

信頼とコミットメントの概念を導入した災害時における紐帯の生成モデル*

Generation of social network structure at disaster with concept of trust and commitment *

浦田淳司**・羽藤英二***

By Junji URATA**・Eiji HATO***

1. はじめに

大規模災害の発生時には、災害状況やその危険性、緊急性などの災害情報を被害地域の全ての住民に伝えることが必要となる。人的被害を最小限にするためには、適切で迅速な避難が必要であり、人々を避難へと誘導するためには災害に関する情報をいかに伝達するのが課題となる。全ての地域住民にたいして、災害情報の伝達のためには、マスメディアや行政の防災無線を通してだけではなく、地域住民間の口頭による情報伝達が必要になる。つまり、災害による被害の最小化のためには地区スケールでの住民間情報伝達まで考慮していくことが求められる。そこで、本研究では、災害時の地域住民間での情報伝達コミュニケーションと協働行動に着目し、災害時に住民の間で行われるやりとりの特性を明らかにしていき、災害時に住民が形成する社会ネットワークについての考察を行う。

災害時における情報の住民間伝達を対象とした研究としては、片田ら¹⁾が住民の相手の選択や情報伝達特性を考慮したモデルを作成し、総合的なシミュレーションに実装されている²⁾。また、萩原ら³⁾はコミュニティの活性度と住民の情報伝達判断に着目したモデルを提案している。住民内のネットワークを想定し、その中で住民が情報伝達の有無と相手を選択するというモデルとなっている。

災害時のコミュニケーションの発生には、平時からの相手との関係性と住民の被災状況や行動制約が関係すると考えられる。そこで、本研究では住民間の紐帯の特性を分類し、住民の状態を考慮にいたれた相手の選択を伴う紐帯生成モデルの提案を行い、災害時のコミュニケーションネットワークについての考察を行った。

◆お母さんの、ちょっと行動とかについて聞きたいんですけど。
◆朝、普段何時頃に起きられてます？
私のとこ？私はえーと、6:30か7:00頃で。
◆起きて、その時、雨はどんな感じでした？
雨は事なかったけど、何かね、バリバリいうて急に大きな雨が降ったねえ。
◆ああ、ただ急にバリバリいうて大きな雨が降ったと。
隣のおばさんがミサキおるって上がってきたんじゃ。
◆隣のおばさんいうたら、こちらの方ですか？
そうそう、ここも上がってきたんじゃ。
◆こちらの方とはどちらが早かったですか？
こっちの方が早かったねえ。

世帯番号	個人番号	信頼度	活動内容	活動(移動)開始時間	活動(移動)終了時間	活動(移動)理由	移動同行者	場所
69	2	1	起床	6:307:00				自宅
69	2	1	見る	10:00くらい				自宅
69	2	1	援助	10:00くらい				自宅
69	2	1	炊き出し	12:00前	13:00過ぎ			自宅

世帯番号	個人番号	信頼度	活動内容	活動開始時間(時)	活動開始時間(分)	活動終了時間(時)	活動終了時間(分)	出発地	目的地	活動地(更新)	活動地(更新)	活動地(更新)	活動地(更新)	交通手段	同行者	相手
69	2	1	11	3	0	1	10	0	2				69	3901		
69	2	1	52	10	0	2	10	1	9				69	3901		
69	2	1	23	10	1	9	12	0	7				69	3901		70
69	2	1	23	12	0	7	13	0	8				69	3901		9999

図1 ヒアリングテキストのデータ化

2. データ概要

本研究におけるデータは、2004年8月から9月にかけて、愛媛大学工学部環境建設工学科都市環境計画研究室防災グループによって、取得・作成されたものである⁴⁾。

調査は2004年8月18日の台風15号と9月29日の台風21号の上陸時における愛媛県新居浜市の楠崎、多喜浜、白浜、唐津山、大生院地区の住民の行動を対象とした。どの地区も30-100名程度の地区であるが、かなり多くの世帯が浸水による被害を受け、土石流の発生により計8名もの死者を出している。

データは短時間の間に刻々と変化する災害状況とそこでの対応行動やコミュニケーションを把握するために、ヒアリングにより収集された。ヒアリング調査では、被災当日の行動を時系列ごとに回答してもらい、これをビデオデータで記録し、発話内容をコーパス化し、世帯ごとの当日の行動を時系列にそって、まとめている。

