

# 災害時の世帯間状態差と空間的特性を 考慮した協調行動の形成に関する研究

浦田 淳司<sup>1</sup>・羽藤 英二<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社 (〒163-6018 東京都新宿区西新宿六丁目 8-1)

E-mail: junji.urata@tk.pacific.co.jp

<sup>2</sup>正会員 東京大学大学院准教授 工学系研究科都市工学専攻 (〒163-6018 東京都文京区本郷七丁目 3-1)

E-mail: hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp

災害時において、他者との連携による避難や情報交換といった協調行動は頻繁に発生し、減災面で果たす役割は大きい。そこで、本研究では、住民間の協調行動の形成に着目し、協調行動形成にあたって、住民の意思決定を考える上で重要となる災害時の利他的選好、協調行動相手との関係性、世帯状態に関する考察を行った。また、実際の災害時の住民行動結果の分析を行い、協調行動相手の選択において、道路ネットワークのリンク構成により影響を受けていること、近隣の世帯間であっても世帯状態差に応じた協調行動が生起していることを示した。

*Key word: evacuation behavior, cooperative behavior, disaster prevention plan, altruistic, road network*

## 1. はじめに

災害時における人間の行動については、過去の研究<sup>1)2)</sup>や東日本大震災の報道において、周囲に促され避難する行動や家族と一緒に避難しようとする行動、また自分を守るために即座に避難する行動、災害発生を知らながらも家にとどまる行動など様々な事例が報告されている。災害時において、一人ではどうしていいかわからない、どうすべきか決めきれないといった理由から、他者を頼りにした連絡・相談行動が頻繁に生じている。また、周囲の人を心配した連絡・援助行動も同様である。こうした家族間や住民同士の協調行動は、かならず災害時には発生しており、災害から人命を守るためには必要である。

また、高齢化社会に伴い、災害時要援護者が増加し、住民の共助による避難支援の必要性が言われている。このため、地域ごとに避難計画が作成されているが、防災訓練や情報伝達システムにより準備していたとしても、災害時に事前の計画通りの共助行動をとれないケースも想定される。

このように、他者との協調行動は、被害軽減のための災害時の人間行動の理解にむけて、ひとつの重要な要素であると考えられる。そこで、本研究では、実際の災害時の行動データをもとに、他者との協調行動とその意思決定プロセスに関する分析・考察を行う。

## 2. データ概要

本研究における災害時の住民の行動データは、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<sup>3)</sup>。

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、大生院地区等の住民の行動を対象とした。どの地区も住民は30-100名程度の地区で、豪雨により、かなり多くの世帯が浸水被害を受けており、また土石流の発生により計8名もの死者を出している。行

動データは短い時間で変化する災害状況とそこでの複雑な対応行動や住民間コミュニケーションを把握するため、ヒアリングにより収集された。調査では、被災当日の行動を時系列に沿って回答してもらい、これをビデオデータで記録し、発話内容をコーパス化し、各世帯の当日の行動を時系列に沿って、まとめている。時間についての記憶の曖昧な部分は、時間を推定できる単語（食事の前後など）を用いることで推測している。

なお、本研究では、8月18日の西楠崎地区の住民の災害時の行動についての分析を行う。

### 3. 災害時の協調行動選択における意思決定

#### (1) 災害時の行動フロー

災害時の行動の選択は、取得した情報や認知している自分の状態などを基に行われる。廣井(2004)<sup>4)</sup>では、警報との接触から避難行動実施までのフローとして、①警報への接触→②情報確認→③被害予想→④避難有効性評価→⑤避難実行可能性の評価→⑥避難を提示している。ここでは、情報の確認行動や状況認知が避難行動に影響を及ぼすとしている。また、一般化して、①を情報の入手と読み替えることも可能である。

避難実施までの①～⑤の各段階の行動を、個人が見回りや過去の経験から判断し、避難行動を実施することもありうる。しかし、多くは次節以降で述べる認知要因や選好のため、他者から教えられ、他者を訪ねる、他者と相談するといった協調行動を行ったうえで、避難行動を実施する。

