

防災シミュレーターを用いた防災教育・ 地区防災計画への活用

二神 透¹・國方祐希²・今西桃子³

¹正会員 愛媛大学准教授 防災情報研究センター（〒790-8577 松山市文京町3番地）
E-mail: doboku@jsce.ac.jp

²学生員 愛媛大学大学院 理工学研究科（〒790-8577 松山市文京町3番地）
E-mail: kunikata.yuki.10@cee.ehime-u.ac.jp

³学生員 愛媛大学大学院理工学研究科（〒790-8577 松山市文京町3番地）
E-mail: k imanishi.momoko.11@cee.ehime-u.ac.jp

平成25年度の災害対策基本法改正において、地域コミュニティの防災活動に関する「地区防災計画制度」が創設され、平成26年4月より施行されている。この、地区防災計画制度では、地域の居住者（住民、事業者ら）自身が、地区の災害特性を踏まえたボトムアップ型の防災計画を作ることを目的としている。著者等は、地域の災害特性を具体的にイメージするための各種災害シミュレータの開発を行っている。これらのシステムの特徴は、汎用化であり、現在、地震火災、津波避難シミュレータの汎用化を行っている。本論文では、地震火災リスクの精緻化と、津波避難シミュレータの概要を述べるとともに、防災教育・地区防災計画への活用について述べる。

Key Words : *district disaster prevention plan, disaster prevention education, tsunami evacuation simulator, earthquake fire simulator*

1. はじめに

1995年1月の阪神・淡路大震災より、日本は地震の活動期¹⁾に入っているといわれ、2011年3月に東日本大震災が発生し、甚大な人的・物的被害を出した。今後、都市直下地震²⁾、南海トラフ巨大地震³⁾といった甚大な災害の発生が指摘されている。室崎らによれば、阪神淡路・大震災では、日ごろのコミュニティ活動の多寡が、発災後の防災活動に大きく影響したことを明らかにしている⁴⁾。

東日本大震災後の、平成25年に災害対策基本法が改正され、地域コミュニティの防災活動に関する「地区防災計画制度」が創設され、平成26年4月より施行されている⁵⁾⁷⁾。この、地区防災計画制度では、地域の居住者（住民、事業者ら）自身が、地区の災害特性を踏まえたボトムアップ型の防災計画を作ることを目的としている。従来より、多くの研究者が住民・行政を対象としたリスク・コミュニケーションを実践⁸⁾¹⁰⁾し、地域の防災力の向上に貢献している。しかし、専門家が関与した地域の防災力が向上し、関与しないところは防災力が期待できないのでは国内で起こる災害に備えうることができない。そこで、著者等は、全国で起こりうる災害をイメージし、

安全に避難するためのシミュレータの開発を行い、地区防災計画への支援システムとしての有効性について研究を行っている¹¹⁾²⁰⁾。また、防災教育のツールとしての有効性についても研究を行っている²¹⁾。防災教育について、矢守は、（1）能動的な働きかけを重視した防災教育、（2）成果物・アウトプットを生み出すことを重視した防災教育、（3）学校以外の主体・組織との連携を重視した防災教育、（4）諸活動に埋め込まれた様式を重視した防災教育を四つのキーワードを上げている²²⁾。即ち、災害リスクに立ち向かう力を持ち、その力を実感することにより、共助や、コミュニティのつながりや、地域の互酬性を認知し、安心を獲得する防災教育が必要となる。著者等も、シミュレータを用いて地域で起こりうる災害を知り、どのように避難すれば命が助かるのか、地域の災害時避難行動要支援者をどのように支援すればよいのかといった具体のイメージを高めるための防災教育の在り方を模索している。

本研究では、現在、開発を行っている地震時の火災延焼シミュレータを拡張化し、火災熱算定システムを構築し、地震火災時に輻射熱から安全に避難することをイメージするためのシステム開発を行う。つぎに、シミュレ

