

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350476

研究課題名(和文)大震時火災対応のコミュニケーション型立法化の支援システム研究

研究課題名(英文)Legislative support system research of communication type in the case of major fire under big earthquake

研究代表者

二神 透 (FUTAGAMI, TORU)

愛媛大学・防災情報研究センター・准教授

研究者番号：40229084

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：コミュニケーション型立法によるワークショップの実施を行い、住民と行政と専門家が、ワークショップを通じてルール作りを実施した。例えば、木造密集地に対する事前対策に関する立法については、空き家の更地化の効果、沿道建物の耐火化の効果、沿道建物のセットバック、防火樹木の効果について検討した。また、シミュレータを用いて、リスクの顕現化と低減化について提示し、熟議と検討を行った。また、防火樹木による、避難場所の安全性についても検討を行った。

研究成果の概要(英文)：Perform the implementation of the workshop by communication type legislation, residents and government and experts, were carried out rule-making through workshops. For example, for the legislation on pre-measures against wooden dense area, was studied the effect of the vacant lot of the vacant house, the effect of the refractory of the roadside building, a set of roadside building back, the effect of the fire trees. In addition, by using a simulator, it presented for the manifestation of the reduction of risk, were examined and deliberative. In addition, due to fire trees, it was also investigated the safety of the shelter.

研究分野：防災情報工学

キーワード：地震火災 コミュニケーション立法 役割分担 支援システム

1. 研究開始当初の背景

地震火災から命を守るためには、同時多発火災による延焼危険性を視覚的に提示すること、提示された火災リスクから、安全に避難するための情報が必要となる。前者については、多くの研究者が、火災延焼シミュレーション・システムを開発しているが、延焼リスクを提示するに留まっている。後者については、行政（消防署）が、同時多発火災に対する住民への避難情報の提供といった対策を講じている事例は見られない。本研究は、住民と行政が連携し、自主的な熟議を基本とするコミュニケーション型立法によって、地震時の同時多発火災から命を守るために、住民・行政が強制力によるルール作りを行うことを目的としている。

この発想に至ったのは、研究代表者が、香川県丸亀市の重点木造密集地帯や、西予市の津波避難想定地域で開催したワークショップの実績にある。重点木造密集地帯では、大震時火災延焼シミュレーターを用いて、住民に現状の火災リスクや、空き家の撤去による火災延焼リスクの低減効果を提示した。それらの結果、連合自主防災会が結成され、各自主防災会が、避難訓練や勉強会などを積極的に実施するなど、住民の行動変容が見られた。そこで、各地のワークショップにおいて、シミュレーターが住民の防災意識に働く影響を把握するため、初めてシミュレーションを見る人を対象に、風速の違いによる延焼危険性の差異をシミュレーター実行前後での意識調査を行った。それらの結果、自助意識の向上が有意となった。

避難に関しては、津波避難が想定される愛媛県西予市明浜町依津の住民を対象として、要援護者の避難支援を目的に、DIG(図上訓練)と、避難ペトリネット・シミュレーターを用いてワークショップを行った。その内容は、DIGグループと、シミュレーター・グループで、支援者と要援護者が、通行障害や想定した避難場所が使えないケースを想定し、安全に避難場所へ避難する経路を議論したものである。その後のアンケート調査の結果、いずれのグループも共助意識が向上したが、シミュレーターを用いたグループの方がより高い数値が得られた。

以上のように、シミュレーターを活用することによって、住民の意識変容、あるいは、行動変容に繋がるといった仮説が立てられる。しかし、大地震時に、住民・行政の命を守るためには、同時多発火災から命を守るための事前・事後の強制力を伴うルール作りが必要となる。そのための新しい手法として、主体間のルール作りを、契約でも紳士協定でもない、コミュニケーション型立法(「相互信頼」を醸成するために、規範の受け手である関係当事者によって基本計画や実施計画等のやわらかい手法を通じてその理念や目的が段階的に具体化していくプロセス)を採用する。すなわち、本研究は、各主体が、

地帯に対する事前対策に関する立法、火災時の住民の初期消火と消防の役割分担に関する立法、火災避難に関する事前および火災対応の立法化を図ることを目的とする。目的を達成するためのツールとして、研究代表者が開発している、「火災延焼シミュレーター」と「避難ペトリネット・シミュレーター」をベースに、松山市久枝連合自主防災会と松山消防局署員とともに熟議を通してシミュレーターに必要な要件を引き出し、シミュレーターの改良・開発を行いながら、コミュニケーション型立法手法を用いて、地震火災から命を守るための強制力を伴う実効性のある計画の支援を行う。

