

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01555

研究課題名（和文）道路管理者・運転者・事業者の視点に基づくダブル連結トラック導入効果の研究

研究課題名（英文）Study on Heaver and Longer Truck Effects from Viewpoints of Infrastructure, Driver and Freight Company

研究代表者

兵藤 哲朗（HYODO, TETSURO）

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：40218748

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,000,000円

研究成果の概要（和文）：着々と導入が進むダブル連結トラックに着目し、実データとして、GPS、加速度計、ドライバーの心拍計からなる実績を得ることができた。そのデータを駆使して、例えば高速道路よりは一般道でドライバーのストレスが高くなることや、運送業者の荷物の積み込み方で大きく振動（加速）特性が異なることなども把握することができた。また、多くの関係者（運送業者、ダブル連結トラックのボディ製造メーカー、中日本高速道路株式会社など）へのヒアリングを通じて現状および今後の課題を展望することもできた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今後も台数が増加することが間違いないダブル連結トラックについて、ドライバーのストレス、車体の振動、高速道路の線形などとの関連性について、実データを用いて分析することができた。特に、運送業者の輸送形態により、車体の振動特性が大きく異なることが分かり、今後のダブル連結トラックの運用方針についても重要な知見を得ることができた。数多くのヒアリングにより、現場の問題点を整理し得たことも重要な成果とみなすことができる。

研究成果の概要（英文）：Heaver and longer trucks which has 25 meter length have been introducing Japanese freight market. We collected actual driving data based on GPS, accelerometer and heart rate monitor in 2018. By the data analyses, we clarified many characteristic regarding driver's stress, vehicle's conditions. Moreover we conducted many interview survey on freight companies, truck body manufacture and expressway company, and we summarized many actual topics to be studied.

研究分野：交通計画，交通需要分析，物流計画

キーワード：ダブル連結トラック 心拍計 GPS 加速度計

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

急増するEコマース需要や、トラック運転者不足などが相まって、昨今、トラック貨物輸送の危機がマスコミでも取り上げられている。その対応策の一つとして、2016年11月から、国土交通省は、ダブル連結トラック（以降DCTと称する）の走行実験を開始した。同DCTは、10トン積トラック2台分を、一名の運転者で運行可能であり、輸送効率化や環境負荷低減に大きく寄与し得る。さらに2017年10月16日には、全長25mの連結車両の稼働開始が大々的に報道された。研究代表者の兵藤と研究分担者の金森は、この実験を担当している「ダブル連結トラック実験協議会」の学識メンバーとして、実験開始前から実験実施に関わってきた。しかし実走行実験の実施を主眼とする協議会の分析作業だけでは、その走行特性・運転者への影響・社会経済への効果などを十分に把握できないため、本研究で、新たに先進技術を駆使し、学術的にも有益な解析を行うことには大きな意義があった。

### 2. 研究の目的

10トン積トラック約2台分を1名の運転者で運行可能なダブル連結トラックの実験が2016年度から始まっており、労働力不足の物流業界に大きな変革がもたらされようとしている。本研究は、その影響について、a)道路管理者、b)運転者、c)事業者の立場から分析することを主眼とする。そのためには、すでに実走行がなされている連結車両の実態について、先進的な各種の計測装置を用いて定量的なデータ取得を行う必要がある。その計測システムを構成することに本研究の新規性・独自性があるが、それに加えて、交通流解析が可能となる解析ツールを開発するとともに、長大車両・隊列走行が社会に及ぼす影響についても分析する。

### 3. 研究の方法

実際に走行している全長25mのダブル連結トラックのトラクター（前部）、トレーラー（後部）の各々に、GPS、加速度計を取り付けたデータを取得した（図1）。さらにドライバーの心拍計データも用いて、それらを秒単位で統合するマスターデータを作成した。結果として、4社4台、合計260時間に及ぶデータが得られた。

