

渋滞回避のための車車間通信による経路情報交換の交通シミュレーション分析*

Traffic Simulation Analysis by Exchanging Course Information using The Vehicle to Vehicle Communication for The Traffic Jam Evasion *

遠藤佑介**・坂本邦宏***

By Yusuke Endo**・Kunihiro Sakamoto***

1. はじめに

近年、ITS（高度交通システム）の分野では、カーナビゲーションシステムや VICS（交通情報提供システム）のような交通情報システムの発達が進んでおり、それらによる渋滞検知によって自動車の快適かつ効率的な運転が可能になってきている。実際、この交通情報提供システムの利用率も毎年増加傾向にあり、今後も、その需要と必要性はますます増大すると予想される。

現在、そのような交通情報の通信方法としては路車間通信が主流であり、広範囲における渋滞情報の取得が容易になった。一方で近年研究されているもう一つの通信方法として車車間通信というものが存在し、それを利用することで路車間通信よりもリアルタイム性という面では有効ではないかと考えられる¹⁾。しかし、渋滞回避を目的とした車車間通信の有効性の検討がなされておらず、実用化に至っていないというのが現状である。

また交通システムは一般的に、複雑で大規模であり、構成要素が確率的に変動する不確定なものが多く含まれているため、交通問題に対する解を求める際、または仮説の検定を行う場合、同条件で、道路施設と車を実際に用いた実験を行うには多くの困難が存在する。このような問題により、仮想実験を行うため、または交通システムにおける施策の評価ツールとして交通シミュレーションが多く用いられている。

以上のことから本研究では交通シミュレーションシステム「tiss-NET」を用いて車車間通信の有効性を検討する。これにより交通管理者側では、交通流集中、渋滞、環境悪化といった問題を効果的に制御する手段としての利用が可能であり、ユーザー側では、旅行時間の短縮や渋滞回避などの効果が期待される。

*キーワード：ITS、経路選択、交通ネットワーク分析

**非会員、埼玉大学大学院理工学研究科

埼玉県さいたま市桜区下大久保255、

TEL:048-858-3554

E-mail:endo@dp.civil.saitama-u.ac.jp

***正会員、工博、埼玉大学大学院理工学研究科

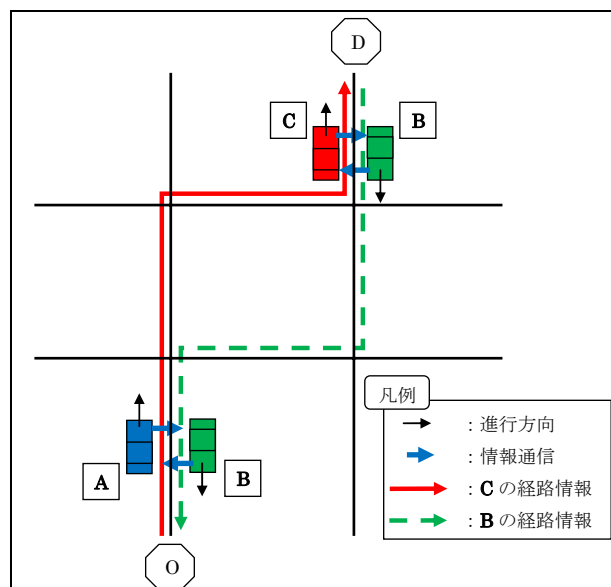


図1 車車間通信のイメージ

2. 渋滞回避のための車車間通信のtiss-NETへの適用

(1) 車車間通信の概要

本研究において、車車間通信とは、走行している車同士による情報のやり取りを行うことを意味する。狭い範囲での交通情報の取得という面から考えると車車間通信はよりタイムリーな情報通信が可能であると予想される。一方で路車間通信は、道路上に設置されたセンサーなどから得られた情報を交通情報処理センターを経由して、各車両に伝えるものであり、数 km など離れていた場所でも情報を得られることから広範囲における利用が可能であり、通信にタイムラグが生じてしまうことから狭い範囲においてはあまり効果がえられないのではないかと考えられる。このように車車間通信と路車間通信にはそれぞれの特徴があることから、両者の適切な使い分けが必要になってくる。

