

道路政策の質の向上に資する技術研究開発

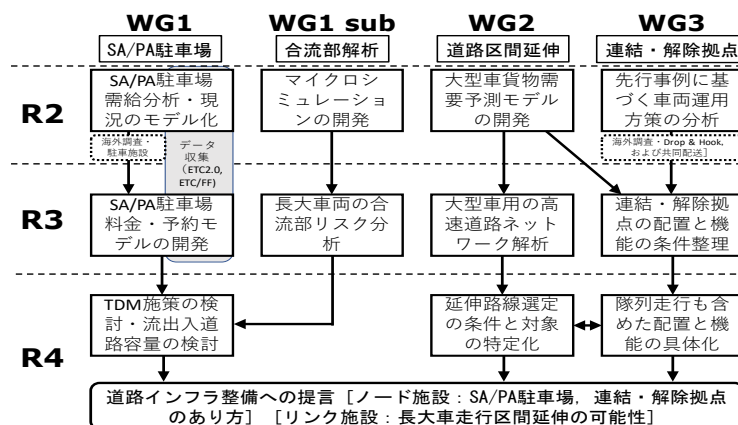
【研究終了報告書】

①研究代表者	氏名 (ふりがな)	所属		役職
	ひょうどう 兵藤 哲朗	東京海洋大学		教授
②研究 テーマ	名称	ダブル連結トラックおよび貨物車隊列走行を 考慮した道路インフラに関する技術研究開発		
	政策 テーマ	[主テーマ] 【領域1】新たな行政シス テムの創造	分科会/ 公募タイプ	タイプ I
		[副テーマ]		
③研究経費 (単位:万円)	令和2年度	令和3年度	令和4年度	総合計
※端数切り捨て。実際の研究期 間に応じて記入欄を合わせる こと	2,002	2,340	1,877	6,219
④研究者氏名	(研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜 追加下さい。所属・役職は※令和5年3月31日現在)			
氏名	所属・役職	氏名	所属・役職	
後藤 孝夫	中央大学教授	渡部 大輔	東京海洋大学教授	
根本 敏則	敬愛大学教授	坂井 孝典	東京海洋大学准教授	
味水 佑毅	流通経済大学教授	西川 洋介	中日本高速道路株式会社・交通技術課	
平田 輝満	茨城大学教授	山本 隆	中日本高速道路株式会社・交通課長	
⑤研究の目的・目標	(提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)			
<p>ダブル連結トラック需要の増大に対応した道路側のインフラ整備が喫緊の課題となっている。短期的にはすでにSA/PAにおける駐車場不足の問題が発生しており、中長期では、一般道も含めた走行区間の延伸や、隊列走行も考慮した連結・解除拠点の規模と配置など、道路インフラが担うべき新しい役割が数多く存在する。</p> <p>そこで本研究は3つのテーマを設定する。WG1ではSA/PA駐車場問題について、実データ（ダブル連結トラック走行実績と、SA/PA駐車場需要）を用いた、需給量の正確な補足と、それに基づくTDM施策を検討する。WG2ではダブル連結トラック走行区間延伸の可能性を、長大車に特化した需要予測およびネットワーク解析から明らかにする。WG3は、隊列走行をも視野に入れた、連結・解除を始めとする道路上の物流空間の規模と配置に関わる定量分析である。分析結果から、今後の関連ロード施設整備の方向性を明らかにする。</p>				

⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

令和2年に予定されていた海外調査がコロナ禍の影響で令和4年に延期されたこと以外は概ね右図の通りに推移した。

1) WG1のETC/FFデータを用いたSA/PAの需要分析からシミュレーターを用いたTDM施策検討までは兵藤・坂井・山本・西川が担当し、予定通りの成果を得た。2) WG1の中の企業アンケートによるダブル連結トラック市場分析、およびドライバーアンケートによるSA/PA混雑