ータを防災教育に活用した事例と効果について述べる。
最後に、土砂災害、洪水から避難するためのシミュレ
ータ開発の課題について述べる。

2. 地震火災熱算定システム

地震火災熱算定システムとは、地震火災の火災領域か
ら受ける対流熱と輻射熱を算定し、人体の許容輻射受
 $2,050\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ 以上の領域を表示するシステムである。
本システムの特徴は、樹木による熱量の低減効果も評価
できる点にある。1923年の関東大震災では、本所被服廠
跡で、火災による3万8015人もの犠牲者を出した。
現在でも、木造密集市街地における地震火災の危険性が
指摘されており、安全な経路、安全な避難場所を評価す
る上でも、支援システムとして機能することを期待して
いる。避難経路、避難場所に樹木がある場合、樹木の奥
行、樹木高さ、遮蔽率が必要となる。具体的処理につ
いては、次節で述べる。

(1) 地震火災熱リスク算定システムの概要

地区防災計画・防災教育を支援するシミュレータに必
要な視点は、自ら地域のデータを採取し、地域の情報を
入力することができることである。言い換えれば、変わ
りゆく地域のデータを更新しながら、自分たちのデータ
として、持続的に活用する仕組みが必要であると考えて
いる。そこで、開発システムは、パソコン上で操作可能
なことで、国土空間データを用いて対象地域を限定しな
いこと、道路や建物、防火樹木等のデータの更新が可能
であることを基本としている。

開発システムは、Windows OS7以上で動作するため、
多くの関係者が直接操作可能である。図-1の国土空間
データを用いて、図-2の建物・道路データを抽出してい
るため、全国各地でデータを採取することができる。道
路や建物の変更についても、システム上で操作でき、防
火樹木等のデータのシステム上で入力することができる。
防火樹木は、図-3の左からの火災領域（システムより
ダイナミックに取得）と、樹木の奥行き β (m)、防火樹
木高さ h (m)を入力することにより、任意の地点の熱
量を算定することにより、火災リスク、火災熱リスク、
避難場所の有効面積等を評価可能なシステムとなっている。

(2) 地震火災熱リスク算定システムの適用事例

著者等は、神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎ゴルフ場（広域
避難場所）の有効面積を算定するために開発したシステ
ムを用いて安全性の定量的評価を試みた。神奈川県茅
ヶ崎市は地震による延焼で18,000件以上の家屋が焼失
するとされている県下最大のクラスター地域である。ク
ラス

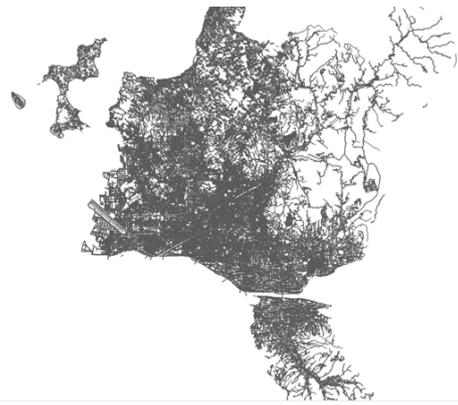


図-1 松山市国土空間データ



図-2 松山市地区建物情報の抽出

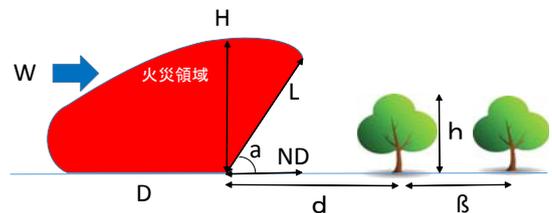


図-3 防火樹木のモデル化

表-1 防火樹木パラメーター一覧

パラメータ	内容
H	火炎高さ(m)
h	樹木高さ(m)
d	樹木前面距離(m)
β	樹木奥行き(m)
a	火炎の傾き
ND	火炎の前面位置

ターとは延焼被害が起きた場合に運命を共にする建物群のことをいい、クラスター内の建物から1件でも出火し、そのまま放置した場合、クラスター内の建物全てが焼失する単位のことをいう。神奈川県によるとこの地域は JR 東海道線以南の 12 万の住民に対し 11 万の収納可能な避難場所を確保しているとあるがそのうち 78,000 人はゴルフ場で収容することになっている。しかし茅ヶ崎ゴルフクラブはゴルフ場が高い借地料を理由に運営会社が閉鎖を決めたため再開され広域避難場所としての機能が失われる可能性がある。茅ヶ崎ゴルフクラブを失うということは 78,000 人の避難場所が失われるということになる。また茅ヶ崎ゴルフクラブは湘南海岸特有の松林を有しておりこれを失うと年々減少する茅ヶ崎市の緑比率の下降に拍車がかかることになってしまう。災害がない時でも近隣住民に向けた防災イベントが行われる等地域住民にとって必要不可欠な場所となっている。そこで対象地域をモデルとした緑地火災延焼シミュレーション・システムを作成し緑地の防災効果について検証し、震災時の緑地の有用性を示すことを目標とする。

