

令和元年6月25日現在

機関番号：82102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2017～2018

課題番号：17H07346

研究課題名（和文）津波災害時における人間行動把握に基づく避難開始の時空間分析手法の構築

研究課題名（英文）Development of the method for analyzing the start of a tsunami evacuation based on understanding behaviors in tsunami disasters

研究代表者

土肥 裕史（Dohi, Yuji）

国立研究開発法人防災科学技術研究所・社会防災システム研究部門・特別研究員

研究者番号：00807282

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：東日本大震災では多くの住民が津波に巻き込まれ、避難開始の難しさが浮き彫りとなった。

本研究では、津波避難行動の開始に至るプロセスに着目し、（1）津波災害時の人間行動を整理したうえで、（2）無人航空機（UAV）を用いた津波避難訓練における時空間的な行動把握手法を構築し、（3）訓練時の行動データを用いた避難開始行動の分析を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、住民がいつ、どこで、どのように避難開始行動をとるのか、その特徴を時空間的に把握する手法を構築し、訓練時の行動データに基づく避難開始行動プロセスを明らかにした。住民の避難開始を捉え直し、従来とは異なる視点から早期避難を促す対策の立案に資する研究成果である点に学術的かつ社会的な意義がある。

研究成果の概要（英文）：In the 2011 Tohoku tsunami, many people could not or did not evacuate from the tsunami. Solving problems of the start of the evacuation is very important to mitigate human losses due to tsunamis.

In this study, we have focused on the process of the start of the tsunami and conducted the following: (1) summarizing and sorting behaviors in the 2011 Tohoku tsunami in Shidugawa, Minamisanriku, (2) proposing a monitoring method wherein at it during an evacuation drill using an unmanned aerial vehicle (UAV), and (3) analyzing it based on spatio-temporal data of behaviors at evacuation drills.

研究分野：自然災害科学・防災学

キーワード：津波避難 避難開始 避難訓練 無人航空機（UAV） 避難開始行動プロセス 訓練時の行動データ

## 1. 研究開始当初の背景

津波災害において、避難行動の開始が生き残るための第一歩であると言っても過言ではない。

我が国の避難開始プロセスは、1952年の津波予警報システムの運用開始以降、「公的機関による避難勧告等によって住民に危険を知らせ、住民は各自の知識や経験に基づき避難行動の開始を論理的に判断する」と考える枠組みで多く議論されてきた。

一方で、社会を構成する様々な人々の行動や自然現象も地域全体の避難開始プロセスにおいて重要な役割を果たしていることが明らかになってきた。東日本大震災では、沖出しをする船舶の汽笛や遡上する津波がたてる土ぼこりや音が住民の避難を促したことが確認されている<sup>1) 2)</sup>。これらの現象は、リアリティの共同構築<sup>3)</sup>と呼ばれる概念を用いると、周囲で醸成される「逃げなければならない」というリアリティ（多くの人が抱いている現実味）を感じ、住民は直観的に避難行動を開始したと解釈できる。

そこで、直観的に避難行動を開始する住民がいることを前提に、津波避難の問題を捉え直し、従来の思考の枠組みで議論できなかった課題の把握や分析を可能にする手法を提案するという着想に至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、津波災害時および津波避難訓練における人間行動を把握し、津波避難にどう影響するかを分析する手法を構築することを目的とする。具体的には、(1) 津波災害時の人間行動を整理したうえで、(2) 津波避難訓練における時空間的な行動把握手法を構築し、(3) 行動データに基づく避難開始行動プロセスを明らかにする。

## 3. 研究の方法

上述した研究の目的を達成するため、以下の方法により研究を遂行した。

(1) 過去の津波災害を対象に、被災者の体験談、過去の聞き取り調査で得られた証言や統計資料をもとに、人間行動を整理・分類し、津波避難との関係性を明らかにした。

(2) 津波避難訓練で無人航空機を用いた空撮を実施し、映像に映る人々の行動を時空間的に分析することを通じて、津波避難開始行動調査手法を提案した。

(3) 津波避難訓練で無人航空機を用いた空撮、地上での動画撮影を行い、訓練時の行動データを収集・蓄積し、避難開始行動の分析を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 東日本大震災における避難開始行動の把握

