

# 交通マイクロシミュレーションの実務への適用上の課題

## IBS における実務適用事例より

*Issues of Application of Traffic Simulation Systems from Experiences in IBS*

高橋 勝美\* 森尾 淳\* 福本 大輔\*

*By Katsumi TAKAHASHI, Jun MORIO and Daisuke FUKUMOTO*

### 1. はじめに

幹線道路の渋滞緩和や地区交通環境の改善のため、交通規制等の交通管理施策の必要性が高まってきている。それらの施策は、単一の交差点や路線に対して影響を及ぼすに留まらず、周辺の交差点や路線などを含めて面的に影響を及ぼすことが想定される。

このような施策の効果・影響を的確に分析し、その結果をわかりやすく表現する手法として、交通マイクロシミュレーションが着目されている。

また、近年、交通による環境へのインパクトへの関心が高まってきており、交通計画や交通政策と環境との関係を適切に分析できる手法が求められるようになってきており、個々の自動車の走行状態が表現可能な交通マイクロシミュレーションの適用の重要性が指摘されている<sup>1)</sup>。

このようなニーズを背景の1つとして、近年交通マイクロシミュレーションの実務への適用が増加しており、その適用性、有効性が認識されつつある。

社団法人交通工学研究会では、平成14年度から交通シミュレーション委員会を設置し、交通シミュレーションモデルの適用性を検証し、その結果に基づく標準化を行うとともに、適用事例を蓄積して適用マニュアルの作成を行うなど、実務での適用性向上と適用推進に向けた活動を展開している<sup>2)</sup>。IBSもこの委員会に参画している。

IBSにおいては、以上のような動向を踏まえつつ、施策が適用される路線や地区レベルの検討を中心に交通マイクロシミュレーションモデルを実務に適用する事例が増えており、適用上の問題、課題に関する知見が蓄積されつつある。

本稿では、まず、IBSの実務における適用事例を

概観する。IBSが交通マイクロシミュレーションモデルを活用するようになってから日が浅く、事例も少ないため、主な特徴を整理するに留め、可能なものについては若干の考察を加えることとする。

次に、適用事例において使用する立場としてモデルに関わった経験から、交通マイクロシミュレーションの課題を整理する。

### 2. IBS における適用事例

現在、IBSの業務において交通マイクロシミュレーションを適用した事例は8件となっている(表-1参照)。IBSにおける適用事例の特徴は次の通りである。

#### a) 年次

1999年に最初の適用例が出ており、昨年2002年は5件と一挙に適用例が増加している。

#### b) モデル

IBSでは3種類のモデルが適用されている。その中でも AVENUE を適用した例が5件と最も多い。2002年には tiss NET を適用した例が2件ある。表-2は、IBSで使用した経験のあるマイクロシミュレーションモデルの特徴を示している<sup>3)4)5)</sup>。tiss NET は近年発売された比較的簡単に適用可能なソフトであり、IBSにおいてもシステムの構築からオペレーティング、出力、分析の一連の分析作業を実施できる状況にある。

#### c) 対象地域

当初は、国道等の幹線道路の特定区間を対象とする事例が多かったが、昨年度は駅前広場を中心とした地区や、中心市街地を中心とした都心地区など、面的なエリアを対象とする事例が出てきている。

