

災害時避難シミュレータを用いた地域の減災 ルールづくりと安全・安心をつなぐ実践研究

二神 透¹・今西 桃子²・国方祐希³

¹正会員 愛媛大学准教授 防災情報研究センター (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: futagami.toru.mu@ehime-u.ac.jp

^{2,3}学生員 愛媛大学工学部 環境建設工学専攻 (〒790-8577松山市文京町3番地)

E-mail: imanishi.momoko.11@cee.ehime-u.ac.jp

E-mail: kunikata.yuki.10@cee.ehime-u.ac.jp

日本は、3.11以降地震の活動期に入り、いつでもどのような地震が発生してもおかしくない時代に入っている。さらに、地球温暖化の影響によって、ゲリラ豪雨の激増、大型台風による豪雨災害や土砂災害など、様々な地域で様々な災害が想定されている。それらの災害から命を守るためには、減災のための行政と住民のルールづくりや、災害時要援護支援者を地域で守るといった肌理細やかな計画も必要となる。本研究では、汎用型避難シミュレーション・システムを開発し、関係者と信頼を醸成しながら、モデル地域でのシミュレーションの役割について、アンケート調査を通じて分析を行う。最終的には、対象災害毎のマニュアルを作成し、住民・行政が主体となるリスク・コミュニケーションの展開の支援を図る。

Key Words : *risk communication, evacuation simulation system, multi hazard, general-purpose system, questionnaire survey*

1. はじめに

3.11東日本大震災以降、日本は地震の活動期に入り¹⁾、都市直下型地震、南海トラフ巨大地震、各地域の活断層による地震や、地球温暖化によるゲリラ豪雨の多発化、台風の大型化など、地域の災害リスクが年々高くなっている。従来の防災計画では、自助・共助・公助の役割分担が減災を推し進める上で重要とされている。一方、防災の専門家は、住民あるいは行政とのリスク・コミュニケーション（以後リスコミと呼ぶことにする）を行いながら住民の意識行動・変容行動を図っている。リスコミとは、その場限りではなく、持続可能で継続的な、リスコミ（例えばPDCAモデル、あるいはCAUSEモデル）が有効であるとされている。災害時に命を守るためには、災害の状況を臨機応変に判断し、逃げるあるいは逃げないことが避難に繋がることを、専門家が、説得あるいは情報共有、情報環境形成の相のステップでリスコミ²⁾する実践研究が報告されている。しかし、専門家がリスコミしなければ災害から住民の命を守ることができないのかという自問自答に陥っている。そこで、専門家に変わるチャンネルを用意すれば、住民あるいは行政自らがリスコミしながら、地域のあるいは個々人の防災力を高め

ることができるのではないかと考えている。

著者等はそのために、地震時の火災延焼シミュレータ、津波が想定される地域における避難シミュレータ、豪雨災害が想定される地域の避難シミュレータ、土砂災害が想定される地域の避難シミュレータを構築し、住民・行政と連携しながら、災害から命を守るためのルール作りの実践研究を計画している³⁾。これらの実践研究の目的は、地域で起こりうる災害を認識し、それらの災害から命を守るための避難行動（要援護者の支援も含む）を個々人が認識するとともに、自助（複数の避難路・避難場所を事前にイメージする）・共助（要援護者とともに臨機応変な避難行動をイメージする）・公助（住民の命を守るための行政の役割りを明確化する）について、命を守るためのルールづくりと役割分担について合意形成を図るとともに、避難訓練を通したルールの見直しと計画の実行性の検討である。これらの実践研究を通して、住民・行政主体のルール作りのプロセスと、シミュレータがチャンネルとして機能するための要件を整理し、全国各地での減災リスコミのための知見を整理したいと考えている。

