

住民参画化のための避難計画支援システム開発と適用研究*

Study on Development and Application about Evacuation Planning Support System for Public Participation*

二神透**・木俣昇***

By Tohru FUTAGAMI**・Noboru KIMATA***

1. はじめに

日本全国で、自治体による「地震時防災計画書」が策定されている。計画書の〈被害想定〉には、木造市街地を抱える都市部では、地震火災が共通して力説されている。しかし、現実には、このリスクは、行政・住民ともに、過小評価している。例えば、多くの避難訓練では、指定避難場所への移動体験が目的で、火災の配慮は、ボードで提示して通行不可という情報を与えるという試みにすぎない。研究代表者が、愛媛県新居浜市防災安全課と実施した小学校区単位の避難訓練でも、家屋の倒壊、火災の発生といったカードを家先に置き、避難時に発見者に回収していただきたいと事前周知していたにもかかわらず、一枚の回収さえ行われなかった。さらに、火災リスクを過小評価する要因として、現実の地震での対応が作用している。近々の中越沖地震・能登半島地震では、火災が発生しなかった。火災の発生は、1995年の阪神淡路大震災まで遡る。この地震では、285件の火災が発生し、判明した火源の第一位は電気器具で24%、着火源の第一位は、ガスで28%である。阪神淡路大震災では、通電後の火災の発生が問題となったが、この事例を教訓にした対策が施され、火災は消滅しているという安堵感が有る。

阪神淡路大震災の再評価を行うと、早朝に発生したために一般火器からの出火が少なかった。さらに、火災の延焼速度は気象条件である風速に従属する事象であるが、風速が幸いし、20~40m/hと極端に延焼速度が遅かった。有る意味で、大きな焼失面積と5百人を超える火災犠牲者を出したが、不幸中の幸いであったともいえよう。現在、火器の自動消化装置義務化や、オール電化住宅の増加や、始まったばかりの地震速報情報により、火

災出火原因の低下や初期消火の向上が計られていくことも事実である。一方で、未対応火器は依然として残り、冬季夕刻の火災リスクは無視できない。このことは、テレビで報道され住民にアピールされている。しかし、これらの情報は理論的レベルに留まり、地震火災の実感生は乏しい。この最大の理由は、個人的経験的基準情報への働きかけ方に問題があると考えられる。即ち、与えられる情報が、当人の生命への影響を示すものではない、あるいは、仕方がないという意識に留まるため、減災への行為に繋がっていない。そこで、個人的経験的基準情報を変革、具体的には、地震火災対応を如何にして促進化させるのか、そのためには、個人的経験的基準情報の変革に期待性を付与することであると考えている。

本研究の目的は、避難訓練を実質化するための支援システムを開発し、計画者、住民、専門家が一体となって、持続的かつ実効性を伴う支援スタイルを提案することにある。具体的には、GPSを用いて避難経路ならびに避難行動を明示化するとともに、住民の意見を計画に直接反映化可能なシステムを開発する。最後に、愛媛県新居浜市を事例に、支援システムの適用研究を行い、有効性ならびに課題を整理する。

2. 避難計画支援システムの活用スタイル

(1) 新居浜市の要援護者避難支援プラン

著者らは、新居浜市防災安全課とともに、新居浜市における要援護者避難支援プランを作成してきた。新居浜市の支援プランの特徴は、平成16年の台風災害で甚大な人的・物的被害を被った土砂災害危険地域を対象に、支援プランを作成し、2010年を目標に、順次、全市街地へ適用する予定である。著者らは、2007年度にモデル地区を対象として、支援プラン作成のためのワークショップを開催し、支援プランの周知並びに、自治会、地域支援者の役割等について住民と話し合いを行った。その結果、2007年4月に、土砂災害対象地域における要援護者ならびに地域支援者リストが完成した。

2007年7月の台風4号の接近に伴い、支援プラン完成後、初めての避難準備情報が発令された。著者らは、

キーワード：シナリオシミュレーション、避難計画、住民参加

**正員、学博、愛媛大学防災情報研究センター

(松山市文京町3、

TEL089-927-9837、FAX089-927-9837)

