

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01562

研究課題名（和文）長期交通規制による利用者行動の変動の推定および交通ネットワークに及ぶ影響の評価

研究課題名（英文）Evaluation of the fluctuation of drivers' behavior due to the long-term traffic regulation and its impact on transportation network

研究代表者

嶋本 寛 (Shimamoto, Hiroshi)

宮崎大学・工学部・准教授

研究者番号：90464304

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、(1)交通規制をトリガーとした経路選択に関するday-to-dayダイナミクス過程の記述モデルの構築、(2)常時観測される交通データから道路利用者の経路選択行動を推定し、それが交通ネットワークに及ぼす影響を評価する手法の構築を行った。
(2)で構築した手法を宮崎市で実施されたバスレーン規制前後のデータに適用し、交通規制による以下の影響を明らかにした。(a)道路利用者が知覚する混雑に対する不確実性が増大した、(b)道路利用者は規制経路の通過時刻を変更したが、通行する経路を変更したわけではない、(c) (a)および(b)の影響により、分析対象地域全体の交通ネットワーク性能が低下した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バスレーン規制のみならず老朽化したインフラの更新等により、今後は中長期に渡る交通規制が日本国内で実施される可能性がある。したがって、常時観測データを用いて長期間に渡る交通規制による道路利用者の経路選択特性を表すパラメータの推移に加え、出発時刻や利用経路などの変更など道路利用者の対応行動を事後的に推定し、それが交通ネットワーク性能に及ぼす影響まで一貫して評価する手法を構築した点に、社会的な意義があると考えている。

研究成果の概要（英文）：This study developed a description model of the day-to-day dynamics process related to drivers' route choice triggered by traffic regulation, and developed a methodology to evaluate the fluctuation of drivers' route choice behavior due to the traffic regulation and its impact on the transportation network. As the methodology mentioned in the latter half was applied to before and after the introduction of bus exclusive lane regulation in Miyazaki City, we revealed following; (a) the uncertainty about congestion perceived by drivers increased after the regulation, (b) drivers changes the transit time on the regulated route, but they did not change the route choice behavior, (c) due to (a) and (b), the traffic network capacity after the regulation was decreased.

研究分野：交通計画

キーワード：交通規制 利用者対応行動 day-to-dayダイナミクス 経路交通量推定モデル 交通ネットワーク容量推定モデル

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。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

わが国における社会インフラは老朽化に直面しているものが多く、今後は維持管理のために長期間の通行止めをとまなう更新も視野に入れる必要がある。また、近年は歩道や自転車道の拡幅を目的とした道路空間の再配分や公共交通の利用促進を目指したバス専用レーン規制など自動車走行空間の削減をとまなう交通規制が全国的に検討・導入されている。長期間にわたる通行止めや交通規制により、道路利用者は様々な対応行動をとり、これらの行動が都市内の交通ネットワークにも影響を及ぼすことが考えられる。今後は、老朽化したインフラの更新や自動車走行空間の削減をとまなう交通規制が全国各地に広がる可能性がある。その影響を事前に予測し適切な対策を講じるためにも、既に実施された交通規制による利用者の対応行動を可視化し、その影響を把握することが重要である。

2. 研究の目的

本研究課題では交通検知器から観測されるリンク交通量をはじめとする多様な常時観測データを活用して動的な経路交通量を推定し、交通規制実施による利用者の「短期的な対応行動」と「長期的な適応行動」をモニタリングする手法論を構築する。さらに、推定された利用者行動が道路ネットワーク性能に及ぼす影響を評価する手法論を構築することを目指す。これらの手法論を用いて、宮崎市中心部において2016年2月より実施されたバスレーン規制の厳格化が道路利用者および地域に及ぼす影響を評価することを目的とする。

3. 研究の方法

上記の目的を達成するため、本研究では以下の方法により研究を行った。

(1) 交通規制をトリガーとした経路選択に関する day-to-day ダイナミクス過程の記述モデルの構築

均衡問題を動学化したモデルは day-to-day ダイナミクスモデルとして多くの研究蓄積が存在するが、そのほとんどが利用者は出発時に1つの経路を確定的に選択し、一旦選択した経路を目的地まで変更をしないと仮定している。しかし、リンク途絶等により交通ネットワークが変化した後においては、利用者は移動途中で経路を決定するなど確率的な経路選択を行っていると考えられる。そこで、hyperpath の概念を導入することにより、利用者の移動途中の確率的な経路選択を考慮した day-to-day ダイナミクスモデルを構築した。

