

令和 5 年 5 月 17 日現在

機関番号：32619

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K14899

研究課題名（和文）都市空間再配分のためのネットワーク最適化アプローチ

研究課題名（英文）Urban Space Reallocation: A Network Design Approach

研究代表者

大山 雄己 (Oyama, Yuki)

芝浦工業大学・工学部・准教授

研究者番号：20868343

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、近年注目を集める「人中心の都市空間」を生み出すために、現在車中心に使われている都市空間を、既存交通へ大きな影響を及ぼさずに再配分するための数理解析手法の開発を目的としたものである。具体的には、(1) ネットワーク改変により発生しうる交通渋滞の評価モデル、(2) 改変後に歩行者へ及ぼすポジティブな効果の評価モデル、(3) 両者を統合したマルチモーダルな交通量予測モデル、(4) 交通量に与える影響を明示的に考慮したネットワークの最適設計モデル、の4点を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人中心の都市空間再設計を進める上で、「いかにして既存交通の利便性を損なうことなく人々の活動にとって魅力ある空間を生み出すか」が、重要かつ困難な課題である。本研究は、そうした都市空間再設計において、適切なプロジェクトの対象地選定（例：どの街路を歩行者専用/優先にすべきか）に答えられるための手法開発を実施したものであり、今後の都市計画・政策決定に重要な示唆を与えるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Human-centric urban space designs have been attracting growing attention in recent years. Along this goal, this research aims to develop a mathematical analysis method for reallocating urban spaces, which are currently used mainly for cars, to people without significantly reducing the convenience of existing traffic.

Specifically, we have developed the following four models: (1) an evaluation model of traffic congestion that could be caused by network design, (2) an evaluation model of positive effects on pedestrians by the space reallocation, (3) a multimodal network traffic assignment model that integrates both models, and (4) an optimal network design model that explicitly considers the effects on traffic congestion and pedestrian utilities.

研究分野：都市計画

キーワード：街路空間再配分 交通ネットワーク設計 人中心 交通量配分 経路選択モデル

1. 研究開始当初の背景

近年、人中心の都市空間再設計が注目を集めている。道路・駐車空間等の自動車用空間の利用転換は、歩行環境改善の大きなポテンシャルを持つ一方で、利便性・安全性等の観点から、実現が難しい政策と認識されている。問題は、このトレードオフが、同一の枠組みの中で定量的に議論されてこなかったことにある。ここで、都市空間を、自動車・歩行者が共有する限られた資源（容量）として考え、その取り合いを一つの容量配分問題として定式化すれば、政策が持つトレードオフを総合的に考慮した、効果的な都市空間リノベーションのあり方が議論できると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、人々の移動・活動に基づく空間資源の再配分という視点から、効果的な都市公共空間の使い方を明らかにすることを目的とする。より具体的には、現在の自動車用空間に着目し、歩行者のためにその利用を転じる政策を論じるため、異なる活動モード（自動車・歩行者）間への空間容量配分モデルを構築する。まず、(A) 自動車・歩行者のマルチモーダル・ネットワークに基づく需要予測モデルを開発した上で、(B) 空間容量配分問題を定式化し、具体的な都市政策を議論することを目指す。

3. 研究の方法

- (1) ネットワーク改変により発生しうる自動車交通量・混雑流変化の評価モデル（ネットワーク交通量配分モデル）
- (2) 改変後に歩行者へ及ぼすポジティブな効果の評価モデル（歩行者経路選択モデル）
- (3) 1 および 2 の両者を統合したマルチモーダルな交通量予測モデル（マルチモーダル交通量配分モデル）
- (4) 交通量に与える影響を明示的に考慮したネットワークの最適設計モデルおよび解法アルゴリズムの開発

上記4つの手法を開発し、最終的に現実の市街地ネットワークを対象に適用することで、異なる政策目標に応じたネットワークのあり方を議論・評価する。

4. 研究成果

モデル(1)においては、これまでのネットワーク交通量配分の課題を解決する新たなモデルである、ネットワーク GEV 型均衡配分モデルを開発した。これにより、経路列挙を必要とせずに経路効用間の相関を明示的に考慮でき、確率的交通量配分における State-of-the-art なモデル開発である。さらに、交通量間の相互作用を取り込む均衡配分において、加速勾配法に基づく効率的な解法を開発した。既存モデル・解法と精緻な比較計算を行い、有用性を示すことに成功した(図1)。本研究成果は交通分野の一流雑誌である Transportation Research Part B に刊行された(2021年11月)。

モデル(2)としては、歩行者行動における経路の多様性を考慮しつつ、政策のポジティブな効果を評価可能な新たなモデル・計算アルゴリズムとして、プリズム制約を導入した再帰的経路選択モデルを開発した(図2)。これにより、選択肢を明示的に列挙することなく、街路特徴量の正の変数効果を計量可能となった。より具体的には、既存手法 (Fosgerau et al., 2013) では数値計算上の問題により特定が難しかった正の効用として、歩行者経路選択における街路上の緑地効果を捉えることに成功した。これは State-of-the-art な拡張であり、交通分野の一流雑誌である Transportation Research Part C に刊行された(2023年1月)。

