

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02255

研究課題名（和文） 隊列走行を活用した都市間物流システムの運用評価モデルの開発と運用効率化方策の検討

研究課題名（英文） Analysis of inter-regional freight transport system using truck platooning technologies

研究代表者

平田 輝満 (Hirata, Terumitsu)

茨城大学・理工学研究科（工学野）・准教授

研究者番号：80450766

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 6,700,000 円

研究成果の概要（和文）：都市間物流へのトラック隊列走行を導入した場合の効果分析や輸送効率向上方策を検討するために、(1)国内外の隊列走行技術の開発動向や実装に関する調査・考察、(2)隊列走行のマッチングポテンシャルを推計する解析モデルおよびマイクロシミュレーションの開発、(3)隊列走行を活用した省力化施策の検討と効果推計、(4)隊列形成拠点の配置最適化モデルの開発、を行った。その後、各モデル・シミュレーションを我が国の都市間道路ネットワークにおけるトラック物流に適用し、隊列走行の各種条件設定（隊列長、車間、隊列形成時間、普及率など）や隊列拠点形成配置などが輸送効率に与える影響を定量的に明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国で深刻な社会課題となっているドライバー不足およびカーボンニュートラルの実現の点で、その両者に貢献するトラック隊列走行について、実際の物流データおよび我が国の都市間道路ネットワークを対象に、隊列走行マッチングポテンシャルを推計する新たな解析モデルおよびシミュレーションモデルを開発したことは、社会的な意義も高く、開発したモデルも、隊列走行はもとより、トラックのマッチング・荷物のマッチングという輸送効率を向上させるための様々な施策検討にも応用可能であり、学術的な意義もある有益な成果が得られたと考えている。

研究成果の概要（英文）：To analyze the effects of introducing truck platooning in inter-city logistics and measures to improve transportation efficiency, this study conducted (1) a survey of the development trends and implementation of truck platooning technologies in Japan and overseas, (2) development of an analytical model and microsimulation to estimate the matching potential of platooning, (3) estimation of labor-saving measures using platooning, and (4) development of a model to optimize the location of platoon formation bases. The models and simulations were then applied to truck logistics on Japan's intercity road network to quantitatively clarify the effects of various conditions of platooning driving (e.g., formation length, distance between vehicles, formation time, penetration rate, etc.) and formation base location on transportation efficiency.

研究分野：土木計画学，交通工学

キーワード：トラック 隊列走行 環境 ドライバー不足 省力化 隊列形成拠点 車両マッチング

1. 研究開始当初の背景

我が国の物資輸送の大部分はトラックが担っている一方で、少子高齢化の進展に伴うトラックドライバーの不足と高齢化が深刻な問題となっている。そこで近年、自動運転技術を活用したトラックの隊列自動走行（以降、「隊列走行」と称する）が注目されている。隊列走行は、その短い車間距離により、燃費向上（空気抵抗減少）とCO₂削減、交通容量増加、また後続車両の無人化を含めた自動運転による省力化といった効果が期待されている。しかしながら、特に重要となる「省力化」への影響を考慮した研究がほとんど存在せず、隊列編成を行うための専用施設の必要性やその配置についても研究が進展していない。さらに、我が国の道路ネットワークと物流特性を加味した隊列走行の影響評価を行った事例もほぼ存在せず、実際に隊列走行を我が国に導入した際の潜在的な効果・社会的便益については全く未知である。

2. 研究の目的

我が国の道路ネットワークを対象にトラック隊列走行の導入効果と運用効率化策の検討を行うため、具体的には以下の点を目的とした。

- (1) 国内外のトラック隊列走行に関する技術検討・実験等に関する調査と普及に向けた課題考察
- (2) 我が国の道路ネットワークを対象とした隊列マッチングポテンシャル推計モデル、ミクロシミュレーションの開発と導入効果・制約条件の影響分析
- (3) トラック隊列走行を活用した省力化施策の検討と効果検証
- (4) 隊列形成施設の配置の最適化モデルの開発と隊列形成ポテンシャル分析

