

地区交通計画評価のための交通シミュレーションシステム tiss-NET の開発*

Traffic Simulation for District Transportation Planning -developing tiss-NET-*

坂本邦宏** 久保田尚*** 門司隆明****

Kunihiro SAKAMOTO, Hisashi KUBOTA, Takaaki MONJI

1. はじめに

大規模小売店舗立地法（大店立地法）の 2000 年施行に伴って、地区交通計画に関する問題も大きく変化することが予測されている。大店立地法は大型店の出店を交通渋滞や騒音などの住環境面から調整することが盛り込まれ、これまで開発協議の一環として実施されてきた交通アセスメントが初めて法制度化される。このような大店立地法に該当する開発事業ばかりでなく、近年は交通計画への住民参加やコミュニティ・ゾーンなど各種地区レベルの交通計画が一斉に注目を浴びつつある。しかしこれらの新しい交通計画アプローチに対しては、十分政策評価手法が確立していないのが現状である。本研究はこの様な問題意識を背景として交通アセスメントを含めた地区交通計画の評価手法としての交通シミュレーションに着目した。構成としては地区交通計画評価に関する現状と課題の整理を行った上で、地区交通計画を対象とした交通シミュレーションに求められるものを筆者らが従来から開発を進めている tiss-NET¹⁾注1を通して論じる。

2. 地区交通計画における評価システム

(1) 交通量予測の現状

数多くの評価指標のなかでも交通量の持つ意味は大きい。そこでまず地区レベルにおける交通量そのものの予測について整理してみる。交通計画者やコンサルタント技術者が実務において使用する自動車交通量の予測方法は、パーソントリップ調査に基づく 4 段階推定法における配分交通計算によって算出

されることが一般的である。これは交通容量制限付き分割配分手法が確立し、交通量算出ソフトウェアの普及によるものが大きい。既存手法の徹底した利用であり、駅前の再開発といった地区レベルの開発であろうが、ほぼ全面的に採用されている。ただしこの結果算出される交通量はなにかしらリンク容量に支配される交通量であり、地区レベルでは感覚と異なる結果をもたらすことも多いため実際に実務者からは精度の問題を含めて不満の声が上がっている。

交通量の予測に関するアカデミックな分野では、いわゆるワードロップの原理に基づく配分原則を主流とする理論展開が過去 30 年以上に渡って活発に議論されてきている²⁾³⁾。これらの手法はリンク容量に基づく均衡問題や最適化問題に帰着させてシステムチェックに配分交通量を算出することに一意を置いているために単純に地区レベルの問題に移植することは難しい。一方これらの配分理論や交通流理論の確立とコンピュータの処理能力の発達に伴って多くのシミュレーションモデルが開発されてきた。これらのシミュレーションモデルは大別して以下の 2 パターンに分類できる。信号最適制御や交差点改良による交通量を検討するなどの局所的なもの、都市間幹線道路の交通量を求めるような大規模なものである。その後システム需要の変化に応じてそれらの中間的なモデルも多く開発されている。

(2) 地区レベルの特殊性

地区レベルの交通状態を考える場合には、表 1 の様な主要検討要因の相違を考慮しなければならない。リンク総距離における交差点数の割合を交差点密度とすると、規模が小さくなればなるほど交差点密度は増加する。結果としてノード処理に関する検討が重要になり、リンク容量の検討は重要度を下げることになる。つまり地区レベルでは旅行時間への

*キーワード：地区交通計画、交通計画評価、配分交通

** 正会員 工修 埼玉大学工学部建設工学科

*** 正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科

浦和市下大久保 255, TEL/FAX 048-855-7833

****正会員 工修 パシフィックコンサルタンツ

大宮市宮町 1-38-1, TEL048-647-5367 FAX048-640-1647

影響度が圧倒的に高いのは交差点であり、特に渋滞時のリンク通過時間は交差点の処理能力に依存してしまう。さらに同じリンクであっても交差点における通過時間を退出方向別に検討するだけでなく、その入口となるリンクへの流入方向までも考慮した検討が必要となる。結果、配分理論で検討されるリンク容量や QV 曲線といった論点の重要度は下がる。同時に等時間原理配といわれる「個々の自動車が自らの走行所要時間を最小化し、新たな経路選択ができない均衡状態」が地区レベルでは有効に存在しないことを意味する。これは住区における調査において運転者の選択経路は必ずしも最短経路でないと定量的データによって検証されている⁴⁾ことで再確認できるし、一般的な運転者意識とも一致している。