そのマスターデータを用いて、車両別の加速度の特性、高加速度の発生箇所の特長、ドライバーのストレスと道路条件の関係などを定量的に分析することができた。具体的には、加速度についてはトラクターとトレーラーの頻度分布を図化することでその違いを明瞭に補足することができた（図2、図3）。また積み荷の違いに依存して、加速度分布が大きく異なることも確認している。高加速度地点は、Google MapsやStreet Viewなどでその具体的な場所を明らかにしている。ドライバーの心拍については、標準的な方法であるLP面積の推計を試みた。また、運行速度と心拍数の関係を確認したところ、低速になるほど平均心拍数が大きくなっており、市街地の走行でストレスが高いことが示唆された。反対に、高速道路走行時にはストレスが少ないことが分かった（図4）。

また交通流解析を用いた高速道路合流部の分析は、2018年度に交通マイクロシミュレーションVISSIMを用いた検討、2019年度にR言語を用いたアルゴリズムによる超多数回シミュレーションの実行、2020年度には強化学習を用いた挙動解析を開発し、徐々に分析精度を向上させた。特に2019年度のRによるシミュレーションでは、合流成功確率という指標を用いて、車両の全長と合流成功確率の関係を明らかにすることができた。結果から、交通量が多く、大型車率も高い場合に、ダブル連結トラックでも合

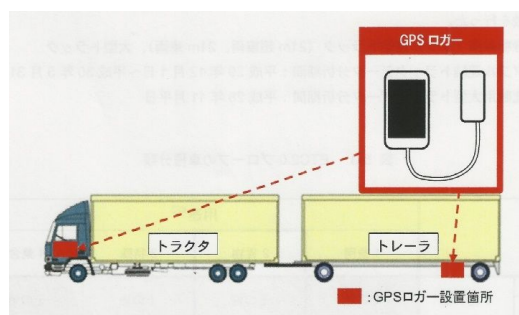


図1 センサーの設置状況

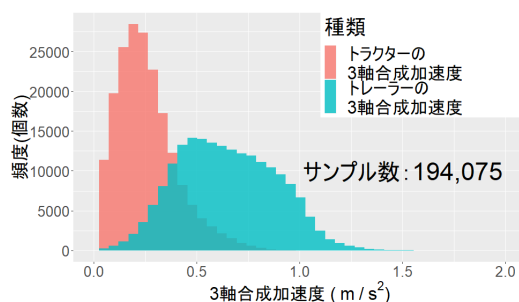


図2 加速度の頻度分布 (A社)

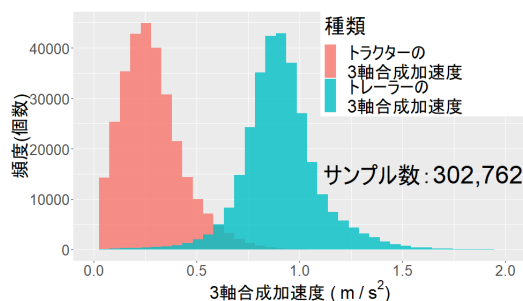


図3 加速度の頻度分布 (B社)

流に問題が発生する可能性があることが示唆された(図5, 図6). 全長が50mを超える3台の隊列走行では, このリスクは一層高くなるため, 道路インフラ側の対応が不可欠であることが分かった. ランプにおけるメーティングや, 適切な情報提供, 専用レーンの設置などの対策が望まれよう.

#### 4. 研究成果

本分析結果からは, 合成加速度や, ドライバー心拍の値から, ダブル連結トラックが安全に運行されていたことが伺えた. しかし, 今後, 21m 超車両が増えていくことを考慮すると, 更なる実験や分析も必要になる. 特に, 隊列走行の場合は, 高速道路の合流部のリスク評価が不可欠であろう. ダブル連結トラックでも, 一般道のリスク評価にはまだ課題を残しているように思われる.

