

日本全国規模のネットワークを対象とした 交通流シミュレーションの開発

小出 勝亮¹・田中 伸治²・飯島 護久³・
白石 智良³・花房 比佐友³・堀口 良太³

¹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 神保町1-4ビル3階)
E-mail:koide@i-transportlab.jp

²正会員 横浜国立大学 大学院 都市イノベーション研究院 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)
E-mail: stanaka@ynu.ac.jp

³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 神保町1-4ビル3階)

本研究では日本全国規模のネットワークを対象にした広域交通流シミュレーションシステムを開発している。本稿では、まず、シミュレーションシステムの概要について説明する。次に、本システムを用いてシミュレーションを実施し、得られた結果と道路交通センサスで観測された交通量とを比較して、現況再現性を確認した。また、得られた知見から今後の課題を整理した。

Key Words : *Grid computing, Traffic simulation, census*

1. はじめに

近年は、様々な場面で都市圏を越える規模の広域なネットワークでの交通流シミュレーション利用へのニーズが高まりつつある。例えば、都市間高速道路の料金制度改定や、大規模災害時・復旧時の交通運用施策を考えると、地方規模、場合によっては全国規模での影響評価が必要となる。従来は、このような規模で施策評価するために、日交通量ベースの静的交通量配分手法が利用されてきたが、静的配分手法では時間帯別の条件設定や、渋滞状況の動的な変化を加味した評価ができないことから、動的な交通流シミュレーションでの評価が望まれる。しかし、これまでに開発された広域交通流シミュレーションソフトウェアでは、計算機リソースの制約や、計算時間の面から、日本全国規模を扱うことは難しかった。

このような背景から、本研究では、日本全国規模のネットワークを対象とした交通流シミュレーションの開発に取り組んでいる。広域なエリアへの適用に際しての課題を解決するため、日本全国を複数のエリアに分割し、それぞれのエリアの交通流計算に1台のPCを割り当て、グリッドコンピューティングで並列計算させている。また、複数のエリアをまたがるトリップについても、動的な経路選択ができるよう、シミュレータに内包する経路選択モデルにおいて、エリア単体をカバーするものと、日本全体をカバーする2つに階層化することで対応して

いる。

このような全国規模のシミュレーションを開発・整備することの利点には、任意の地域でシミュレーションスタディを迅速に行えるようになることも挙げられる。これまで、任意の地域でシミュレーションを行う場合、入力データを得るための調査等に多大な労力を必要としてきたが、あらかじめよく調整された全国シミュレーションがあれば、そこから対象地域のネットワークやシミュレーションの境界条件(部分OD表)を切り出すことができ、速やかに地域規模のシミュレーションを実施できるようになる。

本稿ではこれまでに開発されたシステムの概要とそれを用いたシミュレーション結果と道路交通センサスの実測値を比較し、今後の課題点を確認した。

2. システムの概要

(1) エリアの分割

本システムでは、既存のメソ交通流シミュレータ(SOUND)をベースとし、日本全国を図1に示すように、複数のエリアに分割し、それぞれのエリアの交通流計算に1台のPCを割り当て、グリッドコンピューティングで並列同期計算させている。

