

地域の防災ニーズを考慮した水害リスクマネジメント支援システムの提案と有効性の検証*

Integrated Supporting System for Community-based Flood Risk Management*

山本 幸**・山田文彦***・柿本竜治****・田中健路*****・藤見俊夫*****

By Miyuki YAMAMOTO**・Fumihiko YAMADA***・Ryuji KAKIMOTO ****・Kenji TANAKA*****・Toshio FUJIMI*****

1. はじめに

地球規模の気候変動が懸念されるなか、安全で安心な国民生活を今後も維持・確保するために、科学技術の成果を積極的に活用することが求められている。第3期科学技術基本計画（平成18年3月）では、「安全が誇りとなる国～世界一安全な国・日本を実現」が政策目標の一つとして示された。これを踏まえ、科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会 安全・安心科学技術委員会の提言「安全・安心科学技術の重要研究開発課題について」（平成19年7月）においては、安全・安心を脅かす社会的課題を解決し、科学技術の成果を社会に実装する方向性が示された。具体的には、災害時における地域の安全・安心を確保するためには、人文・社会学的観点からの分析や社会構造・仕組みの面からの検討を行うとともに、情報システムやシミュレーション等の工学的要素技術と教育およびリスクコミュニケーション等の社会的要素技術とを組み合わせた統合型システムとして対応する必要性が指摘されている。

水害対策を考えた場合、今後も行政主導（公助）によるハード対策の推進は必要不可欠であるが、豪雨などの計画規模を超える外力変動は常に存在するため、ハード対策のみに依存した水害対策では限界が生じる。そこで、今後の水害対策では、地域住民や地域コミュニティが主体（自助・共助）となり、行政や専門家などと連携した地域防災力向上の取り組みが重要となる。そのため、ハードとソフト対策を両輪として実施し、実効的な自助・共助により被害最小化を目指す、防災から減災へ方向転換が進められている。こうしたなか、水害を単に自然現象としてではなく、地域社会の中で発生する社会経済現象として捉え、住民を含めた地域水害リスクマネジメント手法の活用が注目されている¹⁾。

*キーワード：地域水害リスクマネジメント、情報システム、PDCAサイクル、リスクコミュニケーション

**正員，工学士、熊本県上益城振興局

（熊本県上益城郡御船町辺田見391-6、TEL096-282-2111）

***正員，博士（工学）、熊本大学大学院自然科学研究科

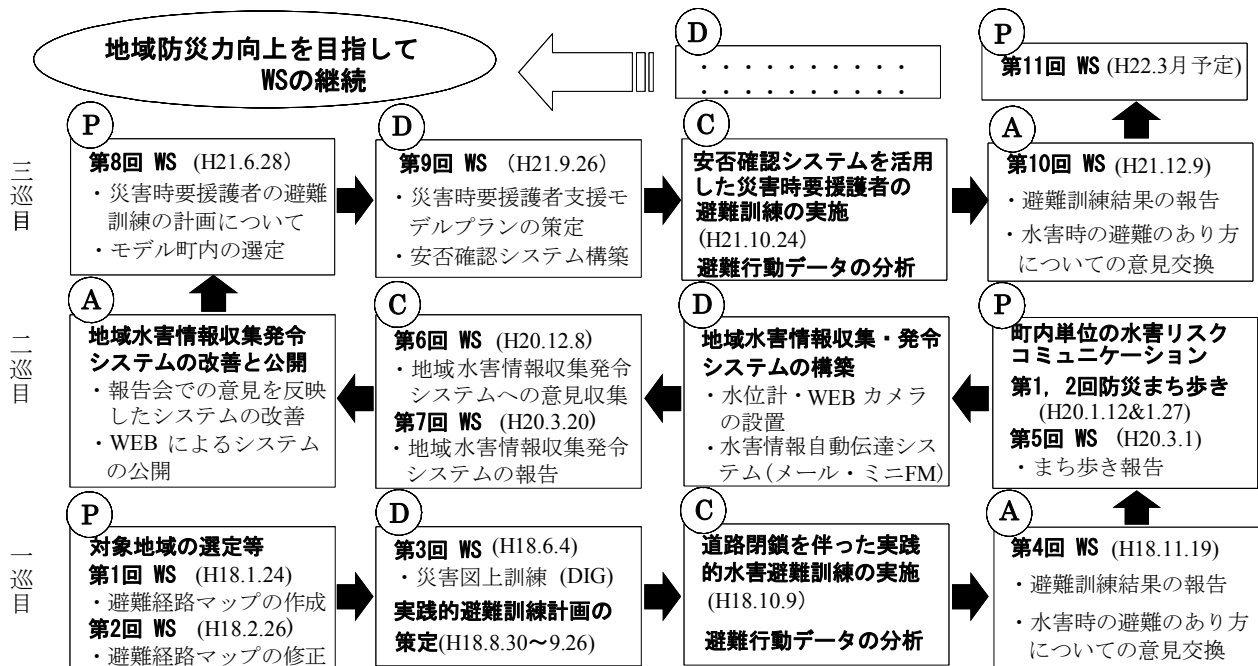
****正員，博士（学術）熊本大学政策創造研究教育センター

*****正員，博士（理学）熊本大学大学院自然科学研究科

*****正員，博士（農学）熊本大学大学院自然科学研究科

このように、住民参加型の地域水害リスクマネジメントの必要性は広く認知されつつあるが、行政と住民との水害に対する意識や知識にはかなりの開きがあり、これが地域内での防災活動や情報伝達の阻害要因の一つとなっている。したがって、情報発信とともに地域内の防災情報の理解力・伝達力を高める必要があり、そのためにも平常時から災害時を想定したリスクコミュニケーション手法の活用が重要となる²⁾。先行研究例としては、田村ら³⁾は、戦略計画の概念をワークショップに適用し、地域防災計画の策定を行っている。川島ら⁴⁾は、地域コミュニティレベルでの水害リスクコミュニケーションを支援するシステムを開発し、地域への適用を試みている。また、片田ら⁵⁾は、行動指南型の洪水ハザードマップを用いた水害リスクコミュニケーションの提案を行っている。しかしながら、「地域固有の防災ニーズを汲み上げるために、どのようにリスクコミュニケーションを設計し、実践するのか、また、特定地域の防災ニーズに対応しながら地域防災力を向上させるとともに、他地域へ展開可能な方法論をどのように構築してゆくのか」との視点で継続的に地域水害リスクマネジメントの実践を試みた研究事例は非常に少ない。

