

「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）／
羽田空港と臨海副都心等を結ぶ首都高速道路に
おけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理」

2019－2020年度分 成果報告書

概要版

三菱電機株式会社

2021年5月

【目次】

1. 東京臨海部実証実験 首都高速道路上実証実験の概要

- 1.1. 東京臨海部実証実験の全体概要と本委託の対象
- 1.2. 首都高速道路上実証実験のエリア(1号羽田線 空港西入口)
- 1.3. 首都高速道路におけるETCゲート通過・合流支援情報配信実証実験の検証項目と目標

2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

- 2.1. 本研究開発の背景と目的
- 2.2. 実証実験の実施及び検証のために必要となる設備の開発
- 2.3. 首都高速道路インフラ設備 設備構成と機器分担
- 2.4. 首都高速道路実証実験のシステム動作イメージ
- 2.5. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の全体工程
- 2.6. 21年度以降のインフラ設備維持・管理に係る計画

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

- 3.1. インフラ設備 全体図（首都高速道路 空港西入口）
- 3.2. 各インフラ設備：センサ設備（国総研 共同研究5社）
- 3.3. 各インフラ設備：高速道路実験用路側無線装置（ETCゲート通過支援用）
- 3.4. 各インフラ設備：高速道路実験用路側無線装置（合流支援用）
- 3.5. 各インフラ設備：屋外盤（情報提供管理サーバ及び、各社路側処理装置を格納）
- 3.6. 各インフラ設備：カメラ装置（①②③：首都高電気メンテビル屋上／④：合流部付近）
- 3.7. インフラ設備の健全性確認：電波測定による「情報提供エリア」の確認

4. 首都高速道路上インフラ設備に関わる設置条件等検証について

- 4.1. 合流支援におけるインフラ設備の設置条件検証
- 4.2. 合流支援情報提供に関わる情報精度、インフラ設置位置の評価
- 4.3. 合流支援情報・ETCゲート通過支援情報の処理性能評価

5. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の19-20年度成果まとめ、今後の課題

- 5.1. 実証実験インフラ設備の19-20年度成果の総括
- 5.2. 東京臨海部実証実験コンソーシアムと連携した成果まとめ

1. 東京臨海部実証実験 首都高速道路上実証実験の概要

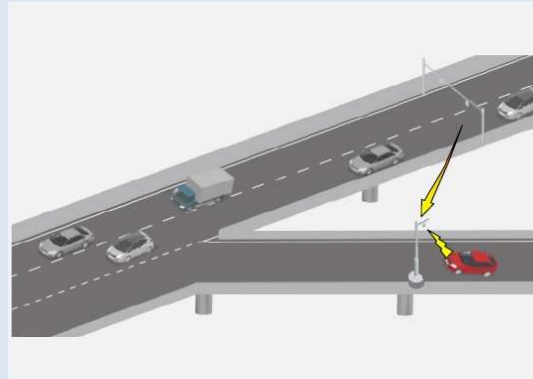
1.1. 東京臨海部実証実験の全体概要と本委託の対象

ITS無線による信号情報配信により一般道での高度な自動運転を実現



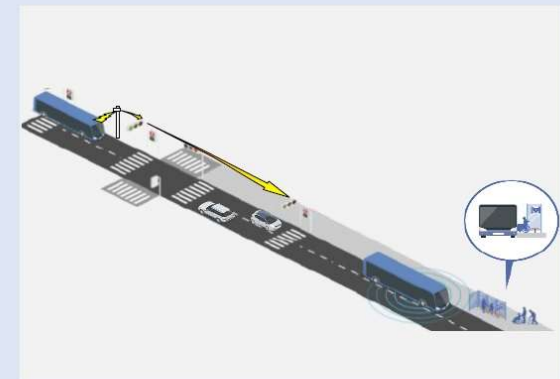
①臨海副都心地域
③羽田空港地域

走行支援情報・車線レベル交通環境情報配信により、高速道での高度な自動運転を実現



②羽田空港と臨海副都心等を結ぶ高速道

ODDの設定・高度化PTPS等のインフラ設備により混在交通下でのバス自動運転技術によるARTを実現



③羽田空港地域

本委託の対象

図1-1 東京臨海部実証実験 インフラ協調技術実証実験の概要（内閣府資料より）

1. 東京臨海部実証実験 首都高速道路上実証実験の概要

1.2. 首都高速道路上実証実験のエリア（1号羽田線 空港西入口）



1. 東京臨海部実証実験 首都高速道路上実証実験の概要

1.3. 首都高速道路におけるETCゲート通過・合流支援情報配信実証実験の検証項目と目標

課題

- スムーズなETCゲート通過支援
- 本線車両速度に即した本線合流支援

インフラ協調 技術による 効果仮説

- 情報提供によるゲート選択通過支援
- 情報提供による本線合流に向けた速度調整支援

検証項目

- インフラ協調システムの**動作適切性**
- 支援情報の自動運転車等に対する**有効性**
- インフラ設置条件の検証

到達目標

- インフラ仕様における改善の検討
- 空港西入口における**インフラ設置条件の導出**
- 実証実験を踏まえた仕様確定に向けた**課題の明確化**
- インフラ必要性の見極め、**優先度付けの条件**洗い出し

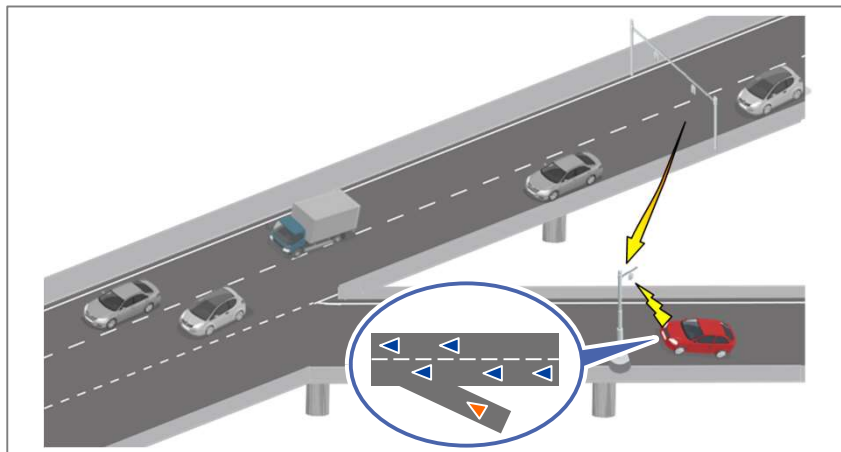


図1-3 高速道路における合流支援イメージ図

SIP準備物

インフラ

- 高速道路実験用 路側機
(合流支援情報提供、
ETCゲート通過支援情報提供)
- 高精度3D地図

実験用車載機

- 高速道路実験用 車載器
- 高精度3D地図と配信情報の
重畳表示ビューア
- 車両制御への出力機能
- 記録用データロガー (動態管理)
- ドライブレコーダー

2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

2.1. 本研究開発の背景と目的

【本研究開発の背景】

- ・SIP第2期「自動運転（システムとサービスの拡張）」では、協調領域となる道路交通情報収集・配信等のコア技術確立、自動走行レベル4の基盤構築/社会実装を推進。
- ・未来投資会議（2018年3月）より、自工会はじめ関連の産業界や省庁等が連携、東京臨海部実証実験に向けた調査検討が進められてきた。

【事業と本受託の目的】

- ・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）では、交通インフラから提供される信号情報や合流支援情報等の交通環境情報利活用のしくみを構築し、インフラ協調型の高度な自動運転を早期に実用化することを目的に実証実験を行う。

上記目的に対して、本受託では、昨年度、高速道路上の実証実験必要となるインフラ環境の整備、事前検証及び維持・管理を行い、今年度は実験データからインフラ設備の動作適切性の評価及び、設置条件の導出を行った。



＜具体的実施項目＞

- ① 高速道路への合流支援・ETCゲート通過支援に関わる実証実験の実施、検証を行うため必要となるインフラ設備を開発
- ② 実験参加者が自動運転技術を実験しうる実環境を首都高速道路上へ設置
- ③ 合流支援・ETCゲート通過支援に関わるインフラ設置条件等を検証

2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

【2019年度成果】

2.2. 実証実験の実施及び検証のために必要となる設備の開発

合流支援におけるインフラ設備の機器構成

機器名称	役割
路側センサ	高速道路本線を走行中の一般車両から当該車両の情報(車速、車長)を検知 ※国総研共同研究より提供される。本業務ではセンサ取付治具を整備
路側処理装置	路側センサの検出結果から高速道路本線を走行中の一般車両が合流地点に到達するまでの時間を算出（※国総研共同研究より提供される。本業務では装置を格納する屋外盤を整備）
高速道路実験用 路側無線装置	合流車線を走行している実験車両に搭載する高速道路実験用 車載器に対して、合流支援情報を送信
カメラ・録画装置	実験実施場所付近の高速道路交通状況を映像として記録

ETCゲート通過支援情報提供におけるインフラ設備の機器構成

機器名称	役割
ETCゲート設備	ETCゲートの運用状況として、ゲートの開閉状態（ETC、一般、閉鎖中、等）を取得
ETCゲート開閉情報提供装置	料金所の既存ETC設備から得られるETCゲート開閉情報を受信し、自動運転車両に配信する情報を生成
高速道路実験用 路側無線装置	料金所手前のランプを走行中の実験車両に搭載する高速道路実験用 車載器に対してETCゲート通過支援情報を送信

2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

【2019年度成果】

2.3. 首都高速道路インフラ設備 設備構成と機器分担

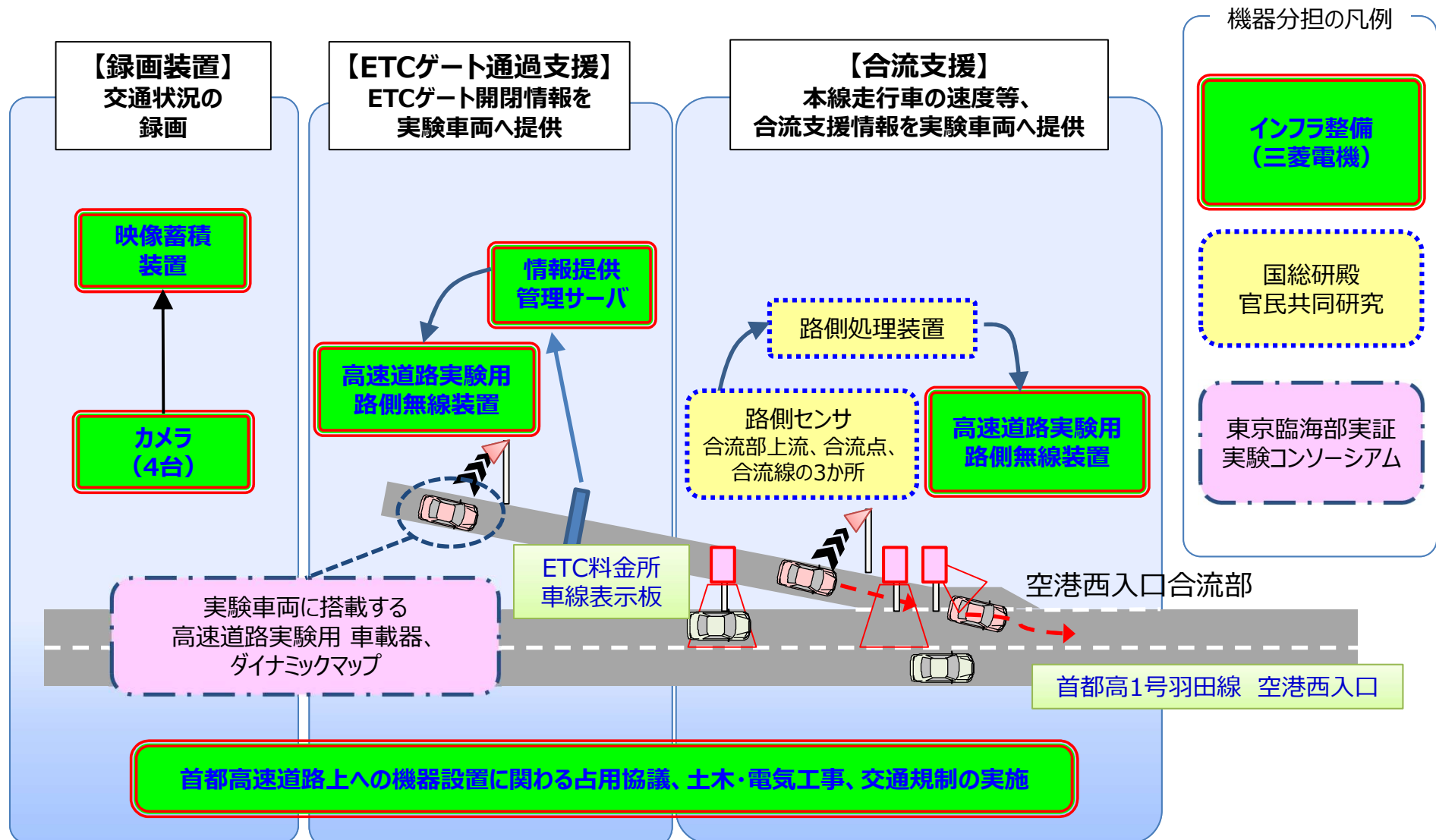


図2-1 首都高速道路空港西入口における実験設備の構成と機器の手配分担

2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

【2019年度成果】

2.4. 首都高速道路実証実験のシステム動作イメージ

ETCゲート通過支援情報を送信する路側無線装置にて、情報送信とともに実験車両の通過を検知する。

合流支援情報を送信する路側無線装置は実験車両の走行を検知した時のみ、情報の送信を行い、実験車両の通過がない時は電波停止する。

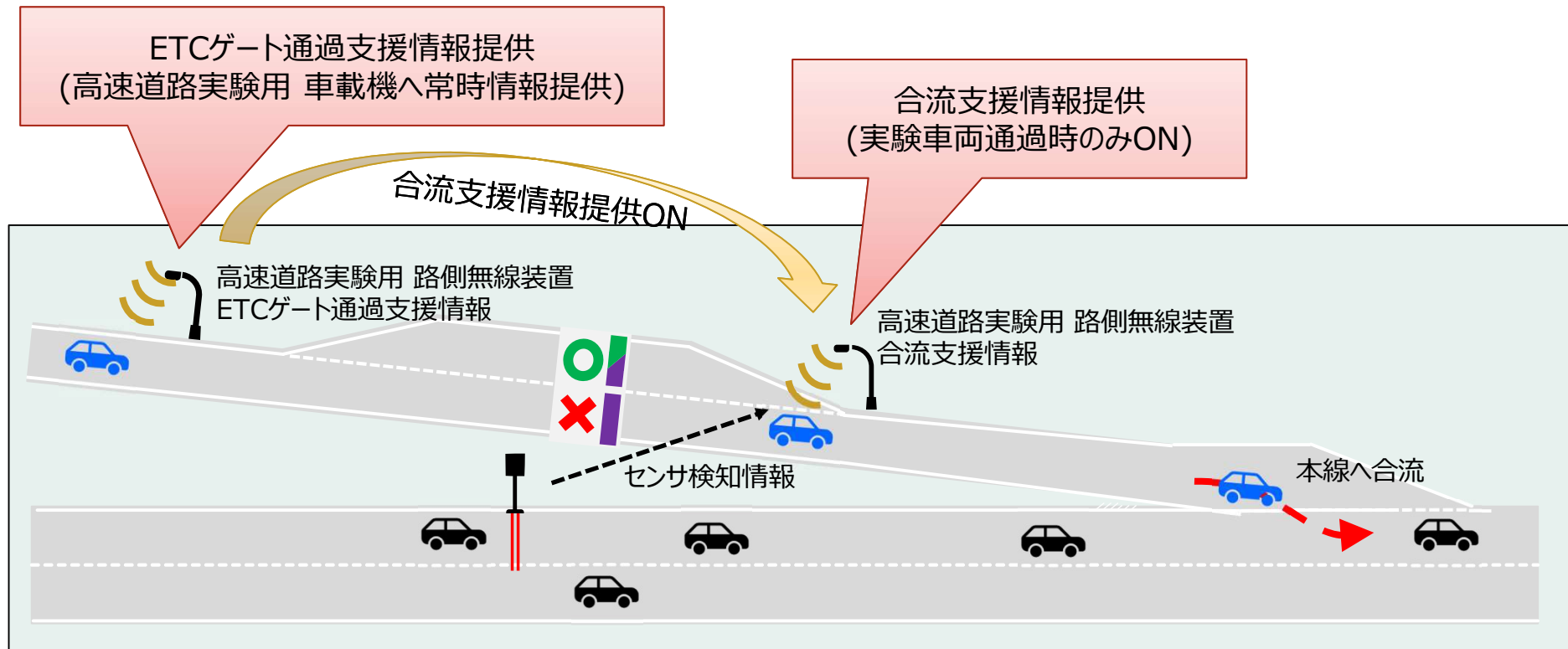
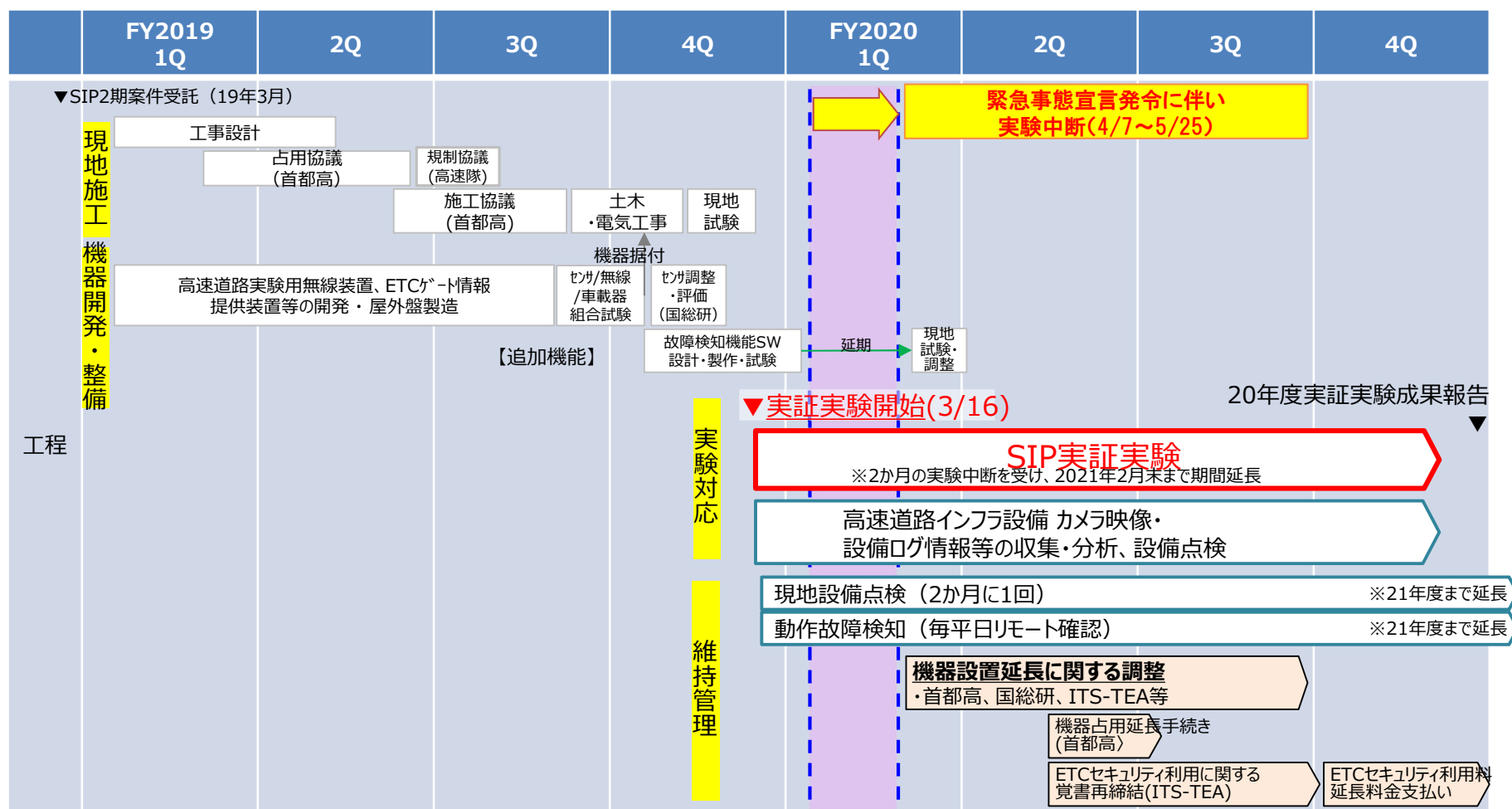


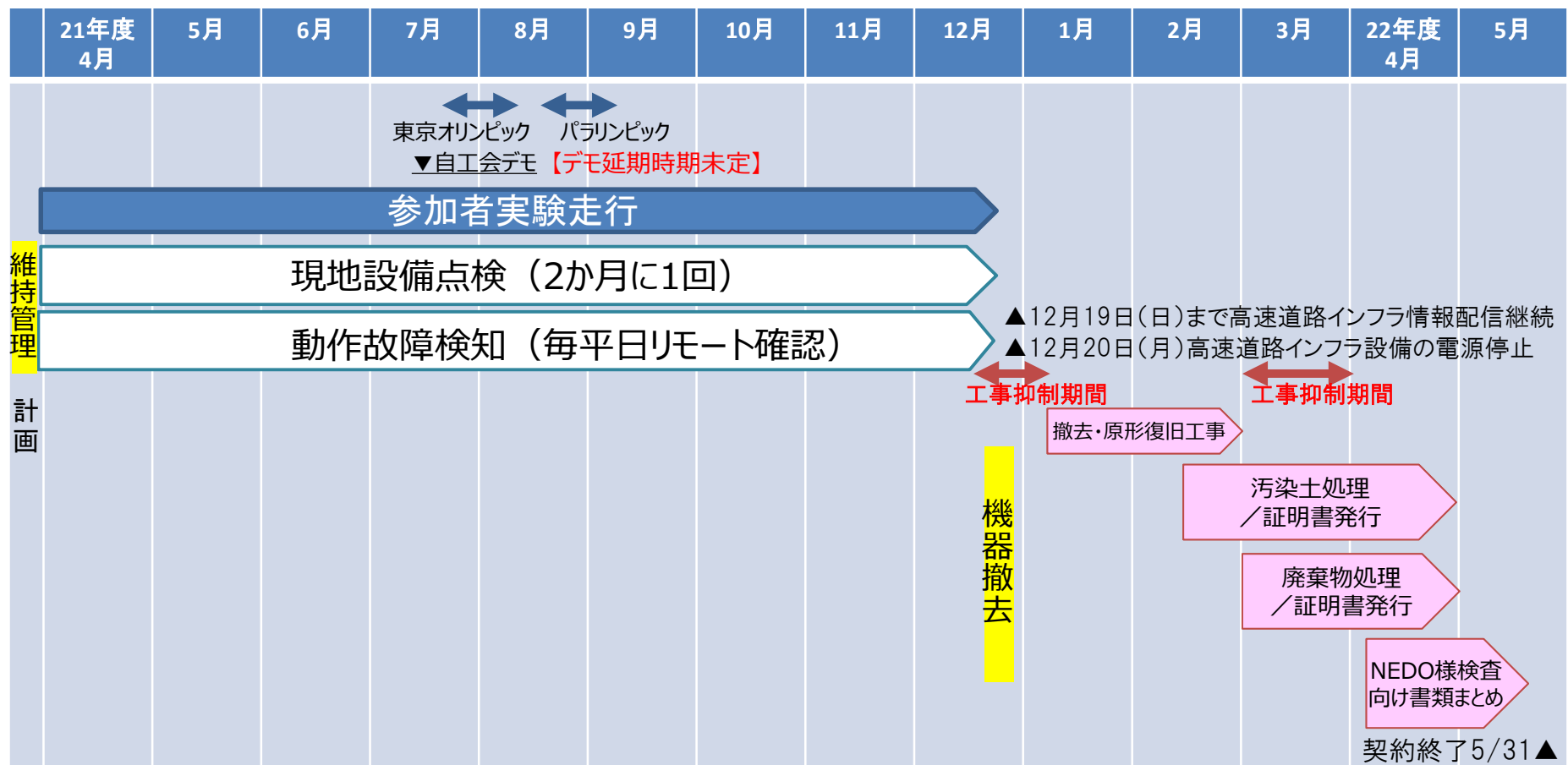
図2-2 首都高速道路空港西入口における実験のシステム動作イメージ



2. 首都高速道路におけるインフラ整備、事前検証及び維持・管理の研究開発内容

2.6. 21年度以降のインフラ設備維持・管理に係る計画

首都高速道路上に実験用インフラ設備を次年度（21年度）以降も維持する為の管理計画を以下に示す。



3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.1. インフラ設備 全体図（首都高速道路 空港西入口）

