ITS Connect（760MHz-DSRC）プローブデータによる交通状況把握

佐藤哲也[*1]　　上仲才哉子[*1]

[1]株式会社交通総合研究所（〒160-0004 東京都新宿区四谷 4-25-5　KD ビル 4 階）

E-mail: satoh-tty@tric.jp

E-mail: uenaka@tric.jp

我が国において V2X 通信として既に実用化されている 700MHz 帯無線通信（以下、ITS Connect）では、車両位置情報や速度などの個々の車両情報が、走行中も 100ms 毎にブロードキャストされており、分解能の高い情報がリアルタイムに収集する事が可能である．これまでの実験から、ITS Connect 搭載車両からの走行データを取得する事で、交通情報（旅行速度・渋滞）の精緻化や落下物発生等の突発事象検出等、道路交通管理に資する情報をリアルタイムに収集することで新たなインフラとして利用できる可能性が確認された．

今般の実験においては、ITS Connect 搭載車両からのデータを用いることで、より早期の事象検知の検出の可能性の有無を確認すると共に、位置情報の環境/地域別での比較検証を行う．また、位置情報から車線推定を行った結果を用いて、車線別での車両速度や ACC 利用状況の集計・整理を簡易的に行い、今後の ITS Connect データを用いた交通状況把握・分析に向けた基礎資料として整理したものである．

Keyword: V2X, Road Management, Traffic Information, ITS Connect, Detection of Events

1. はじめに

昨今、自動運転の導入・普及に向けて、合流支援やサグ渋滞回避支援などにおいて、路車協調のためのインフラ環境整備が求められている。

車車間・路車間を含む、車両と様々な物が通信を行うための技術としての V2X は、世界各国で研究開発や実証実験が行われており、昨今では路車協調が ODD 拡大を含む自動運転環境の整備には不可欠な技術であるとの理解が進んでいる状況にある。

しかし、路側のインフラ整備を進めるには、道路管理者にとって有益なインフラであることも重要である。当面、多くの道路利用者の車両において Level3/4 以上の自動運転車両の普及が見通せない状況では、自動運転環境の実現のためだけのインフラ整備は整備根拠に乏しいと考えられる。一方で、当該インフラを用いることで、道路管理者の本来業務である「円滑な交通」「安全・安心」「維持管理」「防災」などの目的に合致したユースケースに対応可能であることが不可欠と考えられる。

現在、我が国においては、V2X 通信として 760MHz 帯 DSRC を用いた ITS Connect と呼ばれる方式が実用化され、一定数の車両に搭載されている状況にある。特に、ITS Connect 搭載車両については、車々間／路車間通信による各種機能を実現するため、車両位置情報や速度などの個々の車両情報が 100ms 毎に、個々の ITS Connect 搭載車両からブロードキャストされており、路側に受信機を設置する事で分解能の高い情報がリアルタイムに収集する事が可能である。

このような状況を踏まえて、本項では、2021 年度に引き続き、2022 年度に ITS Connect を用いて、車両からのデータを観測・収集した結果を踏まえて、道路交通情報の精緻化や落下物発生等の突発事象検出等、道路管理高度化に資する情報をリアルタイムに収集可能な、新たな情報収集インフラとして利用可能性について報告する。

2.　ITS Connect について

2-1 ITS Connect の概要

ITS Connect は ITS 専用周波数である 760MHz 帯を

利用して車車間・路車間通信を行い、安全運転をサポートする車車・路車協調型安全技術であり、車両に搭載したセンサーだけでは捉えきることができない見通し外の車両や人の存在、信号情報を、道路と車両、あるいは車両同士が直接通信をして取得し、ドライバーに通知することで安全運転を支援するものである。

2-2 ITS Connect の特徴

ITS Connect の特徴は 760MHz 帯というプラチナバンドを利用している事から、繋がり易いという事に加えて、ITS Connect 搭載車両から、車両位置情報や速度などの個々の車両情報が約 100ms 毎にブロードキャストされており、路側に受信機を設置する事で、非常に分解能の高い情報を収集可能な点である。

