯棲 俊介<sup>†</sup> 柿崎 透真<sup>‡</sup> 大枝 真一<sup>‡</sup>  
Shunsuke Iizumi Toma Kakizaki Shinichi Oeda

### 1. はじめに

大災害時、多数の人々が避難所へ避難を行う。一方、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、「3密」を避ける取り組みが行われている。命の危険が迫っている危機的な状況では避難所の人数規制を行うことは難しく、なおかつ3密の中でクラスターの発生を防ぐ必要がある。そこで我々は避難所において、避難者の感染防止への意識を高めることを目的としたソーシャルディスタンス維持度を提示するシステムを開発する。具体的には、センサーやカメラを用いて避難所の温度や二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度、混雑状況を計測し、また避難者のアンケート回答やメディア報道から得られるデータを客観的データとして取り入れ、状況により指標の重大度を変化させるようにする。本研究では、提案システムの概要と動作検証した結果について報告する。

### 2. システム概要

感染予防対策を行いつつ、避難所の設営・運営を行うことは、非常に難しい課題となっている。そこで、緊急事態において避難所で3密を避けることは難しいと判断し、一方、感染リスクを可能な限り低減させる目的のため、避難場所におけるソーシャルディスタンス維持度を算出するシステムを構築し、感染予防意識を高める方法を提案する。

具体的には、避難者のアンケートの回答による直接的データと、メディア報道や地域の感染者数などの社会情勢データの入力から感染リスクを算出する。アンケートはスマートフォンなどから専用のサイトに移動し回答してもらい、得られた回答はサーバに送られ、回答結果をもとにソーシャルディスタンス維持度を出力する。システムによって避難所の感染リスクが高い場合は、その場の人に注意を促すことで感染防止を図る。例えば、感染リスクが高い場合、それを避難者に知らせることで、消毒、手洗いの徹底、隣の人とのおしゃべりの禁止など避難者一人ひとりの感染予防意識を高めてもらう。つまり、災害時という危機的な状況では3密になることは避けられないとし、その代わりソーシャルディスタンス維持度を算出することで避難者の意識を高めることで“New Normal”生活様式に対応する新しい避難所の設営・運営方法を提案する。

### 3. 客観データからの感染リスクの算出

一般的に避難所に避難する場合、避難所の受付において氏名、住所などの個人情報を提出する。これらに加えて、

コロナ禍では、体温を測ることや、海外への渡航歴、発熱者との接触など、コロナの感染リスクをアンケート等によって回収されることが想定される。本システムでは、日本医師会より作成された避難所マニュアル[1]を元にアンケートシステムを構築する。アンケートの回答は Google フォームを用いて構築する。アンケート結果は自動的に Google Drive のスプレッドシートに保存される。

また、避難所の地域において、コロナ感染者数が増加傾向にあるのかどうかによって感染リスクは変わってくるであろう。そこで、社会情勢データとして全国の新規感染者数が掲載されているサイトの HTML 文を定期的に読み込み、新規感染者数を自動取得する。

### 4. 計測データからの感染リスクの算出

避難所ごとに置かれている状況が異なるため、データ計測を行って、感染リスクを算出する。測定するデータは①温度・湿度、②避難所の人数、③人の会話量、④CO<sub>2</sub>濃度である。これらのデータは Raspberry Pi (以下、ラズパイ)を用いて取得するシステムを構築する。

#### ① 温度・湿度

ウイルスは、低温・乾燥した空気中で増殖する。そのため、温度・湿度の計測データに応じて換気を行い、ウイルスにとって過酷な環境にする。センサーには BME280 を用いた。

#### ② 避難所の人数

Web カメラと 360 度カメラで部屋の人数をカウント、3密の度合いを測る。

#### ③ 人の会話量

Web カメラのマイクで集音し、それを会話量として、3密を避ける方法を促す。

#### ④ CO<sub>2</sub>濃度

CO<sub>2</sub>濃度によって換気などのアクションを促す。また、時系列データの変化点検知を行う ChangeFinder[2]を使って、CO<sub>2</sub>濃度が上がるタイミングを検知し、アナウンスする。センサーには MH-Z19B を用いた。

センサーを搭載したラズパイは、図 1 に示すようにセンター機とサブ機を構築する。センター機は CO<sub>2</sub>センサー、360度カメラによる計測を行う。避難所に1台設置する。また、サブ機は温度・湿度センサー、Web カメラによる計測を行う。サブ機は避難所の大きさに応じて、必要な数だけ設置する。また、計測データはクラウド上(さくら VPS)で集計し、ソーシャルディスタンス維持度を計算した後、センター機に接続されたデジタルサイネージに情報を提示する。

<sup>†</sup> 木更津工業高等専門学校 制御・情報システム工学専攻, Advanced Course of Control and Information Engineering, National Institute of Technology, Kisarazu College

<sup>‡</sup> 木更津工業高等専門学校 情報工学科, Information and Computer Engineering, National Institute of Technology, Kisarazu College

