社団法人　電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

信学技報
TECHNICAL REPORT OF IEICE.
ITS2004-97(2005-03)

# ITS分野の体系化について

長谷川　孝明†

†埼玉大学工学部　〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255
E-mail:　†takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

**あらまし**　本稿では，粒度の大きく異なる融合工学であるITS分野を学問的に整理し，ITS分野の発展を目的として，ITS分野の体系化を試みている．要素技術的な下位の階層から上位に向けてシステム技術・サービス・施策的な階層を描いていることをその最も大きな特徴としている．さらにこのチャートを用いて，省庁や従来の学会で議論されている個別分野の位置づけ(関係の記述)も試みている．

**キーワード**　ITS，体系化，システム創成，ITSプラットフォーム

# On systematization of the ITS field

Takaaki HASEGAWA †

† Faculty of Engineering, Saitama University, 255 Shimo-okubo, Sakura-ku, Saitama, 338-8570 Japan
E-mail:　† takaaki@halab.ees.saitama-u.ac.jp

**Abstract**　This paper describes systematization of the ITS field that is a fusional engineering for the sake of development of this field. The most characteristic thing of this systematization chart is to have the layered structure from the lowest layer such as elemental technologies to the highest layer such as systems technologies, services, and measures. On this chart, this paper tries positioning of ITS related ministries and agencies in Japan and conventional academic fields.

**Keyword**　ITS, Systematization, Systems Innovation, ITS Platform

## 1. まえがき

ITS (Intelligent Transport Systems)という言葉が生まれて十余年がたった．ITS は我が国では，政府を中心に高度道路交通システムという名称が用いられ，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を意味するとされてきた[1]．

ITS という名称そのものは 1994 年にパリで第1回 ITS 世界会議が開催されたときに世界的に用いられた[2]．

自動車および自動車の流れの IT による高度化を指せば，1970年代に遡り，自動運転の分野まで含めれば 1940 年代にまで遡る．

日本におけるITSの9つの開発分野中8番目に歩行者等の支援が挙げられているのは特徴の一つであり[1]，歩行者ITSも重要な分野の一つとして研究開発が進められてきた．

一方，電子情報通信学会では 1999 年春 ITS 研究専門委員会が発足し，6年が経とうとしている．ここで ITS に対応する日本語の名称は高度交通システムが用いられているが，情報処理学会，電気学会でも同様に高度交通システムという名称が用いられており，これらの学会では交通機関一般を対象にしている．

ITS はシステムのシステムであり，規模が大きく，学問的には融合工学であり，担当する学会を考えたときに，従来の一つの学会でカバーする範囲を大きく超えている．

例えば，ITS では情報通信技術は重要な役割をしているが，SVC (Safety Vehicle Communication)と呼ばれる分野もあれば，日本の ETC (料金自動収受システム；Electronic Toll Collection)の通信基盤である DSRC (専用狭域通信 Dedicated Short Range Communication)もそれにはいる．道路に沿っていろいろな情報を運ぶバックボーンネットワークもある．しかしながら，これらは従来の個々の情報通信という分野，枠組みだけではとうてい論じ得ないところまで来ている．

画像処理は，電子情報通信学会，映像メディア学会，で情報処理学会，電気学会といろいろな学会で基礎的・応用的研究が展開されているが，突発事象検出，センサなどITS ではいろいろな使われ方をする．後述するが，ITS の定義によっては画像処理は通信の一部としても用いられる．

このような状況下，従来の学会の個々の分野の壁を取り払い，目的分野別に有機的な議論をすることを目的に ITS Japan 主催で第1回 ITS シンポジウムが 2002 年に開かれ，毎年1回計3回開かれ，従来の個々の学会では得られない大きな成果を収めた．

しかしながら，ITS 分野がその間口の点であまりに広く，深さの点であまりに多階層的な深さを持つため，各分野の位置づけが今なお必ずしも整理されておらず，全体像がつかみにくく，議論がしばしば困難になることがある．

