

分散避難を考慮した SNS 型避難行動・把握 支援システムの設計と試作

佐々木舞[†] 高橋秀幸^{††}

近年、甚大な被害を与える災害が多発し、避難行動の重要性が高まっている。熊本地震、能登半島地震では、自宅避難をはじめとする分散避難者が多数存在していた。しかし、災害時自治体側では人手不足に陥り、分散避難者の避難状況を把握することが難しいといえる。本研究では、SNS を用いて避難行動を住民に「自分ごと」として避難行動を促すために、現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援を行う。また、分散避難を含めた住民らの避難行動、危険度を自治体側で把握することが可能なシステムの実現を目的とする。本稿では、分散避難を考慮した SNS 型避難行動・把握支援システムを実現するための個人情報登録機能、避難行動判断支援機能、ハザードマップ提供機能、防災気象情報提供機能、住民の避難状況、危険度把握機能の設計と試作、試作システムを用いた予備実験について述べる。

Design and Implementation of an action and understanding support system considering distributed evacuation based on SNS

Mai Sasaki[†] Hideyuki Takahashi^{††}

Recently, the importance of evacuation behavior has increased due to a number of disasters that cause extensive damage. In the Kumamoto and Noto Peninsula earthquakes, there were many evacuees who evacuated to their homes or to other places. However, it is difficult for local governments to grasp the evacuation status of such evacuees due to the shortage of manpower during disasters. The purpose of this study is to realize a system that can communicate the level of danger of the current location to encourage residents to take evacuation action as if it were their own, using SNS, and to provide decision support for evacuation action in consideration of decentralized evacuation, as well as to enable local governments to grasp the evacuation action and level of danger of residents, including decentralized evacuation. This paper proposes a personal information registration function, an evacuation behavior decision support function, a hazard map provision function, a disaster prevention weather information provision function, and a function to grasp the evacuation status and danger level of residents. We also present the results of some experiments using the prototype system.

1. はじめに

近年、甚大な被害を与える災害が多発し、避難行動の重要性が高まっている。災害発生時、自治体側では、住民の避難状況を把握する必要がある。熊本地震、能登半島地震では、自宅避難をはじめとする分散避難者が多数存在している[1][2]。ここで分散避難とは、在宅避難、親戚や知人宅への避難、車内に避難するなど、避難所以外の安全な場所へ避難することを指す。また、感染症等を懸念して避難所等に避難を行わない場合も考えられる。一方、自治体は避難所以外に避難している住民の把握も必要である。しかし、短期間に膨大な災害対応業務が発生するため、自治体職員は人手不足に陥ることが多く、発災後、避難所以外に避難している住民の情報を把握することや避難所以外に避難を行っている住民の現在地の危険度の把握が困難といえる。その結果、避難所以外に避難している住民に対して適切な支援を行うことが難しい状況が発生する。加えて、住民側では、災害の恐れがあっても避難を行わない人が一定数存在し、避難意識の低下が問題視されている現状がある。その理由としては、これまで自宅が被害を受けたことがないから、自宅以外の場所にはいきたくないといった理由などが挙げられている[3]。

上記のような課題を解決する手段として、SNS を用いた災害情報および避難情報の提供や避難行動の判断支援、住民の避難情報を把握に関連する研究開発やシステム、サービスなどに注目が集まっている。SNS を用いることで、自治体職員の負担軽減が期待されるとともに、より多くの住民に対して適切な支援を行うことが可能となると考えられる。さらに、自治体と住民双方の支援を行うことで、両者の連携を強化し、有事の際の被害軽減に寄与することが期待されている。

本研究は、インターネットが使用可能な環境において、避難行動を住民に「自分ごと」として避難行動を促すために、住民に現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援を行うことに加えて、自治体側で分散避難を含めた住民らの避難行動、危険度が容易に把握することが可能なシステムの実現を目的とする。

そこで、本稿では、分散避難を考慮した SNS 型避難行動・把握支援システムの概要、本提案システムを構成する基本機能として、(1) 個人情報登録機能、(2) 避難行動判断支援機能、(3) ハザードマップ提供機能、(4) 防災気象情報提供機能、(5) 住民の避難状況、危険度把握機能の 5 つの基本機能の設計および試作について述べる。また、試作システムを用いた予備実験について述べる。

