

バスプローブデータを活用したVICS渋滞情報生成に関する研究

福岡大学大学院工学研究科 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による道路交通情報提供があり，VICSはリアルタイムに渋滞情報等の道路交通情報をドライバーに提供するシステムである。VICSでは日本道路交通情報センター(JATRIC)が道路ネットワーク上の車両感知器から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。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つである。VICSが情報提供を行うには車両感知器の設置が必要であり，主な幹線道路等がVICSリンクとして定義されている。しかし，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し，未設置率は69.3%と高い状況にある。そのため，現在はその代替策としてタクシープローブデータを一部活用して情報提供を行っている。しかしながら，タクシープローブデータは走行経路が特定しないために安定したデータが得られないといった問題があるが，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。

そこで，筆者らは車両感知器に変わる情報提供を行うための代替策として定路線を走行する路線バスに着目し，マイクロ交通シミュレーションを用いて，①**バスプローブデータを活用したVICS渋滞情報の生成の可能性について**，②**バスプローブデータを活用して渋滞予測を行う場合の予測精度の検証および本研究で用いる渋滞判定アルゴリズムの精度向上の検討を行う**ことを目的とする。なお，本研究ではマイクロ交通シミュレーションによる分析を行うが，シミュレーション実行時において走行中のバスの位置情報と走行速度情報を計測することでバスプローブデータの取得を再現している。シミュレータはVISSIMを用いている。

2. しミレーションの概要

(1) 分析の対象道路

本研究で対象とした道路は福岡県粕屋郡新宮町と福岡市東区の国道495号で，新宮中学校前交差点から香住ヶ丘一丁目交差点までの約4.9kmである。そのうち2車線区間は約2.4km，4車線区間は約2.5kmであり，2車線区間と4車線区間に分けてシミュレーションを行った。分析対象位置を図1に示す。それぞれを6区間に分け，各区間に設置されたバス停と車両感知器等の位置の概要を図2に示す。なお，分析では2車線区間では新宮中学校前から和白交差点方向のみ，4車線区間は上和白から香住ヶ丘一丁目交差点方向のみとする。

(2) 使用データ

交通シミュレーションに用いた交通量と信号現示のデータは，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～19時の12時間)し，信号現示は同日の朝，昼，夕の全信号をビデオ撮影したものを用いた。車両感知器の設置位置は2車線区間を平成26年11月18日(火)，4車線区間を平成27年9月18日(金)に現地での実測調査より取得した。

本研究では車両感知器による速度計測は各区間1ヶ所とし，複数設置されている区間は交差点の影響を考慮し，2車線区間の区間1は上流側の感知器を対象とし，区間5では3章では下流側，4章では上流側の感知器を分析対象とした。4車線区間の区間10は大名交差点から下流側に758.9mの位置を採用し，区間12では上流側の感知器を分析対象とする。

3. バスプローブデータの活用可能性の検討

表1に示す合計11ケースのシミュレーションを行った。シミュレーションでは10分毎に各区間を通過するバスと一般車の旅行時間と車両感知器設置位置における地点速度およびバスの通過台数の5項目を計測した。12時間の1ケースで計測項目毎に432件のデータが得られる。バスと一般車の旅行時間から旅行速度を算出し，バスと一般車の旅行速度と地点速度を整理・分析を行った。

(1) 交通量を変化させた場合

バスの運行頻度およびバスペイは現況のままで，2車線区間と4車線区間におけるバスと一般車の旅行速度の関係を図5に示す。図は2車線区間は3ケースの交通量を，4車線区間は2ケースの交通量を重ね合わせており，旅行速度が0km/hと80km/h以上は除いている。

2車線区間も4車線区間も速度域が20km/h以上ではバスと一般車の乖離が大きいものの，速度域が20km/h未満ではバスと一般車の旅行速度は概ね一致している。低速度域である0km/hを除く20km/h未満の相関係数は，2車線区間では0.817，4車線区間では0.833となった。

