

火災情報を即時共有する地域防災情報ネットワークシステムの 機能向上と評価に関する研究

—豊岡市出石伝建地区でのオンライン防災訓練を通して—

A Research about Improved Functionality and Evaluation of the System
of Immediate Sharing Fire Information
-Through a Online Disaster Prevention Drill in Izushi-

南本一樹¹・大窪健之²・金度源³

Kazuki Minamimoto, Takeyuki Okubo and Dowon Kim

¹京都市上下水道局 下水道部 (〒601-8166京都市南区上鳥羽鉾立町11-3)

Kyoto City Waterworks Bureau, Dept. of Sewerage

²立命館大学教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

³立命館大学准教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

Izushi is a historic city. Because wooden buildings crowd, such an area is at increased risk for facing each other for a fire. For the security of inhabitants, people need quick initial fire extinguishing and refuge. In sharing information between inhabitants, they can refuge more safely and extinguish fire. Through an online disaster prevention drill and Conjoint analysis in Izushi, a aim at checking of the system and extended functionality. Which information to display on the map could be founded.

Keywords: *online disaster prevention drill, Information sharing, usability, Conjoint analysis*

1. はじめに

(1) 研究の背景¹⁾

歴史的な町並みを残す地区の多くは観光資源としても活用され、地域経済に密接な関わりを持つ一方で木造建築物が密集していることから、火災に対する危険性が高いことが挙げられる。また、このような地区は文化財であると同時に、今でも住民らが暮らす生活の場としての側面を持ち、歴史的な町並みの保全を優先するため、ハード整備による防災上の対策には制約がある。そのため、火災時には住民の安全性確保や被害抑制のために、一刻も早く共助体制をとることのできる防災環境などのソフト面での防災対策が特に求められる。木造密集市街地での火災は一度延焼してしまうと手に負えなくなる恐れがあるが、早期に対応すれば消火の成功率は格段に上がる。初期対応を迅速に行われるようにするためには、出火場所の情報を消防組織だけでなく、地域内の住民同士でいち早く共有することが必要だと考えられる。また、仮に延焼した場合でも、住民や消防関係者が火災状況を俯瞰的に把握していれば、住民は最も安全なルートを選択して避難でき、消防組織は円滑な消火活動を遂行することが可能となる。

「地域防災情報ネットワークシステム」²⁾ (以下、本システム) は、地域内へ即時的に火災発生情報を伝えることを目的として、能美防災株式会社と立命館大学防災まちづくり研究室が共同で開発した火災通報

システムである。火災発生による延焼火災を防ぐために、各戸の住宅用火災警報器（以下、住警器）の信号をインターネットで共有し、地図と共にメールで一斉配信することが出来る。現在では特許番号を取得し、青森県黒石市中町重伝建地区に導入されている。また、2020年1月には本システムを用いた実践的な防災訓練を京都市中京区先斗町にて実施した³⁾。その際には地図上に出火点の他に「道路閉塞の恐れのある地点」「要援護者の位置」「街頭の消火設備」を地図上に表示可能とした状態を想定して実施し、参加者全員が危険箇所を避けた避難が可能になるなど本システムの有効性が明らかとなった。一方で地図情報の見やすさの向上や、機器の設置位置など導入に関する課題が明らかとなった。

(2) 研究の目的

本研究では、既往研究から明らかとなった地域防災情報ネットワークシステムの課題から、機能の改善案を検討する。検討した機能改善案について兵庫県豊岡市出石伝統的建造物群保存地区（以下、出石伝建地区）をケーススタディの対象に防災訓練を通して検証し、ユーザーの評価を得ることで、機能改善案についての個々の重要度を明らかにする。その上で、地域防災情報ネットワークシステムの機能向上や地域への最適化を検討することを本研究の目的とする。

2. 地域防災情報ネットワークシステムの概要

本章では地域防災情報ネットワークシステムのこれまでの開発経緯と使用方法、そして既往研究から明らかとなった本システムの課題について述べる。

(1) 開発経緯

本システムは、住警器を火災センサーとして用いて、火災センサーから受け取る火災情報を、無線ネットワークを通して地域全体に地図上で共有できる情報インフラである。現在では、火災情報を住民の携帯電話へのメールだけでなく、音声メッセージによる送信も可能となっている。

