

車種別交通状態推定に向けた マルチクラスマクロ交通流モデルの構築

高嶋 望都¹・塩見 康博²

¹学生員 立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)
rv0029hh@kankyousystem.jp

²正会員 立命館大学准教授 理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)
shiomi@fc.ritsumeai.ac.jp

先行研究では、高速道路サグ部を対象にマクロ交通流理論と観測システムを連立させたデータ同化手法を用いて交通状態推定システムを構築した。これにより検知器では観測されない交通流モデル中のFDパラメータの変動が可視化された。一方、使用した交通流モデルでは車種特性を考慮しておらず、適切に交通状態の変動特性を表現できていないとは限らない。本研究では車両を2種に大別し、平均走行速度に応じて変動する大型車の小型車換算係数を定義し、移動車両の配分や密度を合成する事で、大型車が交通流に与える影響を反映したマルチクラスの交通流モデル (Hans et al., 2008) をシミュレーションに実装した。また、仮想ネットワークを対象とした数値計算により、大型車が小型車に追い越される様子など、車種による走行の違いが表現可能であることを確認した。

Key Words : traffic flow, sags, data assimilation system, multiclass cell transmission model

1. はじめに

高速道路における交通渋滞や交通事故は社会的・経済的にも大きな影響をもたらす。とりわけ、高速道路のサグ部は、日本の都市間高速道路の渋滞原因の60%程度を占めており¹⁾、交通の円滑性を高め、社会全体の生産性を向上させるためには、サグ部における渋滞を改善、あるいは解消することが人口減少社会において極めて重要な課題である²⁾。

サグ渋滞のメカニズムは、交通量が増し、追い越し車線への偏り等によって形成される密で大きな車群がサグの上り勾配にさしかかった際、一部の車両が気づかぬ内に速度が低下し、その結果、後続車が次々にブレーキを踏むことに起因して発生する³⁾と考えられている。また、渋滞発生時の交通量レベルは一定ではなく確率的に変動すること^{4,5)}その交通容量が経年的に減少傾向にあること^{6,7)}などが明らかとされている。これらの事実は、サグにおける交通容量は必ずしもロバストなものではなく、動的に交通状態の変動状況を把握し、適切なマネジメントを行うことで一定レベルの渋滞緩和の可能性を示唆していると言えよう。

今日、交通状態のリアルタイムでの把握は車両検知器データやビデオ画像データ等を用いて行っており、特に車両検知器は常時データを収集出来る点からデータ量の

面で長けている。しかし、車両検知器は定点設置であるため検知器間の区間の交通状況を適切に把握することができず、交通状態推定の精度は検知器の設置間隔に依存することとなる。

筆者らによる先行研究⁸⁾では、未観測区間を補完する為に、観測システムと交通流モデルとを組み合わせたデータ同化による交通状態推定システムを構築し、未観測区間を含む交通状態推定精度を検証した。また、データ同化を用いると、直接的な観測はできない交通流特性を記述するFundamental Diagram (以下FDとする) など、交通流モデル内のパラメータの変動状況を可視化することが可能となる。この性質に着目し、サグ部で発生した渋滞現象を対象に交通流モデルパラメータの変動状況を推定し、サグ部での渋滞現象の解析を行った。しかし、サグ部の交通容量低下が可視化されたものの、そのきっかけを探るにはより精密な観測データを組み合わせる必要がある。

モデルの精緻化という方向性の1つとして、車種の区別を考慮することが挙げられる。実際の交通流においては異なる車種が混在しており、その走行特性やルート選択基準も異なる。例えば、河上ら⁹⁾はマイクロシミュレータにおいてリンク交通量を車種別に予測する為に、実際の交通流を相互干渉のある大型車と普通車の混合流と考え、その場合の利用者均衡原則を示している。一方

