

実務からみた交通ネットワーク研究の課題

Some Practical Subjects of Traffic Network Research

堀 江 清 一^{*}

by Seiichi Horie

Traffic simulation model has been used in the study for road network and/or improvement plan. Although static simulation model for traffic assignment is mainly used, it is gradually increase to force the employment of dynamic traffic simulation models for traffic control and management in some studies.

One of the most important matters for the assignment models is to differ with estimated value by model and counted traffic volume. Many experiences for improving the accuracy of the models have been taken during latter decades. They, however, are insufficient for practical use. Therefore it will be necessary to comprehensively research for development of similitude in the model, not improve briefly.

1. はじめに

交通関係のコンサルティング業務の中で、交通ネットワークを用いた調査は最も多いのではないだろうか。道路網計画や道路交通運用計画など多くの調査に用いられている。我々、交通関係のコンサルティングを業とする技術者は、それらの調査の課題に対して実用的な結論を得ようと、限られた時間の中で様々な工夫を行っている。

交通ネットワークに関する調査において、我々のとりうる技術的な手段は、見方によっては非常に限られていると言えるかもしれない。しかし、一方では既存の方法に対して様々な変形、修正などの“改良”を施し、非常にバラエティに富んだ活用をしているとも言える。それにもかかわらず、それら調査に求められることに、技術的に必ずしも十分な対応が出来ていない場面も多い。

本文では、このような我々の現状も踏まえながら、交通関係のコンサルティング業務における交通ネットワークの利用状況と動向および交通ネットワークの研究に対する要望などを述べることにする。

2. 交通ネットワークをとりまく最近の状況

著者は8年前(1985.9)、本学会交通ネットワーク研究分科会の求めにより、交通ネットワークの実務上の状況と課題について若干の話題を提供させていただいた。その時点における主要な問題意識は次のようなものであった。

- ①交通配分方法の妥当性、適合性の向上
- ②大規模道路網を対象とした交通量配分の合理化、省力化
- ③広域道路網と部分道路網の交通流の整合性、交通ネットワークの統一
- ④シミュレーションモデルと実交通流の整合性

これらの点に関連して、この数年間に実務面で環境が整備されつつあるものは、コンピューター性能の飛躍的向上や小型コンピューターの普及による作業効率の向上と国土地理情報、デジタル地図などの

キーワード 交通モデル、ネットワーク

* 正会員 工博 ㈱長大 技術本部

(〒103 東京都中央区日本橋蛸殻町1-20-4)

データベースを利用したデータ作成作業の省力化である。特に、前者についてはマイクロ・コンピューター、ミニコンあるいはEWSを手軽に利用できるようになったこと、大規模ネットワークについても実用的にシミュレーションが実施できるようになったことなど8年前とは真に様変わりの様相を呈している。

この間、研究面では、均衡配分モデルや動的配分モデルに関する研究が進められ、理論の整備が進められてきた。実務面では渋滞問題や道路交通情報システムの構築、交通需要マネジメントなどの必要性により交通流の動的かつミクロ的の取扱いが求められるようになってきた。この動向の中で、3.において述べるように交通ネットワークを利用する調査内容の範囲は、大きく拡大している。しかし、実務面で見ると、交通ネットワークを利用する調査の中で主要な位置を占める配分モデルや交通流動モデルは8年前と同じ状態に留まっている。

3. 交通ネットワークの利用分野と動向

交通ネットワークを用いた調査は多岐にわたる。表-1にそれらを列挙した。これらの利用分野は、交通ネットワーク利用の最も歴史のある「交通網計画」に関する調査を中心に拡大してきた。その後、「交通運用」「道路交通情報」「道路管理」に関わる調査、ナビゲーション・システムや車両運行管理システムに利用されている。ここ数年間に拡大された利用分野を概略的に示すと表-1の〰の部分である。交通ネットワークの応用に関する長い歴史の

