

バスプロブデータを活用した道路混雑情報(VICS情報)の生成に関する基礎的研究

— マイクロ交通シミュレーションによる分析 —

福岡大学工学部社会デザイン工学科 辰巳 浩, 堤 香代子, 吉城 秀治, 藤 美沙子

1. はじめに

近年、ITS (Intelligent Transport Systems: 高度道路交通システム) の取り組みが進められている。そのシステムの一つにVICSによる道路混雑情報提供があり、VICSは電波ビーコンや光ビーコンを用いてリアルタイムに渋滞情報等の道路混雑情報をドライバーに提供するシステムである。VICSでは日本道路混雑情報センターが道路ネットワーク上の車両感知器により走行する車両の情報を収集し、それをVICSセンターで解析・処理を行った後、VICS対応車載機に交通情報を提供している。また、交通状況を把握するための車両感知器を道路ネットワーク上に設置する必要があり、主な幹線道路等にVICSリンクとして定義されているが、財源確保が厳しく感知器が未設置であるために未だ交通情報が提供されていないリンクが多数存在する。なお、未設置率は69.3%と高い状況にある。そこで、現在はその代替策としてタクシプロブデータの一部を活用して情報提供を行っている。しかしながら、タクシプロブデータは走行経路が特定しないため安定したデータが得られないといった課題がある。

バスは走行経路、運行頻度が決まっているため安定したデータが得られることから、本研究ではタクシプロブデータの代替策としてバスプロブデータを活用することを検討する。この研究で対象とするバスプロブデータは走行するバスの情報をGPSにより取得し、センターで解析・処理した交通情報を生成し、バスロケーションシステムに転送する仕組みである。なお、VICSが提供する情報は主に渋滞情報、所要時間、交通障害情報、駐車場情報、交通規制情報の5つがあり、今回は渋滞情報に関する分析を行う。

2. 目的

タクシプロブデータは、主に客の需要があるとき走行するために時間帯に左右され、また、生活道路を走行することがあり走行経路が不特定で、安定したデータが得られない。一方、バスプロブデータは時間帯に左右され、県道・幹線道路を主に走行し走行経路が決まっており、安定したデータが得られる。そのため、バスプロブデータは渋滞情報としての有効性に期待ができて考えられる。そこで本研究は、交通情報生成にバスプロブデータの活用を検討するものであり、その可能性について、マイクロ交通シミュレーションによる検証を行うことを目的とする。なお、シミュレータはVISSIMを用いる。

本研究で対象とした道路は福岡県新宮町と福岡市東区の間道495号線、新宮中学校前から香住ヶ丘一丁目までの5.1kmである。このうち2車線区間は新宮中学校前交差点～和白交差点の2.4km、4車線区間は和白交差点～香住ヶ丘一丁目交差点までの2.7kmで、概要を図1に示す。

4. 渋滞予測分析

表1に示す7つの設定条件で各々のシミュレーションを行った。シミュレーションは朝(7~11時)、昼(11~15時)、夜(15~19時)の3つの時間帯別に行い、13個の区間に10分毎に一般車とバスの旅行時間とバスの通過台数を計測した。この3つの時間帯で得られたデータを合算し、7~19時の12時間2車線区間432台、4車線区間504台のデータが得られた。これらの一般車とバスの旅行時間から平均旅行速度を算出し、一般車とバスの旅行速度の関係を整理し、渋滞予測分析を行った。シミュレーションの結果を以下の4つにまとめた。

■**交通量の量を変化させた場合**: 一般車とバスの旅行速度の関係性は交通量が増加するにつれて旅行速度が低下し、20km/h以下では一般車とバスの速度が概ね一致するが、20km/hを超える速度域では一般車の旅行速度が高い傾向があり、ばらつきも大きくなるが確認できた。また、旅行速度が低下するにつれて、バスの通過台数が減少し、取得できるバスプロブデータ数が減少することがわかった。

