

3. 高度道路交通システム (ITS)

道路情報 DB 更新システムの構築

System construction for updating road information database

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

| | | |
|--|-------------------|----------------|
| 道路交通研究部 高度道路交通システム研究室 | 室 長 | 井坪 慎二 |
| Road Traffic Department | Head | ITSUBO Shinji |
| Intelligent Transport Systems Division | 主任研究官 | 大橋 幸子 |
| | Senior Researcher | OHASHI Sachiko |

In order to maintain roads in good condition, it is important that routes of oversize or overweight vehicles was permitted properly. This permission can be granted automatically if road information of the route is stored in a database. In this study, a system through which road operators can easily update the road information online was constructed.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、健全なインフラの維持のため、ICT技術を活用して特殊車両の通行の適正化を図るとともに、物流生産性の向上のため、特殊車両の通行許可手続きを迅速かつ効率的に行うことを目指している。

特殊車両の通行の可否については、道路情報 DB に収録されている区間はシステムにより自動で判定できることから、通行許可手続きの省力化、迅速化の観点から道路情報 DB の多頻度での更新が望まれている。現行の道路情報 DB の更新は、これまで主に年1回の作業となっており、各道路管理者がオフラインの専用ツールにより情報を登録し、これらを主に手作業で統合したうえで行った。しかし、この方法では作業が煩雑であるとともに、複数の道路管理者が関係する交差点の登録などでは調整に時間を要していることが課題となっており、改善が望まれている。

これらのことを踏まえ、道路情報の更新作業を各道路管理者がオンラインで簡易に実施でき、道路情報 DB の多頻度での更新を可能にするシステムを構築した。

〔研究内容〕

(1) 更新システムの構築

過年度に設計した内容をもとに、プログラムの作成とテストの実施を経て、システムの構築を行った。システムの主な機能を示す。

- ・ オンラインで情報を更新する機能
- ・ オンライン地図による描画作業を可能にする機能
- ・ 関係者間の通知をオンライン化する機能
- ・ 入力情報を自動でチェックする機能
- ・ ベースの道路地図のバージョンに関わらず、不変の区間 ID・交差点 ID で情報を管理する機能

本システムはクラウド上での運用を想定しているため、クラウド環境においても作動するシステムの構築を行った。

(2) システムを利用した更新作業の試行

実際に道路管理者にとって使いやすいシステムとするため、道路管理者の協力を得て、更新作業の試行を行った。多くの種類の作業を試行できるよう、各道路管理者にあらかじめ作業内容を割り当てた。なお、作業の一部は過去に各道路管理者が実際に更新作業を行った内容とし、現行システムとの比較による評価がしやすいように工夫した。また、道路管理者間の調整が生じる作業についても、使いやすさを確認できるよう、シナリオを設定して調整を行う双方の道路管理者に伝え、試行期間内にシステム上での調整作業がなされるようにした。

試行の対象は四国地方整備局の6直轄事務所と管内の2自治体の計8道路管理者とした。試行期間として概ね2週間を設け、道路管理者が自由に作業を進められるようにした。作業後、使いやすさについて、メールによるアンケートを行ったうえで、ヒアリングによりアンケート回答を参照しながら詳細を確認した。

試行後、試行で得られた意見等に基づき、構築中のシステムを修正するとともに、新規に開発が必要となる内容については引継ぎ事項として整理した。

(3) システムの移行

本研究後に想定される、他の特車関連システムとの自動連携機能の構築等に向け、システムをクラウド上からハードディスクへ移行した。なお、今後の自動連携機能の構築において他のクラウドサービスの利用も可能にするため、他のクラウドサービスでの利用も想定し、移行手順書の作成を行った。

〔研究成果〕

(1) 更新システムの構築

開発環境のクラウド上にシステムを構築した。テストにより、各機能が正常に動作することを確認した。

(2) 試行結果

アンケートでは、試行作業を行った約7割の道路管理者が、「操作が分かりやすい」または「概ね分かりや

※本報告は令和3年度補正予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果をまとめたものである。

すい」と回答した(図-1)。その後のヒアリングも含め使いづらかった点を確認したところ、画面表示が見づらかった点や分かりにくい語句に関する指摘、表示速度や一時保存機能に関する指摘があり、これらについて対応を実施、あるいは対応案を整理し引継ぎ事項とした。また、試行中にいくつかの動作の不具合が確認され、これらを修正した。

新たなシステムが作業の軽減につながるか質問したところ、約6割の道路管理者が、「作業負担が軽くなるを感じる」または「若干軽くなるを感じる」と回答し、作業負担が増えるとした道路管理者はいなかった(図-2)。なお、システム構築は当初より道路管理者の作業の軽減を目的としていたが、当初の想定以上に作業負担軽減の期待が大きいと考えられた事項があり、その一部をa)からc)に示す。

a) オンライン地図上での交差点指定による省力化

道路情報DBが扱う多くの情報については、対象となる交差点を指定して作業を始める必要がある。従来の交差点の指定では、道路情報便覧表示システム等を人の目で見て10桁の数字を手入力するものであったが、地図上で指定できるようにした(図-3、図-4)。

b) 提出用データの作成

従来はオフラインツールを利用していたため、データの提出を別途行う必要があった。このため道路管理者は、提出用のファイル(.mdbファイル)を作成し、別途メール等で提出していた。これを新システムではシステム上で提出できるようにした。

c) データの更新

従来はオフラインツールを利用していたため、更新作業時に最新版のデータをダウンロードし情報を更新する必要があった。しかし、最新のデータを反映したシステムにオンラインでアクセスして作業することから、各道路管理者でのデータの更新が不要となった。

(3) 移行

システムをハードディスクに移行するとともに、移行手順書を作成した。

[成果の活用]

今後、本研究で構築したシステムに、他システムとの連携に関する機能を追加予定である。また、本システムを用いて更新された道路情報による、連携先システムでの算定の試行が必要である。これらを経て、システムの実運用が始まる見通しである。

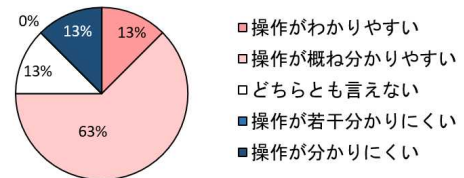


図-1 操作性に関するアンケート結果

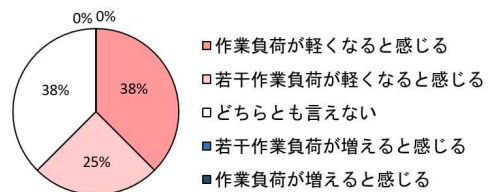


図-2 作業負担に関するアンケート結果



図-3 道路情報便覧表示システム



図-4 新システムにおける交差点の指定

特殊車両モニタリング高度化の検討

Research on improving the monitoring of oversize or overweight vehicles

(研究期間 令和2年度～令和5年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室 長 井坪 慎二
Head ITSUBO Shinji
主任研究官 大橋 幸子
Senior Researcher OHASHI Sachiko
交流研究員 松永 奨生
Guest Research Engineer MATSUNAGA Shoki

Weight monitoring is particularly important because weight has a large impact on infrastructure condition. In order to monitor the oversize or overweight vehicles efficiency, it is important to use the ICT technology.

