

バスプローブデータを用いた一般車両走行速度の推計方法に関する研究*

Study on the estimation method of travel speed for general vehicle using bus probe data*

松中亮治**・谷口守***・端戸裕樹****

By Ryoji MATSUNAKA**・Mamoru TANIGUCHI***・Hiroki HANATO****

1. 背景と目的

近年、新たな道路交通データの収集方法としてプローブカーの利用が進められている。プローブカーの利用により、道路交通状況を時間的・空間的に的確に把握することが可能となるが、費用ならびにプライバシー等の問題から、一般車両にデータ収集機器を搭載することは困難であるのが現状である。そのため現在、プローブカーとしては、一般的にタクシー、トラック、路線バスが利用されている。これらの車両のうち、タクシー及びトラックについては、自由に走行経路を選択可能であるため、高い精度を確保しつつ走行経路を特定する作業は多大な労力を要するものであり、収集データを利用する上での大きな課題の一つとなっている。

一方、路線バスは常に特定路線を走行しているため、走行経路を特定する必要がなく、バス運行路線の道路交通状況においては精度の高いデータを定期的に大量に蓄積することが可能である。しかしながら、バス特有のバス停における停車挙動や、一般車両と比較して走行速度が低いことに起因する実際の交通状況との差異に留意する必要がある。

そこで本研究では、バスプローブデータを用い、正確かつ詳細に都市内道路交通状況を把握するための手法として、バス停停車挙動による影響を除去可能なリンク走行速度算出プログラムを開発する。そして、一般車両・パトロールカーによるプローブデータを用いて、バスの走行速度と一般車両の走行速度の関係を定量的に明らかにし、バス走行速度から

*キーワード：交通流，交通情報，ITS

**正員，博（工），岡山大学大学院環境学研究科

***正員，工博，岡山大学大学院環境学研究科

****学生員，岡山大学大学院環境学研究科

（岡山県岡山市津島中3-1-1，

TEL・FAX 086-251-8921）

一般車両走行速度を推計する『一般車両走行速度推計式』を提案する。これにより、バスプローブカーのみの調査で、簡便に実際の交通状況を把握することが可能となる。さらに本研究では、車線数ならびに沿道状況についても考慮することにより、より詳細に交通状況を把握する。

2. バスプローブデータの処理方法

（1）バスプローブデータの概要

本研究では、岡山市内を運行する路線バスから得られるデータを用いることとする。表-1に使用データの概要を示し、本研究で対象とする路線を地図上に表したものを図-1に示す。

（2）データ処理プログラムの概略

本研究ではバスプローブデータをDRM(デジタル道路地図：Digital Road Map)リンク単位で集計し、分析を進めていく。その際、本研究で用いるデータはバス走行データであることから、走行経路を特定するルートマッチング作業を行う必要はないが、

表-1 使用データの概要

項目	内容
収集内容	データ取得年月日・時刻 位置(緯度・経度) 地点速度 走行方向
記録ピッチ	一分間隔
データ取得期間	2002年12月～2003年3月
データ取得道路区間	国道30号(清輝本町～玉野市築港) 国道180号(清心町～万成西町) 岡山牛窓線(門田屋敷～西大寺中野) 岡山玉野線(門田屋敷～玉野市築港) 川入巖井線(川入～高柳西町) 国道2号(柳町二丁目～清輝本町) 国道53号(表町～弓野町)
車種	バス 路線バス 一般車両 パトロールカー・事務所車両
データ数	バス 約160,000 一般車両 約50,000

