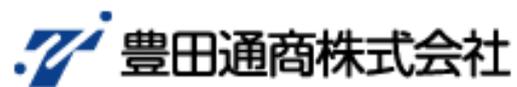


令和2年度「高度な自動走行・MaaS等の社会実装に向けた研究
開発・実証事業：トラックの隊列走行の社会実装に向けた実証」

報告書

令和3年3月



目次

1. 事業の概要	6
1.1. 事業の目的	6
1.2. 事業実施体制	7
1.3. 実施スケジュール	7
2. 実証実験検討（後続車有人システム）	8
2.1. 後続車有人システム実証実験	8
2.1.1. 概要	8
2.1.2. 目的・実施項目	9
2.2. 新共通仕様通信機による CACC 機能確認	9
2.2.1. 目的	9
2.2.2. 実験期間・場所	9
2.2.3. 実験内容	10
2.2.4. 計測条件	10
2.2.5. 実験結果	12
2.2.6. 結論	18
2.3. CACC の制御性の検証	18
2.3.1. 目的	18
2.3.2. 実験期間・場所	18
2.3.3. 実験内容	18
2.3.4. 実験結果	21
2.3.5. 結論	31
2.4. 公道走行を模擬した条件での CACC 機能確認	31
2.4.1. 目的	31
2.4.2. 実験期間・場所	31
2.4.3. 実験内容	31
2.4.4. 実験結果	36
2.5. 公道実証実験	36
2.5.1. 目的	36
2.5.2. 実験期間・場所	36
2.5.3. 実験内容	37
2.5.4. 実験結果	41
2.5.5. 結論	54
2.6. 技術実証まとめ	54
2.7. 受容性調査（ドライブレコーダー映像解析）	54
2.7.1. 目的	54
2.7.2. 実施事項	54
2.7.3. 結果	57

2.8.	「発展型」の開発に資するコンセプトの先行検討	64
2.8.1.	経緯	64
2.8.2.	目的	66
2.8.3.	実施内容	66
2.8.4.	検討プロセスとスケジュール	66
2.8.5.	コンセプトの検討	67
2.8.6.	コンセプトの深掘り検討	69
2.8.7.	まとめ	85
2.9.	発展型コンセプトシミュレーション	86
2.9.1.	背景・目的	86
2.9.2.	発展型コンセプト	86
2.9.3.	モデル	86
2.9.4.	シミュレーション条件	88
2.9.5.	各コンセプトシミュレーション	90
2.9.5.1.	割り込み車両のカットアウト後の車間距離調整のシミュレーション	90
2.9.5.2.	SA/PA 通過時の車間調整	94
2.9.5.3.	登坂路	100
2.9.5.4.	車間維持性能向上	109
2.9.6.	まとめ	114
2.9.7.	謝辞	114
2.10.	総括（2017～2020 年度実証事業のまとめ）	114
2.10.1.	はじめに	114
2.10.2.	2017～2020 年度の実証実験内容のまとめ	114
2.10.3.	技術実証結果	116
2.10.4.	受容性評価	119
2.10.5.	割り込み状況整理	122
2.10.6.	結び	125
3.	実証実験検討（後続車無人システム）	127
3.1.	後続車無人システム実証実験	127
3.1.1.	概要	127
3.1.2.	目的・実施項目	127
3.1.3.	全体スケジュール	127
3.1.3.1.	システム構成	128
3.1.4.	車両改造	134
3.1.5.	磁気センサシステムによるトラッキング制御	138
3.1.6.	電子牽引による後続車無人隊列走行の安全性	150
3.1.7.	制御ソフト設計支援システム	152
3.1.7.1.	概要	152

3.1.7.2.	実施事項	152
3.1.7.3.	隊列走行システムの MILS 構築と検証	152
3.1.7.4.	HILS の接続 (FS-ECU・TruckSIM)	161
3.1.7.5.	まとめ	163
3.1.8.	テストコース実証実験	165
3.1.8.1.	概要	165
3.1.8.2.	実験性能	166
3.1.8.3.	電子牽引による後続車無人隊列走行の安全性評価	170
3.1.8.4.	電子牽引による後続車無人隊列走行デモ	176
3.1.9.	ドライビングシミュレータの実施	179
3.1.9.1.	目的	179
3.1.9.2.	打ち合わせ	179
3.1.9.3.	ドライビングシミュレータによる検証・評価	180
3.1.10.	公道実証実験の策定	194
3.1.11.	公道実証実験実施	267
3.1.11.1.	概要	267
3.1.11.2.	実験方法	267
3.1.11.3.	実験性能	276
3.1.12.	広報の実施	282
3.1.12.1.	周知ポスターの作成	282
3.1.12.2.	横断幕による情報提供	285
3.1.12.3.	オンライン説明会の開催	303
3.1.13.	関係者調整の実施	309
3.1.14.	受容性評価・課題の整理	309
3.1.14.1.	受容性調査	311
3.1.14.2.	トラック隊列後続車有人システム・無人システムにおける受容性の比較	395
3.1.14.3.	データ解析	401
3.1.14.4.	バイタル解析	411
3.1.15.	電子牽引による後続車無人隊列走の実証実験	424
3.1.15.1.	実験概要	424
3.1.15.2.	公式動画の制作	432
3.1.15.3.	実験評価	439
3.1.16.	まとめ	446
3.1.17.	総括	447
3.1.17.1.	はじめに	447
3.1.17.2.	実証実験内容	448
3.1.17.3.	技術検証結果	450

3.1.17.4. 過年度成果を踏まえた評価・課題の整理（公道実証実験）	453
3.1.17.5. 実証事業を通じて得られた成果と課題	457
4. 国際情報発信	459
4.1. WEBサイトの概要	459
4.1.1. 更新内容	459
5. 委員会運営	466
5.1. 後続車有人システム実証実験検討 WG/SWG	466
5.1.1. 実証実験検討 WG 等	466
5.1.1. その他関係者会議	470
5.2. 後続車無人システム実証実験検討 WG/SWG	471
5.2.1. 実証実験検討 WG 等	471
5.2.2. その他関係者会議	471

1. 事業の概要

1.1. 事業の目的

環境・エネルギー制約への対応の観点から、我が国の CO2 排出量の約 2 割を占める運輸部門において、新たな取り組みである自動走行の普及による省エネへの期待に応える為、また、物流分野においてはトラックドライバ不足の問題が既に顕在化する中、今後の e コマースの更なる拡大等に伴って物流需要の増大が見込まれており、加えて中高年層運転者に依存している現状において、喫緊の課題とされる物流の担い手不足への貢献に向けて、自動走行技術を用いた後続車無人隊列走行への関心が大きい。

本事業では、ドライバ不足の解消や大幅な CO2 排出量削減が期待される後続車無人隊列走行について、「成長戦略 2019」（令和元年 6 月 21 日）及び「官民 ITS 構想・ロードマップ 2019」（令和元年 6 月 7 日）に掲げられているとおり、2020 年度での高速道路における後続車無人隊列走行技術の実現及び 2022 年以降の事業化（社会実装）に向けた技術開発、実証実験及び事業環境課題検討を行うことであり、これらの技術面や事業環境面等での課題を検証するために、テストコース及び公道での実証実験を進める。

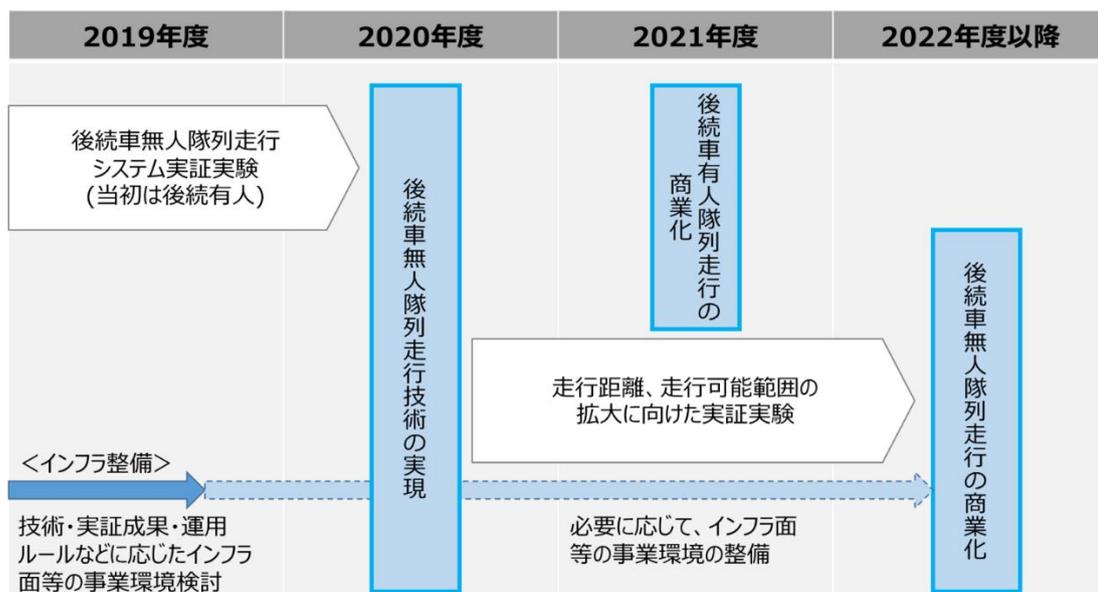


図 1-1 隊列走行の社会実装に向けたロードマップ
(官民 ITS 構想・ロードマップ 2019)

1.2. 事業実施体制

本事業を効率的且つ適切に運営する為に、以下の通り委員会を組織し検討した。

- ① 実証実験検討 WG：後続車有人システム実証実験の計画策定、実証実験を推進。
- ② 電子牽引技術開発 TF：後続車無人システム開発、実証実験の計画策定、実証実験を推進。
- ③ 事業環境課題検討 WG：物流事業者による隊列走行の実現に向けた実務検討会として設置。※③については、内閣官房による「自動走行に係る官民協議会」及び下部組織である「トラック隊列走行の商業化実現に係る官民検討会」において、トラックメーカー、物流事業者、政府関係者により行われている議論等を踏まえて、必要に応じて WG を開催し検討・協議を実施する。

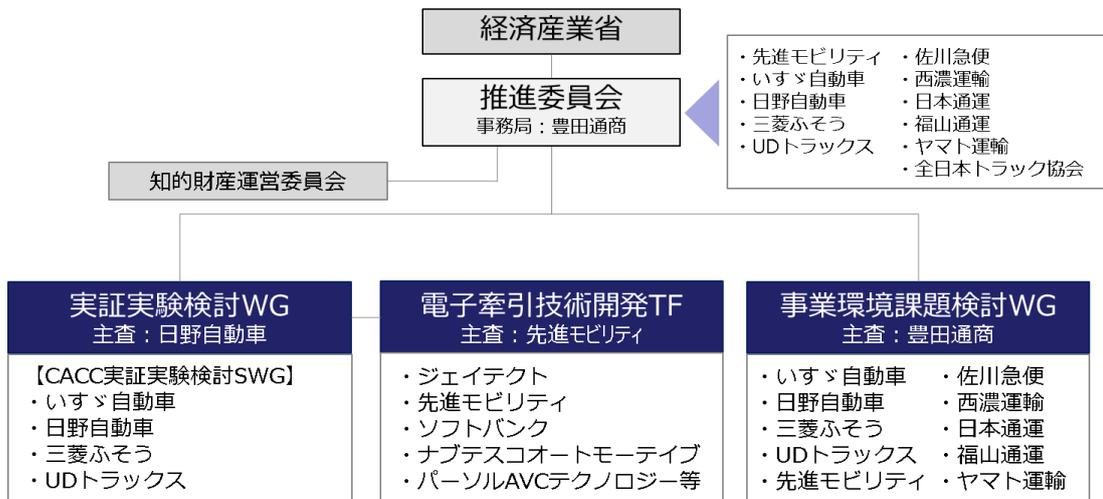


図 1-2 事業実施体制

1.3. 実施スケジュール

本事業におけるスケジュールは以下の通り。

【後続車無人システム】



18年車外観 (1編成)



20年車外観 (2編成)



【後続車有人システム】



2. 実証実験検討（後続車有人システム）

2.1. 後続車有人システム実証実験

後続車有人システムの実証実験において、2018 年度に車間時間 1.6 秒から 1.0 秒への短車間時間で隊列走行した場合に車間距離が詰まる事象が発生した。これを受けて、2019 年度に車間距離維持性を向上させるため車両システム及び車車間通信機の改良検討を行い、新共通仕様通信機を製作した経緯がある。

2020 年度は、この新共通仕様通信機をベースに車間距離維持性の向上に向けた実証実験を行う。

2.1.1. 概要

新共通仕様通信機は、車間距離の制御性を向上させるために必要な先行車情報を通信メッセージとして表 2-1 の内容で追加している。従来、車車間通信を用いた協調型 ACC (CACC) では先行車の実加速度情報を参照して制御を行ってきたが、更に先行車の要求加速度情報を参照することで、先行車の挙動を事前に予測して制御することが可能となり車間距離の維持性が向上すると考えられる。

今年度は、先行車の要求加速度情報を利用した場合の技術検証を中心に実証実験を行う。

メッセージ名	メッセージ概要
テスト用サブ ID	アップリンク情報のメッセージを識別するための ID
要求加速度	要求加減速度
ブレーキ操作量	ドライバーのブレーキ操作量
目標速度	ACC、CACC の目標速度
車間距離	先行車との車間距離
メーカー ID	各メーカーに割り当てられている ID
号車番号	隊列各社に割り当てる番号
車群 ID	車群ごとに割り振られる ID
車群情報	隊列の何台目かを示す情報
Reserved1~6	予約領域

表 2-1 2019 年度に追加した通信メッセージの仕様

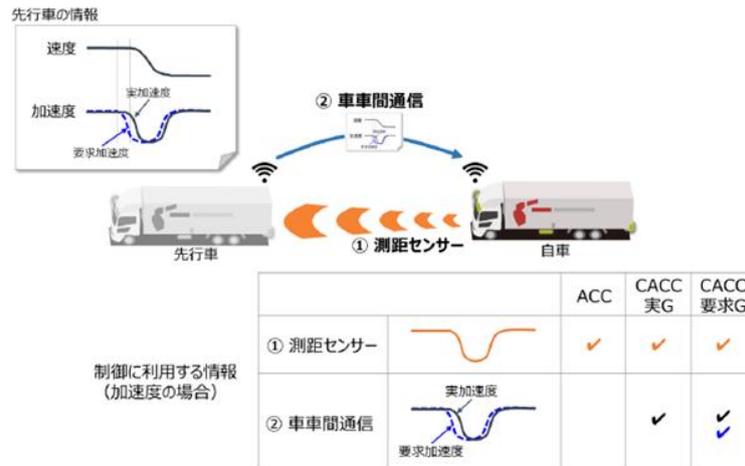


図 2-1 制御に使用する情報イメージ

2.1.2. 目的・実施項目

新共通仕様通信機ベースに、マルチブランドによる隊列走行における車間距離維持性向上の有効性についてテストコース並びに公道で検証を行う。

【テストコース実証実験】技術検証/日本自動車研究所城里テストセンター

- ① 新共通仕様通信機による機能確認
- ② CACC の制御性の検証
- ③ 公道走行を模擬した条件での CACC 機能確認

【公道実証実験】技術検証/常磐自動車道

- ① 実走行環境下での隊列走行の安定性確認
- ② 隊列の周辺を走行する一般車両への影響や合流部の走行状況調査

2.2. 新共通仕様通信機による CACC 機能確認

2.2.1. 目的

本実証実験では、各社独自仕様で算出し自車各アクチュエータへの制御の指標としている要求加速度を加えた新共通仕様通信機を用い、加速、減速、定常走行において CACC の機能確認及び、各社の要求加速度利用確認とデータ取得を目的とする。

2.2.2. 実験期間・場所

実験期間：2020年9月23日（水）～9月24日（木）

実験場所：日本自動車研究所 城里テストセンター高速周回路

CACC が安定して作動可能な高速周回路の直線部で実験を実施した。

図 2-2 に日本自動車研究所城里テストセンターの概略図を示す。

高速周回路：周長 5,500m×道幅 12m ストレート長 1,112m

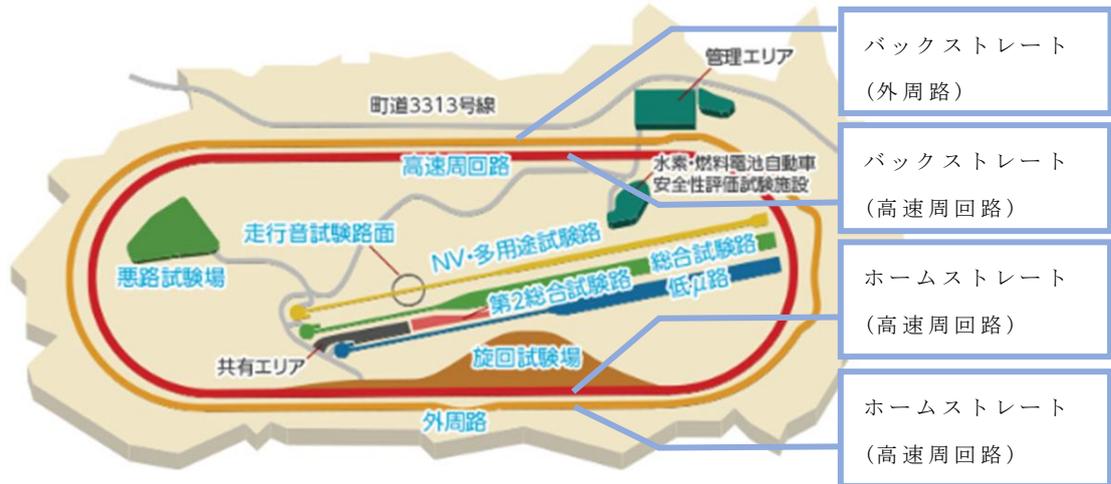


図 2-2 日本自動車研究所城里テストセンター概略図

出典：日本自動車研究所 HP

2.2.3. 実験内容

高速周回路を走行し、動的に変化する信号を走行毎に記録した。

また、安全性確保、習熟度の観点より、実証実験は下記 A) から C) の通り、2 台隊列の CACC 機能確認後に 4 台隊列の CACC 機能確認を行った。

- A) 実加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)
- B) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)
- C) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (4 台隊列)

2.2.4. 計測条件

以下に、計測時の走行条件、走行方法、走行パターン及び、組み合わせパターンを示す。

【走行条件 / A) ~ C)】

車間時間：1.6 秒

加減速条件：

定常走行 80km/h 一定で走行

加速 0.05G で 50km/h から 80km/h まで加速

減速 0.10G、0.18G、0.25G の各減速度で 80km/h から 50km/h まで減速

【走行方法 / A) ~ C)】

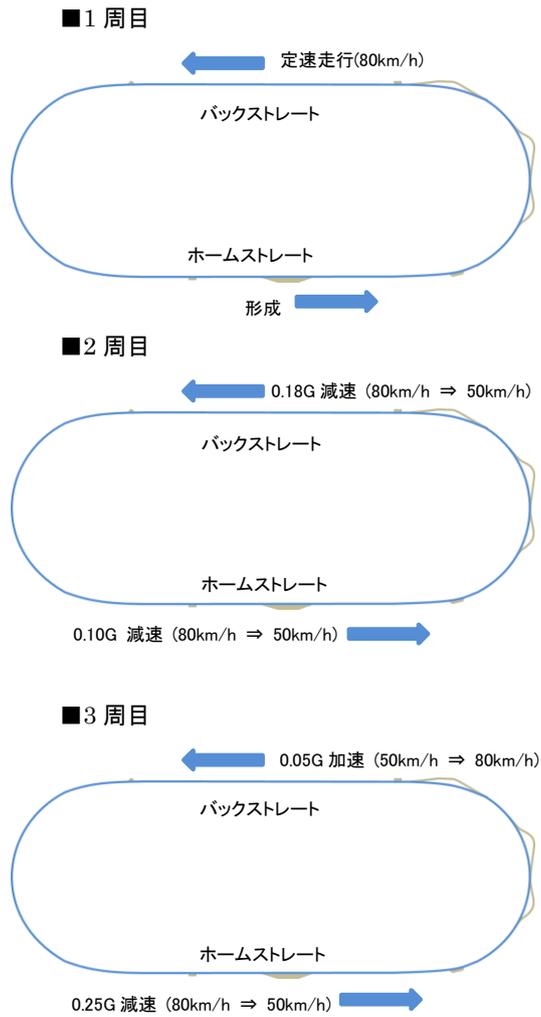


図 2-3 CACC 機能確認走行方法

【走行パターン/ A)、B)】

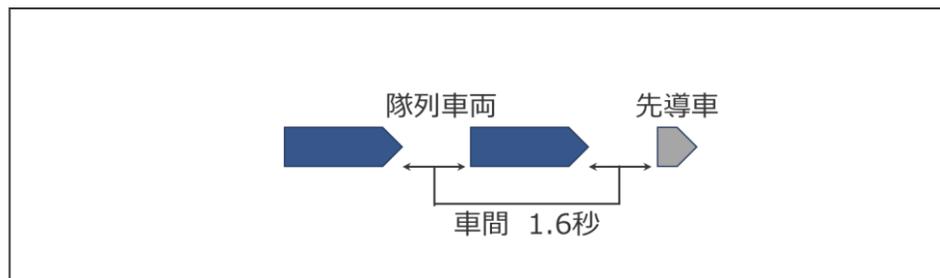


図 2-4 CACC 機能確認走行パターン (2 台隊列)

【走行パターン/ C)】

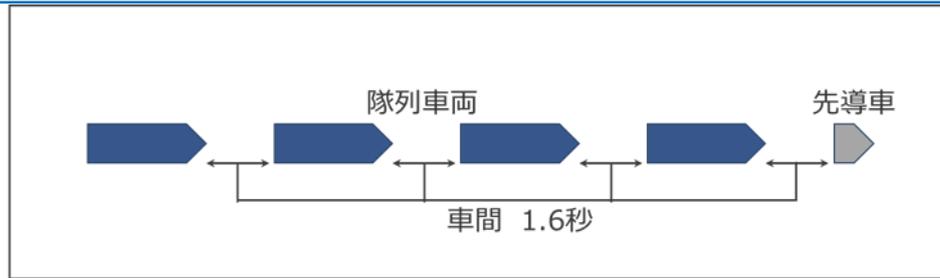


図 2-5 CACC 機能確認走行パターン (4 台隊列)

【組み合わせパターン/ A)】

パターン	1 台目	2 台目
パターン 1	B 社	A 社
パターン 2	D 社	C 社
パターン 3	A 社	B 社
パターン 4	C 社	D 社

表 2-2 CACC 機能確認組み合わせパターン (実加速度/2 台隊列)

【組み合わせパターン/ B)】

パターン	1 台目	2 台目
パターン 1	B 社	A 社
パターン 2	D 社	A 社
パターン 3	C 社	A 社
パターン 4	B 社	D 社
パターン 5	D 社	C 社
パターン 6	A 社	C 社
パターン 7	A 社	B 社
パターン 8	C 社	B 社
パターン 9	D 社	B 社
パターン 10	C 社	D 社
パターン 11	A 社	D 社
パターン 12	B 社	D 社

表 2-3 CACC 機能確認組み合わせパターン (要求加速度/2 台隊列)

【組み合わせパターン/ C)】

パターン	1 台目	2 台目	3 台目	4 台目
パターン 1	B 社	A 社	C 社	D 社
パターン 2	D 社	C 社	A 社	B 社

表 2-4 CACC 機能確認組み合わせパターン (要求加速度/4 台隊列)

2.2.5. 実験結果

本実証実験で取得した、加速度、車速、車間距離のデータの代表例を以下に示

す。なお、本実証実験は CACC の機能確認を目的としているため、加速度データの要求加速度は参照とする。また、隊列トラック 1 台目は先導車(乗用車)と ACC 制御、2 台目以降は先行車と CACC 制御で走行を行った。

A) 実加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)

加速度：

先行車の実加速度に応じ、後続車の実加速度が変化し、安定した CACC 制御が行われている。また、各加減速走行において自車の要求加速度に応じた実加速度となっていることが確認できた。

車速：

各車両において誤差(例えば、定常走行時)はあるものの、先行車の車速に応じ後方車の車速も追従し変化し CACC 制御を行っていることが確認できた。

車間距離：

車速が一定の際は車間距離の変化はなく、車速が減速する際は車間距離が短くなり、車速が加速する際は車間距離が長くなっていることが確認できた。車速によって車間距離が変化し、車間時間を保つ CACC 制御を行っていることが確認できた。

B) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)

加速度：

各加減速走行において先行車の要求加速度に応じ CACC 制御が行われた結果、実加速度が追従変化していることが確認できた。

車速：

先行車の要求加速度を利用し、車速に応じ後方車の車速も追従し変化し CACC 制御を行っていることが確認できた。

車間距離：

車速が一定の際は車間距離の変化はほぼなく、車速が減速する際は車間距離が短くなり、車速が加速する際は車間距離が長くなっていることが確認できた。車速によって車間距離が変化し、車間時間を保つ CACC 制御を行っていることが確認できた。

C) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (4 台隊列)

加速度：

各加減速走行において先行車の要求加速度に応じ CACC 制御が行われた結果、実加速度が追従変化していることが確認できた。

車速：

先行車の要求加速度を利用し、車速に応じ後方車の車速も追従し変化し CACC 制御を行っていることが確認できた。

車間距離：

車速が一定の際は車間距離の変化はほぼなく、車速が減速する際は車間距離が短

くなり、車速が加速する際は車間距離が長くなっていることが確認できた。車速によって車間距離が変化し、車間時間を保つ CACC 制御を行っていることが確認できた。

A) 実加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)
 組み合わせパターン 1 (1 台目 : B 社、2 台目 : A 社)

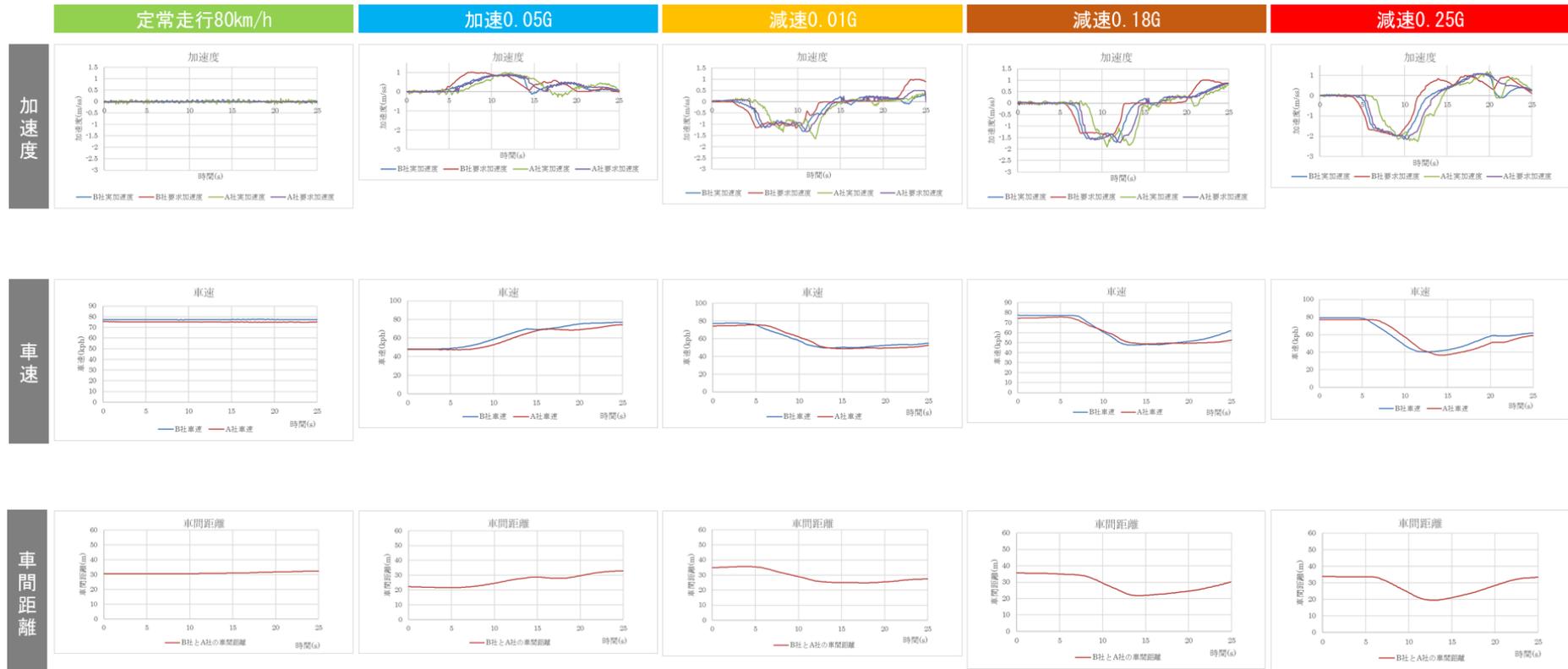


図 2-6 実加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)

B) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)
 組み合わせパターン 10 (1 台目 : C 社、2 台目 : D 社)

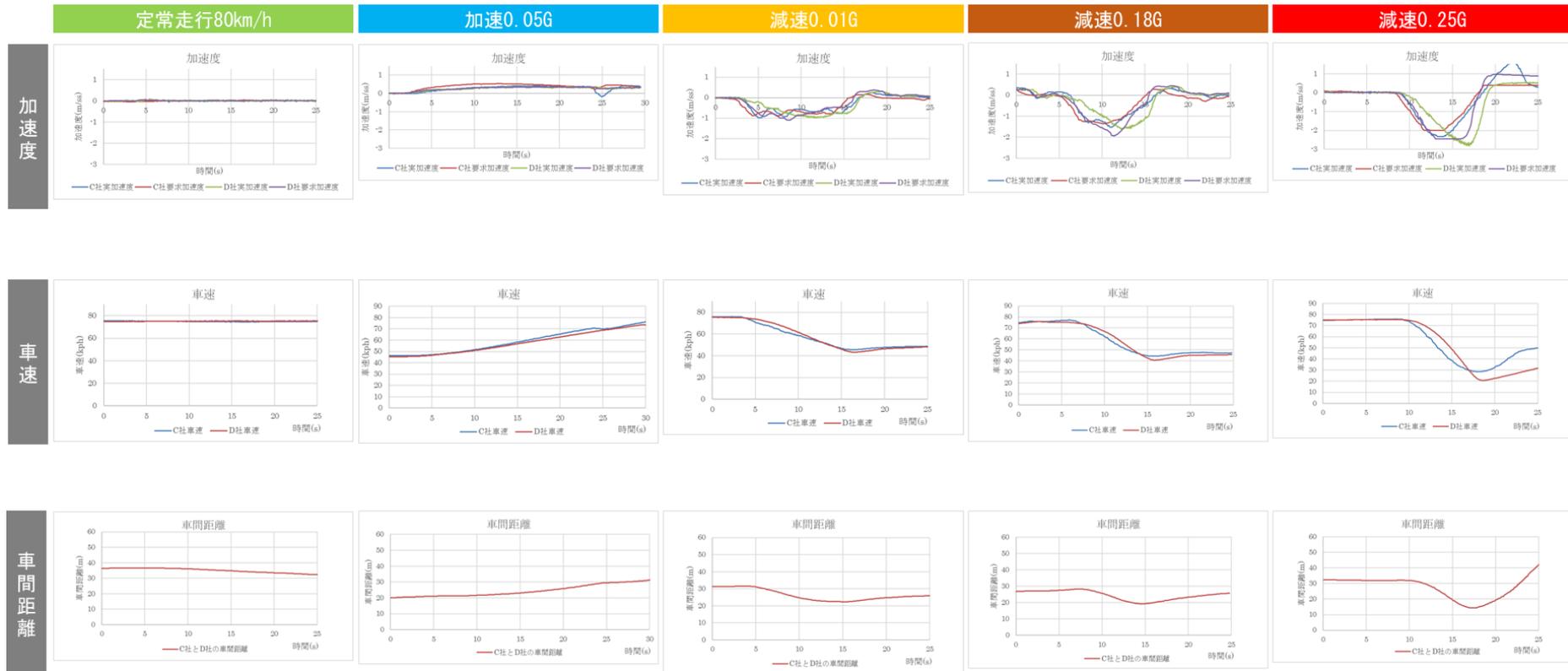


図 2-7 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (2 台隊列)

C) 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (4 台隊列)

組み合わせパターン 2 (1 台目 : D 社、2 台目 : C 社、3 台目 : A 社、4 台目 : B 社)

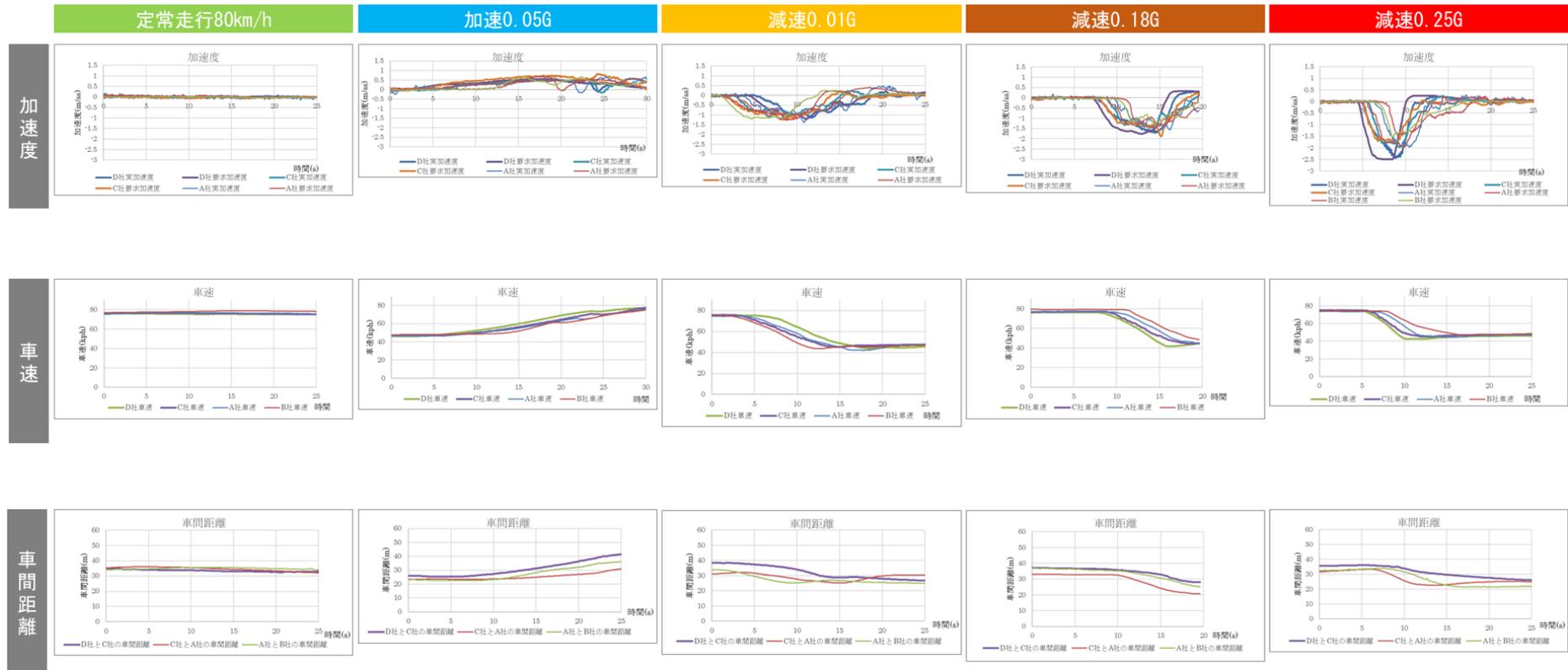


図 2-8 要求加速度を用いた CACC 機能確認 (4 台隊列)

2.2.6. 結論

4社共通の新共通仕様通信機でのCACC隊列走行の挙動に問題なく、CACC機能に問題ないことが確認できた。

2.3. CACCの制御性の検証

2.3.1. 目的

大型車4台のCACCによる隊列走行において、通信機を新共通仕様通信機へ変更、それに伴い制御ロジックを変更した試験車を準備し、テストコースにおいてCACCによる追従性や安全性の定量的な確認を行い、制御性向上の効果について比較検証した。

2.3.2. 実験期間・場所

実験期間：

2020年9月24日（木）～9月25日（金）：ACCデータ計測

2021年1月9日（土）～1月11日（月）：CACCデータ計測

実験場所：日本自動車研究所 城里テストセンター高速周回路

CACCが安定して作動可能な高速周回路の直線部で実験を実施した。

2.3.3. 実験内容

【走行方法】

走行方法として図2-9に示す3種類（加速、緩減速、急減速）で性能評価を実施した。ACC、CACCの車間時間は、共に1.6秒に設定し、隊列車両の台数については、隊列全体の制御性を評価するため4台で実施した。ACCデータ計測時は、1～4台目がACCで走行し、CACCデータ計測時は、1台目はACC、2台目以降はCACCで走行した。図2-9では、データ計測時の各隊列車両の仕様状態も示す。

また、試験条件を一定にするため、隊列トラックの前に定加減速制御可能な先導車（大型トラック）を走行させ加減速のコントロールを行った。

① 加速



② 緩減速



③ 急減速

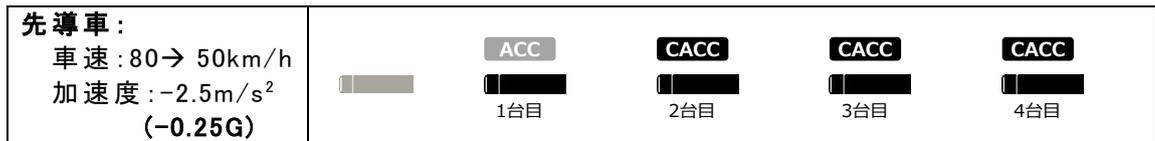


図 2-9 走行方法

(凡例の説明)  : 先導車(大型トラック)  : 隊列車両(大型トラック)
 : ACC(車間保持クルーズコントロール)
 : CACC(協調型 ACC)

【実験条件】

制御性能を比較するため下記仕様で走行した。

ACC : 各社が商品化済の製品

CACC 実加速度 : 先行車の加速度を利用した CACC(2018 年度の仕様)

CACC 要求加速度 : 先行車の要求加速度を利用した CACC

【組み合わせパターン】

大型 4 社の試験車両が 4 台隊列する 12 パターン (表 2-5) を選定した。
 積載条件は、全車空車とした。

また、4 台隊列の組み合わせパターンは、4 台隊列の 4 社総当たり 24 パターンから、代表的な順番入替の組み合わせ 12 パターンを選出して評価することとした。なお、各社の隊列位置は偏りがないように選定した。

パターン	1 台 目	2 台 目	3 台 目	4 台 目
パターン 1	B 社	A 社	C 社	D 社
パターン 2	A 社	C 社	D 社	B 社
パターン 3	C 社	D 社	B 社	A 社
パターン 4	D 社	B 社	A 社	C 社
パターン 5	B 社	C 社	A 社	D 社

パターン 6	B社	D社	C社	A社
パターン 7	A社	B社	D社	C社
パターン 8	A社	D社	C社	B社
パターン 9	D社	C社	A社	B社
パターン 10	C社	A社	B社	D社
パターン 11	C社	B社	D社	A社
パターン 12	D社	A社	B社	C社

表 2-5 CACC 制御性検証組み合わせパターン

【評価データ】

CACC としての性能評価として追従性、安全性の観点から、各走行方法で表 2-6 に示す定量的な評価データを計測した。

評価データ		①加速	②緩減速	③急減速
追従性	先行車加速から 自車加速までの応答時間*	✓		
	先行車減速から 自車減速までの応答時間*		✓	✓
	車間時間偏差**	✓	✓	✓
安全性	最小 車間距離		✓	✓
	最大 減速度		✓	✓

表 2-6 走行方法と評価データ

*加速、減速までの応答時間算出方法

先行車の加速/減速開始から自車加速/減速までの時間は、図 2-10 に示す方法にて算出した。

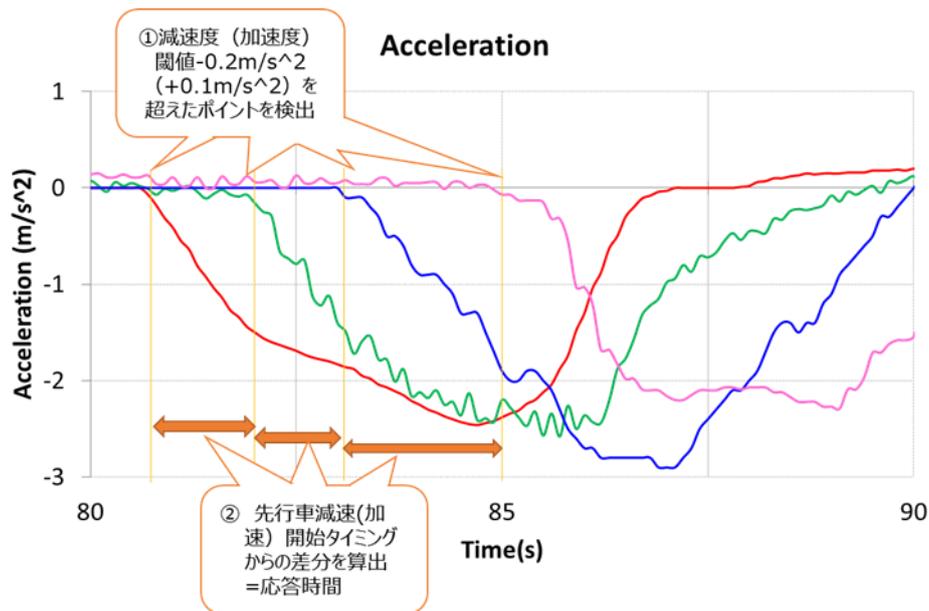


図 2-10 加速、減速までの応答時間算出方法

**車間時間偏差について

先行車の車速と自車の車間距離から算出される実車間時間(車間距離/車速)と目標車間時間(1.6秒)のデータから、下式を用いて算出した。0に近いほど理想的な車間時間を確保している。

車間時間偏差 = (実車間時間 - 目標車間時間) / 目標車間時間 × 100 (%)

2.3.4. 実験結果

(1) 制御仕様について

既存の ACC では、自車の測距センサから得られた先行車の情報をもとに車両前後方向の制御を行っている。この制御に用いる先行車の情報として、情報の精度を高めることや、事前予測できる情報を付加することで、制御性を向上することが可能である。事前予測できる情報としては、先行車の要求加速度を利用した。通常の車両制御では、加減速をしたい場合、制御 ECU (先行車と自車の相対的な位置から加減速度を計算するコントローラ) からエンジンやブレーキの ECU へ必要な加減速度を要求値として送信する。車両としては、「要求加速度の指示」→「車両が加減速」→「実加速度の変化」となる。よって、先行車の要求加速度の情報を参照することで、先行車の挙動を事前に予測することが可能と考えられる。図 2-11 に各制御仕様で使用している先行車の車両情報(加速度の場合)のイメージを示す。

また、制御に対する車車間通信の情報の使用方法や寄与度といった制御仕様は各社で異なる。

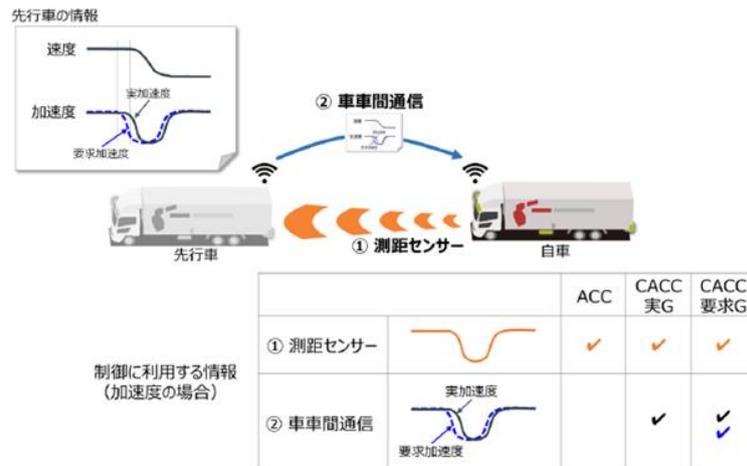


図 2-11 制御に使用する情報イメージ

(2) 走行データの代表例

各走行シナリオでの時系列データの一例を、図 2-12、図 2-13、図 2-14 に示す。それぞれ、ACC、CACC 実 G、CACC 要求 G での隊列 4 台の車速、加速度、車間距離の時系列データである。これらの図から分かるように、ACC に対して CACC (実 G、要求 G) では、以下のような定性的な違いが見られた。

- 加速 1 台目の加速開始から 4 台目の加速開始までの時間が大幅に短縮
加速後の車間距離が安定
- 減速 加速と同様、各車両の減速開始までの時間が短縮
最大減速度が小さくなり、車間距離が拡大

加速 (+0.05G)

組み合わせ：パターン 1 (1 台目: B 社、2 台目: A 社、3 台目: C 社、4 台目: D 社)

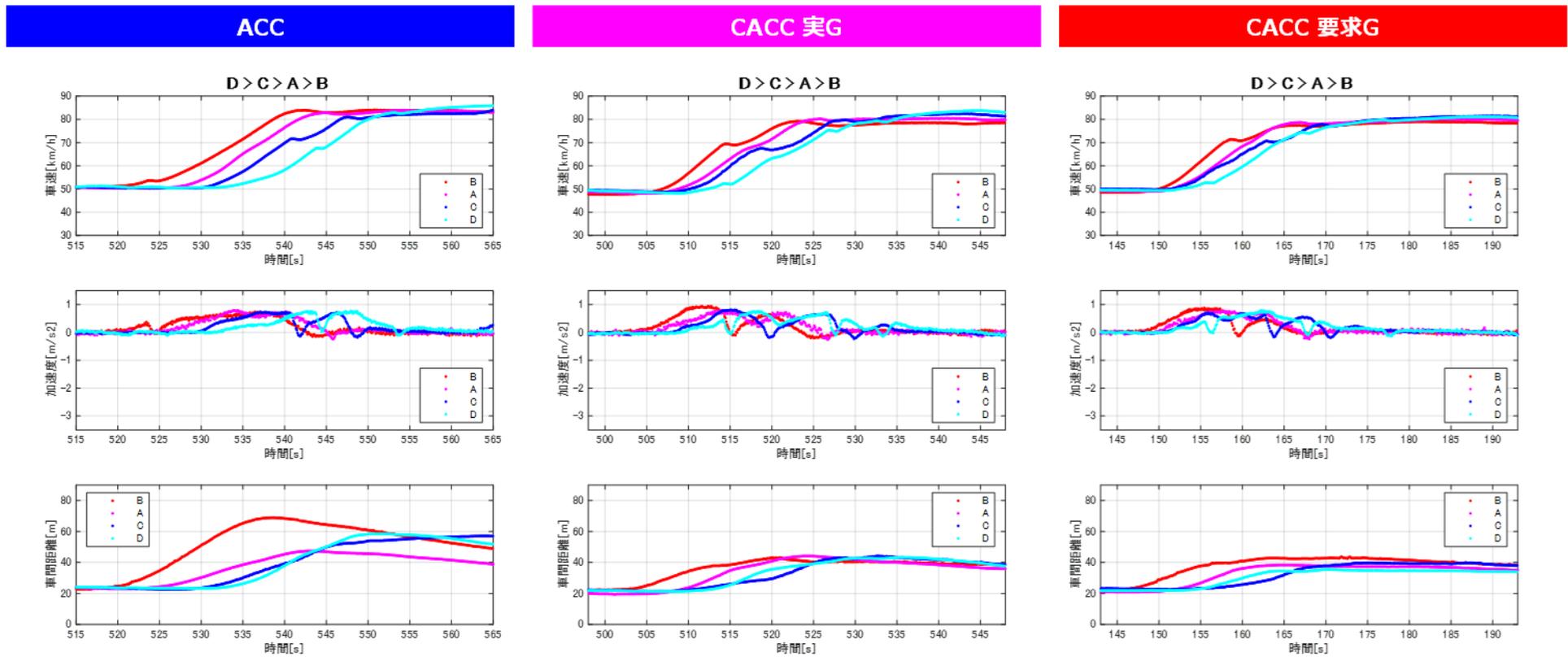


図 2-12 加速+0.05G 走行データ例

緩減速 (-0.1G)

組み合わせ：パターン7 (1台目:A社、2台目:B社、3台目:D社、4台目:C社)

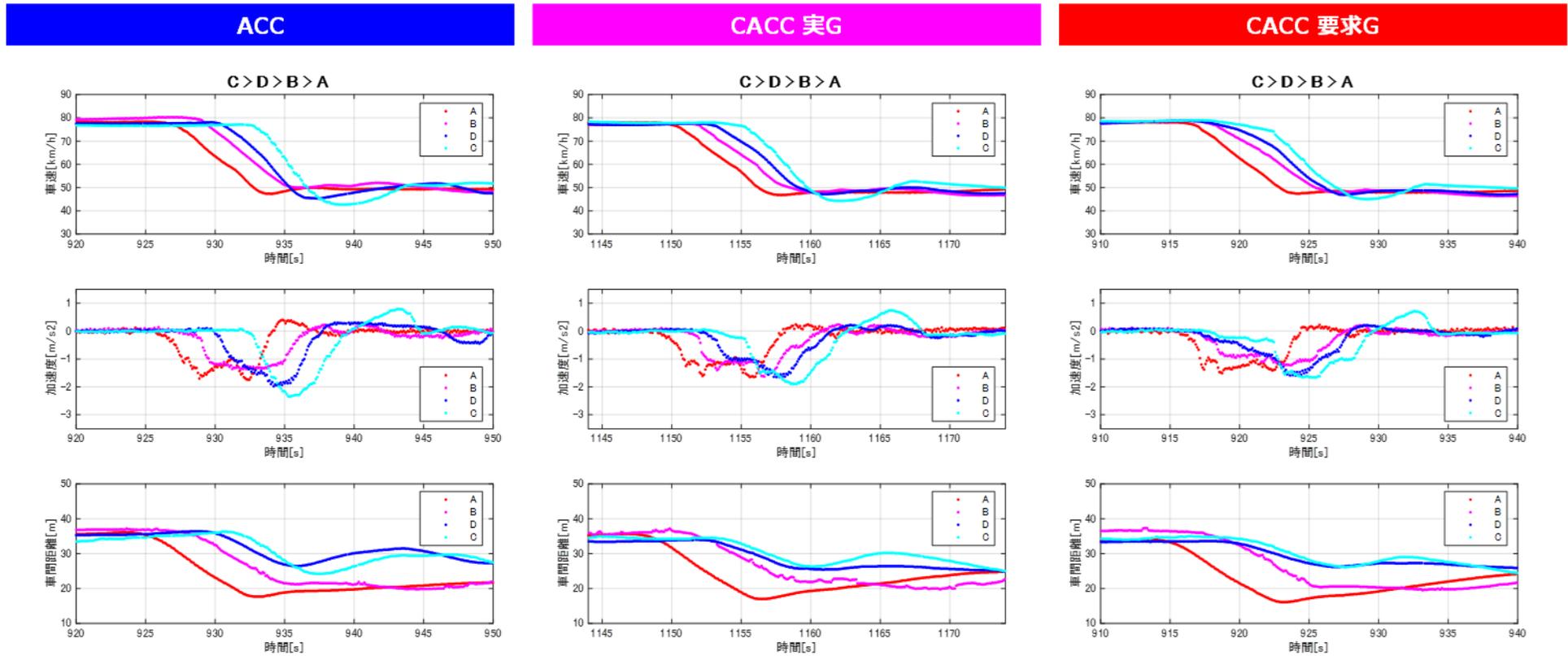


図 2-13 緩減速-0.1G 走行データ例

急減速 (-0.25G)

組み合わせ：パターン7 (1台目:A社、2台目:B社、3台目:D社、4台目:C社)

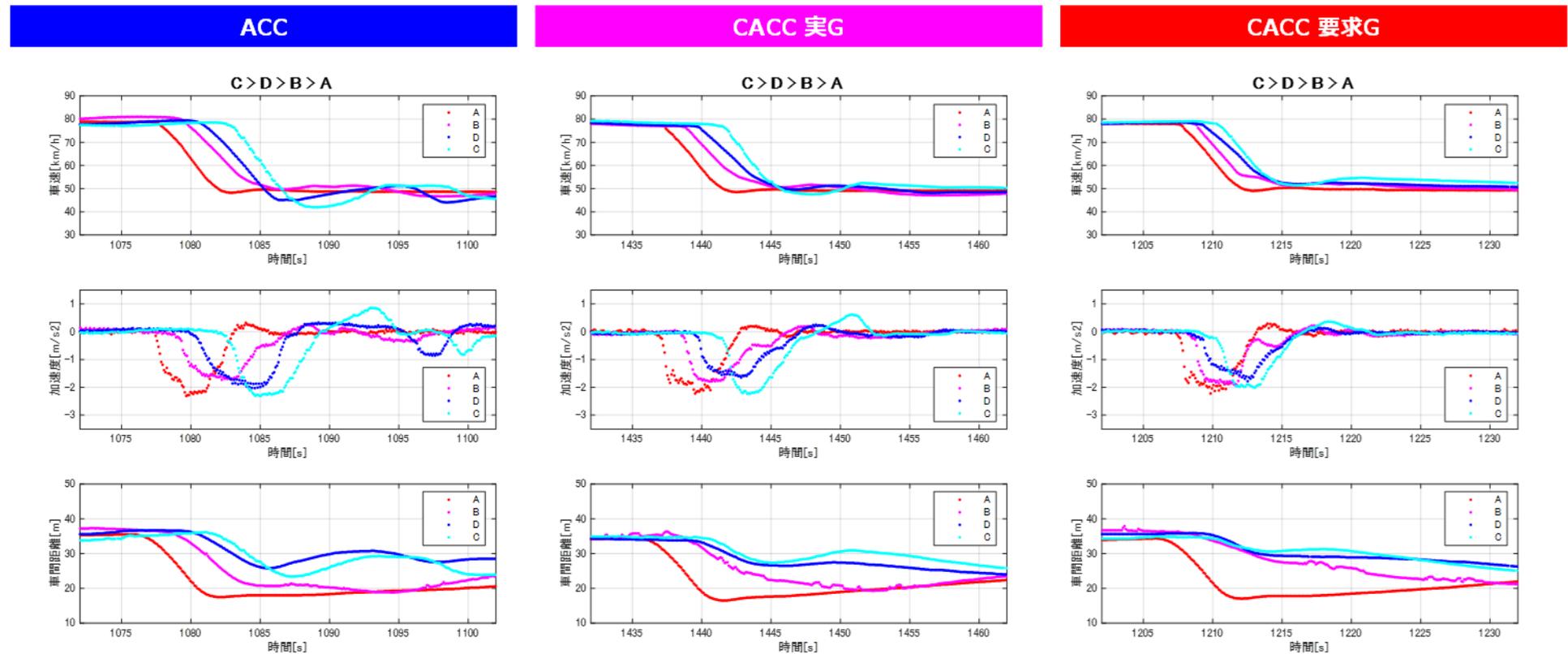


図 2-14 急減速-0.25G 走行データ例

(3) CACC 実加速度 対 CACC 要求加速度

まず、CACC 実加速度と CACC 要求加速度の仕様を比較する。各評価データについて、CACC で走行している隊列車両 3 台（隊列の 2、3、4 台目）を平均した隊列全体として確認した。図 2-15 に、隊列全体としての各評価データの結果を示す。グラフの並びは、加速（左）、緩減速（中）、急減速（右）での、車間時間偏差（1 段目）、応答時間（2 段目）、最小車間距離（3 段目）、最大減速度（4 段目）を示し、加速での最小車間距離と最大減速度は評価データの対象ではないので、グラフが存在しない。

ここから分かるように、CACC 実加速度に対して CACC 要求加速度では、全ての評価データで以下のように制御性向上が確認された（図中の緑色矢印）。

- 車間時間偏差 偏差が小さく隊列として安定
- 応答時間 応答時間が短く応答性が向上
- 最小車間距離 車間距離が大きくなることで、減速中に接近せず安全性が向上
- 最大減速度 減速度が小さくなることで、急激な減速がなくなり安全性が向上

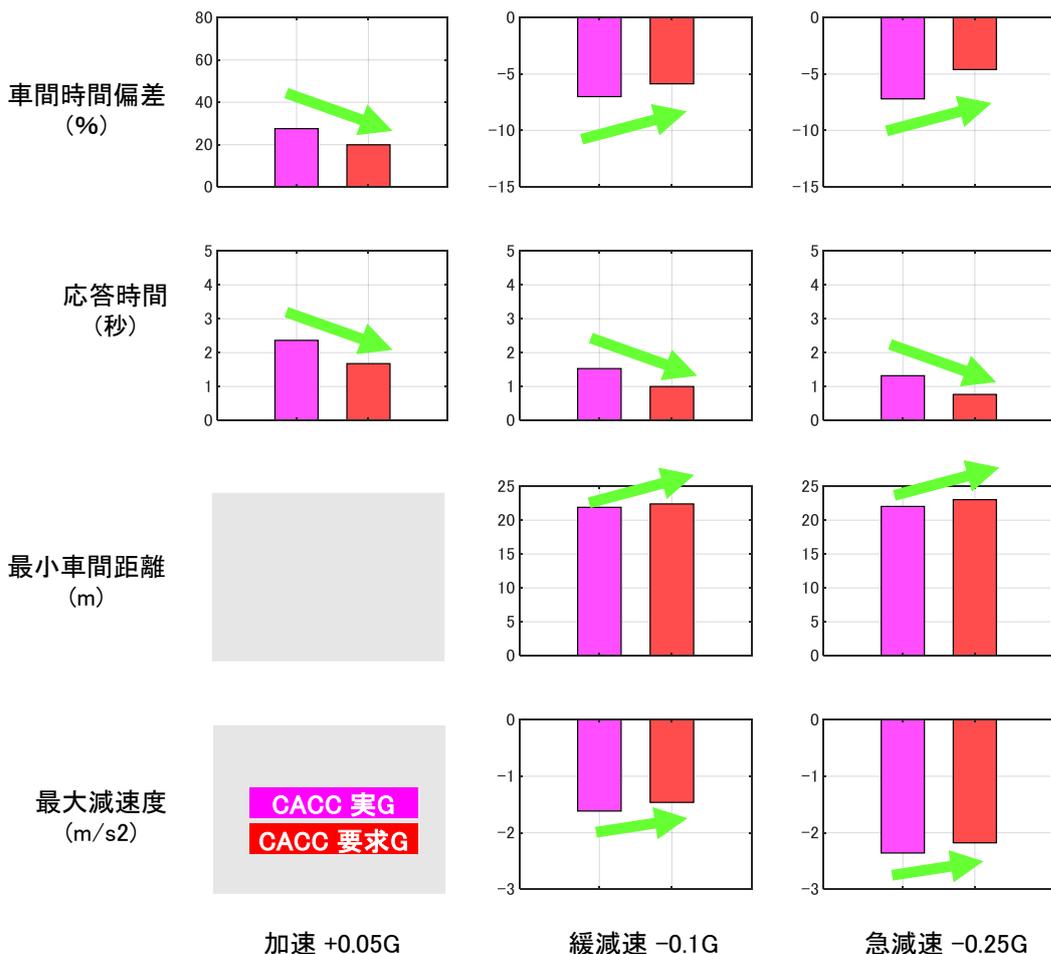


図 2-15 CACC 実 G と CACC 要求 G での各評価データ（隊列平均）

続いて、隊列全体の平均ではなく 4 社のメーカー毎で評価データを確認した。図 2-16 に、メーカー毎の各評価データの結果を示す。グラフの並びは前項と同じである。

ここから分かるように、CACC 実 G に対して CACC 要求 G の方が、一部の条件（図中の灰色矢印）を除いてほぼ全ての条件で制御性向上が確認された（図中の緑色矢印）。制御性向上が確認できなかった条件においては、数値としてはほぼ同じ値であり、顕著に悪化しているわけではないため、安全性としては問題ないと考えられる。

以上のことから、実 G による制御よりも要求 G による制御の方が、隊列として追従性や安全性が向上すると考えられる。

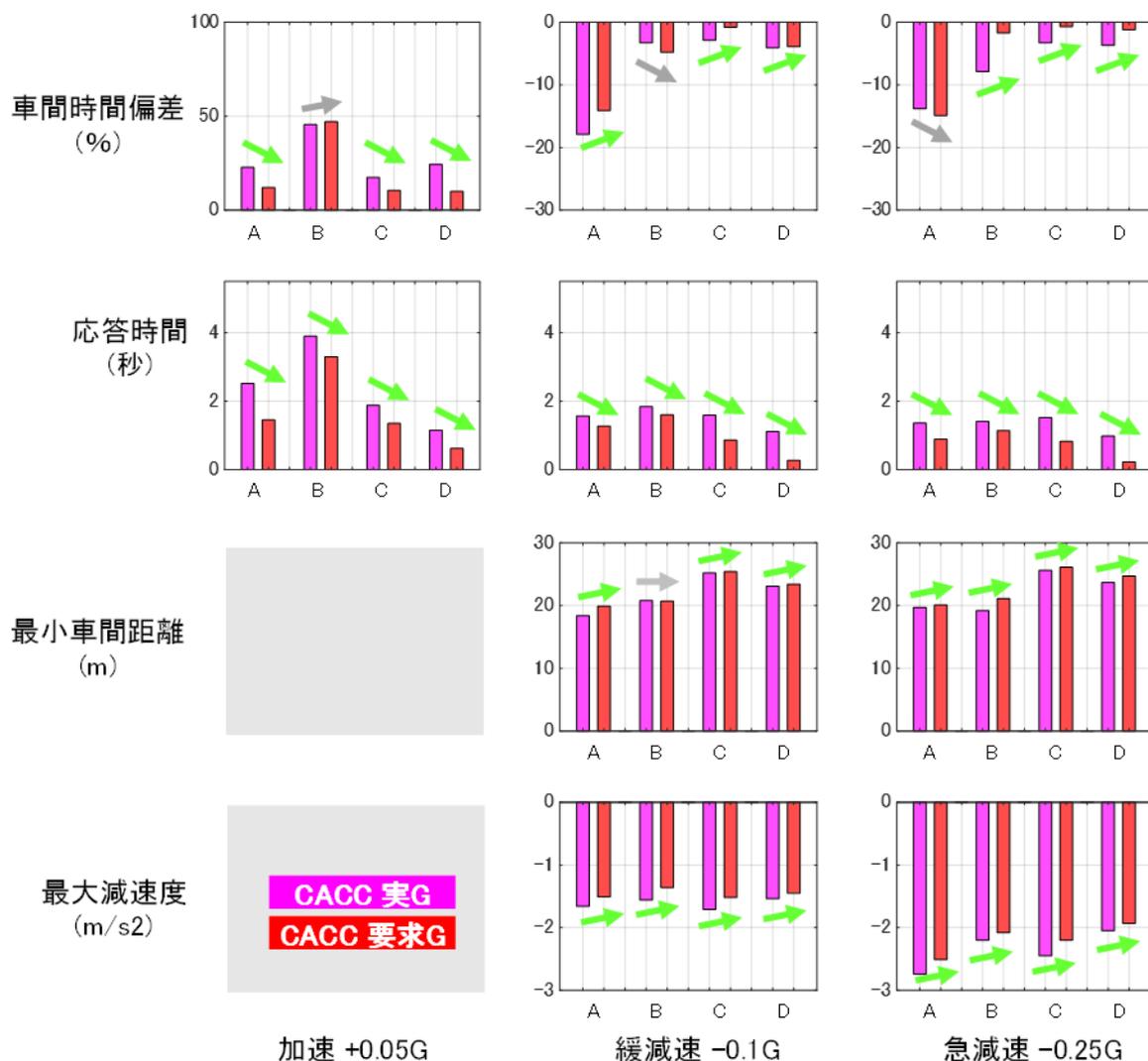


図 2-16 CACC 実 G と CACC 要求 G での各評価データ（メーカー毎）

(4) ACC 対 CACC 要求加速度

ACC と CACC 要求 G の仕様を比較する。各評価データについて、CACC で走行している隊列車両 3 台 (隊列の 2、3、4 台目) を平均した隊列全体として確認した。図 2-17 に、隊列全体としての各評価データの結果を示す。グラフの並びは前と同じである。

ここから分かるように、ACC に対して CACC 要求 G では、全ての評価データで以下のように制御性向上が確認された。

車間時間偏差	偏差が小さく隊列として安定
応答時間	応答時間が短く応答性が向上
最小車間距離	車間距離が大きくなることで、減速中に接近せず安全性が向上
最大減速度	減速度が小さくなることで、急激な減速がなくなり安全性が向上

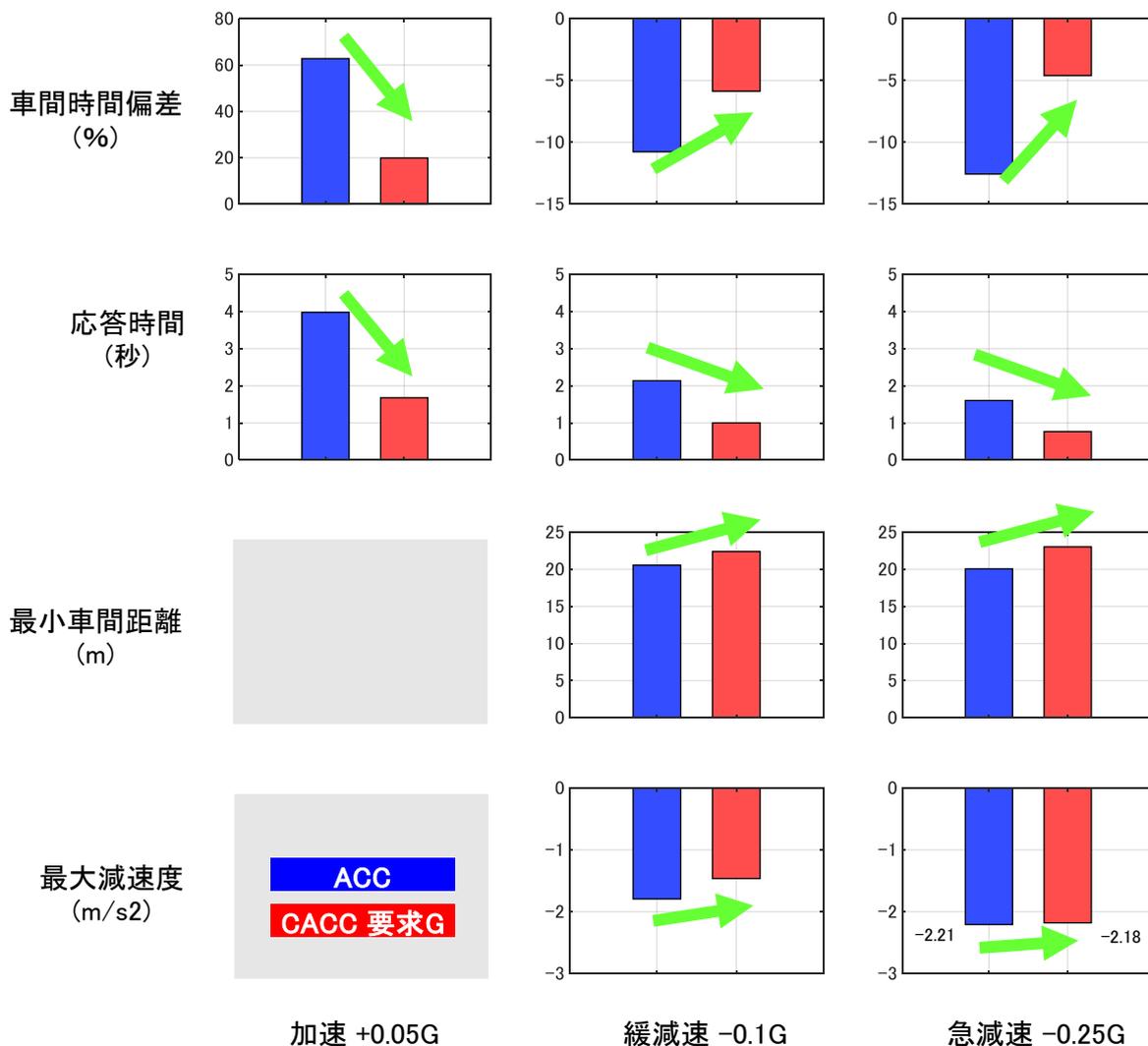


図 2-17 ACC と CACC 要求 G での各評価データ (隊列平均)

続いて、隊列全体の平均ではなく 4 社のメーカー毎で評価データを確認した。図 2-18 に、メーカー毎の各評価データの結果を示す。グラフの並びは前と同じである。

ここから分かるように、ACC に対して CACC 要求 G の方が、一部の条件（図中の灰色矢印）を除いてほぼ全ての条件で制御性向上が確認された（図中の緑色矢印）。

制御性向上が確認できなかった条件（図中の灰色矢印）については、違いが顕著な 3 社のケースについて以下の 2 種類に分類し、一つの評価データのみではなく、他の評価データを合わせた総合的な評価を行うこととした。

- ・ 減速中の最大減速度の増加（図中①点線□）

最大減速度の値は増加しているが、あくまでも減速中のピーク値であり、また、他の評価データの応答時間や最小車間距離で安全性は確保できている。よって、減速が早く始まり車間距離維持（車間時間偏差や最小車間距離）できているため、ドライバ感覚としては、安心できる挙動となっていると考えられる。

- ・ 減速中の最小車間距離の短縮（図中②点線□）

車間時間偏差や最小車間距離で向上が見られないが、数値的には顕著に悪化しているとは考えられない。この場合も、最大減速度の減少や応答時間の短縮により急激な減速がなくなることで、ドライバ感覚としては、安心できる挙動となっていると考えられる。

以上の結果から、ACC に対して CACC 要求 G では、減速中の最小車間距離や最大減速度で安全性の向上が見られ、特に加速中の応答時間の短縮、車間時間偏差の縮小による応答性の向上が顕著に見られた。

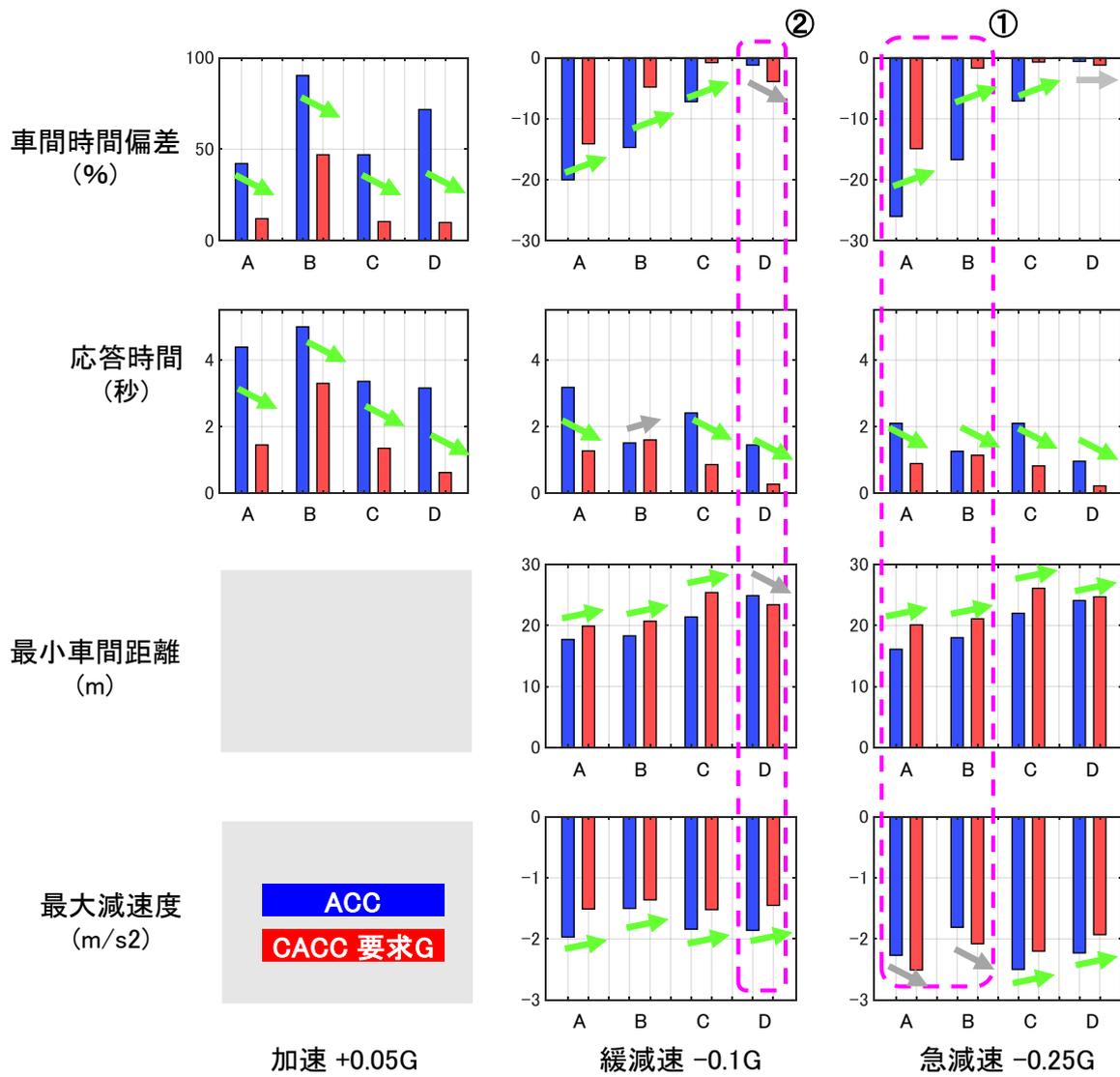


図 2-18 ACC と CACC 要求 G での各評価データ (メーカー毎)

2.3.5. 結論

車車間通信を利用した制御が異なる 2 種類（実加速度、要求加速度）の CACC と従来の ACC について追従性や安全性を比較した結果、以下の結論が得られた。

- ・ CACC 実加速度に対して CACC 要求加速度、ACC に対して CACC 要求加速度のいずれにおいても、応答性や安全性が向上し、要求加速度を制御に使うことによる隊列としての制御性向上を確認した。
- ・ 各仕様の制御性を 4 つの評価データで評価したが、個社毎で評価した場合、一部の評価データでは、制御性向上が見られなかった。しかし、4 つの評価データをもとにした総合的な評価としては、安全性は向上したものと考えられる。

また、今回の実証実験を通して、以下のような今後の製品化や発展に向けた配慮事項が挙げられる。

- ・ 車両特性によっては、要求加速度の値に対して実加速度の値が小さい場合や、要求加速度に対して実加速度の立ち上がりに遅れがある場合がある。今回の実証実験における各社ロジックでは、特に問題はなかったが、信号を制御に利用する側でそれに対応したロジックを考慮する必要がある。
- ・ 安全性の向上は重要である一方、応答性を上げることによる追従性の向上は、他の要素として燃費への影響も考えられる。今回、燃費に関しては、各社の商品性に係わる競争領域なので、実際のデータによる検証は行っていないが、製品化のフェーズでは重要な要素と考えられる。
- ・ 更なる追従性や安全性の向上には、別の章で検討した発展型コンセプトのような隊列制御を含めた検討が必要と考えられる。

2.4. 公道走行を模擬した条件での CACC 機能確認

2.4.1. 目的

公道走行時の周辺状況により発生する事象をテストコースで模擬し、新共通仕様通信機を用いた CACC 隊列走行時の各車両の挙動を確認すると共に、ドライバーの習熟を目的とする。

2.4.2. 実験期間・場所

実験期間：2021 年 1 月 11 日（月）～1 月 12 日（火・祝）

実験場所：日本自動車研究所 城里テストセンター高速周回路、外周路

2.4.3. 実験内容

以下に、各条件での実験内容を示す。

【組み合わせパターン】

公道実証実験の隊列順序の組み合わせパターンで走行を行った。

パ タ ー ン	1 台 目	2 台 目	3 台 目	4 台 目
パ タ ー ン	B 社	A 社	C 社	D 社
1 パ タ ー ン	A 社	C 社	D 社	B 社
2 パ タ ー ン	C 社	D 社	B 社	A 社
3 パ タ ー ン	D 社	B 社	A 社	C 社
4 パ タ ー ン				

表 2-7 CACC 機能確認組み合わせパターン（公道走行模擬）

(1) 一般車両の割り込み模擬

高速周回路において公道での一般車両の割り込みを模擬し確認を行った。

【走行条件】

車間時間：1.6 秒

車速：75km/h（先導車）

【組み合わせパターン】

パターン 1、3

【走行方法】

走行 1 回目に 3 台目の前、2 回目に 4 台目の前に乗用車が割り込み、その後離脱。全社の車両で確認を行う。

- I. 割り込み車(乗用車)は最後尾に追従し、ホームストレートで隊列を追い越し、ウィンカーを点灯後、隊列右側から隊列車間に割り込み、約5秒~10秒後、ホームストレート終了前までに隊列の左側へ離脱
- II. 割り込み車が割込んだ隊列後続車はACCにより車間を確保する
- III. 割り込み車離脱後、CACCに復帰することを確認

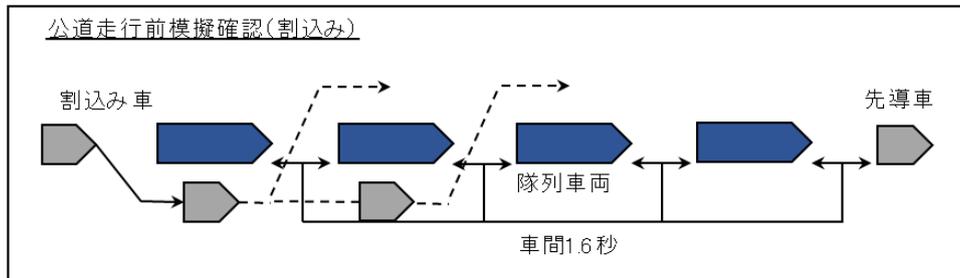


図 2-19 CACC 機能確認走行パターン (公道走行模擬/割り込み)

【結果】

以下の点に着目し、車両挙動、車両システムに問題ないことを確認した。

	確認事項	A社	B社	C社	D社
1	割り込み車両を検知後、ACCに遷移できる	○	○	○	○
2	割り込み車両離脱後、CACCに復帰できる	○	○	○	○

(2) 制動模擬

高速周回路において公道でのドライバ介入による制動を模擬し確認を行った。

【走行条件】

車間時間：1.6秒

減速度：-0.27G、-0.30G

車速：75km/hから50km/hへ減速

【組み合わせパターン】

パターン1、2、3、4

【走行方法】

CACC接続後、先導車(乗用車)が-0.27G、-0.30Gで制動し、後続車両のドライバが介入し制動を行う。

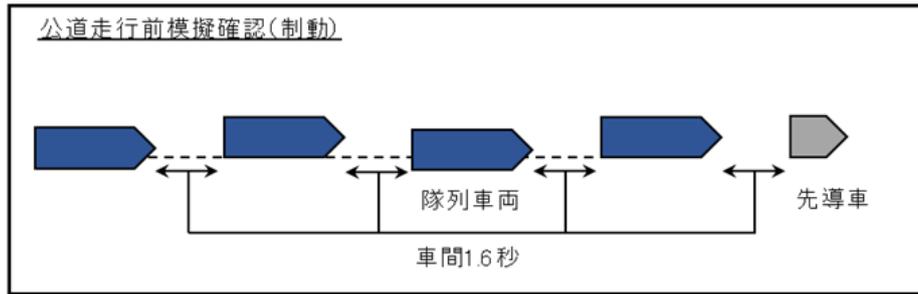


図 2-20 CACC 機能確認走行パターン（公道走行模擬/制動）

【結果】

以下の点に着目し、車両挙動、車両システムに問題ないことを確認した。

	確認事項	A 社	B 社	C 社	D 社
1	0.27G 減速時ドライバ介入により安全に減速できる	○	○	○	○
2	0.30G 減速時ドライバ介入により安全に減速できる	○	○	○	○

(3) 渋滞末尾への制動模擬

外周路において高速道での渋滞末尾への停止を模擬した制動確認を行った。

【走行条件】

車間時間：1.6 秒

減速度：-0.05G

車速：75km/h から 0km/h へ減速、停止

【組み合わせパターン】

パターン 1、2、3、4

【走行方法】

先導車（乗用車）が-0.05G 緩制動を車両停止まで行う。

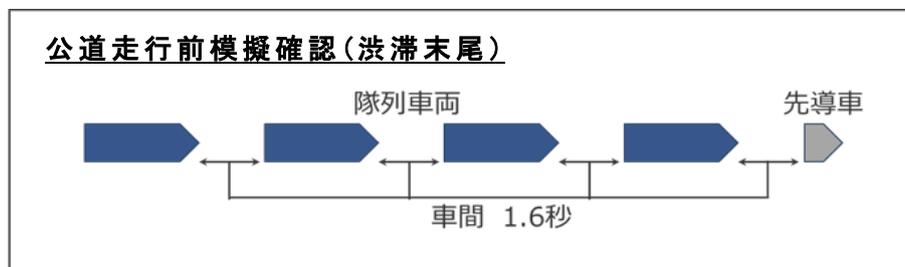


図 2-21 CACC 機能確認走行パターン（公道走行模擬/渋滞末尾）

【結果】

以下の点に着目し、車両挙動、車両システムに問題ないことを確認した。

確認事項	A 社	B 社	C 社	D 社
------	-----	-----	-----	-----

- | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|
| 1 | 停車までの緩減速において CACC で安全に減速できる | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | CACC 制御を継続したまま停車できる | ○ | ○ | ○ | ○ |

(4) トンネル走行 (GPS 情報遮断) 時接続性模擬

外周路においてトンネル走行時の GPS 情報遮断状態でも CACC 接続を維持できることの確認を行った。

【走行条件】

車間時間：1.6 秒

車速：75km/h (先導車)

【組み合わせパターン】

パターン 2、4 (パターン 2 では、3 台目の D 社のみ確認を実施)

【走行方法】

隊列 2 台目、3 台目、4 台目の GPS 信号の切断を順番に行う。

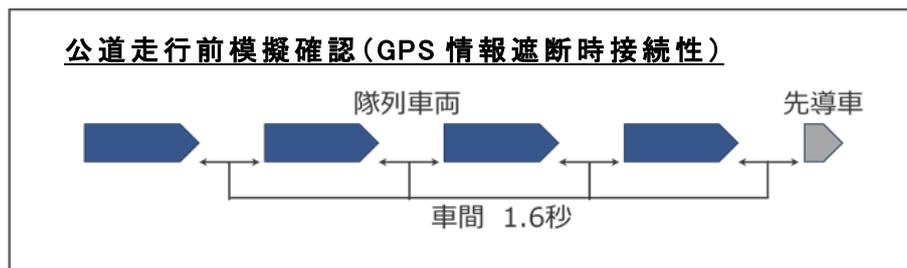


図 2-22 CACC 機能確認走行パターン (公道走行模擬/GPS 情報遮断)

【結果】

以下の点に着目し、車両挙動、車両システムに問題ないことを確認した。

確認事項	A 社	B 社	C 社	D 社
1 GPS 切断時 CACC を継続し、走行できる	○	○	○	○

(5) 登坂路模擬

外周路の緩やかな登坂を利用し、登坂路走行の模擬を行う。

【走行条件】

車間時間：1.6 秒

車速：75km/h (先導車)

【組み合わせパターン】

パターン 1、2、3、4

【走行方法】

先導車 (乗用車)、大型車 4 台で走行する。

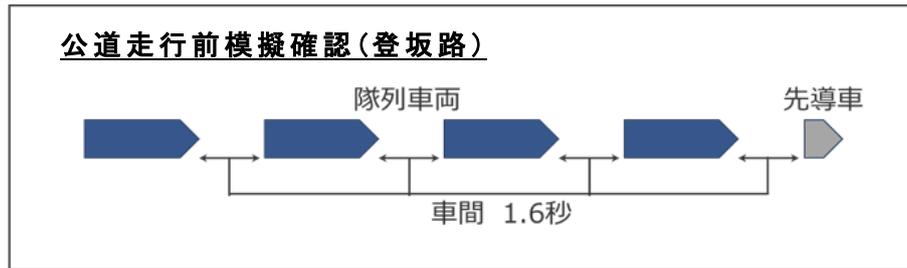


図 2-23 CACC 機能確認走行パターン (公道走行模擬/登坂路)

【結果】

以下の点に着目し、車両挙動、車両システムに問題ないことを確認した。

確認事項	A社	B社	C社	D社
1 登坂路走行時 CACC を継続して走行できる	○	○	○	○
2 適切な車間距離を保ったまま走行できる	○	○	○	○

2.4.4. 実験結果

4社共通の新共通仕様通信機での CACC 隊列走行の挙動に問題なく、CACC 機能に問題ないことを確認し、公道実証実験を実施できると判断した。

2.5. 公道実証実験

2.5.1. 目的

マルチブランドによる隊列走行の車間維持制御性や接続性を向上させるため、通信機を新共通仕様通信機へ変更し、制御ロジックを変更した。実走行環境下での隊列の安定性について、比較検証した。

2.5.2. 実験期間・場所

表 2-8 の検討条件をもとに、公道実証実験の場所として常磐自動車道を選定し、以下の日程で実証実験を実施した。

実験期間：2021年1月19日(火)～21日(木) 9:00～17:30

2021年1月22日(金) 9:00～13:00

実験場所：常磐自動車道 友部 SA スマート IC～北茨城 IC 約 70km

[主なデータ取得区間] 田野 PA～中郷 SA 約 51.2km

検討項目	条件	常磐自動車道の状況
実証距離	短距離区間 (待機用の SA/PA を含む)	約 70km
交通量	交通量が少ない区間	25,509 台/日
勾配	3～5%の区間で勾配に変化があること	3～5%の上り・下り勾配を有する
降雪	冬季の実証となるため降雪が少ない区間	寒冷地域外
アクセス	容易にアクセスできる関東近県	茨城県

表 2-8 公道実証実験実施場所の検討条件



図 2-24 公道実証実験実施場所

2.5.3. 実験内容

(1) 走行方法

隊列のトラックの前に乗用車を走行させ、隊列の1台目はACC、2台目以降は、実験条件に合わせて、ACCやCACCで走行した。ACC、CACCの車間時間は、共に1.6秒に設定して走行した。



図 2-25 公道実証実験走行パターン

(2) 実験条件

有効性を比較するため、下記仕様で走行した。

ACC : 各社が商品化済の製品

CACC 実加速度 : 先行車の加速度を利用した CACC (2018 年度の仕様)

CACC 要求加速度 : 先行車の要求加速度を利用した CACC

(3) 組み合わせパターン

表 2-9 に示す 4 パターンを選定した。

パターン	1 台目	2 台目	3 台目	4 台目
パターン 1	B 社	A 社	C 社	D 社
パターン 2	A 社	C 社	D 社	B 社
パターン 3	C 社	D 社	B 社	A 社
パターン 4	D 社	B 社	A 社	C 社

表 2-9 公道実証実験組み合わせパターン

(4) 評価ポイント

常磐自動車道 田野 PA から中郷 SA の間で、急な登坂・降坂があるポイント及び長いトンネルが連続するポイントを選定し、各実験条件での隊列の安定性を評価した。

図 2-26 は+4%勾配の登坂路が約 1.9km 続く評価ポイント、図 2-27 は登坂路と降坂路が連続する評価ポイントを示す。

図 2-28 は常磐自動車道の中で最長トンネルである日立トンネルを含む評価ポイントを示す。



図 2-26 勾配区間①+4%勾配の区間

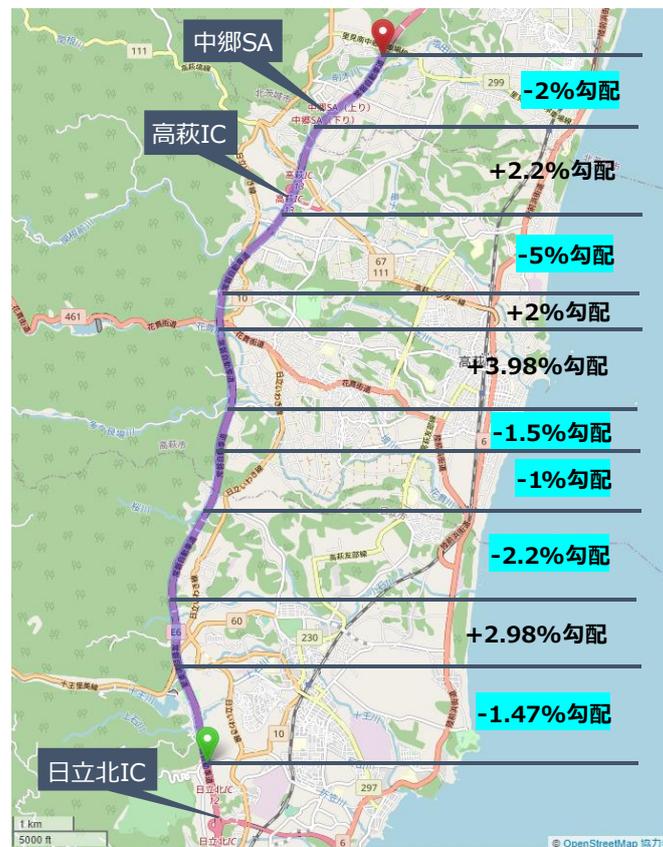


図 2-27 勾配区間②登坂路と降坂路が連続する区間



図 2-28 公道実証実験トンネル区間

		上り線		下り線	
		長さ	勾配	長さ	勾配
①	日立トンネル	2,439m	-1.5%	2,442m	1.5%
②	大久保第一トンネル	99m	-1.5%	216m	1.5%
③	大久保第二トンネル	187m	-1.5%	301m	1.5%
④	大久保第三トンネル	1,004m	1.0%, -1.5%	1,022m	1.5%, -10%
⑤	諏訪第一トンネル	1,078m	1.0%	1,090m	-10%
⑥	諏訪第二トンネル	221m		268m	-
⑦	成沢トンネル	850m	-2.5%	881m	2.5%
⑧	助川トンネル	1,811m	1.0%	1,764m	1.0%
⑨	平沢トンネル	129m	0.3%	185m	-0.3%
⑩	大雄院トンネル	595m	0.8%	527m	-0.8%
⑪	鞍掛トンネル	1,866m	0.8%	1,846m	-0.8%

表 2-10 評価ポイントのトンネル

(5) 評価データ

2018年度の上信越自動車道での公道実証実験と同様に、公道での走行では、様々な外乱があり、テストコースと同じ評価データで検証することが難しい。そのため、隊列の安定性を検証する評価データとして、隊列全長と各車両の車間時間の合計に着目した。計算式を以下に示す。

(計算式)

目標の隊列全長 = $(V1 \times 1.6) \times 3 \text{台} + \text{車長 } 12\text{m} \times 4 \text{台}$

実際の隊列全長 = $D2 + D3 + D4 + \text{車長 } 12\text{m} \times 4 \text{台}$

目標の車間時間合計 = $1.6 \times 3 \text{台}$

実際の車間時間合計 = $T2 + T3 + T4$

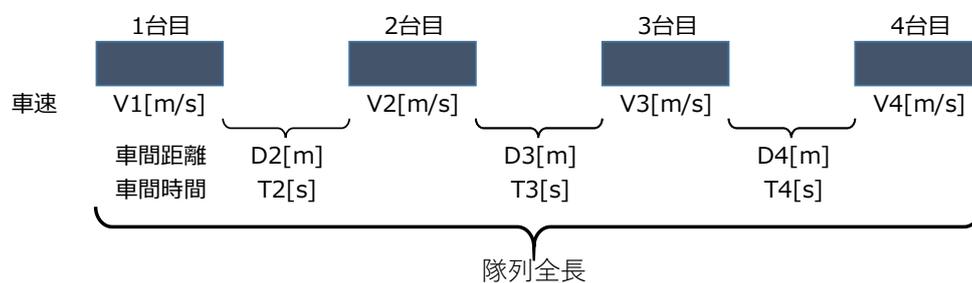


図 2-29 評価データ算出方法

一般的に、登坂路では、各車両の車間が広がり、隊列全長は長く、車間時間の合計は大きくなる傾向にある。また、降坂路では、各車両の車間が詰まり、隊列全長は短く、車間時間の合計は小さくなる傾向にある。

ACCやCACCの仕様の違い毎で、これらの傾向に違いがみられるかを検証した。

2.5.4. 実験結果

評価ポイントにて、以下のような外乱によって、隊列のいずれかの車両がACCやCACCを解除した区間や、不要な減速や加速を行い、同一の実験条件で比較ができない区間があった。その区間は、検証データから排除した。

- ・ 割り込み車両による隊列の分断
- ・ 低速の一般車両への追従による減速、及び、追い越す際の加速
- ・ システムの不調

(1) 勾配区間①の検証結果

勾配区間①+4%勾配の区間での仕様違い毎の時系列の走行データ(車速、車間距離、要求加速度、実加速度、車間時間、車間時間合計、隊列全長)を図 2-30 から図 2-33 に示す。参考として、+4%勾配の区間を図中に示した。

走行データの代表例：(ACCの走行データは、手前の日立南太田ICにて割り込み車両があったため、参考データとする。)

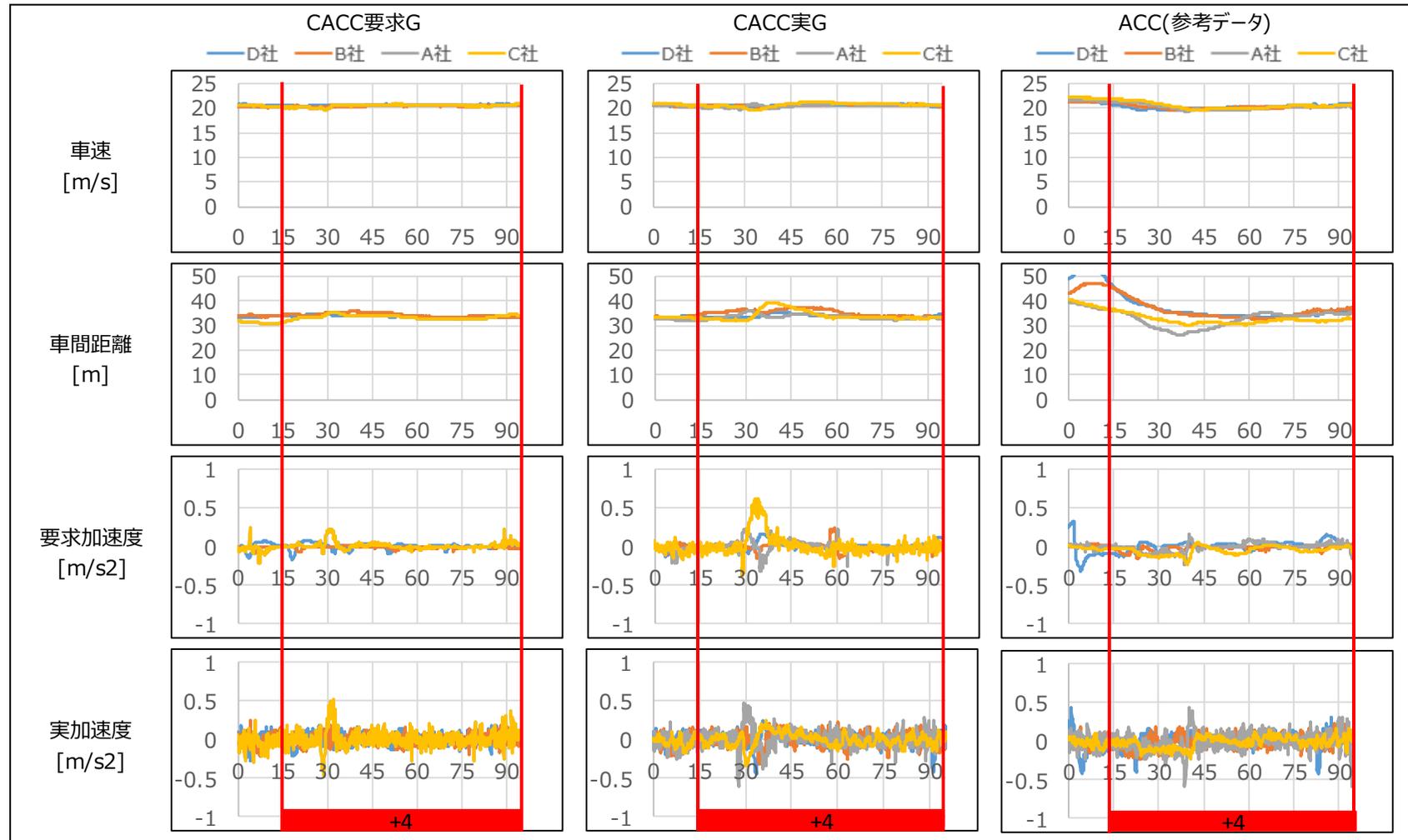


図 2-30 勾配区間① 隊列パターン4の走行データ

走行データの代表例：(ACCの走行データは、手前の日立南太田ICにて割り込み車両があったため、参考データとする。)

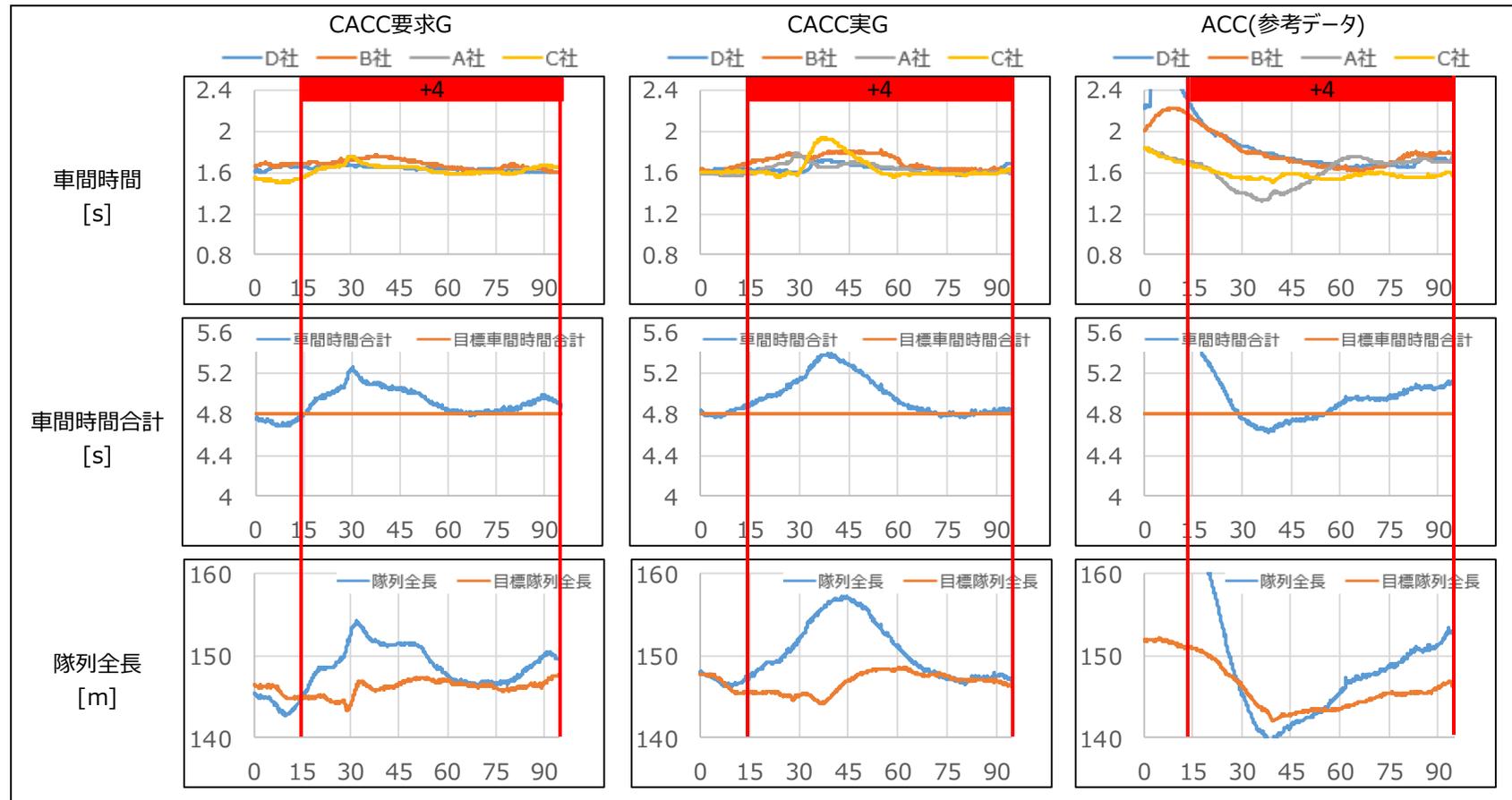


図 2-31 勾配区間① 隊列パターン 4 の走行データ

走行データの代表例：

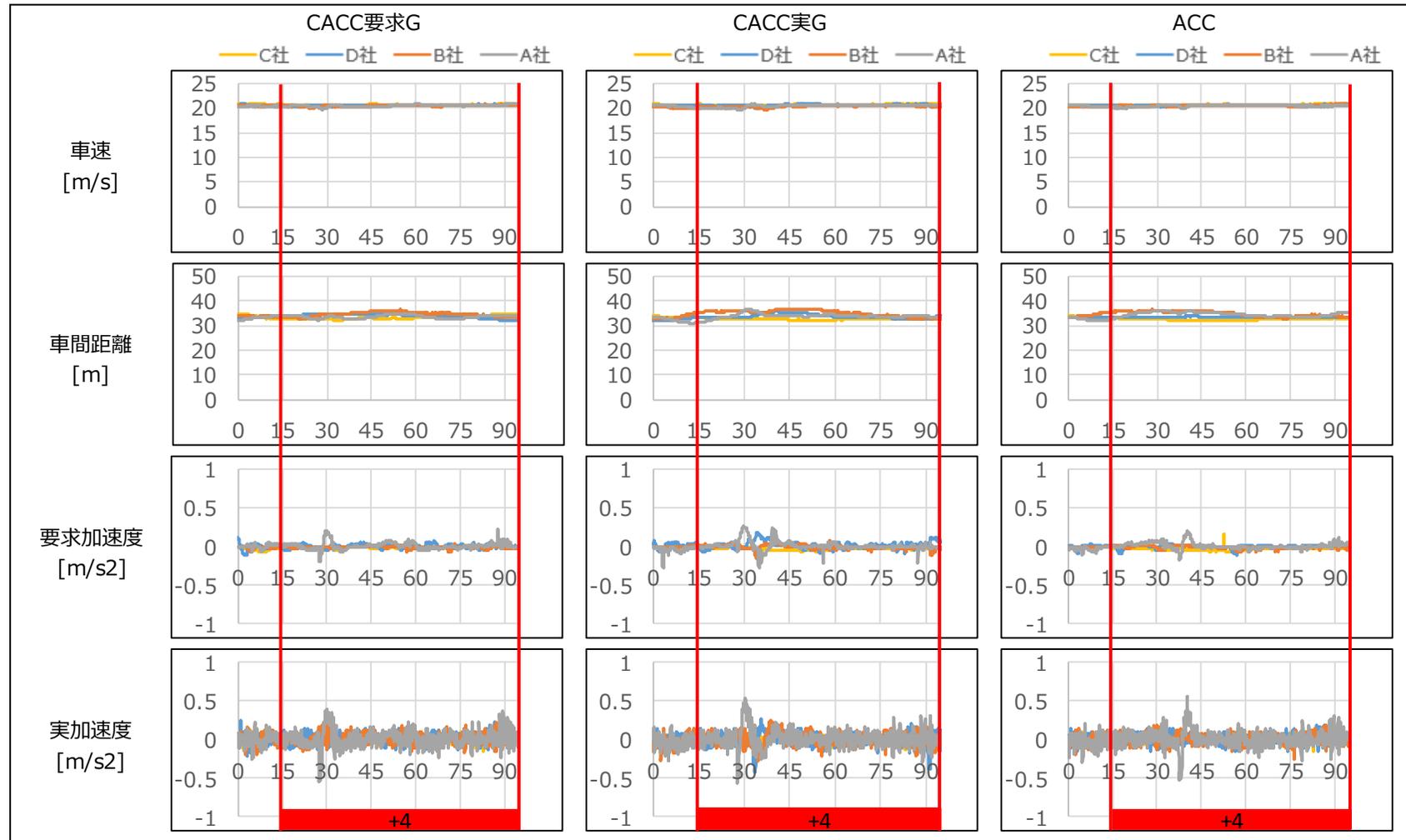


図 2-32 勾配区間① 隊列パターン 3 の走行データ

走行データの代表例：

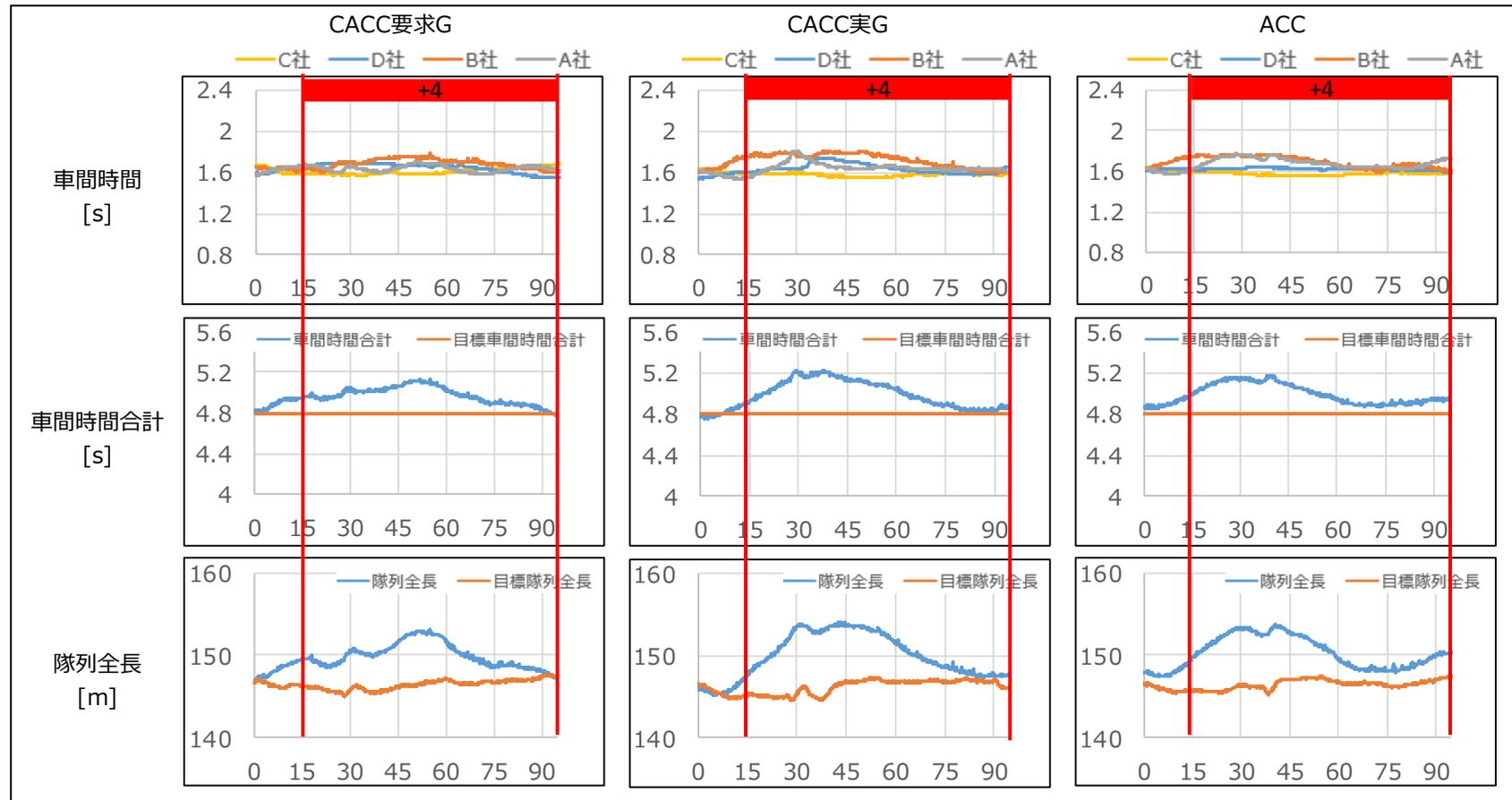


図 2-33 勾配区間① 隊列パターン 3 の走行データ

勾配区間①+4%勾配の区間での仕様違い毎の車間時間合計のばらつきを箱ひげ図で、図 2-34 と図 2-35 に示す。パターン 4 の ACC のデータは、直前の IC にて割り込み車があったため、参考データとする。

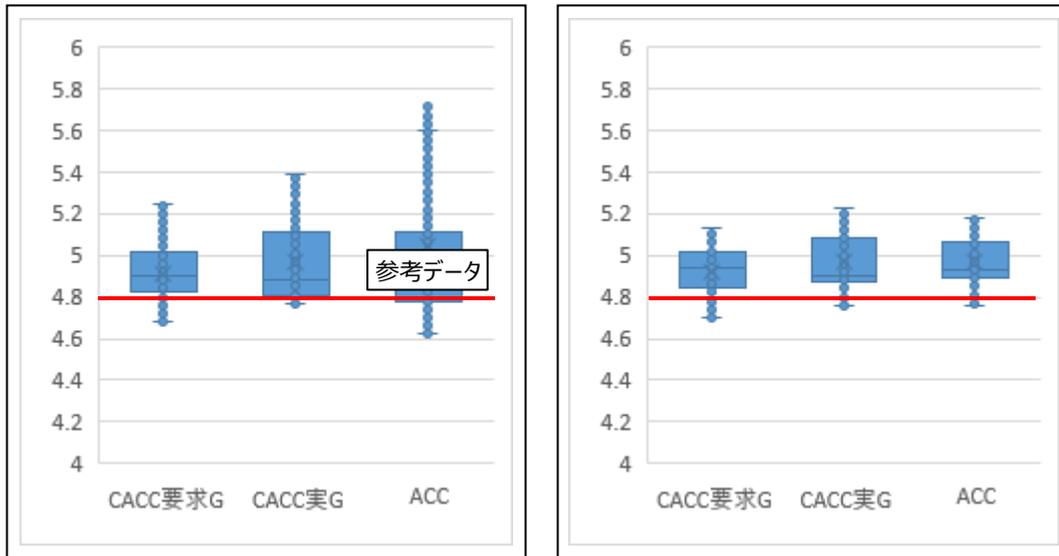


図 2-34 パターン 4 の隊列の安定性 図 2-35 パターン 3 の隊列の安定性

図 2-34 と図 2-35 に示すように、CACC 要求加速度では CACC 実加速度や ACC より、車間時間合計のばらつきが小さく、目標となる車間時間合計 1.6 秒との差も小さくなっている。

要求加速度を利用した制御を行うことによって、登坂路での車群としての安定性の向上が確認された。

ただし、要求加速度を利用しても登坂路においては、車群として広がる傾向にあることは変わらなかった。これは、各車両の動力性能の差で、エンジン出力が小さい車両が要求加速度通りに先行車に追従できず車間が広がったと考えられる。

(2) 勾配区間②の検証結果

勾配区間②登坂路と降坂路が連続する区間での仕様違い毎の時系列の走行データ（車速、車間距離、要求加速度、実加速度、車間時間、車間時間合計、隊列全長）を図 2-36 から図 2-39 に示す。参考として、勾配の区間を図中に示した。

走行データの代表例：

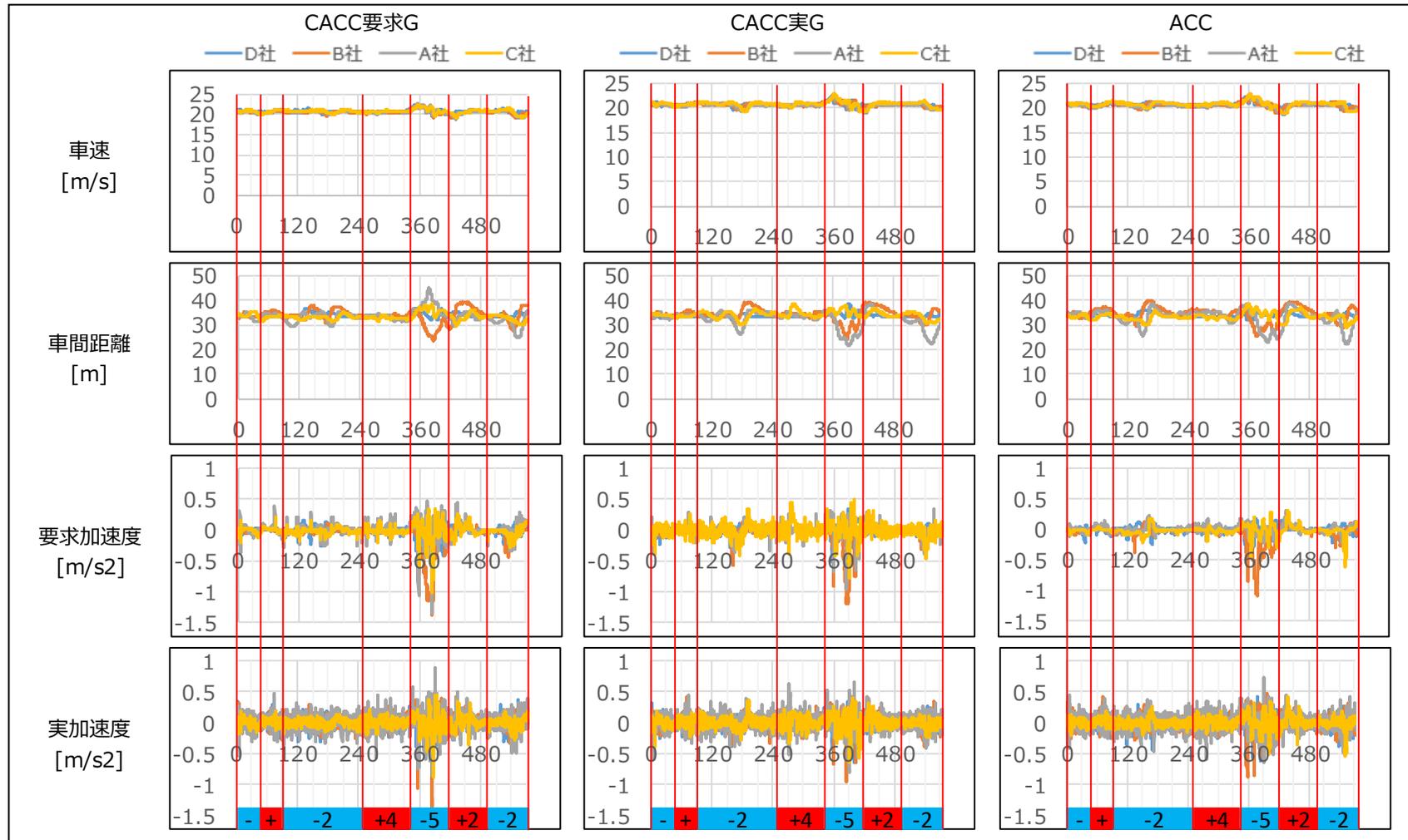


図 2-36 勾配区間② 隊列パターン 4 の走行データ

走行データの代表例：

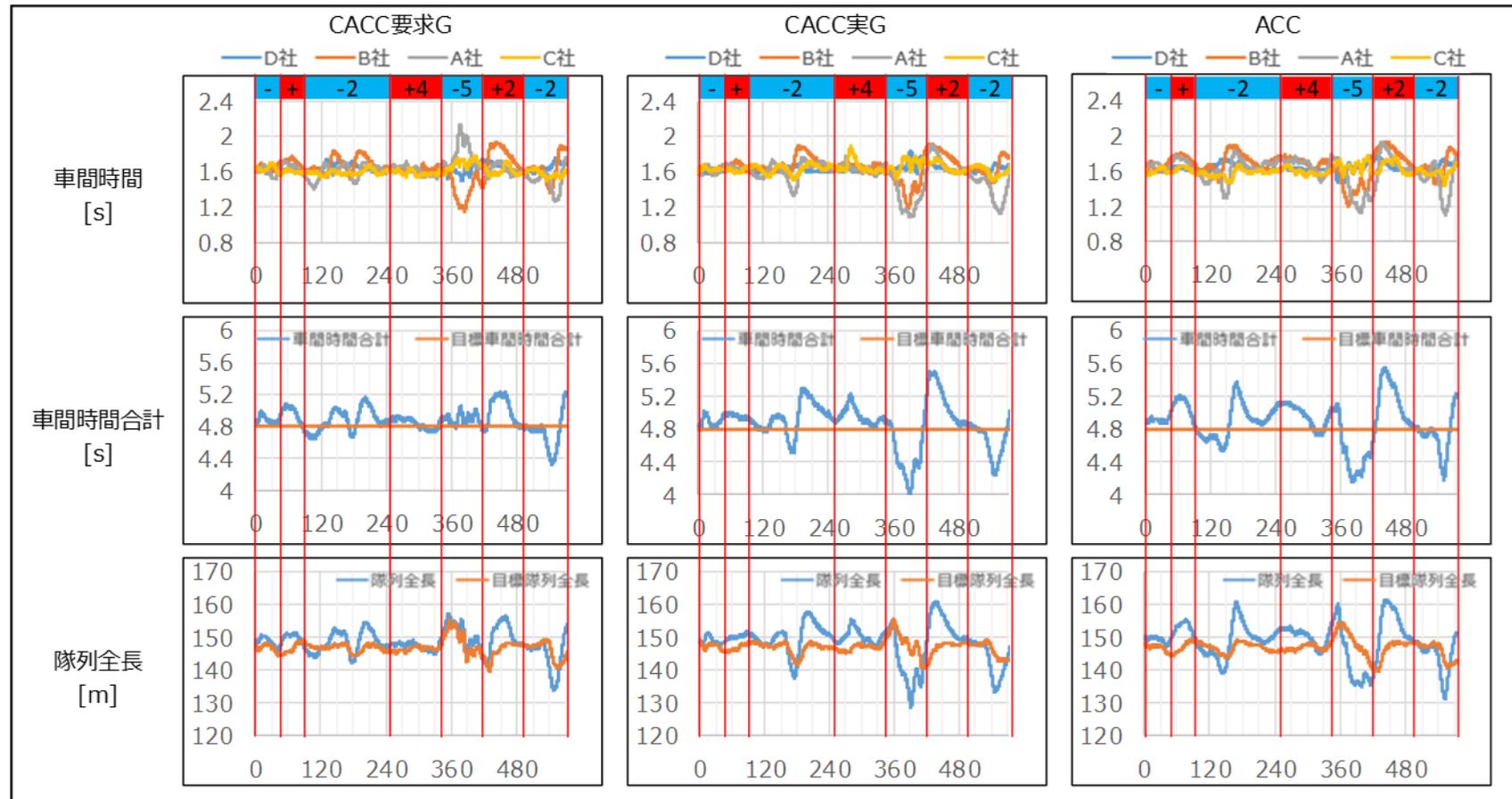


図 2-37 勾配区間② 隊列パターン 4 の走行データ

走行データの代表例：

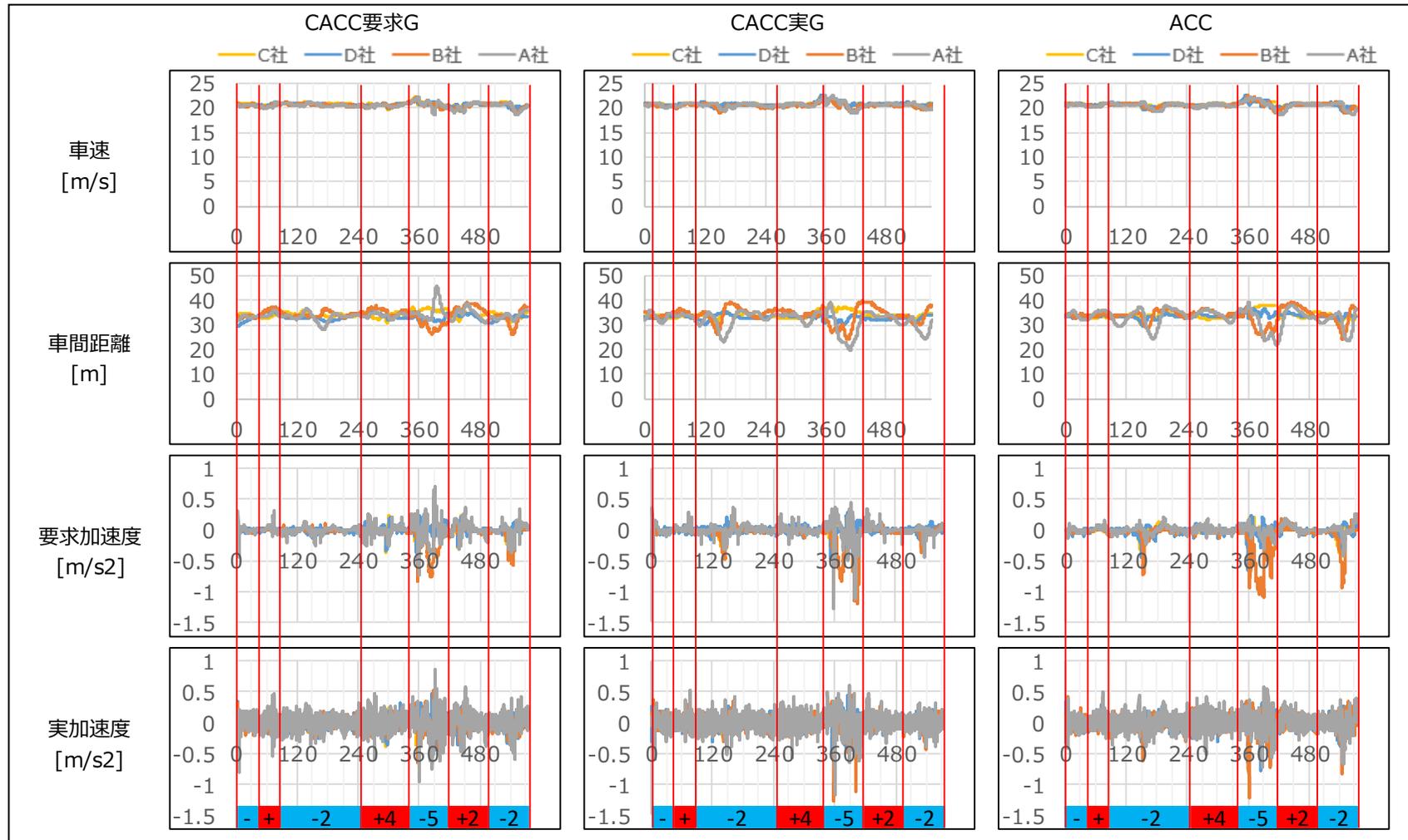


図 2-38 勾配区間② 隊列パターン 3 の走行データ

走行データの代表例：

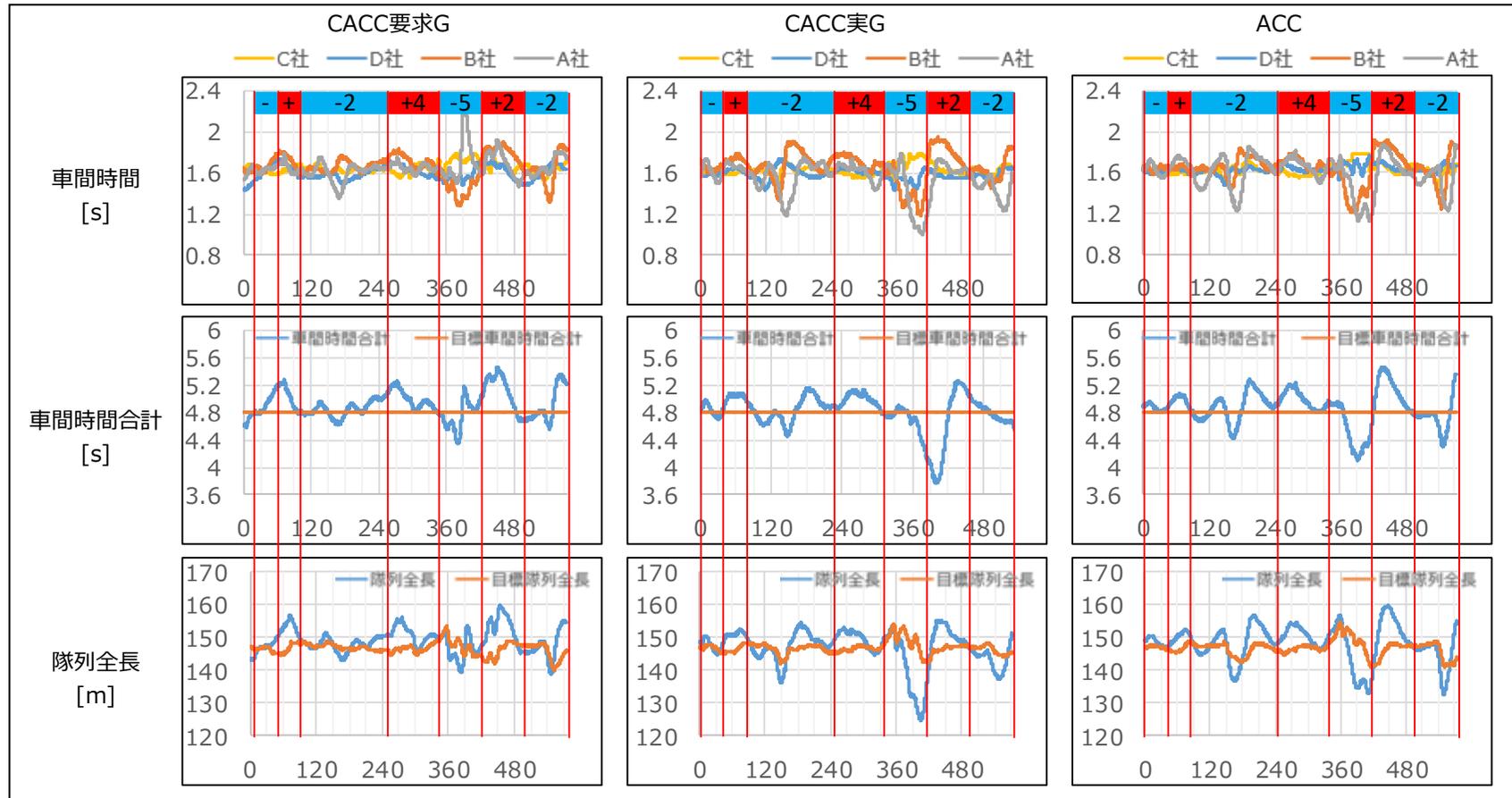


図 2-39 勾配区間② 隊列パターン 3 の走行データ

勾配区間②登坂路と降坂路が連続する区間での仕様違い毎の車間時間合計のばらつきを箱ひげ図で、図 2-40 に示す。

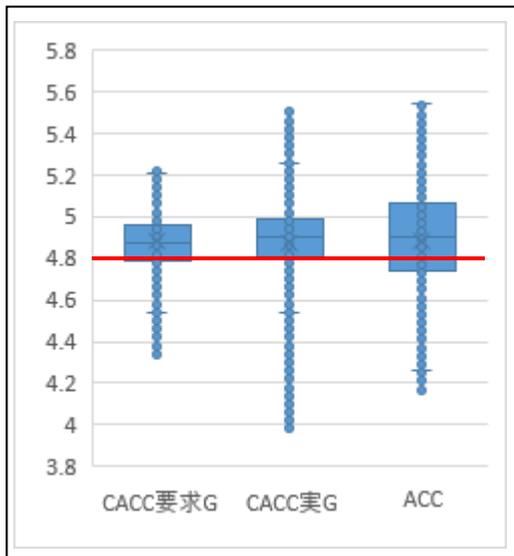


図 2-41 パターン 4 の隊列の安定性

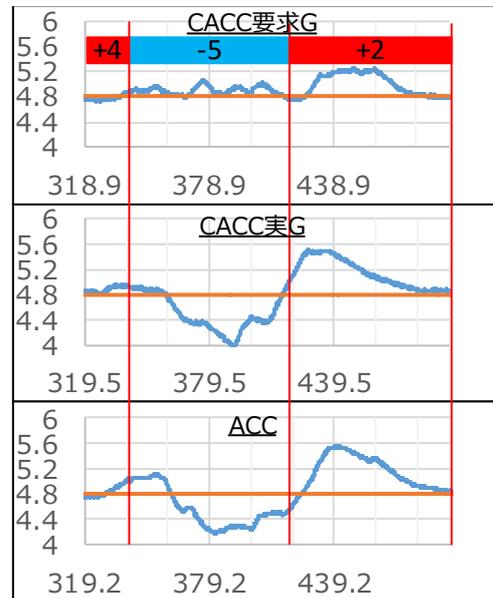


図 2-40 -5%勾配付近の車間時間合計

図 2-41 に示すように、CACC 要求加速では CACC 実加速度や ACC より、車間時間合計のばらつきが小さく、目標となる車間時間合計 1.6 秒との差も小さくなっている。

特に-5%勾配付近においては、図 2-40 に示すように、CACC 要求加速度では車間時間合計が目標となる車間時間合計 1.6 秒からほぼ小さくなることなく、また、その後の+2%勾配の登坂路においても車間時間合計が大きくならなかった。

