

平成 30 年 7 月豪雨における動的な避難心理プロセスの解明

中野紗希¹・塚井誠人²

1 正会員 塩野義製薬 (〒541-0045 大阪市中央区道修町 3-1-8)
clover1225.saki@gmail.com

2 正会員 広島大学 (〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1)
mtuaki@hiroshima-u.ac.jp

平成 30 年 7 月豪雨災害発生後の調査では、住民の避難率の低さが指摘された。これを受けて広島県は、特に被害の大きかった地域の住民を対象に、避難行動に関するヒアリング調査を実施した。住民が避難情報を獲得してから避難行動に至るまでの心理プロセスを把握するには、未災や臨災の状況で避難者の意思決定を解明しなくてはならない。本研究では、平成 30 年 7 月豪雨の避難行動に関するヒアリング調査データから、豪雨時に住民が避難情報の獲得から状況を判断する認知特性と、避難行動特性を把握する。まず避難行動に関連する意思決定理論の既往研究を整理し、豪雨時における意思決定図式を提案する。ヒアリング調査データにトピックモデルを適用し、意思決定図式と対応したトピックを抽出する。

Key Words: Topic model, Timeline, Theory building, Text mining, Vulnerable People to Disasters

1. はじめに

西日本を中心に広い範囲で大雨となった平成 30 年 7 月豪雨では、域内の多くの地点で 24, 48, 72 時間降水量が観測史上 1 位となった¹⁾。本災害発生後の調査では住民の避難率の低さが指摘されている²⁾。これを受けて広島県は、避難行動に関するヒアリング調査を実施した³⁾。

避難率を向上させるには、住民が避難情報を獲得してから避難行動に至るまでの心理プロセスを把握して、当時の避難者の意思決定や行動を解明しなくてはならないが豪雨災害には特有の困難さがある。たとえば、地震後の津波では、自分の命を最優先に素早く避難する「津波でんでんこ」が、有効な行動指針とされる。一方豪雨避難では、避難を成功させるには周辺状況や避難路の安全性を考慮してタイミングを伺う必要がある。状況判断が難しいため、周囲の声かけが避難を促すとされる⁴⁾。また地震や津波の発生は、「非常時になった」という認識は容易だが、降雨現象は日常レベルでも見られるので、それが豪雨災害につながる非常時か否かの判断は、個人の状況の認知・判断に依存するが、豪雨災害の特徴を捉えた避難行動モデルは、筆者の知る限り存在しない。

本研究では、避難行動に関するヒアリング調査データにトピックモデルを適用して、住民の避難心理プロセスを把握するために、広島県が実施した平成 30 年 7 月豪雨の避難行動に関するヒアリング調査データを分析する。本論では特に、回答者の発災中の行動をタイムライン形式で調査した自由記述データを用いて、時系列をふまえて分析する。

2. 調査概要

広島県は、平成 30 年 10 月から 12 月にかけて平成 30 年 7 月豪雨の避難行動に関するヒアリング調査を行った。対象は、特に被害が大きかった 9 市町（広島市、呉市、三原市、福山市、府中市、東広島市、海田町、熊野町、坂町）であり、回答数は 478 である。

調査の概要を Table 1 に示す。本調査では、これらの項目について、調査員が聴取した内容を要約し、調査票に記入した。設問には選択式と自由記述式の両方が含まれるほか、発災当時の動きがタイムライン形式で記録されている。

Fig. 1 に回答者の個人属性を示す。性別は男性が 61%、女性が 39%と、男性の方がやや多い。年齢層を 20~39 歳と 40~64 歳、65 歳以上に分類したところ、それぞれ 6%、28%、66%となり、半数以上が高齢層であった。同居人数は 2~4 人が 74%と最も多く、次いで単身者が 14%、5 人以上が 12%であった。回答者の多くが家族と同居している。要援護者やペットと同居している回答者は 56%であった。住居形態は、一戸建ての木造住宅が 89%、一戸建ての鉄骨造住宅が 6%、集合住宅が 3%であった。以上をふまえると回答者は、一戸建て住宅に居住しており、家族と同居している高齢層が多い結果となった。

