

協調ITSの国内外プロジェクト比較分析から みた次世代ITS研究開発に関する一考察

金澤 文彦¹・鈴木 彰一²・若月 健³・中村 悟⁴

¹正会員 国土技術政策総合研究所高度道路交通システム研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)
E-mail: kanazawa-f87bh@nilim.go.jp

²正会員 国土技術政策総合研究所高度道路交通システム研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)
E-mail: suzuki-s92tg@nilim.go.jp

³非会員 関東地方整備局常陸河川国道事務所計画課 (〒310-0851 茨城県水戸市千波町1962-2)
E-mail: wakatsuki-t92gx@ktr.mlit.go.jp

⁴非会員 国土技術政策総合研究所高度道路交通システム研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1)
E-mail: nakamura-s924c@nilim.go.jp

欧米各地では政府方針のもと、協調ITS (Cooperative ITS : 車対車, 車対インフラおよびインフラ対インフラの通信を統合し, 広範なITSサービスとアプリケーションの利点を増大しようとするシステム) の実証実験が活発に行われ, 国際的に標準化が急速に進みつつある。

本研究では, 協調ITSについて, 欧米や国内のプロジェクトで考えられている機器, 通信, サービスの内容を調査・比較分析し, 車両技術の高度化, 無線技術の高度化など最新技術の動向や社会経済の潮流などを踏まえ, 日本が今後中長期的に目指すべきITSサービスについてシステムアーキテクチャを検討した。これをもとに, サービスの実現状況, 研究開発状況を整理し, 道路インフラ側として今後研究開発に取り組むべきサービスを抽出した。さらに, この実現のために目指すべきシステム像, 必要な要素技術, 取り組むべき内容について考察する。

Key Words : Cooperative ITS, System Architecture

1. はじめに

欧米では現在, Connected VehicleやCOMeSafety2, Drive C2X といった研究開発プロジェクトにおいて協調 ITS (Cooperative ITS : 車対車, 車対インフラおよびインフラ対インフラの通信を統合し, 広範な ITS サービスとアプリケーションの利点を増大しようとするシステム) の研究開発が活発化している。また標準化の場においても欧州では EC mandate 453 (M/453) に基づき ETSI (欧州電気通信標準化機構 : European Telecommunications Standards Institute) と CEN (欧州標準化委員会 : Comité Européen de Normalisation) が協調 ITS に関する標準化作業を分担することとされており, ISO においても協調 ITS に係る標準化のため TC204/WG18 が新設されている。このように協調 ITS は研究開発, および標準化が急速に進められている。協調 ITS は車対車, 車対インフラ, インフラ対インフラといった技術分野を包含する幅広い概念であり, その研究開発, 標準化には多様な専門家が関与することとなる。

一般的にシステム開発では, システムの構成要素や動

作原理, 構成要素間やシステムと外部との関係を視覚的に表現したシステムアーキテクチャが広く用いられている。これは多様な関係者の認識の共通化を容易とし, 円滑な意識疎通を助けるため効率的なシステム開発が可能となる。よって上記の欧米の研究開発プロジェクトでも, 協調 ITS に関するシステムアーキテクチャをそれぞれ策定している。

我が国においては, 1999年に ITS 関係の旧五省庁 (警察庁, 通商産業省 (現経済産業省), 運輸省 (現国土交通省), 郵政省 (現総務省), 建設省 (現国土交通省)) が「高度道路交通システム (ITS) に係るシステムアーキテクチャ (以下, 旧五省庁 SA という)」¹⁾を策定して以来, 研究開発を推進してきた。現在, 高速道路の料金収受を自動に行う ETC (Electronic Toll Collection System) が 2001 年に一般利用が開始されて以来, 料金割引制度などの政策誘導もあり, 3,764 万台²⁾が普及している。また, 渋滞情報等を提供する VICS (Vehicle Information and Communication System) についても, カーナビの普及 (累計 4,869 万台³⁾) に併せて普及展開し 3,255 万台⁴⁾の車載

器が販売された。また、2011年にはITSスポットが高速道路上を中心に全国配備され、ETCに加えてダイナミックルートガイダンス、安全運転支援情報提供等の新たなサービスが実運用を始めている。

我が国のITSは、これまで大きく分けてスマートウェイ、DSSS、ASVの各プロジェクトのなかで研究開発・普及が推進されてきたところであるが、欧米の協調ITSに関する研究開発、標準化などに見られるように、システム間の情報交換を効率的に行うことが重要となってきた。このため、我が国においても、今後は路車間通信を含む概念である協調ITSの研究開発、標準化に向けた研究活動を組織の枠を超えて行うことが必要である。

また、欧米ではアーキテクチャを策定後においても、社会経済、技術的な動向を踏まえ逐次改定を行い組織レベル、地域レベルなどにおけるシステム開発のベースとされてきたが、我が国では、1999年の旧五省庁SA策定以来、改定が行われないままとなっており、アーキテクチャの活用方法についても課題となっている。

そこで本研究では、我が国において効率的な協調ITSの研究開発、標準化を目指し、関係者の認識を共通化し、今後、研究開発および標準化が必要な領域を明確化するため、協調ITSについて、欧米や国内のプロジェクトで考えられている機器、通信、サービスの内容を調査・比較分析し、車両技術の高度化、無線技術の高度化など最新技術の動向や社会経済の潮流などを踏まえ、日本が今後中長期的に目指すべきITSサービスについてシステムアーキテクチャを検討した。

これをもとに、サービスの実現状況、研究開発状況を整理し、道路インフラ側として研究開発に取り組むべきサービスを抽出した。さらに、この実現のために目指すべきシステム像、必要な要素技術、取り組みの枠組みや留意すべき点について考察する。

2. 協調ITSに関する国内外の研究開発に関する調査

(1) システムアーキテクチャ

システムアーキテクチャとは、ITS技術・サービスについてサービス範囲・主体・内容・システム構成等により体系的に整理したもので、サービス定義、論理的アーキテクチャ、物理的アーキテクチャなどで構成されている。システムアーキテクチャを定めてITSを実展開することにより、以下の事柄を確実に実施できると言われている²⁾。

- 論理的な方法で計画する
- 他のシステムと整合する
- 求められるパフォーマンスレベルに対応する
- 求められた通りの動作をする

- マネジメントが容易になる
- 維持管理が容易になる
- 拡張が容易になる
- ユーザーニーズを満たすことができる

また、システムアーキテクチャを定めることは、具体的に以下の点で有用である。

- システム構成間のインターフェースが標準化されているため、サービスや機器についてオープンな市場となる
- これにより、製品やサービスの価格を下げるなど、生産・販売において「規模の経済」が働くこととなる
- エンドユーザー向けに「情報の一貫性」を確かなものとする
- 互換性を保証することでITSの投資を促進する
- 異なったメーカーの製品間での「相互運用性」を保証する
- 特定の技術に依存しないものとなり、新しい技術を容易に組み込むことができる
- ITSの目的や役割について「共通の理解」となる基盤となる

システムアーキテクチャは、公共団体、交通輸送事業者、開発メーカー、エンドユーザーなどそれぞれの目的やリクワイアメントを把握するためにシステムチックな方法を提供することができる。これにより、様々な主体間のしっかりした議論に役立ち、意思決定を支援できる。

(2) 海外のシステムアーキテクチャ

a) 米国のシステムアーキテクチャ

2012年1月にナショナルITSアーキテクチャ（以下、NAという。）の第7.0版が発行されるなど、現在でもNAを更新し活用されている。

米国では特定の州や都市、地方部のITSに関するフレームワークを定義するため地域ITSアーキテクチャが策定されているが、この地域ITSアーキテクチャの策定にNAが使用されている。NAは地域のニーズに適用できるよう、想定されるあらゆる要素を含み、その中から必要な要素を選択することで容易に地域ITSアーキテクチャを構築できるようにされている。そのためにも1996年にNAの第1.0版が発行されて以来、継続的な改訂が重ねられ、2012年1月には第7.0版が発行されている。NAは改訂の都度、その時点における最新の技術やサービスが反映されており、関係者の選択肢を常に広く保っている。例えば第7.0版では、Connected Vehicleとの整合性を確保するための修正が加えられていたり、VMT課金（vehicle miles traveled）サービスがサポートされている。このように頻繁な改訂がなされている背景の一つとして、米国では連邦運輸省（U.S. DOT）が一元的にアーキテク

チャを管理しており、改訂の手続きが容易であるということが考えられる。

また、米国では NA を利用するためのツールとして Turbo Architecture というソフトウェアが提供されている。これは交通計画の立案者やシステムインテグレータが NA を用いて地域 ITS アーキテクチャや、プロジェクトで利用するアーキテクチャを開発するために利用される。Turbo Architecture も NA の改訂に併せてバージョンアップがなされており、現在は Turbo Architecture Ver 7.0 が開発中である。また、NA の全てを PDF ドキュメントとして配布したり、NA で利用されているデータをデータベース化するとともに、ドキュメントやデータベースをウェブサイトで公開し、利用者に豊富な情報を提供している。

b) 欧州のシステムアーキテクチャ

欧州では、欧州委員会(EC : European Commission)出資によるプロジェクトによりフレームワークアーキテクチャが開発され、同じく EC 出資によるプロジェクトにより現在もメンテナンスされている。国家レベルのアーキテクチャや国家をまたがった地域アーキテクチャ、欧州横断的な商業ベースの ITS アーキテクチャなどを策定する際に共通的に基礎とすべきアーキテクチャを策定することで、相互運用性を確保する基礎とする狙いがある。

欧州では KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks) プロジェクトが EC による出資で 1998 年 4 月から開始し、2000 年に欧州における ITS の配備に関するフレームワークアーキテクチャ Ver1.0 が策定されている。さらに 2001 年からは後継の FRAME プロジェクトが発足し、現在も EC 出資による E-FRAME プロジェクト (2008 年～2011 年) によりフレームワークアーキテクチャが継続的にメンテナンスされている。2008 年に EC が発表した ITS アクションプランにおいても、アクションプランに対応するにはアーキテクチャの使用を要求している。E-FRAME プロジェクトでは、協調 ITS 向けに拡張を行った Ver4.1 が最新バージョンである。これには COOPERS, CVIS, SAFESPOT で開発されたサービスやアプリケーションが含まれている。このように頻繁な改訂がなされている背景の一つとして、欧州では上記の E-FRAME のほか FRAME-S などアーキテクチャの管理のためのプロジェクトが設置されており、改訂を前提とした体制が構築されているということが考えられる。