表 1 ネットワーク規模による主要検討要因の比較

ネットワーク規模	大（都市間）	小（地区）
交差点密度	少	多
主要検討要因	リンク容量	ノード処理

(3) 経路選択機構の問題

この様に地区レベルの様な密な道路網では、最小コスト経路に似通った値を持つ代替経路が数多く存在するため、運転者は必ずしも最短経路を選択していないか、またはそれらの最小コスト経路を認知しえない場合があるということが言える。乱暴に言えば、配分理論を基本としたモデルには置き換えることが出来ないとも言える。ただし現実の交通シミュレーションにおいて経路選択機構としてよく用いられるのは、最短時間経路を選択するタイプとロジットモデルなどに代表される複数経路を費用に基づいて確率選択するタイプの二種類になる。しかし両者とも基本となる考えは配分理論であり地区レベルへの適応は苦しい、となると運転者の人間行動モデルそのものを取り入れることが望ましいが、交通モデルとして実用的な分析はいまだない。結果として計算負担の軽い前述の手法によって経路を決定せざるを得ないのが現状である。この認識を持った上で、地区レベルの経路問題を考えた時、個人の認知と交通状況に応じた経路選択を考慮する必要は高い。そのためには出発時点で最短経路を固定するのではなく、途中で動的な経路変更が重要となることは多くの研究者が述べているが⁵⁾、その際に周囲の交通状況（混雑）と個人属性（ネットワーク認知）に基

づいた合理的な経路選択を内生化することが必要となる。さらに ITS の発展によって交通情報の差による検討も重要となっている。

(4) 求められる評価システム

これらの状況を踏まえると、地区レベルを対象とした評価システムとして有効なものは、個々の車両を扱うという原則の上で以下の点が不可欠である。

- ・個人属性を踏まえた車両挙動
- ・個人属性と交通状況を考慮した経路選択機構

シミュレーションモデルは国内外で多くのものが開発されその用途に応じた開発が積極的になされているが、上記の条件を満たすものとしては離散的モデルが有力である。離散的モデルは厳密に車両一台一台を扱うものと、数台をまとめたパケットとして扱うもの、そしてその中間的なハイブリッドタイプの 3 タイプに分類できる。車群として扱うパケットタイプや部分的にでもパケットの概念を利用するハイブリッドタイプでは、基本的に交通容量などの外的要因や密度といった概念に制約され、地区レベルで局所的に発生する路上駐車車両などの考慮が十分ではないなどの問題があり、最適とは言い難い。

やはり地区レベルの評価システムを考えた場合は車両一台一台を厳密に扱えるタイプのものが望ましい。このタイプには追従走行や車線選択などの細かい車両挙動を記述するためのパラメーター設定が複雑になり、かつその汎用的な設定が難しいという指摘もあるが⁶⁾、追従走行などの基本的モデルのパラメーターは一定の汎用性を持ち、さらに地区交通を検討する場合は必ずしも汎用的なパラメータの設定は必要条件ではなく地区に適合した設定をすれば十分である。この様な厳密な離散型モデルとしては、海外では FHWA の MICRO モデルや TRAF-NETSIM の後継として使われている CORSIM、そしてより使いやすい SimTraffic⁷⁾などがあげられるが、日本での適応を考えた場合には走行レーン逆転や基本的な道路幅員及び構造の相違点が多いことから単純に導入することはできない。実際の導入にあたっては日本及び対象地区に適した改良が必須であろう。輸入改良されたものには日産自動車が NETSIM を改良した日産交通流シミュレーター⁸⁾⁹⁾、SSRI の paramics¹⁰⁾¹¹⁾などがある。日産交通流シミュレーターは路上駐車などの改良を加え、実

際の道路ネットワークでの交通運用策評価を行なっている。ただし車両に OD 及び経路という概念を持たずに交差点右左折率を用いる NETSIM を基礎とするため経路選択ロジックに関して限界を持っている。paramics は道路容量などの道路交通に関わる外生要因の概念を持たず、追従挙動モデル等を内生し車両挙動の結果として交通容量等が算出できる。経路選択については車両属性として該当道路網の認知ラベルを設定し、ラベルに応じた道路ネットワーク上でのノイズを加えた最短経路を走行することになっている。元々 AHS 評価システムとして採用したために交通状況及び個人属性による経路変更判断で渋滞を回避するなどの経路変更については明らかにされていない。国産としては科学警察研究所の TRAS-TSC¹²⁾¹³⁾、埼玉大の tiss-NET などがある。TRAS-TSC は非常に細かな車両挙動を表現可能だが、基礎となる DYTAM-I が右左折率利用のため経路選択の表現ができない。また開発目的が信号制御の高度化のため、経路選択機構の検討は重要視されていない。tiss-NET は当初から地区交通支援システムとして設計開発してきたため、地区レベルの表現に必要な車両挙動モデルと経路選択モデルを組み入れることが可能である。

