

適用事例を通じた交通シミュレーション 利用実態の分析と利用促進への課題

堀口良太¹・小根山裕之²

¹正会員 博(工) (株)アイ・トランスポート・ラボ (〒162-0824 東京都新宿区揚場町2-12-404)

²正会員 工修 東京大学助手 生産技術研究所第5部 (〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1-C504)

本論文は、土木学会での「道路利用の情報化・効率化小委員会、評価ツールワーキング」および「交通シミュレーション実用化促進ワークショップ」において収集した、道路ネットワークシミュレーションモデルの適用事例を通して、シミュレーション利用実態の現状を分析したものである。分析に際しては、シミュレーションの目的、対象ネットワークの規模や性質、また入力や評価に用いたデータの質など、様々な角度から事例を集計し、考察を加えている。さらに本論文の最後では、実務レベルでシミュレーション利用を促進するための課題と、将来の交通シミュレーションへのニーズを述べている。

Key Words: traffic simulation, practical application, gap identification, future requirements.

1. はじめに

1990年代以降、国内外で数多くの動的交通シミュレーションモデルの研究開発が活発に報告されるようになり、実務における適用事例も頻繁に報告されるようになってきた。しかしながら、一般に入手できる文献などの資料だけでは、多くのモデルの特質を把握することは難しい。このため「シミュレーションはブラックボックス」という批判を免れず、実務で利用されるツールとしての信頼性を十分に確立できない状況にあった。

土木学会における道路利用の情報化・効率化小委員会・評価ツールワーキンググループ(以下 WG5)、および交通シミュレーション実用化促進ワークショップ(以下 WS)では、これまで verification や validation といった各種のモデル検証手続きを通してその能力を評価し¹⁾、かつそれらの過程を、シミュレーションクリアリングハウス²⁾で公開することを推奨してきた。これにより、モデル開発者のみならず利用者、あるいはシミュレーション結果を評価する第三者が、公正にモデルの適用性を判断できる情報を得ることができ、シミュレーションモデルに対する透明性が増すことで、より一層の普及につながることを期待している。

WG5/WS では、さらにモデルの適用事例を通してシミュレーションの利用実態を分析し、実務面での普及を推進する際の課題を明確にすることを試み

た。同様のシミュレーション利用者に対するアンケート調査では、英リーズ大などが中心となって実施した SMARTEST プロジェクト³⁾の事例があるが、ミクロシミュレーションに限定して、利用に際しての問題点を聞くなど、利用者の意識調査という側面が強い。今回の試みでは、実際にシミュレーションモデルを利用している国内の研究者や実務者の協力を得て、適用事例シート(付録参照)を収集した。このシートには、評価の目的や対象施策だけでなく、道路ネットワークの設定や交通需要の獲得手段、現況再現の評価指標といった、実施状況を示す様々な項目を記入するようになっており、シミュレーションの利用実態を反映した分析を行うことができた。事例を収集できたのは、AVENUE⁴⁾、NETSIM⁵⁾、

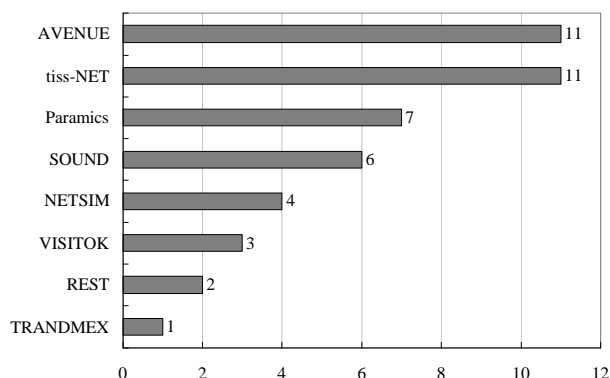


図-1 モデル別の収集事例数

Paramics⁶⁾ , REST⁷⁾ , SOUND⁸⁾ , tiss-NET⁹⁾ , TRANDMEX¹⁰⁾ , VISITOK¹¹⁾ の 8 つのモデルで、合計 45 事例となった(図-1)。

なお、本論文で述べる考察は WG5/WS としての公式な見解ではなく、筆者ら個人のものであることをお断りしておく。また、以降の論旨展開においては、集計結果から判明することだけでなく、筆者らの経験に基づく考察も含まれる。これがどれくらいの一般性を持つかについては議論があるが、そもそも本稿はアカデミック視点での分析を主眼とするものではなく、筆者らを含む実務者の経験から得られる知見や問題意識を実務者全体で共有し、シミュレーション利用の実態や課題を認識することが重要であると考えているので、ご理解いただきたい。

2. 適用事例の分析

まず、適用事例の分析に際しての前提を整理しておく。1つ目は、モデル間で適用事例数にばらつきがあるが、これは事例シート提供者の業務事情を反映した結果であることを理解されたい。すなわち、事例シートは利用者の業務範囲や各業務依頼者への守秘義務、あるいはデータ入手の難易度などの制約を考慮して提供されたものであり、必ずしも実際の業務における適用頻度を示すものではない。同様の理由で、集計結果について統計的な仮説検定などの分析をすることも適切ではない。したがって、以降に示す集計結果グラフを考察する際は、事例数の少ないモデルと多いモデルを対等に扱って、モデルごとの性質を議論するのではなく、項目ごとの全モデル適用事例数に注目して、シミュレーションの現在での利用実態を分析している。

