心理的要因を考慮した災害時における避難シミュレーション

信州大学工学部　学生員　○福澤真生子
信州大学工学部　正会員　小山　茂
信州大学工学部　正会員　大上俊之

1. はじめに

我が国では大規模な自然災害による被害軽減のため，社会基盤施設整備等のハード面での対策を進める一方，近年では実践的な避難訓練やハザードマップ作成等のソフト面での対策も促進してきた．しかしながら，実際の避難計画立案においては，危険時の行動に強く影響を及ぼすと考えられる避難者の心理的要素についてはあまり考慮されていない．東日本大震災では，心の安定を保とうとするメカニズムが働いたために危険な状況に気づかず逃げ遅れたケースや[1)]，すぐに避難行動を始められなかったケースもあると報告されている[2)]．したがって，避難者の避難行動をより現実的に予測するためには，人間の心理特性を導入する必要がある．

そこで本研究では，災害発生時における人々の心理特性を考慮した，マルチエージェントシステム(以下MAS)による避難シミュレーションを行う．避難者に対して何種類かの心理状態を設定し，それらの数や避難者に対する割合が全体の避難行動に及ぼす影響について考察する．

2. 災害時の心理特性

これまで災害時において，パニックが発生した例はそれほど多くはなく，心理特性に由来する以下のような行動が問題となることが報告されている[3)]．1つ目は，精神の過剰負担を防ぐため，異常を正常の範囲内のこととして捉える「正常性バイアス」である．危険な状態に直面しても，心の安定を保とうとするメカニズムが強く働き，危険な状況に気づきにくくなる[3)]．2つ目は，目の前で経験したことがない事象の急激な変化・展開についていくことができず，自己コントロールを失った状態の「凍りつき症候群」である．脳の認知的情報処理機能のプロセスが混乱し，何もできない状態に陥る[4)]．3つ目は「同調性バイアス」と呼ばれるもので，人間は集団の規範に従って動こうとする性質をもっているため，災害時は，周囲が逃げないと自分も逃げようとしない[3)]．4つ目は，ただひたすら他者の利益のために援助する「愛他行動」である．この行動形態は，災害時に大きな被害を受けた人を発見し，自分以外に救える人がいない場合には，相手の危険を自己の犠牲によって補おうとする心的なメカニズムが現れたものである[1)]．これらの中で特に正常性バイアスの影響が大きく，東日本大震災では5人に1人が「自分のいる場所が安全だと思った」ため避難しなかったと報告されている[2)]．このことから，被災者の行動を再現する場合には，心理要因を考慮することが重要であると考えた．

3. MASによる避難シミュレーション

3.1 MASの概要

MASとは，独自の意思決定メカニズムに基づき，自立的に行動するエージェント間の相互作用によって現れる複雑な社会現象を解析するためのツールとして知られている．本研究では，構造計画研究所が開発したartisoc[5),6)]を用いるが，個々のエージェントに対して変数として性質や役割を持たせる機能により，異なる身体機能や判断基準をもつ人間の行動が表現できる特徴がある．

3.2 エージェントの種類

3.2.1 心理特性有するエージェントのルール

正常性バイアス：災害が発生しても正常の範囲内と誤認して避難開始が遅れる．誘導者エージェントから避難勧告を受けた場合や周囲の多くのエージェントが避難している場合，危険と判断すれば避難口へ向かう．

凍りつき症候群：初期位置から動かない．誘導者エージェントに誘導されれば，避難口へ向かう．

同調性バイアス：周囲のエージェントの行動によって自らの行動を変化させる．避難しているエージェントが周囲に多い場合には避難行動を実行し，少ない場合には動かない．

愛他行動：シミュレーション開始後，ただちに避難するが，行動不能となったエージェントを発見した場合には避難行動を中断し，対象のエージェントを救出した後，共に避難口へ向かう．

3.2.2 心理特性有さないエージェントのルール

健常者：シミュレーション開始後，すぐ避難を開始する．出口付近に弱者がいれば，共に出口へ向かうよう誘導する．

弱者：要支援者，高齢者，子供を想定する．自力で動けないエージェントは誘導者が運ぶまで動かない．自力で動けるエージェントは避難口へ向かうが，途中で誘導者に出会えば，誘導により共に避難口へ向かう．

