

集団同調性バイアスを考慮した避難行動特性の検証

—災害レジリエンスを高めるために—

山中 健照[†]奥田 隆史[†]愛知県立大学 情報科学部 情報科学科[†]

1 はじめに

2011年、東日本大震災を契機にして、レジリエンスに注目が集まっている [1]. このレジリエンスは、「システム、企業、個人が極度の状況変化に直面したとき、基本的な目的と健全性を維持する能力」を意味する [2]. 2013年には、内閣府は国土強靱化に向けた取り組みを総合的に推進していくことを決定した [3]. この国土強靱化を含めた災害レジリエンスは、「事前防災というリスク管理から、災害発生後の事後的な危機管理までを含む広い概念」として用いられている [1]. 災害レジリエンスを高くするためには三つの要素：(a) 災害による被害を低減させること、(b) 復旧活動の開始を早めること、(c) 復旧活動が効率的、効果的に行われること、が必要である [4].

本稿では (a) 「被害を低減させること」に注目する。(a) の鍵となるのは避難行動である。しかしながら避難行動は単独というよりも、**集団**でおこなわれることが多い。したがって避難行動は集団行動としての特徴を強く持つ [5]. この集団行動の特徴の中に、**バイアス**がある。バイアスとは心理学的に「偏見」、「思い込み」などと定義されている [6]. 様々なバイアスが災害時には働くことが知られている。

本研究では、**集団同調性バイアス**に着目する。集団同調性バイアスとは、集団の中にいると同じ行動を取ってしまうバイアスのことである [7]. この集団同調性バイアスが悪く働き、集団全体が避難行動しないという同じ行動をしたために生じた災害がある。例えば 2003 年 2 月 18 日の韓国・大邱市の地下鉄放火事件である [6]. この事件では、集団同調性バイアスが働いたことで避難行動をせず、約 200 人の命が失われている。そこで本稿では、多様な人々がいる環境下で、多くの人が集団の一員として適切な避難行動を取るためにはどうしたら良いか、マルチエージェントシミュレーション (MAS) [8] を用いて、解決策を検討する。

以下、第 2 節では MAS モデル、第 3 節ではシミュレーションの流れを説明する。第 4 節で数値例を述べ、最後に第 5 節で本稿をまとめる。

2 集団同調性バイアスを考慮した避難行動モデル

本節では本研究のモデルについて説明する。

想定環境

想定する環境は、教室などの公共スペースにおける、その場所での集団の避難行動を考える (概念図を Fig. 1 に示す)。今回、避難行動は実際に避難のために移動

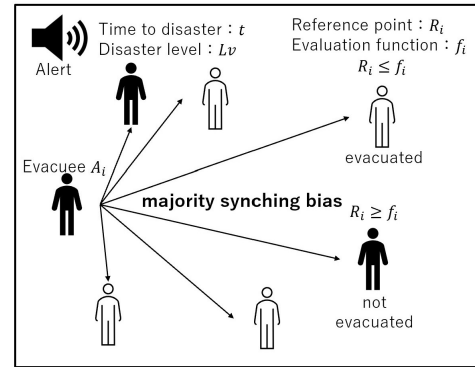


Fig. 1: conceptual diagram

するわけではなく、その場で身を守る行動を取らないなどの移動しない行動を想定している。モデルにおいて公共スペースは $x[m] \times y[m]$ で、そこに N [人] の避難者エージェント $A_i (1 \leq i \leq N)$ を無作為に配置する。 A_i はその公共スペースでアラートを受け初期避難行動確率 p に従って避難行動するかしないか判断する。この初期避難行動は、予め決めた初期避難行動確率 p のみで決定される。初期避難行動後、 A_i は周囲の $A_j (i \neq j)$ やアラートから得られる情報によって避難の判断をする。

モデル内のパラメータ

アラートが有する 2 種類、避難者エージェント A_i が持つ 2 種類のパラメータについて述べる。

<アラート>

A_i は最初アラートを認知し、二つの情報をアラートにより得られる。そのアラートはパラメータ：災害発生までの時間 t 、災害レベル L_v 、を有する。

<避難者エージェント>

A_i はパラメータ：参照点 R_i 、評価関数 f_i 、を保持する。 R_i 、 f_i を比較し、 $R_i \leq f_i$ ならば避難行動し、 $R_i \geq f_i$ ならば避難行動しないという決定をする。参照点 R_i は各 A_i に正規分布 $N(m_r, \sigma_r)$ で与えられる。評価関数 f_i は、

$$f_i(L_v, N_t, N_f) = \alpha_i L_v + \beta_i N_t + \gamma_i N_f \quad (1)$$

で表されるものとする。 N_t は A_i の視野範囲 D の避難行動している $A_j (j \neq i)$ の数、 N_f は A_i の視野範囲 D の避難行動していない $A_j (j \neq i)$ の数である。また、各係数 α_i 、 β_i 、 γ_i は各変数の重みを表してあり、それぞれ正規分布 $N(m_\alpha, \sigma_\alpha)$ 、 $N(m_\beta, \sigma_\beta)$ 、 $N(m_\gamma, \sigma_\gamma)$ で与えられる。

災害時に働く集団同調性バイアス g_i は、

$$g_i(N_t, N_f) = \beta_i N_t + \gamma_i N_f \quad (2)$$

として決定できるとする。

Verification of Evacuation Behavioral Characteristics Considering Group Synchronization Bias —To Enhance Disaster Resilience—

[†]Takeru YAMANAKA, Takashi OKUDA

[†]Department of Information Science and Technology, Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

