

ユーザ知識と交通情報に基づく経路選択の基本モデル

本多 建^{*1}、桑原雅夫^{*2}、勝呂純一^{*3}、花房比佐友^{*4}、新井寿和^{*2}、古川 誠^{*1}

*1：東京大学 国際・産学共同研究センター

*2：東京大学 生産技術研究所

*3：株式会社 長大

*4：株式会社 アイ・トランスポート・ラボ

動的な交通情報の提供サービスは広域なラジオやテレビ放送から、道路上の交通流に対して重要な影響をもつ地点に設置された路側情報板や路側放送による詳細な情報サービスに進化してきた。そして、最近の十年間は、カーナビゲーションシステムの発達により、広域的な情報に連動しつつ、個々のドライバーの行動に対応した個人向けの交通情報提供サービスへと著しい変化を遂げてきている。本稿は、ドライバーの運転行動に着目しドライバーが持つ道路交通に関する知識と外部から受け取る交通情報を組合せた、情報提供効果推計などに利用可能な経路選択の基本モデルを既存の交通流シミュレーションを利用して実現する方法について述べるものである。

The Basic Model of Route Selection Based on Knowledge and Information

K.Honda^{*1}, M.Kuwahara^{*2}, J.Katsuro^{*3}, H.Hanabusa^{*4}, T.Arai^{*2}, M.Furukawa^{*1}

*1 : Center for Collaborative Research, University of Tokyo

*2 : Institute of Industrial Science, University of Tokyo

*3 : CHODAI CO., LTD.

*4 : i-Transport Lab. Co., Ltd.

The methods of providing dynamic traffic information progressed from broadcast such as radio or TV to information boards and the limited area radio set up on the roadsides. Also contents of dynamic information changed from a wide area of traffic conditions without details to details of traffic conditions dedicating to drivers who passed under the information boards and limited area radio. Nowadays, car navigation systems are available to provide drivers personalized information as well as a wide area of traffic conditions. As a result, drivers are able to select routes for their suitable purposes of trips and schedules. This paper explores driving behavior under the remarkable change in the traffic information service, and describes ways of implementing the basic model of the route selection that combines driver's knowledge and traffic information received from any devices by using a traffic flow simulation program.

Keyword: *Driving behavior, Route select, Traffic information*

1. はじめに

交通情報提供サービスはテレビやラジオ放送で広範囲のドライバーに共通する粗い広域情報の提供

に始まり、情報板や路側放送など提供地点（メディア設置地点）を通過するドライバーに限定した即時性のある情報提供を経て、カーナビゲーションシステム（以下カーナビと略す）を利用した個人の行動目

的に対応したサービスへと進化してきた。このような変化の中で、交通情報提供サービスの効果について、動的シミュレーションを利用し情報を受けたドライバーと受けなかったドライバーを区別したマルチクラスシミュレーションなどの研究が進められてきているが、計算量の問題などにより情報サービス内容などの多くの属性を考慮することは難しかった。本稿は、交通情報提供が与える交通への影響を把握するために、運転中のドライバーが走行予定経路を維持する行動に着目し、様々な情報サービス内容と経路維持行動の関係に基づいて組み立てたドライバーの経路選択行動モデルと、このモデルの既存の交通流シミュレーションへの適用方法について述べる。

2. ドライバの運転行動

走行中のドライバーは前方を中心に周囲の状況を把握し、車線境界や先行車両あるいは歩行者などに注意をはらい危険か否かを判断している。危険な状態と判断するとそれを回避する運転操作を実施する。マイクロシミュレーションのドライバーモデルでは、これらを「認知」、「判断」、「行動」というモデルで扱うことが多い。経路選択においても運転操作と同様にこれらが行われていると考えられる。