2. これまでのリスコミについて

a)地震火災を対象としたリスコミ実践事例

著者等は、大地震時の火災延焼シミュレーション・システムを開発し、2009年度より丸亀市城北コミュニティにて、住民とのリスコミを行っている。具体的には、

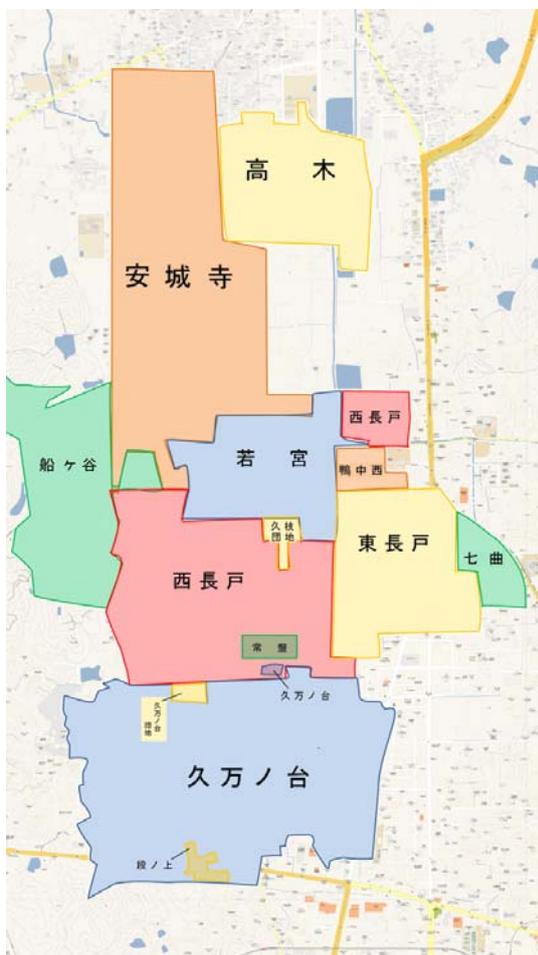


図-1 愛媛県松山市久枝地区

表-1 松山市自主防災会・防災士・消防署とのリスコミ

年月日	活動項目	内 容
2013.6.9	安城寺ワークショップ	歩行による危険個所の調査
2013.7.1	段ノ上ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート その後、地区内の危険個所調査を実施
2013.9.14	城北支署ヒアリング	シミュレーション・システムの改良点についてのヒアリングを実施 対象者：城北支署職員4名
2013.11.11	高木地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供、 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード
2013.12.8	西長戸地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード
2013.12.9	若宮地区ワークショップ	口頭での情報提供、シミュレーションによる情報提供 事前事後での意識調査アンケート・クロスロード その後、水消火器訓練・防災資機材訓練
2013.12.11	松山市中央署ヒアリング	シミュレーション・システムの改良点についてのヒアリングを実施 対象者：中央署職員7名
2014.1.27	久枝地区連合自主防災会・ 学校関係者講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの操作説明会
2014.1.31	松山市消防局幹部ヒアリング	局長、企画官へのシミュレータ提示とコメント
2014.2.3	松山市消防局職員講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの講習
2014.2.6	松山市消防局職員講習会	パソコンを用いた地震火災延焼シミュレータの講習
2014.3.1	松山市防災士説明会	防災士会を対象とした地震火災延焼シミュレータの説明

住民・自主防災会に地域の地震火災リスクを提示しながら、まち歩きを通して、避難経路の安全性を点検している。それらの結果、地域の地震火災リスク（特に、風速の違い）を認識することによって、地域で自ら備える意識が大きく向上した。2012年には、丸亀市建設課、国交省四国整備局建政部と連携し、避難経路を整備し、避難による救命率を高めるためのワークショップも開催した。さらに、自治会住民が中心となり、避難の妨げになる空き家の撤去に向けた活動により更地化された事例も現れている。

松山市では、図-1に示す久枝地区を対象に連合自主防災会（図に示す15の自主防災会で構成される）と連携し、表-1に示すように、各自主防災会、連合自主防災会とリスコミを実践している。図-1と表-1の、高木地区、西長戸地区、若宮地区を対象としたリスコミでは、ワークショップの前後で、自助・共助・公助に対するアンケート調査を実施し、地震火災延焼シミュレーション・システムを用いて自分たちの地域の地震リスクを提示した後では、自助意識が高くなることを確認している。しかも、シミュレーションを見た後の方が、地震火災から安全に逃げられると答えた人も多数いた。これは、ワークショップでは、地域のデータを用いて、著者等が出火点、風向・風速を与え、それらの違いを見て頂いたが、当然、自分の家が燃えていなければ、安全と答える傾向があるのではないかと考えている。

