

# あかりマップ：日常利用可能なオフライン対応型 災害時避難支援システム

濱村 朱里<sup>1,a)</sup> 福島 拓<sup>2,b)</sup> 吉野 孝<sup>3,c)</sup> 江種 伸之<sup>3,d)</sup>

概要：東日本大震災後、ネットワークと情報技術を利用した研究やサービス開発が多く行われている。しかし、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、出先などの普段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、災害時に利用する機能を災害時にいきなり利用することは困難である。そこで、日常利用可能な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」の開発を行った。「あかりマップ」は、利用者へ避難支援情報を通知する機能および、災害時の機能を平常時から体験可能な災害モード、浸水域の表示機能を備えている。本研究の貢献は以下の3点にまとめられる。(1) 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。(2) 通知機能を長期利用してもシステムを利用するきっかけとなる。(3) 災害モードで浸水域を表示することによって、利用者に津波の危険性を意識させ、安全な避難所を選択することができる可能性がある。

## AkariMap: Evacuation Support System for Everyday Use in Offline Environment

AKARI HAMAMURA<sup>1,a)</sup> TAKU FUKUSHIMA<sup>2,b)</sup> TAKASHI YOSHINO<sup>3,c)</sup> NOBUYUKI EGUSA<sup>3,d)</sup>

### 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。災害発生直後は、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]。

また、東日本大震災当日に自宅もしくは職場から避難し

た人々が所持していた物品のうち79.6%が「携帯電話」であり、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版サービスの利用率は、2011年の調査において関東・東北地方で4.5%にとどまっている [5]。携帯災害用伝言版サービスは、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、災害前における携帯災害用伝言版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%と低い練習率である [5]。災害時に有用なサービスであるが普段から使い慣れていなかったため、災害時にいきなり利用することが困難であったと考えられる [5]。

地元や自治体内で災害時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

<sup>1</sup> 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

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

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

a) s155037@center.wakayama-u.ac.jp

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

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

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

長い [9] ため、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能な状態でも利用を可能とし、携帯電話で利用し、かつ平常時から災害時の機能を事前に体験できるシステム「あかりマップ」を開発した。本システムは、日常的に継続して利用してもらうために、システム側から利用者に現在地周辺の避難支援情報の把握を促す機能として通知機能を備えている。また、平常時から災害対応機能を体験する機能として、災害モードも備えている。

本稿では、まず第 2 章で関連研究について述べ、第 3 章では本システムの概要を説明し、第 4 章では本システムの機能について述べる。第 5 章では、通知機能を用いた実験について、第 6 章では災害モードを用いた実験についてそれぞれ述べる。第 7 章では本研究の結論について述べる。

なお、本稿ではオンライン時・オフライン時という言葉を用い、ネットワークが利用可能な場合・不可能な場合という意味で用いる。

## 2. 関連研究

本章では、災害時に利用するシステムの研究、平常時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。

### 2.1 災害時に利用するシステム

災害時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 [10]。このシステムは、避難者が自身のスマートフォン等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、災害時における情報共有に着目しており、平常時における利用は提案されていない。平常時から継続して利用していないシステムを災害時に使うことは難しいと考えられるため、本システムは、平常時から利用可能な設計とした。

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 [11]。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平常時に利用

可能であるが、平常時から利用を促すための仕組みの提案はされていない。本システムは平常時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をやウィジェット機能を持ち合わせている。

災害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 [12]。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、地元で利用可能となるシステムであり、出先での利用については提案されていない。本システムは、出先でも避難支援情報の把握が可能である。

### 2.2 平常時に利用するシステム

平常時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平常時から利用する地域コミュニティシステムがある [6]。平常時は一般の 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等の情報伝達、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。災害時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。

日常的な利用を前提とした災害時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 [13]。このシステムは、スマートフォンを利用し平常時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。災害時には、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。本システムとは平常時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。

平常時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 [14]。この研究では地域住民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。このシステムでは平