また、モデル(3)では(1)(2)のモデルを統合してマルチモーダル交通量配分モデルを構築した。さらに、そのモデルによる自動車・歩行者の交通量予測を下敷きに、ネットワークの最適設計モデルを構築した(モデル4)。それを、観光動線と自動車交通量の錯綜が長く問題視されている川越市街地のネットワークに適用し、異なる政策目標に応じた最適な街路設計パターンを導いた(図3)。本成果は都市計画論文集に刊行される(2022年11月)とともに、国際会議での発表も受理されている(2023年6月予定)。

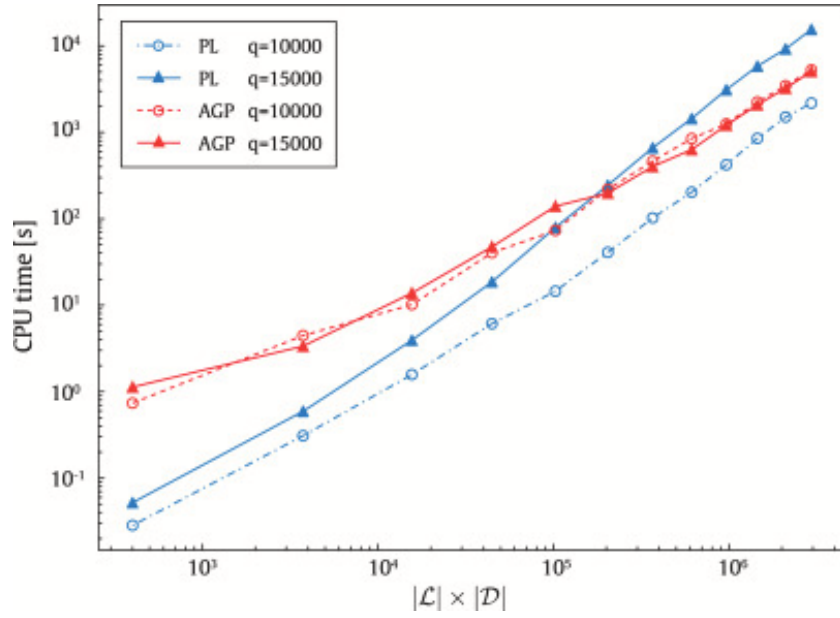


図1: 加速勾配法に基づくアルゴリズムの効率性

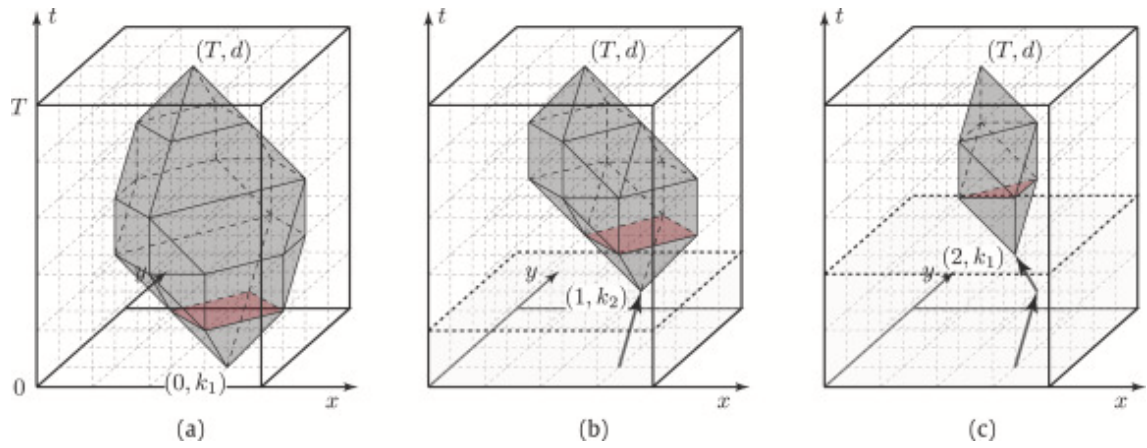


図2: プリズム制約を導入した再帰的経路選択モデル

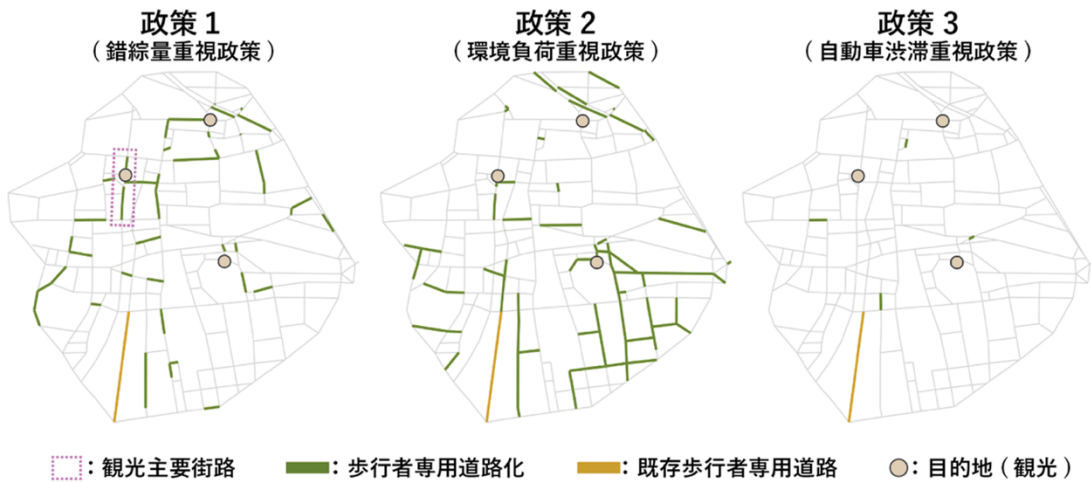


図3: 政策目標ごとの歩行者専用道路の最適配置結果 (村上・大山 2022)

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Oyama Yuki, Hara Yusuke, Akamatsu Takashi	4. 巻 155
2. 論文標題 Markovian traffic equilibrium assignment based on network generalized extreme value model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transportation Research Part B: Methodological	6. 最初と最後の頁 135 ~ 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trb.2021.10.013	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 Ikegami Tetsuhiro, Oyama Yuki	4. 巻 56
2. 論文標題 Proposal of an activity-based elderly mobility index focusing on public transportation convenience	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 563 ~ 570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.56.563	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 Oyama Yuki	4. 巻 147
2. 論文標題 Capturing positive network attributes during the estimation of recursive logit models: A prism-based approach	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Transportation Research Part C: Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 104014 ~ 104014
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trc.2023.104014	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 Parady Giancarlos, Suzuki Keita, Oyama Yuki, Chikaraishi Makoto	4. 巻 30
2. 論文標題 Activity detection with google maps location history data: Factors affecting joint activity detection probability and its potential application on real social networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Travel Behaviour and Society	6. 最初と最後の頁 344 ~ 357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tbs.2022.10.010	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 Murakami Soichiro, Oyama Yuki	4. 巻 57
2. 論文標題 Optimal location of pedestrian streets based on a multimodal equilibrium assignment model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 622 ~ 629
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.57.622	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 Matsumura Kenta, Oyama Yuki	4. 巻 57
