

オープンデータを活用した避難所運営 支援システムの設計と試作

佐藤奈実[†] 高橋秀幸^{††}

近年、自然災害の激甚化、頻発化によって災害リスクが高まっている。それにより避難所の重要性が高まっているが、避難所管理者(管理者)の人手不足が発生する。管理者の膨大な事務作業や、被災経験のない管理者の増加・住民の防災意識の低下が問題視されている。また、避難者の性別・年齢の構成比により物資の偏りが発生するなどの問題がある。そこで本研究では、スムーズな受付などの事務作業を効率化し避難所支援の両立を目指した避難者運営支援システムの試作システムについて述べる。

Design and Implementation of an Evacuation Shelter Management Support System using Open Data

Nami Sato[†] Hideyuki Takahashi^{††}

In recent years, the risk of natural disasters becoming more severe and frequent has been increasing. This has increased the importance of evacuation shelters, but there is a shortage of evacuation shelter managers (administrators). Problems include the enormous amount of administrative work required by managers, an increase in managers who have no experience of disasters, and a decline in disaster prevention awareness among residents. There are also problems such as the imbalance of supplies depending on the gender and age composition of evacuees. In this study, we describe a prototype system for an evacuee management support system that aims to streamline administrative work such as smooth reception while also providing support for evacuation shelters.

1. はじめに

近年、自然災害の激甚化、頻発化によって災害リスクが高まっている。そして、災害発生に伴い、指定避難所の開設や避難所運営の重要性が高まっている。避難所マニュアル[1]によると災害時の初期運営に従事するのは、事前に割り当てられている市役所職員数名であり、避難所から距離の近いところにいる職員などが担当する。しかし、避難者数に対して避難所管理者(管理者)の人手不足が発生することが多い。現状では、有事の際に避難所に避難してきた避難者に対して、避難所受付等を担当する職員が避難者に必要となる各種情報の記載を手書きで依頼する。職員は、その手書きの情報を収集した後、電子的なデータとして保存するために、Excel 等を用いて、手入力データ整理を行うなどの膨大な事務作業が発生する。そのため、避難所運営に携わる職員等や管理者への負担が大きい。また、東日本大震災で被災した地域では、当時、避難所運営などに関わっていた職員の異動や退職などによる被災の経験のない管理者の増加や住民の防災意識の低下が問題視されている。また、避難者の性別・年齢の構成比により、物資の偏りが発生するといった問題がある。

本稿では、避難所受付などの事務作業の効率化による避難所支援と被災者への避難支援の両立を目指した避難所運営支援システムを提案する。具体的には、本提案システムの概要と各種機能の設計、また、本提案に基づく試作システムの予備実験について述べる。

2. 関連研究と課題

2.1 関連研究

災害時の避難所運営支援および避難支援に関する様々なアプリやサービスの研究開発が行われている。例えば、避難所の受付支援[2-4]に加えて、避難所の状況を可視化することで避難所運営の支援を行うアプリやハザードマップ上に主要施設を表示することで避難支援を行うサービスなどがある。しかし、現状の避難所運営支援と避難所支援がそれぞれ独立して支援するために役割が連動せず、例えば、避難所に避難者が集中して過密状態になる場合や避難者の性別や年齢の構成比により必要な避難物資の偏りが生じる恐れがある[5]。また、防災意識の低下から、避難所までの安全なルートを把握していない、被災後に必要となる主要施設の場所を把握していないなどの問題が発生する。今後、避難所運営の効率化を支援し、避難者の避難支援を両立する防災 DX (Digital Transformation) が必要になると考えられる。そこで、本研究は、スム

[†] 東北学院大学教養学部情報科学科
Department of Information Science, Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

^{††} 東北学院大学情報学部データサイエンス学科
Department of Data Science, Faculty of Informatics, Tohoku Gakuin University

ーズな受付などの事務作業の効率化による避難所運営管理者の負担軽減と様々なオープンデータを活用したマップを提供することで避難者の避難支援の両立を目指した避難所運営支援システムの実現を目指す。