要因の分析は根本・味水・後藤により行われ、十分な知見を得た。渡部主導でドローン操作の外注を必要とする深夜のSA/PAにおける上空からのトラック挙動分析も令和4年度に実行された。3) 令和3年にはWG1の追加分析としてSA/PAのレイアウトがVISSIMにより評価可能であることも兵藤・坂井の成果といえる。4) 平田・根本によるドイツのコンパクトパーキング評価シミュレーターの開発も、海外調査の結果をふまえた、令和4年のWG1の重要な成果であった。5) WG1のsubテーマであった長大車両の合流部解析は、令和2~3年に行われ、強化学習を用いた新規性の高い分析結果はすでに令和5年の土木学会論文集論文として評価されている。6) WG2の道路交通センサスと全国の道路ネットワークデータを組み合わせた、ダブル連結車両の利用区間延伸可能性分析は高度かつ熟練したネットワーク解析技術とハードウェアを必要とするため、外注により対応した。令和4年度には全国配分結果を反映した考察がなされ、外注先を兵藤・山本・西川がサポートする体制であった。7) WG3の連結・解除拠点の最適化計算は渡部・平田が担当し、全国における将来の拠点配置の場所と規模について考察し得た。別途、渡部・根本・平田・兵藤によりダブル連結トラックのみならず、自動運転レベル4トラックの登場もふまえた今後の物流拠点のあり方について提言を行い、令和5年の日本物流学会誌の審査付き論文の掲載が決まっている。

全体を通じて概ね当初の予定通りに進行したが、むしろ実社会の動きが早く、ダブル連結トラックの運行区間の大幅な延伸(令和4年11月)は想定外であったし、城陽市のレベル4対応の民間物流拠点計画の公表(令和4年2月)も本研究のWG3の最終成果に大きな影響を与えた。

⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

令和3年度に行われた「中間評価結果」から指摘事項を引用し、対応状況をまとめる。

1. WG1、2、3 の間の連携によって得られる分析結果を最終年度には是非示して頂きたい。

WG1 (SA/PA) , WG2 (全国道路ネットワーク) , WG3 (物流拠点) とWGごとに対象フィールドが異なるため、「連携」は簡単ではない。しかしWG3の物流拠点の将来の考察では、拠点としてのSA/PAの役割についても考察しており、WG1、WG3の連携を実現することができたと考える。

2. ダブル連結トラックおよび貨物車隊列走行を物流施設とリンクさせる点は興味深い。これらの施策を行う費用と便益の比較が必要である。

ダブル連結トラックや隊列走行を前提とした物流拠点の施設については現時点では構想段階であり、その費用を見積もることはできない。しかし物流拠点が今後の貨物輸送に果たすべき役割については令和4年度のWG3で成果をあげており、それが「便益」考察の一助になると考える。

3. WG2 の走行可能区間・路線を延伸した場合の影響分析については、最短経路探索での比較を行っているが、広域迂回路としての効果も考えられるのではないかと。WG1 の検討で挙げられたダブル連結トラックの課題である「⑤気象変化による通行止め時の対応の実現」にも対応すると思われる。

最短経路探索に加えて令和4年度では全国道路ネットワーク配分結果を用いた、渋滞も加味した分析をWG2で実施した。「広域迂回路」を直接扱ったことにはならないが、より実現性を反映した分析フレームを構築できたと考えます。

4. 今後、ダブル連結トラック、隊列走行を考慮した道路インフラの整備は重要と考えられるため、本研究の社会実装の方法や適用範囲も明確して頂き、実社会で導入可能な施策の提案となるように、研究を加速化して頂きたい。

本研究で検討した社会実装に資する成果としては、1) SA/PAの混雑緩和を定量分析できるSA/PA滞在時間モデル、SA/PA選択モデルを組み合わせたシミュレーターの開発 [WG1令和4年度]、2) SA/PAのレイアウト評価を可能とするVISSIMによるモデル開発 [WG1令和3年度]、3) 長大車の合流部解析のための強化学習モデルの開発 [WG1 sub令和3年度]、4) ドイツのコンパクトパーキング施策評価のためのシミュレーターの開発 [WG1令和4年度]、5) 全国交通量配分に基づいたダブル連結トラック運用区間の妥当性検証、6) 連結・解除拠点の数と場所に関する最適化モデルの開発 [WG3令和3年度]、7) 自動運転も考慮した今後のわが国の物流拠点整備の方向性に関する考察 [WG3令和4年度] などがあげられ、指摘事項に十分対応できた。

⑧研究成果

各WGごとに代表的な成果を紹介する。

[WG1：SA/PA駐車場の実態分析と混雑緩和方策の検討]

まずETC/FFデータの解析を始めて気づいたのが平日深夜の大型車の8時間以上の長時間駐車が、駐車マス時間占有率の半分以上(足柄SA上り)であり、右図の通り、夕方16時頃にSA流入し、朝の5時頃流出する車両が多いことであった。これは着時刻の時間調整と改善基準告示の8時間以上の休息を兼ねた行動である。この図をもとに国土交通省やNEXCOと議論をする機会を持ち得たが、ある程度の問題提起につながったと考えている。