本システムは、2009年より篠山市重伝建地区・南丹市美山町北重伝建地区の協力のもと能美防災株式会社と立命館大学が共同で開発を行ってきたものである。2011年、深田ら⁴⁾によって住警器を発信機として開発が進められ、既存ネットワークを組み合わせることで地域で共有できる情報ネットワーク構築を目指した。2012年は大窪ら⁵⁾によってハード面の改良とシステムを用いた防災活動指針の作成を行った。さらに2013年も継続して機器開発が進められ、二段階通報の実装、属性ごとの配信内容の変更がなされた。2014年には古川ら⁶⁾によって篠山市篠山重伝建地区を対象としてシステムの前条件の設定がなされ、それを用いた住民駆け付け訓練を行い、その後、設定された前条件に対する住民の意見の抽出がなされた。加えて、2016年に岩井ら⁷⁾は災害対応に専門的な知識を持っている者からの評価を行い、京都府与謝野町加悦重伝建地区の特性に沿ったシステムの最適化を図った。その後本システムは製品化され、2020年には京都市先斗町にて製品化後初となる実践的な防災訓練が実施され、本システムの課題が抽出された⁸⁾。

(2) 本システムの運用方法

煙を感知した住警器の作動により本システムの起動が行われ、住警器が発する電波を屋外火災警報装置が認知する。屋外火災警報装置は警報音を発すると同時に住警器作動を伝える電波を発する。住警器作動情報がインターネット上のサーバを介して事前に登録されている火元近くの住民の携帯電話にメールとして配信される。メールを受け取った近隣住民は火災の有無を確認するために火元宅に駆け付けを行い、火災の発生が確認されれば、屋外火災警報装置の火災確定操作を行う。火災確定操作を行うと、地域内でメール登録を行っている住民全員並びに消防団へ火災発生を知らせるメールの配信を自動的に行う。煙が火災によるものでなかった場合でも、火災発生と同様に本システムの起動が行われる。屋外火災警報装置の作動も同様に行われ、火元近くの住民の携帯電話にメールが配信される。メールを受け取った近隣住民は火災の有無を確認し、火災が確認されない場合は誤報操作を行う。誤報操作を行うと誤報である旨のメールが先に配信された近隣住民にのみ送られる。そのため、誤報の場合は地域全体にはメールが配信されない。

(3) 地域防災情報ネットワークシステムの課題

2020年に、地域防災情報ネットワークシステムの導入を想定した実践的な防災訓練（以下、鍋屋町火災対応検証訓練）を実施した。鍋屋町火災対応検証訓練は、消火器の持ち込みと閉塞箇所を避けて避難するというものとなっていた。また、本システム的前提条件の設定として、出火点の他に地図上に「道路閉塞の恐れのある地点」、「要援護者の位置」、「街頭の消火設備」を地図上に表示し、参加者には予め指定した避難場所に避難して頂いた。その際に使用した地図を図1に示す。訓練の結果、本システムを活用し要援護者の元へ駆け付けた後、全参加者が閉塞箇所を避けて避難を行うことができ、本システムについての有効性が明らかとなった。一方で本システムについての課題も明らかとなった。表1に明らかとなった本システムの課題と改善方法について示す。これらの課題のうち、「地図の拡大表示ができず分かりにくい」「自身の位置情報など目印になる情報が欲しい」の2点については、本システムのベースとなる地図を変更することで改善が可能と考えられるため、本研究では残りの3点についての改善を検討する。



図1 使用した配信地図

表1 本システムの課題

| 明らかとなった課題 | 改善方法 |
|-----------------------|---------------------------------|
| 地図の拡大表示ができず分かりにくい | ベースとなる地図を変更する |
| 自身の位置情報など目印になる情報が欲しい | |
| 地図上にアイコンが多く重なってしまっている | 各アイコンの重要度を抽出し、優先的に表示するアイコンを検討する |
| 緊急時に機器を見つけられない可能性がある | ユーザーにとって見つけやすい機器の設置位置を抽出する |
| メールの着信に気づかない可能性がある | 音声メッセージの課題や有効性を明らかにする |

