

2019年度

「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～自動運転車両による交通流への影響評価に係るシミュレーション等～」

成果報告書

2020年2月

パシフィックコンサルタンツ株式会社
一般社団法人 UTMS協会

「本報告書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務として、パシフィックコンサルタンツ株式会社・一般社団法人UTMS協会が実施した「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～自動運転車両による交通流への影響評価に係るシミュレーション等～」の2019年度成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、NEDOに帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、NEDOの承認手続きが必要です。」

目 次

まえがき	5
和文要約	6
英文要約	7
1. 調査研究の概要	8
1.1 事業目的	8
1.2 事業概要	8
1.3 研究の方法	9
2. 東京臨海部実証実験において取得されるデータを用いた自動運転車の影響評価を行う事項等の決定	10
2.1 分析内容・データ取得方法の選定	10
2.1.1 分析の全体の枠組みの整理	10
2.1.2 分析内容とデータ取得方法の整理	10
2.2 分析箇所の選定	12
2.3 交通流シミュレーターの選定	14
3. 分析対象箇所における交通流の分析	19
3.1 定点カメラの設置概要とデータ取得状況	19
3.1.1 定点カメラの設置箇所の状況	20
3.1.2 交差点観測の結果	24
3.2 現況の交通流に関するデータの分析	29
3.2.1 影響分析対象	29
3.2.2 分析結果	30
4. 交通流シミュレーターを用いた円滑性に係る分析方法の検討	42
4.1 交通流シミュレーターを用いた分析手法の検討	42
4.2 シミュレーション活用による検証内容の検討	43
4.3 現況再現方法の検討	44
4.4 自動運転車の混入時の分析方針	47
5. 交通流シミュレーターによる分析対象箇所の現況再現	49
5.1 道路ネットワーク等の構築	49
5.2 再現性の確認	50
5.3 現況再現パラメータの決定	62
6. 東京臨海部実証実験時に取得されるデータの分析	64
6.1 事前分析（フィールド検証結果）	64
6.1.1 検証対象	64
6.1.2 分析結果	68
6.1.3 事前分析（フィールド検証）結果のまとめ	73
6.2 事前分析（シミュレーション検証結果）	75
6.2.1 シミュレーション条件の整理	75
6.2.2 自動運転車のパラメータの整理	75
6.2.3 自動運転車の混入時の分析の実施結果	77

6.3	来年度に収集すべきデータの検討	84
6.4	今後に向けた課題と留意点	88
7.	分析結果の交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用方策の検討	89
7.1	一次アンケート結果	89
7.2	二次アンケート結果	90
7.3	施策のとりまとめ	92
8.	海外事例調査及び専門家からの意見収集	96
8.1	海外事例調査	96
8.1.1	事例収集	96
8.1.2	ヒアリング	98
8.2	国内専門家意見収集	99
8.2.1	交通工学の有識者への意見収集	99
8.2.2	自動運転車開発に関する有識者への意見収集	101
9.	委員会の開催	102
	結び（総括及び結論）	104

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）／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～自動運転車による交通流への影響評価に係るシミュレーション等～」において、東京臨海部実証実験において収集されるデータの活用を見据えたシミュレーションの作成検証及び交通流の分析等により、自動運転車の混入による交通影響の評価や課題の抽出・把握を行い、交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用等の検討を実施するものである。

本調査は、2018 年度に実施した、一般車と自動運転車が混在した交通下における、自動運転車による既存交通流への影響評価の実施に向けた検討を踏まえ、東京臨海部実証実験において収集されるデータの活用を見据えたシミュレーションの作成検証及び交通流の分析等により自動運転車の混入による交通影響の評価や課題の抽出・把握を行い、交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用等を検討することを目的として実施したものである。

2018 年度に整理を行った自動運転車が交通流に影響を与え得る場面及びその分析方法を踏まえて、東京臨海部実証実験の実施計画を参考に、実証実験時に自動運転車が交通流に与える影響を分析する箇所、内容、必要となるデータの取得方法、利用する交通流シミュレーター等を選定した。

また、検証にあたっては、交通円滑性の観点や、自動運転車の挙動に関する自動車メーカー等へのアンケート調査結果等を踏まえ、検討事項を選定し、フィールド検証とシミュレーション検証の 2 段階の検証を検討した。

フィールド検証では、主に定点カメラ映像等により、一般車の挙動について定量的に把握を行い、シミュレーション検証に活用した。また、定点カメラ等によるデータ分析を一般車に対して行うことで、自動運転車の実走行データの分析に向けた検証方法の確認等を行った。

シミュレーション検証では、定点カメラから得られたデータを基に現況再現を実施した。また、各種基準や自動車メーカー等へのアンケート調査、交通工学等に関する有識者へのヒアリング、海外事例調査等から得られた情報を基に、自動運転車の性能（挙動特性）について整理を行うとともに、その結果に基づき、シミュレーション上での自動運転車の挙動の設定を行った。また、性能（挙動特性）の変化や普及率の違い等による評価シナリオの設定等を検討し、自動運転車の混入による交通影響評価を行った。

シミュレーション検証の結果、今回の自動運転車の想定性能（挙動特性）、及びシミュレーション実施場所である東京臨海部の一部箇所においては、普及率が向上（50%程度以上）となり、車頭時間の設定値が一般車と同程度の場合には、交通円滑性は向上する結果が得られた。また、その一方で、車頭時間を一般車よりも長く設定した場合には、普及率が向上（50%程度以上）になると、交通円滑性が低下する結果が得られた。

そのため、普及の過程においては、一般車と自動運転車の双方が走行しやすい交通環境の構築など、交通円滑性に関しての施策が必要になるといった示唆が得られた。

さらに、シミュレーション結果や、別途実施した信号機メーカー・自動車メーカー等へのアンケート調査結果を基に、自動運転車の混入により生じ得る課題に対して、必要となる交通施策（交通規制、広報啓発（各種交通参加者への交通安全教育等）等）や交通管理（信号制御等）等について検討し、体系的に整理した。具体的には、主に「従来から交通課題として存在していて、自動運転車の混在状況下では混入率によってその度合いが変化すると想定されるもの」等の課題に対して、法制度（安全教育等を含む）や交通安全施設の運用（交通情報の提供含む）等の施策を整理した。

This study is intended to prepare and verify the simulation and analyze traffic flows with the eyes focused on the utilization of data to be collected by demonstration experiments in the Tokyo waterfront area to evaluate the traffic impact of inclusion of autonomous vehicles, extract and understand issues, and eventually plan traffic safety measures and examine how to utilize the data for traffic management operations.

We determined where to analyze the impact of autonomous vehicles on traffic flows during the demonstration experiment, what to be analyzed, how to obtain the necessary data, and what traffic flow simulator to be used. In preparation for verification, we examined two-stage verification, that is, field and simulation verification.

In the field verification, we quantitatively understood the behavior of ordinary vehicles mainly by fixed-point camera images, and utilized the findings for the simulation verification. In addition, by analyzing the data on ordinary vehicles using fixed-point cameras, we confirmed the verification method toward the analysis of actual driving data of autonomous vehicles.

In the simulation verification, we reproduced the current state based on the data obtained by using fixed-point cameras. On the other hand, based on information obtained from various standards, questionnaire surveys of automobile manufacturers, interviews with traffic engineering experts, and overseas case studies, we organized the performance of autonomous vehicles, and determined their behavior in the simulation according to the results. We also examined how to decide evaluation scenarios according to changing performance and different penetration rates, and evaluated the traffic impact of the inclusion of autonomous vehicles.

The results of the simulation verification found that when the headway time is set almost the same as that of ordinary vehicles, traffic flows will be smoother as the penetration rate will be higher. On the other hand, when the headway time is set longer, traffic smoothness may decrease as the penetration rate increases.

Therefore, during penetration, it is considered necessary to take measures for smoothing traffic, such as construction of a traffic environment in which both ordinary and autonomous vehicles can travel easily.

Furthermore, based on the simulation results and the results of separate questionnaire surveys of traffic light manufacturers and automobile manufacturers, we examined and systematically organized the traffic measures, such as traffic regulations, public relations, and enlightenment (traffic safety education to traffic participants), as well as traffic management, such as traffic light control, that are necessary for solving issues potentially caused by inclusion of autonomous vehicles.

1. 調査研究の概要

1.1 事業目的

本事業は、2018 年度に実施した、一般車と自動運転車が混在した交通下における、自動運転車による既存交通流への影響評価の実施に向けた検討を踏まえ、東京臨海部実証実験において収集されるデータの活用を見据えたシミュレーションの作成検証及び交通流の分析等により自動運転車の混入による交通影響の評価や課題の抽出・把握を行い、交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用等を検討することを目的とする。

1.2 事業概要

本事業は、1.1 節を実現するために、以下の項目①～⑧を実施する。また、実施にあたっては、委員会の設置及び委員会の運営を行う。

- ① 東京臨海部実証実験において取得されるデータを用いた自動運転車の影響評価を行う事項等の決定
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ② 分析対象箇所における交通流の分析
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ③ 交通流シミュレーターを用いた円滑性に係る分析方法の検討
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ④ 交通流シミュレーターによる分析対象箇所の現況再現
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ⑤ 東京臨海部実証実験時に取得されるデータの分析
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ⑥ 分析結果の交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用方策の検討
【担当 一般社団法人UTMS協会】
- ⑦ 海外事例調査及び専門家からの意見収集
【担当 パシフィックコンサルタンツ株式会社】
- ⑧ 委員会の開催
【担当 一般社団法人UTMS協会】

1.3 研究の方法

UTMS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した。委員会は計7回開催し、委員からの意見を収集・反映した。

なお、詳細については9章に示す。

2. 東京臨海部実証実験において取得されるデータを用いた自動運転車の影響評価を行う事項等の決定

2018 年度に整理を行った自動運転車が交通流に影響を与え得る場面及びその分析方法を踏まえて、東京臨海部実証実験の実験計画を参考に、実証実験時に自動運転車が交通流に与える影響を分析する項目、分析に必要なデータの取得方法、箇所、場面及び利用する交通流シミュレーター等を選定した。

なお、分析は、実証実験時の交通影響評価を行うフィールド検証と、それを基に自動運転車が普及した場合等の交通影響評価を行うシミュレーション検証の 2 種類の方法で実施するものとした。

2.1 分析内容・データ取得方法の選定

2.1.1 分析の全体の枠組みの整理

本調査の検討を 3 段階に分け、それぞれの調査イメージとアウトプットの内容について整理を行った。

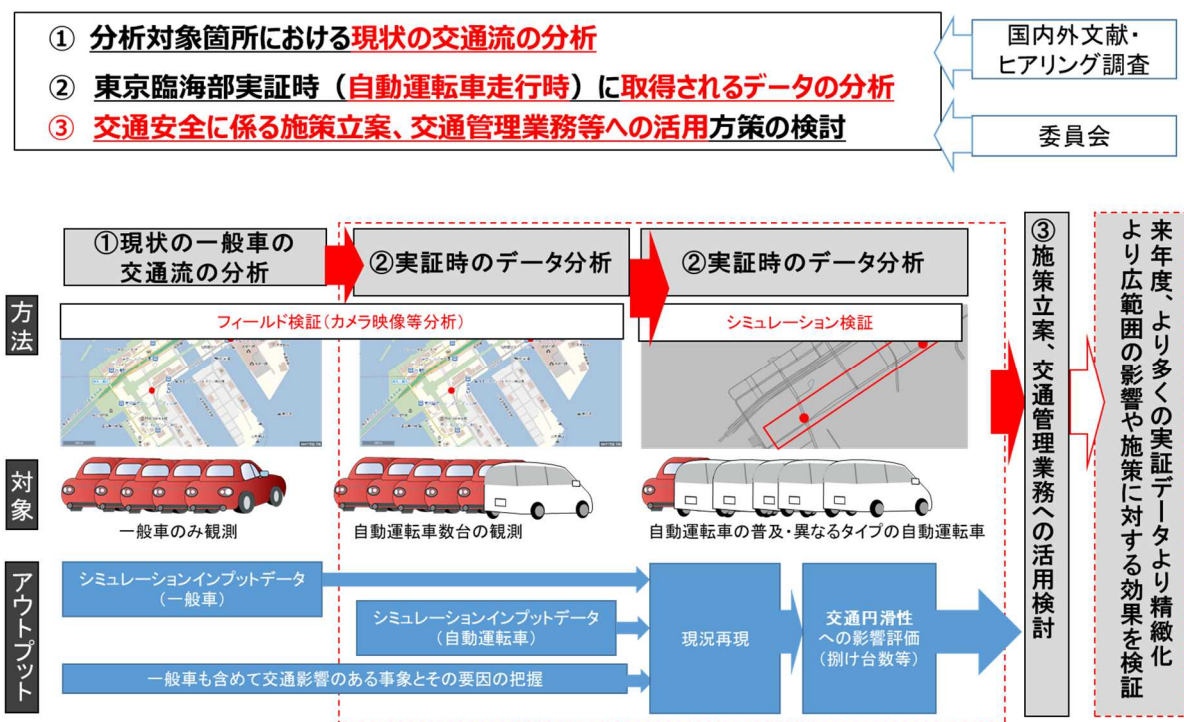


図 2-1 主な調査イメージとアウトプット
(一部 NTT 空間情報の画像使用)

2.1.2 分析内容とデータ取得方法の整理

自動運転車が混入する際の影響として、昨年度調査研究で整理された「自動運転車が混入する際に想定される影響」を参考に、本調査研究で検証を行う内容及び分析手段として以下の項目を整理した。

表 2-1 検証の実施方針

場所	No.	想定される影響	検証内容	分析手段	
				ドラレコ等	定点カメラ
単路部	1	GPS 通信の途絶による一時停止(急減速)や蛇行	■アンケート調査	—	—
	2	センサー誤検知による急停止(渋滞車列があると電波等の反射により、誤検知が発生しやすい)	■アンケート調査	—	—
	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	■フィールド検証: ・実勢速度以下で走行する一般車に対する、他車両の追い越し発生回数、車群の形成状況を把握 ■シミュレーション検証: ・特定の車頭時間・速度をもつ自動運転車が混入した際の捌け台数の増加/減少を把握	○	○
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑		○	○
	5	交差点接近時の予備減速	■フィールド検証: ・一般車の交差点接近時速度を確認	○	○
	6	道路近傍の歩行者認識による減速	■アンケート調査	—	—
	7	緊急車両への対応	■アンケート調査	—	—
無信号横断歩道	8	歩行者の断続的到着による停止時間の長期化	■アンケート調査	○	—
交差点部	9	灯色変更時(赤→青)の発進遅れによる捌け台数の変化	■フィールド検証: ・一般車の先頭車の発進遅れの発生状況の把握 ・捌け台数の推計 ■シミュレーション検証: ・特定の発進遅れ時間を持つ自動運転車の混入による捌け台数の増加/減少を把握	○	○
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	■フィールド検証: ・一般車の右折時臨界ギャップ、右左折時の停止・減速状況の把握 ・捌け台数の推計 ■シミュレーション検証: ・特定の右折ギャップを持つ自動運転車の混入による捌け台数の増加/減少を把握	○	○

2.2 分析箇所の選定

多数走行する車両の交通量及び挙動を俯瞰したデータとして取得するためには、定点カメラの設置が必要である。定点カメラを設置し、データ取得及び分析を行う箇所として、以下の観点から選定した。

なお、定点カメラの設置箇所については、東京臨海部実証実験を実施する東京臨海部実証実験関係者と調整の上決定した。

<選定要件>

A：信号残秒数情報が「確定」「幅付」それぞれでの挙動確認が可能な箇所

B：規制速度と実勢速度に差がある場合の挙動確認が可能な箇所

C：左折時の歩行者認識による挙動の確認が可能な箇所

D：右折時の挙動（右折ギャップ）の確認が可能な箇所

E：予備減速の状況の確認が可能な箇所

F：交差点捌け台数、加減速・速度の把握が可能な箇所

G：自動運転車の多頻度での走行が見込める箇所

以上の条件を満たす箇所として、以下の4交差点を選定した。

No.6：青海一丁目西

No.21：東京ビッグサイト正門

No.25：青海一丁目

No.26：東京ビッグサイト前

東京臨海部実証実験における一般道で、自動運転車が走行するエリア及び定点カメラの設置位置を図 2-2 定点カメラの設置箇所にて示す。

調査箇所（下図●の箇所）

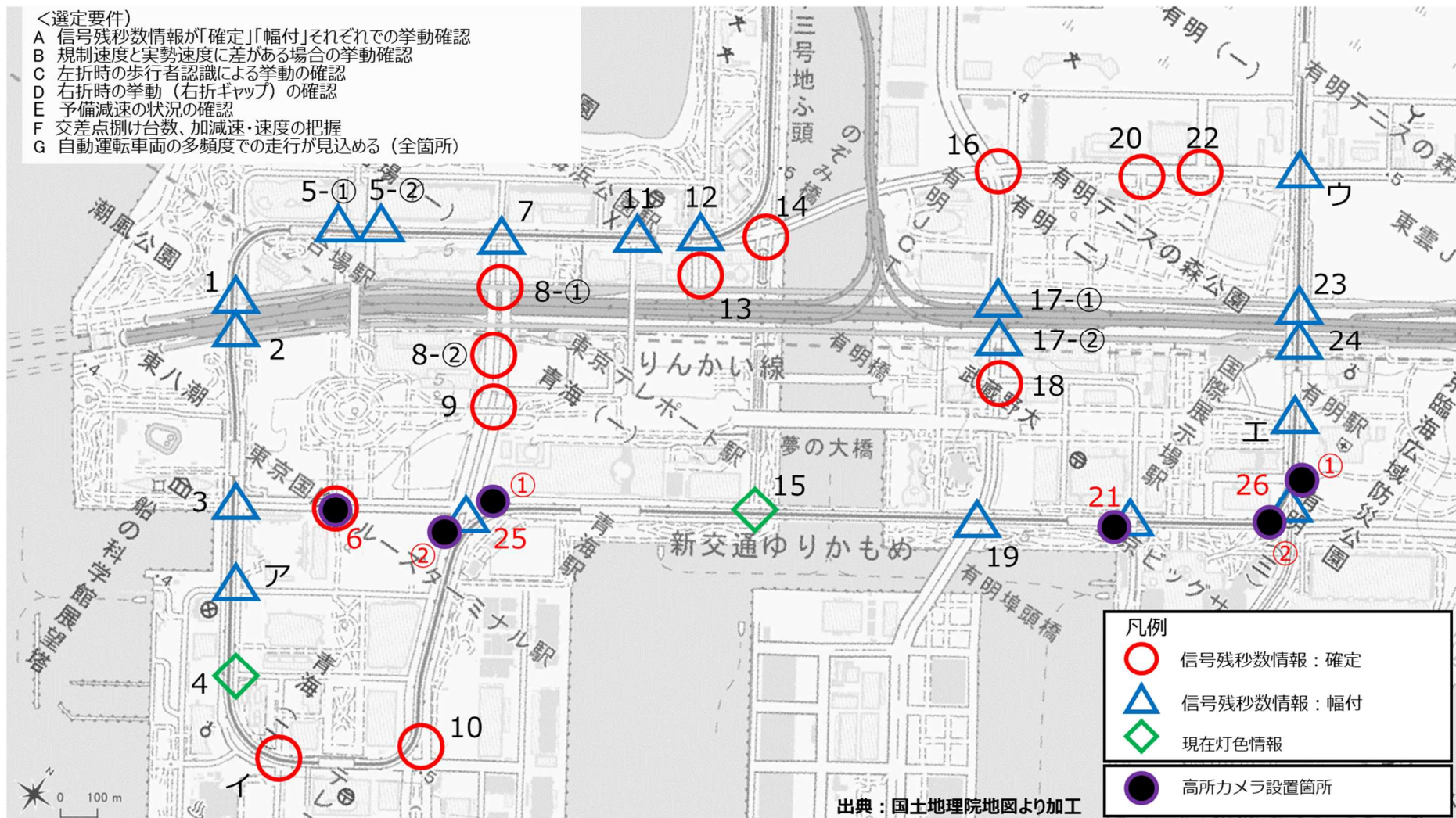


図 2-2 定点カメラの設置箇所
（※出典：国土地理院地図より加工）

2.3 交通流シミュレーターの選定

本分析を行うにあたって、使用する交通流シミュレーションについて、以下の手順で検討を行った。

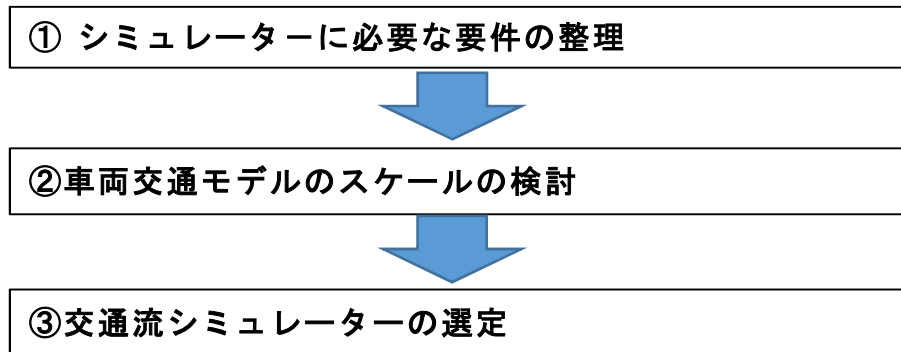


図 2-3 交通流シミュレーター選定の検討手順

(1) シミュレーターに必要な要件の整理

本分析を行うにあたって、分析事項について整理した上で、シミュレーターに必要な要件の整理を行った。

1) シミュレーターでの分析事項

- ・自動運転車と一般車において、追従や右左折判断、速度・車間（車頭）等の走行挙動の違いを分析する。

2) シミュレーターに必要な要件

- ・車両のミクロな交通挙動が設定できること。（速度、車間距離（車頭時間）等）
また、詳細な分析を行うため、モデルの基本検証結果が公開されていること。
- ・必要に応じて交通挙動等のモデル等のカスタマイズが行えること。
- ・交通流の変化を分析するための指標として、交差点捌け台数（交通量）、渋滞長、旅行速度等が出力できること。

(2) 車両交通モデルのスケールの検討

車両交通モデルは、スケールによってマクロモデル・ハイブリッドモデル（メソモデル）、ミクロモデルの3種類に分類される。また、ミクロ・マクロの両方のシステムを同じプラットフォーム上に持っている統合システムも存在する。

本分析を行うにあたって、車両交通モデルのスケールの比較検討を行ったところ、本検討においては、自動運転車に特有の挙動を設定するため、ミクロモデルが適していると考えられる。

表 2-2 車両交通モデルのスケール分類

	マクロモデル	ハイブリッドモデル (メソモデル)	ミクロモデル
車両の 取り扱い 単位	車両を集合体として取り扱う	車両を車群、流体として取り扱う。	車両個々を取り扱う
モデル の概要	・各リンク(道路)毎にQV(容量-速度関係)を割当 ・最小コスト(最短時間)経路を利用するものとする	・QK(容量-交通量関係)を利用	・個々の車両がモデル式(追従理論等)に従い、行動
アウト プット	・日単位の交通指標(日交通量、混雑度、速度など) ※時間帯別配分もあるが一般的でない	・短時間(分・時間)単位の交通指標(交通量、渋滞長、速度など)	・短時間(分・時間)単位の交通指標(交通量、渋滞長、速度など)
主なソフトウェア/ システム 例	・SOUND ・I/O 法 ・JICA STRADA ・国土交通省	・AVENUE ・DEBNetS ・MACSTRAN ・RISE ・TRANDMEX ・ボックスモデル	・VISSIM ・AIMSUN ・PARAMICS ・NETSIM

(3) 交通流シミュレーターの選定

主要なミクロスケールの車両交通モデルの中から交通流シミュレーターを選定するため、各ソフトウェアの比較検討を行った。その結果、特に以下の3点から、総合的にみて本調査でのシミュレーターの要件に最も適合するものと判断される VISSIM を選定した。比較検討表を次頁に示す。

- ・ 基本的な機能（シミュレーションの入力内容、出力内容など）が十分備わっており、他のソフトウェアと遜色ない内容となっていること。
- ・ カスタマイズ性が他のソフトウェアと比べて高く、**External Driver** モデルや **COM** でシミュレーション機能の拡張が可能であること。
- ・ 車両の追従モデル等の妥当性について、他のソフトウェアと比べて基本検証が十分に行われていること。

表 2-3 交通流シミュレーターの比較表

		VISSIM	AIMSUN	PARAMICS	NETSIM
開発主体		PTV Vision(ドイツ)	TSS(スペイン)	Edinburgh 大学(イギリス)	FHWA(米国連邦道路局)
対象道路		一般街路、高速道路	一般街路、高速道路	一般街路、高速道路	一般街路
経路選択		可能(内生)	可能(内生)	可能(内生)	可能(内生)
モデル理論		離散(追従)	離散(追従)	離散(追従)	離散(追従)
計算ステップ		0.1 秒	0.1 秒	0.1 秒	1 秒
入力	OD 設定	可能	可能	可能	可能
	経路設定	動的経路選択/OD 表/ 分岐率	動的経路選択/OD 表/ 分岐率	動的経路選択/OD 表/ 分岐率	OD 表/分岐率
	リンク 設定	車線数、リンク長、幅員 等	車線数、リンク長、幅員 等	車線数、リンク長、幅員 等	車線数、リンク長、幅員等
	リンク コスト	パラメータ設定可能	コスト可能	パラメータ設定可能	パラメータ設定可能
出力	出力内容	旅行速度、停止時間、 旅行距離、渋滞長、交 通量 等	旅行速度、停止時間、旅 行距離、交通量 等	断面交通量、最大渋滞長、旅 行速度 等	旅行速度、停止時間、旅行距離、 渋滞長、交通量 等
	出力機能	アニメーション可	アニメーション可	アニメーション可	アニメーション可

		VISSIM	AIMSUN	PARAMICS	NETSIM
モデル	モデルカスタマイズ	○ 可能 ※External Driver モデルや COM で拡張可能	○ 可能 ※microSDK モデルで拡張可能	× 不可 ※API は集計のみ対応	○ 可能 ※ソースコードによるカスタマイズ
	車両挙動設定可能パラメータ	車間距離 速度等	車間距離 速度等	—	—
モデルの基本検証		○ 全項目検証結果公開	△ 検証結果非公開項目あり	○ 全項目検証結果公開	△ 検証結果非公開項目あり
特徴		・様々な地形環境や交通システムにおける特徴的な挙動、ドライバー挙動をモデル化可能	・交通量調査等の結果を用いたスピーディーな現況再現作業が可能	・パラメータが豊富なため反応遅れ時間など詳細な表現が可能 ・統計処理機能を搭載	・多様な交通指標、環境影響指標が準備 ・内蔵開発環境によるソースコードの改良が可能