2つ目は、対象とする8つのモデルを便宜上リン

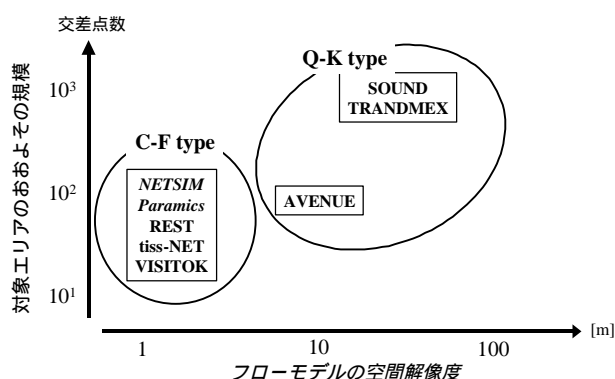


図-2 対象モデルの分類

ク容量などの交通流特性を外生的に与える Q-K タイプと、追従走行モデルに従って移動する車両の挙動を集積して交通状態を再現する追従(C-F)タイプに区別し、それぞれの特性分析を試みていることである。

図-2 は各モデルをフローモデルの詳細レベル、すなわち車両がどの程度の時間・空間解像度で特定できるかを横軸に、それらのモデルが対象とするおおよそのネットワーク規模を縦軸にして、タイプごとにグループ化したものである。なお、タイプ区別の論拠については「交通流シミュレーションの標準検証プロセス(Verification)マニュアル¹³⁾」を参照されたい。

以降の集計結果棒グラフでは、各タイプの特性が見やすくなるよう、Q-K タイプを濃淡の違う塗りつぶしで、C-F タイプをハッチングで区別した。同様に、相関を分析する散布図では、Q-K タイプの事例を \blacksquare で、C-Fタイプを \square でプロットした。

(1) シミュレーションの目的と評価対象施策

まず、適用事例の目的と評価対象施策を集計し、シミュレーションに対するニーズを分析した(図-3)。もっとも多いのは、行政や地方自治体が主体となっておこなう渋滞対策プログラムなどを含む「局所渋滞対策」に分類された事例である。ついで、バスターミナルなどの交通結節点の整備といった「都市交通施設整備」、さらに大店立地法で定められる交通アセスメントなどの「商業施設・イベント対策」、 「ITS・新技術評価」と続く。

この結果から狭いエリアのシミュレーションのニーズが大きいことが窺えるが、必ずしもシミュレーションに対するニーズを必ずしも忠実に反映しているとは限らない。むしろシミュレーション実施上の技術的問題やデータ獲得の問題などに起因するシ