学問の観点からITS分野を見たときも，体系化はなされておらず，一つの学問分野として見ることは難しい．

本稿では，この点を質的に整理しITS関係者がその仕事の分野がまとまった領域に表現でき，ITS 分野の議論がしやすくなるよう，まずITSの定義から始め，ITS分野の体系化を試みる．また，ここで得たアーキテクチャを用いて，通信，画像などの既存の学会の個別専門分野や各省庁の分野の位置づけを試みる．

まず，2．では従来著者がいくつかの論文にわたって主張してきたことを中心に以降の議論に関係する事項を簡単に述べ，3．で体系化の提案，4．でその応用，5．でむすびを述べる．

## 2．これまでのいくつかの議論と基本的な考え方 [3]-[9]

### 2.1．本稿でのITSの定義

ITS にも世界中でいろいろな捉え方があるが，本稿での定義は以下の通りとし，議論を進める．

“ITS とは IT により高度化される人と物の移動システム”

### 2.2．システムの複雑化

近年システムは複雑化を急速に増しているが，ただ規模的に大きいという意味の複雑さとは質的に異なる複雑さがある．これが技術者・研究者間（分野間）で相互に理解を困難にする原因であると著者は考えている．

例えば，従来の通信と現在社会一般に考えられる情報通信の違いを絵で表すと図1のようになる．

情報通信はいうまでもなくビットの移動であるが，従来は情報理論を含む通信方式と信号処理，アンテナそして伝搬系で通信を捉えることができた．しかしながら，現在ではそれらの物理層に近い部分を一つの媒体と見て，その上にネットワークの層，そして，コンピュータの層と重なり，これら全体で情報通信というようになった．

電話も19世紀のベルの電話の時代のクロスバー交換機から21世紀に入り大きく変容し，急速に IP（インターネットプロトコル）電話に交代しようとしている．

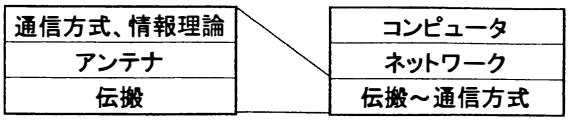


図1　従来の通信分野と現在の情報通信分野．

図2　OSI参照モデル．

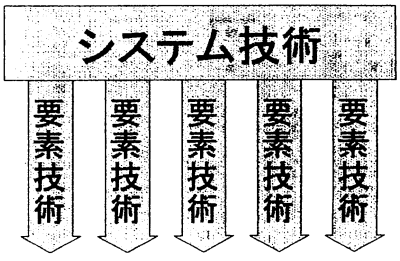


図3　要素技術とシステム技術

OSI 参照モデルを図2に示す．ビットの移動にはこの階層化の考え方は重要な役割をする．情報通信システム一つを見てもこのように質的に異なる多階層の構造を抜きに情報通信全体を見ることは不可能になった．

この下位層から上位層までの質的に異なる機能での表現は多くのシステムの構造に共通する．

### 2.3．要素技術とシステム技術とシステムとサービス

図3は要素技術とシステム技術の関係を表す．要素技術

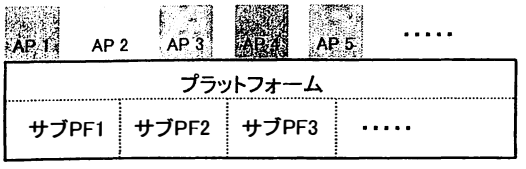


図4 プラットフォームとアプリケーションの関係.

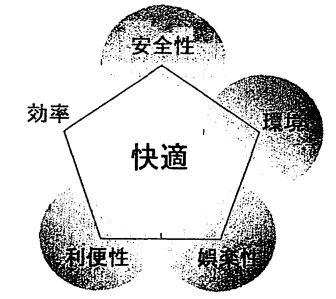


図6 ITS(Intelligent Transport Systems)ペンタゴン.

