

ITS システムアーキテクチャとシステム分析言語

藤井 治樹, 長坂 康司

1. はじめに

21 世紀において経済成長を持続させるために、主要な社会基盤である交通輸送を人と社会と環境に調和したものにしながら、新たな産業も創成して行くことが求められている。ITS (Intelligent Transport Systems) は、情報通信、制御、エレクトロニクス、IT 技術等を高度に利用して、その実現を目指す次世代の交通輸送システムである。現在、ITS の開発、導入への努力は世界的な動きになっており、その着実な発展を期して、ITS システムアーキテクチャの開発が世界の各地域で進められている。

ITS が目指す社会的サービスや新たなビジネスは、自動車、道路交通、情報通信、物流等広範な分野に跨るものであり、多くの応用技術分野の協力により始めて実現される。その実現は様々な分野で開発されるサービスが連携しながら発展するプロセスによる。したがって、ITS の着実な発展を期すためには、幅広い関係者による ITS に関する共通の理解が不可欠である。また、技術的には様々な標準化を体系的に進めて行く必要がある。

ITS システムアーキテクチャの開発は、こうした共通の理解や標準化のための基本的な情報基盤 (プラットフォーム) を整備しようとする動きである。

本稿では、ITS システムアーキテクチャを紹介、解説するとともに、これを中心とするプラットフォームの広がりおよびシステムアーキテクチャ (以下 SA と呼ぶ) を開発するためのシステム分析言語等を解説する。

2. ITS の標準化とプラットフォーム

ITS 関連システムのサービスの連携と複合化を期するには、これらのシステム間の相互操作性や相互運

用性を実現することが必要であり、そのためには技術や機能の標準化を進めることが不可欠である。この認識に立って、ISO は 1992 年 ITS 関連技術の標準化を目指すテクニカルコミティ (TC 204) の設置を決定し、1993 年から同 TC の活動を開始し、現在 16 の技術分野やサービス分野について標準化活動を進めている。

従来の標準化は、既に機能や製品が具体化したものについて、その構造や性能等の規格や基準を定めるものが多かった。しかし、ITS 分野の標準化対象にはいまだ実現していないサービスや研究開発途上の技術も含まれおり、TC 204 ではこれまでの標準化分野とは相当趣きの変わった活動が行われている。

また、「プラットフォーム」という言葉は最近よく使われるが、サービスや機能を実装あるいは実現するための共通基盤という意味で用いられている。ソフトウェアであるイメージが強いがハードウェアを指す場合もある。

TC 204 の標準化作業には、先に述べたように ITS 関連システムの相互操作性や相互運用性を確保するという目的から、プラットフォーム作りを目指したものが多く含まれている。

3. ITS の基本プラットフォーム、システムアーキテクチャ

ITS は、前述のように多岐にわたる分野の技術者や関係者の努力を結集して実現されるものである。これらの分野で用いられる専門用語は分野毎に異なっている。また、エンジニアリングセンスや価値観等も違い、ITS に対する理解にも微妙な差異がある (図 1)。したがって、ITS の開発と導入を的確かつ円滑に進めるには、次のような点について、関係者の ITS に対する認識を共通にする必要がある。

- ① ITS に関する論議で用いられる用語の意味
- ② ITS のサービス・機能の目的や範囲及びその内容

ふじい はるき (財)自動車走行電子技術協会
〒105-0011 港区虎ノ門1-25-5 虎ノ門34 森ビル
ながさか やすじ 日本電気㈱

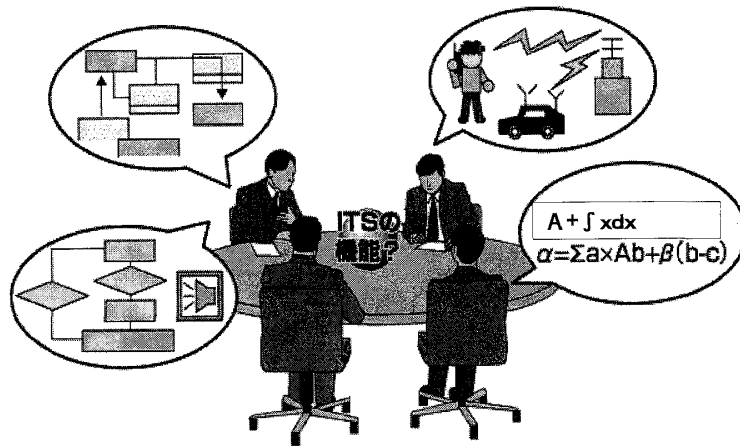


図1 共通認識の重要性

③ 開発対象のシステムや要素機器のITS全体における位置付けやそれらの相互関係

ITSシステムアーキテクチャ (ITS-SA と呼ぶ) は、こうした状況を整備する情報基盤であり、ITSに関する最も基本的なプラットフォームといえる。

現在世界の各地域でこのITS-SAを開発し、導入する活動が進められている。米国は1996年にナショナルシステムアーキテクチャを完成させており、公共財源によるITS関連事業をこれに準拠させるようにしている。欧州やオーストラリアにおいてもそれぞれの地域の事情を踏まえた開発が進められている。

我が国でも1999年に「日本のシステムアーキテクチャ」ができ上がっており、今後はその活用が待たれる状況にある。また、ITSの主要な構成要素である自動車内のシステムを深掘りした車載システムアーキテクチャも開発されている。

TC 204では、ワーキンググループ1 (WG 1) がSAに関する標準化作業を進めているが、その検討方針はITSに関するいくつかの基本的なプラットフォームを定めようというものである。

WG 1での検討の中心は、各地域や応用分野で開発されるSAを相互に比較し、対照するプラットフォームとしてのITS参照アーキテクチャの開発である。

4. ITSシステムアーキテクチャの開発とその段階

一般にシステムの開発は、システム分析、システム設計、実装の手順で進められるが、SAは、いわばシステム分析のアウトプットと見ることもできる。分析の段階に応じたアウトプットには次のようなものがある。まず、具体的な実現方法を想定しない形で、システムの機能やサービスとそれらの間で授受される情報

の関係について分析と整理が行われる。その結果を論理アーキテクチャと呼んでいる。さらにサービスを実現するために必要な物理的な構成要素を検討しながら、システムの構成を定めて行く。この成果物を物理アーキテクチャと呼んでいる。

各地で行われているITS-SAの開発は概ねこうしたステップで進められているが、その方法論としては、システムの機能に着目して展開するプロセス指向のものと、システムを構成する要素 (オブジェクト) に着目して進める、いわゆるオブジェクト指向の方法論があり、ISO/TC 204で開発された参照アーキテクチャや我が国のSAは後者で開発されている。

このように開発されたSAは、標準化が必要な領域を定めたり、システムの実装を効率的に進めたりするための情報基盤として用いられるが、米国や日本のITS-SAはこうした目的のためのものである。

欧州のプロジェクトで開発されているSA (KAREN) は、サービスよりさらに上位のITSに関するニーズを明示的に整理することから開発をスタートさせている。その開発目的は、欧州各国のITS開発のコンセプトに関して、コンセンサスを形成するためのツールとして位置付けられている。

また、ITSサービスを提供したり、享受する主体の立場や目的は様々であり、システムの開発はこれらを踏まえて行われる。こうした状況とシステム設計要件の関係を表したインスティテューショナルアーキテクチャの重要性も認識されつつある。

5. システム分析言語による参照アーキテクチャの開発

米国や日本のITS-SAは、物理アーキテクチャまで開発を進めているが、ISO/TC 204の参照アーキテ

クチャは抽象度の高い論理アーキテクチャとしてまとめられている。

ISO/TC 204 の参照アーキテクチャの開発は UML (Unified Modeling Language) と呼ばれるシステム分析用言語を用いて行われたが、ここでは、そうしたシステム分析言語による開発手順を解説する。なお、UML は世界の約 800 のベンダやユーザー等の機関が参加しているコンソシアム、OMG (Object Management Group) で標準モデリング言語として採用されたもので、現在 ISO に国際標準化が提案されている。

まず、ITS-SA や参照アーキテクチャの開発は、ITS の定義から始まる。定義の仕方には ITS の機能分野を階層的に分ける方法とサービスの集合として表す方法等があるが、参照アーキテクチャでは後者の方法が取られている。

参照アーキテクチャでは、ITS を 32 個の基本サービスで定義しており、サービスは、提供情報の内容や車の制御の形態、交通管理の内容等様々なものを含んでいる。各国ではそれぞれの事情に応じてサービス群を定義しており、この共通化が今後の課題になってこよう。

