

127. 災害時における住民間情報伝達ネットワークのモデル化の検討

Oral Communication Network Model for Refuge Warning against Disaster

片田敏孝*・青島縮次郎*・及川 康**
Toshitaka Katada, Naojiro Aoshima and Yasushi Oikawa

The sufferers seek for many informations after disaster, but gathering and communicating of information are very difficult because of a system to offer informations also receives damage. In such a state, oral communication system is the only means as an effective information media. The disrupt information environment causes some problems, an extension of human damage and increasing sufferers' anxiety. In this study, we take notice of the formation process of oral communication network, and develop the simulation model based on biased network theory.

Keywords : disaster information, oral communication, biased net model
災害情報、住民間情報伝達、偏ネットモデル

1. はじめに

阪神大震災の経験を踏まえるならば、大規模災害に見舞われた被災地の住民にとって、何にも増してまず求められたものは情報であった。被災直後にあっては避難情報が生死を左右する重要な情報であったし、自らの命が確保されれば家族や知人の安否情報が懸命に求められた。その後の避難生活においても水や食料、救援物資の配給情報などの生活情報が求められるなど、被災地のあらゆる側面で情報の重要性は強く認識されることとなった¹⁾。しかし、被災時にあっては情報ニーズの高まりに反して情報伝達手段は著しく制約を受けることが多い。人的被害を最小限に食い止める観点から最も重要と思われる避難情報を例にとっても、被災直後の被災地においてはマスメディアなど既存の情報伝達手段は機能しないことが多いし、同時多発的に避難事由が発生した状況においては行政による情報伝達にも限度が生じる。このため、被災住民の情報伝達手段は口頭伝達などの住民間情報伝達ネットワークに頼らざるを得ない状況も多々出現することになる。しかし、住民間の情報伝達は、口頭伝達を基本とした伝達形態であるため、情報の質的変容といった問題点に加えて、情報空白地の出現、情報伝達の遅滞といった問題もあり、これが時として人的被害の拡大を招いたり、被災住民の不安を助長したりする²⁾。

本研究では、このような災害時における住民間の情報伝達ネットワークの形成過程に着目し、その情報伝達特性を再現するシミュレーションモデルを開発する。このモデルは、被災社会の特質を考慮した数理社会学的ネットワーク形成理論に基づき構築するものであり、災害時

における住民間情報伝達の構造や効率性の検討、円滑な情報伝達を支援するシステムのあり方の検討に資することを念頭においたものである。

2. 災害時における住民間情報伝達の位置づけ

被災地住民の求める多様な情報の中でも、二次的な人的被害を最小限に食い止める観点に立つなら、被災直後の避難情報の重要性はこのほか高く、津波や火災、崖崩れやガス漏れなどの二次的被害をもたらす危険が生じた場合には、これに関わる避難情報を迅速かつ正確に対象となる地域の全ての住民に伝えること、即ち、速達性、正確性、悉皆性の確保が極めて重要な課題となる。このような避難情報の伝達に用いられているメディアには、テレビやラジオといった放送媒体や近年地方自治体によって整備が進められている防災無線、さらには広報車などがあり、災害の種類や被災地の状況に応じた運用が図られている。しかしこれらのメディアは、情報の発信源が一元的に集約化されたシステムであるため、情報発信源に情報を集約化する過程で生じる時間的ロスの問題や情報収集ができたとしても同時多発的に避難事由が発生した場合には、それぞれの事由に対して同時に迅速な対応ができるほどの情報伝達体制を整えることが困難といった共通的問題^{3)・4)・5)}がある。また、放送媒体、特にテレビにおいては、被災に伴って受信不能になる事態も生じやすいといった問題点、防災無線や広報車においては、屋外拡声機を利用することが多いため十分に聞き取れないといった問題点も指摘される⁶⁾など、避難情報などの被災直後の情報伝達体制には多くの課題が残されている。

* 正会員 群馬大学工学部建設工学科 (Gunma University)