■**バスの運行頻度を変化させた場合**: バスの運行頻度が増加するとバスと一般車の旅行速度の差は小さくなるが、2車線区間ではバスに起因する一般車の速度低下が発生し、その結果、バスの通過台数が減少することがわかった。

■**バスバスの有無**: バスバスのない方が一般車とバスの旅行速度の差は小さくなった。

■**同じ条件で2車線区間と4車線区間の比較**: 2車線区間の方が一般車とバスの旅行速度の差が小さくなるがわかった。2車線では一般車はバスを追い越すことができず、バスの停車挙動の影響を受けやすいためバスの旅行速度との差が小さくなるが考えられる。

以上のことを踏まえ、**バスプロブデータは混雑および渋滞域(タクシプロブデータを用いたVICS情報では旅行速度20km/h未満を混雑、10km/h未満を渋滞と判定している)においては一般車と概ね同様の旅行速度を示すことから、VICS情報生成に活用可能であることが明らかとなった。**

一例として、2車線区間でバスの運行頻度が1バス/5分は現状のままで交通量のみを変化させた場合の渋滞予測結果を図3に示す。なお、2車線区間の各交通量の12時間のデータ数は432件であるが、バスの旅行速度0km/hを除いている。図3の一般車とバスの旅行速度の散布図より、交通量が800台/hと1,000台/hにおいては速度域で20km/h以下では一般車とバスの旅行速度が45°線上に乗るものが多く、両者の旅行速度の差が小さい。しかし、20km/h以上では一般車がバスの旅行速度を上回るものが多くなる。交通量が増加(過渡の渋滞)すればバスの旅行速度0km/hが増える。

そこで、図4に交通量ごとのバスの通過台数の割合を示す。交通量1,000台/hの場合はバスの旅行速度0km/hが88.0%を占め、バスの計測台数、すなわち渋滞予測に使えるバスのデータが大きく減少することがわかった。

表1 シミュレーションの7つの設定条件

区間	交通量(台/h)	バスの運行頻度(分/台)	バスバスの有無	渋滞予測時間(分)
2車線区間	200, 500, 800, 1000	現状	現状	なし
	200, 500, 800, 1000	現状	有無	なし
	200, 500, 800, 1000	5, 12, 18, 24, 30, 36	現状	なし
4車線区間	200, 500, 800, 1000	現状	現状	なし
	500, 4500, 5000, 5500	現状	現状	なし
	200, 500, 800, 1000	現状	現状	50~90秒

交通量(台/h)	0台	1台	2台	3台	4台以上(バスの計測台数)	n
現状交通量	26.4	51.6	17.1	3.7	17.1	323
200台/h	25.2	52.5	16.4	1.6	16.4	329
500台/h	23.8	55.1	13.9	1.2	13.9	333
800台/h	22.9	56.5	13.7	0.9	13.7	50
900台/h	29.6	40.7	23.6	5.1	23.6	50
1,000台/h	88.0	0	0	0	0	53

図4 2車線区間におけるバスの計測台数の割合

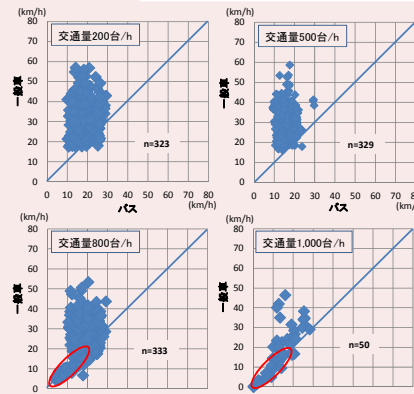


図3 交通量別一般車とバスの旅行速度の散布図(2車線)