復興支援調査アーカイブ<sup>4)</sup>および避難シミュレーションを用いて、南三陸町志津川地区の避難開始の特徴を時空間的に分析した(図-1)。

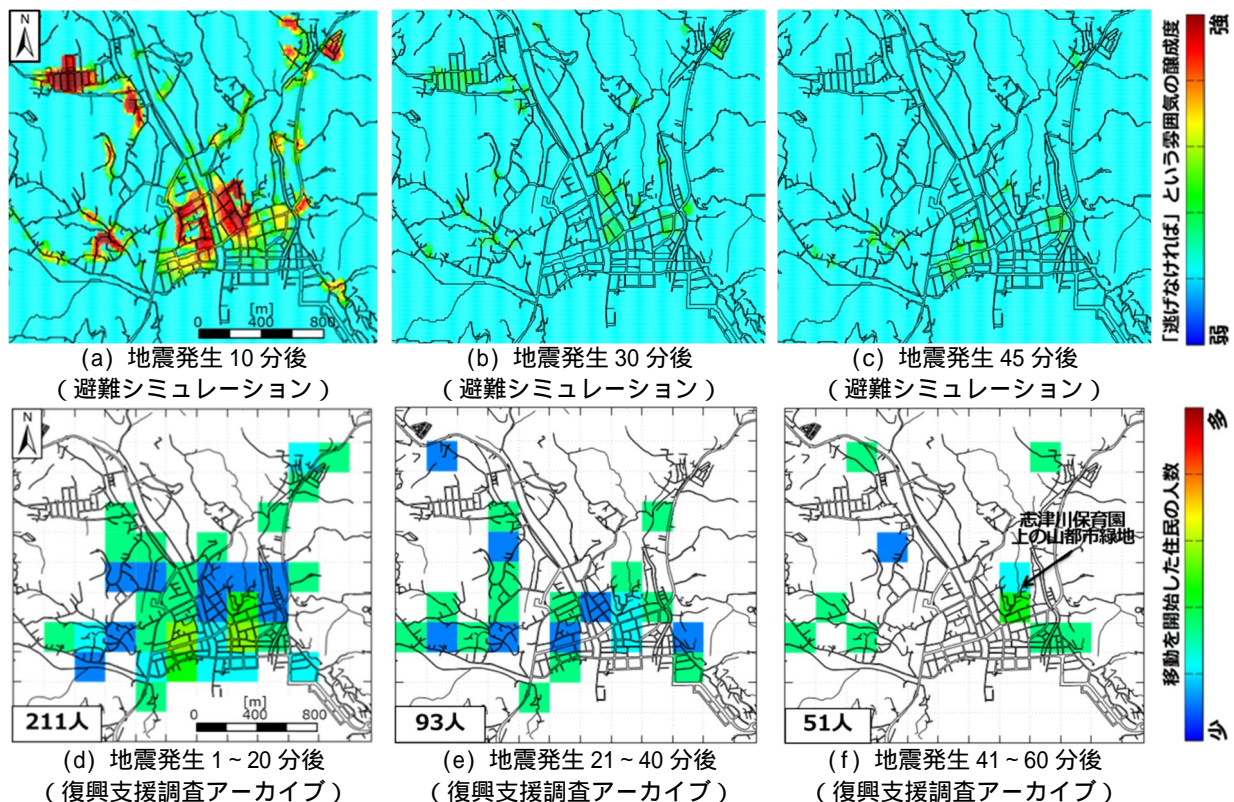


図-1 「逃げなければ」という雰囲気醸成度(上段、避難シミュレーション)と移動を開始した住民の人数(下段、復興支援調査アーカイブ<sup>4)</sup>)の時空間分布の比較

その結果、(1-1) 地震発生時にいた場所の種類によって避難開始の傾向は大きく異なり、職場・店舗にいた住民の多くが家族らを気遣い自宅に戻った後、避難を開始していたこと、(1-2) 津波避難行動に加え、家族等を迎えに行く行動により、住民の多くが時間の経過とともに郊外へと移動していたこと、(1-3) その移動に伴う「逃げなければ」という雰囲気の影響により、浸水予測エリア外においても避難を開始しやすい状況に推移した可能性があることがわかった。

### (2) 津波避難訓練における時空間的な行動把握手法の構築

南あわじ市阿万中西地区における津波避難訓練で無人航空機を用いて空撮を行い、映像に映る人々の行動を時空間的に分析することを通じて、津波避難開始行動調査手法を提案した。

提案手法は調査手法(図-2)と分析手法(図-3)の2段階で構成される。従来の調査手法と比較して、(2-1)映像に映るすべての時空間データを得られること、(2-2)個人の記憶に依存しない客観的なデータを得られること、(2-3)個人の行動だけでなく、個人と集団、周囲の状況を関連付けて分析できることがわかった。