空港西入口における実証実験に必要な設備を下記の通り整備完了した。

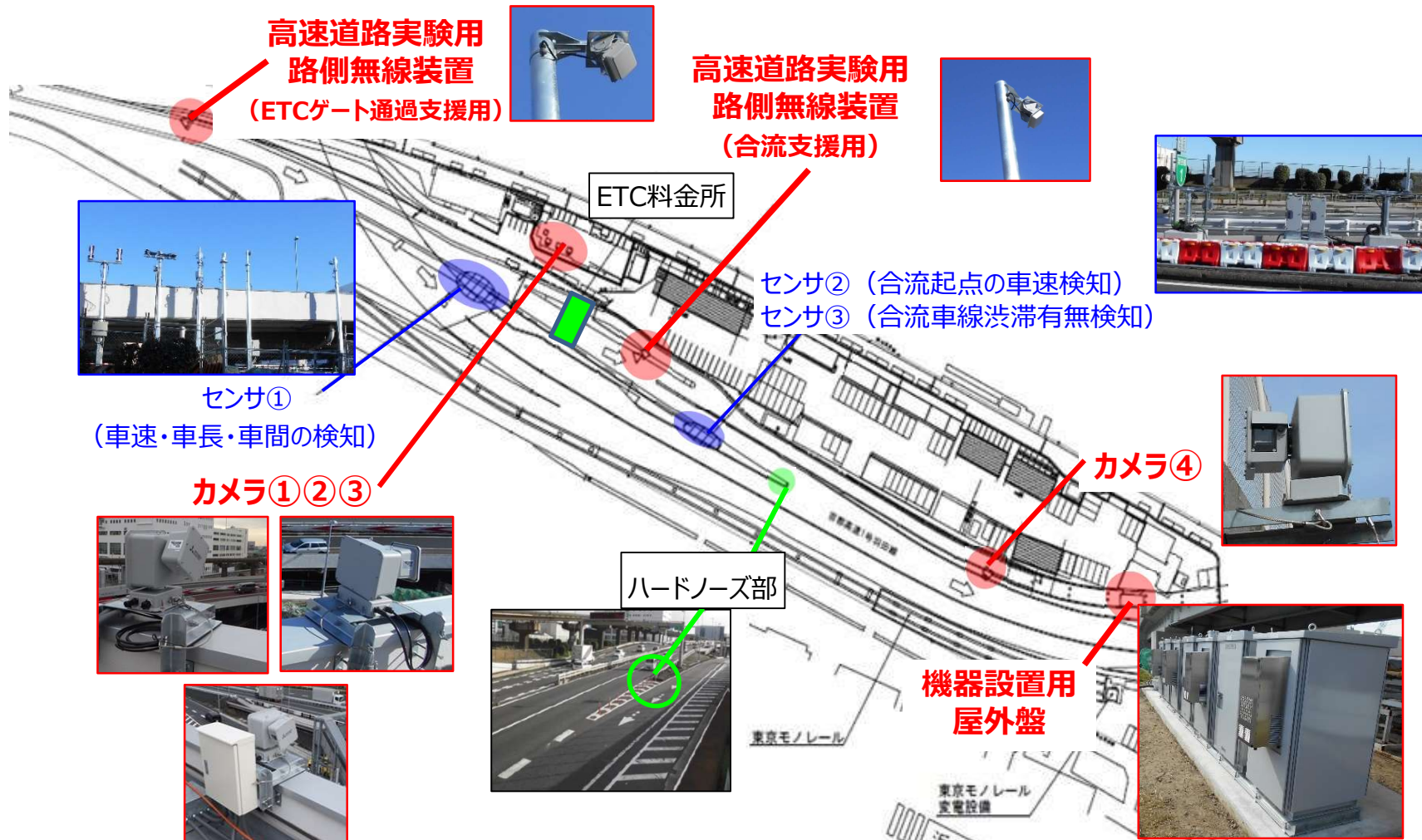


図3-1 首都高速道路空港西入口における実験設備機器配置全体図

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.2. 各インフラ設備：路側センサ（国総研 共同研究5社）



図3-2 センサ①設備（国総研共研5社の路側センサ）

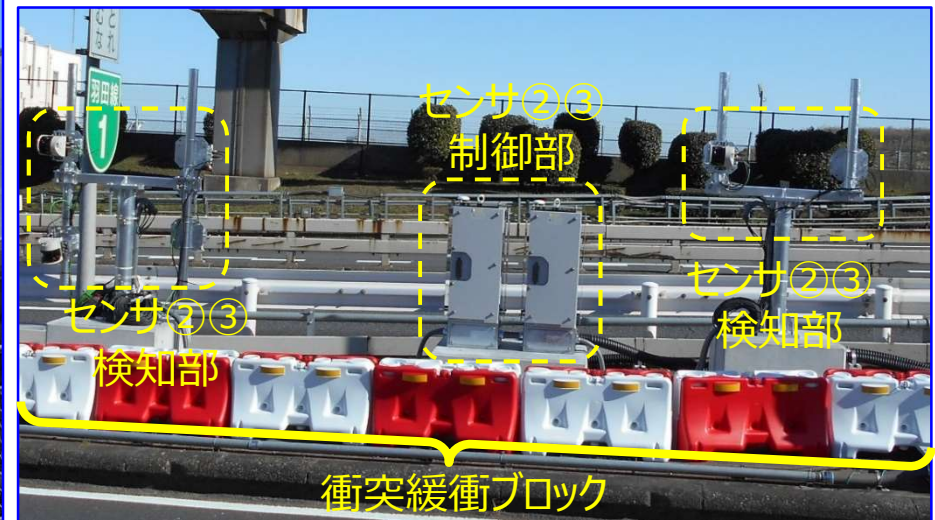


図3-3 センサ②③設備及び衝突緩衝ブロック外観

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.3. 各インフラ設備：高速道路実験用路側無線装置（ETCゲート通過支援用）

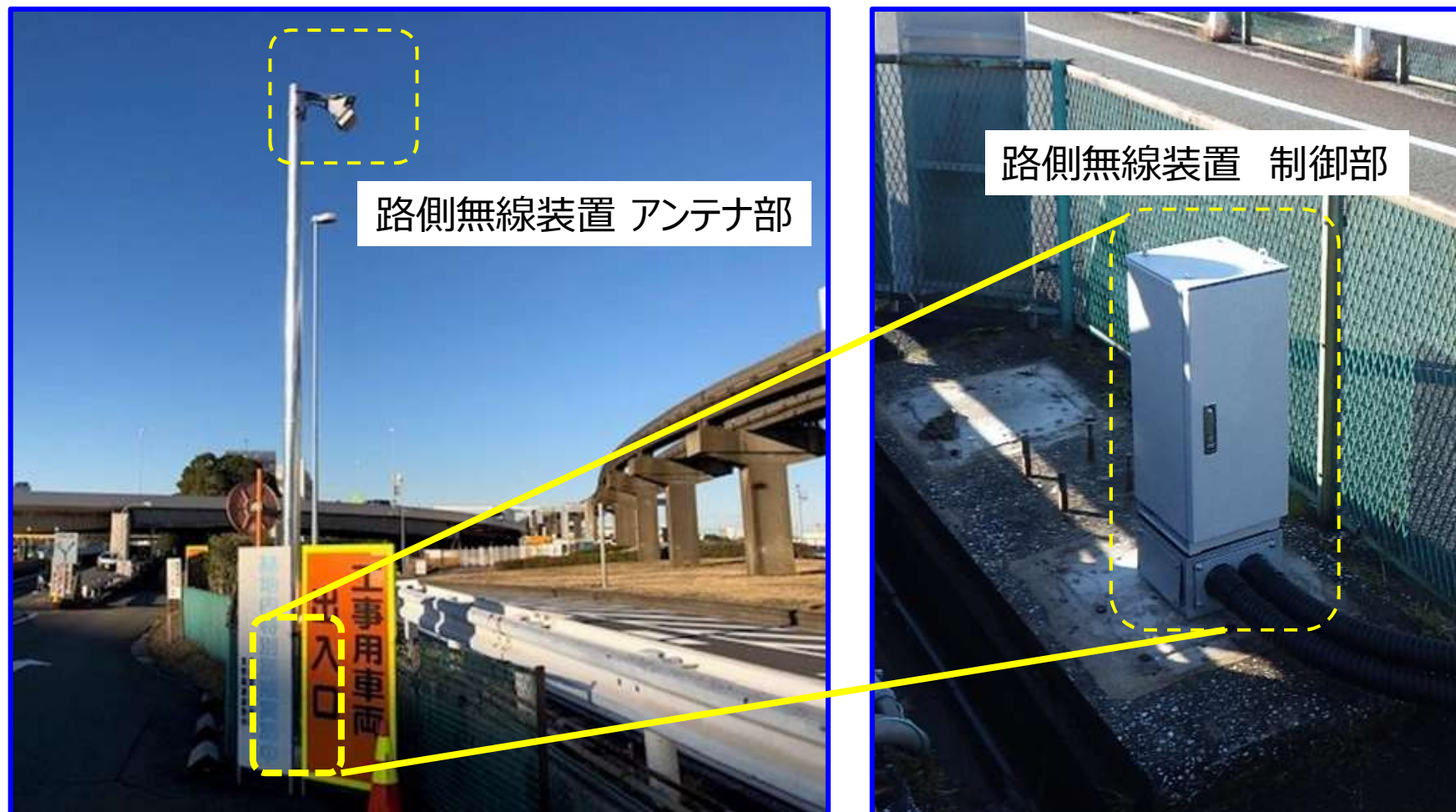


図3-4 ETCゲート通過支援情報提供用の高速道路実験用路側無線装置

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.4. 各インフラ設備：高速道路実験用路側無線装置（合流支援用）

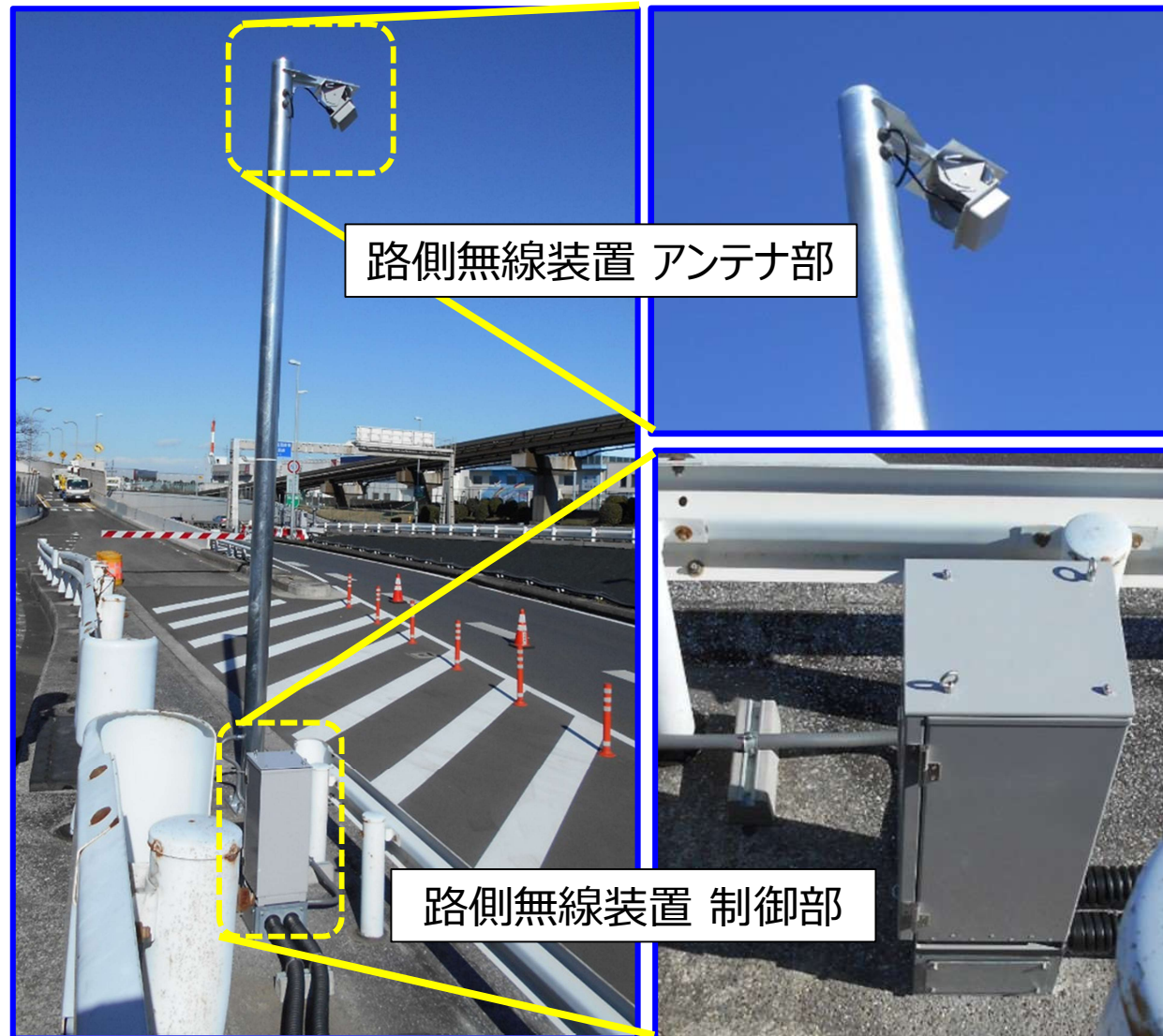


図3-5 合流支援情報提供用の高速道路実験用路側無線装置

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.5. 各インフラ設備：屋外盤（情報提供管理サーバ及び、各社路側処理装置を格納）



図3-6 ETCゲート通過支援情報提供管理サーバ及び、センサメーカー各社の路側処理装置を格納した屋外盤外観

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.6. 各インフラ設備：カメラ装置（①②③：首都高電気メンテビル屋上／④：合流部付近）

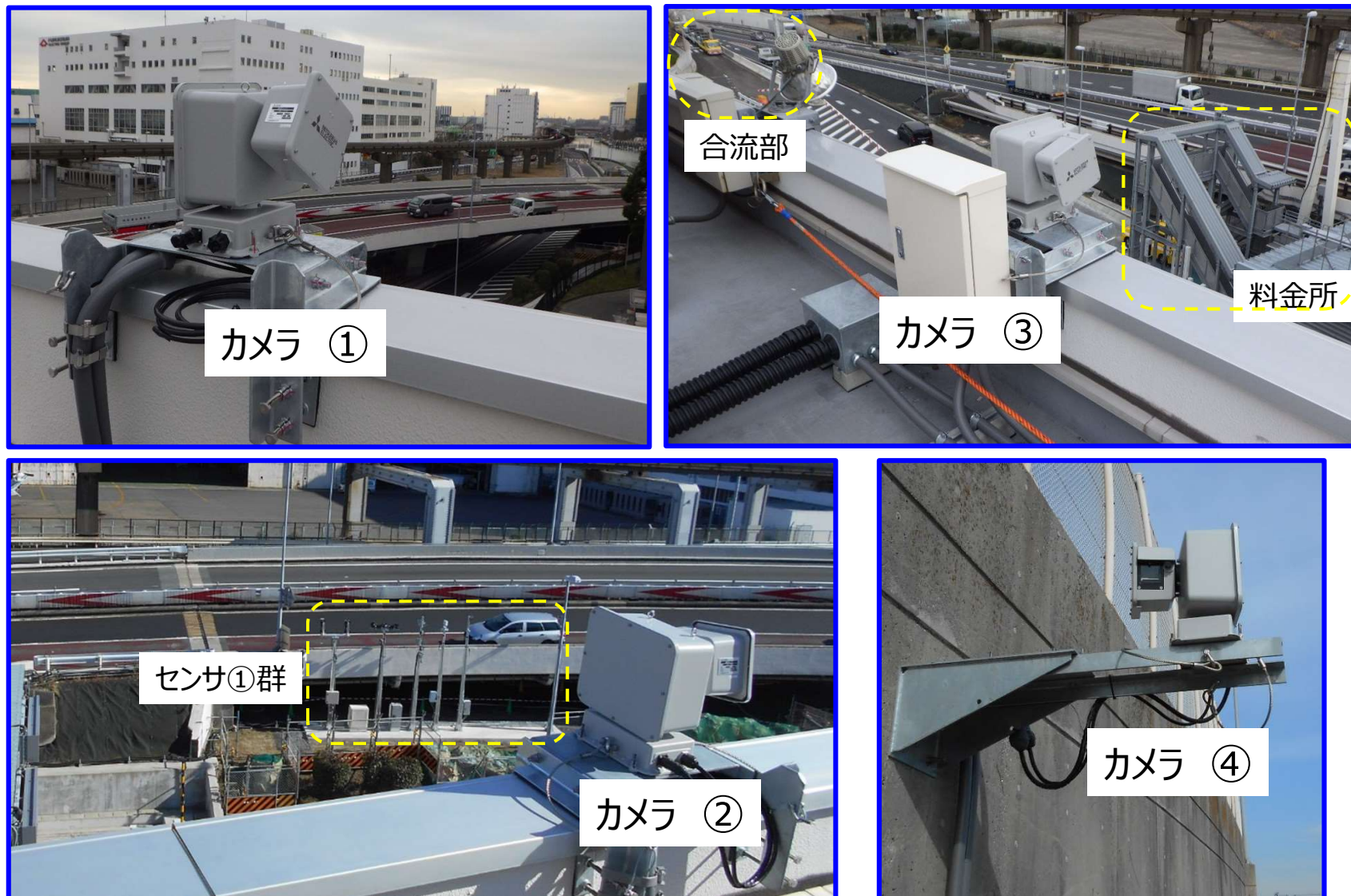


図3-7 本線及び合流部の交通状況を撮影する各カメラ装置

3. 首都高速道路 実証実験インフラ設備の準備

【2019年度成果】

3.7. インフラ設備の健全性確認：電波測定による「情報提供エリア」の確認

設置した実験用路側無線装置より発射する電波が高速道路既設設備へ影響及ぼさないことを、第三者（首都高ETCメンテナンス(株)）による以下の電波測定走行により確認した。

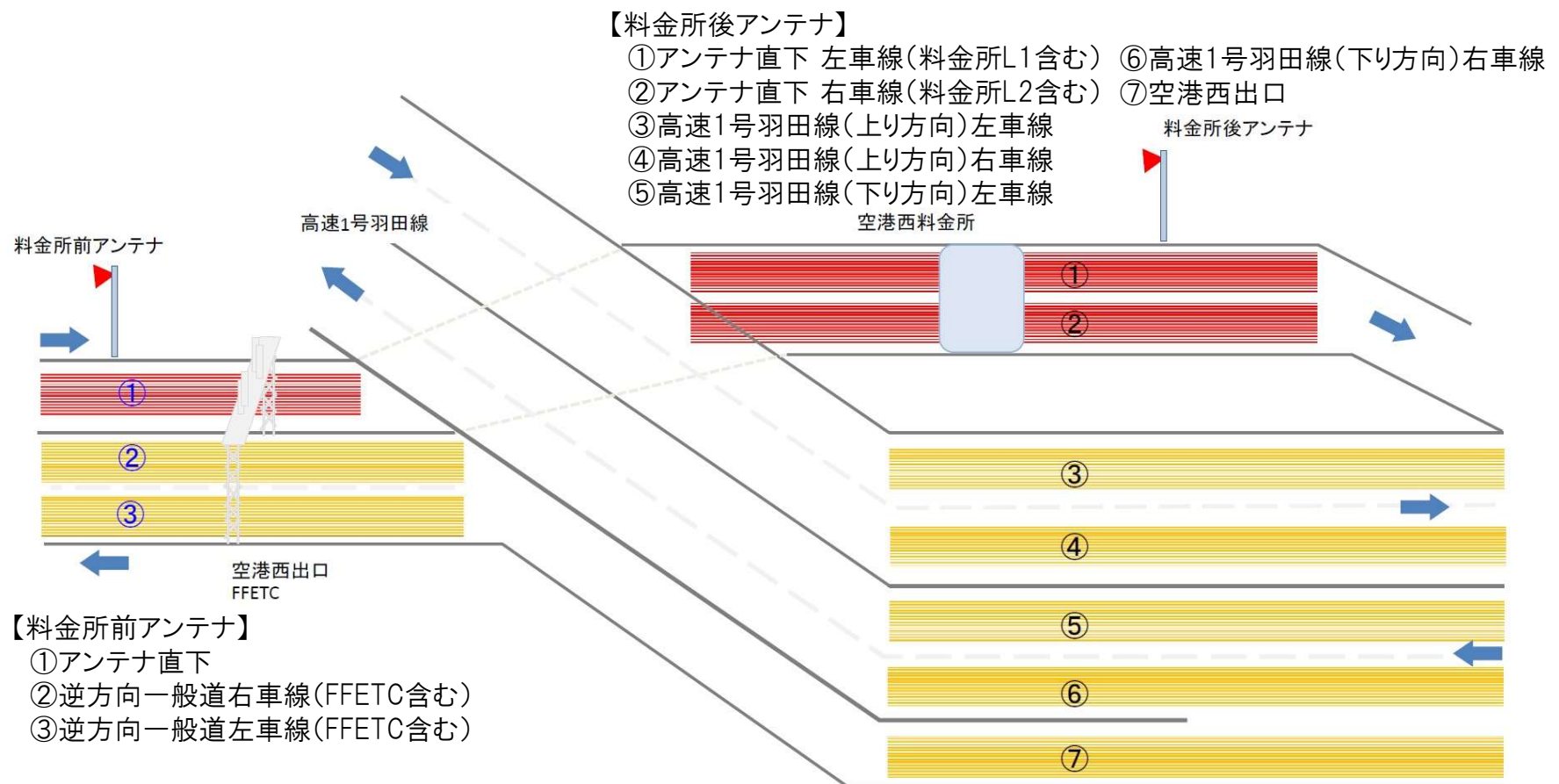


図3-8 首都高速道路空港西ランプにおける電波測定レーン

4. 首都高速道路上インフラ設備に関わる設置条件等検証について

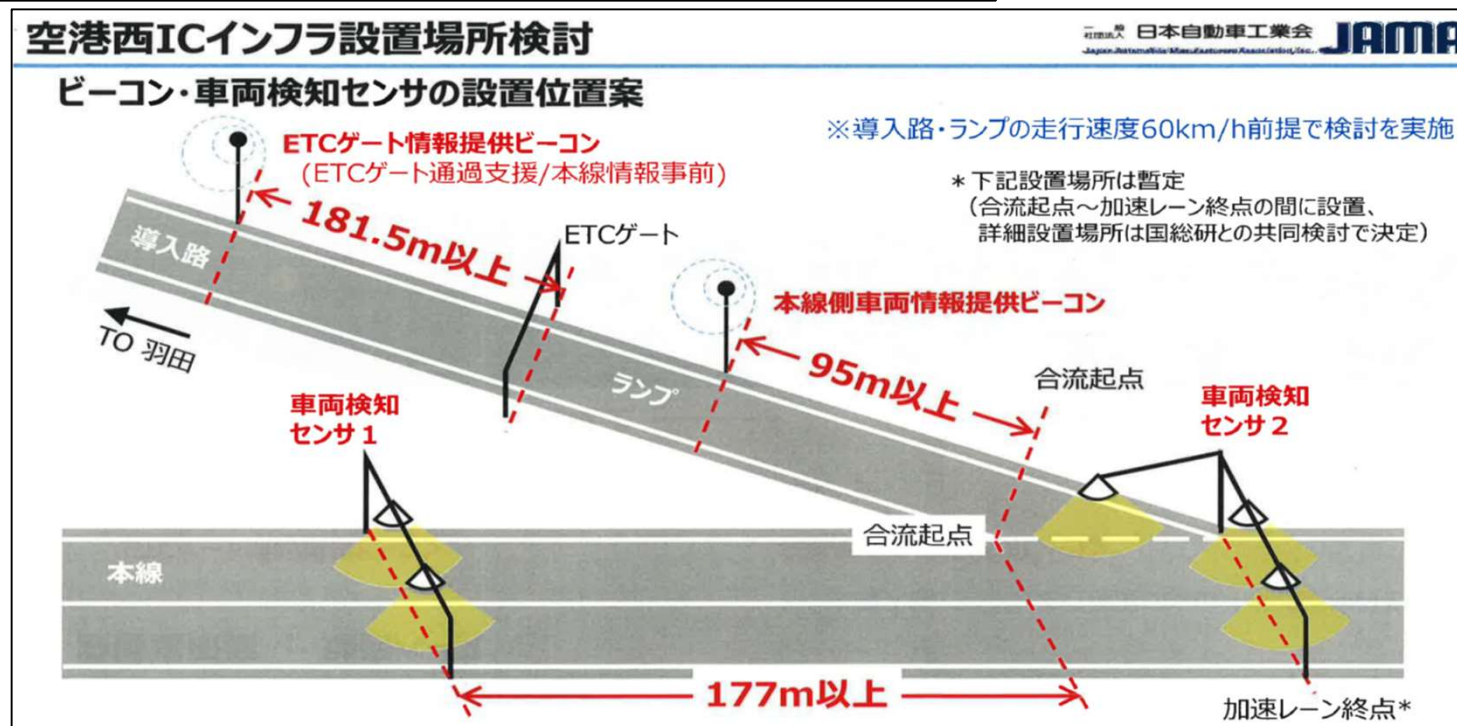
【2020年度成果】

4.1. 合流支援におけるインフラ設備の設置条件検証

4.1.1. 自工会要望設置位置と現地設置位置の整理

国総研共同研究にて策定されたETCゲート通過支援及び合流支援システム仕様及び、自動車工業会より出された設置ご要望と、本インフラ設備の現地設置位置の差異について整理した。