**学生会員 群馬大学大学院工学研究科 (Gunma University)

これに対して地域住民間の口頭伝達といった住民間情報伝達ネットワークは、情報の質的変容、情報空白地の出現、情報伝達の遅滞といった問題が存在するものの、地域社会の最も基礎的な情報伝達手段であり、災害情報伝達メディアとしての役割は大きい。特に、住民間情報伝達ネットワークは、物理的な施設を伴わないことにおいて被災の影響を受けにくく、施設の情報伝達システムが十分に機能しない状況のもとにあっても唯一安定的に機能するシステムであること、さらに避難事由の発生場所とその情報の伝達地域が同一である地域の内部で完結的に機能するシステムであるため、被災直後から機能し得ることなどにおいて重要なシステムと位置づけることができる。したがって、被災時の情報伝達体制の整備を検討する際には、住民間情報伝達ネットワークの存在を十分に考慮し、その特質を踏まえた体制整備を図ることが重要と考えられる。

地震多発地帯にある我国では、地震やそれに伴う津波、火山噴火などの自然災害が多く、災害発生時の情報伝達に関する研究もこれらの災害を事例に数多くが行われている^{6)・7)}。特に東京大学新聞研究所(現:社会情報研究所)の研究グループは、災害社会学の分野で早くから災害時の情報伝達と住民行動に着目した研究を幅広く展開しており、災害予警報や避難指示の住民の受けとめ方、避難を促進するための予警報や避難指示の出し方、災害特性に応じたメディア選択のあり方、地域の情報伝達体制の整備課題などについて多くの研究成果をあげている。しかしこれらの研究の多くは、災害情報伝達メディアの機能評価、情報受信後の住民行動や住民行動との関連のもとでの情報発信のあり方などが主な検討対象であり、情報が住民に周知されていくプロセスである情報伝達構造やその伝達効率にまで及んだ議論は展開されていない。また、そこで取り上げられる情報伝達手段はマスメディアや防災無線などが中心であり、住民間情報伝達に関しては伝達過程での情報の歪みやデマが論じられていくとどまるものが多い。

本研究では、従来の災害情報伝達に関する研究ではあまり扱われていない住民間情報伝達を対象に、その情報伝達の効率性を定量的に評価するための基礎的モデルの開発を試みる。このモデルの段階で扱う情報伝達の効率性は、情報伝達の速達性と悉皆性の観点であり、これに対応して評価の対象となる現象は、情報伝達の遅滞程度や情報空白地の出現の危険性である。

3. 住民間情報伝達ネットワークモデルの構築

3-1 モデル化の考え方

災害時における住民間の情報伝達過程を、本研究では

被災社会という特殊な社会状況下での住民間情報伝達ネットワークの形成過程として扱う。したがってモデル化においては、社会学的知見に基づいて平常社会の住民間情報伝達ネットワークをモデル化し、その社会特性パラメータを操作することにより被災社会を表現する。

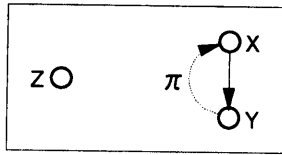
住民間情報伝達ネットワークを含め、人と人との関係構造をネットワークとして扱う研究は、従来より社会学を中心とした社会構造分析の分野で積極的に行われてきた。特にBlau, P. M.⁸⁾以降においては数理解析的なアプローチが導入されるようになり、小林⁹⁾が体系的に整理するように研究の蓄積が進んできた。これらの研究は、社会集団構造を、集団を構成する個体間のネットワーク構造と捉え、そのネットワーク特性から社会集団を分析しようとするものである。この内、特にネットワークの生成プロセスに関する研究に注目するなら、Rapoport, A.¹⁰⁾が開発した「偏ネットモデル(Biased Net Model)」はネットワークに個人が組み込まれていく過程を分析できることにおいて注目値する。偏ネットモデルは、神経細胞間の情報伝達構造に倣って開発された確率論的なネットワーク生成モデルであり、社会構造研究においては、Fararo, T. J.¹¹⁾、Skvoretz, J.¹²⁾などによって友人選択問題を対象とした研究などに適用されている。本研究で検討する災害時の住民間情報伝達ネットワークも、情報が伝達されていく過程をネットワークの生成過程と考えることができるため、この偏ネットモデルを本研究のモデルの基本構造として採用する。

