

# 各種施策評価に向けた ミクロシミュレーションシステムの開発

計画部 特定計画グループ 八ツ元 仁  
計画部 調査グループ 北澤 俊彦

## 要 旨

阪神高速において、HEROINEというマクロシミュレーションを用いて様々な分析を行ってきたが、個々の車両の挙動に対する分析などは行えなかった。個々の車両の挙動とインタラクションについて再現しえるシミュレーションモデルとしてミクロシミュレーションが挙げられるが、膨大な計算処理が必要とされる大規模ネットワークでのモデル化には適してないとされてきた。しかし、近年の計算機の処理速度に格段の進歩が見られ、阪神高速道路のような大規模ネットワークを取り扱うことも可能となってきた。

本論文ではミクロシミュレーションシステムを開発し(開発主体:愛媛大学)、計算時間評価と再現性評価を行った上で、マクロシミュレーションでは取り扱えない阪神高速道路における各種施策に対する評価の可能性について検討するとともに、新たな情報提供サービスの可能性についても検討をする。

**キーワード:**ミクロシミュレーション, 演算処理時間, 再現性評価, 新たな情報提供サービス

## はじめに

都市高速道路上の交通現象をモデル化する方法として、分割配分、均衡配分といった静的な交通検討手法から、動的な交通検討手法であるマクロシミュレーションやミクロシミュレーションといった様々なモデルが考えられてきた。阪神高速においてもHEROINEというマクロシミュレーションモデルを用いて、様々な分析を行ってきた。マクロシミュレーションモデルは、膨大な計算処理が必要とされる大規模ネットワークでのモデル化には適しているとされてきた。しかし、実際の高速道路では、車線運用やETCゲートの設定位置などにより車両の挙動は大きく変化し、錯綜し干渉しあう車両挙動が交通容量に大きな影響を与える。

このような個々の車両の挙動とインタラクションをモデル化しない限り、道路混雑の正確な再現は困難であるといえる。しかしながら、近年の計算機の処理速度に格段の進歩が見られ、大規模ネットワークを取り扱うことも可能となってきた。また、取り巻く環境の大きな変化として、平成17年10月の公団民営化があり、お客様への情報提供サービスのさらなる充実といったニーズなどがあり、個々の車両の挙動データを基本にした、再現精度の高く計算時間の早いシミュレーションシステムの重要性が認識されてきている。

そこで、本研究では、阪神高速道路ネットワーク全体において試算運用可能なミクロシミュレーションシステムを開発し(開発主体:愛媛大学)、演算処理時間の増加に対する計算時間評価と再現

性評価を行った上で、マイクロシミュレーションモデルのフレーム評価を行い、阪神高速道路における車線運用変更の影響評価といった、従来モデルで評価できなかった各種施策に対する評価の可能性について検討するとともに、新たな情報提供サービスの可能性についても検討を行う。

なお、本研究では、開発したシミュレーションモデルを検証するにあたり、MIT (Massachusetts Institute of Technology) のシミュレーション研究室で開発されたシミュレーションモデルである MITSIM を用いて比較検証を行った。

## 1. ミクロシミュレーションシステムの開発

### 1-1 SMOOTHの開発

図-1 にマイクロシミュレーションシステム SMOOTH の実行フローを示す。SMOOTH の計算エンジンは、車両発生、追従走行、車線変更、ネットワーク制御の4つのモジュールで構成されている。これらの計算モジュールをスキャンインターバルごと各車両ごとに繰り返す離散型のシミュレーションモデルである。

道路ネットワークをリンクとノードから定義し、さらに各リンクをセグメントによって構成する。各セグメントはレーン数、速度、レーン接続条件といった属性値を持っている。ノードとリンクで現実的な JCT の車両挙動を表現することは困難である。レーン間の車線変更の可否といった情報を詳細に定義することで、複雑な車線運用に対する車両の移動挙動を表現する。さらに検知器を任意の場所に設定することより、通過した車両の台数や速度をカウントすることも可能な構成とした。車両移動において、各車両は属性別に設定されたパラメータを用いて、相互に干渉する車両との関係に基づいて速度を計算し、その速度を用いて移動する。同時に次の条件にあてはまる場合には車線変更を実施する。

a)次に進む方向のリンクに接続するレーンが限られている場合(右左折の場合など)

b)下流側でレーンがなくなっている場合

c)前方に速度の低い車両がいる等の理由で自車の速度が低く抑えられているが、車線変更によって、自車の希望速度に近づくことができる場合。

以上の車線変更条件に当てはまる場合、隣接レーンのギャップから、車線変更の可否を判断して確率的に車線変更を実施させる。また、ネットワーク制御では料金所(レーン単位の ETC 設置の有無)、信号の設置を行うことが可能である。次に、SMOOTH の特徴である車両挙動モデルの考え方を説明する。