さて、一般にシステムを論議する場合、まずシステムの境界を定める必要がある。UML ではユースケース図を用いて表現される。ユースケース図は、ITS 利用者 (アクターと呼ぶ) とシステムの処理の関係を示すもので、ユーザから見たシステムに対する処理要求をユースケースという単位でカプセル化して表したものである (図 2 参照)。ITS-SA では、アクターとシステムが関わる部分を境界にしているが、ITS においてはアクターがシステムの内部機能になる場合も

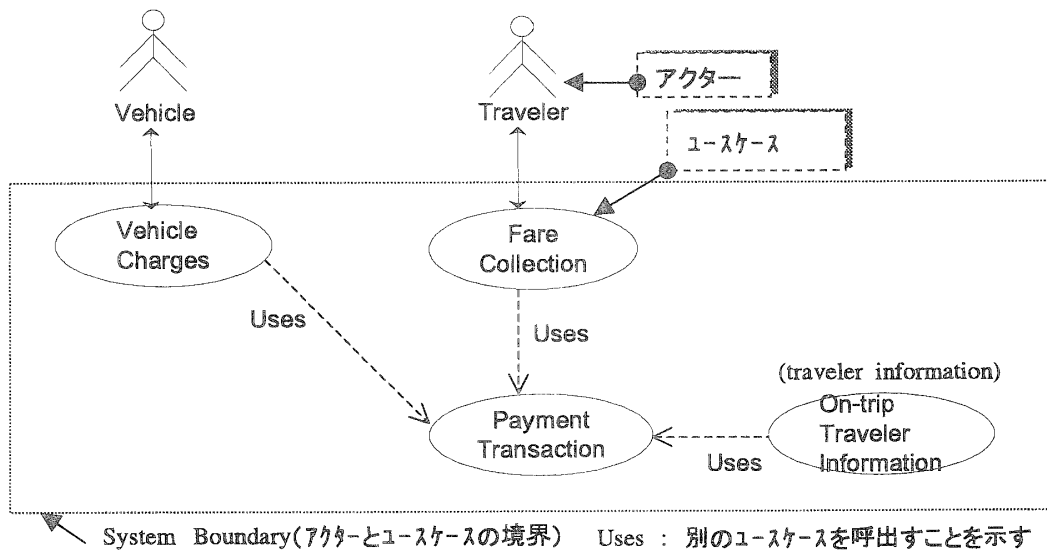


図 2 UML におけるユースケース図 (Electronic Payment の例)

