

自動運転の早期実用化に向けた協調ITSの開発

井坪慎二・岩里泰幸・関谷浩孝・御器谷昭央

1. はじめに

人間のミス（ヒューマンエラー）により交通事故の大半が起これと言われている、自動運転の実現によりその削減が期待されている。また、渋滞緩和、環境負荷の低減などその他の効果も期待されており、政府としても自動運転の早期の実現を目指している¹⁾。

国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、よりよい道路交通を実現するため、協調ITS(2章参照)の共同研究（3章参照）を行っている。その中で、高速道路での自動運転の早期実用化に向けた道路インフラ側からの情報提供サービスの検討を行っている。本共同研究で作成した仕様書案やフォーマット案を用いて、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の自動運転実証実験において、自動運転支援システムのプロトタイプを構築中である。また、日本自動車工業会(JAMA)は、このプロトタイプを用いて、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会（以下「東京2020大会」という。）の前の2020年7月に自動運転のデモンストラーションを行うこととしている。

本稿では、共同研究の全体像と各サービスや仕様の概要、さらに構築中のプロトタイプについて概要を報告する。

2. 協調ITSとは

協調ITSとは、車とインフラの通信方式やデータ形式などの整合を図ることにより、車、路側機、センターなどが相互に情報を交換し、それを安全、道路・交通管理、物流管理、情報収集・提供などのアプリケーションで共用するシステムである。

協調ITSにおいては、車載センサを含め自動車が収集している多様な情報を収集することで落下物や事故等を検出し、道路管理に活用するとともに、これら車両側で取得した情報と道路管理者が

保有するインフラ情報を組み合わせて、迅速に情報提供を行うことで、より安全で快適な道路交通の実現を目指す。また、近年開発が進む自動運転の早期の実用化には協調ITSによるインフラからの情報提供による支援が必要である。

3. 協調ITSに関する官民共同研究

国総研では、協調ITSの実用化に向け、2012年から通信機器メーカー、自動車会社、高速道路会社等と官民共同研究を行っている（以下「共同研究」という。）。現在は、第3期（2018年1月～2020年3月）共同研究（正式名称：次世代の協調ITSの実用化に向けた技術開発に関する共同研究）を行っており、共同研究参加者も初期の14者（国総研含まず）から増え29者に増加している²⁾。

第1期（2012年9月～2013年12月）の研究³⁾では官民で検討すべき研究対象の共通認識を形成するため、協調ITSサービスのメニューについて検討し、第2期（2015年4月～2017年3月）の研究では協調ITSサービスの中から、自動運転実現のために優先度の高いサービスとして、先読み情報提供サービスと合流支援サービスに研究対象を絞り込んだ。

現在の第3期では、第2期で絞り込んだ先読み情報提供サービスと合流支援サービスについて、情報提供内容の具体化、情報フォーマットの作成を行い、合流支援サービスについては、システムの仕様書の素案の作成を行った。以下ではそれらの概要をシステムイメージと共に説明する。

3.1 先読み情報提供サービス

先読み情報提供サービスとは、車載センサでは検知出来ない前方の情報を提供するサービスである。特に自動運転車は、車載センサが自動運転の目となり周辺状況の確認を行う⁴⁾が、その検知範囲に限界がある。このため、車線毎の障害情報が提供されることで、事前の余裕を持った車線変更が可能になり、円滑な自動運転に寄与する。

共同研究の中では、先読み情報提供サービスについて、以下の(1)～(3)の3サービスの情報提供内容と具体的な情報提供フォーマットの検討を行った。情報提供フォーマットの検討は、考え得る事象を網羅した上で、利用者である自動車会社やカーナビ会社の意見を踏まえ、既存のフォーマットや国際標準との整合をとりつつ、情報の細かさやデータのbit割まで検討する必要がある、総合的な調整能力を要する基本かつ重要な作業である。

(1) 車線規制・路上障害情報提供サービス

車線規制・路上障害情報提供サービスは、「高速道路下流側の障害情報を早期に把握し、上流側のドライバーや自動運転車に情報提供を行うことで、事前の車線変更等の対応を支援するサービス」である(図-1)。これらの事象の情報提供内容の概要を表-1に示す。