要求加速度を利用した制御を行うことによって、登坂路と降坂路が連続するような場所においても、車群としての安定性の向上が確認された。

(3) トンネル区間の検証結果

トンネル区間での仕様違い毎の時系列の走行データ（車速、車間距離、要求加速度、実加速度、車間時間、車間時間合計、隊列全長）を図 2-42 と図 2-43 に示す。

トンネル区間は急な勾配もなく比較的平坦な道路であるため、図に示すように、CACC 要求加速度と CACC 実加速度で仕様違いによる隊列の安定性に差はみられなかったが、新共通仕様通信機を使用してトンネル内などの位置情報が取得できない状況においても、CACC を継続して走行できることが確認できた。

走行データの代表例：(ACCの走行データは、低速の一般車両への追従により減速したため、参考データとする。)

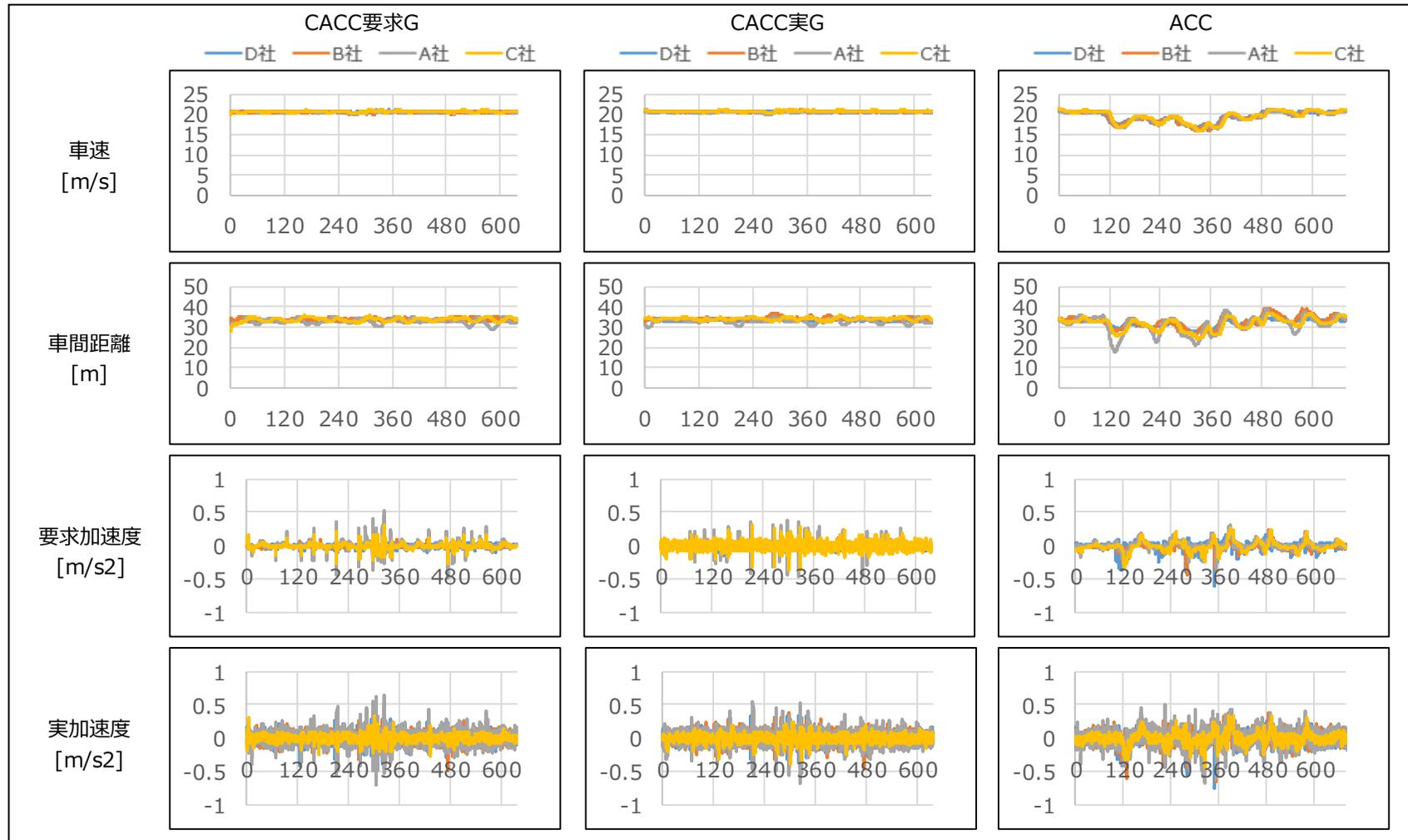


図 2-42 トンネル区間 隊列パターン 4 の走行データ

走行データの代表例：(ACCの走行データは、低速の一般車両への追従により減速したため、参考データとする。)

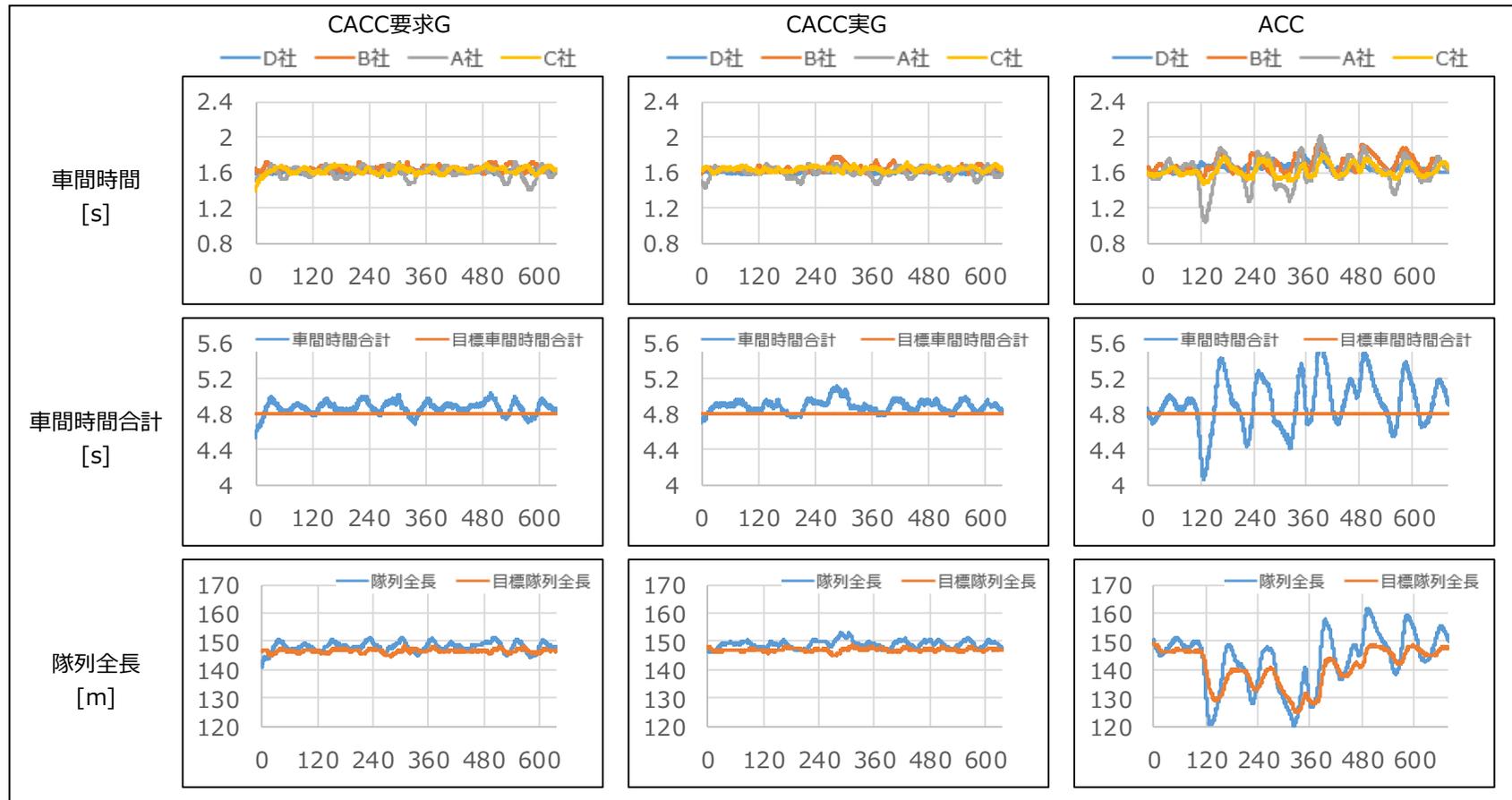


図 2-43 トンネル区間 隊列パターン 4 の走行データ

2.5.5. 結論

常磐自動車道の田野 PA から中郷 SA までの約 51.2km の区間を中心に後続車有人システムの安定性を検証した。

要求加速度を利用した制御を行うことにより、実走行環境の登坂路や降坂路においても、隊列の安定性が向上することが確認できた。

また、実走行環境のトンネル内でも、新共通仕様通信機で CACC を継続して走行できることが確認できた。

2.6. 技術実証まとめ

通信メッセージの追加（要求加速度等）のために新共通仕様通信機の改造を実施した。この通信機をベースに各社で要求加速度等を加味した新たな CACC ロジックを開発し車両に実装してテストコースで実験を行った。その結果、先頭車の加減速に対する応答遅れが低減され、より高い車間距離維持ができることが確認された。

また常磐自動車道での公道実証実験においても上記 CACC 制御が正常に機能することを確認した。

2.7. 受容性調査（ドライブレコーダー映像解析）

2.7.1. 目的

後続車有人システムの実証実験実施に際して、常磐自動車道の実証実験映像をドライブレコーダーにより記録し、集計・分析を行った。本年度の調査は、割り込み位置や周辺状況等を確認することで、トラック隊列への割り込みが発生しやすい道路状況を把握することを目的とした。

2.7.2. 実施事項

ドライブレコーダーにより記録した映像をもとにトラック隊列への割り込み状況を整理した。調査項目を下表に示す。

大項目	項目	内容
基礎情報	発生日	—
	割り込み開始時間	—
	割り込み終了時間	—
	天候	晴れ、曇り、雨
割り込み発生箇所	路面状況	乾燥、湿潤
	割り込み発生区間	表 2-12 割り込み発生区間のセクション ID を参照
	単路部や分合流部等の種別	合流部、分流部、単路部
	割り込み位置	1～2 台目間、2～3 台目間、3～4 台目間
割り込み内容	割り込みした車両の種類	小型車、大型車、自動二輪車
	割り込み事象	<ul style="list-style-type: none"> 【ケース 1】本線走行時の合流（すぐに離脱） 【ケース 2】本線走行時の合流（そのまま滞留）

- ・ 【ケース 3】 単路部走行時の割り込み
- ・ 【ケース 4】 本線走行時の分流
- ・ 【ケース 5】 車線減少（工事規制等を含む）による車線変更時

表 2-11 ドライブレコーダー解析の調査項目

セクションID	分類	位置	セクションID	分類	位置
11001	合流部	北茨城IC (上り) 合流部	12001	合流部	北茨城IC (下り) 合流部
11002	合流部	中郷SA (上り) 合流部	12002	合流部	中郷SA (下り) 合流部
11003	合流部	高萩IC (上り) 合流部	12003	合流部	高萩IC (下り) 合流部
11004	合流部	日立北IC (上り) 合流部	12004	合流部	日立北IC (下り) 合流部
11005	合流部	日立中央IC (上り) 合流部	12005	合流部	日立中央IC (下り) 合流部
11006	合流部	日立南太田IC (上り) 合流部	12006	合流部	日立南太田IC (下り) 合流部
11007	合流部	東海PA (上り) 合流部	12007	合流部	東海PA (下り) 合流部
11008	合流部	那珂IC (上り) 合流部	12008	合流部	那珂IC (下り) 合流部
11009	合流部	水戸北スマートIC (上り) 合流部	12009	合流部	水戸北スマートIC (下り) 合流部
11010	合流部	田野PA (上り) 合流部	12010	合流部	田野PA (下り) 合流部
11011	合流部	水戸IC (上り) 合流部	12011	合流部	水戸IC (下り) 合流部
11012	合流部	友部JCT (上り) 合流部	12012	合流部	友部JCT (下り) 合流部
11013	合流部	友部SA (上り) 合流部	12013	合流部	友部SA (下り) 合流部
21001	分流部	北茨城IC (上り) 分流部	22001	分流部	北茨城IC (下り) 分流部
21002	分流部	中郷SA (上り) 分流部	22002	分流部	中郷SA (下り) 分流部
21003	分流部	高萩IC (上り) 分流部	22003	分流部	高萩IC (下り) 分流部
21004	分流部	日立北IC (上り) 分流部	22004	分流部	日立北IC (下り) 分流部
21005	分流部	日立中央IC (上り) 分流部	22005	分流部	日立中央IC (下り) 分流部
21006	分流部	日立南太田IC (上り) 分流部	22006	分流部	日立南太田IC (下り) 分流部
21007	分流部	東海PA (上り) 分流部	22007	分流部	東海PA (下り) 分流部
21008	分流部	那珂IC (上り) 分流部	22008	分流部	那珂IC (下り) 分流部
21009	分流部	水戸北スマートIC (上り) 分流部	22009	分流部	水戸北スマートIC (下り) 分流部
21010	分流部	田野PA (上り) 分流部	22010	分流部	田野PA (下り) 分流部
21011	分流部	水戸IC (上り) 分流部	22011	分流部	水戸IC (下り) 分流部
21012	分流部	友部JCT (上り) 分流部	22012	分流部	友部JCT (下り) 分流部
21013	分流部	友部SA (上り) 分流部	22013	分流部	友部SA (下り) 分流部
31001	単路部	北茨城IC～中郷SA (上り)	32001	単路部	北茨城IC～中郷SA (下り)
31002	単路部	中郷SA～高萩IC (上り)	32002	単路部	中郷SA～高萩IC (下り)
31003	単路部	高萩IC～日立北IC (上り)	32003	単路部	高萩IC～日立北IC (下り)
31004	単路部	日立北IC～日立中央IC (上り)	32004	単路部	日立北IC～日立中央IC (下り)
31005	単路部	日立中央IC～日立南太田IC (上り)	32005	単路部	日立中央IC～日立南太田IC (下り)
31006	単路部	日立南太田IC～東海PA (上り)	32006	単路部	日立南太田IC～東海PA (下り)
31007	単路部	東海PA～那珂IC (上り)	32007	単路部	東海PA～那珂IC (下り)
31008	単路部	那珂IC～水戸北スマートIC (上り)	32008	単路部	那珂IC～水戸北スマートIC (下り)
31009	単路部	水戸北スマートIC～田野PA (上り)	32009	単路部	水戸北スマートIC～田野PA (下り)
31010	単路部	田野PA～水戸IC (上り)	32010	単路部	田野PA～水戸IC (下り)
31011	単路部	水戸IC～友部JCT (上り)	32011	単路部	水戸IC～友部JCT (下り)
31012	単路部	友部JCT～友部SA (上り)	32012	単路部	友部JCT～友部SA (下り)

表 2-12 割り込み発生区間のセクション ID

2.7.3. 結果

(1) 発生日時

トラック隊列間への割り込みは4日間で計40回発生した。発生日では1月21日（木）が多く、発生時間帯では15時台が多く約4割を占めている。なお、1月19日（火）～21日（木）は2往復走行、22日（金）は1往復走行であった。

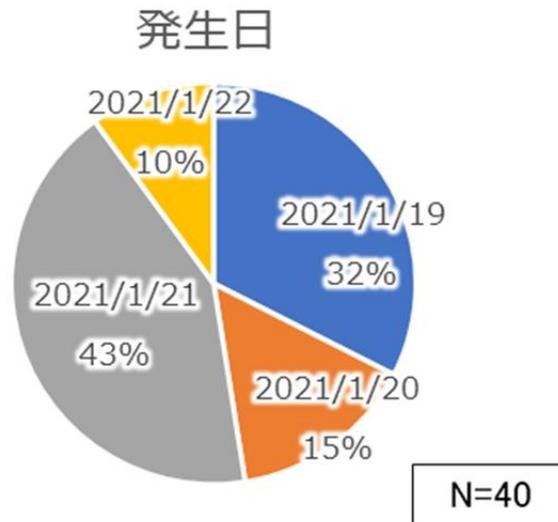


図 2-44 発生日

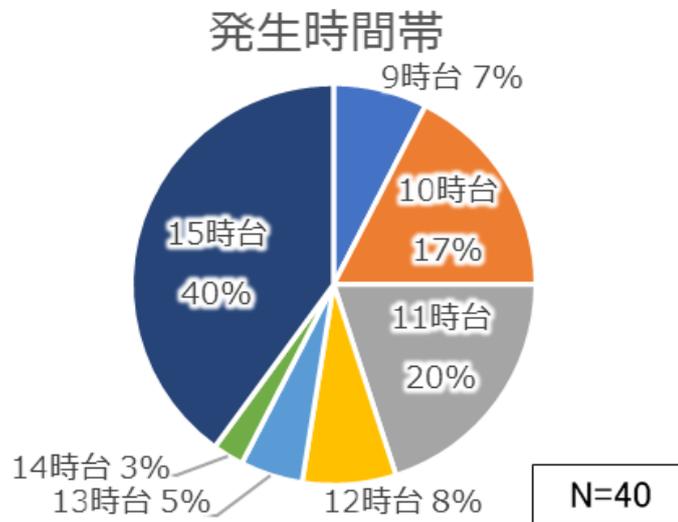


図 2-45 発生時間帯

(2) 割り込み車両の車種

割り込み車両の車種は、乗用普通車/小型貨物車が75%、大型車が25%であった。

割り込み車両の車種

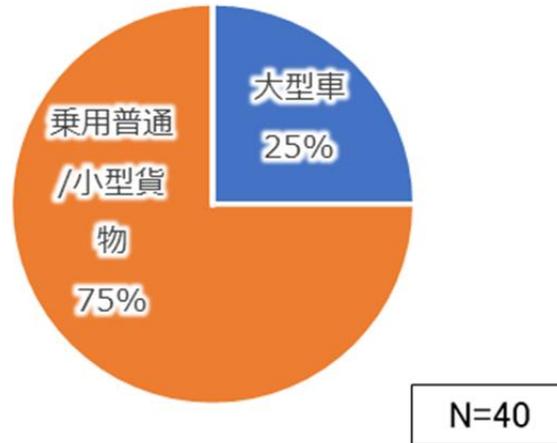


図 2-46 割り込み車両の車種

(3) 割り込み位置

割り込み位置は、3~4台目間が40%と最も多い。

割り込み位置

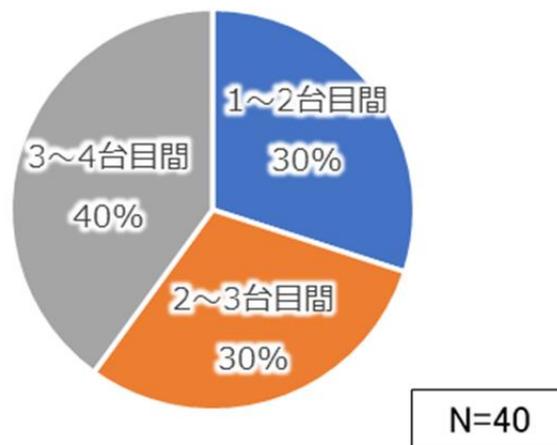


図 2-47 割り込み位置

(4) 発生状況

割り込みの65%が合流部で発生しており、合流部を77回通過した中で約34%にあたる26回発生している。また、単路部での割り込みは約980km走行した中で7回発生しており、過年度の新東名高速道路での実証実験時と比較すると少ない結果となった。

発生箇所の分類

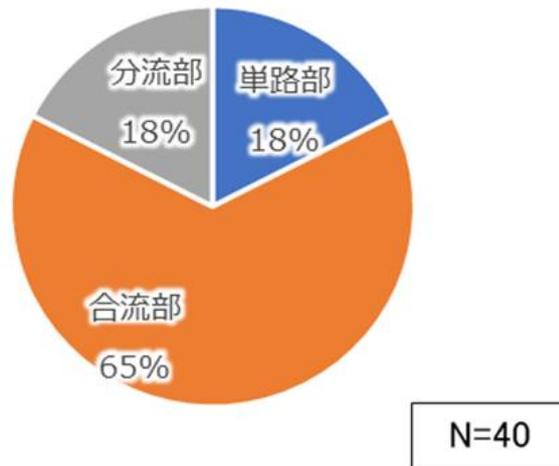


図 2-48 発生箇所の分類

	2018年度新東名 (昼夕)	2019年度新東名 (夜間)	2020年度常磐道 (昼夕)
合流部	12回/15回 (80%)	5回/57回 (約9%)	26回/154回 (約17%)
単路部	28回/225km(0.12回/km)	12回/440km(0.03回/km)	7回/980km(0.01回/km)

表 2-13 発生箇所の分類 (過年度との比較)

また、状況別・車種別発生回数及び状況別・割り込み位置別発生回数を見ると、合流部の割り込みは約 8 割が乗用普通車／小型貨物車であり 3～4 台目間がやや多く、単路部の割り込みは約 6 割が乗用普通車／小型貨物車であり 3～4 台目間が多い。

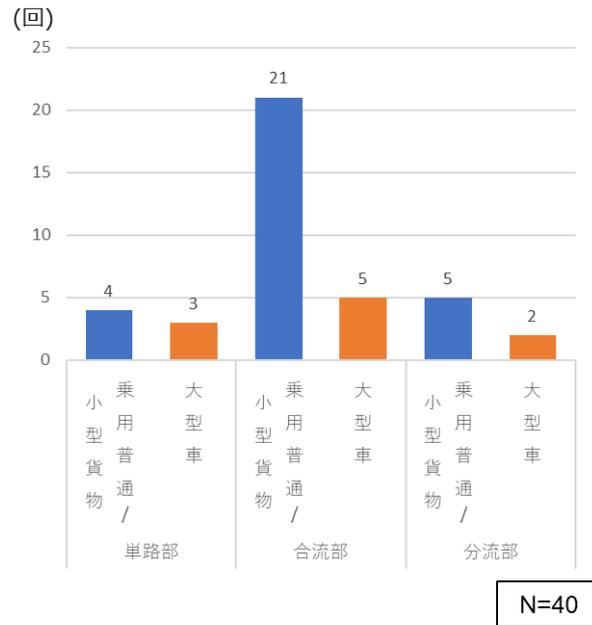


図 2-49 状況別・車種別発生回数

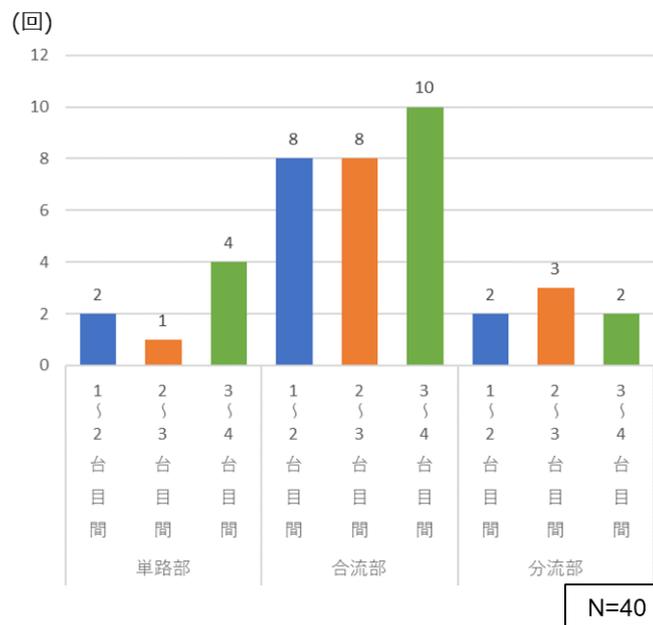


図 2-50 状況別・割り込み位置別発生回数

(5) 割り込みパターン

割り込みパターンを見ると、ケース 1（合流部や登坂で割り込みが発生し、その後すぐに隊列間を離脱する）が最も多く約 5 割、次いでケース 4（第 2 車線から割り込みが発生し、その後すぐに分流する）が約 2 割を占めている。

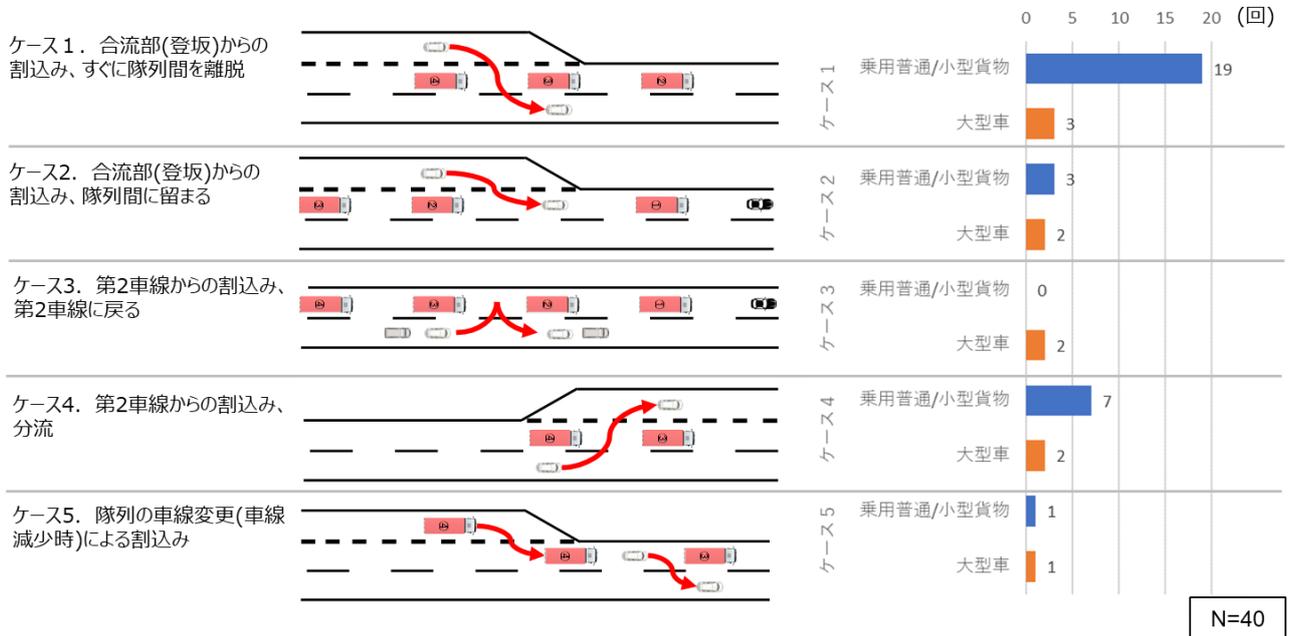


図 2-51 割り込みパターン

a. ケース 1 の事例

ケース 1 の代表的な事例として、2021 年 1 月 21 日（木）11 時 32 分頃に日立北 IC（上り）から乗用車が合流してきた事例を示す。

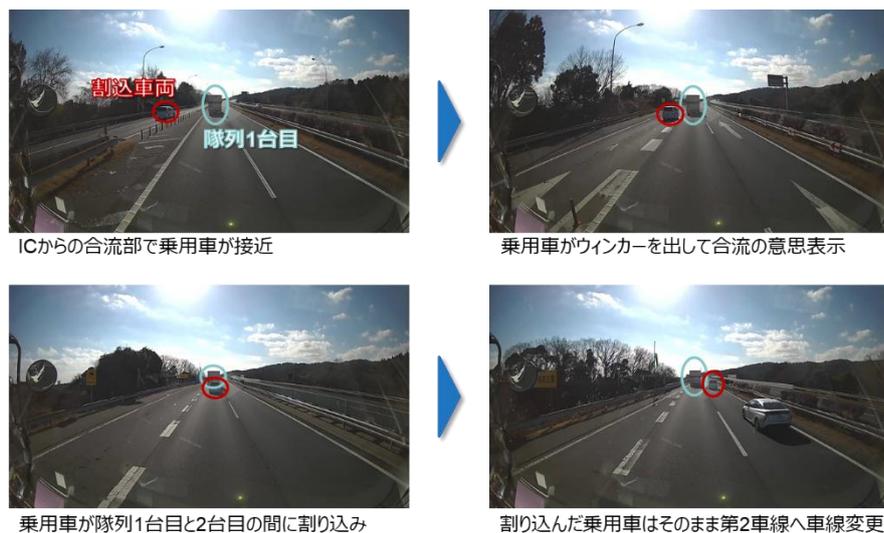


図 2-52 ケース 1 の事例

b. ケース 2 の事例

ケース 2 の代表的な事例として、2021 年 1 月 20 日（水）15 時 04 分頃に東海 PA（上り）から乗用車が合流してきた事例を示す。

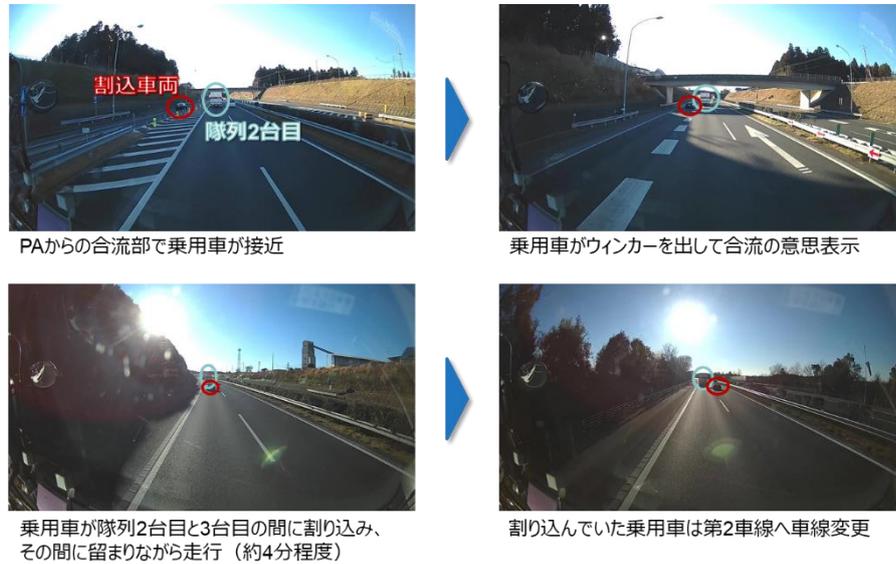


図 2-53 ケース 2 の事例

c. ケース 3 の事例

ケース 3 の代表的な事例として、2021 年 1 月 21 日（木）15 時 18 分頃に日立中央 IC～日立南太田 IC 間（上り）で割り込みが発生した事例を示す。

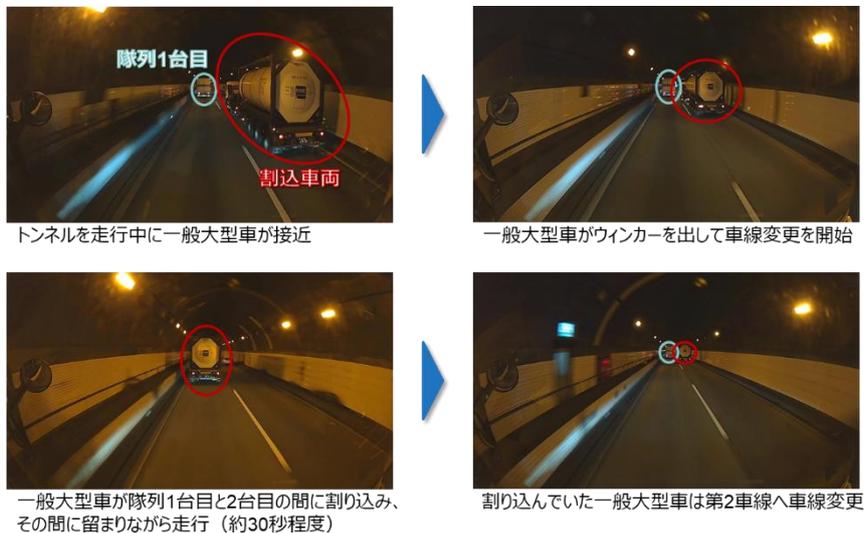


図 2-54 ケース 3 の事例

d. ケース 4 の事例

ケース 4 の代表的な事例として、2021 年 1 月 19 日（火）10 時 16 分頃に日立中央 IC（下り）へ乗用車が分流してきた事例を示す。

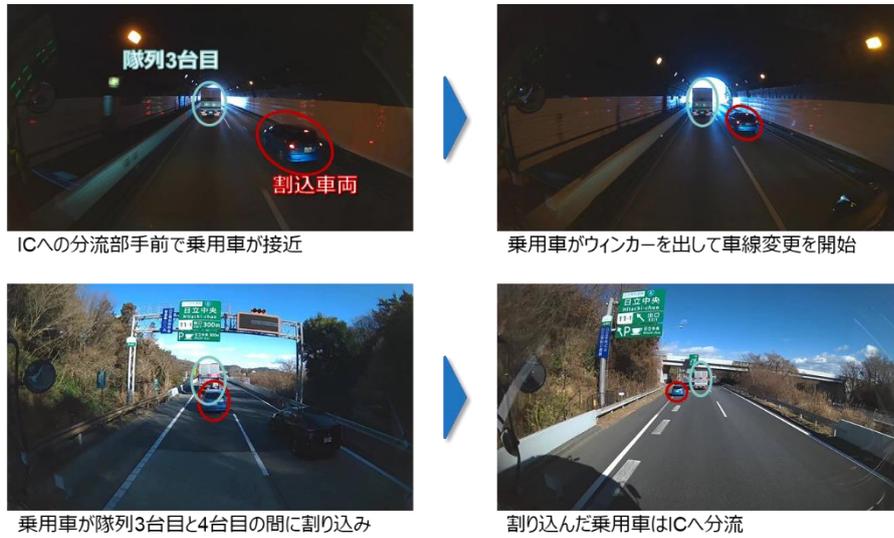


図 2-55 ケース 4 の事例

e. ケース 5 の事例

ケース 5 の代表的な事例として、2021 年 1 月 21 日（木）13 時 33 分頃に水戸 IC（下り）付近の車線減少部でトラック隊列が車線変更した際に割り込みが発生した事例を示す。

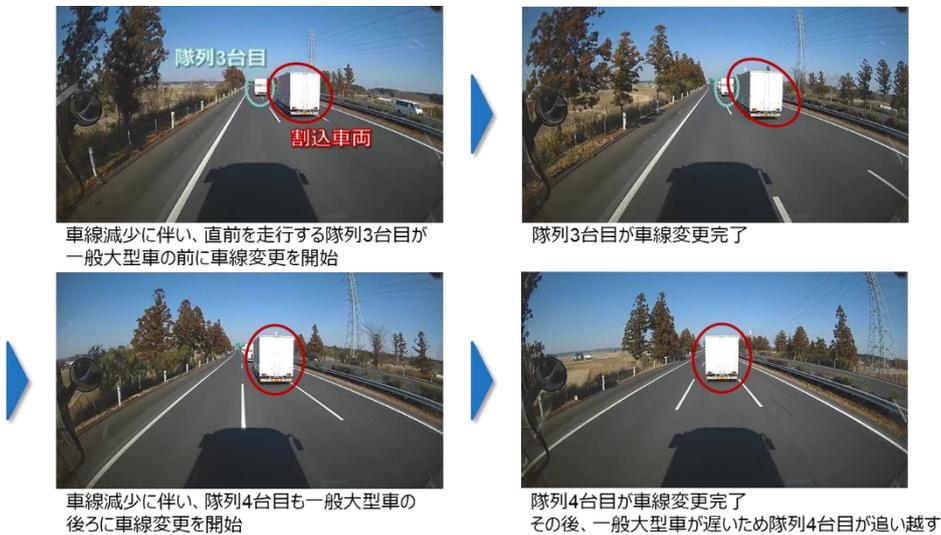


図 2-56 ケース 5 の事例

2.8. 「発展型」の開発に資するコンセプトの先行検討

2.8.1. 経緯

2017年度から検討を開始した後続車有人隊列走行の検討においては2ステップで進めることとし、第1ステップとしてCACCとLKAを使用したマルチブランドでの「導入型」隊列走行の成立性を検討した。

第2ステップでは、自動走行ビジネス検討会のガイダンスに基づき、より高度な車群維持機能を加え、また2019年度までの実証実験で得られた課題を解決するための対策案を反映した「発展型」隊列走行検討することとした。

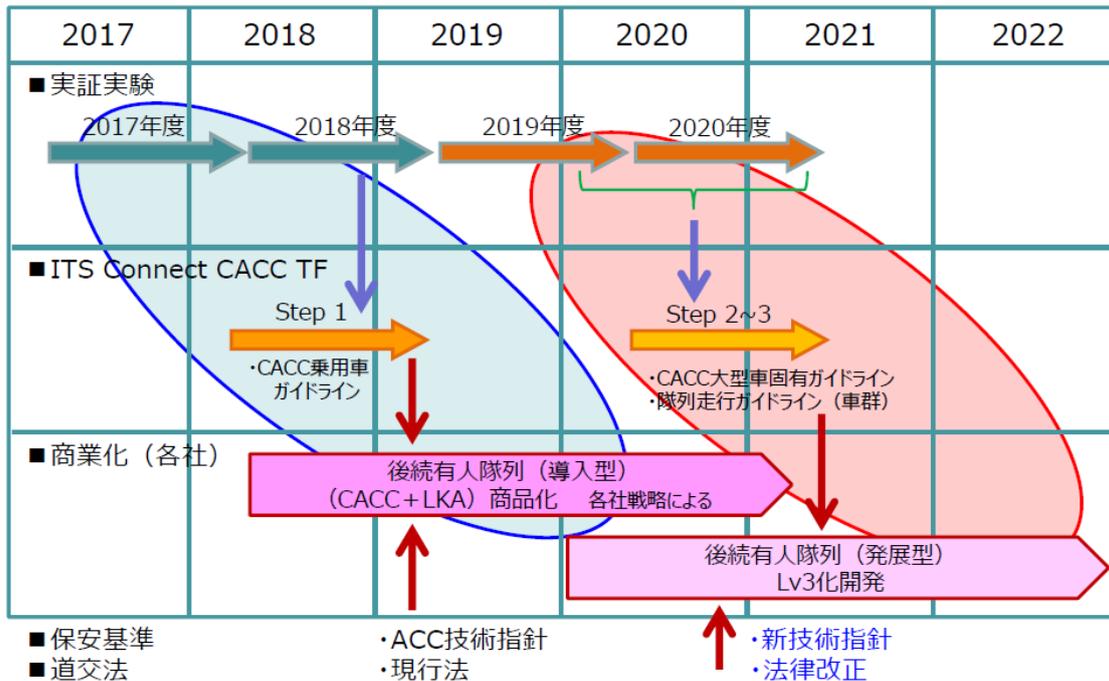
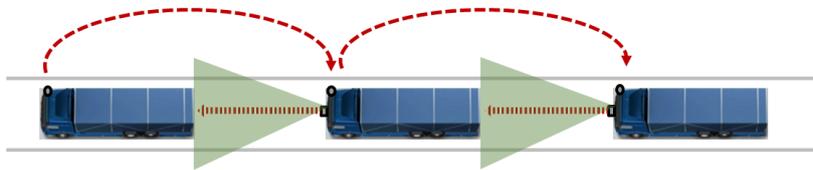


図 2-57 後続車有人隊列走行の検討

＜参考＞ 有人隊列走行のコンセプト案【導入型】

・後続車は直前の前走車の縦方向制御情報のみを使用



【機能】

・CACC（通信利用型車間維持制御）

前走車の加速、減速等の情報を自車に搭載された自律型センサーに加え、通信により取得し、車間距離を一定に保つように制御を行うもの

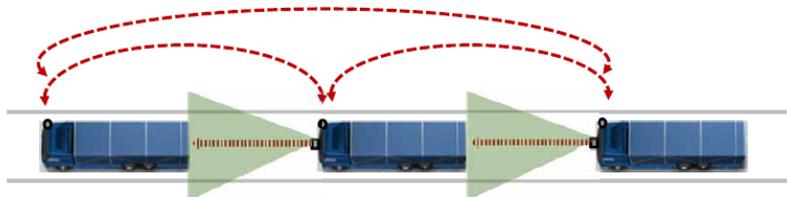
【特徴】

- ・先頭車はマニュアルまたはACC走行
- ・通信が途絶するとCACCからACCに縮退
- ・割り込み車があるとCACCはACCに縮退
- ・（LKA追加により車線維持走行が可能（前走車追従ではない））

図 2-58 有人隊列走行のコンセプト案（導入型）

有人隊列走行のコンセプト案【発展型】

・隊列車群内のすべての構成車両が縦方向制御情報、横方向制御情報を共有



【機能】

・通信利用型車群維持制御：縦方向制御（先頭車も含め車群全体の車間維持を支援）

・同：横方向制御（前走車または先頭車追従制御；軌跡トレース等）

【特徴】

- ・先頭車も車群として速度制御
- ・割り込み車があっても一定条件下で車群認識を維持、割り込み車離脱で車間距離を復元
- ・横方向も車群として追従制御（先頭車の軌跡トレース、前走車の軌跡トレース、横位置トレース等）

図 2-59 有人隊列走行のコンセプト案（発展型）

2.8.2. 目的

官民 ITS 構想・ロードマップ 2020 に示された 2023～2024 年度目途の「発展型」隊列走行の商業化に向け、「発展型」隊列走行のコンセプト及び技術的成立性を検討する。

2.8.3. 実施内容

(1) コンセプトの検討

隊列走行の目的と 2017～2019 年度に実施したテストコース及び公道での実証実験結果を踏まえ、「発展型」隊列走行のコンセプトを検討した。

(2) シミュレーションによる技術的成立性の検討

検討したコンセプトのうち、2019 年度に確立したシミュレーションモデルをベースに、技術的成立性を検証し、また課題を抽出するための検討を実施した。なお、横方向の制御を伴う車線変更対応についてはシミュレーションのベースがなく実施しないこととした。

2.8.4. 検討プロセスとスケジュール

検討プロセスとスケジュールを図 2-60 に示す。大型車メーカー4 社によるコンセプト検討に続きシミュレーションによる検討を実施した。シミュレーションは東京都市大学杉町准教授に委託し、慶応義塾大学大前先生に監修をお願いした。

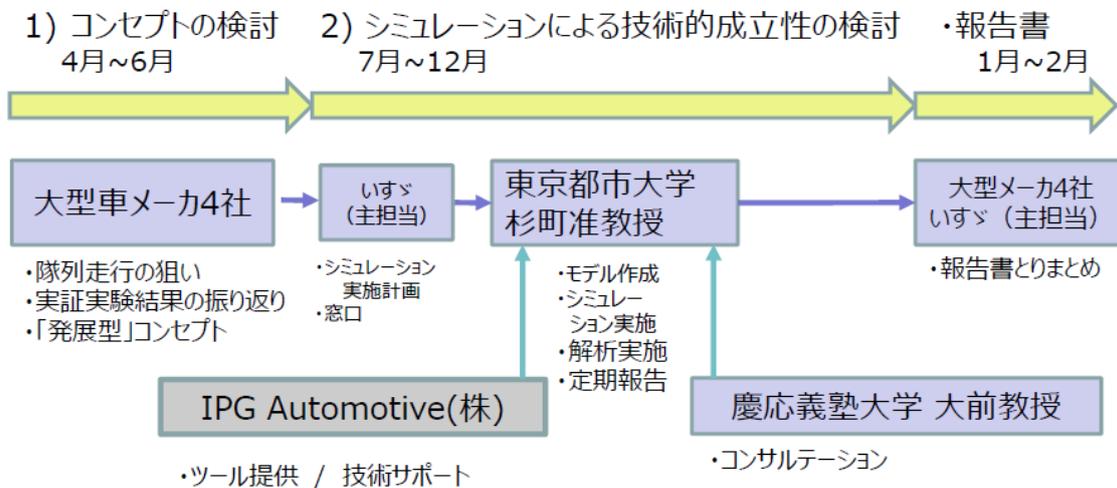


図 2-60 発展型隊列走行の検討プロセスとスケジュール

2.8.5. コンセプトの検討

トラック隊列走行(後続車有人システム)を実施することにより、「安全・安心」な運行の支援、交通事故の削減、運転負荷軽減、燃費改善に寄与すると考えられる。

このうち特に運送事業者から要望が大きいと考えられるのが「運転負荷の軽減」である。「運転負荷の軽減」を実現するには極力長時間隊列走行を維持し、後続車ドライバを運転操作から解放する必要がある。しかしながら実際に実証実験で公道を走行してみると、車両側の要因、他交通や走行環境要因によって隊列(車群)を維持できず、ドライバが運転に介入しなければいけない以下のようなケースが検出された。

- (1) 隊列車間に割り込み車が侵入し、CACCがACCに縮退、またはドライバがオーバーライド
インターチェンジ(IC)やサービスエリア(SA)、パーキングエリア(PA)等の合流部、流出部で一般車が隊列車間に侵入、後続車はACCやマニュアル運転に縮退。
- (2) 登坂路で車間距離が拡大し隊列走行が解除
登坂路で動力性能差によって先行車との車間距離が開き、隊列走行が解除。
- (3) 車線変更時に隊列走行が解除
車線数が増える(2車線⇒3車線、3車線⇒2車線)場所において車線変更が必須になり隊列走行が解除。
- (4) 先行車のやや急な制動時に車間距離を維持できずオーバーライド
先行車が技術指針上限の0.25G程度の減速時、後続車はわずかに制動開始が遅れることにより最大減速度を掛けても車間距離が維持できない場合がある。

これまでの実証実験で得られた課題の解決

	検出した課題	現象	課題解決により得られるメリット
1	短車間距離CACC	急制動時に車間距離を維持できない	燃費低減、道路占有率低減
2	割り込み車対応	IC、SA/PA通過時等に割り込み車が入り、隊列走行が中断	隊列走行の継続(運転負荷軽減)
3	車間距離拡大	登坂等において車間距離が拡大し、隊列走行が中断	隊列走行の継続(運転負荷軽減)
4	車線変更	3車線⇔2車線区間では車線変更が必要で、他車との錯綜が発生し隊列走行が中断	隊列走行の継続(運転負荷軽減)

表 2-14 これまでの実証実験で得られた課題の解決

また上記とは別に新たな付加価値の追求の観点から以下の課題を抽出した。

- (1) 後続車ドライバの運転操作からの解放(レベル3自動運転相当)
後続車の機能を自動運転レベル3相当に高めることにより、ドライバのハンズ・オフ、アイズ・オフ、マインド・オフを実現、運転負荷軽減につなげる。
- (2) ACC、CACCとAEBSの連続制御
最大減速度0.25GのACC、CACCと最低減速度0.4GのAEBSの制御の溝(0.25~0.4G)を埋めることで、より広範な状況下で隊列走行の継続を可能にする。

(3) C-AEBS

通信情報を活用した AEBS。先行車の減速開始を自律型センサよりも早いタイミングで検知し、自車の制御に活用することで、より高い減速量を実現できる可能性がある。※AEBS：Advanced Emergency Braking System（衝突被害軽減ブレーキ）

新たな付加価値の追求

	付加価値	内容	期待されるメリット
1	運転負荷軽減	運転操作から解放（LV3自動運転相当）	運転時間制限等の緩和 安全・安心 交通事故削減
2	ACC～AEBS連続制御	シームレスな連続制御	安全・安心 交通事故削減
3	C-AEBS	通信情報を用いたAEBS	安全・安心 交通事故削減 被害軽減効果拡大

表 2-15 新たな付加価値の追求

以上のような議論を踏まえ実証実験検討 WG にて議論した結果、今年度においては以下の 4 項目について技術的成立性を確認することとした。

- ① 割り込み車対応
- ② 登坂路対応
- ③ 車線変更対応
- ④ 車間距離制御性向上

2.8.6. コンセプトの深堀検討

① 割り込み車対応

隊列走行は基本的に第一車線（走行車線）を走行する。そのため、次のような場合に一般車が隊列車間に割り込みを行う可能性がある。

- ・ 隊列が本線走行でサービスエリア（SA）/パーキングエリア（PA）、インターチェンジ（IC）通過時に一般車が本線流入する場合
- ・ 一般車が追い越し車線走行中に SA/PA、IC が近づき、退出のため第一車線に車線変更する場合

このように一般車両が割込む場合、割り込んだ場合の対応方法について、

- 割り込み車離脱後の隊列再編成及び
- SA/PA 及び IC 通過時の車間拡大・縮小について検討した。

【検討内容】

- 割り込み車離脱後の隊列再編成

割り込み車があると、隊列車両は制御が ACC に変化し、割り込み車に対し安全車間距離を確保するために、先行する隊列車両との車間距離が広がることになる（図 2-61 参照）。先行車が一定速度で走行している場合、後続車が車間距離を縮小することが難しいため、割り込み車が離脱後、先行車に対して速度抑制を要求し、後続車は加速することで車間距離を縮小する制御を検討した。

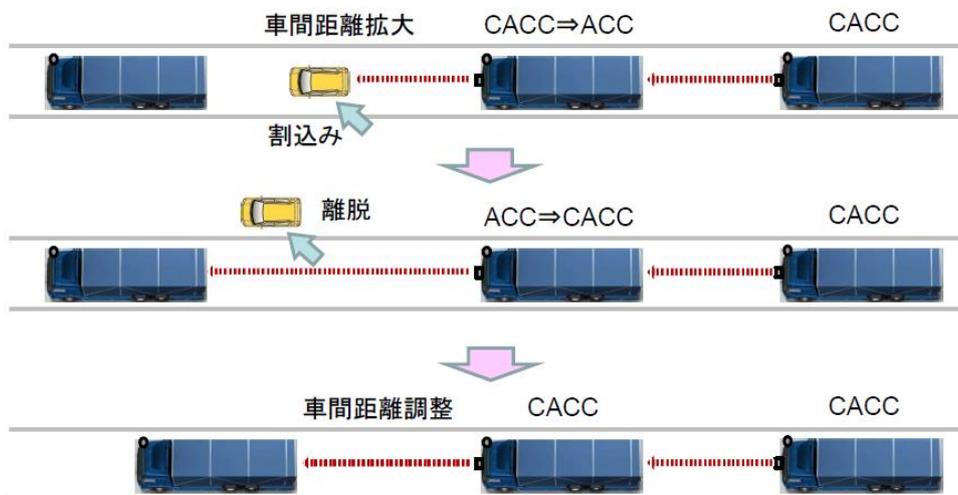


図 2-61 定常走行時の割り込み、その後の離脱

割り込んだ一般車両が隊列車間から離脱した後の隊列車の制御に注目した状態遷移図を図 2-62 に示す。割り込み車両が離脱後、後続車は先頭車に対し減速要求を発報する。これを受けて先頭車は減速、後続車は加速することにより拡大した車間距離を縮小する。車間距離が設定値になると隊列として定常走行に移行する。

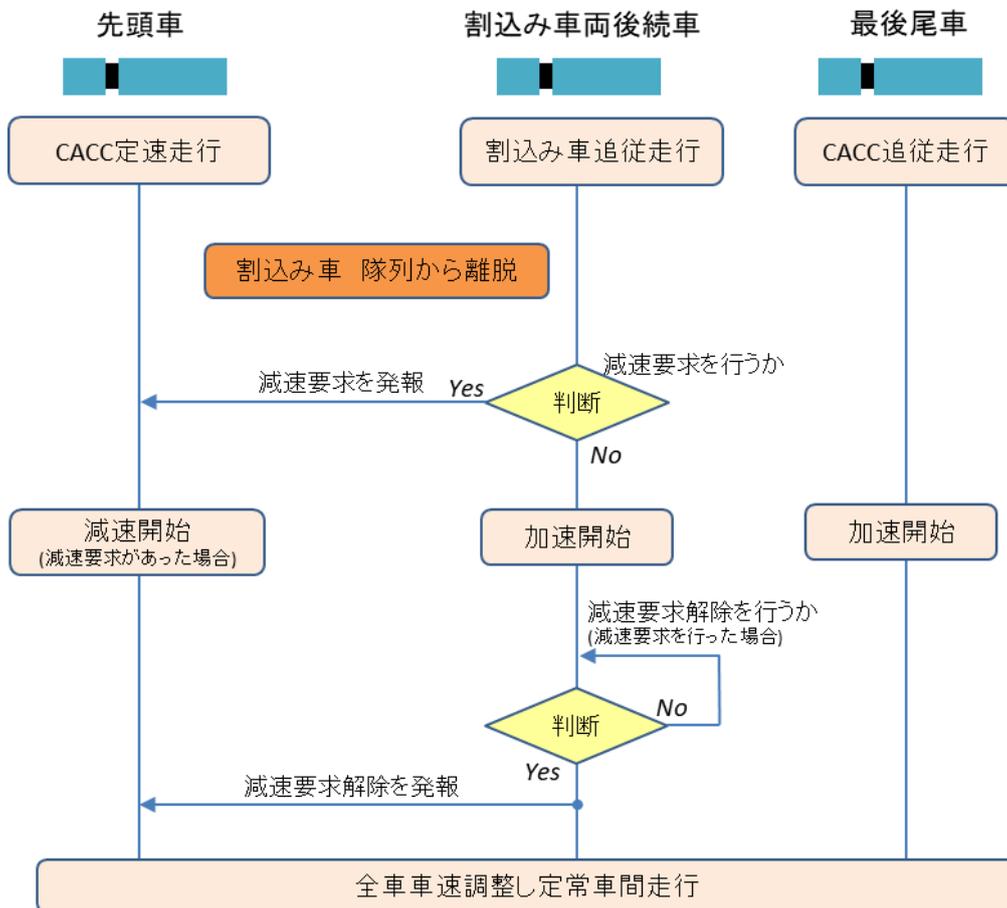


図 2-62 隊列へ割り込みした一般車両が離脱後の隊列の状態遷移

b. SA/PA 及び IC 通過時の車間拡大・縮小

トラック隊列走行が SA/PA 及び IC 通過時に一般車両がトラック隊列間に割り込みが発生するような場合を想定し、一般車両の本線へのスムーズな合流・離脱を促すために、予め車間を広げておくことは下記のような点から有効である。(図 2-63 参照)

- ・ 車間を広げることにより一般車両のドライバーが合流する際に圧迫感がなく、安心、スムーズな運転が可能
- ・ 一般車両が合流後、離脱までの期間、トラックとの車間を確保することにより他車両に圧迫感をあたえず、スムーズな運転が可能等

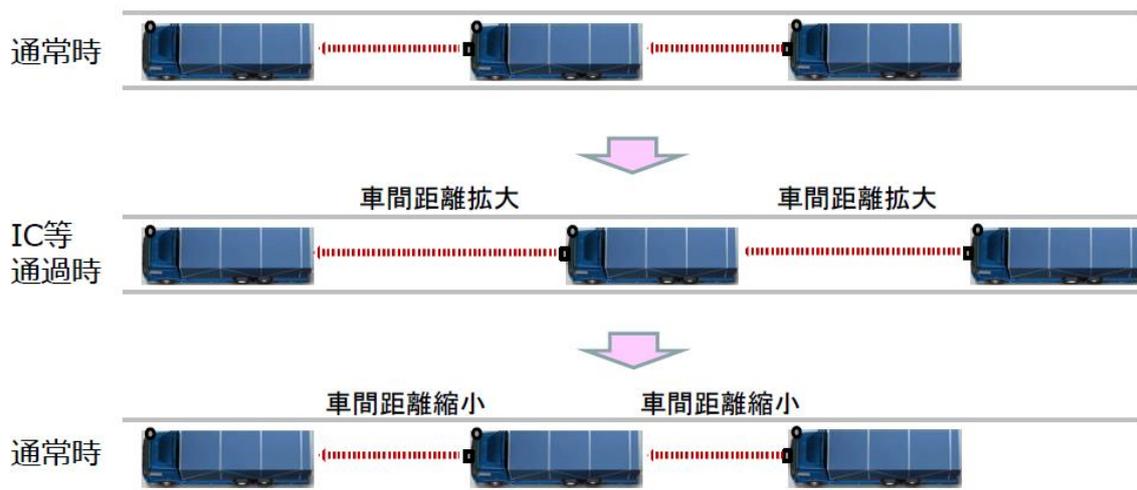


図 2-63 SA/PA 及び IC 通過時の隊列の拡大

状態遷移図を図 2-64 に示す。地図情報等を用いて SA/PA 及び IC への接近を判定し、後続車が減速をすることで車間距離を拡大する。SA/PA 及び IC を通過後、先頭車は減速、後続車は加速することにより隊列車間を調整、その後隊列全体の速度を設定速度まで加速することにより定常走行に復帰する。

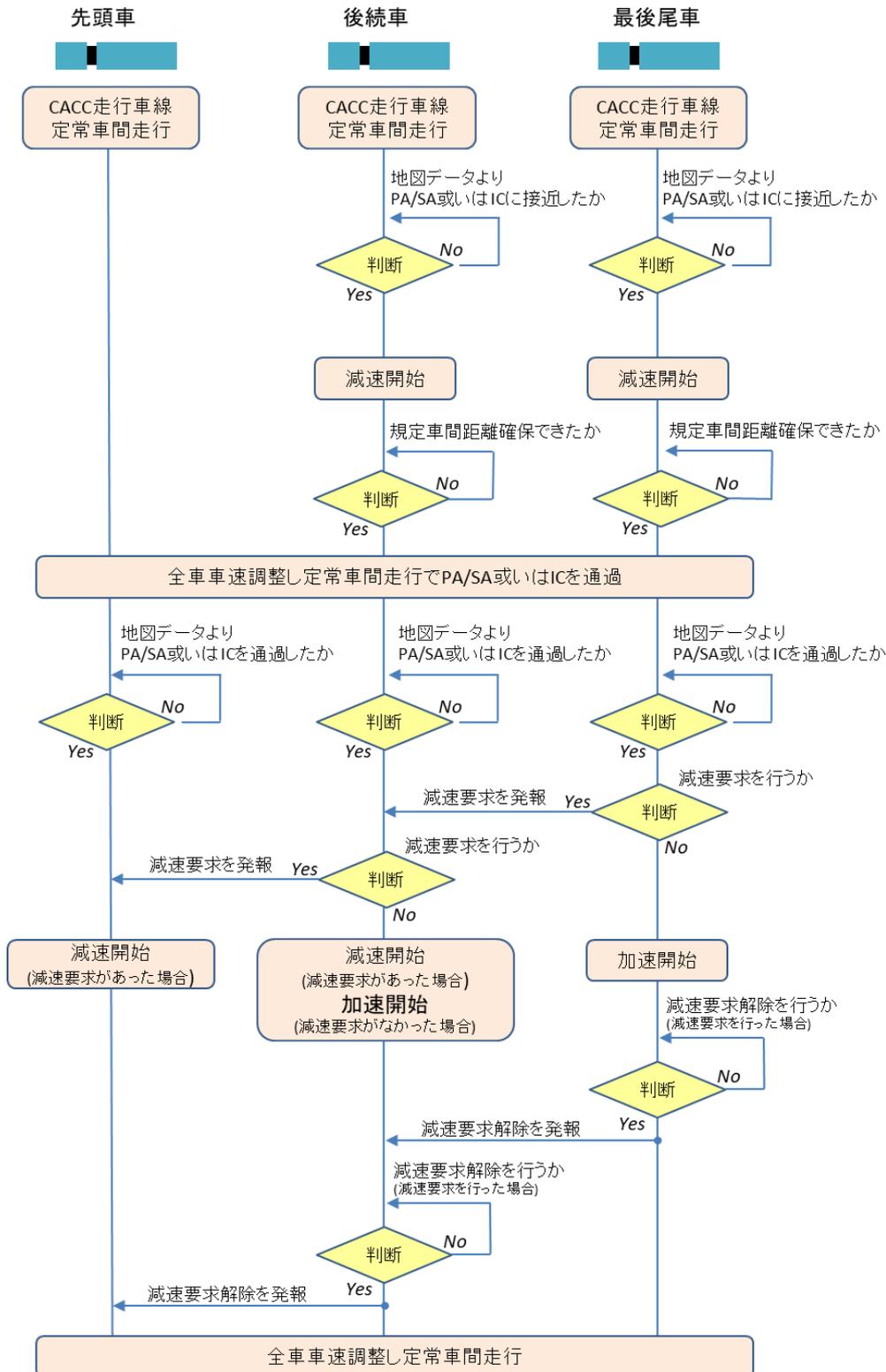


図 2-64 IC、SA/PA 接近し車間距離拡大、通過後定常車間走行までの状態遷移

【結果と考察】

シミュレーション(2.9章参照)により検討した結果、以下の知見が得られた。

- a. 割り込み車離脱後の隊列再編成
 - ・ 割り込み車のカットインを検知して減速、車間拡大し、割り込み車のカットアウト後車間を定常状態に戻す制御について検討した。目標車速を 75km/h 及び 80km/h とした評価を実施した結果、危険な事象が生じることなく、安定した車間維持制御が可能であることが分かった。
 - ・ 一方で、割り込みが無かった場合と比較すると、燃料消費量が 44～45% 増加することが分かった。
- b. SA/PA 及び IC 通過時の車間拡大・縮小
 - ・ SA/PA や IC への接近と離脱を地図データ等から認識しあらかじめ車間距離を拡大、通過後車間距離を縮小する制御について検討した。目標車速を 75km/h 及び 80km/h とした評価を実施した結果、危険な事象が生じることなく、安定した車間維持制御が可能であることが分かった。
 - ・ 一方で、車間拡大は目標位置の約 0.7～1.3km 手前から開始が必要、また車間縮小には約 0.8km が必要であることが分かった。この制御を適用しない場合と比較して燃料消費量が車間拡大では 7%、車間縮小では 46% 増加することが分かった。

以上の検討結果から、割り込み車に対する対応方法として、a、b ともに機能すること確認されたが、一方で定常走行を維持した場合と比較して燃料消費が増加するデメリットがある。b の方法は割り込み車の有無に関わらず実施されるため課題が多い。そのため、隊列走行の定常走行を維持するためには、隊列通過時に SA/PA や IC からの車両流入に関して何らかのインフラ側での支援(情報提供、ランプメタリング等)が期待される。

② 登坂路対応

【検討内容】

登坂路では、隊列(車群)を構成する車両の動力性能や積載条件の違いにより、車間距離が制御目標値より拡大し、隊列が維持できないケースが発生する。この場合、先頭車両が減速し、車間距離が拡大した車が目標車間となるまで待つ事で再度隊列を形成する事が可能となる。ここで検討した「登坂路対応」ロジックは、そのような単純なものとした。

図 2-65 に状態遷移図を示す。車間距離が目標値より拡大した後続車は、先頭車に車速低下要求、要求速度等の情報を送信し、先頭車はこれに応じて自車速を低下させる。車間距離が拡大していた後続車は、目標車間距離になったら車速低下要求を解除する旨、信号を送信する。

道路の縦断勾配がマップ情報等から入手可能であれば、進路上の勾配をあらかじめ見込んで制御を高度化する事も考えられる。

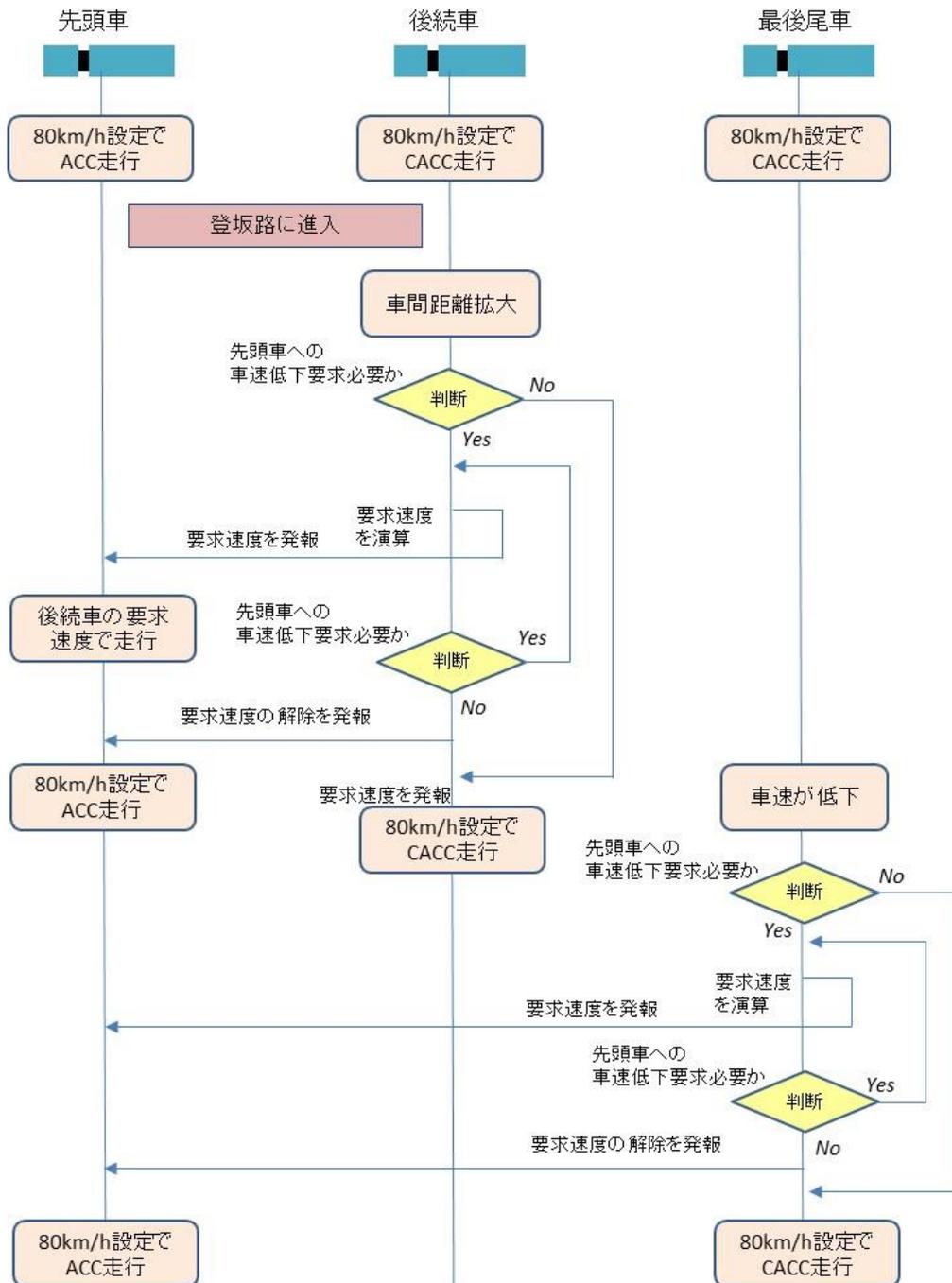


図 2-65 登坂路での状態遷移図

【結果と考察】

登坂路での制御性向上について、登坂路対応ロジックを組み込んだ隊列車両のシミュレーションを実施した（2.9章参照）。また登坂性能が低い車両の登坂可能走行速度が既知で、隊列内でその情報を共有できる場合の追加モデルも検討した。その結果以下のような知見が得られた。

- ・ 3台目積車（20トン積車）で5%勾配条件では、車間距離が設定車間距離より10m拡大時に先頭車の速度を10 km/h低減する制御を実施しても、車間距離が徐々に拡大した。
- ・ 勾配情報（%、位置）、車両重量を既知とし、ワースト車の走行速度が算出できる仮定下で、以下の2つのモデルで車間を維持した登坂が可能であった。ベースとなる登坂路対応ロジックに対して追加モデルでは、通過時間、燃料消費に以下の差が得られた。
 - A) 勾配手前からワースト車の速度に合わせて走行
→ 通過時間+4%、燃料消費は-1%
 - B) 勾配途中で速度低減要求があった場合、一気にワースト車に合わせた速度で走行
→ 通過時間-4%、燃料消費は-5%
- ・ 実現のためにはエンジン性能、積載量、道路勾配の情報が重要。それらの情報の精度の検証が必要。
- ・ 道路の縦断勾配がマップ情報等から入手可能であれば、進路上の勾配をあらかじめ見込んで制御を高度化する事も考えられる。

③ 車線変更対応

【検討内容】

トラック隊列が高速道路を走行している場合、下記のような様々な理由で車線変更が必要になる。

- ・ 車線数が増える場合（2車線⇒3車線、3車線⇒2車線など）
- ・ 登坂車線に移行、或いは、登坂車線から走行車線に復帰する場合
- ・ 工事や事故、故障車などで車線が塞がれており、誘導により車線変更が促される場合
- ・ トラック隊列の前方を、極低速で走行している車両を避ける場合
- ・ トラック隊列前方の障害物を避ける場合等

ここでは、車線変更の完了までに時間的な余裕があり、危険回避などの、緊急を要する車線変更ではない場合を検討対象とする。

トラック隊列の車線変更では、隊列を構成するトラックの車線変更の順番等により幾つかのパターンが考えられる。ここでは、以下の3種類のパターン（①、②、③）のユースケースを、状態遷移図の形で記述した。

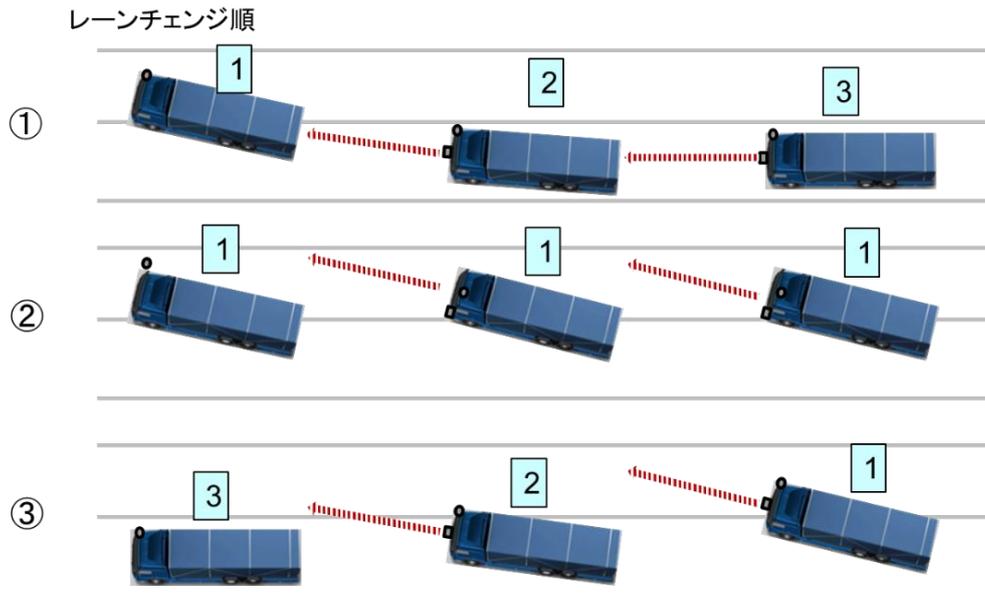


図 2-66 トラック隊列走行における車線変更のユースケース

今回記述した、車線変更のユースケースの前提条件は、下記の通りである。

- ・ トラック隊列は、片側 2 車線以上の高速自動車国道、或いは、自動車専用道路を走行している。
- ・ トラック隊列を構成する車両は通信により、相互に車両情報を交換している。
- ・ 先頭車が隊列を統制しており、後続の車両は先頭車に追従している。
- ・ 先頭車、及び後続車にはドライバーが搭乗しており、それぞれの車両の運行を監視している。

ユースケース①：先行車の車線変更に従い、後続車が車線変更

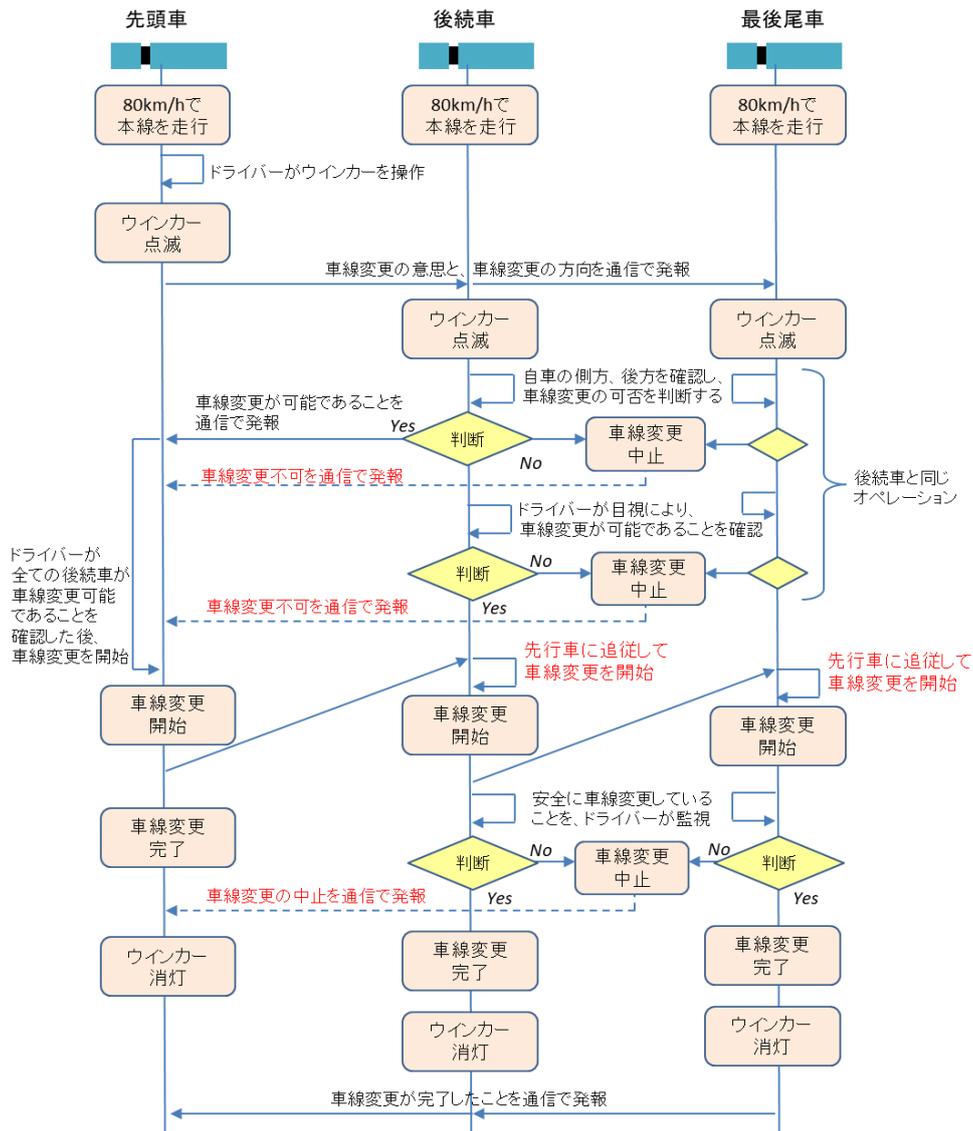


図 2-67 先行車の車線変更に従い後続車が車線変更

ユースケース②：先頭車の車線変更開始に従い、全車が同時に車線変更

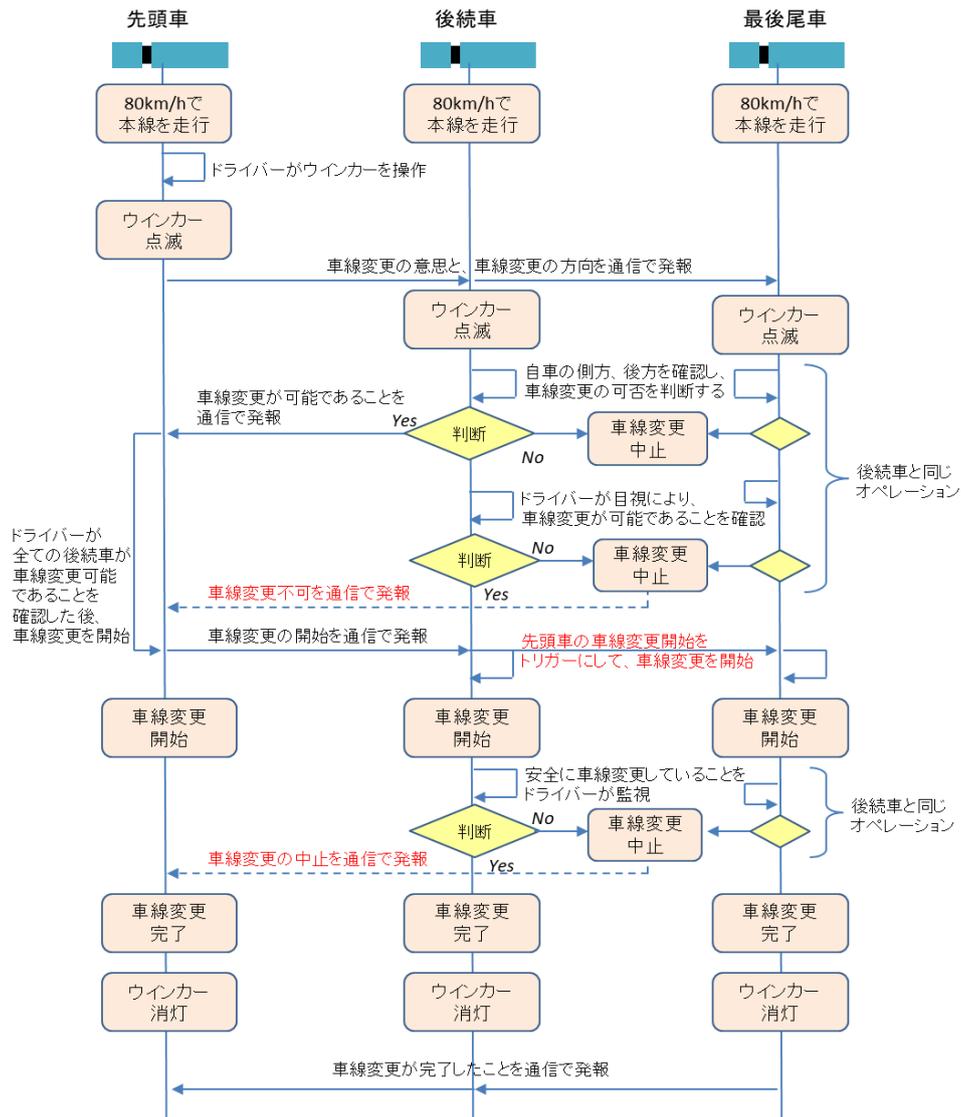


図 2-68 先頭車の車線変更開始に従い全車が同時に車線変更

ユースケース③：3号車（最後尾車）、2号車、先頭車の順に車線変更

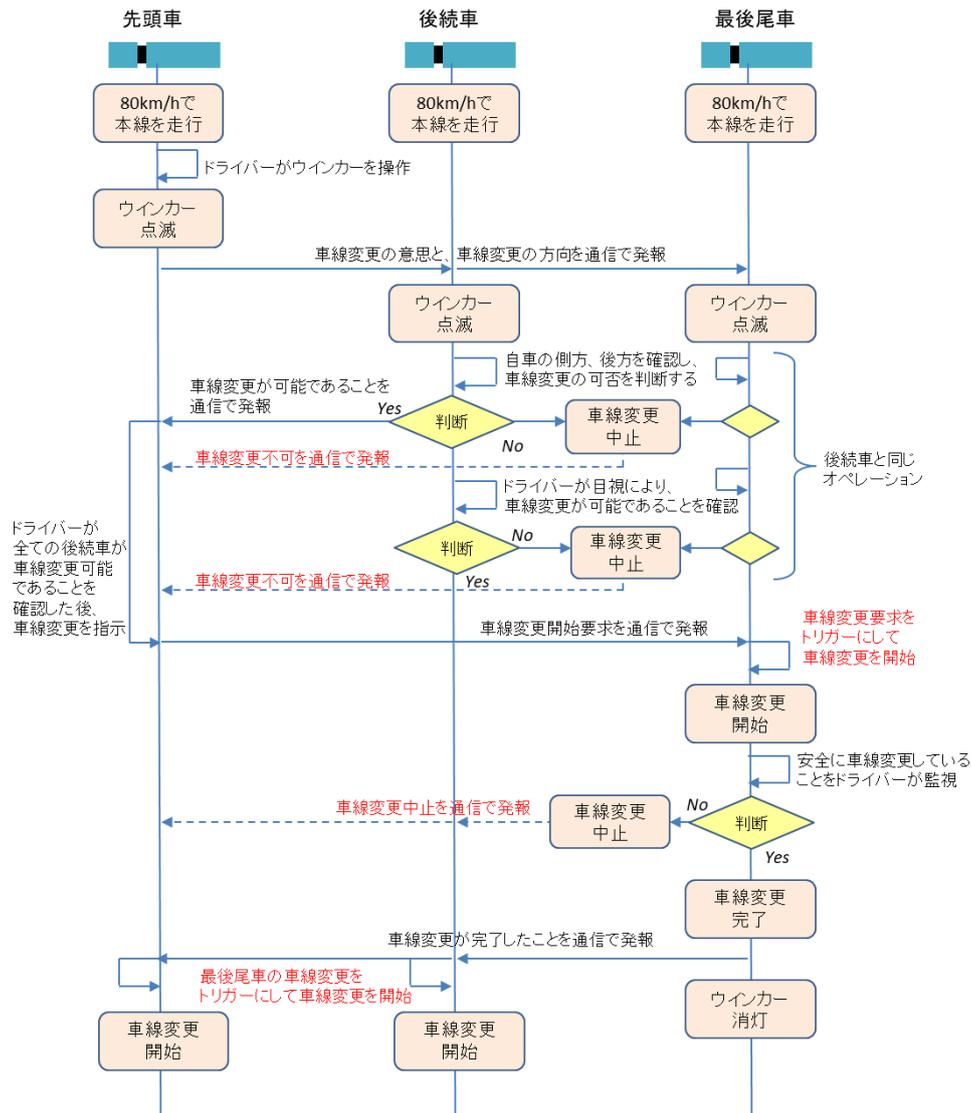


図 2-69 3号車、2号車、先頭車の順に車線変更（その1）

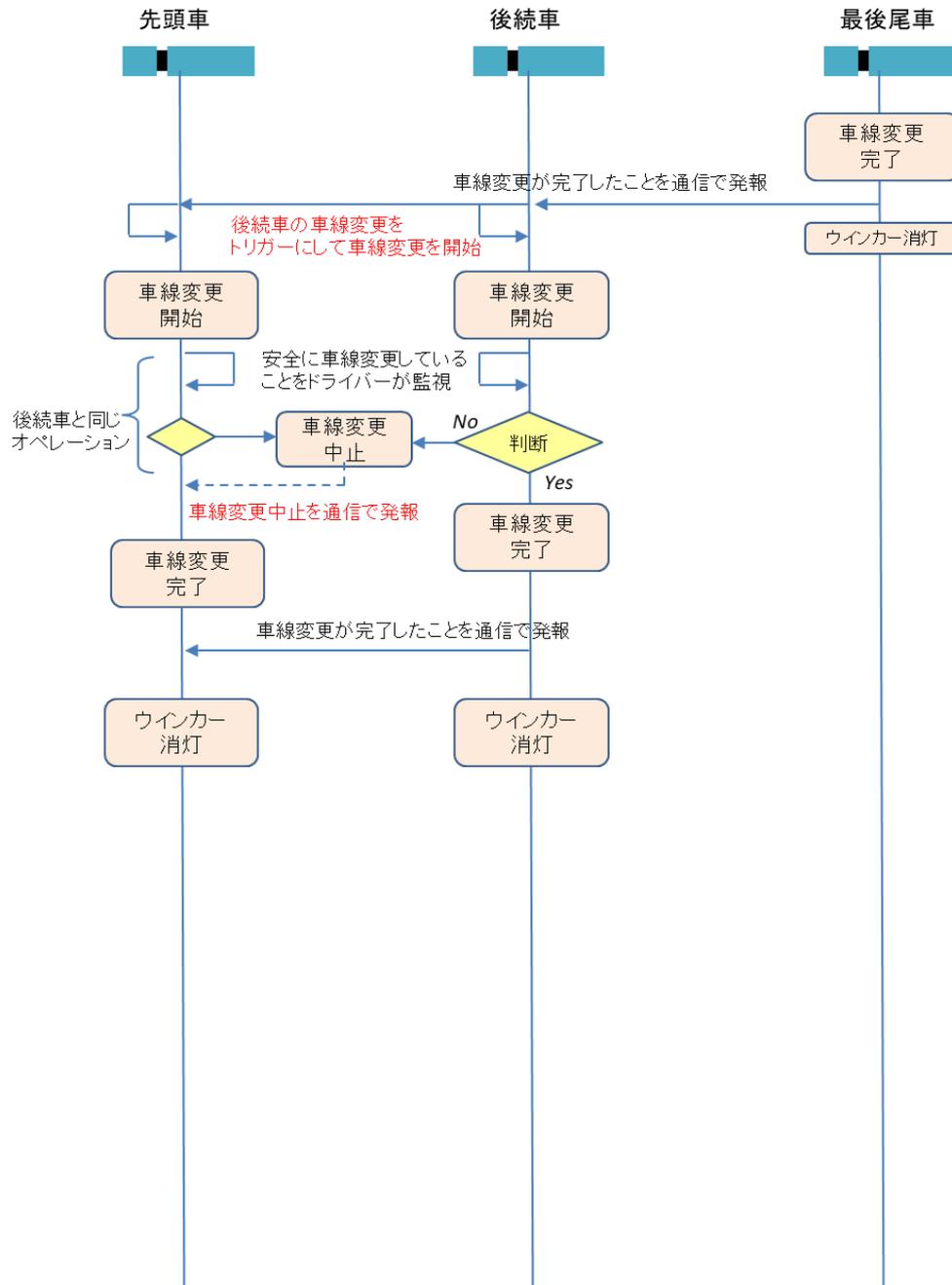


図 2-70 3号車、2号車、先頭車の順に車線変更 (その2)

【結果と考察】

隊列走行の際に考えられる下記3パターンの車線変更ユースケースを検討した。

ユースケース①：先行車の車線変更に従って後続車が追従して車線変更する

ユースケース②：先頭車の車線変更開始に従って、全車が同時に車線変更する

ユースケース③：3号車（最後尾車）、2号車、先頭車の順に車線変更する

- ・ 今回の検討ではいずれも、先頭車ドライバーが車線変更の意思を後続車に伝え、後続車が周辺の安全を確認した後、先頭車の指示をトリガーとして車線変更を行うことを想定した。
 - ・ 後続車や最後尾車が車線変更を要求するケースも考えられるが、この場合においても、先頭車が隊列を統制しているという条件下では、車線変更要求に対する指示（車線変更のトリガー）は先頭車が行うべきであると考える。
 - ・ 全てのパターンに共通する車線変更の手順は下記の通りである。
 - イ) 先頭車が車線変更の要求を後続車に伝える。
 - ロ) 車線変更の要求を受けて、後続車は周辺の安全を確認し、車線変更の可否を先頭車に伝える。
 - ハ) 先頭車は、全ての後続車が車線変更可能であることを確認した後、車線変更の指示を発出し、車線変更を行う。
 - ニ) 後続車は、先頭車の指示に基づいて車線変更を実施する。
 - ホ) 車線変更の間、後続車のドライバーは安全に車線変更を行っていることを監視し、危険や異常が認められる場合には、直ちに運転をオーバーライドして車線変更を中止する（SAE自動運転レベル2に相当）。
 - ヘ) 後続車は、隣の車線への移行が終了したら車線変更完了を先頭車に伝え、車線変更を完了する。
 - ・ ユースケース①では、先頭車の車線変更をトリガーとし、後続車が順番に先行車を追従する形で車線変更を行う。
 - ・ ユースケース②では、先頭車の車線変更指示をトリガーとし、後続車が同時に車線変更を行う。
- 以後の後続車の動きはユースケース①と同様であるが、後続車が同時に車線変更を行うことで、車線変更時間を短縮できるという利点がある。
- ・ ユースケース③では、先頭車の車線変更指示をトリガーとし、最初に最後尾車が車線変更を行い、これが完了した後、先頭車を含む後続車が同時に車線変更を行う。

このケースは最後尾車が車線をブロックして、隊列が車線変更するスペースを確保した後に、残りの車両が車線変更を行うので、安全に車線変更を実施できるという利点がある。

④ 車間距離制御性向上

従来の隊列走行（CACC）では、車車間通信で先行車両の加速度情報を入手演算処理して自車両の制御に使用している。加減速時には先頭車両の加減速変化から

後続車両の加減速には時間差が発生し、この遅れが順次後続車両へと伝播していく。この応答遅れは隊列車両間の車間距離変化やその安定性に影響を与える。

ここでは、従来の先行車の加速度情報に加え、隊列の先頭車両の加速度情報を、後続の隊列全車両が同時に制御に使う事で、応答性向上、車間距離維持性能向上、隊列車両間距離制御の安定性向上が期待できる。

ユースケースとしては、以下2ケースで検討した。

- a. 通常の場合
- b. 急減速の場合

車車間通信による先頭車の制御情報は、ブロードキャストで通信され、受信した各車両はそのデータの信頼性をチェックして、各車両が制御に使用する。後続車両は先頭車加速度と自車の先行車の加速度を考慮した制御を行う。

【検討内容】

- a. 通常の場合

【機能_a】 3号車は2号車の情報に加え、先頭車の情報を用いて加減速制御を行う。

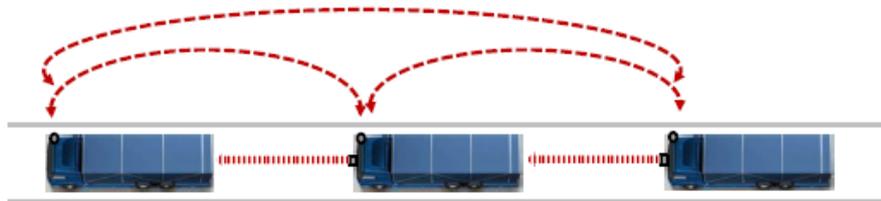


図 2-71 車車間通信のイメージ（通常の場合）

通常の場合の加速領域では、応答遅れの他、動力性能や積載量の影響で車間距離が広がりやすい。

先頭車から全車に送信する加速度情報は、後続車の状態を考慮せず単に先頭車の加速度情報を利用するタイプと、先頭車は後続車の状態（積載量等から発生可能な加速度を推定）を把握してより車間維持性能を向上させるタイプも考えられる。

図 2-72 に通常加減速領域での先頭車の加速度情報を利用した場合の状態遷移図概要の例を示す。

従来の先行車加速度を利用したシステムに対し、先頭車加速度を利用する場合には、隊列 ID、先頭車 ID、状態フラグ、データ値等の通信データチェックを行い、正常と判断された場合、先頭車情報を加味した制御を行う。

後続車両の制御量は先頭車の制御量をそのまま使用してもよいが、先行車との車間維持制御（設定された車間維持制御）を保つように配慮する。

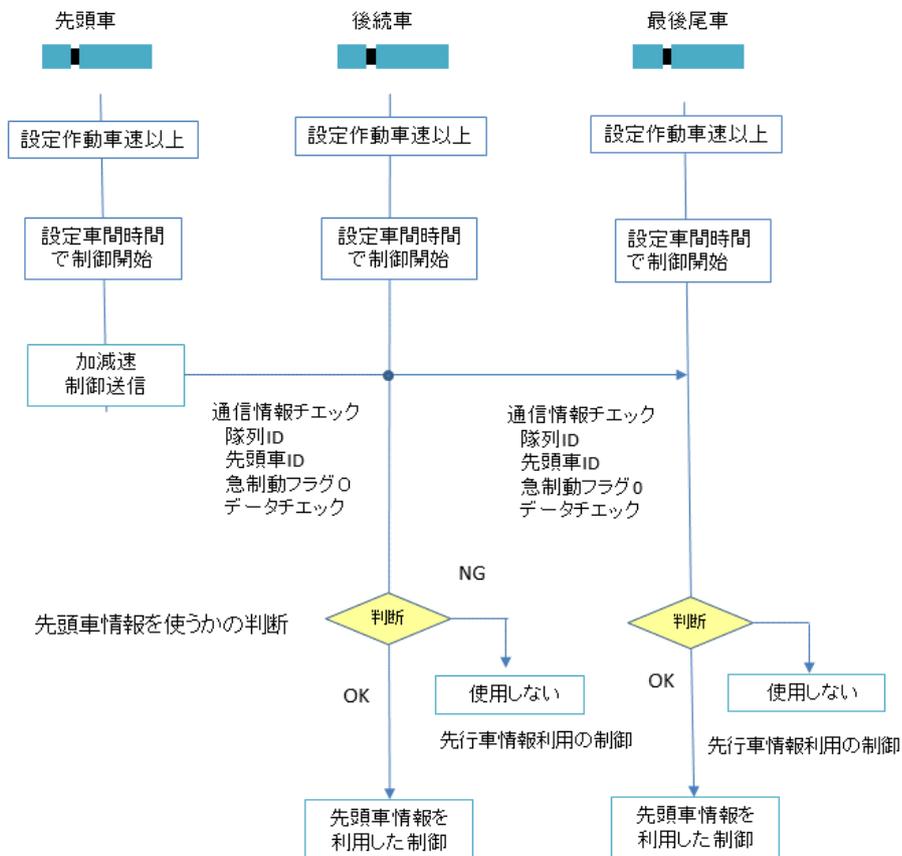


図 2-72 通常の加減速領域での先頭車加速度情報利用

b. 急減速の場合

【機能_b】 緊急制動 (AEBS)時に、後続車は先頭車の情報を用いて加減速制御を行う。

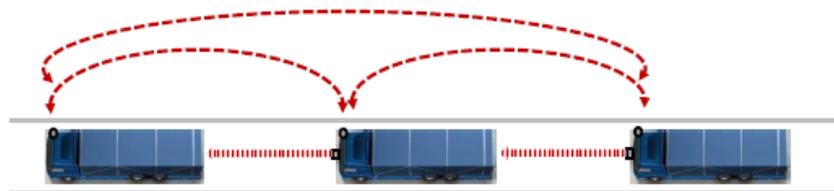


図 2-73 車車間通信のイメージ (急減速の場合)

図 2-74 に緊急制動時に先頭車の加速度情報を利用した場合の状態遷移図の例を示す。

先行車加速度を利用したシステムに対し、先頭車加速度を利用するシステムとする場合には隊列 ID、先頭車 ID、急制動フラグ、データ値等の通信データチェッ

クを行い、正常と判断された場合のみ先頭車の急制動情報加味した制御を行う。
 後続車両の制御量は先頭車の急制動制御量をそのまま使用してもよいが、急制動が途中で解除された場合、先行車との車間維持制御を保つように配慮する。

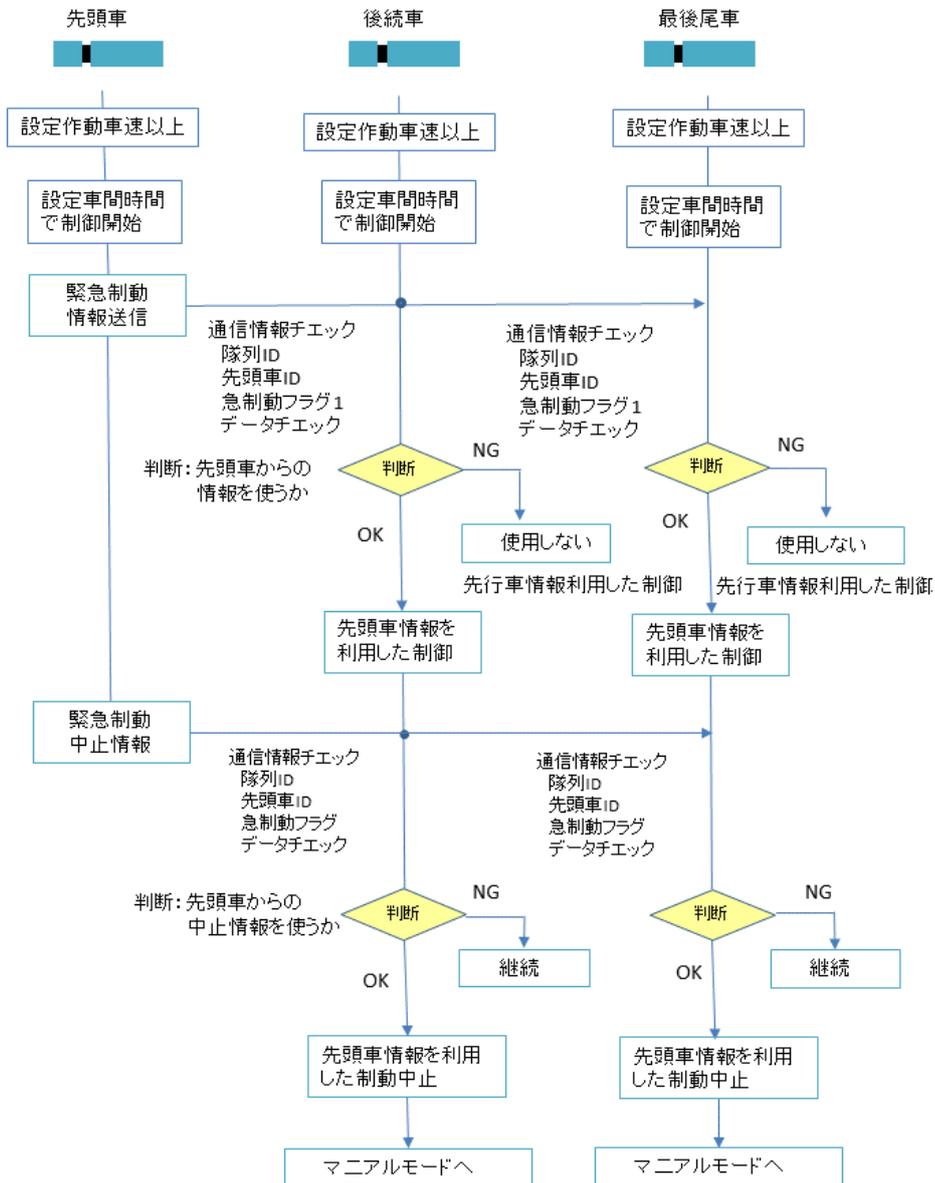


図 2-74 急減速での先頭車加速度情報利用

【結果と考察】

車間距離制御性向上について、シミュレーションを用いて車車間通信で得られる加速度情報を、1. 先行車の実加速度、2. 先行車の要求加速度、3. 先頭車の要求加速度の3通りで実施し（2.9章参照）、以下の結果と知見を得た。

イ) 制動について、整定時間が最小となるのは、先頭車の要求加速度を利用した

方式であった。

-0.1G 減速 ① : ② : ③ = 1 : 0.9 : 0.8

-0.5G 急減速 ① : ② : ③ = 1 : 0.8 : 0.7

ロ) 加速について、整定時間が最小となるのは、先行車の要求加速度を利用した方式であった。

0.05G 加速 ① : ② : ③ = 1 : 0.4 : 0.6

ハ) 一定速走行で平坦路から勾配の切り替えを含む場合、整定時間が最小となるのは先行車の要求 G を用いた方式であった。

① : ② : ③ = 1 : 1.0 : 1.2

- ・ 従来の実加速度を用いた方式より、先行車要求加速度及び先頭車要求加速度を用いた制御の方が、制御性が良く、要求加速度を使うコンセプトの有効性が示された。
- ・ 但し、予測に反し、すべてのケースで先頭車の要求加速度を利用する方式が良い結果とはなっていない。
- ・ 先頭車と後続車の応答に時間差が生じるような場合（例えば、隊列長が 160m と長いので先頭車が平坦路から勾配の変化点と後続車両が通過する迄には時間差があり、先頭車の情報を受け後続車が制御するとその時点では後続車の制御は最適値にはならない）は、先頭車の要求加速度を用いると整定時間に影響を与えている事が示唆され、システム設計時には留意が必要である。
- ・ 一案として、通常の走行では先行車の要求加速度を利用したシステムとし、急制動時には先頭車の要求加速度を利用したシステムとするシステムが考えられる。

2.8.7.まとめ

隊列走行で遭遇する割り込み車、登坂、車線変更等の外乱への対応及びさらに車間距離制御性を向上させる発展型隊列走行のコンセプトを検討し、シミュレーションにより技術成立性を検証、課題を検討した。

外乱への対応方法を案出し、安全に作動することが机上で確認された。ただし車線変更対応についてはシミュレーションによる検証を実施していない。

発展型の隊列走行を実現するためには以下の課題についてさらに検討、解決していく必要があると考える。

技術面では；

- (1) より効率的、高度な隊列制御をするためには、隊列の車両間でエンジンやブレーキ性能の共有、道路勾配の線形情報、積載量が重要
- (2) 通信範囲の考慮
- (3) 全ての隊列構成車の情報をそのまま共有し、個々で計算・判断するロジックの実装は困難。例えば減速を要求する隊列車両が希望とする目標車速を計算して送信、それを受信した隊列各車でそのまま使用するシンプルなロジック、仕組みの検討

運用面では；

- (4) 運転負担軽減、燃費低減の効果が、隊列の先頭車よりも後続車でより多く得られた場合、そのメリットを隊列全体として共有する方法
- (5) 後続車から減速要求があった場合、先行車がその要求を許可、拒否するルール作り
- (6) 隊列形成や燃費よりも到着時間を優先する車両との共存方法
- (7) 隊列の台数制限の考え方の整理

2.9. 発展型コンセプトシミュレーション

2.9.1. 背景・目的

後続車有人隊列走行の発展型コンセプトの検討と平行して、シミュレーションを実施した。

シミュレーションの目的は、発展型コンセプト検討に資する内容として仕様検討、性能の位置づけ把握、問題、課題を把握する事である。

本年度のシミュレーションは、昨年度のモデルをベースにコンセプト検討を重点に実施した。

実施対象は、割り込み車の対応、登坂路対応、車間距離制御性向上の3コンセプトについてである。実施内容は、コンセプトロジック検討、シミュレーション条件検討、シミュレーション実施、まとめ及び考察である。

シミュレーションは、東京都市大 杉町准教授が担当し、ツールは IPG Automotive 株式会社製の TruckMaker を使用した。

尚、本章は、実施したシミュレーションの概要をまとめたものであり、詳細は別添の「令和2年度 有人隊列シミュレーション(発展型コンセプト)報告書」を参照とされたい。

2.9.2. 発展型コンセプト

発展型コンセプトについては、2.7章を参照されたい。

各コンセプトのシミュレーション内容については、以下に個別に記述する。

2.9.3. モデル

(1) プラントモデル

プラントモデルは、車両諸元と実験データからモデルを同定した昨年度のシミュレーションモデルの中から、素性の良いモデルを標準モデルとした。また、車両特性違いでの振る舞いの把握のため、応答性の悪いモデル(標準モデルの応答性-30[%])を作成し必要に応じ評価に使用した。

使用したプラントモデルの精度を実車実験と比較したグラフを図 2-75 に示す。図中左のグラフは 0.05[G]の加速、右のグラフは-0.1[G]の減速時のものである。

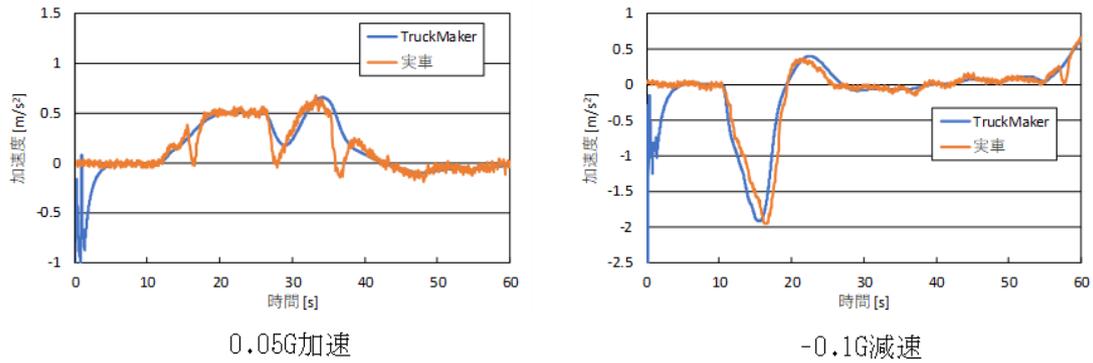


図 2-75 加速度の実車比較

(2) 制御モデル

2019 年に実施された CACC の隊列走行の実車実験の走行データを用いて同定した D 社のプラントモデルを用いた。

一般的な CACC の車間距離制御則である式 (1) により近似して同定を行った。

$$u_1 = A_p + K_p (L - hV) + K_d (V_p - V) \quad \text{式 (1)}$$

ここで、要求指示加速度を u_1 [m/s²]、車間距離を L [m]、車間時間を h [s]、自車両の速度を V [m/s]、先行車の速度を V_p [m/s]、先行車の加速度を A_p [m/s²]、制御ゲインを、 K_p 、 K_d とする。車間時間は実車実験と同様に $h = 1.6$ [s]である。

同定結果から、制御ゲインは $K_p = 0.0133$ 、 $K_d = 0.0393$ とした。

図 2-76 に制御モデルを含むシミュレーションモデルと実車試験結果を示す。

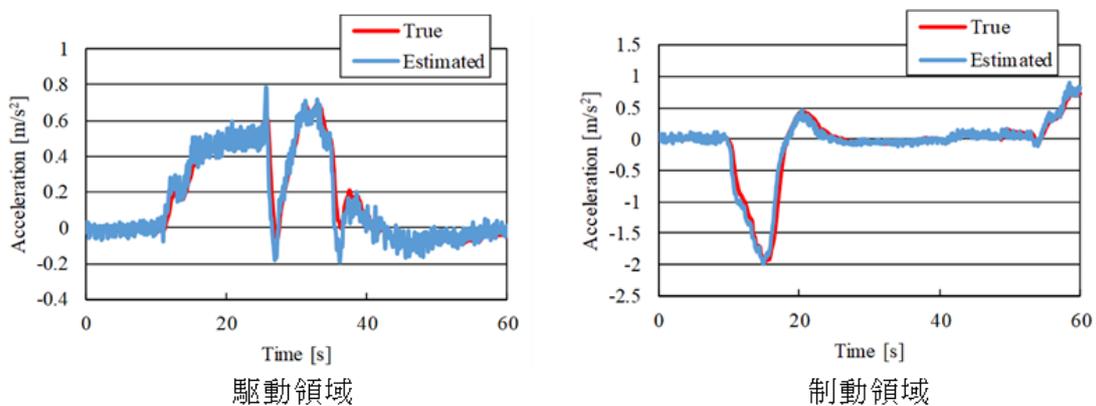


図 2-76 実車実験とシミュレーション結果の比較

(3) 燃料消費算出モデル

各コンセプトで算出する燃料消費量は、以下燃費算出モデル（文末に引用論文を記載）用い、概算を式 (2) で求めた。

尚、算出した燃料消費量を、実車走行時消費量を比較すると、速度 80 [km/h] で 20 [km] 走行した際の燃料消費量は 3.23 [kg] (D 社) となり、概ね妥当な結果と判断した。

$$FC = \lambda \times \left(k \times \frac{N}{60} \times D \times \frac{P}{\eta} \right) \times \frac{1}{H} \quad \text{式 (2)}$$

$$k = k_0 \times \left[1 + \left(\frac{N}{60} - 33 \right)^2 \times 10^{-4} \right]$$

λ : Theoretical air-fuel ratio / momentary ratio

D : Engine displacement

P : Engine power output

η : Measure of indicated efficiency

H : Thermal equivalent (LHV)

k : Engine friction factor

k_0 : Fuel energy (kJ/(lit.rev))

2.9.4. シミュレーション条件

ここでは、各コンセプト共通のシミュレーション条件について記述する。

各コンセプト検討固有の条件等は、該当節で記述する。

(1) 隊列台数

4 台隊列の空積状態を基本とし、必要に応じ 3 台目車両に特性違い（応答性、20[t]積車）のモデルを入れ評価した。先頭車は ACC、2 台目以降は CACC として作動する。



図 2-77 シミュレーションイメージ（4 台隊列）

(2) 道路勾配

平坦路を基本とし、評価に応じ 3 [%]、5 [%] 勾配を使用した。

- ・ 平坦路（勾配：0[%]）
- ・ 勾配変化（0[%]→3[%]→0[%]、0[%]→5[%]→0[%]）

(3) 速度条件

- ・ 加減速時の評価
 - A) 加速（50→80[km/h]）：0.05[G]
 - B) 減速（80→40[km/h]）：-0.1[G]、-0.2[G]、-0.5[G]（急制動）
- ・ 割り込み、SA/PA の車間調整、登坂コンセプト検討時
 - A) 基本車速：75[km/h]
車間調整時の；
 - B) 先頭車車速：70[km/h]（75→70[km/h]時の減速度：-0.05[G]）
 - C) 後続車最高車速：80[km/h]（75→80[km/h]時の加速度：0.05 [G]）

(4) 積載条件

積載については次の 2 条件とした。

- ・ 空積載状態（以降、空車と記載）
- ・ 積載状態（積載時の重量 20[t] に設定、以降、積車と記載）

(5) 評価項目

車間距離、車間時間、速度、距離、加速度等を評価項目とし、それぞれの最大値、最小値、平均値、整定時間*等で特性を評価した。(表 2-16)

尚、今回、参考値として燃料消費量も算出した。

*整定時間：対象車両（先頭車両あるいは先行車両）の加速度の立ち上がり時間を基準とし、目標車間時間と定常値の差分に対して±5[%]以内に収束するまでの時間。

シミュレーション条件及び評価項目 (案)							
	車間制御性向上 (制御法比較)		割り込み		登坂		備考 OP-A: 勾配の最初からワースト車速度で走行 OP-B: 勾配の途中からワースト車速度で走行
	通常域	緊急制動 全車同時	車間復帰	SA/PA	後続車が5の要求	OP-A OP-B	
隊列組み合わせ条件 4台隊列							
全車ノーマル	○	○	○	○	○	○	
3台目特性違い		○			○	○	
重量							
全車空車	○	○	○	○	○	○	
3台目定積		○			○	○	
勾配							
0%	○	○	○	○			
3%			○	○	○	○	
0⇒3%	○						
0⇒3%⇒0					○	○	登坂1000m+平坦 500m程度(車間収束迄)
0⇒5%⇒0					○	○	上記+登坂2000mも実施
速度条件							
加速 50→80 km/h							
0.05G	○						
減速 80→40km/h							
0.1G	○						
0.2G	○						
0.5G		○					
割り込み制御対応減速度							
加速: 0.05G			○	○			
減速: -0.05G			○	○			
速度条件1 (隊列走行速度)							
巡行速度速度 ①75km/h				○			
巡行速度速度 ①80km/h				○			
速度条件2 (先頭車調整速度: 減速時)							
最低速度70km/h			○	○			
速度条件3 (後続車最高速度)							
①最低速度80km/h				○			
②最低速度90km/h (参考)				○			
登坂時初期車速							
75km/h					○	○	
登坂制御低減速度							
-5km/h					○		
-10km/h					○		
ワースト車登坂可能車速							
						○	
距離条件							
初期車間距離 (車間復帰時)							
①80m			○				
②100m			○				
③120m			○				
目標車間距離 (SA/PA通過時)							
70m				○			
登坂時制御開始条件							
1.6秒車間+10m					○		
1.6秒車間+20m					○		
1.6秒車間+30m					○		
登坂時制御終了条件							
目標値の±5%					○	○	
評価項目 (時間軸)							
各車毎の速度	○	○	○	○	○	○	
加速度	○	○	○	○	○	○	
車間距離	○	○	○	○	○	○	
区間通過時間 (所用時間)					○	○	
隊列長 (車長+車間)	○	○	○	○	○	○	
区間燃費	(○) * 1		○	○	○	○	*1 50⇒80km/h 0⇒3%

表 2-16 シミュレーション条件と評価項目

2.9.5. 各コンセプトシミュレーション

2.9.5.1. 割り込み車両のカットアウト後の車間距離調整のシミュレーション

(1) 目的・狙い

隊列走行中に他車両が割り込んだまま走行、その後、割り込み車両が離脱して

車間距離を縮める時の車両挙動を把握する。図 2-78 に割り込み事象時の車間制御概要図を示す。

補足説明：

- ① 本来、割り込み状態からシミュレーションを開始すべきだが、ベースとなる ACC モデルを作成していない為(CACC を前提にしたモデル同定の為)、割り込み車両のカットアウト後からのシミュレーションとした。
- ② カットアウト：隊列中に割り込んだ車両が、隊列から離脱すること。

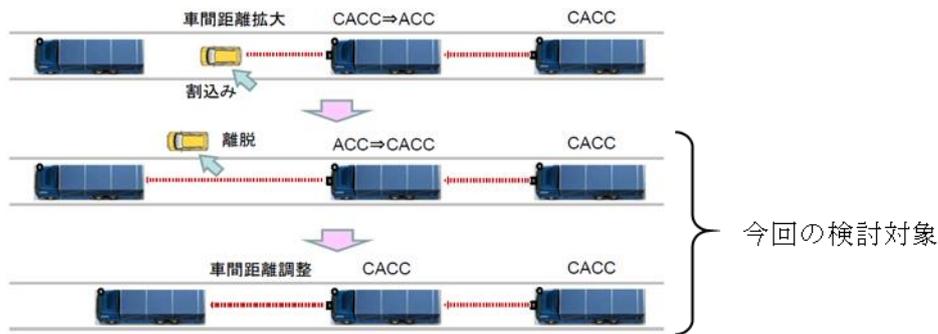


図 2-78 割り込み事象時の車間制御図

(2) シミュレーション条件

- ・ 隊列の走行速度 75[km/h]、車間時間 1.6[s]を基本とし、割り込み車両は隊列の 2 台目と 3 台目の間を想定した。
- ・ 割り込み車両のカットアウト後の車間距離制御条件として、先頭車の速度抑制 (70[km/h]迄、-0.05[G]で減速)と割り込み車のカットアウトした車両以降の追い上げ速度 (80[km/h]迄 0.05[G])を規定した。数値は公道走行において一般的に使われている数値とした。

割り込み車カットアウト時の車間距離調整条件一覧

- ・ 車間時間 : 1.6[s]
- ・ 車両速度 : 75[km/h]・80[km/h]
- ・ 初期車間距離 : 80[m]・100[m]・120[m]
- ・ 道路勾配 : 0[%]・+3[%]
- ・ 先頭車の速度抑制 : min70[km/h]・減速度-0.05[G]
- ・ 後続車の加速 : max80[km/h]・加速度 0.05[G]

(3) 車間距離調整法

基本的な制御は、2.9.3 の制御モデルで示した、 $u_1 = A_p + K_p(L - hV) + K_d(V_p - V)$ であるが、CACC を用い、先行車が減速し後続車が加速することにより車間調整する場合、次の課題がある。

シミュレーションモデル上の課題

- 1) 車間距離を縮めるために先行車が一定減速を行うと後続車の加速に影響を与える。 $u = A_p + K_p(L - hV) + K_d(V_p - V)$ において A_p が支配的なため、先行車が減速する A_p が負の値になるとともに、相対速度に関する項も負の値と

- なる可能性が高く、後続車が加速するための入力 u を得ることができない。
- 2) CACC では、 A_p が微小値 (± 0.025 [G]) を取る際に車間距離誤差を無視するフィルタがあるため、先行車が定常走行に移行すると後続車が車間を縮小するために必要な加速ができない。
 - 3) 実用化を考慮すると複雑な制御系を組むのは望ましくない。
- 上記 1) から 3) の課題に対して、次のような対応とした。

割り込み車カットアウト時の車間調整法

- 1) 先行車の A_p が収束した際に車間時間を詰められないため、車間距離誤差に関するフィルタを適用しない (A_p を状況により切り替える)。
- 2) 先頭車が最低速度の 70 [km/h] に到達する、もしくは全車両の車間調整が終了するまで $A_p = -0.05$ [G]、その後は $A_p = 0$ [G] で最後尾車両の車間調整完了まで 70 [km/h] で定常走行する (車間調整完了後は $75 \sim 80$ [km/h] で走行)。
- 3) 後続車の前方車間距離が目標車間時間 (1.6 [s]) の 5 [%] 以内に到達するまで $A_p = -0.05$ [G]、その後は $A_p =$ 先行車加速度とする。
- 4) 通常の領域の為、最大減速度を -0.05 [G] に制限する。

以上の検討結果に基づいた、車間距離制御の作動概要を以下の図 2-79 に示す。

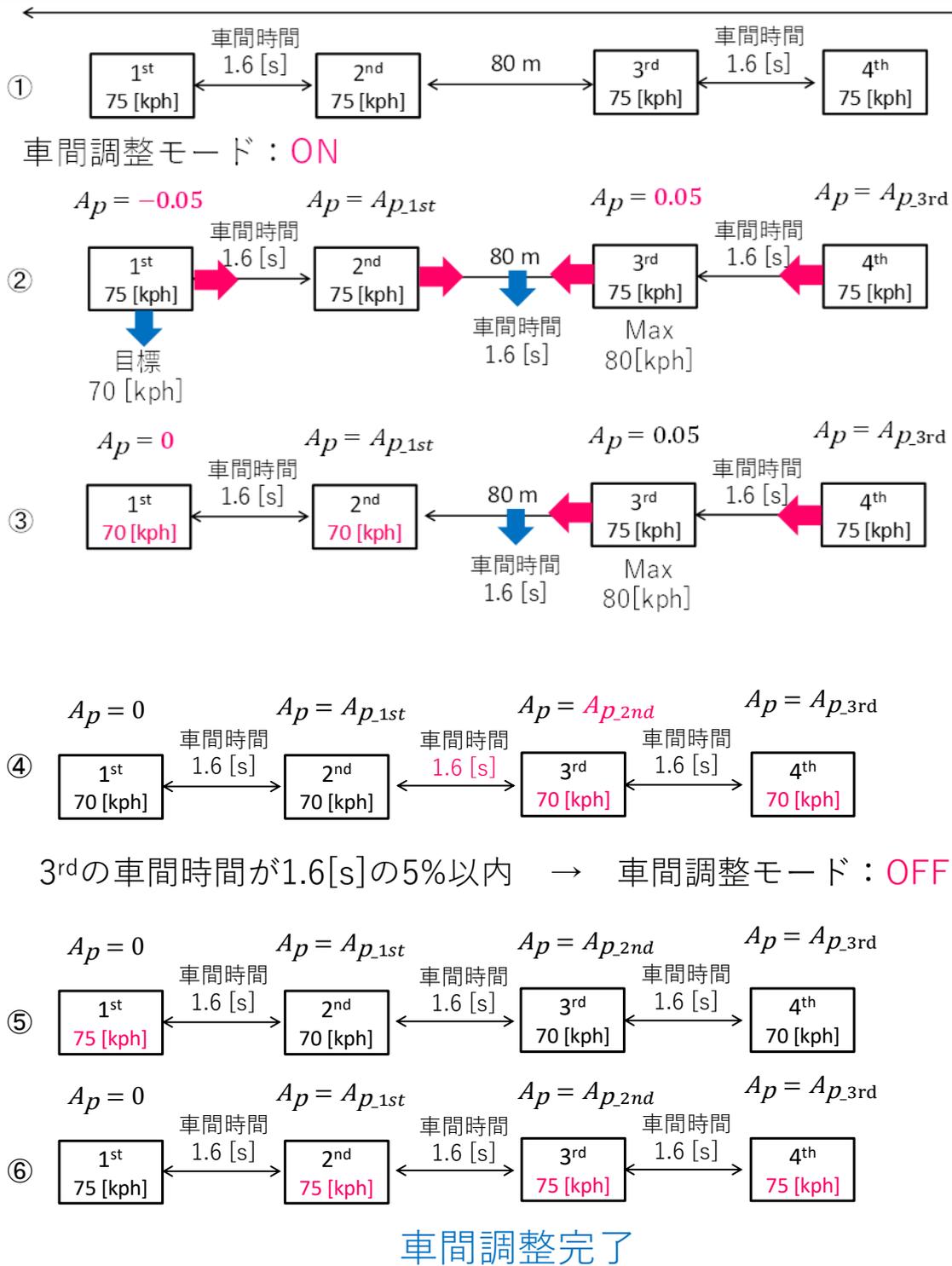


図 2-79 割り込み車カットアウト後の車間調整図

(4) 結果

平坦路及び勾配路走行中、隊列の2台目、3台目の一般車両がカットアウトした時の車間距離をパラメータとした場合、上記車間調整法での制御結果を表2-17に、結果概要を以下に示す。

代表例としてカットアウト時の車間距離が80[m]のケースの結果を解説する。

車間維持性能

- 1) 平均車間時間は1.65[s]、平均車間距離は34.5[m]、最小車間時間は1.45[s]、最小車間距離は30.6[m]となった。
- 2) 車間調整中の最大加速度は0.06[G]、最小加速度は-0.09[G]、平均ジャークは0.04[m/s³]であり、車間調整に要する時間は17.9[s]、走行距離は350.7[m]となった。

勾配の影響

- 3) 同条件において3[%]勾配時には、車間時間と加速度、及び車間調整時間と車間調整距離は平坦路に対して増大(106[%])し、車間調整に要する時間は19[s]、走行距離は372[m]となった。

勾配	0%			3%		
	80m	100m	120m	80m	100m	120m
初期車間距離	80m	100m	120m	80m	100m	120m
平均車間時間 [s]	1.65	1.71	1.78	1.72	1.78	1.79
最大車間時間 [s]	3.84	4.80	5.76	3.84	4.80	5.76
最小車間時間 [s]	1.45	1.44	1.46	1.52	1.53	1.45
平均車間距離 [m]	34.51	35.80	37.26	35.94	37.14	37.54
最大車間距離 [m]	80.00	100.00	120.00	80.00	100.00	120.00
最小車間距離 [m]	30.64	30.42	30.73	30.30	30.30	30.23
最大加速度 [G]	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04
最小加速度 [G]	-0.09	-0.10	-0.09	-0.11	-0.11	-0.07
平均ジャーク [m/s ³]	0.04	0.06	0.07	0.04	0.05	0.05
車間調整時間 [s]	17.9	25.4	32.9	19.0	26.7	33.9
車間調整距離 [m]	350.7	497.3	643.0	372.0	522.0	663.4

表 2-17 割り込み車カットアウト時の車間調整結果

(5) 結論

本車間調整法で、割り込み車両カットアウト後の車間調整時の諸特性を把握する事ができた。

2.9.5.2. SA/PA 通過時の車間調整

(1) 目的・狙い

隊列走行中、SA/PA 通過時に合流車両が進入してきた場合、隊列の車間距離を広げて合流を促す事を想定し、隊列の各車両がSA/PA手前で車間距離を70[m]に拡大、SA/PA通過後に車間距離を元に戻す制御法を検討し、車両挙動及び設計指

標を把握する。(図 2-80)

補足解説：

SA 手前で 70[m]に拡大する理由は、過去のトラック隊列実証実験（テストコース実験、公道実験）において概ね 70[m]まで車間距離を拡大すると他車両の流入が容易であることを実験的に確認されているため。

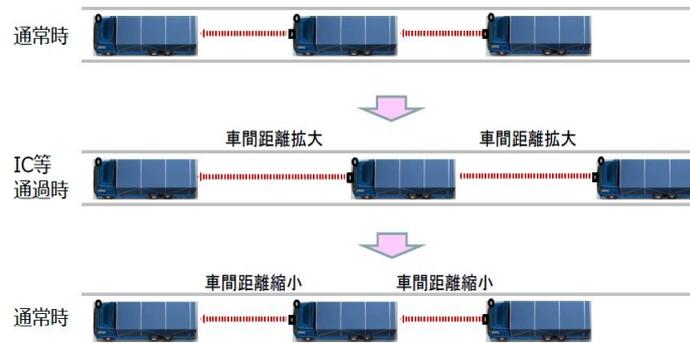


図 2-80 SA/PA 及び IC 通過時の隊列の拡大

(2) シミュレーション条件

隊列の走行速度 75[km/h]、車間時間 1.6[s]を基本とし、隊列の全車両が車間距離を広げる。

車間距離拡大の場合は、車間時間 1.6[s]から 70[m]相当の車間時間(75[km/h]で 3.6[s])に広げる。

車間距離の縮小の場合は、先頭車の速度抑制(70[km/h]迄、 $-0.05[G]$ で減速)と後続車両の追い上げ速度(80[km/h]迄 $0.05[G]$)を規定した。

数値は、大型車で一般的に使われている値とした。

SA/PA 通過時の車間距離調整条件一覧

- ・ 車間時間 : 1.6[s]・車間拡大時 3.6[s] (70[m]相当)
- ・ 車両速度 : 75[km/h]
- ・ 道路勾配 : 0[%]・+3[%]
- ・ 先頭車の速度抑制 : min70[km/h]・減速度 $-0.05[G]$
- ・ 後続車の加速 : max80[km/h]・加速度 $0.05[G]$

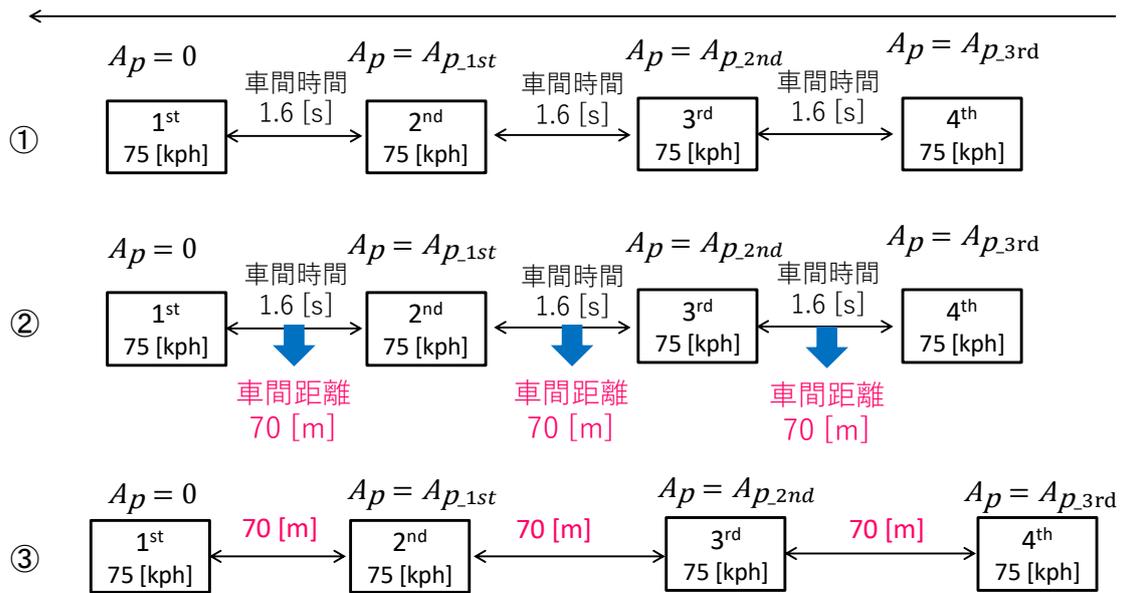
(3) 車間調整法

車間調整については、割り込み車カットアウト後と同様の課題がある。そのため、各課題に対して 2.9.3 に示すモデルを用いて以下の対応とした。

SA/PA 通過時の車間距離拡大調整

- 1) 車間調整時は車間距離誤差に関するフィルタを適用しない。
- 2) 先行車の A_p が収束した際に車間時間を拡大できないため、フィルタを適用しない。
- 3) 各車の A_p については特に変更は行わない。

SA/PA 付近の車間距離の拡大時の車間距離調整の流れを図 2-81 に示す。



車間調整完了

図 2-81 SA/PA 付近の車間距離の拡大時の車間距離調整の流れ
 次に、車間距離の縮小については次のような対応とした。

SA/PA 通過時の車間距離縮小の調整

- 1) 車間調整時は車間距離誤差に関するフィルタを適用しない。
- 2) 先行車の A_p が収束した際に車間時間を詰められないためフィルタを適用しない。(A_p を状況により切り替える)
- 3) 先頭車が 70 [km/h] に到達する、もしくは全車両の車間調整が終了するまで $A_p = -0.05 [G]$ 、その後は $A_p = 0 [G]$ で最後尾車両の車間調整完了まで 70 [km/h] で定常走行する (車間調整完了後は 75 [km/h] で走行)。
- 4) 後続車の前方車間距離が目標車間時間 (1.6 [s]) の 5 [%] 以内に到達するまで $A_p = -0.05 [G]$ 、その後は $A_p =$ 先行車加速度とする。

