

# インフラ協調型自動運転システム

緑川 哲史\*  
津田 喜秋\*\*

## Infrastructure - based Autonomous Driving System

Tetsuhito Midorikawa, Yoshiaki Tsuda

### 要 旨

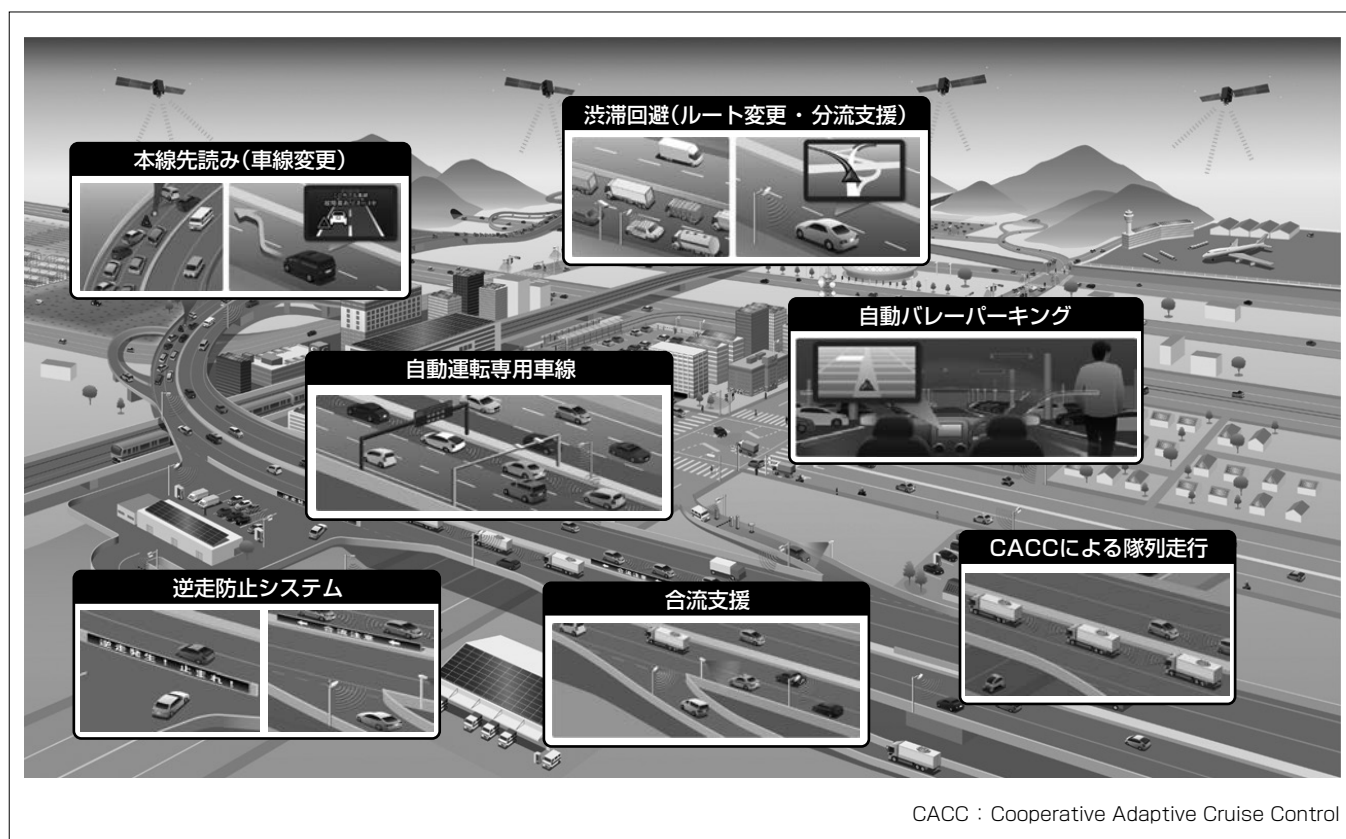
ITS(Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム)とは、道路交通の安全性や快適性の向上を目的に最先端のICT(Information and Communication Technology)を活用して、人と道路と車両とを一体として構築する高度な交通システムである。これまでETC(Electronic Toll Collection System)やVICS(Vehicle Information and Communication System)等のサービスが実現され、更に事故削減や渋滞緩和を目的としたETC2.0などのインフラ協調型の運転支援システムが全国に展開されている<sup>(1)</sup>。