#### (2) 協調行動選択に影響を与える認知要因

##### a) 災害時における認知バイアス

災害時には、各個人のリスク認知過程において、2種類の認知バイアスが生じると言われている。一つ目は、正常性バイアスである。災害時において、異常事態に遭遇しているにも関わらず、その状態を正常であると思ひ込み、自分を抑制しようとする心理状態のことである。この正常化バイアスのため、警報を受けてすぐには避難せず、他者を含む複数からの情報取得や避難勧告によって避難を実施する傾向がある（本間、片田(2008)<sup>5)</sup>。二つ目は、多数派同調バイアスである。災害時において、異常事態に

遭遇している際に、周囲の人の判断・行動から自分のリスクを再評価し、周囲と同じ行動をとろうとする心理状態のことである。

##### b) 利他的選好

災害時の協調行動のうち、他者を助ける行動として、情報を他世帯に伝達する行動や被災世帯の救助行動、災害弱者と共同で避難する行動、危険地域に住む世帯を自家に迎える行動等が挙げられる。

個人が合理的な意思決定を行っているとは仮定したうえで、このような他者を助ける行動の意思決定メカニズムを考える。自分の効用が自分の得られる状態の利得のみに影響を受けるとすると、他者の危険回避有無は自分の効用には関係がない。しかし、実際には、他者を助ける行動を生じており、これは他者と自分の利得の差により不効用を感じる利他的選好が生じるためであると考えられる。

利他的選好は、実験経済学の分野において、Fehr and Schmidt(1999)<sup>6)</sup>によって、2人ゲームの場合のプレイヤー*i*の効用関数  $u_i$  は、プレイヤー*i, j*の利得  $x_i, x_j$  を用いて、次のように定式化されている。

$$u_i(x) = x_i - \alpha_i \cdot \max\{x_j - x_i, 0\} - \beta_i \cdot \max\{x_i - x_j, 0\} \quad (1)$$

これは、プレイヤー間の受け取る利得の差が大きいほど、不効用となることを示している。自分よりも危険な状態の人を援助する行動や自分よりも体力がある人を頼る行動が生じることを説明できる。

#### (3) 協調行動相手の選択に影響を与える選好

##### a) 災害時協調行動を行う二者の関係性

住民の協調行動相手の選択は、普段からの近所付き合いや自治会、縁戚関係などの要因に影響されていると考えられる。つまり、災害時は普段から培っている協調関係の中から緊急的に相手の選択を行い、協調行動を行う。

災害時における協調行動相手の選択要因を考える。災害時の住民同士の協調関係には2種類あると考えられる。一つ目は基礎的協調関係で、平時から親密な関係を持っている相手と、危機的な状況において優先的に協調する関係である。家族や友人との関係がこれにあたる。二つ目は機能的協調関係で、平時の関係は希薄だが、協調関係によりもたらされる利益が大きい、または協調関係形成によるコストが少

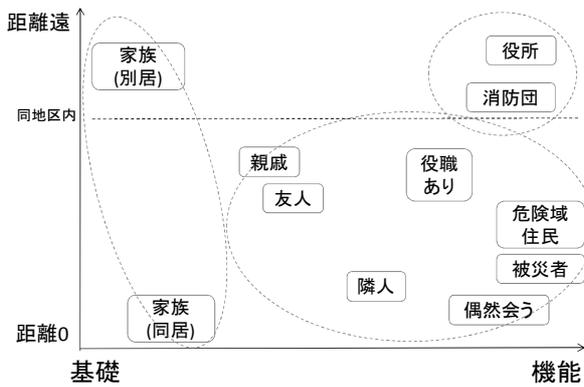


図-1 基礎的協調関係と機能的協調関係

ないと考えられ、結ばれる協調関係である。自治会役員や偶然出会った人との関係がこれにあたる。協調関係相手との距離を縦軸にとり、基礎的協調関係と機能的協調関係について分類したものが図-1である。このように、普段からの関係性と距離による協調行動実施のコストが、協調行動形成に影響を与える。

b) 災害時の世帯状態の考え方

住民の協調行動相手の選択は、前節で示した利他的選好で示したように、住民の状態によって影響を受ける。住民(世帯)の災害時の状態としては、大きく二つの項目に分けることができる。一つは状況認知であり、もう一つは行動制約である。

