

(1) 実施機関名：

富山大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）災害誘因に基づく人の移動行動の想定・推定モデルによる避難リテラシーの向上

（英文）Improvement of Evacuation Literacy based on Assumption and Estimation Model of Human Movement Behavior from Disaster Triggers

(3) 関連の深い建議の項目：

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(2) 地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究

(4) その他関連する建議の項目：

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(2) 首都直下地震

(5) 本課題の5か年の到達目標：

災害素因の背景にある社会のレジリエンス力を発揮する対象として、被害量ならびに対応量の想定は必要である。しかし、実災害の過去データに基づく予測モデルが主流であり、理学的な誘因に基づいた予測モデルの研究開発は十分に行われてこなかった。これは理学的な誘因が社会的素因に与える影響および関係性が解明されず、また、単一分野に閉じた単純モデルでの予測手法を中心としたためであると考えられる。

課題担当者らは「想定・推定・実際」の3つの視点に基づく情報を効果的に連携させることで、誘因の変化に対応した一歩先を見越した災害対応を実現することを目標とし、本課題を実施する。具体的には、発災後の人の動きの実態を踏まえ、想定・推定モデルを構築するとともに、人の動きに対する実際を把握する手法を開発し、この実装を通して避難リテラシーの向上を目指す。

発災後の人の動きとは、「避難行動→避難生活→仮住まい→生活再建」と変化するものであり、避難生活についても避難所避難だけでなく在宅避難や施設避難、車避難など多岐にわたる。阪神・淡路大震災と新潟県中越地震、中越沖地震を比較すると、余震の大きさに比して発災後の人の動きが変化していることが実証されている。具体的には、1995年の兵庫県南部地震および2004年の新潟県中越地震の結果を比較すると、兵庫県南部地震では約55%の被災者が自宅にとどまったものの、中越地震では約15%の被災者が自宅にとどまり、その差は大きい事実がある。

本研究では、災害発生後の人の移動行動に対して、その状況を想定・推定するモデルを開発するとともに、実際状態を把握する手法を開発した上で社会においてシステム化し、時間差なくモデル修正ができる仕組みを考える。これまでの準備状況としては、1) 人の動きに関する実際の状況把握のための社会調査、2) 避難所での行動把握のための情報システムの開発等をおこなっており、これらを活用することで研究の実現性を高める。くわえて、観測研究の科学的知見に基づく訓練等を通じた社会実装により、避難リテラシーの向上を推進する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

本課題研究では、情報科学分野におけるデータサイエンスならびに空間統計学を用いた高度な分析によって移動行動の推定モデルを開発するとともに、移動行動の1つとして「避難」に着目し災害対応時

の情報システムへの実装を通して、社会の災害対応力の向上を推進する。あわせて、本研究の成果から地震・火山観測に関する時系列での情報要求を整備し、発展的な地震・火山観測研究の実現に向けたフィードバックを行う。特に、避難状況の実態把握においては、過去災害における避難に関する調査を実施し、地域特性や個人特性等からの避難策パターンを特定する。地震の振る舞いについては、調査対象となる災害時の時系列観測データを収集し、時空間パターンを割り出す。これらを統合的に分析することにより、避難状況を推定するモデルを開発する。さらに、災害後に観測されるデータから準リアルタイムで推定する情報システムを開発・実装し、地域や行政における災害対応の基礎とした活用を推進する。

令和6年度においては、基礎となるデータ収集を実施する。2度の震度7を観測した熊本地震や一定時間において群発する福島県沖地震、令和6年能登半島地震などを事例として、過去災害における避難に関する調査を実施する。地域特性に関しては、災害発生の直近の国勢調査結果や国土数値地図、民間が整備する空間データ等を活用し、地域のパターン分析を実施する。また事例とした地震災害に対して、地震観測データを収集し、データ圧縮・ノーマライズすることで操作可能なデータとして整備する。

令和7年度においては、避難に関する調査結果、地域のパターン分析結果、圧縮済み地震観測データに対して多変量解析により、関係性を解明する。特に避難行動も時間経過によっても変化することを考慮する。さらに、地震観測データに対しても一連の地震活動であっても、地震の振る舞いは幅を持って発生することを考慮するとともに、それぞれに空間特性を有することから、自己相関および時空間データの多変量解析を実施することで、相関の強いパターンを特定する。これを観測済みデータから導出可能な1つのモデルとして位置づける。

