

# 避難所データを用いた災害時総合支援システムの構築

柳瀬 愛里<sup>†</sup> 玉川 夏生<sup>†</sup> 杉村 佳乃<sup>†</sup> 石橋 直樹<sup>††</sup> 佐々木 史織<sup>††</sup>

<sup>†, ††</sup>武蔵野大学データサイエンス学部 〒135-8181 東京都江東区有明三丁目3番3号

E-mail: <sup>†</sup>{s1922073, s1922068, s1922017}@stu.musashino-u.ac.jp, <sup>††</sup>{n-ishi, ssasaki}@musashino-u.ac.jp

**あらまし** 本稿では、災害時から避難後までの総合的な支援することを目的とした、「避難所データを用いた災害時総合支援システム」の実現方式を示す。我々が暮らす日本は他国と比較し、地震・大雨・土砂災害・津波・火災・噴火などの自然災害が発生しやすい国である。このような自然災害の影響でいつも通りの生活を失った被災者の拠り所であり、住宅での暮らしが難しい被災者を支援する拠点となるのが避難所である。内閣府の避難に関する総合的対策の推進に関する実態調査結果報告書によると、東日本大震災が発生した際に、避難支援が必要としていた人のうち40%が避難所へ赴いたことがわかった。しかし、避難所生活の環境が合わずに他の避難所へ移動した人や、そもそも最初に訪れた避難所には、他の避難者が溢れており、滞在すること自体できなかった人がいることもわかった。本稿で提案するシステムの特徴は、災害時のニーズに対応し、避難所・防災問題のソリューションとして、円滑な避難を可能にする機能の実装をすることに加え、避難後のユーザの生活を支援する機能の実装もすることで、災害時の総合的な支援をするシステムをアプリケーションとして実現する点にある。本システムを用いることにより、災害時の被害者数の減少や円滑な避難所生活の提供などの価値を提供することが可能となる。

**キーワード** 災害、支援、避難所、防災、地理情報、GIS

## 1. はじめに

我々が暮らす日本は他国と比較し、地震・大雨・土砂災害・津波・火災・噴火などの自然災害が発生しやすい国である。しかし、時事ドットコムニュースの東日本大震災・被災3県死者の年齢別内訳[1]によると、東日本大震災での被害は逃げ遅れによる犠牲者が9割だったことや、クロス・マーケティングの防災意識・対策に関する調査(2021年)[2]によると、東日本大震災後、9割の人が防災対策を必要だと感じているのに対し、実際に対策を行っている人は約半数であることなどから、日々の防災対策が十分に進んでいないと考えられる。この現状に対し、気軽に防災対策ができるような仕組みを提供する必要があると考える。更に、内閣府が公開している避難に関する総合的対策の推進に関する実態調査結果報告書[3]によると、東日本大震災において、避難支援が必要だった人のうち40%が避難所へ赴いていることがわかった。この内77%の避難者は最初に訪れた避難所に滞在できたが、その避難所を、設備面で滞在に支障があったこと・周りに迷惑をかけると感じたこと・対処するように避難所側から説得や誘導を受けたこと・避難所の運営に不満があったことなどの「避難所生活の環境」を原因に退所し、避難所を訪れた人の19%は、他の避難者で避難所が溢れていたことなどを理由に、最初に行った避難所に滞在できなかったことが調査から明らかになっている。また、同報告書によると避難所生活において必要な情報として「災害に関する情報」の他、水・食糧や生活物資の配給や「水道、ガス、電気、電話の復旧の見通し」などを挙げる人が多かった。

そこで、本稿では災害発生時から避難後までを総合的に支援するシステムを構築する。地震などの災害時に周辺の避難所の情報を検索し、避難が間に合わず犠牲になるユーザを減らすことや、災害発生時から避難後までの活動を支援し、避難所での心体的負荷を軽減することを目的としており、自分の状況に適した避難所を検索することも可能となる。日本は地震などの災害が多いため、数々の災害に対し柔軟かつ迅速に対応しなければならない。本稿で構築したシステムを利用することにより、これらの課題に対応し、災害の犠牲者を減少させることが出来ると考える。