3. 分析対象箇所における交通流の分析

自動運転車の影響評価に必要な現況の交通流を把握するため、2章で選定した分析対象箇所について、必要なデータを取得し、分析を行った。

3.1 定点カメラの設置概要とデータ取得状況

2.2 節で定めた以下の3箇所について、9月と11月の2回、定点カメラを設置して観測を行った。

表 3-1 定点カメラの設置台数

No.	箇所名(交差点名)	9月観測カメラ台数 (自動運転車の混入なし)	11月観測カメラ台数 (自動運転車の混入時を想定)
21	東京ビッグサイト正門	4	4
25	青海一丁目	2	2
26	東京ビッグサイト前	2	2
合 計		8	8

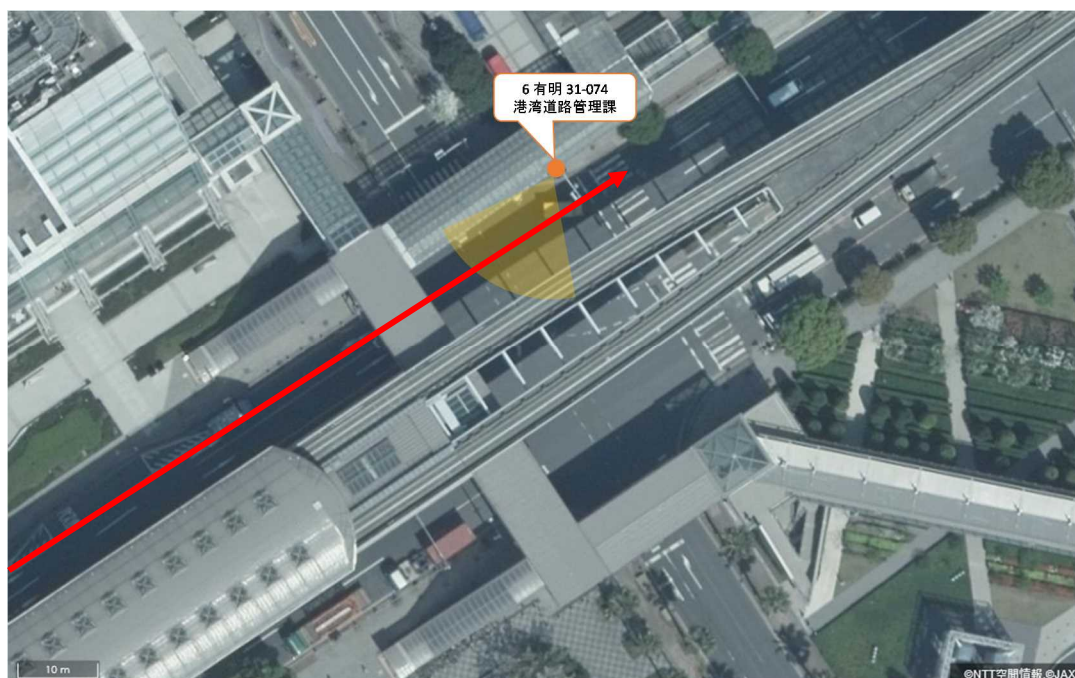
3.1.1 定点カメラの設置箇所の状況

以降に 3 箇所の定点カメラの設置状況を示す。

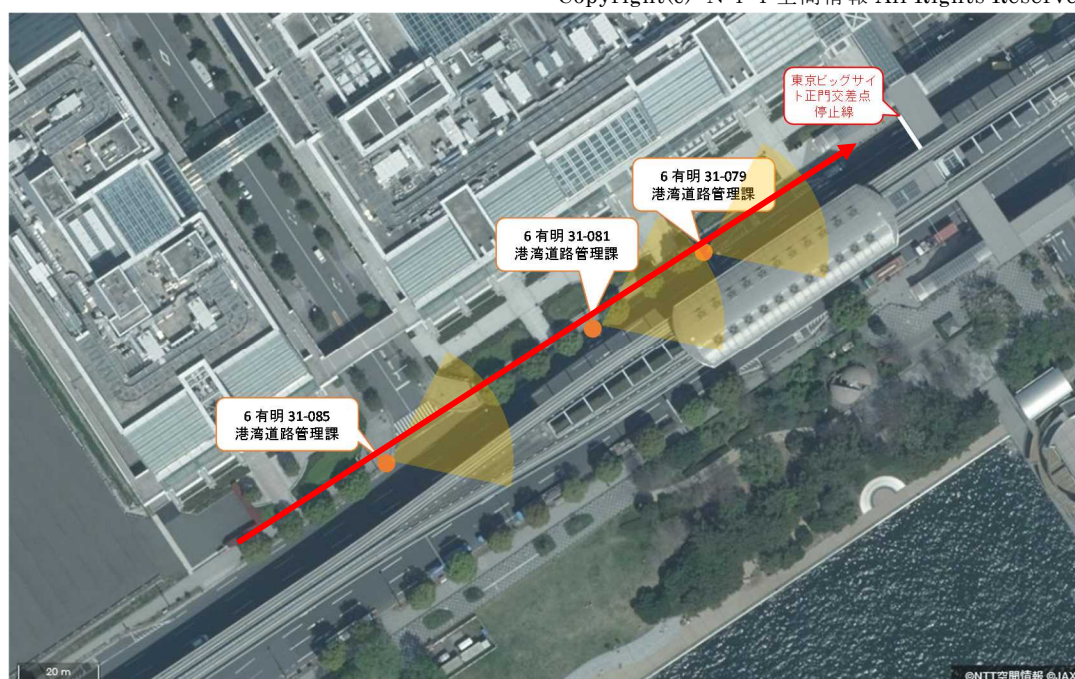
(1) 東京ビッグサイト正門

実施時期：9 月 カメラ 4 台、11 月 カメラ 4 台

使用用途：主に交差点手前での車両の挙動等の確認を想定



Copyright(c) N T T 空間情報 All Rights Reserved



Copyright(c) N T T 空間情報 All Rights Reserved

図 3-1 定点カメラを設置した箇所の航空写真

(上：番号 31-074 カメラ、下：番号 31-085、31-081、31-079 カメラ)

※カメラ番号は、照明柱に記載の番号を示す。

地点 21：直進（交差点付近）：31-074



地点 21：直進（交差点手前）：31-079



図 3-2 定点カメラ映像の画角（左：番号 31-074 カメラ、右：番号 31-079 カメラ）

地点 21：直進（交差点手前）：31-081



地点 21：直進（交差点手前）：31-085



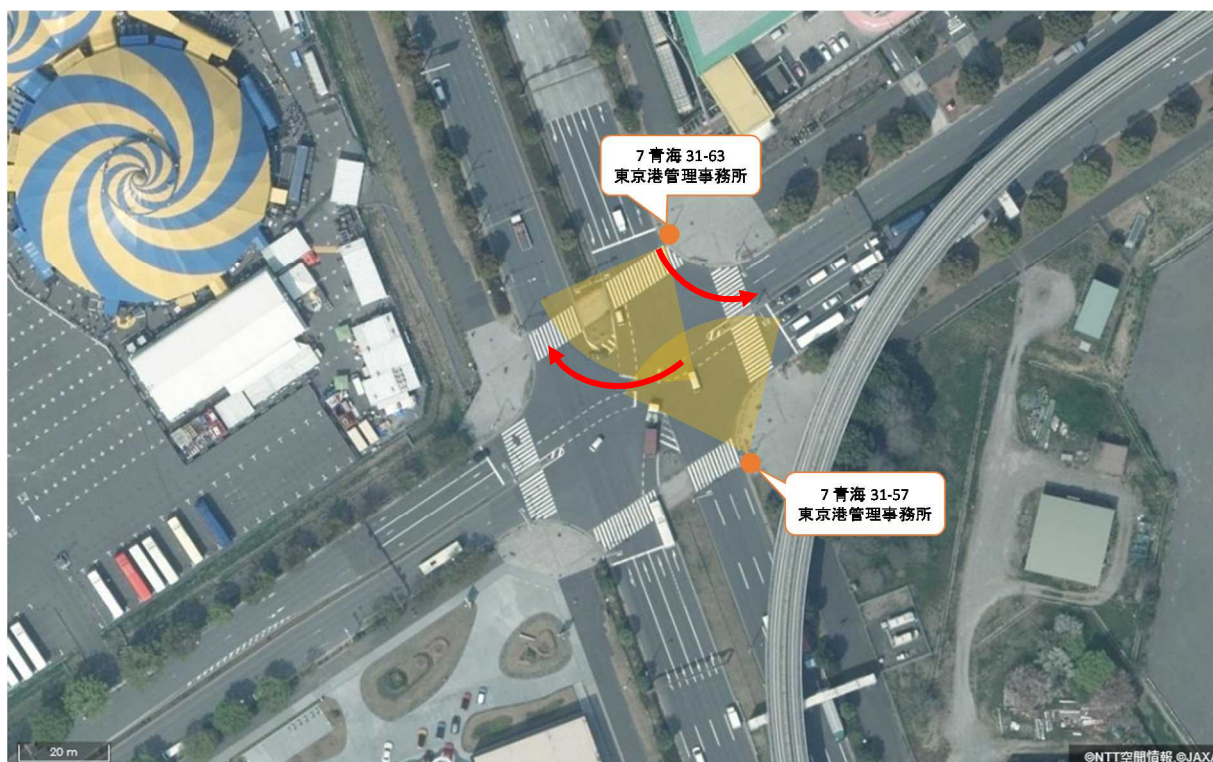
図 3-3 定点カメラ映像の画角（左：番号 31-081 カメラ、右：番号 31-085 カメラ）

(2) 青海一丁目

実施時期：9月 カメラ2台、11月 カメラ2台

使用用途：主に車両の右左折挙動、歩行者に対する車両挙動の確認を想定

交差点の捌け台数の確認を想定



Copyright(c) N T T 空間情報 All Rights Reserved

図 3-4 定点カメラを設置した箇所の航空写真

※カメラ番号は、照明柱に記載の番号を示す。

地点 25：左折：31-57



地点 25：右折：31-63



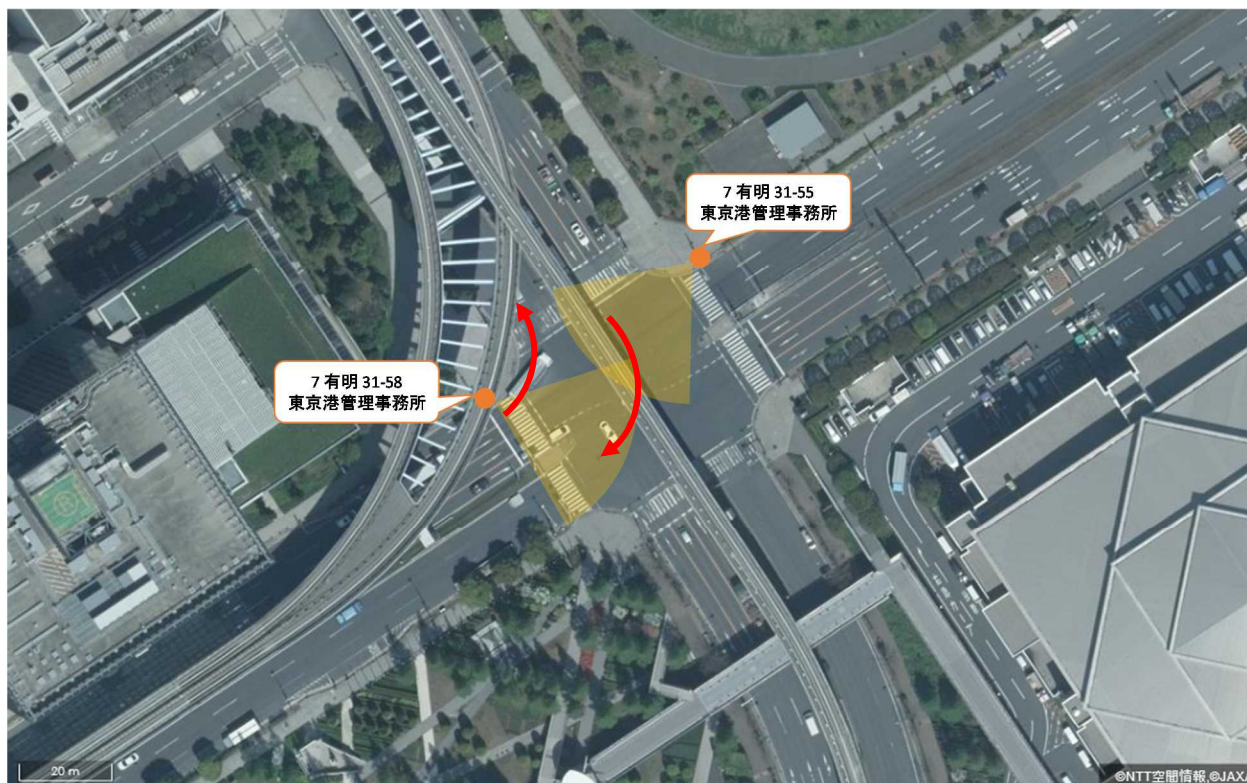
図 3-5 定点カメラ映像の画角（左：番号 31-57 カメラ、右：番号 31-63 カメラ）

(3) 東京ビッグサイト前

実施時期：9月 カメラ4台、11月 カメラ2台

使用用途：主に車両の右左折挙動、歩行者に対する車両挙動の確認を想定

交差点の捌け台数の確認を想定



Copyright(c) N T T 空間情報 All Rights Reserved

図 3-6 定点カメラを設置した箇所の航空写真

※カメラ番号は、照明柱に記載の番号を示す。

地点 26：左折：31-55



地点 26：右折：31-58



図 3-7 定点カメラ映像の画角（左：番号 31-55 カメラ、右：番号 31-58 カメラ）

3.1.2 交差点観測の結果

定点カメラによる観測は、9月と11月の2回実施した。それぞれの観測時の状況を以降に示す。また、9月観測については、交通流シミュレーターによる分析対象時間帯を決定するため、定点カメラ映像から断面通過交通量を算出した。なお、ここでは、交通流シミュレーターで自動運転車の混入時の影響評価を実施することを見据え、自動運転車の走行の可能性が高いと思われる10時～16時台の各時間帯における交通量を算出した。

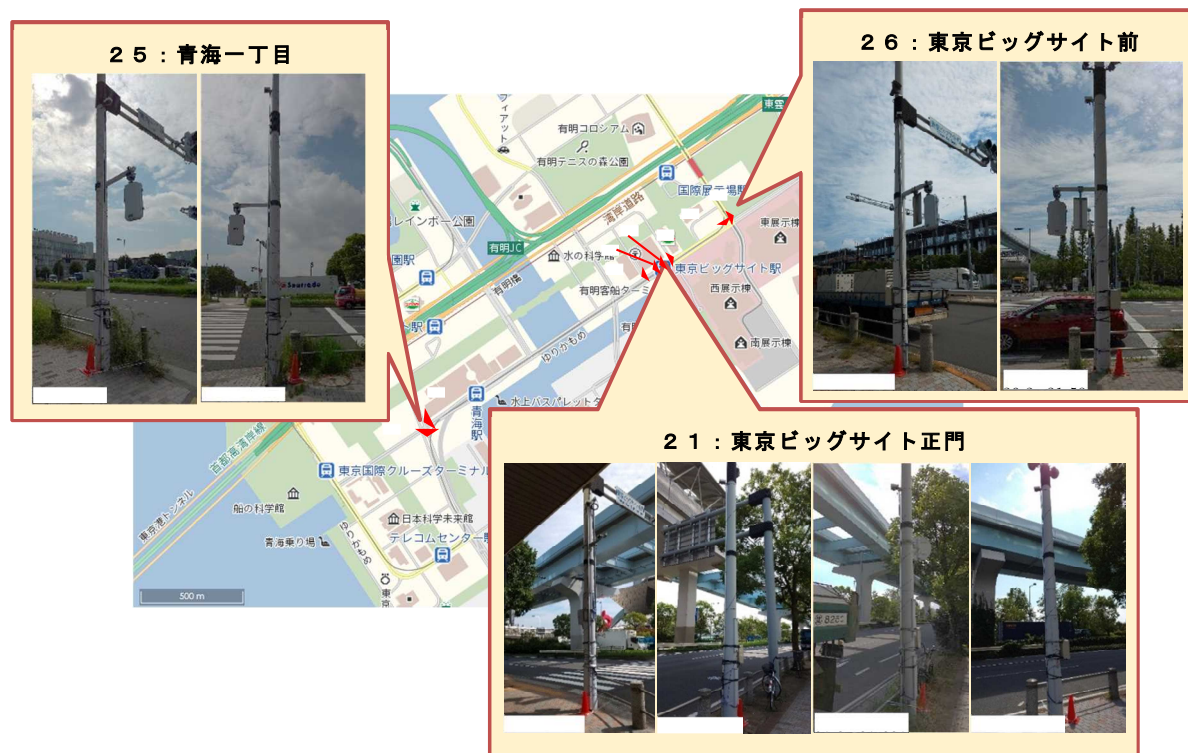
(1) 9月観測

9/29（日）～10/1（火）、各日7～19時に観測を実施した。

各日の状況は以下の通り。

- ・9/29（日）：曇り、目立った混雑なし
- ・9/30（月）：曇り、目立った混雑なし
- ・10/1（火）：曇りのち晴れ、目立った混雑なし

以降に観測時の映像の様子と、断面通過交通量を示す。



Copyright(c) NTT空間情報 All Rights Reserved

図 3-8 9月29日～10月1日の観測箇所

※カメラ番号は、照明柱に記載の番号を示す。

地点 21：直進（交差点付近）： 31-074	地点 21：直進（交差点手前）： 31-079
	

図 3-9 観測結果（地点 21①；9 月 29 日～10 月 1 日）

地点 21：直進（交差点手前）： 31-081	地点 21：直進（交差点手前）： 31-085
	

図 3-10 観測結果（地点 21②；9 月 29 日～10 月 1 日）

地点 25：左折：31-57	地点 25：右折：31-63
	

図 3-11 観測結果（地点 25；9 月 29 日～10 月 1 日）

地点 26：左折：31-55	地点 26：右折：31-58
	

図 3-12 観測結果（地点 26；9 月 29 日～10 月 1 日）

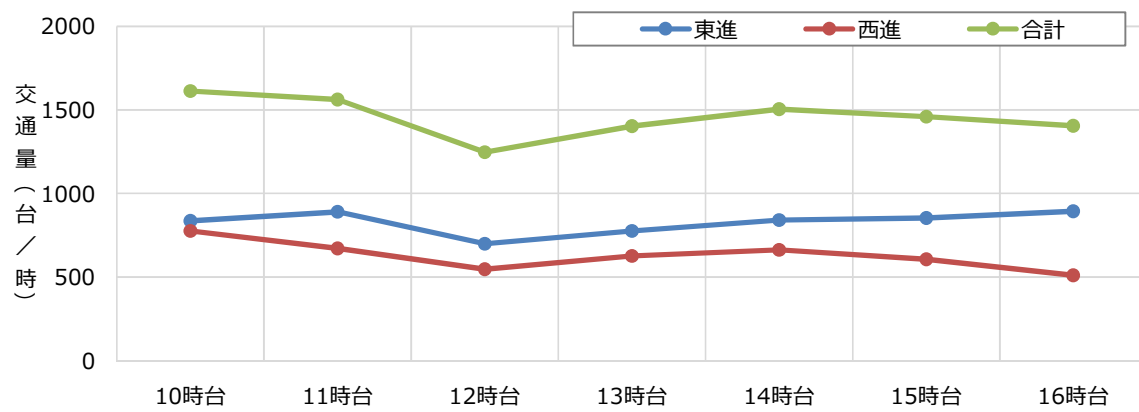


図 3-13 地点 21 の時間帯別交通量（10 月 1 日）

(2) 11 月観測

11/27 (水)～11/29 (金)、12/2 (月)～12/3 (火)、各日 7～19 時に観測を実施した。
各日の状況は以下の通り。

- ・ 11/27 (水)：雨のち曇り、目立った混雑なし
- ・ 11/28 (木)：雨、目立った混雑なし
- ・ 11/29 (金)：晴れ、目立った混雑なし
- ・ 12/2 (月)：雨時々曇後一時晴、目立った混雑なし
- ・ 12/3 (火)：晴れ、目立った混雑なし

以降に観測時の映像の様子を示す。



Copyright (c) NTT空間情報 All Rights Reserved

図 3-14 観測箇所 (11/27 (水)～11/29 (金)、12/2 (月)～12/3 (火))
※カメラ番号は、照明柱に記載の番号を示す。

地点 21：直進（交差点付近）： 31-074	地点 21：直進（交差点手前）： 31-079

図 3-15 観測結果 (地点 21①；11/27 (水)～11/29 (金)、12/2 (月)～12/3 (火))

地点 21：直進（交差点手前）： 31-081	地点 21：直進（交差点手前）： 31-085
	

図 3-16 観測結果（地点 21②；11/27（水）～11/29（金）、12/2（月）～12/3（火））

地点 25：左折：31-57	地点 25：右折：31-63
	

図 3-17 観測結果（地点 25；11/27（水）～11/29（金）、12/2（月）～12/3（火））

地点 26：左折：31-55	地点 26：右折：31-58
	

図 3-18 観測結果（地点 26；11/27（水）～11/29（金）、12/2（月）～12/3（火））

3.2 現況の交通流に関するデータの分析

3.2.1 影響分析対象

下表に示す想定される影響に応じて、主に定点カメラから得られるデータを用いて現況の交通流（一般車の挙動等）についてフィールド検証を行った。なお、結果は主に 5 章で実施した交通流シミュレーターによる分析対象箇所の現況再現に使用した。また、本章はフィールド検証の一貫として実施したものであり、結果のとりまとめについては、6 章に掲載する。

表 3-2 フィールド検証の実施方針

場所	No.	想定される影響	検証内容
単路部	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	・ 実勢速度以下で走行する一般車に対する、他車両による追い越し発生回数、車群の形成状況を把握
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑	
	5	交差点接近時の予備減速	・ 一般車の交差点接近時速度を確認
交差点部	9	灯色変更時（赤→青）の発進遅れによる捌け台数の変化	・ 一般車の先頭車の発進遅れの発生状況の把握 ・ 捌け台数の推計
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	・ 一般車の右折時臨界ギャップ、右左折時の停止・減速状況の把握 ・ 捌け台数の推計

3.2.2 分析結果

(1) No.3 低速車に対する追い越し挙動

1) 分析概要

実勢速度よりも低速で走行する車両の混入による影響の有無、追い越し回数、及び程度を把握するため、一般車の低速走行車に対する他車両の挙動を把握した。

2) 計測項目

一般車の低速走行車に対する他車両の挙動を把握するため、定点カメラにて撮影された全車両の走行速度及び追い越し状況を計測した。

<計測項目>

- ① 基準線通過時刻：車線別・車両別・基準線別に計測
- ② 区間平均速度：基準線間距離÷区間通過時間より算出
- ③ 車群形成状況：

図 3-20 カメラ 1 にて先頭車 or 後続車両を把握

追い越し状況：

図 3-20 カメラ 2、3 の走行車線、通過時刻より把握

※通過時刻は 1/30 秒単位、距離は 1m 単位で計測

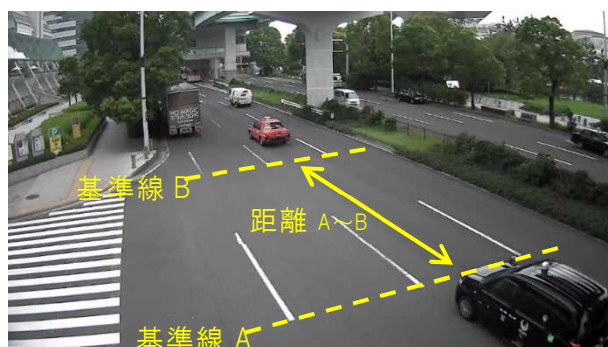
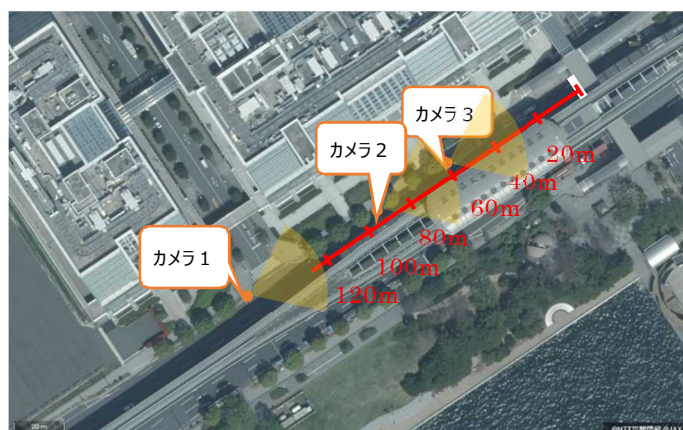


図 3-19 計測項目①～②のイメージ



Copyright(c) N T T 空間情報 All Rights Reserved

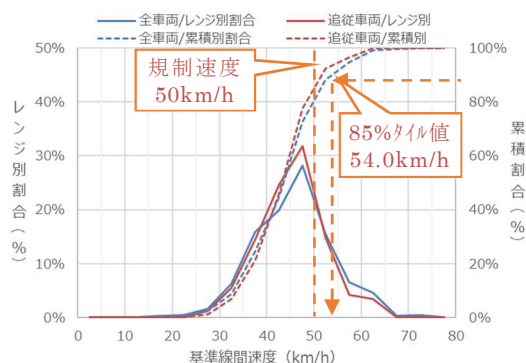
図 3-20 計測項目③～④の箇所

3) 分析結果

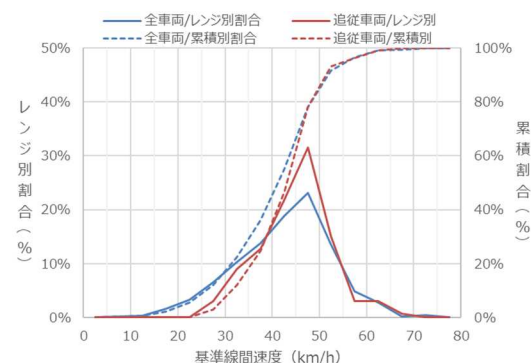
○実勢速度・速度分布

カメラ 1～3 に向かって走行する車両の各定点カメラ観測地点における速度分布は以下のとおりであり、カメラ 1 の実勢速度（85%タイル速度）はおよそ 55km/h である。