3. tiss-NET による地区交通計画評価

(1) サブシステム構成

tiss-NET(traffic impact simulation sub-systems

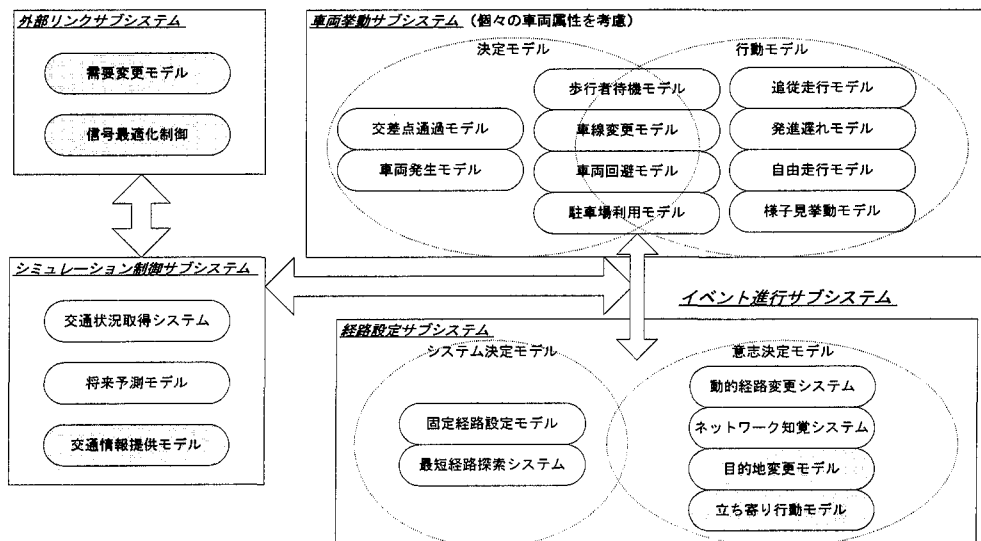


図1 tiss-NETのサブシステム構造

for loadNETwork)は図1が示すような4つのサブシステムとそれらを総合的に管理・進行させる「イベント進行サブシステム」によって構成され、様々な地区交通計画評価への拡張性を持っている。なお網掛けのモデルは現在導入を検討中のものである。

「経路決定サブシステム」は発生時に最短時間経路算出モデルや固定経路設定モデルを用いて車両を発生させる。また動的経路算出モデルやネットワーク知覚モデルは車両の走行途中で必要に応じて呼び出される。「車両挙動サブシステム」は実際に車両挙動を決定するサブシステムで追従走行モデルなどの各種のモデルが組み込まれている。これらは外生的に交差点内の走行位置などをきめる交差点通過モデルのような決定モデルと、実際の挙動を属性(車両種等)によって行動を決定する行動モデル、及びその中間モデルがある。「シミュレーション制御サブシステム」は経路決定や挙動決定に必要な交通状態の取得や将来予測を行なう。「外部リンクサブシステム」は必要に応じて tiss-NET 以外の外部モデルを取り込める拡張性を持たしている。

(2) 地区交通計画のネットワーク評価

TI アセスメント法制化や住民参加の浸透などによって地区交通計画は需要増加と共に内容もより複雑になるであろう。tiss-NET はサブシステムにモデルを追加したり、サブシステムを再構成して各種の計画評価への対応が可能である。以下に今後重要となるであろう代表的な地区交通計画に対して

tiss-NET を使うべく評価について簡単にまとめる。

(a) Traffic Impact アセスメント

tiss-NET は本来 TI 評価手法として開発されているために既存サブシステムのみで検討可能である¹⁴⁾。ただし郊外道路沿いの大規模小売り店舗の出店に伴う TI 予測等の場合には、誘発交通量を予測する外部リンクサブシステムの充実が必要となるであろう。

(b) 公共交通優先策

今後路面電車の復活やバス専用レーンなどの公共交通機関の優先政策支援は活発になるであろう。また鎌倉で検討されているバス追い越し現示¹⁵⁾など、特殊な交通状況を予測する必要性も高く、tiss-NET の持つ柔軟なサブシステム構成が発揮できる。この場合は制御サブシステムへの信号最適制御システム追加等によってさらなる評価が可能となる。