3. 避難所運営支援システム

3.1 避難所運営支援システムの概要

本研究では、防災 DX としてオープンデータを活用したハザードマップを作成し、避難所運営支援と避難支援を行うシステムを提案する。本システムは、主に3つの基本機能から構成される。1つ目は、避難者情報を登録した QR コードを管理者が読み取り管理者画面内で入退室を管理できる避難所入退室管理機能である。2つ目は、避難者数や避難所の不足物資などを管理者が情報入力フォームから登録し、マップ上で確認できるようにすることで避難者によりあった避難所を目指す支援を行い、近隣の避難所と物資のやり取りを行いやすくする避難所管理機能である。3つ目は、マップ上にオープンデータから得た病院情報やその他、避難所状況などの各レイヤーを重ねて表示するレイヤー統合機能である。

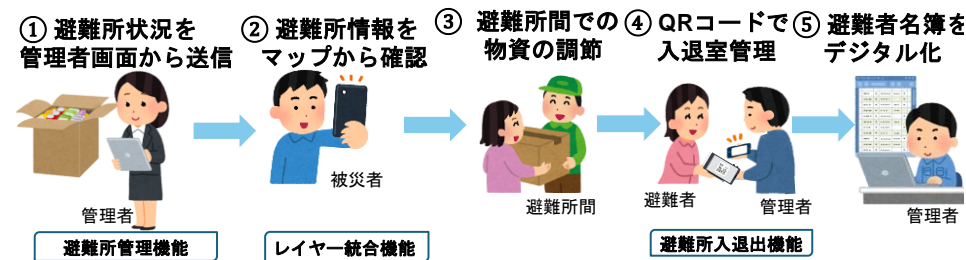


図 1 避難所運営支援システム

図 1 に避難所運営支援システムの概要を示す。まず、本提案システムは、管理者と避難者の判別のためログイン機能を有する。自治体職員などの管理者によるログイン後、本システムの各機能が動作する仕組みとなる。管理者は、本システムを利用して、不足物資や現在の避難者数などの避難所の状況を送信する。送信した内容は、被災者や近隣の避難所管理者などが閲覧できるマップから確認できる。マップ上にはオープンデータから得た避難所情報も確認することができ、近隣の避難所間との不足物資のやり取りを支援することが可能である。避難者が避難所に避難してきた場合、QR コードを使用した入退室の受付を行う。管理者が QR コードスキャナを使用し、避難者が事前に作成した避難者情報の QR コードを読み取ることで入室を受け付ける。読み

取った避難者情報は管理者画面上に記録され、入退室状況を管理する。避難者情報は、スプレッドシート上に記録し、入退室状況を管理する。レイヤー統合機能は、地図上に避難所状況やオープンデータから得た病院などの主要な施設情報を重ねて表示し、避難者や近隣の避難所に様々な情報を提供することが可能な機能である。Web 上の入力フォームなどを通して、避難所情報を作成し、避難所の現状を管理者が送信することで、オープンデータから得た避難所情報とともにスプレッドシート上で管理可能な機能を有する。

3.2 管理者のログイン

本提案システムを利用する場合、避難者名簿の閲覧や避難所情報入力フォームの内容の変更などを行う必要があるため個人情報の保護などを含めたセキュリティ対策が必要である。そのため、本提案システムでは、システムを利用して情報の閲覧や各種変更が可能な権限を有する者だけが管理者となれるよう、ログイン可能な権限を与えられた職員を管理者とする。図 2 に管理者のログイン画面の例を示す。本提案システムにおいては、試作として、管理者がメールアドレスとパスワードでアカウントの作成を行うとアカウント作成通知が画面上に表示される。その後、作成したアカウントを使用しログインする。ログイン後、管理者専用画面へ遷移する。管理者専用画面には各機能を選択できるアイコン画面が表示され、各種アイコンから各機能を使用することが可能である。



図 2 管理者のログイン

3.3 避難所入退室管理機能

図 3 に避難所入退室管理機能の概要を示す。避難所入退室管理機能では、SNS(LINE 等)などから作成した、避難者情報を QR コード形式で作成し、それを読み取ることで避難所の受付と避難者の入退室の管理を行う。避難者が事前に作成した QR コードには、様々な情報が含まれているが、本機能で必要な読み取り日時、会員番号、名前、