***正員、工博、金沢大学名誉教授

避難準備情報が発令された全世帯に対してアンケート調査を実施した。その結果、災害対策本部（市役所）から自治会、要援護者、要援護者支援者への情報伝達の確認はできた。しかし、

- 自治会からの情報伝達が的確に行われていなかった。
- 地域支援者の支援行動が皆無であった。
- 要援護者の殆どが避難行動をとっていない。
- 決められた避難所への行動は皆無であった。
- 全員が車で移動していた。

ことが明らかになった。上述したように、新居浜市は、土砂災害危険地域以外の地区を対象に、支援プランの策定を行っている。今後、3年以内に、全市域への適用を計画している。計画では、対象地域が広がると市役所からの個別連絡は不可能であるため、自治会を中心に情報伝達を行うとしている。しかし、本調査の結果を見る限り、情報伝達に関する何らかの工夫が必要となろう。

（2）新居浜市金栄小学校区における避難訓練

2007年8月26日に、新居浜市による平成19年度防災訓練が実施された。本年は、市内4校区を対象に、それぞれの校区で訓練テーマを定めて、被災時をイメージした具体的かつ実践的な訓練を行うことになった。著者らは、新居浜市の要援護者支援プランに関わっているため、4校区の中、金栄小学校区において、要援護者支援をテーマにした避難訓練を実施した。参加者（金栄校区）は、住民157名、消防団30名、新居浜市職員36名、アマチュア無線1名、来賓5名、学校関係者5名、愛媛大学5名であった。

「8月26日7時30分に、南海トラフを震源とする地震が発生し、新居浜では震度6弱を記録、建物の倒壊、地震火災の発生のため、多数の負傷者が発生した。」というシナリオの下、住民は校区各自治会別に金栄小学校

に徒歩で避難した。要援護者については、支援プランのシナリオ通り、新居浜市から自治会長へ、自治会長から支援者への情報伝達を行い、支援者が要援護者を車椅子で金栄小学校へ避難誘導した。著者らは、避難行動データを動的に採取するため、住民協力の下8台のGPSを用いて、車椅子、年代別行動データを採取した。

この避難訓練から得られた知見は、

- GPSデータの解析結果より、徒歩・車いすを阻害する要因は見られず、スムーズな避難行動を確認できた。
- 被験者別に、徒歩・車いすの移動速度を得ることができた。
- 避難行動GPSデータを用いて、被験者の避難行動を直接シミュレータへフィードバックすることができた。
- 支援プランの情報伝達が的確に行われていることを確認できた。
- 市役所から自治会長を通して住民にお願いしていた、災害カードの回収（火災、家屋倒壊といったカードを、避難時に発見した場合回収する）は、全く行われなかった。

以上より、避難シナリオのための移動速度データ、歩行・通行阻害の有無に関するデータの採取、情報伝達の確認を行うことができた。一方、災害カードといった災害シナリオの提供という方法は、全く機能していないことがわかった。この点に関しては、行政・著者らの、説明ならびに確認不足も一因となっていると考えられる。

（3）避難計画支援システムの構成

著者らの提案する、避難計画支援システムの流れを図1に示す。青い線が、自治体による避訓練の現状を示す。緑色の線は、著者らのシナリオシミュレーションの構成と実行を示す。赤い実線は、著者らが提案する支援システムスタイルであり、赤い波線は、反省検討会を踏まえ