3 シミュレーションの流れ

シミュレーションは以下の4つのStepで構成される。

Step1: N 人の避難者エージェント A_i を公共スペース内に無作為に配置する。次に各 A_i はアラートを認知し、初期避難行動確率 p にしたがって、避難行動を開始する。

Step2: 各 A_i は視野範囲 D 内に存在する避難行動している $A_j (j \neq i)$ の数 N_t と避難行動していない $A_j (j \neq i)$ の数 N_f を認知する。

Step3: 各 A_i は参照点 R_i , 評価関数 f_i , 集団同調性バイアス g_i にしたがって避難行動を決定する。

Step4: シミュレーション時間がアラート内の災害までの時間 t になればシミュレーションを終了する。そうでなければ、Step2 へ戻る。

4 数値例

数値例ではシミュレーション条件をもとに検証内容と検証結果について述べる。計測は第3節で述べた4つのStepを300回繰り返しておこなう。

シミュレーション条件

シミュレーション条件は Table. 1 のようにする。

Table. 1: Parameters in Simulation

パラメータ名	表記	数値
公共スペースの大きさ	(x, y)	$(60, 60)$
全体の人数	N	300
初期避難行動確率	p	0.1 ~ 0.9
災害レベル	Lv	6
災害までの時間	t	10
視野範囲	D	2 ~ 30
参照点	$R_i \sim N(m_r, \sigma_r)$	$R_i \sim N(9, 2)$
災害レベルの重み	$\alpha_i \sim N(m_\alpha, \sigma_\alpha)$	$\alpha_i \sim N(1.5, 0.5)$
N_t の重み	$\beta_i \sim N(m_\beta, \sigma_\beta)$	$\beta_i \sim N(1.0, 0.2)$
N_f の重み	$\gamma_i \sim N(m_\gamma, \sigma_\gamma)$	$\gamma_i \sim N(-1.0, 0.2)$

検証内容

検証内容は以下の①, ②とする。①, ②の評価指標は最終Stepに避難行動をした避難者エージェント A_i の数とする。

< ① 初期避難行動確率 p による違い >

A_i の初期避難行動確率 p を変動させ、最終Stepにて避難したエージェントの人数を検証する。視野範囲 D は10で固定する。

< ② 視野範囲 D による違い >

A_i の視野範囲 D を変動させ、最終Stepにて避難したエージェントの人数を検証する。初期避難行動確率 p は0.5で固定する

検証結果

< ① 初期避難行動確率 p による違い >

初期避難行動確率 p による違いの結果を Fig. 2 に示す。図の縦軸は最終Stepで避難行動した A_i の平均である。

< ② 視野範囲 D による違い >

視野範囲 D による違いの結果を Fig. 3 に示す。図の縦軸は最終Stepで避難行動した A_i の数が、300回のシミュレーションのうち10以下ならびに290以上だった場合のシミュレーション回数である。

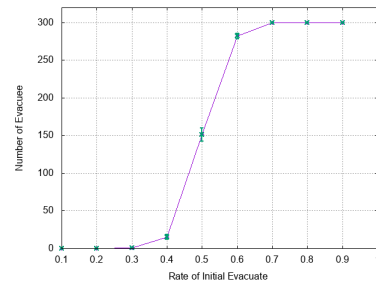


Fig. 2: Result by Agent Rate of Initial Evacuate

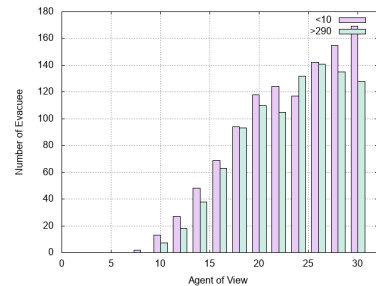


Fig. 3: Result by Agent of View

5 まとめ

今回、災害時に発生する集団同調性バイアスを考えた避難行動モデルを構築した。シミュレーションの結果から、集団同調性バイアスが働くことで、全員が避難行動する場合と、全員が避難行動しない場合が確認された。また、最初に避難行動をする人の割合では、5割を境界として、避難行動する数は大きく変動することが確認された。今後の課題は集団同調性バイアスを働くメカニズムをより精確にすることや、ほかのバイアスである。正常性バイアスについてモデル化し、その特性について検討することがある。また、バイアスが働いた環境下でどのような仕掛けやナッジ[9]があれば、避難行動者数を増加させられるかなどがある。

なお本研究は JSPS 科研費 21K18523 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 加藤健, “危険管理と災害レジリエンス”, オペレーションズリサーチ, Vol.66, No.8, pp.486-491, 2021.
- [2] アンドリュー・ゾッリ, 『レジリエンス復活力-あらゆるシステムの破綻と回復を分けるものは何か』, ダイアモンド社, 2013.
- [3] 内閣府, 『防災白書』, 2013.
- [4] 小室達章, “災害レジリエンス研究の構図と課題”, 金城学院大学論集, Vol.14, No.2, pp. 1-12, 2018.
- [5] 広瀬 弘忠, 『人はなぜ逃げ遅れるのか-災害の心理学』, 集英社, 2004.
- [6] 防災システム研究所, “防災・危機管理心理学”, <https://www.bo-sai.co.jp/bias.htm>, 最終閲覧日 2022年05月16日.
- [7] 日本赤十字社, 『赤十字 NEWS-特集 知ってほしい避難の妨げになる 正常性バイアス・同調性バイアス』, 2021.
- [8] 構造計画研究所, “MAS COMMUNITY”, <https://mas.kke.co.jp/>, 最終閲覧日 2022年6月7日.
- [9] 松村真宏, 『仕掛学 人を動かすアイデアの作り方』, 東洋経済新報社, 2016.