

平成 30 年度成果報告書

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第 2 期 /
自動運転 (システムとサービスの拡張) /
混在交通下における交通安全の確保等に向けた V2X 情報の活用方策に係る調査

平成 31 年 3 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先 一般社団法人 UTMS 協会
パシフィックコンサルタンツ株式会社

目 次

1. はじめに.....	5
1.1 事業目的.....	5
1.2 事業概要.....	5
1.3 研究の方法.....	5
2. 自動運転車両の走行による交通流への影響調査・分析手法の検討.....	7
2.1 一般道で自動運転車両の混在が交通流に影響を与え得る場面の整理.....	7
2.1.1 場面整理において想定する自動運転車両の性能.....	7
2.1.2 場面の整理に当たってのケース設定.....	10
2.1.3 場面と想定される影響の整理結果.....	10
2.2 実証実験時に交通流への影響を分析する目的で利用する可能性のあるデータの整理.....	16
2.2.1 整理データの概要.....	16
2.2.2 実験車両の周辺車両の全数を把握できる交通関連データ.....	16
2.2.3 実験車両の周辺車両をサンプル的に把握できる交通関連データ.....	18
2.2.4 実験車両で把握できる交通関連データ.....	19
2.3 実証実験時に自動運転車両が与える交通流への影響の分析手法の検討.....	21
2.3.1 影響の分析方針.....	21
2.3.2 フィールド検証の方法.....	21
2.3.3 シミュレーション検証の方法.....	25
3. 車車間通信情報の整理及び交通管制業務への活用手法の検討.....	30
3.1. 車車間通信情報の整理.....	30
3.2 交通管制業務におけるユースケースと活用データ.....	31
3.2.1 交差点交通動態指標算出.....	33
3.2.2 ネットワーク交通動態指標算出.....	35
3.2.3 信号制御便益指標算出.....	37
3.2.4 信号制御性能指標算出.....	39
3.2.5 省感知器制御.....	41
3.2.6 交通診断.....	43
3.2.7 特定車両優先制御.....	45
3.2.8 自動運転車両安全指標算出.....	47
3.3 車車間情報の活用及びデータ蓄積における留意事項.....	49
4. 省感知器効果評価シミュレーション実験.....	50
4.1 目的.....	50
4.2 実験の概要.....	50
4.3 シミュレーションモデル.....	50
4.3.1 評価条件.....	50
4.3.2 評価パラメータ.....	52

4.4	評価結果	53
4.4.1	車載機混入率と信号制御効果の関係	53
4.4.2	データ収集間隔と信号制御効果の関係	55
4.4.3	交通量変化と信号制御効果の関係	55
4.5	実験結果まとめ	56

まえがき

本調査は、「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）第2期 自動運転（システムとサービスの拡張）」のうち、「混在交通下における交通安全の確保等に向けたV2X情報の活用方策に係る調査」において、一般車両と自動運転車両が混在した交通環境下における交通安全の確保等に向け、自動運転車両の走行による交通流への影響調査・分析手法の検討、V2X情報及びその他の影響分析に必要とするデータの収集方法について調査するとともに、車車間通信情報等を交通管制業務に活用する手法についての検討を実施するものである。

研究開発の成果と達成状況

1. 平成 30 年度の研究事項

平成 30 年度に実施した研究事項を示す。

- ①自動運転車両の走行による交通流への影響調査・分析手法の検討

【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】

- ②交通管制業務に活用可能な車車間通信情報の整理

【担当 一般社団法人UTMS協会】

- ③車車間通信情報の交通管制業務への活用手法の検討

【担当 一般社団法人UTMS協会】

2. 成果と達成状況

2.1 ①について

一般車両の運転挙動分布に基づいて、自動運転車両の想定運転モデルを「保守的・低性能」、「積極的・高性能」に分類し、それぞれの運転モデルにおいて想定される交通流に影響を与えるシーンを抽出した。また、それらの影響分析に必要なデータの収集方法についての整理を行った。

2.2 ②について

車車間通信情報に関わるメッセージ等の技術仕様は、ITS Connect 推進協議会において検討されており、「ITS Connect システム 車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版」が公開されている。ITS Connect 推進協議会に仕様書の引用許諾についての申請を行い、交通管制業務に活用可能なデータの整理を行った。

2.3 ③について

前項で整理した車車間通信情報に基づいて、信号制御や交通管制業務の運用支援を対象とした交通管制に活用するユースケース案を抽出し、それぞれの目的、概要、交通管制センタや路側機器の機能要件、車車間通信情報のデータ要件（データ項目、必要な車載機混入率の想定（小、中、大）、データ収集サンプリング周期等）を整理した。また、警察庁が実施した「信号情報の活用による運転支援の高度化に向けたITS無線路側機の普及方策に係る調査研究」と連携し、ユースケース案を共有した。

さらに、信号制御のパラメータを決めるための情報収集に利用する車両感知器を車車間通信情報によって代替することで、車両感知器の削減が可能かを評価することを目的としたシミュレーション実験を実施した。シミュレーション実験の結果、最大渋滞長が400m未満のITS無線の通信範囲に収まる小規模な渋滞の場合、車車間通信情報を送信する車両が全体交通量の1%程度以上あれば、渋滞計測用車両感知器の削減が可能であるという評価結果が得られた。

和文要約

現在開発が進められている自動運転車両が導入され、一般車両と自動運転車両が混在すると、交通の流れが変化することが予想される。将来、自動運転車両が導入された時に交通安全を確保した上で、交通の流れを円滑にするためには、自動運転車両が一般車両に与える影響や交通流に与える影響を把握しておく必要がある。

ここで、S I P第2期では、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会前に自動運転の実証実験が計画されており、自動運転車両が公道を走行する予定であるため、実データを用いて自動運転車両が交通流に与える影響の分析を行うことができると考えられる。そこで実証実験時の実データを用いて、自動運転車両の走行による交通流への影響（円滑性、安全性）を調査・分析する手法を検討した。

検討に当たっては、まず、自動運転車両の走行性能を一般ドライバーとの比較で定性的に仮定し、一般車両と自動運転車両が混在して走行した場合に交通流に影響を与え得る場面を正の影響、負の影響の両面から網羅的に整理した。また、既存の交通関連データを含めて、実証実験時に交通流への影響を分析する目的で利用できる可能性のあるデータを整理した。その上で、整理した各場面に対して、実証実験時に取得する実データから影響を分析する手法を整理するとともに、特に円滑性については実証実験時の実データによる分析結果を踏まえてシミュレーションを用いて分析する手法についても整理した。

一方、交通管制業務においては、自動運転車両等の路側インフラと無線通信でつながる車両が普及すると、路と車が相互に情報を交換する新たな道路交通環境の出現が想定される。信号制御等の交通管制業務においては、従来の車両感知器に代わって、これらの「つながる車両」から送信される車車間通信情報を交通情報源として、インフラと車が協調する新しい交通管制へ進化することで、交通管制システムの低コスト化や機能の高度化を実現することが期待される。

なお、車車間通信情報に関わるメッセージ等の技術仕様は、I T S Connect 推進協議会において検討されており、「I T S Connect システム 車車間通信メッセージ仕様 I T S Connect TD-001 1.0 版」が公開されている。本調査では、上記のメッセージ仕様で定義されている車車間通信情報を前提条件として、信号制御や交通管制業務の運用支援を対象とした交通管制に活用するユースケース案を抽出し、それぞれの目的、概要、交通管制センタや路側機器の機能要件、車車間通信情報のデータ要件（データ項目、必要な車載機混入率の想定（小、中、大）、データ収集サンプリング周期等）を整理した。

さらに、信号制御のパラメータを決めるための情報収集に利用する車両感知器を車車間通信情報によって代替することで、車両感知器を削減することが可能かを評価することを目的としたシミュレーション実験を実施した。シミュレーション実験の結果、最大渋滞長が400m未満のI T S無線の通信範囲に収まる小規模な渋滞の場合、車車間通信情報を送信する車両が全体交通量の1%程度以上あれば、渋滞計測用車両感知器の削減が可能であるという評価結果が得られた。

英文要約

When automated vehicles are introduced and come to coexist with conventional vehicles, it is predicted that there will be changes in traffic flow. In order to ensure road safety and smooth traffic when automated vehicles are introduced, it is necessary to understand the impacts on traffic flow that automated vehicles will have. Since the second phase of SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program) plans to conduct a demonstration experiment for automated vehicles before the 2020 Tokyo Olympic and Paralympic Games, it is considered possible to analyze the impacts of automated vehicles on traffic flow using actual data. Therefore, in this research, methods of investigating and analyzing the impacts on traffic flow using actual data were examined. To start the examination, the performance of automated driving systems was qualitatively hypothesized compared to that of human drivers, and situations where automated vehicles could affect traffic flow if both conventional and automated vehicles coexist and travel on the road were thoroughly identified in terms of both positive and negative impacts. Also, including existing traffic-related data, data that could be applied for analyzing the impacts on traffic flow during the demonstration experiment were identified.

In traffic management, on the other hand, as automated vehicles connected to roadside units via wireless communications become widely used, a new road traffic environment in which roadside units and vehicles mutually exchange information is likely to emerge. Traffic management as traffic signal control are expected to achieve reduction in costs and improvement in functions through evolution to cooperative traffic control systems that use V2V (vehicle-to-vehicle communication) information transmitted from these connected vehicles instead of information from the existing vehicle detectors. In this research, draft use cases using V2V information in traffic management were presented focusing on support for traffic signal control and traffic management operations, and details for each use case, such as requirements for V2V data items, assumption of the required ratio of connected vehicles to total traffic volume, and data collecting and sampling cycles, were identified. Furthermore, a simulation experiment was conducted to evaluate the possibility of reducing the number of vehicle detectors by using V2V information instead of information obtained from vehicle detectors. The result of the experiment found that, in the case of small congestion that falls within the range of the ITS radio communication, the reduction in the number of vehicle detectors for congestion measurement is possible if the vehicles that transmit V2V information account for more than around 1% of the total traffic volume.

本文

1. はじめに

1.1 事業目的

S I P 第 2 期では、自動運転を実用化するための多岐に渡る技術的課題を克服するため、協調領域として自動運転車両が走行可能な環境の整備及び安全性確保に必要な基盤技術開発に重点を置き開発を進め、走行環境の整備等の検討の中で、自動運転に必要な道路交通情報のフォーマットや通信要件を決め、それらの標準化を目指している。

その中で本事業は、一般車両と自動運転車両が混在した交通下における交通安全の確保等に向けた V 2 X 情報の活用を資することを目的とする。

1.2 事業概要

本事業では、上記事業目的を達成するために、自動運転車両による既存交通流への影響評価やそれに対応する交通管制の実施に向けた、車車間通信情報やプローブ情報等の活用手法の検討を行う。具体的には下記 3 項目を実施する。

①自動運転車両の走行による交通流への影響調査・分析手法の検討

【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】

②交通管制業務に活用可能な車車間通信情報の整理

【担当 一般社団法人 U T M S 協会】

③車車間通信情報の交通管制業務への活用手法の検討

【担当 一般社団法人 U T M S 協会】

1.3 研究の方法

U T M S 協会の会員である信号機等のインフラメーカー、カーメーカー等の参画を得た委員会を設置する。表 1.1 に委員会参加団体及び企業を示す。また、表 1.2 に委員会の開催実績を示す。

表 1.1 委員会参加団体及び企業

分類	企業・団体・政府機関
インフラメーカー	オムロンソーシアルソリューションズ株式会社 株式会社京三製作所 京セラ株式会社 コイト電工株式会社 住友電気工業株式会社 日本信号株式会社 パナソニックシステムソリューションズジャパン株式会社

分類	企業・団体・政府機関
カーメーカー等	トヨタ自動車株式会社 日産自動車株式会社 クラリオン株式会社 株式会社デンソー 一般社団法人 日本自動車工業会
共同実施機関	パシフィックコンサルタンツ株式会社
行政機関	警察庁交通局

表 1.2 委員会の開催時期、議事

開催時期		議題
第 1 回	2018/11/9	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査研究実施計画レビュー ・ 車車間通信情報を交通管制業務に活用可能な手法の整理（ユースケース案）
第 2 回	2018/12/11	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動運転車両が影響を与える場面の整理及びプローブ情報等の整理 ・ 交通管制業務に活用可能な車車間通信情報の整理（利用データ及び蓄積データ仕様） ・ 感知器削減効果のシミュレーション結果
第 3 回	2019/1/30	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動運転車両が影響を与える場面の整理及びプローブ情報等の整理
第 4 回	2019/3/4	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査報告書レビュー

2. 自動運転車両の走行による交通流への影響調査・分析手法の検討

現在開発が進められている自動運転車両が導入され一般車両と自動運転車両が混在すると、交通の流れが変化することが予想される。将来、自動運転車両が導入された時に、交通安全を確保した上で、交通の流れを円滑にするためには、自動運転車両が一般車両に与える影響や交通流に与える影響を把握しておく必要がある。

ここで、S I P第2期では、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会前に自動運転の実証実験が計画されており、自動運転車両が公道を走行する予定であるため、実データを用いて自動運転車両が交通流に与える影響の分析を行うことができると考えられる。そこで本章では、実証実験時の実データを用いて、自動運転車両の走行による交通流への影響を調査・分析する手法を検討した。検討の手順を図2.1に示す。

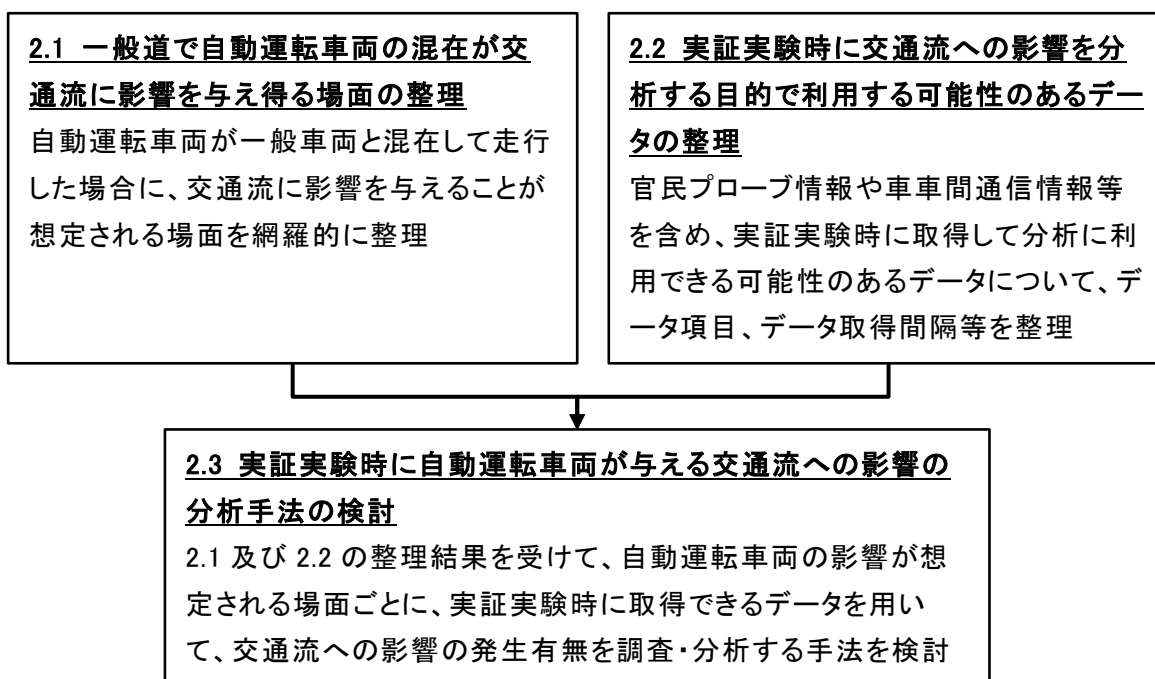


図 2.1 検討フロー

2.1 一般道で自動運転車両の混在が交通流に影響を与え得る場面の整理

一般道で一般車両と自動運転車両が混在して走行した時に、自動運転車両が交通流に影響を与える可能性がある場面について、円滑性と安全性の2つの観点から整理した。

なお、場面の整理に当たっては一般道において自動運転車両がどのように走行するか、その性能を想定する必要があり、本検討において想定した性能を2.1.1に示す。

2.1.1 場面整理において想定する自動運転車両の性能

一般道を走行できる自動運転車両は現時点ではいまだ市場導入されていないため、ここでは自動運転車両の走行性能が一般ドライバーと比較して保守的・低性能な場合と、積極的・高性能な場合の2種類を想定した。以降の場面の整理では、自動運転車両の性能の具体的な数値設定は行わず、一般ドライバーと比較した高低のみにより定性的に検

討した。最終的にシミュレーションを用いて交通流への影響を評価することを念頭に整理した自動運転車両の走行性能の想定を表 2.1 に示す。

表 2.1 想定した自動運転車両の走行性能

分類	走行性能 (シミュレーションのパラメータ項目)	一般ドライバー (既往知見や観測結果等に基づき設定)	自動運転車両① 保守的・低性能	自動運転車両② 積極的・高性能
発進判断	発進(発進遅れ)	待ち行列の先頭から3台目程度まで発進遅れ発生、ばらつき有	発進遅れ発生	(信号情報の取得、車車間通信等により)発進遅れの発生無し
走行時	走行車線維持	不必要に追越車線を走行する場合あり	必要が無い限り走行車線を選択	
自由走行時	速度(希望速度)	実勢速度に基づきばらつき有	規制速度の範囲内で一律	
	加減速(最大/希望加減速度)	ばらつき有	より緩やかな加減速で一律	
追従時	加減速(最大/希望加減速度)	ばらつき有	より緩やかな加減速で一律	
	車頭時間		より長い車間で一律	より短い車間で一律
車線変更判断	車線変更時ギャップアクセプタンス ^{※1}	ばらつき有	より長い最小ギャップ	より短い最小ギャップ
	速度低下(減速度)許容幅 ^{※2}		速度低下許容幅が大きい	速度低下許容幅が小さい
右折判断	右折時ギャップアクセプタンス ^{※3}	右折ギャップのばらつき有	より長い最小ギャップ	より短い最小ギャップ
歩行者検知 (右左折時含む)	歩行者検知・停止	適切に歩行者等を認識して停止	慎重に反応し停止発生回数が多い	適切に反応し停止発生回数が少ない
衝突回避対応	回避/ルート変更	障害物等の柔軟な回避対応が可能	・障害物等の柔軟な回避ができず停止 ・歩行者や自転車等に対して過剰に反応	障害物等に応じて柔軟に回避/ルート選択(通信により障害物等の情報入手し事前に回避行動を行う場合を含む)
認識範囲 ^{※4}	—	ばらつき有	センサーによる検知範囲が狭い	センサーによる検知範囲が広い
情報取得 ^{※4}		—	—	車車間/路車間通信等により、周囲の交通関連情報を取得

