

ITSの現状と課題 ～交通計画研究との関連性の視点から～*

Current Topics of Intelligent Transport Systems in the view from Transport Studies

岩崎 泰彦¹⁾, 上田 敏²⁾, 坂本堅太郎³⁾, 芝原靖典⁴⁾, 小川俊幸⁵⁾, 朝倉康夫⁶⁾

Yasuhiko IWASAKI, Satoshi UEDA, Kentaro SAKAMOTO, Yasunori SHIBAHARA, Toshiyuki OGAWA

& Yasuo ASAKURA

1. はじめに

近年, VICS等に代表される高度道路交通システム(Intelligent Transport Systems, ITS)の整備が急速に進んでおり, それとともに, ITSをテーマとした交通工学・交通計画分野での研究も盛んになってきている. しかしながら, これまで, 主に土木計画学に研究活動のフィールドを持つ者にとって, ITS(およびそれに関する研究)の現状や問題点を包括的に議論する機会はそれほど多くはなかった. 欧米と比較して, わが国はハード面で先行しているように見えるけれども, 研究者の層の薄さが指摘されており, とりわけ, 広範な内容を持つITS全体の構想や, ITSの効果(あるいはITSの評価)についての研究は, 十分とは言えない現状にある. 本稿は, 産・官・学それぞれの立場からみたITSの現状と課題について, 交通計画研究との関連性の視点から広く議論することを目的としている.

岩崎・上田は, わが国のITSの現状についての報告とともに, 行政(建設省)から見た(土木計画学の研究者に対する)ITS研究のニーズを示す. 民間メーカーの立場から, 坂本は, 米国とわが国のITSへの取り組みの違いの報告とともに, メーカーから見た(土木計画学

の研究者に対する)ITS研究のニーズを示す. 芝原・小川は, ITSに関する官・民の要請と土木計画学の実態の両面を見ることのできる立場から, 交通工学や交通計画の枠を越えて計画学全体として取り組むべきITSの課題を述べる. 朝倉は, ITSに関連する研究領域のうち, 交通計画・交通工学の分野で対象としてきたテーマおよび対象にすべきと考える領域のいくつかを挙げる. とりわけ, ITSの全体構想や評価面での研究の重要性を指摘する. なお, ITSの経緯や現状については, 紙メディア(注1)やインターネットホームページ(注2)を参照されたい.

2. わが国のITSの現状と研究開発(岩崎・上田)

2.1 はじめに

高度道路交通システム(ITS)は, 最先端の情報通信技術等を用いて人と車と車両とを一体のシステムとして構築し, 道路交通の安全性や輸送効率, 快適性の飛躍的向上を実現するとともに, 交通の円滑化を通して環境保全に大きく寄与すること目標としている.

ITSは欧米でも国家プロジェクトとして取り組まれており, 我が国でも平成7年2月の高度情報通信社会推進に向けた政府の基本方針, 関係5省庁(警察, 通産, 運輸, 郵政, 建設)による道路・交通・車両分野における情報化実施指針の策定を受け, 積極的な推進体制を敷いている.

この7月には, ITS推進のマスタープランとしての「全体構想」が策定され, ITSの利用者サービスと開発分野別に研究開発や事業展開に関する政府の努力目標が示された.

2.2 ITSの開発分野と利用者サービス

ITSの開発分野としては, 9つの開発分野が示されているが, ITSを目的に沿った有効なシステムとして具体化していくためには, ITSに関わる様々な

*) Keywords: 高度道路交通システム, 情報化, 計画論

1) 正会員 工修 建設省道路局企画課(東京都千代田区霞ヶ関2-1-3 TEL.03-3580-4311, FAX.03-5251-1949)

2) 正会員 工修 建設省土木研究所高度道路交通システム研究室(つくば市大字旭1 TEL. 0298-64-2211, FAX. 0298-64-0178)

3) 住友電気工業(株)システム事業推進部ITS企画室長(〒107 東京都港区元赤坂1-3-12, TEL.03-3423-5643, FAX.03-3423-5680)

