

社会が求める ITS 発展の方向性

飯田恭敬

京都大学大学院工学研究科土木工学専攻

E-mail: iida@urbanfac.kuciv.kyoto-u.ac.jp

要旨 ITS の開発目的は、先端的な情報通信技術を利用することにより、道路渋滞の緩和、交通事故の削減、エネルギー消費の節約、環境の改善などを実現することである。この目的からわかるように、ITS は現在のところ道路交通が対象となっている。しかし、ITS 利用が道路交通だけの範囲に限られていたのでは、都市交通問題の抜本的な解決にはつながらないことは自明である。ITS 研究開発の現状を見てみると、道路交通の経路誘導に限ってみても多くの課題を指摘することができるし、また大量交通機関を含めた総合交通マネジメントシステムの構築に向けての研究開発はまだほとんど手がつけられていない状況である。本論文では、都市交通問題における需要・供給のアンバランス問題に焦点を絞って、社会が求める ITS 発展の方向性について述べることにする。

Directions of Further Development of ITS Based on Social Needs

Yasunori IIDA

Department of Civil Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University

Abstract—Recently ITS has attracted a great interest as an innovative technique for the solution of urban traffic problems. ITS applications are however at present being developed primarily for use with road traffic. As long as ITS is limited to these applications, it will not lead to a radical solution of urban traffic problems. Accordingly, the development of ITS is preferable in the establishment of advanced comprehensive transportation systems including mass transit facilities. This paper gives a few recommendations not only regarding problems related to basic research in achieving the original aims of ITS, but for the development of new systems as well.

1. はじめに

1990 年代になってから世界各国において ITS(Intelligent Transport Systems)の研究開発が急速に進められており、都市交通問題の解決をはかる革新的技術として大きな期待が寄せられている。ITS の開発目的は、先端的な情報通信技術を利用することにより、道路渋滞の緩和、交通事故の削減、エネルギー消費の節約、環境の改善などを実現することである。この目的からわかるように、ITS は現在のところ道路交通が対象となっている。しかし、ITS 利用が道路交通だけの範囲に限られていたのでは、都市交通問題の抜本的な解決にはつながらないことは自明である。したがって将来的には、大量交通機関を含めた先進的な総合交通システムの確立を目指して、ITS の展開をはかることが望まれている。

ITS に対して大きな期待が寄せられている主たる理由は、ITS を用いることによって交通需要を効果的に誘導制御し、各種交通施設の供給量との関係が適正化できる可能性を有しているからである。すなわち、その時点

の交通需要と施設容量の状況に応じて、リアルタイムベースで TDM (Traffic Demand Management) を実現できる可能性があるからである。しかし、ITS 研究開発の現状を見てみると、道路交通の経路誘導に限ってみても多くの課題を指摘することができる。また、大量交通機関を含めた総合交通マネージメントシステムの構築に向けての研究開発はまだほとんど手がつけられていない状況である。本論文では、都市交通問題における需要・供給のアンバランス問題に焦点を絞って、社会が求める ITS 発展の方向性について述べることにする。

2. TS 発展のために今後取り組むべき課題

(1) 情報提供に対する交通行動の解明

提供された交通情報に対してドライバーの受け取り方は楽観的なものから悲観的なものまで様々である。このことが出発時刻や経路選択、モード選択などの交通行動に影響してくる。過去のトリップ経験の結果も大いに影響してくるであろう。簡単な経路選択実験 (Iida et al. 1992) においても、ドライバーの経路変更のタイプは、特定経路のみを選択するグループ、経路変更に消極的なグループ、経路変更に積極的なグループなどに分類されることが判明している。したがって、利用者の反応が多様であることを踏まえて、どのように情報提供すれば大きな効果が得られるかを究明しなければならない。また、交通行動における意思決定は提供情報の質に依るところが大きい。情報提供をした経路選択実験において、情報の質が高ければ旅行時間差に対応して経路変更の感度が大きい、質が低いと感度が鈍くなることが明らかにされている (Iida et al. 1999)。このことは情報の質が悪ければ、経路誘導効果は期待できないことを示唆しており、高質な情報提供が実現できるシステムを構築する必要がある。このことに関連して、移動後の交通状態変化を見込んだ予測旅行時間情報が、現時点までの交通状態をベースとした現在旅行時間情報よりも、交通行動誘導には望ましいが (Iida et al. 1993)、質の高い予測情報を提供することは現実的にきわめて困難と思われる。したがって、実用的観点からの次善策として、現在旅行時間情報を短時間で更新する逐次案内誘導が妥当と思われる。高質の交通情報を提供すれば、特定の地点 (あるいは経路) や時刻に交通量が集中することが懸念されるが、上述のように利用者の旅行時間に対する反応は一樣ではなく、また経路選択の価値基準も同一ではないため、利用者の好みにもとづいた選択意思決定に委ねるのが得策と考えられる。なぜなら、このことによって交通量の分散が期待できるからである。