※1 車線変更判断における車線変更時ギャップアクセプタンスとは、車線変更を判断する際の変更先の車線における前後2台の車両間の車頭時間の許容範囲のことである。

※2 車線変更判断における速度低下(減速度)許容幅とは、車線変更の要否を判断する際の、前方車両による自車両の速度低下(減速度)の許容範囲のことである。

※3 右折判断における右折時ギャップアクセプタンスとは、右折をする際の対向車線の直進車両の車頭時間の許容範囲のことである。

※4 認識範囲、情報取得については、シミュレーションにおいて単独の車両挙動パラメータとしての設定は容易ではないため、シナリオ設定等の間接的な表現方法の検討が必要。

2.1.2 場面の整理に当たってのケース設定

自動運転車両が影響を与え得る場面を網羅的に整理するに当たり、図 2.2 のとおり、自動運転車両の状態、自車位置及び判断対象（自動運転車両がセンサー等でセンシングする対象）について、それぞれ 4 パターンの設定を考え、その組合せにより、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ パターンの基本ケースを設定した。これらのケース設定に基づき、交通流への影響として円滑性と安全性の 2 つの観点から影響を検討した。交差点については、信号の有無でも場合分けした。

ここで、自動運転車両の性能が一般ドライバーより高く、また普及率も高くなると、走行挙動が一様化されることにより、交通流に対して正の影響をもたらすことが考えられる一方、自動運転車両の性能が一般ドライバーより低く、また普及率が低い場合は、走行挙動の異なる（特に円滑な挙動ではない）車両の混在により負の影響をもたらすことが懸念される。

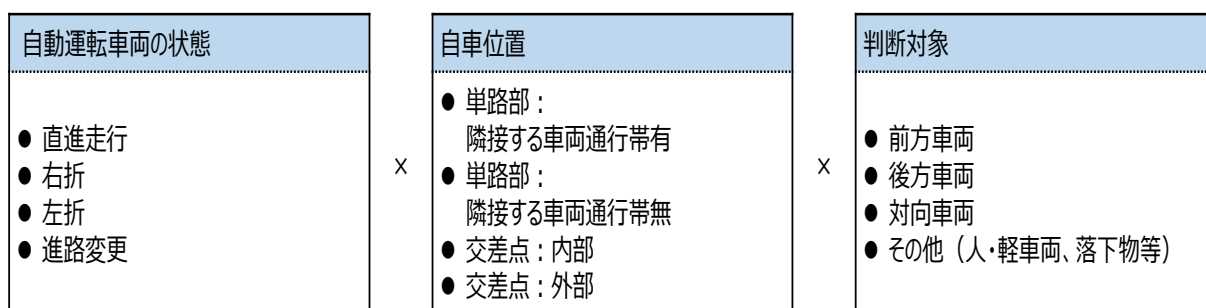


図 2.2 自動運転車両が影響を与え得る場面の整理に当たってのケース設定

2.1.3 場面と想定される影響の整理結果

設定されたそれぞれのケースについて、想定される交通流への影響を、2.1.1 に基づき保守的・低性能/積極的・高性能の性能ごとに整理した。各ケースの想定される交通流への影響の整理結果の一覧を次頁以降に示す。

なお、自動運転車両の判断はカーメーカ間で差異があることが想定されるが、ここでは安全側に見て、例えば交差点内に右折車両が滞留している場合は交差点に進入せずに停止線で停車する等と仮定して整理した。

表 2.2 場面別の想定される影響（自動運転車両の状態：直進走行）

CASE NO.	自動運転車両の状態	自転車位置	判断対象	交通流への影響(想定)		
				保守的・低性能	積極的・高性能	
1	単路部 (隣接する車両通行帯有)	前方車両	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現 ● 前方車両との間への割り込み車両に備え、車間距離を確保する必要があり後方車両の混雑が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一樣かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消、事故発生確率の低下 	
2				後方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない
3				対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない
4				その他(人・軽車両、落下物等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道部の歩行者・自転車(特に横断歩道近辺)に対して、一時停止する回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 ● 障害物等を早期に見えず、一時停止が発生 ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行経路上の落下物・障害物等の情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施 ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消
5	直進走行	単路部 (隣接する車両通行帯無)	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現 ● 前方車両との間への割り込み車両に備え、車頭時間を確保する必要があり後方車両の混雑が発生 ● 規制速度を遵守する又は車両性能や安全性に配慮して低速で走行する自動運転車両に対してストレスを感じた車両による強引な追越しが発生して、事故の発生確率が増加 ● 前方車両の状態判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができずに車両の後方で停止 	<ul style="list-style-type: none"> ● 一樣かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消、事故発生確率の低下 	
6				後方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない
7				対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない
8				その他(人・軽車両、落下物等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道部の歩行者・自転車(特に横断歩道近辺)に対して、一時停止する回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 ● 障害物等を早期に見えず、一時停止が発生 ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行経路上の落下物・障害物等の情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施 ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消
9	交差点 (内部)	前方車両	信号有	<ul style="list-style-type: none"> ● 交差点進入前に前方車両に対する判断は終了していると仮定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 交差点進入前に前方車両に対する判断は終了していると仮定 	
10			信号無	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	
11			対向車両	信号有	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない
12			信号無	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に特別な判断対象と仮定しない 	
13	交差点 (外部)	前方車両	信号有	<ul style="list-style-type: none"> ● 前方車両の車高が高い場合、信号灯火の認識が遅れるため、交差点での停止時間が長くなり、捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号切替の際の早期発進による従来からの捌け台数の増加 	
			信号有 / 信号無	<ul style="list-style-type: none"> ● 前方車両の判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができずに、交差点前で停止し続け、捌け台数が減少 ● 右折待ちの車両の側方に十分な幅員が確保されない場合、交差点手前で停止し続け、捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 前方車両・右折待ち車両の追抜きが適切に判断でき、問題なく通行できる 	
14		後方車両	信号有	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	
				信号無	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない 	<ul style="list-style-type: none"> ● 直進走行時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない

CASE NO.	自動運転車両の状態	自転車位置	判断対象		交通流への影響(想定)	
					保守的・低性能	積極的・高性能
15			対向車両	信号有 信号無	●直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない	●直進走行時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない
16			その他(人・軽車両、落下物等)	信号有	●信号切替の際の早期停止(黄色で進入しない)による従来からの捌け台数の減少	●信号切替の際の適切な停止による事故の減少
				信号無	●上記は信号有の時のみ	●上記は信号有の時のみ

表 2.3 場面別の想定される影響（自動運転車両の状態：右折）

CASE NO.	自動運転車両の状態	自転車位置	判断対象	交通流への影響(想定)		
				保守的・低性能	積極的・高性能	
17	右折	単路部 (隣接する車両通行帯有)	前方車両	● 右折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない	
18			後方車両	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	
19			対向車両	● 十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下	● 大規模商業施設の入口などで右折車両が並んでいるときに、発進遅れが減少し右折捌け台数が増加	
20			その他(人・軽車両、落下物等)	● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる停止、それによる右折捌け台数の減少	● 横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加	
21		単路部 (隣接する車両通行帯無)	前方車両	● 右折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない	
22			後方車両	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	
23			対向車両	● 十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下	● 大規模商業施設の入口などで右折車両が並んでいる時に、発進遅れが減少し右折捌け台数が増加	
24			その他(人・軽車両、落下物等)	● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる停止、それによる右折捌け台数の減少	● 横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加	
25		交差点 (内部)	前方車両	信号有	● 右折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し接触事故を誘発する可能性	● 右折先の前方車両の動きを判断し、問題無く通行
26				信号無	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない
27			対向車両	信号有	● 十分な間隔を待って右折するため、交差点内で一時停止する時間が長くなり、右折捌け台数が減少	● 対向直進と前方(右折)車両の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加
				信号無		
28	その他(人・軽車両、落下物等)		信号有	● 横断歩行者への判断の遅れによる停止、それによる右折捌け台数が減少	● 横断歩行者の動きを判断し、問題無く通行	
			信号無			
29	交差点 (外部)		前方車両	信号有	● 右折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し接触事故を誘発する可能性	● 右折先の前方車両の動きを判断し、問題無く通行
信号無						
30		後方車両	信号有	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 右折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	
31		対向車両	信号有	● 交差点外部のため対向車両を特別な判断対象と仮定しない	● 交差点外部のため対向車両を特別な判断対象と仮定しない	
32	その他(人・軽車両、落下物等)	信号有	● 信号切替の際の早期停止による右折捌け台数の減少	● 信号切替の際の適切な停止による事故の減少		
		信号無	● 上記は信号有の時のみ	● 上記は信号有の時のみ		

表 2.4 場面別の想定される影響（自動運転車両の状態：左折）

CASE NO.	自動運転車両の状態	自転車位置	判断対象	交通流への影響(想定)		
				保守的・低性能	積極的・高性能	
33	左折	単路部 (隣接する車両通行帯有)	前方車両	● 左折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない		
34			後方車両	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない		
35			対向車両	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない		
36			その他(人・軽車両、落下物等)	● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少		
37		単路部 (隣接する車両通行帯無)	前方車両	● 左折時に前方車両を特別な判断対象と仮定しない		
38			後方車両	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない		
39			対向車両	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない		
40			その他(人・軽車両、落下物等)	● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の増加		
41		交差点 (内部)	前方車両	信号有	● 左折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性	
				信号無	● 左折先の前方車両の動きを判断し、問題なく通行	
42			後方車両	信号有	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	
				信号無	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない	
43			対向車両	信号有	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない	
				信号無	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない	
44			その他(人・軽車両、落下物等)	信号有	● 横断歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少	
				信号無	● 横断歩行者の動きを判断し、問題なく通行	
45	交差点 (外部)	前方車両	信号有	● 左折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性		
			信号無	● 左折先の前方車両の動きを判断し、問題なく通行		
46		後方車両	信号有	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない		
		信号無	● 左折時に後方車両を特別な判断対象と仮定しない			
47	対向車両	信号有	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない			
		信号無	● 左折時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない			
48	その他(人・軽車両、落下物等)	信号有	● 信号切替の際の早期停止による左折捌け台数の低下			
		信号無	● 信号切替の際の適切な停止による事故の減少			
			● 上記は信号有の時のみ	● 上記は信号有の時のみ		

表 2.5 場面別の想定される影響（自動運転車両の状態：進路変更）

CASE NO.	自動運転車両の状態	自己位置	判断対象	交通流への影響(想定)		
				保守的・低性能	積極的・高性能	
49	進路変更	単路部 (隣接する車両通行帯有)	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に隣接車線を走行する前方車両との判断により一時停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の隣接車線を走行する前方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	
50			後方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に隣接車線を走行する後方車両との判断により一時停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ● 自動運転車両の慎重な進路変更の際に際して、隣接後方車両の進路変更妨害が発生し、接触事故の誘発、後続混雑の発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の隣接車線を走行する後方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	
51			対向車両	● 進路変更時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない	● 進路変更時に対向車両を特別な判断対象と仮定しない	
52			その他(人・軽車両、落下物等)	● 進路変更時に特別な判断対象と仮定しない	● 進路変更時に特別な判断対象と仮定しない	
53		前方車両	● 進路変更時前方車両を特別な判断対象と仮定しない	● 進路変更時前方車両を特別な判断対象と仮定しない		
54		後方車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に同車線で同様に進路変更しようとする後方車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の同車線で同様に進路変更しようとする後方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 		
55		単路部 (隣接する車両通行帯無)	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に対向車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際に対向車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	
56		その他(人・軽車両、落下物等)	<ul style="list-style-type: none"> ● 障害物等に対する判断の遅れにより停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断により問題なく進路変更 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 		
57		交差点 (内部)	前方車両	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない
58			後方車両	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない
59	対向車両		信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	
60	その他(人・軽車両、落下物等)		信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	
61	交差点 (外部)	前方車両	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	
62		後方車両	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	
63		対向車両	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	
64		その他(人・軽車両、落下物等)	信号有 信号無	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	● 交差点における進路変更を判断対象と仮定しない	

2.2 実証実験時に交通流への影響を分析する目的で利用する可能性のあるデータの整理

実証実験時に自動運転車両の交通流への影響を分析する目的で利用する可能性のあるデータについて、公表資料等を通じてデータ項目、データ取得間隔等を整理した。

2.2.1. 整理データの概要

利用可能性のあるデータとして、①～③の3種類に分けて整理を行った。

①実験車両の周辺車両の全数を把握できる交通関連データ

- ・車両感知器・VICS等の常時観測データ
- ・実証実験時に機器を設置して取得することが有効と考えられるデータ（路側カメラ等）

②実験車両の周辺車両をサンプル的に把握できる交通関連データ

- ・官民プローブデータ、車車間通信情報

③実験車両で把握できる交通関連データ

- ・実験車両に搭載されているセンサー、カメラ等の情報

2.2.2 実験車両の周辺車両の全数を把握できる交通関連データ

実験車両の周辺車両の全数を把握できる交通関連データのソース及び取得データの項目を、表2.6に整理した。

表 2.6 交通関連データの整理

データソース	取得データ項目					備考
	交通量	速度	車線変更	走行軌跡	ヒヤリハット	
車両感知器	○ 特定断面 ※設置地点は次頁参照	○ ※使用目的により 利用可能性あり	—	—	—	5分毎
VICS情報	—	○ 主要道路の 渋滞・混雑・順調の3情報	—	—	—	5分毎
簡易車両感知器の設置	○ 任意地点	○ 任意地点	—	—	—	複数車線の場合内側車線の精度は低下
カメラの設置 (歩道等の低所)	◎ 任意地点 車線別	◎ 任意地点 車線別 滞留長	○ 任意地点 車線別	—	○ 回数 カウント	滞留長の計測は複数のカメラ設置が必要な場合もあり
カメラの設置 (周辺ビル・照明柱等の高所)	◎ 任意地点 車線別	◎ 任意地点 車線別 滞留長	○ 任意地点 車線別 軌跡やギャップの計測も可	○ 後続車・対向車等の走行軌跡	◎ 回数に加え 加速度の計測も可	周辺にカメラの設置可能な高所が必要

2.2.3 実験車両の周辺車両をサンプル的に把握できる交通関連データ

実験車両の周辺車両をサンプル的に把握できる交通関連データのうち、官民プローブデータの概要を表 2.7 に、車車間通信情報データの概要を表 2.8 に整理した。

表 2.7 官民プローブデータの概要

	官プローブ		民間プローブ							
			車両カーナビ系				携帯アプリ系		携帯基地局	
	ETC2.0 プローブ情報	高度化 光ビーコン プローブ情報	インターナビ	G-BOOK (ビッグデータ交通情報 サービス)	CAR WINGS	商用車 プローブ	カープローブ データ	携帯カーナビ プローブデータ	混雑統計	モバイル空間 統計
保有者	国土交通省	都道府県警	ホンダ(住友電工)	トヨタ	日産	富士通	パイオニア	ナビタイム	ドコモ(ZDC)	ドコモ
交通手段	自動車	自動車	自動車 (乗用車)	自動車 (乗用車)	自動車	自動車(貨物商用 車)	自動車	自動車(乗用車,貨物車, 大型貨物車)	人	人
サンプル率	3.8% (312万台 H30.9時点)	0.1~0.6% (UTMS協会調べ 、東京の結果)	1.8% (150万台 H27時点)	0.9% (70万台 H25時点)	-	0.1% (12万台 H30時点)	-	不明 (560ID H28時点)	0.5% (58万台 H29.10時 点)	60% (7000万台 H30.11月時点)
偏り	ETC2.0搭載車のみ	光ビーコン ユニット搭載車	ホンダ車のうち「イン ターナビ」搭載車	トヨタ車のうち常時通 信モジュール搭載車	-	商用車	パイオニア製 カーナビ搭載車	アプリ起動時のみ	ドコモ&GPS利用 者のみ	ドコモ利用者のみ
時間粒度	200m移動毎	6秒毎 その他、停止挙動、急 減速挙動の発生時	3秒毎	-	-	1秒毎	3秒毎	1~6秒毎	5分毎	1時間
空間粒度	点(緯度・経度)	点(緯度・経度)	点(緯度・経度)	-	-	点(緯度・経度)	点(緯度・経度)	点(緯度・経度)	250mメツ シュ	250mメツシュ
データ取得 項目	・DRMリンク旅行速度 ・急挙動情報 (前後、左右、ヨ一角)	・点列データ ・停止位置・停止 時間 ・急減速情報	・DRMリンク 旅行速度 ・急ブレーキ情報	・交通量マップ ・ABS等作動地点 マップ	-	・点列データ ・経路・ODデータ	・点列データ ・走行距離 ・走行速度 ・急ブレーキ情報	・交通量 ・所要時間 ・速度	・位置データ ・移動履歴	・推計人口分布 ・前時間滞在地
後続車の 円滑性把握	○	○	○	-	-	○	○	○	×	×
周辺車の 安全性把握	○ 前後/左右:0.25G以上 ヨ一角:5.8deg/s以上	△ 0.4G程度の 急ブレーキのみ	△ 0.3G以上の急ブ レーキのみ	-	-	△ 0.28G以上の急ブ レーキのみ	△ 0.3G以上の急ブ レーキのみ	△ GPSデータから算出	×	×
データ精度	GPS及びマップマッ チング精度による	GPS及びマップ マッチング精 度による	GPS及びマップ マッチング精 度による	-	-	GPS及びマップ マッチング精 度による	GPS及びマップ マッチング精 度による	GPS及びマップマッ チング精度による	GPS精度 による	基地局密度による
個人特性	車種(小型/大型)	車種	なし	-	-	車種区分 (ETC料金区分)	なし	車種、居住都道府県、 性別、年齢	なし	居住エリア、性年 齢、+アンケート可
備考	国からの無償提供	-	利用実績多数	-	-	商用車のみ	-	アプリON時のみ	人流データ	膨大なサンプル数

※サンプル率：自動車は約8,200万台（H30.8.31時点 自動車検査登録情報協会 HP¹⁾より）、人口は約1億2600万人（H30.11.1時点 総務省統計局 HP²⁾より）

