

## ITS とシステム創成に関する一考察

長谷川 孝明<sup>†</sup>

†埼玉大学工学部 〒338-8570 さいたま市下大久保 255

E-mail: †takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

**あらまし** 本論文ではITS(高度交通システム)およびそれに関するシステム創成を考察している。まず、ITSの定義を行い、それに基づく分類を行っている。次に、筆者が提案している理工学から人間社会への三階層モデルを用い、システム創成の位置づけを明確化し、さらに費用便益効果について考察している。続いて、マイグレーションについて検討し、プラットフォームオリエンティッドの有利さを挙げ、さらにITSプラットフォームが提供すべき基本機能が通信機能とポジショニング機能に集約されることから、ITSプラットフォームがプラットフォームオリエンティッドに適していることを述べた上、この観点から三種のITSプラットフォームに分類している。最後に、社会に定着する可能性の高いシステムの創成、理解に役立てるることを目指して、システムの目的を5つ挙げた筆者の提唱するITSペントゴンを示し、これによるシステムの性格づけを明確化するツールとしての利用を述べている。

**キーワード** ITS, システム創成, プラットフォーム, ITS ペントゴン, MOT, Platform-Oriented, 三階層モデル

## A Study on ITS and Systems Innovation

Takaaki HASEGAWA<sup>†</sup>

† Faculty of Engineering, Saitama University 255 Shimo-okubo, Saitama, 338-8570 Japan

E-mail: †takaaki@halab.ees.saitama-u.ac.jp

**Abstract** This paper describes a basic concept of ITS (Intelligent Transport Systems) and its related systems innovation. First, definition and its related classification on ITS are carried out. Using the three layers model from science and technology to human society that the author proposed, systems innovation is explained. "Platform-Oriented" concept is described after consideration of B/C and system's migration; and three types of ITS platforms classification is described. Finally, "ITS pentagon" proposed by the author is explained; and suggested as a tool of systems innovation and analysis.

**Keyword** ITS, Systems Innovation, Platform, ITS pentagon, MOT, Platform-Oriented, Three layers model

### 1.はじめに

ITS(Intelligent Transport Systems)は、90年代に登場した言葉で、“高度道路交通システム”という用語がしばしば用いられ、その際の定義は、“最先端の情報通信技術を用いて人と道路と車両とを情報でネットワークすることにより、交通事故、渋滞などといった道路交通問題の解決を目的に構築する新しい交通システム”[1]とされ、道路交通の知能化が中心であった。ITSという用語自身は1994年に出てきたものであるが、そのルーツは70年代まで遡り、自動運転までそれに含めれば、40年代にまで遡ることができる[2]。

しかしながら、自動車ばかりでなく、鉄道、航空、船舶などインターモーダルな輸送を高度のITで一元化して扱う重要性はいうまでもなく、また人間の移動だけでも、自家用車だけでなく、鉄道(JR, 私鉄, 地下鉄), 新交通システム, バス, タクシー, 自転車, 徒歩を組み合わせた移動を多くの旅客がしていることは事実であり、これらを移動という本質的な観

点から一元的に取り扱うことも大事な一つの分野となる。

当学会では、1999年春にITS研究専門委員会を立ち上げているが、このときも陸海空すべての移動手段をその研究対象とするという意味を込めて、和名を“高度交通システム”としている。他の学会でも同様な和名をつける動きは見られる。

一方、ITSは大きなシステムであり、社会に定着するシステムの創成が何より大事である。90年代までは、ITSで重要な通信とポジショニングの分野を見ても、大きく状況は異なる。技術の進歩だけでなく、端末を含めた種々の移動通信システムの普及、GPS(The Global Positioning System)の安価な受信機器の普及やライフスタイルや価値観の変化を考えると、社会的受容性を考慮し、一般的なシステム創成の観点を含めて再度ITSを考察しなおす意味は少なくない。