SA/PA 付近の車間距離の縮小時の車間距離調整の流れを図 2-82 から図 2-84 に示す。

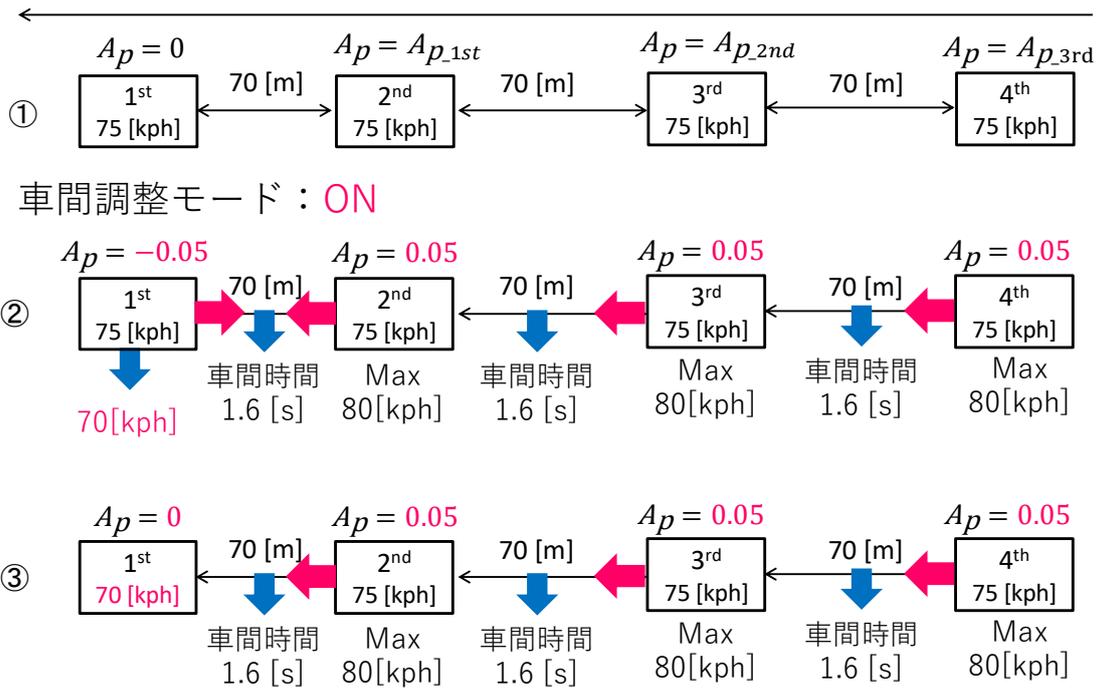


図 2-82 SA/PA 付近の車間距離の縮小時の車間距離調整の流れ①

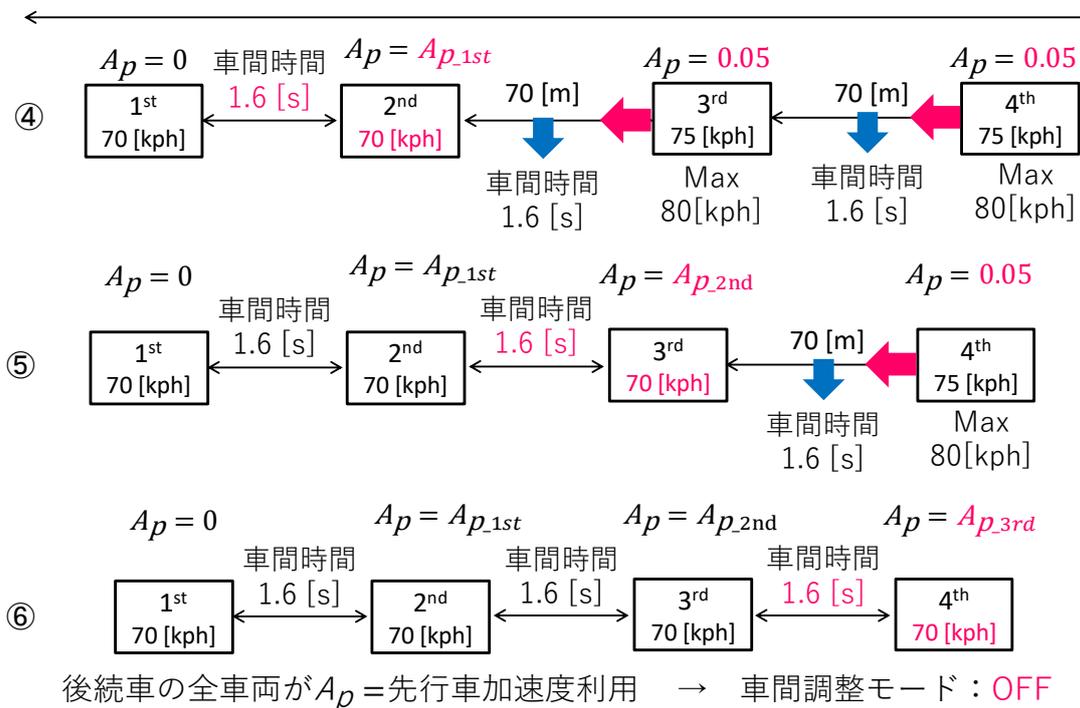
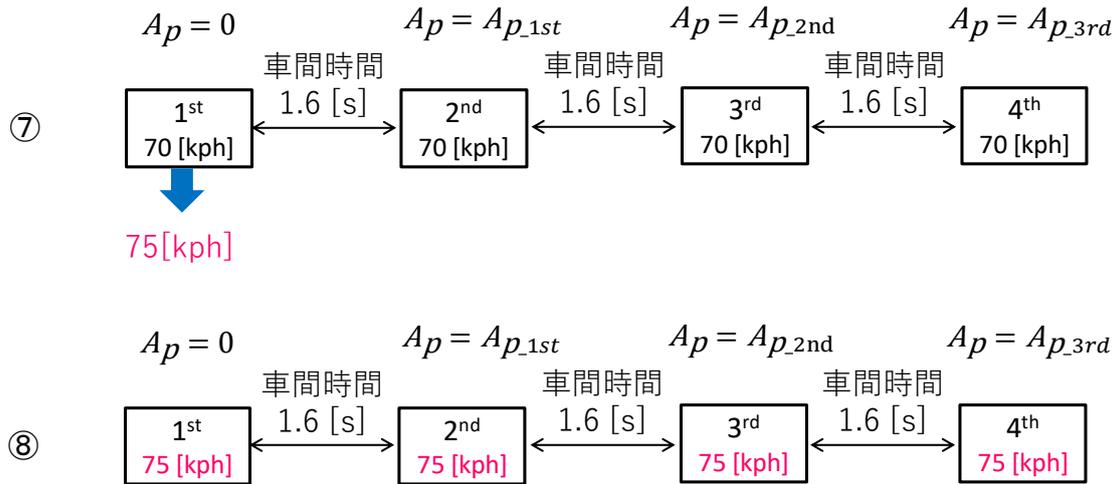


図 2-83 SA/PA 付近の車間距離の縮小時の車間距離調整の流れ②



車間調整完了

図 2-84 SA/PA 付近の車間距離の縮小時の車間距離調整の流れ③

(4) 結果

(4)-1. 車間維持性能

隊列走行速度 75[km/h]時の制御性の結果を表 2-18 に示す。

勾配		0.0%	3.0%
平均車間時間 (S)		2.30	2.32
最大車間時間 (S)		3.41	3.48
最小車間時間 (S)		1.39	1.34
平均車間距離 (m)		47.61	48.11
最大車間距離 (m)		71.79	73.24
最小車間距離 (m)		27.50	26.54
最大加速度 (G)		0.06	0.04
最小加速度 (G)		-0.10	-0.07
平均ジャーク (m/S ³)		0.10	0.10
	隊列燃費 (g)	832.16	1559.34
拡大時	車間拡大時間 (S)	61.07	52.59
	車間拡大距離 (m)	1272.29	1095.13
	隊列燃費 (g)	904.66	1238.72
縮小時	車間拡大時間 (S)	42.37	43.22
	車間拡大距離 (m)	826.70	843.83

表 2-18 隊列走行速度 75[km/h]時の制御性結果

平坦路での制御結果

SA/PA 通過時の車間調整(車間距離拡大と車間距離縮小(設定車間に戻す))の制御結果を以下に示す。

- 1) 平均車間時間が 2.3[s]、平均車間距離が 47.6[m]、車間距離拡大側の結果として、最大車間時間は 3.4[s]、最大車間距離が約 72[m]
- 2) 一方、拡大した車間距離の縮小側については、最小車間時間は 1.39[s]、最小車間距離は 27.5[m]
- 3) 車間拡大時に要した時間は、61[s]、走行距離は約 1272[m]、隊列全体の燃料消費量は 832[g]
- 4) 車間縮小時に要した時間は、42[s]、走行距離は約 827[m]、隊列全体の燃料消費量は約 905[g]

平坦路との勾配路(3 [%])での制御結果比較結果(勾配の影響)

道路勾配により車間維持性能が低下している。結果を以下に示す。

- 1) 平坦路走行より最大加速度と最小加速度が抑えられるものの、平均車間時間と平均車間距離は約 1[%]増加している。
- 2) 最大車間時間と平均車間時間は約 2[%]増加し、最小車間時間と最小車間距離は最大 3[%]減少している。

平坦路での車間拡大時と車間縮小時の特徴の比較結果

車間拡大時の方が、時間、距離を要し、燃費消費量は車間縮小時の方が多結果となった。

- 1) 車間拡大時の燃料消費量は、車間縮小時と比較して約 92[%]
- 2) 車間拡大時間は、車間縮小時と比べ約 144[%]
- 3) 車間拡大距離は、車間縮小距離と比較して約 116[%]

勾配時の車間拡大と車間縮小の特徴の比較結果

勾配時は車間拡大時の方が時間を要し、燃料消費が多い結果となった。また、車間縮小時の方が走行距離を要する結果となった。

- 1) 車間拡大時の燃料消費量は、車間縮小時と比較して約 126[%]
- 2) 車間拡大時間は、車間縮小時と比べ約 122[%]
- 3) 車間拡大距離は、車間縮小距離と比較して約 98[%]

平坦路と勾配路走行時の燃費と走行距離の比較結果

勾配時では平坦路に対して車間拡大時間と距離が小さく、車間縮小時と距離は若干悪化する結果となった。

また、勾配時は平坦路に比べ、車間拡大時及び車間縮小時に燃料消費量が多い傾向を示した。

- 1) 勾配時の車間拡大時の燃費は平坦路と比較して約 187[%]
- 2) 勾配時の車間拡大時間と車間拡大距離は平坦路と比較して約 86[%]
- 3) 勾配時の車間縮小時の燃費は平坦路と比較して約 137[%]

4) 勾配時の車間縮小時間と車間最小距離は平坦路と比較して約 102[%]

(4)-2. 車間距離調整制御有無時の燃料消費及び通過時間の比較

上記シミュレーションとは別に、SA/PA 通過時に車間距離制御を実施する場合、しない場合での燃料消費及び通過時間の比較を行った結果を表 2-19 に示す。

これは、車間拡大、車間縮小制御時に走行した距離を合算し基準距離とし、その距離を一定速(75[km/h])で走行した場合と、車間距離制御を実施した場合の燃費、通過時間を比較したものである。

条件は全車空車、平坦路走行であり、全走行距離は約 2105[m](制御有の場合、車間拡大時：約 1171[m]、車間縮小時：約 934[m])である。

		制御有	制御無し	増減 (%)
燃料消費量 (g)	車間拡大時	832.2	774.6	107.4
	車間縮小時	904.7	620.8	147.7
	合計	1736.8	1395.4	124.5
通過時間 (S)	車間拡大時	61.1	56.2	108.7
	車間縮小時	42.4	45.0	94.1
	合計	103.5	101.2	102.9

表 2-19 SA/PA 通過時の車間制御有無時の通過時間、燃料消費量

上記、条件において SA/PA 通過時に車間調整制御した場合、一定速で通過する場合と比較して燃料消費量は 24.5[%]、通過時間は約 3[%]増加した結果となった。

通過時間が 3[%]程度の増加で収まっているのは、車間縮小時(加速)に 75[km/h]から 80[km/h]で走行し、走行速度が高くなる領域があるためであり、燃料消費量の増大はその加速時によるものである。

(5) 結論

- 1) SA/PA 通過時の車間調整法の一つとして本手法の有効性が示された。
- 2) SA/PA 通過時の車間調整制御開始点の把握及び車間距離制御終了までの距離、時間を把握する事ができた。
- 3) SA/PA 通過時の車間調整制御の車間維持性能、燃料消費量等の把握ができた。

(6) 考察

- 1) SA/PA 通過時、車間調整をすることによる燃費への影響が大きかった。
- 2) 合流車両が存在する時に、車間距離制御(拡大)をすることで、合流のし易さは向上するものの、燃費への影響を考慮すると、必要な時のみ制御を行うようにすることが必要である。たとえば、SA/PA の合流点において、インフラ側で合流車両を検出した時に、隊列に通知し、その時のみ隊列が車間調整する等のインフラ連携が考えられる。

2.9.5.3. 登坂路

(1) 目的・狙い

隊列走行において登坂路で動力性能の低い車両、積載が多い車両が存在すると

隊列の車間距離が維持できないケースがある。

このため、現状把握と対応案として、以下 3 つの手法を検討し、車間維持性能、通過時間、燃料消費等を把握した。

以下にそれぞれの方法について解説する。(図 2-85)

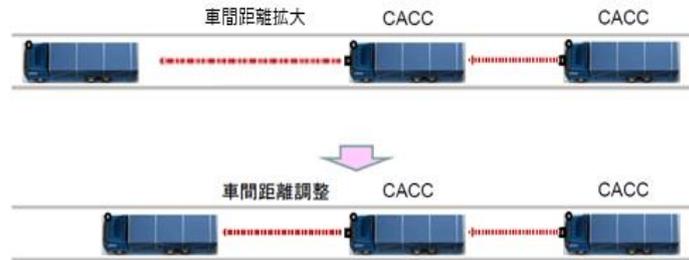


図 2-85 登坂路における車間調整対応

登坂車間調整法

手法 1: 車間維持ができない車両が発生した場合、先頭車に速度低減要求を出し、先頭車が規定量の速度を低減して隊列車間を維持する方法(以降単純車間調整と記載)

以下の手法 2、及び 3 は道路勾配及びその位置、車両の積載量、駆動力等から走行可能な上限速度を既知とし、その情報を隊列車両が共有している場合を想定した。

手法 2: 勾配の手前からワースト車(登坂中最も走行速度が低い車両)の速度に合わせて隊列で走行する方法(以降 OP-A と記載)

手法 3: 勾配の途中で車間距離が広がった車両から、先頭車に速度低減要求を出して、先頭車がワーストの走行可能な速度に低減して隊列車間を維持する方法(以降 OP-B と記載)

(2) シミュレーション条件

車両モデル、積載状態、車間調整要求距離、先頭車減速時速度、道路勾配は以下の通りである。

登坂時車間制御の条件一覧

- ・ 車両モデル : ①全車標準モデル
②3台目特性違いの2条件
- ・ 積載状態 : ①全車空車
②3台目積載 20[t]の2条件
- ・ 車間調整要求距離 : ①車間時間 1.6[s]+10[m]
②車間時間 1.6[s]+20[m]
③車間時間 1.6[s]+30[m]の3条件
- ・ 先頭車減速時速度 : ①70[km/h](定常-5[km/h])
②65[km/h](定常-10[km/h])の2条件

- ・ 道路勾配 : ① +3 [%] *
② +5 [%] の 2 条件
* 図 2-86 に勾配 3 [%] の条件を示す。

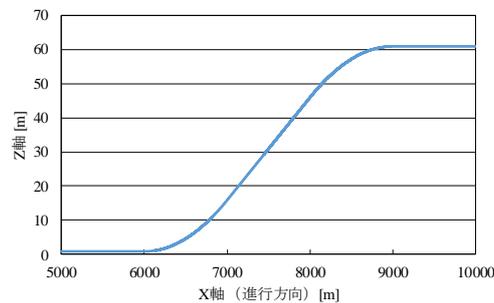


図 2-86 勾配条件 (3 [%] 勾配)

- ・ 隊列の初期速度と車間時間については次のように設定する。
 - a. 隊列の初期速度 : 75 [km/h]
 - b. 隊列の初期車間時間 : 1.6 [s]

(3) 車間調整法

基本的な制御のロジックは 2.9.3 で示した、 $u = A_p + K_p (L - hV) + K_d (V_p - V)$ であるが、CACC を用い、先行車が減速し後続車が加速することにより車間調整する場合、車間調整では次の課題がある。

シミュレーションモデル上の課題

- 1) 車間距離を縮めるために先行車が一定減速を行うと後続車の加速に影響を与える。 $u = A_p + K_p (L - hV) + K_d (V_p - V)$ において A_p が支配的なため、相対速度に関する項の影響も考慮すると後続車が加速できなくなる。
 - 2) CACC では、 A_p が微小値を取る際に車間距離誤差を無視するフィルタがあるため、先行車が定常走行に移行すると後続車の加速できない。
 - 3) 目標車間距離が固定値のため、車間距離誤差が急変し円滑な車間調整が行えない。
 - 4) 実用化を考慮すると複雑な制御系を組むのは望ましくない。
- 上記 1) から 4) の課題に対して、次のような対応とした。

登坂走行時のシミュレーションモデル上の課題対応

- 1) 車間調整時は目標車間距離を車間時間に換算して車間距離制御を行うとともに、車間距離誤差に関するフィルタを適用しない。
- 2) 先行車の A_p が収束した際に車間時間を詰められないためフィルタを適用しない。 $(A_p$ を状況により切り替える)
- 3) 先頭車が最低速度の 70 [km/h] に到達する、もしくは全車両の車間調整が終了するまで $A_p = -0.05$ [G]、その後は $A_p = 0$ [G] で最後尾車両の車間調整完了まで 70 [km/h] で定常走行する。
- 4) 後続車の前方車間距離が目標車間時間 (1.6 [s]) の 5 [%] 以内に到達するまで $A_p = 0.05$ [G]、その後は $A_p =$ 先行車加速度とする。

5) 通常の車間制御なので、最大減速度を $-0.05[G]$ に制限する。

(4) 結果

(4)-1. 単純車間調整法

単純車間調整法についてのシミュレーション結果を表 2-20 に示す。

シミュレーションは全車オリジナルモデルと 3 台目特性違いのモデルで実施したが、条件の厳しい 3 台目特性違い(応答性 30[%]悪化)の結果について示した。

車両モデル	3台目特性違い						
	上り3%			上り5%			
積載状態	全車空車	3台目積載	全車空車	3台目積載			
先頭車の速度抑制	-5 km/h			-10 km/h			
速度抑制要求距離	+10 m				+20 m	+30 m	
平均車間時間 [s]	1.61	1.61	1.60	2.06	1.80	1.88	1.93
最大車間時間 [s]	1.66	1.72	1.72	8.92	6.49	7.56	8.20
最小車間時間 [s]	1.57	1.57	1.52	1.55	1.42	1.52	1.52
平均車間距離 [m]	33.46	33.58	33.29	39.68	33.45	34.95	35.78
最大車間距離 [m]	34.67	35.89	36.04	150	115.96	132.62	145.27
最小車間距離 [m]	32.89	32.89	31.98	26.20	25.98	26.61	26.17
最大加速度 [G]	0.01	0.01	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04
最小加速度 [G]	-0.01	-0.01	-0.06	-0.06	-0.12	-0.12	-0.12
平均ジャーク [m/s^3]	0.004	0.002	0.01	0.04	0.02	0.02	0.02
隊列燃費 [g]	—	—	—	—	4075.2	3890.7	3784.9
車間調整時間 [s]	※1	※1	※1	※2	96.7	94.8	93.4
車間調整距離 [m]	—	—	—	—	1760.5	1726.2	1700.7

表 2-20 3 台目が特性違い時の車間距離制御性の結果

結果概要

単純制御では車間維持できないケースがある事が示唆された。

- 1) 勾配が 3[%]や全車空車の条件においては、登坂路走行において隊列を維持していた。また、各評価指標に大きな差異はなかった。
- 2) 3 台目が積載状態で 5[%]の勾配、先頭車の速度抑制が $-5[km/h]$ 、速度抑制要求距離が $+10[m]$ の場合、センサ検出範囲外($150[m]$ 以上)となり、隊列を維持できない結果となった。
- 3) 車間調整の速度条件が $-10[km/h]$ 、調整距離条件が $+10[m]$ 、 $+20[m]$ 、 $+30[m]$ でも勾配走行中の 2 台目と 3 台目の相対速度が生じているため、車間距離はセンサの検出限界の $150[m]$ に到達していないものの、勾配走行中は車間距離が単調増加している結果となった。(図 2-87) そのため、勾配の走行距離が長くなると $150[m]$ 以上の車間が生じて隊列が維持できない可能性が示唆された。

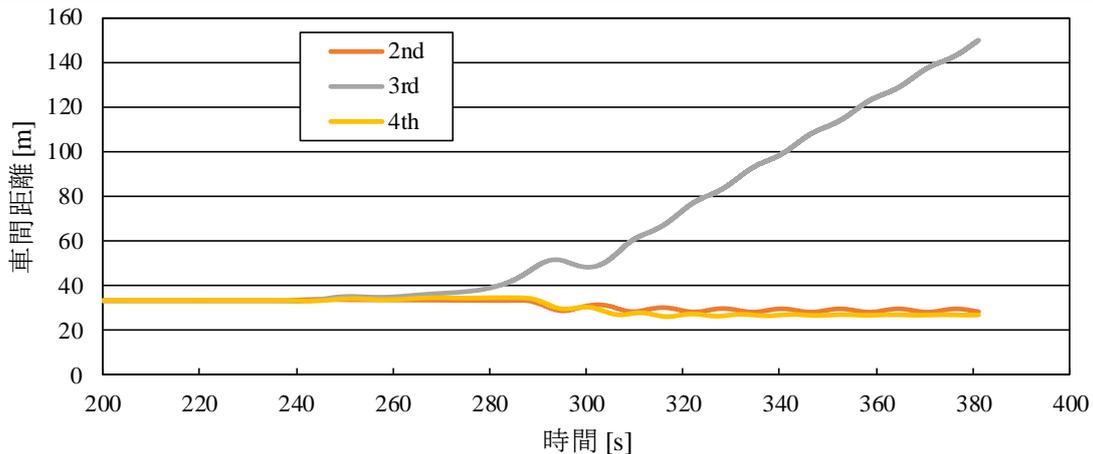


図 2-87 3 台目特性違いの車間距離の変化

単純車間調整法の結果詳細

車間調整が行われた条件（3 台目積載・先頭車-10[km/h]・勾配+5[%]）について結果を示す。

※制御開始距離の車間維持性能への影響のまとめ

- ・ 制御開始距離が長くなると、諸数値が増大傾向を示した項目は以下の通りである。
平均車間時間、最大車間時間、平均車間距離、最大車間距離、最小車間距離
 - ・ 制御開始距離が長くなると、諸数値が縮小傾向した項目は以下の通りである。
最大加速度、燃料消費量
 - ・ 制御開始距離に影響をしなかった項目は以下の通りである。
最小車間時間、最小加速度
- ・ 平均車間時間は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 104[%]、30[m]の場合は約 107[%]
 - ・ 最大車間時間は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 116[%]、30[m]の場合は約 126[%]
 - ・ 最小車間時間は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 107[%]、30[m]の場合は約 107[%]
 - ・ 平均車間距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 104[%]、30[m]の場合は約 107[%]
 - ・ 最大車間距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 114[%]、30[m]の場合は約 125[%]
 - ・ 最小車間距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 104[%]、30[m]の場合は約 107[%]
 - ・ 最大加速度は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 100[%]、30[m]の場合は約 67[%]
 - ・ 最小加速度は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約

100[%]、30[m]の場合は約 100[%]

- ・ 隊列燃費は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 95[%]、30[m]の場合は約 93[%]

制御開始距離の車間調整時間、走行距離、燃費への影響のまとめ

- ・ 車間調整時間は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 98[%]、30[m]の場合は約 97[%]となった。車間時間については、速度抑制要求距離の全条件で勾配走行中は目標値に収束することができず、平坦路に移行してから収束している。そのため、車間調整が最も早く開始する速度抑制要求距離 10[m]が車間調整に最も時間を要したと考えられる。
- ・ 車間調整距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 98[%]、30[m]の場合は約 97[%]となった。車間調整時間と同様の理由により速度抑制要求距離が長くなるほど、車間調整距離が短くなったと考えられる。
- ・ 平均車間時間と平均車間距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 4[%]、30[m]の場合は約 7[%]増加し、最大車間時間と最大車間距離は 20[m]の場合は約 15[%]、30[m]の場合は約 25[%]増加した。これは速度抑制要求距離が長いほど隊列全長のピーク値が大きいことを示している。
- ・ 車間調整時間と車間調整距離は速度抑制要求距離が 10[m]の場合と比較して 20[m]の場合は約 2[%]、30[m]の場合は約 4[%]短縮し、隊列燃費も 20[m]の場合は約 2[%]、30[m]の場合は約 3[%]減少した。
- ・ 隊列燃費については、速度抑制要求距離が長くなると車間調整に消費する燃料は減少する傾向が示唆された。

(4)-2. 調整法違いによる車間維持性能比較

手法 1 では、5[%]勾配走行時において、単純車間調整法では、隊列車間維持ができない事が示唆された。そこで、以下の 2 つの方法による調整法の効果を比較した。尚、(4)-1 単純車間調整法の結果から登坂距離を 1000[m]から 2000[m]に延長した。

手法 2：勾配の手前からワースト車（登坂中最も走行速度が低い車両）の速度に合わせて隊列で走行する方法（OP-A）

手法 3：勾配の途中で車間距離が広がった車両から、先頭車に速度低減要求を出して、先頭車がワーストの走行可能な速度に低減して隊列車間を維持する方法（OP-B）

シミュレーション結果を以下の表 2-21 に示す。

車両モデル	標準			3台目特性違い		
	車間調整	OP-A	OP-B	車間調整	OP-A	OP-B
平均車間時間 [s]	2.30	1.70	1.67	2.29	1.74	1.63
最大車間時間 [s]	8.89	2.07	2.88	8.89	2.20	2.78
最小車間時間 [s]	1.55	1.36	1.32	1.55	1.36	1.27
平均車間距離 [m]	42.35	31.21	31.87	42.27	31.93	31.21
最大車間距離 [m]	150	36.58	52.96	150	39.60	51.68
最小車間距離 [m]	26.36	28.46	25.65	26.20	28.46	24.74
最大加速度 [G]	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.07
最小加速度 [G]	-0.06	-0.13	-0.16	-0.06	-0.12	-0.17
平均ジャーク [m/s^3]	0.03	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03

表 2-21 登坂路走行時の車間制御法別車間維持性能の比較

各車間調整法による車間維持性能についての結果概要

手法 1：速度抑制要求距離 10[m]で先頭車が車速-10[km/h]まで減速する車間調整では、センサの検出範囲外(最大車間検知距離 150[m]以上)である事を示し、隊列を維持できなかった。(表 2-21 の中では、150 と表記)

手法 2：車間維持方法(OP-A)では隊列の車間維持が可能になった。

手法 3：車間維持方法(OP-B)では隊列の車間維持が可能になった。

各車間調整法による車間維持性能についての結果概詳細

OP-A と OP-B について車間維持性能の比較結果を次に示す。

車間維持性能：

- ・ OP-A の方が小さい諸数値を示したものは以下の通り。
最大車間時間、最大車間距離、最大加速度、最小加速度、ジャーク
- ・ OP-A の方が大きい諸数値を示したものは以下の通り。
平均車間時間、最小車間時間、最小車間距離

- 1) 平均車間時間の目標車間時間 1.6[s]に対する誤差は OP-A は+0.14[s]、OP-B は+0.03[s]であり、OP-A の平均車間時間は OP-B と比較して約 107[%]となった。OP-A は、勾配走行時と勾配後の平坦路の定常走行時における車間距離誤差が無視されるフィルタの影響により、平均車間時間が長い値となっていると考えられる。
- 2) 最大車間時間については、OP-A は OP-B と比較して約 79[%]
- 3) 最小車間時間については、目標車間時間 1.6[s]に対する誤差は OP-A は-0.24[s]、OP-B は-0.33[s]であり、OP-A の最小車間時間は OP-B と比較して約 107[%]
- 4) 平均車間距離については、目標車間距離との誤差は OP-A は-1.40[m]、OP-B は-2.12[m]であり、OP-A の平均車間距離は OP-B と比較して約 102[%]

- 5) 最大車間距離については、OP-A は OP-B と比較して約 77[%]
- 6) 最小車間距離については、OP-A は OP-B と比較して約 115[%]
- 7) 最大加速度については、OP-A は OP-B と比較して約 74[%]
- 8) 最小加速度については、OP-A は OP-B と比較して約 69[%]
- 9) 平均ジャークについては、OP-A は OP-B と比較して約 59[%]

調整法別による燃料消費量と勾配通過時間

5[%]勾配走行中における手法 2：OP-A と手法 3：OP-B について隊列全体(4 台合計)の燃料消費量と勾配通過時間の結果を以下と表 2-22 に示す。

車両モデル	標準		3台目特性違い	
	OP-A	OP-B	OP-A	OP-B
登坂路対策				
隊列燃費 [g]	8120.7	7876.3	8123.4	7892.7
勾配通過時間 [s]	247.7	232.0	247.8	232.4

表 2-22 勾配走行中の消費燃費と勾配通過時間の比較

- 1) OP-A の燃費消費量は OP-B に対して約 103[%]となり、燃費消費量は OP-A が大きい結果となった。
- 2) 勾配通過時間については、OP-A の勾配通過時間は OP-B に対して約 107[%]となり、OP-A に比べて OP-B が速く通過できる結果となった。

以上の結果により、燃料消費量と勾配通過時間の関しては、手法 3：OP-B が優位となった。

燃料消費量と勾配通過時間の比較（登坂時車間調整無し、手法 1～3 の比較）

5[%]登坂路、標準モデルにおいて、条件 1：全車空車、条件 2：3 台目積車、及び、3 台目積車状態において、条件 3：単純車間調整、条件 4：OP-A、条件 5：OP-B 仕様における勾配通過時間と燃料消費量について比較した結果を表 2-23 と表 2-24 に示す。登坂距離は 2000[m]である。

条件	勾配通過時間 [s]	燃料消費量 [g]
1. 標準モデル/全車空車	198.6	6913.7
2. 標準モデル/3 台目積車	240.5	8236.3
3. 標準モデル/3 台目積車/車間10[m]拡大時10[km/h]減速	245.4	7905.4
4. 標準モデル/3 台目積車/OP-A	247.7	8120.7
5. 標準モデル/3 台目積車/OP-B	232.0	7876.3

表 2-23 勾配通過時間と燃料消費量

条件	通過時間比較 [%]	燃料消費比較 [%]
1. 標準モデル/全車空車	100.0	100.0
2. 標準モデル/3台目積車	121.1	119.1
3. 標準モデル/3台目積車/車間10[m]拡大時10[km/h]減速	123.5	114.3
4. 標準モデル/3台目積車/OP-A	124.7	117.5
5. 標準モデル/3台目積車/OP-B	116.8	113.9

表 2-24 各条件の比較

- ※ 範囲は1台目が勾配の切り換わりに差し掛かってから4台目が勾配を登り終えるまでである。
- ※ 条件2、3は3台目の車間が150[m]以上拡大しセンサが先行車をロストするが、センサがロスト後は要求加速度0[G]で走行した結果となる。
- ※ 表2-24は条件1を基準とした。

全車空車の場合を基準にすると；

- 1) 条件2の3台目積車の場合、通過時間は21[%]増加、燃料消費量は19[%]増加している。
- 2) 条件3の制御開始条件車間10[m]、-10[km/h]の場合、通過時間は23.5[%]増加、燃料消費量は14[%]増加している。
- 3) 条件4制御法OP-Aは、通過時間は24.7[%]増加、燃料消費量は17.5[%]増加している。
- 4) 条件5制御法OP-Bは、通過時間は16.8[%]増加、燃料消費量は13.9[%]増加している。

OP-BとOP-Aを比較すると、OP-Bの方が7.9[%]通過時間が早く、燃料消費量は3.6[%]少ない結果となった。

まとめ

5[%]勾配、3台目車両が積車（総重量20[t]）の場合；

- 1) 本シミュレーション結果より、単純車間調整法の速度抑制要求距離10[m]で先頭車が車速-10[km/h]まで減速する車間調整では、3台目の車速が70[km/h]まで到達できず、隊列を維持できない結果となった。
- 2) その対策として、OP-AとOP-Bの効果について検討した結果、いずれの対策でも5[%]の勾配で隊列を維持できた。そのため、急勾配において最も走行速度の低い車両に合わせて先頭車の目標速度を設定する有効性が示された。

(5) 結論

- 1) 登坂走行時の車間距離調整法として本手法の有効性、限界が示された。
- 2) 車間距離調整法違いによる、車間維持性能、燃料消費量、登坂通過時間等の把握ができた。
- 3) 総合的な視点から、手法3:OP-B勾配の途中で車間距離が広がった車両から、先頭車に速度低減を要求して、先頭車がワーストの走行可能な速度に低減して隊列車間を維持する方法が有効のように思われる。

(6) 考察

- 1) 隊列走行の登坂時における車間維持の観点からいうと本手法が有効であることが分かったが、実環境では、速度抑制に対するドライバの受容性や例えば、OP-Aのような登坂開始点からワースト車の速度で走行するようなケースにおいて、交通流への影響も考慮する必要がある。
- 2) また、登坂での車間制御を実現するのは、隊列各車両が該当する勾配で発生できる加速度や速度を算出する必要があり課題である。

2.9.5.4. 車間維持性能向上

(1) 目的・狙い

車間維持性能向上では CACC の従来方式の先行車の実加速度を用いた方式、先行車の要求加速度を用いた方式、先頭車の要求加速度を用いた方式において各条件時の車間維持性能の性能を把握、評価する。また、先頭車の要求加速度を使う CACC の課題を抽出する。(図 2-88)

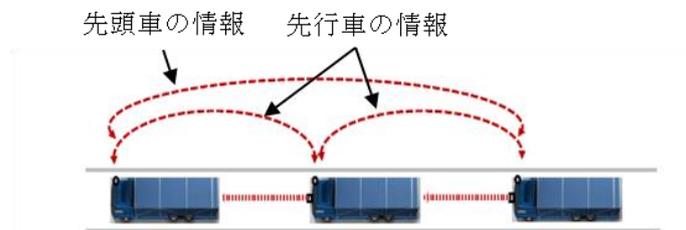


図 2-88 先頭車の情報を使用した制御イメージ

(2) シミュレーション条件

車間維持性能向上シミュレーションの条件一覧

- ・ 車間時間 : 1.6[s]
 - ・ 先頭車の加速度 : 0.05[G] (50→80[km/h])
 - ・ 先頭車の減速度 : -0.1[G]・-0.2[G]・-0.5[G] (80→40[km/h]の急制動)
 - ・ 道路勾配 : 0[%]→+3[%]→0[%]
 - ・ 積載条件 : 空積載・積載 (車両の重量を 20[t]に設定) *
- *積載状態は急制動のみに適用する。

制御方式

- ① 先行車の実加速度を用いた CACC
- ② 先行車の要求加速度を用いた CACC
- ③ 先頭車の要求加速度を用いた CACC

プラントモデル

実車試験は-0.25[G]までのデータを計測してモデルを同定している。

-0.5[G]のシミュレーションは線形補間したモデルを使っている。

(3) 制御モデルと制御法

2.9.3 で示した式(1)を使用した。

要求指示加速度を u_1 [m/s²]、車間距離を L [m]、車間時間を h [s]、自車両の速度を V [m/s]、先行車の速度を V_p [m/s]、先行車の加速度を A_p [m/s²]、制御ゲインを K_p 、 K_d とする。車間時間は実車実験と同様に $h=1.6$ [s] である。

制御ゲインは $K_p=0.0133$ 、 $K_d=0.0393$ とした。

尚、実車の制御に合わせた、 A_p が微小(± 0.025 [G])または $(L-hV)$ が正の場合、または、 (V_p-V) が正の場合、 $(L-hV)$ を無視するフィルタを使用した。

(4) 結果

代表例として 0.05 [G]の加速時、 -0.2 [G]の減速時、急減速として -0.5 [G]の減速時のシミュレーション結果を以下に示す。

(4)-1. 0.05 [G]の加速時のシミュレーション結果

- ・ 0.05 [G]の加速に関しては、従来の先行車の実加速度を用いた方式に比べ、先行車要求加速度、先頭車要求加速度を用いた方式の方が、制御性が向上する事を確認した。
- ・ もっとも制御性が良かったのは、先行車の要求加速度を用いる CACC の結果となった。

車間維持性能

- 1) 先行車の実加速度、先行車の要求加速度、先頭車の要求加速度を用いた各方式で初期車間時間(1.6 [s])から車間時間が縮小する傾向を示した。(表 2-25)
- 2) 最大車間距離は実加速度の方式と比べ、先行車の要求加速度を用いた方式-23[%]、先頭車の要求加速度を用いた方式では-18[%]であった。

整定時間の比較

従来方式の先行車の実加速度を用いた CACC を基準にすると；

- 1) 先行車の要求加速度を用いた CACC は、33[%]の時間で収束した
- 2) 先頭車の要求加速度を用いた CACC は 49[%]の時間で収束した。(表 2-26)

ただし、加速(0.05 [G])ではシフトチェンジのタイミングが制御性能に大きく影響していることを留意する必要がある。

項目	先行車の加速度	先行車の要求加速度	先頭車の要求加速度
平均車間時間 [s]	1.52	1.38	1.41
最大車間時間 [s]	1.60	1.60	1.60
最小車間時間 [s]	1.30	1.13	1.18
平均車間距離 [m]	27.19	24.18	24.80
最大車間距離 [m]	35.24	27.24	28.97
最小車間距離 [m]	22.22	22.22	22.16
最大加速度 [G]	0.12	0.11	0.12
最小加速度 [G]	-0.11	-0.11	-0.07
平均ジャーク [m/s^3]	0.04	0.04	0.03

表 2-25 加速(0.05 [G])のシミュレーション結果

CACC方式	車間時間の整定時間[s]			
	1st	2nd	3rd	4th
先行車の加速度を利用	24.32	31.23	55.01	74.35
先行車の要求加速度を利用	24.32	14.94	16.56	21.12
先頭車の要求加速度を利用	24.32	14.95	30.06	34.23

表 2-26 加速(0.05[G])の整定時間

(4)-2. -0.2[G]減速のシミュレーション結果

従来方式の先行車の実加速度を用いた CACC を基準とすると、整定時間を含む車間維持性能から、先行車の要求加速度、及び、先頭車の要求加速度を用いた CACC について有効性が示唆され、その中で、先頭車の要求加速度を用いた CACC がもっとも良い結果となった。

車間維持性能

- 1) 先行車の実加速度、先行車の要求加速度、先頭車の要求加速度を用いた各方式で初期車間時間(1.6[s])から車間時間が拡大する傾向を示した。
- 2) 平均車間時間は、先頭車の要求加速度を用いた仕様の方が、先行車の実加速度を用いた仕様より約 24[%]大きく、安全方向の結果となった。
- 3) 最小車間距離については、3仕様ほぼ同等であった。
- 4) 先頭車の要求加速度を用いた方式の平均ジャークは、他の仕様と比較し17[%]となった。

整定時間の比較

従来方式の先行車の加速度を用いた CACC を基準にすると

- 1) 先行車の要求加速度を用いた CACC は、約 56[%]の時間で収束した。
- 2) 先頭車の要求加速度を用いた CACC は、約 53[%]の時間で収束した。

(4)-3. -0.5[G]減速(急制動)時のシミュレーション結果

車間維持性能

- 1) 先行車の実加速度、先行車の要求加速度、先頭車の要求加速度を用いた各方式で初期車間時間(1.6[s])から車間時間が拡大する傾向を示した。
- 2) 平均車間時間は、先頭車の要求加速度を用いた仕様の方が、他の仕様より約 34[%]大きく、安全方向の結果となった。但し、収束が早いが偏差が大きい影響も含む。
- 3) 先行車の要求加速及び先頭車の要求加速度を用いた CACC の方が、目標減速度に近い値を示した。
- 4) 目標減速度の-0.5[G]を基準とすると、先行車の加速度を用いた CACC は約 72[%]の減速度、先行車の要求加速度を用いた CACC は約 77[%]の減速度、先頭車の要求加速度を用いた CACC は約 82[%]の減速度が生じている。
- 5) ジャークは、先頭車の要求加速度の用いた CACC が最も小さく、次に、先行車の要求加速度、先行車の実加速度の順位であり、先頭車の要求加速度の用いた CACC が滑らかな減速であることを示唆している。

急制動(-0.5[G])の遅延時間*

*遅延時間：先頭車の加速度の立ち上がり時間を基準とし、最大減速度の50[%]に到達までの時間として算出した。応答性の速さの指標として評価できる。(表2-28)

- 1) 遅延時間で評価(数値が小さい程、応答性が良い)すると、先頭車の要求加速度を用いたCACC、先行車の要求加速度を用いたCACC、先行車の加速度を用いたCACCの結果となった。
- 2) 従来方式の先行車の加速度を用いたCACCを基準とし、車群全体の遅延時間の平均値で評価すると以下の結果となった。(表2-27)
- 3) 先行車の要求加速度を用いたCACCは約75[%]の時間で最小減速度の50[%]に到達。
- 4) 先頭車の要求加速度を用いたCACCは約67[%]の時間で最小減速度の50[%]に到達。

急制動後の車両挙動

-0.5[G]減速時、目標の5[%]以内に到達した後に、惰行走行での状態を確認したが、急激に車間距離が短くなる等、安全上の問題はない結果となった。

項目	先行車の加速度	先行車の要求加速度	先頭車の要求加速度
平均車間時間 [s]	1.85	1.84	2.48
最大車間時間 [s]	2.04	2.43	3.21
最小車間時間 [s]	1.60	1.60	1.60
最大加速度 [G]	0.02	0.06	0.13
最小加速度 [G]	-0.37	-0.41	-0.41
平均ジャーク [m/s ³]	0.09	0.08	0.07

表 2-27 急減速(-0.5[G])のシミュレーション結果

制御方式	遅延時間 [s]				
	1st	2nd	3rd	4th	Ave
先行車の加速度利用CACC	0.81	1.21	1.62	2.05	1.42
先行車の要求加速度利用CACC	0.81	1.01	1.15	1.30	1.07
先頭車の要求加速度利用CACC	0.81	1.01	0.99	1.01	0.95

表 2-28 急減速(-0.5[G])の遅延時間

(4)-4. 道路勾配変化によるシミュレーション結果

車間維持性能

- 1) 平均車間時間、最大車間時間、最大加速度、平均ジャークについては要求加速度を利用した2仕様が良好な結果となった。
- 2) 車間維持性能については、先行車の要求加速度を利用した方式、先頭車の要

求加速度を利用した方式に顕著な差はないが、総合的には先行車の要求加速度を利用した方式が若干良い結果となっている。(表 2-29)

整定時間

従来方式の先行車の加速度を用いた CACC を基準にすると、先行車の要求加速度を利用した CACC が最も良く、先頭車の要求加速度を利用した方式は、従来方式の先行車加速度を用いた方式よりも悪化した結果となった。(表 2-30)

従来方式の先行車の加速度を用いた CACC を基準とすると；

- ・ 先行車の要求加速度を利用した CACC は約 80[%]の時間で収束している。
- ・ 先頭車の要求加速度を利用した CACC は約 117[%]の時間で収束している。

これは、道路勾配の切り換わりのように、先頭車と後続車の応答に時間差が生じるような場合は、先頭車の要求加速度を用いることが CACC の整定時間に悪影響を与え、従来方式の先行車の加速度を用いた CACC よりも性能が劣る可能性が示唆している。

項目	先行車の加速度	先行車の要求加速度	先頭車の要求加速度
平均車間時間 [s]	1.64	1.60	1.60
最大車間時間 [s]	1.69	1.60	1.61
最小車間時間 [s]	1.58	1.60	1.60
平均車間距離 [m]	34.11	33.33	33.33
最大車間距離 [m]	35.20	33.40	33.55
最小車間距離 [m]	32.98	33.28	33.16
最大加速度 [G]	0.02	0.001	0.002
最小加速度 [G]	-0.02	-0.001	-0.001
平均ジャーク [m/s ³]	0.01	0.0004	0.0006

表 2-29 道路勾配のシミュレーション結果

CACC方式	車間時間の整定時間 [s]			
	1st	2nd	3rd	4th
先行車の加速度を利用	46.82	54.89	81.97	97.33
先行車の要求加速度を利用	46.82	79.21	79	78.27
先頭車の要求加速度を利用	46.82	79.16	97.78	113.51

表 2-30 道路勾配変化の整定時間(勾配 0[%]→3[%])

(5) 結論

- 1) 本シミュレーションのより、CACC の従来方式の先行車の実加速度を用いた方式、先行車の要求加速度を用いた方式、先頭車の要求加速度を用いた方式での制御結果の比較ができた。

- 2) 一定減速や急減速の条件では、先頭車の要求加速度を用いた CACC が応答性に優れる結果が示唆された。
- 3) 一方、加速時において先頭車の変速タイムラグの影響や、道路勾配の変化点通過の時間差の影響で制御性能に影響を与えている事も示唆された。
- 4) 先行車の要求加速度を使う CACC の設計上の留意点が明らかになった。

(6) 考察

- 1) 一定減速や急減速等、車両運動の変化が早い状況では、先頭車の要求加速度を用いた CACC は有効であるが、一定速で勾配の変化点を走行するような、先頭車と後続車の運動変化点に時間差が生じる状況や、加速に時間がかかり、変速タイムラグが入るような状況においては単に先頭車の要求加速度を用いたシステムでは問題がある事が示唆された。
- 2) 先頭車の要求加速度を用いるシステムは、要求加速度のみならず、さらに細かな先頭車の情報や、先頭車の勾配変化点の通過位置、時間等の考慮や、その情報を受ける後続車両の高度な判断が必要と思われる。

2.9.6. まとめ

- 1) 後続車有人隊列走行の発展型コンセプトである割り込み車の対応（割り込み車のカットアウト後の車間調整、SA/PA 通過時の車間調整）、登坂路対応、車間距離制御性向上の 3 コンセプトにおいて、コンセプトロジック検討し、シミュレーションを実施した。
- 2) それぞれのコンセプトのロジックでの車間維持性能、整定時間等から車両挙動を把握した。
- 3) また、設計上の仕様、及び留意点も把握した。

2.9.7. 謝辞

発展型コンセプトのシミュレーションにあたり、実際にシミュレーションを実施して頂いた東京都市大学の杉町准教授、シミュレーション全般にわたりコンサルテーションを実施して頂いた慶應義塾大学の太田教授に深く感謝いたします。

※ 引用文献

式(2) : Feng An, : Development of Comprehensive Modal Emissions Model: Operating Under Hot-Stabilized Conditions. First Published January 1, 1997 Research Article (<https://doi.org/10.3141/1587-07>)

2.10. 総括（2017～2020 年度実証事業のまとめ）

2.10.1. はじめに

2015 年度に自動走行ビジネス検討会において運送事業者及び大型車メーカーが参画して実施したトラック隊列走行に関する予備検討結果を受け、2016 年度から実証事業に向けた準備を開始、2017 年度から本格的に後続車有人システムの実証事業が開始された。

2.10.2. 2017～2020 年度の実証実験内容のまとめ

各年度の主要実施内容を以下に記す。

【2017年度】

主要実施内容

(1) マルチブランド CACC 技術開発と車両への実装(大型車メーカー4社)、実証
実証実験等

- ・ 2017年11月22日～26日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2017年12月15日～17日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2018年1月23日～25日
メディア向け発表会、公道実証実験(新東名高速道路 浜松 SA～遠州森町 PA)
- ・ 2018年1月30日～2月1日
公道実証実験(北関東道 壬生 PA～笠間 IC)

【2018年度】

主要実施内容

- (1) マルチブランド CACC の制御性向上(短車間時間実現可能性等)
- (2) LKA(レーンキープアシスト)技術開発と車両への実装、実証
- (3) 事業者による CACC 及び LKA の評価
- (4) 公道実証の範囲拡大(勾配、曲率、トンネル等、積載条件組み合わせ(空車、積車))

実証実験等

- ・ 2018年10月16日～19日
テストコース実証実験、事業者評価(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2018年11月6日～8日、13日～15日、20日～22日
公道実証実験(上信越自動車道 藤岡 JCT～更埴 JCT)
- ・ 2018年12月3日～6日
公道実証実験(新東名高速道路 浜松 SA～遠州森町 PA)

【2019年度】

主要実施内容

- (1) 新共通仕様通信機の改造
- (2) 公道実証の範囲拡大(夜間)
- (3) 走行シミュレーションを用いた CACC 車間距離制御性向上の検討

実証実験等

- ・ 2019年9月24日～26日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2019年10月3～5日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2019年11月19～21日
夜間公道実証実験(新東名高速道路 浜松いなさ IC～長泉沼津 IC)

- ・ 2020年1月23日～25日
通信確認実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)

【2020年度】

主要実施内容

1. 新共通仕様通信機ベース CACC による車間距離制御性の向上
2. 「発展型」の開発に資するコンセプトの先行検討

実証実験等

- ・ 2020年9月23日～25日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2021年1月9日～12日
テストコース実証実験(日本自動車研究所 城里テストセンター)
- ・ 2021年1月26日～1月29日
公道実証実験(常磐自動車道 友部 SIC～北茨城 IC)

2.10.3. 技術実証結果

2017～2020年度の実証事業を通じて以下の成果を得た。

- (1) マルチブランド CACC を用いた隊列走行の技術的成立性の実験確認

【2017年度】

異なるメーカーの車両が通信を介して情報を共有し隊列を形成して走行するマルチブランドでの CACC 制御は、テストコースにおける走行評価において、従来の ACC と比べ、先頭車の加減速に対する後続車の車間距離変動を抑制する効果を確認した。

実証実験では、公道走行時に隊列走行車が他の交通利用者から容易に認識されることが必要と考えた。そこで、荷台の側面及び背面を中心に「Truck Platooning」の文字表示と共通のデザインを施すとともに、緑色の LED ランプを配置し、隊列走行中に点灯もしくは点滅させることで容易に認識できるようにした。

【2018年度】

マルチブランド CACC によって隊列走行時の車間距離の短縮が実現可能性を検討した。テストコースにおける実験において、急制動時に一部後続車両で安全車間距離を維持することが難しいケースが確認された。このことから CACC の制御性の向上について検討する必要性が認識され、車車間通信で共有するデータの素性の統一及び通信メッセージの追加(要求加速度等)について検討を進めることにした。その結果、データの素性の統一と各社の制御の改良により急制動時にも安全車間距離を維持することが可能になった。

隊列走行を実現する際の付加的機能として CACC に加え LKA(レーンキープアシスト)の追加が有効と期待された。そのため各社が開発した LKA 機能を車両に搭載し、CACC と LKA を組み合わせた隊列走行についてテストコース及び公道で実証走行を実施した。

テストコースで、CACC と LKA を実装した車両に運送事業者の運転者の方々に試

乗してもらい、評価を行った。その結果、CACC については追従走行において ACC よりもより安心感があること、LKA については運転支援として有効性が高いとの評価を得た。一方で隊列走行時の車間距離縮小（車間時間 1.0 秒）については安心感や緊張感の面から低評価であった。

【2019 年度】

隊列構成車毎に特性が異なるマルチブランドでの走行に加え、勾配や積載量違い等の多様な条件下での隊列走行について、走行シミュレーションを用いた検討を行った。各社が開示可能な技術情報に基づきマルチブランド CACC のシミュレーション環境を構築した。シミュレーション結果は、定性的傾向は確認できると判断した。外乱要素となる勾配や積載量、隊列構成車中の積載車台数等について検討した結果、状態変化量が大きいほど、車間維持性能に影響することが確認された。様々な隊列組み合わせで車間維持性能が異なることから各車の特性が車間維持に影響を与えていることが示唆された。車間時間の短縮について検討した結果、現状（2018 年度仕様）の制御では車間時間 1.3 秒付近が限界であることが示唆された。

【2019～2020 年度】

通信メッセージの追加（要求加速度等）のために新共通仕様通信機の改造を実施した。この通信機をベースに各社で要求加速度等を加味した新たな CACC ロジックを開発し車両に実装してテストコースで実験を行った。その結果、先頭車の加減速に対する応答遅れが低減され、より高い車間距離維持ができることが確認された。

(2) 「発展型」の開発に資するコンセプトの先行検討

【2020 年度】

2018 年度までに実証実験から得られた知見と、隊列走行の付加価値をさらに高める視点から「発展型」隊列走行のコンセプトを検討した。実環境下の走行において発生する外乱に対応して隊列走行を維持するために、①割り込み車対応、②登坂路対応、③車線変更対応、更なる付加価値として④車間距離制御性向上について深掘りした。

①割り込み車対応：

割り込み車が離脱後に先頭車に対して減速要求を行い、車間距離を詰めることにより隊列走行に復帰する、またはインターチェンジやサービスエリア等への接近を検知して事前に車間距離を拡大し、通過後先頭車の速度を落として車間距離を詰め、隊列走行に復帰する方法を考えた。走行シミュレーションを用いた評価により、両ロジックが正常に機能することを確認した。一方で、一定速度での定常走行に対してより多くの燃料を消費するデメリットがあることを確認した。

②登坂路対応：

積載量が大きく動力性能が低い車両が登坂時に速度が低下した場合に先行車に対して減速要求を行い、隊列を維持する。走行シミュレーションを用いて検討した結果、勾配情報と車両重量を既知で速度低下が算出できる仮定下で、勾配手前から速度低下車の速度に合わせて走行する方法、勾配途中で速度低減要求があった場合に、先頭車が、短時間に速度低下車の速度まで減速する方法の二つで隊列の車間距離を維持した登坂が可能であった。

③車線変更対応：

3種類の車線変更パターンを検討した。ア)先行車の車線変更に従って後続車が追従して車線変更、イ)先頭車の車線変更に従って、後続車が同時に車線変更、ウ)3号車(最後尾車)、2号車、先頭車の順に車線変更、である。ア)に対しイ)は、後続車が同時に車線変更を行うことで車線変更時間を短縮できるという利点がある。またウ)は最後尾車が車線を塞ぐことで後方からの追い越し車をブロックし、他の隊列構成車が車線変更するスペースが確保され、安全に車線変更を実施できるという利点がある。

④車間距離制御性向上

従来CACCでは先行車の情報のみを用いて車間距離の制御を行うのに対し、隊列の先頭車の情報を使用することにより、より高い車間距離制御性を実現する可能性について検討した。走行シミュレーションを用いて検討した結果、先行車の実加減速度使用に対し、要求加減速度使用、先頭車の要求加減速度使用の方が車間距離の制御性が総括的に良いことが分かった。また速度変動が小さい走行シーンにおいては先頭車の要求加減速度を使用すると却って車間距離が安定しにくい事象も確認されたため、急減速時のみ適用する方法も一案と考えた。

(3) 公道環境下での隊列走行の有効性と受容性の確認

【2017～2018年度】

CACC制御を実装した車両で新東名高速道路での公道走行を実施した結果、公道においても制御が問題なく機能することを確認した。より広範な環境条件下でCACC制御が正常に作動することを確認するため、勾配やカーブ、トンネルを有する高速道路として、北関東自動車道、上信越自動車道での公道実証実験を行った。

また、車両の積載状態についても空車、積車の種々組み合わせでの走行を実施した。

その結果、多様な環境条件下でCACC制御が継続できることが確認できた。

また新共通仕様通信機をベースにした要求加速度を用いたCACC制御についてはテストコースに加え常磐自動車道で正常に機能することを確認した。

一方で、公道実証実験においては、インターチェンジやサービスエリア等での他車の本線流入への対応や、工事等による車線規制により隊列走行が中断される等、実用化に向けた課題も抽出された。

2.10.4. 受容性評価

2017年度から2020年度まで道路利用者やドライバ、物流事業者へのヒアリング調査、走行時の高所カメラ調査、ドライブレコーダー解析等により、後続車有人隊列走行における受容性調査を行った。以下に結果を整理する。

(1) 走行時の印象・デカール等の印象

道路利用者やドライバへの受容性調査により明らかになった走行時の印象やデカール等の印象を下表に示す。

調査項目	調査内容	年度：実証場所	走行時の印象	デカール等の印象
道路利用者 受容性	<u>道路利用者アンケート調査</u> SA・PAでのヒアリングやQRコードを活用したアンケートにより、道路利用者の隊列への印象等を調査	2017年度：新東名 2018年度： 上信越・新東名 2020年度：常磐道	<ul style="list-style-type: none"> • <u>実際に隊列と遭遇した人の方が、隊列走行の安全性を感じる傾向</u>にある。 • 隊列と遭遇した際は追い越しを行う人がほとんどである。 • 隊列と遭遇した際「特に意識したことはない」の回答が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>荷台デザインが統一</u>されていることにより<u>隊列を認識</u>できた人が多い。
	<u>モニタ調査</u> 実験期間中、一般被験者を募集し、隊列周辺を観測車両で走行し印象等を調査	2017年度：新東名 2018年度：新東名	<ul style="list-style-type: none"> • <u>体験後の方が、隊列周辺を走行する際の走りやすさを感じ、緊張感も弱まる傾向</u>にある。 • <u>体験後、安全性について危険を感じる回答は少ない</u>。 	<ul style="list-style-type: none"> • 隊列に遭遇した際は追い越しの目安となる「<u>隊列走行の全長</u>」の<u>情報が必要</u>という意見が多い。
ドライバ 受容性	<u>隊列ドライバーヒアリング調査</u> 隊列車両運転時のドライバの運転負荷や印象等を調査	2017年度：新東名 2019年度： 新東名（夜間）	<ul style="list-style-type: none"> • 隊列<u>先頭より2台目以降を運転する方が走りやすさを感じ、緊張感も弱い傾向</u>にある。 • <u>夜間の方が周辺に大型車のプロドライバーが多く、走りやすい</u>と意見あり。 	<ul style="list-style-type: none"> • LEDランプによる一体感を感じるとの意見がある一方、カーブでしか視認できない、<u>夜間のデカールは目視しにくい</u>との意見あり。
	<u>大型車ドライバーヒアリング調査</u> トラックやバスのドライバから見た隊列走行に関する印象や見え方を調査	2019年度： JARIテストコース 2019年度： 新東名（夜間）	<ul style="list-style-type: none"> • 2車線区間よりも<u>3車線区間の方が、走りやすさ、緊張感、安全性について良い印象</u>になる傾向。 • <u>2車線での追い越しは時間がかかるため懸念</u>があるという意見あり。 	—

表 2-31 走行時の印象・デカール等の印象

(2) 技術面の評価・道路条件に関する考察

事業者ヒアリング調査、高所カメラ調査、ドライブレコーダー解析をもとにした技術面の評価や道路条件に関する考察を下表に示す。

調査項目	調査内容	年度：実証場所	技術面の評価	道路条件に関する考察
事業者による技術評価	<u>事業者ヒアリング調査</u> 物流事業者に隊列走行を体験していただき、事前事後のヒアリング調査により、CACCやLKAの有効性や安心感、運転負荷低減効果等に関する印象を調査	2018年度： JARIテストコース	<ul style="list-style-type: none"> • CACCは<u>車間調整やブレーキタイミング、運転負荷軽減効果等で高評価</u>であった。 • <u>1.0秒車間</u>は、安心感や緊張感の面で半数以上が<u>低評価</u>であった。 • LKAは<u>有効性や安心感、運転負荷軽減効果は高評価</u>であるが、一部、動きに違和感を覚える意見があった。 	—
大型車の合流状況	<u>高所カメラ調査</u> 大型車が合流する際の挙動や合流に必要な走行距離目安を調査	2019年度： JARIテストコース	—	<ul style="list-style-type: none"> • 大型車の合流には、<u>200～300mほどの加速車線</u>があることが望ましい。
割込発生状況	<u>ドライブレコーダー解析</u> 各車両に搭載したドライブレコーダー映像により隊列への割込発生状況を調査	各年度： 各公道実証区間	<ul style="list-style-type: none"> • <u>単路部での割込は少ない</u>。隊列車間が35mと短いため、割込を敬遠する人が多いと考える。 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>合流部での割込が多く</u>、常磐道や北関東道等が特に多いことから、<u>加速車線が短いことが一つの要因</u>として考えられる。 • 車線減少区間や工事規制による<u>車線変更時の割込が多い</u>。

表 2-32 技術面の評価・道路条件に関する考察

2.10.5. 割り込み状況整理

2017年度から2020年度まで常磐自動車道、新東名高速道路、上信越自動車道、北関東自動車道を合計約5,400km走行し、222回の割り込みが発生した。新東名高速道路では、浜松浜北IC（上り）付近の車線減少区間のため、いずれの年度でも車線変更による割り込みが多い。常磐自動車道、北関東自動車道、上信越自動車道では、新東名高速道路の実証区間と比較して、合流部が多く加速車線が短いことなどに起因する合流部からの割り込みが多い。年度別・道路別の単位距離（1km）当たりの割り込み発生回数を次頁に示す。

■ 割り込み発生回数*

*各実証におけるケース毎の割り込み回数を総走行距離で除して算出

0.00 0.02 0.04 0.06 0.08 (回/km)

ケース	状況説明	道路・年度	特徴
ケース1	合流部(登坂)からの割り込み、すぐに隊列間を離脱 ※2017年実証はケース1と2の区別がないためケース1に集約	2020年度 常磐自動車道 2017年度 北関東自動車道	常磐道や北関東道、上信越道は、新東名と比較して合流部が多く、加速車線が短いこと等から合流部での割り込みが多い。 特に、上信越道は合流部での割り込み時に一般車両が隊列間に留まるケースが多い。 新東名では2019年度に夜間実証を行っているが、昼夕と比較してICからの合流車両が少なく、割り込み発生も少ない傾向。
ケース2	合流部(登坂)からの割り込み、隊列間に留まる	2018年度 新東名高速道路 2018年度 上信越自動車道	
ケース3	第2車線からの割り込み、第2車線に戻る		単路部での割り込みはほとんどが2車線区間での追越車線からの退避の際に発生している。 隊列走行には3車線区間が望ましいと考えられる。
ケース4	第2車線からの割り込み、分流		いずれの実証区間においても分流時の割り込みは少ない。 分流の際は事前に第1車線を走行する車両が多いことから割り込みが少ないと考えられる。
ケース5	隊列の車線変更(車線減少時)による割り込み ※工事規制による車線変更を含む	2019年度 新東名高速道路【夜間】 2018年度 新東名高速道路 2017年度 新東名高速道路	新東名は浜松浜北IC付近の車線減少区間の割り込みが多い。 特に夜間は第2車線の交通量が多くなるため、割り込みが発生しやすい傾向。
凡例		2020年度 常磐自動車道 (青) 2019年度 新東名高速道路【夜間】 (オレンジ) 2018年度 新東名高速道路 (グレー) 2018年度 上信越自動車道 (黄) 2017年度 新東名高速道路 (水色) 2017年度 北関東自動車道 (緑)	2018年度の新東名は各ケースでの割り込みが多く、全体で0.07回/kmの割り込みが発生。 常磐道、北関東道、上信越道は各0.04回/km程度発生。
合計			

表 2-33 年度別・道路別の単位距離当たりの割り込み発生回数

(1) 昼夜間の合流部における割り込み状況の比較

新東名高速道路では、2018 年度に昼夕時の実証実験、2019 年度に夜間時の実証実験を実施した。昼夕と夜間を比較すると、昼夕の方が合流部での割り込みが発生しやすい傾向にあることが分かる。これは、深夜帯は IC や SA・PA からの合流車両が少ないことが要因であると考えられる。このため、合流による割り込みを回避するためには深夜帯の走行が望ましいと言える。

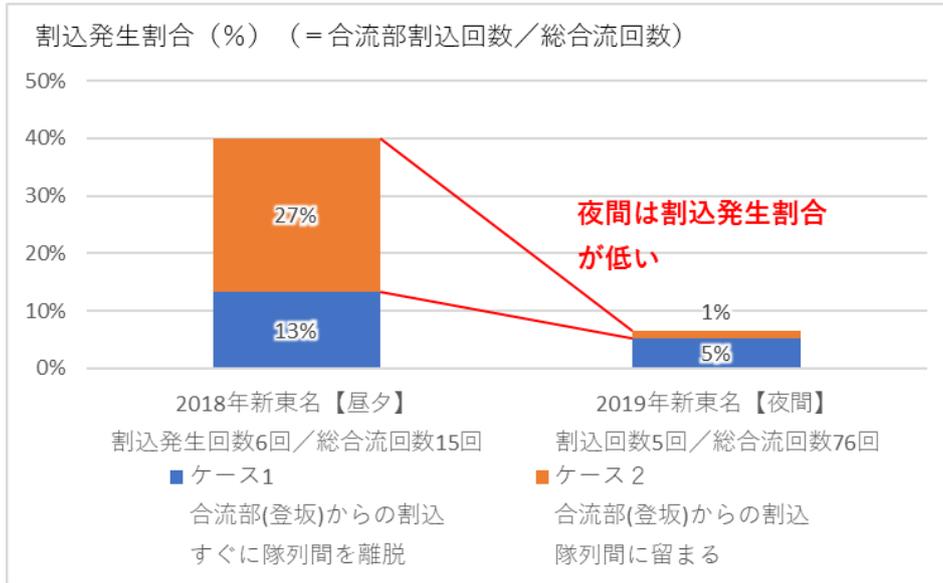
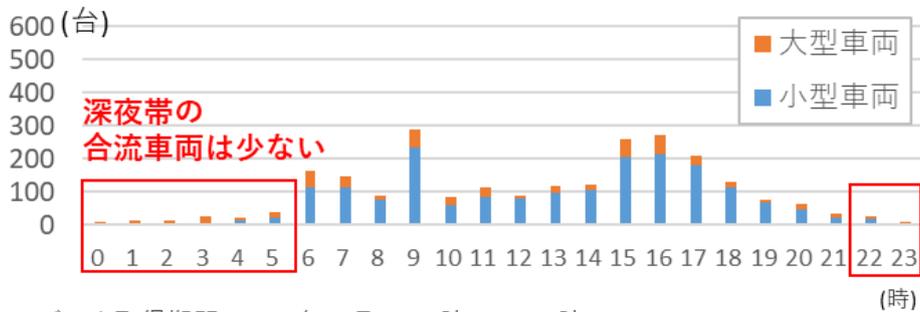


図 2-89 昼夜間の合流部における割り込み状況の比較

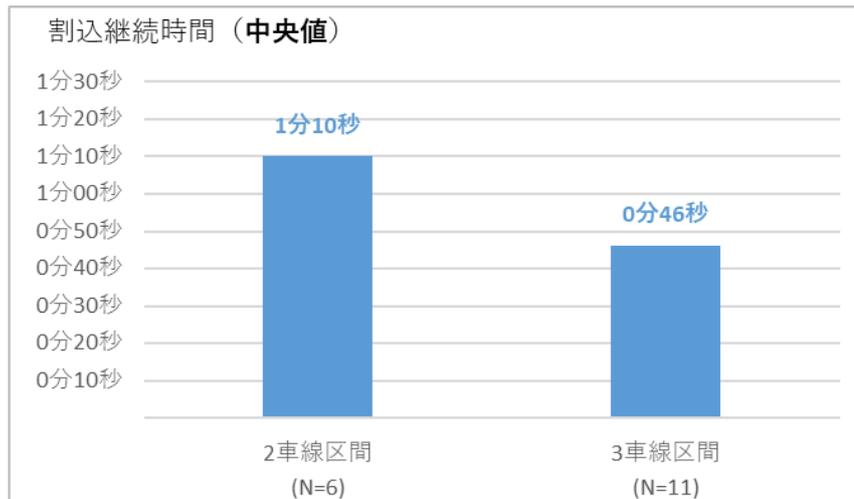


※データ取得期間：2019年10月30日0時～31日0時

図 2-90 浜松浜北 IC (上り) ランプ部時間帯別交通量

(2) 3車線区間と2車線区間の割り込み継続時間の比較

2018 年度と 2019 年度に実施した新東名高速道路での実証実験における 3 車線区間と 2 車線区間の割り込み継続時間を比較すると、2 車線区間の方が長い傾向にある。このため、隊列形成を安定的に維持するためには 3 車線区間での走行が望ましいと言える。



区間	最小値	最大値	中央値	平均値
2車線区間 (N=6)	0分27秒	6分04秒	1分10秒	2分44秒
3車線区間 (N=11)	0分05秒	1分40秒	0分46秒	0分34秒

※回数が少ないため新東名実証（2018年度、2019年度）合算の割込状況により集計

※以下のケースは除いて集計

- ・車線減少中の割込により一般車がすぐ退避したケース
- ・2車線と3車線の両方を走行したケース
- ・分流による割込が発生したケース

図 2-91 3車線区間と2車線区間の割り込み継続時間の比較

2.10.6. 結び

後続車有人システムとしてマルチブランド CACC を中心として実証実験及び関連する検討を実施した。異なるメーカーのトラック同士が通信によって情報を共有し、その情報を用いて一定の車間距離で安全安心に走行する協調技術の開発に初めて取り組んだ。公道における実証実験及び物流事業者による評価を含め、まず実用段階の第一歩として、大型トラックメーカー4社は「2021年までにより実用的な後続車有人システムの商業化を目指す」との政府目標に対して、4社が共同で行った実証実験にて得られた知見に基づく技術を反映した ACC と LKA を装着した商品展開を行っていくこととしている（日本自動車工業会 2020年7月20日ニュースリリース）。本実証事業の成果を踏まえ、また物流事業者や一般のドライバーの方々の理解、そしてインフラ支援や制度整備の進捗と併せ、今後さらに利便性を高めた隊列走行の実用化が期待される。

JNR-2020-011

2020年7月20日

一般社団法人 日本自動車工業会

トラック隊列走行の商業化に向け、大型4社が協調技術で対応
後続車有人隊列走行を可能にする、協調技術(ACC+LKAS)搭載車の商品化

一般社団法人日本自動車工業会(会長:豊田 章男、以下自工会)は、大型車メーカー4社^{※1}(以下、大型4社)で構成する大型車特別委員会(委員長:下 義生)の活動を通じ、物流の効率化や社会課題となっている事業用自動車のドライバー不足への対応・ドライバーの働き方改革等に向けて、トラックの隊列走行等の取り組みを官民一体となって進めています。

政府が現在掲げている、トラック隊列走行の実現に向けた「隊列走行システムの早期の商業化を進めるため、これに先立ち、2021年までにより実用的な後続車有人隊列走行システムの商業化を目指す^{※2}」という目標に対しては、大型4社は定速走行・車間距離制御装置(ACC)に車線維持支援装置(LKAS)を組み合わせた技術により対応してまいります。

<大型4社の取り組み>

隊列走行とは、技術総称ではなく走行形態の1つです。実用段階において、「異なる物流事業者間」で「異なるメーカー」の「異なる仕様の車両」が隊列を組んで走行することができるよう、大型4社は協調技術の開発を進めてきました。異なるメーカーの車両と隊列を組んで安心安全な運行を行うには、前走車にあわせて後続車が違和感なく加速・制動できることが必要となります。

大型4社は、2017年度より政府による高速道路におけるトラック隊列走行の実証事業等に積極的に参画し、各社の技術開発および必要な協調技術の確立に取り組んでいます。また、実際に隊列走行を行う物流事業者との意見交換を通じて、隊列走行への理解を深めていただく活動も進めています。政府に対しても、ドライバー不足等の社会課題への対応のあり方や自動運転技術も含め、安全確保のためのインフラ支援策等を積極的に働きかけています。

<後続車有人隊列走行を可能とする協調技術(ACC+LKAS)の商品化>

関係各所によるさまざまな取り組みが進行中である現状においては、隊列走行に対し安全の確保を最優先事項としつつ、また物流事業者や高速道路を利用する一般のドライバーの方々の理解など、社会的な受容性を高めていくことが不可欠です。同時に、実用化に向けては技術レベルに応じた段階的かつ着実な取り組みが何よりも重要であると考えています。

そのために、大型4社は「2021年までにより実用的な後続車有人隊列走行システムの商業化を目指す」との政府目標に対して、4社が共同で行った実証実験にて得られた知見に基づく技術を反映したACCとLKASを装着した商品展開を行っていくこととしました。

1

一般社団法人 日本自動車工業会 広報室 TEL:03-5405-6119 FAX:03-5405-6136
 〒105-0012 東京都港区芝大門一丁目1番30号 ホームページ: http://www.jama.or.jp

<今後の取り組み>

ACCとLKASによる後続車有人システムの商品化を通じて、今後も社会および物流事業者からご意見をいただくとともに、政府との継続した協議を通じたインフラ支援や制度整備の進捗とあわせて、ACCを進化させた協調型車間距離維持支援システム(CACC)の開発も含め、さらに利便性を高めた自動化の実現に向けて必要な協調技術の積み上げに取り組んでまいります。大型4社は、今後ますます複雑・深刻化するであろう社会課題についても、4社で連携して取り組み、「人と物の自由で安全な移動の確保」に向け積極的に貢献してまいります。

※1: いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラックス株式会社

※2: 「未来投資戦略2018」ならびに「官民 ITS 構想・ロードマップ2020」



<関連リンク>

日本自動車工業会ホームページ
 「トラック隊列走行は、さらに安全で便利なトラック輸送の未来をつくる取り組みです」
<http://www.jama.or.jp/truck-bus/platooning/>

2

【ご参考】
定速走行・車間距離制御装置(ACC: Adaptive Cruise Control)
 前走車と自車の距離を自車のセンサーで計測・算出して、一定に保つ機能。
車線維持支援装置(LKAS: Lane Keep Assist System)
 車線内での走行を維持するよう白線を検知してステアリングを調整する機能。
協調型車間距離維持支援システム(CACC: Cooperative Adaptive Cruise Control)
 自車が通信により前走車の制御情報を受信し、加減速を自動で行い、車間距離を一定に保つ機能。
 ACCで用いられている前走車との車間距離情報に加え、前走車の加減速制御情報を車間通信により取得し自車の加減速制御を行う。車間距離が短い走行においてはACCよりも応答遅れや車間距離の変動が小さい走行が可能となる。
ACCもしくはCACCとLKASによる後続車有人システム
 LKASとの併用により、高速道路走行時に道路白線(實線)をカメラで検知し、ステアリングを制御することで、前走車との距離を一定に保ちながら車線に沿った走行を可能とするようにドライバーをサポートする。長距離走行におけるドライバーの疲労軽減が期待できる。

以上

<本件に関するお問い合わせ先>

いすゞ自動車株式会社 広報・渉外部 広報グループ TEL: 03-5471-1138
 日野自動車株式会社 渉外広報部 広報グループ TEL: 042-586-5494
 三菱ふそうトラック・バス株式会社 広報部 TEL: 044-330-7701
 UDトラックス株式会社 広報部 TEL: 080-4638-2248

3

図 2-92 日本自動車工業会 2020年7月20日ニュースリリース

3. 実証実験検討（後続車無人システム）

3.1. 後続車無人システム実証実験

高速道路での後続車無人隊列走行技術の実現に向けて、前年度使用した後続車無人システム、及び今年度新たに改良を行った車両システムを用いて実証実験を実施した。実験の実施に際しては、実験実施に係る関係者調整、実験計画書を作成して行った。

また、後続車無人システムの安全性検証や受容性評価等を目的として、ドライビングシミュレーションやマイクロシミュレーション、ヒヤリハット、合流事象の解析、各種アンケートを実施した。そして、これらの結果を踏まえて、後続車無人システムの実装に向けて検証すべき事項に関する評価・課題を整理した。

3.1.1. 概要

2020年度は、後続車無人隊列走行の商用化を目指すステップとして、後続車無人隊列走行技術の実現に向けて、システムが実走行環境下で正常に動作する事を確認すると共に、一般車両/ドライバーに対する受容性、道路交通への影響等を確認した。後続車には、緊急時対応要員を乗車させ車両数は3台で実施した。



図 3-1 後続車無人隊列走行

尚、並行して走行実績を増やし、より多くのデータを取得する為、過年度に使用した後続車無人システムを搭載した車両も用いて実証実験を行った。

3.1.2. 目的・実施項目

後続車無人システムの実証実験においては、以下の事項を確認した。

- (1) 後続車無人システムを搭載した車両が、実走行環境下で正常に動作する事を確認
- (2) 電子牽引で隊列走行を行う場合の車両が満たすべき技術的要件への適合性
- (3) 一般車両のドライバーに対する受容性、道路交通への影響等を確認

3.1.3. 全体スケジュール

後続車無人システムの全体スケジュールを下表に示す。テストコースでの実験は、新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言（4月7日に発出、5月25日解除）の影響により約2ヶ月遅れで開始した。また、高速道路での後続車無人隊列走行実験の日程は、2021年1月7日に再び発出された緊急事態宣言の影響で、当初の1月末から2月下旬に変更となった。

実施項目		隊列*	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
テストコース実験	○各制御パラメータ調整 各制御法と入力センサ組み合わせ	A B			↔		↔			20年A車:適合用先行車 20年B車:適合用正式実証車			
	○系切り替え時安定性検証 ・トラッキング: LiDAR→ステロ→GPS ・CACC: LiDAR→ステロ→ミリ波レーダ	A			↔								
	○長期安定性検証 (保安員乗車) ・周回路: 反復実験	A B			↔								
	・系故障時の安全性検証	B											
	・80km/h電子牽引後続無人実験	B		自粛期間									
新東名実験	・各制御パラメータ再調整	A		自粛期間			↔						
	○長期安定性評価 (保安員乗車) ・本線: 反復往復	A		自粛期間				↔					
	○長期安定性 (保安員乗車) ・SA/PA⇄ランプ/本線: 反復往復	A		自粛期間						↔			
	・各制御パラメータ修正	B		自粛期間									
	○最終確認評価 (保安員乗車) ・SA/PA⇄ランプ/本線: 反復往復	B		自粛期間									
	・80km/h電子牽引後続無人実験	B		自粛期間									
	18年車による制御データ検証	18年車		自粛期間		↔							

表 3-1 全体スケジュール

■ スケジュールの概要

- ・ 18年型車は、6月10日から新東名高速道路にて制御ロジックを検証するための実験を開始した。
- ・ 20年型A編成は、5月中に制作を完了させ、テストコースにて機能検証実験を行い、8月18日から新東名高速道路での実証実験を開始した。
- ・ 20年型B編成は、追加する冗長系システム（系故障時の安全性を保障する多重系システム）があることから、テストコースにて機能検証実験を行った後、11月18日から新東名高速道路での実証実験を開始した。

3.1.3.1. システム構成

後続車無人隊列走行とは、物理的に牽引されるトレーラーと異なり、ドライバが運転する先頭車トラックが、通信で連結された運転席無人の複数台のトラックを電子的に牽引する隊列走行である。この電子牽引を実現するシステムが、後続車無人システムであり、主に下記の3点により実現されている。そして、センサ等の冗長化により、システムの高い安全性・信頼性を確保する。

- (1) 有人の先頭車の走行軌跡を無人の後続車が自動で追従するトラッキング制御。
- (2) 隊列内に一般車が容易に割り込めないようにするため、隊列内の車間距離を常に5m～10m以内にする車間距離制御。
- (3) 先頭車ドライバの隊列周辺環境確認の支援

上記の3つの仕組みを図3-2に示すシステムのように構成する。

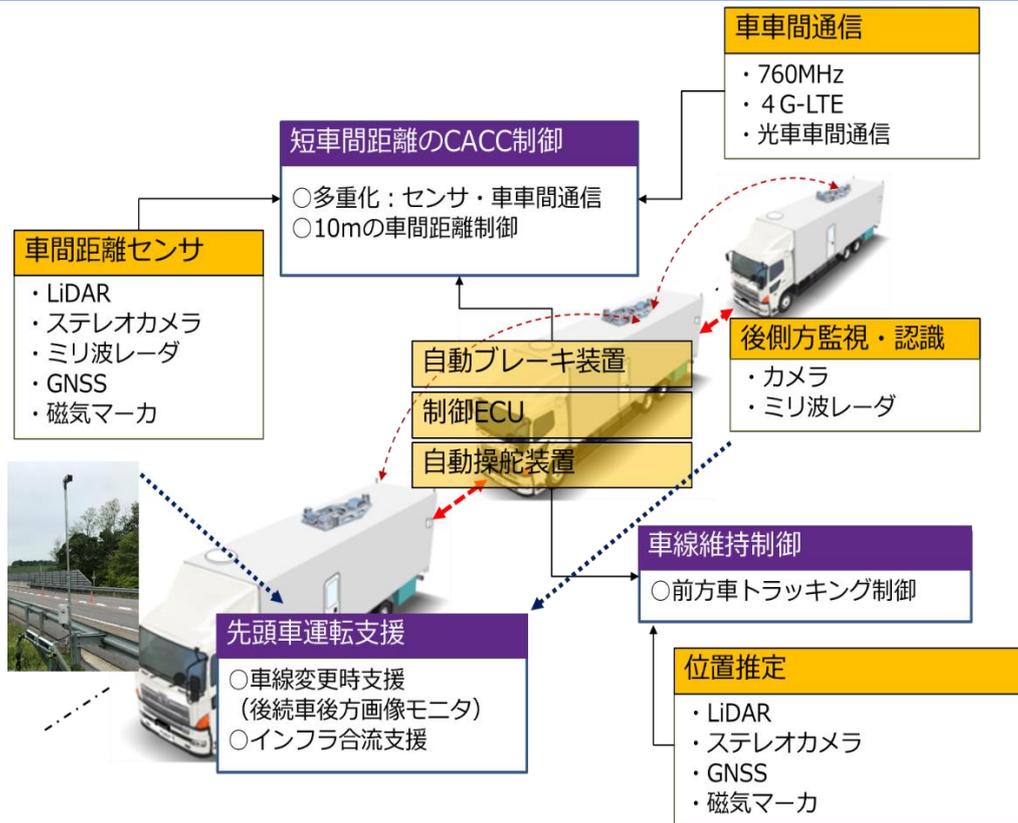


図 3-2 2020 年度後続車無人隊列走行システム構成

(1) トラッキング制御システム構成

先頭車トラッキング制御では、先頭車の走行する軌跡を後続車が追従するため、LiDAR、ステレオカメラ、GNSS、磁気マーカにより先頭車を認識し、先頭車との横ズレ量を正確に検出し、左右 $\pm 50\text{cm}$ 以内の非常に高い精度での追従を行っている。トラッキングシステム構成を図 3-3 に示す。

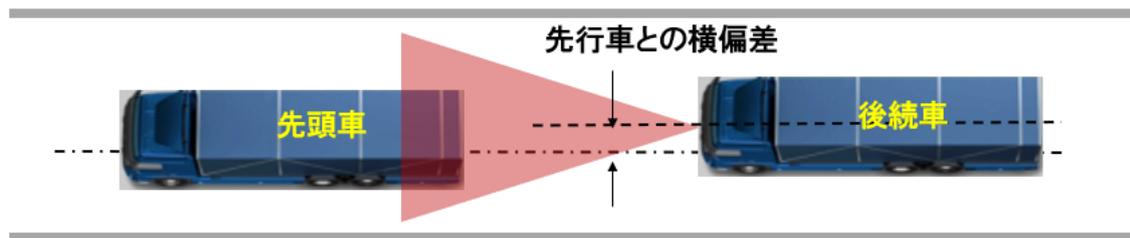
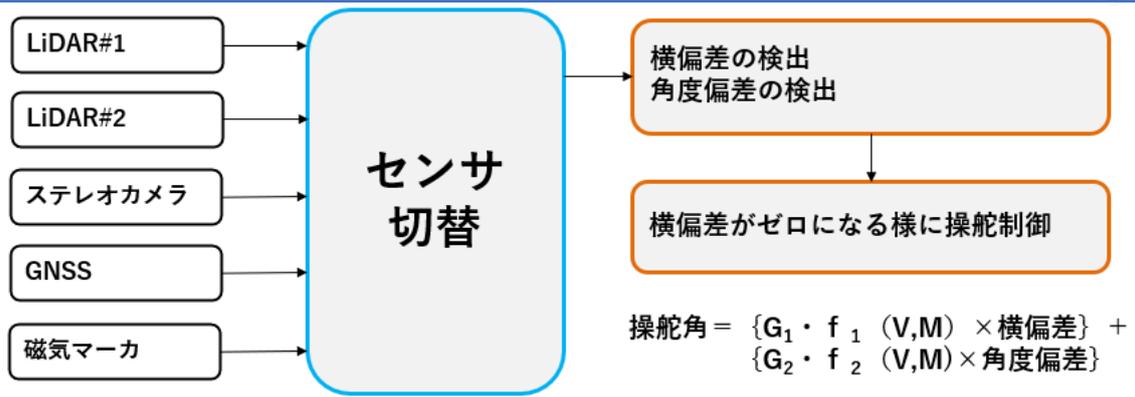


図 3-3 トラッキングシステム構成

■ LiDAR システム構成

図 3-4 のように、LiDAR はトラックのフロント左右と屋根に搭載してある 3 台から構成する。フロント右と屋根の LiDAR の検知情報を認識 PC でフュージョンして車間距離と横偏差を計算して LiDAR#1 の認識結果として制御 PC に送信する。同様に、フロント左と屋根の LiDAR の検知情報をフュージョンした結果を LiDAR#2 の認識結果として制御 PC に送信する。

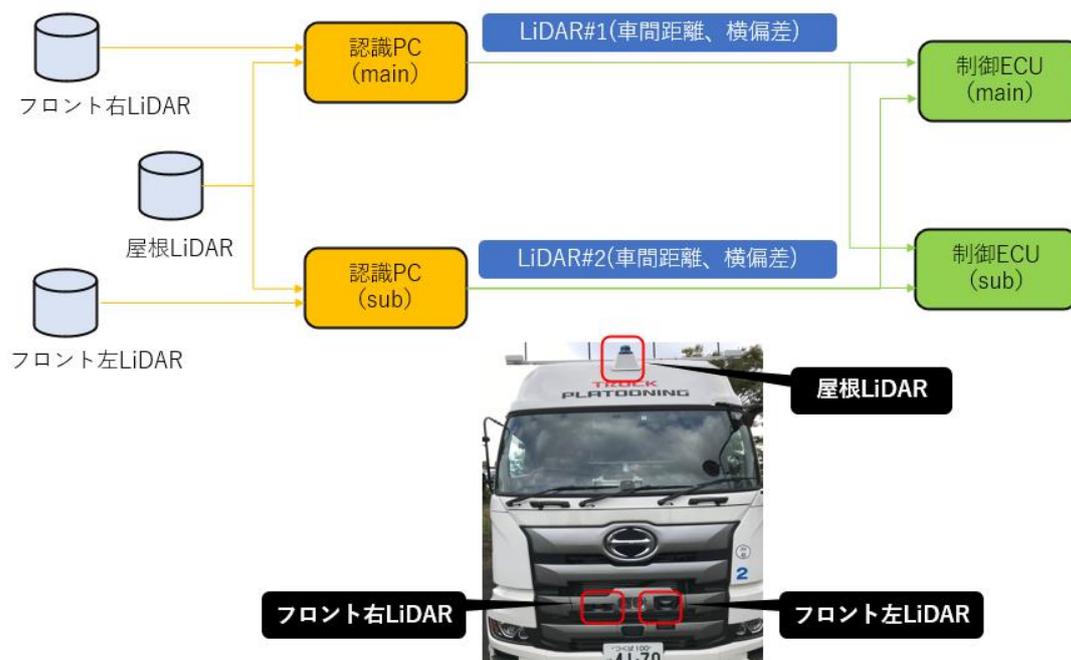


図 3-4 LiDAR システム構成と取付位置

■ トラッキングセンサ切替

システムは、トラッキングに使用しているセンサの故障状況を常に監視し、認識ロストなどを検知した場合、表 3-2 に示すように優先度が高いセンサに切替えてトラッキングを継続する。

制御項目	走行エリア	優先順位
トラッキング制御	SA・PA	・直線：GNSS > 磁気マーカ > LiDAR#1 > LiDAR#2 ・カーブ：GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ

表 3-2 トラッキングセンサ切替優先度

(2) 車間距離制御システム構成

図 3-5 に示すように速度に応じて目標車間距離を制御する。車間距離制御システム構成は図 3-6 に示す。従来の車間距離センサだけでは、急ブレーキの際にトラック同士が衝突する恐れがあるが、後続車無人システムでは、トラック同士を通信で繋ぎ、先頭車のアクセルやブレーキペダルを踏んでいる状態を後続車に直ちに伝えて速度を制御する。

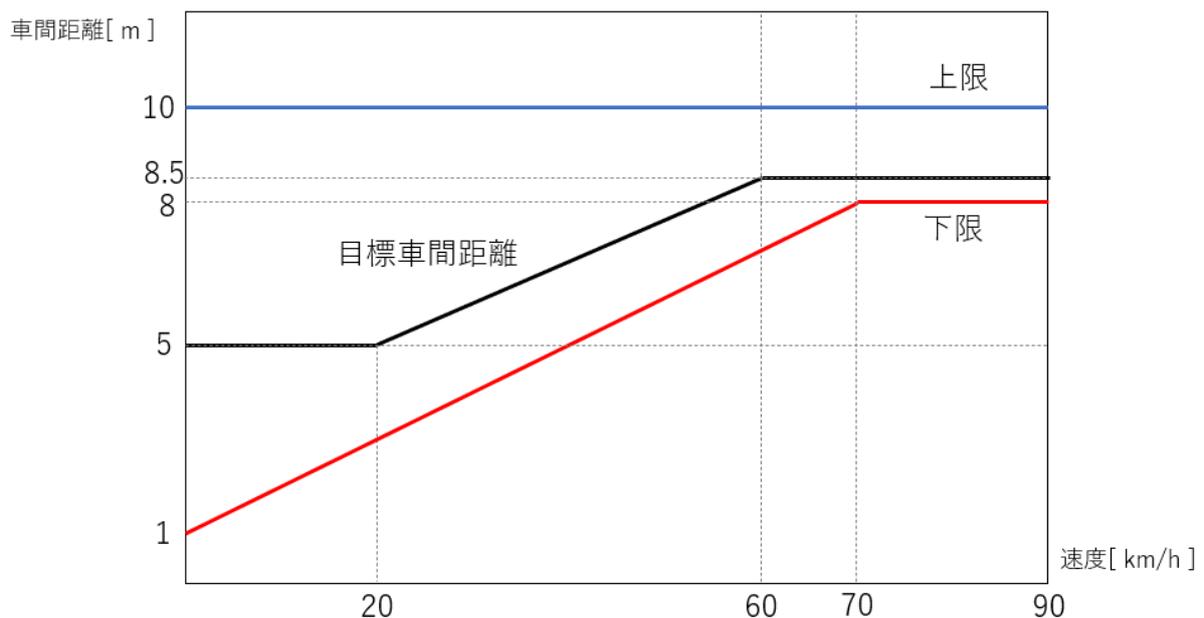


図 3-5 目標車間距離

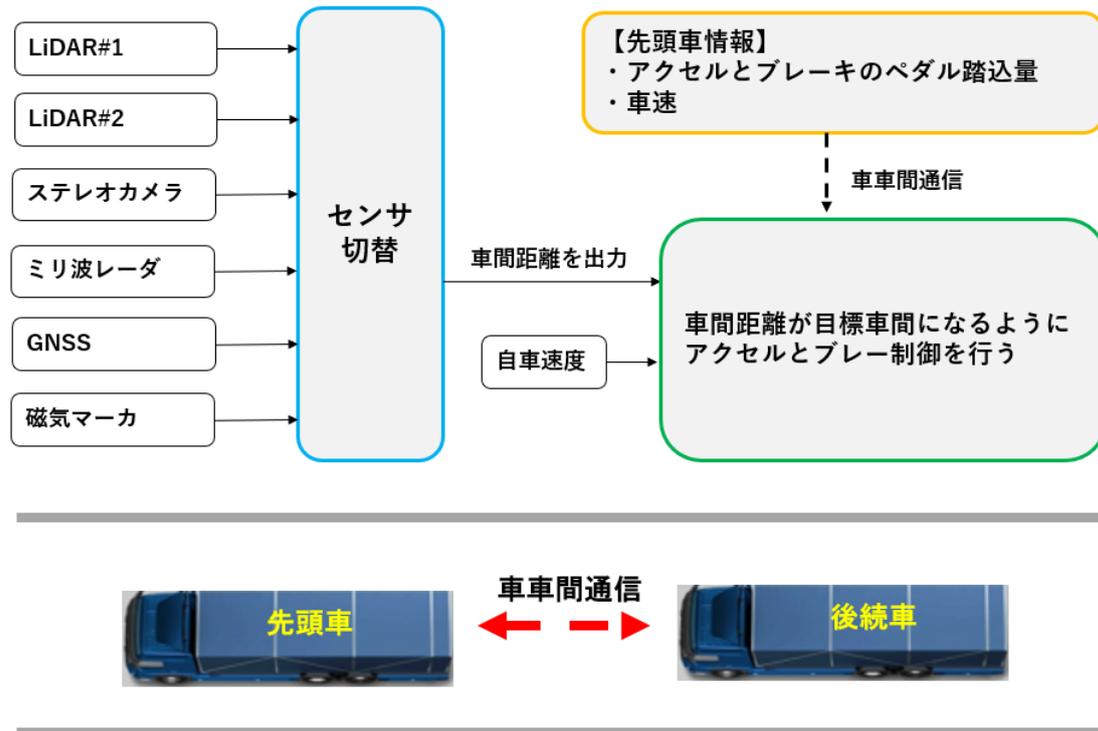


図 3-6 車間距離制御システム構成

■ 車間距離センサ切替

システムは、車間距離制御に使用しているセンサの故障状況を常に監視し、認識ロストなどを検知した場合、表 3-3 に示すように優先度が高いセンサに切替えてトラッキングを継続する。

制御項目	走行エリア	優先順位
車間距離制御	SA/PA	・直線：LiDAR#1 > LiDAR#2 > GNSS > 磁気マーカ ・カーブ：GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ > ミリ波レーダ

表 3-3 車間距離センサ切替優先度

(3)先頭車ドライバ支援技術

電子的に牽引された3台のトラックは、全長約60mあり、隊列車群は一車両と見なされる。先頭車のドライバは、広範囲な後側方視界を確認する必要があることから、図 3-7 に示す電子ミラーシステムと図 3-8 に示す後方に取り付けられたミリ波レーダを使って、先頭車ドライバの隊列の側方や後方の周辺環境確認を支援する。車線変更時にシステムが危険と判断する場合は、図 3-9 に示すHMIにより、先頭車ドライバに警報とメッセージで、安全な車線変更を支援する。

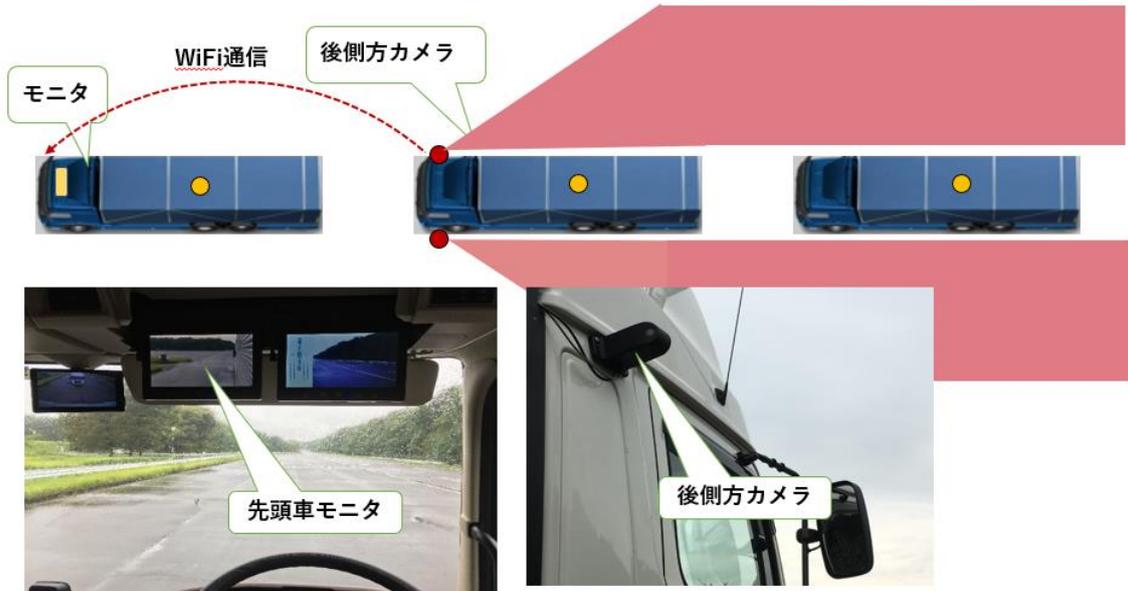


図 3-7 電子ミラーシステム



図 3-8 後方ミリ波レーダ



図 3-9 HMI 表示による車線変更支援

3.1.4. 車両改造

電子牽引により隊列走行を行う場合の車両が満たすべき技術的要件に適合するため、ハードウェア及びソフトウェアの改良、製作を進めた。実験車については、先頭車（牽引車）1台及び後続車（被牽引車）2台の大型トラック合計3台による電子牽引隊列走行の公道実証実験を行うため、18年型車3台に加え、電子牽引による後続車無人隊列走行システムの技術的要件に適合する隊列実験車を2019年度に新たに2編成分（2020年型車A編成、B編成合計6台）製作した。2020年度はさらに、SA/PAでのCACCとトラッキングセンサを冗長化するため、磁気マーカセンサを追加した。また、雨天時のスプラッシュによる未検出・誤検出に対応するため、フロントルーフ部にLiDARを追加した。なお、トラッキングセンサの補完目的で搭載する予定であった白線カメラは、LiDAR(#1、#2)とステレオカメラで安定的に先行車に追従でき、冗長化による安全性が担保できるため、見送ることとした。図3-10に実験車のシステム構成を示す。

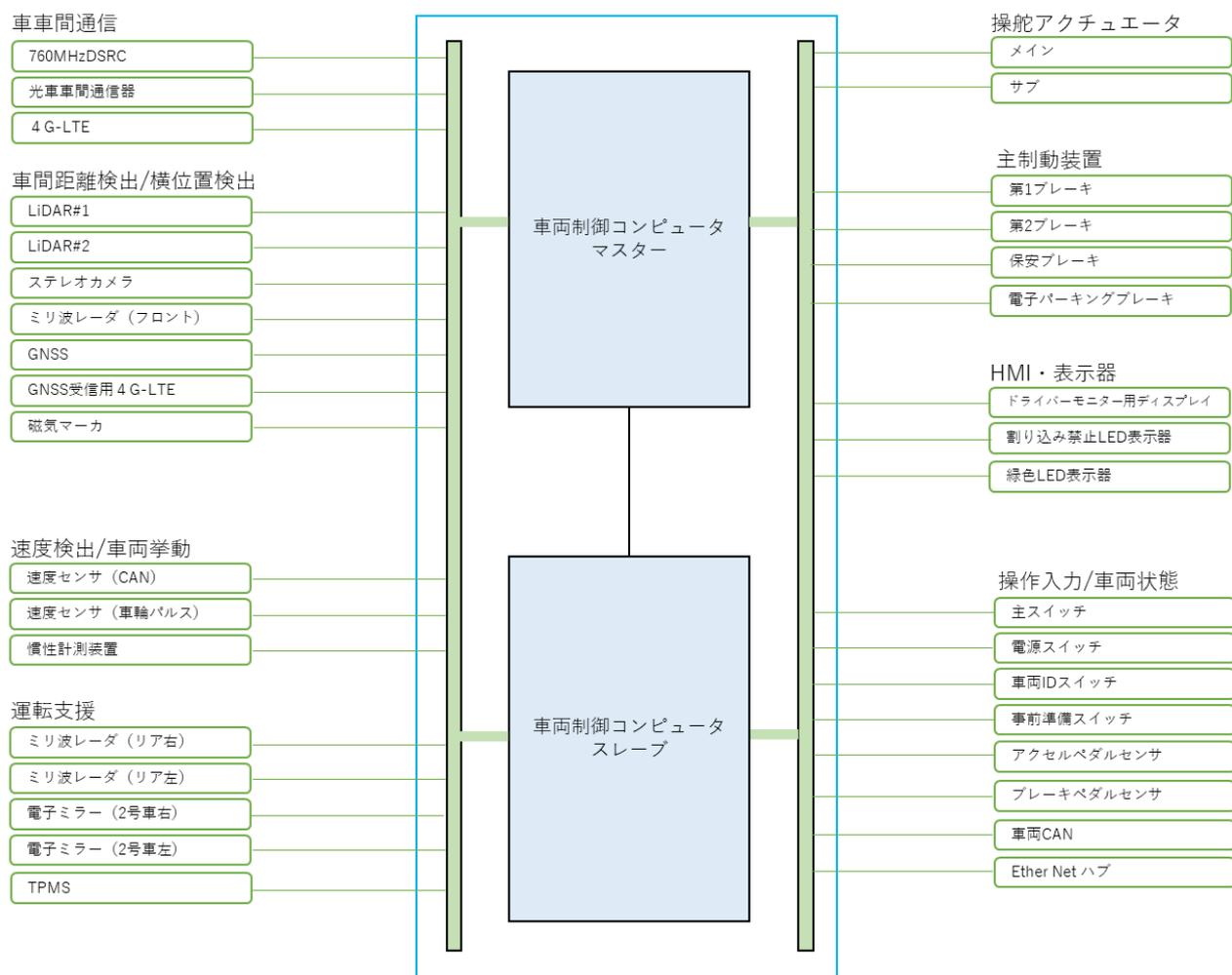


図 3-10 電子牽引無人隊列実験車システム構成

(1) 隊列実験車の改造

市販トラックを改造し、2019年度に2020年度電子牽引無人隊列走行実証実験用の試験車両を製作した。その改造結果及び本年度追加した改造項目について表

3-4 に記す。

■ ベース車両の諸元

製造元 : 日野自動車株式会社

登録型式 : 2RG-FW1AHGm

分類	No.	装置名	設置位置	搭載車両	搭載日付
隊列コンピューター	1	FS-ECU	キャビン内ベット部ラック	共通	2019年
	2	AutoBox	キャビン内ベット部ラック	共通	2019年
操舵アクチュエータ	3	EPS	ステアリング部交換	T2,T3	2019年
制動	4	第2ブレーキ	車体フレーム内	T2,T3	2019年
	5	保安ブレーキ	車体フレーム内	T2,T3	2019年
	6	電子パーキングブレーキ	車体フレーム内	T2,T3	2019年
HMI・表示器	7	HMI	ハンドル左	共通	2019年
	8	割り込み危険LED表示機	後面下部	共通	2019年
	9	緑色LED表示器	トラック側面及び後面下部	共通	2019年
操作入力/車両状態	10	アクセルセンサ	運転席	共通	2019年
	11	自動運転SW	運転席横左	共通	2019年
	12	主SW	運転席横左	T1	2019年
	13	電源SW	運転席横左	共通	2019年
	14	順番SW,台数SW,ID SW	運転席横左	共通	2019年
	15	助手席MRM SW	助手席右	T2,T3	2020年
車車間通信	15	760MHz DSRCアンテナ	ルーフ上部左	共通	2019年
	16	光車車間通信器	フレーム後部(T1,T2)、フロントグリル下部(T2,T3)	共通	2019年
	17	4G-LTEアンテナ	ルーフ上部左右中央(T1)、ルーフ上部中央(T2,T3)	共通	2019年
車間・横距離検出	18	LiDAR(フロント右)	フロントグリル右	T2,T3	2019年
	19	LiDAR(フロント左)	フロントグリル左	T2,T3	2019年
	20	LiDAR(ルーフ)	ルーフ上部中央	T2,T3	2020年
	21	ステレオカメラ	ダッシュボード中央	T2,T3	2019年
	22	ミリ波レーダ(フロント)	フロントグリル下部	T2,T3	2019年
	23	RTK-GPSアンテナ	ルーフ上部中央	共通	2019年
	24	磁気マーカ	車体フレーム内	共通	2019年
	25	ミリ波レーダ(リア左右)	フレーム後部左右下	共通	2019年
運転支援	26	電子ミラーモニタ	先頭車オーバーヘッドコンソールパネル部	T1	2019年
	27	電子ミラーカメラ(サイド左右)	リアボデーサイドアウトターパネル上部左右	T2	2019年
	28	電子ミラーアンテナ	フレーム後部左右下(T1)、ルーフ上部左右(T2)	T1,T2	2019年
	29	TPMSセンサ	各車輪(12/台)	共通	2019年

表 3-4 改造項目

(2)ラッピング

20年型車は、SA/PA内走行中は速度10km/h以内、車間距離5m、本線走行中は速度80km/h、車間距離10m以内で走行するため、本線上では大型トラック(車長12m)はもちろん、乗用車(車長4~5m)での割り込みはまずないと考えられるが、IC合流部での乗用車や二輪車の割り込みはあり得るため、実験車両の荷室部分に割り込み防止を目的としたラッピング(デカール貼り付け)を施した。(全車両共通デザイン)

デザインの狙いとしては、大型トラック3台が一体となって隊列走行しており、何らかの形で接続されている結果、割り込みを行うのは危険ということをビジュアル化し、直感的に理解できるデザインとした。加えて文字表示として、側面には「割込危険」、背面には「追越注意」、「3台隊列全長60m」の警告文字を大きなサイズで表示した。

また、夜間やトンネル内での視認性を高めるため、側面にある「割込危険」の

文字は再帰性反射塗料を用いるとともに、側面および背面の外周を再帰性反射テープで囲った。

20 年型車の A 編成と B 編成は同デザインであるが、雨天時のスプラッシュを防ぐため、図 3-14 のように B 編成は後輪 2 軸のタイヤ部が隠れるサイドスカート装着している。以下に、車両の全景を示す。



図 3-11 20 年型 A 編成牽引車 正面／背面



図 3-12 20 年型 A 編成牽引車 側面



図 3-13 20 年型 B 編成被牽引車 正面 / 背面



図 3-14 20 年型 B 編成被牽引車 側面

3.1.5. 磁気センサシステムによるトラッキング制御

(1) 目的

新東名高速道路の本線を走行する際、LiDAR、ステレオカメラ、GNSS を使ったトラッキングを状況に応じて使い分けて走行しているが、SA/PA 内走行のようなきついカーブがある場所では LiDAR やステレオカメラで先行車トラッキングをすることができない。そのため、必然的に GNSS トラッキングのみの走行となってしまうが、後続車無人隊列走行を考えると、SA/PA 内で GNSS トラッキングのみであると、GNSS の精度低下などにより GNSS が使用できない状況が生じると、すぐに MRM(緊急停止モード)に移行することになってしまうため、SA/PA 内でのトラッキングの冗長化を図るため、磁気センサシステムによる自己位置推定技術を使ったトラッキングシステムを採用することにした。

(2) 磁気センサシステムについて

磁気センサシステムは、超高感度磁気センサ(マグネトインピーダンスセンサ; MI センサ)を複数搭載した「磁気センサモジュール」を車両底部に取付け、道路に埋設した磁気マーカの磁力を検知して自車位置を高精度に推定する事を可能とするシステムである。

図 3-15 に磁気センサシステムの説明図を、図 3-16 に同構成図を示す。

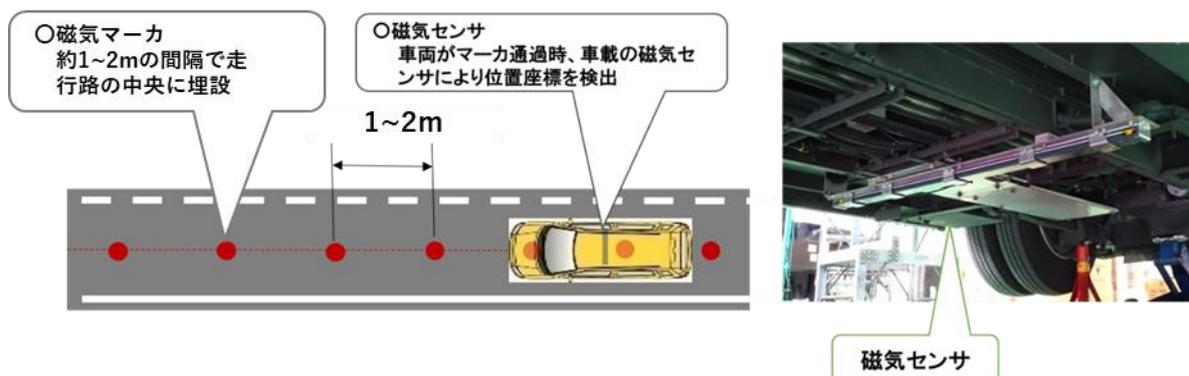
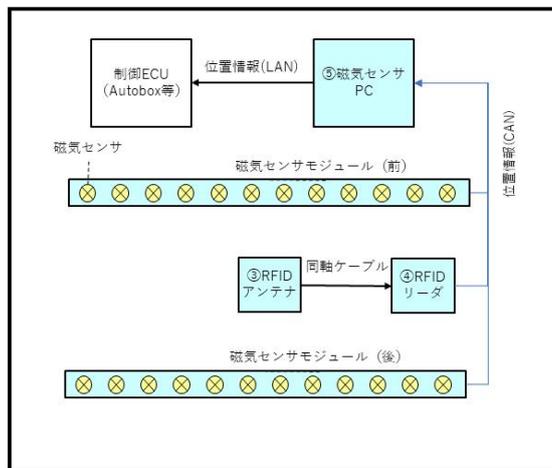


図 3-15 磁気センサシステム概略図



磁気センサモジュール


 RFID
アンテナ


リーダ



磁気センサ用PC



図 3-16 磁気センサシステム構成図

磁気センサモジュールは下記(3)で記載しているが、トラックの重心を挟む形でフロントとリアに2本配置されており、リアの磁気センサモジュールが磁気マーカを通過した時に、重心位置の座標と方位角が磁気センサ用PCで算出され制御用ECUに送信される。また、RFIDアンテナとリーダーは磁気センサが磁気マーカを検知できなかった時などの補正用として用いられ、RFIDタグが埋め込まれた磁気マーカを要所に配置することで例えば踏み外しなどで磁気マーカの読み間違えが発生したとしてもこのマーカを検知すれば正しい座標を求められる仕組みになっている。さらに敷設する磁気マーカに関しては、検知範囲の関係からマーカ同士最低1mは間隔を空けねばならない。

(3)磁気センサとRFIDの取り付け位置

図 3-17 に磁気センサ及びRFIDアンテナの外観を以下に示す。



図 3-17 磁気センサ及びRFIDアンテナの外観写真

図 3-17 の磁気センサ及びRFIDアンテナをトラックの車体フームに搭載した。搭載位置を図 3-18 に示す。



図 3-18 トラックへの磁気センサ搭載位置（その 1）

また、リア 2 軸の中心を基準とする磁気センサの搭載位置について、図 3-19 に示す。

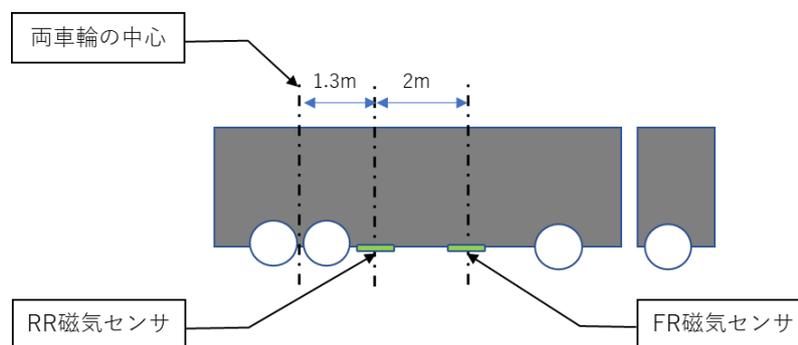


図 3-19 トラックへの磁気センサ搭載位置（その 2）

(4)磁気センサシステムによるトラッキング制御

まず各トラックが磁気マーカ通過時に現在の自己位置情報を取得し、同時に先頭車の現在の自己位置情報を通信で取得し、その情報から先頭車の軌跡を生成する。そして、自車の自己位置と生成した先頭車の軌跡の位置とを比較して、軌跡に追従するように制御する。これは、トラッキングに対する入力である自己位置の推定方法が磁気センサシステムか GNSS かの違いだけであって、GNSS トラッキングと本質的に同じものである。磁気センサシステムによる自己位置推定を用いたトラッキング制御の概要を図 3-20 に示す。

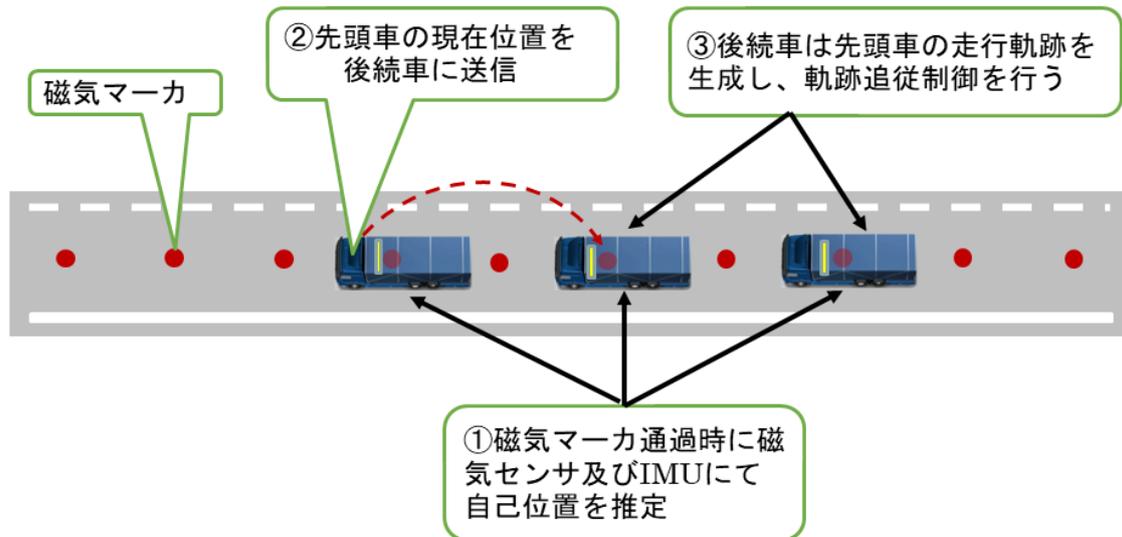


図 3-20 磁気センサシステムによるトラッキングの概要図

次に、図 3-21 に磁気センサによるトラッキングのシステムフローを示す。

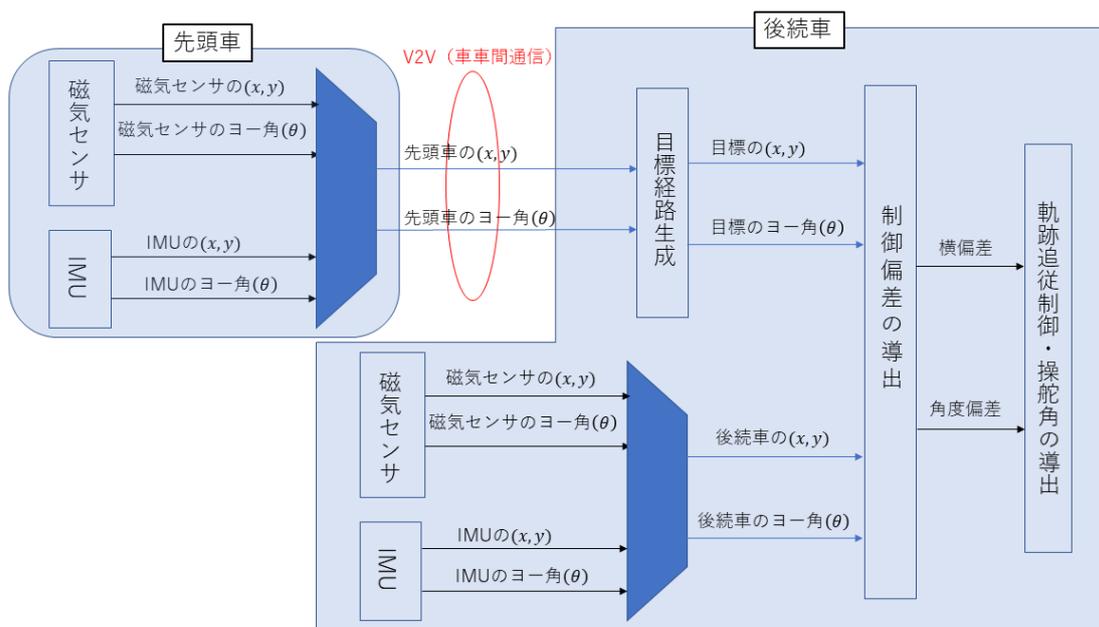


図 3-21 磁気センサシステムによるトラッキングのシステムフロー

① IMU による座標の補完について

上記のようにトラッキング部分については GNSS と同じであるが、磁気センサシステムだけの自己位置推定では、磁気マーカの設置間隔が最低 1m 以上は開いているため、その間の自己位置が分からない。軌跡追従制御で使用される座標の間隔は 5cm 以下なので、これでは自動運転で求められるような高精度な制御ができない。そのため、磁気マーカ間の自己位置推定には IMU（慣性航法装置）を用いて、座標を補間している。

② 磁気マーカ上を走行するための先頭車ドライバ操舵支援機能について

磁気センサシステムでは、フロント、リア、RFIDの3つのセンサが磁気マーカを検知することが重要であるが、隊列トラック先頭車はマニュアル運転であるためにSA/PA内のようなきついカーブが連続するような場所では、先頭車ドライバが3つのセンサを通過できるように車両を操作することが非常に難しい。そこで、ドライバにシステムの状態を知らせるHMI画面と、ドライバの目線の位置に映るHUD（ヘッドアップディスプレイ）方式のLEDランプで、フロント、リアの磁気センサがそれぞれ磁気マーカからセンサ中心からどれだけずれているかを3角のバー（▷）で表示する磁気マーカ走行支援機能を実装した。

図 3-22、図 3-23 にその写真を示す。これにより、磁気マーカの踏み外しによる隊列解除が回避できることを実証した。

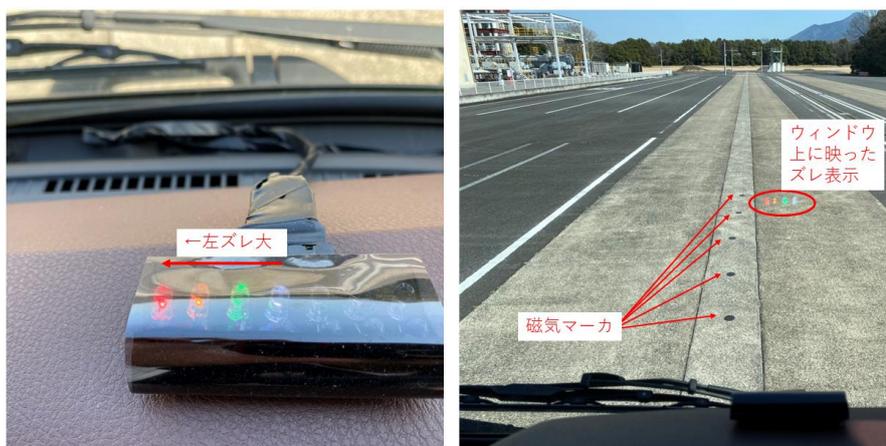


図 3-22 磁気マーカ上走行支援用 LED



図 3-23 HMI 画面上の磁気マーカ走行支援表示機能

(5) 新東名高速における磁気センサシステムトラッキング実証実験

新東名高速道路浜松 SA～遠州森町 PA 区間において前述のトラッキング方法を

用いて実車実験を行った。磁気マーカ敷設箇所は LiDAR やステレオカメラによるトラッキングができない浜松 SA（上）と遠州森町 PA（上・下）である。

① 磁気マーカの敷設箇所と設置個数

図 3-24～図 3-26、表 3-5 に磁気マーカの設置個数と設置個所を、図 3-27 には磁気マーカについて示した。磁気マーカについては通常のタイプ以外に自己の位置座標を発信する RFID タグのついたものがあり、踏み外しなどで位置推定が間違った時に修正する役割を持つ。

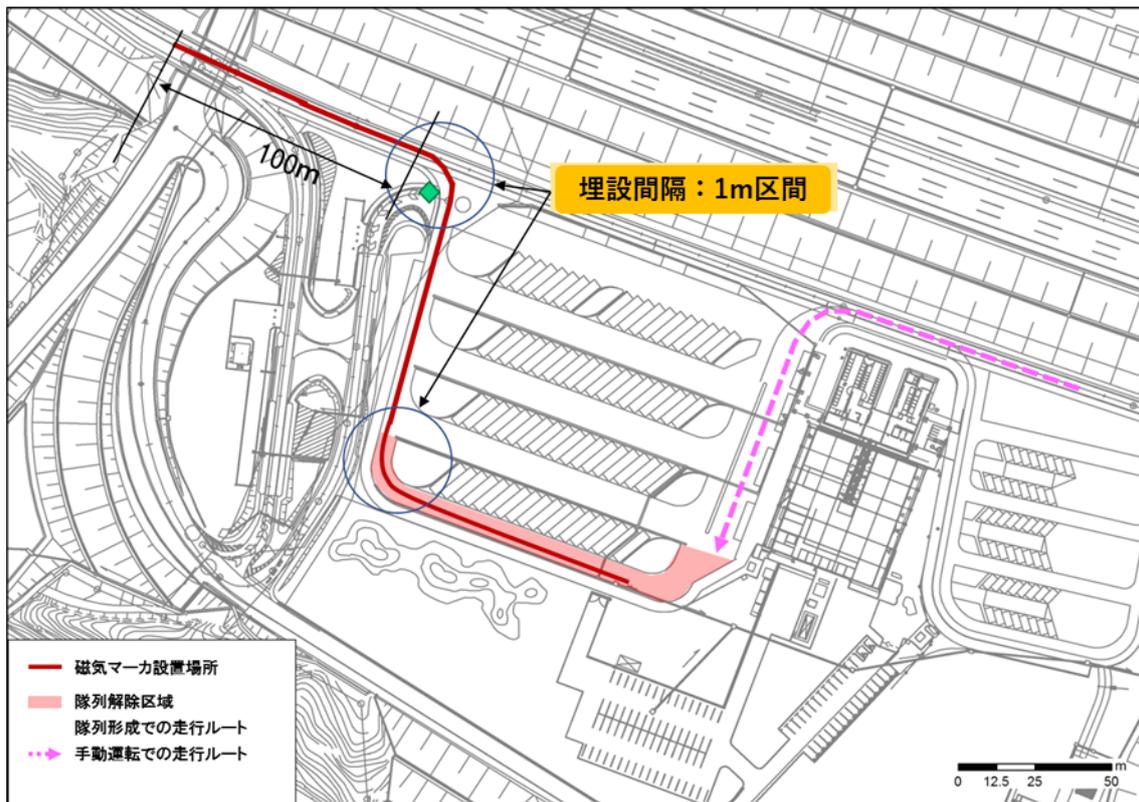


図 3-24 遠州森町 PA 下り磁気マーカ設置箇所

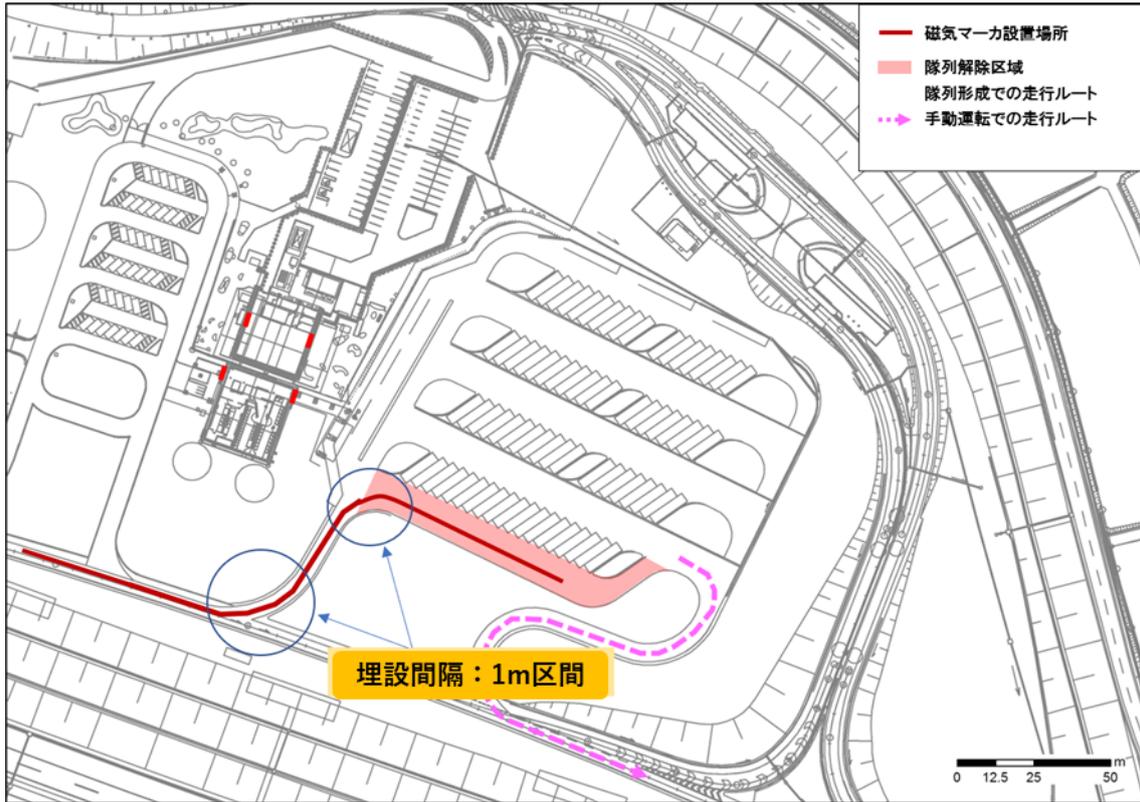


図 3-25 遠州森町 PA 上り磁気マーカ設置箇所



図 3-26 浜松 SA 上り磁気マーカ設置箇所

設置場所		森町PA下り	森町PA上り	浜松SA上り
設置区間長さ	SA/PA内	230m	140m	300m
	ランプ部（右左折後）	100m	100m	100m
	計	330m	240m	400m
磁気マーカ 設置間隔	SA/PA内の右左折部	1m	1m	1m
	ランプ部	2m	2m	2m
磁気マーカ 埋設個数	SA/PA内	204個	88個	126個
	ランプ部	50個	50個	50個
	計	254個	138個	176個

表 3-5 磁気マーカの設置場所と設置個数

■磁気マーカ:30φ×20mmの円柱状フェライト磁石

■設置方法 :磁気マーカの埋設

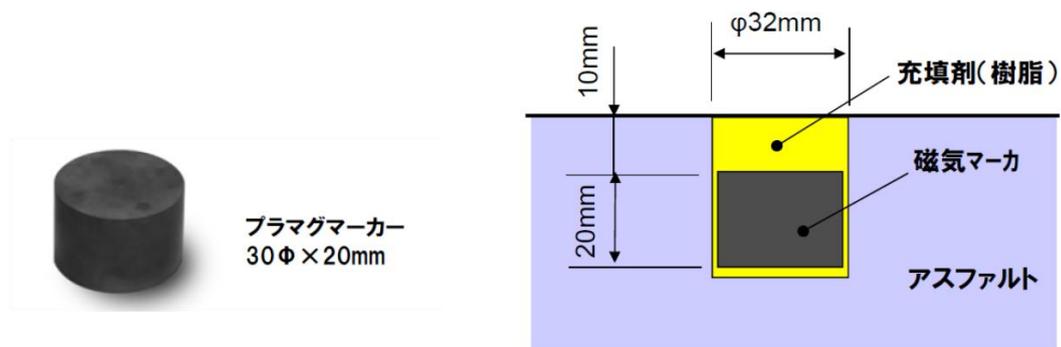


図 3-27 磁気マーカ

② 実験結果

図 3-28～図 3-33 に浜松 SA 上り、遠州森町 PA 上り・下りの 3 か所の磁気マーカ敷設区間における磁気センサシステムトラッキングによる走行結果を示す。