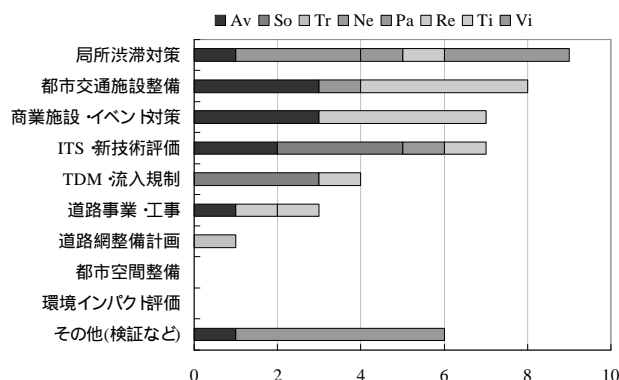


図-3 シミュレーション目的ごとに集計

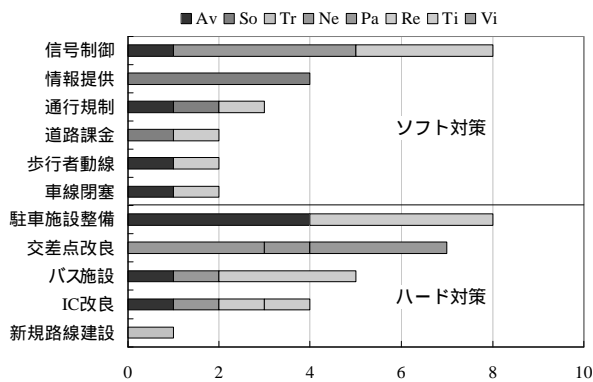


図-4 評価対象施策ごとに集計

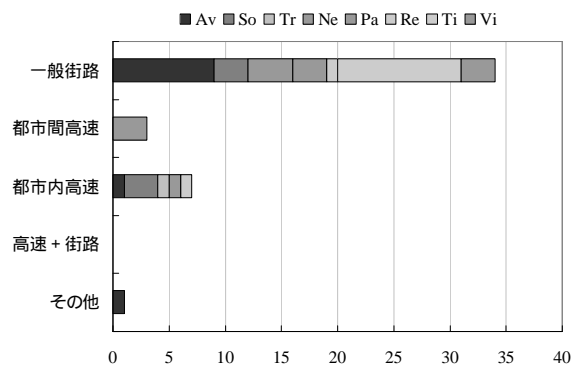


図-5 対象道路種別ごとに集計

ミュレーションの実施しやすさに強く影響された結果であると考えられる。すなわち、狭いエリアでのシミュレーションは実施しやすいため、シミュレーションのニーズに応じて適用事例も多くなっているのに対し、広域でのシミュレーションでは実施する技術的な素地やデータの獲得手法が確立されていないため、ニーズがあっても適用されにくい状況にあるものと考えられる。

図-4 には、それぞれの適用事例で評価対象となっている施策メニューを分類したものである。交通運用面でのソフト的な対策と、施設整備を前提とするハード的な対策に大別しているが、両者の事例数はほぼ同じである。

図-3 と図-4 をあわせてみても、Q-K タイプと C-F タイプの利用実態にあまり差はみられない。実際、どちらのタイプであっても、シミュレーションによって評価するものは道路ネットワークのパフォーマンス、すなわち平均旅行時間や平均速度、渋滞長といった集計指標で評価していることが、この後の分析でも指摘される。個別車両の動きを計算機上でシミュレートしている C-F タイプでも、車両挙動レベルでの評価指標で議論される事例はなく、使い方の面では Q-K タイプと C-F タイプを区別する意味は、現状では小さい。

(2) シミュレーションの対象ネットワークおよび時間帯の設定

ここでは、シミュレーションの対象エリアを、ネットワークの種別と形状によって分類する。図-5 はネットワークの道路種別ごとに適用事例を集計したものである。ここで注目すべきは、一般街路が突出していることよりも、むしろ高速道路と一般道を組み合わせた統合ネットワークでの適用事例がないことであろう。

これは統合ネットワークを対象とした場合に自ずと直面する次のような課題が、適用を阻害している

と考えられる。

- 1) 都市圏レベル、あるいは都市間での数 10km 四方に及ぶ広範囲を対象とするため、ネットワークデータや交通需要、その他の入力データを容易に入手できない。
- 2) 現況再現性を評価するために十分な精度と時間解像度を備えた交通状況データを得ることが困難である。
- 3) 高速道路利用の料金抵抗まで考慮した、利用者の経路選択モデルを同定することが困難である。

筆者らの認識では、統合ネットワークにおける評価に対するシミュレーションへの期待は大きいと考えている。たとえば、近い将来に ETC を積極的に利用して、高速道路の乗り継ぎを可能にするなどの柔軟な道路運用、ロードプライシングなどの料金抵抗を利用した TDM など、高速道路と一般道の交通分担をコントロールする施策が現実化すると期待されているが、そのためには事前のケーススタディを動的なシミュレーションで行うことが不可欠である。上述のような問題を解消する取り組みが強く求められる。

また、これらの課題のうち 3) については、適用事例をネットワーク形状で集計した結果からも読みとれる(図-6)。すなわち、経路選択の余地があるネットワークでの適用数と比べると、経路選択の余地がないネットワークでの適用数は倍近くになっている。事例を詳しくみると、経路選択の余地がある対象地域であっても、ネットワーク作成を工夫して経路選択の必要がないような設定にしているものもある。すなわち、実務においては経路選択に関する複雑な議論をさげ、シミュレーションを実施しやすい設定で検討している傾向となっている。

最近のシミュレーションモデルには、経路選択モ

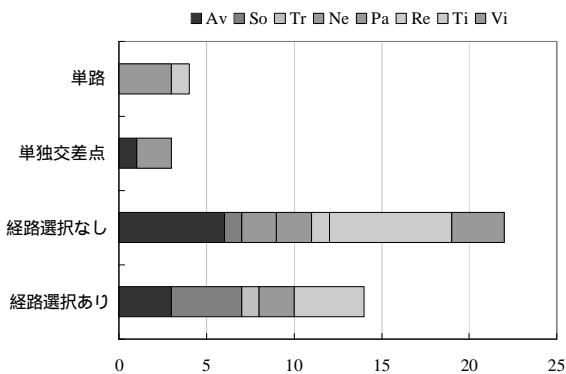


図-6 ネットワーク形状ごとに集計

デルを内包しているものも多いが、その機能を実務レベルで十分に利用するには、モデルの改良よりも、低コストでのデータ獲得や経路選択モデルの同定など、シミュレーションを利用するための技術課題への取り組みを優先すべきである。

また、図-7 は、対象エリアの規模(周囲の長さで代用)を横軸に、ネットワークでのノード数を縦軸にプロットしたものである。上側のプロットは全ノード、すなわちダミーノードも含めたもので、下側は信号交差点や合分流点に対応するもののみを計上したものであるが、ネットワークの規模が大きいくほど全ノード数と交差点・合分流点数との乖離が大きくなる傾向が読みとれる。

