

# 情報伝聞が大地震時の広域避難に及ぼす影響

土屋拓也・大佛俊泰・沖拓弥

## Influence of Information-Hearsay on Wide-Area Evacuation after a Major Earthquake

Takuya TSUCHIYA, Toshihiro OSARAGI, and Takuya OKI

**Abstract:** In order to smoothly and safely evacuate after a major earthquake, it is important to obtain disaster information (such as street-blockage, fire, and evacuation areas) by bulletin boards, hearsay among stranded people and guidance. In this paper, we construct a model, which describes wide-area evacuation, information-hearsay, and guidance behavior. Using this model, we evaluate the influence of information-hearsay on wide-area evacuation in terms of evacuation time and the risk of evacuation routes. Also, we discuss the effective and efficient methods of evacuation direction.

**Keywords:** 仮想都市 (virtual city), 広域避難 (wide-area evacuation), 情報伝聞 (information-hearsay), 避難誘導 (evacuation guidance), シミュレーション (simulation)

### 1. はじめに

大地震発生時に、円滑かつ安全な避難行動を行うためには、火災・道路閉塞などの災害情報や、避難場所に関する情報を取得することが重要となる。また、通信ネットワークの使用が困難な状況下では、掲示板や避難者間の伝聞による情報獲得、避難誘導による情報拡散などが果たす役割も大きい。

筆者らは、大地震発生時の広域避難における避難行動と避難者間の情報伝聞をモデル化し、シミュレーションを行うことで、情報伝聞や避難誘導が広域避難中の避難者に与える影響を定量的に評価する手法を構築した(土屋ほか, 2014)。本稿では、避難者が伝聞により獲得した情報から、災害状況を判断するモデルを新たに組み込むとともに、避難者数に対する誘導者の割合や、誘導活動を行う時間に注目し、効果的かつ効率的な誘導の方法について考察を行う。

土屋 拓也 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1

東京工業大学大学院 情報理工学研究科

情報環境学専攻 大佛研究室

Email : tsuchiya.t.ag@m.titech.ac.jp

### 2. 広域避難シミュレーションモデルの構築

#### 2.1 仮想都市の構築

現実都市に固有の空間性状の差異を極力排除し、広域避難における情報伝聞の効果を評価するため、仮想都市を構築した。ただし、仮想都市の性状については、詳細な空間性状データを有する、東京都世田谷区の土地利用現況調査の GIS データを参考にした(図-1)。

#### 2.2 物的被害のモデル化

大地震発生時の物的被害として、道路閉塞と火災・延焼をモデル化した。道路閉塞は、世田谷区を対象に、事前に行った道路閉塞シミュレーションにより得られるノードリンク比に基づき、仮想

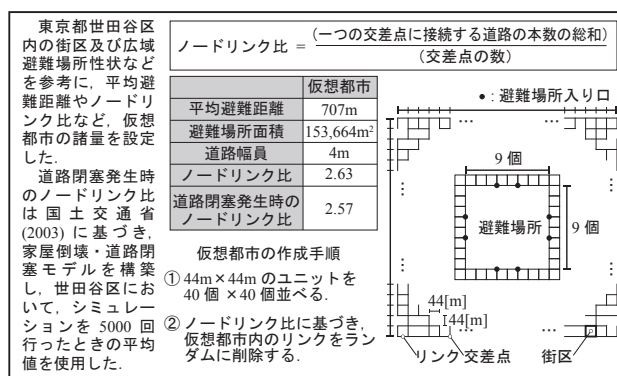


図-1 仮想都市の構築

都市内の道路をランダムに閉塞させるものとした。また、東京都(2012)による世田谷区の想定出火件数(62件)を基に、仮想都市内の出火件数(3件)を決定し、メッシュ(図-2)からランダムに出火するものとした。さらに、火災・延焼が避難者に及ぼす影響を定義し、避難者の経路選択やリスク評価に使用した。

### 2.3 エージェントのモデル化

避難者エージェント(以下、避難者)は、土地勘の程度に応じて避難行動パターンが異なると考え、表-1(a)に示す3種類を設定した。また、避難者を誘導する役割を担う誘導者エージェント(以下、誘導者)は、情報の収集方法に応じて、2種類を設定した(表-1(b))。