またETC/FFデータにより、東名上り区間の9のSA/PAを選択肢とするSA/PA選択モデルと滞在時間モデルを推定し、それらを用いた1週間17万台弱のマイクロシミュレーションモデルを構築した(図2)。混雑緩和のTDM施策の検討例として、1) マス増加, 2) 駐車時間制限, 3) 車両大型化, 4) 長時間駐車撤廃, 5) 情報提供システム導入効果 などについて定量的な分析がなされた。

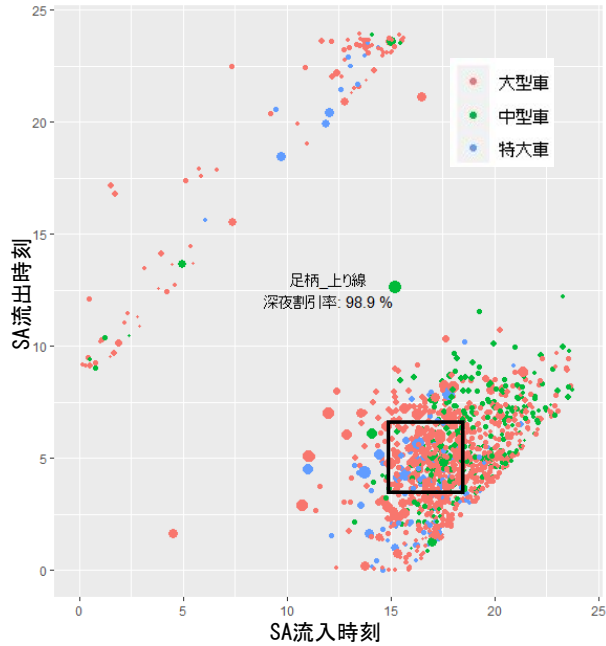


図1 8時間以上駐車SA流入流出時刻

表1 情報提供システム導入効果

SA/PA名	立寄り台数(7日間計)		平均駐車時間長[分]		最大飽和度	
	混雑情報なし	base	混雑情報なし	base	混雑情報なし	②base
港北PA	97	2,924	-2	61	15%	168%
海老名SA	-2,139	14,886	-3	57	-44%	143%
中井PA	-1,426	8,552	-4	63	-34%	154%
鮎沢PA	368	7,692	-18	132	-15%	110%
足柄SA	-2,457	13,984	-6	83	-22%	83%
愛鷹PA	80	5,395	-6	96	-6%	216%
富士川SA	1,903	5,336	-37	238	31%	347%
日本坂PA	503	6,686	-4	107	16%	239%
牧之原SA	3,064	9,596	-17	222	63%	266%

マス増加や情報提供システム導入はSAによりその効果が大きく異なることがわかり、今後の施策展開のヒントとなることが示された。

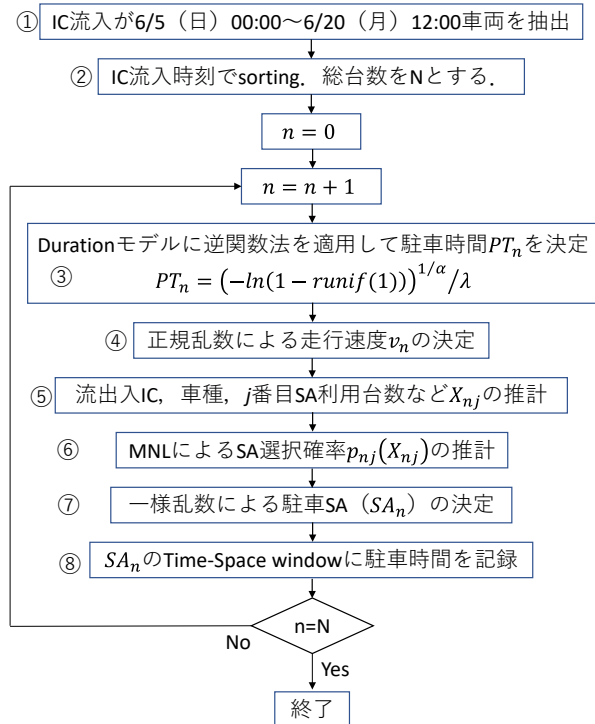


図2 シミュレーションのアルゴリズム

[WG2：ダブル連結トラック運用区間延伸の可能性]