表 2.8 車車間通信情報の取得項目

項目	概要
車両 ID	車両毎にテンポラリーに付与されるID情報。車載機の電源 ON の度にランダム値がセットされる
時刻情報	UTC時刻(時、分、秒(ミリ秒))
位置情報	緯度、経度、高度
車両状態情報	車速、方位角、前後加速度
車両属性情報	車両サイズ種別(大型、中型、普通、自動二輪等) 車両用途種別(自家用、緊急、旅客運送等)

※出典：ITS Connect システム 車間通信メッセージ仕様（ITS Connect TD-001 1.0 版）、ITS Connect 推進協議会^[3]

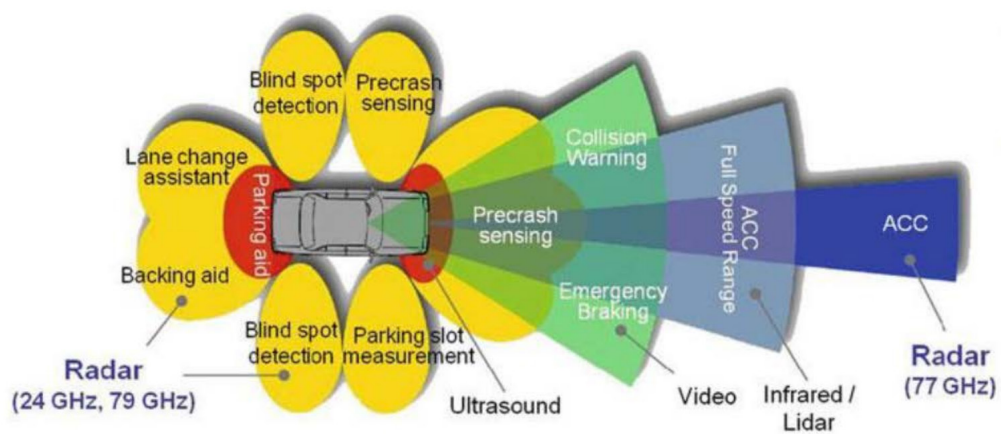
2.2.4 実験車両で把握できる交通関連データ

実験車両で把握できる交通関連データについて、車両センサーの種類と想定される測定項目を、表 2.9 に整理した。また、車載センサーの使用目的・用途の例を図 2.4 に示す。

表 2.9 実験車両のセンサーの種類と測定項目の想定

センサー類	計測対象範囲・特徴	測定項目(想定)
CAN データ	自転車	速度 ハンドル蛇角 ABS 等
GPS データ	自転車	緯度経度 日時 方位角
加速度等センサー	自転車	前後、左右、上下加速度 ロール・ピッチ・ヨー角速度
ミリ波レーダー (76GHz)	長距離レーダー ・車両前方 100~200m 程度まで ・視野角 20 度程度	対象物の位置・大きさ 対象物の相対速度
準ミリ波レーダー (24GHz)	短・中距離レーダー ・車両前方・後方・側方 30m 程度まで ・高視野角な扇型範囲	対象物の位置・大きさ 対象物の相対速度
カメラ 赤外線カメラ	・50m 程度まで ・人の検出に強い ・赤外線は夜間に強い	対象物の位置・大きさ 温度(赤外線) 対象物の相対速度
LiDar	・周囲 20~70m 程度 ・障害物があり走行が危険な領域と、物体がなく安全に走行できるスペースを区分して認識	対象物の位置・大きさ 対象物の相対速度
実験状況記録用 車載カメラ	・実証実験時の記録用カメラ映像	自動運転車両の周囲の状況

※出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会（第 7 回）資料 7-2-2 「委員会報告（案）（79GHz 帯高分解能レーダーの技術的条件）」^[4]等より作成



※出典：Anritsu White Paper「79GHz 帯高分解能ミリ波レーダの測定」^[5]

図 2.4 車載センサーの使用目的・用途（例）

2.3 実証実験時に自動運転車両が与える交通流への影響の分析手法の検討

2.1 及び 2.2 の整理結果を踏まえ、自動運転車両の影響が想定される場面ごとに、実証実験時に取得されるデータを用いて、交通流への影響の発生有無を調査・分析する手法を検討した。

2.3.1 影響の分析方針

前項までの整理結果を踏まえ、自動運転車両の導入により影響が想定される場面ごとに、実証実験時にデータを取得して交通流への影響の発生有無を分析する方法を検討した。

ここでは、2.1 で整理した自動運転車両が影響を与え得る各場面について、実証実験時の発生有無・発生頻度・発生条件等を実証実験で取得されたデータを用いて分析するフィールド検証と、フィールド検証の結果を活用して道路ネットワークとしての影響や、自動運転車両の普及率、走行性能が変化した場合の影響を評価するためのシミュレーション検証の2段階で評価を行う方針とした。

現在想定される実証実験のスケジュールと、それに合わせたフィールド検証・シミュレーション検証の各年度の実施内容案を表 2.10 に示す。

表 2.10 実証実験のスケジュールとそれに応じた分析内容（案）

年度	実証実験	フィールド検証	シミュレーション検証
2018 年度	<ul style="list-style-type: none">実験内容の検討実験参加者募集	<ul style="list-style-type: none">調査・分析手法の検討	<ul style="list-style-type: none">調査・分析手法の検討
2019 年度	<ul style="list-style-type: none">実験参加者への説明秋頃より実験開始	<ul style="list-style-type: none">データ取得方法の検討・準備一般車両（現況）のデータ取得	<ul style="list-style-type: none">シミュレーションモデルの構築一般車両の現況再現
2020 年度	<ul style="list-style-type: none">実証実験の実施	<ul style="list-style-type: none">実証実験データ取得フィールド検証の実施	<ul style="list-style-type: none">フィールド検証結果を活用したシミュレーションの実施

なお、自動運転車両の交通流への影響のうち安全性については、その評価をシミュレーションで実施することは精度の面等で容易ではないことから、シミュレーション検証は円滑性の観点での評価が対象と想定する。

また、整理した自動運転車両が影響を及ぼし得る場面の全てを評価することは現実的ではないため、その中で特に影響が大きいと考えられる場面や、実証実験時のデータの取得可能性等を考慮して分析対象場面を選定する必要がある。

なお、一般道における交通流の円滑性は多くの場合交差点で規定されていると考えられるため、円滑性の観点での交通流影響評価は、主に交差点部に着目すべきであると考えられる。

2.3.2 フィールド検証の方法

影響が想定される場面別のフィールド検証の方法及び必要データとその取得方法を、単

路部、交差点部のそれぞれにおいて検討した。フィールド検証の方法案を、表 2.11 及び表 2.12 に示す。

なお、フィールド検証時の自動運転車両の性能が保守的／積極的のどちらに該当するかは、現況データとして取得する一般ドライバーの挙動や、既往文献等で整理されている一般ドライバーの挙動を参考とし、それと比較してどちらに該当するかを検討する。

表 2.11 影響が想定される場面別のフィールド検証の方法（案） 単路部

状態	判断対象	交通流への影響(想定)		フィールド検証		
		保守的・低性能	積極的・高性能	分析項目	分析データ	分析方法
直進走行	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> ・長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現 ・前方車両との間への割り込み車両に備え、車頭時間を確保する必要がある後方車両の混雑が発生 ・規制速度を遵守する又は車両性能や安全性に配慮して低速で走行する自動運転車両に対してストレスを感じた車両による強引な追越しが発生して、事故の発生確率が増加 ・前方車両の状態判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができずに車両の後方で停止 	<ul style="list-style-type: none"> ・一様かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消、事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・走行中の車頭時間変化 【後続車両影響評価】 ・後続車両の速度 ・後続車両の車頭時間 ※以降同様の評価は、【後続車両影響評価】と表記 ・前方への割り込み(車線変更)回数 ・追越し回数 	<ul style="list-style-type: none"> ・車間計測情報(ミリ波等) ・官民プローブ ・簡易車両感知器 ・路側カメラ ・車載カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・平均、ばらつきを集計 ・平均速度を比較 ・断面車頭時間を計測 ・車頭時間(交通流率)と事故発生確率の関係を整理 ・割り込み車両の発生有無を確認 ・追越車両と対向車両の位置関係から危険性を定性的に整理
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道部の歩行者・自転車(特に横断歩道近辺)に対して、一時停止する回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 ・障害物等を早期に見えず、一時停止が発生 ・サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 ・GPS 通信の途絶による一時停止(急減速)や蛇行が、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・走行経路上の落下物・障害物等の情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施 ・サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道部の歩行者・自転車、障害物に対する一時停止の発生回数/頻度、時間 ・一時停止(急減速)／蛇行の発生回数／頻度、時間 【後続車両影響評価】 	<ul style="list-style-type: none"> ・速度データ(一時停止回数、時間) ・車載カメラ ・車載カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・速度0になった回数・時間から集計 ・目視による原因分析 ・一時停止(急減速)や蛇行による危険性を定性的に整理
右折	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模商業施設の入口などで右折車両が並んでいるときに、発進遅れが減少し右折捌け台数が増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・右折ギャップ ・右折捌け台数 【後続車両影響評価】 	<ul style="list-style-type: none"> ・簡易車両感知器 ・路側カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・右折時の断面車頭時間を計測 ・捌け台数を計測
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる右折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・一時停止の発生回数/頻度、時間 (右折捌け台数については上記対向車両と同じ) 【後続車両影響評価】 	<ul style="list-style-type: none"> ・速度データ(一時停止回数、時間) ・車載カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・速度0になった回数・時間から集計 ・目視による原因分析
左折	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道の状況を前方車両に引き続き素早く判断するために、捌け台数の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・左折捌け台数 【後続車両影響評価】 	<ul style="list-style-type: none"> ・路側カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・捌け台数を計測
進路変更	前方／後方／対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更を試みた際に前方・後方・対向車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 ・判断に戸惑っている自動運転車にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ・自動運転車両の慎重な進路変更の際して、後方車両の進路変更妨害が発生し、接触事故の誘発、後続混雑の発生 ・不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な状況判断による、進路変更を試みた際の前方・後方・対向車両との事故の減少 ・不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更回数 ・進路変更先車線のギャップ 	<ul style="list-style-type: none"> ・車間計測情報(ミリ波等) ・車載カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更の要因分析 ・前方車との車間距離を集計 ・追越、進路妨害による危険性を定性的に整理

表 2.12 影響が想定される場面別のフィールド検証の方法（案） 交差点部

状態	判断対象	交通流への影響(想定)		フィールド検証		
		保守的・低性能	積極的・高性能	分析項目	分析データ	分析方法
直進走行	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 前方車両の判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができず、交差点前で停止し続け、捌け台数が減少 右折待ちの車両の側方に十分な幅員が確保されない場合、交差点手前で停止し続け、捌け台数が減少 前方車両の車高が高い場合、信号灯火の認識が遅れるため、交差点での停止時間が長くなり、捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の早期発進による従来からの捌け台数の増加 前方車両・右折待ち車両の追抜き等を適切に判断でき、問題なく通行 	<ul style="list-style-type: none"> 停止線での一時停止の発生回数/頻度、時間 車頭時間 捌け台数 	<ul style="list-style-type: none"> 速度データ(一時停止回数、時間) 車載カメラ映像 路側カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 速度0になった回数・時間から集計 目視による原因分析 交差点通過順ごとの車頭時間 捌け台数を計測
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の早期停止(黄色で進入しない)による捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 【後続車両影響評価】 後続車両の速度 後続車両の車頭時間 ※以降同様の評価は、【後続車両影響評価】と表記 	<ul style="list-style-type: none"> 路側カメラ 簡易車両感知器 官民プローブ 	<ul style="list-style-type: none"> 平均速度 断面車頭時間 車頭時間(交通流率)と事故発生確率の関係を整理
右折	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 右折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 右折先の前方車両の動きを適切に判断し、問題なく通行 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点内一時停止の発生回数/頻度、時間 	<ul style="list-style-type: none"> 速度データ(一時停止回数、時間) 車載カメラ映像 	<ul style="list-style-type: none"> 速度0になった回数・時間から集計 目視による原因分析
	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> 十分な間隔を待って右折するため、交差点内で停止する時間が長くなり、右折捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> 対向直進と前方(右折)車両の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 右折ギャップ 右折捌け台数 	<ul style="list-style-type: none"> 路側カメラ 簡易車両感知器 	<ul style="list-style-type: none"> 右折ギャップ、捌け台数を計測
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者への判断の遅れによる停止、それによる右折捌け台数の減少 信号切替の際の早期停止による右折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者の動きを適切に判断し、問題なく通行 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 	(右折捌け台数については上記対向車両と同じ) 【後続車両影響評価】		
左折	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 左折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 左折先の前方車両の動きを適切に判断し、問題なく通行 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点内一時停止の発生回数/頻度、時間 	<ul style="list-style-type: none"> 速度データ(一時停止回数、時間) 車載カメラ映像 	<ul style="list-style-type: none"> 速度0になった回数・時間から集計 目視による原因分析
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者への判断の遅れによる停止、それによる左折捌け台数の減少 信号切替の際の早期停止による左折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者の動きを適切に判断し、問題なく通行 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 左折捌け台数 	<ul style="list-style-type: none"> 路側カメラ 	<ul style="list-style-type: none"> 捌け台数を計測

2.3.3 シミュレーション検証の方法

(1) シミュレーションの実施手順

実証実験時のデータ分析により局所的に把握された自動運転車両の交通流への影響を道路ネットワークに拡大した場合の影響や、将来自動運転車両の性能や普及率が変化した場合の影響について、交通シミュレーションを用いて定量的に評価する手順を以下に示す。

(a) 評価対象地域、対象場面の選定

シミュレーションで設定が必要となる車両の走行挙動等のパラメータの取得が可能であり、かつシミュレーションの実施に必要なデータが十分に取得可能かを踏まえ、評価対象地域、対象場面を選定する。

(b) シミュレーション用道路ネットワークの構築

(a)で選定した評価対象地域の道路構造などを踏まえてシミュレーションに必要な道路ネットワークデータを作成する。また、評価対象地域における車線別交通量、規制速度、右左折比率などのデータを取得してシミュレーションにインプットする。

(c) 現況再現の実施

一般車両の車間距離分布や、速度分布、車線変更ギャップ等の走行挙動パラメータを、現況の一般車両の挙動や捌け台数等のデータを取得して挙動パラメータを設定し、構築した道路ネットワークにおける現在の交通状況の再現を行う。

(d) 評価項目の検討・設定

自動運転車両の混入時の交通流影響についての評価項目を検討する。

なお、先述の通りシミュレーション検証は、円滑性と安全性の2つの交通流影響のうち円滑性を対象にすることから、旅行速度や渋滞長、交差点の捌け台数等の指標を設定する。

(e) シミュレーションにおける自動運転車両の走行挙動再現

自動運転車両の挙動パラメータを実証実験での取得データを参照して設定し、シミュレーション上での自動運転車両の動作確認を行い、シミュレーションで自動運転車両の挙動や周辺の一般車両の挙動が適切に再現できているかを確認する。

(f) 影響評価の実施

(d)で設定した評価項目に基づき自動運転車両の交通流への影響評価を行う。

なお、将来的には実証実験時よりも性能の向上した自動運転車両が導入されることも想定されるため、自動運転車両の性能を2段階程度（保守的・低性能な場合と、積極的・高性能な場合）設定する。また、普及率についても、実証実験時は限られた実験車両の台数の走行であるため、シミュレーションでは普及率を3段階程度（低、中、高）に変化させながら評価を行う。

(2) シミュレーションの実施に必要なデータ

(1)で示したシミュレーション評価の各段階において必要となるデータとその取得方法を、表 2.13 に整理した。

表 2.13 シミュレーションの実施に必要なデータ

目的	必要データ	活用方法	データ取得方法(案)
ネットワーク構築	道路線形情報	シミュレーションの基本設定に必要	Web 地図
	信号秒数、サイクル設定	シミュレーションの基本設定に必要	警察提供資料 固定カメラ映像
現況再現	発進遅れ	一般車両の発進性能の設定に使用	固定カメラ映像 既往文献
	車間距離/車頭時間分布	一般車両の追従性能の設定に使用	固定カメラ映像 既往文献
	車線変更判断/右折判断	一般車両の車線変更判断/右折判断性能の設定に使用	固定カメラ映像 既往文献
	加減速・停止	一般車両の加減速性能等の設定に使用	固定カメラ映像 既往文献
フィールド検証での取得データ	発進遅れ	自動運転車両の発進性能の設定に使用	固定カメラ映像
	車間距離/車頭時間分布	自動運転車両の追従性能の設定に使用	ミリ波レーダ・GPS 位置データ・速度データ 固定カメラ映像
	車線変更判断/右折判断	自動運転車両の車線変更判断/右折判断性能の設定に使用	固定カメラ映像
	加減速・停止	自動運転車両の加減速性能等の設定に使用	GPS 位置データ・速度データ・加減速データ 固定カメラ映像
実験時の自動運転車挙動再現	車線別交通量/右左折比率/速度	・シミュレーションの現況再現に使用 ・交通容量の推定に使用 ・自動運転車両導入時の影響評価に使用	車両感知器データ 交通量調査 固定カメラ映像

(3) 場面ごとのシミュレーション検証の方法

(1)、(2)を踏まえ、シミュレーションにより詳細な分析を行う場合の、場面ごとの手法を検討した。なお、全ての想定される場面についてシミュレーションを行うことは、データの制約、シミュレーションでの設定可能パラメータの制約等から困難であることから、データが取得できる可能性があり、かつ、シミュレーションでの検証が可能なもののみ検討した。シミュレーション検証の方法案を表 2.14、及び表 2.15 に示す。