## 3. 情報伝聞モデルの構築

### 3.1 情報伝聞・判断のモデル化

交差点における情報伝聞を記述するモデルを図-3(a)に示す。情報伝聞を行う避難者は、避難場所の方角と、火災・道路閉塞の災害情報を伝聞するものとし、避難場所の方角の情報は、情報伝聞を行う避難者のうち、最も土地勘のある避難者に従うものとした。また、情報伝聞を行う避難者の中に最短避難者がいる場合には、情報伝聞後、避難者は最短避難者に追従するものとした。さらに本稿では図-3(b)に基づき、避難者は、伝聞する度に、収集した情報ソース数に応じて、火災交差点・道路閉塞の災害状況を判断するものとした。

### 3.2 情報取得による避難者タイプの遷移

情報伝聞や掲示板によって獲得される情報により、避難者の土地勘の程度は向上すると考えられる。そこで、取得した情報によって避難者タイプが遷移し、避難者の行動パターンが変化するモデルを構築した(図-4)。

## 4. シミュレーションの条件と評価方法

表-2に示す想定の下で、避難者タイプの比率を変化させ、仮想都市タイプを設定し(表

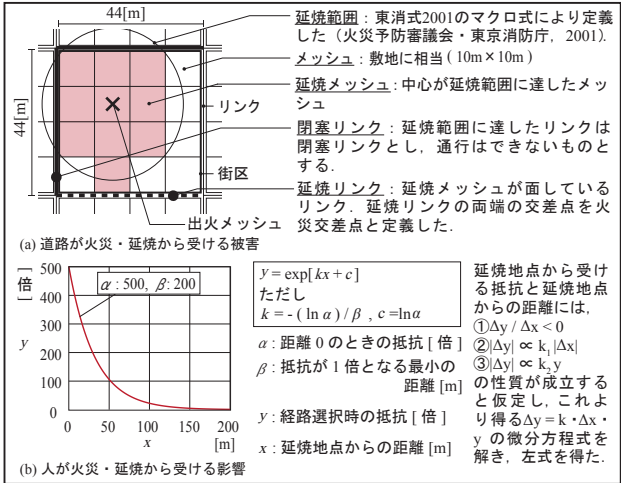


図-2 火災・延焼の影響の定義

表-1 エージェントの定義

(a) 避難者の種類			
避難者タイプ	想定	土地勘の程度	避難行動
探索避難者	外来者	疎い	ランダムに定める目的地の方角へ向かう
方角避難者	通勤・通学者	ある程度詳しい	避難場所の方角へ向かう
最短避難者	居住者	詳しい	避難場所までの最短経路を避難する

探索避難者：地理情報に疎く、避難場所の方角を知らないものとし、ランダムに定めた目的地の方角へ避難するものとした。  
方角避難者：避難場所のおおよその方角のみを知っているものとし、その方角へ向け、避難するものとした。  
最短避難者：地理情報に詳しく、すべての経路を把握しているものとし、避難場所までの最短経路を避難するものとした。

(b) 誘導者の種類		
誘導者タイプ	情報取得方法	経路選択方法
独立誘導者	探索・伝聞	避難開始から決められた時間までは探索避難者と
協力誘導者	無線など	同様。その後は最短避難者と同様の行動をとる。

独立誘導者：誘導者個人の探索と伝聞により情報を収集し、拡散するものとした。  
協力誘導者：無線などにより、収集した情報を誘導者間で共有できるものとした。

(a) 情報伝聞モデル			
情報伝聞は、4m四方の交差点内にあるエージェント間で行うものとした。また、同等の地理情報の詳しくさを持つ避難者が複数いる場合には、その中からランダムに選択された避難者の情報に従うものとした。	探索避難者	方角避難者	最短避難者

※矢印は進行方向、数字は目的地を示す。

情報の種類	避難者の状態	主張	伝聞による情報の更新
見聞情報	災害を見た	災害あり	なし
	災害はなかった	災害なし	
伝聞情報	災害ありと判断	災害あり	あり
	災害なしと判断	災害なし	
	わからない	わからない	