また、フレームワークアーキテクチャの成果物は膨大にのぼるため、これらを HTML ブラウザを活用してわかりやすく閲覧するため Browsing Tool が提供されている。また、フレームワークアーキテクチャの全体から一部を切り出してサブセットのアーキテクチャを構築するため、Selection Tool が提供されている。

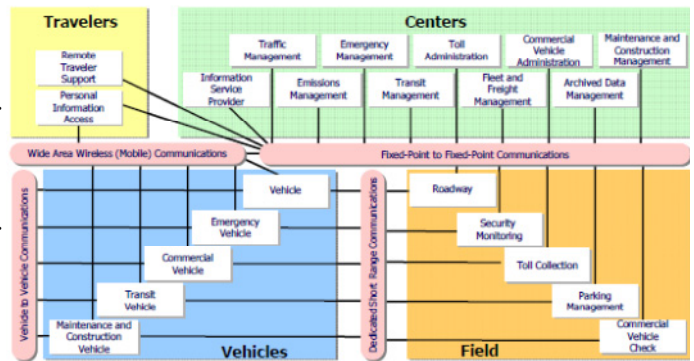


図-1 米国 NA でのサブシステム構成³⁾

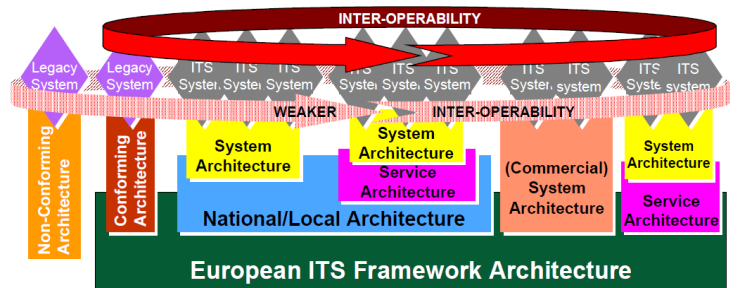


図-2 フレームワークアーキテクチャと他のアーキテクチャの関連⁴⁾

(3) 我が国のシステムアーキテクチャ

a) 規定内容

日本では 1980 年代より、ITS に関する要素技術の研究開発が官・民で個々に進められていたが、ITS はインフラ技術、通信技術、車両技術等、様々な分野が関連し、関係主体が多岐にわたることから、1995 年 2 月に高度情報通信社会推進本部 (本部長 : 内閣総理大臣) が決定した「高度情報通信社会推進に向けた基本方針」を受けて、関係五省庁が 1995 年 8 月に「道路・交通・車両分野における情報化実施指針」を策定し、ITS の基本的な枠組みとして 9 つの開発分野を設定した。その後、関係五省庁により、20 の利用者サービスを具体化し、「高度道路交通システム(ITS)推進に関する全体構想」が 1996 年 7 月に策定された。これを受け 1999 年 11 月、当時の ITS 関連五省庁により「高度道路交通システム (ITS) に係るシステムアーキテクチャ」として公表された。

旧五省庁 SA では、9 つの開発分野を定義し、その中に 21 の利用者サービスと、56 の個別利用者サービス、172 のサブサービスを定義している。サブサービスは、利用者、利用者の利用場面、扱う情報の内容といった視点から、利用者が必要とする情報の収集から利用までの一連の流れを、サービス提供の場面毎に細分化したものである。ここでは、利用者とシステムの間で受発信され

る情報や、システムの内部で行われる処理を抽出することを目的として、サブサービスが目的とする「ねらい」、および機能と機能が扱う情報を概観できる「内容」を記述している。

b) アーキテクチャの構成

旧五省庁 SA では、論理アーキテクチャと物理アーキテクチャを構築している。

論理アーキテクチャとは、サブサービスを実現するために、利用者とシステムとの間でやりとりされる情報、およびシステムが行う処理を明確化し、各処理において扱われる情報と機能を抽出し、これらの関係性をモデル化したものである。論理アーキテクチャには「情報モデル」と「制御モデル」があり、情報モデルでは ITS システムが扱う各情報の関係性を体系的にモデル化したもので、制御モデルは、サブサービス実現のために必要な機能と情報の関係性をモデル化したものである。

物理アーキテクチャとは、論理アーキテクチャで抽出した機能と、この機能が扱う情報の組み合わせを、それぞれ車両、路側、センタに配置したモデルである。物理アーキテクチャでは図-3 に示す相互接続図を示しており、ここの中で通信技術、および最上位システムが保持すべき機能が明示されている。

(4) 我が国でのシステムアーキテクチャ活用上の課題

米国の NA や欧州のフレームワークアーキテクチャの活用を踏まえ、日本における旧五省庁 SA の活用上の課題について整理する。

a) メンテナンス状況

米国の NA も欧州のフレームワークアーキテクチャも、技術やサービスの進展に合わせて策定後に継続的に改訂がなされている。その間にプローブ情報収集や協調 ITS の新たなサービスの出現や、携帯電話の広範囲な利用など新たな技術動向があったものの、旧五省庁 SA にはこれらの動向は含まれていない。また、旧五省庁 SA は 1999 年 11 月に完成して以来改訂が行われていない。NPO 法人青森 ITS クラブによる「青森版 ITS アーキテクチャ」の構築や、旧 JSK（財団法人自動車走行電子技術協会、現在は JARI に統合）におけるプローブ情報システム的设计においても、寒冷地におけるサービスやプローブ情報の収集などは旧五省庁 SA に含まれていなかったことから、同様の手法により新たなサービスのアーキテクチャを一から構築している。一方欧米では予め最新のサービスや技術を継続的にアーキテクチャに取り込んでいるため、設計においては既に取り込まれている要素を選択してゆくことで、容易にアーキテクチャを構築することができるようになってきている。

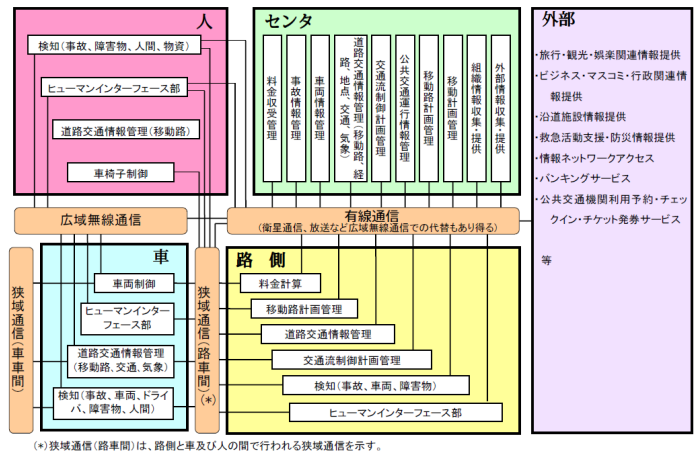


図-3 旧五省庁 SA でのサブシステム相互接続図¹⁾

b) ツール

米国において NA を基礎としたアーキテクチャの構築には Turbo Architecture が利用され、欧州ではフレームワークアーキテクチャを基礎として Browsing Tool や Selection Tool によりアーキテクチャが構築されている。一方、日本においては同様の専用のツールは存在せず、旧五省庁 SA を用いたアーキテクチャの構築にはまず旧五省庁 SA について習熟する必要があるなど、特有のノウハウを要する。欧米ではツールとともにアーキテクチャの要素データをデータベース化して公開しており、アーキテクチャ構築の負荷を軽減している。

c) 我が国での課題

我が国では、VICS、ETC、ITS スポット、DSSS、ASV といった ITS の実展開は欧米よりも進んでおり、またその一部は国際標準化もされているが、必ずしもシステム間で整合したものとはなっておらず、車両、道路、センタ一間の各システム間での情報共有、情報交換などを低コストで効率的に行う上での課題となっている。

従って、我が国において効率的な協調 ITS の研究開発、標準化を目指し、関係者の認識を共通化し、今後の研究開発および標準化が必要な領域を明確化するための新たなアーキテクチャの検討が必要である。

3. 協調 ITS システムアーキテクチャ素案の検討

(1) 協調 ITS の定義

a) 国内外での協調 ITS に関する通信範囲

国内外での協調 ITS 関連の取り組みにおいて検討対象としている通信の範囲について、「車両」、「歩行者」、「路側装置」、「センタ」の4つに分類して表-2 に比較整理した。基本的に○がついた主体同士は通信により協調を行う。

表-1 国家レベルのアーキテクチャの比較

名称		ITS に係るシステムアーキテクチャ	ナショナル ITS アーキテクチャ	KAREN FRAME
国・地域		日本	アメリカ	欧州
アーキテクチャの運用	策定主体	ITS 関連旧五省庁（現四省庁） （警察庁，通商産業省（現経済産業省），運輸省（現国土交通省），郵政省（現総務省），建設省（現国土交通省））	US.DOT	KARENプロジェクト FRAME-Sプロジェクト （欧州フレームワークプログラム）
	策定年次	1999年11月	1996年7月（初版） 2012年1月（第7.0版）	2000年 2011年9月（第4.1版）
	発行されている文書	「高度道路交通システム（ITS）に係るシステムアーキテクチャ」（公表は VERTIS, 現 ITS-Japan）	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーサービス ・要旨 ・アーキテクチャ定義 ・評価手法 ・実装戦略 ・標準化 ・セキュリティ ・地域 ITS アーキテクチャ指針 ・ITS システム開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・概要 ・ユーザーニーズ ・ITS モデル ・機能検討 ・論理検討 ・通信検討 ・実装アプローチ・シナリオ ・費用・効果試算 ・ITS 実装リスク評価 ・標準化フレームワーク ・FRAME-S Guide to Configuration Management and ITS Architecture Documentation
	位置づけ	ITS 個別システムの基本設計に関わるリファレンスアーキテクチャ	行政通達	各国の計画への適応
規定内容	規定されているサービス	<ul style="list-style-type: none"> ・9つの開発分野 ・21の利用者サービス ・56の個別利用者サービス ・172のサブサービス 	<ul style="list-style-type: none"> ・8つのサービス分野 ・33のユーザーサービス 	<ul style="list-style-type: none"> ・9つのサービス分野 ・32のユーザーサービス
	アーキテクチャの構成	<ul style="list-style-type: none"> ・論理アーキテクチャ（情報モデル，制御モデル） ・物理アーキテクチャ 	<ul style="list-style-type: none"> ・論理アーキテクチャ ・物理アーキテクチャ 	<ul style="list-style-type: none"> ・機能アーキテクチャ ・物理アーキテクチャ ・通信アーキテクチャ
	アーキテクチャの規定方法	クラス図の記法による記載	<ul style="list-style-type: none"> ・論理アーキテクチャ：データフロー図 ・物理アーキテクチャ：独自記法 	<ul style="list-style-type: none"> ・独自記法（主体の整理，サブシステム，データの流れ等のモデル化）

