

災害時支援システム“あかりマップ”の 地域住民による防災マップ作成への適用

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

受付日 2016年4月10日, 採録日 2016年10月4日

概要: 多くの市町村がハザードマップや防災マップを発行しているが、保管率や利用率は低い。そのため、電子媒体を利用したハザードマップや防災マップを提供および作成を支援するシステムが多く存在する。また防災マップの作成の過程は、地域の人同士の交流や連携を支援するために利用できるといわれている。そこで、災害発生前から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」を利用し、地域の防災マップを作成する実験を行い、情報通信技術を用いた防災マップ作成における利用可能性や問題点などを考察した。本研究の貢献は以下の3点にまとめられる。(1) 地域住民によって情報通信技術を用いて防災マップを作る際に、密集した場所への情報の登録方法や情報の提示方法の工夫が必要である。(2) ゲーミフィケーションを用いて単に情報の登録数を競わせるだけでなく、情報の正確性の確保への貢献も可視化する仕組みが必要である。(3) 地域住民による情報通信技術を用いた防災マップの作成のために、情報通信技術に慣れた学生と一緒に防災マップの作成を実施する手法が有効だった。

キーワード: 防災マップ, ハザードマップ, 災害時支援, ゲーミフィケーション機能

Making of Disaster-prevention Maps by Local Residents Using the AkariMap Evacuation Support System

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

Received: April 10, 2016, Accepted: October 4, 2016

Abstract: Many municipalities publish hazard and disaster-prevention maps, but the keeping rate and the utilization rate are low. Thus, various electronic media can create and distribute hazard and disaster-prevention maps. The process of making disaster maps is claimed to support exchange and cooperation between people in an area. We have developed an evacuation support system called AkariMap that can be used offline in the aftermath of a disaster. We use AkariMap to make disaster-prevention maps of an area, and we discuss its applicability and the problems of using information and communications technology (ICT). The contributions of this study are as follows. 1) To have residents make a disaster-prevention map by using ICT, we need a device that can register and present information about a congested area. 2) We created a method of visualizing the accuracy of the information, and of encouraging the registration of information via a gamified competition. 3) We showed that the method of making a disaster-prevention map was as effective when employed by residents using ICT as it was when used by a student accustomed to ICT.

Keywords: disaster-prevention map, hazard map, support at the time of disaster, gamification function

¹ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

² 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama Uni-
versity, Wakayama 640-8510, Japan

³ 大阪工業大学情報科学部
Faculty of Information Science and Technology, Osaka Insti-
tute of Technology, Hirakata, Osaka 573-0196, Japan

1. はじめに

全国の自治体が発行する洪水および土砂災害に関するハ

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

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

c) taku.fukushima@oit.ac.jp

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

ザードマップは、2000年代に大幅な増加が見られており、特に2006年以降は毎年150前後の市町村がハザードマップを発行している[1]。ハザードマップとは、噴火、洪水、津波などの危険区域と関連する防災情報を示しており[2]、ふだんから防災情報を把握しておくための地図である。しかし、ハザードマップの保管率や利用率は低く[3]、平常時から利用する人は少数派に近い[1]。ハザードマップに関して、東日本大震災時「見ていなかった」と答えた人が54.7%であり、「壁に貼っていた」「自宅において、たまたま見ていた」と答えた人は合わせて19.7%にとどまっている[3]。

一覧性の高さや取り扱いやすさを考えると、紙媒体のハザードマップが最優先で提供すべきものであるが、解像度の低さや紛失しやすいことや、現在位置の確認がしにくいなどの欠点も存在する[4]。そこで今後は、多様な活用を見出ししていくために紙媒体を基本としつつも、電子情報の媒体で提供できることが必要となってくる[4]。

現在、電子媒体を利用したハザードマップの提供や防災マップの作成を支援するシステムが多く存在する[5]、[6]、[7]、[8]、[9]。しかし、これらの多くのシステムは、地域住民を巻き込んだ取り組みにはたどり着いていない。防災マップとは、災害の予測状況を示したハザードマップに、災害対策のための施設やサービスに関する情報を加えた地図である。Webサイトでハザードマップを提供している市町村も多く存在する。

また、防災マップの作成の過程そのものが、それまで防災訓練などに関わっていなかった人々の参加を促したり、関係者間の交流や連携を支援したりするための道具として利用できるといわれている。特に防災の専門家や実務家と一般の人々との交流を支援する働きは重要である[1]。

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システムの利用を可能とし、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[10]。我々はこれまで、地域住民を対象とした「あかりマップ」の利用実験を行い、利用可能性や改善点について調査してきた[10]。

