

# 災害情報を即時共有する地域防災情報ネットワークシステムの 導入効果に関する検証

## ～京都市先斗町での避難シミュレーションを通して～

Inspection about the introduction effect of the local disaster prevention information network system to share disaster information immediately  
～Through refuge simulation in Ponto-cho～

山根雅也<sup>1</sup>・大窪健之<sup>2</sup>・金度源<sup>3</sup>

Masaya Yamane<sup>1</sup>, Takeyuki Okubo<sup>2</sup> and Dowon Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 博士課程前期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Graduate Student, Graduate School of Science and Engineering Ritsumeikan University

<sup>2</sup>立命館大学教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

<sup>3</sup>立命館大学准教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

It is said that there will be a major earthquakes within 30 years according to Cabinet Office. It has great risks of the road confinement by the building collapse in the wooden crowd city area. People may perform a refuge action more safely if get disaster information beforehand. Attention to the use at the time of the earthquake of the system which can share disaster information. This study inspects the effect of the system through refuge simulation.

**Keywords :** *evacuation on wooden dense urban area, earthquake disaster prevention, the disaster information network system, agent simulation*

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景と目的

近年、首都直下地震や南海トラフ巨大地震等の大地震が30年以内に相当な確率で発生することが危惧されている<sup>1)</sup>。我が国の現代都市には、木造住宅密集地域と呼ばれる火災に対する脆弱性の高い地域が今尚多く存在しており<sup>2)</sup>、地震時には甚大な火災被害が懸念される。特に、歴史的な町並みでは、都市構造や道路ネットワークの形態も近代的な都市の町並みとは異なり、幅員の小さい道路や屈曲路、袋小路など、都市防災の観点からは課題が多く存在している。そのような地域で発生した火災については、道路閉塞等の影響で消防隊や消防団が火災発生場所まで到達するのに時間を要することや、到達できても倒壊家屋の影響で防火水槽が使用できなくなる等、消火活動が困難となることが予想される<sup>3)</sup>。そこで、建物倒壊などによる道路閉塞箇所が発災直後に把握できれば、これらを回避した移動経路を求めることができ、効率的に現場や避難場所に到着できる可能性がある。近年では、スマートフォンやタブレットなどの情報端末を活用して、災害情報を収集する試みがある<sup>4)</sup>。大地震時発生直後の災害情報を迅速かつ正確に収集・共有・活用することがで

できれば、人的被害・物的被害の低減に大きく貢献できる可能性がある。

そこで、災害情報を無線ネットワークを通して地域全体で共有できる地域防災情報ネットワークシステムを利用すれば、最適な避難行動、避難経路の選択に有効であると考えられる。本研究で扱う地域防災情報ネットワークシステム（以下本システムという）とは、立命館大学防災まちづくり研究室が開発を行った火災通報システムであり、火災時にいち早く地域住民で共助体制を構築することを目的とした情報共有システムである。本システムの開発は、2009年<sup>3)</sup>から行われており、一般的な住宅用火災警報器を用い、それを中継器を介して無線で繋いでいることが特徴の一つである。現在、実用化に至った本システムでは、知らせたい情報を知らせたい範囲の相手に配信することが可能であり、配信する災害情報の多角化が期待できる。

## (2) 研究の目的

避難シミュレーションにより、災害情報を無線ネットワークを通して地域全体で共有することが出来る本システムを先斗町地区に導入した際の災害時における効果を明らかにすることを目的とする。

## 2. 研究対象地と研究の方法

### (1) 研究対象地区の概要

本研究の研究対象地である先斗町は、京都市中京区の三条通南から四条通間に立地している歴史的な街並みが残る地区であり、京都五華街の1つである。図2-1のように、中央には南北に約500m道幅2.7m以下の先斗町通が延び、その通りに接して間口3間程度の伝統的建造物が両側に建ち並んでいる。また、地区のほぼ中央には先斗町公園と先斗町バイク駐輪場が、東側にはみそそぎ川・鴨川が、西側には木屋町通が位置している。木造密集市街地であるため、大地震時には、建物倒壊や地震火災により避難経路が限定されるだけでなく、安全な経路を選択することが困難となることが考えられる。