(2) バスの通過台数割合

2車線区間と4車線区間における10分間に各区間を通過するバスの台数の割合を図6に示す。2車線区間では交通量1,000台/時でバスの通過台数0台の割合が88.0%，4車線区間では交通量5,000台/時で17.6%とバスが通過しない割合が増加し，データ数の確保が困難になる。

(3) バスペイの有無

バスペイ無しの方がバスと一般車の旅行速度の差はやや小さくなった。

(4) 検証

本研究の目的は「順調」「混雑」「渋滞」の判定である。JATRICの「順調：旅行速度20km/h以上」「混雑：旅行速度20km/h未満」「渋滞：旅行速度10km/h未満」の定義に従えば，速度域が低い「渋滞」「混雑」の領域では，バスと一般車の旅行速度は概ね一致している。また，バスと一般車の地点速度も概ね一致している。

よって，バスプローブデータを活用したVICS情報生成は可能であると考えられる。

地点速度の速度域別交通状況を明らかにするために，一般車の旅行速度と地点速度の関係を定数項を持たない一次式で回帰した(図7)。その結果， $y=1.3426x$ (x :地点速度， y :旅行速度)となり，これをもとに速度域別交通状況を表2に示す。

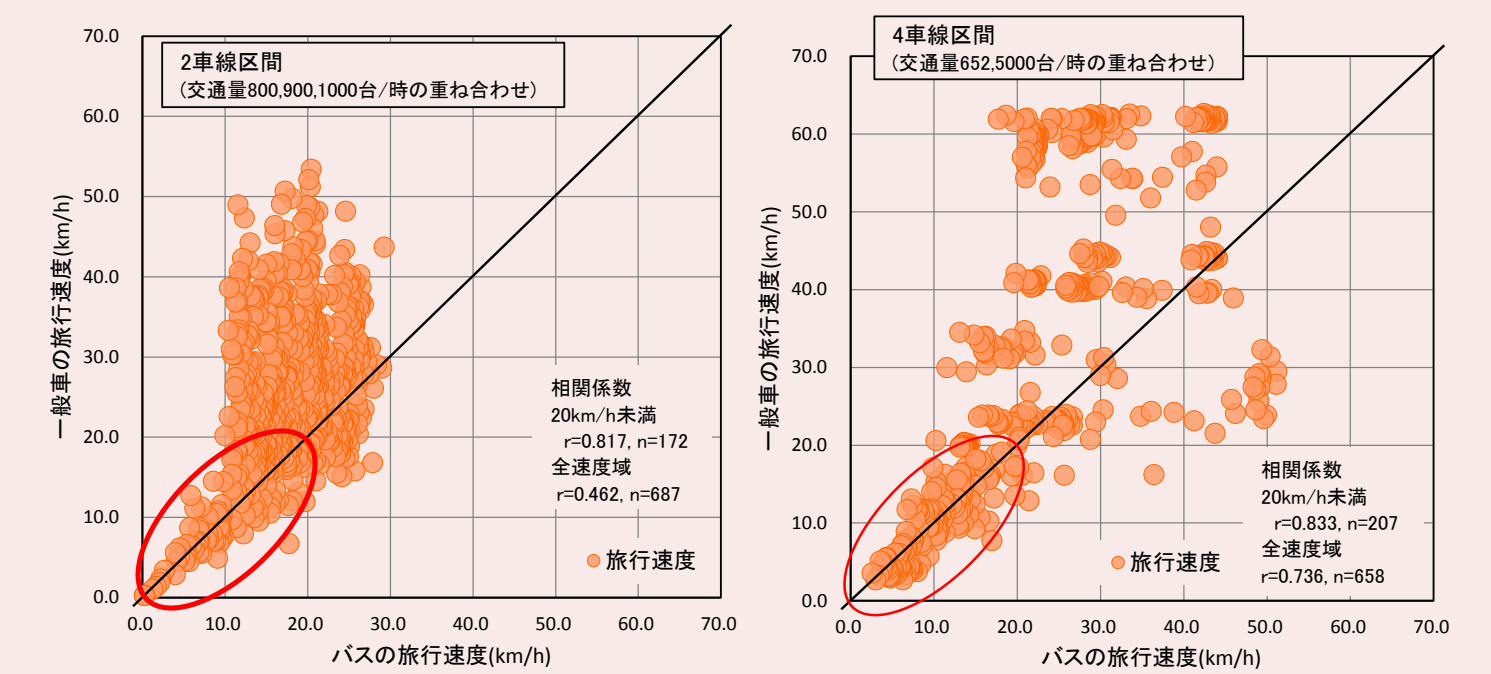


図5 バスと一般車の旅行速度の散布図(左：2車線区間，右：4車線区間)

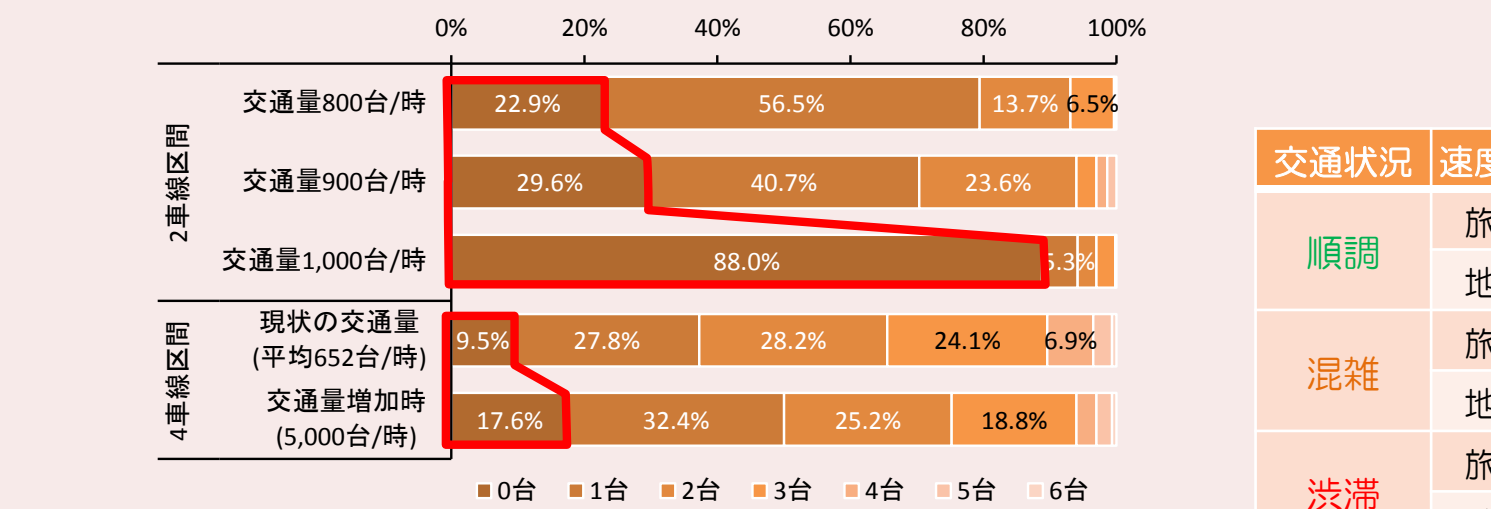


図6 交通量別バスの通過台数の割合

(3) シミュレーションの概要

最初に，2車線区間と4車線区間のそれぞれで，図3に示すフローに従って現況の交通状況を再現した。現況再現の確認は，各区間における1時間毎の平均旅行時間のシミュレーション値と実測値を比較し確認した。その結果を図4に示す。2車線区間と4車線区間の実測値とシミュレーション値との相関係数は，路線バスも一般車も0.837以上であり，本シミュレーションは概ね現況を再現している。

対象時間は午前7時～午後7時とし，朝(7～11時)，昼(11～15時)，夜(15～19時)の3つの時間帯別にシミュレーションの実行を行い，合算して7～19時の12時間の計測値とした。また，非渋滞～渋滞の状況を再現するために，表1に示すように一般車の交通量を変化させて実行を行った。交通量は各交差点の起点において流入交通量が目標交通量となるように設定した。