表 2.14 影響が想定される場面別のシミュレーション検証の方法（案） 単路部

状態	判断対象	交通流への影響（想定）		シミュレーション検証	
		保守的・低性能	積極的・高性能	パラメータ設定方法	分析方法
直進 走行	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> ・長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現 ・前方車両との間への割り込み車両に備え、車頭時間を確保する必要があり後方車両の混雑が発生 ・前方車両の状態判断（停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等）ができずに車両の後方で停止 	<ul style="list-style-type: none"> ・一様かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消 	<ul style="list-style-type: none"> ・車頭時間、希望速度に関するパラメータを設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量・速度の変化を分析
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・規制速度を遵守する又は車両性能や安全性に配慮して低速で走行する自動運転車両に対してストレスを感じた車両による強引な追越しが発生して、事故の発生確率が増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・一様かつ短めの車頭時間となり事故発生確率の低下 		
右折	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道部の歩行者・自転車（特に横断歩道近辺）に対して、一時停止する回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 ・障害物等を早期に見えず、一時停止が発生 ・サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ・走行経路上の落下物・障害物等の情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施 ・サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ・一時停止の発生を再現 ・希望速度パラメータが道路構造に拠らず一定と設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量・速度の変化を分析
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・GPS 通信の途絶による一時停止（急減速）や蛇行が、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模商業施設の入口などで右折車両が並んでいるときに、発進遅れが減少し右折捌け台数が増加 		
左折	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・歩行者への反応を直接再現することが難しい場合は間接的に表現する方法を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量から右折捌け台数を推定し比較
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・歩道の状況を前方車両に引き続き素早く判断するために、右折捌け台数の増加 		
進路 変更	前方／ 後方／ 対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更を試みた際に前方・後方・対向車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な状況判断による、進路変更を試みた際の前方・後方・対向車両との事故の減少 ・不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・進路変更判断に関するパラメータを設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量・速度の変化を分析
	前方／ 後方／ 対向車両	<ul style="list-style-type: none"> ・判断に戸惑っている自動運転車にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生して、事故の発生確率が増加 ・自動運転車両の慎重な進路変更に際して、後方車両の進路変更妨害が発生し、接触事故の誘発 ・不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 			

※灰色に塗りつぶした箇所は安全性への影響に関するもの（本調査研究では、シミュレーション検証は円滑性の観点での評価が対象と想定。）。

表 2.15 影響が想定される場面別のシミュレーション検証の方法（案） 交差点部

状態	判断対象	交通流への影響(想定)		シミュレーション検証	
		保守的・低性能	積極的・高性能	パラメータ設定方法	分析方法
直進 走行	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 前方車両の判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができずに、交差点前で停止し続け、捌け台数が減少 右折待ちの車両の側方に十分な幅員が確保されない場合、交差点手前で停止し続け、捌け台数が減少 前方車両の車高が高い場合、信号灯火の認識が遅れるため、交差点での停止時間が長くなり、捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の早期発進による従来からの捌け台数の増加 前方車両・右折待ち車両の追抜き等を適切に判断し、問題なく通行 	<ul style="list-style-type: none"> 車頭時間、発進遅れ、加減速に関するパラメータを設定 前方車両や信号切替時の反応を直接再現することが難しい場合は間接的に表現する方法を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点の通過交通量から捌け台数を推定し、捌け台数を比較
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の早期停止(黄色で進入しない)による捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 		
右折	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 右折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 右折先の前方車両の動きを適切に判断し、問題なく通行 	フィールド検証のみを想定	
	対向車両	<ul style="list-style-type: none"> 十分な間隔を待って右折するため、交差点内で一時停止する時間が長くなり、右折捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> 対向直進と前方(右折)車両の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 車頭時間、発進遅れ、加減速、右折ギャップに関するパラメータを設定 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点の通過交通量から右折捌け台数を推定し比較
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる右折捌け台数の減少 信号切替の際の早期停止による右折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者の動きを適切に判断し、問題なく通行 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 車頭時間、発進遅れ、加減速に関するパラメータを設定 歩行者や信号切替時の反応を直接再現することが難しい場合は間接的に表現する方法を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点の通過交通量から左折捌け台数を推定し比較
左折	前方車両	<ul style="list-style-type: none"> 左折先の渋滞状況を交差点進入後に判断し交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> 左折先の前方車両の動きを適切に判断し、問題なく通行 	フィールド検証のみを想定	
	その他	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少 信号切替の際の早期停止による左折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 横断歩行者の動きを適切に判断し、問題なく通行 信号切替の際の適切な停止による事故の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 車頭時間、発進遅れ、加減速に関するパラメータを設定 歩行者や信号切替時の反応を直接再現することが難しい場合は間接的に表現する方法を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点の通過交通量から左折捌け台数を推定し比較

※灰色に塗りつぶした箇所は安全性への影響に関するもの（本調査研究では、シミュレーション検証は円滑性の観点での評価が対象と想定。）。

3. 車車間通信情報の整理及び交通管制業務への活用手法の検討

3.1. 車車間通信情報の整理

車車間通信情報に関わるメッセージ等の技術仕様は、ITS Connect 推進協議会において検討されており、「ITS Connect システム 車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版」が公開されている。表 3.1 に基本メッセージの構成を示す。

表 3.1 基本メッセージの構成（「ITS Connect TD-001 1.0 版」より）

領域	データ構造	格納する DF	サイズ (byte)	備考	
共通領域	共通アプリヘッダ領域	DF_共通領域管理情報	8	格納は必須。	
		DF_時刻情報	4	格納は必須。正しい値をセット出来ない場合は不定値をセットする。	
	DF_位置情報	11			
	DF_車両状態情報	9			
	DF_車両属性情報	4			
	共通アプリデータ領域	DF_位置オプション情報 (*)	2	0~26	格納は任意。格納順序は変更不可。
		DF_GNSS 状態オプション情報 (*)	4		
		DF_位置取得オプション情報 (*)	2		
		DF_車両状態オプション情報 (*)	7		
		DF_交差点情報 (*)	10		
DF_拡張情報 (*)		1			
自由領域	自由アプリヘッダ領域	DF_自由領域管理情報	0~1	0~22	格納は任意。サイズは個別アプリデータ数により変化。
		DF_個別アプリデータ管理情報セット	0~21		
	自由アプリデータ領域	(規定しない)	0~60	格納は任意。格納順序は DF_個別アプリデータ管理情報セットの格納順に従う。	
			計 36~100	(*):オプション情報	

本調査では、格納が必須とされている「DF_共通領域管理情報」、「DF_時刻情報」、「DF_位置情報」、「DF_車両状態情報」及び「DF_車両属性情報」を対象データとして活用を検討する。

「DF_共通領域管理情報」に格納される「車両ID」は車載機の電源ONの度にランダムな値がセットされる。これより、ITS無線路側機⁶⁾の通信範囲である路側機周辺の数百メートルの範囲内を移動する車両を識別することが可能と考えられる。また、「車両ID」と、GNSS等から取得され、送信するメッセージの内容を確定した時刻を表す「DF_時刻情報」、GNSS等の測位システムから取得される緯度情報、経度情報等からなる「DF_位置情報」を連続的に収集することで、上記通信範囲内を移動する車両の走行軌跡情報を生成することが可能と考えられる。さらに、「DF_車両状態情報」から、各軌跡点での車速、前後加減度、車両方位角等

の収集、「DF_車両属性情報」から、車両用途種別や車両サイズ種別等の収集が可能である。また、移動中に車載機の電源OFFが無いことが条件であるが、車両IDのマッチングによって、ITS無線路側機が設置されている複数の交差点間を移動する車両の動態情報の収集が可能と考えられる。

なお、各ITS車載機が有する測位システムに応じた位置情報に関する信頼度とともに、情報取得方法に応じた車速、加速度、車両方位角に関する信頼度がクラス分けされており、各ユースケースで必要とする情報信頼度に応じて、活用可能な情報の取捨選択が可能であると考えられる。

3.2 交通管制業務におけるユースケースと活用データ

前節で整理した車車間通信情報を交通管制に活用するユースケース案を表3.2に示す。

なお、以降の節で各ユースケースの詳細定義を示す。

表 3.2 交通管制におけるユースケース（案）

番号	区分	名称	概要	指標活用例
1	交通管制 運用支援	交差点 交通動態 指標算出	ITS無線路側機が設置された交差点を対象に、直進・右折・左折等の分岐交通量や進行方向別の大型車混入率、車車間通信情報が収集可能な通信範囲における進行方向別の旅行時間、停止位置、渋滞末尾位置等の交差点交通動態指標を算出する。	対象交差点における交通動態の経年変化を把握し、信号制御パラメータの見直し要否の判断や見直しの施策決定を支援すること等への活用が期待される。
2		ネットワーク 交通動態 指標算出	ITS無線路側機が設置された複数の交差点間を移動する車両の台数、交差点間旅行時間等の広域な道路ネットワークにおける交通動態指標を算出する。	道路ネットワークにおける交通動態の経年変化を把握するとともに、交通事故発生時やイベント時の交通規制による交通流への影響を事前評価するシミュレーション入力情報に活用すること等が期待される。
3		信号制御 便益指標算出	車両感知器から収集される交通量、車車間通信情報から得られる交差点流入路（通信圏内）の旅行時間から、シス	信号制御高度化による投資効果を定量的に見える化する。また、信号制御の見直しが必要な

			テム導入時や経年変化による便益指標（台数×旅行時間）を算出する。	交差点を抽出し、信号制御の高度化に向けた投資等に関する施策判断を支援すること等が期待される。
4		信号制御性能指標算出	車車間通信情報から収集される車両挙動と信号実行秒数から、青時間の適正度の評価指標、信号交差点連続停止の有無による走りやすさの評価指標、信号停止におけるジレンマゾーン ^(注1) への車両進入状況や急減速発生状況等の安全性の評価指標等、信号制御性能指標を算出する。	対象交差点における、信号制御パラメータの性能を定量的に指標化することで、見直し要否の判断や見直しの施策方針決定を支援すること等への活用が期待される。
5		省感知器制御	車車間通信情報で渋滞長計測を代替することで、信号制御用の車両感知器削減を実現する。	—
6	信号制御	交通診断	車車間通信情報から車両挙動を分析することで、先詰まり等の渋滞発生原因や故障車等の異常事象を検出し、交通管制センターへの通知や信号制御への介入等に活用する。	—
7		特定車両優先制御	バスや緊急車両の安全で円滑な交差点通過を支援することを目的として青時間を調整する。	—
8	自動運転影響評価	自動運転車両安全指標算出	車車間通信情報から収集される車両挙動から、自動運転車両の走行による一般車両への影響の把握と、改善後の状況確認等の自動運転車両安全指標を算出する。	自動運転車両の普及に応じた交通施策の見直し等への基礎データとしての活用が期待される。

注1 信号灯色が青から黄に変化した時点の車両位置・速度が、所定減速度では停止線手前で停止することができず、速度を維持しても黄信号が終わる前に停止線を通過することもできない状態をいう。

3.2.1 交差点交通動態指標算出

(1) 目的

車車間通信情報を情報源として、交差点内の交通動態を表す各種指標を生成する。

(2) 概要

I T S無線路側機が設置された交差点を対象に、直進・右折・左折等の分岐交通量や進行方向別の大型車混入率、車車間通信情報が収集可能な通信範囲における進行方向別の旅行時間、停止位置、渋滞末尾位置等の交差点交通動態指標を算出する。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.1 に示す。



図 3.1 システム構成図（交差点交通動態指標算出）

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.3 に示す。

表 3.3 主な機器構成と機能概要（交差点交通動態指標算出）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング処理 交差点交通動態指標の算出
	システム管理ブロック	算出された交差点交通動態指標の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

交差点交通動態指標算出で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.4 に示す。

表 3.4 車車間通信情報のデータ要件（交差点交通動態指標算出）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位 車両サイズ種別	混入率が低いほど、指標の時間分解能が粗くなる想定される。	数秒単位毎 (別途評価が必要)

3.2.2 ネットワーク交通動態指標算出

(1) 目的

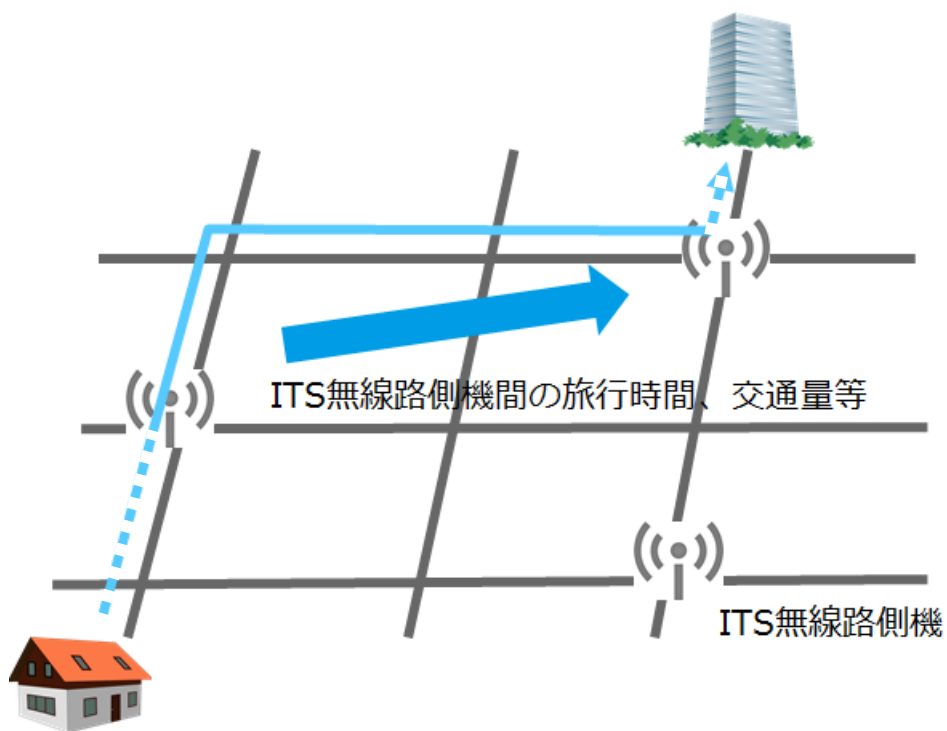
車車間通信情報を情報源として、道路ネットワークにおける車両の動態状況を表す各種交通指標を生成する。

(2) 概要

I T S無線路側機が設置された複数の交差点間を移動する車両の台数、交差点間旅行時間等の広域な道路ネットワークにおける交通動態指標を算出する。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.2 に示す。



3.2 システム構成図（ネットワーク交通動態指標算出）

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.5 に示す。

表 3.5 主な機器構成と機能概要（ネットワーク交通動態指標算出）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング処理 複数地点の車両 I D マッチング処理 ネットワーク交通動態指標の算出
	システム管理ブロック	算出されたネットワーク交通動態指標の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

ネットワーク交通動態指標算出で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.6 に示す。

表 3.6 車車間通信情報のデータ要件（ネットワーク交通動態指標算出）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位 車両サイズ種別	混入率が低いほど、指標の時間分解能が粗くなる想定される。	数秒単位毎 (別途評価が必要)

3.2.3 信号制御便益指標算出

(1) 目的

車車間通信情報を情報源として、定期的に信号制御の便益指標を生成する。

(2) 概要

車両感知器から収集される交通量（台数）、車車間通信情報から得られる交差点流入路（通信範囲内）の旅行時間から、システム導入時や経年変化による便益指標（台数×旅行時間）の変動状況を算出する。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.3 に示す。

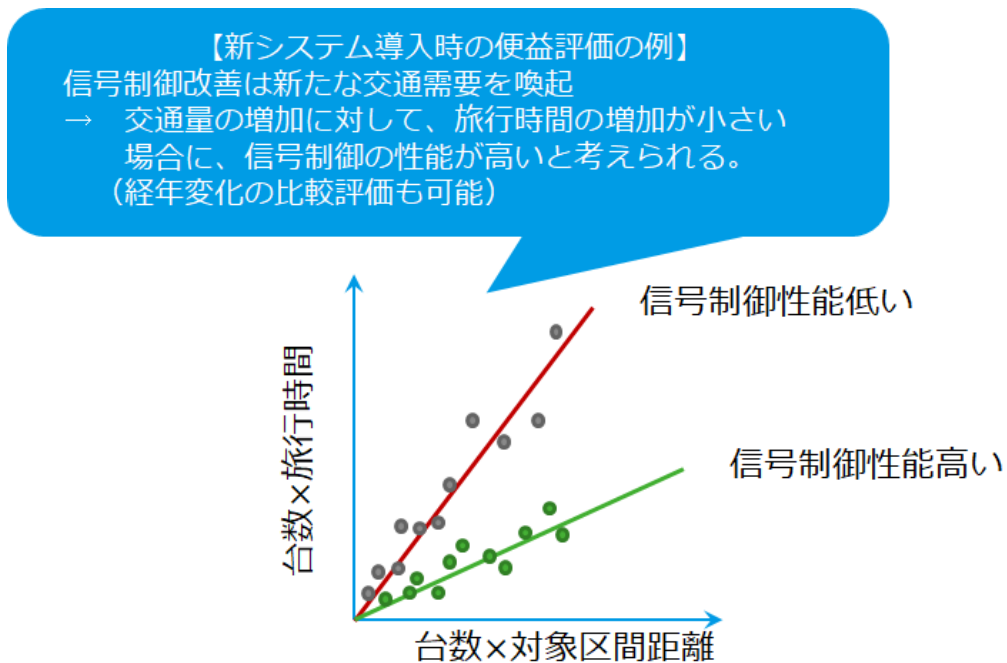


図 3.3 システム概念図（信号制御便益指標算出）

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.7 に示す。

表 3.7 主な機器構成と機能概要（信号制御便益指標算出）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング処理 信号制御便益指標（台数×旅行時間）の算出
	システム管理ブロック	算出された信号制御便益指標（台数×旅行時間）の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

信号制御便益指標算出で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.8 に示す。

表 3.8 車車間通信情報のデータ要件（信号制御便益指標算出）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位	混入率が低いほど、指標の時間分解能が粗くなる想定される。	数秒単位毎 (別途評価が必要)

3.2.4 信号制御性能指標算出

(1) 目的

車車間通信情報を情報源として、信号制御の性能評価指標を生成する。

(2) 概要

車車間通信情報から収集される車両挙動と信号実行秒数から青時間の適正度の評価指標、信号交差点連続停止の有無による走りやすさの評価指標、信号停止におけるジレンマゾーンへの車両進入状況や急減速発生状況等の安全性の評価指標等、信号制御性能指標を算出する。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.4 に示す。