[†] 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

2. 関連研究と課題

避難行動支援、避難情報把握に関する様々な研究やサービス・アプリが提案されている。例えば、分散避難を考慮しつつ、ユーザが適切な避難行動を選択できることを支援するシステムが提案されている[4]。このシステムでは、内閣府防災が公開する避難情報に関するガイドラインや気象庁が公開する警戒レベル表等を基に作成した避難行動選択のフローチャートに従って作成された質問形式で、避難行動の選択を行う。その選択した避難行動は csv 形式で出力可能である。自治体側では避難行動を把握し、住民側では分散避難を考慮した避難行動の選択が可能だが、住民個人に最適化された災害情報を提供することができないため、避難行動を「自分ごと」として捉えにくいという問題がある。

次に、近隣住民の避難状態を参照可能にし、避難行動を促進するシステム[5]や住民個人に最適化された災害情報を提供し、避難行動の判断を支援するシステム[6]などがある。これらのシステムは、住民が「自分ごと」として避難行動を考えることができ、住民の避難行動促進に大きく寄与することが可能であるが、自治体側が住民の避難状況や危険度を把握することができない。そのため、危険な位置にいるにもかかわらず避難行動を行わない住民に対して適切な支援を行うことが困難である。

また、住民に現在地の危険度を提供し、住民の避難状況を自治体側で把握するシステム[7]がある。SNS 上でチャットボットとの対話を通し、危険度の提供や避難状況の把握を可能としている。しかし、分散避難を考慮されていないため、自治体側で分散避難者の情報を把握することが困難である。また、各住民の現在地の危険度を自治体側で把握できていないため、危険な位置にいるにもかかわらず、避難しない住民に対して避難を促すなどの適切な支援を行うことが困難であると考えられる。

さらに、SNS 上でチャットボットとの対話を通して、住民の避難状況の取得を行い、自治体側に取得した情報を表示することが可能なシステム[8]がある。この場合、住民の避難状況等を把握することは可能だが、住民個人に最適化された災害情報や避難行動の判断支援が行えないため、住民が「自分ごと」として避難行動を考えにくい。

本研究では、現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援や自治体側が分散避難を含めた住民らの避難行動、現在地の危険度を把握可能なシステムを提案する。

3. 提案システム

3.1 システムの概要

図1に分散避難を考慮した SNS 型避難行動・把握支援システムの概要を示す。本提案システムは、まず、SNS(LINE)公式アカウントを友達登録し、名前、電話番号等の登録を行い、住民ごとに QR コードを生成する。次に、住民から提供された現在地の

位置情報をもとに、ハザードマップが塗られているかの確認を自動で行うことで、現在地に応じた危険度を提供する。また、その情報をもとに、警戒レベルを取得した際、チャットボットとの対話を通して、とるべき避難行動の判断を支援する。その後、現在地に基づいた防災気象情報の提供を行う。警戒レベルを含む防災気象情報を取得した場合、住民に避難行動を促すメッセージを送り、チャットボットとの対話を通して、どのような避難行動を行うかの判断支援を行う。ここで、警戒レベル[9]とは、災害発生の危険度に加えて、とるべき避難行動を住民が直感的に理解するための危険度を段階的に示した情報を指す。また、自治体側で住民の避難状況を把握することで、危険な位置にいるにもかかわらず避難を行わない住民に対して、避難を促すなどの支援が可能となる。