性別、電話番号、住所のみを読み取る。その際に、1度QRコードを読み取ると滞在中と緑色に表示され、もう1度同じQRコードを読み取ると退出済みと赤色で表示される。読み取り管理は、避難所の入退室に応じて動作することを想定しており、複数回の入退室があった場合は、避難所による避難所への入退室の状況を記録し、管理することができる。また、避難者名簿の中から現在避難所に滞在中となっている人数や避難所に滞在中の女性あるいは男性など性別に応じて人数をカウントし、避難者数を確認することが可能である。本機能のQRコードスキャナは、QRコードを読み取った際、QRコードのURLとQRコード発行時に発行順で割り振った会員番号が画面に表示される。

ここで、会員番号とは、本システムにおいて住民を識別する主キーを示す。QRコード内の個人情報を確認できるのは、管理者画面上のみとなり他者がQRコードを読み取ったとしても情報を取得することはできない仕組みとなっている。また、本機能でのQRコードスキャナでは、読み取り方法として、カメラからの読み取りとファイルから読み取りの2つを用意する。なお、避難所受付等で読み取りが失敗した場合は、読み取り失敗の通知が表示され、読み取りに成功した場合は、読み取った内容が表示される仕組みとなっている。

加えて、連続して同じQRコードを読み取ることができない仕組みにしているため、例えば、同じQRコードを連続2回読み込むことで、入退室の状態に誤りが発生することを防ぐ処理を行っている。



図 3 避難所入退室管理機能

3.4 避難所管理機能

図4に避難所管理機能の概要を示す。避難所管理機能では、避難者数や避難所の不足物資などを管理者が入力フォームから送信し、避難者や近隣の避難所管理者は、それらをマップ上で確認することができる。例えば、管理者が避難所情報送信フォームから避難所名、住所、現在の避難者数、不足物資を送信する。送信した避難所名や住所がオープンデータから取得した避難所情報上の避難所名と住所に一致した場合、避難者数と不足物資が避難所情報として追記される。管理者が新たな情報を送信すると

各情報は上書きされ、最新の情報のみマップ上に表示される。管理者が送信した情報は、マップ上に反映され、最新の内容を確認できる。

また、管理者のみ閲覧可能な機能選択画面から避難所物資管理を選択すると、スプレッドシート上にオープンデータから取得した避難所情報と管理者から送信された内容が一覧で表示される。



図 4 避難所管理機能

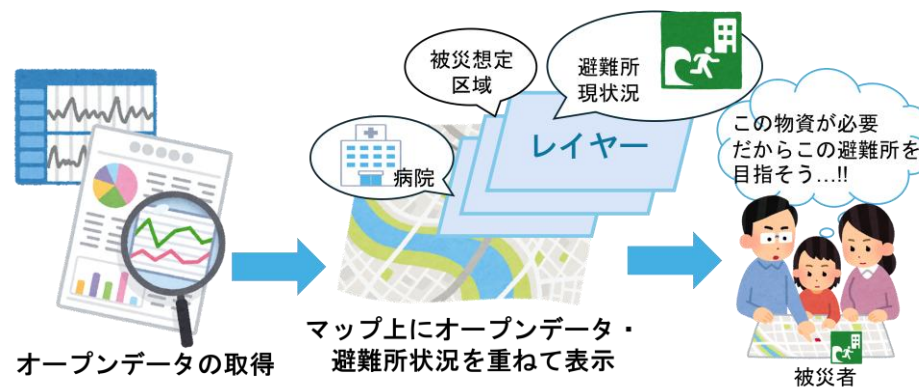


図 5 レイヤー統合機能

3.5 レイヤー統合機能

図5にレイヤー統合機能の概要を示す。レイヤー統合機能は、マップ上への表示が必要となる情報を各レイヤーとして作成し、1つのマップ上で確認することができる機能である。レイヤーとして作成している情報は、主にオープンデータから取得する。

マップ上で表示する項目としては、避難所の現状を含む避難所情報や病院情報の他に、AEDの位置や土砂警戒区域、津波浸水想定区域などの表示が可能である。各項目

は、チェックボックスより表示または非表示を選択できるため必要な情報のみ重ねて表示することができる。避難所情報、病院情報、AEDの位置は色別にピンで表示されるが、土砂警戒区域と津波浸水想定区域はカラーレンジ表示で行われるため、チェックボックスの動きに連動しカラーレンジの凡例画像が表示される。また、GPS情報から現在地を動的に追尾し地図上に青い丸として表示している。