2. 研究の目的

南海巨大トラフ地震や、都市直下型地震が発生すれば、木造市街地では、同時多発火災による甚大な人的被害が懸念されている。東日本大震災の教訓は、応援協定や紳士協定も必要であるが、個々の命を守るためには、自主的な取り組みと、強制力の必要性である。例えば、空き家撤去といった延焼拡大要因を排除する住民側での対応や、同時多発火災から住民の命を守るための避難指示の発令といった消防側での対応が挙げられる。これらの対応を実行可能な計画にするためには、住民・行政が連携し、自主的な熟議をベースとするコミュニケーション型立法によって、自主性と強制力といった背反的な特性を両立させてこそ、住民の命を守れることに繋がられる。そのためには、自主的な熟議を支援するシステム開発が不可欠となる。

<平成 25 年度の計画>

1) コミュニケーション型立法によるワークショップの実施(研究分担者: 二神・高山)
住民・行政と専門家が、ワークショップを通じてルール作りを実施する。例えば、木造密集地帯に対する事前対策に関する立法については、空き家の更地化の効果、沿道建物の整備、防火樹木の配置など、様々な代替案の効果について、シミュレーターを用いて、リスクの顕在化と低減化について提示し、熟議・検討する。

火災時の住民の初期消火と消防の役割分担に関する立法については、家庭での初期消火のあり方、火災警報設置の重要性、消防団・自主防災会による消火活動、消防署による公的消火について、火災シミュレーターを提示して、熟議・検討する。

火災避難に関する事前および災時対応に関する立法については、避難を必要とする火災の状況を、火災シミュレーターを用いて提示するとともに、命を守るための避難経路や、地域の要援護者と安全に避難する経路について、避難シミュレーターを用いて提示し、熟議・検討する。

一連のワークショップを通して、命を守るための住民対応・行政対応の具体的課題を整理

し、自主的な取り組みと、強制力を伴う取り組みについての課題を抽出・整理する。

2) シミュレーター要件の付与(研究分担者: 二神, 研究協力者: 森川, 松山・秋月) 久枝連合自主防災会副会長森川の協力の下, 15の自主防災会から, いくつかの自主防災を対象に, 住民・専門家・行政が参加してワークショップを行い, 1)で改良・開発した両シミュレーターに必要な要件を整理する。現在のところ, 火災延焼シミュレーターの基本要件は, 同時多発火災を取り扱える, 風向・風速といった気象条件の設定, 空き家の更地化や, 沿道建物の耐火化といったまちづくりによる火災リスクを定量的かつ視覚的に提示できる点にある。避難シミュレーターについては, ダイナミックな火災の状況から, 安全に避難するための経路を表示する。これらのシミュレーターを提示することによって, 住民・行政からの視点で, 両シミュレーターに更なる必要要件を探り, シミュレーターの改良・開発を行う。

3. 研究の方法

<平成26年度以降の計画>

1) 立法化のためのアンケート調査(研究分担者: 二神・高山, 研究協力者, 松山・秋月) 二神・高山は, 松山市の道路幅員・沿道建物状況から, 消防車の到着可能確率・時間について分析する。

地域の火災延焼リスク, 避難困難リスクの提示方法として, ハザードマップを作成し, 提示する方法が行われている。二神は, 延焼速度に基づく延焼危険マップを作成する。高山は, 消防車の駆けつけ信頼性からみた消防困難地域マップを作成する。これらを, ある自主防災組織には, 紙媒体の静止画像情報として提供する。一方, シミュレーターの情報提供については, 専門家が一方的に提示する場合, 住民・行政がシミュレーターを直接操作する場合, 都市計画的な対策や, 要援護者の避難を取り扱うなど, 種々のケースでワークショップを行い, 情報提供の前後でアンケート調査を行い, 自助・共助・公助の意識調査を分析し, 効果的な情報提供の在り方の知見を得る。

2) コミュニケーション型立法によるルール作り(研究分担者: 二神, 研究協力者: 木俣) 1)で得られた知見を基に, 更に火災延焼シミュレーター, 避難ペトリネット・シミュレーターを改良し, 全ての自主防災会にてコミュニケーション型立法によるルール作りを試みる。

木造密集地帯に対する事前対策に関する立法については, 空き家の更地化の効果, 沿道建物の整備, 防火樹木の配置など, 様々な代替案の効果について, シミュレーターを用いて, リスクの顕在化と低減化について提示し, ルール化を図る。

火災時の住民の初期消火と消防の役割分

担に関する立法については, 家庭での初期消火あり方, 火災警報設置の重要性, 消防団・自主防災会による消火活動, 消防署による公的消火について, 火災シミュレーターを提示して, ルール化を図る。

火災避難に関する事前および火災時対応に関する立法については, 避難を必要とする火災の状況を, 火災シミュレーターを用いて提示するとともに, 命を守るための避難経路や, 地域の要援護者と安全に避難する経路について, 避難シミュレーターを用いて提示し, ルール化を図る。