3. 研究方法について

本章では研究で用いた分析手法の詳細と本研究の進め方について述べる。

(1) 本研究の流れ

本研究の流れを図2に示す。「地図上にアイコンが多く重なってしまっている」という課題については、コンジョイント分析を用いて検討する。まず、本システムを構成する要因（地図上に表示すべき情報）を検討し、検討した要因についての評価基準を作成する。この要因の評価基準の組み合わせによりコンジョイントカードを作成する。後述するコンジョイントカードをアンケートとして配布し、本システムのユーザーがどの要因を重要視しているかを明らかにする。「緊急時に機器を見つけられない可能性がある」「メールの着信に気づかない可能性がある」の2点の課題については、防災訓練内にて参加者の意見を抽出し、改善可能か検討を行う。なお、本研究ではケーススタディの対象として、面的に木造密集市街地が広がっていることから延焼火災の危険性が高く、現在地区防災計画策定事業を進めていることから協力の得られた豊岡市出石伝建地区にて実施する。

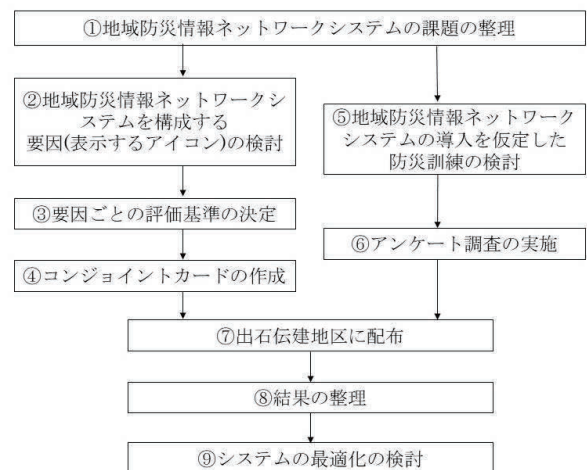


図2 研究の流れ

(2) コンジョイント分析とは

コンジョイント分析は、多属性選好を評価するマーケティング手法であり、商品の「要因」を「どの程度」変更すれば消費者に気に入ってもらえるのかを明らかにする手法である¹⁴⁾。この分析は、消費者に商品の要因を組み合わせで作成した商品例（コンジョイントカード）を評価してもらい、消費者が商品のどの要因を重要視しているのかを明らかにできる。本研究では、本システムを一つの商品と考え、本システムの地図上に新たに表示する追加情報を商品の要因として考えている。それらの要因を組み合わせでコンジョイントカードを作成し、好ましいものを順位付けをしてもらうことで、地図上に表示するどの情報を重要視しているのかを明らかにしていく。

(3) 調査方法の選定理由について

コンジョイント分析は、CVM¹²⁾と併に非利用価値を評価できる可能性のある手法として注目されている。CVMが単一属性の評価に向いているのに対して、コンジョイント分析は多属性選好を評価でき、属性別に価値を定量的に評価できることが特徴である¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。そのため、地図上に表示する情報の重要度を把握する方法としてコンジョイント分析を採用した。

(4) 対象地概要

出石伝建地区は、兵庫県の北東部に位置し、城下町の街割りを現在に残す観光地である。既往研究で対象とした先斗町と比較し、面的に木造家屋が広がっており、地域の中心部は木造家屋が密集していることから地震時の建物倒壊による道路閉塞や、延焼火災の危険性が高い。加えて、地区の東側は土砂災害、西側は水害と複数種類の災害の危険性が想定されている。

(5) コンジョイント分析の検討

a) 地域防災情報ネットワークシステムを構成する要因（地図上に表示するアイコン）と評価基準の検討

鍋屋町火災対応検証訓練では、「避難場所」は予め指定し「要援護者」「道路閉塞の恐れのある地点」「消火設備」の位置情報を地図上に表示した。これを出石伝建地区に置き換えた場合、表3のように「道路閉塞の恐れのある地点」「要援護者」「避難場所」の3点の重要度が高くなると考えた。そのため、これらを本システムを構成する要素とし、各情報が地図上に「表示される」/「表示されない」の2水準を評価基準としてコンジョイント分析を検討した。

表 3 各要因の詳細

| 豊岡市出石伝建地区の特徴 | 重要と考えられる機能 |
|-------------------|-----------------|
| 木造密集市街地である | 道路閉塞の恐れのある地点の表示 |
| 高齢者の割合が高い | 要援護者の表示 |
| 災害の種類によって避難場所が異なる | 避難場所の表示 |

b) コンジョイントカード作成

本来、3要因で評価基準が2つの場合、 $2^3=8$ 通りを比較する必要がある。しかし表4のような直交表を用い、4枚のコンジョイントカードを作成することで、8通りすべてを評価した時と同様の効果を得ることができる。本研究では、L4直交表を用いてパターン①～④の4枚のコンジョイントカードを作成した。