\* 交通政策研究室

表-1 IBS におけるマイクログシミュレーション適用事例一覧

No.	1	2	3	4	5	6	7	8
都市・地域	浜名湖南岸地域	高崎市	浜松市	高崎市	岡山市	三鷹市等	浜松市	浜松市
年次	1999年	2000年	2001年	2002年	2002年	2002年	2002年	2002年
モデル	Paramics	AVENUE	AVENUE	AVENUE	AVENUE	AVENUE	tiss NET	tiss NET
対象地域面積・延長	国道の渋滞交差点を中心とする区間約5 km	国道の渋滞交差点を中心とする区間約2.5 km	中心市街地及びその周辺の周辺を含む約0.5 km <sup>2</sup>	国道の渋滞交差点を中心とする区間約2.5 km	国道の対象交差点を中心とする区間約2 km	幹線道路におけるIC設置地点を中心とする地区	駅前広場及びその周辺道路を含む約0.04 km <sup>2</sup>	中心市街地及びその周辺の周辺を含む約4 km <sup>2</sup>
ねらい	施策実施による交差点の渋滞緩和効果の分析	施策実施による交差点の渋滞緩和効果の分析	6車線道路に横断歩道を設置した場合の交通流への影響分析	施策実施による交差点の渋滞緩和効果の分析	交差点を中心とした幹線道路の改良による渋滞緩和効果の分析	IC設置が周辺地区の交通流動に与える影響の分析	駅前広場の改良が広場内及び周辺道路の交通流動に与える影響の分析	横断歩道設置と地下道廃止が周辺道路の交通流動に与える影響の分析
評価対象施策	時差出勤	時差出勤	横断歩道設置	自転車転換施策	道路改良	IC設置	駅広内の車両動線の改良	横断歩道設置 地下道廃止
ネットワーク規模	ノード：23 リンク：27	ノード：8 リンク：14	ノード：28 リンク：52	ノード：8 リンク：14	ノード：17 リンク：32	ノード：38 リンク：71	ノード：15 リンク：33	ノード：163 リンク：389
経路選択	有り	無し	有り	無し	無し	有り	有り	有り
交通需要の設定	広域のVTOD表 <sup>*1</sup> から、対象ネットワーク端点及びゾーン中心間OD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	交差点方向別交通量からOD表を推定	広域のVTOD表 <sup>*1</sup> から、対象ネットワーク端点及びゾーン中心間OD表を推定
出力指標	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 動画	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 動画	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 区間信号待ち回数 動画	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 動画	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 区間信号待ち回数 動画	区間旅行時間 区間旅行速度 信号交差点滞留長 区間信号待ち回数 動画	区間旅行時間 信号交差点滞留長 動画	区間旅行時間 左折交通旅行時間 信号交差点滞留長 動画
結果の活用場面	交通WS <sup>*2</sup> における施策効果説明	計画検討	交通管理者協議	計画検討	交通管理者協議	道路管理者協議	交通管理者協議	交通管理者協議
備考			施策実施済み		他モデル(SIPA)との比較分析 2004年春事業完了予定		施策実施済み	

\*1 VTOD (Vehicle Trip Origin Destination) : 自動車交通 OD 表

\*2 WS : ワークシヨップ

表 - 2 各シミュレーターの特徴

	Paramics	AVENUE	tiss NET
開発者及び販売者	Quadstone 社、 SIAS 社 (エジンバラ大学)	熊谷組、東大、都立大、千葉工大、 東洋大、(株)アイ・トランスポート・ ラボ	埼玉大、CTC
開発経緯	1992 年～共同開発 (Quadstone 社、エジンバラ大学) 現在 開発・販売 (SIAS 社、Quadston 社)	1992 年～開発開始 1993 年～実務で利用 2001 年～市販開始	1998 年～実務で利用 2001 年～市販開始
システム 進行方式	タイムスキャン方式	タイムスキャン方式	イベントスキャン方式
交通流表現	追従	Q K	追従
車両移動の 扱い方	一定時間内に各車両が動く	ハイブリッドブロック密度法による 車両移動計算	車両 1 台 1 台がコンパートメント (道路を 5 m ピッチに切ったもの) を動く
配分モデル (経路選択)	分割配分 (複数経路を割分的に固定すること が可能)	動的利用者最適配分(DUO)に近い (車両個別に経路選択挙動を指定す ることが可能)	容量制限付き分割配分
入力データ 設定	GUIにより簡便にデータ設定が可能	GUIにより簡便にデータ設定が可能	GISを用いた簡易データ入力が可能
主な 対象範囲 <sup>*1</sup>	交差点数 100 程度 広域ネットワークに対応 (最大車両数 32 万台)	交差点数 80 程度	交差点数 30 程度 地区交通計画への適用を想定
その他の 特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動画の 3D 表示が可能</li> <li>・環境評価が可能</li> <li>・交通事故、路上工事などの影響評価が可能</li> <li>・追従式等のアルゴリズムを任意に変更可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各 OD ペアについて経路を指定可能</li> <li>・交通情報を利用した動的経路変更を扱うことが可能</li> <li>・オブジェクト指向プログラムで開発されており、機能追加が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路上駐車、駐車待ち行列の影響評価が可能</li> <li>・バスダイヤと客の乗降を含むバス運行の表現が可能</li> <li>・歩行者数による横断歩道の影響を表現可能</li> </ul>

