

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：52604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04628

研究課題名(和文)都市を持続的に成長させるための道路ネットワークの構造の解明と輸送計画の立案

研究課題名(英文)A solution on a structure of road network system and a transportation planning in the context of sustained growth of city

研究代表者

島川 陽一(Shimakawa, Yoichi)

サレジオ工業高等専門学校・その他部局等・教授

研究者番号：10446239

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)：本研究の成果は以下の3点である。都市数理の観点から道路ネットワークがどのような構造をとると交通量を増加させるのかを解明したこと、道路の移動コストだけでなく道路沿いの休憩施設も含めた経路の選択を仮定して、ジャストインタイムで目的地に到着するように輸送車が交通行動をとるときに道路ネットワークの交通量はどのように見積もられるのかを検討したこと、このような交通状況において新規の休憩施設をどこに配置すれば最も効率的かを最適化問題として解いたことである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

配送業務では目的地に遅れて到着することはゆるされないが、早い到着も好まれない。ジャストインタイムでの輸送が求められる。配送目的地への所要時間は分散が大きく、輸送車は多めに所要時間を見積もる。このため集荷施設の周辺道路は駐停車する時間調整の輸送車で混雑し、大量のCO<sub>2</sub>が排出される。このような混雑は最短時間の経路で輸送が計画されるため生じるのではないか。本研究ではジャストインタイムの交通行動による交通量の見積もりをもとに、休憩施設を使用して早く到着しすぎる輸送車をどうしたら適正な時間に到着させることができるのか、休憩施設をどこに設置するべきかを検討した。本研究の学術的・社会的意義はこの点にある。

研究成果の概要(英文)：The results of our research are the following three points. From the viewpoint of urban mathematical engineering, it was clarified what kind of structure the road network would increase the traffic volume. It is assumed that transport vehicles select routes in terms of travel time including not only travel time on the road but also time to rest at facilities along the road. We considered how to estimate the traffic volume of the road network when the transport vehicle behaves to arrive at the destination exactly on time. Where is the most efficient and productive place to locate new rest facilities when routes are selected based on such traffic behavior guidelines? This problem was solved as an optimization problem.

研究分野：オペレーションズ・リサーチ

キーワード：都市数理 交通量配分 交通量補足型最適配置 輸送スケジューリング

### 1. 研究開始当初の背景

自動車輸送は鉄道や航空機など他の交通手段と比較して、交通量の事前予測が難しく所要時間の不確実性が高い。このためほとんどのドライバーは最短距離や所要時間最小で経路を選択するのではなく、到着時間と予定時間のズレが最小になる経路の選択を行っている。特に物流では目的地にジャストインタイムで着くことが要求され、予定時間より早く到着した車両が時間調整のためにエンジンをつけたまま停車して大気汚染や道路の混雑の社会問題を発生させている。高速道路の料金所前における割引待ちの渋滞・路上駐車もこのような原因で発生し、渋滞を引き起こし、都市内の交通を麻痺させている。

道路ネットワークは最も基本的な交通インフラである。バス等はこのネットワーク上を移動しているし、鉄道などの公共輸送機関はこのネットワークに接続して設計されている。であれば、都市内の交通の効率性は道路ネットワークの構造が影響していると考えるのが自然である。都市の持続可能な成長を実現するには効率的でストレスのない都市内の移動が不可欠である。このような移動を実現できる道路ネットワークの構造とはどのようなものなのか。この構造を踏まえた交通システムの整備・計画はしたら可能なのか。

一方、もう少し現実的な視点で前述の問題を検討しよう。今までの研究では道路交通はすべて最短経路か最小所要時間で目的地に着くことを前提とし、道路に隣接する施設等の利用は考慮していない。この前提で道路の交通量は推定され、道路ネットワークの設置計画は立案され、交通制御が実施されている。ここに問題点が存在する。実際は自動車による移動者は一般的に到着予想時刻から遅延リスクが最小になる経路を選択するからである。道路を移動する交通は旅客と貨客に分けられるが、特に貨客輸送ではその傾向は強い。旅客、貨客それぞれの経路選択特性を考慮して交通流動を推定し、経路上で利用できる施設や車両基地を有効に利用して道路ネットワーク全体で輸送スケジュールを作成すれば予定時間より早く到着した車両が路側帯で時間調整することはなくなるだろう。このような輸送スケジュールは作成できるのか。