a) 出火件数について

「東京都第 16 期火災予防審議会答申 地震時における人口密集地域の災害危険要因の解明と消防対策について」(東京消防庁火災予防審議会, 2005) による計測震度と

出火率の関係及び全壊率と全出火率の関係を用いて冬期の震度 7 の場合の出火件数を想定した。火気器具・電熱器具からの出火件数と、ガス漏洩による出火件数、薬品による出火件数、消防力による消火件数より、当該地域の冬季 18 時の出火件数を算定した結果、9 件の出火数となった。

b) 緑地データの入力について

図 4 に、対象となる茅ヶ崎の広域避難場所と周辺建物の航空写真を示す。広域避難場所周辺には、樹木が配置されており、地震火災発生時には、火炎領域からの熱量を受熱する。熱量を遮蔽する樹木のデータは、図 5 の google マップのストリートビューより、樹木の奥行、樹木高さを抽出し、図 6 の緑地データ入力インターフェイスを用いてデータの入力を行った。遮蔽率については、図 5 のデータを用いて、ピクセル処理を行い緑地の占有率を算定している。

c) 適用計算

本シミュレーションでは、対象地域を風向北として①風速 6m時のゴルフ場の樹木あり②風速 6m時のゴルフ場の樹木なし③風速 9m時のゴルフ場の樹木あり④風速 9m時のゴルフ場の樹木なし 4 パターンのシミュレーションを行い、輻射熱が及ぶ範囲をそれぞれ測定しそこからゴルフ場の避難場所として有効な面積を求めた。出火



図 4 広域避難場所 (茅ヶ崎ゴルフ場)



図-5 google マップのストリートビュー

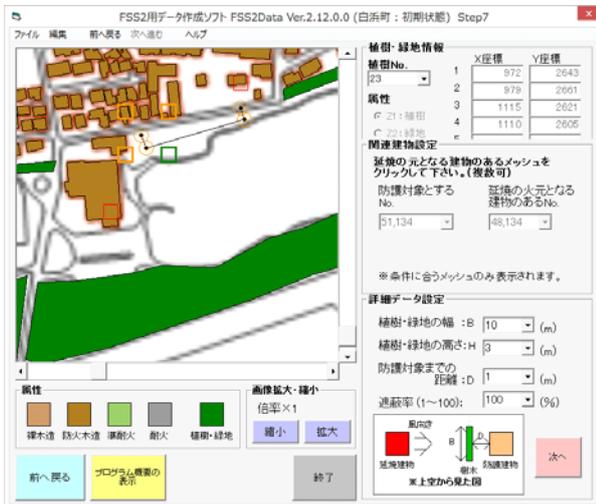


図-6 緑地データ入力インターフェイス

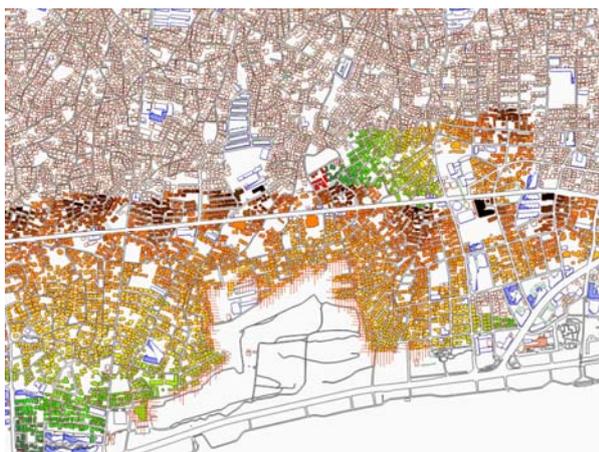


図-7 シミュレーション結果

(風速 6m, 樹木なし, 火災発生から 480 分後)