3-2 偏ネットモデルの概要^{12)・13)}

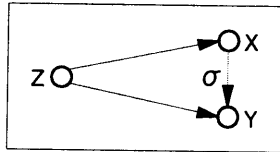
(1) バイアスの定義とその機能

ある何人かで構成される人間集団を想定し、任意の個人を出発点としてネットワークを形成する場合、結合する相手の選択は人間社会においてはランダムな選択ではなく、特定の個人に対して何らかの偏向が働くことが多い。友人の選択を考えても個人Aが個人Bを友人として選択した場合は、個人Bが個人Aを友人として選択する確率が高くなる。このような偏向の存在は、ランダム選択のネットワーク形成に比べ、その広がりを抑制するように作用する。ランダム選択過程の中で作用するような偏向をバイアスと定義し、そのバイアスを考慮に入れたネットワークの生成過程の分析モデルを偏ネットモデルと呼ぶ。

偏ネットモデルにおいて想定されているバイアスには、図-1、図-2のような「反射的バイアス」、「推移的バイアス」、さらに反射的バイアスと推移的バイアスが同時に作用する「二重役割バイアス」がある。これらのバイアスは、個人X、個人Yの二者間の布置(Configuration)関係に基づいて定義されており、反射的バイアスは、結合相



π : 反射的バイアスパラメータ
図-1 反射的バイアス



σ : 推移的バイアスパラメータ
図-2 推移的バイアス

手として選択された個人Yは自らを選択した相手Xを結合相手に選択ししやすい状況を、また、推移的バイアスは、同一の相手Z(親: Parent)に選択された二人の個人X, Yは、二人の間で互いに選択を行いやすい状況をそれぞれ示している。これらのバイアスをランダム選択過程に導入するには次の仮定が置かれている。

- ①バイアスが働かなければ、ランダム過程が支配する。
- ②バイアスはどのペアにも独立に、しかも同じ大きさで働く。また、異なるバイアスも互いに独立に働く。
- ③反射的バイアスパラメータを π 、推移的バイアスパラメータを σ 、二重役割バイアスパラメータを ρ とし、 $0 \leq \pi, \sigma, \rho \leq 1$ とする。

偏ネットモデルは、ネットワークを順次生成していく際の結合相手の選択において、ランダムな選択を基本過程として、これに選択する側の個人Xと選択される側の個人Yの二者間の布置関係に基づいてバイアスを働かせるネットワーク生成モデルである。ここにおいて個人X、Yの二者間の布置関係には次の4つの可能性がある。

①バイアスが生じない布置関係

共通の親を持たず、YからXへの選択が存在していない場合、XからYへの選択はランダムな確率 d で起こる。集団の総人数を N 、一人の個人が選択する相手の数(以後、選択肢数と言う)を A とすると、 d は、

$$d = \frac{AN}{N(N-1)} = \frac{A}{N-1} \quad (1)$$

で表され、全ての順序対のうちで1つの順序対が生じる確率となっている。

②反射的バイアスが生じる布置関係

共通の親を持たず、XからYへの選択が存在している場合、YからXへの選択には反射的バイアスが起り得る布置となる(図-1参照)。この布置のもとで、YからXへの選択が起こる確率 P_1 は、

$$P_1 = \pi + (1 - \pi)d \quad (2)$$

となる。この式の意味することは、確率 π でバイアス事象が生じれば、確率 1 でYからXへの選択が生じ、確率 $(1-\pi)$ でバイアス事象が生じなければ、確率 d でランダム選択が行われる。実際のYからXへの選択は、そのどちらかが起こるため、この2つの確率の和で表される。