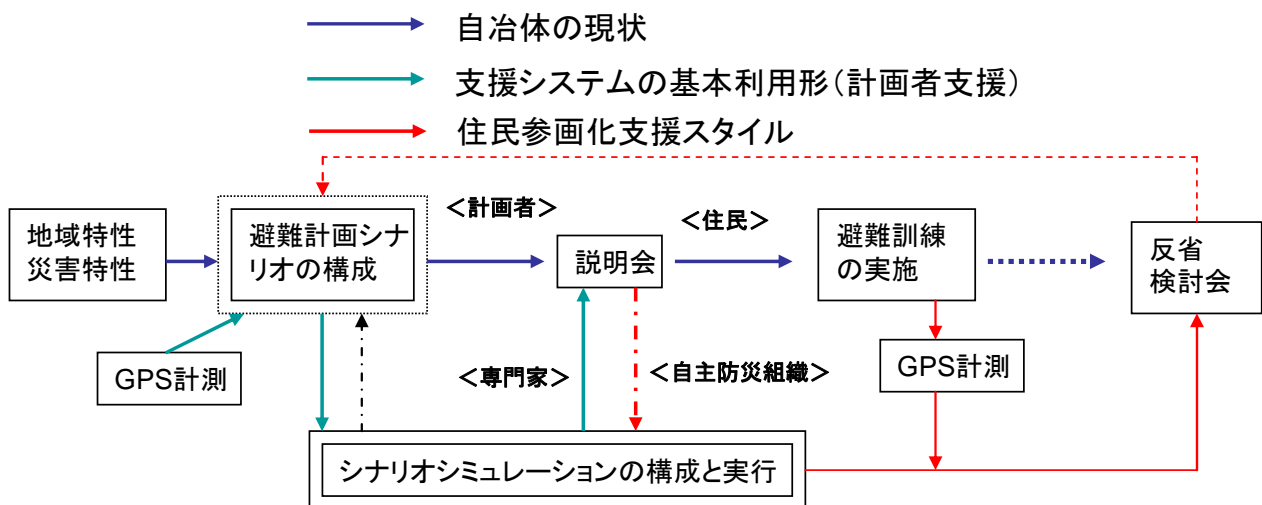


図1 新居浜市における避難計画支援システムの活用スタイル

た計画へのフィードバックを示す。図1の支援システムの特徴は、計画者・専門家・住民・自主防災組織が一体となって、計画を作成するプロセスを取り入れていることと、支援システム核として、直接参画化あるいは、フィードバックによる計画シナリオの構成といった、サイクリックな計画を担保することにある。

3. 避難計画支援システムの構成と適用

(1) シナリオ・シミュレーション・システムの開発

著者らは、建物倒壊と火災による延焼阻害を考慮した避難シナリオ・シミュレーション・システムを構成することとした。建物倒壊については、現地調査を基に倒壊危険建物を写真撮影し、倒壊の有無と阻害のレベル（切断阻害・制約阻害）を想定する。火災の気象条件については、当該地域の冬の卓越風（西風・風速9/s）を与え

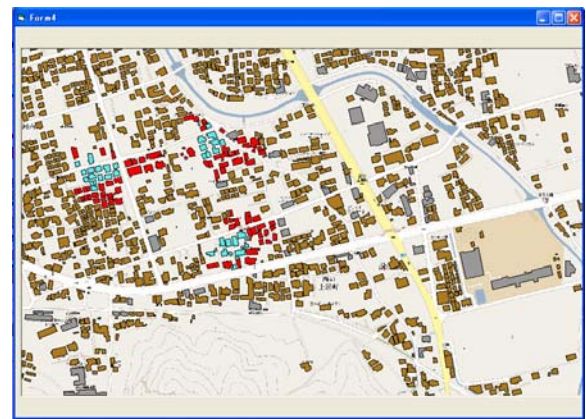


図2 火災による延焼阻害（60分後、西風、9m/s）

ることとした。出火点については、3か所を想定し、60分後に最も延焼面積が大きくなるように設定した。それらのシナリオを表1に示す。災害事象を縦軸に、避難携帯を横軸に示している。災害事象としては、避難阻害無し、倒壊（切断・容量制約）、火災（3箇所出火、風向：西風、風速9m/sec）を想定した。阻害箇所の引き返し条件は、情報伝達を行いながら引き返すケースと、情報伝達無しのケースを想定した。具体的には、避難者が阻害部付近まで近付き、阻害を認識してから引き返すシナリオと、誰か1人が阻害部から引き返したときに阻

