

## 心理特性と外部情報の影響を考慮した災害避難シミュレーション

本田 慧悟† 菅原 俊治†

† 早稲田大学基幹理工学部 情報理工学科

### 1 序論

2万人以上の被害者を出した東日本大震災時、地震発生から津波到達まで十分な時間があつたにも関わらず、避難を開始しなかったために被害にあつた人々が多く、地震発生後に危険地域に位置している自宅に帰り、被害にあつた人もいた。これらの行動は、非常事態に危険を低く見積もる正常性バイアスや、緊急時には家族に関する事を想起しやすいような心理により発生したと考えられる。

また、被害の甚大だった宮城県名取市閑上地区では、地震により防災行政無線が故障し、津波警報が自治体から住民へ届かなかった。住民からは「防災無線が鳴ったら避難しようと思っていた」という声も聞こえた [1]。

このように、災害発生時の心理的な要因で被害が増えたと考えられ、また、外部から与えられる様々な情報も、避難行動に影響していると考えられる。

### 2 既存研究

災害避難シミュレーションでは、避難者をエージェントとして設定し、ステップ毎にエージェント1人1人が行動選択、行動を行うことで、個々の避難行動を再現する。近田らは [2] 東日本大震災での被災者の行動の調査から見えてきた、表1に挙げる4つの心理的特徴をエージェントに組み込みシミュレーションを行っている。

これらの心理特性毎にパラメータを設定する。そして、パラメータの値と乱数を比較することで心理特性の

表1: 東日本大震災時に見られた心理特性

心理特性	特徴
正常性	災害発生時などの緊急事態においても、事態を楽観視し、精神的安定を求めようとする
同調性	緊急事態時では、周囲の人と同じ行動をとることが安全と考える
家族愛性	家族の安否を確認する、家族を捜すなど、家族に関連した行動が起きやすい
愛他性	他者の緊急事態を目撃すると、援助行動をすることへの情動喚起が発生する

Disaster evacuation simulation considering psychological characteristics and the influence of external information

†Keigo HONDA †Toshiharu Sugawara

†School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

活性化を判定し、行動を決定する。しかし、各ステップ毎に乱数とパラメータを順に比較しているため、避難と待機を繰り返すような一貫性のない行動や、避難所に近づいてからその場で待機するような現実的でない行動がみられる。また、心理特性のみを考慮しており、避難に大きく影響した外部情報については触れられていない。

そこで、本研究では心理特性の活性化を数理モデルなどを用いてより詳細に判定し、防災無線などの外部からの情報も考慮する。

### 3 提案手法

心理特性は既存手法と同様、正常性、同調性、家族愛性、愛他性を扱い、正常性、同調性の判定には数理モデル [3, 4] を使用し、家族愛性、愛他性の判定は周りの状況、自身の家族構成をもとに行う。自身の周りの状況、性別、これまでの行動、心理状態から移行可能な状態を設定し、行動に一貫性を持たせる。また、避難行動に移行してからの同調性判定を行うかどうかでも違いを持たせた。

さらに外部情報として防災無線・モーターアラーム、自治団体、消防団、マスメディア、エージェント同士の口頭伝達を組み込む。エージェントに与えられる情報はプラスの働きのみを与え、各外部情報によってエージェントの感じる危険度を増加させるが、外部情報毎の危険度に与える変化量は違いを持たせる [5, 6, 7, 8]。ただし、自治団体は危険度を変化させるのではなく、一人暮らしの高齢者の元へ向かい、高齢者エージェントを避難行動に移行させる。また、口頭伝達は避難行動中で、危険をより感じているエージェントのみ行え、可聴範囲は30mとし、自治団体以外の外部情報の聴取率を30%とする。また、移動を行う消防団の速度を30km/h、自治団体の速度を7.2km/hとする。

表2: 外部情報を与えるエージェント

外部情報	可聴範囲	開始時間	放送間隔
防災無線	300m	5分後	10分毎
モーターアラーム	2km	5分後	5分毎
消防団	50m	5分後	-
自治団体	-	-	-
マスメディア	-	15分後	5分毎

## 4 実験

関連研究同様、シミュレーションマップとして、東日本大震災時に大きな被害を出した宮城県名取市閑上地区を設定する。また初期位置として、高齢者を除くエージェントは50%の確率で自宅、50%の確率で道路上に配置し、高齢者のエージェントは全員自宅に配置する。エージェントの歩行速度は、男性が7.2km/h、女性と子供が3.6km/h、高齢者が1.8km/hとする。家族構成は夫婦(男性、女性)と子供の核家族、そこに高齢者を加えた大家族、男性、女性、高齢者の一人暮らしを想定し、それぞれ100世帯、エージェント総数1000とする。

