

コンジョイント分析を用いた震災時の避難行動解明

○渡邊康平¹ 小田中悠² 中井豊¹ 市川学¹ (¹ 芝浦工業大学, ² 東京大学)

Elucidation of evacuation behavior during earthquake using conjoint analysis

* K. Watanabe¹, Y. Odanaka², Y. Nakai¹ and M. Ichikawa¹

(¹ Shibaura Institute of Technology, ² University of Tokyo)

概要— 熊本地震では、想定を上回る11万人もの住民が避難を余儀なくされた。避難所の収容人数を超過したことで、指定外避難所への避難者が大勢発生した。避難所の分散は、自治体の避難者把握を困難なものとし、支援が滞る事態を招いた。そこで、本研究ではエージェントベースによるアプローチで避難者一人一人の避難行動を表現可能なシミュレーションモデルを構築する。これにより、複数シナリオを想定した綿密な地域防災計画の策定を目的とする。本稿では、コンジョイント分析を用いたアンケート調査を通じて、震災時の住民の避難行動に影響を与える要因を明らかにする。

キーワード: コンジョイント分析, 避難行動, 意思決定, エージェントベースモデル, 熊本地震

1 はじめに

1.1 熊本地震の概要

2016年熊本県熊本地方を震源とする最大震度7の地震が発生した。発災以前の熊本市の試算では、避難者数を57,946人と想定していたが、最大で約11万人もの住民が避難を余儀なくされたり、想定を上回る避難者が発生した事で、指定避難所の収容人数を超過する事態に陥った。被災者の避難行動は、駐車場での中泊や近隣施設への避難など多岐にわたり、指定外避難所へ避難する住民が大勢発生した。避難先が分散したことで、自治体は避難者の実態把握が困難となり、指定外避難所へ支援が行き届かないという問題をもたらした。支援が滞る事態は、阪神・淡路大震災時にも指摘されていたが、状況は一向に改善されていない。

1.2 指定外避難所がもたらす課題

指定外避難所の形成は、自治体の支援機能を低下させる可能性がある。上述した支援の問題に加えて、避難所の特定作業には多大な時間を要するため、職員の業務遂行を妨げる。また、自治体と避難所の連携が不十分であると、災害フェーズの移行時期を捉えられず、避難者の避難が長期化する²⁾。今後、試算による被害想定を超える震災がいつ起きてもおかしくなく、指定外避難所が形成されてしまう可能性が十分にある。

1.3 研究目的

指定外避難所が形成される背景の一つとして、被害想定に対して適切な避難所が指定されていたかが問われる³⁾。自治体が指定した避難所が、震災により発生しうる避難者を収容可能か否かを評価する必要がある。そこで本研究では、エージェントベースによるアプローチで避難者一人一人の避難行動を表現可能なシミュレーションモデルを構築する。通勤通学による人口分布の時刻別変化を加味した避難行動と指定避難所の位置関係により、避難所へ発生しうる避難者数を可視化する。出力された複数シナリオ（擬似的避難状況）を活用し、各都市において指定外避難所が形成される状況を示す。以上により、綿密な地域防災計画の策定や見直しによる地域防災力の向上、防災訓練実施による自治体の対応力向上に寄与することを目的とする。

2 関連研究

避難者の推計には、住民の避難行動に影響を与える要因を明らかにする必要がある。そこで、被災した住民を対象に実施されたアンケート調査により、避難行動要因を解明した研究がある。吉田ら(2018)が構築した意思決定モデルは、回答者の個人・世帯属性(性別、年齢、同居世帯等)、住宅被害を独立変数とした⁴⁾。しかし、避難意思決定は複数の要因が複雑に絡み合い判断が下される。上述したように、避難行動を局所的に表現するモデルを構築した研究が数多いが、避難行動に与える要因を包括的に捉え、意思決定モデルを構築した研究は少ない。また、実施されたアンケート調査は、被災経験者を対象としたものが多く、回顧形式による回答のため、特定の状況下での避難行動しか明らかにできていない。

