

住民の情報伝達特性を考慮した災害時の住民間情報伝達モデルの開発とその適用*

Development and Application of the Simulation Model Represented the Formation Process of Oral Communication Network

片田敏孝**・青島縮次郎**・及川 康***・田中隆司***

by Toshitaka KATADA, Naojiro AOSHIMA, Yasushi OIKAWA and Takashi TANAKA

1. はじめに

大規模災害時において避難情報を迅速に伝達することは、人的被害を最小限に食い止める観点から極めて重要な課題である。しかしながら、大規模災害直後においては、既存の情報伝達手段は実質的に機能しないことが多く、被災地の住民は地域の最も基礎的な情報伝達手段である住民間の口頭伝達に頼らざるを得ない状況におかれる事態も多々出現することになる。

そこで本研究では、住民個人の口頭伝達行動に着目し、災害時における住民の情報伝達行動特性を考慮した住民間情報伝達のシミュレーションモデルを開発する。このモデルでは、住民の口頭伝達の様々な特性を情報伝達特性パラメータとして組み込むことによって、多様な社会状況のもとでの情報伝達を想定することが可能となっている。なお、筆者等は既に、住民を基盤目状に配列した仮想的空間を対象としたプロトタイプモデルを開発し、その基本的枠組みや基本的構造を提案している¹⁾。また、このモデルをもとに防災情報システムの運用方法や整備方法に対する評価モデルの構築を試みており、情報伝達メディアと住民間情報伝達との連動によって達成される情報伝達の効率性を検証している²⁾。しかし、これらの研究では、シミュレーションモデルの基本構成とその挙動については検討しているものの、基盤目状の仮想的空間を対象としていることから、情報発信者と受信者との現実的な距離や地理的制約条件などといった、実際の被災社会において住民の情報伝達行動に大きな影響を与える様々な要因を十分に組み込むことはできていない。本研究では、この

ような現実の被災社会における住民の多様な情報伝達行動特性を群馬県桐生市における調査によって把握し、それらの特性を情報伝達特性パラメータとして組み込んだ住民間情報伝達シミュレーションモデルの開発を試みる。また、桐生市を対象にモデルを適用し、シミュレーションの挙動特性や、情報伝達特性パラメータによって表現される被災社会の現実的状况を検討する。

2. 住民間情報伝達シミュレーションモデル

(1) モデルの基本構成

本研究で開発する住民間情報伝達シミュレーションモデルは、任意の住民を情報発信者として順次口頭伝達によって伝え広められる情報伝達を、ネットワークの形成過程として表現する。ネットワークの形成は、ランダムな相手選択を基本に構成し、そこに住民の情報伝達行動の特性を表現するパラメータを機能させることで実際の住民間情報伝達ネットワークの形成を再現する。ネットワークの形成は、新たな住民がネットワークに加わらなくなった時点で終了とする。

なお本研究では、情報発信者と受信者との物理的な距離や地理的制約条件などを考慮する必要性から、住民の分布をXY座標系で表現する。また、避難情報の伝達を評価する視点には、速達性、悉皆性、正確性があるが¹⁾、ここでは速達性、悉皆性の観点からの評価を行うこととする。

(2) 情報伝達特性パラメータ

既存の情報伝達手段が機能しないほどの被災時を想定する場合、被災地住民はその時点で身近に存在するより多くの人との情報交換を試み、自らの安全を確保するよう努めると考えられる。一方、平常時

* キーワード：防災計画、計画情報

** 正会員 工博 群馬大学工学部建設工学科(〒376桐生市天神町1-5-1, TEL:0277-30-1651, FAX:0277-30-1601)

*** 学生員 群馬大学大学院工学研究科

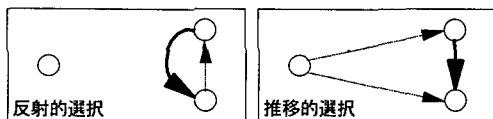


図-1 情報発信者と情報受信者の選択関係

においては、日常の住民間の交友関係などによって、特定の個人に偏りを持った情報交換が行われるが、このような特定個人に偏りを持った平常時の情報伝達傾向は、災害時においては弱まるものと考えられる。以上のような住民個人の口頭伝達特性は、個人の口頭伝達行動が複雑に連携した結果として形成される住民間情報伝達ネットワークにも影響をもたらすことになる。そこで本研究では、住民の口頭伝達特性を、情報伝達相手の世帯数、情報伝達相手までの距離、住民間の関係を反映して生じる偏りを持った住民間の選択関係、という3つの視点から住民間情報伝達シミュレーションモデルの中で機能する情報伝達特性パラメータを定義する。このうち住民間の選択関係については、伝達相手の選択がランダムではなく、図-1に示すような情報発信者と情報受信者との相対的布置関係に依存して生じる偏向（バイアス）を伴う相手選択の確率を、次式のような反射的バイアスパラメータ(π)、推移的バイアスパラメータ(σ)で表現し、このバイアスパラメータの値の大小により把握する。

