

交通インパクトスタディのための配分交通量推定方法の検討

A Traffic Assignment Method for Traffic Impact Study

小宮秀彦*、久保田尚**

Hidehiko KOMIYA and Hisashi KUBOTA

In recent years, concerns about traffic impacts of large developments and street-side developments have become of popular importance in urban areas. To assess these impacts, innovating traffic forecasting systems which can be used for local network regarding intersections, effects of signals, effects of on-street parking, and so on.

In this paper, we developed a new traffic assignment method tiss-NET(traffic impact study system for road NETWORK), based both on traffic simulation and capacity-restraint traffic assignment method.

As a result of a case study in the city center of a city in Saitama prefecture (the area is about 25ha), we could find that this system can estimate the link volume of local area more accurately compared to the existing capacity-restraint method. On the other hand, we have found further problems in terms of the system such as to consider more detailed traffic and road characteristics, velocity characteristics. Also, the way of setting OD-matrix and minimum path route were found to be reconsidered.

1. はじめに

大規模再開発や沿道型店舗の立地などに伴う道路交通への影響が交通インパクトという形で認識され、その対策が重要視されている。また、従来型の商店街などに関しても、駐車場の量や配置、あるいは路上駐車が道路交通に与える影響が無視できない。

こうした状況を分析し、対策の効果を推定するためには、周辺道路を含めた自動車交通量の推定手法が必要となるが、これまでに確立された交通量配分手法は広域的な道路ネットワークを対象とした長期予測を対象としたものであり、地区道路ネットワークを対象とした短期的な交通量配分手法の開発はほとんど進んでいないのがわが国の現状である。

本研究が、交通インパクトスタディ(TIS:Traffic Impact Study)に実用できる交通量配分手法の確立
キーワード：交通インパクト、トラフィックシミュレーション、交通量配分
* 正会員 工修 住宅・都市整備公団
**正会員 工博 埼玉大学助教授 建築工学科
(〒338 埼玉県浦和市下大久保255)

を目指すものである。そこでまず、海外を中心に地区道路を対象とした交通量配分手法の開発状況を検討し、わが国に適した手法のあり方を考察した。次いで、それを踏まえて独自に開発した交通量配分手法(tiss-NET)についてその考え方を述べ、現状再現性を確認した上で、さらなる課題の抽出を行った。

2. TISに関わる従来の配分手法の検討

地区道路を対象とする交通インパクトスタディに関わる交通量配分手法には、次のような配慮が求められる。

- ①道路及び付属施設などがきめ細かく考慮できること(交差点のタイプ、幅員、駐車場位置など)、
- ②交通のミクロな動き、特に交差点での車両の動きや路上駐車等の影響が考慮できること、
- ③経路選択の特性を明確にし、交通行動をリアルに再現すること、

④分析作業及び結果の表示に関して、分かりやすさを重視すること。

このうち、まず交差点の考慮については、容量制限付き配分の考え方を交差点にも適用し、待ち行列理論によって交差点遅れを考慮するプログラムが既に数多く開発されており、一部は市販されている（英国のJAM、HINETなど¹¹）。また、シミュレーションの導入によって、信号制御等さらにきめ細かい分析を行えるものとして、同じく英国のSATURN²²、CONTRAM³などがよく知られている。これらも容量制限付き配分の考え方を採用している。このうちSATURNでは、交差点遅れは考慮するもののリンク走行時間については交通量によらず一定としており、またCONTRAMでは、現地での測定によってQV関係を構築する、という方法を取っている。このように、地区レベルのネットワークを考えると非常に重要な交差点の扱いについては、すでに確立されつつあると考えられる。しかし、路上駐車や駐車場空き待ちの考慮など、単路部におけるミクロな道路交通状況を配慮することは、従来の配分手法の延長といえる以上の方法では困難である。