2. 論文標題 Efficiency analysis of a capacitated MaaS system focusing on different payment schemes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 666 ~ 673
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.57.666	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 Tojo Takahiro, Oyama Yuki	4. 巻 57
2. 論文標題 A deep learning model for building type estimation based on building names	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the City Planning Institute of Japan	6. 最初と最後の頁 1025 ~ 1032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11361/journalcpj.57.1025	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11件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 村上颯一朗
2. 発表標題 マルチモーダル均衡配分モデルに基づく歩行者専用道路の最適配置計画
3. 学会等名 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池上哲広
2. 発表標題 公共交通利便性に着目した活動ベースの高齢者モビリティ指標の提案
3. 学会等名 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池上哲広
2. 発表標題 公共交通利便性に着目した活動ベースの高齢者モビリティ指標の提案 長崎市斜面市街地の居住実態分析への適用
3. 学会等名 2021年度日本都市計画学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuki Oyama
2. 発表標題 A prism-constrained recursive logit model to analyze positive utilities in pedestrian route choice behavior
3. 学会等名 The 16th International Conference on Travel Behaviour research (IATBR) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Giancarlo Parady, Yuki Oyama, Makoto Chikaraishi
2. 発表標題 Understanding the joint decision-making process of leisure destination choices: Exploring new methodologies.
3. 学会等名 The 16th International Conference on Travel Behaviour research (IATBR) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大山 雄己
2. 発表標題 大域的経路選好と局所的反応を考慮したネットワーク行動モデル
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上 颯一郎・大山 雄己
2. 発表標題 市街地交通ネットワークにおける歩行者ゾーンの最適設計
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松村 健太・大山 雄己・福田大輔
2. 発表標題 容量制約付きネットワークにおける経路予約型MaaSの課金方策の検討
3. 学会等名 第66回土木計画学研究発表会・秋大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤條 嵩大・大山 雄己・杉山 航太郎
2. 発表標題 ミクロ土地利用分析に向けた建物用途推定モデルの開発
3. 学会等名 第36回人工知能学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大山 雄己
2. 発表標題 Recursive Logitモデルにおける正の効用の推定可能性
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会・春大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上 颯一郎・大山 雄己
2. 発表標題 マルチモーダル均衡配分モデルに基づく歩行者専用道路の最適配置
3. 学会等名 第65回土木計画学研究発表会・春大会
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

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