

# 個別車両の経路変更を考慮した交通シミュレーションの構築\*

## Construction of Traffic Simulator Regarding with Route Change Behaviour of Individual Driver\*

奥嶋政嗣\*\*

By Masashi Okushima\*\*

### 1. はじめに

ITS技術の進展にともなう、高度化された通信技術を用いた任意の地点・時点での交通情報提供が可能となってきた。都市高速道路の交通管理においては、高度化された情報提供技術を用いたソフトな運用の検討が重要となる。このとき、任意の地点・時点での交通情報提供による利用者の自律的な行動変化を考慮した交通流動推計方法として、交通シミュレーションの高度化が必要となる。

本研究では、既存の交通シミュレーションにおける高速かつ高精度の推計性能を保持しつつ、任意の地点・時点での情報提供内容に応じた利用者の経路変更のプロセスを内包した交通シミュレーションを構築する。このとき任意の時点・地点での経路候補抽出を可能とするように、経路探索プロセスを改良する。また、走行軌跡データの記憶方法について整理し、計算アルゴリズムを示す。これにより、情報提供時の各車両へのインパクトを推計可能とする。

### 2. 交通管制のための交通シミュレーション

ここでは、都市高速道路の交通管理のための交通シミュレーションの高度化の方向性を整理し、その基本構成について機能ごとに具体化する。

#### (1) 交通シミュレーションの高度化の方向性

ここでは、都市高速道路の交通管制における高度化技術検討のために、交通シミュレーションが必要

\*キーワード：交通シミュレーション, 交通管理, 情報提供  
\*\*正会員, 工修, 岐阜大学 工学部社会基盤工学科  
(〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1, TEL:058-293-2446, E-mail:okushima@cc.gifu-u.ac.jp)

とする6種類の機能を以下に整理する。

都市高速道路の交通状況の高精度の推計

一般道路での迂回交通の影響推計

流入需要推計

交通制御量の決定

情報提供内容の決定

任意点での利用者の経路変更の表現

このとき、高度化された通信技術の活用を検討するためには、これらの機能は個別車両管理機能のもとに統合されることが必要となる。

#### (2) 交通シミュレーションの基本構成

ここでは、前節での交通シミュレーションの高度化の方向性の検討を踏まえて、本研究で構築する交通シミュレーションの基本構成について説明する。

交通シミュレーションに含まれる基本機能の関係を整理し、図-1に示す基本構成を作成した。

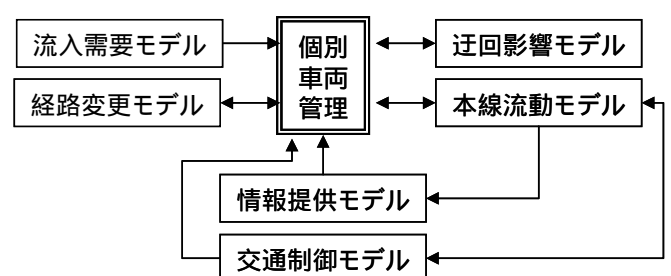


図-1 交通シミュレーションの基本構成

個別車両管理機能とインターフェイスを共有している。ここで、交通制御モデルおよび情報提供モデルは、いくつものオプションが考えられる。そのため、付加的にモデルの追加・更新が容易となるように、システムの拡張性が重要となる。

このシステムは各機能ごとにオブジェクト指向に基づき作成され、それぞれのインターフェイスのみ

を共有可能となるように設計されている。そのため、インターフェイスの部分的な実装により、新規のモデルを組み込むことが可能となっている。

### 3. 交通シミュレーションの構築

ここでは、個別車両の経路変更に関わる仮定を設け、その仮定に基づいて任意地点での経路変更の表現が可能となるようにモデル化する。このモデルをシステムに組み込み交通シミュレーションを構築する。

#### (1) 個別車両の経路変更における仮定

本研究では都市高速道路の交通管理のために、任意の地点における個別車両の経路変更を考慮した交通シミュレーションの構築を目指している。そのため、個別車両の経路変更に関わる行動原理について、以下の3種類の仮定を設定する。

個別車両は予定経路をもち、オンランプ、オフランプ、本線分岐点を中間的な目標地点とする。中間的な目標地点は、任意の地点において経路情報取得により変更されることがある。