③推移的バイアスが生じる布置関係

共通の親Zを持ち、XからY、YからXの選択が共に存在しない場合、XからYへの選択には推移的バイアスが起り得る布置となる(図-2参照)。この布置のもとで、XからYへの選択が起こる確率 P_2 は、

$$P_2 = \sigma + (1 - \sigma)d \quad (3)$$

となる。この式の解釈は式(2)の解釈に準じる。

④二重役割バイアスが生じる布置関係

共通の親Zを持ち、XからYへの選択が存在している場合、YからXへの選択には二重役割バイアスが起り得る布置となる。なお本研究では、このような布置関係におけるバイアスは考慮していないため、バイアスの詳細な説明は参考文献8)に譲る。

(2) 偏ネットモデルのシミュレーション

偏ネットモデルのシミュレーションにおいては、任意の個人をスタータとして順次ネットワークを生成し、新たな個人がこれ以上ネットワークに組み込まれなくなる状況に至った時点でネットワークの生成を完了とする。このネットワーク生成は同一条件でスタータのみを順次換えて複数回実施され(通常は全ての個人をスタータとするため、集団の構成人数に等しい回数を実施される)、各回で生成されたネットワークに対して、結合度(Connectivity)とステップ数が計測される。ネットワークに対する評価は、各回の結合度、ステップ数をそれぞれ平均した値に基づいて行われるが、ここにおいて結合度とは、ネットワークの構成員数が全体集団に占める割合であり、社会構成論においては、全体集団のなかで形成されるグループの大きさと理解される。また、ステップ数とは、ネットワーク生成が完了するに要した選択プロセスの回数であり、スタータが結合相手として A 人を選び終わった時点でステップ数は1、その A 人がそれぞれ次の相手を選択し終わった時点でステップ数は2とカウントされる。ステップ数はグループ形成の速度の指標とされる。

偏ネットモデルのシミュレーションにおいて操作可能なパラメータセットは、反射的、推移的、二重役割の各バイアスパラメータと選択肢数である。これらのパラメータの現実的な意味合いを友人選択について考えると、それらは総じて対象とする集団のコミュニティ成熟度を表現していると考えられる。各バイアスパラメータが大きいことは、布置関係に反応してランダムではない選択が生じやすい状況を示し、逆に小さいことは、布置関係がいかにかあってもランダムな選択に傾倒しやすい状況を示すことになる。即ち、個人相互の人間関係が希薄でコミュニティが未成熟な社会状況は、バイアスパラメータを小さく設定し、特定個人と結合しやすい状況を排除することで表現することができる。また、選択肢数が多い状況は、各個人が多く他の他者との交友関係を有