東日本大震災では地震発生から約1時間後に津波が到達したことから、シミュレーション時間を1時間(600ステップ)に設定する(1ステップ=0.1分)。

## 5 考察

防災無線やマスメディアなど、多くのエージェントに影響を与えることができる外部情報がエージェントの避難完了率の増加に効果的であった。また、大人、子供のエージェントと異なり、高齢者のエージェントは自身でのみで避難を開始することができないため、防災無線などの広範囲に影響を与える情報と同様に、直接高齢者の自宅へ向かい避難を開始させる自治団体が効果的である。

ステップ毎の各心理特性行動のエージェント数を見ると、正常性行動、同調性による待機行動と家族愛性行動が多い。また、家族愛性行動のエージェントは津波到達時刻(600ステップ目)にも存在している。正常性、同調性により待機している家族や一人で避難できない高齢者の家族を避難させることができる一方、津波到達時間が迫っている状態でも自宅に向かうこともあるため、正常性、同調性により避難しないことと同様に、家族愛性行動はエージェントの避難行動に大きく影響していると言える。

## 参考文献

[1] NHK スペシャル取材班: 巨大津波-その時ひとはどう動いたか, 岩波書店 (2013)

[2] 近田洋輔, 原山美知子: 被災者に心理に基づく津波避難シミュレーション, 情報処理学会研究報告書, vol.2013-IS-126, No.8, pp. 1-8 (2013)

[3] 佐藤太一, 河野達仁, 越村俊一, 山浦一保, 今村文彦: 心理的作用を考慮した津波避難開始における意思決定モデルの開発, 土木学会論文集 D3(土木計画学), vol. 69, No. 2, pp. 64-80 (2013)

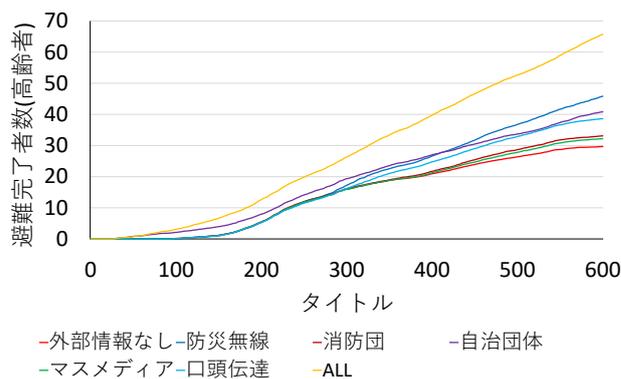


図 1: 避難完了者数 (高齢者)

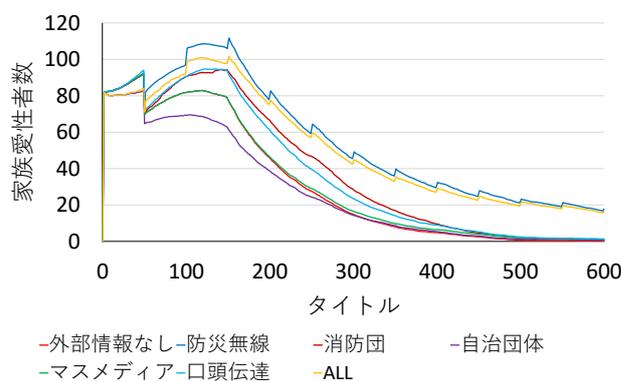


図 2: 家族愛性行動者数

[4] 太田昌克, 飯田敏幸, 河岡司: 人の同調行動に基づく意思決定モデル, 人工知能学会, vol. 11, No. 6, pp. 927-932 (1996)

[5] 木村幹夫: 東日本大震災時にメディアが果たした役割, 情報の科学と技術, vol. 62, No. 9, pp. 378-384 (2012)

[6] 浅田純作, 片田敏孝, 岡島大介, 小葉竹重機: 洪水避難に関わる情報提供とその住民理解に関する研究, 水工学論文集, 第 45 巻, pp. 37-42 (2001)

[7] 石塚久幸, 和田滉平, 宮島昌克: 被災地域へのアンケートに基づく土砂災害における避難を促進する情報に関する基礎的研究-和歌山県那智勝浦町にて-, 土木学会論文集 F6(安全問題), vol. 69, No. 2, pp. 127-134 (2013)

[8] 土肥裕史, 奥村与志弘, 小山真紀, 清野純史: 2011年東北地方太平洋沖地震津波における避難者発生シミュレーション~石巻市門脇地区を対象として~, 土木学会論文集 AI(構造・地震工学), vol. 71, No. 4(地震工学論文集第 34 巻), pp. 823-831 (2015)