令和3年度のDRMデータとH27道路交通センサスを用いた、大型貨物車の利用経路分析に加え、令和4年度は全国配分結果を反映し、時間価値も仮定することで一般化費用最小の分析もなし得た。分析対象は両年度ともに、総重量20t以上25t未満で、かつ長距離OD（発地と着地が互いに異なる都道府県であり、かつ高速道路を利用してはいるもの）を抽出した。

全国配分に用いたネットワークデータは、Bゾーン数が6,490、ノード数が43,969の北海道と沖縄を除くネットワークである。配分は標準的なBPR関数を用いた確定的利用者均衡である。

最短時間を用いた結果は、ダブル連結トラックや貨物車隊列走行への転換に適さない区間の割合が高いと思われる、一般道を走行するケースが目立った。そのためここでは、最短時間を用いた結果（図3）および、最小一般化費用を用いた結果（図4）をもとに考察を進める。

全体的な傾向は令和3年度のDRMによる解析結果と類似点が多く、九州から関東に至る太平洋ベルト地帯、および関越道・東北道の南部で走行需要が高いといえる結果となった。令和4年11月にダブル連結トラックの走行可能区間として拡充された、関越道、上信越道、北関東道、東関東道、中央道、北陸道、神戸淡路鳴門道、九州道、長崎道等の走行需要が高いことも確認できた。

物理的な制約を考慮せずに、現在通行ができない区間で走行需要が高いと考えられる区間をあげると、中国道、北陸道の黒部IC～長岡JCT間、西名阪道等が候補になると考えられる。また、例えば首都高湾岸線など、東京・大阪・名古屋都市圏内部にも走行需要が高い区間が見られる。このためこうした区間で、通過交通を都市圏内から排除しつつ、都市圏内部の発着ダブル連結トラックを運用することが可能であるとすれば、一定の走行需要や転換のメリットがあると考えられる。

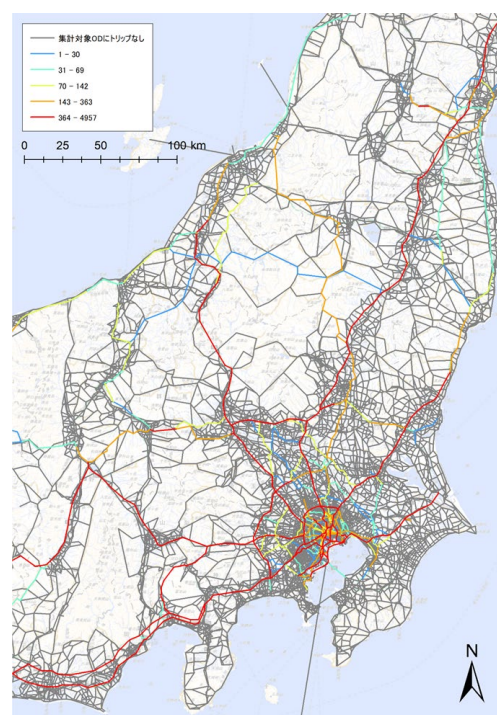


図3 最短時間を用いた結果

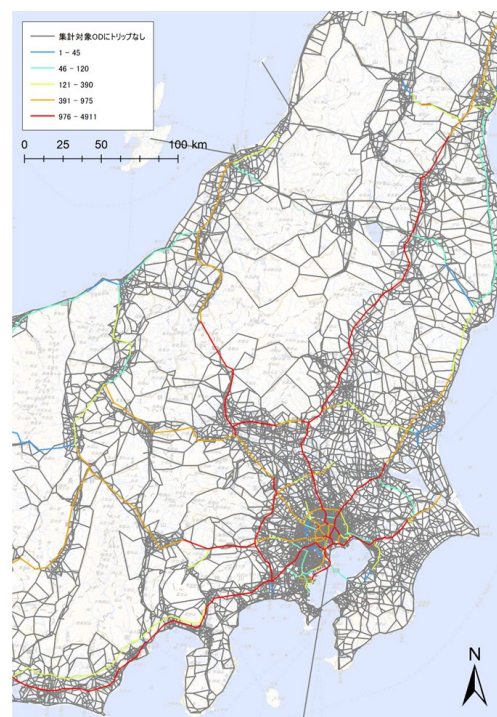


図4 最小一般化費用を用いた結果

[WG3：ダブル連結トラックなど大型車の連結・解除拠点のあり方について]