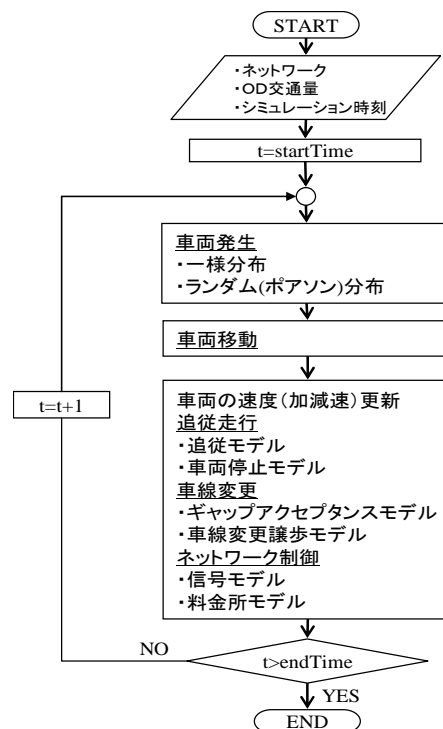


図-1 SMOOTHの実行フロー

### 1-2 追従モデル

自動車交通流を個々の車両の走行挙動の集積として取り扱う考え方は佐佐木らによって1950年代に示されている。道路を走行する車両は、前方走行車両、特に直前の車両の挙動による影響を強く受ける。このため道路の延長方向に何台かの車両が列をなして走行している時、列の途中で生じた走行の乱れは後方車両に順に伝播していく。車両の追従挙動を微分方程式で表され、追従時での乱れの伝播の安定性解析がなされている。ある2台の車両の後方車 (n+1番目の車両) が、前方車 (n番目の車両) に対してとる関係は次式で示される。

$$x_n - x_{n+1} = L + S\dot{x}_{n+1} \quad (1)$$

- $x_n$ ; n番目の車両の位置
- $\dot{x}_n$ ; n番目の車両速度
- $L$ ; 停止時の車頭距離
- $S$ ; 比例定数

車頭距離は連続する2台の車両の前端間の距離を指す。式(1)は、後方車が前方車との間にとる車間距離が停止時の車間距離に速度に比例する距離を付け加えた値になることを意味している。

### 1-3 最適速度モデル(Optimal Velocity Model)

一方、SMOOTHでは、車両の追従(自由)走行をOVMで表現する。通常の追従モデルに対するOVMの特徴は、個々の車両の相互干渉を協同現象として捉えており、渋滞クラスタの移動速度や、臨界車両密度などをより柔軟に表現できる点にある。

まず、道路の延長方向に多数の車両が列をなして走行しており、追い越しが禁止されているものとする。このとき、前方車両が速度変化を起こしたなら運転者は安全を保つため自己の車両の速度を調節し、安全な車間距離を保持しようとする。このような運動をBando et al(1994)は式(1)の両辺を時間微分した次の微分方程式で表現している。

$$\ddot{x}_{n+1}(t) = \lambda[\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)] \quad (2)$$

- $\dot{x}_n(t)$ ; n番目の車両速度
- $\ddot{x}_n(t)$ ; n番目の車両の加速度
- $\lambda$ ; 定数(=1/S)

式(2)は、追従車両の加速度はその時の直前の車両と当該車両との速度差に比例していることを意味する。定数 $\lambda$ は、正の値とし運転者の前者からの刺激に対する反応鋭敏性を示す。

1本の道路を多数の車両が走る数値シミュレーションを考える場合、直線的な高速道路のような単純な道路においてさえ自然渋滞が発生しうることがよく知られている。各車の速度は、前方車両との車間距離が一定ならば決まった値をとるものとし、それを「最適速度」と定義する。現在の速度が最適速度より速ければブレーキをかけ逆に遅

ければ加速する。周期境界条件を課したOVMにおいて、追従速度は前の車との間隔による関数として導入される。すべての車の大きさを0とし、ドライバーの反応速度が一様であるという場合について考える。ドライバーは前の車の情報から衝突しないように、そして法定速度を超えないように加減速するため、運動方程式は次式で表される。

OVMでは、各車の運転者は自分の一つ前の車との距離 $\Delta x_n$ に応じて変化する理想の速度(最適速度)を目標値として持ち、その理想速度に近づけようと加減速するという状況を設定している。その最適速度には次の性質が要求される。

- a)  $\lim_{\Delta x_n \rightarrow 0} V(\Delta x_n) = 0$  となる関数。
- b)  $\lim_{\Delta x_n \rightarrow \infty} V(\Delta x_n) = \text{定数}$  となる関数。定数は法定速度を指す。
- c) 単調増加である関数。

$V(\Delta x_n)$ は、既往の研究にしたがって、最適速度関数(図-2)を仮定する。

$$V(\Delta x_n) = \tanh(\Delta x_n - 2.0) + \tanh(2.0) \quad (3)$$

OVMモデルでは、前方車両との車間距離が一定距離 $L_{\max}$ を超えると車両速度は限りなく法定速度 $V_{\max}$ に漸近する。この時、車両は自由走行状態であるといえる。

$$\ddot{x}_n = \alpha[V(\Delta x_n) - \dot{x}_n] \quad n = (0, 1, 2, \dots, N-1) \quad (4)$$

$\Delta x_n (= x_{n-1} - x_n)$ : 前方車両 $n-1$ と自身の車 $n$ との車間距離  
 $\dot{x}, \ddot{x}$ : 時間1階, 2階微分

