

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30年度成果報告

平成31年3月

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

1. 事業概要

<目的>

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V2X情報の活用に資することを目的として、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。

<概要>

- ① 自動運転車両の走行による交通流影響調査手法の検討
【パシフィックコンサルタンツ(株)】
- ② 交通管制業務に活用可能な車車間通信情報の整理
【(一社)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
【(一社)UTMS協会】

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

自動運転車両が一般車両と混在して走行した場合に、交通流に影響を与えることが想定される場面を網羅的に整理

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

官民プローブ情報や車車間通信情報等を含め、実証実験時に取得して分析に利用できる可能性のあるデータについて、データ項目、データ取得間隔等を整理

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

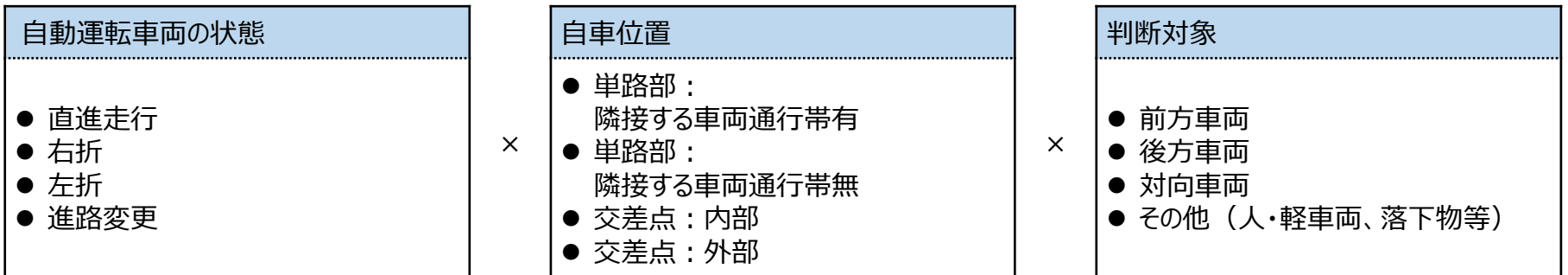
2.1及び2.2の整理結果を受けて、自動運転車両の影響が想定される場面ごとに、実証実験時に取得できるデータを用いて、交通流への影響の発生有無を調査・分析する手法を検討

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

場面の整理にあたって、以下の性能を仮定

- 自動運転車両の性能：一般ドライバーと比較して保守的・低性能の場合と、積極的・高性能の場合を仮定
- 自動運転車両の性能の具体的な数値は設定せず、一般ドライバーとの高低により定性的に仮定

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	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	必要が無いかぎり走行車線を選択	
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	
右折判断	右折時ギャップアクセプタンス	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
:	:	:	:	:



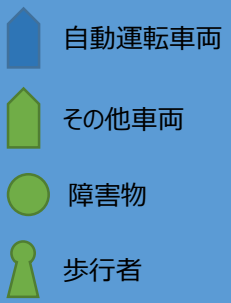
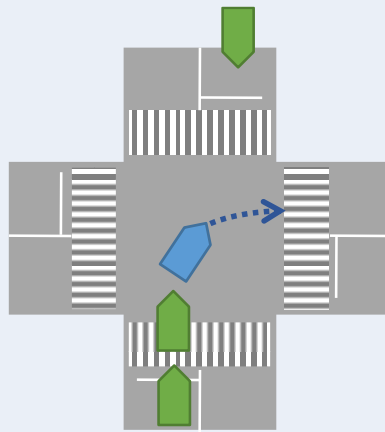
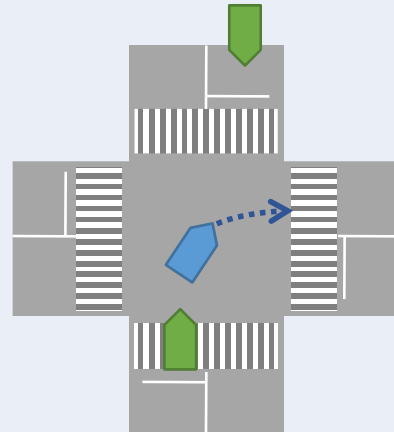
基本ケース：4 × 4 × 4 = 64パターン

- 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
- 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。