4) 正会員 博士(工学) (株)三菱総合研究所 社会基盤部長兼ITSプロジェクト推進室長(〒100 東京都千代田区大手町2-3-6, TEL.03-3277-0705, FAX.03-3277-3462)

5) (株)三菱総合研究所 社会基盤部 政策技術システム室長兼ITSプロジェクト推進室長代理(同上)

6) 正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科助教授(〒790 松山市文京町 TEL.089-927-9829, FAX.089-927-9843)

利用者のニーズを的確に捉え、体系化することが重要である。

ITSの利用者としては、道路の利用者であるドライバー、歩行者等、公共交通利用者、輸送事業者に道路交通の管理者を加え、これに9つの開発分野ごとの各利用者ニーズの状況を考慮して、20の利用者サービスが設定された。さらに、それぞれの利用者サービスは複合的に提供されることにより、一層の利用者サービスの向上が期待できる。

ITSは、交通事故の増大、交通渋滞の拡大、沿道環境の悪化といった深刻な道路交通問題解決の切り札として、可能な限り早い段階での実用化が期待されているものであることから、全体構想では各開発分野ごとにこれまでの国内外の研究開発の進捗状況を勘案し、ITSの開発・展開の努力目標を設定している。

表1 ITSの開発分野と利用者サービス

開発分野	利用者サービス
ナビゲーションシステムの高度化	①交通関連情報の提供 ②目的地情報の提供
自動料金収受システム	③自動料金収受
安全運転の支援	④走行環境情報の提供 ⑤危険警告 ⑥運転補助 ⑦自動運転
交通管理の最適化	⑧交通流の最適化 ⑨交通事故時の交通規制情報の提供
道路管理の効率化	⑩維持管理業務の効率化 ⑪特殊車両等の管理 ⑫運行規制情報の提供
公共交通の支援	⑬公共交通利用情報の提供 ⑭公共交通の運行・運行管理支援
商用車の効率化	⑮商用車の運行管理支援 ⑯商用車の連続自動運転
歩行者等の支援	⑰経路案内 ⑱危険防止
緊急車両の運行支援	⑲緊急時自動通報 ⑳緊急車両経路誘導・救援活動支援

2.3 建設省の研究開発の現状

ITSの具体的取り組みとして、建設省では、VICS、ETC、AHSなどの事業化や研究開発に取り組んでいる。

VICS（道路交通情報通信システム：Vehicle Information and Communication System）は、ビーコン・FM多重放送により車載機器（カーナビゲーションシステム等）にリアルタイムで渋滞、所要時間情報、工事情報、規制情報等を提供するシステムである。

ETS（自動料金収受システム：Electronic Toll

Collection System）は、料金所での渋滞緩和やキャッシュレス化に対応したサービスの提供を目的に、車に装着した車載機器と料金所ゲートに設置した路側システムの間で、車の通行や料金に関する情報を無線通信により交信し、自動的に料金の支払いを可能にするシステムである。