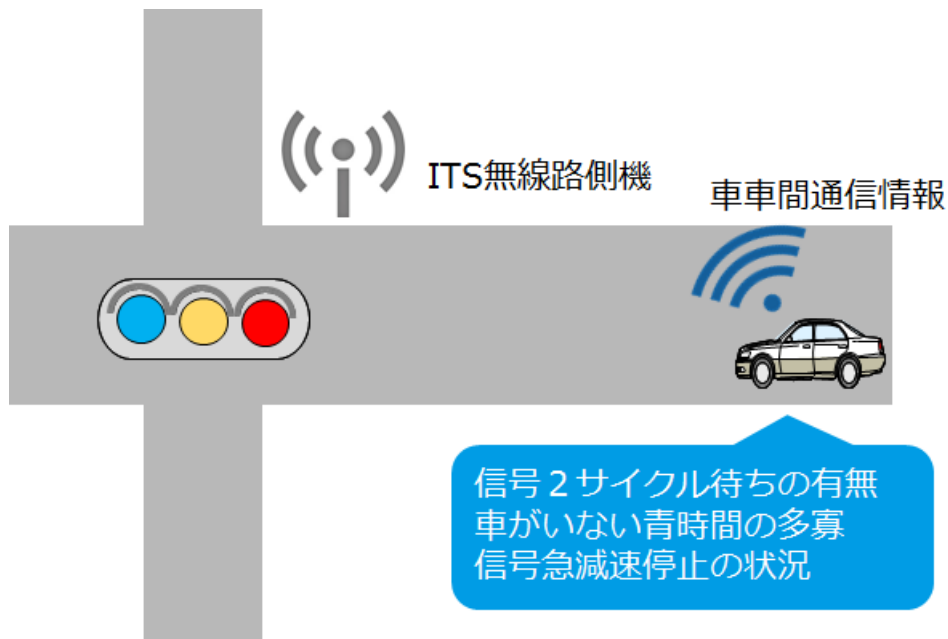


図 3.4 システム概念図 (信号制御性能指標算出)

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.9 に示す。

表 3.9 主な機器構成と機能概要（信号制御性能指標算出）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング処理 信号制御性能指標の算出
	システム管理ブロック	算出された信号制御性能指標の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

信号制御性能指標算出で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.10 に示す。

表 3.10 車車間通信情報のデータ要件（信号制御性能指標算出）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位 前後加速度	混入率が低いほど、指標の時間分解能が粗くなる と想定される。	1 秒～数秒単位毎 (別途評価が必要)

3.2.5 省感知器制御

(1) 目的

車車間通信情報と交通管制情報（信号情報／感知器情報）を融合することにより、信号制御に必要とする感知器を削減し、感知器の設置、運用、保守に関わるコストを削減する。

(2) 概要

車車間通信情報から渋滞長を推定することで、渋滞計測用（停止線上流 300m、500m、750m、1000m等）の車両感知器を不要とする。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.5 に示す。

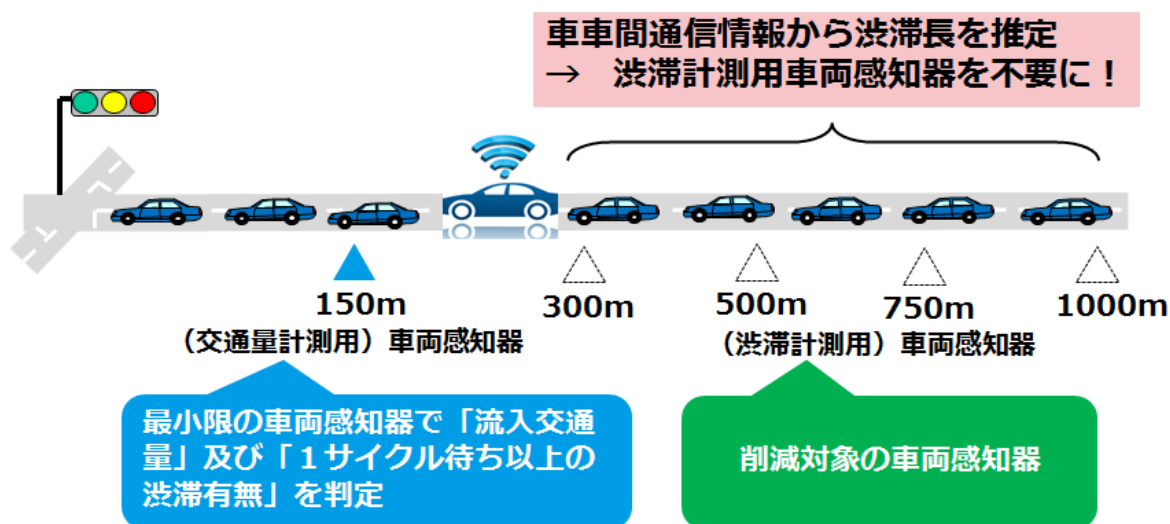


図 3.5 省感知器制御のシステム概念図

(4) 機能要件

主な構成機器と機能概要を表 3.11 に示す。

表 3.11 主な機器構成と機能概要（省感知器制御）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング、推定渋滞長生成等を行う。
	信号制御ブロック	交通量及び推定渋滞長に応じて信号制御パラメータを生成する。
	システム管理ブロック	推定渋滞長等、生成情報の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

省感知器制御で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.12 に示す。

表 3.12 車車間通信情報のデータ要件（省感知器制御）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位	1 %以上 ^(注1)	3 秒周期未満

注 1：4 章のシミュレーション結果から、最大渋滞長が 400m 未満と I T S 無線の通信範囲に収まる小規模な渋滞の場合の適用条件。更に大きな渋滞が発生する場合は、必要な車載機混入率が大きくなると想定される。

3.2.6 交通診断

(1) 目的

車車間通信情報から、故障車両や交通流率を低下させるような異常事象を検出する。

(2) 概要

車車間通信情報から車両挙動を分析することで、先詰まり等の渋滞発生原因や故障車等の異常事象を検出し、交通管制センタへの通知や信号制御への介入等に活用する。

(3) システム概念図

システム概念図を図 3.6 に示す。

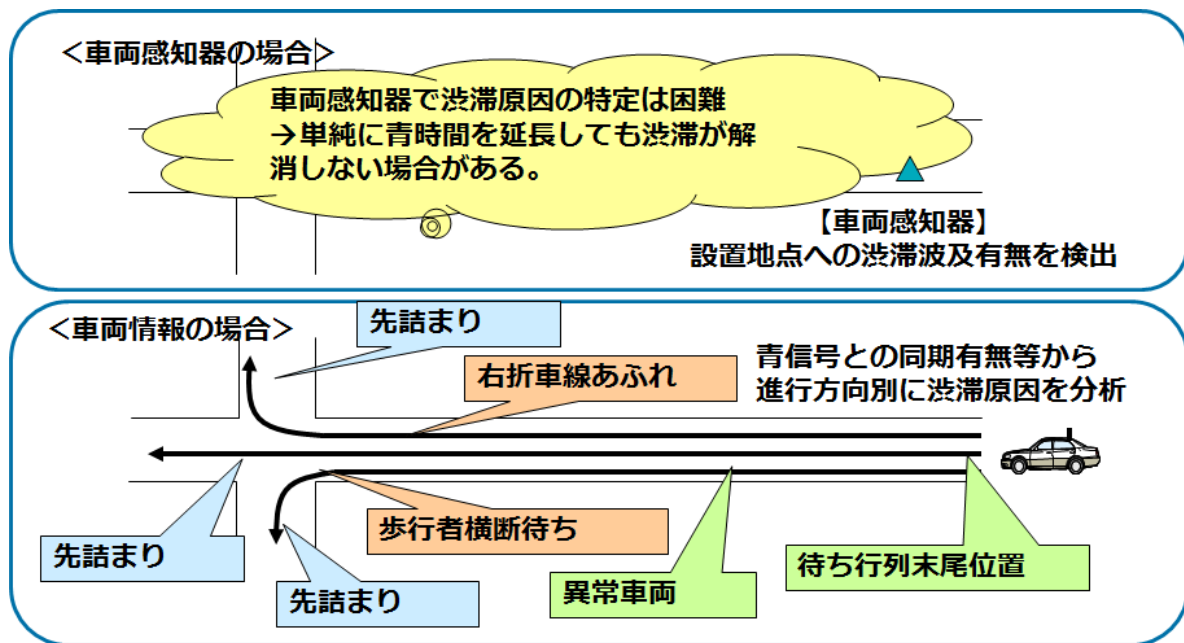


図 3.6 システム概念図

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.13 に示す。

表 3.13 主な機器構成と機能概要（交通診断）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 利用可能な通信帯域等に応じてデータのサンプリング 処理等を実施した上で、交通管制センタに送信
管制 センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング、渋滞原因特定や 異常事象検出を行う。
	信号制御ブロック	渋滞原因に応じて介入制御を実行する。
	システム管理ブロック	渋滞原因等の異常事象の照会 指標の統計処理

(5) 車車間通信情報のデータ要件

交通診断で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.14 に示す。

表 3.14 車車間通信情報のデータ要件（交通診断）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 I D 時刻情報 位置情報 車両方位 前後加速度	運用支援目的では、混入 率が低いほど、事象検出 遅れが大きくなると想定 される。 介入信号制御に直接的に 活用する場合は、数%の 混入率が必要と想定され る。(別途評価が必要)	1 秒単位毎

3.2.7 特定車両優先制御

(1) 目的

バスや緊急車両の安全で円滑な交差点通過を支援することを目的として青時間を調整する。
ここではバスを対象とする公共車両優先システム（PTPS）を例に概要を示す。

(2) 概要

ITS無線路側機によりバス通過判定地点の通過を判定する。ITS無線を使うことにより、光ビーコンを用いたPTPSに比べて、光ビーコンを設置できない流入路やバス停のある流入路への導入が可能となり適用範囲を広げることができる。また、バス通過判定地点を複数とすることで優先制御の効果を大きくできる。ITS無線路側機は、流入路において第1バス通過判定地点、第2バス通過判定地点の通過判定を行い、その通過情報を中央装置等に通知し、中央装置、または信号制御機においてバス優先制御を行う。バス通過判定地点はITS無線路側機にあらかじめ定義され、ITS無線路側機は車車間通信情報の位置情報、進行方向等を用いてバス通過判定地点の通過を判定する。

(3) システム概念図

システム概念図を図3.7に示す。

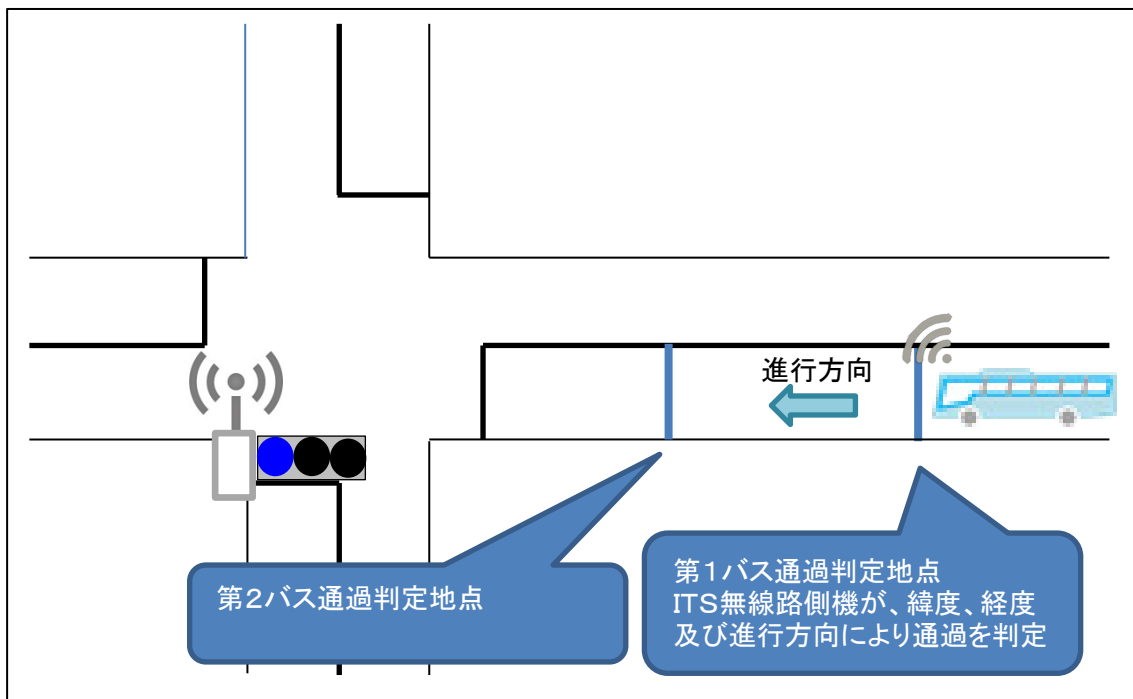


図 3.7 システム概念図（特定車両優先制御）

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.15 に示す。

表 3.15 主な機器構成と機能概要（特定車両優先制御）

区分	構成機器	機能概要（案）
車載機	車載通信機	バスの運行状態に応じて P T P S 優先要求メッセージを編集し、I T S 無線路側機に対して送信する。
路側機	I T S 無線路側機	車載機から P T P S 優先要求情報メッセージを受信 進行方向、位置情報等からバス通過判定地点の通過を判定した場合、受信した P T P S 優先要求情報メッセージを中央装置に直ちに転送
管制センタ	交通情報ブロック	受信した P T P S 優先要求メッセージに対応する信号制御機に対してバス感知情報を中継

(5) 車車間通信情報のデータ要件

特定車両優先制御で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.16 に示す。標準の車車間通信情報に加えて、車車間通信情報の自由領域に P T P S 優先要求メッセージを定義し、利用する。

表 3.16 車車間通信情報のデータ要件（特定車両優先制御）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
位置情報 車両方位 P T P S 優先要求メッセージ	規定不要	P T P S 優先メッセージを送信する車両を対象に、全ての車車間通信情報を処理し、バス通過判定を行う。

3.2.8 自動運転車両安全指標算出

(1) 目的

自動運転車両と非自動運転車両の混在交通下において、ジレンマゾーンに関連する自動運転車両の交差点における挙動の違いが一般車両に与える影響を把握し、対策実施後の改善状況確認が行える環境を提供する。

(2) 概要

黄信号変化後の走行軌跡データ等から安全性評価のための評価指標として、一般車両と自動運転車両のジレンマゾーンの発生状況の違い、自動運転車両の後続車両の挙動データ（車間距離、減速度等）を得る。

(3) システム概念図

自動運転車両安全指標算出のシステム概念図を図 3.8 に示す。

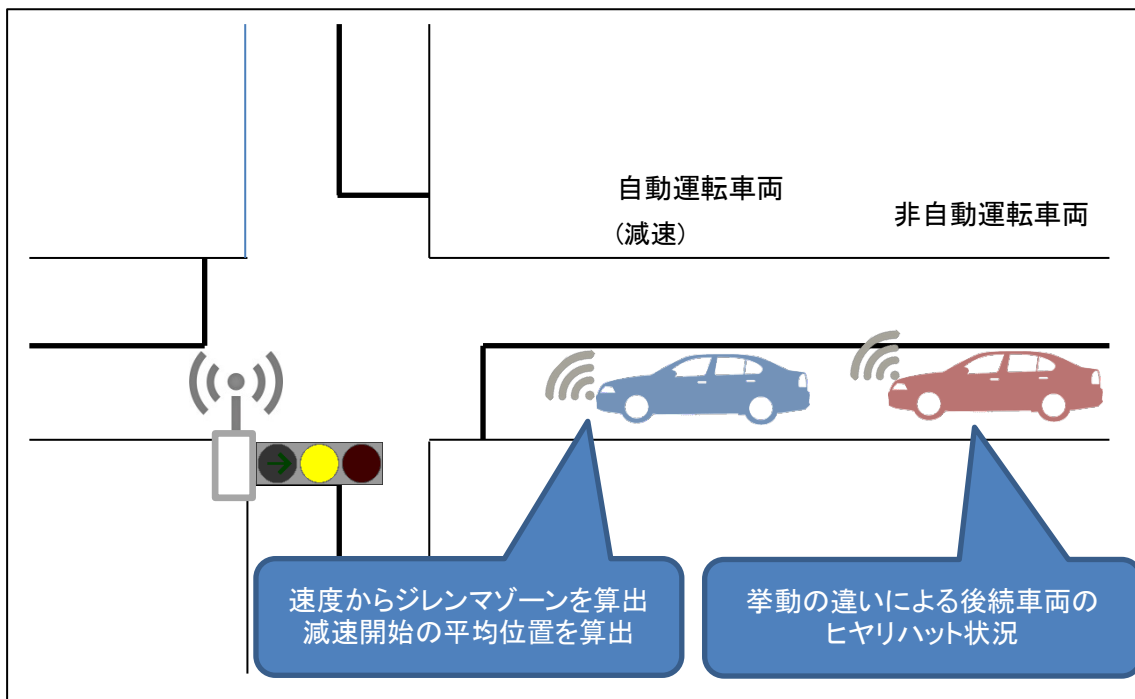


図 3.8 システム概念図（自動運転車両安全指標算出）

(4) 機能要件

主な機器構成と機能概要を表 3.17 に示す。

表 3.17 主な機器構成と機能概要（自動運転車両安全指標算出）

区分	構成機器	機能概要（案）
路側機	I T S 無線路側機	車載機から車車間通信情報を受信 信号情報（灯色及び残秒数）を付加して交通管制センタに送信（黄信号への変化直後は減速開始位置が判定できるようデータのサンプリング間隔を調整する）
管制センタ	交通情報ブロック	車車間通信情報のマップマッチング処理 車両毎の走行速度と信号タイミングからジレンマゾーンの算出、ジレンマゾーン内の存在、減速開始位置、減速度等を算出 自動運転車両の後続車両の有無を判断し、存在する場合は車間距離、減速度によるヒヤリハット有無を判定
	システム管理ブロック	自動運転車両、非自動運転車両の安全指標の統計処理 安全性向上策の検討や対策結果の確認に必要な危険状況の抽出、交差点毎の比較等

(5) 車車間通信情報のデータ要件

自動運転車両安全指標算出で活用する車車間通信情報のデータ要件を表 3.18 に示す。標準の車車間通信情報に加えて、車車間通信情報の自由領域に自動運転フラグを含む新たなメッセージを定義する。

表 3.18 車車間通信情報のデータ要件（自動運転車両安全指標算出）

利用データ項目	必要な車載機混入率	想定サンプリング周期
車両 ID 時刻情報 位置情報 車両方位 車両サイズ種別 自動運転フラグ (新規追加)	規定しないが、自動運転走行可能な交差点を対象とする。	黄信号の変化後数秒間は、100 ミリ秒毎の収集とするか、減速開始と停止のイベントによるサンプリングを行う。

3.3 車車間情報の活用及びデータ蓄積における留意事項

I T S 無線路側機により車車間通信情報を取得し、交通管理に活用する際には、プライバシーに配慮する必要がある。具体的には、戦略的イノベーション創造プログラム（自動走行システム）において、警察庁が実施した「信号情報の活用による運転支援の高度化に向けた I T S 無線路側機の普及方策に係る調査研究」を参照すること。