交通状況の変化が少ない場合、運転中のドライバーは案内標識や、道路や交差点の形状、道路周辺の建物などの目標物により自分の現在位置を「認識」しながら、曲がるべき交差点や分岐路をドライバーが記憶している移動経路のイメージと照合して「判断」し、車両の進行方向を決定して「行動」する経路維持行動を繰り返している。運転操作との差異は、運

転操作では危険か否かという直感的な判断を瞬時に中断なく行なっているのに対し、経路維持行動では照合という比較的緩やかな判断をドライバーが周辺環境から目標物などを認知したときなどに断続的に行っている点である。運転操作と経路維持行動は並行して行われるため、周辺目標物を認識し損ねたり現在位置を見失った場合には、通常は断続的に行われる経路維持行動が頻繁に行われ、常時行われている運転操作行動に影響するようになり、事故などにつながる可能性が高まる。カーナビではドライバーが記憶の中に持つ目的地までの経路情報をカーナビのメモリ空間上に展開し GPS や自立航法を用いて得られる現在の自車位置と経路情報を比較して、行動地点への接近通知や、ドライバーの記憶とは別の新たな経路案内などを行っている[1]。これによりドライバーの経路維持行動の負荷が軽減される。運転操作と経路維持行動について Fig-1 に整理した。

現実の交通状況は交通需要の変動や事故など突発事象の発生などさまざまな要因で変化し、ドライバーが走行前に予想した状況と異なってくることも多く発生する。このような場合、ドライバーは経路維持行動と同時に、周辺交通状況の変化を認知し経路を変更すべきかどうかという経路選択行動も行っていると考えられる。経路選択行動も経路維持行動と同様に「認知」、「判断」、「行動」というモデルで表すことができる。ドライバーは自車周辺の交通流を目視や情報提供サービスなどから「認識」する。ドライバーが経験から得たさまざまな交通状況の知識と照合して、目的地までの予定経路の交通状況を推定し、それまでに記憶していた交通状況とに違いにより経路変更の必要性を「判断」し、経路を決定して「行

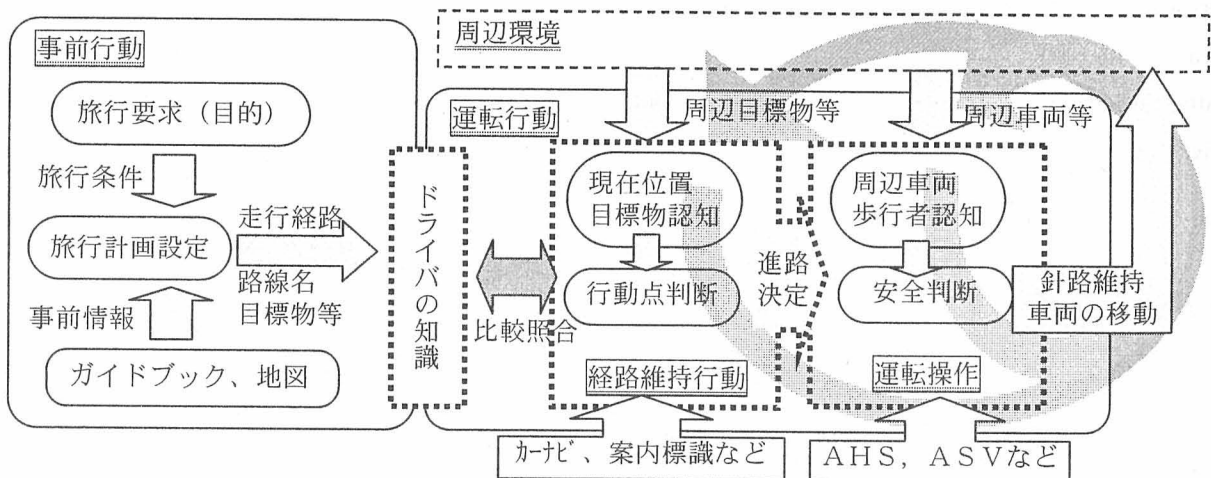


Fig-1 経路維持行動と運転操作

動」する経路選択行動を交通状況の変化や情報提供のタイミングにより繰り返しているものと考えられる (Fig-2 参照)。

3. 経路選択行動と情報入手手段 (情報サービス)