In this study, a method for collecting weight data by connecting On-Board-Weighing (OBW) and ETC2.0 on-board unit was drafted. In addition, a survey of measurement technology for running vehicle weight that are not commonly used in Japan was conducted.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、健全なインフラの維持のため、ICT技術を活用して特殊車両の通行実態を効率的に把握し、特殊車両の通行の適正化を図ることを目指している。構造物の劣化への影響が大きいのは重量であることから、重量モニタリングを適切に実施することが特に重要である。

現行の制度では、道路に設置された特殊車両自動計測装置 (Weighing-in-motion. 以降「WIM」という) による監視と取締基地での計測による取締りが行われている。しかし、これらは地点での計測であるため、面的なモニタリングとしては限界がある。そのため、国土技術政策総合研究所では、車載型重量計 (On-Board-Weighing. 以降「OBW」という) やETC2.0プローブ情報を活用したモニタリングの高度化の検討を行っている。

令和4年度は、OBWとETC2.0車載器を接続し、ETC2.0プローブ情報の一部として、OBWによる重量計測値を収集することを想定し、OBWによる重量記録方法案の作成を行った。

[研究内容]

(1) OBWによる重量記録方法案の作成

本研究では、OBWとETC2.0車載器を接続しETC2.0プローブ情報とともにOBWによる重量計測値を収集することを想定した(図-1)。また、令和4年度より始まった特殊車両通行確認制度では、車両を通行させた者がその経路や積載物の重量を記録することが規定されているが、OBWによる計測は、これらの記録の自動化への活用も考えられる。

令和3年度に重量値の計測のタイミングやデータ蓄積条件等OBWによる重量計測の方法の素案をまとめて

おり、本研究では、素案をベースに必要な機能を整理し、これら機能の実装を想定した場合に生じる課題、実装可能性等について、OBW関係事業者、ETC2.0車載器関係事業者にヒアリングを行った。そのうえで、これらの機能について、ETC2.0車載器側で取り込む場合、OBW側で取り込む場合、独立した機能の連携装置として設置する場合等を想定し、考えられる実装の構成を整理した。

(2) 新たな重量計測技術の調査

重量モニタリングの低コスト化や捕捉率向上等の高度化に向け、現時点で国内における新たな重量計測技術を調査した。

[研究成果]

(1) OBWによる重量記録方法案の作成

重量記録の方法として、ETC2.0プローブ情報の一部としてETC2.0車載器を通じて路側機にアップリンクすることを想定した。

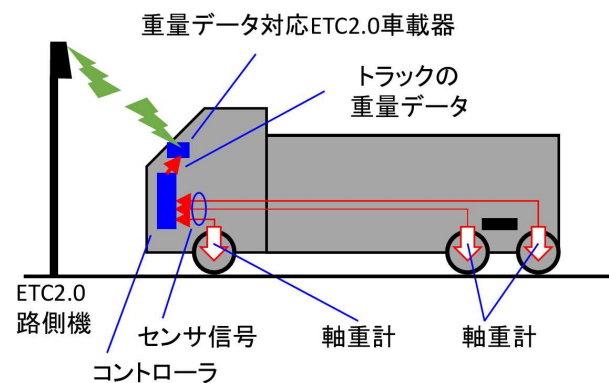


図-1 OBWとETC2.0車載器による重量収集のイメージ

重量計測タイミングについてエンジンがオンになり一定時間が経過した後に計測すること、停車して一定時間が経過した後に計測すること等を想定したため、電源状態検知機能やタイマ機能が必要と考えられた。また、車両の停止状態、あるいは一定の走行状態において重量値を計測することも想定したため、走行状態検知機能やタイマ機能が必要と考えられた。

これらの方法での計測のために必要な機能として、表-1 に示す7つを整理した。

表-1 計測に必要な7つの機能

| | 機能 | 内容 |
|---|-------------|-----------------------------------|
| ① | 電源状態検知機能 | OBWの電源が入ったことを検知する |
| ② | 走行状態検知機能 | 車両が停止状態または定速状態であることを判定する |
| ③ | 時計・位置機能 | 他のデータと同期のため、時刻、位置を記録する |
| ④ | タイマ機能 | エンジンオンからの一定時間、停車して一定時間を判定する |
| ⑤ | 重量計測機能 | 重量値を計測、蓄積、記録する |
| ⑥ | 重量計測データ記録機能 | 定められたタイミングで重量値を保存し、アップリンクデータを作成する |
| ⑦ | アップリンク機能 | アップリンクデータを路側機にアップリンクする |

これらの機能について、OBW または ETC2.0 車載器での分担の可能性、その場合の課題等を、それぞれのメーカー関連事業者ヒアリングを行った結果、現状のETC2.0 車載器や市販のOBWでは、流用できると考えられる機能がほとんどないことが分かった。

そのため、必要な機能を、OBW・ETC2.0 車載器とは別の連携装置として実装する場合、OBWの一部として実装する場合、ETC2.0 車載器の一部として実装する場合を想定し、機能構成を図-2 のとおりまとめた。そのうえで、OBWによる重量記録方法案を作成した。

(2) 新たな重量計測方法の調査

WIMで利用される新たな計測方法として、光ファイバ方式、光フォトセンサ方式、振動弦センサ方式について整理した。また、橋梁部でのWIMにおけるひずみセンサ方式についても整理した。これらの方式は軸重が計測可能である。これらの方式の中には従来のWIMより低コストになる可能性があるものも見られたが、精度、施工、運用面などで課題も見られ、今後も引き続き調査を行うことが望まれる。

その他、総重量のみの計測になるが、車両の加速度による計測方式についても調査した。

[成果の活用]