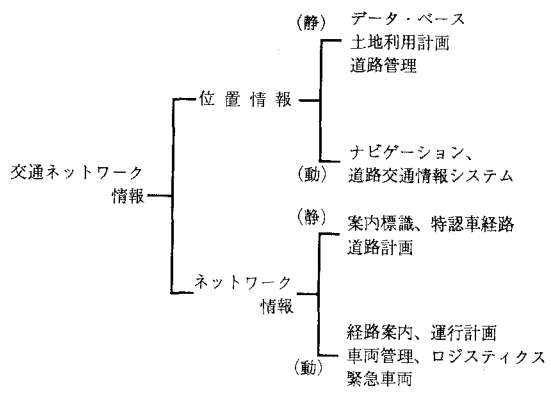


図-1 交通ネットワーク情報と利用分野

中でみれば、最近の利用分野の拡大には非常に早いものがある。

この適用分野の拡大の特徴は、従来、ネットワークの利用は、「ノード」「リンク」の2要素で構成される交通網の接続の表現(位相表現;ネットワーク情報)を利用することであったが、この2要素に第3の要素として「位置」を加えた地図表現を用いていることである。この位置情報の利用により、交通ネットワークが車両運用、道路交通情報、道路管理のような即時的なシステムや短期的な計画に用いられるようになってきている。(図-1)これらは、道路網計画に比べ計画やシステムの妥当さがすぐに判明するものである。

これら交通ネットワークは従来、調査、研究対象のシステムとは切り離されたOff-Lineとして存在していた。しかし、最近では交通ネットワークがシステムの中に直接組み込まれる動的な道路交通情報システム、交通運用、道路管理さらに路車間情報システム(VICS)などが出現している。

我が国では、前述の3要素を具備した交通ネットワークの新しいデータベースとして1/2.5万または1/5万地形図をベースとしたデジタル道路地図(DRM:図-2)が出現し、

表-1 交通ネットワークの利用分野

1. 交通網計画 a. トリップ配分: トリップ量、利用特性、採算分析 b. 網 評 価: サービス域、信頼性補完性 c. 網 容 量: 最大処理量、隘路 2. 交通運用 (1)静的 a. 交通処理: バス路線、ライフライン b. 交通規制: 方向、速度、車種規制 (2)動的 a. 交差点処理: 信号制御、規制 b. 交通流処理: 大規模施設、イベント c. 交通流動: 渋滞、ボトルネック、規制 5. 輸送計画 (1)物流拠点計画: 基地、ルート設定 (2)物流ルート計画: 最適経路、車両管理・配置計画	3. 道路交通情報 (1)静的 a. 地名等案内: 標識(連続性)、地図 b. 付加価値的情報: 地域案内、施設案内 (2)動的 a. 発生事象: 事故、災害、規制 b. 経路案内: 迂回路、代替路、最適路 4. 道路管理 (1)静的 a. 工事計画: 規制範囲、時間、迂回路 b. 維持、補修計画: 箇所、区間 c. 除雪計画: 除雪ルート、基地配置 d. 経路指定: 特認車両、危険物輸送 (2)動的 a. 復旧活動: 災害 b. 代替路: 事故、災害 c. 車両管理: 配置、運行スケジュール
---	--

注) 〰 は近年の適用分野

全国的な整備が進んできた。交通ネットワークの具体的な表現は調査内容や対象地域の特徴によって、あるいは調査担当者によって左右されている。また、都市域や広域な地域の交通ネットワークデータを作成するには、相当な時間と労力を要した。DRM によって全国的に標準化された詳細な“ネットワーク・データベース”の利用が可能になってきた。これにより、交通ネットワークの基準化も可能になってきている。また、この地図データベースをインターフェースとして従来、個々に独立して存在している多種類の関連データベースを結合し、目的に合ったより統合的なデータベースの構築や他システムとの統合的な利用が可能になってきた。(図-3)