「あかりマップ」は、避難支援情報を閲覧したり登録したりすることが可能な機能を備えており、電子情報媒体の防災マップとして活用できる設計となっている。今回、地域住民と学生を対象に「あかりマップ」を利用した防災マップの作成の実験を行い、情報通信技術を用いた防災マップ作成における利用可能性や問題点などを考察した。

本論文では、まず2章で関連研究を述べ、3章では本システムについて述べる。4章では実験の概要について述べ、5章では実験の結果について考察する。最後に、6章で本研究の結論についてまとめる。

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. 関連研究

本章では、関連研究として、防災マップの作成の支援やコンテンツ作成システムを用いた住民への効果について述べる。

豊田らは、紙ベースでの防災マップづくりの参加者および不参加の住民への効果を明らかにした[11]。従来研究の多くは、住民参加型のマップづくりへの参加者のみの効果について検証されてきた。豊田らは、作成された「防災マップ」を配布する先として、防災マップづくりへ参加しない住民が多いことに着目した。具体的には、「防災マップ」の存在が、避難のための情報確認や震災時の準備、震災時の物理的対策、避難のためのコミュニケーションに、どのような影響を与えたか、防災マップづくりの参加者および不参加の住民への効果を明らかにした。本研究では、豊田らの研究の観点と異なり、「情報通信技術を用いた」防災マップ作成に焦点を当てている点が大きく異なる。情報通信技術を用いる利点は、作成した情報の共有が容易、情報の追加や削除が容易などがあるが、情報通信技術を用いる課題もあり、知見の蓄積が必要である。

佐藤は、GPS付き携帯電話を用いたコンテンツ作成システムを用いて、マップ作成ユーザの使用前後の意識変化について調査した[12]。意識変化の観点として、地域イメージ、地域への関心、情報発信意欲、表現意欲の4つを用いて、マップ作成ユーザの意識の変化を調査した。調査の結果、ほとんどの項目が有意に向上したことを示した。本研究で用いているシステムは、佐藤が用いたシステムと同様に、GPS付き携帯電話（本研究ではスマートフォン）を用いたコンテンツ作成システムであるが、佐藤の調査と異なり、マップ作成の過程と作成されたマップの内容に焦点を当てている点が大きく異なる。

本研究と上記の研究との違いは、登録される情報の件数、位置の正確性、重複状況、各個人の活動状況、ゲーミフィケーションの効果、利用者の情報通信技術に対する考察など、情報通信技術を用いたコンテンツの作成に焦点を当てている点が異なる。

3. あかりマップ

3.1 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。

災害発生前は、利用者周辺の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。さらに、避難支援情報の閲覧を促す機能として通知機能、システムを利用するモチベーション維持のためのゲーミフィケーション機能がある。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の表示や、電池残量を時間で表示し、

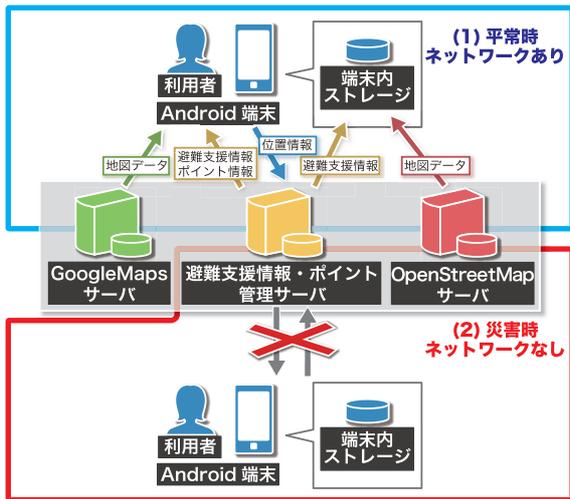


図 1 システム構成

Fig. 1 System configuration.

避難支援を行う。また、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。

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^{*1}とOpenStreetMap^{*2}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。

3.2 地図機能

3.2.1 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 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 6 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・危険場所・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、吹き出しが出現し、避難支援情報の簡易情報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。吹き出しをタップすることで、避難支援情報の詳細情報を閲覧することが可能である。詳細情報画面については、3.2.2 項で説明する。

また、3.3 節で述べるゲーミフィケーション機能で使用する現在の獲得ポイント数が状況表示バーに表示される(図 2(c))。図 2(d)のタブではランキング画面、ユーザページ画面が閲覧できる。



図 2 地図画面例

Fig. 2 Screenshot of the map function.



図 3 詳細画面例

Fig. 3 Screenshot of the detail function.