$V(\Delta x_n)$ : 車間距離が $\Delta x_n$ の時の最適速度

$\alpha$ : ドライバー反応パラメータ

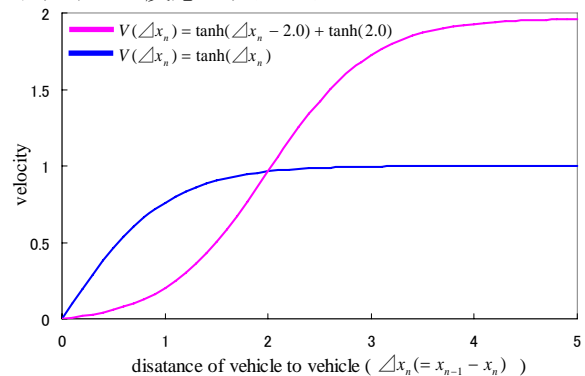


図-2 最適速度関数

### 1-4 車線変更モデル

現実の道路交通では、円滑な走行を阻害する要因として、街路では前方の障害物（駐車車両）や交差点、高速道路では、インターチェンジやジャンクションの分合流部などが上げられ、これらを回避するために車線変更が行われる。また、この他の要因として、より速く走行するため（希望速度に達するため）行う場合もある。ここでは、シミュレーションモデルにおける車線変更のアルゴリズムを整理する。

#### (1) ギャップアクセプタンスモデル

車両が車線変更を行う際は、図-3のフローに示す手順により行う。車線変更の判断は、車線変更しようとする車両が隣接する車線の前方および後方に一定値以上の間隔がある場合に車線変更を可能とする。（図-4、式(5)参照）

$$\begin{aligned} gap_{lead} &= (x_{n-1} - x_n - L_{n-1}) + (V_{n-1} - V_n) \\ gap_{lag} &= (x_n - x_{n+1} - L_n) + (V_n - V_{n+1}) \end{aligned} \quad (5)$$

$x_n$ : 車両位置,  $L_n$ : 車両長,  $V_n$ : 車両速度

式(5)より,  $gap_{lead} \geq \alpha$ かつ  $gap_{lag} \geq \beta$  を満たす時, 車線変更を行う。(  $\alpha$ 、 $\beta$ : 受容ギャップ)

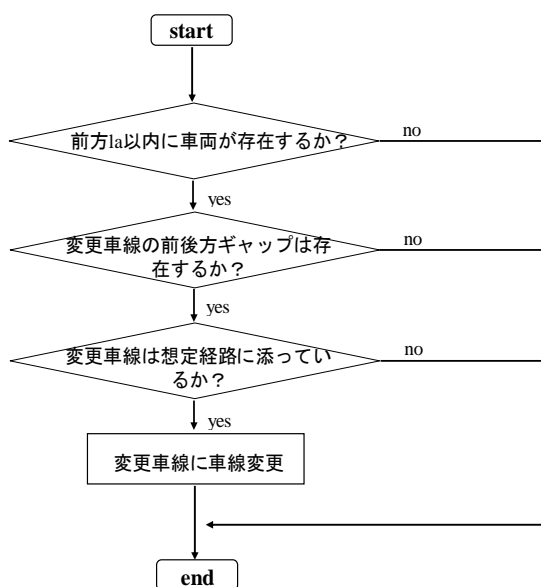


図-3 車線変更フロー

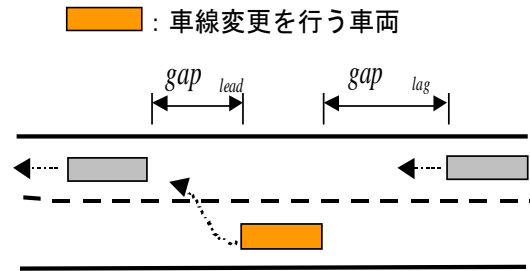


図-4 車線変更時の車両挙動

#### (2) 車線変更譲歩モデル

経路整合を行う時, 変更先の車線の車両はこちらがスムーズに車線変更を行うために避走挙動をとり車線変更スペースを譲歩する. SMOOTHでは変更先の車線を走行している車両の譲歩行動の選択確率を次式で表す.

$$P(e) = P_{max} * \exp\left(-\frac{l^2}{\lambda^2}\right) \quad (6)$$

$P(e)$ : 譲歩確率

$P_{max}$ : 最大譲歩確率

$l = l_1 - l_2$

$l_1$ : 臨界位置から車両の距離

$l_2$ : 仮想臨界地点

$\lambda$ : 車線認知パラメータ( $L/2.0$ )

$L$ : 車線変更認知距離

ここで言う, 臨界位置とは車線変更が物理的に可能とする臨界位置(例えばノーズ位置)である。また, 仮想臨界地点とはドライバーが臨界位置を意識して車線変更の意思が最大となる位置である。式(6)は車両が(仮想)臨界位置に近づくと, 譲歩確率は指数関数的に増加することを示している。

## 2. SMOOTHの再現性の検証

ミクロシミュレーションモデルの特性として, 合流・分流部における個々の車両の挙動の再現性が挙げられる。このような特性からも, 渋滞の先頭となるボトルネック部の評価には適している。本研究では, SMOOTHが考慮するモデルパラメータと交通流特性の関係について検証することにより, ボトルネック部における再現性の確認を行うと同時に, SMOOTHの再現性についても評価を行った。