3. 研究の方法

各研究目的に対する研究方法の概要を以下に示す。

- (1) 国内外のトラック隊列走行に関する調査と考察（文献、ヒアリング調査）
- (2) 隊列マッチングポテンシャルに関する解析・シミュレーションモデルの開発と効果分析
実際の都市間物流データ（物流センサス）を活用し、出発時刻調整幅を考慮した時空間上での隊列マッチングポテンシャルの推計モデルを開発し、燃費向上効果を推計した。貨物車プローブデータから高速SA/PAにおける停車・休憩行動を抽出するアルゴリズムを開発し、SA/PA選択特性を把握し、休憩行動を考慮した隊列マッチングの可能性を定量評価した。さらに、トラック隊列走行の導入がドライバーの労働基準や休憩基準に与える影響について考察した上で、東名・名神高速道路を対象に、休憩行動を考慮した隊列車両マッチングのミクロシミュレーションの開発を行った。開発したシミュレーションにより、走行コスト低減効果や駐車混雑の緩和効果などについて定量的に明らかにした。
マッチング時間（費用）や空気抵抗など、隊列走行特有の費用を考慮した費用関数を定式化し、仮想ネットワーク上に適用し、車間距離、マッチング時間などの条件を変化させて運行費用を比較し、単独走行と隊列走行の境界条件に与える影響を分析した。次に、燃料費、人件費、高速道路料金に加え、隊列走行可能なトラックの普及率を含む総運行費用を最小化する混合整数計画問題として定式化し、モデルを東京～大阪間の東名高速道路と名神高速道路に適用し、物流センサスの実データを用いてマッチング成立可能性および費用の変化を考察した。
- (3) 隊列走行を活用した省力化施策として、幹線輸送区間における空車回送と地域間輸送量インバランスを考慮した隊列走行の新たな活用手法を検討し、物流センサスデータによる実際の3日間の輸送量データを想定した際に必要となるトラック数とドライバー数、ドライバーの労働環境（自宅地域での休憩回数）、燃費削減の面から隊列活用の効果を推計した。
- (4) 隊列形成を行う拠点施設の最適配置について分析するための解析モデルについて連続近似モデルをベースに開発し、その上で、離散最適化に基づく施設配置モデルに含まれるハブ施設モデルを定式化し、数理計画ソフトを用いて数値実験を行った。続いて、トラックが隊列形成場所に到着する到着間隔を考えたうえで、人件費と燃料費を統合したコストをまず解析的に定式化を行った上で、プログラムによる数値計算を用いて隊列のマッチングに関する評価を行った。

4. 研究成果

(1) 国内外の先進事例の調査に基づき、高速道路を中心としたトラック隊列走行への対応において普及に向けた対応策について、表1のように考察した。そして、高速道路を中心としたトラック隊列走行への対応において必要となる施設や設備の機能について考察した。

(2) 隊列マッチングポテンシャルに関する解析・シミュレーションモデルの開発と効果分析

隊列走行のマッチングポテンシャル推計のための解析+シミュレーションモデルにより、東北自動車道を対象に実際の物流データを基にしたマッチングポテンシャルと便益推計を行った結果、隊列を組むことが可能なトラック台数は、隊列限界時間長(隊列を組む可能性のある車両間隔)の仮定によって変化するが、実際の出荷時刻を前提にすると3~5割程度の車両数と推計された。また、到着時刻指定の緩和を想定し出荷時刻調整幅を大きくとることができれば、マッチングポテンシャルは最大で6割程度まで向上できる可能性を示した。また、燃費削減効果を簡易に推計した結果、仮定する条件により変化はするが概ね2~8%程度の改善が見込めることが示唆された。3台以上の車両を同時に組成させるロジックを導入した場合には、隊列率がさらに5~30%程度向上し、燃費削減効果も2~5%程度さらに向上する可能性も示しており、また地域間格差を抑えるための出発時刻調整という視点も定量的に示した(図1)。