OBWによる重量記録方法案については、今後のOBWによる重量モニタリング検討に向けた基礎資料として活用予定である。

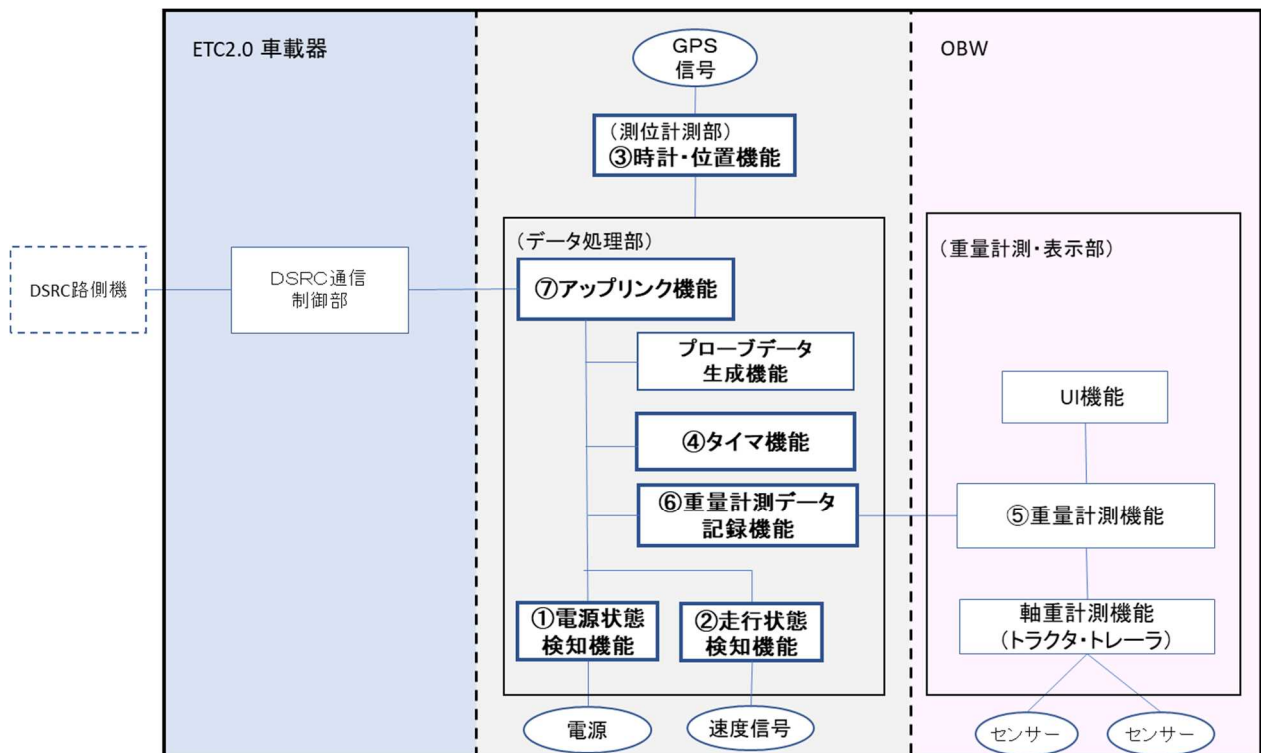


図-2 OBWによる計測に必要な機能 (OBW・ETC2.0 車載器とは別の連携装置として実装する場合)

ETC2.0 プロブデータの生活道路マップマッチング機能等の開発

Development of a map-matching function for ETC2.0 probe data including community road

(研究期間 令和3年度～令和4年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 井坪 慎二
Head ITSUBO Shinji
主任研究官 酒井 与志亜
Senior Researcher SAKAI Yoshia
研究官 寺口 敏生
Researcher TERAGUCHI Toshio
交流研究員 大住 雄貴
Guest Research Engineer OHSUMI Yuki

In this paper, the authors report the results of applying a map-matching method for probe information collected from ordinary roads that uses positioning information when the direction of travel changes, which is a feature of ETC2.0 probe information.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は、社会実験、共同研究や共同実験を通じて、プローブデータの更なる活用方法を検討している。その一環として、交通安全分析時のニーズを確認したところ、生活街路を含む全道路ネットワークを対象としたマップマッチングが必要と分かった。そこで、国土技術政策総合研究所では、処理高速化と処理負荷低減の実現および、全道路ネットワークを対象としたマップマッチング手法を検討している。過年度の検討では、高速道路と一般道のプローブ情報を区別し、適用するマップマッチングアルゴリズムを使い分ける手法を検討した。

本報では、一般道から収集したプローブ情報に対し、ETC2.0 プローブ情報の特徴である進行方向の変化（45度以上の方位変化）時に蓄積される測位情報（以下、「分割点」と称する）を用いたマップマッチング手法について評価した結果を報告する。なお本研究は、「ETC2.0 プローブ処理の高度化に関する研究」と連携して検討を実施している。

〔研究内容〕

本研究では、図-1 に示す一般道走行用のマップマッチングアルゴリズムの精度を、実際の走行経路が既知であるテストデータを用いて評価した。検証に用いたテストデータは令和4年11月23日～11月24日、12月12日～12月13日4日分1台分のプローブ情報である。具体的な走行経路を図-2 に示す。データの作成にあたっては、既存のマップマッチング処理が苦手としている「道路ネットワークが基盤の目状に配置され交差する箇所（市街地）」、「GPS 受信感度が悪い箇所（高層ビル街）」、「高速道路と一般道路が並行する箇所（首

表-1 マップマッチングアルゴリズムのパラメータ

| 各点 | 定義 |
|-------|------------------------------------|
| 分割点 | 進行方向の変化(45度以上の方位変化)時に蓄積される測位情報 |
| 特徴点 | 進行方向角度が22.5～45度変化した測位点 |
| 疑似特徴点 | 分割点間の測位点群における特徴点の位置に対するDRM経路上の按分位置 |

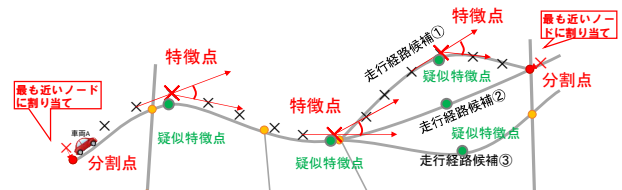


図-1 マップマッチングアルゴリズムの概要



図-2 今年度のテストデータの全体像

都高4号線等)」を含むルートを選定した。これらの個別の箇所におけるマップマッチング精度を評価し、本提案手法によってどの程度の改善が見込めるかを検証した。

※本報告は令和3年度補正予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果をまとめたものである。

[研究成果]

(1) 特徴的な箇所におけるマップマッチング精度の評価結果

図-3 に示す5つの精度指標（正解率、生成率、一致率、欠損率、余剰率）を用いて、実走行経路のDRMリンク数と、そのリンク長の和を指標として精度評価を行った。これらの指標により、提案手法のマップマッチング時の精度と誤マッチング時の影響を分析した。

市街地におけるマッチング結果（図-4）では、正解率と一致率の両方で約99%と非常に高い精度でマップマッチングされていた。高層ビル群におけるマッチング結果（図-5）では、正解率は100%となったが余剰なリンクを生成していたため一致率が若干低下した。並行道路におけるマッチング結果（図-6）では、リンク数ベースの正解率が44.8%、リンク長ベースの正解率が63.1%と、他の評価箇所と比べ精度が低くなった。この原因として、高速の乗り降りが判定できない場合に継続して別道路に誤マッチングされてしまう点が考えられる。

(2) 誤マッチングの原因に関する分析

従来手法では苦手としていた市街地のような碁盤の目状に道路が整備された箇所や、高層ビル群のようなGPS受信感度が悪い箇所であっても、今回提案した手法では高い精度でマップマッチングが行えることを確認した。一方、高速道路と一般道路が並行している区間においては、誤マッチングする可能性が高いことがわかった。これは、今回のアルゴリズムが、進行方向の変化に依存する手法であり、高速道路の乗り降りを区別する場面向いていないためと考えられる。

高層ビル群のマップマッチング結果で発生した余剰リンクの原因を分析したところ、付近にノードやリンクが密集していると誤割り当てされ迂回経路を生成してしまうことが分かった。迂回経路が生成されないようにマップマッチング経路の内角和を算出する方法や、DRM協会が整備を進めている、パーマネントID（DRM）の「集約交差点」情報を活用することで、本来の走行経路にマップマッチングされる可能性を高める方法等の対策が考えられる。

[成果の活用]

本研究では、一般道走行用のマップマッチング手法の精度評価を実施した。

来年度は、本検証結果を踏まえ、一般道用アルゴリズムの改良検討を実施する。また、高速道路走行用のマップマッチング手法についても精度評価を実施する。これらの検討結果を基に、一般道走行用のアルゴリズムと高速道路走行用のアルゴリズムと連携し、処理速度と処理精度を両立させた最終的なシステム構成を整理する予定である。