数については先述した手法から震度 7 における出火数とした。図-7 に風速 6m, 樹木なし, 火災発生から 480 分後のシミュレーション結果を示す。避難所周辺の赤い棒線が

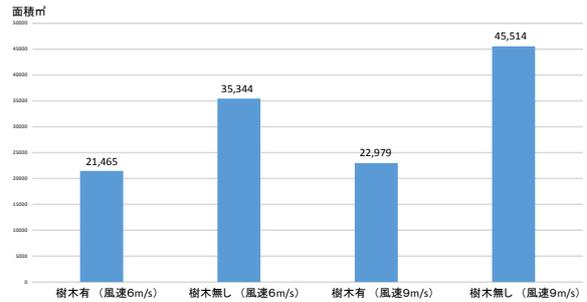


図-8 輻射熱が及ぶ面積 (火災発生から 480 分後)

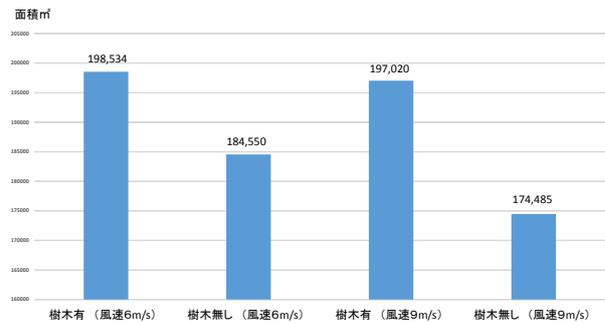


図-9 避難所として有効な面積 (火災発生から 480 分後)

人体の許容輻射受 $2,050 \text{kcal/m}^2 \cdot \text{h}$ 以上の領域を示す。以下、風向を北とし①風速 6m/s 時のゴルフ場の樹木あり②風速 6m/s 時のゴルフ場の樹木なし③風速 9m/s 時のゴルフ場の樹木あり④風速 9m/s 時のゴルフ場の樹木なしの条件でシミュレーションを実行した。図-8 に輻射熱が及ぶ面積, 図-9 に避難所の有効面積を示す。これらより、風速が大きいほど樹木による輻射熱の遮断効果があり、特に風速 9m/s 時における輻射熱が及ぶ面積に着目すると樹木ありの場合 22979 m^2 , 樹木なしの場合 45514 m^2 と樹木がある場合輻射熱が及ぶ面積を 50%減少させていることがわかる。

以上より、地震火災の延焼リスクのみならず火災熱リスクについてもダイナミックに提示可能かつ、防火樹木による避難場所の安全性についても評価できることを示すことができた。今後、各地域での地区防災計画に活用し、地震火災から命を守るための避難経路・避難場所の検討に役立てたいと考えている。

3. 防災教育へのシミュレータの活用

(1) 松山市垣生小学校での防災教育について

本研究では開発した地震火災延焼シミュレータ, 地震火災避難シミュレータを活用し, 松山市立垣生小学校で 5 年生児童に防災教育を行う。シミュレータの提示方法が違う 2 グループにそれぞれで事前事後アンケートを実

施し、児童の防災意識の変化を比較することで、小学生に対する地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータが有する効果について検証を行う。また、小学校にシミュレータを提供し、シミュレータの使用頻度別の児童の防災意識変化を検証する。さらに、アンケート結果を踏まえ、小学生に対する防災教育の課題の明確化を行う。

(2) 防災教育の概要

2014年11月28日（金）に、松山市立垣生小学校の5年生児童を対象に、防災教育を行った。以下に、防災教育の詳細を記す。まず、授業の流れについて記す。初めに、簡単な地震災害についての話をを行い、地震火災の危険性について説明した。そしてシミュレータを用いた情報提供を行い、アンケートを実施した。

地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータを用いた情報提供では、松山市立垣生小学校校区を、都市構造マップデータを用いてシミュレータによる視覚的な情報提供を行った。シミュレータで使用するができる地図は、白地図、建物名入り地図、航空写真の3種類である。図-9に3種類の地図を示す。