検索ボタンからは、他の地区を表示することも可能である。これにより危険になりうる場所を避けながら、治療が必要な場合は病院を探したり、避難所の設備や不足物資を確認したり、避難者に合った避難所の情報を提供することが可能である。

4. 設計と実装

4.1 設計

試作システムの設計について述べる。試作システムの構成を図6に示す。災害が発生した場合、管理者は管理者画面にログインする。避難者がいた場合はQRコードスキャナを使用し、避難所受付を行い、Google Sheets上で管理する。また、避難所の物資や避難者数を確認後Google Formsから各項目を送信し、Google Sheets上に記録する。

なお、本システムの実装には、スプレッドシートとして、Google Sheetsを使用し、地図ライブラリには、Leaflet.jsを用いて実装を行った。具体的には、避難所の物資や避難者数を確認後、Google Formsから各項目を送信し、Google Sheets上に記録し、leaflet.jsに出力することでマップ表示を行う仕組みとなっている。また、そのマップの閲覧を通して、避難者には避難先の判断を決定する支援を提供することができ、管理者に対しては物資のやりとりの支援を行うことが可能である。

4.2 入退室管理機能

入退室管理機能では、避難所における効率的な入退室管理を目的としてQRコードを利用したデータ処理を試作した。具体的には、HTMLとJavaScriptを使用し、カメラあるいは画像ファイルを利用しQRコードを読み取る機能を作成した。Google Apps Scriptを使用し、QRコードのデータの解析を行い、重複データの検出を行ったのちGoogle Sheetsへの入力を行う。また、入退室状況表示である滞在中あるいは退出済みへの状態変更を行う。QRコードのデータを読み込みに応じて、Google Sheets上の情報が動的に更新される仕組みとなっている。

4.3 避難所管理機能

オープンデータから取得した避難所情報[6]を避難所の基本情報としてGoogle Sheets上に表示する。また、管理者が避難所の現状として送信するGoogle Formsの内容もGoogle Apps Script上で管理する。Google SheetsとGoogle Formsの内容を避難所名と住所を基準に統合し、不足物資などの内容を追記する。Google Formsが送信され

ていない避難所情報に関しては、オープンデータから取得した内容のみを保持する。

統合した情報は、Google Forms送信時にリアルタイムで更新されCSV形式で保存する。CSV形式で保存することで、地図描画とマップ上に表示する主要施設の内容を含むピンのデータ管理を分離することができる。これにより、マップのコードを変更せずにCSVファイルの最新データをマップに反映することが可能である。



図 6 試作システムの構成

4.4 レイヤー統合機能

本機能では、Leaflet.jsを使用して各種情報を表示するための地図を描画する。地図上の初期位置(緯度、経度)や表示の拡大と縮小レベルなどを設定し、地図の基本構造を作成した。その後、主要施設の情報を表示するためのピン表示は、L.LayerGroupを用いて、避難所情報や病院情報など種類ごとにグループ化した。グループ化することでチェックボックスによる地図上への表示と非表示の切り替え機能を情報ごとに実装することが可能となった。

主要施設などを示すためのピンは、Google Apps Scriptを使用し、Google Sheetsから取得した緯度経度のデータに基づき、JSON形式でLeaflet.jsへ送信し、地図上に追加する。画像のDOM(Document Object Model)操作と地図操作を分離することで、各レイヤーが他のレイヤーの描画を上書きすることを防ぐ形で実装した。

5. 予備実験

5.1 予備実験の概要

自然災害により災害が発生し、避難所が開設されたと仮定し、シナリオに基づき予備実験を行った。本実験において、管理者は、パソコン上の管理者専用画面からメールアドレスとパスワードを設定し、各機能選択画面を表示させる。被災により避難者