災害時における地域防災力の向上という目標に向かうためには、平常時からの取り組みが重要である。しかし、自分自身が直接災害を経験した場合でない限り、他地域での災害を自分の身にも起こりうるものとして、長期間その意識を継続することは容易ではない。そこで筆者らは、リスクコミュニケーションを中心としたワークショップをPDCA（Plan-Do-Check-Action）サイクルの各ステップに位置づけた地域水害リスクマネジメントの実践フレームを提案し、災害経験や意識が希薄になる中で、地域住民の防災活動への興味や理解、参加意欲などを観察・調査することで、次のステップの取り組みや活動内容を改善する取り組みを行なっている。このような地域住民の反応への対応やリスクコミュニケーションにおける双方向性を実現する手段として、PDCAサイクルを位置付けている。また、本手法の有効性を検証するため、平成17年度より熊本市壺川校区でケーススタディを開始しており、現在も継続中である。これまでにPDCAサイクルの3巡目が完了した段階である^{6,7)}。



図ー1 熊本市壺川校区で実践中の地域水害リスクマネジメントの具体例

本論文では、熊本市壺川校区における地域水害リスクマネジメント手法の実践を通じて得られた地域住民の防災ニーズを示すとともに、校区内での共助活動を支援するために開発したオーダーメイドの情報支援システムの有効性の検証と他地域へも展開可能な方法論の検討を目的としている。

以下、本論文の構成は次のとおりである。2章では、まずこれまで取り組んできた地域水害リスクマネジメントの実践活動の概要を示すとともに、把握された地域の防災ニーズについて説明する。3章では、地域の防災ニーズを考慮したオーダーメイドの情報支援システムの内容について説明する。4章では、本支援システムの有効性を検証するために行なった運用試験について説明し、提案した支援システムの有効性の評価と課題について考察する。最後に5章で本研究のまとめについて述べる。

2. 住民参加型の地域水害リスクマネジメントの実践と地域住民の防災ニーズの把握

本研究での地域水害リスクマネジメントの定義は、“地域内で想定される水害リスクを可能なかぎり抽出し、その対応策を予め検討・実施するとともに、その結果を評価して事前対策の改善に結びつける一連の行動指針”である^{1),8)}。より具体的な定義は次の3項目としている。

- ① 予測される水害に対する対策を迅速かつ効果的に実施すること。
- ② 常時水害を監視し、発生を的確に予測すること。
- ③ 水害時に個人が的確な行動を取れるように水害や対応行動の教育・訓練を計画・実施すること。

そこで、本研究で提案する PDCA サイクルに基づく地域水害リスクマネジメント手法は、以下の4つのステップから構成される。

- ① ステップ P (Plan) : 計画の立案
- ② ステップ D (Do) : 計画の実施
- ③ ステップ C (Check) : データ分析
- ④ ステップ A (Action) : 計画の修正・確認

図ー1に熊本市壺川校区での実践例を示す。地域水害リスクマネジメントの実践に際しては、前述のようにPDCAの各ステップで地域住民のご意見・感想等に応じて、次のステップのWSやリスクコミュニケーションの内容を変化させた。1～3巡目のPDCAサイクルにおける各ステップの内容は以下の通りである。

a) 1巡目のPDCAサイクル

- 1ー① ステップ P : 対象校区での水害時避難経路の作成 (第1・2回WS)
- 1ー② ステップ D : マイハザードマップを用いた災害図上訓練の実施 (第3回WS)
- 1ー③ ステップ C : 水害避難訓練の計画と実施
- 1ー④ ステップ A : 水害避難訓練時の避難行動データ分析の報告会 (第4回WS)

b) 2巡目のPDCAサイクル

- 2ー① ステップ P : 町内単位の防災まちあるき・防災情報のニーズの把握 (第5回WS)
- 2ー② ステップ D : 校区住民のニーズに応じた地域水害情報収集・警報発令システムの構築

- 2-③ ステップ C：地域水害情報収集・警報発令システムの改良（第 6・7 回 WS）
- 2-④ ステップ A：地域水害情報収集・警報発令システムの公開・運用

c) 3 巡目の PDCA サイクル

- 3-① ステップ P：災害時要援護者を含めた避難訓練の計画・モデル町内の選定（第 8 回 WS）
- 3-② ステップ D：災害時要援護者の個別支援プランの策定（第 9 回 WS）
- 3-③ ステップ C：災害時要援護者を含めた避難訓練の実施・安否確認システムの運用試験
- 3-④ ステップ A：避難訓練時の避難行動データ分析の報告会（第 10 回 WS）

このように、PDCA サイクル 1 巡目および 2 巡目のステップ P まで、約 2 年間の校区住民とのリスクコミュニケーションを通じ、お互いの顔が見える信頼関係を築くとともに、校区住民の防災ニーズを把握することに専念した。これにより把握された主な地域の防災ニーズは、以下の 2 点である。

- ① 校区内の内水氾濫に関する情報収集と提供
- ② 災害時要援護者の避難方法・安否確認

これらのニーズに対して、2 巡目のステップ D 以降で、それらの情報を校区住民・大学・行政機関で共有するとともに、校区内での共助活動を支援するオーダーメイドの支援システムの開発と運用試験などを行ってきた。