経路選択行動において、ドライバーは多様な方法で周辺の交通状況を認識している。特に、情報サービスを利用した情報入手は、ドライバーが通常的に目視で行う交通状況認知、経路判断をさまざまなレベルで補助している (Fig-2 参照)。ドライバーの目視を含めた代表的な情報入手手段とその特性を以下に示す。

3-1 出発前 (事前) 情報入手手段

テレビ、ラジオ、インターネット、(携帯) 電話などさまざまな事前情報提供サービスが行われている。これらは主に出発前に行われる走行予定経路の選択や出発時間の調整に利用されるものと考えられる。

3-2 走行中の情報入手手段

1) 目視による情報入手

走行中のドライバーの基本的な交通状況認知行動である。目視可能範囲は限定されるが、経験豊富なドライバーは、広域的な交通状況と目視で得られる局所的な交通状況との関係を知っていて、これにより広域的な交通状況を類推して経路判断を行っているものと考えられる。

2) 情報板 (路側放送) による情報入手

情報板 (路側放送) は、ドライバーがこれらの設置地点を通過した時点で設置路線の進行方向の一定範囲の重要な情報または直近の情報を提供し、ドライバーの交通状況認知を補助するサービスと考えられ

る。設置地点を通過する全てのドライバーが利用できるが、文字・図形・音声による提供のため正確な位置情報が伝達しにくく、表示内容も設置場所に依存する場合も多く、日常的に利用するドライバーにはわかりやすいが、一過性のドライバーにはわかりにくいことがある。

3) VICS (FM 多重) + ナビによる情報入手

VICS (FM 多重) では次の2つのタイプのサービスが行われている。①ドライバーの交通状況認知を補助するサービス。5分毎に提供される対象エリア内のVICS対応道路のリンク渋滞状況 (渋滞・混雑・通常の3ランク) や通行規制情報を自車周辺範囲地図に表示する。情報板に比べドライバーの経験の影響は少ないが、提供範囲があまり広くないため広範囲の経路選択についてはドライバーの知識が必要となるものと考えられる。②経路判断行動を補助するサービス。リンク渋滞状況を基に算定しなおしたリンク旅行時間を利用してカーナビが最短時間経路などのルートガイダンスを行うものがある。ルートガイダンスでは、カーナビがドライバーの知識の代わりをして広範囲の交通状況を考慮した経路選択結果が提供されるためドライバーの知識が不足していても経路選択が行える。現状ではこれらのサービスは多くのカーナビに標準装備されているが、渋滞状況 (3 ランク) に変換された結果を基にルートガイダンスが行われるため信頼度はあまり高くなく、知識の豊富なドライバーは自分の判断を優先することが多いといわれている。