研究開始当初、このような背景から本研究は計画された。

### 2. 研究の目的

輸送機械や配送・販売拠点などの施設や交通調査・交通インフラ整備・運用コストなど、現実問題としてカネのリソースは限られている。このような状況下で、インフラストラクチャとしての道路構造の観点から、ヒト・モノが道路ネットワークを介して効率的に移動するには現在の交通に何が必要なのか。用途車種別に経路選択特性を考慮して道路交通量を推定することは可能なのか。そして不確実性を最小化する経路選択による輸送スケジュールはどのように作成されるのか。本研究ではこれらを明らかにすることが目的である。

それぞれの目的を達成するために研究を3つのサブテーマに分割する。サブテーマ1は目的地への予想到着時間からの遅延の原因となる非目的地の通過時間の増加を引き起こす道路ネットワーク構造の解明と効率的なインフラ整備、サブテーマ2は道路ネットワーク全体の交通流動と、輸送時間の不確実性を見積もり、サブテーマ3は輸送時間の不確実性が高いときに、車両と拠点リソースを有効に活用する輸送スケジュールの作成を検討することである。サブテーマ3はサブテーマ1と2の成果を基礎として実施することとした。効率性の高い輸送を実現する交通状況の分析を行う。

### 3. 研究の方法

研究計画時に検討した各テーマの具体的な進め方とポイントを以下に説明する。

- (1) サブテーマ1では道路ネットワークのモデルに連続モデルを用いた積分幾何学的アプローチを採用した。連続モデルは一般的に走行速度や所要時間、インフラ整備のコストなど、正確な推定や予測が困難な要素には単純な仮定が置かれて、総移動距離や移動時間などを目的関数に含めて移動のしやすさを評価する。本研究ではこれをベースに以下の2点を実施する。(1-1)目的地への予想到着時間からの遅延の原因となる非目的地の通過時間の増加を引き起こす道路ネットワークの構造を解明する。そのうえで、(1-2)既存の道路リソースと限られたインフラ投資コストを有効に活用できるようにするためには施設やインフラをどのように発展させれば良いか明らかにする。具体的には、これに領域内/流出/流入/通過交通などの通行目的、用地取得コストの大小、移動時間の不確実性の大小、河川や鉄道などによる往来支障の有無など、地域の特性を考慮できる要素を加えて道路ネットワークの評価する方法を構築する。都市数理で一般的に用いられる手法で検討を進めるが、数値シミュレーションによる方法も補助的に用いて感度解析なども実施する。
- (2) サブテーマ2では、不確実なあるいは未知の要素がある場合の交通流動の把握を精度よくかつ詳細に行える枠組みを構築する。このテーマでは交通工学の従来枠組みである交通量配分手法に基づく交通量の推計を行う。今までのやり方では利用者は距離や所要時間が最小になるように経路選択を行うと仮定して経路別交通量を推計する。混雑が見込まれる日や時間帯などでは、所要時間の不確実性も考慮して遅延リスクの小さい経路を選択する

ことも多い。交通量の大小は所要時間を大きく左右する要素であるが、断面交通量の観測は幹線道路でしか行っておらず、非幹線道路などそれ以外の大半では未知である。

そこで、(2-1)交通量が計測可能な道路の交通量データを利用して所要時間の不確実性を定量化、(2-2)交通量が未知の道路の交通量を衛星写真から直接推定、の2点の手法について検討したのち、(2-3)起終点間の所要時間を、不確実性を含めて見積もる方法を構築する。この不確実性を用いて遅延リスクが最小になる経路選択を行った場合の交通量を配分計算により計算する。この手法による配分結果を用いて車両基地、配送センター、倉庫を想定した施設の配置と空間的な相関分析を行う。