する社会状況を表し、既に多くの人間関係が形成され、成熟したコミュニティを表現していることになる。

3-3 住民間情報伝達ネットワークモデル

(1) 情報伝達におけるパラメータの解釈

本モデルの開発に偏ネットモデルの基本構造を採用するに際しては、いくつかの変更や改良を加える必要がある。まずその第一は、偏ネットモデルのパラメータセットの解釈に変更を加えることである。友人選択におけるバイアスパラメータは、個人レベルでの友人選択行動に照らし合わせて前述のような解釈が可能であり、地域社会レベルにおいてもコミュニティの成熟度を表すとの解釈を与えることができた。これに対して情報伝達におけるバイアスパラメータは、個人対個人のレベルでは明解な意味を持たない。例えば友人選択における反射的選択行動に対応するような情報伝達行動を例に取っても、それは伝えられた情報を反復して相手に返す行動となって現実的ではないからである。しかし、地域社会レベルにおいてバイアスパラメータの機能は現実的な意味を持つ。即ち、平常時との比較において被災直後の社会状況を考えて、平常時には情報交換（会話）をしない見ず知らずの相手であっても、被災直後の緊急時には相互に情報交換を行いやすい状況となることは想像に難しくなく、このような被災直後の社会状況は、バイアスパラメータが小さく、情報伝達相手の選択がランダム性を高めている状況と扱うことができるからである。したがって、情報伝達のネットワーク生成に導入するバイアスパラメータは、情報伝達相手の選択行動のランダム性に变化を与えることを介して地域社会全体の情報伝達特性に影響を与え、その値の大小によって地域社会が受けた被災の影響の程度を表す機能を持つと解釈ができることになる。なお、情報伝達ネットワークの生成において、反射的、推移的、二重役割の各バイアスパラメータを区別することは現実的な意味に乏しいため、本モデルにおいては簡便的に反射的、推移的バイアスのみを同値で用いることとする。一方、偏ネットモデルのもう一つのパラメータである選択肢数は、個人が情報交換をする相手の数であるため、被災の程度が進むほど大きな値を取ると考えることに無理はない。したがって、本研究において被災社会を表現する方法は、平常時の社会状況から被災時の社会状況への移行を、バイアスパラメータは小さくすることで、選択肢数は大きくすることで表現することとし、その組み合わせによって多様な被災社会の想定を可能なものとする。

(2) 地理空間への展開

第二の改良は、被災地の空間的な広がりや個人間の位置関係を表現するため、個人を2次元空間の中に配置す

ることである。従来の偏ネットモデルは、個人間の選択関係に基づく布置関係は考慮するものの、その空間的な距離については考慮することができない。しかし口頭伝達による情報伝達は、個人と個人が対面できる状況のもとでのみ情報伝達が可能となるため、両者の物理的な距離は明示的に扱わなければならない。また、情報空白地の出現など地域的に生じる問題を扱うことや、河川の存在などの地理的制約を考慮する必要性においても、本モデルが2次元空間で表現されることが必要となる。本研究においてはプロトタイプモデルの開発を目指しているため、99人の個人を9行11列の長方形のマスキに配置した簡潔な2次元空間でモデル開発を行った。なお、個人を2次元空間に配置することと連動して、シミュレーションの実施方法にも変更を行った。まず、任意のノードに位置する個人が選択可能な情報伝達相手は、自らのノードに隣接するノードに位置する個人のみ限定し、口頭伝達であることの制約を考慮した。また、ネットワーク生成におけるスタータは、従来の偏ネットモデルでは各回のネットワーク生成ごとに変更されたが、本研究のシミュレーションにおいては、避難事由の発生場所を9行11列の長方形の中央と仮定し、各回ともスタータをこの位置に固定した。

(3) 情報伝達の評価

第三の改良点は、シミュレーション結果の評価方法である。従来の偏ネットモデルでは、最終的に形成されたネットワークの結合度やステップ数を用いてネットワークの全体が評価されていた。しかし、本研究が対象とするのは災害時の情報伝達であり、情報伝達の速達性と悉皆性の観点から対象となる地域内部の各ノードが評価できるよう評価方法を改めなければならない。そこで本研究では、1回のネットワーク生成が完了するごとに2次元空間の各ノードに、

$$N(i, j) = 100 - S(i, j) \quad (4)$$

ここに、 $S(i, j)$ はノード (i, j) がネットワークに組み込まれた時点のステップ数を示す。

なる得点を与え、複数回のシミュレーションによる得点の平均が大きい順に各ノードに1から99の序列値を与えた。なお、ネットワークに組み込まれなかったノードは、その回の得点をゼロとした。このような序列値は、各ノードに対して絶対的な評価を与えるものではないが、序列値が小さいノードほど相対的に情報が迅速に伝達されやすく、かつ、ネットに組み込まれやすいノードとして評価されることになる。各ノードはさらに、このような序列値に基づいて、情報伝達レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳに区分している。区分の基準は、各回のシミュレーションの平均結合度に対応する順位以下を情報空白や情報伝達の