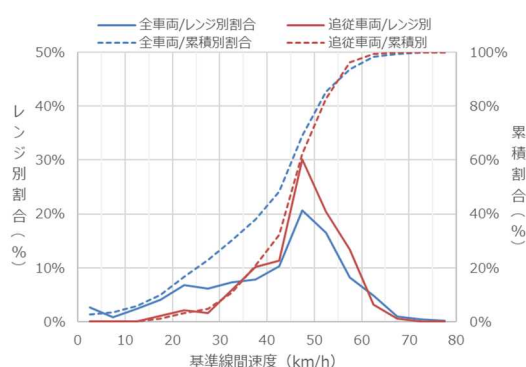
<カメラ1(停止線から 135m～150m 区間)>



<カメラ2(停止線から 75m～90m 区間)>



<カメラ3(停止線から 30m～45m 区間)>



<サンプル数>

カメラ 1（停止線から 135m～150m 区間）

全車両 : 1,388 台

追従車両 : 236 台

カメラ 2（停止線から 75m～90m 区間）

全車両 : 895 台

追従車両 : 133 台

カメラ 3（停止線から 30m～45m 区間）

全車両 : 1,469 台

追従車両 : 186 台

図 3-21 カメラ 1 から 3 に向かう車両の速度分布及びカメラ 1 の実勢速度

○実勢速度との速度差による追い越し発生状況

先頭車の速度が 55km/h 以上の場合、追従車両が追い越しを行う割合は 7%である。50km/h 未満の場合、追従車両が追い越しを行う割合は 17%となっており、先頭車の速度が遅くなると追い越しが増加する傾向がみられた。

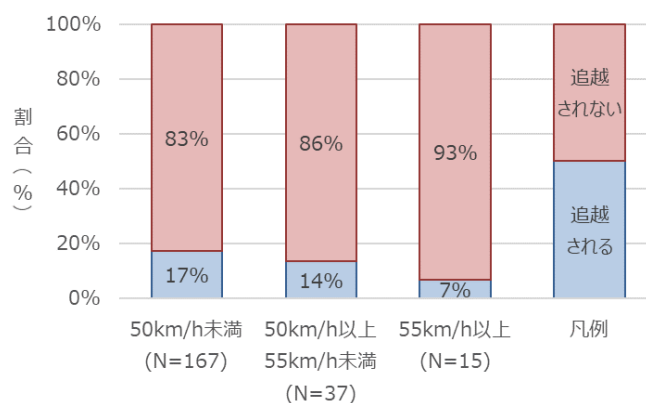


図 3-22 区間（カメラ 1→3）に向かう車両の追い越し発生状況

(2) No.4 低速車に起因する後続車群

1) 分析概要

実勢速度よりも低速で走行する車両の混入に伴う後続混雑への影響有無及び程度を把握するため、一般車の低速走行車に対する他車両の挙動を把握した。

2) 計測項目

一般車の低速走行車に対する他車両の挙動を把握するため、定点カメラにて撮影された全車両の走行速度及び走行状態（先頭車 or 追従車）を計測した。

なお、走行状態は、自車と同じ車線を走行する前車の車頭時間により判定することとし、前車との車頭時間が2秒よりも大きい場合を先頭車とし、前車との車頭時間が2秒以下の場合を追従車とした。なお、実際には車頭時間が2秒よりも大きい場合であっても、追従状態である車両も存在する可能性がある。しかし、ここでは、後続混雑の分析にあたり、確実に追従状態にある車両のみを分析対象とするため、追従状態である可能性がより高いと考えられる「車頭時間2秒以下」を判断の閾値とした。

<計測項目>

① 基準線通過時刻：車線別・車両別・基準線別に計測

② 区間平均速度：基準線間距離÷区間通過時間より算出

※通過時刻は1/30秒単位、距離は1m単位で計測

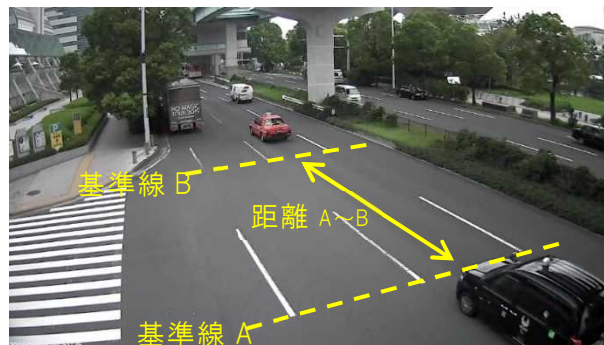


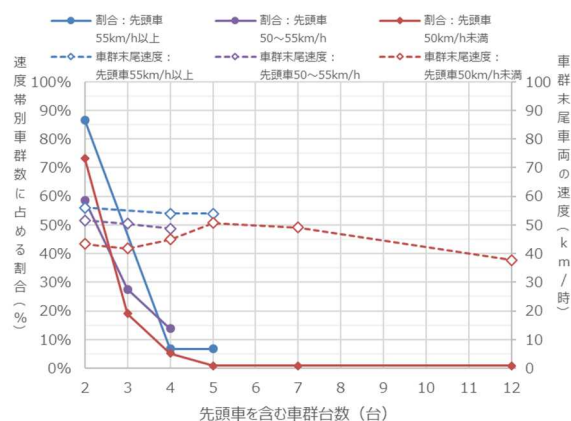
図 3-23 計測項目①～②のイメージ

3) 分析結果

○車群先頭車の速度による車群内台数、車群末尾速度の変化

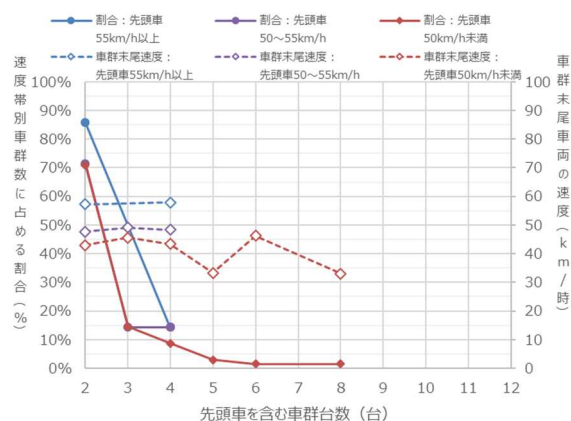
先頭車の速度が 50km/h 未満の場合、車群台数が多い傾向にあり、かつ車群台数が多いと車群末尾における速度低下もより大きくなる傾向にある。

<カメラ1(停止線から 150m 地点)>



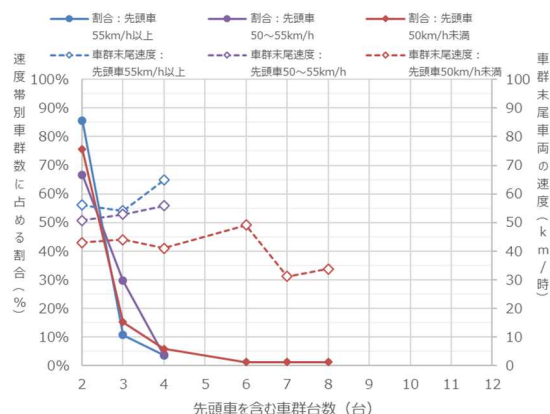
先頭 55km/h 以上の車群数 = 15
 先頭 50~55km/h 未満の車群数 = 29
 先頭 50km/h 未満の車群数 = 116

<カメラ2(停止線から 90m 地点)>



先頭 55km/h 以上の車群数 = 7
 先頭 50~55km/h 未満の車群数 = 14
 先頭 50km/h 未満の車群数 = 69

<カメラ3(停止線から 45m 地点)>



先頭 55km/h 以上の車群数 = 28
 先頭 50~55km/h 未満の車群数 = 27
 先頭 50km/h 未満の車群数 = 86

<凡例>

青: 先頭車 55km/h 以上
 紫: 先頭車 50km/h 以上 55km/h 未満
 赤: 先頭車 50km/h 未満
 実線: 車群数
 破線: 車群末尾の速度

図 3-24 カメラ 1 から 3 における車群形成状況

(3) No.5 交差点接近時の予備減速

1) 分析概要

交差点の接近時における予備減速状況を把握するため、一般車の速度プロファイルを把握した。

2) 計測項目

一般車の東京ビッグサイト正門交差点接近時の速度プロファイルを計測した。

なお、速度プロファイルの把握は、信号による停止有無別に行った。

<計測項目>

① 基準線通過時刻：車線別・車両別・基準線別に計測

② 信号現示（青時間等）

※通過時刻、信号現示変化時刻は 1/30 秒単位、距離は 1m 単位で計測

信号現示
定点カメラより②を把握

一般車：
定点カメラから読み取れる基準線通過
時刻より①を取得



図 3-25 計測項目①、②の算出イメージ

3) 分析結果

○交差点接近時の速度プロファイル（一般車）

信号での停止をしない一般車は、45km/h 程度で交差点に接近し、停止線手前約 30m 地点で減速を開始しており、停止線前の滞留車両に起因する減速と想定される。

また、信号で停止する一般車は、交差点手前 100～150m 地点で減速を開始している。約 150m 区間を 45km/h で通過する場合の所要時間は 12 秒であることから、信号が赤になっていることを確認後に減速を開始していると想定される。

なお、信号停止ありの車両は、東京ビッグサイト正門交差点の信号が赤→青に変わった時点で、停止線付近で停止している車両を選定した。

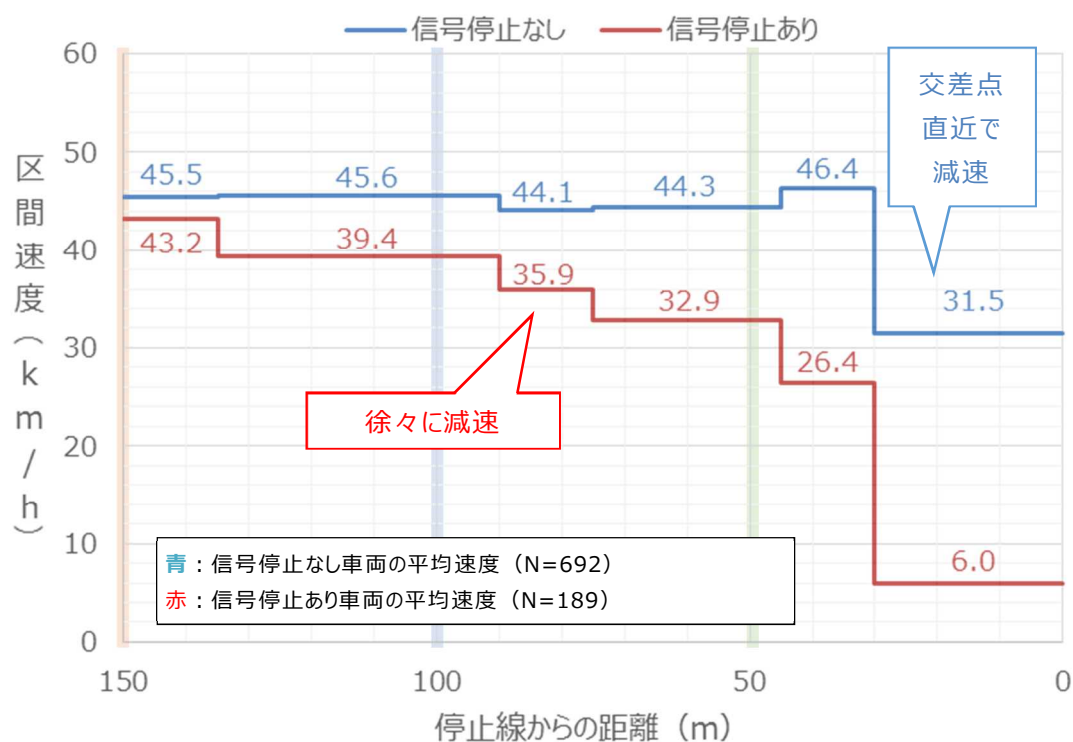


図 3-26 信号で停止する一般車の速度プロファイル

(4) No.9 発進遅れによる捌け台数低下

1) 分析概要

信号の変わり目の発進遅れによる交通流への影響の有無・程度を把握するため、発進遅れ、停止線通過時の車頭時間を把握した。

なお、発進遅れの影響は、停止線通過時間（信号が赤から青に変わってから、先頭車が停止線を通過するまでに要する時間）の増加として現れることから、ここでは停止線通過時間に着目した計測を実施した。

2) 計測項目

一般車の信号変わり目での停止線通過時間（先頭車）と、停止線通過時の車頭時間を計測した。

<計測項目>

- ① 信号が赤から青になる時刻
- ② 信号が赤から青になる時点の滞留車両及び滞留順位（停止線直近が1位）
- ③ 滞留車両の停止線通過時刻

※通過時刻、信号現示変化時刻は 1/30 秒単位で計測

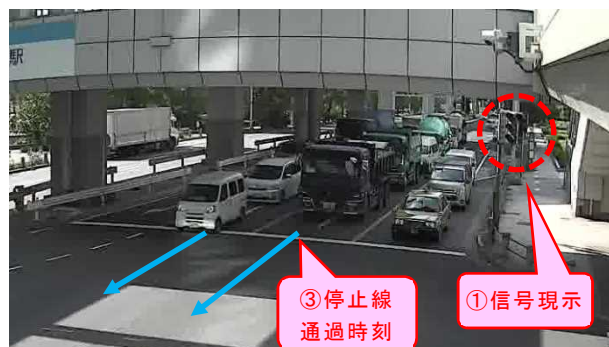


図 3-27 計測項目①、③の算出イメージ

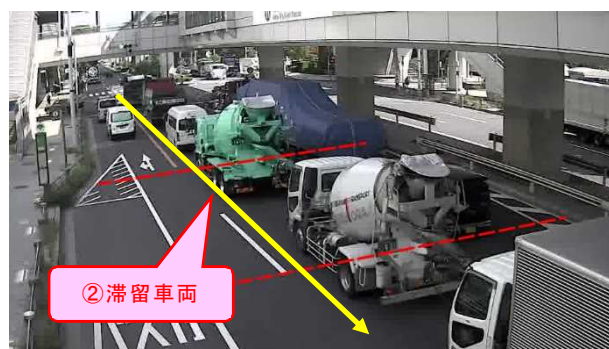


図 3-28 計測項目②の算出イメージ

3) 分析結果

○先頭車の発進遅れ

最頻値は「2 秒以上 3 秒未満」となっており 36%を占めている。

なお、分析対象車両は、右左折の影響がない第 2、3 車線の滞留先頭車とし、信号が赤から青に変わった時刻と、先頭車が停止線を通過した時刻の差を「停止線通過時間」として集計している。

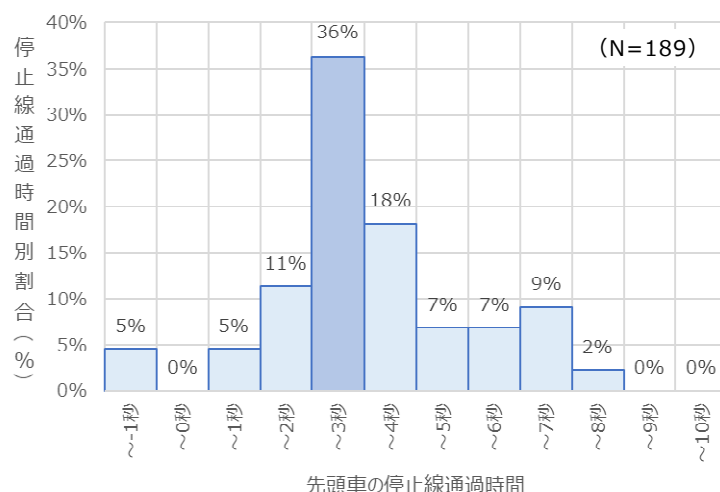


図 3-29 滞留先頭車の停止線通過時間の分布

○先頭車の発進遅れによる後続車両への影響

先頭車の発進遅れが最頻値の「2 秒以上 3 秒未満」の場合、青現示開始から 6 台目が停止線を通過するまでに平均 15.2 秒要している。一方、先頭車の発進遅れが「5 秒以上 6 秒未満」「7 秒以上 8 秒未満」では、青現示開始から 6 台目通過までの所要時間の平均値は 17.4 秒、21.6 秒であった。これらの結果より、先頭車の発進遅れが、後続車の交差点通過にかかる時間に対しても影響を及ぼしていることが確認された。

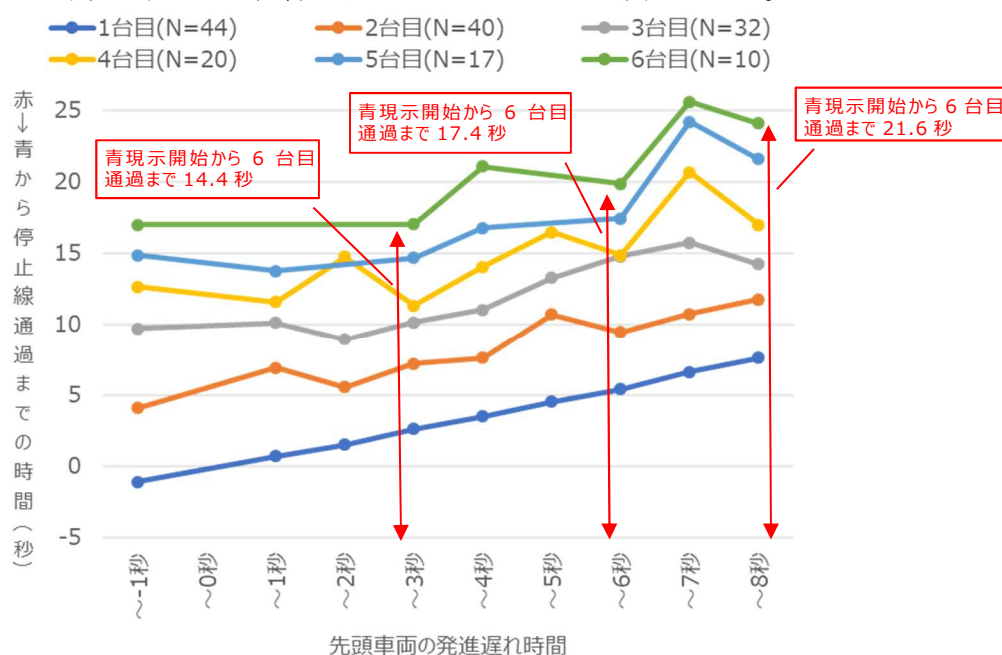


図 3-30 滞留順位別の停止線通過時間の分布

(5) No.10 右左折時の慎重な判断による捌け台数減少

1) 分析概要

右折、左折時の慎重な判断による影響の有無・程度を把握するため、右左折車の挙動を把握した。

2) 計測項目

右折時の所要時間、対向直進車の有無、横断歩行者の有無を把握するとともに、左折時の所要時間、横断歩行者の有無を把握した。

<計測項目>

- ① 右左折車の交差点通過に要する時間
- ② 右折車停止時の対向車通過時刻
- ③ 右左折車両停止時点の歩行者位置
- ④ 右左折車両横断歩道進入時の歩行者位置
- ⑤ 右左折車捌け台数

※通過時刻は 1/30 秒単位で計測

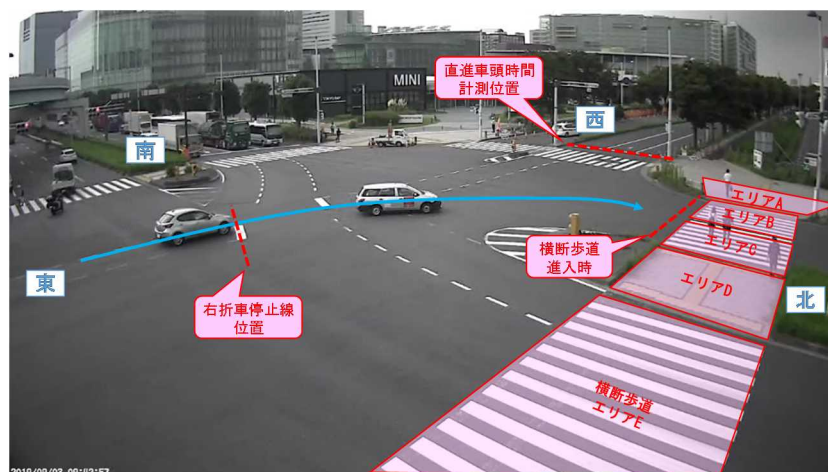


図 3-31 右折車の計測項目①～⑤の算出イメージ



図 3-32 左折車の計測項目①、③～⑤の算出イメージ

3) 分析結果

○対向直進車とのギャップの分布（一般車）

対向直進車の間隙を縫って発進・通過する右折車を対象とした、自車の通過時刻と直後に通過する対向車の通過時刻の差の累積分布（グラフ中の「発進・通過判断」）と、対向直進車の接近により交差点内で停止する右折車を対象とした、自車の交差点内停止時刻と直後に通過する対向車の通過時刻の差の累積分布（グラフ中の「停止判断」）は図 3-33 のとおりである。右折車の通過する確率と停止する確率が同じとなる臨界ギャップは約 4.5 秒である。

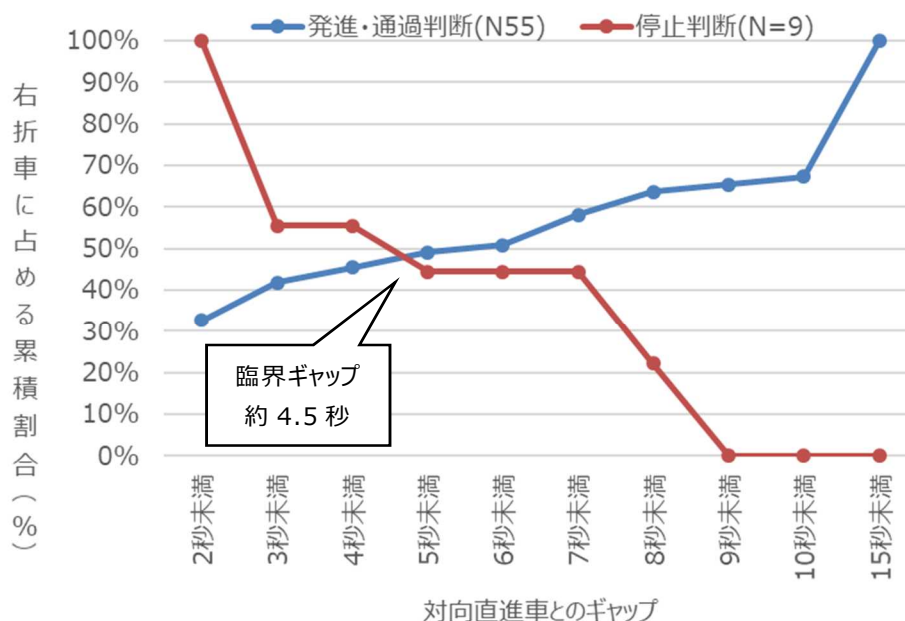


図 3-33 右折車の発進・通過及び交差点内停止に係る対向車とのギャップの分布

※臨界ギャップについて

（一般社団法人交通工学研究会「道路交通技術必携 2018」 p128-p130 を基に記載）

- ・ 臨界ギャップとは、右折時のギャップアクセプタンス挙動（対向直進車のある長さを持ったギャップの間に、右折車両が右折するかどうかを判断する挙動）の特性を表す 1 つのパラメータであり、それより短いギャップが利用された数と、それより長いギャップが利用されなかった数が等しいことを意味する。
- ・ 右折時の判断基準は運転者によって一様ではなく、また、運転者が直面するギャップの長さも広い範囲にわたってさまざまである。このような状況を定量的に記述する方法の一つとして、各値より短い秒数で利用されたギャップの数（累積度数）と、各値より長い秒数で利用されなかったギャップの数（累積度数）が用いられ、この 2 つの累積度数曲線の交点から臨界ギャップが求められる。
- ・ 臨界ギャップより短いギャップはすべて利用が断念され、逆に長いギャップは全て利用されるとみなすことによって、右折時の遅れ時間の計算の簡略化が可能である。

○一般車の右折通過に要する時間

右折車が交差点内で停止する理由として、対向直進車の通過待ちや、右折進路上にある横断歩道手前における横断歩行者等の通過待ちが挙げられる。

対向直進車の通過待ち有無による右折時所要時間の変化について、横断歩行者通過待ちがない状況で比較すると、対向直進車の通過待ちがない場合は4秒前後、通過待ちがある場合は10秒前後に多く分布している。

横断歩行者の通過待ち有無による右折時所要時間の変化について、対向直進車通過待ちがない場合は、横断歩行者通過待ちなしが4秒前後、通過待ちありが10秒前後に分布している。また、対向直進車通過待ちがある場合は、横断歩行者通過待ちなしが10秒前後、横断歩行者通過待ちありが15秒前後に多く分布している。これらから、横断歩行者の通過待ちによって、右折時の所要時間が一定程度増加することを把握した。