(2) 多様な常時観測データを活用した経路交通量推定手法の構築

常時観測される交通データを活用して、交通ネットワーク全体における道路利用者行動の解明に資する以下に示す2種類の経路交通量推定手法を開発した。

観測誤差を考慮した経路交通量推定モデル (Chen et al., 2009, Trans. Res. B(43), 852-872) に、マルコフ連鎖配分を組み入れることにより、経路列挙することなく任意の経路の交通量を推定するモデルを構築した。さらに、残留交通量を考慮することにより、準動的な交通量を推定することを可能とした。

上記で構築したモデルでは、経路選択パラメータを外生的に与える必要があり、交通規制前後における利用者行動の変化を把握することは難しい。そこで、経路交通量と経路選択パラメータを最小二乗法により同時推定するモデルを構築した。なお、本モデルでは事前に経路列挙が必要であるが、すべての経路集合を高速で列挙可能な手法である ZDD (Zero-Suppressed Binary Decision Diagram) を用いた経路列挙方法と、k 番目最短経路探索を用いて経路列挙方法の2つの方法の適用を試みた。

(3) 道路利用者の経路選択行動を加味した交通ネットワーク性能評価方法の構築

(2) で推定される経路選択パラメータも入力データとすることにより、道路利用者の経路選択行動を加味した交通ネットワーク性能を評価する方法論を構築した。ここでは、交通ネットワーク性能として、「リンク容量を超過することなく最大限流することができる OD 交通量」として定義されるネットワーク容量を採用した。

(4) 交通規制が道路利用者および交通ネットワーク性能に及ぼす影響分析

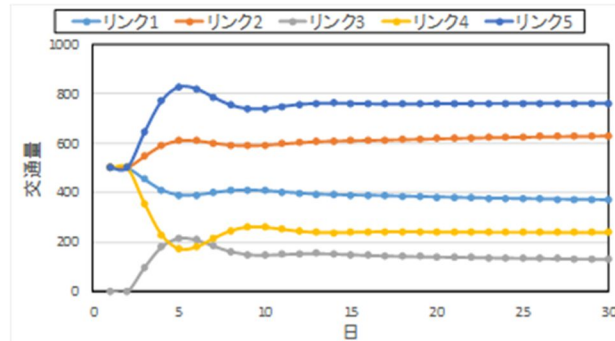
上記の(2)および(3)で構築した手法を、2016年2月に本格実施されたバスレーン規制前後に収集されたデータに対して適用し、交通規制が道路利用者ならびに交通ネットワーク双方に及ぼす影響を定量的に評価した。

なお、当初想定した研究内容には含めていなかったが、バスレーン規制前後におけるプローブデータも入手できたため、推定経路交通量とプローブ経路交通量の比較も行った。

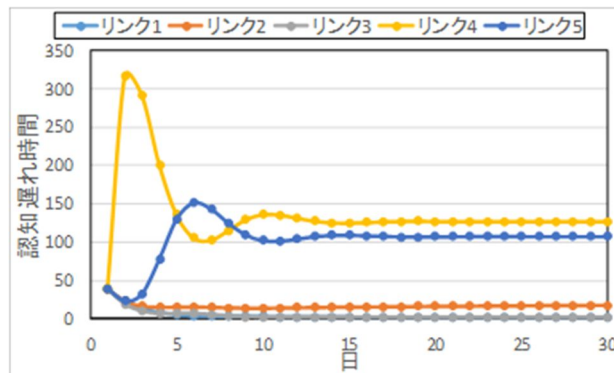
4. 研究成果

(1) 交通規制をトリガーとした経路選択に関する day-to-day ダイナミクス過程の記述モデルの構築

まず構築したモデルの特性を検証し，day-to-day ダイナミクスの均衡解が存在する場合，利用者均衡状態を満たすことを解析的に示した．その上で，構築したモデルを仮想ネットワークに適用したところ，図-1 に示すような交通量および認知遅れ時間のダイナミクスを記述でき，収束する場合はパラメータによらず同一の均衡解に至ることを数値的に確認した．