J.W.C. van Lintら¹⁰⁾はマクロシミュレータにおいて車種別にFDを定義し新たな交通流モデルを提案している。そもそも、一般的な車両検知器では小型車・大型車が識別されて計測されており、車種の違いによる車両挙動特性の差異をモデルの反映させるのは自然な拡張であると言えよう。

そこで本研究では、J.W.C. van Lintらによって提案されたモデル¹⁰⁾を参考に先行研究⁸⁾の交通流モデルを車両特性を考慮したモデルへ拡張し、より詳細な車種別交通状態推定に向けた基本交通流モデルの構築を行う。具体的には、大型車の小型車換算係数を変数とし、交通状況に応じた大型車の特徴を考慮する。

本稿の構成は以下の通りである。第1章では研究の背景、目的を示した。第2章では先行研究とその課題及び本研究の位置づけを明らかにする。第3章では、車種別交通状態推定に向けた交通流モデルの拡張の手順を示す。続く第4章では仮想ネットワークを用いてシミュレーションの確認を行い、最後に第5章で結論と車種別交通状態推定に向けた方針及び課題を整理する。

2. 先行研究と本研究の位置づけ

本章では、先行研究⁸⁾で構築した交通状態推定システムの概要とその課題、そこから本研究に至る経緯を説明する。

当該研究で用いたデータ同化は数値シミュレーション(交通流モデル：式(1))と観測データ(観測モデル：式(2))を連立させた状態空間モデルである。

$$x_t = f_t(x_{t-1}, v_t) \quad (1)$$

$$y_t = h_t(x_t) + w_t \quad (2)$$

x_t は t 時点における状態変数、 y_t は t 時点における観測データ、 v_t と w_t はそれぞれノイズである。この手法は実測データを用いてシミュレーションモデルの精度・性能を改善するとともに、シミュレーションモデルを用いることで、観測の不足を補う、及び観測誤差を修正すること

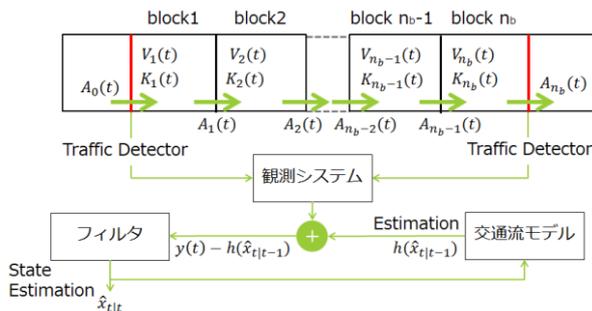


図-1 交通状態推定システムの概要

を意図したものである⁸⁾。先行研究では、高速道路サグ部をデータ同化システムの適用対象とし、交通状態推定システムを構築した。本システムの概要を図-1に示す。交通流モデルと観測システムをデータ同化手法(フィルタ)を用いる事でかみ合わせ、ブロック毎の交通状態(平均走行速度V, 交通密度K, 移動交通量A)を推定するが、本研究の目的は交通流モデルの拡張にあるため、フィルタの説明は割愛する。なお、データ同化に関する既往研究の整理についても先行研究⁸⁾を参照されたい。

以下では交通流モデルの基本特徴を挙げた後、先行研究の課題と本研究の位置づけを説明する。

(1) シングルクラスの交通流モデル

図-1に示したように、交通流モデルにはブロック密度法を適用し、対象区間を任意のブロック数に分割することで、交通量-密度(Q-K)関係と式(3)で表される交通量保存則を用いてブロックごとの交通状態を推定する。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial K}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

また、上記の基礎的な変数を用いて交通流を表現するが、これらは物理的な質量保存則である $Q = K \times V$ が前提にある。両保存則を必要とする理由は、この式が地点で観測された各車両の速度値を単純に算術したのでは一般には成立しないためである。交通量が極大値となる臨界交通密度と臨界速度の存在から自由流状態、渋滞流状態を判別し、交通量はある地点の通過台数に過ぎない。その地点が交通渋滞でないならば、交通量はその地点の交通需要を意味し、交通渋滞にある場合、交通量はその交通渋滞の原因となるボトルネック地点の交通容量に等しい。これらの特徴を持つ変数を用いてブロック密度法は交通流を表現する。

