

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H06102

研究課題名（和文）交通系センサーネットワークデータを用いた動的交通システムモデルの構築

研究課題名（英文）Dynamic transportation modelling with mobile sensing technologies

研究代表者

日下部 貴彦（Kusakabe, Takahiko）

東京大学・空間情報科学研究センター・准教授

研究者番号：80604610

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 16,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、詳細かつ広域・長期間の交通データを前提とすることで、交通ネットワークと交通行動の相互作用、時間的・空間的变化を加味したアクティビティベース交通行動モデルを開発し、これを用いた動的交通ネットワークシステムモデルを構築することにある。交通行動モデルの構築に必要な交通行動データの収集方法を設計したうえ、調査実施し、取得データの特性を解析した。また、動的交通ネットワークシステムモデルを構築のための詳細データの生成等を行い、マルチエージェント交通シミュレータを用いた施策シナリオ検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

次世代モビリティが関連する交通計画に必要な、詳細な交通ネットワークの現象を記述するためには、長期間の観測をシステム全体で行うことが理想的である。しかし、このような観測網構築することは現実的には非常に困難であり、従来、時間断面・空間断面を限定した観測方法が行われている。本研究の成果は、これまで調査が難しかった中山間地域の高齢者の交通行動や、都市での詳細な交通需要を把握したうえで、シミュレーション等による定量評価が可能なフレームワークを構築したことに意義がある。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to develop a dynamic transport network model based on activity-based models that describe the mutual dependence of travel behavior and transport systems. The model relies on the wide-range and long-term transport behavior data in order to represent spatial-temporal variance. This study designs an observation system of detailed travel behavior and performed empirical surveys. Analyses with multi-agent simulation were conducted with detailed travel behavior data that is applicable to the proposed survey data.

研究分野：交通工学

キーワード：交通工学・国土計画 高度道路交通システム（ITS） 交通調査 交通シミュレーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

交通ネットワークの現象を記述するためには、長期間の観測をシステム全体で行うことが理想的である。しかし、このような観測網構築することは現実的には非常に困難であり、従来、時間断面・空間断面を限定した観測方法が行われている。すなわち常時の定点観測(例:トラフィックカウンター)と限定した日を対象とした交通調査(例:パーソントリップ調査)を行うことで、時間的・空間的な遷移を記述し、交通計画や交通管理での実務や研究で利用される交通ネットワークモデルの体系が構築されてきている。しかし、経路選択やトリップチェーンなどの時間・空間双方の相互的作用や日々の交通行動の変動を考慮する必要がある現象を、これまでの断面データにのみ基づいて記述することは難しい。一方、このような現象を記述することは、交通ネットワークに対する施策を実施した際の交通需要への影響の大きさや速さを知る上では重要である。近年のGPSによる移動体観測をはじめとするセンサーネットワークの発達により、交通ネットワークや交通行動のデータがより長期かつ詳細に収集されつつある。交通需要の変動を相互的作用や交通行動の実現象に基づいて分析するためには、このような継続的かつ詳細なデータを前提とした交通ネットワークモデルの拡張と体系化が必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、プローブカーデータなどの詳細かつ広域・長期間の交通データを前提とすることで、交通ネットワークと交通行動の相互作用、時間的・空間的变化を加味したアクティビティベースト交通行動モデル前提とした、動的交通ネットワークシステムの解析環境を構築することにある。具体的には、交通行動モデルの構築に必要な交通行動データの収集方法の構築及び、動的交通ネットワークシステムの解析に必要な交通需要データの詳細化、マルチエージェントシミュレーションの構築をそれぞれ行い、検討を行う。

3. 研究の方法

本研究は以下の方法により行った。

- インタラクティブな行動調査プラットフォームの改良と実証
- Bluetooth Low Energy (BLE) を活用した交通行動調査の設計・開発・実施
- マルチエージェントシミュレーションのための高精細な人口分布の作成手法構築
- マルチエージェントシミュレーションによる次世代モビリティ評価

では、インタラクティブな行動調査プラットフォームの改良を行い、スマートフォン端末への実装を行った(図1)。改良した調査プラットフォームを用いて、高知市で検証調査を実施し提案手法の有効性を実証した。