遅滞が生じやすい区分として情報伝達レベルⅣ、上位から平均結合度に対応する順位までは上位から3等分して、上から順に情報伝達レベルⅠ、Ⅱ、Ⅲとした。このような評価方法は、情報伝達の効率性を速達性と悉皆性の観点から同時に評価しているものの、2つの観点の評価ウェイトが不明確であるという問題点を残しており、更に適切な評価方法を検討することが必要である。

4. モデルの挙動特性とその評価

4-1 シミュレーションの概要

シミュレーションは、反射的バイアスパラメータ π と推移的バイアスパラメータ σ を同値で0.1から0.1間隔で0.5まで、情報伝達人数を確率的に変動させ、その平均値を1.50から0.25間隔で5.00までそれぞれ変化させ、その組み合わせの全てである75通りのケースに対して実施した。それぞれのケースに対するシミュレーションの試行回数は100回である。また、情報伝達スタータは9行11列の2次元空間の中央とし、そこからの情報発信が2次元空間の各ノードにどのように伝達されるのかをシミュレートした。シミュレーションのアウトプットは、空間内の各ノードの評価については式(4)による評価値とそれに基づく情報伝達レベルを、対象空間全体については、悉皆性を評価する指標として結合度、速達性を評価する指標としてネットワークの生成完了に要したステップ数を得た。

4-2 情報伝達の空間的広がり

バイアスパラメータと情報伝達人数を組み合わせた各ケースにおける情報伝達の広がり方を、各ノードの情報

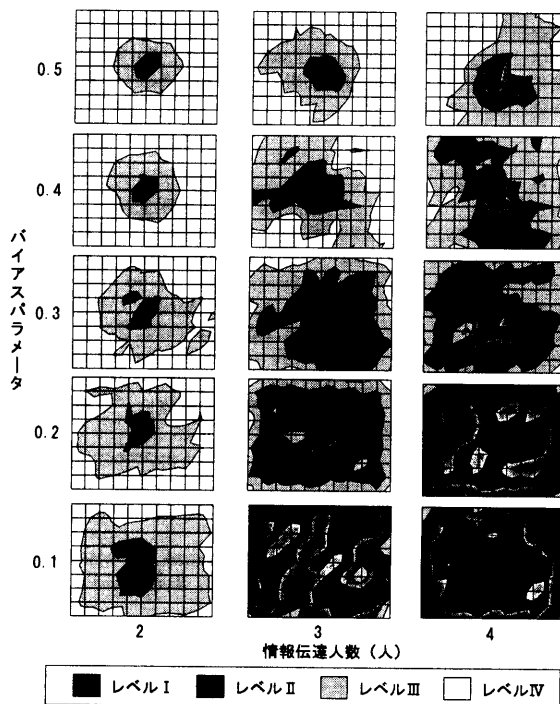


図-3 2次元空間にみるネットワークの広がり

伝達レベルの分布で見たのが図-3である。この図の各ケースが表現する具体的な被災社会の状況については、今後さらなる検討を要するものの、被災影響の大きい社会状況になるほど、住民間の情報伝達行動は、特定個人に固執することなく誰とでも、より多くの人との情報交換が行われる傾向が高まるものと考えられる。このため、バイアスパラメータについてはその値が小さくなるほど、情報伝達人数についてはその値が大きくなるほど、被災影響の大きい社会状況のもとでの情報伝達を表現することになる。図-3によれば、被災影響の大きいケースになるほどスタータを中心に情報伝達レベルの高い領域が広がる傾向にあり、被災影響を大きく受けるほど住民間の情報伝達は活発化する状況が見て取れる。また、情報伝達レベルの高い領域が拡大するなかであっても、情報伝達レベルの低い領域が局所的に生じることが確認でき、情報空白地が時として生じる住民間情報伝達の特徴を良く表現したものとなっている。

一方、図-4はバイアスパラメータを、0.4、0.3、0.2にそれぞれ固定し、情報伝達人数を変化させた時の情報伝達レベルの分布構成の変化を表している。各グラフとも情報伝達人数の増加に伴い高い情報伝達レベルの領域が拡大する様子が見られるが、バイアスパラメータが小さい時ほどその拡大が進みやすいことがわかり、バイアスパラメータと情報伝達人数が相互に関係を持ちながら住民間情報伝達に影響を与えていることがわかる。

