

モビリティと ICT

Mobility and ICT

長谷川孝明

Takaaki HASEGAWA

埼玉大学 大学院 理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University

1. まえがき

モビリティを ICT で高度化する。ITS (Intelligent Transport Systems) の最もブレインかつ広義な捉え方のひとつである。ITS という呼称が生まれて約 20 年になる。ITS という言葉も国によりまた立場により異なる名称や概念が存在するが、日本の政府や ITS Japan ではその日本語の名称を「高度道路交通システム」としている。一方、電子情報通信学会、情報処理学会、電気学会等では「高度交通システム」と呼んでいる。

モビリティとは人間がいきいき生きる上で最も基本的かつ重要な事項のひとつであり、モビリティ環境の充実は、一人一人の心身の健康を維持し、収入を支え、消費を促進することで社会の経済活動を活性化させる。サイバー空間のビットの移動とリアルワールドの人と物の移動は相乗的に作用する社会の要といえる。

筆者は ITS の研究を 1996 年より進め、道路交通に限らず、「IT (情報技術) で高度化する人と物の移動システム」とモビリティ・オリエンテッドな定義で研究を展開し、2000 年ごろよりシステム創成論的観点を加えた ITS を研究対象とし、さらに 2010 年ごろより QoSC (Quality of Spatial Comfort; 空間的心地よさの質) を加えて、リアルワールドの IT によるモビリティの高度化と経済活性化への工学的寄与を考えてきた[1]-[10]。

本稿では、まず、我が国を中心とした ITS の 20 年の大まかな捉え方を述べ、次に、プラットフォーム論を含むシステム創成論とその視点からの ITS 分野を述べ、これらの分野に関するパラダイムシフトについて述べてゆく。

2. ITS の 20 年

毎年行われる World Congress on Intelligent Transport Systems (以降世界会議と略す) の第 1 回は 1994 年パリ、翌年第 2 回が横浜での開催となる。正確には会議の名称に ITS とつくのは第 2 回の横浜以降であり、第 1 回の世界会議と位置付けられている会議は“The first World Congress on Advanced Transport Telematics and Intelligent Vehicle-Highway Systems”という呼称であるが、その世界会議のテーマが“Towards an intelligent highway transport system”であった[11]。日本では、1995 年の横浜の世界会議以降大きく盛り上がり、1996 年に当時の関係 5 省庁により「高度道路交通システム (ITS) 推進に関する全体構想」が策定され、活発にこの分野が推進された。図 1 はこれ以降の流れを示している。ここから 2004 年半ばまでを ITS ファーストステージと後に呼ぶようになる。今では広く利用される VICS (Vehicle Information and Communication system) に代表されるナビゲーションの高度化や ETC (Electronic Toll

Collection) 自動料金収受システム (当時の呼称) 等、9 分野 21 サービスが設定され進められてきた[12]。

2004 年、日本 ITS 推進会議で「ITS 推進の指針」が示され、その柱は「安全・安心」、「環境・効率」、「快適・利便」4) 等上位の目的オリエンテッドな表現がなされ、個別のシステムの統合やプラットフォーム化が前面に出された。各種プロジェクト等は文献[12]を参照されたい。実用化の推進のファーストステージ、普及と社会還元加速のセカンドステージ、そして 2010 年以降は、社会課題への対応の次世代 ITS として持続可能なモビリティ環境の実現が謳われている。特に今後の ITS について、社会背景の変化、技術的背景の変化を踏まえて、地域 ITS の拡大、次世代モビリティ社会の実現に向けて努力が続けられている。その方向性は、(1) 安全・安心な交通システムの構築、(2) 次世代型自動車社会の構築、(3) 環境への対応、(4) 情報通信技術発展への対応、(5) 次世代型の人や物の移動への対応、(6) 地域と一体となった ITS 導入促進、(7) 災害時への対応、(8) 国際化への対応、の 8 点にまとめられている[12]。

ITS という名称が使われたのは前述の通り 1994 年からであるが、センシングや情報通信、信号処理、情報処理を用いて、特に道路交通の高度化を図る ITS 分野の源は、米国カリフォルニア州の PATH (Partners for Advanced Transportation Technology) プログラムや欧州の PROMETHEUS (PROgramme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety) 計画等、1980 年代まで遡れる。さらに自動運転、経路誘導、交通情報提供等のプロジェクトを含めれば、欧米日 (原文の表記順を尊重) で 1950 年代まで遡れる[13]ことを付記しておく。