4) VICS (ビーコン) + ナビによる情報入手

VICS ナビ (FM 多重) と同様に交通状況認知を補助するリンク渋滞状況の地図表示と、経路判断行動を補助するカーナビによるルートガイダンスの

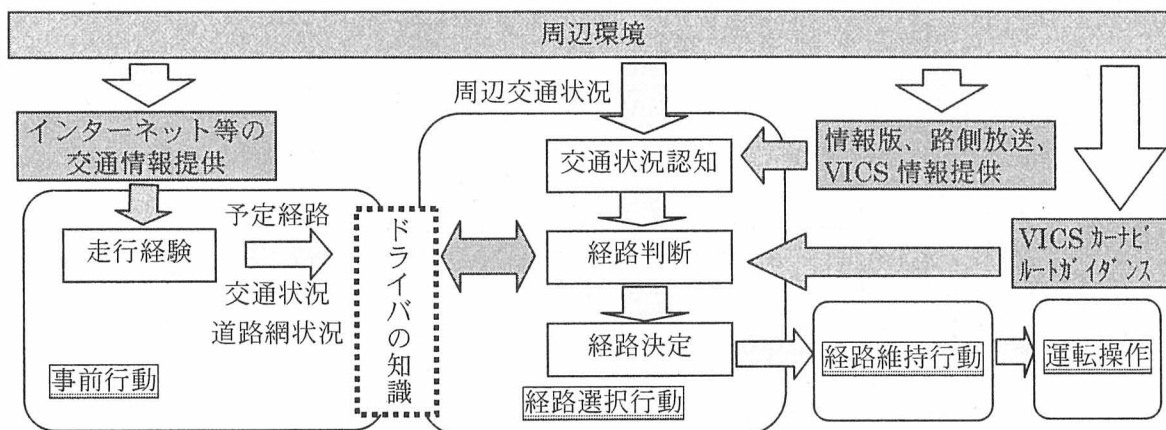


Fig-2 経路選択行動と情報サービス

2つのタイプのサービスが行われている。FM 多重によるサービスとの差異は、VICS ビーコン設置位置を通過した時点で情報が提供される点と、経路判断行動を補助するサービスが対象エリア内の VICS 対応道路のリンク旅行時間を利用し信頼性は高いといわれている点である。現状では利用者数はあまり多くない。

4. 経路選択モデルの交通流シミュレーションへの適用

本経路選択モデルは情報提供サービスの効果推計などに利用することを想定しているため、ある程度広範囲のネットワークを対象に効率的に推計が行えるフローモデルを用いた交通流シミュレーションを対象とすることが妥当である。ドライバの経験から得られる知識ベースを利用して道路網に対する知識の有無と提供される交通情報の信頼度といったドライバ属性を反映した経路選択モデルを交通流シミュレーションに適用する方法の概要を Fig-3 に示す。このシミュレーションでは、①ドライバ知識の実現方法、②情報提供サービスの表現方法、③既存のドライバ属性と知識レベルや情報への信頼度との対応、などが重要となる。これらの内容について以下に示す。

4-1 ドライバ知識の実現方法

経路選択行動を行うためには、ドライバの知識

は走行予定経路だけではなく、その経路周辺のさまざまな交通状況や道路状況の知識を伴っている必要がある。前述のようにドライバはこのような知識を日々変動する交通状況の中で自分の走行した経路上の交通状況を日々の経験として蓄積し形成していると考えられる。さらに、このようなドライバの行動が重なり合って日々の交通状況が作られている。既存の研究では、「ドライバの経路選択には最近の経験ほど影響が大きい」 [2] こと、「より多くの経験を基に推論を行うほど、利用者均衡に収束する傾向がある」 [3] ことが示されている。本モデルにおいてもドライバの知識はドライバが類似した交通状況を繰り返し認識することで形成される一種の均衡状態に対応すると考える。また、経験豊富なドライバは、さまざまな交通需要の基で得られる交通状況を知識として保有しているものと考えられる。このような状態を表すために、多様な OD 交通量を基にロジット型の確率選択モデルを利用した動的シミュレーションにより求められる交通状況を用いることとした。多様な OD 交通量を作るために、センサ起終点調査やパーソントリップ調査などから得られる平均的な OD 交通量を、当該地域の交通量センサで記録される地点交通量の年間日変動パターンを利用して変化させ、閑散から混雑状況に対応した 20 パターン程度の OD 交通量を作成するものとした。また、道路、交通状況に関する知識をあまり持たないドライバについては、経路維持行動 (Fig-1) で示したようにガ