よって本研究での車車間通信のイメージとしては狭い範囲における突発的な渋滞の回避を目的とし、シミュレーション上の道路ネットワークを走行中の車両が対向車との経路情報交換を行うことで経路変更を行っていくことを考える（図1）。

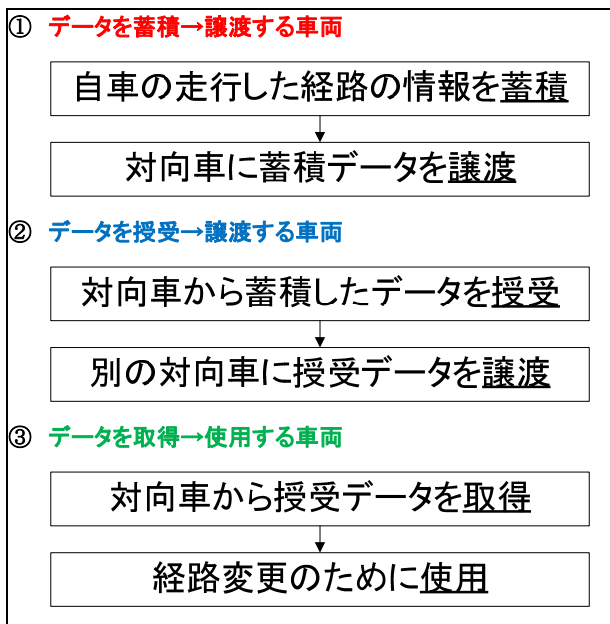


図 2 車両の役割の分類

(2) 車両の役割

車車間通信は車同士で情報のやり取りを行うことから、それぞれの車両の役割というものが必要になってくる。そこで本研究では、車両の役割として、①データを蓄積し譲渡する車両、②データを授受し譲渡する車両、③データを取得し使用する車両の3種類に分け、具体的にどのような働きをするのかをまとめた(図2)。

また、情報を使用した③の車両は後に蓄積情報を渡す①の役割も行うなど、走行車両は一つの役割だけではなく、複数の役割を果たし、3つの役割が相互的にリンクすることで車車間通信による経路情報交換が可能になる。

(3) 交通シミュレーションシステムtiss-NET

本研究室で独自開発を行っている交通シミュレーションシステムtiss-NETでは、1つの単路部と両端の2交差点で構成されるセクション毎の旅行時間を用い、ダイクストラ法による最短時間経路を出発時の経路として用いている²⁾。しかし今までのtiss-NETでの経路決定ロジックは、車両が出発する際に最短時間経路が検索された後、それが車両の経路として与えられ、車両は出発時に与えられた経路に従って道路ネットワーク上を走行して目的地まで向かうという構造になっており、原則として走行中の経路の変更は不可能であった。そのため今回のような車車間通信による経路情報交換を行ったうえで、走行中に経路を変更できるような新たな交通シミュレーションモデルの構築が必要になる。

(4) 車車間通信のtiss-NETへの適用

前節で述べたようなシミュレーションモデルの構築のためには、まず車車間通信による経路情報交換システム

の導入が必要であり、図3のような概念を提案した。このプログラムフローは以下のように説明できる。

a) 初期経路の設定

車両の初期経路については、従来の経路設定ロジックと同様に出発時に最短時間経路を初期経路として設定し、走行を開始する。

b) 対向車とのすれ違いの確認

対向車線に車がいずれすれ違っているかの確認を行い、すれ違いが確認できたら対向車の持っている蓄積データと授受データを受け取り記憶する。

c) 経路変更可能地点の確認

経路変更可能地点をネットワーク上に設定し、現在の位置が経路変更可能地点かの確認を行う。もしそうでない場合にはまたすれ違いの確認に戻る。

d) 経路情報の比較

取得した情報のうち経路の違うものを比較して、旅行時間が短い経路を選択し、経路を変更する。

e) 経路情報の蓄積

自車の通ってきた経路情報を蓄積する。

以上のような、車車間通信を用いた経路情報交換を利用した走行中でも経路変更が可能なプログラミングをtiss-NET内に追加することで、情報に合わせた経路変更を行う状況を表現できる交通シミュレーションモデルを構築した。