近年盛んに話題とされるテーマに、自動運転[14][15]やグリーンウェーブ[12]がある。「自動運転」と一言で言っても発信者それぞれが様々な意味で使っており、その理解

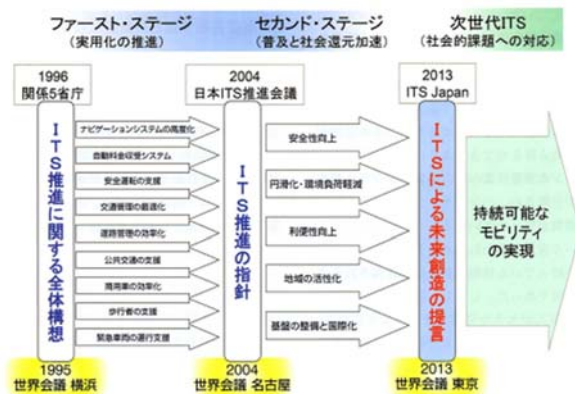


図1 日本におけるITSの流れ。(出典[11])

には注意を要する。NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration)ではレベル0 からレベル4 までの5段階に整理[14]しており、研究開発施策における議論で重要な役割を果たしている。グリーンウェーブは次の心外化交差点を赤現示で停まることなく通過できる速度を ICT によりドライバに提示し、不要な加減速を減少させて安全かつエコな交通流の実現を狙っている。

3. システム創成論と ITS[1]-[10]

(1) システム創成基礎論

人にも組織にも国にも進化の三段階がある。(図2参照) 従来システム構造が簡単であった時代、主にシステムは専用に作られ(システム・バイ・システム)技術と人間社会の間は今よりずっと近かったが、この四半世紀でシステムが複雑になり、深く階層化される構造となり、システム創成層を考慮する必要が出てきた(図3参照)また、社会に受け入れられるシステム創成の基本は、ライフスタイル・価値観と数理物理・科学技術の基本のいずれにも十分な考慮が必要になる。(図4参照)またその方法論を図5に示す。抽象化の上り階段を登り、具体化の下り階段を境界条件を満たしながらつくってゆく。近年明らかにシステムは「システム・バイ・システム」から「プラットフォーム・オリエンテッド」へ移行しており、典型的ないくつかのアプリを想定し、一般性の高いプラットフォームをつくらせてゆく。(図6、図7参照)社会に受け入れられやすいシステムの三要素を図8に示す。