$$P_1 = \pi + (1 - \pi) d \quad (1)$$

$$P_2 = \sigma + (1 - \sigma) d \quad (2)$$

ここで、 d はランダム選択が行われる確率を、 P_1 、 P_2 は反射的選択生成率、推移的選択生成率を示す。これら3つの情報伝達特性パラメータを用いることで様々な状況想定の下での住民間情報伝達を再現することが可能となる。平常時から被災時への住民の口頭伝達特性の移行については、情報伝達相手数を大きく、情報伝達相手距離は近い距離帯からの相手選択の確率を高く、そしてバイアスパラメータの値は小さくすることで表現される。

(3) 結果の評価方法と表示方法

シミュレーション結果の評価は、ネットワーク全体とネットワークを構成する各世帯といった2つの観点から行う。まず、ネットワーク全体の評価指標は、結合度、最大ステップ数、平均ステップ数の3つである。結合度とは、ネットワークに組み込まれた世帯数

が地域全体の世帯数に占める割合、つまり情報を得た世帯の割合を示す指標である。最大ステップ数とは、ネットワーク形成に要した選択プロセスの回数であり、情報伝達の完了に要した時間の代理指標となる。また、平均ステップ数とは、形成されたネットワークの各世帯が、ネットワークに組み込まれた時点でのステップ数の平均であり、現実的には情報が伝達されるのに要した平均的時間の代理指標となる。

一方、各世帯の評価は、地域的な情報伝達状況の違いを把握するために、1回のネットワークを形成するごとに、地域内の各世帯に次式のような得点を与え、複数回のシミュレーションによる合計得点 ΣN によって行う。

$$N(x, y) = A - S(x, y) \quad (3)$$

ここで、 $S(x, y)$ は座標 (x, y) に位置する住民がネットワークに組み込まれた時点のステップ数を、 A は対象地域の規模に応じて定める定数を示す。この時ネットに組み込まれなかった住民には得点を与えない。このような評価方法は、各世帯に絶対的な評価を与えるものではないが、速達性、悉皆性の観点からの相対的な評価は可能なものとなっている。

3. 調査に基づく情報伝達特性パラメータの推定

(1) パラメータの推定方法

本研究では表-1に詳細を示す調査を実施し、現実の被災社会の下での情報伝達を表現する各情報伝達特性パラメータの値を推定すると同時に、以下の分析フレームで、住民個人の口頭伝達特性を平常時との比較により明らかにする。なお、本研究では、世帯単位の情報伝達を仮定している。

情報伝達特性パラメータのうち、情報伝達相手数と情報伝達相手距離については、調査によって直接その分布を求めることができるため、シミュレーションではその分布に応じた乱数によって相手数と相手との距離帯を決定する。世帯間の選択関係構造を

表-1 調査概要

調査期間	H8.12.8～H8.12.16
対象地域	桐生市仲町三丁目
調査方法	訪問面接方式
調査対象世帯数	365
有効回答数	236
有効回答率	64.7%
＜質問方法＞	
災害時：阪神大震災直後で、すぐにでも避難しなければ危険な事態があなたの身近で発生した状況を想定して下さい。そのもとであなたはどの世帯に情報を伝えますか？	
平常時：日常生活においておもしろい噂を耳にし、そのうわさを誰かに伝えるとするならばどの世帯に伝えますか？	