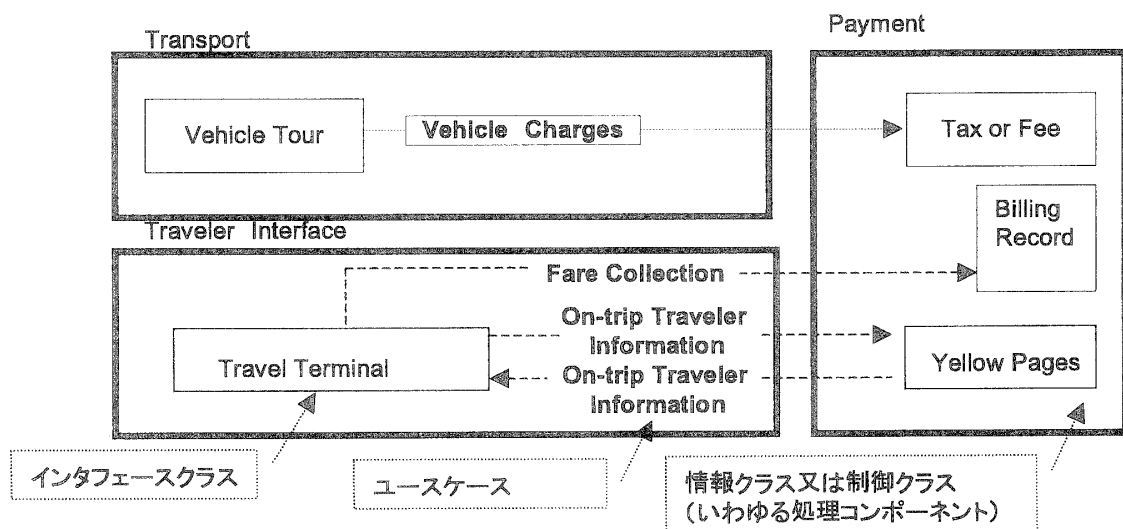


図 3 クラス図

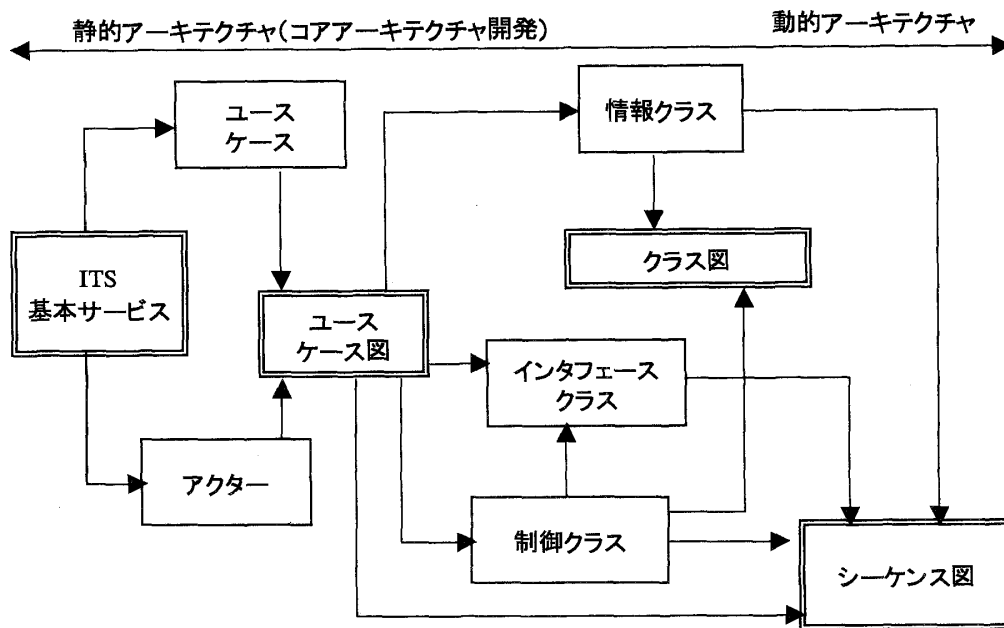


図4 UMLでの開発手順全体の流れ

あり、すっきりとは定義し難い面がある。

つぎにこのサービスの定義を踏まえて、システムを構成するインターフェース要素、処理機能、情報等を整理分類し、相互関係を明らかにする分析が行われる。これは、ユースケース図のコンポーネントである各ユースケースを機能分析し、図3で示すようなクラス図を示すことにより達成される。図4は、UMLによる参照アーキテクチャ(コアモデル)開発とコアモデルから動的アーキテクチャへの展開の全体手順を合わせて示したものである(一部省略)。システムの動的な構造は、オブジェクト間でやりとりされるメッセージの送受信の時系列的な関連であり、シーケンス図によって定義される。なお、UMLではオブジェクトを情報クラス、制御クラス(システムの処理機能)、インターフェースクラス(アクターとの情報授受)の3つに分けて扱っている。

6. システムアーキテクチャを軸とする各種のプラットフォーム

SAはITS関連のシステム開発の最も基本的なプラットフォームであるが、これらのシステムが相互に連携しながら発展できるようにするには、設計や実装の段階についても様々なプラットフォームが必要である。図5は、特にシステム分析やデータの記述及び通信に関するプラットフォームについてまとめたものである。

6.1 データ情報共有化のためのプラットフォーム

大規模システム開発を齟齬なく円滑に行うためには、開発しているシステムの目的やシステムが処理するデ

ータに関する基本的な情報を開発関係者全員が正しく理解している必要がある。このための環境を提供するのがSAであり、データモデルであり、データ辞書である。データモデルは、データコンセプトとも呼ばれ、データの名前、形式、意味、データの型等を規定するものである。このコンセプトに従い、各種データが規定される。データ辞書は、各種データを登録し参照するための保管庫であり、システム開発に携わる関係者がシステムの扱うデータを共有するための要である。

ITSの開発においては、データ辞書はさらに重要な意義を持つ。ITSに関して開発されるシステムはそれぞれの規模が大きだけでなく、様々な分野で開発されたシステムが相互に機能を連携させながら発展することが期待されている。したがって、ITSの発展を期するには、異なる開発主体の間においてもデータに関する情報を共有できるようにする必要がある。これを目指すのがITSデータ辞書であり、現在TC 204/WG 1は、このデータ辞書におけるデータ要素(色々な分野で使用される基本データであり、一例として時刻、位置情報等が挙げられる)の定義方法の検討を進めている。これらのデータ要素を識別するための属性、その内容や型を定義する属性、データ相互間の関係を示す属性、登録管理に関する属性で規定され、ITSのデータ辞書に登録される。その記述はISOで規定されたASN.1(Abstract Syntax Notation 1, 抽象構文記法1)と呼ばれるデータ記述言語で行われることになっている。