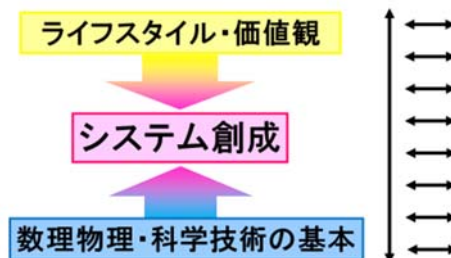


図4 システム創成の基本。システム創成は「数理物理・科学技術の基本」と「ライフスタイル・価値観」を考慮してシステム創成。

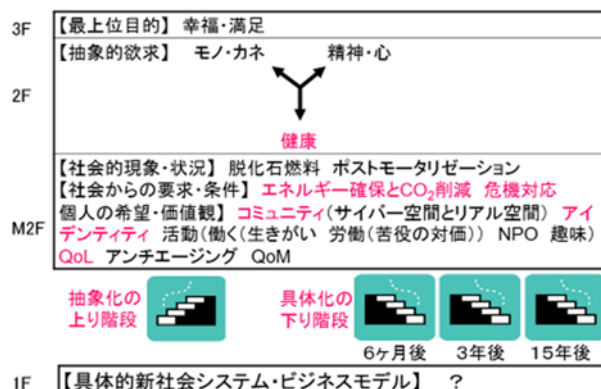


図5 抽象化の上り階段と具体化の下り階段による階層的システム創成の方法論。

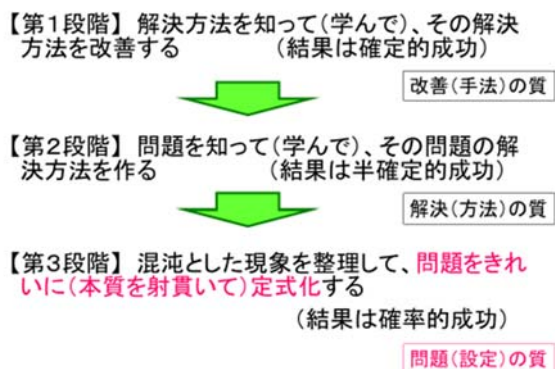


図2 進歩(進化)の三段階。

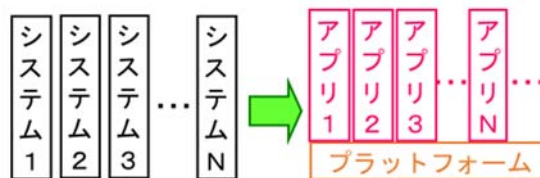


図6 専用システムからプラットフォーム・オリエンテッドへ、プラットフォーム+アプリケーションによるシステムの実現。

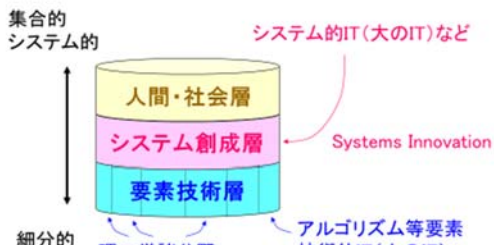


図3 理工学から人間社会への3階層モデル。システム創成の位置づけ。

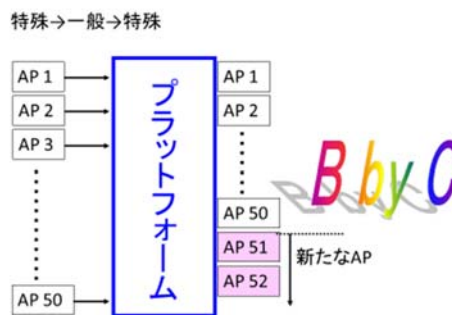


図7 汎用性の高いプラットフォームの創成。

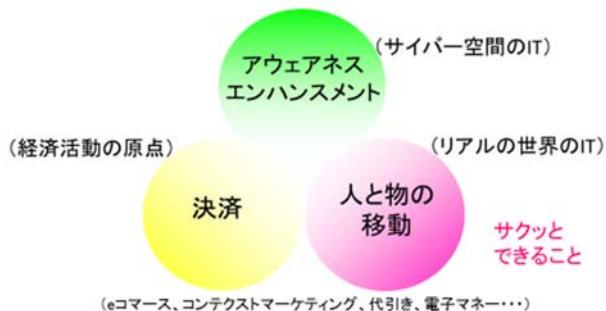
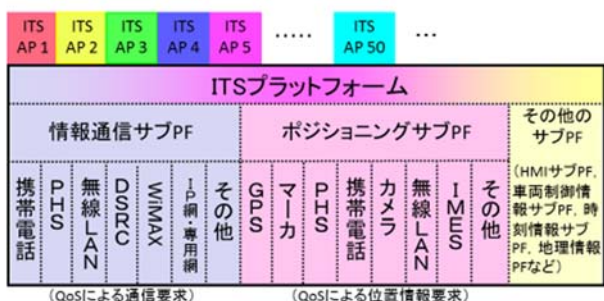


図8 社会に定着するシステム創成。ユビキタス時代のシステム創成経済活性化トライアングル。



プラットフォーム鉄の掟: 特定のアプリケーションにも特定のサブプラットフォームにも依存しない基本設計
Evolutional: 初めからマイグレーションを考慮した基本設計

図9 EUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS) 進化し続けるユビキタスITSプラットフォームとプラットフォーム鉄の掟。

ITS も 96 年当時システム・バイ・システムで考えられていたが、2000 年に入り、プラットフォームが意識されるようになった。筆者が 2003 年提案したユビキタス ITS プラットフォーム(EUPITS)[1]を図 9 に挙げる。(ただし、これは基本構造を示したもので、要素技術は時と伴に変わり、その後部分変更をした図になっている。)

プラットフォームはプラットフォームの下の要素技術とプラットフォームの上のアプリケーションをつなげる一種の緩衝材であり、上限分離が各部ごとの柔軟な発展を発生させる本質となる。

