

事例にみる動的シミュレーション利用の合理性*

Rationality of Traffic Simulation Against Static Assignment for the Application to Regional-Scale Network*

堀口良太**

By Ryota HORIGUCHI**

1. はじめに

本稿は、大規模なネットワークにおける道路交通施策の評価に動的なシミュレーションを利用することの、静的配分利用に対する合理性を、実際の適用事例を通して示した上で、各種施策の便益評価には動的シミュレーションを利用すべきであることを主張するものである。

近年では、道路整備や各種の渋滞緩和策の効果を事前に予測し、当該事業の費用対効果を評価することが求められ、その具体的な手順が「費用便益分析マニュアル¹⁾」として整備されている。その際、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おり²⁾、実務ではごく一般的に静的配分手法が適用されている。

しかしながら、日交通量の静的配分の結果求められるリンク旅行速度をもとにして便益を求めたり、あるいは日単位で平均化された交通状況を前提とした交通量を予測したりすることには、次のような疑問が指摘される。すなわち、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。現象の時間的な変動を一切考慮しない日単位の静的配分に、果たして便宜的なもの以上の意義があるのか、というものである。

一方、静的配分と対比される動的シミュレーションの利用のされ方を見ると、比較的局所には一般的に適用されるようになってきた³⁾ものの、大規模ネ

ットワークへの適用は、まだまだ静的配分にとって替わるほど一般的ではないのが現状である。とはいえ、筆者を含め、交通シミュレーションの利用促進に取り組んでいる技術者は、近年の計算機能力の向上や、データ収集技術の進展により、大規模ネットワークでも十分に実用的な水準にあると認識している。現在は、実務者にその合理性、優位性を認知してもらう⁴⁾と同時に、使いやすいツールやデータ利用環境を整備していくべき段階⁵⁾にあると考える。

これまでに、静的配分で行われていた東京都心部へのロードプライシング導入の効果試算⁶⁾を動的シミュレーションで行った事例⁷⁾⁸⁾などが報告されているが、実施者が違ったり、条件が複雑なため完全に同じ前提で実施できなかつたりしたため、両者の結果を直接比較はしていない。このため、実務者に動的シミュレーションの優位性を伝えるという点では、難解さがあることは否めない。

このような論旨をふまえ、以降では、動的シミュレーションと静的配分との違いをわかりやすく示すことができる事例を選び、シミュレーションの適用手順を解説する。また、本稿の最後で、静的配分と動的シミュレーションの今後のあり方を考察する。

2. 動的シミュレーションによる交通需要推計事例

(1) 目的と対象ネットワーク

この事例は、図 - 1 に示す高速道路と一般道から構成されるネットワークにおいて、高速道路の通行料金を割引した場合に予想される、一般道関連交通の高速道路への転換交通量を交通シミュレーションにより推計することを目的とする。

ネットワークは約40km × 10kmに広がり、高速道路と国道、およびA～Dの4つの主要ICへの接続道路で構成されている。リンク数は方向別に350本で、総

* キーワード：動的交通シミュレーション、大規模ネットワーク、均衡配分、静的配分

**正員、工博、(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, TEL 03-5261-3077, E-mail horiguchi@i-transportlab.jp

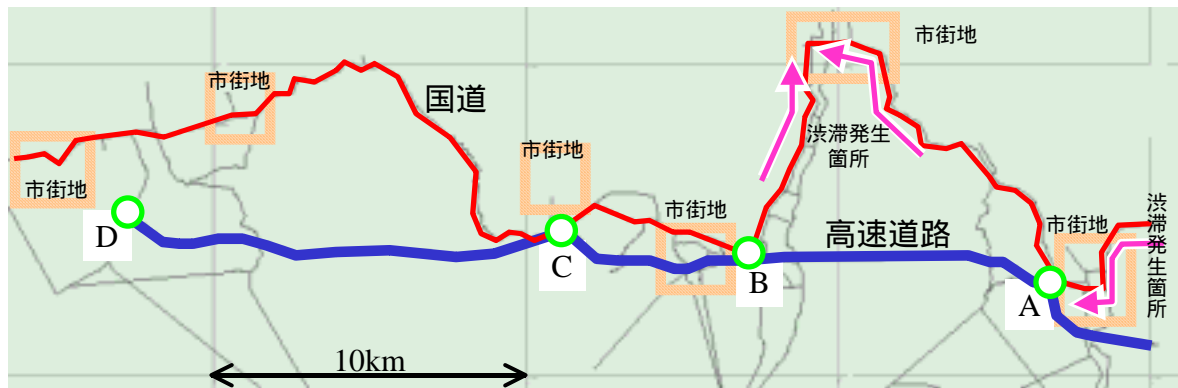


図 - 1 対象ネットワーク図

延長は約500kmである。シミュレーションでは、車線数などのリンク容量に影響する属性データも必要となるため、市販のデジタル道路地図をデータソースとして利用した。

従来、実務においては、静的配分モデルでこのような料金施策の評価を実施していたが、日単位の交通量しか扱わず、かつ渋滞現象を明示的に扱うことができない限界がある。例えば通行料金を割り引く場合、ピーク時間帯に一般道から過大な交通量が転換するために、高速道路の合流部やトンネルなどのボトルネックで渋滞が発生し、その結果、転換が抑制されるといったメカニズムを考慮できない。従って、この事例では、動的な交通シミュレーションであるSOUND/4U⁹⁾を利用して、渋滞が運転者の経路選択行動に反映することを考慮した評価を行う。

(2) OD交通量の設定と現況再現

交通流シミュレーションによる検討では、入力データとして時間帯別の起終点間(OD)交通量が必要となる。静的配分モデルで使われる道路交通センサスの自動車起終点調査に基づくOD表(センサスOD)は、日交通量単位で集計されており、このままではシミュレーションで利用できない。しかも、一般道関連のセンサスODがもとになっているサンプルの抽出率は数%程度であり、原票を単純に時間帯別に集計しても、サンプルのばらつきの影響が大きすぎるため、十分な信頼性が得られない。

このため、以下に示す手順でシミュレーションに入力する時間帯別OD交通量データを作成した。

一般道に比べてサンプル抽出率が比較的高い、全国高速道路自動車起終点調査(日本道路公団、H11)を時間帯別に集計する。

上記の高速道路関連OD交通量のみで、最短経路を選択する設定で暫定シミュレーションを実行し、高速道路関連リンク交通量を得る。

道路交通センサス一般交通量調査(国土交通省、H11)を時間帯別に集計し、これから上記の高速道路関連リンク交通量を差し引いて、一般道関連リンク交通量データを作成する。

上記の一般道関連リンク交通量を制約条件として、これに合致する時間帯別のOD交通量を推定する「拡張エントロピー最大化法¹⁰⁾」を用いて、一般道関連OD交通量を作成する。

上記の高速道路関連OD交通量と一般道関連OD交通量をあわせて、入力データとする。このとき、運転者の経路選択行動モデルは旅行時間と通行料金を考慮して、確率選択するよう設定する。シミュレーション結果と観測交通量を比較し、両者なるべく一致するよう、OD交通量を調整する。このとき、比較的信頼性が高いと考えられる高速道路関連OD交通量は調整の対象とせず、で推定した一般道関連OD交通量を調整する。経路選択行動モデルのパラメータは、厳密にはそ