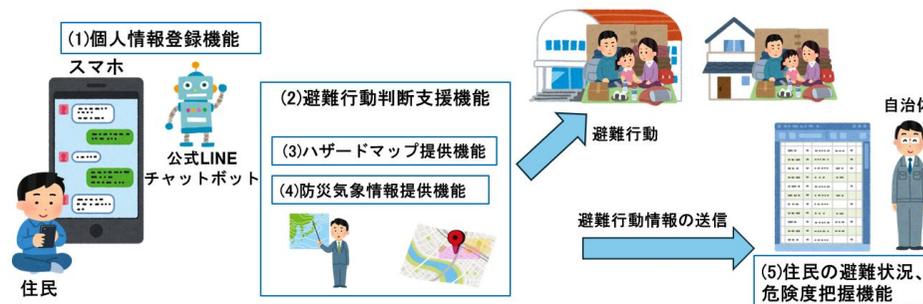


図1 分散避難を考慮した SNS 型避難行動・把握支援システムの概要

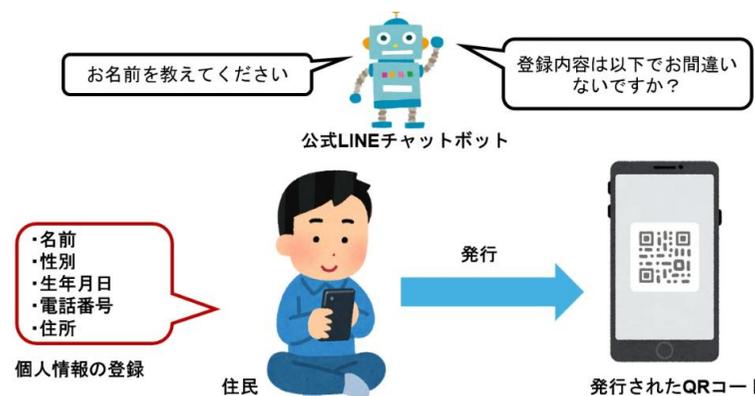


図2 個人情報登録機能

3.2 システムの基本機能

本提案システムを構成する 5 つの基本機能，すなわち，(1)個人情報登録機能，(2)避難行動判断支援機能，(3)ハザードマップ提供機能，(4)現在地の防災気象情報提供機能，(5)住民の避難状況・危険度把握機能について，以下に述べる。

(1) 個人情報登録機能

個人情報登録機能は，公式 LINE チャットボットとの対話を通じて名前や生年月日，電話番号，住所の登録を行い，住民情報の登録，住民ごとに関する QR コードを作成する機能である(図 2)．本稿では，詳細を省略するが，作成した QR コードは，避難者が避難所に到着した際の受付，避難所での入退室，支援物資の受取などに使用することを想定して作成している．そのため，避難者が避難所等の入退出に再度利用する際，トーク画面から探す時間を省くために，再表示を可能とした．

(2) 避難行動判断支援機能

避難行動判断支援機能は，公式 LINE チャットボットとの対話を通して，分散避難を考慮した避難行動の判断支援を行う機能である(図 3)．具体的には，住民から現在の位置情報を受け取る．なお，後述する(3)ハザードマップ提供機能が，ハザードマップ上の危険度を提供する．避難行動判断支援機能は，(3)ハザードマップ提供機能の情報を用い，(4)防災気象情報提供機能によって，警戒レベルを取得した際に行う避難行動の判断支援を行うことが可能である．また，実際に警戒レベルを取得した際，取得した警戒レベル，登録された住民の情報に基づき，避難行動の判断支援を行う．

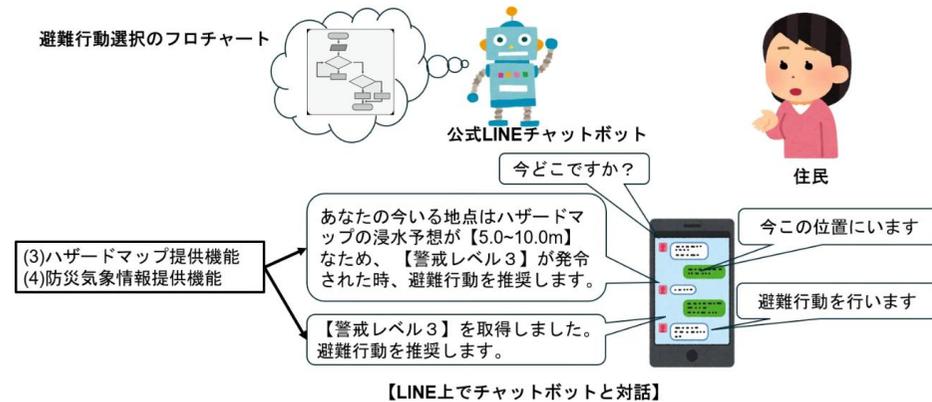


図 3 避難行動判断支援機能

(3) ハザードマップ提供機能

ハザードマップ提供機能とは，住民が送信した現在地に基づくハザードマップの情報を提供する機能である(図 4)．提供するハザードマップ情報は，2 種類あり，1 つは，住民の位置情報をもとに重ねるハザードマップ[10]から情報を抽出した情報である．具体的には，抽出した情報とともに，凡例および，凡例内で該当する位置に関する情報を提供する．重ねるハザードマップとは，国や都道府県の関連各機関などが作成した災害リスク情報等をまとめて閲覧可能なウェブサイトであり，オープンデータとして提供されている．2 つ目は，現在地に該当する市町村に合わせ，わがまちハザードマップ[10]より，実際の避難に必要な地方公共団体が提供するハザードマップのリンク先を住民に提供する機能である．わがまちハザードマップとは，各市町村が作成するハザードマップのリンク集である．