\*1 交差点数による対象規模の分類は、参考文献 3) による

#### d) 分析のねらいと評価対象施策

交通施策実施による渋滞緩和効果进行分析する事例が多い。歩行者重視の都心交通改善施策の重要性が増していることを背景に横断歩道設置の影響进行分析する事例も見られる。また、高速道 IC 設置や駅前広場改良などのハード整備の影響分析も見られる。

#### e) ネットワーク規模

特定道路区間や地区レベルの適用例が多いことを反映して、ノード数 8 から 30 程度の規模が多い。面積が 4 km<sup>2</sup>、ノード数が 163 の地区レベルを超えた比較的広いエリアを対象とした適用例もある。

#### f) 経路選択の取り扱い

経路選択を表現している例は 5 つとなっている。これらは面的に及ぼす影響を評価する事例であり、それらのネットワーク規模は比較的大きい。実務上必須となる現況再現性を確保することは、経路選択の幅が広がれば広がるほど困難となる。この点についての課題は後述する。

#### g) 交通需要の設定

交通需要の設定方法は、観測交通量データ等を用いて対象地域内の OD 表を推計して入力データとする方法と、地区内流入交通量と交差点方向別交通量を入力データとする方法の 2 つに大別される。IBS で適用した事例では、前者の OD 表を推計して用いる方法を適用している。尚、後者の方法は、経路選択があるネットワークを対象とする場合に、永久に同じ場所を回り続ける車両が発生する可能性があることを付記しておきたい。

この OD 表を推計して用いる方法にもいくつかのバリエーションがあるが、IBS ではその内の 2 つの方法が採用されている。1 つは、交差点方向別交通量から OD 表を推定する方法であり、8 事例中、6 事例で採用されている。2 つ目は、広域の VTOD 表を広域の道路ネットワークに配分し、その際の経路情報を記憶しておいて、マイクロシミュレーション対象ネットワーク内の OD 表を推計する方法である。この方法は残りの 2 つの事例で適用されている。

1つ目の方法は、対象地区内の交差点方向別交通量が分かれば比較的簡単に適用できる方法であり、比較的小規模なネットワークに向いている。

2つ目の方法は、PT調査等で作成した広域の道路ネットワークとVTOD表があり、現況補正用に主要地点の観測交通量があれば、適用できる方法である。この方法は、比較的大規模なネットワークを対象とする場合に向いている。

これらの2つの方法にはそれぞれ特徴、問題・課題があることから、それらを踏まえて適切な手法を選択する必要がある。この点については、3.実務適用上の課題において再度触れる。

#### h) 出力指標

各事例とも必要な評価項目とマイクロシミュレーションモデルのアウトプットの制約を勘案し、実感にあった指標を採用するよう工夫している。ほとんどの事例において、動画、区間旅行時間・速度、滞留長・台数を採用している。また、信号待ち回数を採用している事例も見られる。

#### i) 結果の活用場面

当初は、ワークショップにおける施策説明や計画検討での適用から始まったが、昨年度は、交通管理者協議が多くなっている。ここ1、2年間は、交通管理者から道路管理者に対して、施策検討においてマイクロシミュレーションを用いて評価分析することを要求する場合も見られるなど、マイクロシミュレーションに対する交通管理者の関心がこれまで以上に高まってきているというのが筆者らの実感である。そのような状況を反映してマイクロシミュレーションの採用事例は今後も増加することが予想される。

### 3. 実務適用上の課題

IBSにおいて使用する立場としてモデルに関わった経験から得られた交通マイクロシミュレーションの課題を述べる。

#### (1) 入力データに関する課題

##### a) ネットワーク関連データについて

重要な入力データである道路構造データ(車線構成、右左折レーン長など)や交通規制関連データ(指定方向外進入禁止など)、信号制御関連データ(信号サイクル長、信号現示パターンなど)などのネッ

