

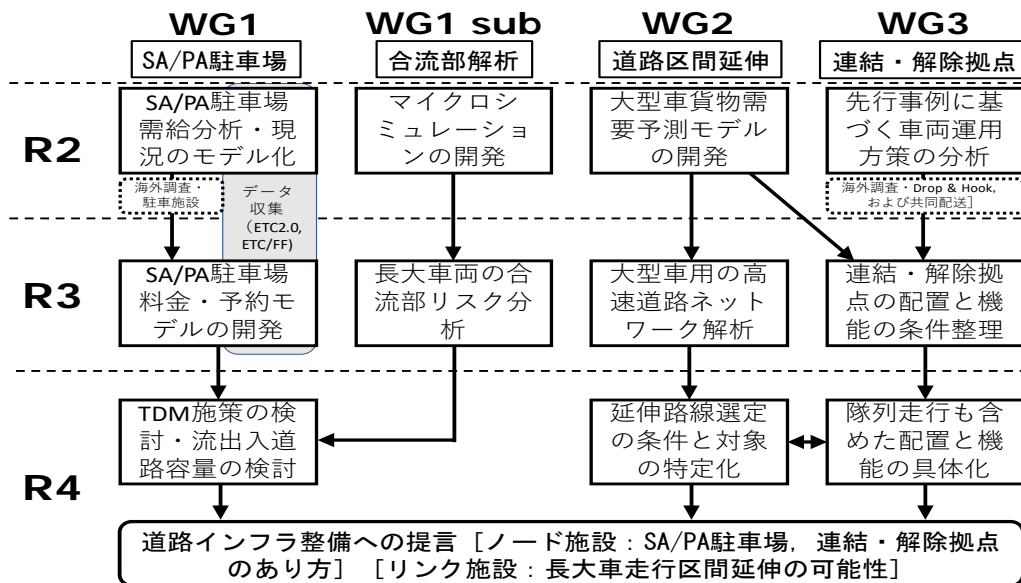
ダブル連結トラックおよび貨物車隊列走行を考慮した 道路インフラに関する技術研究開発

研究の背景と目的

- ◆ダブル連結トラックの走行区間の拡充
→SA/PAにおける駐車場不足
- ◆ダブル連結トラック需要の増大
→一般道も含めた走行区間の延伸
- ◆将来の隊列走行の商用化
→隊列走行も含んだ連結解除拠点の規模と配置

研究メンバー

兵藤 哲朗・東京海洋大学	後藤 孝夫・中央大学
根本 敏則・敬愛大学	平田 輝満・茨城大学
味水 佑毅・流通経済大学	森北 一光・中日本高速道路
山本 隆・中日本高速道路	渡部 大輔・東京海洋大学



WG1：ダブル連結トラックを考慮したSA/PA駐車スペースのTDM施策

1)ダブル連結トラック市場の見通し(企業ヒアリング)

[概要]事業者団体1団体、ダブル連結トラックの導入が期待される主な物流事業者9社にインタビュー調査を実施

[知見]全体として、事業者のダブル連結トラックの導入意欲低要因が2種類存在することが分かった

- ①ダブル連結トラック固有の要因: 物流拠点の規模、気象障害等への対応の困難さ等
- ②トラック大型化にかかわる要因: 運行ごとの荷量の規模、荷量(上り、下り)の偏り、協力会社への依存、荷主の立地等
→新たな研究課題として、トラック大型化の阻害要因の明確化とトラック大型化の促進策の検討を導き、分析を実施予定

2)ダブル連結トラックの実態把握

ETC2.0データにより、ダブル連結トラックを運用する物流会社の運行パターンを把握した。代表的なパターンは以下の通り。

- ①神奈川県ー大阪府: 共に夕刻発と、深夜発の2パターンが存在し、豊橋PA(下り線)で、中継輸送。東名・新東名の並行区間を利用した運用。
- ②神奈川県内ー福岡県: 夕刻発と、深夜発の2パターンがあり、発着間で大阪府内センターに立ち寄るパターン有無に分類される。前者については静岡県、兵庫県、広島県内のSA/PAで運転手交代。