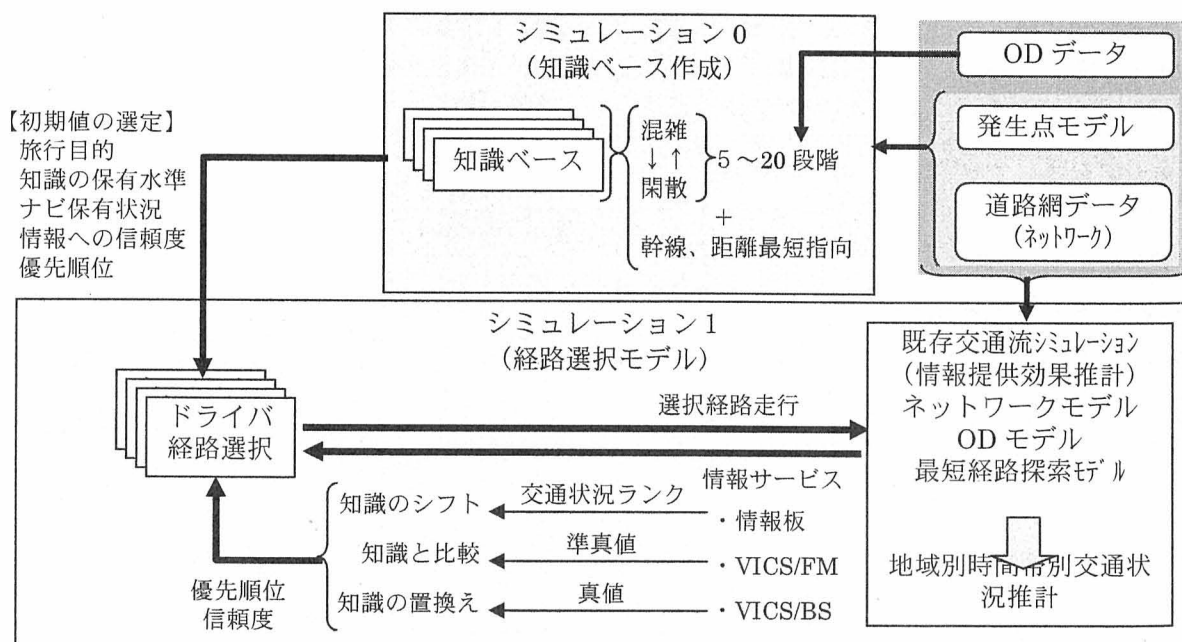


Fig-3 交通流シミュレーションへの適用

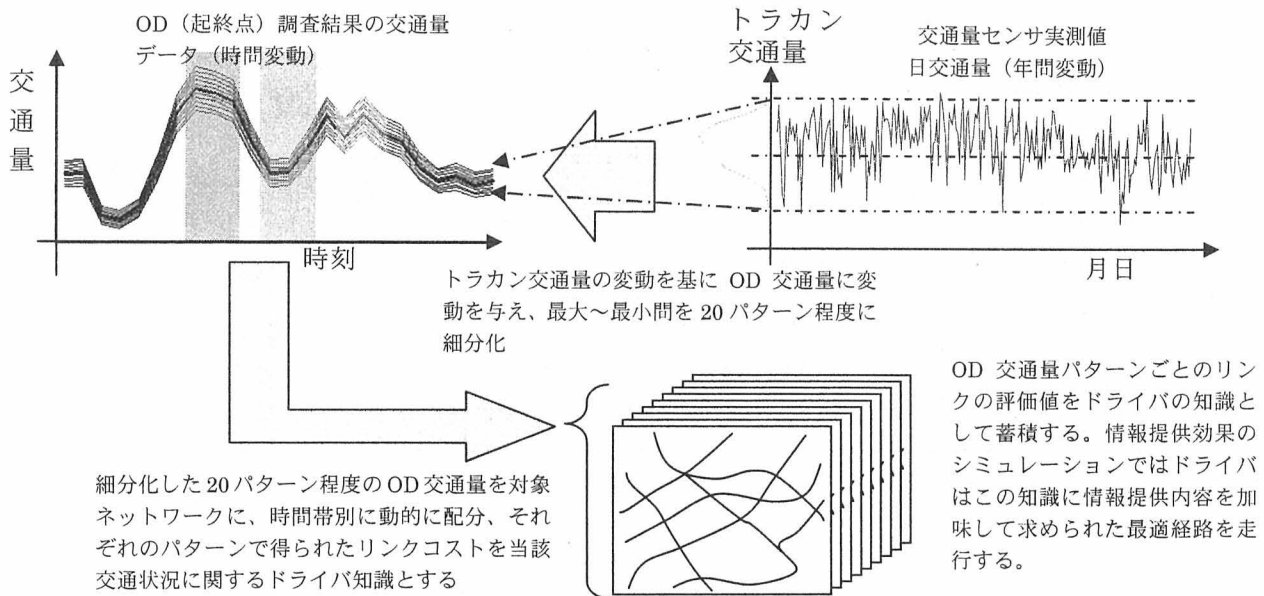


Fig-4 ドライバ知識の作成

イドブックや地図などを利用して目的地までの幹線中心の走行予定経路や経路上の定常的な交通状況を想定した時間最短経路を利用するものと考えた。

このようにして得られる交通状況の知識表現としては、後述する情報サービスが容易に表現できるように、道路網に対応したリンクの評価値（コスト）を利用するものとした（Fig-4）。

4-3 情報提供サービスの表現方法

本研究では、ドライバの経路選択行動に影響が大きいと考えられる①情報板・路側放送、②VICS/FM 多重情報対応ナビ経路案内、③VICS ビーコン情報対応ナビ経路案内を対象とする。

1) 情報板・路側放送

知識の豊富なドライバに対しては、情報板設置位置を通過時に情報板毎に設定される情報提供範囲の交通状況とドライバの記憶している同一領域の交通状況を比較し、ドライバの信頼度（アンケート調査などにより情報板情報をどのくらい利用しているかを把握する）を考慮して利用する知識ベースを選択する。幹線指向の知識ベースを利用する経験の少ないドライバは情報板の情報では経路変更を行わない。

2) VICS/FM 多重情報対応ナビ経路案内