3. 豪雨時の避難行動図式の提案

避難行動に関する 10 の意思決定理論についてレビューし、豪雨時の避難行動を想定して設定した項目に基づ

Table 1 Survey on evacuation behavior for the torrential rain in July 2018

Item	Contents	Answer format
Personal attributes	Gender, Age, Number of people living together, Area of residence, Year of residence, Type of house, Presense of persons requiring special help, etc.	
Situation during the disaster	Damage, Sense of crisis, Trigger for a sense of crisis, Media of information gathering	Multiple choice type, Free description type
Evacuation behavior	Evacuation behavior (behaviors actually mode, behavioral intentions), Triggers and reasons of the behavior, Hesitation for the behavior	
Disaster Information	Necessary disaster information, Disaster experience in the past, Cognition of disaster risks around the home, Ordinary preparation for disaster, Participation to the activities of neighborhood/residents' associations	
What to do in the event of a disaster	Time when you felt threatened, Time when you decided whether to evacuate or not, Time when you carried out the evacuation, Fill in what you remember in 1-hour increments.	Timeline type (Free description type)

Table 2 Evaluation of previous theories

	Normal time /Emergency	Cognitive resources	Feelings	Social factors	Experience	Behavioral costs	Behavioral risk			Target	Iterative decision making
							Evacuation route	Evacuation means	Evacuation shelter		
Theory of planned behavior	Normal time	×	×	○	×	○	—	—	—	—	×
Prototype model	Normal time	×	×	○	×	×	—	—	—	—	×
Social-cognitive-preparation model	Normal time	×	△	○	×	×	—	—	—	—	×
Person-relative-to-event theory	Normal time	×	×	○	×	×	—	—	—	—	×
Dual process theory	Normal time	○	○	×	×	×	—	—	—	—	△
Protection motivation theory	Normal time and Emergency	×	△	△	○	○	×	×	×	Individuals	×
Protective action decision model	Normal time and Emergency	×	○	○	○	△	×	×	×	Individuals	△
Emergency decision-making model	Normal time and Emergency	○	○	×	△	△	×	×	×	Individuals	△
Risk as feeling hypothesis	Emergency	×	○	×	×	×	×	×	×	Individuals	×
Evacuation overflow model	Emergency	×	×	○	×	△	×	○	×	Individuals and households	△

き、それらを独自に評価した。その結果を Table 2 に示す。平時／非常時の項目では、各理論がどの程度の被災状況に適用できるか、理論の内容や理論を適用している既往研究に基づいて整理した。理論の掲載順は、平時～非常時に対応させ、非常時を想定する理論ほど、下段に配置した。本研究では発災前後の避難行動を対象とするため、平時のみに適用可能な理論は、後述する避難行動図式の構築対象からは除外する。その結果、二重過程理論⁵⁾、防護動機理論⁶⁾、防護行為決定モデル⁸⁾、緊急時の情報処理モデル⁹⁾、感情としてのリスク仮説¹⁰⁾、避難のオーバーフローモデル¹¹⁾を対象とする。図式の構築手順を以下に示す。

- 1) 適用対象となる理論を合成し、プロトタイプ図式を構築する。
 - 2) プロトタイプ図式を参照し、ヒアリング調査データに図式と対応するタグを付与する。
 - 3) タグ付与の結果に基づいて図式を改訂する。
- プロトタイプ図式は紙幅の都合により割愛する。構築したプロトタイプ図式をもとに、ヒアリング調査データに基づいて図式の改訂を行った。