本稿では、2.でITSの定義を行い、3.でそれに基づく分

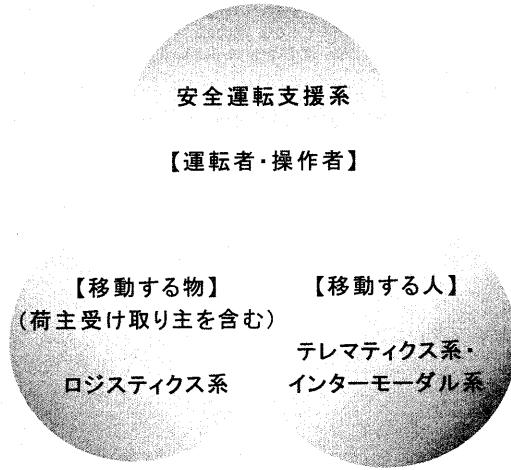


図1 ITS(Intelligent Transport Systems)の分類

類を行う。4. では筆者が提案している理工学から人間社会への三階層モデルを用い、システム創成の位置づけを明確化し、5. では費用便益効果について考察する。6. ではマイグレーションについて検討し、プラットフォームオリンピックの有利さを挙げ、7. ではITSプラットフォームがプラットフォームオリンピックに適していることを述べ、この観点から三種のITSプラットフォームに分類する。8. では社会に定着する可能性の高いシステムの創成、理解に役立てることを目指して、システムの目的を5つ挙げた筆者の提唱するITSペンタゴンを示し、これによるシステムの性格づけを明確化するツールとしての利用を述べる。最後に9. で総括する。

## 2. ITSの定義

本節ではITSの定義を試みる。人間と物のモビリティが本分野の本質であり、陸上・海上・航空含めて全てモビリティの手段とすることから、ここで一つの定義を提案する。

“ITS(Intelligent Transport Systems)とはIT(Information Technology)で高度化される人や物の移動システム”

以降は、このような定義を元に議論を行う。

## 3. ITSの分類

ITSはこれまでいろいろな分野の整理が試みられているが、本稿では、2. の定義に基づくITSを対象としてエンドユーザーによる分類を試みる。この理由は、システムは費用便益効果(B/C)の問題をクリアし、社会に定着することが第一であること、さらに、直接的にはキャリアの便益となる場合も、最終的にはエンドユーザーがコストを勘案してシステムを選択することの二点から、エンドユーザーがいくら支払うかが問題と

いう点にあるためである。

図1に分類を示す。運転者・操作者、移動する人、(荷主受け取り主を含む)移動する物の三者であり、これをITSエンドユーザー・トライアングルと呼ぶことにする。これらはもちろん相互に排他的ではない。例えば、公共交通以外ではドライバーは同時に旅客であるし、航空旅客とその手荷物の持ち主は同一人である。

ITSエンドユーザー・トライアングルでは、三種の代表的エンドユーザーに対し、システムを対応づけている。

1. 運転者・操作者: 安全運転支援系
2. 移動する人: テレマティクス系・インターモーダル系
3. 移動する物 (荷主受け取り主を含む): ロジスティクス系

ここで、安全運転支援系はさらに次のような二つの系統に分類される。

1. 制御系・自動運転系
2. 情報提示系・警告系

これらの機能を提供するシステムへの要求は大きく異なる。すなわち、位置情報の精度やリアルタイム性、通信の精度やリアルタイム性・ロバスト性の要求は大きく異なる。テレマティクス・インターモーダル系のプラットフォームが存在すれば、情報提示系・警告系との共用は可能なアプリケーションは少なくない。例えば、インターネットITS[3]はテレマティクス系の代表格であろうが、もし、プローブカーとしてのインターネットITS対象車が極めて精度の高いポジショニングシステムを装備していたとし、道路の一定部分を不自然による軌跡がプローブ情報として収集されれば、何らかの障害物があることが推測され、後続車に注意情報を提供することができる。また、峠の情報がインターネットを通して流されているところでは、そこに向かう車両にとって安全運転支援情報となる。

また、ロジスティクス[4],[5]の中でも、仕分けシステムなどと広域の位置コンシャスな情報処理・通信システムでは、要求は大きく異なり、後者はテレマティクス・インターモーダル系プラットフォームとの共用が可能である。

以上の考察より、プラットフォームの観点からの分類は、図1の分類とはまた異なることが明らかとなり、大きく3種類に分けられる。

1. 安全運転支援制御・自動走行系プラットフォーム
2. 安全運転支援情報・テレマティクス・インターモーダル・ロジスティクス情報系プラットフォーム
3. ロジスティクス仕分け系プラットフォーム