表 4 L4 直交表

| | 要援護者の位置情報の表示 | 避難場所の位置情報の表示 | 道路閉塞の恐れのある地点の表示 |
|-------|--------------|--------------|-----------------|
| パターン① | ○ | ○ | ○ |
| パターン② | ○ | ○ | × |
| パターン③ | ○ | × | ○ |
| パターン④ | × | ○ | ○ |

(6) 地域防災情報ネットワークシステムの導入を仮定した防災訓練の検討

新型コロナウイルス感染症の影響により、対面での防災訓練の実施が困難となっている。一方で、オンライン上であれば、地域防災情報ネットワークシステムの追加機能を疑似的に再現することが可能である。そのため、本研究では機能拡張案をオンライン上で一部再現し、訓練を実施することとする。

4. オンライン防災訓練について

本章では地域防災情報ネットワークシステムについての理解を深めるために実施した、オンライン防災訓練についての詳細と結果について述べる。

(1) 訓練の概要

本研究におけるオンライン防災訓練はスマートフォン・タブレット端末・パソコンのいずれかを用いて専用のHP上にて行う形式となっている。電子機器の操作が難しい参加者が多いことから、一部参加者は紙媒体にてアンケート調査のみを行った。表5に訓練概要を、表6に年代別回答数を示すアンケート調査については、オンライン防災訓練防災上で公開している本システムの説明と同じ内容を掲載し、情報量に差異が生じないようにした。

表 6 年代別有効回答数

表 5 オンライン防災訓練概要

| | | |
|-----|-----------|----------------------|
| 日時 | | 2021/12/15~2022/1/31 |
| 対象地 | | 豊岡市出石伝建地区 |
| 回答数 | 防災訓練 | 17 |
| | アンケート調査のみ | 47 |

| | |
|-------|-----|
| 年代 | 回答数 |
| 30代 | 5 |
| 40代 | 1 |
| 50代 | 10 |
| 60代以上 | 40 |
| 未回答 | 2 |
| 計 | 58 |

(2) 訓練内容について

オンライン防災訓練の内容は、初めに平常時（本システムが導入されていない状態）での初期消火方法について確認した後に、本システムを導入した場合における行動の変化を確認するものとなっている。2章で挙げられた「緊急時に機器を見つけれない可能性がある」という課題に対して、設置位置の候補を選択肢から回答してもらうことで、出石伝建地区における屋外火災警報装置の適切な設置位置を検討する。また、「メールの着信に気づかない可能性がある」という課題に対しては、現状の音声メッセージを確認した上で、音声メッセージの有効性と好ましいと感じる改善案を選択してもらうことで、音声メッセージの運用方法を検討する。各訓練項目ごとの詳細を表7に、訓練内での質問項目を表8に示す。紙媒体での参加者は赤色に着色された項目のみ実施した。

表 7 訓練シナリオ

| 訓練項目 | 訓練内容 |
|------------|-----------------------------------|
| 機器の位置の確認 | 機器の設置位置としてふさわしいものを選択する |
| 機器の操作の確認 | ボタン操作をクイズ形式で確認する |
| 音声メッセージの確認 | 音声ファイルの再生、メッセージの内容としてふさわしいものを選択する |
| 地図の読み取りの確認 | 避難ルートをクイズ形式で選択する |

表 8 訓練内質問項目

| 質問項目 | 選択肢 |
|---|--|
| 屋外火災警報装置を皆様のご家庭に設置することになった場合、どこに設置するのがよいと思いますか。 | インターホンの横・表札の横・ポストの横・玄関のドア・その他 |
| 音声メッセージの内容は聞き取ることができましたか。 | 聞き取ることが出来た・うまく聞き取ることが出来なかった・音声メッセージを再生できなかった |
| 音声メッセージでは、出火地点の情報をどのように伝達すべきだと思いますか。 | 建物名（例：永楽館、〇〇宅）・住所（例：出石町柳17-2）・建物名と住所の組み合わせ・その他 |
| 音声メッセージによる情報共有は有効だと思いますか。 | 有効だと思う・どちらかというと有効だと思う・あまり有効だとは思はない・有効だとは思わない |