そこで、車両1台単位の挙動を確率的に表現するトラフィックシミュレーションの考え方を導入することが考えられる。例えば、英国で広く実用されているTRAFFICQ⁴¹もそのひとつである。ただ、TRAFFICQの場合には、利用経路が先験的に決められ、混雑状況に応じた動的な交通量配分を行っていない。わが国の道路は欧米に比べて一般的に幅員が狭いため、路上駐車が交通に及ぼす影響も大きい。従って、路上駐車の影響を考慮して走行時間を設定することが特に重要と考えられる。

運転者の経路選択の特性を考慮することも重要である。オーストラリアのMULATMは、動的な容量制限付き配分の中に個人選択モデルを導入し、「最短時間経路」の代わりに「運転者の知覚最短時間経路」を採用して経路選択を合理化しようとしている⁶¹。わが国でも、運転者の経路選択志向を考慮した確率的な経路選択モデルを構築した例がある⁶²。

最後に、システムをビジュアル化・ユーザーフレンドリー化することも重要である。地区レベルの計画を扱うシステムであることから、住民説明などに用いられることが充分想定されるためである。その

点に配慮したシステムとして、先にも述べたMULATM、カナダのEMME/2¹¹などがある。わが国にも、いくつかの研究例がある^{71, 81}。

本研究では、上の課題のうち、①、②、及び④に着目し、車両を1台単位で扱うトラフィックシミュレーションを交通量配分手法に結合するためのシステムtiss-NET (traffic impact study system for road NETWORK)を開発した⁹¹。このシステムでは、データ入力作業をGUI化し、またビジュアルなプレゼンテーションを可能とした。

3. tiss-NETの構築

(1) システム構成

本システムは、大別すると①道路交通データの入力、②シミュレーションモデルの構築、③シミュレーションの実行、④結果表示、より構成される。また、これらの作業は、マウスを駆使しパソコン画面上での対話形式により行えるようにし、GUI機能の充実とシステムの利便性を考慮した。さらに、シミュレーションモデルのプログラムを自動作成する機能を付加することにより、プログラム記述の労力を激減させ効率化を図った。

(2) ミクロな道路交通状況を考慮した

交通流シミュレーション

ミクロな道路交通状況を考慮するために、車両挙動を1台単位でシミュレーションする。そのためにまず対象とする道路をコンパートメント（1辺5m四方のメッシュ）に分割して、その各々に車両の進行方向や走行条件を与えておき、これを車両の移動単位とする。すなわち、コンパートメントの各々にメモリーを対応させて車両の存在等を記憶し、メモリー間で情報を移動させることにより車両の走行を表現する。またシミュレーション時間は、事象（車両移動）が起こる時間ごと、つまり事象の生起時間間隔で進める。

車両情報としては、各車両ごとにOD、車両番号、発生時の速度、発生時刻、発生間隔を与える。速度は、各リンクごとに規制速度で走行するものとする。

また、単路部の走行、車線変更、追い越しについては、他車両との位置関係（ギャップアクセプタンスなど）を計算しながら走行条件の設定を行う（図-1）。交差点部については、無信号交差点と信号