ダブル連結トラックなどの活用による大ロット化は、必要となる物流拠点の整備と大いに関連している。そこで全国を対象としたマクロレベルでの拠点配置と、都市圏のマイクロレベルの立地の検討結果について紹介する。

(1)最適拠点配置モデルから

p -Median問題とは、各需要点から施設までの総輸送費用を最小とするように、 p 個の施設の配置及び各需要点の施設への割当を決定する問題である。本分析ではH27道路交通センサスの大型車ODを需要として、拠点数を2～10まで変化させた時の最適拠点箇所を明らかにした。10拠点の結果を見ると（図5），拠点数が増加するにつれて、太平洋・瀬戸内海側の交通需要の多い地点に立地が進むことが分かった。

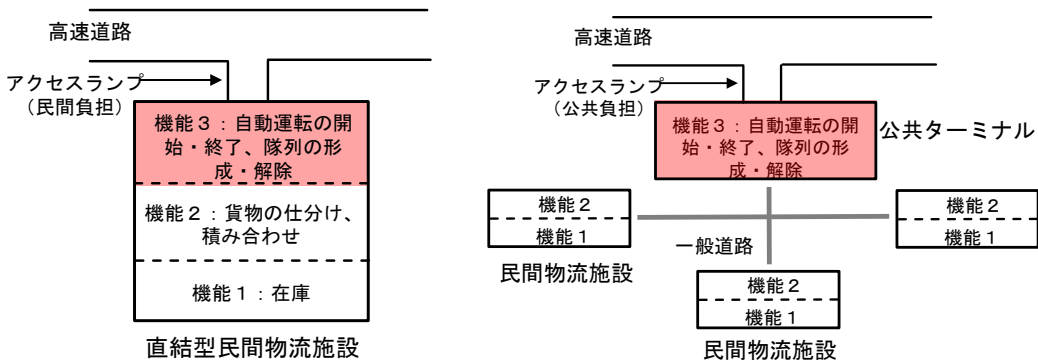


図5 p -Median 問題の解（10 拠点）

(2) 高速道路直結型物流施設の全国展開に向けた整備方針の提案

高速道路の沿道において物流施設を立地する場合、行政と事業者が連携した広域的な物流拠点の計画立案が重要となる。埼玉県では、高速道路の沿道における物流施設の立地に関する各種調整をワンストップで行える行政手続きを実行してきた。このことから、各都道府県において、同様の制度を整備することが望ましいと考えられる。

高速道路直結型物流施設の整備方針については図6のように整理する。まず、図中(i)では、次世代基幹物流施設を想定しており、直結型民間物流施設には3つの機能全てを兼ね揃えており、機能3を担うためには民間負担のアクセスランプで高速道路との直結が不可欠である。一方、機能1と機能2を担う施設が直結するメリットはなく、アクセスランプに関しても投資額に見合う交通量は期待できないことが課題である。このように、現実的には、「アクセスランプは民間負担」の原則と相容れないといえる。物流施設の投資を賄うためには、それなりの利用者数が必要である。そこで、図中(ii)のように各物流拠点の機能分担を行い、公共負担のアクセスランプを整備した上で、機能3を分担する施設は多くの物流事業者が共同で活用する公共ターミナルとして整備することが考えられる。



(i)次世代基幹物流施設の事例

(ii)公共ターミナルの整備による機能分担

図6 高速道路直結型物流施設の整備方針

⑨研究成果の発表状況

【審査付き論文】

- 1) 渡部大輔, アウンソー: 幹線輸送におけるトラック隊列走行を考慮した基幹的な物流拠点の立地最適化に関する基礎的研究, 都市計画論文集, 57(3), 1003-1009, 2022.
- 2) Aung, S. and Watanabe, D.: Optimization of Platoon Formation Center for Truck Platooning Proceedings of the 9th International Conference on Transportation and Logistics (T-LOG 2022), 1-25, 2022.
- 3) 西宮悠生, 渡部大輔, 兵藤哲朗: 回収期間法を用いたダブル連結トラック導入の経済性評価, 日本物流学会誌, 30, 195-202, 2022.
- 4) 渡部大輔, 平田輝満, 兵藤哲朗: 幹線輸送におけるダブル連結トラックを用いた共同輸送の運行形態と物流拠点の整備に関する研究, 日本物流学会誌, 30, 203-210, 2022.
- 5) 山本隆, 宮本宏隆, 馬屋原敦, 竹澤弘平, 森北一光, 伊藤義道: 休憩施設におけるバス駐車マスの利用実態とライジングボラードを活用したバス専用化に関する研究, 交通工学研究論文集 (特集号), 8 巻 2 号, pp.B_15-B_20, 2022
- 6) 東富隆馬, 西崎省伍, 兵藤哲朗, 坂井孝典: 強化学習を用いた長大車の高速道路合流箇所の安全性評価, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 78 巻 5 号, pp.I_809-824, 2023
- 7) 渡部大輔, 平田輝満, 坂井孝典, 根本敏則, 兵藤哲朗: 高速道路におけるトラック隊列走行・自動運転に対応した物流拠点の整備に関する研究, 日本物流学会誌, 31, 2023