なおここで述べたプラットフォームとは有形・無形の汎用的共通基盤を意味し、必ずしも大がかりな物理的インフラを意味するものではない。

また、ユビキタスコンピューティング環境に向かうことが明らかな今、人間の位置と体の向きを提供するプラットフォームはそのまま歩行者ITSで共通な部分も少なくない。さらに、

マサチューセッツ工科大学(MIT)に本部を置くの Auto-ID Center[6]でのあらゆる“物”にRFIDタグをつけてネットワーク化する構想、あるいはそれに類似した構想では、多くの共通部分があり、よいプラットフォームの構築には広い協力と情報交換も重要な要素である。

#### 4. 科学技術から人間社会への3階層モデルとシステム創成

著者は以前より、図2のような科学技術から人間社会への3階層モデルを提唱し、システム創成層の明確化を行ってきている。

三層構造の内、最上位層は厳然として存在する我々の人間社会(HSL)である。また、最下位層は従来の理工学の分野が中心のハイテク層(HTL)である。上位層ほど集合的・システム的であり、下位層ほど、細分的・要素的である。各層内でもそれぞれ集合的・システム的から下方ほど、細分的・要素的となることを意図している。

科学技術を人間社会に直接役立てる時、社会に定着する確率の高いシステムの創成方法をできる限り系統的に整理することが重要であると考え、これを結びつける部分をシステム創成層(SIL)と呼ぶことにする。

システムを創成する際に手本がなく、確率的にビジネスが成立し、また、システムには進歩の早いハイテクが要求される時代に、科学技術の本質を見抜く能力をベースに人間社会に受容性の高いシステムを創出する手法を探求するこの分野は一層の重要性を増している。近年では、MOT (Management of Technology), Engineering Management, IT Managementなどと呼ばれる分野がこれに近い。

ITSはまさに先端の要素技術をベースに、社会に受け入れられるシステムの創成が重要であり、本稿でもこの観点から議論を進める。

#### 5. システム創成と費用便益効果

通常理工学でいうシステムとは、あえて中をブラックボックス化し、その入出力間の機能のみに着目し、議論を展開するところに本質がある。実現方法はいろいろあるが、機能が実現されれば、その具体的方法は問題ではない。

システムが社会に受け入れられるかどうかは詰まるところ費用便益効果である。

まず、便益を考える。社会に定着するかどうかは、次の二種のパターンがある。

1. あるサービスを受けようとしたときに、他では機能の代替できないため、そのシステムを選択する。
2. 他で機能の代替できるが、しばらく使った後になくなると非常に不便を感じる場合、結局そのシステムを選択する。

次に、コストの計算である。個別のアプリケーションを専用のシステムで作ればコストは各々のシステムで負担することになる。当然ではあるが、コンピュータのOSのような共通のプラットフォーム上でアプリケーションを構築すれば、プラットフォームのコストが大きいものであっても、一つのアプリケーション当たりのコストは小さい。ここで重要なことは、有限個のアプリケーションでコスト計算をすることは適当ではないということである。限られた複数のアプリケーションにしか対応しないプラットフォームではコストを負担は大きい。

AI系情報システムを構築する際にしばしば用いられる方法に“特殊”→“一般”→“特殊”という手順による手法がある。できるだけ多くの特殊(アプリケーション)例を持ってきて、その一般的、共通的要素を抽出し、一般性・共通性の高い機能を提供するプラットフォームを創成する。そのプラットフォーム上で、新たなアプリケーションを創成してゆくのである[7]-[9]。“筋のよい”，すなわち高性能なプラットフォームはこのようなことが可能になる。結果として一つのアプリケーション当たりのコストはマイグレーションと共に低下を続ける。