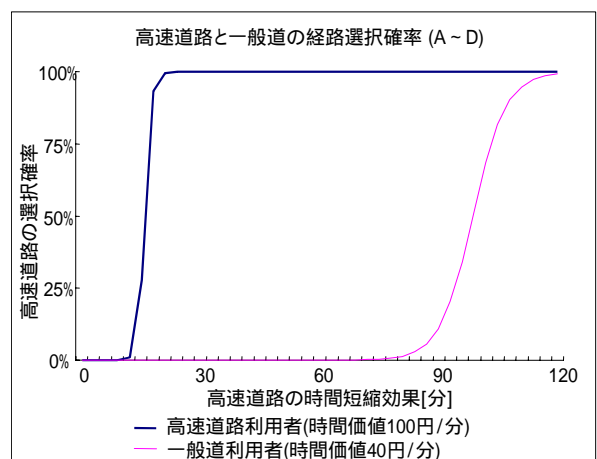


図 - 2 現況料金での高速道路選択確率

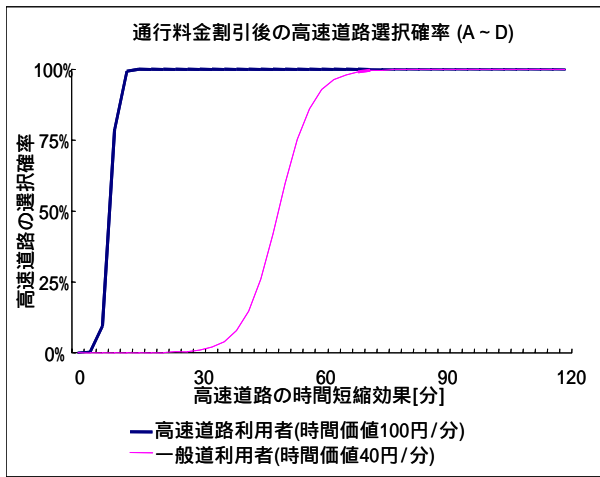


図 - 3 割引料金での高速道路選択確率

の地区における交通行動を調査し、定量的に分析した結果から与えられるべきものであるが、実務では適当な分析結果が利用できるケースは希であるため、標準的な時間価値¹⁾を参考にして調整した。現行の通行料金体系では、図 - 2 の通り、区間A~Dでは、時間価値が100円/分に設定された高速道路利用者は、20分の時間短縮効果で、ほぼ100%高速道路を利用するが、時間価値が40円/分の一般道路利用者は1時間30分の短縮効果があっても、約80%はそのまま一般道を利用する設定になっている。

また、ボトルネック交差点での飽和交通流率等の、再現性に影響するリンクパラメータ値は、大規模な範囲で実測することが難しいが、既存文献¹¹⁾に掲載されている標準的な値を基本とし、ピーク時のリンク観測交通量と再現値を比較しながら調整した。

現況再現性は、時間帯別に主要断面の累積交通量の推移を観測値と比較し、かつ渋滞が現実的な規模で再現されていることを示し、当該地域の交通状況を知る関係者と協議し、十分と判断している。

(3) 通行料金割引ケースの実施

この現況再現ケースの設定を基本として、高速道路A~B区間の通行料金を半額に割引した場合の交通状況の変化をシミュレーションにより確認する。通行料金が割引になった場合、A~B区間での高速道路時間短縮効果に対する高速道路選択確率は図 - 3 のようになり、現行料金と比べると時間価値の低い一般道利用者が、少ない時間短縮効果でも高速道路を選択する確率が高くなる。