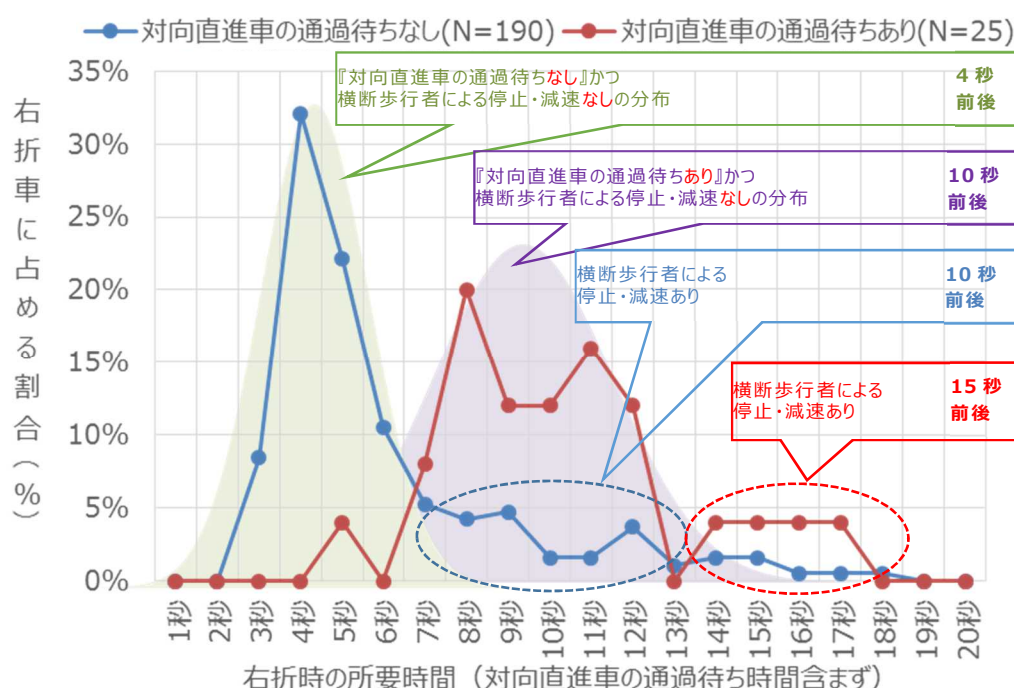


図 3-34 右折時の所要時間の分布

○一般車の左折通過に要する時間

左折車が交差点内で停止する理由として、左折進路上にある横断歩道手前における横断歩行者等の通過待ちが挙げられる。

横断歩行者の通過待ち有無による左折時所要時間の変化について、横断歩行者の通過待ちなしでは平均 4 秒、横断歩行者の通過待ちありでは平均 9 秒であることから、横断歩行者の通過待ち有無による左折時所要時間の増加は概ね 5 秒であることを把握した。

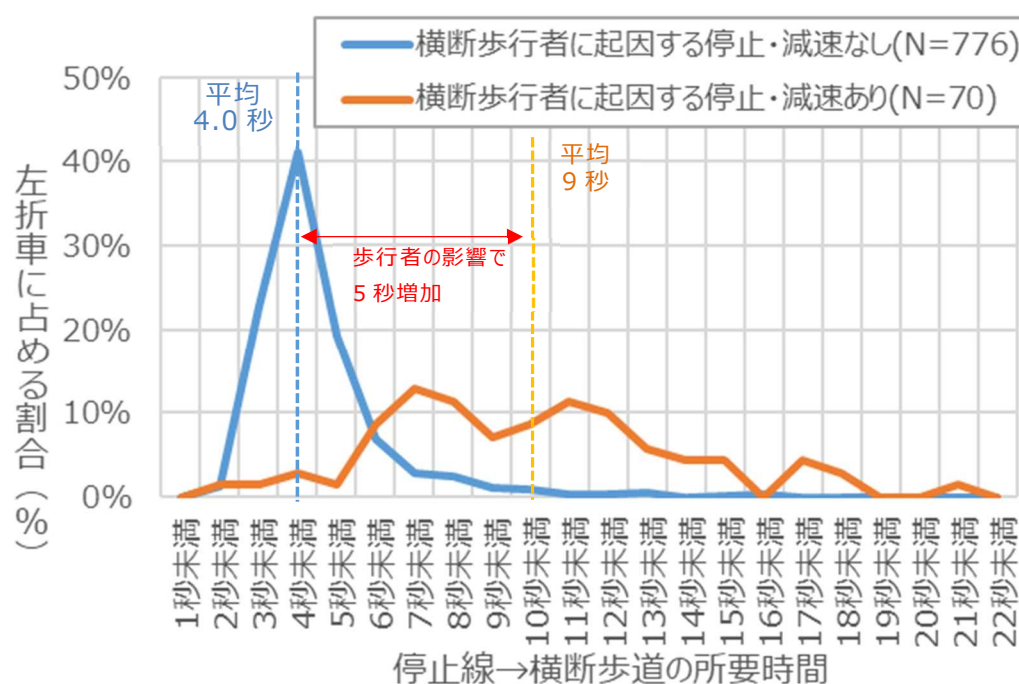


図 3-35 左折時の所要時間の分布

4. 交通流シミュレーターを用いた円滑性に係る分析方法の検討

2 章で検討した分析対象箇所・内容について、交通流シミュレーターを用いた円滑性に係る分析方法の検討を行った。具体的には、東京臨海部実証実験において取得されるデータを活用した、自動運転車の走行挙動の再現方法や自動運転車の性能（挙動特性）・普及率の違い等による評価シナリオの設定方法を検討した。

4.1 交通流シミュレーターを用いた分析手法の検討

フィールド検証では、実走行における定点カメラ等による取得データを用いて、一般車を含めた車両挙動の把握を行う。一方で、シミュレーション検証では、自動運転車の将来的な普及促進のため、普及の過渡期等における交通影響を推計し、交通管理者として必要な措置を検討することを目的としている。そのため、自動運転車の普及率、走行性能（挙動特性）が変化した場合の円滑性への影響を評価・分析する。

分析手順を以下に示す。

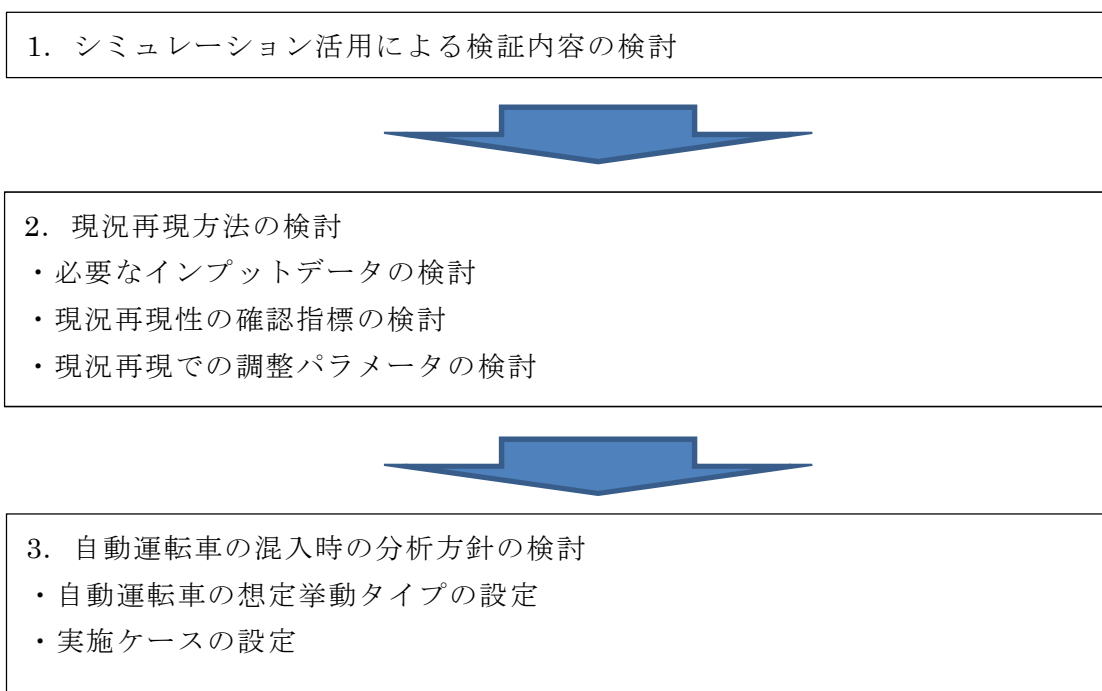


図 4-1 シミュレーターを用いた分析手順

4.2 シミュレーション活用による検証内容の検討

2章で整理した検証内容では、アンケート調査、フィールド検証、シミュレーション検証の大きく3つの区分で整理を行った。シミュレーション検証においては、フィールド検証で得られた一般車等の車両挙動データを基に、挙動特性に一定の分布を持つ一般車に対し、特定の画一的な挙動特性を持つと想定される自動運転車が混入した際の交差点の捌け台数の変化について評価を行うことで、交通円滑性への影響を確認する。

以降に、シミュレーション検証での検証内容を示す。

表 4-1 主な検証内容（再掲）

場所	No.	想定される影響	検証内容
単路部	1	GPS 通信の途絶による一時停止（急減速）や蛇行	■アンケート調査
	2	センサー誤検知による急停止（渋滞車列があると電波等の反射により、誤検知が発生しやすい）	■アンケート調査
	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	■フィールド検証： ・実勢速度以下で走行する一般車に対する、他車両の追い越し発生回数、車群の形成状況を把握
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑	■シミュレーション検証： ・特定の車頭時間・速度をもつ自動運転車が混入した際の捌け台数の増加/減少を把握
	5	交差点接近時の予備減速	■フィールド検証： ・一般車の交差点接近時速度を確認
	6	道路近傍の歩行者認識による減速	■アンケート調査
	7	緊急車両への対応	■アンケート調査
無信号横断歩道	8	歩行者の断続的到着による停止時間の長期化	■アンケート調査
交差点部	9	灯色変更時（赤→青）の発進遅れによる捌け台数の変化	■フィールド検証： ・一般車の先頭車の発進遅れの発生状況の把握 ・捌け台数の推計 ■シミュレーション検証： ・特定の発進遅れ時間を持つ自動運転車の混入による捌け台数の増加/減少を把握
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	■フィールド検証： ・一般車の右折時臨界ギャップ、右左折時の停止・減速状況の把握 ・捌け台数の推計 ■シミュレーション検証： ・特定の右折ギャップを持つ自動運転車の混入による捌け台数の増加/減少を把握

4.3 現況再現方法の検討

(1) 必要なインプットデータの整理

必要なインプットデータとしては、以下の2点が挙げられる。これらのデータを入手・整理した上で、シミュレーションへの現況交通データのインプットを行う。

- ①交通量（車線別・方路・方向別交通量）
- ②信号現示（各現示秒数、オフセット）



Copyright(c) NTT空間情報 All Rights Reserved

図 4-2 シミュレーションインプットデータの設定箇所

(2) 現況再現性の確認指標

一般車による交通流全体の再現性と、ミクロな車両挙動の再現性を確認するため、以下の内容を確認指標として設定した。なお、現況再現性の確認指標による評価は、主に定点カメラから取得されるデータを用いて行うため、定点カメラが設置される地点において実施した。また、交差点の交通量の再現性確認は東京ビッグサイト前・青海一丁目交差点それぞれで実施したほか、速度や車線変更回数等の指標については、単路部の撮影を行った東京ビッグサイト正門付近で実施した。

交通量については相関性を示す指標である決定係数を用いて行うものとし、速度・車頭時間・発進損失時間等の個車による分布を持つ指標については、分布形状や平均値・標準偏差から総合的に再現性を確認するものとする。

車線変更回数、右折時ギャップ、減速開始位置については、分布形状や平均値・標準偏差といった指標による評価が困難なため、それぞれの代表値（車線変更についてはある区間の「車線変更回数」、右折時ギャップについては「臨界ギャップ」、減速開始位置については、「停止線直近で減速を開始したタイミング」）で再現性の確認を実施する。

1) 全体の再現性確認指標

- ① 交通量（捌け台数）
- ② 速度
- ③ 車線変更回数

2) ミクロな挙動の再現性確認指標

- ④ 車頭時間
- ⑤ 発進損失時間
- ⑥ 右折時ギャップ
- ⑦ 減速開始位置



Copyright(c) NTT空間情報 All Rights Reserved

図 4-3 現況再現性の確認指標と確認箇所

(3) 現況再現での調整パラメータ

(2)項で検討した確認指標に対し、交通流シミュレーターVISSIMで調整するパラメータについて整理を行った。

なお、観測の結果得られる各種指標と、シミュレーションで設定するパラメータは必ずしも1対1に対応していない。そのため、シミュレーションのパラメータ値を十分に調整し、定点カメラから取得された観測値とシミュレーションで算出される数値が合っているかの確認を行う必要がある。

表 4-2 シミュレーションでの調整パラメータと確認指標

sim パラメータ名	内容の説明	確認指標	(参考:デフォルト値)
信号反応時間 ReactionTime	赤から青信号に切り替わった瞬間の、車が発進するまでの反応時間。	発進損失時間	反応時間分布:0[s]
希望速度 Desired Speed	追従状態でなく、前方に停止線等のない状態での車速度	速度 (速度分布)	希望速度分布: 50km/h (48-58km/h)
車線変更時 ギャップアクセプタンス (MinHDwy, SafeDistFact)	車線を変更する際に、隣接車線において最低限必要な後続車ギャップ(秒)	車線変更回数 車線変更時ギャップ	MinHdwy:0.5[m] SafeDistFactLanCh:0.6
最大加・減速度 Maximum Acceleration/Deceleration	緊急時やリンクの状況に応じて適用される、技術的に可能な最大限の加速、減速。	交差点接近時の減速	小型車:0~3.5/-4.1~-8.5 大型車:0~9.3/-5~-6
希望加・減速度 Desired Acceleration/Deceleration	通常運転時に適用される加減速度。	交差点接近時の減速	小型車:0~3.5/-2.55~-3 大型車:0~2.5/-1.05~-1.5
車頭時間 CC1	前方車両との車頭時間 ※通常ドライバーは車間時間の希望値を持つ	車頭時間	CC1:0.90[s](分布)
右折時ギャップアクセプタンスパラメータ	右折可能な、対向直進車両のギャップ算出に使用するパラメータ	交通量 (捌け台数) 右折時ギャップ	FrontGap:0.5 RearGap:0.5

4.4 自動運転車の混入時の分析方針

自動運転車の混入時の分析方針としては、想定される自動運転車の挙動特性を設定した基本設定パターンと、普及率及び各種パラメータ設定の変更について検討を行った。

(1) 自動運転の基本設定パターンの設定

以下の3つの観点から、基本設定パターンで想定される自動運転車の挙動特性を設定した。

- 1) 自動運転車の制御設定は、道路交通法、各種ガイドライン等に準拠したパラメータ設定を原則とする。
 - ・ 国土交通省自動車局：自動運転車の安全技術ガイドライン（H30.9）、限定地域での無人自動運転移動サービスにおいて旅客自動車運送事業者が安全性・利便性を確保するためのガイドライン(R1.6) 等
 - ・ 警察庁：自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン（H28.5）、自動運転の公道実証実験に係る道路使用許可基準（R1.9） 等
 - ・ その他 ISO等の国際基準(例:Full Speed Range Adaptive Cruise Control Systems ISO 22179)
- 2) 自動運転車の制御・挙動について自動車メーカ等へのアンケート結果、有識者ヒアリング結果を基に参考とする。
- 3) 上記で得られないデータについては、文献や実証実験データ等を参考として設定する。
※ なお、実証実験から取得したデータについては、必ずしも将来的な自動運転車の性能（挙動特性）を表していない可能性もあるため、参考値であることを明記するよう留意する。

(2) 実施ケースの設定

実施ケースについては、「基本設定パターン」、及び各種パラメータを変化させた場合の「各種変更パターン（追従挙動変更パターン、発進挙動変更パターン、車線変更挙動変更パターン）」について実施した。

また、「基本設定パターン」「各種変更パターン（追従挙動変更パターン、発進挙動変更パターン、車線変更挙動変更パターン）」のそれぞれについて、普及率を複数設定した。具体的には、普及過渡期である 10%、50% の場合、及び相当程度普及した時期である 90%、100% の場合の計 4 段階を実施した。

表 4-3 ケース設定

パターン		車両の設定	特定パラメータの変更状況	普及率
現況再現	一般車	一般車パラメータと同一の値	6.2.2 で整理	0%
自動運転混在	自動運転車	基本設定パターン	6.2.2 で整理	10%,50%,90%,100%
		追従挙動変更パターン	車頭時間パラメータ CC1 の設定値を基本設定パターンの 3.0 から 1.0 に設定	10%,50%,90%,100%
		発進挙動変更パターン	信号反応時間の設定値を基本設定パターンの 1.0 から 3.0 に変更（信号への反応時間がより遅くなる設定）	10%,50%,90%,100%
		車線変更挙動変更パターン	車線変更可能ギャップアクセプタンスに関する設定値を基本設定パターンの 0.6 から 1.0 に変更（車線変更時により大きなギャップが必要になる設定）	10%,50%,90%,100%

5. 交通流シミュレーターによる分析対象箇所の現況再現

自動運転車の混入による影響を交通流シミュレーターで評価するための前段階として、3章で実施した分析対象箇所における現況交通流の分析結果を活用し、交通流シミュレーター上で道路ネットワーク等のデータを作成したうえで現況の交通流を再現した。

5.1 道路ネットワーク等の構築

(1) シミュレーション範囲

図 5-1 に示す範囲をシミュレーション範囲として、以下を考慮し道路ネットワークの構築を行った。

- ・ 複数交差点を含む道路ネットワークを表現
- ・ 定点カメラを設置した3交差点を含むことで、定点カメラデータを用いたシミュレーションの精度向上が可能となるよう考慮
- ・ 信号現示については、定点カメラを設置した交差点の各流入箇所の上流側交差点も含めて設定した。

構築したネットワークを以下に示す。



図 5-1 シミュレーション範囲

(2) シミュレーション実施時間帯

自動運転車の混入時との比較を想定し、フィールド検証における定点観測日のうち、平日である10/1（火）を対象とした。また、対象時間帯は、交通円滑性への影響を見るため、交通量の多い時間帯(1時間)で実施した。

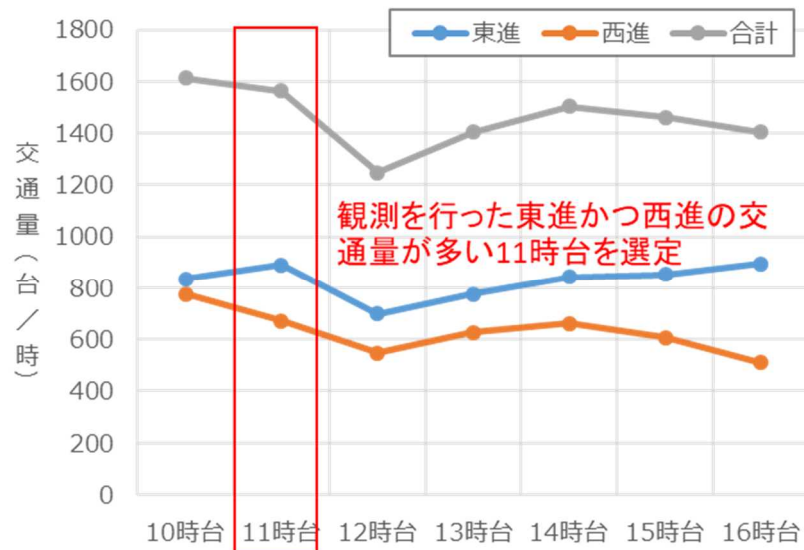


図 5-2 断面交通量の図

5.2 再現性の確認

4.3 節で定めた現況再現方法に基づいて、再現性の確認を行った。なお、交通量については相関性を示す決定係数、速度・車頭時間・発進損失時間等の個車による分布を持つ指標については分布形状や平均値・標準偏差から総合的に再現性を確認した。

また、車線変更回数、右折時ギャップ、減速の開始位置については、分布形状や平均値・標準偏差といった指標による評価が困難なため、それぞれの代表値（車線変更については東京ビッグサイト正門交差点付近での車線変更回数、右折時ギャップについては臨界ギャップ、減速の開始位置については、停止線直近で減速を開始したタイミング）を用いて再現性の確認を実施した。

(1) 交通量

ビデオ観測結果から交通需要をシミュレーションに入力し、交差点の捌け台数を比較したところ、再現性が確保されていることを確認した。なお、交通量に関しては、シミュレーション範囲の東京ビッグサイト前及び青海一丁目交差点の各流入箇所(4 箇所)の方向別交通量の観測値を横軸、シミュレーション再現値を縦軸にプロットして決定係数を算出(0.99)し、決定係数が一般に再現性が高いと考えられる 0.7 を上回っていることを確認した。

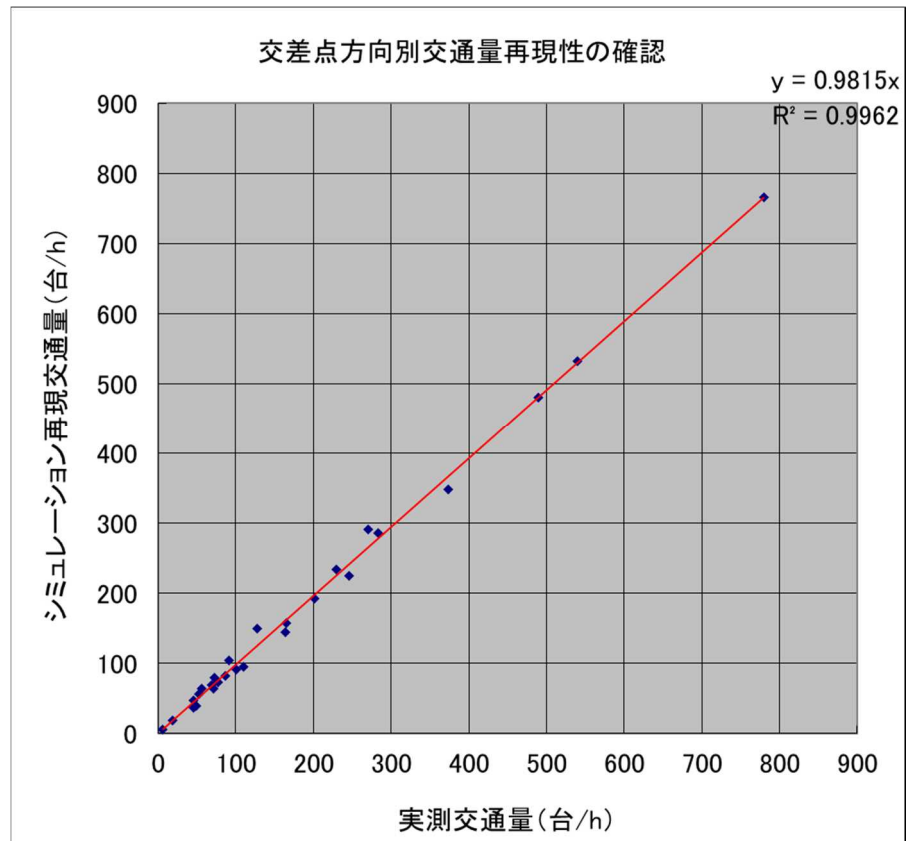


図 5-3 交差点方向別交通量再現性の確認

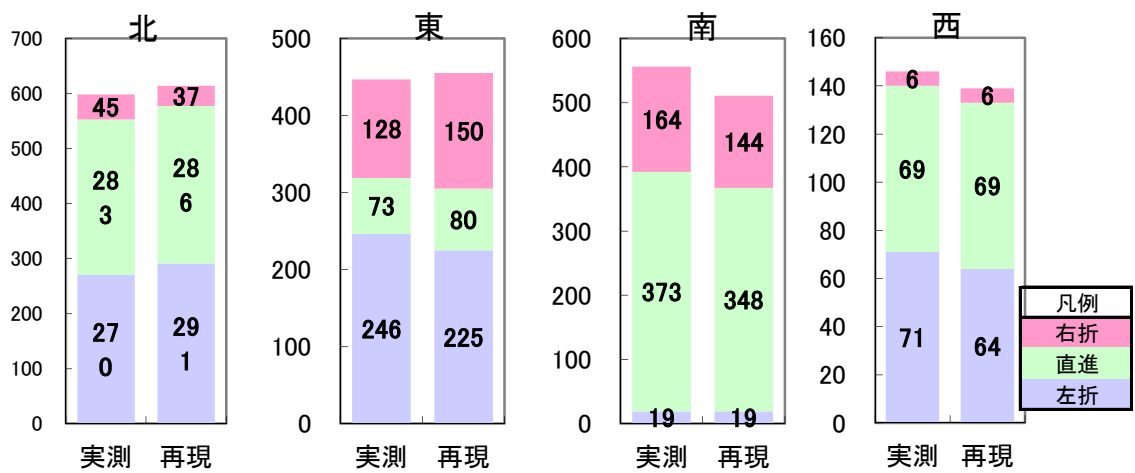


図 5-4 流入方角・方向別交通量
(1時間の合計値、青海一丁目)

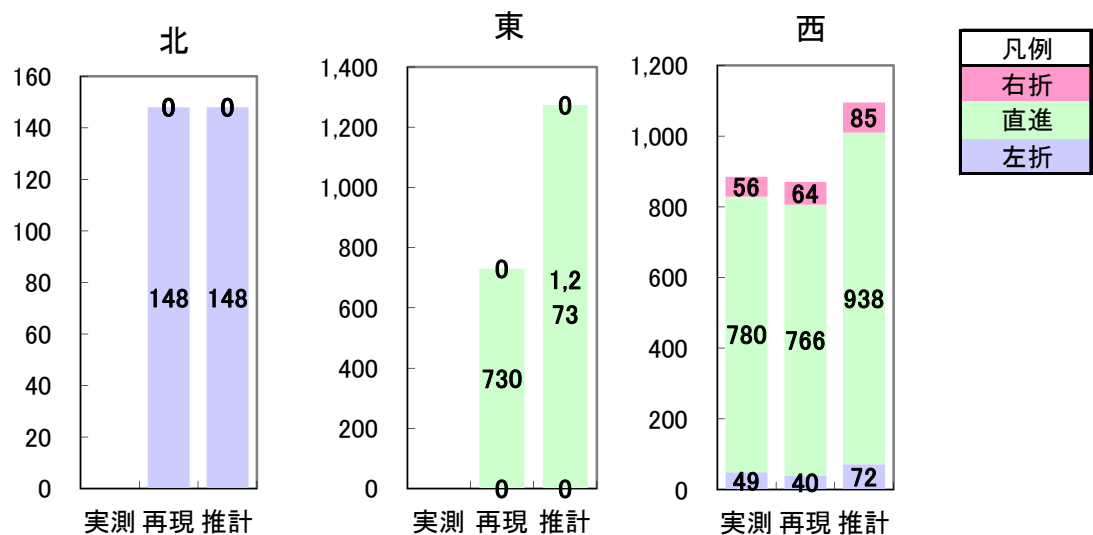


図 5-5 流入方角・方向別交通量
(1 時間の合計値、東京ビッグサイト正門)