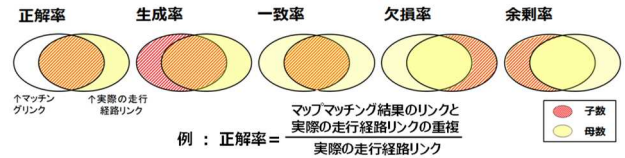


図-3 精度評価指標のイメージ

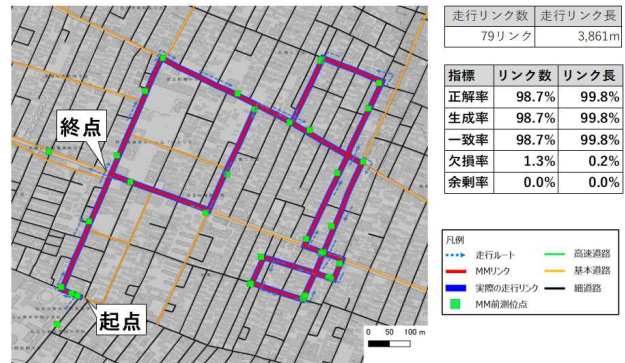


図-4 市街地におけるマッチング結果

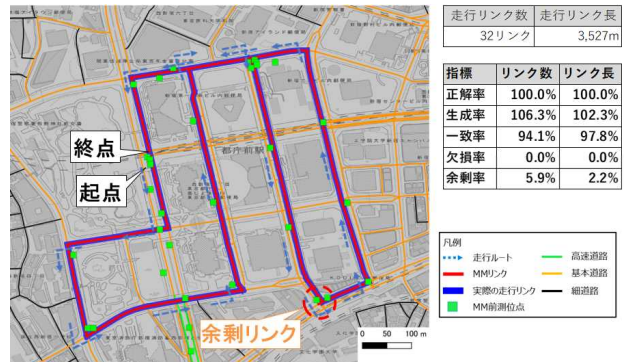


図-5 高層ビル群におけるマッチング結果

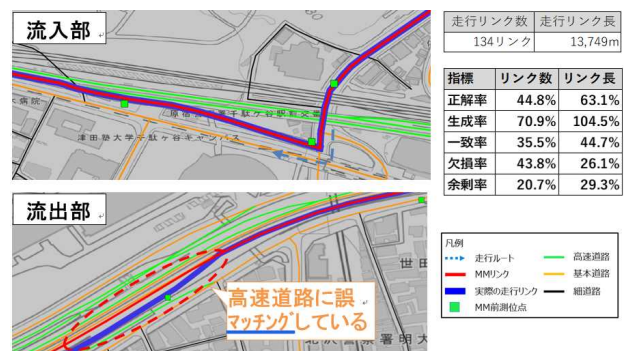


図-6 並行道路におけるマッチング結果（流入出部）

ETC2.0 プローブ処理の高度化に関する研究

Research on advanced processing ETC2.0 probe data

(研究期間 令和3年度～令和5年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 井坪 慎二
Head ITSUBO Shinji
主任研究官 酒井 与志重
Senior Researcher SAKAI Yoshia
研究官 寺口 敏生
Researcher TERAGUCHI Toshio
交流研究員 大住 雄貴
Guest Research Engineer OHSUMI Yuki

In this paper, the authors report the results of studying the functions required for managing ETC 2.0 probe data.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所(以下、「国総研」という)では、現行のETC2.0プローブデータの利活用に関する課題やニーズを把握した上で、より利便性の高い情報とすることを旨とした研究を行っている。

本研究においては、現行システムに対しての道路管理者からの活用ニーズ等を踏まえて、秘匿化処理の見直し、マップマッチングの細道路対応、システム機能構成の最適化・効率化、ETC2.0プローブデータの外部提供といった機能の追加・見直し等の検証を行い、最

終的には現行システムを拡張した ETC2.0 プローブ処理システムの構築を目指すものである。

なお、本研究は、「ETC2.0プローブデータの生活道路マップマッチング等機能開発」と連携して検討を実施している。

[研究内容]

本研究では、現行システムのプローブ処理の課題について検証するための環境として「国総研テストシステム」の構築を実施した。図-1 にシステム概要を示す。

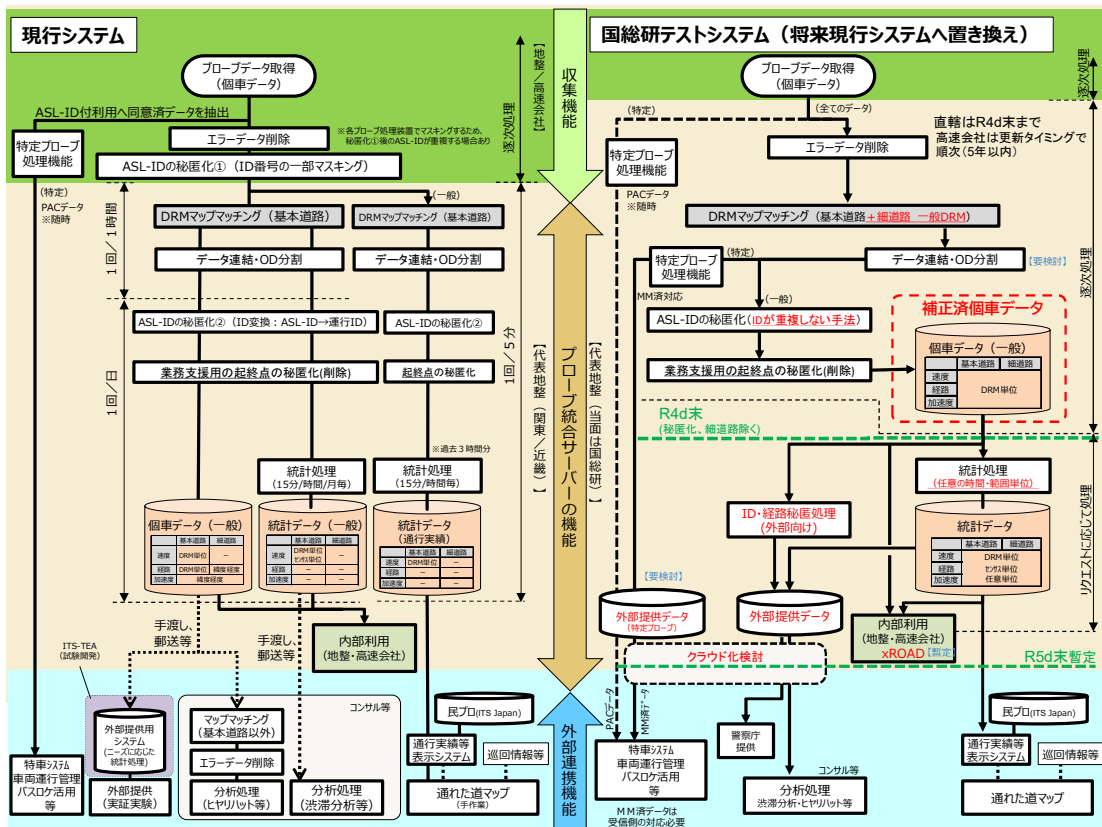


図-1. 国総研テストシステムの概要

国総研テストシステムは、国総研内に ETC2.0 プローブ処理に必要な処理を行うためのサーバ類を設置し、現行システムのプローブ処理の課題を踏まえて改良した各種処理機能を実装し、プローブ処理データを出力するシステムである。当該システムに入力するデータは、各地整・高速道路会社が実際に収集している ETC2.0 プローブデータを未加工の状態で収集したデータである。

令和3年度には、データ入力元および機能を限定した国総研テストシステムを構築したが、令和4年度においては、令和5年度より予定している機能検証の実施を可能とするため、処理能力増強を実施した。

