

追い越しを考慮した動的交通量配分モデル*

Development of the Dynamic Traffic Assignment Model considering Overtaking

淀 丈巨** 河上 省吾***

By Takeo IKARI, Shogo KAWAKAMI

1. はじめに

近年、慢性的な交通渋滞の新たな解決策として道路交通のマルチメディア化、とりわけ道路交通情報提供システム(VICS)に注目が集まっている。しかし、このシステムをより有効に機能させるには、情報提供後の道路利用者の行動を考慮した時々刻々と移り変わる交通状況を把握する必要がある。そこで、それに対応するモデルとして用いられるのが動的交通量配分モデルである。

従来の動的交通量配分モデルとしては、ある時間帯に流入するフローを1つの塊として捉えたマクロモデルがあるが、このモデルではリンク内での追い越しを認めていないため追い越しの頻繁に起こっている実際の交通現象に即しているとは言えない。そこで本研究では追い越しを考慮したミクロモデルを新たに構築し、従来モデルとの比較を行うこととする。そしてこのモデルを用いてドライバーへの道路情報提供による効果を予測する。

2. 動的交通量配分モデルの概要

動的配分モデルには、以下の3つの配分原則がある。

1) 動的利用者最適配分

すべての利用者が、目的地までの通過ノードごとに、その通過時点で実現している目的地までの所要時間が最小になる経路を選択した結果として成立するフローパターン

2) 動的利用者均衡配分

すべての時刻・利用者に対して、各利用者が自分だけ経路を変更することによって、事後的に経験するODペア間の所要時間が減らせないようなフローパターン

3) 動的システム最適配分

ある計画時間内における利用者のネットワーク全体での総走行時間を最小化するフローパターン

このうち本研究では1)の原則に従うこととしたがこの原則はドライバーがリアルタイムに道路情報(各リンクの所要時間)を入手し、その情報に従って最短経路探索を行う際の経路探索規範に一致している。ここで各リンクのリンク所要時間を、本研究においては以下に示す渋滞時をも考慮したリンクパフォーマンス関数によって計算する。

非渋滞時 ($x_{ac} \leq cp_{ac} \times c_{ac}$) のとき

$$c_{ac} = 0.461 \times \frac{x_{ac}}{cp_{ac}} + c_{a0c} \quad (1)$$

渋滞時 ($x_{ac} > cp_{ac} \times c_{ac}$) のとき

$$c_{ac} = \frac{x_{ac}}{cp_{ac}} \quad (2)$$

x_{ac} : リンク a における普通車の存在台数

cp_{ac} : リンク a における普通車の交通容量

c_{ac} : リンク a における普通車のリンク所要時間

c_{a0c} : リンク a における普通車の自由走行時間

このリンクパフォーマンス関数は大型車と普通車にわけてそれぞれ算出されているが本研究では普通車のみを対象として配分を行うこととした。

* Keywords : 交通情報、ITS、動的交通量配分

** 学生会員 名古屋大学大学院工学研究科

***フェロー 名古屋大学大学院工学研究科

〒464-8603 名古屋市千種区不老町

TEL 052-789-3730 FAX 052-789-3738

3. 追い越しを考慮したリンク走行所要時間

追い越しを認めないマクロモデルの場合、各フローは式(1)、(2)により得られたリンク所要時間に従ってリンク内を走行することになる。しかし追い越しを考慮した場合は、同じ条件下でも各車のリンク走行所要時間に、ばらつきが生じていると考えられる。そこで本研究では追い越しを考慮したミクロモデルでの各車のリンク走行所要時間を次のように与えた。

$$C_a = \sigma Z + c_{ac} \quad (3)$$

C_a : 各車のリンク a における実際の走行所要時間

σ : 標準偏差 (各リンクの自由走行時間に比例)

Z : 平均 0、分散 1 の確率変数

c_{ac} : 式 (1)、(2)より得られたリンク所要時間

すなわち、 C_a が 0 以下にならない程度に、それぞれのリンクにおいて流入しようとする各車に対してランダムな値 Z を与えることにより所要時間にばらつきを持たせ、追い越し現象を再現する。また標準偏差の値を変化させればリンク内での追い越し回数を変化させることが可能である。

4. シミュレーションの手順

(1) 計算データ

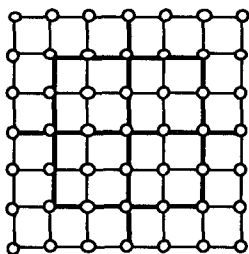


図1 テストネットワーク図

本研究では図1に示した格子状のテストネットワーク (約 25km×25km の広さ) を用いて朝のラッシュ時 (午前6時～11時) を想定し、配分を行った。リンク条件は表1の通りである。交通流は外周部ノードから中心部ノードへの流れ、すなわち郊外から

都心部への集中を再現したものと、中心部ノードや外周部ノードから外周部ノードへの流れ、すなわち郊外への移動をも考慮した場合との2種類を行った。総走行台数は約 14 万台であり、図2の中京都市圏の時間帯別発生交通量の比率に従って決められたノードを出発させる。