米国では、車両と路側装置（センサを除く）、センタを検討範囲としている。路側装置は主に情報提供に用いることを想定している。欧州では、取り組みにより詳細は異なるが、全ての取り組みで車両と路側装置、センタが検討範囲となっている。また、路側装置については取り組みにより用途が異なっており、情報提供や表示をメインとして用いる取り組みと、センサをメインとして用いる取り組みがある。日本でも官の取り組みについては欧州と同様に車両と路側装置、センタが検討範囲となっている。一方、民間のテレマティクスサービスでは、車両とセンタが検討範囲となっている。

た。米国では、安全や円滑に関するサービスを対象としている。一方、欧州では各取り組みで対象とする分野が異なっており、安全については SAFESPOT、環境については eCoMove、円滑や快適については CVIS や EasyWay が主に対象としている。DRIVE C2X は SAFESPOT や CVIS の実地試験のためのプロジェクトであるため、安全・円滑・快適分野を対象としている。

また、日本では、ASV・DSSS、スマートウェイ、民間のテレマティクスサービスが全ての分野に対応している。

表-2 国内外での協調 ITS に関する通信範囲

プロジェクト	車両		歩行者	路側			センタ	
	車載器	ECUとのIF	携帯端末	無線装置	表示装置	センサ	センタ	広域無線基地局
米国	Connected Vehicle	○		○	○		○	
欧州	CVIS	○	○	○	○	○	○	○
	SAFESPOT	○	○	○	○	○	○	○
	DRIVE C2X	○		○	○	○	○	○
	EasyWay	○			○	○	○	○
	eCoMove	○			○	○	○	○
日本	ASV・DSSS	○		○		○	○	
	スマートウェイ	○		○		○	○	
	民間テレマティクスサービス	○		○			○	○

b) 国内外での協調 ITS に関するサービス範囲

国内外での協調 ITS 関連の取り組みにおいて対象としているサービスの範囲について表-3 に整理した。それぞれの取り組みで対象とするサービス範囲を「安全」，「円滑」，「快適」，「環境」の4分野に分類・比較し

表-3 国内外での協調 ITSに関するサービス範囲

プロジェクト	安全	円滑	快適	環境
米国 Connected Vehicle	○	○		○
欧州 CVIS	○	○	○	
SAFESPOT	○			
DRIVE C2X	○	○	○	
EasyWay	○	○	○	
eCoMove				○
日本 ASV・DSSS	○	○	○	○
スマートウェイ	○	○	○	○
民間テレマティクスサービス	○	○	○	○

安全：交通事故削減などの道路上の安全性向上を図るサービス
 円滑：所要時間の短縮、渋滞削減など交通の効率化を図るサービス
 快適：利用者の満足度の向上を図るサービス
 環境：排出ガス、CO2 排出量などの削減により環境改善を図るサービス

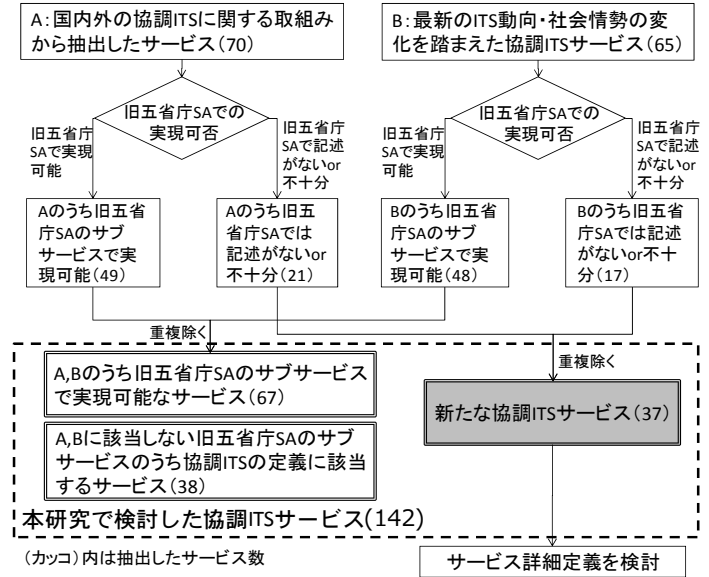


図-4 協調 ITS サービスの検討フロー

c) 協調 ITS の定義設定

ISO における協調 ITS の用語定義および国内外での協調 ITS に関する検討範囲およびを踏まえて、協調 ITS 関連プロジェクトが対象とする範囲を「通信範囲」と「サービス範囲」の観点から整理し、本検討における協調 ITS の定義を以下のように設定した。

【通信範囲の観点】

- 以下の機器の間で通信を行うサービスは協調 ITS のサービスとして扱うものとする。
 - 車両：車載器
 - 歩行者：携帯端末
 - 路側：無線装置、表示装置、センサ
 - センタ：センタ
- 単一の機器内で完結するサービスは即ちスタンドアロンシステムの範囲であることから協調 ITS のサービスに含まないものとする。

【サービス内容の観点】

- サービスの目的が、「安全」、「円滑」、「快適」、「環境」のいずれかを目的とするサービスは協調 ITS の範囲に含むものとする。

(2) 協調 ITS サービスの検討

a) サービスの検討

協調 ITS サービスの検討フローを図-4 に示す。国内外での(A)協調 ITS 関連の取り組み（スマートウェイ、ASV、DSSS、米国の Connected Vehicle、欧州の CVIS、SAFESPOT 等）から抽出した 70 の協調 ITS サービスおよび、(B)近年の我が国における社会経済の変化や、スマートフォンを代表する技術の進歩により想定される 65 の協調 ITS サービスを抽出した上で、旧五省庁 SA のサブサービスで実現可能な 67 サービスと、旧五省庁 SA

では検討されていなかった 37 サービス（以下、「新たな協調サービス」という。）に整理・分類した。

さらに、上記(A)(B)に該当しない旧五省庁 SA のサブサービスのうち協調 ITS の定義に当てはまる 38 サービスを加えて、合計 142 の協調 ITS サービスとして整理した。

次に、37 の新たな協調サービスについては、旧五省庁 SA と同様に、サービス詳細定義を検討した。

b) サービスの体系化

欧米プロジェクトにおけるサービス体系では、サービスの目的または手段により区分する場合が大半であることを参考にし、142 の協調 ITS サービスについて、サービスの目的（安全運転の支援、交通流の円滑化、環境の改善、快適性の向上）とサービスの手段（緊急時対応、事業者支援）により大別し、サービス体系を図-5 の通り作成した。

(4) 論理モデル・物理モデルの作成

旧五省庁 SA をベースに、本研究で検討した協調 ITS サービスに対応する論理アーキテクチャ（情報モデル、制御モデル）及び物理アーキテクチャを作成した。作成には、一般的に利用され多くの作成支援ツールが開発されている UML2.0 を用いた。

図-6～図-8 に、特殊車両管理を例として情報モデル図、制御モデル図、物理モデル図を示す。

安全運転の支援

- 1 気象情報の提供
- 2 路面状況情報の提供
- 3 道路構造情報等の提供
- 4 前後方向の障害等情報の提供
- 5 対向車情報の提供
- 6 市街地交差点での情報の提供
- 7 高速道路の周辺車両情報の提供
- 8 踏切に関する情報の提供
- 9 交通信号機等に関する情報の提供
- 10 道路構造等の危険警告
- 11 前後方向の車両の危険警告
- 12 歩行者、障害物の危険警告
- 13 車線変更の危険警告
- 14 車線逸脱警告
- 15 交差点危険警告
- 16 分合流部の危険警告
- 17 周辺車両に対する危険警告
- 18 前後方向の車両の危険性に対する運転補助
- 19 車両等との連携による歩行者等の安全確保
- 20 車間距離保持および定速走行の運転補助
- 21 緊急一斉停止の運転補助
- 22 車線変更時の運転補助
- 23 交差点での運転補助
- 24 自動車専用道路等の自動運転
- 25 渋滞時自動運転
- 26 青信号時間の延長、待ち時間情報、信号灯色情報の提供
- 27 歩行者等への自動車接近時の警告
- 28 踏切における列車接近情報の提供
- 29 制限速度情報の提供
- 30 追越し禁止や車線変更禁止情報の提供
- 31 単路における二輪車の存在の警告
- 32 交差点における二輪車の存在の警告
- 33 速度超過の警告
- 34 追越し禁止や車線変更禁止の警告
- 35 道路工事情報の提供
- 36 生活道路への車流入・速度抑制

交通流の円滑化

- 37 最適経路情報の提供
- 38 道路交通情報の提供
- 39 渋滞時の所要時間情報等の提供
- 40 選択した経路への確実な誘導
- 41 移動車両間の経路情報の交換
- 42 他機関の運行状況情報の提供
- 43 駐車場情報の提供
- 44 駐車場の予約
- 45 トラブル遭遇時の公共交通機関への乗り継ぎ情報の提供
- 46 最適経路情報の事前提供
- 47 道路交通情報の事前提供
- 48 駐車場情報の事前提供
- 49 駐車場の事前予約

