

オフライン対応型災害時避難支援システム “あかりマップ”の災害発生前の利用可能性に関する評価

濱村 朱里^{1,a)} 福島 拓^{2,b)} 吉野 孝^{3,c)} 江種 伸之^{3,d)}

受付日 2014年4月13日, 採録日 2014年10月8日

概要: 東日本大震災後, ネットワークを利用した研究やサービスが多く開発されたが, 災害発生後はネットワークが利用できない場合が多い. また, 出先などのふだん行かない場所で災害に遭うと, すぐに対処できない可能性が高い. さらに, 広範囲における避難支援情報を端末へ保存しておくことは難しい. そこで, 災害発生前に, 災害発生後に必要となる情報の閲覧を促すオフライン対応型災害時避難支援システム「あかりマップ」を開発し, 今回, 利用者の移動を考慮し周辺の避難支援情報を通知する機能を追加した. システムが近隣の避難支援情報を取得し通知した後, 利用者が「あかりマップ」を起動することで, 利用者は周辺の避難支援情報を把握することが可能である. 同時に, システムが利用者周辺の避難支援情報を自動で端末内に保存することを可能とした. 本研究の貢献は以下の2点にまとめられる. (1) 災害発生前から利用可能な災害時避難支援システム「あかりマップ」を提案し, 災害発生前からシステムの利用を促すための機能として周辺の避難支援情報を通知する通知機能を開発した. (2) 通知機能を長期利用しても出先においてシステムを利用するきっかけとなる. また, 10日間程度利用することで, よく行く場所の避難支援情報の把握が容易になる.

キーワード: 災害時支援システム, オフライン対応システム, 避難支援, 災害発生前の利用, 通知機能

Evaluation of the Availability of an Evacuation Support System “AkariMap” before a Disaster for Use During Network Failure

AKARI HAMAMURA^{1,a)} TAKU FUKUSHIMA^{2,b)} TAKASHI YOSHINO^{3,c)} NOBUYUKI EGUSA^{3,d)}

Received: April 13, 2014, Accepted: October 8, 2014

Abstract: In the aftermath of the Great East Japan Earthquake, many research initiatives were launched in the fields of network and information technology in anticipation of other such major disasters in the future. However, a network cannot be accessed immediately after a disaster. Usually, few people can handle refuge-supporting information spontaneously at travel and business destinations. Furthermore, it is difficult to store refuge-supporting information pertaining to a wide area on a mobile phone. To address these critical issues, we have developed an evacuation support system named AkariMap, that can prompt the user to confirm information to be necessary after a disaster. AkariMap incorporates a notification function that notifies the user of refuge-supporting information at his/her present location by considering movement of the user. After the system notifies the user of refuge-supporting information around his/her location, the user can access AkariMap to obtain the information. Thereafter, the system stores the refuge-supporting information around the user in the mobile phone. The contributions of this study are as follows: (1) We have developed an evacuation support system with a notification function to support continuous use in before disaster. The notification function can prompt a user to confirm refuge-supporting information around the user. (2) Even if people use the notification function in the long term, the system triggers the user to use the system at the place where one is staying. Users can grasp easily refuge-supporting information in about 10 days.

Keywords: disaster support system, offline support system, evacuation support, use before a disaster, notification function

1. はじめに

2011年に発生した東日本大震災では、ネットワークと情報技術を利用した安否情報の確認や、被災地の情報伝達などが多く行われ [1], [2], 現在もサービスの開発が行われている [3]. しかし、これらの研究やサービスは、ネットワークが利用可能という前提で設計が行われている。災害発生後は、輻輳や通信基盤の故障などによりネットワークの利用が難しくなることも考えられる [4]. 災害発生後に利用するため、災害発生前のネットワークが利用可能な状態から地図画像データや避難所の情報を端末に保存しておく必要があるが、広範囲における情報は容量が大きくなってしまいうため、すべて保存しておくことは難しい。

また、東日本大震災当日に自宅もしくは職場から避難した人々の79.6%が「携帯電話」を所持しており、所持物品の中ではトップであった [5]. しかし、東日本大震災時の携帯災害用伝言板サービスの利用率は、関東・東北地方で4.5%にとどまっている [5]. 携帯災害用伝言板サービスは、安否情報の登録や閲覧が可能であり、大規模災害が起こった際に臨時で開設され、ネットワークの混雑時には優先的に通信を行うように運用されている。災害発生前に練習が可能であるが、東日本大震災前における携帯災害用伝言板サービスの練習率は2011年の調査において関東・東北地方で6.5%にとどまっている [5]. これは、普段使い慣れていないサービスや機能を、緊急時にいきなり利用するのは困難なためであると考えられる [5].

地元住民間や自治体内で災害発生後に災害情報を共有するシステムが多く存在する [6], [7], [8]. しかし、旅行先や出張先では、避難支援情報を把握していない場合が多い。ここで、避難支援情報とは、避難所や食糧のある位置情報などの、避難時に役立つ情報と定義する。NHKの生活時間調査によれば、40歳代の男性は外出時間の方が自宅にいる時間よりも長く [9], 自宅でなく外出先で被災する可能性は高い。避難支援情報を把握できていない場所で災害に遭うと、災害発生後の混乱した状態で避難所などを探す必要があり、すぐに対処できず大きな被害を受ける可能性がある。

そこで我々は、災害発生後のネットワークが利用不可

な状態でも利用を可能とし、かつ災害発生前から利用することを目的とした災害時避難支援システム「あかりマップ」を開発している。本システムは、現在地周辺の避難支援情報の把握を目的としており、今回、利用者の移動に応じてシステムの利用を促すために、通知機能を追加した。通知後に利用者が「あかりマップ」を起動することで、必要な範囲の避難支援情報を端末へ保存することも促している。

本論文では、災害時支援の問題を提起し、通知機能の導入により、それらの問題が解決する可能性が高まることを示す。また、通知機能の有用性を検証するために、評価実験を行った。

本論文では、まず2章で災害時システムの課題をあげ、3章で関連研究について述べる。4章では本システムについて説明を行い、5章で通知機能について詳細を述べる。6章では実験の概要について説明し、7章では通知機能を用いた実験の結果について考察を行う。8章で本研究の結論について述べる。