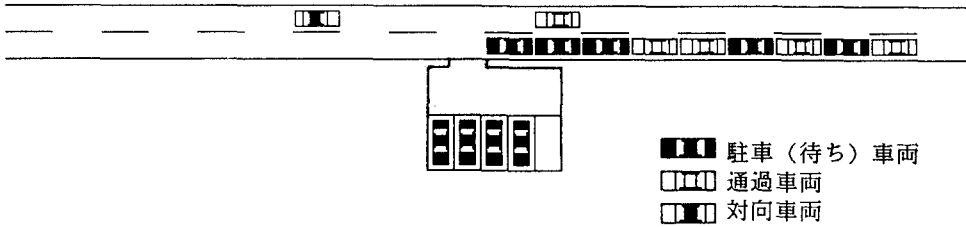


図-1 単路部のシミュレーション

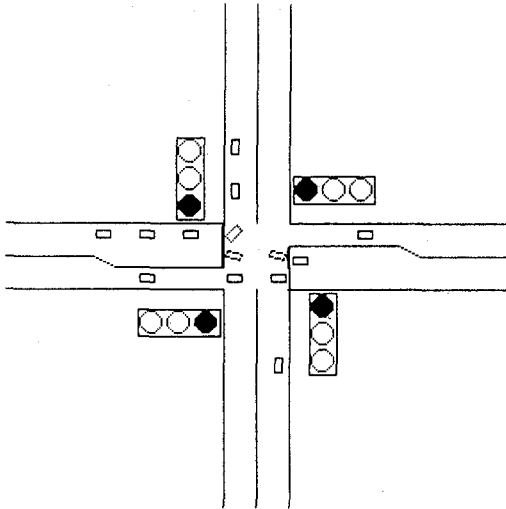


図-2 交差点部のシミュレーション

交差点とに分け、無信号交差点については優先権と非優先権を与えて交通制御を行う。信号交差点については、信号制御（信号周期、現示などの制御パラメータの設定）により交通制御を行い、他交通の影響を考慮する。特に右折車両については、対向車両との関係（ギャップアクセプタンス）を考慮し、もし進行できない場合には交差点内で待ちに入ることとする（図-2）。これらについては、実調査による実データの使用、あるいは制御条件を任意に設定することも可能としてある。また、駐車行動（路上駐車）については、駐車車両の発生場所、発生間隔、駐車時間などのデータが必要であるが、これらについても実データを使用したり、任意設定の可能な柔軟なモデルとしてある。

(3) 交通量配分手法への拡張

ネットワークへ拡張する場合には、車両情報としてODと走行経路の決定が重要となり、またモデル規模が大きくなり、かつ走行条件（他交通との相互関係）も複雑になるため、詳細な条件設定が必要となる。

a) コンパートメントと座標系の対応関係

対象地区に座標系 (x, y) を設定し、各々のコンパートメントと座標とを1対1に対応させることにより車両の位置関係を明確にする。

b) セクション

OD間の走行時間に影響を及ぼす要因は複数存在する。例えば、路上駐車車両や駐車場の空き待ち待ち行列、交差点での信号現示および進行方向別の交差点通過時間などがある。特に、交差点の右折車両は対向車両の影響を大きく受け、また従属車両へ影響を与える場合も多い。本システムではこの点に注目し、交差点での進入・進行方向別の通過所要時間の違いを考慮するために、セクション（1つの単路部とその始点となる交差点の1組）という概念を使用した。これは、リンクと交差点を常に関連づけて走行時間を計測するものであり、あるセクションの走行時間（セクションタイムと呼ぶ）は、その前後の進入・進出方向それぞれ3種類の計9種類（十字交差点の場合）に分類した（図-3）。