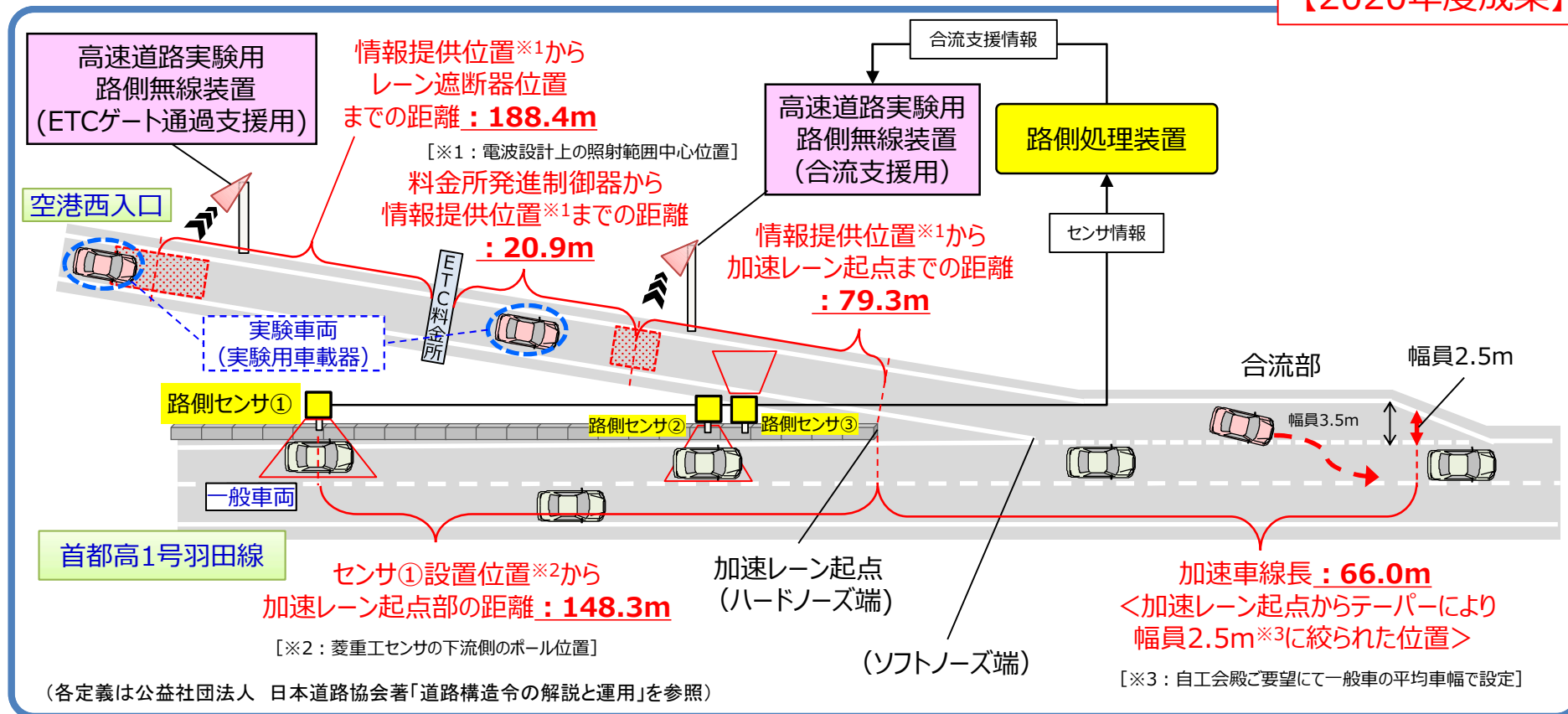
空港西ランプインフラ設備機器配置：自工会殿要望値



自工会殿ご要望のアンテナ・センサ設置要件 (出典：国総研合流支援システム検討WG資料)

空港西ランプインフラ設備機器配置：現地実測値

【2020年度成果】



インフラ設備機器配置相関図（機器間距離の諸元）

空港西ランプインフラ設備機器配置：要望値と実測値の差異

主要な距離項目	自工会殿設計値	空港西施工値
情報提供位置からレーン遮断器位置までの距離	181.5以上	188.4
情報提供位置から加速レーン起点までの距離	95以上	79.3
センサ①設置位置から加速レーン起点部の距離	177以上	148.3

自工会殿設計値と実際の施工値に
差異はあるが、処理時間等の精査より
問題なし。
(自工会殿・国総研殿と合意済)

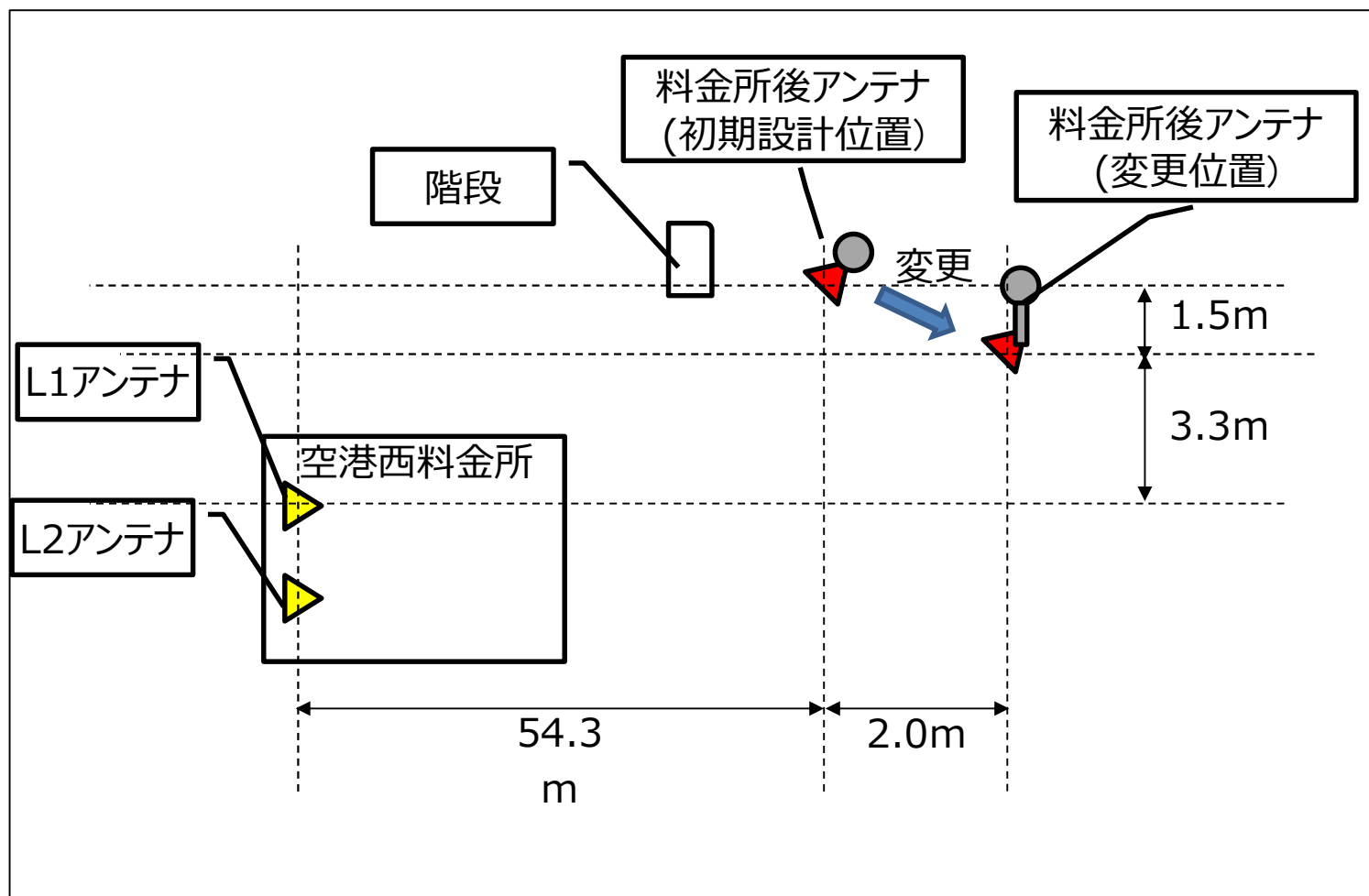
(単位：m)

4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

(1) 電波干渉対策

【2020年度成果】

本設備が射出する電波により、空港西ETC料金所に対して誤通信の発生リスクが最小となる様、後アンテナの設計位置を下記のとおりとした。



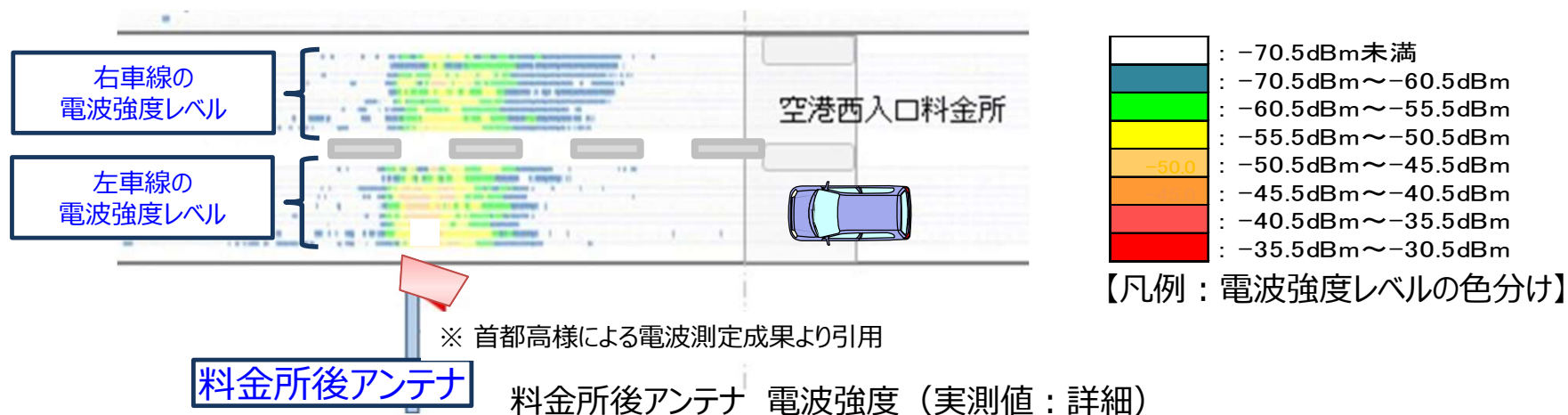
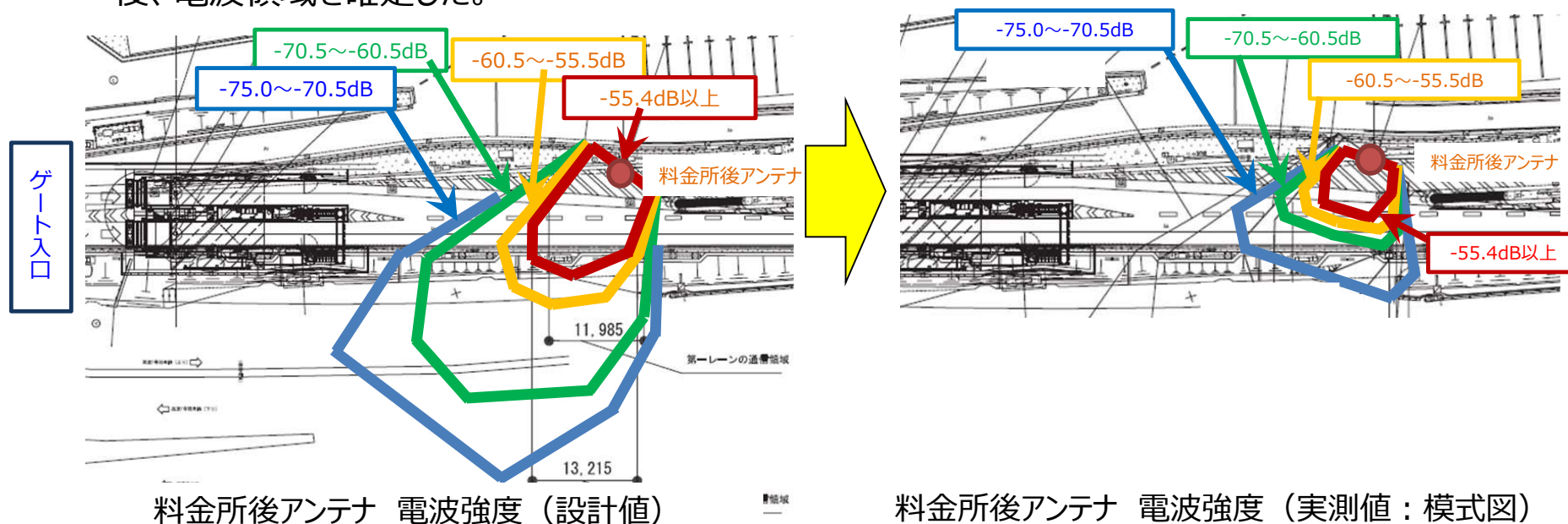
合流支援情報提供用アンテナ位置の概略図

4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

(2) 料金所後アンテナ（合流支援用）の電波通信領域の設計と確認

【2020年度成果】

料金所後アンテナの設置にあっては、「実験走行を行う車線上での十分な電波強度」と「ETC料金所など首都高既設設備への電波影響回避」の両立を考慮し、電波通信領域を設計し、現地計測を確認後、電波領域を確定した。



4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

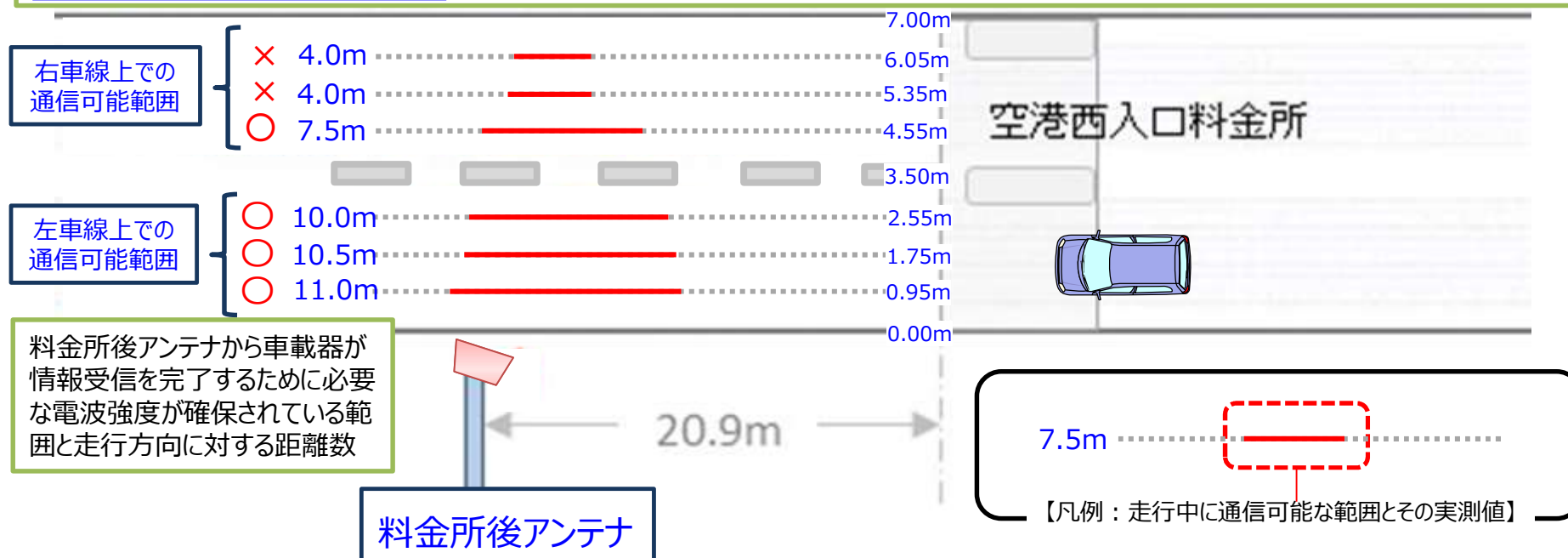
(3) 未通信事象の分析と対策

【2020年度成果】

(分析) 電波干渉対策による、アンテナの位置、電波照射の角度及び、電波送出出力の絞り込みにより、合流支援情報を提供する後アンテナ付近の通信エリアの一部に、料金所後アンテナから車載器が情報受信するために、必要十分な電波強度が確保されている範囲が車両走行方向に対して若干不足する箇所が発生し、実験車両の走行位置によっては通信が途中で途絶（通信範囲からのエリアアウト）することで、合流支援情報が未達になる現象と原因を確認した。

料金所後アンテナ付近走行速度（30km/hと想定）で通過する車両（車載器）が通信を正常完了するには、走行方向に対して「**5.67m**」以上の距離で電波強度（**-60.5dBm以上**）が保たれていることが必要。

右車線では、30km/h台での通過において必要な電波強度と距離が確保されているエリアは中央線から1m～1.5m程度内側までとなることを確認。



料金所後アンテナ 車線上の位置による通信可能範囲【速度30km/h想定】

4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

(3) 未通信事象の分析と対策

【2020年度成果】

(対策) 通信処理時間の短縮を実施。具体的には路車間通信の完了確度を向上するため、通信処理のトランザクションの集約・スリム化による通信所要時間を削減。下記のとおり、通信所要時間の約60%削減（下図参照）および、対策後の当社試験走行において車載器側で情報未受信が発生していないことを確認した。

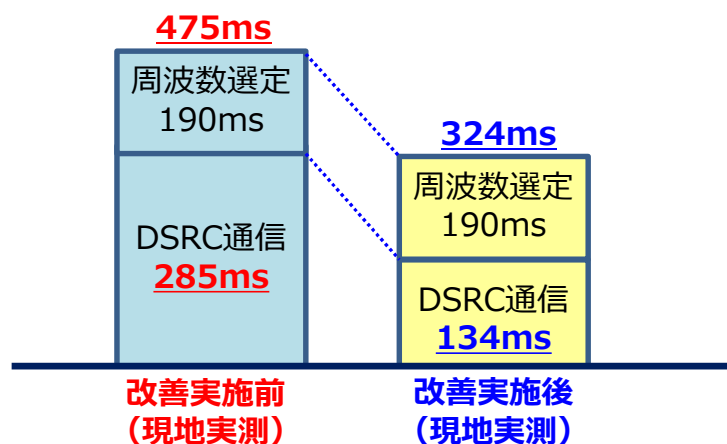


図. 通信トランザクション改善前後の通信所要時間比較

		実験車両の速度（路車間通信による情報提供を完了するために確保されるべき電波領域の長さ）					
		20km/h (3.77m⇒1.94m)	30km/h (5.67m⇒2.92m)	35km/h (6.11m⇒3.14m)	40km/h (7.56m⇒3.89m)	50km/h (9.44m⇒4.86m)	60km/h (11.33m⇒5.83m)
各車線上での通信可能範囲（実測値）	①:4.0m		改善	改善	改善		
	②:4.0m		改善	改善	改善		
	③:7.5m					改善	改善
	④:10.0m						改善
	⑤:10.5m						改善
	⑥:11.0m						改善

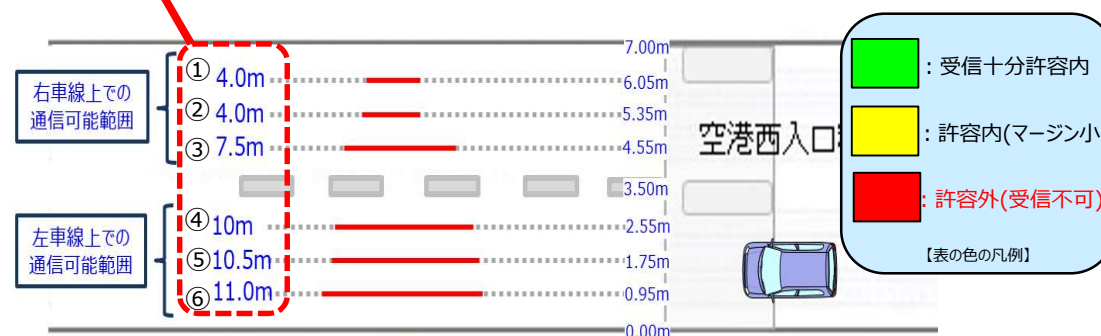


図. 電波領域に対する車両走行速度の許容度評価

4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

【2020年度成果】

(4) 路側センサ位置の制約

下記の3点の要因により路側センサ設置箇所が限定的となり、自工会殿ご要望であるハードノーズ端から177m以上の離隔距離を満たすことが出来ず、148.3mの位置に設計・施工を実施した。

- ① センサーメーカー5社分の路側センサ取付治具・ポールを設置する用地の確保
(ポール総数6本用の基礎は規模が大きくなり設置箇所が限られる)
- ② 自工会殿設計位置(177m以上)は橋梁箇所にて基礎や足場を組む場所が無い。
- ③ 路側センサ取付治具・ポールの高速道路高欄(コンクリート壁)への埋設・取付は鉄筋切断の危険あり不可

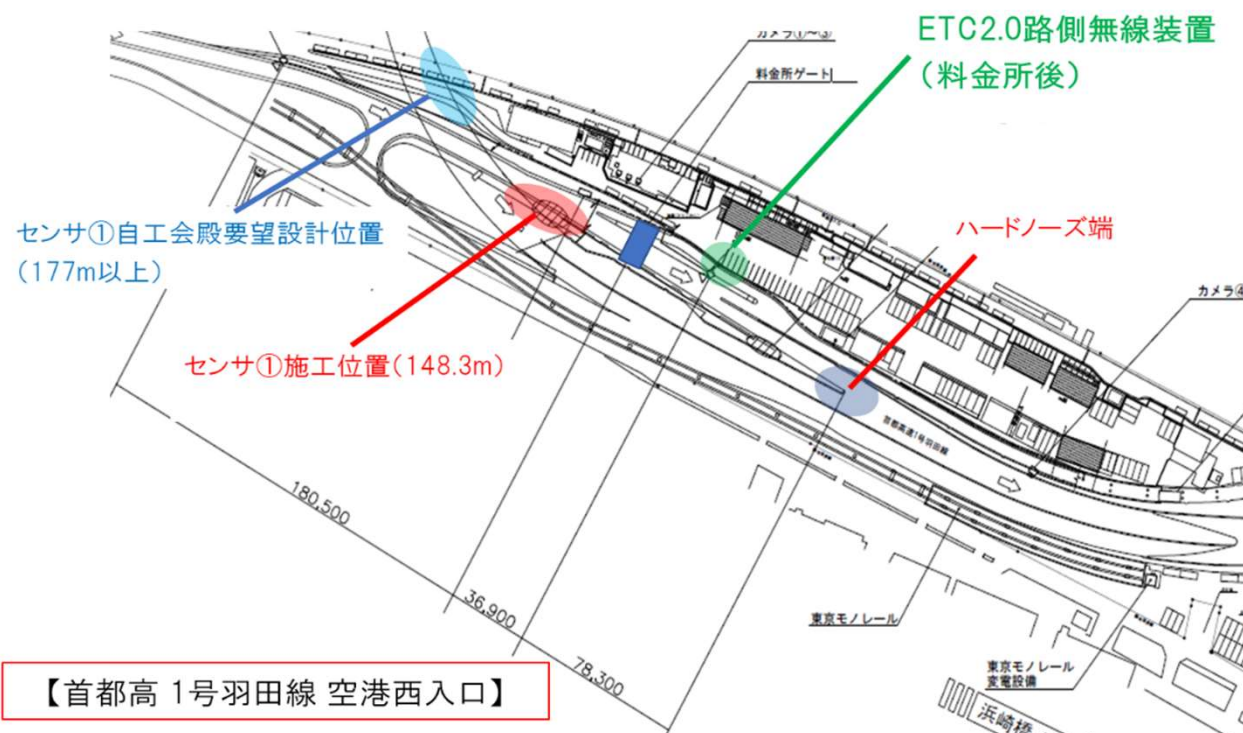


図. 路側センサ自工会殿設計要望位置と施工位置の比較

4.1.2. インフラ設備の現地設置において生じた制約内容

(5) 安全対策上の制約

【2020年度成果】

実験実施に向け、警視庁交通部交通規制課様より首都高速道路羽田線空港西入口ETCゲート通過後の合流ハードノーズ部に設置予定の路側センサ②（本線合流部状況）及び路側センサ③（合流車線状況）において、道路利用者に対する安全対策が必要とのご指摘があり、設置した路側センサから一般車両を保護するための対策を実施。事故発生時のインフラ設備への衝突から一般車両を保護する衝撃吸収用部材を設置した。尚、直線的な合流車線を走行するドライバの視線誘導として、丸みのあるタンクより直線的なブロックを下図のとおり配置した。

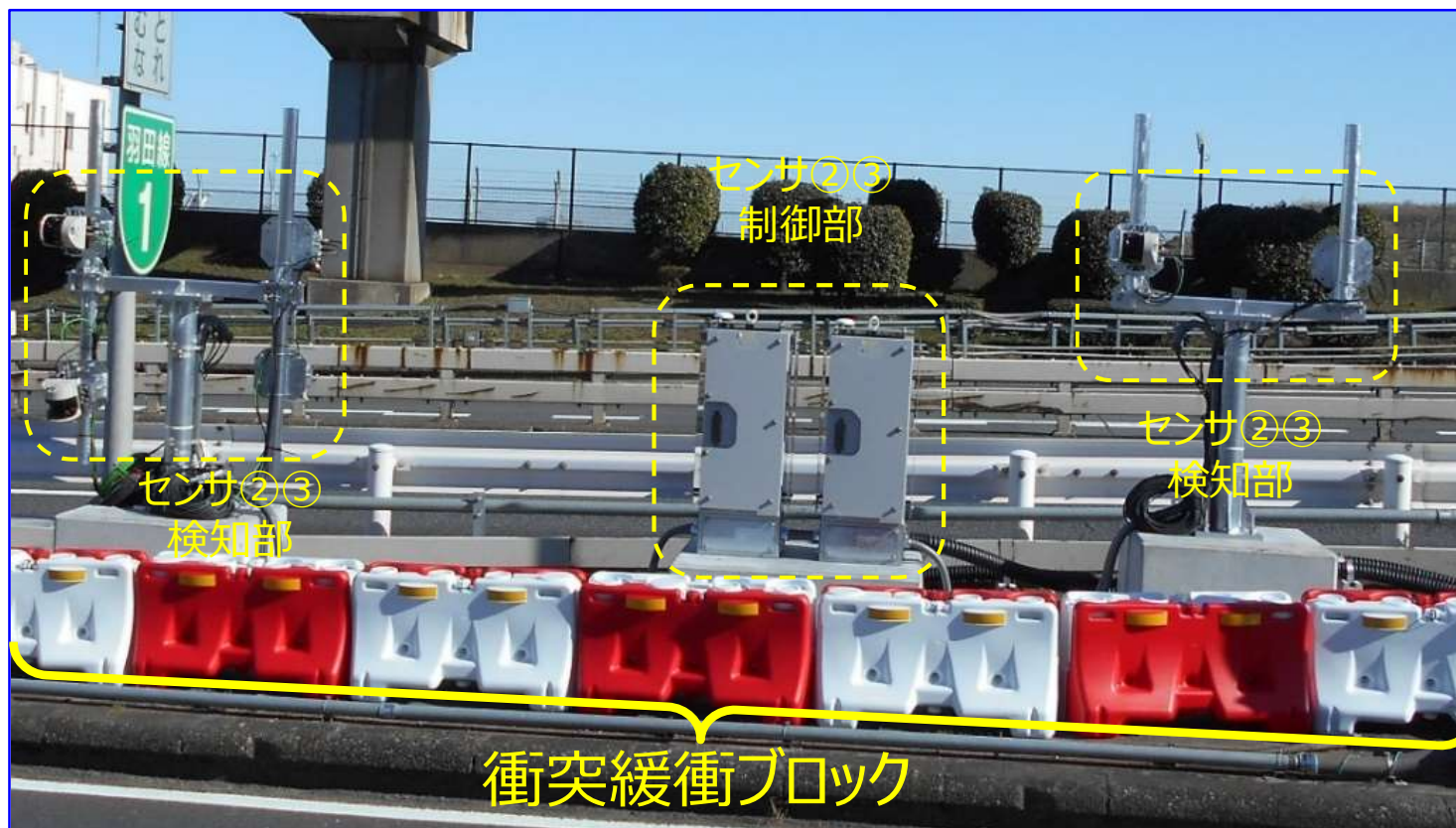


図. 路側センサ自工会殿設計要望位置と施工位置の比較

4.1.3. インフラ設備の現地設置に関わる手続きと工程管理

【2020年度成果】

高速道路の管理敷地内にインフラ設備を設置するにあたり、これまで実施した手続き、関係機関との調整を下記表に整理する。これら整理を示すことにより、高速道路合流支援に関わる設備設置の今後展開において、必要な事項を予め把握でき、工程など作業計画の精度向上、リスク軽減に資することができる考える。