垣生小学校5年生の4クラスを、2クラスずつに分け、「地震火災延焼シミュレータのみを視聴、操作」するグループAと「地震火災延焼シミュレータと地震火災避難シミュレータの両方を視聴、操作」するグループBに分け、両者の比較をし、2つのシミュレータによって得られる効果の違いを見る。なお、どちらのグループも45分間で情報提供を行った。

出火点は事前に作成していた都市構造マップから、子供たち自身に自宅を探してもらい、自宅、もしくは自宅近辺を任意で決定してもらった。風速が3m/sの場合と10m/sの場合で延焼状況の違いを比較する方法で情報提供を行った。風向を西、風速を3m/sに設定した場合の、出火から3時間後のイメージ図を図-10に、風向を西、風速を10m/sに設定した場合の、出火から3時間後のイメージ図を図-11に示す。この図では、出火点、風向は同条件とし、風速のみが異なる場合でシミュレーションを行った際の、出火から3時間後の様子を比較している。シミュレーション結果を提示することで、どれくらいの時間でどの程度まで延焼が広がるのかといった情報を視覚的に伝えることとした。

a) 事前事後アンケートについて

防災教育に参加したことで小学生の防災意識に変化がみられるかを調べることを目的とし、防災教育の事前と事後でアンケートを行う。また、防災授業後も継続的にシミュレータを提供し、防災教育を実施した2ヶ月後にもう一度事後アンケートを行う。防災教育の事前事後ア

ンケートの実施タイミングについては、図-12のグループ別防災教育のフロー図に示す通りである。なお、事前アンケートは防災教育の前日、事後アンケートは防災教育後に回収を行った。アンケートでは、事前事後で共通の防災意識を問う質問を扱う。アンケートで扱った質問



図-9 三種類の背景画像

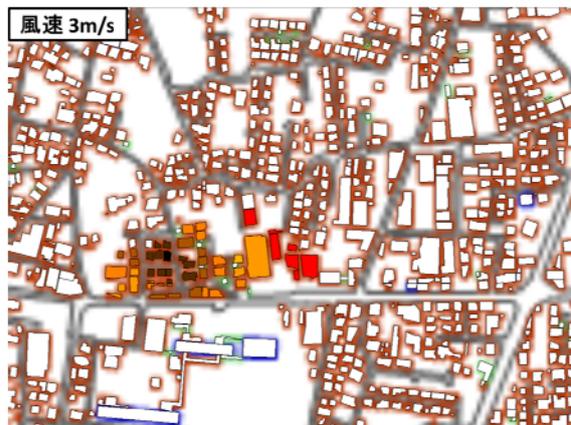


図-10 風速 3m/s 出力画面



図-11 風速 10m/s 出力画面

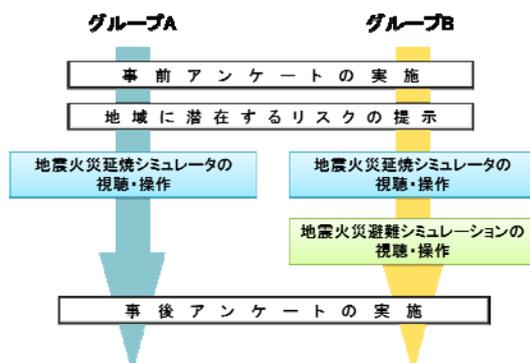


図-12 グループ別の防災教育フロー

は表-2 に示す通りである。防災意識を問う質問では、地震火災の危険性の認知度や、地震火災が発生した場合の対処等についての質問を計 18 問設けている。それぞれの問題は表-2 に示している通り、リスク認知に関する質問、自助に関する質問、共助に関する質問、公助に関する質問に分類している。

b) アンケート調査分析

事前事後アンケートでは表-2 に記述した通り、防災意識を問う質問を 18 問扱っている。表-2 の「大変そう思う」を+3、「そう思う」を+2、「ややそう思う」を+1、「どちらともいえない」を 0、「あまりそう思わない」を-1、「そう思わない」を-2、「全くそう思わない」を-3 へと数値化する。そして、地震火災延焼シミュレータのみを視聴・操作したグループ A と、地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータの両方を視聴・操作したグループ B それぞれの平均値を算出し、平均値の差の検定より、事前のアンケートと事後のアンケートでの平均値の変化の有意性を調べる。また、グループ A とグループ B で、意識向上者率を比較する。事前と事後のアンケート回答の間の情報提供には 2 つのグループ間で違いを持たせているため、アンケートの結果をグループ間で比較することで、地震火災延焼シミュレータ、