表1 シミュレーションの実行ケース				
車線数	交通量(台/時)	バスペイ	実行ケース数	
2車線	800, 900, 1,000	現状	3	
2車線	800, 900, 1,000	有，無	6	
4車線	652(現状交通量)，5,000	現状	2	

4. 渋滞判定アルゴリズムの検討

低速度域でのバスプローブデータを活用したVICS渋滞情報生成は可能であることが明らかとなった。次に，図7に示す渋滞判定フローに従って渋滞予測を行い，その精度検証と精度向上の検討を行う。

2車線区間では渋滞が頻発せず概ねスムーズな状況(現状の交通量の545台/時)と渋滞が頻発する状況(交通量1,000台/時)，4車線区間では渋滞が頻発せず概ねスムーズな状況(現状の交通量の652台/時)と渋滞が頻発する状況(5,000台/時)のそれぞれ2ケースの実行を行う。シミュレーションでは5分毎に，バスと一般車について各交差点を通過する旅行速度と車両感知器設置位置における地点速度およびバスの通過台数の5項目を計測した。12時間で1ケースで計測項目毎に864件が得られる。

(1) 手法別渋滞予測の精度検証

バス停停車補正を行った旅行速度を用いる手法1と，車両感知器設置位置における地点速度を用いた手法2の2通りで，図7の渋滞判定フローに従い判定を行った。速度の閾値は表2を参照し，「混雑」「渋滞」の判定に必要なバスの台数Vは暫定的に3台とする。

2車線区間を判定した結果，判定できたデータ(不明を除く)のみでの中率を算出した場合は現状交通量，交通量増加時ともに大きな差なかった。一方，全てのデータ(不明を含む)を用いて的中率を算出した場合は，旅行速度を用いた手法1では現状交通量44.7%，交通量増加時27.4%に対し，地点速度を用いた手法2で現状交通量では48.1%，交通量増加時では30.1%と的中率が向上した。

(2) 渋滞判定アルゴリズムの精度向上の検討

(1)の結果より，渋滞判定には地点速度を用いる手法を提案するが，的中率は高いとはいえない。そこで，2車線区間，4車線区間を対象に，渋滞判定に必要なバスの台数Vを1～5台に変化させた的中率を図8に示す。判定できたデータ(不明を除く)のみでの中率を算出した場合，渋滞判定に必要なバス台数が増加するほどの中率が高くなる傾向がみられる。一方，全てのデータ(不明を含む)を用いて的中率を算出した場合，判定台数が少なくなるにつれて的中率が高くなる。2車線区間ではV=1台で最も高く，現状交通量で81.3%，交通量増加時で50.8%となり，4車線区間では現状交通量で96.5%，交通量増加時で89.0%となった。なお，V=1台の時に不明を除く場合を含む場合的中率の差が最も小さいことから，本研究では，渋滞判定に必要なバスの台数はV=1台を提案する。