続き

- 50 交差点信号制御
- 51 幹線道路信号制御
- 52 地域信号制御
- 53 車線対応制御
- 54 交通管理ニーズに基づく経路誘導
- 55 車種別車線誘導
- 56 HOVレーンの導入

環境の改善

- 57 省燃費ルートの案内・ナビ
- 58 アイドリングストップ支援
- 59 エコドライブ評価
- 60 EVの蓄電池を活用した電力消費量の最適化

快適性の向上

- 61 目的施設等の詳細情報の事前提供、予約
- 62 身障者、高齢者、幼児等が利用可能な目的施設情報の事前提供
- 63 目的施設等の詳細情報の提供、予約
- 64 身障者、高齢者、幼児等が利用可能な目的施設情報の提供
- 65 特定の地点の気象情報の提供
- 66 サービスエリア等での目的施設等の詳細情報の提供、予約
- 67 サービスエリア等での身障者、高齢者、幼児等が利用可能な目的施設情報の提供
- 68 サービスエリア等での特定の地点の気象情報の提供
- 69 有料道路での自動料金収受
- 70 二輪車の自動料金収受
- 71 身障者の有料道路料金収受
- 72 駐車場の自動料金収受
- 73 路上パーキングの自動料金収受
- 74 フェリー、カートレインの自動料金収受
- 75 出発前における公共交通機関情報の提供
- 76 移動中における公共交通機関情報の提供
- 77 公共交通機関内における他の交通機関情報の提供
- 78 公共交通機関の事故、遅れ等の情報の提供
- 79 デマンドバスの利用支援
- 80 道路交通情報等の提供
- 81 公共交通の運行状況情報の提供
- 82 高速バス利用者情報の提供
- 83 現在位置および施設位置情報の提供
- 84 目的地までの経路情報の提供
- 85 目的地までの経路誘導
- 86 車椅子利用者への経路誘導
- 87 歩行者等に対する車両速度の抑制
- 88 移動中の高度情報通信社会の流通情報の利用
- 89 移動中の情報ネットワークアクセス
- 90 移動中の車内バンキングサービスの利用
- 91 歩行者等の観光周遊ルート情報の利用
- 92 盗難車両等の発見・回収の支援
- 93 車両内での自動車保険決済
- 94 駐車場の空きマスへの案内
- 95 PCや携帯端末と車載器との連携
- 96 エンターテインメントコンテンツダウンロード

続き

続き

- 97 地図更新
- 98 充電料金課金
- 99 EV/PHVカーシェアリング
- 100 メンテナンス情報の提供
- 101 充電施設案内
- 102 充電状態情報の提供

緊急時対応

- 103 異常気象・災害情報の収集
- 104 通行規制の判断支援
- 105 通行規制解除の判断支援
- 106 災害発生時の状況把握支援
- 107 復興時の道路交通情報の提供
- 108 避難場所の案内情報の提供
- 109 緊急時における自動通報
- 110 高齢者等の現在位置の自動提供
- 111 災害、事故時の通報
- 112 事故発生時の周辺車両への発信
- 113 緊急車両の最適経路による誘導
- 114 緊急車両を優先誘導するための信号管理
- 115 一般車両への緊急車両接近の通報
- 116 緊急車両の運行管理
- 117 災害時の復旧・救援車両の走行支援
- 118 自動車関連犯罪多発箇所情報の提供
- 119 車両状態の通知
- 120 災害時の車両誘導
- 121 災害時の信号システムへのEV蓄電池の活用
- 122 道の駅・SA/PAの活用
- 123 緊急通報
- 124 クルマを活用した通信路の二重化
- 125 帰宅困難者の帰宅支援サービス

事業者支援

- 126 走行可能経路情報の提供
- 127 危険物輸送車両の走行把握
- 128 通行規制及び解除情報の提供
- 129 迂回路情報の提供
- 130 道路交通情報等の提供
- 131 運行状況情報の提供
- 132 緊急事態発生情報の提供
- 133 貨物輸送情報の提供
- 134 他機関の運行状況情報等の提供
- 135 トラックの連続自動運転実施
- 136 専用レーンでのトラックの連続自動運転実施
- 137 輸送システム評価
- 138 特殊車両管理
- 139 ブローブを用いた道路管理
- 140 ブローブを用いた交通管理
- 141 効率的でシームレスな国際物流システム
- 142 走行距離に応じた道路課金

続き

*ハッチの番号は「新たな協調 ITS サービス」

図-5 協調 ITS サービスの検討結果

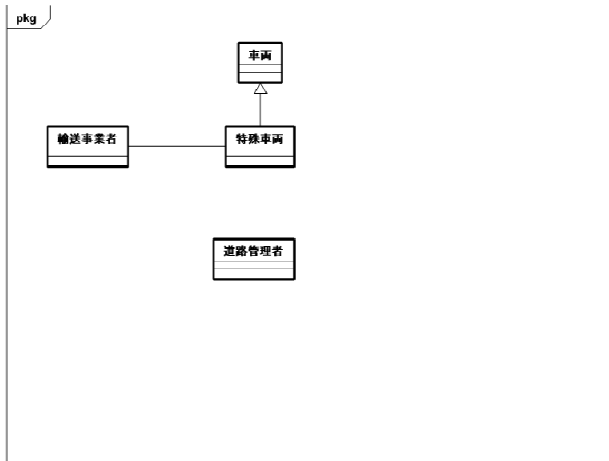


図-6 情報モデル図の例 (特殊車両管理)

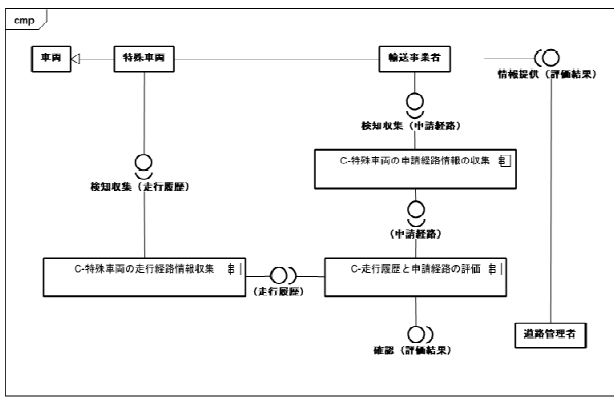


図-7 制御モデル図の例 (特殊車両管理)

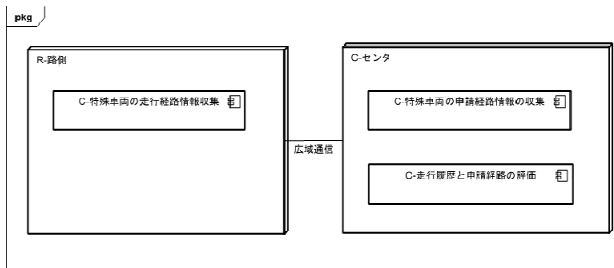


図-8 物理モデル図の例 (特殊車両管理)

4. 今後の中長期的な研究課題

協調 ITS サービスについて、日本国内での実現状況・研究開発状況に照らし合わせて分類し、中長期的な研究課題を抽出・整理した。

本研究で検討した 142 の協調 ITS サービスを図-9 に示すフローで分類した。

まず、日本国内の官民の ITS 関連プロジェクトにおいて、サービス定義文の内容全てが実現 (同一サービスが実現) している 90 サービスを「①実現済みのサービス」と分類した。

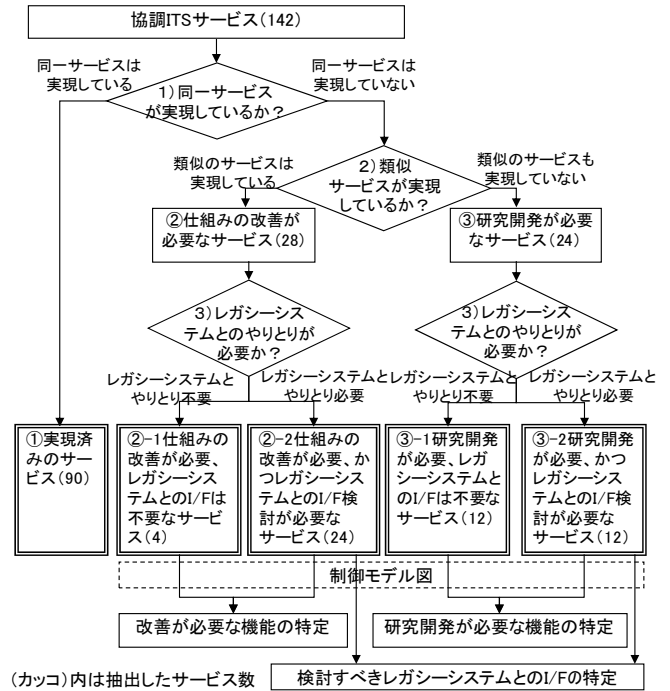


図-9 研究課題の検討フロー

次に、サービス定義文の内容の一部が実現 (類似サービスが実現) している 28 サービスを「②仕組みの改善が必要なサービス」とし、類似サービスも実現していない 24 サービスは「③研究開発が必要なサービス」として分類した。

次に、レガシーシステムとのやりとりの要不要について着目して分類した。レガシーシステムとは例えば、VICS、クレジットカードシステム、気象情報提供システム、救急車管理システム等といった国内で既に運用しているシステムをいう。その結果、「②-1 仕組みの改善が必要でレガシーシステムとの IF は不要なサービス」は 4、「②-2 仕組みの改善が必要かつレガシーシステムとの IF 検討が必要なサービス」は 24、「③-1 研究開発が必要でレガシーシステムとの IF は不要なサービス」は 12、「③-2 研究開発が必要かつレガシーシステムとの IF 検討が必要なサービス」は 12、と分類することができた。

さらに、仕組みの改善または研究開発が必要と分類したサービス (②, ③) について、図-10、図-11 の通り前述の制御モデル図を分析することで、「仕組みの改善が必要な機能」、「研究開発が必要な機能」および「検討が必要なレガシーシステムとのインターフェース」を特定し、今後の研究課題を表-4 のとおり抽出した。