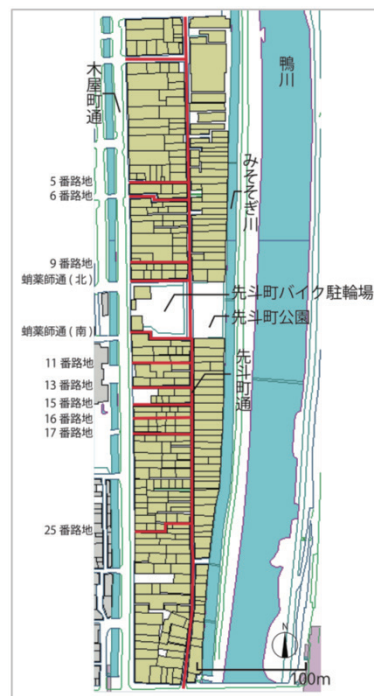


図2-1 先斗町地区の概要

### (2) 研究の方法

先斗町地区は、多くの観光客が訪れる観光地である。そのため、災害時を想定して実際に擬似避難を行うことは困難であるため、エージェント型避難シミュレーションを用いて避難行動における課題を抽出し、対策を検討する。まず、現状の避難シミュレーションを構築することにより、先斗町地区の地震後を想定した避難上の課題を抽出する。その結果を踏まえて改善案の避難シミュレーションを実行し、得られる効果とさらなる課題を考察する。本研究では、フォーラムエイト社のシミュレーションソフトであるbuildingEXODUS (ver.5.0.0) <sup>注2)注3)</sup>を使用した。また、避難シミュレーションを構築するにあたり必要となる情報として、地区内の各事業所内の客席数とピーク時の先斗町通及び路地内を回遊している来遊者数、の二つが挙げられると考えられる。それらのデータについては、先斗町を対象に避難シミュレーションを行った林田らの研究<sup>5)</sup>で調査されたものを用いる。避難シミュレーションで火災発生時と地震発生時を想定したシナリオを作成し、本システムの特徴である災害情報を事前に避難者が周知している場合としていない場合の避難完了時間・混雑度の違いを明らかにする。

## 3. 実用化された地域防災情報ネットワークシステムと新たな機能拡張の提案

### (1) システムの概要

本システムは、各戸の住宅用火災警報器（以下住警器という）を火災センサーとして用いて、センサーから受け取る火災情報を無線ネットワークを通して地域全体で共有するインフラである。住警器が作動すると屋外火災警報装置が連動して鳴動し、住警器の作動情報は中継器等を通してクラウドサーバー上に送信され、住民の携帯メール等へ情報が配信される。また、本システムは、地区の防災機器（サイレン等）と連動可能

であり、地区の特徴やニーズに応じた運用が可能である。

## (2) 火災発生時の運用

住警器が作動すると無線信号が屋外火災警報装置へと送られ、警報音が鳴る。その後無線信号は、中継器、親機、ゲートウェイを経由しインターネット上のクラウドサーバーへと送られる。クラウドサーバーは、予め設定した近隣住民に携帯メールで通報（一次通報）し、メールを受け取った住民は火元へ駆け付ける。その住民が火災か誤報かを判断し、屋外火災警報装置を操作する。火災と判断された場合は、さらに広範囲の近隣住民へと携帯メールで通報（二次通報）されるシステムである。

## (3) 本システムの機能拡張の提案

本システムの特徴である①住警器を発信機として無線ネットワークで繋いでいるため、発信機を変えるだけで災害情報を配信可能。②住民が住んでいる場所等の属性に応じて、各住民に適した防災行動等の配信が可能。という2点に着目し、機能拡張の提案を行う。提案の内容としては、建築物の軒下に「ジャイロセンサー」<sup>注4)</sup>を取り付けるというものである。そのセンサーが一定以上の傾きを検知した際に、建物が倒壊している、または倒壊の危険性がわかるというものである。本システムの特徴を活かし、発信機としてジャイロセンサーが感知した情報を本システムが受け取り、先斗町地区に住む住民に対し、倒壊情報等を配信するというものである。