理由の一つに、交通需要の空間単位との関係が挙げられる。大規模なネットワークを対象とする場合、交通需要は交通センサなどで利用されるゾーン単位で設定される場合が多い。このとき、モデルによってはゾーンを代表する交通発生集中点(セントロイド)をネットワークに接続するための便宜的手段としてダミーリンクやノードを付加する必要がでてくるため、ノード数が多くなると考えられる。

さらに、大規模なネットワークではすべての道路を対象とすることには諸処の制約があり、通常は一定の条件を満たすリンクのみを抽出して計算を実施している現状がある。たとえばデジタル道路地図のようなフルセットの道路データから、対象とする一部の道路を抽出してネットワークデータを作成した場合、交差点以外のノードも残されるため、単路状の道路区間であっても複数のリンクで構成されることになる。このためネットワーク表現が冗長となり、ノード数が多くなる。

ゾーンとネットワークをどのようにして接続するか、あるいはネットワーク表現の冗長性をどの程度許容するか、については一定の基準があるわけではなく、シミュレーション実施者の判断に寄るところが大きい。これには次のような問題点が指摘される。

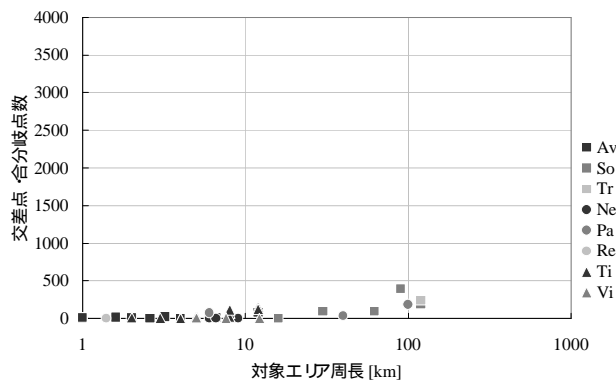
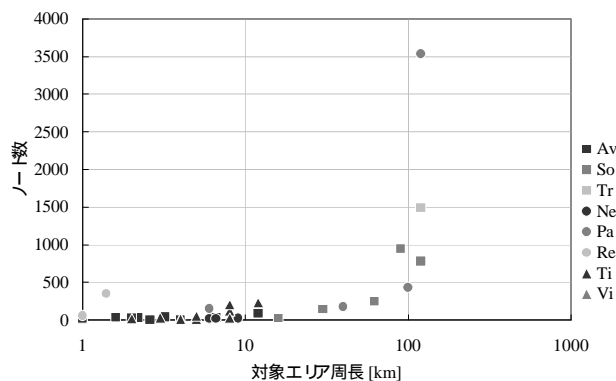


図-7 対象エリア規模とノード数(上)および実際の交差点・合分岐数(下)との関係

すなわち、大規模なエリアに対しては Q-K タイプのモデルが適用される場合が多いが、これらのモデルはリンクごとに交通特性を与えるため、同じエリアを対象としていても、ネットワーク形状が異なると、シミュレーション結果が異なってしまう。すなわち、シミュレーションを実施する者の資質にシミュレーション結果が左右されることとなり、実務でのシミュレーション利用促進の障害となることが懸念される。

図-8 では、対象エリア周長と評価対象時間帯幅の関係を事例ごとにプロットした。対象エリア周長が 10km 程度と比較的狭い場合に、評価時間帯幅を 1~4 時間程度となる事例のグループが見分けられる。ピーク時間帯とその前後 1 時間程度で効果が期待される渋滞対策を検討する場合は、その影響範囲をそれほど広くとる必要がないためと考えられる。

一方、局所エリアを対象としているが、評価時間帯幅が 10 時間以上ある事例のグループも確認される。内容を見ると、商業施設のインパクトスタディがほとんどであり、対象施設やイベントの稼働時間によって対象時間帯幅が決まっているものである。

(3) 交通需要の設定

シミュレーションを実施する際、入力データとし

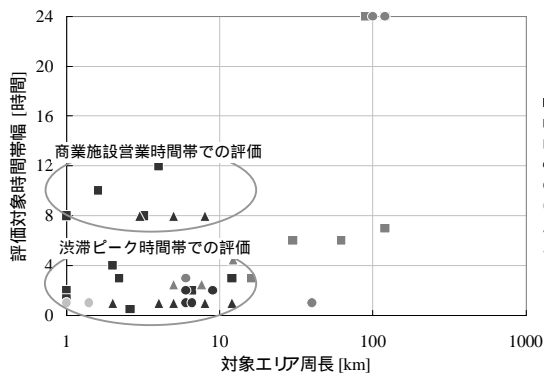


図-8 対象エリア規模と評価時間帯幅の関係

て交通需要を設定することが必要である。ここでは、その需要をどのように設定しているかについての分析を試みる。

図-9 は、交通需要の設定に用いた原データを種類別に集計したものである。項目は「その他」をのぞいて5種類あるが、まずモデル仕様に応じて二つに大別される。すなわち、