なお、当該国総研テストシステムは、将来的には、現行システムへの置き換えを検討している。

[研究成果]

(1) 国総研テストシステムの機器整備

国総研テストシステムは、処理の負荷に応じて最適な処理能力を確保出来るよう、クラスター構成（分散処理環境）を採用している。クラスター処理では負荷を複数のサーバに分散して処理するため、ETC2.0 プローブデータのような大容量データの処理に適している。また、将来 ETC2.0 プローブデータ容量が増加した際には、サーバや記憶容量の増設が容易であり、将来の拡張を見越した仕様となっている。

令和3年度においては、入力する ETC2.0 プローブデータを1つの地方整備局に限定したシステム構築を実施したが、本年度は、全国の ETC2.0 プローブデータの入力に対応出来るようにするため、図-2 に示す形で処理能力を増強した。

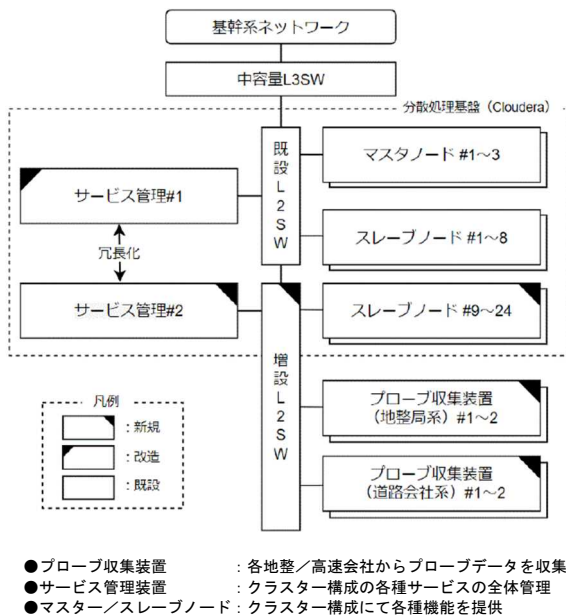


図-2. 国総研テストシステム機器構成

また、サーバ増設に当たり、国総研本館のサーバ室から ITS 研究センター棟へと国総研テストシステムを移設した。

(2) 各地方整備局プローブ処理装置との接続

国総研テストシステムにて機能検証を行うためには、各地整および高速道路会社のプローブ処理サーバ（28基）と接続し、ETC2.0 プローブデータを収集し国総研テストシステムに入力させる必要がある。

令和3年度においては、関東地方整備局との接続のみの接続を試行したところであったが、本年度で全地方整備局（沖縄総合事務局を含む）との接続を実施した。これにより、国総研テストシステム内に ETC2.0 プローブデータの収集が開始された。

各地方整備局との接続にあたっては、データ収集処理の負荷を分散させる目的で、接続先を3グループに分け、それぞれ処理タイミングに違いを持たせた（図-3、表-1）。その検討にあたっては現状のプローブ統合サーバのデータ取得タイミングを踏まえ、プローブ処理装置側での処理ピークが重ならないように考慮した。

なお、高速道路会社との接続は来年度以降の実施を予定している。



図-3. データ収集処理分散

表-1. 各接続先のグループ割り当て

| プローブ処理装置 設置場所 | | グループ |
|------------------|----|------|
| 北海道開発局 | 1 | ③ |
| | 2 | ③ |
| 東北地整 | 3 | ① |
| | 4 | ① |
| 北陸地整 | 5 | ② |
| 関東地整 | 6 | ③ |
| | 7 | ③ |
| 中部地整 | 8 | ① |
| 近畿地整 | 9 | ② |
| 中国地整 | 10 | ③ |
| 四国地整 | 11 | ① |
| 九州地整 | 12 | ① |
| 沖縄総合事務局 | 13 | ② |

[成果の活用]

本研究で、国総研テストシステムの構築を行い、全地方整備局と接続し ETC2.0 プローブデータ収集の体制を構築した。

来年度は、現行の課題を踏まえて改良した各種処理機能を国総研テストシステムへ実装し、高速道路会社との接続を進めた上で、各種処理機能の実用化に向けた検証を実施する。

高速道路の合流支援システムの評価・検証

Verification of effectiveness of merging support information provision system

(研究期間 令和2年度～令和4年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
ITS Division

室 長 井坪 慎二
Head ITSUBO Shinji
主任研究官 中川 敏正
Senior Researcher NAKAGAWA Toshimasa
研 究 官 石原 雅晃
Senior Researcher ISHIHARA Masaaki
交流研究員 湯浅 克彦
Guest Research Engineer YUASA Katsuhiko

Merging into main lanes is a major issue in realizing automated driving on expressways. Therefore, it is essential to support the merging of automated driving vehicles from a road side. In this study, we conducted the field operational test for verifying the effectiveness of merging support information provision system (DAY2 system) at a test track by the National Institute for Land and Infrastructure Management of Japan.

[研究目的及び経緯]

高速道路での自動運転については、高速道路本線への合流が自動運転を実現する上で大きな課題とされている。特に我が国の都市高速道路では、連結路から本線への見通しが悪く、かつ加速車線が短い合流部が存在する。そのため、高速道路における安全で円滑な自動運転を実現するには、路側に設置した車両検知センサが合流部より上流の本線を走行する車両の速度、車長、車間時間等を検知し、合流する自動運転車に情報提供する合流支援情報提供システムが不可欠となる。政府が策定している「官民 ITS 構想・ロードマップ」においては、「高速道路の合流支援情報の提供」を自動運転の一層の進展に向けた重点施策として位置づけており、官民挙げての迅速な取り組みが期待されている。

このような背景から、国総研では、路側インフラと車両とが協調した合流支援情報提供システムの実用化を目指し、合流支援情報提供システムを構成する基幹的な要素技術の現状の技術水準を把握するとともに、当該調査結果を踏まえた合流支援情報提供システムの技術仕様を作成している。

本研究は、自動運転車の本線合流を支援するため、車両検知センサの精度確認や試験走路及び実道でのシステムの有効性検証を行うものである。これまでに合流支援情報提供システム (DAY2 システム) の車両検知センサの精度確認をしてきており、本稿では、特に試験走路にて実施した DAY2 システムの効果検証実験の分析・評価の概要について述べる。

[研究内容]

DAY2 システムとは、車両検知センサが合流部の一定

区間の車両の速度、車長等を複数回検知し、自動運転車に連続的に提供するシステムである (図-1)。

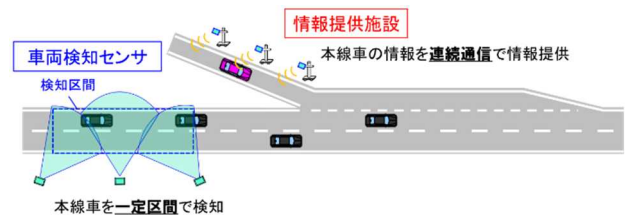


図-1 DAY2 システムの概要

試験走路に高速道路の合流部を模した区間を整備し、本線側に車両検知センサ、連結路側に情報提供施設を配置した (図-2)。車両検知センサは、本線車がセンサ検知区間を通過している間の速度、位置、車間時間等を 0.1 秒間隔で検知した。情報提供施設は、本線車の速度、位置、車間時間等を 0.1 秒間隔で合流車の車載器に情報提供した。なお、センサ検知区間長及び情報提供区間長は、国総研が作成している合流支援情報提供システムの技術仕様を踏まえて設定した。