## 4. 避難シミュレーションモデルの構築とシナリオ

### (1) 避難シミュレーションに必要なパラメータ

#### a) 避難者数の設定

避難シミュレーションを構築する際に先斗町地区内の避難者数を設定する必要がある。本研究では、林田らの研究<sup>7)</sup>で行われたアンケート調査及び、来遊者数調査を基に避難者数を設定する。研究の結果より、地区内に最も多くの来遊者が訪れる時間帯における各通の来遊者数を用いて避難シミュレーションでの避難者数とし、避難シミュレーション内では、地区内の各経路にランダムで配置した。避難者数は以下の表4-1の通りである。

表 4-1 各通の避難者数

	先斗町通	5番路地	6番路地	9番路地	調薬師通(北)	調薬師通(北)	11番路地	13番路地	15番路地	16番路地	17番路地	25番路地
避難者数(人)	491	5	17	1	10	1	0	2	4	1	6	1

#### b) 各店舗から通りへ出てくる避難者の設定

店から出てくる様子については一定時間ごとに人を生成するソースノードを店の入口に設置することにより再現した。各店舗の避難者数においても、上記の林田らの既往研究<sup>7)</sup>で行われたアンケート調査を参考にする。避難シミュレーションでは、避難者は災害発生後に式4-1の居室避難許容時間<sup>注6)</sup>T秒(2~3=2.5秒)が経過すると人が生成開始される設定とし、その後2秒ごとに1人生成されるようインターバルは2秒と設定した。

$$T = 2 \sim 3 \times \sqrt{A}$$

$$(式4-1)$$

(T: 居室避難許容時間、A: 出火室の面積)

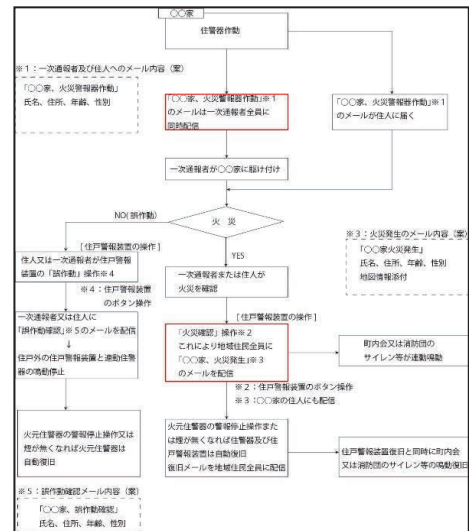


図 3-1 火災情報配信フローの概要

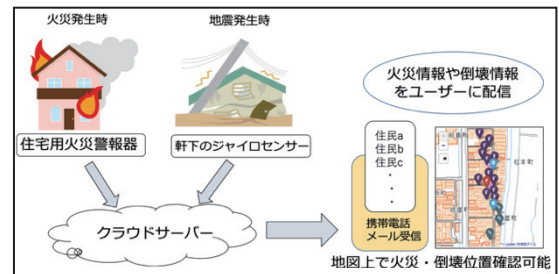


図 3-2 地震災害情報配信フロー概略

## (2) 避難シミュレーションモデルの構築

### a) 対象地区のモデル化

buildingEXODUSでは、対象としている平面を50cm×50cmの正方形で分割し、その正方形間をエージェントが移動することによって空間と人の移動がモデル化される。その正方形をノード、ノード間を結ぶ通路をアークといい、エージェントは各ノードにつき一人しか滞在することができない。(図4-1) 本研究では、先斗町通および路地をノードモデル化の際50cmで割り切れない場合は切り捨てることにより、対象地区をモデル化した。また、先斗町通と通り抜け可能な路地の先に出口<sup>注5)</sup>を設置し、先斗町地区から外へ出ることによってシミュレーション完了とした。