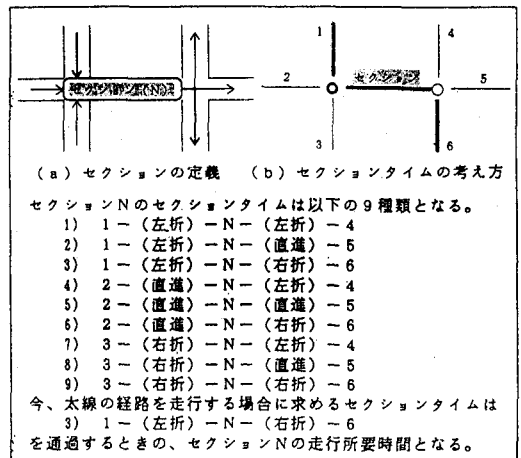


図-3 セクションの定義とセクションタイムの計測方法

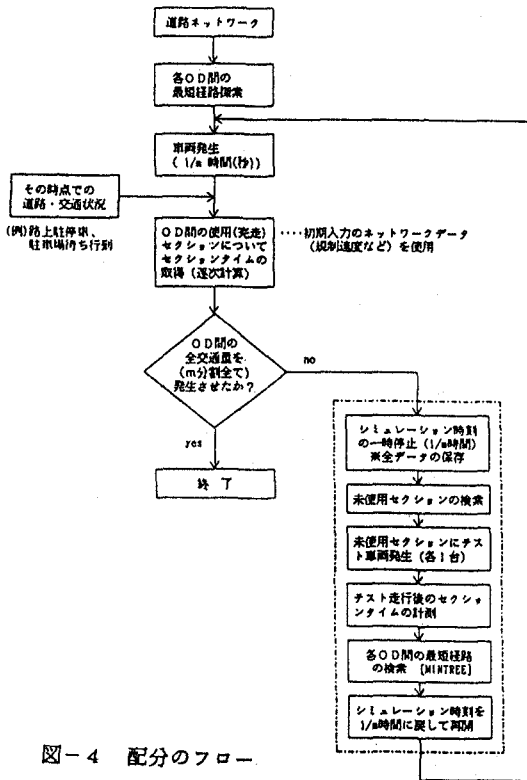


図-4 配分のフロー

c) 交通量配分の考え方

本システムにおける配分のフローを図-4に示す。全体のシミュレーション時間をm分割して、最初の1/m時間は初期入力データより計算したOD間の最短時間経路に車両を発生・走行させる。そして1/m時間が経過した時点で、実走行により計測されたセクションタイムより新しい最短時間経路を計算し、その経路を次の1/m時間に発生・走行する車両の走行経路とする。これを分割回数分だけ繰り返して全交通量の経路配分を行う。また車両の発生間隔はODごとに与え、シミュレーション時間内は同一の発生分布(本システムでは指数分布を使用)を適用する。そのため、ある1/m時間は車両の発生が少ない(ない)、逆にある1/m時間は車両が多数発生する、ということも起こり得る。

また、1/m時間が経過した時点で未使用(車両が走行していない)のセクションについては、ダミーの「テスト車両」を走行させることによりセクションタイムを計測した。ただしこの場合、テスト車両が走行している間の道路交通状況とテスト走行前のそれとを同じ条件にする必要があるため、テスト

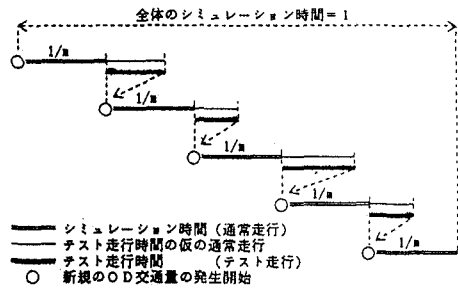


図-5 シミュレーションの時間進行

車両が走行する間は通常の車両(これについては走行時間、走行台数などの統計データを計算しない)も走行させる。実際のシミュレーション時間の進め方は、図-5に示すように、1/m時間が経過した時点でテスト車両を走行させ(この間通常車両の発生・走行は続ける)、全てのセクションタイムを取得した時点でシミュレーション時刻を戻し、新しい最短時間経路を計算して新規のOD交通の発生を開始する。

d) 従来の容量制限付き分割配分手法との比較

本システムの配分手法の考え方を、従来の容量制限付き分割配分手法と比較すると、表-1のようにまとめられる。

表-1 tiss-NETと従来の配分手法の比較

	従来の容量制限付き分割配分法	tiss-NET
配分の原則	容量制限付き分割配分	容量制限付き分割配分
車両発生原則	全交通量をn分割	全シミュレーション時間をm分割する。但し、車両の発生間隔は全シミュレーション時間に対して同一の指数分布に従う。
車両発生地点	セントロイドからダミーリンクによってネットワークへ	セントロイド近傍の駐車場から
交差点通過時間	原則として考慮しない	シミュレーション走行による進入・進出方向別の通過所要時間
リンク(セクション)タイムの取得方法	QV曲線よりリンク走行タイムを取得	シミュレーション走行によりセクションタイムを取得(但し、未走行セクションについてはダミーのテスト走行により取得)
OD	固定	固定
路上駐車	考慮せず	考慮できる