本研究では、8月18日の西楠崎地区の住民の行動のデータを分析対象とした。

*キーワード：防災計画

**学生員，東京大学工学部都市工学科

(東京都文京区本郷7丁目3番地1号，

TEL03-5841-8391, urata@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

***正員，工博，東京大学工学部都市工学科

(東京都文京区本郷7丁目3番地1号，

TEL03-5841-8391, hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

3. 紐帯概念の分類

(1) 紐帯の定義

災害時には、住民間で危険箇所や被災者に関する情報や避難のタイミング・場所についての情報などの多様な情報伝達が発生すると考えられる。また、情報伝達が目的でない行動、たとえば他の人の家に避難や複数人での見回りなどの協働行動も起こりうる。こうした行動の際にも住民同士の情報伝達は行われていると考えられる。その行動の目的に関わりなく、会うもしくは話すという行動が住民間で行われた時に、住民同士で紐帯（リンク）が生成したと考える。

(2) 基礎紐帯と機能紐帯

山岸⁵⁾では、紐帯で結ばれた二者の相互関係を相手への信頼性の大小により、「信頼関係」と「コミットメント関係」の二つの関係に分類している。

「信頼関係」は各個人が合理的な行動、意思決定をすると考え、数多くの相手の中からより望ましい相手との間でつくられる関係である。たいして、「コミットメント（安心）関係」は関係を結ぶ際に、他の相手と比較することなく、特定の相手と同じ関係を結び続ける関係のことである。次に、機会費用（より望ましい相手と関係を結ぶ機会を失ったことに対する費用）と取引費用（信頼できる相手をみつけるのにかかる費用）の観点から、二つの関係を説明する。「信頼関係」は多くの相手の中から望ましい相手を選んで関係を結ぶので、機会費用は低くなるが、その都度、相手を判断・評価する必要があるので取引費用は高くなる。

「コミットメント関係」は、毎回同じ相手を選ぶので、新たによりよい相手を見つけることはできないので機会費用は高くなるが、相手の選択の際に相手を判断する必要がなく、取引費用は低くなる。

多数の人が生活する社会において、以前からの親密さや信用によって、互いに相手を知っている二者の間には「コミットメント関係」が結ばれる。逆に、以前からの関係性はあまりないが、その時点での必要に応じて、得られる利益とかかる費用を勘案して結ばれた二者の関係は「信頼関係」となる。

このふたつの関係の概念を災害時の住民間の紐帯に対しても、導入する。「コミットメント関係」は平時から親密な関係をもっている相手との紐帯であり、危機的な状況において、優先して紐帯を結ぼうとする相手との紐帯といえ、これを「基礎紐帯」と呼ぶ。「信頼関係」は平時の関係はあまりないが、災害時において紐帯を持つことによって、相手がもたらす利得やそのためにかかる費用を考えて、合理的に紐帯を結ぼうと思う相手との紐帯といえ、これを「機能紐帯」と呼ぶ。

(3) 紐帯の分類

ここでは、具体的にどのような紐帯が基礎紐帯と機能紐帯に分類されるのかを示す。

実際に、被災時に発生した住民が紐帯を結んだ相手は、家族（親戚）、地区住民、消防関係者の三つに分類できる。

まず、家族との紐帯は基礎紐帯に分類できる。災害発生時に同じ家にいた場合は当然会話をしながら行動している。職場にいるなどして同じ家にいない場合でも、西楠崎地区の42世帯（全調査世帯）のうち、14世帯が電話により災害情報の連絡をしている。次に、消防関係者との紐帯は機能紐帯に分類できる。消防関係者と住民とは平時からの関係はなく、基礎紐帯とはならない。しかし、住民にとっては相手が自分に利益をもたらす相手かどうかを考える取引費用はかなり小さい。そのため、機能紐帯を結びやすい相手だといえる。実際に、14世帯が消防隊から口頭伝達で避難勧告を聞いている。

最後に、地区住民同士の紐帯について、基礎紐帯であるか、機能紐帯であるかの区別を考える。実際に紐帯を結んだ相手のなかで、平時からの付き合いがあり、親密な相手との紐帯は基礎紐帯といえるが、相手が自治会の役員など地区の中心的人物で情報を多く持っていそうなどの合理的な選択により結ばれた紐帯は機能紐帯といえる。しかし、住民同士の平時からの親密さは災害時のデータからはわからないので、災害時の紐帯が基礎紐帯であるかを判断することはできない。そこで、以下では、地区住民との紐帯は機能紐帯として、合理的に結ばれた紐帯であると考えられる。

4. 紐帯生成モデルの提案

(1) モデルの構造

ここでは、地区住民との間にできる機能紐帯の生成について、考察する。

機能紐帯の生成は、住民の合理的な判断によりなされ则认为っており、多くの相手の中からその相手と紐帯を結んだ時の効用が一番大きい相手との紐帯生成を選択しやすいといえる。また、災害当日をいくつかの期間に分割し、その期間の間にある住民から他の住民へと紐帯を生成する確率は前の期間の効用を説明変数とした多項ロジットモデルで与えられるとする。