令和8年度においては、避難状況の未来予想を実現することを目的として、2年目に構築したモデルに対し、推定可能なパラメータを設定することで将来予測モデルの構築を実施する。とくに、時系列データの将来予測においては、過去での避難および地震の振る舞いに関する観測実績に対して平準化および現状に関するフィルタリングを行い、状態遷移とベイズ更新を繰り返して推定する状態空間モデルによる推定方式を検討する。避難状況推定に対して適合可能性を検証し、モデル改善を繰り返す。

令和9年度においては、自律型学習の整備を推進する。これは、避難状況の推定において必要となるデータを自動的に収集し、準リアルタイムに推定する基盤を整備するものである。地域特性に関するデータは事前に整備し再利用可能な状態とする。一方で地震の振る舞いに関するデータは、時系列データとして必要分を切り出し、一時的なアーカイブにより分析可能とする。これを自動で繰り返す仕組みとして整備する。各自治体で公開される避難実績と照らし合わせて評価し、有用性の検証を実施する。

令和10年度においては、モデルを避難の状況想定・推定に反映させた災害シナリオを構築し、様々な自治体や組織、地域での訓練を通して、その有用性を実証する。そのためには、訓練前の研修プログラム、訓練時の実行プログラム等が必要となるため、効率的・効果的な訓練プログラムを設計する。プログラム設計においては、代表的な業務改善モデルであるPDCAサイクルを位置づけ、各フェーズにおける実施項目を整理し体系化する。あわせて、Check（評価）の指標、Action（改善）の主要な視点を整理し、全体をパッケージとしてとりまとめる。実証の対象とする自治体を中心に他自治体・他地域への横展開を促進し、社会全体の避難リテラシーの向上を推進する。

(7) 令和7年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2024年能登半島地震で被災した富山県では、災害対応検証会議を立ち上げ、能登半島地震における実際の対応に対し「①情報収集・伝達、②広報活動、③避難行動、④避難所開設・運営（被災者支援）、⑤物資の備蓄・支援、⑥飲料水・生活水の確保、⑦災害対策本部の体制・運営、⑧県・市町村・関係機関の連携、⑨ボランティア、⑩災害廃棄物、⑪事前の備え（住民への啓発、上下水道・住宅耐震化、液化化対策等）、⑫孤立集落対策、⑬道路啓開、⑭行政の経験蓄積・共有」の14項目でふりかえりを実施した。この中で、避難と避難所運営は大きく課題として捉えられている。

一方で、南海トラフ巨大地震を想定すれば、東日本大震災でも同様の事態となったが、必ずしも事前に指定された避難所が開設されるだけにとどまらず、いわゆる自主的な避難を受け入れる場として、自主避難場所があり、自主的であるが故に、継続して仮の生活が始まり、いわゆる自主避難所となるケースが多い。自主避難所への関わり方は、行政の課題として残るものの、その発生可能性を把握できなければ、対応策の検討にも至らない。

本年度は、上述のような背景を踏まえ、自主避難所の数を推定するモデルの構築と適用可能性について検討した。特に、自主避難所の数を推定するモデルは存在しない。その大きな理由に、被災者の心理的状況や家族構成、その他、その被災者を取り巻く環境から、たとえ指定避難所があったとしても、自主避難所となり得る空間があれば、偶発的に発生することが考えられる。しかし、高い精度での再現性を議論しているのは、検討すべき素材すら提示されないこととなる。そこで、2011年東日本大震災の際にEMT（緊急地図作成チーム）が、収集・蓄積した避難所データを用いた分析を実施した。これは、当時の各市町村において把握しウェブ公開していた避難所（指定避難所のみならず自主避難所も含めている）のリストを、エクセルベースでデータベース化したものである。特に被害の大きかった岩手県・宮城県を中心に分析した。この分析では、岩手県・宮城県の63市町村で、指定避難所・自主避難所を含めたうえで、一度でも開設された2274箇所の避難所を対象とした。市町村ごとの人口と避難所数の関係性を図化するとともに一次回帰式として定義したところ、図1に示す結果が得られた。この図内に示される式から、決定係数は0.49と決して高いとは言えないが、ある程度のモデルであった。つまり、単純に人口比として分析することで、開設されるであろう避難所数を推定できる可能性が示唆された。

この結果を踏まえ、2024年能登半島地震における富山県の各市町村に本モデルを適用した。その結果が図2のとおりである。この図が示すように、東日本大震災の岩手県・宮城県と比べると、能登半島地震の際の富山県は全体的に震度が小さく、結果、避難ニーズが少なかったことが考えられた。つまり、先のモデルは震度が大きい（6強～7）のときに適用できる一方で、震度が小さくなれば数は減る、と一般的に想定される結果が得られたと言える。しかし、一部の市町村では、想定を上回る数の避難所が開設されていた。これらの市町村に対しては、今後、その理由および実態を把握する必要があると考えている。