ITS Connect 搭載車両からブロードキャストされる情報には、**表 1** に示すようなものがあり、緯度経度や加速度に加えて、車両速度や車両方位角も取得可能であり、ITS Connect 搭載車両の普及状況に拠っては、新たな情報収集機器としての活用が想定されるものと考えられた。

表 1 ITS Connect でﾌﾞﾛｰﾄﾞｷｬｽﾄされる情報（例）

データフレーム／データエレメント		サイズ	備考
DF_位置情報		88bit	必須
	DE_緯度	32bit	必須
	DE_経度	32bit	必須
	DE_高度	16bit	
	DE_位置取得情報	4bit	必須
	DE_高度取得情報	4bit	
DF_車両属性情報		32bit	必須
	DE_車両サイズ種別	4bit	必須
	DE_車両用途種別	4bit	必須
	DE_車幅	10bit	
	DE_車長	10bit	
DF_車両情報情報		72bit	必須
	DE_車速	16bit	必須
	DE_車両方位角	16bit	必須
	DE_前後加速度	16bit	必須
	DE_車速取得情報	3bit	必須
	DE_車両方位角取得情報	3bit	必須
	DE_前後加速度取得情報	3bit	必須
	DE_シフトポジション	3bit	
	DE_ステアリング角度	12bit	

出典：ITS Connect システム車車間通信メッセージ仕様　TD-001 1.1 版

3.　ITS Connect による情報収集実証

3-1 実証目的

一定程度の ITS Connect 搭載車両が普及している中で、現状ではどの程度の ITS Connect での通信機会・情報収集機会があるのかを確認すると共に、実際に収集された情報を集計・整理する事で、データ取得頻度・通信距離を把握し、新たな情報収集インフラとして利用可能性を示唆することを目的とした。

3-2 実証概要

実験車両に ITS Connect 受信機を搭載し、高速道路のパーキングエリアに駐車した状態で一定時間 ITS Connect 通信を行うことで、高速道路上を走行する ITS Connect 搭載車両からブロードキャストされる各種情報を取得した。実施場所・日時については**表 2** に示す通り。





図 1 調査車両と受信アンテナ

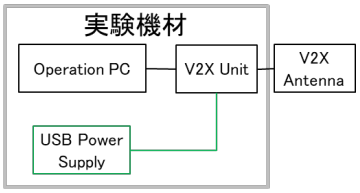


図 2 仕様機器構成

表 2 代表的な観測日時・場所

項目	日時	
	海老名 SA	鮎沢 PA
平日	2023 年 2 月 24 日(金) 5:00～21:00	2023 年 3 月 3 日(金) 5:00～21:00
休日	2023 年 2 月 25 日(土) 8:00～21:00	2023 年 3 月 4 日(土) 8:00～20:00

4.　情報収集確認結果

4-1 ITS Connect 車両への接触頻度

実証実験の結果として、先ず ITS Connect 搭載車両との接触頻度を整理した。なお、今回の実証実験での通信アンテナは無指向性アンテナを用いており、高速道路・一般道を走行する車両の区別なく通信が行われたが、緯度経度や Vehicle ID 等を基に、高速道路を走行している車両のデータを抽出して集計を行った。

観測場所については、地域別や時間帯別での収集データの比較などの観点から実施箇所を選定した。

実施箇所①：東名高速道路・海老名 SA（上り）

理由①: これまでの実績から ITS Connect 搭載車両の通行台数が多いと想定。周辺に山や大きなビルなども無く、比較的に GNSS 測位精度が高いと想定。

実施箇所②：東名高速道路・鮎沢 PA（下り）
理由②：ITS Connect 搭載車両の通行台数が、比較的に多いと期待。周辺が山に囲まれており、比較的に GNSS 測位精度に悪影響があると想定。