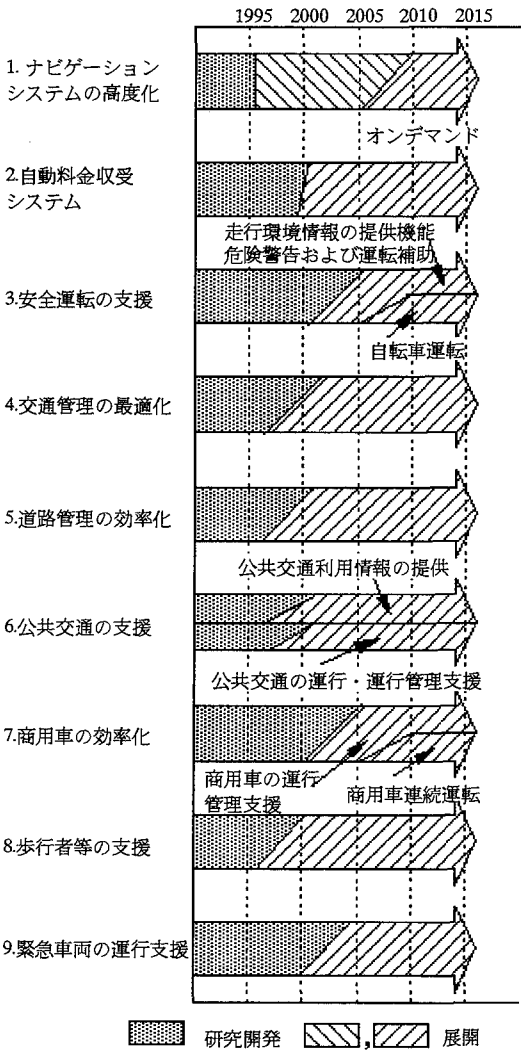


図1 ITSの開発・展開計画

AHS（自動運転道路システム：Automated Highway System）は、連続情報提供機能、自動速度制御機能、車線逸脱防止機能、安全車間距離保持機能、衝突回避

機能、自動分合流制御機能、高速高密度運転機能などが、道路側の情報インフラと車との高度な協調の上に高い信頼性をもって組み合わせられ実現されていくが、自動運転の実現の過程でも、それぞれのサブ機能が安全走行システムとして早い段階で安全運転の支援に役立っていくシナリオを考えている。

2.4 新しい交通工学研究のスタンス

ITSは、道路交通問題を解決するための新しい交通システムの提案であり、従来の交通工学上の課題である渋滞、交通安全、交通環境等に関しても、交通の形態そのものが変わることによる新しい視点が必要になる。ITS導入の社会的ニーズに沿った目標の明確化、それに伴うコンセプトの設定と社会経済効果等による評価、そしてそのような研究の枠組みを設定した上での具体のシステムの機能や技術開発目標の設定およびITSのシステム全体の目標を達成するためのシステムアーキテクチャーの構築が重要な研究課題になると考えられる。また、ITSは、道路、交通、車両、情報通信など広範囲な分野に関連するものであり、各分野の関係者の連携・協力が不可欠である。

さらに、ITSの開発分野は大変裾野が広く、ITSを大きく育てていくためには、ITSの中の各システムだけでなく高度情報通信社会の他の分野との調和をも念頭に置いて、相互運用生や相互接続性を確保するよう努めなければならないし、ITSの国際的な広がりから、システムの国際標準化も重要な課題になる。

2.5 おわりに

ITSは、道路交通問題解決の切り札として、新たな産業を創出する源として、そして高度情報通信社会を先導するものとして、産学官の連携による積極的な取り組みが始まったといえる。システムの実現には、技術開発に携わる人材の育成にかかるところが大きいとも言え、新しい交通工学の分野として、多くの技術者に取り組んでほしいと思う。

3. 日本と米国のITSへの取り組みの比較（坂本）

3.1 過去の取り組み

米国の新道路交通システムは、1960年代にBureau of Public Roads（公共道路局で、現在のFHWA＝Federal

Highway Administration）がGMの協力を得て提案したERGS（Electronic Route Guidance System）開発計画が議会にて支持を得られず中止された後、1970年、1980年代には目立ったプロジェクトがなかった、それに対し、日本では、1970年から現在まで続けられている交通管制センターの整備と拡充、1970年代の通産省による動的経路誘導システムの開発と実験、1980年代には建設省、警察庁による路車間通信システムの開発とフィールド実験等のプロジェクト、また1980年代の後半には自動車用ナビゲーションシステムが市場に登場した。また欧州でもDrive、Prometheusなどの各プロジェクトが進められていた。米国の関係者はこの分野の米国の開発の遅れに危機感を抱き、1988年には関係者が「Mobility 2000」と名付ける将来の計画について議論を開始した。この動きは1989年、1990年と拡大され、1991年12月に共和党政権時のブッシュ大統領により署名されたISTEA（Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991、総合陸上輸送効率化法）の中にIVHS（Intelligent Vehicle Highway System）の研究開発として法律制定されるに至った。なお、「IVHS」の言葉のかわりに1994年9月からは陸上交通を総合的にとらえるため「ITS（Intelligent Transportation System）」が使用されている。

