

プローブデータを用いた飽和交通流率の推計手法*

The estimation method of the saturation flow rate at a signalized intersection using probe vehicle trajectories*

和田沙織**・吉井稔雄***・花房比佐友****・堀口良太****

By Saori WADA**・Toshio YOSHII***・Hisatomo Hanabusa****・Ryota Horiguchi****

1. はじめに

交差点における信号制御は都市内の道路交通マネジメントの中で重要な役割を占めていると考えられ、その制御方式に関しては、これまでに無数の研究報告が成されている。また制御の実施効果がその瞬時の交通状況に大きく影響されるため、リアルタイムに交通状況をモニターし、観測された状況に適した制御を実施することが重要であることは言うまでもない。そのため、主として既往の研究では各アプローチの交差点手前に設置された車両感知器から得られる情報を用いたより効果的な制御の方法が考えられてきた。一方で、近年はプローブ技術が進展し、タクシーをはじめ数多くの車両をプローブとして交通データを取得できるようになった。そこで、建設、維持管理ともに高い費用を要する感知器に代えてプローブデータを利用した新しい信号制御技術の開発が待たれている。

そこで、本研究では、同制御に向けた第一歩として、プローブデータから交差点方向別の飽和交通流率を推定する方法を提案し、実観測データに適用して飽和交通流率の推定を行う。

2. プローブデータを用いた飽和交通流率の推定方法

プローブデータとは、ある一定の時間間隔で、あるいは急減速など何らかのイベント生起時に車両の位置を記録したものである。そこで、以下にて、信号の切り替わりタイミングとプローブから獲得される信号切り替わり前後の車両位置を用いて交差点方向別の飽和交通流率を推定する方法を提案する。

- 1) 信号が青に切り替わった瞬間に停止しており、かつ同信号サイクル内に交差点を通過した車両を抽出する。
- 2) 1)の各車両について、停止位置の停止線からの距離を算定する。

- 3) 停止時の車頭距離を仮定し、2)で求めた距離を同車頭距離で除すことにより信号待ち行列中の車両順位を求める。なお、車頭距離は大型車混入率などに応じて交差点ごと時間帯ごとに設定されるパラメータである。
- 4) 交差点内あるいは交差点流出直後に観測断面を設定し、青開始時から同観測断面通過までに要する時間を求める。
- 5) 3)で求めた車両順位を、4)で求めた時間を用いて一次回帰し、同回帰直線の傾きを飽和交通流率の推定値とする。

なお、急激に速度が変化しているデータや逆走しているデータは分析対象から除外する。

・青開始時における停止の判断

信号が青に切り替わった時刻において停車している車両を抽出するに際しては、停車が否かの判定が必要となるが、既往研究に習い、以下の飽和交通流率推定に際しては、時速 3km 以下の状態が 3 秒以上継続した状態を以て停車していると判定する。また、時速 3km 以下の停車状態から時速 3km 以上へと変化する時点をもって発進時刻とする。

・観測断面の設定

上記 4)で設定する観測断面について、直進車の場合には、ほぼ一次元の軌跡となるので交差点内のどの断面を取っても問題ないが、右左折車の場合には 2 次元の軌跡となるため注意が必要となる。一般にプローブデータでは計測された位置を DRM など規定された道路リンク上の位置に変換するが、リンク上の位置が表示されたデータを用いる場合、図 1 中点 A の前後で走行しているリンクが切り替わるため見かけ上不連続な軌跡が記録される。また、一般には対象交差点ノードを通過しないことからノードである交差点の中心位置を観測断面とすることは望ましくない。そこで、右左折車の場合には交差点流出断面を観測断面（図中の断面 B）と設定し、交差点流出時刻を以て 4)の青開始時から観測断面通過までに要する時間とする。

*キーワード：飽和交通流率，プローブ，信号制御

**正会員、現（警察庁）

***正会員、愛媛大学大学院 理工学研究科

****正会員、（株）アイ・トランスポート・ラボ

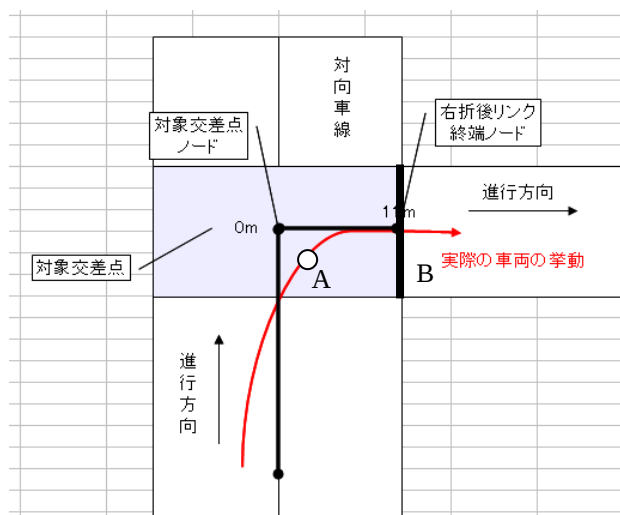


図1 リンクと車両軌跡の関係

3. 実データを用いた飽和交通流率の推定

本章では、ある信号交差点周辺で観測された実際のプローブデータに上記の飽和交通流率推定方法を適用して直進ならびに右折車の飽和交通流率を推定した結果を報告する。なお、右折車の飽和交通流率推定に関しては、右折専用現示への切り替わり時を青開始時刻とした。