(1) 東名高速道路・海老名 SA（上り）

東名高速道路・海老名 SA（上り）での観測における接触頻度を**図 3** に示すが、ピーク時（14:00 台）は、平日で 56 台、休日で 77 台が通過。混入率では、早朝・深夜を除けば平日は 1.00～1.50%程度、休日は 1.00～2.00%程度の混入率であり、比較的に休日の方が台数・混入率が高い傾向にある。

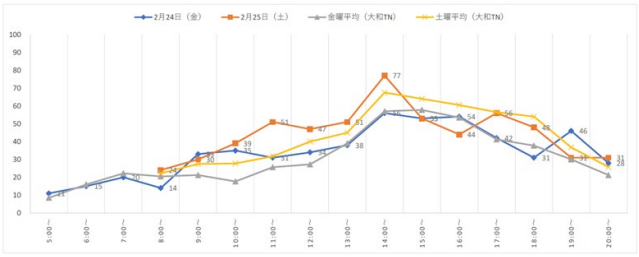


図 3 海老名 SA（上り）時間帯別接触頻度

(2) 東名高速道路・鮎沢 PA（下り）

東名高速道路・鮎沢 PA（下り）での観測における接触頻度を　ピーク時は平日 24 台、休日 34 台が通過した。ピーク時間であっても 0.5 台前後/分程度の走行となっている。混入率では、早朝・深夜を除くと平日は 1.00%程度、休日は 1.00～1.50%程度であり、比較的に休日の方が台数・混入率が高い傾向にある。

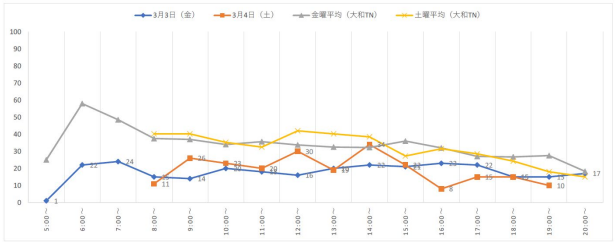


図 4 鮎沢 PA（下り）時間帯別接触頻度

4-2 ITS Connect 通信距離

ITS Connect 搭載車両から収集された緯度経度情報と、実験車両の駐車位置から距離を算出して、通信距離を集計した。

(1) 東名高速道路・海老名 SA（上り）

東名高速道路・海老名 SA での計測結果は**図 5** に示すが、最大で 831m の通信距離が観測され、平均でも 600m の通信距離であった。

平均値	標準偏差	中央値	最大値	最小値
596.1	101.7	619.0	831.2	150.0

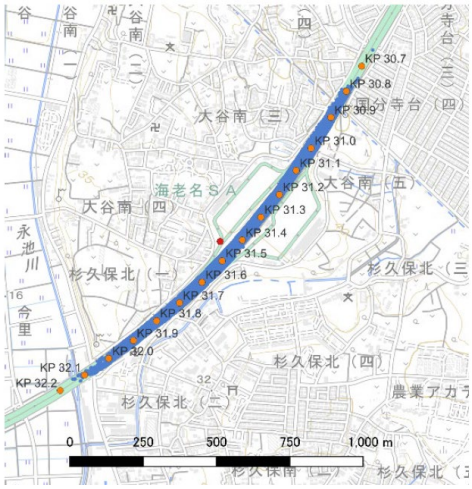


図 5 海老名 SA における取得データのプロット

(2) 東名高速道路・鮎沢 PA

東名高速道路・鮎沢 PA での計測結果は　に示すが、数値だけでは最大で 1,902m の通信距離が観測され、平均では 755m の通信距離であった。しかし、中央値は 337m（標準偏差は 664）となっており、かなりバラつきの多いデータとなっている。これはプロット図でも明らかだが、下り方向の KP72.6 以降はほとんどデータが取得出来ていないが、KP73.8 付近の走行データを取得している。線形から見ても、鮎沢 PA に設置したアンテナからの見通しが取れたことで KP73.8 付近だけデータ取得が出来ている。

