

日本－イスラエル 国際共同研究「レジリエントな社会のための ICT」 平成 28 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	災害時交通の観測・予測・制御による都市マネジメントシステムの開発
研究課題名（英文）	Integration of behavioral transportation models in a disaster management system
日本側研究代表者氏名	羽藤英二
所属・役職	東京大学教授
研究期間	平成 27 年 12 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

ワークパッケージ①	東大	
氏名	所属機関・部局・役職	役割
羽藤 英二	東京大学大学院 工学系研究科 教授	研究チームの総括
柳沼 秀樹	東京理科大学 理工学部 講師	マルチスケールシミュレーション, 車両挙動モデル, 交通状態推定手法の研究
福山 祥代	東京大学大学院 工学系研究科 特任研究員	アクティビティモデル, 交通制御システムの研究
大山 雄己	東京大学大学院 工学系研究科 博士後期課程	アクティビティモデル, 交通制御システムの研究

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本研究は、都市・地域機能に深刻なダメージを与える自然災害や事故を想定した個人および集団レベルでの避難・救援・救助をトータルマネジメントするための観測・予測・制御システムを構築することを目的とする。本年度は、災害時の確率的意思決定モデルについて、動学的な意思決定モデルと確率制御手法の開発を行う。平時-災害時のアクティビティモデルを構築し、東日本大震災時など災害時の観測データを用いてパラメータ推定を行うとともに、交通制御システムについて、車両制御と信号制御に着目した最適化問題として記述する。また、交通状態推定に関して、開発する行動モデル群を前提に、観測データから行動判別を行うための特徴量を整理する。

3. 日本側研究チームの実施概要

今年度は、前年度に行った基礎的整理を踏まえて、災害時における意思決定の不確実性を考慮した行動モデル群(1)と、交通状態推定手法及び交通制御手法(2)の開発を行った。

(1)-① 避難開始選択モデル： 個人の避難開始の意思決定では、将来リスク（不効用）を想定して回避行動が取られるが、災害発生の稀少性により真の将来効用認知が困難である。このため、異質な将来効用をある幅で許容する動的離散選択モデルを構築し、避難開始選択を記述した。MPEC 型の不等式制約付き非線形最適化問題を新たに定義して異質性を導入し、逐次二次計画法の適用により現実的な計算コストでの求解を可能にした。東日本大震災時の津波避難行動調査データを用いて実証分析を行った結果、提案モデルの行動仮説の妥当性が確認された。

(1)-② 目的地選択モデル： 津波避難における目的地選択について、東日本大震災時の避難行動を分析し、空間相関を考慮したロジットモデル(SCL model)による意思決定モデルを構築した。選択枝間の相関を捉えるアロケーションパラメータを選択枝ゾーンごとの高度差の関数として定義することで、避難行動データによる推定結果において、相関を考慮しないモデル(MNL model)に対して適合度が改善することが確認できた。

(1)-③ 経路選択モデル： 大域的な経路の評価・判断が可能な平時と異なり、災害時には不確実性の高い状況下で先を読みつつも近視眼的に選択がなされると想定される。こうした意思決定の動学性を表現可能な動的経路選択モデル（一般化 RL モデル）を構築した。先の経路の期待効用を表す価値関数に割引項を導入することで、逐次的意思決定における直近リンクと先の経路集合の評価の重みの違いを表現する。割引項は変数パラメータとともに観測データを用いて推定する。東日本大震災時の東京首都圏での観測データを用いて推定を行い、提案モデルにより日常時、災害時の行動の違いが捉えられることを確認した。

(1)-④ 車両挙動モデル： 地震発生時の交通制御では、横方向移動を含む軌跡の再現性や、周辺車両の行動の影響の考慮等が重要となる。そこで、加減速と進行方向を選択枝とした CNL モデルを用いて 2次元の挙動を表現するとともに、局所的相互作用に基づく意思決定を記述する車両挙動モデルを構築した。まず平時のデータを用いてモデルの検証を行った結果、比較的高い適合度が得られ、パラメータの妥当性も概ね確認できた。

(2)-① 交通状態推定手法： 屋内や 3次元での歩行者の行動状態が観測でき、GPS を補完可能な Wi-Fi データについて、各端末で収集可能な観測データのみを用いた新たな位置推計手法を構築した。位置が既知の Wi-Fi ログデータを教師データとした機械学習（Random

Forest) による滞在リンク推計と最短経路探索を組み合わせることで利用経路を推計するものであり、実データを用いた検証により精度向上に向けた課題を抽出した。

(2)-② 交通制御手法： 道路ネットワークがグリッドロックのような過飽和状態に陥ることを予防する動的な交通制御手法を提案した。ネットワーク中の閉ループにおいて各交差点の方向別通過交通流率から算出されるパラメータを指標とし、過飽和状態の閉ループ内で閉ループからの流出交通流が最大となるような状態を目指し流入制限を行う手法である。単純なネットワークでの数値計算により、提案手法の有効性を確認した。