ブロックの分割については、ブロック長 (dl) は1スキャン時間 (dt) でブロックをスキップして車両が移動しないようにするため自由流速度を V_f とし、式(4)を満たす必要がある。

$$dl = V_f * dt \quad (4)$$

ここで、先行研究では交通量、平均速度及びそれらを用いて算出した交通密度において車種を考慮していないことを特記しておく。

(2) 先行研究の課題と本研究に至る経緯

先行研究では、阪神高速道路3号神戸線上の10秒集計したパルスデータを用いた。対象とする区間は、2車線で慢性的な渋滞が発生するサグ部を含む。図-2は路面計画高と縦断線形、車両検知器の設置個所を示す。block1がサグ底、block2が上り坂に当たり、当区間内には車両検知器が(a)~(d)の4つ設置されている。式(4)より最大速度を100km/hとし、シミュレーションのタイムステ

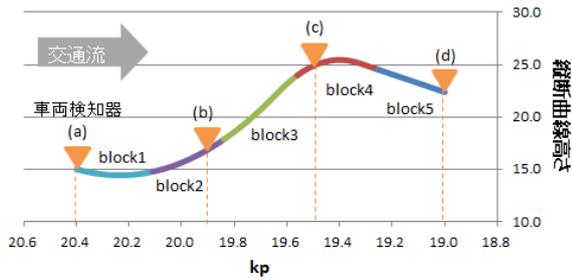


図-2 対象区間の計画高とブロック分け

ップを10秒，対象区間をブロック長280mの5つのブロックに分割している．また，実測値と最も近い形をとることからドレイクの式(5)をFDとし，パラメータは臨界交通密度(K_c)と自由流速度(V_f)とする．

$$V = V_f * \exp\left(-\frac{1}{2} * \left(\frac{K}{K_c}\right)^2\right) \quad (5)$$

分析データは2016年6月27日（月曜）から1週間を用い，雨天日や渋滞がサグ部以外で発生した日（サグ部より下流側で発生した渋滞が延伸したもの）については1週間前の同じ曜日のデータを使用した．入力値は車両検知器(a)～(d)で観測した交通量，平均走行速度とし，これらは車種の違いを考慮せず，合算値を使用した．

データ同化を用いる事によってパラメータ（臨界交通密度 K_c ，自由流速度 V_f ）の変動が可視化され，サグ底から上り区間に当たるblock2で交通容量が低下するCapacity Dropが発生していることが読み取れた．また，未観測区間が補完された交通密度や走行速度の変動から車群が推移の様子を確認する事ができた．

しかし一方で，交通容量低下のきっかけは掴めず，より詳細な観測データの必要性が示唆される結果となった．また，補完する観測データが入力されないblock3が，交通状況を決定する制約が交通量保存則のみである事から密度・速度を決定する上で不定状態となってしまう，極端な自由流状態に推定された点が今後の課題となった．これらを補う方法として，プローブなどの移動体データと融合しデータの拡充を図ることが挙げられた．

そこで本研究では観測データの拡充及びその後プローブデータとの融合可能性から車種別交通状態推定に方針を定め，まずは2章1節に示したシングルクラスの交通流モデルを拡張し，マルチクラスに対応した交通流モデルを実装することを目的とする．