【口頭発表論文 (審査なし)】

- 8) 渡部大輔, 平田輝満, 兵藤哲朗: 幹線輸送におけるダブル連結トラックと自動運転・隊列走行の普及に向けた物流拠点の整備に関する研究, 日本物流学会第 38 回全国大会予稿集, 75-78, 2021.
- 9) 西宮悠生, 渡部大輔, 兵藤哲朗: 回収期間法を用いたダブル連結トラック導入の経済性評価, 日本物流学会第 38 回全国大会予稿集, 170-173, 2021.
- 10) Aung, S. and Watanabe, D.: Hub Location Model of Platoon Formation Center for Truck Platooning, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2021 年秋季研究発表会, 2-B-9, 2021.
- 11) 戸田麟太郎, 渡部大輔: トラック隊列走行の運用コストによる最適編成の評価, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2021 年秋季研究発表会, 1-C-6, 2021.
- 12) 山本隆, 宮本宏隆, 馬屋原敦, 竹澤弘平, 森北一光, 伊藤義道: 休憩施設におけるバス駐車マスの利用実態とライジングボラードを活用したバス専用化に関する研究, 交通工学研究発表会論文集, 41, pp.579-B_584, 2021
- 13) Yuki Misui, Takao Goto, Toshinori Nemoto, Tetsuro Hyodo, Tomo Kagabu, Transportation Demand Management (TDM) of Large Vehicle parking spaces in expressway rest areas: Evidence from Japan, 16th REAAA Conference, 2021 年 9 月
- 14) 味水佑毅, 後藤孝夫, 根本敏則, 利部智: 長距離トラック輸送の大型化の阻害要因～特積運送を例として～, 日本物流学会誌, 29 号, pp.165-172, 2021 年 6 月
- 15) 小西優樹, 有賀なつほ, 坂井孝典, 兵藤哲朗: 高速道路 SA/PA 駐車場デザイン評価

のためのマイクロシミュレーション分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.65 (CD-ROM), 2022年6月

- 16) 東富隆馬, 西崎省伍, 兵藤哲朗, 坂井孝典: 強化学習を用いた長大車の高速道路合流箇所安全性評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.65 (CD-ROM), 2022年6月
 - 17) 渡部大輔, 平田輝満, 坂井孝典, 根本敏則, 兵藤哲朗: 高速道路におけるトラック隊列走行・自動運転に対応した物流拠点の整備に関する研究, 日本物流学会第38回全国大会予稿集, 25-28, 2022.
 - 18) 西宮悠生, 渡部大輔, 兵藤哲朗: 高速道路におけるダブル連結トラックの運行データの解析, 日本物流学会第38回全国大会予稿集, 129-132, 2022.
 - 19) 根本敏則, 味水佑毅, 小澤茂樹, 稲庭暢: 欧州インターモーダル物流拠点デュイスブルク港の課題『日本物流学会誌』, 31号, 2022年6月
 - 20) 味水佑毅, 渡部大輔, 後藤孝夫, 根本敏則, 利部智: ダブル連結トラックを用いた自動車部品輸送における幹線輸送の効率化, 『日本物流学会誌』, 30号, pp.311-318, 2022年6月
 - 21) 藤博敏, 根本敏則, 高野茂幸, 堰向直彦: 東京・福岡間宅配貨物輸送手段の労働生産性・CO₂排出量の比較, 日本海運経済学会全国大会, 福岡大学, 2022年10月
 - 22) Yuki Misui, Toshinori Nemoto, Takao Goto, Tomo Kagabu, “Demand analysis of large-truck parking at expressway rest areas in Japan”, ITS World Congress 2022 Conference Proceedings, 2022, Nov
- 【論評などその他】
- 23) 兵藤哲朗: 長大ダブル連結トラックへの期待と課題, 物流問題研究, 71号, pp.65-68, 2021年11月, 流通経済大学
 - 24) 兵藤哲朗: ダブル連結トラックなど長大トラック普及が抱える課題, 道路建設, No.795, pp.28-31, 2023年11月号
 - 25) 花田大輝, 上水一路, 山本隆: 休憩施設における大型車駐車エリアの混雑対策の取り組み, 交通工学, Vol.58 No.1, pp.44-47, 2023
 - 26) 山本隆: 物流インフラの拡充の意義と課題ー高速道路のSA・PAに今後求められる計画論ー, 計画行政, 46巻3号, 2023
 - 27) 根本敏則: 物流構造改革による「担い手にやさしい物流」の実現, 商工ジャーナル, 第39巻, 第2号, pp.14-17, 2023