3.2.2 避難支援情報の詳細情報閲覧機能

図 3 に、詳細情報画面例(概要タブ)の画面例を示す。本機能では、選択した避難支援情報の画像(図 3(a))、避難支援情報のタイトル(図 3(b))、更新日(図 3(c))、3.3 節で述べるゲーミフィケーション機能で使用しているジョーレンの名前(図 3(d))、が閲覧できる。

またタブ(図 3(e))を切り替えることで、避難支援情報の概要、口コミ、画像が表示される。概要タブでは、避難支援情報の詳細情報がリストで閲覧できる(図 3(f))。また、編集アイコン(図 3(g))がついている項目については、利用者による編集が可能である。口コミタブでは、避難支援情報のコメントを投稿・閲覧できる。画像タブでは、避難支援情報の画像を投稿・閲覧できる。

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

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

3.2.3 避難支援情報新規登録機能

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。地図画面上の登録したい地点を長押しすると、その地点に吹き出しが表示され、その吹き出しをタップすることで新規登録画面へ遷移する。新規登録画面では、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。新規登録された情報は、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。

3.3 ゲーミフィケーション機能

利用者がシステムを利用したくなるような仕組みとして、ゲーミフィケーションを利用した以下の3つの機能がある。

- ポイント機能
- ジョーレン機能
- フラッグ機能

本節では、5章の実験において利用するポイント機能のみを説明する。ジョーレン機能、フラッグ機能については、既存研究 [10] に記述している。

ポイント機能は、避難支援情報を閲覧および更新、情報追加などの操作を行ったとき、ポイントを獲得できる機能である。図 4 に、ポイントのランキング画面例を示す。ポイントを獲得すると、各画面上部の状況表示バーに「地点ゲットにより、1 あかり pt 獲得！」などの、何をしてポイントを獲得したかについてのコメントが表示される。ポイント獲得イベントによってポイントを獲得すると、図 3(h) のように表示される。獲得したポイントは、他の利用者のポイント数 (図 4(a)) およびユーザ名 (図 4(b)) とともにランキング画面に表示され、閲覧することができる。本機能は、利用者にポイントを獲得したいと思わせることで、システムを利用するきっかけになることを目的としている。



図 4 ランキング画面例

Fig. 4 Screenshot of the rating function.

4. 実験

4.1 実験の概要

「あかりマップ」を用いた防災マップ作成における利用可能性や問題点などを検証するため、地域住民と学生を対象に利用実験を行った。本実験は、和歌山市内の住民 17 名、和歌山大学の学生 16 名に協力を依頼した。表 1 に実験協力者の住民の属性を示す。

実験協力者は、住民と学生を 1 名ずつの 15 グループ、住民 2 名と学生 1 名を 1 グループ、合計 16 グループに分けた。実験協力者の住民 E は実験途中で帰宅したため、アンケートはとっていない。

実験場所は、実験協力者が在住する地域である。実験当日までに、学生全員に「あかりマップ」の利用方法および実験の流れを説明した。実験当日、各実験協力者の住民に「あかりマップ」をインストールした Android 端末を、各グループに「あかりマップ」の使い方を書いたマニュアルをそれぞれ渡した。

避難支援情報は、和歌山県内の避難所の情報、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。住民へのアンケートの記述は、各グループの学生が住民に口頭で質問し、その回答を記入した。

表 1 実験協力者の住民の属性

Table 1 Attributes of the subjects.

実験協力者	年齢	IT スキル	グループ名
住民 A	79	△	グループ A
住民 B	77	△	グループ B
住民 C	80	△	グループ C
住民 D	81	△	グループ D
住民 E*	-	-	グループ E
住民 F	72	△	グループ E
住民 G	64	○	グループ F
住民 H	65	△	グループ G
住民 I	60	△	グループ H
住民 J	63	△	グループ I
住民 K	67	△	グループ J
住民 L	72	△	グループ K
住民 M	62	△	グループ L
住民 N	72	△	グループ M
住民 O	67	○	グループ N
住民 P	70	△	グループ O
住民 Q	69	△	グループ P

- ・「○」 ふだんからスマートフォンを利用している。
- ・「△」 ふだんからフィーチャーフォンの利用をしている。
- ・「-」 回答なし。
- ・グループ E のみ住民 E と住民 F の 2 名で構成されている。
- *実験協力者の住民 E は、実験の途中で帰宅したためアンケート調査を行っていない。

4.2 実験当日の流れ

実験当日の流れについて以下に示す。

- (1) 地域内の公園へ学生と住民が集合
- (2) 学生がグループの住民に、「あかりマップ」の使い方を説明
- (3) 1時間街歩きを行い、「あかりマップ」を使って防災マップを作成するよう依頼
- (4) 1時間後、地域内の公園でアンケートを記入