現在位置から中間的な目標地点までの経路は、2点間の最短経路が選択される。

このような仮定のもとに、個別車両の経路変更モデルを記述し、交通シミュレーションに組み込む。

#### (2) 走行経路データの管理方法

ここでは、経路変更の記述のために必要となる走行経路データの管理方法について整理する。

個別車両の走行経路は、表-1に示される5種類の部分経路に分割して管理される。これらの部分経路を組み合わせることで、走行経路が確定する。

目標点(到着点)を頂点としたリンク方向が逆向きの最短経路木を作成している。これらの最短経路木は目標点と同数の管理で運用可能となる。

ここで、通常最短経路探索でおこなわれるように、最短経路木の頂点を出発点とした場合について考える。このとき、任意地点での経路変更を考慮すると全ノード数と同数分の最短経路木が必要となる。これより、目標点を頂点とした逆向きの最短経路探索の計算時間における優位性が示される。

表-1 経路の管理区分

No	経路タイプ	目標点	道路ネットワーク
1	アクセス経路	オンランプ	一般道路
2	本線経路	オフランプ	高速道路
3	イグレス経路	最終目的地	一般道路
4	非利用経路	最終目的地	一般道路
5	乗り継ぎ経路	オンランプ	一般道路

なお、最短経路探索のアルゴリズムは、ダイクストラ法を基本原理とし、候補リンクの整列にヒープソートを用いることで演算時間の短縮を図っている。

#### (3) 任意地点での経路変更の表現

ここでは、存在地点ごとに個別車両の経路変更のプロセスについて整理する。

都市高速道路の利用予定車両のすべてを、計算用の個別ユニットにて管理することとしている。個別ユニットのすべてに、出発時において、出発地、予定入路、予定出路、最終目的地が所与される。このとき、目標点には予定入路が設定される。個別車両の移動により、存在位置と目標地点が相違する。このため、経路変更プロセスは存在位置によりそれぞれ異なる。ここで、個別車両の経路変更プロセスを図-2に示す。

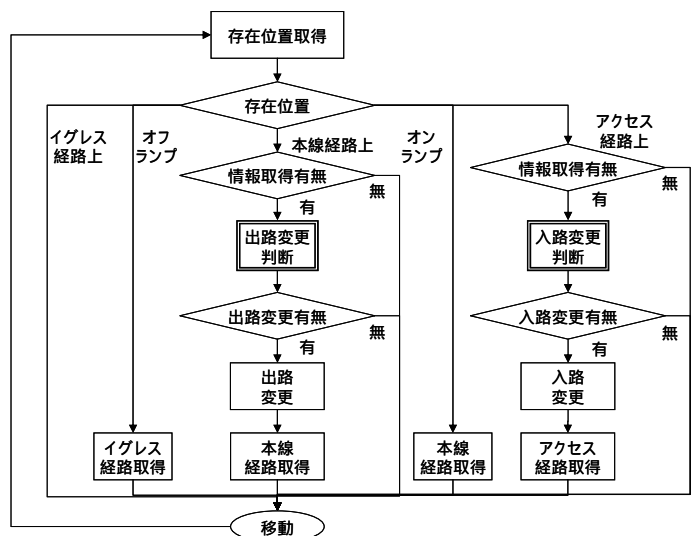


図-2 個別車両の経路変更プロセス

個別車両の存在位置により、アクセス経路上、オンランプ、本線経路上、オフランプ、イグレス経路上の5種類のプロセスが示されている。

ここで、アクセス経路上での経路変更については、上位レベルで都市高速道路の利用/非利用選択、下

位レベルで予定入路 / 代替入路選択をおこなう 2 段階のNLモデルとしている。ここで、利用 / 非利用選択の説明要因は、原因別渋滞の有無、渋滞比や流入制御の有無としている。また、予定 / 代替入路選択の説明要因は、経路長、原因別渋滞比としている。