基本的に、OD交通量に基づいて分割配分をする点や、最短時間経路に交通量を流す点は本システムと従来の配分手法は同じである。ただ、具体的な発生・集中地点として、本システムでは、各セントロイドごとに、そこから最も近い駐車場（ただし、交差点など発生方向が数種ある場合は、実調査による発生車両の最も多い方向にある最近傍の駐車場）より発生することとし、発生間隔はODごとに同一の指数分布を使用している（なおこの点については、ゾーン内の駐車場の全てを発生集中点とし、駐車場台数などで重みを付けてランダムに発生集中させる方が合理的であり、現在改良中である）。

(4) システムの概要と使用方法

本システムは、前節(1)で上述した4つに大別でき、以下にそれぞれの内容を簡単に説明する。

① 道路交通データの入力

- 1) イメージスキャナによる道路地図の読み込み
- 2) ネットワークデータの作成

ノード情報、リンク情報（規制速度、車線数、および終点となる交差点情報たとえば信号機の有無、右折車線の有無、優先権）などの入力を行い、ネットワークデータを作成する。

② シミュレーションモデルの構築

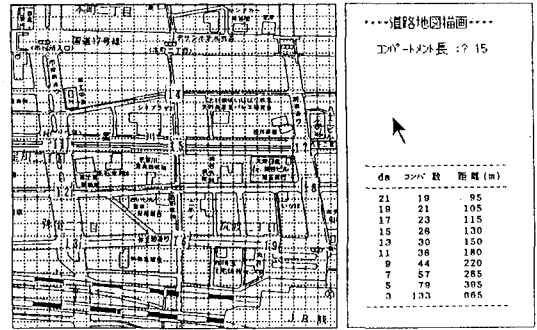
このステップは、本システムにおいて最も重要かつ時間の要する作業である。まず①で読み込んだ道路地図上にコンパートメントを設定し使用する道路を描画する。その後、不要部分（道路以外の部分）を消去して、各コンパートメントに進行方向や走行条件など詳細情報を設定することにより交通流の動線をモデル化する。この作業（図-6に作業の流れを示す）が終了すると、モデルプログラムが自動記述され、次のステップに進むことができる。また、シミュレーション結果表示で行うアニメーションのためのプログラムもこの段階で作成する。

③ シミュレーションの実行

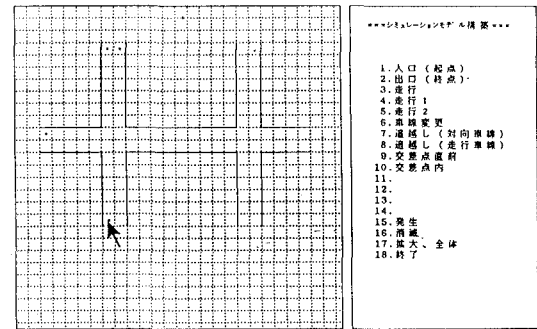
ここでは、前節(3)で説明した配分手法により交通量の配分計算を行い、各種統計データ（交通量、OD間所要時間、待ち行列に関する情報）の取得、および車両挙動のアニメーションに使用するグラフィックデータの作成を行う。