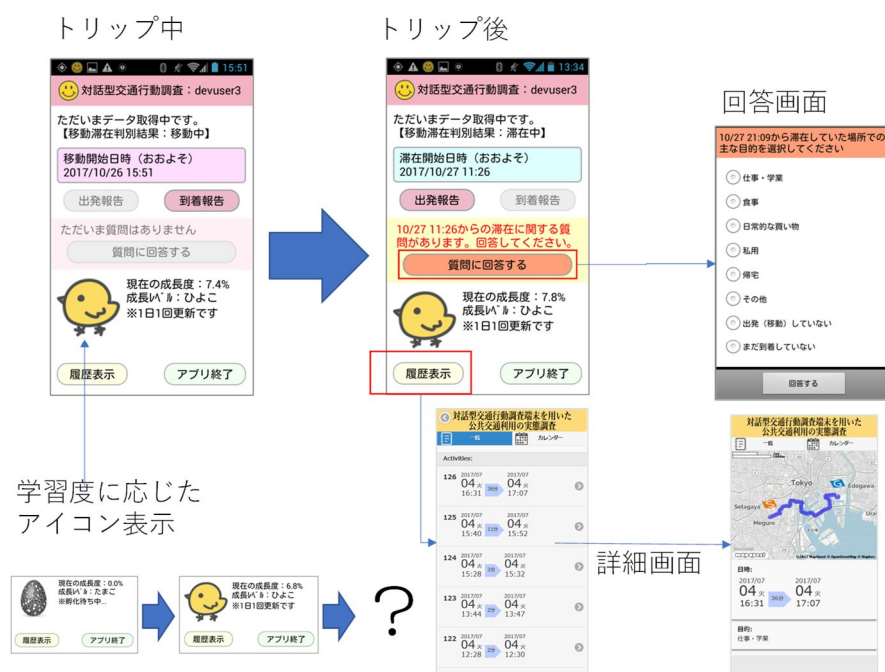


図1 調査画面

では、人口が少なくデータ取得が難しい中山間地域での広域かつ長期間のシミュレーションのためのデータ収集手法として Bluetooth Low Energy (BLE) を活用した、交通行動調査を設計・開発し実施した。調査対象者は、常陸太田市内の 52 名を対象とし、高齢者を中心とした長期間の交通行動調査への有効性を検討した。この上で、中山間地域における需要モデルの構築、アクティビティベースシミュレータを用いた施策シナリオの分析方法の検討を実施した。

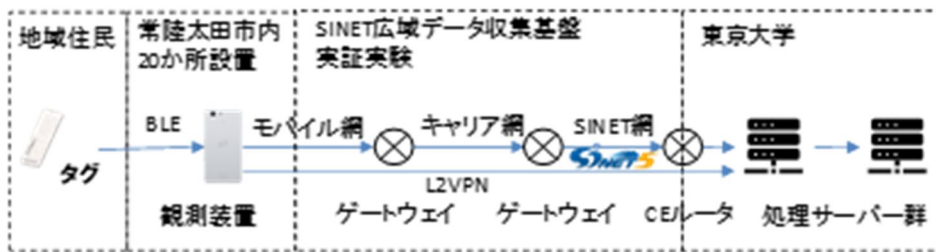


図2 設計した調査システム概要

では、PT 調査データと 500m メッシュ国勢調査データを用い、従来手法を改良した高精細な人口分布の作成手法を検討するとともに、世帯構成分布を再現可能な新たな人口分布・属性分布推定手法を検討した。

では、マルチエージェント交通シミュレーションのフレームワークである MATSim を用いた次世代モビリティを想定したシミュレーションや、本研究で開発したマルチエージェントシミュレーションモデルにより、次世代モビリティに関する評価を実施した。

4. 研究成果

3 に記載した研究を実施することにより、次世代モビリティの解析に必要なマルチエージェントシミュレーションに関連したデータ収集手法の構築ができるとともに、今後の課題を示すことができた。では、実証実験により、提案したフレームワークでの実験実施が可能であることが示されたが、滞在判別の精度、質問タイミングに関する改善が必要であることが示された。では、インタビュー調査等では観測しきれない高齢者の交通行動についてもより正確に把握できる可能性があることが示された(図3)反面、調査設計段階での調査機器の設置場所の設定が調査全体に大きく影響し、今後調査計画手法について改善が必要となることが明らかになった。