また、本線経路上での出路変更判断については、原因別渋滞比、経路長、迂回分岐点よりの本線利用距離と代替街路走行距離を説明要因としている。

このように、任意地点における個別車両の経路変更を考慮した交通シミュレーションを構築した。

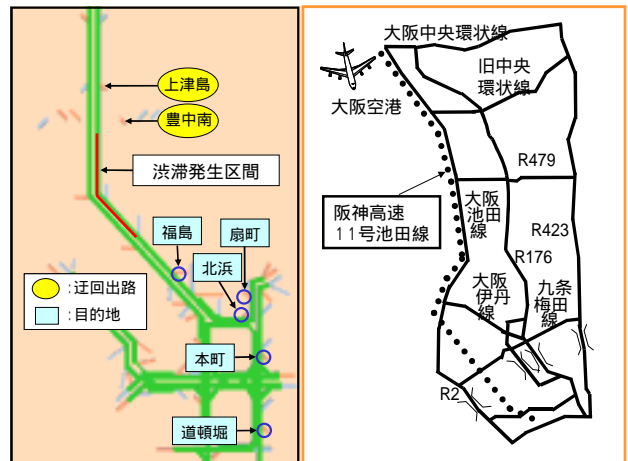


図 - 3 対象路線

#### 4. 交通シミュレーションの適用

ここでは、構築した交通シミュレーションを適用し、情報提供時の各車両へのインパクトを推計する。

##### (1) 交通シミュレーションの現況再現性

ここでは、阪神高速道路 11 号池田線上りとその代替経路となる一般街路を対象として、交通シミュレーションの適用を行った。対象路線の概略を図 3 に示す。一般道路リンクについては、代替性が高いと判断されたリンク群より、路線構成を考慮し代替経路を選定した。ここで、迂回交通が走行しない区間では、交通状況の変化がないと仮定する。

具体的には、京阪神地域全体の詳細なネットワークを用いた配分結果から、阪神高速道路 11 号池田線上りの利用台数が存在するODペアを抽出した。それらのODペアについて一般道路リンクにおける関連交通量を算定し、関連交通量が存在するリンクを選択した。これらのリンクについて路線の連結性を考慮し、最終的に 16 路線・368 リンクを一般街路ネットワークとして構成した。なお、一般道路における観測時間交通量としては、平成 11 年度道路交通センサスの時間帯別観測区間交通量データを参考に、各リンクの値を作成した。

また入力交通量データは、平成11年10月21日(木) 午前6時30分～8時30分の車両検知器データに基づく毎5分の入路流入交通量と阪神高速道路第21回起終点調査結果に基づく時間帯別ランプ間OD交通量とした。

ここで、11号池田線上路線についての、各区間の渋滞状況の時間的変化を図-4に示す。

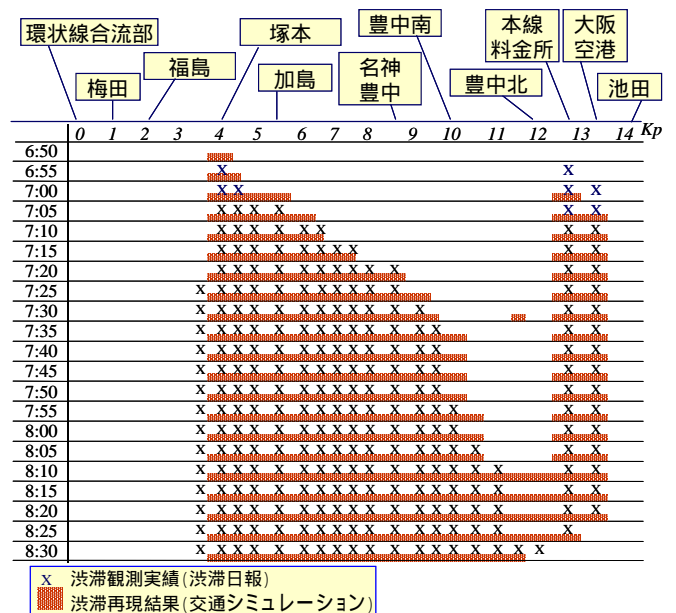


図 - 4 渋滞状況の再現性

渋滞のボトルネックの位置、発生時刻、渋滞の延伸状況についてほぼ現況を再現できている。

##### (2) 情報提供による個別車両の経路変更

ここでは、特定の車両グループに対する情報提供の影響を、交通シミュレーションを用いて推計していく。当該路線では渋滞発生頻度の高い区間の上流側に位置する「上津島出路」、「豊中南出路」の2箇所が迂回出路としてあげられる。ここでは、それぞれの迂回出路への誘導情報内容について情報提供の影響を推計し、当該路線での迂回出路を決定する。

ここでは情報提供の対象となる車両グループとして、「福島出路」を利用予定の車両群とする。

情報提供の対象時間は7:00-9:00の2時間帯とし、5分ごとに交通状態の推定、経路情報生成、個別車両の経路決定を行う。ここで推計時間帯は6:00-11:00とし、全発生車両の到着までを算定する。