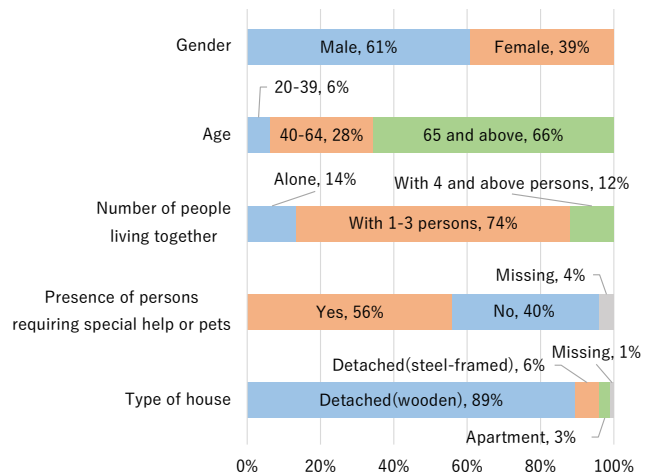


Fig. 1 Personal attributes (n=478)

4. トピックモデルの適用

本研究では、ヒアリング調査データのうち、タイムラインデータに対してトピックモデルを適用する。ただし、避難しようと思わず何も行動をとらなかった回答者のうち、「明確に意思決定をしたわけではない（普段通りに過ごしたなど）」または「その他」と答えた回答者は、

得られた回答の記述量が極端に少ない場合があるため、除外した。その結果回答者数は 380 となった。なおトピックモデルでは、素性語彙を単語としたトピック抽出が一般的であるが、本研究では、素性語彙としてタイムラインデータに付与したタグと選択式回答の内容をタグとしてデータ化する、

タグ付与の流れを説明する。まずタイムラインデータを 1 時間単位から、当時の降雨状況の推移に基づいてそれらをまとめた時間帯に分け、1 時間ごとの記述は各時間帯内で併合する。その結果、時間帯 1：5 日 12 時台～6 日 6 時台、時間帯 2：6 日 7 時台～18 時台、時間帯 3：6 日 19 時台～22 時台、時間帯 4：6 日 23 時台～7 日 6 時台、時間帯 5：7 日 7 時台～23 時台とした。自由記述データのうち、回答内容の時間帯が推測できる場合はその内容を該当の時間帯のタイムライン回答として扱って補完する。構築したプロトタイプ図式を参照して、この図式とタイムラインデータが対応するように、分析者が各回答者の自由記述内容に関するタグを付与する。この作業の過程で、プロトタイプ図式が必ずしも回答内容の全てを網羅しないケースや、豪雨災害特有の判断が表現し切れないケースがあることが分かった。そこで 1 周目のタグ付与結果をふまえて図式を改訂し、改訂後の図式を参照して再度付与したタグの見直しを行った。このようにして作成した全てのタグを、トピックモデルの入力データとする。その結果、総タグ数は 75,682、語彙数は 235 となった。

トピックモデルは、文書数が多いほど、特徴的なトピックが抽出できる。本研究で入力可能な文書は設定したタイムライン時点数×回答者数に留まるため、通常の記事からのトピック抽出と比較して情報量が乏しいおそれがある。そこで、回答内容に関する意味上の区切り（記事の切れ目）を考慮して文書数の増加を図った。具体的には、新たに回答者ごと（記事数 380）の回答タグをまとめた文書を、回答者の時間帯ごと（記事数 1900）の回答タグをまとめた文書に合算することによって分析を行った。その結果、入力文書数は 2280 となった。

5. トピックと豪雨時の避難行動図式の対応

トピックモデルを適用した結果、時間的に変化する 3 つの動的情報トピックと、時間的に変化する 12 の静的情報トピックが得られた。動的情報トピックについて、構築した避難行動図式上で各トピックに現れた主なタグを示しつつ、図式の中で今回の避難の特徴と考えられる部分を明らかにする。Fig. 2 に、トピック 5：立ち退き避難に寄与するタグを同図式上でまとめた結果を示す。図中の着色部は寄与するタグが対応する箇所を示し、赤字