(2) 交通流動データの収集分析システムの構築

ITS を利用した案内誘導によって交通需要を適正化するには、情報提供に対する交通行動の関係を明らかにしておく必要がある。しかし、この対応関係には様々なケースがあり、また不確定要因も多く、そして何よりも人間の交通行動は多様であることから、近い将来理論的に分析解明される可能性はあまり期待できない。したがって、たとえば現在供用中の VICS に対応した交通行動変化を継続的に観察することによって、交通情報提供と交通行動の関係を実験的に分析していくことが現実的な方策と思われる。このようなトリップ行動データの蓄積は道路交通のみならず、大量交通機関を含めたものまで実施することが必要である。このことが重要な理由は、いろいろな状況に対する交通行動の法則性がある程度把握できると思われるからである。たとえば、旅行時間情報の有無に対する交通流動の相違、情報提供内容の違いによる交通流動の変化、大きな事故や災害が発生したときの交通行動変化を観測することができる。このような継続的な交通行動観測システムを確立しておけば、交通状況に応じた経路誘導に対する効果的な情報提供方法が明らかになるであろう。また、突発事象が発生しても平常時との交通現象の違いを知ることによって、適正な交通規制や情報提供を行うことが可能となり、より効果的な交通管理が実施できることになる (IATSS, 1998)。時々刻々変化するトリップ行動あるいは道路交通流を動的に推定する方法は、先端技術を利用した方法が最近目覚ましい発展をしている。AVI やブローカー、画像処理システム、PHS などを利用した方法はその一例として挙げられる。

(3) 交通基盤施設の整備拡充

交通施設の容量が需要に対して絶対的に不足している場合、需要の場所的および時間的な平準化あるいは分散化を実現する ITS の効果は期待できない。したがって、交通基盤施設のネットワーク容量が、交通需要に対してある程度の余裕が確保できるレベルまで整備増強することが必要である。交通需要が既存施設容量を大きく上回る場合には、単位時間当たりの交通処理量の増大をはかる輸送計画的観点から、バス専用道路レーンや軌道系大量交通システムの導入を実現しなければならない。特に道路整備の考え方については、地域間交通、地域内交通、近隣交通などの交通特性に対応した道路レベルの分類化を行い、階層化構造で道路ネットワークを整備しておくことが望ましい。なぜなら、一般的にトリップ距離によって速度や大型車混入率が違うので、異なる特性を有する交通が同一レベルの道路を利用すれば、交通処理上また交通安全面から多々問題が生じるからである。極端な例を挙げれば、発着交通量が多い道路からは通過交通を排除することが望ましい。したがって、ITS による経路誘導はトリップ特性に応じた道路を利用するように行われることになる。