なお、本論文ではオンライン時・オフライン時という言葉を用い、ネットワークの利用可否という意味で用いる。

2. 災害発生後に利用するシステムの課題

出先やよく行く場所などで避難支援情報を調べる人は少ない。過去の「あかりマップ」の利用実験においても、出先やよく行く場所などで本システムを利用し避難支援情報を把握していた人は8人中1人のみであり、移動後にシステムの利用はされていなかった [10]. 災害発生後に適切に対処するためには災害発生前からシステムを利用し、避難支援情報を把握しておく必要がある。

また、災害発生後のオフライン時は、携帯端末などで周辺の地図や避難所のデータを把握することができない。そこで我々は、災害発生後に利用する避難支援情報および地図画像データを普段から端末へ保存しておく仕組みを作成した。しかし多くのデータを災害発生前に保存しておいた方が、災害発生後には安心できるが、災害発生前に保存しておくデータ量には限界がある。日本全体における地図画像データだけで約261メガバイト^{*1}必要となる。さらに、避難支援情報のデータの1つとして、画像データがある。画像データは、その避難支援情報を見たことがない利用者が、避難支援情報を把握するための重要な情報源となると考えられる。1枚の画像データが100キロバイト、各都道府県に3,000件の避難支援情報が存在し、各避難支援情報に画像データが3枚登録されていた場合、画像データだけで約42ギガバイト必要となる。これほどのデータ量を端末内に保存しておくことは難しいことから、必要最低限の避難支援情報および地図画像データを端末内に保存しておくことが重要となる。

*1 OpenStreetMapの地図画像データの場合である。

¹ 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University, Wakayama 640-8510, Japan

² 静岡大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Shizuoka University, Hamamatsu, Shizuoka 432-8561, Japan

³ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, Wakayama 640-8510, Japan

a) hamamura.akari@g.wakayama-u.jp

b) fukushima@sys.eng.shizuoka.ac.jp

c) yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

d) egusa@sys.wakayama-u.ac.jp

これらのことから、以下の2点が問題であると考えられる。

- 災害発生前から災害時システムの利用を促すことは容易ではない。
- 広範囲にあるデータを携帯端末へ保存することは現実的な運用方法ではない。

これらの問題点を解決するために、システム側から利用を促す通知を出す機能を追加した。利用者のいる場所がよく行く場所かあまり行かない場所かを定期的に判定した後、通知を行う。さらに、システムを開くことで現在地周辺の避難支援情報を端末へ保存可能とした。通知機能により、避難支援情報を知っておくべき場所で通知され、必要な範囲の避難支援情報が保存できる。また、災害発生後にも容易にシステムを使うためには、普段からシステムの操作に慣れておく必要があるため、通知機能は利用者に「あかりマップ」を使う機会を与える役割も担っている。

適切なタイミングで、システムの起動を促すことが問題解決の根本となることから、本研究では、通知機能によって通知することが、利用者が「あかりマップ」を起動するきっかけとなっているかについて検証を行った。

3. 関連研究

本章では、災害発生後に利用するシステムの研究および災害発生前から利用するシステムの研究を示し、本研究の位置づけを明らかにする。表1に、本章で示す各関連研究と本システムとの比較したものを示す。

3.1 災害発生後に利用するシステム

災害発生後に避難所で情報を共有する研究として、蛭田らの、避難者が所持するスマートフォンを利用した災害情報共有システムがある[11]。このシステムは、避難者が自身のスマートフォンなどのモバイルデバイスを利用して災害情報を収集し、情報をシステムに提供することで、避難所内で災害情報を共有する。スマートフォンをサーバとして利用することで、避難所にサーバがなかったり、ネットワークの利用が不可能であったりしても避難所内で災害情報を共有できる。しかしこのシステムは、災害発生後における情報共有に着目しており、災害発生前における利用は提案されていない。災害発生前から継続して利用していないシステムを災害発生後に使うことは難しいと考えられるため、本システムは、手軽に閲覧可能なウィジェットや、利用者の移動に応じて端末へ避難支援情報を通知する機能を追加し、災害発生前から利用可能な設計とした点が異なっている。

オフライン時に利用可能な研究として、深田らのタブレットPCを用いた津波避難支援システムがある[12]。このシステムは、高齢者が容易に操作可能であることからタブレットPCを用い、津波ハザードマップやユーザの位置

情報・移動軌跡を表示する。また、オフライン型GISを利用することで、オフライン時の避難支援も可能としている。しかしこのシステムは、利用する訓練として災害発生前に利用可能であるが、災害発生前から利用を促すための仕組みの提案はされていない。本システムは災害発生前から継続してシステムの利用を促す機能として通知機能やウィジェット機能を持ち合わせている。

災害発生後に安否情報を収集、確認する研究として、小牧らの、住民の持つスマートフォンを利用した避難者把握システムがある[13]。このシステムは、スマートフォンにインストールしたアプリケーションで避難者があらかじめ所持しているカードのQRコードおよびNFCタグの情報を読み取り、情報をサーバへ送信しサーバ上で避難状況を管理する。ネットワークが利用不可能な場合は、ネットワークが利用可能になってから情報を再送する。サーバ上の情報はアプリケーションおよびWeb画面上で確認可能であり、どの住民がどの避難所へ避難済みなのか把握することができる。しかしこのシステムは地元住民専用のシステムであり、旅行者などの利用は想定されていない。本システムとは、地元住民だけでなく、旅行者など外部から来た人も使える点が異なる。

3.2 災害発生前に利用するシステム

災害発生前から利用可能な災害時被災情報共有システムとして、藤川らの地域住民が災害発生前から利用する地域コミュニティシステムがある[6]。災害発生前は一般のSNSと同様に利用可能であり、住民には1人に1つシステムを利用するためのIDが発行されイベントや広報などの情報伝達、住民同士の情報交換を担うコミュニティシステムとして利用する。災害発生後には自律的被災情報提供システムの一部として動作し、自前のネットワークによる被災情報の交換を行う。しかしこのシステムは、地域住民をターゲットにしており、旅行者や出かけた人の利用は想定されていない。本システムでは、出先でも利用可能なシステムを提案している。

災害発生前から利用することを前提とした災害発生後に安否情報を確認するシステムとして、池端らのライフログを活用した安否確認システムがある[14]。このシステムは、スマートフォンを利用し災害発生前から位置情報や操作ログ、SNSへの投稿履歴などのライフログデータを取得しておく。災害発生後には、災害直前までのライフログデータからどこにいて何をしていたかという情報を各ユーザへ提供し、互いの安否確認を支援する。本システムは災害発生前から避難支援情報を把握しておくことを目的としている点が異なっている。

災害発生前から周辺のリスクを把握できるシステムとして、梅本らの防災教育を目的としたARハザードマップアプリケーションの研究がある[15]。この研究では地域住民

表 1 本システムと関連研究の比較
Table 1 Comparison of related researches and our system.