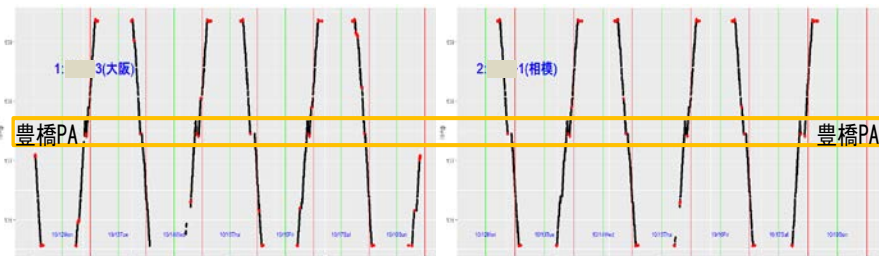


図1 神奈川県ー大阪府間を2台のダブル連結トラックで中継輸送を実現するダイアグラム

3)ETC/FFデータによるSA駐車場の問題点の把握

ETC/FFのパイロットデータ(対象区間の全SAデータは2021年度に整備完了予定)を用いて、SA駐車場の利用特性を把握。図2は足柄上り線の2019年12月の一週間の例。深夜の大型車駐車車両の6割以上が8時間以上駐車車両であることを確認し、問題の把握を行った。

図3は、同SAの8時間以上駐車車両のSA流入時刻(横軸)、SA流出時刻(縦軸)であり、利用が多いのは、夕刻流入、早朝流出で、近傍のICから路外に出ていることから、着荷主への到着時刻調整と深夜割引が長時間駐車の原因であることが推察された。

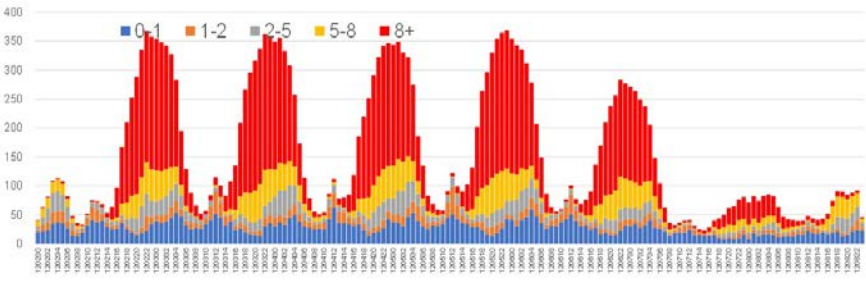


図2 足柄SA上り線における2019年12月の一週間の大型駐車車両数の推移

4) TDM施策導入を前提とした需給分析と施策のあり方

[空間的平準化の検討]

①同一休憩施設内: 兼用マス(大型車1台または小型車2台が利用できる駐車マス)の設置(小型車用駐車マスからの転換)の有効性が示唆された(図4)。ただし、兼用マスの設置により小型車の駐車可能台数が減少するほか(兼用マス面積: 小型車用駐車マスの3.38台分)、物理的な構造、安全、中型車台数などを考慮した分析の精緻化が必要。

②近隣休憩施設間: 近隣休憩施設間で、同一時間帯の利用率に大きな差異はないため、効果は相対的に小さいが、満空情報の提供を通じて混雑状況を平準化することにより、緊急時の休憩施設利用がより容易になると考えられる。

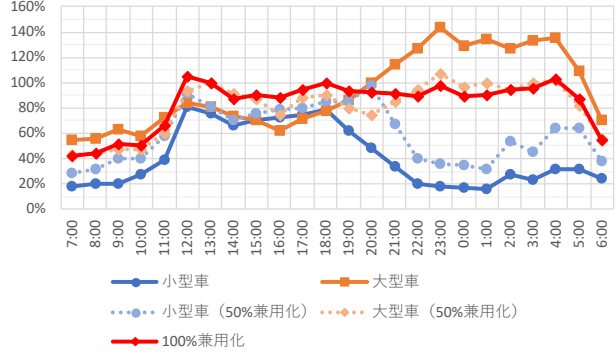


図4 休憩施設ごとの時間帯ごとの利用率(海老名SA)