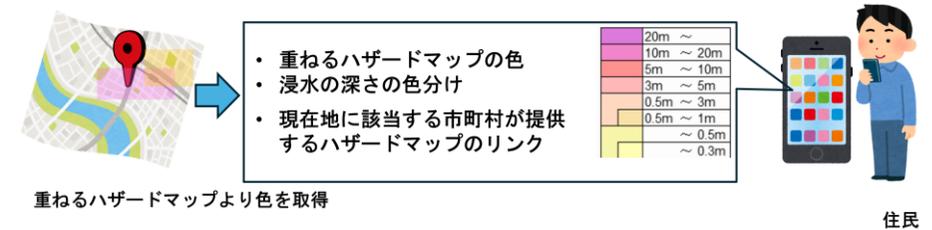


図 4 ハザードマップ提供機能

(4) 防災気象情報提供機能

防災気象情報提供機能は，住民が送信した現在地の位置情報から市町村を特定し，気象庁が提供する防災気象情報 XML[11]より，該当する市町村の防災気象情報を随時提供する機能である．防災気象情報 XML とは，気象庁が発表する気象，地象，水象に関する電文を XML 形式で表現したデータである．



図 5 防災気象情報提供機能

(5) 住民の避難状況・危険度把握機能

住民の避難状況・危険度把握機能は、(1)個人情報登録機能、(2)避難行動判断支援機能、(3)ハザードマップ提供機能が取得した住民の情報、現在地のハザードマップの危険度、現在地の警戒レベル、住民が判断した避難行動を自治体側に提供する機能である(図5)。自治体職員などにより危険な位置にいる住民情報を上位に表示し、危険な位置にいるにもかかわらず、避難行動を行っていない住民の情報把握を支援する。

4. 試作システムの設計と実装

4.1 設計

試作システムの設計について述べる。図6に試作システムを構成する開発環境を示す。具体的には、主にLINE Official Account Manager, LINE Messaging Api, Google App Script を用いてシステムの開発を行っている。



図6 試作システムの構成

4.2 実装

4.2.1 個人情報登録機能

QRコードの作成には、QRコードAPIを使用する。個人情報の保護のためQRコードには、本システムにおいて住民を識別する主キーであるLINE公式アカウント友達登録順に割り振った番号のみを利用して作成している。

4.2.2 避難行動判断支援機能

内閣府防災情報「避難行動判定フロー」[12]に基づき、分散避難を考慮した避難行動判断のフローを作成した。その作成したフローを基に、Google App Script, LINE Messaging Apiを用いて、公式LINEチャットボットが避難行動判断を対話で支援する仕組みとした。具体的には、ハザードマップが塗られているかの有無、避難に時間を有するかの有無をもとに、予定する避難行動の判断支援を行う。また、警戒レベルを取得した際には、住民が予定した避難行動を促し、避難所への避難を予定していたが親戚・知人宅への避難を行うなどの予定外の避難を行う場合は、行う避難行動を尋ねるといった対話を行う。その後、注意点等を伝え、避難完了までを確認する。

4.2.3 ハザードマップ提供機能

開発言語としてPythonを使用し、住民から受け取った位置情報(緯度・経度)から重ねるハザードマップ上のタイル座標、ピクセルカラー座標を取得する。具体的には、重ねるハザードマップにアクセスし、指定のピクセルカラー座標のRGB値を取得する。取得したRGB値をGoogle App Scriptに返す。ピクセルカラーに該当する指標と凡例画像を住民に提供する。また、住民から受け取った位置情報から市町村を特定する。ハザードマップポータルサイトにオープンデータとして公開されているわがまちハザードマップのリンク先より住民の現在地に該当する市町村のリンク先を提供する。

4.2.4 防災気象情報提供機能

住民から受け取った位置情報から市町村を取得する。気象庁が提供する防災気象情報XMLに10分毎にアクセスし、該当する市町村に更新情報があれば、随時、住民に情報提供を行う。一度住民に対して送信した内容と同じ情報を通知しないようにするため、住民ごとに以前取得した情報をJSON形式で保存することで、比較を行い、同じ内容の通知を行わないようにしている。

4.2.5 住民の避難状況・危険度把握機能

住民ごとに各情報をスプレッドシートとして、Google Sheetsに表示する。具体的には、避難行動判断機能によるシートにおいて、危険な位置にいるにもかかわらず、その場に留まることを選択した住民情報のシートの行を着色、住民の危険度に合わせて、トリージを行うために、より危険な位置にいる住民情報の行を上位に移動する。着色には、内閣府が提供する警戒レベルの推奨配色のRGB値[13]を参照した。シートの行を入れ替える優先順位は取得した警戒レベルおよび、高齢者等か否かにより順位付けを行う。