3) シミュレーターの提供によるPDCAサイクル立法化(研究分担者: 二神・高山) コミュニケーション型立法による, 住民・専門家・行政によるルール作りは, 常に見直しを掛けて実効性の高いルールを形成する必要がある。そのために, ルール作り(Plan), 避難訓練, 初期消火, 消防防火(Do), ルールのチェック(Check), ルールの見直し(Act)のPDCAサイクルを, 専門家主体から, 住民・行政主体に役割を変更していく必要がある。そのために, 各シミュレーターを住民・行政に提供し, 自律的かつ公的支援の持続可能なコミュニケーション型立法によるルール作りを行う。

4. 研究成果

著者等は, 開発した大震時火災延焼シミュレーション・システムに今回, 輻射熱等の火災の熱リスクの延焼状況と合わせて表示できるよう改良を行った。このことから, 避難場所や避難経路の安全性の評価を行えることが可能となった。松山市立花地区を対象地域としてシミュレーションを行ったところ, 市が指定する指定避難場所である中村公園は周辺で火災が発生した場合, 輻射熱により避難することができないことが分かった。そこで, 指定避難場所の代わりとなる代替地を3つ挙げ, それぞれについて避難場所の安全性の評価を行った。代替地1, 代替地2の受熱量が最大となるように出火点を設定したところ, 他の避難場所においても輻射熱の影響が大きく出ることが分かった。また, 都市計画的な対策として避難場所周辺に樹木を設置してもリスクがゼロとはならない。このことから, 当該地区の住民が安全に避難するには東, 南側を走る国道を越える必要が出てくる。その避難までに必要な時間は建物の発火時間からわかり, どの避難経路を通れば安全に避難できるかの評価も可能である。代替地3の受熱量が最大となる場合, 代替地3以外の避難場所においては被害がほぼないことから避難は可能であることが分かる。しかし, シミュレーションの時間以上の状況次第ではその場に留まることは得策ではない。

その場から移動するにも安全な避難経路を選択する必要がある。以上より, 改良したシミュレーションを用いて松山市立花地

区の避難場所、避難経路の安全性の評価を行った。風向・風速、出火点の違いによって延焼状況は大きく変わってくるため、住民・行政と共にまずは地域の潜在的なリスクの洗い出しを行い、その中で、建物の築年数等を考慮しながら出火点を設定し、現在の都市構造で住民の方が実際にシミュレーションを用いる形でワークショップ等を行っていく必要があると考えている。

1) 今後の展望

開発した地震火災熱リスク分析システムを用いることで、減災の実践的な定義である「対策の足し算による被害の引き算」における足し算の部分、「時間の足し算」、「空間の足し算」、「人間の足し算」、「手段の足し算」の醸成が可能だと考えている。シミュレーションを核とすることで、住民・行政の双方に対して防災意識に働きかけ、住民・行政が共に地域の防災力を向上させることで来る災害に対して万全の体制で迎えることができると考えている。しかし、シミュレーションの提示等だけではここまで地域・行政が上手く機能できるとは考えていない。そこで著者等のような専門家がこの住民と行政の間に入り、双方の架け橋的な役割を担う必要があると考えている。

そのためにはCAUSEモデルの適用が好ましいと考えている。CAUSEモデルにおけるリスクへの提示やリスクに関する理解をシミュレーションを用いることで提示し、その後の各段階において問題が生じた場合、専門家も加わり解決策を熟考していく。それを住民・行政と共にやっていくことで地域の防災力の向上へと繋がり、

最終的には地域防災計画、地区防災計画の作成に繋がると考えている。また、その各計画においても見直しが必要な時が必ず来るため、その際も専門家が間に入り新たな計画の策定のためのワークショップ等を開き、地域の防災力を向上させ、来る災害に備えるための準備(事前準備)ができることが望ましいと考えている。今後は、実際に地域に入り本シミュレーターの視聴・操作してもらい、本シミュレーターが地域の防災意識にどのような影響を与え、避難計画等にどのように反映されていくのかを見極める必要がある。また、今後、耐火造の建物を増やし、防火樹木を新たに配置するなど都市構造を変えて都市計画的な対策を行う。そのうえで住民や行政が今後の対策を考えながら防災について議論することのできる共通のツールとしての役割を担えるようなシミュレーターへと改良を行いたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計17件)

二神透、井出皓介、今西桃子：防災シミュ

レータを活用した防災教育推進のための実践研究、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.10,CD-ROM8頁,2015.

二神透、国方祐希：地区防止計画のための大震時火災熱リスク分析システムの開発と適用研究、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.10,CD-ROM8頁,2015.

片岡源宗、吉井俊雄、二神透、大口敬：救急救命搬送需要予測手法の構築、土木学会論文集 D3 (土木計画学)、Vol.10,CD-ROM8頁,2015.