## 2. 関連研究

現在、被災時や訓練時に避難を支援する情報を提供するツールとして、重ねるハザードマップ[4]や地理院地図[5]などが挙げられる。重ねるハザードマップとは国土地理院が提供しているツールである。これは、洪水・土砂災害・高潮・津波などが発生した際のある地点での危険性や、国土交通省が提供している道路防災情報、土地の特徴・成り立ちなどの情報を複合的に処理する。その上で、地図上や写真にユーザが自由に重ねて表示するという機能を有する。地理院地図も重ねるハザードマップと同様に、国土地理院が地形図、写真、標高、地形分類など、国土地理院が捉えた日本の国土の様子と共に、Web地図上に指定緊急避難場所を表示するサービスである。これらの情報は3Dで閲覧することも可能であり、地形断面図の作成や新旧の写真と比較する機能も有する。しかし、避難支援アプリの機能に関する検討報告書[6]によると、避難時にユ

ーザが必要とする情報としてもっとも重視されるのは避難所までの経路の情報であるという回答であるという回答が得られたが、今回紹介した上記のツールでは、現在地からの移動経路を提示する際に適した機能の提供を行っていないことが実情である。

本稿では『波間- Hazard Avoidance Map Application -』という災害時総合支援システムを提案する。本システムの特徴は、従来の重ねるハザードマップや地理院地図が有する日本全国の災害時の危険性や避難所の情報を地図上に様々な形で可視化するシステムとは異なり、避難所の情報をユーザ自身が登録し、同じく本システムを利用するユーザと共有する機能を持つ点にある。このコミュニティーベースの知識 DB 構築機能により、災害発生時から安全な場所までの避難を支援するのみならず、ユーザの避難以降の生活までを支援し、必要に応じて自分の状況に合う避難所への移動をサポートすることができる。また、自分がいる場所の地名・都市名を入力することにより、災害発生時に適した避難所を探すことが可能になる。

### 3. 提案システム

図 1 に本研究により実現する「災害時総合支援システム」の概要およびコンセプト図を示す。避難所の検索機能と避難所情報登録・閲覧機能により、本稿で提案するシステムが実現されることが示されている。



図 1 本システムの概要

本システムは、具体的には以下のステップにより実現・利用・更新される。

- STEP 1: ユーザが入力した都市名・地名を用いて、空間的距離の近い避難所を DB から検索する。
- STEP 2: ユーザ周辺の避難所を地図上に表示する。
- STEP 3: ユーザが選択した避難所の詳細を表示する。
- STEP 4: ユーザが編集・評価した避難所の詳細を避難所詳細 DB に格納する。

図 2 に本システムのシステム構成図を示す。

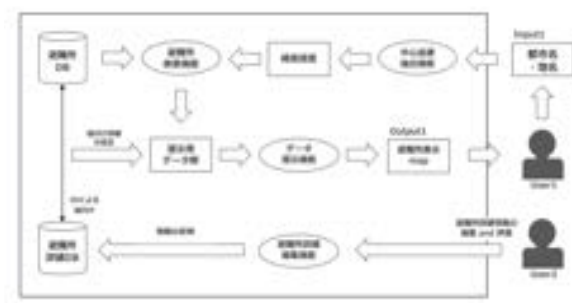


図 2 本システムの構成図

本システムは、以下の機能群により構成される。

- 1) 中心座標設定機能: ユーザにより入力された都市名・地名の緯度経度情報を取得する機能。本システムでは、本機能の実装に Google が提供する Geolocation API[7]を利用している。本機能により得られた緯度経度情報を基準として、該当避難所検索機能から入力した座標に近い避難所を推薦する。
- 2) 該当避難所検索機能: 1) の処理を経て取得された地図の中心座標から近い避難所を絞り込む機能。本機能は、2 点間の距離を求める三平方の定理を応用した、以下の計算方式を用いて 2 点間の距離を計算する。