3. 車種特性を考慮した交通流モデル

前章では先行研究で構築したシステムとその内生パラメータの変動を用いた渋滞現象の分析結果を示した．一

表-1 新旧モデルの変数リスト比較

	先行研究モデル	車種対応モデル
変数の数	5	10
変数	密度 K 速度 V 移動交通量 A 臨界交通密度 K_c 自由流速度 V_f	密度 (小型車 K_s , 大型車 K_l 合成密度 K_t) 速度 (小型車 V_s , 大型車 V_l) 移動交通量 (小型車 A_s , 大型車 A_l) 臨界交通密度 K_c 自由流速度 (小型車 $V_{f,s}$, 大型車 $V_{f,l}$)

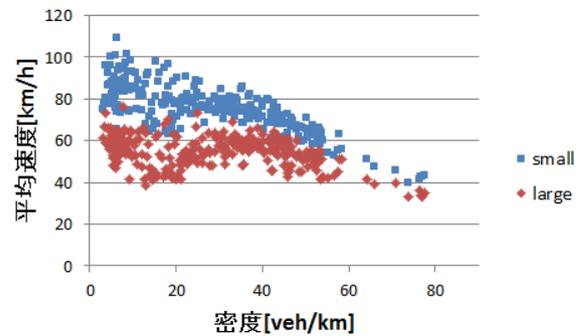


図-3 車種別の密度－平均速度関係図
(図-2中(b)地点，6月27日)

方で，システムの精度向上の為，交通流モデルの拡張が課題とされた．

そこで本研究では車種によって異なる特徴に注目し，モデルの拡張を行った．モデルを拡張するにあたり，1つの変数に対し，各車種（小型車：small，大型車：large）の変数を準備する必要がある．表-1に新旧モデルの変数リストを示す．変数の求め方及び拡張交通流モデルの概要を以下に示す．

(1) 車種特性

本研究は以下の点からトラックを含む大型車が交通流へ与える影響が大きいと考え，車種別交通状態推定システムの構築に向け，交通流モデルの拡張を行った．まず1つ目に，大型車の自由流時の平均速度が小型車と比較して低い事が挙げられる．図-3に先行研究と同様区間内（図-2の(b)地点）にて観測された5分間集計の密度と平均速度関係図を示す．阪神高速道路の定義より，パルスデータは車高が2.3m未満であれば小型車，2.3m以上であれば大型車に分類されている．また，それぞれの時間占有率から車長を小型車は4.97m，大型車は8.2mとし，速

度を算出している。1章に、密な車群がサグ部にさしかかり、その中の低速車が発端となり渋滞が発生すると述べたが、比較的低速である大型車は渋滞の原因に十分になりうると考えられる。さらに、渋滞流へ変化し速度が低下するにつれ双方の速度差が限りなく小さくなる事も特徴であると言える。2つ目は、前にも述べたがその車長が小型車と大きく異なる点である。大型車の空間占有率は交通流全体の密度を考える上で無視する事はできず、両者には相互関係があると言える。以上2つの特徴は車種別交通状態推定システムを構築する上で十分に考慮すべき点である。

上記の特性を踏まえ、以下の点を前提にモデルの拡張を行う。

1. 自由流時 ($K < K_c$) の小型車及び大型車の平均速度 (V) は異なるが、渋滞流時 ($K > K_c$) の平均速度は車種に関わらず同じ値をとる。
2. 大型車の空間占有率を考慮し、小型車何台分に相当するかを表す換算係数を定義し、ブロック内密度は双方の密度を合成した密度を用いる。

ここで、1つ目は図-3から読み取れるように、車種による速度特性を考慮したものである。交通流は車種が混合し形成されるものであり、片方の車種のみ渋滞しているがもう一方は自由流という状況にならない様にする為、臨界速度及び臨界密度は車種に限らず統一値とした。以上より、先行研究と同様にドレイクの式をFDとすると、パラメータの自由流速度 (V_f) は各車種によって異なり、臨界交通密度 (K_c) は統一される。式(6)は小型車、式(7)は大型車のFDを示し、 K_t は合成密度を表す。

$$V.s = V_{f.s} * \exp\left(-\frac{1}{2} * \left(\frac{K_t}{K_c}\right)^2\right) \quad (6)$$

$$V.l = V_{f.l} * \exp\left(-\frac{1}{2} * \left(\frac{K_t}{K_c}\right)^2\right) \quad (7)$$