地震火災避難シミュレータのリスク・コミュニケーション・ツールとしての効果を評価する。

まず、2 グループともに、アンケート回答者の全員が小学校 5 年生であり、どちらのグループも 64 人で、男女比で見るとやや男性が多い。また、グループ A、グループ B それぞれの平均値の差の検定を行った結果を表-2、表-3 に示す。表-2、表-3 より、今回の事前事後アンケートにおいてグループ A では、リスク認知と自助に有意性が見られ、グループ B では、リスク認知、自助、共助、公助のすべての項目で有意差が見られた。以下に、リスク認知 (問 3)、自助 (問 6)、共助 (問 12)、公助 (問 16) の 4 つの防災意識について、それぞれの結果を記す。

リスク認知を問う質問 (問 3) のグループ A、グループ B それぞれの平均値の変化の結果を図-13 に示す。数値の変化だけで比較すると、グループ A、グループ B 共に意識の向上が見られる。これは、防災教育時に、簡単な地震災害についての話をを行い、地震火災の危険性について説明したため、地震火災発生危険認知度が上昇したと考えられる。その結果が、数値上昇に反映されていると考える。

今回の事前事後アンケートでは、小学生に対する防災

表-2 アンケート内容 (自助・共助・公助)

質問番号	質問内容	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	選択肢6	選択肢7	分類
1	あなたの住んでいる地域では、どのような災害が発生すると思いますか。	津波	土砂崩れ	地震火災	建物の倒壊	わからない	発生しない	その他	リスク認知
2	もしも地震が発生した時、あなたの住んでいる地域で一番被害が大きいと思われる被害は何ですか。	津波	土砂崩れ	地震火災	建物の倒壊	わからない	発生しない	その他	リスク認知
3	あなたの住んでいる地域で大きな地震が発生した場合、地震火災の危険性があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	リスク認知
4	あなたは、近所で火災が起こった時、安全に逃げる事ができると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	自助
5	風が強い日に、あなたの家の近くにて地震によって火災が発生した場合、あなたは風向きを考えて避難しますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	自助
6	地震により、たくさんの場所で同時に火災が発生するなど、さまざまな状況を考えることが重要だと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	自助
7	あなたは地震の時に避難場所・避難経路が安全かどうかを考えて避難する必要があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	自助
8	あなたの住んでいる地域で、地震火災への対策を考える勉強会が開かれる場合、積極的に参加したいと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	自助
9	あなたの住んでいる地域で、地震火災を考えた避難訓練を行う必要があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	共助
10	あなたの住んでいる地域で地震の時に火災が発生した場合、あなたは近所に住んでいるひとりで避難できない人を助けようと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	共助
11	あなたの住んでいる地域では行政だけに頼らず、地域住民が協力し、地震火災の対策を行う必要があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	共助
12	あなたの住んでいる地域のひとと、避難場所について話し合うことが大切だと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	共助
13	地震が発生し、近所の家が火災になりました。近所のひとと協力して消火活動を行おうと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	共助
14	地震火災に備え、消防が利用できる貯水槽など水の確保が重要であると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	公助
15	行政がひとりで避難できない人を補助すべきだと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	公助
16	消防や警察と一緒に防災訓練を行う必要があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	公助
17	あなたの住んでいる地域で、ひとりで避難できない人がいるかどうかを、知っている必要があると思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	公助
18	行政によって、災害の時に消防車や救急車が通る道路の確保や建物を丈夫にすることが必要だと思いますか。	非常にそう思う	そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	そう思わない	全くそう思わない	公助

