令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TYM_02

（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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題の実施機関は、第2次計画における「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」に対し「地震学・火山学の知見に基づくコンパクトシティをデザインする情報科学からの被災生活シミュレーション」（富山大学都市デザイン学部、課題番号TYM_03）を担当している。当課題では、発災から１か月後程度から実施される生活再建過程に対し、過去災害の事例研究を通して主に行政による支援業務のシミュレーションを可能とした。これは、業務フローの設計と行政職員の意思決定結果を反映した再建支援の進捗状況の推定である。しかし、災害発生直後からの「人の移動行動」を対象とはしておらず、第3次計画における研究を実施することで、災害対応における一連の流れが有機的につながると考えている。

（6）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した社会実装により、避難リテラシーの向上を推進する。

（7）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を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ともなって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。

（8）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）

（9）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：

（10）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