次世代のITSは、安全運転支援や自動運転、自動駐車などの高度化によって、個々の交通課題への対応だけでなく、少子高齢化対策、エネルギー・環境対応、持続的経済発展、安全・安心の確保など、社会全体が抱える課題解決の基盤

としての役割を期待されている<sup>(1)</sup>。

政府が定めたロードマップによると、2020年をめどに条件付自動運転が市場化され、さらに高度化した自動運転システムや安全運転支援システムの実用化を目指すとしている<sup>(2)</sup>。車両とインフラが、通信で様々な情報を共有してサービス連携を図る協調ITSを活用した自動運転サービスの実現に向けた検討が進められている<sup>(3)</sup>。

三菱電機は、車両単独では見通せない前方の道路状況や周りの交通情報を、インフラから車両に提供するインフラ協調型自動運転システムについて、①自動運転中央システム、②路側処理システム、③ダイナミックマップサーバ、④準天頂衛星による高精度測位技術などの多様な先端技術を用い、実用化に向けて取り組んでいる。



CACC : Cooperative Adaptive Cruise Control

### ITSの更なる高度化が目指す安全で安心な豊かな社会

高度化されたITSは、個々の交通課題だけでなく社会全体が抱える課題を解決する基盤としての役割を期待されている。インフラ協調型自動運転システムによる本線先読みや合流支援、自動バレーパーキング、逆走防止システムなど次世代のITSを活用することで、より安全で安心な豊かな社会を実現する。

1. ま え が き

政府IT総合戦略本部の策定した“官民ITS構想・ロードマップ2017”や内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)で自動走行システムの開発・研究を行う“SIP-adus”が示す開発計画によれば、2020年を目処に高速道路等一定条件下での自動運転(SAE(Society of Automotive Engineers)レベル3“自動パイロット”)が市場化され、2025年をめどに高速道路での完全自動運転システム(SAEレベル4)によって世界一安全で円滑な道路交通社会を目指すこととされている<sup>(2)(3)</sup>。

当社は、安全・安心でより豊かな道路交通社会の実現のために協調ITSの活用に取り組んできた。協調ITSとは道路上を走行する車両が、インフラと多様な通信手段で情報を共有・連携することで、安全・安心、道路交通管理の効率向上、事故・渋滞の削減などの便益をもたらすシステムコンセプトである。

本稿では当社が取り組んでいる協調ITSを活用したインフラ協調型自動運転システムの開発状況について述べる。

2. インフラ協調型自動運転システム

2.1 概 要

インフラ協調型自動運転システムとは、車両とインフラが通信で情報をやり取りし、自動運転を実現するシステムである。例えば、道路管理者が把握している事故や渋滞、工事規制などの道路上の事象情報と、車両が自らのセンサで取得した位置や速度、画像等の高度化された車両の情報(プローブ情報)が協調ITSによって共有化されて処理される。これによって細やかな道路状況の把握や自動運転の支援など新たな利用価値が生まれ、車両と道路管理者の双方が多くのメリットを享受することができる。また、共有された情報は、道の駅やサービスエリア・パーキングエリアなどの施設でも活用でき、ドライバーのストレス低減や地域活性化など、より豊かな社会の実現に貢献できる。

現在、高速道路上を走行する自動運転車両に対して、車両単独では見通せない先の道路状況や見通しの悪い分合流地点の車両の存在をインフラ設備で検知し、路車間通信で提供するインフラ協調型自動運転システムの開発に取り組んでいる。今回、国土交通省国土技術政策総合研究所(国総研)の“次世代協調ITSのシステム開発に関する共同研究”の中で、高速道路を模擬した国総研テストコースでの“本線先読み実験”及び“合流車両支援実験”の自動運転実験に成功し、次なる段階に到達した。