3. シミュレーションの概要

(1) シミュレーションの概要と渋滞予測分析の流れ

マイクロ交通シミュレータVISSIMを用いて、まずは現状の国道495号線の新宮中学校前から香住ヶ丘一丁目までの5.1kmの交通状況を再現した。その上で、交通シミュレーションは2車線区間(計6区間)と4車線区間(計7区間)で行った。設定条件は国道495号線上の交通量(現状は545)を200、500、800、1,000、4,000、4,500、5,000、5,000(台/h)の8種類(4,000台/h以上は4車線区間のみ)とバスの運行頻度を6、12、18、24、30、36(分/h)の6種類、全てのバス停においてバスを全て設置するバスバスの有、バスバスの全てを取り除くバスバスのないの2種類としてそれぞれを組み合わせてシミュレーションを行った。シミュレーションでは計測間隔を10分毎として、一般車とバスの平均旅行速度を算出し、一般車とバスの旅行速度の関係を整理し、渋滞予測分析を行う。次にその渋滞予測分析の結果を踏まえ、実際のVICSリンクにおけるシミュレーションの結果を使って、タクシプロブデータの判定で用いる手法や実際のVICS情報に基づく手法などの4つの手法で、渋滞判定アルゴリズムの検討を行う。さらにバスプロブデータはVICS情報の渋滞情報として適用可能であるかの検討と、手法別の渋滞判定アルゴリズムの予測精度を求める。

(2) 使用データ

交通シミュレーションに用いた交通量は、対象区間で交通量の多い3つの交差点でビデオ撮影(平成25年7月9日(火)の7時から19時までの12時間)したものをを用いた。信号機は交通量ビデオ撮影と同日の朝、昼、夕の全信号をビデオ撮影したものをを用いた。また、車両感知器の設置位置を平成26年11月20日(金)に調査した。シミュレーションはキャリブレーションにより現状の再現を行った上で種々の検討を行っている。なお、交通量を増加させるシミュレーションでの交通量は、新宮中学校交差点から香住ヶ丘一丁目交差点方向のみの各交差点の起点において目標交通量が流入交通量となるように設定した。

5. 渋滞判定アルゴリズムの検討

2車線区間ではバスプロブデータがVICS情報生成に活用可能であることが明らかになったために、2車線区間を対象に、実際にタクシプロブデータで用いられている渋滞判定を踏襲しバス停の補正時間等を考慮した表2に示す手順に沿って、渋滞判定アルゴリズムの検討を行う。

(1) シミュレーションの検定条件

対象区間は2車線区間の新宮中学校交差点から香住ヶ丘一丁目交差点で、図5に示すようにこの区間には4つのVICSリンクと7つの感知器があるため、対象区間6個を4個に集約した。シミュレーションの設定条件は現状の道路・交通状況で、現状の交通量545台/hの場合と交通量1,000台/h(新宮中学校交差点から香住ヶ丘一丁目交差点方向のみの各交差点の起点において目標交通量が流入交通量となるように設定)の2通りとし、4区間における一般車とバスの旅行速度と地点速度を5分毎に計測した。なお、朝、昼、夕の3つの時間帯別でシミュレーションを行い、それを合算し7~19時の手法

(2) 渋滞判定の4つの手法

シミュレーションの結果を使い、筆者は旅行速度と地点速度を組み合わせて4ケース(図6)で渋滞判定を試み、的中率を求めた。

手法1は一般車もバスもタクシプロブデータの渋滞判定で用いる旅行速度を使い、表2の手順に沿って渋滞判定を行う。手法2は実際のVICS情報に基づき一般車は地点速度、バスは旅行速度を用いて渋滞判定を行う。なお、手法1と手法2はバス停補正の改善の余地があることから、手法3はバスの停車挙動を完全に無くするために、バスをバス停に停車させないシミュレーションから、一般車は地点速度、バスは旅行速度を求めて渋滞判定を行う。手法4は交差点やバス停での一般車とバスの判定の違いを無くするために、一般車もバスも地点速度を用いて渋滞判定を行う。なお、シミュレーションのデータ数は、手法1は576件、手法2~4は1,008件である。

