

# 大規模ネットワーク交通流シミュレーションの 交通経済評価への適用可能性

堀口 良太<sup>1</sup>・小出 勝亮<sup>1</sup>・白石 智良<sup>1</sup>・飯島 護久<sup>1</sup>・花房 比佐友<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 株式会社アイ・トランスポート・ラボ (〒101-0051 東京都千代田区神田神保町1-4)

E-mail: {rhoriguchi | koide | shiraishi | iijima | hanabusa}@i-transportlab.jp

広域交通施策の経済評価においては、これまでは日交通量ベースでの便益評価がなされてきたが、道路の効率的な利用が求められることや、次世代自動車普及への期待が集まる時代背景を踏まえると、昨今では短期的のみならず、中長期的な将来においても、交通状況の時間変化を考慮した評価へのニーズが高まっている。本稿では、近年の技術革新により、実用に供されるようになってきた大規模ネットワーク交通流シミュレーションを、中長期的な視点における交通施策評価に適用する場合に、組み合わせられる各種の行動モデルや環境評価モデルとの整合性について考察し、課題とその取り組みの方向性について論じる。

**Key Words :** traffic simulation, large scale road network,

## 1. はじめに

広域交通施策の経済評価においては、これまでは日交通量ベースでの便益評価がなされてきたが、道路の効率的な利用が求められることや、次世代自動車普及への期待が集まる時代背景を踏まえると、昨今では短期的のみならず、中長期的な将来においても、交通状況の時間変化を考慮した評価へのニーズが高まっている。

道路整備や各種の渋滞緩和策の実施に際しては、事前に効果を予測し、当該事業の費用対効果を評価することが求められる。評価の具体的な手順においては「費用便益分析マニュアル<sup>1)</sup>」等に見られるように、路線の交通量を推計する手法として、日単位の交通量に対して、Q-V式等でリンク交通特性を仮定した均衡配分を利用することが推奨されている<sup>2)</sup>。

経済損失に換算される損失時間は、その多くが道路交通の渋滞現象に起因するものである。渋滞は道路容量を一時的に超える需要が発生するために生じる、時間的に変化する現象として本来とらえられるべきであり、社会的な損失や、利用者の交通行動も、その変化の影響を受けているといえる。その意味では、現象の時間的な変動を考慮しない日単位の静的配分では、十分な説明力が担保されない課題が指摘される<sup>3)</sup>。

このため、渋滞緩和を目的とした時間帯別高速道路料金の設定や、混雑する道路・エリアへの課金など、従来の静的配分では取り扱いが難しい各種交通施策評価や、

情報通信技術を活用した各種ITS施策の評価に交通シミュレーションを活用することへの期待が集まっている<sup>4)</sup>。

本稿では、近年の技術革新により、実用に供されるようになってきた大規模ネットワーク交通流シミュレーションを、中長期的な視点における交通施策評価に適用する場合に、組み合わせられる各種の行動モデルや環境評価モデルとの整合性について考察し、課題とその取り組みの方向性について論じる。

## 2. 大規模ネットワーク交通流シミュレーション

筆者らは、これまでも配分業務で扱われる規模と同程度の都市圏規模における道路ネットワークに交通シミュレーションを適用し、道路整備効果を評価する事例<sup>5)</sup>等に取り組んできた。また、近年では日本全国を対象とした大規模シミュレーション<sup>6)</sup>も開発している。これらは、通常 of 交通量配分業務で用いられている、いわゆるセンサスBゾーン間OD表等のデータを利用してできる枠組みになっており、実用化、精度向上のために、以下のような取り組みを行っている。

### (1) 車両移動計算の効率化

従来より大規模ネットワークに適用されてきた、流体近似によるマクロモデルは、計算量が少なく済むものの、車種や車両の区別がつかないため、シミュレーションへの様々なニーズに応えるには不都合が多い。このた

め、車両を離散的に扱いつつ、交通流理論に従って区間（リンク）単位で車両密度を管理することで、十分な精度を保ちながら計算を効率化する、いわゆるメソモデルを適用している<sup>7)</sup>。

加えて、プログラム実装の面では、全体のネットワークを適当な規模のサブネットワークに分割し、それぞれを1つのプロセッサに割り当てて、並列で車両移動計算を行うようにした<sup>8)</sup>。現状の日本全国シミュレーションでは、都道府県を基本に45のサブネットワークに分割し、デジタル道路地図で幅員5.5m以上に区分されている全ての道路を取り込んだ計算を、実時間の5倍程度の速度で実行している。

## (2) 実用的な時間内で計算可能な動的経路選択モデル

また、大規模ネットワークシミュレーションにおいては、車両移動計算にかかる時間と同程度、もしくはそれ以上に、動的経路選択の計算に時間がかかる。

一般にはネットワーク上を走行する車両数 $N$ と、リンク数 $M$ 、ゾーン数 $Z$ を比べると、 $N \gg M \gg Z$ であり、それぞれ1桁から2桁の違いがあると考えられる。従って、エージェントシミュレーションのように、車両毎に経路を計算させる方式は、モデリングの柔軟性が得られる代わりに、計算時間が膨大になる恐れがあり、実用性を大きく損なってしまう。

筆者らの開発するシミュレータでは、着ゾーンを始点として各リンクからの到達コストを計算し、交差点・分岐における次リンクの選択確率を求めることで、繰り返し回数をゾーン数の程度に収め、計算を効率化している。これには、経路を列挙する必要がないDialの配分アルゴリズム<sup>9)</sup>を利用しているが、高速道路IC・ランプ間に設定される車種別・時間帯別通行料金を考慮できるようにするなど、工夫を行っている。