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

前頁に示した基本ケースの64パターンについて、自動運転車量が交通流に影響を与え得る場面を、保守的・低性能/積極的・高性能の性能ごとに整理した。

○整理結果の例（右折×交差点（内部）×対向車両）

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	—	—

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

実証実験時に交通流への影響を分析する目的で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

○ 整理結果の例（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）

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	○ ※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
簡易トラカンの設置	○ 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

2.3 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

分析手法として、フィールド検証と、その結果を活用したシミュレーション検証の2段階で評価することを検討した。

時期	実証実験の計画	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

- フィールド検証：実証実験時の取得データを用いて、想定した自動運転車両が影響を与え得る場面の発生有無・発生頻度・発生条件等を検証
- シミュレーション検証：フィールド検証結果に基づき自動運転車両の性能を設定し、普及率や性能が変化した場合の影響を評価
 - ・安全性の評価は精度の面から容易ではないため、主に円滑性の視点での評価を想定
 - ・想定した64パターン全ての場面の評価は難しいため、特に影響の大きい場面や、実験時のデータ取得可能性等を考慮して分析対象場面を選定（一般道の場合、円滑性の観点では主に交差点部が対象になると想定）
 - ・自動運転車両の性能を2段階程度（保守的・低性能⇔積極的・高性能）、普及率を3段階程度（低、中、高）設定することを想定

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

シミュレーションの実施に必要なデータを以下の通り整理した。

段階	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両挙動再現	車線別交通量/右左折比率/速度	<ul style="list-style-type: none"> 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

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

影響が想定される場面のうち、単路部のフィールド検証方法案の整理を行った。

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 <ul style="list-style-type: none"> 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】 <ul style="list-style-type: none"> 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 障害物等を早期に発見できず、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"> 一時停止の発生回数/頻度、時間 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 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 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
	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 <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 自動運転車両の慎重な進路変更の際に、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

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

影響が想定される場面のうち、交差点部のフィールド検証方法案の整理を行った。

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 	<ul style="list-style-type: none"> （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
				<ul style="list-style-type: none"> 【後続車両影響評価】 		

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

影響が想定される場面のうち、単路部のシミュレーション検証方法案の整理を行った。

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
		<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 		
	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 	<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
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"> ・車頭時間、発進遅れ、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"> ・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
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、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"> ・交通量から左折捌け台数を推定し比較
進路変更	前方・後方車両	<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の際に、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 	<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

安全性への影響に関するもの

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

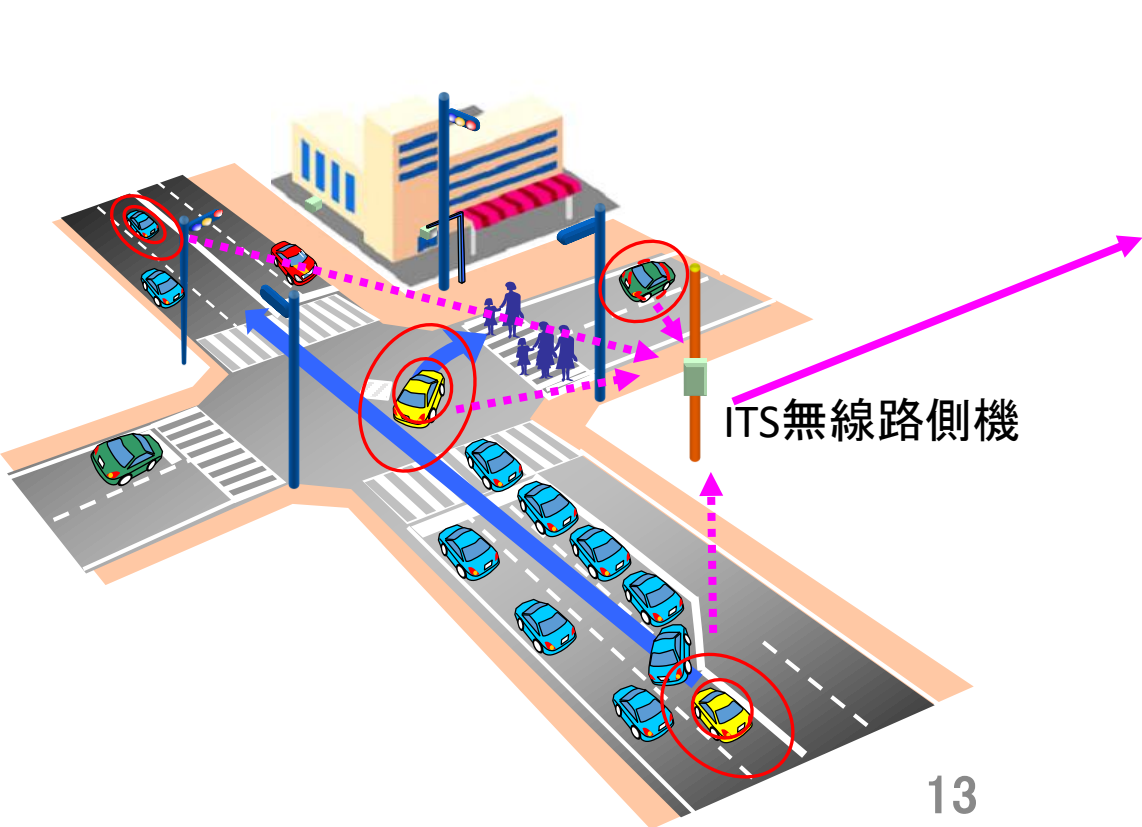
影響が想定される場面のうち、交差点部のシミュレーション検証方法案の整理を行った。