表1 災害事象と避難形態シナリオ

避難形態	災害事象		倒壊		火災+倒壊	
	阻害無し	火災	切断型	容量制約型	切断型	容量制約型
引き返し (情報伝達無)	○	○	○	○	◎	△
引き返し (情報伝達有)	○	○	○	○	◎	△

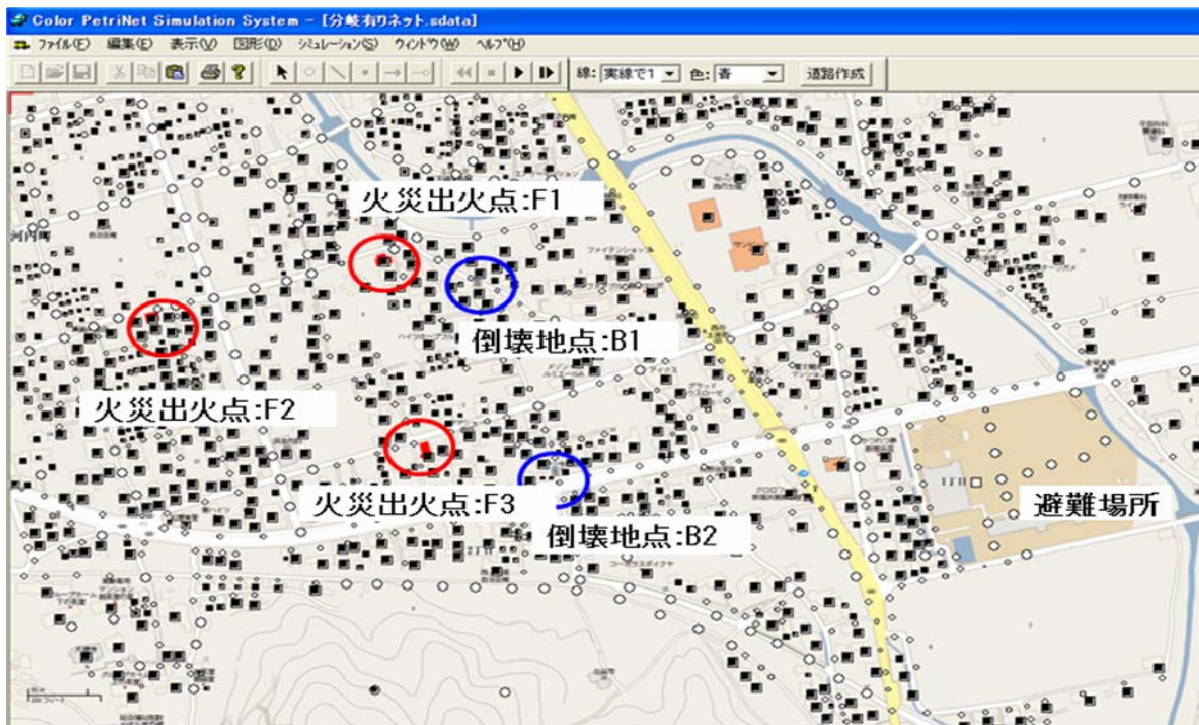


図3 火災出火点と建物倒壊箇所（■：987世帯、○経路）

害部の情報を次の人に伝達する事で引き返していくという2つのシナリオを想定している。表1の容量制約阻害とは、通行可能な人数が制約されることを意味している。今回の事例では、情報伝達効果に着目するため、適用計算については割愛する。

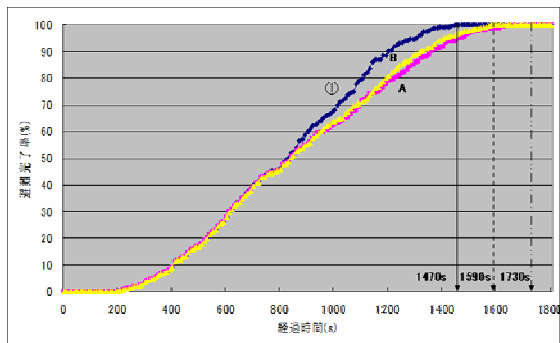


図4 地震火災シナリオ (情報伝達の有無)