大項目	緊急時対応
サービス名	117.災害時の復旧・救援車両の走行支援
サービス定義	災害時の迅速かつ的確な復旧・救援活動を支援するため、復旧・救援車両の位置情報、道路の通行可否に係わる情報をリアルタイムに収集し、被害状況や復旧・救援車両の現在位置に応じて適切な経路情報の提供を行う。
制御モデル図	
仕組みの改善が必要な機能	本サービスについては、既にVICISにおける交通規制情報提供システムとして類似のサービスが実現しているため、これらサービスを実現している機能に加えて、上記の制御モデルにおける「C-道路交通情報提供」に相当する機能を付与するという仕組みの改善が必要である。
検討が必要なレガシーシステムとのインタフェース	上記の制御モデルにおいて、「C-道路交通情報収集」は既にVICISとして実現されているため、上記の制御モデル図に記載した当該のレガシーシステムとのインタフェースを検討することが重要である。

図-10 仕組みの改善が必要な機能・検討すべきレガシーシステムとのIFの例 (緊急時対応 117.災害時の普及・救援車両の走行支援)

大項目	事業者支援
サービス名	138.特殊車両管理
サービス定義	危険物を積載した特殊車両の運行状況をリアルタイムに把握することで、申請外の経路を走行する違反車両等を抑制し、特殊車両の管理業務を効率化する。
制御モデル図	
研究開発が必要な機能	本サービスについては、既に実現している類似のサービスが存在しないため、上記の制御モデルにおける全ての機能に渡り研究開発が必要である。

図-11 研究開発が必要な機能の例 (事業者支援 138.特殊車両管理)

表-4 中長期で新たに提供を目指す協調ITSのサービス内容と研究課題 (1/2)

②-1 仕組みの改善が必要でレガシーシステムとのIFは不要					
no.	大項目	サービス名	サービス定義	仕組み改善のために付与すべき機能	検討が必要なレガシーシステムとのIF ※下線部がレガシーシステム
7	安全運転の支援	高速道路の周辺車両情報の提供	高速道路におけるドライバーの安全運転を支援するため、周辺車両等の情報を車載機や情報提供装置によりリアルタイムに入手可能とする。	C-高速道路での周辺車両情報の提供	-
36	"	生活道路への車流入・速度抑制	生活道路における流入車両に起因する事故を防止するため、情報管理者から生活道路の箇所や範囲、迂回路などの情報を収集。また、車載センサにより車両の位置を把握し、生活道路内を走行している場合は、車載機等により速度抑制を促すとともに、ドライバに迂回路の情報を入手可能とする。	C-生活道路に関する情報の収集	-
131	事業者支援	運行状況情報の提供	トラックの輸送事業者の運行管理の効率化を支援するため、運行中のトラックの位置情報、旅行速度等の運行状況に関する情報を収集し、必要に応じ適切に輸送事業者に提供する。	C-運行状況情報の提供	-
137	"	輸送システム評価	物流車両から走行履歴や乗動履歴を収集・蓄積し、分析することで、輸送システム全体のコストや環境負荷状況等を評価し、輸送システムの改善・効率化する。	C-輸送効率評価	-
②-2 仕組みの改善が必要かつレガシーシステムとのIF検討が必要					
no.	大項目	サービス名	サービス定義	仕組み改善のために付与すべき機能	検討が必要なレガシーシステムとのIF ※下線部がレガシーシステム
8	安全運転の支援	踏切横断に関する情報の提供	踏切横断に関する安全を確保するため、踏切の存在や踏切への列車接近情報等を車載機や情報提供装置によりリアルタイムに提供する。	C-踏切情報の収集(列車接近情報)	「列車運行情報管理者(列車運行管理システム)」から踏切情報の収集を行うIF
19	安全運転の支援	車両等との連携による歩行者等の安全確保	歩行者、障害物との衝突事故を防止するため、道路および車両の各種センサにより進路前方を監視し、危険と判断した場合には、ブレーキ操作等の車両制御を行う。	C-前方障害物回避C-歩行者、障害物情報の危険警告	「C-歩行者、障害物情報の収集(歩行者横断情報提供システム、VICIS)」がC-前方障害物回避C-歩行者、障害物情報の危険警告を行うIF 「C-歩行者、障害物情報の収集(歩行者横断情報提供システム、VICIS)」がC-歩行者、障害物情報の危険警告に位置、速度等の情報提供を行うIF
21	"	緊急一斉停止の運転補助	多重事故を防止するため、災害や交通事故が発生したとき、一定区間内の後続車両に一旦に事故発生情報を発信し、危険な場合には、ドライバーに注意を喚起するとともに緊急停止を行う。	C-事故発生時の運転補助	「C-事故情報の収集(VICIS)」が「C-事故発生時の運転補助」に位置、速度等の情報提供を行うIF
23	"	交差点での運転補助	交差点での車両同士の衝突事故、歩行者・自転車巻き込み事故を防止するため、道路および車両の各種センサにより車両・歩行者・自転車等の位置、速度、挙動に関する情報を収集し、接触の危険が高いと判断した場合には、ブレーキ、ハンドル操作等の制御を行う。	C-交差点での運転補助	「C-交差点危険警告(DSSS)」がドライバに通知警告を行うIF
26	"	青信号時間の延長、待ち時間情報、信号灯色情報の提供	高齢者、障害者等の交通弱者をはじめ歩行者等が安心して利用できる安全で快適な道路環境の形成を図るため、待ち時間情報を提供するともに、交差点内の歩行者を検知したり、歩行者からの要求に応じて、歩行者用青信号時間の延長、信号灯色情報の提供等を行う。	C-歩行者信号青信号延長要求	「C-歩行者検知(歩行者横断状況提供システム)」が「C-歩行者信号青信号延長要求」に横断状況等の情報を提供するIF
27	"	歩行者等への自動車接近時の警告	横断路や見通しの悪い交差点で移動中の歩行者等の安全を確保するため、車両が一定以上に接近した場合、歩行者等が危険情報を入手することを可能とする。	C-歩行者車両接近警告	「C-歩行者検知(歩行者横断状況提供システム)」が「C-歩行者車両接近警告」に位置情報を提供するIF
30	"	追越し禁止や車線変更禁止情報の提供	車道を走行中の車両の追越しや進路変更に起因する事故を防止するため、情報管理者から道路の進路変更禁止区間や追越しや進路変更の可能性がある場合は、車載機等によりドライバに警告する。	C-追越し・車線変更禁止情報の提供	「情報管理者(VICIS)」から「追越し・進路変更禁止区間」を検知収集するIF
34	"	追越し禁止や車線変更禁止の警告	車道を走行中の車両の追越しや進路変更に起因する事故を防止するため、情報管理者から道路の進路変更禁止区間や追越しや進路変更の可能性がある場合は、車載機等によりドライバに警告する。	C-追越し・車線変更禁止警告	「情報管理者(VICIS)」から「追越し・進路変更禁止区間」を検知収集するIF
44	交通流の円滑化	駐車場の予約	目的地に駐車しようとする移動中のドライバーの利便性の向上を図るため、車内において、オンデマンドに対応した情報提供装置により駐車場の予約を行う。	C-提供	「C-予約(駐車場予約システム)」が予約情報を提供するIF
54	"	交通管理ニーズに基づく経路誘導	各車線毎に、かつ各車両毎に、それぞれの目的地・走行上の条件等を考慮し、かつ、地域に適正に交通流を配分するため、騒音・公害等の状況、臨時に行う交通規制等の交通管理上のニーズにより、狭域通信等を用いて当該車両にとって最適な走行車線、直進右左折等の走行方向を指示する。	C-交通管理ニーズに基づく経路誘導	「情報管理者(VICIS)」から交通流情報、道路ネットワーク情報を検知収集するIF
73	快適性の向上	路上パーキングの自動料金収受	路上パーキングで、ドライバーの駐車料金支払いの利便性の向上と、管理者の収受コスト低減を図るため、無線通信を用いて路上駐車を自動的に検知し、利用時間に応じた自動的な料金の支払いを可能とする。	C-利用状況監視C-料金収受管理(路上パーキング)	「C-料金徴収(クレジットカードシステム)」が「C-料金収受管理(路上パーキング)」から駐車場利用情報を受け取るIF 「C-料金徴収(クレジットカードシステム)」が「C-料金収受管理(路上パーキング)」に徴収情報を提供するIF
86	"	車椅子利用者への経路誘導	車椅子利用者の安全かつ円滑な移動を支援するため、携帯端末等により、車椅子が通行可能な経路への誘導をリアルタイムに行う。	「車椅子利用者」の「情報提供」、「位置の検知収集」、「移動路の検知収集」	「C-歩行者利用情報検知収集(歩行者ナビゲーションシステム)」が車椅子利用者の位置、条件選択等を検知収集する機能
87	"	歩行者等に対する車両速度の抑制	市街地内の細街路や商店街のように歩行者等と車両が混在し、交錯しやすい空間では、ドライバーの不注意や速度超過による歩行者等への接触事故が多発しており、このような場所を走行する自動車については特に速度の抑制が必要となっている。	C-歩行者接近車両制御	「C-歩行者車両接近警告(歩行者ナビゲーションシステム)」がドライバに通知警告するIF
93	"	車内での自動車保険決済	自動車保険への加入を効率化するため、車載機等に車両の諸元情報、走行履歴を登録。これら情報をもとに自動車保険会社が保険プランを作成し、ドライバが車載機により自動車保険を購入可能とする。	C-自動車保険プラン作成	「C-自動車保険管理(自動車保険システム)」がドライバから保険プラン情報を受け取るIF 金融機関(クレジットカードシステム)がドライバに保険支払額を通知するIF 金融機関(クレジットカードシステム)がドライバから保険料を支払うIF
94	"	駐車場の空きマスへの案内	駐車場の利用の最適化を図るため、高速道路上のSA/PA、道の駅、およびロードサイドの大規模店舗の附属義務駐車場の空きマス位置を各施設の管理者より収集し、ドライバが駐車場の空きマス位置を車載機や情報提供装置により入手可能とする。	C-駐車場の空きマス案内情報の提供	「C-駐車場の空きマス案内情報の収集(駐車場空きマス管理システム)」が「C-駐車場の空きマス案内情報の生成」に情報を提供するIF
98	"	充電料金課金	EVユーザーの充電料金の決済を効率化や充電施設管理者の収受コストの低減を図るため、無線通信あるいは充電プラグ等を介した有線通信により、充電料金の自動的な決済を可能とする。	C-EVの充電状況収集C-充電管理	「C-料金徴収(クレジットカードシステム)」が「C-充電管理」から充電料金情報を受け取るIF