4. 交通ネットワークとモデルに関する諸問題

4-1 静的モデル

実務における交通ネットワーク関係の調査で最も多いのは、依然としてネットワークシミュレーションによる交通量配分である。このモデルは、等時間(比)原則に基づいて、年間平均的な交通量の期待値を推計している。このシミュレーションの基本は経路探索であり、配分方法は経路選択の方法とリンク条件がflow-dependentであるか否かにより表-2のように整理できる。ここに示した方法は、ここ30年来利用されてきているものである。この間均衡配分など2、3の積極的な取り組みもあったが、実務的な面から見ると表-2による方法を用いたものがすべてである。これらの方法を基本に何らかの、場合によっては小手先の“工夫、改良”を加えて、新しいニーズに答えている。しかし、我々はこのような事態に実務的な見地から以下に述べるような不満を持ちながら、これらに代わる方法を見出していないのである。

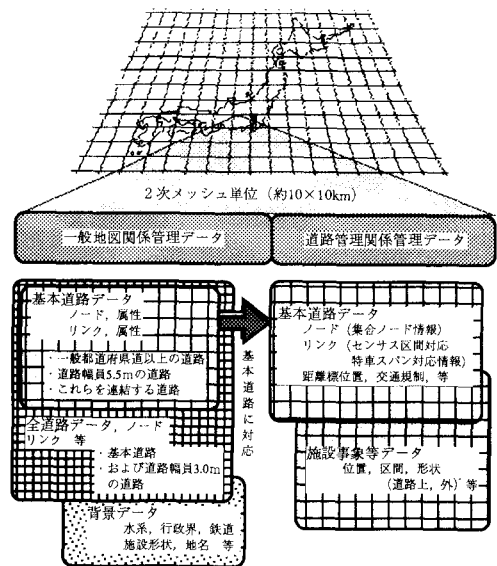


図-2 デジタル道路地図 (DRM) の構造

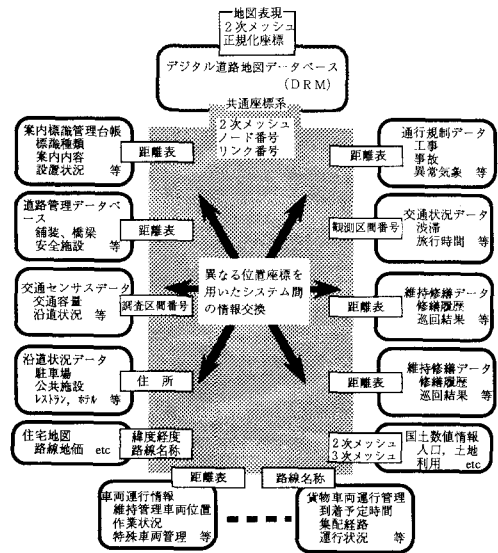


図-3 DRMによる異種システム、データベースの結合

表-2 経路探索と交通量配分法

経路選択			容量制約	
経路数	対象道路	抽出経路	なし	あり
単一経路	任意	最小ルート	All or Nothing法	OD分割法
多経路	一般道と有料道	各最小ルート	転換率法	OD分割転換率法
		有料道の上位n位IC間ルートと一般道ルート	分担率法	OD分割分担率法
	任意	多経路	分担率法	分担率法

これら配分モデルを用いた調査では、担当者はその都度、調査目的、道路網や地域の特徴を勘案し、彼らの経験を生かし様々な工夫や改良を実施している。しかし、依然として2.に述べた「妥当性、適合性の向上」、「ネットワークの整合性」そして「実交通流との整合」の問題はそのまま残っていると言わざるを得ない。

この中でも、実務上の最大の問題は「妥当性、適合性の向上」と「実交通流との整合性」に関してである。これはモデルによる現象の再現力についての評価である。実務上では、交通モデルのもつ現象再現性は、極論すれば論理性のそれをはるかに上回っている。しかし、この点については学問的には応々にして、適合性をただ単に高めることを狙うのであれば、それは容易であり、それを高めることの学問的な意味合いは低いと認識されている。