その際、エリア分割により寸断されるネットワークの端点となる接続部に車両の発生集中点となるエリア中継

点を設け、車両が分割エリアから他の分割エリアへ移動できるようにしている。

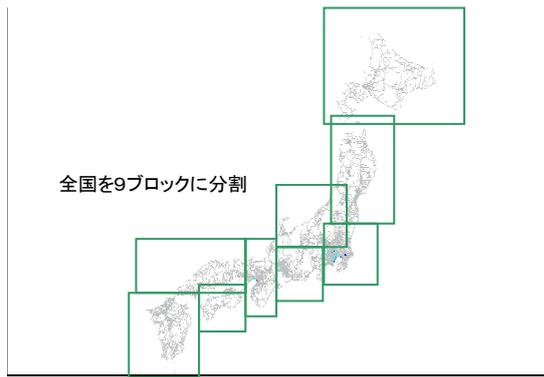


図1 分割エリア

(2) 全国 OD 表の利用

車両の発生台数を時間帯別に指定するOD表は、エリアの分割方法に依存しないよう、全国を一元化したOD表を利用する。

(3) 階層的な経路選択機能

全国 OD 表を利用するに際して、車両のトリップが分割エリア内で完結しないため、複数のエリアにまたがる範囲での動的な経路選択を考慮する必要がある。そこで、分割エリアだけをカバーする狭域の経路選択層（ローカルガイダンス）に加え、その上位層として全エリアを対象に経路選択を行える広域な経路選択層（グローバルガイダンス）を設置し、階層的な経路選択手法を導入した（図2参照）。分割エリアをまたがる OD の経路選択時にはローカルガイダンスとグローバルガイダンスが協調することで、ローカルガイダンスにとっては未知である他のエリアの経路を案内することが可能となる。

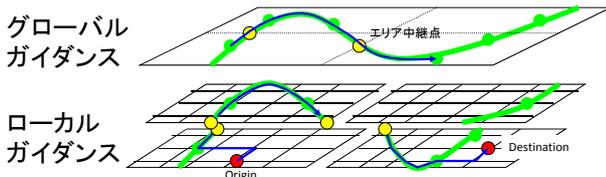


図2 階層的経路選択機能

● 経路探索

広域をカバーするグローバルガイダンスでは、全国全ての道路を検索対象とすると効率が悪いため、分割エリア内の発生集中セントロイドと、端点であるエリア中継点どうしを仮想的に結んだリンクで構成されるグローバルネットワーク（図3）を扱う。このネットワークは経路探索を行うためだけに必要なものであり、車両が走行する必要はなく、コストのみを扱う。また1本の仮想リンクに対し、実道路ネットワーク上では複数の道路と動的に対応する。通知されるコストは各区間での、ローカルガイダンス上で最小費用となる経路のコストであり、

その経路は交通状況により異なる。

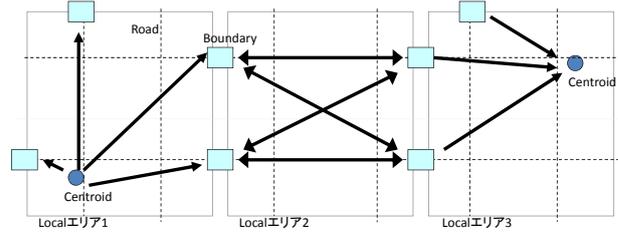


図3 グローバルネットワーク

グローバルネットワーク上の仮想リンクのコストは、ローカルガイダンス側から定期的に更新され、グローバルネットワーク上での最小費用経路探索に使われる。こうして算出された各エリア中継点から目的地までのコストはローカルガイダンスに通知され、自エリア外の目的地であっても経路探索が可能となる（図4参照）。

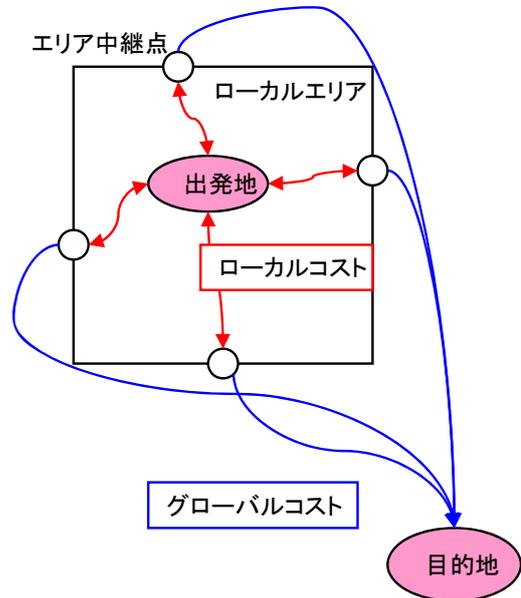


図4 経路選択用リンクコスト

● 経路選択手順

エリアを越える OD を持つ車両の経路選択は以下のような手順となる（図4参照）。

1. 車両がローカルガイダンスに経路を問い合わせる。
2. ローカルガイダンスは目的地が自エリア内ではない場合、グローバルガイダンスで算出された自エリアの各エリア中継点から目的地までのコストを用意する。
3. ローカルガイダンスは、車両の位置から自エリア内の各エリア中継点までのコスト(ローカルコスト)を算出する。
4. ローカルガイダンスは、グローバルコストとローカルコストを合算した上で、複数の経路から最適な経路を決定する。どのエリア中継点を経由した経路が良いかを車両に案内する。
5. 車両は、自エリア内での目的地として、4 で案内さ