(a) リンク交通量ダイナミクスの一例



(b) リンクに関する認知遅れ時間に関するダイナミクスの一例

図-1 リンク交通量および認知遅れ時間のダイナミクスの一例

(2) 多様な常時観測データを活用した経路交通量推定手法の構築

構築したモデルを仮想ネットワークに適用し，リンク交通量の観測誤差がないときは精度よく推定できることを確認した．さらに，リンク交通量の観測時間間隔が分析対象時間帯よりも長い場合は，リンク交通量や OD 交通量は過小推計される傾向にあることを確認した．なお，本成果を 2019 年に開催された東アジア交通学会にて発表したところ，優秀論文賞 (The best paper award for methodological development) を受賞した．

構築したモデルを実規模の仮想ネットワークに適用したところ，すべての経路集合を高速で列挙可能な手法である ZDD (Zero-Suppressed Binary Decision Diagram) を用いた経路列挙方法を試みたが，実規模ネットワークでは実用的な時間内に経路列挙が完了しなかったため，バスレーン規制の影響評価には k 番目最短経路探索を用いて経路列挙を行うことにした．

(3) 道路利用者の経路選択行動を加味した

交通ネットワーク性能評価方法の構築

構築したモデルを仮想ネットワークに適用したところ，図-2 に示すように経路選択時の不確実性を表すパラメータに応じてネットワーク容量が変化することを示し，構築したモデルは利用者の経路選択行動に応じた交通ネットワーク性能の変化を評価できることを確認した．

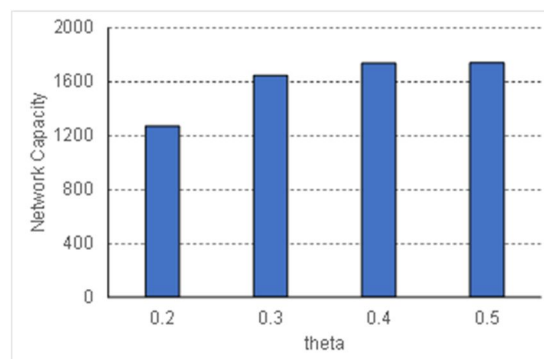


図-2 経路選択パラメータとネットワーク容量の関係

(4) 交通規制が道路利用者および交通ネットワーク性能に及ぼす影響分析

交通規制が道路利用者の経路選択行動に及ぼす影響分析

分析にあたり、交通規制前後のデータに対して(2) で構築したモデルを適用し、交通量検知器が設置されているリンク交通量の観測値と定値を比較したところ、概ね正確に推定されていることを確認した。

次いで、図-3 に推定された経路選択パラメータの時系列推移を示す。図中における左側(1月29日まで)がバスレーン規制前に相当する。この図から、バスレーン規制後において経路選択パラメータが減少する傾向にあり、これは構築したモデルの特性から交通規制により道路利用者の混雑に対する不確実性が増加したことを示している。また、図-4 に規制された経路とそれに並行する経路の時間帯別交通量の時系列推移を示している。バスレーン規制が行われているのは17:30 から 18:30 までの間であるが、図-4(a) から規制された経路においては、バスレーン規制実施後は規制時間帯中の経路交通量が大きく減少していることが示された。一方、図-4(b) に示す規制された経路の並行経路の交通量を見ると、規制実施後において規制時間帯中の交通量が増加したわけではないことが読み取れる。以上から、分析対象地域において、バスレーン規制によって道路利用者は規制経路の通過時刻を変更したが、通行する経路を変更したわけではないことが推察された。