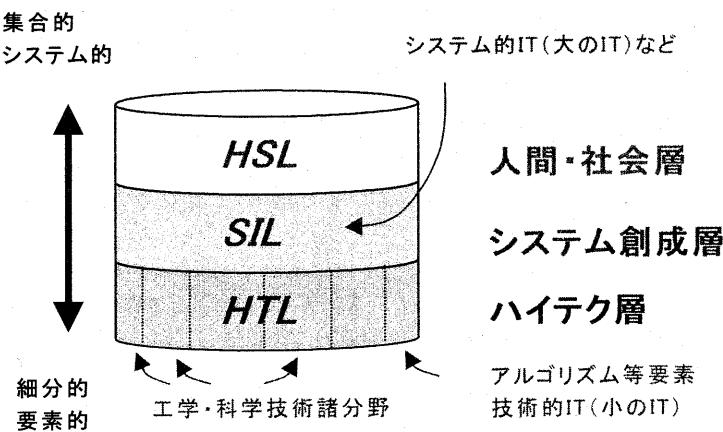


図2 理工学から人間社会への3階層モデル

マイグレーションの考察はシステム創成に大切な観点であるので、次節で改めて述べる。

## 6. マイグレーションとプラットフォームオリエンテッド

システム創成には三つの意味でマイグレーションの考慮は欠かせない。

- 前節で述べたとおり、完成したプラットフォーム上で、多くの新しいアプリケーションが比較的簡単に創成され続け得ることが望ましい。
- 大きな物理的インフラを用いるプラットフォームの場合、その構築途中にも、部分的な機能を用いたサービス開始が要求される。このときに、構築途中という意味のマイグレーションでもそれぞれの段階で機能するような基本設計が望ましい。
- ITSプラットフォームでは、通信機能やポジショニング機能がその基本機能となり、各種情報通信システムや各種ポジショニングシステムがプラットフォームを支えるサブシステムとして組み込まれるが、これら自身のマイグレーションが早い。機能を提供するサブシステムが次々と変わった場合も、プラットフォーム上のアプリケーションはほとんど変更せずに動作し続けられる基本設計が望ましい。

予想外のシステムの創成・発展を妨げないマイグレーションを考慮すると、従来のシーズオリエンテッドやニーズオリエンテッドとは異なる基本コンセプト、“プラットフォームオリエンテッド”が浮かび上がる。

以上、プラットフォームオリエンテッドなシステム創成の重要性を述べてきたが、ある分野にとってプラットフォームオリエンテッドが妥当であるかどうかの判断は極めて重要である。次節では、この点を考察する。

## 7. 共通機能と三種のITSプラットフォーム

プラットフォームオリエンテッドが妥当なのは、プラットフォームが提供すべき機能がどこまで共通化できるかによる。

ITSのサービス、開発分野はこれまで数多く検討されてきた。ほとんどのサービスを行う際にシステムが必要とする基本機能を検討すると、多くは

- 通信機能
- ポジショニング機能

に集約される。もちろん実現の手段はGPS、レーンマーカ、画像センサ、レーザレーダ、ミリ波レーダ、公衆系移動通信、無線LANなどいろいろあるし、さらに研究開発の余地があるが、QoSの差こそあれ、2大機能を軸にプラットフォームを構築することは妥当であると考えられる。

三種のITSプラットフォームとその要求事項を挙げる。

- 安全運転支援制御・自動走行系プラットフォーム（第一種プラットフォーム）：高精度リアルタイムポジショニング機能とリアルタイムシームレス通信機能に

よる

- 安全運転支援情報・テラマティクス・インターモーダル・ロジスティクス情報系プラットフォーム（第二種プラットフォーム）：準高精度準リアルタイムポジショニング機能（ただし、屋内地下等での位置と向きの特定を要求される場合もある）と準リアルタイムシームレス通信機能
- ロジスティクス仕分け系プラットフォーム（第三種プラットフォーム）：RFIDタグ系のポジショニング機能と通信機能

## 8. システムの目的とITSペントagon

筆者は以前よりITSの目的を図3のような5つの点に整理して、システムの位置づけを明確化させることを提案している。安全性、効率、環境、娛樂性、利便性のいずれかをあるいは複数を目的としたシステムの創成である。中央の快適は種類が違うため、項目に入れていない。“安全性が高くなり快適”，“効率が上がり快適”，“環境が向上して快適”，“利便性が高まり快適”あるいは“娛樂性が高く快適”といったように、各項目の指標が上がったために快適と感じるという性質のものだからである。

目的に関する2つの事例を挙げる。RFIDタグによる航空手荷物のシステム[10]を考えよう。ある国ではセキュリティを第一の目的としてシステム創成を行い、また別の国では仕分けの効率化を第一の目標としている。同じRFIDタグを航空手荷物に使いながら、主目的が異なるのである。一見同じシステムのように見えて、国民性・国の事情が異なれば、また、主目的すら異なるのである。