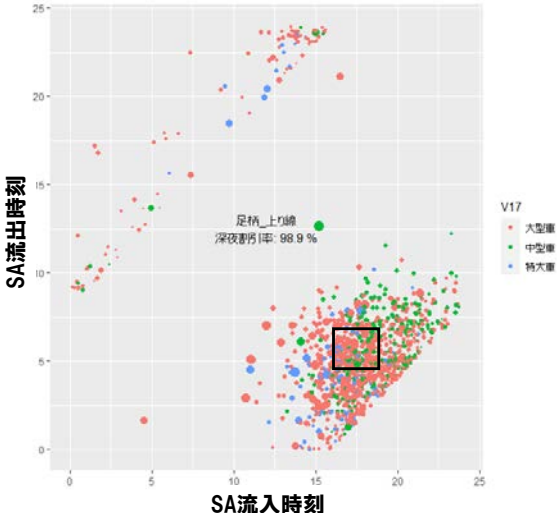


図3 8時間以上駐車車両のSA流入時刻(横軸)と流出時刻(縦軸)の関係

WG1 sub : 長大車両の走行条件の運用方策の検討

強化学習を用いた合流部分のシミュレーション解析モデルの開発

高速道路合流部の挙動解析を行うため、強化学習を適用した。具体的には、Google Colaboratoryにおいて、OpenAIが提供している強化学習用のツールキットである OpenAI Gymとその実装セットである Stable Baselinesを用いてシミュレーションの環境作成、強化学習を行った。今回は訓練する総エピソード数を約300万回とし、その中で複数の環境を順に学習させた。図5は本モデルを用いた走行第1車線の交通量に対する合流成功確率の感度分析結果であり、妥当な挙動が再現されたことを確認できた。

表1 強化学習環境の概要

用語	カスタム環境
エージェント	合流する車(ダブル連結トラック、隊列走行車)
環境	高速道路合流部
行動	加速度(-2m/s ² ~2m/s ²)、車線変更の有無
状態	エージェントのx位置が0以上か、エージェントのy位置
	直前に流入スペースがあるか、1つ先に流入スペースがあるか
	エージェントの速度、エージェントと合流車線走行車との相対速度
報酬	直前の車との距離、直後の車との距離
	合流成否、衝突、車間距離、不可侵領域への侵入、スピード制限違反

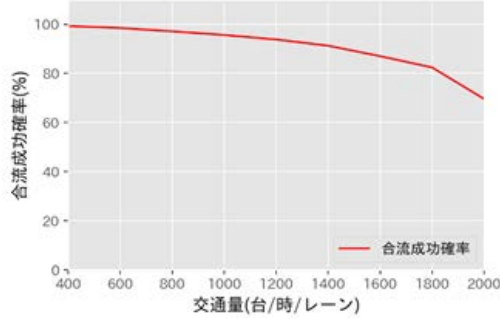


図5 交通量の変化による合流成功確率の変化

WG2：ダブル連結トラックの需要量市場分析にもとづく対象道路区間延伸の検討

1) 道路交通センサスを用いた大型貨物車のトリップ特性分析

- H27道路交通センサス起終点調査データを用いて、大型貨物車(車両総重量11t以上等)を対象に車両総重量別にトリップ数、ジャーニー数、台キロを集計してトリップ特性を分析した(表2)。
- 車両総重量20-25tの車両が、大型貨物車の4割程度を占めていることを確認した。
- 総重量20-25tの貨物車の平均トリップ長は約90km、平均ジャーニー長は約430kmである。

表2 貨物車の重量別トリップ・台キロ・平均ジャーニー長および構成率

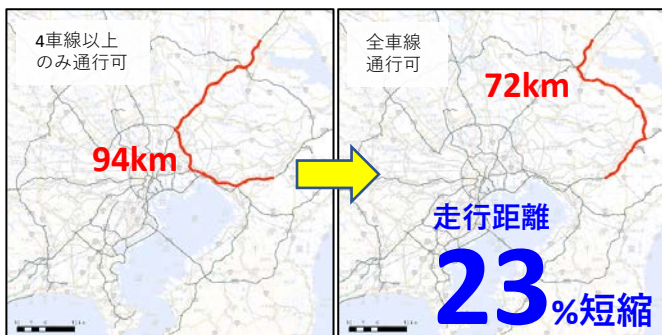
	トリップ数(トリップ)	トリップ構成率(%)	ジャーニー数(ジャーニー)	ジャーニー構成率(%)	台キロ(千台キロ)	台キロ構成率(%)	1トリップあたりの平均トリップ長(km)	1ジャーニーあたりの平均ジャーニー長(km)
車両総重量50t以上	41,536	2%	10,970	2.8%	3,538	2.6%	85.5	322.6
車両総重量45t以上～50t未満	118,707	6%	26,894	6.8%	7,701	5.7%	64.9	286.3
車両総重量40t以上～45t未満	6,705	0%	1,298	0.3%	467	0.3%	69.7	360.0
車両総重量35t以上～40t未満	140,186	7%	29,785	7.6%	10,197	7.6%	72.7	342.3
車両総重量30t以上～35t未満	276	0%	72	0.0%	39	0.0%	142.6	546.5
車両総重量25t以上～30t未満	70,466	4%	15,069	3.8%	7,914	5.9%	112.4	525.2
車両総重量20t以上～25t未満	836,409	42%	179,540	45.5%	76,743	57.0%	91.8	427.4
車両総重量15t以上～20t未満	498,175	25%	74,256	18.8%	16,393	12.2%	32.9	220.8
上記以外の大型貨物車※1	263,058	13%	56,478	14.3%	11,743	8.7%	44.6	207.9
大型貨物車計※2	1,975,518	100%	394,362	100.0%	134,735	100.0%	68.2	341.7
<参考>貨物車計	13,912,827	-	3,421,187	-	351,997	-	25.3	102.9