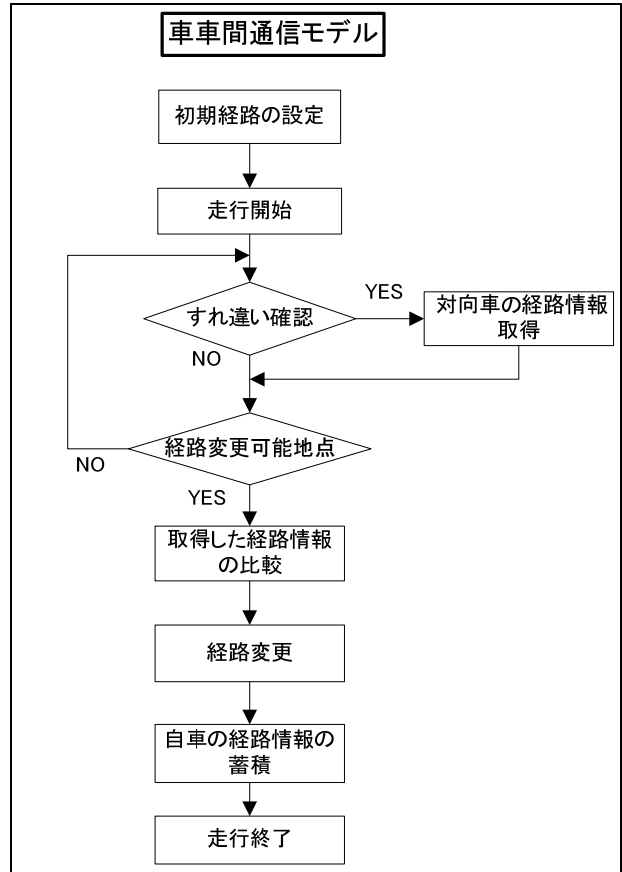


図 3 車車間通信のプログラムフロー

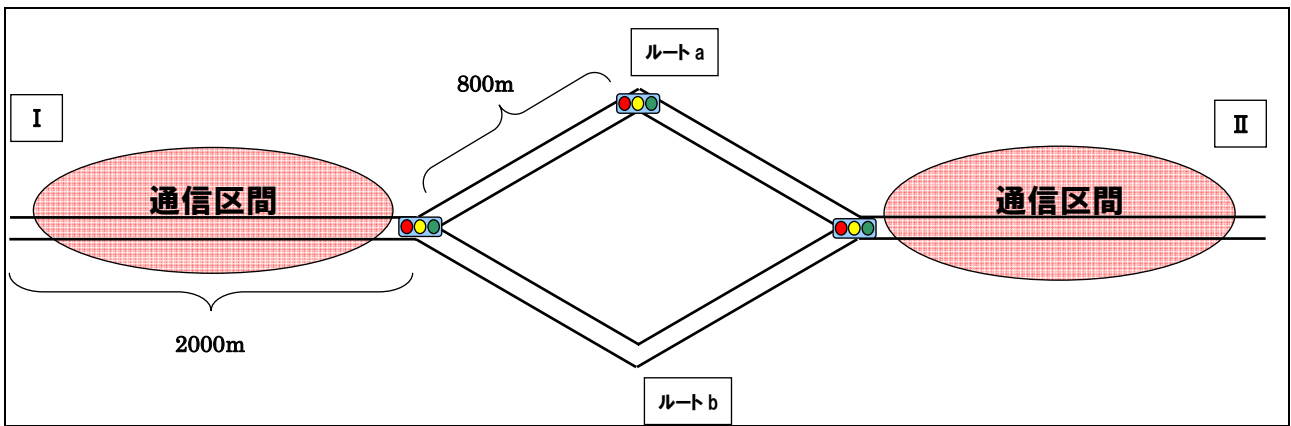


図 4 ネットワーク図

3. 車車間通信の有効性の検討

(1) 有効性の検討方法

本研究では車車間通信の有効性を検討するために前章で言及した車車間通信を用いた経路情報交換による経路変更システムを組み込んだtiss-NETを用いた。そのtiss-NET上で仮想のネットワークを作成し、突発的な渋滞が発生した場合に各車両がどのような挙動をするのかを調べるために仮想実験を行った。今回は、車車間通信による経路情報交換を行う場合と情報交換を行わない場合の2つの状況を取り上げ、それぞれの旅行時間や経路変更率などを比較することで、交通管理者側とユーザー側の両方の視点から車車間通信利用の有効性の検討を行った。