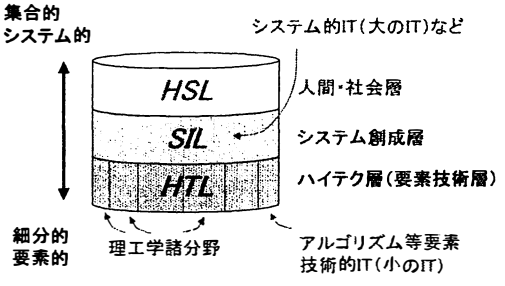


図5 理工学から人間社会への3階層モデル

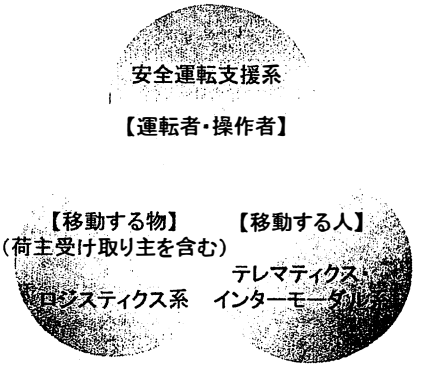


図7 ITSエンドユーザトライアングル.

をシステム技術で統合し，然るべき機能をするシステムを創り，そのシステムがユーザにサービスを提供する.

もしこれが汎用性の高い何らかのプラットフォームであれば，図4のようにそのプラットフォームの提供する機能の上にアプリケーションが載り，各アプリケーションとプラットフォームがユーザにサービスを提供するシステムとなる.

## 2.4. 理工学から人間社会への3階層モデルとITSペンタゴン

図5は著者の提案する理工学から人間社会への3階層モデルであり，細分化された要素技術層に対し，現存する人間社会に直接役立つシステム創成層の位置づけを示している.

また，ITSの目的とするところは図6のようなITSペンタゴンにより表される5項目で表されると考えている．この際，“快適”が5項目の中にはないのは，5項目の一つまたは複数が向上することにより，人間が快適と感じるという性質のことばであるため，5項目とは質的に異なるものとして，中央に記述している.

## 2.5. システム創成論的ITSプラットフォーム論における著者のこのほかの議論

社会に受け入れられるシステム創成はB by C (Benefits by Costs)問題のクリアが最も重要であるという点を基本的な立脚点とし，受益者という点で図7のようなITSエンドユーザトライアングルから検討を始めて，図8のような第1種から第3種の要求される機能の種類や機能のQoSの大きく異なるITSプラットフォームを考察し，機能とコストとマイグレーションを考慮して図9のような進化し続けるユビキタスITSプラットフォーム“EUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS)”を提案した[3]-[5].

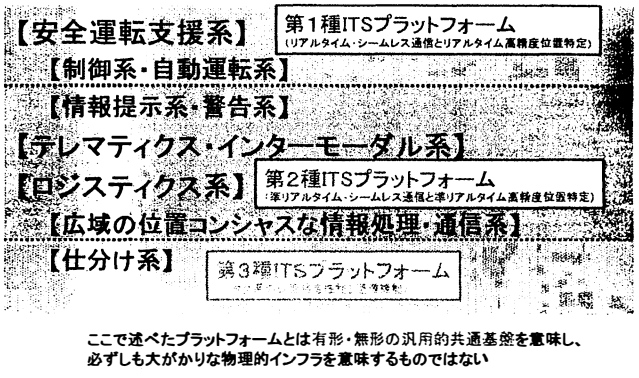


図8 第1～3種のITSプラットフォーム.

この中では，ITSプラットフォームがその上に載るITSアプリケーションに提供する重要な機能として，通信機能，位置

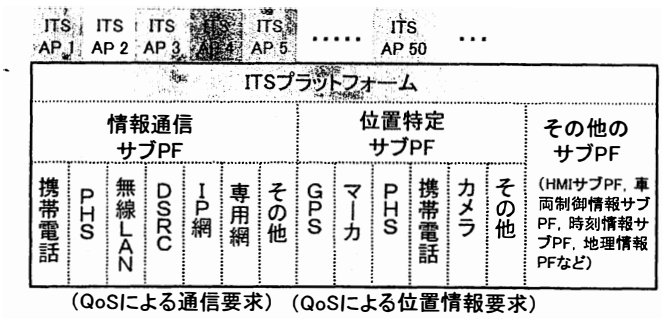


図9 進化し続けるユビキタスITSプラットフォーム"EUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS;ユーピッツ)"のアーキテクチャ.