平均値	標準偏差	中央値	最大値	最小値
755.8	664.6	337.5	1902.8	63.8

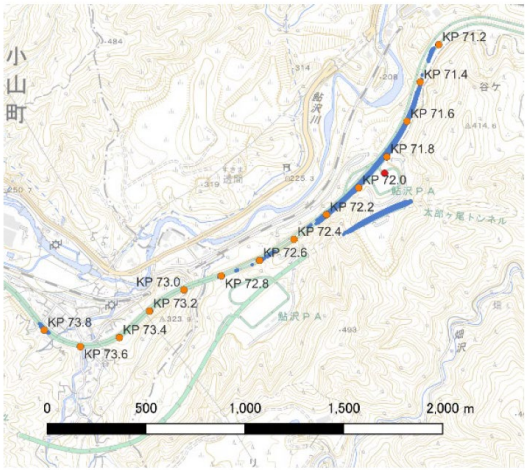


図 6 鮎沢 PA における取得データのプロット

4-3 速度変化の可視化

観測・収集したデータについて速度変化の可視化

について確認を行った。

先ず、**図 7** に収集したデータを元に 250m 区間毎、5 分間隔で平均速度として集計した速度コンター図を示す。渋滞イベントを対象として、タイムスペースダイアグラムを作成したものを**図 8** に示す。

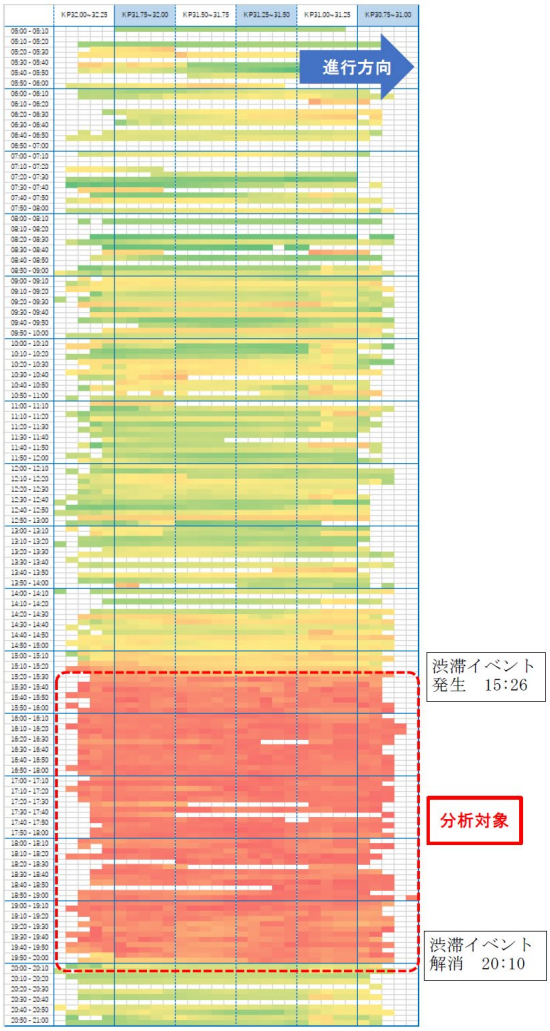


図 7 海老名 SA（上り）2023 年 2 月 24 日
平均速度コンター図

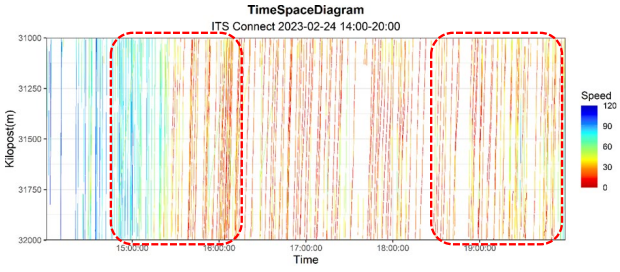


図 8 海老名 SA（上り）の渋滞時間帯における
タイムスペースダイアグラム

渋滞イベントとしては、15:26 に発生して 20:10 まで継続していたと記録されており、その状況について**図 8** に示す赤枠部分を確認するため、渋滞直前・渋滞中における、個々の車両の車速プロファイルと加速度プロファイルを**図 9**～**図 12** に整理した。