表. インフラ設備の現地設置に関わる手続きと工程管理

手続項目	内容
設計協議／施工協議	高速道路の管理敷地内に設備を設置するため、その設計内容および施工内容の協議を道路管理会社と実施する必要あり。本協議の中で、他工事間との影響（設置場所、作業工程等）も調整される。 設計協議と施工協議のそれぞれに2、3カ月を要するが、占用実施者や占用物件により変動するため予めの確認、調整を道路管理者と実施する事が望ましい。
道路占用許可申請 ／道路占用協議	道路に一定の施設を設置して継続して道路を使用することを「道路の占用」という。「道路の占用」は、地上に施設を設置するだけでなく、地下への電気、水道など管路の埋設や電線などを道路上空に設置することも含まれる。 「道路の占用」に関わる手続きには次の2種類がある。 ① 道路占用許可申請：国以外が占用を行う場合 ② 道路占用協議：国が占用を行う場合 今回は、内閣府SIPの実証による占用であるため、「道路占用協議」を独立行政法人日本高速道路保有・債務返済機構に対して提出。 本申請に要する期間は、占用実施者や占用物件により変動するため予めの確認、調整を道路管理者・日本高速道路保有・債務返済機構と実施する事が望ましい。
道路使用許可申請	高速道路上での工事等は、道路の本来の用途に即さない道路の特別の使用行為となるため、警察署長の許可が必要となる。 時節などに応じて、交通規制抑制期間が定められているため予め該当の道路管理者への確認を実施する事が望ましい。

4. 首都高速道路上インフラ設備に関わる設置条件等検証について

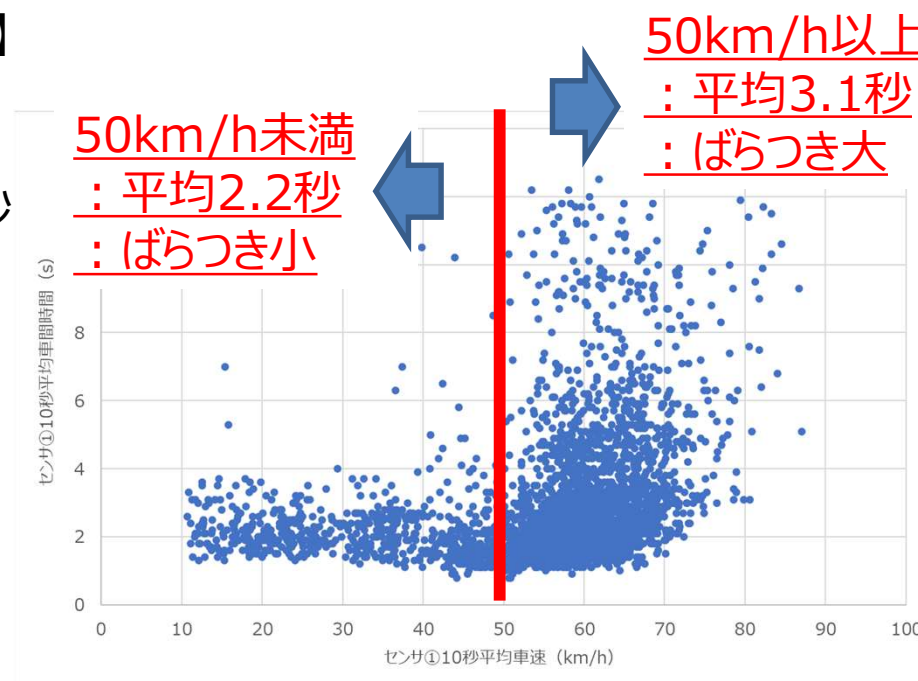
【2020年度成果】

4.2. 合流支援情報提供に関わる情報精度、インフラ設置位置の評価

4.2.1. ラップタイム計測：交通概況の分析

【センサ①平均車速別と平均車間時間の関係】

- 平均車間時間は、50km/h未満で平均2.2秒、50km/h以上で平均3.1秒
- 50km/h未満では車間時間が1.5～3.5秒に集中
- 50kmを超えると、車間時間のばらつきが大きくなる



※平均車間時間は12.5秒まで秒(0.1秒単位)により可変値のため、12.6秒以上の49サンプルを除いた3,269サンプルで分析

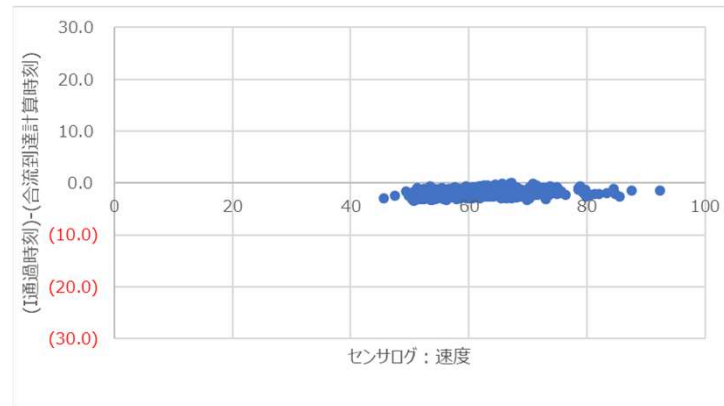
平均車速	サンプル数	平均車間時間(s)				
		平均	最大	最小	分散	中央値
50km/h未満	662	2.2	10.5	0.8	1.2	2.0
50km/h以上	2,607	3.1	12.5	0.8	3.3	2.4
全サンプル	3,269	2.9	12.5	0.8	3.8	2.2

4.2.2. 合流到達計算時刻と実際の到達時刻の差異分析

【2020年度成果】

順調

3/30 12:35~13:05

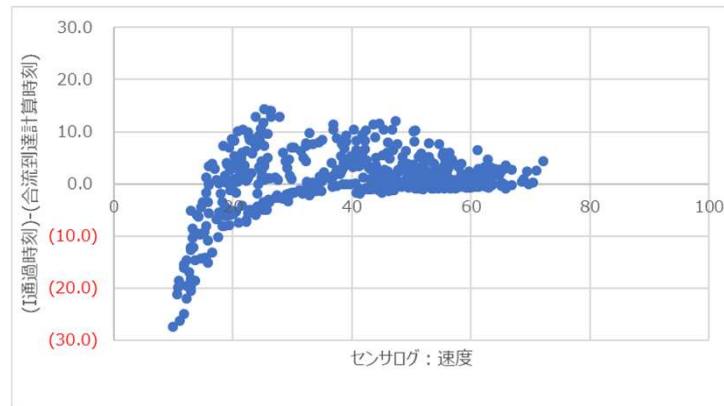


順調時：

- 50-75km/hの車両が大半
- 時刻差は±1.5秒程度

臨界

3/24 6:25~6:55

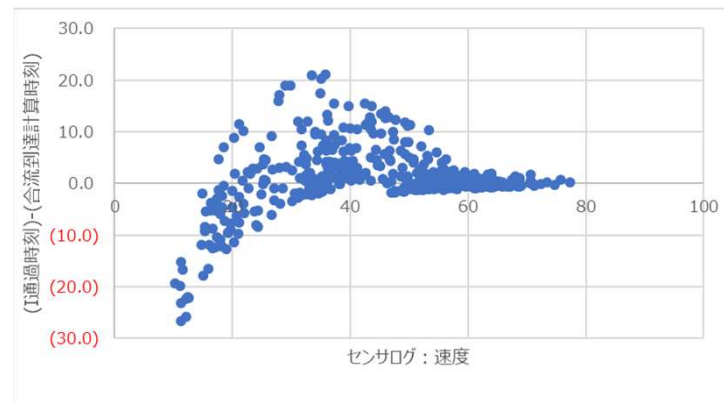


臨界・渋滞時：

- 10-40km/hの車両が存在
→ 渋滞で速度低下
- 低速車の乖離時刻がばらつき大
- 50-60km/hで走行の車両も、
順調時に比べて乖離時刻が
ばらつく
→ 交通状態の影響が乖離時刻
の要因として大きいと推察

渋滞

3/13 9:25~9:55



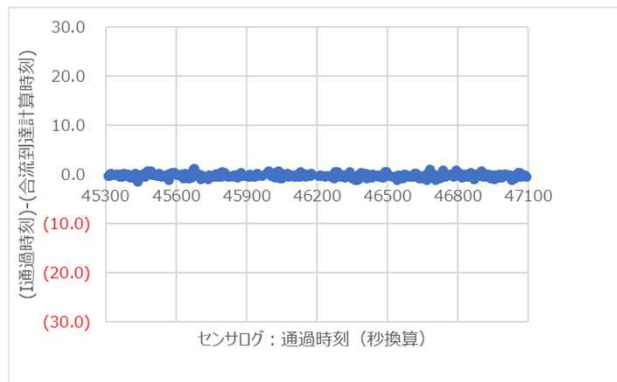
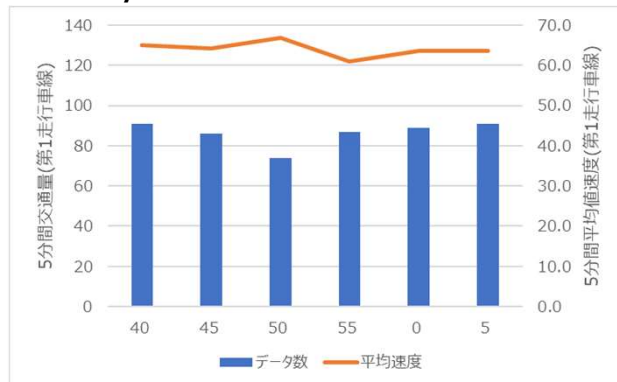
4.2.2. 合流到達計算時刻と実際の到達時刻の差異分析

【2020年度成果】

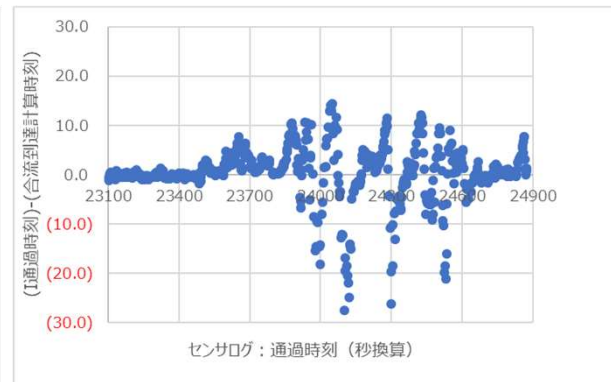
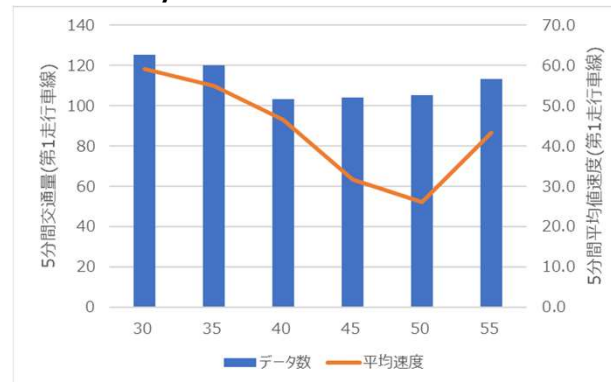
5分毎の交通状態と、到達時刻差を比較

→平均速度が急激に変化するタイミングで到達計算時刻の乖離が大きい

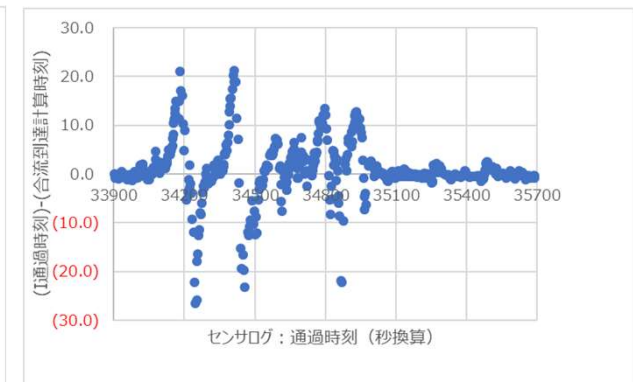
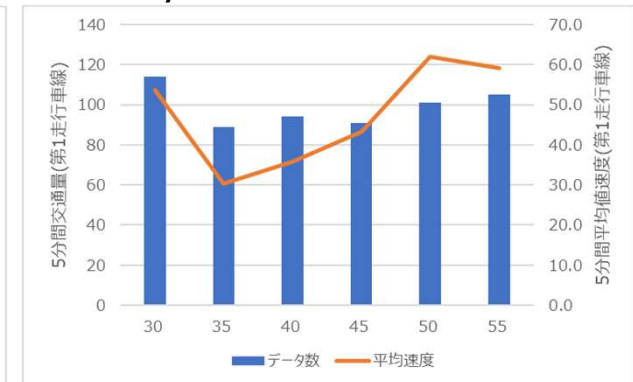
順調
3/30 12:35~13:05



臨界
3/24 6:25~6:55



渋滞
3/13 9:25~9:55



交通状態は事後的に把握できる事象

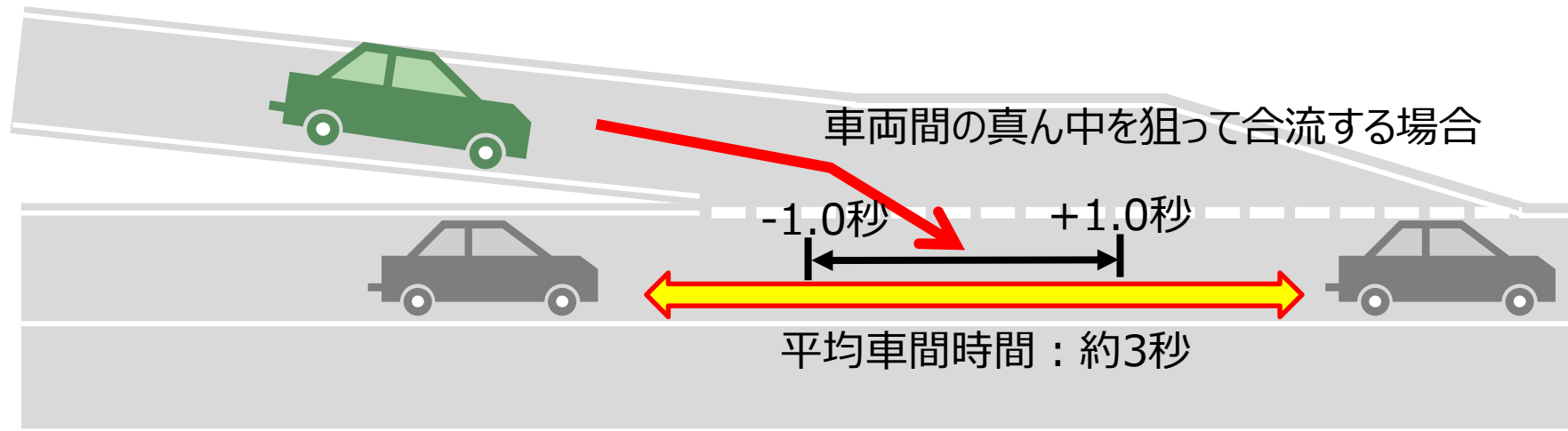
→交通状態を反映する事象は何か、合流車両に提供する情報として何が有効か検証

4.2.3. 合流到達計算時刻の信頼性評価

【2020年度成果】

【合流到達計算時刻の信頼性の定義（仮）】

- 本線順調時（50km/以上）、平均車間時間は平均3.1秒
- 仮に実験車両が、合流到達計算時刻を参考にギャップの真ん中を狙って合流する場合、合流到達計算時刻と実際の合流到達時刻の差が ± 1.0 秒以内であれば、狙ったギャップで合流可能



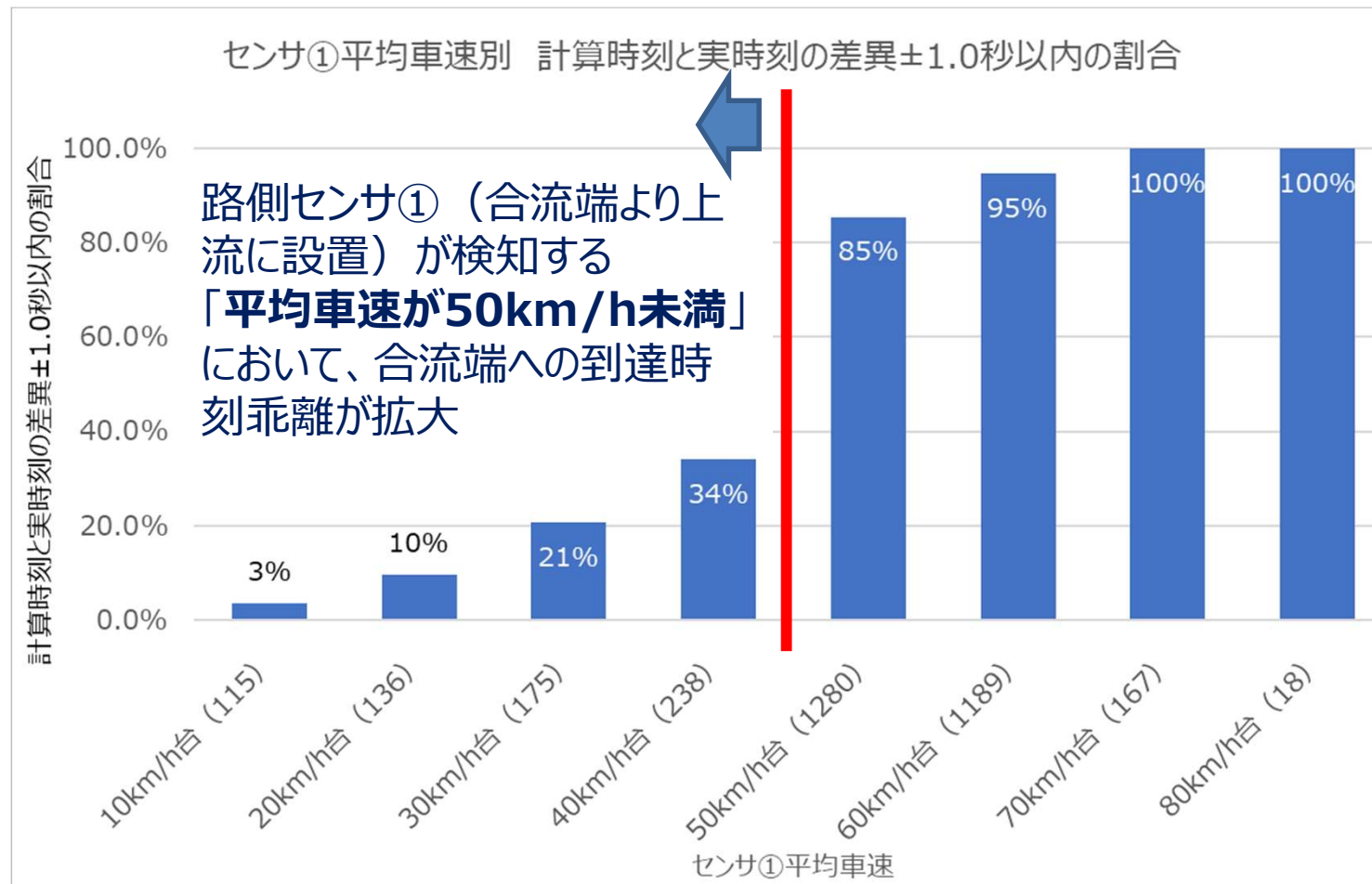
➡ 合流到達計算時刻と実際の合流到達時刻の差が ± 1.0 秒以内データの割合を信頼性と定義し評価

4.2.3. 合流到達計算時刻の信頼性評価

【2020年度成果】

【実証実験データからの評価】

センサ①平均車速別 計算時刻と実時刻の差異±1.0秒以内の割合



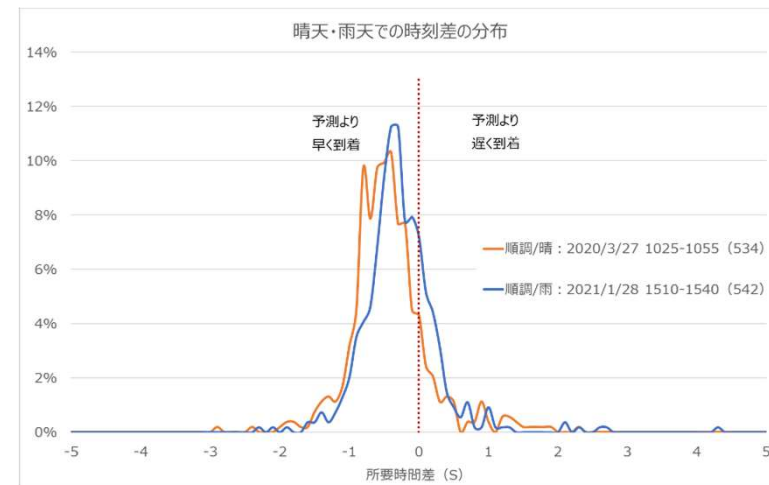
4.2.3. 合流到達計算時刻の信頼性評価

【2020年度成果】

【参考評価】 天候別 計算時刻と実時刻の差異±1.0秒以内の割合

同等の交通流状況において、天候別（晴天時／雨天時）における合流到達計算時刻と実際の合流到達時刻の差を確認したところ、天候による影響を受けないことを確認した。

雨天時（1/28）と晴天時（3/27）の到達時刻差を比較。大きな差はなく、分布形状が一致⇒雨天が到達計算時刻差に与える影響は少ないと考えられる



	順調/晴 : 2020/3/27 1025-1055	順調/晴 : 2020/3/27 1250-1320	順調/晴 : 2020/3/30 1235-1305	順調/晴 : 2020/3/30 1305-1335	臨界/晴 : 2020/3/24 0625-0655	渋滞/晴 : 2020/3/13 0925-0955	順調/雨 : 2021/1/28 1510-1540
データ数	534	513	505	500	647	577	542
平均差異	-0.427	-0.402	-0.260	-0.267	0.492	0.746	-0.275
中央値	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	0.3	-0.1	-0.3
最大差異	2.3	2.6	1.2	2.4	14.3	21.1	4.3
最小差異	-2.9	-1.9	-1.4	-1.5	-27.5	-26.6	-2.3
分散	0.3	0.2	0.1	0.2	28.5	31.5	0.3
階級別ピーク	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.5	-0.3
最大階級比率	10.3%	15.8%	15.2%	15.6%	3.7%	5.2%	11.3%
誤差±0.5比率	52.4%	66.3%	79.8%	78.6%	26.9%	30.0%	69.9%
誤差±1.0比率	89.7%	95.7%	98.0%	96.6%	40.8%	49.6%	93.9%

※晴天の比較対象は 雨天時と5分間平均速度の傾向が最も類似している時間帯を選定（次頁で比較）

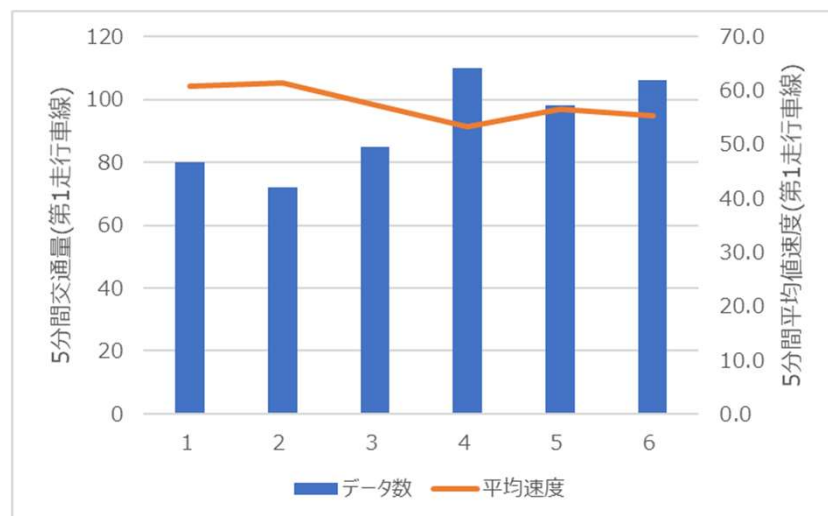
4.2.3. 合流到達計算時刻の信頼性評価

【2020年度成果】

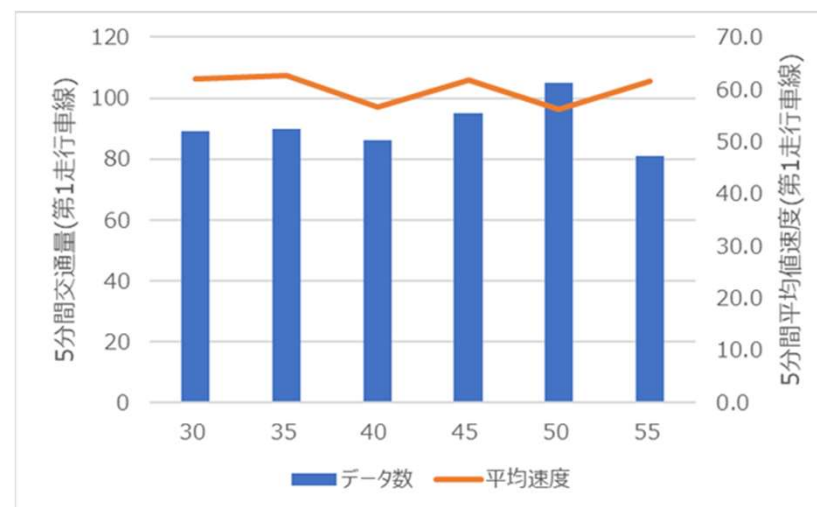
(参考) 雨天時・晴天時交通概況データの比較

日時	1/28 (木) 15:10~15:40	3/27 (金) 10:25~10:55
天候	雨	晴
交通状況	順調 第一走行車線の車両数：566台 合流車両数：46台 平均車間時間：2.9秒	順調 第一走行車線の車両数：518台 合流車両数：70台 平均車間時間：2.8秒