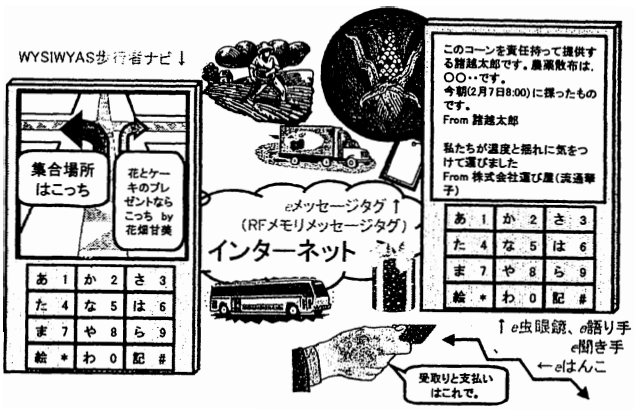


図12 LIPの提供する世界

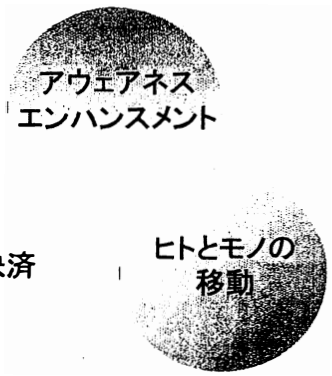


図10 ユビキタス時代のシステム創成経済活性化トライアングル. (eコマース、コンテクストマーケティング、代引き・・・)

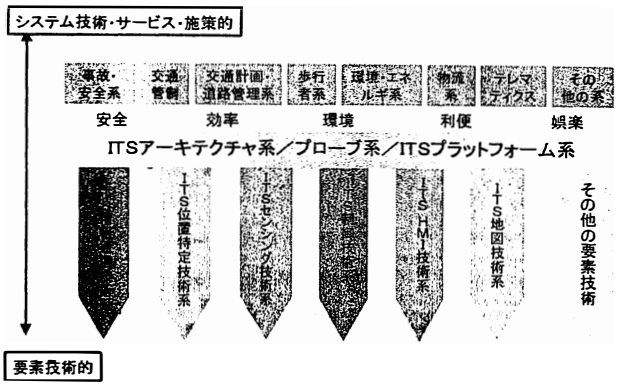


図13 ITS分野の体系化

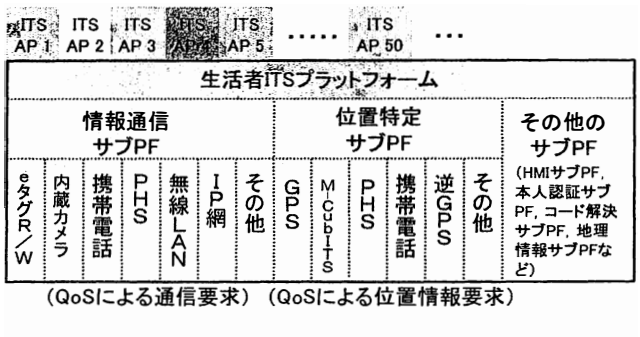


図11 生活者ITSプラットフォーム"LIP (Liver ITS Platform;リップ)"のアーキテクチャ.

特定機能, さらに HMI(ヒューマン・マシン・インタフェース)機能などを主に挙げている.

また基本的考え方として, システムは専用システムで構築するのではなく, ITS プラットフォーム上にアプリケーションとしてシステムを構築すること, またこのときに, 鉄の掟として, 特別なアプリケーションにも特別なサブプラットフォームにも依存しない基本設計が重要であることを強調してきた.

社会に受け入れられ, 自立的発展をするシステム創成の重要な3要素として, 図10のような"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"を提唱し, 図11のような生活者 ITS プラットフォーム"LIP (Liver ITS Platform)"と図12のような LIP の世界の例を示した.