また、全国シミュレーションでは、経路選択についてもサブネットワーク毎に計算を分割し、並列化して効率化を図っている。サブネットワークをまたぐ車両トリップに関しては、抽象化してリンク数を減らした全国ネットワークを上位においた階層構造を導入<sup>9)</sup>し、経路選択を可能にしている。

## 3. 経済評価への適用可能性

ここでは、交通経済評価で求められる外部モデルとの連携について、その課題を議論する。

### (1) 交通行動モデルとの連携

公共交通と道路交通との期間選択モデルを内包する交通行動シミュレータと交通流シミュレーションモデルを連携することで、幅広い交通施策の評価や、さらには交通需要予測まで行えるようになることが期待されている

<sup>10)</sup>。交通流シミュレーションの役割は、交通行動モデルによって用意される自動車トリップOD表を道路ネットワークに配分し、出発時間帯別にゾーン間、もしくは経路のサービス水準（多くは旅行時間）を求め、交通行動モデルにフィードバックするものとなる。

しかしながら、現状では、交通行動シミュレータが実現する精度と、交通流シミュレーションに求められる精度には、相当な開きがあるように思われる。精度向上には、交通行動シミュレータへの入力である交通行動データや全体トリップのOD表の品質向上が不可欠であるが、調査・集計手法に対する技術面及び費用面での制約のため、一朝一夕には達成が難しい。一方で、交通流シミュレータの結果は、各種の観測交通量データやプローブデータのような、比較的信頼できるデータと照合されて、精度が吟味されるため、どうしても精度の高いOD表が必要となる。

このため、現状では交通行動シミュレータが生成する自動車トリップOD表をそのまま使うのではなく、現況をベースとして、観測交通データにシミュレーション結果が合致するよう、OD表を調整する手法<sup>11)</sup>を間に挟み、施策評価においては、交通行動シミュレータでベースのOD表に対する変化量を求めて、これを交通流シミュレーションで利用するような組み合わせ方が、現実的であろう。

### (2) 環境評価モデルとの連携

従来より、CO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>のような大気環境の評価では、シミュレーション結果から求められる区間の平均旅行速度を用いたマクロな推計式<sup>12)</sup>が用いられてきた。しかしながら、例えばエコドライブ支援や、信号制御の高度化、高速道路における車線利用の適正化といった、ITSによるきめ細かな交通流対策においては、平均旅行速度だけではそれらの効果を十分に評価できない恐れがある。

一方で、環境評価モデルには、車両の走行速度や加速度を入力として、その瞬間の排出量を求めるミクロな推計式<sup>13)</sup>も開発されているが、大規模ネットワークにミクロ交通流モデル適用し、加速度のレベルで精度良く車両挙動を再現することは、技術面だけでなく、精度の検証についても困難であると考えられ、ミクロな推計式を組み合わせることは現実的ではない。

メソ交通流モデルでは、加減速の再現はできないものの、信号による停止発進やショックウェーブの伝播を交通流理論を用いて再現できるものもある。このようなモデルでは、走行と停止の区別であれば、十分に可能であることから、これに合わせて、停止・走行状態別に排出量を推計するメソ推計式<sup>14)</sup>も開発されており、評価対象施策の粒度に合わせて、マクロ推計式と使い分けることで、適切な評価が可能となる。

#### 4. おわりに

大規模ネットワークシミュレーションの実務での利用については、これからの課題であり、引き続き精度向上やデータ設定、計算等の効率化に向け、技術開発に取り組んでいく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局都市・地域整備局：費用便益分析マニュアル，2003.8.
- 2) 土木学会：道路交通需要予測の理論と適用第 I 編－利用者均衡配分の適用に向けて，2003.8.
- 3) 桑原雅夫，堀口良太：静的配分に対する動的配分の優位性，第 29 回土木計画学研究・講演集，2004.6.
- 4) 交通工学研究会編：交通シミュレーション活用のおすすめ，2012.1.
- 5) 飯島護久，福本大輔，桑原雅夫：首都圏ネットワークにおける動的シミュレーションの適用可能性，第 27 回日本道路会議論文集，CD-ROM，2007.11.
- 6) 小出勝亮，白石智良，飯島護久，堀口良太，田中伸治：グリッドコンピューティングによる日本全国交通シミュレーションシステムの開発，第 9 回 ITS シンポジウム 2010 予稿集，pp.354-358，2010.12.
- 7) <http://www.i-transportlab.jp/products/sound/index.html>
- 8) 土木学会：交通ネットワークの均衡分析，1998.3.
- 9) 小出勝亮，田中伸治，飯島護久，白石智良，花房比佐友，堀口良太：階層的な経路選択による日本全国交通シミュレーションシステムの開発，第 10 回 ITS シンポジウム予稿集，2011.11.
- 10) 北村隆一：交通需要予測の課題－次世代手法の構築に向けて，土木学会論文集，No. 530/IV-30，pp.17-30，1996.
- 11) 小林正人，堀口良太，花房比佐友，小出勝亮：ネットワーク交通シミュレーションのための時間帯別 OD 交通量と確率経路選択モデルのロジット感度パラメータ一括推定プログラムの開発，第 32 回交通工学研究発表会講演論文集，2012.09.
- 12) 大城温，他：自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数，土木技術資料，vol.43，NO.11，pp.50-55，2001.11.
- 13) 平井洋，國見均，小林 伸治：自動車排気排出量推計モデルの開発(JCAP の大気モデル開発)，大気環境学会年会講演要旨集 (42)，178-179，2001.10.
- 14) 桑原雅夫，他：エネルギーITS プロジェクト－国際的に信頼される ITS 施策効果評価方法の確立－，第 9 回 ITS シンポジウム 2010 予稿集，pp.216-221，2010.12.

(2013.5.7)