表-4 中長期で新たに提供を目指す協調 ITS のサービス内容と研究課題 (2/2)

②-2 仕組みの改善が必要かつレガシーシステムとの I/F 検討が必要					
no.	大項目	サービス名	サービス定義	仕組み改善のために付与すべき機能	検討が必要なレガシーシステムとの I/F <small>※下線部がレガシーシステム</small>
109	緊急時対応	緊急時における自動通報	移動中に急病、事故、犯罪等の事態に遭遇した歩行者等を速やかに救護し、その安全を確保するため、歩行者等の携帯端末から自動的にまたは手動により緊急メッセージを家庭や関係機関に通報する。	C-歩行者緊急通報 (自動通報)	「警報」、「医療機関」、「消防機関」(通報システム)が「C-歩行者緊急通報」から緊急事態情報を受け取る I/F
113	"	緊急車両の最速経路による誘導	事故等の発生時に、迅速かつ的確な救助活動の実現を支援するため、渋滞や工事実施等による影響等の現在の道路交通状況をリアルタイムに収集し、緊急車両を目的地に最適な経路で誘導する。	C-最速経路による誘導	「C-道路交通情報収集」(VICS)が「C-最速経路による誘導」に工事、規制情報等の情報提供を行う I/F
116	"	緊急車両の運行管理	事故等の発生時に迅速かつ的確な救助活動等を支援するため、緊急車両の位置情報等をリアルタイムに収集し、事故等の状況や緊急車両の現在位置に応じて適切な配車を行う。	C-緊急車両の運行管理	「C-道路交通情報収集」(VICS)が「C-緊急車両の運行管理」に工事、規制情報等の情報提供を行う I/F
117	"	災害時の復旧・救援車両の走行支援	災害時の迅速かつ的確な復旧・救援活動を支援するため、復旧・救援車両の位置情報、道路の通行可否に係わる情報をリアルタイムに収集し、被害状況や復旧・救援車両の現在位置に応じて適切な経路情報の提供を行う。	C-道路交通情報提供	「C-道路交通情報収集」(VICS)が「C-道路交通情報提供」に工事、規制情報等の情報提供を行う I/F
126	事業者支援	走行可能経路情報の提供	通行を許可された特殊車両の臨機応変の経路選択を可能としつつ、道路構造を保全し、安全かつ円滑な道路走行環境を確保するため、特殊車両が通行可能な経路を含むネットワークとしての情報を提供する。また、特殊車両ドライバーの適切な経路選択を支援するため、後行の必要性などネットワーク上の各区分の走行条件を提供する。さらに、走行履歴を必要に応じて蓄積し、許可申請審査の参考データ等として提供する。	C-走行経路情報収集	「C-交通履歴情報提供」(VICS)が特殊車両ドライバーに情報提供を行う I/F
127	"	危険物輸送車両の走行把握	危険物輸送車両が事故を起こした際の通行止めなど、道路閉塞の早期解消を図るため、危険物輸送車両の走行を把握し、必要な情報を蓄積するとともに、関係機関に情報を提供通報する。	C-事故・車両異常検知	「C-事故・車両異常通報」(VICS)が「C-事故・車両異常検知」から事故車両異常情報を受け取る I/F
136	"	専用レーンでのトラックの連続自動運転実施	輸送効率の飛躍的な向上、業務交通量の低減、輸送の安全性向上を図るため、物流拠点間等に必要に応じ専用レーンのネットワークを整備し、トラックの連続自動運転を実施する。	C-専用レーンでの連続自動運転実施	「C-交通交通情報収集」(VICS)が「C-専用レーンでの連続自動運転実施」に道路交通情報等を提供する I/F
142	"	走行距離に応じた道路課金	道路管理者が有料道路または一般道路を走行する車両の走行距離に応じた金額を収受するため、車両の走行距離を把握し、走行距離に応じた金額を算出して自動的に決済を実施する。	C-走行距離に応じた道路料金の計算 C-道路料金の決済管理	「C-車両の走行履歴情報の検知収集」(スマートウェイにおける多目的情報提供等)が「C-走行距離に応じた道路料金の計算」に走行履歴情報を提供する I/F 「金融機関」(クレジットカードシステム)が「C-道路料金の決済管理」から道路料金情報を受け取る I/F 「金融機関」(クレジットカードシステム)がドライバーに道路料金を通知する I/F 「金融機関」(クレジットカードシステム)がドライバーから道路料金を支払う I/F
③-1 研究開発が必要でレガシーシステムとの I/F は不要					
no.	大項目	サービス名	サービス定義	仕組み改善のために付与すべき機能	検討が必要なレガシーシステムとの I/F <small>※下線部がレガシーシステム</small>
17	安全運転の支援	周辺車両に対する危険警告	車両異常が発生した場合の交通の安全性を確保するため、車両故障や火災、ドライバーの異常等の情報を周辺車両に提供する。	-	-
55	交通流の円滑化	車種別車線誘導	車種により走行経路や車線が制限されている場合に、交通に混乱を与えず、道路周辺の住民環境を保護するために、大型車のドライバーに対しては、中央よりの車線を走行するように誘導通信等を通じて誘導したり、一般車両の走行が規制されている車線を走行中のドライバーを所定の走行車線に誘導する。また、制限外積載許可車両については、許可された経路を逸脱しないように狭域通信等を用いて走行経路を誘導する。	-	-
56	"	HOVレーンの導入	都市部における道路の効率的な利用を図るため、道路管理者がHOVレーンを設置し、設置箇所や区間などの情報を整備。車載センサーや路側センサーにより、乗車人数を把握し、HOVレーンの走行条件を満たした車両のみ通行を許可する。	-	-
82	快適性の向上	高速バス利用者情報の提供	高速バスの定時性・迅速性を確保し、輸送事業者の運営の効率化を図るため、バス停でのバス利用者の有無を検知し、高速バスのドライバーや輸送事業者に情報を提供する。	-	-
100	"	メンテナンス情報の提供	車両故障に起因する事故を防ぐため、定期的にCANから車両の故障状況を把握しセンタ側で管理、故障が発見された場合や定期検査、消耗品の交換のタイミングで車載機によりドライバーに通知する。	-	-
112	緊急時対応	事故発生時の周辺車両への発信	事故発生時の後続車両による追突事故等を防止し安全性の向上を図るため、事故車両から周辺車両に走行注意の情報を自動的に発信する。	-	-
115	"	一般車両への緊急車両接近の通報	事故等の発生時に、緊急車両の迅速な移動を支援し安全性の向上を図るため、進路前方の車両のドライバーに対し、緊急車両の接近情報を提供する。	-	-
122	"	道の駅・SA/PAの活用	道の駅やSA/PAを管理する施設管理者の災害時における備蓄品に関する有効活用を図るため、道の駅やSA/PAにおける備蓄品に関する情報を収集しておき共有する。	-	-
124	"	クルマを活用した道路の二重化	災害時に既存の通信インフラが障害を受け、通信サービスが利用不可となった場合に対応するため、車両に通信インフラとしての機能を持たせ、他のドライバーや周辺住民に通信サービスを提供する。	-	-
133	事業者支援	貨物輸送情報の提供	トラックの輸送事業者の的確な貨物管理を支援するとともに、貨物の集配や積み替え業務効率の向上を図るため、輸送の各行程における貨物情報を収集し、必要に応じ、貨物の現在位置情報、集荷情報、配達情報等の情報を輸送事業者へ提供する。	-	-
138	"	特殊車両管理	危険物等を積載した特殊車両の運行状況をリアルタイムに把握することで、申請外の経路を走行する違反車両等を抑制し、特殊車両の管理業務を効率化する。	-	-
141	"	効率的でシームレスな国際物流システム	効率的でシームレスな物流のため、各種交通モードを適切に活用した物流システムを構築する。	-	-
③-2 研究開発が必要かつレガシーシステムとの I/F 検討が必要					
no.	大項目	サービス名	サービス定義	仕組み改善のために付与すべき機能	検討が必要なレガシーシステムとの I/F <small>※下線部がレガシーシステム</small>
24	安全運転の支援	自動車専用道路等の自動運転	ドライバーの負担を軽減し、交通事故の危険性を限りなく低減するため、自動車専用道路等において道路および車両の各種センサーにより、道路構造や周辺車両の位置、走行速度、挙動等に関する情報を収集し、アクセル・ブレーキ操作などの速度制御、ハンドル制御等を行い、自動運転を行う。	-	「C-自動車専用道路での情報収集」(VICS)が「C-自動車専用道路での自動運転」に情報提供を行う I/F
25	"	渋滞時自動運転	渋滞中の煩雑な運転操作を軽減し追突事故を防止するため、道路および車両の各種センサーにより、道路構造や周辺車両の位置、走行速度、挙動等に関する情報を収集し、アクセル・ブレーキ操作などの速度制御、ハンドル制御等を行い、低速走行時の自動運転を行う。	-	「C-渋滞時の情報収集」(VICS、ASV)の追突防止支援システムが「C-渋滞時自動運転」に情報提供を行う I/F
28	"	踏切における列車接近情報の提供	踏切を横断しようとする歩行者等の安全を確保するため、踏切への列車接近情報、踏切を横断するのに必要となる横断必要時間、列車が踏切を通過する予想踏切通過時間等の情報を携帯端末機や情報提供装置により適切に入手可能とする。	-	「列車運行情報管理者」(列車運行システム)が「C-歩行者利用情報検知収集」に予想踏切通過時間等を提供する I/F
60	環境の改善	EVの蓄電池を活用した電力消費量の最適化	電力需要・供給の最適化を図るため、車載機等にEVの充電状況を記録し、住宅や施設の電力状況と充電状況を踏まえてEVの蓄電池を有効利用する。	-	「住宅・施設」の検知収集(電力使用状況システム)が「C-電力使用量の最適化に関する情報の収集」に電力使用状況データを提供する I/F
104	緊急時対応	通行規制の判断支援	安全かつ円滑な道路走行環境が維持できない場合を適切に判断し、通行規制を迅速に実施するため、通行規制の判断となる気象状況や災害状況等に関する情報や、迂回路設定等の判断に必要な情報を提供する。	-	「C-気象・災害・履歴情報収集」(気象情報提供システム、災害情報提供システム)が「C-通行規制実施通知」(VICS)に情報提供を行う I/F
105	"	通行規制解除の判断支援	通行規制時間を最小化することで安全かつ円滑な道路走行環境を効率的に提供するため、通行規制解除の判断に必要な気象状況や災害状況等に関する情報を、関係者に迅速かつ適切に提供する。	-	「C-気象・災害・履歴情報収集」(気象情報提供システム、災害情報提供システム)が「C-通行規制実施通知」(VICS)に情報提供を行う I/F
107	"	復興時の道路交通情報の提供	災害復興時において、安全かつ円滑な道路走行環境を確保し、災害復興計画や物資輸送計画の立案を支援するため、災害前後の地域の交通状況、道路構造の改修や都市施設の再建工事等に関する情報を統一的に蓄積し、提供を行う。	-	「C-道路復旧情報収集」が災害履歴、工事進捗等を情報収集する I/F
120	"	災害時の車両誘導	災害時に緊急交通車両の迅速化を図るため、災害時には一般車両が路側を走行するよう促す情報を車載機や情報提供装置等によりドライバーが入手可能とする。	-	「情報管理者」(災害マップ)が「C-災害時の車線規制に関する情報の収集」から災害の位置、種類を検知収集される I/F
132	事業者支援	緊急事態発生情報の提供	トラックの輸送事業者の輸送の的確性と安全性の向上を図るため、事故、運転手の身体異常、車両異常が発生した場合、車両から自動的にもしくは手動により、異常の内容、発生位置、発生位置までの最短経路等の必要な情報を輸送事業者へ提供する。	-	「C-道路交通情報収集」(VICS)から「C-時間最短経路情報提供」に道路交通情報を提供する I/F
134	"	他機関の運行状況情報の提供	物流全体の輸送効率の向上を図るため、国際コンテナ船、フェリー、鉄道、航空等の運行状況等の情報を収集し、必要に応じ適切に輸送事業者へ提供する。	-	「C-他機関運行情報収集」(輸送計画システム)から「C-他機関運行情報提供」に情報提供を行う I/F
135	"	トラックの連続自動運転実施	トラックの輸送事業者の輸送効率の向上による輸送コスト低減を図るため、自動走行機能等を持った複数のトラック等が適切な車間距離を保ちながら連続走行を行う。	-	「C-先導トラック」(ASV)におけるACC)が「C-連続自動運転実施」に速度・挙動情報を提供する I/F
139	"	プローブを用いた道路管理	道路管理者が一般車両から収集されるプローブデータをリアルタイムに蓄積・分析することで、特定の場所で一定の挙動(落下物や急ブレーキ等)を見せる車両が多い部分を抽出することで、ハトール車両の運行の効率化を図る。	-	「C-プローブデータ収集」(スマートウェイにおけるプローブ情報の収集)が「C-落下物の有無判断」にプローブデータを提供する I/F