図5に実験中の様子を示す。図5は、実験当日の流れ(2)における、学生が「あかりマップ」の使い方を実験協力者に対して説明している様子である。

4.3 学生への依頼事項

実験前に学生へ、「あかりマップ」の使い方および実験の概要を説明した。実験時の行動について説明したことを以下に示す。

- (1) 実験協力者の住民に登録や更新することについて、「こういった内容を登録、更新してもよいか」などと質問された場合、否定的なことはいわず、どのような情報でも登録してもらうよう答える。
- (2) 実験後のアンケートで住民から質問された内容について聞くため、実験中に質問された内容を覚えておく。
- (3) 実験後のアンケートで住民の特徴的な行動を聞くために、実験中に特徴的な行動があった場合覚えておく。

4.4 実験開始時の説明内容

実験開始時に実験協力者全員へ説明したことについて以下に示す。

- (1) 「あかりマップ」で防災マップを作成する。
- (2) 「あかりマップ」で作業をするとポイントが獲得できるようになっている。
- (3) グループ内で協力し、防災情報を登録したり更新したりする。
- (4) 1時間後にスタート地点に戻ってくる。



図5 実験時の風景

Fig. 5 Photograph of the experiment.

5. 実験結果と考察

5.1 登録および更新された情報

表2に、新規登録された避難支援情報および別グループが同じ避難支援情報を登録した件数を示す。表2の登録件数は、登録者が不明^{*3}な避難支援情報も数えている。今回の実験において、登録者が不明な避難支援情報は6件あった。重複件数とは、登録が重複した避難支援情報の数である。同じ避難支援情報について、最大4つ新規登録されていた。

あかりマップには、あらかじめ県庁から提供された公的な避難場所およびAEDの場所が登録されている。実験開始前に、当該実験地域に表示されていた避難支援情報は、避難場所が2カ所、AEDが3カ所のみであった。表2から、すべての避難支援情報が増加している。増加した避難場所の多くは、公的な避難場所ではなく、「津波などの災害時に避難できそうな場所や建物」という意味で登録されていた。

AEDの設置場所については、届け出などの仕組みがないため、自治体での把握が十分ではない可能性がある。日本救急医療財団が提供している全国AEDマップ^{*4}で確認したところ、今回の実験で登録されたAEDが掲載されていた。ただし、広い建物や敷地の中では、実際の設置先とずれている可能性があり、今回のような情報の収集は、情報の正確さを期するため重要であると考えられる。

表3に、実験終了後の各実験協力者の住民が行った行動の最終内訳を示す。実験協力者の住民Cは、システムにログインしないまま実験を行ったため、操作ログが途中までしかとれておらず、データが少なくなっている。表3の新規登録数は、登録者が不明な情報は数えていない。表4に、グループの学生が気がついた地域住民が話してくれた防災に関する内容を示す。同行している学生に対して、防災・減災を話題として、具体的な話をしていることが分かる。

表2 新規登録された避難支援情報の内訳と重複件数

Table 2 Numbers of detailed items of registered refuge-supporting information and duplicated items.

避難支援情報	登録件数	重複件数
避難場所	31	6(4)
AED	6	1
コンビニ	7	2
自動販売機	38	8
危険場所	30	1
その他	32	5(4)
合計	144	19

・括弧内は他のカテゴリと重複していた件数を示している。

^{*3} 未ログインの状態では情報が登録されているものがあるため。

^{*4} AEDのメーカーを通じて入手した設置先の施設名や住所を掲載している。

表 3 各実験協力者の住民が行った行動の内訳

Table 3 Details of the behavior of each resident.

実験協力者	新規登録数	情報更新数	口コミ登録数	画像登録数	詳細情報閲覧数	ポイント獲得数
住民 A	7	0	0	8	9	88
住民 B	2	3	2	4	5	51
住民 C	0	2	0	0	0	1
住民 D	6	1	1	6	6	81
住民 E*	5	0	0	5	6	62
住民 F	5	0	1	5	10	54
住民 G	12	3	1	3	5	75
住民 H	10	1	1	10	9	111
住民 I	15	7	0	2	4	78
住民 J	14	1	1	15	21	169
住民 K	11	0	1	0	1	50
住民 L	5	0	0	11	5	82
住民 M	10	4	0	0	5	61
住民 N	11	0	0	2	2	63
住民 O	10	4	0	11	12	109
住民 P	5	1	0	4	4	56
住民 Q	10	0	0	12	12	122
合計	138	27	8	98	116	1,313