	あかりマップ	蛭田らのシステム [11]	深田らのシステム [12]	小牧らのシステム [13]	藤川らのシステム [6]	池端らのシステム [14]	梅本らのシステム [15]
利用場面	災害発生前, 災害発生後	災害発生後	災害発生前, 災害発生後	災害発生後	災害発生前, 災害発生後	災害発生前, 災害発生後	災害発生前
支援対象場所	地元, 出先	地元, 出先	地元	地元	地元	地元, 出先	地元, 出先
ネットワーク環境	オフライン, オンライン	オフライン	オフライン, オンライン	オフライン, オンライン	オフライン, オンライン	オンライン	オンライン
災害発生前利用の促進機能の有無	○	×	×	×	×	×	×

から土地勘のない旅行者までを対象とした, 防災教育の教材として使用できるハザードマップを提案している. スマートフォンやタブレットを使用し, AR を用いてカメラから取り込んだ実際の風景の映像と, 周辺の浸水深がどの程度であるか予想浸水深を重ねて表示する. このシステムでは災害発生前に利用することのみを想定している. 本システムは, 災害発生後にもシステムを容易に使えるようにするため, および避難支援情報を端末内に保存しておくため, 災害発生前および災害発生後も利用することを想定している.

4. あかりマップ

4.1 概要

本システムは, 災害発生前と, 災害発生後の支援をそれぞれ行うことを想定した, Android 端末^{*2}を用いた常時利用型災害時避難支援システムである. 災害発生前の支援は地図画面とウィジェット機能を用いて行う. 地図画面では, 地図上に避難支援情報の位置を表示することで, 現在地周辺の避難支援情報を容易に把握することが可能である. ウィジェット機能では, ウィジェット利用者の近隣の避難支援情報を表示することで「あかりマップ」を起動しなくても手軽に避難支援情報を把握することが可能である. また, 通知機能を用いて利用者の移動タイミングを考慮し, 災害発生前から継続してシステムの利用支援を行う. 通知機能では, 利用者がよく行く場所や初めて行く場所, あまり行かない場所で通知を送る. 利用者は通知を見て, システムを利用する. 災害発生後のオフライン時は, 災害発生前に取得した避難支援情報をもとに支援を行う.

PND^{*3}などのシステムは, 知らない土地であっても利用者を目的地に導くことができる可能性がある. しかし, 災害発生後においては, ふだんどおりの状況ではなく, ふだん通れる道が通れなくなっている可能性などがあると考えられる. 東日本大震災時, 行政がハザードマップに指定した津波浸水想定区域外に住民が避難したが, 予想以上の

津波が来たことにより多くの避難者が亡くなった事例がある [16]. これは, 住民がハザードマップなどはあくまで1つのシナリオであることを理解しておらず, ハザードマップの想定どおりのことが起こると考え, もっと大きな津波が来ることを想定しなかったためと考えられる. よって本システムでは, 避難所へのルートを表示しないこととした. 災害発生前に本システムを使ってもらい, どのような避難所があるのか, 避難所の標高はどれくらいなのかなどの情報を提示し, 利用者を知っておいてもらい, 災害発生後は利用者自身が通れる道を選択し, 避難所へ行くことを想定している.

通常, 避難訓練は災害発生前から何度も行われる. 東日本大震災時, 災害発生前から避難訓練をしていたことによって, 災害発生後に安全に避難することができ助かったという事例がある [16]. また, 災害発生後は災害発生前と状況が大きく異なり, 想定外のことが起こる可能性が高い. 本システムも避難訓練と同様に, 利用者が災害発生前から避難支援情報を閲覧しておくことにより, 災害発生後に安全に避難できる可能性がある.

4.2 システム設計

本システムの設計方針を以下に示す.

(1) 災害発生前

利用者の Android 端末の GPS 機能を利用して位置情報を取得・保存し, 避難支援情報の表示や, オフライン時に利用するデータの保存を行う. 利用者は周辺の避難支援情報を閲覧および登録, 編集することが可能である. 登録, 編集された情報はシステム管理者が不適切な情報でないことを確認した後に, データベースへ反映される.

(2) 災害発生後のオフライン時

災害発生前に端末へ保存した避難支援情報の表示や, 電池残量時間の表示により, 避難支援を行う.

また, 図 1 に「あかりマップ」のシステム構成を示す. 本システムは, 避難支援情報を提供するサーバ, GoogleMaps^{*4}と

^{*2} 開発開始時, iOS 端末ではバックグラウンドでシステムを稼働させることが困難であったため, Android 端末を利用した.

^{*3} 利用者を目的地まで案内するナビゲーションデバイス

^{*4} <https://developers.google.com/maps/documentation/android/>

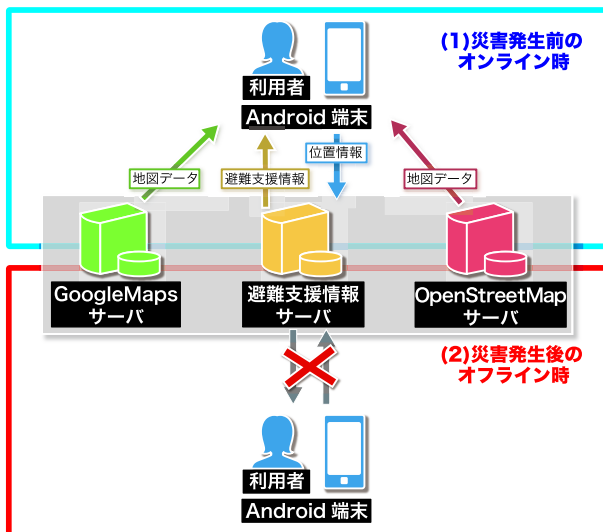


図 1 システム構成

Fig. 1 System configuration.