この他の例として、東京都のERP（Electronic Road Pricing）の検討例[11]を挙げる。目的は環境改善とはつきりしている。

ITSペントagonは、システム創成の際システムの性格を明確化し、かつ同時に狙う事項を整理することで、より効率的なシステム創成を狙うため、あるいはシステムの性格をよく理解するためのツールとして提案している。

## 9. おわりに

本稿ではITSとシステム創成に関する考察を行った。

まず、ITSの定義を行い、それに基づく分類を行った。次に、筆者が提案している理工学から人間社会への三階層モデルを用い、システム創成の位置づけを明確化し、さらに費用便益効果について考察した。続いて、マイグレーションについて検討し、プラットフォームオリエンテッドの有利さを挙げ、さらにITSプラットフォームが提供すべき基本機能が通信機能とポジショニング機能に集約されることから、ITSプラットフォームがプラットフォームオリエンテッドに適していることを述べた上、この観点から三種のITSプラットフォームに分類した。最後に、社会に定着する可能性の高いシステムの

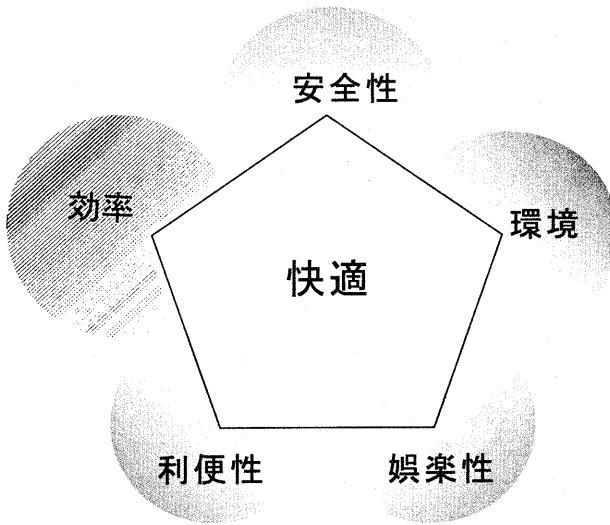


図3 ITS(Intelligent Transport Systems)ペンタゴン

創成、理解に役立てるこことを目指して、システムの目的を5つ挙げた筆者の提唱するITSペンタゴンを示し、これによるシステムの性格づけを明確化するツールとしての利用を述べた。

今後は、この考察結果をブレークダウンし、アーキテクチャの具体性のレベルを上げ、社会的に受容性の高いシステム創成の実現と、社会的に受容性の高い一般的なシステム創成手法の確立につなげたい。

## 文 献

- [1] <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/index.html>.
- [2] 津川定之，“高度道路交通システムにおける通信システム，”信学論 B, VolJ82-B, No.11, pp.1958-1965, 1999.
- [3] たとえば、慶應義塾大学インターネットITS共同研究グループ、インターネットITS研究開発報告書, 2002.
- [4] たとえば、久保幹雄、ロジスティクス工学, 朝倉書店 2001.
- [5] たとえば、マーチンクリストファー著、e-Logistics 研究会訳、ロジスティクス・マネージメント戦略、ピアソン・エデュケーション, 2000.
- [6] <http://www.autoidcenter.org/>
- [7] 長谷川孝明，“安全運転支援システムとその要素技術について～道路OSとドットITS～，”信学技報, ITS2001-14, pp.25-29, 2001.
- [8] 長谷川孝明，“道路プラットフォーム「ドットITS」とアプリケーションについて”信学技報, ITS2001-25, pp.49-53, 2001.
- [9] Takaaki Hasegawa, “The 21<sup>st</sup> Century's Road Platform “Dot ITS” and Its Applications—Driving Assistance System, Software ETC, IP Applications,” Proc. of The IEEE 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Transportation Systems 3-6 September 2002, Singapore, CD-ROM, pp392-395, 2002.

[10]長谷川孝明,福田朗,波多野啓介,“RFID 技術による航空手荷物管理システムの実証実験について,”信学技術報, ITS2001-83, pp.191-197, 2002.

[11]たとえば、東京都環境局、東京都ロードプライシング検討委員会報告書, 2001.