れる経路上のエリア中継点を仮目的地に設定する。

3. 現況再現性の確認

(1) ケーススタディ

本シミュレーターを利用して、日本全国の交通状況を再現するシミュレーション実施した。設定は以降のとおりである。

- ネットワーク

ここでは、日本デジタル道路地図(DRM)の基本道路の指定市の一般国道以上を対象とした。道路本数で約78万本、総延長で約39万kmであった。

- ゾーン

車両の発生集中箇所となるゾーンは、ここでは市区町村単位とした。ゾーン数は1385ゾーンであった。

- 時間帯別OD表

時間帯別OD表は、道路交通センサ自動車起終点調査に基づく日単位のOD表を1時間単位に分割して作成した。時間帯分割にあたっては、道路交通センサ一般交通量調査の時間帯別交通量から時間係数を設定した。この時間係数は、首都圏の主だった河川(多摩川、荒川、利根川)にスクリーンラインを設定し、対象路線の日交通量と時間帯交通量の比から算出した⁴⁾。

シミュレーション対象時間は4:00~翌4:00までの24時間とした。ただし、予め車両をネットワークに存在させておくため、プレラン時間として4時間分を追加した。総発生台数は、約6000万台/日であった。

(2) 現況再現性の確認

現況再現性を確認するため、道路交通センサの一般交通量調査の交通量を対象に比較した。

- 対象路線

センサ交通量が観測された断面であること、また広域的な交通に利用されるネットワークという条件のもと、センサの調査対象区間ごとに比較した。

DRM：一般国道以上

本数：約1万センサ区間

- 日交通量との比較

まず日交通量についてセンサの値とシミュレーションの計算結果を道路種別に比較した。

センサ交通量とシミュレーション交通量を道路種別ごとに比較した図5のグラフでは、切片を0にした場合の回帰係数が1に近いほど再現性が高く、1を上回るとシミュレーション交通量が過大となり、1を下回るとシミュレーションが過小となる。

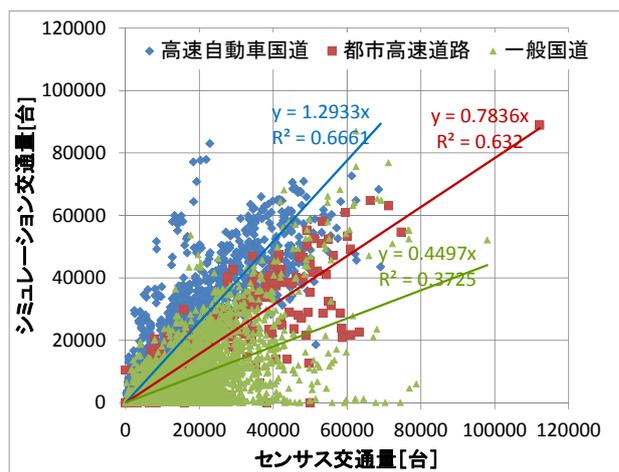


図5 交通量の再現性

高速自動車国道や都市高速道路では、回帰係数がそれぞれ1.29、0.78となり良好な結果を得た。しかしながら、一般国道では、回帰係数が0.45となりシミュレーション交通量が大きく過小となった。

この原因として、現状のシミュレーションでは、車両の発生集中ゾーンを市区町村単位で指定しているが、ゾーン内々トリップが考慮されていないため、一般道では実測値よりも過小の交通量になったものと考えられる。この問題は、発生ゾーンを細分化すること、及びゾーン内々トリップをネットワークにローディングするモデルを導入することで改善される。

- 時間帯別交通量との比較

さらに時間帯別の交通量変動をセンサと比較した。センサ交通量では、日中は夜間に比べ2倍位以上に交通量が増加するのに対し、シミュレーションでは昼間の交通量の伸びが小さかった。シミュレーション結果を分析すると、車両の発生量が増加する日中になると、発生ゾーンから特定の道路へ流出する需要が集中し、リンク容量を超えてしまうことで発生ゾーンに滞留したままとなっていたことがわかった。この問題は、発生ゾーンからネットワークに流入するリンクを分散させるモデルを導入することで改善される。