FM 多重放送ではドライバの位置によらず、5分毎に次の処理を行う。渋滞状況の地図表示による提供では、情報板と同様の処理を行いドライバの知識ベースの変更量を求める。また、カーナビでの経

路案内を前提とした情報提供では、経路選択のための知識データを最新の渋滞状況（渋滞・混雑・通常の3ランク）を基に算定しなおしたリンク旅行時間情報に置き換える。置き換えにおいては地図表示の情報内容およびドライバの信頼度（アンケート調査などにより地図表示情報、FM 多重情報をどのくらい利用しているかを把握する）を考慮する。

3) VICS ビーコン情報対応ナビ経路案内

ビーコン情報はドライバがビーコン設置位置を通過した時点で次の処理を行う。渋滞状況の地図表示による提供では、情報板と同様の処理を行いドライバの知識ベースの変更量を求める。また、カーナビでの経路案内を前提とした情報提供をでは経路選択のための知識データを最新の交通状況に置き換える。置き換えにおいては地図表示の情報内容およびドライバの信頼度（アンケート調査などにより地図表示情報、ビーコン情報をどのくらい利用しているかを把握する）を考慮する。

4-2 ドライバ属性と知識レベルや信頼度との対応

1) 知識レベル

前述のようにドライバの知識は走行経験の蓄積により形成される。走行経験の有無については、センサ起終点調査の運行目的から把握する。すなわち、通勤・通学や帰宅などの日常的な利用で豊富な経験を持つドライバは、さまざまな交通状況に対応した知識を持っている可能性が高いと考えられる。これに対し、観光交通など経験のない道路を走行し

