

不確実な災害リスク環境における避難行動モデルを開発

災害避難行動は、将来受けるリスクを避けるための行動ですが、実際には、いつ、どのくらいのリスクが訪れるかが分からない中で、避難を開始しなければなりません。そうした不確実な災害リスク環境下の意思決定を再現できるモデルを開発し、東日本大震災における津波避難行動の再現を行いました。

災害避難行動は、将来受ける災害リスクを避けるための行動です。しかしながら、例えば、地震が発生した直後に、いつ、どのくらいの津波がどこまでやってくるのかを、正確に知ることは不可能です。こうした将来リスクの不確実性を考慮して、人の行動を再現するモデルは、これまでありませんでした。

本研究では、現在の行動選択によって将来に得る行動の利得を評価する既存モデルを拡張し、行動パラメータを推定するための高度な独自アルゴリズムにより、将来に得る利得に対する人々の認識の違いを評価するモデルを開発しました。また、2011年の東日本大震災における岩手県陸前高田市の避難行動データを用いた実証分析を行い、開発したモデルが既存モデルよりも行動の予測性能が高いことを確認しました。この実証分析より、津波が見える前までは楽観的なリスクを想定している傾向が強いことが明らかになり、このような楽観的な想定が、避難開始が遅れた要因の一つであることが示唆されました。

避難行動予測の再現性を高め、空間的な特徴や個人属性との関係性を明らかにすることは、都市空間の構成による避難のしやすさの評価につながり、リスクに強靱な都市形成にも貢献すると期待されます。

研究代表者

筑波大学システム情報系

浦田 淳司 准教授

研究の背景

災害避難行動は、将来受ける災害リスクを避けるための行動です。しかしながら、例えば、地震が発生した直後に、いつ・どのくらいの津波がどこまでやってくるのかを、正確に知ることは不可能です。人々は、気象情報や周囲の人の声などを参考にして、将来受ける被害をそれぞれ想定しながら、自分が避難するかどうかを決め、行動に移します（参考図）。想定した将来リスクは人によって異なり、また、同じ人でも時々刻々と変化するものです。そこで本研究では、避難行動の再現に当たって、こうした将来想定の変化や違いを取り込むことで、避難行動の予測精度を高めることを目指しました。

研究内容と成果

本研究では、現在から将来までの行動選択によって得られる（将来にわたる）利得を評価して現在の行動を決める既存モデルの拡張を行いました。災害時特有の将来状態の不確実性が高いことを考慮し、人によって将来にわたる利得が異なると仮定して、人々の認識の違いを評価するモデルを開発しました。このモデルは、時々刻々と将来リスクに対する認識が変化することも可能です。しかしながら、構築したモデル内には不確実性に関するパラメータが多数あり、通常のパラメータ推定アルゴリズムではパラメータを得られないという課題がありました。そこで、不確実性の幅を制約しながら、最適なパラメータを探索するアルゴリズムを独自に開発しました。

開発したモデルおよびアルゴリズムについて、2011年の東日本大震災における岩手県陸前高田市の避難行動データ^{注1)}を用いて、実証分析を行いました。その結果、津波到達直前期において、実際の避難割合と既存モデルによる予測避難確率と実際の避難行動との差は8%ほどあったものが、開発モデルでは2%程度に抑えられました。また、地震発生後から津波が見える前頃までは楽観的なリスクを想定している人が多いことが明らかになり、このような楽観的な想定が、避難開始が遅れた要因の一つであることが示唆されました。

今後の展開

人々が避難時にどのような意思決定をしているかという研究は、この10数年で、より詳細に人の意思決定をモデル化しようという方向へ深化しています。本研究では、災害避難が本質的に持つ将来リスクの想定とその不確実性および動的な変化特性を明らかにするモデルの開発に成功しました。このようなモデルが、洪水やハリケーンなどを含む他の災害にも適用され、同様の意思決定構造があることが示されれば、避難行動の予測精度はさらに増すと考えられます。

また、車で避難する場合に避難開始タイミングが集中すると、道路ネットワーク上で、大規模な渋滞を引き起こし、避難完了の遅れをさらに増大させます。適切な予測に基づいて、避難完了の早期化に向けた最適な情報提供や避難場所の配置、津波の見える都市構造形成などを行うことにより、リスクに強靱な都市形成につながると期待されます。

参考図

■ 災害時の行動選択

↑ 経験と情報の不足のため、将来状態がわからない

■ 避難＝将来リスクの回避

将来状況を想定した避難開始の意思決定が必要

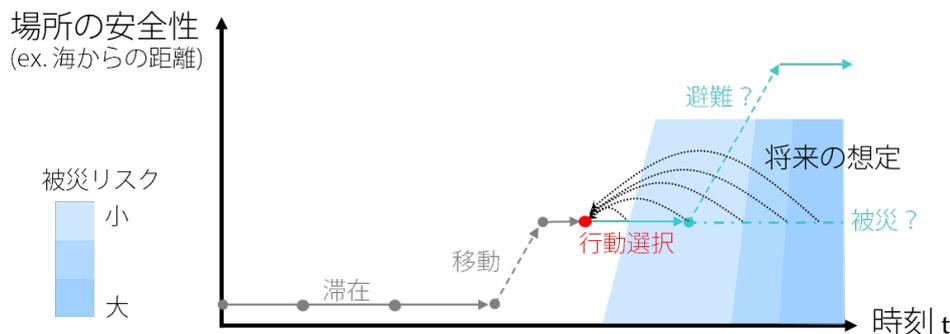


図 本研究で仮定した避難者の意思決定構造

横軸に時間の推移、縦軸に場所の安全性（上側ほど安全）を示している。津波時の避難では、赤点の現時点において、避難した場合に将来受けるリスクと滞在しつづけた場合に将来受けるリスクを考えながら、行動選択を行っている想定とする。避難せずに（自宅などに滞在したまま）リスクを回避できれば利得が高く、不確実な被災リスクと天秤にかけながら、避難の意思決定を行うことになる。

用語解説

注1) 岩手県陸前高田市の避難行動データ

本研究では、2011 年秋に国土交通省が調査した行動データ (<http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>) と、2012 年 9 月に東京大学大学院工学系研究科の羽藤研究室が調査した行動データを利用した。

研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト（20K14844、23H01527）および JST による研究プロジェクト（JPMJFR225Q、15655339）の一環として実施されました。

掲載論文

【題名】 Dynamic discrete choice model and its estimation algorithm with dynamic inconsistent expected utility in an uncertain situation

（不確実な状況下における期待効用の動的不一致性を考慮した動的離散選択モデルとその推定アルゴリズム）

【著者名】 浦田淳司（筑波大学システム情報系）、羽藤英二（東京大学大学院工学系研究科）

【掲載誌】 *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*

【掲載日】 2023 年 11 月 22 日

【DOI】 10.1016/j.trc.2023.104408

問合わせ先

【研究に関すること】

浦田 淳司（うらた じゅんじ）
筑波大学 システム情報系 准教授
URL: <https://uratalab.net/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局
TEL: 029-853-2040
E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp