

交通シミュレータ内における個人の走行経験蓄積を考慮した 経路選択モデルの交通シミュレーションへの適用* Applying Way-finding Model with Personal Experience to Traffic Simulation*

吉田豊**・坂本邦宏***・久保田尚****

By Yutaka YOSHIDA**・Kunihiro SAKAMOTO***・Hisashi KUBOTA****

1. はじめに

ネットワーク・シミュレーションにおいて、リンク交通量を算出する手法として配分理論に基づくものが現在の主流である^{1) 2)}。配分とは、ODペア毎の交通量をルールにしたがって各リンクに割り当てることであり、交通現象の捉え方として全体の状況から部分を推測するものである。つまり、各車両から見れば、各車両は他の車両の置かれている状況を完全に認知していることになる。一方、実際の交通行動では、交通現象は個人の行動結果の総和であり、個人の利用できる情報には限りがある。このことから、配分理論は個人を主体とした実際の交通行動とは異なる考え方によりリンク交通量を算出する方法であるといえる。

本研究では、交通現象が個人の行動結果の総和であることに着目し、運転者個人の経路選択行動を表現した既存のモデルを交通シミュレーションに適用し、車1台1台の経路選択行動をシミュレータ内で表現することで、主体の相互作用により生じる交通現象を捉えていくことを目的とする。

2. 交通シミュレータ内における走行経験の蓄積を行う個人の経路選択行動の表現

表現方法として、交通シミュレーションには埼玉大学で開発を続けている地区交通シミュレーションtiss-NET³⁾を、走行経験の蓄積を行う運転者個人の経路選択行動を表現したモデルには筆者らの個

人経路モデル⁴⁾を用い、それらを組み合わせる方法を採用した。

(1) tiss-NET の概要

tiss-NETはミクロな交通状況を再現することを目的としている。このシステムでは道路を長さ5m単位の要素に分割し、個別のデータを持った車両が各要素間でデータを移動させることで車両の移動を表現する。通過時間の計測については、リンク両端の交差点の進入・退出方向別にリンクとその両端の交差点を含めた範囲(=セクション)を単位として行っている。

(2) 個人経路モデルの概要

個人経路モデルは実走行実験により得られたデータを解析して得られた結果をもとに提案されたものであり、複数のロジットモデル式から構成されるモデルである(図-1)。

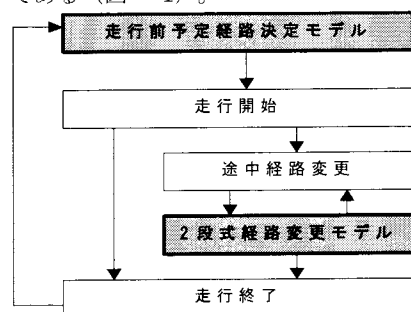


図-1 個人経路モデルの構成

モデルは大きく2つから構成され、走行前に利用予定経路を決定する「走行前予定経路決定モデル」と、走行開始後に動的経路変更を行う「2段階経路変更モデル」から成る。「走行前予定経路決定モデル」では、個々の主体において過去の走行履歴(経路、セクションタイム)を参照し、道路の幾何構造(信号の有無、道路幅員)や経路選択回数、走

*キーワード: 経路選択、ネットワーク交通流

**学生会員、埼玉大学大学院

(埼玉県さいたま市下大久保 255、
TEL 048-855-7833、FAX 048-855-7833)

***正会員、工学修士、埼玉大学工学部

****正会員、工学博士、埼玉大学工学部

行回数なども考慮した上で経路が決定される。来訪経験がない場合、つまり過去の走行履歴を持っていない場合は、走行前予定経路は幹線道路をなるべく利用するように暫定的に経路が決定される。走行開始後は「2段式経路変更モデル」において、道路の幾何構造（道路幅員、方向角）や先詰まり状況により、走行前予定経路からの動的経路変更を行う。

(3) 走行経験の蓄積を行う個人経路モデルの tiss-NET への適用

筆者らのこれまでの研究⁴⁾は、動的経路変更を適用した交通シミュレーションでのモデル再現性の確認を行った段階であった。

本研究では更に走行前予定経路決定モデルを追加することで、これまでの多くのネットワーク・シミュレーションで用いられていた配分理論に基づく交通量予測では均衡状態でしか捉えられなかった交通現象が、個人経路モデルを適用したネットワーク・シミュレーションでは、過渡的な現象をも捉えられるようになった。