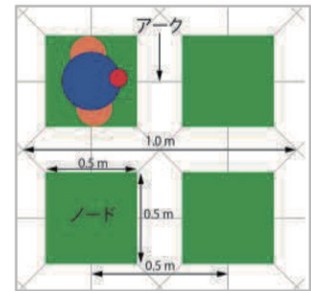


図 4-1 buildingEXODUS のアークとノード

### b) モデル化に際する条件設定と結果の分析方法

buildingEXODUSにおける出口の設定の一つである「Attractiveness値」とは、個人が出口についてどれほど知っているかの可能性に影響を与える値であり、出口を認識している確率である。誘引力値が100の場合、全避難者がその出口に向かって避難する。一方でAttractiveness値50や20の場合は、避難者のうち50%、20%がその出口について認識していることを意味する。出口選定の見込みはユーザ指定確率に依存する為、Attractiveness値の値に応じて各避難者が出口を知る割合に応じて変化する。本研究では、本システムを利用している人の割合をそのAttractiveness値を変化させることにより表現する。また、buildingEXODUSは、シミュレーション実行後に集中的に混雑が発生していた箇所を確認することが可能である。この混雑データは、全シミュレーション時間のうち10%以上混雑していたエリア (4人/m<sup>2</sup>) を表示するものである。

### (3) 避難シミュレーションのシナリオ設定



図4-2,4-3 使用不可とした路地の例

本研究では、本システムを先斗町地区に導入した際の効果について検証を行うため、a)火災発生時とb)地震発生時の2つのシナリオで行う。特に閉塞の可能性が高いと考えられる路地を中心に閉塞を考慮し、シミュレーションを行う。道路閉塞を考慮する路地については、図4-5で赤色で示したものであり、図4-2, 4-3が路地の例である。地区内にあまり精通していない観光客は先斗町通を用いて避難することとし、路地に面している店から出てくる人は路地を使って避難とする。各路地の出口のAttractiveness値の初期値は全避難者に対する人口割合を算出し、その値を初期値として設定する。

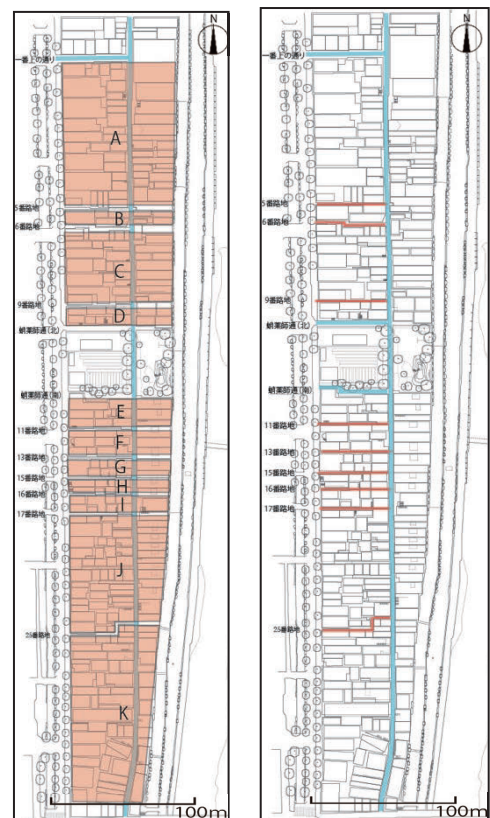


図 4-4 火災発生エリア

図 4-5 地震時の使用可能路地

### (4) 災害時を想定したシナリオ

避難者の出口の利用は接近の度合いにだけに従うのではなく、環境により影響される避難者の一般的傾向を反映する為、災害情報を受け取ることでより出口の優先度が変化することが考えられる。本研究では、避難者が災害情報を受け取った際の災害情報を認識した後の行動を各路地の出口に対するAttractiveness値を変化させることにより表現を行い、避難完了時間の差を明らかにする。