- (3) サブテーマ3は、資源割当とスケジューリングの融合的な課題である。本研究では、時空間上のリソースの移動と輸送時間の不確実性を考慮した輸送計画の作成方法を明らかにする。一般的な資源割当問題やスケジューリング問題では、タスクの処理時間は、固定的あるいは遅延防止のため十分な余裕時間を含めて扱われ、時間の不確実性をすべてのタスクで考慮するのは実用的なアプローチとは言い難かった。しかし近年、タスク列の重要な箇所だけに余裕時間を挿入し、総実行時間の短縮を図る方法としてCCPM法(Critical Chain Project Management)が考案され、その後多くの実務家が利用し、多くの研究者が改良を試みてきた。CCPM法は単一拠点でのプロジェクトスケジューリングへの適用を念頭において設計されており、時空間上でリソースが移動することは想定していない。鉄道やバスの輸送計画は移動を前提にしたスケジューリングであり、使用する車両リソースは所与として自由度はなく、輸送時間の不確実性は余裕時間として個別タスクの中に含まれ、稼働率の向上を目的としてはいない。そこで、(3-1)車両リソースに自由度があり、二次元のネットワーク上を移動し、かつ移動時間に不確実性があるスケジューリング問題に対する基本的枠組みを構築する。研究期間中は混合整数計画法を用いた数理計画的アプローチと離散数学系を用いた代数的アプローチの両方を検討する。

#### 4. 研究成果

本助成による研究では関連する成果も含めて査読付き雑誌論文11件、学会発表23件の成果を得た。発表された主な論文は研究成果で入力された通りである。本章では得られた成果の概要をサブテーマごとに説明しその対応する主要な論文とその概略を示す。雑誌論文と学会発表の車線で示された発表者は本助成の代表者と分担者である。

- (1) サブテーマ1では道路ネットワーク構造の解明と効率的なインフラ整備を都市数理の視点から分析した。都市数理的なアプローチと従来手法である交通量配分手法は今までほとんど影響を与えることはなかったが、問題の考え方やアプローチの方法、問題の理解の仕方双方の研究に影響を与えた。これは一定の成果であると考えている。

(1-1)目的地への予想到着時間からの遅延の原因となる非目的地の通過時間の増加を引き起こす道路ネットワークの構造は

Masashi Miyagawa, Spacing of intersections in hierarchical road networks, Journal of the Operations Research Society of Japan, 査読有、61、272-280、2018

DOI: 10.15807/jorsj.61.272、オープンアクセス

でその構造を明らかにした。都市の道路ネットワークの構造は格子状と感情に大別されるが、それぞれの構造に特有な交通遅延の原因があることが分かった。環状型の道路構造の場合にはこの成果はロードプライシングの実施に応用できる。これは

Masashi Miyagawa, Cordon and area road pricing in radial-arc network, Journal of the Operations Research Society of Japan, 査読有、62、121-131、2019

DOI: 10.15807/jorsj.62.121、オープンアクセス

で報告した。また、関連する内容を以下に示す学会

宮川雅至、放射・環状道路網におけるコーordon課金とエリア課金、第33回応用地域学会研究発表大会、2019

宮川雅至、流入・流出・通過交通を考慮した階層型道路網の交差点間隔、日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会、2019

で発表した。

(1-2)既存の道路リソースと限られたインフラ投資コストを有効に活用できる施設やインフラの整備については

Masashi Miyagawa, Bi-objective location model of two rectangular facilities, Journal of the Operations Research Society of Japan, 査読有、64、175-183、2021

DOI: 10.15807/jorsj.64.175、オープンアクセス

Masashi Miyagawa, Optimal number and length of point-like and line-like facilities of grid and random patterns., TOP, 査読有、28、213-230、2020、DOI: 10.1007/s11750-019-00532-2、オープンアクセスではない