また、配分理論を採用しているネットワーク・シミュレータの多くはコストとして旅行時間を用いて交通量予測を行っており、例えば道路の幾何構造といった他の要因は考慮されていなかったが、個人経路モデルを適用したネットワーク・シミュレータではリンク走行時間以外の要因も含めて経路選択が行われるようになった。

3. 主体の相互作用により生じる交通現象の分析

2章で構築したネットワーク・シミュレーションを用いて、個人の経験蓄積と主体の相互作用による経路選択行動の変化を見るために仮想空間で簡単な数値実験を行った。

(1) 条件設定

1日の中で1時間分のシミュレーションを行い、99日間主体に学習させた。

ネットワークは図-2の、1ブロックの長さが100mである仮想ネットワークを用いた。1-3および2-4を幹線道路（規制速度40km/h、道路幅員13m）に設定し、1-3のすぐ南側には幹線道

路の渋滞回避を誘発するために、東西方向に裏道（同20km/h、10m）を設定した。細街路（同20km/h、7m）は東西方向を優先道路とした。

ODは各幹線道路より流入・流出し、実験1日目において交差点5付近で1ブロック以上渋滞が発生するようにするように、それぞれ200台/hを設定した。トータルでは200台/h×12方向=2400台/hがネットワークに流入することになる。渋滞の発生により、動的経路変更が行われやすくなり、主体間の相互作用がより生じ易くなると思われる。

各主体の出発予定時刻については、99日間通して同じとした。

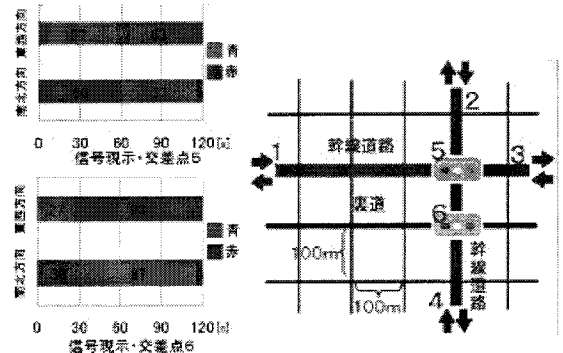


図-2 仮想ネットワークの設定

(2) 分析対象の選定

東西方向の幹線道路（1→3）を走行する車両を対象とした。これは、幹線道路のすぐ南側に裏道が用意されており、経路変更が生じ易い環境にあるからである。

次に、出発予定時刻によりA（最初の10分）、B（次の10分）、C・・・と6グループ化し、分析範囲の選定を行った。過去に1回でもシミュレーション時間内に旅行が完了しなかったものは、過去の経路の蓄積が失敗したもの（蓄積失敗者）とみなした。

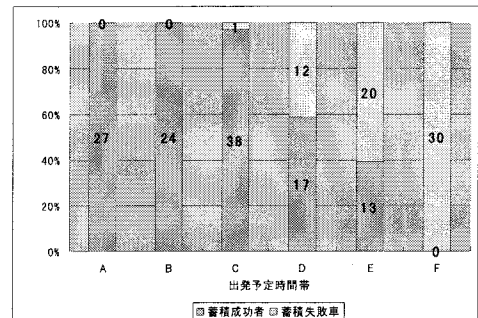


図-3 各グループにおける蓄積成功者の割合

グループE・Fは蓄積失敗者の割合が高いため(図- 3)、分析対象として不適とした。グループA・B・Cは交通流が不安定なので不適とした。よって、分析対象としてグループDの蓄積成功者(17サンプル)を選定した。

(3) 分析結果

まず、経路変更率の推移を調べた(図- 4)。経路変更率とは前回の走行経路と違う走行経路を選択した割合である。この図から明らかに10回目前後をピークに減衰傾向にあることが読み取れる。つまり、ピーク時に各主体が新たな経路を探し、経験を重ねて行くほど選択経路が固定されてきている。