(3) 訓練の結果

訓練結果を図3, 4, 5に示す。機器の設置位置について、「インターホンの横」が最も多く、他項目についてはあまり差が見られなかった。音声メッセージについては、「音声聞き取りにくかった」と回答した参加者は一人もおらず、82.4%が「音声メッセージは有効だと思う」と回答していた。また、メッセージの内容について、「建物名と住所の組み合わせ」が最も多く、次いで「住所」よりも「建物名(店舗名)」での情報共有を好む回答が多かった。

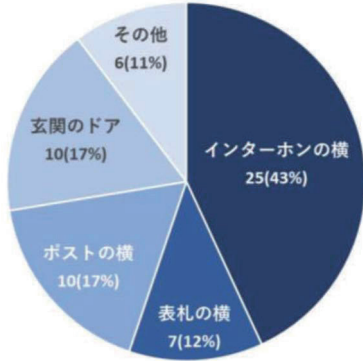


図3 訓練結果①

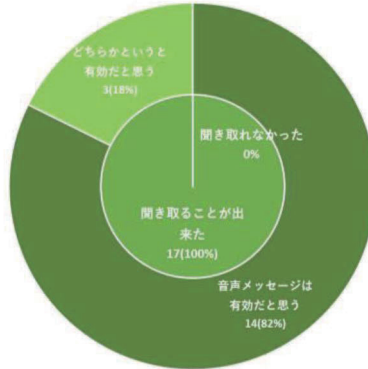


図4 訓練結果②

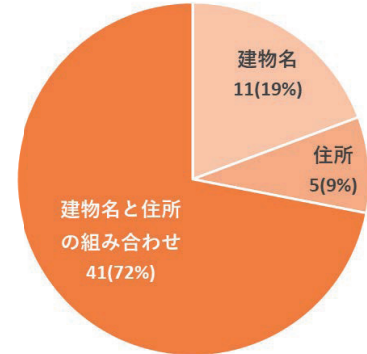


図5 訓練結果③

(4) 考察

屋外火災警報装置の設置位置については、周囲の人間が駆けつけて機器を操作するため、インターホンと扱い方が似ていることから「インターホンの横」が最も多くなったと考えられる。また、音声メッセージの内容について、居住歴の長い住民は、住所や建物名のみで場所を特定できるが、居住歴が浅く若い住民は場所を特定することが難しい。誰もが場所を特定できる必要があるため、建物名と住所を順に共有し、場所を特定できた住民から動き出すことで効果的な運用が可能であると考えられる。

5. アンケート調査について

本章では地域防災情報ネットワークシステムの追加機能を評価するために実施したコンジョイント分析の結果とその考察について述べる。

(1) 調査の概要

前述した4枚のコンジョイントカードについて、好ましいと感じたものを理由とともに順位付けしていただく。得られた結果を基に、各項目についての重要度を算出する。重要度の算出については、株式会社アイスタットが開発したフリーソフトである多変量解析ソフトウェアを用いる¹⁸⁾。

表8 アンケート概要 (2/2 時点)

| | |
|-----|----------------------|
| 日時 | 2021/12/15~2022/1/31 |
| 対象地 | 豊岡市出石伝建地区 |
| 配布数 | 296部 |
| 回答数 | 76 (内、有効回答数58) |

(2) コンジョイント分析の結果

回答者の約7割を占める60代以上は「要援護者の表示」を最も重要視しており、全体としても「要援護者の表示」の重要度が最も高い結果となった。一方で、60歳未満は「避難場所の表示」をより重要視している傾向があった。加えて、地区西側・東側は、中心部と比較して「避難場所の表示」を重要視していることが分かる。また、全体を通して「道路閉塞の恐れのある地点の表示」の重要度は低い結果となった。

表9 コンジョイント分析結果①

| | 全体 | 60代以上 | 60歳未満 | 地区中心部 | 地区西側 | 地区東側 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 要援護者 | 41.0% | 41.1% | 38.3% | 44.4% | 42.0% | 28.5% |
| 避難場所 | 34.2% | 32.9% | 40.0% | 31.3% | 38.0% | 39.3% |
| 道路閉塞 | 24.8% | 26.0% | 21.7% | 24.3% | 20.0% | 32.3% |