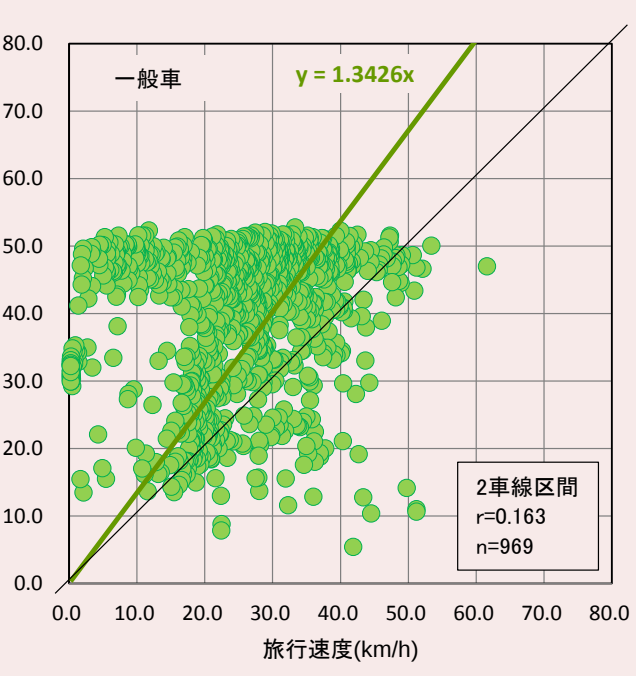


図7 一般車の旅行速度と地点速度

表2 速度域別交通状況

交通状況	速度(km/h)	速度域
順調	旅行速度	20km/h以上
	地点速度	26km/h以上
混雑	旅行速度	10km/h以上～20km/h未満
	地点速度	13km/h以上～26km/h未満
渋滞	旅行速度	10km/h未満
	地点速度	13km/h未満