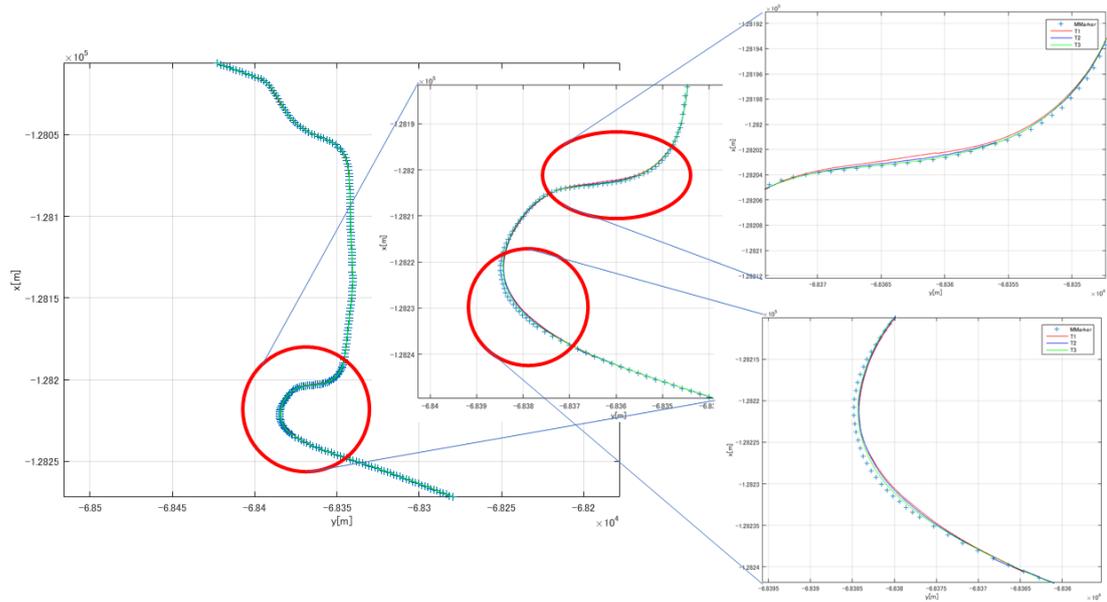


図 3-28 浜松 SA 上り磁気センサシステムトラッキングによる T1 (先頭車), T2 (2 台目), T3 (3 台目) の走行軌跡

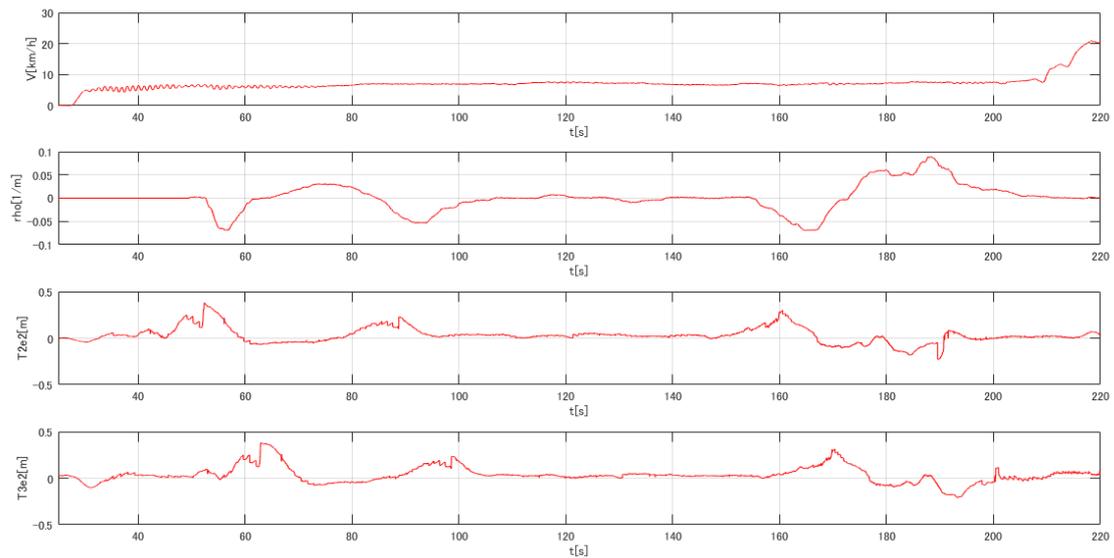


図 3-29 浜松 SA 上り磁気センサシステムトラッキング走行の速度, 曲率, T2, T3 横偏差

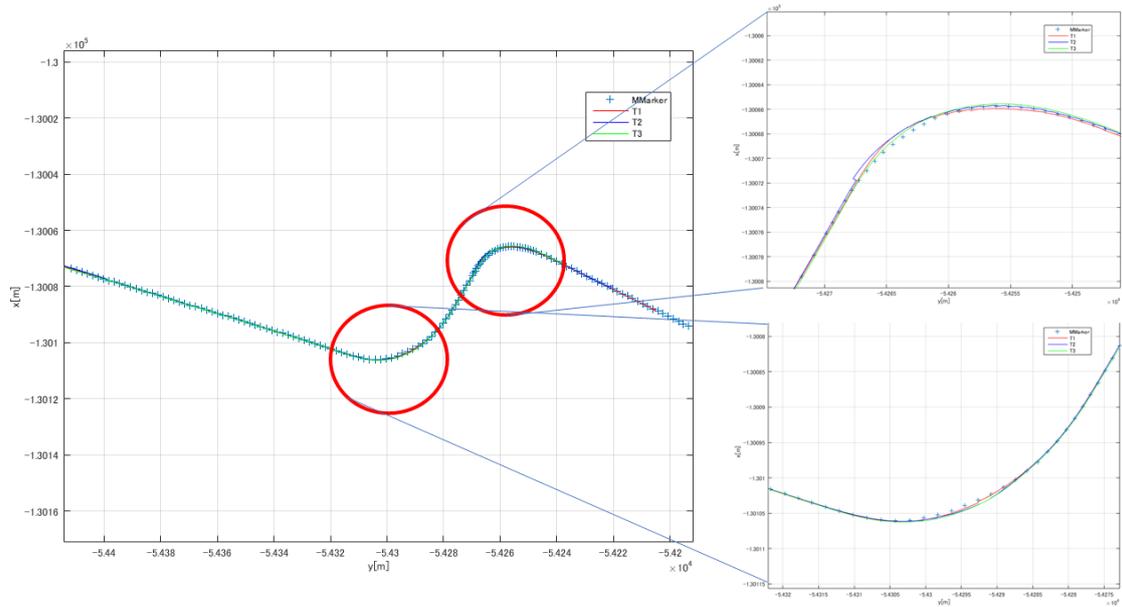


図 3-30 遠州森町 PA 上り磁気センサシステムトラッキングによる T1, T2, T3 の走行軌跡

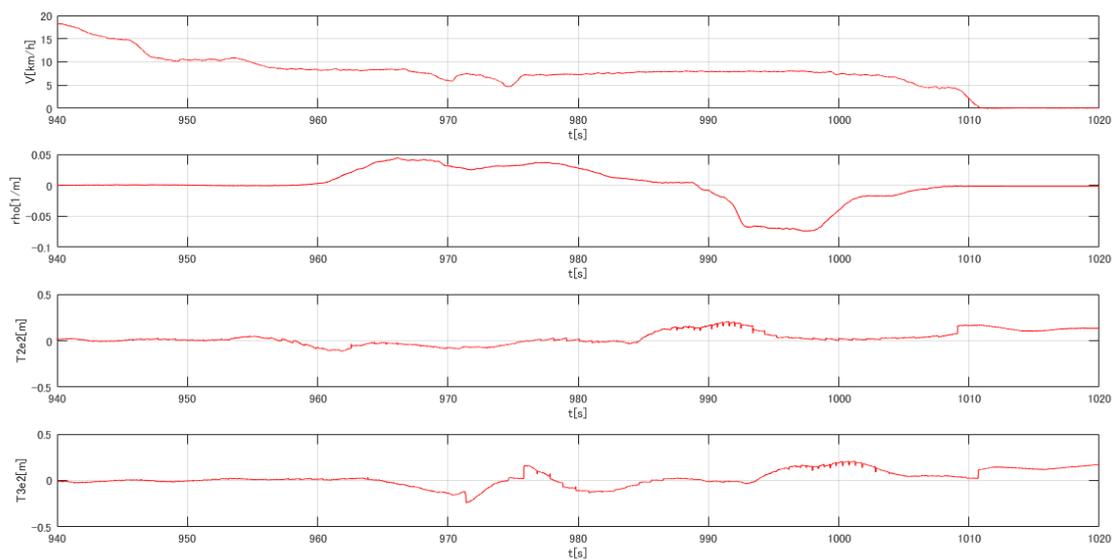


図 3-31 遠州森町 PA 上り磁気センサシステムトラッキング走行の速度, 曲率, T2, T3 横偏差

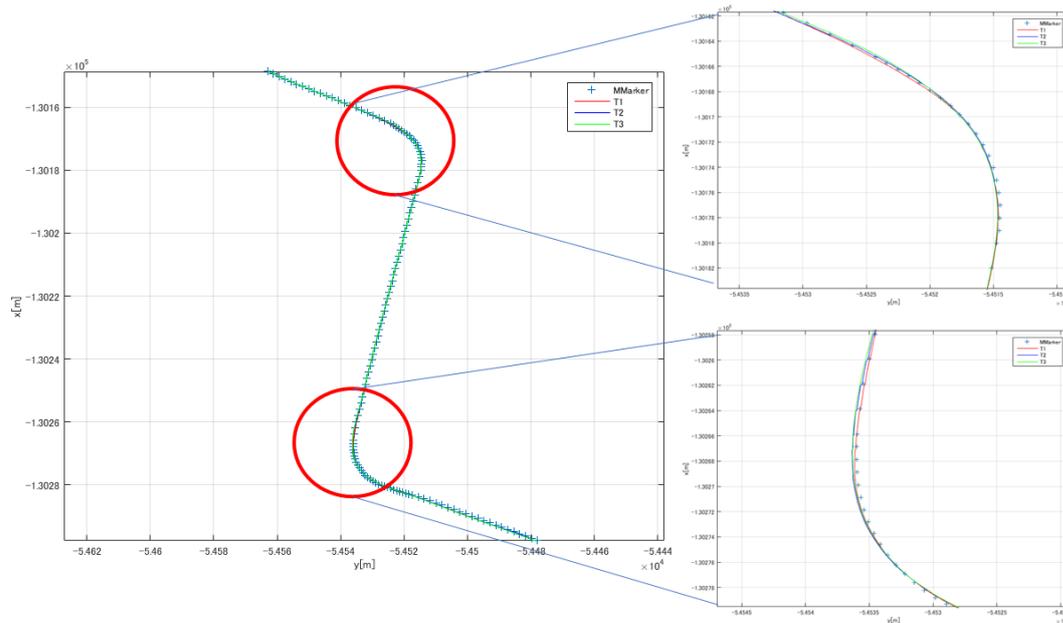


図 3-32 遠州森町 PA 下り磁気センサシステムトラッキングによる T1, T2, T3 の走行軌跡

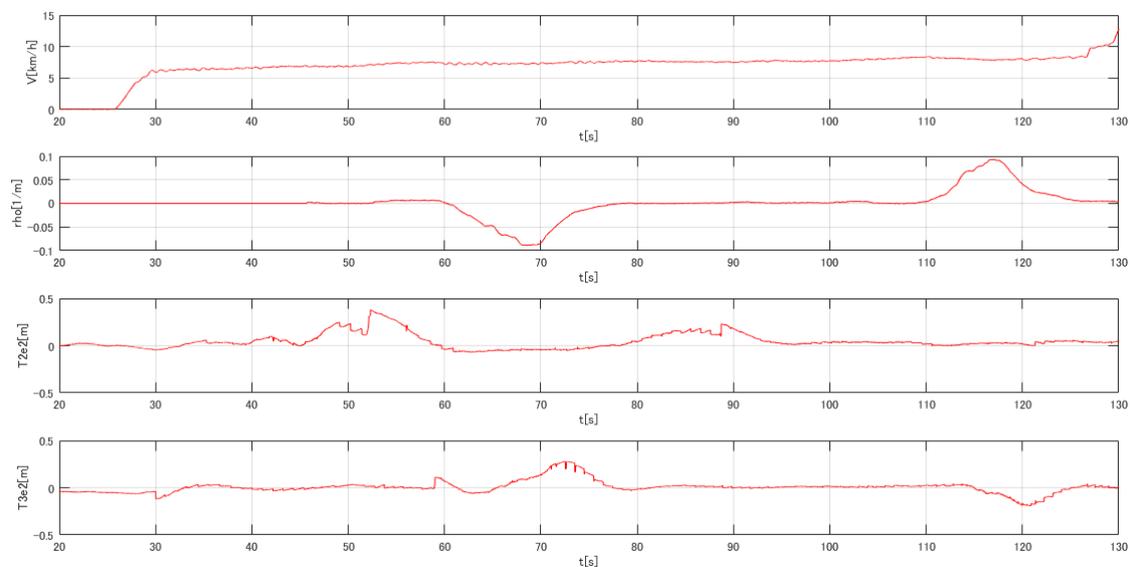


図 3-33 遠州森町 PA 下り磁気センサシステムトラッキング走行の速度, 曲率, T2, T3 横偏差

実験結果を見ると、浜松 SA 上りの S 字カーブ地点、森町 PA 下りの 2 つのカーブでは、横偏差が 0.3m~0.4m 程出ているが、これはきついカーブではマーカをフロントとリアの磁気センサ両方で通過することが難しいため、磁気センサシステムによる自己位置推定ができず、IMU（慣性航法装置）による自己位置推定で補間しているので、誤差が蓄積されて横偏差も拡大しているものと思われる。

しかしながら、磁気センサシステムと IMU の組み合わせによる自己位置推定に

よって、きついカーブである程度磁気マーカの踏み外しが発生しても走行できるようになっていることが分かる。

(6)まとめと考察

本章では後続車無人隊列走行を行う上で、従来 GNSS でしか走行できないような SA/PA 内のようなきついカーブのある場所における代替手段として、磁気センサシステムによる自己位置推定を用いたトラッキングを採用し、新東名高速道路浜松 SA・森町 PA に磁気マーカを敷設し実証実験を行った。その結果、カーブのきつい場所や先頭車ドライバ運転による磁気マーカの踏み外しという課題があるが、GNSS を補完するための第二優先度のサブシステムとしての位置付けであれば、踏み外しが発生しても IMU による位置補間との組み合わせで、概ね横偏差 0.4m 以内くらいに収めて走行することができた。

しかしながら、先頭車マニュアル運転の隊列走行のトラッキングで磁気センサシステムを利用する場合、先頭車ドライバが磁気マーカを踏み外さないように操舵しなければならないが、運転席からは全く見えないトラックの底部に 2 つある磁気センサの両方が磁気マーカを通過するように操舵するのは、直線部ではともかくカーブのきつい場所では非常に難しい。

そこで、本年度は先頭車ドライバが磁気マーカからどれだけずれて走っているかが直感的にわかるような操舵支援システムを搭載し、踏み外しができるだけ起きないようにした。だが、それでもマニュアル運転では磁気マーカを踏み外さずに走行するのは限界がある。よって、磁気マーカ敷設箇所では、先頭車の操舵も自動操舵にし、磁気マーカ上を通過する軌跡を走行にするのが望ましい。本年度の隊列トラック先頭車には自動操舵モータが装備されていなかったため検証できなかったが、将来磁気センサシステムを使った隊列走行を行うときは先頭車も自動操舵機能の搭載が望まれる。

3.1.6. 電子牽引による後続車無人隊列走行の安全性

高速道路の後続車無人隊列走行では、異常・故障発生により停止することが発生しないように、ECU、アクチュエータ、センサを表 3-6 のように冗長化した。

機器故障、隊列車両間への一般車の割り込み、作動限界オーバなどへの対応について検証した。

隊列走行時、隊列システムの作動状況を常に監視しておき、通常走行が維持できないとき、図 3-34 のように縮退運転或いはMRM (Minimal Risk Maneuver) を発動させることで、リスクを最小に抑制する。

No	種類	対象	構成	
1	機器故障	制御ECU	Main Sub	
2		主制動装置	第1ブレーキ 第2ブレーキ 保安ブレーキ	
3		操舵アクチュエータ	Main Sub	
4		車車間通信	760 光 LTE	
5		車間距離センサ	GNSS	SA/PA:2系
			磁気マーカ	
	LiDAR#1		ランプ/本線: 4系	
	LiDAR#2			
	ステレオ			
ミリ波				
6	横位置センサ	GNSS	SA/PA:2系	
		磁気マーカ		
		LiDAR#1	ランプ/本線: 3系	
		LiDAR#2		
		ステレオ		

表 3-6 隊列システム冗長系構成

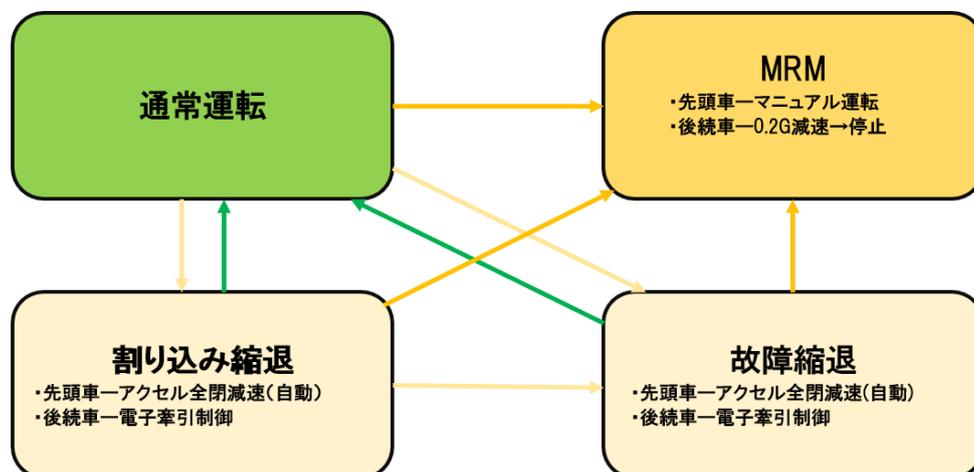


図 3-34 隊列システム状態遷移

(1)縮退運転

緊急停止となる MRM を即座に発動させることは、円滑な交通流の確保または安全の確保の観点から望ましくないことから、電子牽引後続車無人隊列走行において、軽微な故障や割り込みの場合、一部機能や速度等を制限しながら隊列走行を維持するモードを縮退運転モードと言う。縮退運転から通常運転への復帰は可能であるが、縮退運転に移行後、重大な故障が発生した場合は、牽引車のドライバーの判断・操作により、隊列は路肩に入り停止する。

① 割り込み縮退

車、バイクなどが 1 号車と 2 号車あるいは 2 号車と 3 号車の間に割り込んだ際に、割り込み車の後方部と被牽引車前方部との距離が一定値以上確保されている場合は、隊列は自動で減速し割り込み車を退出させるように縮退運転し、割り込み車離脱後は、牽引車のドライバーは速度を上げて通常運転に戻る。割り込んだ際の車間距離が一定値未満の場合、ないし割り込み中に距離が一定値未満となった場合、或いは更なる故障が発生した場合には MRM が発動される。

② 故障縮退

冗長系の一部のシステム故障が発生した場合、縦制御と横制御が作動限界を超えた場合、或いは隊列走行が維持できなかった場合、隊列は自動で減速し縮退運転を実施する。減速した走行中に故障が復帰して正常状態となった場合は、牽引車のドライバーは加速して通常運転の状態に戻る。

(2)MRM (Minimum Risk Maneuver)

自動運転技術での MRM は、人間がシステムから運転を引き継げない時に、安全に車両を停止させるための機能・技術を言う。電子牽引後続車無人隊列走行での MRM は、機器故障、作動限界により、隊列走行の維持が困難な場合に、速やかに自動で減速して被牽引車を停止させ、最小リスク状態を達成するモードである。MRM が一旦作動した場合には、再び縮退運転や通常運転には移行しない。

(3)テストコースでの実証実験

後続車無人隊列走行における ECU、アクチュエータ、センサなどの系故障による縮退運転・MRM 実験を行い、問題なく動作することが確認できた。

3.1.7. 制御ソフト設計支援システム

3.1.7.1. 概要

後続車無人の隊列走行システムの実現に向けて、多様な道路環境での技術検証を目的として高速道路を対象とした隊列走行システムの実道実証実験が行われている。隊列走行システムは、環境や安全への要求の高まりを受け、その制御システムは複雑化・大規模化が進んでいる現状である。また、社会情勢や市場の変化に迅速に対応するために開発期間の短縮が重要課題になっている。この開発期間の短縮に対応するためには、モデルベース開発（MBD：Model Based Design/Development）の導入が有効である。モデルベース開発では、シミュレーションループの中にモデルを組み込んだ MILS（Model In the Loop Simulation）エンジンや、車両挙動等を模擬したモデルをリアルタイムに実行することで、実機を模擬したリアルタイムシミュレーションが可能な HILS（Hardware In the Loop Simulator）を用いることが有効である。

3.1.7.2. 実施事項

本年度の隊列走行システムのための HILS では、MBD 環境の構築について 2 台および 3 台の MILS 環境の構築を行い、3 台までの隊列走行を対象としてアプリケーションの机上での検証が可能な環境を実現した。HILS については、FS-ECU（Fail-Safe Electronic Control Unit）と TruckSim を用いたシミュレーション環境との接続における操舵制御および車間距離制御に関する実行環境の検証を行った。TruckSim は、米国 Mechanical Simulation 社によって開発されたトラック（トレーラー連結車・バスを含む）用車両運動シミュレーションソフトウェアである。本章では、本年度実施した隊列走行システムの MILS と HILS に関する成果について報告する。

3.1.7.3. 隊列走行システムの MILS 構築と検証

本章では、2 台および 3 台のトラックで編成された隊列走行システムを対象として構築した MILS について示す。また、構築した MILS の評価と再現性の向上に関する成果を示す。

(1) 隊列走行システムの MILS の構築

隊列走行に MBD を適用するためには、その要件定義を行い、隊列走行するための車両モデル、センサモデルの全体構造についてシステム設計することが必要である。本年度では、この要件定義を満たす車両の運動モデルとセンサのモデル化を行い、評価対象となる実車に実装される車両制御モデルと接続することにより、MBD のための MILS を構築した。平成 30 年度の隊列走行システムのための HILS の成果を活用し、実車で使用されている FS-ECU の車両制御モデル（以下、制御モデル）を対象とした MILS の構築とその評価を実施した。

MILS の評価では、直線道路を対象として構築した MILS による大型トラック 2 台の隊列走行を行い、接続したモデルが要件を満たしているかを入出力により検証した。MILS における検証の精度を向上させるためには、道路構造や車両の動特性、制御に用いるセンサの切り替えの影響などの再現性が重要である。隊列走行

システムは、高速道路での運用が計画されているため、道路構造に対しては 2%以上の道路カント導入による影響の再現性を評価した。車両の動特性に対しては、操舵制御の調整パラメータである制御のフィードバックゲインを変更した際の車両挙動の変化の再現性を評価した。制御に用いるセンサの切り替えの影響に対しては、車両の横方向の偏差（横偏差）の検出方式を変更した際の再現性を評価した。また、3 台の隊列走行時の制御モデルの検証を行うため、3 台隊列走行を対象とした MILS の構築を行い、動作について検証した。

A) MILS の概要

後続車無人隊列走行システムにおいて MILS を構築するには、実車における大型トラックの隊列走行をシミュレーションで再現する必要がある。後続車における大型トラックの隊列走行では、走行している自車パラメータをセンサで計測し、前方車両との通信を行い、各車両のパラメータを後続車のコントローラである FS-ECU へと送信する。コントローラは受信したパラメータを基に車両の走行に必要なパラメータを制御指令値として車両へと送信する。この制御指令値が車両に入力されることで隊列走行が実現している。そのため、走行車両を再現する車両モデルおよび自車および前方車両パラメータの相互利用、車両に取り付けられたセンサを再現するセンサモデルが必要である。

MILS のシミュレーション環境は TruckSim で構築し、車両モデルと作成したセンサモデル、実車で使用されている FS-ECU の制御モデルを実装した。MILS と実システムのインタフェースの仕様が異なると、その都度シミュレーションを実施するために修正が必要となり、開発工程で作業のための時間が必要となる。そのため、MILS では、制御モデルのインタフェースを踏襲し、車両モデルの入出力調整や必要な情報は MILS 側で生成することにより、制御モデルを変更することなく組み込めるようにした。そのため、制御モデルの検証時は何ら修正を加えることなく、制御モデルと車両、センサモデル間でのデータの送受信および物理値変換が理想的に行われていると想定したときのシステム要件を満たす大型トラックの隊列走行における検証が可能である。制御モデルの実行時には、制御の入出力に係る情報だけでなく、制御の状態遷移に係る情報も必要となる。そのため、MILS 側では必要な情報を設定できる機能を実装した。

隊列走行システムでは、2 台隊列以上の編成を想定している。隊列を構成する車両の数が増えれば、車群安定性（ストリングスタビリティ）や制御性能の検証がさらに必要となる。そのため、3 台編成の隊列走行を対象とした MILS を構築した。その構成を図 3-35 に示す。2 台目の車両の情報を後続車両の Sensor Model へ入力し、各センサや通信で得る情報の生成を行う。各ブロックの中に利用する制御モデル（Application ブロック）については同一のものを実装する構成であり、複製による対応が可能である。

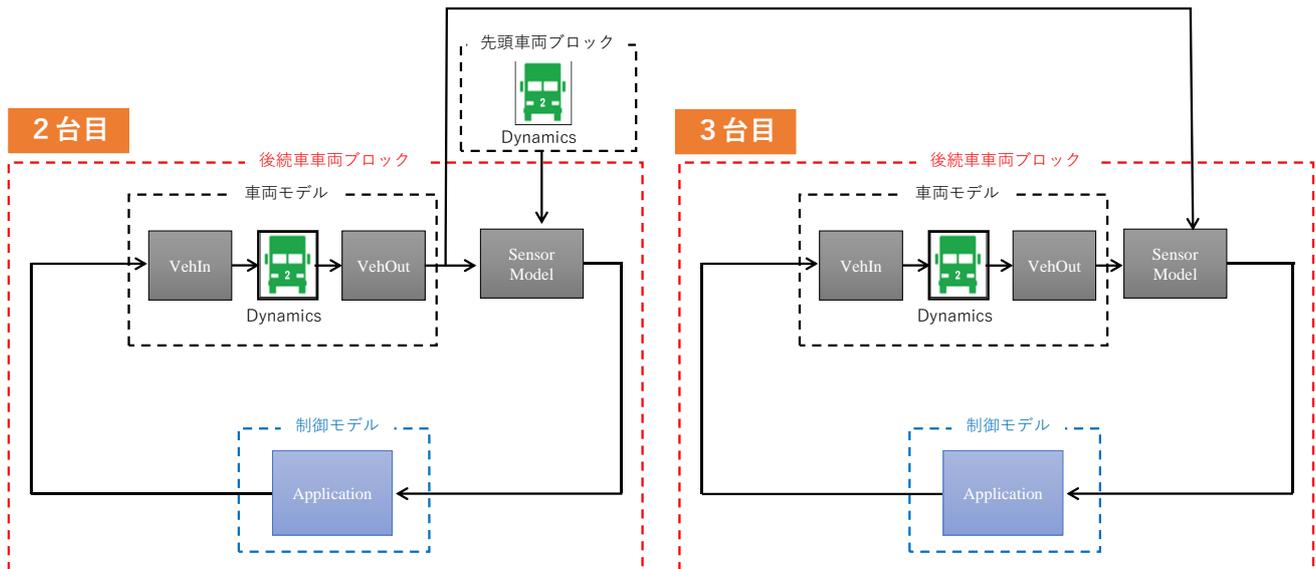


図 3-35 3 台の隊列走行の MILS の全体構成

B) 車両モデル

高精度な車両ダイナミクスを再現可能な車両モデルとして TruckSim 2018.0 (Mechanical Simulation, Inc. 製) を使用した。先行車の速度制御と後続車の車間距離制御および操舵制御に必要な車両モデルの入出力パラメータの検討を行った。なお、先頭車の操舵制御は TruckSim のドライバモデルを使用した。車両モデルの主要諸元については、制御モデル内で設定されている車両情報を参考にした。車両モデルについて、作成した車両モデルを図 3-36 に示す。図 3-36 の X 軸と Z 軸の原点はタイヤと路面の接地面である。



図 3-36 車両モデル

C) センサモデル

センサモデルの構築では、「平成 30 年度：高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業」（以下、実証事業）で使用されたセンサの使用状況を参考にし、隊列走行の操舵制御に必要な横偏差を測定する LiDAR モデルを作成した。作成したモデルを図 3-37 に示す。図中の V_1 、 V_2 は先行車、後続車の進行方向の速度である。LiDAR モデル作成に使用した式について、式 (1) から式 (4) に示す。

ここで、 e は横偏差、 W は車幅、 θ_1 、 θ_2 および θ'' は先行車、後続車の車体角度お

よび後続車のセンサ測定角度、 β_2 は後続車の横滑り角、 X_G 、 Y_G は先行車重心の x 、 y 座標である x_{1G} 、 y_{1G} から後続車重心の x 、 y 座標である x_{2G} 、 y_{2G} との差を表したものの、 D_1 は先行車重心から車両後面までの距離、 D_2 は後続車重心からセンサ取り付け位置である車両前面までの距離、 L はセンサ取り付け位置から先行車背面の端点までの距離である。

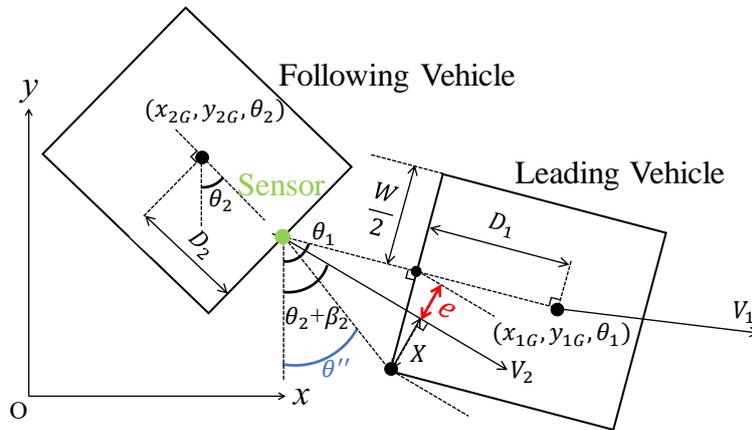


図 3-37 LiDAR モデル

D) MILS モデルの構築

TruckSim における 2 台の隊列走行の MILS のモデルを図 3-38 に示す。モデルの構築には、Simulink R2015b (The MathWorks, Inc. 製) を使用した。先頭車両の 1st Truck ブロックでは、目標速度に対する速度制御 (CC: Cruise control) を実装している。後続車両の 2nd Truck ブロックでは先頭車両と後続車両の情報から FS-ECU の制御モデルの入力となる各センサや通信などのデータの生成を行う。

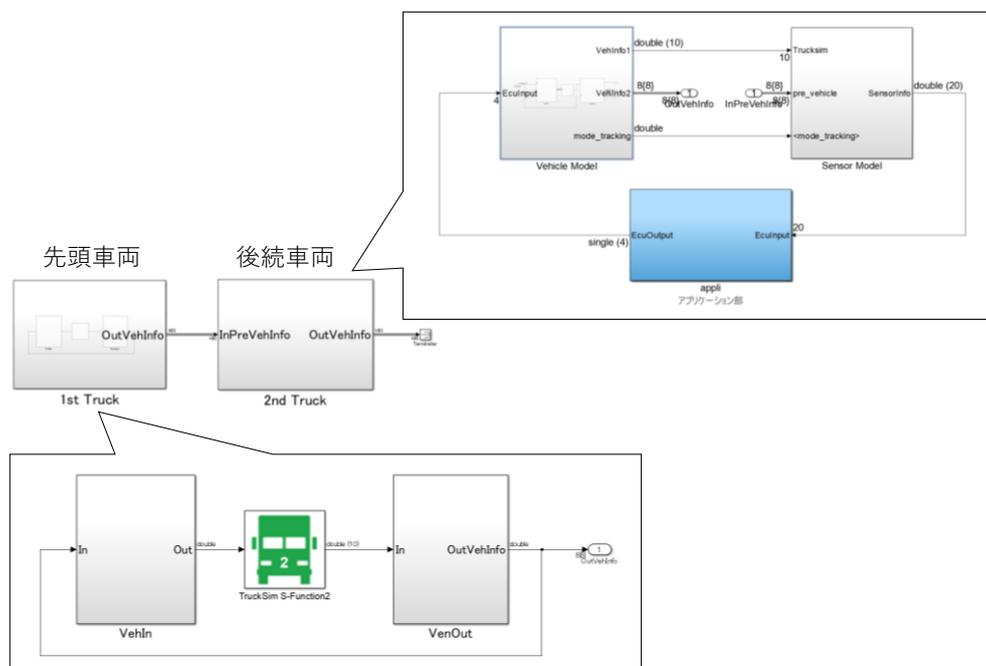


図 3-38 2 台の隊列走行の MILS の Simulink モデル

TruckSimにおける3台の隊列走行のMILSのモデルを図3-39に示す。3台隊列では、図1-37の後続車両のブロックを2つ接続する構成となる。同一の制御モデルを組み込むことで隊列走行時の検証を行うことが可能となる。本業務のシミュレーションでは、隊列走行システムの実制御モデルを組み込み、パラメータなどは実機に実装されている値とし、MILSのために制御モデルのパラメータの適合は行わなかった。

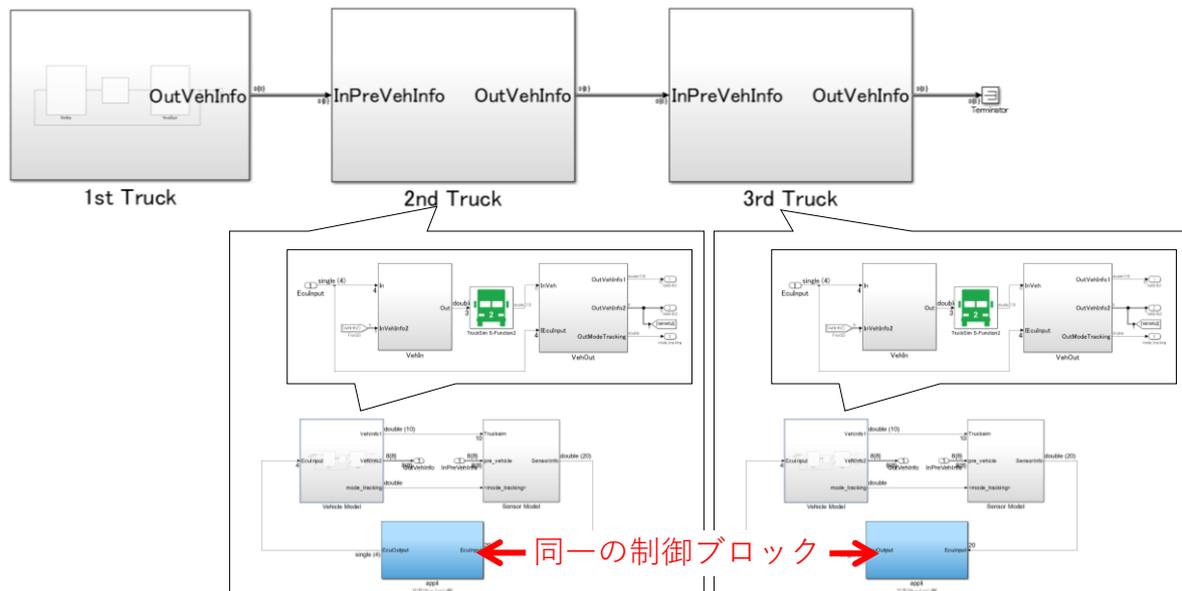


図 3-39 3台の隊列走行のMILSのSimulinkモデル

(2)MILSの基本検証

構築したMILSの基本動作について、TruckSimによるシミュレーションで検証した。なお、先述のように制御モデルについては実車に適合され、車両モデルに合わせた制御ゲインなどの適合は行わなかった。本シミュレーションでは、大型トラック2台を直線道路で隊列走行させ、先行車を追従する後続車について検証した。先行車はPD制御による速度制御、後続車は制御モデルを使用した。実証事業を参考にし、先行車と後続車の目標速度を70 km/h、車間距離については先行車と後続車重心のx座標の差分とし、目標車間距離を10 mとした。

MILSのシミュレーション結果について、車間距離を図3-40、横偏差を図3-41に示す。図3-40の結果より、車間距離誤差を収束させるように動作していることを確認した。図3-41の結果より、横偏差を収束させるように動作していることを確認した。制御誤差に対する車間距離制御および操舵制御が実システムと同様に動作しているため、接続したモデルの入出力の妥当性を確認した。また、3台の隊列走行のMILSのシミュレーション結果についても同様に接続したモデルの入出力の妥当性を確認した。

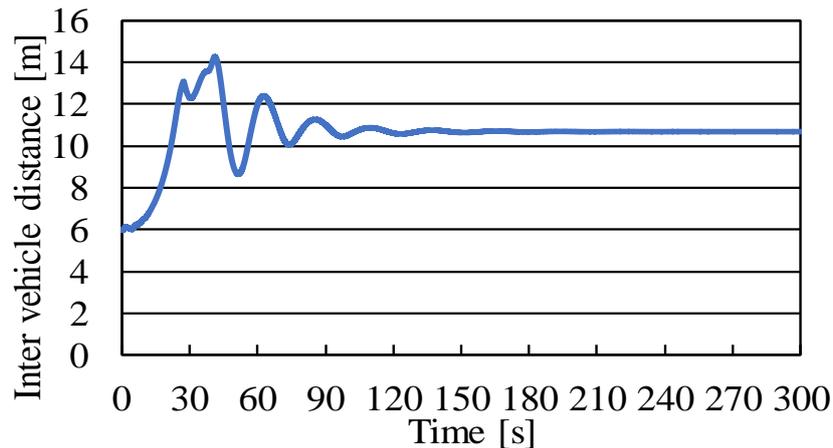


図 3-40 2台隊列走行時の車間距離の結果

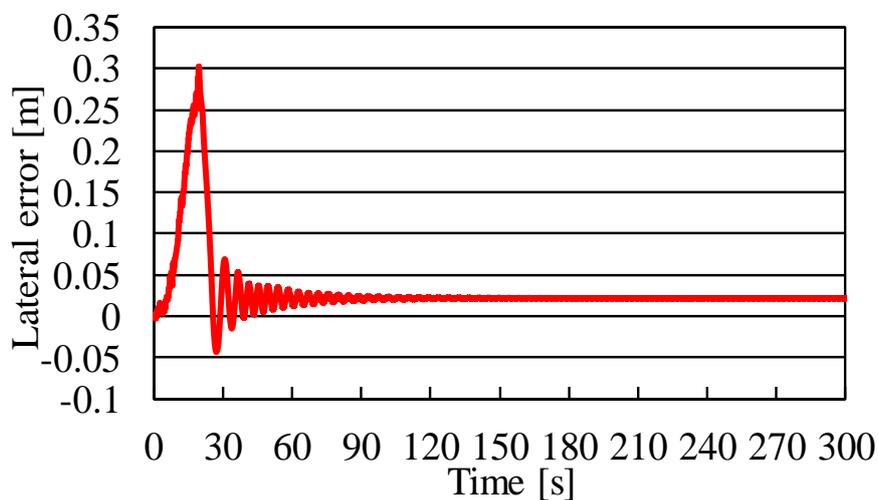


図 3-41 2台隊列走行時横偏差の結果

(3) センサの切り替えに対する再現性の検証

構築した MILS において、走行中に先行車に横偏差を発生させ、後続車の操舵制御に必要な横偏差算出手法を GNSS から LiDAR に変更することで、実車の隊列走行においてトンネルなど GNSS の受信が困難な箇所での制御手法の切り替えによる制御への影響を再現し、その影響を検証する。シミュレーションでは、160 s で横偏差 0.5 m、角度偏差 1.6 deg. を先行車に発生させた。GNSS の横偏差算出について先行車と後続車重心の y 座標の差分とし、180s で算出手法を GNSS から LiDAR に変更した。

シミュレーション結果について、センサの切り替え前後の横偏差を図 3-42、ハンドル角を図 3-43、図 3-42 および図 3-43 の結果より、180 s で横偏差が 0.2 m 増大しているため、LiDAR への制御手法切り替えによる操舵制御への影響を確認した。また、切り替え時に横偏差が増大したのは GNSS の横偏差が車両重心座標を測定するのに対し、LiDAR が先行車両の後背面を測定する影響であると考え

られる。

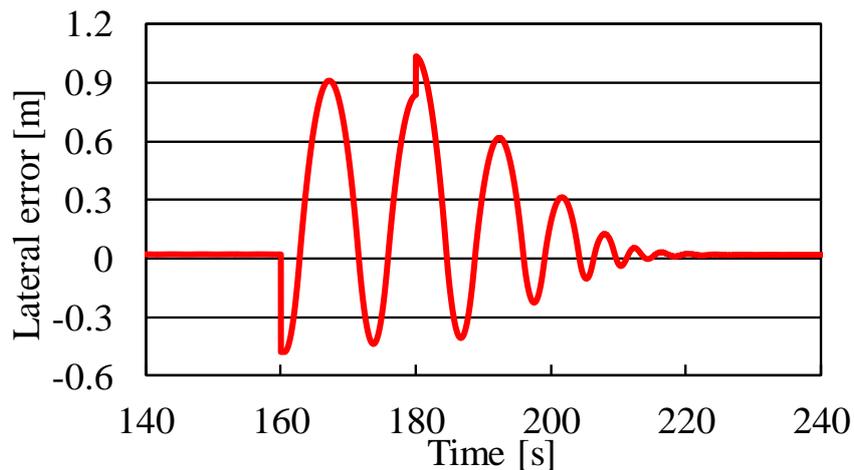


図 3-42 横偏差算出手法の変更前後における横偏差測定結果

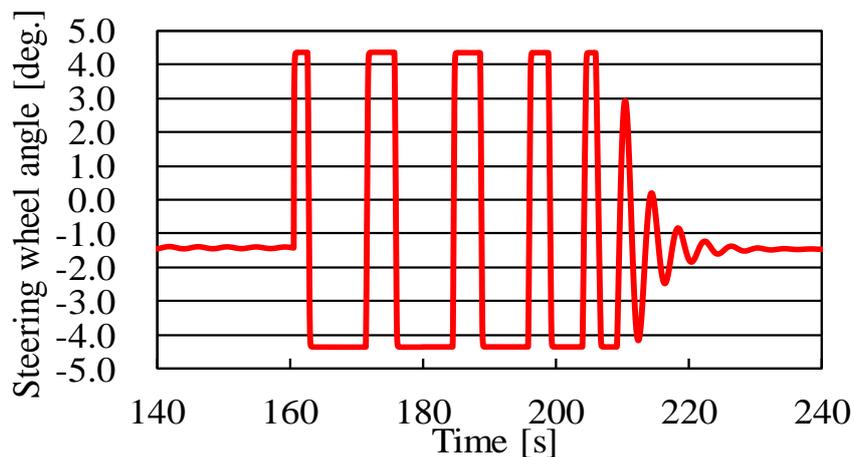


図 3-43 横偏差算出手法の変更前後におけるハンドル角測定結果

(4) 道路形状・車両挙動に対する再現性の検証

① 道路形状に対する再現性の検証

一般にトラックは車両後部が道路カントの影響ですべり落ちるため、それを防ぐために道路カント山側に操舵する。特に高速道路では設計速度が高速であるため、2%以上の道路カントで道路形状が設計されている。先行研究（杉町 敏之、深尾 隆則、鈴木 儀匡、河島 宏紀：道路カント変化を考慮した操舵制御と自動チューニング法、第 11 回 ITS シンポジウム 2012）における大型トラックの 2%の道路カントの高速道路を自動運転した時の制御結果を図 3-44 に示す。横軸の 1000 m から 2%の道路カントに切り替わっており、図 3-44 の横偏差の結果から約 0.3 m の定常偏差が生じていることが確認できる。

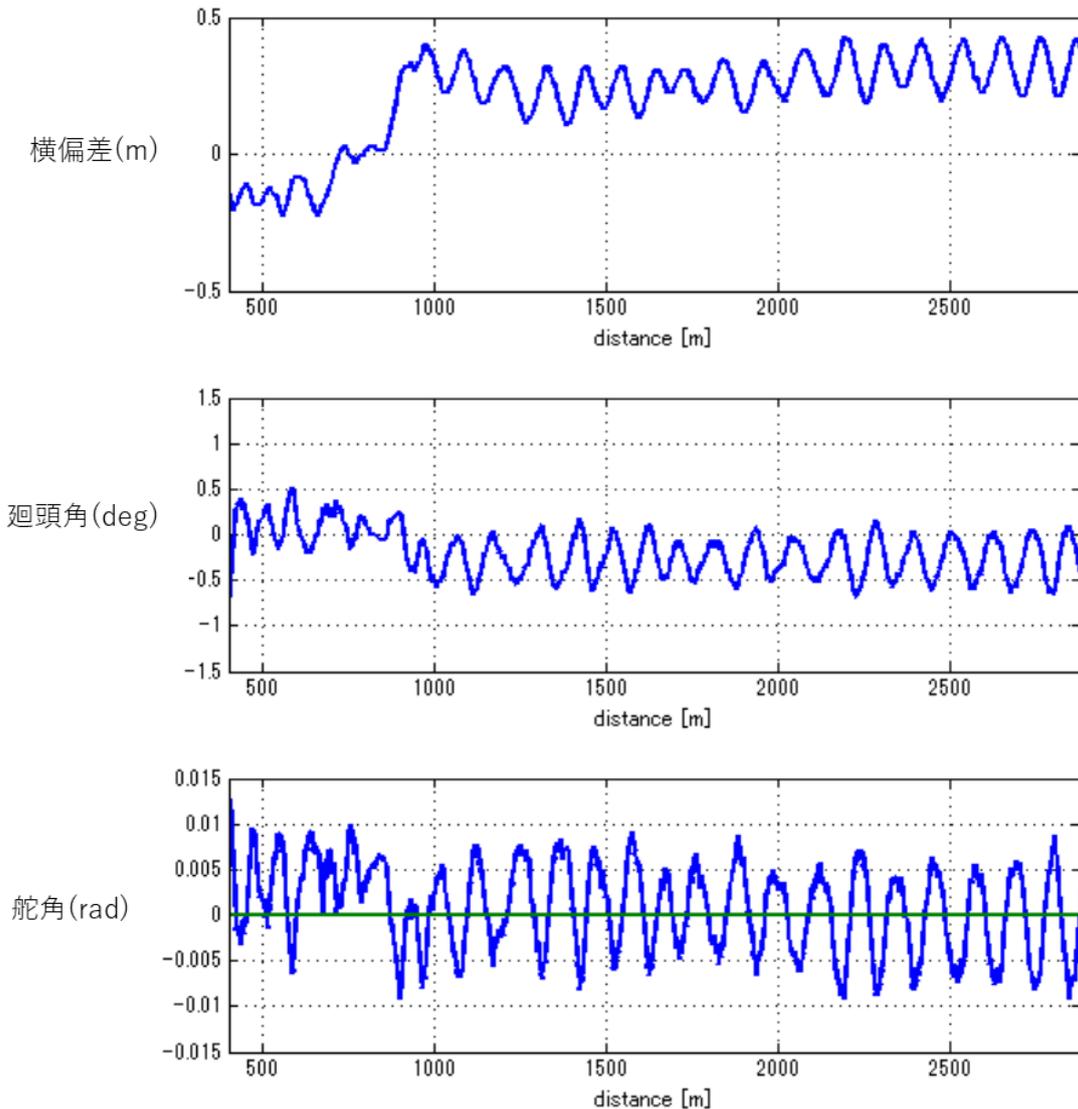


図 3-44 2%の道路カントの自動運転の制御結果

シミュレーションでは、道路カント導入時の操舵と車両挙動の再現性を検証するため、120sで右肩下がり2%の道路カントを設定した。道路カント導入前後の横偏差とハンドル角を図3-45、図3-46に示す。図3-45および図3-46の結果より、道路カントの導入前後で横偏差の定常偏差が0.01m減少し、ハンドル角は1deg増加したため、車両が勾配から滑り落ちないように操舵制御することが確認できた。この傾向は、図3-44の実車における定常偏差増大の傾向と一致する。なお、シミュレーションでは道路カントの切り換わり前ですでに横偏差の定常偏差が生じているが、これはTruckSimの車両モデルに対する制御モデルのパラメータの適合を行っていないために生じている。実車の道路カントに対する応答とシミュレーションの応答を比較した結果、大型トラックの道路カントに対する操舵および車両挙動の再現性を確認した。

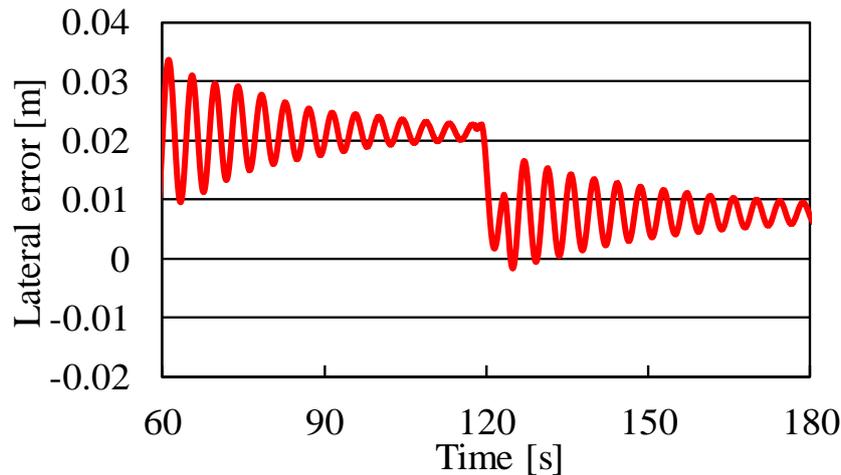


図 3-45 2%の道路カント導入前後の横偏差測定結果

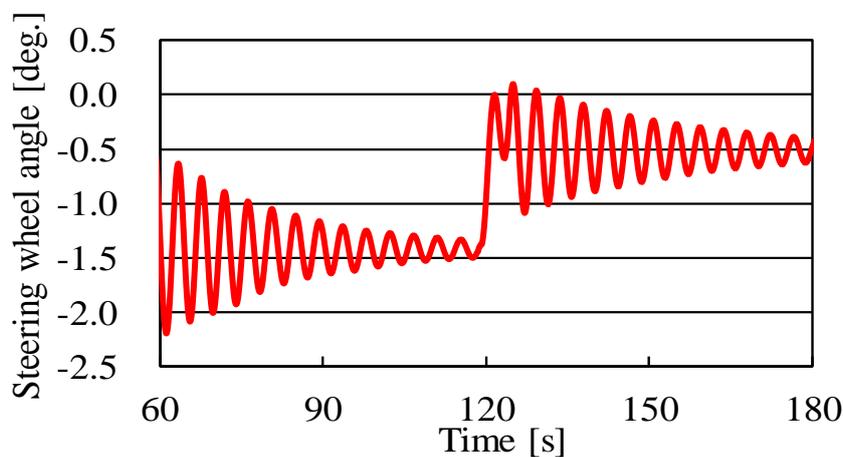


図 3-46 2%の道路カント導入前後のハンドル角測定結果

① 車両挙動の再現性の検証

MILSによる制御モデルの検証では、制御入力に対する車両挙動の再現性が重要となる。MILSにおいて実車の動特性を再現するためには車両運動のモデル化と各パラメータの同定が必要である。本事業では当該同定試験を実施していないため、実車の応答に対するシミュレーションの車両モデルの再現性は限定的となる。そのため、車両モデルの再現性を検証するため、操舵制御の横偏差に対するパラメータであるゲインと、車両の角度の誤差に対するパラメータであるゲインの変化に伴う実車の挙動と車両モデルの車両挙動との比較により、MILSの車両挙動の再現性の検証を行った。実験条件としては、直線路を対象とし、車速は60 km/hとした。適合されたゲインとゲインを基準（適合値）として、各ゲインの値の変更を行った。ゲインの変更の組み合わせに対する車両の挙動について整理した。車両の挙動としては、車両の横偏差の振幅と周期を評価指標とした。横偏差と角度偏差のゲインに関する大小の値は、実車実験およびMILSのシミュレーション時に実験的に設定した。

② 再現性の向上に関する検討

MILS の再現性の検証では、道路形状として制御に影響の大きい道路カントに対する車両の応答の再現性を確認した。また、センサの切り替えによる制御への影響についても再現性を確認した。車両挙動については、MILS の車両モデルの評価では、制御モデルのパラメータの横偏差と角度偏差のゲインに対する応答で全体的な傾向の一致について確認できたが、応答について実車と異なる傾向が確認された。そのため、車両挙動の再現性の向上について検討を行った。

車両のモデリングでは、ハンドルを回したときの応答の再現が重要となる。その中で操舵系のモデリングは車両モデルの再現性に大きく影響する。MILS における操舵系モデルについては、TruckSim の入力設定を用いているため、操舵機構の詳細なモデリングについて確認できない。そこで、先行研究（黒木ら：大型車両の運動に与える操舵系剛性の影響、日本大学生産工学部第 44 回学術講演会(2011)）を参考にし、操舵系モデルを MILS に実装することにより、車両挙動の再現性の向上を行った。

実車実験結果と MILS のシミュレーション結果との比較結果が一致することが確認できた。ゲイン変更に伴う振幅の傾向については約 71.4 % (5/7) が一致し、ゲイン変更に伴う周期については約 85.7 % (6/7) が一致した。振幅については、操舵系モデルの未実装の結果より再現性が 14.3%低下したものの、周期については 28.6%の再現性が向上した。再現性が不一致しているのは、横偏差と角度偏差のゲインが大・大の振幅と、小・小の振幅と周期だけである。そのため、操舵系モデルを実装することにより、MILS の再現性を向上できることを確認した。

3.1.7.4. HILS の接続 (FS-ECU・TruckSIM)

前年度で構築した隊列走行システムの HILS に対して、本年度の MILS の成果を反映させるとともに、FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境において制御ループを回すための改修と検証を実施した。

(1)HILS の改修

FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境において制御ループを回すため、FS-ECU に対する入力が必要となる情報の設定や取得などに関する改修を実施した。HILS の MATLAB Simulink モデルは、図 3-47 に示すように 5 つのブロックにより構成される。本年度では、FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境を接続し、制御ループを回すために LiDAR モデルや車車間通信の物理値変換モデルなどについて改修を行った。

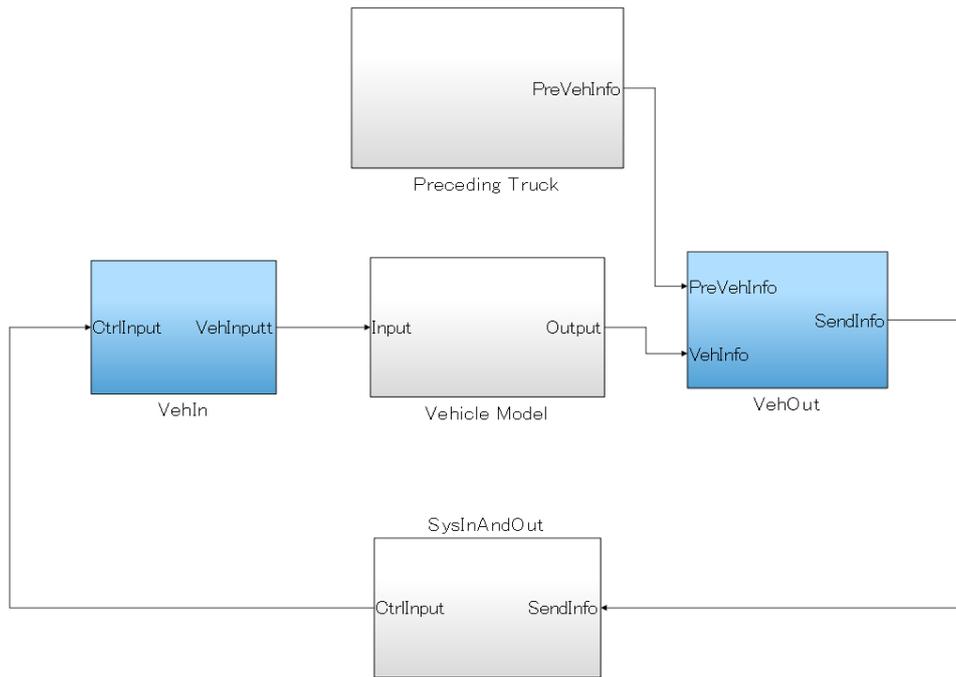


図 3-47 HILS の MATLAB Simulink モデル

(2)FS-ECU との接続検証

隊列走行システムの HILS では、トラックの車両運動の再現方法として TruckSim を用いる。昨年度は、TruckSim と MATLAB Simulink を用いて作成されたシミュレーション環境と dSPACE (SCALEXIO) を接続させることにより、自動運転および隊列走行の FS-ECU に関するリアルタイムシミュレーション環境を実現した。本年度で実施した FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境との接続について検証を行った。

FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境の接続では、2 台隊列走行を対象とし、目標車速を 70km/h に設定して操舵制御を行った。センサには LiDAR を用いて先行車に対する追従を行った。また、FS-ECU の制御モデルのパラメータについては実車に対して適合された値とし、HILS のために制御モデルのパラメータの適合は行わなかった。TruckSim のシミュレーションの実行時間は 10 ms に設定し、車両モデルの出力信号のログを計測した

2 台の隊列走行に関するシミュレーション結果の横偏差と車間距離、車速、操舵制御入力、アクセル入力、ブレーキ入力を図 3-48 に示す。図 3-48 では、70km/h へと加速する先行車両に追従し、初期横偏差 0.03m に対して FS-ECU より修正操舵が入力され、 $\pm 0.01\text{m}$ 以内に収束している。車速についても、FS-ECU より入力されたアクセル入力により加速する先行車の速度に追従している。車間距離も目標の 10m に対して定常偏差が生じているが、初期車間距離から振動することなく一定値に収束している。これらの結果より、隊列走行における操舵制御および車間距離制御について、TruckSim と FS-ECU との接続により、実車と同様に操舵制御と車間距離制御が実現していることが確認できる。そのため、本年度で実施した FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境との接続について確認でき

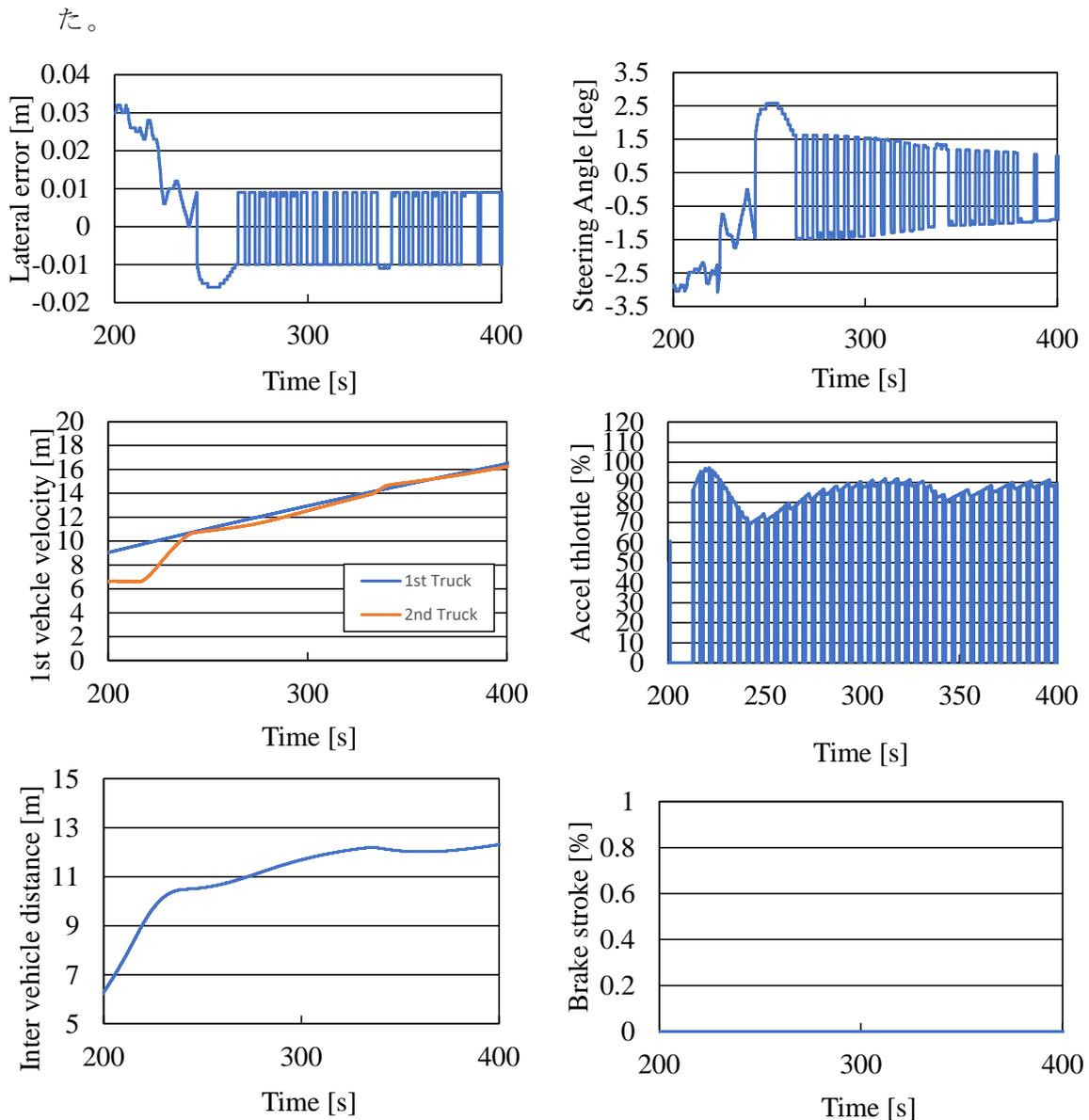


図 3-48 隊列走行の HILS のシミュレーション結果

3.1.7.5. まとめ

本項では、隊列走行システムにおける MILS と HILS の構築に関する成果を報告した。MILS では、まず、実車両の FS-ECU へ実装される制御モデルを対象として、要求仕様を整理した上で 2 台と 3 台の隊列走行を対象として MILS を構築した。次に、構築した MILS の検証として、隊列走行に関する基本性能の評価を行うとともに、その再現性について評価した。MILS の再現性の検証では、制御に対する影響の大きい道路形状やセンサの特性の違い、車両挙動に関する評価を行った。道路形状として車両への影響の大きい道路カントに対して、MILS で実車の挙動が再現されていることを確認した。センサの特性違いについては、制御中に制御に使用するセンサの切り替えを行った際の MILS の再現性を確認した。車両挙動については制御モデルパラメータに対する車両挙動として振幅と周期を指標とし

て評価を行った。その結果、一部の条件で不整合が生じたものの、全体的な傾向の再現性を確認した。最後に、MILS の再現性の向上について検討を行い、操舵系モデルを実装することにより MILS の実車の再現性を向上させることができた。

HILS については、本年度で実施した FS-ECU と TruckSim を用いたシミュレーション環境との接続について検証を行った。検証の結果、TruckSim で設定した横偏差や車速、車間距離の情報と FS-ECU で算出された制御指令値とを送受信することによりシミュレーションを実施できることを確認した。

今後の課題としては、様々な条件での MILS と HILS を用いたシミュレーションの効果評価や、MILS と HILS の実車環境の再現性の向上についての検討が挙げられる。

3.1.8. テストコース実証実験

3.1.8.1. 概要

(1) テストコース

テストコースは、主として国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、産総研）つくば北サイトの周回路を借用したが、磁気マーカセンシングの実験のみ、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研）の南交差点試走路を借用して実施した。

① 産総研テストコース

1周 3.2 km の楕円型の 3 車線の周回路（設計速度は最大 125 km/h）と旋回試験場があるが、周回路の 180R の東西バンク部のうち、東側のバンクは路面が荒れているため第 1 車線以外は走行禁止となっている。



図 3-49 産総研テストコース

② 国総研テストコース

1 周約 6.2 km の眼鏡型の周回路（2～3 車線）のほか、下記の図面では記載がないが、南ループの内側に交差点や市街地を想定した低速実験を行うためのエリア（通称、南交差点試走路）があり、先進モビリティが国総研と共同で実施している他のプロジェクトの関係で磁気マーカセンシング実験を行った実績がある。

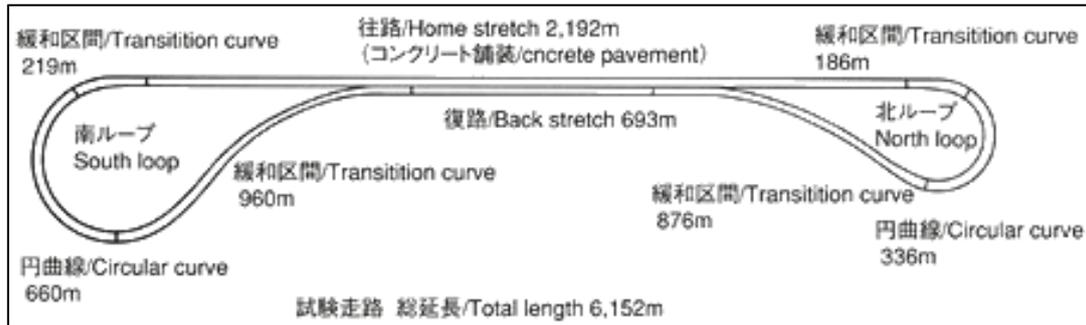


図 3-50 国総研テストコース

(2) 実験内容

本年度使用する実験車は、3台隊列が3編成（計9台）あり、各々実証実験を開始した年から、1) 18年型車、2) 20年型車A編成、3) 20年型車B編成と呼ぶこととした。最終的に本年度末に実施した後続車無人隊列走行実験は、国土交通省自動車局が作成する「電子牽引による後続車無人隊列走行システム」の技術要件に適合した車両で行う必要があることから、20年型車は一部冗長系システムが適合していないA編成（適合用先行車）と、完全に適合しているB編成（適合用正式実験車）の2編成を制作し、実験を行うこととした。

テストコースでの実験では、1) 縦方向（CACC）および横方向（トラッキング）の自動制御システムの機能検証およびパラメータ調整、2) 各種センサ切替時の安定性検証、3) 系故障時の安全性検証（縮退運転・MRM）等を行った。

また、20年型B編成を新東名に投入する前には、電子牽引後続車無人システムの技術要件への適合を確認する必要があることから、11月13日に関係省庁が集まった中で「電子牽引後続車無人隊列走行デモ」を行うこととし、それに向けて後続車無人での走行実験（周回路80km/h走行）や縮退モード発動実験、MRMモード発動実験を産総研テストコースにて実施した。デモが問題なく成功したことから、翌週の11月18日から20年型B編成を新東名実証実験に投入した。

なお、20年型B編成は、関係省庁との検討の中で、公道での電子牽引による後続車無人隊列走行実証実験を行う際に後続車の運転席は無人とするものの、不測の事態が発生した場合の緊急停車および本線上で停車した場合のドライバ対応を行うため、助手席に保安要員を乗せ、緊急時に作動させるMRMスイッチを増設することとなり、2020年12月23日から2021年1月8日まで産総研つくば北サイトにてMRMスイッチの増設とテストコースで作動確認実験を行い、1月12日から新東名にて実証実験を再開した。

3.1.8.2. 実験性能

2020年10月19日～11月12日の期間に、新東名高速道路での後続車無人隊列走行実験に向け、20年型B編成車両を用いて、システム制御性能の確認試験をテストコースで行った。

■ 評価条件

- ・ 走行方法： 3台隊列、発進→80km/h→停止の周回走行
バンク出入口 80km/h⇔60km/h の加減速を行う
- ・ 目標車間： 0～20[km/h]→5[m]
20～60[km/h]→5～8.5[m]
60～80[km/h]→8.5[m]
- ・ 天候条件： 晴れ、曇り、雨
- ・ 走行距離： 約190km（60回周回走行、1周3.2km）

(1) トラッキング制御

① 概要

牽引車の横方向の動きを追従するために、横偏差検出用センサを用いて横偏差を50cm以内に維持するようハンドルを制御。横偏差検出用センサについて、本線走行時はLiDAR#1、LiDAR#2、ステレオカメラを使用、SA/PA内の走行はGNSS及び磁気センサを使用する。

テストコース環境は高速道路本線に近いので、本線走行用センサを使用する。センサ間の切替は、LiDAR#1>LiDAR#2>ステレオカメラの優先順でセンサ異常検出により自動切替を行う。

② 評価結果

横偏差を評価指標とし、カントが±10°以上あるバンク区間での検出横偏差を評価対象外にして、以下の結果が得られた。

表3-7で示すように、横偏差は最大でも0.3m以内に収まり、全体として約0.1m以内で収まっていることから、車両が安定的に先行車両を追従できると考えられる。

また、図3-51は平均的なトラッキング制御一事例を示す。

車両	横偏差		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	0.04	0.25	0.07
2-3号車	0.04	0.28	0.06

表 3-7 トラッキング制御総合評価結果

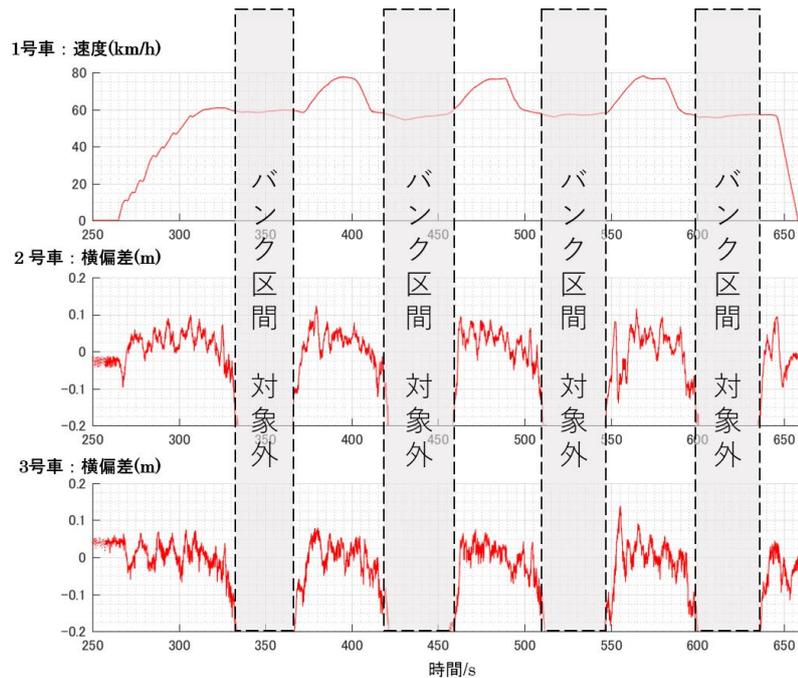


図 3-51 トラッキング制御のデータ事例

(2) 車間距離制御

① 概要

車間距離を 10m 以内に維持するために CACC 制御を行う。車間距離検出用センサについて、ランプ・本線走行では LiDAR#1、LiDAR#2、ステレオカメラ、ミリ波を使用、SA/PA 内の走行では GNSS、磁気センサ、LiDAR#1、LiDAR#2 を使用する。

テストコース環境は高速道路本線に近いので、本線走行用センサを使用する。センサ間の切替は、LiDAR#1>LiDAR#2>ステレオカメラ>ミリ波の優先順でセンサ異常検出により自動切替を行う。

目標車間距離の設定は、19 年度と同様、速度に応じて段階的に調整する手法である。速度が 20km/h 以下時 (SA/PA 走行時の想定) の目標車間は 5m、20km/h~60km/h 時 (ランプ走行時の想定) は 5m~8.5m 線形変化、60km/h 超時 (本線走行時の想定) は 8.5m とした。

② 評価結果

車間距離総合評価結果は速度域を分けて、表 3-8 から表 3-10 に結果を示す。車間距離 10m 以下を維持する要求を満たすことが確認できた。また、全体的に 9m 以下に制御されることも分かる。

車両	車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	5.6	6.9	0.7
2-3号車	5.4	6.7	0.5

表 3-8 速度 20km/h 以下時の車間距離総合評価結果

車両	車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	7.2	8.9	0.8
2-3号車	7.4	9.0	1.0

表 3-9 速度 20km/h～60km/h の車間距離総合評価結果(目標車間は変化)

車両	横偏差		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	8.2	9	0.2
2-3号車	8.5	9.4	0.3

表 3-10 速度 60km/h 以上時の車間距離総合評価結果

(実車間距離－目標車間距離)の結果をもう1つの評価指標として、以下の結果を示す。

車両	実車間距離－目標車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	-0.1	0.7	0.3
2-3号車	0.3	1.2	0.4

表 3-11 (実車間距離－目標車間距離) 評価結果

表 3-11 が示すように、目標車間距離に対して実車間距離の最大値 1.21m が発生したが、全体としては $0.3 \pm 0.4\text{m}$ 以内で制御が行われていることが分かる。

また、図 3-52 は目標車間距離に対する差分が大きい事例である。

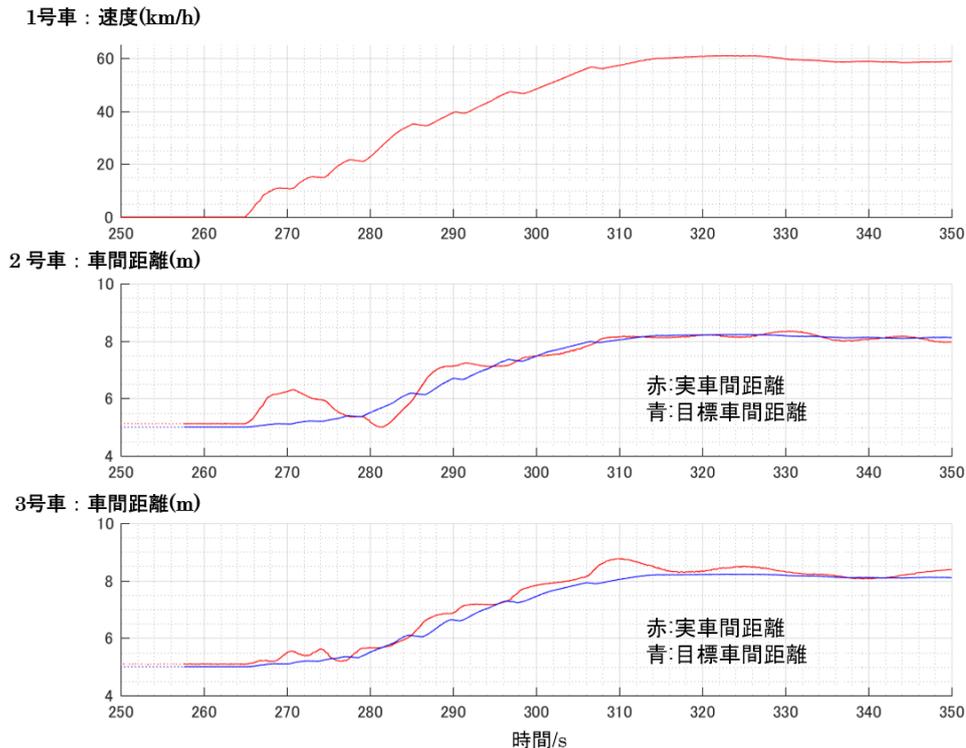


図 3-52 車間距離制御のデータ事例

(3)まとめ

「電子牽引による後続車無人隊列走行システム」の技術要件に適合した 20 年型車 B 編成車両は、新東名高速道路の後続車無人隊列走行実験に向け、安定的に車間距離とトラッキングを制御することが確認できた。

また、車間距離制御に関して、技術要件で示されている車間距離 10m 以下を維持することは勿論、安定して 9m 以下で制御可能なことが分かった。トラッキング制御に関しては、前方車両に対して、横方向の偏差は全体として 0.1m 程度で収まることを確認できた。

これらの結果に基づき、20 年型車 B 編成車両は新東名高速道路で安定的に走行することが可能と判定した。

3.1.8.3. 電子牽引による後続車無人隊列走行の安全性評価

(1)実験概要

電子牽引による後続車無人隊列走行において、冗長系システムの系故障による切替時の安定性を評価するために、表 3-12 の通り ECU、アクチュエータ、センサを故障させることによる縮退運転・MRM の意地悪実験を実施し、意図通り動作できることを確認した。

また、システム判断による縮退運転・MRM 以外の評価実験としては、牽引車から図 3-53 で示す自動運転スイッチ、或いは被牽引車から図 3-54 で示す助手席 MRM スwitchを押下し、MRM を発動させて停車する実験を実施した。MRM スwitchは、MRM 発動が必要な状況でもシステム判断で発動しない場合において、牽引車

のドライバ或いは被牽引車の保安要員が、目視に加えて電子ミラーやHMIなどにより判断し、必要に応じて、MRM発動スイッチを押下し後続2、3号車を自動で減速し、停止させる機能を持つ。なお牽引車の自動運転スイッチは、MRM発動機能以外に、アクチュエータの自動制御をON・OFFにする機能も持っている。

また、MRMが発動した場合の操舵制御による車線逸脱防止の実験も行い、牽引車が車線変更中に被牽引車がMRM発動しても車線逸脱しないことを確認した。

No	試験項目		機器の異常・故障判断	期待結果	
	大項目	小項目		縮退運転・路肩停止	MRM
1	制御ECU	・ Main ECU故障 ・ Sub ECU故障	ロックステップ(2重化MPU)	1系故障：路肩停止	2系故障
2	ブレーキ	・ ブレーキ#1故障 ・ ブレーキ#2故障	制御ECUによる監視	1系故障：路肩停止	2系故障
3	通信	・ 760故障 ・ 光故障 ・ LTE故障	遅延時間	1系故障：縮退運転 2系故障：路肩停止	3系故障
4	横方向制御 (センサ系：位置推定)	・ LiDAR#1故障 ・ LiDAR#2故障 ・ ステレオカメラ故障	・ ハード故障 ・ データ長期未受信 ・ 値異常 ・ 検知ロスト	1系故障：縮退運転 2系故障：路肩停止	3系故障
5	縦方向制御 (センサ系：車間距離)	・ LiDAR#1故障 ・ LiDAR#2故障 ・ ステレオカメラ故障 ・ ミリ波故障	・ 多数決	2系故障：路肩停止	3系故障
6	手動でMRM発動	・ 牽引車から手動でMRM発動 ・ 被牽引車から手動でMRM発動	・ MRM SW押下を検知	-	SW押下で即発動

表 3-12 後続車無人運転実験項目表



図 3-53 牽引車自動運転スイッチ



図 3-54 被牽引車助手席 MRM スイッチ

(2) 実験性能

通常運転時、隊列走行の HMI は図 3-55 となっている。系故障による縮退運転や MRM 時、図 3-56 と図 3-57 のように縮退運転・MRM になる要因（車両、センサなど）は色と文字表示で HMI に表示する。

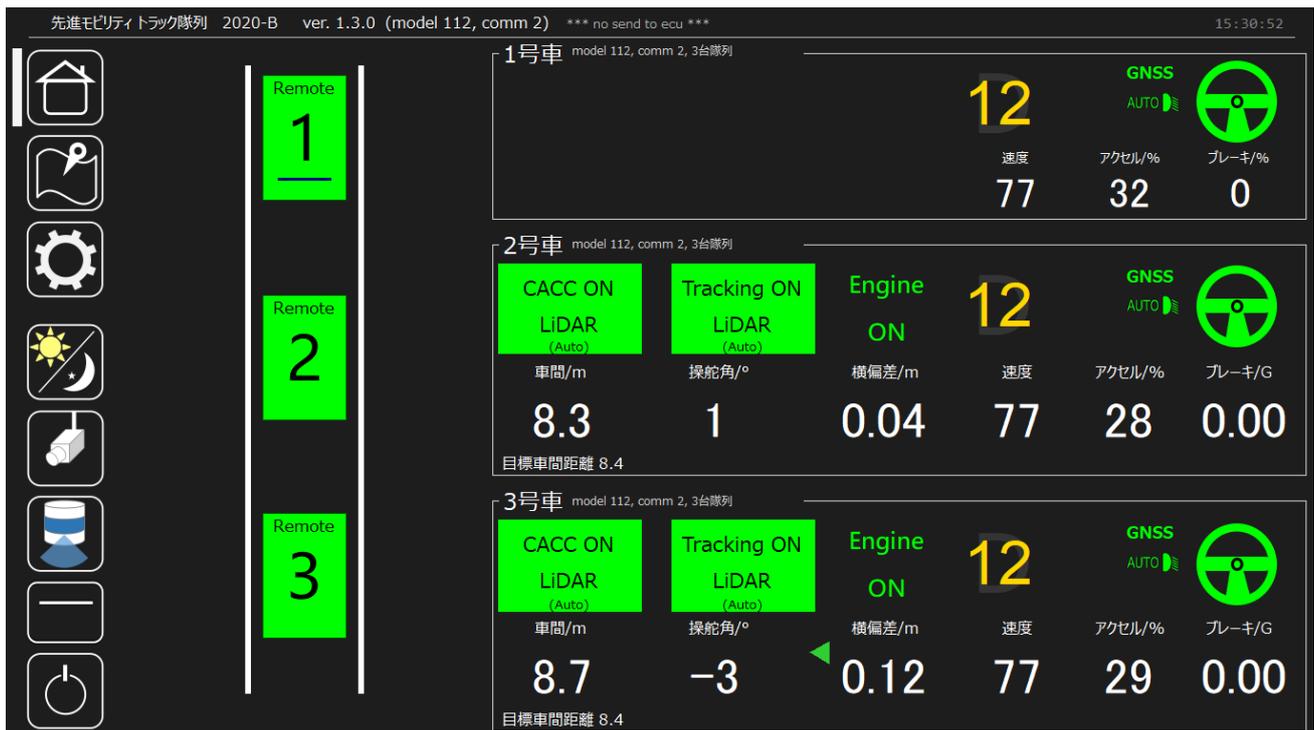


図 3-55 通常走行中の HMI



図 3-56 縮退運転時の HMI



図 3-57 MRM 時の HMI

また、以下に系故障による縮退運転・MRMの実験事例データを示す。

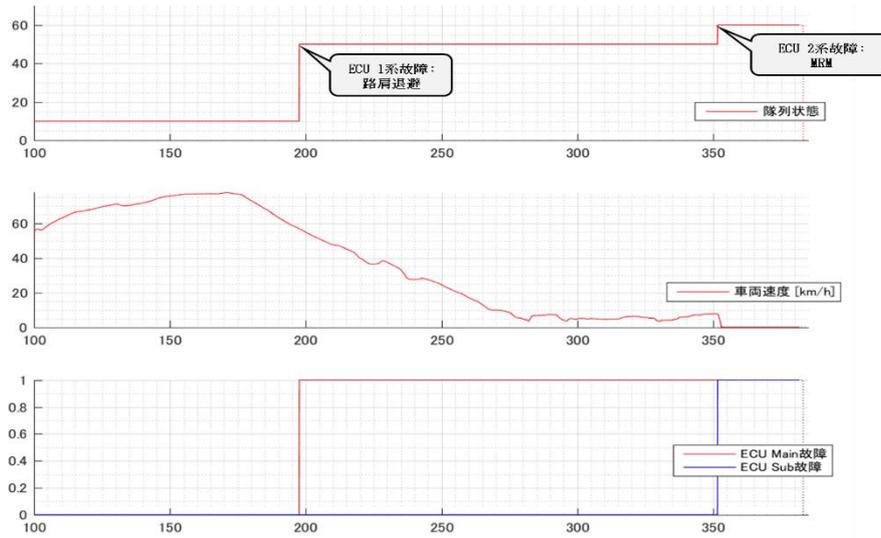


図 3-58 ECU 故障実験サンプルデータ

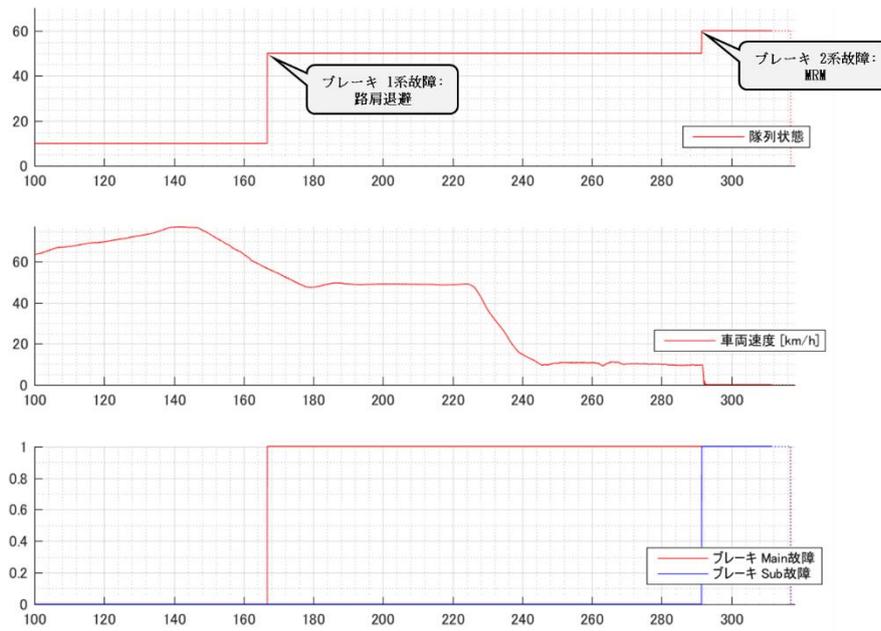


図 3-59 ブレーキ故障実験サンプルデータ

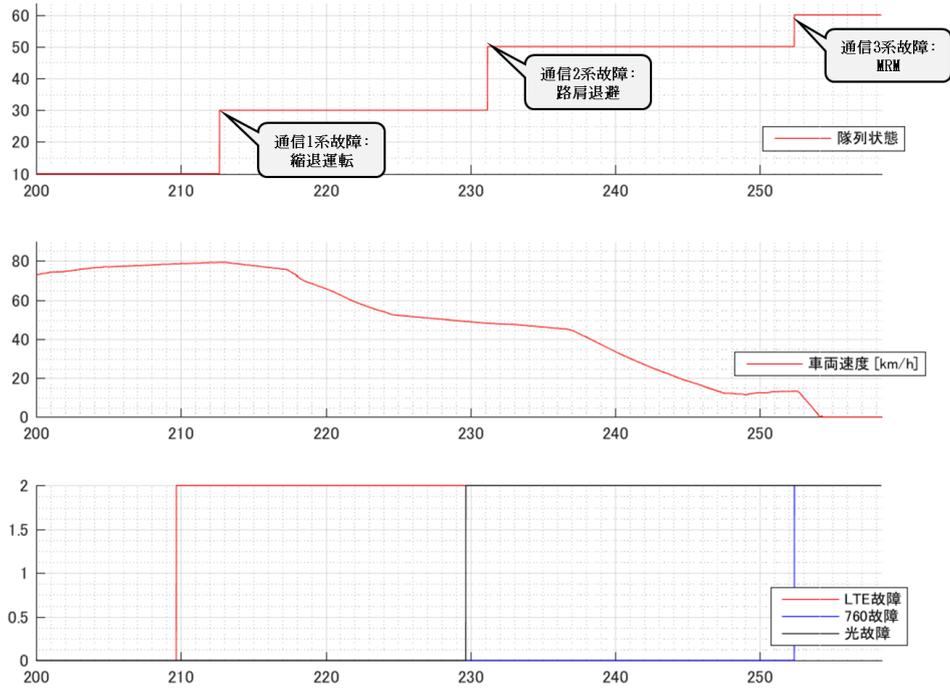


図 3-60 通信故障サンプルデータ

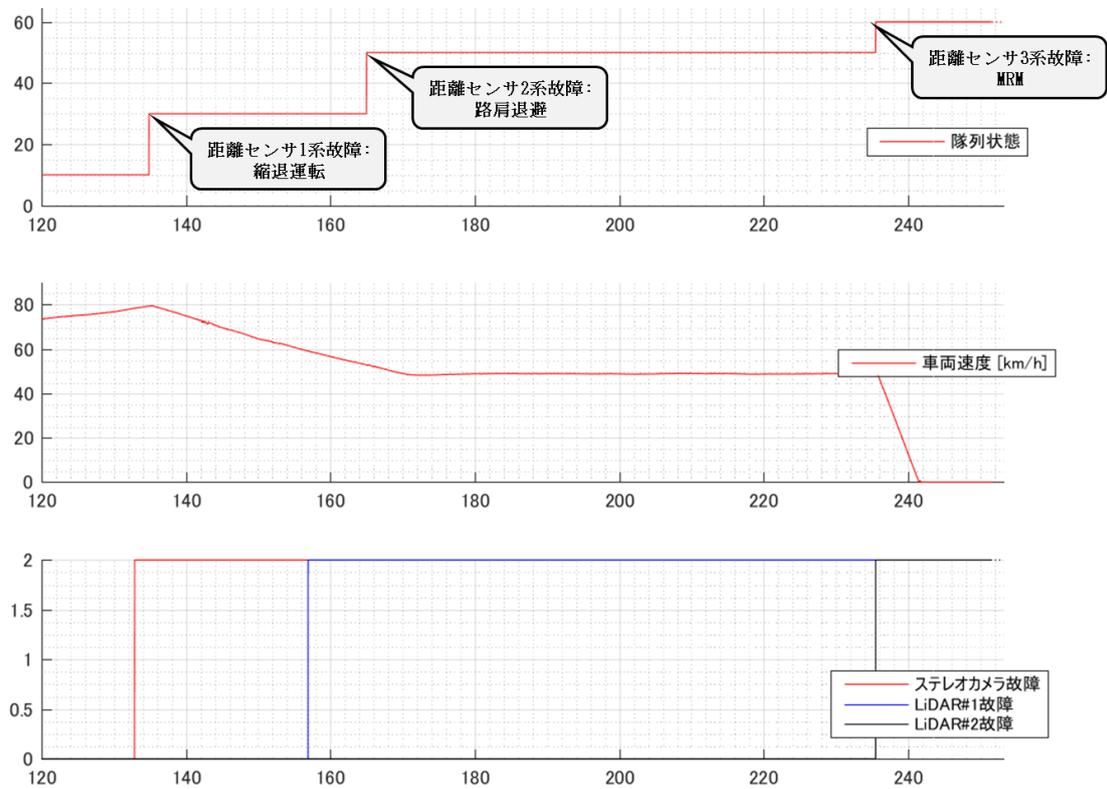


図 3-61 距離センサ故障サンプルデータ

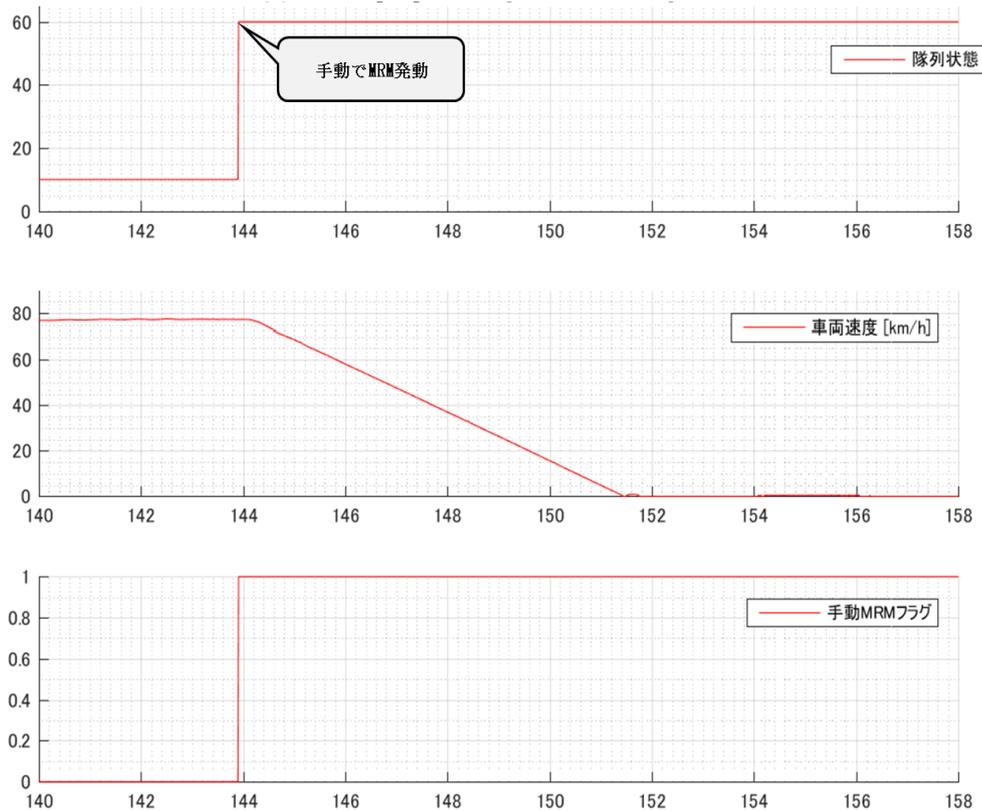


図 3-62 助手席 MRM SW サンプルデータ

(3)まとめ

「電子牽引による後続車無人隊列走行システム」の技術要件に適合した 20 年型 B 編成を使い、「ECU、ブレーキ、通信、距離センサ」系故障時の安全性検証実験を実施した。

80km/h 走行中に機器軽故障が発生して安全に縮退運転に遷移し、更なる重大故障が発生して MRM モードに遷移し、安全に停止することを確認できた。また、軽故障から正常に戻り、縮退運転から通常隊列走行に復帰できることを確認できた。そして、不測の事態が発生した場合の対応を行うため、牽引車のドライバ或いは被牽引車の助手席に乗車する保安要員から、緊急時に作動させる MRM スイッチを手動で押下し、車線逸脱なしで安全に停車することも確認できた。

前項にてテストコースで車間距離が 10m 以下とトラッキング制御横偏差が 0.10m 以下に収まることと、本項での系故障時安全に停車することを確認できたことにより、新東名で後続車無人隊列走行公道実証実験が可能と判断した。

3.1.8.4. 電子牽引による後続車無人隊列走行デモ

20 年型 B 編成を用いて、新東名での電子牽引隊列走行実験を開始するにあたっての車両準備状況の確認を行うため、2020 年 11 月 13 日に関係省庁（警察庁、国土交通省自動車局、同道路局、経産省）の方々に来て頂き、産総研つくば北サイトのテストコースで、技術説明を行った後、新東名と同じ速度（80km/h）での後続車無人走行（運転席・助手席とも無人）の並走バスからの視察、中低速（40km/h）

での後続車無人走行（運転席無人）での助手席体験試乗を行った。

(1)実施方法

日時：2020年11月13日 13:30～16:20

実施場所：国立研究開発法人産業技術総合研究所 つくば北サイト 周回路（3.2km）

目的：

後続車無人システムによるトラックの隊列走行のテストコースにおける公道実証を模擬した走行を視察参加者にご確認頂くと同時に、今後のトラックの隊列走行実証事業への理解を賜る。

使用車両：電子牽引技術要件適合車（20年型B編成）3台

概要：

- ・電子牽引後続車無人隊列走行システム技術説明及び質疑応答
- ・電子牽引後続車無人隊列走行システム車両模擬走行
 - ① 高速走行隊列トラックと伴走による視察（周回路）
 - ② 低速走行隊列トラック試乗、伴走による視察（旋回路から周回路）

(2)模擬走行内容

① 高速走行隊列トラックと伴走による視察（周回路）

図 3-63 で示すように、周回路で隊列形成後 80km/h まで加速、定常走行、3 台同時制動で減速、停止、隊列解除する。

先頭車：マニュアル運転
 後続車：完全無人
 車速：直線 80km/h、バンク 60km/h
 車間距離：9m（設定値）
 走行車線：実験車は第 1 車線、伴走バスは第 3 車線

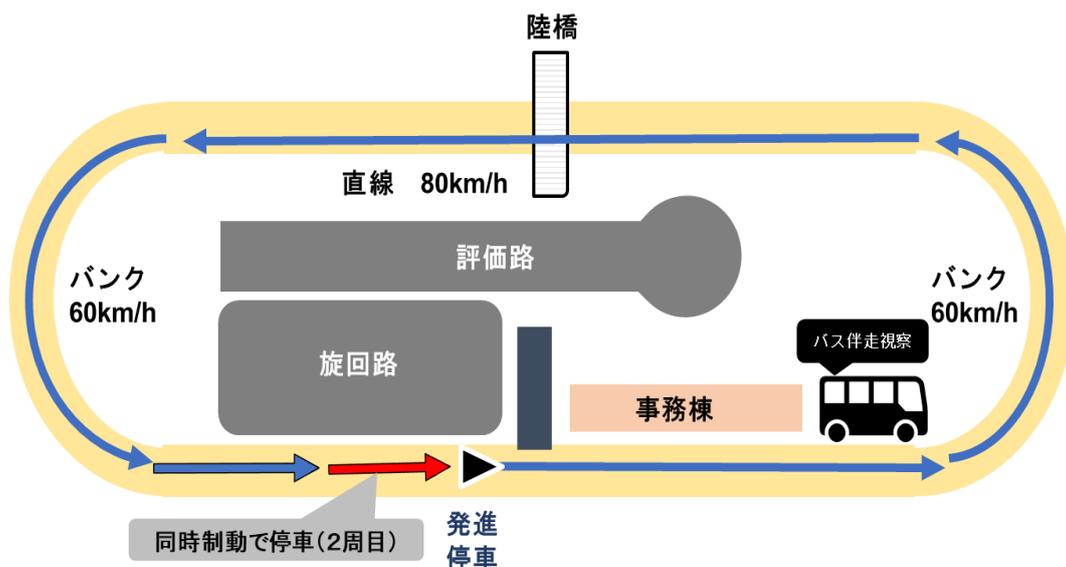


図 3-63 80km/h 走行(伴走バスから視察：全員)

② 低速走行隊列トラック試乗、伴走による視察（旋回路から周回路）

図 3-64 で示すように、旋回路から周回路へ合流模擬走行（運転席無人/隊列形成状態で 0-40km/h 加速後、そのまま本線模擬走行（40km/h 定常走行）、減速、停止する。

先頭車 : マニュアル運転
 後続車 : 運転席無人/助手席試乗
 車速 : 0~40km/h
 車間距離 : 5~7m（設定値）
 走行車線 : 実験車は第 1 車線、伴走バスは第 3 車線

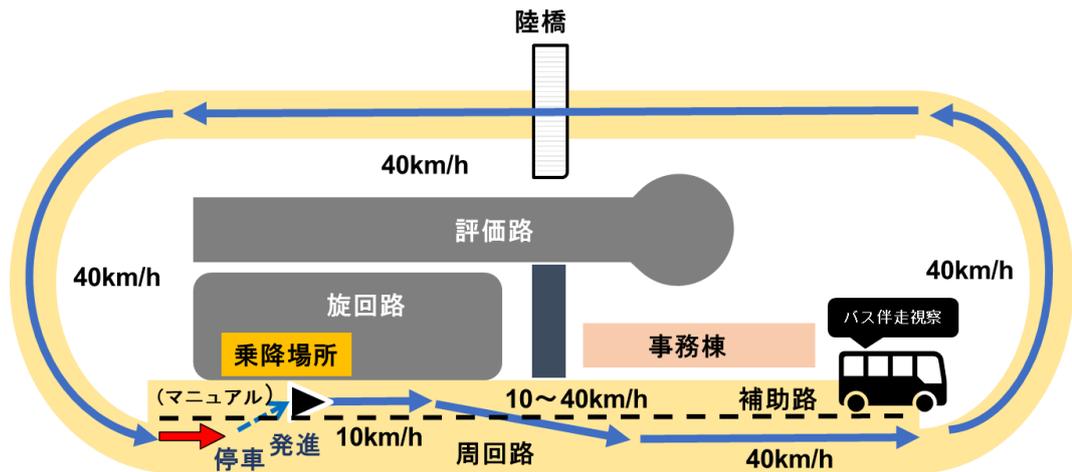


図 3-64 40km/h 走行（後続車 2 台に試乗：2 名/1 周）

(3) 結果

表 3-13 に示すタイムスケジュールの計画通り、本線 80km/h 模擬走行と SA 発進～ランプ～本線合流～本線走行～停車 40km/h 模擬走行の後続車無人隊列走行を無事成功させることができた。

時刻	所要時間(分)	イベント
13:30	15	デモ開始の挨拶
13:45	30	技術説明、質疑応答
14:15	5	休憩
14:20	15	80kmh高速走行デモ(2週)
14:35	10	伴走バス降車、低速走行デモ準備
14:45	50	低速走行デモ（乗降含、約10分/回×5回）
15:35	5	休憩、会議室移動
15:40	30	質疑応答、講評
16:10	-	視察会終了

表 3-13 デモタイムスケジュール

3.1.9. ドライビングシミュレータの実施

3.1.9.1. 目的

トラック隊列走行の社会受容性と安全性の向上に向けて、合流部付近での HMI (Human Machine Interface) による情報提示方法を検討するため、ドライビングシミュレータを用いて、周辺の一般ドライバの運転行動評価及び主観評価の確認を行った。

今年度は、以下に示す 2 項目を検討対象とした。

- (1) 隊列トラックの本線合流時における本線側の注意喚起表示と周辺交通量の影響
- (2) 隊列トラックの緊急停止時における表示と周辺交通量の影響

3.1.9.2. 打ち合わせ

東京大学生産研) 須田研究室、日本工営株式会社、豊田通商株式会社の 3 者で打合せを実施し、業務の方向性、実施状況、スケジュール等の確認を行った。

また、検討項目ごとの結果がまとまった段階で、経済産業省自動車課にも報告を行った。

No.	日付	内容	出席者
1	2020年5月20日 (水) 16:00~17:30	本年度ドライビングシミュレータの実施項目の検討	東京大学) 須田先生、郭先生 豊田通商) 錫村様、市川様、神谷様 Pacific Enterprise) 早川様 日本工営) 大皿、加藤
2	2020年6月23日 (火) 10:00~11:00	VMS及びMRMのシミュレーション・シナリオの検討	東京大学) 郭先生、霜野先生 豊田通商) 市川様 日本工営) 大皿、加藤
3	2020年8月27日 (木) 16:30~17:30	VMS及びMRMのシミュレーションの条件設定(車間時間及び速度)の検討	東京大学) 郭先生、霜野先生 豊田通商) 市川様、神谷様 Pacific Enterprise) 早川様 日本工営) 川又、大皿、中村、加藤
4	2020年10月23日 (金) 17:00~18:00	シミュレーションの道路構造等の妥当性についての認識合わせ	東京大学) 郭先生、霜野先生 豊田通商) 錫村様、市川様 日本工営) 川又、大皿、加藤
5	2020年12月9日 (水) 10:30~11:30	VMSの実験結果報告及びMRMの実験条件の確認	経産省) 橋本様、近藤様 東京大学) 須田先生、郭先生、霜野先生 豊田通商) 市川様、錫村様、神谷様 Pacific Enterprise) 早川様 日本工営) 大皿、加藤

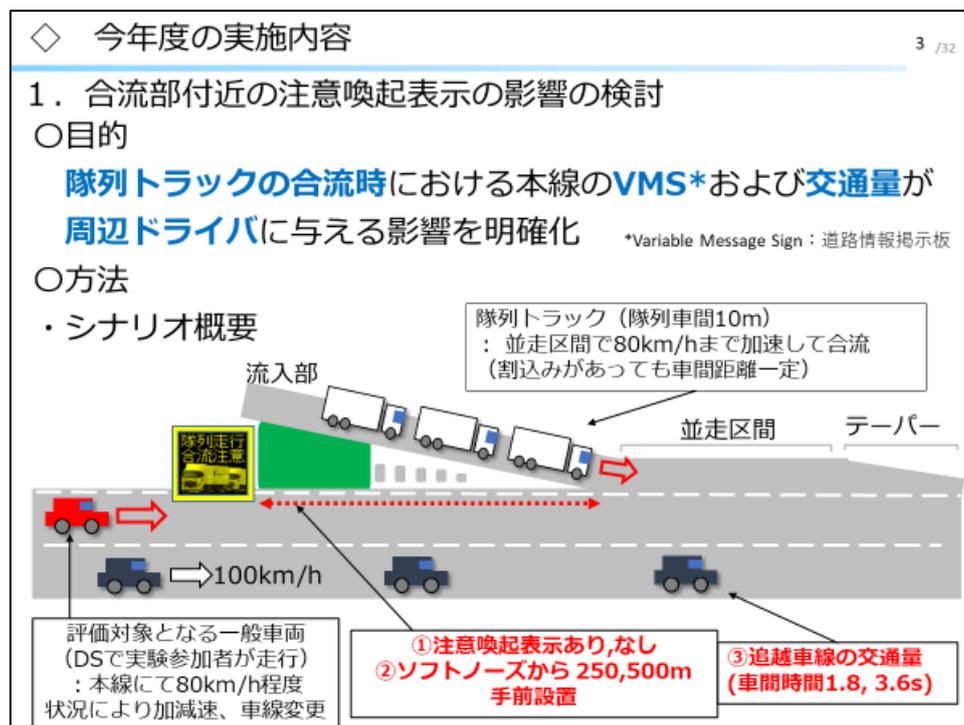
6	2021年2月12日 (金) 17:30~18:30	MRMの実験結果についての認識合わせ	東京大学) 郭先生、霜野先生 豊田通商) 市川様、錫村様、神谷様 日本工営) 大皿、加藤
7	2021年2月17日 (水) 13:00~14:00	VMS/MRMの実験結果報告及び経産省との意見交換	経産省) 橋本様、近藤様 東京大学) 須田先生、郭先生、霜野先生 豊田通商) 市川様、錫村様、神谷様 日本工営) 大皿、加藤

表 3-14 打合せ実施状況一覧

3.1.9.3. ドライビングシミュレータによる検証・評価

東京大学生産研) 須田研究室の実験シナリオ、実験条件及び評価を確認した。とりまとめられた資料は以下のとおりである。

(1) 隊列トラックの本線合流時における本線側の注意喚起表示と周辺交通量の影響



◇ 結果報告

6 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○目的

隊列トラックの合流時における本線のVMS*および
 交通量が周辺ドライバに与える影響を明確化

○方法

・実験条件

①注意喚起表示有無

②VMSの設置位置：ソフトノーズより250m手前、500m手前

③周辺の交通量：追越車線の車間時間 1.8 s、3.6 s (実データ参考)

- 3x2+ダミー走行で8走行/1人

- 道路線形、隊列トラック遭遇タイミング、見通しの悪さなど
 ワーストケースで統制

・評価項目：

- 主観評価：リラックス度、運転しやすさ、安全確認しやすさ、コメント

- 運転行動：速度関連指標、操舵関連指標、車線変更位置、他車との関係



◇ 結果報告

7 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験条件のまとめ

条件番号	隊列トラック	表示有無	表示位置	交通量*
1	w/o	w/o	-	1.8s
2	w/o	w/o	-	3.6s
3	with	w/o	-	1.8s
4	with	w/o	-	3.6s
5	with	with	250m	1.8s
6	with	with	250m	3.6s
7	with	with	500m	1.8s
8	with	with	500m	3.6s

*追越車線の車間時間
 (実験参加者ごとに順番ランダム化)

◇ 結果報告

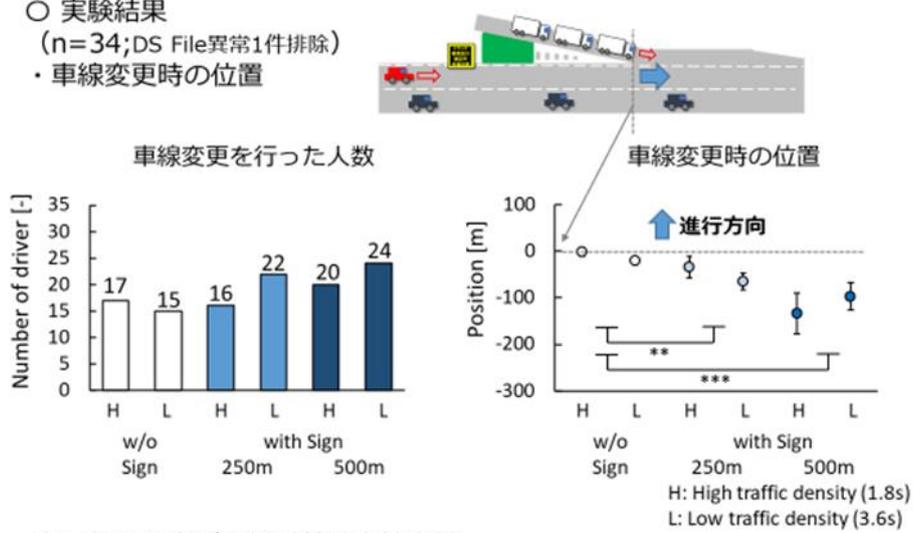
8 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

(n=34; DS File異常1件排除)

・ 車線変更時の位置



- 表示ありの方がより手前で車線変更

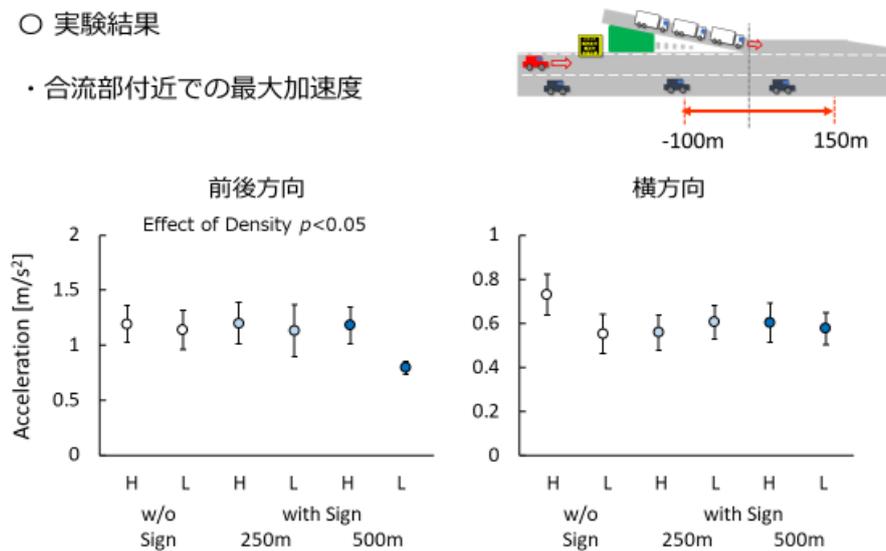
◇ 結果報告

9 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

・ 合流部付近での最大加速度



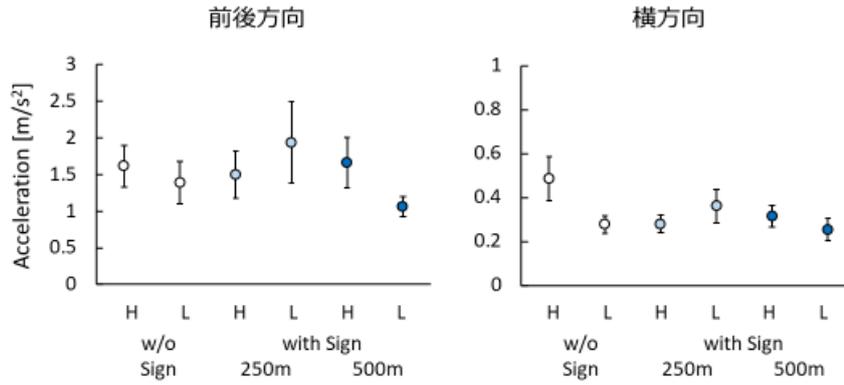
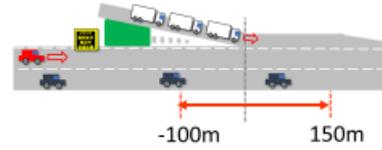
◇ 結果報告

10 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

- ・合流部付近での最大加速度
(減速回避の場合)



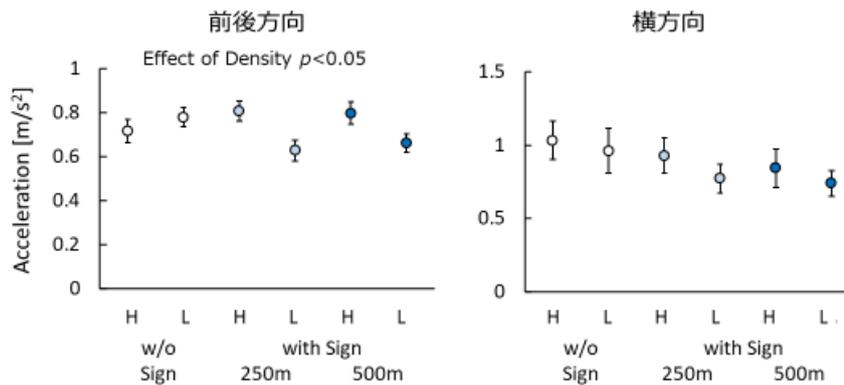
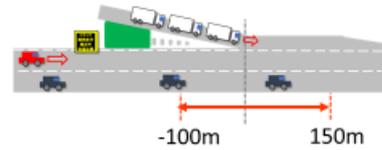
◇ 結果報告

11 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

- ・合流部付近での最大加速度
(車線変更回避の場合)



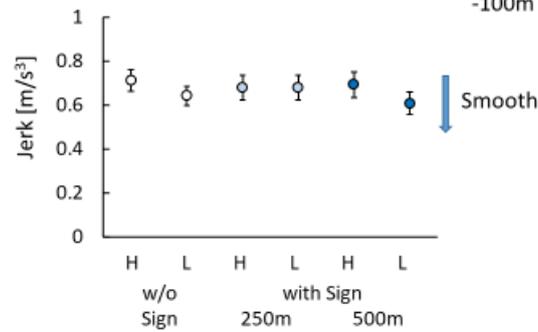
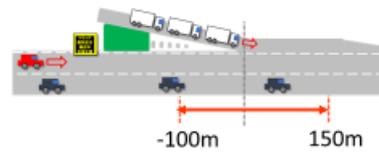
◇ 結果報告

12 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

・合流部付近での合成ジャーク



- 表示あり(500m前設置)、交通量が少ない場合に合流部付近での運転がなめらかな傾向

◇ 結果報告

13 /32

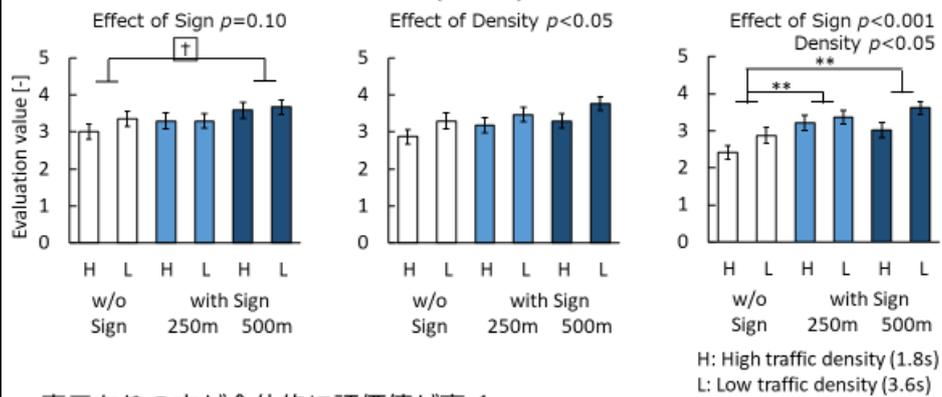
1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

・主観評価

リラックス度

 運転しやすさ
(難易度)

 安全確認しやすさ
(理解度)


- 表示ありの方が全体的に評価値が高く、追越車線の交通量が少ない方が評価値が高い傾向

◇ 結果報告

16 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 実験結果

・ その他コメントなど



- 表示があると注意する。
表示がないと厳しい。 など (sub.A03他多数)
- 表示内容が難しい。(Sub.A20,34)
- 表示1回出るだけじゃ厳しい。複数回出してほしい。(Sub.A32)
- 3台とは思わなかった。3台目気づきにくかった (Sub.A22,27)

→ 注意喚起表示に対するポジティブな意見が多かったが、
表示内容や出し方などについては要検討

◇ 結果報告

17 /32

1. 合流部付近の注意喚起表示の影響の検討

○ 結果のまとめと考察

- 注意喚起表示がなく、追越車線の交通量が多いと、ドライバのリラックス度、難易度、理解度に関する主観評価値が低く、運転パフォーマンスも悪い傾向となる。
- 注意喚起表示の効果として、合流部のより手前で車線変更を行い、合流部付近での運転がなめらかになる。
- 表示の設置位置と交通量の影響によって、注意喚起効果が低減する可能性がある。
- ✓ 合流部の手前で注意喚起表示を出すことにより周辺ドライバの安全性向上につながる可能性がある。
- ✓ 合流部付近では、追越車線での車間距離確保への促しなどの対策が必要である。
- ✓ 表示内容や出し方については今後さらなる検討が必要である。

(2) 隊列トラックの緊急停止時における表示と周辺交通量の影響

◇ 今年度の実施内容 4 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 目的
隊列トラックのMRM*作動および周辺交通量が後続車のドライバに与える影響を明確化

○ 方法
 ・ シナリオ概要

*Minimal Risk Maneuver :
自動運転にて安全に車両を停止させるシステム

隊列トラック
 : 80km/hで本線走行、あるタイミングでMRM作動、3列目トラック減速(0.23G)



評価対象となる一般車両
 (DSで実験参加者が走行)
 : 本線にて80~100km/h
 状況により加減速・車線変更

①リアーLED表示 (あり・なし)

②追越車線の交通量
 (車間時間1.8, 3.6s)

◇ 結果報告 19 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験内容



・ 実験条件
 トラックへの追従運転を指示してから
 MRMイベント発生

①リアーLED表示
 -なし
 -あり
 *表示内容：路上停止するという情報提供



MRM作動時の表示
(点滅)

②周辺の交通量 (追越車線の車両の車間時間)
 -1.8s (100km/h, 50m)
 -3.6s (100km/h, 100m)
 -3列目トラック減速時の加速度は一律統制 (0.23G)
 -MRM作動無しのダミー走行を間に実施
 -教示内容：
 「基本的にトラック追従、必要であれば安全確保のための対応操作」

◇ 結果報告

20 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験内容



・ 実験参加者
20~50歳 16名 (男女各8名)

・ 実験条件

MRM作動	リアーLED	交通量
w/o	w/o	1.8s
w/o	w/o	3.6s
with	w/o	1.8s
with	w/o	3.6s
with	with	1.8s
with	with	3.6s

実験参加者の属性

ID	Gender	Age
b01	f	39
b02	m	22
b03	m	42
b04	m	35
b05	f	26
b06	f	30
b07	f	45
b08	m	48
b09	f	30
b10	m	22
b11	m	44
b12	f	26
b13	f	44
b14	m	30
b15	m	30
b16	f	45

繰り返し実験遂行時の予測による運転行動への影響を抑制するため、ダミー走行を混ぜ、合計8回/1人で実施。

・ 評価項目
: 主観評価, 運転行動

◇ 結果報告

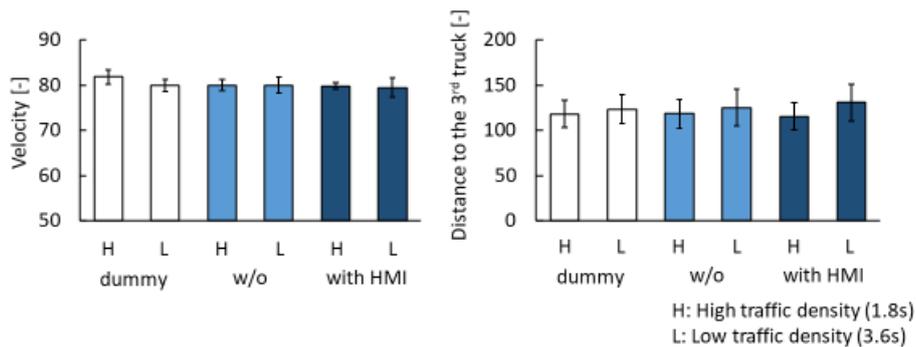
21 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果



・ MRM発動時の速度と車間距離



- MRM作動時の自車速度に条件間の差は見られず、3台目トラックとの車間距離については、追越車線の交通量が密な方が多少近くなる傾向

◇ 結果報告

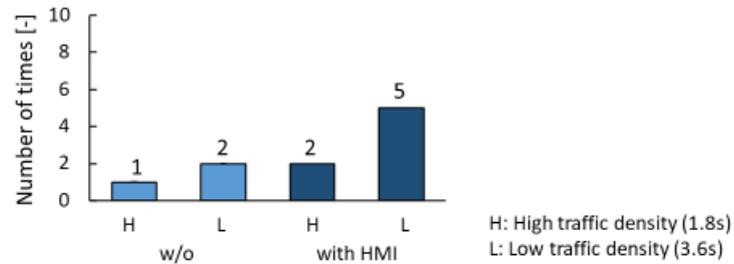
22 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果



・ 追い越し回避件数 (n/16)



- リアLED表示あり、交通量が少ない方が追越回避の回数が多い。

◇ 結果報告

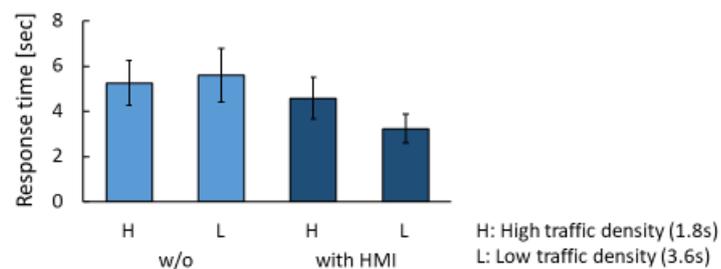
23 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果



・ 反応時間(MRM作動からブレーキ操作までの時間、追越回避は排除)



- リアLED表示ありの方が反応時間が速い傾向。

◇ 結果報告

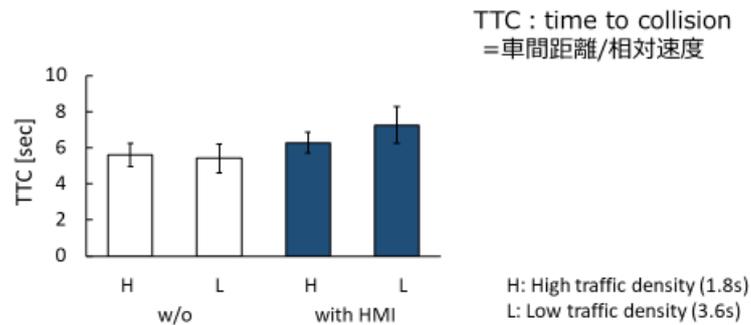
24 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果



- ・ minimum TTC* (追越回避は排除)



- リアLED表示ありの方がminimum TTCが長い傾向.

◇ 結果報告

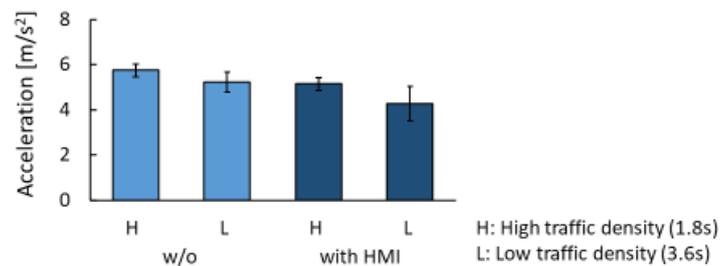
25 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果



- ・ 最大加速度 (追越回避は排除)



- リアLED表示あり、交通量が少ない方が最大加速度が小さい傾向.

