

令和 2 年 6 月 11 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14739

研究課題名（和文）災害時の他者支援行動を考慮した動的制御シミュレータの開発

研究課題名（英文）Development of Dynamic traffic control simulator in a social network under emergency circumstances

研究代表者

浦田 淳司 (Urata, Junji)

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・助教

研究者番号：70771286

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：周辺にいる他者や連絡行動をとった他者の避難開始選択と、連絡をとる相手を予測するモデルを構築し、他者の避難行動が一つの地区内で伝播する様子を評価できるシミュレーションの構築を行った。また、時間経過とともに動的に変化する将来想定を反映した動学的意思決定モデルを構築した。災害時下では将来の正確な想定が困難であることを反映した意思決定を表現できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

周辺他者による影響とその伝播過程を評価するモデルフレームを構築したことで、既存モデルでは評価できなかった率先避難等の施策を評価可能とした。災害は稀少現象であり、生じる災害規模は予測しがたい。そこ、他者の避難行動を参考にして、自分の行動選択の参考とすることが多く、こうした行動を再現・予測できる。また、時々刻々と変化する災害の状況を反映した動的な制御を可能とするため、将来を考慮した災害時行動を再現できるオリジナルなモデル構築を行った。

研究成果の概要（英文）：This research examined the effect of social interaction on a discrete choice during a network formation process under a disaster situation. I proposed an analytical framework for the simultaneous evaluation of social interaction and social network formation. And, our proposed model could incorporate dynamic heterogeneity into the expected utility of dynamic sequential choices with a novel structural estimation approach. The incorporating of dynamic heterogeneity into expected utility enables illustrative modeling of more types of decision-making, because decision-making of evacuees often involves inexact and time-inconsistent expected utilities.

研究分野：避難行動解析

キーワード：避難計画 離散選択 動的計画法 社会ネットワーク

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究では、特に、避難猶予時間が数時間以内の災害(津波、豪雨等)における他者支援行動を考慮した避難行動に着目する。避難を開始前の他者支援といった行動によって、要支援者等の避難が円滑に進む場合もあれば、避難開始が遅れてしまう場合もある^[1]。また、東日本大震災では、他者支援等の避難以外の目的の移動により道路混雑が拡大してしまう課題が生じた。つまり、正負両方の影響を持つ他者支援行動を正確に評価した上で、避難早期化施策を考える必要がある。一方、欧米での災害避難研究はハリケーンや洪水といった猶予時間の長い避難を対象としており、避難移動時間の短縮のみに着目したモデルやシミュレータがほとんどであり、他者の影響を評価した行動モデルは開発されていなかった。また、被災最小化のためには、上述の現実的な避難行動チェーンを想定した上で適切な動的制御が必要である。そのために、現実的な避難行動チェーンを記述(予測)するため、動学的な意思決定を考慮した避難行動選択モデルの開発とその際の制御方法の構築が必要である。

2. 研究の目的

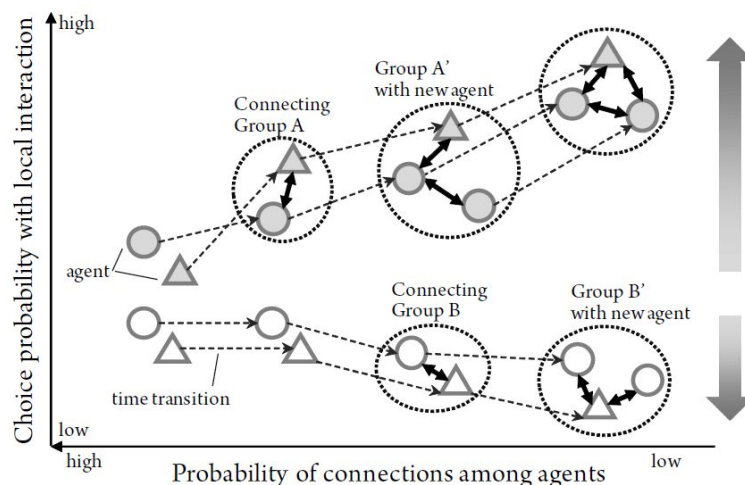
本研究では、災害時の他者支援行動を考慮した動的制御を検討するため、特に、他者支援行動を考慮した避難行動モデルの構築、および、災害状況の時間不確実性を考慮した避難行動チェーン構築を行う。

3. 研究の方法

本研究では、周辺にいる他者や連絡行動をとった他者の避難開始選択と、連絡をとる相手を予測するモデルを構築し、他者の避難行動が一つの地区内で伝播する様子を評価できるシミュレーションの構築を行う。また、時間経過とともに動学的に変化する将来想定を反映した動学的意思決定モデルを構築する。