15:26 以前の渋滞発生前は 60km/h 以上での走行車両が多い傾向だが、15:26 頃から 40km/h 以下まで減速する車両が著しく増加する傾向がみられた。一方で、解消時刻はイベント情報では 20:10 となっているが、ITS Connect データからは、10 分程度早い、20:00 以降には車両速度が回復する傾向がみられた。

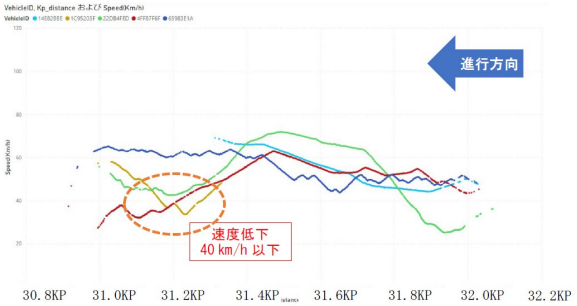


図 9 15:21～15:25（渋滞前）車速プロファイル

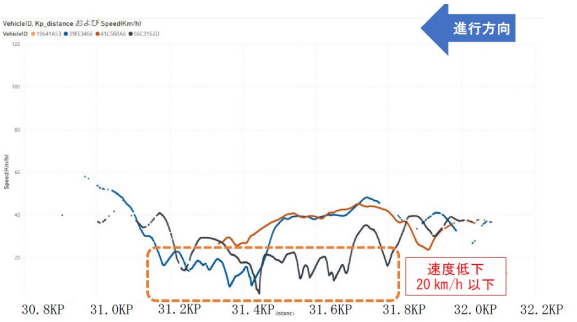


図 10 15:26～15:30（渋滞中）車速プロファイル

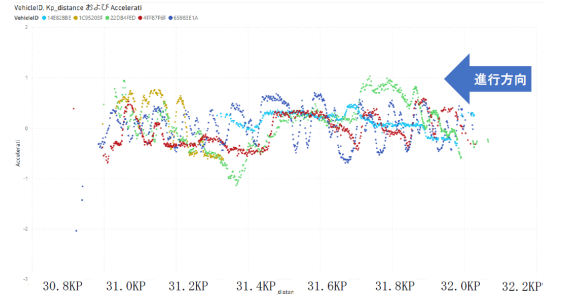


図 11 15:21～15:25（渋滞前）加速度プロファイル

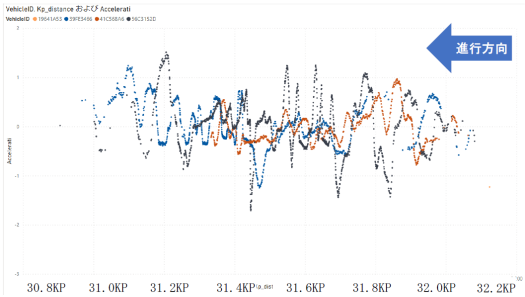


図 12 15:26～15:30（渋滞中）加速度プロファイル

同様に別の日時（2023 年 2 月 25 日）の上り方向で事故を要因とする渋滞が 14:57～20:00 に発生しており、当該渋滞前および渋滞中の速度プロファイルと、加速度プロファイルを整理したものを、**図 13～図 16** に示す。