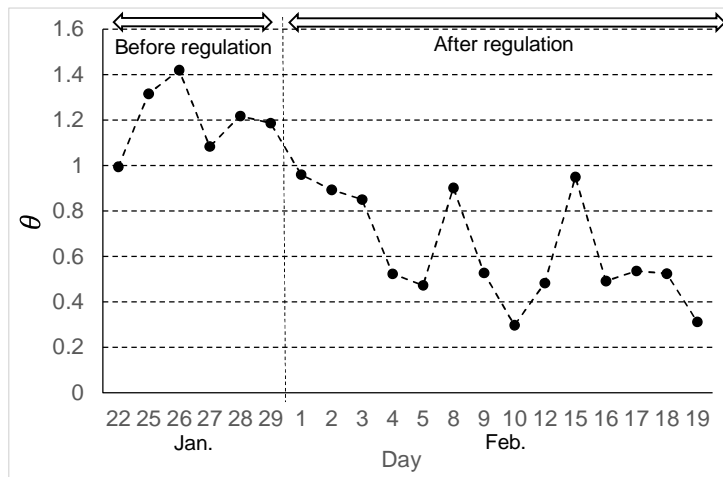
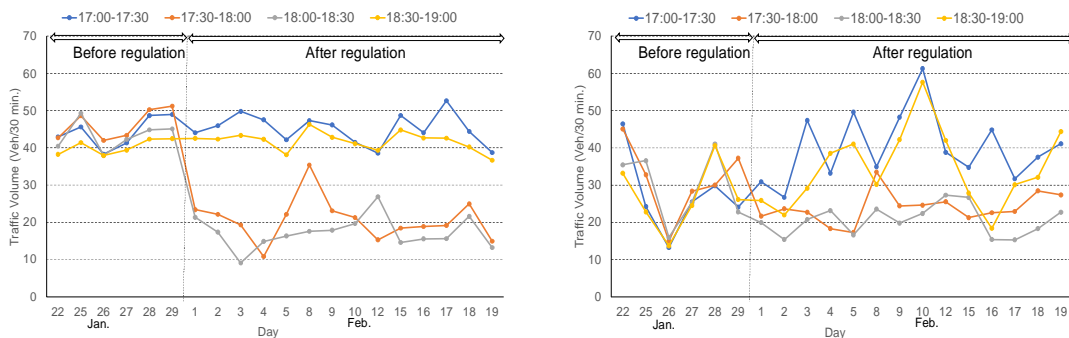


図-3 経路選択パラメータの推移



(a) 規制された経路

(b) 規制された経路の並行経路

図-4 推定経路交通量の推移

交通規制にともなう道路利用者の経路選択行動の変化が交通ネットワーク性能に及ぼす影響分析

次に、(4) で推定した経路選択パラメータを入力データとして、交通規制にともなう道路利用者の経路選択行動の変化が交通ネットワーク性能の推移を図-5 に示す。これを見ると、バスレーン規制が実施後においては、規制時間帯(17:30~18:30)以外においても交通ネットワーク容量が低下することが確認された。これは、本研究の枠組みにおいては、(4) で示したバスレーン規制後における道路利用者の混雑に対する不確実性の増大に起因すると考えられる。