※1車両総重量11t以上or最大積載量6.5t以上 ※2普通貨物車のうち大型自動車の区分に該当するもの

3) DRMを用いたダブル連結トラック走行のネットワーク解析

- 圏央道周辺のトリップ数の多いIC区間において、ダブル連結トラックが走行可能な区間を広げた場合に、走行経路や走行距離等がどう変化するか、試行的に解析した。
- 図7の例では、圏央道が4車線化されて通行可能となることで走行距離の短縮がみられる。

- 今後、より多くの区間を対象として、所要時間への影響などの解析等に進むことを検討している。



2) 道路交通センサスを用いたダブル連結トラック潜在需要の分析

- 以下の品目の多くの貨物が容積勝ちであると考えられ、容積がより大きい荷室の貨物車の利用を求める可能性があると思定される。
 - 野菜/果物、その他農産品、機械、繊維工業品、日用品、輸送用容器、取り合わせ品
- そこで、高速道路利用をする総重量20t超の貨物車トリップのうち上記の品目を輸送する貨物車のトリップキロを、H17道路交通センサスを用いて分析した(表3)。
- 総重量20t超の貨物車交通量の約1割が容積勝ちと想定される品目を輸送していることが判明し、このような貨物車がダブル連結トラックに転換する可能性があると思定される。
- ダブル連結トラックの利用可能性がある貨物車交通の抽出方法とし

「容積勝ち貨物+現状で連結車を利用+ターミナル間輸送」などの条件を設定して分析を進めることを検討(図6)している。

表3 ダブル連結トラックを利用する可能性がある高速道路トリップ

容積勝ち(想定)の品目	推定総重量	
	20～25t	25t超(連結車を想定)
空車を除くトリップキロ	70,894	20,439
トリップキロ	10,228	1,774
トリップキロ構成比	14.4%	8.7%
		13.1%

注) トリップキロの単位は 千台キロ, H17センサスデータOD表より集計

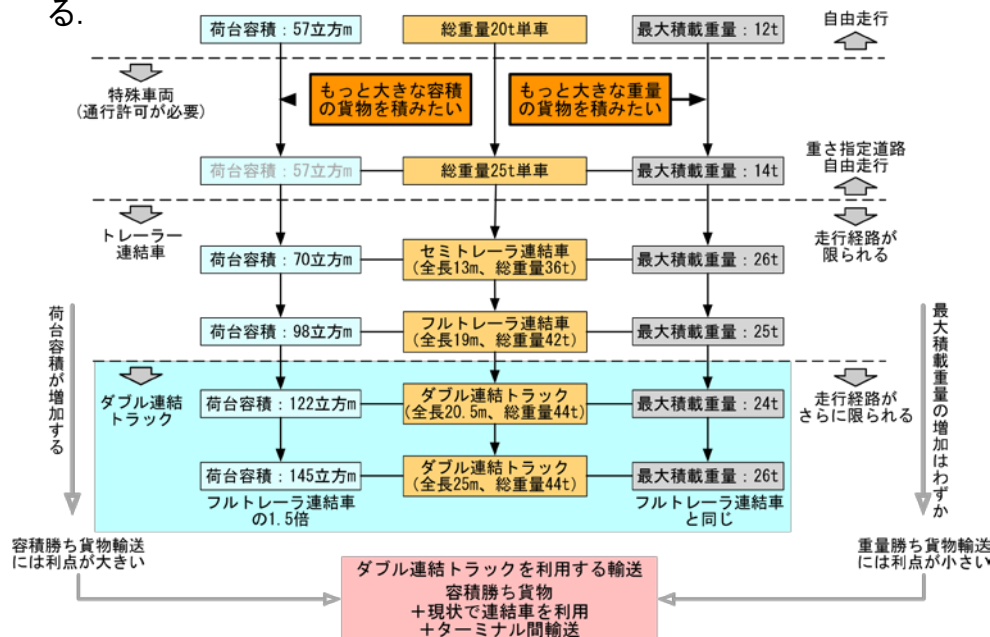


図6 ダブル連結トラックの利用可能性がある車両と交通量の抽出方法案

WG3：連結・解除スペースの拠点配置と機能に関する分析

1) 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

・連結・解除拠点配置に関する最適化モデル(2021年度)の検討の際に、ダブル連結トラックの有望な輸送区間を選定する必要がある。そこで本年度は、大型車貨物需要予測の一環として、物流事業者によるダブル連結トラック(図8:3種類)の導入に関する経済性評価を行った。