4. 省感知器効果評価シミュレーション実験

4.1 目的

ユースケース案「省感知器信号制御」において、信号制御の入力情報収集に利用する車両感知器を車車間通信情報によって代替することで、車両感知器を削減できる可能性が示された。これより、車両感知器削減を実現するための要件を検証することを目的としてシミュレーション実験を実施した。

4.2 実験の概要

従来の車両感知器情報のみを活用した信号制御と車車間通信情報と最小限にまで削減した車両感知器情報（交通量計測用車両感知器のみを使用し、渋滞計測用車両感知器を使用しない）を活用した省感知器信号制御の信号制御性能をシミュレーションによって比較する。

なお、車載機混入率、データ収集間隔を評価パラメータとして、赤信号待ち時間を表す車両の総遅れ時間を評価指標とする。

4.3 シミュレーションモデル

4.3.1 評価条件

(1) 道路ネットワーク

道路ネットワークは図 4.1 に示す単一の交差点とし、主道路側は片側 2 車線、従道路側は片側 1 車線の単純な十字路交差点とする。

従来制御では、渋滞計測用の車両感知器として、停止線から 150m 地点及び 300m 地点の車両感知器を用いる。一方、省感知器制御においては、300m 地点の車両感知器を削減し、150m 地点の車両感知器のみを用いる。

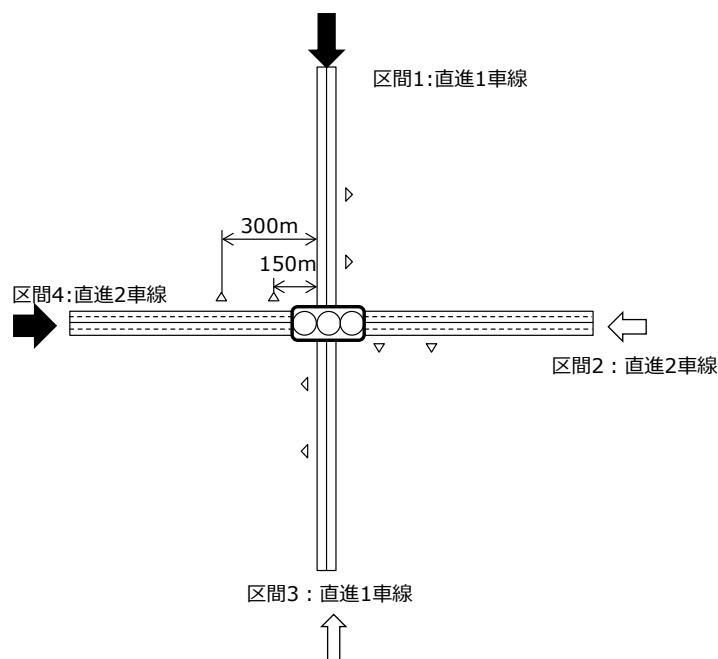


図 4.1 道路ネットワーク

(2) 信号現示

信号現示は図 4.2 に示す標準的な 2 現示 6 ステップとする。また、サイクル長は下限 80 秒、上限 150 秒とする。

現示・ステップ構成						
ステップ	1	2	3	4	5	6
灯色						
1	■	■	■	■	■	■
2					■	■
交通流図	←	←	A	↑	↑	A
	→	→	R	↓	↓	R

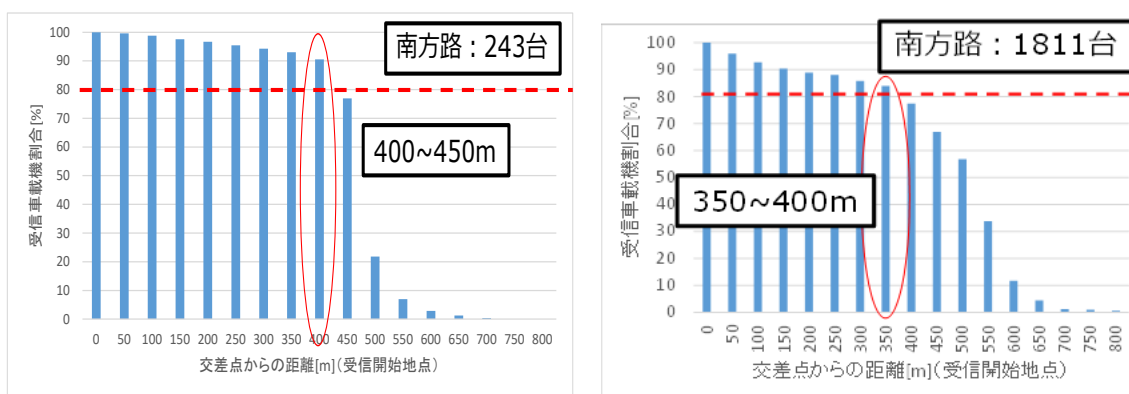
図 4.2 信号現示

(3) 分岐率・大型車混入率・車両位置誤差

交差点分岐率は直進 100%、大型車混入率は 0%、車両位置誤差は 0m とする。

(4) 車車間通信情報通信範囲

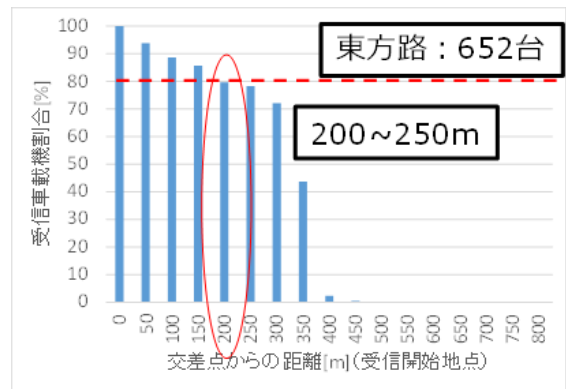
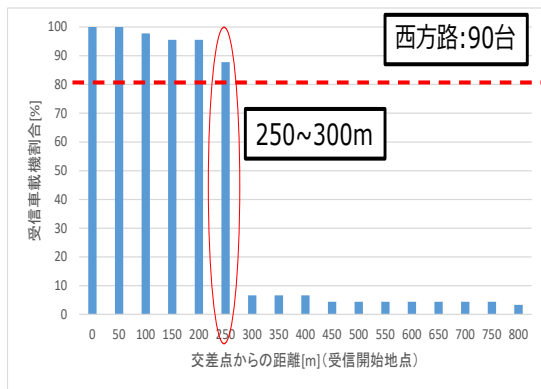
I T S 無線路側機における車車間通信情報の受信回数と車載機が車車間通信情報送信のたびにインクリメントするカウンターから受信成功率（受信回数／カウンター増加数）を算出し、受信成功率が 80%以上の距離を路側機の車車間通信情報通信範囲とする。H28 年度及びH29 年度にUTMS 協会が実施したフィールド検証実験結果（以下、フィールド検証実験）を参考として、主道路側は 400m、従道路側は 250m とした。図 4.3 及び図 4.4 に実験結果の概要を示す。



(a) H28 年度・恵比寿三丁目

(b) H29 年度・港東通

図 4.3 主道路側の通信範囲フィールド検証実験結果



(a) H28年度・恵比寿三丁目

(b) H29年度・港東通

図 4.4 従道路側の通信範囲フィールド検証実験結果

(5) シミュレーション時間

シミュレーション時間は、5400 秒（90 分間）とし、前後 600 秒（10 分間）にそれぞれウォームアップ時間とクールダウン時間を設定する。

4.3.2 評価パラメータ

(1) 車載機混入率

フィールド検証実験結果から、実験交差点（愛知県・港東通）における 2017 年時点に観測された車載機混入率は、約 0.8%であった。本実験では、早期での実用化を想定し、車載機混入率を 0～2%で変化した場合を評価する。

(2) 交通量の時系列変化

シミュレーションで発生させる交通量を表 4.1～表 4.3 に示す。ここで用いる主従比及び需要率の算出方法は下記とする。ここでは、飽和交通流率は 1800[台/時]とする。

- ・主従比 = 主道路（区間 4）の交通量[台/時]：従道路（区間 1）の交通量[台/時]
- ・交差点需要率 = Σ （現示毎の需要率） = Σ （現示毎の最大交通量/飽和交通流率）
=（主道路の交通量[台/時] + 従道路の交通量[台/時]） / 飽和交通流率[台/時]

主道路（区間 4）と従道路（区間 1）の交通量比（主従比）の変化パターンとして 3 パターンを評価する。交通量パターン①は主従比を急激に変化させる、交通量パターン②は主従比を段階的に変化させる、交通量パターン③は初期に両側に渋滞を発生させた後、主従比を段階的に変化させるような交通量変化とした。

なお、本実験では、待ち行列長が主道路側の車車間通信情報通信範囲である 400m程度となるように交通量を調整した。

表 4.1 交通量パターン①

区間	発生交通量[台/(時・車線)]					
	ターム1:15分	ターム2:15分	ターム3:15分	ターム4:15分	ターム5:15分	ターム6:15分
1	780	780	460	460	460	324
2	300	300	300	300	300	288
3	360	360	360	360	360	300
4	378	378	850	850	850	750
主従比	33:67	33:67	65:35	65:35	65:35	70:30
需要率	0.64	0.64	0.73	0.73	0.73	0.6

表 4.2 交通量パターン②

区間	発生交通量[台/(時・車線)]					
	ターム1:15分	ターム2:15分	ターム3:15分	ターム4:15分	ターム5:15分	ターム6:15分
1	630	576	612	459	459	324
2	300	300	300	300	300	288
3	360	360	360	360	360	300
4	630	864	918	1071	1071	750
主従比	50:50	60:40	60:40	70:30	70:30	70:30
交差点 需要率	0.70	0.80	0.85	0.85	0.85	0.60

表 4.3 交通量パターン③

区間	発生交通量[台/(時・車線)]					
	ターム1:15分	ターム2:15分	ターム3:15分	ターム4:15分	ターム5:15分	ターム6:15分
1	648	504	504	432	432	324
2	300	300	300	300	300	288
3	360	360	360	360	360	300
4	972	936	936	1008	1008	750
主従比	60:40	65:35	65:35	70:30	70:30	70:30
需要率	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6

(3) 路側機-中央装置間のデータ収集間隔

路側機-中央装置間の通信帯域等の制約から 100ms 周期で送信される全ての車車間通信情報を収集することは困難と想定される。これより、データ収集間隔を間引くこととし、間引き周期として、1 秒間隔、3 秒間隔、5 秒間隔、7 秒間隔、10 秒間隔の 5 パターンを評価した。

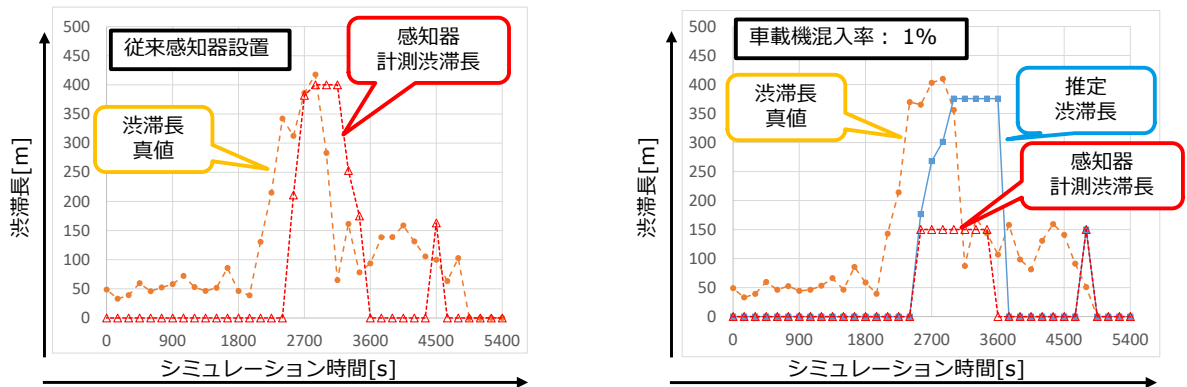
4.4 評価結果

4.4.1 車載機混入率と信号制御効果の関係

(1) 渋滞長真値と推定渋滞長の比較

交通量パターン①において、シミュレーションで得られる渋滞長真値と車車間通信情報から推定した推定渋滞長の比較を図 4.5 及び図 4.6 に示す。ここで渋滞長真値とは、信号 1 サイクル内で停止した車両のうち最も末尾で停止した車両の位置であり、感知器計測渋滞長は設置されている車両感知器で算出した渋滞長、推定渋滞長は車車間通信情報を活用して推定した渋滞長を表す。下図から、渋滞長真値は 400m 程度になっており、省感知器信号制御において車載

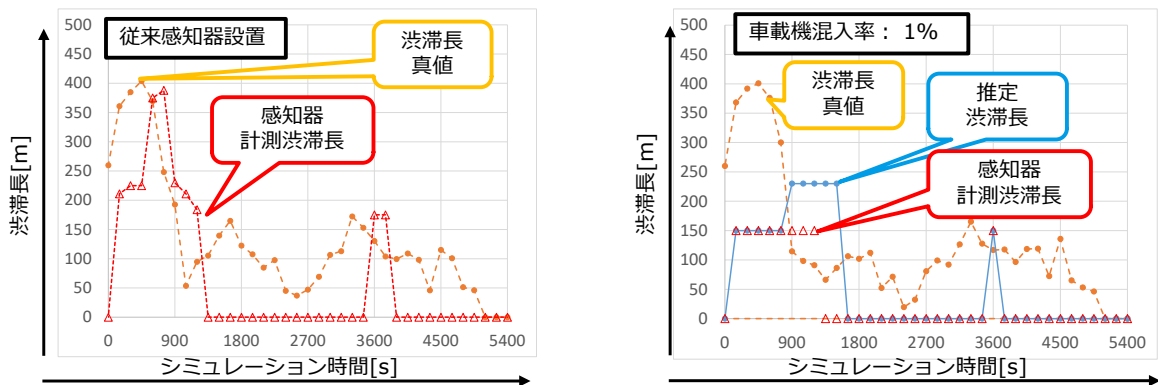
機搭載車両が走行してきた場合に主道路の推定渋滞長はおおむね 400m 程度、従道路はおおむね 250m 程度まで推定できている事が分かる。



(a) 従来感知器設置

(b) 省感知器信号制御 (混入率 1%)

図 4.5 渋滞長真値と推定渋滞長の比較 (主道路)



(a) 従来感知器設置

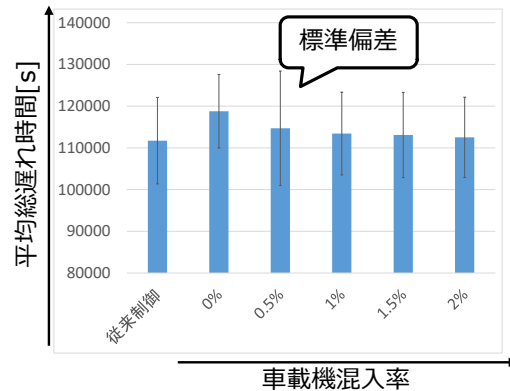
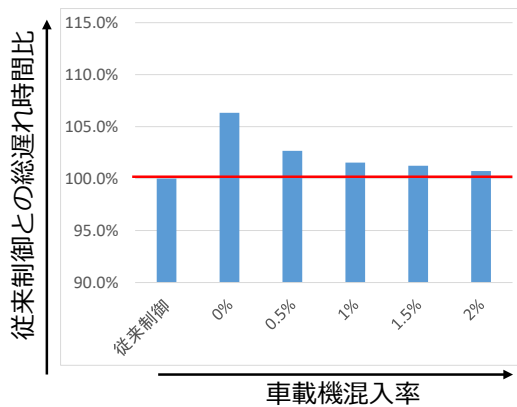
(b) 省感知器信号制御 (混入率 1%)

図 4.6 渋滞長真値と推定渋滞長の比較 (従道路)

(2) 総遅れ時間の比較

交通量パターン①において、車載機混入率を 0～2% に変化させたときの車両の総遅れ時間について、従来制御を基準 (100%) として相対比較した結果を図 4.7 に示す。

車載機混入率が 0.5% では一定の効果は見られるものの、総遅れ時間のばらつきが大きくなる。一方、車載機混入率が 1% 以上では、おおむね従来制御と同等の平均総遅れ時間・ばらつきであった。



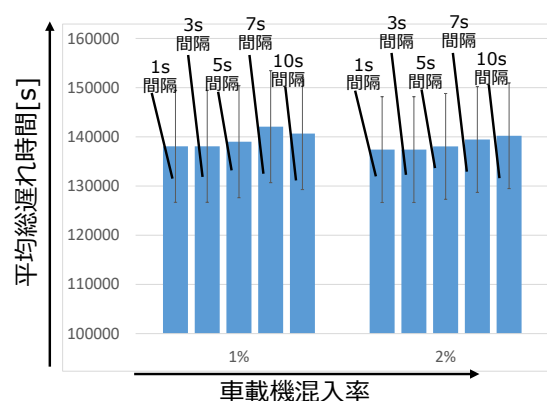
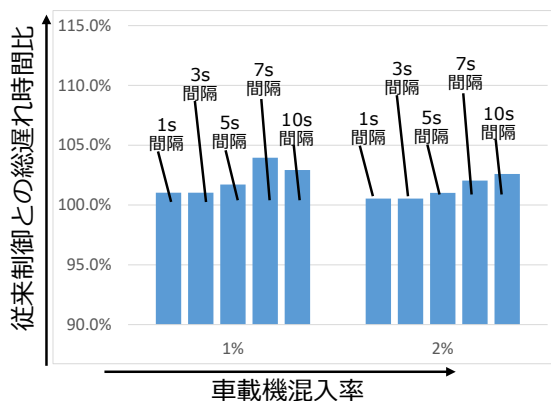
(a) 総遅れ時間比

(b) 平均総遅れ時間と標準偏差

図 4.7 従来制御と省感知器信号制御の信号制御効果比較結果

4.4.2 データ収集間隔と信号制御効果の関係

交通量パターン①において、データ収集間隔を変化させた時の従来の信号制御との総遅れ時間を比較した結果を図 4.8 に示す。データ収集間隔が 3 秒では 1 秒間隔の時と同等の結果が得られているのに対して、5 秒以上とすると総遅れ時間が大きくなり、性能の劣化が見られた。