OpenStreetMap^{*5}の地図サーバ、各利用者が所持する Android 端末とその内部ストレージから構成される。

4.3 地図機能

4.3.1 避難支援情報閲覧機能

本機能は、サーバに登録された避難支援情報を地図画面上で閲覧する機能である。図 2 に、地図画面例を示す。本機能では、利用者の現在地情報をサーバへ送り、その周辺の避難支援情報をサーバから取得し、地図上にアイコン(図 2(a))で表示する。避難支援情報は 5 種のカテゴリに分かれており、避難所・AED(自動体外式除細動器)・自動販売機・コンビニエンスストア・その他となっている。地図上に避難支援情報をアイコンで表示する際、カテゴリごとに異なるアイコンを用意している。地図画面に表示されているアイコンをタップすることで、タップした避難支援情報の詳細を閲覧することが可能である(図 2(b))。画像のデータがある場合は、あわせて表示する。図 2(c)に地図上に浸水域^{*6}を表示した例を示す。浸水域の表示は、6 章の実験ではシステムに実装していない。

4.3.2 避難支援情報のキャッシュ機能

本項では、災害発生前に利用する、避難支援情報を端末内へ保存しておく機能について述べる。

本機能は、災害発生後のオフライン時に利用する情報をあらかじめ取得する災害時対応機能である。本機能では、災害発生前のオンライン時に本システムの地図画面を閲覧している際、バックグラウンドで、避難支援情報および OpenStreetMap の地図データを取得する^{*7}。また、利用者

^{*5} <http://www.openstreetmap.org/>

^{*6} 平成 17 年に和歌山県が制作した南海・東南海・南海 3 連動地震における津波浸水予測データを利用している。

^{*7} 地図画面で用いる GoogleMaps は地図データの保存を禁止しているため、地図データ保存可能な OpenStreetMap を併用した。



図 2 地図画面例

Fig. 2 Screenshot of the map function.

表 2 登録情報

Table 2 Registration information.

項目	登録する内容
タイトル	避難支援情報のタイトル
コメント	避難支援情報の詳細
カテゴリ	避難所, AED, 自動販売機, コンビニエンスストア, その他のいずれか
画像データ	避難支援情報の画像データ

が保存しておきたい地域を指定し、選択した地域のデータを取得することも可能である。取得したデータは、Android 端末の内部ストレージに蓄積する。災害発生後のオフライン時には、あらかじめ蓄積しておいたデータをもとに利用者に避難支援情報を提示する。

4.3.3 避難支援情報登録機能

本項では、災害発生前に利用する、避難支援情報の登録機能について述べる。

表 2 に情報提供者が登録する項目とその内容の詳細を示す。本システムで利用する避難支援情報は、災害発生前に情報提供者が Android 端末を用いて登録する。登録画面では、タイトル、コメント、カテゴリ、必要があれば画像データを入力する。登録された情報は、本システムの利用者間で共有される。

また、市や自治体が所持している避難所や AED などの避難支援情報は、直接データベースに登録している。

4.4 ウィジェット機能

本節では、災害発生前に利用する、ウィジェット機能について述べる。

図 3 にウィジェットの詳細画面と表示内容を示す。Android 端末は、ホーム画面にウィジェットと呼ばれる簡単な機能を持ったアプリを表示できる。本機能は、災害発生前から避難支援情報を提示することを目的としている。30 分ごとに GPS を利用して Android 端末の位置情報を取得し、周辺の避難支援情報をウィジェット内に表示する。ウィジェットには取得した位置情報周辺にある避難支援情

報を近い順に3つ表示している。よって、アプリを開かなくても、ウィジェットを利用することで、災害発生前から現在地周辺の避難支援情報の把握が可能である。ウィジェットの避難支援情報は自動的に更新されるので、利用者が普段行く場所や、普段行かない場所であっても避難支援情報を手軽に閲覧することができる。また、ウィジェット画面に設置されているボタンから避難支援情報の登録を可能とした。

4.5 災害モード

本機能では、災害時対応機能を、災害発生前に練習で利用体験できる [17]。災害時対応機能を、災害発生後にいきなり利用することは困難であるため、普段から使って慣れておく必要がある。災害時対応機能について以下に説明する。

- キャッシュデータ表示機能

本機能では、災害発生前に端末内に保存しておいた避難支援情報を表示する。保存する地図データは OpenStreetMap を利用しているため、普段から異なる地図も見慣れておく必要があると考えた。

- 電池残量を意識させる機能

本機能では、利用者に電池残量を意識してもらうため、電池残量および電池の予測残り時間を表示する。また、画面輝度の調整を促す内容などのダイアログを表示している。端末によっては、画面輝度を下げる手順は複雑であるため、普段から練習しておく必要があると考えた。

なお、災害モードは、6章の実験ではシステムに実装していない。



図 3 ウィジェット画面例

Fig. 3 Screenshot of the widget function.

5. 通知機能

本章では、災害発生前に利用する、通知機能について述べる。5.1 節に通知機能の概要、5.2 節に通知実施判定方法を述べ、5.3 節に通知内容の決定方法を述べる。

5.1 通知機能の概要

本機能では、利用者の移動距離に応じて通知を行うよう設計した。これは、出先であっても利用者がシステムを継続的に利用し、避難支援情報を把握するための支援を目的としているためである。図 4(1) に通知バーの表示例、図 4(2) に通知領域の表示例を示す。Android 端末には、通知バーと通知領域と呼ばれる、端末の状態や通知内容を表示する場所がある。本機能では、通知バーと通知領域を利用して、システムから利用者へ通知を行う。位置情報の取得は、ウィジェットの更新と同時に行っている。通知バーには通知アイコンと文章を表示することができる。通知アイコンは通知領域から通知内容を消さない限り残っている。また、通知内容をタップすることで、アプリケーションの起動が可能である。なお、通知を行う際にバイブレーションは使用していない。通知の大まかな流れとして、まず通知を実施するかどうかを判定し、通知を実施する判定となれば通知内容を決定する。

5.2 通知実施判定の流れ

図 5 に移動距離が長距離移動か短距離移動かの判定の流れを示す。本判定では、長距離移動後の短距離移動の場合のみ通知内容判定に入り、それ以外では通知しない。

この判定には、3種類の流れがある。以下に3種類の流れの概要を示す。

(1) 短距離移動後に長距離移動または長距離移動後に長距離移動であれば、通知しない。

長距離移動後は移動している最中の可能性があるためと判断できるためである。



図 4 通知画面例

Fig. 4 Screenshot of the notification function.