1/28 雨



3/27 晴



【第一走行車線の交通量・速度（CD区間）】

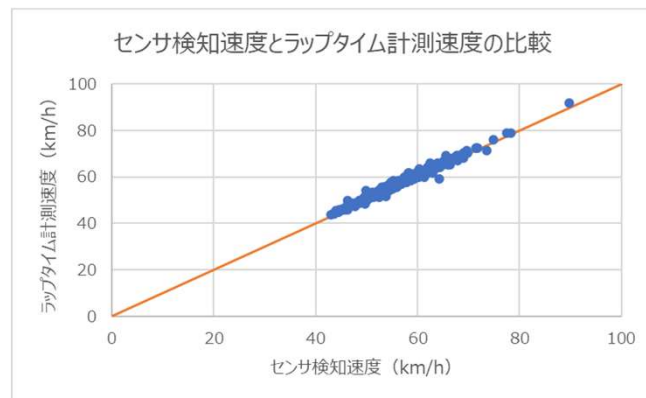
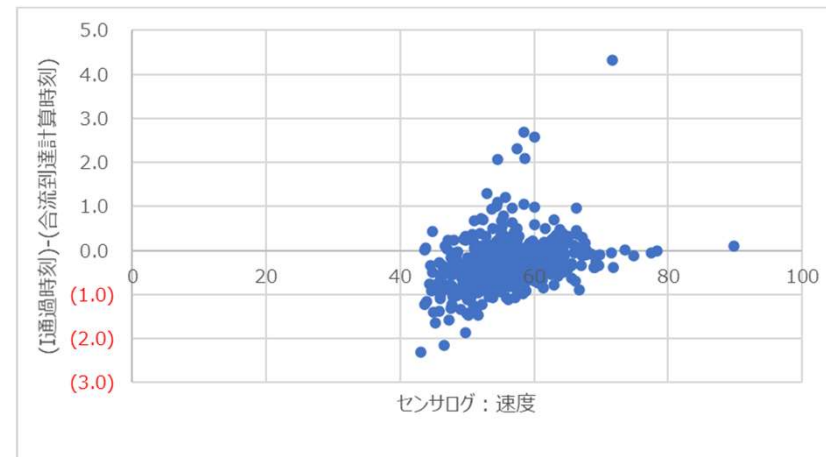
4.2.3. 合流到達計算時刻の信頼性評価

【2020年度成果】

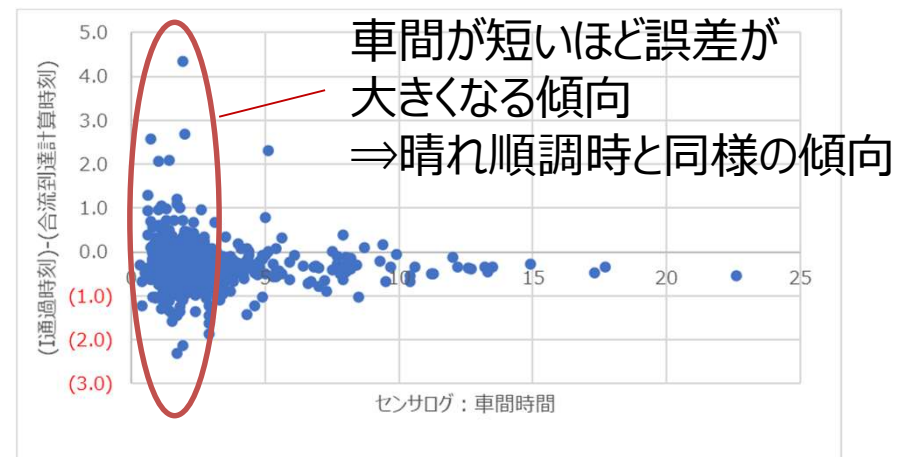
(参考) 雨天時の合流到達計算時刻と実際の到達時刻の差異分析

ハードノーズ通過時刻と到着計算時刻の差 = ハードノーズ通過時刻 - 到着計算時刻
プラス : 実際にハードノーズを通過した時刻より、早く到着すると推定
マイナス : 実際にハードノーズを通過した時刻より、遅く到着すると推定

データ数	542
平均差異[秒]	-0.275
最大差異[秒]	4.333
最小差異[秒]	-2.312
分散	0.314



センサでの検知時刻とラップタイム計測でのCD区間速度を比較
⇒一致していることから雨天時のセンサ精度の低下は認められない



4.2.4. 空港西入口における傾向についての考察

【2020年度成果】

- 本線順調時（50km/以上）、平均車間時間3.1秒、
この時、計算時刻と実時刻の差異±1.0秒以内の割合は85%以上
 - 一方、本線交通状態が臨界・渋滞時（50km/未満）、平均車間時間2.2秒、
到達計算時刻と実際の到達時刻との乖離が非常に大きくなる
- ➡センサで検知可能な事象をもとに、合流部到達計算時刻の乖離が大きくなる可能性を
通知可能であると考えられる

【合流支援情報の高度化に関する示唆】

- 合流車に対して「センサ①平均車速が50km/h未満」の提供情報は、到達計算時刻が
乖離する可能性を合わせて通知することで、車両制御の参考となりうる
（情報提供フォーマットへの提案を次項に記載）

4.2.5. 合流支援サービスの情報提供フォーマットへの提案（案）

【2020年度成果】

下記の赤枠の項目を踏まえ、合流到達計算時刻の乖離が見込まれる場合、
情報信頼度（青枠）に計算時刻の乖離可能性を示す値を設定することが望ましい

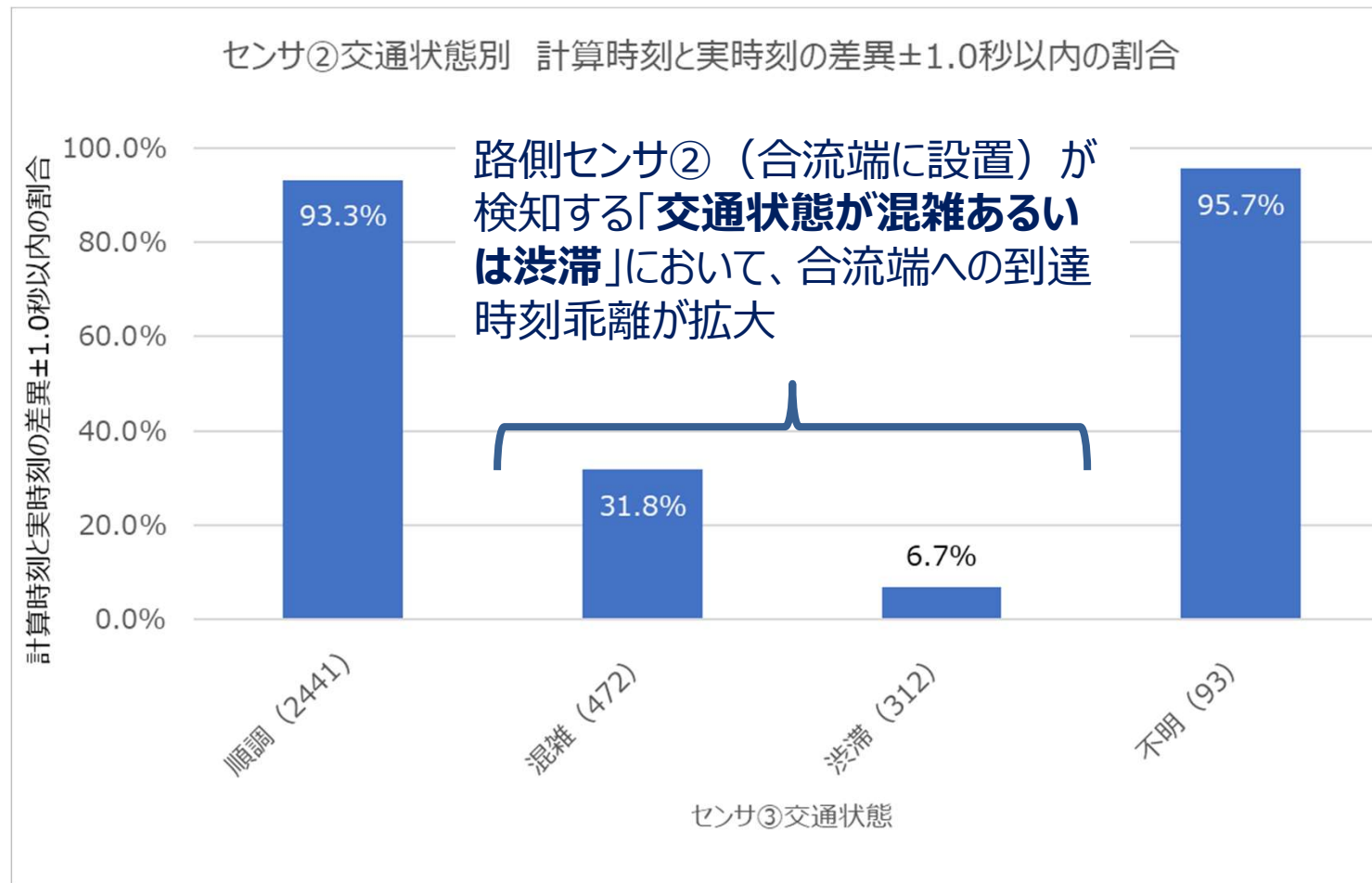
□：車両制御の参考と
なりうる情報

No.	項目		bit長	byte	No.	項目		bit長	byte	No.	項目		bit長	byte	
1	電波 ビ-コン 共通 ヘッダ	情報種別	8	2	31	本線 上流部 (センサ①)	交通量(過去10秒)	5	6	72	到達	対象車両台数(n)	8	1	
2		情報メニュー有無フラグ	1		32		平均車速(過去10秒)	11		73	時刻 情報	車両No.	10	8	
3		制御フラグ	1		33		予備	1		74			第1車線		1
4		センタ編集情報識別フラグ	1		34		平均車間時間(過去10秒)	7		75			第2車線		1
5		予備	6	35	予備	3	76	第3車線		1					
6		情報メニュー(有無フラグ=1の場合のみ)	32	36	通過時刻(時)	5	77	第4車線	1						
7	メッセージサイズ	16	2	37	通過時刻(分)	6	78	第5車線	1						
8	情報生成日(年)	情報生成日(月)	4	6	38	通過時刻(秒)	10	79	第6車線	1					
9					交通 状況 概況	連絡路 合流部 (センサ③)	39	予備	3	80		予備	3		
40							車両 通過 時間1	41	通過時刻(時)	5		81	合流部到達日	5	
42								通過時刻(分)	6	82		予備	3		
43								通過時刻(秒)	10	83	合流部到達時	5			
44					予備	3		84	合流部到達分	6					
45					車両 通過 時間2	46	通過時刻(時)	5	85	合流部到達秒	10				
47						通過時刻(分)	6	86	予備	2					
48						通過時刻(秒)	10	87	情報信頼度	3					
49						交通量(過去10秒)	5	88	速度	11					
50	センシングタイプ	51	センシングタイプ	3	89	予備	7								
52		平均車速(過去10秒)	4	90	車長	9									
53		交通状況(過去10秒)	2	91	予備	6									
54		合流下流部交通状況	2	92	前方車両との車間時間	10									
55	気象 状況	56	予備	5	93	車 両 位 置 情 報	予備	3							
57		天気	3	94	計測時刻(時)		5								
58		予備	1	95	計測時刻(分)		6								
59		降雨・降雪量	7	96	計測時刻(秒)		10								
60	基本 情報 (合流部)	61	合流方向	2	97	加速車線起点部からの距離(+,-)	1								
62		加速車線長	14	98	加速車線起点部からの距離	15									
63		加速車線数	4	99	:	:									
64		連結路車線数	4	100	:	64									
65	基本 情報 (本線部)	66	予備	1	101	車両30	32								
67		情報提供位置～加速車線起点部の距離	15	102	車両位置情報	40									
68		ハードノーズ部の緯度	32	103	:	:									
69		ハードノーズ部の経度	32	104	:	64									
70	基本 情報 (本線部)	71	予備	1	105	車両n	32								
72		センサ①設置位置～加速車線起点部の距離	15	106	車両位置情報	40									
73		予備	1												
74		センサ②設置位置～加速車線起点部の距離	15												
75	基本 情報 (本線部)	76	予備	1											
77		センサ③設置位置～加速車線起点部の距離	15												
78		予備	1												
79		センサ③設置位置～加速車線起点部の距離	15												
80	対象車両台数n	81	対象車両台数n	8	1										
82		車両No.	10												

4.2.5. 合流支援サービスの情報提供フォーマットへの提案（案）

【2020年度成果】

【参考評価】センサ②による交通状態別 計算時刻と実時刻の差異±1.0秒以内の割合



4.2.5. 合流支援サービスの情報提供フォーマットへの提案（案）

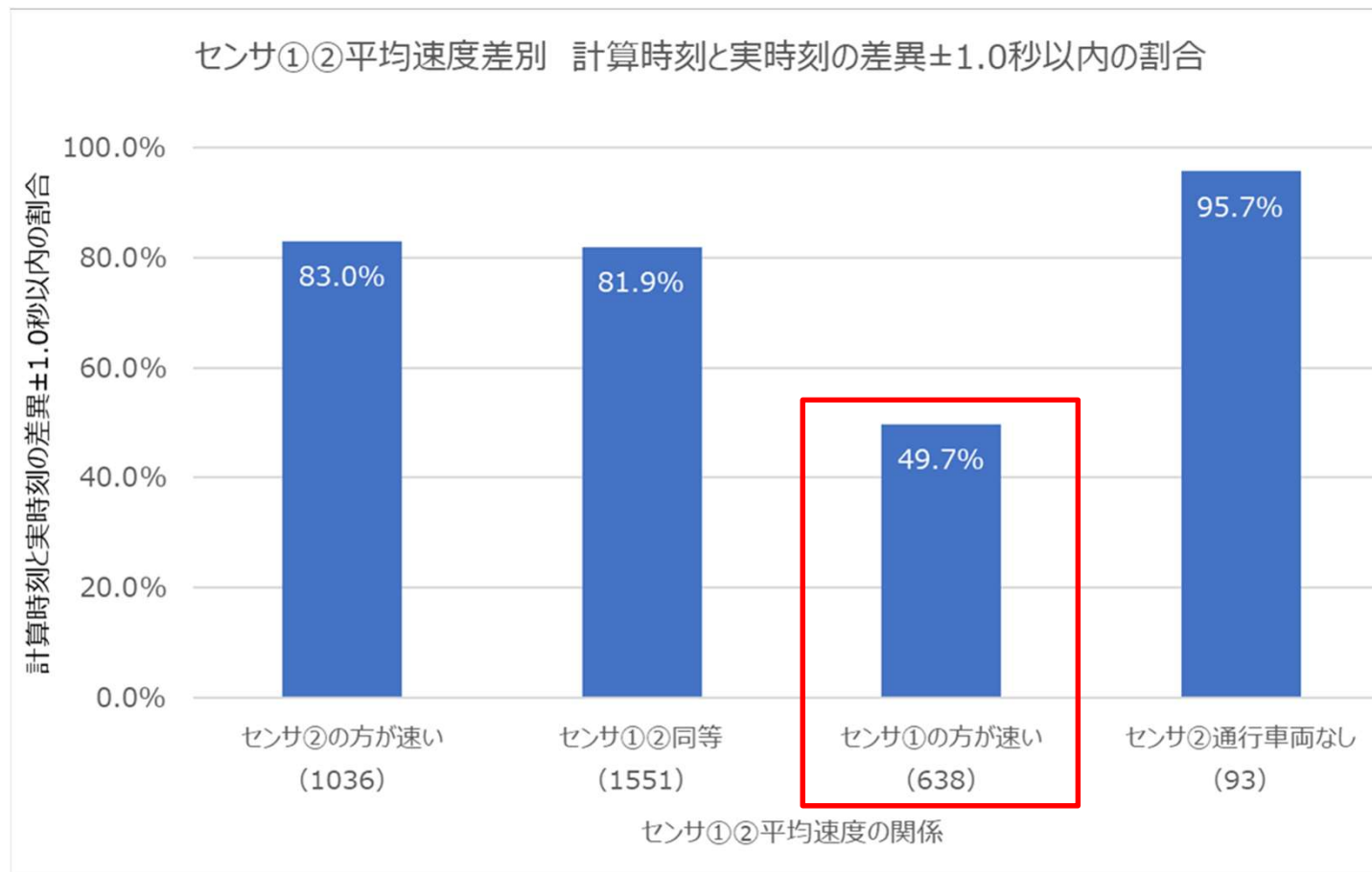
【2020年度成果】

【参考評価】センサ①と②の平均速度差別 計算時刻と実時刻の差異±1.0秒以内の割合

センサ①平均速度がセンサ②平均速度より速いサンプル（＝合流部付近が混雑して速度が落ちている）は、**合流端への到達時刻乖離が拡大**

センサ②の平均車速は、0km/hから10km/hずつで区切った階級値→センサ①の平均車速も階級値に変換、階級値での比較を実施

※階級値が同じとき平均速度同等とみなす 例) センサ①：55km/h かつ センサ②：50km/h以上60km/h未満



4.2.6. 提供情報別 合流到達計算時刻と実際の到達時刻の差異分析

【2020年度成果】

合流到達計算時刻の乖離に影響を与える可能性がある事項は以下のとおり。

No.	分析の指標	時刻の乖離に影響	結果
1	本線センサ部の10秒間交通量		-
2	本線センサ部の10秒間平均速度	◎	50km/h未満のとき時刻乖離あり
3	本線センサ部の10秒間平均車間時間	○	3.5秒未満のとき時刻乖離あり
4	本線センサ部通過時の車間時間	○	3.5秒未満のとき時刻乖離あり
5	本線合流部の交通状態	◎	混雑・渋滞時に時刻乖離あり
6	本線合流部の10秒間平均速度	◎	50km/h未満のとき時刻乖離あり
7	合流車線合流部の10秒間交通量		-
8	車種		-
9	前方車両車種		-
10	車種と前方車種の組合せ		-
11	本線合流部での合流車視認		-
12	前方車との速度差別		-

4.2.6. 提供情報別 合流到達計算時刻と実際の到達時刻の差異分析

【2020年度成果】

【分析指標：No.2】

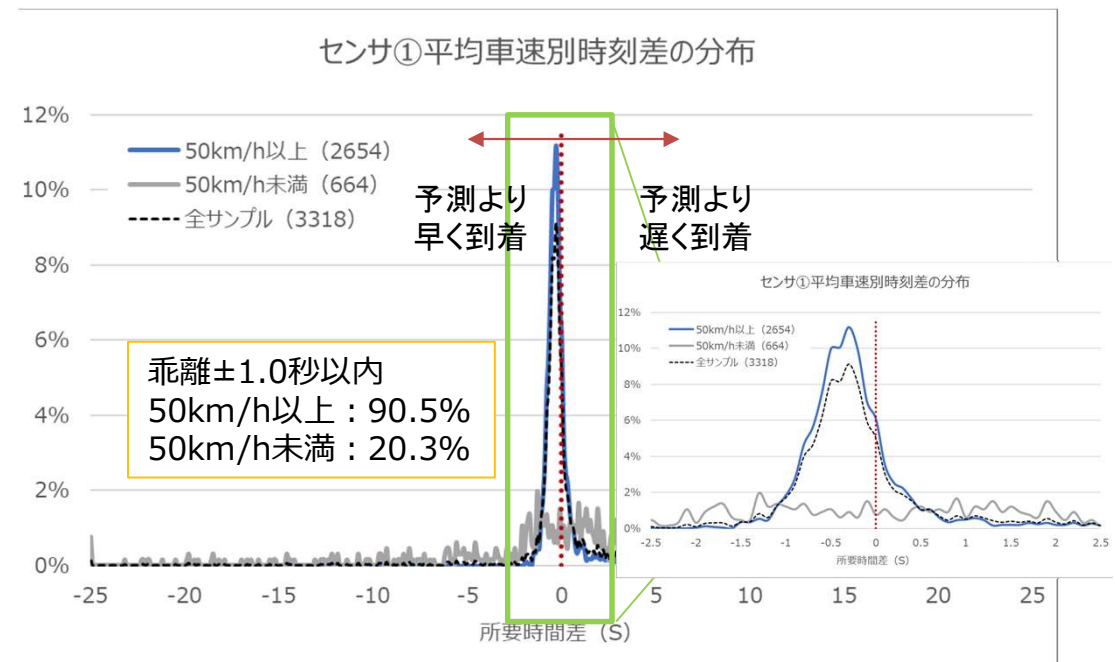
本線センサ部の10秒間平均速度別（交通概況情報：センサ①平均車速）

差異あり

【50km/hを境に傾向の差あり】

50km/h以上：
ヒストグラムを中心は乖離時刻0.3の
階級

50km/h未満：
50km/h以上より分散が著しく大きく
ばらつきあり
→到達計算時刻に乖離が生じる
予測より遅く到着する車両の方が多く
みられる



	50km/h以上	50km/h未満
データ数	2654	664
平均差異	-0.1	0.6
中央値	-0.3	0.9
最大差異(正)	12.4	21.1
最大差異(負)	-2.0	-27.5
分散	1.1	52.2
階級別ピーク	-0.3	-1.3
ピーク階級比率	11.2%	2.0%

所要時間差
＝ラップタイム地点I通過時刻－到達計算時刻
ヒストグラムは小数点第2位を四捨五入して集計

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【センサ位置に関する分析の目的】

- 本実証実験では、本線車を検知するセンサを合流起点から148.3m上流に設置
- 合流車に提供する到達計算時刻は「本線がセンサ通過時の速度を保持して合流起点まで走行する」として仮定して算出
- センサ位置によって実到達時刻と到達計算時刻の差の傾向が異なる可能性
 - センサが合流部に近い：合流部まで同じ速度が保たれ、乖離時刻のばらつきが小さい
 - センサが合流部から遠い：合流部到達までに速度が変動し、乖離時刻のばらつきが大きい

【検証方法】

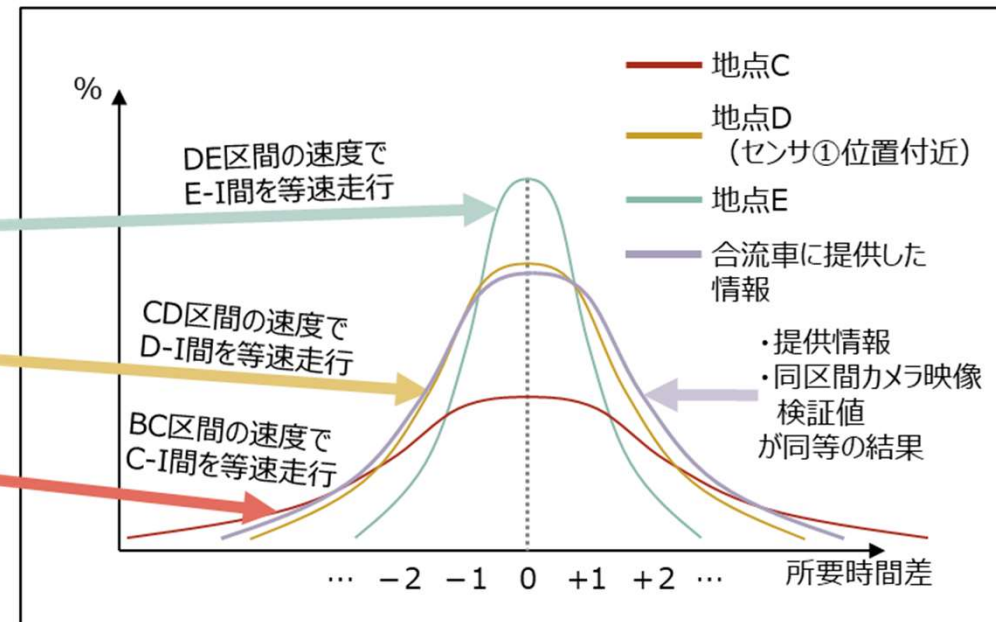
- ラップタイム計測で算出した各地点での速度をもとに到達計算時刻を算出、実到着時刻との差を計算
- 各地点～合流部の距離と合流部到達計算時刻のばらつきを比較し、関連を調べる