路上障害情報の収集は、これまでは通報やパトロール車の報告により行われていたが、故障車や事故車からの情報提供により、事象把握時間の短縮が期待されている。

近年は、車と連動した緊急通報サービスが普及している。これらのサービスでは、エアバックが作動した時には自動で通報がなされ、車両内のボタンを押すだけでセンターとの会話ができる。これらの緊急通報サービスと連携した早期の事象把握

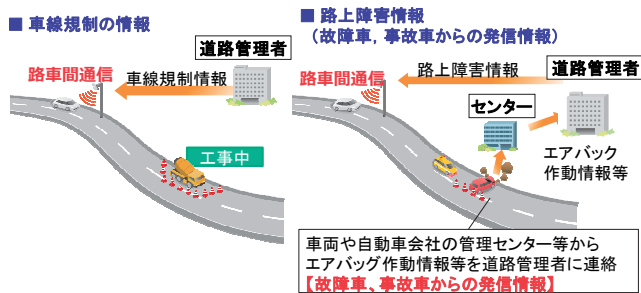


図-1 車線規制（路上障害）情報の提供

表-1 車線規制・路上障害情報の情報内容

項目	情報提供内容
日時	発生日時
場所リンク	座標、始点・終点リンク番号等
規制内容	通行規制、速度規制、片側規制等
事象内容	事故、火災、故障車、障害物、工事、作業、逆走、動物 等

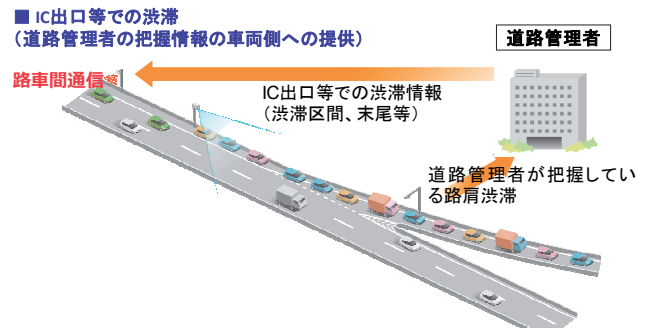


図-2 分流情報提供サービス

表-2 分流情報提供サービス 情報提供内容

項目	情報提供内容
渋滞区間長	〇〇m
渋滞末尾位置	リンク番号、リンク端からの距離
渋滞発生車線	路肩、第一走行車線、第二走行車線 等
通過時間	〇〇分

握のための手法について共同研究で検討を行っている。また、自動運転車は自らの走行車線前方の障害物など、様々な周辺状況を認知しており、路上障害の早期発見にはこれらの情報の活用も期待される。

(2) 分流情報提供サービス

IC出口においては、その先の一般道で渋滞が発生して、それが高速道路本線まで繋がることもある。当該IC出口で高速道路を降りる場合には、この渋滞列にあらかじめ並ぶ必要があるが、特に渋滞列が長い場合、自動運転車のセンサにはその理由までは特定することができず、適切な対応がとれない。このため、どのICで出口渋滞が発生しているかを情報提供する必要がある(図-2)。情報提供内容の概要を表-2に示す。

(3) 料金所情報提供サービス

自動運転車の車載センサでは、料金所のゲート開閉を100%の精度で検知を行うことが困難である。冗長性を確保するため、ゲートの開閉情報を事前に情報提供を行う必要がある。料金所情報提供サービスの概要を図-3に、また、情報提供内容を表-3に示す。

■ レーン毎の運用情報の提供

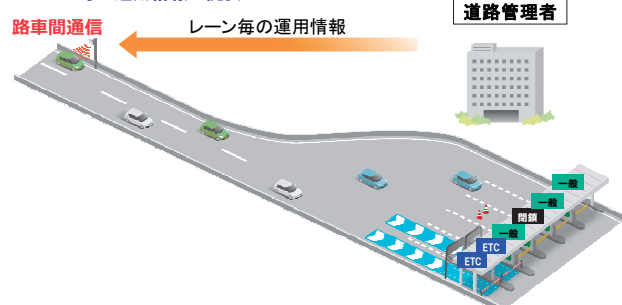


図-3 料金所情報の提供

表-3 料金所情報提供 情報提供内容

項目	情報提供内容
料金所の位置	リンク番号、リンク端からの距離
ブース数	○ブース
各ブースの運用状況	ETC、ETC/一般混在、一般、閉鎖 等
閉鎖原因	故障、事故、点検、その他 等