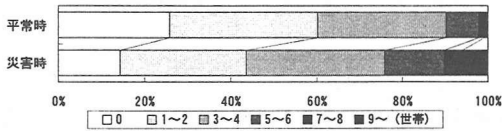


図-2 情報伝達相手数

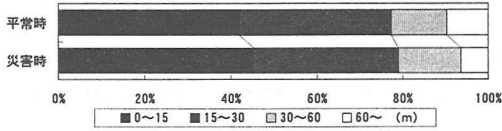


図-3 情報伝達相手距離

表すバイアスパラメータは、シミュレーションにおいては、純粋な反射的選択、推移的選択のみを対象としたものであるが、調査においてそれらを求める際には、ランダムな相手選択であるにも関わらず、偶発的に反射的選択、推移的選択と同じ布置を形成する場合も多いため、調査結果から直接求めることはできない。そこで、以下の手順に従いバイアスパラメータを推定する。まず、有効回答を得られた65%の世帯の調査データに基づいて、残る35%の世帯の情報伝達相手を確率的に与えることで調査データを補完する。そして、この補完されたデータをもとにネットワークを形成し、結合度、各ステップ数を計算する。次に、住民間情報伝達ネットワークの内部構造を示す指標として、図-1の反射的選択、推移的選択について、各選択関係が生じ得るすべての場合の数に対して実際にその選択関係が生じた割合を、それぞれ反射的選択生成率、推移的選択生成率と定義する。これらの生成率は、純粋に世帯間の関係構造を反映した選択だけでなく、世帯間の関係に依存しないランダムな選択をも含むこととなるが、シミュレーション及び調査によって形成される各ネットワークに対して同等に求めることが出来るため、両者の内部構造の整合性を検討するには適した指標となる。したがって、バイアスパラメータ値を様々に変化させたシミュレーション結果と、調査データに基づく住民間情報伝達ネットワークとの両者から、反射的選択生成率、推移的選択生成率、ならびに結合度といった各指標を求め、それらを比較することによってバイアスパラメータを推定する。

(2) 調査結果の概要

図-2は調査結果に基づく各世帯の情報伝達世帯数の分布を、図-3は情報伝達相手距離の分布を表

表-2 調査による反射的・推移的選択率、結合度

	反射的選択生成率	推移的選択生成率	結合度(%)
平常時	0.275	0.164	24.54
災害時	0.281	0.158	83.40

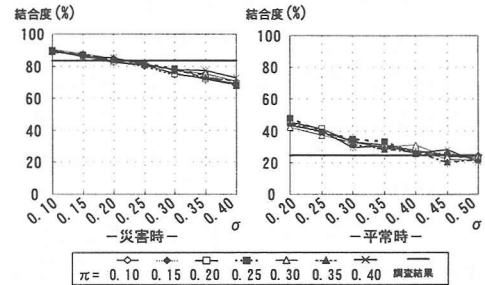


図-4 結合度

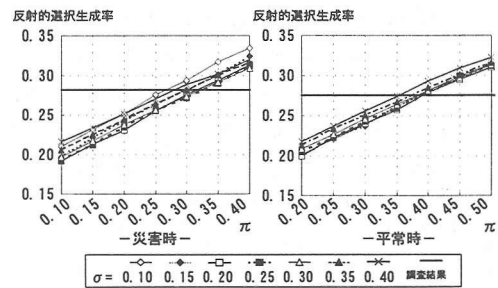


図-5 反射的選択生成率

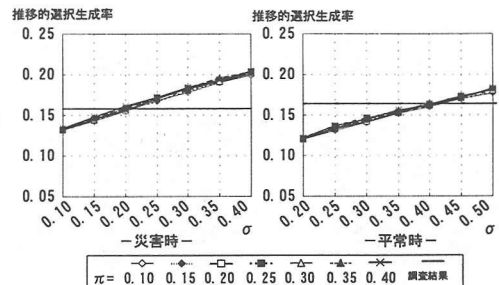


図-6 推移的選択生成率

したものである。図-2によると、誰にも情報伝達を行わない世帯の割合は、平常時に比べて災害時には半減しており、逆により多くの相手に情報伝達を行う世帯の割合が増加している。図-3においては、平常時に比べて災害時にはより自分に近い位置にある世帯への情報伝達行動の割合が大きくなっている。このことから、住民は平常時に比べて災害時において、より積極的な情報伝達行動を行い、隣近所といった近い範囲の世帯に確実に情報を伝達する傾向にある様子が伺える。

(3) バイアスパラメータ値の推定

表-2は、調査データに基づく反射的選択生成率、

推移的選択生成率、および結合度の計測結果である。平常時と災害時を比較すると、災害時は結合度が著しく増加しており、情報はより広い範囲に伝え広められ、活発な情報伝達行動が行われている様子がわかる。また反射的選択生成率、推移的選択生成率には、平常時と災害時では大きな差異はみられない。この結果は、災害時において、情報伝達は世帯間の選択関係に依存しないランダムな選択が多くなることにより反射的選択生成率と推移的選択生成率は低下するにもかかわらず、より狭い範囲内で活発な情報伝達が行われることで偶発的な反射的選択、推移的選択が生じやすくなるため、結果的には各生成率の低下分を相殺したかたちとなっていると考えられる。