(2) 実験概要

今回の実験では図 4 のような二経路の存在する道路ネットワークを利用し、上側を通る経路をルート a、下側を通る経路をルート b と名付けた。また車車間通信を利用するのは通信区間のみであり、それ以外の場所では行わないものとする。その通信区間内において、各車両が経路変更のために使用する経路情報はルート a とルート b のそれぞれの最新値のデータとする。道路ネットワークの設定状況としては表 1 の通りである。車車間通信の有効性検討のために今回の実験では、突発的な渋滞を発生させるためにルート a の中間地点に信号を設置し、青時間を600秒、赤時間を600秒に設定することで急な渋滞を表現した。

表 1 ネットワークの設定状況

車線数	2車線
道路幅員	6m
全長	5600m
交通発生集中点	2カ所
シミュレーション時間	3600秒
車両発生台数	2000台

(3) 実験結果

a) 経路利用率と経路変更率

まず車車間通信による経路情報交換を使用しなかった場合と使用した場合の経路利用率を表したグラフをそれぞれ図 5 と図 6 に示す。

それらのグラフから 2 つの状況を比較すると、車車間通信の非利用時において、特にⅡ→Ⅰの方向に関してはルート a とルート b の利用率はあまり差が見られなかった。しかし車車間通信の利用時にはおよそ 8 割の車両がルート b を選択しており、全体として同じ傾向になったことが読み取ることができる。

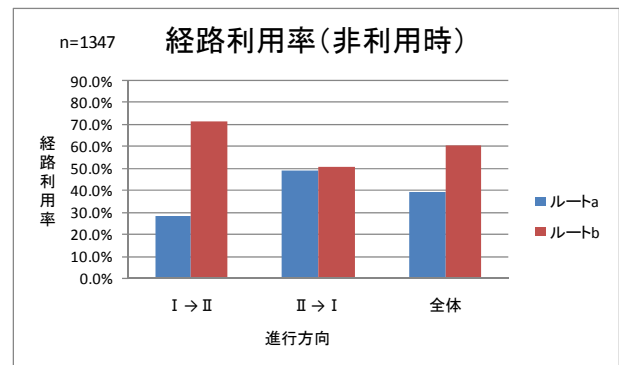


図 5 車車間通信を使用しなかった場合の経路利用率

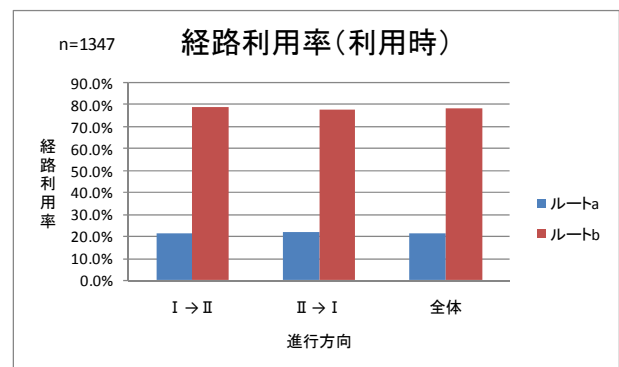


図 6 車車間通信を使用した場合の経路利用率

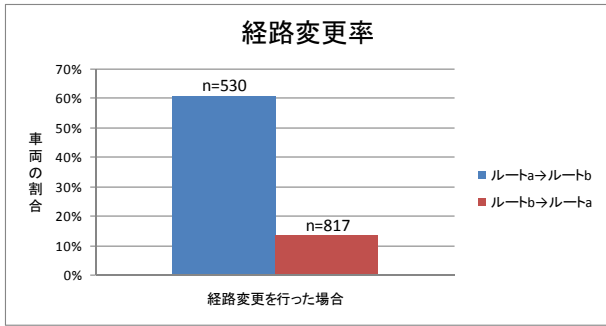


図 7 経路変更率

また2つの状況における各経路の利用台数から経路変更率を算出した(図7)。初期経路としてルートaを選択した車両のおよそ6割がルートbに経路変更を行った。一方で初期経路としてルートbを選択した車両のおよそ1割がルートaに経路変更を行っていることから、初期経路としてbを選択した車両の多くはそのままルートbを利用している。

b) 平均旅行時間

同様に2つの状況についての平均旅行時間を表したグラフをそれぞれ図8と図9に示す。

2つの状況と比較してみると、ルートaに関しては平均所要時間が全体的に減少していることが読み取れる。一方でルートbの平均旅行時間はⅡ→Ⅰの方向において、若干減少しているが全体としては増加している。