はトピック寄与率が上位 25% のタグを示している。吹き出し部は寄与するタグに基づいて具体的な内容を追記している。なお矢印の全てをタグ化したわけではないが、両端の心理プロセスが共に着色されたときは、そのパスが働いたとみて着色することとした。Fig. 2 より、立ち退き避難に至るまでのプロセスは以下のように説明できる。まず警察や消防、自治会などから避難の呼びかけを受け、非常時と認知する。そして行為スクリプトの活性化から呼びかけに応えると共に、呼びかけられたことよって深刻さや生起確率が高まった結果、脅威評価が高まり、立ち退き避難に至る。一連の判断では、状況判断プロセスから対応判断プロセスへ移行する際、能動的な情報獲得や状況判断を経由しておらず、実質的に状況判断を行っていないことが注目される。また情報蓄積 2 回目のみがトピックに寄与している点に着目すると、情報蓄積 1 回目の時点で発災の手がかりがあったものの行動せず、情報蓄積 2 回目での呼びかけに応えた可能性がある。これらのことから、立ち退き避難の決断について能動的な危機の察知は行われておらず、信頼性の高い公的機関・団体からの避難の呼びかけが有効だったことが分かる。

Fig. 3 に、トピック 6：情報獲得・脅威評価に寄与するタグを避難行動図式上でまとめた結果を示す。同図より、回答者が避難しないと判断するまでのプロセスは、以下のように説明できる。まず受動的な情報獲得で、友人や知人、警察や消防などから避難の呼びかけを受ける。あるいは能動的な情報獲得で、自身で周辺を確認した結果、増水を知覚する。獲得した情報と当時の降雨状況から状況判断し、警戒時あるいは非常時と認知する。警戒時と認知した場合は情報蓄積へループする。土砂災害や浸水を予期する、あるいは避難を呼びかけられたことで非常時と認知した場合は、対応判断プロセスの認知媒介過程に移行する。しかし深刻さはある程度あるものの生起確率は高まらず、最終的に避難しないという判断に至り、情報蓄積へループする。

Fig. 4 に、トピック 11：垂直避難・被災に寄与するタグを避難行動図式に適用した結果を示す。同図より、垂直避難に至るまでのプロセスは以下のように説明できる。まず情報探索によって浸水や土砂災害などを知覚する。自宅タグが寄与しており、自宅が被害を受けた（被災した）、あるいは自宅から被害を目撃したと推測できる。被災した／被害を目撃したことにより非常時と認知し、対応判断プロセスに移行する。その際、状況判断を経由していないため、この場合も実質的に状況判断を行っていないことが分かる。対応判断プロセスでは、被災した場合は行為スクリプトの活性化に移行し、事後的に対処行動をとろうとするが、立ち退き避難が不可能なため垂直避難を行う。自宅から被害を目撃した場合は認知的媒