3.2 合流支援サービス

日本の都市高速道路では、空間的制約から加速車線が短いことが多い。また、遮音壁や高欄の存在や本線と合流車線の高低差から、車載センサで本線交通状況を確認出来ないことが多い。このため、合流支援サービスでは、本線の交通状況をセンシングにより把握し、合流する自動運転車に提供し、円滑な合流を支援する（図-4）。

あらかじめ本線走行車の速度や合流部ハード
ノーズ端への出現タイミング（到達時刻）を情報
提供することで、合流自動運転車は事前に速度調
整や合流タイミングの調整が可能となる。システ
ムのコンセプトを図-5に示す。情報提供内容の概
要を表-4で示す。

図-5に示す具体的な処理の流れは以下となる。

- ① センサで、本線第一走行車線の走行車両の車長、速度および車間を計測する。

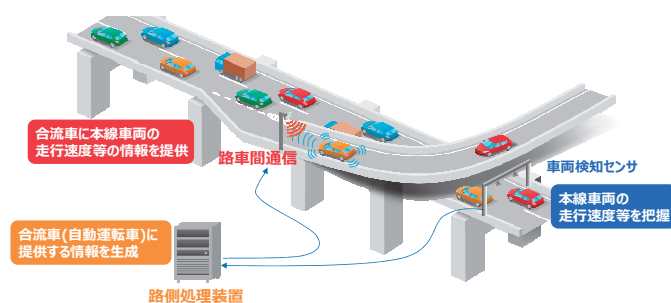


図-4 合流支援サービス

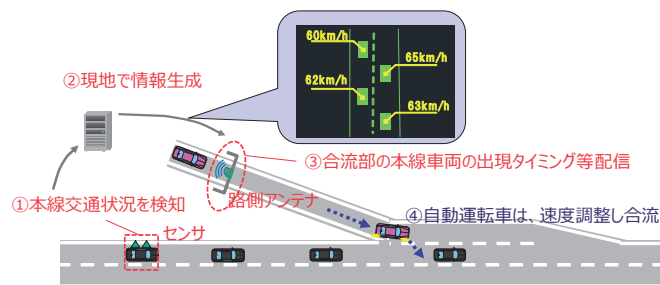


図-5 合流支援システムのコンセプト

表-4 合流支援サービス 情報提供内容

情報項目	内容	
情報生成日時	情報生成日時	
合流支援システムID	合流支援システムID(道路管理者番号+合流部番号+方向等)	
準拠している合流支援システムの仕様	仕様書番号	
システム異常	各センサ、システムの正常・異常を自動判定	
情報提供範囲	対象車線(DAY2サービスも含めて考慮)	
交通状況概況	(本線)上流部	過去10秒間に通過した車両の交通量、平均車速、平均車間時間
	(本線)合流部	過去10秒間の交通状況
	(連結路)合流部	過去10秒間の交通量／直近3台の通過からの経過時間
	(本線)下流部	合流部下流側の交通状況(道路管理者情報を合流部付近の天候、降水・降雪量)
気象状況	合流方向／加速車線長／加速車線の車線数／情報提供位置～加速車線起点までの距離／合流部の緯度・経度	
基本情報	センサ設置位置～合流部までの距離	
(合流部)	[対象範囲内の台数分]	
基本情報(本線部)	対象車両台数、車両No.、合流部到達時刻(計算値)、車線情報、情報伝達率、車長、速度、前方車両との車間時間、車両位置	
本線車の車両通過時刻と車両位置情報		