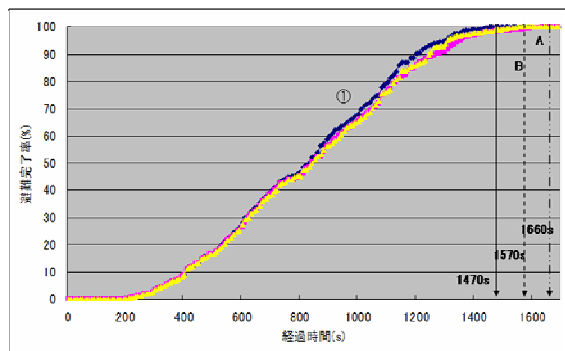


図5 倒壊シナリオ (情報伝達の有無)

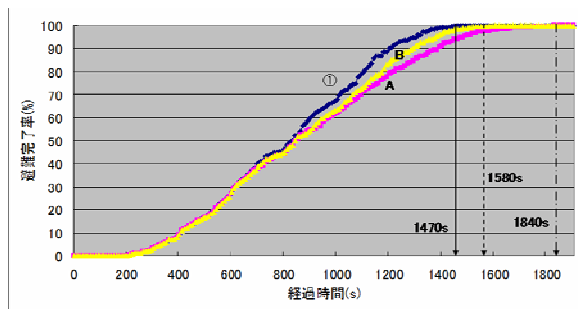


図6 地震火災・倒壊シナリオ (情報伝達の有無)

表2 シナリオ・シミュレーション算定結果

災害事象 避難形態	火災	倒壊	火災+倒壊
情報有り	1730秒	1660秒	1840秒
情報なし	1590秒	1570秒	1580秒
形態の差異	140秒	90秒	260秒

図2に、火災の延焼動態 (出火後 60 分) を示す。図3に、建物倒壊 (2箇所) ならびに、火災の出火点 (3箇所) を示す。

火災に関しては火災延焼シミュレータのシナリオ実行の結果を受けてどこを阻害とするかを検討した。建物倒壊に関しては、現地調査にて、倒壊危険箇所を GPS デバイスとデジタルカメラを併用した調査方法で実施し、それらをもとに、阻害箇所を想定した。紙面の制約上、割愛するが、各種シナリオの設定は、基本ネットにサブネットを追加すればよい。

初めに、1 つ目のシナリオは、火災延焼シミュレータから検討した地点を阻害部とし、今回は図3に示す F1 と F2 と F3 の位置に同時出火するというシナリオを想定し、ペトリネットとの連動化及び適用化を図った。このシナリオでのシミュレータ結果を図4に示す。横軸に時間を、縦軸に避難場所への収容率を示している。図中の①は阻害がない時の世帯数の収容推移を示す。阻害がない時の避難に比べ、地震火災情報伝達無し避難 (A) の方が 260 秒遅延している。一方、①と情報伝達有り避難 (B) の避難完了時間との差は 120 秒の遅延となった。情報伝達がある時と無い時とでは 140 秒の避難時間の差が生じている。

2 つ目のシナリオは、図3に示す B1 と B2 の位置に建物倒壊阻害が生じたときの阻害を想定したものである。ただし、B1 は切断阻害、B2 は制約型阻害を想定している。

3 つ目のシナリオは、前述の地震火災と建物による倒壊を阻害としたもので1つ目と2つ目のシナリオの複合型である。

表-2 に、3つのシナリオシミュレータによる算定結果の一覧を示す。

4. おわりに

本研究では、地震火災、建物倒壊といった災害シナリオを想定し、避難計画のシミュレーションを実施し、情報伝達の効果を定量的に算定した。今後、要援護者避難支援プランと連動し、要援護者と地域支援者の避難ネットを構築し、地震火災発生と避難開始タイミングの影響について分析したいと考えている。さらに、想定シナリオに対する行政や住民からの意見を反映化しながら、避難計画の支援を行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 二神透、木俣昇：避難訓練計画への住民参画化支援システム研究、土木計画学研究・講演集、No. 36, Vol. 34, CD-R, 2007.