以上のように、現在実践中の地域水害リスクマネジメント手法は、地域の実情やニーズを捉えながら、それに応じてリスクコミュニケーションの内容を変化させることで、地域住民の参加意欲を維持し、継続的な地域防災力向上を支援しようとするものである。現在、本手法は地域特性や災害形態の異なる複数の地域にも適用し実践中であり、その有効性を検証中である⁹⁾。なお、本手法の他地域展開においては、ワークショップの中身となる各ステップでの活動内容を適用地域の実情に合わせて修正するのみであり、実践フレーム自体は変更していない。

3. 地域水害リスクマネジメント支援システムの提案

（1）地域水害情報収集・警報発令システム

1・2 巡目の PDCA サイクルでのリスクコミュニケーションを通して把握された校区内で頻発する内水氾濫の情報収集とその情報伝達という校区の防災ニーズ①に対応するために、校区内の内水氾濫が起きやすい場所に水

位計・雨量計・WEB カメラを設置し、警戒値を超えた段階で、警報メール・ミニ FM 放送等の複数手段を利用し、氾濫発生の前兆を校区内の住民に自動伝達するシステムを構築中である（図-2）。写真-1 に熊本市壺川校区中央在宅センター前に設置した計測システムの全景を示す。

水位計は水圧式で 0.1 mm までの読み取り精度を有する。雨量計は転倒ます方式で 0.5 mm までの読み取り精度を有し、WEB カメラは防水機能を有する。これらのデータはデータロガーに蓄積され、ftp 機能を用いて高速ネットワークを利用して 10 分毎に熊本大学のサーバにデータを自動転送する。ミニ FM に関しては写真-2 に示すように、ノート PC と FM トランスミッターを利用し、中継局なしで約 400 m 半径の領域に音声放送を配信している。水位の観測値が閾値を超えた場合は、町内の代表者をはじめ、事前登録を希望した方に警報メールが自動送信される。なお、閾値に関しては梅雨時期の観測結果により随時見直すこととしている。現在、本システムの計測データをインターネット上で一般公開し、運用安定性などを検証した（図-3）。

（2）災害時要援護者の避難状況・安否確認システム

本システムは地域の防災ニーズ②に対応し、発災直前や災害時に、校区内の災害時要援護者の方の避難状況を行政・地域・大学の担当者が迅速に確認できるシステムとして開発を行っている。システムの概要は図-4 に示すように、現状では携帯電話と地理情報システム（GIS）をベースとした情報伝達・収集システムである。具体的には、図-5 に示すように、発災直前や災害時に、要援護者の方の個別支援プランに登録された避難支援者の方に要援護者の方の安否確認および避難支援依頼メールを送信し（a）図）、支援者はメール内に記載されている URL から支援状況を報告する web ページへアクセスし、支援状況を選択する（b）図）。災害時であるので、すべての操作はワンクリックで行なえるように設計しており、選択できる項目は以下の 4 つである。

- ① **対応できない**：支援者がなんらかの事情により支援行動を取れない場合
- ② **不在、安否不明**：要援護者が不在、もしくは安否の確認が取れない場合
- ③ **支援開始**：要援護者の安否が確認でき、支援を開始した場合
- ④ **支援完了**：避難所へ避難が完了した場合

対象地域に水位計・雨量計
Webカメラを設置



Webカメラの画像例(坪井川の増水時の様子)

