

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔平成29年度研究進捗評価用〕

平成26年度採択分
平成29年3月6日現在

移動体観測に基づく交通ネットワークの動的リスクマネジメント

Dynamic Risk Management of Transport Networks
based on Mobile Observation

課題番号：26220906

桑原 雅夫 (KUWAHARA MASAO)

東北大学・大学院情報科学研究科・教授



研究の概要

本研究は、①交通行動データ収集・解析手法の高度化、②創発型交通ネットワークフローモデルの開発、③動的ネットワーク運用方策の構築を行い、突発事象や災害によりシステム障害が発生した交通ネットワークの信頼性を回復させるための動的なリスクマネジメント手法を構築するものである。

研究分野：交通工学

キーワード：移動体観測、交通行動、交通流モデル、動的リスクマネジメント

1. 研究開始当初の背景

我が国では自然災害や突発事象が頻発してきた。さらに今日の高度情報化社会では、交通ネットワーク上で起こる自然災害や突発事象による影響が加速度的に拡大する危険性が高い。これらの異常事象による社会的影響を最小限に抑えるには、高度化が進む移動体データを最大限活用しながら、交通ネットワーク利用者の行動を理解した上で、迅速な規制と制御を含む動的リスクマネジメントを実行する必要がある。

2. 研究の目的

このような背景の中、本研究の目的は、①移動体観測技術による交通システム利用者の行動モニタリング手法を高度化し、②時空間解像度の高い行動データを用いた動的ネットワーク交通流解析モデルを開発するとともに、③突発事象や災害によりシステム障害が発生した交通ネットワークの信頼性を回復させるための動的なリスクマネジメント手法を構築することにある。さらに、新たな行動調査・分析手法、ネットワーク解析手法およびリスクマネジメント手法を一体化して実際の都市空間に適用することによって、方法論の有用性を検証し、移動体観測に基づく交通ネットワークの動的リスクマネジメントシステムを確立する。

3. 研究の方法

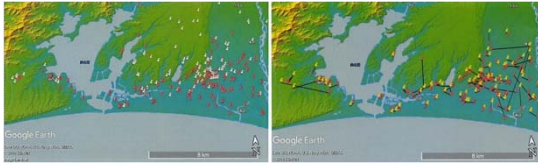
サブテーマごとに3つのグループ(①交通行

動データ収集・解析手法の高度化、②創発型交通ネットワークフローモデルの開発、③動的ネットワーク運用方策の構築)を組織するとともに、海外の主要研究者から成るAdvisory Boardを設置する。成果は、数回の国際シンポジウム、WSの開催を通じて、内外に発信する他、国際ジャーナルへの投稿を積極的に行う。また、本研究課題を通してポストドク等の若手研究者の育成を行う。

4. これまでの成果

①交通行動データ収集・解析手法の高度化：移動体観測による交通行動調査システムについては、長期間の調査が可能で被験者に負荷を与えない自動設問システムの開発を行った。また、生活時間調査やプロブパーソン調査とStated Preference調査を組合せた2段階の調査システムを開発し、災害時を想定した詳細で現実的な行動データが収集可能となった。静岡県地域でのフィールド調査を実施して一定数の被験者数を確保し、開発した調査システムが有効に機能することを確認した。さらに、広域・長期間でかつ高精度の行動ログデータを用いて交通状態を可視化するためのシステムを開発し、異常時の交通状態の挙動を広域にわたって把握することが可能となった。

②創発型交通ネットワークフローモデルの開発：エージェント間の相互作用を考慮



浜松市における避難行動

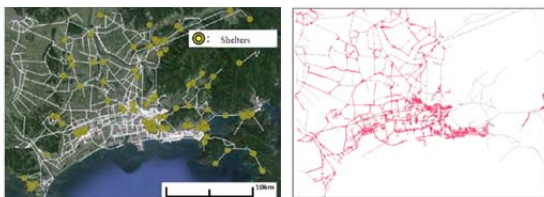
色: 標高(明るい緑ほど高い)、赤印: 避難する人の津波発生時位置、白印: 避難しない人の位置、黄印: 即時避難する人の避難先位置

しかつミクロ的基礎を持つモデルの作成とその収斂プロセスの基礎理論解析を実施するとともに、それに基づいて動的交通流シミュレータ開発を継続している。理論構築した情報伝播経路、情報更新過程と利用者の異質性を考慮した交通行動(経路、時刻などの選択)との関連性分析は、複数の行動主体の相互作用や創発性を組み込んだ理論と、エージェントベースシミュレーションを両立させたもので、災害時の情報提供の在り方について普遍的な成果に結びつくものと考えられる。

③動的ネットワーク運用方策の構築:

規範的行動に基づいたFirst-Bestな避難解析は、効率的な避難支援策の設計と避難オペレーション構築のベンチマークとなるもので、石巻市ネットワークで試算を行った。また、災害時のオンデマンド型・相互扶助型の公共交通サービスにおいては、変動の大きな災害時の需要把握とそれに逐次追従したサービスマネジメントというこれまでにないシステムを提案し、陸前高田、黒部における社会実験を通して、実用性を確認している。さらに、東日本大震災直後に、多くの都市で問題となったグリッドロックについても解析を進めている。

プロジェクトでは、ポストドク、研究員を8名雇用して育成を図ってきた。また、



石巻市における規範的行動モデルの試算

左: 石巻市ネットワーク、右: 赤点は避難開始10分後の避難車の位置



平常時(左)とグリッドロック時(右)の道路ネットワーク状態 赤色ほど混雑を表す

ISTTT(2015), INSTR(2015), 国際WS(2017)等を開催して情報発信に努めた。

5. 今後の計画

今後は、交通行動モデル、動的交通流モデル、および動的ネットワーク運用方策というサブテーマごとの研究を完了させるとともに、それらを統合して交通ネットワークの動的リスクマネジメントを行った際の出力結果の安定性と有用性について一体的に検証し、方法論の適用範囲と課題を明確にしていく。全体の研究成果は和文および英文の報告書としてまとめるとともに、評価の高い国際ジャーナルの特集号として、成果を発表していく予定である。

6. これまでの発表論文等(受賞等も含む)

1) Troncoso Parady, G., Hato, E.: Accounting for spatial correlation in tsunami evacuation destination choice: A case study of The Great East Japan Earthquake, *Natural Hazards*, Vol.82, No.2, pp.797-807, 2016.

2) Asakura, Y., Kusakabe, T., Nguyen, L. X. and Ushiki, T.: Incident Detection Methods using Probe Vehicles with on-board GPS Equipment, *Transportation Research Part C*, in press.

3) Liu, K., Wang, J.-B., Yamamoto, T. and Morikawa, T.: Modelling the multilevel structure and mixed effects of the factors influencing the energy consumption of electric vehicles, *Applied Energy*, Vol.183, pp.1351 - 1360, 2016.

4) Hara, Y. and Kuwahara, M.: Traffic Monitoring immediately after a major natural disaster as revealed by probe data - A case in Ishinomaki after the Great East Japan Earthquake, *Transportation Research Part A*, Vol.75, pp.1-15, 2015.

5) Iryo, T.: Day-to-day Dynamical Model Incorporating an Explicit Description of Individuals' Information Collection Behaviour, *Transportation Research Part B*, Vol.92, Part A, pp.88-103, 2016.

受賞 Seo, T., Kusakabe, T. and Asakura, Y.: Traffic State Estimation with the Advanced Probe Vehicles using Data Assimilation, *IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2015 (Best Paper Award)

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/dynamicriskmanagement/>