5. 予備実験

5.1 住民の一連動作の予備実験

5.1.1 予備実験の概要

住民が情報登録から、QRコード作成、ハザードマップ提供、警戒レベル取得前の予定避難行動の判断、防災気象情報提供、避難行動の判断までの一連動作を行うことを想定した実験を行った。個人情報登録機能を用いた住民の情報登録からQRコード作成、ハザードマップ提供機能を用いたハザードマップ提供、防災気象情報提供機能を用いた防災気象情報および警戒レベル取得、避難行動判断支援機能を用いた警戒レベル取得前の予定避難行動の判断、取得後の避難行動の判断と機能ごとの4つに分けて述べる。住民側の端末は、スマートフォン（スマホ）を用いる。警戒レベルの取得には、以前発令された警戒レベルを含む警報をもとに作成したテストデータを使用する。また、本予備実験では、住民は高齢者等であり、所在地の位置情報は「岩手県大船渡市」とする。



図7 個人情報登録を行う時のLINE対話画面

5.1.2 個人情報登録機能の予備実験

個人情報登録機能を用い、住民の情報登録からQRコード作成までの住民側のスマホ画面を図7に示す。図7(a)では、名前、性別、生年月日、電話番号、住所の登録画面を示し、図7(b)では、登録内容の確認とQRコード生成画面を示している。名前、

性別、生年月日、電話番号、住所の登録および、QRコードの作成が行えることを確認した。また、図7(c)の破線で示すように作成したQRコードの再表示が可能であることを確認した。以上より避難所等の入退出にQRコードを再度利用する際、トーク画面から探す時間を省くことが可能であることを確認した。

5.1.3 ハザードマップ提供機能の予備実験

ハザードマップ提供機能を用いて、所在地の位置情報に基づいた重ねるハザードマップ情報の提供、所在地に該当する市町村が提供するハザードマップのリンク先を提供したスマホ画面を図8に示す。図(a)では、住民から位置情報を取得することを示し、図8(b)では、位置情報から取得した重ねるハザードマップ情報を示す。具体的には、「津波：津波によって想定される浸水深は5.0~10mです」であることがわかる。また、凡例内での該当する位置に関する情報の提供が可能であった。図8(c)では、該当する市町村が提供するハザードマップのリンク先を提供できていることを示している。具体的には、住民の所在地に該当する市町村である大船渡市が提供するハザードマップのリンク先として、洪水、ため池、津波、土砂災害のハザードマップのリンク先提供が可能であった。以上から所在地の位置情報に基づいた重ねるハザードマップ情報、凡例内での該当する位置に関する情報、所在地に該当する市町村が提供するハザードマップのリンク先を提供できることを確認した。

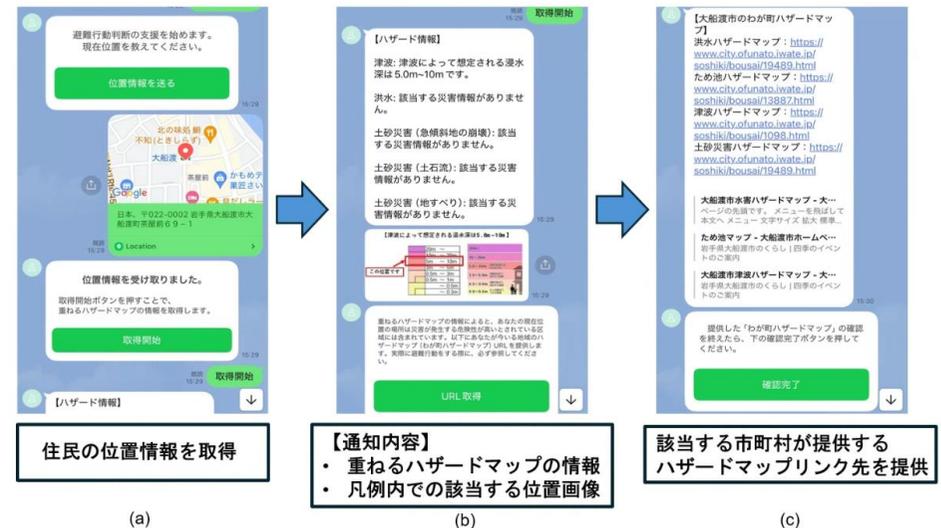


図8 ハザードマップ情報提供時のLINE対話画面

5.1.4 防災気象情報提供機能の予備実験

防災気象情報提供機能を用い、現在地に該当する市町村の防災気象情報および警戒レベル情報を含む防災気象情報を提供したスマホ画面を図9に示す。該当する市町村である大船渡市の防災気象情報および、警戒レベルを含むテストデータである情報の提供が可能であることを示している。以上より現在地に合わせた防災気象情報および警戒レベルを含めて警報に関する情報を提供できることを確認した。