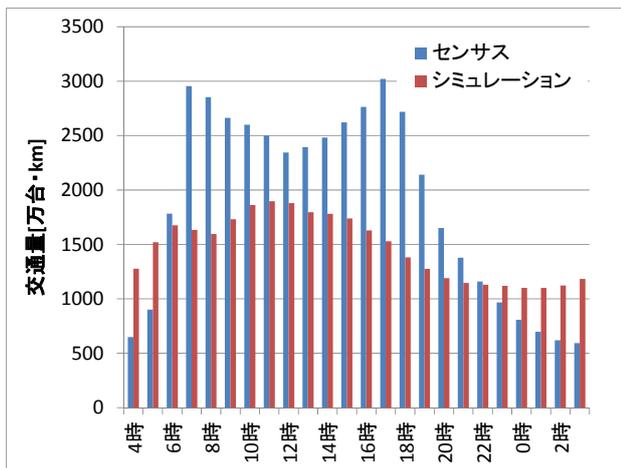


図6 時間帯別総走行距離の比較結果

4. おわりに

本稿では、これまで開発された全国規模の交通シミュレーションのシステムの概要について説明し、キャリブレーション前ではあったものの、それを用いて実測値であるセンサス交通量と比較した。日交通量での比較では、高速道路において、ある程度センサス交通量と近い結果が得られたものの、一層の精度向上が必要であることが示された。また、時間帯別の交通量では、需要のピークとなる時間帯においてシミュレーションでは車両が発生地点に滞留してしまい、過小な交通量となっていた。

今後、精度向上等に対して必要となる課題として、以下の3点が挙げられる。

1点目は、再現性の向上としてゾーン、ネットワークの精緻化を行う。現状では、ゾーンサイズが市区長村単位となっているため、ゾーン内を起終点とする短いトリップが再現できておらずセンサス交通量と比較し、過小な交通量となっている。そのため今後はより細かいゾーン単位であるBゾーンを用いて、再現性の向上を図る。またゾーンサイズに合わせて、ネットワークもより詳細な道路種別を用いる必要があり、「その他道路」以上を対象とする。

2点目は、シミュレータ機能を拡充する。現状では利

用できる経路選択モデルが、コスト最小のルートを確定的に選択するモデルのみの実装のため、1つの経路に車両が集中してしまい、発生ゾーンの滞留を生む要因となっている。今後は確率的な経路選択モデルを加え、利用される経路にバリエーションを与えて、交通量の再現性向上を目指す。

また、シミュレーション交通量が過少となる原因の一つであるゾーン内々トリップに対しては、発生・集中地点を1箇所指定せず、ゾーン内でランダムに分散させる機能を実装する。これによりゾーン内々トリップも取り扱うことができる。

3点目は、キャリブレーションの実施である。別途研究中の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交通量推定手法⁹⁾を適用し、与件に即したOD交通量設定を自動的に行う。

謝辞：本研究は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構の「エネルギーITS推進事業～国際的に信頼される効果評価方法の確立」において実施した。

参考文献

- 1) <http://i-transportlab.jp/products/sound/index.html>
- 2) 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2011, CD-ROM, 2011年11月.
- 3) 小出勝亮, 田中伸治, 白石智良, 飯島護久, 堀口良太: 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, CD-ROM, 2010年12月.
- 4) 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年11月.
- 5) 小林正人: 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ク感度パラメータ括推定プログラムの開発, 第30回交通工学研究発表会

DEVELOPMENT OF JAPAN NATION-WIDE TRAFFIC SIMULATION SYSTEM

Katsuaki KOIDE, Shinji TANAKA, Morihisa IJIMA, Tomoyoshi SHIRAIISHI,
Hisatomo HANABUSA and Ryota HORIGUCHI

This study, we have developed a nation-wide traffic simulation system targeted to Japan so far. In this paper, we confirm the reproducibility carried out a simulation that describes the behavior of the simulation was to reproduce reality, using this system. Compared with the volume of traffic was observed in the indicators and road traffic census which is output from the simulation, we confirmed the reproducibility current state. In addition, we organize the challenge of the future from the knowledge obtained from there.