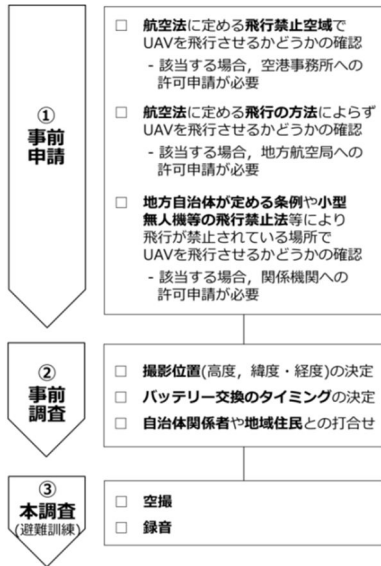


図-2 調査手法の流れ

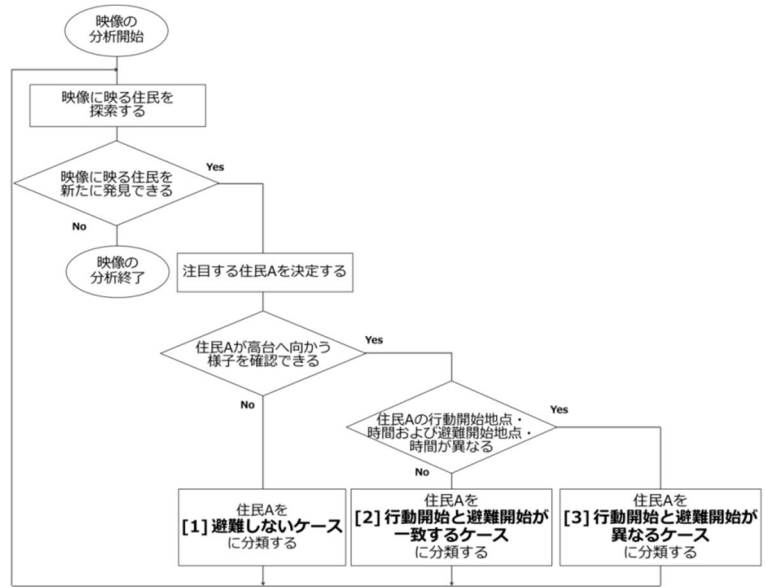


図-3 分析手法の流れ

### (3) 訓練時の行動データを用いた避難開始行動の分析

南あわじ市阿万中西地区で実施された避難訓練で無人航空機を用いた空撮、地上での動画撮影を行い、訓練時の行動データ2年分(248人)を収集し、避難開始行動の分析を実施した。

その結果、(3-1) 訓練時の避難開始行動プロセスは行動開始(阻害要因を取り除けば今すぐにも高台への移動を開始すること)および避難開始(高台への移動を開始すること)に分類され、前者は論理的判断と直感的判断に整理でき、後者は阻害要因による影響の有無で整理できること(図-4)、(3-2) 実際の津波災害と比較すると、部分的な違いはあるが、全体構造は似ていること、(3-3) 阿万中西地区では多くの住民が10分以内に行動開始、14分以内に避難開始し、行動開始時間に空間的な偏りは見られなかったが、避難開始時間は高台から遠いほど早くなる傾向があることが分かった(図-5、図-6)。