- 1) 経路選択モデルを内包しないシミュレーションモデルに交通需要を設定するため、交差点での分岐交通量を入力しているもの。ここでは、NETSIMとVISITOKの適用事例がこれに当たる。
- 2) 経路選択モデルを内包するシミュレーションモデルにOD交通需要を設定するため、何らかの手段でデータを作成したもの。残りの事例がこれに当たる。

分岐交通量を入力する場合は、一般的な交通量調査で質のよいデータを手に入れるため、設定は比較的容易である。しかしながら、ネットワーク形状が複雑になり、経路選択の余地が多くなると、経路がループするような車両も出てくるため、適切な分岐交通量を設定するのは難しい。

一方、OD交通量を入力する場合は、さらにいくつかの手法が使われている。最も多いのは、リンク交通量や交差点方向別交通量、リンク旅行時間からOD交通量を推定するものである。この場合、経路選択を考慮する必要がないネットワークと、必要があるネットワークとでは、推定の難易度に差がある。

すなわち、前者の場合は上流の発生点から下流に向かって、交差点方向別交通量から求めた分岐率で交通量を単純に配分していけば、制約を満たすOD交通量が容易に得られるが、後者では観測交通量の制約を満たすOD交通量が複数存在するため、既存のより大きなゾーンレベルのOD交通量制約やエン

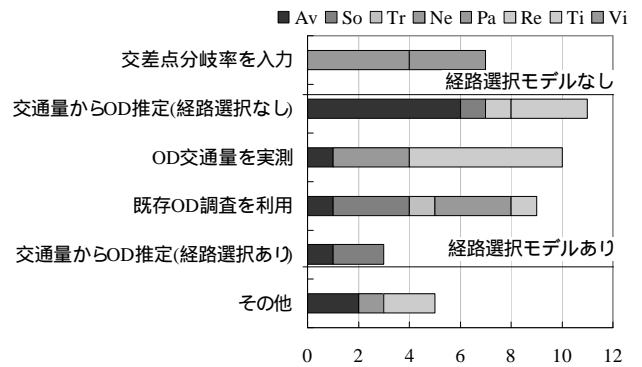


図-9 交通需要設定に用いたデータ種別ごとに集計

トロピー最大化法¹³⁾などの複雑な手法を使ってOD交通量を絞り込む必要がある。このため、図-6でも指摘されたように、経路選択を考慮しなくても済むようなネットワークで検討している事例の方が多数となっていると考えられる。

いずれにせよ、リンク交通量からOD交通量を推定する場合は、ある仮定に基づいて両者が整合させているだけなので、それが真のOD交通量である保証はない。このため、特に研究の意味合いが強い適用事例では、ナンバープレート照合調査を実施して、対象エリアでのOD交通量を実測するケース¹⁴⁾も報告されている。しかしながら、このような照合調査によるOD交通量観測は、通常の交通量調査以上にコストがかかるため、実務では一般的ではない。

実務レベルでは、シミュレーションを低コストで実施することも重要視しなければならないため、交通量センサスなどの既存統計調査で求められているOD交通量をシミュレーションの入力とするケースもみられる。これらの統計量は、公的な機関が公表しているものなので、上位の制約条件(いわゆる「お墨付き」)として与えられる場合も多い。しかしながら、現状の交通量センサスにおける起終点調査のサンプル率は、たかだか1~2%程度といわれており、拡大後の精度には疑問の余地があると思われる。実際、一般に入手可能なセンサスOD交通量は、日単位のものであり、シミュレーションに最低限必要な時間帯ごとのOD交通量に分割するには、慎重な議論が必要である。

図-10は各事例でOD交通量をどの程度の時間単位で設定しているかを、対象エリアの規模別にプロットした図である。いずれのケースでも、60分を超えるような間隔でODを指定した場合はない。また、明らかに2つのグループが見られる。

一つは、小規模なエリアで5~30分単位のOD交通量を設定しているグループである。これらは、事例ごとに何らかの実測調査を実施してOD交通量を

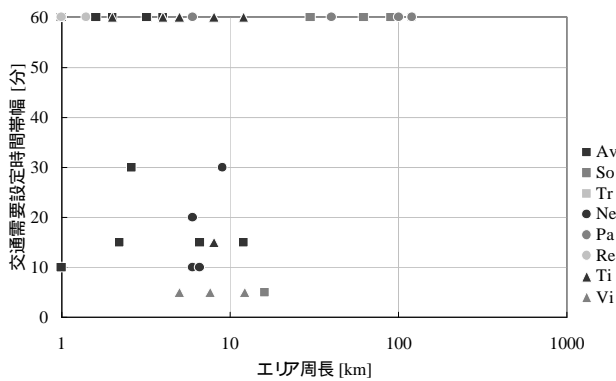


図-10 対象エリア規模と需要設定時間帯幅の関係

設定しているものであるが、現実的に調査が実施できるエリア規模に制約されているといえる。

もう一つは、エリア規模によらず1時間単位でのOD交通量を設定しているグループである。この中には既存統計調査を利用している事例がほとんどであるように、利用できるデータの制約によってOD交通量の時間単位が決まるものである。シミュレーションでは動的な交通状況を扱うため、はたして1時間単位の需要に基づく計算で、目的とする評価が十分に行えるのかどうかを、対象エリアや交通現象の特性を考慮して、事前に慎重に議論する必要がある。