### a) 火災発生時

火災発生箇所は図4-4で表したA～Kエリアの中間点（先斗町通上）として設定する。火災発生箇所の両側の隣り合う路地は消防隊が進入路として使用するとして、それ以外を避難経路とする。

### b) 地震発生時

道路閉塞を直接的検証可能な資料がないため、本研究では、「震災時の道路閉塞状況からみた文化財の危険度評価」<sup>8)</sup>を参考に閉塞する路地を決定する。ここでは、京都市における低層木造の割合が高いことから5.5m未満の道路では、48%が道路閉塞すると推定されている。先斗町の路地においては更に幅員が狭いことから使用可能路地を11本存在する路地の中から5本を避難経路として使用可能（図4-5）とする。

## 5. 避難シミュレーションの結果と考察

### (1) 火災発生時の避難シミュレーションの結果

#### a) 避難者が火災情報を認識していない場合（先斗町通を主に避難経路として用いる場合）

路地に面している店から出てくる避難者は路地を用いて避難し、それ以外の人は先斗町通を用いて避難するとした際の、火災発生時の避難シミュレーション結果は以下の表5-1の通りとなった。各路地の出口のAttractiveness値は算出した初期値を設定した。また、このケースを「基本ケース」として以降記述していく。

表 5-1 火災発生時のシミュレーション結果

出火エリア	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
避難完了時間	29分41秒	25分41秒	21分27秒	19分11秒	17分30秒	15分47秒	14分07秒	13分02秒	13分26秒	23分40秒	25分41秒

#### b) 全ての避難者が火災情報を受け取ったと仮定した場合

本システムの導入により、先斗町にいる全ての避難者が本システムの情報配信により、火災情報を周知していると仮定した場合のシミュレーション結果は以下の表5-2の通りとなった。ここでは、路地に対するAttractiveness値の数値を全て100に設定し表現した。いずれのケースにおいても避難完了時間が短縮される結果となり、特にエリアAでの火災ケースにおいて短縮時間が14分19秒と最も短縮される結果となった。

表5-2 火災発生時の路地利用時のシミュレーション結果

出火エリア	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
避難完了時間	15分22秒	15分21秒	15分24秒	15分03秒	14分56秒	12分53秒	12分28秒	11分37秒	11分51秒	16分54秒	15分40秒
基本ケースとの避難完了時間の差	14分19秒	10分20秒	6分03秒	4分08秒	2分34秒	2分54秒	1分39秒	1分25秒	1分35秒	6分46秒	10分01秒

#### c) 一部の避難者が火災情報を受け取ったと仮定した場合

本システムは現段階ではメールアドレスの事前登録が必要な為、先斗町にいる避難者全てが火災情報を受け取ることが不可能であることが考えられる。林田らの既往研究<sup>7)</sup>からピーク時の来遊者数が539人、先斗町には395戸の事業所が存在していることが明らかとなっている。更に、その研究内でピーク時の従業員数と客数が明らかとなっている。その数値を参考にピーク時における先斗町の従業者数は全体の約20%となる。そこで、登録している20%が路地を使って避難すると仮定した際のシミュレーションを行う。その際のシミュレーション結果は以下の表5-3の通りとなった。

表5-3 路地利用者を全体の20%としたときのシミュレーション結果

出火エリア	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
避難完了時間	12分10秒	10分15秒	9分25秒	9分37秒	9分25秒	9分13秒	9分11秒	8分58秒	8分59秒	10分20秒	11分17秒
基本ケースとの避難完了時間の差	15分31秒	15分26秒	12分02秒	9分34秒	8分05秒	6分34秒	4分56秒	4分04秒	4分27秒	13分20秒	14分24秒
b)のケースとの避難完了時間の差	3分12秒	5分06秒	5分59秒	5分26秒	5分31秒	3分40秒	3分17秒	2分39秒	2分52秒	6分34秒	4分23秒