⑩研究成果の社会への情報発信

⑨で報告した学術論文や論考など以外の研究成果の情報発信は手掛けていない。なお、日本交通政策研究会の「日交研研究双書」で、本研究成果を中心とした書籍を出版することは、同研究会の理事会で決定済みである。現時点では書籍名は「トラック輸送イノベーションが解決する物流危機」であり、令和5年度内の出版と、それに合わせた公開セミナーの開催が決まっている。

⑪研究の今後の課題・展望等

ダブル連結トラックは毎年着実に台数を増やしており、本研究で提示した多くの課題が次々と顕在化する可能性がある。1) まずWG1で検討したSA/PAの混雑緩和施策は本研究で開発したシミュレーターをさらに高度化して、分析精度を向上させる必要がある。そのためにはETC/FFデータの取得範囲の拡大が望まれる。2) ドイツのコンパクトパーキングの評価シミュレーターも今後のSA/PAレイアウトの検討に役立ち得る。3) 強化学習を用いた合流部の安全性評価モデルは、政府目標である「高速道路でのレベル4自動運転トラックの実現（2025年度以降）」において自動運転の合流挙動の妥当性検証の一つの選択肢として機能し得るだろう。4) VISSIMによる足柄上りSAのレイアウト検証については、今後、より多くのSA/PAにおける検討と同モデルの精度検証が不可欠である。5) ダブル連結トラックの運行区間延伸可能性分析は、現実世界に追い抜かれた感も否めないが、本研究成果が指摘するmissing linkも存在しており、今後の延伸可能性の議論の題材足り得るだろう。6) 連結・解除の物流拠点配置問題は、2024年問題を前に、同様の構想を民間の物流事業者（S社）が展開しているのを目の当たりにする機会を得たが、本研究成果と類似した結果であったことから同業他社でも本モデルの利用機会があると思われる。7) 物流拠点整備のあり方に関する課題は、研究当初は予定していなかったテーマである。しかし城陽市のレベル4対応物流拠点構想（令和4年2月）や、「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト（RoAD to the L4）」の発足などにより、本研究で着目した物流拠点におけるサービス提供の方策や、自治体をも巻き込んだ政策立案と実行の道筋に一定の知見を示すことには大きな意義があったと考える。

⑫研究成果の道路行政への反映

令和2年度に行ったETC/FFデータを用いた実態分析結果は、道路局やNEXCOなど道路行政関係者に紹介を行い、問題意識の共有を図ってきた。その成果であるかどうかは必ずしも明確でないが、令和4年度に、本研究組織メンバーである兵藤・根本を委員とする2つの検討委員会が立ち上がった（「高速道路SA・PAにおける利便性向上に関する検討会」（独法）日本高速道路保有・債務返済機構、「高速道路等における大型車長時間駐車対策に関する調査研究委員会」（公財）高速道路調査会）。共に今後のダブル連結トラックなど長大車の普及も視野に捉えた議論がなされており、本研究成果も貢献できていると自負している。

また本研究における企業アンケートなどからは、ダブル連結トラック普及の制約条件についても整理をすることができた。物流事業者の営業所の空間的な限界や、ダブル連結トラック車両製作社の供給能力に上限があることから、ダブル連結トラックは指数関数的ではなく、一定の割合で増加することが分かったが、これは道路行政の前提条件として重要な情報となり得るだろう。

本研究開始当時には俎上になかったのが、「物流拠点整備のあり方」に関する考察である。令和4年2月に民間不動産事業者が城陽市における、高速道路IC直結型の自動運転レベ