ここでは、Q-K曲線を用いて分析を行う。Q-K曲線とは、交通量Qと交通密度Kの関係を表すものであり、注目する区間のQ-K曲線を引くことにより、その容量や交通流特性について知ることができる。SMOOTHの車両挙動は追従タイプのモデルであり、リンク容量やQ-K曲線は外生的に与えられるものではなく、個々の車両挙動を合成した結果として再現される。

## 2-1 単路部

3リンク（単路2車線）からなるボトルネックを持たないネットワークを設定し、シミュレーションを9パターン行いそれぞれについてMITSIMとの比較を行った。（図-5、表-1参照）結果を図-6、図-7に示す。

SMOOTH, MITSIM の共に需要交通量が同じ場合、法定速度が高くなることで、密度が低くなる傾向が見られる。また、速度40, 60, 80km/hにおけるQ-K曲線がほぼ線形になっており、全パターンにおいて、渋滞延伸による待ち行列は発生しない結果となった。以上のことから、各パターンにおいて自由流であったと考えられる。なお、自由流とは下流の道路区間の容量を受けない交通流と定義する。

このように、両モデルにおける交通需要によるリンク交通量の差は認められない。一方、密度に着目すると、SMOOTHの方が比較的高い傾向が見られる。単路部における車両挙動においてSMOOTHでは追い越しを考慮しており、MITSIMでは単路において車線変更の意思は確率的に決定される。よって、SMOOTHでは追い越しにより攻撃性が高い車両（希望速度が高い車両）がリンクの空白スペースに流入し密度が高くなるためだと考えられる。

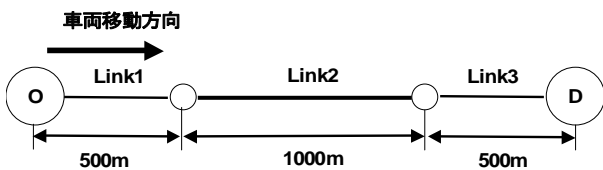


図-5 仮想ネットワーク（単路）

表-1 パラメータセット（単路部）

	速度(km/h)	交通需要(台/h)
Pattern 1	40	500
Pattern 2		1,000
Pattern 3		2,000
Pattern 4	60	500
Pattern 5		1,000
Pattern 6		2,000
Pattern 7	80	500
Pattern 8		1,000
Pattern 9		2,000

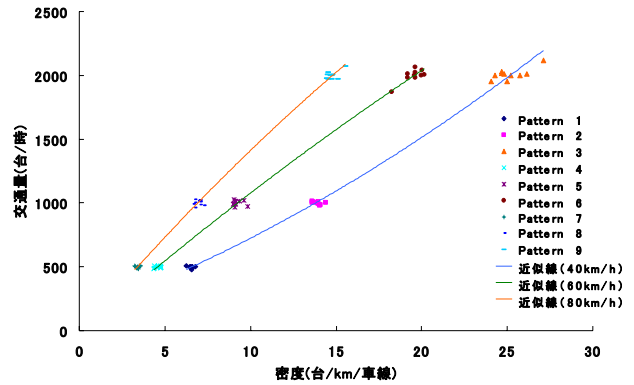


図-6 単路部におけるQ-K曲線(SMOOTH)

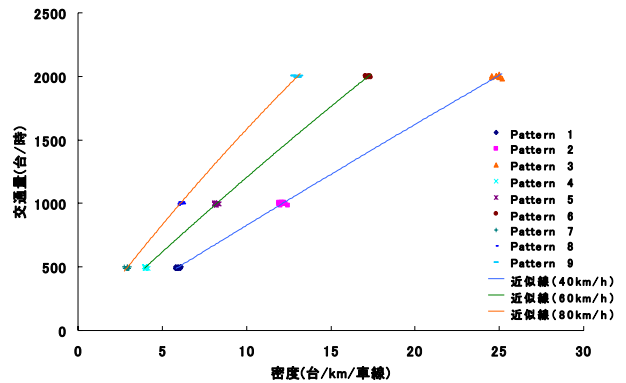


図-7 単路部におけるQ-K曲線(MITSIM)

## 2-2 織り込み区間

織り込み(weaving)とは、ほぼ同じ方向を持つ2つ以上の交通流が小さな角度で交差している時に、一つの交通流の車両が他の交通流を徐々に横切る動作をいう。織り込みが行えるように設計された一方通行車道の区間を織り込み区間(weaving section)という。織り込み区間は、高速道路の合流部に近接して分流部が続く場合、あるいはオンランプに近接してオフランプが続き、かつその間を付加車線で接続される場合等が該当する。

織り込み区間では、織り込みを行う織り込み交通と、織り込みを行わない非織り込み交通とが混

在する。また、極端に車線変更が集中するため、交通流の乱れが生じる。我が国では、織り込みの交通容量について十分にまとめられておらず、以下では桑原らがまとめた文献を参考に分析を行う。

桑原らの観測データよれば、織り込み区間の交通容量は単路区間の 80~90%の範囲になり、織り込み区間の交通容量は約 2,000(pcu/時/車線)となる。また、織り込み区間長がある一定以上の長い区間では区間長の影響を受けないということも報告されている。ここでは、マクロモデル、SMOOTH、MITSIM によって織り込み区間の Q-K 曲線を求め、交通流特性の分析を行う。