車や人や物の位置特定結果を上のアプリに提供し、また、上のアプリはその位置情報を適切に利用し、情報通信機能を使って、然るべきやり取りをする。ITS では情報通信機能と位置特定機能があれば、主なシステムの実現が可能となる。

当初 VICS では、道路に設置されたセンサから交通情報を集め、交通情報を配信するインフラ型で実現していた。今世紀に入り自動車一台一台をプローブに見立て、位置情報を含む各種の情報をネット上にアップし集計して交通情報を得るプローブ型の実現方法が自動車会社ごとにサービスされるようになった。これは国の規模から、一企業のレベルで実現可能になった軽量化の例であり、また、センサの設置される主要な道路だけの情報から車の通るあらゆる道の情報へ範囲が拡大した。2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の後に 24 時間以内の通行実績などをグーグル地図上に

表示し、通行可能箇所が明示されたことにより震災復興に大きく役立ったことは記憶に新しい。

また、プローブ型では、急ブレーキの起こりやすい箇所をアップすることにより、潜在的な事故の起こりやすい場所を浮き立たせ、事故の前に改善することも可能になった。これらは DDI (Data Driven Innovation) に繋がる例となる。

4. パラダイムシフト

著者は図 10 のように IT 三大インパクトを考えている。20 世紀の IT がサイバー空間で時空を超越する技術であったのに対し、21 世紀はリアルワールドの IT の時代になり、Location Based Services (LBS) のような位置に依存したサービスが重みを増してきている。このリアルワールド性は今日の ICT の重要な分野となった。(2007 年ごろから米国の研究ファンドでしばしば用いられるようになった Cyber Physical Systems (PCS) という呼称の分野に近い。)

また、95 年ごろから多くの人が持つようになった携帯電話は、当時は情報通信機能のみ(1D)であったが、2000 年ごろから基地局や GPS などによる位置特定機能が加わり(2D)、さらに 2010 年ごろにスマートフォンユーザーが増えると、明らかに各種のセンシング機能が加わる(3D)ことになる。この 3 次元の広がりには分野に大きな影響をもたらす。(図 11 参照)

- 20 世紀の時空間を越える IT に対し、21 世紀に入りリアルワールドの IT が重要性を増して来ており、様々な社会インフラを形成

- 「IT 三大インパクト」
- 1980 年の PC インパクト

- 1995 年のネット・インパクト

- 2010 年のスマホ・クラウド・インパクト

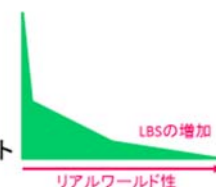


図10 IT環境の変化と「IT三大インパクト」。

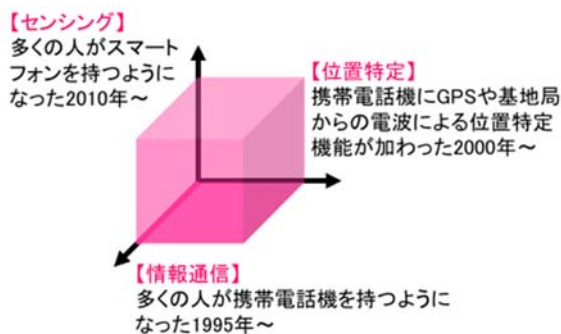


図11 フィーチャーフォンからスマートフォンへ。ユーザの持ち物はインフラ。三次元的な分野の拡大。

カープローブ（専用システム）からスマホプローブ（プラットフォーム・オリエンテッド）の時代に入り、道路と車の範囲よりさらに粒度の細かい人単位の情報がサーバにアップされるようになった。スマートフォンのナビアプリでは新鮮な渋滞情報が示されている。

図 12 にスマホプラットフォームを示す。スマホの加速度計からのセンシング情報と GPS の位置情報を使い、道路の損傷個所の安価でスピーディな特定に利用される例もある [16]。



図12 センシングSPFが特徴的なスマートフォン・プラットフォーム。

専門家による対応とは全く異なるアプローチで Big Data の処理により、データ駆動型のイノベーションが各分野で起こっているが、リアルワールドの IT の中心的存在のモビリティ分野でも同様である。