4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【センサ設置個所ラップタイム計測実施の地点詳細図】



4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

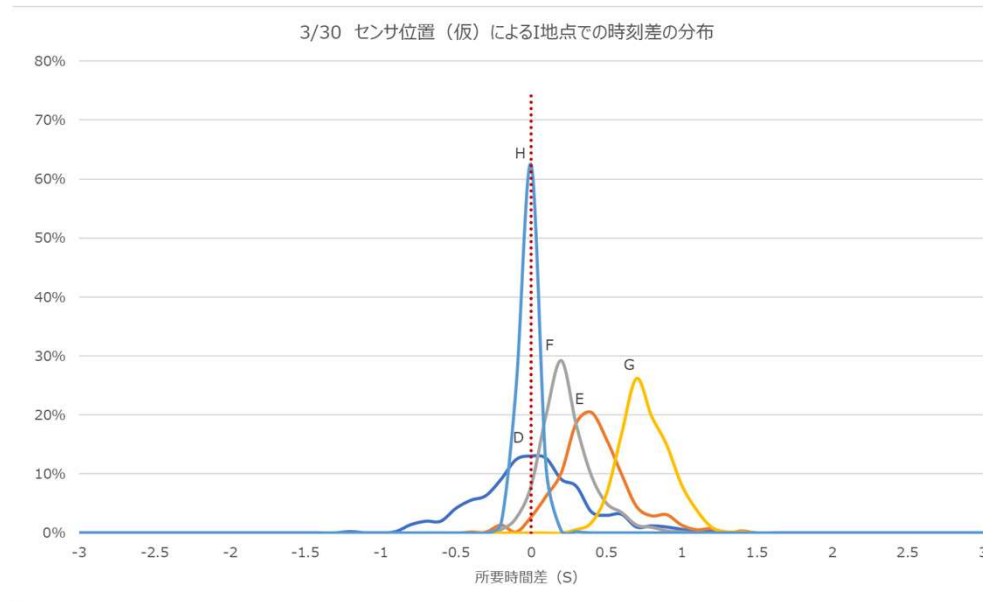
【2020年度成果】

【センサを下流に移動させた場合の時刻差分布】

ハードノーズ通過時刻と到着計算時刻の差 = ハードノーズ通過時刻 - 到着計算時刻

プラス：実際にハードノーズを通過した時刻より、早く到着すると推定

マイナス：実際にハードノーズを通過した時刻より、遅く到着すると推定



センサ位置	等速直線運動で仮定する速度
D	CD区間速度
E	DE区間速度
F	EF区間速度
G	FG区間速度
H	GH区間速度

G地点にセンサを仮定すると、他の地点よりも早く到着すると予測する傾向

→原因として考えられるのは2点

①ラップタイム計測誤差

地点F・地点Gとも後方から車両をとらえる画角のため、速度を過大に計測した可能性

②道路線形

合流部に向かう直線 + 下り勾配の影響でFG区間速度が上昇した可能性

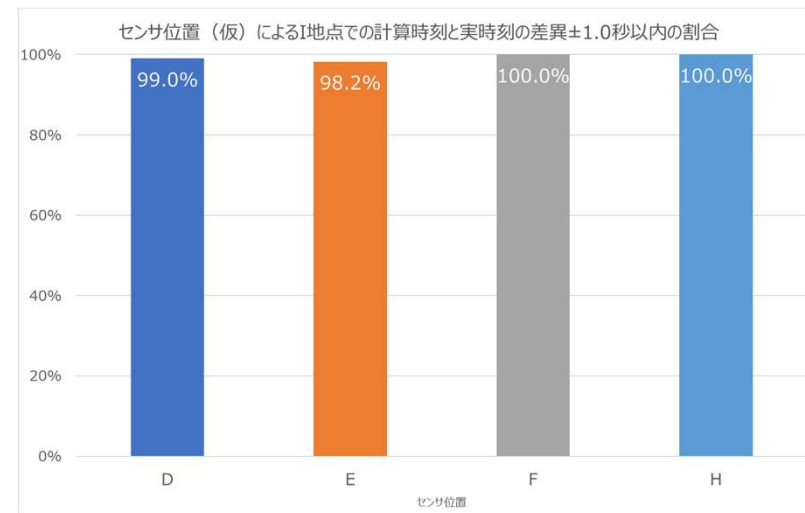
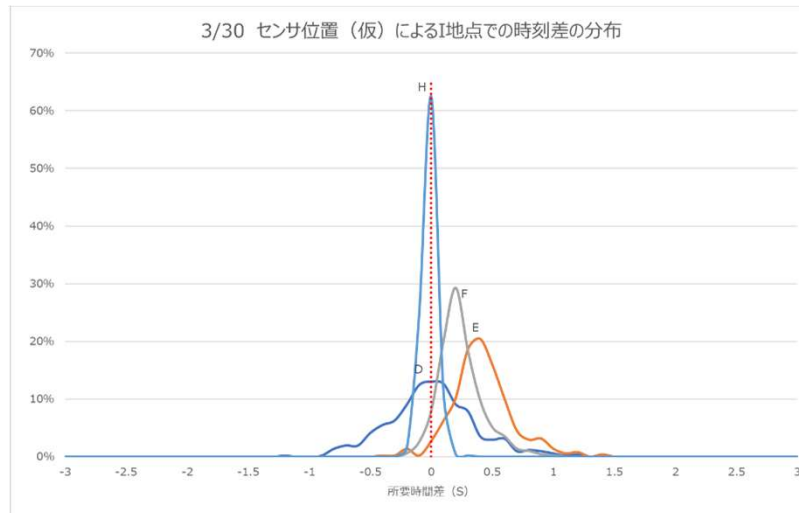
→時刻の乖離が大きな地点Gは除いて分析を行う

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

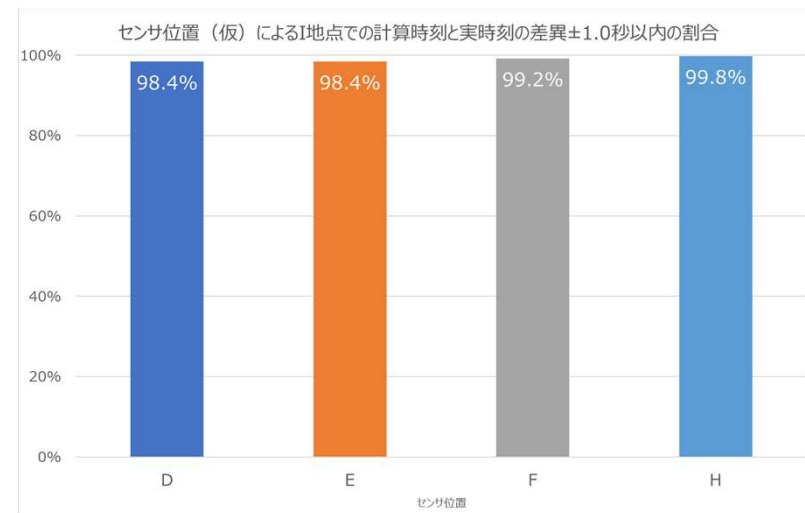
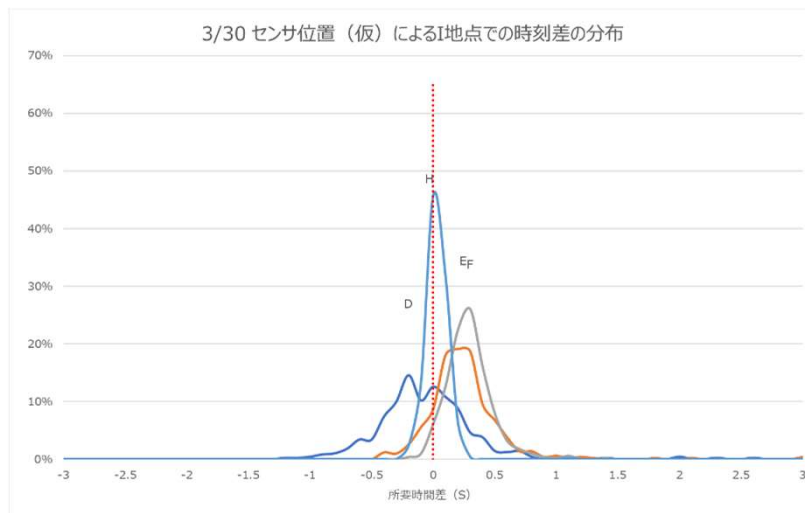
【2020年度成果】

【センサを下流に移動させた場合の時刻差分布（時刻別）】

3/30 12:35-13:05



3/30 13:05-13:35

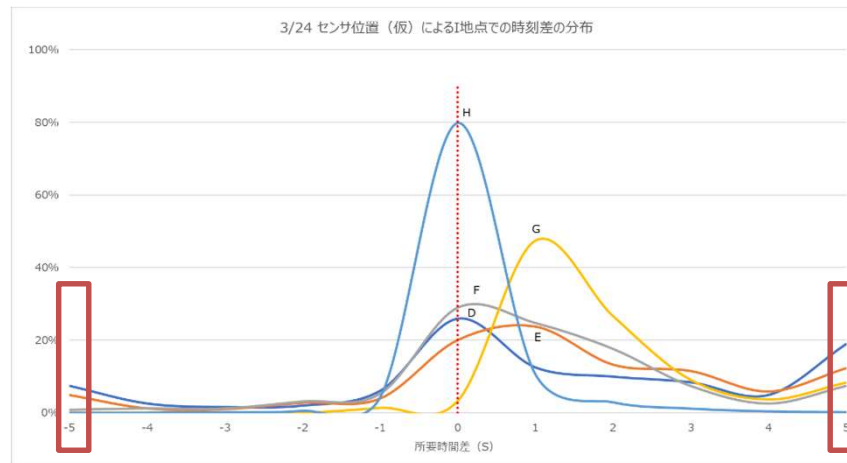


4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

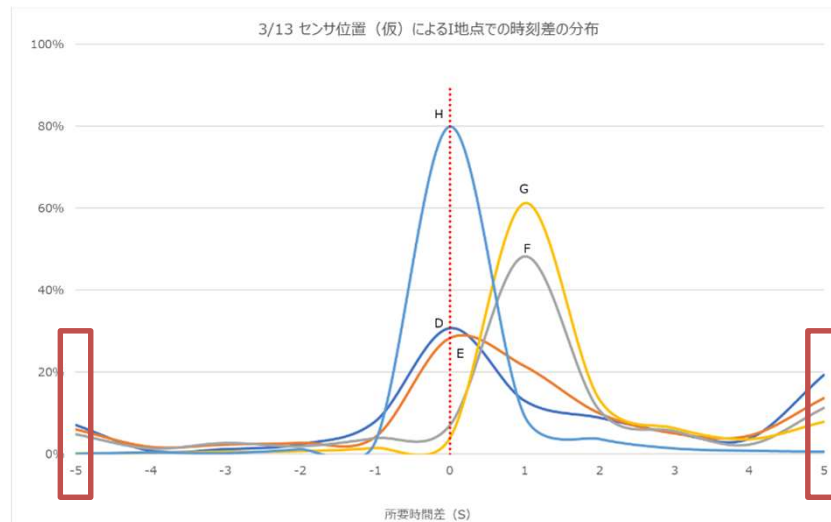
【2020年度成果】

【センサを下流に移動させた場合の時刻差分布（交通状態別）】

＜臨界時＞ 3/24 06:25-06:55



＜渋滞時＞ 3/13 09:25-09:55



【参考】

臨界時（3/24）、渋滞時（3/13）

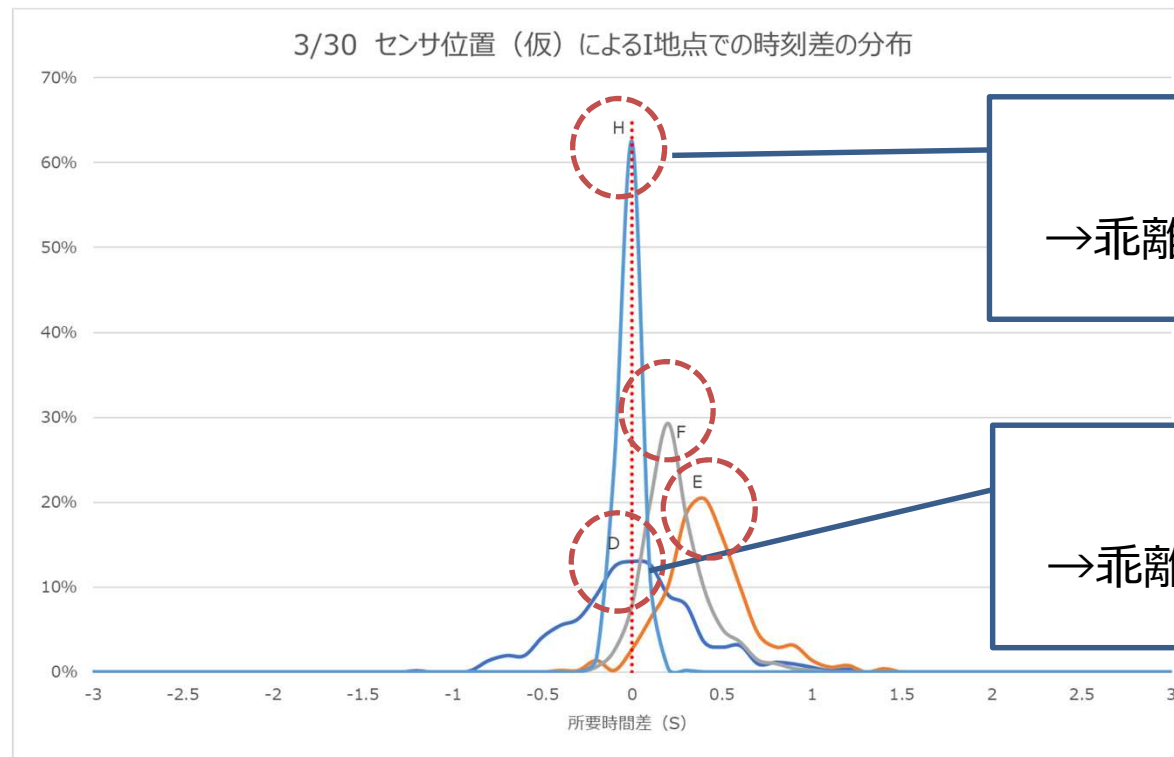
- 乖離時刻が±5秒以上の事例が多く発生
- 最も合流部に近い地点Hでのばらつきが最も小
- 地点Gの場合、他地点よりも早い到着を予想する傾向は順調時と同様

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【センサ位置と合流部到達計算時刻のばらつきの関連性】

各地点～合流部の距離と合流部到達計算時刻のばらつきを比較し、関連を調べる
→時刻の乖離分布の最頻値の比率で比較



最頻値の比率：大
→乖離の分散が小さく、ばらつき小

最頻値の比率：小
→乖離の分散が大きく、ばらつき大

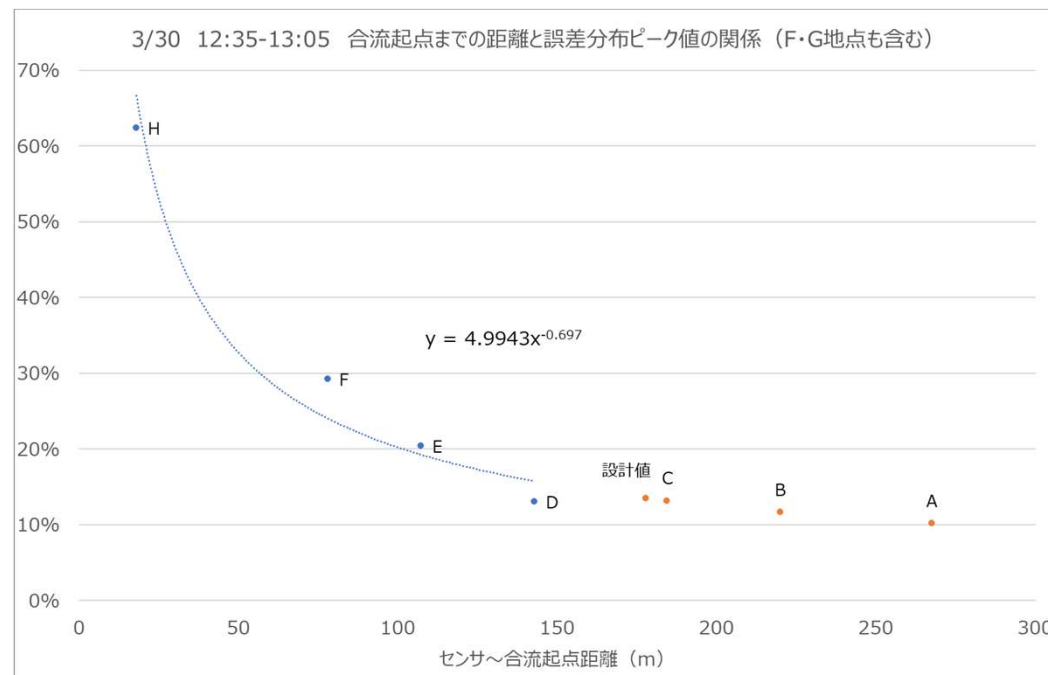
4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【センサ位置と合流部到達計算時刻のばらつきに関連性（ピーク値推定）】

合流部から遠ざかるほどピーク値は小さくなる→累乗近似を仮定

ラップタイム計測の結果（地点D・E・F・H）と距離の関係から、近似曲線を算出
路側カメラの撮影範囲外の地点（地点A・B・C）の距離からピーク値を推定



各地点から合流起点までの距離とピーク値

	H	F	E	D	C	B	A
距離 (m)	18.02	78.03	107.23	142.86	184.48	219.92	267.52
ピーク値 (%)	62%	29%	20%	13%	13%	11%	10%

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

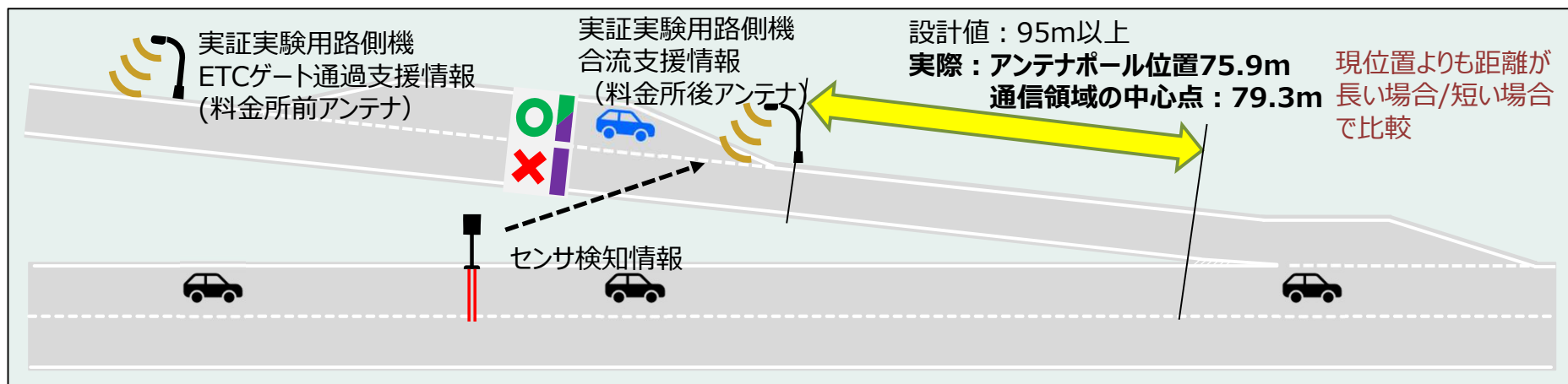
【2020年度成果】

【情報提供位置に関する分析の目的】

- 本実証実験では、合流支援情報配信アンテナを合流部から79.5m上流に設置
- 情報提供から合流部到達までの距離が長いほど、加速度調整による合流タイミングの調整しろは大きくなる

【検証方法】

- ETCゲート通過後の合流車の想定速度プロファイル（最早・最遅の2パターン）で、合流部到達までの所要時間を算出
- アンテナ～合流部の距離を変化させ、調整しろの関係を導出する
→目標速度毎に検証を行う



空港西入口 合流支援情報提供アンテナの設置位置

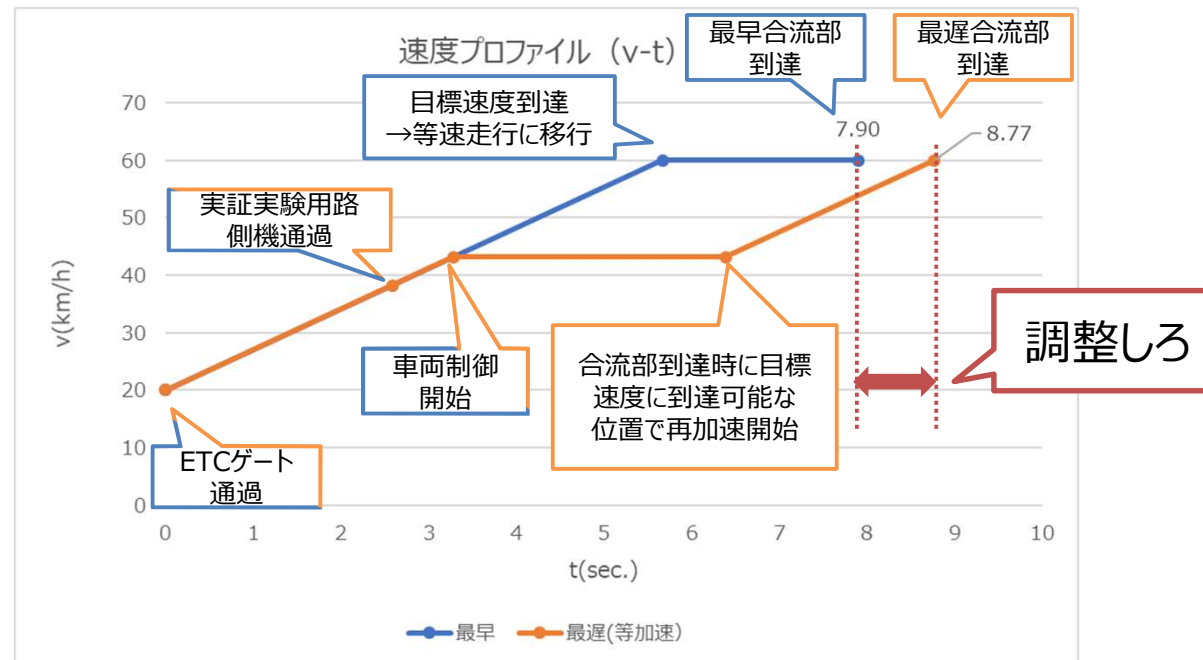
4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【調整しろの算出】

- 合流車の想定速度プロファイルから調整しろを算出

$$(\text{調整しろ}) = (\text{最遅プロフィールでの所要時間}) - (\text{最早プロフィールでの所要時間})$$



【変数】 上記グラフの入力値は下記の通り

目標速度：60km/h

実証実験用路側機～合流起点の距離：79.3m（空港西の実設置位置）

【固定値】

ETCゲート通過時の速度：20km/h

ETCゲート～実証実験用路側機の距離：20.9m

実証実験用路側機通過～CAN出力終了所要時間：0.7秒

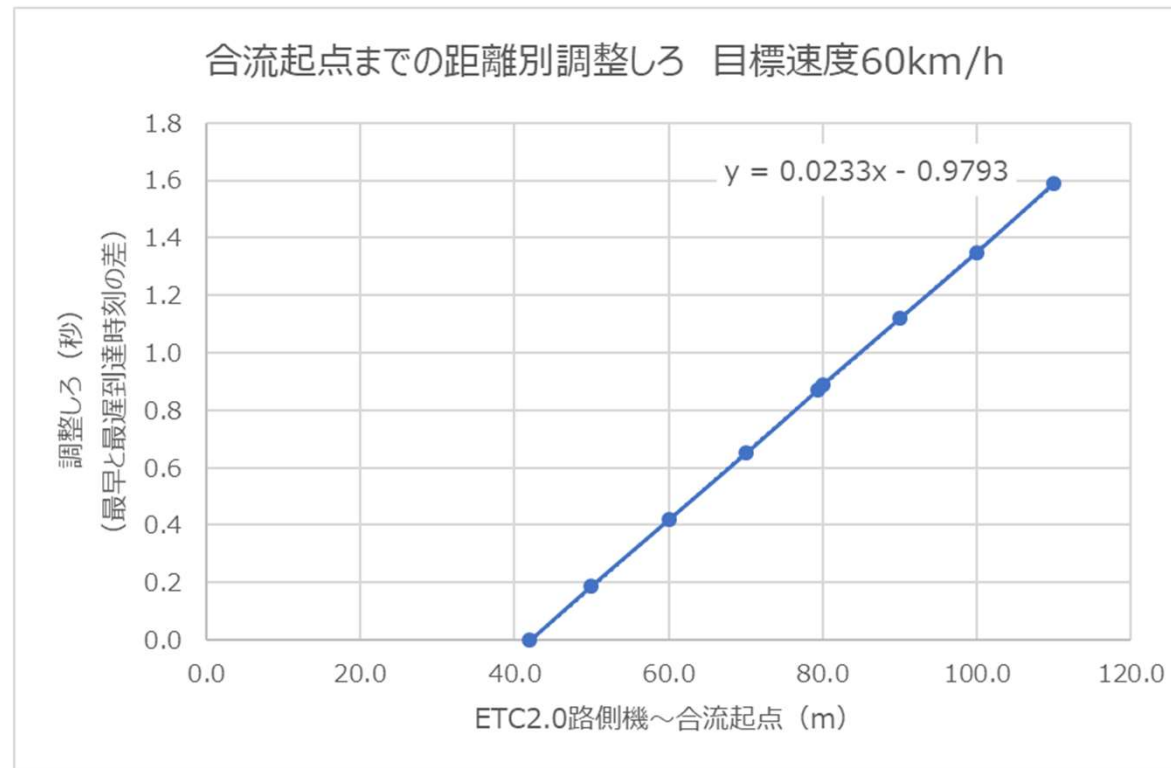
加速度：0.2G

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【合流起点までの距離と調整しろの関係（目標速度60km/h）】