4-3 情報伝達の効率性

バイアスパラメータと情報伝達人数を組み合わせた各

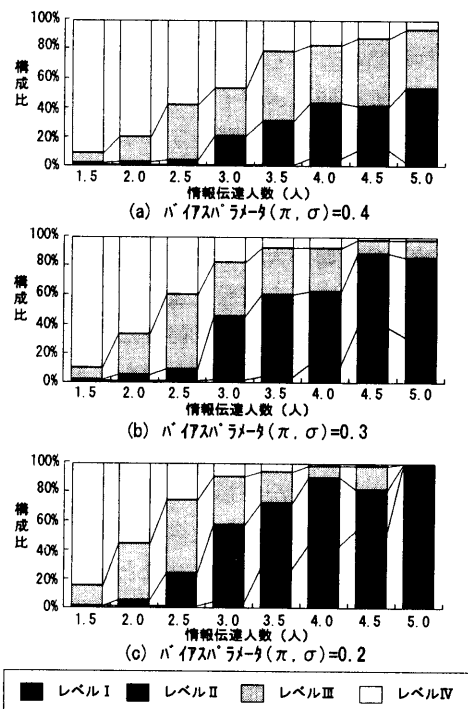


図-4 情報伝達レベルの分布構成

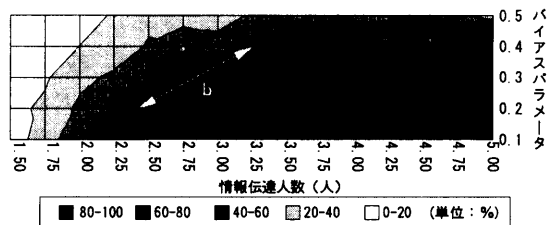


図-5 バイアスパラメータ・情報伝達人数と結合度の関係

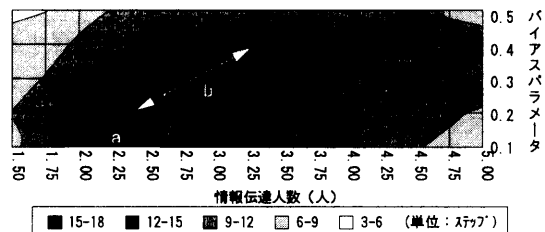


図-6 バイアスパラメータ・情報伝達人数とステップ数の関係

ケースの結合度を図-5に示す。ネットワークの結合度は、情報が伝わった地域が地域全体に対して占める割合を示す指標であり、これにより情報伝達の悉皆性の評価ができる。この図によれば、バイアスパラメータの低下、情報伝達人数の増加といった被災に伴う社会状況の変化によって、結合度が高くなっていることがわかり、被災影響を大きく受けた社会ほど悉皆性が確保されやすい状況が表現されている。

また図-6は、バイアスパラメータと情報伝達人数を組み合わせた各ケースのステップ数を表したものである。各ケースのステップ数は、図-5の対応するケースに示す結合度でネットワーク生成が完了する時点までのステップ数を表しており、情報伝達が完了するまでに要する所要時間の代理指標として速達性の評価ができる。この図によると、所要時間は、バイアスパラメータが0.1、情報伝達人数が2.25あたり(図-6のa点に対応)をピークに、結合度で60~80%(図-5、図-6の矢印bに対応)を尾根とする分布となっていることがわかる。この結果は、被災の影響が大きくなるに従って住民の情報伝達行動は活発化しても、情報伝達に要する所要時間は単純には減少せず、結合度で70%前後に対応する情報伝達行動を住民がとるとき所要時間が最も大きくなることを示している。このような状況は実際の被災時において現実的なものであるかを検討する必要はあるものの、平常時の社会状況と被災状況が極めて甚大な社会状況の中間的位置において、より危険な社会状態が存在する可能性を示唆するものであり興味深い結果となっている。