マクロモデルでは、あらかじめ各リンクに交通量-密度関係(Q-K関係)を設定しておき、この関係を用いて車両を移動させる。一般に交通量を  $Q$ 、密度を  $K$ 、速度を  $V$  とすると以下のような関係が導き出される。

$$Q = KV \quad (8)$$

式(8)によるQ-Kの関係を図-8に示す。また、織り込み区間における交通容量は、桑原が導出した式(9)を用いて算出する<sup>4)</sup>。

$$Q = 2300 * N - 0.65 * Q_{ws} + 0.0043 * L - 170 \quad (9)$$

- $Q$ : 織り込み区間の交通量 (pcu/時)
- $N$ : 車線数
- $Q_{ws}$ : 小さい方の織り込み交通量 (pcu/時)
- $L$ : 区間長 (m)

式(9)は、単路交通容量である 2,300・車線数 (pcu/時) と織り込み交通量 ( $V$ ) の差を回帰して  $a, b, c$ 、三つのパラメータを求めたものである。織り込み区間では、織り込み交通量、ネットワークの幾何構造によってリンク自身の交通容量も変化するため、Q-K 関係を設定するのが非常に困難である。

ここでは、HCM(Highway Capacity Manual : 2000 年, アメリカ)が定めた3タイプのネットワークを想定し(図-9~図-11 参照)、それぞれの幾何的性質を明らかにする。なお、経路設定については図-12に示す。

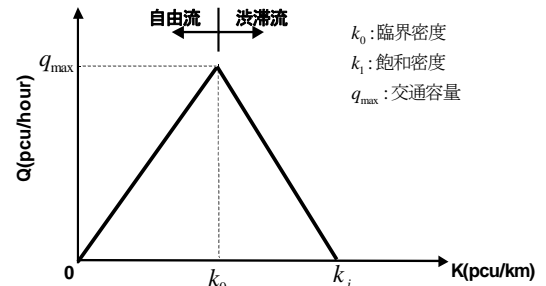


図-8 交通量と密度の関係

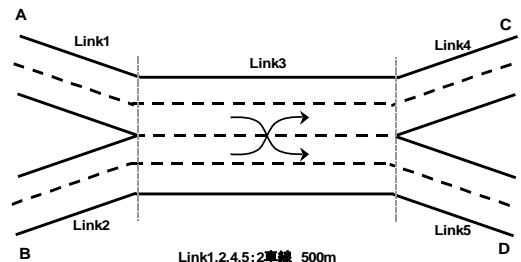


図-9 織り込み区間図 (Type A)

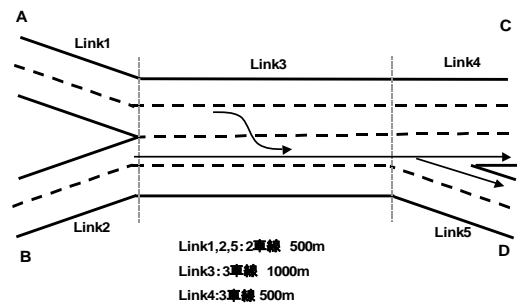


図-10 織り込み区間図 (Type B)

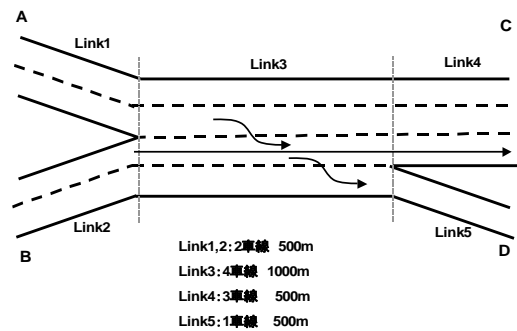


図-11 織り込み区間図 (Type C)

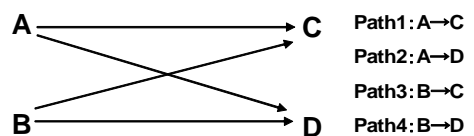


図-12 経路設定

パラメータセットについて表-2に示す。交通需要は、1つのパターンにおいて、織り込み交通需要を固定し、非織り込み交通需要を 0, 250, 500, 750, 1000 と段階的に増加させシミュレーションを繰り返す。



表-2 パラメータセット (織り込み区間)

パターン	ネットワーク	交通需要(織り込み車) (pcu/時)	交通需要(非織り込み車) (pcu/時)
1	Type A	Path2:1000,Path3:1000	0
2		Path2:1000,Path3:2000	
3		Path2:2000,Path3:1000	
4		Path2:2000,Path3:2000	
5	Type B	Path2:1000,Path3:1000	750
6		Path2:1000,Path3:2000	
7		Path2:2000,Path3:1000	
8		Path2:2000,Path3:2000	
9	Type C	Path2:1000,Path3:1000	1750
10		Path2:1000,Path3:2000	
11		Path2:2000,Path3:1000	
12		Path2:2000,Path3:2000	

ネットワーク別にQ-K関係をプロットした図を図-13から図-15に示す。タイプAが最も交通容量が高く、続いてタイプB、Cという結果となった。タイプAでは、ここで想定したパターンでは、交通容量の低下は見られなかった。タイプBでは、MITSIMが比較的過剰に容量低下を起こしていることが確認される。タイプCを見ると、両シミュレーションともQ-K関係に一貫性が見られない結果となった。タイプCでは、2つの織り込みを行う場合の車線変更の回数に偏りがあり、また、織り込み後のリンク5が他のネットワークに比べて車線数が少ないため過度の渋滞が発生し、容量値が不安定になったと考えられる。