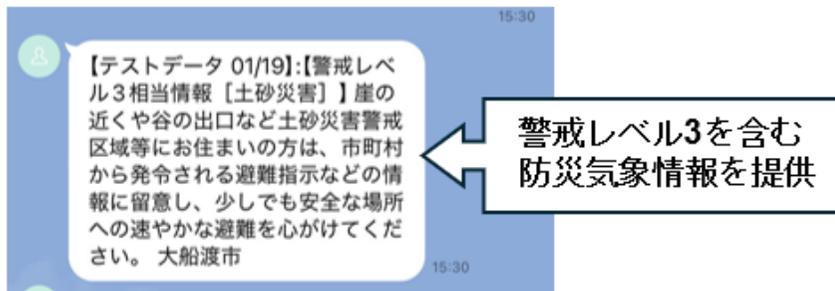


図9 防災気象情報提供時のLINE対話画面

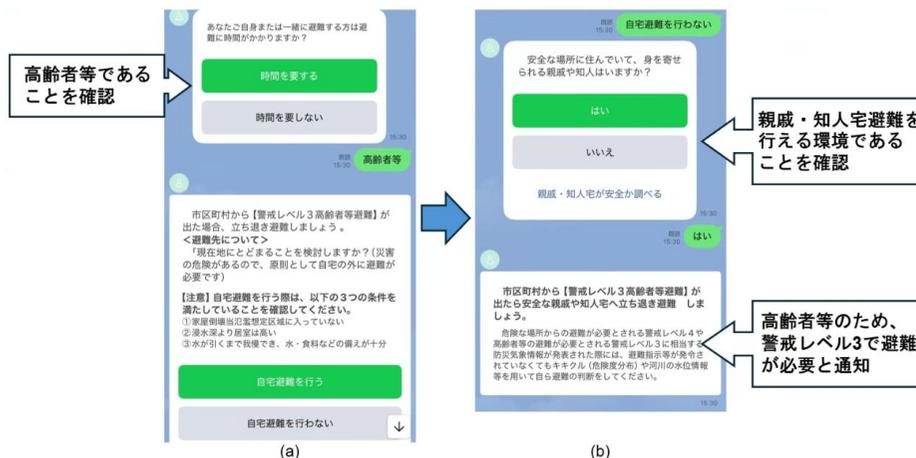


図10 警戒レベルを取得した際に行う避難行動の判断を行ったLINE対話画面

5.1.5 避難行動判断支援機能の予備実験

避難行動判断支援機能を用い、警戒レベルを取得した際に行う予定の避難行動の判断支援を行ったスマホ対話画面を図10に示す。また、実際に警戒レベルを含む警報情報を取得した際、実際に行う避難行動の判断を行ったスマホ画面を図11に示す。図10(a)では、住民は高齢者等であり自宅避難を行わないことを示し、図10(b)では、親戚・知人宅避難を行える環境にあるため、親戚・知人宅へ避難を予定していること、高齢者等であるため、警戒レベル3で避難行動を行わなければならないことが示している。図11では、警戒レベル3を取得したため、先ほど予定した避難行動を促すメッセージを提供したこと、避難行動が完了したことを示す。警戒レベル取得した際に行う予定の避難行動の判断支援および、警戒レベル取得後の避難行動判断の支援が可能であることを確認した。

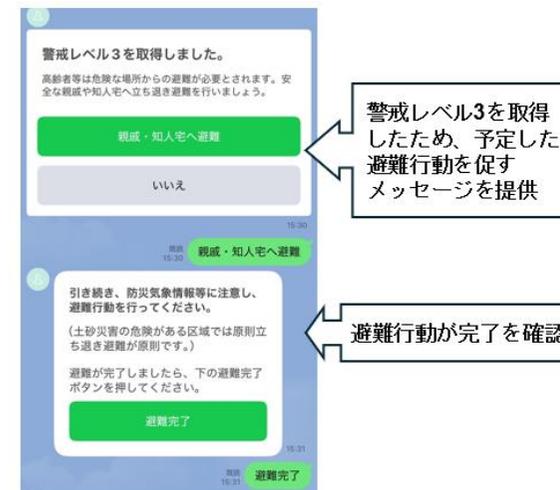


図11 警戒レベル取得後の避難行動判断を行ったLINE対話画面

5.2 住民の避難状況・危険度機能の予備実験

住民の避難状況・危険度把握機能を用い、5.1 予備実験より取得した情報を Google Sheets へ表示する実験を行った。図12に Google Sheets の画面を示す。予備実験より取得した住民の情報、重ねるハザードマップの情報、避難行動取得した警戒レベルの表示が行えることを確認した。