図- 5における幹線道路利用率とは、走行経路として幹線道路のみを利用した割合である。走行1回目は幹線道路を利用する率が高く、徐々に低くなって行く。そして、ここでも走行回数10回目前後で幹線道路非利用の割合が最も高くなる。図- 4と照らし合わせると、この期間は細街路に進入して幹線道路以外の経路を探索している期間と考えられる。その後、幹線道路利用率は0.4前後で収束傾向があり、経路変更率は減衰傾向にあることから、主体によって経路の利用傾向が、幹線道路・非幹線道路で分かれてきていることがうかがえる。

旅行時間の推移(図- 6,7)を見ても、やはり10回目前後をピークに減衰し収束する傾向が見られる。ここまでの分析と合わせて考えれば、10回目前後で新たな経路を探そうと幹線道路以外の道に入ったが、旅行時間が結果的に短縮せず、その後は幹線道路に戻ってきたと考えられる。

次に、これらの考察を断面交通量から捉える。図- 8,9,10はDグループの時間帯(30分~40分)におけるネットワーク全体について図化したものである。図から走行1回目では主に幹線道路が利用され、10回目ではネットワーク内のすべての道路が利用され、99日目では利用道路が多少淘汰されていることがわかる。また、比較のために容量制限付き割配分法・Dial配分で7200秒計算させて均衡状態を得た時の断面交通量も掲載した(図- 11,12)。いずれの配分法でも裏道が利用されなかったのに対し、個人経路モデルを用いた99日目では裏道利用が発生していることは、幾何構造も判断

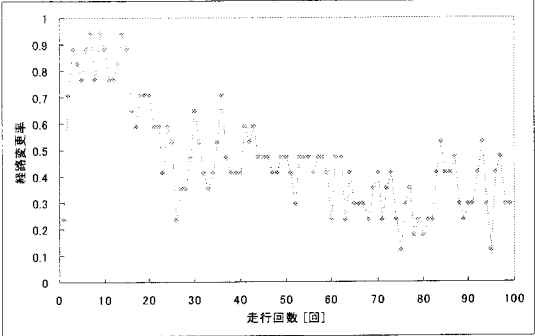


図- 4 経路変更率と走行回数の関係

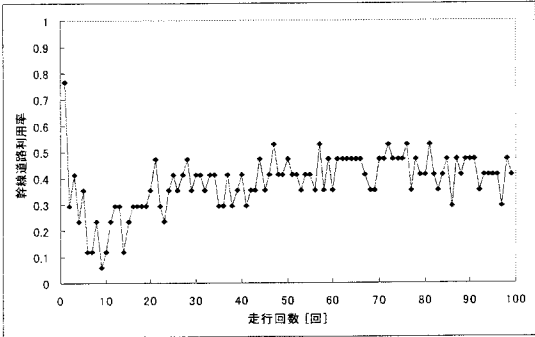


図- 5 幹線道路利用率と走行回数の関係

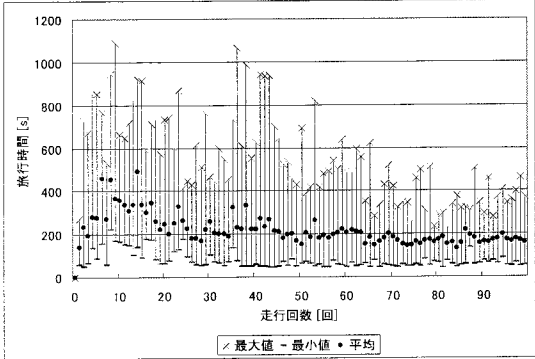


図- 6 旅行時間と走行回数の関係

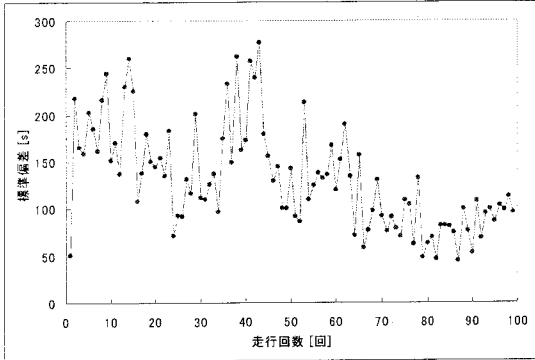
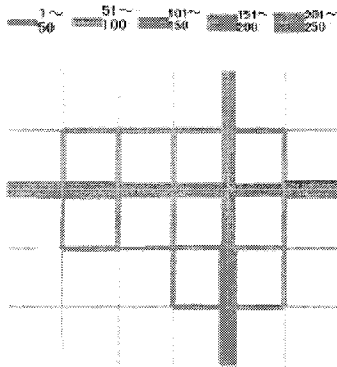