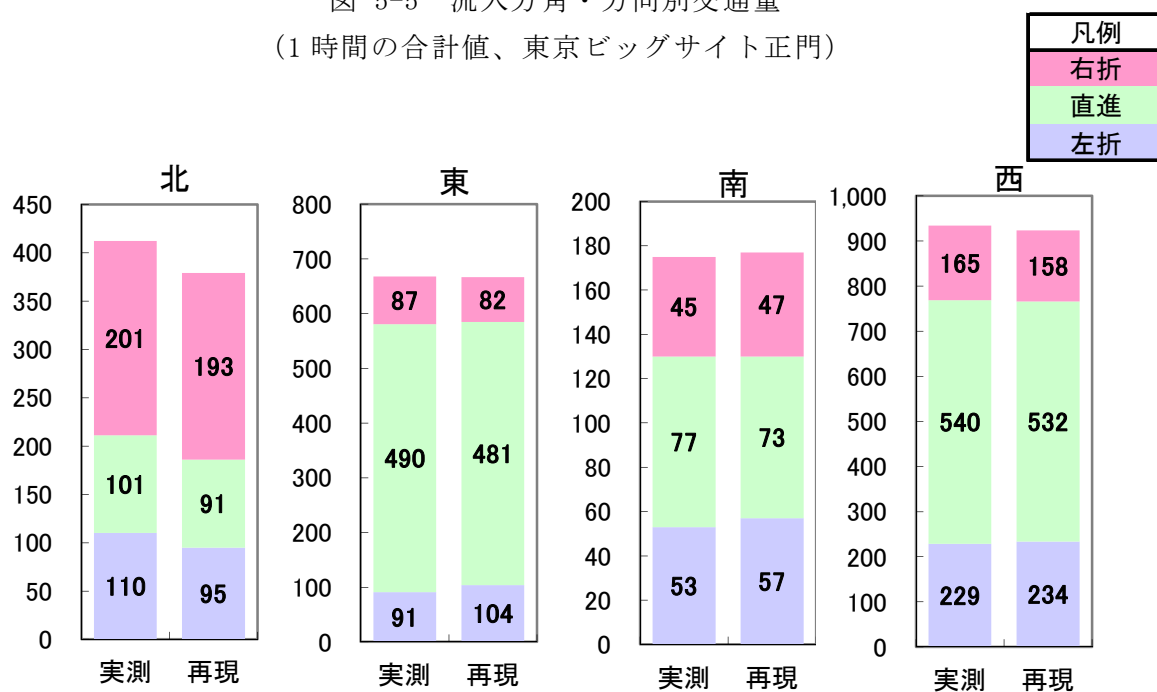


図 5-6 流入方角・方向別交通量
(1 時間の合計値、東京ビッグサイト前)

(2) 速度

速度については、希望速度分布をシミュレーション上で設定した。ただし、実際には信号や前方車との関係で、希望速度通りには走行できない場合が多いため、現況再現性の確認が必要であった。

定点カメラに基づく観測値（実測値）に対して、シミュレーション結果（Sim 再現値）は概ね一致しており、再現性を確認した。なお、実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 42.2km/h、38.4km/h（その差 3.8km/h）、標準偏差はそれぞれ 10.3、10.7（差は 0.4）であった。

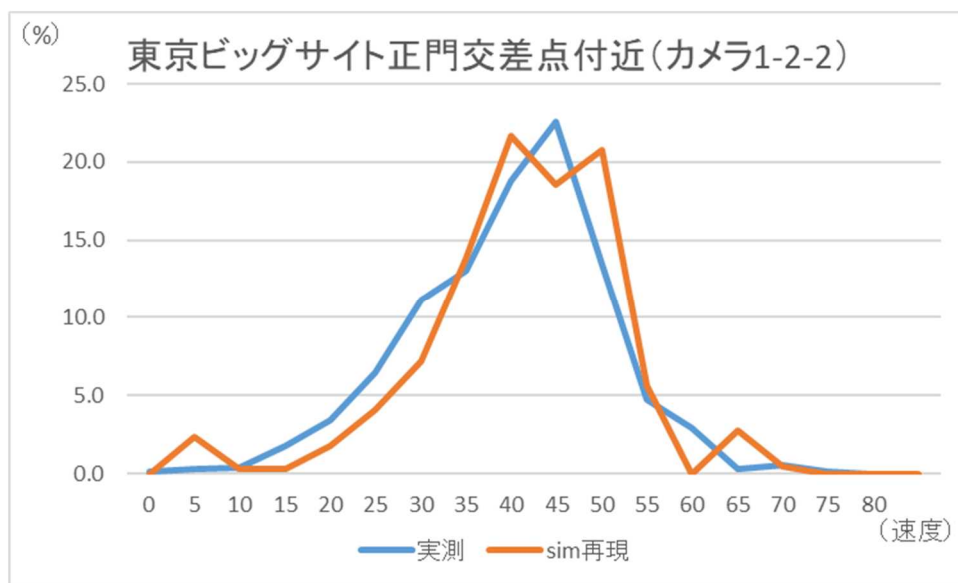


図 5-7 速度分布（東京ビッグサイト正門交差点付近）

※ 交差点からおよそ 75m 地点～90m 地点の区間速度分布

（1 時間の間に当該区間を通過した車両の速度から分布を作成）

※ サンプル数 788(実測値)、871(Sim 再現値)

(3) 車頭時間

車頭時間については、シミュレーション上の車頭時間分布を調整し設定したところ、定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）の平均値及び標準偏差は概ね一致しており、再現性が確認された。なお、実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 2.1 秒と 2.2 秒でその差は 0.1 秒、標準偏差はそれぞれ 0.6 と 0.5（その差は 0.1）であった。これに加えて、分布形状に関しても概ね一致していることを確認した。

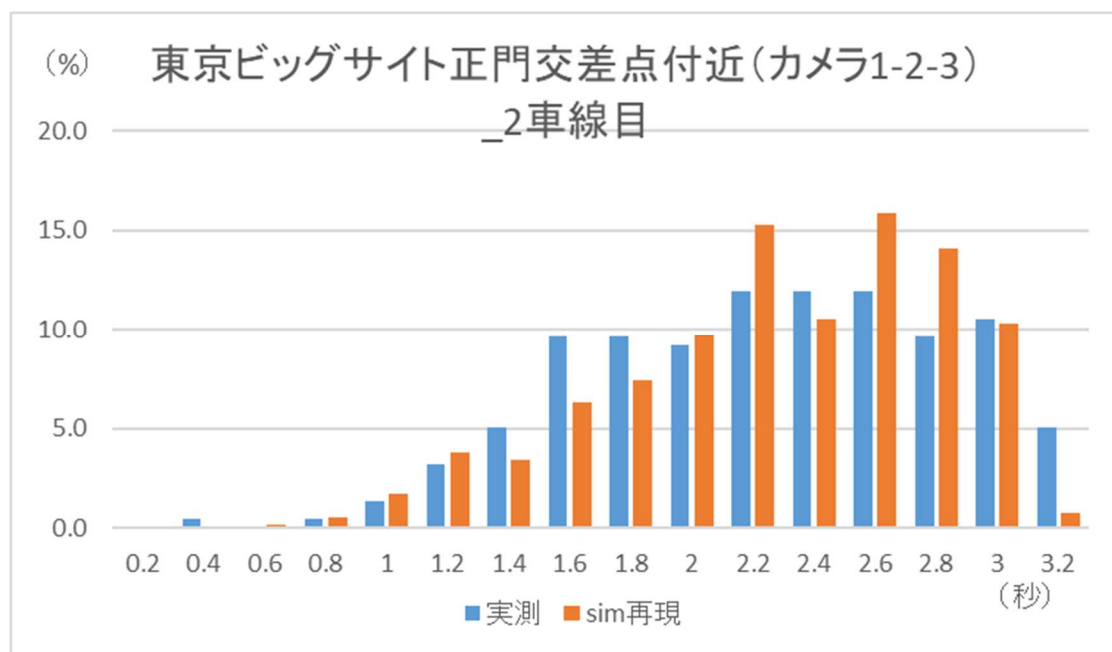


図 5-8 車頭時間分布（東京ビッグサイト正門交差点付近）

- ※ 交差点からおよそ 75m 地点～90m 地点の区間速度
(1 時間の間に当該区間を通過した車両の車頭時間から分布を作成)
- ※ サンプル数 79(実測値)、179(Sim 再現値)

(4) 先頭車の発進状況

先頭車の発進状況については、青信号になってから停止線を通過するまでの時間について、定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）で比較を行ったところ、両者は概ね一致しており、再現性が確認された。なお、実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 3.59 秒と 3.71 秒でその差は 0.12 秒、標準偏差はそれぞれ 0.82 と 1.26（その差は 0.44）であった。

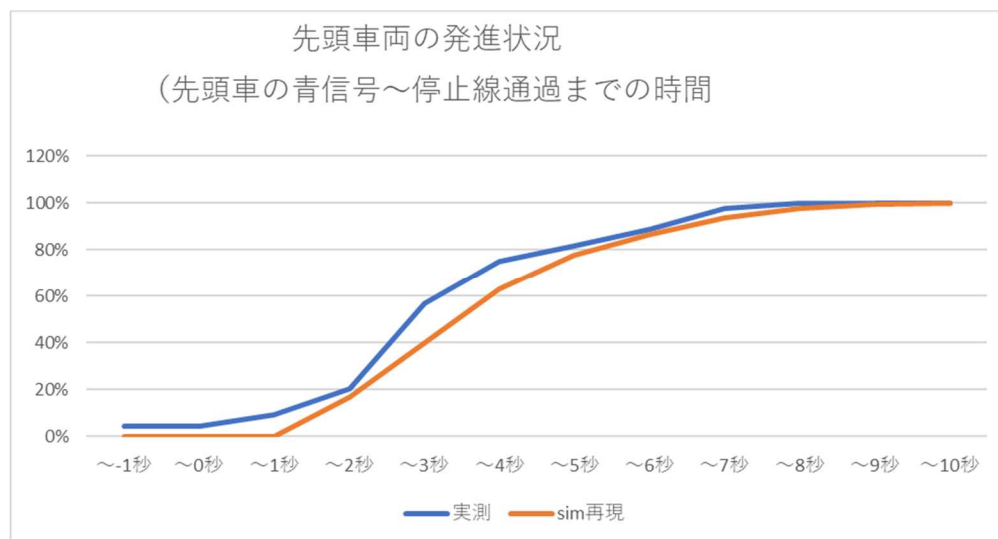


図 5-9 先頭車の発進時間累積分布（東京ビッグサイト正門交差点付近）

- ※ 東京ビッグサイト正門交差点前の停止線で集計（1時間の間に観測された先頭車が、青信号になってから停止線を通過するまでの時間から累積分布を作成）
- ※ サンプル数 28（実測値）、69（Sim 再現値）

(5) 車線変更回数

車線変更挙動については、車線を変更する際に、隣接車線において最低限必要な後続車ギャップ（秒）などのパラメータを調整し、車線変更回数について定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）で比較を行ったところ、両者は概ね一致しており、再現性が確認された。なお、車線変更回数（平均値）は実測値・Sim 再現値でそれぞれ 15 回、14 回であり、その差は 1 回であった。

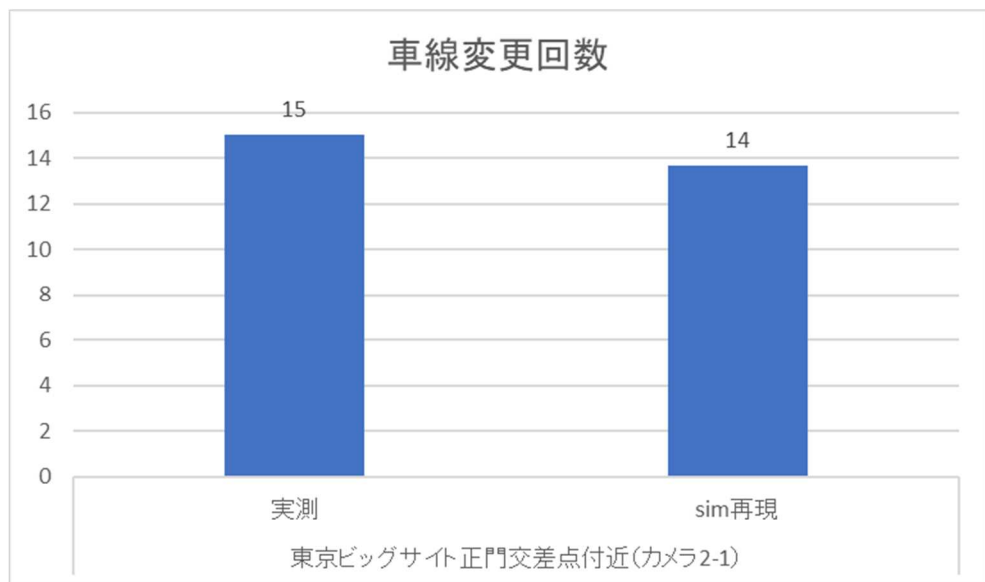


図 5-10 先頭車の車線変更回数（東京ビッグサイト正門交差点付近）

※ 東京ビッグサイト正門交差点前 60～75m の停止線で集計

（1 時間の間に当該区間で発生した車線変更の回数を集計）

(6) 右折ギャップ

右折ギャップについては、シミュレーション上で右折時のギャップアクセプタンスに相当する指標を調整し、臨界ギャップについて定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）で比較を行ったところ、両者は概ね一致しており、再現性が確認された。

なお、臨界ギャップは、一般車の右折挙動の特性を表す一つの代表値であり、右折時に発進・通過する車両と停止する車両の累積頻度が同程度となる際の対向直進車のギャップを示す。ここでは、この臨界ギャップが一般車の右折時ギャップアクセプタンス特性を代表しているものとみなし、シミュレーションで出力された臨界ギャップとの比較を行った。実測値・Sim 再現値でそれぞれ 4.68、4.86 であり、その差は 0.18 であった。

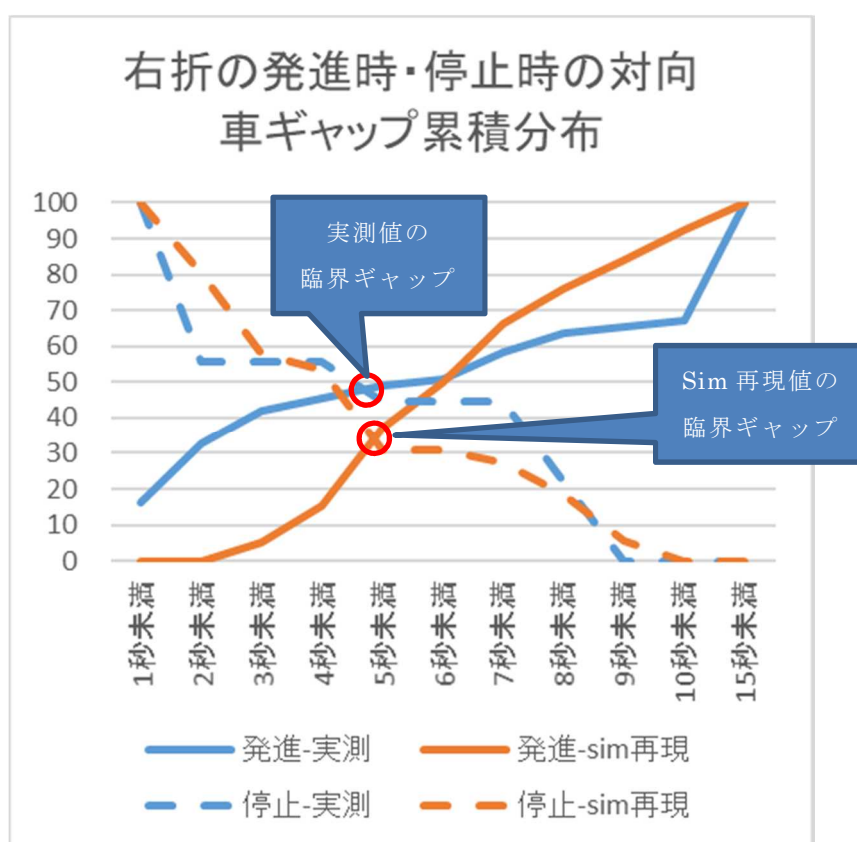


図 5-11 右折ギャップ（青海 1 丁目交差点 北東から北西の右折）

※ 1 時間の間に観測された右折ギャップ、右折断念ギャップから累積分布を作成

※ サンプル数 64(実測値)、100(Sim 再現値)

※ 臨界ギャップについて(再掲)

(一般社団法人交通工学研究会「道路交通技術必携 2018」 p128-p130 を基に記載)

- ・ 臨界ギャップとは、右折時のギャップアクセプタンス挙動（対向直進車のある長さを持ったギャップの間に、右折車両が右折するかどうかを判断する挙動）の特性を表す 1 つのパラメータであり、それより短いギャップが利用された数と、それより長いギャップが利用されなかった数が等しいことを意味する。
- ・ 右折時の判断基準は運転者によって一様ではなく、また、運転者が直面するギャップの長さも広い範囲にわたってさまざまである。このような状況を定量的に記

述する方法の一つとして、各値より短い秒数で利用されたギャップの数（累積度数）と、各値より長い秒数で利用されなかったギャップの数（累積度数）が用いられ、この 2 つの累積度数曲線の交点から臨界ギャップが求められる。

- ・ 臨界ギャップより短いギャップはすべて利用が断念され、逆に長いギャップは全て利用されるとみなすことによって、右折時の遅れ時間の計算の簡略化が可能である。

(7) 信号交差点前の減速

赤信号で停止する際の減速挙動については、車両の速度プロファイルについて、定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）で比較したところ、両者は概ね一致しており、再現性が確認された。なお、交差点直近 100m をみると、速度が低下した地点は実測値で 90m～75m 付近、Sim 再現値でも 90m～75m 付近であった。

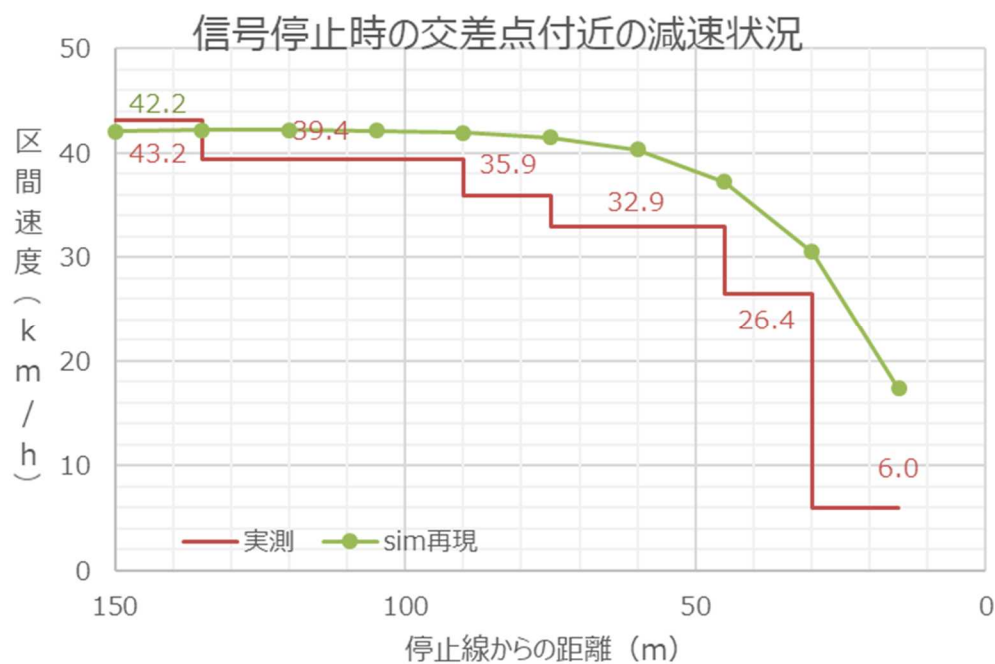


図 5-12 信号停止時の交差点の減速状況（東京ビッグサイト正門交差点付近）

- ※ 1 時間の間に東京ビッグサイト正門交差点から 150m 付近を通過し、赤信号で停止した車両の区間速度から作成)
- ※ サンプル数 98(実測値)、91(Sim 再現値)

(8) 右左折時の歩行者位置

右左折時の歩行者位置については、右折時は対向直進車の影響もみられるため、ここでは左折時に着目して、左折時の歩行者の位置関係と、停止有無の割合について定点カメラに基づく観測値（実測値）とシミュレーション結果（Sim 再現値）の比較を行った。両者は概ね一致しており、再現性が確認された。なお、横断歩道部に該当するエリア B に歩行者がいた場合の停止割合は現況で 39%、シミュレーションで 44%であった。また、歩道部等のみに歩行者がいて、横断歩道に向かって歩いている歩行者がいた場合に停止した割合は現況で 5%、シミュレーションで 8%であった。歩行者がいない状況でも停止した車両は現況で 7%、シミュレーションでは 0%であった。

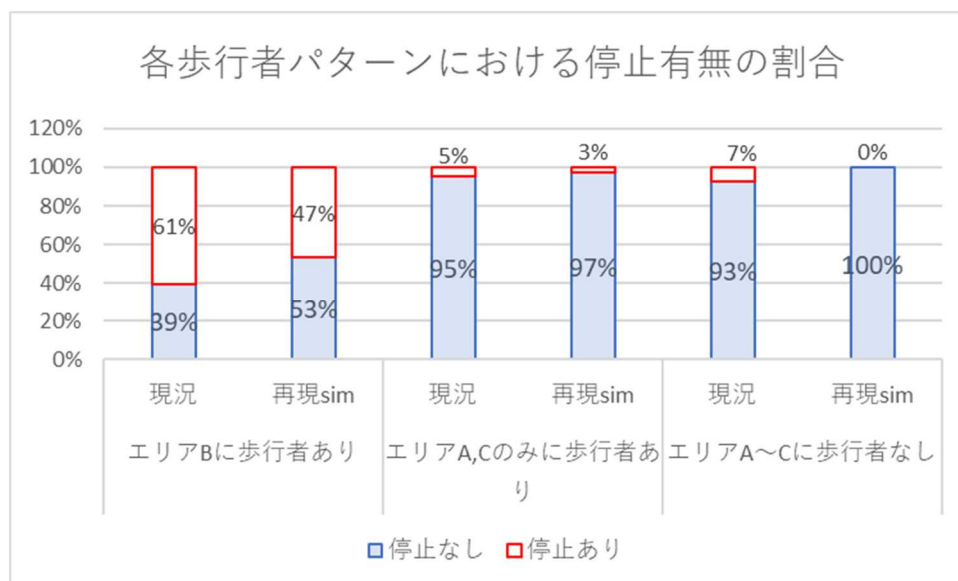


図 5-13 各歩行者パターンにおける停止有無の割合
(青海一丁目の西側から北側の左折)

※ 1 時間の間に上記箇所で左折を行う際の歩行者位置から集計

※ サンプル数 88(実測値)、80(Sim 再現値)

なお、エリア A～C の位置について、以下に示す。

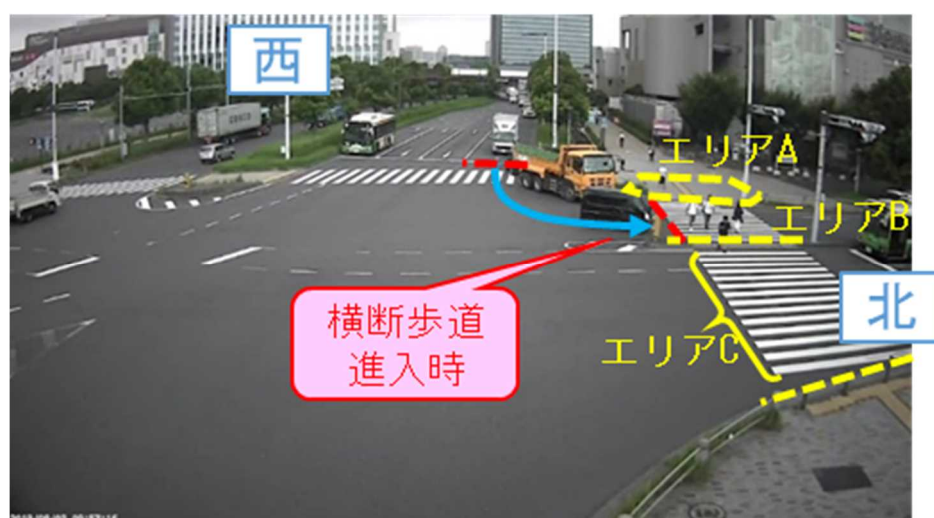


図 5-14 エリア A～C の定義

(9) まとめ

シミュレーション実施結果において確認された現況再現性を以下に整理した。

表 5-1 現況再現性の整理

現況再現性 確認指標	結果
交通量	・各交差点箇所では再現性を確認した。 ・決定係数が一般に再現性が高いと考えられる 0.7 を上回っている。
速度	・単路部の速度分布で再現性を確認した。 ・実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 42.2km/h、38.4km/h(その差 3.8km/h)、標準偏差はそれぞれ 10.3、10.7(差は 0.4)
車頭時間	・車頭時間分布の平均値・標準偏差等で再現性を確認した。 ・実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 2.1 秒と 2.2 秒でその差は 0.1 秒、標準偏差はそれぞれ 0.6 と 0.5(その差は 0.1)
先頭車の発進状況	・青信号になってから停止線を通るまでの時間について、平均値・標準偏差等で再現性を確認した。 ・実測値と Sim 再現値の平均値はそれぞれ 3.59 秒と 3.71 秒でその差は 0.12 秒、標準偏差はそれぞれ 0.82 と 1.26(その差は 0.44)
車線変更回数	・車線変更回数について再現性を確認した。 ・車線変更回数の平均回数は実測値・Sim 再現値でそれぞれ 15 回、14 回であり、その差は 1 回。
右折ギャップ	・右折時の臨界ギャップから、再現性を確認した。 ・臨界ギャップは実測値・Sim 再現値でそれぞれ 4.68、4.86 であり、その差は 1.8
信号交差点手前の減速	・赤または黄色信号で停止する際の減速状況から、再現性を確認した。 ・交差点直近 100m をみると、速度が低下した地点は実測値で 90m～75m 付近、Sim 再現値でも 90m～75m 付近であった。
右左折時の歩行者位置	・横断歩道部に歩行者がいた場合の発進割合などから、再現性を確認した。 ・横断歩道部に該当するエリア B に歩行者がいた場合の停止割合は実測値で 39%、Sim 再現値で 44%であった。また、歩道部等のみに歩行者がいて、横断歩道に向かって歩いている歩行者がいた場合に停止した割合は実測値で 5%、Sim 再現値で 8%であった。歩行者がいない状況でも停止した車両は実測値で 7%、Sim 再現値では 0%であった。