(3) アルゴリズムの検討

各手法での渋滞判定結果(的中率)を表3に示す。なお、判定結果が「不明」の場合、何も情報が出されないことから実質的には「順調」と同様になる。そこで、中の率は「不明」を「順調」と区別する場合(不明≠順調)と、同じとみなす場合(不明=順調)の2ケースを算出した。「不明」を「順調」と区別した的中率についてみると、手法1は現状の交通量で32.8%、交通量増加時24.0%となっている。しかし、手法2ではいずれも中の率が低下していることがわかった。手法3では中の率はそれぞれ45.2%、28.8%となっており、旅行速度を用いた手法的中率の限界はこれらの値であるといえる。

一方、手法4的中率はそれぞれ51.3%、46.3%と高くなる。このことから本研究では**本来の車両感知器場所でのバスプロブデータの地点速度データを用いる手法を提案する。**

6. まとめ

VISSIMを用いたシミュレーションの一般車とバスの旅行速度の関係性より渋滞予測分析を行った結果、①バスプロブデータは速度域20km/hではバスと一般車の旅行速度は概ね一致するが、20km/h以上では一般車の旅行速度がバスの旅行速度を上回る傾向にある。②渋滞時には旅行速度の算出のために用いるバスの計測台数が減少することがわかった。また、実際のVICSの渋滞情報提供の仕組みも速度域20km/h以下を混雑または渋滞と判断していることから、バスプロブデータを活用したVICS情報生成は可能であることが明らかとなった。

渋滞判定アルゴリズムについて検討した結果、一般車とバスともに地点速度を用いた場合が最も中の率がよく、タクシプロブデータの渋滞判定で用いられている手法よりも高い精度で渋滞判定ができることがわかった。よって、バスプロブデータを活用したVICS情報生成を提案する。

今後の課題としては、①渋滞判定で生じる不明の扱いの検討、②不明の数の減少、③車両感知器の適切な設置位置の検討、④旅行速度と地点速度の違いの検証、⑤的中結果の精度向上の検討、などが挙げられ、渋滞判定精度のさらなる向上の検討が必要である。

参考文献
バスプロブデータを活用した道路混雑情報(VICS情報)の導入可能性に関する研究:大羽 咲穂, 峰 章裕, 平成26年度社会デザイン工学科卒業論文



図1 対象区間と区間番号



図2 和白交差点の車両感知器



図5 VICSリンクと感知器の位置(2車線区間)

表3 4つの渋滞判定手法の結果

手法	バス(台)					的中率(%)	
	順調	混雑	渋滞	不明	合計	渋滞	不明
手法1:タクシプロブデータの判定で用いる旅行速度の場合	188	14	27	262	491	38.3	91.6
手法2:実際のVICS情報に基づく場合	1	17	1	64	83	12.0	20.5
手法3:バスのバス停停車挙動がない場合(バスをバス停に停車させないシミュレーション)	455	29	3	492	979	46.5	96.7
手法4:一般車とバスの旅行速度の異なる場合	517	3	0	427	982	52.6	96.1

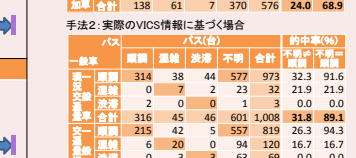


図6 渋滞判定の4つの手法

表2 タクシプロブデータを踏襲した渋滞判定の手順

手順	内容
手順1	VISSIM上で計測された5分毎のバスの旅行時間から、信号機発着修正時間とバスバスの修正時間を用いて修正時間を求めた後、区間ごとの修正速度を算出
手順2	手順1の速度算出後、直近5分以内に1台以上のバスが修正速度20km/h以上は「混雑」と判定
手順3	手順2に該当せず、バスの数が3台以上の場合で修正速度20km/h以上は「渋滞」、10km/h未満は「不明」と判定
手順4	手順3で該当しない場合 a) 直近5分以内のバスの数が3台以上の場合、バスの修正速度の加重平均速度が20km/h以上は「混雑」、10km/h未満は「不明」と判定 b) 直近5分以内のバスの数が3台以上の場合、バスの修正速度の加重平均速度が20km/h以上は「混雑」、10km/h未満は「不明」と判定