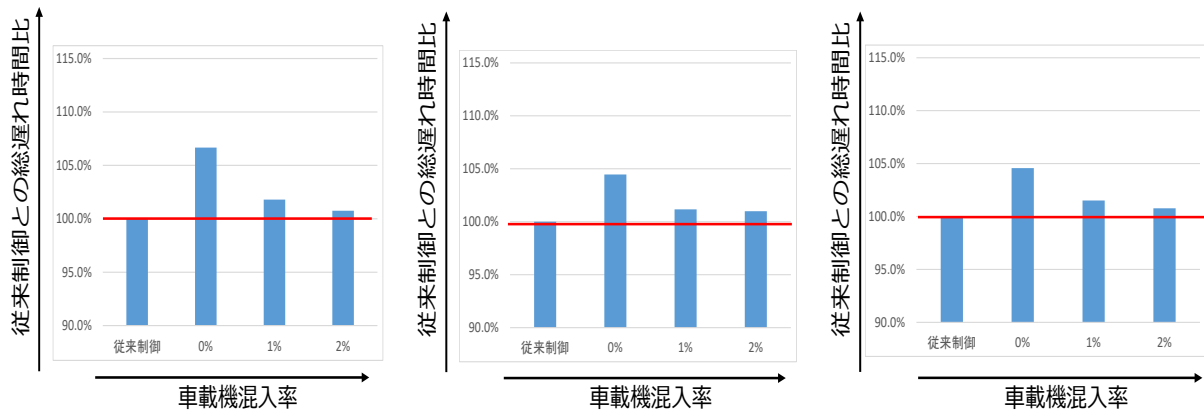
(a) 総遅れ時間比

(b) 平均総遅れ時間と標準偏差

図 4.8 データ収集間隔による省感知器信号制御の信号制御効果比較結果

4.4.3 交通量変化と信号制御効果の関係

交通量の主従比変化パターンを変化させた時の従来の信号制御との総遅れ時間を比較した結果を図 4.9 に示す。交通量パターン②、交通量パターン③は急激な主従比の変化を段階的に変化させているため、0%時からの改善幅は小さくなっているが、従来信号制御との比較はどのパターンでもおおむね車載機混入率 1% 以降で同等となっている事が分かる。



(a) 交通量パターン① (b) 交通量パターン② (c) 交通量パターン③

図 4.9 各交通量パターンにおける信号制御効果比較結果

4.5 実験結果まとめ

停止線上流 150m及び 300m地点に車両感知器を設置した従来制御と、車両感知器を 150m地点のみに設置して車車間通信情報を活用した省感知器信号制御を比較して、省感知器信号制御に必要な車載機混入率及びデータ収集間隔について検証した。

複数の交通量変化パターンを評価した結果、車載機混入率が 1%程度あれば車車間通信情報の通信範囲内程度の渋滞であれば同程度の信号制御効果が見込まれるという結果が得られた。また、データ収集間隔は、3秒以下の間隔であれば省感知器信号制御の性能には影響が少なく、5秒以上の間隔では性能の劣化が見られることが分かった。今後は、異なる道路条件、交通条件での評価及びフィールド実証実験によって実用性を評価することが望まれる。

結び（総括および結論）

本調査を通じて、一般車両と自動運転車両が混在した交通下における、自動運転車両による既存交通流への影響評価手法とともに、自動運転車両等から送信される車車間通信情報を交通管制業務に活用するユースケース案を示すことができた。


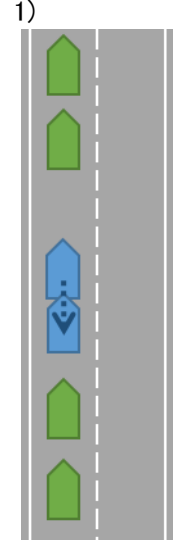
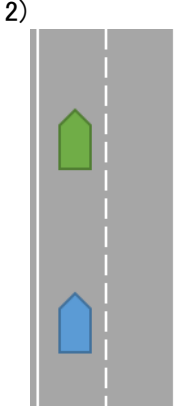
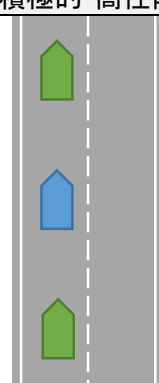
本事業で策定した自動運転車両による既存交通流への影響評価手法は、シミュレーション実験や車両OEM各社が参加される東京臨海部実証実験においての活用が見込まれる。また、車車間通信情報を交通管制業務に活用するユースケース案については、検証実験の実施や将来の交通管制システムの標準とすることが求められる。

最後に、本調査に当たり、御協力を賜った関係者各位、自動運転車両、車車間通信情報及び交通管制業務における専門的な知見を御提供いただいた委員会メンバ各位に深く感謝申し上げます。


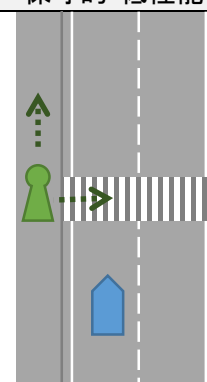
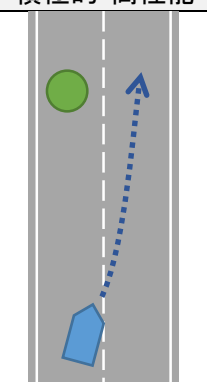
「参考資料」


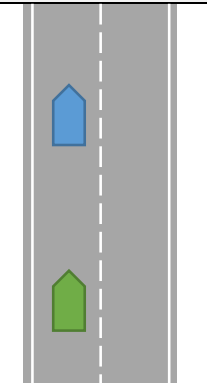
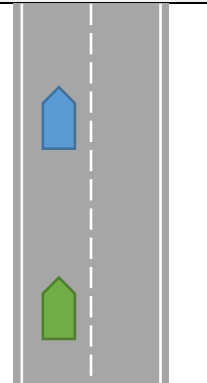
ここで、2.1.3 項で整理した、一般道で自動運転車両の混在が交通流に影響を与え得る各場面について、場面のイメージや、円滑性及び安全性の各視点から想定される影響を、以下にケースごとに記載する。なお図中で、青は自動運転車両、緑はその他車両を示す。

【ケース No.1】





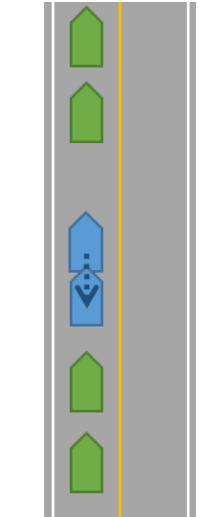
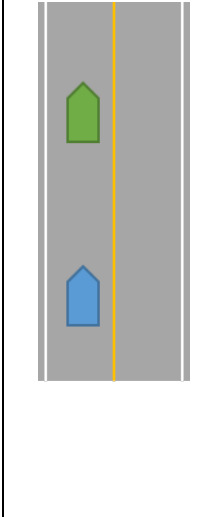
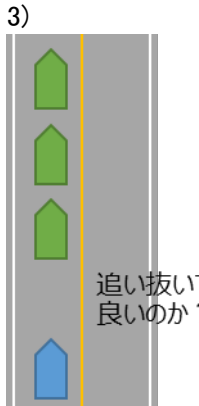
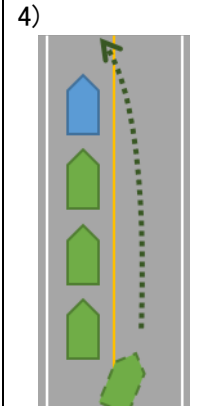
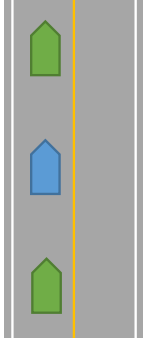
ケース名	No.1	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	1)  2) 	
円滑性への影響	1) 長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現 2) 前方車両との間への割り込み車両に備え、車間距離を確保する必要があり後方車両の混雑が発生	● 一様かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消
安全性への影響	—	● 一様かつ短めの車頭時間となり事故発生確率の低下

【ケース No.4】


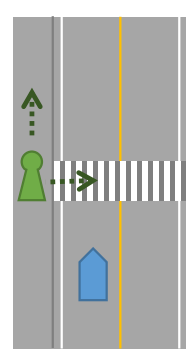
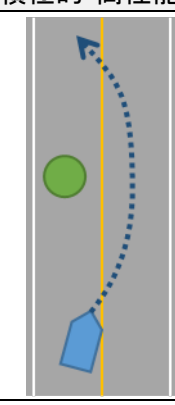
ケース名	No.4	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道部の歩行者・自転車(特に横断歩道近辺)に対して、一時停止する回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 ● 障害物等を早期に発見できず、一時停止が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行経路上の落下物・障害物等情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施することになり、走行時間が短縮
安全性への影響	—	—


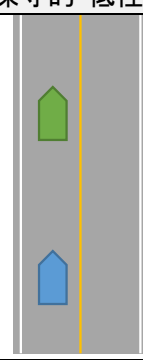
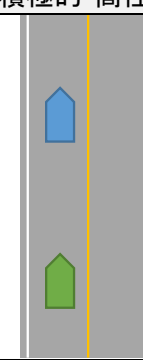
ケース名	No.4	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	● サグ部等においても速度が維持されて渋滞解消	● サグ部等においても速度が維持されて渋滞解消
安全性への影響	—	—

【ケース No.5】


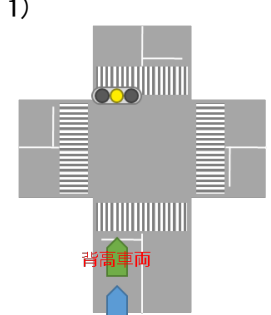
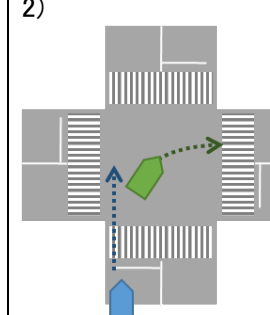
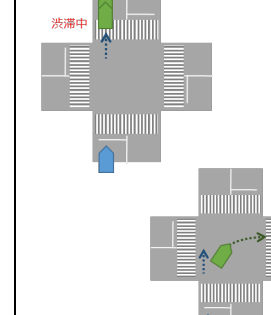
ケース名	No.5	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
<p>場面のイメージ</p> <ul style="list-style-type: none">  自動運転車両  その他車両  障害物  歩行者 	<p>1)</p>  <p>2)</p>  <p>3)</p>  <p>4)</p> 	
円滑性への影響	<p>1) 長めの車頭時間の維持又は車両性能や安全性に配慮して低速走行することで後続混雑が発生し、新たな渋滞箇所が出現</p> <p>2) 前方車両との間への割り込み車両に備え、車頭時間を確保する必要があり後方車両の混雑が発生</p> <p>3) 前方車両の状態判断(停車・事故渋滞・沿道駐車場入庫待ち等)ができずに車両の後方で停止</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 一様かつ短めの車頭時間となり交通混雑の解消
安全性への影響	<p>4) 規制速度を遵守する又は車両性能や安全性に配慮して低速で走行する自動運転車両に対してストレスを感じた車両による強引な追越しが発生して、事故の発生確率が増加</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 一様かつ短めの車頭時間となり事故発生確率の低下

【ケース No.8】

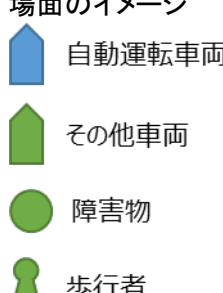
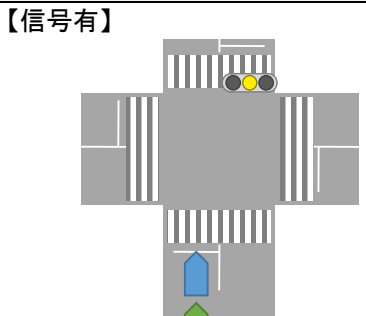
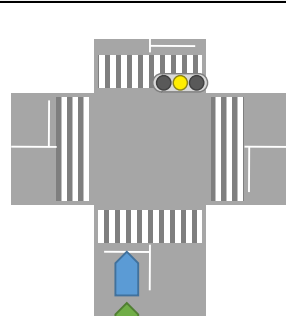
ケース名	No.8	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道部の歩行者(特に横断歩道近辺)に対して、一時停止をする回数が多くなり、後方車両の混雑が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 走行経路上の落下物・障害物等情報を早期に入手することにより、柔軟な経路変更を実施することになり、走行時間が短縮
安全性への影響	—	—

ケース名	No.8	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消 	<ul style="list-style-type: none"> ● サグ部等においても速度が維持されて渋滞が解消
安全性への影響	—	—


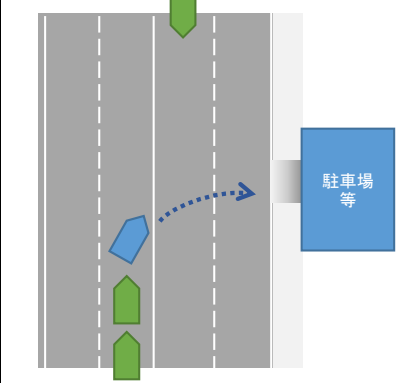
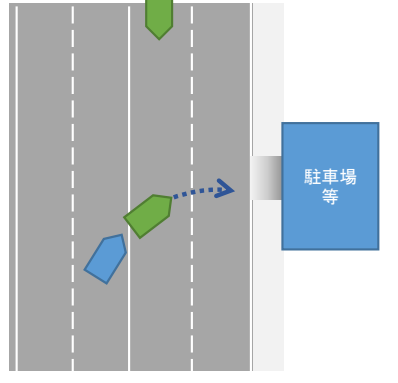
【ケース No.13】

ケース名	No.13	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	1)  2) 	
円滑性への影響	1) 前方車両の車高が高い場合、信号灯火の認識が遅れるため、交差点での停止時間が長くなり、捌け台数の減少 2) 右折待ちの車両の側方に十分な幅員が確保されない場合、交差点手前で停止し続け、捌け台数が減少	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号切替の際の早期発進による従来からの捌け台数の増加 ● 前方車両・右折待ち車両の追抜きが適切に判断でき、問題なく通行できる
安全性への影響	—	—


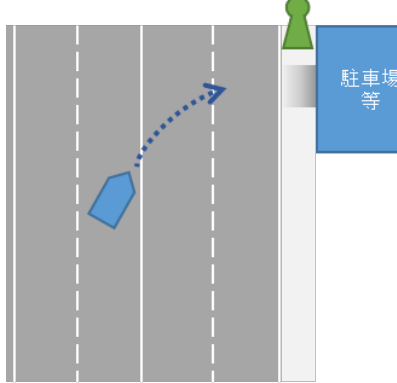
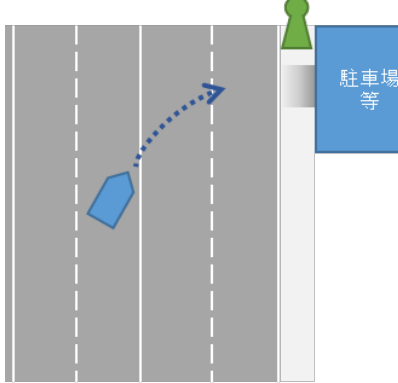
【ケース No.16】

ケース名	No.16	
自動運転車両の状態	直進走行	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	【信号有】 	
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号切替の際の早期停止(黄色で進入しない)による従来からの捌け台数の減少 	—
安全性への影響	—	<ul style="list-style-type: none"> ● 信号切替の際の適切な停止による事故の減少


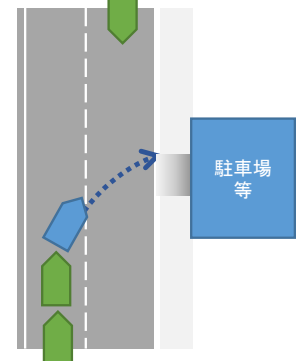
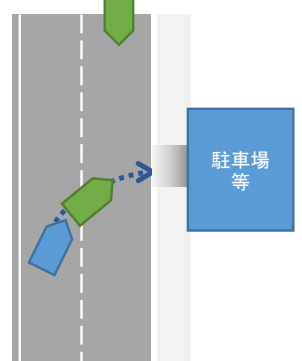
【ケース No.19】

ケース名	No.19	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	対向車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模商業施設の入口などで右折車両が並んでいるときに、発進遅れが減少し右折捌け台数が増加
安全性への影響	—	—


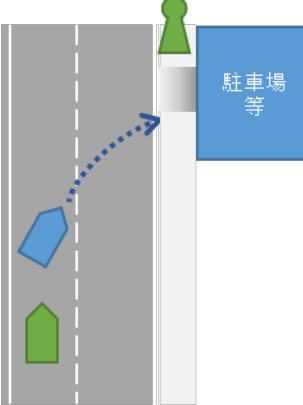
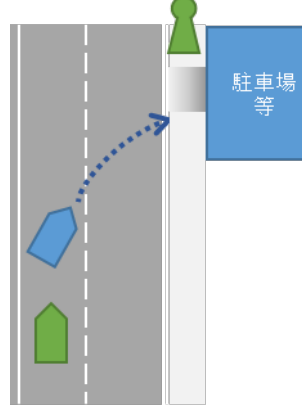
【ケース No.20】

ケース名	No.20	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる右折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加
安全性への影響	—	—


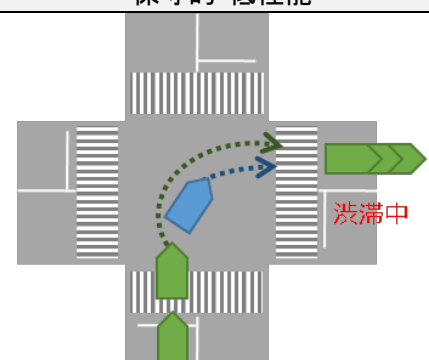
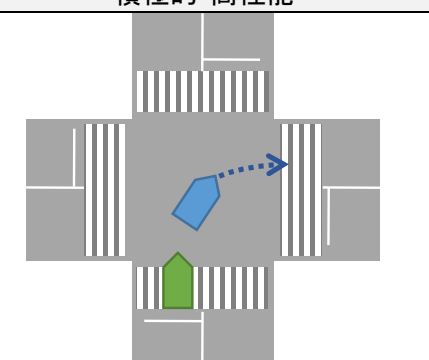
【ケース No.23】

ケース名	No.23	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	対向車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 十分な間隔を待って右折するため、車線内に停車する時間が長くなり、従来より車線当たりの交通容量の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大規模商業施設の入口など、連続して右折車両が並んでいるときに、発進遅れを少なくして右折の処理が行われる。
安全性への影響	—	—