$n_1$ : 災害ありと主張する情報ソース数  
 $n_2$ : 災害なしと主張する情報ソース数  
 $n_0$ : わからないと主張する情報ソース数

$n_1/n_2$ の値は青木ら(1992)による伝聞情報判断モデルの判別領域の境界値を参考に、それぞれ、1.35と0.50とした。

$n_1/n_2 < 0.50 \rightarrow$  災害なしと判断  
 $0.50 \leq n_1/n_2 < 1.35 \rightarrow$  わからないと判断  
 $1.35 \leq n_1/n_2 \rightarrow$  災害ありと判断

図-3 情報伝聞モデル

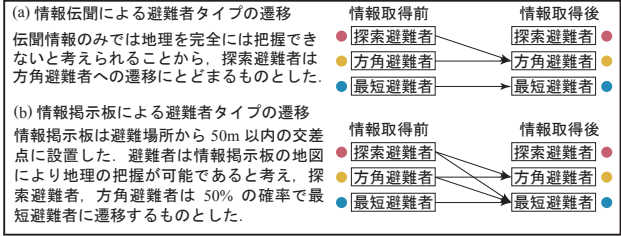


図-4 情報取得による避難者タイプの遷移

表-2 シミュレーションの想定

避難者総数	50,000人	気象条件	風速 0 m/s
避難開始時刻	ポアソン分布に従う	出火件数	3件
発災時刻	冬の18時	シミュレーション回数	11回

避難者総数は東京都世田谷区の人口密度(15,102人/km<sup>2</sup>)を参考に決定した。  
避難開始時刻は $\lambda=3.35$ のポアソン分布を使用した(大佛ら, 2013)。  
シミュレーションは発災後から14時間後まで実行した。

-3(a)), シミュレーションを実行した。以下では、避難時間や情報伝聞回数その他、火災からの影響を受ける道路（以下、リスクリンク）を避難者が通る回数や、各避難者が火災交差点（図-2）・道路閉塞に関する情報を把握している割合（以下、情報把握率）に基づき評価を行う（表-3(b),(c)）。

## 5. 仮想都市タイプ別の情報伝聞の影響

仮想都市タイプ別に情報伝聞の影響を検証した。観光地には避難場所の方角情報を持つ避難者は存在しないが、情報伝聞がなされると、避難時間は増加するものの、より多くの災害情報を取得でき、リスクは低減する（図-5(a),(c),(e)）。また、各避難者の持つ情報の種類に大きな差異がないオフィス街と住宅街では、情報伝聞の影響はほとんど見られない。一方、混在都市では、情報伝聞をすることで探索避難者の避難時間とリスクが大幅に低減するだけでなく（図-5(b),(d)）、最短避難者・方角避難者は、住宅街・オフィス街と比較して、より多くの災害情報を獲得できていることがわかる（図-5(e),(f)）。すなわち、タイプの異なる避難者が混在することで、避難者間で情報の拡散が促進されることを示している。

## 6. 誘導者の効果

### 6.1 誘導者の割合による影響

混在都市以外の仮想都市において、誘導者の割合が避難者へ及ぼす影響を検証した。誘導者の割合が増加するに従い、誘導者と情報伝聞を行う避難者（以下、被誘導避難者）数が増加し、被誘導避難者の避難時間が低減し、他の避難者と伝聞する回数が減少する（図-6(b)~(e)）。また、オフィス街と比較して（図-6(e),(g)）、観光地では、避難時間とリスクが大幅に減少している（図-6(d),(f)）。これは、土地勘のない人が多い都市では、誘導者の割合がわずかに増加するだけで、探索避難者が必要とする情報（避難場所の方角）の拡散が大きく促進される可能性を示している。