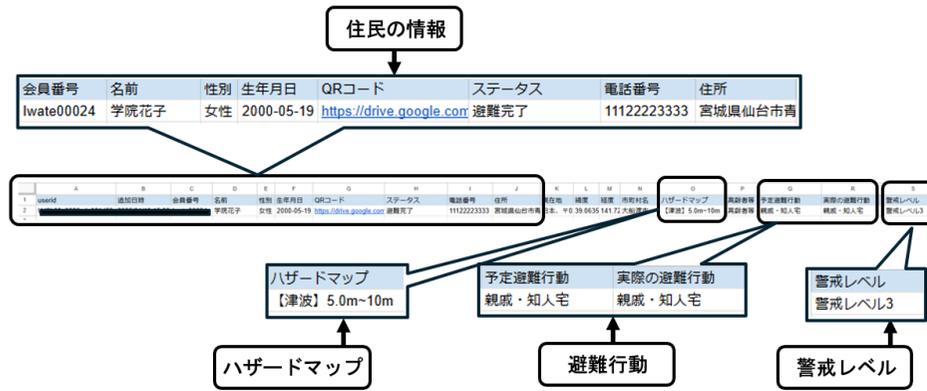


図 12 住民の避難状況・危険度把握時の Google Sheets 画面

号	名前	性別	生年	村名	ハザードマップ	高齢者等	予定避難行動	実際の避難行動	警戒レベル
0024	住民1	女性	2000	櫻市	【津波】5.0m~10m	高齢者等	親戚・知人宅	親戚・知人宅	警戒レベル3
003	住民2	女性	2025	市	【洪水】3.0m~5.0m	高齢者等	指定避難所	避難しない	警戒レベル3
002	住民3	女性	2012	市	【洪水】3.0m~5.0m	高齢者等	親戚・知人宅	避難しない	警戒レベル4

図 12 トリアージ実行前 Google Sheets 画面

号	名前	性別	生年	村名	ハザードマップ	高齢者等	予定避難行動	実際の避難行動	警戒レベル
002	住民3	女性	2012	市	【洪水】3.0m~5.0m	高齢者等	指定避難所	避難しない	警戒レベル4
003	住民2	女性	2025	市	【洪水】3.0m~5.0m	高齢者等	指定避難所	避難しない	警戒レベル3
0024	住民1	女性	2000	櫻市	【津波】5.0m~10m	高齢者等	親戚・知人宅	親戚・知人宅	警戒レベル3

図 13 トリアージ実行後 Google Sheets 画面

5.3 住民の避難状況・危険度把握機能におけるトリアージ予備実験

住民の避難状況・危険度把握機能を用い、避難行動を必要とされる警戒レベルを取得したにもかかわらず、避難行動を行わないことを選択した住民情報を強調表示し、より危険な位置にいる住民の行を上位へ移動するトリアージ予備実験を行った。本予備実験では、住民1、住民2、住民3として高齢者や高齢者以外を想定する。住民1は、高齢者であり、警戒レベル3を取得し、避難行動を行った人物とする。住民2は、

高齢者以外であり、警戒レベル3取得にもかかわらず、避難行動を行わない選択をとった人物とする。住民3は、高齢者等で、警戒レベル4を取得したにもかかわらず、避難行動を行わない選択をとった人物とする。トリアージの実行前を図12に、実行後を図13に示す。図13より、本機能では、住民3を上位に移動していることがわかる。以上より、より危険な位置にいる住民情報の行をトリアージによって自動で上位に移動することで強調表示が行えることを確認した。

表 1 既存研究およびシステムとの比較

	本提案	既存研究[4]	既存研究[5]	既存研究[6]	既存研究[7]	既存研究[8]
分散避難を考慮した避難行動支援	○	○	×	○	×	×
現在地の危険度自動提供機能	○	×	○	○	○	×
住民の避難状況把握機能	○	○	×	×	○	○
現在位置の危険度把握、対応支援機能	○	×	×	×	×	○

6. 評価

避難行動を住民に「自分ごと」として避難行動を促すために、現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援を行うこと、分散避難を含めた住民らの避難行動、危険度を自治体側で把握することが可能なシステムの実現のため、現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援や分散避難を含めた住民らの避難行動、現在地の危険度を自治体側が把握可能なシステムを提案と試作を行った。既存研究および本システムとの比較を行った結果を表1に示す。