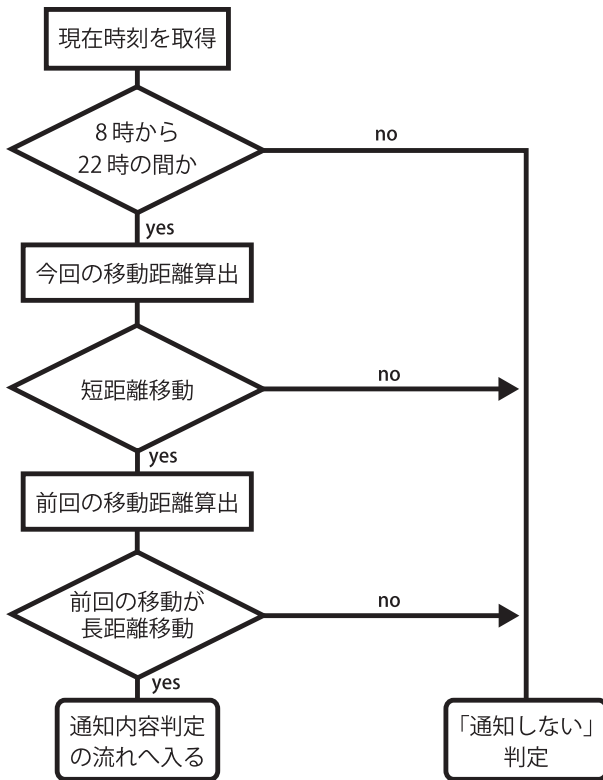


図 5 通知実施判定の流れ

Fig. 5 Flow of notification judgment.

(2) 短距離移動後に短距離移動を行えば、通知しない。
連続で短距離移動だった場合は移動していない可能性があり、その場に滞在し続けていると判断できるためである。

(3) 長距離移動後に短距離移動を行えば、通知内容を決定するフローへ入る。

長距離移動後の移動距離が短くなったため、目的地へ到着したと判断するためである。

本判定では、利用者が外出し、移動先で滞在したタイミングで通知を行うことを考えた。そこで、今回は、1.2kmより長く移動した場合を長距離移動、1.2km以下(0kmを含む)の移動の場合を短距離移動と定義する。なお、判定間隔は30分おきである。これは、次章で述べる実験協力者がすべて和歌山大学生であることを考慮し、和歌山大学の中央部から和歌山大学の出入り口の門への距離が約1.2kmであり、徒歩で和歌山大学を出ていれば、位置情報が更新されるようにするためである。

5.3 通知内容判定の流れ

利用者のよく行く場所やあまり行かない場所であっても避難支援情報を確認してもらうため、場所によって通知する頻度を分けた。このことで、地元などのよく行く場所ではたまに通知され、初めて行く場所やあまり行かない場所では必ず通知される。

図 6 に通知内容を判定する流れを示す。本システムで

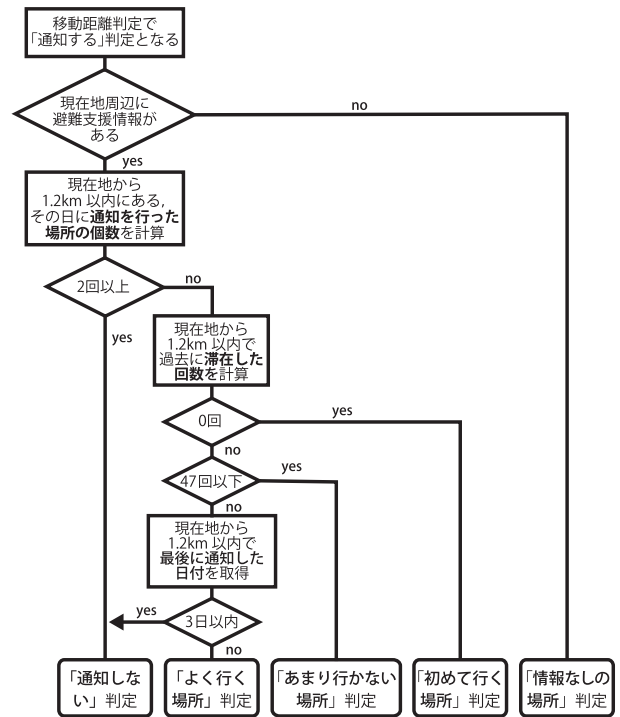


図 6 通知内容判定の流れ (文献 [10] の判定の流れを使用している)

Fig. 6 Flow of determination of notification contents.

表 3 滞在回数の判定結果と通知コメント

Table 3 The detection result of the number of times of a user's stay by the system, and the notice comment from the system.

判定結果	通知するコメント
(1) 情報なし	周辺の情報なし：避難支援情報があれば登録してみよう。
(2) 0回滞在	初めて行く場所：避難支援情報を確認しておこう。
(3) 1~47回滞在	あまり行かない場所：避難支援情報を確認しよう。
(4) 48回以上滞在	よく行く場所：必ず避難支援情報を把握しておこう。

は、利用者の「よく行く場所」をシステムを使い始めてから2, 3日で判定するよう設計した。よって、勤務時間や在学時間、および通勤時間の合計を約12時間、自宅にいる時間を約12時間と仮定し、48回以上滞在した場所を「よく行く場所」と設定することとした。通知領域へ表示される通知内容は、初めて行く場所、よく行く場所、あまり行かない場所の3種類で分けられる。表 3 に、通知する一言のコメントを示す。滞在した回数による分岐を以下に示す。