(4) 誘発交通量に対する交通管理システムの開発

ITS の導入により道路渋滞が緩和されても、新たな誘発需要によって道路交通量が増大すれば、元の混雑状態に戻ってしまう可能性がある。それゆえ、円滑な道路交通流を維持するための誘発需要の抑制策が求められる。すなわち、道路網の各地点における発生交通量と集中交通量は道路網容量とバランスすべきであり、道路混雑が生起しないように適正に抑制することを考えねばならない。道路交通流モデルの発展により、各発生地点からの目的地選択確率や、各集中地点への起点発生確率が時刻を追って分析できるようになっているので、各道路リンク容量に見合った各地点における時間帯ごとの発生交通量および集中交通量の最大値を決定することができる。このような道路網容量制約を考慮した各地点の発生交通量と集中交通量の上限值を越えないよう ITS を利用した規制誘導策を実施することによって、誘発交通需要を抑制することができよう。交通需要が過大集中するゾーンへの流入規制やロードプライシング、あるいは駐車場予約システムの導入などが効果的と思われる。

(5) ITS 個別プロジェクトの連携および統合

ITS に関連するプロジェクトは多種多様であるが、現在はまだ開発初期ということもあって、必ずしも連携あるいは調整して進められているわけではない。例えば、経路誘導システムと信号制御システムは相互に関係しているが、いまのところ個別にシステム開発が行われている。交通信号制御変数の最適値は交差点交通量に応じて決められるが、交差点交通量は経路誘導の影響を受ける。これとは逆に、経路誘導は信号交差点での待ち時間を考慮して行われる。さらに、信号制御変数に関してはバス優先システムも関係してくる。これらの相互関係を考慮した最適化を同時に決定することは容易でない。この他にも、交通管理システムと道路管理システムの一体化、インテリジェント化における道路システムと車両システムの相互補完関係などが挙げられる。最も望まれるのは、道路交通と公共交通の情報提供の統合を実現することであろう。

(6) 大量交通システムを含めた総合交通管理システムの実現

ITS の開発はこれまでは自動車交通を主体に進められているが、交通問題を自動車交通だけで解決することは困難である。特に大都市における自動車交通のこれ以上の受け入れは、道路網容量制約に加えて、環境問題やエネルギー問題の観点からも限界にきている。したがって、これからは大量交通システムを整備するとともに先進的な運用システムを開発して、必要に応じて各種の交通手段が利用できる都市交通システムを構築して行かなければならない。ITS のような先端技術を利用すれば、大量交通システムはこれまでのような定型的なサービスではなく、需要変化に対応できる柔軟なサービスを提供できるところまできている。もちろん利用者に対してはすべての交通機関について交通情報を常に提供しなければならない。このような総合交通管理システムが開発されると、交通目的や交通状況に応じて利用者は最適な交通手段を選択することができるように

なる。例えば、道路が混雑して予定時間に目的地に到着できないときは、鉄道を選択することになる。また、目的地の駐車場が確保できないことがわかると、自動車での移動は諦め、他の交通手段が利用されるであろう。要するに、都市交通問題の解決を目指すには、各種交通機関を対象にした規制と誘導の組み合わせによる効果的な TDM が実現されなければならないのである。ITS 開発はこのことを実現することによって社会的意義が認められることになる。

(7) 障害発生時における総合交通管理システムの開発

交通管理システムは平常時の交通現象のみを対象とするのではなく、異常現象が発生したときの対応もきわめて重要である。平常時の交通現象は変動するとはいえ、ある種の規則性をもっているため、トリップ経験が豊富な利用者は交通情報が不十分でもそれほど不利益を受けることはない。しかし、大きな事故や災害が発生した場合は、交通現象が大きく変化して平常時とはまったく異なるものとなり、利用者にとってはどのような行動すればよいのか、意思決定が困難となる。平常時に比べて異常時の方が情報の必要性は高いし、価値も大きい。したがって、時間価値が今後一層高まることが予想されていることから、障害発生時における交通管理システムの開発は積極的に進められるべきものといえよう。異常時の交通管理システムにおいて必要なものは、まず障害状況の情報収集である。情報収集はもともと基本的な作業であるが、きわめて困難な作業となる。各種交通基盤施設の構造および機能についてデータベースを予め作成しておき、被害状況に応じて施設機能レベルを推定することになる。交通管理に関しては、緊急経路を事前に設定しておき、障害発生後に代替経路を補完するシステムを構築しておくことが必要となる。また、交通規制や誘導を行うにあたっては、交通状態を継続的に観測することが重要である。継続的な交通データ収集を行うことによって、平常時における交通流動の諸特性が分析できるとともに、異常時の交通状態変化が容易に把握できるので、規制や誘導の具体的な方策決定が行えることになる。情報提供については、障害状況や交通状態、規制内容、誘導案内などが各種メディアを利用して伝達される。いうまでもなく、障害発生時の交通管理システムは道路交通のみならず、鉄道やバスなどを含めたすべての交通機関が運用対象となっていなければならない。