(2) 交通流モデルのマルチクラス化

ここで述べるモデルは2.1の交通流モデルを拡張したものであり、主に換算係数の定義と移動交通量の配分について手を加えた。

a) 換算係数の定義

この換算係数は大型車が、小型車何台分に相当するかを定義するものであるが、その換算係数は交通状況によって変動すると考えられるため、変数として扱う。具体的には、前方車両との車間距離が大きい場合と、渋滞し車間距離が小さく車が詰まっている場合とでは「車長+車間距離」を空間占有距離とすると車種による空間占有距離の差が後者の場合の方が大きくなる事を表現している。これを踏まえ、車間距離に依存する換算係数 η を式(8)と定義する。

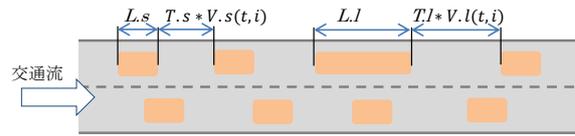


図-4 換算係数 η の概要

$$\eta(t,i) = \frac{L.l + T.l * V.l(t,i)}{L.s + T.s * V.s(t,i)} \quad (8)$$

ここで L は車長を表し、3章2節で述べた様に小型車の車長 ($L.s$) は4.97m、大型車の車長 ($L.l$) は8.2mとなる。また、 T は各最小車間時間を表すが、既往研究で定まった値と観測データの車間時間の頻度を取り、小型車の最小車間時間 ($T.s$) は1sec、大型車の最小車間時間 ($T.l$) は1.4secとする。この最小車間時間と、タイムステップ (t) 及びブロック (i) によって変化する各平均走行速度とを掛け合わせ、車間距離を算出している。図-4に換算係数の概要を示す。

また、この換算係数を用いて大型車の特徴を考慮した合成密度を定義する。合成密度 (K_t) を小型車の密度 ($K.s$)、大型車の密度 ($K.l$) を用いて表すと式(9)となる。

$$K.t(t,i) = K.s(t,i) + \eta(t,i) * K.l(t,i) \quad (9)$$

b) 移動交通量の配分

移動交通量とは、ブロック*i*からブロック*i+1*へ移る交通量を指す。移動量の車種配分量は移動前のブロック*i*内の交通量配分に依存する。小型車の配分量 ($\lambda.s$) を式(10)、小型車換算した時の大型車の配分量 ($\lambda.l$) を式(11)に示す。 dl はブロック長を表す。

$$\lambda.s(t,i) = \frac{K.s(t,i) * dl}{K.s(t,i) * dl + \eta(t,i) * K.l(t,i) * dl} \quad (10)$$

$$\lambda.l(t,i) = \frac{\eta(t,i) * K.l(t,i) * dl}{K.s(t,i) * dl + \eta(t,i) * K.l(t,i) * dl} \quad (11)$$

ゆえに、小型車の移動交通量 ($A.s$) は式(12)、大型車の移動交通量 ($A.l$) は式(13)と表す事ができる。

$$A.s(t,i \rightarrow i+1) = \min(D.s(t,i), \lambda.s(t,i) * S(t,i+1)) \quad (12)$$

$$A.l(t,i \rightarrow i+1) = \frac{1}{\eta(t,i)} \min(D.l(t,i), \lambda.l(t,i) * S(t,i+1)) \quad (13)$$