実務上で、その交通モデルや各種パラメータが利用可能であるか否かの判断は、配分されたリンク交通量と実績値との対比によって行うことがほとんどである。我々が実務上取り扱うネットワークの大きさは、リンク数で少なくとも2〜300であり、平均的には数百から千リンク程度と考えられる。このようなネットワークを相手に、交通量の数値が現況値と類似するという状態までシミュレーション試行を繰り返すことは、注目するリンクや関連リンクだけに絞っても時間、費用ともかなりの負担になっている。このシミュレーションの「調整」に際しては、類似した値を得るための定石も定式的な方法もなく、それはもっぱら技術者や計画者の経験に依存している。

その配分プロセスの中で、実績値と推計値の差が生ずる要因には表-3に示すようなものがある。推計リンク交通量の適合性を向上させるには、これらの要因の中で何が主要な役割を果たすのであろうか。各々の要因について、その精度や詳細さを単独に高めても結果として得られるリンク交通量の適合性が高まる保証はない。求める適合性（度）に対応する各要因間の「整合的な詳細さ」にはどのような関係があるのであろうか。

著者の経験ではこれらを改善していくのは、現在の所、その都度非常に根気強い試行によるモデルやパラメータの修正、変更しかないのではないかと考えている。しかし、何らかの対応方法が研究されれば、これは実務上は非常に大きな成果である。もちろん、適合性がすべてでないことも明きらかである。ある程度の適合度が確保できれば、その上で、種々

表-3 交通量配分モデルにおける誤差要因
(実績値との対比)

要 因	内 容
ゾーニング	ゾーン中心 トリップ発生位置 ゾーンサイズ
OD表	サンプリング 拡大 回答内容
ネットワーク	採用道路 沿道状況 交差点
パラメータ	Q-V式 転換率 料金抵抗
配分手法	ルート選択 内々交通 時間変動

の代替案に対するモデル値の相対的な比較によって、施策の特徴を説明することも可能である。

一方では、適合性を求めるあまり過度の労力が費やされることも問題である。調査目的により、適合性に対する要求レベルも異なってくるはずである。道路網整備の必要性を論ずる場合、有料採算性を検討する場合、あるいは環境アセスメントのためなどとその目的に応じた適合性への要求レベルがあるはずである。これら推計値の適合性に関する研究は交通モデルを自信を持って利用する上で大きな支援となる。

観光、レジャー交通に主眼を置いた道路網計画も増えてきた。また、最近の「人間復権、生活者」重視の社会動向の中で、歩行者、自転車交通を主にした交通ネットワーク計画に一段と関心が注がれつつある。これらのトリップを対象とした交通モデルも、現在の所、リンク情報や経路選択に工夫を施しているものの、基本的にはやはり従来と同じ交通モデルである。観光・レジャートリップではトリップチェーンや経路選択性向、さらにはそれを取りまく休日の交通特性などを考慮すれば、従来の交通モデルによる展開では結局「小手先」の対応になってしまうだろう。トリップや交通特性を重視した論理による、新しいモデルの展開が必要ではないか。同様に、歩行者、自転車交通にしても、単にリンク値に工夫を施せば自動車用交通モデルをそのまま利用できるのか、再検討すべきでないかと考える。

4-2 動的モデル

最近の特徴は、動的な交通流モデルに対するニーズの急増である。従来、この種のモデルとしては、信号制御パラメータの設定、交差点交通処理、分合流部、緩速車線の計画設計、ボトルネック解析や旅行時間予測などに利用されている。これらの対象交通ネットワークは、交差点とか路線区間のような点又は線的なものが中心であったが、最近は面的な道路網に拡大している。広域的な渋滞対策、交通運用、情報提供システムの計画、設計あるいは大規模施設などの交通流におよぼす影響の評価が必要な場合には、道路網を面的なものとして扱う必要がある。