地域内に限定した防災情報の発信が可能



水位計・雨量計の警戒閾値を超えた場合の警報発令イメージ図

図-2 地域水害情報収集・警報発令システムの概要

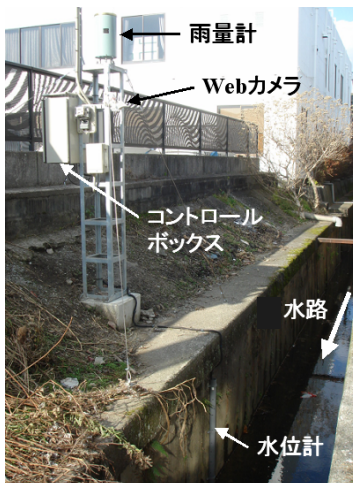


写真-1 地域水害情報収集・警報発令システムの全景

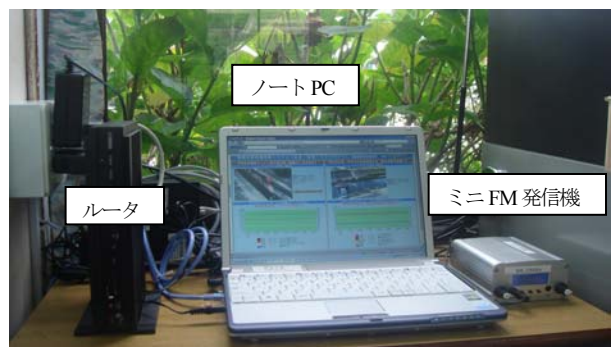


写真-2 ミニ FM 発信局

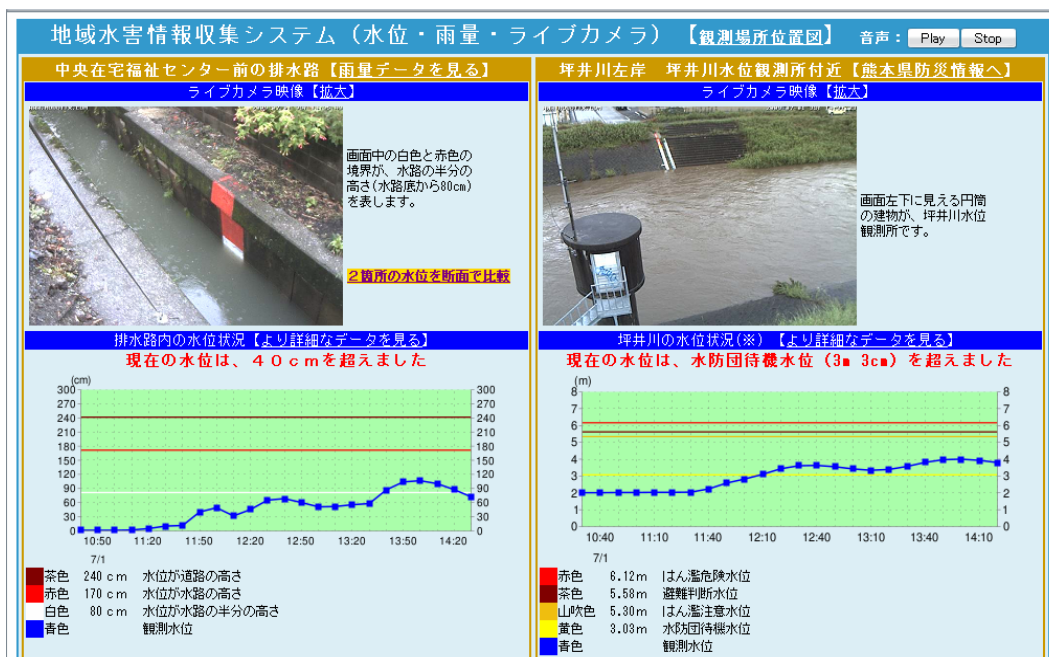


図-3 地域水害情報収集システムのHP画面の一例

(http://www2.kumamoto-bousai.jp/anpi/kosen/pcopen_toppage.php)

選択した情報は、熊本大学の防災情報管理用のサーバへと送信され、サーバ内のデータベースと照合、個人の属性や避難状況を自動で特定する。また、一次支援者が不在などで支援不能の場合や状況報告で「対応できない」を選択、もしくは一定時間報告が無かった場合は、個別支援プランに登録された二次支援者へと支援依頼のメールを自動送信する。

次に、安否が確認された要援護者の方の位置情報は、熊本県が平成 20 年 8 月に一般公開した無償の GIS 地図データベース（くまもと GPMaP）上に表示される。ここで、くまもと GPMaP は Web-GIS ではなく、また、個人情報保護の観点からも、安否確認の地図情報は、**図-3** の HP からダウンロードし、クライアント側で作図する方式を採用している。ここでダウンロードされるデータはくまもと GPMaP 固有の作図データ（csv ファイル）のみであり、それ自体を見ても、個人情報は一つもない。また、このデータを GIS 上に取り込むためには、専用に開発したバッチプログラムと基本データが必要となるため、事前登録申請を行なった校区の方以外へのデータ流出が防止できる。**図-6** は、後述する避難実験時の結果を GIS 上で表示した例を示す。個人情報保護の観点から、表示方法は個人宅ではなく、ブロック単位として複数の住宅を含んだ状態であり、避難状況に合わせて色分けして表示する。現段階では避難状況に応じて、支援未着手→黒、支援開始→黄、支援完了→青、支援者不在→赤、といったように色分けを行っている。なお、個人情報保護の観点から、メール、web ページ共に個人情報については一切の記載を行っていない。

（3）地域包括支援方式（個別支援プラン）

1・2 巡目の PDCA サイクルでのリスクコミュニケーションを通して把握された災害時要援護者の避難方法・安否確認という地域のニーズに対応するために、前節では携帯電話と GIS を組み合わせた災害時要援護者の避難状況・安否確認システムを開発した。しかし、本支援システムの地域内での実効性を高め、他地域へも展開可能な統合化システムとして確立を目指すためには、要援護者の個別支援プラン作成と連動した地域展開の取り組みが不可欠であり、今回熊本市地域保健福祉課と共同して校区住民の意見を反映した個別支援プラン（地域包括支援方式）を作成したので、その概要を説明する。

まず、災害時要援護者とは、発災時に自力では災害の認知、情報収集行動、避難行動をとることが困難であり、一連の行動には支援を要する人々のことを指す⁹⁾。具体的には、日常生活においては支障がなくとも、発災時の情報の理解・判断が困難である心身障害者や乳幼児など、避難行動に支障が出うる高齢者や傷病者、妊婦などが、あるいは日本語の理解に乏しく、災害情報の受容・

理解に制約のある外国人などがこれに該当する。要援護者支援には日々の情報収集・共有が不可欠となるが、代表的な情報収集・共有方式は以下の 3 つである⁹⁾。

① 関係機関共有方式：

個人情報保護条例の既定を利用し、要援護者本人から同意を得ずに、平常時から福祉関係部局が保有する要援護者情報を防災関連部局、自主防災組織、民生委員などの間で共有する方式

② 手上げ方式：

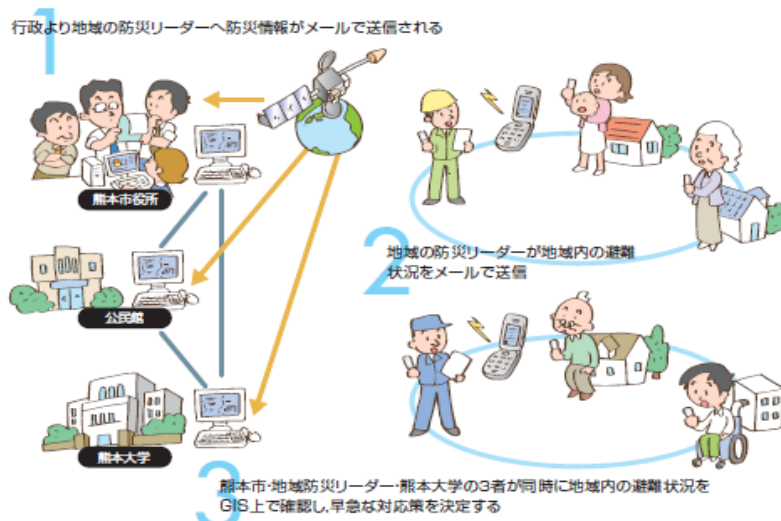
登録制度の広報・周知の後、自ら要援護者登録名簿などへの登録を希望した者の情報を収集する方式