(8) 交通ネットワーク信頼性の概念導入

経済活動の高度化と生活水準の向上により時間価値が増大すると、交通移動における予期しない移動時間遅れはトリップメーカに大きな損失をもたらす。交通需要は時間によって変動する性質のものであり、また施設容量は事故や路上駐車等によって常に変化している。このような変動が原因となって、目的地に到達できない場合や、著しい時間遅れを余儀なくされることが度々生じる。したがって、交通ネットワークの機能性や交通管理の有効性を評価するには、交通需要と施設容量の変動を考慮したネットワーク信頼性の考え方が重要となる (Bell and Iida, 1997)。交通ネットワーク信頼性の定義としては、以下の2種類が提案されている。第1は連結信頼性であり、ある時間内で目的地に到達できる経路が存在する確率と定義されている。第2は所要時間信頼性であり、所与の時間以下で目的地に到達できる確率と定義されている。また、交通ネットワーク信頼性は、平常時と異常時の2つの面から分類することができる。交通ネットワーク信頼性の方法論に関する研究開発はまだ初期段階にあるが、継続的な交通現象観測によるデータ蓄積が必要となる。最近の発展が著しい先端技術によって交通データ観測が容易となれば、ネットワーク上で観測されたサンプルデータから、ネットワーク全体の交通流動をリアルタイムベースで推定することが可能となっている。都市交通における渋滞現象や遅滞現象を解決するために ITS を活用するのであれば、交通ネットワーク全体としての信頼性向上の実現を目指すのがこれからの進むべき方向といえる。

3. まとめ

ITS は交通における時間的および空間的な需要と供給のアンバランスを適正化することを目指しているが、

現段階においては必ずしも実現できるとはいえない面がある。ITS において最も重要なことは、交通流動の関する高度なデータ収集分析システムを構築し、信用できる質の高い情報提供をしなければならないということである。交通需要に対して施設供給量が絶対的に不足する場合は、大量交通機関も含めて交通施設の増強整備が必要となることはいうまでもない。将来においては、交通の目的や状況に応じて最適な交通手段が利用できる交通システムの実現が望ましい。すなわち、交通需要や施設供給の大きな変動に対しても、予期しない遅滞が回避できる交通システムである。ITS はこのような交通システムの確立において大きな役割を果たすことになる。

REFERENCES

- Bell, G.H. M. and Iida, Y. (1997): *Transportation Network Analysis*, John Wiley and Sons Ltd., United Kingdom.
- Iida, Y., Akiyama, T. and Uchida, T. (1992): Experimental Analysis of Dynamic Route Choice Behavior, *Transportation Research* **26B**, pp.17-32.
- Iida, Y., Uno, N. and Matsui, K. (1993): Dynamic Simulation Model to Analyze Effect of Providing Traffic Information, *Proceedings of Infrastructure Planning*, JSCE, **16(1)**, pp.13-20, (in Japanese).
- Iida, Y., Uno, N. and Yamada, T. (1999): Experimental Analysis of Effects of Travel Time Information on Dynamic Route Choice Behavior, *Behavioral and Network Impacts of Driver Information Systems*, Edited by R. Emmerink, Avebury/Ashgate. Pp.215-239.
- International Association of Traffic and Safety Sciences (IATSS) (1998): *Study on Road Traffic Management Systems in Earthquake Disaster based on Damage Investigation of Hanshin-Awaji Great Earthquake*, (in Japanese)
- Uno, N., Iida, Y. and Hasegawa, T. (1993): A Dynamic Network Model for Evaluation on Providing Real Time Traffic Information, *Preprint of the 26th International Symposium on Automotive Technology and Automation*, pp.281-288.