ここで、車両に提供する本線先読み情報や合流支援情報について述べる。本線先読み情報は、高速道路上を走行している車両に対して、事故情報、渋滞情報、規制情報等と高速道路の地図データを提供するものである(図1)。また、合流支援情報は、高速道路の合流車線を走行中の車両に対して、本線を走行中の車両情報(車両形状、車両番号、車両位置、車両速度、走行車線情報)を提供するものである(図2)。従来のETC2.0システムでは、提供される情報に車線ごとの正確な位置情報や時刻情報が付与されていないため、車線ごとに車線状態(車線ごとの事故、車線ごとの渋滞長、車線ごとの規制等)が認知できず、車両側は受信データを車両制御に活用することが難しかった。これらを解決するために、インフラ協調型自動運転システムでは、SIP自動走行システムで検討されているダイナミックマップを利用することにした(図3)。インフラ側からは高速道

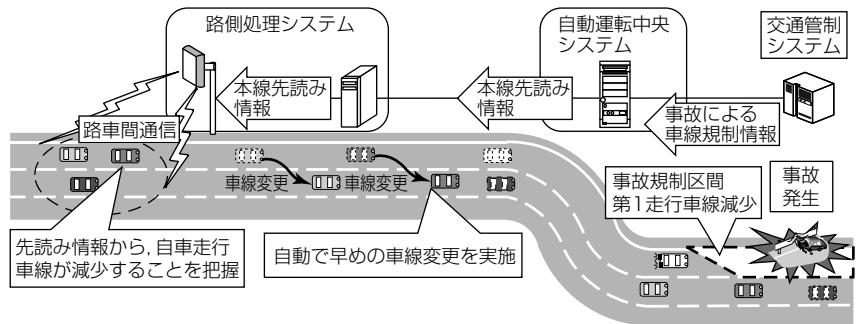


図1. 本線先読み情報提供の仕組み

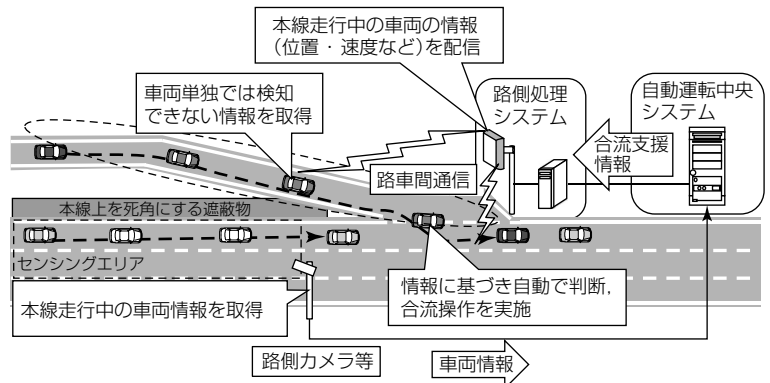
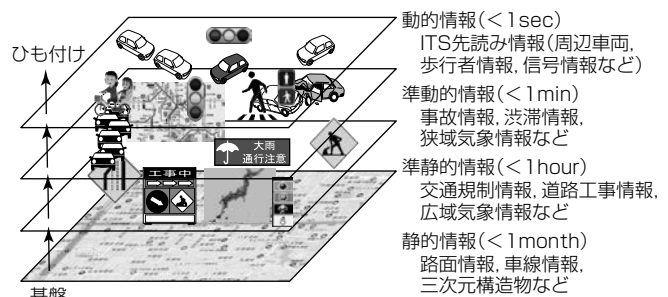


図2. 合流支援情報提供の仕組み



ダイナミックマップとは、SIP-adusで開発実用化が検討されている基盤技術であり、静的情報である高精細デジタル道路地図に、自動運転に必要な交通規制情報や渋滞情報、周辺車両情報等といった様々な準静的・準動的・動的情報を統合して構造化した高度交通情報データベースである。