東名・新東名高速自動車道を対象に複数OD・休憩行動を再現した前後車両を時々刻々とモニタリングして隊列形成のタイミングや形成の有無を意思決定するマイクロシミュレーションにより、マッチング台数(図2)、燃費やドライバーコストの軽減、さらにSA/PAにおける駐車混雑緩和効果について定量的に示した(図3)。

単独走行と隊列走行の輸送費用に関する境界条件は、車両距離の大きさによって変化する。例えば車両距離(s)が49m、OD距離(D)が800km、3台(n)の隊列走行の場合、隊列センターでの待ち時間(tf)が30分以内でなければ隊列走行の比較優位性を確保できない(図4(c))。一方でs=6m、D=800kmの場合、隊列センターでの待ち時間が75分までは隊列走行の比較優位性が確保される(図4(a))。また図には示さないが、隊列走行の比較優位性を最も向上させる条件は後続車両無人化であった。これは後続車両無人化により人件費を大幅に削減可能であることが理由である。また、隊列走行可能なトラックの普及率が上がるほどマッチング費用が減少し、隊列走行による費用削減効果が見込まれることが分かった。特に市場普及率が低い段階(0~50%)では普及率の向上による費用削減効果が高いことが示された。また図5に隊列マッチング成立の時空間的特性を示す。トラックの出発時間分布とインターチェンジ(隊列センター)に応じて隊列マッチング成立可能性が異なることが分かる。時間的には午前と午後に隊列可能性が上昇しており、東京、名古屋、大阪の大都市間のインターチェンジ付近で隊列の成立可能性が上昇している。以上より、これらのインターチェンジ付近に隊列センターの施設整備が望まれることが示唆された。

表1 日本におけるトラック隊列走行の普及に向けた対応策

項目	具体的例
技術層	<ul style="list-style-type: none"> 多様な条件下での実証実験 夜間や気象条件(特に冬季)、騒音条件を考慮 国際標準化の推進 外国製トラック(マニトバ)との隊列走行の実現 車両連信の高速化 5G等の新たな通信技術の導入による高速化・大容量化 隊列ロードレインの開発 隊列走行専用車の開発(先頭車・流線形、後続車:キャビンレス)
法律層	<ul style="list-style-type: none"> SAEレベル4(高度自動運転)に関する法制化 電子牽引の定義の明確化(後続有人:後続車両の運転者の義務、後続無人:道路運送法との整合性など) 貨物運送責任の明確化 隊列走行に関する規制 車両基準、隊列台数規制、車両距離の規定、走行車線、走行区間など
人的要因層	<ul style="list-style-type: none"> 隊列走行のための運転免許(電子牽引免許)の新設 先頭運転手のストレス計測、負担軽減に関する対策 労働条件の明確化(特に休憩時間のとらえ方) 運転免許保有の必要性(緊急時対応のため) 後続運転手のストレス計測(特に短い車間の影響)
経済層	<ul style="list-style-type: none"> ビジネスモデルの確立に向け、トラックメーカーと物流企業、荷主、道路管理など多様な利害関係者を対象とした実証実験 複数物流企業間の情報共有のための運営組織の設立・運営(大手物流企業、公的機関など) 隊列マッチング、運行スケジュール調整、利益配分などの制度設計
社会層	<ul style="list-style-type: none"> 隊列形成施設、隊列専用レーンの設置 緊急時の支援体制(緊急停止、制動不能、乗っ取り対策など) 分・合車支援のための設備の設置 社会的受容性の向上 認知向上、安全性に関する啓蒙