ここで、 $D.s$ 及び $D.l$ は各車種の移動希望台数を表し、 S は受け入れ可能台数を指す。これらはブロックの交通状況によって値が変化し、移動前後のブロックが自由流であるか渋滞流であるか、またどの組み合わせに当てはまるかによって量を決定している。小型車の移動希望台数 ($D.s$) を式(14)、大型車の移動希望台数 ($D.l$) を式(15)、受け入れ可能台数 (S) を式(16)に示す。なお、交通容量 (Q_c) は小型車何台分か把握する必要があるため、小型車のFD式(6)によって算出した。また、これらの台数の概要を図-5に示す。

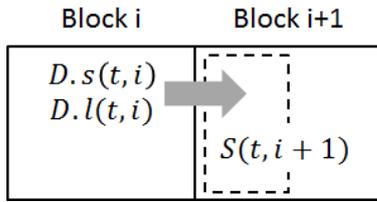


図-5 移動希望台数Dと受け入れ可能台数Sの概要

$$D.s(t, i) = \begin{cases} K.s(t, i) * V.s(t, i) & \text{for } K < K_c \\ Q_c & \text{for } K \geq K_c \end{cases} \quad (14)$$

$$D.l(t, i) = \begin{cases} K.l(t, i) * V.l(t, i) & \text{for } K < K_c \\ Q_c & \text{for } K \geq K_c \end{cases} \quad (15)$$

$$S(t, i) = \begin{cases} Q_c & \text{for } K < K_c \\ K.t(t, i) * V.s(t, i) & \text{for } K \geq K_c \end{cases} \quad (16)$$

配分量 λ (式(10), (11)) を定義する事で、車種別に把握する移動希望台数と、小型車の台数で把握する受け入れ可能台数とを照らし合わせる事ができる。

4. モデルの動作検証

本章では、3章で拡張した交通流モデルの確認を行うため、仮想ネットワークにてシミュレーションを実行する。ネットワークは2車線で、ブロック数を30個、タイムステップを60 (10秒集計) とし、流入量は1~6タイムステップに大型車を各5台ずつ (計30台) 入力した後、10~15タイムステップに小型車を各12台ずつ (計72台) 入力し、間と以降のタイムステップは車を流入させない。ブロック長 ($dl=280m$) , パラメータである臨界交通密度 ($K_c=75[veh/h]$) , 自由流速度 (小型車: $V_{fs}=80[km/h]$, 大型車: $V_{fl}=60[km/h]$) は今後観測データ入力をする事から、先行研究と同様値に設定した。また、ボトルネックを自由流速度を低く設定する (ブロック12,13,18,19: 2割減, ブロック14~17: 4割減) 事で模式的に作成した。仮想ネットワークの概要を図-6に示す。

まず、図-7にシミュレーション結果を示す。10個のグラフは、それぞれが横軸にblock (距離) , 縦軸に交通密度をとり、左列がボトルネックを持たない場合、右列がボトルネックを設置した場合の結果である。ボトルネックなしに注目すると、タイムステップが進むにつれ車群が移動しているが、後から流入した小型車の車群が大型車の車群を追い越している様子が確認できる。また、ボトルネックの有無で比較すると、自由流速度を低く設定したブロック12~19に車群が溜まる様子が表されている。38タイムステップでは合成密度が設定した臨界交通密度 ($K_c=75[veh/h]$) 以上の値をとり、渋滞しているこ