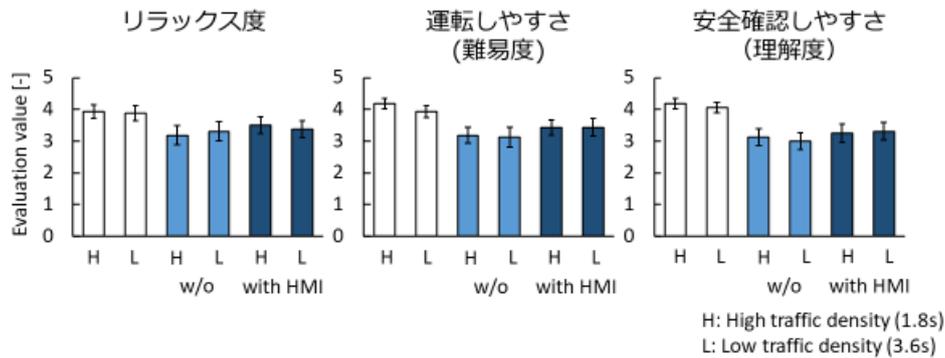
◇ 結果報告

26 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果

・主観評価



- リアLED表示ありの方が全体的に評価値が高い傾向、追越車線の交通量による差はあまり見られない。

◇ 結果報告

27 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 実験結果

・フリーコメント



- 普段トラックの後ろだと相当距離をとる。(Sub.B14,15,16)
- 表示があった方が、より緊急性が伝わる。
ランプだけだと反応が遅れる。(Sub.B03ほか多数)
- 表示内容は近くなってから見えたが、緊急性を感じた。(Sub.B01)
- ランプだけの場合はトラックの挙動が予想できない。(Sub.B10)

◇ 結果報告

28 /32

2. 緊急時の後続車の挙動の検討

○ 結果のまとめと考察



- MRM作動時に、リアLEDに情報表示を行った方が、後続ドライバーの反応時間が短くなり、TTCや最大加速度の評価結果から安全性が向上することが確認でき、ドライバーのリラックス度、難易度、理解度に関する主観評価値も高くなる。

-リアLEDに情報表示の効果として、後続ドライバーがより緊急性を感じることで、トラックが完全に止まることが予想でき、より安全な運転行動を促す。

-遠くでは表示内容が認識できない場合がある。

- ✓ MRM作動時の情報を表示することで、後続ドライバーの安全性向上につながる可能性がある。
- ✓ 表示内容の視認性については今後さらなる検討が必要である。

(3)まとめ

◇ 結果報告 30 /32

3. まとめ

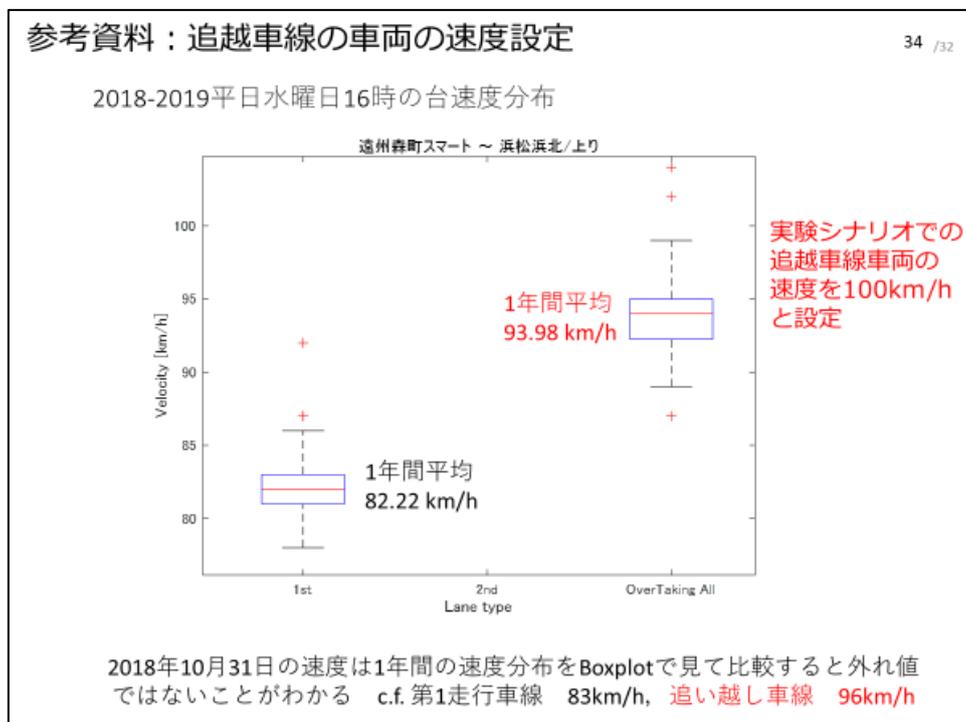
- トラックの隊列走行時における周辺ドライバの安全性・受容性に関し、

- ①合流部付近のVMSと周辺交通量の影響
- ②MRM作動時における情報表示と周辺交通量の影響

についてドライビングシミュレータを用いて検討した結果、以下に示す知見がえられた。

- ✓ 隊列トラックが合流する際に、合流部の手前で注意喚起表示を出すことにより、周辺ドライバの安全性向上につながる可能性がある。
- ✓ 交通量が多い場合には、表示の効果が弱まる可能性があり、追越車線での車間距離確保への促しなどの対策が必要である。
- ✓ MRM作動時に関連情報を表示することにより、後続ドライバの安全性向上につながる可能性がある。
- ✓ VMS, MRM表示の両方とも、表示内容の精査と視認性に関する検討が必要である。

(4)参考資料

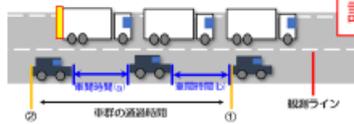


参考資料：車間時間の設定

35 / 32

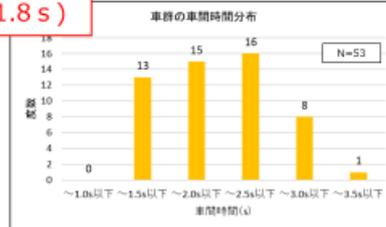
- ピーク時間(16時台)における3台以上の車群の通過時間から車間時間を算定
- 車群の車間時間 = (車群の通過時間 - (車群台数 - 1) × 車両長さの誤差) ÷ (車群台数 - 1)
- 53の車群の車間時間の平均 = $(\sum t_i) / 53 = 1.9s$ (t_i : 各車群の車間時間)

▼車群の車間時間のイメージ



厳しい条件として
設定 (約1.8s)

▼車群の車間時間分布



- 車群台数: 3台
- 車群の通過時間: 観測ラインを①が通過してから②が通過するまでの時間差(目視計測)
- 車両長さの誤差: 車両長さ10m分の走行時間+0.36sと設定
- 車群の車間時間: 車間時間(a)と車間時間(b)の平均

▼53の車群の車間時間

No.	車群の通過時間	車群台数	車間時間	No.	車群の通過時間	車群台数	車間時間
車群1	5s	3台	2.5s	車群19	4s	3台	1.5s
車群2	5s	3台	2.1s	車群20	10s	4台	3.0s
車群3	3s	3台	1.5s	車群21	5s	3台	2.1s
車群4	5s	3台	2.1s	車群22	4s	3台	1.5s
車群5	4s	3台	1.5s	車群23	7s	4台	2.5s
車群6	5s	3台	2.1s	車群24	5s	4台	1.3s
車群7	5s	4台	1.3s	車群25	6s	3台	2.5s
車群8	3s	3台	1.5s	車群26	4s	3台	1.5s
車群9	6s	3台	2.5s	車群27	3s	3台	1.1s
車群10	5s	3台	2.1s	車群28	5s	3台	2.1s
車群11	4s	3台	1.5s	車群29	10s	5台	2.1s
車群12	8s	4台	2.3s	車群30	4s	3台	1.5s
車群13	3s	3台	2.1s	車群31	6s	3台	2.5s
車群14	6s	5台	1.7s	車群32	4s	3台	1.5s
車群15	7s	3台	3.1s	車群33	7s	4台	2.5s
車群16	5s	3台	2.1s	車群34	5s	3台	2.1s
車群17	3s	3台	1.5s	車群35	4s	3台	1.5s
車群18	3s	3台	1.3s	車群36	4s	3台	1.5s
車群合計				車群合計			1.9s

<参考>

■JIS規格D0801「ACC - 性能要求事項及び試験手順」より
6.2.4.追従能力
1.5秒~2.2秒までの範囲内の車間時間を最低限一つ設定で
さなければならぬ。

■「高速道路における適正な車間距離に関する調査研究 高速道路
路調査会 (平成28年度)」より
適さない車間時間
・乗用車2.0~2.5秒
・トラック3.0~3.5秒

3.1.10. 公道実証実験の策定

後続車無人システム実証実験の実施にあたって、実験計画の策定を行った。実験計画書を以下に示す。



1. 実証実験の目的	1
2. 実証実験の内容	3
2.1. スケジュール	3
2.2. 使用する車両	9
2.2.1. 後続車無人システム構成	9
2.2.2. 車両外観	10
2.3. 実施体制	12
2.4. 実験区間および実験期間	13
2.5. 走行方法	13
2.6. 仮設事務所の設置	15
2.7. 転回ルート	16
2.8. 前方確認と後方確認	18
2.9. 走行記録の取得	18
2.10. 走行方法（走行マニュアル）	19
2.10.1. 走行時の基本ルール	19
2.10.2. 通常時走行方法	19
2.10.3. 危険事象等に対する走行方法	21
2.11. SA/PA での隊列形成（駐車場区域の確保）	25
2.11.1. 目的	25
2.11.2. 実施概要	25
2.11.3. 安全対策について	26
2.11.4. 看板のレイアウト	27
2.11.5. 確保区域・周知看板設置位置	28
2.11.6. 隊列形成場所の確保方法	31
2.11.7. 資材の仮置き場について	35
2.12. 合流部等への LED 表示器の設置	36
2.12.1. 設置目的	36
2.12.2. 設置箇所	36
2.12.3. 設置期間	37
2.12.4. 仮設 LED 表示板の概要	38
2.13. 磁気マーカの敷設	40
2.13.1. 目的	40
2.13.2. 磁気マーカについて	40
2.13.3. 磁気マーカ設置場所と設置個数	41
2.13.4. 磁気マーカ設置位置	42
2.13.5. 施工方法	44
2.13.6. 施工日程	45
2.13.7. 磁気マーカの撤去	46
2.13.8. 磁気マーカの保守・点検	47

2.13.9. 施工体制	47
2.13.10. 連絡体制（施工・メンテナンス）	48
2.13.11. 連絡体制（実験中）	49
3. 実証実験の運営・安全管理体制	50
3.1. 統括責任者	50
3.2. 実施責任者	50
3.3. 実験当日のミーティング	50
3.4. 安全に関する基本事項	50
3.5. 連絡先一覧	51
3.6. 事故等の緊急時の対応フロー	52
3.7. 緊急時の現場対応	52
3.8. 事故後の補償交渉	52
3.9. 問合せ対応	52
3.10. 実施判断	53
3.11. 緊急時連絡体制	55
4. 広報	58
4.1. チラシ、ポスター	58
4.1. 横断幕	59
4.1.1. 設置目的	59
4.1.2. 設置期間	59
4.1.3. 実験区間	59
4.1.4. 設置箇所	60
4.1.5. 横断幕レイアウト	61
4.1.6. 設置方法	61
4.1.7. 現地状況	62
4.1.8. 安全対策	64
4.1.9. 連絡体制（横断幕）	65

1. 実証実験の目的

経済産業省及び国土交通省では、「未来投資戦略 2018（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）」に基づき、移動革命の実現にむけた主な取組の一つである高速道路でのトラック 隊列走行について、早ければ 2022 年の商業化に向けて、2020 年度に高速道路（新東名）での後続車無人での隊列走行を実現することを目指している。

これらの実現に向けた各種実験及び調査を行うため、2019 年度に引き続き、後続車無人システムでの実験を実施する。

2020 年度は、2018、2019 年度に実証実験で使用している車両（以下、18 年車）と 2019 年度に開発したバックアップ用実験車両 A（以下、20 年 A 車）及び電子牽引隊列実験車の要件を完全に満たす実験車両 B（以下、20 年 B 車）を用いて、電子牽引隊列実験車のトラックキング制御（±50cm 以下）及び車間距離制御（3m-10m 以下）の長期安定性を評価することを目的として実施する。

信頼性向上と長期データ蓄積を行うとともに、トラック隊列が周辺走行車両の乗員からどのように認識されるか（被視認性、印象等）、トラック隊列が周辺走行車両の挙動（追い越し等）に及ぼす影響等も確認することを目的として実施する。

隊列はトラック 2~3 台で構成



図 1-1 走行概要

表 1-1 2020 年度と 2019 年度との実験内容の相違

	後続車無人システム 実証実験(2018年度)	後続車無人システム 実証実験(2019年度)	後続車無人システム 実証実験(2020年度)
日時	2019年 1/22 ~ 2/26 9:00~16:00	2019年 6/25 ~ 2020年 2/28 日中及び夜間(実験後半)	2020年 6/10 ~2021年 2/26 予定
場所	新東名 浜松SA~遠州森町PA (15km)	新東名 浜松いなさIC~長泉沼津IC (140km)	新東名 浜松いなさIC~長泉沼津IC (140km)
道路	本線、SA/PA (本線、SA/PAで隊列形成解除)	本線、SA/PA (本線、SA/PAで隊列形成解除)	本線、SA/PA (本線、SA/PAで隊列形成解除)
検証 内容	○先行車トラッキング検証 (ハンドル自動) ○短車間CACC検証 (車間時間0.5秒) ※70km/hで10m。Hinoのみで実施。 ○各種制御項目の信頼性	○先行車トラッキング検証 (ハンドル自動) ○短車間CACC検証 (車間時間0.4秒)※80km/hで10m ○多様な走行環境(トンネル、夜間、 雨天等)での影響検証	○先行車トラッキング検証 (ハンドル自動) ○短車間CACC検証 (車間時間0.4秒)※80km/hで10m ○長期安定性の評価 ※20年車は15km区間の反復走行

2. 実証実験の内容

2.1. スケジュール

【年間の実証スケジュール】

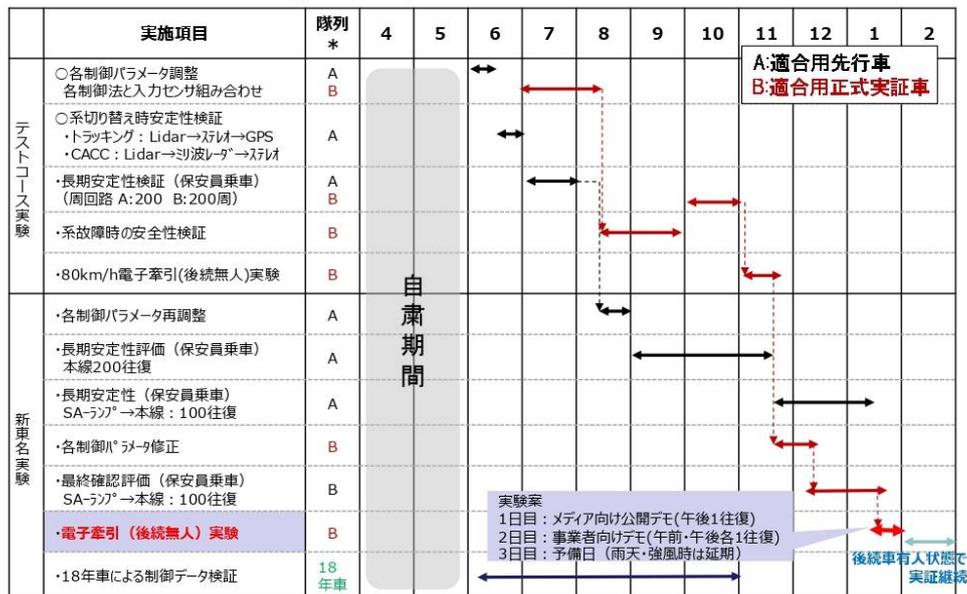
表 2-1 後続車無人システム 2020 年度実施計画工程表



- ・実験車両の仕様：20年車は後続車完全無人仕様（リモートスタート可）
- ・実験内容
 - 1) 6月～10月：18年車－浜松いなさJCT・駿河湾沼津SA間で長期間安定性評価を行う(6/10開始)
 - 2) 8月中旬以降：20年車（A編成）－ 遠州森町PA～浜松SA間
 - 3) 11月以降：20年車（B編成）－ 遠州森町PA～浜松SA間（2編成同時走行）

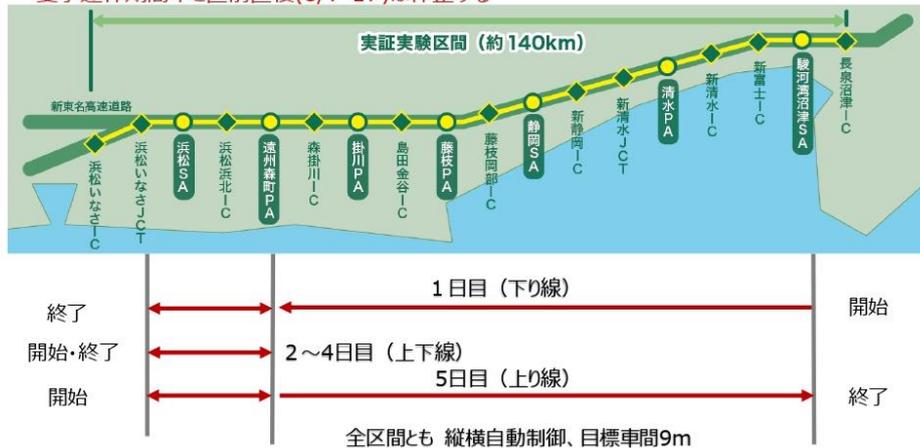
※今後の緊急事態宣言等の解除の影響を受け、随時変更する

表 2-2 電子牽引隊列(後続無人)実験に向けた行程計画 (5/31 宣言解除前提)



○7/20(月)～8/28(金)の走行スケジュール案(18年車)

- ・原則、週5日(平日に限る)
- ・1日目は、駿河湾沼津SA～浜松いなさJCT間(下り線)で、実証実験を行う
- ・2～4日目は、浜松いなさJCT～遠州森町PA間(上下線)で、実証実験を行う
- ・5日目は、浜松いなさJCT～駿河湾沼津SA間(上り線)で、実証実験を行う
- ・走行方法は、全て「縦横自動制御、目標車間9m」で行う
- ・路側LED情報板がない場合は、合流車両がいる場合は、隊列を解除する
- ・夏季連休期間中と直前直後(8/7-17)は休止する



○8/18(火)～2/26(金)の走行スケジュール案(20年A車、20年B車)

- ・原則、週5日(平日に限る)
- ・5日間とも、浜松いなさJCT～遠州森町PA間(上下線)で、実証実験を行う
- ・実験車両は浜松いなさIC駐機場にて保管させていただく
- ・走行方法は、全て「縦横自動制御、目標車間9m」で行う
- ・路側LED情報板がない場合は、合流車両がいる場合は、隊列を解除する
- ・冬季連休期間中と直前直後(12/25-1/5)は休止する



【18年車・6/10（水）～7/17（金）の長区間実証の実施スケジュール】

<浜松区間のみでの実験>

浜松地区 3往復（AM=1.5往復、PM=1.5往復）

08:00	浜松ホテル出発	
09:00	浜松いなさ・駐機場集合※	（朝礼、安全確認、15分）
09:15	浜松いなさ発	（15キロ、15分）
09:30	浜松SA上り着	（休憩・トピック記録、15分）
09:45	浜松SA上り発	（15キロ、15分）
10:00	遠州森町PA上り着	（Uターン、15分）
10:15	遠州森町PA下り着	（休憩・トピック記録、MTG、30分）
10:45	遠州森町PA下り発	（15キロ、15分）
11:00	浜松SA下り着	（15キロ、15分）
11:15	浜松いなさ着・発	（15キロ、15分）
11:30	浜松SA上り着	（休憩・トピック記録、15分）
11:45	浜松SA上り発	（15キロ、15分）
12:00	遠州森町PA上り着	（Uターン、15分）
12:15	遠州森町PA下り着	（休憩・トピック記録、15分）
12:30	昼食休憩	（60分、@遠州森町仮設事務所） （解析時間を取る場合は、午後開始を30分～60分延期）
13:30	出発準備	（昼礼、15分）
13:45	遠州森町PA下り発	（15キロ、15分）
14:00	浜松SA下り着	（15キロ、15分）
14:15	浜松いなさ着・発	（15キロ、15分）
14:30	浜松SA上り着	（休憩・トピック記録、15分）
14:45	浜松SA上り発	（15キロ、15分）
15:00	遠州森町PA上り着	（Uターン、15分）
15:15	遠州森町PA下り着	（休憩・トピック記録、15分）
15:30	遠州森町PA下り発	（15キロ、15分）
15:45	浜松SA下り着	（15キロ、15分）
16:00	浜松いなさ着	（夕礼、データ回収、30分）
16:30	解散	

※

- ・1日目は浜松いなさ駐機場に9:45集合、以降60分順延
- ・6月10日初日のみ、浜松いなさ駐機場に10:30集合
- ・解析作業等により、タイムスケジュールを変更する場合があります

【18年車・7/20（月）～8/28（金）の長区間実証の実施スケジュール】

2018年車・横浜名実証実験タイムスケジュール（7/27～10/30、13W）

<沼津→浜松 下り方向直行実証追加日>
7/27～10/30の毎週1日目（月曜日）

<浜松駅間のみでの実証日>
7/27～10/30の毎週4日目（水曜日）

<浜松→沼津 上り方向直行実証追加日>
7/27～10/30の毎週5日目（金曜日）

浜松地区 21往復（内1往復はスマートIC利用）、静岡・沼津地区 0.5往復	08:00 三島駅出発
09:00 浜野駐機乗降集合（朝礼、安全確認、30分）	
09:30 浜野駐機降下り発（10キロ、15分）	
09:45 駿河湾沼津SA下り着（出発準備、15分）	
10:00 駿河湾沼津SA下り発（60キロ、60分）	
10:50 静岡SA下り着（休憩+トピック記録、15分）	
11:05 静岡SA下り発（40キロ、35分）	
11:40 森前PA下り着（休憩+トピック記録、15分）	
11:55 森前PA下り発（15キロ、15分）	
12:10 浜松SA下り着（トピック記録5分+3キロ、10分） <スマートIC利用>	
12:25 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
12:40 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
12:55 森前PA下り着	
12:55 昼食休憩（60分、森前仮設事務所） （実証時間延長を要する場合は、午後開始20分～40分遅延）	
13:55 森前PA下り発（15キロ、15分）	
14:10 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
14:35 浜松いなさ着・発（15キロ、20分）	
14:55 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
15:10 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
15:25 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
15:40 森前PA下り着（休憩、15分）	
15:55 森前PA下り発（15キロ、15分）	
16:10 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
16:35 浜松いなさ着（夕礼、データ回収、15分）	
16:50 解散	

浜松地区 2往復（AM=15往復、PM=15往復）	08:00 浜松赤木川出発
09:00 浜松いなさ・夜間駐機乗降集合※（朝礼、安全確認、30分）	
09:30 浜松いなさ着（15キロ、20分）	
09:50 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
10:05 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
10:20 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
10:35 森前PA下り着（休憩+トピック記録、15分）	
10:50 森前PA下り発（15キロ、15分）	
11:05 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
11:30 浜松いなさ着・発（15キロ、20分）	
11:50 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
12:05 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
12:20 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
12:35 森前PA下り着	
12:35 昼食休憩（60分、森前仮設事務所） （実証時間延長を要する場合は、午後開始20分～40分遅延）	
13:35 森前PA下り発（15キロ、15分）	
13:50 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
14:15 浜松いなさ着・発（15キロ、20分）	
14:35 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
14:50 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
15:05 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
15:20 森前PA下り着（休憩+トピック記録、15分）	
15:35 森前PA下り発（15キロ、15分）	
15:50 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
16:15 浜松いなさ着（夕礼、データ回収、15分）	
16:30 解散	

浜松地区 21往復（内1往復はスマートIC利用）、静岡・沼津地区 0.5往復	08:00 浜松赤木川出発
09:00 浜松いなさ・夜間駐機乗降集合（朝礼、安全確認、30分）	
09:30 浜松いなさ上り着（15キロ、20分）	
09:50 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
10:05 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
10:20 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
10:35 森前PA下り着（休憩+トピック記録、15分）	
10:50 森前PA下り発（15キロ、15分）	
11:05 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
11:30 浜松いなさ着・発（15キロ、20分）	
11:50 浜松SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
12:05 浜松SA上り発（15キロ、15分）	
12:20 森前PA上り着（トピック記録+ウターン、15分）	
12:35 森前PA下り着	
12:35 昼食休憩（60分、森前仮設事務所） （実証時間延長を要する場合は、午後開始20分～40分遅延）	
13:35 森前PA下り発（15キロ、15分）	
13:50 浜松SA下り着（トピック記録5分+15キロ、20分）	
14:05 浜松SA上り着（15キロ、15分） <スマートIC利用>	
14:20 森前PA上り着（休憩+トピック記録他、20分）	
14:40 森前PA上り着（40キロ、35分）	
15:15 静岡SA上り着（休憩+トピック記録、15分）	
15:30 静岡SA上り発（60キロ、50分）	
16:20 駿河湾沼津SA上り着（トピック記録、データ回収、20分）	
16:40 解散（トラックは浜野駐機場へ）	

※観測作業等により、タイムスケジュールを変更する場合があります



【20年A車、20年B車・8/18（火）～2/26（金）の浜松区間実証の実施スケジュール】

浜松地区 3往復（AM=1.5往復、PM=1.5往復）

タイムスケジュール	発着時	SA/PA内	本線流入部	浜北IC合流部
08:00 浜松ホテル出発				
09:00 浜松いなさ・駐機場集合※ (朝礼、安全確認、30分)				
09:30 浜松いなさ発 (15キロ、20分)	手動			
09:50 浜松SA上り着 (休憩・出発準備、15分)	自動	自動		
10:05 浜松SA上り発 (15キロ、15分)	自動	自動	自動	自動 ※2
10:20 森町PA上り着 (トピック記録5分、Uターン、10分)	自動	自動	手動 (Uターン区間)	
10:35 森町PA下り着 (休憩、15分)	手動	手動		
10:50 森町PA下り発 (15キロ、15分)	手動 ※1	手動 ※1	手動 ※1	自動 ※2
11:05 浜松SA下り着 (15キロ、20分)	自動	自動		
11:25 浜松いなさ着・発 (トピック記録5分、15キロ、20分)	手動			
11:50 浜松SA上り着 (休憩・トピック記録、15分)	自動	自動		
12:05 浜松SA上り発 (15キロ、15分)	自動	自動	自動	自動 ※2
12:20 森町PA上り着 (トピック記録5分、Uターン、10分)	自動	自動	手動 (Uターン区間)	
12:35 森町PA下り着	手動	手動		
12:35 昼食休憩 (60分※、@森町仮設事務所)				
13:35 出発準備 (昼礼、10分)				
13:45 森町PA下り発 (15キロ、15分)	手動 ※1	手動 ※1	手動 ※1	自動 ※2
14:00 浜松SA下り着 (15キロ、20分)	自動	自動		
14:20 浜松いなさ着・発 (トピック記録5分、15キロ、20分)	手動			
14:45 浜松SA上り着 (休憩・トピック記録、15分)	自動	自動		
15:00 浜松SA上り発 (15キロ、15分)	自動	自動	自動	自動 ※2
15:15 森町PA上り着 (トピック記録5分、Uターン、10分)	自動	自動	手動 (Uターン区間)	
15:30 森町PA下り着 (休憩、15分)	手動	手動		
15:45 森町PA下り発 (15キロ、15分)	手動 ※1	手動 ※1	手動 ※1	自動 ※2
16:00 浜松SA下り着 (15キロ、20分)	自動	自動		
16:20 浜松いなさ着 (夕礼、データ回収、20分)	手動			
16:40 解散				

※ 1日目(月曜日)は、いなさ駐機場集合が10:00、以降60分順延
森町PA11:50出発の1回目の往復は浜松SAスマートIC利用し、午後出発14時
※ 8月7日～17日と12月25日～1月5日は実験休止

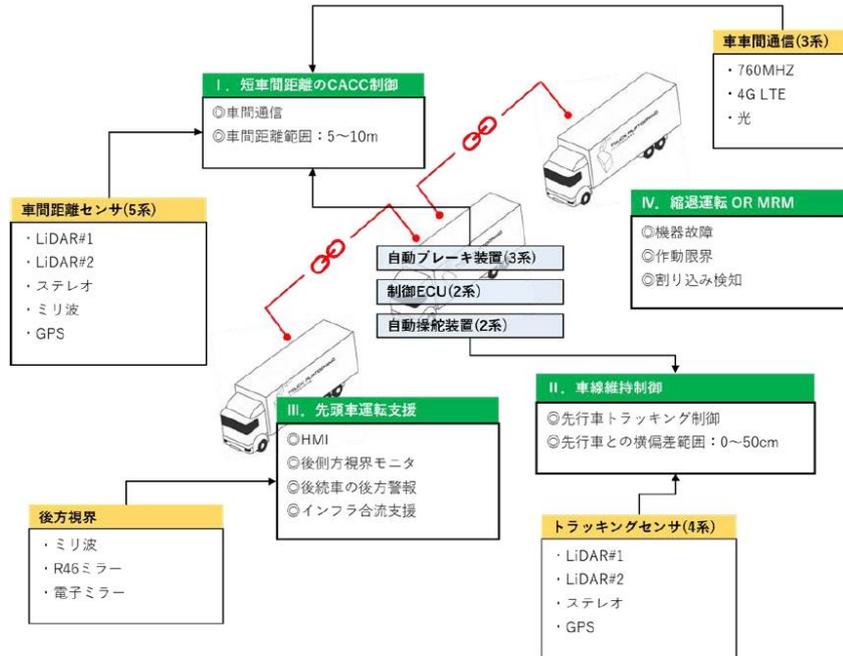
※1 SA/PA駐車規制時(9/7～10/30)は自動
※2 隊列内に割り込む可能性がある流入車がある場合は隊列解除

凡例: 昼休み 浜松SA上り～森町PA上り～森掛川Uターン～森町PA下り
 森町PA下り～浜松SA下り～浜松いなさUターン～浜松SA上り

※20年B車は11月中旬から同じスケジュールで走行。

2.2. 使用する車両

2.2.1. 後続車無人システム構成



2.2.2. 車両外観

18年車両 外観



20年車両 外観



図 2-1 デカール



図 2-2 実験車両外観 (20年車 AB)

2.3. 実施体制

本実験の実施体制は以下の通りである。

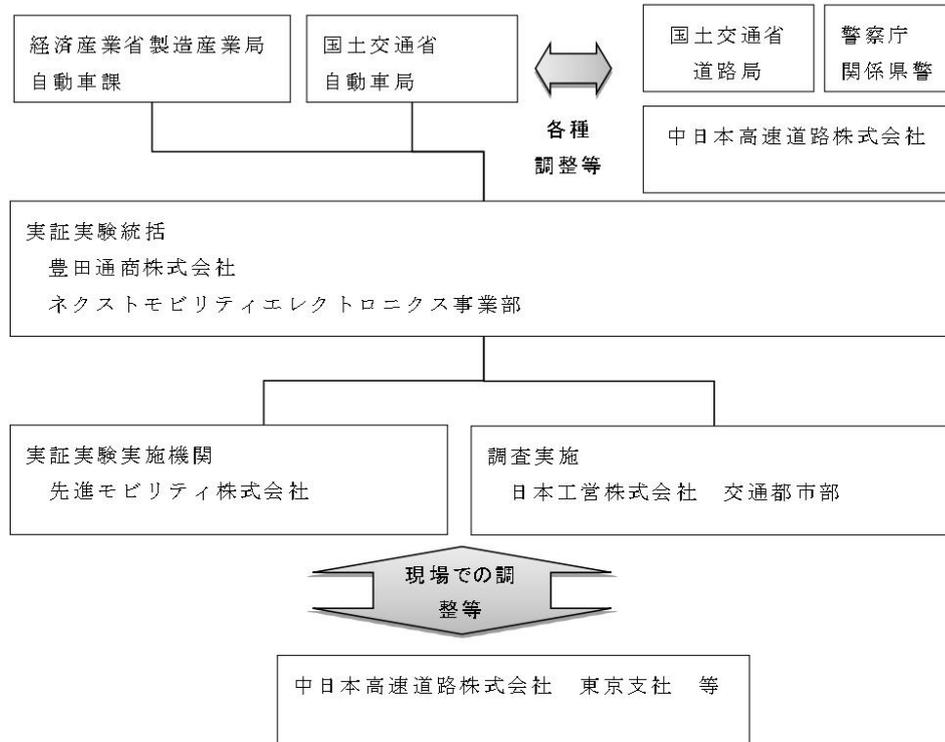


図 2-3 実験の実施体制



2.4. 実験区間および実験期間

【実施期間】

- ・ 2020年6月10日から最大で2020年2月26日まで。
(夏季連休期間、年末年始等の混雑期間は中止)

【実施時間帯】

- ・ 8:00～18:00で実施。
- ・ 6月10日(水)から7月17日(金)までは週3日、7月20日(月)以降は平日週5日実験を行う。
- ・ 週3日実験の場合は、原則、水曜日、木曜日、金曜日で実施。

【実施場所】

- ・ 走行は浜松いなさIC～長泉沼津IC間の新東名全区間。
- ・ 実験は浜松いなさJCT～駿河湾沼津SA間で行う。
(隊列走行区間は新東名6車線化工事に合わせて随時NEXCO中日本殿と協議の上決定)

2.5. 走行方法

【車間距離および走行速度】

- ・ 浜松いなさJCT～駿河湾沼津SA間にて目標車間9m@80km/hで長期走行安定性を検証。
- ・ 浜松いなさJCT～浜松いなさIC、遠州森町PA～森掛川IC間は、Uターンのために隊列解除して走行する。

【隊列形成・解除場所】

- ・ 通常は、本線あるいはランプ部にて形成・解除。(LED表示板が設置されていないため、先導車で合流車両有無を確認し、有の場合は隊列解除、無の場合は隊列継続する運用とする。)
- ・ SA/PAでの隊列形成・解除実験の時期・方法については2.11に記載。



図 2-4 走行区間

2.6. 仮設事務所の設置

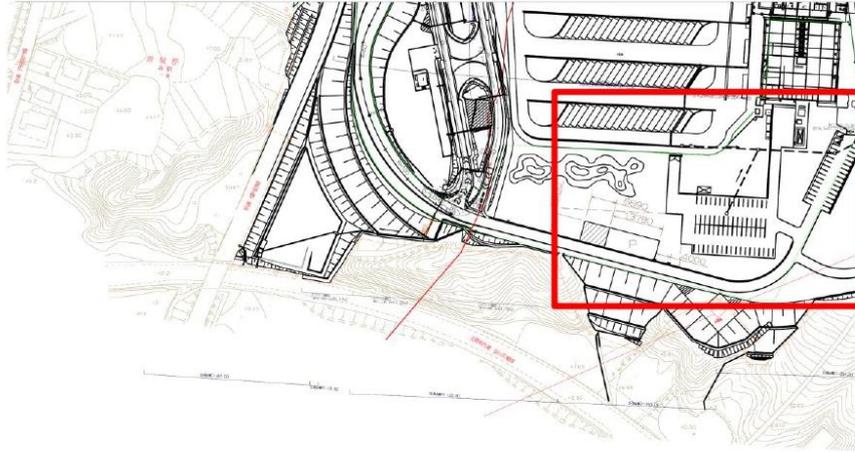


図 2-5 遠州森町 PA 下り

遠州森町PA（中日本様敷地内）に、データ解析作業用の仮設事務所を設置予定
(2019年度と同じエリア、6月中旬～最長2月末)

■ 遠州森町PA（下り）



図 2-6 基地配置図

2.7. 転回ルート



図 2-7 転回ルート 森掛川 IC／浜松いなさ IC

- ・森掛川 IC 転回ルート、浜松いなさ転回ルートの使用に際しては、実証時期に応じて浜松保全・サービスセンターと協議・調整を実施する。

浜松 SA スマート IC 転回ルート



図 2-8 転回ルート 浜松 SA スマート IC 利用

- ・ 20 年 A 車で本線のみ 200 往復時は一日 4 往復する必要があり、スマート IC を利用して転回する。
- ・ 浜松 SA 上り出発 100 往復の際はスマート IC を利用できないため、浜松いなさ IC で転回する。

2.8. 前方確認と後方確認

隊列走行時に、前方の安全確認を行う車両および後方の安全確認を行う車両を配置し、フォーメーションを組むこととする。

先導車：隊列の前方、約 30～50m を走行し、障害物や渋滞、突発の工事規制等の確認を行い、隊列トラックに対して情報提供を行う。

後続車：隊列の後方、約 30～50m を走行し、割込み車両等の状況や車線変更時の挙動等を観察し、緊急時の無線連絡や課題抽出を行う。

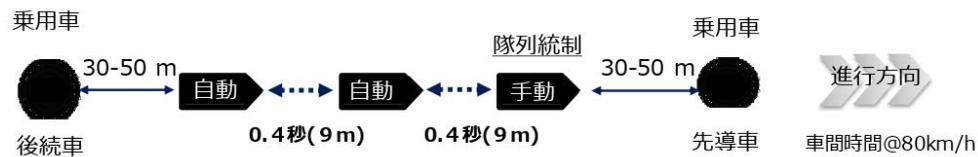


図 2-9 走行フォーメーション

2.9. 走行記録の取得

事故等の発生時の対応や走行状況の記録のために、各隊列トラックの前部にドライブレコーダを設置し、走行時の映像を取得する。



図 2-10 走行記録イメージ



2.10. 走行方法（走行マニュアル）

2.10.1. 走行時の基本ルール

各トラックの基本的な走行ルールは以下の通りとする。

- ・今年度は各車両に乗車するドライバーの判断・責任の下で走行する。
- ・先頭車：原則としてトラックの助手席に隊列統制オペレーターが乗車する。
- ・中間車、後続車：制御方法の評価や調整を行う場合のみ、助手席に制御装置オペレーターが乗車する。
- ・トラック間で無線通信を行い、道路状況、交通状況、隊列システムの状況について情報共有を行う。
- ・通信やセンサー等の異常が発生した場合は、速やかにマニュアル走行に移行する。状況を各車両に報告し、決められた手順で隊列を解除し、マニュアル走行に移行する。
- ・高速道路の本線においては、原則として第一車線を走行する。
- ・走行速度は以下の設定とする。
 - 最高速度：80 km/h
 - 通常走行時の速度：先頭車両80 km/h、後続車両80 km/h
 - 隊列形成中の速度：先頭車両 MAX 80 km/h、後続車両 MAX 80 km/h
- ・トラック以外の前方安全確認車、後方安全確認車に関しては、一般車両の走行を妨げないよう、安全な走行に努めるものとする。
- ・合流部において一般車両が隊列車両（3台）の直前や直後に流入する恐れがある場合、前方安全確認車および後方安全確認車は、状況に応じて安全な車間距離まで広げる。
- ・緊急時を除いて、先頭車の隊列統制オペレーターからの無線連絡への返信は原則として、
中間車⇒ 最後尾車⇒ 後方安全確認車⇒ 前方安全確認車の順番で返信する。

2.10.2. 通常時走行方法

隊列トラックの走行方法については、以下の通りとする。

なお、下記記載の中にある、先頭車・中間車・最後尾車は、1号車・2号車・3号車と同義である。また、後続車両とは、2号車または3号車を指す。
各トラックに乗車するドライバーの判断/責任の下で走行し、次頁に示す条件では隊列解除する。

表 2-3 通常時における走行方法

環境・状況	走行方法
1)本線上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列形成した状態で走行
2)SA/PA内	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列形成・解除エリアもしくは駐車場規制を行う場合のみ隊列形成と解除を実施
3)ランプ部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 周辺の安全が確認できれば、隊列形成及び解除を実施
4)トンネル部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列形成した状態で走行
5)一般車の合分流	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合分流が困難な場合は、隊列解除し、車間距離を広げて合分流を促す ・ 周辺の安全が確認できれば、再度隊列を形成
6)トラック隊列の合分流	<ul style="list-style-type: none"> ・ 合分流が困難な場合は、隊列解除し、手動運転 ・ 周辺の安全が確認できれば、再度隊列を形成
7)本線上での一般車割り込み時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列解除し、手動運転 ・ 割り込み車が離脱したら、再度隊列を形成
8)工事区間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列形成した状態で走行（※横制御精度±40cm以上時は横制御OFF）
9)走行車線上の低速車	<ul style="list-style-type: none"> ・ 60km/h以上時は隊列維持（追い越しは行わない）
10)渋滞時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列解除して、手動運転で走行（50km/h未満の場合）
11)走行車線上の障害物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列解除して、車線変更を行う。第一走行車線に戻ってから隊列再形成
12)車線増加	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列維持しつつ、第一走行車線へ車線変更
13)車線減少(3車線→2車線)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列維持しつつ、第一走行車線へ車線変更
14)車線減少(2車線→1車線)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列解除して、手動運転で車線変更
15)その他情報板からの情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険が予想される情報の場合は隊列解除

2.10.3. 危険事象等に対する走行方法

隊列トラックの走行方法について以下の通りとする。

表 2-4 危険事象における走行方法

交通状況	危険事象	隊列	手順
本線走行中	先頭車前への一般車混入	隊列維持	1) 先頭車が通過して混込みを許容 2) 各車に警報にて連絡 3) 制限速度 (80km/h) 内で混込み車に追従 4) 混込み車前が警戒 5) 周囲の安全確認後、速度復帰する
SA/PA走行中	先頭車前への一般車混入	隊列維持	1) 先頭車が一旦停止して、混込みを許容 2) 各車に警報にて連絡 3) 混込み車が警戒後、各車に警報にて連絡し、再発進 ※発生直後、設置の標識があった場合は、当該車両はすぐにブレーキ・オーバーライド (前線左右側部オフ) により隊列を解除する (仮路、設置の標識、その他と同じ)
本線走行中	先行車後への一般車混入	隊列維持	1) 先頭車 (前方安全確認車) が全車へ、隊列の維持と内容の状況等を警報で連絡 2) 隊列 (隊列工事等) を合わせて各車確認
本線走行中	低速車両 (50~70km/h未満)	隊列維持	1) 先頭車 (前方安全確認車) が全車へ、低速車両の状況等を警報で連絡 2) 低速車両に合わせて各車確認 3) 低速車両が警戒した場合は、追越完了後に隊列を維持する。前方安全確認車から全車に警報で連絡し、当該車両から警報・変更を報告した後に、先頭車は70km/hに復帰する
本線走行中	隊列車両が本線から分岐	隊列維持	1) ランプ50m手前で先頭車が全車へ連絡 2) ランプ手前で減速 3) 隊列を順次分岐する ※ランプでの寄りかきがある場合は、勾配に差しかかる前に減速を完了して、車速およびシフトを変更させる 4) 早めにウィンカーを出し、隊列トラックの動きを周辺車両に周知に伝える
本線走行中	車線増加	隊列維持	1) 増加した車1先行車後に車線変更を行う ※車線変更時は、隊列により状況の共有を行う ※車線変更時は、事前にスプリング・オーバーライドができる位置で停車し、変更した直前で前方車両に追従しているかどうかを注意深く確認する 2) 車線変更を完了した車両は、状況により警戒を行う
本線走行中	車線減少	隊列維持	1) 今年度は、後方安全確認車が、後方から来る一般車両を監視し、車線変更可能なタイミングを全車に警報で知らせる 2) 隊列トラックに先んじて車線変更することにより、安全な車線変更を助ける 3) サブカー (後方安全確認車) が前方の交通状況を監視する 4) 早めにウィンカーを出し、トラックの動きを周辺車両に周知に伝える 5) 先頭車から車線減少の車1先行車後に車線変更を行う ※車線変更時は、事前にスプリング・オーバーライドができる位置で停車し、変更した直前で前方車両に追従しているかどうかを注意深く確認する ※車線変更時は、隊列により状況の共有を行う 6) 車線変更を完了した車両は、状況により警戒を行う 7) 車線減少地点まで相対的な距離がある時点で車線変更した場合は、位置から遠く離れていく一般車両が混入する可能性があるため注意する 8) アップから急減速を命じ、本線合流後隊列を再形成する
本線走行中	本線上での隊列再形成	隊列再形成・本線上	1) 隊列再形成 (混入の補足情報参照) により、中間車・後続車両の隊列を再形成 2) 定められた手順 (混入の補足情報参照) により、先頭車は80km/hに復帰 3) 後続車から、隊列再形成完了を報告した後に、先頭車は80km/hに復帰する
本線走行中	本線上での隊列解除 (全車マニュアル実行)	隊列解除・本線上	1) 先頭車から隊列解除の指示を行う 2) 定められた手順 (混入の補足情報参照、ブレーキ・オーバーライドあるいは前線右側部オフ) にて、後続車、中間車の隊列をマニュアル実行に切替える 3) 後続車から、隊列解除完了を報告した後に、先頭車は80km/hに復帰する
ランプ走行中	一般車両の混入 (本線への投入時)	隊列解除→再形成	1) 隊列解除 (混入の補足情報参照) 2) 隊列解除後、全車に連絡 (警報+HMI) 3) 後続車から全車マニュアル実行に切替 (ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 4) 混込み車前が警戒した後、全車70km/hで実行し、定められた手順 (混入の補足情報参照) により隊列を再形成 ※今年度は、安全確保の観点で、混込み車も混込み車と見なしで警戒に混込みを許容するが、1号車前での (1号車前) に混込み車がある場合は、安全のため先に2号車から隊列解除するようアナウンスする 5) 後続車から、隊列再形成完了を報告した後に、先頭車は80km/hに復帰する
本線走行中	一般車両の混入 (ランプからの合流時)	隊列解除→再形成	1) 隊列解除 (混入の補足情報参照) 2) 隊列解除後、全車に連絡 (警報+HMI) 3) 後続車から全車マニュアル実行に切替 (ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 4) 合流車両が混入した後に、全車70km/hで実行し、定められた手順 (混入の補足情報参照) により隊列を再形成 ※今年度は、安全確保の観点で、混込み車も混込み車と見なしで警戒に混込みを許容するが、2号車前での (1号車前) に混込み車がある場合は、安全のため先に3号車から隊列解除するようアナウンスする 5) 後続車から、隊列再形成完了を報告した後に、先頭車は80km/hに復帰する
本線走行中	隊列内への周辺車両混入	隊列解除→再形成	1) 隊列解除 (混入の補足情報参照) 2) 隊列解除後、全車に連絡 (警報+HMI) 3) 後続車から全車マニュアル実行に切替 (ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 4) 先頭車は混込み車前を警戒させたため70km/hに減速して走行 5) 混込み車前が警戒した後に、全車70km/hで実行し、定められた手順 (混入の補足情報参照) により隊列を再形成 6) 後続車から、隊列再形成完了を報告した後に、先頭車は80km/hに復帰する
本線走行中	渋滞 (の渋滞がある時)	渋滞状況により隊列解除	1) 前方安全確認車からの警報に基づき、隊列を維持したまま減速して走行するが、隊列を解除する先頭車の指示を待つ 2) 渋滞の状況に合わせて各車確認 3) 渋滞の状況が50km/h以上の場合は、減速して走行し、渋滞区間を通過後、60km/h以上に復帰した場合は、先頭車は80km/hまで復帰する ※渋滞の状況が50km/h以下になる恐れがある場合は、混込みの恐れがあると見なし、先頭車の指示により、ブレーキ・オーバーライドにより、3号車から隊列解除 ※なお、隊列内の混込みが混入した場合は、「周辺車両の混入 (隊列内) 止むべき手順」で隊列解除 4) 渋滞区間を通過後、60km/h以上に復帰した場合は、周辺環境が問題ないことを確認し、先頭車の指示により、中間車、後続車の隊列を再形成し、速度は80km/hまで復帰させる

交通状況	想定事象	隊列	手順
SA/PA	SA/PA内での割込み(隊列内)	隊列解除～再形成	本割込み車用施設、割込み車両は、ドライバー判断によりブレーキ・オーバーライド(前線右側オフ)により隊列を解除し、車間距離を確保し、割込みを許容し安全な割込みを促す 1) 割込み車両の確認 2) 割込み車両は、全車に連絡(無線+HM) 3) 後続車から全車マニュアル走行に切替(ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 4) 本線に出る場合は、マニュアル走行にて走行し、ランプあるいは本線の安全な場所まで隊列再形成 5) 本線からSA/PAに戻った場合は、そのままマニュアル走行にて隊列解除地点まで走行
本線走行中 SA/PA	走行車線上の障害物(後続車、落下物)	隊列解除～再形成	1) 前方安全確認車により、事前に隊列車両に障害物の存在を伝える 2) 全車マニュアル走行に切替える(ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 3) 早めに関心を出し、トラックの動きを周辺車両に明確に伝える 4) マニュアル走行にて車線変更して障害物回避を行い、障害物回避後一歩走行車線に戻る 5) 車線変更時は、無線により状況の共有を行う 6) 全車70km/hで走行 7) 定められた手順(従来の補足情報参照)にて、中間車・最後尾車の順番で隊列再形成 8) 後続車から、最終・安定を報告した後に、先頭車が80km/hに復帰する
本線走行中	工事等の車線規制	隊列解除～再形成	1) 前方安全確認車により、事前に隊列車両に車線規制の情報を伝える ※第一車線工事の場合に事前に判明した場合は変更を中止する ※車線規制がなく、路肩が狭くなっているだけの工事区間は、原則隊列維持とし、先頭車の指示があった場合に、隊列解除あるいは隊列解除を行う(路肩が狭い場合、および側道幅が±40m超の場合は隊列解除を解除する) 2) 全車マニュアル走行に切替える(ブレーキ・オーバーライドにより隊列を解除) 3) マニュアル走行にて車線変更 4) 車線変更時は、無線により状況の共有を行う 5) 全車70km/hで走行 6) 定められた手順(従来の補足情報参照)にて、中間車・最後尾車の順番で隊列再形成 7) 後続車から、最終・安定を報告した後に、先頭車が80km/hに復帰する
本線走行中 SA/PA	センサー感度悪化	隊列維持～隊列解除	1) センサー感度悪化確認時は、以下の順番で側センサーを自動的に切替える(GPS=LIDAR=無線) 2) センサーが切替わった当該車両は、各車に無線にて連絡、隊列制御オペレーターの指示を待つ 3) 自線認知になった場合は、隊列制御オペレーターの指示があれば、隊列解除を行う
本線走行中 SA/PA	統制の異常	隊列維持あるいは隊列解除	1) 統制の異常が懸念された車両は、ドライバー判断により、ステアリング・オーバーライド(左右のみ制御オフ)により隊列解除を解除する ※急激な統制や走行等で車線逸脱する危険が想定される場合は、異常発生と判断し、即座にステアリング・オーバーライドにより隊列解除を行う ※ゆっくりとした動きの中で車線逸脱が想定される場合は、当該車がステアリング・オーバーライド(左右のみ制御オフ)により隊列解除を解除し、各車に無線にて連絡を行う(HMIでの表示もあり) 2) 当該車両は、無線にて状況を報告し、隊列解除を復帰できる場合は、その旨申告して先頭車の指示を待つ ※車線逸脱の原因がセンサー切替時での一時ふたつき等、特定の原因と判明している場合は、先頭車の指示により、当該車が隊列制御を復帰することにより、隊列を再形成する 4) 先頭車(隊列制御オペレーター)は、走行位置や交通状況等を念めた状況を確認して、当該車の隊列制御をオンして隊列を再形成するか、全車隊列解除するかを指示する
本線走行中 SA/PA	装置の異常(車車間通信異常)	隊列解除	※隊列内の車車間通信異常を検知して、各車通信異常モードに制御が移行(各車HMI警報、後続車は減速モード) ・HM警報にて、各車が隊列解除 ・車車間通信の異常は、通信故障以外に通信遅れがあり、通信遅れの場合はHM警報が作動しない場合がある ・各車が無線にて隊列解除の状況連絡を行う ・後続車から順番に隊列解除
本線走行中 SA/PA	装置の異常(その他)	隊列解除	1) 前線あるいは左右の側センサー異常、EOL異常、アクチュエーター異常等が懸念される場合は、当該車がブレーキ・オーバーライド(前線左右側オフ)にて隊列を解除 2) 各車に無線にて隊列解除を要請(HMIでの表示もあり) 3) 後続車から順番に隊列解除
本線走行中 SA/PA	その他の異常・体調不良	隊列解除	1) 当該車がブレーキ・オーバーライド(前線左右側オフ)により隊列解除 2) 各車に無線にて隊列解除を要請 3) 後続車から順番に隊列解除
<トンネル> 本線走行中	カメラ系センサーの誤認識(白線カメラ、ステレオカメラ)	統制解除	1) トンネル内走行においては、カメラ系センサーの誤認識発生リスクが高まるため、初めて走行する区間は70km/hで走行する 2) カメラ系センサーの誤認識が発生あるいは発生が懸念される場合は、当該車がステアリング・オーバーライドにて統制解除を解除 3) 各車に無線にて統制解除を連絡し、後続車は全車統制解除する
<夜間走行> 本線走行中	カメラ系センサーの誤認識(白線カメラ、ステレオカメラ)	統制解除	1) 夜間走行においては、カメラ系センサーの誤認識発生リスクが高まるため、初めて走行する区間は70km/hで走行する 2) カメラ系センサーの誤認識が発生あるいは発生が懸念される場合は、当該車がステアリング・オーバーライドにて統制解除を解除 3) 各車に無線にて統制解除を連絡し、後続車は全車統制解除する
<夜間走行> ID-SA/PA合流部	隊列内に割込む可能性のある一般車両を認識(LED設置済の合流部)	隊列解除	・夜間走行においては、IDおよびSA/PA合流部にて、合流する一般車両からの視認性が高くなるため、サブカーあるいは隊列先頭車が隊列内に割込む可能性のある一般車両を認識した場合は、速やかに隊列解除をする旨後続車に連絡する。 1) サブカーあるいは先頭車が割込む可能性のある一般車両の存在と隊列解除を後続車に連絡 2) 後続車は、ブレーキ・オーバーライド(前線左右側オフ)にて隊列を解除
<夜間走行> SA/PA	隊列内に割込む可能性のある歩行者、一般車両	隊列解除	・夜間走行においては、SA/PA内の歩行者や一般車両からの視認性が高くなるため、サブカーあるいは隊列先頭車が隊列内に割込む可能性のある歩行者や一般車両を認識した場合は、速やかに隊列解除をする旨後続車に連絡する。 1) サブカーあるいは先頭車が割込む可能性のある歩行者や一般車両の存在と隊列解除を後続車に連絡 2) 後続車は、ブレーキ・オーバーライド(前線左右側オフ)にて隊列を解除

【補足】（18年車の場合、20年車は細部異なる）

■ 走行中の隊列形成の手順（目標車間＝9mの場合、隊列再形成も同じ）

- ・ 下記の手順を2号車⇒3号車 の順番で実施する
- ・ ステップごとに無線にて各車の進行状況を報告・共有する
- ・ 隊列形成メイン SW（赤キノコ SW＝前後制御 SW）がオフになっていること及び操舵制御 SW（赤ボタン SW）がオフになっていることを確認する
- ・ 隊列形成は、車速を70～75km/hに落とした上で、2号車の前後制御（CACC制御）オン⇒車間距離調整⇒操舵制御オン、続いて3号車の前後制御オン⇒車間距離調整⇒操舵制御オンという順番で実施し、3号車の操舵制御オンで全てが完了した後に車速を80km/hに上げるという手順で実施する。

- ・ まず2号車が1号車の車速に合わせて、マニュアルにて車速を目標車速（70～75km/h）付近に合わせる
- ・ 車間距離を目標車間に合わせる（9m～23m、HMIで確認）
- ・ HMIで前後制御 SW がオン可能状態（CACC制御フラグが青ランプ）になっていることを確認する。
- ・ 隊列形成メイン SW（赤キノコ SW＝前後制御 SW）をオンする（回して引き上げる＝前後制御オン）
- ・ 車間距離が9mになるまで、MAX80km/hの車速で自動制御で接近（現状1秒当たり1m接近）
- ・ 車間距離が目標車間（9m）になったら、HMIで操舵制御 SW がオン可能状態（操舵制御フラグが青ランプ＝ステアリング舵角が適正）になっているか確認する
- ・ 操舵制御 SW（赤ボタン SW）をオンする（前後制御開始時と同様に再度押す）
- ・ HMIで状況を確認する（青ランプ⇒緑ランプ）
- ・ 2号車が隊列形成完了後、その旨を各車に連絡し、3号車が同様の手順で隊列形成を行う
- ・ 全車隊列形成が完了した後、1号車は車速を80km/hに引き上げる

- ・ 隊列を再形成する場合は、隊列形成メイン SW（赤キノコ SW）がオフ状態（押し込んだ状態）であることを確認

■ 走行中の隊列解除の手順（＝マニュアル走行への移行、緊急時を除く）

- ・ 下記の手順を3号車⇒2号車 の順番で実施する（※）
- ・ ステップごとに無線にて各車の進行状況を報告・共有する

- ・ ブレーキ・オーバーライドあるいは隊列形成メイン SW（赤キノコ SW＝前後制御 SW）をオフする（押し込む＝前後左右制御オフ）
- ・ HMIで状況を確認する（緑ランプ⇒赤ランプ）



※各車毎に隊列解除（前後左右制御オフ）した段階では、当該車両以外の隊列は維持（前後左右の制御オン）されているが、隊列解除した車両の車間距離は開いており、目標車間ではなくなっているため、全車隊列解除（前後左右の制御オフ）した後、必要に応じて隊列を再形成する。

■ 走行中の操舵制御オフの手順（＝操舵制御のみオフの場合）

- ・ 操舵制御のみオフしたい車両は、下記を実施する
- ・ ステアリング・オーバーライドにより操舵制御をオフする
- ・ HMI で状況を確認する（緑ランプ⇒赤ランプ）
- ・ この段階では、当該車両の CACC（前後方向の制御）および他の車両との無線通信は継続・維持されている
- ・ 他の車両の制御（前後左右とも）は継続・維持されている

■ 走行中の操舵制御オンの手順（＝CACC がオン、操舵制御がオフの前提）

- ・ 走行中に特定の車両の操舵制御のみオンしたい場合は、下記の手順で実施する
- ・ 操舵制御フラグが青（操舵制御スタンバイ）になっていることを確認
- ・ 前方車両との車間距離が目標車間（9m）になっていることを確認する
- ・ 操舵制御 SW（赤ボタン SW）をオンする（押す）
- ・ HMI で状況を確認する（緑ランプ⇒青ランプ）



2.11. SA/PA での隊列形成（駐車場区域の確保）

2020年9月7日（月）～10月30日（金）の1か月半の間を予定し、浜松 SA（上下）、遠州森町 PA（上下）の4箇所において SA/PA 内で隊列を形成（解除）する。

SA/PA 内で隊列を形成する際に、直線的に車列を形成することが必要なため、各 SA/PA 内の大型車駐車場の一部区域について、一時的に隊列形成場所の確保を実施する。

電子牽引システムの実証実験を想定し、道路管理者（中日本高速道路株式会社）と調整の上、区域を決定する。

2.11.1. 目的

2020年度中に予定している電子牽引本番走行に向けた2020年車での SA/PA 内での走行データの取得のため、昨年度と同様に SA/PA 内を規制した走行実験を行う。

2.11.2. 実施概要

概要・目的	・2020年度中に予定している電子牽引本番走行に向けた2020年車での SA/PA 内での走行データの取得のため、昨年と同様に SA/PA 内を規制した走行実験を行う。
実施内容	・ SA/PA 内の規制 ・ 周知看板の設置 ・ 交通誘導員の配置
場所	浜松 SA(上下)及び遠州森町 PA(上下) の4箇所
規制する期間	9月7日（月）～10月30日（金）の1か月半の間
規制する時間	9：00-17：00(各箇所共通) うち隊列が到着～出発（前後10分程度含む）までの時間にて規制実施
規制により確保するスペース	長さ約70m (トラック長さ12m×3台+車間7m×2+安全マージン10m×2)
看板の設置期間	【実験実施前】 事前予告を目的とし、実験実施以前より設置する。 【実験実施期間中】 実験終了まで設置する。

2.11.3.安全対策について

【事前対策】

- 実験実施以前から駐車場規制の周知する看板を SA/PA の各箇所に設置

【実施中の対策】

- 交通誘導員（有資格者）を各 SA/PA に配置し、隊列トラックの到着、出発時に一般の車両を誘導
- 駐車場規制の周知看板を SA/PA 内の各箇所に設置
- カラーコーンを規制区域に設置
 - ※隊列トラックの到着 10 分前に規制区域にカラーコーンを設置し、隊列トラック出発後にカラーコーンを撤去
- 規制時間は 8：30-17：00(各箇所共通)
- 交通誘導員には無線機を所持させ、交通誘導、カラーコーンの設置撤去を行う。

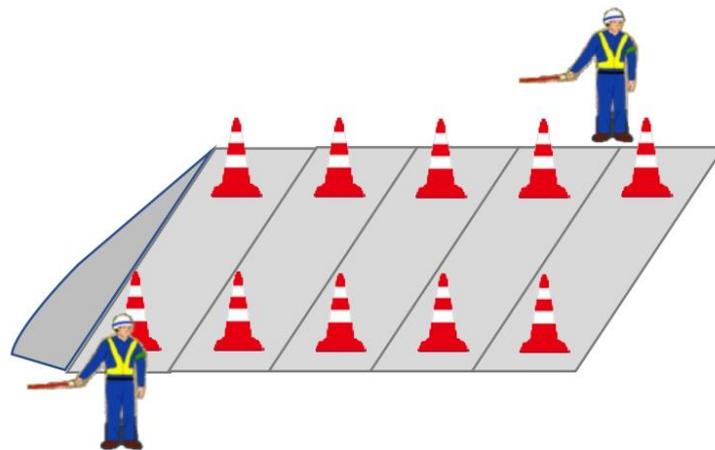


図 2-11 安全確保のイメージ

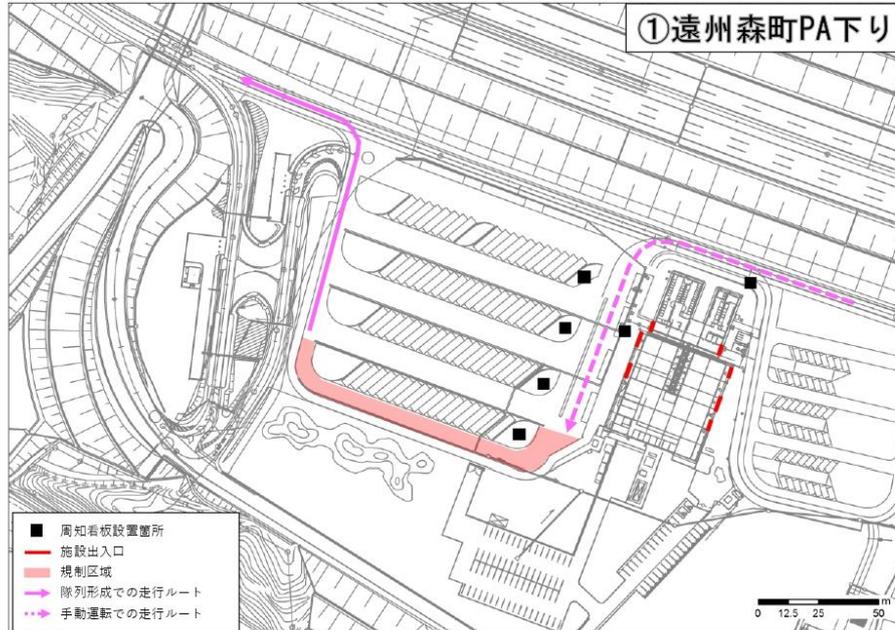
2.11.4. 看板のレイアウト

看板は現在作成中である。昨年度と同様に以下のレイアウトで作成する。

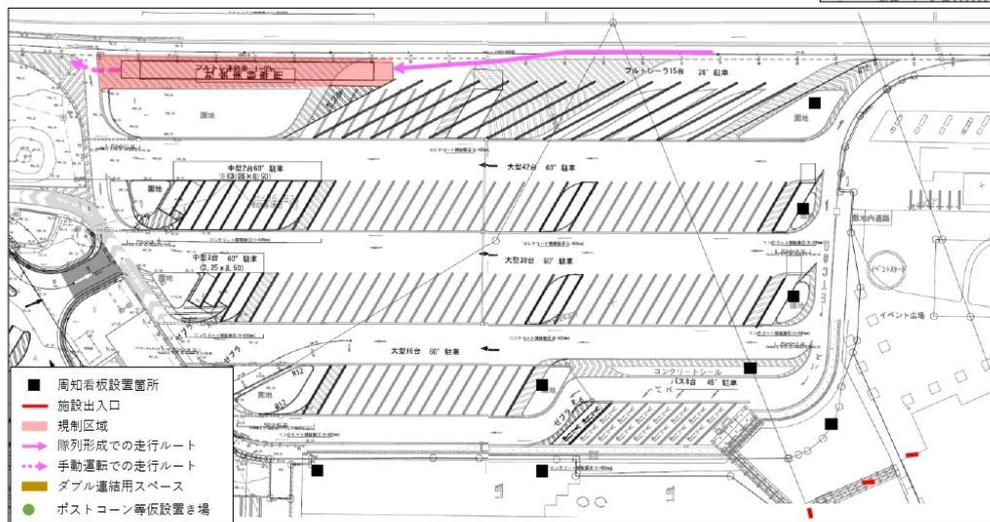
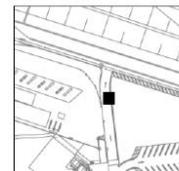
実験 実施前		<p>→ 【マグネット】 予告期間中は貼付けた状態とし、 実験初日に剥がす</p>
実験 実施期間中		<p>→ 【マグネット】 1週間の初日開始時に貼付け、 最終日の終了時に剥がす</p>

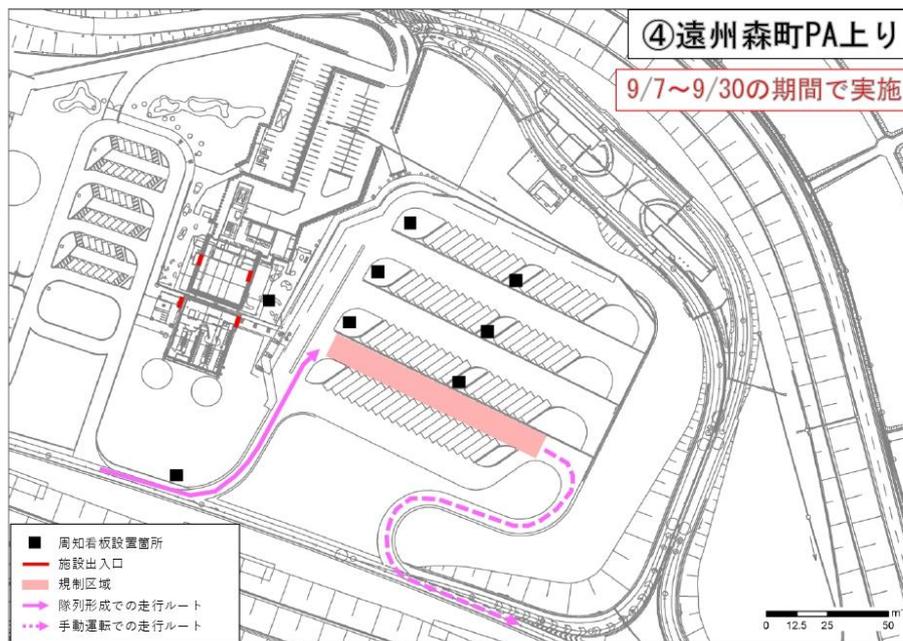
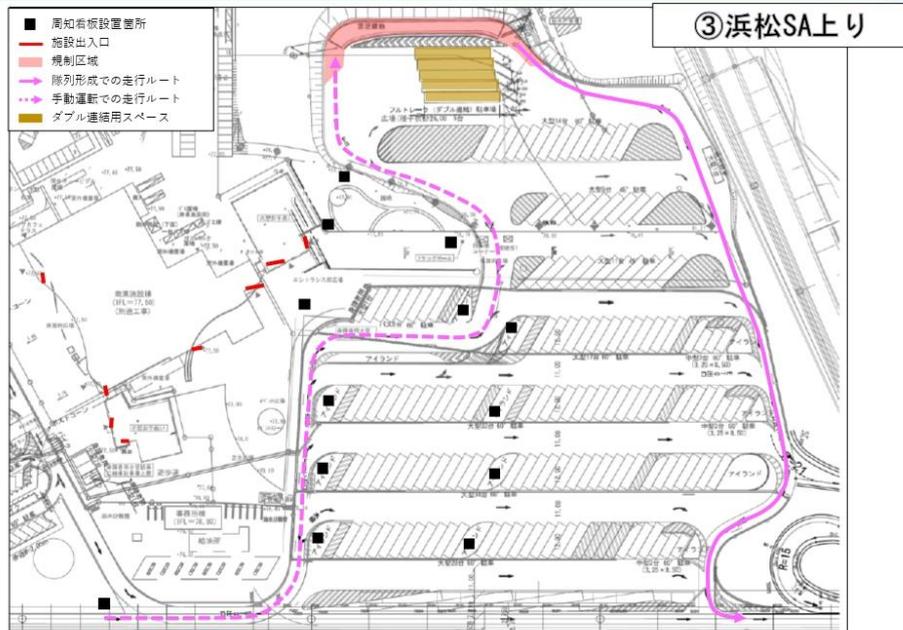
図 2-12 2019 年度の看板レイアウト

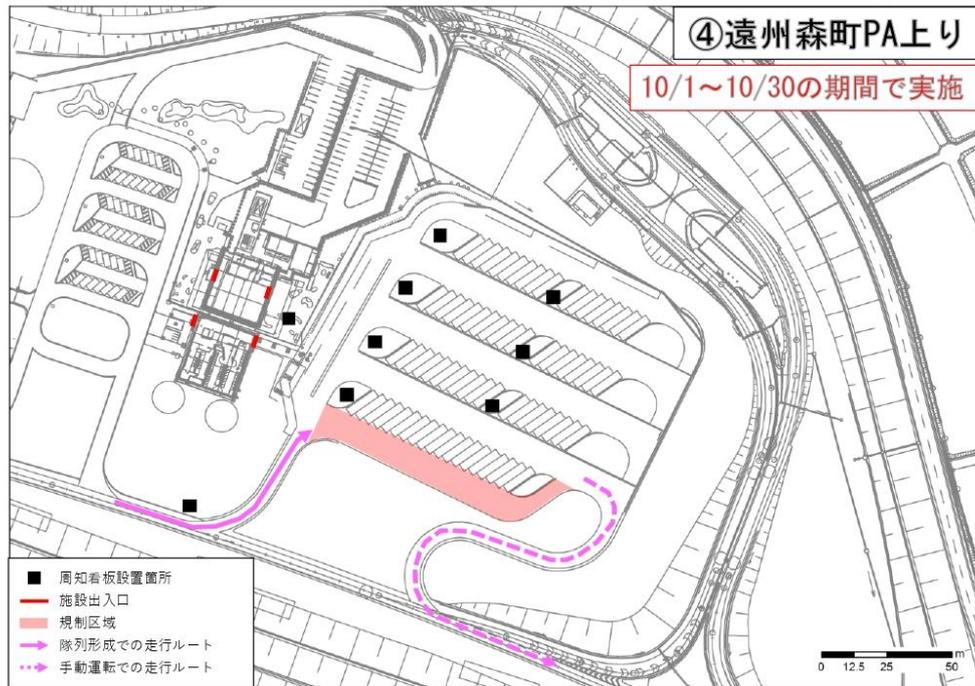
2.11.5. 確保区域・周知看板設置位置



② 浜松SA下り



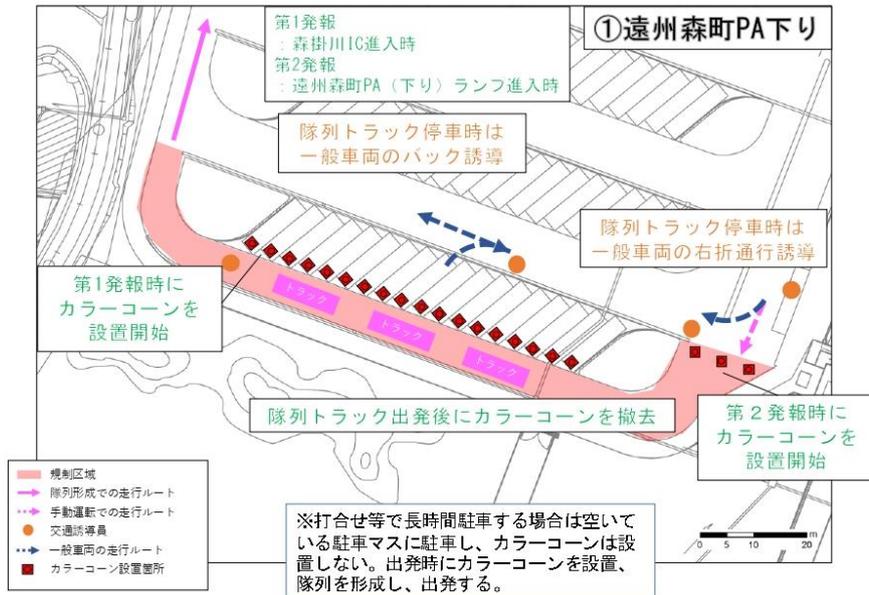




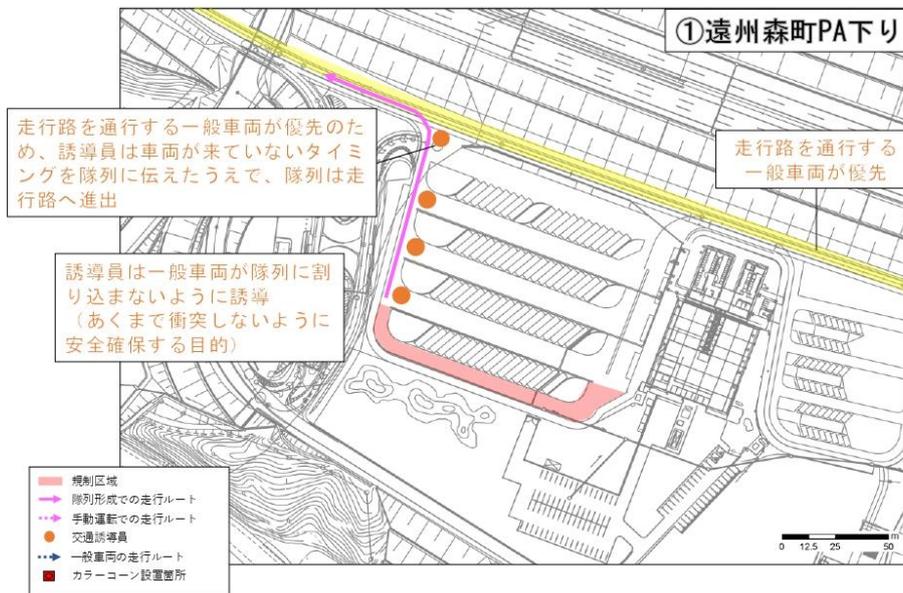
※駐車場拡幅工事が9月中実施されているため、期間を分けて規制区域を運用する。

2.11.6. 隊列形成場所の確保方法

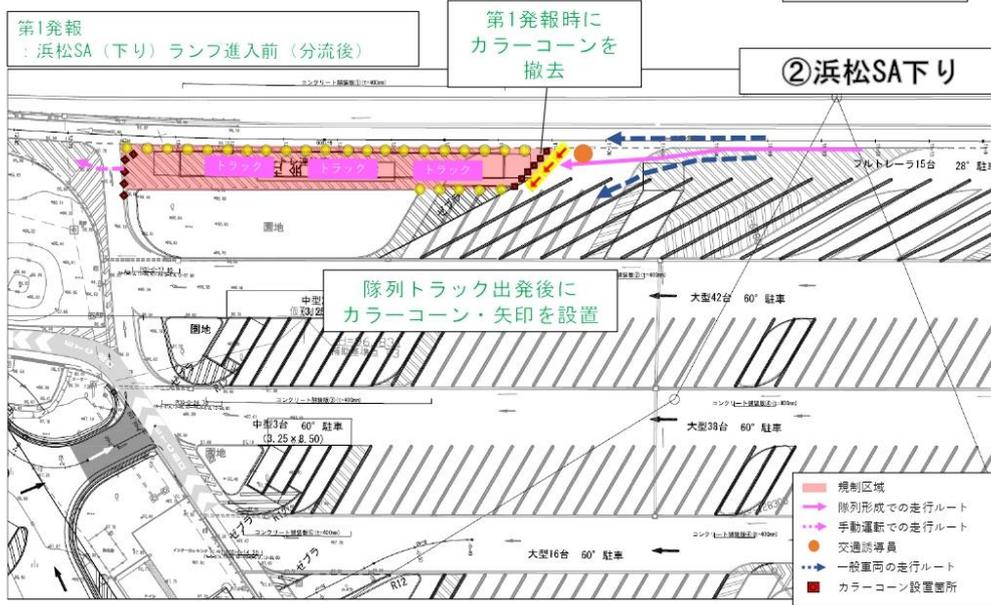
隊列形成時



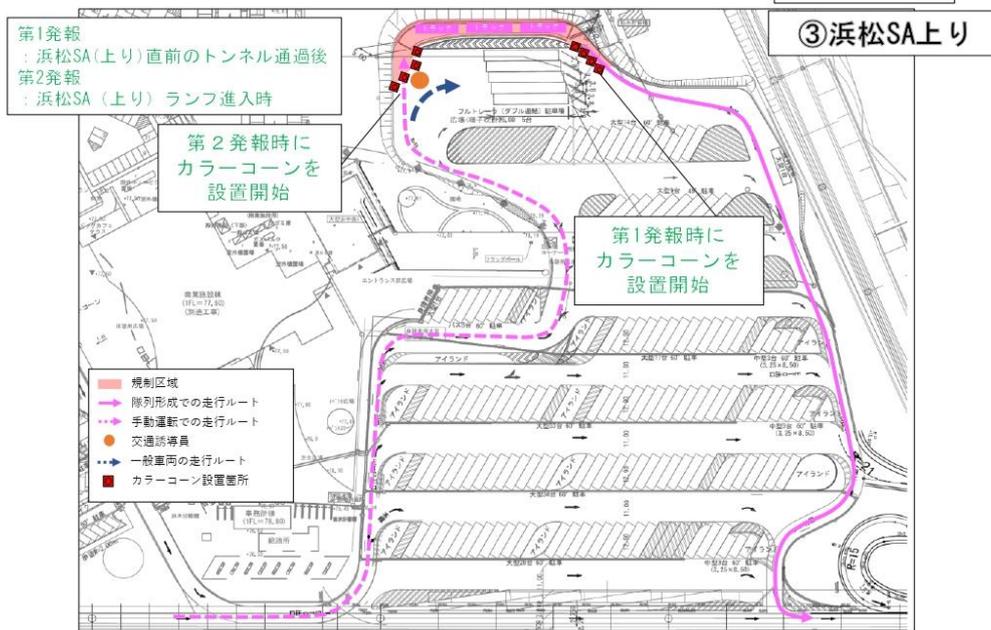
出発時

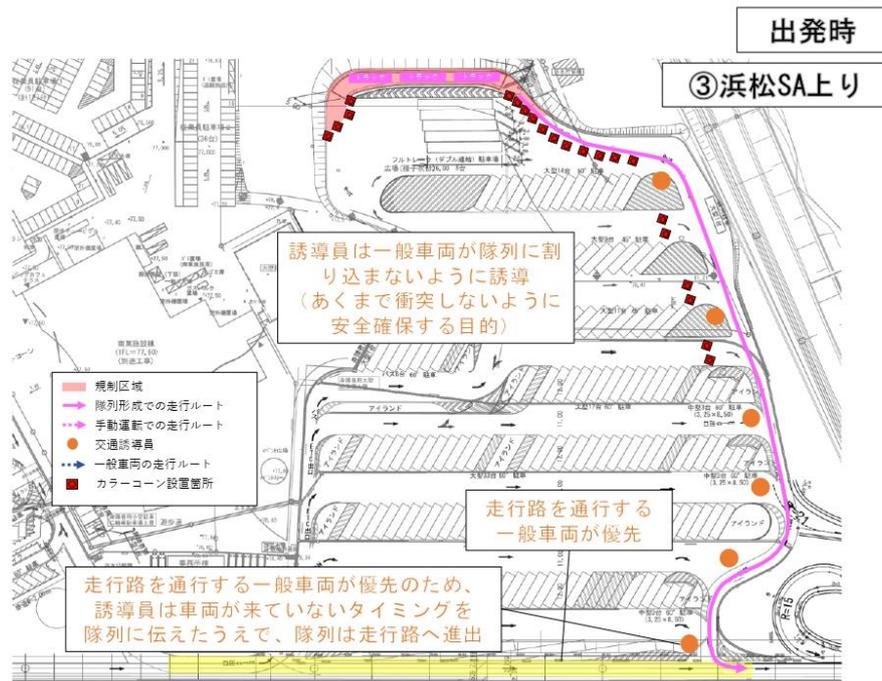


隊列到着時



隊列形成時



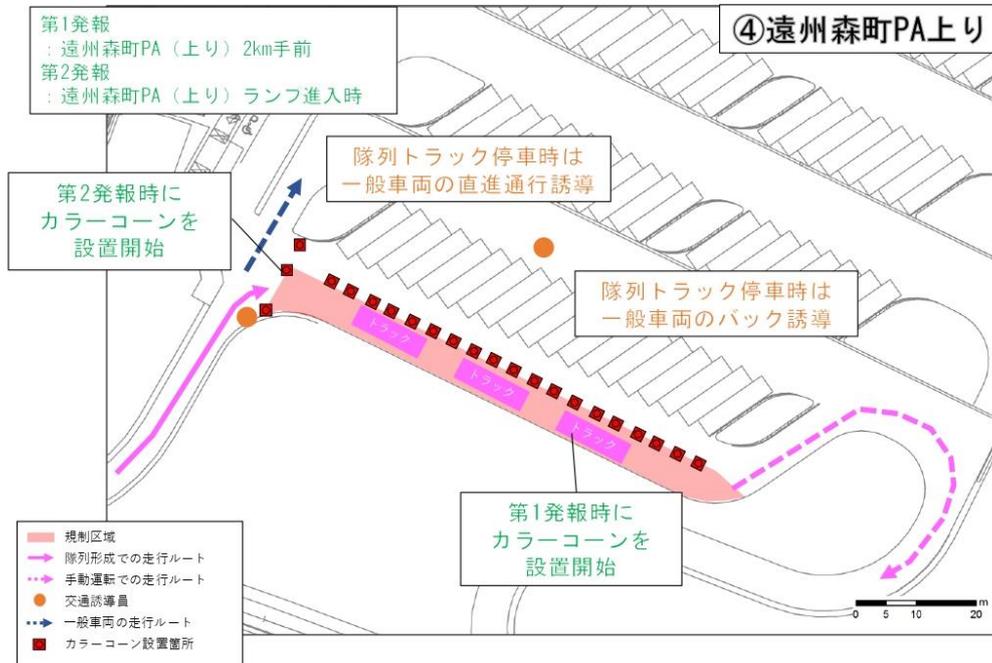


9/7~9/30の期間で実施 **隊列到着時**



10/1～10/30の期間で実施

④遠州森町PA上り 隊列到着時



※駐車場拡張工事が9月中実施されているため、期間を分けて規制区域を運用する。

2. 11. 7. 資材の仮置き場について

駐車場の規制に使用するカラーコーンの仮置き場として、以下を箇所借用する。

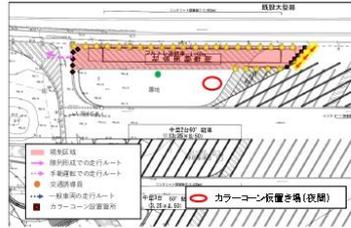
○遠州森町PA下り



■カラーコーンの仮置き場所(夜間)
先進モビリティ 基地の脇



○浜松SA下り

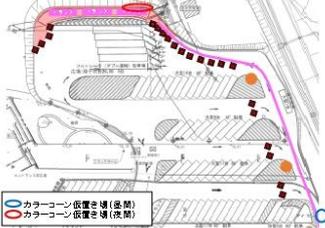


■カラーコーンの仮置き場所(夜間)
本実験で準備するカラーコーンはアイランドの
植込み部分に仮置き(草が少ない部分)



※既設のNEXCOカラーコーンも昼間は上記に留置

○浜松SA上り



■カラーコーン仮置き場所(夜間)
ガードレールの外に設置



※ガードレールの設置が難しければアイランド部に設置

■カラーコーン仮置き場所(昼間)
アイランドに留置



※アイランド付近の8つのカラーコーンを留置

○遠州森町PA上り



■カラーコーン仮置き場所(夜間)
植込み部分



2.12. 合流部等への LED 表示器の設置

2.12.1. 設置目的

- トラック隊列が本線走行時やトラック隊列がランプ部から合流してくる際の、一般車両への注意喚起を目的として設置
- 一部区間において、2020 年度の電子牽引システムでの実証実験の際に、SA/PA での安全な合流を行うための情報提供の効果検証

○本線上の一般車両への情報提供（浜松 SA（上り）、遠州森町（下り））

- ・ SA/PA からの隊列トラックの合流時に、本線上を走行する一般車両に対して、隊列トラックが合流してくることを知らせ、車線変更や安全運転を促す
- 合流部で隊列トラックと一般車両が遭遇するタイミングを考慮し、合流部の隊列トラックから位置情報を発信し、本線の LED 表示板に接近情報を提供する

○合流車線を走行する一般車両への情報提供（浜松浜北 IC（上り・下り））

- ・ 隊列トラックが本線上を走行中、合流車線を走行する一般車両に対して、隊列トラックが本線を走行していることを知らせ、安全運転を促す
- 合流部で隊列トラックと一般車両が遭遇するタイミングを考慮し、本線上の隊列トラックから位置情報を発信し、ランプ上の LED 表示板に接近情報を提供する。

2.12.2. 設置箇所

2019 年度は経済産業省と NEXCO 中日本との協議の上、設置箇所を選定し設置を行ったが、2020 年度は国総研が主体で設置する。本設の LED 表示板の設置が 2021 年 1 月中旬に予定されているため、仮設の LED 表示板を設置された。以下に仮設 LED 情報版の設置箇所を示す。

表 2-5 仮設 LED 表示板の設置箇所

IC 名	注意喚起設置計画案			
	設置期間（ヶ月）	上り線	下り線	設置数
遠州森町 P A	5		本線	1
浜松浜北 I C	5	ランプ	ランプ	2
浜松 S A	5	本線		1
	計			4



図 2-13 仮設 LED 表示板の設置箇所

2.12.3. 設置期間

仮設 LED 表示板の設置期間は 2020 年 7 月 31 日 (金) ~ 2021 年 1 月中旬となっている。

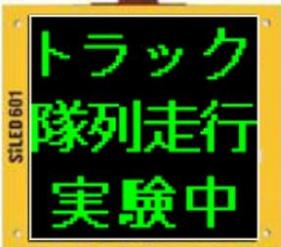
2.12.4. 仮設 LED 表示板の概要

以下の LED 表示板を使用する。本設の LED 表示板の仕様は調整中となっている。



図 2-14 LED 表示板の概要

表 2-6 LED 表示板の表示内容

登録番号	表示内容	動作
001		ブランク
002		1 秒 点灯 0.2 秒 消灯
003		1 秒 点灯 0.2 秒 消灯

2.13. 磁気マーカの敷設

2.13.1. 目的

電子牽引無人隊列実証実験を実施するにあたり、隊列形成・解除場所である SA/PA 内では GPS の 1 重系による隊列走行となり、GPS が故障等により使用不可となった場合、隊列走行の継続できなくなる。このため、GPS と磁気マーカの 2 重化による SA/PA 内の隊列走行をおこなう必要がある。

2.13.2. 磁気マーカについて

磁気マーカは、 $30\Phi \times 20\text{mm}$ の円柱状フェライトプラスチック磁石で、道路上に埋設することで車両がマーカ通過時、車載の磁気センサにより位置座標を検出する。

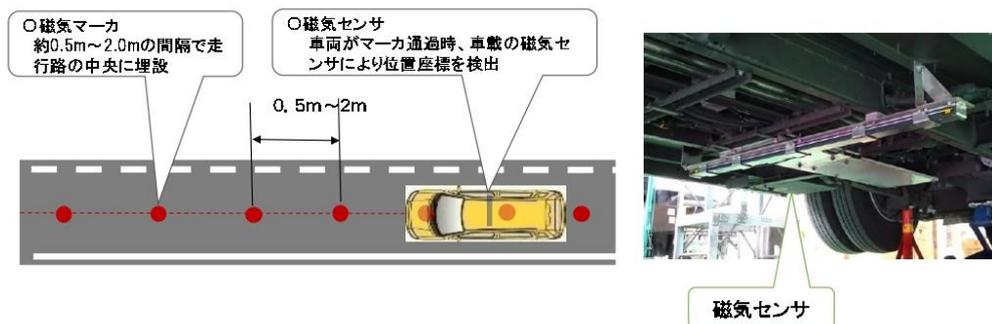
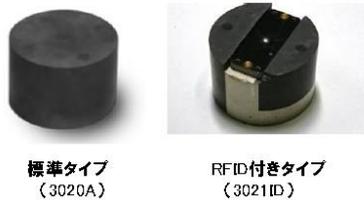


図 2-15 磁気マーカの概要

埋設タイプ磁気マーカ外観

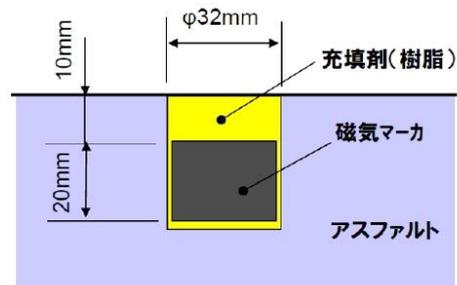


磁気マーカ

- ・磁石粉末 : ストロンチウムフェライト
- ・バインダー : PPS
- ・RFIDタグ(※1) : ガラスエポキシ樹脂(外装)
アクリル系樹脂塗装(表層)
銅(内装配線)

※1)RFIDタイプのみに実装

磁気マーカ設置例(断面概念図)



充填剤

- ・商品名:クイックガードS
- ・用途 : 道路ひび割れ補修用エポキシ系充填剤

図 2-16 磁気マーカの仕様

2.13.3.磁気マーカ設置場所と設置個数

以下に磁気マーカの施工箇所、設置個数を示す。

■ 磁気マーカ場所

- 新東名高速 遠州森町 PA 下り線（含むランプウェイ部）
- 新東名高速 遠州森町 PA 上り線（含むランプウェイ部）
- 新東名高速 浜松 SA 上り線（含むランプウェイ部）

表 2-7 磁気マーカの設置個数

		遠州森町PA 下り	遠州森町PA 上り	浜松SA上り
設置区間長さ	SA/PA内	230m	140m	300m
	ランプ部(右左折後)	100m	100m	100m
	計	320m	240m	400m
磁気マーカ設置間隔	SA/PA内の右左折部	1m	1m	1m
	ランプ部	2m	2m	2m
磁気マーカ埋設個数	SA/PA内	160個	120個	210個
	ランプ部	50個	50個	50個
	計	210個	170個	260個

2.13.4. 磁気マーカ設置位置

以下に遠州森町 PA 上下、浜松 SA 上りの設置位置を示す。

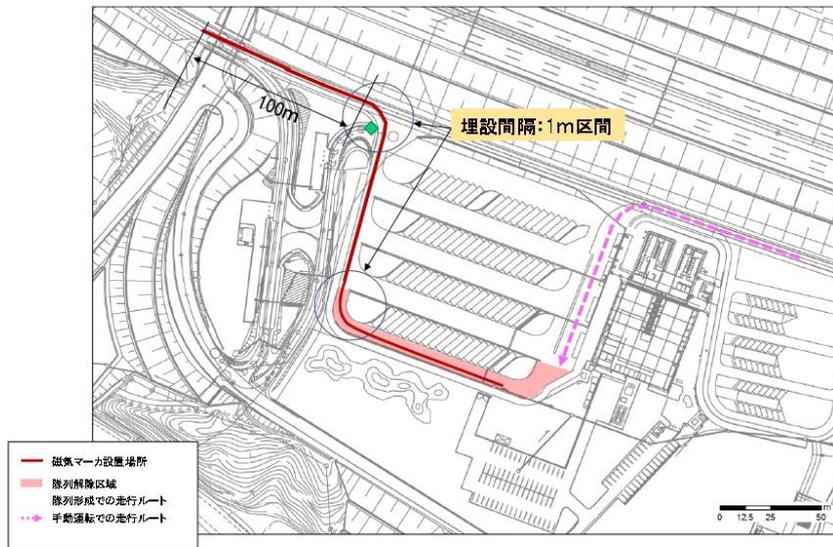


図 2-17 遠州森町 PA 下りの設置位置

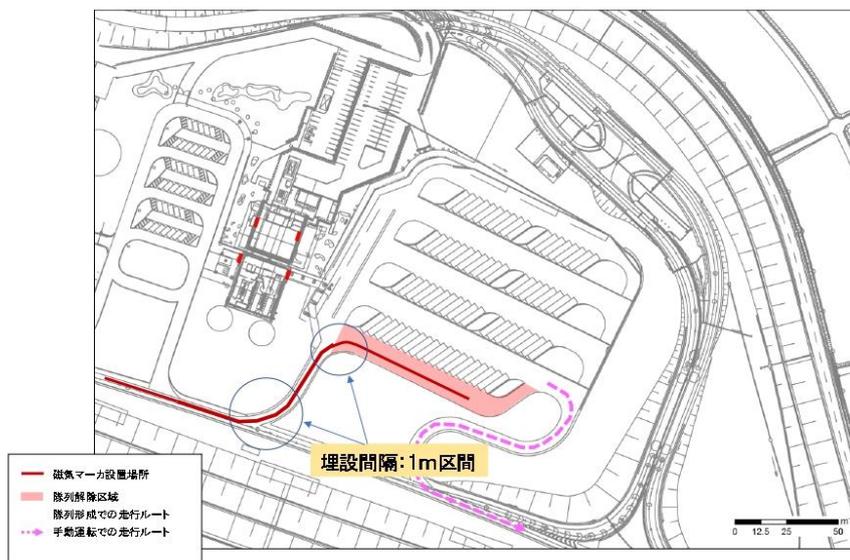


図 2-18 遠州森町 PA 上りの設置位置

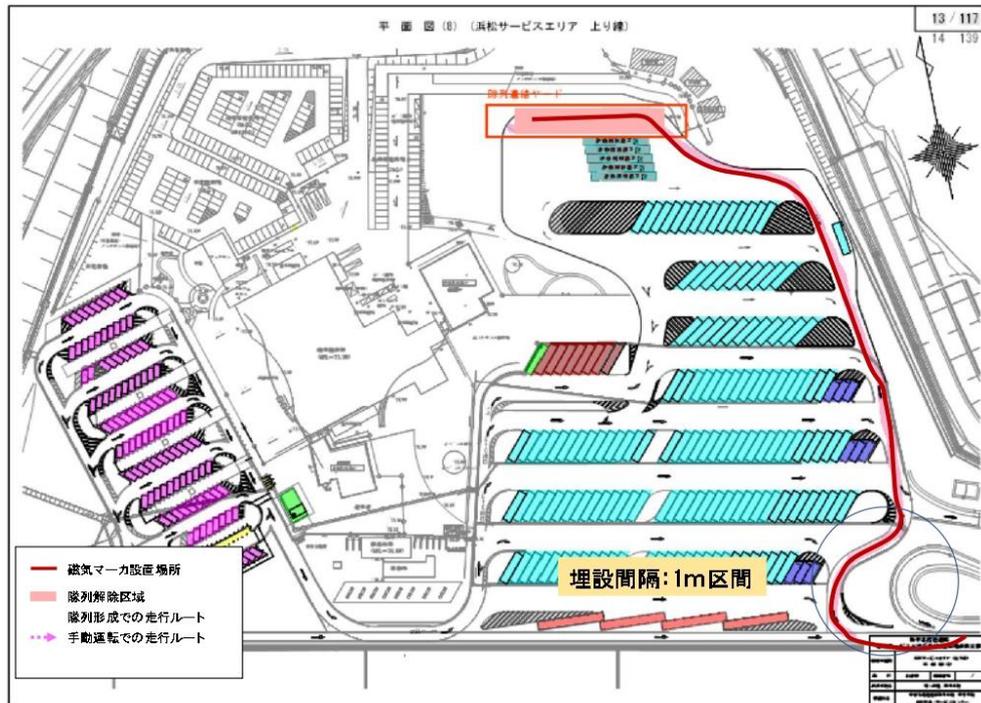


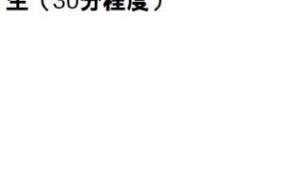
図 2-19 浜松 SA 上りの設置位置

2. 13. 5. 施工方法

表 2-8 施工内容

大項目	中項目	詳細	作業時間	作業日数
1:マーカ 設置位置出し	車両への噴霧器取付	・別紙 「食紅噴霧による 設置位置出し方 法」 参照	0.5h程度	2h程度 (規制車後続走行)
	試走		1.0h程度(3回程度実施)	
	実走行		5min程度/km	
	状況確認		--	
2:施工位置マーキング	基点/終点の決定	・別紙 「貼付けタイプ磁気 マーカ 施工方法」 及び 「埋設タイプ磁気 マーカ 施工方法」 参照	--	500箇所/日 (規制替え含まず)
	等間隔でのマーキング、 ナンバリング		40min/100m (2mピッチ の場合。規制替え含まず)	
3:磁気マーカの設置 (貼付)	プライマ塗布		40箇所/h	240個/日 (規制替え含まず)
	マーカ、保護シート設置			
	転圧			
	養生			
3:磁気マーカの設置 (埋設)	路面削工、清掃	30箇所/h (GPS測量の場合)	180個/日 (参考)	
	マーカ設置			
	樹脂充填			
	養生			
4:位置測量	RTK-GPSによる測量 (不可の場合はTS測量)			

表 2-9 施工手順

①設置位置出し ・走行軌跡上の磁気マーカ 設置位置にマーキング実施 	②路面削孔、清掃 ・マーキング部をドリルにて削孔 	③磁気マーカ設置 ・削孔部に磁気マーカを設置 
④樹脂充填 ・ひび割れ充填剤で封止 	⑤養生 ・充填剤が硬化するまで養生 (30分程度) 	⑥位置測量 ・設置座標を計測 

2.13.6. 施工日程

9月1日より遠州森町PAから施工を開始し、9月中旬を目途に施工を完了予定である。以下に施工日程を示す。

表 2-10 工事日程計画

項目	月日		8							9											
	日	曜日	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
森町PA下り (210箇所)																					
森町PA上り (170箇所)																					
浜松SA上り (260箇所)																					
予備日																					

2.13.7.磁気マーカの撤去

磁気マーカは、実証期間終了後に撤去し現状復帰することを予定している。以下に原状復帰の方法を示す。

コアによる撤去

- コア抜きで磁気マーカと周辺舗装材料を同時に撤去する。
- アスファルト混合物で封かんするため、リサイクル性に問題なし。
- 実機での実績あり（羽田空港制限区域内など）



磁気マーカ設置用の削孔機による撤去

- 磁気マーカ設置用の削孔機で、磁気マーカを削孔・粉砕して撤去する。
- 削孔後、専用充填剤で封かんする。
- 専用充填剤は、舗装ひび割れ補修用の材料であり、舗装材リサイクルに問題なし。
- 実機での実績あり（一般道など）。



2.13.8.磁気マーカの保守・点検

保守・点検は以下の通り実施する。

- 点検時期： 施工直後、1か月後（10月）、3か月後（1月）
- 点検方法： 目視点検（磁気マーカ被覆状態（健全性）を確認）
- 措 置： 破損状況に応じて処置を実施（*メンテナンス実施方法参照）
- 記 録： 結果を報告書にて保管
- 実 績： 過去3年間で不具合報告なし
- 参考図書： 日本道路協会「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」に準拠



磁気マーカ点検報告書

報告書サンプル



2.13.9.施工体制

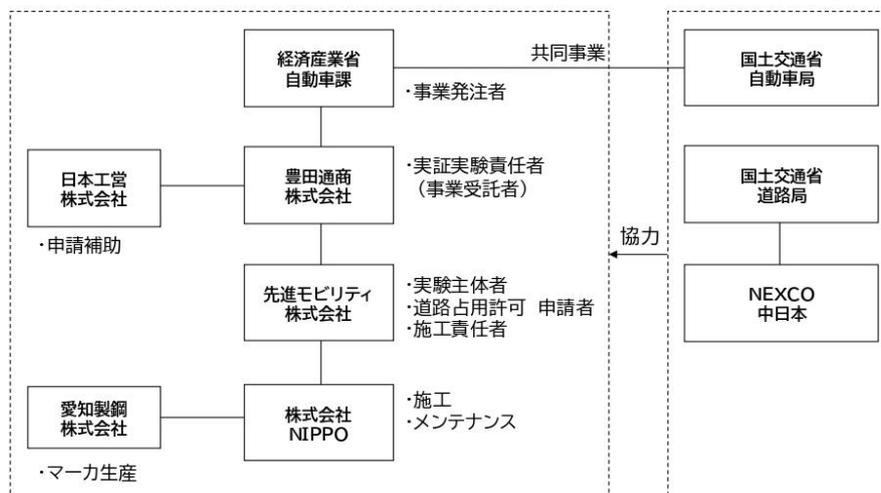


図 2-20 施工体制

2. 13. 10. 連絡体制（施工・メンテナンス）

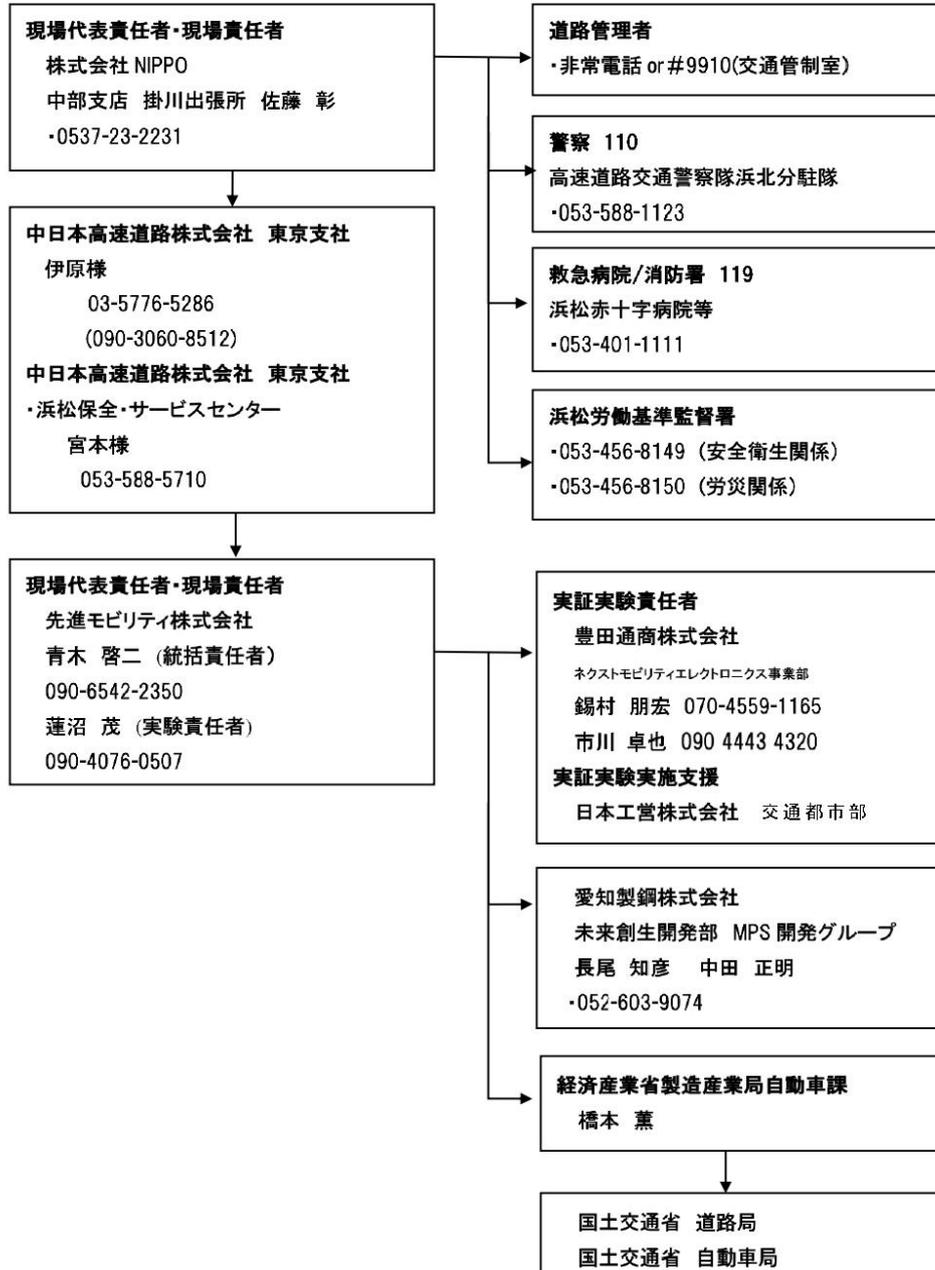


図 2-21 施工・メンテナンス時の連絡体制

2. 13. 11. 連絡体制（実験中）

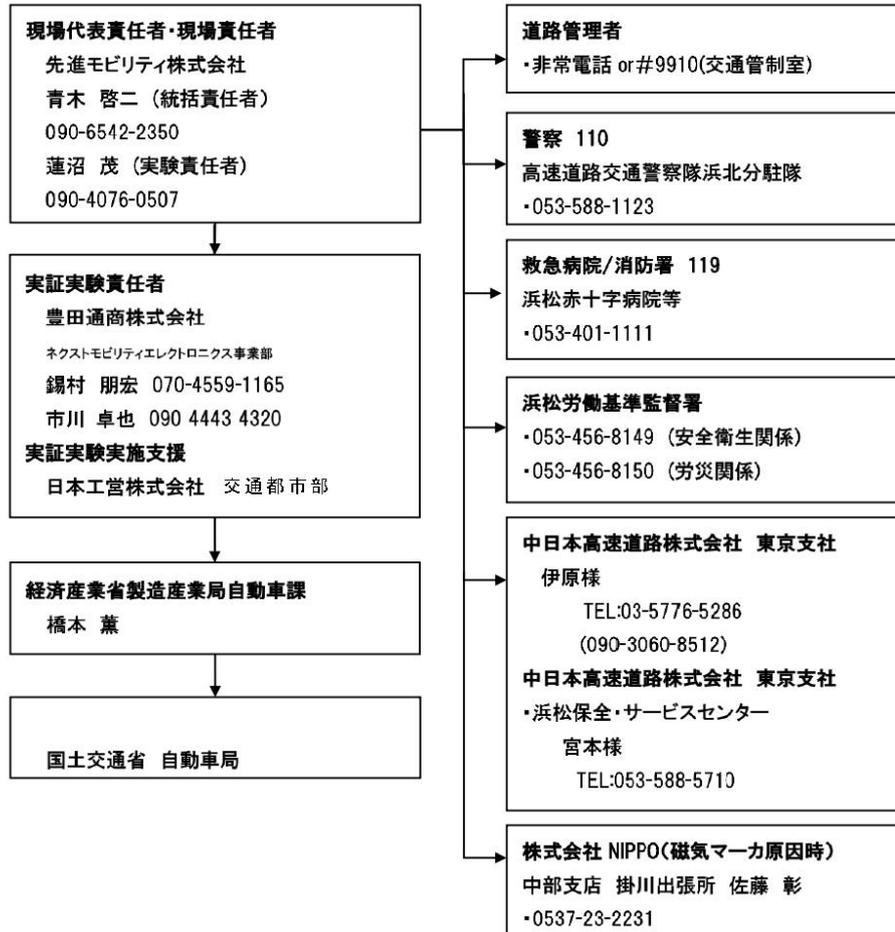


図 2-22 実験中の連絡体制

3. 実証実験の運営・安全管理体制

3.1. 統括責任者

電子牽引技術 TF 主査 先進モビリティ 青木 啓二

3.2. 実施責任者

(正) 先進モビリティ 蓮沼 茂

(副) 先進モビリティ 塩崎 洋

3.3. 実験当日のミーティング

朝礼、昼礼、終礼を実施し、実施責任者のもと、当日のスケジュール、人員の出入、安全運営に関する確認を行う。

(1)朝礼：参加者の確認、試験内容、走行方法の確認、役割分担等の確認

(2)昼礼：試験の進捗、変更等、安全走行に関する確認を実施

(3)終礼：進捗の確認 安全の振り返り、翌日の試験に向けての共有化を実施

3.4. 安全に関する基本事項

(1)先進モビリティで実施している安全管理の規定に準じ実施する。

(2) 隊列の統制

- ・先頭車両の助手席に隊列統制オペレーターが同乗し、隊列各車に安全に走行するための指示を行う。

(3) 試験車両の運行

- ・制御装置オペレーターが各試験車の助手席に同乗し、試験状況の把握を行ない、ドライバーへの指示、他の試験車への連絡等を行う。
- ・ドライバーは運転に専念する。
- ・試験内容、走行法に関しドライバーの意見を尊重し安全に実施する。

(4) 安全確認車

- ・前方の安全確認車は、突発の車線規制等前方の交通状況を試験車に伝える。
- ・後方の安全確認車は、車線減少時の車線変更の可否や IC 等からの合流車両の有無等、後方の交通状況を試験車に伝えるとともに、隊列全体の走行状況を監視する。
- ・前方の安全確認車は、車線減少時の車線変更の可否や IC 等からの合流車両の有無等、突発の車線規制等前方の交通状況を試験車に伝える。

(5) 連絡方法

- ・試験当日の関係者間の連絡は、無線もしくは携帯電話にて、適宜連絡を取り合う。
- ・無線は各試験車および前後の安全確認車、事務所スタッフが保持する。



(6)試験実施の注意事項

- ・試験は徐々に速度を上げる、加速度を強める等で安全確認を行ないながら段階的に実施する。
- ・異常時にはすみやかにシステムを停止し、マニュアル走行に移行する。

3.5. 連絡先一覧

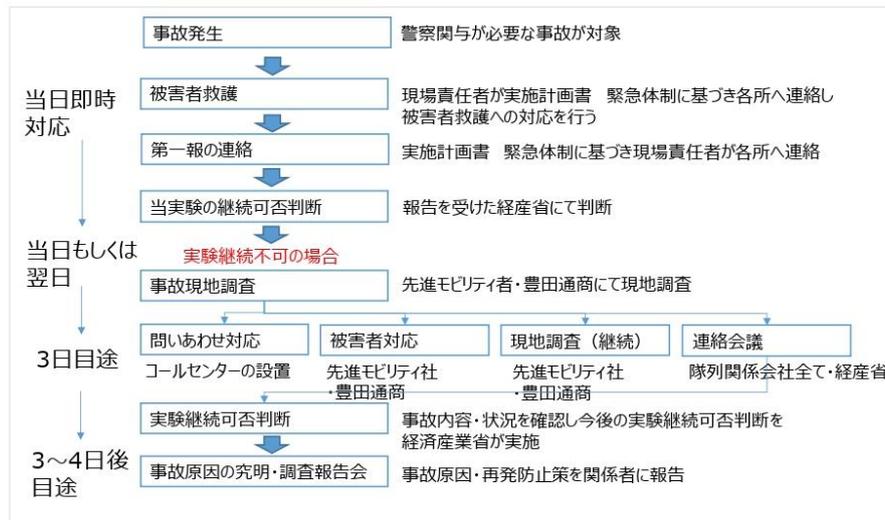
各社参加メンバーの連絡先は以下のとおりである。

表 3-1 現場責任者及び緊急連絡先

	会社名	担当者	会社 TEL	携帯
	豊田通商	錫村 朋宏	03-4306-5402	080-6914-1758
	豊田通商	市川 卓也	03-4306-5404	090-4443-4320
	日本工営	市本 哲也	03-3238-8342	090-5430-7646
	日本工営	川又 憲二	03-3238-8342	090-4429-7787
	日本工営	中村 謙太	03-3238-8342	080-2385-3227
	日本工営	橋本 英博	03-3238-8342	090-6921-5817
	日本工営	田中 敦士	03-3238-8342	080-1381-0060
	先進モビリティ	蓮沼 茂	03-5452-6527	090-4076-0507
	先進モビリティ	塩崎 洋	03-5452-6527	090-5436-2795

3.6. 事故等の緊急時の対応フロー

経済産業省・国土交通省「高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業」にて事故が発生した際の対応フローを以下にて記載し、事故発生時にも速やかに対応できる体制を構築する。



3.7. 緊急時の現場対応

緊急時は、現場の近くにいる人が外部（救急、消防等）に連絡し、現場での対応をする。

3.8. 事故後の補償交渉

実証実験で発生した物損事故の補償対応の窓口は、豊田通商株式会社が行う。

3.9. 問合せ対応

問合せは、豊田通商株式会社 トラック隊列走行お問い合わせ窓口において対応する。各関係機関に対して、問合せが来た場合、豊田通商株式会社 トラック隊列走行お問い合わせ窓口に連絡していただくものとする。その際、問合せ対応の記録を行い、関係機関で共有する。

ただし、関係省庁への問合せや関係省庁に対する問合せに関しては、関連省庁と協議のうえ、経済産業省が回答するものとする。

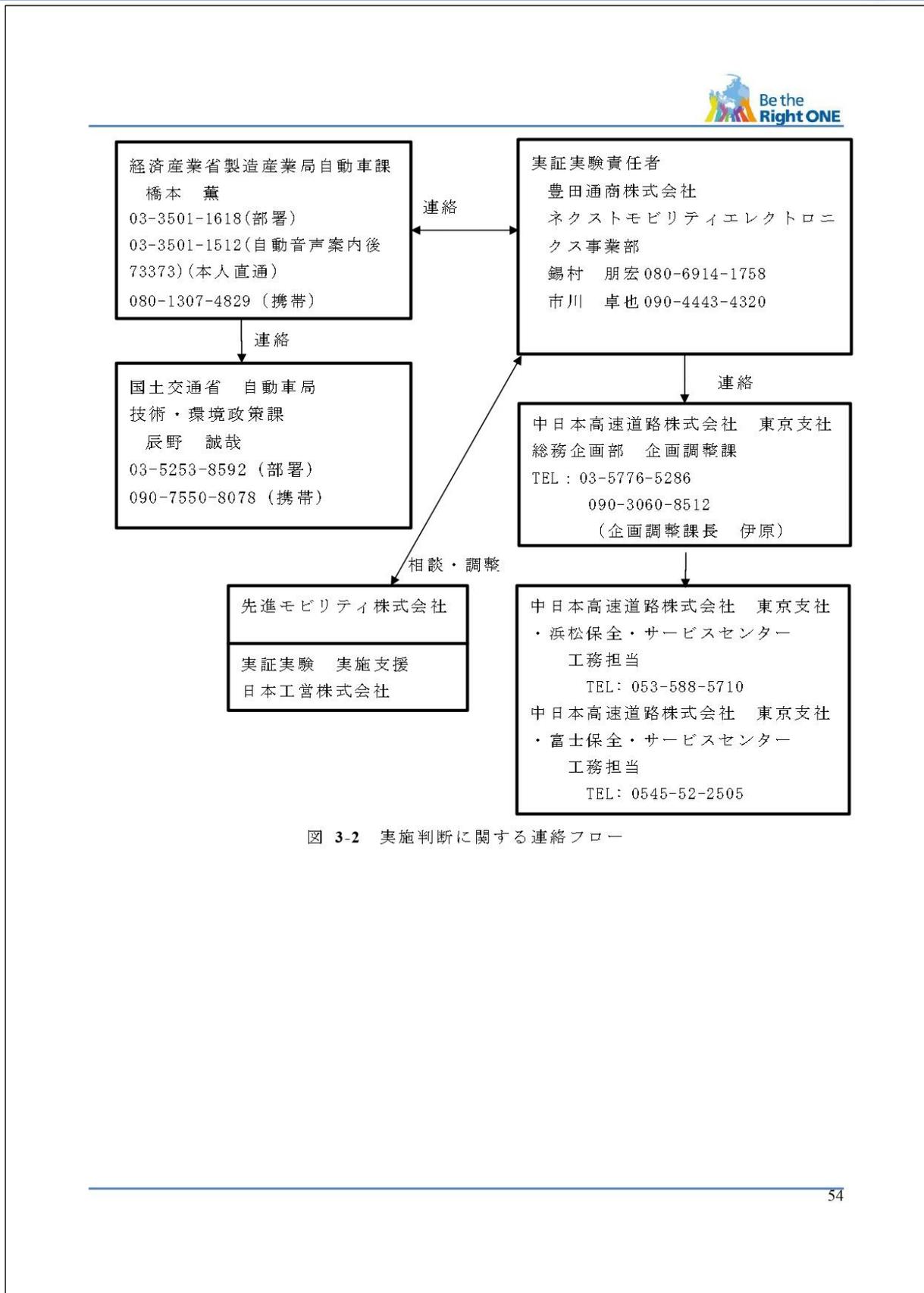


図 3-2 実施判断に関する連絡フロー

3. 11. 緊急時連絡体制

緊急連絡体制は、浜松区間：森掛川 IC～浜松いなさ IC、静岡区間：静岡 SA～森掛川 IC、沼津区間：長泉沼津 IC～静岡 SA の区間別に整理した。



図 3-3 緊急連絡体制 (浜松区間：森掛川 IC～浜松いなさ IC)



図 3-4 緊急連絡体制 (静岡区間: 静岡 SA~森掛川 IC)



図 3-5 緊急連絡体制 (沼津区間:長泉沼津 IC~静岡 SA)

広報

4.1. チラシ、ポスター

令和2年 **5月13日** ~ 令和3年 **2月26日**

新東名高速道路 浜松いなさIC ~ 長泉沼津IC トラック隊列走行 実証実験

- ▶ 最大3台の大型トラックが短い車間距離で隊列を組んで走行します。
- ▶ トラック隊列は浜松いなさICと長泉沼津IC間を走行します。
- ▶ 既存の法令を遵守し、全車両にドライバーが乗車し、安全に走行します。
- ▶ 実証期間は実験の進捗状況に応じて変更されることがあります。

走行車両の外観の一例

走行中の一例

! トラック隊列車両は、車間が短く割り込みは危険です。分合流部では安全を確保し走行してください。

! 分流、合流、車線変更の際はご注意ください。

! トラック隊列の駐車のため、一部SA・PAにおいて一部駐車スペース（大型車用）のご利用を制限する場合があります。ご協力お願いいたします。

隊列を見つけたらアンケートにご協力ください

トラック隊列走行お問い合わせ窓口 TEL: 0120-752-577
(お問い合わせ時間 平日 9:00 ~ 18:00)

事務局：豊田通商株式会社 日本工営株式会社

※新型コロナウイルスの影響を受け、窓口を閉鎖する可能性があります。緊急の際は、上記アンケート用QRコードよりお問い合わせください。

実証事業委員会メンバー：先進モビリティ株式会社、いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラックス株式会社、佐川急便株式会社、西濃運輸株式会社、日本通運株式会社、福山通運株式会社、ヤマト運輸株式会社、公益社団法人全日本トラック協会



図 4-1 ポスター



4.1. 横断幕

4.1.1. 設置目的

高速道路利用者に対してトラック隊列走行実証実験を周知する目的で新東名高速道路の浜松 SA 西側、遠州森町 PA 東側及び長泉沼津 IC 西側の新東名高速道路上の跨道橋に横断幕を設置する。

4.1.2. 設置期間

令和 2 年 4 月 27 日～令和 3 年 2 月 26 日

実験期間：令和 2 年 5 月 13 日～令和 3 年 2 月 26 日

※実験期間は、条件により変更となる場合がある。

4.1.3. 実験区間

新東名高速道路 浜松いなさ IC～長泉沼津 IC

※実験区間は、条件により変更となる場合がある。

4.1.4. 設置箇所



図 4-2 設置箇所

表 4-1 設置箇所一覧（新東名高速道路の跨道橋）

設置箇所	所在地	設置方向 (新東名高速道路)	所管警察署	備考
馬場橋	浜松市北区滝沢町	上り	細江警察署	
滝沢橋	浜松市北区滝沢町	上り	細江警察署	
志戸呂跨道橋	島田市志戸呂	下り	島田警察署	
横岡跨道橋	島田市横岡	下り	島田警察署	
足高橋	沼津市足高地先	上り・下り	沼津警察署	
愛鷹運動公園大橋	沼津市足高地先	上り・下り	沼津警察署	

4.1.5. 横断幕レイアウト

令和2年5月13日～
令和3年2月26日

トラック隊列走行 実証実験

新東名高速道路
浜松いなさIC～
長泉沼津IC

W9000×H850 S:1/30(A3)

サイズ：幅9m×縦850mm

図 4-3 横断幕レイアウト

強風対策のため、横断幕の素材はメッシュ生地とし、固定用ロープは強度の高いものを使用する。

4.1.6. 設置方法

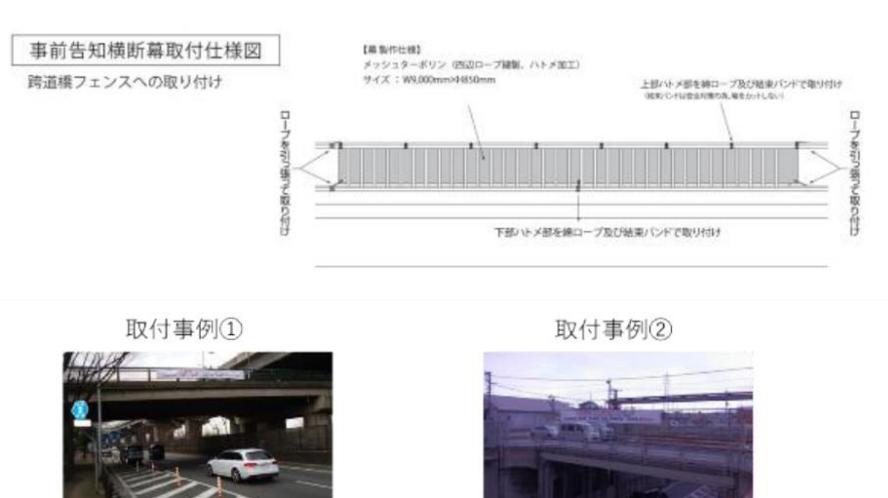
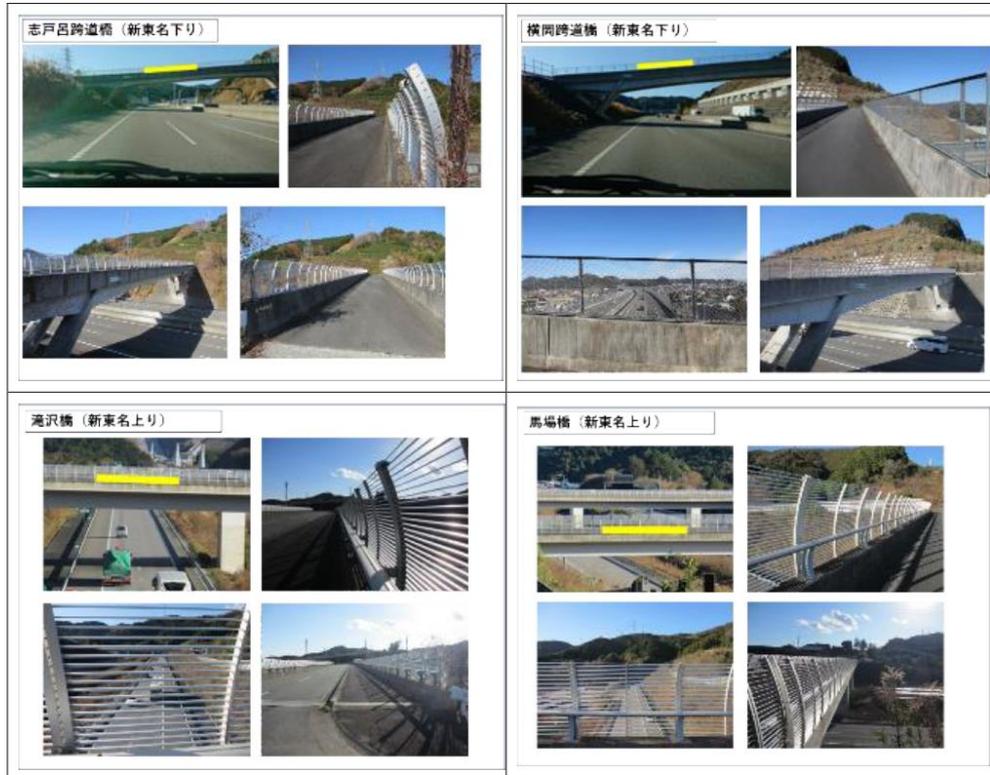


図 4-4 設置方法及び設置イメージ

4.1.7. 現地状況



※上記写真の黄色で示す箇所に横断幕を設置する。

図 4-5 設置箇所の状況（1）

足高橋（新東名上り）



足高橋（新東名下り）



愛鷹運動公園大橋（新東名上り）



愛鷹運動公園大橋（新東名下り）



※上記写真の黄色で示す箇所に横断幕を設置する。

図 4-6 設置箇所の状況（2）



4.1.8. 安全対策

4.1.8.1. 作業全般

- ① 作業時間は許可時間を厳守する。
- ② 設置時は歩行者の通行を妨害しないように注意する。
- ③ 歩行者や自動車に支障のないように確実に実施する。
- ④ 資材、人員輸送車については路上に駐車することなく、待機場所を確保する。
- ⑤ 設置後は天候等も踏まえて定期的に点検を行う。

4.1.9. 連絡体制（横断幕）

【通常時】（横断幕）



図 4-7 通常時連絡体制

【緊急時：調査時】（横断幕）

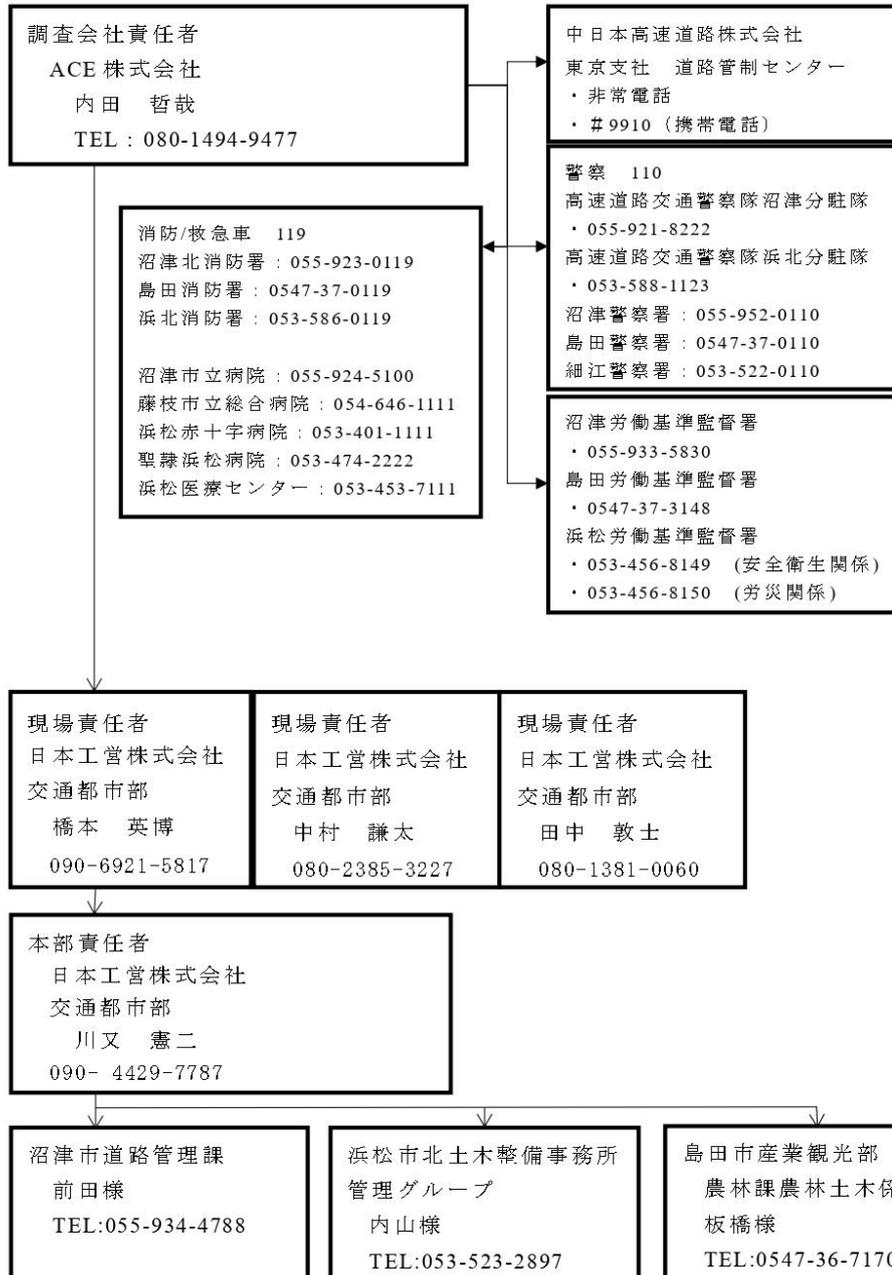


図 4-8 緊急時連絡体制

版数	発行日	主な改訂内容
第 1.0 版	2020 年 6 月	・ 発行
第 2.0 版	2020 年 8 月	・ 2.1 スケジュール 20 年車実証期間変更、 ・ 2.11. SA/PA での隊列形成（駐車場区域の確保） SA/PA 規制計画の追加 ・ 2.12. 合流部等への LED 表示器の設置 仮設 LED 情報版の設置追加 ・ 2.13 磁気マーカの敷設 磁気マーカ施工計画追加
第 2.1 版	2020 年 9 月	・ 2.1 スケジュール 18 年車実証期間変更 20 年車日割りスケジュール変更 ・ 2.11. SA/PA での隊列形成（駐車場区域の確保） 確保区域・周知看板設置位置追加 隊列形成場所の確保方法追加 資材の仮置き場追加

また、新型コロナウイルス感染症対策として緊急対応の際の考え方を整理すると共にガイドラインを策定した。

(1) 感染対策の基本方針

当該実証事業は、政府や地方公共団体における感染予防対策の方針や、「公益社団法人日本トラック協会における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（第2版）（公益社団法人日本トラック協会 令和2年6月12日）」に従い、しっかりと感染拡大防止措置を講じた上で実証を実施する。

(2) 感染者等が発生した場合の対応

実証期間中に、仮に実証事業受託者（先進モビリティ、実証実験検討WG/SWG、日本工営など）に新型コロナウイルスの感染者または濃厚接触者が発生した場合には、実証事業受託者は速やかに豊田通商株式会社（豊通）に状況報告を行う。

また、豊通は、状況報告を受けたら速やかに経済産業省、（経済産業省を通じて）国土交通省及び中日本高速道路株式会社に連絡し、その指示に従う。豊通は、実証の中断を含む対応策について、各省の指示に従いつつ、実証事業受託者と協議し、必要に応じて地方公共団体（保健所等）の意見を聞いて、判断する。なお、実証の再開についても、同様とする。

(3) 地域で感染者等が拡大した場合の対応

実証地域やその周辺地域において感染者が拡大した場合には、政府や地方公共団体の方針を踏まえ、豊通は、中断を含む対応策について、経済産業省、国土交通省の指示に従いつつ、実証事業受託者と協議し、必要に応じて地方公共団体の意見を聞き、判断を行う。なお、実証の再開についても、同様とする。

■ 隊列走行実証実験における新型コロナウイルス対策について

公益社団法人日本トラック協会における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（第2版）（公益社団法人日本トラック協会 令和2年6月12日）を参考に、トラック隊列走行を用いた実証評価において講じるべき対策についてその方針を整理した。ガイドラインにおける「3. 講じるべき具体的な対策」の記載内容およびその他想定される課題への対応を対象とした。

項目	講じるべき対策	対応方針	備考		
(1)感染予防対策の体制	1 経営トップが率先し、新型コロナウイルス感染防止のための対策の策定・変更について検討する体制を整える	・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。			
	2 感染症法、新型インフルエンザ等対策特別措置法等の関連法令上の義務を遵守するとともに、労働安全衛生関係法令を踏まえ、衛生委員会や産業医等の産業保健スタッフの活用を図る				
	3 国・地方自治体・業種団体等を通じ、新型コロナウイルス感染症に関する正確な情報を常時収集する				
(2)健康管理	4 従業員に対して、可能な限り朝夕2回の体温測定を行った上で、その結果や症状の有無を報告させ、発熱やせき等の症状がある者は自宅待機とする。特に、息苦しさ、だるさ、味覚・嗅覚障害といった体調の変化が無いか重点的に確認する。また、新型コロナウイルス感染症陽性とされた者との濃厚接触がある場合、過去14日以内に政府から入国制限されている、または入国後の観察期間を必要とされている国・地域などへの渡航並びに当該在住者との濃厚接触がある場合においても、自宅待機とする。（運転者の健康管理については、「(8) 運転者に対する点呼」の内容も参照すること。）	・所属企業の実証実験ルールに準じて体調管理を行い、参加・不参加(出勤・欠勤)を判断。所属企業の実証実験ルールがない場合、毎朝体温（聴力各自持参のこと）、体温計の計測値で37.5度以上あり、かつ咳、頭痛、倦怠感、味覚の異常等の自覚症状がみられた場合は、その参加者を不参加とする ・実験参加者の上述症状が2日以上続いた場合は、帰宅する			
	5 発熱やせき等の症状があり自宅待機となった従業員については、毎日、健康状態を確認した上で、症状がなくなり、出社判断を行う際には、学会の指針1などを参考に、症状が改善が見られない場合は、医師や保健所への相談を指示する				
	6 従業員に対して、毎日十分な睡眠を取り、休日は休養に努めるよう求める				
	7 テレワーク（在宅やサテライトオフィスでの勤務）、時差出勤、ローテーション勤務（就労日や時間帯を複数に分けた勤務）、変形労働時間制、週休3日制など、様々な勤務形態の検討を通じ、通勤頻度を減らし、公共交通機関の混雑緩和を図る			・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。	
	8 自家用車、自転車など公共交通機関を使わずに通勤できる従業員には、これを勧行する				
	9 それ以外の従業員についても、時差出勤の勤務、従業員用の通勤バスの運行などにより、公共交通機関の利用の緩和を図る。また、公共交通機関を利用する従業員には、マスクの着用や、私語をしないこと等を徹底する				
(4)事業所での勤務	10 従業員が、できるだけ2メートルを目安に一定の距離を保てるよう、人員配置について最大限の見直しを行うよう努める	・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。			
	11 従業員に対し、始業時、休憩後を含め、定期的な手洗い、手指消毒を徹底する。このために必要となる水道設備や石けん、手指消毒液などを配置する				
	12 従業員に対し、休憩時間を含む勤務中のマスク等の装着を徹底する				
	13 飛沫感染防止のため、座席配置等ではできるだけ2メートルを目安に広々と配置する。仕切りのない対面の座席配置は避け、可能な限り対角に配置する。横並びにするなど工夫する（その場合でも最低1メートルあける等の対策を検討する。）				
	14 窓が開く場合、1時間に2回程度、窓をあけ換気にも努める。建物全体や個別の作業スペースの換気にも努める				
	15 他人と共用する物品や手が頻りに触れる箇所を最小限にするよう工夫する				
	16 人と人が頻りに対面する場所は、アクリル板・透明ビニールカーテンなどで遮蔽する				
	17 外勤は公共交通機関のラッシュの時間帯を避けるなど、人混みに近づかない				
	18 出張は、地域の感染状況に注意し、不要不急の場合は見合わせる				
	19 外勤時や出張時には面会相手や時間、経路、訪問場所等を記録に残す				
	20 会議やイベントは極力オンラインで行い、身体的距離最低1メートル以上を確保できない参加者が見込まれる、オンラインではない会議やイベントの開催は、原則として行わない				
	21 少人数の会議については、必要性を検討の上で判断（時期の見直し、テレビ会議等での代替を検討）。対面で行う場合は、会議室の椅子を減らしたり、机等に印をつけたりするなど、近距離や対面に座らないよう工夫する				
22 オンラインではない社外の会議やイベント等については、必要性を検討の上、可能な限り参加を控える。参加する場合は、最小人数とし、マスク着用を推奨する					
23 採用説明会や面接等については、テレビ会議等で実施するなど工夫する					
24 テレワークを行うにあたっては、厚生労働省のガイドラインなどを参照し、労働時間の適正な把握や適正な作業環境の整備などに配慮する					
25 事業所内に感染防止対策を示したチラシを掲示する等により、従業員に対して感染防止対策を周知する					
(5)事業所での休憩・休息スペース	26 共有する物品（テーブル、椅子等）は、定期的に消毒する	・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。			
	27 使用する際は、入退室の前後の手洗いを徹底する				
	28 喫煙を含め、休憩・休息をとる場合には、屋外であっても2メートル以上の距離を確保するよう努める。一定数以上が同時に休憩スペースに入らない、屋内休憩スペースについては常時換気を行うなど、いわゆる「三つの密」を避けることを徹底する				
	29 休憩・休息スペースでは、原則としてマスクを着用する				
	30 食堂等での飲食についても、時間をずらす、椅子を間引くなどにより、2メートル以上の距離を確保するよう努める。施設の制約等により、これが困難な場合も、対面を避けるように配慮する				
(6)トイレ	31 便器は通常の清掃で構わないが、不特定多数が使用する場所は消洗消毒を行う	・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。			
	32 便器に蓋がある場合、蓋を閉めてから汚物を流すよう表示する				
	33 ハンドドライヤーは利用を止め、共用のタオルは禁止し、ペーパータオルを設置するか、従業員に個人用タオルを持参してもらう				
(7)車両・設備・器具	34 ドアブ、電気のスイッチ、階段の手すり、エレベーターのボタン、ゴミ箱、電話、共有のテーブル・イスなどの共有設備について、洗浄・消毒を行う	・実験車両（実験トラックおよび乗用車）内の機器（PC、各種SW、トランシーバー等）および運転装置（ステアリング、シフトパー、各種SW、HMI等）、車室内で手の触る場所（ドアノブ、サンバイザー等）を消毒する ・エアコンは原則外気導入モードとし、定期的な窓開けによる換気も行う ・控室、会議室、仮設事務所等、実験用途で使用する部屋内の什器、備品等は消毒を行う			
	35 車両点検用工具などの共用器具については、工具等を使用した際は、こまめに手洗い手指消毒を行うよう努める。 ※設備や器具の消毒は、次亜塩素酸ナトリウム溶液やエタノールなど、当該設備・器具に最適な消毒液を用いる				
	36 ゴミはこまめに回収し、鼻水や唾液などがついたゴミがある場合はビニール袋に密閉する。ゴミの回収など清掃作業を行う従業員は、マスクや手袋を着用し、作業後手洗いを徹底する				
	37 対面により運転者に対して点呼を行う際には、適切な距離を保つこと、運行管理者等（点呼を行う運行管理者又は補助者をいう。）と運転者の間にアクリル板や透明ビニールカーテンなどを設置すること、換気を徹底すること等により、いわゆる「三つの密」を避けるための取組を行う。また、運行管理者等に対し、マスク着用や、点呼前後の手洗い等の基本的な感染予防対策を講じるよう徹底する			・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。	
38 疲労、疾病等を報告させる際には、体温測定の結果を報告させるとともに、体調の確認を行うこと等により、健康状態を確実に把握するとともに、発熱やせき等の症状があることが確認された場合には、自宅待機とする					
39 始業点呼時に、マスクの着用や手洗いの励行等の感染予防対策が取れていることを確認する					
(8)運転者に対する点呼	40 酒気帯りの有無の確認において使用するアルコール検知器については、こまめに除菌することや車両に備えられている携帯型アルコール検知器を活用する等複数の検知器を使用すること等により感染防止を徹底する				