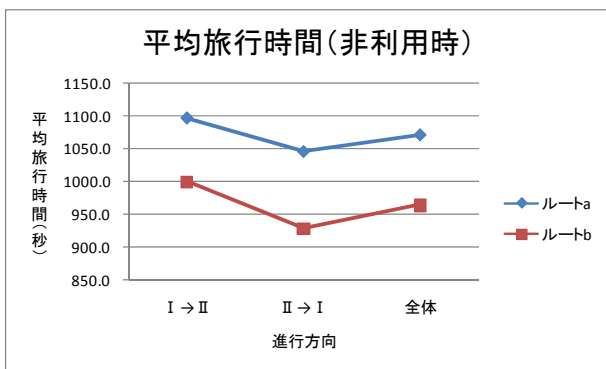


図 8 経路情報交換を利用しない場合の平均旅行時間

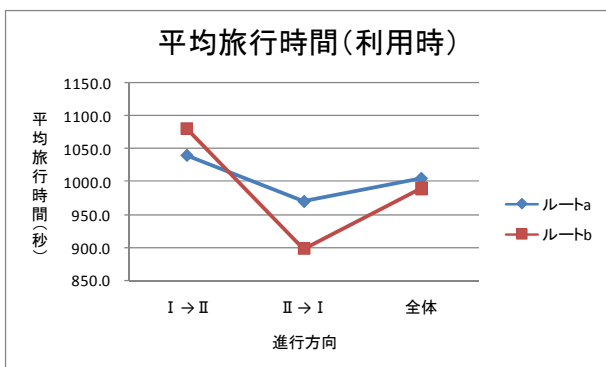


図 9 経路情報交換を利用した場合の平均旅行時間

すなわち、それぞれの経路における平均所要時間の差が縮まったといえる。

(4) まとめと考察

今回の実験において、車車間通信を用いた経路情報交換によりいくつかの変化が確認できた。まず経路利用・変更率に関して、適切な経路変更(ルートaからルートbに変更)をした車両が多く存在しており、車車間通信の非利用時に比べてルートbの利用率が増加していることから、渋滞を回避するために、車車間通信を用いた経路情報交換の利用が有効であると考えられる。また平均旅行時間については、ルートbが車車間通信の非利用時に比べて増加しているが、これは今回の実験ではルートbが2つしか存在しないために、一方に車両が偏ってしまったことによる新たな渋滞の発生が原因と考えられる。そのためユーザー側にとっては渋滞を回避したにも関わらず旅行時間は増加してしまい、効果があまり得られなかった。しかし2つの経路における平均旅行時間の差が縮まったことから、車車間通信の利用によって交通状況に合わせた車両の配分を行うことが可能であり、交通管理の面において有効であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、交通シミュレーションを用いて車車間通信の有効性について分析を行い、車車間通信の利用によって渋滞回避が可能であることが示された。

しかし、今回の分析において使用したシミュレーションモデルは単純なネットワーク上でのみ適用できるシステムであることから、より実交通に近いネットワークにも対応できるような汎用性のあるモデルの構築が必要になる。また今回の実験で経路選択に利用する経路情報は通信区間内で最後に得た最新値を用いたが、車両自身が得られた情報を処理することにより、平均値などを使用した場合にどのような違いが生じるかを検討し、どの値を使うことが最も効率よいのかを分析する必要があると考えられる。今後の課題として以上のようなことが挙げられ、それを改善していくことで、渋滞回避のための車車間通信利用の実用化に近づくと期待できる。

参考文献

- 1) 玉置洋、他：フェロモンコミュニケーションモデルによる短期的渋滞予測システムの構築、The 22nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2008
- 2) 坂本邦宏、久保田尚、門司隆明：地区交通計画評価のための交通シミュレーションシステムtiss-NETの開発、土木計画学研究・論文集No. 16, pp. 845-854, 1999