誘導者：弱者やその場から逃げようとしない人々を誘導し，避難口まで連れて行く．

3.3 シミュレーション結果

簡単ではあるが，一例として，図 1 に示すような領域の左下部と右上部に避難口を設け，避難シミュレーションを行った．エージェント数は誘導者 50，凍りつき症候群 10，健常者 20 で固定し，正常性バイアス数を 0～120 まで変化させ，避難にどのような影響を与えるかを調べた．

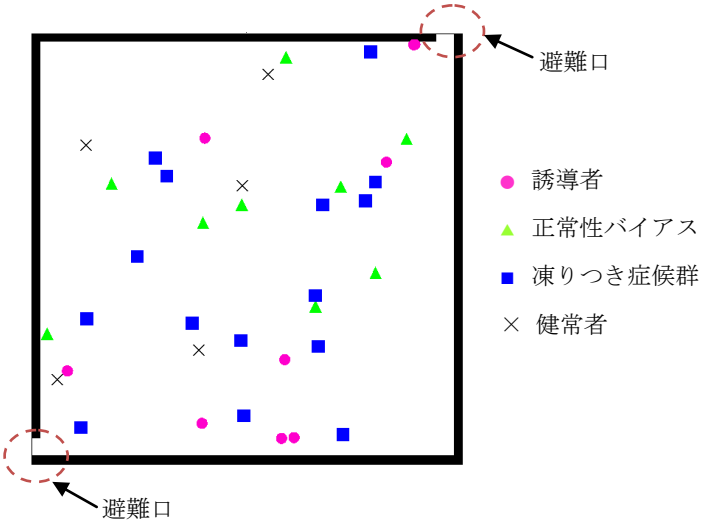

図 1　シミュレーションの一例

図 2 には，全エージェント数に対する正常性バイアスの割合と全エージェントにおける避難完了率の関係を示した．これより，正常性バイアスの割合の増加に伴って避難完了率がほぼ比例して低下していることが分かる．このような結果を用いれば，正常性バイアスの割合が避難に及ぼす影響を把握することが可能となる．

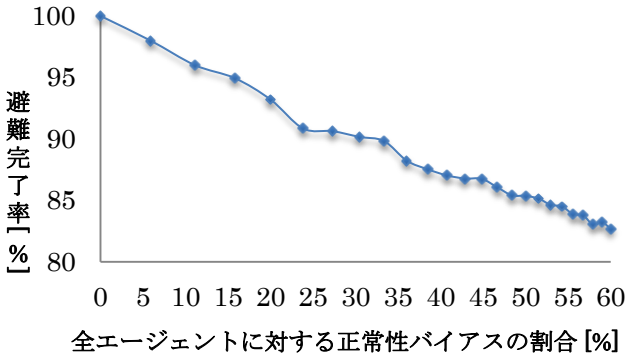

図 2　避難に及ぼす正常性バイアスの影響

4. おわりに

今後，具体的な場所，状況を設定し，エージェントの種類を増やし，シミュレーションを行う予定である．その結果については当日報告する．

参考文献

1) 広瀬弘忠: 人はなぜ逃げ遅れるのか—災害の心理学—, 集英社新書, 2004.

2) 株式会社ウェザーニューズ: 東日本大震災津波調査, (オンライン)(引用日: 2015年12月5日日) http://weathernews.com/ja/nc/press/2011/pdf/20110908_1.pdf

3) 木村玲欧: 災害・防災の心理学—教訓を未来につなぐ防災教育の最前線—, 北樹出版, 2015.

4) 防災システム研究所: 防災危機管理, 防災心理学(オンライン)(引用日: 2015年12月3日) http://www.bo-sai.co.jp/imdex.html

5) 山影進: 人工社会構築指南—artisocによるマルチエージェントシミュレーション入門—, 書籍攻防早山, 2007.

6) 兼田敏之, 構造計画研究所創造工学部, 名古屋工業大学兼田研究室: artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション—原理・方法論から安全・賑わい空間のデザイン・マネジメントまで—,書籍攻防早山, 2010.