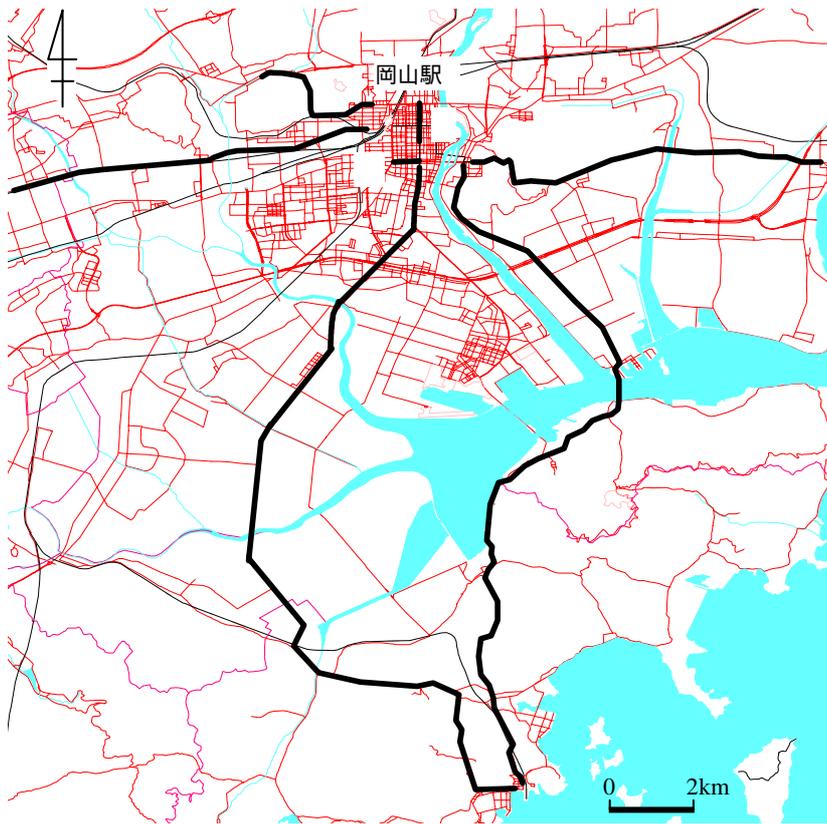


図 - 1 対象路線図

ス特有の交通行動であるバス停停車及び停車に伴う減速，発車時の加速を考慮する必要がある．

これまでにも，路線バスと一般車両の所要時間の違いについて検討し，バスプローブデータから得られる所要時間を補正するための方法に関する研究¹⁾はなされている．しかし，調査員のバス乗り込み調査による停車記録であるため，多大な費用，労力を要するという課題がある．また，二日間のデータしか利用されておらず，特定路線では大量のデータを蓄積可能であるというバスプローブデータの長所を活かしきれていないと考えられる．また，バス停停止に伴う影響の除去に関する研究²⁾もなされているが，本研究で用いるような一分間隔という比較的長いピッチで記録されているプローブデータを

扱う場合，詳細に加速・減速という走行状況を把握することは困難である．しかし，ピッチの長いデータには，取り扱いが容易であり，収集コストも比較的小さいという利点があり，このようなデータからバス停停車挙動による影響を除去した上でバスのリンク走行速度を算出可能なデータ処理プログラムの開発は重要である．

以下に，本研究におけるバスのリンク走行速度算出方法を，図 - 2に示すように n 番目バス停を例に挙げて説明する．

まず，各DRM補間点における各バスの通過時刻を，そのDRM補間点通過直前・直後のプローブデータにおけるデータ取得時刻から，距離比によって案分し算出する．ここで， k 番目DRM補間点通過時刻を k 番目リンクに

おける流入時刻， $k+1$ 番目DRM補間点通過時刻を k 番目リンクにおける流出時刻とする．

次に，バス停間のプローブデータから各データ間 i の走行速度 v_i を算出し，それらを n 番目バス停の前後のバス停区間において平均し， \bar{v}_n とする．次に， \bar{v}_n と， n 番目バス停の直前のプローブデータ B_n^a におけるデータ取得時刻 $t_{B_n^a}$ ，その取得地点と n 番目バス停との距離から，式(1)を用いて， n 番目バス停の到着時刻 T_n を算出する．また，同様にして， n 番目バス停の直後のプローブデータ B_n^b におけるデータ取得時刻 $t_{B_n^b}$ と，その取得地点と n 番目バス停との距離から出発時刻も算出し，出発時刻と到着時刻との