このような一連の流れを含めて, 3. では ITS 分野の体系化を試みる.

## 3. ITS分野の体系化の提案

### 3.1. 体系化に向けた基本的考え方と目的

ITS に関する要素技術の研究開発から目的指向システム研究開発に携わる全ての人がその仕事の領域をほぼ指し示すことのできるチャートを創成することを試みる.

これはお互いの立場をよく理解し, 議論を効率的に進めることを通して, ITS 分野を学問的立場から推進してゆくことを目的としている.

### 3.2. 基本構造

図13に提案する ITS 分野の体系化のチャートを示す.

要素技術的な下位の階層から上位に向けてシステム技術・サービス・施策的な階層を描いていることをその最も大き

な特徴とする.

ITS の各分野は要素技術的な分野もあるし，システム技術・サービス・施策的な分野もある.

各要素技術分野は一つ以上のシステム技術・サービス・施策的な分野に貢献し(1対多)，また，各システム技術・サービス・施策的な分野は一つ以上の要素技術分野から技術を要求する(1対多).

要素技術分野での分類(ここでは分類要素1とする)とシステム技術・サービス・施策的分野(目的システム分野)での分類(ここでは分類要素2とする)の単なるマトリクスではない. すなわち，ある分野が ITS 分野に属することは確かであっても，分類要素1と分類要素2を同じ重さで要素として持っているわけではない. ITS のいろいろな目的システムに使える ITS 要素技術をある目的システムの中で議論することは合理性を欠くし，またある目的システムの議論の中にその本質に関わらない ITS 要素技術の議論は適当ではない.

本チャートでは，ITS 情報通信は要素技術分野の一つであり，ITS 位置特定も要素技術分野の一つである.

プローブカーや ITS プラットフォームはいろいろな目的システムに使われる汎用性を特徴とする典型的なシステム技術であり，図13の中央の領域に表現され，どの要素分野にもどの目的システム分野にも接する.

以上最も重要な点をまとめる. 図13は概ね3つの層に分けて考えることができる. 下位層は要素技術分野，中位層はプラットフォーム，プローブ，システムアーキテクチャ・システム技術分野，上位層は ITS アプリケーション，サービス，施策分野である.

## 4. 応用と他分野への適用

### 4.1. 省庁との関係を載せた場合

省庁の位置づけを試みる.

道路管理，車両の安全，移動の安全等を中心とする国土交通省，交通管制と安全，治安等を担当する警察庁，主に情報通信を担当する総務省，効率の向上，産業の育成を主に担当する経済産業省. これらを図13の上で位置づけ(関係の表示)し，図14に示す.

これは細部まで正確に記すことを意図したものではなく，このチャートで ITS 関連組織が位置づけられることを確かめたものである.

### 4.2. 要素技術の従来分野との関係を載せた場合

画像処理分野，通信方式・信号処理・情報理論分野，情報処理分野，制御工学分野，交通工学分野の位置づけ(関係の表示)を試みる.

画像処理分野は，2次元コードを読むという意味では明らかに ITS 情報通信通信分野に寄与し，画像による ITS 位置特定，あるいは突発事象検出など広範に寄与する.

通信方式・信号処理・情報理論分野では，ITS 情報通信はもとより，GPS の信号処理など ITS 位置特定にも寄与する.