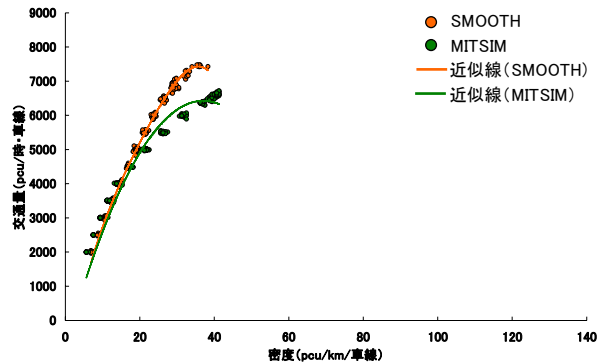


図-13 Type AにおけるQ-K相関

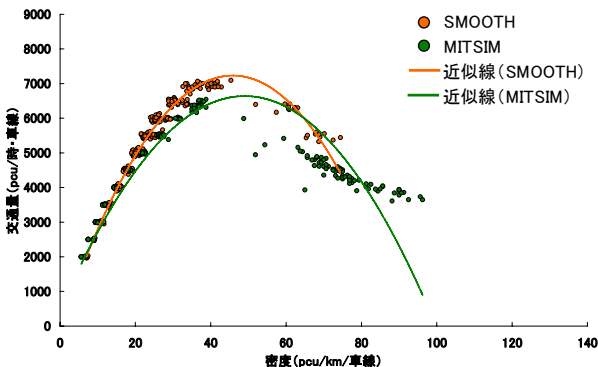


図-14 Type BにおけるQ-K相関

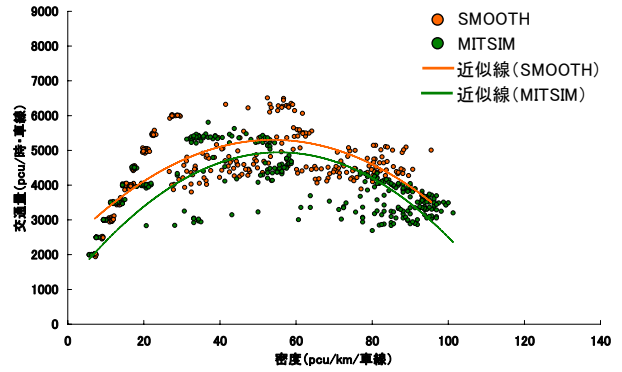


図-15 Type CにおけるQ-K相関

各ネットワークにおけるボトルネック場所に着目する。シミュレーションの実行画面を示す(図-16~図-18)。タイプAでは、織り込み区間であるリンク3の中央部で織り込みを行う車両が多数確認された。タイプBでは、リンク3の比較的分流部よりの場所で織り込み車両が多く見られた、そのため、織り込み交通流に対する直線車線において渋滞が起こった。これは、直線車線にいる車両がもう一つの織り込み車両が強引に自車の前に割り込んでくるため、とっさの車線変更を余儀なくされるためだと考えられる。タイプCでは、一つの織り込み交通流を処理するリンクが1車線しかないため、リンク5に接続した車線が最も混雑しており、その車線から外側方向に混雑具合が低くなっていることが確認される。

全パターンにおいて、両シミュレーションの結果を比較すると、SMOOTHは比較的交通容量が高い傾向が見られる。これは、追従走行において、追従車両が先行車両の速度と同様の速度で安定して走行する車間距離がSMOOTHのほうが小さく、そのため密度が高くなったと考えられる。また、車線変更のアルゴリズムにおいてMITSIMでは、相手車線の車両の避走挙動は確率的に減速を行うのに対して、SMOOTHでは、相手車線の車両は、まず、車線変更によって避走が可能か否かを判断する。車線変更による避走が不可能な場合減速による避走を行う(図-19)。そのためSMOOTHでは相手車両の隣接リンクの空きスペースを有効に利用するため、比較的車線変更を容易に行うことができる。よって、t時に車線変更を行うことができる車両がMIT

SIMに比べて多く、車線変更を行う際の減速挙動を行う車両数が増えるため、リンク容量に差が生じたと考えられる。

以上のように、両シミュレーションモデルは、マクロモデルでは再現しきれないような複雑なネットワークでの再現結果を示すことができた。両シミュレーションの結果に多少の差は生じたものの、両者とも同じパターンにおいて渋滞流を表現しており、このことからSMOOTHのシミュレーションモデルとしての妥当性を示すことができたと言える。

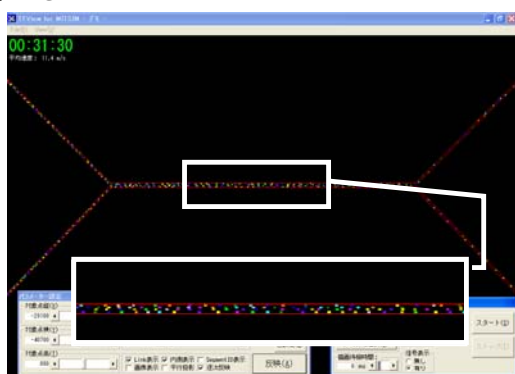


図-16 シミュレーション実行画面 (Type A)