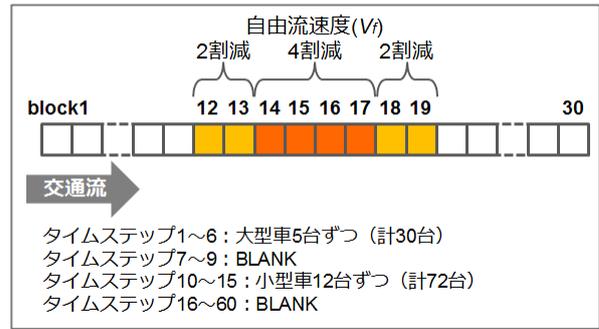


図-6 仮想ネットワークの概要

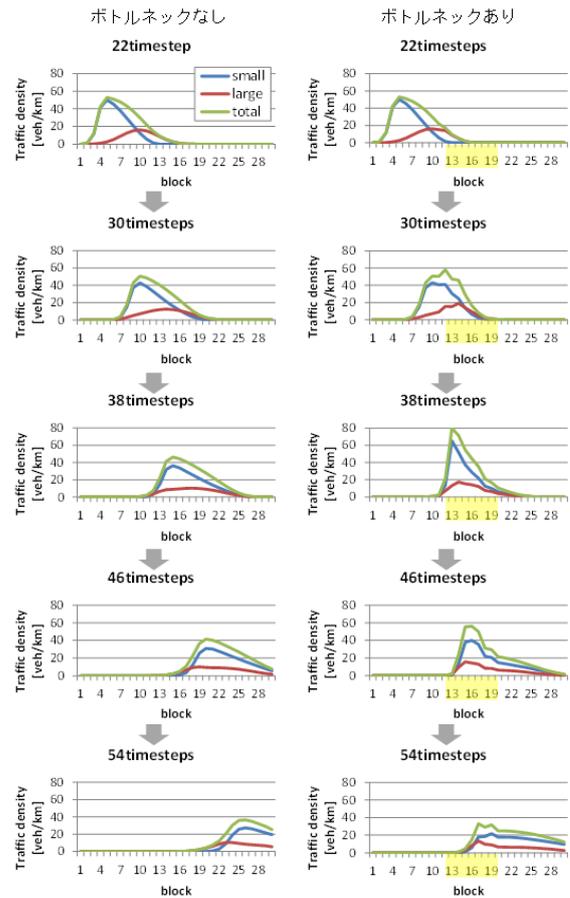


図-7 シミュレーション結果 (交通密度)

とが分かる。前提条件として、3.1に渋滞すると車種関係なくその速度は同じ値をとる、としたが、ボトルネックありでは小型車の速度も大幅に低下する為、ボトルネックなしと比較して小型車の追い越しが抑制されている。

次に図-8は、ボトルネック設定時の換算係数と小型車速度から大型速度を引いた速度差の変動をコンター図で表している。横軸がブロック (距離) , 縦軸がタイムステップ (時間) を示し、下から上へ交通流が移動してい

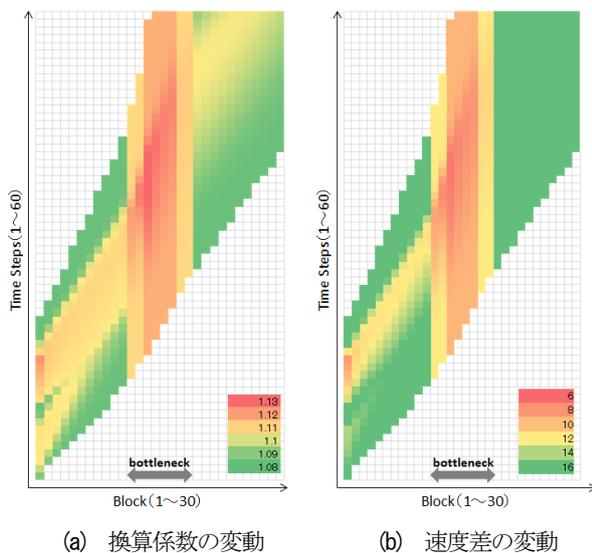


図-8 換算係数のと速度差の変動（ボトルネックあり）

る。換算係数は式(8)で示した様に、速度に依存して変動する。よって図-8の(a)及び(b)はボトルネックに設定したブロックで同様の変動が確認される。具体的には、流入した車群がボトルネックにぶつかり、速度差が小さくなり、大型車の空間占有率の高さを表す換算係数も大きくなっている事が読み取れる。また、式(6)、(7)でFDを定義した際に渋滞流になるにつれ車種による速度の差は小さくなる事を前提としたが、図-8の(b)においてその現象を再現出来ていると言える。しかしながら、換算係数の妥当性やシミュレーションシステムの再現性について測る事が出来ていない。今後は、実際の観測データを用いて推定する事でこれらの数値を調整し、再現性を高める必要がある。