表1 リンク条件

	交通容量 (台/時)	自由走行時間 (分)
太線(幹線道路)	3600	4
細線(一般道路)	2400	5

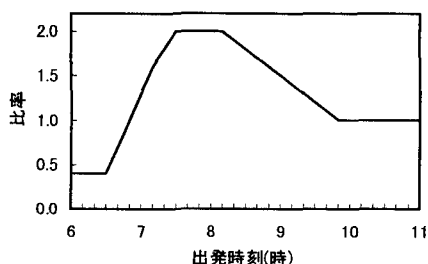


図2 出発時刻別発生交通量

(2) シミュレーションの方法

まず、各ノードからの発生交通量と各フローの出発時刻を設定する。この際マクロモデルでは各ノードで1分毎に出発台数を集計してそれを1つのフローとする。

一方ミクロモデルでは各ノードにおいてある時間帯における出発台数を集計し、1台を1つのフローとして等時間隔で出発させる。(20分で100台ならば12秒おきに1台ずつ出発する。)

次に動的利用者最適配分の原則に従い、1) 各リンクの所要時間より各フローの目的地への最短経路を探索、2) 各フローをそれぞれの最短経路に従ってリンク上に配分、3) 時間を進めてフローの位置の記述を書き換え、フローがリンク末端に着いたら1)に戻る という作業を目的地に到着するまで行う。(図3 参照) このフロー位置の記述を書き換える間隔についてもマクロモデルでは1分としたが、ミクロモデルでは車ごとにリンク走行所要時間が異なり、フロー位置の書き換えをより細かく行う必要があるので5秒とした。

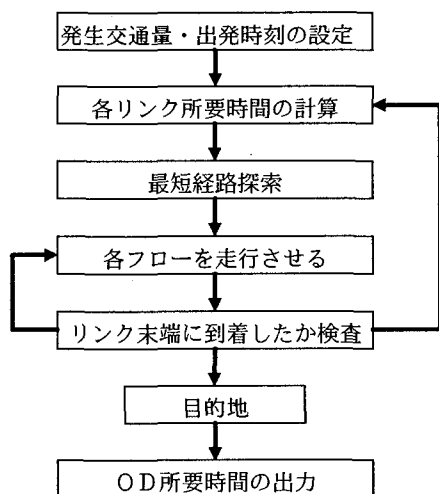


図3 シミュレーションの手順

5. 配分結果

まず、追い越しを考慮したマイクロモデルにおいてリンク所要時間のばらつきの度合いを変化させることによりネットワーク全体での追い越し回数を変化させたが、その結果、所要時間や総走行時間にほとんど変化は生じなかった。これはリンク所要時間のばらつきを変化させても、その平均値は一定であるため全体の配分結果には影響しないからと考えられる。ばらつきが0、すなわち追い越しを考慮しない場合と、ばらつきを大きく設定した場合とに差がないことより、ネットワーク全体における動的配分問題については追い越しを考慮する必要はなく無視してもよい現象といえる。

次に従来のマクロモデルと追い越しを考慮したマイクロモデルとのシミュレーションの結果を図4に示した。

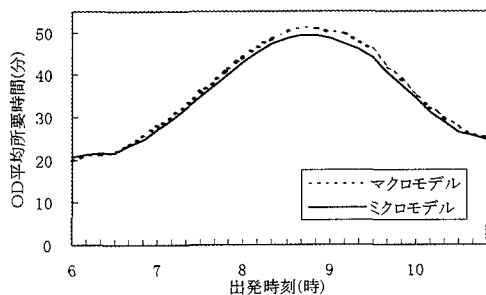


図4 出発時刻別の全OD平均所要時間

この図は外周部ノードから中心部ノードへの流れを配分した結果であるが、全体的にマクロモデルの方が所要時間が長い傾向にあり総走行時間で3%程度の差が生じた。このようなマイクロモデルとの差は追い越しを考慮することによる影響がほとんどないならば、マイクロモデルとマクロモデルとの違いに起因していると考えられる。

例として車存在台数 x のリンクに10台の車が流入する場合を考える。マイクロシミュレーションでは10台の車は別々に流入し、リンク走行所要時間関数は車存在台数の単調増加関数であるから、各車のリンク走行所要時間は流入した順に $c(x+1)$ 、 $c(x+2)$ と与えられる。

一方、マクロシミュレーションでは、この10台の車が仮に1つのフローならば、すべてに同じリンク走行所要時間 $c(x+10)$ が与えられる。ここで明らかに

$$c(x+10) \times 10 > \sum_{k=1}^{10} c(x+k) \quad (4)$$

となるので、平均所要時間はマクロモデルのほうが長くなると考えられる。

そこでこの差を解消するため、マクロモデルにおいて上述した例と同様、10台が1つのフローとして流入した場合、この10台にリンク走行所要時間 $c(x+5)$ を与えるといったように、(新たに流入する車台数/2)の値をリンク車存在台数に加えて各車のリンク走行所要時間を求めて再度シミュレーションを行った。その結果、マイクロモデルとの差は約0.6%までに縮まり、マクロモデルにおいても追い越しを考慮したマイクロモデルに十分近い結果が得られることが明らかになった。この結果からみても追い越し現象が配分結果に与える影響は極めて小さいと言える。また中心部ノードのみに集中する場合、目的地ノード数が少ないためその周辺リンクで過剰な渋滞が見受けられOD所要時間が過大になる傾向があった。従ってセントロイドの数を少なくしすぎないことも重要である。