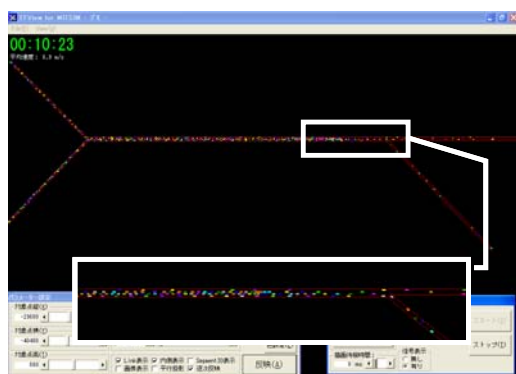


図-17 シミュレーション実行画面 (Type B)

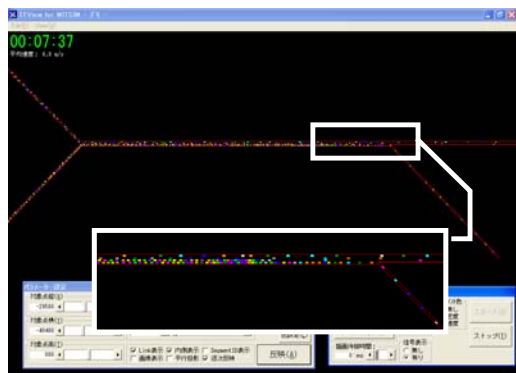


図-18 シミュレーション実行画面 (Type C)

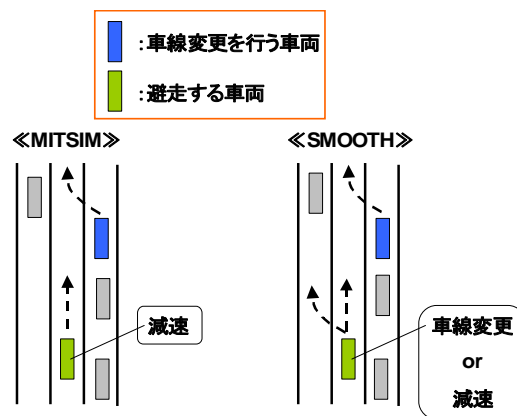


図-19 車線変更アルゴリズムの違い

### 3. 阪神高速道路への適用

開発したSMOOTHを実ネットワークに適用し、演算処理時間と再現性の検証を行った。SMOOTHとの比較のためにMITSIMを用いて同様のシミュレーションを実行した。

#### 3-1 計算条件

適用した阪神高速道路のネットワークはノード数560、リンク数708、セグメント数3469、レーン数6670で構成されている。OD交通量のデータは、平成11年度阪神高速道路起終点調査より作成した。経路は、本来複数の経路選択肢集合を設定すべきであるが、今回の計算では、1つのODペアに対して現実的な距離最短経路のみを設定し、経路選択行動の計算を実施せず、個々の車両の車両挙動、車線変更挙動に関する再現性と計算時間の評価を実施した。シミュレーション実行時間は、最も混雑している時間帯の午前7時～9時とし、環状線に設置してある車両検知器との比較を行った。また、ベンチマークテストにはPentium4 2.4GHZ、メモリ512MBのPCを用いた<sup>3)</sup>。

#### 3-2 計算結果

図-20に、SMOOTHの現況再現性を示す。検知器の観測結果からは乖離した値を示していることがわかる。OD交通量のデータを起終点調査結果から直接利用したことや経路データを最短経路のみにしたこと、パラメータチューニングが不足していた



こと等の問題により再現性が低い結果となっている。

次に、SMOOTHの現況再現性についてMITSIMと比較した結果を表-3に示す。SMOOTHの再現性はMITSIMに比べ、%RMS誤差で2ポイント程度向上していることがわかる。MITSIMとSMOOTHの違いは、1)MITSIMがGM型追従モデルなのに対してSMOOTHはOVMである。2)SMOOTHでは織り込み部の合流についてのモデル化がなされている。の2点に集約される。分合流部の複雑な車線変更に伴う交通容量の動的な変化と自由流走行時の巨視的な群形成に伴う速度低下を表現できていることが確認できており、こうした点により、僅かではあるが、SMOOTHの再現性が高くなっていると考ええる。

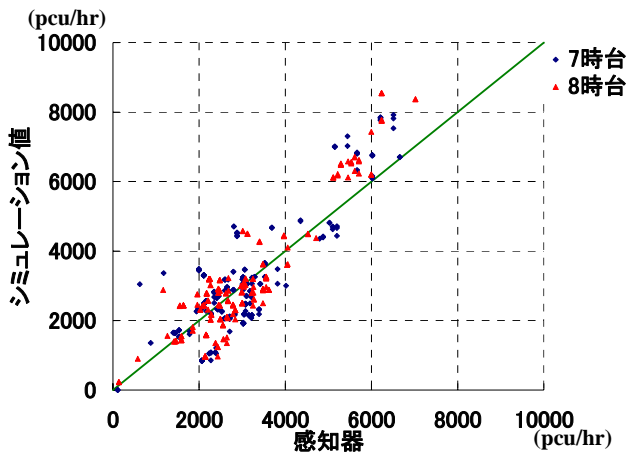


図-20 SMOOTHの現況再現性

表-3 現況再現性の比較

	SMOOTH	MITSIM
重相関係数	0.79	0.74
RMS誤差	579.49	621.89
%RMS誤差	0.22	0.24

### 3-3 演算処理時間の比較

次に、SMOOTH、MITSIMの演算処理時間の比較を示す(図-21)。演算処理時間は、対象時間帯2時間帯を計算するのにSMOOTHで15分、MITSIMで55分を要している。SMOOTHの演算速度の高速化は、モデル計算処理の簡素化、車両などの各オブジェクトに対して、実行中に必要なメモリを動的に確保することで計算メモリの節約を行うことにより