トワーク関連データは、一般に利用可能な状態で整備されておらず、それらの多くは現地調査を行って収集している。それらの収集は、当然ながら人手によるものが多く、調査費用を増加させる原因となり、交通マイクロシミュレーションの実務での適用を推進する上で障害になる場合もある。ネットワーク関連データのデータベース化とその利用の仕組みの構築が必要である。

##### b) 交通需要データについて

交通需要データの設定については、2のg)で述べたとおり2つの方法に大別される。ここではそこで付記した点が問題であるとの認識のもとで、OD表を推計して用いる方法を前提にして述べる。

また、課題を整理するにあたり、OD表の推計方法として、データの利用可能性や収集、整備の容易さを考慮して、3つの方法を考えることにする。すなわち、①交差点方向別交通量データから推計する方法、②ナンバー・プレート調査から推計する方法、③主要地点の観測交通量データと配分計算結果から推計する方法の3つである。2のg)で述べたとおり、IBSで適用したのは①と③である。各方法の特徴は、表-3の通りである。


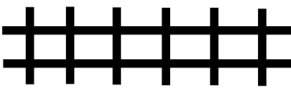
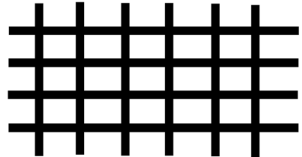
いずれのOD表推計手法を用いるかは、影響する渋滞区間やドライバーの経路変更地点など導入施策の影響が及ぶ範囲を想定して対象地区の範囲を設定した上で、各手法の特徴、対象範囲のネットワーク形状と規模、既存データの活用可能性と必要な実態調査の費用を勘案して決めることとなる。

①は、経路選択の無いネットワークでかつ、対象地区が比較的狭く、交通実態調査を実施しても調査費用を抑えられる場合に適している。②は、経路選択が有るネットワークでかつ、対象地区が比較的狭く、交通実態調査を実施しても調査費用を抑えられる場合に適している。③は、経路選択が有るネットワークでかつ、対象地区が比較的広い場合、調査費用を抑えるために交通実態調査を限定的にしか実施できない場合であり、配分計算を行える環境(PT調査を最近実施したところでデータ整備が済んでいる又は容易に整備できる)が整っている場合に適している。

このような各方法の特徴を踏まえ、交通需要データに関して次のような実務上の問題、課題が指摘できる。

交通需要データ設定のための地点通過交通量や交

表 - 3 交通マイクロシミュレーションのOD表作成方法の比較

	①	②	③
	交差点方向別交通量を用いる OD 表推計方法	ナンバー・プレート調査データを用いる OD 表推計方法	主要地点観測交通量データと配分計算結果を用いる OD 表推計方法
OD 表作成に必要なデータ	・交差点方向別交通量（対象道路網の全ての交差点）	・ナンバー・プレート調査データ（対象地区境界の全ての流出入部）	・広域の VTOD 表*1 ・広域の配分ネットワークデータ（PT 調査等で使用*2） ・主要地点の観測交通量
大規模施設等の主要発集点の取り扱い	施設の出入口の流出入方向別交通量を準備	施設の出入口のナンバー・プレート調査データを準備	OD 表の各セントロイドの発集量に含まれていると考えることが可能
OD 表作成方法	交差点方向別交通量比率を用いて地区流入交通量（交差点方向別交通量から）の分割を繰り返して各流出部に達する交通量を算出	地区の各流入、流出部のナンバー・プレート調査結果から、OD 表を推計	まず、広域のVTOD表を配分ネットワークに配分して配分時の経路情報*3を保存しておく。次に、主要地点の観測交通量と保存しておいた経路情報をもとに OD 表を推計*4
実態調査コスト	対象道路網の全ての交差点の方向別交通量が必要となるため、対象地区が広い場合に実態調査費用が大きくなる	対象地区の全ての流出入部を対象としたナンバー・プレート調査が必要となるため、対象地区が広い場合には実態調査費用が大きくなる	主要な地点の観測交通量があれば良いため、大規模なネットワークでも実態調査費用を抑えることが可能
対象地区・ネットワークの特性、規模	経路選択の無いネットワークに適している	経路選択が有るが、小規模なネットワークに適している	経路選択が有り、比較的大規模なネットワークに適している
適用ネットワークのイメージ図			