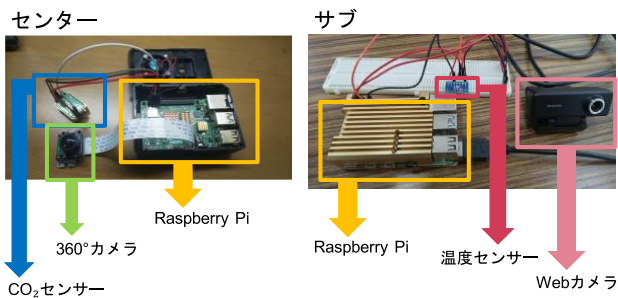


図1 各種センサーを取り付けたラズパイ

## 5. CO2 濃度の変化点検知

図2に図1のラズパイによって計測したCO2濃度を示す。人の移動や窓の開閉によってCO2濃度が変化している様子がわかる。CO2濃度が設定した閾値を超えたときに警告を出すのではなく、CO2濃度が高くなる前に避難者に警告を出す方が効果的である。そこで時系列データの変化点検知を行うChangeFinderを用いる。ChangeFinderは時系列データに対して、リアルタイムに変化点検知のスコアを計算していく変化点検知アルゴリズムの1つである。時系列モデルの2段階学習に基づく方式を用いていて、従来のアルゴリズムよりも計算が高速で正確なことが特徴である。

図3にChangeFinderによる変化点スコアを示す。本研究では変化点スコアが25を超えたら、警告とメッセージをデジタルサイネージに表示する。

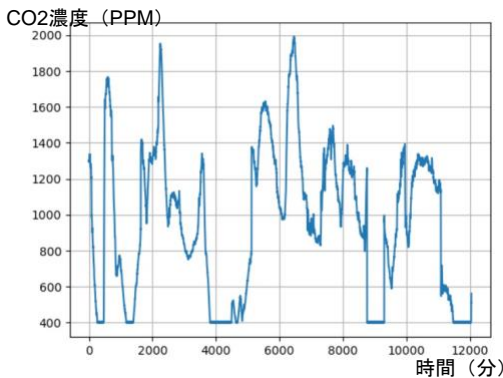


図2 ラズパイによる計測したCO2濃度

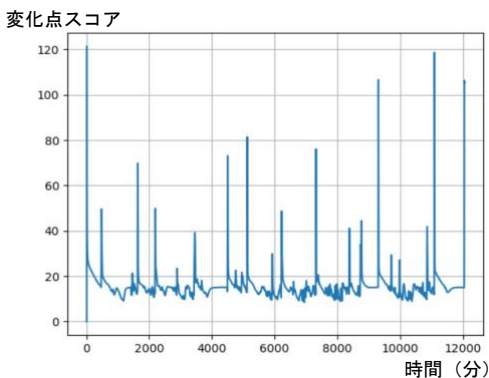


図3 ChangeFinderによる変化点スコア

## 6. デジタルサイネージへの表示

研究開発当初、避難所のデジタルサイネージに「感染危険度」という表現で提示することを考えていた。しかし、ステークホルダーへの意見聴取を行った結果、感染危険度を提示しても、切羽詰まっている状況の中では目標を達成するどころか追い詰めてしまうのではないかと意見があった。また、感染危険度ではなく、手を洗おうといった健康行動をイラスト等で画面に優しく表示し、達成出来たらイラストが動くといった、表示を達成感のあるものにすれば行動意識は上がるのではないかと意見もあった。

そこで、これらのステークホルダーの意見を参考に、避難所のデジタルサイネージに感染危険度を表示するのではなく「換気をしましょう」「手を洗いましょう」などの健康行動につながるメッセージとイラストを計測データに応じて自動的に表示するようにシステムを改善した(図4)。



図4 デジタルサイネージ

## 7. まとめ

客観データ(アンケート結果、メディア報道)と計測データから避難所におけるコロナウイルス感染リスクを算出し、避難所にソーシャルディスタンス維持度と健康行動を提示することによって、感染防止行動への意識を高めるシステムを開発した。また、ステークホルダーからの意見聴取により避難所の避難者に寄り添ったシステムに改善することができた。

緊急事態宣言解除後、コロナ感染リスクが低下後、実際に避難所に設置し、有効性の検証を行う予定である。

### 謝辞

本研究は第3回高専防災コンテストへ応募し、主催の独立行政法人国立高等専門学校機構・国立研究開発法人防災科学技術研究所からの支援を受けた。本研究の遂行にあたって、防災科学技術研究所の宮島亜希子氏、伊勢田良一氏、大塚理加氏、木更津市役所の米澤聡史氏にご助言を戴いた。ここに感謝の意を表す。

### 参考文献

- [1] 日本医師会, “新型コロナウイルス感染症時代の避難所マニュアル”, 第1版 2020年6月17日, [https://www.med.or.jp/doctor/kansen/novel\\_corona/009082.html](https://www.med.or.jp/doctor/kansen/novel_corona/009082.html)
- [2] J. Takeuchi and K. Yamanishi, “A unifying framework for detecting outliers and change points from time series”, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Volume 18, Issue 4, 2006.