③ 同意方式：

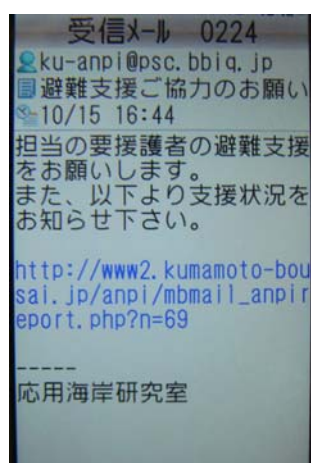
防災・福祉関連部局、自主防災組織、福祉関係者などの関係機関が要援護者本人に直接的に働きかけ、必要な情報を収集する方式

熊本市では当初②の手上げ方式を採用していたが、登録は要援護者本人の自発的な意思にゆだねるため、無自覚者や障害を有することを他人に知られたくない者も多く、十分に情報収集できていない傾向にある。そのため、現在の災害時要援護者登録者数は約 3,700 人程度にとどまっている（熊本市の住民基本台帳によると 65 歳以上の高齢者は 137,528 人、障害者は 34,194 人である）¹⁰⁾。そこで熊本市でも③の同意方式との併用を実施中である。

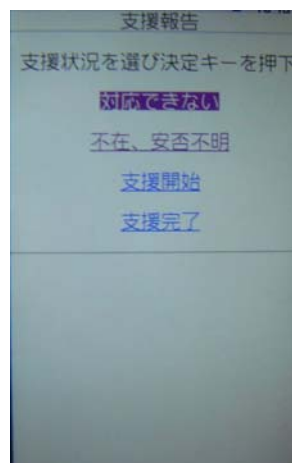
本研究における熊本市と協同して作成する災害時要援護者個別支援プランでは、③の方式を積極的に取り入れ、壺川校区内にモデル町内を 4 つ設定し、防災・福祉関連部局、福祉関係者、地域の代表者、民生委員名などが災害時要援護者本人に直接的に働きかけ、個別支援プランを作成した。その特徴は、要援護者 1 人に対し、隣保組をベースとした一次支援者（3～4 名）、二次支援者（他の隣保組あるいは他町内から 3～4 名）、場合によっては民間支援会社を含めた三次支援者を定め、一次支援者が何かしらの理由で支援不能になった場合、二次・三次支援者が支援行動を行うといった、段階的で面的な支援体制（地域包括支援方式）を確保することである。これにより、より確実な避難支援体制の構築を目指している。また、それぞれの要援護者宅からの避難経路についても支援者間で事前確認を行い、安全な避難経路をプランに導入している。しかし、このプランはあくまでも計画であるため、災害時に有効に機能するかどうか、避難訓練などを通して検証する必要がある。今回提案した個別支援プランと本支援システムの実効性・安定性を検証するために、次章で示す災害時要援護者の方を含めた校区内の避難行動実験を行った。