3.2 体制、組織

米国のITSプロジェクトは、DOT（Department of Transportation、連邦運輸省）内ではFHWA（Federal Highway Administration、連邦道路庁）が中心となって推進しているが、その他NHTSA（National Highway Traffic Safety Administration、全米道路交通安全庁）、NTA（National Transit Administration、全米公共交通庁）も参加している。DOTは、陸上の各輸送手段を総合的にとらえたIntermodal Surface Transportationを進めていくために、1994年7月にJPO（Joint Program Office）を設立して、ITSプログラムの政策、計画、予算、等について横断的に進める体制を敷いている。

DOTへの答申機関であるITS America は、1990年8月に設立された官民学のメンバーから構成される協会である。メンバーの大半は米国の民間企業、州および市の運輸関係当局、大学であるが、日本からも20団体以上が参加している。

一方、日本のITS推進体制は、政府のITS関係五省庁（警察庁、通産省、運輸省、郵政省、建設省）が従来各省庁独自にプロジェクトを推進していたが、ITSの国際対応および学民と関係五省庁との連携を計る目的で1994年1月に学民からなるVERTIS（Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society：道路・交通・車両・インテリジェント化推進協議会）が設立された。1996年7月現在、会員数は164（団体、企業、個人）となっている。

3.3 予算と政策

米国のITS研究開発予算は、ISTEAによる予算と一般財源である。GOE（General Operating Expense）による予算があり、1996年度（'95/10-'96/9）までの実績は以下の通りである。

表2 米国のITS研究開発予算（単位はM\$）

会計年度	ISTEA	GOE	合計
1990		4.0	4.0
1991		20.0	20.0
1992	19.2	139.7	157.1
1993	187.8	30.0	217.8
1994	113.0	90.3	203.3
1995	113.0	114.5	227.5
1996	113.0	109.8	222.8

一方、日本に関しては1995年2月に政府の高度情報通信社会推進本部が情報社会推進に向けた基本方針の中で、ITSの推進を決定した。それに基づいてITS関係五省庁が1995年8月に実施方針を発表した。さらに、1996年7月には日本としてのITS全体構想が五省庁として発表されている。この中では20の利用サービスが定義され、また今後20年間の研究開発・配備予定が提案されている。

日本のITS予算は過去に通産省の自動車総合管制プロジェクトに当時の予算で約74億円が投入された以外は各プロジェクトは予算的には自主研究であった。平成8年度になって国としてのITS予算が獲得され、各省庁ごとの内訳は以下の通りである。研究開発予算の総額は74億円であり米国の約220億円と比較してもまだ1/3と少ない。

表3 日本のITS予算（単位は億円）

	研究開発	配備
警察庁	0.7	242.0
通産省		
運輸省	0.6	
郵政省	1.8	6.8
建設省	71.3	347.0
合計	74.4	595.8

3.4 研究開発の状況

米国の現在の大きな研究開発として以下が進められている。

- (1)ITSシステムアーキテクチャの構築
- (2)AHS（Automated Highway System）

システムアーキテクチャはITS全体のシステムの基本枠組みや相互関係を明らかにする目的で開発され、1996年7月に最終報告が発表されている。AHSは自動運転システムであり、20年後を目標に完全自動走行システムの実現化を目指しているが、その過程で運転者への安全補助システム等の関連技術が開発されることが期待されている。

これ以外にも、自動料金収受システムの統一仕様、交通管制システム等のインフラシステム、車両と地上の間の通信システム、等の研究開発が推進されている。

日本では、五省庁の実施指針の中で次の9つの開発分野が明示されている。

- ・ナビゲーションシステムの高度化
- ・自動料金収受システム
- ・安全運転の支援
- ・交通管理の最適化
- ・道路管理の効率化
- ・公共交通の支援
- ・商用車の効率化
- ・歩行者の支援
- ・緊急車両の運行支援

今後は、これらのシステムを実現する総合的、横断的な観点からのシステム構築具体策の検討が必要と思われる。

4. ITS実現に向けた土木計画学の課題

(芝原・小川)