(4) シミュレーション結果の評価指標

最後に、現況再現を実施している事例で、どのような指標を用いているかを分析した(図-11)。最も多いのは、交通量の再現性のみで評価している事例である。諸処の事情から、旅行時間などの別の指標を調査、あるいは入手することが困難なことが理由であろうが、これだけでは渋滞によって交通量が少なくなっているのか、あるいは需要が小さいために交通量が少なくなっているのか区別ができず、動的な交通状況の再現性指標としては不十分である。

旅行時間、あるいは渋滞長を評価指標とすれば、渋滞状況を判別できるが、これらを単独で利用する場合も不十分である。すなわち、今度は逆に非飽和領域では、交通量が増減してもこれらの指標は変化しないため、評価が正当になされない問題が残る。

したがって、動的な状況を扱うのであれば、すくなくとも交通量と速度(Q-V)の状態を判別できる2つ以上の指標を組み合わせるべきである。2つ以上を用いた事例の中では、交通量と旅行時間による評価を行っているものが多い。渋滞長で評価する事例も見られるが、渋滞長の定義が不明確であったり、観測が困難であったりするので、精度の面では交通量と旅行時間を用いるのが適切であろう。

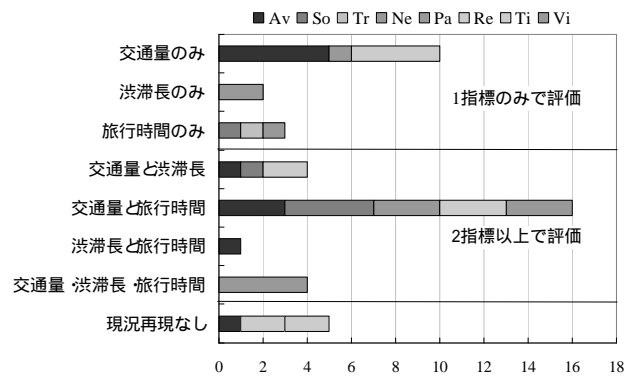


図-11 現況再現性の評価指標ごとに集計

3. シミュレーション利用促進への課題と将来のニーズ

以上の分析で明らかになったシミュレーションの適用実態を踏まえた上で、筆者らの経験に基づく知見を交えつつ交通シミュレーションモデル利用促進に対する課題と将来ニーズを次のようにまとめる。

(1) 都市レベルでの広域な交通施策を評価する際のツール利用技術の標準化が求められる

都市レベルでの適用事例の少なさ(図-3)と、最近話題にあがることが多いロードプライシングなどによるTDM施策や、ITSによる動的経路誘導などの広域施策を評価したいというニーズとのギャップは明らかである。しかしながら、広域なエリアを対象とした場合、道路ネットワークデータの作成に手間がかかる(図-7)、精度のよいOD交通量の獲得が難しくコストも大きい(図-9、図-10)など、実務レベルで利用できるデータの制約がシミュレーション利用を阻害している。このため、公的な機関が動的シミュレーションで利用できるデータを収集し、誰でも低コストで使うことができるような仕組みが必要である。

また、広域シミュレーションではネットワークをどのように設定するかによって、シミュレーション結果が異なることが懸念される(図-7)。需要が与えられるゾーンとネットワークとの接続方法や、ネットワークを構成するリンクの抽出方法について、標準的な基準を確立することも重要である。

さらに、広域ネットワークでは運転者の経路選択挙動を扱うことも必須であるが、適切な選択モデルが与えられないことが、その利用を阻害している(図-5、図-6)。街区レベルのシミュレーションであれば、ネットワーク形状を工夫して経路選択を考慮

しなくてもすむような設定が可能であるが、広域の場合はそのようなわけにはいかない。また、本来は経路選択だけでなく、出発時間選択、さらにはトリップモード選択といった道路交通需要に影響する利

用者行動を考慮することが必要である。これらについては、データを収集する仕組みを作るだけでなく、需要決定のメカニズムを解明するための研究レベルでの取り組みが求められる。