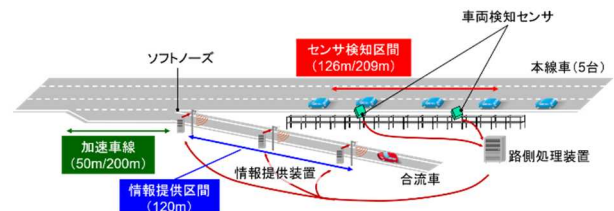


図-2 DAY2 システムの効果検証実験 (イメージ)

※ 本実験では、自動走行を模したドライバーの操作により本線合流を実施している。

※本報告は令和2年度補正予算の標記の研究課題を令和4年度に継続して得た結果をまとめたものである。

〔研究成果〕

(1) 合流車の本線合流の成功状況

合流成功割合は、「情報提供あり」では99.4%、「情報提供なし」では91.9%であった（図-3）。特に加速車線長が50mの場合、「情報提供あり」では全数が合流成功であったが、「情報提供なし」では本線車の速度が大きい場合に合流失敗が多発した。これは、「情報提供なし」では合流車がソフトノーズ端に到達時に本線車と横並びとなり、短い加速車線のみでは本線車との相対的な速度と位置の調整を完結できなかったためと考えられる（図-4）。

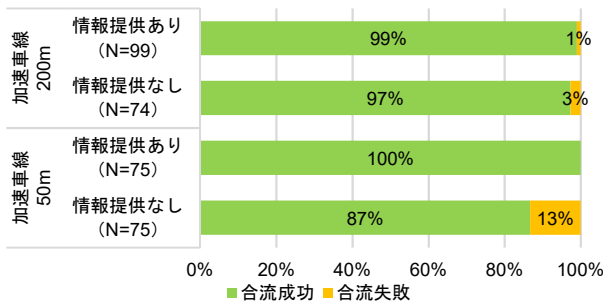


図-3 合流車の本線合流の成功状況



図-4 ソフトノーズ端付近での合流車と本線車の様子
(左：合流支援あり、右：合流支援なし)

(2) 合流車の加速度

合流車の加速度については、「情報提供あり」では最大加速度は連結路、「情報提供なし」では最大加速度は加速車線で発生した（図-5、図-6）。また、「情報提供あり」では加速度の最大値が0.2G程度に留まるのに対し、「情報提供なし」では加速度の最小値が-0.4Gを超えていた。これは情報提供により、合流車が連結路の段階で加速を開始し、ソフトノーズ端に到達時には本線車の速度と同等の速度に達していたことを示唆している。

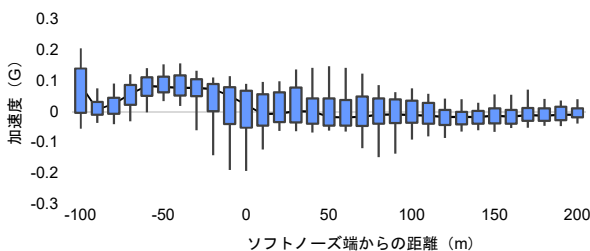


図-5 合流車の加速度（情報提供ありの場合）

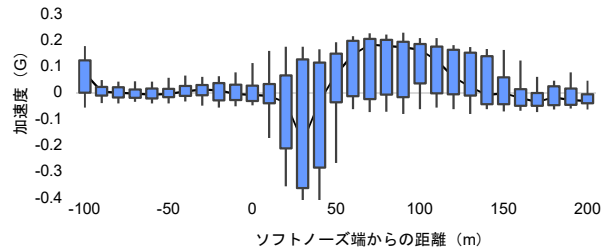


図-6 合流車の加速度（情報提供なしの場合）

※ 横軸のマイナス側は連結路、プラス側は加速車線である。
 ※ 縦棒の上端は最大値、下端は最小値、箱の上端は85%タイル値、下端は15%タイル値、折れ線は中央値である。

(3) 合流車の角速度

合流車の本線合流時の角速度については、加速車線長が200mの場合は小さかったが、加速車線長が50mの場合、「情報提供なし」では大きな角速度が発生したことが確認できた（図-7）。

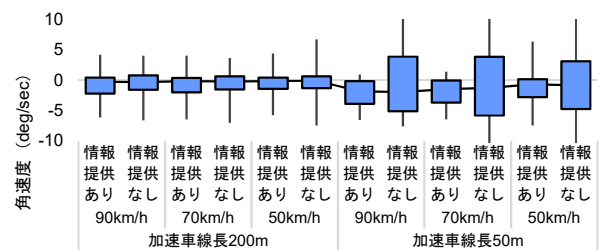


図-7 合流車の角速度

※ プラスの角速度は右旋回、マイナスの角速度は左旋回である。
 ※ 縦棒の上端は最大値、下端は最小値、箱の上端は85%タイル値、下端は15%タイル値、折れ線は中央値である。

(4) 合流車の走行軌跡

合流車が合流を開始してから終了するまでの走行軌跡については、「情報提供あり」では「情報提供なし」と比べて合流車がソフトノーズ端に近い位置で本線合流することが確認できた。特に加速車線長が200mの場合に情報提供により合流終了位置がソフトノーズ端に近い位置に移動することが確認された。

上記の通り、システムによる情報提供により多くの評価指標について向上することを確認した。合流車がシステムによる情報提供をもとに連結路の段階で本線車との相対速度の調整を行った結果、加速車線内での運転に余裕ができ、より安全・円滑な本線合流が実現したものと考えられる。

〔成果の活用〕

本稿で紹介した実験の成果等を活用して、国総研では合流支援情報提供システムの技術仕様を取り纏めた。システムの技術仕様について、自動車メーカー、道路管理者等に共有することで、合流支援情報提供システムの社会実装や自動運転の技術開発を促進することが期待される。

次世代 ETC の官民連携での取組に関する調査

Research on next-generation ETC in public-private partnership

(研究期間 令和2年度～令和6年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室長 井坪 慎二
Head ITSUBO Shinji
主任研究官 酒井 与志亜
Senior Researcher SAKAI Yoshia
研究官 寺口 敏生
Researcher TERAGUCHI Toshio
交流研究員 大住 雄貴
Guest Research Engineer OHSUMI Yuki

In this research, the authors introduce the results of developments of the experimental environment for ETC2.0 data when increasing the amount of data stored in the ETC2.0 on-board units.