常時に利用することのみを想定しているが、本システムでは平常時および災害時も利用することを想定している。

### 3. あかりマップ

#### 3.1 概要

本システムは、災害発生前のオンライン時と、災害発生直後のオフライン時の支援をそれぞれ行うことを想定した、Android 端末を用いた常時利用型災害時避難支援システムである。オンライン時の支援は地図画面とウィジェット機能を用いて行う。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、平常時から継続してシステムの利用支援を行う。平常時から災害時対応機能を体験するために、災害モードで操作に慣れてもらう支援を行う。オフライン時は、災害発生前の平常時に取得した避難支援情報を端末に保存し、それをもとに支援を行う。

#### 3.2 設計方針

本システムの設計方針を以下に示す。

##### (1) 災害発生前のオンライン時

利用者がもつ 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取得を行う。利用者は周辺の避難支援情報を登録、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

オンライン時に取得したデータをもとに避難支援を行う。

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<sup>\*1</sup>と OpenStreetMap<sup>\*2</sup>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. あかりマップの機能

#### 4.1 通知機能

本節では、オンライン時に利用する、通知機能について述べる。

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 2(1) に通知バーの表示例、図 2(2) に通知内容の表示例を示す。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

\*1 <https://developers.google.com/maps/documentation/android/>

\*2 <http://www.openstreetmap.org/>

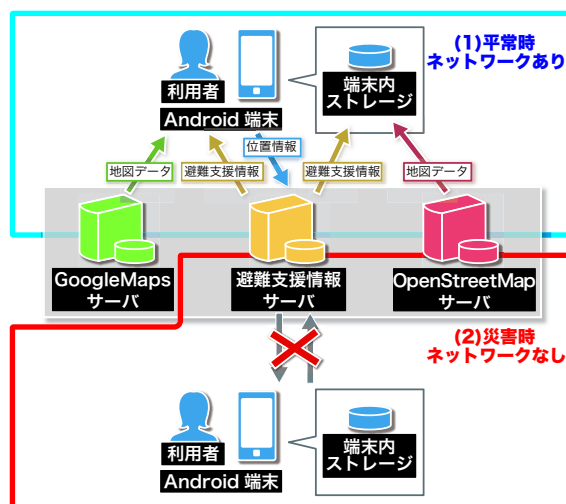


図 1 システム構成

Fig. 1 System configuration.

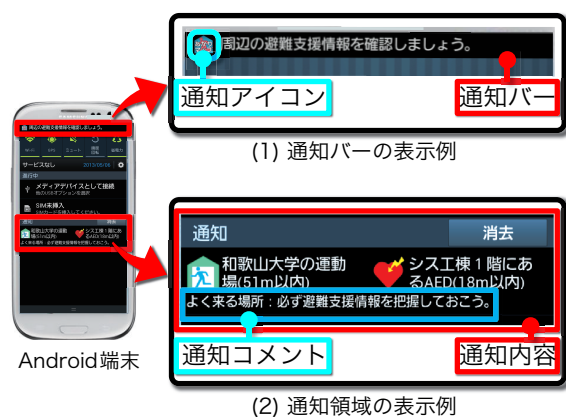


図 2 通知画面例

Fig. 2 Screenshot of a notification function.

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。

本機能は、初めて訪れた場所や、めったに訪れない場所では必ず通知し、利用者に避難支援情報の把握を促す。また、よく行く場所では頻繁には通知が行われないようにするが、中 3 日をあけて通知することで、利用者によく行く場所周辺の避難支援情報を覚えてもらうことを目的としている。

#### 4.2 地図機能

##### 4.2.1 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 3 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 3 地図画面例

Fig. 3 Screenshot of a map function.

ン(図 3(a))で表示する。避難支援情報はカテゴリに分かれており、カテゴリは現在、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・その他の5種である。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 3(b))。図 3(c)に地図上に浸水域<sup>3</sup>を表示した例を示す。浸水域の表示は、5章の実験ではシステムに実装していない。

#### 4.2.2 避難支援情報登録機能

本システムで利用する避難支援情報は、災害発生前のオンライン時に情報登録者が 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。

#### 4.3 災害モード

災害時対応機能を、災害時にいきなり利用することは困難である。そこで、災害時に容易に災害時対応機能の利用を可能とするため、平常時に利用する「災害モード」を用意する。災害モードではデータの保存機能および電池残量を意識させる機能を、災害発生前の平常時に体験することができる。災害モードは、5章の実験ではシステムに実装していない。

#### 4.4 ウィジェット

本節では、オンライン時に利用する、ウィジェット機能について述べる。

<sup>3</sup> 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。



図 4 ウィジェット画面例

Fig. 4 Screenshot of a widget function.