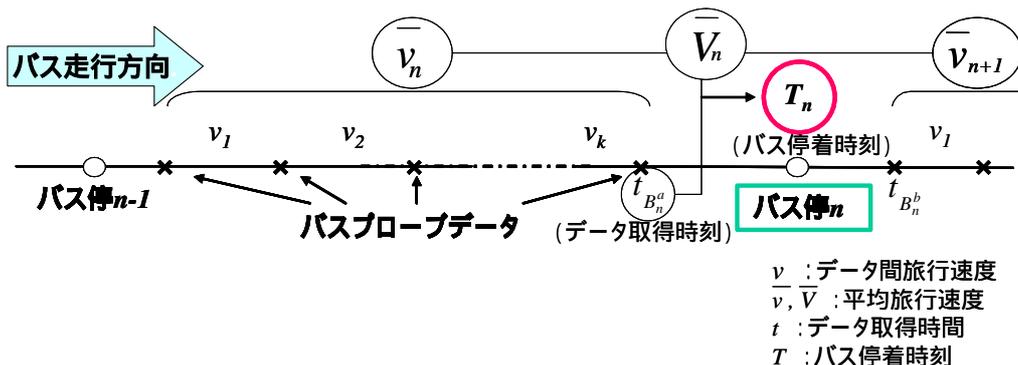


図 - 2 データ処理方法 (例)

差が正ならば、その値をn番目バス停における停車時間とし、負ならばn番目バス停は通過したものとみなすという方法で、バス停停車挙動による影響を除去する。

$$T_n = t_{B_n^a} + \frac{L_{B_n^a, B_n}}{\bar{V}_n} \quad (1)$$

T_n : n 番目バス停におけるバス到着時刻

$t_{B_n^a}$: n 番目バス停通過直前のプローブデータ B_n^a におけるデータ取得時刻

$L_{B_n^a, B_n}$: プローブデータ B_n^a と n 番目バス停 B_n 間の距離

\bar{V}_n : n 番目バス停の前後バス停リンク平均走行速度

3. 一般車両走行速度データへの変換方法

路線バスによって収集したバスプローブデータを用いて一般車両の走行状況を把握するためには、路線バスの走行特性と一般車両の走行特性が異なることを考慮し、バス走行データを一般車両走行データに変換する必要がある。本研究では、データ処理プログラムによって、バス停での停車挙動による影響を除去したバスのリンク走行速度から一般車両の走行速度を推計する『一般車両走行速度推計式』を提案する。なお、比較のためにバス停停車挙動の影響を除去しない場合についても同様の推計を行う。

(1) 分析方法

バス、一般車両それぞれについて、リンク流入時刻によって、5時から23時までの2時間毎の9つの時間帯にデータを分類し、それぞれの時間帯において、各リンクにおける月ごとの平均走行速度を算出した。そして、その算出結果を朝ピーク時(7~9時)、夕ピーク時(17~19時)、オフピーク時(その他の時間帯)の3つの時間帯に集計し、上り(中心部方向)、下り(郊外方向)別に以下に示す2つの推計式を仮定し、それぞれの式のパラメータを推定した。なお、走行速度が時速65km以上のデータ、及びバス走行速度が一般車両走行速度より速いものはエラーデータとして除外した。

$$V_c = \alpha_1 V_b + \beta_1 \quad (2)$$

$$V_c = \alpha_2 \cdot V_b^{\beta_2} \quad (\log_e V_c = \beta_2 \log_e V_b + \log_e \alpha_2) \quad (3)$$