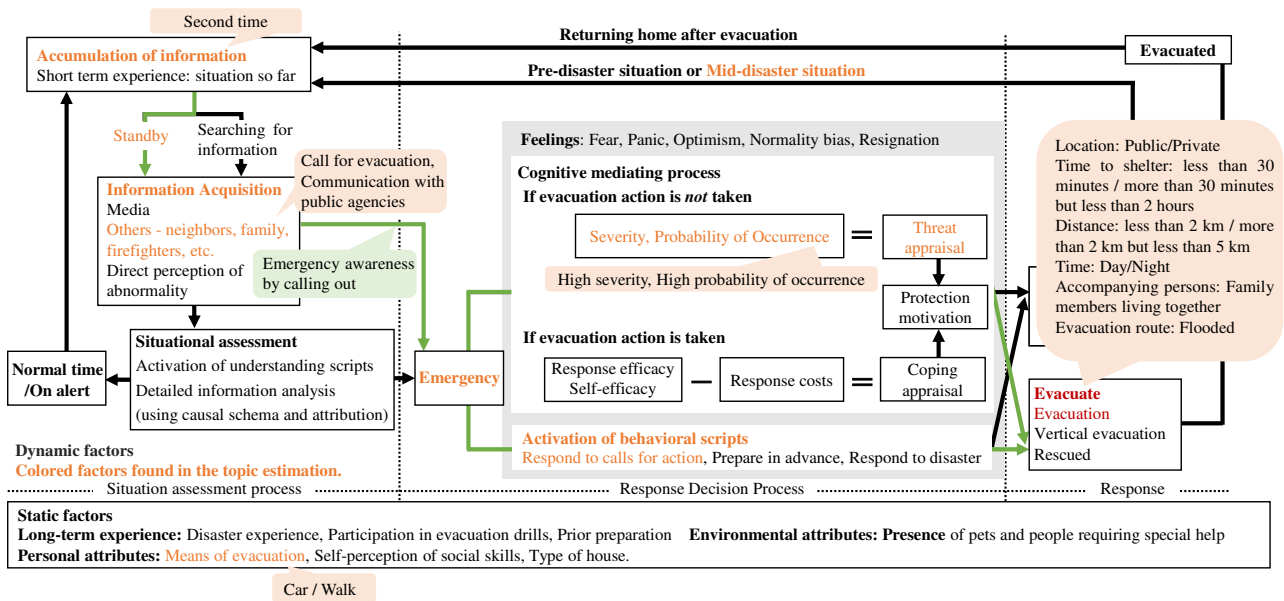


Fig. 2 Topic 5: Psychological processes of evacuation and sheltering

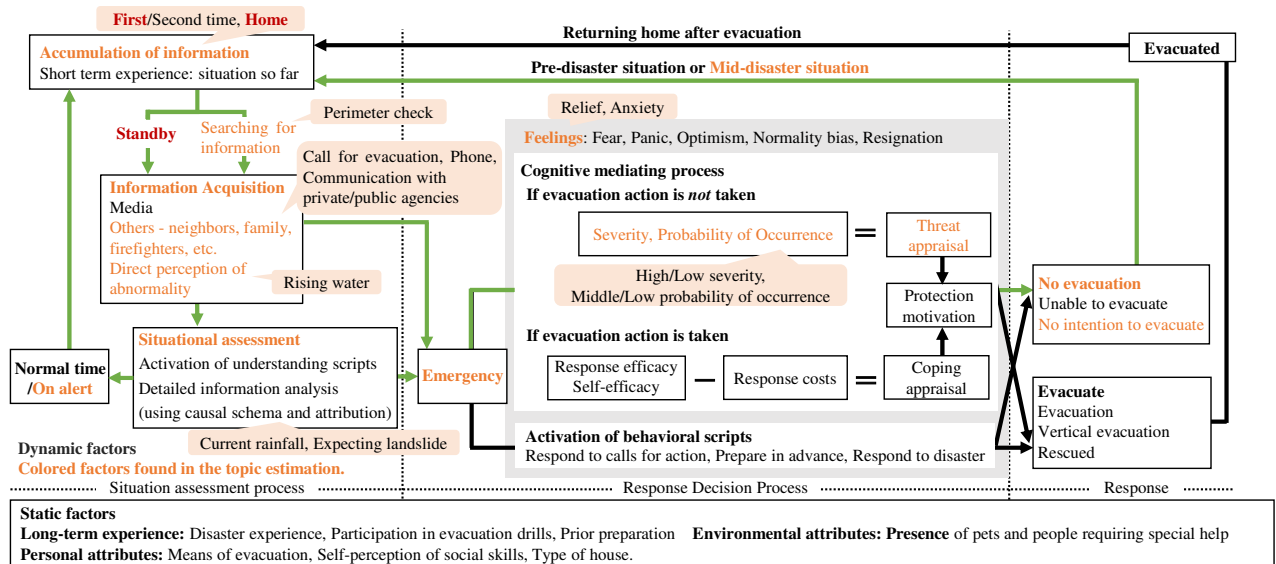


Fig. 3 Topic 6: Psychological processes of information acquisition and threat appraisal