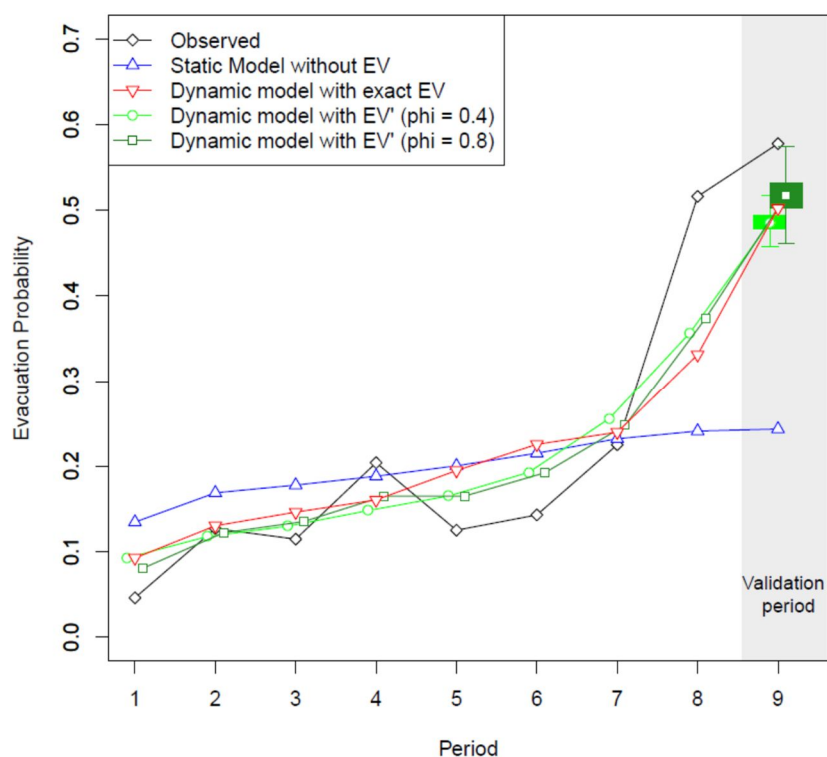
4. 研究成果

本研究では、周辺にいる他者や連絡行動をとった他者の避難開始選択と、連絡をとる相手を予測するモデルを構築し、他者の避難行動が一つの地区内で伝播する様子を評価できるシミュレーションの構築を行った。他者の選択行動の影響評価には、ローカルインタラクションモデルを適用した。このモデルは情報を共有する他者の避難の意思決定(避難選択確率)が自分の意思決定に影響を与える現象を評価する。これにより、集落内での避難の伝播過程を表現できる。ネットワーク形成過程の評価には、二者間のリンク形成を比較し、形成するネットワークを定めるモデルを構築した。構築した評価モデルのイメージは次の通りであり、ネットワーク形成確率と他者の影響を考慮した避難確率の二つを算出できる。



二つのモデルと実行動データにより推定したパラメータを用いたシナリオシミュレーションにより、率先避難及び避難情報による避難選択への影響を評価した。特に、当研究の統合モデルは、近くの他者の率先的な避難が他者の避難へと伝播する現象である率先避難を評価可能とした、これは従前のモデルでは不可能であり、大きな成果である。

また、時間経過とともに動的に変化する将来想定を反映した動学的意思決定モデルを構築した。この提案モデルは、災害時下では将来の正確な想定が困難であることを反映した意思決定を表現できる。災害時の意思決定特性を反映するため、将来状態の予測に認知誤差がある状況を仮定した。提案モデルの将来効用は、一定の範囲で、正確な将来効用からは離れうると仮定した。モデルの仮説検証は、東日本大震災における実データを用いて行った。通常モデルよりもモデル尤度が高まることを、シミュレーション予測等により確認した。検証結果は下図の通りである。提案モデルの結果は緑線（深緑及び黄緑）で示しており、既存モデル（赤線・青線）よりも予測精度が高まっている。



当研究により、災害時の状況を反映した動的意決定モデルを構築できたことは大きな成果である。避難開始選択の場面では、不確実な将来状況を考えた意思決定が生じており、新たなモデル構築により、その反映を可能にした。また、避難の動的制御の対象として、リスクが高い小地域への他者支援のために戻る行動を検討した。対象小地域からの避難遅れがある場合に、避難促進のための戻り行動は有効になる場合もあるが、逆に戻る行動により自身の避難が遅れることで、被害が拡大する場合がある。これを防ぐため、道路ネットワーク上で、戻り経路をあるタイミングで塞ぐ制御により、被害リスクを最小化することができる。この制御アルゴリズムを仮想ネットワーク上で確認した。

引用文献

[1] Urata, J., Hato, E., Modeling the Cooperation Network Formation Process for Evacuation Systems Design in Disaster Areas with a Focus on Japanese Megadisasters, Leadership and Management in Engineering, Vol.12(4), pp.231-246, 2012.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Urata Junji, Pel Adam J.	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 People's Risk Recognition Preceding Evacuation and Its Role in Demand Modeling and Planning	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Risk Analysis	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/risa.12931	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Urata, J., Hato, E.
2. 発表標題 Incorporating a Dynamical Heterogeneity into Expected Utility of Dynamic Discrete Choice Model - With a Case Study of Tsunami Evacuation
3. 学会等名 15th International Conference on Travel Behavior Research（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Urata, J., Hato, E.
2. 発表標題 Identification of Local Interaction and Asymmetric Impact: Application to Evacuation Departure Behavior
3. 学会等名 15th International Conference on Travel Behavior Research（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----