*実験協力者の住民 E は、実験の途中で帰宅したためアンケート調査を行っていない。

5.1.1 新規登録された避難支援情報の重複

避難支援情報の重複の判定方法は下記である。

- (1) 登録位置が接近しており、登録されている画像が同じ場合は、重複していると判定。
- (2) 登録位置が接近しており、避難支援情報のタイトルが同じ場合は、重複していると判定。
- (3) (2) においてタイトルが抽象的で判定不可能な場合、Google Earth 上で対象が 1 つであることを確認できれば、重複していると判定。

表 2 から、新規登録された避難支援情報 144 個のうち重複は 19 件あった。異なったカテゴリで、重複して登録された避難支援情報が 4 件あった。たとえば、大型ショッピングセンターや消防署が「避難場所」と「その他」に 1 件ずつ登録されていた。これは、大型ショッピングセンターや消防署が、災害時にどのように利用されるかについての考え方が、実験協力者によって異なったためであると考えられる。

表 2 から、同じカテゴリにおいて、重複して登録された避難支援情報は 15 件あった。重複していた情報は、登録された時間が異なっているため、先に登録されているものがあれば実験協力者は確認可能であった。しかし、先に登録されていた情報の位置が大幅にずれている場合があり、す

表 4 地域住民が同行学生に対して防災に関して話した内容

Table 4 Comments made about disaster prevention by a local resident to the accompanying student.

実験協力者	防災に関して話した内容
住民 A	・「このあたりだと〇〇を避難所として使わせてもらうことになっている」という情報に詳しい。
住民 B	・日ごろから防災への意識はあるような感じでした。ここの避難所は地震の場合だよとか、津波が来たら小学校の方に行くとか、災害時は近所を見て回らないといけないなどおっしゃっていました。
住民 C	・自分の地区の案内をしてくれました。この川の向こうは別地区になるからとかバス停の名前の由来とかなどをお話ししました。あと海抜何メートルかすごい気にしていました。自分の知っている情報とあかりマップで表示される情報が違ったみたいだったので。
住民 D	・ブロック塀のことをよく気にされていた（このブロック塀は危ない、など）。
住民 G	・地域の情報は細かく知っていた（この道は車が通るし細い、この坂は人によっては急、など）。
住民 J	・津波被害が予想される地域の住民の方だったので、とても津波の心配をなさっていました。ふだんから、津波が来たときの避難訓練を行っている様子です。 ・また、津波が来たときに避難する建物をあらかじめきちんとチェックしていて、他の住民と情報共有していました。どういった建物に逃げ込むのが効果的か、入念に避難場所を意識されている方でした。 ・実験では、津波が来たときに逃げ込める場所ばかりを入力しようとしていました。マンションや、2 階建のスーパーなどです。 ・浸水地域なのだから、津波被害を第 1 に懸念されている様子でした。
住民 M	・居住年数が 50 か 60 年くらいの方だったので、土地勘があり、地図を見なくても、避難所になりそうな場所や目印になりそうなものの場所を把握して、その場所に向かいました。
住民 O	・防災に対する意識が高かった。調査した地域にはあまり高い建物がなかったが、「津波が来たらここに逃げる」という避難場所を住民同士でも話し合っているそうです。学校などで行われている防災関連の行事にもよく参加されている様子でした。
住民 P	移動している最中に以下の情報を逐一教えてくれた。 ・標高（海拔？）がどれだけ変化しているか。 ・道が狭いから地震などで石垣が崩れると危ない。 ・ここらへんの地域は、高い建物が少ないから避難できる場所がない。 ・（まだ行っていない場所のことを指して）あそこは～だから一時避難場所としては良いと思う。

で登録されていることを認識できていなかった可能性が高い。実験協力者の住民のアンケートから「新規登録したい場所をうまく長押しできなかつた」というコメントが得られた。これは、多くの避難支援情報が登録されている地図上では、避難支援情報のアイコンが密集しており、長押ししたくても他のアイコンに反応してしまうためである。この場合、地図画面を拡大することで、密集した避難支援情報が分散し登録しやすい画面になるが、その操作が面倒であるというコメントも得られた。これらのことから、自分の登録したい場所に登録できなかつたため、ずれた場所に登録していた可能性がある。つまり、情報が登録されていたことを確認できず、同じ情報を新規登録したと考えられる。今後、新規登録した場所がずれた場合に修正できる機能や、地図画面上で避難支援情報のアイコンが密集する場合は、密集している情報をまとめて1つのアイコンで表示するなどの工夫が必要である。

また、実験協力者の学生のアンケートから、重複していると分かっていながら新規登録する行動をとっていた実験協力者の住民が存在したことが分かった。今後、すでに存在する避難支援情報付近に情報を登録しようとする際に、「登録されている避難支援情報ではありませんか?」といったポップアップを表示することを考えている。