図3. ダイナミックマップ

安全・安心・快適

路の車線ごとに正確な位置情報や時刻情報を提供することで、車両制御にも利用可能な情報になる。高速道路上を走行中の自動運転車両や合流車線を走行中の自動運転車両は、それぞれの車両から見通せない先の情報を事前に受信することで、車線変更、合流タイミング調整や車両の加減速などの車両制御のほか、自動運転モードからドライバが運転するモードへの移行判断が可能になる。今回のテストコースでの実験では、ダイナミックマップの仕組みと路車間通信を活用して、高速道路上の車線ごとの事象情報やほかの走行車両情報を自動運転車両に対して提供するシステムの開発・実験的検証を実施し、それが有用であることを確認した。

## 2.2 システム構成

高速道路上を走行する車両が、V2V(Vehicle to Vehicle)、V2I(Vehicle to Infrastructure)、I2I(Infrastructure to Infrastructure)等の通信で取得した情報を整理・活用することで、安全・安心、道路管理、交通管理、物流管理、環境対策(ECO)、情報提供、情報収集等の多様なアプリケーションでインフラ側と共有する場合、情報の鮮度(時間や座標等の情報)や精度、信頼性の高さが重要となる。

当社のインフラ協調型自動運転システムは、AI(Artificial Intelligence)技術やビッグデータを活用し、収集した情報をリアルタイムに高速処理・高速通信することで情報の鮮度を保ち、情報の精度を高めて提供することを狙っている。このシステムは大きく4つの要素で構成される(図4)。次に各要素の機能について述べる。

### (1) 自動運転中央システム

- ①道路上の発生事象を収集し、本線先読み情報や合流支援情報を生成し、生成した情報を路側処理システムに送る。

- ②路側処理システムが車両から取得した走行車両(プローブ)情報を収集し、処理する。

### (2) 路側処理システム

- ①自動運転中央システムから送られた情報を、ETC2.0やIEEE802.11pなどの無線通信技術による路車間通信で自動運転車両へ配信する。

- ②自動運転車両のプローブ情報を取得し、自動運転中央システムに送る。

### (3) ダイナミックマップサーバ

- ①モバイルマッピングシステム(MMS)を使って製作された高精度な三次元基盤地図情報と道路管理者が独自に収集・製作する道路地図情報や道路線形情報等を編集し、自動運転中央システムに送る。