④ 結果表示

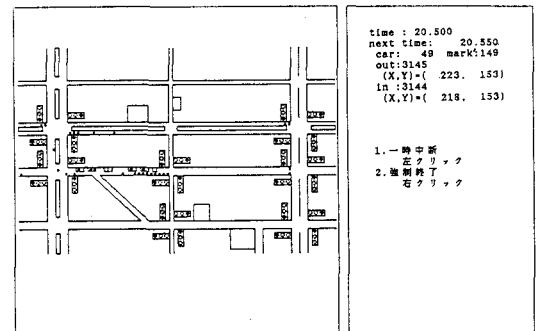
③で取得した統計データの表示と、配分結果のグ



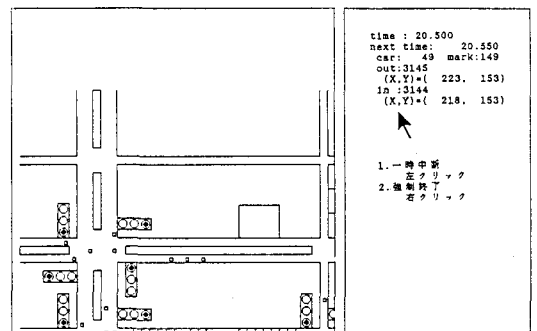
a) コンパートメントの設定および道路描画



b) 各コンパートメントの情報設定



c) 結果表示 (全体表示)



d) 結果表示 (拡大表示)

図-6 モデル構築作業の流れ

ラフィカルな表示およびシミュレーション時間全体の車両挙動を車両1台単位で表現するアニメーション表示を行う。

これら①～④の作業は全てメニュー選択により行い、対話形式により作業を進めていくことができる。

また、路上駐車については、路上駐車が発生する道路の設定と、ODごとに路上駐車を行う車両の発生割合を与えて、この2つの条件が重なる場合に路上駐車を行うことにする。

4. システムの有効性の検証

(1) ケーススタディの概要

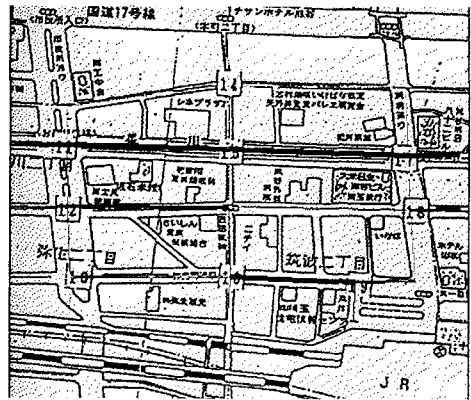
ケーススタディは、埼玉県のある都市の駅前周辺地区(約500m四方)を対象とし、交通量調査(平成2年10月平日午前)および路上駐車状況調査(平成3年3月平日午前)を行った。交通量調査では、ナンバープレート調査によるODデータ、路上駐車台数のカウントによる路上駐車発生場所・発生台数等のデータを取得した。さらに、路上駐車状況調査では、ビデオ撮影により路上駐車発生台数、発生間隔、駐車時間等の詳細なデータを取得した。

シミュレーション時間は30分間とした。なお、今回のケーススタディでは、路上駐車についてはパーキングチケットのみを取り扱うこととし、発生場所(発生する道路)と駐車時間を調査結果に基づいて設定した。一般道路の路上駐車については、当該地区においては一方通行や往復分離道路がほとんどで、路上駐車による道路交通への影響が大きいと判断し、シミュレーション対象から除いた。

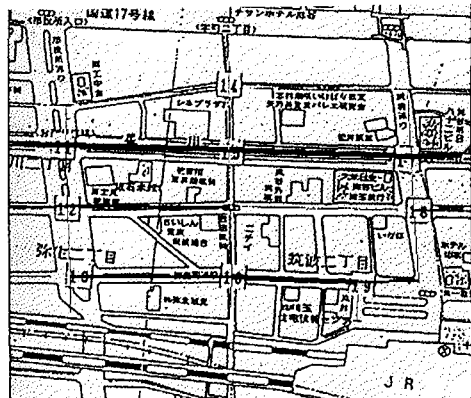
(2) 結果の検証

配分交通量の推定結果を視覚的に表現するために、実測によるリンク交通量、本システムによる算出交通量、従来の配分手法による算出交通量をそれぞれ図示する(図-7)。これらの図は、各リンクに表示された帯線の太さ(実際にはカラー表示)により交通量の多少を表現している。図から、従来型の配分計算の出力結果に比べて、交差点などをミクロに考慮した本システムの方が、現状の場域性に優れていることがわかる。