で報告した。貨物車両が休憩施設を利用する場合を想定し、どこに施設を配置するのが適当かについて論じた。この配置については以下の雑誌論文と学会発表

Yohei Kakimoto, Yoichi Shimakawa, Rest-Area Location Model for Time-Driven Demands

to the Expend Buffer Time of Freight Vehicles、 International Journal of Innovative Computing、 Information and Control、 査読有、 18/1、 15-28、 2022  
Masashi Miyagawa、 Determining the number of facilities in covering location problems、 International Workshop on Urban Operations Research、 2019  
にて発表を行った。

- (2) サブテーマ2では車両が予定到着時間にジャストインタイムで到着するような経路選択をする場合の交通量を推定する手法を検討した。起終点の同じ交通が同じ所要時間になるように起終点交通量を経路の道路リンクに加算するやり方である。これは均衡配分と言われるやり方で、ほとんどの既存の研究では交通量推定方法はこの方法にもとづいておこなわれる。このやり方では道路リンクにそのリンクの交通量を引数とするコスト関数を設定し、経路は目的地までの所要時間が最小になるように決定する。交通量大きい道路リンクは経路として選択されにくくなるので、起終点間の複数の経路に起終点交通量が分散するのがこの手法の特徴である。本研究では一部の車両に予想所要時間を設定し、実際の所要時間とのずれ(遅延)が最小になる経路選択を行った。非常に限定的ではあるがずれが最小にある配分は可能であることが分かった。

(2-1)所要時間の分散がどの程度なのか交通量が計測可能な道路の交通量データを利用して調査した。データには平成22年度の道路センサスを利用した。調査結果は学会  
Hiroyuki Goto、Yohei Kakimoto、Panote Prommas、Yoichi Shimakawa、 Reduction in time complexity for computing overlaid traffic flows、 30th European Conference On Operational Research、 2019

にて報告した。雑誌論文の

Yohei Kakimoto、Yoichi Shimakawa、 Rest-Area Location Model for Time-Driven Demands to the Expend Buffer Time of Freight Vehicles、 International Journal of Innovative Computing、 Information and Control、 査読有、 18/1、 15-28、 2022

Hiroyuki Goto、Yohei Kakimoto、Yoichi Shimakawa、 Lightweight computation of overlaid traffic flows by shortest origin-destination trips、 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics、 Communications and Computer Science、 査読有、 vol.E102-A、 no.1、 pp.320-323、 2019

ではこれを基礎に交通量が測定されていない道路の交通量の推定を行った。

(2-2)では交通量が未知の道路の交通量を衛星写真から直接推定することに挑戦した。これは細街路の交通量の推定に適用範囲を限定して、下記の雑誌論文と学会発表

小林 貴、島川陽一、鹿島 茂、加藤正康、 幹線道路依存度を考慮した細街路交通量推計手法の開発、 交通工学論文集、 査読有、 No.6、 A\_296-A\_302、 2020

Yohei Kakimoto、Yoichi Shimakawa、 Rest-Area Location Model for Time-Driven Demands to the Expend Buffer Time of Freight Vehicles、 International Journal of Innovative Computing、 Information and Control、 査読有、 18/1、 15-28、 2022

で報告しているが、衛星画像から道路上の車両の抽出が精度よくできなかったため今後に課題を残した。

(2-3)では起終点間の所要時間を、不確実性を含めて見積もる方法の構築を試みた。雑誌論文

Hiroyuki Goto、Alan T. Murray、 Small-m method for detecting all longest paths、 OPSEARCH、 査読有、 vol.56、 no.3、 pp.824-839、 2019、 DOI:10.1007/s12597-019-00385-0、 ISSN: 0030-3887

で報告しているが、この不確実性を用いて遅延リスクが最小になる経路選択を行った場合の配分交通量は以下の4件の学会発表

Tatsuya Komiya、Yoichi Shimakawa、Hiroyuki Goto、Yuki Sato、 Multi-objective task allocation in distributed computing systems using mathematical programming、 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering、 2020