- 滞在した回数が0回
初めて行く場所であると判断し、通知時に表 3(2)のコメントを表示する。
- 滞在した回数が1~47回
あまり行かない場所であると判断し、通知時に表 3(3)のコメントを表示する。

- 滞在した回数が48回以上

よく行く場所であると判断する。また、現在地から1.2km以内にある場所で、最後に通知した日付を取得し、その日付が、3日未満であれば通知を行わない。3日以上であれば通知時に表3(4)のコメントを表示する。人間の脳は、1度見た情報は短期記憶へ保存されるが、他の材料による干渉や時間経過のために忘れ去られてしまう[18]ため、なるべく覚えておいてもらうために、繰り返し情報を提示する必要がある。よって、避難支援情報の提示日から想起しやすい3日後*8に再び提示することで、よく行く場所の避難支援情報を長期記憶へ保存するよう促す。

通知する際、通知内容に一言のコメントと、避難所とAEDの中で現在地に一番近い情報をそれぞれ表示する。一言のコメントは図4(2)の通知コメント欄に表示する。

同じ日に同じ場所を行き来している場合、何度も通知が来ると煩わしくなると考えたため、同じ場所で1日に2回以上の通知は来ないように設定した。また、通知時に周辺に避難支援情報がなかった場合、表3(1)のコメントのみ表示する。

6. 実験

6.1 検証概要

本実験時に利用できた機能は通知機能、地図機能(浸水域の表示を除く)、ウィジェット機能である。本実験は、2013年4月28日から5月27日まで30日間行った。実験協力者は、和歌山大学のデザイン情報学科の学生男性6名、女性3名の合計9名である。各個人が所有しているAndroid端末に、「あかりマップ」のアプリケーションをインストールし、実験期間中自由に利用してもらった。避難支援情報は、和歌山県内の避難所の情報およびAEDの情報、大阪府内の避難所の情報をデータベースにあらかじめ登録した。また、実験前と10日目、実験終了後にアンケート調査とシステムの操作ログを取得した。

6.2 検証項目

本実験では、以下の項目について検証を行う。

- (1) 通知機能が、「あかりマップ」を利用するきっかけとなったか。
- (2) 通知機能が、避難支援情報を意識するきっかけとなったか。

6.3 システム操作手順

本節では、実験時におけるシステム操作手順について郊外への買い物をご想定したシナリオを示す。

- (1) 実験協力者が、家から少し離れたショッピングモー

ルへ向かう。

- (2) 「あかりマップ」は、実験協力者が長距離移動したと判定する。
- (3) 実験協力者が、ショッピングモールへ到着し、モール内を移動する。
- (4) 「あかりマップ」は、実験協力者が長距離移動後に短距離移動をしたと判定し、出先で滞在していると見なし端末の通知バー(図4(1))へ通知を出す。
- (5) 実験協力者は、通知バー(図4(1))にあるアイコンに気づき、通知領域(図4(2))を表示させ周辺の簡易な避難支援情報を閲覧する。
- (6) 実験協力者は通知領域(図4(2))から「あかりマップ」を起動し、周辺の避難支援情報を確認する。同時に、端末内ストレージへ地図画像データおよび避難支援情報が保存される。保存データは本実験では使用されないが、災害発生後のオフライン時に使用可能である。また、災害発生前に閲覧することも可能である。

7. 実験結果と考察

本章では、実験結果について考察する。7.1節では、通知機能を利用したことによる避難支援情報に対する意識の変化についての考察、7.2節では、実験期間中のシステムの利用状況についての考察についてそれぞれ述べる。

7.1 避難支援情報に対する意識

7.1.1 よく行く場所における避難支援情報

表4に実験終了後のアンケート結果を示す。アンケートでは、5段階のリッカートスケール(以下「5段階評価」と表記する)を用いている。5段階評価では「1:強く同意しない」「2:同意しない」「3:どちらともいえない」「4:同意する」「5:強く同意する」の中から回答を依頼した。「通知機能は、あなたがよく行く範囲で避難支援情報を知るきっかけになった」という質問を行ったところ、10日目は5段階評価で中央値が4、最頻値が4、実験後は5段階評価で中央値が3、最頻値が3という結果が得られた。自由記述から、10日目では「場所を移動すると通知されるので、時間のあるときは見るようにしていた」「思ってもいないような場所が避難場所だったと知ることができた」という意見を得られた。実験後では「アプリを入れた当初は何度か確認したが、慣れると通知が来ても確認しないことが多かった」「同じ情報についての通知が多かった」という意見が得られた。

表5に、実験前と実験後の「あなたがよく行く場所にある避難支援情報のある場所を、把握している」という質問に対する、5段階評価の結果を示す。また、実験前と10日目、実験後に協力者が把握している避難支援情報数の調査を行った。避難支援情報を記入してもらった際、前回のアンケートで書かれた避難支援情報を提示し、書き足すように

*8 バラード=ウィリアムズ現象という。

表 4 実験終了後の通知機能に関するアンケート結果 (5段階評価)

Table 4 Result of questionnaire about the notification function (5-point Likert scale).

	質問項目	期間	評価の分布					中央値
			1	2	3	4	5	
(1)	通知機能は、あなたがよく行く範囲で避難支援情報を知るきっかけになった。	10日目	0	1	3	5	0	4
		実験後	0	0	5	4	0	3
(2)	通知機能は、あなたがあまり行かない範囲で避難支援情報を知るきっかけになった。	10日目	0	2	5	2	0	3
		実験後	0	2	3	2	2	3
(3)	通知機能は、「あかりマップ」を利用するきっかけになった。	10日目	0	0	0	7	2	4
		実験後	0	0	2	6	1	4

・評価項目 (1:強く同意しない, 2:同意しない, 3:どちらともいえない, 4:同意する, 5:強く同意する)

表 5 避難支援情報に対する意識についてのアンケート結果の変化

Table 5 Changes in attitudes to refuge-supporting information in the questionnaire result.

	実験前	実験後
協力者 A	1	4
協力者 B	3	4
協力者 C	2	4
協力者 D	3	4
協力者 E	2	4
協力者 F	3	4
協力者 G	3	3
協力者 H	1	3
協力者 I	3	4

表 6 把握している避難支援情報数の増加数

Table 6 Increase in refuge-supporting information grasping.