実現している。この結果、今回の計算機性能(Pentium4 2.4GHZ, メモリ 512MB)では、検知器データなどから現在の交通状況データを入力すれば、5分程度の計算時間で30分後の現況再現が可能であることがわかった。当社の管制システムであるHEROINEの計算時間にはまだまだ追いつけないが、オンライン管制システムとしては十分活用できる計算処理時間であると言える。

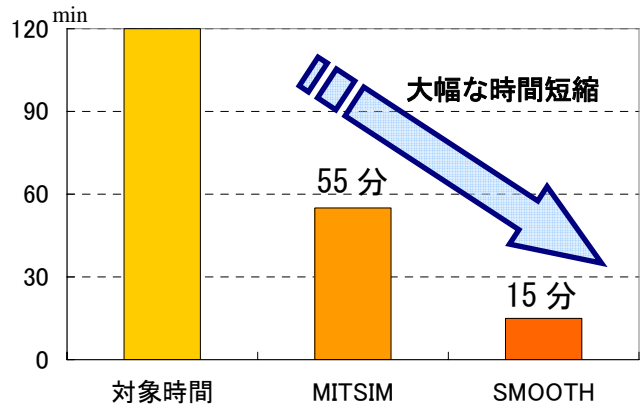


図-21 演算処理時間の比較

## 4. まとめと今後の課題

マイクロシミュレーションシステム SMOOTHを開発し、マクロシミュレーションでは表現できなかった個々の車両挙動の再現性ととも、演算処理時間について評価を行った。阪神高速道路ネットワークにおけるケーススタディの結果、従来のマイクロシミュレーションに比べ再現性がやや向上することと、現実的な演算処理時間で計算可能なことを示した。また、比較的安価に購入可能な計算機で高速な計算時間を実現できたことから、オンラインでのマイクロシミュレーションによる旅行時間情報配信の可能性を示せたと考える。

また、マイクロシミュレーションを用いることにより、従来の手法では再現しきれなかった車両挙動を分析することにより、渋滞現象の原因解明のための評価ツールとしても、十分なものであることが示せたと考える。

このように、マイクロシミュレーションモデルを用いることで、精度の高い新たな情報提供サービスの可能性を示すことができた。

今後の課題として、プローブデータを利用した経路選択集合の限定と再現性の高い経路選択モデルの開発(乗り継ぎにも対応)を行うことにより、現況再現性の更なる向上を行うことができると考えている。また、一般街路ネットワークデータも取り込むことで、さらに充実したシミュレーションシステムの構築を行う予定である。

謝辞：なお、SMOOTHの開発にあたっては、(株)オリエンタルコンサルタツツの川崎洋輔氏に愛媛大学大学院在学中多大なる協力を得た。ここに記し感謝の意を表する。

### 参考文献

1)Massachusetts Institute of Technology Intelligent Transportation System Program : User's Guide for

MITSIMLab and Road Network Editor(RNE).

2)Bando,M.,Hasebe,K.,Nakayama,A.,Shibata,A.,and Sugiyama,Y.,Structure stability of congestion in traffic dynamics,Jpn.J.Ind.Appl.Math.,11(1994)

3)玉本学也,堀口良太,桑原雅夫:交通流シミュレーションSOUNDの大規模ネットワークへの適用,第30回土木計画学研究発表会講演論文集,CD-ROM,2004.

4)桑原雅夫,西川功,原隆弘:都市内高速道路の織り込み交通流に関する実証的研究,交通工学,vol.28,No.5,pp.20-33,1994.

## DEVELOPMENT OF MICRO SIMULATOR FOR VARIOUS PROGRAM EVALUATIONS

Hitoshi YATSUMOTO and Toshihiko KITAZAWA

Hanshin Expressway Company Limited has used Heroine, a macro simulator, in various program evaluations but not been successful in analyzing individual driving behaviors. Although micro simulators are available for the analysis of individual driving behaviors and interactions with vehicles, this type of simulation model has been recognized inappropriate for large-scaled network applications which require a broad bandwidth for processing massive amount of data. However, rapid increase in processing speed allows for handling networks as large as the Hanshin Expressway.

In this study, a micro simulation model constructed by Ehime University was evaluated for computing time, reproducibility and then applicability to various program evaluations which the macro simulator could not handle. This paper also looks into the feasibility of introducing new information service into the Hanshin Expressway network.

八ツ元 仁



阪神高速道路株式会社  
計画部 特定グループ  
Hitoshi Yatsumoto

北澤 俊彦



阪神高速道路株式会社  
計画部 調査グループ  
Toshihiko Kitazawa