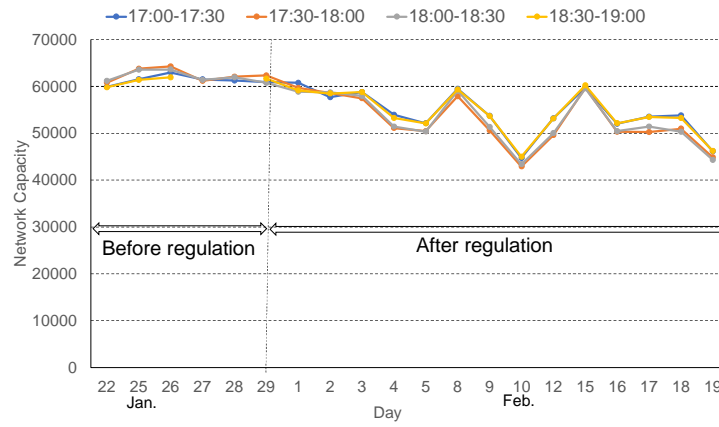


図-5 交通ネットワーク容量の推移

推定経路交通量とプローブ経路交通量の比較分析

最後に、分析対象と同時期の商用車プローブデータが入手できたため、推定経路交通量とプローブ経路交通量の比較を行った。その結果、バスレーン規制区間とその並行経路における両者の経路交通量の推移は類似しているものの、規制区間から離れた場所に位置する区間を通過する経路交通量の推移は両者で異なることを確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Shimamoto, H.	4. 巻 14
2. 論文標題 Evaluation the Impact of Traffic Regulation onto Drivers' Behavior and Network Capacity using a Transportation Network Analysis Framework	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies	6. 最初と最後の頁 Accepted
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 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 Shimamoto, H. and Kodo, A.	4. 巻 6
2. 論文標題 Semi-dynamic Markovian path flow estimator considering the inconsistencies of traffic counts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 100017
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eastsj.2020.100017	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 Shimamoto, H.	4. 巻 12
2. 論文標題 Effect of Transit Capacity onto Morning Commute Problem with Competitive Modes and Distributed Demand	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Transportation Technologies	6. 最初と最後の頁 80-95
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4236/jtts.2022.121005	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 -
1. 著者名 嶋本寛, 平井一成	4. 巻 76(5)
2. 論文標題 大規模ネットワークにおける2段階乗客トリップパターン推定モデルの制度検証	5. 発行年 2021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_631-I_638
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 安藤宏恵, 倉内文孝	4. 巻 75
2. 論文標題 Network Topology指標による道路ネットワーク整備の効果検証に関する研究	5. 発行年 2020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_445-I_454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.6_I_445	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 Zhang Cen, Schmecker Jan-Dirk, Kuwahara Masahiro, Nakamura Toshiyuki, Uno Nobuhiro	4. 巻 136
2. 論文標題 A diffusion model for estimating adoption patterns of a one-way carsharing system in its initial years	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 135-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2020.03.027	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 川上陸, SCHMOECKER Jan-Dirk, 宇野伸宏, 中村俊行	4. 巻 75
2. 論文標題 モバイル空間統計のデータ特性を考慮したOD推計手法: 京都観光地間流動におけるケーススタディ	5. 発行年 2020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_379-I_391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.6_I_379	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 米良昂大, 嶋本寛	4. 巻 74
2. 論文標題 Hyperpathに基づくDay-to-Dayダイナミクスモデルの構築	5. 発行年 2018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_761-I_770
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 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 Peque, G, Miyagi, T. and Kurauchi, F.	4. 巻 16(3)
2. 論文標題 Adaptive Learning Algorithms for Simulation-Based Dynamic Traffic User Equilibrium	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Intelligent Transportation Systems Research	6. 最初と最後の頁 215-226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13177-017-0150-6	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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 嶋本 寛
2. 発表標題 経路選択パラメータと経路交通量の同時推定モデルの構築と推定誤差要因に関する考察
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimamoto, H. and Kondo, A.
2. 発表標題 Markovian path flow estimator considering the inconsistency of traffic counts for evaluating the fluctuation of path flows
3. 学会等名 International Conference of EASTS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田奈緒子, 倉内文孝, 内田賢悦, 円山琢也, 杉浦聡志, 丹下真啓, 田中久光, 横地和彦, 里内俊介
2. 発表標題 OD交通量逆推定手法における出発時刻ベースの時間単位 OD交通量の推定
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 嶋本 寛
2. 発表標題 バス専用レーンを考慮した出発時刻選択問題におけるバス容量の影響分析
3. 学会等名 第16回ITSシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤雅仁, 倉内文孝
2. 発表標題 ETC2.0データによるOD交通量推定のための入力情報の作成
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 Hoang Qui, 倉内文孝, 御村まゆ
2. 発表標題 動的OD交通量推定モデルの大規模ネットワーク適用可能性検証
3. 学会等名 平成30年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shimamoto, H
2. 発表標題 Evaluation the Impact of Traffic Regulation onto Drivers' Behavior and Network Capacity using a Transportation Network Analysis Framework
3. 学会等名 International Conference of EASTS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 文昭; 宇野 伸宏; 金崎 智也; 中野 総士; 安田 幸司; 中川 真治
2. 発表標題 ETC2.0プローブデータを用いた一般般道の渋滞発生要因に関する統計分析
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋本寛, 田之上直樹
2. 発表標題 経路交通量推定モデルを用いた交通規制が自動車利用者の経路選択行動に及ぼす影響分析
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 嶋本寛・原口航・東浩輝
2. 発表標題 ネットワーク解析手法による交通規制が道路 利用者・ネットワーク容量に及ぼす影響分析
3. 学会等名 第63回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 嶋本寛, 平井一成
2. 発表標題 2段階乗客トリップパターン推定モデルを用いた京都市バスネットワークにおける 乗客流動の比較
3. 学会等名 第62回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平井一成, 嶋本寛
2. 発表標題 実規模ネットワークにおける2段階乗客トリップパターン推定モデルの精度検証
3. 学会等名 第60回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片井 拓真, 嶋本 寛
2. 発表標題 商用車プローブデータを用いたバスレーン規制が出發時刻・経路選択に及ぼす影響分析
3. 学会等名 令和3年度 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022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
研究分担者	宇野 伸宏 (UNO Nobuhiro) (80232883)	京都大学・工学研究科・教授 (14301)	
研究分担者	倉内 文孝 (KURAUCHI Fumitaka) (10263104)	岐阜大学・工学部・教授 (13701)	
研究分担者	Schmoecker J. D. (SCHMOECKER Jan-Dirk) (70467017)	京都大学・工学研究科・准教授 (14301)	

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0件

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
---------	---------