また、2024年能登半島地震における富山県内の災害対応業務に対し、技術導入による業務改善を試みる上での介入方法についても調査研究を進めた。これは、FFTモデルの提案を進めており、Field・Facilitation・Technologyの3つの視点と、災害エスノグラフィー・KPT分析・計量テキスト分析・SCAT分析を統合した一連の処理プロセスを体系立てたものである。能登半島地震における1つの活動を取り上げてみると、7種類のカテゴリーによるコンテキストが位置づけられ、SCAT分析から4つの理論記述が導出された。この中で、過去の災害対応の経験・継承が進められたこと、技術導入のための環境調整・確保が鍵を握っていたこと、技術の標準化・強調領域設計の必要性が残っていること、事前からの技術導入には経済的課題が残り発災まで進められなかったこと、といったポイントが明確化された。これは、災害時の技術導入という観点から、共通して発生しうる課題であると推察される。そのため、この課題を適切に事前から対処しておくことで、新しい技術を災害対応現場に導入できる可能性が高まると考えられた。ただし、十分な客観性を有した分析・評価になっていないことから、今後、精度を高めつつ、再現性の確保に必要な対策を検討する必要がある。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究は、自主避難所を含む避難所開設数の推定モデルを提示しており、これまでになかった1つのモデルを提案した。非常に粗いモデルではあるが、一定の精度を有していることから、ある一定の災害後の被災社会を表現できる1つのモデルであると考えられる。これをもとに、自助・共助のあり方、公序としての体制のあり方などの検討が進むことが想定でき、「4(2)地震・火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成のための研究」としての成果が得られたものと考えている。一方で、推定に必要な要素を人口のみとしており、社会的条件を多く加味した上で精度をどのように向上できるかについては、今後も継続した研究が必要である。多くの事例調査・分析を重ね、その精度を高めていくこととしている。

- (8) 令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：
・論文・報告書等

Yasuhiro Komatsubara, Munenari Inoguchi, 2026, A Study on Lessons Learned from Human Resources in Housing Damage Assessment Operations: A Case Study of Himi City, Toyama Prefecture in the Noto Peninsula Earthquake of 2024, Journal of Disaster Research, Vol.21(No.1), pp.46-58, doi: 10.20965/jdr.2026.p0046, 査読有, 謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

井ノ口 宗成, 早木 姫奈乃, 2025, 令和6年能登半島地震における避難実態の調査分析 ～富山県を事例として～, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

坂東 海律, 井ノ口 宗成, 2025, L字情報を活用した地方テレビ局による災害情報発信の実態分析 –令和6年能登半島地震における富山県を事例として–, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

小松原 康弘, 井ノ口 宗成, 2025, 住家被害認定業務における人材に着目した多面的分析 –令和6年能登半島地震における氷見市を事例として–, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

田中 利幸, 井ノ口 宗成, 2025, 避難先情報の提示による避難率変化の考察 –富山市中心部におけるマルチエージェントシミュレーションの適用–, 日本地球惑星科学連合2025年大会, p.2

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

令和8年度においては、避難状況全体の時系列変化を推定するためのモデル構築を目指す。特に、災害後の各被災者の行動をモデル化し、それらのシミュレーションによって、被災社会の様相を可視化することを予定している。特に、推定可能なパラメータを設定することで将来予測モデルの構築を実施し、状態遷移とベイズ更新を繰り返して推定する状態空間モデルによる推定方式を検討する。避難状況推定に対して適合可能性を検証し、モデル改善を繰り返す。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

井ノ口 宗成（富山大学 都市デザイン学部）

他機関との共同研究の有無：有

酒井 慎一（東京大学大学院 情報学環・学際情報学府）、木村 玲欧（兵庫県立大学 環境人間学部）、池田 真幸（防災科学技術研究所）、高木 康伸（気象庁総務部企画課地域防災企画室）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：都市デザイン学部