交通流を動的に取扱う場合には、静的な場合に比べさらに現実的で適合性の良いモデルが求められる。静的なモデルでは、1日あるいは年間の平均的な期待値としての“1個のOutput”が求められるが、動的モデルでは当然ながら“時々刻々、あるいは短時間毎の連続的なOutput”が求められる。現象の時間的変動を表現し、ある事象が発生する境界状態のような微妙な現象を表現したい場合もある。数%の容量超過交通需要でも渋滞が発生するような現象を表現することが求められる。渋滞対策や一方通行、交差点方向規制、バスレーンなどの運用施策のインパクトを詳細に解析できる必要がある。その結果から個々の箇所、区間で具体的な対応を検討することになる。これらの施策の代替案に対して反応する感度の良いモデルが求められる。

動的な交通モデルを扱う場合、もう1つの大きな問題はOD表に関してである。短時間帯OD交通量や時々刻々のゾーン発生交通量の設定である。さらに、交通規制や一方通行あるいは交通需要マネジメント策をきめ細かく検討する場合には、細小ゾーン対応OD表が不可欠である。現況のOD交通量を時間帯毎に実用的な精度で得ようとすれば、抽出率の相当高いOD調査が必要になろう。細小ゾーンの 경우도同様である。データ処理の上でも現在のOD交通量の作成プロセスのままでは対応が困難な点が多いと考えられる。ナンバープレート調査、路側交通量あるいは走行車への何らかの情報付与または車からの情報発信（AVIなど）の利用などの研究が必要であろう。

ある交通運用や道路整備によって交通状況が変化すれば、トリップはその変化に合わせて行動を変更し、それに応じた時間帯OD交通需要に変化するはずである。また、進行方向経路上又は競合経路上の

交通状況を事前に知ることができれば、運転者は、それに応じて出発時刻を変更することも、あるいはトリップチェーンを変更することも考えられる。動的モデルの構造は、本来的には、現況または将来推計交通需要のもとで、何らかの交通運用策が導入され、その結果、変化した新たな交通条件に対応して新しい交通需要パターンが発生するという、繰り返しの中で交通運用策を評価できるようなものが望まれる。このように考えると動的モデルは、その構造として需要交通部分と交通挙動部分の2つの基本部分から成っており、それらの動的な変化の特徴により表一4のような2つのモデルに分類できる。交通流動は動的に表現できるが、需要またはODパターンが固定であるという<半>動的モデルとODパターンも動的に変化する<全>動的モデルの2種類ある。道路交通情報システムや交通運用の評価には、後者の全動的モデルが要請されている。しかし、現段階で着手されているのは半動的モデルであり、実務上でもこの段階を目標としている。現在の所、動的モデルとして研究対象になっているのは挙動モデルが中心と思われるので、以下、挙動モデルについて述べる。

表一4 動的モデルの種類

	<半>動的	<全>動的
需要パターン	—	○
交通挙動	○	○

以上のような実務上のニーズにたいして、コンサルタント会社には点、線的な交通モデルには長年の豊富な経験を持つ技術者が存在し、かなり詳細で適合性の高いモデルを開発し、利用している。しかし、このモデルについても現在の所、各々がその特徴を生かして“手作り”で開発している。しかし、それらのモデルの特性や妥当性をていねいに検証したり、整理していることは少ない。

面的な交通モデルについては、交通関係のコンサルタントが開発している例は少なく、筆者の知るところでは試みも含め2、3例に留まっている。それらについても“一般化”の段階ではない。そのため、一部では欧米で開発されている動的モデルに関心を寄せ、我が国の実情に合わせた調整や変更を試みている。