総所要時間の変化でみると、「上津島出路」への迂回情報提供時において 118[Hour・Veh]、「豊中南出路」への迂回情報提供時において 418[Hour・Veh]であった。ここでは、渋滞区間末尾直前での、迂回情報提供による総旅行時間の減少が大きい。

次に同一の車両に対して、迂回情報を「上津島出路」とした場合と「豊中南出路」とした場合について、走行軌跡を比較し図 - 5 に示す。

それぞれの経路の相違はもちろんのこと、プロットされた走行軌跡の点の分布より、2 経路における所要時間の相違についても確認できる。このように、情報提供内容の相違により、個別車両に与えるインパクトの相違を示すことが可能となった。

## 5. おわりに

本研究では、高度化された通信技術を用いた任意の地点・時点での交通情報提供による個別車両の経路変更を考慮した交通シミュレーションを構築し、情報提供による各車両への影響を推計可能とした。本研究の成果を以下に整理する。

個別車両の経路変更に関する仮定を示し、ネットワークにおける部分経路の区分管理方法を提示した。これより、目標点を頂点とした最短経路木の利用が可能となり、計算時間における優位性が示された。

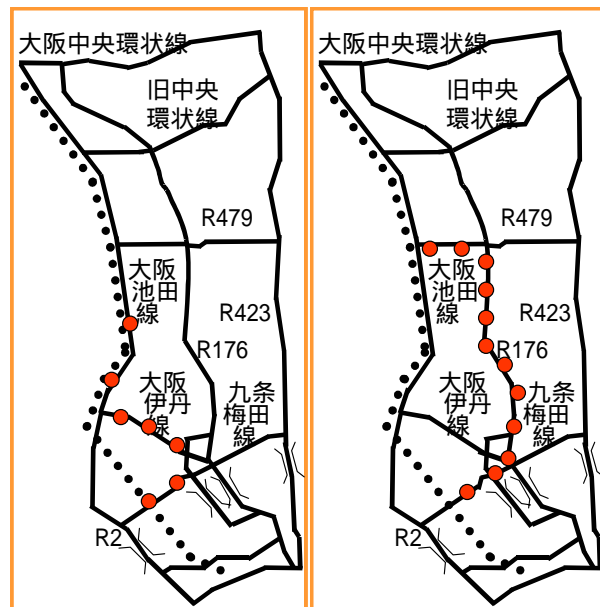
任意地点の経路変更を考慮するため、存在地点ごとに個別車両の経路変更のプロセスについて整理した。これより、情報提供などの個別車両の経路変更プロセスが明示され、その影響が推計可能となった。

構築した交通シミュレーションを適用し、情報提供時の各車両へのインパクトを推計した。これより、渋滞長の変化の大きい時間帯での、情報内容の差異による個別車両への影響の相違が示された。

また、今後の課題として、次の点が指摘される。

認知所要時間のあいまい性を考慮した経路選択行動の表現

都市高速道路および一般道路の交通需要変動に対する提供効果の頑健性の検証



「情報：豊中南出路」 「情報：上津島出路」

図 - 5 複数経路の走行軌跡の比較

【謝辞】本研究は、平成 15 年度科学研究費補助金若手研究(B)15760395 の研究成果の一部であることを付記する。また、本研究で使用したデータは、阪神高速道路公団および(株)都市交通計画研究所よりご提供いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 秋山孝正, 土田貴義, 小川圭一: 個別車両挙動を考慮した都市高速道路の渋滞シミュレーションの構築, 土木学会論文集 No.702 / IV-55, pp. 103-115, 2002.
- 2) T.Yukimoto, M.Okushima, N.Uno, T.Daito: Evaluation of On Ramp Metering on Hanshin Expressway Using Traffic Simulator (HEROINE), The 9th World Congress on Intelligent Transport Systems, 2002.
- 3) 阪神高速道路公団: 動的交通流動予測手法に関する調査研究報告書, 1999
- 4) 奥嶋政嗣, 大窪剛文, 大藤武彦: 都市高速道路における交通管理施策評価のための交通シミュレーションシステム開発, 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, No. 3, pp. 531-538, 2003.
- 5) 高野明, 宇野伸宏, 飯田恭敬, 長沼敏彦: 経路選択行動分析に基づく都市高速道路の交通管制方策評価, 第 21 回交通工学研究発表会論文報告集, pp.329-332, 2001.