Table-1 知識・信頼度と OD 属性の対応

OD 目的・車種区分		知識	知識レベル	初期分布	信頼度	
乗用車類	家用	出勤・登校・帰社・ 帰宅・送迎	あり	アンケートで設定	OD分布に対応	アンケートで設定
		業務	あり	アンケートで設定	OD分布に対応	アンケートで設定
		家事・買い物・社 交・娯楽	あり	アンケートで設定	OD分布に対応	アンケートで設定
		生活圏外の観光・行 楽・レジャー	なし	幹線指向	固定	信頼せず
	営業車	あり	アンケートで設定	OD分布に対応	アンケートで設定	
貨物	小型貨物	経路固定	最短距離指向	固定	信頼せず	
	普通貨物	経路固定	幹線指向	固定	信頼せず	

ている非日常的な交通の場合は交通状況や道路状況の知識はあまり持っていないものと考えられる。知識を持つドライバーにおいても、経験の程度により知識の保有量に差があるものと考えられる。これらについてはドライバーが保有する知識ベースの数により表すことができると考えられる。しかし、現時点では適切な指標を与える資料は見あたらず、何らかの分布を与える必要がある。今後、経路変更を行う状況に関するアンケート調査などで適切な分布を得ることができるものと思われる。

2) 情報への信頼度

情報の信頼度についても現時点では適切な指標を与える資料は見あたらず、何らかの分布を与える必要がある。

5. 今後の課題

情報サービスの特性をドライバーの行動特性と対応してシミュレーションに組み込むことで、次世代の個人の嗜好やスケジュール等と連動したサービスが普及した場合の交通への影響評価への適用が期待される。今回は、東京大学生産技術研究所桑原研究室で開発された SOUND 交通シミュレーションを利用して、本経路選択モデルの適用を進めている。

現状の SOUND にはロジット型の確率選択モデルが組み込まれている。ドライバーの知識ベースは、このモデルを利用して、OD 交通量を変化させて作成する。現在、複数の知識ベース（リンクコストテーブル）を利用して経路選択を行う改造を進めている。

また、並行してこれまでに既存アンケートなどからドライバー属性として、道路網と交通状況に係わる知識の有無が経路変更を行う上での重要な要因となっていること、現状の情報提供サービスではあま

り信頼度が高くなく、自分の知識に基づいた経路変更の参考にとどまっているドライバーが少なくないことなどがわかってきた。今後、さらにドライバー属性を把握するためのアンケートを実施し情報サービスに対するドライバーの属性を補強してゆく予定である。

参考文献

- [1] 財)自動車走行電子技術協会, 財)日本自動車研究所 (2000/3), ナビアーキテクチャに関する調査研究報告書 (ITS 規格化 J99-1)
- [2] 高野 明; 宇野 伸宏; 飯田 恭敬(1993), 交通情報の効果を考慮した経路選択行動の動的分析, 土木学会論文集, 470, pp77-86
- [3] 中山 晶一郎; 北村 隆一(2000), 帰納的推論に基づく経路選択行動と道路交通システムの動態に関する研究, 土木学会論文集, 660, pp53-63
- [4] 土木学会(1998), 交通ネットワークに均衡分析ー最新の理論と解法ー
- [5] 飯田 恭敬, 藤井 聡, 内田 敬(1996), 動的交通流シミュレーションを用いた道路網における情報提供効果に関する分析, 交通工学, 31(6), pp19-29
- [6] 朝倉康夫(2000), 利用者の属性に応じたサービスと需要予測, 高速道路と自動車, 第43巻, 第6号, pp.11-13
- [7] 溝上章志, 本田秀太(2002), 多種流確立均衡配分理論を用いた VICS 情報の利用率予測と効果計測の方法, 土木学会論文集, 709, pp105-115
- [8] 道路交通情報通信システム推進協議会 (1992), VICS グランドセミナー報告書
- [9] アイ・トランスポート・ラボ (2001/2), SOUND/A-21 モデル検証(verification)報告書