	実験前から 10 日目	10 日目から実験後
協力者 A	8	2
協力者 B	14	0
協力者 C	2	1
協力者 D	5	1
協力者 E	6	1
協力者 F	6	1
協力者 G	3	1
協力者 H	5	4
協力者 I	4	0

・増加数は、実験前から 10 日目、10 日目から実験後の 2 つの期間から計算している。

して行った。表 6 に、協力者が把握している避難支援情報の増加数をそれぞれ示す。増加数は、実験前から 10 日目、10 日目から実験後の 2 つの期間から計算している。

表 5 から協力者 G 以外は評価が上がっていることが分かる。表 6 から、実験前から 10 日目の把握している避難支援情報数は協力者全員増えている。書き足すことにより、把握している避難支援情報数は減らないが、前回覚えていた避難支援情報ではなく利用者が新しく覚えた避難支援情報数が重要であると考えた。また前回書いた避難支援情報を忘れてしまっていた可能性もあるが、1 度覚えた避難支援情報は通知のリマインドによって思い出やすくなっていると考えられる。また、10 日目から実験後の避難支援情報の増加数は、実験前から 10 日目の避難支援情報の増加数よりも減っている。アンケートの自由記述より「何度も通知に乗る場所が出てくるので、知らぬうちに覚えていることがあった」「学校の近く、通学路はだいたい分かると思う」というコメントが得られた。これは、実験前から 10 日目までによく行く範囲の避難支援情報をほとんど把握し、10 日目から実験終了後までに、前の期間中に把握していなかった避難支援情報を把握したためと考えられる。これらのことから、通知機能を長期利用することによって、よく行く場所にある避難支援情報を意識するきっかけとなり、10 日間程度で、よく行く場所の避難支援情報の把握は可能であることが分かった。しかし、10 日目以降はよく行く範

囲における通知は同じ内容が多くなり、興味が薄れたため表 4(1) のアンケート結果も下がったと考えられる。よって、よく行く範囲における避難支援情報は、通知内容の表示可否を利用者が手動で変更できる機能が必要である。

7.1.2 あまり行かない範囲における避難支援情報

「通知機能は、あなたがあまり行かない範囲 (出先) で避難支援情報を知るきっかけになった」(表 4(2)) という質問を行ったところ、10 日目、実験後ともに 5 段階評価で中央値が 3、最頻値が 3 という結果が得られた。自由記述から、「避難支援情報が表示されてはいるが、実際の場所が分からない」という意見が得られた。これらのことから、通知機能の情報の表示方法を、通知内容に地図画像を表示するなどして、分かりやすいものに改善する必要があると考えられる。5 段階評価の 2 と回答した協力者の 1 人から、「登録されている避難支援情報がなかった」という意見が得られた。今回の実験では和歌山県と大阪府のみの避難支援情報をあらかじめ登録していたが、この協力者は実験期間中に避難支援情報が登録されていない徳島県へ行っていた。そのため、避難支援情報が通知内容に表示されなかったことが低い評価の原因と考えられる。今後、全国の避難支援情報を集め、データベースに登録する必要がある。避難支援情報のうち避難所データや AED の場所のデータは、国や市町村が公開している場合が多い。よって、公開され

表 7 「あかりマップ」の通知回数と通知後の「あかりマップ」の起動回数

Table 7 The number of notifications from AkariMap and the number of times AkariMap was accessed after a notification.

	実験開始時から 10 日目		10 日目から実験終了後	
	通知回数	通知後の起動回数	通知回数	通知後の起動回数
協力者 A	5	3	8	2
協力者 B	7	2	15	0
協力者 C	4	1	7	1
協力者 D	7	4	11	1
協力者 E	4	3	8	3
協力者 F	10	2	19	0
協力者 G	16	3	17	2
協力者 H	20	5	30	7
協力者 I	4	0	5	1
平均	8.6	2.6	13.3	1.9
平均起動率	0.30		0.14	

ているデータについては、システム管理者がデータベースへ登録することを考えている。また、自動販売機やコンビニエンスストアの場所のデータを、国や市町村は持っていない。よって、これらのデータは「あかりマップ」の利用者に登録してもらおう。この場合、誤ったデータが登録される可能性があるため、データベースへ反映させる前に不適切なデータでないかをシステム管理者が確認する必要があると考えられる。

7.2 システムの利用状況

表 7 に、実験開始時から 10 日目、10 日目から実験終了時における「あかりマップ」の通知回数と通知後の「あかりマップ」の起動回数、通知回数に対する起動回数の比率(平均起動率)を示す。表 8 に、実験開始時から 10 日目、10 日目から実験終了時において、「あかりマップ」が通知した場所における「あかりマップ」の起動回数を示す。

表 7 から、10 日目から実験後の平均起動率は下がっていることが分かる。これは、10 日目から実験後までの期間の方が長いので通知回数が増えているが、実験協力者が通知機能に飽き、通知後に「あかりマップ」を起動しなくなったためであると考えられる。

「通知機能は、『あかりマップ』を利用するきっかけになった」という質問を行ったところ、10 日目、実験後ともに 5 段階評価で中央値が 4、最頻値が 4 という結果が得られた。自由記述には、「通知マークがあると見てみようと思った」「通知を見て、『そういえば』と思い利用し始めるということが多かった」という意見が得られた。

表 8 から、両実験期間において実験協力者が「あかりマップ」を起動した場所は、あまり行かない場所もしくは初めて来た場所であったことが分かる。10 日目から実験後

表 8 「あかりマップ」が通知した場所における「あかりマップ」の起動回数

Table 8 The number times AkariMap was accessed in the location in which notification was received.