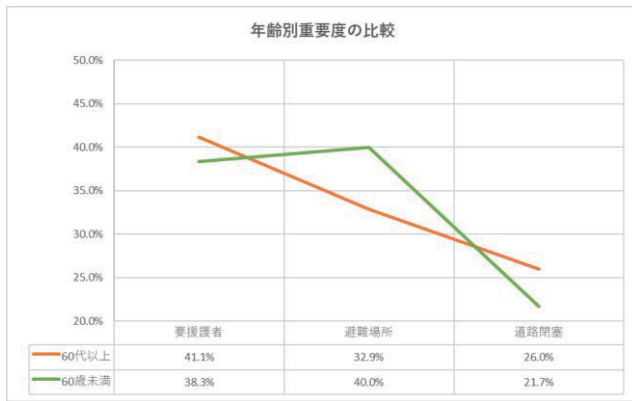


図 6 コンジョイント分析結果②

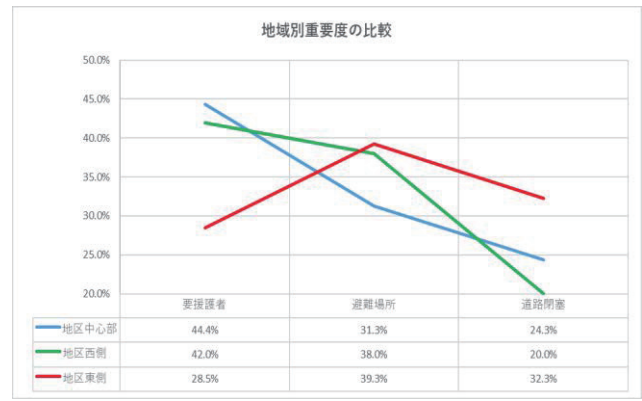


図 7 コンジョイント分析結果③

(3) 考察

出石伝建地区全体の特徴として高齢者の比率が高く、60代以上の回答者の中には自分自身が要援護者に該当する場合もあり、「要援護者の表示」を重要視する傾向が見られたと考えられる。また、地区西側は水害の、東側は土砂災害の危険性が高く、複数種類の災害による被害が予測されることから中心部と比較して「避難場所の表示」の重要度が高くなったと考えられる。「道路閉塞の恐れのある地点の表示」については、出石伝建地区は木造家屋が面的に広がっていることから、倒壊箇所を視認できる可能性が高く相対的に重要度低くなったと考えられる。

(4) 地域防災情報ネットワークシステムの共同開発者へのヒアリング

本研究で得られた結果を基に、追加機能の実装に向けての課題をヒアリングした。音声メッセージの変更や「避難所」「道路閉塞の恐れのある地点」の位置情報の表示については開発コストや技術的なハードルが比較的低い。また、「要援護者の表示」の仕方については居住地と現在地のどちらを表示するのか検討する必要がある。一方で、開発当初はスマートフォンでの利用を想定しておらず、地図の変更やアプリケーション化については開発コストの面でハードルが高いことが明らかとなった。

表 10 ヒアリング結果

| 項目 | 想定される課題や実現可能性 |
|-------------------|---|
| 音声メッセージの変更 | ・音声メッセージを長くすることで待ち時間も増える可能性がある。 |
| 「要援護者」の表示 | ・事前に収集した情報を表示するだけなら容易に可能だが、リアルタイムで位置を表示する場合、端末との連携やアプリ開発の必要がある。 |
| 「避難場所」の表示 | ・災害種別に表示することは可能 |
| 「道路閉塞の恐れのある地点」の表示 | ・簡易的な傾きセンサーを設置することで建物倒壊情報を共有することは可能 |
| ベースマップの変更 | ・オンライン上の地図を使用することは可能だが、使用料やアプリ開発などコスト面でのハードルが高い。 |

6. おわりに

(1) まとめ

全体を通して「要援護者の表示」を重要視する意見の割合が高く、人命を優先するためにも、出石伝建地区に限らず「要援護者の表示」を優先すべきと考えられる。また、出石伝建地区のように複数の避難場所が想定される地域では「避難場所の位置情報」も併せて優先的に表示することで、本システムの効果的な運用が期待できる。今回重要度を検討した3点についてはいずれも重要な情報である一方で、アイコンの表示を増やしすぎることによって地図が見にくくなる恐れがある。そのため、「道路閉塞の恐れのある地点」の表示については慎重に検討すべきだと考えられる。

音声メッセージについては、誰もが場所を特定できる必要があるため、出石伝建地区の場合は建物名と住所を順に共有することで効果的な運用が可能であると考えられる。また、名字が同じ住民が多くいる地区の場合は屋号を使った共有など、メッセージが長くなりすぎないように工夫する必要がある。