図 - 4 と図 - 6 は、高速道路の西行き主要区間で、現況料金と通行料金割引ケースでの累積通過交通量

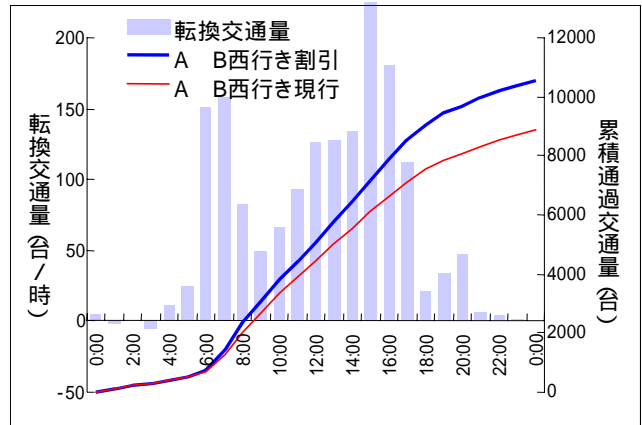


図 - 4 高速道路 A~B 区間の累積交通量比較

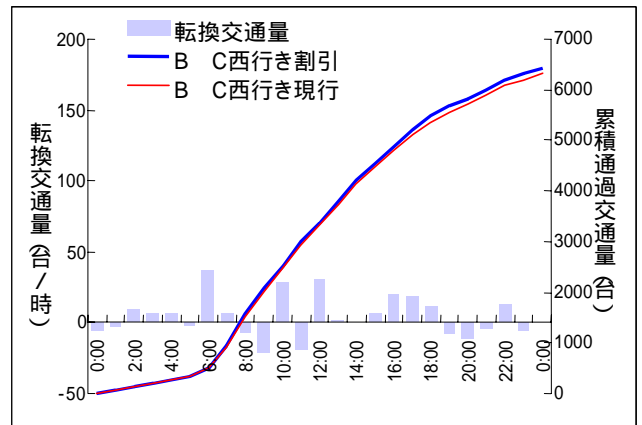


図 - 5 高速道路 B~C 区間の累積交通量比較

を比較したものである。料金が変わらないB~C区間では大きな変化はないが、A~Bの区間では約1600台/日の増加が認められる。

(4) 動的シミュレーションでの交通量転換メカニズム

ここまでであれば、日交通量レベルなら、静的配分計算であっても、通行料金を割引した高速道路A~B区間の交通量が増加し、B~C区間は増加しないという、程度の差はあれ一見同様の結果が導き出されるであろう。しかしながら、シミュレーションと静的配分では、次のような大きな違いがある。

図 - 6 と図 - 7 は、それぞれ現行料金と割引料金での、シミュレーションで再現された高速道路の時間短縮効果を時間帯ごとに示したものである。これより、次の状況が読みとれる。

現行料金では、一般道の混雑が激しいピーク時間帯であっても、時間価値の低い一般道利用者にとっては、高速道路利用へ転換するほどの時間短縮効果が得られていない(図 - 2, 図 - 6)。割引料金では、ピーク時にはA~B区間で30分程度の時間短縮効果が期待(図 - 7)でき、一般道