ル4対応の物流施設建設を公表した。本研究では連結・解除対応の物流拠点配置については最適化計算を通じた、全国を対象とした適切な配置・数について分析済みであったが、その物流拠点の「あり方」について議論が不十分であった。令和4年度に関連事業者や自治体などへのヒアリングを重ね、関連法についても調査を行い、自動運転レベル4も視野に捉えた今後の高速道路直結型の物流施設に関する課題を取りまとめることができたのは、これからの道路施策にとり有意義であると考えている（詳細は研究成果の「渡部大輔，平田輝満，坂井孝典，根本敏則，兵藤哲朗：高速道路におけるトラック隊列走行・自動運転に対応した物流拠点の整備に関する研究，日本物流学会誌，31，2023（掲載決定済み）」に詳しい）。

以上をふまえ、道路行政への提言を以下にまとめる。

- 1) **ダブル連結トラックの市場動向**：WG1で分析した通り、ダブル連結トラックは特積業者を中心にまだまだ高い潜在需要を有している。車両の供給能力も見定めながら、今後の動向を継続して見定める必要が高い。
- 2) **SA/PA混雑緩和方策**：長大車の深夜休憩スペース確保のためにも、本研究で明らかにした平日深夜のトラック長時間駐車車両対策は必須である。開発したTDM施策シミュレーターやレイアウト評価の可能性を示したVISSIMの活用など、最新の技術を駆使したインフラ整備策の検討が望まれる。
- 3) **ダブル連結トラック運用区間の分析**：今後は幹線のみならず、枝線への運用区間の延伸が期待される。最新の道路交通センサスも用いて、本研究で試みた全国道路ネットワーク配分に基づいた運用区間の解析が不可欠と思われる。
- 4) **連結・解除の拠点配置**：拠点配置のニーズについては本研究のWG3で明らかにしたとおりであるが、その拠点が有すべき機能や施設整備に関する公共の役割について、これからのレベル4自動運転も考慮した道路インフラ整備のあり方について議論が展開されるべきである。

⑬自己評価

【研究成果の達成度と展望】概ね当初の予定通りで研究成果を得ることができた。本研究における代表的な分析はETC/FFデータに依存しているが、2020年度がまさに同データを大規模に利用できる最初の年度であり、道路交通データのDX化が本研究を支えたといえる。当初は予定せずに、新たな技術創出などで加わった成果も存在するが、一つはVISSIMを用いたSA/PAレイアウト評価であり、もう一つはドローンを用いた深夜混雑時間帯のSA/PA駐車実態の把握だろう。いずれも今後の適用可能性が高いことから引き続きの検討が望まれる。

全体を通じて、本研究で検討した方法論はいずれも陳腐化することなく、データの拡充や計算機能力の向上などにより、より一層の社会実装範囲の拡大が期待できる。むしろ今

後の展望の留意点は現実世界の動きが急であることだろう。例えば、ダブル連結トラックの運行区間が大幅に延伸されたり（令和4年11月）、民間不動産事業者による自動運転レベル4対応の物流施設建設の公表（令和4年2月）、本研究でも分析対象であった連結・解除拠点未整備に起因する（と思われる）トラック隊列走行の商用化未実現など、その度に本研究メンバーによる研究の方向性に関する密な議論を必要とした。自動運転レベル4など、日々状況が変化する分野でもあり、今後の展望について絶え間ない情報交換が不可欠である。

【道路政策の質の向上への寄与】2016年度から始まった「全長25mのダブル連結トラック」施策に対して道路政策として何が必要となるかを提示することが本研究の最終目的であった。研究開始の2020年度からダブル連結車両は順調に増加しており、多くの物流事業者が2024年問題への対応策の一つとして同車両の導入を進めている。これに対して、⑫でも記した通り、SA/PAの今後の施設整備や新しい施策のあり方に本研究は一定の貢献をすることができたと思われる。また、高速道路における自動運転レベル4の実現を前に、物流拠点のあり方について提言を行うことができたことも今後の道路政策への貢献と考えている。

【研究費の投資価値】今後も普及が進むであろうETC/FFデータを用いた解析手法を提案し、それに基づいたSA/PA混雑緩和施策の定量分析モデルを提示し得たことは十二分に投資価値があったと思われる。物流拠点のあり方に関する提言については現段階では「投資価値」を計測することは困難であるが、将来の効率的な物流拠点配置について貢献することができたと考える。