### (2) 地震発生時の避難シミュレーションの結果

#### a) 避難者が使用可能路地を認識していない場合

避難者が道路閉塞箇所を認識していないと仮定したとき（路地を用いて避難せず先斗町通のみを用いて避難する）の地震発生時の避難シミュレーション結果は以下の表5-4の通りとなった。また、このシミュレーション結果を基本ケースとして以降記述する。

表 5-4 地震発生時のシミュレーション結果

	避難完了時間
基本ケース	22分08秒

地震発生後の使用可能と仮定した5本の路地のうち蛸薬師通（図5-1）の2本は幅員が広いこと、バイク駐輪場が隣接しており閉塞の可能性が低いことが考えられる。その為、ここでは、蛸薬師通の2本は使用可能として固定し、その2本の以北と以南にて残りの使用可能路地3本をランダムで選び、シミュレーションを行った。以下b)～e)については、残りの3本の路地を選んだものから最も避難完了時間が長くなったものを示してある。また、各使用可能路地のAttractiveness値はそれぞれ100と20の2通りで設定した。



図 5-1 蛸薬師通の様子

b) 蛸薬師通以北の3本を使用可能としたとき

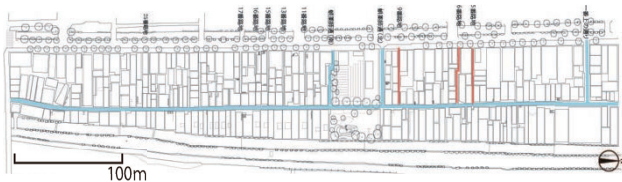


図5-2 b)の使用可能路地

c) 蛸薬師通以南の3本を使用可能としたとき

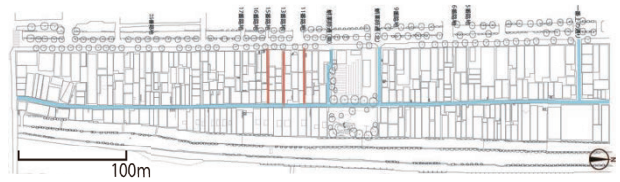


図5-3 c)の使用可能路地

d) 蛸薬師通以北の2本、以南の1本を使用可能としたとき

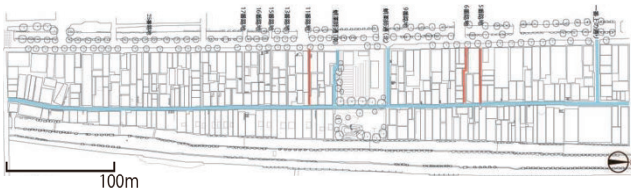


図5-4 d)の使用可能路地

e) 蛸薬師通以北の1本、以南の2本を使用可能としたとき

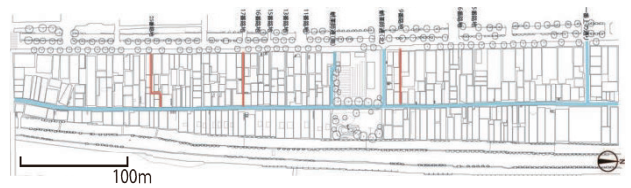


図5-5 e)の使用可能路地

それぞれb)～e)の避難シミュレーション結果は以下の表5-5の通りとなった。

表5-5 道路閉塞を考慮した際の避難完了時間と基本ケースとの避難完了時間の差

	使用可能とした路地	Attractiveness値	避難完了時間	基本ケースとの避難完了時間の差	
b)	蛸薬師通以北の3本を使用可能としたとき	5・6・9番路地	100	14分08秒	8分00秒
		20	10分22秒	11分46秒	
c)	蛸薬師通以南の3本を使用可能としたとき	11・13・15番路地	100	15分51秒	6分17秒
		20	12分05秒	10分03秒	
d)	蛸薬師通以北の2本、以南の1本を使用可能としたとき	5・6・11番路地	100	27分09秒	-5分01秒
		20	14分31秒	7分37秒	
e)	蛸薬師通以北の2本、以南の1本を使用可能としたとき	9・17・25番路地	100	15分06秒	7分02秒
		20	11分03秒	11分05秒	