図 4 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、平常時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、平常時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。

### 5. 通知機能の実験

本章では、4.1 節で述べた通知機能を用いた実験について述べる。

#### 5.1 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

#### 5.2 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

表 1 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 1 Result of questionnaire about a notification function(5-point likert scale).

	質問項目	期間	評価の分布					中央値	最頻値
			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	4
		実験後	0	0	5	4	0	3	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	3
		実験後	0	2	3	2	2	3	3

・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)

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.

### 5.3 実験結果と考察

#### 5.3.1 よく行く場所における避難支援情報

表 1 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」(表 1(1)) 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, 時間のある時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 2 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. 記号は, 評価が上がっている場合は「○」, 変わらない場合には「-」, 下がっている場合は「×」を用いる. 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, 書き足すようにして行った. 表 3 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 日目と 10 日目から実験後の 2 つの期間から計算している.

表 2 から協力者 G 以外は評価があがっていることがわ

かる. 表 3 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. 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, 通学路はだいたいわかると思う」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が可能であることがわかった. 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 1(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同じ避難支援情報の通知は, 利用者が手動で通知させなくする機能が必要である.

#### 5.3.2 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 1(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, 実際の場所がわからない」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の方法を, わ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一人から, 「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.

表 2 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 2 Change of the number of questionnaire results about consciousness of evacuation support information.

	実験前	実験後	記号
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	○

・記号の説明 (「○」: 評価が上がっている, 「—」: 変わらない, 「×」: 下がっている)

表 3 把握している避難支援情報数の増加数

Table 3 Number of the increase of evacuation support 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 日目と 10 日目から実験後の 2 つの期間から計算している

## 6. 災害モードの実験

本章では、4.3 節で述べた災害モードを利用した実験について述べる。

### 6.1 予備実験

災害モードの予備実験として、大きな地震が起こったと想定し、「あかりマップ (災害モード)」を利用して避難所を選択するという実験を行った。予備実験時に利用できた機能は、地図機能、災害モードである。協力者は 5 名である。実験時に提示した避難支援情報は現在地と避難所、避難場所の標高および現在地からの距離である。本実験の結果、標高を考慮して避難所を決定した協力者は 5 名中 1 名のみであり、津波の危険を考慮せず安全でない避難所を選択してしまう協力者が存在することが明らかになった。

これらのことから、適切な避難所を選択してもらうため、浸水域を表示する機能を追加し再び実験を行った。

### 6.2 実験の概要

災害モードの実験として、「あかりマップ (災害モード)」を用いた避難支援に関する実験を行った。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 5 名、女性 7 名の合計 12 名である。実験協力者のうち、9 名が「あかりマップ」の利用経験があり、そのうちの 3 名が予備実験の参加者である。また、実験協力者 12 名を 6 名ずつ 2 グループに分けた。各グループの概要を以下に示す。

表示グループ 地図画面上に浸水域を表示する。

非表示グループ 地図画面上に浸水域を表示しない。

出先での利用を想定し、実験は実験協力者があまり知らない和歌山市内の地域で行った。実験時はネットワークの利用が可能である環境とした。これは、平常時からシステムを利用し、端末内に保存しておいたデータがあれば、オフライン時でも、オンライン時と同等の避難支援情報を提示できるためである。利用する Android 端末は貸し出した。なお、実験開始時の電池残量は 30 % とし、実験開始後 1 分ごとに 1 % 減るよう設定した。これは、電池残量へ意識を向けるためである。実験終了後にアンケート調査を行った。

本実験では、以下の 3 点について検証を行った。

- (1) 災害モードにおいて浸水域の表示の有無は、避難所の決定に影響するか、
- (2) 災害モードにおいて提供している情報は適切であるか、
- (3) 災害モードによって電池残量を意識するか、