状況認知とは、災害リスクをどの程度把握しているのか、注意しているのかということである。危険性に気付いていない状況は低く、危険性を感じ、複数の情報を得ている場合は高いということになる。

行動制約とは、災害から逃れることのできる身体的能力があるか、また被害に遭っていないかということである。世帯に小さい子供がいたり、高齢者がいたりする場合は、とれる行動に制約が生じる。また、被害に遭った場合は、行動がその対応に限定され、行動の制約が強くなる。成人のみの世帯で、災害リスクが小さい世帯は、行動制約が弱く、状態が高いといえる。これらの状況認知と行動制約によって評価できる世帯の状態の差が、協調行動相手の選択に影響を与える。

c) 世帯状態と災害時行動の選好

世帯状態と災害時の行動を対応は、大きく次の3つに分類できる(図-2)。

まず、状態が低い場合は、災害に気付いていない、または自由に動くことのできない状態であり、行動選択は「なにもしない」となる。この世帯の行う協

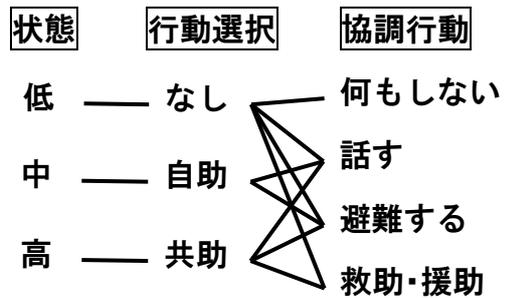


図-2 災害時行動分類と世帯状態の対応

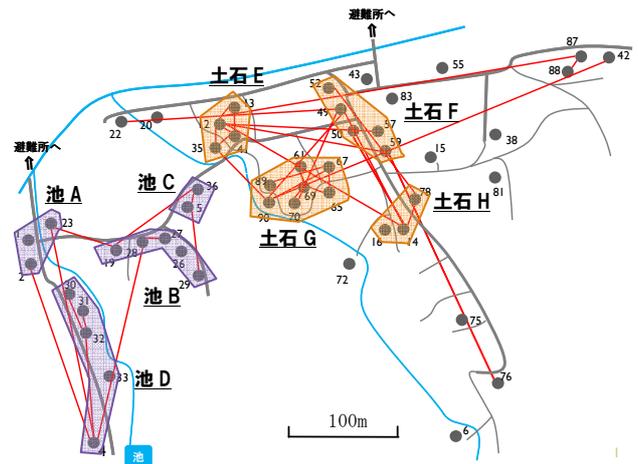


図-3 協調行動ネットワークと世帯クラスター

調行動は、全て受ける側の行動であり、情報を受け、または救助を受けるという内容となる。

次に、状態が中程度の場合である。これは、明確に危機リスクを把握できていない状態であり、他者から情報を集める自助の協調行動を主体的に行う。

次に、状態が高い場合は、災害情報を十分にもっており、自由に行動できるので他者に情報を伝達するまたは救助・援助などの共助の協調行動を主体的に行う。また、情報を聞かれる側となることもある。また、自助行動と共助行動では、主体的に協調行動を行っている点では共通しているが、行動の目的は異なっている。

4. 協調行動生起と空間的特性の分析

(1) 協調行動生起と道路ネットワークの関係

世帯間の協調行動生起の結果を赤線で示したのが図-3である。黒点は世帯住居、水色線は川、灰色線は道路を示している。世帯をノード、生起した協調行動をリンクと捉えれば、図-3は世帯間の協調行動