	実験開始時から 10 日目	10 日目から実験終了後
よく行く場所	0/1 (0%)	0/22 (0%)
たまに行く場所、初めて行く場所	24/76 (30%)	17/98 (17%)

・表中の分母は各実験期間中に、分類された場所においてシステムが通知した回数を表す。分子は、分類された場所において通知後に利用者が起動した回数を表す。

・表中のカッコ内は、起動率を表す。

・実験開始時から 10 日目の期間では、まだ「よく行く場所」と判定されていないため、数が少ない。

の期間中、9 人中 7 人が 1 回以上「あかりマップ」を起動している(平均 2 回起動している)。また、アンケートの自由記述より、「通知機能を見ると、利用しようとする気になった」というコメントが得られた。

これらのことから、通知機能は長期利用しても、「あかりマップ」の起動回数は減少するが、出先で「あかりマップ」を利用するきっかけとなることが分かった。さらに継続してシステムの利用を促すために、通知内容に毎回ランダムに災害に関する知識を表示するなどの、ゲーム性のある飽きさせない工夫が必要であると考えられる。

8. おわりに

本論文では、災害発生前に、災害発生後に必要となる情報の閲覧を促すオフライン対応型災害時避難支援システム「あかりマップ」を開発し、今回、通知機能を追加した。通知機能の有用性を示すために、評価実験を行い、評価実験の結果、以下の 2 点を明らかにした。

- (1) 通知機能を長期利用しても出先においてシステムを利用するきっかけとなる。
- (2) 通知機能を 10 日間程度利用することで、よく行く場所の避難支援情報を把握できる可能性がある。

今後は、システム利用回数の向上のために、利用者に継続的に利用してもらえようゲーム性のある機能を追加する。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究 (A) (25242037) および和歌山大学平成 24-25 年度独創的研究支援プロジェクトの補助を受けた。

参考文献

- [1] 賀沢秀人：災害とインターネット東日本大震災からの教訓、平成 24 年度情報処理学会関西支部支部大会、特別講演 (2012 年 9 月 21 日)。
- [2] 林 信行, 山路達也：Google の 72 時間 東日本大震災と情報、インターネット、角川書店 (2013)。
- [3] 東日本大震災ビッグデータワークショップ運営委員会：東

日本大震災ビッグデータワークショップ—Project 311, 入手先 (<https://sites.google.com/site/prj311/>) (参照 2013 年 9 月 27 日).

- [4] 斎藤晴加: 東日本大震災に対する総務省の取組状況について, 社団法人日本インターネットプロバイダー協会 (オンライン). 入手先 (http://www.jaipa.or.jp/IGF-J/2011/110721_soumu.pdf) (参照 2013 年 9 月 6 日).
- [5] 本條晴一郎, 遊橋裕泰: 災害情報共有システムの提案, 災害に強い情報社会—東日本大震災とモバイル・コミュニケーション, NTT 出版株式会社 (2013).
- [6] 藤川昌浩, 亀川 誠, 松本佳昭, 吉木大司, 森 信彰, 松野浩嗣: 災害発生時に防災システムの効果を最大限に高めるための地域コミュニティシステムの開発, 情報処理学会第 74 回全国大会, 1E-3, 第 1 分冊, pp.45-47 (2012).
- [7] 鈴木猛康, 秦 康範, 佐々木邦明, 大山 勲: 住民・行政協働による減災活動を支援する情報共有システムの開発と適用, 日本災害情報学会誌, No.9, pp.46-59 (2011).
- [8] 村上正浩, 柴山明寛, 久田嘉章, 市居嗣之, 座間信作, 遠藤真, 大貝 彰, 関澤 愛, 末松孝司, 野田五十樹: 住民・自治体協働による防災活動を支援する情報収集・共有システムの開発, 日本地震工学会論文集, No.9, pp.200-220 (2009).
- [9] 佐竹健治, 堀 宗朗: 東日本大震災の科学, 東京大学出版会 (2013).
- [10] 濱村朱里, 福島 拓, 吉野 孝, 江種伸之: 利用者の移動を考慮した日常利用可能な災害時支援システムの開発, 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, pp.1930-1937 (2013).
- [11] 蛭田瑞生, 鶴岡行雄, 多田好克: 災害情報共有システムの提案, 情報処理学会研究報告, モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), Vol.2012-MBL-62, No.2, pp.1-4 (2012).
- [12] 深田秀実, 橋本雄一, 赤渕明寛, 沖 観行, 奥野祐介: タブレット PC を用いた津波避難支援システムの提案, 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, pp.1938-1944 (2013).
- [13] 小牧信也, 大野伸治, 福田茂則, 長友由紀, 辻 利則, 山本弘道: 住民の持つスマホを利用した避難者把握システムの開発, 日本災害情報学会, 第 15 回研究発表大会, pp.182-185 (2013).
- [14] 池端優二, 塚田晃司: 安否報告が困難な状況を支援するライフログ活用安否確認システム, 情報処理学会研究報告, グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol.2014-GN90, No.24, pp.1-7 (2014).
- [15] 梅本拓馬, 高橋智幸, 熊谷健蔵, 伊豆隆太郎, 川上晋也: 防災教育を目的とした AR ハザードマップアプリケーションの開発, 日本災害情報学会, 第 15 回研究発表大会, pp.70-73 (2013).
- [16] 愛媛大学防災情報研究センター: 南海トラフ巨大地震に備える, アトラス出版 (2012).
- [17] 濱村朱里, 福島 拓, 吉野 孝, 江種伸之: 災害時避難支援システムにおける災害モードの平常時利用効果の検証, 情報処理学会, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2013, No.5, pp.1-7 (2013).
- [18] 中溝幸夫, 箱田裕司, 近藤倫明: リンゼイ/ノーマン情報処理心理学入門 II—注意と記憶, pp.70-74 (1992).



濱村 朱里 (学生会員)

1991 年生. 2014 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科卒業. 現在, 同大学大学院システム工学研究科システム工学専攻博士前期課程在学中. 災害時支援に関する研究に従事.



福島 拓 (正会員)

1986 年生. 2008 年和歌山大学システム工学部中退. 2013 年同大学大学院システム工学研究科博士後期課程修了. 博士 (工学). 現在, 静岡大学大学院工学研究科助教. CSCW の研究に従事.



吉野 孝 (正会員)

1969 年生. 1992 年鹿児島大学工学部電子工学科卒業. 1994 年同大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了. 博士 (情報科学). 現在, 和歌山大学システム工学部教授. CSCW, HCI の研究に従事.



江種 伸之

1969 年生. 1991 年九州大学工学部水工土木学科卒業. 1996 年同大学大学院博士後期課程修了. 博士 (工学). 現在, 和歌山大学システム工学部教授 (兼防災研究教育センター副センター長).