以上より、シミュレーション・システムを自ら操作し、様々なリスクを想定しながら、アンケート調査を実施することも考えなければならないと思いつている。

2014年1月、2月には、表-1に示すように、久枝連合自主防災会（役員ならびに学校関係者）、松山消防署職員を対象に、地震火災延焼シミュレーション・システムの講習会を実施、実際に自らのデータを採取していただき、様々な条件でシミュレーションを実行して頂いた。

これらの操作説明会の前後でもアンケートを実施し、操作前後の自らの地域での地震火災による焼失率を答えて頂いた。また、事後アンケートでは、地震火災に対する住民と行政の役割分担について記述いただいた。図-2に、操作説明会前後の地震火災による焼失率の期待値の比較を示す。操作説明会では、出火点、風向、風速を変えて様々なリスクを見てくださると口述した後に、各自で操作頂いている。事前事後では、住民のリスク認知の向上が著しいことが分かる。また、学校関係者、消防関係者共に、操作後約10%の焼失率の増加がみられる。今回のアンケートでは、自分の地域を中心としたデータを取得して頂き、自分が決

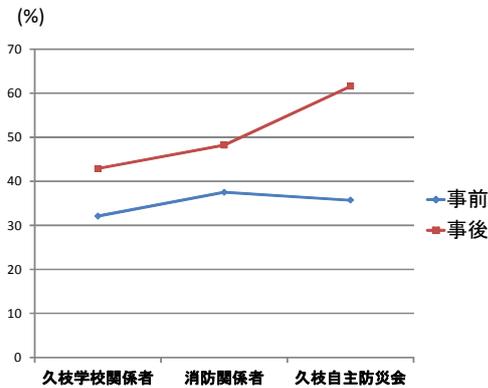


図-2 講習前後での焼失率の期待値比較

表-2 住民と消防署の役割り分担項目

	住民の役割	共通	消防署の役割
ハード対策	<ul style="list-style-type: none"> 消火器具の準備 自動感震ブレーカー 防火樹林 ガスの元栓 耐震住宅 電化住宅 家具の固定 建物の耐火 建物周辺の可燃物の排除 	<ul style="list-style-type: none"> 自動感震ブレーカー 耐震補助 	<ul style="list-style-type: none"> 水利の確保 防火対策 防火用具の設置 まちづくり 空き家対策 施設の耐震化 進入路の確保 防災グッズの配布
ソフト対策	<ul style="list-style-type: none"> 避難経路の確認 避難阻害の想定 火災リスクの認知 危険要因の把握 地域の把握 住民同士の連携の強化 避難の判断基準の理解 自主防災活動の推進 要援護者支援計画の推進 自動車仮設備の設定 	<ul style="list-style-type: none"> 地域との情報共有 消火訓練(初期消火) 防災意識の向上 避難訓練(早期避難) 避難場所の把握 シミュレータによる予測 	<ul style="list-style-type: none"> 行政職員の意思改革 対応策のPR 被害想定情報の提示 パンフレットによる周知 地域との連携 広域消防体制の強化 住民への啓発活動 住民への防災指導 住民への避難指導 消防戦略の徹底 地域の活動マニュアル作成 図上訓練

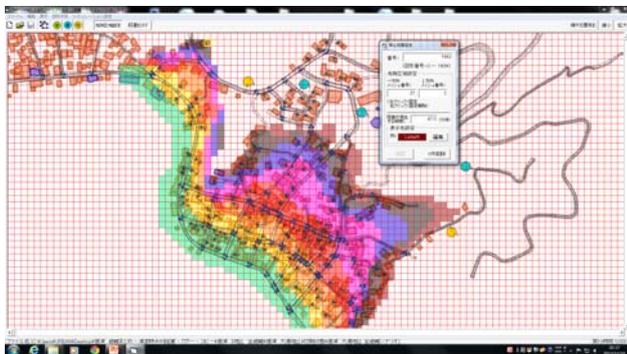


図-3 津波避難シミュレーション

めた条件でシミュレーションを操作頂いているため、人によって様々なリスクがアウトプットとして出力されていると考えられる。今後は、用いるデータの種類や、出火箇所、気象条件等のパラメータを変えて、主効果や相互効果など、意識の変化に影響を与える要因の分析を行いたいと考えている。