3 方法

本研究では、避難意思決定モデルの構築に向けて、アンケート調査を用い住民の避難行動に影響を与える要因を明らかにする。構築したモデルを渡邊ら(2020)がエージェントベースによるアプローチで構築した、避難者一人一人の避難行動を表現可能なシミュレーションモデル⁵⁾に組み込むことで、被災者の避難状況を擬似的に生成する。研究の概要は、Fig. 1に示す。

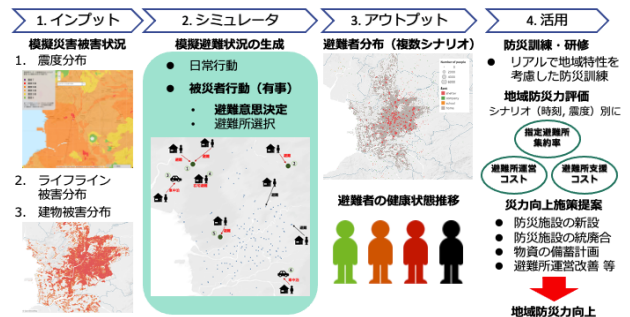


Fig. 1: 研究概要

4 調査概要

本研究では、場面想定法を用いて作成した調査票を通じて、特定の状況下での住民の避難行動に影響を与

える要因を明らかにする。実施した調査の概要を Table 1, 調査項目を下記に示す。調査票を配布する地域の区分(大都市, 地方都市, 過疎地域), 年齢, 性別については, 均等に割り付けられている。

本稿では, コンジョイント分析の手法を用いて調査を行う。コンジョイント分析とは, 多変量解析を用いた分析手法である。例えば, 回答者に条件(価格, 色, デザイン)の異なる商品(プロフィール)を複数提示し, どの商品を買いたいと評価してもらう。このように, 商品全体を評価することで, 価格や色, デザインの各要素がどの程度, 商品購入に影響をもたらしたかを算出できる。本稿では住宅被害やライフラインの停止状況といった要因がどの程度, 避難行動に影響を与えるかを調査する。場面想定には, Table 2 に示す属性, 水準を用いる。条件の異なるプロフィールを回答者につき9枚提示する。回答形式は, 回答者がプロフィールの状況下におかれた場合, 3つの行動(避難, その場へ留まる, 移動)の内どの行動を選択するのかを問う形式とした。以下, 回答者が選択した行動を避難するか否かの2値に加工し, 分析を行う。

Table 1: 調査概要

調査方法	インターネット調査
有効回答数	1191 (配布数:1,200)
	1回答者あたり9枚のカード回答 -> 10719データ
対象	大都市(赤)、地方都市(緑)、過疎地域(灰色)に対して400サンプル
	年齢: 20 - 69歳
	性別: 男女
	配信地域: 全国
割付	各エリア (3) × 性別 (2) × 年代 (5) × 4つのカード配布グループ
	4つのカード配布グループ: 計36枚を4グループに分割し各9枚配布
調査期間	2021/3/17 - 18

Table 2: 場面想定条件 (属性, 水準)

(1) 季節	【春・秋 (3~5月, 9~11月)】 【夏 (6~8月)】 【冬 (12~2月)】
(2) 天気	【良好 (晴れや曇り)】 【不良 (雨や雪, 強風など)】
(3) 時刻	【朝 (6:00~9:00)】 【昼 (9:00~18:00)】 【夜 (18:00~翌朝6:00)】
(4) 現在地	【自宅】 【出先 (職場・学校・良く利用する施設 (病院, スーパー, 友人宅など))】
(5) 現在地の建物被害状況	【無被害】 【一部損壊】 【半壊】
(6) 現在地のライフラインの停止状況	【無被害】 【停電】 【断水】
(7) 現在地からの徒歩以外の移動手段	【なし (交通機関停止・自家用車なし)】 【あり】
(8) 現在地の周囲の人々の避難状況	【誰も避難していない】 【1人以上避難している】