距離 distance

$$= \sqrt{\left(\frac{\text{中心地緯度} - \text{対象緯度}}{0.0111}\right)^2 + \left(\frac{\text{中心地経度} - \text{対象経度}}{0.0091}\right)^2}$$

地球は球体のため、平面上の距離を測る三平方の定理を用いた上記式では厳密な距離は測れないが、今回の目的はユーザが示した中心座標から近い避難所の選定であり、距離計量の正確性は問われないため、本システムでは、計算が軽量である本計算手法を採用し、SQL 関数として実装を行った。また、本計算式上にある 0.0111 と 0.0091 という値は、日本において、緯度 1 度当たり平均 111km、経度 1 度当たり平均 91km になるという基準を利用したものであり、本計算式にあてはめると km 単位として二点間の距離を算出可能になる。本機能により、ユーザが入力した都市名・地名に近い避難所をまとめて提示することができる。

- 3) 避難所データ提示機能: 2) で取得された避難所データをアプリケーション内の地図上に表示する機能。本機能により、ユーザが検索した地名・都市名から近い避難所を複数提示することができ

る．また，避難所データ位置を示すピンが置かれた位置の関係を基準に，それらが収まる地図の倍率を自動で決定することで，ユーザにとってわかりやすい可視化結果を反映することも可能である．ここで提示されたデータ群が持つ避難所 ID をもとに，避難所の詳細な情報との紐付けができる．

- 4) 避難所詳細データ投稿・閲覧機能：地図上に表示された避難所の詳細データの投稿・閲覧を行う機能．ユーザはこの機能部で，避難所における生活環境がどのようなかをフォームで投稿することで，避難所の生活環境や設備などの状況をその他のユーザと共有することを可能にする．

## 4. 実現方式

### 4.1 基本データ構造

本システムで用いるデータは，国土地理院が提供する災害の危険から命を守るために緊急的に避難する場所をまとめた指定緊急避難場所データ[8]である．またこのデータが保有する避難所 ID と紐付ける形で，避難所詳細データがユーザの登録により蓄積していく．すべてのデータはオープンソースのオブジェクト関係データベース管理システムである PostgreSQL[9]にデータベースとして格納しており，SQL に対して問い合わせを実行することでデータ抽出をする．以下でデータベース定義を述べる．

#### 4.1.1 指定緊急避難場所テーブル

指定緊急避難場所テーブルの構造とデータ例は表 1 の通りである．本テーブルに存在する避難所数は計 108,076 件であり，避難所の名前以外にも地域名・施設住所・災害種別・緯度経度などの情報が含まれている．また，本テーブルに含まれる避難所の ID を後に説明する避難所詳細データテーブルと紐づけている．

表 1 指定緊急避難場所テーブル

属性名	属性の意味	データ型
id	避難所の ID	bigint
area_code	エリアコード	bigint
area_name	エリアの名前	text
facility_name	施設名	text
address	施設住所	text
s_1	洪水	double precision
s_2	崖崩れ、土石流及び地滑り	double precision
s_3	高潮	double precision
s_4	地震	double precision
s_5	津波	double precision
s_6	大規模な火事	double precision
s_7	内水氾濫	double precision
s_8	火山現象	double precision
lat	緯度	double precision
lng	経度	double precision

#### 4.1.2 指定避難所詳細テーブル

本テーブルは，避難所の環境を評価するための情報を格納するものだ．この避難所環境評価指標を策定するにあたり参考にした，永幡らの避難所における生活環境の問題とストレスとの関係について[10]という調査によると，避難所生活でのプライバシー空間や風呂・トイレの状態などの生活環境の状態が避難者にストレスを与える要因になり得る，と述べられている．本稿では，この調査に記述のある避難所の状況の評価するための指標を用いて，ユーザが避難所の状況の評価する機能とその結果を格納する本テーブルの構築を行った．またテーブルの構造に関しては，5 章で説明するため，ここでの記述を省略する．