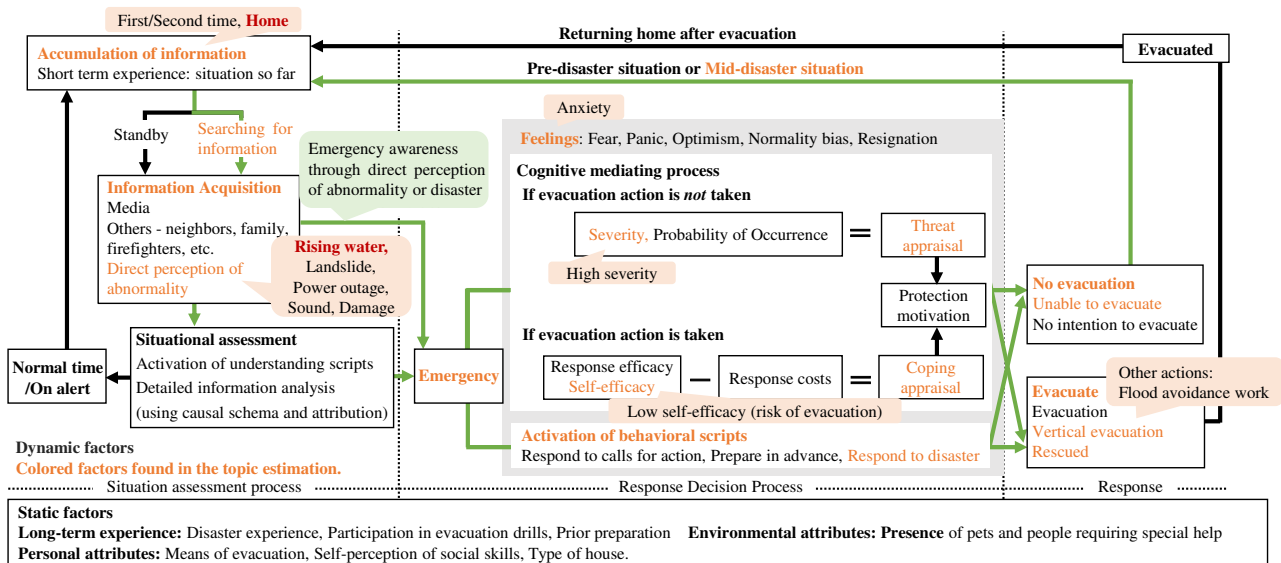


Fig. 4 Topic 11: Psychological process of vertical evacuation and disaster damage

介過程に移行し、深刻さが高まることで脅威評価が高まるものの、状況から自己効力感が低くなり、それらを総合して立ち退き避難は危険と判断して、積極的な対処評価が低くなる。最終的には立ち退き避難が不可能という判断に至り、垂直避難する。垂直避難後、場合によっては救助されることで立ち退き避難する。

6. 要援護者属性別の時間的なトピック推移

要援護者の属性ごとにトピック割合の時間的な推移を把握する。文書中のタグに「要援護者_80歳以上」が含まれる回答者、「要援護者_小学生・中学生」「要援護者_未就学児童」および「要援護者_乳児」のいずれかが含まれる回答者で集計した。ただしタイムラインデータに動的情報タグの記述がなく、静的情報タグのみ付与した時間帯の文書は除外して集計した。

Table 3 から Table 5 に時間帯別トピック割合を示す。動的情報トピックである「立ち退き避難」「情報獲得・脅威評価」「垂直避難・被災」、および静的情報と動的情報が混在するトピック「要援護者ペット・自宅外」は、各時間帯のトピック出現確率を、対象回答者について平均した。その他の静的情報トピックは、各時間帯で文書中にトピックが出現する確率を対象回答者について平均し、その値をさらに全時間帯で平均した。また各属性で自明のトピック（例えば Table 4 の「要援護者高齢者」）は、表中の最下段に示した。Table 3 に全回答者のトピック推移を示す。以下では同表と各属性のトピック推移を比較して考察する。