(2) 効用関数の設定

紐帯生成に関する個人（世帯）の効用として、紐帯を結ぶ相手によって変化する相互効用と、個人（世帯）が誰と紐帯を結ぶかを関係なく持つ単独効用の2種を考える。相互効用は紐帯の結合相手との距離と単独効用の差で構成し、単独効用は情報や自身の災害状態で構成する。

表 1 紐帯相手までの距離順位

距離順位	紐帯の本数
1番目	10
2番目	7
3番目	2
4－10番目	5
11－20番目	6
21－30番目	6
31番目以降	2

a) 相互作用

相互作用の効用に関する一つ目の項目として、住居間の物理的な距離を挙げる。距離が大きいほど効用は小さくなる。これは、紐帯を結ぶ際に、遠い位置の相手と結ぼうとするほど、そのために時間がかかり、災害による危険もあり、費用が大きいと考えられる。また、一般的に距離が近い相手であるほど、以前からの付き合いが存在し、信頼感が高い相手だといえ、3.(2)で説明した取引費用が低いと考えられる。実際に、紐帯を結合した相手が、結合元からみて、全ての調査した住民の中で何番目に距離が短い相手であったのかを示す表1をみても、すると、紐帯38本のうち、半数の19本は1－3番目に近い相手を結合したものであった。災害時の紐帯は短い距離の相手と結合していることがわかる。

二つ目の項目として、単独効用の差を挙げる。まず、自分の効用が相手の効用よりも小さい場合というのは、相手の方が災害に関する情報を自分より多く持っているなどの場合であり、効用がより大きい相手と紐帯を結び、その相手に追従することで自身の効用が大きくなる。逆に、自分の効用が相手の効用よりも大きい場合は、安全などに関する面ではその相手と紐帯を結ぶ動機はないが、人は同じ地区に住んでいる相手が危険にさらされていることを不効用を感じる利他性⁶⁾を持っていると考えられ、その相手と紐帯を結ぶことは助けるということであり、自身より効用が低い相手と紐帯を結ぶことによって、自身の効用は上がると考えられる。

b) 単独効用

単独効用に関する項目として、災害に関する情報の多寡に関する項目が挙げられる。周辺の見回り、避難勧告情報の入手によって災害の危険度に関する情報を得た場合は効用が高いと考える。a)と合わせて、見回りを多くするなどして災害に関する情報を多く持っている人は、そうでない人に情報を伝達するという行動をとると考える。

次に、住居の被害状況に関する項目が挙げられる。住居が浸水や土石流被害による被害に遭った場合は効用が低くなると考えられる。a)と合わせて、住居に被害を受けた場合は、他の安全な場所にいる人を頼るために移

動するという行動をとると考える。

次に、それまでに受けた紐帯の次数（本数）と発した紐帯の次数（本数）に関する項目が挙げられる。受けた紐帯の次数が多ければ、情報も多く集めたということであり、それだけ効用が高い。逆に発した紐帯の次数が多ければ、連絡を多くの人ととっている、つまり、費用を払っているということになり、効用が低くなると考える。

これまでの効用関数の設定をまとめると、AがBへ紐帯を結ぶことによる効用は以下ようになる。

$$\begin{aligned}
 \text{効用 } U(A \rightarrow B) &= U_{\text{sole}}(A) + U_{\text{mutual}}(A \rightarrow B) \\
 &= [\beta_1 \cdot d_{\text{見回り}} - \beta_2 \cdot d_{\text{被災}} + \beta_3 \cdot \text{deg}_{\text{受}} - \beta_4 \cdot \text{deg}_{\text{発}}] \\
 &\quad + \left[-\beta_5 \cdot \text{dis}_{A-B} + \beta_6 \cdot \max\{U_{\text{sole}}(A) - U_{\text{sole}}(B), 0\} \right. \\
 &\quad \left. + \beta_7 \cdot \max\{U_{\text{sole}}(B) - U_{\text{sole}}(A), 0\} \right]
 \end{aligned}$$

β : パラメータ (> 0)

$d_{\text{見回り}}, d_{\text{被災}}$: ダミー変数

$\text{deg}_{\text{受}}, \text{deg}_{\text{発}}$: 紐帯の次数

dis_{A-B} : AB間の実距離

5. 四者の紐帯の推移

ここでは、実際に観測された四者の紐帯の動的推移に先ほど示した紐帯生成モデルの概念を当てはめるとすると、各住民の効用の変化はどのようなものになるのかを考察する。

図2で、単独効用は、青・緑・赤の順に大きいことを示している。

まず、図2Aでは、 $t=1$ で19、 $t=2$ で36、 $t=3$ で29、 $t=5$ で5の住居が浸水被害に（実際に）遭っており、効用の設定より、浸水被害によって、単独効用は一段階下がると考えた。このように見てみると、自分より一段階上の効用をもつ相手と紐帯を結んでいく仮定がよくわかる。ただ、 $36 \rightarrow 5$ に関しては、36が5の住居に滞在する形が続いており、これは $t=5$ で共同避難をするまで続いている。効用関数のモデルに当てはめるとすれば、距離が近いので、紐帯を結ぶ費用が小さいと捉えられる。もしくは、地区のなかでも隣同士に家があり、基礎紐帯の関係にあるとも考えられる。