(3) 火災発生時の避難シミュレーション結果の考察

a) 先斗町通を主に避難経路として用いる場合

シミュレーション結果（表5-1）では、エリアAに続いてエリアB、エリアKが避難完了時間が長くなるという結果となった。これは、避難者が主に先斗町通を用いて避難している為、出口までの距離が長くなった為であると考えられる。また、先斗町公園以南の通は特に幅員が狭くなっているため渋滞が発生しやすく、避難時間が長くなる結果につながったと考えられる。

## b) 全ての避難者が火災情報を受け取ったと仮定した場合

ここでは、避難完了時間が最も長くなったエリアAについて考察する。下図5-6は火災情報を与えないと仮定した際の混雑、下図5-7は火災情報を避難者が受け取った際を想定したときの混雑を表している。2つの図を比べると、先斗町通の混雑が解消されていることがわかる。火災情報を受け取った避難者が多くなったことにより、路地へ向かう避難者が増えたことによるものであると考えられる。避難完了時間、混雑データの比較から、火災情報を避難者に与えた際には一定の効果があるといえる。



図5-6 基本ケースの混雑



図5-7 Attractiveness値100のときの混雑

## c) 一部の避難者が火災情報を受け取ったと仮定した場合

シミュレーション結果（表5-3）より、一部の避難者が情報を受け取ったとした場合の方が避難完了時間が短縮されていることがわかる。全ての避難者が路地を利用しようとするとかえって混雑が生じるため、路地を利用する人を制限した方が避難時間の短縮につながると思われる。避難完了時間は短縮されたが、Attractiveness値20の混雑状況（図5-8）はAttractiveness値100のとき（図5-7）と比べてときあまり変化が見られない。このことから、実際の避難時には路地周りで渋滞が生じたときには火災発生位置を知らせたうえで誘導することが必要になると考えられる。



図 5-8 Attractiveness 値 20 のとき

## (4) 地震発生時の避難シミュレーション結果の考察

Attractiveness値100とAttractiveness値20のいずれのケースにおいても避難完了時間が短縮されていることから、避難者が道路閉塞情報を周知していない場合（基本ケース）に比べて使用可能路地を避難者に情報を与えることの有効性があると考えられる。しかし、全ての避難者が使用可能路地を周知している場合には、その路地に向かう人が増えてしまい混雑が生じ、かえって避難完了時間が長くなるという結果になったことが考えられる。下図5-9は、d)のケースのAttractiveness値100のときの混雑を表しており、図5-10はその混雑が生じている個所の拡大図である。使用可能とした11番路地に向かう人が多いために渋滞が起き、避難時間が長くなったと考えられる。



図5-9 d)のAttractiveness値100のときの混雑



図5-10 混雑個所の拡大図

## 6. 結論

### (1) まとめ

避難シミュレーションを用いた本研究から、以下のことが明らかとなった。

#### a) 火災発生時

避難者が火災情報を受け取った際、木屋町通へ通じる路地に向かう人が増えれば、混雑が解消されることがわかった。一方で、路地に対するAttractiveness値を100にした場合と20にした場合を比べた結果からもわかるように、先斗町通と路地のどちらも使用しないとかわって混雑が生じ、避難時間が長くなることが明らかとなった。

#### b) 地震発生時

地震時の建物倒壊による道路閉塞が発生していることを想定したシナリオでは、避難者が使用可能な路地

を用いて避難することにより、避難時間の短縮につながる可能性があることがシミュレーション結果より明らかとなった。しかし、路地は幅員が狭いため、避難者が集中すると混雑が生じ、避難時間が長くなることも分かった。

いずれのケースにおいても災害情報を受け取った避難者は路地を用いて避難することで避難時間の短縮、混雑緩和することができることが明らかとなった。本システムは全ての避難者に災害情報を配信することを目標と知っているが、先斗町地区においては全員に災害情報を配信し、全員が利用可能な道を利用しようとするとかえって混雑が生じ避難に時間がかかることにつながる可能性がある。