Table 4 に 80 歳以上のトピック推移を示す。「立ち退き避難」では、Table 3 と比べて時間帯 1 と時間帯 5 の割合が大きく、時間帯 2 と時間帯 3 の割合が小さい。立ち退き避難した回答者には事前避難と事後的避難が混在していることと、当時の降雨状況をふまえると、時間帯 1 で事前避難した回答者および時間帯 5 で事後的避難した回答者が多い傾向にある。高齢者は体力が乏しく自己効力感が低いため、発災中を避けて立ち退き避難した回答者が一定数いたと考えられる。ただしこの立ち退き避難は外部からの呼びかけに応じたものと考えられ、自発避難は少なかったと考えられる。「情報獲得・脅威評価」では、Table 3 と比べて時間帯 1 の割合が小さく、時間帯 3 と時間帯 4 の割合が大きい。高齢者は全体的に情報獲得のタイミングが遅い傾向がある。「垂直避難・被災」では、時間帯 3 と時間帯 4 でトピック割合が大きいことから、該当時間帯で被災した回答者をあらわすと考える。「13: 要援護者ペット・自宅外」の割合が全体的に小さいことから、自宅にいた回答者が多かったと推測できる。

Table 5 に子どものトピック推移を示す。「立ち退き

Table 3 Topic Transition (All Respondents)

Topics	Time1	Time2	Time3	Time4	Time5
Evacuation and sheltering	0.049	0.081	0.148	0.094	0.108
Information acquisition, Threat appraisal	0.109	0.175	0.128	0.092	0.039
Vertical evacuation / Disaster damage	0.033	0.047	0.104	0.106	0.054
Pets, out of home	0.037	0.064	0.051	0.051	0.051
Physical damage			0.086		
Human damage			0.045		
No damage			0.083		
Experience of disaster			0.064		
Elderly			0.057		
No persons requiring special help, Single			0.051		
Children			0.025		
Preparedness for evacuation			0.097		
Evacuation drills			0.078		
Preparedness for goods			0.057		
Apartment			0.034		

避難」では、Table 3 と比べて時間帯 4 と時間帯 5 の割合

Table 4 Topic Transition (80 and above)

Topics	Time1	Time2	Time3	Time4	Time5
Evacuation and sheltering	0.092	0.036	0.116	0.095	0.150
Information acquisition, Threat appraisal	0.058	0.170	0.146	0.106	0.049
Vertical evacuation / Disaster damage	0.019	0.062	0.117	0.131	0.055
Pets, out of home	0.046	0.033	0.028	0.038	0.036
Physical damage			0.073		
Human damage			0.038		
No damage			0.088		
Experience of disaster			0.066		
No persons requiring special help, Single			0.032		
Children			0.028		
Preparedness for evacuation			0.086		
Evacuation drills			0.067		
Preparedness for goods			0.062		
Apartment			0.021		
Elderly			0.122		

Table 5 Topic Transition (Children)

Topics	Time1	Time2	Time3	Time4	Time5
Evacuation and sheltering	0.002	0.071	0.149	0.063	0.079
Information acquisition, Threat appraisal	0.087	0.146	0.129	0.069	0.062
Vertical evacuation / Disaster damage	0.008	0.047	0.064	0.114	0.061
Pets, out of home	0.044	0.093	0.052	0.051	0.049
Physical damage			0.091		
Human damage			0.038		
No damage			0.070		
Experience of disaster			0.056		
Elderly			0.041		
No persons requiring special help, Single			0.017		
Preparedness for evacuation			0.096		
Evacuation drills			0.063		
Preparedness for goods			0.056		
Apartment			0.062		
Children			0.122		

が小さいが、時間帯 3 の割合はほとんど変わらない。これらより、危険な時間帯に避難した回答者が多い傾向が読み取れる。「要援護者子ども」のトピックに「反応コスト高_要援護者」が寄与することをふまえると、反応コストが高いために避難が遅れたと推測できる。「垂直避難・被災」では、Table 3 と比べて時間帯 3 の割合が小さく、時間帯 4 の割合はほとんど変わらない。つまり夜間に垂直避難を行った回答者を示すと考えられる。「集合住宅」の割合が比較的大きいことから、垂直避難が容易な回答者が一定数いたと考えられる。情報獲得・脅威