シミュレーションモデル適用事例シート

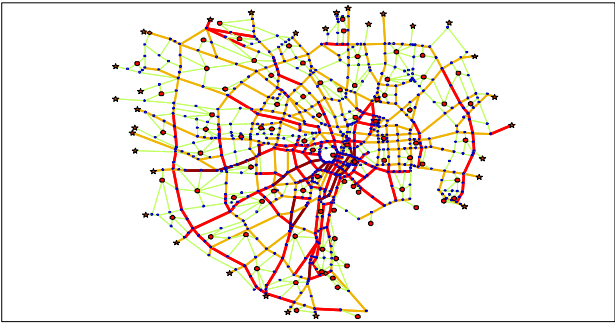
大分類	交通施策	小分類	TDM	シミュレーションモデル名	SOUND				
概要	適用事例名	ロードプライシング施策による渋滞緩和効果の評価							
	目的概要	本事例は、東京23区においてエリアプライシング施策を実施した際の渋滞改善効果及びその地域的な相違を把握することを目的とする。別途推計したエリアプライシング実施前後のゾーンOD交通量を与え、シミュレーションにより旅行時間、旅行速度等の変化を評価する。							
	本事例におけるモデル適用上の特徴	エリア課金による経路選択行動の違いを考慮するため、コドンライン上での課金額を旅行時間に変換して与えている。							
対象範囲及びネットワーク	対象範囲	東京23区(半径15km程度)		対象時間帯	平日1日(24時間)				
	評価対象時期	現況(平成6年度) 施策実施後(時期特定せず)							
	対象道路網	概ね主要地方道、都道以上の道路							
	ネットワーク規模	ノード数	942	リンク数	2952	起終点ノード数	115	総トリップ数	約370万
		一般街路ネットワーク		交差点数	392	信号交差点数	0*	道路区間数	708
		自専道ネットワーク		分岐部数		出入口数		道路区間数	
	特記事項	信号交差点は分岐容量に換算して表現している							
	(ネットワークの概略図面を添付)								
									
	入力データ	道路データ	単路部	リンク長、車線数、容量、自由流速度					
交差点部			分岐容量						
合流部									
信号制御		設定パラメータ	設定しない(飽和交通流率「x」スプリット」相当の分岐容量を与える)						
		作成方法							
交通需要		設定単位	OD交通量						
		作成方法	現況:平成6年道路交通センサスOD調査データより作成 施策実施後:行動変更モデルを用いて現況のOD需要を変化						
		空間単位	道路交通センサス中ゾーン単位						
		時間単位	1時間単位、24時間						
		車両属性区分	2車種(大型車、小型車)、但し大型車は小型車換算して与える						
その他									
モデル設定項目	スキャン方式	periodic scan方式, 6秒 / 1スキャン							
	パケットサイズ	10台 / パケット							
	経路選択原理	旅行時間をコストにした確率的経路配分(Dial配分)、5分毎に更新、但しコドンラインを通過する経路の課金額も時間換算してコストとして考慮							
	特記事項								
再現性検証	キャリブレーション	パラメータ	交差点部の方向別交通容量(=SFRxスプリットに相当する量)						
		方法	東京23区内平均旅行時間が等しくなるようにパラメータを調整						
	検証方法	全地域内平均旅行速度を用いた検証							
検証用データ取得方法	平成6年度道路交通センサス東京23区内平均旅行時間								
出力データ	時間平均リンク旅行速度、地区別平均旅行速度、時間リンク交通量など (目的とする評価に用いたデータのみ記述)								
記入者	所属機関 部署	東京大学生産技術研究所 第5部 桑原研究室				氏名	小根山裕之		
	電話	03-5452-6098 ext.58173	FAX	03-5452-6420	E-mail	one@nishi.iis.u-tokyo.ac.jp	HP	http://nishi.iis.u-tokyo.ac.jp/kuwapage	

図-12 適用事例シート記入例

上記のいずれの課題も、シミュレーションモデルの利用の仕方に関わるものである。このため、モデルの開発や改良に力を注ぐより、むしろデータ獲得からケーススタディの設定方法、結果の解釈の仕方といった一連の利用の流れを「標準実践マニュアル」として整備するなどの、利用技術全般のコーディネイトの標準化に重点を置くべきである。

(2) 街区レベルでは多岐にわたるニーズに対応するサブモデルが求められる

分析では項目を集計するため、個別事例に特有の項目をあげることができなかったが、事例シートの詳細には、多種多様なシミュレーションへのニーズが記述されている。これらのニーズによっては、一般的なネットワークシミュレーションが備える機能に、その事例ごとの拡張機能を追加することが必要となる。たとえば、駅前バスターミナルや路上駐車、ETC 料金所などを対象とする場合、それ専用のサブモデルを組み込むことになる。モデルのカスタマイズが柔軟にできることが、シミュレータの大きな魅力となるだろう。

その際に重要となるのは、組み込んだサブモデルが新たなブラックボックスとなって、シミュレーションの信頼性を損なわないよう、サブモデルごとの検証を十分に行うことであろう。この場合も、ネットワークシミュレーションの検証過程と同様に、仮想データを用いてモデル挙動の特性を明らかにする verification と、実データを用いてモデルの適用可能性を評価する validation の2つの段階を経ることが望ましい。