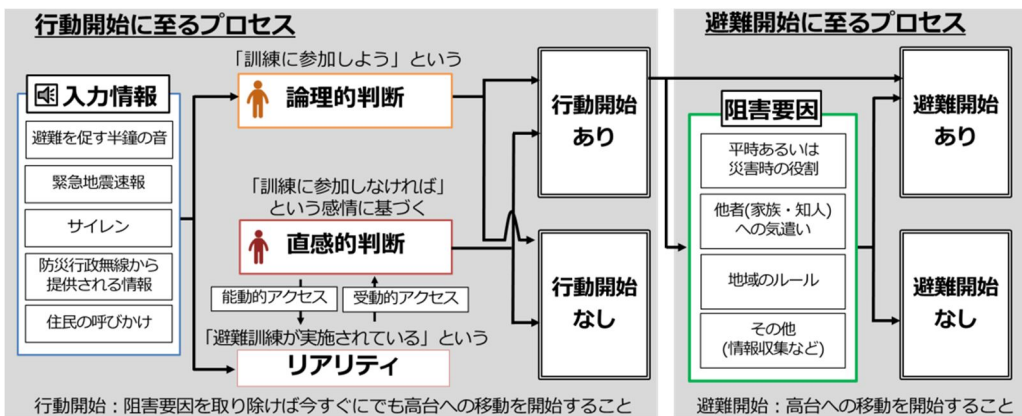


図-4 訓練時の行動データに基づく避難開始行動プロセス

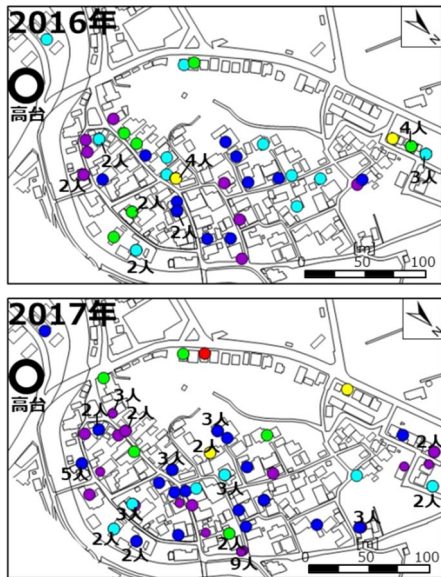


図-5 行動開始時間（訓練参加者が最後に屋外に出た時間）の分布

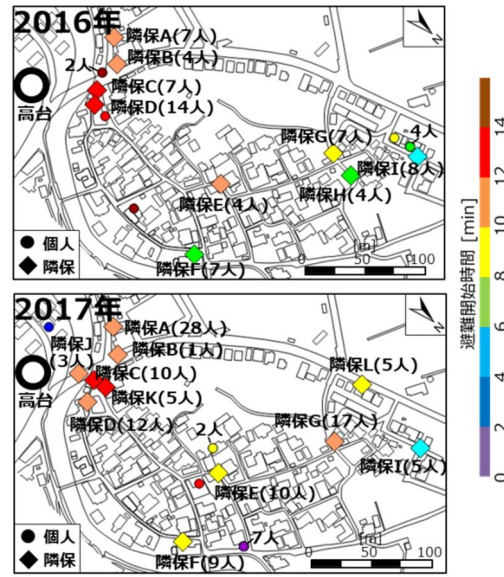


図-6 避難開始時間（訓練参加者が高台への移動を開始した時間）の分布

<引用文献>

- 1) 野地貴範：被災地は今。復興が進み、にぎわいが戻る 茨城県大洗町・笠間市、ジャフメイト2014年3月号、日本自動車連盟、2014.
- 2) 高橋邦典：「あの日」のこと 東日本大震災 2011・3・11、ポプラ社、2011.
- 3) 矢守克也：防災人間科学，東京大学出版会，2009.
- 4) 国土交通省住宅局・東京大学空間情報科学研究センター：復興支援調査アーカイブ、<http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>、2016年1月参照.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

土肥裕史、奥村与志弘：訓練時の行動データを用いた避難開始行動の分析，土木学会論文集B2（海岸工学）、査読有、Vol.74、No.2、pp.1\_415-1\_420、2018（査読有）。

土肥裕史、奥村与志弘、上大迫弘隆、清野純史：無人航空機を用いた津波避難開始行動調査手法の提案、土木学会論文集A1（構造・地震工学）、査読有、Vol.74、No.4（地震工学論文集第37巻）、pp.1\_906-1\_916、2018（査読有）。

土肥裕史、奥村与志弘、清野純史：東日本大震災時の南三陸町志津川地区における住民の避難開始行動の時空間分析，土木学会論文集A1（構造・地震工学）、Vol.73、No.4（地震工学論文集第36巻）、査読有、pp.1\_742-1\_752、2017（査読有）。

〔学会発表〕（計8件）

土肥裕史、奥村与志弘：訓練時の行動データを用いた避難開始行動の分析、第65回海岸工学講演会、2018年11月（鳥取県鳥取市）。

奥村与志弘、今恵史、土肥裕史：マルチUAV撮影を用いた避難訓練行動把握調査の可能性、第37回日本自然災害学会学術講演会、2018年10月（宮城県仙台市）。

Y. Dohi and Y. Okumura: Characteristics of Evacuation Start during the 2017 Tsunami Evacuation Drill in Minami-Awaji, Japan, 15th Asia Oceania Geosciences Society (AOGS), 2018. 6 (Honolulu, USA)。

奥村与志弘、土肥裕史、今恵史：津波避難訓練時の行動把握調査へのUAV活用に向けた検討、第42回（2018年度）地域安全学会研究発表会（春季）、2018年5月（北海道奥尻町）。

土肥裕史、奥村与志弘：地上での動画撮影との比較によるUAVを用いた避難開始行動調査手法の有用性と限界、第7回巨大津波災害に関する合同研究集会、2017年12月（宮城県仙台市）。

土肥裕史、奥村与志弘、上大迫弘隆、清野純史：無人航空機を用いた津波避難開始行動調査手法の提案、第37回地震工学研究発表会、2017年10月（熊本県熊本市）。

Y. Dohi, Y. Okumura, H. Kamiosako, and J. Kiyono: A Monitoring Method with Unmanned Aerial Vehicle for Tsunami Evacuation Drill, International Tsunami Symposium 2017, 2017. 8 (Bali, Indonesia)。

土肥裕史、奥村与志弘、清野純史：無人航空機を用いた避難開始行動調査報告 南あわじ市阿万中西地区の津波避難訓練、第36回日本自然災害学会学術講演会、2017年9月（新潟県長岡市）。

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕（計0件）

6. 研究組織

(1) 研究分担者

なし

(2) 研究協力者

なし