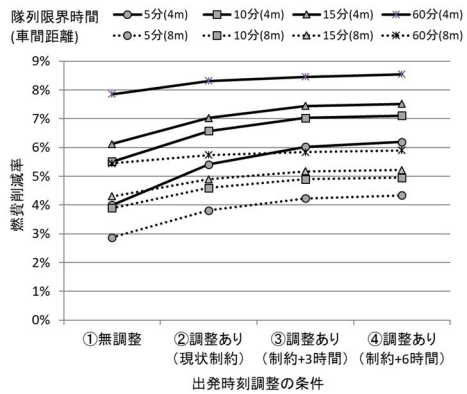


図1 燃費削減率の変化の例

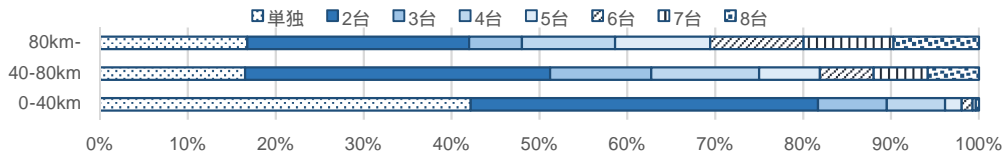


図2 OD距離別の隊列形成車両数の割合(上限8台)

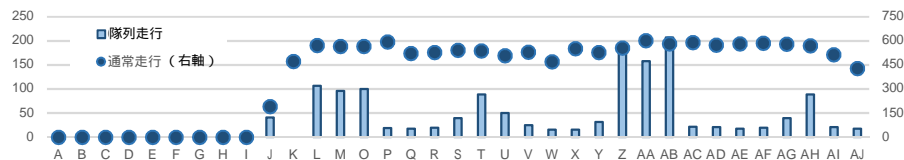


図3 SA/PAにおける休憩時間(台分)の総計(横軸は関西側から並べたSA/PA記号)

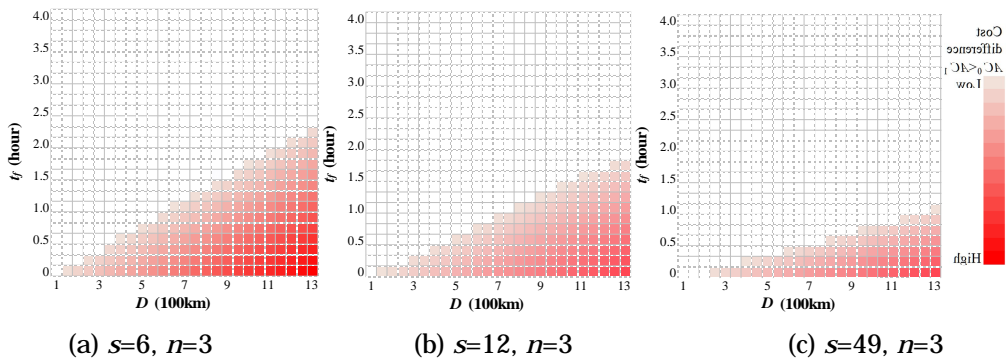


図4 単独走行と隊列走行の費用比較

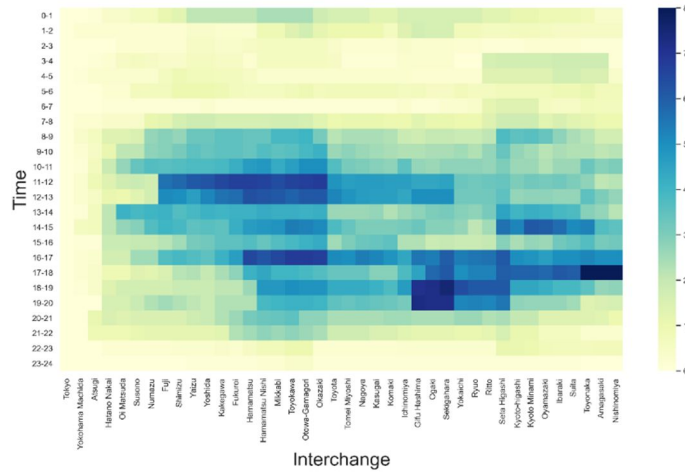


図5 隊列マッチング成立の時空間的特性

(3) 地域間輸送量インバランスを考慮した隊列走行の新たな活用手法の効果分析

地域間輸送量インバランスを物流センサスから分析し、その実態をもとに、隊列走行による車両およびドライバーの早期空車回送施策の効果をシミュレーションした結果、調査対象の3日間で、必要な車両数の大幅な削減(=車両の稼働率の向上)、さらにドライバーの労働環境の一指標として車中泊数の減少(逆にいえば自宅での休息回数の増加)があることを示した(図6)。