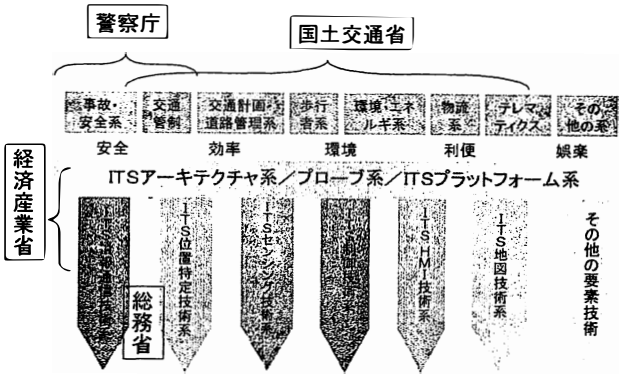


図14 ITS分野の体系化における省庁の位置づけ

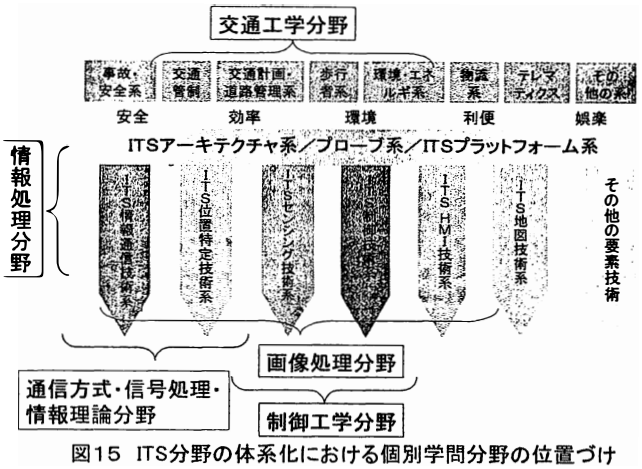


図15 ITS分野の体系化における個別学問分野の位置づけ

制御工学分野は，ITS 制御系のみならず，ITS 位置特定にも寄与する.

交通工学分野は上からのアプローチが主となる.

これらをまとめ，図15に示す.

### 4.3. 複雑化・システム化する他分野への適用

集積回路の分野，RFタグの分野など上位の論理設計，システム設計，サービス設計から，デバイスより細かい素材分野まで，近年，粒度の差異が極めて大きい分野は少なくない.

RFタグの世界も，タグの素材，材料，デバイス，リーダ／ライタなどの変復調・アンテナ，信号処理，プロトコル，システム，サービスシステムなど同時並行的に研究開発の進む分野では，階層的にチャート化することで理解がしやすくなることが期待される.

## 5. むすび

本稿では，これまでの考察を踏まえ，ITS 分野の体系化を試みた.

これは，システムのシステムであり，粒度の大きく異なる融合工学である ITS 分野を学問的に整理し，位置づけを明らかにすることで，議論しやすくすることにより，ITS 分野の発・

展を目的としたものである.

要素技術的な下位の階層から上位に向けてシステム技術・サービス・施策的な階層を描いていることをその最も大きな特徴としている.

さらにこのチャートを用いて, 省庁や従来の学会で議論されている個別分野の位置づけ(関係の表示)も試みた.

本稿での提案の詳細は決定的なものではなく, 多くの方のご意見ご批判を待ちたいと考えている. 特に, 3. の細目, 4. は個々の分野の人による解釈とアプローチの相違があり, いろいろな見方があると思われる.

最も願っていることは, 本稿の ITS 分野の体系化, 少なくともその試みを通じ, 本分野がより理解しやすく, 議論しやすくなることにより発展することであり, 多くの方からのご意見, ご批判をいただくことを歓迎する.

## 謝　辞

日頃よりご討論いただく著者の周囲の総ての ITS 関係者に深謝致します.

## 文　献

[1] 例えば, 道路新産業開発機構, 建設省監修, "ITS Hand book in Japan," 1997.

[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 Vol.82-B, No.11, pp.1958-1965, 1999.

[3] 長谷川孝明, "ITS とシステム創成に関する一考察, "信学技報, ITS2002-120, pp.13-17, 2003.

[4] 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.

[5] 長谷川孝明, "ITS プラットフォーム"EUPITS"～具体化に向けて～, "信学技報, ITS2003-17, pp.29-34, 2003.

[6] 長谷川孝明, "RFID と物流プラットフォームについて, "信学技報, ITS2002-9, pp.49-52, 2002.

[7] 長谷川孝明, "RF メモリメッセージタグについて, "信学技報, ITS2003-112, pp.15-20, 2004.

[8] 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.

[9] 長谷川孝明, "ITS における無線 LAN の活用と標準化の課題, "情報処理, 45 巻, 8 号, pp.836-841, 2004.