【研究目的及び経緯】

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、プローブ情報を蓄積する ETC2.0 車載器、車載器と通信して情報を収集する ETC2.0 路側機及び収集したプローブ情報を収集分析するシステムの開発を行ってきた。これらは本運用され、季節やイベント発生時の交通需要の調査や被災時の通行可能経路の分析等の場面で活用されている。

将来的な発展として、ETC2.0 プローブ情報の利用場面やニーズを調査したところ、分析可能な区間や挙動履歴の蓄積量の増大や、蓄積するデータ種類の拡充が求められていることが判明した。

国総研ではこれらの要望に対応するため、機能を拡張した次世代 ETC 車載器のニーズに基づいた技術的検証を行うためのテスト環境を国総研内に構築し検証を実施する。

【研究内容】

国総研では、令和5年度に次世代 ETC 車載器のテスト環境を構築し、技術的検証を実施する予定である。構築するテスト環境は、現行のプローブ処理システム（以下「現行システム」という。）の機器構成を踏襲し、構成機器は、現行機器に技術的検証を行うための機能を付加した機器を用いる。現行システムの機器構成を表-1、構築するテスト環境を図-1に示す。

令和4年度においては、テスト環境の構成機器である試験用車載器、試験用路側機／簡易型路側機、試験用プローブ処理装置の機器の検討・製作を実施した。

なお、現行システムのプローブ統合サーバにあたる設備には「国総研テストシステム」を利用する。国総研テストシステムは、各地方整備局・高速道路会社から ETC2.0 プローブデータを収集し、現行のプローブ処

理の課題解消に向けた検証をするために国総研内に整備を進めているシステムである。

表-1 現行のプローブ処理システムの機器構成

| 構成機器名 | 設置場所 | 機能 |
|-----------|-----------|--|
| 車載器 | 各車両 | 車両のプローブデータを収集蓄積し、路側機を通過する際に収集したプローブデータを路側機に送信する。 |
| 路側機 | 路上 | 車載器からプローブデータを受領し、プローブ処理装置に送付する。 |
| プローブ処理装置 | 各道路管理者の拠点 | 複数の路側機から送付されてきたプローブデータを集約し、プローブ統合サーバに送付する。 |
| プローブ統合サーバ | 全国2箇所の拠点 | 全国のプローブデータを集約し、統計処理等を実施する。 |

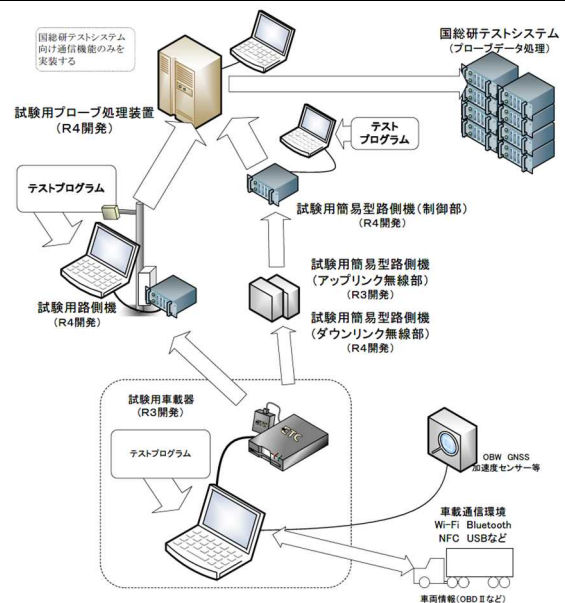


図-1 次世代 ETC 車載器のテスト環境

[研究成果]

本研究で検討・製作した機器やソフトウェアを表-2に示す。各機器等の詳細を以下に示す。

表-2 車載器テスト環境構築に関する開発機器

| 開発機器及びプログラム | 数量 |
|-----------------------|----|
| (1) 試験用プローブ処理装置 | 1台 |
| (2) 試験用路側機 (ソフトウェアのみ) | 2種 |
| (3) 試験用簡易型路側機 | |
| ・ 制御部 | 1台 |
| ・ ダウンリンク対応無線部 | 3台 |
| (4) 試験用車載器機能追加 | 1台 |
| (5) アップリンクデータ生成プログラム | 1式 |

(1) 試験用プローブ処理装置の開発

現行システムでは、プローブ処理装置が各地整・高速会社に設置され、路側機からのデータを収集し、上位装置に転送する機能を有している。本業務においては、試験用プローブ処理装置1台を開発した。当該試験用プローブ処理装置において、現行の機能以外に、試験環境での検証のために実装した機能は以下のとおり。

- ・ 試験用プローブ処理装置を用いて試験を行う際に、データ通信の内容を詳細に記録できる通信ログ機能
- ・ プローブデータの収集に活用するアップリンクデータ (以下「アップリンクデータ」という。) を拡張した試験用車載器によるアップリンクデータを国総研テストシステムに中継する機能
- ・ 試験用路側機のソフトウェアインストールや通信ログの取り出しを、外部記憶装置等を経由して行える機能
- ・ 試験用路側機の稼働状況を画面で確認しながら通信試験を行える機能

(2) 試験用路側機の開発

現行の路側機は、道路管理者により一般道・高速道に設置され、ETC2.0 プローブデータを収集している。本業務においては、試験用路側機のソフトウェアを開発した。当該ソフトウェアについては、現行路側機のソフトウェアに倣い、切断手順が異なる2種類のソフトウェアを製作した。当該試験用路側機において、現行と同等の機能以外に、試験環境での検証のために開発した機能は以下のとおり。

- ・ 既存のETC2.0車載器の他に、通信手順に改造を加えた試験用車載器との通信機能
- ・ アップリンクデータのフォーマットを変更できる機能
- ・ データ通信の詳細な記録を収集できる通信ログ機能
- ・ 試験用路側機の稼働状況を画面で確認しながら車載器との通信試験を行える機能

(3) 試験用簡易型路側機の開発

現行の簡易型路側機は、道の駅や一般道など比較的車両の走行速度が低い場所へ安価に設置でき、物流拠点やバスセンターなど道路管理者以外 (民間) が管理する施設内にも設置できることを目的に設計されたもので、現状はアップリンク機能のみ有した機器が製作されている。

試験用簡易型路側機において、現行と同等の機能以外に、試験環境での検証のために開発した機能は以下のとおり。

- ・ 試験用簡易型路側機から車載器に情報提供用データ等をダウンリンクする機能
- ・ 試験を行う際に、データ通信の詳細な記録、外部からの運用管理などを行える管理機能
- ・ 試験用簡易型路側機のソフトウェアインストールや通信ログの取り出しを、外部記憶装置等を経由して行える機能
- ・ 試験用簡易型路側機の稼働状況を画面で確認しながら車載器との通信試験を行える機能

(4) 試験用車載器の機能追加

プローブ情報を使用している道路管理者より、車両が一般道/高速道のどちらを走行しているか判別出来るようにするため、プローブ情報にETCゲート通過情報を追加してほしいとの要望があった。このことを踏まえて、製作済である試験用車載器に、「ETC通過情報」を試験用車載器内に保存し、アップリンクデータに組み込む機能を追加した。

(5) アップリンクデータ生成プログラムの試作

今後実施する次世代ETC車載器の機能開発テストに用いる試験用データを生成するためのアップリンクデータ生成プログラムを試作した。

具体的には、試験用車載器と接続したGNSS受信機、加速度センサー、模擬OBW (車載型重量計) 及び模擬スイッチからの入力を受けて、試験用車載器内でアップリンク用のプローブデータを生成する仕組みを備えたプログラムである。また、当該プログラムの試作を通じて得た知見を基に、「車載器アップリンクデータフォーマット仕様書 (案)」の記載内容を見直し、更新を行った。

[成果の活用]

本研究では、次世代車載器が社会実装された場合の影響や要検討事項を抽出・確認するためのテスト環境に関連する機器類・ソフトウェアを製作した。

次年度以降、本年度製作した機器類を国総研試験走路内に実際に設置し次世代ETC車載器のテスト環境を構築し、一連の技術的機能検証等を行った上で、現行のETC車載器の機能を拡張した次世代ETC車載器の機器仕様策定を目指す。

ITS の研究開発及び国際標準化に関する海外動向調査

Survey of overseas trends in ITS R&D and international standardization

(研究期間 令和4年度)

道路交通研究部 高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

井坪 慎二

ITSUBO Shinji

中川 敏正

NAKAGAWA Toshimasa

酒井 与志亜

SAKAI Yoshia

石原 雅晃

ISHIHARA Masaaki

NILIM conducts the international activities about ITS by collecting information on overseas efforts related to ITS and introducing efforts in Japan.