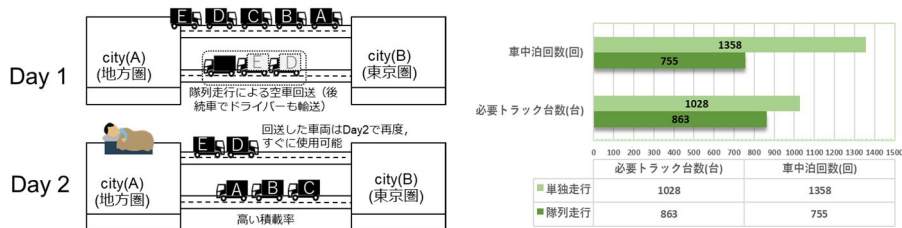


図6 地域間輸送量インバランスを考慮した隊列走行活用のイメージとシミュレーション結果の一例

(4) 隊列形成を行う拠点施設の最適配置についての分析

隊列形成を行う拠点施設の最適配置について分析するための解析モデルについて連続近似モデルをベースに開発した。そして、都市後背圏のサイズと隊列幹線輸送区間長との関係からみた最適な幹線区間長について分析を行い、その特徴と隊列形成拠点施設の最適配置について考察を行った。シナリオI(後続有人隊列)、シナリオII(後続無人隊列)、シナリオIII(完全自動運転)のシナリオを設定し、領域形状比率 x と隊列費用係数による最適立地は図7のように算出することができた。隊列形成施設の立地に関する主な結果として、貨物輸送の2地点間が遠くなる(x が大きくなる)と、シナリオIとIIでは端点立地が最適となる一方、シナリオIIIは中心立地が最適となることが分かった。また、トラックが隊列形成場所に到着する到着間隔を考えたうえで、人件費と燃料費を統合したコストを、まず解析的に定式化により求めること、またプログラムによる数値計算を用いて、隊列のマッチングに関する評価を行った。その結果、図8のように最大隊列構成台数が増加すると、総運用コストが大きく減少するものの、その効果は逡減することが分かった。さらに、隊列形成拠点施設の空間的配置最適化モデルの開発について、離散最適化に基づく施設配置モデルに含まれるハブ施設モデルを定式化し、数理計画ソフトを用

いて小規模な数値実験を行った。その上で、大規模問題に適用可能なものに拡張した上で、日本における大容量化と自動化に関するシナリオに応じた最適配置に関する考察を行った。その結果、図9のように隊列形成拠点施設が増加すると、総輸送コストが大きく減少するものの、その効果は逡減することが分かった。

(5) 成果のまとめ

以上の我が国の都市間道路ネットワークにおける物資流動の実態を考慮した隊列走行の効果分析や運用効率化方策の検討結果から、一定以上の隊列技術搭載トラックの普及率が見込まれ、さらに適切な都市間の拠点到に隊列形成拠点を整備することができれば、燃費改善やドライバー省力化、さらに駐車混雑緩和などの効果も見込める可能性を示した。実際には、Lv4の無人自動運転トラックの社会実装の時期との競合もあり、現実には隊列走行の普及に関しては課題も多い現状であるが、隊列走行技術の導入コストや各道路区間の諸条件から自動運転レベルに制約がかかり、無人自動運転と比して隊列走行技術がコストや技術の面で優位性がある場面があれば、中長期的にも両者の共存の可能性もあると考えられる。

<引用文献>

平田輝満, 阿部柊人: 都市間物流データを活用したトラック隊列走行の車両マッチングポテンシャルの推計～東北自動車道を対象として～, 日本物流学会誌(論文R), 第27号, pp.91-98, 2019.

Terumitsu Hirata, Taiki Fukaya: Potential of Truck Platooning for Transporting Empty Trucks considering Intercity Freight Demand Imbalances, LogForum (Scientific Journal of Logistics), Vol.16, No.3, p.51-61, 2020.