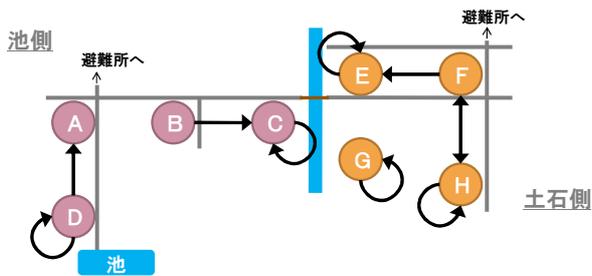


図-4 ネットワーク縮約と主要道路の関係

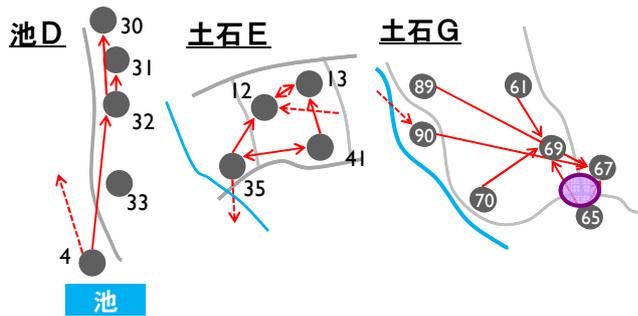


図-5 クラスタ内ネットワークと道路の関係

ネットワークの図化といえる。

浦田・羽藤(2009)<sup>7)</sup>では距離が短い協調行動が形成されやすいことを示したが、ここでは道路ネットワークと協調行動生起の関係の分析を行う。まず、世帯間の距離と道路ネットワーク構成と住居位置の関係を考慮し、世帯を池 A~D と土石 E~H の 8 つのクラスタに分類する。次に、クラスタ間またはクラスタ内の協調行動ネットワークのリンク密度が 0.1 以上となる場合をクラスタ間(内)のリンクありとして、ネットワークの縮約を行った結果が図-4 である。

クラスタ間のリンク形成は道路ネットワークに沿っている。また、クラスタ G は、主要道路ネットワークに面しておらず、自己リンクのみが形成されている。また、AD 間、FH 間はクラスタ間の実距離は他と比べてやや離れているが、リンクが形成されており、これも道路ネットワークによる影響であると考えられる。また、川を越えたネットワークは形成されていない。

次に、クラスタ内の協調行動ネットワークに着目する。図-5 からは危険度の高い池や川に近い世帯が協調行動の発生側となっていることがわかる。これは、前章で述べた状況認知の考え方と一致する。次に、隣接する世帯同士の協調行動が形成されている(クラスタ D, E)。隣接世帯と協調行動を形成していないクラスタ G の世帯 70, 89, 90 の協調行動は、

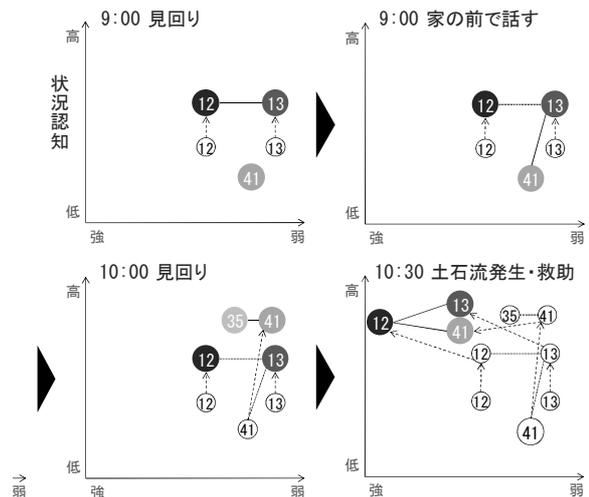


図-6 行動制約の発生による状態変化と協調行動

川からの避難行動であり、図の紫の円で示した三叉路まで移動し、この三叉路に隣接する世帯との協調行動を行ったものである。このように、個々の協調行動に関しても、道路ネットワークの連結による影響があるといえる。

## 5. 協調行動生起と世帯状態差の分析

ここでは、世帯間の状態差に着目し、実際に生じた具体的な協調行動について、定性的分析を行う。

### (1) 災害発生地付近世帯の行動

土石流の被害に遭い、亡くなった人のいる世帯 12 と、世帯 12 の子供世帯 13、その隣に住む世帯 41 の行動に着目する。行動制約と状況認知を縦横の二軸に設定し、その変化と行動を図-6 に示した。

まず、9 時に世帯 12 と世帯 13 は見回りにいく。次に、見回りにより状況認知の高くなった世帯 13 は、自宅付近で世帯 41 に情報伝達を行っている。次に、世帯 41 は他の世帯と見回りを行っている。これは、世帯 13 から得た情報を得て、危機を感じ、またそれを確かめるための自助行動といえる。この時点では、世帯 12, 13, 41 のどの世帯も行動制約は弱く、状況認知は高い。しかし、10 時 30 分に土石流が世帯 12 の家を襲い、世帯 12 の家主は行方不明になる。3 世帯とも被害を受けたが、被害が世帯 12 と比較して大きくない(行動制約の弱い)世帯 13, 41 は世帯 12 の救助活動を行っている。