5. 考察

本稿では、国際的に標準化が急速に進みつつある協調 ITS について、国家レベルのアーキテクチャの内容・活用状況について欧米との比較、国内外の研究開発プロジェクト、実用化事例及びスマートフォンアプリ等の最新の技術開発動向、我が国における社会経済情勢、防災対応の観点からの必要性等を踏まえ、サービスの抽出・整理を行った。また、整理結果を踏まえ、今後の中長期的な研究課題についても抽出を行った。本項では、以上を踏まえ、現状の課題を整理した上で、協調 ITS による新たな ITS サービスの提供にあたり、必要な取り組み及び取り組みにあたっての留意すべき点等について考察を行う。

(1) 現状の課題

1990 年代より本格的な導入、展開が始まった我が国の ITS サービスは、渋滞解消や二酸化炭素排出量の削減などの社会的効果を生み出している。具体的な例としては、1996 年に運用を開始した VICS、2001 年から一般利用を開始した ETC が挙げられる。VICS 情報提供による二酸化炭素排出量削減量は、年間 215 万トンと試算されている⁸⁾。また、ETC は既に利用率が 85%を越えており⁹⁾、高速道路上の料金所渋滞はほぼ解消している¹⁰⁾。さらに、広範囲の経路選択支援や危険箇所における安全運転支援を提供する ITS スポットサービスが 2011 年 8 月に全国展開され、約 1,600 箇所サービス提供を行っている。

一方で、ITS に関連する自動車技術、情報通信技術の開発・普及は、ITS の開発分野を定めた 1996 年当時から大幅に進展している。例えば、自動車の電子化・高機能化が進み、現在では様々なセンサや制御装置が自動車に組み込まれている。携帯電話等の加入契約件数は 1 億 2,987 万件であり、人口普及率は 100%を超える¹¹⁾とともに、スマートフォンの普及率は約 10%とする民間調査も存在する。クラウド技術の進展も目覚ましく、PC やスマートフォンから自由にメールやスケジュール、映像や写真などのコンテンツへ、インターネットでアクセスできる環境が整いつつある。また、エコな自動車としての EV の開発が盛んに行われており、2009 年より各メーカーが EV を市販している。環境省¹²⁾では、EV・PHEV 販売台数は 2020 年で 20~50 万台、2030 年で 50~100 万台程度と試算している。さらに、電力の需給バランスを ICT を活用して双方向の送電を制御する次世代の電力網、スマートグリッドは、既に横浜や豊田、京都、北九州で実証実験中である¹³⁾。実験には、EV のバッテリーを住宅で活用する V2H (Vehicle to Home) も含まれている。

しかしながら、交通事故、渋滞による環境影響、自然災害、増大する道路インフラの維持管理・更新投資の拡

大等の課題は依然として大きい。

例えば、今後我が国は長期の総人口減少過程に入り、高齢者は 2015 年には 3,000 万人に達し、2042 年には 3,863 万人のピークを迎える¹⁴⁾が、高齢者運転者による交通事故件数も年々増加しており、2009 年には 10.5 万件、前年比 2.7%増加している¹⁵⁾。交通事故による歩行者の死傷者数は、2009 年には 7.1 万人に上っており、うち、死者数は 1,717 人¹⁶⁾に及ぶ。また、道路交通の渋滞は依然として解消しておらず、2009 年度の損失時間は年間約 50 億人時間 (国民 1 人当たり年間約 40 時間) にのぼる¹⁷⁾。環境面については、運輸部門 (自動車・船舶) の二酸化炭素排出量は 2010 年度 2 億 3,200 万トンであり、1990 年度比で 6.6%増加している¹⁸⁾。防災面では、2011 年に発生した東日本大震災ではストック (建築物、ライフライン施設、等) のみで約 16 兆 9 千億円の被害損失が発生¹⁹⁾しており、今後大規模自然災害に対するインフラの備えに対する新たな課題を突き付けている。しかし、我が国の財政事情は厳しく、公債費が税収と同等の約 40 兆円となっており、税収の低下に伴い公共投資も減少し、平成 10 年度には約 15 兆円であったが、平成 22 年度には 7 兆円を下回った²⁰⁾。道路予算の総額が減少する中、インフラのメンテナンスコストは年間 1.4 兆円程度で推移しており、道路予算に占めるメンテナンスコストの割合は約 20%にまで増加²¹⁾している。経済面では、我が国の実質 GDP 成長率は 2011 年には -0.73%²²⁾であり、今後も低水準の成長が予測され総人口減少と相まって国内市場は縮小傾向にある。一方途上国は平均で GDP 成長率 6~7%程度の高い成長が予測²³⁾されている。また、2008 年前半に 1 バレル 130 ドル台後半まで上昇した石油価格は、リーマンショック後急速に下落し、その後も大幅な上下を繰り返している²⁴⁾。日本の基幹産業である自動車産業においては、日本での自動車の生産割合が低下しており、2001 年は 17%、2011 年には 10%に低下²⁵⁾しており、世界の中で相対的に競争力が低下している。

(2) サービス提供により中長期で実現を目指す社会像

前項で整理した現状の課題を踏まえ、協調 ITS サービスの提供により、中長期で実現を目指す社会像としては、以下のようなものが考えられる。

社会の高齢化を踏まえ、高齢者の特性を考慮した道路交通、公共交通等の移動手段を提供し、増大する高齢者のモビリティを確保できる社会の実現が必要である。また、労働人口の減少、低水準の GDP 成長率、税収の低下等の課題に対応すべく、道路管理業務を含めた官民における様々な業務の一層の効率化の実現が必要である。東日本大震災を教訓とした国民の意識の高まりを受け、社会インフラをはじめとした様々な分野において防災への対応強化を図ることが必要である。原子力災害を受け

て電力供給の不透明化に対応するためにも、広域的な電力供給の最適化が可能となる社会の実現を図ることが必要となりつつある。さらに、スマートフォン等の情報端末の普及を踏まえ、時や場所を選ばず個人向けのサービスが利用できる社会が実現する環境が生まれてきている。国際的には、アジアや南米などの発展途上国における急速な経済発展に伴う社会問題に対しては、我が国の技術や経験により問題解決に寄与することが可能であり、日本企業が国際市場の拡大をさらに進めることが考えられる。

前述の社会像の実現を目指す上では、近年および将来的に想定される自動車技術、情報通信技術を積極的に活用し、安全運転支援、交通流最適化、災害への対応、等のサービスの提供が必要と考えられる。さらには日本国内の事情のみならず、アジアなど海外諸国の社会的環境やニーズを十分に踏まえ、国際的に調和可能なサービスを国内で醸成し、世界各都市における道路交通の安全、円滑、快適性の向上に日本のシステムが貢献できることが必要と考えられる。