(c) コミュニティーゾーン

コミュニティーゾーンは第6次交通安全施設等整備事業5ヶ年計画の重点施策とされ今後の導入が大幅に見込まれる地区計画であるが、通過交通の排除や速度変化等を面的に捉える必要があるためにミクロな表現力が要求される。単純な速度抑制や通行規制程度ならば現在のサブシステムでも検討可能であるが¹⁶⁾、詳細な検討のためには対策のための導入された物理的デバイスを考慮する車両挙動及び経路決定モデルのサブシステム導入が必要であろう。

(d) Road Pricing 等の TDM 政策

料金等によって進入車両を制限する RP の場合、政策評価のためには交通需要予測が必須となるが、その需要予測モデル自体に地区内の交通状況がパラメーターとして組み込まれるのが自然である。運転者は料金に見合った交通状態を予測して、実際に支払うかどうかを決定するであろう。tiss-NET では外部モデルリンクサブシステムにこれらの需要予測モデルを組み込むことによって繰り返し計算を行ない、需要モデルの説明する交通状況を再現することを可能とするサブシステム構造である。

(e) 道路交通情報の高度化への対応

交通情報提供モデルと反応モデルの組み込みにより個人属性と道路属性・交通状況を考慮した各種の経路変更挙動による交通状況予測が可能となる。

4. おわりに

本研究では地区交通計画に必要な評価システムについてまとめた上で、tiss-NET の持つ柔軟なサブシステム構造を利用することを通して今後実施されるであろう交通政策への対応例を検討した。柔軟なモデリングが可能なシミュレーションはまた、パラメーターチューニングに終止徹することもしばしば指摘される為、今後は汎用性を持たせる固定的モデルと、地域や計画に柔軟に対応すべきモデルを明らかにする必要があるであろう。また実際の交通計画への適応においては、個々の計画内容や住民意識を考慮した上での具体的な指標を含めた評価方法の検討の非常に重要になるであろう。

【注釈】

¹ 従来は開発環境に伴い tiss-NET WIN の名称で開発を行なってきたが、今後のシステム名称を tiss-NET に改めた。

【参考文献】

- ¹ 坂本邦宏、高橋伸夫、久保田尚：セクションを利用した地区交通のための交通インパクト評価システムの開発、土木計画学研究・講演集、20(1)、pp.493-496、1997
- ² 加藤晃：交通量配分理論の系譜と展望、土木学会論文集IV、NO.389、pp.15-27、1988
- ³ 桑原雅夫、赤松隆：多起点多終点 OD における渋滞延長を考慮したリアクティブ動の利用者最適交通量配分、土木学会論文集IV、NO.555、pp.91-102、1997-1
- ⁴ 山中英生、天野光三、渡瀬誠：住区内交通への多経路確立配分モデルの適応に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.9、1986
- ⁵ 井上博司：道路網における交通流動の動的シミュレーション手法、土木学会論文集IV、No.470、pp.87-95、1993
- ⁶ 堀口良太：交通運用政策評価のための街路網交通シミュレーションモデルの開発、東京大学学位論文、1996
- ⁷ <http://www.trafficware.com/>
- ⁸ 羽藤英二、香月伸一、貴志泰久：シミュレーションによる交通制御の最適化とそれに伴う交通流の変化、第14回交通工学研究発表会論文集、pp.49-52、1994
- ⁹ 羽藤英二、香月伸一、吉川康雄、森田育宏：GUIを用いた交通流シミュレーションの入力データ作成プログラムの開発、第15回交通工学研究発表会論文集、pp.41-44、1995
- ¹⁰ Cameron, G., Brian J.N. Wylie and David McArthur : PARAMIX-Moving Vehicles on the Connection Machine, IEEE Conference, 1994
- ¹¹ <http://www.paramics.com/>
- ¹² Takeshi Saito, Kazuhiko Yasui, Satoshi Fujii, Hiroyuki Okamoto, Seiji Itakura, Hiroshi Gamada : Improvement of the Traffic-Flow Simulator for Evaluation of Traffic-Signal Control (TRAS-TSC), Proceedings of the Third Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, CD-ROM, 1996
- ¹³ 齋藤威：交通流評価用シミュレーターの開発、月間交通、1997年7月号、pp.82-100
- ¹⁴ 小宮秀彦、中島敬介、久保田尚、坂本邦宏：主要鉄道駅周辺の大規模店舗に関するインパクトスタディー、第49回土木学会年次学術講演会講演概要集第4部、pp.356-357、1994
- ¹⁵ 赤羽弘和：街路におけるバス優先方策の高度化、国際交通安全学会誌、18巻3号、pp.19-27、1992
- ¹⁶ 蛭沢隆行、坂本邦宏、久保田尚、杉山健一：tiss-NETを用いたコミュニティーゾーンの交通量推計に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.21、掲載予定、1998