6. 道路情報提供による効果予測

追い越しを考慮したマイクロモデルを用いて VICS などによる情報提供の効果を予測した結果が図5、6

である。また、情報利用層、経験利用層の経路選択規範を表2のように規定した。

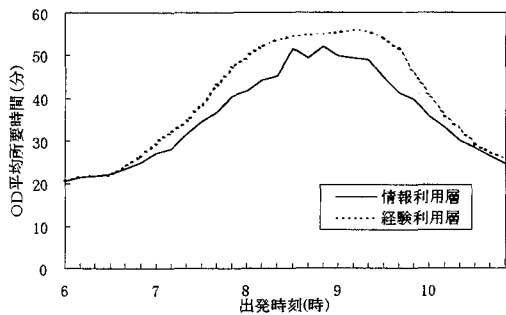


図 5 出発時刻別OD平均所要時間（情報利用層20%、中心部ノードに集中）

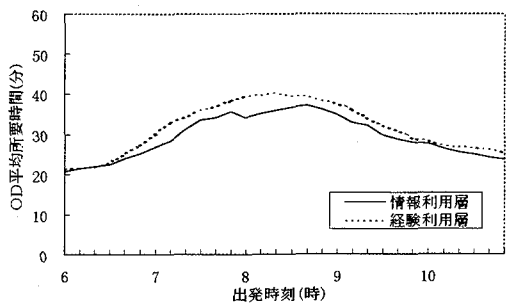


図 6 出発時刻別OD平均所要時間（情報利用層20%、外周部ノードへの交通流も考慮）

表2 各層の経路選択規範	
情報利用層	5分遅れ、更新間隔5分の情報をもとに最短経路探索をし経路を選択
経験利用層	あらかじめ各ノードから各目的地への最短経路を15分の幅をもって記憶させ、それに従い経路を選択

この結果によると交通流の方向に関係なく、混雑する時間帯ほど情報提供を受ける効果が高まることが明らかになったが、一方で情報に遅れがなく更新間隔も1分という間隔の情報（遅れていない情報）が提供されれば混雑時に更に高い効果が期待できることが明らかになった。（図7参照）

また、情報利用層の割合が高まるほど遅れている情報と遅れていない情報との差が大きくなり、より高度な情報が求められることが示された。

（図8参照）

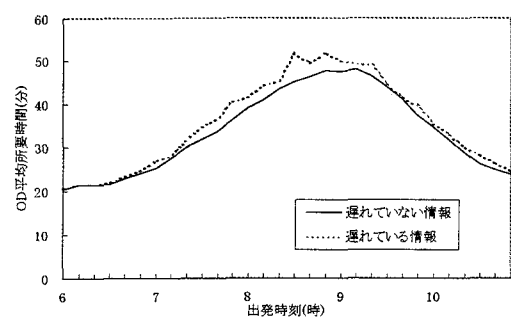


図 7 出発時刻別OD平均所要時間（情報利用層20%、中心部ノードに集中）

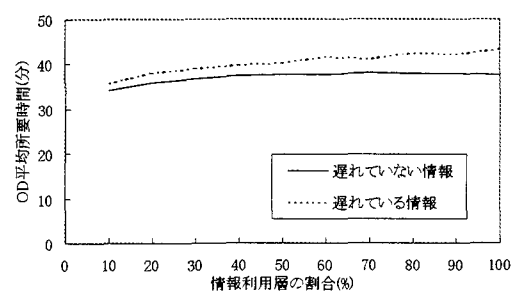


図 8 情報利用層の平均所要時間（中心部ノードに集中）

7. おわりに

マイクロモデルの計算は煩雑で時間がかかり大規模なネットワークに拡張しにくく、追い越しの影響もほとんどないことを考慮すると、今後実際の大規模なネットワークにおいて動的配分問題を取り扱うにはマクロモデルの方が適していると言える。しかし、ネットワーク全体の配分ではなく、個々のドライバーの運転特性を考慮し、そのドライバーごとの所要時間を予測する場合などには、今回用いたようなマイクロモデルが有効であると考えられる。

参考文献

- 1)河上省吾・杉村孝明：ドライバーに提供される情報の遅れの交通流に及ぼす影響の分析，土木学会第52回年次学術講演会講演概要集，第4部 pp198・199，1997
- 2)高山裕史・河上省吾：渋滞を考慮した動的車種別交通量配分モデルに関する実証的研究，土木計画学研究・講演集 19(1)，pp557～560，1996