5.1.2 登録された口コミ

表3から、口コミ登録件数はすべてのグループが2件以下であった。実験協力者の住民のアンケートから、「口コミを入力する操作が難しい」というコメントが得られた。実験協力者の学生のアンケートから、「住民の方は、口コミをどのようなものを登録してよいか分かっていないようだった」「文字の入力が難しそうだった」というコメントが得られた。

今回の実験において、スマートフォン端末の操作は実験協力者の学生が行い、実験協力者の住民が避難支援情報を見つけたり操作の指示をしたりするグループが多く見られた。今後、文字入力操作が難しい点に関しては、よく使われるコメントの定型文を用意しておき選択式で入力できるようにする。口コミに登録する内容が分からないという点に関しては、口コミの例を口コミ登録画面に表示することで、口コミ内容を考える支援を行う。

表5に、更新された詳細情報の内訳を示す。表5から、更新された詳細情報は、「何階建てか」の項目が最も多かったことが分かる。これは、建物の階数は外から見て確認することが可能であるためと考えられる。

実験協力者の学生のアンケートから、「地図画面上で情

表5 更新された避難支援情報の内訳

Table 5 Details of updated refuge-supporting information.

何階建てか	避難所の分類	耐震性の有無	備蓄の有無	発電機の有無	収容人数
16	1	7	1	2	0

報が重なっていたから、更新するのが難しかった」というコメントが得られた。これは、5.1.1項で述べた、重複して避難支援情報が登録されたことから、どの避難支援情報の詳細情報を更新すればいいか分からなくなったためであると考えられる。

5.2 ゲーミフィケーション機能による効果の違い

表6に、実験協力者の住民と学生に対するアンケート結果を示す。質問項目の機能を利用した実験協力者のみ回答しているため、質問によって回答人数が異なっている。

「ポイント獲得機能が、『あかりマップ』を利用するきっかけになった」(表6(1))という質問を行ったところ、5段階評価で住民は中央値3、最頻値2および4、実験協力者の学生は中央値4、最頻値4であった。評価の高かった実験協力者の住民からは、「登録が義務に感じなかつた」というコメントが、評価の低かった実験協力者の住民からは、「個人的に『津波の避難所を登録する』ことを主体にしていたから」というコメントが得られた。前回行った実験^{*5}と同様に[10]、実験協力者の住民と比べて実験協力者の学生の方がポイント獲得機能への関心が高かった。

「ランキングを見て、ポイントを増やしたいと思った」(表6(2))という質問を行ったところ、5段階評価で実験協力者の住民は中央値3、最頻値3、実験協力者の学生は中央値4、最頻値4であった。評価の高かった実験協力者の住民からは、「知り合いが頑張っているから、自分も頑張りたいと思った」「知り合いだから興味があつた」というコメントが、評価の低かった実験協力者の住民からは、「避難場所をきちんと登録することが大事」というコメントが得られた。今回の実験において、すべてのグループがユーザ名を実験協力者の住民の本名が分かるものに設定しており、ランキング画面から知り合いのポイント数の把握が可能であった。過去に行った住民対象の実験において、実験協力者7名中6名が、上位ランキングに知り合いの名前が載っていることに関心を持っており、同様の傾向が見られた[10]。これらのことから、ゲーミフィケーション機能がシステムの利用を促すことが分かった。しかし、評価の低い住民の一部は、本来の目的である防災に関する正しい情報を登録することに動機があつた。単に情報の登録数を競わせるだけでなく、情報の正確性の確保への貢献も可視化する仕組みが必要である。

5.3 作成された防災マップについての考察

図6に、実験前後の地図画面を示す。図6(a)は実験開始前、図6(b)は実験終了後の実験地域の地図画面である。図6(a)から、今回の実験地域には、あらかじめ5件の公

*5 前回の実験は、7名の住民を対象に、一部の住民には端末を貸し出して、日常生活の中であかりマップを使ってもらった。実験期間は10日間から21日間である[10]。

表 6 実験終了後のアンケート結果 (5段階評価)

Table 6 Results of questionnaire after the experiment (5-point Likert scale).

