

IV-43 災害時における住民間情報伝達ネットワークのシミュレーションモデルの開発

群馬大学大学院 学生員 増山 智浩 群馬大学工学部 正員 片田 敏孝  
 群馬大学工学部 正員 青島縮次郎 群馬大学工学部 及川 康

1. はじめに

被災時におい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、同時多発的な被害発生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。このような住民間の情報伝達は、迅速かつ正確な情報伝達が達成されれば局所的な情報を伝達できることにおいて有効な手段となり得るが、現実には情報空白地帯の出現、情報の質的変容、情報伝達の遅滞といった問題があり、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。

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、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住民間情報伝達を再現するシミュレーションモデルを開発する。このモデルは災害時における住民間情報伝達の構造の検討や、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. 偏ネットモデルを用いた被災社会のシミュレーションモデルの構築

神経細胞間の情報伝達の説明モデルとして出発した偏ネットモデルは、数理社会学の分野で友人選択過程や研究者の情報交換などの人的ネットワークを対象とした分析に応用され今日に至っている。災害時の住民間情報伝達ネットワークも被災社会という特殊な状況の元での人的ネットワークと考えることができるため、この偏ネットモデルを本モデルの基本構造として採用する。

ある何人かの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。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この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。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」があり、反射的バイアスは、結合相手として選択された個人は、自らを選択した相手を結合相手に選択し返し易い確率 $\pi$ で表され、これによって選択が相互に重複する確率は $P_1$ となる。また推移的バイアスは、同一の相手に選択された二人の個人は、二人の間で互いに選択を行い易い確率 $\sigma$ で表され、これによって選択が重複する確率は $P_2$ となる。これらのバイアスを考慮してネットワーク生成を行い、最終的に形成されたネットワークの構成員数が全体集団に占める割合を結合度と定義するなら、バイアスが大きいほどネットワークの結合度は小さくなる傾向がある。偏ネットモデルの基本的アウトプットは、この結合度と、何ステップ目でネットに組み込まれたかを表すステップ数である。

本モデルの開発においては、この偏ネットモデルにいくつかの改良を加える必要がある。まずその第1は、被災地の空間的な広がりや住民間の位置関係を表現するため、住民を2次元空間の中に配置することである。本研究では99

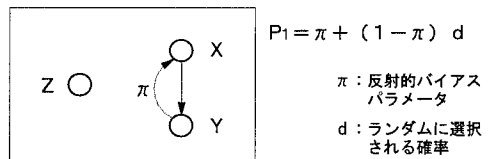


図-1 反射的バイアス

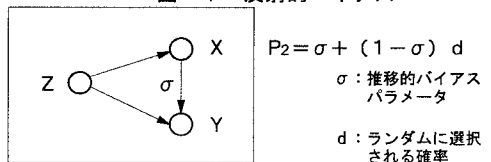


図-2 推移的バイアス

人の集団を9行11列の長方形のマス目に配置し、ノード間の距離を考慮できるようにした。第2の改良点は、シミュレーション結果を従来の結合度やステップ数のみで評価するのではなく、情報伝達の確実性と速達性を同時に考慮した方法へと改める必要があるため、本研究では、2次元空間の*i*行*j*列のノード毎に、

$$N(i, j) = 100 - \text{ステップ数}$$

なる評価値を与え、複数回のシミュレーションの*N*(*i*, *j*)の平均値でノードの序列化を行った。またこの*N*(*i*, *j*)は各ノードに絶対的な評価を与えるものではなく、値が大きいノードほど相対的に情報が迅速かつ確実に伝達されやすいノードとして序列的に評価されることになる。そして、この*N*(*i*, *j*)の大きい方から結合度までを3等分し、上から安全レベル1、2、3、結合度以下を情報空白や情報伝達遅滞の生じやすいレベル4として区分した。

### 3. シミュレーション事例によるモデルの検討

災害時の住民間情報伝達ネットワークのシミュレーションにおいては、情報伝達スターターを中央に配置し、バイアスパラメータ $\tau$ と $\sigma$ を同値で0.1から0.5まで、情報伝達人数は確率的に変動させ、その平均値を1.50から5.00までそれぞれ変化させ、その全ての組合せをそれぞれ試行回数100回で実施した。この結果の一部を図-3に示すが、災害時の情報伝達は情報伝達人数が大きくバイアスパラメータが小さい組合せで表現されている。即ち、災害時の情報伝達を想定すると、災害時は平常時よりも個人的な人間関係は無視される傾向が強くなり、ネットワークはランダム性を高める（バイアスパラメータは小さくなる）。さらに避難情報を伝え合う緊急な事態にあつては、できるだけ多くの人と情報伝達を行おうとするため、情報伝達人数は多くなる。なお、具体的な値は想定する災害の状況に基づき設定することとしている。

図-3によれば、被災の規模が大きい程スターターを中心に安全レベルの高い領域が広がる傾向にあるが、局所的にレベルの低い領域も生じており住民間情報伝達の特徴をよく表現できたものとなっている。図-4、図-5はバイアスパラメータ、情報伝達人数と結合度およびステップ数（伝達所要時間）との関係をそれぞれ表した図である。図-4に示す結合度は、バイアスパラメータの低下、情報伝達人数の増加に伴って高くなっており、被災の程度が高まる程に住民間のネットワーク化が進む状況が表現されている。また、伝達所要時間を図-5に見てみると、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-5のa点）をピークとし、結合度で60~80%（図-4、5の矢印b）を尾根とする所要時間分布になっており、被災住民の情報伝達行動がこの領域にある状況下では情報伝達が遅れがちで、危険な社会状況にあることが分かる。

図-3は2次元空間にみるネットワークの広がり。縦軸はバイアスパラメータ（0.1, 0.3, 0.5）、横軸は情報伝達人数（2, 3, 4）。レベル1（黒）、レベル2（濃黒）、レベル3（中黒）、レベル4（白）で示される。図-4はバイアスパラメータ・情報伝達人数と結合度の関係。縦軸はバイアスパラメータ（0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5）、横軸は情報伝達人数（1.50, 2.00, 2.25, 2.50, 3.00, 3.25, 3.50, 4.00, 4.25, 4.50, 4.75, 5.00）。結合度（0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100）で示される。図-5はバイアスパラメータ・情報伝達人数とステップ数の関係。縦軸はバイアスパラメータ（0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5）、横軸は情報伝達人数（1.50, 2.00, 2.25, 2.50, 3.00, 3.25, 3.50, 4.00, 4.25, 4.50, 4.75, 5.00）。ステップ数（3-6, 6-9, 9-12, 12-15, 15-18）で示される。

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