図-4、図-5、図-6はバイアスパラメータの値を変化させて行ったシミュレーション結果と調査結果(表-2)とを比較したものの一部である。これらによると平常時を表現するバイアスパラメータは $\pi=0.35\sim0.40$ 、 $\sigma=0.40\sim0.45$ 、災害時は $\pi=0.30$ 、 $\sigma=0.20$ であると推定され、災害時では平常時と比べて値が低下している。この結果は、災害時の住民間情報伝達は平常時に比べて世帯間の関係構造に依存するところは少なく、見ず知らずの人とでも情報交換を行う傾向にあるということを示している。

4. シミュレーションモデルの地域適用

以上で把握した、災害時と平常時における住民の情報伝達行動特性をモデルに組み込み、本研究で開発したシミュレーションモデルを桐生市に適用した。その結果を図-7に示す。適用対象地域である群馬県桐生市仲町地区は、老朽化した中心市街地の一部にある世帯数365戸の地域であり、地域中央にはガスタンクが、またその脇をJR両毛線が通っている。シミュレーションは、情報発信源を図中に示す地域中央の1世帯と4世帯の2ケースに固定し、それぞれ平常時と災害時を対象に合計4ケースを行った。

各世帯の情報伝達状況の評価は、式(3)のAの値を100とし、試行回数は100回として行った。したがって、各世帯の得点の満点は10,000となり、各世帯には満点を2,500点区切りで4等分して、上位からLEVEL1, 2, 3, 4としたレベル区分を割り当てている。

情報発信源が1世帯の場合を見ると、災害時ではLEVEL2の世帯が多く分布しているが、平常時になるとそのほとんどがLEVEL4となっており、情報伝達の遅滞により情報が伝播しにくい状況が見て取れる。発信源を増やして4世帯の場合には、災害時、平常時ともに情報伝達が効率化し、高いレベル区分が

多く分布しているのが判る。これらの結果では、局所的にレベルの低いところも見受けられ、情報空白地が時として出現する住民間情報伝達の特徴を良く表したものとなっている。

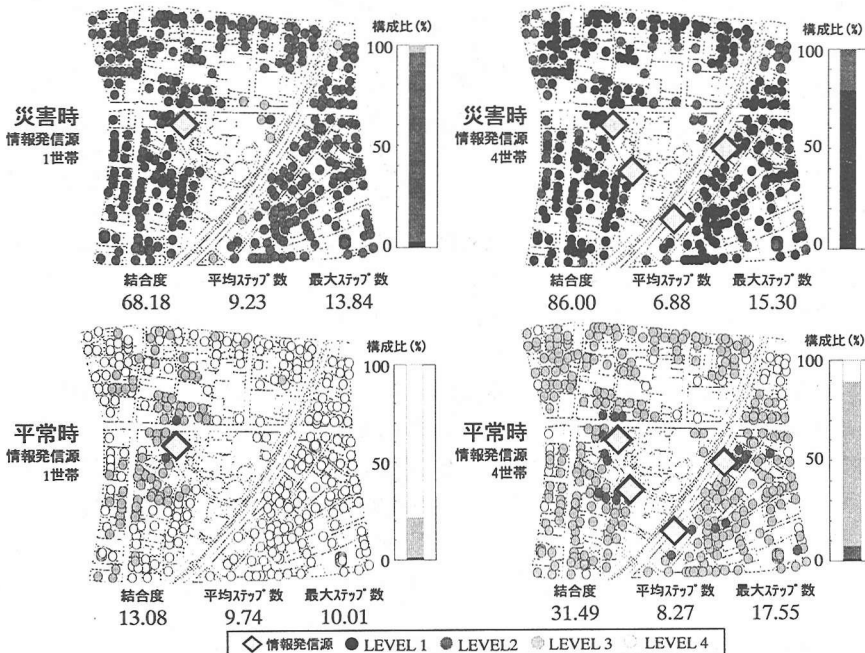


図-7 シミュレーション結果

【参考文献】

- 1) 片田敏孝・青島縮次郎・及川康: 災害時における住民間情報伝達ネットワークの可視化の検討, 都市計画論文集, No. 31, pp. 757-762, 1996
- 2) 片田敏孝・青島縮次郎・及川康: 災害情報システム評価のためのシミュレーションモデルの開発, 土木計画学研究・講演集, No. 19(1), pp. 21-24, 1996