項目	講じるべき対策	対応方針	備考	
(9)運行中	41	2名以上の従業員が同乗する場合には、マスクの着用を徹底する	<ul style="list-style-type: none"> ・実験トラック、実験参加乗用車とも、複数名乗車の場合はマスク着用 ・乗用車で複数名乗車する場合は、極力離れて座る（前後、千鳥等） ・トランシーバーでの通話時は、飛沫を飛ばさないように注意する ・必要最低限の会話に努める ・休憩の際は、ソーシャルディスタンスに留意し、一度に大勢が集まることのないよう分散する ・体調不良を訴える者がいた場合は、本対策に限らず随時実験責任者に申し出て対応する 	
	42	荷物の受け渡し、荷役等において、マスクや手袋を着用するとともに、書類の受渡しや荷物の積み卸しの際には、相手先との直接接触を減らすよう努め、荷積み前や荷卸し後は車内の消毒に努める		
	43	・気温・湿度の高い中での荷役において、人と十分な距離（2メートル以上）を確保できる場合には、マスクをはずす。マスクを着用している時は、負荷のかかる作業を避け、周囲の人との距離を十分にとった上で、適宜マスクをはがして休憩をとるとともに、こまめに水分を補給する。		
	44	乗務員に対し、車務中に発熱や体調不良を認めた時は運行管理者に連絡を入れることを徹底するとともに、乗務を中止させる		
	45	作業は1人で行う、または、複数名で行う場合は持ち場を分担するなど、できるだけお互いに距離を取って行う		
	46	共用のカートなど荷役機器を使った後は、手洗いを行う（アルコール消毒可）		
(10)事業所等への立ち入り	47	取引先等の外部関係者の立ち入りについては、必要性を含め検討し、立ち入りを認める場合は、当該者に対して、従業員に準じた感染防止対策を求める	<ul style="list-style-type: none"> ・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。 	
	48	このため、あらかじめ、これらの外部関係者が所属する企業等に、事業所内での感染防止対策の内容を説明する等により、理解を促す		
(11)従業員に対する協力のお願い	49	従業員に対し、感染防止対策の重要性を理解させ、日常生活を含む行動変容を促す。このため、これまで新型コロナウイルス感染症対策専門家会議が発表している「人と人の接触を8割減らす10のポイント」や『新しい生活様式』の実践例を周知するなどの取組を行う	<ul style="list-style-type: none"> ・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。 	
	50	公共交通機関や図書館など公共施設を利用する従業員には、マスクの着用、咳エチケットの励行、車内など密閉空間での会話をしないこと等を徹底する		
	51	新型コロナウイルス感染症から回復した従業員やその関係者が、事業所内で差別されるなどの人権侵害を受けることのないよう、従業員を指導し、円滑な社会復帰のための十分な配慮を行う		
	52	発熱や味覚障害といった新型コロナウイルス感染症にみられる症状以外の症状も含め、体調に思わしくない点がある場合、濃厚接触の可能性がある場合、同居家族で感染した場合、各種休暇制度や在宅勤務の利用を推奨する		
	53	過去14日以内に政府から入国制限されている、または入国後の観察期間を必要とされている国・地域などへの渡航並びに当該在住者との濃厚接触がある場合、自宅待機を指示する		
	54	取引先等企業にも同様の取り組みを促すことが望ましい		
(12)利用者に対する協力のお願い	55	事業所内立ち入る利用者に対して、感染防止対策を示したチラシの掲示・配布を行う等により、感染拡大防止について協力を求める	<ul style="list-style-type: none"> ・対象外 	
	56	非対面・非接触の配達形態である「置き配」について、ガイドライン4を参照しながら活用への理解を促す		
(13)感染者が確認された場合の対応	57	保健所、医療機関の指示に従う	<ul style="list-style-type: none"> ・実証に関わる方の感染や濃厚接触が確認された場合は、豊田通商に報告したうえで、実証の継続等の判断を仰ぐ。 ・実証の継続等の判断に関しては、別途定めるフローに基づいて対応する。 	
	58	従業員が感染した旨を速やかに各地方運輸局等に連絡する		
	59	感染者の行動範囲を踏まえ、感染者の勤務場所の消毒を行うとともに、必要に応じて、同勤務場所の勤務者に自宅待機をさせるなどの対応を検討する		
①従業員が感染が確認された場合	60	感染者の人権に配慮し、個人名が特定されることがないよう留意する。なお、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止を目的とした個人データの取り扱いについては、個人情報保護に配慮し、適正に取り扱う		
	61	保健所、医療機関およびビル貸主の指示に従う		
(14)その他	62	総務安全衛生管理者や安全衛生推進者と保健所との連絡体制を確立し、保健所の聞き取り等にも必ず協力する	<ul style="list-style-type: none"> ・各実証実験検討WG参加企業でガイドラインを遵守した対応を行う。 	
	63	新型コロナウイルスの感染予防にあたっては、本ガイドラインに加えて、公益社団法人全日本トラック協会が新型コロナウイルスの感染予防対策のために作成したガイドライン5も参考にする		
(99)ガイドラインに記載の無い追加事項	64	県外者の受入	<ul style="list-style-type: none"> ・視察や見学は原則受け入れない ・実証関係者の感染や濃厚接触が確認された場合は、豊田通商と状況について共有したうえで、実証の継続等の判断を仰ぐ。 ・実証の継続等の判断に関しては、別途定めるフローに基づいて対応する。 	
	65	実験関係者に感染者や濃厚接触者が出た場合の対応		

図 3-65 隊列走行実証実験における新型コロナウイルス対策について

3.1.11. 公道実証実験実施

3.1.11.1. 概要

本年度は、後続車無人隊列走行の実証実験の成功に向けて、最終仕様となる電子牽引隊列走行適合車を含めた3編成9台（18年型、20年型A編成、同B編成）の実験車を用いて、産総研つくば北サイトテストコースでの実験および新東名高速道路での公道実証実験を同時並行で行った。

3.1.11.2. 実験方法

(1) 実験区間

新東名高速道路での実証実験に関しては、新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言（4月7日発出、5月25日解除）の影響で、実験開始は約2か月遅れの6月10日からとなった。

実験区間は2区間あり、最終的に後続車無人隊列走行実証実験を行うため、全区間で極めて高度な制御安定性が求められる「浜松いなさJCT～遠州森町PA区間（片道25km）」（浜松地区実験区間）と、長距離かつ様々な道路環境での安定的な走行を評価する「遠州森町PA～駿河湾沼津SA区間（片道100km）」（長距離実験区間）の2区間で実験を行った。

なお、2月22日に行われた「電子牽引後続車無人隊列走行実証実験」は、浜松SA～遠州森町PA間の15kmだが、トンネル区間を含めたより長い距離で安定性評価実験を行うため、浜松いなさJCT～遠州森町PA間の25kmを「後続車無人システム実証実験」浜松地区実験区間として実験を行った。

2区間での実験を効率的に行うため、長距離実験区間（遠州森町PA～駿河湾沼津SA区間）については、ドライバーの本拠地が沼津地区であることから、上期（7月～8月）は18年型車で週4～5日の実験日の初日に駿河湾沼津SAを出発し、中日は浜松地区で実験を行い、最終日に沼津SAに戻るという1週間で1往復の計画で実施した。また、下期は2月15日から20年型B編成を主体とした実験になるため、20年型A編成は、浜松地区の実験と駿河湾沼津SAを起終点とする往復実験（1日1往復）を組み合わせる形で実施した。



図 3-66 実証実験区間

(2) 実験日程

実験日程の詳細は後述するが、テストコースでの実験終了後の各実験車の新東名高速道路投入開始日は、18年型車が6月10日、20年型A編成が8月18日、20年型B編成が関係省庁デモを終了した後の11月18日となった。

また、8月18日～28日（18年型車と20年型A編成）および11月18日～2月25日（20年型A編成とB編成）は、同時に2編成6台を用いて新東名実証実験を行った。

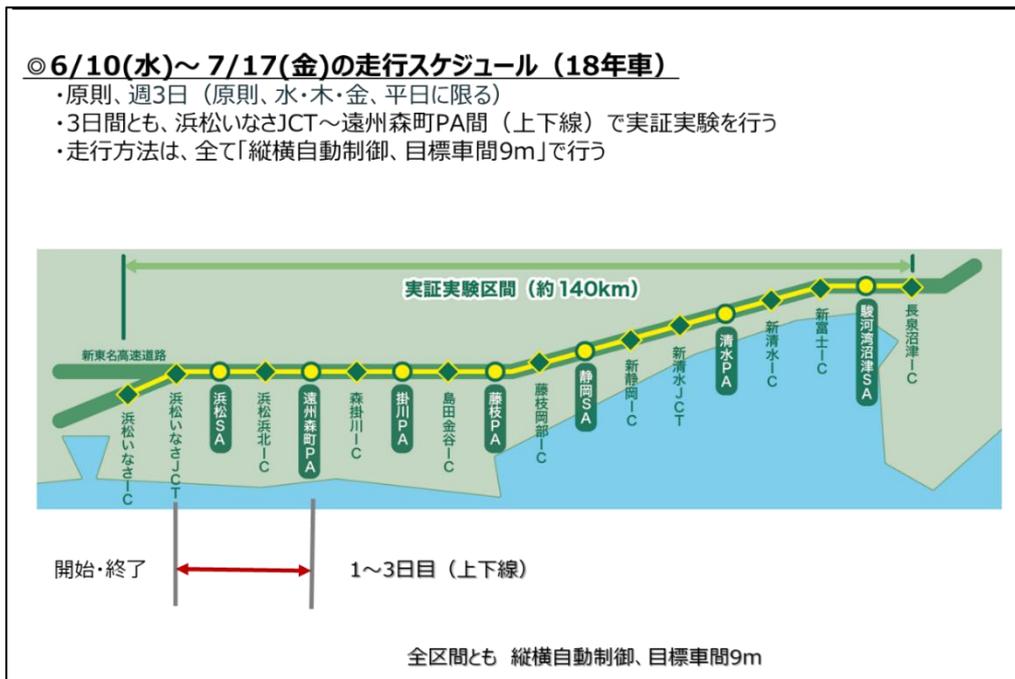
浜松地区実験区間（浜松いなさJCT～遠州森町PA間の25km）での実験は、9時から開始して1日3往復の実験を行い、16時をめでに終了することとし、ログデータ解析およびソフト修正作業は走行終了後に行った。

車種	実験区間	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	実験期間	
18年型	テストコース			→										
	新東名 (浜松～森町)			→	安定性評価								6/10～8/28	
	新東名・長距離 (浜松～沼津)				→	評価							7月下旬～8月末 で片道*9回	
20年型 A編成	テストコース			→	実験									
	新東名 (浜松～森町)									→	ソフト変更・パラメータ調整	→	評価	8/18～2/25
	新東名・長距離 (浜松～沼津)											→	2月に片道*10回 沼津SAにて 隊列形成・解除	
20年型 B編成 (電子牽引適合車)	テストコース												11/13 省庁向けデモ 1/6～8で 助手席MRM実験	
	新東名 (浜松～森町)												11/18～2/25 (除1/6～8) 2/22 本番 <後続無人実験>	

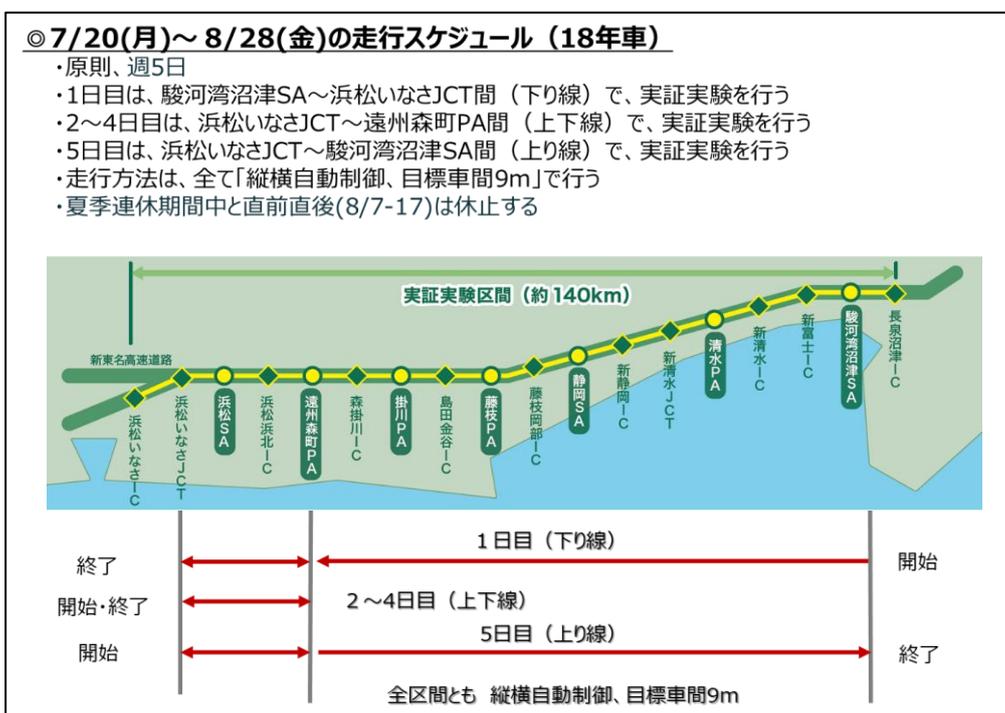
図 3-67 2020 年度実験計画概要

(3) 詳細スケジュール (※往復回数は浜松地区実験区間の往復回数)

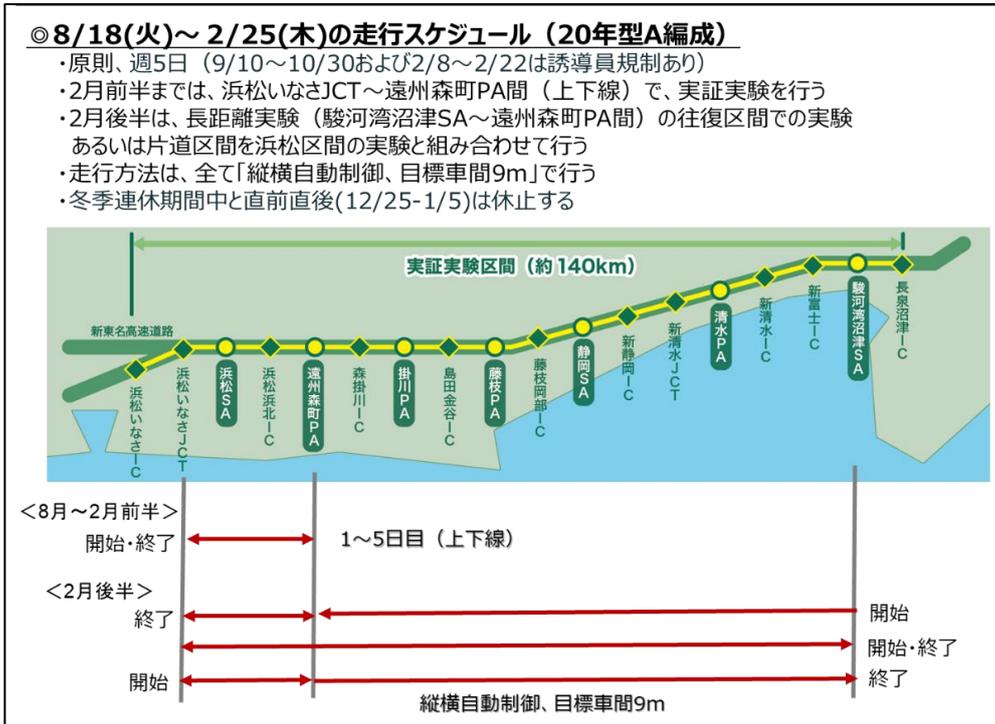
- ① <18年型車> 6/10(水)～7/17(金)の走行スケジュール
(3往復/日)



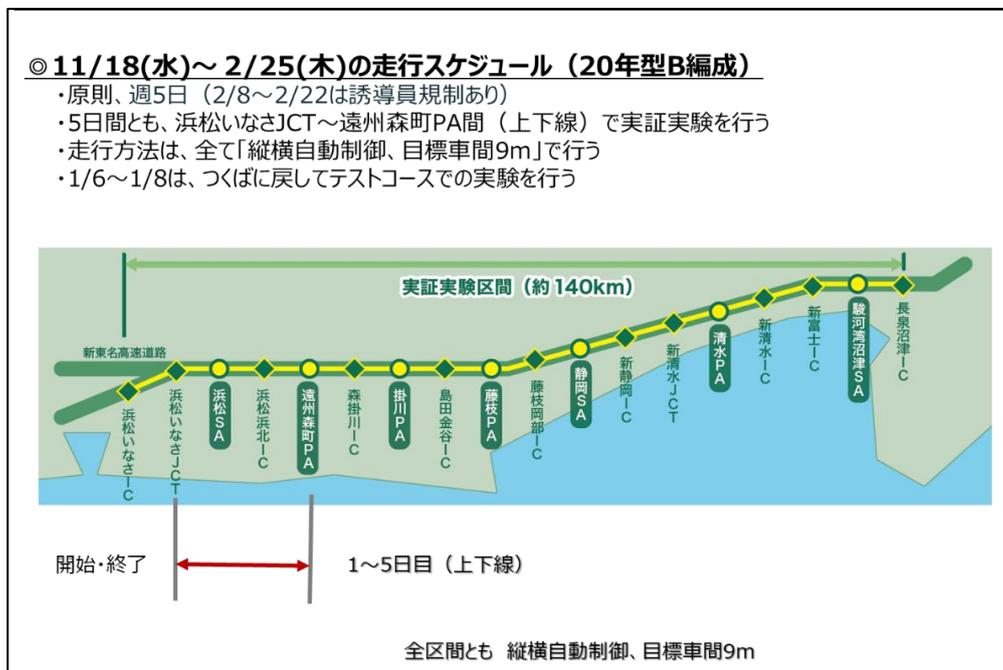
- ② <18年型車> 7/20(月)～8/28(金)の走行スケジュール
(3往復/日)



③ < 20 年型 A 編成 > 8/18 (火) ~ 2/25 (木) の走行スケジュール
(3 往復/日)



④ < 20 年型 B 編成 > 11/18 (水) ~ 2/25 (木) の走行スケジュール
(3 往復/日)



(4) 隊列形成・解除場所

① 浜松 SA 上り 隊列形成場所

本年度、浜松 SA 上りは大型車用 SA が大幅に拡張されるとともに、隊列トラック専用の駐車および隊列形成場所が設置された。しかしながら、弊社と中日本高速道路との間で隊列形成場所に関わる前提条件（直線形状で 60m 以上必要）の認識違いがあり、弓形形状のエリアになっていたため、後日隊列形成場所を示す白線を引き直していただくことによって、隊列形成して発進することが出来るようになった。

また、隊列形成場所から SA 内を経由してランプまでは、磁気マーカを敷設した。



図 3-68 浜松 SA 上り 隊列形成場所（改修前）



図 3-69 浜松 SA 上り 隊列形成場所（改修後）

② 遠州森町 PA 上り 隊列解除場所

遠州森町 PA 上りの隊列解除場所は、専用の隊列解除場所は設置しないものの、隊列解除する場所を一番手前の P1 駐車エリアの流入路と決め、ランプ部から磁気マーカを敷設した。

③ 遠州森町 PA 下り 隊列形成場所

遠州森町 PA 下りの隊列形成場所も、専用の隊列形成場所は設置しないものの、隊列形成する場所を一番奥の P4 駐車エリアの流出路と決め、PA 内を経由してランプ部まで磁気マーカを敷設した。

④ 浜松 SA 下り 隊列解除場所

本年度、浜松 SA 下りの大型車用 PA の一番手前のランプ流出路のすぐ横に隊列解除場所が設置されたが、SA 入口からほぼ直線状態の軌跡を保ったまま LiDAR/ステレオカメラ制御のままで進入できるエリアのため、磁気マーカの敷設はしないこととした。



図 3-70 浜松 SA 下り 隊列解除場所（前方）



図 3-71 浜松下り SA 隊列解除場所（後方）

⑤ 駿河湾沼津 SA 下り 隊列形成場所

本年度、駿河湾沼津 SA 下りも大型車用 SA が拡張されるとともに、隊列トラック専用の駐車および隊列形成場所が設置された。しかしながら、浜松 SA 上りと同様の弓形形状であったため、隊列形成場所の予定エリアを隣接エリアに変更することにより、隊列形成して発進することが出来ることを確認した。



図 3-72 駿河湾沼津 SA 下り 長大車 PA 全体図



図 3-73 駿河湾沼津 SA 下り 隊列形成場所

⑥ 駿河湾沼津 SA 上り 隊列解除場所

本年度、駿河湾沼津 SA 上りにも隊列解除場所が設置されたが、浜松 SA 下りと同様、SA 入口からほぼ直線の軌跡で流入できるため、LiDAR/ステレオカメラのまままで問題なく進入し、隊列解除を行えることを確認した。



図 3-74 駿河湾沼津 SA 上り 隊列解除場所

(5) 磁気マーカの敷設

本年度は、SA/PA 内でのトラッキング制御の冗長化を図るため、GNSS トラッキングに加えて磁気マーカトラッキングを採用することが決まったため、9 月初旬に磁気マーカの敷設工事を行った。設置場所は、センサ切替の必要がない浜松 SA 下り以外の 3 か所の SA/PA で、磁気マーカは隊列形成場所からランプ途中までと、ランプ途中から隊列解除場所までの隊列走行車両が走行する軌跡上に敷設した。

(6) 転回場所および夜間駐機場

転回および夜間駐機場については、浜松いなさ IC 付近および森掛川 IC 付近の転回場所とも、前年度と同じ場所を中日本高速道路から借用した。

① 浜松いなさ IC 付近の転回場所および夜間駐機場



図 3-75 浜松いなさ IC 付近の転回・夜間駐機場

② 森掛川 IC 付近の転回場所



図 3-76 森掛川 IC 付近の転回場所

(7) 遠州森町下り PA 仮設事務所

データ解析や打ち合わせを行うための仮設事務所を前年度と同じく遠州森町下りの大型車両用 PA に隣接した中日本高速道路敷地内に設置した。



図 3-77 遠州森町下り PA の仮設事務所

(8) 駐車場規制および誘導員配備

SA/PA での隊列形成・解除実験および磁気マーカトラッキング実験を行うため、9月10日から10月30日までの約1か月半および、後続車無人実証実験日直前の2月8日から2月22日までの約半月は、浜松 SA 下りを除く隊列形成・解除場所3か所の駐車場規制および SA/PA 内走行時の誘導員配備を行った。大型車の出入りが多く、駐車場規制を行わないと隊列形成が行うことが難しい遠州森町 PA 下りについては、休憩場所を変更し隊列形成場所に到着後すぐに隊列形成することにより、一般車両に迷惑をかけることなく隊列形成実験を行った。

(浜松 SA 上りの隊列形成場所については、専用エリアのため駐車場規制の必要なし)

(9) 走行距離実績

表 3-15 に、走行距離の実績を示す。2編成同時での走行期間があり日数的な重複はあるが、延べ234日で32,525キロ（1日平均約140キロ）を走行し、その間事故や重大なヒヤリハット事例は1件も発生しなかった。

また、遠州森町 PA～駿河湾沼津 SA 間の長距離実験では、1,900キロ走行した。浜松地区（いなさ JCT～遠州森町 PA 間）と比べてトンネルや IC の数が多く、かつ IC からの合流区間が短い場所も多かったことから、18年型車（7～8月）での走行実験時は危険回避のために隊列を解除することもあったが、12月下旬以降全線3車線化の工事が完了したこともあり、20年型 A 編成（2月）の走行実験では一度も隊列解除することなく走行できた。

実験車	延べ実験日数 (+長距離実験) ※重複あり	浜松地区実験	長距離実験	走行距離計 (km)
		いなさ JCT～ 遠州森町 PA	遠州森町 PA～ 駿河湾沼津 SA	
18年型車	39日 (+9日)	5,425	900	6,325
20年型車 A 編成	121日 (+8日)	17,075	1,000	18,075
20年型車 B 編成	57日 (+0日)	8,125	0	8,125
合計	217日 (+17日)	30,625	1,900	32,525

表 3-15 走行距離実績

(10) 実験管理

新東名実証実験では、日々の実験データ（ログデータ）の解析等に資するため、以下の記録を取得・作成した。

① ドライブレコーダー

先導車以外の実験車全て（隊列 1～3 号車および後続車）にドライブレコーダーを搭載し、異常時は車両毎、地点毎の走行状況を可視画像で確認できるようにした。

② ドライバ走行記録

先導車・後続車を含む全ての実験車両に定形の走行記録シートを準備し、一つの走行単位（浜松 SA～遠州森町 PA 間および浜松 SA～浜松いなさ JCT 間の片道単位）が終了する毎に記録する時間を取って、天候や風速、実験条件等の基礎情報とともに、ヒヤリハット事例が発生した場合はその詳細情報、オーバーライド（ステアリングおよびブレーキ）や車間距離異常（10m 以上や 5m 以下）が発生した場合の詳細状況（主に内部要因の解析用）および、工事車線規制に伴う割り込みや合流時の車線変更の有無（主に外部要因の解析用）等の情報を記載した。

③ 合流状況の記録

本線への合流および IC での一般車両との合流は相手側の車両の動きに影響されるため、システムだけでは対応できない最大の課題となるため、定形シートを準備し、走行単位毎に合流時における状況データを記録し、課題を抽出するようにした。

具体的には、浜松 SA 上りおよび遠州森町 PA 下りからの本線合流時、ならびに浜松浜北 IC 上下線における一般車両との合流時において、合流車の有無や車種、合流速度、合流する際の速度調整や車線変更の有無（隊列側および相手側）を記載するようにした。

④ ドライバ日誌

ドライバが走行中に気づいた車両の挙動（横風や道路の縦・横勾配に対する車両の動きなど）や、1号車運転上の留意点（加減速する場合の注意点や SA 内の走行軌跡等）、逆に後続車から見た 1号車ドライバへの要望など、ドライバ走行記録では記載しにくい情報を 1日単位の日誌（1人数行）にて記載するようにした。

（※幅広い観点から課題が抽出できるよう、ドライバは毎日違う車両に乗車）

⑤ 週報作成

経済産業省および豊田通商に対して、週末（当日中）に週報を作成し、メールにて報告することとし、タイムリーな情報共有を行うため関係者全員に CC 配布した。

3.1.11.3. 実験性能

2020年11月18日～2021年2月19日の期間に、後続車無人隊列走行公道実証実験に向け、新東名高速道路で、冗長系システムが完全に適合する 20 年型 B 編成隊列に対して、システム制御性能の確認試験を行った。

■ 評価条件

目標車間 : 0～20[km/h]→5[m]
 20～60[km/h]→5～8.5[m]
 60～80[km/h]→8.5[m]

使用センサ優先順位：下表の通り

制御項目	走行エリア	優先順位
トラッキング制御	SA/PA	・直線：GNSS > 磁気マーカ > LiDAR#1 > LiDAR#2
		・カーブ：GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ
車間距離制御	SA/PA	・直線：LiDAR#1 > LiDAR#2 > GNSS > 磁気マーカ ・カーブ：GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ > ミリ波レーダ

表 3-16 車間距離及びトラッキングセンサの切替優先度

※ 基本的に、故障発生や検知ミスの発生時に低優先度のセンサに切り替える

走行期間 : 2020/11/18～2021/2/19
 走行区間 : ①遠州森町 PA → 浜松 SA
 ②浜松 SA → 遠州森町 PA
 天候条件 : 晴れ、曇り、雨
 走行速度 : 0～80[km/h]

(1) トラッキング制御

N数：31（制御ソフト変更完了後の走行ログのみ集計）

車両	横偏差														
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部			森町SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)												
1-2号車	0.06	0.40	0.08	0.04	0.22	0.06	0.04	0.27	0.04	0.04	0.24	0.06	0.05	0.35	0.06
2-3号車	0.06	0.48	0.08	0.02	0.23	0.08	0.02	0.20	0.05	0.02	0.37	0.07	0.04	0.32	0.07

表 3-17 トラッキング制御総合評価結果：浜松 SA → 遠州森町 PA 間

車両	横偏差											
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部・浜松SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)
1-2号車	0.02	0.25	0.06	0.04	0.29	0.07	0.04	0.33	0.05	0.07	0.30	0.08
2-3号車	0.00	0.24	0.06	0.04	0.39	0.10	0.08	0.34	0.05	0.08	0.30	0.08

表 3-18 トラッキング制御総合評価結果：遠州森町 PA → 浜松 SA 間

走行時の区間別横偏差推移の一例を、下記に示す。

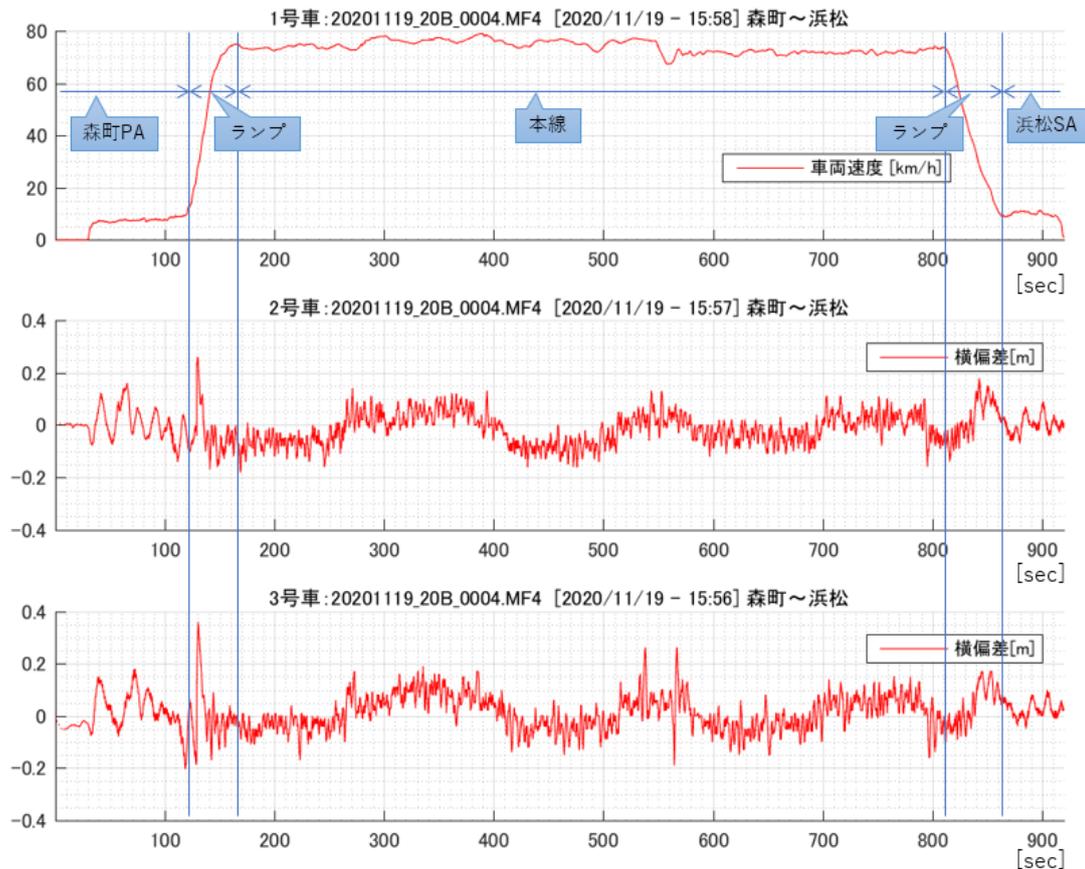


図 3-78 トラッキング制御性能一事例

■ 考察

本線区間における横偏差は、上り下りと 2・3 号車のデータを合わせても最大で 0.34[m]となった。これは、車幅 2.5[m]の 1 号車が車線幅 3.7[m]の本線の中心から仮に±0.25[m]の誤差で走行していた場合でも、後続車両の横偏差は左右それぞれの余裕代 0.35[m]の範囲に収まり、車線の逸脱なく走行できていたことを示す。

一方で、標準偏差が示す横偏差のバラつきが、ランプ及び SA/PA にて比較的大きな値を示している。これは、ランプではセンサ切替時に横偏差が大きくなること、SA/PA においてはカーブがきつい道路を走行するために値がバラつきやすいためである。

(1) トラッキング制御

N数：31（制御ソフト変更完了後の走行ログのみ集計）

表 3-19 トラッキング制御総合評価結果：浜松 SA → 遠州森町 PA 間

車両	横偏差														
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部			森町SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)												
1-2号車	0.06	0.40	0.08	0.04	0.22	0.06	0.04	0.27	0.04	0.04	0.24	0.06	0.05	0.35	0.06
2-3号車	0.06	0.48	0.08	0.02	0.23	0.08	0.02	0.20	0.05	0.02	0.37	0.07	0.04	0.32	0.07

表 3-20 トラッキング制御総合評価結果：遠州森町 PA → 浜松 SA 間

車両	横偏差											
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部・浜松SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)
1-2号車	0.02	0.25	0.06	0.04	0.29	0.07	0.04	0.33	0.05	0.07	0.30	0.08
2-3号車	0.00	0.24	0.06	0.04	0.39	0.10	0.08	0.34	0.05	0.08	0.30	0.08

走行時の区間別横偏差推移の一例を、下記の図 3-79 に示す。

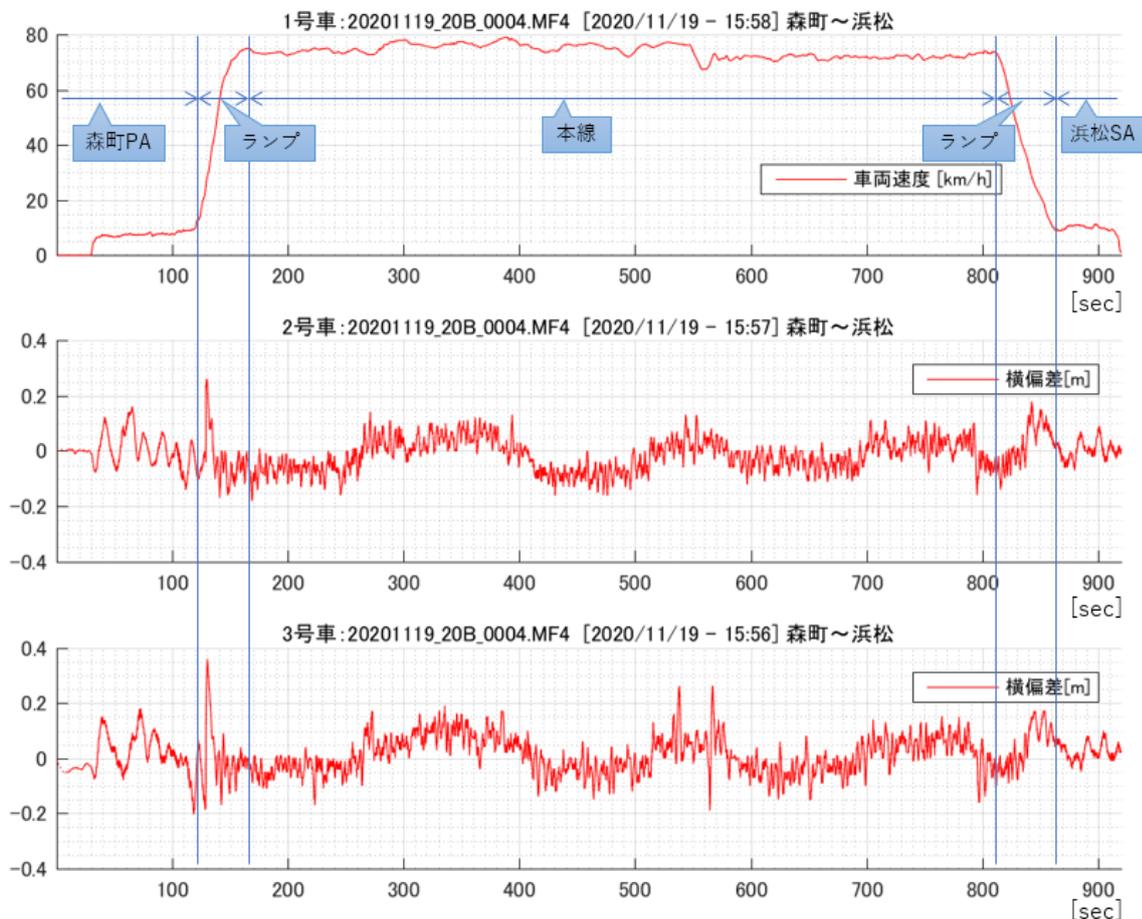


図 3-79 トラッキング制御性能一事例

■ 考察

本線区間における横偏差は、上り下りと 2・3 号車のデータを合わせても最大で 0.34[m]となった。これは、車幅 2.5[m]の 1 号車が車線幅 3.7[m]の本線の中心から仮に±0.25[m]の誤差で走行していた場合でも、後続車両の横偏差は左右それぞれの余裕代 0.35[m]の範囲に収まり、車線の逸脱なく走行できていたことを示す。

一方で、標準偏差が示す横偏差のバラつきが、ランプ及び SA/PA にて比較的大きな値を示している。これは、ランプではセンサ切替時に横偏差が大きくなること、SA/PA においてはカーブがきつい道路を走行するために値がバラつきやすいためである。

(2) 車間距離制御

N 数：31（制御ソフト変更完了後の走行ログ（2/16～2/25）のみ集計）

車両	車間距離														
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部			森町SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)												
1-2号車	5.3	7.0	0.2	6.9	9.1	0.5	8.3	9.2	0.1	6.9	8.5	0.6	5.8	7.1	0.5
2-3号車	5.4	7.8	0.2	7.0	9.3	0.6	8.6	9.6	0.1	7.0	9.4	0.7	5.7	7.0	0.4

表 3-21 車間距離制御総合評価結果：浜松 SA → 遠州森町 PA 間

車両	車間距離											
	浜松SA			ランプ合流部			本線			ランプ分流部・浜松SA		
	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)	平均値 (m)	最大値 (m)	標準偏差 (m)
1-2号車	5.4	6.2	0.2	6.5	7.9	0.5	8.2	8.9	0.1	6.7	8.4	0.5
2-3号車	5.4	7.7	0.2	6.5	8.5	0.6	8.5	9.8	0.2	6.7	8.4	0.6

表 3-22 車間距離制御総合評価結果：遠州森町 PA → 浜松 SA 間

走行時の区間別車間距離推移の一例を、下記に示す。

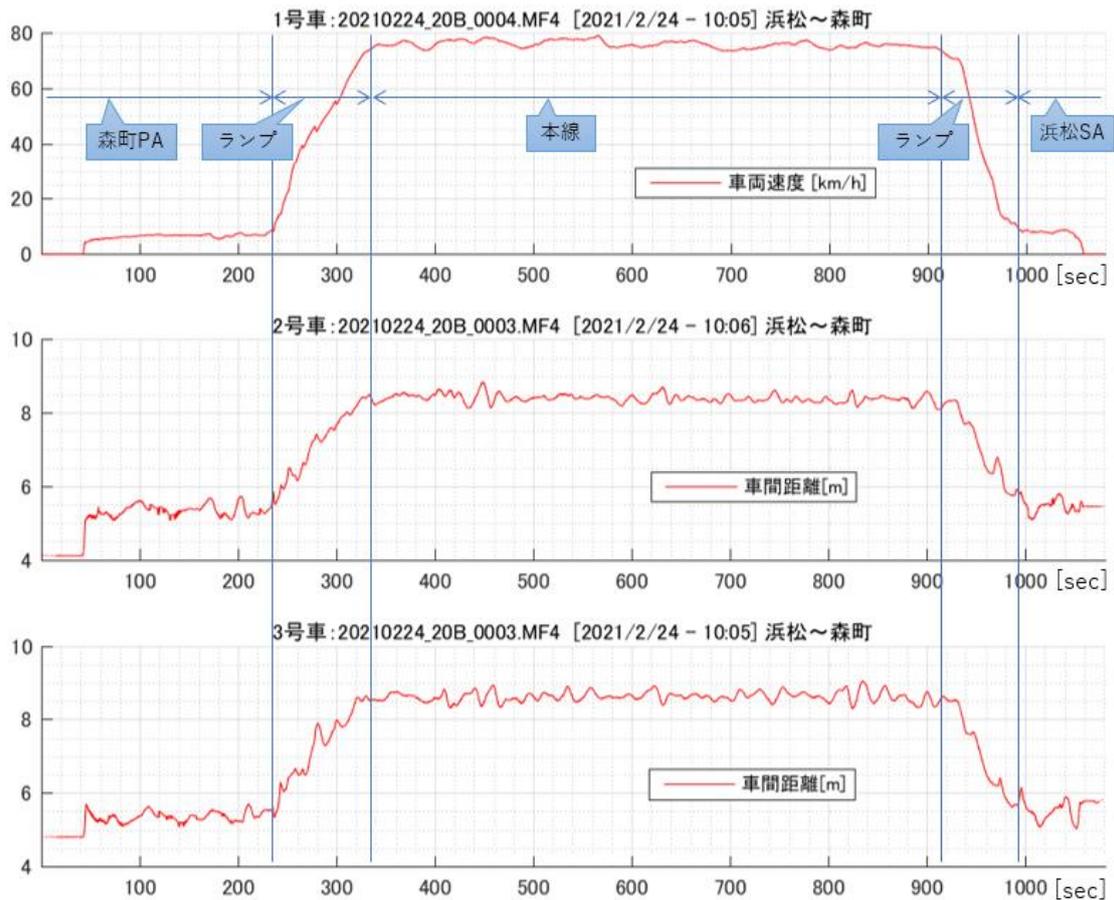


図 3-80 車間距離制御性能一事例

■ 考察

デモ本番で使用した制御ソフトにおいて 31 回走行した結果、車間距離の 10[m] 超過は 2・3 号車共に発生しなかった。

一方で、標準偏差が示す車間距離のバラつきが、本線より SA/PA の方が大きくなっている。これは、走行距離も長く他車両の割り込み発生によるリスクも高い本線区間に合わせて CACC のゲインをチューニングしているためである。また、全区間において 2 号車より 3 号車の方が車間距離のバラつきが大きいのは、2 号車における車間距離の変動が、後続である 3 号車に波及しているためである。

3.1.12. 広報の実施

公道での後続車無人システム実証実験を実施するに当たり、実験の広報のためポスター、横断幕、公式動画を作成した。

3.1.12.1. 周知ポスターの作成

(1) 長期実証実験のポスター

A) ポスターデザイン

2020年6月10日（水）～2021年2月26日（金）まで実施した長期実証実験の広報のため、以下のポスターを作成した。



令和2年 5月13日 ~ 令和3年 2月26日

新東名高速道路 浜松いなさIC ~ 長泉沼津IC

トラック隊列走行 実証実験

- ▶ 最大3台の大型トラックが短い車間距離で隊列を組んで走行します。
- ▶ トラック隊列は浜松いなさICと長泉沼津IC間を走行します。
- ▶ 既存の法令を遵守し、全車両にドライバーが乗車し、安全に走行します。
- ▶ 実証期間は実験の進捗状況に応じて変更されることがあります。

実証実験区間 (約140km)

新東名高速道路

浜松いなさIC、浜松いなさJCT、浜松SA、浜松北IC、遠州森野PA、浜無川IC、掛川PA、掛川金谷IC、藤枝PA、藤枝東部IC、静岡SA、静岡IC、新清水JCT、新清水IC、新富士IC、新東名SA、長泉沼津IC

走行車両の外観の一例

走行中の一例

トラック隊列車両は、車間が短く割り込みは危険です。分合流部では安全を確保し走行してください。

分合流部、合流、車線変更の際はご注意ください。

トラック隊列の駐車のため、一部SA・PAにおいて一部駐車スペース（大型車用）のご利用を制限する場合があります。ご協力お願いいたします。

隊列を見つけたらアンケートにご協力ください

QRコード

トラック隊列走行お問い合わせ窓口 TEL: 0120-752-577 (お問い合わせ時間 平日 9:00 ~ 18:00)

事務局：豊田通商株式会社 日本工営株式会社

実証事業委員会メンバー：先達モビリティ株式会社、いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラックス株式会社、佐川急便株式会社、西濃運輸株式会社、日本通運株式会社、福山通運株式会社、ヤマト運輸株式会社、公益社団法人全日本トラック協会

※印は今回の実証実験の実施企業です。

経済産業省 国土交通省

図 3-81 ポスターデザイン（長期実証実験）

B) 掲示・配布箇所

広報ポスター及びチラシは、実証実験箇所の新東名高速道路のSA・PAの他、東名高速道路等のSA・PAに掲示、配布した。掲示、配布箇所一覧を以下に示す。

路線名	休憩施設名	送付先
東 名	港北PA	上
		下
	海老名SA	上
		下
	中井PA	上
		下
御殿場保全・サービスセンター	鮎沢PA	上
		下
	足柄SA	上
新東名	駿河湾沼津SA	上
		下
	清水PA	上・下
	静岡SA	上
		下
	藤枝PA	上
		下
	掛川PA	上
		下
	遠州森町PA	上
下		
浜松SA	上	
	下	
豊田保全・サービスセンター	長篠設楽原PA	上
		下
	岡崎SA	上・下
東 名	上郷SA	上
		下
伊勢湾岸道	刈谷PA	上
		下

表 3-23 ポスター・チラシ配布箇所

(2)電子牽引による後続車無人走行実証実験の周知ポスター

A) ポスターデザイン

電子牽引による後続車無人走行実証実験の広報のため、以下のポスターを作成した。

新東名高速道路 浜松SA～遠州森町PA

電子牽引による 後続車無人走行 実証実験

本実証は、2020年度内に高速道路での後続車無人隊列走行技術の実現を目指す成長戦略フォローアップ(令和元年6月21日閣議決定)に基づく実証実験です。

令和3年 2月19日～3月4日 9時～16時

※実験の進捗や天候等を考慮し上記期間のいずれかで実施致します。

- 最大3台の大型トラックが短い車間距離で隊列を組んで浜松SAと遠州森町PA間の上下線を走行します。
- 2号車、3号車はドライバーが無人(助手席に保安要員あり)で走行し、既存の法令を遵守し走行します。
- トラック隊列の前後にサポートカー、最後方に高速道路パトロールカーが走行し、走行状態を監視しながら安全に走行します。



走行中の一例



走行車両の外観

後続車無人実証実験区間

E1A 新東名高速道路



! トラック隊列の駐車のため、一部SA・PAにおいて一部駐車スペース(大型車用)のご利用を制限する場合があります。ご協力をお願いいたします。

! 実験車のためトラック隊列の真横や真後ろの走行には注意してください。



! 合流部ではトラック隊列の接近に対し注意を促すLED情報板を設置しております。情報を確認したらトラック隊列との車間距離を確認しながら注意して走行してください。

大型3台連続
合流注意

! トラック隊列は車間が短く割り込みは危険です。交通事故につながりますので割り込みや無理な追い越しはおやめください。

トラック隊列走行お問い合わせ窓口 TEL: 0120-752-577 (お問い合わせ時間 平日 9:00～18:00)

※新型コロナウイルスの影響を受け、窓口を閉鎖する可能性があります。

事務局：豊田通商株式会社 日本工営株式会社 協力：中日本高速道路株式会社
 実証事業委員会メンバー：先進モビリティ株式会社、いすゞ自動車株式会社、日野自動車株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社、UDトラック株式会社、佐川急便株式会社、西濃運輸株式会社、日本通運株式会社、福山通運株式会社、ヤマト運輸株式会社、公益社団法人全日本トラック協会(以下「全ト協」)の実証実験の実施企業です。

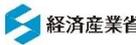



図 3-82 ポスターデザイン (電子牽引による後続車無人隊列走行実証実験)

B) 掲示・配布箇所

広報ポスター及びチラシは、実証実験箇所の新東名高速道路のSA・PAの他、東名高速道路等のSA・PAに掲示、配布した。掲示、配布箇所一覧を以下に示す。

路線名	休憩施設名		送付先
新東名	掛川 P A	上	浜松保全・サービスセンター
		下	
	遠州森町 P A	上	
		下	
	浜松 S A	上	
		下	
	長篠設楽原 P A	上	豊田保全・サービスセンター
		下	

表 3-24 ポスター・チラシ配布箇所

3.1.12.2. 横断幕による情報提供

(1) 設置概要

高速道路利用者に対してトラック隊列走行実証実験を周知する目的で新東名高速道路の浜松 SA 西側、遠州森町 PA 東側及び長泉沼津 IC 西側の新東名高速道路上の跨道橋に横断幕を設置した。

A) 設置期間

令和 2 年 4 月 20 日～令和 3 年 3 月 5 日

実験期間：令和 2 年 6 月 10 日～令和 3 年 2 月 26 日

B) 設置個所

新東名高速道路 浜松いなさ IC～長泉沼津 IC

設置個所	所在地	設置方向 (新東名高速道路)	枚数	所管 警察署
(1)馬場橋	浜松市北区滝沢町	上り	1	細江
(2)滝沢橋	浜松市北区滝沢町	上り	1	細江
(3)志戸呂跨道橋	島田市志戸呂	下り	1	島田
(4)横岡跨道橋	島田市横岡	下り	1	島田
(5)足高橋	沼津市足高地先	上り・下り	2	沼津
(6)愛鷹運動公園大橋	沼津市足高地先	上り・下り	2	沼津
計			8	

表 3-25 設置箇所一覧（新東名高速道路の跨道橋）

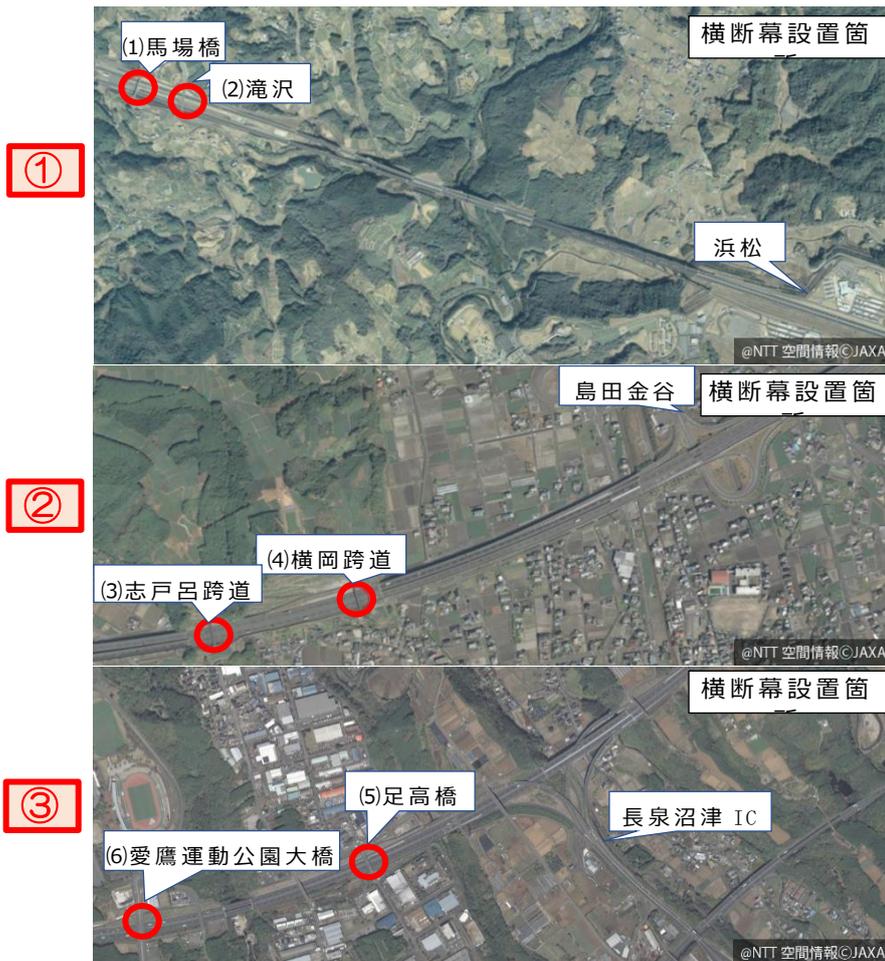


図 3-83 横断幕の設置箇所

(2) 横断幕の設置

実証実験を実施するにあたり、注意喚起の一つとして横断幕を表 3-26 及び表 3-27 に示す橋梁部分に設置した。

箇所	設置前	設置後
志戸呂跨道橋		
横岡跨道橋		
滝沢橋		
馬場橋		

表 3-26 横断幕の設置前後 (1/2) 【2020 年 4 月 27 日設置】

箇所	設置前	設置後
足高橋（上り）		
足高橋（下り）		
愛鷹運動公園大橋（上り）		
愛鷹運動公園大橋（下り）		

表 3-27 横断幕の設置前後（2/2）【2020年4月27日設置】

(3)メンテナンス記録

I. メンテナンスの基本方針

実験期間中において、横断幕のメンテナンスを実施した。メンテナンス内容としては月に最低1回の点検及び台風等の自然災害時において随時メンテナンスを実施することとした。

II. メンテナンスの実施概要

メンテナンス実施状況概要をに示す。

日付	実施内容	対応状況
第1回 2020年5月27日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	異常なし
第2回 2020年7月2日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	異常なし
第3回 2020年8月4日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	熱で少し焼け焦げている箇所を確認 (取付状況には問題ない)
第4回 2020年9月5日	台風対策として横断幕の撤去	・沼津長泉側の横断幕4枚を撤去 ・浜松側、島田金谷側はNEXCO中日本が撤去
第5回 2020年9月10日	台風対策として撤去した横断幕の復旧	・沼津長泉側の横断幕4枚を復旧
第6回 2019年10月9日	台風対策として横断幕の撤去	・沼津長泉側の横断幕4枚を撤去 ・浜松側、島田金谷側はNEXCO中日本が撤去
第7回 2020年10月13日	台風対策として撤去した横断幕の復旧	・浜松側の横断幕2枚を復旧 ・島田金谷側の横断幕2枚を復旧
第8回 2020年10月14日	台風対策として撤去した横断幕の復旧	・沼津長泉側の横断幕4枚を復旧
第9回 2020年11月13日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	異常なし
第10回 2020年12月16日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	異常なし
第11回 2021年1月21日	横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検	異常なし

表 3-28 メンテナンス実施概要一覧

III. メンテナンス実施結果

第1回

2020年5月27日に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋（上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋（下り）	【異常なし】
			

表 3-29 2020年5月27日メンテナンス実施内容

第 2 回

2020 年 7 月 2 日に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋（上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋（下り）	【異常なし】
			

表 3-30 2020 年 7 月 2 日メンテナンス実施内容

第 3 回

2020 年 8 月 4 日に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋 （上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋 （下り）	熱で少し焼け焦げ ている箇所を確認 （取付状況には問 題ない）
			

表 3-31 2020 年 8 月 4 日メンテナンス実施内容

第 4 回

台風対策として、長泉沼津側において横断幕 4 枚の撤去作業を実施した。

メンテナンス実施内容		
台風対策として横断幕の撤去		
箇所	撤去前	撤去後
足高橋 (上り)		
足高橋 (下り)		
愛鷹運動公園大橋 (上り)		
愛鷹運動公園大橋 (下り)		

表 3-32 2020 年 9 月 5 日メンテナンス実施内容

第 5 回

台風対策として、事前に撤去していた浜松側、島田金谷側、長泉沼津側の横断幕 8 枚の復旧作業を実施した。

メンテナンス実施内容			
台風対策として撤去した横断幕の復旧			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋（上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋（下り）	【異常なし】
			

表 3-33 2020 年 9 月 10 日メンテナンス実施

第 6 回

台風対策として、長泉沼津側の横断幕 4 枚の撤去作業を実施した。

メンテナンス実施内容		
台風対策として横断幕の撤去		
箇所	撤去前	撤去後
足高橋 (上り)		
足高橋 (下り)		
愛鷹運動公園大橋 (上り)		
愛鷹運動公園大橋 (下り)		

表 3-34 2020 年 10 月 9 日メンテナンス実施内容

第 7 回

台風対策として、事前に撤去していた浜松側、島田金谷側の横断幕 4 枚の復旧作業を実施した。

メンテナンス実施内容		
台風対策として撤去した横断幕の復旧		
箇所	復旧前	復旧後
志戸呂跨道橋		
横岡跨道橋		
滝沢橋		
馬場橋		

表 3-35 020 年 10 月 13 日横断幕復旧の様子

第 8 回

台風対策として、事前に撤去していた沼津長泉の横断幕 4 枚の復旧作業を実施した。

メンテナンス実施内容		
台風対策として撤去した横断幕の復旧		
箇所	復旧前	復旧後
足高橋 (上り)		
足高橋 (下り)		
愛鷹運動公園大橋 (上り)		
愛鷹運動公園大橋 (下り)		

表 3-36 2020 年 10 月 14 日メンテナンス内容

第 9 回

2020 年 11 月 13 日に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋 （上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋 （下り）	【異常なし】
			

表 3-37 2020 年 11 月 13 日メンテナンス内容

第 10 回

2020 年 12 月 16 日に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋 （上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋 （下り）	【異常なし】
			

表 3-38 2020 年 12 月 16 日メンテナンス内容

第 11 回

2021 年 1 月 21 日（木）に実施したメンテナンス状況を以下に示す。

メンテナンス実施内容			
横断幕の劣化・破損・亀裂等の点検			
志戸呂跨道橋	【異常なし】	横岡跨道橋	【異常なし】
			
滝沢橋	【異常なし】	馬場橋	【異常なし】
			
足高橋（上り）	【異常なし】	足高橋（下り）	【異常なし】
			
愛鷹運動公園大橋 （上り）	【異常なし】	愛鷹運動公園大橋 （下り）	【異常なし】
			

表 3-39 2021 年 1 月 21 日メンテナンス内容

(4)横断幕の撤去

実証実験を実施するにあたり、注意喚起の一つとして設置していた横断幕を2020年2月29日に撤去した。横断幕撤去後の現状復旧の様子を以降に示す。

箇所	撤去前	撤去後
志戸呂跨道橋		
横岡跨道橋		
滝沢橋		
馬場橋		

表 3-40 横断幕の撤去前後 (1/2) 【2021年2月27日設置】

箇所	撤去前	撤去後
足高橋 (上り)		
足高橋 (下り)		
愛鷹運動公園大橋 (上り)		
愛鷹運動公園大橋 (下り)		

表 3-41 横断幕の撤去前後 (2/2) 【2021年2月27日設置】

3.1.12.3. オンライン説明会の開催

報道機関向けに、高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術の実現したことを広報するオンライン説明会を開催した。2021年2月22日に、新東名高速道路の一部区間において、実際に後続車運転席を無人とした状態（後続車助手席には保安要員乗車）での後続車無人隊列走行を実現したが、新型コロナウイルス感染症の影響を考慮し、現地での報道機関向けの説明会は行わなかったためオンラインでの開催とした。

(1) 経済産業省、国土交通省のプレスリリース

高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現にあたり、経済産業省、国土交通省でプレスリリースを行った。

以下に経済産業省、国土交通省のプレスリリースを示す。

■ 経済産業省



高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました

2021年3月5日

同時発表：国土交通省

▶ものづくり/情報/流通・サービス

経済産業省・国土交通省では、トラックドライバーの不足や高齢化、燃費の改善など物流業界が直面する課題の解決に向けて、成長戦略を踏まえ、2020年度内に高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現することを目標として、車両技術の開発を行うとともに、新東名高速道路にて、後続車無人システムの実証実験を進めてきたところです。

この度、実証実験の成果を生かし、2月22日（月曜日）に、新東名高速道路の一部区間において、実際に後続車運転席を無人とした状態（後続車助手席には保安要員乗車）での後続車無人隊列走行を実現しました。

経済産業省・国土交通省では、トラックドライバーの不足や高齢化、燃費の改善など物流業界が直面する課題の解決に向けて、成長戦略を踏まえ、2020年度内に高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現することを目標として、「トラックの隊列走行の社会実装に向けた実証」プロジェクトを豊田通商株式会社に委託し、車両技術の開発を行うとともに、新東名高速道路の長泉沼津IC～浜松いなさIC（約140km）にて、後続車無人システムによる実証実験を進めてきました。

この度、実証実験の成果を生かし、2月22日（月曜日）に、新東名高速道路の遠州森町PA～浜松SA（約15km）において、後続車の運転席を実際に無人とした状態でのトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました。

今回実現したトラックの後続車無人隊列走行技術は、3台の大型トラックが、時速80kmで車間距離約9mの車群を組んで走行※するもので、安全確保の観点から、後続車の助手席には経験を積んだ保安要員が乗車しています。

※ 車間距離維持機能や先行車追従機能等を搭載することにより、時速80kmで車間距離約9mでの走行を実現。

後続車無人隊列走行技術の実際の走行時の様子や後続車無人システムの詳細については、3月8日（月曜日）に「YouTube」経済産業省ライブ配信チャンネルに掲載しますので、是非ご覧ください。



- 浜松SA内を車間5mで走行



- 本線を時速80km車間9mで走行



- 本線から浜松SAに分流

なお、成長戦略において、今後の取組として「2025年度以降の高速道路におけるレベル4自動運転トラックの実現を目指し、高性能トラックの運行管理システムについて検討を行う」ことが掲げられています。今後これを踏まえて、今回実現したトラックの後続車無人隊列走行技術の成果を生かしつつ、引き続き、自動運転技術を搭載した高性能トラックの開発、社会実装を推進していきます。

関連リンク

- [高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました①技術説明](#)²⁾
- [高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました②走行時の様子](#)²⁾

担当

製造産業局 自動中課
ITS・自動走行推進室長 植木
担当者：橋本、出沼、近藤

電話：03-3501-1511（内線 3839～3840）
03-3501-1618（直通）
03-3501-6691（FAX）

国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

経済産業省 同時発表

Press Release

 令和 3 年 3 月 5 日
自動車局技術・環境政策課

高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました

国土交通省・経済産業省では、トラックドライバーの不足や高齢化、燃費の改善など物流業界が直面する課題の解決に向けて、成長戦略を踏まえ、2020年度内に高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現することを目標として、車両技術の開発を行うとともに、新東名高速道路にて、後続車無人システムの実証実験を進めてきたところです。この度、実証実験の成果を生かし、2月22日（月曜日）に、新東名高速道路の一部区間において、実際に後続車運転席を無人とした状態（後続車助手席には保安要員乗車）での後続車無人隊列走行を実現しました。

国土交通省・経済産業省では、トラックドライバーの不足や高齢化、燃費の改善など物流業界が直面する課題の解決に向けて、成長戦略を踏まえ、2020年度内に高速道路におけるトラックの後続車無人隊列走行技術を実現することを目標として、「トラックの隊列走行の社会実装に向けた実証」プロジェクトを豊田通商株式会社に委託し、車両技術の開発を行うとともに、新東名高速道路の長泉沼津 IC～浜松いなさ IC（約140km）にて、後続車無人システムによる実証実験を進めてきました。

この度、実証実験の成果を生かし、2月22日（月曜日）に、新東名高速道路の遠州森町 PA～浜松 SA（約15km）において、後続車の運転席を実際に無人とした状態でのトラックの後続車無人隊列走行技術を実現しました。

今回実現したトラックの後続車無人隊列走行技術は、3台の大型トラックが、時速80kmで車間距離約9mの車群を組んで走行※するもので、安全確保の観点から、後続車の助手席には経験を積んだ保安要員が乗車しております。

※ 車間距離維持機能や先行車追従機能等を搭載することにより、時速80kmで車間距離約9mでの走行を実現。

後続車無人隊列走行技術の実際の走行時の様子や後続車無人システムの詳細については、3月8日（月曜日）に「YouTube」経済産業省ライブ配信チャンネルにアップされますので、是非ご覧ください。



浜松 SA 内を車間 5 m で走行



本線を時速 8 0 km 車間 9 m で走行



本線から浜松 SA に分流

なお、成長戦略において、今後の取組として「2025 年度以降の高速道路におけるレベル4自動運転トラックの実現を目指し、高性能トラックの運行管理システムについて検討を行う」ことが掲げられています。今後これを踏まえて、今回実現したトラックの後続車無人隊列走行技術の成果を生かしつつ、引き続き、自動運転技術を搭載した高性能トラックの開発、社会実装を推進していきます。

(お問い合わせ先)

自動車局技術・環境政策課 岡本・辰野

代表：03-5253-8111 (内線 42255)

直通：03-5253-8592 FAX：03-5253-1639

(2)実施概要

- 催事名 : 「高速道路での後続車無人隊列走行技術の実現」 オンライン説明会
- 開催日時 : 3月5日(金) 11:00-12:00
- 開催場所 : 豊田通商品川オフィス
- 登壇者 : 経済産業省 自動車課 ITS・自動走行推進室長 植木 健司様
国土交通省 技術・環境政策課 自動運転戦略官 多田 善隆様
先進モビリティ株式会社 代表取締役社長 青木 啓二様
- 次第 : ①経済産業省、国土交通省挨拶
②技術説明・走行時の様子説明
③質疑応答
- 質疑応答概要 :
 - ・ 商業化時期に関する質問 : 3件
 - ・ 商業化に向けた法的課題に関する質問 : 1件
 - ・ 隊列走行の導入効果に関する質問 : 2件
 - ・ 実証実験での技術向上ポイントに関する質問 : 1件
 - ・ 商業化の具体イメージに関する質問 (道路環境、ビジネスモデル等) : 5件
 - ・ 本事業関係者の役割分担に関する質問 : 1件
 - ・ ドライバの要件に関する質問 : 1件
 - ・ レベル4自動運転トラックの実用化に関する質問 : 1件
 - ・ 後続車有人の商業化に関する質問 : 2件
 - ・ 隊列技術の海上コンテナへの適用に関する質問 : 1件
- 報道実績 : テレビ : 2件
新聞 : 7件
WEB : 15件



図 3-84 オンライン説明会の様子

3.1.13. 関係者調整の実施

公道での後続車無人システム実証実験を実施するにあたり、道路管理者、警察等の関係者との調整を行い、道路許可申請等を行った。

関係者調整の内容を以下に整理した。

協議時に使用した資料は参考資料編に掲載する。

No.	内 容	調整先
1	電子牽引による後続車無人状態での走行実験に関する道路使用許可申請	静岡県警察本部高速道路交通警察隊
2	駐車場規制に関する道路使用許可申請（電子牽引による走行実験での規制分）	中日本高速道路浜松・保全サービスセンター 静岡県警察本部高速道路交通警察隊
3	駐車場規制に関する道路使用許可申請（9～10月の規制分）	中日本高速道路浜松・保全サービスセンター 静岡県警察本部高速道路交通警察隊
4	動画撮影のための跨道橋使用に関する道路使用許可申請	浜北警察署
5	横断幕の設置に関する道路占用許可申請、道路使用許可申請	道路占用許可申請：沼津市、島田市、浜松市 道路使用許可申請：沼津警察署、島田警察署、 細江警察署

表 3-42 関係者調整内容一覧

3.1.14. 受容性評価・課題の整理

後続車無人システムに関する受容性の評価を行うため以下の調査を実施した。次頁に各調査の位置づけを整理した。

分 類	調 査
受容性調査	モニター調査
	WEB アンケート調査
	SAPA ヒアリング調査
	ドライバアンケート調査
データ解析	ヒヤリハット解析
	合流状況解析
バイタル解析	バイタル解析

表 3-43 受容性評価に関する調査一覧

後続車無人システムの
実装に向

データ解析

受容性調査

けて検証すべき
事項

トラック隊列走行の安全性検討	ヒヤリハット解析 ・一般車両による無理な追い越しや割り込み未遂などのヒヤリハット事象を整理、解析 ⇒ <u>トラック隊列走行における危険な状況の把握</u>	モニター調査 SA/PA ヒアリング調査 Web アンケート調査 ドライバアンケート調査 ・トラック隊列の周辺を走行する際の印象、トラック隊列に遭遇した際に想定する行動、隊列走行に関する周囲の意見を把握 ・トラック隊列ドライバ視点での運転時の状況、必要な技能等に関する意見を把握 ⇒ <u>隊列走行の受容性を確認</u>
合流部での対応策検討	合流状況解析 ・トラック隊列が SAPA から本線に合流する際、及びトラック隊列が本線を走行している際の IC からの一般車両合流状況を整理、解析 ⇒ <u>合流部におけるトラック隊列周辺的一般車両走行状況を把握</u>	

表 3-44 各調査の位置づけ（データ解析、受容性調査）

 後続車無人システムの実装に
向けて検証すべき事項

バイタル解析

トラック隊列走行のドライバ運転負荷の検討	・心拍データ解析による、トラック隊列と通常トラック運転時の運転負荷の比較 ⇒ <u>トラック隊列走行におけるドライバの運転負荷の把握</u>
----------------------	---

表 3-45 各調査の位置づけ（バイタル解析）

3.1.14.1. 受容性調査

(1) 受容性調査の概要

受容性調査として、以下の4つの調査を実施した。

	モニター調査	WEB アンケート調査	SAPA ヒアリング調査	ドライバアンケート調査
概要	トラック隊列走行に関する一般道路利用者からの印象や受容性を把握することを目的とし、隊列への追従時、追い越し時、隊列の車線変更時の緊張感や安全性等の印象を評価した。	チラシ及びポスターに掲載したQRコードでのアンケートにより、トラック隊列を見た際の意見を収集した。	浜松 SA (上下) 及び遠州森町 PA (上り) の利用者を対象にトラック隊列に対する意見を収集した。	トラック隊列を運転したドライバを対象に、トラック隊列運転時の状況や、運転に必要な技能に関する意見を収集した。
対象	調査用に手配した一般モニター	QRコードによるアンケート回答者	高速道路(SA/PA)の一般利用者	トラック隊列のドライバ
実施期間	2020年10月22日(木) 2020年10月23日(金)	2020年6月10日(水)～ 2021年2月26日(金)	【第1回】 2020年10月13日(火)～ 2020年10月15日(木) 2020年10月20日(火)～ 2020年10月22日(木) 【第2回】 2021年2月15日(月)～ 2021年2月19日(金) 2021年2月25日(木)	2020年2月10日(水)～ 2020年2月12日(金)
サンプル数	16名 (各日8名)	49名	【第1回】 724名 (うち隊列と遭遇：449名) 【第2回】 743名 (うち隊列と遭遇：501名)	9名

表 3-46 受容性調査の概要

(2) モニター調査

I. 調査概要

2台のモニター車両に各2名のモニターを同乗させ、隊列の周辺を走行した際の印象についてアンケートおよび意見交換を行う。

調査期間	2020年10月22日(木)～23日(金)
調査区間	新東名高速道路(浜松SA～遠州森町PA間)
実験区間	約30km(往復)
ケース設定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昼間 ・ 車外HMI有 ・ トラック隊列の車線変更 ・ 追い越し

表 3-47 調査の概要

II. 調査体制

本調査における調査体制を示す。

オペレーター	調査全体について管理し、モニター車両の動き方をドライバに指示する	日本工営
ドライバ	モニター車両の運転を担当する	ビジネスサポート
モニター	モニター車両に乗車し、トラック隊列走行に関する印象を体験してもらう	一般
トラックドライバ	トラック隊列の運転を行う	先進モビリティ

表 3-48 調査体制

III. 評価対象

評価対象は、募集した一般道路利用者とする。

【調査対象者】

モニター車ドライバ : 2名

ドライバは専門派遣会社から調達する。

モニター : 16名

モニターは日常的に運転する方を対象とし、年代及び性別のバランスを考慮する。

IV. 使用車両

a. 隊列トラック(3台)

車間は9mとし、3台隊列とする。



図 3-85 後続無人システムの構成及び実証実験車両の外観

b. モニター車両(2台)

モニター車両は、ミニバンタイプとする。

- ・ 助手席及び後部座席にモニターを乗車させる。
- ・ 後部座席に車両オペレーターを乗車させる。
- ・ ドライブレコーダーを装着し、走行中の映像を記録する。

V. 走行ルート

実証区間は、図 3-86 に示す浜松 SA～遠州森町 PA 区間とする。実証実験スケジュールは表 3-49 に示す通りである。なお、モニター車両の転回はトラック隊列と同様に、浜松いなさ IC、森掛川 IC で転回する。



図 3-86 実証実験走行区間(新東名)

<浜松・森町間 SA/PA～ランプ～本線 実験期間>

浜松地区 3往復 (AM=1.5往復、PM=1.5往復)

08:00	浜松ホテル出発	
09:00	浜松いなさ-駐機場集合※	(朝礼、安全確認、30分)
09:30	浜松いなさ発	(15キロ、20分)
09:50	浜松SA上り着	(休憩・出発準備、15分)
10:05	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
10:20	森町PA上り着	(トピック記録、Uターン、15分)
10:35	森町PA下り着	(休憩、15分)
10:50	森町PA下り発	(15キロ、15分)
11:05	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
11:30	浜松いなさ着-発	(15キロ、20分)
11:50	浜松SA上り着	(休憩・トピック記録、15分)
12:05	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
12:20	森町PA上り着	(トピック記録、Uターン、15分)
12:35	森町PA下り着	
12:35	昼食休憩	(60分※、@森町飯設事務所)
13:35	出発準備	(昼礼、10分)
13:45	森町PA下り発	(15キロ、15分)
14:00	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
14:25	浜松いなさ着-発	(15キロ、20分)
14:45	浜松SA上り着	(休憩・トピック記録、15分)
15:00	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
15:15	森町PA上り着	(Uターン、15分)
15:30	森町PA下り着	(休憩・トピック記録、15分)
15:45	森町PA下り発	(15キロ、15分)
16:00	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
16:25	浜松いなさ着	(夕礼、データ回収、15分)
16:40	解散	

表 3-49 実証実験スケジュール

VI. スケジュール

聞き取り調査は、令和2年10月22日（木）～23日（金）の終日とする。調査のスケジュールを以下に示す。

表 3-50 調査スケジュール

時間	実験スケジュール	全体	オペレーター① (日本工営)	オペレーター② (日本工営)	ドライバー (2名)	モニタ (全8名)	
						A (4名)	B (4名)
8:15							
8:20		8:20 浜松SA (上り) 入り	8:20 浜松SA (上り) 入り				
8:30		機器設置等の事前準備	機器設置等の事前準備				
8:45		8:45 ドライバー集合	8:45 ドライバー集合		8:45 集合		
9:00		ドライバー説明、グループA対応	ドライバー説明		ドライバー説明		
9:15	浜松いなさ夜間駐機場集合 (朝礼、安全確認等)	9:15 グループA集合	9:15 グループA集合			9:15 集合	
9:30		事前説明	事前説明			事前説明	
9:45	【移動】 浜松いなさ (上り) → 浜松SA (上り)	事前アンケート	事前アンケート		出発準備	事前アンケート	
10:00	休憩、出発準備	準備	出発準備			乗車準備	
10:10	【上り・1回目】 浜松SA→遠州森町PA	グループA 走行体験	浜松SA→遠州森町PA		浜松SA→遠州森町PA	浜松SA→遠州森町PA	
10:25	トピック記録、Uターン		移動、休憩		移動、休憩	移動、休憩	
10:40	休憩		移動、休憩		移動、休憩	移動、休憩	
10:55	【下り・1回目】 遠州森町PA→浜松SA		遠州森町PA→浜松SA		遠州森町PA→浜松SA	遠州森町PA→浜松SA	
11:05	トピック記録		移動 (浜松SA下り→ 浜松いなさIC→ 浜松SA上り)		移動 (浜松SA下り→ 浜松いなさIC→ 浜松SA上り)	移動 (浜松SA下り→ 浜松いなさIC→ 浜松SA上り)	
11:20	【移動】 浜松SA (下り) → 浜松いなさ (下り)		事後アンケート			事後アンケート	
11:35	【移動】 浜松いなさ (上り) → 浜松SA (上り)	事後アンケート	事後アンケート			事後アンケート	
11:55	トピック記録、休憩	意見交換会	意見交換会	書記		意見交換会	
12:10	【上り・2回目】 浜松SA→遠州森町PA	12:10 グループA解散		12:10 グループA解散		12:10 解散	
12:25	トピック記録、Uターン						
13:00	昼食休憩	昼食休憩、待機	昼食休憩、待機		昼食休憩、待機		
13:40	昼礼						
13:55	【下り・2回目】 遠州森町PA→浜松SA						
14:05	トピック記録						
14:10		14:10 グループB集合		14:10 グループB集合		14:10 集合	
14:15	【移動】 浜松SA (下り) → 浜松いなさ (下り)	事前説明	事前説明			事前説明	
14:30	【移動】 浜松いなさ (上り) → 浜松SA (上り)	事前アンケート	事前アンケート			事前アンケート	
14:45	トピック記録、休憩	準備	出発準備		出発準備	乗車準備	
15:05	【上り・3回目】 浜松SA→遠州森町PA	グループB 走行体験	浜松SA→遠州森町PA		浜松SA→遠州森町PA	浜松SA→遠州森町PA	
15:20	トピック記録、Uターン		移動、休憩		移動、休憩	移動、休憩	
15:35	休憩		移動、休憩		移動、休憩	移動、休憩	
15:50	【下り・3回目】 遠州森町PA→浜松SA		遠州森町PA→浜松SA		遠州森町PA→浜松SA	遠州森町PA→浜松SA	
16:05	トピック記録		移動 (浜松SA下り→一般道→浜松SA上り)		移動 (浜松SA下り→一般道→浜松SA上り)	移動 (浜松SA下り→一般道→浜松SA上り)	
16:15	【移動】 浜松SA (下り) → 浜松いなさ (下り)	事後アンケート	事後アンケート			事後アンケート	
16:30	夕礼、データ回収	意見交換会	意見交換会	書記	待機	意見交換会	
16:45		16:45 グループB、ドライバー解散		16:45 グループB、ドライバー解散		16:45 解散	
17:00		機器撤去等の片づけ	機器撤去等の片づけ				
17:10		17:10 浜松SA (上り) 撤収		17:10 浜松SA (上り) 撤収			

VII. モニター車両の走行方法

往路：浜松 SA→遠州森町 PA

浜松 SA（上り）から走行を開始するトラック隊列の後方に合流し、追従

隊列の車線変更（3車線→2車線）

隊列の追い越し（2車線区間）

復路：遠州森町 PA→浜松 SA

遠州森町 PA（下り）から走行を開始するトラック隊列の後方に合流し、追従

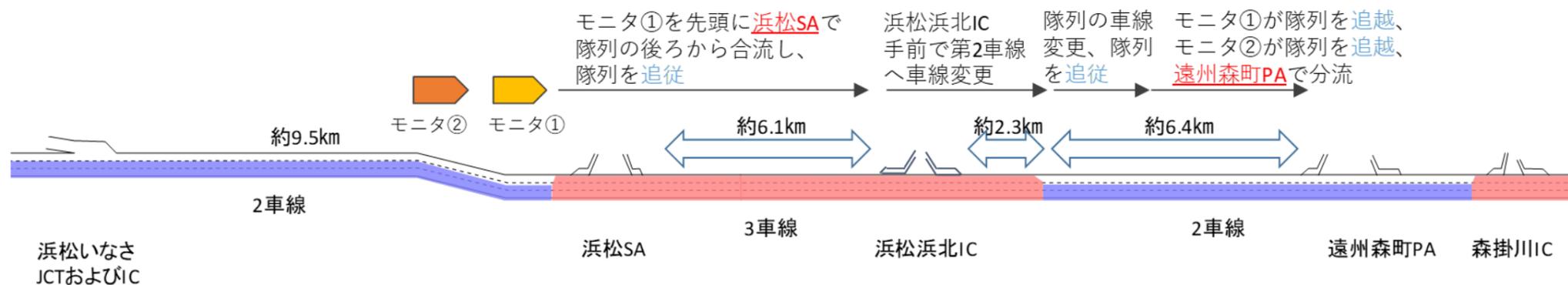
隊列の車線変更（3車線→2車線）

隊列の車線変更（2車線→3車線）

隊列の追い越し（3車線区間）

【往路（上り）】

浜松SA→遠州森町PA



【復路（下り）】

遠州森町PA→浜松SA

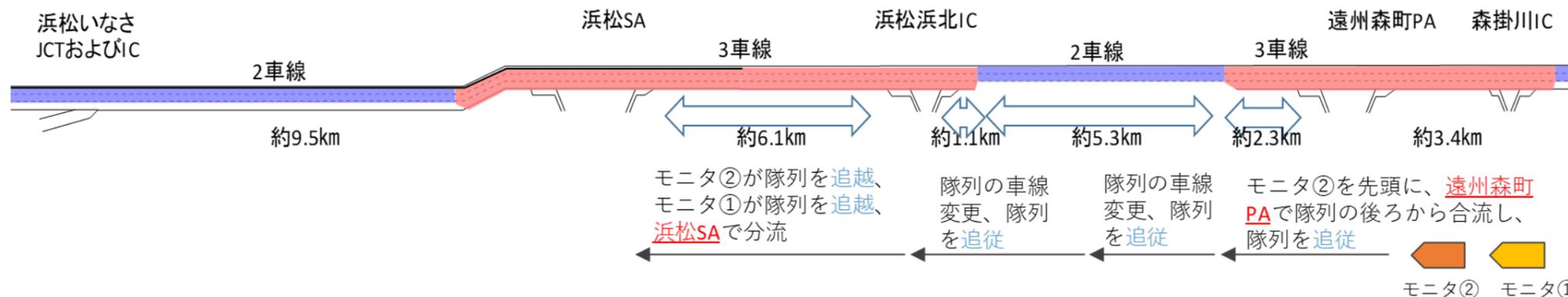


図 3-87 モニター車両の走行パターン

VIII. アンケート内容

目的	質問項目	回答方法
属性	性別 年齢 住所	自由記入
通常トラックの印象	運転免許を取得してからの経過年数 運転頻度 主に運転する場所 高速道路の運転頻度	選択式 自由記入 選択式
通常トラックの印象	高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか。	選択式
行列の全体的な印象について(事前)	走りやすさの印象について、最も近い数字に○をつけてください。 緊張感の印象について、最も近い数字に○をつけてください。	5段階評価 5段階評価
行列の全体的な印象について(事後)	安心感の印象について、最も近い数字に○をつけてください。 走りやすさの印象について、最も近い数字に○をつけてください。また、体験前と印象が変わりましたか。	5段階評価 自由記述
長尺車群及び追い越し時の圧迫感等の定性評価	緊張感の印象について、最も近い数字に○をつけてください。また、体験前と印象が変わりましたか。 安全に走れると感じましたか。最も近い数字に○をつけてください。また、安全面で懸念されることがあればお書きください。 追越に係る時間の長さについて気になりましたか。	5段階評価 自由記述
車線変更時における周辺車両との錯綜状況	今回の場面で自身が運転することを想定した場合に、追越をしたいと思いますか。 トラック行列の動きを認識できましたか。	選択式 選択式
トラック行列への割り込みの可否	車線変更してくるトラック行列に対してどのような印象を持ちましたか。	選択式
公道で行列走行と出くわした際に必要な情報	もう少しトラック行列に近いところで、トラック行列が車線変更してきたら、あなたはどのように行動すると思いますか。	選択式
トラック行列と遭遇した場合の行動	トラック行列の間に割り込むことができると思いますか。	選択式
LEDの印象	公道で行列走行に出くわした際は、どのような情報が欲しいですか。 ご自身が高速道路本線の第1車線を走行中に、インターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアからトラック行列が合流してきた場合、どのように対応しようと思いますか。	選択式 選択式
デカールの印象	ご自身がインターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアから高速道路本線に合流する際に、トラック行列と遭遇した場合、どのように対応しようと思いますか。 トラック行列と合流部で遭遇する際の安全性を高めるため、どのような対応を望みますか。	選択式
	LEDランプがあることで、行列を形成した一体感がありましたか。	5段階評価
	LEDランプの見やすさ	5段階評価
	デカールがあることで、行列を形成した一体感がありましたか。	5段階評価

トラック隊列への期待 や心配事など	今後、トラック隊列が高速道路を走行するとした 場合、期待することはありますか。	選択式
	今後、トラック隊列が高速道路を走行していると したら心配することはありますか。	選択式
	あなたがトラック隊列に割り込もうと車線変更し ているときに、LED 情報板に「割込危険」が表示さ れた後はどのように行動しますか。	選択式
リア部の割り込み防止 LED 情報板について	LED 情報板に表示された「割込危険」の見やすさ についてどう感じましたか。	5 段階評価
	LED 情報板に「割込危険」を表示するタイミン グについてどう感じましたか。	5 段階評価
その他	その他、気付いた点、感じた点があればお書き ください。	自由記述 意見交換

表 3-51 モニターへの聞き取りの調査項目

IX. 調査票

モニタ調査アンケート調査票 【事前にご回答ください】

年 月 日
年齢 () 代
性別 男性 ・ 女性
住所 (市区町村まで)
()

1. 乗用車の運転免許を取得してから何年が経っていますか？ () 年
2. 普段どれくらいの頻度で運転をしますか？ (いずれかに記入)
 1日に () 回 1週間に () 回
 1ヶ月に () 回 1年に () 回
3. 主に運転する場所はどこですか？ ()
4. 高速道路はどれくらいの頻度で運転しますか？ (いずれかに記入)
 1日に () 回 1週間に () 回
 1ヶ月に () 回 1年に () 回
5. 高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか？ (あてはまるものすべて)
 ①特に気にならない ②近くを走行する際に圧迫感がある
 ③速度が遅いため追越しが必要になる ④前や後ろにトラックが来ると怖い
 ⑤なんとなく緊張する ⑥その他 ()

6. 高速道路で、トラックの隊列が近くを走っていることを想像してください。
 (1) 走りやすさの印象について、最も近い数字に○をつけてください

容易	1 2 3 4 5	困難



- (2) 緊張感の印象について、最も近い数字に○をつけてください

緊張度が低い	1 2 3 4 5	緊張度が高い



- (3) 安全面の印象について、最も近い数字に○をつけてください

安全	1 2 3 4 5	危険

モニタ調査アンケート調査票 【体験後にご回答ください】

1. 高速道路でトラック隊列の近くを走行した際の印象についてご回答ください。

(1) 走りやすさの印象について、最も近い数字に○をつけてください。

また、体験前と印象が変わりましたか？

	1		3		5	
容易	----- ----- ----- -----					困難

走りやすさについて、体験前と印象が変わった点があれば教えてください。

(2) 緊張感の印象について、最も近い数字に○をつけてください。

また、体験前と印象が変わりましたか？

	1		3		5	
緊張度 が低い	----- ----- ----- -----					緊張度 が高い

緊張感について、体験前と印象が変わった点があれば教えてください。

(3) 安全に走れると感じましたか？最も近い数字に○をつけてください。

また、安全面で懸念されることがあればお書きください。

	1		3		5	
安全	----- ----- ----- -----					危険

安全面で懸念されることがあればお書きください。

2. 隊列を追い越す時のことをお聞きします。

(1) 追越に係る時間の長さについて気になりましたか？ ①はい ②いいえ

(2) 今回の場面で自身が運転することを想定した場合に、追越をしたいと思いますか？

①隊列全体の追越をと思う ②トラック1台ずつ追越をと思う
③追越をしないと思う ④その他 ()

3. トラック隊列が車線変更してくる時のことをお聞きします。

(1) トラック隊列の動きを認識できましたか？

①はい ②いいえ

(2) 車線変更してくるトラック隊列に対してどのような印象を持ちましたか？

(あてはまるものすべて)

①圧迫感を感じた ②怖かった
③特に何も感じなかった ④その他 ()

(3) もう少しトラック隊列に近いところで、トラック隊列が車線変更してきたら、あなたはどのよう行動すると思いますか？

①同一車線に留まる (含：ブレーキをかけて車間調整)
②車線変更する ③その時の状況による
④その他 ()

4. トラック隊列の間に割り込むことができますか？

①思う ②思わない ③どちらとも言えない

5. 公道で隊列走行に出くわした際は、どのような情報が欲しいですか。

①隊列走行していることの明示 ②隊列走行の全長
③統一的なデザインやロゴマーク ④LEDランプなどの表示
⑤隊列している台数の明示 ⑥その他 ()

6. トラック隊列と合流部で遭遇する時のお聞きします。

(1) ご自身が高速道路本線の第1車線を走行中に、インターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアからトラック隊列が合流してきた場合、どのように対応しようと思いますか？(あてはまるものすべて)

- ①車線変更により回避する
- ②加速してトラック隊列の前に出る
- ③減速してトラック隊列と距離をとる
- ④割り込みをする(第1車線に留まり、トラック隊列の間に入る)
- ⑤特に意識して対応しない
- ⑥その他()

(2) ご自身がインターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアから高速道路本線に合流する際に、トラック隊列と遭遇した場合、どのように対応しようと思いますか？(あてはまるものすべて)

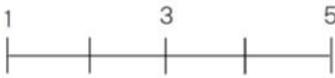
- ①加速してトラック隊列の前に入る
- ②減速してトラック隊列の後ろに入る
- ③トラック隊列の間に割り込みをする
- ④特に意識して対応しない
- ⑤その他()

(3) トラック隊列と合流部で遭遇する際の安全性を高めるため、どのような対応を望みますか？(あてはまるものすべて)

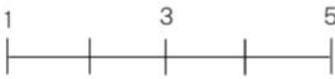
- ①ポスターやチラシ等でのトラック隊列走行に関する情報の事前周知
- ②看板等による合流部手前での情報提供(トラック隊列合流注意など)
- ③車両に記載している情報を見えやすくする
- ④トラック隊列の車間を狭くし、隊列の全長を短くする
- ⑤特になし
- ⑥その他()

7. LED ランプとデカール（トラックの装飾）の印象について教えてください。

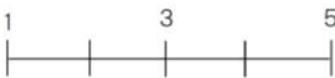
○LED ランプがあることで、隊列を形成した一体感がありましたか。

一体感を 感じた	1	3	5	一体感を 感じなかつ た
				

○LED ランプの見やすさ

見やすい	1	3	5	見にくい
				

○デカールがあることで、隊列を形成した一体感がありましたか。

一体感を 感じた	1	3	5	一体感を 感じなかつ た
				

8. トラック隊列への期待、心配事などについてお聞きします。

(1) 今後、トラック隊列が高速道路を走行するとした場合、期待することはありますか？（あてはまるものすべて）

- | | |
|---------------|-----------------|
| ①トラック運転手の負担軽減 | ②運送事業者の人手不足解消 |
| ③物流の効率化 | ④自動運転技術の普及につながる |
| ⑤交通事故リスクの軽減 | ⑥特になし |
| ⑦その他（ | ） |

(2) 今後、トラック隊列が高速道路を走行しているとしたら心配することはありますか？（あてはまるものすべて）

- | |
|------------------------------------|
| ①インターチェンジで合流する際にトラック隊列が本線を走行していること |
| ②トラック隊列の追越しにかかる時間が長くなること |
| ③トラック隊列が車線変更してくること |
| ④トラック隊列の間に気がつかずに割り込んでしまうこと |
| ⑤特になし |
| ⑥その他（ |
| ） |

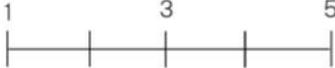
9. トラック隊列への割り込みについて、動画を見てからお答えください。

(1) あなたがトラック隊列に割り込もうと車線変更しているときに、LED 情報板に「割込危険」が表示された後はどのように行動しますか？

- ①そのまま車線変更を続ける
- ②車線変更をあきらめる
- ③その他 ()

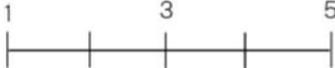
(2) LED 情報板に表示された「割込危険」の見やすさについてどう感じましたか。

○見やすさ

見やすい	1	3	5	見にくい
				

(3) LED 情報板に「割込危険」を表示するタイミングについてどう感じましたか。

○タイミング

早い	1	3	5	遅い
				

10. その他、気付いた点、感じた点があればお書きください

意見交換

1. トラック隊列の見え方について感じたこと、気づいたこと

2. トラック隊列のデカール・LEDについて感じたこと、気づいたこと

3. トラックが合流部を走行時に感じたこと、気づいたこと

4. トラック隊列への割り込みについて感じたこと、気づいたこと

5. トラック隊列を追い越し時に感じたこと、気づいたこと

6. トラック隊列の車間について感じたこと、気づいたこと

7. トラック隊列の車線変更について感じたこと、気づいたこと

8. そのほかに感じたこと、気づいたこと

以上

X. 調査結果

モニター調査の結果を以下に示す。

a. 調査結果概要

調査結果のまとめを以下に示す。

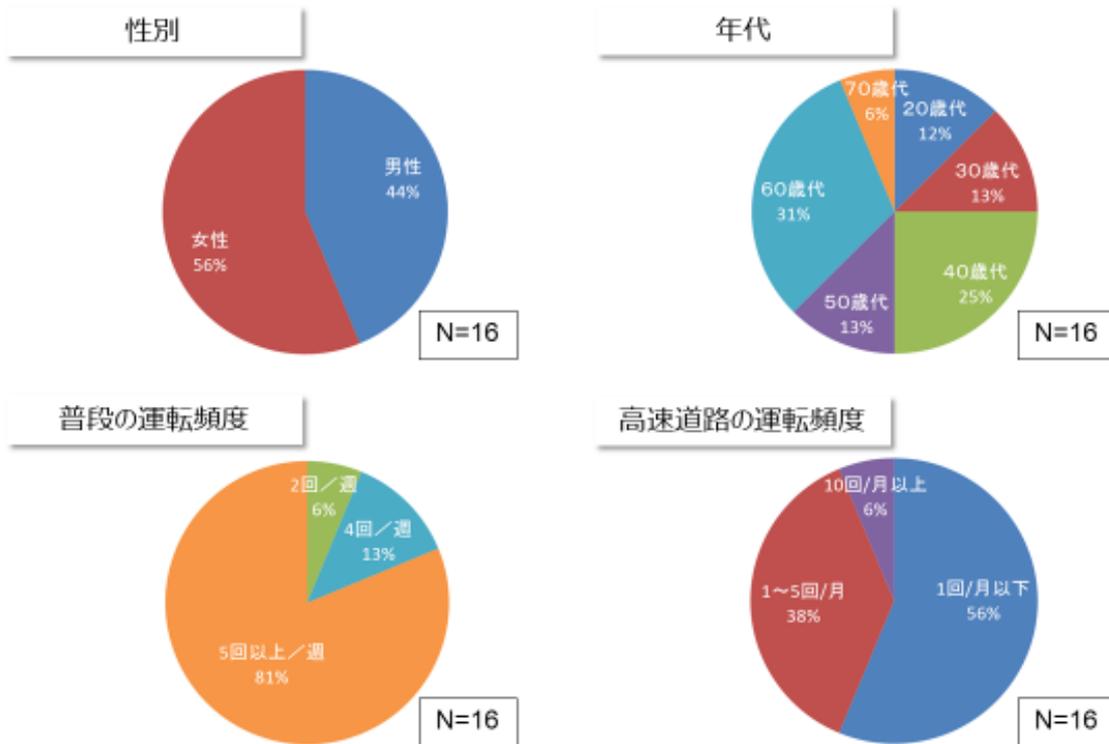
項目	概要
事前・事後の印象の比較	隊列周辺の走りやすさ、緊張感の低さ、安全面の高さについてそれぞれ、 事後に否定的な回答した方は見られず 、事前と比較して 事後の方が好印象の回答が多くなる傾向がある
隊列の追越	隊列の 追い越し時間は気にならない方が大半 であり、一定速度のため追越し易く、 自身の運転時にも隊列を追い越すという意見が多い
隊列の車線変更	隊列の車線変更について 圧迫感や恐怖心を感じる方はほとんどおらず 、3台がそろって車線変更しているのがきれいに整っており、 好印象の意見がほとんどである
隊列への割込	トラック隊列の車間に 割り込みできないという意見が大半 であり、一般車の無理な割り込みを防止するためにも、 車間9mが丁度良い という意見が見られた
LED表示器「割込危険」の印象	LED表示器による「割込危険」表示について動画を見て評価 「割込危険」表示が出た際には、 全員が車線変更をあきらめる表示については文字が緑色で見やすいなど肯定的な意見がほとんど であり、 半数以上が表示のタイミングを丁度良いと評価
隊列との合流部での遭遇	トラック隊列と合流部で遭遇した場合には、車線変更により回避する方や加減速を行う方が多く、 トラック隊列の間に割り込みするという方は見られなかった
LEDランプ・デカールの印象	LEDランプやデカールはトラック隊列に一体感を与えている傾向 があり、LEDランプの見やすさを肯定的に評価した方は約6割

3

b. 調査モニター属性

【概要】

モニターは16名、男女比4:6であり、幅広い年代の方を対象とした。普段の運転頻度が5回以上/週の方が多く、運転に慣れている方が多い。



c. トラック隊列付近を走行する際の「走りやすさ」の印象について

【概要】

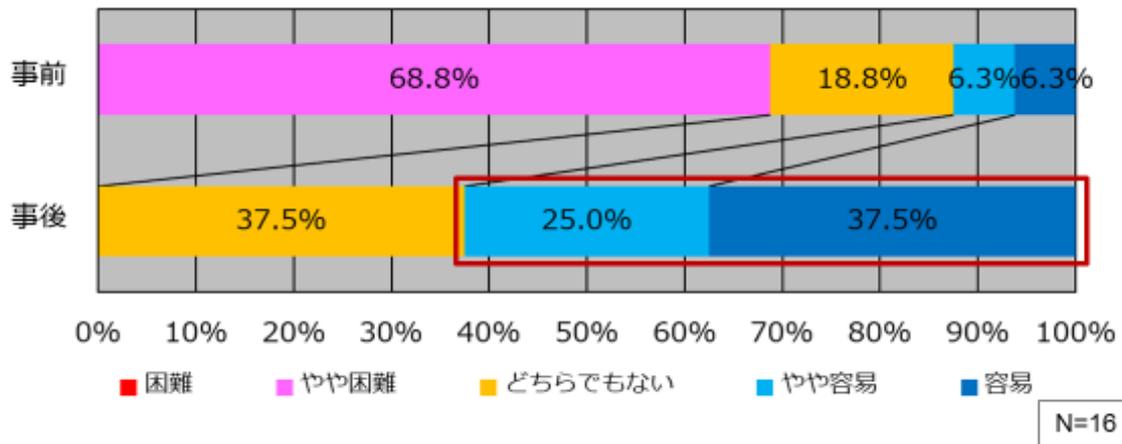
事後にトラック隊列の周辺を走行する際に走りにくいと感じる方はおらず、事前と比較して事後の方が、走りやすさを感じる傾向が見られた。

事前と事後を比較して印象が変わった点

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 一定の速度で走っていたため、近くの走行を容易に感じた。
(20代女性)
- 体験前は3台のトラックと思ってすごい長い車列になると思っていたが、実際は短く感じた。
(40代女性)
- 隊列が乱れていなかったため、スムーズに追い越しできると思った。
(70代男性)
- 隊列は整然かつ車間が短くコンパクトであるため、圧迫感が少なく感じた。
(60代男性)

事前：トラック隊列の周辺を走行することを想像した際の走りやすさの印象について5段階評価
 事後：トラック隊列の周辺を走行した際の走りやすさの印象について5段階評価



d. トラック隊列の付近を走行する際の「緊張感」の印象について

【概要】

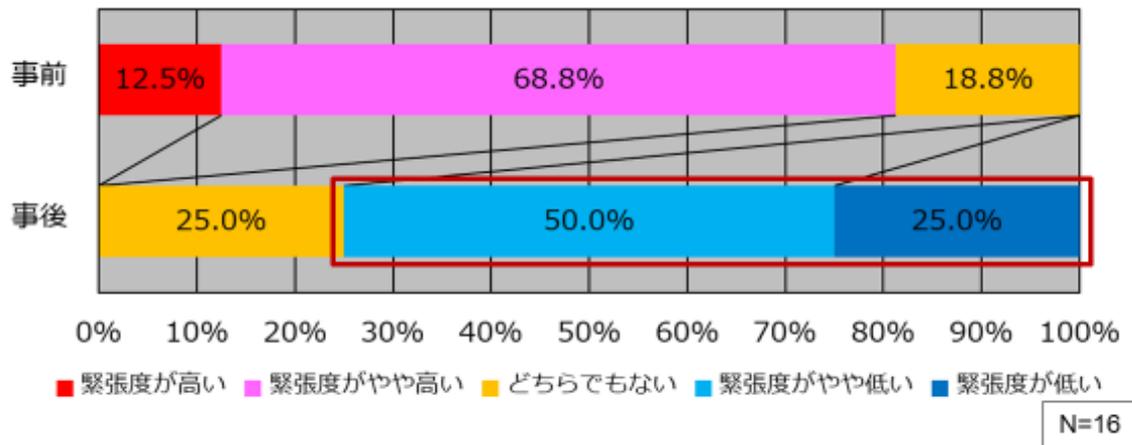
事後にトラック隊列の周辺を走行する際の緊張度が高いと感じる方はおらず、事前と比較して事後の方が、緊張感を感じにくくなる傾向が見られた。

事前と事後を比較して印象が変わった点

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 隊列が綺麗に並び安定して走っていたため、緊張感は普通のトラック1台分くらいに感じた。
(40代女性)
- 隊列は速度が速すぎずスムーズに流れていたため、圧迫感は無かった。
(60代男性)
- 多少緊張感はあるが圧迫感を感じなかったため、緊張感も軽減された。
(40代女性)
- 一般トラックは居眠り運転等の危険があるが、隊列はそのような懸念が少なく、横を走る緊張感は少ない。
(20代女性)

事前：トラック隊列の周辺を走行することを想像した際の緊張感の印象について5段階評価
 事後：トラック隊列の周辺を走行した際の緊張感の印象について5段階評価



e. トラック隊列の付近を走行する際の「安全面」の印象について

【概要】

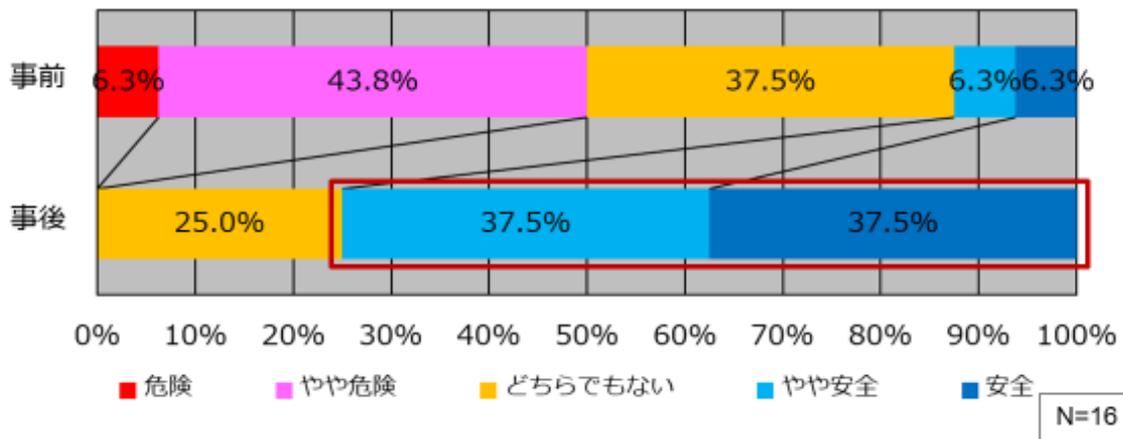
事後にトラック隊列の周辺を走行する際に危険とを感じる方はおらず、事前と比較して事後の方が、安全性を感じる傾向が見られた。

安全面での懸念点

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 安全面での懸念は無い。
(70代男性ほか)
- ▲ 機械の故障により急に1台だけ路上で停止することなどが不安。
(20代女性)
- ▲ トラックの前面には特に注意書きがないため、バイクは気づかずに割り込んでしまうかもしれないと感じた。
(20代男性)
- ▲ 道路の水はけが悪いときは少し怖い。
(50代女性)

事前：トラック隊列の周辺を走行することを想像した際の安全面の印象について5段階評価
 事後：トラック隊列の周辺を走行した際の安全面の印象について5段階評価



f. トラック隊列の追い越しについて

【概要】

トラック隊列の追い越しに係る時間については気にならない方が大半を占める。

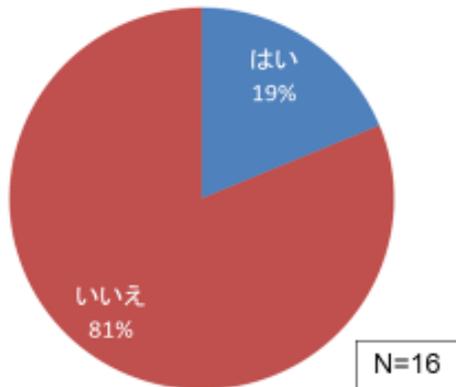
トラック隊列は一定速度のため追い越し易く、自身の運転時にも追い越すという意見が多い。

意見交換会でのコメント

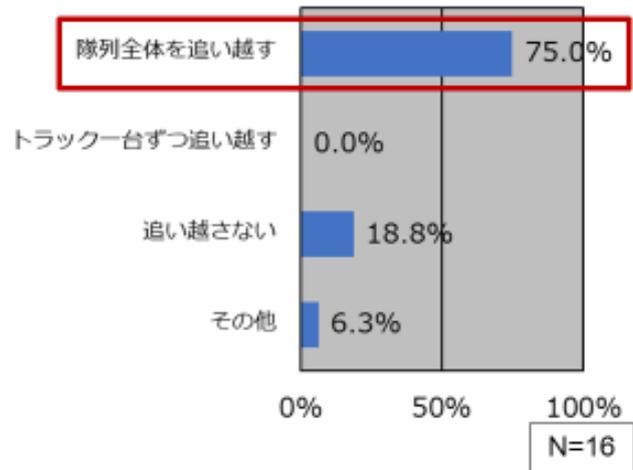
【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- ドライバによって行動がバラバラになるということが無く一糸乱れぬ動きのため、追い越しやすかった。
(70代男性)
- 追い越し時間はそれなりに長くかかる印象はあったが、一定の速度で走行しているため、普通の車両を追い越すよりも安全かもしれないと思った。
(50代女性)
- ▲ 追い越しして戻ることを考えると、自車の前にどのくらいトラック車両がいるのかと不安になる。
(60代女性)
- ▲ 後ろから見たら1台にしか見えないため、追い越し車線に入って初めて3台いると気づく人もいると考えられる。このトラックを追い越したら車線に戻そうと思っている人はびっくりすると思う。
(40代女性)

追い越しに係る時間について気になったか



自身で運転している際に隊列を追い越すか



g. トラック 隊列の車線変更について

【概要】

トラック 隊列の車線変更について圧迫感や恐怖心を感じる方はほとんどいない。

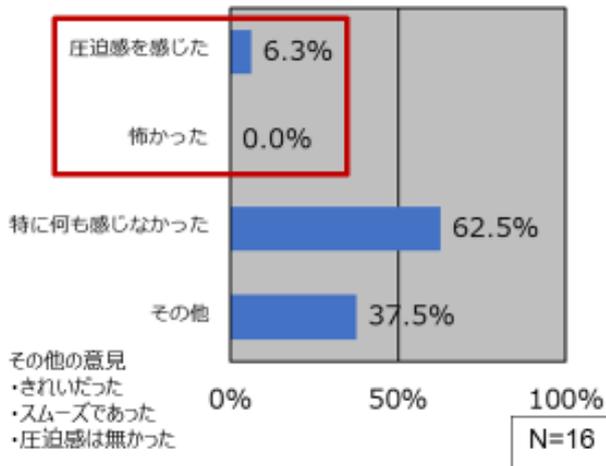
3台がそろって車線変更しているのがきれいなど、好印象の意見がほとんどを占める。

意見交換会でのコメント

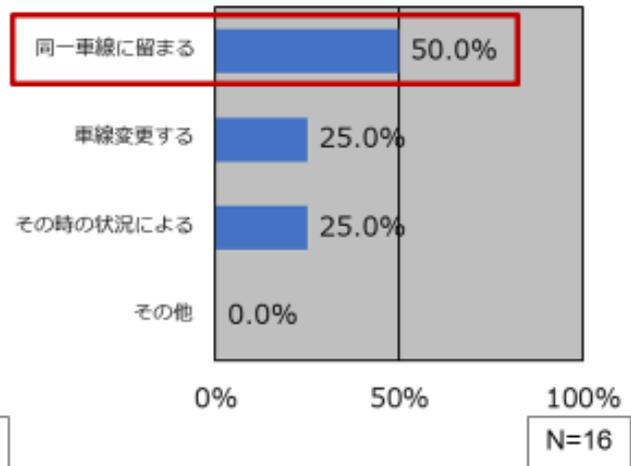
【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 車線変更が綺麗であり、風が吹いているにも関わらず安定していると思った。
(60代女性)
- 素晴らしいと思った。技術でここまでできるのかと思った。
(60代女性)
- スムーズで芸術的であった。全然怖くなかった。
(40代女性)
- まるでブルーインパルスみたいであった。
(50代女性)
- 少しゆっくりとは思ったが危険なスピードでもないため、安心して見ることができた。
(20代女性)

隊列が車線変更する際の印象



隊列の近くを走行中に車線変更してきた際にとる行動



h. トラック 隊列への割り込み・車間について

【概要】

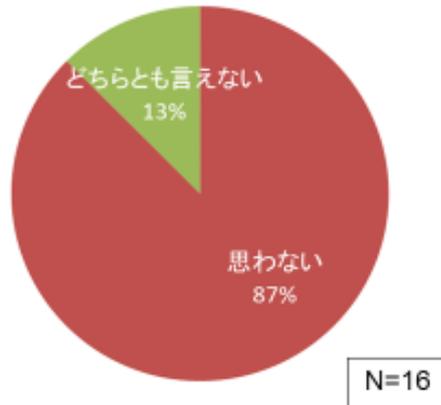
トラック 隊列の車間に割り込みできないという意見が大半を占める。一般車の無理な割り込みを防止するためにも、車間 9m が丁度良いという意見が見られた。

意見交換会でのコメント

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 車間は短く、入る余地はないと思った。
(40代女性)
- 9mは思ったより狭く、この車間では割り込めないと思った。
(40代女性)
- 割り込もうとは思わない程よい距離と思った。
(20代女性)
- 車間を開きすぎると無理に割り込みする人がいると思うので、今の車間で良いと思った。
(40代女性)
- 無理矢理割り込む人はいないと思った。
(30代男性)
- 人の運転の場合だと相当な運転技術がいると思うくらい、ぴったり並んで走行している印象であった。自動運転技術の進歩を感じた。
(50代女性)
- ▲ バイクくらいなら割り込めそうだから割り込む人がいるかもしれないと思った。
(20代男性)

隊列の間に割り込めると思うか



i. トラック隊列への割り込み LED表示器「割込危険」表示について

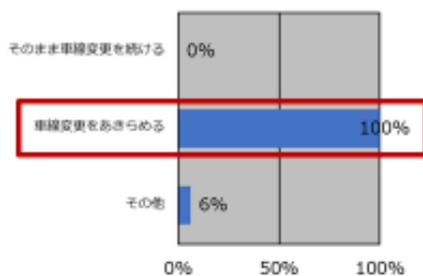
【概要】

LED表示器による「割込危険」表示について、動画を見て評価していただいた。

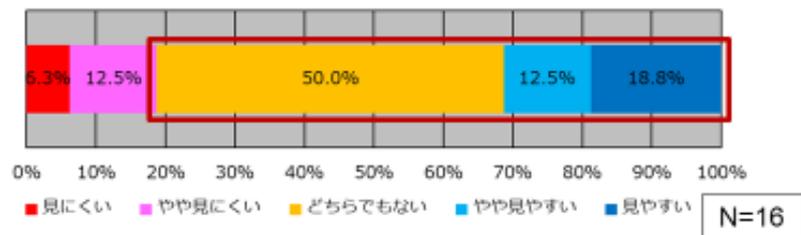
「割込危険」表示が出た際には、全員が車線変更をあきらめると回答した。「割込危険」表示の見やすさについては、否定的な意見はほとんど見られなかった。

「割込危険」表示のタイミングについては、丁度良いという意見が半数以上を占める。

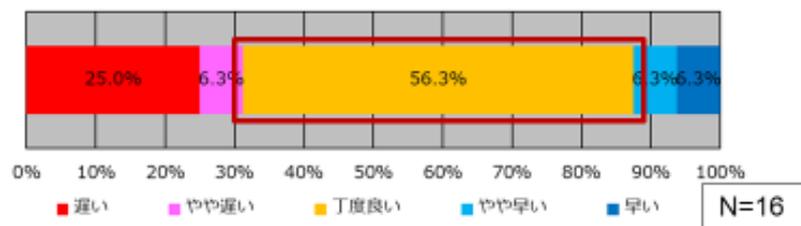
「割込危険」表示が出た際の行動



「割込危険」表示の見やすさ



「割込危険」表示のタイミング



j. トラック隊列と合流部で遭遇した際の対応

【概要】

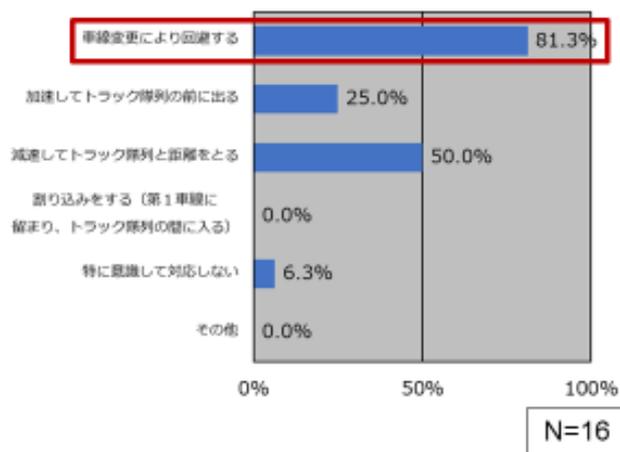
トラック隊列と合流部で遭遇した場合には、車線変更により回避する方や加減速を行う方が多く、トラック隊列の間に割り込みするという方は見られ

なかった。

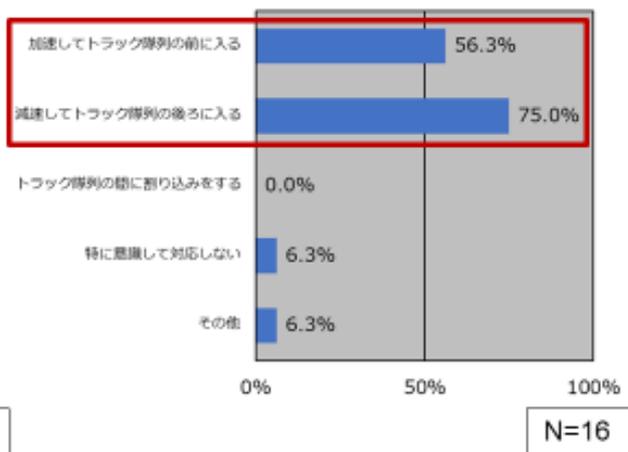
意見交換会でのコメント

- ・ 合流部は速度を上げてやり過ぎすかもしれないと思った。(30代男性)
- ・ 自分なら減速して合流すると思った。LEDの案内看板は料金所などもう少し手前からあると良いと思った。(40代女性)
- ・ 状況や場面によって対応が変わると思う。(60代男性)

IC等から隊列が合流してきた際の対応



自身がIC等から合流するときに隊列と遭遇した際の対応



k. 公道でトラック隊列が走行する際に欲しい情報

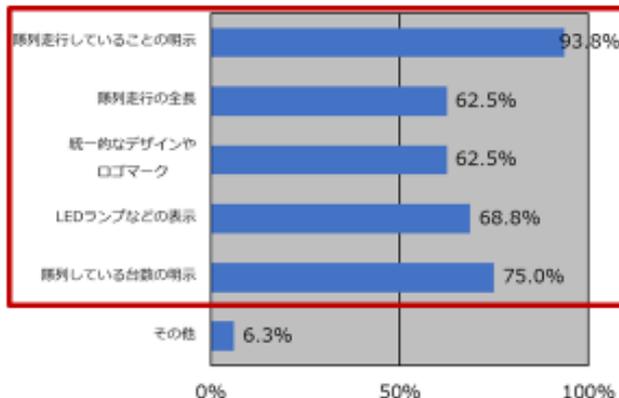
【概要】

選択肢に挙げた情報はいずれも必要であるという回答が多くみられた。安全性向上には、隊列の周知、看板やデカールによる情報提供が必要という意見が多い。

意見交換会でのコメント

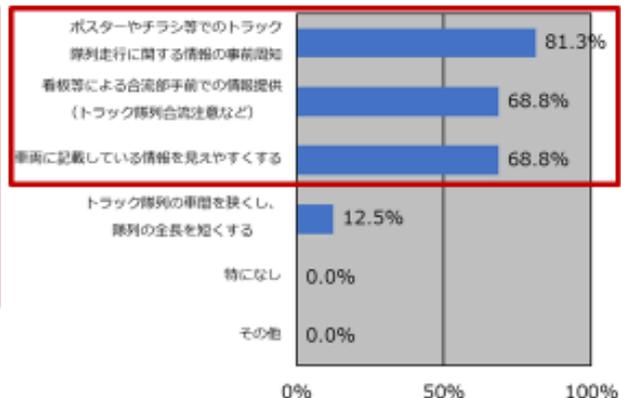
- ・ 事前に自動運転だと知っていれば安全に感じると思う。(40代女性)
- ・ 周知がされていれば、トラック隊列を遠方からみても分かると思う。突然見かけても良くわからないかもしれないと思った。(70代男性)
- ・ 割り込みされないように、トラック隊列を認知させるCMや教習所で教えることなどが必要だと思う。(40代女性)

隊列と遭遇したときに欲しい情報



N=16

合流部で遭遇した際の安全性向上のために必要な対応



N=16

1. LED ランプ/デカールの印象

【概要】

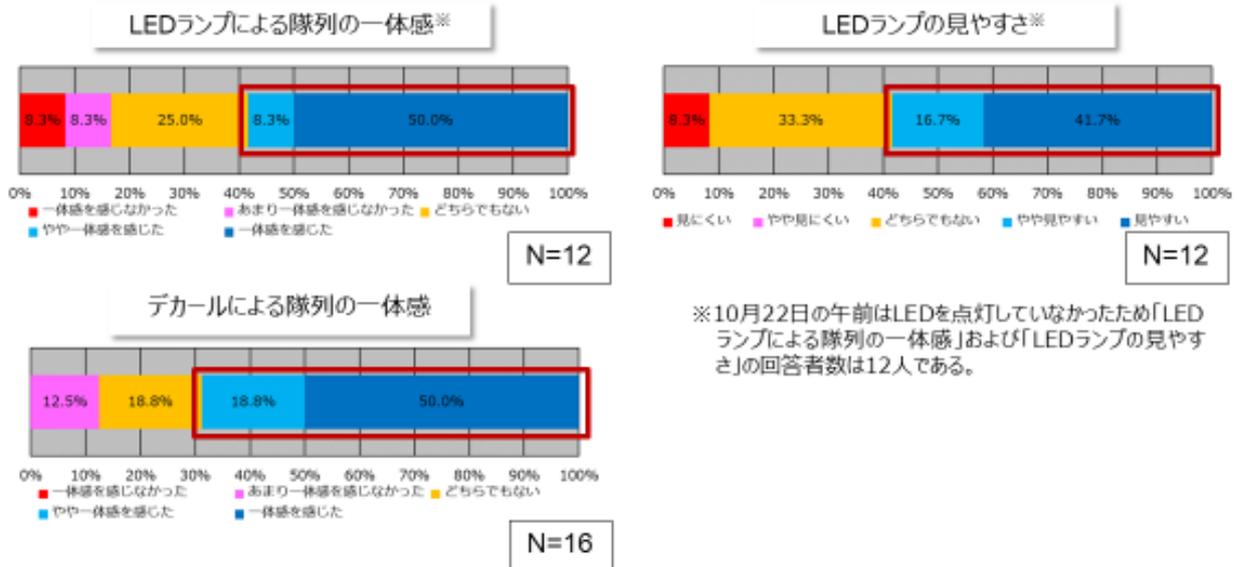
LED ランプやデカールは、トラック隊列に一体感を与えている傾向がみられた。

LED ランプの見やすさについて肯定的に評価した方は約 6 割であった。

意見交換会でのコメント

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

- 絵が綺麗で見やすく、情報が入ってきやすいと思った。
(70代男性)
- LED は昼も夕方も見やすく、夜も分かりやすいと思う。やさしい色であったため、安心感にもつながった。
(40代女性)
- ▲ 他のトラックが派手で目立たないと思う。情報過多のため、一瞬で何台か、全長何メートルか分かると良い。
(60代女性)
- ▲ トラックの上部にも LED ランプがあると、雨天、トンネル、夜間の際に見やすくなると思った。また、トラックの台数の表示を見えやすくすると良いと思った。
(50代女性)



m. トラック 隊列への期待/心配事

【概要】

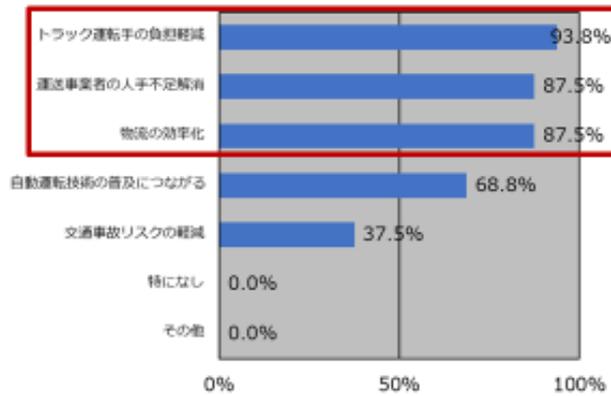
トラック 隊列への期待としては、運転手負担軽減や人手不足解消が多い。
 トラック 隊列への心配事としては、トラック 隊列と遭遇したときに生じる不安が見られた。

意見交換会でのコメント

【●：プラスの意見、▲：マイナスの意見】

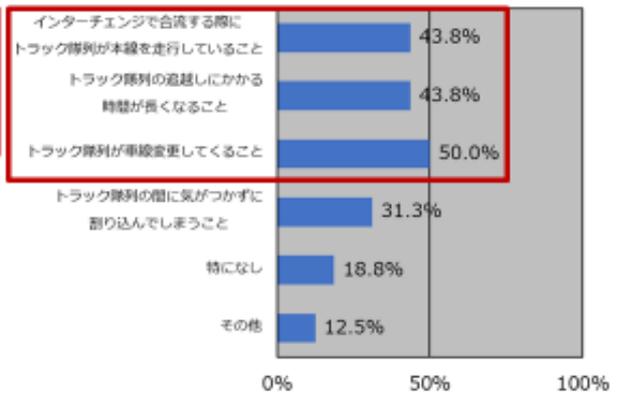
- 普及したら便利になると思った。
(50代女性)
- 良い技術であると思うので、早く実装してほしい。
(70代男性)
- ▲ トラック 隊列が合流部にいたときにどう行動したらいいかわからないので、トラック 隊列はできれば中央車線にいてほしい。看板などがあると心の準備はできると思う。
(20代女性)

トラック隊列への期待



N=16

トラック隊列への心配事



N=16

(3) WEB アンケート調査

I. 調査概要

a. 調査期間

2020年6月10日（水）～2021年2月26日（金）まで実施した。

b. アンケート内容

アンケート内容は以下の通りである。

目的	質問項目	回答方法
隊列トラックとの遭遇状況と実際の行動	あなたが見たトラック隊列の車両はどちらですか？以下の画像を見てお答えください。（A編成またはB編成）	選択式
	いつトラック隊列走行を見ましたか？日付をお答えください。	選択式
	いつトラック隊列走行を見ましたか？時間をお答えください。	選択式
	実証期間中にトラック隊列を何回見ましたか？	選択式
	何を見てトラック隊列走行だと分かりましたか？	選択式
	新東名高速道路を走行中、どのような状況でトラック隊列を見ましたか？	選択式
	トラック隊列走行をどの地点で見ましたか？	選択式
	どのような状況でトラック隊列走行を見ましたか？	選択式
	トラック隊列を見た際にどのように行動しましたか？	選択式
	トラック隊列の近くを走行する際に普通のトラックの近くを走行する時と比べて、意識したことはありますか？	選択式
トラック隊列に対する期待、不安	今後、トラック隊列が高速道路を走行するとした場合、期待することはありますか？	選択式
	今後、トラック隊列が高速道路を走行しているとしたら心配することはありますか？	選択式
割り込み その他	トラック隊列の間に割り込むことができると思いますか？	選択式
	その他お気づきの点などがございましたら、お書きください。	自由回答
属性	性別	選択式
	年齢	選択式
	トラック隊列を見た際に乗っていた車種を教えてください。	選択式
	免許取得歴	選択式
	日ごろの運転頻度	選択式
	高速道路の利用頻度	選択式
	普段、高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか？	選択式

表 3-52 QRコードを用いたWEBアンケート調査項目

c. アンケート画面

アンケート画面を以下に示す。

新東名高速道路を走行中
トラック隊列をお見かけした方へ

新東名高速道路で、実証期間中（令和2年6月10日～令和3年2月26日）にトラック隊列走行の実証実験を実施しております。（実証期間は実験の進捗状況に応じて変更されることがあります。）このアンケートは、走行中のトラック隊列を見たドライバーの方を対象としております。

また、本件についてお問い合わせがある方は以下のメールアドレスにご連絡ください。
お問い合わせの際は、お名前、ご所属、ご連絡先をご記入いただくようお願いいたします。
1150-truck_platooning_2020@dist.toyota-tsusho.com

回答する

【調査対象】
トラック隊列走行実証実験中のトラック隊列が走行しているところを見たドライバーの方を対象に、アンケート調査を実施しています。アンケートの回答は、お一人様一回限りとなっております。

【調査目的・個人情報の保護】
本アンケートは、トラック隊列走行の実現に向けた取組（経済産業省を主体とするプロジェクト）の一環で、トラック隊列走行による道路利用者の方への影響を把握し、トラック隊列の安全な走行方法の検証を目的としています。収集したデータと個人情報の管理には十分な注意を払い、本プロジェクトの目的以外には用いません。