4.1 ITSに係る問題認識

ITSは、今後のマルチメディア社会の進展の中で複数の個別システムが連携して機能する複合的な大規模システムであり、これまでになかった社会的インパクトが予想される。また、ITSは、社会システムの中でフロンティア的な分野を担うものであり、情報・技術、社会・経済、法制度等に係る多様な課題を顕在化させていくことが予想される。

さらに、ITS利用者の利便性向上と社会システム全体としての効率性向上を図るためには、全国各地においてシステムが共通に利用可能であり、また、各種システムの間において相互接続性等が確保されていることが重要である。このためには、ITSのシステム構成だけでなく利用者の拡がり、地域におけるシステム導入手順、システム運営主体の連携等も含めた形で、ITSの全体像を具体化し、計画的に実現を図っていく必要がある。

ITS実現に向けては、様々な学問領域において本格的な研究が必要であるが、特に土木計画学がITS実現に向けて果たす役割は大きいと思われる。しかし、現状では、ITSに関する行政的意志決定の場に土木計画学が十分に貢献しているとは残念ながら言いがたい。ここでは、交通工学や交通計画の枠を越えて、ITSに関する官・民の要請と土木計画学の実態との乖離を埋めるために必要となる、計画学全体として取り組むべき課題を述べる。

4.2 研究領域の拡大と新たな手法開発への要請

ITS実現に向けて土木計画学が有用な貢献を果たすためには、ITSに対応する研究領域の拡大と新たな手法開発が必要である。図2は、土木計画学に対する要請を例示的にとりまとめたものであり、(1)大規模システムに関する各種計画論の組合せ、(2)複合的システムに対する土木計画学的アーキテクチャの確立、(3)個別研究領域における新たな手法開発として類型化している。

以下では、それぞれについて、基本的な方向性に関する考察を行っている。

(1)大規模システムに関する各種計画論の組合せ

ITSは、交通システム、地域生活、国土構造等に関連

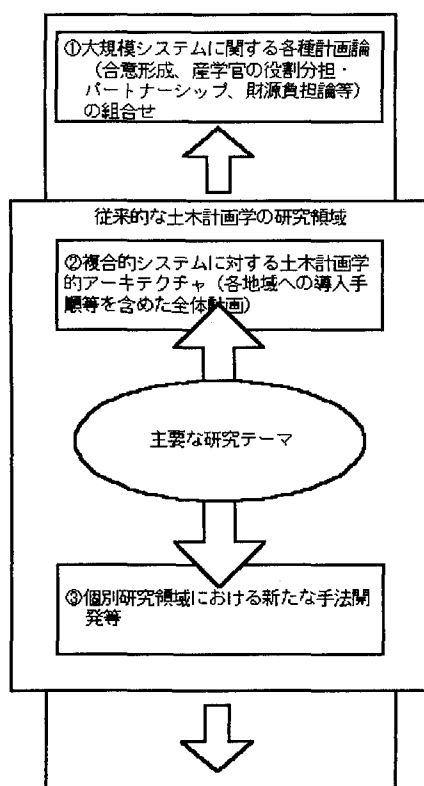


図2 土木計画学に対する3つの要請

する大規模かつ進化するプロジェクトであり、プロジェクトそのものの変化や外生条件の変化等を考慮しない従来の計画立案からプロジェクト評価、プロジェクト実施等に至る一連の基本的計画手順のみでは、適切かつ円滑に事業を実施することは困難である。

行政的意志決定の場においては、激変する社会システムの中で高度なサービスを実現しようとするITSのコンセプトの妥当性、国民の理解・合意形成、技術開発・応用や整備展開に関する産学官の役割分担・パートナーシップ、財源負担論、法制度問題等を含めて、真の意味での(現実的な)計画論が必要とされる。土木計画学においても、これらに関連する課題が議論されているが、新たな視点からそれぞれの考え方を再整理するとともに、理論的な立場から個別計画論を組合せ、一つの総合的な客観的指針として行政サイドに提示していくことが求められる。