また、図5中に示されたデータベースのスキーマと

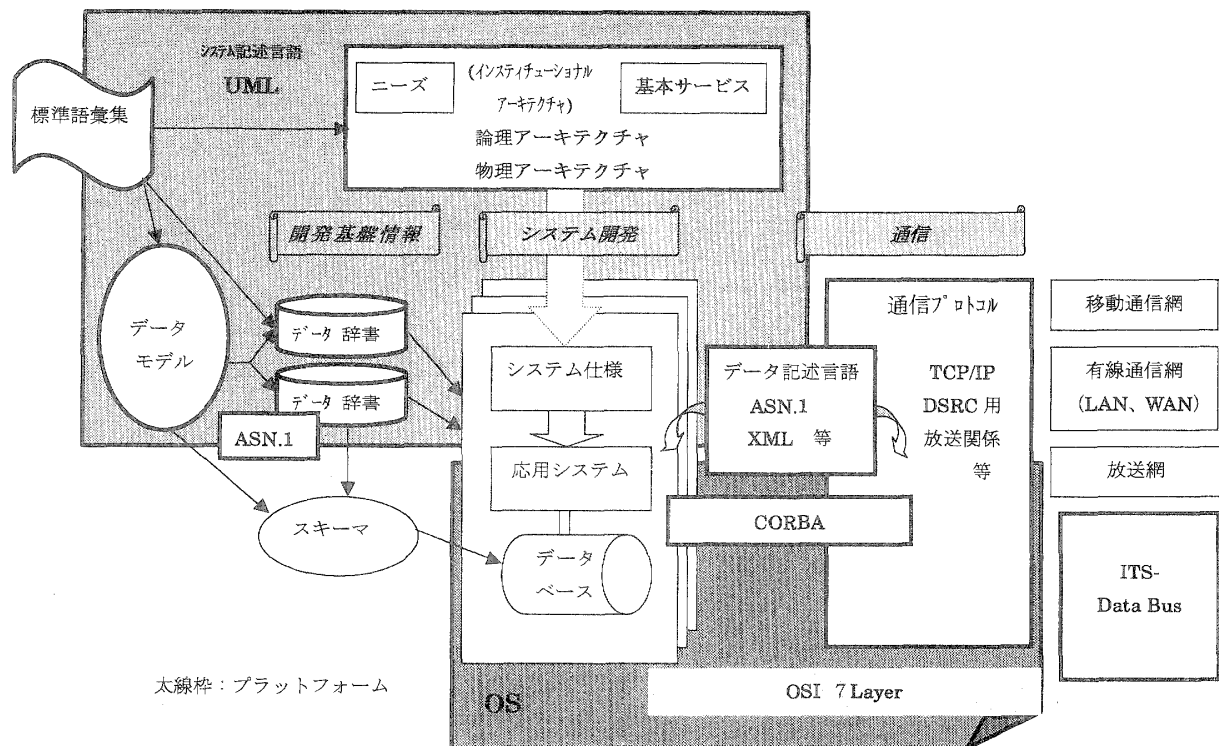


図5 ITSプラットフォーム チャート

は、どのデータをどのような形でデータベースに記録するかを規定したものであり、データベース構築の基礎となるものである。

6.2 情報通信のためのプラットフォーム

ITS 関連システムの相互操作性や相互運用性が実現するという事は、様々な主体が開発する応用システムの間で情報の授受ができるようにし、ITS サービスの範囲を地域的にあるいは機能的に拡大充実できるような条件整備を行うことである。そのためには通信プロトコルの標準化が必要である。

データを伝送する手順については、通信分野で様々な標準手順が定められている。例えばインターネット通信の TCP/IP、公衆網通信の X.25、二点間通信の HDLC 等である。システムのサービス機能レベルで情報交換を行うには、さらに、データの記述方法の統一化やサービスに用いられるメッセージのコード化等について関連システム間で約束がなされなければならない。こうしたプロトコルや約束事も重要なプラットフォームである。