電話：076-411-4890

e-mail：inoguchi@sus.u-toyama.ac.jp

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：井ノ口宗成

所属：富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科

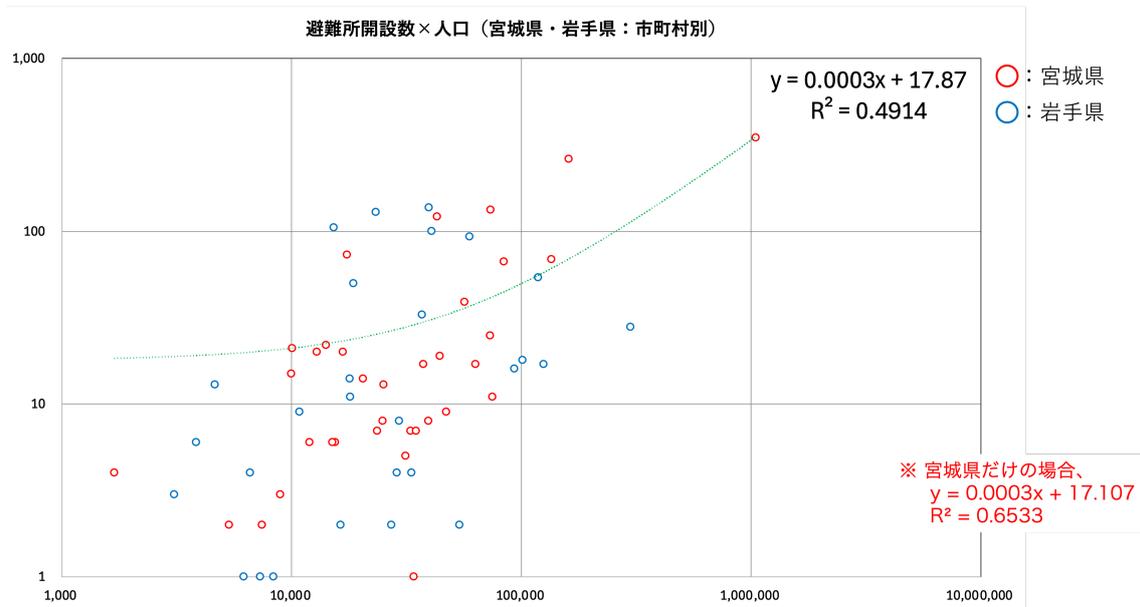


図1 東日本大震災における避難所数と人口の関係性

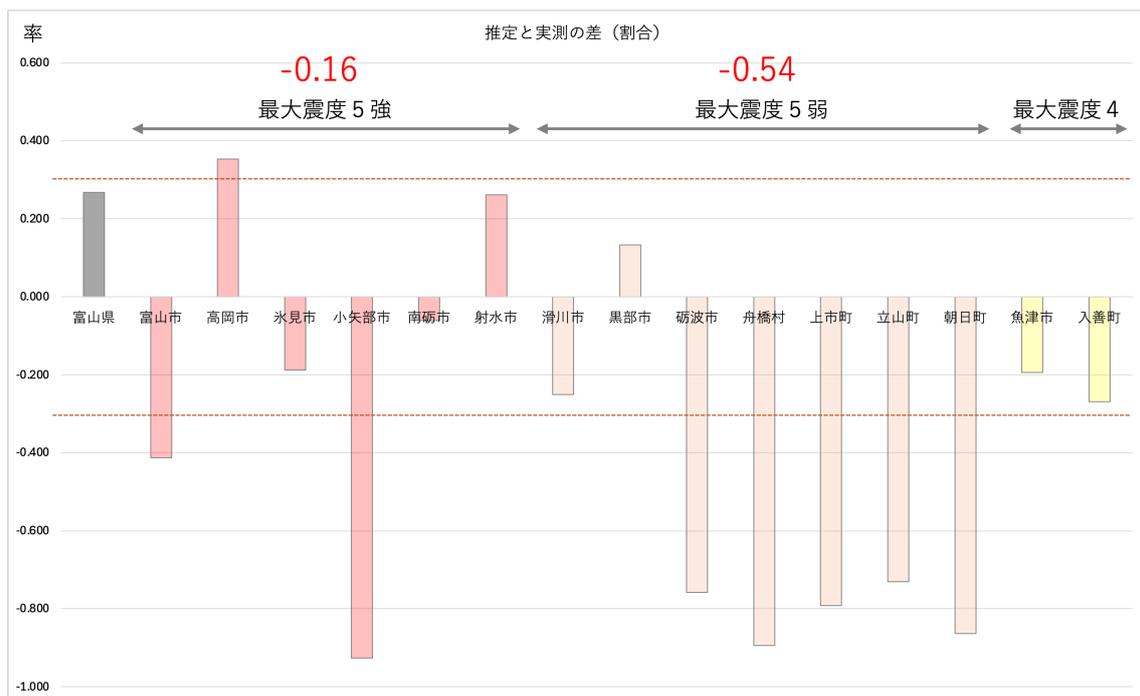


図2 能登半島地震における富山県内の避難所開設数の考察