がいたと想定し、避難所での避難者の受付業務や避難所状況の送信、避難者などへのマップ表示を一連動作の予備実験として行った。

5.1.1 入退室管理機能の予備実験

図7に予備実験の実行画面と実行結果を示す。事前にSNS(LINE)を用いて作成した避難者のQRコードを本研究で作成したQRコードスキャナで読み取る。図7右に示す通り、読み取り方法として、スマートフォンやタブレットなどのカメラから直接読み取りする方法とファイルから読み取りの方法の2種類を用意した。読み取り画面には、QRコードURLと会員番号が表示されている。QRコード内に含まれる個人情報、管理者専用画面にある避難者名簿確認機能からのみ確認が可能である。管理者以外の方が読み取った場合、アカウント作成順に割り振られた会員番号以外読み取ることができない。これにより個人情報の流出に配慮したスムーズな受付が行えることを確認した。

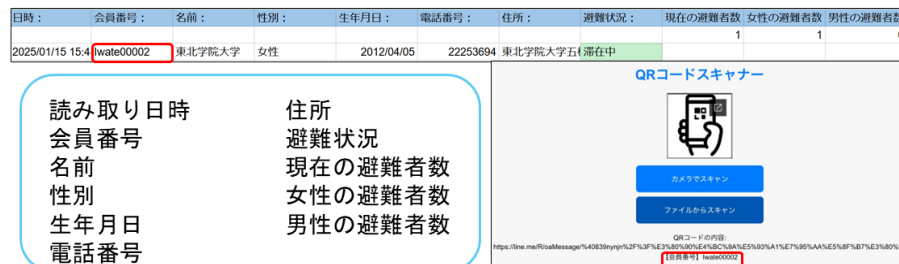


図7 QRコードスキャナ読み取り画面・読み取り結果

5.1.2 避難者名簿確認機能の予備実験

図8と図9に避難者名簿確認機能の予備実験結果を示す。避難所開設後、管理者は、QRコードスキャナを使用して避難者の受付を行う。管理者は、管理者専用画面の上の各機能選択画面にある避難者名簿のボタンから避難者の名簿を確認することができる。QRコードスキャナでQRコードを読み取った際、Google Sheets上に避難日時、会員番号、名前、性別、生年月日、電話番号、住所、現在の避難状況の表示が可能であることを確認した。また、1度QRコードを読み取ると滞在中という緑色で表示され、もう1度同じQRコードを読み取ると退出済みという文字が赤色で表示されることを確認した。QRコードは複数回読み取ることができ、奇数回の場合は滞在中、偶数回の場合は退出済みと表示される。これにより、災害時の被害状況の確認や、避難所内で適切な対応を行うために現在行われている避難所での避難者情報を手書きで収集し、その後Excel等を書き起こすという管理者の作業負担を軽減することができることを確認した。奇数回QRコードを読み取った場合、避難者情報とともに、滞在中と表示され、現在の避難者数と避難者情報に沿った性別別の避難者数の数字が1増えた。偶

数回同じQRコードを読み取った場合、滞在中の表示は退出済みに変化し、現在の避難者数と性別別の避難者数が1減ったことを確認することができた。

日時	会員番号	名前	性別	生年月日	電話番号	住所	避難状況	現在の避難者数	女性の避難者数	男性の避難者数
2025/01/15 15:4	lwate00002	東北学院大学	女性	2012/04/05	22253694	東北学院大学五	滞在中	1	1	0

図8 QRコード読み取り結果奇数回の場合

日時	会員番号	名前	性別	生年月日	電話番号	住所	避難状況	現在の避難者数	女性の避難者数	男性の避難者数
2025/01/15 15:4	lwate00002	東北学院大学	女性	2012/04/05	22253694	東北学院大学五	退出済み	0	0	0

図9 QRコード読み取り結果偶数回の場合

5.1.3 避難所情報送信機能の予備実験

避難所の現状を把握するため、管理者がGoogle Formsから避難所の現状を送信する。図10に避難所情報送信機能の予備実験結果を示す。予備実験として、管理者が避難所名、避難所住所、現在の避難者数、不足している物資という項目を入力し送信することとする。送信した内容のうち、避難所名と避難所住所が、オープンデータから取得した避難所情報を記載しているGoogle Sheets上の内容と一致したため、その避難所情報として現在の避難者数と不足物資が追記できていることを図10中の【2】より確認することができた。追記された内容も含め、これらはマップ上に避難所の現状として表示することが可能である。これにより、避難所の現状を避難者が知る1つの手段として利用でき、避難者が必要としている物資が不足している避難所に避難するリスクの減少や避難者数が偏り、避難所収容人数を大幅に超えるリスクを減らすことが可能となった。Google Formsから送信した避難所名と住所がGoogle Sheets上の避難所情報と一致した場合、現在の避難者数と不足物資の内容がGoogle Sheetsに追記され、マップ上に表示できることを確認した。