\*1 VTOD 表は、通常、一日単位の交通量の精度を担保するように設計されており、時間帯別に集計して使用することは必ずしも適切でない場合がある

\*2 VTOD 表や配分用ネットワークデータが無い場合には、採用が難しい

\*3 配分時の経路情報は、配分理論上、一意性が保証されていない

\*4 例えば、松井寛、藤田素弘、松本幸正（1994）高山純一、飯田恭敬（1985）などの方法がある<sup>7)</sup>

差点方向別交通量については、1日単位ではなく、時間帯別か、できればそれよりも細かい時間区分で用意する必要がある。そのような時間区分の細かいデータは一般に利用できる状態で整備されていない場合が多いため、新たに収集するケースが多く、調査費用を増加させる。配分計算を行える環境に無い場合には、多くの地点で交通量を新たに観測するか、マイクロシミュレーションの適用を断念するしか道はなくなる。各行政機関が管理している既存データなどを利用できる仕組みをつくり、実態調査のコストを抑制できるようにすることが重要である。

今後は、関係する機関、主体が手軽に配分計算を行える環境を整備することも考える必要があろう。そのためには、まずは配分計算を行える環境が有る事、それを実施するためにはどのような手続き、手

順を踏めば良いかについて情報提供することが必要である。通常、配分計算は道路管理者が実施しており、それ以外の主体が実施する場合には、配分計算を行うことのできる環境にあることすら思いつかない場合もある。関係する機関、主体間で相互に情報提供しあい、データや分析手法の特長、限界等について共通の認識をつくっていくことが必要ではないだろうか。

③の方法については、次の問題が指摘できる。すなわち、配分で用いる VTOD 表の精度の問題や、配分計算に基づく一意性が保証されない経路情報を用いることの精度上の問題、対象地区の規模や対象道路網の細かさとのバランスからみてゾーンが粗い場合には OD 交通量を少なめに推計する可能性があるという問題の3点である。尚、最後の問題点は、

PT 調査を実施した都市圏であれば、ゾーンが比較的細かく設定されているため緩和されると考えられる。それらの問題を踏まえた方法論の検討と整理も重要である。

## (2) モデルに関する課題

モデルに関する課題については、使用者の立場からモデルに対する要望、要請として整理する。

1つは、経路選択行動の表現についてである。交通状況の動的な変化に対応して最短経路も変化するような仕組みになっていても、交通量を最短経路だけに流すと、実際のドライバーの行動を再現しにくい場合がある。この傾向は、対象地区の規模や経路選択行動の表現方法に起因する部分が大いと考えられ、その工夫が必要となる。

その工夫としては、OD間の経路を1つまたは複数に固定することや、幹線道路と細街路の選択に係るパラメータを容易に設定できることなどが考えられる。ただし、観測交通量や旅行速度を参考にしながら現況再現性を確保するための設定を行ったとしても、施策を実施した場合の交通流の変化、挙動が必ずしも実務者の仮説、実感に合わない場合も多い。つまり、現況再現性を確保するために設定した条件が施策感度に影響を与えてしまう可能性がある。そのため、入力データ等の条件設定を共通にして、各モデルの施策感度を確認することも必要であると考えられる。

2つ目として、特に追従モデルにおける車線選択行動の表現についての課題が挙げられる。例えば、左折・直進レーンと直進レーンから構成される交差点の場合に、左折方向が詰まって左折車が左折・直進レーンに滞留しているにも関わらず、直進車もその列に加わったまま滞留し続けてしまうなど、現実のドライバーの挙動をうまく表現しきれない場合がある。これが影響して交差点の滞留長が伸びすぎ、対象地区全体の道路が詰まってしまう場合もあった。