Nozomi Yoshimura、Yoichi Shimakawa、Hiroyuki Goto、 Estimating Traffic Volume for Multiple Time Zones Based on Dynamic Traffic Assignment、 SICE 2020、 59th Annual Conference、 2020

Tatsuya Komiya、Yoichi Shimakawa、Hiroyuki Goto、 A study on a routing problem focusing on freight transportations、 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management、 2019

Yoichi Shimakawa、Hiroyuki Goto、Yohei Kakimoto、 A practical routing model in terms of reliability of arrival time to destination、 29th European Conference On Operational Research、 2018

で報告した。

- (3) サブテーマ3では資源割当とスケジューリングの融合を行った。時空間上のリソースの移動と輸送時間の不確実性を考慮した輸送計画の作成に挑戦した。このサブテーマの目的は

(3-1)車両リソースに自由度があり、二次元のネットワーク上を移動し、かつ移動時間に不確実性があるスケジューリング問題に対する基本的枠組みを構築することである。雑誌論文

Kyohei Sagawa, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto, Two-level priority scheduling framework in a max-plus linear representation, SICE Journal of Control, Measurement and System Integration, 査読有、vol.14、no.2、pp.97-103、2021

DOI: 10.1080/18824889.2021.1894886、ISSN: 0453-4662

では鉄道を念頭に車両リソースに自由度を持たせ、ダイアグラム上を移動するモデルを試行した。雑誌論文

Hiroyuki Goto, Alan T. Murray, Optimization of project schedules in the critical-chain project-management max-plus-linear framework、International Review on Modelling and Simulations、vol.11、no.4、pp.206-214、2018

DOI: 10.15866/iremos.v11i4.13485、ISSN: 1974-9821

でCCPM法のスケジューリング問題をmax-plus線型方程式に落とし込んでBranch-bound法で厳密解探す方法について検討した。この方法は離散数学系を用いた代数的アプローチに相当する。混合整数計画法を用いた数理計画的アプローチは学会

Kyohei Sagawa, Nozomi Yoshimura, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto, A Railway Timetable Scheduling Model Based on a Max-Plus-Linear System、SICE 2020、59th Annual Conference、2020

で検討結果を報告した。

- (4) 本研究をすすめるうちに休憩施設等のインフラ施設は交通量補足型施設配置問題で解くことができることが分かり、この分野での応用の研究も進めた。成果としては雑誌論文では以下の2件

Yohei Kakimoto, Yoichi Shimakawa, Rest-Area Location Model for Time-Driven Demands to the Expend Buffer Time of Freight Vehicles、International Journal of Innovative Computing, Information and Control、査読有、18/1、15-28、2022

Hiroyuki Goto, Alan T. Murray, Acoustical properties in emergency warning siren coverage planning, Computers, Environment and Urban Systems、査読有、vol.81、no.、pp.1-11、2020、DOI:10.1016/j.compenvurbsys.2020.101477、ISSN: 0198-9715

学会発表では以下の4件

Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote, Location model minimizing the distance between facilities for EV charging stations、9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management、2019

Nozomi Yoshimura, Gaku Miyai, Yoichi Shimakawa, Applying a genetic algorithm to a signboard layout problem based on a flow captured location-allocation problem、9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management、2019

Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote, Optimal Facility Location Model for Freight Vehicles to Exploit Buffer Times Efficiently、30th European Conference On Operational Research、2019

Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Hirotaka Takahashi, Analysis of location model for charging facility considering driving distance、29th European Conference On Operational Research、2018

があげられる。

以上のように研究成果は査読付き論文で報告し、国際会議を中心とした発表の機会を活用し内外の研究者との議論を重ねた。

本研究の成果はジャストインタイムで目的地に到着しなければならない物流分野においてより現実的な配送スケジュールや休憩施設の利用計画を作成することに有用である。また交通流量が必要となる施設配置問題に応用可能であることが分かった。一方、到着予定時刻の分散が最小になる経路選択問題は数理計画問題として定式化されたが、大規模問題では解くことができなかった。これを大規模に解くこと、これが本研究において新しく認識された課題である。