図ー4 災害時要援護者の避難状況・安否確認システムの概要

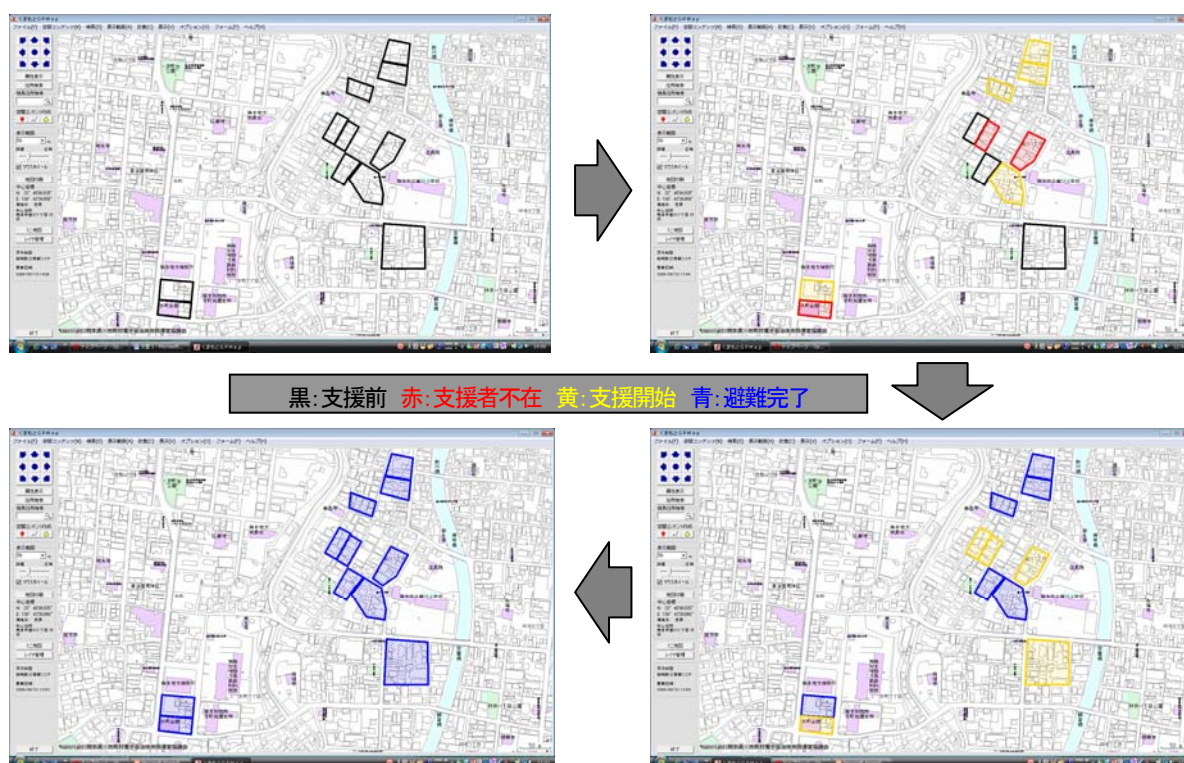


a) 支援依頼メールの画面



b) 支援報告用の携帯画面

図ー5 災害時要援護者避難状況・安否確認システムの携帯画面



図ー6 災害時要援護者の避難状況・安否確認システムのGIS上での表示例（熊本市壺川校区）

4. 提案支援システムの有効性の検証

(1) 地域水害情報収集・警報発令システム

3 (1) で述べたように、本システムの計測データや画像は平成 20 年 11 月よりインターネット上で一般公開し、運用安定性などを検証した(図-3)。利用方法については、ワークショップ内で説明を行うとともに、校区住民の意見を取り入れ、利用方法の改善を行っている。表示内容に関しても同様に、定期的な修正を行っている。具体的には、

- ① 豪雨時には、校区内の水路画像だけでなく、坪井川本川の映像も確認したいとの要望をいただき、平成 21 年 3 月より配信している。
- ② 校区住民への説明会を行う中で、計測したデータや画像を携帯電話からも確認できるようにして欲しいとの要望があり、平成 21 年 6 月より配信している。
- ③ 水位の上昇について WEB カメラの映像は非常にわかりやすいとの評価をいただいた。しかし、夜間の増水時には、照明だけでは状況がわかりにくいとのことで、水路と本川の水位状況をアニメーションで表示する改善を行った。
- ④ 現在は、ミニ FM 発信局を壺川校区内に 1 箇所しか設置していないため、発信局から離れた場所に住んでおられる方からは、雑音が多くて放送が聞き取れないので、改善して欲しいとの要望をいただいた。これについては、校区内の小学校に協力をお願いし、職員室内にミニ FM 発信局を増設していただけることとなった。現在、設置準備を進めている。

このように、開発中のシステムに関しても、利用者の意見を参考にしながら、PDCA サイクルに基づく改善を行っている。本システムは試験運用を 1 年間行った後、その安定性が確認できたので、他地域への展開を始めている。現在、熊本市内の若葉校区において、同様のシステムを設置し、データ配信と住民への説明を開始した。

(2) 個別支援プラント連動した災害時要援護者の避難状況・安否確認システム

a) 災害時要援護者を含めた校区内の避難行動実験

今回提案した個別支援プランと本支援システムの実効性・安定性を検証するために、災害時要援護者の方を含

めた校区内の避難行動実験を行った。避難行動実験の日時・参加者等を表-1 に記す。本実験のシナリオとしては、平成 21 年 10 月 24 日 9 時 30 分、M7.2、震度 6 弱の地震が発生、壺川校区では地震による家屋倒壊、火災が発生、また、傾斜地では土砂崩れが発生するという想定で行った。ここで、水害ではなく、地震を想定して避難実験を行った理由は、毎年行われる熊本市主催の災害医療訓練の一部として本実験を地域行事として組み込んでいただき計画を行ったためである。実験では、より実際の被災状況を再現するために、当校区内に通行止めや支援不能となるといったトラップを複数設定し、災害時要援護者個別支援プランや安否確認システムの有効性の評価および避難行動調査を行った。トラップの配置箇所は図-7 に示す。なお、本実験での避難場所は、熊本市の指定避難場所である熊本市立壺川小学校とした。

表-1 避難行動実験の日時・参加者等

実施時期・場所	参加者
2009 年 10 月 24 日(土) 9:30~11:00 天候：晴天 避難場所：熊本市立壺川小学校	住民 88 (内要援護者 11)、行政 38、NPO 1、大学関係 56、その他 8

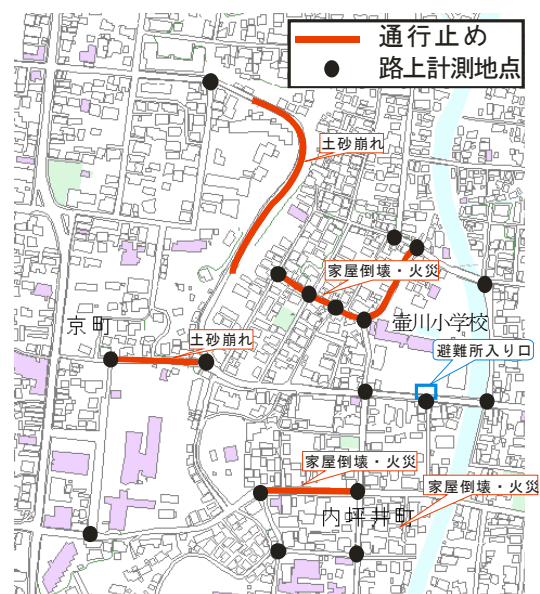


図-7 トラップ一覧と路上計測地点



写真-3 支援者と要援護者の避難状況



写真－４ 学生による通行止め（トラップ）の指示状況

本実験では、要援護者と避難支援者の避難行動を定量的に把握するために以下の方法を用いた。

- ① 支援者に GPS 端末を配布し、10 秒ごとの位置情報の把握を行った。
- ② 実験参加者にはゼッケンを着用していただく。ただし、要援護者・支援者のグループと一般参加者を区別するために、前者にはオレンジ、後者には白のゼッケンを配布した（写真－３）。
- ③ 校区内の要所の交差点に学生を配置し交差点を通過する参加者のゼッケン番号・通過時刻・移動方向を記録した（写真－４）。
- ④ 支援者 1 人に対し学生 1~2 人が同行し、支援開始時刻や避難完了時刻を記録した。