5.3 現況再現パラメータの決定

5.2 節の通り現況再現性が確認されたため、現況再現における一般車のパラメータ値を以下の通り設定した。

なお、今回の現況再現においては、大型車と一般車は加減速性能（特性）を除き同じ値を採用している。また、ここで設定した数値はシミュレーションのパラメータ値であり、実際に観測される数値とは異なる場合があるため、留意が必要である。

表 5-2 現況再現パラメータの設定（一般車）

sim パラメータ名	内容の説明	確認指標	（参考：デフォルト値）	現況再現パラメータ値
信号反応時間 ReactionTime	赤から青信号に切り替わった瞬間の、車が発進するまでの反応時間。	発進損失時間	反応時間分布:0[s]	平均 2.5 秒 標準偏差 2 秒
希望速度 Desired Speed	追従状態でなく、前方に停止線等のない状態での車速度。	速度 (速度分布)	希望速度分布:50km/h (48-58km/h)	50km/h 前後の分布
車線変更時 ギャップアクセプタンス (MinHDwy, SafeDistFact)	車線を変更する際に、隣接車線において最低限必要な後続車ギャップ(秒)	車線変更回数 車線変更時ギャップ	MinHDwy:0.5[m] SafeDistFactLanCh:0.6	MinHDwy:0.5[m] SafeDistFact:1
最大加・減速度 Maximum Acceleration/Deceleration	緊急時やリンクの状況に応じて適用される、技術的に可能な最大限の加速、減速。	交差点接近時の減速	小型車:0~3.5/-4.1~-8.5 大型車:0~9.3/-5~-6	小型車:0~3.5/-4.1~-8.5 大型車:0~9.3/-5~-6
希望加・減速度 Desired Acceleration/Deceleration	通常運転時に適用される加減速度。	交差点接近時の減速	小型車:0~3.5/-2.55~-3 大型車:0~2.5/-1.05~-1.5	小型車:0~3.5/-2.55~-3 大型車:0~2.5/-1.05~-1.5
車頭時間 CC1	ドライバーが保ちたい車頭時間(秒)	車頭時間	CC1:0.90[s](分布)	平均 1.5 秒 標準偏差 0.5 秒
右折・左折(歩行者)時 ギャップアクセプタンス (Front/Rear Gap)	右折・左折(歩行者)の際に、交差する対向車線/横断歩道(直進方向)において最低限必要なギャップ。	交通量 (捌け台数) 右折時ギャップ	FrontGap:0.5 RearGap:0.5	FrontGap 0.5 RearGap 1 Safedistfact 1

6. 東京臨海部実証実験時に取得されるデータの分析

2章で検討した交通流シミュレーターや3章で実施した定点カメラ映像に基づく交通流分析手法を用いて、円滑性の観点から自動運転車の混入時を想定したフィールド検証とシミュレーション検証を行った。

フィールド検証では、3章同様、東京臨海部実証実験期間中に定点カメラによる撮影を行い、自動運転車の撮影時間帯を対象とした映像解析を行った。しかし、自動運転車の撮影機会が少なかったことから、類似した挙動特性を持つ一般車を自動運転車と見立てて、発進遅れ時間等の変化を仮定した状況下における交通流への影響検証を行うこととした。

シミュレーション検証では、自動運転車の普及過渡期及びその後の普及期における自動運転車の混入による交通影響を検証した。

なお、東京臨海部実証実験において自動運転車のデータが取得される主要な時期は2020年夏頃と想定されることから、本章におけるフィールド検証とシミュレーション検討を事前分析と位置付けるとともに、来年度に収集すべきデータの洗出しと整理を行い、取得に向けて関係者との調整を図った。

6.1 事前分析（フィールド検証結果）

6.1.1 検証対象

(1) 現況の交通流

現況の交通流として、9月時の定点カメラ映像データより、一般車の交通流を分析した。

(2) 自動運転車の混入時の交通流

自動運転車の混入時の交通流として、11月時の定点カメラ映像データより、自動運転車の走行時を対象に分析した。しかし、撮影された自動運転車の走行回数が非常に少ないため、あくまで参考値として分析を行った。



Copyright(c) NTT空間情報 All Rights Reserved

図 6-1 自動運転車の撮影状況

表 6-1 自動運転車の撮影時走行状況(1/3)

交差点	車両通過No.	通過時刻	定点カメラNo	走行方向	カメラ内走行方向	備考
青海一丁目	1	6:19:29	3-1	西→南 (右折)	左→下	2台走行。撮影は一瞬のため分析不可。
		6:19:29	3-2	西→南 (右折)	右上 →左上	2台走行。停止なし。対向直進車なし。横断歩行者なし。
	2	6:49:40	3-1	北→南 (直進)	上→下	2台走行。信号停止なし。前車あり、後車なし。
		6:49:40	3-2	北→南 (直進)	右下 →左上	2台走行。信号停止なし。前車あり、後車なし。
	3	6:55:46	3-1	西→西 (Uターン)	左→左	2台走行。撮影は一瞬のため分析不可。
		6:55:46	3-2	西→西 (Uターン)	左上 →左上	2台走行。信号停止あり。前車なし、後車なし。車両通過直後に横断歩行者あり。
	4	7:34:53	3-1	南→北 (直進)	下→上	2台走行。信号停止なし。前車あり、後車なし。
		7:34:47	3-2	南→北 (直進)	左上 →右下	2台走行。信号停止なし。前車あり、後車なし。
	5	12:21:11	3-1	西→東 (直進)	左→右	信号停止後の加速状態のみ撮影。前車なし、後車あり。停止線は画角外。
		12:21:11	3-2	西→東 (直進)	右上 →左下	信号停止後の加速状態のみ撮影。停止線あり。同一車線内の後続車なし。

※網掛け部は、分析不可の撮影結果

表 6-2 自動運転車の撮影時走行状況 (2/3)

交差点	車両通過 No.	通過時刻	定点カメラ No	走行 方向	カメラ内 走行 方向	備考
青海一丁目	6	12:39:52	3-1	西→東 (直進)	左→右	信号停止後の加速状態のみ撮影。前車なし、後車あり。停止線は画角外。
		12:38:59	3-2	西→東 (直進)	右上 →左下	信号停止後の加速状態のみ撮影。停止線あり。同一車線内の後続車(左折車)あり。
	7	18:07:00	3-1	北→南 (直進)	上→下	信号停止なし。
		18:07:00	3-2	北→南 (直進)	右下 →左上	信号停止なし。
	8	18:34:29	3-1	東→南 (左折)	右→下	信号停止なし。横断歩道手前減速あり。
		18:34:31	3-2	東→南 (左折)	左下 →左上	信号停止なし。横断歩行者なし。
ビッグサイト正門	9	18:09:28	1-1-1	北→西 (右折)	右→上	対向直進の阻害なし。
		18:09:36	1-2-1	北→西 (右折)	左→右	対向直進の阻害なし。
		18:09:41	1-2-2	東→西 (直進)	左→右	速度分析不可。前車あり、後車なし。
		18:09:47	1-2-3	東→西 (直進)	左→右	速度分析可能。前車あり、後車なし。
	10	18:22:50	1-1-1	東→西 (直進)	左→右	信号停止なし。速度計測不可。
		18:22:55	1-2-1	東→西 (直進)	左→右	信号停止なし。速度計測不可。
		18:22:57	1-2-2	東→西 (直進)	左→右	トラック路駐あり。速度計測不可。
		18:23:01	1-2-3	東→西 (直進)	左→右	トラック路駐あり。

※網掛け部は、分析不可の撮影結果

表 6-3 自動運転車の撮影時走行状況(3/3)

交差点	車両通過 No.	通過時刻	定点 カメラ No	走行 方向	カメラ内 走行 方向	備考
ビッグ サイト前	11	18:21:36	2-1	北→西 (右折)	右→上	信号停止なし。右折時対向直進阻害なし。横断歩行者なし。
		18:21:36	2-2	北→西 (右折)	左下 →右下	信号停止なし。右折時対向直進阻害なし。横断歩行者なし。
	12	18:31:30	2-1	北→西 (右折)	右→上	信号停止なし。右折時対向直進阻害なし。横断歩行者なし。
		18:31:30	2-2	北→西 (右折)	左下 →右下	信号停止なし。右折時対向直進阻害なし。横断歩行者なし。

6.1.2 分析結果

事前分析として、表 2-1 に記載のフィールド検証の内容のうち、一般車の挙動や交通状況については 3 章で整理を行った。ここでは、交差点部における発進遅れによる捌け台数の低下、及び右左折時の慎重な判断による捌け台数の減少について、どのような車両挙動の自動運転車が混入した際に、捌け台数がどの程度増加/減少するかについて、検証を行った。

表 6-4 事前分析の対象（フィールド検証）

場所	No.	想定される影響	検証内容
単路部	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	■フィールド検証： ・実勢速度以下で走行する一般車に対する、他車両の追い越し発生回数、車群の形成状況を把握
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑	
	5	交差点接近時の予備減速	■フィールド検証： ・一般車の交差点接近時速度を確認
交差点部	9	灯色変更時（赤→青）の発進遅れによる捌け台数の変化	■フィールド検証： ・一般車の先頭車の発進遅れの発生状況の把握 ・捌け台数の推計
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	■フィールド検証： ・一般車の右折時臨界ギャップ、右左折時の停止・減速状況の把握 ・捌け台数の推計

(1) No.9 発進遅れによる捌け台数低下

1) 検証概要

交差点部における信号の変わり目の発進遅れによる交通流への影響の有無・程度を把握するため、発進遅れ、停止線通過時の車頭時間を把握した。

なお、発進遅れの影響は、停止線通過時間の増加として現れることから、ここでは停止線通過時間に着目した計測を実施した。

2) 検証結果

3.2 節によると、信号現示の赤から青への変わり目における一般車の停止線通過時間（先頭車）の最頻値は「2 秒以上 3 秒未満」で 36%を占めている。先頭車の停止線通過時間が、仮に全車両で 3 秒となった場合、1 車線あたりの捌け台数に換算すると、1,380 台/青 1 時間相当の捌け能力を示す。

仮に自動運転車の信号変わり目での停止線通過時間（先頭車）が 1 秒と仮定すると、捌け台数は 1,500 台/青 1 時間相当（一般車比 8.7%増）となる。

なお、捌け台数算定における 2 台目以降の車頭時間として、第 2,3 車線の 2 台目～4 台目の平均車頭時間 3.8 秒、5 台目以降の平均車頭時間 3.1 秒を採用した。

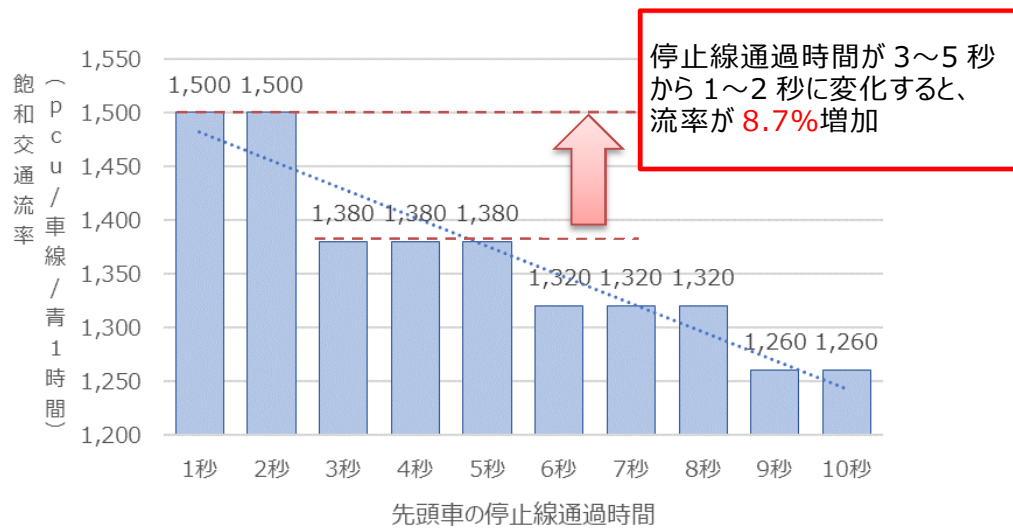


図 6-2 先頭車の停止線通過時間別交通流率の検証結果

(2) No.10 右左折時の慎重な判断による捌け台数の減少

1) 検証概要

交差点部における右折、左折時の慎重な判断による交通流への影響の有無・程度を把握するため、右左折車の挙動を把握した。

2) 右折ギャップの変化による影響の検証

3.2 節によると、一般車の右折時の対向車ギャップについて、臨界ギャップは約 4.5 秒であり、対向車線交通量 320 台の状況下における捌け台数に換算すると、およそ 700 台/青 1 時間相当の捌け能力を示す。

仮に自動運転車の臨界ギャップを 6.0 秒と仮定すると、捌け台数はおよそ 600 台/青 1 時間相当となり、現況の約 4.5 秒の場合から 12%減となる。

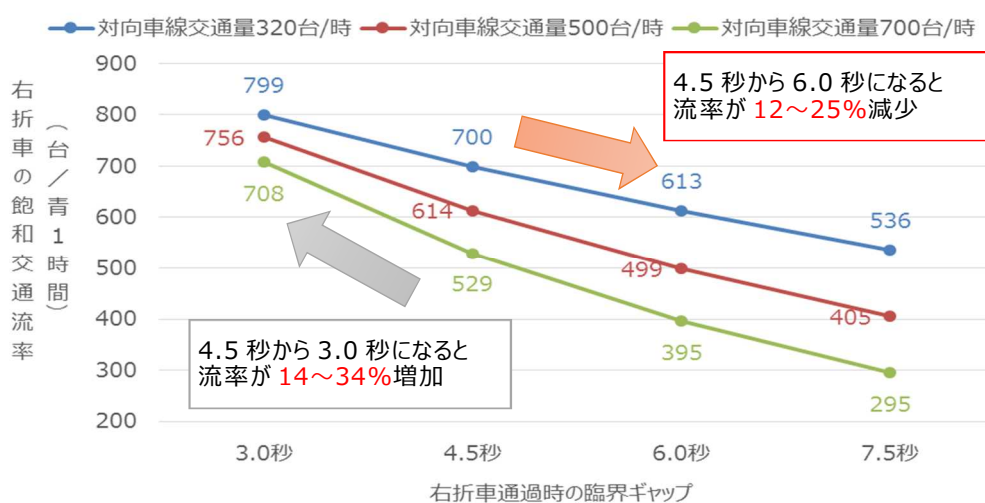
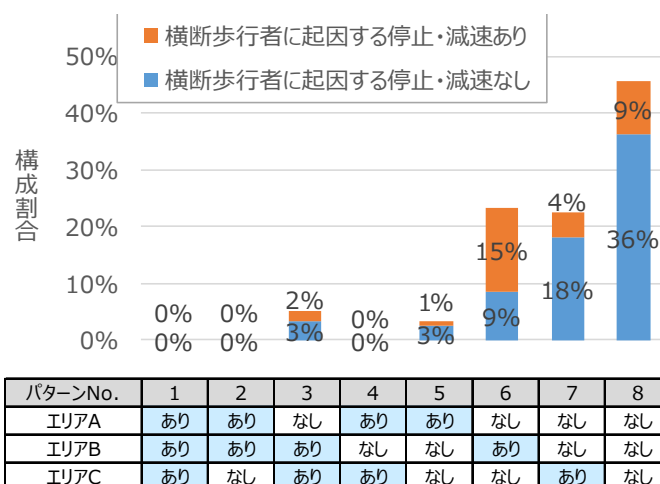


図 6-3 臨界ギャップ別及び対向直進車交通量別の捌け台数の検証結果

3) 右折時の横断歩行者に対する慎重な判断による影響

現況における、右折時の車両走行進路上にある横断歩道における歩行者等有無別の右折車停止・減速状況は図 6-4 に示すとおりである。現況において、横断歩行者の通過待ちで右折の所要時間が 5 秒程度増加すると仮定すると、横断歩道における捌け台数は、620 台/青 1 時間相当となる。

これに対し、右折時の車両走行進路上にある横断歩道に歩行者等が存在若しくは向かう場合（パターン No.1～7 の場合）に、右折車が毎回停止すると仮定した場合、捌け台数は 473 台/青 1 時間相当となり、現況比 24% 減となる。



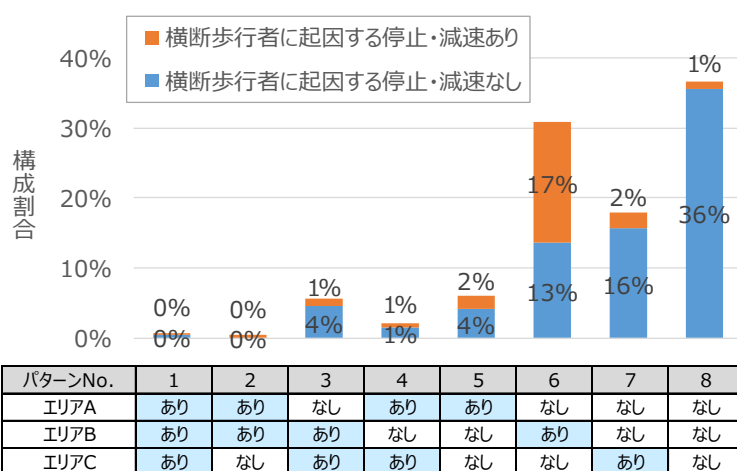
- ※ 右折車が、流出車線の横断歩道に侵入する時点での横断歩行者・自転車の有無でパターン分け
- ※ エリア A、C は、エリア B へ向かう方向のみを対象
- ※ パターン 8 は、「エリア A または C に、エリア B と逆に向かう人がいる」場合のみ対象
- ※ 図 6-4 右折時の横断歩行者別通過/停止割合 (N=116)

4) 左折時の横断歩行者に対する慎重な判断による影響

3.2 節によると、横断歩行者の通過待ちがない場合の左折所要時間は平均 4.0 秒、横断歩行者の通過待ちがある場合の左折所要時間は平均 9.5 秒であり、停止または減速のない場合に比べ 5.5 秒増加する。

※ 現況における、左折時の車両走行進路上にある横断歩道における歩行者等有無別の左折車停止・減速状況は図 6-5 に示すとおりであり、捌け台数は 952 台/青 1 時間相当となる。

これに対し、左折時の車両走行進路上にある横断歩道に歩行者等が存在若しくは向かう場合（パターン No.1～7 の場合）に、左折車が毎回停止すると仮定した場合、捌け台数は 801 台/青 1 時間相当となり、現況比 16% 減となる。



※ 左折車が、流出車線の横断歩道に侵入する時点での横断歩行者・自転車の有無でパターン分け

※ エリア A、C は、エリア B へ向かう方向のみを対象

※ パターン 8 は、「エリア A または C に、エリア B と逆に向かう人がいる」場合のみ対象

※ 図 6-5 左折時の横断歩行者別通過/停止割合 (N=289)

6.1.3 事前分析（フィールド検証）結果のまとめ

本調査の定点カメラによる観測地点において得られた交通流に関する主な調査結果と、それに対する考察を以下に示す。なお、本調査結果は自動運転車のデータが十分に得られなかったことから一般車に対して行ったものであり、また定点カメラの設置地点・期間において得られた観測結果に基づくものであることに留意されたい。本調査の定点カメラによる観測結果は、一部を3章でも取り上げて記載している。そのため、3章の結果とそれに対する考察も含めて、以下にとりまとめた。

(1) 実勢速度よりも低速で走行する車両の混入による追い越し挙動

実勢速度よりも低速で走行する車両の混入による追い越し回数への影響の有無、程度を把握するため、一般車の速度及び低速走行車に対する他車両の挙動を把握した。

その結果、実勢速度（85%タイル速度）はおよそ 55km/h であることが分かった。ここで得られた速度分布はシミュレーションの現況再現に活用した。

また、速度が実勢速度に対して 5km/h 遅い（50km/h）場合、追従車両が追い越しを行う割合は実勢速度以上で走行する車両に比べて増加する傾向にあることが分かった。

今後の課題として、追越しの増加による安全性等への懸念の有無等の整理や、追越し時の速度差の分析を行うことで、低速車に対する追越し挙動における安全性の観点での評価を行うこと等が考えられる。

(2) 実勢速度よりも低速で走行する車両の混入に起因する後続車群

実勢速度よりも低速で走行する車両の混入による後続混雑への影響の有無、程度を把握するため、一般車の低速走行車に対する他車両の挙動を把握した。

その結果、先頭車の速度が 50km/h 未満の場合、車群台数が多くなる傾向にあり、かつ車群台数が多いと、車群の末尾車両における速度低下もより大きい傾向があることが分かった。

今後の課題として、車群が形成された場合の車群に対する信号制御のあり方を検討する等の施策の可能性等が考えられる。

(3) 交差点接近時の予備減速

交差点接近時における自動運転車の予備減速状況を把握するための参考として、ここでは一般車の交差点手前における速度プロファイルを把握した。

その結果、信号で停止する一般車は、交差点手前約 100～150m で減速を開始していることが分かった。また、ここで得られた知見は、シミュレーションの現況再現に活用した。

今後の課題として、自動運転車の予備減速挙動に関する実データの取得・分析を踏まえて、一般車との差異の有無等を検証し、差異が見られる場合には、交差点接近時における速度状況を考慮した信号制御のあり方など、より具体的な施策の検討を行うこと等が考えられる。

(4) 先頭車の発進遅れ

信号現示の赤から青への変わり目での発進遅れによる影響の有無・程度を把握するた

め、発進遅れ、停止線通過時の車頭時間を把握した。

その結果、最頻値は「2 秒以上 3 秒未満」で 36%を占めていることが分かった。また、この結果はシミュレーションの現況再現に活用した。

(5) 右左折時の慎重な判断による捌け台数の減少

右折、左折時の慎重な判断による影響の有無・程度を把握するため、右左折車の挙動を把握した。

その結果、一般車の右折時のギャップアクセプタンスを示す指標の一つである臨界ギャップ(右折車の通過する確率と停止する確率が同じとなる際の対向直進車のギャップ)は約 4.5 秒であることが分かった。また、この結果は、シミュレーションの現況再現に活用した。

6.2 事前分析（シミュレーション検証結果）

4章で検討した自動運転車の混入時の分析方針及び5章の現況再現結果に基づき、自動運転車の普及過渡期及びその後の普及期における自動運転車の混入による交通影響評価を行った。検討にあたっては、まずシミュレーション条件について整理し、自動運転車の挙動に関していくつかの仮定を置いた上で、シミュレーション上で挙動パラメータを設定し、シミュレーション実行結果から得られる交差点捌け台数の変化を算出、評価を行った。

6.2.1 シミュレーション条件の整理

シミュレーションの実施にあたっては、基本的に現況再現を実施したときと同一の時間帯、同一のシミュレーション範囲で設定を行った。

また、交差点捌け台数については、現況再現時の交通需要に対して、シミュレーション実行時には交通需要の十分な上乗せを行い、シミュレーション範囲の道路ネットワーク（円滑性の評価対象とする各交差点部）において飽和交通流率となる状態で評価した。

なお、今回のシミュレーションにおいては、自動運転車の挙動については、大型車と小型車は同じ設定値を採用している。また、自動運転車の混入時の分析においては、歩行者の影響は排除し、歩行者交通量を0として設定した。

6.2.2 自動運転車のパラメータの整理

道路交通法、ISOを基本として設定し、それらで分からなかった点については、他の文献、及び7章で実施したアンケート結果、8章で実施したヒアリング・海外事例調査等から得られた数値を参考として整理し、パラメータ値を決定した。

なお、ここで設定した数値はシミュレーションのパラメータ値であり、実際に観測される数値とは異なる場合があるため、留意が必要である。

表 6-5 自動運転車のパラメータの整理

パラメータ名	内容の説明	内容	根拠	参考・一般車の設定値
希望速度	追従状態でなく、前方に停止線等のない状態での車速度	規制速度以下	道路交通法を基に設定	50km/h 前後の分布
最大加速度・希望加速度	車両性能上の加速度の最大値及び、通常運転時の加速度	$2\text{m/s}^2 \sim 4\text{m/s}^2$	JIS D 0807:2011 を基に設定 (ISO 22179:2009)	小型車: $0 \sim 3.5/0 \sim 3.5$ 大型車: $0 \sim 9.3/0 \sim 2.5$
最大減速度・希望減速度	上記と同様の場合の減速度	$3.5\text{m/s}^2 \sim 5\text{m/s}^2$ (希望減速度)0.2G	JIS D 0807:2011 を基に設定 (ISO 22179:2009) ※アンケートを参考に設定	小型車: $-4.1 \sim -8.5/-2.55 \sim -3$ 大型車: $-5 \sim -6/-1.05 \sim -1.5$
停止車間距離 CC0	停止時の車間距離	4.5m	※アンケート結果を参考に設定	1.5m
車頭時間 CC1	前方車両との車頭時間 ※通常ドライバーは車間時間の希望値を持つ	平均 3.0 秒 標準偏差 0	文献①を参考に設定	平均 1.5 秒 標準偏差 0.5 秒
車線変更時 ギャップアクセプ タンスパラメータ	車線を変更する際に、隣接車線において最低限必要な後続車ギャップ(秒)	Co-Exists Normal の設定に準拠 MinHDwy:0.5[m] SafeDistFact:0.6	Co-Exists(ヨーロッパにおける自動運転車による交通影響評価の取り組み)の研究知見を参考に設定	MinHDwy:0.5[m] SafeDistFact:1
右折時ギャップア クセプタンスパラ メータ	右折可能な、対向直進車両のギャップ算出に使用するパラメータ	右折可能ギャップ 5.0 秒相当 FrontGap 0.5 RearGap 1.0	文献①、ヒアリング結果を参考に設定	右折可能ギャップ 4.5 秒相当 FrontGap 0.5 RearGap 0.5
信号反応時間	赤から青信号に切り替わった瞬間の、車が発進するまでの反応時間。	1 秒(標準偏差 0)	アンケート、ヒアリング結果を参考に設定	平均 2.5 秒 標準偏差 2 秒