まず、分散避難を考慮した避難行動支援の項目については、提案システムは、避難行動判断において、自宅避難をはじめとする親戚・知人宅避難、その他（記入式）を含めることで、分散避難を考慮した避難行動の支援を行えると考えられる。

次に、現在地の危険度自動提供機能の項目に関して、提案システムは、住民の現在地に合わせた重ねるハザードマップ情報、防災気象情報の提供が行えることから、住民ごとに現在地の危険度自動提供を行えると考える。

さらに、住民の避難状況の把握機能の項目に関しては、提案システムは、住民の避難状況・危険度把握機能において、避難状況の表示お行えることから、自治体側において、住民の避難状況の把握の支援が可能といえる。

最後に、現在位置の危険度把握、対応支援機能の項目に関しては、ハザードマップ提供機能より取得した情報および、防災気象情報より取得した警戒レベルを、住民の

避難状況・危険度把握機能において表示し、より危険な住民情報の行を上位に表示することで、自治体側で住民の現在地の危険度の把握、対応を支援していると考えられる。

以上より、住民に対して避難行動を「自分ごと」として捉えてもらい、自治体側は危険な位置にいるにもかかわらず、避難しない住民に対して避難を促すなどの支援が可能であるという有用性を確認することができた。

7. おわりに

本稿では、現在地の危険度を伝え、分散避難を考慮した避難行動の判断支援や分散避難を含めた住民らの避難行動、現在地の危険度を自治体側が把握可能なシステムを提案と試作について述べた。また、予備実験より、各機能の動作、システムの統合の確認を確認した。今後は、より柔軟な対話機能の作成や自治体側による要避難者への通知機能の強化の検討を行う。

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) 吉田 護, 柿本 竜治, 畑山 満則, 阿部 真育, "震災後の避難行動に関するモデル分析 —2016年熊本地震の事例を通じて—", 土木学会論文集 D3 (土木計画学), vol.74, no.5, p.I_249-I_258, 2018.
- 2) 勝野 幸司, 大野 洋輔, 垣野 義典, "避難所外での生活実態からみた熊本地震の避難生活の特徴", 日本建築学会技術報告集, vol.23, no.55, pp. 969-972, 2017.
- 3) 総務省東北管区行政評価局, 東北大学災害科学国際研究所, 水害や避難に関する意識調査 報告書, https://www.soumu.go.jp/main_content/000816014.pdf (参照 2025-01-21)
- 4) 山家谷 奈央, 塚田 晃司, "水害時における分散避難も考慮した避難行動選択支援システムの提案," 第85回全国大会講演論文集, vol.2023, no.1, pp.741-742, Feb.2023.
- 5) 片岡 拓海, 瀧島 和則, 本間 可楠, 小比賀 亮仁, 深谷 将, 廣井 慧, 篠田 陽一, "みんな: 水害発生時の避難行動を促進する 情報の表現形式を備えたスマホアプリ," 研究報告コンシューマ・デバイス&システム (CDS), vol.2022-CDS-34, no.4, pp1-6, Jun.2022.
- 6) ニゲドキ, <https://www.ntt-at.co.jp/product/nigedoki/> (参照 2025-01-21)
- 7) 萩行 正嗣, 上谷 珠視, 東 宏樹, 大竹 清敬, "災害対応における ICT 活用と防災チャットボット SOCDA," 電子情報通信学会 通信ソサイエティマガジン, vol.15, no.3, pp.200-210, 2021.
- 8) 株式会社 Bot Express, "岩手県避難所運営デジタル化実証実験において、LINE とマイナンバーカードを活用した避難所運営を実施。防災アプリ開発やカードリーダー不要で、避難所受付や避難所外避難者の位置把握、MAP 上での確認が可能に,"

<https://note.bot-express.com/n/nb780d9ecb480> (参照 2025-01-21)

9) 首相官邸, "防災気象情報と警戒レベル", <https://www.kantei.go.jp/jp/headline/bousai/keihou.html> (参照 2025-01-21)

10) 出典: ハザードマップポータルサイト, <https://disaportal.gsi.go.jp/index.html> (参照 2025-01-21)

11) 気象庁, "気象庁防災情報 XML フォーマット", <https://xml.kishou.go.jp/xmlpull.html> (参照 2025-01-21)

12) 内閣府防災情報, 避難行動判定フロー,

https://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/h30_hinankankoku_guideline/pdf/campaign.pdf (参照 2025-01-21)

13) 内閣府, https://www.bousai.go.jp/pdf/210305_color.pdf (参照 2025-01-21)