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

安全性への影響に関するもの

3. 車車間通信情報の概要

項目	利用電波の仕様等	送信周期	収集場所／通信エリア	主な情報項目
概要	755-765MHz 1ch (車車間、路車間、路路間通信共用)	100ms	交差点周辺 数100m	テンポラリな車両 I D 静的属性 (車両用途種別や車両サイズ種別等) 車車間通信情報送信時刻 車両位置 (緯度、経度) 車両状態 (車速、前後加減度、車両方位角等)



【活用イメージ】
 車両の挙動を把握
 ↓
 渋滞原因の予測
 ↓
 交通状況に
 対応した制御
 新たな情報提供等

4. 車車間通信情報を活用した交通管制のユースケース案

	メニュー	概要
交通管制 運用支援	交差点 交通動態 指標算出	I T S無線路側機が設置された交差点を対象に、分岐交通量、大型車混入率、進行方向別の旅行時間、停止位置、渋滞末尾位置等を算出
	ネットワーク 交通動態 指標算出	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を算出
	信号制御 便益指標算出	システム導入時・高度化時、経年変化による便益指標（台数×旅行時間）を算出
	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、走りやすさの評価指標、安全性の評価指標等を算出する。
信号制御	省感知器制御	車車間通信情報で渋滞長計測を代替し車両感知器を削減 (シミュレーション評価実験を実施)
	交通流診断	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
	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
自動運転 影響評価	自動運転車両安全指標算出	車両挙動から、自動運転車両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