### (4) 準天頂衛星による高精度測位技術

- ①準天頂衛星から配信された補強情報を用いてデータを補正するセンチメートル級の測位技術によって、車線単位での高精度な位置特定を可能にする。

3章以降で、高鮮度・高精度を実現するためのキーコンポーネントである自動運転中央システムと路側処理システムの機能・特長について述べる。

## 3. 自動運転中央システム

自動運転中央システムは、自動運転や道路管理に必要な高鮮度・高精度な情報をリアルタイムに生成する装置であり、次の機能を持っている。

### (1) 情報生成機能

道路管理者が持つ交通管制システムやETC2.0サーバと接続し、渋滞情報や落下物、事故規制情報などの自動運転

安全・安心・快適

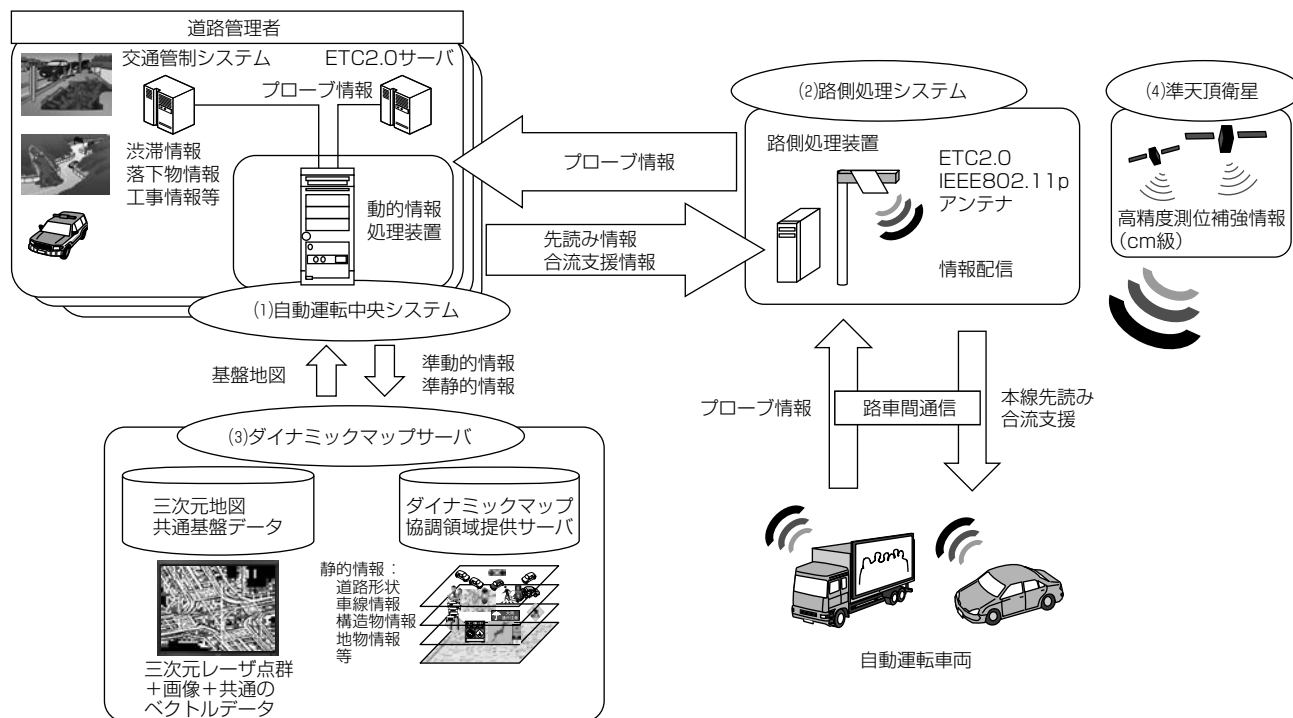


図4. インフラ協調型自動運転システム

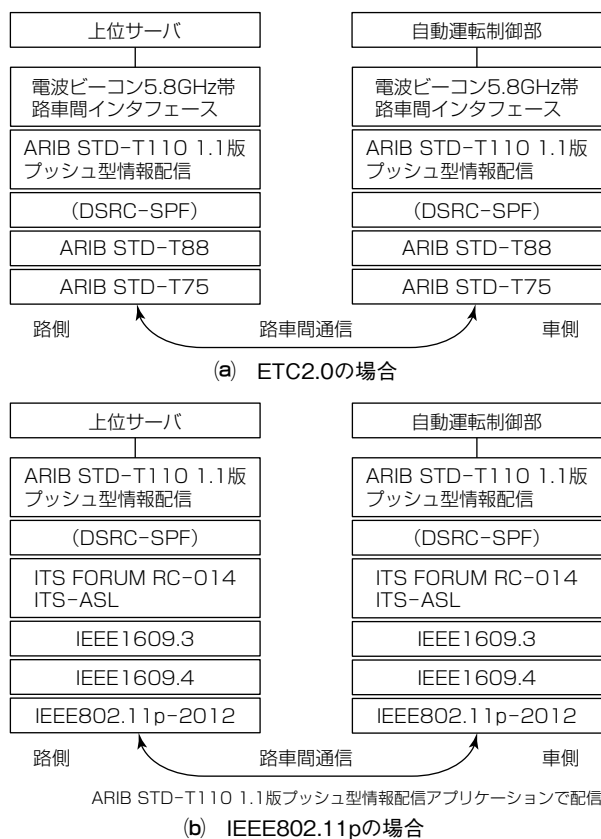
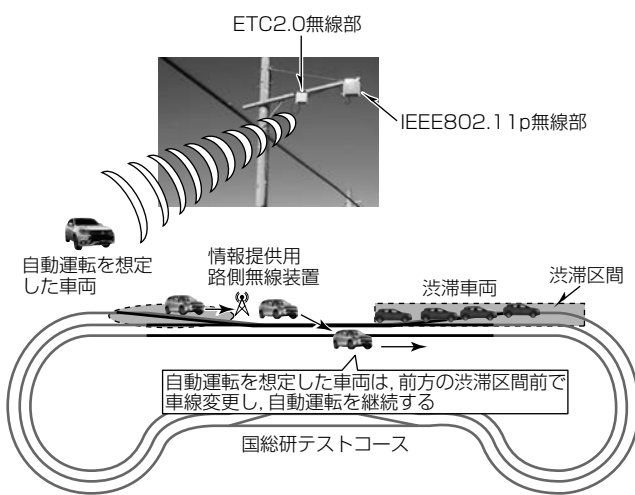
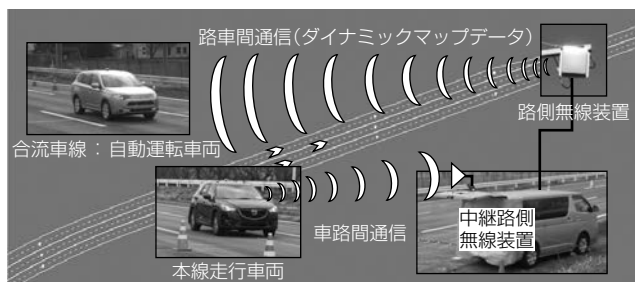