表-3 仮想都市タイプと評価指標の定義

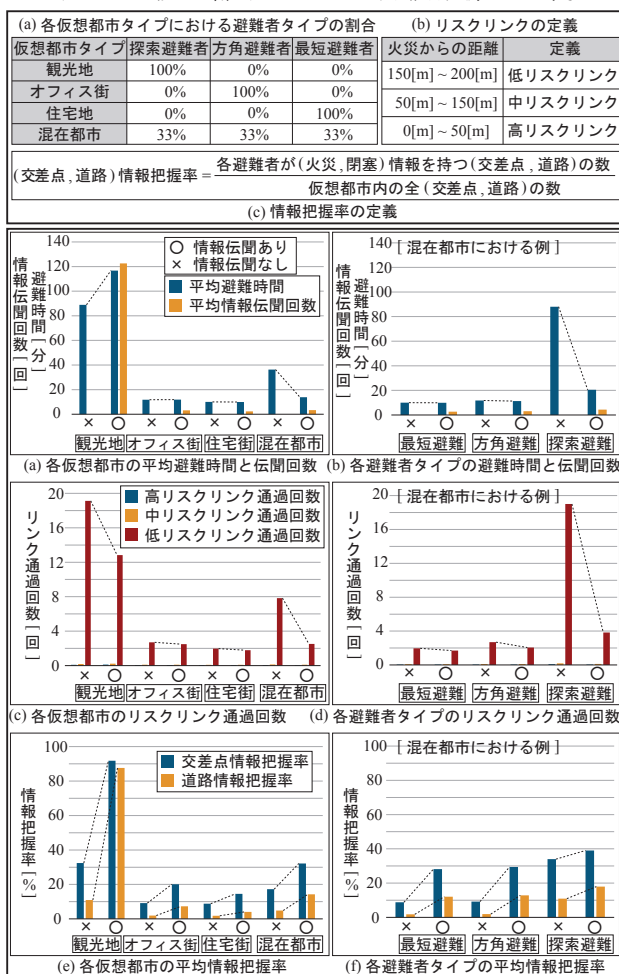


図-5 仮想都市タイプ別の情報伝聞の効果

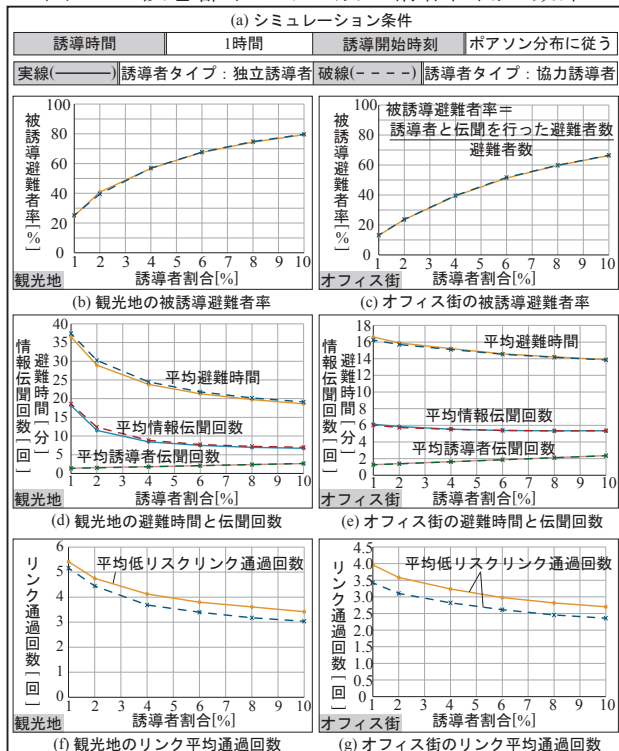


図-6 誘導者割合による検証



## 6.2 誘導時間による影響

誘導時間が、避難者と誘導者に及ぼす影響を検証した。仮想都市タイプによらず、避難者数が最も多くなる時間（発災から3～4時間後）まで誘導を行うと、より多くの避難者が災害情報を獲得でき、避難時間は微増するものの、リスクは低減する（図-7、図-8(b),(c)）。一方、誘導者に注目すると、誘導時間が延長するに従い、誘導者自身のリスクが大幅に増加している（図-8(e)）。

## 6.3 誘導者タイプの違いによる影響

誘導者間で情報を共有している協力誘導者は、単独で情報収集を行う独立誘導者よりも、避難者のリスクを低減できる効果は大きい（図-7(c)、図-8(c)）。また、協力誘導者は、自身のリスクを独立誘導者の半分程度にまで抑えることができる。これは、独立誘導者の持つ情報は時間の経過とともに古くなり、小領域に限られるのに対して、協力誘導者は、誘導者間の情報共有により、常に広域の最新情報に基づいて誘導および避難を行うことができるためと推察される。