〔研究目的及び経緯〕

高度道路交通システム(ITS)の研究開発については、海外動向を幅広く調査するとともに、我が国の取組を発信することで、国際的に協調して進めていくことが重要である。

国総研では、諸外国のITS・自動運転に関する取組の最新動向を収集するとともに、道路関係の国際機関(PIARC)等に参画し、ITS・自動運転に関する我が国の取組を紹介することを通じて、ITS・自動運転に関する国際活動を継続的に実施している。

また、ITS技術に関する国際標準の対応として、国際標準化機構専門委員会204(ISO/TC(Technical Committee)204)の動向の整理等を実施した。

〔研究成果〕

1. ITS 海外動向調査

(1) 自動運転システムの事故報告に関する一般命令

2021年6月、米国道路交通安全局(National Highway Traffic Safety Administration:NHTSA)は、米国自動車技術会(Society of Automotive Engineers:SAE)によるレベル3~5の自動運転システム(Automated Driving Systems:ADS)を搭載した車両が関与した事故の報告を指定メーカーや事業者(報告主体)に求める常設一般命令を発行した。2022年5月15日現在、NHTSAは130件のADS搭載車衝突事故の事故報告書を受け取っている。事故のうち108件は他の車両との衝突であり、11件は自転車など交通弱者に関連している。

(2) 工事箇所データ相互交換(Work Zone Data Exchange)

工事箇所データ相互交換(Work Zone Data Exchange:WZDx)は、インフラ所有者および運営者が工事箇所デ

ータを統一された形式で第三者に提供するものである。工事箇所データを車両に提供することで、自動運転システム(ADS)や人間のドライバーの安全運転の実現を目指している。

1) WZDxの技術仕様

WZDxの技術仕様(WZDx Specification)は、2023年2月にver4.2がリリースされ、「Work Zone Feed(工事箇所フィード)」と「Device Feed(装置フィード)」の2つのデータフィードで構成されている。前者は、道路上の工事箇所の詳細情報(位置、車線、日時等)とそれに対応する迂回路情報で構成される。後者は、現地設置された機器(表示板、カメラ、センサー等)の情報で構成されている。

2) WZDxの活用事例1:道路閉鎖交通情報システム

アリゾナ州マリコパ郡交通局では、WZDxを活用し、幹線道路上の道路閉鎖交通情報システムを構築した。幹線道路MC-85での実証実験では、工事箇所の上流でトラックドライバーに情報を提供している。

なお、当該情報は、道路閉鎖情報や代替ルート情報に加え、速度超過等の個車を対象とした警報も含まれている。

3) WZDxの活用事例2:工事箇所データハブの開発

アイオワ州交通省では、WZDxを活用して、一元的な工事箇所データハブを構築する取組を行っている。ITS技術を活用したインテリジェント工事箇所(IWZ)を導入し、稼働中の事業に関する工事箇所の情報を常時収集している。収集されたデータは、交通管理センターに送られ、有効性、モビリティ、安全性への影響評価に利用されている。

2. 国内事例の発信

諸外国へ発信する国内の ITS・自動運転に関する取組について、以下に示す資料等を作成した。

(1) 可搬タイプの「経路情報収集装置」の開発

国土交通省では、ITS スポット等の経路情報収集装置を用いて ETC2.0 プローブ情報を収集し、道路管理に活用している。当該装置の設置箇所は高速道路と直轄国道が多く、設置箇所から離れた地域の ETC2.0 プローブ情報は収集されにくい状況にある。このため、国総研では、災害時等に被災地でも活用可能な可搬型の経路情報収集装置を開発した。

国総研では、可搬型路側機の活用促進を目的として、試行を通じて、可搬型路側機の設置場所・方法の検討や、設置に必要な地権者や電波利用などの協議、運用に係る諸手続き等の整理を行い、「可搬型路側機設置マニュアル(案)」及び「活用事例集(案)」として纏めている。

(2) ETC2.0 プローブデータの利便性向上への取組

次世代のプローブデータ処理システムには、ETC2.0 プローブデータの利活用の拡大が求められる。具体的には、生活道路安全対策などの新たなニーズに対応するためのデータ取得対象道路の拡大や、様々な外部機関とのデータ連携を実現するためのデータ共有環境の構築である。ETC2.0 プローブデータの利活用の拡大により、災害時における交通状況の迅速な把握とネットワークの確保、急減速などが多発する路線の把握、渋滞箇所の把握による交通円滑化施策の立案、高速道路での賢い料金施策、及び特殊車両通行手続きの簡素化や車両運行管理支援等への貢献が考えられる。国総研では、現行システムにおける課題(個人情報秘匿化、マップマッチング手法、統計処理方法、システム構成、データ管理方法)を整理し、課題の解決手法を検討している。

(3) 自動運行補助施設(路面施設)の設置基準、点検要領の策定

限定地域の無人自動運転移動サービスについては、「2030年までに100箇所以上において社会実装」という政府目標が掲げられている。実証実験では、電磁誘導線や磁気マーカ等の路面施設を設置し、道路側から自車位置特定を補助する路車連携型の車両について、安定した運行の実現が確認できた。実証実験において路面施設の有効性が確認されたこと等を踏まえて、国土交通省道路局長から路面施設の設置基準及び点検要領が通知されている。今後、路面施設の設置を普及することにより、一般道における自動運転の社会実装を進めることとしている。

3. ITS 関連の国際標準化状況調査

国総研では、ITS に関する国際標準化機構 ISO/TC204、TC22 及び TC268 における各分科会の国際標準化活動の動向について情報整理を行うとともに、この活動を通して海外の ITS 路車間通信の状況などの調査を行った。具体的には、国際標準化の動向について各 WG に対応する国内分科会(表-1)の関係者にヒアリングを行うとともに、重要な WG においては受注者が国際会議に参加して情報収集を行った。

表-1 ヒアリングの対象とした国内分科会

| TC | SC | WG |
|-------|------------------------|----------------------|
| TC204 | | システム機能構成 (WG1) |
| | | 自動料金収受 (WG5) |
| | | 商用貨物車運行管理 (WG7) |
| | | 公共交通 (WG8) |
| | | 交通管理 (WG9) |
| | | 旅行者情報 (WG10) |
| | | 走行制御 (WG14) |
| | | 通信 (WG16) |
| | | ノーマディックデバイス (WG17) |
| | | 協調 ITS 協調システム (WG18) |
| | モビリティ・インテグレーション (WG19) | |
| | ビッグデータと AI (WG20) | |
| TC22 | SC31 | データ通信 (WG6) |
| TC286 | SC2 | 持続可能なモビリティと輸送 |

また、ISO/TC204 においては、日本の ITS 技術の国際標準規格(案)(ISO5255-2 低速度自動運転サービス)の作成支援を実施した。

[成果の活用]

本研究における海外動向調査の結果については、我が国の施策を検討する上での基礎的情報として活用が期待できる。また、国内事例については、PIARC などにおいて、事例紹介、レポート作成等に活用され、我が国の ITS 技術の国際展開に寄与する。