5. おわりに

本研究では、車種別交通状態推定システムの構築に向け、ブロック密度法を用いた交通流モデルの内容を車種特性を考慮したモデルへ拡張させた。小型車（一般乗用車）と大型車（トラック類）をシミュレーション上で区別するにあたり、換算係数の定義と移動交通量の配分について新たに手を加えた。大型車が小型車何台分に相当するかを表した換算係数は、交通状況によって変動する大型車の影響を反映させる為に、速度に依存する様定義した。ブロック間の移動交通量配分では、一度大型車を小型車換算する事でブロック内の交通容量並びに受け入れ可能台数を定め、その上で前のブロックの車種の交通量比によって移動交通量の配分量を決定した。また、仮想ネットワークを用いてシミュレーションの確認を行い、

後から流入した小型車が大型車を追い抜く様子や、渋滞するとその追い越しが抑制される様子が散見された。

今後は、データ同化を用いた車種別交通状態推定システムの構築に取り組む必要がある。まずは本研究で拡張した車種別基本交通流モデルに実観測データを入力し、その再現性を確認する。次に先行研究⁹⁾にて構築したデータ同化手法と組み合わせる事によってより詳細な交通状態の推定を目指す。さらに、移動体データを用いて特定の車両の軌跡情報を組み合わせる事で、サグ部での交通容量低下のきっかけを探りたい。

謝辞：本研究を実施するにあたり、阪神高速道路(株)、阪神高速技研(株)、(株)地域未来研究所よりデータを提供いただくなど、多大な協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。また、本研究成果の一部はJSPS科研費16H04433の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) <http://www.e-nexco.co.jp/csr/customer/01/maintenance05.html> , NEXCO東日本, 2017年2月22日閲覧。
- 2) 国土交通省 総合政策局 政策課：国土交通省生産性革命プロジェクト, p.10, 2017.
- 3) Xing Jian, 越正毅：高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学論文集, No.506, IV-26, 45-55, 1995.
- 4) Xing Jian, 佐藤久長, 高橋秀喜, 吉川良一：高速道路のボトルネック交通容量分布及び渋滞発生確率の推定, 第26回交通工学研究発表会論文報告集, pp.49-52, 2006.
- 5) 小林正人, 中村英樹, 浅野美帆, 米川英雄：都市間高速道路におけるボトルネック交通容量の確率的特性分析, 第31回交通工学研究発表論文集, pp.559-562, 2011.
- 6) 村上友基, 井料雅隆, 中田諒, 萩原武司：車両検知器データによる交通量の長期変動モニタリング, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, No.232, 2015.
- 7) 塩見康博, 北村彩菜：交通容量の経年変動を考慮した速度回復誘導灯設置効果の分析, 交通工学論文集, Vol. 3, No.2, pp.A_92-A_100, 2017.
- 8) 高嶋望都, 塩見康博：データ同化を用いた高速道路サグ部における渋滞現象の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, No.262, 2016.
- 9) 河上省吾, 広島康裕, 徐志敏：大型車と普通車を分離した車種別均衡交通量配分法に関する検討, 土木計画学, no.7, 1989.
- 10) J.W.C. van Lint, S.P.Hoogendoorn, Marco Schreuder : Fastlane – A New Multi-Class First Order Traffic Flow Model, the 87th meeting of the Transportation Research Board, 13-17, 2008.

(2017. 7. 31 受付)

A MULTI-CLASS MACROSCOPIC TRAFFIC FLOW MODEL
FOR CLASS-BASED TRAFFIC STATE ESTIMATION

Moto TAKASHIMA and Yasuhiro SHIOMI