目標速度60km/hとし、実証実験用路側機から合流部の距離を変化させた場合の調整しろを算出



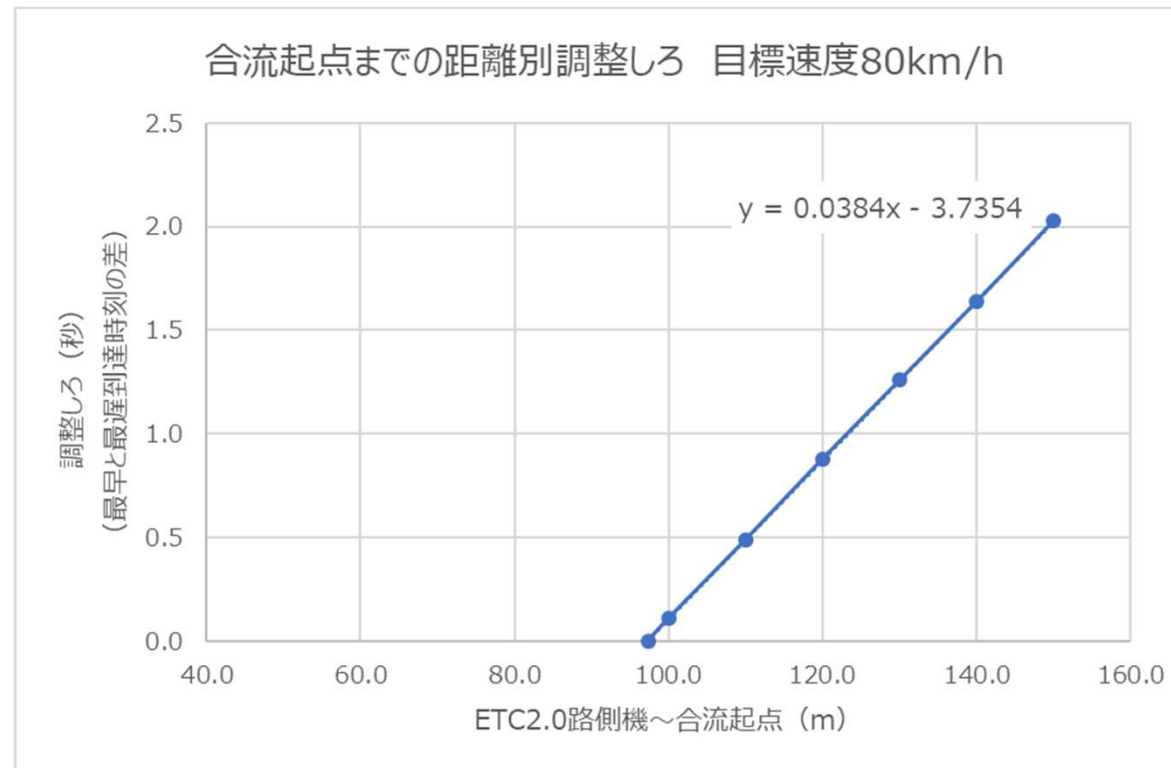
- 実証実験用路側機から合流部まで42m未満では、合流部到達時に60km/hに達しない
- 空港西の実設置位置は合流起点まで79.3m（通信領域の中心点との距離）で、調整しろは0.78秒

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【合流起点までの距離と調整しろの関係（目標速度80km/h）】

目標速度80km/hとし、実証実験用路側機から合流部の距離を変化させた場合の調整しろを算出



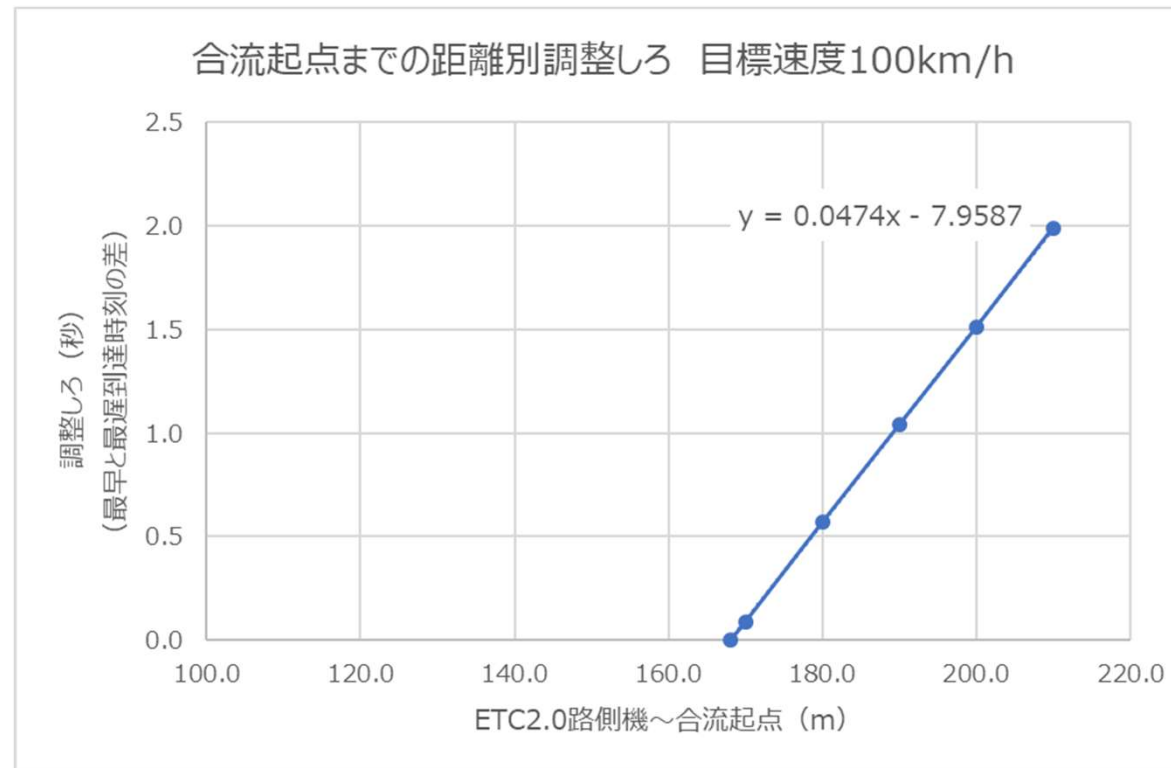
- 実証実験用路側機から合流部まで97.3m未満では、合流部到達時に80km/hに達しない
- 空港西の実設置位置は合流起点まで79.3m（通信領域の中心点との距離）であるため、十分な加速を行えない

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【合流起点までの距離と調整しろの関係（目標速度100km/h）】

目標速度100km/hとし、実証実験用路側機から合流部の距離を変化させた場合の調整しろを算出



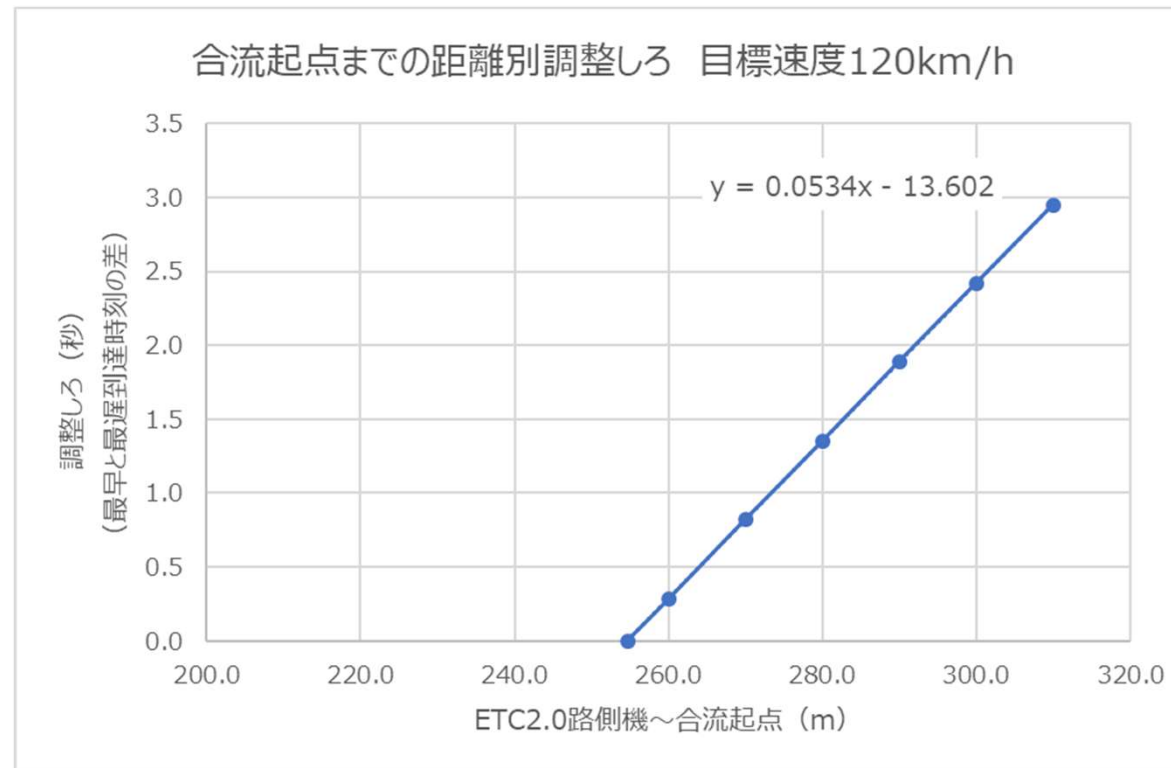
- 実証実験用路側機から合流部まで168.0m未満では、合流部到達時に120km/hに達しない
- 都市間高速等、本線車両の速度が速い区間における合流支援では、情報提供後に十分加速できるだけの距離が必要

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【合流起点までの距離と調整しろの関係（目標速度120km/h）】

目標速度120km/hとし、実証実験用路側機から合流部の距離を変化させた場合の調整しろを算出



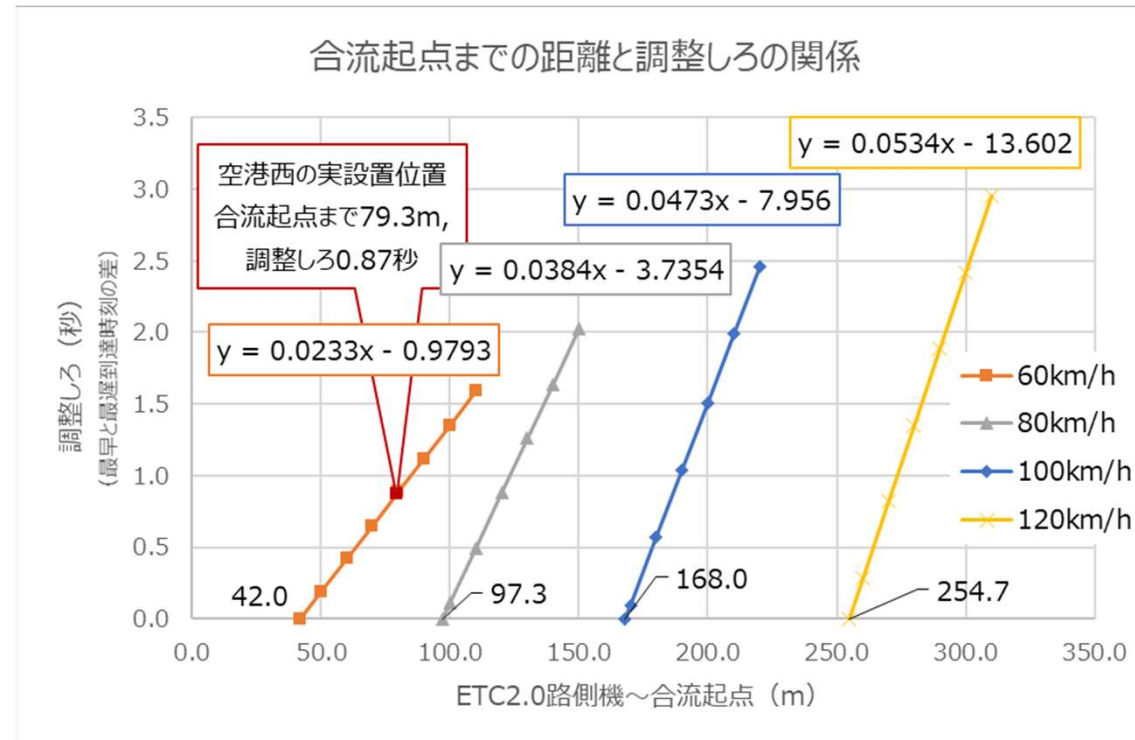
- 実証実験用路側機から合流部まで254.7m未満では、合流部到達時に120km/hに達しない
- 都市間高速等、本線車両の速度が速い区間における合流支援では、情報提供後に十分加速できるだけの距離が必要

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【合流起点までの距離と調整しろの関係（まとめ）】

- 実証実験用路側機～合流部の距離と調整しろの関係は図に示す通り



- 調整しろが0秒 ⇒ 最早プロファイルで目標速度に達するのに必要な距離
→ 目標速度が速いほど、加速に必要な距離は長くなる
- 実証実験用路側機から合流部の距離が長くなるほど、調整しろは増加
→ 本線合流部付近での平均的な車間距離のデータをもとに、必要な調整しろを確保できる距離となるよう、情報提供位置を設計するとよい

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

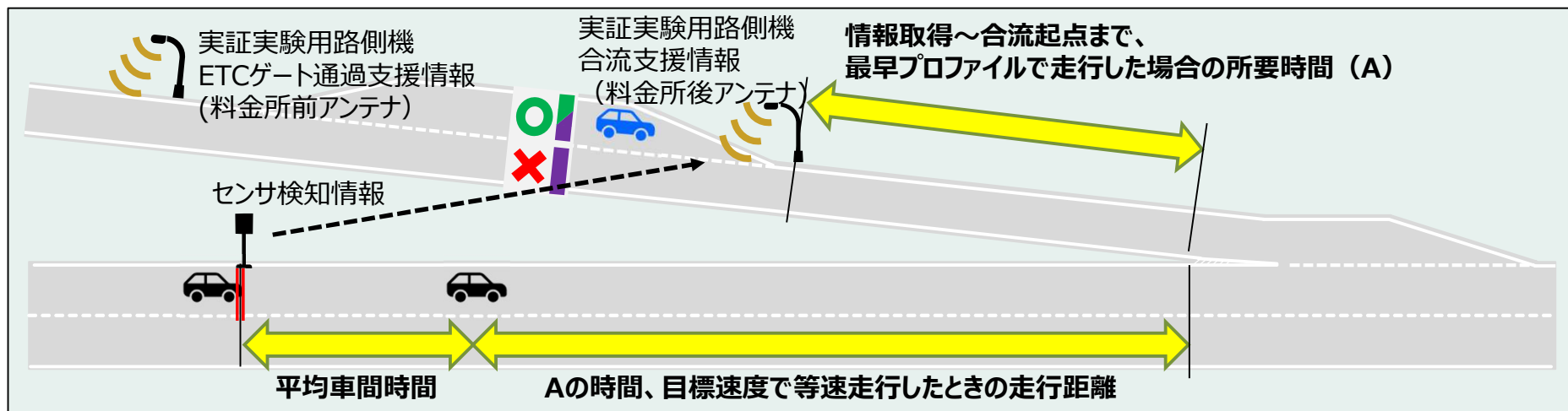
【2020年度成果】

【空港西における情報提供位置とセンサ位置の関係：分析の目的】

- ・ 情報提供から合流部到達までの距離が長いほど、加速度調整による合流タイミングの調整しるは大きくなる（情報提供位置に関する考察で確認）
- ・ 一方で、センサはより上流に設置する必要があり、合流部到達計算時刻の正確性が低下する（センサ位置に関する考察で確認）

【検証方法】

- ・ 実証実験で取得したデータをもとに、本線の実勢速度を求める（＝目標速度）
- ・ 情報提供位置～合流部の距離を変化させ、最早プロフィールでの所要時間を算出する
- ・ 合流車両が合流部に到達するまでの所要時間＋平均車間時間を、本線車が目標速度で等速走行すると仮定したときの距離と（センサ設置位置）を算出する
- ・ センサ設置位置毎に、計算時刻の乖離がどの程度生じる可能性があるか、整理する



4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

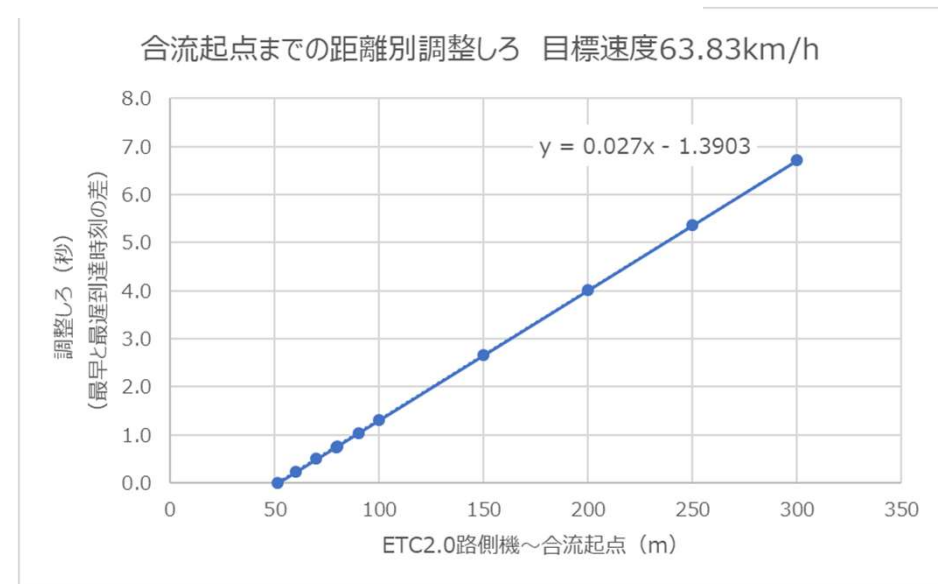
【空港西における情報提供位置とセンサ位置の関係】

【本線実勢速度（＝目標速度）と
平均車間時間を求める】

- 3/30 12:35-13:05ラップタイム計測でのC-D区間速度での検知速度の平均値は 63.83km/h
平均車間時間は 3.27秒

【合流車の速度プロファイル確認】

- 63.83km/hを目標速度とし、情報提供位置～合流部の距離ごとに最早プロファイルおよび最遅プロファイル所要時間を算出
→合流車両の速度調整しを整理



情報提供位置～合流 起点 (m)	合流車両の速度調整 しろ (s)
51.5	0.00
100.0	1.31
150.0	2.66
200.0	4.01
250.0	5.36
300.0	6.71

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

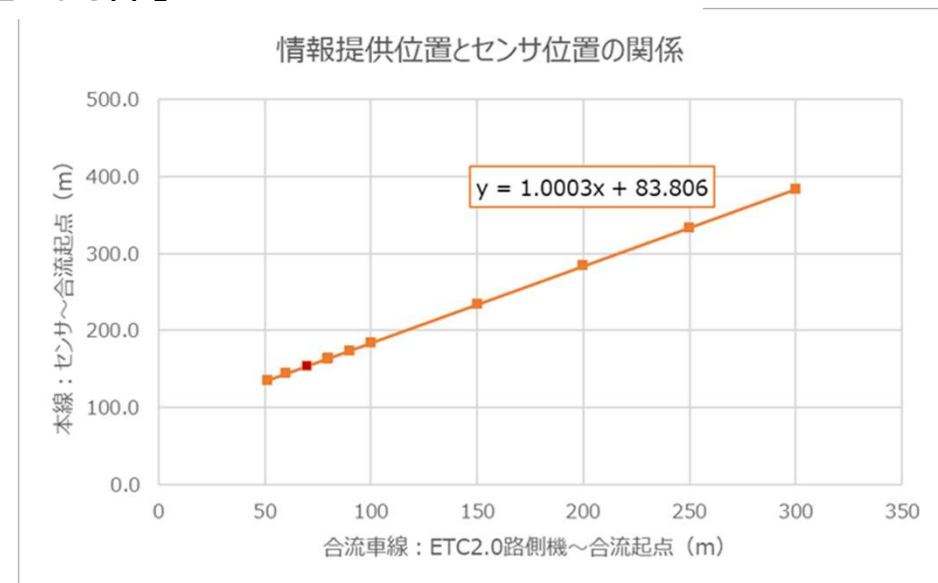
【2020年度成果】

【空港西における情報提供位置とセンサ位置の関係】

【情報提供位置ごとに本線センサ位置を算出】

- 63.83km/hを目標速度とし、情報提供位置～合流部の距離ごとに最早プロファイル所要時間を算出
- 4.0秒を最早プロファイル所要時間に加えてセンサ位置を算出

※最早プロファイル+4秒とすることで、合流車と同タイミングに合流起点に到達する本線車両の後続車を情報提供範囲に含むことができる
→狙うべきギャップの長さを把握可能



情報提供位置～合流起点 (m)	合流車両の速度調整しろ (s)	センサ～合流起点 (m)
51.5	0.00	135.3
100.0	1.31	183.9
150.0	2.66	233.9
200.0	4.01	283.9
250.0	5.36	333.9
300.0	6.71	383.9

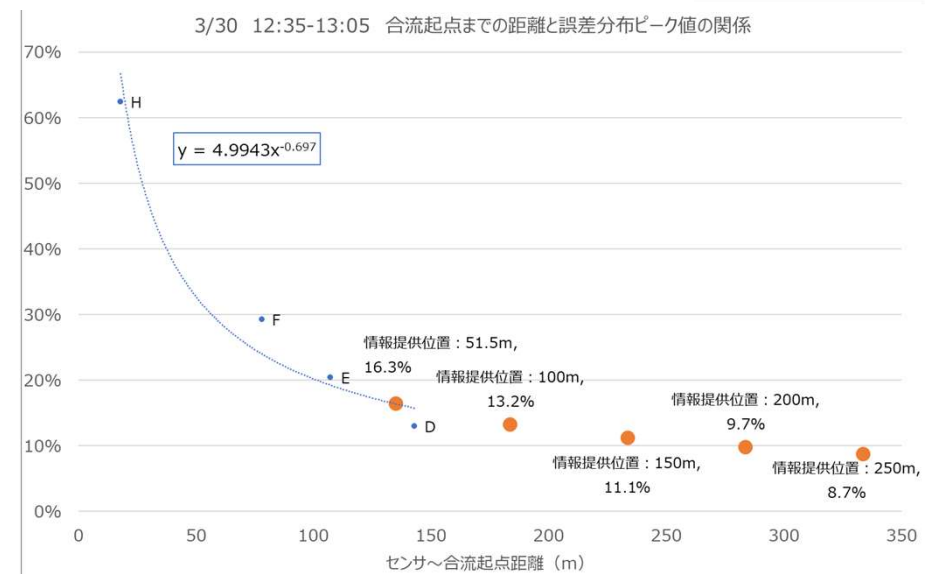
4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【各センサ位置での合流部到達計算時刻のばらつき】

【センサ位置ごとに計算時刻の乖離（ブレ）を推定】

- センサ位置分析で導出した曲線を用い、情報提供位置に応じたセンサ～合流起点距離ごとに時刻の乖離分布最頻値の比率を推定
- ラップタイム計測結果をもとに時刻の乖離分布の関数を仮定、各センサ位置で乖離時刻が±1秒・±0.5秒以内に収まるデータの比率を算出



情報提供位置～合流起点 (m)	合流車両の速度調整しろ (s)	センサ～合流起点 (m)	乖離時刻 ±1.0秒以内	乖離時刻 ±0.5 秒以内
51.5	0.00	135.3	99.8%	93.7%
100.0	1.31	183.9	99.0%	86.8%
150.0	2.66	233.9	97.0%	79.4%
200.0	4.01	283.9	94.5%	73.3%
250.0	5.36	333.9	91.5%	67.7%
300.0	6.71	383.9	88.4%	63.2%

4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

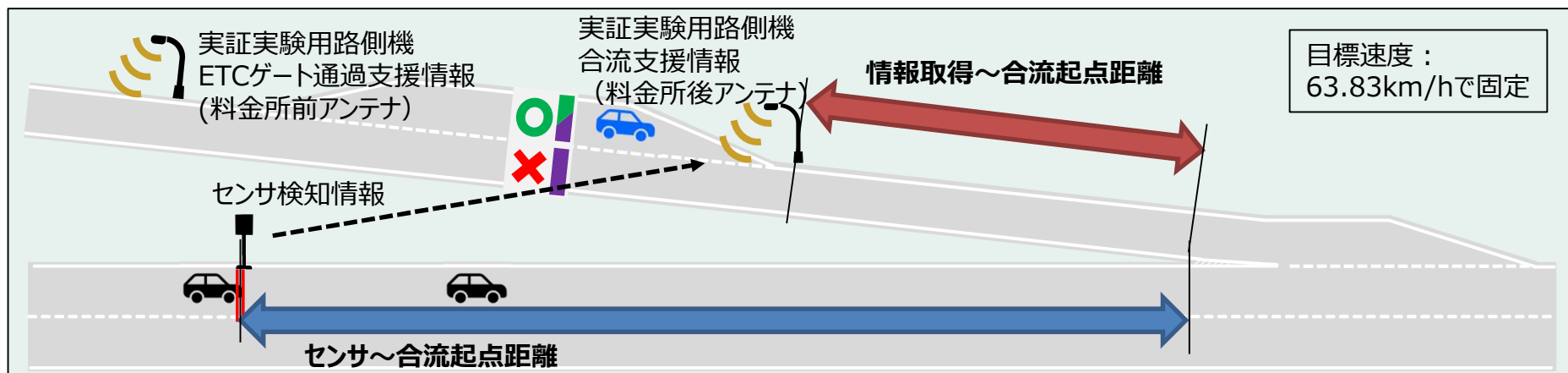
【2020年度成果】

【各センサ位置での合流部到達計算時刻のばらつき】

情報提供から合流部到達までの距離が長いほど、加速度調整による合流タイミングの調整ししろは大きくなるが、センサはより上流に設置する必要がある、合流部到達計算時刻の乖離が大きくなる。