(2) 複合的システムに対する土木計画学的アーキテクチャの確立

ITSに関するシステム開発の場においては、システムの仕様変更や二重投資を避け、ITS全体の効率的な整備を可能とするため、ITSを構成する個別システムが分担する機能や相互の関係等が計画的に規定される。専門的にはシステムアーキテクチャと呼ばれるものであり、システムアーキテクチャを作成するための複数の手法が提案されている。

しかし、ITSの全体像は、このようなシステム構成のみで明確化できるものではなく、各地域へのシステム導入手順など空間的・時間的な拡がりをもった全体計画も必要である。これらは、行政や実務の場においてそれぞれの判断で検討されてきたが、ITS社会を効率的に実現するためには、土木計画学の立場から複合的システムに対する土木計画的アーキテクチャとでも呼ぶべき全体計画を提示していくことが求められる。

(3) 個別研究領域における新たな手法開発

土木計画学の従来の研究テーマにおいても情報提供と交通行動の関係などITSに対応した課題がある。

交通等に関する個々人の意志決定構造を分析し、モデル化する試みは、非集計モデルを始めとして広く行われてきた。また、交通行動をネットワークレベルで分析するために、確率均衡配分モデル等の研究が行われてきた。しかし、従来の研究の多くは、情報量の影響を効用関数の誤差項に係る分散に関連づける場合が多く、ITSによるリアルタイムな個別情報提供やそれに伴う交通選択肢の増大が個々人に与える影響を政策効果として分析できる枠組みとなっていない。一方では、個々人のリアルタイムな経路選択行動を離散的シミュレーションモデルにより表現する試みも行われているが、OD交通量は一定とする場合が多いなど、情報提供により交通行動自身をとりやめたり、時間変更する影響までを取り込むまでには至っていない。さらには、長期的に土地利用や国土構造に与える影響評価についても研究が不十分である。

したがって、土木計画学の研究領域を拡げる一方で、従来の研究テーマにおいても、従来型インフラ対応の学問的常識ではなく、従来型インフラと情報インフラが組み合わされることに関して国民が納得できる前提や枠組みを提案していくことが必要となってきた。

5. 統合的視点と分析的視点（朝倉）

5.1 これまでの研究対象

交通工学・交通計画を専門とする大学研究者のITSへの関心は高く、それをテーマとする研究は国の内外を問わず増えてきていることは事実である。ITSの機能は交通情報提供だけではないが、わが国の交通研究者の関心はもっぱら「情報提供が交通に及ぼす影響の分析と評価」にあった。きわめて一面的な見方であるとの誤解を恐れずに言うと、これまで「土木計画学」の分野で取り組まれてきたITSに関する研究の多くは、交通と情報の関連性を交通行動分析の視点から考察する分析的研究であった。その結果、基礎的な数理解析、新たな行動モデルやシミュレーションモデルの開発という形で目に見える成果が挙げられているが、現象分析に基づいてITS（のサブシステム）のあるべき姿を論じると言った計画論的研究への展開には至っていないように思われる。もちろん、現象の理解・解明という点においてもなお、それらは未だに発展途上であり、これからの課題は少なくない。

一方、わが国の5省庁による「全体構想」によれば、ITS推進の意義のひとつに「道路交通問題解決の切り札」が挙げられている。しかし、高度な情報・通信技術を交通分野へ応用すれば無条件に交通問題が解決されるわけではなく、ITSが期待されるような効果を発揮するためには問題解決型のアプローチによるシステム構築が必要である。以下では、統合的視点と分析的視点の両面から、ITSに関して「土木計画学」分野で研究されるべきと考える課題を述べる。

5.2 統合的視点からの研究課題

交通行動分析やネットワーク均衡理論に代表される記述・予測型のアプローチに限らず、計画目標を達成するための最適化あるいは規範論的アプローチでも、システムの枠組みを前提にモデリング（システム分析）を行うことに変わりはない。しかしながら、ITSのように対象範囲が広範でかつ高度な技術開発を含む新たなシステムの開発においては、システムの枠組み自体が再編成されたり新たに構築されることになるのであり、システム分析を含む「総合的計画論」が必要になる。本稿の他の著者が指摘しておられる「システムアーキテクチャ」とはそのための概念であると理解さ