b) 避難行動実験の結果と考察

多くの自治体では避難計画において、車の利用を控え徒歩による避難を前提としているが、水害時の歩行速度は悪条件を考慮して 33m/分 (2km/h) と想定し、避難場所までの移動距離は 1 時間以内に移動できる距離としておおむね 2km 前後とするものが一般的である¹²⁾。しかし、これらの避難計画は健常者の歩行速度を考慮したものであり、要援護者や高齢者などは考慮されていない。一般的に歩行速度は加齢と共に低下する¹³⁾といわれており、さらに遅い歩行速度を想定しなければならない。そこで、支援者が要援護者宅に到着後、支援開始の状況報告を行ってから避難完了するまでの避難速度と距離を表－２に示す。その結果、避難速度の最小値として 25m/分 (1.5km/h) という値が得られた。実験当日は晴天であり、水害時や夜間の避難の場合はより避難速度が低下することが予想される。そのため、要援護者支援プランに関しては、一般的な避難計画で想定される 33m/h よりも遅い速度を想定する必要がある。

また、2006 年に同校区で行われた避難行動実験と支援者として本実験の両方に参加された方の避難データを表－３に示す。2006 年の実験では、支援者単身での避難であり、しかも、本実験とは避難場所やシナリオが異な

るなど、厳密な意味で直接的な比較は不可能であるが、その避難速度に関しては最小で 30%、平均で 18% の速度低下が見られた。また、2006 年の実験での全体の避難平均速度が 72m/分であったのに対し、本実験では要援護者を伴った状態では 45m/分と、62% 程度に低下している。これらのデータは今後校区での実践的な避難行動計画に反映させてゆく必要がある。

なお、本実験では地震を想定したため、低平地に位置する壺川小学校を避難所としたが、壺川小学校は水害時に浸水の可能性が高いことがこれまでのワークショップの結果から分かっている。そのため水害時は高台に位置する壺川地域コミュニティセンターに避難を行うことになるが、低地部との高低差が 30m の坂を上る必要がある上、雨天時は坂を雨水が流れ落ちることから、要援護者を伴った状況での徒歩による避難は難しい。また、低平地部の町内からコミュニティセンターまでは 1~2km 程度あるため、高齢の方や要援護者の避難を支援する方にとっては最適な避難所とは言いがたい。もちろん、要援護者の方を伴った避難では自動車を用いた避難も有効と考えられる。しかし、災害時には土砂崩壊・家屋倒壊および浸水などにより、自動車による道路通過が困難な場合も想定されるため、要援護者個別支援プラン計画では、徒歩による避難を含めて考えておく必要がある。今後、壺川校区では低地での一時的な避難場所を設定した方がよいと考えられる場所では、要援護者の避難に最適な場所や経路も合わせて検討していくことが重要と考えられる。

c) 避難状況・安否確認システムの運用結果の考察

本実験には 11 名の災害時要援護者の方が参加されたので、その個別支援プランでは要援護者 1 名につき支援者を 1~2 名を隣保組から選出した。運用実験では、実際の状況下での本システムの安定性や実効性を確認することが主目的であったので、携帯電話の操作が不慣れな方によるデータの欠測を防ぐために、同行した学生に支援依頼メールを送信し、学生が状況報告を行った。支援依頼メールの送信および安否確認システムの運用は、避難所兼現地災害対策本部となる壺川小学校で行った。支援依頼メールは、地震発生の 2 分後、9 時 32 分に一斉送信した。避難実験での本システムの運用結果は図－６に示すとおりであり、実験中は避難本部において常に結果をスクリーン投影し、参加者は避難状況をリアルタイムで確認することで円滑に実施され、本システムの有効性が確認できた。なお、問題点としては、メールの一斉送信から実際に受信するまでの時間差が、最小で 2 分、最大で 6 分発生していることである。この時間差は今後登録者が増えた場合にさらに大きくなることが予想され、今後メール送信システムの改善が必要である。

表－2 要援護者支援に関する基礎データ

		人数	平均	最大	最小	標準偏差
避難速度 (m/分)	全員	15	45	63	25	13
	6 町内	2	53	54	53	1
	9 町内	2	51	59	44	11
	10 町内	8	48	63	32	12
	11 町内	3	26	28	25	2

		人数	平均	最大	最小	標準偏差
避難距離 (m)	全員	15	516	1058	181	239
	6 町内	2	989	1058	920	98
	9 町内	2	288	395	181	151
	10 町内	8	354	505	248	90
	11 町内	3	432	443	425	9

表－3 2006 年と 2009 年の避難行動実験結果比較

	町内	年齢 (支援者)	年齢 (要援護者)	時期	避難速度 (m/分)	避難距離 (m)	避難時間 (分)
支援者 A	6	50 代	70 代	2006	63	880	14
				2009	53	1058	19
支援者 B	10	70 代	80 代	2006	81	1220	15
				2009	57	683	12
支援者 C	10	40 代	70 代	2006	64	1210	19
				2009	59	345	11

5. おわりに

本論文では、熊本市壺川校区における地域水害リスクマネジメント手法の実践を通じて得られた地域住民の防災ニーズを示すとともに、校区内での共助活動を支援するために開発したオーダーメイドの情報支援システムの内容とその運用試験結果について説明し、その有効性の検証を行なった。主要な結論を以下に述べる。