誘導者の情報把握率は誘導者タイプによらず、ほぼ同等であるが（図-8(g)）、協力誘導者は独立誘導者よりも、多くの情報を避難者に提供できていることが見て取れる（図-8(f)）。これは、協力誘導者が、情報を共有することにより、短時間で多くの情報を収集できるためと推察される。以上は、誘導者間で情報を共有することが、効果的かつ効率的な誘導、および自身の避難に有益である可能性を示している。

## 7. まとめ

大地震時における情報伝聞が広域避難に及ぼす影響と誘導者の誘導行動についての検証を行った。特に、避難者が持つ情報の種類が多様な都市において情報伝聞の効果が大きく、避難者数が増大する時刻に、誘導者間で情報を共有しながら避難誘導を行うことで、避難者および誘導者がより安全で効率的に避難できる可能性を示した。

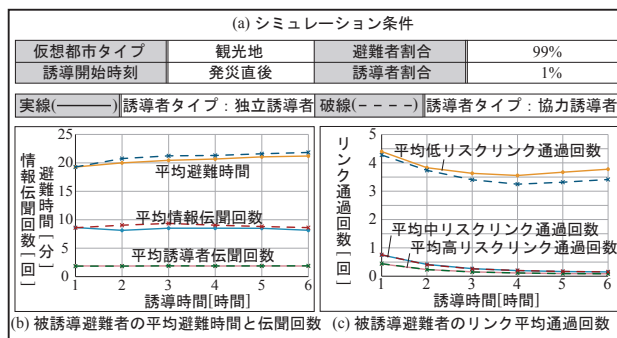


図-7 誘導時間の比較（観光地）

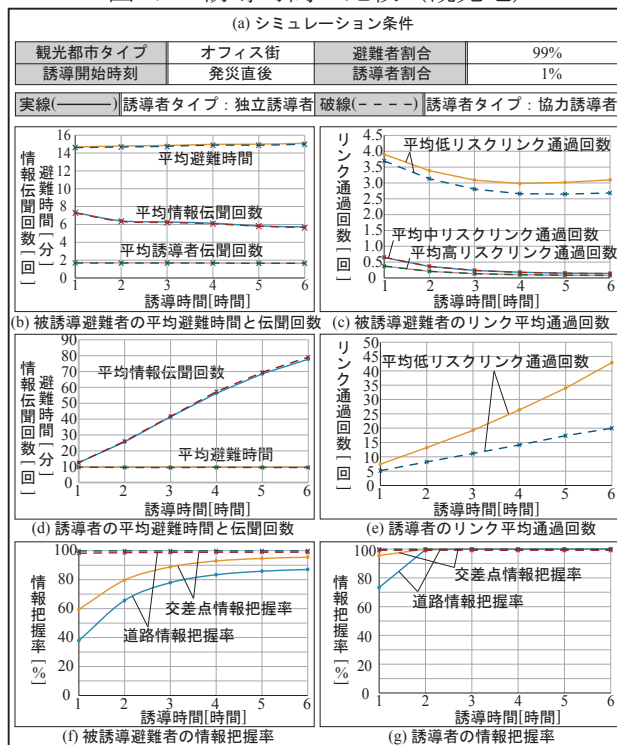


図-8 誘導時間の比較（オフィス街）

## 参考文献

- 土屋拓也・大佛俊泰・沖拓弥 (2014)：大地震の広域避難における情報伝聞の効果，日本建築学会大会学術講演梗概集 (CD-ROM)，7482，1053-1054.
- 国土交通省 (2003)：ものづくりにおける防災評価・対策技術の開発。
- 東京都 (2012)：首都直下地震等による東京の被害想定。
- 火災予防審議会・東京消防庁 (2001)：地震火災に関する地域の防災性能評価手法の開発と活用方法。
- 青木義次・大佛俊泰・橋本健一 (1992)：情報伝達と地理イメージ変形を考慮した地震時避難行動シミュレーションモデル，日本建築学会計画系論文報告集，No.440，111-118.
- 大佛俊泰・沖拓弥 (2013)：密集市街地における大地震時の避難困難率について，日本建築学会計画系論文集，Vol.77，No.681，2561-2567.