### 4.2 実装

本システムではアプリケーションの実装を Python の Web アプリケーションフレームワークである Flask[11]，地図や避難所位置の表示に JavaScript のライブラリである Leaflet[12]と Mapbox[13]の API を用いている．

## 5. 実行例

本章では，以下の実験環境を設定し，4.2 の実装に従い構築したプロトタイプシステムを用いて，実現可能性について検証する．

### 5.1 実行環境

ローカル上に実装したアプリケーションで検証を進めた．

### 5.2 実行データ

本実験例で用いるシステムでは，データとして，国土交通省国土地理院が公開している指定緊急避難場所データ[8]を使用している．洪水，崖崩れ，土石流，地滑り，高潮，地震，津波，大規模な火事，内水氾濫，火山現象等の災害種別を表すラベル情報を持つ避難所データが格納されている．またデータベース構造に関しては 4.1.1 で述べた通りとなっている．

#### 5.3.1 実験 1：検索の件数絞り込み・地図縮尺自動調整機能動作の検証



図 3 武蔵野大学有明キャンパス周辺避難所 5 件の表示



図 4 武蔵野大学有明キャンパス周辺避難所 10 件の表示

実験 5.3.1 では、本システムの避難所検索機能の避難所の表示件数指定をする機能部とピンの位置に合わせてマップの縮尺を自動で調整する機能部が正常な動作をしているかを確認するための実験を行った。ここでは、ユーザが都市名・地名として「有明キャンパス」を指定し、表示件数をそれぞれ 5 件と 10 件に設定した想定で、可視化した結果を図 3 と図 4 で提示している。この結果から、武蔵野大学有明キャンパスを中心として、避難所が指定件数表示され、表示されているピンが収まるようにマップが調整されていることがわかる。

### 5.3.2 実験 2：検索に用いた地名・都市名に適した結果可視化が可能かの検証



図 5 地名・都市名を「山形」、表示件数を 15 件に設定した際の結果表示

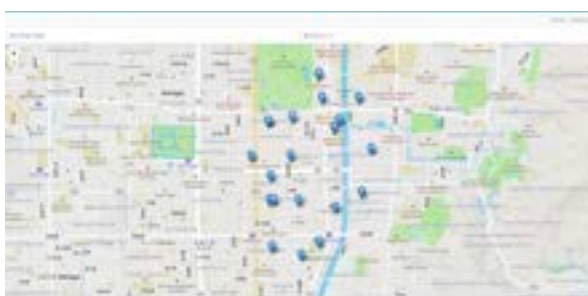


図 6 地名・都市名を「京都」、表示件数を 15 件に設定した際の結果表示

実験 5.3.2 では、本システムの中心座標抽出機能がユーザの設定した都市名・地名に対して適切に動作するかを検証した。今回は、ユーザが入力した都市名・地名を山形と京都に設定し、表示件数は両者 15 件と設定した結果を図 5 と図 6 で提示している。この結果から、ユーザが入力した検索語に適切な形で結果を出力できていることが確認できた。

### 5.3.3 実験 3：ユーザによる避難所状況評価機能の検証

実験 5.3.3 では、本システムの避難所詳細編集機能を用いて、ユーザが避難所の状況を避難所詳細からリンクされているフォームから評価できるかを検証した。本機能部で評価する避難所状況の内容は、先述した 4.1.2.において述べたように永幡らの調査資料を元に検討した。以下の表 2 にユーザに評価してもらう要素をまとめて記述してある。また、上記図 7 は避難所詳細を表すページであり、図 8,9 は情報を入力するためのフォームページである。