・国土交通省「ダブル連結トラック実験最終報告書」(2018年)で検討に対して、高速通行料金を考慮したより現実的なモデル(図9)を構築することで、従来のトラック(12m単車)とダブル連結トラックの導入に対する人件費や運転区間などを設定した場合の経済性評価を行うことが可能となった。

[シナリオ分析結果(図9):厚木～関西間、人件費:1,739円/時、割引率:4%]

・21mフルトレ/25mフルトレへの投資回収に約6年程度必要となり、車両使用期間の平均(13年)を大幅に下回る結果となった。

・今後のドライバー不足による影響を考慮した人件費の上昇により、回収期間はほぼ比例的に短縮することが明らかになった。

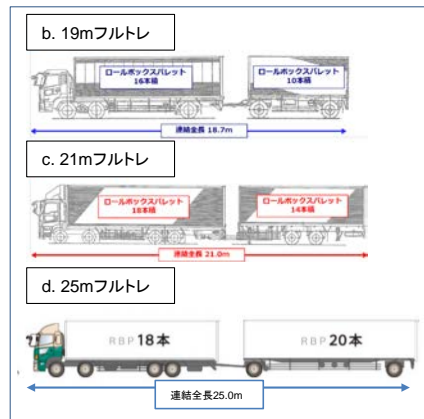


図8 分析対象とする車種

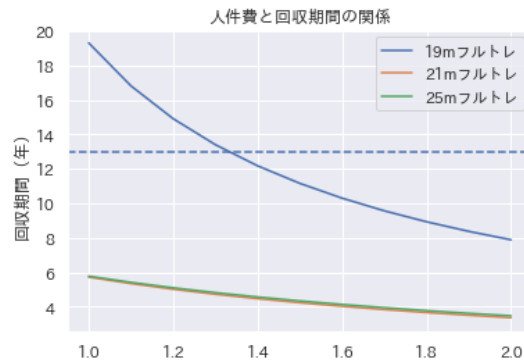


図10 人件費上昇に伴う回収期間の変化(厚木～関西間) 人件費(倍)

変数
i:出発地
j:到着地
d:距離
N:年間運行日数
l:時間給
w:所要時間(*b*:休憩時間)
H:高速道路料金
fuel_cost:1L燃料価格

車両に関する条件
f:燃費
I:車両購入費
U:積載量

$$R_{i,j}: \text{ランニングコスト}$$

$$\text{人件費 } L_{i,j} = l * (w_{i,j} + b)$$

$$\text{燃料費 } F_{i,j} = \frac{d_{i,j}}{f} * \text{fuel_cost}$$

$$R_{i,j} = \frac{(L_{i,j} + F_{i,j} + H_{i,j})N}{U}$$

y_{i,j}:累積CF
R':12m単車のランニングコスト
r:割引率
t:期間

$$y_{i,j} = \sum_{t=1}^{13} \frac{R_{i,j} - R'_{i,j}}{(1+r)^t} - I$$

t₀:回収期間
 $V = R_{i,j} - R'_{i,j}$

$$t_0 = \log\left(\frac{1}{1+r}\right) (1 - r \frac{I}{V})$$

図9 経済性評価モデルの概要



図11 ダブル連結トラックの共同輸送に関する現地調査(撮影:兵藤)

2) 連結・解除スペースに必要な機能並びに共同輸送の可能性の検討

[国内における先進事例の現地調査]

・ダブル連結トラックの共同輸送に関する現地調査(図11):大手荷主・物流事業者・トラックメーカー(厚木～西宮)により、貨物混載(前後+上下)による積載効率(重量・容積)の最大化が行われていた。
 ・共同輸送における連結・解除スペースにおける機能:クロスドック機能(荷室有効活用のための積み付け最適化)についても検討する必要性が高いことが明らかになった。

[ドイツ:高速道路における大型車両駐車場管理]→WG1とも関連

1. 夜間駐車場需要全国調査(2008/2013/2018年)

・調査主体:ドイツ連邦道路交通研究所(BAST)

・結果概要:①駐車場の新設をしているものの改善が進まない。②地域的な偏りが見られる。

2. 連邦運輸デジタルインフラ省(BMVI)による取り組み

・テレマティクスシステムによる容量使用率の向上:Compact parking pilot(図12)など実証実験

※コロナ禍による海外における現地調査の実施が困難→大型車政策に関する文献調査(欧州・豪州)を中心に実施



図12 Compact parking実証実験(出典:BAST)