ところで、GPS (Global Positioning System) は第一の位置特定社会基盤として機能しているが、スマートフォンの普及に伴い近年 Wi-Fi が第二の位置特定社会基盤となった。Wi-Fi のアクセスポイントの MAC アドレスと RSSI による位置特定である。GPS による位置情報が得られる場所では、スマートフォンで同時に上がるアクセスポイント情報とのひもつけで常に位置特定のデータベースは強力になる。この手法であれば、GPS 信号の得られない場所でも、あるいは GPS 信号の得られる場所ですら別途正解の位置をデータベースに与えることで、屋内外の位置特定が可能になる。Wi-Fi 標準装備のスマートフォンを多くの人が携帯することで位置特定社会基盤環境も大きく変わった訳である。屋内を中心として更なる位置特定社会基盤に育ちつつある iBeacon は、スマートフォン前提の BLE (Bluetooth Low Energy) 応用である。

本稿の最後に CV (Connected Vehicles) の話題に触れる。1995 年以前の PC ではマルウェア対策はそれほど重要ではなかったが、ネットワークに繋がった途端重要な分野となった。しかしながら PC はサイバー空間の存在であり、人が物理的損傷を受けることはない。一方、多数の MPU を持つ車がネットワークに繋がり、メンテナンスなどもネット越しに行われるような時代になれば、車はリアルワールドの存在であるから、より深刻な状況も発生しうる。ICT もサイバー空間の存在とリアルワールドを動き回る存在を対象にした技術はおのずと異なる考え方が必要になる。

5. むすび

本稿では、モビリティと ICT について、チュートリアルセッションのために俯瞰的に議論を展開した。さらなる ICT 分野の発展の一助になれば幸甚である。

【参考文献】

- [1] 長谷川孝明, "ITS プラットフォーム"EUPITS"~実現へのアプローチ~, "信学技報, ITS2003-8, pp.41-47, 2003.
- [2] 長谷川孝明, "システム創成と空間的心地よさの質について~IT による QoS の向上とモビリティ~, "信学技報, ITS2010-67, pp.287-292, 2011.
- [3] 長谷川孝明, "生活者 ITS プラットフォームと PDA について, "信学技報, ITS2004-27, pp.71-77, 2004.
- [4] Takaaki HASEGAWA, "Diffusion of Electric Vehicles and Novel Social Infrastructure from the Viewpoint of Systems Innovation Theory," IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol.E93-A, no.4, pp.672-678, 2010.
- [5] 長谷川孝明, "システム創成論とその応用としての超小型電気自動車「イヴ」, "IATSS Review, vol.36, no.3, pp.16-26, 2012.
- [6] 長谷川孝明, "モビリティと経済活性化システム創成," 信学総大, no.BI-6-6, 2012.
- [7] 長谷川孝明, "スマホ・プローブ・システム," 信学ソ大, no.AP-2-1, Sept. 2012.
- [8] 長谷川孝明, "新しい交通システムのデザイン論," IATSS Review, vol.37, no.3, pp.224-232, 2013.
- [9] 長谷川孝明, "IT で高度化するモビリティのシステム創成論的観点からの研究開発," IEICE Fundamentals Review, vol.7, no.2, pp.133-139, 2013.
- [10] Shunsuke FUJITA, Takaaki HASEGAWA, and Tetsuya MANABE, "Ubiquitous Clerk and Virtual Planning Office -Significance of Actual Products-," Proc. of the 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Seoul, Korea, pp.394-399, 2014.
- [11] European Commission. "Towards an intelligent transport system." Community Research and Development Information Service. http://cordis.europa.eu/news/rcn/3704_en.html.
- [12] ITS Japan, 日本の ITS—ITS 年次レポート 2014 年版, ITS Japan, 2014 年
- [13] 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) Vol.J82-B, No. 11, pp. 1958-1965, 1999.
- [14] National Highway Traffic Safety Administration. 2013. "Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles." http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf.
- [15] 津川定之, "自動運転システムの展望," IATSS Review, Vol. 37, No. 3, pp. 199-207, 2013.
- [16] 八木浩一, "加速度センサを用いた路面段差検出手法の改善と東北地方太平洋沖地震後の観測データへの適用," 第 10 回 ITS シンポジウムプロシーディングス, 1-A-05, 2011.