TC 204 では、アプリケーション層 (レイヤ7: アプリケーションから渡されたデータを送受信する役割を果たす) で交換されるデータ定義にも ASN.1 を用いている。ASN.1 は、一つのデータを、データの型 (整数、文字列等の識別)、データの長さ、データの中身の3要素で紛れなく表現するための言語であり、

COBOL, C, C++等のプログラミング言語同様、複数のデータをまとめて、構造体として定義することもできる。

また、最近のネットワーク化に伴って、分散オブジェクト技術が発展しつつある。この動きの中で、応用システムのサービス機能レベルにまで踏み込んで情報交換や機能連携を行うことを目指す CORBA (Common Object Request Broker Architecture) も主要な情報通信プラットフォームの一つと考えられる。さらに、XML (eXtensible Markup Language) を CORBA を使って情報交換するための仕組みについても検討が始まっている。TC 204 の参照アーキテクチャを始め日本のアーキテクチャもオブジェクト指向の手法によって開発されていることから、この動きに注目する必要がある。XML は、HTML (Hyper-Text Markup Language) を拡張したもので、ブラウザ表示、印刷のみならず、WWW ページ内に記述されたデータを、プログラムで簡単に抽出及び処理できるようにしたデータ記述言語である。

6.3 ITS 基本要素に関するプラットフォーム

ITS サービスの開発には、これまで述べてきたプラットフォームの他、次のプラットフォームも欠かせない。

(1) インフラ記述のための地図データベース

ITS のサービスは、道路交通に関して行われるも

のであり、その基本的インフラは道路網とそれに関連する施設等である。これらを情報処理システムの中で扱うためのプラットフォームとして地図データベースがある。カーナビゲーションシステムの開発の基盤となる情報はデジタル道路地図であり、この上に様々なコンテンツ情報が重ねられる。

現在、VICS等をはじめ、カーナビゲーションを中心に多くのITSサービスが先行的に実現されているが、今後は走行支援システムの高度化、公共交通の利用促進、輸送の効率化、交通需要の管理等様々な分野でのサービスが実現されていくであろう。こうしたサービスに関する情報も何らかの形で地理的あるいは空間的な位置情報との関連の下に扱われることになる。例えば、高度な走行支援システムについても、詳細な道路形状や道路構造に関するデータが必要になってくるであろうし、交通需要の管理では交通需要の発生確率の地理的分布等が必要になろう。このように、地図データもITSの基本的なプラットフォームの一つである。

(2) 車載システムのためのプラットフォーム

前述のインフラストラクチャに対応するもう一つのITSの基本要素は自動車である。自動車においては既にパワートレイン系、走行制御系、ボディ制御系を制御するためのエレクトロニクス化が進んでおり、最近では各種のHMI (Human Machine Interface) 装置やカーナビゲーション等の情報系の機器がインストルメントパネルに組込まれるようになっており、今後はITSサービスのためにさらに多くの情報機器が搭載されるようになる。

また、セルラー電話、衛星放送、DSRC (Dedicated Short Range Communication) 等を介した様々な

車内の情報サービスの開発も活発に進められている。これらのサービスの実現を容易にするために、各種のプラットフォームの検討がなされているが、ITS用の車載データベース (ITS-DB) は最も主要なものといえよう。車には現在でも車載データベースが用いられているが、今後想定される大容量のデータ伝送に対処でき、様々な機器が簡単にプラグインできるITS-DBの標準仕様の検討が各方面で進められている。

前に述べた車載SAは、これらの検討を見通し良く進めるための情報基盤として位置付けられる。

7. おわりに

ITS-SAがITS開発にとって重要な基本プラットフォームである点については世界的なコンセンサスになっている。しかしITS-SAが長期にわたってその役割を果たすには、これを利用し、改定する体制やルールが確立されることが必要である。そのため米国では既に公共財源を利用したITS関係システムの開発は米国のナショナルシステムアーキテクチャ (NSA) を踏まえて行うことを法律で規定しているが、この米国においてさえ関係者にNSAを理解してもらうために多く努力がなされている。

我が国においてもITS-SAの完成を見ているが、これを今後活かすには先に述べた体制を構築してゆく必要がある。一方で様々なITS関連システムを開発し導入する努力がなされているが、まだ、ITS-SAを踏まえた論議は充分とはいえない。今後は関係者が協力して、それぞれのシステム開発をITS-SAに照らして行うようにし、我が国のITS-SAの維持し利用する体制の構築をはかる必要がある。