最後に研究組織について言及しておく。海外の研究協力者は特にいない。研究組織は全研究機関を通じて研究代表者と研究分担者2名の計3名で構成し、変更はなかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Masashi Miyagawa	4. 巻 64
2. 論文標題 Bi-objective location model of two rectangular facilities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 175-183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15807/jorsj.64.175	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 Kyohei Sagawa, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto	4. 巻 14/2
2. 論文標題 1. Two-level priority scheduling framework in a max-plus linear representation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 97-103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/18824889.2021.1894886	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 該当する
1. 著者名 Yohei Kakimoto, Yoichi Shimakawa	4. 巻 18/1
2. 論文標題 2. REST-AREA LOCATION MODEL FOR TIME-DRIVEN DEMANDS TO THE EXPEND BUFFER TIME OF FREIGHT VEHICLES	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 15-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/ijicic.18.01.15	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 該当する
1. 著者名 Hiroyuki Goto, Alan T. Murray	4. 巻 81
2. 論文標題 Acoustical properties in emergency warning siren coverage planning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Computers, Environment and Urban Systems	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compenvurbsys.2020.101477	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 Masashi Miyagawa	4. 巻 28
2. 論文標題 Optimal number and length of point-like and line-like facilities of grid and random patterns.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 TOP	6. 最初と最後の頁 213-230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11750-019-00532-2	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 Hiroyuki Goto and Alan T. Murray,	4. 巻 56
2. 論文標題 Small-m method for detecting all longest paths	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 OPSEARCH	6. 最初と最後の頁 824-839
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 該当する

1. 著者名 小林 貴, 島川陽一, 鹿島 茂, 加藤正康	4. 巻 6
2. 論文標題 幹線道路依存度を考慮した細街路交通量 推計手法の開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 交通工学論文集	6. 最初と最後の頁 A_296-A_302
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 Masashi Miyagawa	4. 巻 6
2. 論文標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks with inward, outward, and through traffic	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Urban and Regional Planning Review	6. 最初と最後の頁 148 ~ 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14398/urpr.6.148	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 Miyagawa Masashi	4. 巻 62
2. 論文標題 CORDON AND AREA ROAD PRICING IN RADIAL-ARC NETWORK	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Operations Research Society of Japan	6. 最初と最後の頁 121 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15807/jorsj.62.121	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 Hiroyuki Goto, Yohei Kakimoto, Yoichi Shimakawa	4. 巻 E102
2. 論文標題 Lightweight computation of overlaid traffic flows by shortest origin-destination trips	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Science	6. 最初と最後の頁 320-323
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 Hiroyuki Goto, Alan T. Murray	4. 巻
2. 論文標題 Optimization of project schedules in the critical-chain project-management max-plus-linear framework	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Review on Modelling and Simulations	6. 最初と最後の頁 206-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15866/iremos.v11i4.13485	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23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 Nozomi Yoshimura, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki goto
2. 発表標題 Estimating Traffic Volume for Multiple Time Zones Based on Dynamic Traffic Assignment
3. 学会等名 SICE 2020, 59th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年