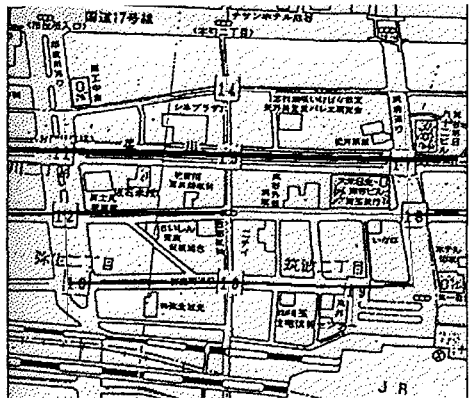
また、システムの精度を検証するために、各リンクについて実測交通量とシステム交通量との関係を見てみた(図-8)。本システムの精度をみると、



a) 観測交通量



b) tiss-NETによる配分結果



c) 従来の容量制限付き配分結果

<交通量>

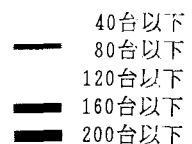


図-7 リンク交通量の表示

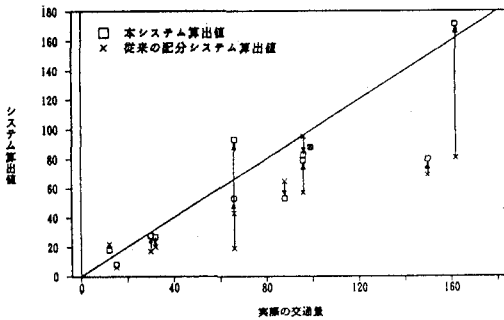


図-8 モデルの再現性の検証

実測値との相関係数が0.76で、従来の配分システムと実測値との相関係数0.68を上回っており、本システムの精度が従来の配分システムに比べて向上していることがわかる。

5. まとめと今後の課題

本研究は、交通インパクトスタディなどの地区レベルの交通量配分手法のあり方を検討し、具体的なシステムの開発を行うことが目的であった。現時点では、まだシステム開発は途中段階ではあるが、車両1台単位のトラフィックシミュレーションと交通量配分計算の統合、というモデル構造の核部分は完成できた。そしてケーススタディの結果から見る限り、開発したシステムは従来型の配分計算手法を上回る再現性を示している。

ただ、本システムはまだ開発の緒についたばかりであり、解決すべき課題も数多い。そこで最後に、今後の課題を整理しておくこととしたい。

1) 考慮すべき交通現象

現時点では、シミュレーション対象としては乗用車のみを考えており、歩行者、二輪車、大型車などの影響を考慮する必要がある。

2) 自動車の走行速度

現時点では、走行速度がリンクごとに一定であり、加速や減速がリアルに表現されていない。また、路上駐車の際の速度変化を考慮することもわが国の道路では一般に重要である。

3) 考慮すべき道路条件

現在は、グリッド状の道路網にしか対応しておらず、五枝以上の交差点や曲線道路にも対応する必要がある。また、交差点の大きさや隅切りの状態によ

って交差点の通過時間が異なるため、道路形状と交通行動（特に速度）との関係を明確にする必要がある。

以上の3点は、いずれもシステムで用いる設定や変数に関わるものであり、実態調査などを重ねてプログラム上の式形やパラメータを変更すれば解決する問題である。その他に、システムの原則に関わる課題として、次の3点が指摘される。

4) ネットワークの規模

パソコンを用いた本システムでは、約500m四方のケーススタディ地区を対象にプログラムを実行させるのに3分程度の時間を要する(486CPU)。対象規模をこれより大きくすると、計算時間も非常に増大する可能性が高い。そこで、例えば周辺地区については従来型のネットワークを組み、交通インパクトが特に問題となる部分に今回のシステムを用いるといった、新たな工夫が必要かも知れない。