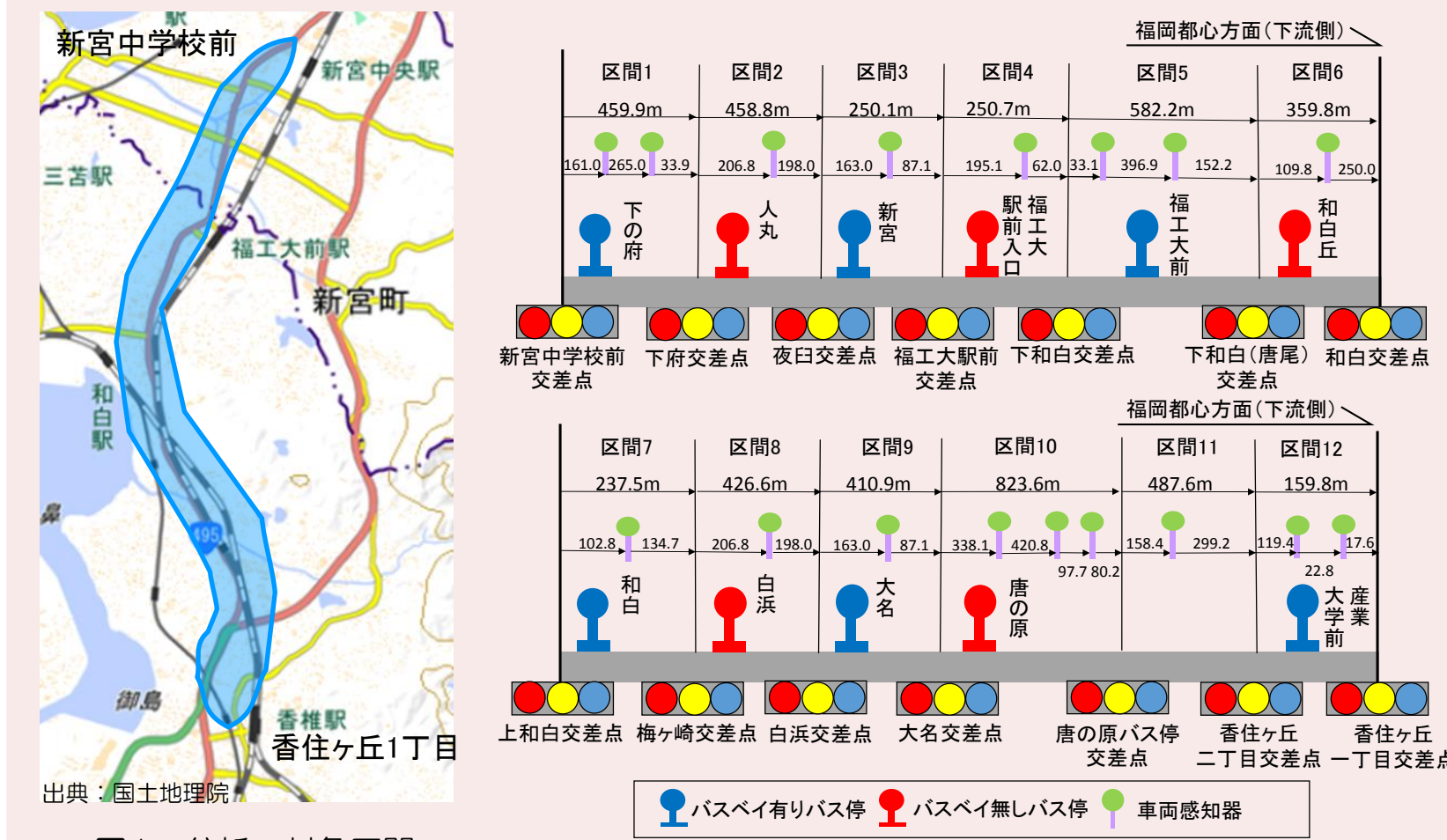


図1 分析の対象区間

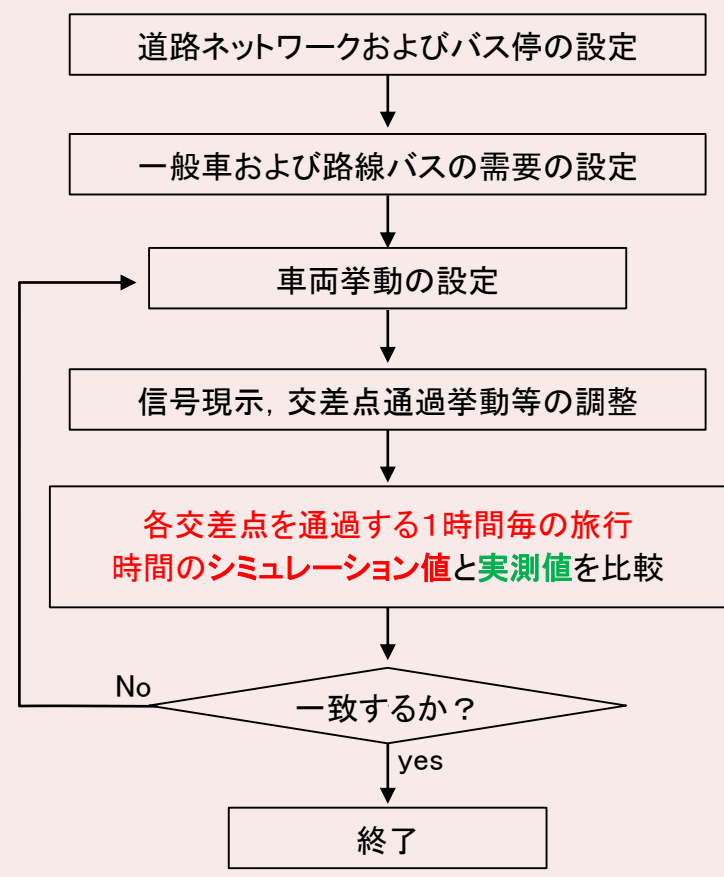


図3 キャリブレーションのフロー

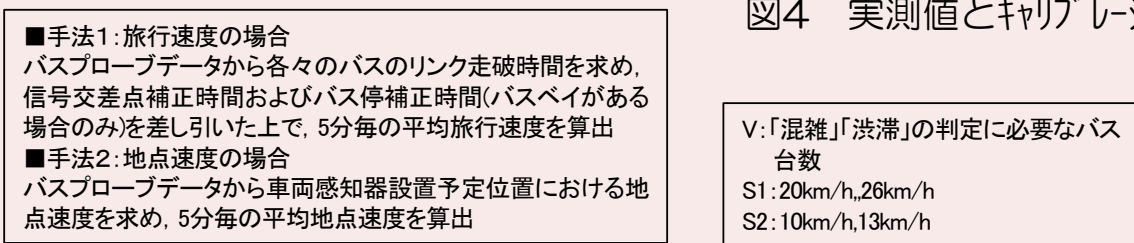


図4 実測値とキャリブレーション値