図2、図3に、それぞれ直進ならびに右折について、観測断面通過時刻と車頭距離7mとして算定した停止時車両順位との関係、ならびに同車両順位の回帰直線を示す。なお、観測されたサンプル数はそれぞれ16、6であった。

回帰係数を[台/時]に変換すると、それぞれ1,445[台/時]、1,664[台/時]となった。この値は、車頭距離を示すパラメータ値に反比例して変化するので、想定される現実の値よりも若干低いように感じられるが、同パラメータ値を適切に設定することで正確な値を推定する可能性があると考えられる。また、結果は、右折車が直進車よりも短い車頭時間で交差点を通過している事を示しており、直進車に比べて右折車の方が、交差点通過を急いで短い車頭時間で走行している可能性が考えられる。また、直進車の回帰直線のX切片は、発進損失と交差点中心部までの移動に要する時間の和を示すので正値を取る必要があると考えられるが、約0秒との結果が得られた。これは、特に低い車両順位のサンプルが少なかったことで誤差が生じた結果ではないかと考えられる。この誤差については、今後十分な数のデータを用いた解析を行うことで、推定方法に起因する傾向誤差であるか否かの検討を行いたい。一方の右折車の回帰直線のX切片は3.45秒となった。先述の通り観測断面を交差点流出部に設定している事を勘案すると、この値は停止線から交差点通過に要する時間と発進損失の和に相当すると考えられる。

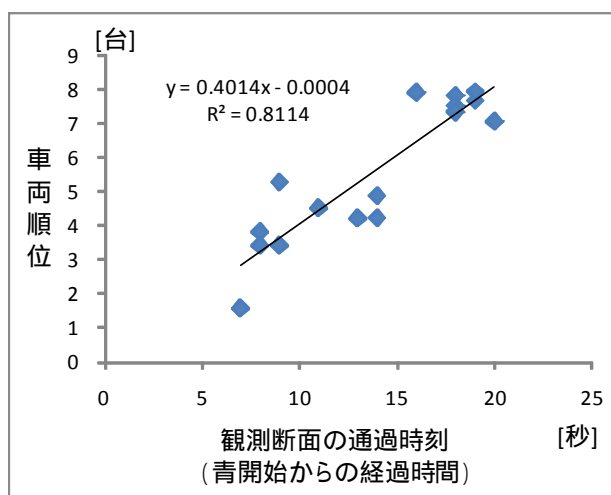


図2 観測断面通過時刻と累積車両台数の関係（直進）

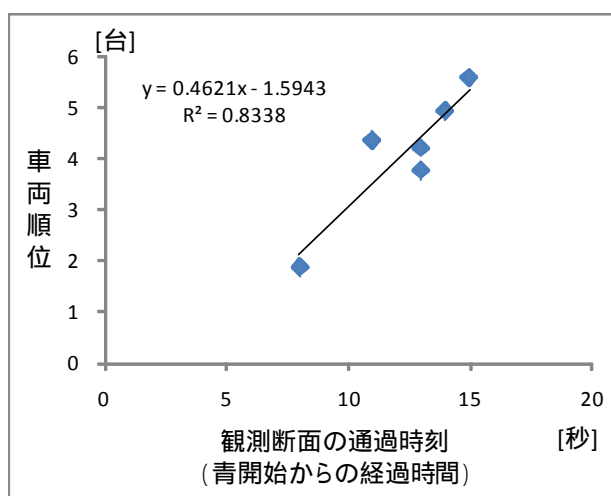


図3 観測断面通過時刻と累積車両台数の関係（右折）

4. おわりに

以上、本稿では、プローブデータと信号切り替わり時刻を用いて交差点飽和交通流率を推定する方法を提案し、実データに適用した結果を示した。適用した結果、十分な精度検証ができていないが、今後、飽和交通流率の推定に影響を与える車頭距離パラメータの設定方法について検討するとともに、十分な数のデータに基づいた分析を行い、本稿の提案手法による飽和交通流率推定の精度について吟味を行っていきたい。また、今回の分析では先詰まりによる流率低下の影響に関して考慮をしていないので、今後は先詰まりの有無を判別する方法についても取り入れていきたい。

また、プローブ技術を活用した信号制御技術は、道路上に設置された車両感知器といったインフラが十分に整備されていない発展途上国において、より有効に活用されることが期待されており、プローブデータのみ、あるいはプローブデータとその他の限られたデータを用いた信号制御手法の開発が急務であると考えられる。