3つ目に、対象とする道路が細かい場合に対応して車両の挙動を考慮、表現できるような工夫も今後は必要になると思われる。駅前広場や中心市街地の地区内交通を対象とする場合には、広場内の滞留スペースや区画街路など細かな設定も要求される可能性がある。このような場合には、車両が路上に一時的に滞留する動きを考慮して結果に反映させることも必要になってくると考えられる。

以上、モデルに関する問題、課題をいくつか述べた。これらを踏まえた課題として、各シミュレーションモデルの特徴を整理した上で、どのような対象(地区特性、ネットワーク特性・規模、地区の広がり、施策の特性など)に、どのようなモデルを適用するのが適切かを整理する必要がある。その際、各モデルの限界、次に述べる出力データの使い方を含めて整理することが重要である。

## (3) 出力データに関する課題

1つは、計算結果の使用方法に関する課題である。シミュレーションの計算では、乱数を用いて車両の挙動を決定する仕組みとなっているが、1つの計算結果は、ある乱数のもとでの結果であり、それが平均的な交通状況を表現しているとは限らない。筆者らの経験においても、ある乱数表を用いた1つ計算結果が仮説から見て特異な結果になった場合がある。通常、各シミュレーションは複数の乱数表を活用可能になっている。それらを用いて複数の結果を出力し、それらをもとに期待値を算出して用いることが重要である。これはシミュレーション開発者にとっては当然のことになっていると思われるが、このことを使用者に浸透させることも重要である。

2つ目の課題は、出力指標に関する課題である。マイクロシミュレーションの利点として静的な配分モデルでは得られない渋滞状況に関する指標を算出できることが挙げられる。結果を見る一般市民や交通管理者の立場で考えてもこの指標への期待は大きい。しかし、この渋滞状況に関する指標は、各モデルで定義がまちまちであったり、手軽に算出できるようになっていないなど、使用者にとって操作性が必ずしも良くないのが実態である。実務の意思決定を支援するシステムとして活用を推進するには、計算結果を吟味する道路管理者や交通管理者、一般市民にとってわかりやすい指標を手軽に算出できるようにすることが重要である。同時に、計算結果の精度を踏まえ、どの程度の集計単位ならば活用できるといった、指標の精度と使い方についても早急に整理し、計算結果の誤った解釈、使い方が浸透しないようにすることが、マイクロシミュレーションの信頼性を確保するために重要である。

## 4. おわりに

本論は、交通マイクロシミュレーションについて IBS においてもその適用事例が近年増加傾向にあることを踏まえ、IBS の実務における適用事例の特徴を整理するとともに、使用者の立場としての筆者らの経験をもとに、交通マイクロシミュレーションモデルの実務適用上の課題を整理した。

交通マイクロシミュレーションに対する実務上の要請は、近年高まっている。人口減少の局面を間近に控えて、右肩上がりの社会経済を前提に出来ない状況の中で、効果、効率を考えた重点的な投資と既存ストックの有効活用が重要となっている。踏み切りの削減や交差点改良、交通運用方策などの重要性も増してきている。交通マイクロシミュレーションは、これらの施策の効果を市民や行政担当者にわかりやすく分析できるツールとして今後適用場面が増加すると考えられる。IBS においては、これらの動向を踏まえ、実務での適用を進めながら、技術的な課題を明確にし、シミュレーション技術の向上に貢

献することが重要と考えられる。

### 参考文献

- 1) 北村隆一：「交通需要予測の課題：次世代手法の構築にむけて」土木学会論文集，No 530 / IV - 30，pp .17 - 30，1996 .1
- 2) 社団法人交通工学研究会：交通シミュレーションクリアリングハウス <http://www.jste.or.jp/sim/index.html>
- 3) 土木計画学ワンデイセミナーシリーズ 23：ITS - 効率的な道路利用に向けて(2)，2001 .1
- 4) Quadstone 社 Paramics HP <http://www.paramics-online.com/index2.htm>
- 5) 社会システム研究所 Paramics HP <http://salad.visualand.co.jp/paramics/>
- 6) 社団法人交通工学研究会：やさしい交通シミュレーション第3章「交通流のマイクロシミュレーション」，2000 .6
- 7) 土木学会：交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法 - 第12章「ネットワーク上の観測フローからの OD 推定」，1998 .3