平田輝満, 鍛冶竜馬, 川瀬俊明, 渡部大輔: 休憩行動を考慮したトラック隊列走行マイクロシミュレーションの開発と走行コスト・駐車混雑に関する分析, 日本物流学会誌(論文R), 第30号, 2022.(掲載決定)

渡部大輔: 欧州におけるトラック隊列走行に関する取り組みの現状, 海運経済研究, 54, 1-10, 2020.

Watanabe, D., Kenmochi, T. and Sasa, K.: An Analytical Approach for Facility Location for Truck Platooning-A Case Study of Unmanned Following Truck Platooning System in Japan-, *Logistics*, 5(2), 27, <https://doi.org/10.3390/logistics5020027>, 2021.

渡部大輔: 欧州における大容量貨物車の現状と我が国のダブル連結トラックの普及への示唆, 交通工学論文集, 7(5), 20-27, 2021.

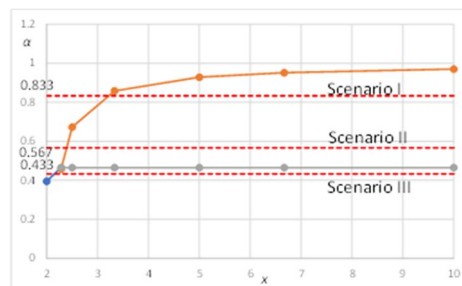


図7 領域形状比率と隊列費用係数による最適立地

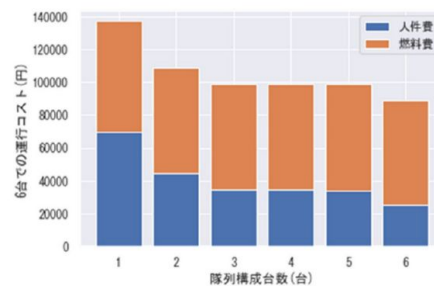


図8 最大隊列構成台数と総運用コスト

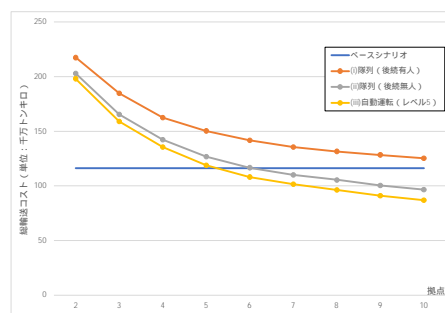


図9 隊列形成拠点施設数と総輸送コスト

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12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 2件）