評価」の割合が全体として小さいことから、そのような回答者は、発災が近いという脅威を感じにくかったと推測できる。

7. 結論

本研究では、災害時に住民が避難情報の獲得から状況を判断する認知特性と、避難行動特性を把握するため、平成 30 年 7 月豪雨の避難行動に関するヒアリング調査データを分析した。その結果、提案した避難行動図式に基づいて避難心理プロセスが把握できた。また要援護者の属性によって時点別トピックの出現傾向が異なることを示した。しかし図式上にあるトピックの寄与が乏しいタグについては、該当要素の影響が弱いほか、該当要素に関する聞き取りが不十分である可能性も考えられる。

本研究で使用したヒアリング調査は、提案した避難行動図式に沿ってされたものではない。避難行動図式に沿った調査票設計によって、より詳細に避難心理プロセスを把握できる可能性がある。

謝辞：この研究は、JSPS 科学技術研究費基盤研究 B (19H02263/2019-2021/研究代表者：柿本竜治) の補助を受けて実施しました。

参考文献

- 1) 気象庁：平成 30 年 7 月豪雨，<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2018/20180713/20180713.html> (2022/01/21)
- 2) 日本経済新聞：避難率 4.6%どまり 西日本豪雨、被災 3 件の 17 市町，<https://www.nikkei.com/article/DGX>
- 3) 広島県：平成 30 年 7 月豪雨に関する県民の避難行動のアンケート調査の実施について，<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/346767.pdf>(2022/01/19)
- 4) 中国新聞：提言<1>「声掛け避難」広げよう，http://www.chugoku-np.co.jp/column/article/article.php?comment_id=545257&comment_sub_id=0&category_id=1087 (2022/01/21)
- 5) Stanovich, Keith E.: Who is Rational? Studies of Individual Differences in Reasoning, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- 6) Rogers, R. W.: A protection motivation theory of fear appeals and attitude change, *The Journal of Psychology*, Vol.91, No.1, pp. 94-114, 1975.
- 7) Maddux, J., Rogers, R. W.: Protection motivation and self-efficacy: A revised theory of fear appeals and attitude change, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.19, pp. 469-479, 1984.
- 8) Lindell, M. K. and Perry, R. W.: The Protective Action Decision Model: Theoretical Modifications and Additional Evidence, *Risk Analysis*, Vol.32, No.4, pp.616-632, 2012.
- 9) Loewenstein, G., Weber, E., U., Hsee, C. K., & Welch, N.: Risk as feelings, *Psychological Bulletin*, Vol.127, No.2, pp.267-286, 2001.
- 10) 池田謙一：緊急時の情報処理，pp.120，東京大学出版会，1986.
- 11) 中村功ほか：災害危機管理入門，pp.156-159，弘文堂，2008.

(2022. 03.06)

ELUCIDATION OF THE DYNAMIC PSYCHOLOGICAL PROCESSES OF EVACUATION IN THE TORRENTIAL RAIN IN JULY 2018

Saki NAKANO, Makoto TSUAKI

After the torrential rain disaster in July 2018 in Western Japan, several media claimed that the evacuation rate of the residents was low. In response to the claims, Hiroshima Prefecture conducted an interview survey on evacuation behavior of residents in the areas that were particularly damaged by the disaster. In order to understand the psychological process of evacuees from the dynamic viewpoint, the timings to obtain the threat information or to take evacuation action are important to be considered. In other words, it is necessary to understand the decision-making process of evacuees in situations where disasters have not yet occurred or have just started. This study aims to understand the cognitive and behavioral characteristics of the evacuation behavior of the above disaster, based on the schema for torrential rain disaster. First, the reviews for previous researches on decision-making theories related to evacuation behavior are conducted and the processed decision-making schema for torrential rains is proposed. A topic model is applied to the interview survey data to extract topics that correspond to the decision-making schema.