

高度道路交通システム(ITS: Intelligent Transport Systems)は、研究・開発段階から本格的実用化段階に入り始めた。2015年までに、国内市場規模累計は約60兆円と試算されており、ソフトウェアも膨大な量になると予想される。当社は、ITSアプリケーションソフトウェアの開発において、その初期段階でアーキテクチャをベースにした手法を採用することで、システムの大局的な構成要素とその要素間の関係/相互作用を長期にわたって維持していく。また、その構築段階では、フレームワーク^(注1)、コンポーネント^(注2)、及びプラットフォーム^(注3)を組み合わせることで、今後発展する技術に対して柔軟に対応できるソフトウェアを実装していく。

Intelligent transport systems (ITS) have now reached the practical stage. The Japanese domestic market for ITS has been estimated at almost 60 trillion yen in total. A large amount of software will be necessary for these systems. An architecture-centric software development method and the combination of framework, components, and platforms make it possible to develop ITS application software that can endure long-term deployment and offer flexible modification.

1 まえがき

日米欧を含む各国では、ITSのシステム開発上、まず最初に、その全体の構造つまりシステムアーキテクチャ構築を重要視してきた。わが国においても多くの努力の結果、「高度道路交通システム(ITS)にかかわるシステムアーキテクチャ」素案が、1999年8月に5省庁^(注4)から公表された。

当社は、わが国のITSシステムアーキテクチャ(以下、SAと呼ぶ)を活用したアーキテクチャベースのソフトウェア開発手法が重要になると考え、98年度よりプロジェクトチームを作って検討してきた。ここでは、その概要について述べる。

2 目的とねらい

ITSシステムを技術変化という視点で考察してみる。

例えば、MPU(Micro Processing Unit)、エレクトロニクス部品、音声・画像処理などの要素技術は、技術革新により変化が激しく、短期間でより高性能化する。国際標準化機構(ISO)/TC204(Technical Committee 204)などの国際標準化機関が目指しているインタフェースの標準規格は、より安定しているが、キー技術の出現で変化し得る。もっとも安定しているのがビジネスモデル(ITS業務内容)である。ITSの本質的機能は、金融・サービス業や製造業の業務内容があまり変わらないのと同様、長期にわたって安定なものと考えられる。

こうした技術、標準や制度、業務要素の安定度、不安定度はソフトウェア開発においても大きな影響を与える。目先の

変化に引きずられて同じようなソフトウェアを頻繁に開発し、メンテナンスとバグに悩まされ続けることがないように、戦略的な取り組みが必要である。

ITSソフトウェアに対する、次のようなスマートなソリューション(解決方法)を見いだすのがここでの目的である。

- (1) 20年くらいのスパンで耐えられるITSアプリケーションソフトウェア(以下、アプリケーションと略記)及び長期にわたって継続的に展開していく仕組み
- (2) 発展する技術への容易な置換え可能な構造、また国際標準規格などの成立時期に迅速で容易な実装
- (3) 多数の開発部門によるソフトウェアや知識の相互活用

3 アプローチ

わが国のSAの成果物に準拠して、当社のマーケットパッケージ(市場投入製品)として実際のソフトウェアを開発していく。その流れを図1に示す。流れを実現するための作業手順は以下のとおりである。

- (1) 第1に、ITSの問題領域を決定し、その領域に対してわが国のSAを構築する。ここまですべて5省庁主導で行われた作業である。
- (2) 第2に、わが国のSAから特定分野を切り出し、その

(注1) ソフトウェアの開発の過程で再利用可能な、プログラムの構造や動作のひな形。コンポーネントのプラグイン先。

(注2) 何回も使用可能で、だれでも使えるソフトウェア。フレームワークにプラグインされる。

(注3) システムの基盤となるソフトウェアやハードウェアの環境。

(注4) 警察庁、通商産業省、運輸省、郵政省、建設省の5省庁。

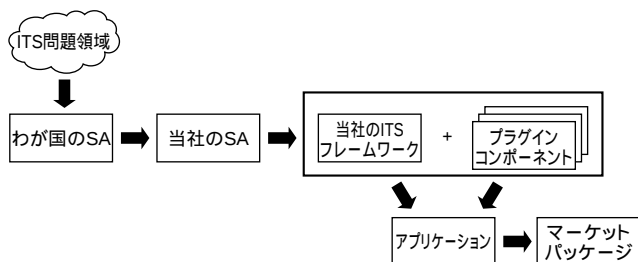


図1. アーキテクチャからITS製品を作る流れ わが国のSAを基にしたマーケットパッケージを開発するまでの流れを示す。
Process of developing ITS market packages based on Japanese ITS national architecture

モデルの整合性を取るとともに、当社のアイデアと付加価値により、わが国のSAを洗練する。これが問題領域に対する当社のSAである。

- (3) 第3に、当社のSAの各要素を検討し、問題領域のアーキテクチャを反映した部分は、当社ITSフレームワーク(この時点では、半完成製品)に仕立てる。他方、問題領域の詳細や要素技術を実現する部分は、フレームワークに対するプラグインコンポーネントとして識別し、差替え可能な部品集として、そのバリエーションの充実を図る。
- (4) 最後に、上記の手段で作り上げたアプリケーションをいくつか組み合わせて、それをマーケットパッケージとして市場に投入する。

多数の開発部門が関係するため、これらの一連の流れと手法をガイドラインとしてまとめるというアプローチを採用する。

これらの一連の流れについて、もう少し具体的に述べる。

3.1 わが国のSA

わが国のSAは、わが国のITSの大枠を決め、今後のシステム開発、標準化戦略策定、制度・政策検討の面での利用を促進する目的で作成されている。その主な構成は、利用者サービス定義、論理モデル、物理モデルから成る。その特長は次のとおりである。

- (1) 5省庁、産業界の合意に基づいている。
- (2) マルチメディアなど高度情報通信社会との調和を目指す利用者サービスが含まれている。
- (3) オブジェクト指向^(注5)の設計表記である統一モデル化言語(UML: Unified Modeling Language)を利用して表現している。

わが国のSAの成果例として、サブシステム相互接続図を図2に示す。

3.2 当社のSA

当社のSAは、まずITSのある問題領域を設定し、その領域に関するわが国のSAを切り出し、次のような視点でリファイン(洗練)する。

(注5) 関連するデータとそのデータを扱う手続きを含んだソフトウェア構成単位をオブジェクトと呼び、このように定義されたオブジェクトをベースに分析、設計、開発を進めていく、ソフトウェアの範例の一つをオブジェクト指向と呼ぶ。

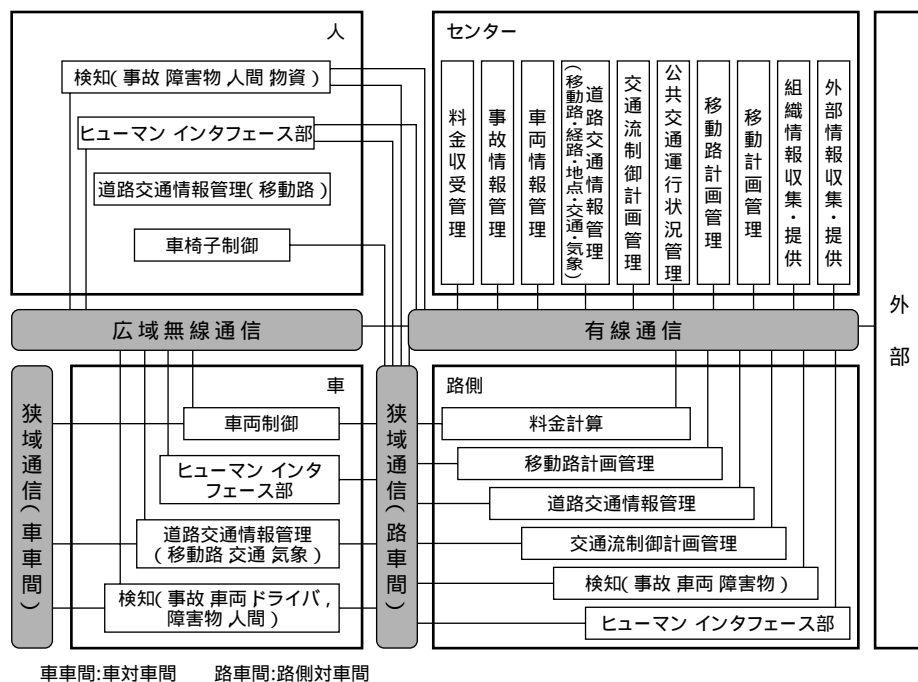


図2. わが国のSAの全体像 外部、センター、路側、人、車両の要素技術、応用技術の連携で構成される⁽¹⁾。
Overview of ITS national architecture

- (1) システムの開発者,提供者としての関心からの視点
- (2) システムの管理者,保守担当者としての関心からの視点
- (3) システムの拡張性からの視点
- (4) 当社の得意分野,得意技術からの視点
- (5) ソフトウェア構築技術からの視点
- (6) 動的ふるまいからの視点
- (7) 開発,導入,保守などのライフサイクルにかかわるコストからの視点

図3は「狭域通信(DSRC: Dedicated Short Range Communication)を応用した自動料金収受システム」の問題領域についてのドキュメント事例を示している。

始めに,この問題領域に対するシステム範囲を定義する。この事例では,わが国のSAからは高速道路自動料金収受(ETC: Electronic Toll Collection)に関する定義を切り出し,更にカード発行者,精算者及び決済者を含む金融機関,暗号管理者,不正者取締り機関,ロードプライシング指令^(注6)の交通管制センター,料金問合せの情報プロバイダなどとのインタフェースを含むものとして要求定義をする。

更にアーキテクチャを表現するビューポイント^(注7)の定義

を行う。利害関係者と関心事,モデル表記法,選定の理由などを盛り込む。

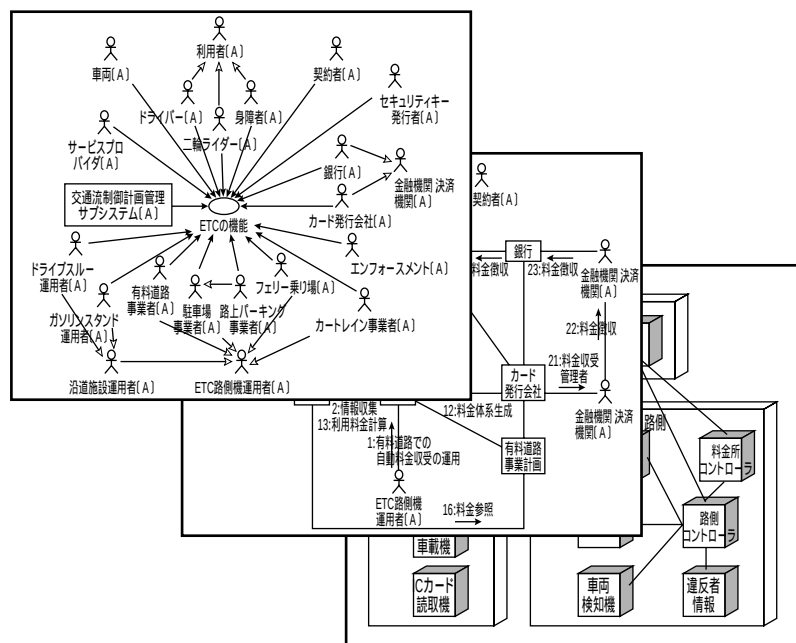
問題領域に関連する複数のわが国のSAモデルを切り出し,合成し,不足している機能は付加する。設計ツールとしては,ROSE^(注8)を使用し,UMLに準拠している。全体構造は,配置図,コンポーネント図により,静的構造はクラス図,動的ふるまいをユースケース図^(注9),シーケンス図^(注10)又はコラボレーション図^(注11),状態図で示す。

3.3 フレームワークとコンポーネント

この当社SAに基づいて,実際のソフトウェアを開発するために詳細展開していく。アーキテクチャに基づいてソフトウェアを作るといっても,一からすべてを構築していったのでは非常に大変な作業となる。そこで,特定のアーキテクチャに基づいて実装されたできあいの半完成システムに対し,プラグインとして作成した(もしくはどこからか入手した)特定のソフトウェア部品を,フレームワークのソケットにはめ込むことで,望みのシステムを手速く,安定したものとして作れるような方法を取り入れる。このように,当社のSAを半完成システムとして組み上げたものを“東芝ITSフレームワーク”と呼ぶ。

ビューポイント名	ETC設計モデル用オブジェクト
利害関係者	
システム購入者	有料道路事業者
システム開発者	メーカー
システム利用者	ドライバー 運用管理者
関心事	
ミッション	ノンストップ収受による渋滞解消, 利便性の拡大
充足見直し	車載器の価格と普及
構築の現実性	現行料金収受との両立
開発リスク	関連機器とのインタフェースと開発費用
利用リスク	不正車の排除 セキュリティ
保守リスク	機器の進歩 サービス拡大への追随
言語・手法	
語録	UML/ROSE
出典	ETC,DSRC,ICカード 金融機関,
モデル表記法	
ユースケース図	利害関係者へのサービス項目を明確化
クラス図	関連するオブジェクトの関連を明確化
サブシステム図	実現するシステムの機能関連を明確化
.....	
ビューポイント 選択の根拠	システムの開発にあたって オブジェクトを整理しておく

ビューポイントの定義



UMLダイアグラム

図3. 当社SAの事例 ITSナショナルアーキテクチャに準拠したUMLダイアグラムとチェックシートから構成される。
Toshiba ITS system architecture products

(注6) 交通の流れを分散させるため,高速道路料金を混雑の多い時間帯を高い料金に,すいている時間帯の料金を下げることににより,すいている時間帯へ交通の流れをシフトさせるための手法。
(注7) ある側面に着目して,システム全体を表現しようとする際に,基にする視点の定義表。
(注8) 米国Rational社のソフトウェア。

(注9) UMLで定義されたダイアグラム(図表)の一つで,システムの機能/動作を記述した図。
(注10) UMLで定義されたダイアグラムの一つで,システムの機能/動作を時系列に沿ったオブジェクト間のメッセージとして記述した図。
(注11) UMLで定義されたダイアグラムの一つで,システムの機能/動作をオブジェクトどうしのコラボレーション(協調動作)として記述した図。

このフレームワークのソケットに、プラグイン コンポーネントを差し込むことによって、“完成システム”としてのアプリケーションに仕立て上げることができる。プラグイン コンポーネントとは、フレームワークが提供する差し口と形状が同じプラグイン インタフェースを持つコンポーネントである。このプラグイン コンポーネントを差し替えることによって、ITS フレームワークは、異なる性能、派生機能を持つアプリケーションに仕立て上げることができる。この概念を図4に、開発の実施例を図5に示す。

例えば、DSRCによる車載機器とのデータ授受、セキュリティ チェック、料金計算、車への通知、金融機関への請求書通知などシステムの大きな流れは、ITSフレームワークとなる。そして、路側機器機能(有料道路、駐車場、フェリーなど)、

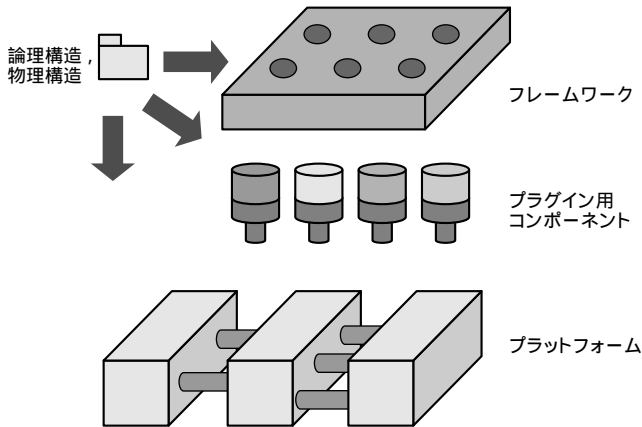


図4. フレームワーク、コンポーネント、プラットフォームの概念
ITSアプリケーションを構成するフレームワーク、コンポーネント、プラットフォームの考え方を示す。
Concept of framework, components, and platforms



図5. フレームワークとコンポーネントに基づく開発の実施例
ソフトウェア開発ツールを使った開発の実施例を示す。
Example of development with framework and components

暗号処理、領収書発行手段のように変わりうるものは、プラグイン コンポーネントとした。

更に、このITSアプリケーションをセンターシステムのような大規模な分散システムとして構築するためには、アプリケーションどうしを連携させるためのプラットフォームが必要になる。当社は、インターネット技術をベースとしたWebtopプラットフォーム、CORBAベースのプラットフォームを標準ソフトウェアシステム群として用意している。これらのプラットフォーム上にITSアプリケーションを開発することにより、ITSの大規模分散システムを完成できる仕組みの構築を図る。

3.4 ITSマーケットパッケージへの展開

ITSアプリケーションは、種々の形態が考えられる。当社のSAをベースラインにして、当社としてのITSアプリケーションを、計画的に市場投入される戦略的商品セットを“ITSマーケットパッケージ”と呼ぶことにする。ITSマーケットパッケージの形態を図6に示す。

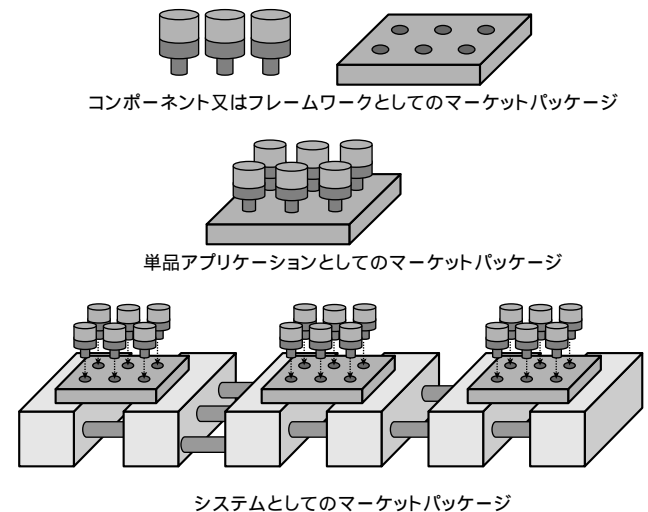


図6. マーケットパッケージの形態
マーケットパッケージの形態のバリエーションを示す。
Variations of market packages

例えば、エージェントソフトウェア、音声合成及び認識、画像処理などは、フレームワークソフトウェアとコンポーネントソフトウェアを個別に提供するかもしれない。また、最適配車パッケージ、交通シミュレーションなどは、単品アプリケーションとしてのマーケットパッケージとなり得る。ETCシステムや交通管制システムのような場合は、当社はSIベンダーとして、複数のアプリケーションを組み合わせプラットフォームを活用したシステムとなる。

既に述べたように、マーケットパッケージは、一度出荷すればそれで終わりというわけではなく、お客様に対して長期的に提供できなければならない。プラットフォーム上でアプ

リケーションを組み替えたり、個々のアプリケーション開発において、フレームワークに差し込むプラグイン コンポーネントの差替えによって、機能拡張や性能向上を図るような仕組みを採用することで、連続的な出荷を保証する。

4 あとがき

三つの目的に対する結論は次のとおりである。

- (1) 長期的スパンに耐えられるITSアプリケーションは、わが国のSAを活用した当社SAベースの開発手法とオブジェクト指向技術により可能である。
- (2) 既存のシステムを変えることなく、変化する技術を取り込んでいく構造は、フレームワークとプラグイン コンポーネント技術を適用することにより達成する。
- (3) 多数の開発部門間の調整は、開発ガイドラインの作成と社内のナレッジマネジメントシステム^(注12)による。

今後の課題として、技術者に浸透させるために、開発方法論に関する教育とツール及びその環境整備、技術者へのインセンティブ(動機付け)を工夫する必要がある。

(注12) 個人の持つノウハウを、組織の知識として共有・活用するために管理するシステム。

文 献

- (1) 「高速道路交通システム(ITS)に係るシステムアーキテクチャ - 素案 - 」. 警察庁, 通商産業省, 運輸省, 郵政省, 建設省, 1999, 64p.
- (2) 飯塚まとい, 他. 特集II システム インテグレーション体系 C SolutionTM. 東芝レビュー . 54, 1, 1999, p.29-52.



山城 明宏 YAMASHIRO Akihiro
情報・社会システム社 SI技術開発センター SI技術担当主務。
オブジェクト指向技術の応用とC Solution方法論の開発業務
に従事。情報処理学会, IEEE, ACM会員。
System Integration Technology Center



堀川 清 HORIKAWA Kiyoshi
情報・社会システム社 CE・SIコンサルティング推進部 ビジネ
スコンサルティング第一担当主査。官公庁向け情報システム
の分析・提案に従事。
CE and SI Consulting Div.



近久 厳雄 CHIKAHISA Iwao
情報・社会システム社 ITS事業推進室参事。
ITS応用システム事業の企画, 推進に従事。
Intelligent Transport Systems Planning Office