(2) 今後の課題

本研究で明らかとなったユーザーの求める機能が必ずしも地域にとって必要な機能と一致するわけではなく、本研究で検討した本システムの運用方針が、地域の防災上の課題に添ってどれほど改善されるのかを確認するまでは至っていない。従来の機能と比較して、今回検討した改善案によってどれだけ防災上の課題が解消されるのか検証する必要がある。また、実装のハードルが高いことが明らかとなった一部の改善案については、費用対効果を求め、実装を検討する必要がある。

オンライン上での調査は時や場所を選ばず参加でき、全員が同様の体験をできるという利点がある。一方で、本研究ではオンライン上での参加者が少なく、紙媒体でのアンケート回答者の方が多かった。本研究のように未実装のシステムを検討する場合、オンライン上での調査は利点が多く、今後はオンライン防災訓練などの参加のハードルを下げる工夫を検討する必要があると言える。

謝辞：本研究を進めるにあたり豊岡市出石振興局、出石伝建地区及びその周辺地域の住民・事業所の皆様、能美防災株式会社の皆様には多くのご尽力と貴重なご意見等を賜りました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 文化庁：<https://www.bunka.go.jp/>
- 2) 能美防災株式会社：<https://www.nohmi.co.jp/>
- 3) 南本一樹・大窪健之・金度源：「災害情報の即時共有を目的とした地域防災情報ネットワークシステムの機能拡張と評価に関する研究―路地の多い先斗町での防災訓練を通して―」
- 4) 深田亮介・大窪健之：「住宅用火災警報器を活用した地域防災情報ネットワークの構築に向けた実証実験～篠山市篠山重伝建地区を対象として～」：歴史都市防災論文集,Vol.4(2010年7月)
- 5) 森主成・大窪健之・福山大典・林倫子：「火災状況の即時的共有を目指した地域防災情報システムの開発～ハードウェアの改良と実証実験を通じた防災活動指針の検証～」
- 6) 古川真史・大窪健之：「火災情報を即時共有する地域防災情報システムの配信条件とその内容に関する研究～篠山市篠山重伝建地区を対象としたユーザー評価と課題抽出～」
- 7) 岩井渉・大窪健之・金度源・林倫子：「災害情報を即時共有する地域防災情報ネットワークシステムの機能拡張と地域特性に着目した配信方法の検討」 歴史都市防災論文集,Vol.9(2015年7月)
- 8) 澤森奨太・大窪健之・金度源：「伝統的街並みにおける防災上の課題抽出と重要となる防災活動に関する研究～豊岡市出石伝統的建造物群保存地区を対象として～」
- 9) 岩澤友也・大窪健之・金度源：「住民防災ワークショップを通じた防災活動指針の提案～豊岡市出石伝統的建造物群保存地区を対象として～」
- 10) 千葉陵平・大窪健之・金度源：「感染症拡大状況下におけるオンライン防災訓練の有効性に関する評価～豊岡市出石重伝建地区を対象として～」：歴史都市防災論文集,Vol.15(2021年7月)
- 11) 大橋弘明・留野俊也・豊田祐輔・酒井宏平・鐘ヶ江秀彦：「都市縮小時代での伝統的建造物群保存地区の社会的脆弱性と今後のコミュニティ防災に関する考察」：歴史都市防災論文集,Vol.15(2021年7月)
- 12) 国土交通省：「仮想的市場評価法（CVM）適用の指針」
- 13) 福永靖史・大窪健之・金度源：「マーケティング手法を用いた避難所機能の評価と整備方針の提案～歴史的地区での豪雨災害に備えて～」
- 14) 橋本直樹・桜井慎一・閑野高広・細井淳一：「コンジョイント分析による人口なぎさ造成政策の評価に関する研究」：1999年度第34回日本都市計画学会学術研究論文集
- 15) 加藤由紀子：「コンジョイント分析による北海道新幹線のアクセス交通の評価について」：日本国際観光学会論文集,第24号
- 16) 鷹島充寿・桜井慎一：「市民が望む調整池の親水公園化整備に関する研究～常時耐水型調整池に対するアンケート調査及びコンジョイント分析結果～」：日本建築学会論文集第80巻第711号 1139-1146,2015
- 17) 西埜智研・樋本圭佑・田中哮義：「住民による消火活動を考慮した飛び火現象の確率的予測モデルの開発」：日本火災学会論文集,60巻(2010)2号
- 18) 統計分析研究所株式会社アイスタット：「多変量解析ソフトウェア操作マニュアル」