【略語の説明】
IC: インターチェンジ
SA: サービスエリア
PA: パーキングエリア
JCT: ジャンクション

【調査実施機関】
日本工営株式会社

Q1. あなたが見たトラック隊列の車両はどちらですか？以下の画像を見てお答えください。

A

B

分からない・覚えていない

A	
B	

Q2. いつトラック隊列走行を見ましたか？日付をお答えください。（実証期間は令和2年6月10日から令和3年2月26日までとなっております。）

日付

Q3. いつトラック隊列走行を見ましたか？時間をお答えください。

Q4. 実証期間中（令和2年6月10日～令和3年2月26日）にトラック隊列走行を何回見ましたか？

1回

2～3回

4～5回

6～9回

10回以上

[次へ](#)

Q5. 何を見てトラック隊列走行だと分かりましたか？

× (複数選択)

トラックの荷台のデザインが統一されていたから

トラック同士の車間距離が短かったから

LED(ランプ)が連続していたから

トラック隊列と書かれているのを確認できたから

その他

すぐにトラック隊列とは分からなかった

Q6. 新東名高速道路を走行中、どのような状況でトラック隊列を見ましたか？

×

自分の車と同一方向を走行しているトラック隊列を見た

自分の車と反対方向を走行しているトラック隊列を見た

SAやPAで停車しているトラック隊列を見た

その他

次へ

同一方向を走行しているトラック隊列を見た方にかがいます。
トラック隊列を見た地点、状況、行動などについてお聞かせください。



Q7. トラック隊列走行をどの地点で見ましたか？
図の該当する箇所を選択してください。

- A: 浜松いなさJCT→浜松SA(東京方面)
- B: 浜松SA→遠州森町PA(東京方面)
- C: 遠州森町PA→掛川PA(東京方面)
- D: 掛川PA→藤枝PA(東京方面)
- E: 藤枝PA→静岡SA(東京方面)
- F: 静岡SA→清水PA(東京方面)
- G: 清水PA→駿河湾沼津SA(東京方面)
- H: 駿河湾沼津SA→長泉沼津IC(東京方面)
- I: 長泉沼津IC→駿河湾沼津SA(名古屋方面)
- J: 駿河湾沼津SA→清水PA(名古屋方面)
- K: 清水PA→静岡SA(名古屋方面)
- L: 静岡SA→藤枝PA(名古屋方面)
- M: 藤枝PA→掛川PA(名古屋方面)
- N: 掛川PA→遠州森町SA(名古屋方面)
- O: 遠州森町SA→浜松SA(名古屋方面)
- P: 浜松SA→浜松いなさJCT(名古屋方面)
- その他

Q8. どのような状況でトラック隊列走行を見ましたか？
※道路の左側から第一車線、第二車線、...とします。

* (複数選択)

- 第一車線を走行中に、後ろからトラック隊列に追いついた
- 第二車線または第三車線を走行中に、トラック隊列を追い抜いた
- 本線を走行中に、トラック隊列が合流してきた
- IOやSA、PAで流入するときに、本線をトラック隊列が走行してきた
- 登坂車線でトラック隊列を追い越した
- その他

Q9. トラック隊列を見た際にどのように行動しましたか？

* (複数選択)

- 追越をした
- 後ろについた
- 並走した
- トラック隊列の間に入った
- トラック隊列の合流に対して車線変更した
- その他

Q10. トラック隊列の近くを走行する際に、普通のトラックの近くを走行する時と比べて、意識したことはありますか？

* (複数選択)

- 特に意識したことは無い
- 早く隊列の前に出ようと(追越をしよう)と思った
- 車間を広めにしようと思った
- 並走しないように第三車線を通行しようと思った
- 近づかないようにしようと思った
- その他

次へ

トラック隊列に対する印象についてお聞かせください。

Q11. 今後、トラック隊列が高速道路を走行するとした場合、期待することはありますか？

※ (複数選択)

トラック運転手の負担軽減

運送事業者の人手不足解消

物流の効率化

自動運転技術の普及につながる

交通事故リスクの軽減

特になし

その他

Q12. 今後、トラック隊列が高速道路を走行しているとしたら心配することはありますか？

※ (複数選択)

インターチェンジ等で合流する際にトラック隊列が本線を走行していること

トラック隊列の追越しにかかる時間が長くなること

トラック隊列が車線変更してくること

トラック隊列の間に気がつかずに割り込んでしまうこと

特になし

その他

Q13. トラック隊列の間に割り込むことができると思いますか？

※

思う

思わない

どちらとも言えない

Q14. その他お気づきの点などがございましたら、お書きください。

0文字

次へ

最後にあなた自身についてお聞かせ下さい。

Q15. 性別
*

選択してください

Q16. 年齢
*

選択してください

Q17. トラック隊列を見た際に乗っていた車種を教えてください。
*

普通乗用車

大型車

自動二輪

その他

Q18. 免許取得歴
*

1年未満

1～5年

6～10年

11～20年

21～30年

31～40年

41年以上

その他

Q19. 自らの運転頻度
*

毎日運転する

毎週運転する

毎月運転する

年に数回程度運転する

その他

Q20. 高速道路の利用頻度
*

毎日利用する

毎週利用する

毎月利用する

年に数回程度利用する

その他

Q21. 普段、高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか？
(トラック隊列ではない、一般的なトラックの走行に対する印象をお聞かせください。)

* (複数選択)

特に気にならない

近くを走行する際に圧迫感がある

速度が遅いため、追越が必要になる

前や後ろにトラックが来ると怖い

なんとなく緊張する

その他

【アンケート調査実施機関】

日本工営株式会社 交通都市事業部 都市交通計画部

担当: 田中、中村

(TEL: 03-3238-8342)

アンケートは以上です。

送信

II. 調査結果

a. 結果概要

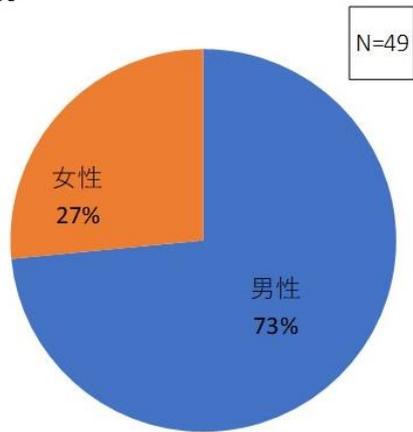
調査結果の概要を以下に示す。

回答者属性	回答者の約7割は男性である。40、50代を中心に（それぞれ約3割）各年代から回答が得られた。 月1回以上、高速道路を運転する方が約7割である。
トラック隊列の認識	トラック隊列と遭遇した人は 荷台デザインで隊列と認識 できた人が約6割で、次いで 隊列の文字と車間距離 が約5割であった。
トラック隊列を見た際の行動	追越しをした人が約6割 であり、最も多い。 並走が約2割、後ろについた人が約1割ほどみられた。
トラック隊列と遭遇した際の意識	特に意識しないと回答した人が約8割 で最も多い。 近づかないとの回答が約1割。
トラック隊列の懸念点	トラック隊列が走行する本線への合流 が約6割で最多。 次いで 隊列の追越時間の長さ、隊列の車線変更、隊列車間への割り込み がそれぞれ約3割。

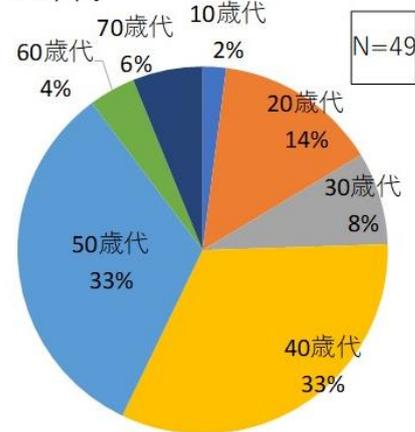
b. 回答者属性

- ・男性が約4分の3を占めている。
- ・40歳代及び50歳代がそれぞれ約3割と最も多い。

■ 性別

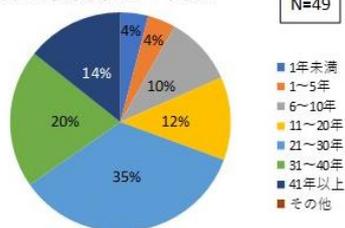


■ 年代



- ・運転免許証取得歴21年以上が約7割、毎日運転が約7割、高速道路を月に1回以上利用する人が約7割 ⇒ **自動車の運転に慣れた方が多く回答**

■ 運転免許証取得経過年数



■ 普段の運転頻度

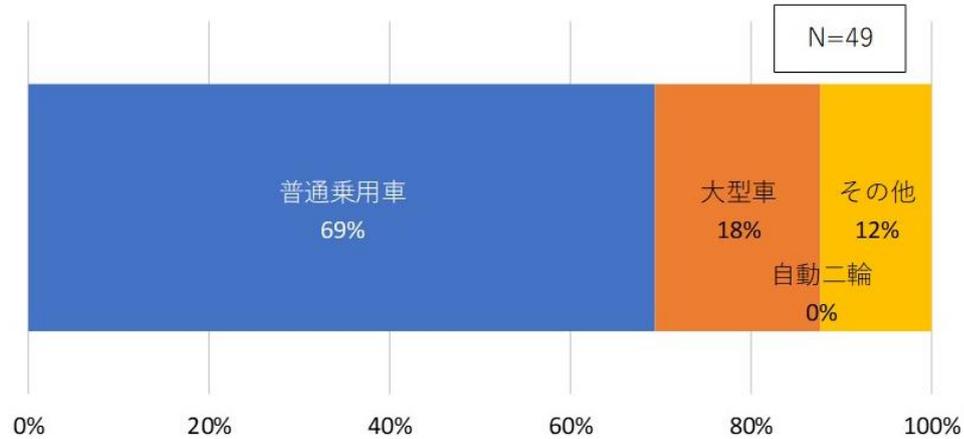


■ 高速道路の運転頻度



・普通乗用車に乗っている際にトラック隊列を見た人が約7割である。

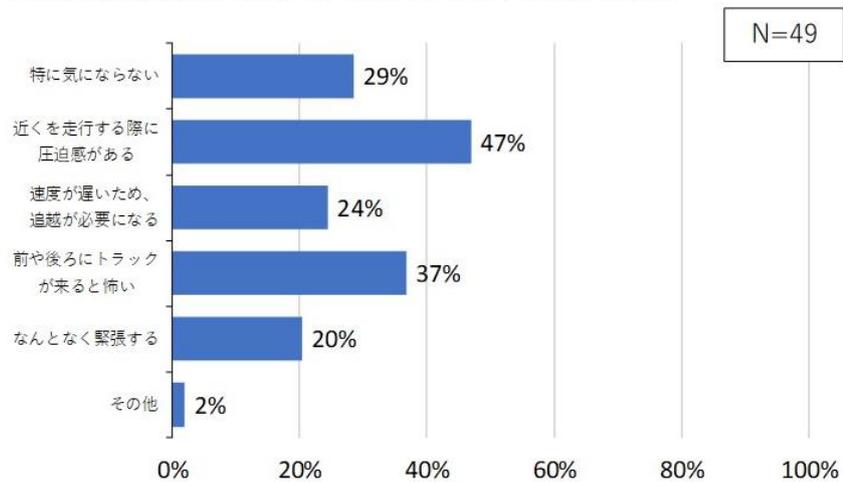
■トラック隊列を見た際に乗っていた車種



c. トラックへの印象

・トラックに対し、圧迫感や恐怖感を感じる人が約3～4割である。

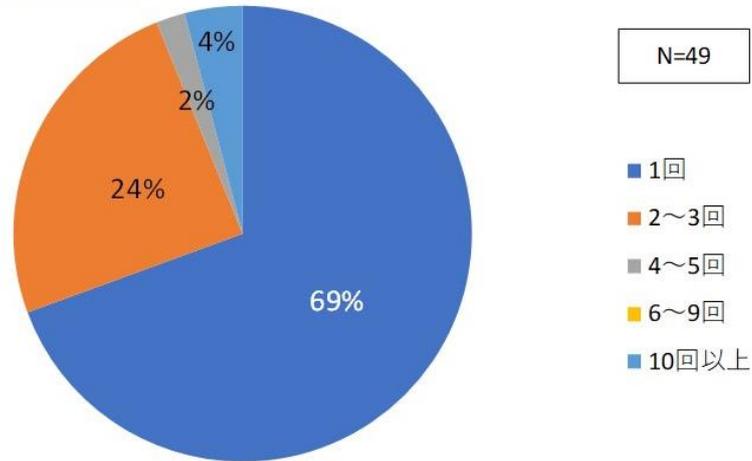
■普段、高速道路を運転している際のトラックに対する印象



d. トラック隊列との遭遇/回数

- ・トラック隊列を1回しか見ていない人が約7割である。
- ・トラック隊列を4回以上見た人は1割未満である。

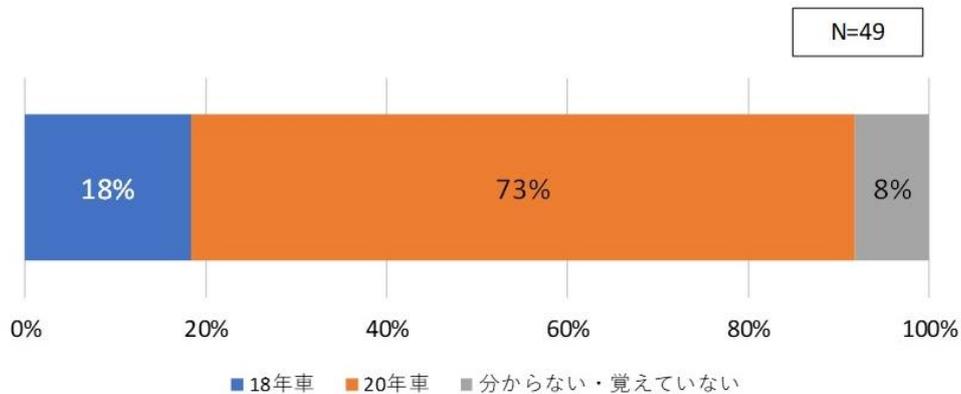
■トラック隊列を見た回数



e. トラック隊列との遭遇/隊列の種類

- ・18年車が約2割に対して、20年車が7割以上と高い割合である。
- ・18年車は6~8月のみの走行であったためと考えられる。

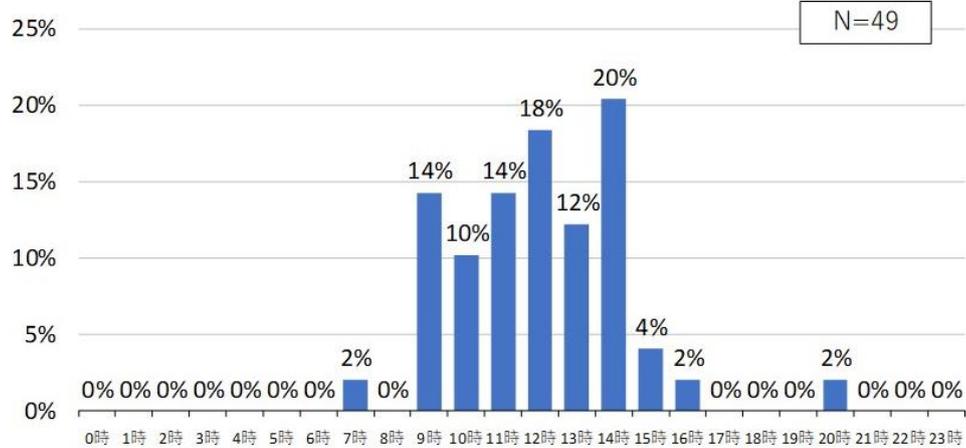
■18年車、20年車どちらを見たか



f. トラック隊列との遭遇/時間帯

- ・主に実験を実施した9～16時台のうち、9～14時台の目撃が約9割を占める。
- ・14時台が2割で最も多い。

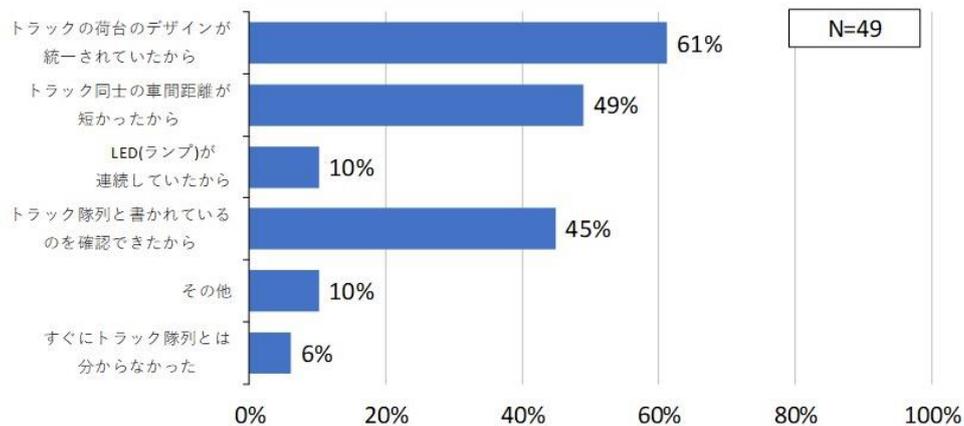
■トラック隊列を見た時間帯



g. トラック隊列との遭遇/何を見て分かったか

- ・すぐにトラック隊列だと分からなかった人は1割未満である。
- ・統一的なデザインや文字、車間距離の短さによる認識が多い。

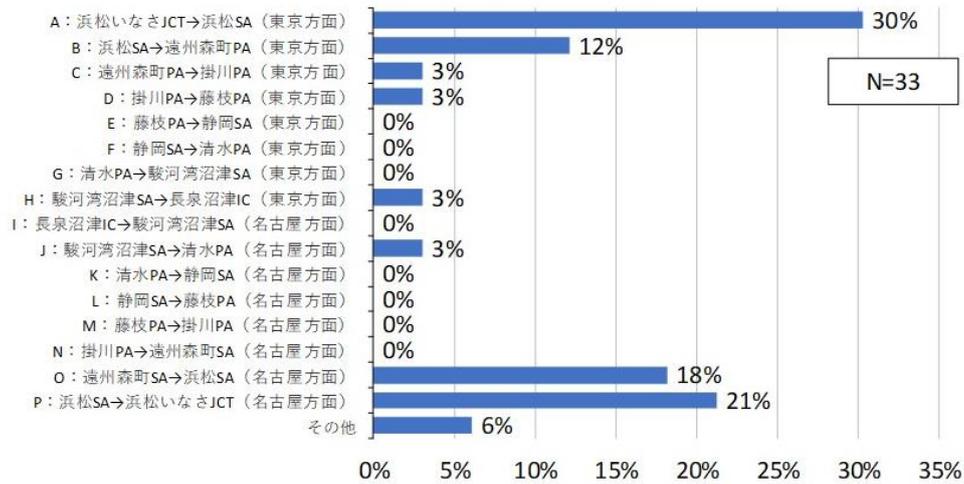
■何を見てトラック隊列走行だと分かったか



h. トラック隊列との遭遇/地点

・浜松いなさJCT～遠州森町PA間でトラック隊列を見た人がほとんどを占める。

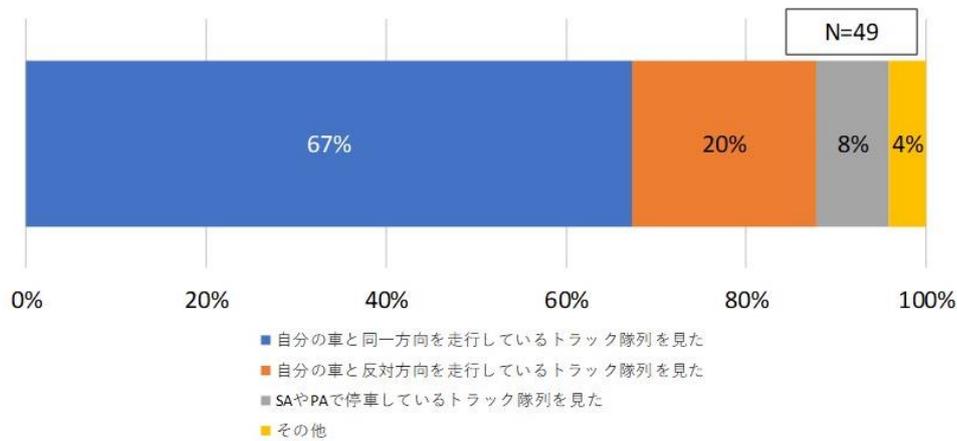
■トラック隊列を見た地点 (※トラック隊列と同一方向を走行した人のみ回答)



i. トラック隊列との遭遇/状況

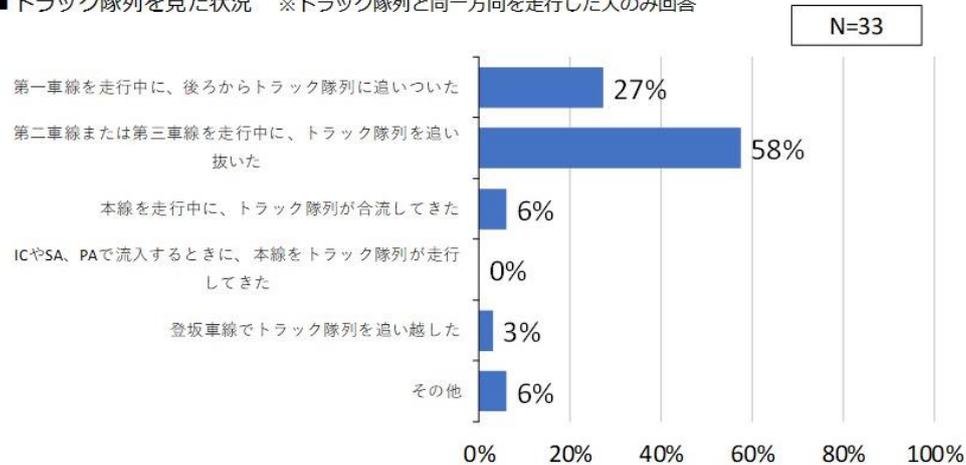
・自分の車と同一方向に走行するトラック隊列を見た人が約7割である。
 ・SAPA内でトラック隊列を見た人は約1割と少ない。

■トラック隊列を見た状況



- ・トラック隊列を追い抜いた人が約6割と最も多く、次いで、トラック隊列に追いついた人が約3割であった。

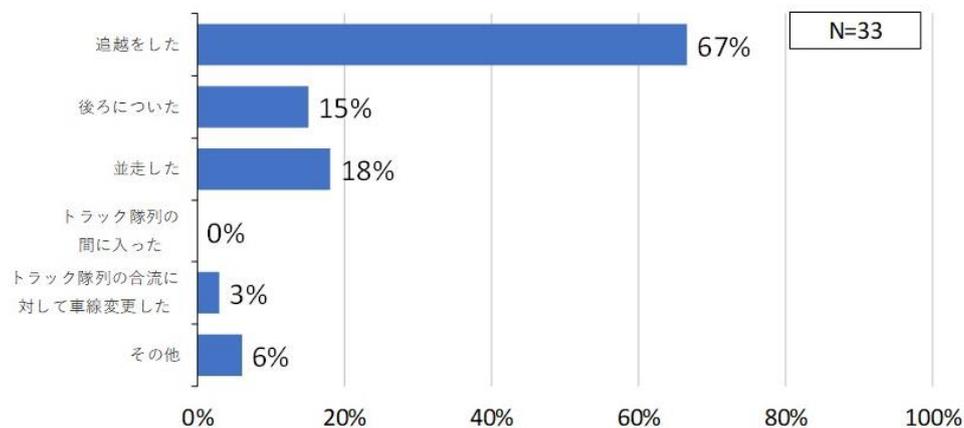
■トラック隊列を見た状況 ※トラック隊列と同一方向を走行した人のみ回答



j. トラック隊列との遭遇/公道

- ・追越をした人が約7割を占める。
- ・後ろにつく、または並走した人は合計で約3割にとどまる。

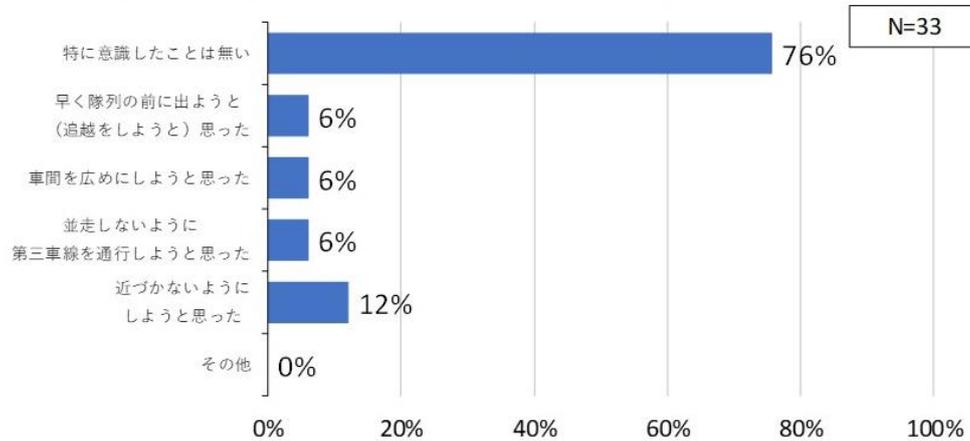
■トラック隊列を見た際の行動 ※トラック隊列と同一方向を走行した人のみ回答



k. トラック隊列との遭遇/意識

- ・「特に意識したことは無い」が8割近くにのぼる。
- ・残りの回答では「近づかないようにしようと思った」が約1割で次に多い。

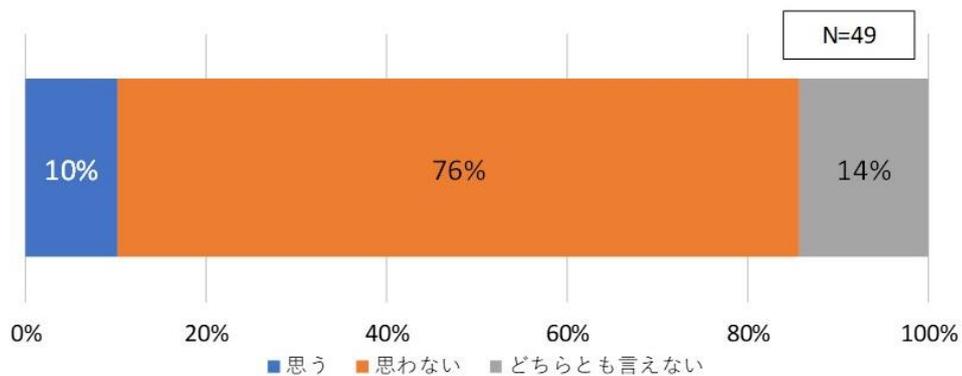
■トラック隊列の近くを走行する際の意識 ※トラック隊列と同一方向を走行した人のみ回答



1. トラック 隊列への割り込み

- ・トラック隊列車間への割り込みについては、できないと考える人が8割近くにのぼる。

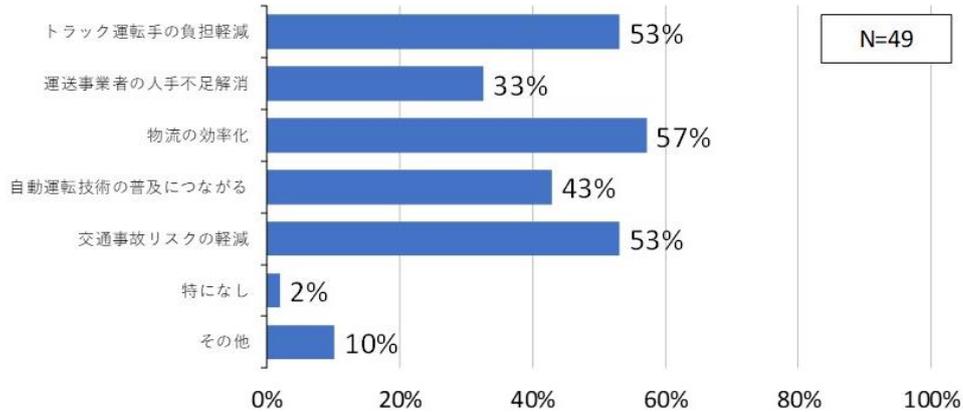
■トラック隊列車間への割り込みができると思うか



m. トラック 隊列への期待

- ・物流の効率化、ドライバーの負担軽減、交通事故リスクの軽減が約5割である。
- ・「特になし」はほとんどなく、何らかの期待を感じている人がほとんどである。

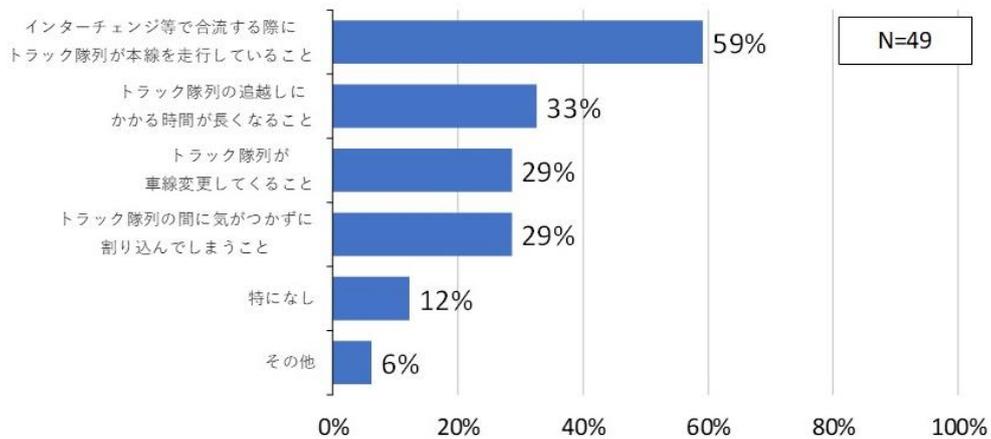
■トラック隊列に期待すること



n. トラック 隊列への心配

- ・トラック隊列本線走行時の、IC等からの合流に対する心配が約6割で最も多い。
- ・その他、追越しや車線変更、隊列車間への割り込みへの心配がそれぞれ約3割。

■トラック隊列について心配なこと



(4)SA/PA ヒアリング調査

I. 調査概要

高速道路 SAPA の利用者を対象にトラック隊列に対する意見を収集した。

2020 年 10 月に第 1 回、2021 年 2 月に第 2 回を実施した。

調査期間	【第 1 回】 2020 年 10 月 13 日(火)～2020 年 10 月 15 日(木) 2020 年 10 月 20 日(火)～2020 年 10 月 22 日(木)
調査区間	【第 2 回】 2021 年 2 月 15 日(月)～2021 年 2 月 19 日(金) 2021 年 2 月 25 日(木) 新東名高速道路 浜松 SA (上下) 及び遠州森町 PA (上り)
回答者数	【第 1 回】 724 名 (うち隊列と遭遇：449 名) 【第 2 回】 743 名 (うち隊列と遭遇：501 名)

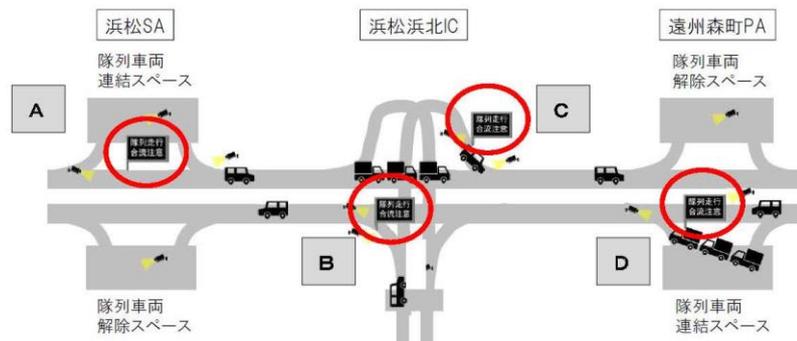
表 3-53 調査の概要

II. 調査票 (第 1 回)

【問10】今後このようなトラック隊列が高速道路を走行しているとしたら、心配することはありますか？（複数回答可）

- ①本線走行中にトラック隊列がSA・PAから本線に合流してくること
- ②インターチェンジ等で合流する際にトラック隊列が本線を走行していること
- ③トラック隊列の追越しに時間が長くなること
- ④トラック隊列が車線変更してくること
- ⑤トラック隊列の間に気がつかずに割り込んでしまうこと
- ⑥トラック隊列によって前方が見えなくなること
- ⑦その他（具体的に： _____)

【問11】浜松SA（上り：本線上）、浜松浜北IC（上り：本線流入時）、遠州森町PA（下り：本線上）、浜松浜北IC（下り：本線流入時）で、写真のようなLED情報板に気が付きましたか？



- ①気が付いた（確認した箇所： _____) ⇒ 【問12】へ
- ②気が付かなかった ⇒ 【問14】へ

【問12】どの様な情報が、提供されていたか分かりましたか？（1つ選択）

- ①提供されている情報は確認ができて、行動変容に役立った
- ②提供されている情報は確認できたが、内容が理解できなかった
- ③提供されている情報は確認できたが、気にしなかった
- ④提供されている情報は、全て確認ができず、内容が分からなかった
- ⑤LED情報板は気が付いたが、特に気にしなかった
- ⑥その他（具体的に： _____)

【問13】【問12】で「②内容が理解できなかった、③気にしなかった、④内容が分からなかった、⑤特に気にしなかった」を選択された方にお聞きします。

どのような情報提供内容になると「分かりやすくなったり、気にするようになる」と思いますか？（複数回答可）

- ① 分かりやすい表現に工夫する
- ② 点滅灯を付けて注意を引かせる
- ③ LED情報板の外枠にタイトル板をつけ情報提供内容に注意を引かせる
- ④ その他（具体的に： _____ ）

【問14】LED情報板で文字のみで注意喚起を行う場合、どの表示パターンが状況を理解しやすいと思いますか？（各パターン、1つ選択）

【パターンA-1：画面切り替え有り】

（あなたが本線を走行し、トラックがSA・PAのランプ部から合流してくる場合）



【パターンA-2：画面切り替え有り】

（あなたがランプ部を走行し、本線に合流する場合）



【パターンB：画面切り替え無し】



【問15】自分が本線の第1車線走行中（一番左側の車線）に、インターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアからトラック隊列が合流してきた場合、どのように対応しようと思いますか？（複数選択可）

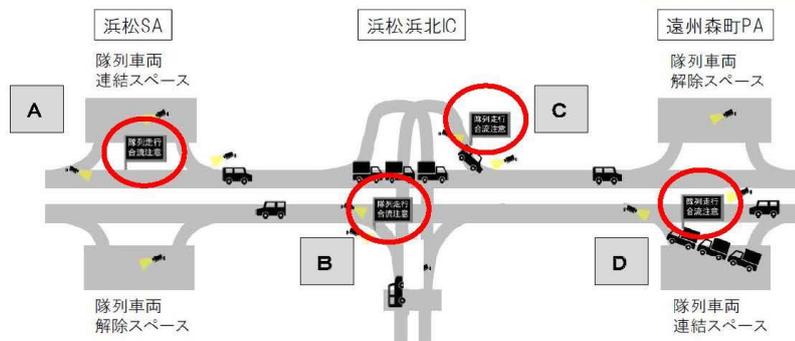
- ① 車線変更により回避する
- ② 加速してトラック隊列の前に出る
- ③ 減速してトラック隊列と距離をとる
- ④ 割り込みをする（第1車線に留まり、トラック隊列の間に入る）
- ⑤ 特に意識して対応しない
- ⑥ その他（具体的に： _____ ）

【問16】自分がインターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアから、本線に合流する際にトラック隊列と遭遇した場合、どのように対応しようと思いますか？

【問10】今後このようなトラック隊列が高速道路を走行しているとしたら、心配することはありますか？（複数回答可）

- ①本線走行中にトラック隊列がSA・PAから本線に合流してくること
- ②インターチェンジ等で合流する際にトラック隊列が本線を走行していること
- ③トラック隊列の追越しに時間が長くなること
- ④トラック隊列が車線変更してくること
- ⑤トラック隊列の間に気がつかずに割り込んでしまうこと
- ⑥トラック隊列によって前方が見えなくなること
- ⑦その他(具体的に： _____)

【問11】浜松SA（上り：本線上）、浜松浜北IC（上り：本線流入時）、遠州森町PA（下り：本線上）、浜松浜北IC（下り：本線流入時）で、写真のようなLED情報板に気が付きましたか？



- ①気が付いた(確認した箇所： _____) → 【問12】へ
- ②気が付かなかった → 【問14】へ

【問12】あなたがLED情報板を確認した時、情報提供はされていましたか？（1つ選択）

- ①情報提供されていた → 【問13】へ
- ②情報提供されていなかった → 【問15】へ

【問13】 どのような情報が、提供されていたか分かりましたか？（1つ選択）

- ①提供されている情報は確認ができて、行動変容に役立った
- ②提供されている情報は確認できたが、内容が理解できなかった
- ③提供されている情報は確認できたが、気にしなかった
- ④提供されている情報は、全て確認ができず、内容が分からなかった
- ⑤LED情報板は気が付いたが、特に気にしなかった
- ⑥その他（具体的に： _____）

【問14】 【問13】で「②内容が理解できなかった、③気にしなかった、④内容が分からなかった、⑤特に気にしなかった」を選択された方にお聞きます。

どのような情報提供内容になると「分かりやすくなったり、気にするようになる」と思いますか？（複数回答可）

- ①分かりやすい表現に工夫する
- ②点滅灯を付けて注意を引かせる
- ③LED情報板の外枠にタイトル板をつけ情報提供内容に注意を引かせる
- ④その他（具体的に： _____）

【問15】 自分が本線の第1車線走行中（一番左側の車線）に、インターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアからトラック隊列が合流してきた場合、どのように対応しようと思いますか？（複数選択可）

- ①車線変更により回避する
- ②加速してトラック隊列の前に入る
- ③減速してトラック隊列と距離をとる
- ④割り込みをする（第1車線に留まり、トラック隊列の間に入る）
- ⑤特に意識して対応しない
- ⑥その他（具体的に： _____）

【問16】 自分がインターチェンジやサービスエリア、パーキングエリアから、本線に合流する際にトラック隊列と遭遇した場合、どのように対応しようと思いますか？（複数選択可）

- ①加速してトラック隊列の前に入る
- ②減速してトラック隊列の後ろに入る
- ③トラック隊列の間に割り込みをする
- ④特に意識して対応しない
- ⑤その他（具体的に： _____）

IV. 調査結果

第1回調査と第2回調査で設問項目が共通のため、2回分の調査結果を統合してまとめた。

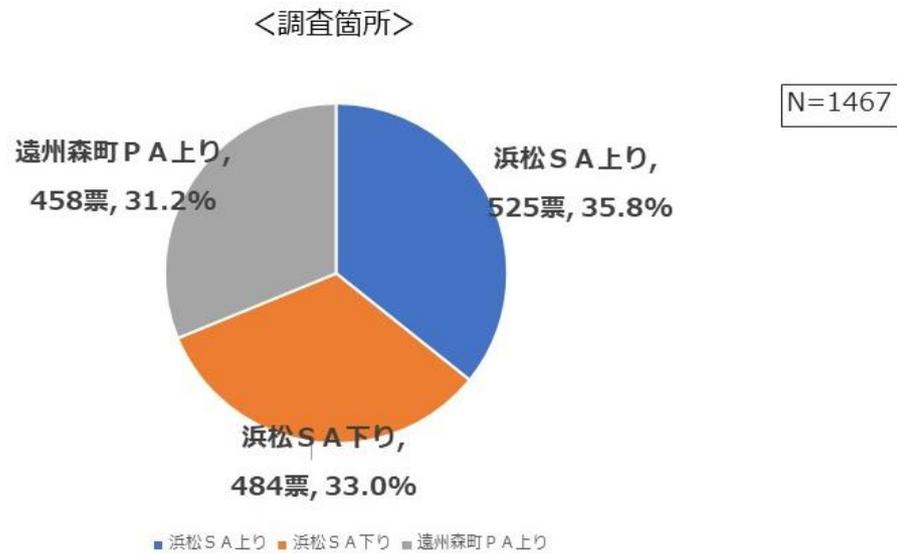
a. 結果概要

調査結果の概要を以下に示す。

モニタ属性	回答者の9割は男性である。各年代から回答が得られた月1回以上、高速道路を運転する方が約9割である
トラック隊列の認識	トラック隊列と遭遇した人は <u>荷台デザインで隊列と認識</u> できた人が多く、次いで <u>車間距離と隊列の文字</u> が続いた
トラック隊列を見た際の行動	<u>追越しをした人が約6割</u> であり、最も多い後ろについた人が約1割ほどみられた
トラック隊列と遭遇した際の意識	<u>特に意識しないと回答した人が約5割で最も多い</u> 追越しする、近づかないとの回答がそれぞれ約1割
トラック隊列の懸念点	<u>本線走行時のトラック隊列の合流、隊列を追越す時間が長くなる</u> 点の回答がそれぞれ約3割で最も多い
合流部での行動	トラック隊列の本線合流時では、 <u>車線変更による回避の回答が約7割</u> で最も多い 隊列が走る本線への合流時は、 <u>減速して隊列後ろに入る人が約6割、加速して前に入る人が約4割</u> である

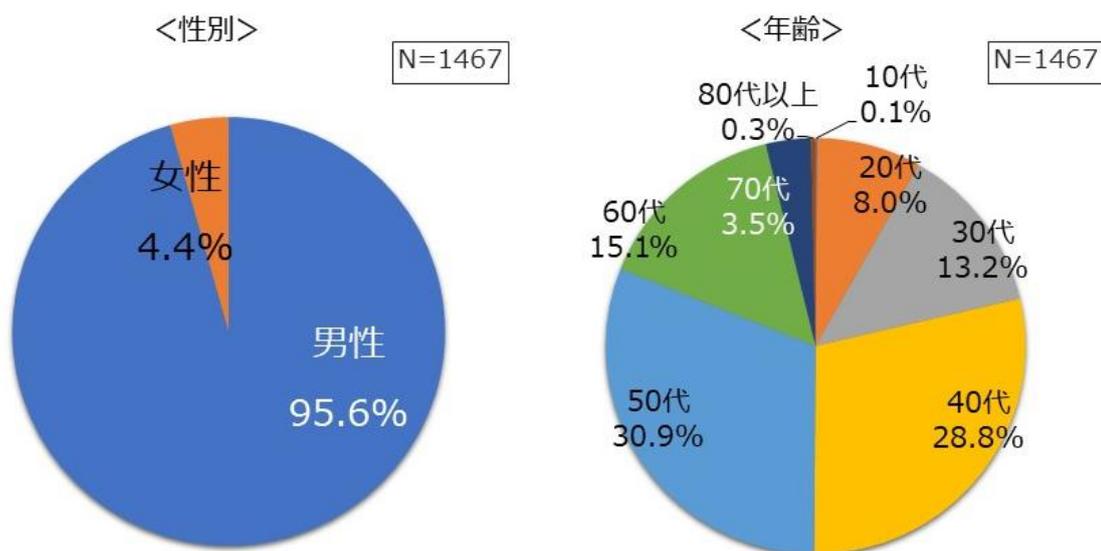
b. 調査箇所毎の回答数

各調査箇所（浜松SA上り・下り、遠州森町PA上り）において概ね均等に回答が得られている。



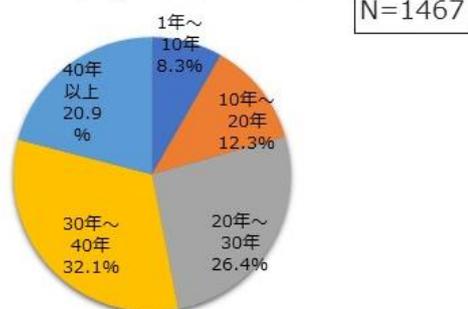
c. モニタの属性について

性別は9割以上が男性である。
年齢は10代から80代以上まで回答が得られ、40、50代がそれぞれ約3割で最も多い。

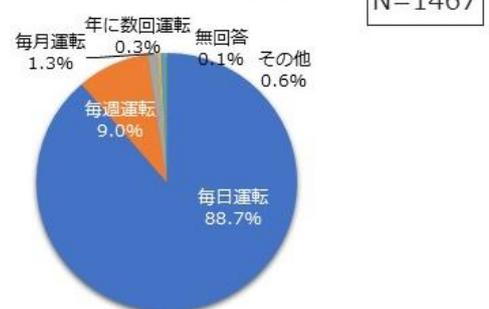


免許取得から20年以上の方が約8割である。
月に1回以上は高速道路を運転する方が約9割を占める。

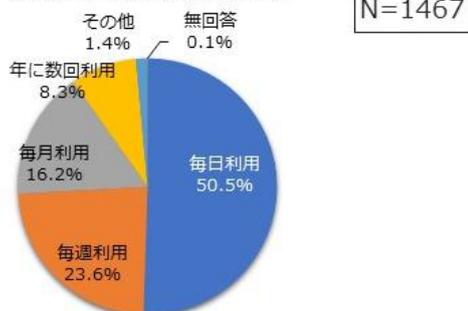
<運転免許取得経過年数>



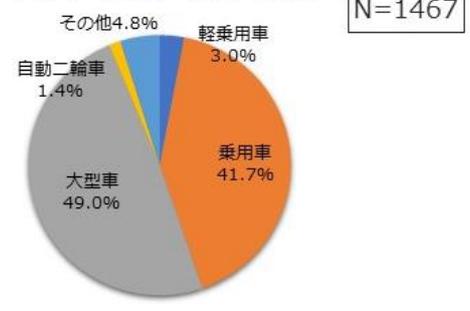
<普段の運転頻度>



<高速道路の運転頻度>



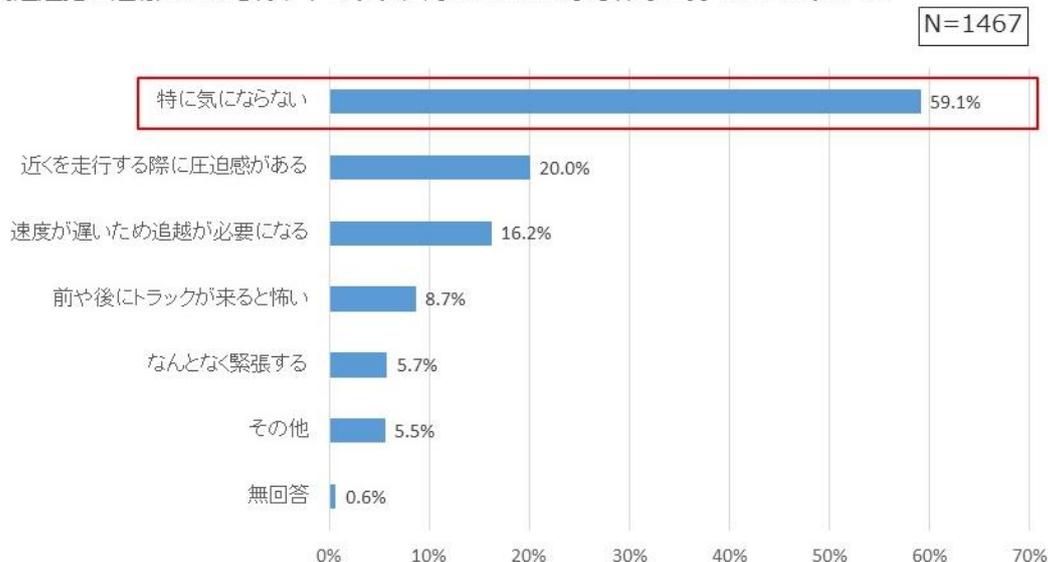
<当日の運転・乗車車種>



d. 高速道路を走行する際のトラックの印象について

気にならないとの回答が約6割で最多である。
圧迫感がある、追い越しが必要との意見がそれぞれ約2割ある。

<高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか？>



<高速道路を運転している際、トラックに対してどのような印象を持っていますか？>

[その他の回答]

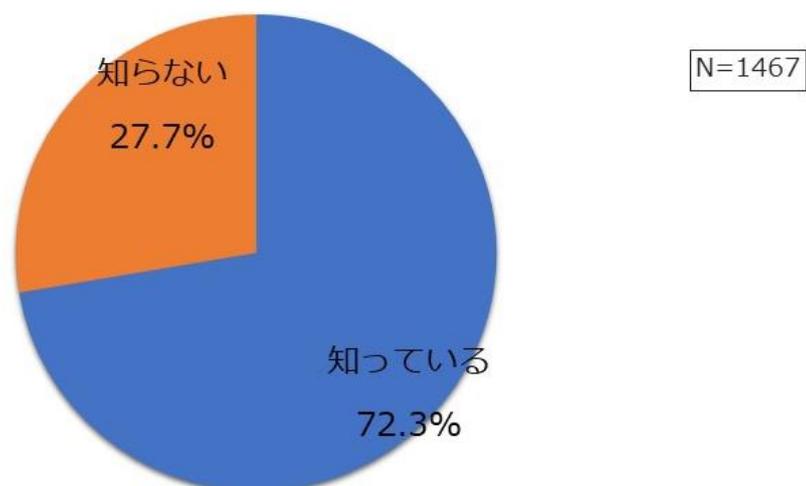
- 走行車線について
 - 遅いトラックが追い越し車線に来ると困る。
 - 追い越し車線に入ったらすぐ左側車線に戻ってほしい。
 - 第二、第三車線を走られると、圧迫感がある。
 - 走行車線を走っているととなると抜かすのが大変。
- 運転・走行について
 - 速度を出すと怖い。
 - 車線変更が気になる。
 - 後方にトラックがいると不安。
 - 速度の上限が各社によって違うので走りにくい。
 - 無理やりトラックが割り込む。

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

e. 実証実験の認知度について

トラック隊列の実証実験については、約7割の人が知っている。

<実証実験の認知度>

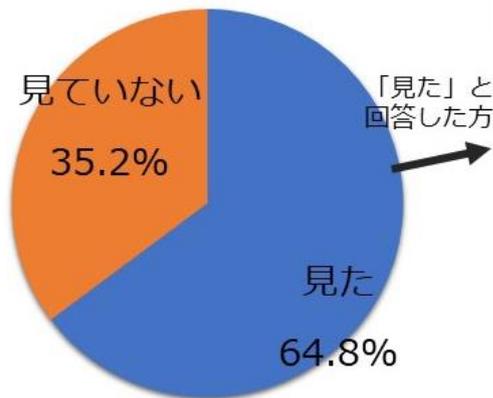


f. トラック隊列の認知度について

トラック隊列だと認識した理由では、荷台デザインの統一が約6割で最多。次いで短い車間距離、トラック隊列の表記がそれぞれ約3割である。

<トラック隊列を見ましたか？>

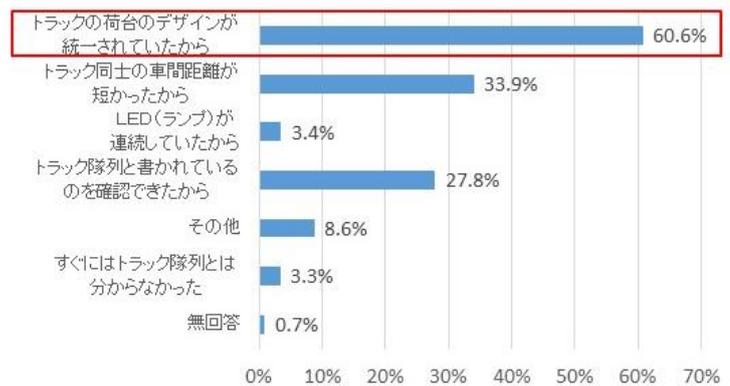
N=1467



<トラック隊列を認識した理由は？>

(トラック隊列を見た人のみ)

N=950



[その他の回答]

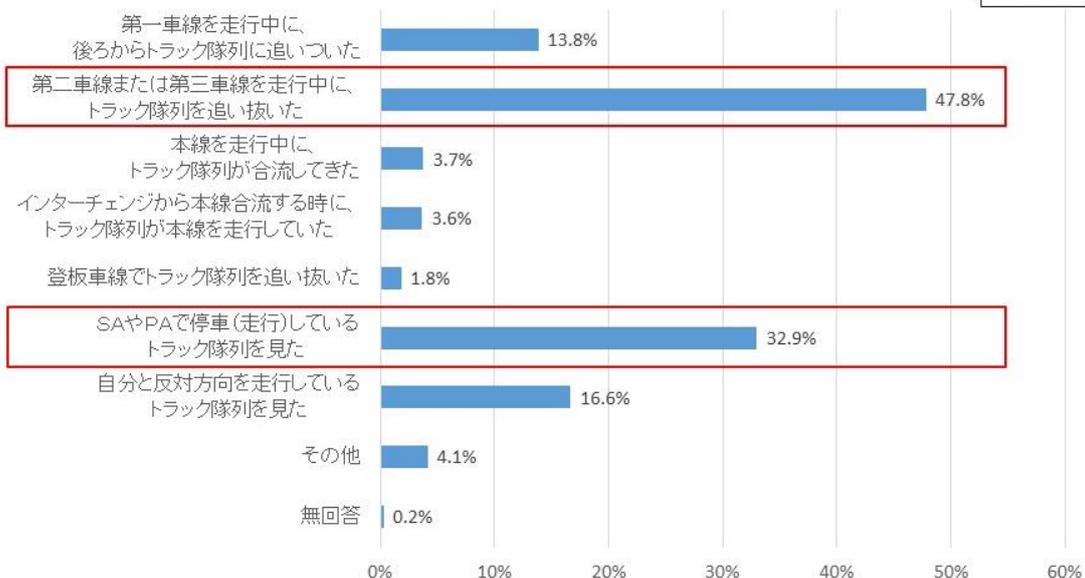
- 先導車がいたため。(隊列実験中の表示あり)
- SAでポスターを見ていたため。

g. トラック隊列を見かけた状況

トラック隊列を見た状況は、「本線上で追い抜いた」が約5割で最多。次いで「SAPA内で見た」が約3割である。

<トラック隊列を見かけた状況は？> (トラック隊列と遭遇した人のみ)

N=950

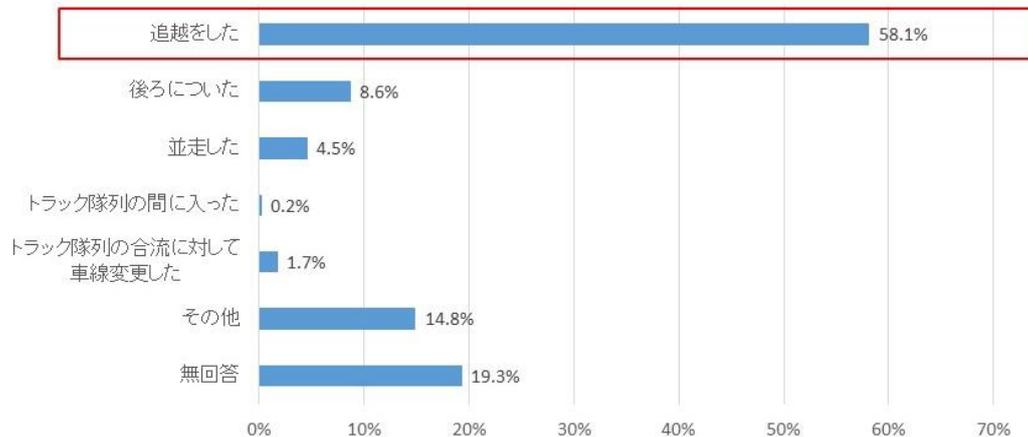


h. トラック 隊列を見た際の行動

追越をした人が約6割で最多。
「その他」回答は、SAPA内及び反対車線での遭遇で何もしていないケース。

<トラック 隊列を見た際の行動は？> (トラック 隊列と遭遇した人のみ)

N= 950



【その他の回答】

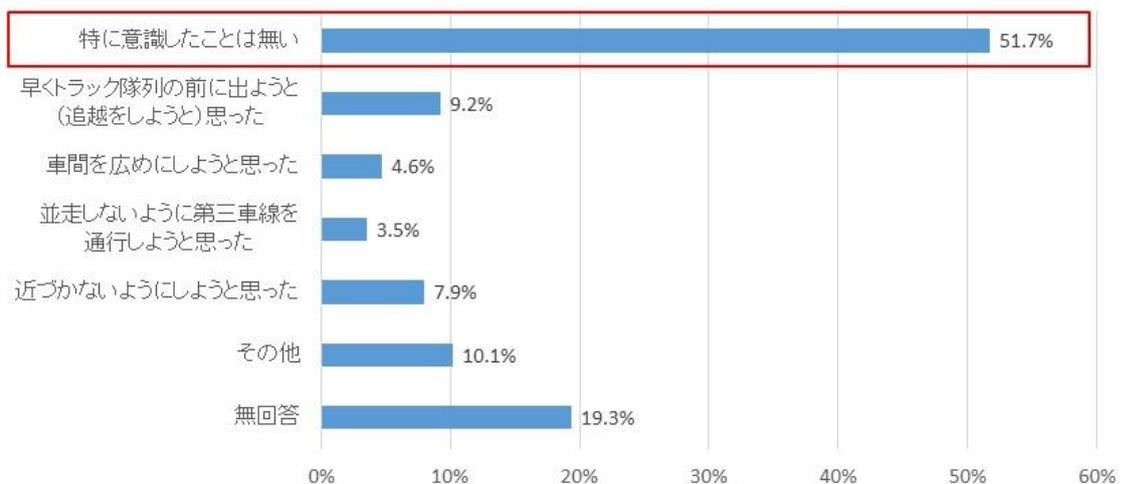
- SAPA内で見ただけで、何もしていない。
- 反対車線だったので、何もしていない。

i. トラック 隊列と遭遇した際の意識

特に意識しないと回答した人が約5割で最多。
「その他」回答は、SAPA内のため特になし、実験の邪魔をしないようにしたなど。

<トラック 隊列と遭遇した際の走行時の意識は？> (トラック 隊列と遭遇した人のみ)

N= 950



【その他の回答】

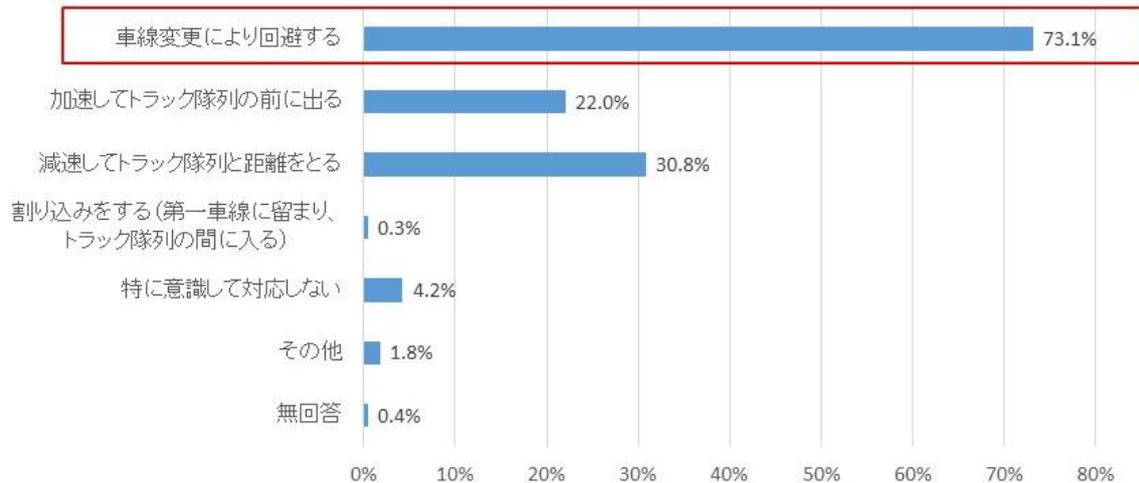
- SAPA内で見ただけで、特になし。
- 邪魔にならないようにした。

j. 走行中にトラック隊列が合流してきた際の対応

車線変更により回避する人が約7割と最も多い。
次いで加速または減速する人がそれぞれ約2~3割である。

<本線走行中に、ICやSAからトラック隊列が合流してきた場合の対応>

N=1467

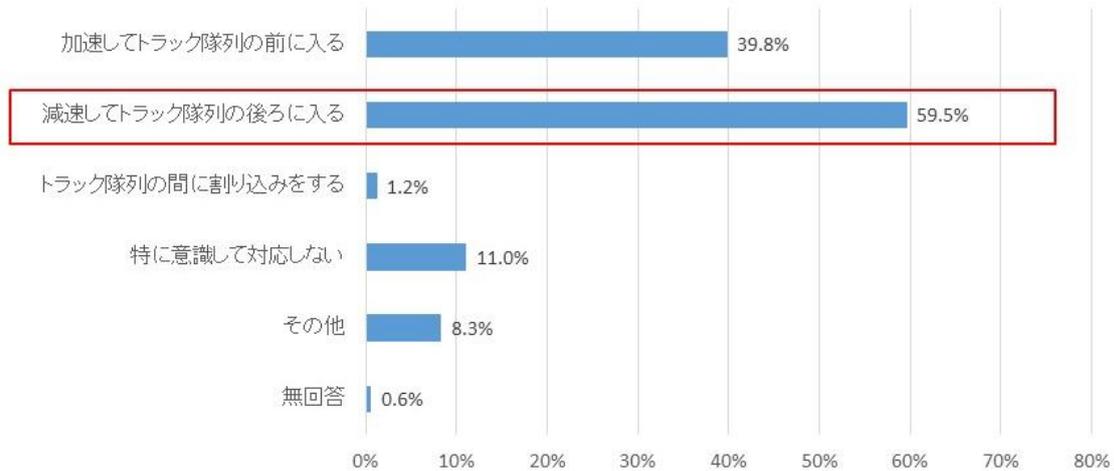


k. トラック隊列が本線走行中に合流する際の対応

減速してトラック隊列の後ろに入る人が約6割で最多。
割り込みをする人は約1%とほとんどいない。

<ICやSAから本線に合流する際に、本線走行中のトラック隊列と遭遇した場合の対応>

N=1467



[その他の回答]

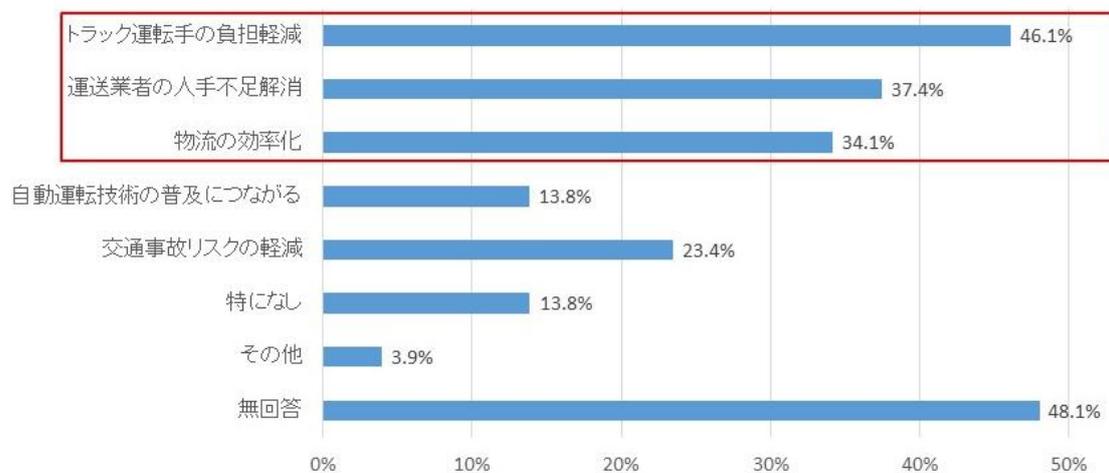
- その時の状況により判断する。
- 本線上の車両に合わせる。

1. 今後の期待

ドライバーの負担軽減、物流効率化など物流業界への好影響の期待が多い。
次いで交通事故リスクの軽減が約2割である。

<今後、トラック隊列が高速道路を走行する場合、期待することはありますか？>

N=1467

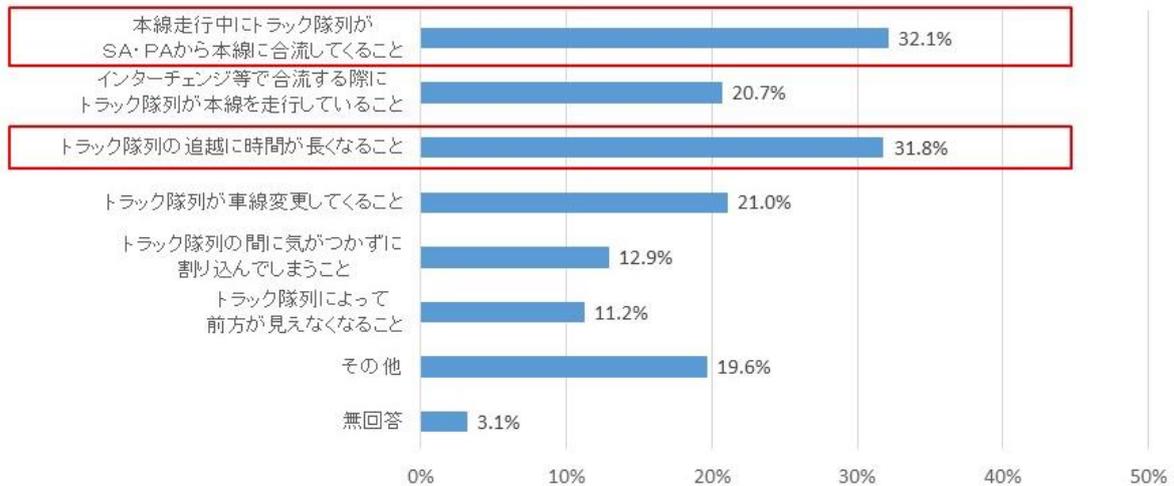


m. トラック 隊列への心配

トラック隊列の合流と追い越しに関する心配がそれぞれ約3割で最多。
次いで自分が合流する際の対応、隊列の車線変更に関する心配が各約2割。
「その他」の回答内容は特に心配なし、システムトラブルの心配など。

<今後、トラック隊列について心配することはありますか？>

N=1467



【その他の回答】

- 特に心配はない。
- システムトラブルなどの際に対応できるのか。

n. 自由意見

主な自由意見

【見え方について】

- **走行中に何台目のトラックかわかるようにしてほしい。**(隊列中2台目とか) (50代女性)
- 将来実用化された時にラッピングかどうなるかが心配。**高齢者が理解できるかが心配。**誰が見ても理解できるラッピングにできるか。(40代男性)
- 遭遇時、最初は何か気づかなかった。**もう少し目立つデザイン等(電飾、ランプ、回転灯)をした方が分かりやすいと思った。**(50代男性)
- 隊列走行だとイマイチ良く分からないので、自動という言葉を入れてほしい。(40代男性)
- もっと車体のデザインを派手にして。(40代男性)
- **トラックの合計の長さ60m表示があると分かりやすいと思う。**(30代男性)

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【割り込みについて】

- もし何かで3台並んでいて車線規則されている時に、間に入るしかないかもしれない。三車線が二車線とか一車線になった時は、間に入るかもしれない。(40代男性)
- 自分が追い越し車線を走っている時に、並走されると戻れなくなる。間に入れてくれたりして配慮してくれると嬉しい。(60代男性)
- トラックの間に割り込まれないようルールを作らないと危ないと思う。(40代男性)
- 間に入ってしまった際にどうなるかが気になる。(40代男性)
- 隊列の間を割り込みしてまでもインターで降りるドライバーがいた時に自動運転のトラブルがあった場合、危険を回避できるのか？このような危険な割り込みをする車がとてたくさんいるので。(70代男性)

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【追い越しについて】

- 会社で80km走行が決められているので、追い越しづらい。看板しょってる会社はスピード出せないなので、隊列の後方に付くしかない。(50代男性)

【合流部について】

- 合流時、トラック隊列走行が優先ではないので、合流時には配慮がほしい。(50代男性)
- 隊列の車がランプから本線に入ってくるときに、そういった車が今入ろうとしていると伝える表示板がほしい。(50代男性)

【車間について】

- トラック隊列の車間の短さは凄い。(40代男性)
- 車間距離が短かったので違和感というか恐怖感があった。(50代男性)
- ある意味、間隔狭く綺麗に走っているなと感心しています。(40代男性)
- トラック2台分の車間を空けてほしい。夜間に走ってほしくない。(50代男性)

【ドライバーについて】

- 実験は楽しみだが、雇用が減ったりしないかなあ…。(40代男性)

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【隊列車両の車線変更について】

- 工事での車線変更が多すぎる。（40代男性）
- 車線変更をしないで走行してほしい。（安全の為走行車線など）決めて。（70代男性）

【渋滞時について】

- 本線が渋滞中にトラック隊列が合流しようとしてきた場合、全長60mもあつたらどうするのか？（50代男性）

【LEDについて】

- 第二第、三車線を走っている場合にはあまりLED表示は必要ないと思うので、付けるのなら第一車線から見やすい場所が良いと思う。 隊列のトラックの1番後ろに表示板つけるのが1番良いのでは。（30代男性）

【速度について】

- 会社でスピード制限されているので、遭遇時の対応が難しい。どれぐらいのスピードで走るのかが重要になってくる。（50代男性）
- トラックが遅くて恐かった。（20代男性）
- 何キロで走っているかを表示してほしい。（30代男性）

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【安全性について】

- 道路工事とかに対応できるか、不安になる。（60代男性）
- 事故が起こった時にどうなるのかが気になる。（60代男性）
- 安全面で、どこまで安全なのかが心配。（20代男性）
- 3台ならよいけど、これ以上長くなると安全面が不安。（60代男性）
- 安全面を重視してテストを重ねてほしい。（40代男性）
- トラックの機械のトラブルが一番心配です。（50代男性）
- 直線ならOKだけど、カーブが多い所は安全なのか？（40代男性）
- 本当に安全に走行できるのか不安。（50代男性）

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【取組の周知について】

- 面白いのでもっと宣伝して広めてほしい。SNS,ツイッターなども利用して広めてほしい。自分たちの仕事の仕方も変わってくるので、実験経過を知りたい。(対象は女性トラックドライバー) (40代女性)
- "トラック隊列"という語を広めて、イメージ付けした方が各種表示分かりやすくなるのでは。(70代男性)
- もっと隊列走行を周知してほしい。(60代女性)
- 隊列走行そのものがまだ認知度として低いので、今後増加した時により重要になるのではと思う。(30代男性)
- 隊列で走っているという事柄がもっと浸透しないと、隊列と表示されても一般の車は理解できないのでは。(70代男性)
- 事前に実験をしている情報をもっとほしい。なぜならば、もっと気にして運転することができるから(実験車が走っていること)。(20代女性)
- 一般のドライバーにもっと認知させないと危ないと思う。(40代男性)

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【実用化について】

- どんどん実用化して行ってほしい。早くお願いします。(40代男性)
- 有人か無人かで遭遇時の対応が変わってくる。隊列がどうかより、そっちのがポイント。(20代男性)
- 面白そうで、期待は大きい。(30代男性)
- 普通のトラックの邪魔にならないように走行してほしい。(40代男性)
- 一般道でも自動運転のトラックが走るようになったら良い、自動運転だから起きる事故が心配。(30代男性)
- 無人のトラックに面白がって接触する車が怖い。(並走したりする車がいるかも)(50代男性)
- もっと夜にも、トラック隊列走行やってほしいです。昼と夜では状況が違うので。(60代男性)
- 今後どういう展開になるのか?知りたい。台数は増やすのか?どういう思いがあってやっているのか? 隊列走行の意味があるのか?(自動運転なら)1台でもいいんじゃないか?(3台は危険)→事故→OK。外国、実験時事故たくさんあり→日本ではどう?(50代男性)
- 車列は長くなるとは仕方ないけど「実用化」の際、対面通行時あまり長くないでほしい。(60代男性)
- トラックの故障などがあった場合に高速道路上で対処できるのか不安。(50代男性)
- 荷物を積んだ状態でも実験してみた方がいいと思う。自動運転などに頼りすぎてスマホや居眠り等心配。(40代男性)

※赤字は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

主な自由意見

【その他】

- **大変興味あり、SA等で各ケースでの走行デモを見たい。**（70代男性）
- **3台隊列ならいいが、10台とか長くなるととても困る。**将来はどうなるんだろうと危惧する。（40代男性）
- 夜にも実証実験やってほしい。（60代男性）

※**赤字**は肯定的な意見、改善意見
青地は否定的な意見、不安点など

(5) ドライバアンケート調査

I. 調査概要

トラック隊列を運転したドライバーを対象に、トラック隊列運転時の状況や、運転に必要な技能に関する意見を収集した。

調査対象	トラック隊列を運転したドライバー
調査期間	2021年2月10日（水）～2月12日（金）
回答者数	9名

表 3-54 調査の概要

II. 調査票

ドライバーヒアリング調査票 【事前にご回答ください】

年 月 日
年齢（ ）代
氏名：

調査目的

トラック隊列の実用化を目指す上で、運用時に課題となる事項などを、実際にトラック隊列を運転するドライバーの視点から把握すること。

■ トラック隊列運転時のことについてお伺いします。

1. 隊列の1号車、2、3号車を運転するにあたって気を付けていること、注意が必要なことは何か。

(1号車の場合)

(2号車、3号車の場合)

2. 隊列車両の運転中に不安に思う箇所、事象はあるか。

(1号車の場合) (記載例：本線への合流時の後方確認等)

(2号車、3号車の場合) (記載例：橋梁部では強風で蛇行することがある等)

3. 運転時にヒヤリとする場面はどんな時が多いか。

(1号車の場合) (記載例：相手車両の無理な追い越し、車線変更等)

(2号車、3号車の場合) (記載例：一般車が合流してくる際の並走等)

4. 普通のトラックと比較して、運転時の身体的な負担に違いはあるか。

(1号車の場合)

5. 普通のトラックと比較して、運転時の心理的な負担に違いはあるか。

(1号車の場合)

6. 隊列の運転中、休憩はどのくらいの頻度で取った方がよいと思うか。
(連続運転時間は何時間に設定するのがよいと思うか。)

(1号車の場合)

※次ページへ続きます

■ トラック隊列を運転するための技能などについてお伺いします。

1. あなたの大型トラックの運転経験はどれくらいか。

2. あなたの隊列車両の運転経験はどれくらいか。

3. 隊列車両を運転するにあたって特別に訓練・講習が必要だと思うか。
また、運転できるようになるまでどのくらいの期間、トレーニングが必要か。

4. 隊列車両の特性を把握する（走行に慣れる）までにどのくらいの期間がかかったか。

5. トラック隊列は普通のトラックを運転する技能とは違う技能が必要だと思うか。
必要と思う場合、どのような技能が必要だと思うか。

6. トラック隊列は普通の牽引車両を運転する技能とは違う技能が必要だと思うか。
必要と思う場合、どのような技能が必要だと思うか。

- 自由記述（トラック隊列について感じたこと、気づいたことなど）

ご協力ありがとうございました。

III. 調査結果

a. 調査結果

調査結果の概要を以下に示す。

- トラック隊列ドライバー9名を対象に、隊列運転時の状況や運転技能等に関してアンケート調査を実施した。
- 隊列の運転経験1年以上(6名)・1年未満(3名)のドライバーで分けて回答を整理し、運転時の負担や自由記述で違いがみられた。
- 隊列運転時は、2,3号車の状態、一般車・合流車との関係（並走、割り込み等）に注意が必要とする声が多い。
- 通常のトラックやけん引車と比べて、特に必要な技能はないとの意見が多いが、2,3号車の走行状況を把握する技能や、アクセル・ハンドル操作等の運転全般の技能が必要との意見もあった。
- 自由記述では隊列走行であることを周辺車両に理解してもらうことが必要との意見が挙げられた。

大項目	小項目	主な回答内容
トラック隊列運転時について	注意が必要な点	1号車運転時：2,3号車との車間距離、2,3号車の状態（走行位置、蛇行の有無など） 2,3号車乗車時：周辺車両の動き・距離感、車線変更・合流時の周辺車両、ORする身構え
	不安な点	1号車運転時：合流・車線変更部での一般車との錯綜、SAPA内での一般車の割り込み 2,3号車乗車時：システム（通信系など）・車両トラブル、大型車との並走、SAPA内の走行、強風
	ヒヤリとする点	1号車運転時：合流・車線減少部での一般車との並走、一般車の無理な追越し、前方車両の急減速 2,3号車乗車時：合流部での一般車との並走、SAPA内での一般車割り込み、縁石等との接触 （隊列経験1年未満の人は全員SAPA内での一般車の割り込みを記述）
	身体的・心理的負担	身体的負担：特になしとの回答が2名ある一方、2,3号車への注意が負担になる（隊列1年以上） アクセル操作関係の負担がある（隊列1年未満） 心理的負担：急な加減速をしない、2,3号車への注意が負担になる
	運転中の休憩頻度	1時間に1回程度の休憩が望ましいという意見が中心（6/9人）。 隊列経験1年以上では2時間に1回程度との回答が2名あった。
トラック隊列運転の技能について	必要なトレーニング	2日～5日程度の訓練が必要との意見が最多で（4/9人）、2週間、1ヶ月との意見もあった。 訓練の他、隊列のシステム、車両特性に関する講習が必要との意見がみられた。
	慣れるまでの期間	1日～5日程度との意見が最多（4/9人）で、2週間、3週間、半年程度との回答(各1人)もみられた。
	必要な技能（通常トラックと比べて）	特に必要な技能はないとの意見が3人あった一方、2,3号車の動き・状態を把握する技能、アクセル・ハンドル操作全般に関する運転技能が必要との意見もみられた。
	必要な技能（けん引車と比べて）	けん引免許保有の2名では必要・不要が1名ずつであり、他のドライバーでも意見が分かれた。 特に必要な技能はないとの意見が4人であり、必要との回答では、車長が長い後方の安全を確認できる技能、急制動・急ハンドル等をしない技能が必要との意見がみられた。
自由記述	隊列経験1年以上：隊列であること、無人であることを周辺車両に理解してもらう必要がある、急な悪天候や、2,3号車が追従不能の場合の対応が不安との意見が挙げられた。 隊列経験1年未満：SAPA内での歩行者飛び出し、車線変更が不安との意見が挙げられた。	

b. 1号車運転時の注意点

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
1. 隊列の1号車、2、3号車を運転するにあたって気を付けていること、注意が必要なことは何か。(1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・後続車の横偏差、車間距離(大型:6年、隊列:1年8か月) ・極力ハンドル固定、アクセル一定、後方には注意が必要(大型:約5年、隊列:約2年) ・目標車間を維持して隊列走行しているか。本線走行時の車間距離、速度、隊列の走行位置(ズレ等)隣車線や合流車、合流時の本線。SA、PA内での走行方法(速度、走行位置等)。SA、PA内での2、3号車の走行状況。本線での道路や風の状況(大型:4年、隊列:2年) ・後ろの車両の確認、車間、横ズレなど常に見なければならない(大型:大型は少なくとも4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・2,3号車が白線をはみ出していないか気にしながら走行(大型:5年、隊列:2年) ・車間距離維持するためのアクセルワーク&ブレーキの踏み方、2,3号車のズレ、蛇行などを見ながらの走行、車線変更時の周囲の安全確認、横風でのふらつき(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・2号車、3号車の横偏差が基準範囲に収まっているか。(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・基本的に左車線を走行するので、車線の左側を走行し右側の走行車両との接触リスクを下げる(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・目には見えないが牽引ロープで引っぱっているイメージで運転している。内輪差やオーバハング等、いつも以上に安全マージンを取っている(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

c. 2、3号車運転時の注意点

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
1. 隊列の1号車、2、3号車を運転するにあたって気を付けていること、注意が必要なことは何か。(2号車、3号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・路肩が狭い場所や並走する車両が有る場合の急操舵(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・CACCのみでの走行中は1号車より外側を走行しない(大型:約5年、隊列:約2年) ・本線走行中の併走一般車両との距離感。SA、PA内では自車の走行状況や1号車も含めた一般車両の状況。本線では隊列全体の走行状況、隣車線や合流車や合流時の状況(大型:4年、隊列:2年) ・前方が全く見えないので急な事が有っても対処できない(大型:大型は少なくとも4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・いつでもオーバーライドが出来る様に身がまえている(大型:5年、隊列:2年) ・車線変更時の、周囲の車両の動き。追い越そうとする大型トラックと並走する時のふらつきによる近いスペース。横風でのふらつき(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・SA走行中に前車と同じ軌跡を辿っているか。(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・SA・PAで前車の走行ラインを走行し、縁石やガードレールに接触しないか注意している(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・システムを信用しすぎない。いつなにか起こっても対応出来る様にハンドルに手を添えている。(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

d. 1号車運転時の不安点

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
2. 隊列車両の運転中に不安に思う箇所、事象はあるか。(1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ICでの合流、SA・PA内での割り込み(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・3号車後方の様子がわからず合流時は不安を感じる(大型:約5年、隊列:約2年) ・合流時や合流車の状況、制御系の不具合、ミラーの死角、車線変更、強風時の運転(雨も)(大型:4年、隊列:2年) ・アクセルワークで車間、ハンドルワークで横偏差など運転技量で変わる(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・落下物に対する対応(大型:5年、隊列:2年) ・工事による車線規制で3車線から1車線になる場合、割り込みが不安。横風でハンドルを取られた時の2,3号車の動き。ミラーに死角がある(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・本線合流時の速度調整。ICから流入してくる一般車両の回避方法(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・本線合流やICでの他車の流入の際の2,3号車と他車との間隔を把握し、瞬時に判断しなければならない事(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・本線走行中、浜北の合流車両と重なる事があるが、隊列車両に合流車の有無を分かるようにしてほしい。(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

()内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

e. 2、3号車運転時の不安点

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
2. 隊列車両の運転中に不安に思う箇所、事象はあるか。(2号車、3号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・システムの不具合(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・路肩のないところでの緊急停止(大型:約5年、隊列:約2年) ・合流車や合流時の状況、隣車線の追い越し車の接近、強風、SA・PA内での走行(カーブや右左折時に安全に曲がれるか)(大型:4年、隊列:2年) ・タイヤバーストなど車両故障があった時不安(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・大型車両と並行する時少しでも蛇行すると不安(大型:5年、隊列:2年) ・通信不良が発生した時の車両の動き、SA・PA内がせまいところ、ランプに入る時の間に入ろうとする車両(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・加減速時の車間変化、SA走行時の一般車両による死角(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・システムトラブルが発生した時の対処(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・強風時、大型トラックが追い抜いていく時に、巻き込みの風で蛇行する事がある。(±25cmぐらい)(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

()内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

f. 1号車運転時のヒヤリ場面

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
3. 運転時にヒヤリとする場面はどんな時が多いか。(1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・ミラーに映らない死角からの急に現れる一般車(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・横風やカントで予想外に右車線へ寄ってしまった時(大型:約5年、隊列:約2年) ・合流車(並走したり、急に発見)、合流時の一般車との並走、突風、車線規制(大型:4年、隊列:2年) ・前方車両の急な減速、ICやSA入口での急な割り込み(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・他車の嫌がらせ(幅寄せなど)(大型:5年、隊列:2年) ・前方に車線変更してくる車両が近い時(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・車線減少規制による車線変更時に、一般車両の無理な追越し、割り込み。(3号車から1号車への規制時は75~120km/hの速度差のある車両が混在し危険を感じる。)(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・前を走行している車の急な減速、落下物回避のための急ブレーキや急ハンドル(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・SA・PA進入時にゼブラゾーンからもすごいスピードで追いついて隊列の前に進入してくる乗用車(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

()内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

g. 2、3号車運転時のヒヤリ場面

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
3. 運転時にヒヤリとする場面はどんな時が多いか。(2号車、3号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・工事による車線減少からの急な割り込み(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・合流時の並走(大型:約5年、隊列:約2年) ・合流車や合流時の一般車両との並走、SA・PA内での曲がる時、SA・PA内での急な動き(ハンドル、発進、停止)(大型:4年、隊列:2年) ・並走車の蛇行、道路の落下物、急な横風(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・工事などで車線がなくなる時一般車が割り込んでくる時(大型:5年、隊列:2年) ・SA・PA内で曲がる時せまく感じ縁石やガードレールに接触しそうになる、本線に合流してくる車両(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・SA,PAランプ合流最中での一般車両の突進。(隊列車両である事を認知してもらえない事があり、周知不足を感じた)(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・SA・PA内でパーキングからランプへ合流する際他車の割り込み(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・SA・PAや本線合流時に割り込んで来る一般車(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

()内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

h. 1号車運転時の身体的負担

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
4. 普通のトラックと比較して、運転時の身体的な負担に違いはあるか。 (1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更など全長が長い為、車線変更などハンドル操作、ラフな運転ができない (大型:6年間、隊列:1年8か月) ・3台分の状況をいろいろな視点で常に確認・意識するので、そこが普通とは異なる (大型:4年、隊列:2年) ・常に後ろを見なくてはならないのでモニタミラーなど確認が多く目につかれる。アクセルワークに神経をつかうので足がつかれる (大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・大型トラック1台で走行していた方がリラックスして走行できる。後続車の動きを常に考えた走行。(大型:9年、隊列:2年) ・特に感じない (大型:5年、隊列:2年) ・特になし。普通のトラックと同じぐらいの疲労感 (大型:経験はありません、隊列:7ヶ月) ・普通トラックと同様運転できるため身体的な負担は感じない (大型:約5年、隊列:約2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・クルーズコントロール、排気ブレーキを使用せずアクセルペダルとフットブレーキの微調整にて車速を調整しているので足が疲れる。(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・ムダなハンドル操作やアクセル操作をしない様に運転しているため多少負担は大きい。(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

i. 1号車運転時の心理的負担

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
5. 普通のトラックと比較して、運転時の心理的な負担に違いはあるか。 (1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・急加速急減速急ハンドルが後続車に影響が出る為常にソフトな運転操作が求められる。 ・下り坂でブレーキが車間距離の10.0m越が発生するので踏めない (大型:6年間、隊列:1年8か月) ・60mをけん引している意識で運転。かなり後方の様子を気にするので心理的には重く感じる (大型:約5年、隊列:約2年) ・3台分の状況をいろいろな視点で常に確認・意識するので、身心共に負担あり。(大型:4年、隊列:2年) ・長いので全てが見えないので不安が多く車線変更などする時は慎重になる (大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・2,3号車のことを常に意識しなければならない (大型:5年、隊列:2年) ・加速・減速時その他すべてにおいて急な操作をしないよう注意している (大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・急ブレーキ、急加速は2号車3号車の車間延長の原因となるので細心の注意を払っている。下り勾配路では特に繊細な操作が求められる為、前方の一般車両の減速を常に警戒し気付くと対処中は息を止めている事もあった。(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・常時、2,3号車の状態(車間、横偏差等)や2,3号車付近の他車も気にしなければならないため心理的負担は大きい (大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・加速・減速時その他すべてにおいて急な操作をしないよう注意している。(雪道を走行するイメージ) (大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

j. 1号車運転時の休憩頻度

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
6. 隊列の運転中、休憩はどのくらいの頻度で取った方がよいと思うか。(連続運転時間は何時間に設定するのがよいと思うか。)(1号車の場合)	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・道路状況にもよるが混んでいたり工事により車線規制があると30minが限界。雨や風による影響があると更に短くなる。(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・実証試験中1時間に1回トイレ休憩で問題ありませんでした。道路状況に変化がなければ2時間に1回小休憩が良いと思います(大型:約5年、隊列:約2年) ・走行する道路の状況、条件による。長くても1時間くらいかな。(大型:4年、隊列:2年) ・1~2Hr(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・2時間(大型:5年、隊列:2年) ・1時間。スキルによっては30分。(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・車線規制の有無等、環境にもよるが、1時間が良いと思う。(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・精神的な疲労が大きいと思うので今の自分のレベルなら1Hr/回程度(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・個人差はあると思うが、1H~2Hに15分程度が良いと思います(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

k. トラック隊列運転のトレーニング

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
3. 隊列車両を運転するにあたって特別に訓練・講習が必要だと思うか。また、運転できるようになるまでどのくらいの期間、トレーニングが必要か。	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・最初は車間距離8.5mには恐怖心があったが、走行している内に麻痺してしまう為、特に訓練など必要無し。実際我々は産総研で一週間程しか訓練していない(大型:6年間、隊列:1年8か月) ・どのようなシステムで走行し各機能の短所を知る講習は必要だと思う。また、不具合発生時の対応など。座学と実習で最低2日のトレーニングは必要に感じる(大型:約5年、隊列:約2年) ・必要だと思うが、人によって違うと思う(大型:4年、隊列:2年) ・必要で2週間ぐらい(大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年) ・1ヶ月のトレーニングが必要(大型:5年、隊列:2年) ・必要。トレーニング期間はスキルによって個人差はあると思うが、本線合流してくる車両の対応など、すばやい判断が必要である(大型:9年、隊列:2年)
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・訓練5日、講習2日(自身が運転に至るまでの期間を参考)(大型:68日、隊列:63日(内、1号車:17日)) ・車両(1~3号車)の特性を把握するためにも、隊列走行のシステムから学ぶ必要があると思う。純粋に運転できるようになるなら、テストコースで1~2日実路で教習1~2日で可能かと思う(大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度) ・訓練、講習は必要。どういうシステムで走行しているか理解していないといざという時にパニックになると思う。トレーニングは3日~5日間で安全に運転出来る。(大型:経験はありません、隊列:7ヶ月)

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

1. トラック隊列運転への慣れ

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
4. 隊列車両の特性を把握する（走行に慣れる）までにどのくらいの期間がかかったか。	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・制御に対し、信頼ができたのは半年程まで掛かり運転業務に対し抵抗が無くなったのも半年くらい掛かり、それ以降は慣れたと思います。麻痺も有（大型:6年間、隊列:1年8か月） ・走行に慣れる程度なら3日（大型:約5年、隊列:約2年） ・テストコース、新東名ともに1～2日くらいだったと思う（大型:4年、隊列:2年） ・2週間（大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年） ・少しずつ改良されているので何とも言えない（大型:5年、隊列:2年） ・新東名、本線走行を行う事により、それほど期間はかからなかったと思います。自分はすぐに把握できた（大型:9年、隊列:2年）
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・4日（大型:68日、隊列:63日（内、1号車：17日）） ・20日程度（自分の場合）（大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度） ・毎日1号車を運転出来るなら1週間（5日程度）で把握出来ます。（大型:経験はありません、隊列:7ヶ月）

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

m. 普通トラックと比較した運転技能

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列経験	ドライバー回答内容
5. トラック隊列は普通のトラックを運転する技能とは違う技能が必要だと思うか。必要と思う場合、どのような技能が必要だと思うか。	1年以上	<ul style="list-style-type: none"> ・視力、深視力、パニックにならない冷静な判断、行動、繊細なハンドル、アクセル、ブレーキ操作（大型:6年間、隊列:1年8か月） ・必要なし（大型:約5年、隊列:約2年） ・必要。隊列を意識した全ての走行技術（発進、加速、減速、カーブや右左折時方法、車線変更時のハンドル操作、車間を意識したアクセル、ブレーキ操作と停止等）（大型:4年、隊列:2年） ・必要。前方も見ながら後ろも確認しなくてはならず自車の車両だけ通れば良いだけではないので。（大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年） ・特に必要ない（大型:5年、隊列:2年） ・必要である。2号車、3号車の動きを常に考えながら走行したり、後続車の動きを理解する事が必要（システムを理解する）（大型:9年、隊列:2年）
	1年未満	<ul style="list-style-type: none"> ・思わない（大型:68日、隊列:63日（内、1号車：17日）） ・2,3号車が完全に1号車に追従するなら特別な技能は必要ないと思う。しかし、前述したように常に2～3号車の状態を把握する能力は必要（大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度） ・雪道を運転する様な、安全マージンを大きくとった運転が必要（大型:経験はありません、隊列:7ヶ月）

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

n. トレーラーと比較した運転技能

ドライバーからの回答内容

質問事項	隊列 経験	牽引 免許	ドライバー回答内容
6. トラック隊列は普通の牽引車両を運転する技能とは違う技能が必要だと思うか。必要と思う場合、どのような技能が必要だと思うか。	1年 以上	あり	<ul style="list-style-type: none"> ・今回1号車を担当する事になり、けん引免許を取得しましたが共通点は全長が長いだけで運転操作は普通のトラックに何も変わらない。後退しないので（大型:6年間、隊列:1年8か月） ・必要である。けん引車とは全く違う感じだと思う。車両はけん引車よりも長く急のつく運転が出来ないため。（大型:9年、隊列:2年）
		なし	<ul style="list-style-type: none"> ・1号車の軌跡をたどるため（2・3号車）けん引車両を運転する技能を必要としない（大型:約5年、隊列:約2年） ・必要。牽引免許は無いが、全く違うと思う。隊列を意識した全ての走行技術（発進、加速、減速、カーブや右左折時方法、車線変更時のハンドル操作、車間を意識したアクセル、ブレーキ操作と停止等）（大型:4年、隊列:2年） ・隊列の長さを分かり後方の安全が確認できる技能が必要（大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年） ・特に必要ない（大型:5年、隊列:2年）
	1年 未満	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・けん引車の運転経験がほぼないので、なんともいえないが、けん引車より内輪差を気にしないでいいかもしれない（大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度） ・普通の牽引車両の運転経験が無い為分かりません。（大型:経験はありません、隊列:7ヶ月） ・思わない（大型:68日、隊列:63日（内、1号車：17日））

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

o. 自由記述

ドライバーからの回答内容

質問事項	ドライバー回答内容
自由記述 （トラック隊列について感じたこと、気づいたことなど）	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライバーが乗車していない事が外部から他車へ伝われば他車も警戒し気を使う為隊列も走行し易くなると思う（大型:6年間、隊列:1年8か月） ・実用化できたらすごいと思う。隊列を意識して気を遣ってくれるドライバーもいれば逆にいじわるをするドライバーもいる。日々、進化していてすごいと思う（大型:4年、隊列:2年） ・急に渋滞などがあり車線変更などできるのか？隊列が切れてしまった車両をどうするのか？急な悪天候などになった時など（大型:大型は少なく4T車だと10年ぐらい、隊列:2年） ・制御が完璧でも周囲が認識してくれないと危険なことが多い（大型:5年、隊列:2年） ・昨年度より隊列走行が認識されたせいか新東名走行中、ゆずってくれる車両が多いと感じます（スマホ等で撮影している人が多い）今年度の方が走行しやすいです。今後も続けていき実用化を目指してほしいです（大型:9年、隊列:2年） ・大型車両2台が人の操作なしに高速道路からサービスエリアまで追従していく様を目の当たりにして技術の凄さに感動したし、この実験に関わって嬉しく思った。現段階ではサポート車が付いて走行できているに過ぎないが、単独で安全に走行する為にも実証・実験のみでは終わらず実用に向けて前進していてもらいたい。技術の向上と並行して、インフラ、法整備等の交通文化も成就し、物流の主軸となる様願いたい（大型:68日、隊列:63日（内、1号車：17日）） ・現状は2,3号車にドライバーが乗車しているため、あまり気にしていないが特にSAPA内での2,3号車への人のとび出しなど不安。センサー等はあるが一度に3台の安全を常に把握するのは大変だと感じる（大型:8ヶ月程度、隊列:6ヶ月程度） ・現状では隊列トラックの後ろに後続車がいなくて車線変更時等でかなり気を使います（60m後方の割り込み確認は難しい）（大型:経験はありません、隊列:7ヶ月）

() 内は大型車、及びトラック隊列の運転経験年数

(6)受容性調査の全体結果

I. 全体結果概要

モニター調査、WEBアンケート調査、SAPAヒアリング調査の全体結果概要を以下に示す。

トラック隊列の認識	<ul style="list-style-type: none"> 「<u>荷台デザインの統一</u>」によりトラック隊列を認識する人が最多で、次いで、<u>トラック隊列の文字表記と車間距離</u>により認識する人が多い
トラック隊列の印象	<ul style="list-style-type: none"> モニター調査では、トラック隊列周辺を走行した際の「走りやすさ」、「緊張感」、「安全性」について、<u>事後の否定的回答はなく、事前より事後の方が改善される傾向</u>（本項目はモニター調査のみ）
実際に見た際の行動・意識	<ul style="list-style-type: none"> トラック隊列を見た際の行動として「<u>追い越し</u>」を行う人が多い トラック隊列と遭遇した際の意識として「<u>特に意識したことはない</u>」人が約6~7割と多く、意識する人の中では近づかないようにする人が多い
合流部での対応	<ul style="list-style-type: none"> 合流部で隊列が合流してきた際は、「<u>車線変更による回避</u>」が多い 自車の合流時に隊列と遭遇した際は、「<u>減速して後ろに入る</u>」が多いが、SAPAヒアリングでは「<u>加速して前に入る</u>」が約4割であった
トラック隊列への心配事	<ul style="list-style-type: none"> <u>一般車本線走行中のSA等からのトラック隊列の合流や追越し時間の長さ、トラック隊列の車線変更、隊列車間への割込み</u>が挙げられた

II. トラック隊列の意識

- 各調査とも、項目間の順番は同一である。
- SAPAヒアリングと比較して、WEBアンケートでは車間距離とトラック隊列表記による認識の割合が高い。

モニター調査	SAPAヒアリング調査	WEBアンケート調査
<ul style="list-style-type: none"> 該当項目なし 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列の<u>統一的デザイン</u>での認識が約5割 <u>車間距離</u>による認識が約3割 「<u>トラック隊列</u>」の表記による認識が約3割 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列の<u>統一的デザイン</u>での認識が約6割 <u>車間距離</u>による認識が約5割 「<u>トラック隊列</u>」の表記による認識が約5割

III. トラック隊列を見た際の行動・意識

- ・ 各調査とも、隊列との遭遇時は追い越しをすとの回答が最多である。
- ・ モニター調査は実際の行動ではなく、仮に遭遇した場合の行動を質問した。
- ・ 遭遇時の行動では、想定と実際の行動の傾向が近いと考えられる。

	モニター調査	SAPAヒアリング調査	WEBアンケート調査
行動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列との遭遇時、追越しをすと回答した人が約7割 (※仮に隊列と遭遇した場合の回答) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列との遭遇時、追越しをした人が約6割 ・ 後ろについた人は約1割 ・ 並走した人は約5% (※実際に隊列と遭遇した際の回答) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 隊列との遭遇時、追越しをした人が約7割 ・ 並走した人は約2割 ・ 後ろについた人は約1割 (※実際に隊列と遭遇した際の回答)
意識	<ul style="list-style-type: none"> ・ 該当項目なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特に意識したことはない人が約6割 ・ 早く隊列を追い越そうと思った人が約1割 ・ 近づかないようにした人が約1割 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特に意識したことはない人が約8割 ・ 近づかないようにした人が約1割

IV. 合流部での対応

- ・ 隊列の合流時は、車線変更での回避が最多である。
- ・ 一般車での合流時の隊列との遭遇では、減速する人の方が多いものの、加速するという回答も見られる。これは隊列の走行速度が低いためと考えられる。

	モニター調査	SAPAヒアリング調査	WEBアンケート調査
隊列の本線合流時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約8割が車線変更で回避すると回答 ・ 減速すると回答した人が約5割 ・ 加速すると回答した人が約3割 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約7割が車線変更で回避すると回答 ・ 減速する人が約3割 ・ 加速する人が約2割 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 該当項目なし
一般車の本線合流時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 減速して隊列の後ろに入る人が約8割 ・ 加速して隊列の前に入る人が約6割 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 減速して隊列の後ろに入る人が約6割 ・ 加速して隊列の前に入る人が約4割 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 該当項目なし

※全項目、仮に合流部で隊列と遭遇した場合の回答

V. トラック隊列への心配事

各調査間で、順位および割合に違いが見られる。

大きく分けて、心配点は「合流」、「隊列の車線変更」、「追い越し時間」である。

モニター調査と比較して、他2調査では隊列の車線変更への心配の割合が低い
が、これは実際の走行で隊列が車線変更するケースが少ないためと考えられる。

モニター調査	SAPAヒアリング調査	WEBアンケート調査
<ul style="list-style-type: none"> • 隊列の車線変更が約5割で最多 • 一般車で本線に合流する際、隊列が本線を走行していることが約4割 • 隊列を追い越す時間が長くなることが約4割 • 隊列の車間に気づかずに割り込むことが約3割 	<ul style="list-style-type: none"> • 隊列の本線への合流が約3割 • 隊列を追い越す時間が長くなることが約3割 • 一般車で本線に合流する際、隊列が本線を走行していることが約2割 • 隊列の車線変更が約2割 	<ul style="list-style-type: none"> • 一般車で本線に合流する際、隊列が本線を走行していることが約6割 • 隊列を追い越す時間が長くなることが約3割 • 隊列の車線変更が約3割 • 隊列の車間に気づかずに割り込むことが約3割

3.1.14.2. トラック隊列後続車有人システム・無人システムにおける受容性の比較

トラック隊列後続車有人システムと後続車無人システムそれぞれにおいて実施した受容性調査について、共通する調査項目を対象として後続車有人システムと後続車無人システムでの調査結果の比較を行った。

I. 比較に用いた調査の概要

後続車有人システム・後続車無人システム間での比較に当たり、用いた受容性調査の概要を次頁に示す。

	調査内容		後続車有人システム	後続車無人システム
モニタ 調査	観測車両から走行中のトラック隊列を観測し、事前・事後での隊列に対する意見を収集	調査期間	2018年1月（3日間） 2018年12月（1日間）	2020年10月（2日間）
		調査箇所	新東名	新東名
		サンプル数	21名 （1月13名、12月8名）	16名
SAPA 調査	高速道路SAPAの利用者を対象にトラック隊列に対する意見を収集	調査期間	2018年11月（6日間）	2020年10月（6日間）
		調査箇所	上信越 松代PA下り、横川SA上下	新東名 浜松SA上下、遠州森町PA上り
		サンプル数	627名	724名
WEB 調査	チラシ及びポスターに掲載したQRコードでのアンケートにより、トラック隊列を見た際の意見を収集	調査期間	2018年1月（2日間） 2018年11月（17日間） 2018年12月（3日間）	2020年6月～2021年2月
		調査箇所	新東名（2018年1月・12月） 上信越（2018年11月）	新東名
		サンプル数	72名	49名

表 3-55 比較対象の受容性調査概要

II. 結果概要

後続車有人システム・後続車無人システムで比較を行った結果の概要を以下に示す。

	後続車 有人 システム	後続車 無人 システム
トラック隊列の認識	<ul style="list-style-type: none"> 統一された荷台デザインによりトラック隊列を認識する人が最も多い。 次いで、トラック隊列の表記により認識する人が多い。 車間距離での認識は約1~2割にとどまったが、無人と比較して車間距離が長いためと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 統一された荷台デザインによりトラック隊列を認識する人が最も多い。 次いで、車間距離の短さにより認識する人が多い。有人よりも車間距離が短いため、異なる傾向が出たと考えられる。
トラック隊列と遭遇した際の意識	<ul style="list-style-type: none"> 特に意識したことはない人が約6~7割と最多。 意識する人の中では追いつそうとする人が約2割。 	<ul style="list-style-type: none"> 特に意識したことはない人が約6~8割と最多。 意識する人の中では近づかないようにする人が約1割。
トラック隊列と遭遇した際の行動	<ul style="list-style-type: none"> 追いつしを行う人が約8~9割と最多。 後ろについた人、並走した人が約1~2割。 	<ul style="list-style-type: none"> 追いつしを行う人が約6~7割と最多。 後ろについた人、並走した人が約1~2割。
トラック隊列の追越し	<ul style="list-style-type: none"> 隊列を追いつす時間の長さが気になる人が約3割。有人の方が隊列全長が長いため、無人と比較して気になる人の割合が高いと考えられる。 自身の運転時に隊列を追いつす人は約8割。 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列を追いつす時間の長さが気になる人が約2割。無人の方が隊列全長が短いため、有人と比較して気になる人の割合が低いと考えられる。 自身の運転時に隊列を追いつす人は約8割。
トラック隊列の車線変更	<ul style="list-style-type: none"> 隊列の車線変更への印象では、特に何も感じない人が約7割、圧迫感を感じる人が約2割。有人の方が隊列全長が長いためと考えられる。 隊列車線変更時の行動では、「状況による」が約4割、「同一車線に留まる」が約3割。 	<ul style="list-style-type: none"> 隊列の車線変更への印象では、特に何も感じない人が約6割、圧迫感を感じる人は1割未満。無人の方が隊列全長が短いためと考えられる。 隊列車線変更時の行動では、「同一車線に留まる」が約5割、「状況による」が約3割。
トラック隊列への心配事	<ul style="list-style-type: none"> SAPA調査では隊列の追いつす時間と、一般車で本線走行中の隊列の合流がそれぞれ約2割と最多。 WEB調査では隊列本線走行時の一般車での本線合流が約5割と最多。 	<ul style="list-style-type: none"> SAPA調査では隊列の追いつす時間と、一般車で本線走行中の隊列の合流がそれぞれ約3割と最多。 WEB調査では隊列本線走行時の一般車での本線合流が約6割と最多。

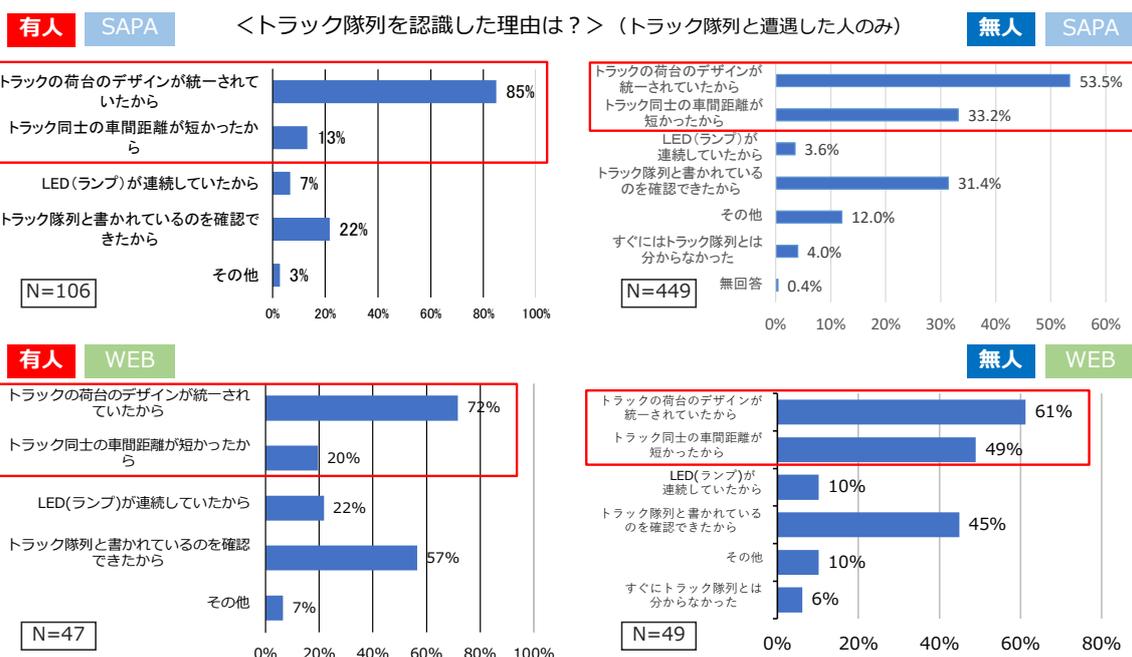
太字：回答が最も多かった内容
青字：有人と無人で違いがみられた内容

表 3-56 比較結果の概要

III. 各項目の結果

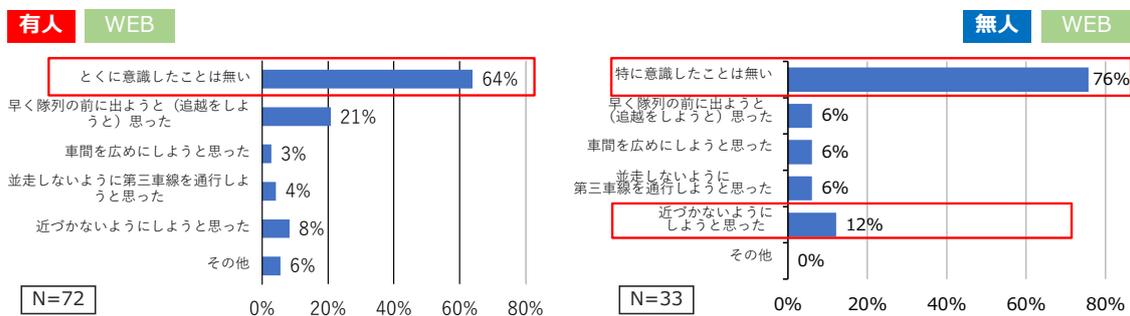
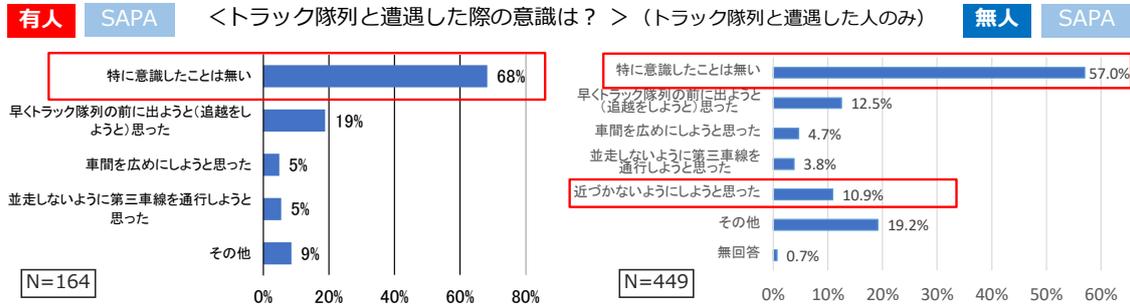
a. トラック隊列の意識

- 有人・無人ともに荷台の統一されたデザインにより隊列を認識した人が最も多い。
- 無人では隊列車間距離の短さが次に多いが、有人では少ない。有人と無人の車間距離の違いによって考えられる。



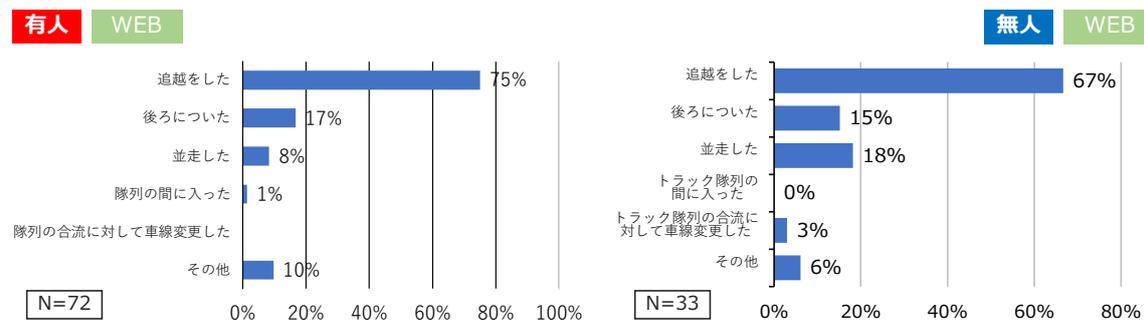
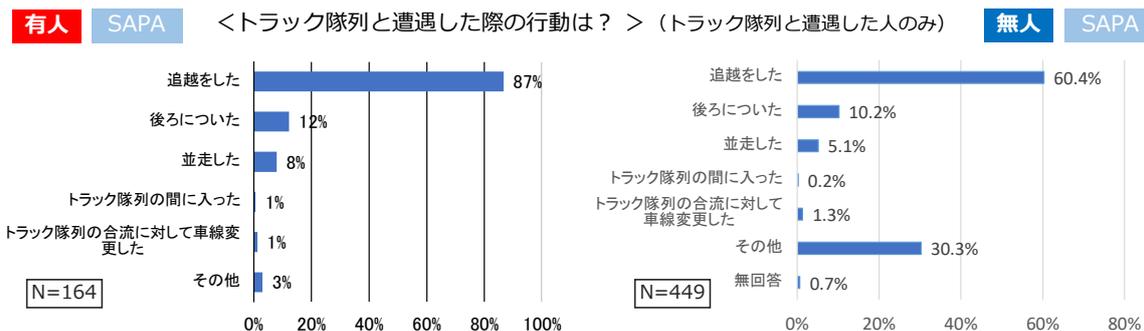
b. トラック隊列と遭遇した際の意識

- 有人・無人とも特に意識したことはない人が約6~8割と多い。
- 有人と比較して、無人では近づかないようにしようと思った人が1割以上と多い。
- 無人SAPA調査の「その他」は、実験中なので邪魔をしないようにしたなど。



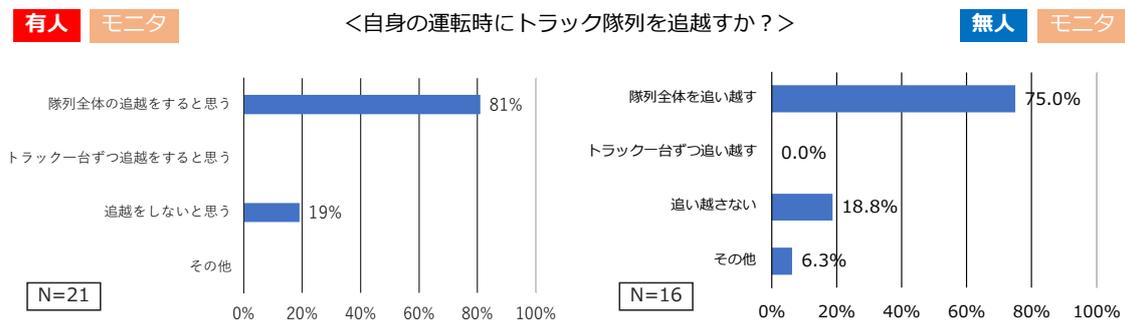
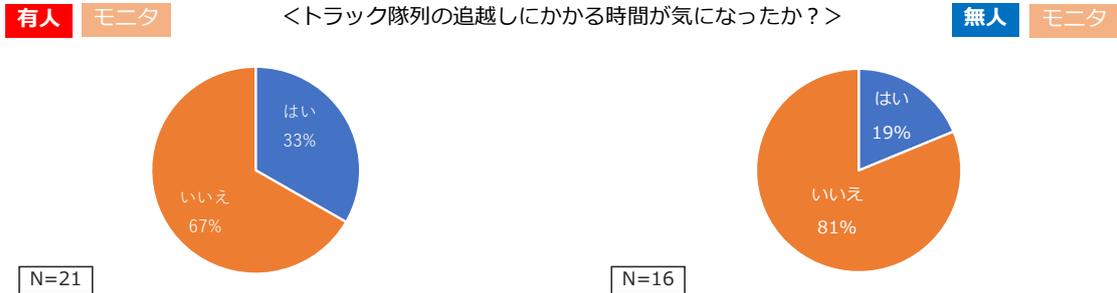
c. トラック隊列と遭遇した際の行動

- 有人・無人とも、追越しをした人が約6~9割と最も多い。
- 無人SAPA調査の「その他」は、SAPA内や反対車線で見たため何もしていないなど。



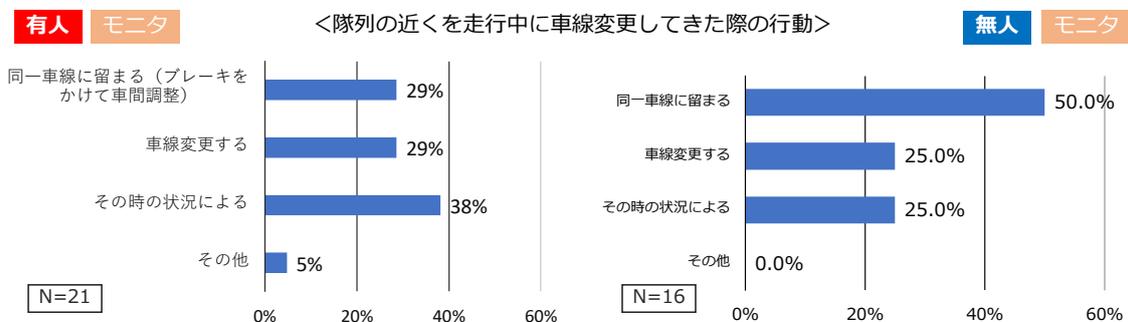
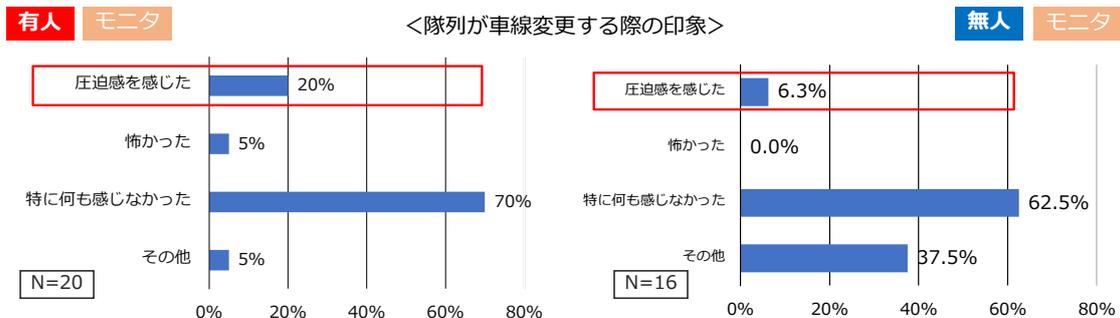
d. トラック 隊列の追越し

- 隊列の追い越しにかかる時間は、無人と比較して有人で気になる人の割合が高い。これは有人の方が隊列全体の長さが長く、追い越し時間も長いためと考えられる。
- 有人・無人とも約8割の人が、自身の運転時には隊列を追い越すと答えた。



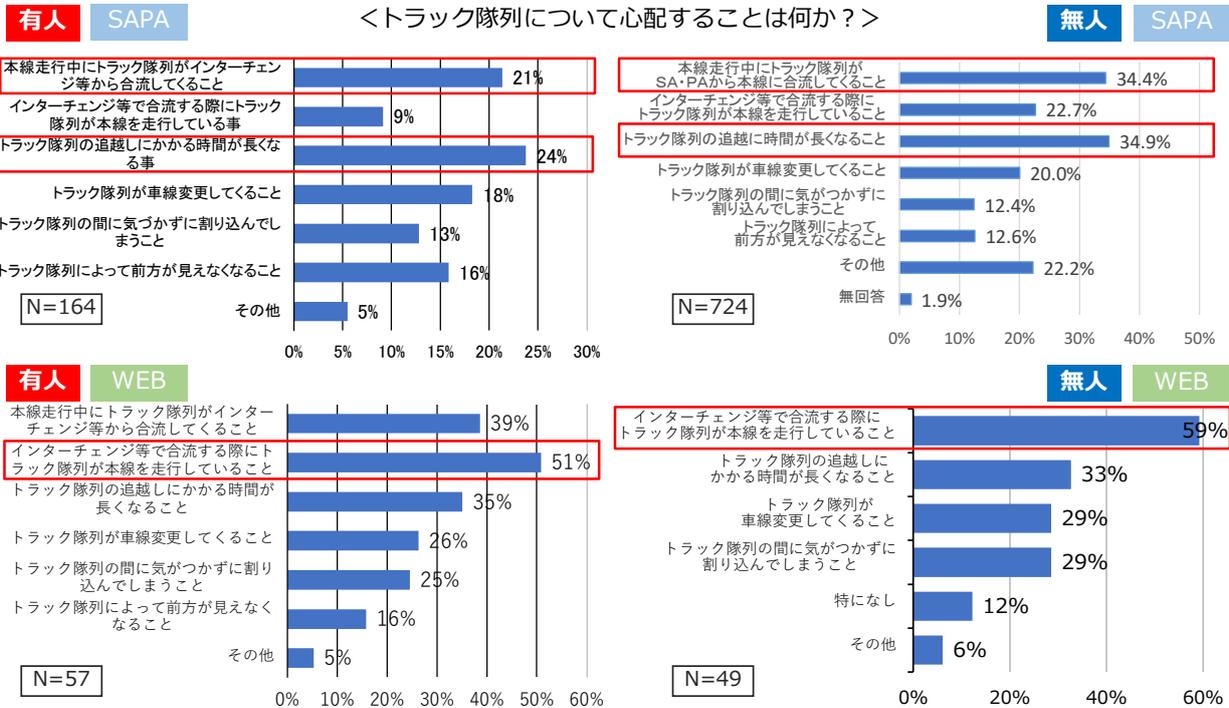
e. トラック 隊列の車線変更

- 有人・無人とも、隊列の車線変更時に特に何も感じない人が約6~7割で最多である。
- 隊列の車線変更時、有人の方が圧迫感を感じた人が多い。有人の方が隊列全長が長いことが一因だと推察される。
- 隊列車線変更時の印象について、無人の「その他」は安定していた、スムーズであったなど。



f. トラック 隊列への心配事

- ▶ 有人・無人ともに同様の傾向で、SAPA調査では一般車で本線走行中の隊列の合流、及び隊列の追い越し時間が最大の項目である。
- ▶ WEB調査では隊列本線走行時の一般車での本線合流が約5~6割で最多である。
- ▶ 隊列車間に気づかずに割り込むことへの心配については、有人・無人で同様の傾向である。



3.1.14.3. データ解析

データ解析の概要を以下に示す。

データ解析	内容
ヒヤリハット解析	<ul style="list-style-type: none"> ・一般車両による無理な追い越しや割り込み未遂などのヒヤリハット事象を整理、解析 <p>⇒<u>トラック隊列走行における危険な状況の把握</u></p>
合流状況解析	<ul style="list-style-type: none"> ・トラック隊列が SAPA から本線に合流する際、及びトラック隊列が本線を走行している際の IC からの一般車両合流状況を整理、解析 <p>⇒<u>合流部におけるトラック隊列周辺の一般車両走行状況を把握</u></p>

表 3-57 データ解析の概要

(1)ヒヤリハット解析

I. 解析内容

トラック隊列走行実証実験において発生したヒヤリハット事象を整理、分析した。対象期間はトラック隊列走行実証実験の全期間（2020年6月10日～2021年2月26日）とした。

II. 解析結果

結果概要を以下に示す。

- 2020年6月から2021年2月まで約3万2千km走行したうち、ヒヤリハット（割り込み、割り込み未遂等）が5件発生。
- 今年度発生した5件のうち、2件が3車線化工事に伴う車線減少区間であり、当該工事は年内に終了予定であり、今後改善見込み。
- その他、SA内優先方向の直進路から来た一般車を、隊列解除して隊列車間に入れた事象、第一車線の低速車両回避で隊列が車線変更した際、第三車線からも同時に一般車が車線変更をしてきた事象、SA入口約1.5km手前で一般車が隊列車間に車線変更を図り断念した事象（一般車はSAに入るため車線変更を図ったとみられる）がそれぞれ1件ずつ発生した。

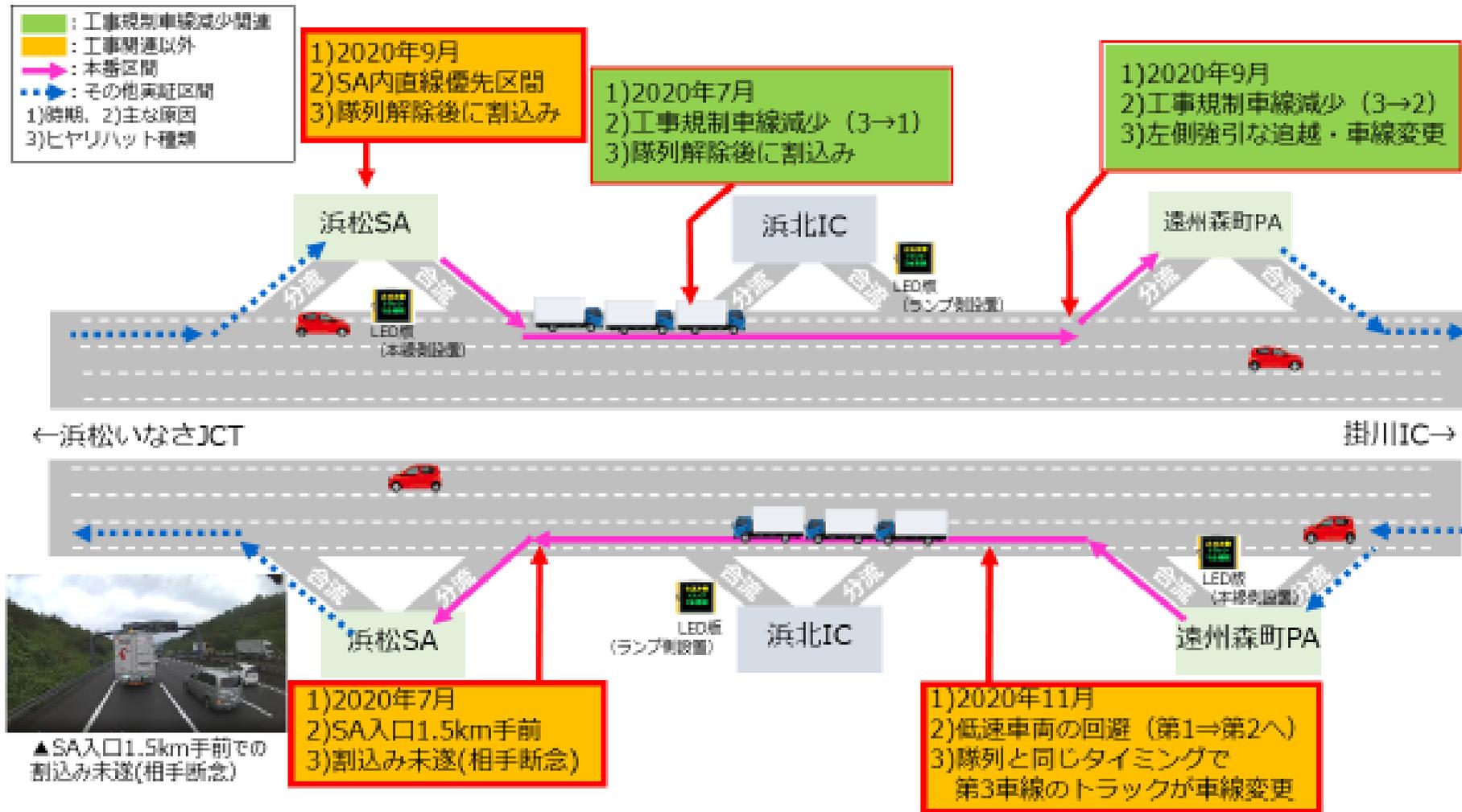


図 3-88 ヒヤリハット解析結果

(2) 合流状況解析

I. 解析内容

トラック隊列が SAPA から本線に合流する際の合流状況、及びトラック隊列が本線を走行している際の IC からの一般車両合流の状況を整理、解析した。

対象期間は 2020 年 9 月 10 日（木）～2021 年 2 月 26 日（金）である。

対象シーン	対象箇所	項目
トラック隊列が本線に合流する際	浜松 SA 上り 遠州森町 PA 下り	隊列合流時に本線走行中の一般車両車種 （トラック、乗用車の二区分） 隊列合流時の一般車両の車線変更位置 （直近、中間、遠方の三区分） ※一般車両が車線変更した場合 隊列合流時の一般車両及び隊列の速度調整 （隊列が減速、隊列が加速、一般車両が加減速の三区分） ※一般車両が車線変更しなかった場合 合流時の隊列速度 （低(~50km/h)、中(50~65km/h)、高(65km/h~)の三区分）
トラック隊列が本線を走行している際 （一般車両が合流）	浜松浜北 IC 上り 浜松浜北 IC 下り	隊列本線走行中に IC から合流の一般車両車種 （トラック、乗用車の二区分） 一般車両の合流位置 （隊列の前、隊列の後ろの二区分） 一般車両及び隊列の速度調整 （速度調整なし、隊列が減速、隊列が加速、一般車両が加減速の四区分）

表 3-58 合流状況解析の概要

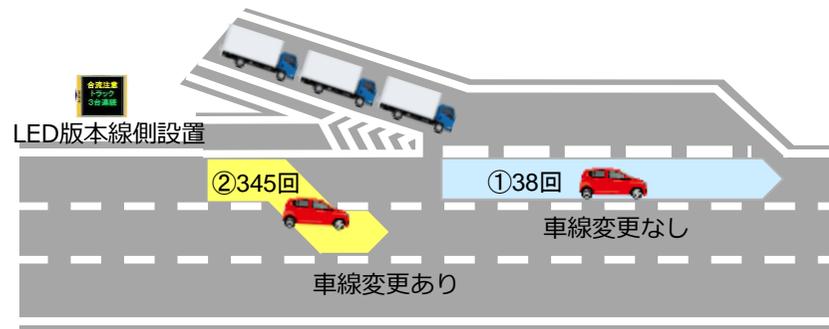
II. 解析結果概要

解析結果の概要を以下に示す。

- 浜松 SA、遠州森町 PA 下り及び浜松浜北 IC での合流状況を走行時の同乗員によるモニタリング調査から整理し、LED 版の設置効果を検証。
- 隊列合流時は、相手側が車線変更するケースが多く、隊列本線走行時は、一般車両が隊列の前後に同程度流入した。
- 隊列本線合流時には、LED 表示器によりトラック隊列が合流する情報を事前に入手した利用者が、合流部手前で車線変更した効果が一定程度確認できた。