れる。

システムアーキテクチャはシステム設計そのものではなく、システム利用者の要求に応じてシステム設計の枠組みを提供するものである。アーキテクチャは、システムが何を目的とし、どのような機能を持つべきか、各構成要素をどのように連結させるかに関する共通の出発点になる。これは、ITSに含まれる各サブシステム間の相互関係を情報の流れや利用機器等から整理したものとも言える。従来、交通システムの開発でも同様の議論がなされてきたが、複数のサブシステム間の調整やシステム間で受け渡しされるデータの互換性に配慮されているとは言えなかった。ITSのようなデータの交換を前提とした複合システムでは、複数のサブシステムが効率的に運用されるために、アーキテクチャが明確に示されることが必要である。

これまでの計画学研究は、分析方法論に比較すると、システム構築のための統合化方法論に関する研究が十分であったとは言えない。ITSを一つの事例として、他のシステムにも適用可能なシステムアーキテクチャの構築に関する方法論を確立することは、統合的視点からの計画論研究の展開に大いに貢献すると思われる。

5.3 分析的視点からの研究課題

ITSに関連して、分析的視点からの研究課題はきわめて多い。たとえば、情報システムを導入する際の費用対効果を評価する上で、ITSにより提供される情報が交通行動に及ぼす影響を現象論的な視点から分析・予測することの重要性は言うまでもない。交通行動の十分な理解に立って、情報提供のあるべき方向性や効果的な情報提供システムが構築されねばならない。これまでの研究はどちらかといえば現象分析にとどまっているが、それを踏まえて、何のためにどのような情報をどのようなタイミングで提供するかについて、計画論的な議論が必要であると考えられる。さらに、これまでの研究では、「情報」という抽象的な呼称で扱われることが少なくなかったが、利用者に提供されるメッセージの内容や様式について、より具体的な評価が必要である。視覚情報ならその内容やデザインについて、もっと関心が持たれても良いであろう。

ITSは高度な交通観測システムでもある。これまでの

交通モデル体系は、限られた少量のインプットデータから多くのアウトプットを得ることを前提とするものが多かったが、多様な観測データが豊富に得られるようになればそれを利用した交通状況の予測や制御手法を研究・開発する必要がある。少なくとも短期的な交通需要予測の精度向上にITSは大いに貢献するものと考えられる。

ITSの評価という視点と、ITSの利用を前提とした研究課題の一例を挙げたが、この他にも重要なテーマは少なくない。ITSは交通計画研究の新たな展開の機会になると思われる。

注1) 和文では、(社)交通工学研究会発行の「交通工学(ISSN0454-4595)」に「交通運輸システムのインテリジェント化」と題する講座が連載中であるし、(財)自動車走行電子技術協会発行の「車と情報(ISSN0916-3069)」にも詳しい。英文では、Transport Technology Publishing 社が欧州と米国の状況をそれぞれ月2回の頻度で紹介している。

注2) 国内には、建設省道路局(<http://www.road.moc.go.jp>)や道路新産業開発機構(<http://www.nihon.or.jp/hido/ITS>)のサイトがある。海外の情報は、ITS-online(<http://www.itsonline.com/>)やITSの米国総元締めであるITS America (<http://www.itsa.org>) を探索すればよい。

【参考文献】

- [1] 土木学会土木計画学研究委員会編：交通情報システムをとりまく諸問題。土木計画学ワンディセミナー・シリーズ第7回テキスト,1995.11.
- [2] 交通工学研究会編：高度情報化に対応した道路及び道路交通システム。第57・58回交通工学講習会テキスト, 1996.06.
- [3] US DOT: Building the ITI ~Putting the National Architecture into Action~. (道路新産業開発機構(訳):新交通基盤(ITI)の構築~アーキテクチャから実設備へ), 1996.04.
- [4] 警察庁・通商産業省・運輸省・郵政省・建設省：高度道路交通システム(ITS)推進に関する全体構想。1996.07.