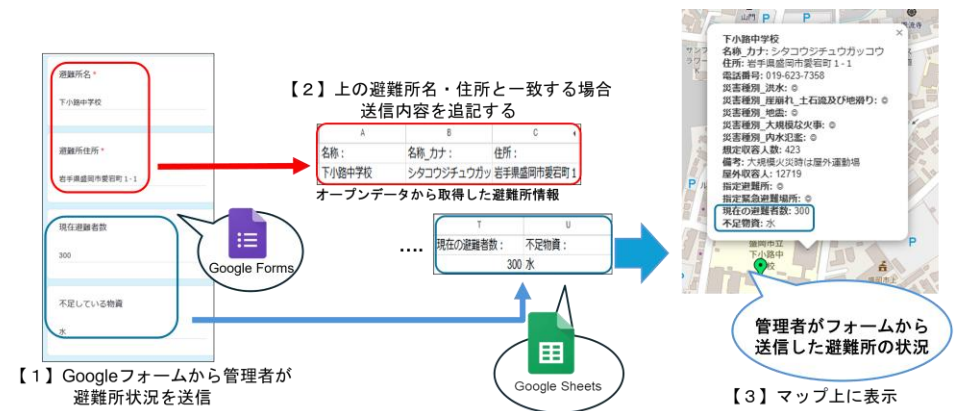


図10 避難所現状送信機能



図 11 送信内容とマップ上の情報の一致を確認

5.1.4 避難所物資管理機能の予備実験

避難所情報送信機能で送信した Google Forms の内容がオープンデータから得た基本情報と一致した場合のみ避難所情報とともに記載されることを図 11 のマップ上に表示されているピンの内容から確認した。避難所情報送信機能から送信した内容がマップ上で確認できることを示している。これにより管理者はマップと管理者専用画面の物資管理機能のどちらからでも近隣の避難所情報を確認することが可能となる。また、避難所の住所や連絡先とともに現在の避難所の不足物資も確認することができるため、近隣の避難所との物資のやり取りの支援などにも有用であると考えられる。

5.1.5 マップ機能の予備実験

本提案機能のマップより災害時に必要となる様々な情報をオープンデータから取得し1つの地図上で確認することが可能である。避難所現状送信機能から送信した避難所の現状を含む避難所情報、病院情報、AED の位置情報の他、土砂災害警戒区域や

津波浸水想定区域が表示できることを図 12 のチェックボックスとマップ上のピン表示、カラーレンジが表示されていることから確認した。各情報は、図 13 のようなチェックボックスから表示と非表示を選択することができ、必要な情報のみを1つのマップ上に重ねて表示することができる。図 13 の現在地というボタンを押すことで GPS から取得した現在地の地図を表示することが可能である。図 14 では、現在地ボタンを実際に押下した場合の例である。このように GPS の位置情報に基づき、移動などに応じて現在地がマップ上の青い丸として表示される。また、図 15 のように検索ボックスからほかの地域を見ることもできる。加えて、警戒区域のカラーレンジをわかりやすくするため、警戒区域が表示されている場合は、それに対応する凡例画像を表示する。以上から危険になりうる場所を避けながら、避難者によりあった避難所や必要な主要施設を目指すことができ、避難者の避難を支援が可能であることを確認した。



図 12 マップ機能のチェックボックスの動作確認



図 13 チェックボックス



図 14 現在地ボタンの動作確認



図 15 検索ボックスの動作確認

6. 評価

スムーズな受付などの事務作業の効率化による避難所運営管理者の負担軽減とオープンデータを活用して作成したマップによって避難者への避難支援の両立を目指した避難所運営支援システムの試作システムを用いて予備実験を行った。本提案の機能によって、手作業で行われていた様々な業務の効率化の支援が可能であることを予備実験より確認した。