(1) 地域水害情報収集・警報発令システム

(a) 校区内の内水氾濫に関する情報収集と提供という校区の防災ニーズに応えるために、内水氾濫が起きやすい場所に水位計・雨量計・WEB カメラを設置し、警戒値を超えた段階で、警報メール・ミニ FM 放送等の複数手段を利用し、氾濫発生の前兆を校区内の住民に自動伝達するシステムとして開発した。

(b) 計測データや画像を平成 20 年 11 月よりインターネット上で一般公開するとともに、その表示内容や運用方法に関して、常に利用者の意見を参考にしながら、PDCA サイクルに基づく改善を行っている。運用安定性などを含めその有効性を確認できたため、現在、熊本市内の若葉校区など他地域への展開を実施中である。

(2) 災害時要援護者の避難状況・安否確認システム

(a) 校区内の災害時要援護者の方の避難方法・安否確認をスムーズに行ないたいという校区の防災ニーズに応えるために、まずは携帯電話と地理情報システム (GIS) をベースとしたシステムとして開発した。

(b) 本支援システムの地域内での実効性を高め、他地域へも展開可能な統合化システムとして確立を目指すためには、要援護者の個別支援プラン作成と連動した地域展開の取り組みが不可欠であり、今回熊本市地域保健福祉課と共同して校区住民の意見を反映した個別支援プラン (地域包括支援方式) を作成した。

(c) 平成 21 年 10 月 24 日に災害時要援護者を含めた避難実験を行なった。実験中は避難本部において常に本システムによる結果をスクリーン投影し、参加者は避難状況をリアルタイムで確認することで、円滑に実施され、本システムの有効性が確認できた。

(d) 災害時要援護者の避難状況・安否確認システムについて、今後の改良としては、メールの送受信でタイムラグがあげられる。これに関しては、メールサーバの改善が必要である。また、大災害時の携帯電話の不通などを想定し、今後は簡易無線などの複数の手段を併用した情報伝達手段について検討を行う必要もある。

今後は、本システムの成果を他地域へ積極的な展開を図り、より実効性のある災害リスクマネジメントシステムの構築と災害時要援護者支援対策の策定を目指してゆく予定である。

参考文献

- 1) 山田文彦、柿本竜治、山本幸、迫大介、岡裕二、大本照憲：水害に対する地域防災力向上を目指したリスクコミュニケーションの実践的研究、自然災害科学、Vol.27、No.1、pp.25-43、2008.
- 2) 多々納裕一：災害リスクの特徴とそのマネジメント戦略、社会技術論文集、Vol.1、pp.141-148、2003.
- 3) 田村圭子、他10名：ワークショップによる、ステークホルダー参加型防災戦略計画策定手法の開発、地域安全学会論文集、No.6、pp.129-138、2004.
- 4) 川崎健一、多々納裕一、畑山満則：自律的避難のための水害リスクコミュニケーション支援システムの開発、土木計画学研究・論文集、No.23、no.2、pp.309-318、2006.
- 5) 片田敏孝、木村秀治、児玉真、及川康：災害リスク・コミュニケーションツールとしてみた洪水ハザードマップの可能性、土木計画学研究・講演集 Vol.35、CD-ROM(234)、2007.
- 6) 柿本竜治、山田文彦、田尻亮司、原田翔太：リスクコミュニケーションを通じた実践的水害避難訓練に基づく避難行動シミュレータの構築、土木計画学研究・論文集、第26巻、pp.113-122、2009
- 7) 山田文彦：住民参加型地域水害リスクマネジメントの構築と実践、国際文化研修、全国市町村国際文化研修所、pp.23-30、2010.
- 8) 小林潔司：災害リスクのマネジメント、防災の経済分析（高木・多々納編）、勁草書房、pp.3-21、2005.
- 9) 柿本竜治、山田文彦、田中健路、山本幸：リスクコミュニケーションを通じた中山間地域の防災力向上に適した支援システムの構築、土木計画学研究・講演集 Vol.40、CD-ROM(327)、2009
- 10) 内閣府：災害時要援護者避難支援ガイドライン、2006.
- 11) 熊本市：熊本市障がい者プラン、2009.
- 12) 片田敏孝・及川康：実効性を持った洪水時の住民避難計画のあり方に関する検討、土木計画学研究講演集、Vol.24、pp.925-928、2001.
- 13) 田井中幸司・青木純一郎：高齢女性の歩行速度の低下と体力、体力科学、51、pp.245-252、2002.

地域の防災ニーズを考慮した水害リスクマネジメント支援システムの提案と有効性の検証*

山本 幸**・山田文彦***・柿本竜治****・田中健路*****・藤見俊夫*****

本研究では、熊本市壺川校区をケーススタディとしたリスクコミュニケーションの実施を通して把握された地域の防災ニーズとそれに対応して開発した支援システムについて考察する。特に、本支援システムの地域内での実効性を高め、他地域へも展開可能な統合化システムとして確立を目指すために、要援護者の個別支援プラン作成と連動した地域展開の取り組み、およびその実効性・有効性の検証のために実施した避難行動訓練について説明し、提案した支援システムの有効性を示すとともに、他地域への展開が可能な統合化システムとしての今後の課題について考察を行なった。

Integrated Supporting System for Community-based Flood Risk Management*

Miyuki YAMAMOTO**・Fumihiko YAMADA***・Ryuji KAKIMOTO ****・Kenji TANAKA*****・Toshio FUJIMI*****

Custom-made supporting information systems for community-based flood risk management were developed. These systems were designed to satisfy the residents' demands through the implementation of risk communication. To extend this supporting system into integrated supporting system for community-based flood risk management, the systems were combined with an evacuation support plan for individual people requiring assistance. Fundamental evacuation data of people requiring assistance for episodic disasters were obtained and analyzed by conducting the evacuation drill for virtual disaster scenario. The supporting systems were found to be effective for enhancement of residents' consciousness for both self-reliance and mutual aid.