5. 今後の検討課題

本研究で検討した住民間情報伝達は、被災時のあらゆる情報伝達メディアのなかでも最も基本的なメディアで

あり、阪神大震災を契機に今後積極的な検討が進められる災害時の情報伝達・管理システムの整備¹⁴⁾においても、住民間情報伝達の機能特性の定量的把握は重要な課題になると考えられる。本研究で開発したシミュレーションモデルは、避難情報の伝達を対象に、モデルの基本的枠組みや基本的構造を提案するにとどまるものではあるが、今後の実用化に向けた改良研究によって、様々な被災状況や地域特性を考慮できる実用的シミュレーションモデルへと発展し得る可能性を持っている。

しかし、本モデルを実用化するに際しては、現実の被災社会に生じる多様な情報伝達環境を詳細に把握し、それをモデルに反映していく地道な作業が必要であり、その意味において本研究に残された課題は多い。特にバイアスパラメータと情報伝達人数の組み合わせで表現した被災社会の現実的状况を検討し、パラメータセットの現実的意味を明確化することは、本モデルの実用化に際しての重要な課題である。また、今後さらに検討をしなければならない技術的な課題としては、①情報伝達の観点から見た地域の安全性の定義と評価方法を検討すること、②他の情報伝達メディアとの連動性を考慮し、被災住民の現実的な情報取得過程を詳細に考慮すること、③情報の質的変容をモデルに組み込むこと、④地形的条件の表現方法を検討すると共に、地域の広がりや人の分布の扱いの関係を明確化すること、などである。

謝辞：本研究は、(財)第一住宅建設協会ならびに(財)地域社会研究所の助成を受けて実施した。ここに記して深謝する次第である。

【参考文献】

- 1) 総合研究開発機構(1995), 「大都市直下型震災時における被災地域住民行動実態調査」, NIRA研究報告書, No. 950067.
- 2) 高寄昇三(1996), 「阪神大震災と自治体の対応」, pp. 3-38, 学陽書房.
- 3) 川上庄二郎(1996), 「被災情報の早期把握と初動体制の強化」, 『土木学会誌』, Vol. 81, 5月号, p. 54.
- 4) 船津 衛(1994), 「災害情報と災害情報メディア」, 『地域情報と地域メディア』, pp. 147-188, 恒星社厚生閣.
- 5) 廣井 脩(1991), 「災害情報論」, pp. 35-36, 恒星社厚生閣.
- 6) 小田貞夫, 大西勝也(1993), 「災害情報の伝達と受容・北海道南西沖地震」, 『放送研究と調査』, Vol. 43, No. 11, pp. 3-15.
- 7) 廣井 脩他(1993), 「災害時の避難・予警報システムの向上に関する研究」, 平成3・4年度文部省科学研究費報告書.
- 8) Blau, P. M. (1974), 「Parameters of Social Structure」, 『American Sociological Review』, Vol. 39, pp. 615-635.
- 9) 小林淳一(1986), 「社会構造論の数理的基礎」, 『数理社会学の現在』, pp. 263-279, 数理社会学研究会.
- 10) Rapoport, A. (1979), 「A Probabilistic Approach to Networks」, 『Social Networks』, No. 2, pp. 1-18.
- 11) Fararo, T. J. (1981), 「Biased Networks and Social Structure Theorems」, 『Social Networks』, No. 3, pp. 137-159.
- 12) Skvoretz, J. (1985), 「Random and Biased Networks: Simulations and Approximations」, 『Social Networks』, No. 7, pp. 225-261.
- 13) 平松 隆(1990), 「友人選択のモデル」, 『社会ネットワーク』, pp. 52-70, 福村出版.
- 14) 科学技術庁(1995), 「阪神・淡路大震災をふまえた地震防災科学技術の推進方策について」, 科学技術庁研究開発局防災科学推進室報告書.