	質問項目	種類	評価の分布					中央値	最頻値
			1	2	3	4	5		
(1)	ポイント獲得機能が、「あかりマップ」を利用するきっかけになった。	住民	2	5	3	5	1	3	2, 4
		学生	0	1	5	8	1	4	4
(2)	ランキングを見て、ポイントを増やしたいと思った。	住民	0	4	5	2	4	3	3
		学生	0	1	3	7	3	4	4
(3)	避難支援情報の閲覧時の操作は簡単だった。	住民	0	3	7	3	0	3	3
		学生	0	2	1	6	7	4	5
(4)	避難支援情報の新規登録時の操作は簡単だった。	住民	1	4	5	4	0	3	3
		学生	0	1	5	9	1	4	4
(5)	避難支援情報のコメント・画像登録時の操作は簡単だった。	住民	1	4	4	5	0	3	4
		学生	0	0	2	8	5	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)



(a) 実験前

(b) 実験後

図 6 実験前後の地図画面

Fig. 6 Map screens before and after the experiment.

式な避難支援情報が登録されていた。表 2 および図 6(b) から、今回の実験で、この地域にはさらに 144 件の新たな避難支援情報が登録された。また、実験協力者の学生のアンケートから、「自分は気づかなかったが、住民の方だからこそ気づける情報があった」「避難場所とは指定されていないが、非常時には避難場所として利用できそうな場所を登録していた」というコメントが得られた。今回の実験で作成された防災マップは、自治体が提供している情報に加えて、地域住民が知っている避難支援情報が追加されたものとなった。

実験協力者の住民のアンケートから、「詳しい情報を入力できるので平常時に知識を得るための道具である『防災マップ』としての機能が大きいと思った」「皆の情報を集めて集約したら役立つ」というコメントが得られた。実験協力者の学生のアンケートから、「いざというときに役立つマップを作成できたのではないかと思う」「地域を熟知している人たちが入力してくれることで質の高い防災マップができる」というコメントが得られた。今回の実験において、地域内外の人々に役立つ防災マップを作成できたと考えられる。

しかし、登録される避難支援情報がすべて正しいとは限

らない。そこで、避難支援情報が登録されたときは管理者がチェックを行い、明らかに間違えているものは反映しないようにすることを考えている。また、実際に見なければ確認できない避難支援情報に関しては、地元住民が確認可能であるため、システム上で地元住民から管理者へ報告してもらおうような仕組みが必要となる。

これらの結果は、豊田ら [11] が述べている従来の防災マップづくりによって得られる効果 (地域の理解の向上、防災意識の向上) と同様であり、本研究における情報通信技術を用いた防災マップ作成が、従来の防災マップづくりと同様の効果を有する可能性を示している。

5.4 住民のスマートフォン端末への消極的な考え

表 1 から、スマートフォンを利用している実験協力者の住民は 17 名中 2 名だった。実験協力者の学生は 16 名全員がスマートフォン利用者であった。表 6 から、システムの操作性については、実験協力者の住民よりも実験協力者の学生の方が評価が高かった。操作性に関する評価が高かった実験協力者の学生のアンケートから、「スマートフォンの操作に慣れていたので簡単だった」というコメントが得られた。実験協力者の学生はふだんからスマートフォンを利用しているため、「あかりマップ」の操作は特に問題なく行っていた。

実験当日、一部の実験協力者の住民から「こういった端末は使えない」といったスマートフォン機器に対して消極的な発言があった。実験後、操作性に関する評価が高かった実験協力者の住民のアンケートから、「学生と一緒に使えた」「誰かに教えてもらいながら使える」というコメントが、評価が低かった実験協力者の住民のアンケートから、「1人でやるのは難しい」というコメントが得られた。

これらのことから、高齢者はスマートフォン端末の利用に抵抗を感じていても、学生などに使い方を教わりながら

システムを利用することによって、スマートフォン端末への抵抗感が低下することが分かった。

5.5 災害時支援システムの防災マップ作成の効果

実験協力者の住民のアンケートから、実験協力者の住民16名中7名が、「自分の地域について新しい発見があった」と答えた。発見があったと回答した実験協力者の住民から「話に聞いているだけだった新しい建物の存在を再確認できた」というコメントが、発見がなかったと回答した実験協力者の住民から「よく地域を回っているので、だいたいのことは把握できている」というコメントが得られた。今回の実験では、実験後に、自分たちで登録した情報を振り返る時間は設けられていなかった。今後、自分たちで作成した防災マップを振り返る時間を設けることで、他の人が登録した情報を閲覧することが可能となり、さらに新しい発見が得られると考えている。「自分の地域について新しい発見があった」という結果は、佐藤 [12] が述べている「地域再発見行為がそのままコンテンツ化できる」と同様の結果である。

また、実験協力者の学生のアンケートから、実験中に実験協力者の住民同士で立ち話をする場面が多く見られたことが分かった。地域ぐるみで防災マップの作成を行うことによって、住民同士の交流を促すことにもつながっている。この結果は、豊田ら [11] の防災マップづくりによって得られる効果と同様であり、情報通信技術を用いてもコミュニケーションのきっかけにつながっていることが分かった。