(3) 車両挙動レベルでの評価が可能なマイクロモデルが求められる

通説ではマイクロモデルと、ここでの C-F モデルは同義とされているが、適用目的(図-4)、対象施策(図-4)、対象エリア(図-8)、評価指標(図-11)のいずれを見ても、使われ方の面では Q-K タイプとの明確な差は認められない。すなわち、現状ではいずれのシミュレーションも、道路ネットワークの利用効率を旅行速度や遅れ時間といったマクロ量で評価しており、その再現性に寄与するボトルネック容量を、直接パラメータとしてあたえる(Q-K タイプ)か、あるいは間接的なパラメータで車両挙動を合成して内生する(C-F タイプ)かだけが、両者の違いであるといえる。

今後は単に道路利用効率の評価だけにとどまらず、交通安全施策の評価や、AHS のように車両挙動レベルでのサービスを検討したいという、シミュレー

ションへの要求も予想される。このようなニーズに対応するには、車両挙動レベルでの再現性が十分に検証された、真の意味でのマイクロシミュレーションモデルとしての性格と、ネットワークシミュレーションとしての性格をバランスよく兼ね備えたモデルが求められる。

謝辞：本論文をまとめるに当たり、WG5/WS および(社)交通工学研究会・交通シミュレーション研究委員会において活発な議論をいただいたメンバー、とりわけ事例シートをご提供いただいた各シミュレーションモデル開発者・利用者各位に謝意を表します。

付録 適用事例シートの記載例

図-12 に今回収集した適用事例シートの記載例を示す。各事例の内容は文献¹⁵⁾を参照されたい。なお、今後もシミュレーションクリアリングハウスなどを通して、同様の事例を継続して収集することを検討している。モデル利用者、開発者のご協力を期待するところである。

参考文献

- 1) 赤羽弘和, 大口敬, 吉井稔雄, 堀口良太: 交通シミュレーションモデルの実用化に向けての課題, 土木計画学研究講演集, No. 20 (1), pp.521-523, 1997.
- 2) 道路交通シミュレーションシステムクリアリングハウス: <http://www.jste.or.jp/sim>.
- 3) Smartest Project: Review of micro-simulation models, <http://www.its.leeds.ac.uk/smartest/>, 1997.
- 4) AVENUE: <http://www.i-transportlab.jp/products/avenue>.
- 5) CORSIM (NETSIM): <http://www.fhwa-tsis.com/>.
- 6) Paramics: <http://www.paramics.com/>.
- 7) 吉田正, 野呂好幸, 富山礼人: ETC 対応型 IC 計画に関する基礎的研究 - 交通流シミュレータ「REST」の適用事例の報告, 土木計画学研究・講演集 No.22(2), 1999.
- 8) 吉井稔雄, 桑原雅夫, 森田緯之: 都市内高速道路における過飽和ネットワークシミュレーションモデルの開発, 交通工学, Vol.30, No.1, pp.33-41, 1995.
- 9) Sakamoto, K., Kubota, H. and Takahashi, N.: Traffic assignment method considering car-by-car behavior for traffic impact studies -development of the tiss-NET System, *Proceedings of 8th World Conference on Transport*

- Research*, Antwerpen, 1998.
- 10) 酒井浩一, 田沢誠也, 吉田克明: 都市内高速道路シミュレーションモデルの開発と検証, 土木学会第 53 回年次学術講演会第 IV 部門論文集, pp. 686-687, 1998.
 - 11) 宇陀正志, 森津秀夫: 小規模道路網を対象とした交通シミュレーションモデル, 第 19 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.69-72, 2000.
 - 12) Horiguchi, R., Kuwahara, M. and Yoshii, T.: A manual of verification process for road network simulation models - an examination in Japan, *Proceedings of 7th World Congress on Intelligent Transport Systems*, Torino, 2000.
 - 13) 小根山裕之, 桑原雅夫: 路側観測交通量からの時間変化する OD 交通量の推定, *交通工学*, Vol. 32, No. 2, pp. 5-16, 1997.
 - 14) 花房比佐友, 吉井稔雄, 堀口良太, 赤羽弘和: 交通シミュレーションシステムの再現性検証用データセットの構築, *土木計画学研究講演集*, No. 21 (1), pp.583-586, 1998.
 - 15) 堀口良太: 検証と適用事例を通じたモデル分析, *土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 23 「ITS - 効率的な道路利用に向けて(2)」*, pp.81-137, 2001.
- (2001. 6. 11 受付)

FUTURE DIRECTION FOR R&D ACTIVITIES OF TRAFFIC SIMULATION THROUGH THE ANALYSIS ON PRACTICAL APPLICATIONS IN JAPAN

Ryota HORIGUCHI and Hiroyuki ONEYAMA

This research analyzes the present status of the practical use of traffic simulation models in Japan at first. The research also purposes to identify the future direction for research and development activities of traffic simulation. The analysis is subject to 45 summarized reports concerning to the practical applications of eight Japanese/overseas models collected by the simulation working group (WG5/WS) under the technical committee of Japan Society of Civil Engineers. The application reports are aggregated in terms of simulation purposes, subjective policies, network characteristics, data acquisition and evaluation indexes. Finally, the paper concludes the gaps that interfere to promote the practical use of simulation through the analysis, and identifies the future requirements for traffic simulation technology.