このような面的な動的モデルは、他の交通モデルに比べ非常に“記述的”なモデルとならざるを得ないものになっている。モデルを規定する原則は交通量の連続、速度規定、交差点分岐、経路選択に関するものくらいであり、個々の車両や車群の様々な挙動は、他車両との関係によって様々な条件を参照しながら決めている。この後者の部分が“属人的”かつ“記述的”になりがちである。この部分が一般化されている、あるいは合意に達していると言うには、まだ相当距離がある状態である。

このような状況では、現実には多くのニーズがあっても、実務的には動的モデルを用いた分析によるコンサルティングには及び腰にならざるを得ない面がある。そのため、現実と直面するこの種の問題に対して、已むを得ず、静的モデルを利用し、単にOD表を時間比率で短時間ごとに分割して作成し、トリップを配分して「その時間帯の交通流」と見做す手法をとらざるを得ないことも間々ある。

道路網を面的に取り扱った交通モデルには、米国のTRAF、NETSIM、英国のTRANSYT、CONTRAM、SATURNなどがたびたび紹介されている。また、我が国でもいくつかのモデルが研究されており、発表論文も増えている。このモデルもODパターンの保持という面から見ると2つに分類できる。一つは信号制御を目的とする場合のように、流出・入交通量や右左折率を与件とし、ODパターンをとくに考慮しないものである。一つは交通量だけでなく設定したODパターンを保持しながら個々のトリップの挙動を表現しようとするものである。我が国においても後者のモデルの研究、開発あるいは前述のような欧米のモデルの評価を行い、モデルの一般化を進められないだろうか。

モデル開発に当たっては、専門家の間の基本的な合意が重要ではないかと思っている。それは、車両の表現方法、車両の挙動モデル、時間帯OD表の取扱いが主なものであろう。既に長い歴史をもっている静的モデルにおいても、モデルの基本的論理に関する合意は早い時期から形成されていた。その合意の下に、その後、様々な応用がなされ、理論的にもその合意の妥当性と実用的手法の合理性が確認されて発展してきた。

道路網の効率的な利用、渋滞対策、安全・円滑な交通運用あるいは交通需要マネジメント等の立案のためには、すでに述べたように、動的モデルに対する実務上の必要性は非常に高く、緊急である。交通

流モデルとして合意できる基本的な交通流動のモデルの概念を設定し、構築したモデルを実務に適用し実務担当者の経験と知見も加えて現実的なモデルに発展できればと期待している。

5. おわりに

交通配分を中心とする静的モデルは、その論理のわかりやすさと実績から、すでに実務上の“市民権”を得て定着していると言えよう。しかし、その適合性については、まだ正面から取り組まれているとは言い難い。実務上の要望からすれば、この点が最大のネックとなっている。実務的にみれば、適合性の良いモデルが役にたつモデルである。また、歩行者交通や自転車交通計画に利用できる交通モデルは自動車交通モデルとは、基本的に異なるのではないだろうか。

動的モデルに対するニーズは、昨今の情勢もあり急速に高まりつつある。特に、面的なモデルでは、実務的には手探り状態にあり、表面的、小手先の対応で処理しているのが実情である。交通運用や情報提供の影響がODパターンに反映するリアルタイムの全動的モデルを念頭に置き、第一ステップとして、先ず動的な挙動モデルを整備することが急務であると考えている。

一方、交通ネットワークにおいてはデジタル道路地図の整備が進められ、全国的に統一的なデータベースとしての利用が可能になっている。このデータベースを中心(インターフェイス)にして、既存の様々な関連データベースを結合させ、従来、利用できなかったデータも可能となる道もできてきている。これらネットワーク・データベースを用いた道路網計画、土地利用、交通モデルの研究も進めやすくなっている。

以上、本文では、我々が交通関係のコンサルティング調査を行う上での問題意識と日常的な業務上の課題について述べてみた。これらの中には、著者の個人的な意見も含まれており、必ずしも実務者の共通意識になっていない点もあるかも知れない。また、勉強不足による誤解もあろうかと思う。しかし、本文が、研究と実務の相互の理解と協力を進める上で少しでも参考になれば幸いである。