表-2は、地震火災対策における住民・消防署の役割を整理したものである。共通項目として、震感ブレーカや、初期消火など、火を出さない対策が挙げられている。今後、これらの情報を参考にしながら、自主防災単位での

消防担当者と自主防災会との役割分担を目的としたリスクミを実施したいと考えている。

b)津波を対象とした避難リスクミ実践事例

著者等は、津波被害地域を対象として、図-3に示す避難シミュレーション・システムの開発を行っている。その特徴は、対象地域の道路情報、建物データを国土空間データから抽出するため、全国の地域の基本データを瞬時に抽出できる汎用性にある。そして、避難経路の設定は、マウスで交差点を設定しながら構築できるため、避難経路として利用可能な、畑、グラウンドといった、地域の状況に応じた経路を追加できる点にある。さらに、動的図解駆動エンジンであるペトリネットへの変換を自動化しているため、作成したネットワークをペトリネットに変換した後に、避難場所を設定し、各世帯の避難行動を設定すれば、全世帯の避難行動をシミュレートすることができる。そして、要援護者避難の設定や、任意の世帯の避難行動も確認することができる。さらに、災害時に通行阻害となる個所を想定し、避難経路や避難場所の変更といった、想定外を想定するシナリオの設定と避難行動を確認することができるため活発なリスク・コミュニケーションが期待される。

今後、開発したシステムを用いて、愛媛県西予市自主防災組織と連携し、空き家の情報や、避難経路の追加を行い地域のデータとして整備し、住民とともに要援護者の支援計画に活用したいと考えている。さらに、西予市役所が整備を検討している俵津地区の津波襲来アニメーション結果と重ねあわせ、避難のタイミングや避難経路の阻害情報を追加し、早めの避難と、長時間避難場所に留まるための意識を持っていただけるようシステムの改良を行う予定である。

3. 今後の取り組みについて

著者等は、地震火災リスク、津波リスク、水害リスク、土砂災害リスクと、地域の災害リスクに応じたリスクミを行う。そのためのチャンネル役割となる各種シミュレーションを開発し、住民にシミュレーションを操作頂きアンケート調査による意識変化の分析を行う。すなわち、シミュレーションの操作条件や、操作内容を変化させ、それらが住民のどのような意識に変化を与えるのかを分析し、マニュアル化したいと考えている。

全体のリスクミ計画を図-4に示す。図より、既に研究代表者が取り組みを行っている、丸亀市、松山市の地震火災避難グループを対象として、消防関係者、自主防災会関係者、防災教育関係者と共に、ワークショップを重ね、アンケート踏査を実施する。つぎの津波避難グルー