## (2) 今後の課題

本研究では、避難者が災害情報を認識している可能性を避難シミュレーション内の出口に対する誘引力値を変化させることにより擬似的に表現したため、実際の災害時における避難者の行動とは異なることが考えられる。そこで、今後の課題として、災害情報を受け取った避難者がどのような行動を起こすか、避難者間での情報の共有により行動がどのように変わるのかを明らかにする必要があると考えられる。

また、先斗町地区に導入するためには、実際に本システムを地域住民に使用方法を十分に説明した上で、避難訓練等を行い本システムの特徴を活かした防災活動を実際に行っていく必要がある。また、地震による建物倒壊については現時点では定量的に評価することができない為、様々なケースを想定し、避難上の課題を抽出することも必要であると考えられる。

## 注釈

注1)本研究における「来遊者」とは、他地区からの観光客や飲食を目的に地区にやってくる、この地区にあまり精通していない、この地区の住民もしくはこの地区内の事業者の従業員等ではない人々のことを指す。

注2)本研究で用いるフォーラムエイト社のシミュレーションソフトであるbuildingEXODUSは、人と人、人と建造物の相互作用を表現し、非常時や常時の人の動きや行動を評価するエージェント型シミュレーションソフトである

注3)buildingEXODUSは、人と建造物の相互作用を表現することに優れているが、本研究で対象地域としている先斗町地区は、メインストリートである先斗町通の幅員が2.7m以下であり、その両側にぎりがり建物で建ち並んでいるため、本研究で用いるエージェント型シミュレーションソフトとしてふさわしいと考えられる。

注4)ジャイロセンサーとは、物体の傾きを検出する装置の総称であり、基準軸に対して1秒間に角度が何度変化しているかを検知するセンサーのことである。

注5)本研究における「出口」とは、避難シミュレーションモデル内の先斗町地区内から地区外へ出る出口のことであり、避難者が出口を出た時点で先斗町地区内から地区外へ避難完了したとみなす。

注6)居室避難許容時間Tとは、火災が発生した場合にその居室の全員が室外に避難完了するまでの時間を表している。

## 参考文献

- 1) 内閣府：首都直下地震対策ワーキンググループ最終報告,中央防災会議, [http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku\\_wg/](http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/)
- 2) 国土交通省：「地震時等に著しく危険な密集市街地」について,報道・広報  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/house06\\_hh\\_000102.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/house06_hh_000102.html)
- 3) 東京消防庁：木造密集地域における震災対策の課題,  
[http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kabousin/19k/jishintaisaku\\_2-2.pdf](http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-bousaika/kabousin/19k/jishintaisaku_2-2.pdf)
- 4) 大佛俊泰, 沖拓弥：リアルタイム災害情報収集・共有・活用システムの開発, 日本建築学会計画系論文集, 第739号, 2451-2459 2017.9
- 5) 深田亮介,大窪健之：住宅用火災警報器を活用した地域防災情報ネットワークの構築に向けた実証研究～篠山市篠山重伝建地区を対象として～歴史都市防災論文集Vol.4 2010年7月
- 6) 岩井渉,大窪健之,金度源,林倫子：災害情報を即時共有する地域防災情報システムの機能拡張と地域特性に着目した配信方法の検討～与謝野町加悦重伝建地区を対象として～歴史都市防災論文集Vol.9, 2015.7
- 7) 林田南実, 金度源, 大窪健之, 林倫子：京都市先斗町における来遊者を対象とした避難シミュレーションー火災・地震発生時の混雑による渋滞に着目してー, 歴史都市防災論文集Vol.11, 2017.7
- 8) 亀井千尋,花岡和聖,中谷友樹：震災時の道路閉塞状況からみた文化財の危険度評価-建物の建築年代・建築構造に着目したシミュレーション-,GIS-理論と応用,2009,Vol.17,No.1,pp73-82