6.2.3 自動運転車の混入時の分析の実施結果

4章で整理した通り、以下のような自動運転車の性能（挙動特性）パターンに対して、普及率を4段階設定し、シミュレーションを実施した。なお、普及率は、8章で実施した国内専門家意見収集の結果等を踏まえて設定した。

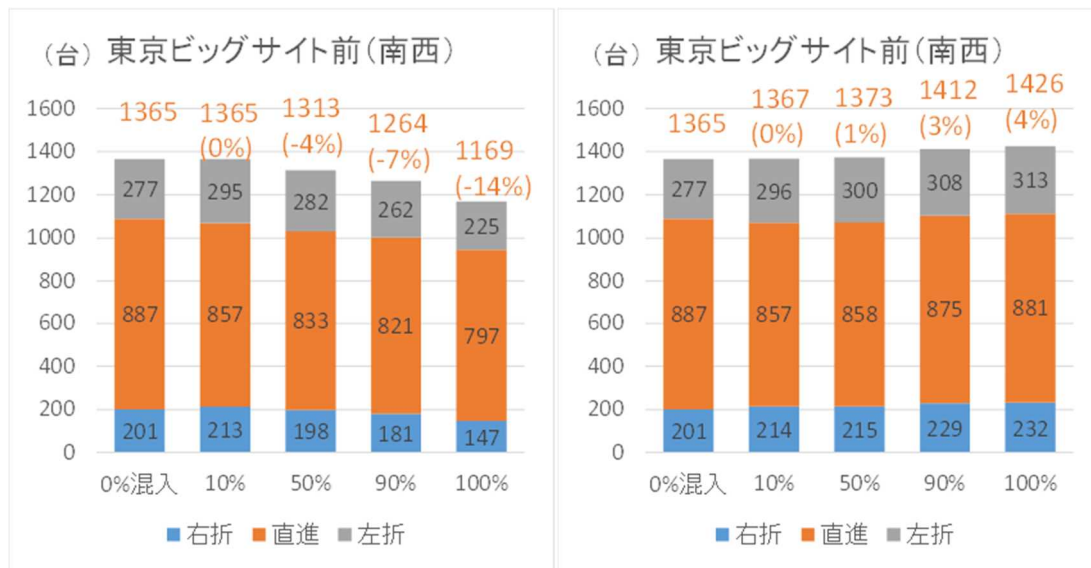
表 6-6 実施した自動運転車の混入時の分析におけるケース設定（再掲）

パターン		車両の設定	特定パラメータの変更状況	普及率
現況再現	一般車	一般車パラメータと同一の値	なし(6.2.2に記載の通り)	0%
自動運転混在	自動運転車	基本設定パターン	6.2.2に記載の通り	10%,50%,90%,100%
		追従挙動変更パターン	車頭時間パラメータ CC1 の設定値を基本設定パターンの 3.0 から 1.0 に設定	10%,50%,90%,100%
		発進挙動変更パターン	信号反応時間の設定値を基本設定パターンの 1.0 から 3.0 に変更(信号への反応時間がより遅くなる設定)	10%,50%,90%,100%
		車線変更挙動変更パターン	車線変更可能ギャップアクセプタンスに関する設定値を基本設定パターンの 0.6 から 1.0 に変更(車線変更時により大きなギャップが必要になる設定)	10%,50%,90%,100%

(1) 基本設定パターンの結果及び追従挙動変更パターンの結果

基本設定パターン及び追従挙動変更パターンで混入率を変えてシミュレーションを実施したところ、捌け台数は以下の通りとなった。なお、グラフはシミュレーション対象時間帯とした1時間の間に東京ビッグサイト前交差点（南西側断面）を通過した右左折・直進車の台数を示している。また、グラフ中の棒グラフ上側の数値は、右左折・直進車の合計値を示しており、()内の数値は各混入率（普及率）時における捌け台数の、0%混入時（一般車のみ）に対する比率を示す。

なお、ここでの捌け台数は、シミュレーション上で1時間の間に交差点を通過した台数を集計した数値であるため、右折レーンの詰まり等による交差点近傍の交通の乱れや、直近の信号交差点の交通状況の影響を受けたものであることに留意されたい。以降のパターンについても同様の点に留意が必要である。



基本設定パターン

追従挙動変更パターン

図 6-6 交差点捌け台数の変化（左：基本設定パターン、右：追従挙動変更パターン）

※ 1 時間の間の東京ビッグサイト前(南西側断面)の右左折・直進台数を集計

1) 結果

基本設定パターンにおいては、自動運転車の普及により、普及率 50%以上になると交差点捌け台数が減少する傾向（普及率 50%では、普及率 0%に対して捌け台数が 4%低下）がみられた。

また、追従挙動変更パターンでは、車頭時間をより短い設定値（CC1:1.5 秒 一般車の設定値と同程度）にすると、普及率 50%以上で交差点捌け台数は増加する傾向（普及率 50%では、普及率 0%に対して捌け台数が 1%増加）がみられた。ただし、CC1 の値はシミュレーションのパラメータ値であり、必ずしも出現する車頭時間とは一致しないことに留意が必要である。

2) 要因

基本設定パターンにおいては、自動運転車の速度が実勢速度以下であり、また、車頭時間が一般車の平均よりも長いこと等が影響して、捌け台数が普及率に応じて低下する傾向にあると考えられる。一方で、基本設定パターンにおいては、信号反応時間が一般車よりも早いこと等から、車頭時間を一般車の平均値と同程度に変化させた場合には、捌け台数は相対的に増加するものと考えられる。

3) 考察：

普及率が高くなり、車頭時間が一般車と同程度の場合には、交通円滑性は向上する。一方、車頭時間が一般車より長い場合、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する傾向を示すと考えられる。

そのため、普及過程においては、一般車と自動運転車の双方が走行しやすい交通環境の構築など、交通円滑性に関しての施策が必要になる場合もあると考えられる。

(2) 発進挙動変更パターンの結果

発進挙動変更パターンでは、信号反応時間の設定値を基本設定パターンの 1.0 から 3.0 に変更（信号への反応時間がより遅くなる設定）したパターンで、普及に伴う交差点捌け台数の変化を確認した。

その結果、交差点捌け台数は以下の通りとなった。なお、グラフはシミュレーション対象時間帯とした 1 時間の間に東京ビッグサイト前交差点（南西側断面）を通過した右左折・直進車の台数を示している。また、グラフ中の棒グラフ上側の数値は、右左折・直進車の合計値を示しており、（）内の数値は各混入率（普及率）時における捌け台数の、0%混入時（一般車のみ）に対する比率を示す。

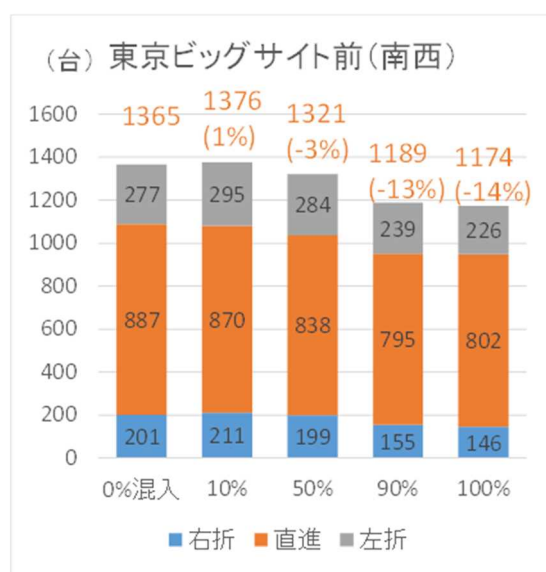


図 6-7 交差点捌け台数の変化（発進挙動変更パターン）

1) 結果

基本設定パターンと同様に、自動運転車の普及により、普及率が 50%以上になると交差点捌け台数が減少する傾向（普及率 50%では、普及率 0%に対して捌け台数が 3%低下）がみられた。

また、発進挙動変更パターンでは、普及途上の一部ケースにおいて、基本設定パターンにおける同じ普及率の場合よりも交差点捌け台数が相対的に小さい傾向がみられた。

2) 要因

信号反応時間が大きくなると、交差点捌け台数は減少すると考えられる。信号反応時間が、一般車の設定における平均値である 3 秒（発進挙動変更パターン）から 1 秒（基本設定パターン）に変化した場合、捌け台数は増加すると考えられる。また、一般車は信号反応時間について個車による分布を持っており、実際には 3 秒以上の信号反応時間の車両も多く存在すると考えられることから、自動運転車における信号反応時間が一般車よりも小さいことによる捌け台数の向上効果は一定程度あると考えられる。

3) 考察及び留意点：

普及率が高くなり、信号反応時間が一般車よりも小さい場合には、交通円滑性は向上する。

一方で、信号反応時間が一般車と同程度の場合には、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する可能性があると考えられる。

また、信号反応時間が小さくなることにより、各信号交差点の信号現示構成等の見直しや、黄信号・全赤等の設定における考え方等を自動運転に対応した形で見直すことで、一般車と自動運転車の双方がさらに走行しやすい交通環境が構築される可能性がある。

(3) 車線変更挙動変更パターンの結果

車線変更挙動変更パターンでは、車線変更可能ギャップアクセプタンスに関する設定値を基本設定パターンの 0.6 から 1.0 に変更（車線変更時に、より大きなギャップが必要になる設定）したパターンで普及に伴う交差点捌け台数の変化を確認した。

その結果、捌け台数は以下の通りとなった。なお、グラフはシミュレーション対象時間帯とした 1 時間の間に東京ビッグサイト前交差点（南西側断面）を通過した右左折・直進車の台数を示している。また、グラフ中の棒グラフ上側の数値は、右左折・直進車の合計値を示しており、() 内の数値は各混入率（普及率）時における捌け台数の、0%混入時（一般車のみ）に対する比率を示す。

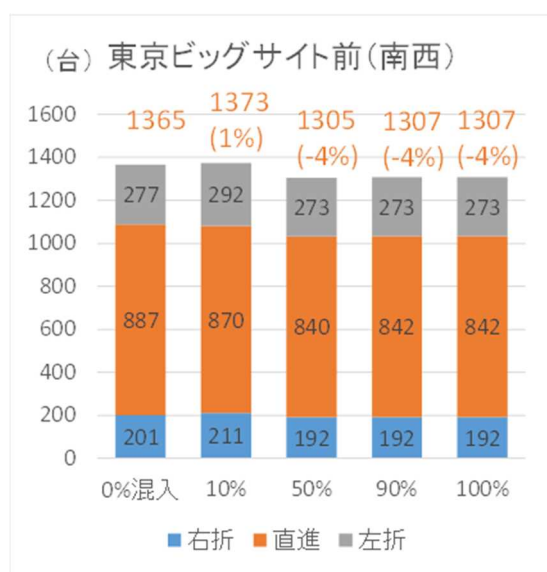


図 6-8 交差点捌け台数の変化（車線変更挙動変更パターン）

1) 結果

基本設定パターンと同様に、自動運転車の普及により、交差点捌け台数が減少する傾向（普及率 50%では、普及率 0%に対して捌け台数が 4%低下）がみられた。

ただし、車線変更挙動変更パターンでは、基本設定パターンにおける同じ普及率の場合よりも交差点捌け台数が相対的に小さくなるケースがみられた。

2) 要因

車線変更可能ギャップが大きくなると、車線変更回数は小さくなると考えられる。そのため、交通流の乱れが小さくなり、交差点捌け台数の増加に寄与するものと考えられる。

3) 考察及び留意点：

普及率が高くなり、車線変更可能ギャップが一般車と同程度の場合には、交通円滑性は基本設定パターンと比べて向上する。一方、車線変更可能ギャップがより小さい場合、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する可能性もあると考えられる。

ただし、車線変更挙動については、自動運転車の実際の車線変更のしやすさや、隣接車線の減速度合い等も考慮する必要がある。また、本検討において、基本設定パターンの車線変更挙動の設定は、Co-Exists（ヨーロッパにおける自動運転車による交通影響評価の取

り組み)の研究知見を参考に設定したものであることに留意されたい。そのため、今後は実際の自動運転車の走行状況の観測等に基づく車両挙動の分析結果等も踏まえた確認が必要である。

(4) 結果のまとめ

(1)項～(3)項の結果から得られた事項について、以下に整理する。なお、本調査結果は6.2.1項で整理した通りの条件下（実施場所、自動運転車の挙動設定等）で実施した調査結果であることに留意されたい。

1) 基本設定パターンの結果及び追従挙動変更パターンの結果

普及率が高くなり、車頭時間が一般車と同程度の場合には、交通円滑性は向上する。一方、車頭時間が一般車より長い場合、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する傾向を示すと考えられる。

そのため、普及過程においては、一般車と自動運転車の双方が走行しやすい交通環境の構築など、交通円滑性に関しての施策が必要になる場合もあると考えられる。

2) 発進挙動変更パターンの結果

普及率が高くなり、信号反応時間が一般車よりも小さい場合には、交通円滑性は向上する。一方で、信号反応時間が一般車と同程度の場合には、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する可能性があると考えられる。

また、今後は、発進遅れが小さい車両が多く混入することによる、各信号交差点の信号現示構成等の見直しや、黄信号・全赤等の設定における考え方等を自動運転に対応した形で見直すことで、一般車と自動運転車の双方がさらに走行しやすい交通環境が構築される可能性がある。

3) 車線変更挙動変更パターンの結果

普及率が高くなり、車線変更可能ギャップが一般車と同程度の場合には、交通円滑性は基本設定パターンと比べて向上する。一方、車線変更可能ギャップがより小さい場合、普及率が高くなると、交通円滑性が低下する可能性もあると考えられる。

ただし、車線変更挙動については、自動運転車の実際の車線変更のしやすさや、隣接車線の減速度合い等も考慮する必要があり、実際の自動運転車の走行状況の観測等に基づく車両挙動の分析結果等も踏まえた確認が必要である。

4) その他

本検討においては、交差点の捌け台数に着目してシミュレーションを実施した。今後は、右折ギャップの変化による影響等の観点で、右折待ち車列が直進レーンまで伸びて直進の交通流を阻害しないかという観点においての検証等も必要と考えられる。

また、本検討における自動運転車の挙動の設定にあたっては、道路交通法、ISOを基本として設定し、それらで分からなかった点については、他の文献、及び7章で実施したアンケート結果、8章で実施したヒアリング・海外事例調査等から得られた数値を参考として設定している。そのため、今後は自動運転車の挙動設定について、より現実的な設定や他の設定値での検討が必要である。

6.3 来年度に収集すべきデータの検討

東京臨海部実証実験において、2019 年度は自動運転車の走行数は限定的であったが、2020 年度には自動運転車が多く走行し、十分なデータが収集され活用できることを見据えている。2020 年度のフィールド検証・シミュレーション検証の実施に向けて活用すべきデータを整理した。また、東京臨海部実証実験が終了するまでの間、実験参加者協力の下、データが収集、蓄積される。

(1) 分析の基本的な考え方と活用データについて

東京臨海部実証実験において収集されるデータを活用し、一般車と自動運転車が混在した交通下における自動運転車による既存交通流への影響を分析する。分析にあたっては、フィールド検証と、シミュレーション検証の2段階で実施し、収集データを主に以下の目的で活用する。

- ・フィールド検証 ⇒ 車載器データ等を用いた自動運転車の挙動分析を想定
- ・シミュレーション検証 ⇒ 主に道路交通法遵守を基本とし、ガイドライン・ISO 等から設定。設定が難しいパラメータについては、車載器データ、カーメーカー等へのアンケート等を参考として設定。

表 6-7 分析の基本的な考え方と活用データ

検証の分類	検証の内容	データ取得方法
① フィールド検証	取得データを用いて、主に自動運転車の挙動を把握	定点カメラ、車載器データ等(位置データ、映像等)から検証
②シミュレーション検証	自動運転車の将来的な普及促進において、交通管理者として過渡期から一般交通流に与える影響を小さくするため、必要な措置の検討を目的とし、自動運転車の普及率、走行性能(挙動特性)等が変化した場合の円滑性への影響評価	自動運転車の挙動(パラメータ)を取得 ⇒主に道路交通法遵守を基本とし、ガイドライン・ISO 等から設定。設定が難しいパラメータについては、車載器データ、カーメーカー等へのアンケート等を参考として設定。

(2) フィールド検証における分析内容と車載器データの活用方針

フィールド検証では、定点カメラ映像から得られるデータと車載器データ等(ドラレコ、GNSS データ等)の両者を用いた分析を想定する。分析方針について次頁の表に示す。

表 6-8 フィールド検証における分析内容と車載器データの活用方針

場所	No.	想定される影響	分析方針	定点カメラによる分析	車載器データによる分析
単路部	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	自動運転車に対する、他車両の挙動を把握	先頭車の走行速度別の追い越し・追い抜き発生割合	ドラレコ映像から追い越し等が発生した回数・密度等を把握 急挙動発生回数を把握
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑		先頭車の走行速度別の後続車両台数の変化	自動運転車が車群の先頭にいる場合の後方車両までの距離が一定程度以下の割合を把握
	5	交差点接近時の予備減速	自動運転車の速度プロファイルを把握	車両の交差点手前の速度プロファイルを把握	自動運転車の交差点手前の速度プロファイルを把握
	6	道路近傍の歩行者認識による減速	単路部における急な挙動が発生した箇所を抽出し、映像から急な挙動が発生した要因を把握	—	歩行者認識による減速と思われる急挙動発生密度等を把握
無信号横断歩道	8	歩行者の断続的到着による停止時間の長期化	歩行者が多い無信号横断歩道における自動運転車の挙動を把握	—	無信号横断歩道箇所における停止時間を把握
交差点部	9	灯色変更時(赤→青)の発進遅れによる捌け台数の変化	青灯色へ変化時における自動運転車の発進に伴う、他車両へ与える影響、捌け台数変化の影響を把握	発進遅れ時間別の発生頻度分布 発進遅れ時間別の捌け台数分布	自動運転車の青灯色へ変化した時刻と発進した時刻の差を把握
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	自動運転車が右折や左折する際、他車両へ与える影響、捌け台数変化の影響を把握	歩行者位置別の横断歩道進入割合 対向車ギャップ別の右折割合	自動運転車が右左折した際の、横断歩道の歩行者の位置を把握 自動運転車が右折した際の対向車の有無・ギャップを把握

(3) データの精度について

速度プロファイルや発進遅れ時間の分析において、ドラレコでの計測頻度(時間分解能)である1秒よりも高頻度で取得することが望ましいため、ドラレコに加え、GNSS受信ログの活用を想定する。また、信号現示の変化と自動運転車の挙動の関係等について詳細な分析を行うため、ITS無線受信機ログによる信号情報受信結果等の活用を想定する。以下に車載器でのデータ分析において必要と想定されるデータ精度を示す。

表 6-9 データの精度について

場所	No.	想定される影響	車載器データによる分析方法	分析に用いるデータ項目等	必要データ精度	SIM への活用
単路部	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	・ドラレコ映像から追い越し等が発生した回数・密度等を把握 ・急挙動発生回数を把握	・速度データ、急挙動データ ・前方・後方映像データ	速度値、急挙動値：特に設定せず 計測頻度：1 秒ごと程度（厳密性求めない）	—
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑	・自動運転車が車群の先頭にいる場合の後方車両までの距離が一定程度以下の割合を把握	・速度データ ・前方・後方映像データ	速度値：特に設定せず 計測頻度：1 秒ごと程度（厳密性求めない）	—
	5	交差点接近時の予備減速	・自動運転車の交差点手前の速度プロファイルを把握	・信号現示データ ・位置データ・速度データ	速度値：±5%程度の誤差 計測頻度：0.1 秒(40~50km/h で 1~2m ピッチで速度プロファイルが描ける)	可能性あり
	6	道路近傍の歩行者認識による減速	・歩行者認識による減速と思われる急挙動発生密度等を把握	・加減速データ ・前方映像データ	加減速値：特に設定せず 計測頻度：1 秒ごと程度（厳密性求めない）	—
横断歩道 無信号	8	歩行者の断続的到着による停止時間の長期化	・無信号横断歩道箇所における停止時間を把握	・加減速データ ・停止時間・所要時間	加減速値：特に設定せず 計測頻度：1 秒ごと程度（厳密性求めない）	—
交差点部	9	信号の変わり目の発進遅れによる捌け台数の減少	・自動運転車の青現示変化時刻から発進時刻までの時間を把握	・信号現示データ ・速度データ・信号切り替り後の停止時間	速度値：停止状態か否かの把握のため設定せず 計測頻度：0.1 秒	可能性あり
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の減少	・自動運転車右左折時の、横断歩道の歩行者の位置、歩行者捌け後の停止時間等を把握 ・自動運転車が右折した際の対向車の有無・間隔を把握	・信号現示データ ・速度データ・歩行者が捌けた後の停止時間 ・横断歩行者状況・対向車の間隔（前方映像）	速度値：停止状態か否かの把握のため設定せず 計測頻度：0.1 秒	—

6.4 今後に向けた課題と留意点

今年度調査では、東京臨海部実証実験における自動運転車の走行が予定よりも少なく取得された走行データも限定的であったこと等から、フィールド検証において一般車の走行挙動データを取得し、シミュレーション検証ではヒアリング等を基に類似した挙動を持つ一般車を自動運転車と見立てて、自動運転車の普及過渡期から高普及率となるまでの交通円滑性に関する影響評価を行った。

なお、シミュレーション検証における自動運転車の挙動については、既往知見等を参考に設定した仮の数値（挙動パラメータ）であり、また車両性能（挙動特性）に係る確かな定量的な数値等が定まらない中での評価となっていること、また、自動運転車に関しては大型車と小型車の挙動の区別は行っていないこと、局所的な道路ネットワーク内での評価となっていること等を留意した上で、シミュレーション検証結果を分析・考察する必要がある。

また、今後の検討課題としては、以下の3点があげられる。

- (1) 自動運転実証実験時の実走行データによる観測とシミュレーション評価への反映
今年度は主に一般車を対象にデータを取得し、シミュレーションへの活用等を行った。
今後は自動運転車の実走行データを活かしたフィールド検証やシミュレーションの再検討等が必要と考えられる。
- (2) シミュレーション範囲の拡大
今年度は限定的な区間における交通円滑性の評価を実施し、自動運転車の混入時の影響について一定の傾向を確認した。
今後は、より広範囲で簡易的にデータを取得し、より広域な道路ネットワークにおける交通円滑性をシミュレーションにより評価すること等が必要と考えられる。
- (3) 交通施策に対する効果評価
今年度はシミュレーションを活用した自動運転車の混入による影響評価及び関係者へのアンケート調査並びに有識者ヒアリング等を踏まえ、施策の検討を実施した。
今後は、検討した交通施策について、シミュレーションによる効果評価を実施すること等が必要と考えられる。

7. 分析結果の交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用方策の検討

本調査で設置する委員会の委員等に対するヒアリング、アンケート等を通じて、分析結果が示す交通安全上の課題、交通管理業務等への活用に関する施策・対応策について、リスト化を実施した。

なお、検討にあたっては、自動運転車の混入により想定される課題や対応策について、関係者の意見を収集するため、アンケートを、2 回実施した。一次アンケートでは、東京臨海部にて実際に走行される車両の挙動を精度よく再現するために、実験に参加される自動運転車の実際の制御に関する考え方などについてアンケートを実施した。二次アンケートでは、フィールド検証結果を踏まえ、交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用方策検討の材料とするため、課題候補及びその対策等の意見を収集するために実施した。

7.1 一次アンケート結果

今回の調査研究で実施するシミュレーション検証においては、次の 3 点を基本として、自動運転車に関する設定を行うこととした。

- ① 自動運転車の制御の設定においては、道路交通法、各種ガイドラインに準拠したパラメータ設定を原則とする。
- ② 自動運転車の制御・挙動についてのアンケートを実施し、フィールド検証やシミュレーション検証実施の参考とする。
- ③ 道路交通法、各種ガイドラインだけでは設定が難しいパラメータについては、実証実験データも参考として設定する（実験時期からして取得したデータが必ずしも将来的な自動運転車の性能（挙動特性）を表しておらず、参考値であることを明記する）。

本アンケートは、②のアンケートに相当するもので、臨海副都心実証実験において取得できる走行データでは得ることが難しい自動運転車の走行の特質について把握するために実施した。なお、本アンケートは、一般社団法人 UTMS 協会の会員企業及び臨海部実証実験での実験走行に参加している金沢大学に対して実施した。

一次アンケート結果から得られた事項のなかで、他の分析で留意すべき事項や施策検討において重要な点として以下の 2 点が挙げられる。

- ・ 自動運転車の車両制御の具体的な設定については現在未定であるか、実証実験等を踏まえて今後設定していくとする回答が多く、現時点ではまだ明確な設定値等は定まっていないことが分かった。そのため、シミュレーション結果やフィールド検証に本アンケートの結果を活用した場合においても、現時点で想定されている自動運転車の制御に係る設定値であるという点に留意が必要である。
- ・ GPS 途絶等に伴う急停止、一時停止及び蛇行等の可能性については、当初、これら事象の発生が懸念されるものと想定した。しかし、アンケート結果によれば、自動運転車の研究開発に伴い自己位置推定の冗長化等の対策がとられることにより、想定した事象は発生しないといった回答が多かった。そのため、当該項目において当初想定した課題及び対応策については、自動運転車の研究開発で解決されるものとして扱う。

7.2 二次アンケート結果

本調査研究においては、東京都臨海実証実験が開催されるお台場地区を対象に、ドライブレコーダーや定点カメラを使用してフィールド検証を行うとともに、同実証実験で得られたデータを加味したシミュレーションの実施を予定している。

シミュレーションにおいては、手動運転よりも走行特性の画一性がより高く偏差が小さいと思われる自動運転車をモデル化したものを混入させて、さらに混入率を変化させることで影響の大きさが変化する度合いを評価することとなる。

今般、フィールド検証の分析結果を概ねまとめることができ、その結果を踏まえたアンケートを基に交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用方策検討の材料とするため、設問に対する課題候補及びその対策等について把握するために実施した。