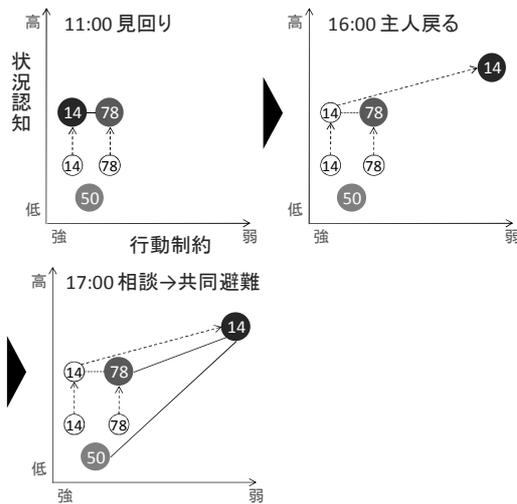


図-7 行動制約の低下による状態変化と協調行動

見回りや会話により、状況認知が高まっていたが、突発的な土石流が発生し、大きな被害を受け、状況が一変している。ここでは、行動制約の差がある世帯間で救助の協調行動が生起している。

## (2) 災害弱者世帯の行動

次に、老人世帯や女手のみの災害弱者世帯についての行動に着目する。世帯14は老人世帯であり災害発生時は出勤中のため男手なし、世帯78も同様に女手のみの世帯、世帯50は老人独居世帯であり、どの世帯も災害弱者世帯であり、行動制約が強い。行動制約と状況認知を縦横の二軸に設定し、その変化と行動を図-7に示した。

実際の当日の行動は、まず、11時に世帯14と世帯78の間で、情報交換(庭でのおしゃべり)が行われる。次に、13時頃に世帯14の家主が帰ってきて、そのまま世帯12の救出作業へ、救助活動が終わり、16時過ぎに家に戻る。これにより、世帯14の行動制約は弱くなり、状態が高くなる。次に、17時に、世帯14と世帯78の相談で避難することを決め、さらに世帯14が世帯50を誘い、そろって集落から避難する。最後の避難行動は、家主が戻ったため行動制約の弱くなった世帯14と世帯78、50との間で状態差が生じたため、共同避難の協調行動が生起したと捉えられる。

## 6. まとめ

本研究では、災害時の住民間の協調行動の形成に着目し、協調行動の選択に影響を与える認知要因、協調行動相手の選択に影響を与える相手との関係性と災害時世帯状態についての考え方を提示した。また、実際の災害時の住民行動結果の分析を行い、協調行動相手の選択において、道路ネットワークのリンク構成により影響を受けていること、近隣の世帯間であっても世帯状態差に応じた協調行動が生起していることを示した。一方で、世帯状態の設定は、定性的な定義にとどまっており、課題がある。

今後は、空間的特性と世帯状態差を定量的に定義した上で、世帯間の協調行動形成のモデル化を行い、またモデル結果から協調行動形成要因の分析を行っていく必要がある。また、自助行動と共助行動では、行動の意思決定選好が異なっている点に留意した分析が必要である。

## 参考文献

- 1) 池田謙一：緊急時の情報処理認知科学選書 9，東京大学出版会，1986
- 2) 池谷浩，廣井脩ほか：2003年7月水俣市土石流災害における災害情報の伝達と住民の対応，東京大学大学院情報学環情報学研究調査研究，第22号抜冊，2005
- 3) 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
- 4) 廣井脩：災害情報と社会心理，北樹出版，2004
- 5) 本間基寛，片田敏孝：津波防災における災害事前情報と住民避難の関係に関する考察，災害情報学会誌，No.6，pp.61-72，2008
- 6) E. Fehr, K.M. Schmidt: A Theory of Fairness, Competition and Cooperation, Quarterly Journal of Economics, Vol. 114, pp.817-868, 1999
- 7) 浦田淳司，羽藤英二：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，第39回土木計画学研究発表会・講演集，Vol.39，CD-ROM，2009