調査項目

- 基本属性 (年齢, 性別等)
- 職種・業種
- 移動手段 (通勤通学, 買い物等)
- 世帯情報 (同居者, ペット, 年収等)
- 住まい情報 (居住歴, 構造, 形態, 居住階数等)
- 災害経験
- 災害時の不安項目
- 災害への備え
- 場面想定

5 避難意思決定モデル

避難行動に影響を与える要因を明らかにし, 避難実施に関する意思決定モデルを構築する。調査データは, 場面想定で提示したプロフィールの居場所, つまり, 回答者が想定する居場所 (自宅, 学校・職場, よく利用する施設) によって特徴が異なると考えられるため, データを3分割し分析を行なった。避難実施の有無を従属変数, 調査項目を独立変数として, ロジスティック回帰分析により変数を選定した。避難実施の意思決定に関する模式図を Fig. 2 に示す。ステップワイズ法にて要因を抜粋かつ 5%優位な項目を記載した。図の左は避難意思決定に負の相関を持つ項目, 右は正の相

関を持つ項目を示す。

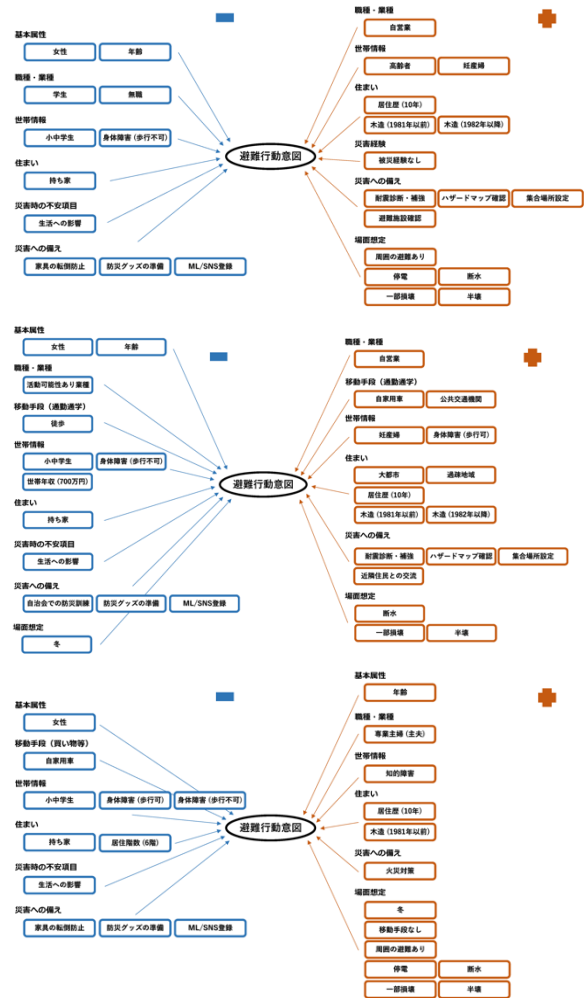


Fig. 2: 避難の意思決定に関する模式図 (上から自宅, 職場学校, よく利用する施設)

6 結論

本研究では, 避難実施の意思決定モデルの構築に向けて, コンジョイント分析を用いたアンケート調査を実施した。また, 調査データを用いたロジスティック回帰分析により, 避難行動に影響を与える要因を明らかにした。今後の活動として, 避難意思決定モデルの精度向上, 他の行動(その場へ留まる, 移動)についての意思決定モデルを構築する。

参考文献

- 1) 熊本市政策局危機管理防災総室: 熊本地震の検証及び熊本市地域防災計画等の改定について(2017)
- 2) 船越, 畑山: 熊本地震における避難所の変遷過程に関する考察
- 3) 荒木, 坪井, 北後: 津波被災後の指定外避難所の発生傾向に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 82 巻 741 号 2885/2895(2017)
- 4) 吉田, 柿本, 畑山, 阿部: 震災後の避難行動に関するモデル分析, 土木学会論文集, vol. 74, no. 5 (2018)
- 5) 渡邊, 佐藤, 小田中, 中井, 市川: エージェントベースモデルによる避難行動シミュレータの構築と避難所集約への活用, 第23回社会システム部会研究会(2020)