表 2 避難所評価指標

評価項目	評価基準
個人家族単位の居場所があるか	はい/いいえ
冷暖房設備があるか	はい/いいえ
充電する場所があるか	はい/いいえ
駐車場があるか	はい/いいえ
食糧があるか	はい/いいえ
食糧の量はどうか	不足～過剰
炊き出しがあるか	はい/いいえ
シャワー・風呂があるか	はい/いいえ
入れる時間はどれくらいか	時間(分)
入浴頻度はどれくらいか	なし～ほぼ毎日
トイレがあるか	はい/いいえ
トイレの種類は何か	緊急・使い捨て・和式・洋式・ポータブル
トイレの数は十分か	不足～充分
トイレの綺麗さはどうか	非常に汚い～非常に綺麗
消灯時間は何時か	時間(何時何分ごろ)
騒音のレベルはどれくらいか	非常にうるさい～非常に静か
匂いはどうか	とても臭い～全く臭くない
情報を入手する媒体があるか	ラジオ・テレビ・新聞・掲示板
被害状況の確認が可能か	はい/いいえ
安否情報の確認が可能か	はい/いいえ
ペットの同伴が可能か	はい/いいえ





図 7 避難所詳細表示ページ

図 8 避難所状況評価機能ページ

## 6. 結論と今後の展開

本稿では災害前から災害発生時、そして避難後までを支援するシステムを提案した。本システムの特徴は、従来のシステムとは異なり、避難所の情報を登録し、同じく本システムを利用するユーザと共有するという機能により、避難後の避難所生活の支援も実現する点にある。また、本稿の実行例を通して、地名や都市名を入力することによりユーザに避難所の情報を適切に提供できることと、避難所の評価に必要なと我々が考えた指標に基づいてユーザは避難所の詳細を登録することが可能であることを示した。

今後の展望としては、自動的に災害情報や避難所の混雑状況を取得し、身の安全を確保できる最適な避難所までの経路と移動にかかる時間を合わせて提案する機能や、避難所自体のみならず、避難所周辺の危険な場所の情報も共有できる機能、ユーザが非常時に使いやすいレイアウトへの調整などの機能の搭載、通信環境が不確立になってしまった地域でもアプリケーションのキャッシュデータなどをもとに安全な地域までの経路を提示する機能など、ユーザのより安全な避難を実現することや安心して避難所生活を送ることが出来るような機能・システムの実現を目指し、研究を続けていきたい。

## 参 考 文 献

- [1] 【図解・社会】東日本大震災・被災3県死者の年齢別内訳（最終閲覧日 2021 年 10 月 28 日）  
[https://www.jiji.com/jc/graphics?p=ve\\_soc\\_jishin-higashinihon20110419j-02-w380](https://www.jiji.com/jc/graphics?p=ve_soc_jishin-higashinihon20110419j-02-w380)
- [2] 防災意識・対策に関する調査（2021 年）（2021 年 10 月 28 日）  
<https://www.cross-m.co.jp/report/life/20210303bousai/>
- [3] 避難に関する総合的対策の推進に関する 実態調査結果報告書（2021 年 11 月 4 日）  
[http://www.bousai.go.jp/kaigirep/houkokusho/hinan-taisaku/pdf/hinan\\_taisaku\\_houkokusyo.pdf](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/houkokusho/hinan-taisaku/pdf/hinan_taisaku_houkokusyo.pdf)
- [4] 重ねるハザードマップ  
<https://disaportal.gsi.go.jp/maps/>
- [5] 地理院地図  
<https://maps.gsi.go.jp/>
- [6]
- [7] Geolocation API  
<https://developers.google.com/maps/documentation/geolocation/overview>
- [8] 国土交通省国土地理院，指定緊急避難場所データ（最終閲覧日 2021 年 11 月 11 日），  
<https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/hinanbasho.html>
- [9] PostgreSQL, <https://www.postgresql.org/>
- [10] 永幡幸司,金子信也,福島哲仁,日本学術振興会科学研究費補助金研究成果報告書「避難所における生活環境の問題とストレスとの関係について」(代表：鈴木典夫、領域番号：17310089)
- [11] Flask, <https://flask.palletsprojects.com/en/2.0.x/>

[12] Leaflet, <https://leafletjs.com/>

[13] Mapbox, <https://www.mapbox.com/>