1. 著者名 平田輝満, 阿部 柊人	4. 巻 27
2. 論文標題 都市間物流データを活用したトラック隊列走行の車両マッチングポテンシャルの推計～東北自動車道を対象として～	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本物流学会誌	6. 最初と最後の頁 91-98
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 竹田 郁海, 平田 輝満, 阿部 柊人	4. 巻 75(5)
2. 論文標題 物流センサを活用したトラック隊列走行の燃費削減効果推計手法に関する研究	5. 発行年 2019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 891-899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.75.l_891	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 平田輝満	4. 巻 63(3)
2. 論文標題 隊列走行と長距離トラック物流	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 高速道路と自動車	6. 最初と最後の頁 13
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 Hirata Terumitsu, Fukaya Taiki	4. 巻 16
2. 論文標題 Potential of truck platooning for transporting empty trucks considering intercity freight demand imbalances	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Logforum	6. 最初と最後の頁 373 ~ 383
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17270/J.LOG.2020.450	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 渡部大輔	4. 巻 54
2. 論文標題 欧州におけるトラック隊列走行に関する取り組みの現状	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 海運経済研究	6. 最初と最後の頁 1-10
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 Watanabe, D., Kenmochi, T. and Sasa, K.	4. 巻 8
2. 論文標題 An Analytical Approach for Facility Location for Truck Platooning-A Case Study of Unmanned Following Truck Platooning System in Japan-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the 8th International Conference on Transportation and Logistics(T-LOG 2020)	6. 最初と最後の頁 1-13
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 平田輝満, 森岡駿介, 山田敏之, 土屋三智久	4. 巻 29
2. 論文標題 プローブデータを活用した長距離トラックの高速道路における休憩行動実態と隊列走行導入効果に関する分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本物流学会誌 (論文R)	6. 最初と最後の頁 125-132
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 Watanabe Daisuke, Kenmochi Takeshi, Sasa Keiju	4. 巻 5(2)
2. 論文標題 An Analytical Approach for Facility Location for Truck Platooning-A Case Study of an Unmanned Following Truck Platooning System in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Logistics	6. 最初と最後の頁 27~27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/logistics5020027	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 平田輝満、鍛冶竜馬、川瀬俊明、渡部大輔	4. 巻 30
2. 論文標題 休憩行動を考慮したトラック隊列走行マイクロシミュレーションの 開発と走行コスト・駐車混雑に関する分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本物流学会誌（論文R）	6. 最初と最後の頁 未定
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 深谷泰己・平田輝満62	4. 巻 62
2. 論文標題 地域間貨物輸送量バランスと空車回送に着目したトラック隊列走行活用手法の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 CDROM
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 平田輝満	4. 巻 71
2. 論文標題 都市間物流におけるトラック隊列走行の導入効果の推計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 物流問題研究（一般論文）	6. 最初と最後の頁 114-125
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 渡部大輔	4. 巻 51
2. 論文標題 地理情報と各種センサーを活用した輸送環境調査	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 TEST（日本試験機工業会）	6. 最初と最後の頁 6-7
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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 鍛冶竜馬, 平田輝満
2. 発表標題 高速道路における隊列走行マイクロシュレーヨンの開発
3. 学会等名 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹田郁海, 平田輝満
2. 発表標題 確率モデルを用いたトラック隊列走行の効果推計手法
3. 学会等名 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe, D
2. 発表標題 Continuous Approximation Model for Facility Location of Truck Platooning
3. 学会等名 66th Annual North American Meetings of the Regional Science Association International (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部大輔
2. 発表標題 トラック隊列走行の現状と今後～欧州における取組みを中心に～
3. 学会等名 日本海運経済学会第53回研究報告会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部大輔
2. 発表標題 連続近似モデルを用いた隊列形成施設配置の評価
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 深谷泰己・平田輝満
2. 発表標題 地域間貨物輸送量バランスと空車回送に着目したトラック隊列走行活用手法の提案
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深谷泰己・平田輝満
2. 発表標題 地域間でのトラック空車回送問題における隊列走行導入効果に関する研究
3. 学会等名 日本物流学会第37回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 戸田麟太郎, 渡部大輔
2. 発表標題 トラック隊列走行における到着間隔を考慮した隊列形成の評価
3. 学会等名 日本オペレーションズリサーチ学会「地域課題解決のOR」研究グループ、都市のORウィンターセミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Watanabe, D., Kenmochi, T., Sasa, K. and Hyodo, T.
2. 発表標題 Current Situations on High Capacity Transport And Truck Platooning in Japan
3. 学会等名 16th International Symposium on Heavy Vehicle Transport and Technology(HVTT16) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Nitsche N. eds. (Watanabe, D., Kenmochi, T. and Sasa, K., Evelyne Tina Kassai, Muhammad Azmat and Sebastian Kummer, Stavros T. Ponis and Orestis K. Efthymiou, Masoud Zafarzadeh, Magnus Wiktorsson and Jannicke Baalsrud Hauge, et al.)	4. 発行年 2021年
2. 出版社 MDPI Books	5. 総ページ数 147
3. 書名 Exploring the Potentials of Automation in Logistics and Supply Chain Management: Paving the Way for Autonomous Supply Chains (An Analytical Approach for Facility Location for Truck Platooning-A Case Study of Unmanned Following Truck Platooning System in Japan-)	

〔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	渡部 大輔 (Watanabe Daisuke) (30435771)	東京海洋大学・学術研究院・准教授 (12614)	
研究分担者	川崎 智也 (Kawawsaki Tomoya) (30705702)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・講師 (12601)	

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