(3) 中長期で新たに提供を目指して研究開発を進めるサービス案

中長期で新たに提供を目指すべきサービス内容については、関係者による十分な意見交換を経て、各関係者のリクワイアメント等を明確にしていく必要がある。

ここでは、本研究で検討した 142 の協調 ITS サービスの中で、既存の類似サービスの仕組みの改善またはレガシーシステムとのインターフェースを必要とするサービス、および類似サービスがなく新たに研究開発を進めるべきサービス(表-4)をもとに、中長期で新たな提供を目指して研究開発を進めるサービスとして、以下に、著者らが構想するサービスを挙げる。

- 都市間高速道路の渋滞の約 6 割を占めるサグ部等での渋滞対策、渋滞中の追突事故防止等の安全対策のため、将来の自動運転も視野に入れて、ACC など車両制御技術と道路インフラとの連携により、道路構造、周辺車両の位置、走行速度、挙動等に関する情報を取得し、アクセル・ブレーキ操作などの走行制御を自動的に行う。(24,25 関連)

*()内の数字は、図-5 に示す協調 ITS サービスの番号、以下同じ。

- 交差点での車同士の衝突事故、歩行者・自転車等の巻き込み事故等を未然に防ぐため、各種センサから車両等の位置、速度、挙動に関する情報を収集し、接触の危険が高いと判断した場合等には、ドライバーに警告、ブレーキ・ハンドル操作等を行う。(23 関連)
- 生活道路における流入車両に起因する事故を防止す

るため、車両が生活道路内を走行している場合は、車載器等により速度抑制を促すとともに、ドライバーが迂回路の情報を入手可能とする。(36)

- 電力需要・供給の最適化を図るため、車載器等に EV の充電状況を記録し、住宅や施設の電力状況と充電状況を踏まえて、EV の蓄電池を有効活用する。(60)
- 安全かつ円滑な道路走行環境が維持できない場合を適切に判断し、通行規制を迅速に実施し、また、規制時間を最小化するため、気象情報、災害情報や道路情報等を収集・共有し道路管理の判断支援を行う。(104,105)
- 道路構造物の長寿命化に資するよう、特殊車両等大型車の走行管理を効率的に行うため、危険物等を積載した特殊車両の運行状況をリアルタイムに把握することで、申請外の経路を走行する違反車両等を抑制する。また、通行を許可された特殊車両の臨機応変の経路選択を可能とし、通行可能な経路を含むネットワークとしての情報、徐行の必要性など各区分間の走行条件を提供する。走行履歴を必要に応じて蓄積し許可申請審査の参考データ等として提供する。(126,138)
- 一般車両から収集されるプローブデータをリアルタイムに蓄積・分析することで、詳細な渋滞状況、落下物を避ける挙動等を把握するなど道路管理に活用する。(139)
- トラックの輸送事業者の運行管理の効率化を支援するため、運行中のトラックの位置情報、旅行速度、挙動履歴等の運行状況に関する情報を収集し、輸送事業者に提供し商用車の運行管理支援を行う。また、収集情報を分析して輸送システム全体でのコストや環境負荷状況等を評価し、輸送システムの改善・効率化を図る。(131,137)
- 欧米の取り組みを参考に、車両の走行距離に応じた負担を利用者に求めることを想定して金額を算出して自動的に決済を行う。(142)

(4) 実現を目指すシステムに必要とされる要件・技術

前項までで整理した協調 ITS による新たなサービスを提供するシステムに必要とされる要件としては、以下のものが考えられる。

まず、新たなシステムはインフラ～車両間のみならず、車両間、インフラ～歩行者間、車両～歩行者間の通信が相互に連携して柔軟な情報交換が可能である必要がある。また、インフラ(センター、路側装置)、車両(車載器)、歩行者(携帯端末)の各機器は、複数のサービスに対応可能とし、アプリの入れ替えが可能で、情報交換にはスポット通信のみならず携帯電話などの広域通信、放送など多様なメディアが利用可能なオープンプラットフォーム

フォームを構築する必要がある。

加えて、国際協調の視点から、使用周波数の選定、通信方式、アプリケーションの技術開発、標準化を目指すものであるとともに、普及促進の観点、アジアなどの新興国への展開の観点から、低コストで実現可能な仕組みである必要がある。

新たなサービスの提供に必要と考えられる技術要素を以下に示す。

- インフラ、車両、歩行者が相互に連携可能となる無線通信
- 環境に左右されず高い検出率を有するセンサ
- 車両の走行車線や歩行者の位置や状態を正確に捕捉できる位置精度向上技術・状態把握技術
- 動的・静的な位置に関する情報を扱う際の基盤となる地理空間情報
- アプリケーションの入れ替えやデータベースへのアクセス等を制御するセキュリティ技術
- データセット標準などシームレスな情報流通の仕組み、および流通する情報

(5) 取り組みの枠組みづくり

協調 ITS による新たな ITS サービスの提供の実現に向けては、どのような枠組みで取り組みを進めるかも重要となる。中長期で提供を目指すサービスの中には、複数の関係省庁に属するものも多く存在することから、ITS 関係省庁での協力が必要となる。実現を目指すシステムについて関係者間での共通認識を得るとともに、関係者間で中長期的な姿の実現のためには共同研究開発体制を構築することが有用であり、また、国際的な動向を踏まえ、日米欧政府間・民間レベルでの研究協力体制を構築することも有用と考える。

(6) 取り組みにあたって留意すべき点

欧米ではシステムの全体像を関係者で共有するためにアーキテクチャを策定し各プロジェクトのシステム開発を整合的に進めており、社会状況、技術動向を踏まえ随時改定を行っている。今後、我が国も国家的アーキテクチャを新たに策定し ITS 関係者に広く認知され活用してもらえるよう工夫する必要があると考える。例えば、アーキテクチャ策定後に新たな技術やサービスに関する継続的な更新が可能となるようメンテナンス体制を整えることや、分かりやすく使いやすなものとなるように欧米のようなツール整備、利用者の能力向上などの取り組みを行うことが有効であると考えられる。

また、ITS サービスの効果評価について体系化し、効果の発生、派生過程を明らかにするとともに、各段階における効果評価手法を具体化し、導入前後での政策判断に活用できるよう研究を進める必要がある。

6. おわりに

本研究では、国内外のプロジェクト等における協調 ITS サービスについて調査分析し、また、車両技術・情報通信技術の進展、我が国における社会経済状況等を調査し、今後、我が国で中長期的に目指す協調 ITS サービスのシステムアーキテクチャを検討した。また、これを元に、今後研究開発に取り組むべき ITS サービスを明らかにし、その実現を目指すシステムに必要な要件・技術、取り組みの枠組みづくり、取り組みにあたっての留意すべき点等について考察を行った。

本研究結果は、今後とも国内の ITS 関係者と意見交換を図り共通認識を醸成するためにも、引き続き活用し内容を必要に応じて更新していく必要があると考える。

参考文献

- 1) 警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、建設省：高度道路交通システム（ITS）に係るシステムアーキテクチャ、1999
- 2) KAREN project：Planning a Modern Transport System a Guide to Intelligent Transport System Architecture, 2004
- 3) U.S.DOT：National Architecture：EXECUTIVE SUMMARY, 2007
- 4) KAREN project：European ITS Framework Architecture Overview, 2000
- 5) (財)道路システム高度化推進機構(ORSE)：新規セットアップ件数累計 2012.3 末, <http://www.go-etc.jp/>
- 6) (社)電子情報技術産業協会(JEITA)データより国土交通省作成：出荷台数累計 2011.12 末, <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j.html/>
- 7) (財)道路交通情報通信システムセンター：VICS 車載機出荷台数累計 2011.12 末(<http://www.vics.or.jp/>)
- 8) (財)道路交通情報通信システムセンター：VICS 情報提供の社会・経済効果に関する調査研究報告書, 2008
- 9) 国土交通省：ETC 利用状況の推移, <http://www.mlit.go.jp/road/yuryo/riyou.pdf>
- 10) 金澤ら：高速道路サグ部における ACC 車両の混入状況に応じた渋滞緩和効果, 第 10 回 ITS シンポジウム, 2011
- 11) 総務省：電気通信サービスの加入契約数等の状況 2011.12 末, http://www.soumu.go.jp/main_content/000147401.pdf
- 12) 環境省：次世代自動車普及戦略, 2009
- 13) 経済産業省：次世代エネルギー・社会システム実証マスタープラン, 2010
- 14) 内閣府：平成 23 年版 子ども・子育て白書, 2011
- 15) 内閣府：平成 23 年版 高齢社会白書, 2011
- 16) 内閣府：平成 22 年版 交通安全白書, 2010
- 17) 国土交通省：社会資本整備審議会第 12 回道路分科会

- 資料, 2010
- 18) (独) 国立環境研究所: 日本の温室効果ガス排出量データ確定値, 部門別 CO2 排出量 (間接排出量[電気・熱配分後]) 2010 年度, <http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>
 - 19) 内閣府: 東日本大震災における被害額の推計について, <http://www.bousai.go.jp/oshirase/h23/110624-1kisyu.pdf>
 - 20) 財務省: 日本の財政関係資料, 2011
 - 21) 国土交通省: 道路統計年報, 1999~2011
 - 22) 内閣府: 2011(平成23)年10~12月期四半期別GDP速報, <http://www.esri.cao.go.jp/>
 - 23) International Monetary Fund: World Economic Outlook (WEO), 2010
 - 24) 米国エネルギー情報局(EIA): <http://www.iea.org/>
 - 25) 国際自動車工業連合会(OICA): <http://oica.net/category/production-statistics/>

(2012.5.7 受付)

A Consideration on the Direction of Next Generation ITS research based on comparative analysis among international or regional projects of cooperative ITS

Fumihiko KANAZAWA, Shoichi SUZUKI, Takeshi WAKATSUKI
and Satoru NAKAMURA