なお、本アンケートは、一般社団法人 UTMS 協会の会員企業及び臨海部実証実験での実験走行に参加している金沢大学に対して実施し、アンケートのほか、ヒアリングや委員会での意見も踏まえて取り纏めた。

以下に、二次アンケートから得られた結果の主な回答を示す。

(1) 「単路部：自動運転車に対する他車両の追い越し」「単路部：自動運転車の後続混雑」について

想定される課題として、後続車による無理な追越しに起因する接触事故等の発生の懸念が挙げられた。その他、煽り運転等の懸念が挙げられた。

想定される対策として、・一般ドライバーや、自動運転車のドライバーに対する教育（安全教育の充実）、自動運転車の混在交通下における速度乖離の緩和、自動運転車による後続車への配慮の表示や機能、車群を考慮した信号制御の可能性検討、一般車の走行支援や機能の高度化等が挙げられた。

また、施策を検討するにあたっては、車線数・追越しの可否等道路・交通条件も考慮・整理すべきという意見や、自動運転車が増加して実勢速度が規制速度に近づくと、上記のような現象/課題の発生は減少する可能性にも留意すべきという意見が挙げられた。

(2) 「単路部：交差点の接近時における予備減速」について

想定される課題として、後続ドライバーの想定よりも自動運転車の減速が早い場合には、追突リスクが発生・増加する可能性が挙げられた。また、自動運転車の予備減速が一般車と比べて早過ぎる傾向があると、後続混雑に繋がる可能性が挙げられた。

ただし、極端な予備減速でなければ課題にはならないといった指摘もあった。

想定される対策として、一般ドライバーに対する教育（安全教育の充実）、予備減速を後続車に通知する仕組みの可能性検討等が挙げられた。

(3) 「単路部：道路近傍の歩行者認識に伴う減速」について

想定される課題として、歩行者が急に横断を始めた場合には、接触事故や急減速の発生の可能性が挙げられた。

想定される対策として、一般ドライバーに対する教育（安全教育の充実）、歩行者から見ても自動運転車と分かる表示の可能性の検討、インフラ側センサや歩行者側からの

横断要求等により横断歩行者を検知し、周囲の車両へ通知する等が挙げられた。

(4) 「単路部：緊急車両への対応」について

想定される課題として、緊急車両の接近検知が遅れ、進路を譲る対応が遅れる等の可能性が挙げられた。

想定される対策として、緊急車両の到来等について余裕のある情報提供等が挙げられた。

(5) 「無信号横断歩道：歩行者の断続的到着による停止時間の長期化」について

想定される課題として、歩行者横断が多い場合や歩行者の行動が予測できないことによる、自動運転車の停止に伴う後続混雑の可能性等が挙げられた。

ただし、法令順守に基づき歩行者を優先させるため、特に課題にはならないといった指摘もあった。

想定される対策として、一般ドライバーに対する教育（講習の充実）、自動運転車の右左折が推奨/非推奨の交差点の検討、インフラ側センサ等による歩行者の検知・通知等が挙げられた。

(6) 「交差点部：信号の変わり目の発進遅れによる捌け台数」について

想定される課題として、自動運転車は一般車よりも発進遅れが同程度か小さい可能性が挙げられた。

そのため、自動運転車の方が発進遅れが小さく、交通円滑性の観点からは良い影響が現れるであろうといった意見があった。

(7) 「交差点部：右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の減少」について

想定される課題として、自動運転車の方が右折時のギャップアクセプタンスが長いと想定される場合には、捌け台数が減少する可能性が挙げられた。また、交通状況により、右折待ち停止状態のまま信号が切り替わる等の事象の可能性が挙げられた。

ただし、一般車と比べて右折時のギャップアクセプタンスが著しく長くない限り、特に課題にはならないとの指摘もあった。

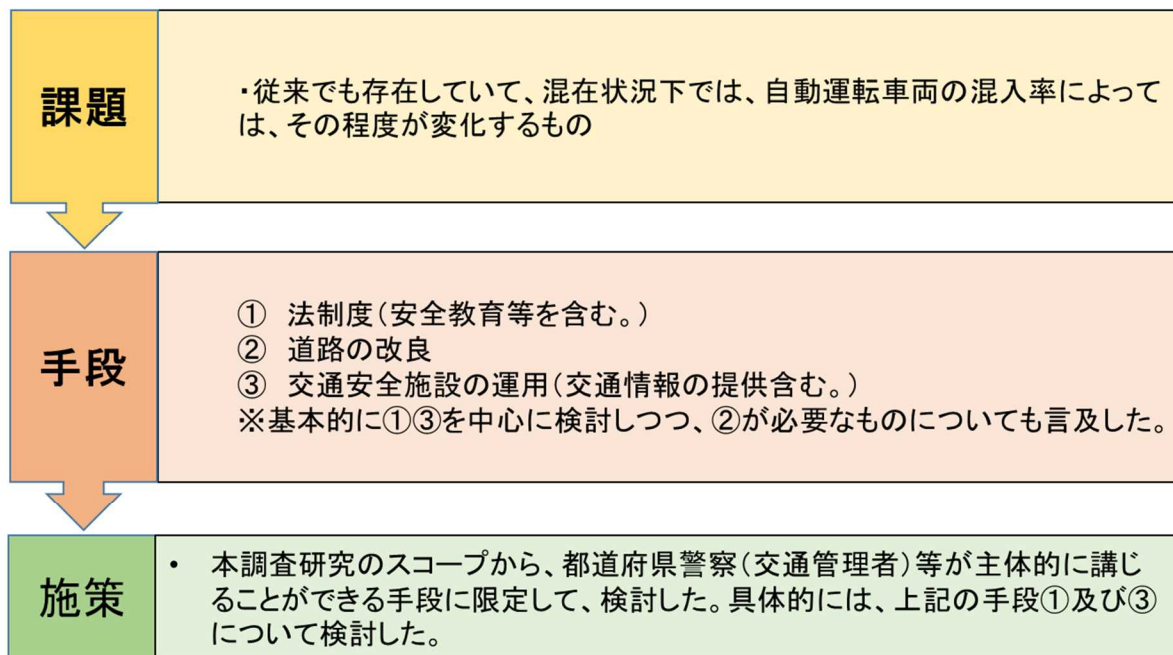
想定される対策として、歩車分離、右直分離等の信号制御方式の検討、感応制御等の自動運転車の判断に影響のある特殊制御の検討、各交差点における一般車の臨界ギャップ情報等の自動運転車への提供等が挙げられた。

7.3 施策のとりまとめ

1 次アンケート、2 次アンケート、及び 8 章の海外事例調査及び専門家からの意見収集、6 章のデータ分析結果を踏まえて、施策のとりまとめを実施した。

なお、施策のとりまとめにあたっては、施策の検討手順について以下の通り整理を行った上で実施した。施策の検討手順と整理結果を以降に示す。なお、アンケート・ヒアリングで収集した意見に関しては、集約・抽象化して記載している。

【検討の考え方】



- ・ 手段については、現行の法制度の変更は検討していない。
- ・ 課題は、分析結果から抽出したものに限定しており、網羅性はないところである。
- ・ 施策については、アンケート・ヒアリング等から得られた事項を幅広く記載

図 7-1 施策の検討手順

表 7-1 施策のとりまとめ

場所	No.	想定項目	想定される現象/課題	施 策 例
単 路 部	1	GPS 通信の途絶による一時停止(急減速)や蛇行	○GPS 途絶等に伴う急停止、一時停止及び蛇行等の可能性について、課題としていたものの、自動運転車の研究開発に伴い自己位置推定の冗長化等の対策がとられることにより、想定する事象が発生しない根拠を得たため課題から除外する。	・当該項目において当初想定した課題及び対応策については、自動運転車の研究開発で解決されるものとして扱う。
	2	センサー誤検知による急停止(渋滞車列があると電波等の反射により、誤検知が発生しやすい)		
	3	自動運転車に対する他車両による追い越し	○フィールド検証結果より、車両の速度が、実勢速度よりも低い場合、追従車両に追い越される割合が増加傾向 ○フィールド検証結果より、車群の先頭車の速度が、実勢速度よりも低い場合、車群の台数が増加するとともに後続車の速度が低下傾向 ⇒そのため、仮に実勢速度以下で走行する車両の混入率が高まれば他車両による追越しが増加し、車群形成、後続車の速度低下の可能性が懸念 ○アンケート・ヒアリング結果より、後続車による無理な追越しに起因する接触事故等の発生の懸念 ○シミュレーション結果より、車頭時間(車間時間)が一般車よりも大きい場合には、交差点捌け台数が減少傾向	・一般ドライバーや、自動運転車のドライバーに対する教育(安全教育の充実)【①】 ・自動運転車の混在交通下における速度乖離の緩和【①③】 ・自動運転車による後続車への配慮の表示や機能【③】 ・車群を考慮した信号制御の可能性検討【③】 ・一般車の走行支援や機能の高度化等【その他】 ※検討にあたっては、車線数・追越しの可否等道路・交通条件も考慮・整理が必要 ※自動運転車が増加し、実勢速度が規制速度に近づく、左記の現象/課題の発生は減少する可能性にも留意
	4	自動運転車を先頭に後続車両の混雑		

場所	No.	想定項目	想定される現象/課題	施策例
	5	交差点接近時の予備減速	○アンケート結果より、後続ドライバの想定よりも自動運転車の減速が早い場合には、追突リスクが発生・増加する可能性を想定 ○アンケート・ヒアリング結果より、自動運転車の予備減速が一般車と比べて早過ぎる傾向があると、後続混雑に繋がる可能性を想定 ※ただし、極端な予備減速でなければ課題にはならないとの意見あり	・一般ドライバーに対する教育(安全教育の充実)【①】 ・自動運転車の存在を前提として信号制御パラメータの最適化【③】 ・信号情報提供による予備減速走行の最適化【③】 ・予備減速を後続車に通知する仕組みの可能性検討【③】
	6	道路近傍の歩行者認識による減速	○アンケート結果より、歩行者が急に横断を始めた場合には、接触事故や急減速の発生の可能性を想定 ※ここでは、歩道有道路の車道側にいる歩行者、歩道なしの路肩にいる歩行者等を想定	・一般ドライバーに対する教育(安全教育の充実)【①】 ・歩行者から見ても自動運転車と分かる表示の可能性の検討【③】 ・インフラ側センサや歩行者側からの横断要求等により横断歩行者を検知し、周囲の車両へ通知【③】
	7	緊急車両への対応	○アンケート結果より、緊急車両の接近検知が遅れ、交差点進入や進路を譲る対応が遅れる等の可能性を想定	・FASTとV2Xの組み合わせ等により緊急車両の到来等について余裕のある情報提供【③】
(無信号)横断歩道	8	歩行者の断続的到着による停止時間の長期化	○アンケート・ヒアリング結果より、歩行者横断が多い場合や歩行者の行動が予測できないことによる、自動運転車の停止に伴う後続混雑の可能性を想定 ※ただし、法令順守に基づき歩行者を優先させるため、特に課題にはならないとの意見もあり	・一般ドライバーに対する教育(安全教育の充実)【①】 ・自動運転車の右左折が推奨/非推奨の交差点の検討【①】 ・インフラ側センサ等による歩行者の検知・通知【③】
交差点部	9	灯色変更時(赤→青)の発進遅れによる捌け台数の変化	○フィールド検証の結果、先頭車の発進遅れの最頻値は2-3秒であり、発進が遅れる程3台目以降の車両に影響 ○アンケート・ヒアリング結果より、自動運転車は一般車よりも発進遅れが同程度か小さい可能性を想定	・的確な信号情報提供を行い、発進遅れの発生を抑制【③】 ※ただし、左記の通り、的確に信号情報提供が実施されれば、自動運転車の方が発進遅れが少なく、交通円滑性には良い影響が現れると想定される。

場所	No.	想定項目	想定される現象/課題	施策例
			○シミュレーション、ヒアリング結果より、自動運転車の発進が一般車よりも早ければ、捌け台数は増加傾向	
	10	右折、左折時の慎重な判断による捌け台数の変化	○フィールド検証の結果、横断歩道を横断する歩行者等が捌けた安全な状態で通過する車両が多い。また、一般車は臨界ギャップが約 4.5 秒であった。 ○アンケート・ヒアリング結果より、自動運転車の方が右折時のギャップアクセプタンスが長いと想定される場合には、捌け台数の減少傾向となる可能性。また、交通状況により、右折待ちのまま信号が切り替わる等の事象の可能性を懸念。 ※ただし、一般車と比べて右折時のギャップアクセプタンスが著しく長くない限り、特に課題にはならないとの意見あり	・歩車分離、右直分離等の信号制御方式の検討【②③】 ・感応制御等の自動運転車の判断に影響のある特殊制御の検討【③】 ・各交差点における一般車の臨界ギャップ情報等の自動運転車への提供※【③】 ※交差点ごとに情報提供することで、自動運転車が交差点特性に応じて制御を行う際の参考情報とする可能性を想定

8. 海外事例調査及び専門家からの意見収集

自動運転車が交通流に与える影響、及び当該影響を踏まえた交通安全施策の検討は国際的にも先進的な取組であることから、主に下記の観点で海外での研究事例等を現地調査/文献調査するとともに、各種専門家からの意見を収集した。

海外事例調査としては、2019年1月11～16日で開催される TRB(ワシントン D.C.)に参加し、TRB 会場での事例収集及び全世界で交通シミュレーション等を実施する PTV 社にヒアリングを実施した。専門家意見収集においては、首都大学東京・小根山教授、横浜国立大学・田中准教授、金沢大学・菅沼教授にヒアリングを実施した。

8.1 海外事例調査

8.1.1 事例収集

(1) 日時・場所

- 1) 日時：2020年1月12日（日）～1月15日（水）（ワシントン D.C. 時間）
- 2) 場所：TRB 99th Annual Meeting (Walter E. Washington Convention Center)

※TRB Annual Meeting について

毎年1月に実施。全ての交通モードに関する約800のセッションとワークショップが開催され、政策立案者、管理者、実務者、研究者、政府、業界及び学術機関に関心のあるトピックについての5,000を超えるプレゼンテーションが行われる。なお、2020年の会議のスポットライトテーマは、「A Century of Progress : Foundation for the Future」である。

(2) TRB 会場での事例収集結果

1) 事例収集方法

下記のセッションに参加し、事例収集を行った。

- ・ Impacts Connected and Automated Vehicles Could Have on Geometrics
 - ・ Traffic Flow Simulation: Persistent Challenges
 - ・ Traffic Flow Modeling for Connected Automated Vehicles
 - ・ Innovations in Traffic Signal Control and Optimization
 - ・ Advances in Artificial Intelligence Applications in Transportation and Road Infrastructure
 - ・ Advances in Safety: ITS, ADAS, CAV, and Traffic Engineering Solutions
 - ・ New Trends in Research on Human Factors and Vehicle User Characteristics
 - ・ Advances in Safety: ITS, ADAS, CAV, and Traffic Engineering Solutions
 - ・ Modeling, Simulation, Analysis, and Evaluation of Connected and Automated Vehicle Applications
-

-
-
- ・ Preparing for Connected and Automated Vehicles: Results from EU - U.S. Research Collaboration
 - ・ Traffic Flow Theory and Characteristics, Part 1
 - ・ Advances in Connected and Automated Vehicles Applications
 - ・ Traffic Flow Theory and Characteristics, Part 4
 - ・ Traffic Flow Theory and Characteristics, Part 5

2) 事例収集によって得た主な知見

1)項に示したセッションに参加することで、各発表から主に、下記事項について把握することが出来た。

- ・ 自動運転車、コネクテッド車、一般車の混合による円滑化や交通安全への影響を評価する研究が多く行われていることを把握した。
- ・ 自動運転車普及による交通安全への影響を、ミクロシミュレーションにより評価する研究も多く、その多くが FHWA が開発した SSAM を用いていた。
※後述する PTV インタビューにおいても確認し、SSAM を用いた安全性の評価は、アメリカだけでなくヨーロッパでも一般的に行われている方法であることを把握した。
- ・ 交通安全への影響は、TTC、TET、TIT などの指標を用いて行われている場合が多いことを把握した。
- ・ 交差点容量を上昇させるために、信号制御を高度化させるだけでなく、信号制御でなく隊列形成や車両軌跡制御による交差点容量の上昇を検討している研究も見られた。

8.1.2 ヒアリング

(1) 日時・場所・ヒアリング対象

- 1) 日時：2020 年 1 月 14 日（火）、10 時～12 時（ワシントン D.C. 時間）
- 2) 場所：TRB Annual meeting 会場、PTV 社ブース
- 3) ヒアリング対象：PTV 社

(2) ヒアリングでの主な意見

- 将来の開発や、様々な交通モードの普及により、交通需要が変化することが考えられるが、それら考慮していくことも一つの重要な知見となりうる。
- 例えば、10%の普及段階と 90%の普及段階とでは、普及している自動運転車の性能（挙動特性）が異なることが想定される。CoEXIST[※]では、90%の普及段階では、BASE パターンの自動運転車ではなく、Advanced の自動運転車が普及している状況をシミュレーションしている。
- ※CoEXIST：EU のプロジェクトで、その中で自動運転車の普及率や普及する自動運転車の性能（挙動特性）の違いによる評価を実施

参考）CoEXIST の取り組み

- ・CoEXIST は学際的なアプローチとステークホルダーと共同して、AV 対応フレームワークを開発し、交通シミュレーションツールの技術開発を促進
 - ・CoEXIST は、異なる都市構造・交通構成のヨーロッパの 4 都市（ドイツ・Stuttgart、イギリス・Milton Keynes、オランダ・Helmond、スウェーデン・Gothenburg）で自動車両をシミュレートすることにより、特に自動車両と従来の車両の「共存」の影響を分析・増加する自動化車両の影響を詳細に理解し、それに応じて計画を立てる。
- CoEXIST においては、自動運転車のパラメータは、専門家による会議において、将来の性能（挙動特性）を予測して決定したものである。
 - 信号の変わり目の発進遅れは、信号とのコミュニケーションによる。人間は 2.5 秒と言われているので、自動運転車の方がおそらく速く検知することができる。
 - シミュレーションをまず数少ない交差点の範囲で行うのは合理的であり、その後徐々に拡張していきネットワークとしてのパフォーマンスを見るのが良い。
 - ヨーロッパにおいては、シミュレーションによる安全性評価には SSAM を用いている。他に適用可能なものがない。

参考）SSAM(Surrogate Safety Assessment Model)について

【SSAM の概要】

- ・FHWA が開発した、ミクロシミュレーション出力結果を入力することにより、TTC などの安全性指標を計算するモデル。SSAM のシミュレーションにより交通施設の安全性と交通混雑の識別、分類、信号制御解析、交通混雑度解析などを評価することが可能。

【安全性評価方法】

- ・車両間の交通挙動を分析することで最小衝突時間（TTC）、最小侵入後（PET）、初期減速率（DR）、最大減速度（MaxD）、最大速度（MaxS）、最大速度差（DeltaS）など、検出したすべてのイベントを算出可能。
- ・シミュレーション出力結果により TTC など視覚的に表示が可能であり、統計的な確率値を算出し比較することで、交通挙動予測モデルから安全性を評価することが可能。

8.2 国内専門家意見収集

8.2.1 交通工学の有識者への意見収集

(1) 日時・場所・ヒアリング項目

1) 開催日時・場所

2019年11月29日 10:00～12:00 首都大学東京 小根山研究室
15:00～17:00 横浜国立大学 田中研究室

2) ヒアリング項目

- ① 自動運転車の混入により想定される交通影響と交通管理施策について
- ② フィールド検証の想定項目について
- ③ 自動運転車の挙動を規定する国際基準等の最新動向について（シミュレーション検証に反映）
- ④ シミュレーション検証の実施ケースについて（普及率、想定挙動タイプの設定）
- ⑤ 自動運転車の混入時の安全性に係る検証について
- ⑥ 車群の定義・考え方、交通円滑性の評価方法について

(2) 主な意見

①自動運転車の混入により想定される交通影響と交通管理施策について

- ・方向別の現示を導入する動線分離、歩車分離をするなど右折左折をするときは慎重な判断がいらないような交差点の運用をするべき。（小根山先生）
- ・単に自動運転車に青時間を延長したり、他の一般ドライバーに気をつけてもらうといった施策でなく、現示自体のあり方・設定方法を再検討すべき。（田中先生）

②フィールド検証の想定項目について

- ・信号切り替わりの停止通過判断など、ジレンマゾーンでの挙動の違いを調べると良い。（小根山先生）
- ・路上駐車等の回避行動として自動運転車は一般車と異なる可能性があるため走行軌跡を調べるとよい。（田中先生）
- ・一般車の被験者ドライバーを用意して実験することが考えられる。一般車が自動運転車に追従したの運転方法のデータ収集など。（田中先生）

③自動運転車の挙動を規定する国際基準等の最新動向について（シミュレーション検証に反映）

- ・NHTSAなどの国際基準を参照するべきだが、ガイドライン間の整合に要注意である。（小根山先生、田中先生）

④シミュレーション検証の実施ケースについて（普及率、想定挙動タイプの設定）

- ・自動運転車もパラメータは実験で得られたパラメータを使うことも検討した方がよい。
- ・将来的な性能（挙動特性）ではないが現状技術で普及が進んだときにどうなるかを調べることも良い。
- ・ベースパターンの表現については再検討すべき。各メーカーによる自動運転車へのポリシーに着目したパラメータを設定すると良い。（小根山先生）
- ・シミュレーションでは需要を自由にコントロールできるため渋滞に至るような値を与えてその影響を見たほうが良い。（小根山先生）
- ・自動運転車と一般車の路車協調で有効なパラメータがある。車だけの自律的な情報だけでは難しい状況において、路車協調による情報が与えられるとどういう結果になるかを調べ

るとよい。（田中先生）

- ・混入率 100%についても、シミュレーションをすると良い。（小根山先生、田中先生）

⑤自動運転車の混入時の安全性に係る検証について

- ・一般車と自動運転車の走行軌跡のバラツキを比較することも良い（小根山先生）
- ・シミュレーションにおいて、混雑が発生すると車間距離がつまるため、TTC などの指標を求めることで安全性を評価することが可能だと考えられる。（田中先生）

⑥車群の定義・考え方、交通円滑性の評価方法について

- ・車群の定義は、既往知見に従い判断するのが良い。（小根山先生）
- ・円滑性については、一般車のみの状況と自動運転車混入時で車間距離の増減によるケース間の相対的な比較で評価が可能だと思われる。（田中先生）

8.2.2 自動運転車開発に関する有識者への意見収集

1) 開催日時・場所

2020 年 1 月 7 日 13:00～15:00 金沢大学 菅沼研究室

2) 主な意見

① 自動運転車の混入により想定される交通影響と交通管理施策について

- ・規制速度と実際の速度など、法規制と実際が異なっている部分は、やはり自動運転車では対応できないので、その対処が必要ではないか。
- ・例えば、ヨーロッパなどでは非常に厳しい速度規制取締りがされている一方で、規制速度はある程度実勢に見合っている。

② 自動運転車の挙動について

- ・挙動は基本的に自分の運転を模擬する形で設定しているが、一部は一般車と異なる設定をしている。
- ・信号発進遅れは、自動運転車は一般車よりも短い秒数を想定している。
- ・右折ギャップはおよそ一般車よりも長い秒数を想定している。
- ・歩行者と自転車を区別して認識している。横断歩道部分に歩行者、自転車がいるかどうかで発進を判断している。

③ フィールド検証/シミュレーション検証の検証内容について

- ・追い越し挙動については、右折ルートでは早くに右側のレーンをずっと走ったりしている。基本は速度差を持って自動運転車が追い越すような設定はしていない。

9. 委員会の開催

UTMS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し、計7回の委員会を開催し、意見を収集・反映した。

表 9-1 に委員会参加団体及び企業を示す。また、表 9-2 に委員会の開催実績を示した。

表 9-1 委員会参加団体及び企業

分類	企業・団体・府省庁
インフラメーカー	住友電気工業株式会社 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 コイト電工株式会社 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 日本無線株式会社 日本電気株式会社 京セラ株式会社
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 本田技研工業株式会社 マツダ株式会社 株式会社デンソー 富士通株式会社 三菱機電機株式会社 一般社団法人日本自動車工業会
行政機関等	内閣府 警察庁交通局 科学警察研究所 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
事務局	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

表 9-2 委員会の開催時期、議事

開催時期	主な議題
第1回 2019年 7月26日	調査概要について 自動運転車による交通流への影響・施策に対する検証(案)について 定点カメラによる分析実施場所の選定について 承諾書について
第2回 2019年 8月29日	自動運転車の影響評価について 定点カメラの設置について 交通流シミュレーターの選定について アンケート票(案)について
第3回 2019年 9月24日	・分析対象箇所における交通流の分析方針について ・定点カメラの設置について ・国内専門家ヒアリングについて
第4回 2019年 11月11日	・シミュレーション方針について ・定点カメラの設置・観測結果(9月)と11月調査計画について ・フィールド検証分析例について ・自動運転車制御についてのアンケート票(案)について

開催時期		主な議題
第 5 回	2019 年 12 月 20 日	・フィールド検証結果について ・定点カメラの設置・観測結果(11 月)について ・有識者ヒアリング結果について ・自動運転車制御についてのアンケートについて ・自動運転車混入時の安全性に係る検証(案)について
第 6 回	2020 年 2 月 4 日	・フィールド検証結果について ・海外事例調査及び専門家意見収集について ・シミュレーション検証について ・アンケート調査について ・報告書目次構成について ・質疑・応答、その他
第 7 回	2020 年 2 月 25 日	報告書について

結び（総括及び結論）

本調査を通じて、東京臨海部実証実験において収集されるデータの活用を見据えたシミュレーションの作成検証及び交通流の分析等により自動運転車の混入による円滑性への影響の評価や課題の抽出・把握を行い、交通安全に係る施策立案、交通管理業務等への活用等を検討した。

本調査で検討した分析及び施策については、今後自動走行に係る実データの活用や、さらなるシミュレーションの活用を通じてより精緻に、かつ具体的な検討を行っていくことが求められる。

最後に、本調査にあたり、ご協力を賜った関係者各位、自動運転車、交通管理業務における専門的な知見をご提供いただいた委員会メンバ各位に深く感謝申し上げる。