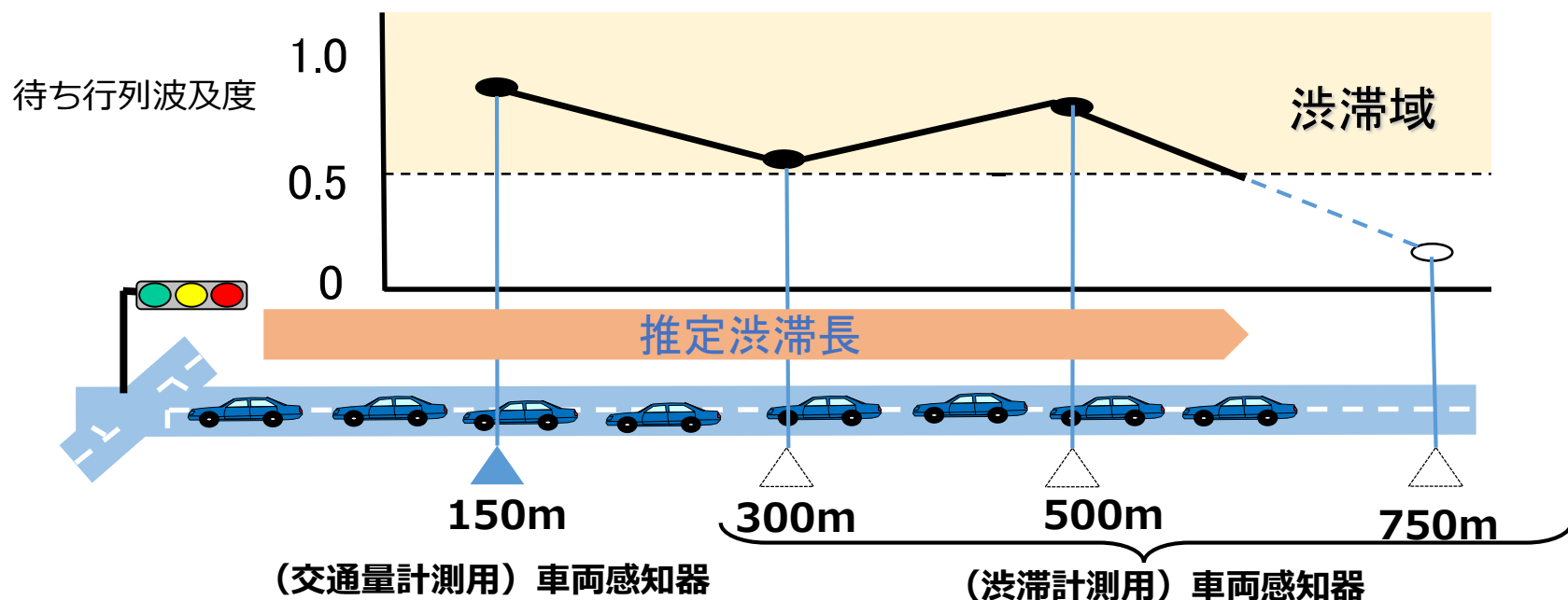
5. 信号制御の課題と車車間通信情報による省感知器化の目的

■ 信号制御の概要

流入路毎の「需要率」の変動に応じて青時間をリアルタイムに配分
(需要率 = 交通需要 (流入交通量 + 渋滞台数) / 処理可能容量)

■ 渋滞長 (渋滞台数) の算出手法

現状は感知器直下の車両存在時間 (占有時間) から待ち行列の波及を判定
→ 交差点流入路に多数の渋滞計測感知器が必要 (整備、運用、保守コストが大)



「流入交通量」及び
「1 サイクル待ち以上の渋滞」を判定

車車間通信情報で代替
感知器の整備、運用、保守コストを削減

6.1. 省感知器制御のシミュレーション評価条件

■ 評価パラメータ

「車載機混入率」と通信データ量削減を目的とした「データ間引き周期」を評価パラメータとして、省感知器制御の性能（総遅れ時間）を評価

※総遅れ時間：全車両を対象とした信号待ち時間の総計

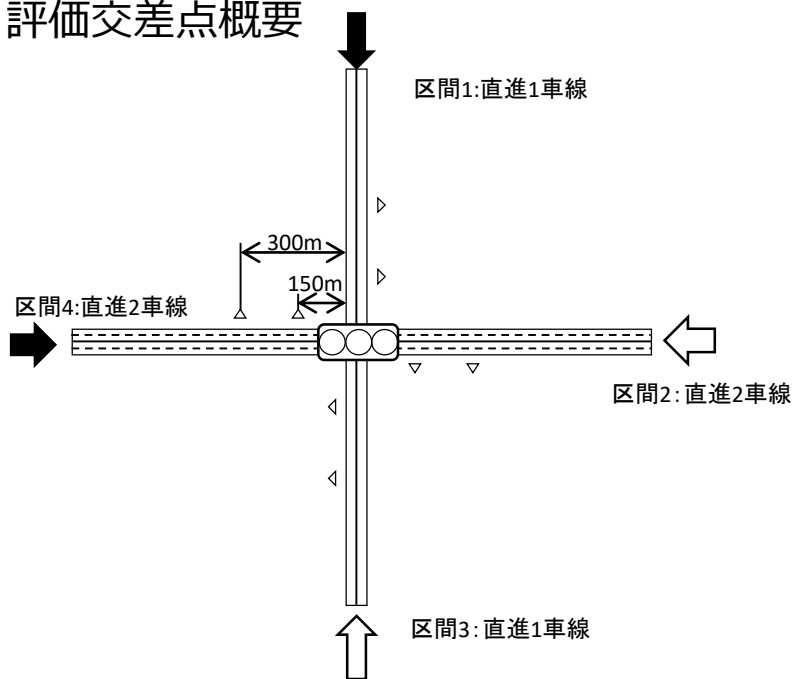
■ 適用交通条件

渋滞が車車間通信エリアである400m程度となるような交通条件を対象

■ その他のシミュレーション条件

シミュレータ：VISSM、ランタイム：90分、実行回数：各10回/ケース

評価交差点概要



信号制御（現示階段図）

現示・ステップ構成						
ステップ°	1	2	3	4	5	6
灯色						
1	[Wavy line]		[Horizontal line]			
2	[Horizontal line]				[Wavy line]	
交通流図	[Left/Right arrows]		A	[Up/Down arrows]		A
	[Left/Right arrows]		R	[Up/Down arrows]		R