### 6.3 実験場所の選定

本実験では、スタート地点周辺に避難所が複数ある。利用者は複数ある避難所の中から 1 箇所を選択する。表 4 に、本実験で利用者が選択した各避難所の詳細を、図 5 に、スタート地点および各避難所の位置関係を示す。表 4、図 5 におけるレベルとは、和歌山県が設定した津波時の緊急避難先レベルである\*4。レベルが 3 段階で設定されており、レベルが高いほど安全な避難所である。本実験時、緊急避難先レベルは協力者に提示していない。また、避難所の番号が小さいほど、標高は低い。

避難所 (1) はスタート地点から 1 番距離が近く、標高が低い。また、浸水域内に位置している。避難所 (2) はスタート地点から 2 番目に距離が近く、標高が低い。また、浸水域の近くである。避難所 (1) および避難所 (2) の緊急避難先レベルは 1 に設定されており、津波が来ると危険な避難所である。避難所 (3), (4) は、スタート地点から遠く、標高が高い。また、浸水域から遠い。避難所 (5) は、スタート地点から 1 番距離が遠く、標高が高い。また、浸水域から 1 番遠い。避難所 (3), 避難所 (4) および避難所 (5) の緊

\*4 <http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/011400/info/index5.html>

表 4 実験場所における各避難所の詳細

Table 4 Shelter locations around the test site in detail.

	避難所名	標高	距離	レベル
避難所 (1)	土佐町公園	1.9m	200m	1
避難所 (2)	牛町公園	3.4m	230m	1
避難所 (3)	雄湊公園	12.2m	430m	3
避難所 (4)	雄湊小学校	13.9m	470m	3
避難所 (5)	和歌山公園	32.9m	910m	3

・レベルとは、和歌山県が設定した津波時の緊急避難先レベルである。



図 5 実験場所周辺の避難所\*5

Fig. 5 Positions of the shelters around the test location.

急避難先レベルは 3 に設定されており、津波が来ても安全な避難所である。

また、今回の実験場所において浸水域と指定されていなかった、スタート地点から距離が近い避難所 (1) および避難所 (2) への途中の道を、浸水域として表示した。これは、スタート地点から距離が近い避難所 (1) および避難所 (2) へつながる道が浸水域であった場合、利用者はどの道を使うか観察するためである。

## 6.4 実験の流れ

実験の流れについて以下に示す。

- (1) 実験協力者をあまり知らない地域へ連れて行き (スタート地点)、南海地震が起こったと想定して、「あかりマップ (災害モード)」を利用して避難所を決めるように依頼する。
- (2) スタート地点から決定した避難所まで、「あかりマップ (災害モード)」の地図画面を見ながら移動するよう依頼する。
- (3) 避難所へ到着、もしくは 15 分以上経過で実験を終了し、アンケートへの回答を依頼する。

また、移動中に向かう避難所を変更しても問題ないこと

\*5 一部の浸水域を変更している。

を伝えた。さらに、避難所へたどり着けるかの能力は実験では確認していないことも伝えた。

## 6.5 実験の結果と考察

### 6.5.1 浸水域情報の有無

表 5 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 章と同様に 5 段階評価で回答を依頼した。表 6、表 7 に浸水域表示グループ、非表示グループの協力者が選んだ避難所と決定にかかった時間、および決定した理由をそれぞれ示す。決定にかかった時間については、両グループともに大まかに測った時間であるが、協力者によって大きな差はなかった。表 6 より、表示グループ は全員が避難所を決定する際に浸水域の情報を重視しており、災害時に浸水域となる避難所を選んだ協力者はいない。また、「『あかりマップ』で避難所を決定する際、津波が来る可能性を考えた」(表 5(1)) という質問において、全員が津波が来ることを意識したと答えた。表 7 より、非表示グループ の協力者 I および協力者 K は、災害時に浸水域となる避難所 (1) を選んでおり、避難所の標高ではなく、現在地からの距離の近さを重視していたことがわかる。また、その 2 人は「『あかりマップ』で避難所を決定する際、津波が来る可能性を考えた」(表 5(1)) という質問より、津波が来る可能性を考えていなかったと答えている。