1. 【浜松SA上り、遠州森町PA下り】隊列合流時

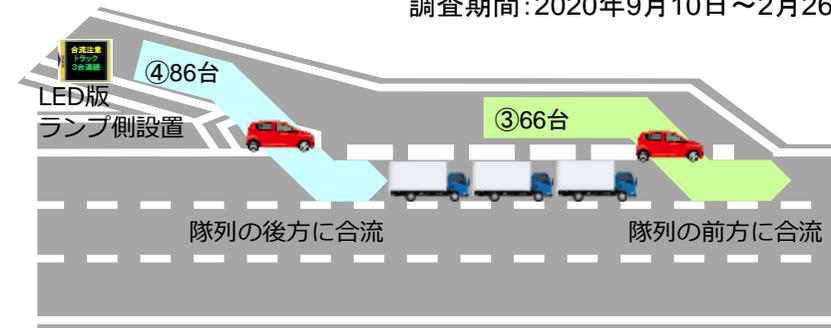
事象	解析結果
調査期間中の隊列車両の合流	827回
①合流部での車両遭遇	38回
②合流部手前での車線変更	345回



2. 【浜松浜北IC上り・下り】隊列本線走行時

事象	解析結果
調査期間中の隊列車両の本線走行	884回
合流部での一般車両との遭遇	137回 (152台)
合流位置 (隊列車両との関係)	隊列の③前方66台、④後方86台

調査期間: 2020年9月10日～2月26日

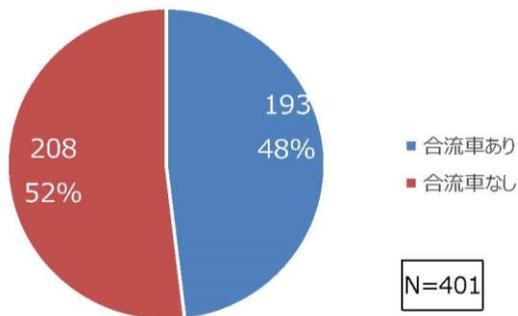


III. 解析結果（隊列合流時）

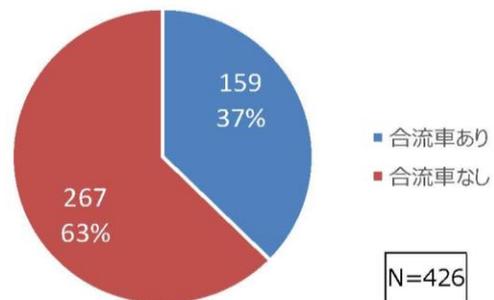
I. 合流車の有無

- 浜松 SA、森町 PA ともに合流車なしの場合が約 5～6 割となっている。

合流車の有無（浜松SA上り）



合流車の有無（森町PA下り）

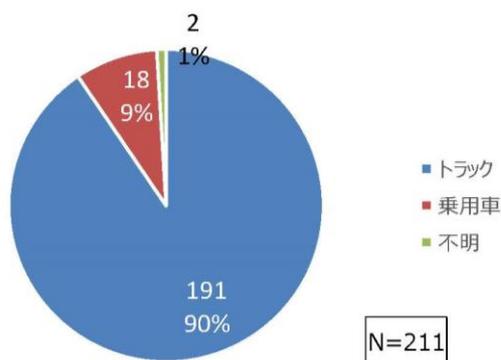


II. 合流車の車種

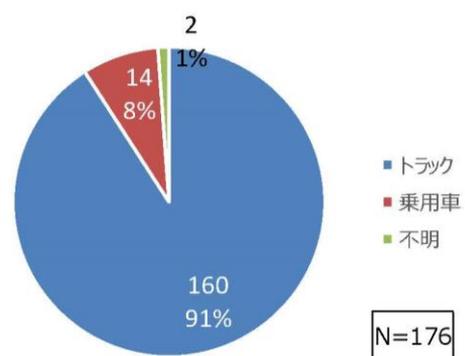
合流車があった場合を抽出し、合流車種（相手側）の内訳を集計した。

- 浜松 SA、森町 PA ともにトラックの割合が約 9 割と高くなっている。
- 1 回の合流で複数台の合流車がある場合があるため、合流車ありの回数よりもサンプル数が多くなっている。

合流車種割合（浜松SA上り）



合流車種（森町PA下り）

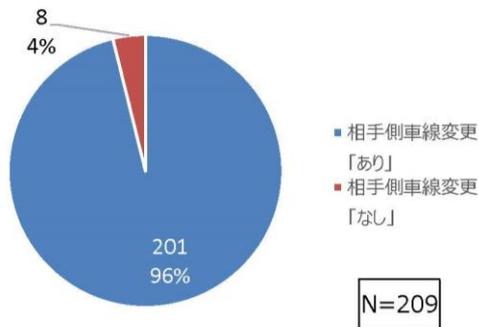


III. 合流時の相手側車線変更の有無

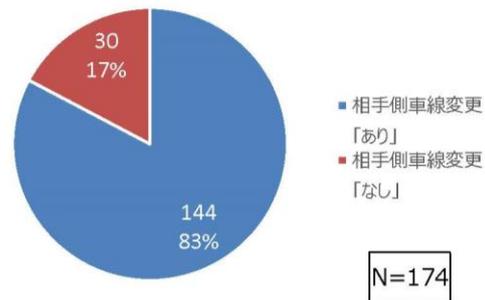
合流車があった場合を抽出し、相手側車線変更の有無を集計した。

- 浜松 SA、森町 PA ともに相手側が車線変更したケースが 8 割以上となっている。

相手側車線変更の有無（浜松SA上り）



相手側車線変更の有無（森町PA下り）

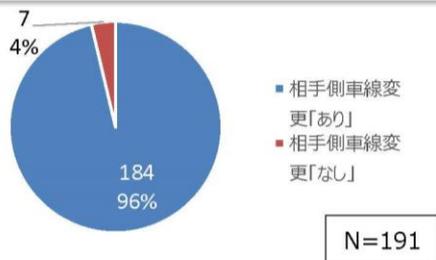


IV. 合流時の相手側車線変更の有無（車種別）

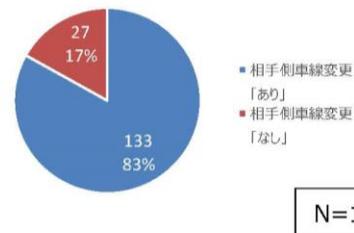
合流時の相手側車線変更の有無を車種別（トラック・乗用車）に集計した。

- いずれの場合も相手側の車線変更「あり」の割合が高くなっている。
- 浜松上りと比較して森町下りでは相手側車線変更なしの割合が高くなっているが、同じ箇所でのトラック・乗用車間での差異はみられない。

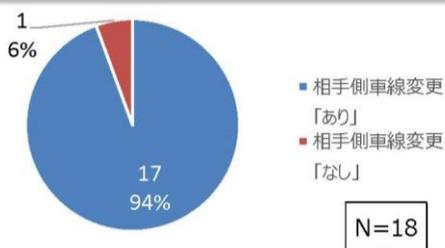
相手側車線変更の有無（トラック、浜松上り）



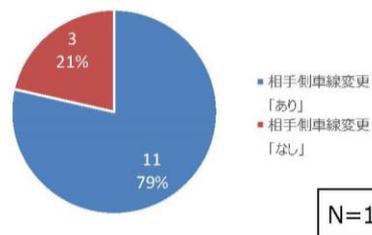
相手側車線変更の有無（トラック、森町下り）



相手側車線変更の有無（乗用車、浜松上り）



相手側車線変更の有無（乗用車、森町下り）

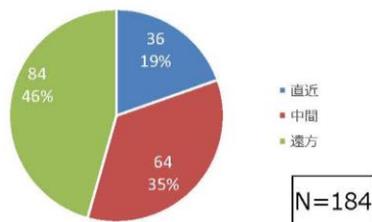


V. 合流時の相手側車線変更「あり」 車線変更箇所（車種別）

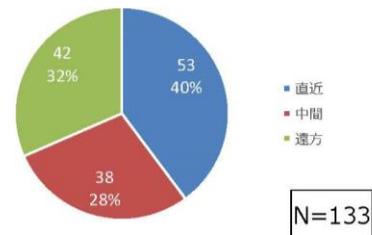
「相手側車線変更あり」を対象に、車線変更箇所を集計した。

- トラック・乗用車ともに浜松上りでは遠方での車線変更が比較的高く、森町下りでは直近・中間が比較的高くなっている。

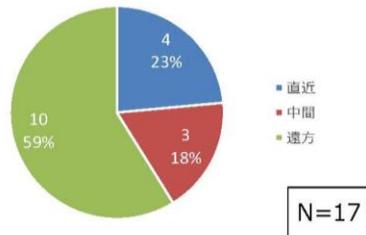
相手側車線変更箇所（トラック、浜松上り）



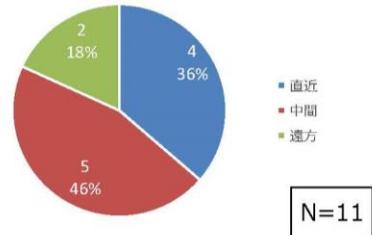
相手側車線変更箇所（トラック、森町下り）



相手側車線変更箇所（乗用車、浜松上り）



相手側車線変更箇所（乗用車、森町下り）

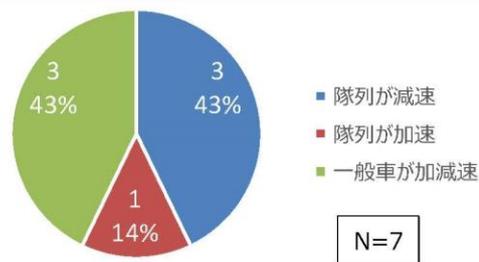


VI. 合流時の相手側車線変更「なし」 合流時の速度調整（車種別）

「相手側車線変更なし」を対象に、速度調整（加減速）状況を集計した。

- いずれも件数が少ないが、相手側がトラックの場合は隊列の加減速が比較的多くなっている。
- 乗用車と比較して、トラックの場合は加減速が素早くできないため、隊列が速度調整するケースが多くなったと考えられる。

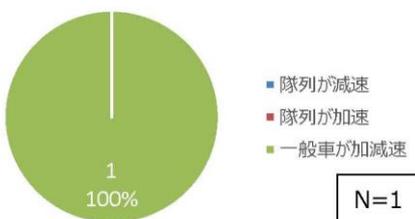
合流時の速度調整（トラック、浜松上り）



合流時の速度調整（トラック、森町下り）



合流時の速度調整（乗用車、浜松上り）



合流時の速度調整（乗用車、森町下り）

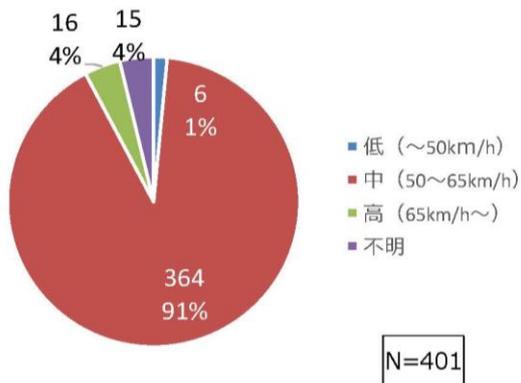


VII. 隊列の合流時速度

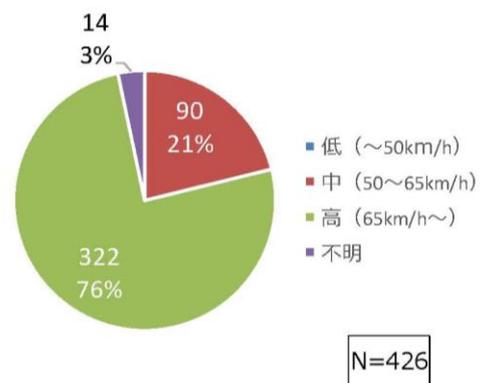
合流時の隊列の走行速度を「低（～50km/h）」、「中（50～65km/h）」、「高（65km/h～）」の三分区で集計した。

- 浜松 SA では「中」、森町 PA では「高」の割合が最も高くなっている。

隊列の合流時速度（浜松SA上り）



隊列の合流時速度（森町PA下り）



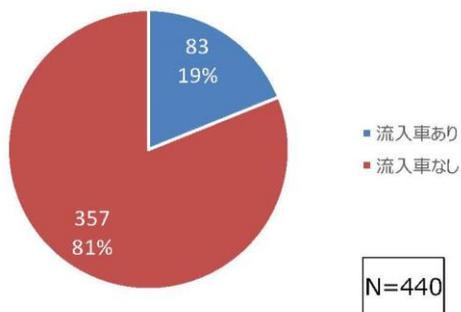
IV. 解析結果（隊列本線走行時）

I. 流入車の有無

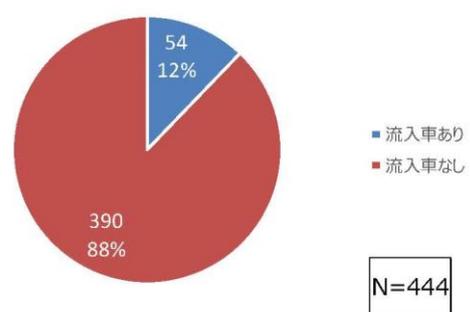
流入車の有無の割合を集計した。

- 浜北 IC 上り・下りとも、流入車なしの割合が約 8～9 割と高くなっている。

流入車の有無（浜北IC上り）



流入車の有無（浜北IC下り）

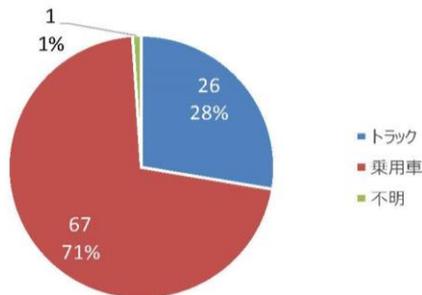


II. 流入車の車種

流入車があった場合を抽出し、流入車種（相手側）の内訳を集計した。

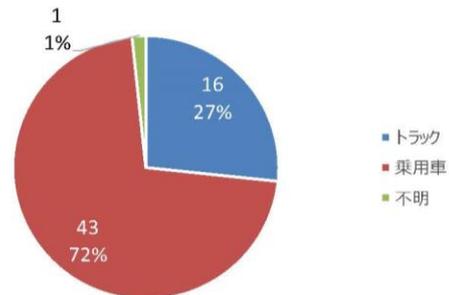
- 流入車種の内訳では、乗用車の割合が約 7 割と高くなっている。

流入車種割合（浜北IC上り）



N=94

流入車種割合（浜北IC下り）



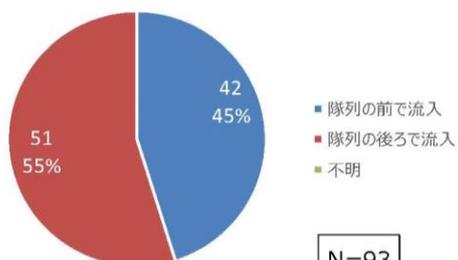
N=60

III. 隊列に対する流入位置

流入車の、隊列に対する流入位置を集計した。

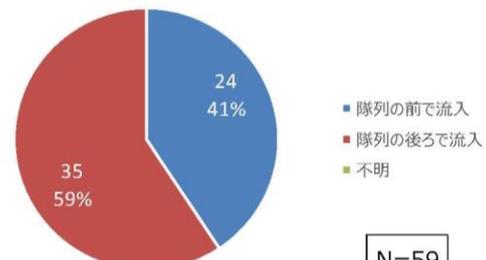
- 隊列に対する流入位置では、隊列の前での流入と後ろでの流入が同程度となっているが、やや後ろでの流入の方が多い。

隊列に対する流入位置（浜北IC上り）



N=93

隊列に対する流入位置（浜北IC下り）



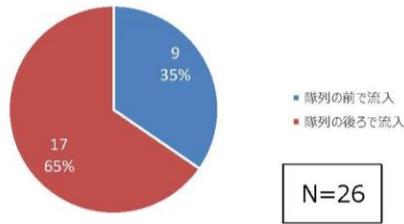
N=59

IV. 隊列に対する流入位置（車種別）

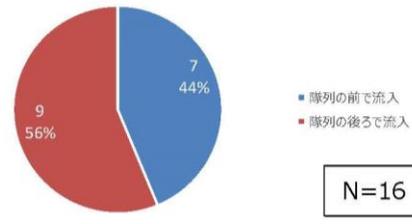
流入車の車種別（トラック・乗用車）に、隊列に対する流入位置を集計した。

- 流入車がトラックの場合は隊列の後ろでの流入割合が高く、乗用車では同程度から隊列の後ろでの流入割合が高い。
- 乗用車よりもトラックの方が、速度が低いため、隊列の後ろで流入する割合が高いと考えられる。

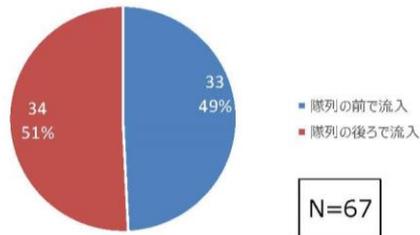
隊列に対する流入位置（トラック、浜北IC上り）



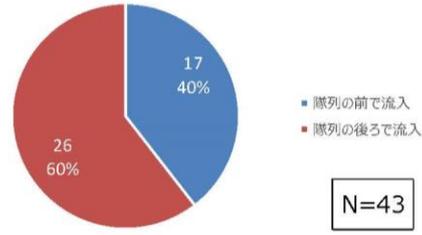
隊列に対する流入位置（トラック、浜北IC下り）



隊列に対する流入位置（乗用車、浜北IC上り）



隊列に対する流入位置（乗用車、浜北IC下り）

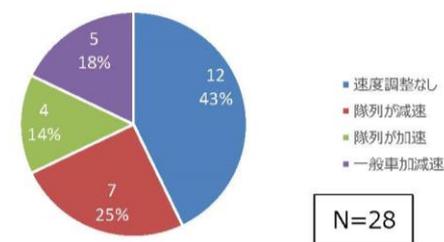


V. 速度調整の状況（車種別）

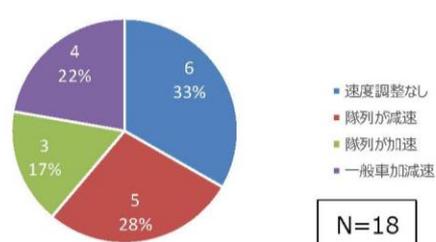
流入車の車種別（トラック・乗用車）に、流入時の速度調整（加減速）状況を集計した。

- 流入車がトラックの場合は隊列による加減速が比較的多いのに対して、乗用車ではトラックと比較して速度調整なし、及び一般車加減速の割合が高くなっている。
- トラックは乗用車と比較して、素早い加減速が難しいためと考えられる。

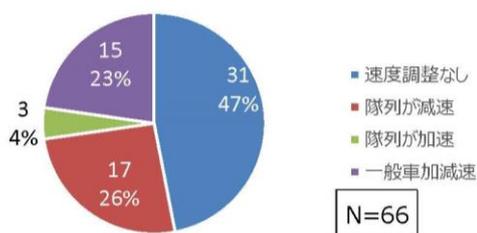
速度調整の状況（トラック、浜北IC上り）



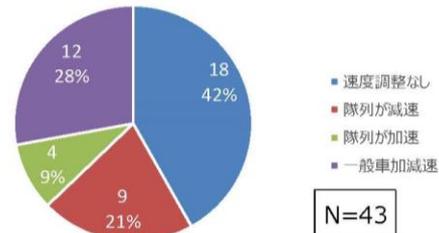
速度調整の状況（トラック、浜北IC下り）



速度調整の状況（乗用車、浜北IC上り）



速度調整の状況（乗用車、浜北IC下り）



3.1.14.4. バイタル解析

(1) 概要

I. 目的

後続車無人隊列走行システムでは、将来的に後続車を完全無人として走行することを目指しており、その際、先頭車の運転者の身体的・心理的負荷増大が考えられる。そこで、トラック隊列走行中の運転手の負荷を定量的に計測することを目的として、バイタルデータの計測および解析を実施した。

II. 対象期間

2020年A車両で走行する実証実験期間中である以下の期間に調査を実施した。
2020年10月27日（火）～29日（木）の3日間

III. 使用機器等

バイタルデータの計測には、ユニオンツール株式会社のウェアラブル心拍センサである myBeat の WHS-1 を使用した。調査ではドライバへの負担軽減のため、ディスプレイ電極を左前胸部に貼り付け、心拍センサを装着した。



図 3-89 ウェアラブル心拍センサ WHS-1（左）と装着用ディスプレイ電極（右）

IV. データ計測

本調査では、測定機器 myBeat により計測されるバイタルデータを用いてトラックドライバの運転負荷を把握した。myBeat で測定されるバイタルデータ項目を以下の表に示す。

トラック隊列運転時の計測は通常のトラック隊列走行実験の中で行ったが、隊列運転時と単車走行（1台のみのトラック運転時）のデータを比較するため、本調査の期間中のみ実験終了後に当日の先頭車ドライバが単車のトラックを運転し、バイタルデータの計測を行った。バイタルデータのデータ解析は東北大学の高橋信教授及び湯田恵美助教に依頼し実施した。

データ項目

- 心拍数（HR）
- 心拍間隔 RRI)
- 体表温

3 軸加速度
体動

表 3-59 myBeat により計測されるバイタルデータ項目

V. 分析対象者

本調査ではトラック隊列の先頭車を運転するドライバーを対象としてバイタルデータの計測を実施した。調査期間 3 日間で先頭車ドライバーを交代し、1 日ごとにそれぞれ異なるドライバーを計測の対象とした。

VI. 走行区間

トラック隊列走行実験の実施区間は、以下の図に示すように新東名高速道路の浜松 SA～遠州森町 PA 間である。本調査も同様に浜松 SA～遠州森町 PA 間で実施した。

なお、隊列実験後にトラック 1 台のみで走行した区間も同様である。



図 3-90 走行区間

VII. 調査スケジュール

本調査でのトラック隊列の走行スケジュールを以下に示す。16 時半までは通常のトラック隊列走行実験のスケジュールであり、表下部のオレンジ色で示した 16 時半から 17 時 45 分までの単車走行（トラック 1 台のみでの走行）は本調査期間中のみ実施した。

08:00	浜松ホテル出発	
09:00	浜松いなさ-駐機場集合※	(朝礼、安全確認、30分)
09:30	浜松いなさ発	(15キロ、20分)
09:50	浜松SA上り着	(休憩-出発準備、15分)
10:05	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
10:20	森町PA上り着	(トピック記録、Uターン、15分)
10:35	森町PA下り着	(休憩、15分)
10:50	森町PA下り発	(15キロ、15分)
11:05	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
11:30	浜松いなさ着-発	(15キロ、20分)
11:50	浜松SA上り着	(休憩-トピック記録、15分)
12:05	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
12:20	森町PA上り着	(トピック記録、Uターン、15分)
12:35	森町PA下り着	
12:35	昼食休憩	(60分※、@森町仮設事務所)
13:35	出発準備	(昼礼、10分)
13:45	森町PA下り発	(15キロ、15分)
14:00	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
14:25	浜松いなさ着-発	(15キロ、20分)
14:45	浜松SA上り着	(休憩-トピック記録、15分)
15:00	浜松SA上り発	(15キロ、15分)
15:15	森町PA上り着	(Uターン、15分)
15:30	森町PA下り着	(休憩-トピック記録、15分)
15:45	森町PA下り発	(15キロ、15分)
16:00	浜松SA下り着	(トピック記録5分+15キロ、20分)
16:25	浜松いなさ着	
16:30	浜松いなさ着-発	
16:45	浜松SA上り着-発	(SA内には入らず通過)
17:00	森町PA上り着-発	(SA内には入らず通過)
17:15	森町PA下り着	(SA内には入らず通過)
17:30	浜松SA下り着	(SA内には入らず通過)
17:45	浜松いなさ着	

表 3-60 トラック隊列の走行スケジュール

VIII. アンケート調査

調査対象のドライバーには、健康状態等を把握することを目的として事前にアンケート調査を実施した。調査結果は、バイタルデータ解析の結果と合わせて考察に活用した。

設問項目は以下の通りである。

設 問

問1 日頃の喫煙の頻度、量を教えてください。

(1日に○回、1日○本など)

問2 日頃の飲酒の頻度、量を教えてください。

(週に○回、一回当たりビール○本など)

問3 不整脈はありますか。

問4 持病などで定期的に服薬をしていますか。

問5 昨夜の睡眠状況を教えてください。

(よく眠れた、あまり眠れなかったなど)

問6 昨夜、飲酒をしましたか。

飲酒した場合は、どのくらいの量を飲みましたか。

問7 今朝、朝食を食べましたか。

問8 今日の健康状態を教えてください。

(良好、疲労、体の痛み、便秘、下痢など)

表 3-61 ドライバ事前アンケート項目一覧

IX. 行動記録

計測機器 myBeat により取得されるバイタルデータと、ドライバの行動・状態(トラック運転中、休憩中など)を紐づけるため、調査当日のドライバの行動を1分単位で記録した行動記録表を作成した。行動記録表を以下に示す。

	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時			
0													
1	●いなさ			○森町上									
2				○森町上									
3													
4													
5	走行						×タバコ						
6	テスト	○森町上		森掛川で		○浜松上	●森町下						
7				折返し						○いなさ			
8		○森町上	○いなさ		●森町下					●いなさ			
9			○いなさ										
10	○いなさ								○浜松上				
11						●浜松上		●浜松上					
12				○森町下		×タバコ		×タバコ					トラック乗車中
13		森掛川で			○森町下								トラック運転中
14		折返し		●森町下				○森町下					喫煙
15								×タバコ					昼食
16													
17													
18		○森町下				×タバコ		●浜松上					
19								○浜松上					
20						●浜松上							
21		●森町下											
22		×タバコ											
23													
24						○浜松上							
25				□昼食									
26	○浜松上							森町					
27		×タバコ	○浜松上					スマート					
28		●森町下			○浜松下			IC					
29							○浜松下	折返し					
30			●浜松上										
31					○浜松下		○浜松下						
32	●浜松上												
33			×タバコ										
34	×タバコ												
35		○森町下		□昼食									
36													
37			×タバコ										
38													
39			●浜松上										
40													
41						○森町上							
42						○森町上							
43													
44	×タバコ		○浜松上										
45	●浜松上												
46					○いなさ		○いなさ	○浜松下					
47								●浜松下					
48								×タバコ					
49	○浜松上				○いなさ								
50		○浜松下											
51													
52							●いなさ	×タバコ					
53		○浜松下						●浜松下					
54						○森町下	●いなさ	○浜松下					
55							○いなさ						
56													
57						●森町下							
58						×タバコ							
59													

表 3-62 ドライバ行動記録表

(2)解析結果

I. ドライバ属性及びアンケート結果

調査対象のドライバ3名の属性データ、及び事前アンケートの結果を以下に示す。バイタルデータ解析に当たり影響が出る可能性がある不整脈並びに持病による定期的な服薬は、いずれのドライバも該当しなかった。

設問	ドライバ A (1日目)	ドライバ B (2日目)	ドライバ C (3日目)
----	-----------------	-----------------	-----------------

属性	性別	男性	男性	男性
	年齢	50代	40代	50代
	トラック隊列走行実験での運転経験	昨年から乗車	今年度から乗車 (運転歴全20日間、1号車は調査当日が7日目)	昨年から乗車
事前アンケート	問1 日頃の喫煙の頻度、量を教えてください。(1日に○回、1日○本など)	1日15本	1日20本	1日20本
	問2 日頃の飲酒の頻度、量を教えてください。(週に○回、一回当たりビール○本など)	なし	1日ビールを1~2本(350ml)	1日ビールを3本(350ml)
	問3 不整脈はありますか。	なし	なし	なし
	問4 持病などで定期的に服薬をしていますか。	なし	なし	なし
	問5 昨夜の睡眠状況を教えてください。(よく眠れた、あまり眠れなかったなど)	よく眠れた	よく眠れた	よく眠れた
	問6 昨夜、飲酒をしましたか。 飲酒した場合は、どのくらいの量を飲みましたか。	なし	ビール2本(350ml)	ビール3本(350ml)
	問7 今朝、朝食を食べましたか。	食べた	食べた	食べた
	問8 今日の健康状態を教えてください。(良好、疲労、体の痛み、便秘、下痢など)	良好	良好	良好

表 3-63 ドライバの属性及び事前アンケート結果

II. ドライバごとのバイタルデータ解析結果

本項ではトラック乗車(走行を開始してから停車するまでの乗車)を単位とし、各ドライバのバイタルデータ解析結果を示す。

調査期間3日間とも、隊列走行の乗車は一日当たり15回あり、単車走行は1日目が3回、2・3日目が4回であった。乗車単位を行動記録表に図示したものを以

下に示す。①から⑮までが隊列走行での乗車、⑯以降が単車走行での乗車である。



表 3-64 行動記録表上での乗車単位

a. 解析指標

本項でのバイタルデータの解析指標を以下に示す。

RRI (心拍間隔) は下図に示す通り心電図に現れる鋭いピークの間隔であり、測定機器 myBeat により計測されるデータである。本項では計測した RRI データを基に、以下に示す指標値の算出を行った。

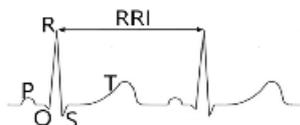


図 3-91 RRI (心拍間隔) のイメージ図

分類	指標	内容
リラクセス度を表す指標 (リラクセス状態の時に 値が大きくなる)	LPS	時系列 RRI のばらつき度合い
	HF	HRV ^(注) の高周波成分
	RMSSD	RRI の逐次差分の 2 乗平均平方根
緊張度を表す指標 (緊張状態の時に値が大 きくなる)	LF/HF	LF (HRV ^(注) の低周波成分)を HF で割ったもの
	SDNN/RMSSD	SDNN (RRI の標準偏差)を RMSSD で割ったもの

(注)HRV：RRI の周期的な変動（心拍変動）

表 3-65 解析指標の一覧

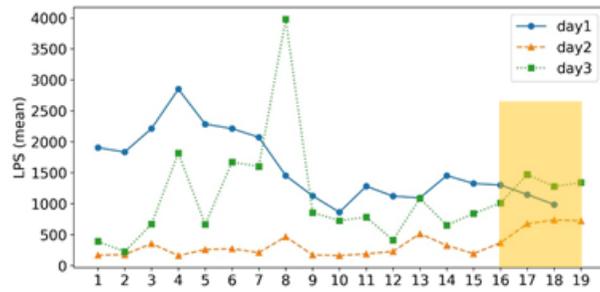
b. 解析結果

トラック乗車ごとの解析指標の変化、及び走行区間ごとの解析指標の比較表を次ページ以降に示す。

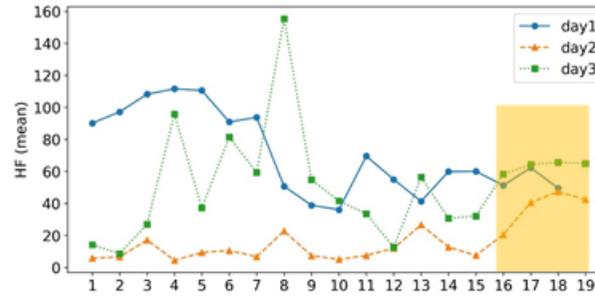
トラック乗車ごとの解析指標の変化より、1 日目及び 3 日目では隊列走行時（グラフの 1～15）と単車走行時（グラフの 16 以降）で顕著な傾向の違いは確認できないが、2 日目のドライバでは各指標において、隊列走行時の緊張度が高く、単車走行時の緊張度が低い傾向が確認できる。

また走行区間ごとの解析指標の比較表からも、2 日目では全区間・全指標において単車走行時が最も緊張度が低い（リラクセス状態にある）ことが読み取れる。

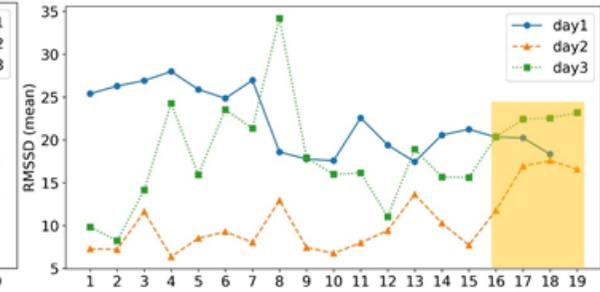
2 日目のドライバは他 2 名のドライバと比較してトラック隊列の運転経験が少ないことが影響していると考えられる。



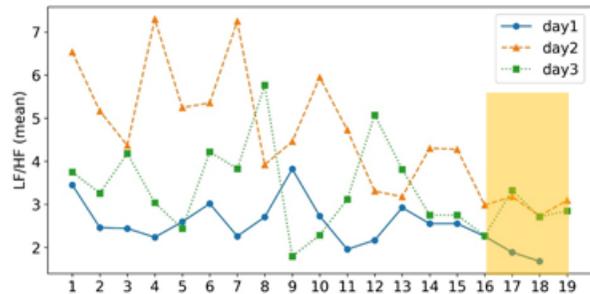
LPS (大きいほどリラックス)



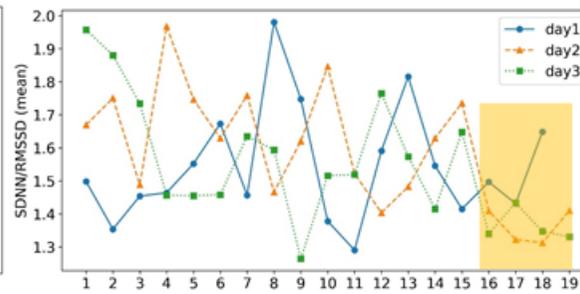
HF (高いほどリラックス)



RMSSD(高いほどリラックス)



LF/HF (低いほどリラックス)



SDNN/RMSSD (低いほどリラックス)

単車走行

図 3-92 トラック乗車ごとの解析指標の変化

※1～3回目が隊列走行、4回目が単車走行

指標	回	1日目:走行区間				2日目:走行区間				3日目:走行区間			
		いなさー浜松上	浜松上ー森町上	森町上ー浜松下	浜松下ーいなさ	いなさー浜松上	浜松上ー森町上	森町上ー浜松下	浜松下ーいなさ	いなさー浜松上	浜松上ー森町上	森町上ー浜松下	浜松下ーいなさ
LPS	1	1904.8	1833.9	2850.2	2285.4	167.6	176.3	159.5	258.5	390.2	224.7	1817.7	664.9
	2	2211.8	2072.5	1127.5	861.1	270.8	209.1	171.7	160.5	1669.6	1602.4	885.9	726.8
	3	1281.3	1120.6	1453.7	1325.5	188.0	228.1	324.9	191.3	780.9	409.8	651.6	839.0
	4	1301.0	1146.2	1225.1	986.4	367.8	675.7	736.4	721.7	1009.3	1471.0	1276.8	1340.3
RMSSD	1	25.41	26.30	27.99	25.90	7.30	7.21	6.36	8.53	9.83	8.25	24.26	15.95
	2	24.86	26.97	17.78	17.58	9.28	8.04	7.45	6.77	23.55	21.35	17.92	15.99
	3	22.58	19.42	20.58	21.25	7.99	9.43	10.30	7.74	16.16	11.06	15.67	15.63
	4	20.33	20.24	20.92	18.34	11.77	16.95	17.59	16.59	20.35	22.43	22.55	23.19
SDNN/RMSSD	1	1.50	1.35	1.46	1.55	1.67	1.75	1.97	1.75	1.96	1.88	1.46	1.46
	2	1.67	1.46	1.75	1.38	1.63	1.76	1.62	1.85	1.46	1.63	1.26	1.52
	3	1.29	1.59	1.55	1.42	1.52	1.40	1.63	1.74	1.52	1.76	1.42	1.65
	4	1.50	1.43	1.46	1.65	1.41	1.32	1.31	1.41	1.34	1.43	1.35	1.33
HF	1	90.13	97.16	111.54	110.50	5.77	6.63	4.47	9.34	14.13	8.68	95.74	37.11
	2	90.90	93.74	38.86	36.08	10.56	6.76	7.37	5.06	81.42	59.29	54.72	41.52
	3	69.49	54.97	59.86	60.02	7.48	6.75	12.75	7.53	33.53	12.67	30.79	32.11
	4	51.26	62.22	64.87	49.55	20.50	40.59	47.30	42.41	58.26	64.23	65.66	64.87
LF/HF	1	3.45	2.46	2.24	2.60	6.53	5.17	7.30	5.24	3.75	3.26	3.04	2.44
	2	3.02	2.26	3.82	2.73	5.36	7.25	4.46	5.95	4.22	3.82	1.79	2.29
	3	1.96	2.17	2.55	2.55	4.73	3.31	4.30	4.28	3.12	5.07	2.75	2.75
	4	2.26	1.89	2.05	1.68	2.98	3.18	2.73	3.10	2.27	3.32	2.71	2.85

太字: 各区間を比較した時に最もリラックスしていた走行回

図 3-93 走行区間ごとの解析指標の比較表

III. 往復回数ごとのバイタルデータ解析結果

本項ではトラック隊列走行の実験区間である浜松 SA～遠州森町 PA 間の往復走行を単位として、バイタルデータ解析結果を示す。

調査期間中、隊列走行で浜松 SA～遠州森町 PA 間を一日当たり 3 往復しており、それぞれの往復走行 3 回分と単車走行での 1 往復分を合わせ、計 4 往復分について結果を比較する。ここでは 1 日目から 3 日目までのドライバ 3 名のデータを加算平均し、各往復走行のデータとした。

a. 解析指標

本項でのバイタルデータの解析指標を以下に示す。前項でも用いた HF、LF/HF に加え、測定機器 myBeat により計測される体表温を指標として用いた。

また、一般に心拍変動指標は体動による影響を受けやすく、姿勢（立位、座位など）によっても異なる傾向を示すため、これらの影響の確認のため 3 軸加速度及び体動を参考指標として用いた。

分類	指標	内容
リラックス度を表す指標 （リラックス状態の時に値が大きくなる）	HF	HRV ^(注) の高周波成分
緊張度を表す指標 （緊張状態の時に値が大きくなる）	LF/HF	LF (HRV ^(注) の低周波成分)を HF で割ったもの
緊張時に高くなる （※ただし一日の中での周期的変動あり）	Skin temp.	体表温
参考指標	3 軸加速度	姿勢（立位・座位・臥位など）
	体動	体の動き

表 3-66 解析指標の一覧

b. 解析結果

各指標値の解析結果を以下に示す。グラフで 1 往復目～3 往復目の表記は隊列走行時のデータである。

3 軸加速度及び体動指標の解析から、各走行時で姿勢及び体動の差異は認められず、これらの違いによる心拍変動指標への影響は無視できるものと考えられる。

LF/HF（緊張状態の時に値が大きくなる指標）では統計的検定を行った結果、隊列走行時の 3 往復及び単車走行時の間で、有意差は認められなかった。すなわち、本指標からは隊列 1～3 往復目、及び単車走行時の間でストレス状態の違いはみられない。

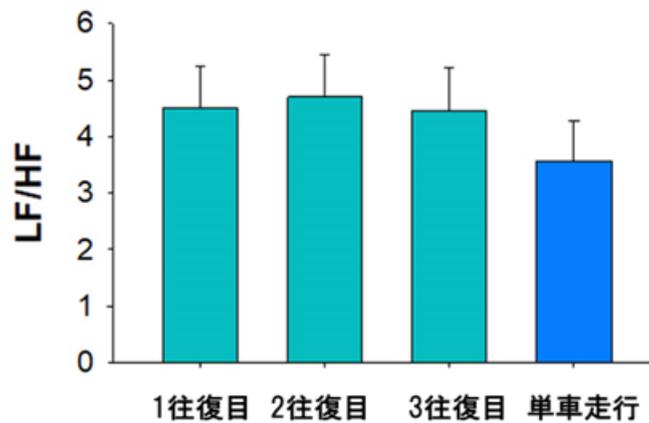


図 3-94 解析結果グラフ (LF/HF)

HF（リラックス状態の時に値が大きくなる指標）では統計的検定の結果、隊列走行 2 往復目と 3 往復目のみ有意差が確認された。その他の走行時では有意差が認められず、隊列走行時と単車走行時の間でのストレス状態の差異は、本指標からはみられない。

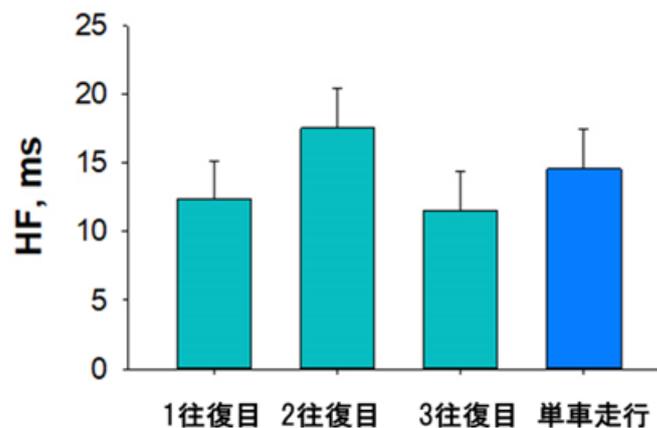


図 3-95 解析結果グラフ (HF)

体表温については、統計的検定から隊列 1 往復目と 2 往復目の間、及び隊列 3 往復目と単車走行の間でそれぞれ有意差が確認できた。隊列 2 往復目と 3 往復目の間では有意差が見られなかった。以上より 単車走行時と比較して、隊列走行時の方が有意に高かった。

一般的に体表温は一日の中で早朝（午前 4 時頃）に最も低く、夕方（午後 4 時頃）のピークに向けて上昇し、その後下降する傾向がある。解析結果からは一般的な傾向とは逆に時間の経過とともに体表温が低下し、夕方の単車走行時に最も低くなることがわかる。生理現象として、ストレスや緊張状態により体温は上昇すること、及び隊列 1 往復目と 2 往復目の間で有意に体表温が低下し

ていることから、同じ隊列走行時であっても一日の始めが最も緊張しており、運転するにつれて体が慣れ、緊張度が低下していく傾向があると考えられる。

また、隊列3往復目と単車走行の間で再度有意に体表温が低下していることから、運転の慣れによる緊張度の低下とは別に、隊列走行と比較して単車走行では緊張度が低い状態であると言える。

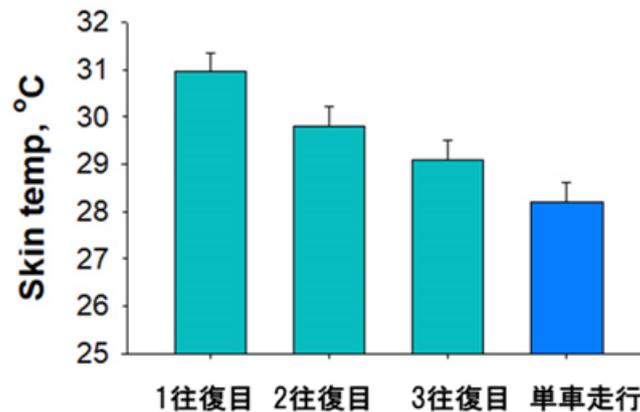


図 3-96 解析結果グラフ (体表温)

IV. バイタルデータ解析結果の統合整理

前項までで整理したドライバごとのバイタルデータ解析結果、及び往復回数ごとのバイタルデータ解析結果を統合して、得られた知見を以下にまとめる。

ただし、特に走行回数ごとのバイタルデータ解析結果では指標間で異なる傾向がみられるため、あくまでも考えられる解釈のひとつとなる点に留意が必要である。

分類	主な結果	得られた知見
ドライバの個人差による傾向	隊列走行経験の少ないドライバでは、単車走行時と比較して隊列走行時の緊張度が高い。 一方で経験の多いドライバでは隊列と単車走行で緊張度に顕著な差は認められない。	隊列乗車初期は相対的な緊張度（運転負荷）が高いが、隊列の運転経験を積むことで通常の単車トラック運転時と同程度の運転負荷となる。
往復回数による傾向	一日の中で、運転開始後すぐは緊張度が高くなり、走行するに従って緊張度が低くなる。	経験の多いドライバでも、一日の初めは相対的に運転負荷が高い状態となる。

表 3-67 結果の統合整理

3.1.15. 電子牽引による後続車無人隊列走の実証実験

電子牽引による後続車無人隊列走行の公道実証実験を2021年2月22日に実施した。当初はメディアを招聘して現地での公開説明会を開く計画もあったが、1月7日に発出された2回目の緊急事態宣言で、2月7日の解除予定日から3月21日まで延長されたため、実証実験の状況を撮影し、後日WEB上でオンライン説明会をメディア公開することとなった。

3.1.15.1. 実験概要

(1) 実施方法

- ・ 実施日時：2021年2月22日（月） 9：45～15：30
- ・ 走行区間：新東名高速 浜松SA～遠州森町PA間 上下線
（片道15キロ/全線3車線/上下線共、約1kmの路肩縮小区間あり）
2往復計約60キロ
- ・ 実施内容：一般車両混在交通の中で公道走行を行う。
後続車両の運転席は無人とするが、助手席に緊急時に発動させるMRMスイッチを増設し保安要員が乗車
- ・ 使用車両：「電子牽引による後続車無人隊列走行システム」の
技術要件に適合した車両（20年型B編成 25トン大型車、3台）



図 3-97 公道実証実験区間



図 3-98 公道実証実験風景

(2) 走行方法

① 基本フォーメーション

後続車が有人状態での実証実験では3台編成の隊列車両の前後をサポートカー（以下、サポカー）2台ではさみ、計5台での走行フォーメーションを基本としているが、後続車が無人となる公道実証実験日は、後方の安全確保を強化するため、中日本高速道路のパトロールカー（以下、黄パト）2台を最後尾に配備した計7台を基本走行フォーメーションとした。

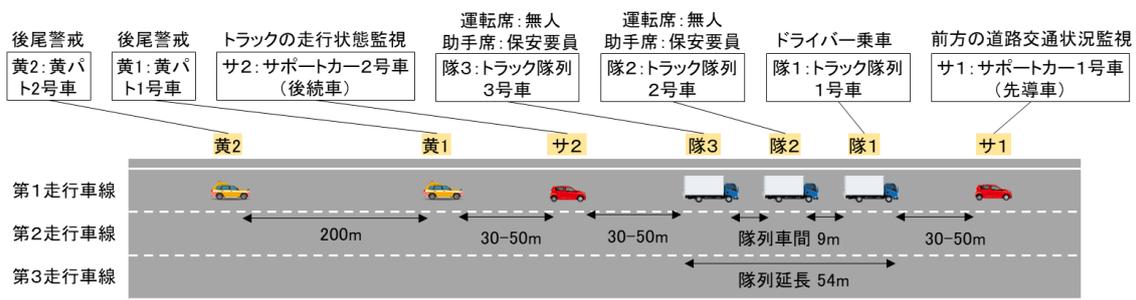


図 3-99 基本走行フォーメーション



図 3-100 走行風景（前方より）



図 3-101 走行風景（後方より）

② 基本走行車線

一番左側の第1走行車線を基本走行車線とし、一般車両との交錯や事故等の危険回避のための緊急避難措置としてやむを得ない場合には、車線変更を実施する。

③ 車線変更の方法

車線変更時は、まず黄パト1号車が車線変更を実施した後に、その前方でサポカー2（後続車）および隊列車両等が車線変更を実施する。

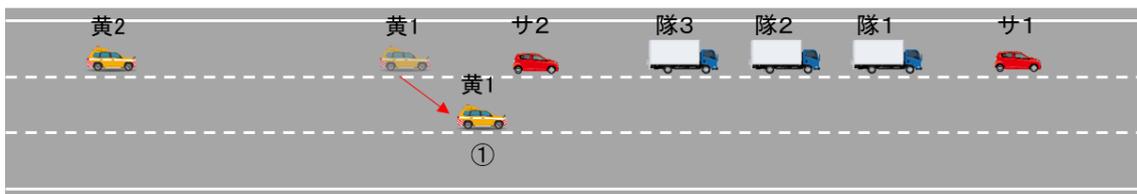


図 3-102 車線変更の方法

(3)安全対策

① 隊列形成・解除地点（SA/PA）での安全確保措置

隊列形成・解除地点（SA/PA）において、案内看板設置、誘導員配置を実施した。また、

後続車無人車両の助手席に乗車している保安要員からは認識し難い運転席側のガードレールおよび縁石への接触を監視するガードレール接触防止監視員を道路外に配置し、接触の危険性がある場合は、警棒および無線にて保安要員にMRMの発動を要請できるようにした。



図 3-103 SA/PA での安全確保

② 事前走路確認車

午前・午後各 1 回の本番走行 30 分前に隊列走行車と同型の大型車 1 台を隊列 1 号車経験ドライバによる運転で走行させ、走路の状況（道路湿潤、落下物、事故よび故障車両、臨時車線規制等）および天候（風雨や西日の状況等）を確認し、出発前の隊列走行車に異常の有無および実施した場合のリスク評価を連絡させた。

③ 道路管制センターへの交通状況確認

午前・午後の本番走行開始時には、黄パトが車載の専用無線機にて中日本高速道路の道路管制センターと連絡を取り、交通状況および走路の異常がないことを確認したうえで走行を開始した。

また、緊急事態発生時には、まず黄パトから道路管制センターや警察に連絡するルートに変更した。（黄パトがない実証実験時は隊列車両から道路管制センター等に連絡）

④ 浜松浜北 IC 合流車両監視者

IC 合流部での危険回避を素早く行えるよう、IC からの合流車両の有無や台数を隊列走行のサポカー 1（先導車）に無線にて事前に伝える合流車両監視者を配備した。監視者は、IC 隣接の中日本高速道路施設内で待機し、浜松浜北 IC 料金所を通過した一般車両が上下線に分岐する地点を監視し、隊列車両に合流車両の情報を伝えた。

⑤ 連絡用無線機

黄パトを含む 7 台の車両、事務局（実験本部、中日本高速道路、現地責任者）、浜松浜北 IC 合流車両監視者、ガードレール接触防止監視者、全てに連絡用 IP 無

線トランシーバーを準備した。また、SA/PA 誘導員へも、隊列車両の接近情報を連絡する別チャンネルの IP 無線トランシーバーを準備した。

⑥ 中日本高速道路黄パトとの合同訓練

本番 1 週間前（2 月 15 日）に、実際に走行する実験区間で中日本高速道路の黄パト 2 台を入れた基本走行フォーメーションでの走行訓練（隊列形成・SA/PA 内走行・ランプ走行・本線合流・IC 合流・車線変更・車線復帰・本線離脱・ランプ走行・SA/PA 内走行・隊列解除）、および中日本高速道路の敷地内で緊急時の対応方法訓練（重大故障による MRM モード発動による本線上での停車事例）を行い、抽出された課題への対応を行った。

また、緊急時の対応方法については、当日行った打ち合わせにて、合流部（本線合流部、IC 合流部）での合流失敗事例や、本線上での軽故障による縮退運転モード・路肩停止事例、路肩縮小区間（新設のスマート IC 工事区間）での縮退運転モード発動事例など、想定される事例を幅広く検討し、中日本高速道路の関係者と対応方法や動き方の共有を図った。

(4)本設 LED 情報板（路側安全対策）

実証実験区間である浜松 SA～遠州森町 PA 間での合流部 4 か所（浜松 SA 上り線合流部、遠州森町 PA 下り線合流部、浜松浜北 IC 上下線合流部）には、従来から一般車両に対して隊列車両の接近を知らせる仮設の LED 情報版を実験期間中のみ設置している。

本年度は、2 月初旬までに中日本高速道路が恒久的に使用する本設の定置型 LED 情報版を設置し、仮設 LED 情報版と併せて 2 重の安全対策を行った。

本設の LED 情報版の表示内容は、2 段で上段が「大型 3 台連続（白色と黄色）」、下段が「合流注意（赤色）」であり、路側のみで隊列車両を自動的に検知して表示するシステムとなっている。

なお、仮設 LED 情報版は路車間通信を使用しており、通常は隊列走行実験中であることを知らせているが、隊列走行車が接近すると表示内容が変わり、3 段表示の 1 段目が「合流注意（黄色点滅）」、2 段目が「トラック（緑色）」、3 段目が「3 台連続（緑色）」となり、本設の LED 情報版の表示内容との違和感はない。

本年度は、ポスターや横断幕により隊列走行実験中であることの告知効果が出てきたことと、本設の LED 情報版が見やすくなった効果があり、IC 合流時に流入車が本線上の隊列車両を認識して自発的に速度調整して隊列車両の前後で流入する事例が増えてきている。



図 3-104 新旧 LED 情報版（左：浜北 IC 上り、右浜北 IC 下り）



図 3-105 本設 LED 情報版表示内容

(5)本番実施判断基準

悪天候等による万が一の事故防止を図るため、関係先との調整の上、下記の本番実施判断基準を策定した。

前日の午前 11 時の天気予報（天候、注意報・警報発令情報等）を参考に関係者で一次判断を行い、当日下記基準にて実施判断を行う。ただし、本番走行の直前に走行させる事前走路確認車の情報を受け、ドライバに少しでも不安が残れば中止の判断を行う。

項目	本番実施の判断基準
降雪	中止
路面状態（積雪・凍結）	中止
曇天	実施
雨天	5mm/h程度以下で実施 ・安全側にこれまでの実績値の半分に設定
路面状態（水溜まり）	スプラッシュ無の湿潤状態で実施 ・安全側にスプラッシュ無に設定 ・降水量としては10mm/h以下でスプラッシュ無したが、雨天で5mm/hに設定済み
風	5m/s以下で実施 ・安全側にこれまでの実績値の半分に設定
霧	中止
時間帯（西日）	西日が差し込まない時間に実施 ・15時までに本番走行を終了予定

図 3-106 本番実施判断基準

(6)公道実証実験結果

計画通り、速度 80km/h、車間距離 10m 以下（SA/PA 内は、速度 10km/h 以下、車間距離 5m）にて、午前・午後各 1 往復の後続車無人隊列走行を無事成功させることができた。

当日は終日晴天に恵まれたが、風が少し強いことから冬期に強まる浜松浜北 IC 付近の横風の影響が心配されたが、天気予報および吹き流しの状況等から実施判断基準である風速 5m/s 程度であると推定されたこと、および各回とも本番 30 分前に走行した事前走路確認車ドライバからの情報で実施可能と判断して開始した。

実験開始時間は、午前中は走路上での臨時的工事規制の確認に少し時間を要したことなどから、約 30 分遅れでスタートしたが、午後はほぼ計画通りのスケジュールで進行した。

実績としてのスタート時刻は、午前中の浜松 SA 上りスタートが 10 時 20 分、遠州森町 PA 下りスタートが 11 時 10 分、午後の浜松 SA 上りスタートが 13 時 30 分、遠州森町 PA 下りスタートが 14 時 20 分となった。（到着は概ね 15 分後）

実験開始後に下り線の浜松浜北 IC 手前の天竜川付近で風速が強まるがあったが、2 往復とも本線合流部での危険回避や、IC 合流部での車線変更もなく、システムの不具合も発生しなかったため終始安定した走行で終了した。

当日の風速を気象庁・アメダスの過去の天気を確認すると、浜松市天竜観測所（実験区間より少し北方）のデータでは、各スタート時刻での 10 分毎の平均風速では 5m/s 以下であるものの、最大瞬間風速では 8m/s 以上になることもあった。

以下に当日のタイムスケジュールと気象庁・アメダスの風速データを示す。

8:00	電子牽引車両走行準備 (60分、@浜松いなさIC雪氷ヤード)	
9:00	移動 (浜松いなさIC雪氷ヤード→浜松SA上り)	
9:15	事前走路確認車浜松SA上り出発、電子牽引車両出発待機 (30分、@浜松SA上り)	
9:45	本番走行開始 (90分)	
本番走行①	9:45	浜松SA上り発
	10:00	遠州森町PA上り着 (森掛川ICにてUターン) 事前走路確認車遠州森町PA下り出発
	10:15	遠州森町PA下り着、休憩 (15分)
	10:30	遠州森町PA下り発
	10:45	浜松SA下り着、休憩 (15分)
	11:00	浜松SA下り発
	11:15	浜松いなさIC雪氷ヤード着
11:15	移動 (浜松いなさIC雪氷ヤード→浜松SA上り)	
11:30	昼休み、本番走行①撮影内容確認 (90分、@浜松SA上り)	
13:00	事前走路確認車浜松SA上り出発、電子牽引車両出発待機 (30分、@浜松SA上り)	
13:30	本番走行開始 (90分)	
本番走行②	13:30	浜松SA上り発
	13:45	遠州森町PA上り着 (森掛川ICにてUターン) 事前走路確認車遠州森町PA下り出発
	14:00	遠州森町PA下り着、休憩 (15分)
	14:15	遠州森町PA下り発
	14:30	浜松SA下り着、休憩 (15分)
	14:45	浜松SA下り発
	15:00	浜松いなさIC雪氷ヤード着
15:00	撤収作業 (30分、@浜松いなさIC雪氷ヤード)	
15:30	終了	

表 3-68 本番タイムスケジュール

時分	降水量 (mm)	気温 (C)	風向・風速(m/s)				日照時間 (分)
			平均	風向	最大瞬間	風向	
10:00	0.0	17.9	1.6	北西	5.2	北	10
10:10	0.0	18.0	2.2	北西	4.9	北北西	10
10:20	0.0	18.3	1.2	北西	2.7	西北西	10
10:30	0.0	18.0	2.0	北西	5.1	北	10
10:40	0.0	18.7	2.4	西北西	5.5	北西	10
10:50	0.0	18.9	1.5	北	5.3	北西	10
11:00	0.0	18.6	2.4	北西	6.6	北北西	10
11:10	0.0	19.4	3.4	北北西	7.3	北	10
11:20	0.0	19.2	2.4	北	5.3	北	10
11:30	0.0	19.5	3.3	北北西	7.0	北北西	10
11:40	0.0	19.2	2.1	西北西	4.9	北	10
11:50	0.0	19.3	5.2	南西	9.6	南南西	10
12:00	0.0	19.5	5.1	南西	9.4	南南西	10
12:10	0.0	19.4	3.7	南西	9.4	南南西	10
12:20	0.0	19.4	3.7	西南西	8.0	西南西	10
12:30	0.0	19.7	3.0	南西	6.6	西南西	10
12:40	0.0	19.6	3.8	南南西	7.2	南西	10
12:50	0.0	19.8	3.8	南南西	7.7	南西	10
13:00	0.0	19.9	4.0	南南西	9.1	南南西	10
13:10	0.0	19.7	3.0	南南西	9.0	南南西	10
13:20	0.0	20.2	3.7	南南西	6.5	南	10
13:30	0.0	19.8	3.3	南南西	7.3	南南西	10
13:40	0.0	20.5	3.4	南	8.0	南南西	10
13:50	0.0	20.1	4.4	南南西	9.4	南南西	10
14:00	0.0	20.5	3.5	南南西	8.0	南	10
14:10	0.0	20.0	2.6	南南西	7.1	南西	10
14:20	0.0	19.9	4.5	南西	8.5	南西	10
14:30	0.0	20.1	3.5	南西	6.8	南南西	10
14:40	0.0	19.7	3.4	西南西	7.9	西南西	10
14:50	0.0	20.1	3.0	南西	6.0	南西	10
15:00	0.0	20.1	2.8	南西	6.5	南西	10

表 3-69 2021年2月22日(10時～15時)の10分毎の天気

3.1.15.2. 公式動画の制作

電子牽引による後続車無人隊列走行実証実験のメディア向け広報素材として、公式動画を作成した。公式動画は、後続車無人隊列走行の技術説明、公道走行時の映像の2種類を制作した。

(1) 後続車無人隊列走行の技術説明動画

後続車無人隊列走行の技術説明動画の構成を以下に示す。また、作成した映像はプレスリリース後に経済産業省の公式動画配信サイト公式アカウントにアップした。

■ 動画配信サイト URL

<https://www.youtube.com/watch?v=cdLg6QbErms>

① 電子牽引のコンセプト／技術のコンセプト

- ①-1 後続車無人隊列走行とは
- ①-2 電子牽引を実現するシステムについて
- ①-3 技術コンセプト
- ①-4 先頭車に自動で追従
- ①-5 車間を 5 m～10 m 以内に維持
- ①-6 多重化により高い信頼性と安全性を実現

② 技術のコンセプトを実現する仕組み

- ②-1 先頭車トラッキング制御
- ②-2 LiDAR, ステレオカメラ、RTK-GPS などにより $+/-50\text{cm}$ 以下制御
- ②-3 LiDAR 点群データ例
- ②-4 車間距離維持制御
- ②-5 割り込まないよう + ぶつからないよう、車車間通信で 5m～10m 以内に制御
- ②-6 急制動の映像
- ②-7 先頭車ドライバ支援技術
- ②-8 全長約 60m のため、周辺環境確認を支援
- ②-9 電子ミラー、後側方ミリ波の画像、先頭車ドライバ HMI に警報の画像

③ 信頼性と安全性の考え方

- ③-1 気象条件への対応
- ③-2 複数センサの組み合わせで雨天や夜間を走行
- ③-3 雪や霧など課題もある
- ③-4 装置故障への対応
- ③-5 一部故障してもバックアップにより冗長化
- ③-6 軽故障による縮退運転モード
- ③-7 重故障による MRM モード
- ③-8 割り込みへの対応
- ③-9 デザインと LED 表示器で抑止する仕組み
- ③-10 人が立ち入っても発進しない仕組み

③-11 電子牽引は、割り込まれたら切れる＝割り込まれたら MRM

④ 開発を終えてテストコース 80 キロ無人隊列を実施

④-1 テストコース映像

■ 技術説明動画構成

<p>①-1 ①-2 ①-3</p>	<p>後続車無人隊列走行とは</p>	<p>後続車無人隊列走行とは</p>
<p>①-5</p>	<p>後続車無人隊列走行とは</p>	<p>後続車無人隊列走行とは</p>
<p>②-1</p>	<p>後続車無人システムの構成 (仕組み)</p>	<p>先頭車認識センサー (後続車)</p>
<p>②-3</p>		<p>後続車無人システムの構成 (仕組み)</p>
<p>②-6</p>		<p>後続車無人システムの構成 (仕組み)</p>

<p>②-8</p>		<p>②-9</p>	
<p>③-1</p>	<p>信頼性・安全性の考え方</p>	<p>③-2</p>	<p>隊列中の後続車からの映像</p>
<p>③-3</p>	<p>隊列中の後続車からの映像</p>	<p>③-4</p>	<p>信頼性・安全性の考え方</p>
<p>③-5</p>	<p>後続車無人システムの安全の考え方</p>	<p>③-6</p>	<p>後続車無人システムの安全の考え方</p>
<p>③-7</p>	<p>後続車無人システムの安全の考え方</p>	<p>③-8</p>	<p>信頼性・安全性の考え方</p>
<p>③-9</p>		<p>③-10</p>	

③-11



④-1



(2) 公道走行時の映像

公道走行時の映像構成を以下に示す。また、作成した映像はプレスリリース後に経済産業省の動画配信サイト公式アカウントにアップした。

■ 動画配信サイトの URL

<https://www.youtube.com/watch?v=cdLg6QbErms>

項目	動画
①タイトル	3台トラックの静止画
②走行開始時の一体操作 (エンジン on,シフトN→2,P解除)	車室内の映像
③隊列形成スペースからの発進	発進時の映像
④浜松④SA内のS字走行の様子	高所作業車からの映像 (3台全体)
⑤低速走行中の車室内の様子	先頭車の車内内の映像 (GoPro) 後続車の車内内の映像 (GoPro)
⑥ランプ部を走行し車間が伸びる様子	後続車のドラレコ映像
⑦ランプ部から本線に合流する様子	跨道橋から撮影した映像
⑧電子ミラーモニターから見える周辺道路状況	電子ミラーの録画映像
⑨本線を後続車無人で走行している様子	撮影トラックによる追越しの映像
⑩本線走行中の車室内の様子	先頭車の車内内の映像 (GoPro) 後続車の車内内の映像 (GoPro)
⑪浜松浜北IC分合流部を走行するシーン	分合流部をおさえたドローンの映像
⑫本線からランプへ分流するシーン	撮影トラックからの映像 跨道橋から撮影した映像
⑬隊列解除スペースでの停止	隊列解除スペースに入る映像

表 3-70 公道走行時の映像構成

■ 公道走行時の映像構成



<p>③</p>	 <p>先頭車が走行すると、後続車も無人で逐次調整や確認等が行われます。</p>	<p>④</p>  <p>SA・PA内(低速走行時)では後続車は車間約5mを維持し、蛇行運転でも先頭車の後を正確に追従します。</p>
<p>⑤</p>	 <p>先頭車(有人)</p> <p>先頭車ドライバーは通常のトラックと同様に運転操作を行います。</p>	<p>⑥</p>  <p>速度に応じて車間距離は5mから9mへ徐々に広がります。</p>
<p>⑦</p>	 <p>合流時には、LED情報板により注意喚起を行い、安全な合流に配慮します。</p>	<p>⑧</p>  <p>電子ミラーによる後方確認</p> <p>先頭車(有人)</p> <p>左後方</p> <p>右後方</p> <p>先頭車から、後続車に設置されている電子ミラーで後方を確認することができます。</p>
<p>⑨</p>	 <p>後続車(無人)</p>	<p>⑩</p>  <p>後続車(無人)</p>
<p>⑪</p>	 <p>一般車が合流する際にも、LED情報板により安全な合流に配慮します。</p>	<p>⑫</p>  <p>本線からの分流</p>



3.1.15.3. 実験評価

20 年型 B 編成を用い、被牽引車の助手席に保安要員が乗車した状態で、後続車無人隊列走行公道実証実験を行い、無事成功した。

■ 評価条件

3 台隊列 : 2 月 22 日、上下線 2 往復、片道走行 4 回データ

車間距離制御 : 目標車間発進/停止～20km/h→5m、20～60km/h→5～8.5m、
60～80km/h→8.5m

横方向制御 : LiDAR#1、LiDAR#2、ステレオカメラ、GNSS、
磁気マーカの自動切替によるトラッキング

センサ優先順位 :

制御項目	走行エリア	優先順位
トラッキング制御	SA/PA	・直線 : GNSS > 磁気マーカ > LiDAR#1 > LiDAR#2
		・カーブ : GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ
車間距離制御	SA/PA	・直線 : LiDAR#1 > LiDAR#2 > GNSS > 磁気マーカ
		・カーブ : GNSS > 磁気マーカ
	ランプ・本線	LiDAR#1 > LiDAR#2 > ステレオカメラ > ミリ波レーダ

表 3-71 車間距離及びトラッキングセンサの切替優先度

※ 基本的に、故障発生や検知ミスの発生時に低優先度のセンサに切り替える

走行方法 : 新東名高速 浜松 SA～遠州森町 PA 間 上下線
(片道 15 キロ/全線 3 車線/上下線とも約 1 km の路肩縮小区間あり)
2 往復

天候条件 : 晴れ

総走行距離 : 約 60km

(1) トラッキング制御性能結果

表 3-72 から表 3-77 に示すように、新東名上下り線浜松～遠州森町走行区間で横偏差は平均値とばらつきが 0.10m 以下に収まり、最大値が限界値としている 0.5m を超過しておらず、安定的に前方車をトラッキングできたと考える。

① SAPA トラッキング評価結果

車両	横偏差		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	0.06	0.40	0.06
2-3号車	0.05	0.34	0.05

表 3-72 SAPA トラッキング統合評価結果

No	横偏差					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	0.09	0.40	0.08	0.06	0.27	0.06
2	0.04	0.21	0.05	0.04	0.22	0.04
3	0.05	0.32	0.05	0.07	0.34	0.07
4	0.05	0.22	0.05	0.04	0.22	0.04

表 3-73 SAPA トラッキング片道走行 4 回データ

② ランプトラッキング評価結果

車両	横偏差		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	0.04	0.20	0.04
2-3号車	0.05	0.21	0.04

表 3-74 ランプトラッキング統合評価結果

No	横偏差					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	0.03	0.14	0.03	0.05	0.21	0.04
2	0.05	0.16	0.04	0.06	0.19	0.04
3	0.04	0.19	0.04	0.04	0.14	0.03
4	0.05	0.20	0.04	0.06	0.20	0.05

表 3-75 ランプトラッキング片道走行 4 回データ

③ 本線トラッキング評価結果

車両	横偏差		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	0.03	0.24	0.03
2-3号車	0.04	0.20	0.03

表 3-76 本線トラッキング統合評価結果

No	横偏差					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	0.03	0.14	0.02	0.04	0.14	0.02
2	0.03	0.24	0.03	0.04	0.20	0.03
3	0.03	0.17	0.02	0.04	0.15	0.02
4	0.04	0.24	0.03	0.04	0.18	0.03

表 3-77 本線トラッキング片道走行 4 回データ

■ 事例データ

図 3-107 と図 3-108 は新東名上下り線浜松～遠州森町におけるトラッキング制御一事例を示す。

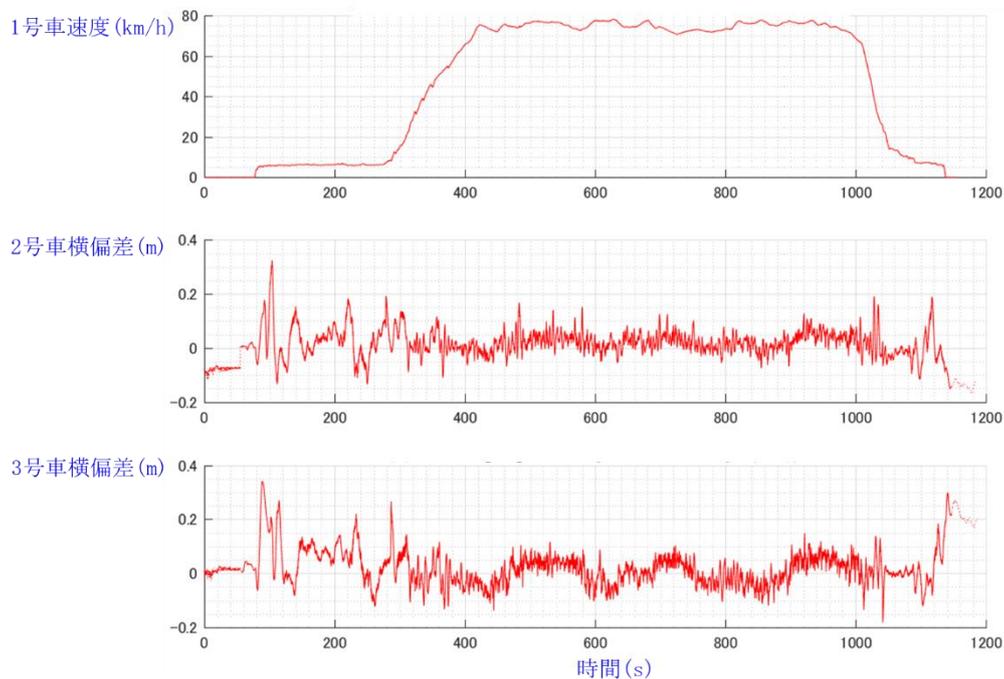


図 3-107 新東名上り 浜松→遠州森町トラッキング制御事例データ

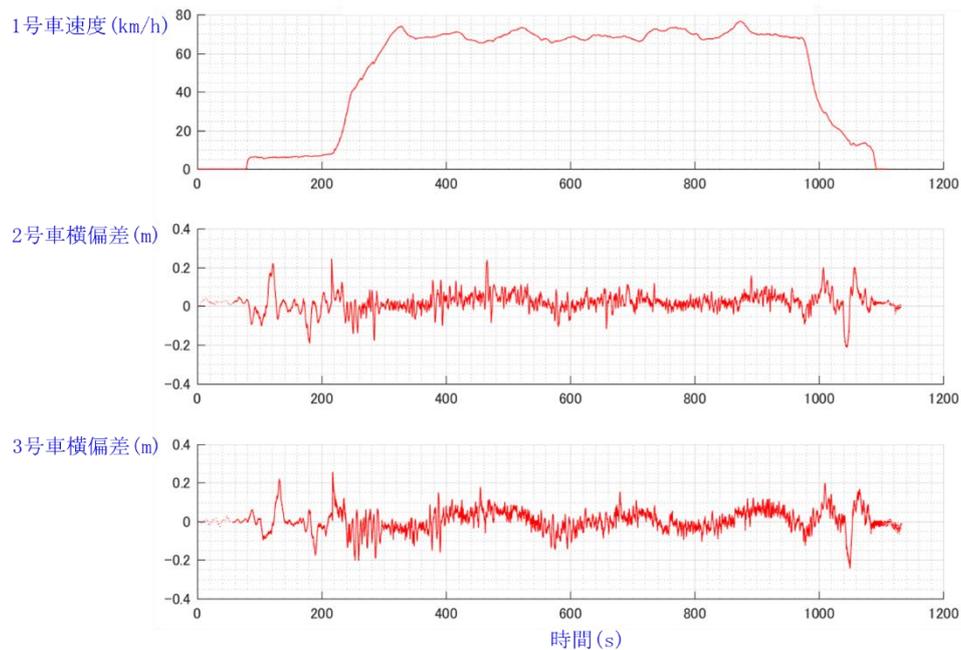


図 3-108 新東名下り 遠州森町→浜松トラッキング制御事例データ

(2) 車間距離制御性能結果

表 3-78 から表 3-83 に示すように、車間距離は低速 5m 以上、高速 10m 以下が維持できた。そして、新東名上下り線浜松～遠州森町の SA/PA、ランプ、本線の各エリアで、実車間距離と目標車間の差は小さく抑えられていた。

① SA/PA 車間距離評価結果

車両	車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	5.4	6.5	0.3
2-3号車	5.4	7.4	0.3

表 3-78 SA/PA 車間距離総合評価結果

No	車間距離					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	5.4	6.3	0.4	5.5	7.4	0.4
2	5.4	5.9	0.2	5.4	5.8	0.2
3	5.5	6.5	0.3	5.6	6.6	0.3
4	5.4	5.8	0.2	5.4	6.1	0.2

表 3-79 SA/PA 車間距離片道走行 4 回データ

② ランプ車間距離評価結果

車両	車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	7.1	8.3	0.6
2-3号車	7.2	8.2	0.6

表 3-80 ランプ車間距離総合評価結果

No	車間距離					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	7.0	7.8	0.6	7.2	8.0	0.6
2	7.0	7.7	0.5	7.2	8.0	0.6
3	7.2	8.3	0.6	7.4	8.2	0.5
4	7.0	7.9	0.5	7.1	7.9	0.6

表 3-81 ランプ車間距離片道走行4回データ

③ 本線車間距離評価結果

車両	車間距離		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1-2号車	8.2	8.9	0.2
2-3号車	8.5	9.4	0.2

表 3-82 本線車間距離総合評価結果

No	車間距離					
	1～2号車			2～3号車		
	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)	平均値(m)	最大値(m)	標準偏差(m)
1	8.4	8.7	0.2	8.6	8.9	0.2
2	8.1	8.6	0.2	8.4	9.0	0.2
3	8.4	8.9	0.2	8.7	9.4	0.2
4	8.2	8.6	0.2	8.5	8.9	0.2

表 3-83 本線車間距離片道走行4回データ

■ 事例データ

図 3-109 と図 3-110 は新東名上下り線浜松～遠州森町における車間距離制御一事例を示す。

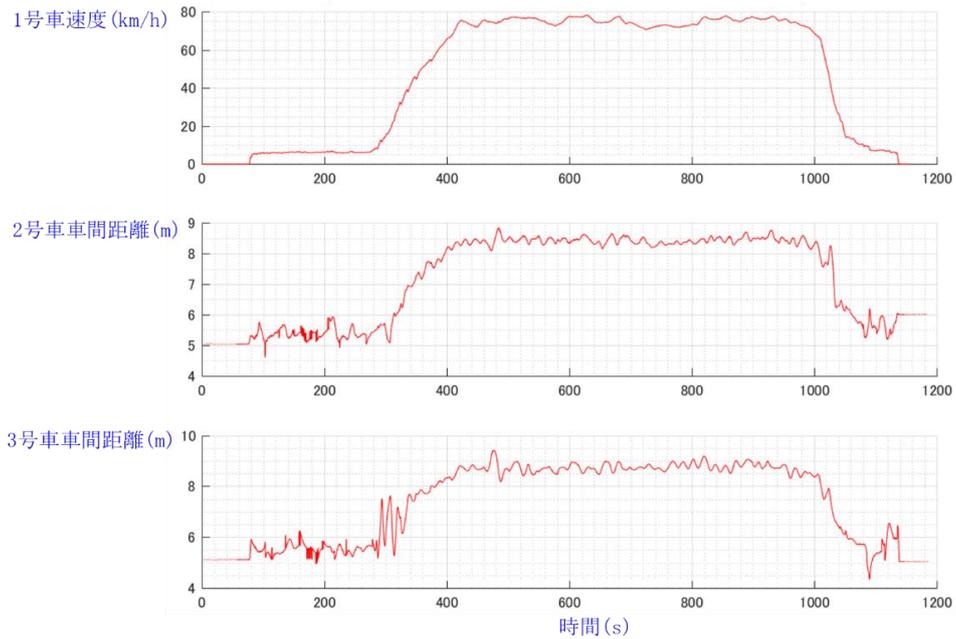


図 3-109 新東名上り 浜松→遠州森町車間距離制御一事例

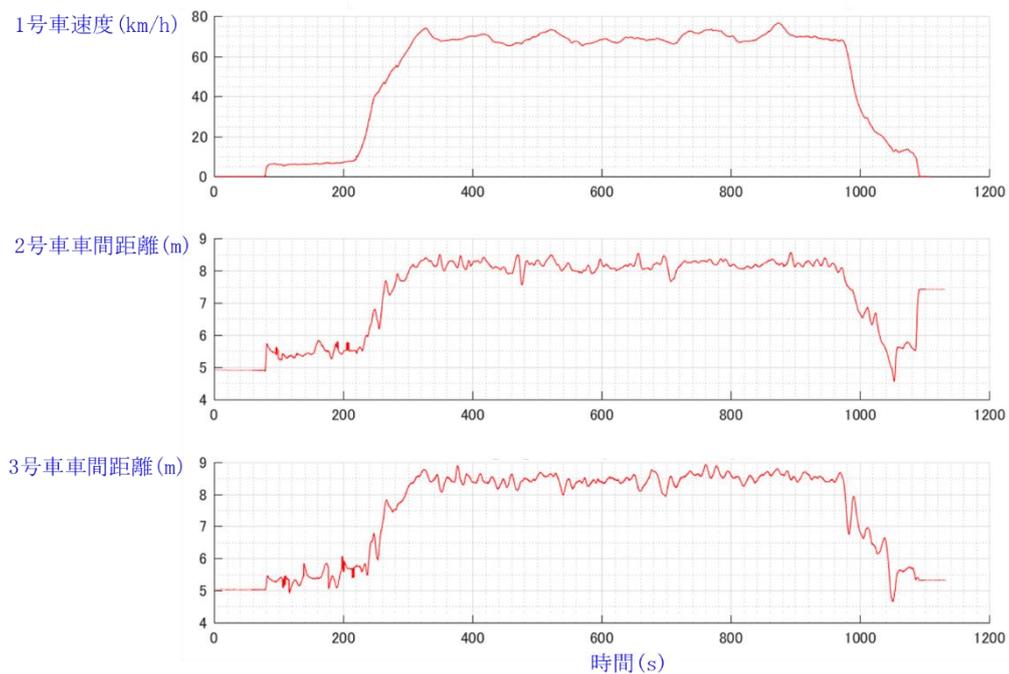


図 3-110 新東名下り 遠州森町→浜松車間距離制御一事例

(3)まとめ

「電子牽引による後続車無人隊列走行システム」の技術要件に適合した 20 年型 B 編成隊列は、上下線片道 4 回走行では、車間距離と横方向の作動限界や系故

障による縮退運転・MRM は発生せずに、安定的に車間距離とトラッキングを制御することが確認できた。

3.1.16.まとめ

本年度は最終的に後続車の運転席に保安要員であるドライバを乗せない形で後続車無人隊列走行を行うことを想定して、前年度までの CACC 制御とトラッキング制御の公道での実走行における対環境性能などの精度向上の他、システムの故障などを想定してすべての場面でのシステムの冗長化や、割り込みなどにより隊列を維持できないときに安全に停止する技術（縮退運転・MRM）等を検証した。

(1) 後続車無人システム

① システムの冗長化

後続車無人隊列走行では、異常・故障発生により停止することが発生しないように、ECU、アクチュエータ、センサを冗長化したうえで、新東名高速における実公道環境下でそれぞれのシステムについて切り替わりを含めて問題なく作動することを検証した。

② 磁気センサシステムによるトラッキング

前年度まで SA/PA 内のようなカーブのきつい場所でのトラッキングは GNSS を用いたトラッキングのみであり、冗長化を図る必要があったため、磁気マーカと磁気センサを使用した位置推定システムを用いたトラッキングシステムを採用した。新東名浜松 SA と遠州森町 PA に実際に磁気マーカを敷設し、磁気センサシステムを使ったトラッキングで同場所を走行できることを確認した。

③ 縮退運転

後続車無人隊列走行において、軽微な故障や割り込みの場合、一部機能や速度等を制限しながら隊列走行を維持すること（縮退運転）が必要になるため、割り込み発生時の縮退運転モードとシステムの一部故障時の縮退運転のモードを作り、テストコースにおいて検証したうえで、実際に新東名実証実験に使用されるシステムに実装した。新東名での実証では、システムの一部不調や制御偏差の拡大などにより、このモードに移行することは何度かあったが、速度を落として復帰を待つこのモードのために隊列を解除することなく安全に走行することができた。

④ MRM (Minimal Risk Maneuver)

後続車無人隊列走行での MRM は、機器故障、作動限界により、隊列走行の維持が困難な場合、速やかに自動で減速して被牽引車を停止させ、最小リスク状態を達成するモードであるが、これも試走路において様々な条件で検証し、意図通り作動することを確認したうえで新東名実証実験に使用されるシステムに実装し、運用した。新東名の実証実験ではこのモードが発動するような重大なトラブルはなかった。

(2) 制御性能

① トラッキング制御

トラッキング制御では、制御偏差の誤差は、最大でもほとんどの場合本線上では縮退運転に移行する横偏差 25 cm以下で走行できている。また、風などにあおられ 25 cmを超えるような走行もあったが、車線幅を逸脱するようなことは一度もなかった。また、SA/PA 内においても最大でも 40 cm以内、平均では 15 cm以内に収まっており、本線上ほどの安定感ではないものの、GNSS が不調になっても、磁気センサシステムを使ったトラッキングで問題なく走行できていた。よって、総じて安定して操舵制御が行われていたと考えられる。

一方 SA/PA 内では、GNSS トラッキングの補完システムではあるものの、本年度から導入した磁気センサシステムを使ったトラッキングが先頭車の運転軌跡に依存する部分があることは実用化への課題と思われる。

② 車間距離制御

ほぼ安定して 9m 以下の車間距離で隊列走行を行えた。

本線のみでの走行だけでなく SA/PA 内走行でも同様な制御性能を実現できており、日々の大きなばらつきも見られなかった。

以上の結果より、本線上および SA/PA 内での隊列 CACC 走行制御での安定した走行が確認できた。ただし、道路縦断勾配のある SA/PA のランプ走行では、車間距離 9m 以下を保持できていない場合もあり、勾配路での制御性能の向上は課題として残っている。

(3) 実公道走行実績

① 走行距離実績

2 編成同時での走行期間があり日数的な重複はあるが、延べ 234 日で 32,525 キロ（1 日平均約 140 キロ）を走行した。本年度採用した技術要素をすべて実装しての走行距離はさらに短い、CACC やトラッキングなどの前年度までに実装できた後続車無人隊列走行のシステムに関してはその信頼性を十分に検証することができた。

② 電子牽引による後続車無人隊列走行システムの実証実験

速度 80km/h、車間距離 10m 以下（SA/PA 内は、速度 10km/h 以下、車間距離 5m）にて、午前・午後各 1 往復の後続車無人隊列走行を無事成功させることができた。

後続車運転席に保安要員を乗せての状態ではあったが、延べ約 3 万キロに及ぶ後続車無人システムの運用によって得られた高い信頼性が実証できた結果である。

3.1.17. 総括

3.1.17.1. はじめに

2015 年度に自動走行ビジネス検討会において運送事業者及び大型車メーカー

が参画して実施したトラック隊列走行に関する予備検討結果を受け、2016年度から実証事業に向けた検討および実験車の製作を開始、2017年度から本格的に後続車無人システムの実証事業を開始した。

3.1.17.2. 実証実験内容

2016～2020年度の主要実施内容を以下に記す。

(1) 2016年度主要実施内容

- ① 車両システム要素
 - ・ EBS（電子ブレーキシステム）性能向上の検討
 - ・ 電子牽引システムアーキテクチャ
 - ・ 電子牽引用制御装置
 - ・ トラッキング制御アルゴリズム
 - ・ 自動ブレーキの2重化と保安ブレーキ
 - ・ フェールセーフ ECU
 - ・ 隊列走行制御の個別制御ロジックの設計
 - ・ 車車間通信技術
- ② 実験車製作
 - ・ 機能確認実験車の製作

(2) 2017年度主要実施内容

- ① 車両システム要素
 - ・ EBS 性能向上の検討
 - ・ 電子牽引システムアーキテクチャ設計
 - ・ 電子牽引用制御装置
 - ・ トラッキング制御アルゴリズム改良
 - ・ 自動ブレーキの2重化と保安ブレーキ改良
 - ・ フェールセーフ ECU 改良
 - ・ ミラーレス方式先頭車用 HMI
 - ・ 車車間通信技術改良
- ② 実験車製作
 - ・ 機能確認実験車の製作
 - ・ テストコースでの検証実験
 - ・ 隊列走行制御個別制御の評価実験

(3) 2018年度主要実施内容

- ① 車両システム要素
- ② テストコースでの検証実験
- ③ 公道事前確認実験
- ④ 公道実証実験

- ・ 2018年8月30日
隊列走行関係省庁向けPRデモ（国総研テストコース、約60名参加）
- ・ 2018年12月5日～14日、2019年1月17日～21日
公道事前確認実験（新東名高速 浜松いなさ JCT～遠州森町 PA 間）
- ・ 2019年1月22日～2月28日
公道実証実験（新東名高速 浜松いなさ JCT～遠州森町 PA 間）

(4)2019年度主要実施内容

- ① 車両システム要素（電子牽引隊列技術要件適合車）
 - ② 実験車製作（電子牽引隊列技術要件適合車）
 - ③ 公道実証実験（SA/PA発着、夜間、トンネル含む）
- ・ 2019年6月25日～2月28日（夏休み後約1か月半中断期間あり）
公道実証実験（新東名高速 浜松いなさ JCT～遠州森町 PA 間）
 - ・ 2019年8月23日
隊列走行関係省庁向けデモ（産総研つくば北サイト、約30名参加）

(5)2020年度主要実施内容

- ① 実験車製作（電子牽引隊列技術要件適合車）
 - ② 公道実証実験（冗長系システム、緊急時対応システムの検証）
 - ③ 電子牽引後続車無人隊列走行の実証実験
- ・ 2020年6月10日～2021年2月25日
公道浜松地区実証実験（新東名高速 浜松いなさ JCT～遠州森町 PA 間）
 - ・ 2020年7月22日～8月28日、2021年2月12日～2月25日
公道長距離実証実験（新東名高速 遠州森町 PA～駿河湾沼津 SA 間）
 - ・ 2020年11月13日
関係省庁向け電子牽引による後続車無人隊列走行デモ
（産総研つくば北サイト、約10名参加）
 - ・ 2021年2月22日
電子牽引による後続車無人隊列走行実証実験（デモ）
（新東名高速 浜松 SA～遠州森町 PA 間、映像撮影）

3.1.17.3. 技術検証結果

2018～2020 年度の実証事業を通じて以下の成果を得た。

(1)2018 年度実証実験結果

2019 年 1 月から新東名での公道実験を開始するにあたり、公道実験移行可否条件を設定したうえで関係省庁の了解を得て、12 月に公道事前確認実験を行い、現地（新東名浜松地区）の道路環境下での車車間通信の接続性や GNSS の受信感度、センサ性能、隊列制御性能といった基本性能が問題ないか確認した。

1 月からの公道実験では、本線合流部 2 か所および浜松浜北 IC 合流部 2 か所に路側 LED 情報版を設置した上で、隊列台数を 2 台から 3 台、車速を 70km/h から 80km/h と段階的にステップアップさせながら、短車間距離（目標車間距離 10m）での制御性能、本線/IC での合流時の安全性、SA/PA 内走行時の安全性等を評価した。

(2)2019 年度実証実験結果

新東名での浜松いなさ JCT～駿河湾沼津 SA 間での実証実験を開始するにあたり当初計画では、①まず浜松地区で基準となる制御方法を確立し、②次に実験区間を駿河湾沼津 SA まで延長する、という計画で実証実験を開始したが、急ピッチで進められていた新東名 6 車線化工事での車線規制区間が想定以上に多く、隊列を解除せざるを得ない区間が多かったことから、前半は浜松地区での実証実験の比率を増やし、浜松いなさ JCT～駿河湾沼津 SA の長距離実験は後半に集中させて実施した。

2019 年度は、どんな場所（SA/PA・ランプ部・本線・トンネル）でも、どんな天候（強風・豪雨・西日・夜間）でも、安定的に走行できるようにするという基本実験を中心に行った。特に SA/PA（4 週間）、夜間実験（2 週間）については予め計画に落とし込むとともに、駐車場規制や誘導員配置を行い、SA/PA での隊列形成・隊列解除を行った。

結果、SA/PA 内での走行については、低速のため目標車間距離が 10m であると歩行者や（スマート IC に抜ける）乗用車の割り込みがあり危険であることから 5m に変更しての確認を行い、トンネルおよび夜間に加え、豪雨でも LiDAR およびステレオカメラでのトラッキングはほとんど問題なく走行可能であることが判明した。

制御精度としては、縦方向 CACC の目標車間距離を前年度の 10m から 9m に下げたことから本線上では 10m を超えることはほとんどなくなり（ランプ部では時々発生）、横方向のトラッキングでは、本線上では車線を逸脱することがないレベルまで仕上がった。

(3)2020 年度実証実験結果

新型コロナウイルス感染症拡大の影響で 2 か月遅れの開始となったが、6 月から新東名にて実証実験を開始した。製作途中の 20 年型 2 編成（電子牽引隊列技

術要件適合車)の新東名投入が8月と11月になるため、18年型の機能確認実験車を含めて3編成9台を使っての実証実験となった。(同時運行は2編成)

電子牽引隊列技術要件適合車での公道実験開始にあたっては、11月13日に関係省庁にテストコースに来ていただき、80km/hでの後続車無人隊列走行の視察および40km/hでの助手席試乗(運転席無人)を行い、安全性を確認いただいたうえで実施した。

実証実験の内容としては、年度末に実施した電子牽引後続車無人隊列走行実証実験では後続車2台が完全無人になるため、通信やセンサ、ECU、ブレーキといった基幹システムの冗長化が設計通り機能するかどうかの確認と、万が一割り込みが発生したり、システムの重大故障が発生しても安全に停車できるという緊急時対応システムの検証が中心となった。また、SA/PA内でのトラッキングシステムの冗長化を図るため、磁気マーカトラッキングシステムを新たに採用した。

以下、主な成果について報告する。

(1)冗長系システム

後続車は無人となるため、通信およびセンサ、ECU、ブレーキ等の冗長化を図ることによりシステムの1つの系が故障しても他の系で代替できる冗長系システムを採用している。テストコースおよび公道にて強制的に系を切替る実験を行い、作動確認を行った上で公道での検証を行った。

(2)緊急時対応システム

緊急時対応システムとして縮退モード(50km/hでの減速走行または路肩停車)とMRMモード(緊急停車)の2つの緊急時対応モードを検討した。緊急時の想定として、割り込み時とシステム故障時・制御不具合時の作動条件について慎重に検討した上で実装し、テストコースで実験を重ねた。MRMモードについては、作動した場合でも後続する一般車両に追突される恐れがない減速度(0.2G)に設定し、かつ車線変更の途中で作動した場合でも隣接車線に飛び出ることなく安全に停車できることを確認した。

公道実験では、縮退モードについては実際に作動させて確認したが、MRMモードについては誤って公道上で緊急停止してしまう恐れがあることから、作動する条件になった場合でも作動させず、ドライバのHMIモニター上で確認できるようにした。

電子牽引後続車無人隊列走行実証実験時は、縮退モード・MRMモードとも実際に作動する状態で実証実験を行ったが作動することはなかった。

(3)SA/PA内トラッキングシステムの冗長化

SA/PA内は、きついカーブが多いため、LiDARおよびステレオカメラでのトラッキングでは十分な信頼性が得られない。そのためGNSSを用いてのトラッキングをメインで行っているが、GNSSの精度が悪くなる頻度が想定以上に多いことから、補完システムとして磁気マーカを敷設してのトラッキングシステムを採用した。

結果、GNSSメイン・磁気マーカサブの設定で問題なく SA/PA 内でのトラッキング走行が出来るようになった。

(4)長距離実証実験

浜松いなさ JCT～駿河湾沼津 SA 間での長距離実証実験は、年度前半と年度後半に集中して実施したが、制御精度が向上したこと、6 車線化工事が終了したことから、年度後半の実験では一度もオーバーライドすることなく走行できた。また、駿河湾沼津 SA 下りに新設していただいた隊列形成場所からも発進できることを確認した。

(5)電子牽引後続車無人隊列走行の実証実験（デモ）

2月22日に実施した電子牽引後続車無人隊列走行の実証実験は、新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言が延長されたことから、プレスを招聘することなく当日撮影した映像を用いて後日オンライン方式で公表する形式で実施した。

後続車2台の運転席は無人としたが、万が一の場合の安全確保と本線上で停車した場合の対応として、助手席にドライバを乗車させて緊急時はMRMを発動できるようにした。天候は晴天に恵まれたものの、やや風が強く実施判定条件の風速5m/s前後であったため実施が心配されたが、30分前に走行させた事前走路確認車の情報から実施可能との情報を受け、浜松 SA～遠州森町 PA 間（片道15キロ）を問題なく2往復した。

なお、当日は一般車両に対する安全確保のため、中日本高速道路に協力いただき、道路管理用パトロールカー（通称、黄パト）2台に後続車の後方を走行いただくとともに、合流部には定置型の本設LED情報版を設置していただく中で実施した。

3.1.17.4. 過年度成果を踏まえた評価・課題の整理（公道実証実験）

(1) 受容性調査の3ヵ年結果

2018年度から2020年度に実施した3ヵ年分の受容性調査の結果を取りまとめ、受容性の推移等の考察を行った。以下に整理結果を示す。

		モニタ調査	SA/PA調査	WEB調査
調査概要		車両内から走行中のトラック隊列を観測し、事前事後で隊列に対する意見を収集	高速道路SAPA利用者を対象にヒアリングし、トラック隊列に対する意見を収集	チラシ・ポスターのQRコードアンケートでトラック隊列を見た際の意見を収集
結果概要	18年度	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の統一的设计(約5割)や車間距離、隊列表記(約4割)での認識が多い。 ・隊列との遭遇時は約7割の人が隊列を追い越し。 ・心配な点では隊列の追越時間が約5割で最多、次いで車線変更と隊列本線走行時の一般車での本線合流が約4割。
	19年度	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列周辺走行時の走りやすさの印象は、事前から事後で改善。 ・隊列の車線変更時は何も感じない人が約6割、圧迫感を感じる人が約3割。 ・隊列遭遇時、追越しをする人が約7割。 ・隊列の合流時は約8割が車線変更で回避と回答。減速する人が約5割。 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の認識では、隊列の統一的设计での認識が約6割、車間距離が約3割。 ・隊列遭遇時、追越しをした人が約7割。 ・隊列の合流時は約7割が車線変更で回避すると回答。 ・心配な点では隊列の本線への合流と車線変更が約4割で最多。 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の認識では、隊列の統一的设计での認識が約8割、車間距離が約6割である。 ・隊列との遭遇時、追い越しをした人が約8割。 ・心配な点は隊列本線走行時の一般車での本線合流、追い越しが約4割で最多。
	20年度	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列周辺走行時の走りやすさの印象は、事前から事後で改善。 ・隊列の車線変更時は何も感じない人が約6割、圧迫感を感じる人が1割未満。 ・隊列遭遇時、追越しをする人が約7割。 ・隊列の合流時は約8割が車線変更で回避と回答。減速する人が約5割。 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の認識では、隊列の統一的设计での認識が約5割、車間距離と隊列表記が約3割である。 ・隊列遭遇時、追越しをした人が約6割。 ・隊列の合流時は約7割が車線変更で回避すると回答。 ・心配な点では隊列の本線への合流と追い越し時間が約3割で最多。 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の認識では、隊列の統一的设计での認識が約6割、車間距離と隊列表記が約5割である。 ・隊列との遭遇時、追い越しをした人が約7割。 ・心配な点は隊列本線走行時の一般車での本線合流が約6割で最多、次いで追越時間、車線変更、割り込みが約3割。
	3ヵ年まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列遭遇時、追越しをする人が約7割(経年変化なし) ・隊列の合流時は約8割が車線変更で回避と回答。減速する人が約5割(経年変化なし) ・心配点は隊列の車線変更が最多、次いで隊列走行時の本線合流と追越時間(当該項目は20年度のみ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の統一的设计での認識が最多、次いで車間距離と隊列表記(隊列表記の割合が約2→3割に上昇) ・隊列遭遇時追越しをした人が約6~7割(経年変化なし) ・隊列の合流時は約7割が車線変更で回避すると回答(経年変化なし) ・心配点は隊列の本線への合流が最多、次いで隊列の車線変更(19年度)と追越時間(20年度) 	<ul style="list-style-type: none"> ・隊列の統一的设计での認識が最多、次いで車間距離と隊列表記(順位の経年変化なし、割合は変化あり) ・隊列遭遇時追越しをした人が約7~8割(経年変化なし) ・心配点は隊列本線走行時の一般車での本線合流が最多、次いで隊列の追越時間(18年度は逆)

表 3-84 3ヵ年分の受容性調査結果

(2)ヒヤリハットの3カ年結果

2018年度から2020年度に発生した3カ年分のヒヤリハット事象を整理した。

発生したヒヤリハット事象を類型化し、本線上でのヒヤリハットは各年度の総走行距離、SAPA内でのヒヤリハットは各年度のSAPA走行回数当たりの発生件数を算出した。

- 2018年度から2020年度まで新東名の実験区間において計約4万1千kmを走行し、17回のヒヤリハット（割り込み、割り込み未遂等）が発生。
- 3車線化工事等に伴う車線減少区間で一般車両と錯綜が発生するケースが最も多く発生しているが、工事が進み3車線区間が延長された2020年度は減少傾向。後続車無人隊列走行には、車線減少や車線規制を伴う工事などへの対応に課題がある。
- 一方で逆走車の回避や一般車との同時車線変更など特異なケースへの対応にも課題がある。

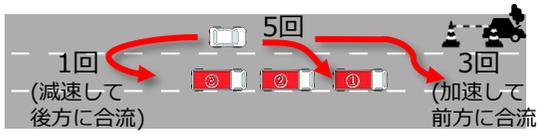
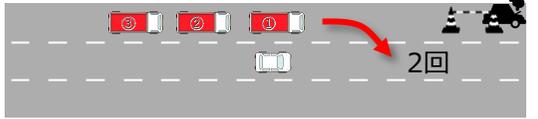
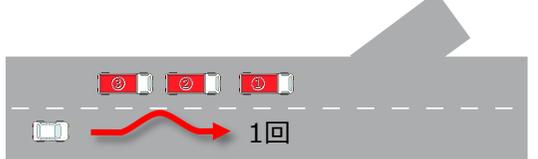
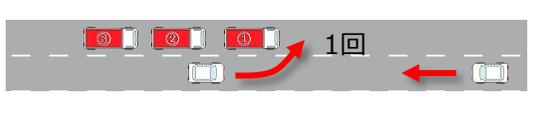
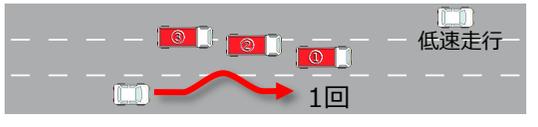
<p>ケース1. 車線減少部での一般車との並走、割り込み（隊列解除）、左側追い越し</p>		<p>18年度：0.47回/千km 19年度：0.78回/千km 20年度：0.09回/千km</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 工事規制等に伴い車線が消滅する直前で多く発生。 • 3車線区間が延長した20年度は減少しており、3車線化の効果を確認。
<p>ケース2. 本線の車線減少区間で隊列車線変更時の一般車との並走</p>		<p>18年度：なし 19年度：0.31回/千km 20年度：なし</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 車線減少区間に伴い車線変更を試みたが、右車線に車両がいたため隊列を解除。 • 3車線区間を走行することで改善が見込まれる。
<p>ケース3. SAPA内での歩行者の隊列車間への接近、一般車の割り込み（隊列解除）</p>		<p>18年度：0.42回/100走行（車間10m） 19年度：なし（車間5m） 20年度：なし（車間5m）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 18年度は歩行者の接近による隊列解除が発生したが、19年度以降SAPA内走行時の車間距離を5mにすることで改善。 ※優先方向を走行する一般車への対策が課題（隊列形成時は誘導員を配置し対応）。
<p>ケース4. 分流部での一般車の割り込み未遂</p>		<p>18年度：なし 19年度：なし 20年度：0.03回/千km</p>	<ul style="list-style-type: none"> • SAへの分流部手前において、SAに入る一般車が接近。一般車は隊列と並走後、加速して隊列を追い越し。
<p>ケース5. 逆走車回避のための一般車車線変更</p>		<p>18年度：0.47回/千km 19年度：なし 20年度：なし</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 逆走車を回避するため、一般車が隊列の前に車線変更した事象。 • 逆走車発生を早期に情報提供する対応が必要。
<p>ケース6. 隊列と一般車の同時車線変更</p>		<p>18年度：なし 19年度：なし 20年度：0.03回/千km</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 低速走行車追い越しのため、隊列が中央車線に車線変更する際、右車線からも一般車が車線変更を図り隊列と接近。 • 車線変更による回避判断の検討が必要。

表 3-85 2018年度から2020年度までヒヤリハット

3.1.17.5. 実証事業を通じて得られた成果と課題

(1) 成果

■ 成果①

◇ 電子牽引技術による後続車無人化

- ・ LV4 車両には、極めて高度で信頼性の高い認知・判断技術やデジタル地図が必要であるが、手動運転される先頭車を自動追尾することにより一般車混在交通にて速度 80km/h の高速で無人化を実現。
- ・ 短車間距離制御による交通密度・燃費改善。

■ 成果②

◇ フェールセーフ/冗長化技術により無人化

- ・ 異なった手法による機器の冗長化による環境変化に対するロバストなシステムの実現。
- ・ 冗長システムにおけるフェールセーフティ技術の確立（縮退運転・MRM）。

※ 成果①②の展開可能性

BRT や除雪車など、輸送量や作業効率を上げる分野への展開。

■ 成果③

◇ 他の交通参加者との関係性

- ・ デカールによる注意喚起効果が認められた。
- ・ リア LED 表示器や路側 LED 情報板の有効性（車外 HMI は特に過渡期に重要と考えられる）。
- ・ 車線減少や車線規制などの無い 3 車線区間では走行が安定。

(2) 課題

■ 技術的な課題

◇ 他の交通参加者との安全性向上

- ・ 工事規制による車線減少に伴う車線変更においてヒヤリハット（割込み、割込み未遂等）が 17 件発生（約 4.1 万 km）。
- ・ 合流部では、注意喚起表示版に一定の効果見られるも錯綜が残る。

◇ 電子牽引が切れた場合の対応方法

- ・ 割込み時等に後続車は車線上で停止するため、レスキュー方法の検討が必要。

※ 後続車を路肩に自動停止させるのは自動運転となり電子牽引の枠組みでは不可。

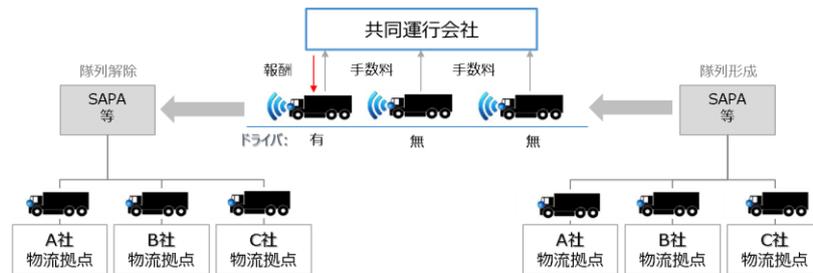
◇ 環境変化への対応

- ・ 落下物・故障車など車線変更を必要とするシーン
- ・ 豪雨・降雪・霧などの天候変化への対応

■ 事業性面の課題

◇ 隊列運行管理サービスのビジネスモデルの確立

- ・ 事業の担い手と運行方法
- ・ 隊列運行管理（形成マッチング・車群状態監視）
- ・ 車両およびシステムのメンテナンス体制構築
- ・ 車両や運用コスト等含めて成立可能なビジネスモデル



◇ 運行形態の確立

- ・ 事業者ニーズに合わせた運行方法の確立（最大のメリットは 12m の大型車に戻れること）
- ・ 3 台一直線に並べての車群形成は限られた駐車スペースを圧迫（自動バレー技術の活用可能性）

◇ 運転技能の明確化と教育方法の確立

- ・ 長尺車両（3 台隊列延長 54m）の運転操作に加えて後続車状態モニタリング
- ・ 実証実験時は牽引免許保持者に限定されており、普及に向けてのハードルになる。

4. 国際情報発信

欧米を中心に隊列走行に関する取組みが活発化する中、日本における隊列走行の取組みを紹介する WEB サイトの作成等により、国際情報発信を進める。昨年度構築した WEB サイトの保守・管理を実施した。

4.1. WEB サイトの概要

WEB サイト概要を以下に示す。

公開日	公開日：2019年7月4日
タイトル	Truck Platooning Initiative
URL	https://truck-platooning-initiative.com/
構成	



表 4-1 WEB サイト概要

4.1.1. 更新内容

2020 年度の WEB サイト更新内容を下記に示す。

更新回数	内容
第 1 回	2019 年度 実証実験車両のシステムについて ・ 無人システムについて ・ 2019 年度に新たに追加された機能
第 2 回	2019 年度 有人・無人隊列の動画
第 3 回	2020 年度 実証実験車両のシステムについて

表 4-2 WEB サイトの更新内容

(1) 第 1 回更新内容

更新内容を以下に示す。

Description of truck platooning system without drivers inside follower trucks

This is a system in which one or more unmanned trucks is driven, electronically coupled (electronically towed) at short vehicle distances (maximum length 10 m) behind a lead truck that is being manually operated by a driver. Electronic towing refers to the connection between trucks by means of telecommunications or the like; no physical coupling exists. In addition to helping address the issue of a shortage of truck drivers by achieving highly efficient operation through truck platooning, energy conservation can be expected thanks to the effects of reduced air resistance and increased traffic capacity attained through short vehicle-to-vehicle distances.

New features added in 2019

(1) Integrated operation and status monitoring of follower trucks by the lead truck

- This feature enables integrated operation of follower trucks engine starts and stops, transmission-gear position changes, parking brake activation and release and the like, from the lead truck driver's seat.
- This feature displays information such as engine running status, shift position, inter-vehicular distances, water temperatures, amount of fuel remaining, system failure information on anomalous occurrences, and the like, on the lead truck driver's HMI (Human Machine Interface), which is a monitor installed at the driver's seat of the lead truck.

(2) Redundancy of vehicle control equipment

- Multiplexing of control ECUs, steering actuators, brakes, and other systems.

(3) Lead truck driver assistance feature

- This feature detects nearby vehicles, obstacles and the like using a millimeter-wave radar when changing lanes, and indicates that a lane change is not possible via the lead truck driver's HMI or electronic mirror when there are vehicles or other obstacles nearby.

(4) LED indicators for deterring vehicles from merging between platooning trucks

- This feature alerts the driver to approaching vehicles via the HMI, and uses LED information panels installed on the rear of the truck to warn approaching vehicles against merging between platooning trucks.

(5) Response to anomalous occurrences in truck platooning driving state (vehicles merging between truck platooning and the like)

- Anomalous occurrences are indicated by the lead truck driver's HMI through the status monitoring feature described in (1). (In the event of a vehicle merging between platooning trucks, the position of the occurrence and the distance to the truck following are displayed)
- This feature allows the platooning trucks to execute an MRM (Minimum Risk Maneuver: Action taken to minimize danger) in the event that some anomaly or the like makes it difficult to maintain the truck platooning state.



図 4-1 2020 年 7 月 22 日更新ページ (1/4)

Description of Demonstration Truck platooning System

■ Description of truck platooning system without drivers inside follower trucks

This is a system in which one or more unmanned trucks is driven, electronically coupled (electronically towed) at short vehicle distances (maximum length 10 m) behind a lead truck that is being manually operated by a driver. Electronic towing refers to the connection between trucks by means of telecommunications or the like; no physical coupling exists. In addition to helping addressing the issue of a shortage of truck drivers by achieving highly efficient operation through truck platooning, energy conservation can be expected thanks to the effects of reduced air resistance and increased traffic capacity attained through short vehicle-to-vehicle distances.

■ New features added in 2019

(1) Integrated operation and status monitoring of follower trucks by the lead truck

- This feature enables integrated operation of follower trucks engine starts and stops, transmission-gear position changes, parking brake activation and release and the like, from the lead truck driver's seat.
- This feature displays information such as engine running status, shift position, inter-vehicular distances, water temperatures, amount of fuel remaining, system failure information on anomalous occurrences, and the like, on the lead truck driver's HMI (Human Machine Interface), which is a monitor installed at the driver's seat of the lead truck.

(2) Redundancy of vehicle control equipment

- Multiplexing of control ECUs, steering actuators, brakes, and other systems.

(3) Lead truck driver assistance feature

- This feature detects nearby vehicles, obstacles and the like using a millimeter-wave radar when changing lanes, and indicates that a lane change is not possible via the lead truck driver's HMI or electronic mirror when there are vehicles or other obstacles nearby.

(4) LED indicators for deterring vehicles from merging between platooning trucks

- This feature alerts the driver to approaching vehicles via the HMI, and uses LED information panels installed on the rear of the truck to warn approaching vehicles against merging between platooning trucks.

(5) Response to anomalous occurrences in truck platooning driving state (vehicles merging between truck platooning and the like)

- Anomalous occurrences are indicated by the lead truck driver's HMI through the status monitoring feature described in (1). (In the event of a vehicle merging between platooning trucks, the position of the occurrence and the distance to the truck following are displayed)
- This feature allows the platooning trucks to execute an MRM (Minimum Risk Maneuver: Action taken to minimize danger) in the event that some anomaly or the like makes it difficult to maintain the truck platooning state.

[New features added in 2019]

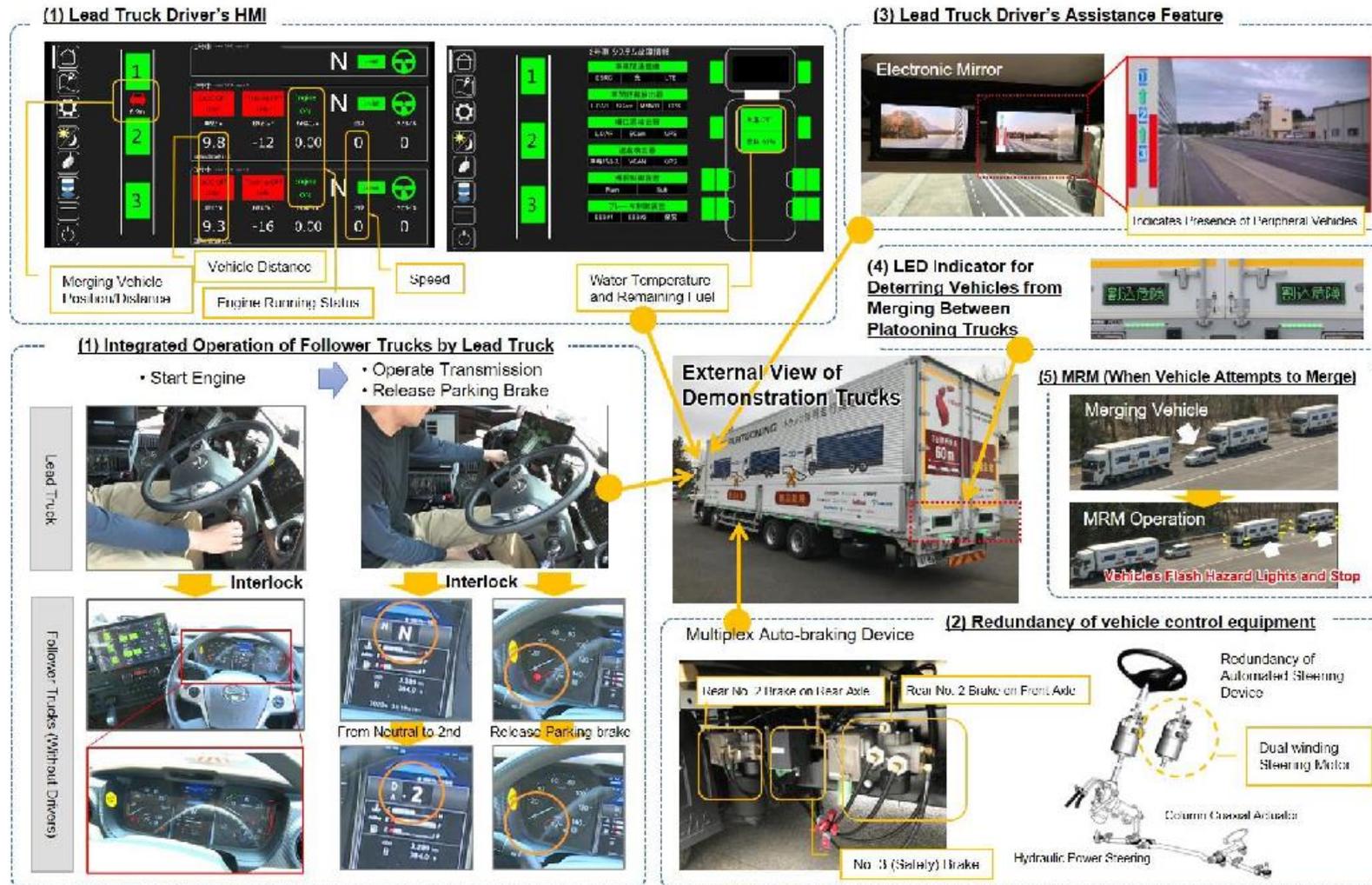
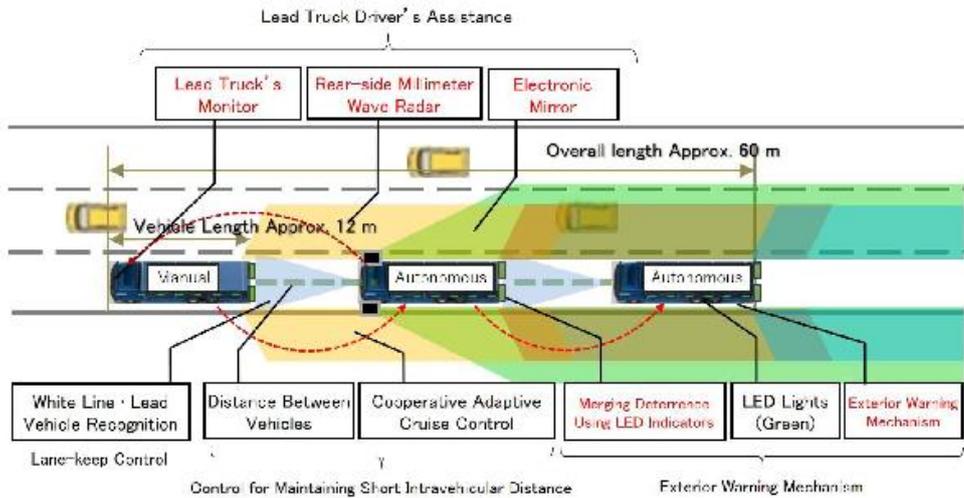


图 4-3 2020 年 7 月 22 日更新ページ (3/4)

[Bird's-eye view of Demonstration Trucks] * The items in red were added in 2019.



[External appearance of Demonstration Truck]



図 4-4 2020年7月22日更新ページ (4/4)

(2) 第 2 回更新

更新内容を以下に示す。

Movie



Demonstration: FY2019 (Truck Platooning System without Drivers)



Demonstration: FY2019 (Truck Platooning System with Drivers)



Demonstration : Jan. - Feb. 2019



Demonstration : Dec. 2018



Demonstration : Jan. - Feb. 2018

図 4-5 2021 年 2 月 26 日更新ページ (1/3)

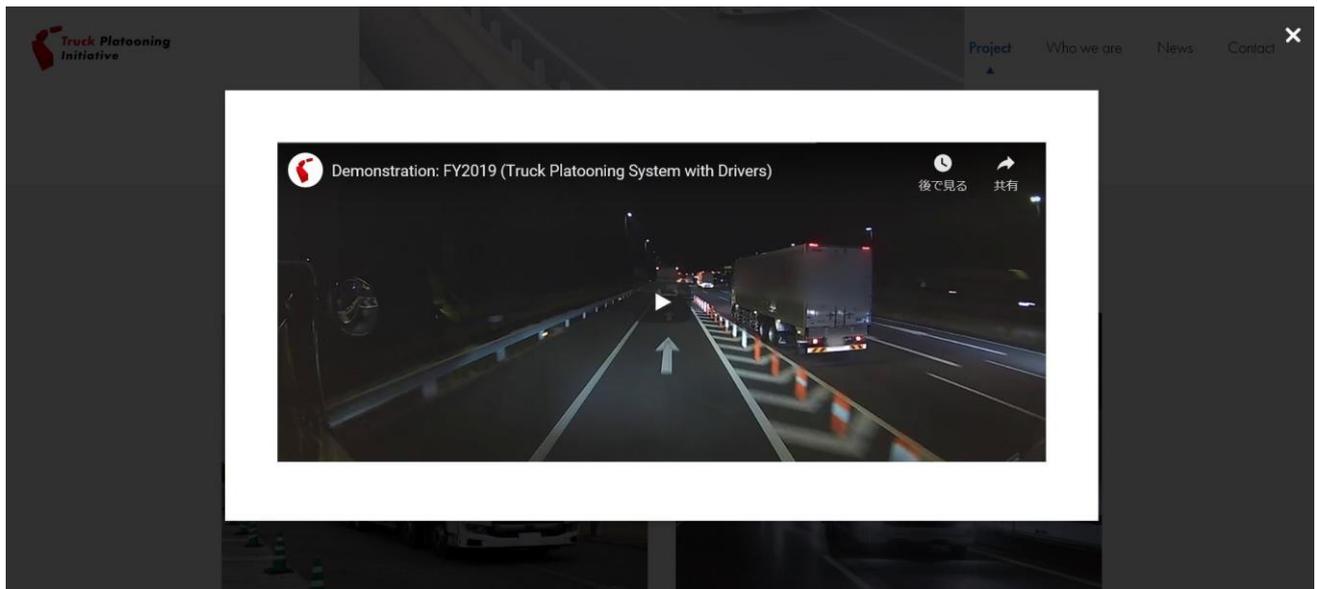


図 4-6 2021年2月26日更新ページ (2/3)



図 4-7 2021年2月26日更新ページ (3/3)

5. 委員会運営

事業の推進にあたり必要となる検討事項について、委員会の体制を構築し、必要に応じて委員会・WG・TFを開催して検討・協議を実施した。

以下に、実施状況を整理した。

5.1. 後続車有人システム実証実験検討 WG/SWG

5.1.1. 実証実験検討 WG 等

表 5-1 後続車有人システム実証実験検討 WG/SWG 一覧

開催日	会議名	内容
2020年4月9日	第1回 WG	1. 新型コロナウイルス感染症対応について 2. 20年度実証実験について 3. その他連絡事項
2020年4月17日	第2回 WG	1. 「発展型」のコンセプトについて 2. 20年度実証実験計画について 3. SWGでの議題検討 4. その他連絡事項
2020年4月21日	第1回 SWG	1. WG議事共有 2. 発展型を想定した車車間通信データ定義について 3. テストコースでの確認事項について 4. その他連絡事項
2020年5月13日	第2回 SWG	1. 緊急事態宣言延長に対する各社対応状況確認 2. 発展型を想定した車車間通信データ定義の検討 3. 本年度テストコース実証実験内容検討 4. その他連絡事項
2020年5月15日	第3回 WG	1. 前回WG/SWGの議事内容の共有 2. 20年度実証実験計画について 3. 「発展型」のコンセプトについて 4. その他連絡事項
2020年5月26日	第4回 WG	1. 20年度実証実験計画について 2. 「発展型」のコンセプトの検討 3. その他連絡事項
2020年6月10日	第5回 WG	1. 「発展型」のコンセプトの検討について 2. テストコース日程について 3. 役割について 4. その他連絡事項

開催日	会議名	内容
2020年6月15日	第3回 SWG	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本年度仕様通信機の開発状況 2. 1回目テストコース実証実験日程、内容検討 3. 公道実証実験場所の検討 4. 「発展型」コンセプトのシミュレーションへ向けた課題検討（各ユースケース） 5. その他連絡事項
2020年6月23日	第6回 WG	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「トラック隊列走行による道路交通振動寄与に関する研究」について 2. テストコース実証実験日程・場所の検討について 3. 「発展型」コンセプトのシミュレーションについて 4. 公道実証場所及びその区間について
2020年7月6日	第4回 SWG	<ol style="list-style-type: none"> 1. テストコース実証実験内容検討 2. 公道実証実験場所検討 3. 「発展型」コンセプトのシミュレーション進捗報告 4. その他連絡事項
2020年7月7日	第7回 WG	<ol style="list-style-type: none"> 1. SWG 議論内容共有 2. 「発展型」コンセプトのシミュレーションに向けての深堀議論 3. その他連絡、共有事項
2020年7月27日	第5回 SWG	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1回目テストコース実証実験スケジュール検討 2. 公道実証実験場所検討（NEXCO 東日本様との会議内容含め） 3. 「発展型」コンセプトのシミュレーション進捗報告 4. 「発展型」コンセプト・車間維持性能向上の進捗報告 5. その他連絡事項
2020年7月31日	第8回 WG	<ol style="list-style-type: none"> 1. SWG 議論内容共有 2. 「発展型」コンセプトの年次報告書に向けた取り纏め検討 3. その他連絡、共有事項
2020年8月25日	第6回 SWG	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1回目テストコース実験内容と時間割確

開催日	会議名	内容
		定 2. 安全対策会議日程検討と資料レビュー 3. 公道実証実験日程検討 4. 公道実証実験での受容性評価検討 5. 「発展型」コンセプトのシミュレーション進捗報告 6. その他連絡事項
2020年9月7日	第9回 WG	1. SWG 議論内容共有 2. 各社との契約について 3. 「発展型」シミュレーション進捗報告 4. 「発展型」コンセプトの年次報告書に向けた取り纏め検討 5. その他連絡、共有事項
2020年9月15日	第7回 SWG・ 第1回安全対策会議	1. 実験計画書及び安全対策会議資料読み合わせ 2. 質疑応答、訂正箇所 3. 新通信機を用いた各社テスト結果共有 4. その他連絡事項
2020年10月7日	第10回 WG	1. 1回目テストコース実験結果纏め検討 2. 公道実証実験時期検討 3. 「発展型」シミュレーション進捗報告 4. 「発展型」コンセプトの年次報告書取り纏め検討 5. その他連絡、共有事項
2020年10月14日	第8回 SWG	1. 1回目テストコース実験結果と「要求加速度」利用の課題 2. 公道実証実験日程検討 3. 「発展型」シミュレーション進捗報告 4. その他連絡事項
2020年10月29日	第9回 SWG	1. 第1回テストコース実験結果解析進捗、課題抽出 2. 第1回テストコース実験報告書レビュー 3. 公道実証実験計画書レビュー 4. 「発展型」シミュレーション進捗報告 5. その他連絡事項
2020年11月4日	第11回 WG	1. 第1回テストコース実験結果速報レビュー

開催日	会議名	内容
		2. 公道実証実験計画書レビュー 3. 「発展型」シミュレーション進捗報告 4. 「発展型」コンセプトの年次報告書取り纏め検討 5. その他連絡、共有事項
2020年11月26日	第10回 SWG	1. 第2回テストコース実験内容検討 2. 公道実証実験の予備日検討 3. 安全対策会議(第2回テストコース実験、公道実証実験)日程検討 4. 「発展型」シミュレーション進捗報告 5. その他連絡事項
2020年12月2日	第12回 WG	1. 第10回有人隊列 SWG 議論内容共有 2. 「発展型」コンセプトの年次報告書取り纏め検討 3. 「発展型」シミュレーション進捗報告 4. その他連絡、共有事項
2020年12月11日	第11回 SWG	1. 第2回テストコース実験での制動模擬走行方法検討 2. 公道実証実験計画書、安全実施要領レビュー 3. 第2回テストコース実験、公道実証実験事前確認 4. 「発展型」シミュレーション進捗報告 5. その他連絡事項
2020年12月22日	第2回安全対策会議	1. 第2回テストコース実験 安全実施要領読み合わせ 2. 公道実証実験 安全実施要領読み合わせ 3. 質疑応答
2020年12月25日	第13回 WG	1. 「発展型」コンセプトの年次報告書取り纏め検討 2. 「発展型」シミュレーション進捗報告 3. その他連絡、共有事項
2021年2月5日	第12回 SWG	1. 本年度報告書纏め検討 2. 確定検査について 3. その他連絡事項
2021年1月7日	緊急事態宣言対応方針会議	1. 緊急事態宣言発令による実証実験実施判断について

開催日	会議名	内容
2021年1月26日	第14回 WG	1. 「発展型」シミュレーション最終報告(杉町先生より) 2. 「発展型」コンセプト年次報告書取り纏め検討 3. 第2回推進委員会資料確認 4. その他連絡、共有事項
2021年2月5日	第12回 SWG	1. 本年度報告書纏め検討 2. 確定検査について 3. その他連絡事項
2021年2月12日	第15回 WG・ 第13回 SWG	1. 本年度報告書纏め検討 2. 「発展型」コンセプト纏め検討 3. その他連絡事項
2021年2月19日	第14回 SWG	1. 本年度報告書レビュー 2. 有人隊列総括報告書案検討 3. その他連絡事項
2021年2月26日	第16回 WG・ 第15回 SWG	1. 本年度報告書レビュー 2. その他連絡事項

5.1.1. その他関係者会議

表 5-2 その他関係者会議一覧

開催日	関係者
2020年6月12日	NEXCO 東日本 関東支社
2020年7月22日	NEXCO 東日本 関東支社
2020年12月15日	NEXCO 東日本 関東支社

5.2. 後続車無人システム実証実験検討 WG/SWG

5.2.1. 実証実験検討 WG 等

表 5-3 後続車無人システム実証実験検討 WG/SWG 一覧

開催日	会議名	内容
2020年4月8日	第1回 SWG	1. 新型コロナウイルスの影響を受けた対応について 2. 国交省提出書類記載事項検討
2020年4月21日	第2回 SWG	1. 関係機協議資料の共有と訂正 2. 走行開始までの各準備進捗の確認 3. 実験計画書の共有と確認
2020年5月11日	第3回 SWG	1. スケジュール関係の確認 2. 今年度の調査実施方針 3. その他
2020年7月8日	第4回 SWG	1. 18年型車、20年型車の進捗状況確認 2. 計画変更について 3. 磁気マーカ敷設工事 4. 電子牽引本番走行に向けた確認事項
2020年7月29日	第5回 SWG	1. 関係機協議資料の共有と訂正 2. 電子牽引本番走行に向けた確認事項
2020年9月17日	第6回 SWG	1. 電子牽引本番の走行マニュアルについて 2. 合流状況記録について
2020年10月20日	第7回 SWG	1. 電子牽引本番の走行マニュアルについて
2020年11月2日	第8回 SWG	1. 電子牽引本番走行イベント内容について
2020年12月25日	第9回 SWG	1. 電子牽引本番走行に向けた確認事項 2. 電子牽引本番走行イベント内容について
2021年1月25日	第10回 SWG	1. 電子牽引本番走行に向けた確認事項 2. 電子牽引本番走行イベント内容について
2021年2月4日	第11回 SWG	1. 電子牽引本番走行に向けた確認事項 2. 電子牽引本番走行イベント内容について
2021年2月8日	第12回 SWG	1. 電子牽引本番走行に向けた確認事項 2. 電子牽引本番走行イベント内容について
2021年2月12日	第13回 SWG	1. 電子牽引本番走行に向けた確認事項 2. 電子牽引本番走行イベント内容について

5.2.2. その他関係者会議

表 5-4 その他関係者会議一覧

開催日	関係者
2020年4月13日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年4月23日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年5月11日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課

開催日	関係者
2020年6月9日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年8月4日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年8月6日	推進委員会
2020年8月13日	静岡県警高速警察隊
2020年8月17日	NEXCO 中日本 東京支社 浜松保全センター
2020年10月7日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年11月6日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2020年11月18日	静岡県警高速警察隊
2020年12月10日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2021年1月21日	NEXCO 中日本 東京支社 浜松保全センター
2021年1月27日	推進委員会
2021年1月28日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課
2021年2月18日	NEXCO 中日本 東京支社 総務企画部 企画調整課 静岡県警高速警察隊
2021年3月19日	推進委員会