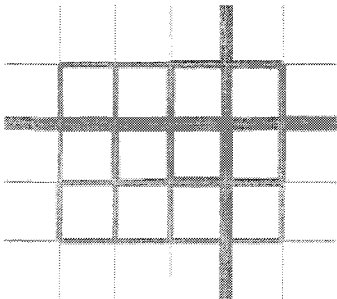
図- 7 旅行時間の標準偏差と走行回数の関係

要因とする個人経路モデルの有用性を示すものと思われる。

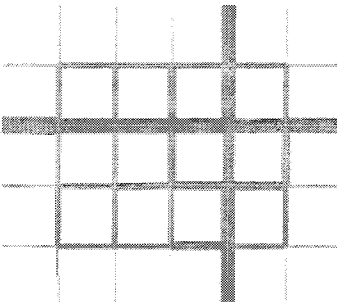
以上を総括すれば、主体が経路を獲得してゆく過程として、初めは幹線道路をなるべく利用するが、走行数回目では経路の探索を試行錯誤行い、その後は経路が固定されて行く、という流れがこの数値実験上では確認された。この過程については、過去に筆者ら⁵⁾が長期に渡るくり返し走行実験より、経路の形成過程として概ね3つの段階が存在することを明らかにしており、数値実験でもこの形成段階を確認できたといえよう。



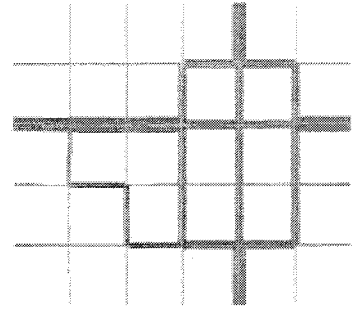
図一 8 断面交通量走行 1 回目



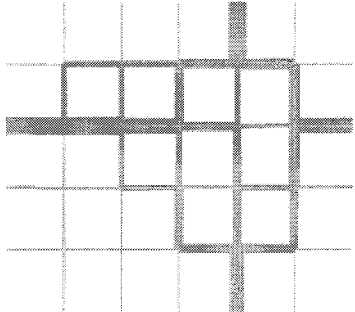
図一 9 断面交通量走行 10 回目



図一 10 断面交通量走行 99 回目



図一 11 断面交通量容量制限付き分割配分法



図一 12 断面交通量・Dial 配分

4. おわりに

本研究では、運転者個人の経路選択行動を表現したモデルを交通シミュレーションに適用し、車1台1台の経路選択行動をシミュレータ内で表現することを試みた。さらに、それを用いて簡単なくり返し数値実験を行い、経路の形成過程を数値実験で確認した。今後の課題として、様々な条件を設定して数値実験を行い分析することで、現状の個人経路モデルの問題点を見出し、更なる改良を行うことが挙げられる。

【謝辞】

本研究は国土交通省の受託研究「ITSに関する基礎的先端的研究」の一部として実施したものである。土木系主査の桑原雅夫教授（東京大学）をはじめ、関係者各位に感謝の意を表します。

＜参考文献＞

- 1) 交通工学研究会編：やさしい交通シミュレーション，丸善，2000.
- 2) 土木計画学研究委員会：土木計画学ワンディセミナーシリーズ23，pp.91-137，2001.
- 3) 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，No.20(1)，pp.493-496，1997.
- 4) 菊池守久，坂本邦宏，久保田尚：個人の経路変更可能性に着目した動的地区交通シミュレーションモデルの開発，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.651-658，1999.
- 5) 久保田尚，福山剛男，坂本邦宏：くり返し走行実験による自動車運転者の経路選択機構とその変容に関する研究，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.643-650，1999.