教育において、地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータを視聴・操作することで、リスク認知、自助、共助、公助の意識が向上することが確認できた。このことより、シミュレータを用いて地震火災に関する詳細な情報提供を行うことは、有益な効果をもたらすといえるだろう。また、地震火災延焼シミュレータに加え

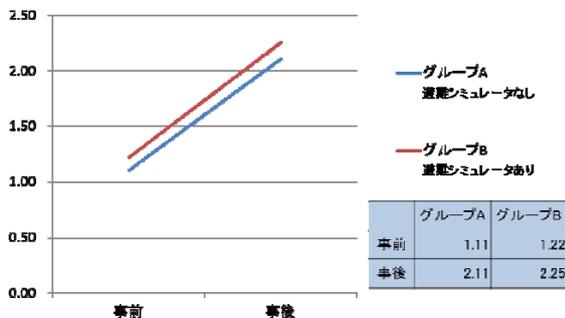


図-13 アンケート（問3）の事前事後での数値変化

表-2 アンケート内容（グループA）

	リスク認知				
	問3				
事前	1.106				
事後	2.106				
有意差(5%)	*				
	自助				
	問4	問5	問6	問7	問8
事前	0.955	1.424	2.136	2.258	1.031
事後	1.227	1.896	2.343	2.269	1.552
有意差(5%)		*			*
	共助				
	問9	問10	問11	問12	問13
事前	1.789	1.561	1.788	1.636	1.375
事後	1.970	1.522	2.045	2.000	1.657
有意差(5%)					
	公助				
	問14	問15	問16	問17	問18
事前	1.892	1.800	1.697	1.621	2.200
事後	2.239	1.788	1.955	1.791	2.343
有意差(5%)					

表-3 アンケート内容（グループB）

	リスク認知				
	問3				
事前	1.224				
事後	2.254				
有意差(5%)	*				
	自助				
	問4	問5	問6	問7	問8
事前	1.328	1.612	2.030	2.313	1.403
事後	1.612	1.806	2.403	2.522	1.776
有意差(5%)			*		
	共助				
	問9	問10	問11	問12	問13
事前	1.761	1.761	1.985	1.923	1.742
事後	2.149	1.925	2.015	2.358	1.731
有意差(5%)				*	
	公助				
	問14	問15	問16	問17	問18
事前	2.167	2.106	1.939	2.000	2.348
事後	2.433	2.000	2.328	2.015	2.403
有意差(5%)			*		

て、地震火災避難シミュレータも同時に提示することで、防災意識向上に、より効果があるという可能性を見出すことができた。しかし、地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータを視聴・操作するのみでは、リスク認知、公助の意識向上者率に、大きな変化は見られなかった。その理由としては、地震火災延焼シミュレータ、地震火災避難シミュレータを視聴することで、行政によって、災害時に消防車や救急車が通る道路の確保を行うことの重要性や、地震火災に備え、消防が利用できる貯水槽などの水の確保の重要性を実感することができなかったことが挙げられる。

今後、愛媛県内の小中高等学校危機管理者との研修会を予定しており、各学校へのシミュレータの導入と、長期的な活用方法と効果の評価について検討を行う予定である。

4. 津波・土砂災害・洪水シミュレータと今後の展望

著者等は、国土区間データを用いた津波避難シミュレータを開発している。現在、津波の解析データを2500分の1の空間データ上に読み込み時系列の津波の襲来と、避難行動を重ねたシミュレータを開発している。現在、愛媛県西予市明浜町俵津地区、高知県須崎市と連携しながら、避難訓練への活用や、災害時避難行動要支援者の個別計画といったリスク・コミュニケーションを計画し



図-14 津波避難シミュレータ（愛媛県西予市俵津地区）

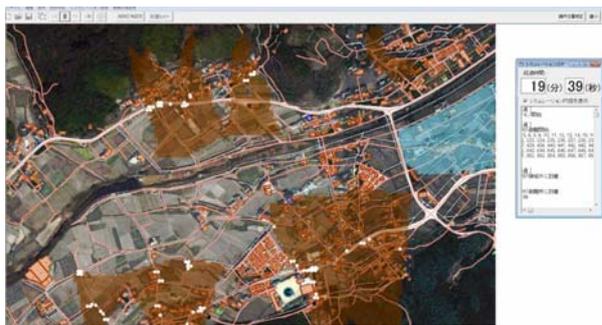


図-15 土砂災害・洪水シミュレータ（愛媛県今治市玉川）

ている。図-14は、愛媛県西予市明浜町俵津地区の津波避難シミュレータである。愛媛県内唯一、西予市は、三瓶町、明浜町における、南海トラフ巨大地震の津波解析データに基づく津波避難浸水マップを作成している。図-14は、それらの解析データを読み込んで表示している。