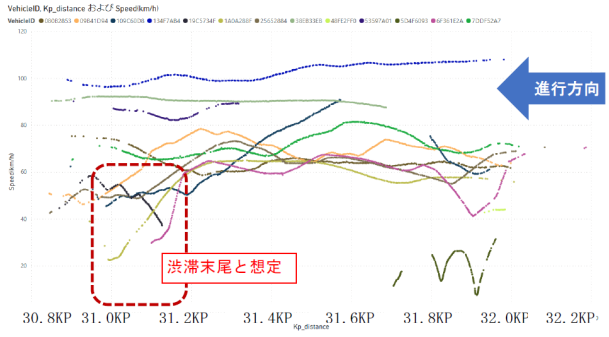


図 13 14:51～14:55（渋滞前）車速プロファイル

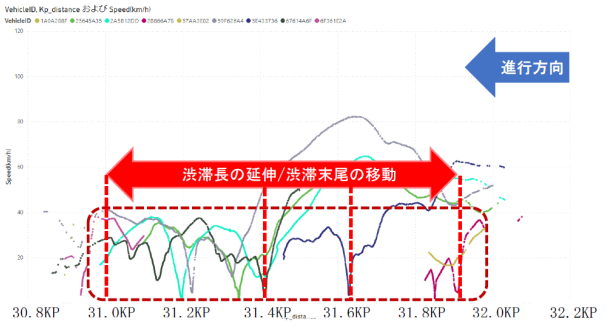


図 14 14:56～14:59（渋滞中）車速プロファイル

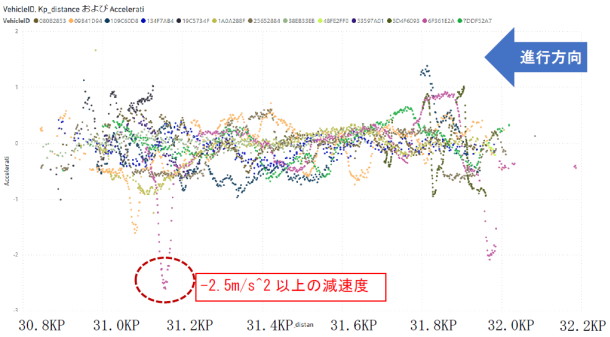


図 15 14:51～14:55（渋滞前）車速プロファイル

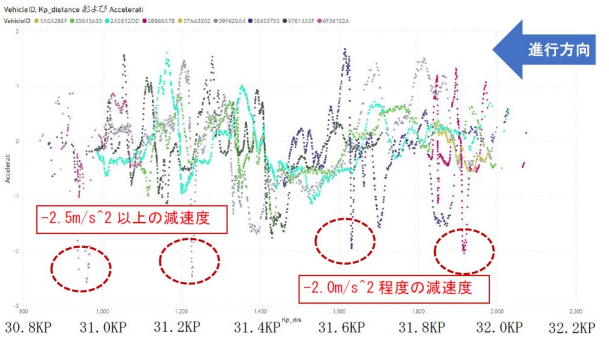


図 16 14:56～14:59（渋滞中）車速プロファイル

2023 年 2 月 25 日（土）の渋滞においても、14:57 頃から 30km/h 以下まで減速する車両が著しく増加する傾向がみられた。一方で、解消時刻は 20:00 であるが、ITS Connect データからは、10 分程度早い、19:51 以降には車両速度が回復する傾向がみられた。

4-4 車線別の搭載車両台数／ACC 利用状況の可視化

収集したデータをもとに車線道路リンクにマップマッチングを行い、車線別での ITS Connect 搭載車両台数や、ACC 利用状況を整理したものを、**図 17** に示す。

ITS Connect 搭載車両の混入率は断面では 1.0～1.5%程度であったが、車線別では、自由流時は第 2 車線に多い傾向がみられた一方で、渋滞時は第 3 車線に多い傾向であった。また、ACC の利用状況は自由流時は第 3 車線で多く、ITS Connect 搭載車両のうち 50%弱、第 2 車線・第 3 車線でも 30%～20%が利用している状況がみられた。