下記表より、今回のインフラ設備設置位置が道路環境の制限下で最適であることを確認した。

情報提供位置～ 合流起点(m)	合流車両の速度調整ししろ(s) 合流車最早プロファイルと最遅プロファイル 所要時間差	センサ～合流起点(m) 合流車最早プロファイル所要時間＋ 4.0秒を目標速度で等速走行した距離	乖離時刻 ±1.0秒以内	乖離時刻 ±0.5秒以内
51.5	0.00	135.3	99.8%	93.7%
(現位置) 79.8	0.75	163.1	99.4%	89.7%
(自工会要望) 95.0	1.18	178.9	99.1%	87.3%
100.0	1.31	183.9	99.0%	86.8%
150.0	2.66	233.9	97.0%	79.4%
200.0	4.01	283.9	94.5%	73.3%
250.0	5.36	333.9	91.5%	67.7%
300.0	6.71	383.9	88.4%	63.2%



4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

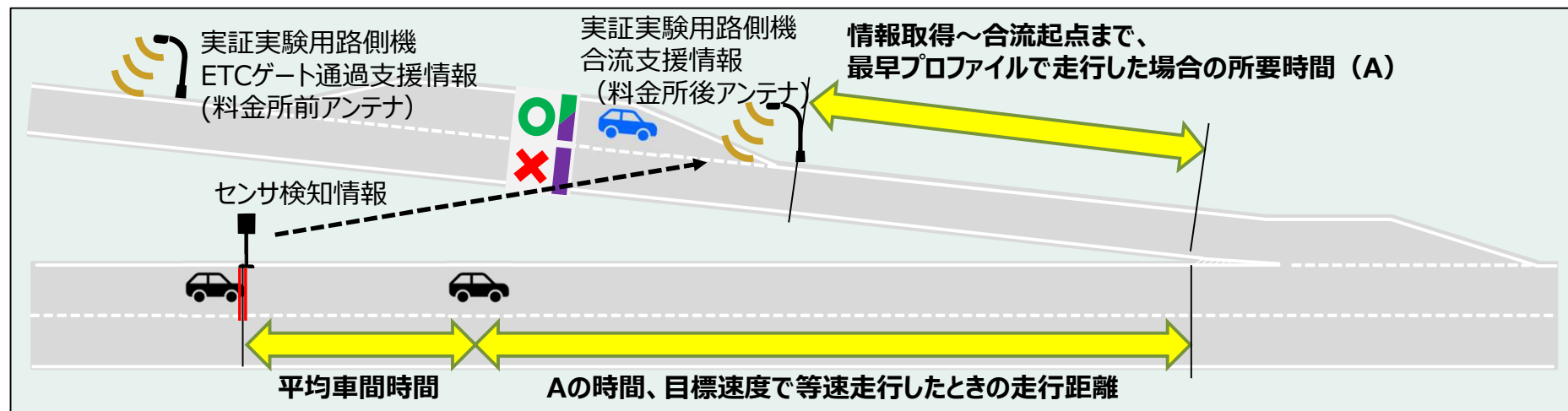
【2020年度成果】

【他箇所を展開を念頭に置いた分析：分析の目的】

- 他の高速道路合流箇所に本システムを展開する場合、現地の本線速度を目標速度として合流する必要がある
- 目標速度によって情報提供位置～合流起点までの最低限必要な距離が異なるため、その場合のセンサ位置との関係を整理する

【検証方法】

- 目標速度を変化させ、調整しろを1秒確保できる最早プロファイルでの所要時間をもとに、情報提供位置～合流部の距離を算出する
- 合流車両が合流部に到達するまでの所要時間＋平均車間時間を、本線車が目標速度で等速走行すると仮定したときの距離と（センサ設置位置）を算出する



4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【他箇所を展開を念頭に置いた分析：情報提供位置とセンサ位置の関係】

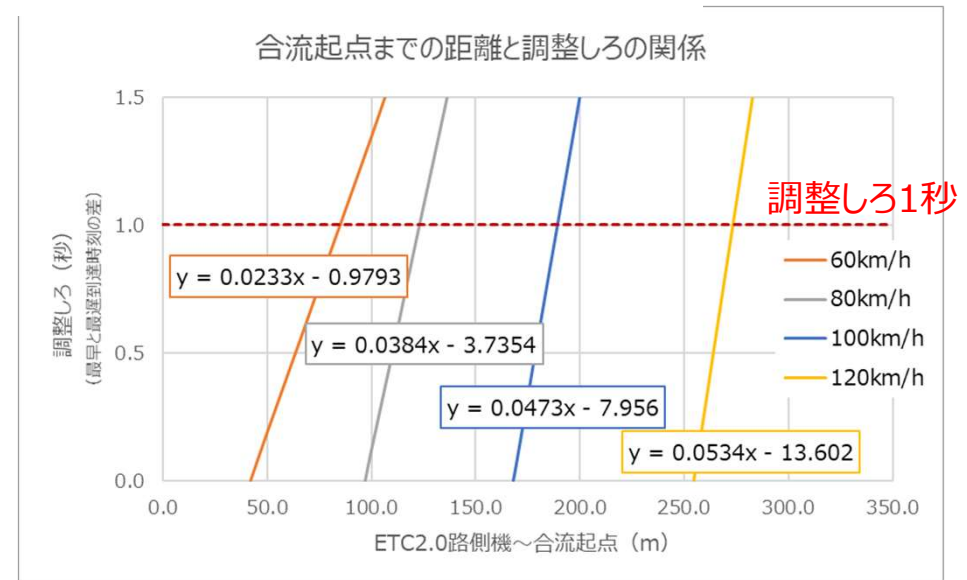
【情報提供位置を算出】

- 目標速度を60・80・100・120km/hに変化させ、調整しろ1秒を確保できる情報提供位置を算出

【目標速度と情報提供位置の組合せごとにセンサ位置を算出】

- 目標速度と情報提供位置から合流車最早プロファイル所要時間を算出
- 4.0秒を最早プロファイル所要時間に加えてセンサ位置を算出

※高速道路では速度と同じだけの車間距離をあけるのが一般的であり、車間時間4秒で本線車両の後続車を情報提供範囲に含むことができる



目標速度 (km/h)	情報提供位置～合流起点 (m)	センサ～合流起点 (m)
60	84.9	161.0
80	123.3	246.4
100	189.0	375.3
120	273.4	528.3

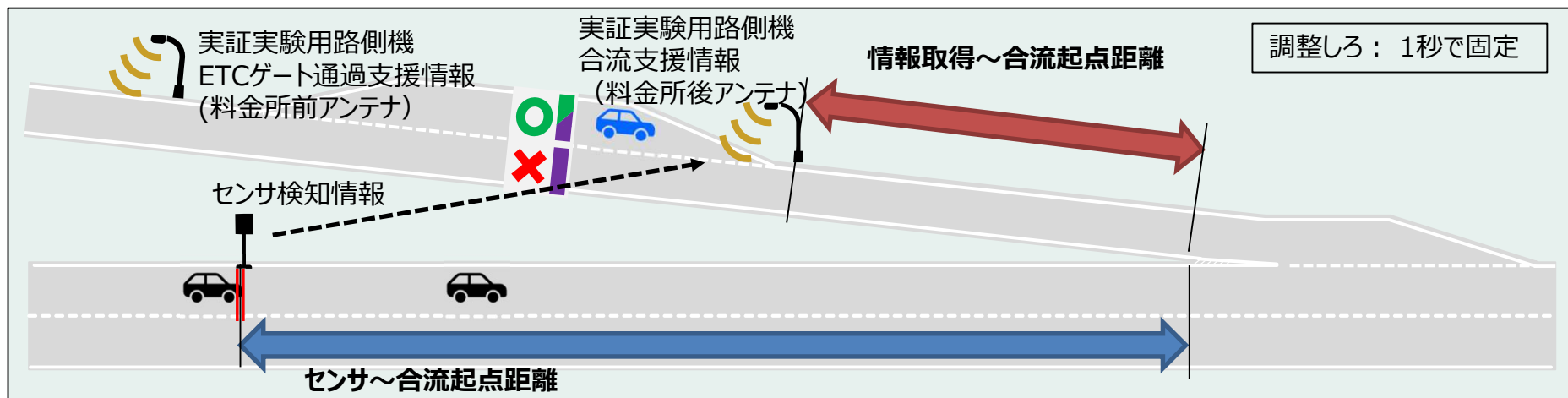
4.2.7. 合流支援情報提供に関わるインフラ設置位置の評価、考察

【2020年度成果】

【他箇所を展開を念頭に置いた分析：情報提供位置とセンサ位置の関係】

- 目標速度（＝本線速度）が速くなるほど、調整しろ1秒を確保に必要な情報提供から合流部到達までの距離が長くなり、センサ～合流起点の距離も増加する

目標速度 (km/h)	情報提供位置～合流 起点 (m) 合流車最早プロフィールと最遅プロ ファイル所要時間差が1秒確保でき る距離	センサ～合流起点 (m) 合流車最早プロフィール所要時間 + 4.0秒を本線速度で等速走行し た距離
60	84.9	161.0
80	123.3	246.4
100	189.0	375.3
120	273.4	528.3



4. 首都高速道路上インフラ設備に関わる設置条件等検証について

【2020年度成果】

4.3. 合流支援情報・ETCゲート通過支援情報の処理性能評価

路側センサにおける車両検知やETCゲート情報の取得から、高速道路実験用路側無線装置より路車間通信にて実験車両へ情報を送信、CAN出力を完了するまでの所要時間を、各機器のログ情報により算出する平均時間にて確認し、分析を行う。

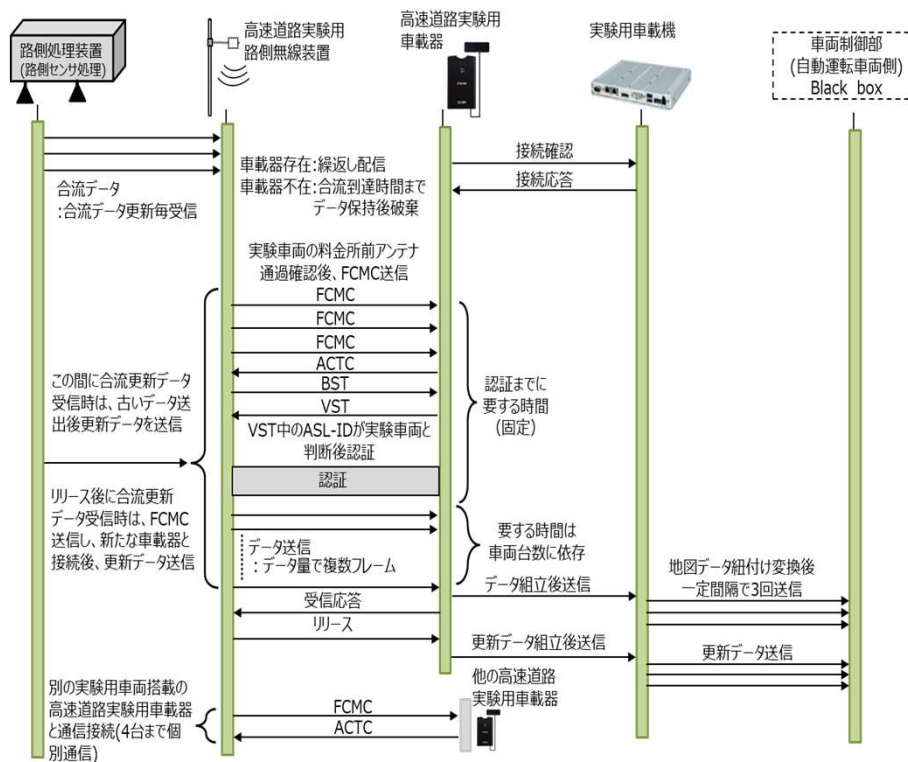


図. 合流支援における各装置間の通信シーケンス図

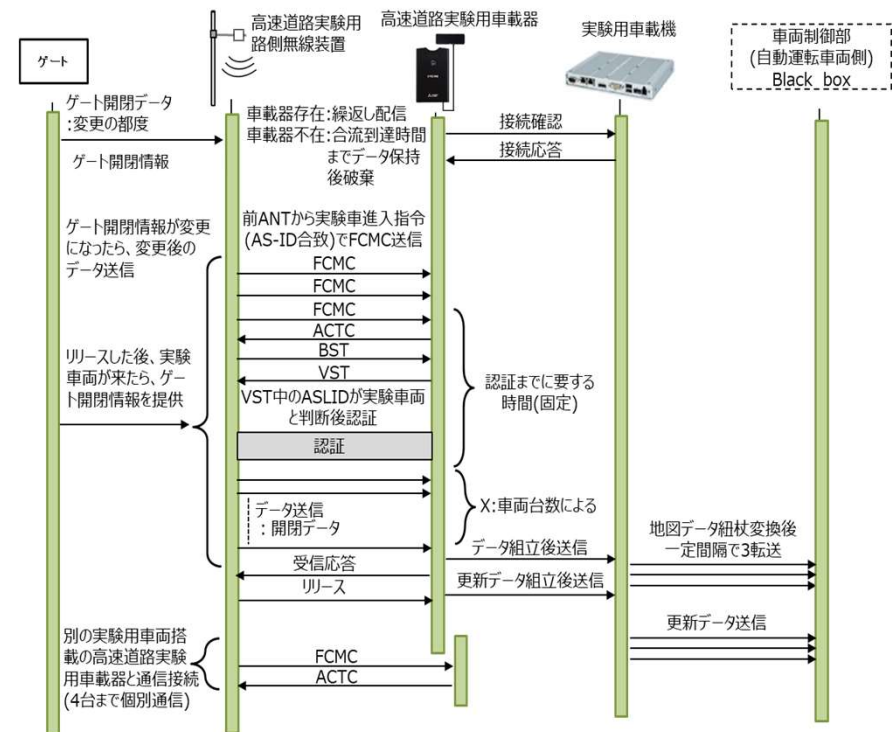


図. ETCゲート通過支援における各装置間の通信シーケンス図

4.3.1. 合流支援インフラ設備の性能評価

合流支援インフラ設備の性能を以下のとおり評価する。

【2020年度成果】

- ① センサ側処理時間の導出：車両検知～合流部到達計算時刻算出～高速道路実験用路側無線装置への送信までの所要時間の平均値
- ② 路側無線装置側処理時間の導出：路側処理装置からの合流部到達計算時刻の受信～路側無線装置～（路車間通信）～高速実験用車載器の合流部到達計算時刻受信完了するまでの所要時間の平均値

（合流部到達計算時刻を受信した後の車両側の処理時間評価は本業務範囲外）

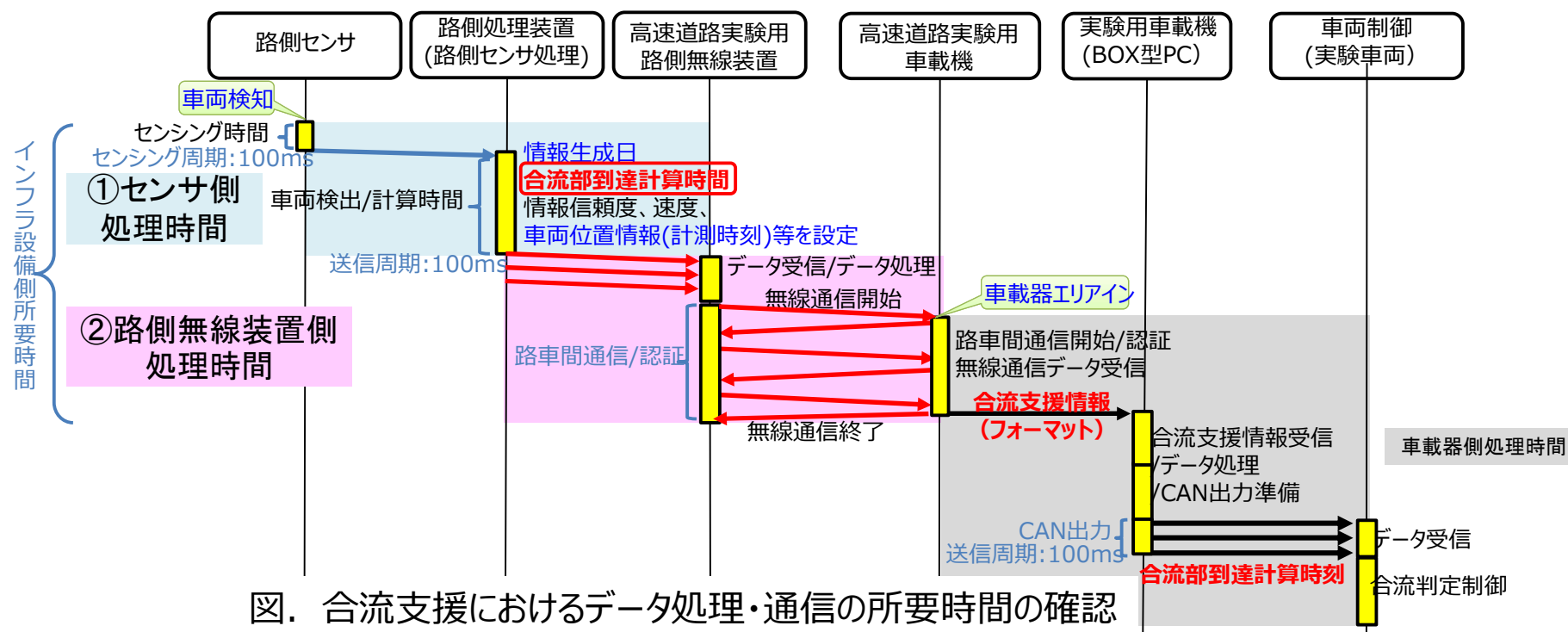


図. 合流支援におけるデータ処理・通信の所要時間の確認

表. 合流支援における処理性能の試算値及び実測値

対象処理時間	所要時間の実測値（100走行平均）
センサ側処理時間	500ms
路側無線装置側処理時間	422ms (データ処理：137ms+ 路車間通信：285ms)

4.3.1. ETCゲート通過支援インフラ設備の性能評価

ETCゲート通過支援インフラ設備の性能を以下のとおり評価する。

【2020年度成果】

- ① 路側無線装置側処理時間の導出：路側無線装置がETCゲートから受信したゲート開閉情報～（路車間通信）～高速実験用車載器が受信完了するまでの所要時間の平均値

（ETCゲート通過支援情報を受信した後の車両側の処理時間評価は、本業務範囲外）

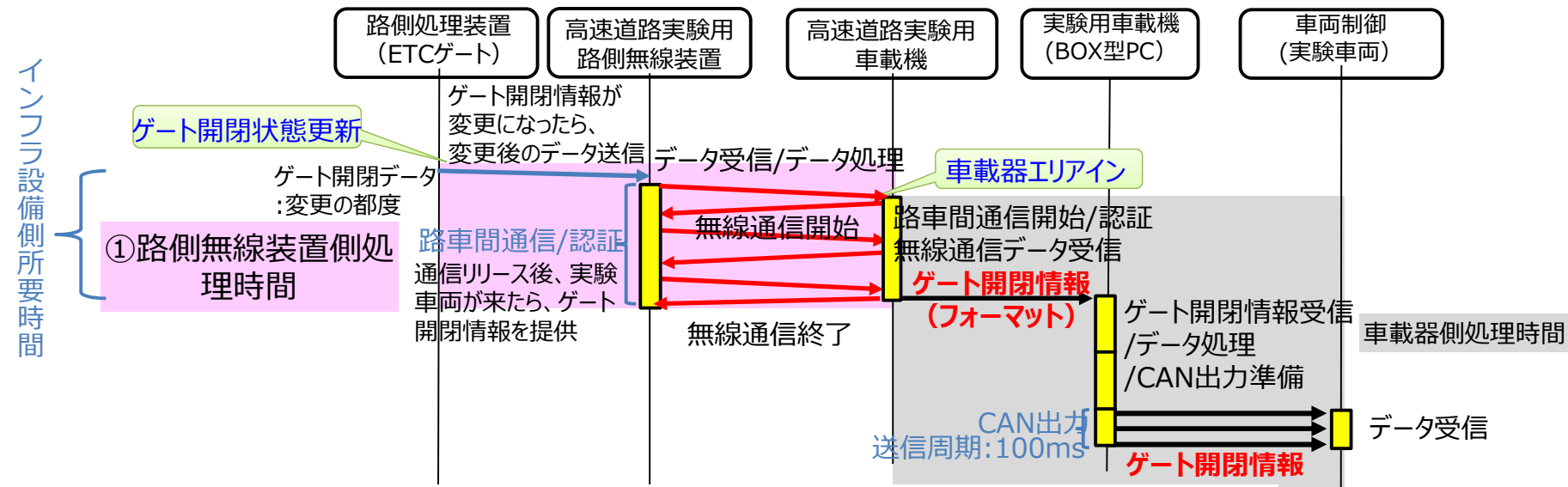


図. ETCゲート通過支援におけるデータ処理・通信の所要時間の確認

表. ETCゲート通過支援における処理性能の試算値及び実測値

対象処理時間	所要時間の実測値（100走行平均）
路側無線装置側処理時間	327ms (データ処理：100ms＋路車間通信：227ms)

5.首都高速道路 実証実験インフラ設備の19-20年度成果まとめ、今後の課題

【2020年度成果】

5.1.実証実験インフラ設備の19-20年度成果の総括

本受託では、2019年度、2020年度の2箇年に渡り、高速道路上のインフラ環境の整備、事前検証及び維持・管理の実施、実験データよりインフラ設備の動作適切性の評価とインフラ設備設置条件の導出をした。

以下に本受託の成果を総括する。

- 各機関と調整・協調しスケジュール通りインフラ設備を構築し、予定通り実験を開始することができた。
- 現地実証実験のログデータ及び、センサ等の各種情報により合流支援システムの評価を行い、現在のインフラ設備の設置位置は道路環境の制限下で最適位置であることを確認した。
- 合流支援システムの合流支援フォーマットの改善を提言した。
- インフラ設備の設置に関わる申請・手続き等のノウハウを整理できた。

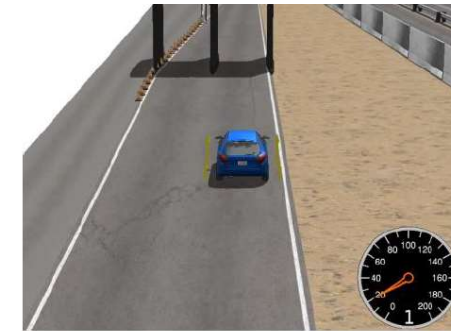
5.首都高速道路 実証実験インフラ設備の19-20年度成果まとめ、今後の課題

【2020年度成果】

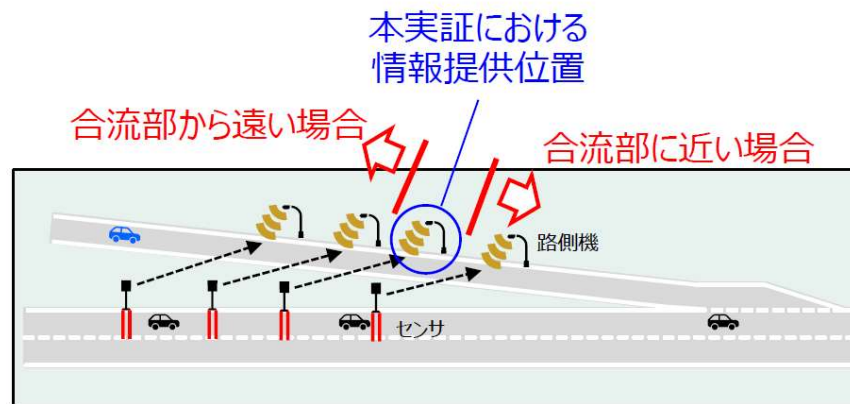
5.2. 東京臨海部実証実験コンソーシアムと連携した成果まとめ

シミュレーションを用いた合流支援情報の有効性確認

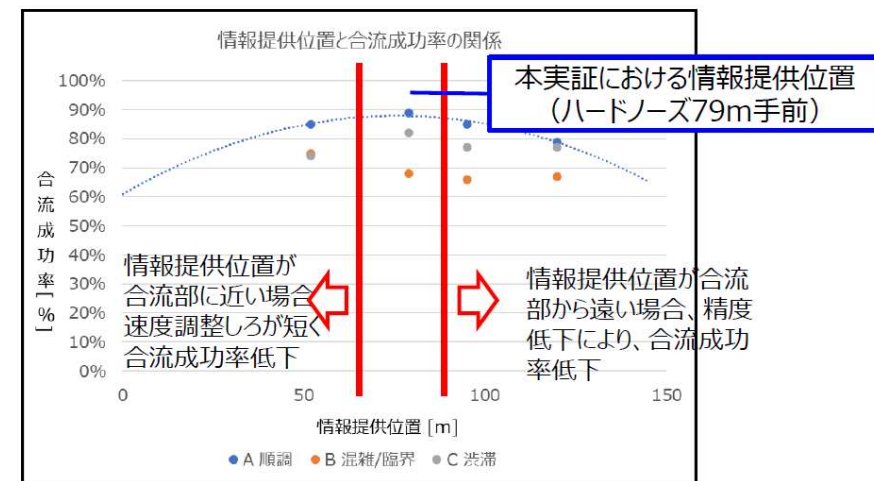
- 空港西入口の道路構造や本線混雑状況（順調／混雑／渋滞）をシミュレーター上に反映
- シミュレーションにおいて合流車両を発生させ、合流支援情報提供のためのインフラ（路側機／センサ）の設置位置に応じた、合流支援情報を活用した場合の合流成功率を検証



合流シミュレーション



路側機・センサ位置の関係



路側機・センサ位置・本線状況に応じた合流成功率

【シミュレーション検証結果】

- 本線混雑状況が順調の場合には、合流支援情報の利用による合流成功率の向上が見込まれる。
- 混雑時には合流部到達時刻の乖離に伴い合流成功率が低下した
- インフラ設備設置位置について、本実証における設置位置の場合には合流成功率が高くなるものの、設置位置が近い場合、遠い場合の両方において合流到達時刻の乖離に伴い合流成功率が低下した

⇒ 今回のインフラ設備設置位置が道路環境の制限下で最適であることを確認した

(東京臨海部実証実験コンソ資料より抜粋)