表4に示したように、多くの実験協力者の住民が、学生に地域の危険な場所などの情報を説明しており、グループ内で防災情報を共有していたことも分かった。地域のことを知らない学生とグループを組んで防災マップ作成を行ったことで、学生の災害意識を高める機会となったと考えられる。

6. おわりに

本論文では、災害発生前から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」を用いて、情報通信技術を用いた防災マップ作成における利用可能性を評価するために、住民と学生を対象とした利用実験を行った。

本研究の貢献は以下の3点にまとめられる。

- (1) 地域住民によって情報通信技術を用いて防災マップを作る際に、カテゴリ違いや登録位置のずれなどの問題のために、登録情報を画面上で共有しているにもかかわらず、登録情報の重複が生じた。登録場所によっては、密集して情報が存在することもあるため、密集した場所への情報の登録方法や情報の提示方法の工夫が必要である。
- (2) 住民に対するゲーミフィケーションの効果は分かれた。ゲーミフィケーション機能の効果が高い住民に対

しては、知り合いである他の利用者のポイント獲得状況の提示が、システムの利用促進に効果のある可能性を示した。ゲーミフィケーション機能の効果が高い住民の一部は、本来の目的である防災に関する正しい情報を登録することに動機があった。単に情報の登録数を競わせるだけでなく、情報の正確性の確保への貢献も可視化する仕組みが必要である。

- (3) 地域住民による情報通信技術を用いた防災マップの作成のために、地域住民だけではなく、情報通信技術に慣れた学生と一緒に防災マップの作成を実施する手法が有効だった。

本論文では、災害時支援システム「あかりマップ」を用いて防災マップ作成実験を行った結果、従来の防災マップづくりによる効果（地域の理解の向上、防災意識の向上）が得られており、情報通信技術を用いた防災マップ作成は十分に可能であることを示した。ただし、高齢者はスマートフォン端末の利用に抵抗を感じており、抵抗感を減らすために、複数人での利用などの人的な支援が必要である。

今後、地域で開催されている防災マップ作成イベントにおける利用を検討する。具体的には、手作業で行っている既存の防災マップ作成と情報通信技術を用いた防災マップ作成との連携方法について検討する。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費基盤研究 (A) (JP25242037) および和歌山大学平成 24~27 年度独創的研究支援プロジェクトの補助を受けた。

本実験のためにご協力いただきました、和歌山市野崎地区連合自治会会長の原明一様、鳥橋地区の自治会・婦人会の皆様、中筋章夫様には大変お世話になりました。

参考文献

- [1] 矢守克也：巨大災害のリスク・コミュニケーション，ミネルヴァ書房 (2013).
- [2] 田中 淳，吉井博明：災害情報論入門，弘文堂 (2008).
- [3] 佐竹健治，堀 宗朗：東日本大震災の科学，東京大学出版会 (2013).
- [4] 関西大学社会安全学部：防災・減災のための社会安全学，ミネルヴァ書房 (2014).
- [5] 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).
- [6] 蛇川みのり，大林直樹，吉本定伸，福本 徹：小学校のための安全マップ活動支援システムの開発，第 76 回全国大会講演論文集，pp.755-757 (2014).
- [7] 小林郁典，星野洋平，古田 昇：マップサービスを利用した緊急避難情報の提供，情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集，pp.537-538 (2013).
- [8] 前田実優，藤原 哲，大場みち子：Linked Open Data を用いた地域の防災支援システム，情報処理学会第 76 回全国大会，No.1，pp.773-775 (2014).
- [9] 五島達也，柴田義孝，橋本浩二：災害時における通信状態を考慮したスマートデバイス型情報共有システムの研究，情報処理学会第 77 回全国大会，No.1，pp.183-185 (2015).
- [10] 濱村朱里，福島 拓，吉野 孝，江種伸之：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”の実環境における利用可能性, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp.319-330 (2016).

- [11] 豊田祐輔, 鐘ヶ江秀彦: 住民参加型防災マップづくりのコミュニティ防災への効果に関する研究, 立命館国際地域研究, No.35, pp.25-43 (2012).
- [12] 佐藤 建: 住民参加型による地域情報化ツールの開発と効果に関する研究, 情報社会学会誌, Vol.5, No.2, pp.81-90 (2010).



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, コミュニケーション支援の研究に従事.



濱村 朱里

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. 2016年同大学大学院博士前期課程修了. 同大学院在学中, 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, 大阪工業大学情報科学部特任講師. CSCW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(兼災害科学教育研究センター副センター長).