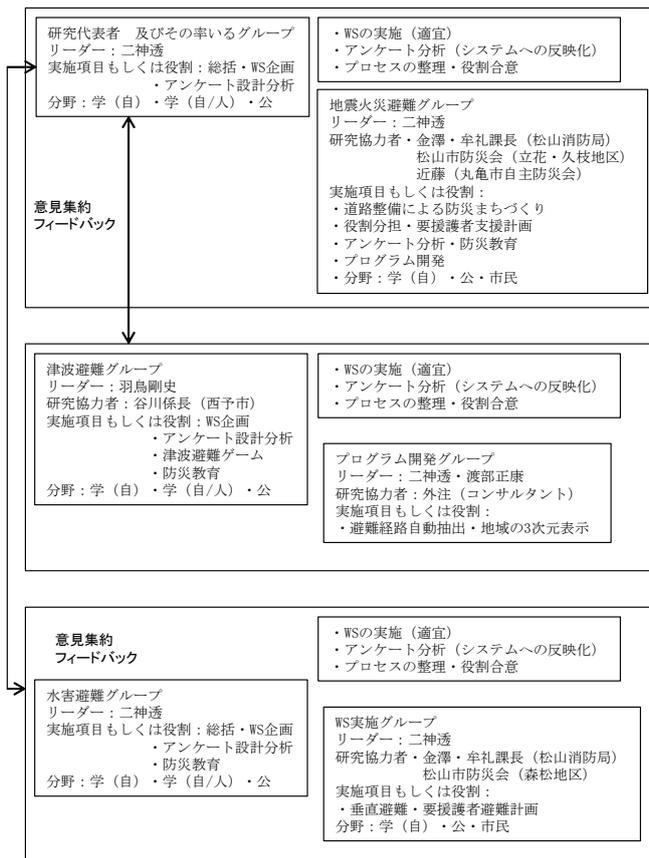


図4 各種災害に対する避難リスクの実践予定図

プでは、愛媛県西予市を対象として、開発している津波避難シミュレーションを用いて、ワークショップを重ね、アンケート調査を実施する。最後の水害避難グループでは、松山市の重信川に隣接する森松地区を対象に、水害情報の収集と早目の避難と垂直避難について学習し、水害避難シミュレーションを用いてワークショップならびにアンケート調査分析を行う予定である。

以上のリスクミのプロセスの共通点は、著者等が開発している災害避難シミュレーターをチャンネルとして、住民・学校・行政と連携し、Rowanの段階的 Causeモデルに基づいた実践研究を行う点にある。

そのためには、全国の様々な災害から避難するための基礎データとして、国土空間データを活用した情報システムの開発を行っている。開発は、3D図形処理の研究を行っている、愛媛大学渡部技術職員、愛媛県教育委員会で、県内市町の防災教育の推進を取りまとめている久保係長と連携しながら研究計画を行う。また、著者等が2009年度以降地、地域の自主防災会と連携している丸亀市城北コミュニティ自治会役員近藤氏、松山市消防局警防課金澤・牟礼課長、西予市危機管理課谷川係長、西予市の津波の解析を行った、(株)いであ 玉田技師と連携しながら研究計画をたてる予定である。

4. おわりに

研究代表者が対象とする地域は、地震による市街地火災、津波、豪雨による水害・土砂災害が想定される地域である。本プロジェクトは、地域の住民・行政が地域で起こりうる災害について、シミュレータを援用することにより具体的な災害リスクの認識を高めることができる。つぎに、地域の災害リスクから安全に避難するための主体間のルールを形成し、それらを避難訓練へ反映化しながら、サイクリックかつ継続的な地域防災力の向上が期待できる。さらに、それぞれの地域での取り組みを主体間の役割概念、役割合意、役割行動の視点で整理し、開発プロジェクトを、全国地域へ展開する際のマニュアルとして活用して頂きたいと考えている。

謝辞：本研究の一部は、平成24～25年総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度「大震時火災リスクシミュレータの提供と地域消防におけるルール形成の支援研究」の助成で行われた。心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 鎌田浩毅：京大人気講義 生き抜くための地震学，ちくま新書，2013.
- 2) 高田明典：現代思想のコミュニケーション的転回，筑摩選書，2011.
- 3) 二神透，木俣昇：住民参加のための大震時火災延焼シミュレーション・システム開発，土木情報利用技術論文集，Vol.17，pp.39-46，2008.
- 4) 糸井川栄一：震災時の火災延焼シミュレーション～現状報告・将来の行方～，予防時報，pp.30-35,2004.
- 5) 二神透，大本翔平，細川雅博：大震時火災延焼シミュレーション・システムの提示による住民意識変化に関する研究，土木学会論文集F6（安全問題）Vol.68,No.2，pp.161-166，2012.
- 6) 二神透，木俣昇，武部真有記：津波災害を対象としたリスクコミュニケーション的考察 - 西予市浜浜町俵津を事例として - ，土木計画学研究・講演集，43,No.165,CD-ROM10頁，2011.

(2014. 8. 1 受付)