次に、既存のアプリおよびシステムとの比較を表1に示す。まず、避難所受付に関しては、従来、紙の名簿を集め Excel 等に打ち込む作業を QR コードの読み取りのみで対応できる点で事務作業の効率化が行えると考える。

そして、避難所の物資管理に関しては、避難所内で不足した物資は、マップ上と管理者画面の物資管理画面に表示されるため近隣の避難所との不足物資に関するやり取りが行いやすいと考える。具体的には、物資管理画面から他の避難所の基本情報と避難所現状情報が表示でき、不足物資を他の避難所から借りたい場合、同じく不足している避難所へ連絡してしまうリスクや近隣の避難所の調査の手間を省略できるため効率化が可能である。

さらに、避難所の現状に関しては、管理者が送信した避難所の現状を避難者などもマップ上から確認できるため、避難者が過密状態になることや、必要な物資が不足した避難所へ避難してしまい避難所を転々とするリスクも減らすことが可能と考える。

一方、ハザードマップに関しては、避難所情報や病院情報 AED の位置情報の他に、土石流警戒区域や津波浸水想定区域を確認できるため、ハザードマップとして活用しながら避難者が目指す主要施設へと避難する支援を行うことが可能であると考えられる。

最後に、病院、避難所の位置に関して、マップ上に色別のピンで表示できるため、避難者の要望や状況に応じて避難所の現状や病院の診療科も確認しながら行先を考慮することが可能である。

表 1 既存のアプリやシステムとの比較

	NHK全国ハザードマップ [7]	Yahoo!防災手帳 [8]	EYE-BOUSAI [9]	和歌山県防災ナビ [10]	鹿児島県さつま町避難所受付アプリ [11]	B-order [12]	本研究
避難所受付	×	×	×	×	○	×	○
物資管理	×	×	△	×	×	○	△
避難所の現状	×	×	○	×	○	×	△
ハザードマップ	○	○	○	○	×	×	○
病院・避難所の位置	○	○	△	○	○	×	○

7. おわりに

本稿では、スムーズな受付などの事務作業の効率化による避難所運営管理者の負担軽減とオープンデータを活用したマップを用いて避難者への避難支援の両立を目指した避難所運営支援システムの設計と試作について述べた。また、予備実験により本提案システムの各機能の動作確認、予備実験と評価について述べた。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 24K07933 の助成を受けたものである。また、本研究の一部は東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究により実施されたものである。

参考文献

- 1) 内閣府, 令和 5 年防災白書.
- 2) 林孝典, 渡壁守正, 玉里祐太郎, 田中健路, “大規模災害時におけるデジタル技術を活用した避難所運営効率化に関する調査研究,” 広島工業大学研究紀要 2023, vol.57, pp67-72, Apr. 2023.
- 3) デジタル庁, “デジタル技術を活用した避難者支援業務の業務改善に関する調査研究,” 実験検証報告書, Mar. 2023.
- 4) デジタル庁 防災班, “広域災害を対象とした避難者のデジタル業務改善に関する調査研究,” Dec. 2023.
- 5) 斎藤かなた, 須藤紀子, 笹岡(塚山)宣代, 下浦佳之, “熊本地震において災害時要配慮者が直面した職の問題,” 日本健康学会誌 2021, vol.84, pp. 84-93, Mar. 2021.
- 6) 盛岡市_指定避難所・指定緊急避難所場所一覧_2024-05-22
<https://iwate.dataeye.jp/datasets/138>
- 7) NHK ハザードマップ, <https://w-hazardmap.nhk.or.jp/w-hazardmap/>
- 8) Yahoo!防災手帳, <https://emg.yahoo.co.jp/notebook/>
- 9) EYE-BOUSAI, <https://www.nttdata-kansai.co.jp/eye-bousai/feature/>
- 10) 和歌山県防災ナビ, <https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/bousai/d00155183.html>
- 11) 鹿児島県避難所受付アプリ, <https://note.bot-express.com/n/n06c7ee387dc6>
- 12) B-order, https://b-order.jp/stock_app