5) OD交通量の設定

今回のケーススタディで用いたOD交通量は、当該地区の外周で実測したナンバープレート調査に基づくものであり、出発地・目的地とは異なる。従って、本来は代替経路を対象地区外に設定すべき交通量も含んでいると考えられるため、地区内で何らかの計画代替案(モール化など)を実施した場合の変化を表現する上で問題が生ずる可能性がある。そのため、計画対象地区とOD調査対象地区を分けて、後者を大きく設定するなどの工夫が必要となろう。

また、OD交通量を把握すること自体が、現実的には大きな課題である。調査の容易な交通量観測値からODを推定する方法²⁾などを検討する必要がある。

6) 最短時間経路原則の見直し

今回のシステムでは、交通量配分の基礎となる走行経路設定の原則として、従来の配分手法と同様に最短時間経路を用いた。最短時間経路を用いることについては、現実の運転者の行動からみて不合理な点が多いことなどがすでに指摘されているが¹⁾、車両1台ずつの経路を設定する本システムでは、その矛盾と改善の可能性がより強く示唆される結果となった。すなわち、各車両(運転者)がその時点の目的地までの最短時間経路を知っていることは一般には有り得ず、ましてやシミュレーションの中で1

台も走行しなかったセクションの所要時間を「テスト車両」を走らせて計測するということは、非現実的である。やはり、既往研究の一部にみられるように、運転者の経験や知覚に基づいた「知覚最短時間経路」を用いるべきであるし、それも確率的な選択と考える方が自然である。

さらに、経路の途中で渋滞に遭遇した場合などに経路の途中変更が行われる可能性があり、これも運転者の経験や性格によって行動が異なるものと考えられる。この点は、車両1台ずつを扱う本システムの中で考慮できる可能が大きく、それはまた、経路途中での情報提供の効果分析にも有効なはずである。

本研究で開発したtiss-NETの基礎となる単路部のトラフィックシミュレーションプログラムは、平成3年度埼玉大学卒論性佐藤裕明氏（現東京電力）の開発したシステムに負うところが大きいことを明記し、感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) Simon Lewis and Sue McNeil: Developments in Microcomputer Network Analysis Tools for Transportation Planning, ITE Journal, October, pp. 31-35, 1986
- 2) M. D. Hail, D. Van Vliet and L. G. Willumsen: SATURN - a simulation-assignment model for the evaluation of traffic management schemes, Traffic Engineering & Control, April, pp. 168-176, 1980
- 3) R. D. Coombe and T. J. Annesley, and K. P. Goodwin: The application of CONTRAM in Bahrain, Traffic Engineering & Control, February 1983, pp. 50-59
- 4) D. M. W. Logie: TRAFFICQ - a comprehensive model for traffic management schemes, Traffic Engineering & Control, November, pp. 516-518, 1979
- 5) Michael A. P. Taylor: A PC-Based Method for Traffic Impact Analysis, ITE Journal, June, 27-32, 1987
- 6) 山中英生: 住宅地区の交通抑制計画に関する方法的的研究、京都大学博士論文、1988
- 7) 鹿島茂: マイクロ・コンピュータを用いた都市交通計画作成支援システム、交通工学Vol. 24, No. 2, pp. 19-26, 1983
- 8) 石井淳二、久保田尚: パソコンを用いた配分シミュレーション支援システムの開発と適用、第11回交通工学研究発表会論文集、pp. 77-80, 1981
- 9) 小宮秀彦、久保田尚: ミクロな道路交通状況を考慮した交通量配分シミュレーションシステム (tiss-NET) の開発、土木学会 (掲載予定)
- 10) 飯田恭敬: 交通モデルの課題と展望、土木学会土木計画学研究・論文集No. 10、pp. 1-13、1992