- ② ローカルサーバーで、本線走行車両が等速運動をすると仮定して、ハードノーズ端での出現予定時刻を計算する（到達時刻）。本線車両の車長と速度等の送信用情報をフォーマットに従い生成する。
- ③ 合流する自動運転車に対して、上記の情報を路側のアンテナから配信する。
- ④ 合流する自動運転車は、配信情報をもとに加減速を行い、本線への合流タイミングを調整する。

仕様書素案の詳細については割愛するが、前述の内容の他、システム構成、情報検知精度、機器の配置位置の考え方、情報配信方法などを記載している。

4. 第二期SIP-adusによる実証実験

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム第2期自動運転（SIP-adus）では、自動運転の早期の実用化に向けて、一般道における信号情報や高速道路における合流支援情報など、交通インフラにより提供される動的な交通情報を活用した協調領域における自動運転技術の検証するため、実証実験を行うこととしている。

この中の首都高速道路の実験において、共同研究で作成した仕様書と情報提供フォーマットに基



図-6 合流支援、料金所情報提供のプロトタイプイメージ
づき、首都高速道路空港西オンランプにおいて合流支援サービスと料金所情報提供のプロトタイプを構築中である(図-6)。本箇所では、2020年の3月頃から実験を開始する予定である。これらのプロトタイプを活用して、日本自動車工業会(JAMA)が東京2020大会に先駆けて2020年7月に自動運転のデモンストレーションを行うこととしている。

合流支援システムについては、本実証実験を通じて、多様な交通状況や気象状況の中で以下に示す検証を行う予定である。また、実験結果を踏まえ仕様やフォーマットの修正を行う予定である。

① 本線車到達時刻(計算)と実際の値の差

「3.2合流支援サービス」で説明したとおり、合流する自動運転車は、計算された本線車到達時刻情報を基に合流タイミングを調整するため、この情報は最重要の情報の一つである。ただし、センサ通過時点の情報を元に計算されるため、実際の値とは差が生じる。この差について、交通状況との関連も含めて検証を行う。

② センサ検知漏れの発生

センサによる本線走行車の検知漏れは、合流車から見ると存在しないはずの車両が合流部で出現することになるため、避けるべき事象である。豪

また、センサで検知が難しい、二輪車の検知精度についても検証を行う。

③ 検知から情報生成までの時間

一般に安全運転支援の情報提供では、遅延は重要な検討項目である。時速60kmの場合、1秒間に16.6m進む。1秒情報送信が遅れると、それだけ合流車のタイミング調整の幅が減ることになる。このため検知から情報生成までの所要時間(遅延)はシステムの性能の中で重要であり、実際のプロトタイプで所要時間の把握を行う。

5. おわりに

世界的な流れとしても、早期の自動運転の実現の為には、道路側からの情報提供などの支援が必要との議論があり、先読み情報の生成と合流支援はその核の議論の一つである。本稿では、それらに関して、共同研究の取り組みとSIPと連携して構築しているプロトタイプの概要について報告した。共同研究と実証実験を通じて、いち早い実用化を目指し、自動運転の実用化、ひいては、安全・安心・円滑な道路交通の実現に寄与したい。

参考文献

- 1) 官民 ITS 構想・ロードマップ 2019, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20190607/siryou9.pdf>
- 2) 自動運転を支援する情報提供等に関する共同研究を開始します～「次世代の協調 ITS の実用化に向けた技術開発に関する共同研究」～、報道発表資料、2018年1月19日、<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20180119.pdf>
- 3) 国総研資料第 819 号「次世代の協調 ITS 開発に関する共同研究報告書」、2015年1月
- 4) 井坪慎二、玉田和也、吉村仁志、牧野浩志：自動運転の実現に向けた技術的課題と道路インフラの役割、土木技術資料、第 59 巻、第 4 号、pp.44～47、2017

井坪慎二



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部高度道路交通システム
研究室 主任研究官、博士(工学)
Dr.ITSUBO Shinji

岩里泰幸



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部高度道路交通システム
研究室 研究官
IWASATO Yasuyuki

関谷浩孝



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部高度道路交通システム
研究室長、博士(工学)
Dr.SEKIYA Hiroataka

御器谷昭央



国土交通省国土技術政策
総合研究所道路交通研究
部高度道路交通システム
研究室 主任研究官
GOKITANI Akio