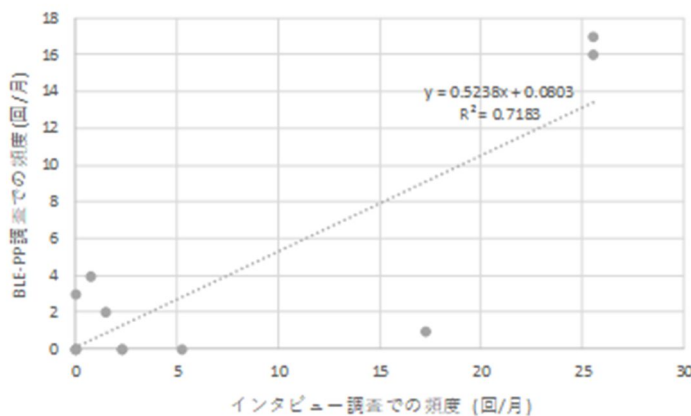


図3 BLE を使った調査とインタビュー調査の比較

では、既存のパーソントリップ調査、国勢調査、経済センサスを組み合わせることで、世帯構成、従業地、外出時間の3つのステップからなる世帯と個人属性を考慮した社会経済属性データを推定可能なことを確認した。また、属性別の割合や従業地分布、外出時間分布について、東京都市圏という大都市圏において適用し、実測値に近い社会経済属性を付与するシミュレーションを行うことができた(図4)。都市圏を対象としたシミュレーションでは、これらの需要データをもとに、マルチエージェントシミュレーションフレームワークである MATSim を用いて柏の葉地区を対象として、乗合バスや TAXI ライドシェアに関するシミュレーションを実施し、施策シナリオを評価できることを確認した。また、上記の研究成果を踏まえて、2018 年度に国際ミニワークショップ "Big Data and Transportation Dynamics" を開催、2019 年度に国際セミナー "Emerging Mobility Systems: Theory and Data" を実施し、研究成果について議論し、課題を国内外の研究者と共有した。