次に、図2Bでは、効用の高い情報をもつ住民が低い相手と紐帯を結んでいく動的推移を示している。 $t=1 \sim 3$ において、紐帯を受けることにより、それぞれ効用が上がっている。また、 $t=4$ ではなにも起こらず、時間の過ぎたことで、新しい情報が入ってこないために、 $t=5$ で効用が下がったと50、78について仮定している。14は基礎紐帯である家族との連絡をとっており、それに

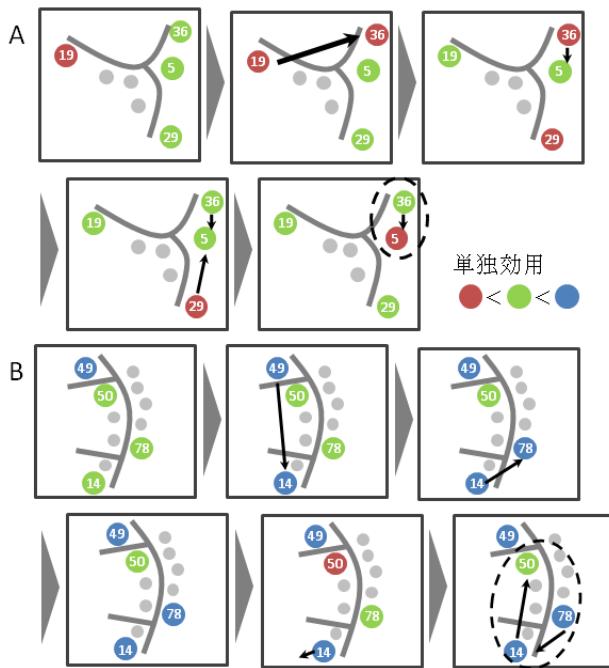


図2 四者の紐帯の動的推移

より効用が維持されていると考える。t=6においては、14と78、50を結ぶ、紐帯が形成され、三者で共同避難している。14と78に関しては、当日の中で二度も紐帯を結んでおり、基礎紐帯とも捉えられる。

このようにみていくと、情報の多寡と被災状況により設定した単独効用と、その差によって、紐帯のできやすさが決まる相互効用の関数の設定はもっともらしいように思える。また、距離の近い住民間で基礎紐帯とも捉えられる紐帯が形成され、その紐帯で結ばれた住民が共同で避難するという行動があらわれている。

6. おわりに

災害時における地区内の住民内のネットワークについて分析した。とくに、住民内のやりとりを基礎紐帯と機能紐帯の二種の紐帯に分けることで、関係性を整理し、どのような状況で紐帯が発生するのかを考察した。また、紐帯の生成が合理的に行われると仮定し、相手との関係性の中で生じる相互効用とおかれた状況により生じる単独効用の和として、効用関数を設定し、紐帯の生成モデルを定義した。

今後は、実際のデータと紐帯生成モデルを整合させ、効用関数のパラメータを推定する中で、どの要因が紐帯生成の判断の中で有効なのか、追従的な行動と利他的な行動とどちらがより起こりやすいのかといったことを分析していく。そのなかで、災害時の住民間のやりとりと行動の関係性を示していきたい。

【参考文献】

- 1) 片田敏孝, 及川康, 田中隆司: 災害時における住民への情報伝達シミュレーションモデルの開発, 土木学会論文集, No. 625/IV-44, pp. 1-13, 1999
- 2) 桑沢 敬行, 片田 敏孝, 及川 康, 児玉 真: 洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用, 土木学会論文集D, Vol. 64, No. 3, pp. 354-366, 2008
- 3) 萩原良巳, 畑山満則: コミュニティの活性化・不活性化が災害時の情報伝達に及ぼす影響に関する研究, 京都大学防災研究所年報, No. 46B, pp. 61-66, 2003. 4
- 4) 羽藤英二, 中川周郎: 被災時の避難行動のグループダイナミクス, 第31回土木計画学研究発表会, 2005
- 5) 山岸俊男: 信頼の構造 心と社会の進化ゲーム, 東京大学出版会, 1998
- 6) 川越敏司: 実験経済学, 東京大学出版会, 2007