羽鳥剛史、二神透：災害想定にかかわるメタ無知の実証分析、科学技術研究、第4巻、1号、pp.77-82,2015

二神透、国方祐希：自主防災会・行政・専門家による地域防災力支援システムの開発、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.14,CD-ROM8頁,2014.

二神透、今西桃子、井出皓介：大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いた命を守るための地域ルール作りの実践研究、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.10,CD-ROM8頁,2014.

羽鳥剛史、二神透：地震火災に関わるメタ無知と災害シミュレーションの効果検証研究、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.10,CD-ROM6頁,2014.

二神透、国方祐希、今西桃子：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、土木計画学講演集、Vol.50,CD-ROM6頁,2014.

秋月恵一、二神透、井出皓介：松山市における患者の傷病が救急搬送に与える影響分析、土木計画学講演集、Vol.50,CD-ROM6頁,2014.

松山優貴、二神透、河合玲奈：大震時火災延焼・避難シミュレータを活用した防災教育への展開研究、土木計画学講演集、Vol.50,CD-ROM6頁,2014.

木下高志、藤生慎、高山純二、中山昌一郎：ゲリラ豪雨時の降雨エリアのリアルタイム把握に関する研究、土木計画学講演集、Vol.50,CD-ROM6頁,2014.

松山優貴、二神透、大本翔平：大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いたリスク・コミュニケーション実践研究、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.10,CD-ROM8頁,2013.

二神透、秋月恵一、国方祐希：津波避難地域を対象とした要援護者支援システムの開発、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.6,CD-ROM6頁,2013.

二神透、秋月恵一：愛媛県中予医療圏域を対象としたドクターカー出動促進のための救命効果分析、土木計画学講演集、Vol.47,CD-ROM6頁,2013.

二神透：連合自主防災組織を対象としたリスク・コミュニケーション形成論に関する研究、土木計画学講演集、Vol.47,CD-ROM6頁,2013.

二神透：大震時火災延焼シミュレーション・システムを用いた双方向リスク・コミュニケーション、土木計画学講演集、Vol.48, CD-ROM 6 頁,2013.

片岡源宗、吉井俊雄、二神透、大口敬：救急救命搬送頻度に関する分析、土木計画学講演集、Vol.47,CD-ROM 6 頁,2013.

〔学会発表〕(計 12 件)

国方祐希、二神透：地震火災熱リスク算定システムの開発と適用研究、平成 27 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2016 年 1 月 21 日、サンポートホール高松(香川県高松市)

国方祐希、二神透：大震火災延焼時避難場所の安全性評価システムの開発と適用研究、平成 27 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2015 年 5 月 23 日、香川大学(香川県高松市)

井出皓介、二神透：松山市を対象としたドクターカー利用による救命効果分析に関する研究、平成 27 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2015 年 5 月 23 日、香川大学(香川県高松市)

今西桃子、二神透：地区防災計画のための津波避難シミュレーションの開発と適用研究、平成 27 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2015 年 5 月 23 日、香川大学(香川県高松市)

杉沢聡美、高山純一、中山昌一郎、藤生慎：原発周辺地域を対象とした大規模避難計画と地域防災計画に関する研究、平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会、2015 年 3 月 6 日、豊橋科学技術大学(愛知県豊岡市)

木下高志、藤生慎、高山純一、中山昌一郎：金沢市民の防災対策に関する分析～平時の食料・災害用備蓄に着目して～、平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会、2015 年 3 月 6 日、豊橋科学技術大学(愛知県豊岡市)

二神透、松山優貴、戸高匠：地震火災延焼・避難シミュレータを用いた防災教育に関する基礎的研究、平成 26 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2014 年 5 月 31 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

胡子浩輝、二神透：津波災害を対象とした避難シミュレータの開発適用、平成 26 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2014 年 5 月 31 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

国方祐希、二神透：緊急開口部を活用した愛媛県における山間部孤立対策・救急支援のためのシミュレータ開発、平成 26 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2014 年 5 月 31 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

松山優貴、二神透：重点密集市街地における地区内避難確率向上に向けた適用研究、平成 25 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2013 年 5 月 11 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

秋月恵一、二神透：避難ペトリネット作成システムを利用した内水氾濫への適用研究、平成 25 年度土木学会四国支部技術研究発表

会、2013 年 5 月 11 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

池田達朗、二神透、松山優貴：愛媛県中予医療圏を対象としたドクターカー出動促進のための救命率向上効果、平成 25 年度土木学会四国支部技術研究発表会、2013 年 5 月 11 日、愛媛大学(愛媛県松山市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

二神透(FUTAGAMI Toru)
愛媛大学・防災情報研究センター・准教授
研究者番号：40229084

(2) 研究分担者

高山純一(TAKAYAMA Junichi)
金沢大学・環境デザイン系・教授
研究者番号：90126590