一方、図-15は、土石流、洪水が想定される地域の避難シミュレータである。本シミュレータでは、動的な土砂災害・洪水データが無い場合、ハザードマップより動的データとして入力している。

以上、これからの各種シミュレータについては、静的データを動的に変換する工夫が必要であると考えている。

5. おわりに

本論文では、各地域の地区防災計画を支援するために、地震火災リスク、地震熱リスク、津波避難シミュレータを汎用化し、今後、対象地域で、リスク・コミュニケーションを実践する予定である。また、地震に以外の土砂災害、洪水についても避難シミュレータを汎用化したいと考えている。そのためには、静的なハザード・データを動的な時系列データに変換する仕組みが必要であると考えている。同時に、開発したシミュレータを防災教育に役立てるための仕組みと実践研究を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉武博通：東日本大震災に際しての危機対応と大学がこの経験から学ぶこと、リクルート カレッジマネジメント 168,pp.26-30,2011.
- 2) 中央防災会議：首都直下地震の被害想定と対策について、2013.
- 3) 中央防災会議：南海トラフ巨大地震対策について、2013.
- 4) 崔榮和、樋口大介、北後明彦、室崎益輝：住環境が防災コミュニティ活動に及ぼす影響に関する研究：神戸市を事例として、地域安全学会論文集 No.6,pp.283-290,2004.
- 5) 室崎益輝、矢守克也：地区防災計画制度入門、NTT出版、2014.
- 6) 内閣府：防災に関する世論調査、2014.
- 7) 内閣府：地区防災計画ガイドライン、2014.
- 8) 野村尚樹、宮島昌克、藤原朱里、山岸宣智：ワークショップ手法を用いた防災リスクコミュニケーションに関する研究～輪島市輪島地区の事例を通して～、土木学会論文集 A1 (構造・地震工学, Vol.69,I_528-I_538,2013.
- 9) 片田敏孝、金井昌信、児玉真、及川康：防災ワークショップを通じた大規模氾濫時における緊急避難体制の確、土木学会論文集 F5 (土木技術者実践), 67(1), 14-22, 2011.
- 10) 特集リスクコミュニケーション 3.11 以後の変質と波及 地震・津波と日本一うまく付き合うための防災計画 (高知県黒潮町), 建築雑誌, Vol.128,No.164,2013.
- 11) 二神透, 大本翔平: 津波避難勧告地域における防災行政無線の整備と課題-愛媛県宇和海沿岸 5 市町を対象として-, 土木学会論文集 F6 (安全問題), 68, 8 頁, 2012
- 12) 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), 68, 6 頁, 2012.
- 13) 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, 第 48 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2013
- 14) 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, 第 47 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2013.
- 15) 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, 第 47 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2013.
- 16) 二神透, 秋月恵一, 松山優貴, 國方祐希: 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), 安全問題・論文集 7 頁 2013.
- 17) 二神透, 國方祐希: 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), 安全問題・論文集 8 頁, 2014.
- 18) 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), 安全問題・論文集 8 頁, 2014.
- 19) 二神透, 今西桃子, 國方祐希: 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, 第 49 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2014.
- 20) 二神透, 國方祐希, 今西桃子: 持続可能な地域防災力向上における支援システムの信頼性向上に関する研究, 土木計画学研究・講演集, 第 49 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2014.
- 21) 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, 第 48 回土木計画学講演集, CD-ROM6 頁, 2013.
- 22) 矢守克也, 高玉潔: ゲームづくりのプロセスを活用した防災学習の実践 - 高等学校と地域社会におけるアクション・リサーチ, 実践社会心理学研究, Vol.47, No.1, pp.13-25, 2007.

(2015. 4. 24 受付)