これらのことから、浸水域の情報を表示することにより、災害時に津波が来ることを意識させ、安全な避難所を選択することができる可能性があることがわかった。

表示グループ の協力者 A, E は、浸水域内ではないが浸水域から近い避難所 (2) を選択している。避難所 (2) は津波時には危険な避難所であるとともに、避難所 (2) までの道のは浸水域となっている。協力者 A, E ともに避難所 (2) までの浸水域となっている道のを避けずに通っていた。これは、協力者 A, E は「避難所が浸水域でない」ということに重点を置き、標高が低い避難所であることと、避難所までの道のが浸水していることに対して危機感を感じていないためである。避難所の標高を表示するだけでなく、標高の低いところは想定以上の津波が来た時に危険となる可能性があることや、避難所だけでなく避難所周辺の情報も提示する必要があると考えられる。

また、非表示グループ の協力者 H は本研究の予備実験にも参加していた。予備実験において、協力者 H は避難所を決定する際「スタート地点からの距離」のみを考慮し、近い避難所を選んでいった。しかし本実験では、表 7 より、避難所を決定する際に、距離と標高を考慮している。これは、予備実験後に津波が来る可能性があることを知り、標高を考慮することが大事だと感じたためであると考えられる。

表 5 災害モードに関するアンケート結果 (5 段階評価)

Table 5 Result of questionnaire about a disaster mode function(5-point likert scale).

	質問項目	グループ	評価の分布					中央値	最頻値
			1	2	3	4	5		
(1)	「あかりマップ」で避難所を決定する際、津波が来る可能性を考えた。	表示	0	0	1	1	4	5	5
		非表示	1	1	0	1	3	4.5	5
(2)	「あかりマップ」で避難所を探す際、必要な情報を把握することができた。	表示	0	0	0	4	2	4	4
		非表示	0	0	0	6	0	4	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)  
 ・評価の分布の単位は人である。

表 6 浸水域表示グループが選んだ避難所と決定にかかった時間および決定の理由

Table 6 Shelters selected by the flooded area displayed group, the time required to make the selection, and the reason for the selection.

	避難所	決定にかかった時間	決定の理由
協力者 A	(2) 牛町公園	約 1 分	・浸水域かどうか ・現在地からの距離
協力者 B	(3) 雄湊公園	約 2 分	・浸水域からの距離 ・道路の有無
協力者 C	(4) 雄湊小学校	約 1 分	・浸水域との標高
協力者 D	(3) 雄湊公園	約 1 分	・浸水域からの距離 ・現在地からの距離
協力者 E	(2) 牛町公園	1 分未満	・浸水域かどうか ・現在地からの距離
協力者 F	(4) 雄湊小学校	約 2 分	・浸水域からの距離 ・標高 ・小学校であること

表 7 浸水域非表示グループが選んだ避難所と決定にかかった時間および決定の理由

Table 7 Shelters selected by the flooded area undisplayed group, the time required to make the selection, and the reason for the selection.

	避難所	決定にかかった時間	決定の理由
協力者 G	(5) 和歌山公園	約 2 分	・標高 ・現在地からの距離 ・避難所周辺の環境
協力者 H	(4) 雄湊小学校	約 2 分	・標高 ・現在地からの距離
協力者 I	(1) 土佐町公園	1 分未満	・現在地からの距離 ・道のわかりやすさ
協力者 J	(4) 雄湊小学校	約 2 分	・海岸からの距離 ・避難所の頑丈さ、高さ
協力者 K	(1) 土佐町公園	約 1 分	・目立つ建物の有無 ・目立つ道路の有無
協力者 L	(2) 牛町公園	約 1 分	・標高 ・現在地からの距離 ・自力で到着できるか

## 7. おわりに

本論文では、日常利用可能な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」の開発について述べた。本システムの有用性を示すために、評価実験を行った。評価実験の結果、以下の 3 点を明らかにした。

- (1) 通知機能を長期利用しても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。
- (3) 災害モードで浸水域を表示することによって、利用者に津波の危険性を意識させ、安全な避難所を選択することができる可能性がある。

今後は、長期利用によるシステム利用回数向上のために、利用者に継続的に楽しく避難支援情報や避難支援情報の詳細情報を追加してもらう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](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, pp200-220(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] 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), 2012-MBL-62(2), pp.1-4(2012).
- [11] 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).
- [12] 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).
- [13] 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), 2014-GN90-(24), pp.1-7(2014).
- [14] 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).