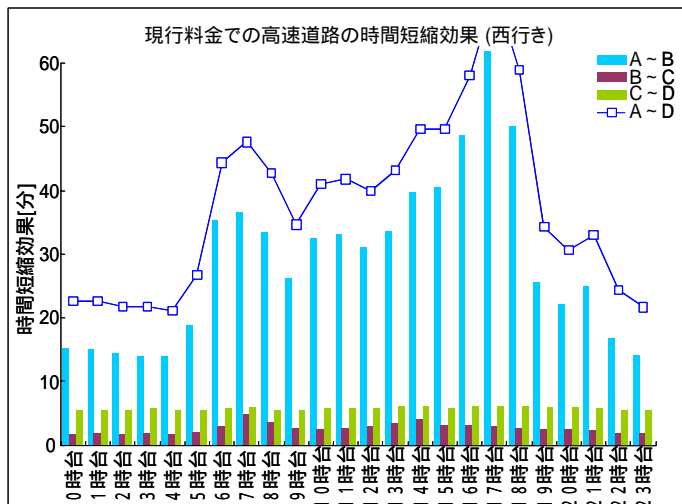


図 - 6 現行料金での高速道路時間短縮効果

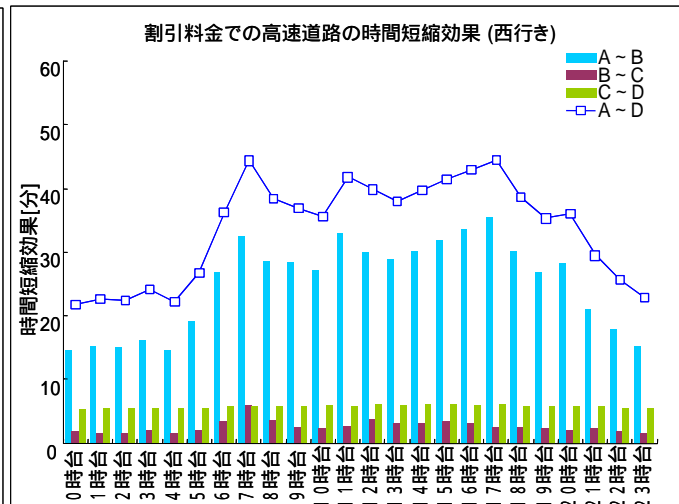


図 - 7 割引料金での高速道路時間短縮効果

利用者の2~3割が高速道路へ転換(図 - 3)する。シミュレーション結果の転換交通量もピーク時に集中している(図 - 4)。ピーク時に一般道から高速道路へ交通量が転換した結果、一般道の渋滞が緩和され、逆に高速道路がわずかに混雑した。このため、高速道路の時間短縮効果が減少しており、上記での転換交通量を抑制している。

これに対して、日交通量レベルの静的配分では、時間帯ごとの渋滞状況と、それに対する利用者行動の変化を明示的にとらえておらず、現実にはあまり意味のない「一日の平均的な渋滞状況」を再現するために、リンク特性関数を「経験と勘で」調整しているのが実情であろう。パラメータ設定の論理性や、交通量転換メカニズムの説明能力では、動的シミュレーションが有利である。

3. まとめ～交通量配分の今後の業務のあり方

以上、従来の実務では静的な日単位の均衡配分モデルを利用していた交通需要予測に、動的シミュレーションモデルを適用した事例を通して、渋滞現象の時間変動とそれに伴う利用者の行動変化を考慮できる合理性を示した。

近年では、時間帯別に均衡配分したり、さらに渋滞による捌け残りを考慮したりと、一昔前の流体近似マクロシミュレーションのような計算をする枠組みも提示されている。しかしながら、このような均衡配分モデルを拡張する方向よりも、渋滞という物理量を厳密に表現したり、多様な車種を同時に扱っ

たりできるなど、多くの優位性が認められる離散的な動的シミュレーションを活用ほうが望ましい。動的シミュレーションの利用を推奨する仕組みなど、実務面での仕組みを整備する時期にあると考える。

参考文献(青字はURLへリンク)

- 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 編 - 利用者均衡配分の適用に向けて，2003.8.
- 3) 堀口良太，小根山裕之：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，土木学会論文集IV，Vol.709，No.IV-56，pp.61-69，2002年7月.
- 4) 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(今回).
- 5) 佐藤光，堀口良太，桑原雅夫：大規模ネットワークにおける動的シミュレーション適用の現在とこれから，第29回土木計画学研究・講演集，2004.6(今回).
- 6) 東京都環境局ホームページ：<http://www2.kankyo.metro.tokyo.jp/jidousya/roadpricing/hokokusyo/hokoku.htm>.
- 7) 小根山裕之，井料隆雅，桑原雅夫：東京23区を対象とした需要の時間分散施策の効果評価，第24回土木計画学研究・講演集，2001.11.
- 8) 村上康紀，桑原雅夫：東京23区ロードプライシング導入に伴う交通運用政策に関する研究，第26回土木計画学研究・講演集，2002.11.
- 9) SOUND製品ページ：<http://www.i-transportlab.jp/products/sound>.
- 10) 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，交通工学研究会，1997.2.
- 11) 例えば，交通工学ハンドブック(交通工学研究会編)など。