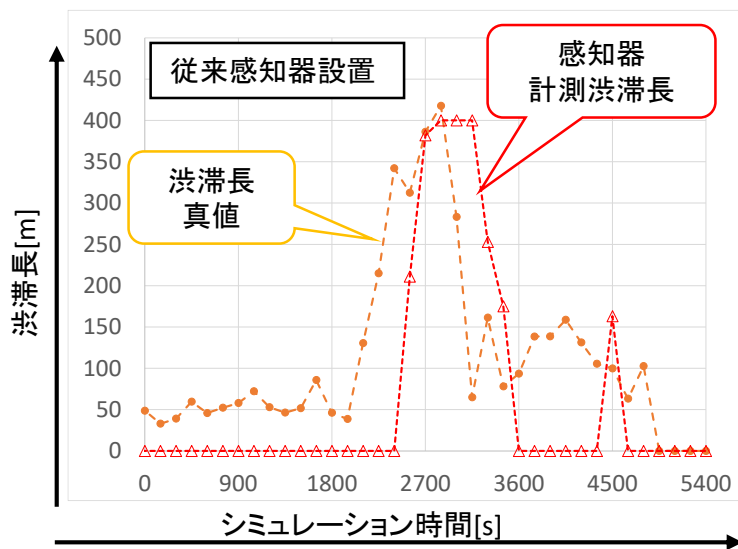
最小サイクル長：80秒
最大サイクル長：150秒

6-2. 推定渋滞長の精度評価

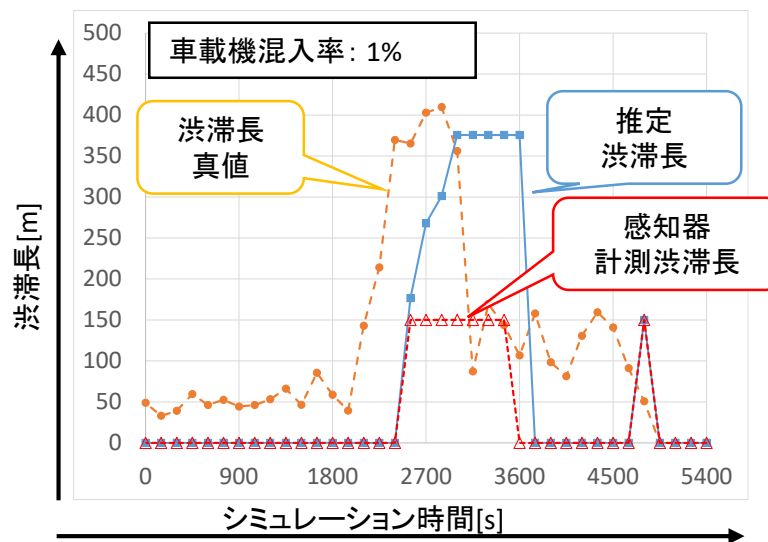
■ 評価結果の概要

シミュレータが出力する「渋滞長真値」、「感知器計測渋滞長」、車車間通信情報より推定した「推定渋滞長」を比較

→ 300m感知器を使用しない省感知器制御（車載機混入率1%）においても、概ね渋滞長を正しく推定可能



従来感知器配置における
主道路(区間1)の渋滞長計測結果



省感知器制御における
主道路(区間1)の渋滞長計測結果

6-3. 省感知器制御シミュレーション実験結果

■ 評価結果まとめ

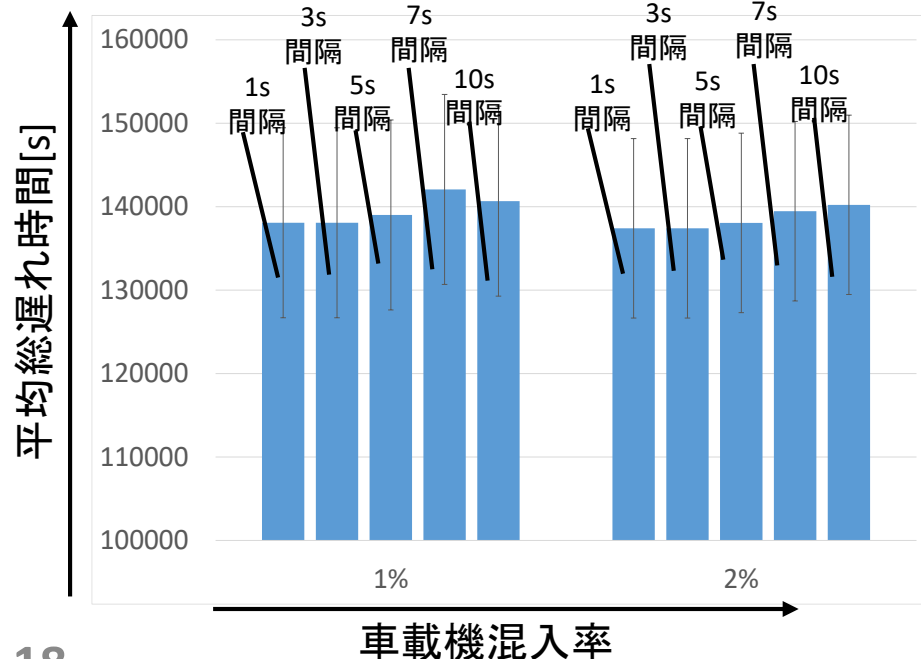
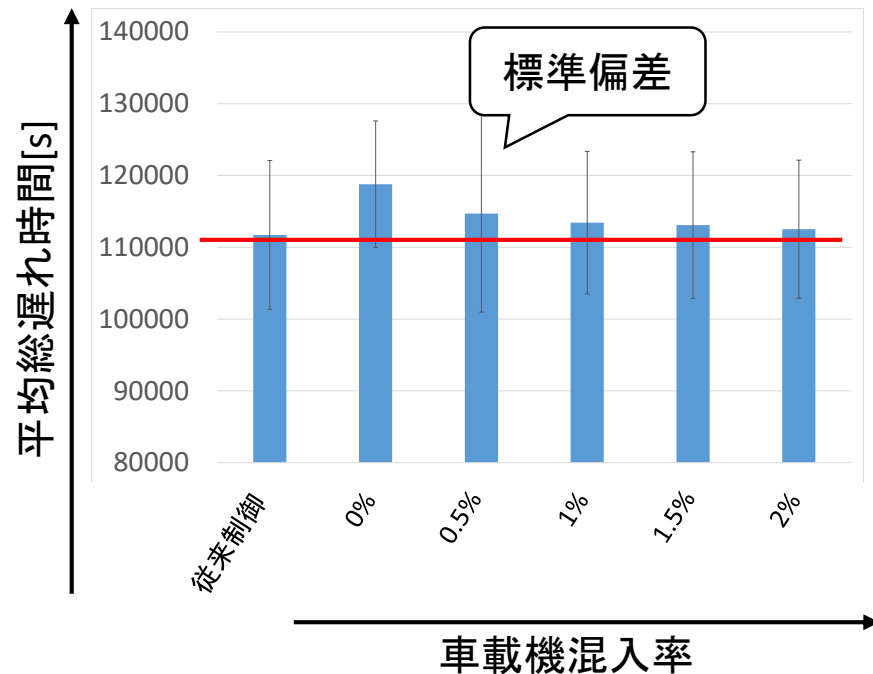
- 渋滞計測用感知器を用いた「従来制御」と300m地点の感知器を省いた「省感知器制御」の制御性能について車載機混入率の影響を評価

→ **車載機混入率 1%以上あれば従来制御と同等の性能**

(参考) フィールド調査を実施した東京・菊川二丁目交差点の混入率：約0.7~1.0%

- 収集時のデータ間引き周期の影響を評価 (車載機混入率1%、2%を対象)

→ **5秒周期以上の間引きは性能劣化が大きくなる**



7. まとめ

- 自動運転車両の混在による既存交通流への影響を評価する手法を策定
 - シミュレーション評価実験、車両OEM各社が参加する東京臨海部実証実験においての活用が望まれる。
- 車車間通信情報を交通管制業務に活用する、ユースケース案を策定し、省感知器制御の有用性を検証
 - フィールド検証実験の実施、実用化に向けた検討が望まれる。