図5. 路側処理システムの路車間通信プロトコル構成



(a) 国総研テストコースでの実験概念図



(b) 実験時の路側処理システムの構成

図6. インフラ協調型自動運転システムの実験概念図

車両単独では見通せない先の道路の事象情報や、合流地点での車両情報などを収集し、本線先読み情報、合流支援情報等を生成する。生成した情報は高鮮度・高精度な情報として路側処理システムに送る。

(2) プローブ情報処理機能

路側処理システムが道路上を走行する自動運転車両から取得したプローブ情報(位置・速度などの車両状況や画像等のセンサ情報など)を収集し、道路管理者の道路保全業務や設備維持管理業務に活用できる情報(例：轍(わだち)や陥没の位置、渋滞末尾の検知など)にする。

4. 路側処理システム

路側処理システムは、自動運転中央システムで生成された情報を、無線通信技術を用いて自動運転車両へ本線先読み情報や合流支援情報として提供する。このシステムでは、ETC2.0と高速伝送・高通信品質を確保可能なIEEE802.11pの2種類の無線通信方式を選定した。これらの無線通信方式のプロトコル構成を図5に示す。

図5に示したETC2.0及びIEEE802.11pによる路側処理システムを用いて、図1や図2に示したインフラ協調型自動運転システムが実現可能か否かの検証を国総研テストコースで実施した。図6に実験概念図を示す。また、この実験では準天頂衛星から配信される補強情報も路側処理シ

ステムを用いて車両に提供した。自動運転車両の制御用情報として、ダイナミックマップ情報(本線先読み情報、合流支援情報)や補強情報を活用可能であることが確認できた。

5. むすび

車両とインフラが通信で情報を相互にやり取りし、自動運転を実現するインフラ協調型自動運転システムの開発状況について述べた。当社は、自動運転車両と路側処理システムが情報交換するインフラ協調型自動運転システムの実現に向け、SIP自動走行システムで検討中のダイナミックマップを利用し、高速道路を走行する自動運転車両に対して、車両制御にも有効な情報提供が可能であることを確認し、次なる段階へ到達している。今後は、協調ITSを活用した豊かな社会のため、早期実用化を目指す。

参考文献

- (1) 特定非営利活動法人ITS Japan：ITS年次レポート2016年度版“日本のITS” (2016)
- (2) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部：官民ITS構想・ロードマップ2017 (2017)
- (3) 内閣府：戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)自動走行システム研究開発計画 (2017)