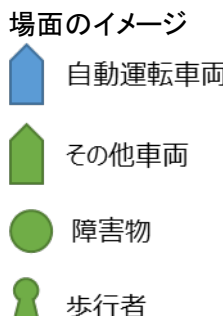
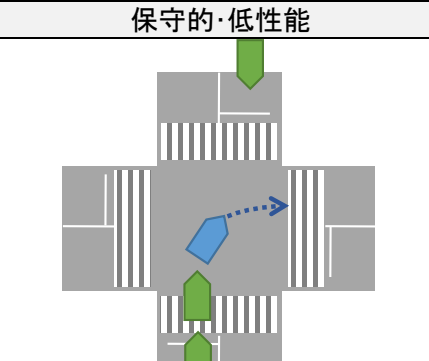
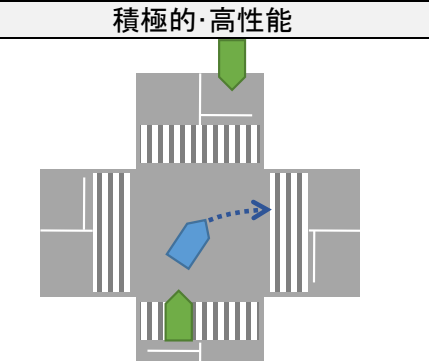
【ケース No.24】

ケース名	No.24	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる右折捌けの減少及び後方車両の混雑が発生 	<ul style="list-style-type: none"> ● 横断歩行者の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加
安全性への影響	—	—

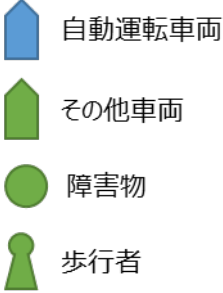
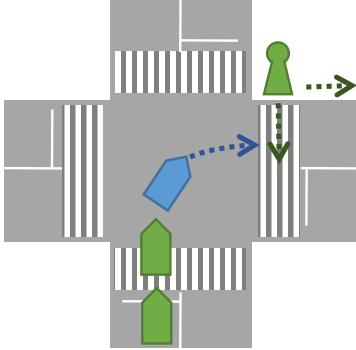
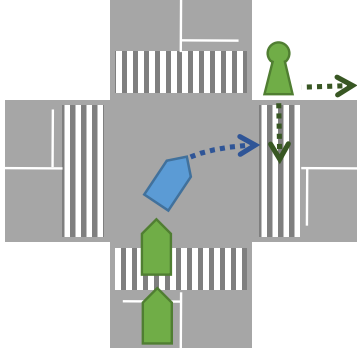
【ケース No.25】

ケース名	No.25	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	交差点(内部)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	—	—
安全性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 右折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 右折先の前方車両の動きを判断し、問題無く運行

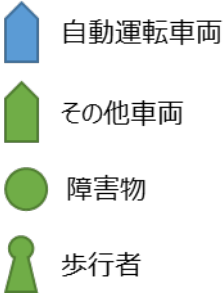
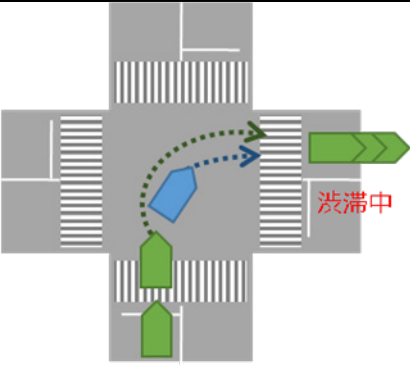
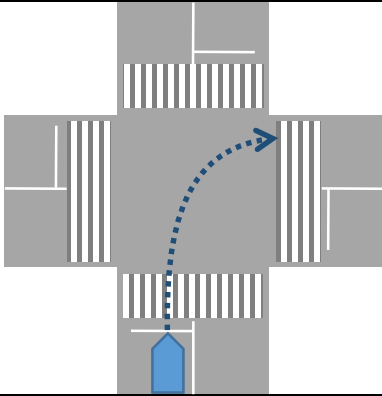
【ケース No.27】

ケース名	No.27	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	交差点(内部)	
判断対象	対向車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 十分な間隔を待って右折するため、交差点内で一時停止する時間が長くなり、右折捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 対向直進と前方(右折)車両の動きを判断した円滑な右折による右折捌け台数の増加
安全性への影響	—	—


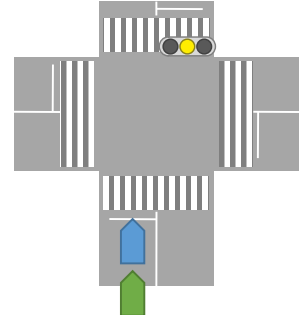
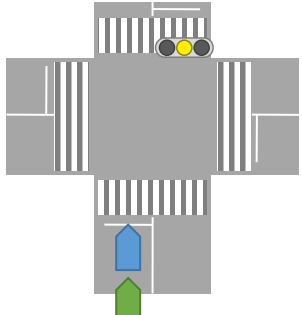
【ケース No.28】

ケース名	No.28	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	交差点(内部)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 横断歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる右折捌け台数が減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 横断歩行者の動きを判断し、問題なく通行
安全性への影響	—	—


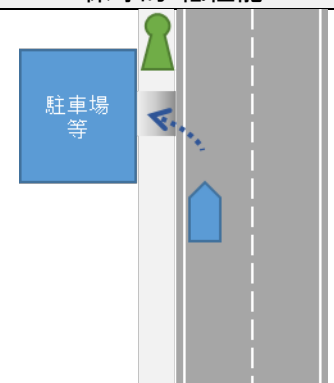
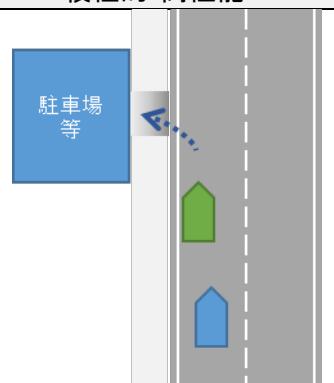
【ケース No.29】

ケース名	No.29	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	—	—
安全性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 右折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 右折先の前方車両の動きを判断し、問題無く運行


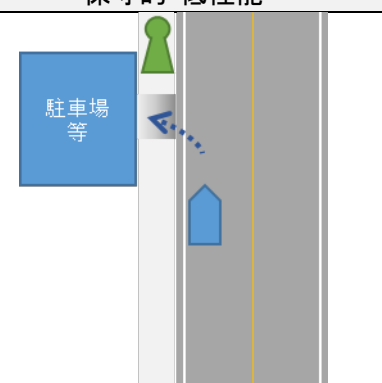
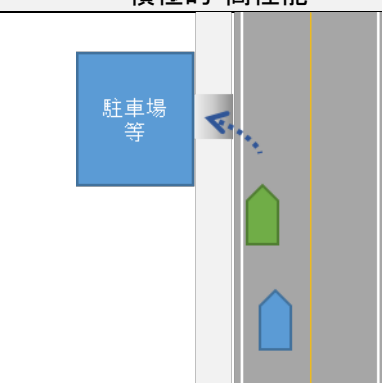
【ケース No.32】

ケース名	No.32	
自動運転車両の状態	右折	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	【信号有】 	【信号有】 
円滑性への影響	● 信号切替の際の早期停止による右折捌け台数の減少	—
安全性への影響	—	● 信号切替の際の適切な停止による事故の減少


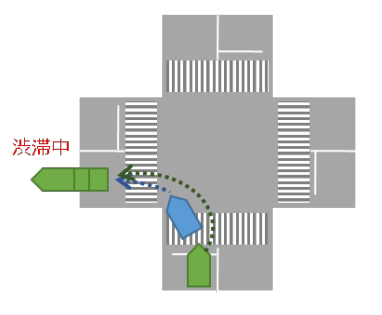
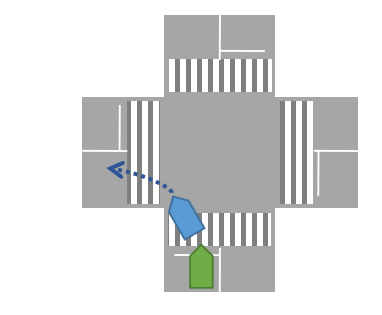
【ケース No.36】

ケース名	No.36	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少	● 歩道の状況を前方車両に引き続き素早く判断するために、捌け台数の増加
安全性への影響	—	—


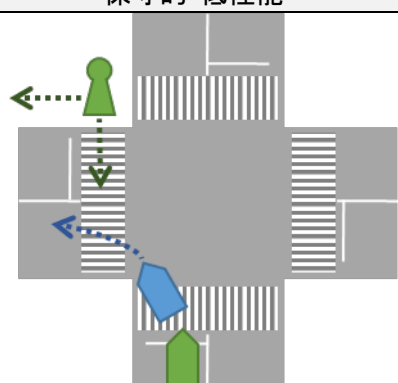
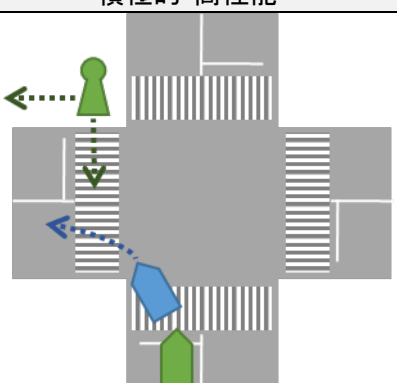
【ケース No.40】

ケース名	No.40	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道上の歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ● 歩道の状況を前方車両に引き続き素早く判断するために、左折捌け台数の増加
安全性への影響	—	—

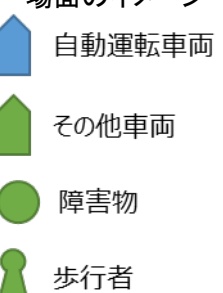
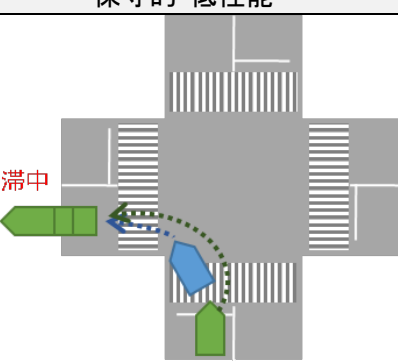
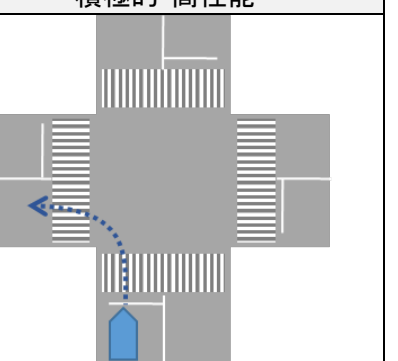
【ケース No.41】

ケース名	No.41	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	交差点(内部)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	—	—
安全性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 左折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で一時停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ● 左折先の前方車両の動きを判断し、問題なく通行


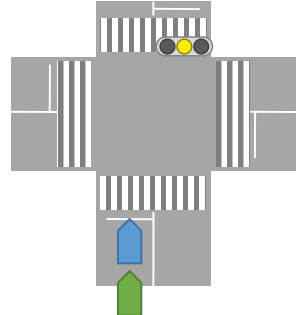
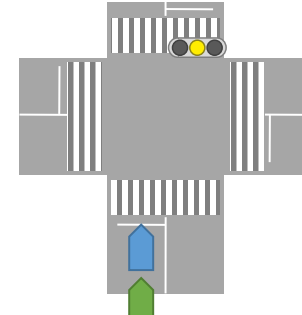
【ケース No.44】

ケース名	No.44	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	交差点(内部)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	● 横断歩行者への判断の遅れによる一時停止、それによる左折捌け台数の減少	● 横断歩行者の動きを判断し、問題なく通行
安全性への影響	—	—

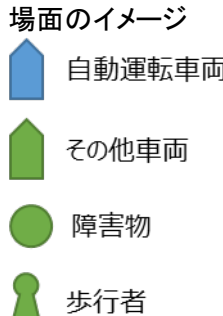
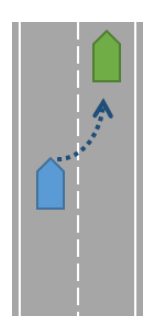
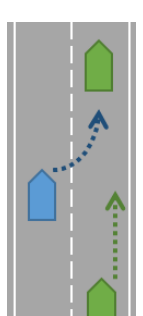
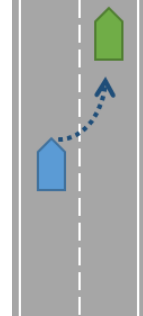
【ケース No.45】

ケース名	No.45	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	—	—
安全性への影響	● 左折先の渋滞状況を交差点進入前に判断できず、交差点内で停止するため、強引な追越しが発生し、接触事故を誘発する可能性	● 左折先の前方車両の動きを判断し、問題なく通行


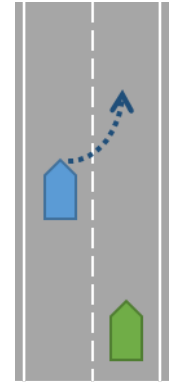
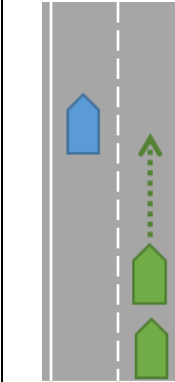
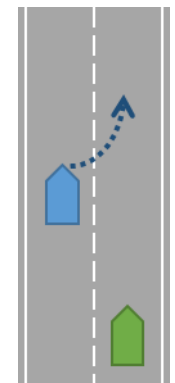
【ケース No.48】

ケース名	No.48	
自動運転車両の状態	左折	
自車位置	交差点(外部)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	【信号有】 	【信号有】 
円滑性への影響	● 信号切替の際の早期停止による右折捌け台数の減少	—
安全性への影響	—	● 信号切替の際の適切な停止による事故の減少

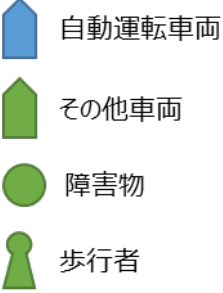
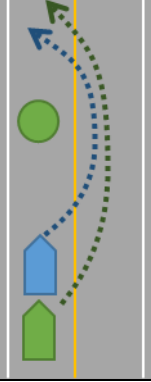
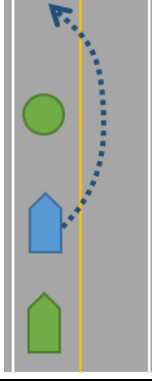
【ケース No.49】

ケース名	No.49	
自動運転車両の状態	進路変更	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	前方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	1)  2) 	
円滑性への影響	1) 進路変更を試みた際に隣接車線を走行する前方車両との判断により一時停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生	—
安全性への影響	2) 判断に戸惑っている自動運転車にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生し事故が増加 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下	● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の隣接車線を走行する前方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下





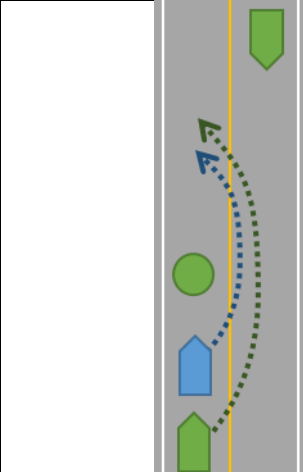
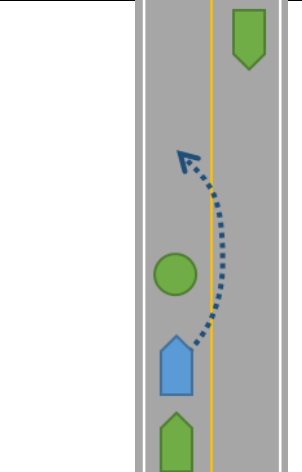
【ケース No.50】

ケース名	No.50	
自動運転車両の状態	進路変更	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯有)	
判断対象	後方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	1)  2) 	
円滑性への影響	1) 進路変更を試みた際に隣接車線を走行する後方車両との判断により一時停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生	—
安全性への影響	2) 自動運転車両の慎重な進路変更の際して、隣接後方車両の進路変更妨害が発生し、接触事故の誘発、後続混雑の発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下	● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の隣接車線を走行する後方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下


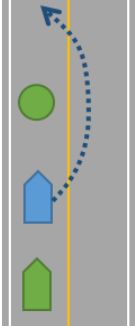
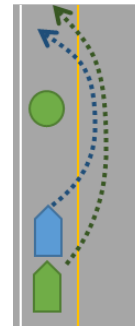
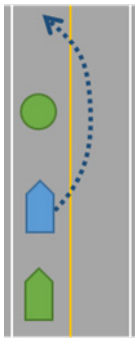
【ケース No.54】

ケース名	No.54	
自動運転車両の状態	進路変更	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	後方車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に同車線で同様に進路変更しようとする後方車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 	—
安全性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の同様に進路変更した後方車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下

【ケース No.55】

ケース名	No.55	
自動運転車両の状態	進路変更	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	対向車両	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
<p>場面のイメージ</p> <ul style="list-style-type: none">  自動運転車両  その他車両  障害物  歩行者 		
円滑性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 進路変更を試みた際に対向車両との判断により停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生 	—
安全性への影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適切な状況判断による、進路変更を試みた際の対向車両との事故の減少 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下

【ケース No.56】

ケース名	No.56	
自動運転車両の状態	進路変更	
自車位置	単路部(隣接する車両通行帯無)	
判断対象	その他(人・軽車両、落下物等)	
性能	保守的・低性能	積極的・高性能
場面のイメージ 	1)  2) 	
円滑性への影響	1) 障害物等に対する判断の遅れにより停止や進路変更の遅れが発生し、後続混雑が発生	—
安全性への影響	2) 判断に戸惑っている自動運転車両にストレスを感じた車両による危険な追越しが発生 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下	● 適切な状況判断により問題なく進路変更 ● 不要な進路変更の減少による事故発生確率の低下

参考文献

- [1] 自動車検査登録情報協会 HP, <https://airia.or.jp/>
- [2] 総務省統計局HP, <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/index.html>
- [3] ITS Connect 推進協議会, ” ITS Connect システム 車車間通信メッセージ 仕様 ITS Connect TD-001 1.0 版 “, <https://www.itsconnect-pc.org/>
- [4] 情報通信審議会 情報通信技術分科会 移動通信システム委員会, “ (第7回) 資料 7-2-2 「委員会報告(案)(79GHz帯高分解能レーダの技術的条件)」 ” , http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/digital_content/02kiban14_03000202.html
- [5] Anritsu White Paper, 「79GHz帯高分解能ミリ波レーダの測定」
- [6] 警察庁, “警交仕規第1030号 ITS無線路側機仕様書”

契約管理番号	18101643-0
	18101644-0