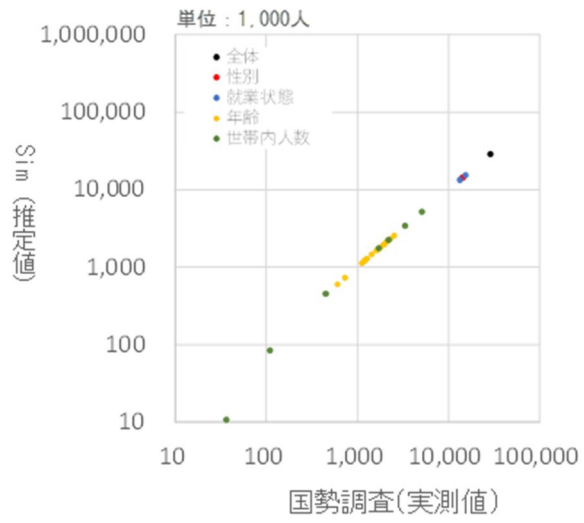


図4 社会経済属性を付与結果の比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 瀬尾 亨、日下部 貴彦	4. 巻 5
2. 論文標題 衛星画像とプローブカー軌跡を用いたネットワーク交通状態推定のシミュレーション分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 交通工学論文集	6. 最初と最後の頁 A_1 ~ A_10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.5.2_A_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Seo Toru, Kawasaki Yutaka, Kusakabe Takahiko, Asakura Yasuo	4. 巻 122
2. 論文標題 Fundamental diagram estimation by using trajectories of probe vehicles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transportation Research Part B: Methodological	6. 最初と最後の頁 40 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trb.2019.02.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Thaithatkul Phathinan, Seo Toru, Kusakabe Takahiko, Asakura Yasuo	4. 巻 13
2. 論文標題 Evolution of a dynamic ridesharing system based on rational behavior of users	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Sustainable Transportation	6. 最初と最後の頁 614 ~ 626
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15568318.2018.1492050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 瀬尾 亨、日下部 貴彦、朝倉 康夫	4. 巻 73
2. 論文標題 プローブカー調査のための逐次学習による交通目的推定法	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_517 ~ I_526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejpm.73.I_517	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福田 大輔、水口 正教、瀬尾 亨、日下部 貴彦、朝倉 康夫	4. 巻 73
2. 論文標題 広域・長期観測プローブ情報を用いたエリアレベルでの旅行時間信頼性評価	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 I_1105 ~ I_1118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.73.I_1105	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seo Toru, Kusakabe Takahiko, Gotoh Hiroto, Asakura Yasuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Interactive online machine learning approach for activity-travel survey	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transportation Research Part B: Methodological	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trb.2017.11.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Seo Toru, Bayen Alexandre M., Kusakabe Takahiko, Asakura Yasuo	4. 巻 43
2. 論文標題 Traffic state estimation on highway: A comprehensive survey	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Annual Reviews in Control	6. 最初と最後の頁 128 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.arcontrol.2017.03.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 日下部貴彦, 和田健太郎	4. 巻 52
2. 論文標題 Kinematic Wave 理論の確率的な展開	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 交通工学	6. 最初と最後の頁 39 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakai Katsuya, Liu Ronghui, Kusakabe Takahiko, Asakura Yasuo	4. 巻 11
2. 論文標題 Pareto-improving social optimal pricing schemes based on bottleneck permits for managing congestion at a merging section	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Sustainable Transportation	6. 最初と最後の頁 737 ~ 748
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15568318.2017.1312646	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Takahiko KUSAKABE, Toru SEO, Wataru NAKANISHI, Yasuo ASAKURA
2. 発表標題 Implementation of Interactive Online Machine Learning Approach for Smart Phone Based Activity-Travel Survey
3. 学会等名 15th Internatinal Conference on Travel Behavior Research (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三谷卓摩, PhathinanTHAITHATKUL, 日下部貴彦
2. 発表標題 アクティビティベースシミュレータMATSIMの東京都市圏への適用とその応用
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Van Hieu Mai, Takahiko Kusakabe, Yoshiki Suga and Takashi Oguchi
2. 発表標題 Travel time estimation in mixed traffic using Wi-Fi detector based data
3. 学会等名 11th International Conference on Transport Survey Methods (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 akahiko Kusakabe
2. 発表標題 Detection Method of Wide-Area Incident with Massive Probe Vehicle Data
3. 学会等名 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yutaka Kawasaki, Toru Seo, Takahiko Kusakabe and Yasuo Asakura
2. 発表標題 Fundamental Diagram Estimation Using GPS Trajectories of Probe Vehicles
3. 学会等名 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 日下部貴彦
2. 発表標題 全国規模のプロブカーデータを用いた広域的異常事象の検出手法の構築
3. 学会等名 第 55 回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiko Kusakabe, Van Hieu Mai, Yoshiki Suga and Takashi Oguchi
2. 発表標題 Travel time reliability observation in mixed traffic situation by using Wi-Fi MAC addresses
3. 学会等名 7th International Symposium on Transport Network Reliability (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 日下部貴彦, 朝倉康夫
2. 発表標題 プローブカーデータのクラスタリングによる分析
3. 学会等名 第53回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 瀬尾亨, 日下部貴彦, 朝倉康夫
2. 発表標題 プローブパーソン調査のための対話・学習による交通目的推定法の定式化と評価
3. 学会等名 第54回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Takuma MITANI, Phathinan THAITHATKUL, Takahiko KUSAKABE
2. 発表標題 Socioeconomic Microdata for Activity-Based Agent Simulation in the Greater Tokyo Area
3. 学会等名 MATSim User Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日下部貴彦
2. 発表標題 Innovation in Urban Mobility Data and Service
3. 学会等名 TOKYO FORUM 2019 Shaping the Future (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Takahiko Kusakabe, Yasuo Asakura (Fumitaka Kurauchi, Jan-Dirk Schmoecker (eds.))	4. 発行年 2016年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 263
3. 書名 Public Transport Planning with Smart Card Data	

〔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
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計2件

国際研究集会 Big Data and Transportation Dynamics	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Emerging Mobility Systems: Theory and Data	開催年 2020年～2020年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------