ドライバーの心拍データを用いた分析では, 高速道路より一般道でより高いストレスを感じていることが明らかになった. 今後はその場所の特定化と, 真のストレス要因の把握が必要である. 心拍計では精度が劣るため, 2020年に販売が開始された, 心電図の計測が可能なスマートウォッチの利用が有効だろう.

ダブル連結トラックは, おおむね年間十数台のオーダーで今後も増加し続けると見なされている. トラックのドライバー不足や, 2024年からの罰則付き時間外労働規制などから, その流れは加速することも想定される. また, 隊列走行は技術的にはほぼ完成段階にあり, 商用運用を迎える段階に差し掛かっている. しかし連結・解除のスペース確保や, トラックの運用方法に課題を残しているため, インフラ側のサポートが欠かせない.

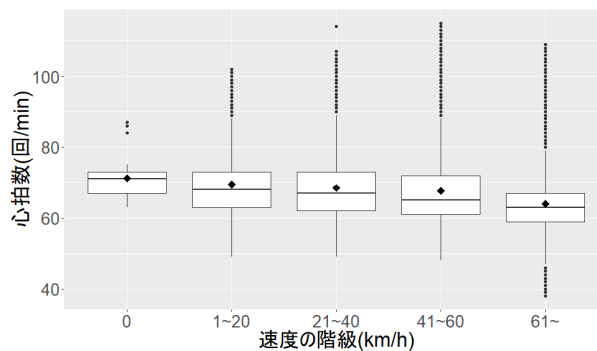


図4 心拍数と運行速度の箱ひげ図

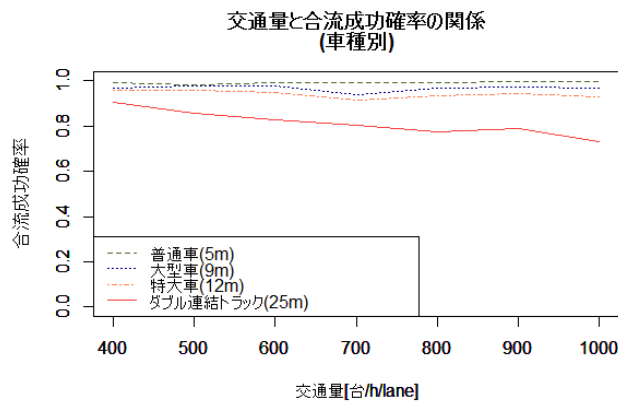


図5 合流部の合流成功確率と交通量の関係

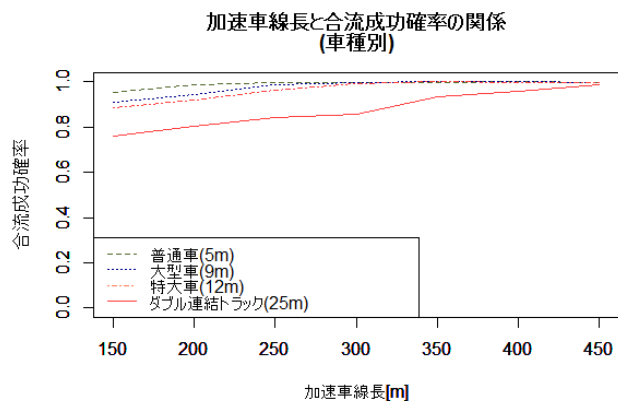


図6 合流部の合流成功確率と加速車線長の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 相馬大, 兵藤哲朗	4. 巻 6
2. 論文標題 ダブル連結トラックの運行特性とドライバーのストレスに関する研究	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 6-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14954/jste.6.2_A_23	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 渡部大輔, 兵藤哲朗	4. 巻 20
2. 論文標題 地理情報システムを用いた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	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本物流学会誌	6. 最初と最後の頁 -
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔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	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	金森 亮 (KANAMORI RYO) (40509171)	名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授  (13901)	

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