1 . 発表者名 Kyohei Sagawa, Nozomi Yoshimura, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto
2 . 発表標題 A Railway Timetable Scheduling Model Based on a Max-Plus-Linear System
3 . 学会等名 SICE 2020, 59th Annual Conference ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Nozomi Yoshimura, Yoichi Shimakawa
2 . 発表標題 A method of estimating traffic statistics using a digital road network to estimate air pollutants emitted by automobiles
3 . 学会等名 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (ICOIESE) 2020 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Tatsuya Komiya,Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa
2 . 発表標題 Multi-objective task allocation in distributed computing systems using mathematical programming
3 . 学会等名 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (ICOIESE) 2020 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Hiroyuki Goto, Yohei Kakimoto,Prommas Panote , Yoichi Shimakawa
2 . 発表標題 Reduction in time complexity for computing overlaid traffic flows
3 . 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019), In Dublin, Ireland ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Prommas Panote ,Yoichi Shimakawa,
2 . 発表標題 Optimal facility location model for freight vehicles to exploit buffer times efficiently
3 . 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019), In Dublin, Ireland ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tatsuya Komiya, Yoichi Shimakawa, Hiroyuki Goto, Yuki Sato
2 . 発表標題 Multi-objective task allocation in distributed computing systems using mathematical programming
3 . 学会等名 International Conference on Industrial Enterprise and System Engineering (ICOIESE2020), In Bandung, Indonesia ( 国際学会 )
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Hiroyuki Goto, Yohei Kakimoto, Prommas Panote, Yoichi Shimakawa,
2 . 発表標題 Reduction in time complexity for computing overlaid traffic flows
3 . 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019), In Dublin, Ireland ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Masashi Miyagawa
2 . 発表標題 Determining the number of facilities in covering location problems
3 . 学会等名 International Workshop on Urban Operations Research ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Spacing of intersections in hierarchical road networks
3. 学会等名 International Conference on Operations Research (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Bi-objective model for optimal size and shape of a finite size facility
3. 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019), In Dublin, Ireland (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masashi Miyagawa
2. 発表標題 Determining the number of facilities in covering location problems
3. 学会等名 International Workshop on Urban Operations Research (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 放射・環状道路網におけるコードン課金とエリア課金
3. 学会等名 第33回応用地域学会研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮川雅至
2. 発表標題 流入・流出・通過交通を考慮した階層型道路網の交差点間隔
3. 学会等名 本オ ペレシヨンス・リサーチ学会秋季研究発表会,
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Kakimoto,Hiroyuki Goto,Yoichi Shimakawa,Hiroataka Takahashi
2. 発表標題 Analysis of location model for charging facility considering driving distance
3. 学会等名 29th European Conference On Operational Research (EURO 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoichi Shimakawa ,Hiroyuki Goto ,Yohei Kakimoto
2. 発表標題 A practical routing model in terms of reliability of arrival time to destination
3. 学会等名 29th European Conference On Operational Research (EURO 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote
2. 発表標題 Location model minimizing the distance between facilities for EV charging stations
3. 学会等名 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tatsuya Komiya, Yoichi Shimakawa,Hiroyuki Goto
2 . 発表標題 A study on a routing problem focusing on freight transportations
3 . 学会等名 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Yohei Kakimoto,Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote
2 . 発表標題 Location model minimizing distances between EV charging stations
3 . 学会等名 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nozomi Yoshimura, Gaku Miyai and Yoichi Shimakawa
2 . 発表標題 Applying a genetic algorithm to a signboard layout problem based on a flow captured location-allocation problem
3 . 学会等名 9th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Hiroyuki Goto,Yohei Kakimoto,Panote Prommas,Yoichi Shimakawa
2 . 発表標題 Reduction in time complexity for computing overlaid traffic flows
3 . 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Yohei Kakimoto, Hiroyuki Goto, Yoichi Shimakawa, Prommas Panote
2. 発表標題 Optimal Facility Location Model for Freight Vehicles to Exploit Buffer Times Efficiently
3. 学会等名 30th European Conference On Operational Research (EURO 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoichi Shimakawa、Hiroyuki Goto、Yohei Kakimoto
2. 発表標題 A practical routing model in terms of reliability of arrival time to destination
3. 学会等名 29th European Conference On Operational Research (国際学会)
4. 発表年 2018年～2019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	五島 洋行  (Goto Hiroyuki)  (00398950)	法政大学・理工学部・教授   (32675)	
研究分担者	宮川 雅至  (Miyagawa Masashi)  (50400627)	山梨大学・大学院総合研究部・准教授   (13501)	

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