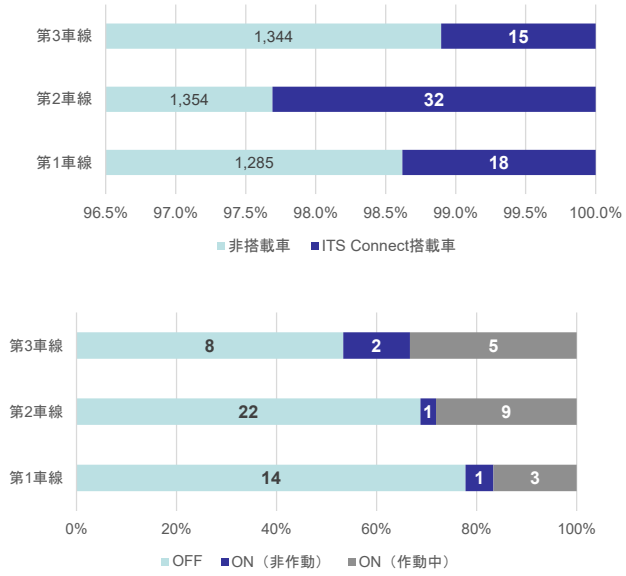


図 17 2023 年 2 月 24 日（金）上り 9:00～12:00 車線別 ITS Connect 混入率と ACC 利用状況

車線別の判定については、まだトライアルの段階ではあることから、今後も実証を通じて判定ロジックも含めて検証していく必要があると考えている。

5. おわりに

本実証実験を通じて得られたデータと集計結果から、ITS Connect 搭載車両からデータを利用することで、個々の車両からの分解能の高いデータの収集が可能であることを確認出来た。さらに、普及途上段階ではあるものの、ITS Connect 搭載車両との接触頻

度も、地域や時間帯によって差はあるが、1 台/分以上はあることが確認された。

また、速度変化や加速度変化なども利用することで、突発事象の“発生可能性”の検知については期待が出来る結果が得られたと考えている。

今後も他の関連データとの比較･検証を行う事で、新たな情報収集方法としての ITS Connect の活用可能性を検討したいと考えている。

具体的には、既に多くの車両からのデータ取得を実現出来ている ETC2.0 等の既存プローブデータとの合成に拠って、統計的な交通状況や渋滞発生・伝搬状況の把握の精度向上の可能性を検証していきたいと考えている。

今後､新たな情報収集方法としての ITS Connect の活用可能性を検証していくことで、道路管理の高度化に資する利用と、将来的な自動運転環境のための ODD 拡大にも寄与する､新たな交通ソフトインフラ基盤として利用可能性を検討していきたいと考えている。

謝辞：今回の実験実施やデータ分析の方向性検討において多大なるご協力・ご指導をいただいた，トヨタ自動車株式会社，京セラ株式会社，株式会社ミライト・ワン，株式会社パナソニックシステムネットワークス開発研究所の関係各位に感謝申し上げます.

6. 参考文献

1) ITS Connect システム車車間通信メッセージ仕様 ITS Connect TD-001 1.1 版（ITS Connect 推進協議会）
2) 狭域無線（DSRC）基本アプリケーションインターフェース仕様ガイドライン ITS FORUM RC-004 1.1 版（ITS 情報通信システム推進会議）
3) 高速道路合流支援システム車両検知センサの精度確認（国総研：中川/関谷/中田 第 18 回 ITS シンポジウム）
4) 首都高速道路におけるプローブ軌跡データと車両感知器の融合による交通状態の推定および精度検証（川崎/梅田/桑原ほか 第 62 回土木計画学研究発表会・講演集）
5) ITS Connect を用いた道路交通管理情報の取得可能性（荒井/佐藤 第 66 回土木計画学研究発表会）