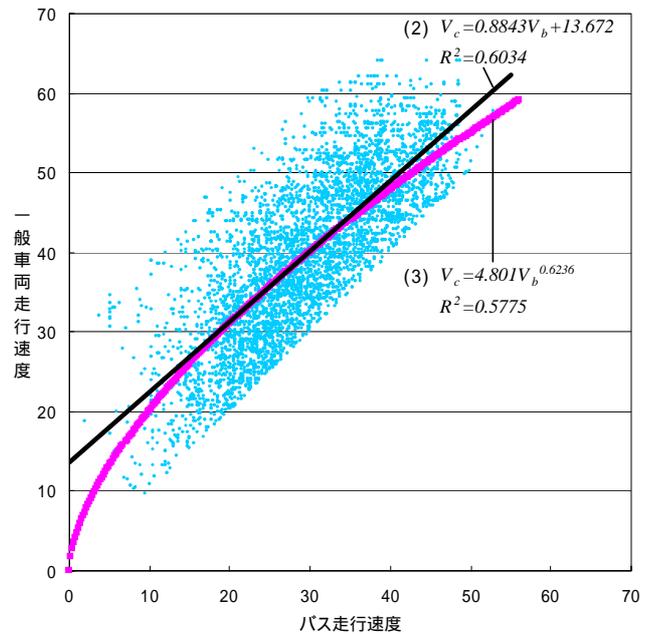


図 - 3 散布図 (例：上り全路線全時間帯)

V_c : 一般車両走行速度 (km/h)
 V_b : バス走行速度 (km/h)
 $\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$: パラメータ

推定した推計式(2)、(3)の一例を図 - 3に示す。

(2) 分析の種類

a) 全路線を対象とした分析

本研究における7つのデータ取得道路区間全てを対象に、上り下りにおいて三つの時間帯及びそれらを合わせた全時間帯での、一般車両走行速度とバス走行速度を用いて推計する。

b) 車線数を考慮した分析

平成11年度道路交通センサスの一般交通量調査、箇所別基本表における「車線数」に従い、分析対象リンクを「片側一車線」と「片側二車線以上」に分類し、それぞれにおいて一般車両走行速度とバス走行速度を用いて推計する。

c) 沿道状況を考慮した分析

平成11年度道路交通センサスの一般交通量調査、箇所別基本表における「沿道状況別延長」に従い、分析対象リンクを「DID」、「その他の市街部」、「平地部」、「山地部」に分類し、「DID」と「その他の市街部」を「市街部」としてまとめ、それぞれにおいて一般車両走行速度とバス走行速度を用いて推計する。なお、本研究では都市内交通状況の把握を目的としているため、「山地部」は分析対象から

表 - 3 決定係数及びサンプル数

方向		上り				下り					
バス停停車時間除去		あり		なし		あり		なし			
時間帯	車線数 沿道状況	決定係数		決定係数		サンプル数	決定係数		決定係数		
		単回帰	単回帰 (対数)	単回帰	単回帰 (対数)		単回帰	単回帰 (対数)	単回帰	単回帰 (対数)	
朝ピーク	全路線	0.5775	0.5852	0.5397	0.5614	476	0.4415	0.4403	0.4308	0.4252	936
	片側一車線	0.4455	0.5229	0.3803	0.4622	265	0.6336	0.6382	0.6247	0.6276	345
	片側二車線以上	0.7037	0.6478	0.6927	0.6431	211	0.3368	0.3373	0.3225	0.3196	591
	市街部	0.4612	0.4651	0.4465	0.4542	229	0.2979	0.2993	0.2847	0.2828	579
	平地部	0.4954	0.5917	0.4273	0.5430	224	0.5338	0.5916	0.5272	0.5802	357
オフピーク	全路線	0.5743	0.5462	0.5662	0.5430	3384	0.5512	0.5439	0.5410	0.5337	4281
	片側一車線	0.5554	0.4937	0.5452	0.4930	1559	0.5222	0.5363	0.5021	0.5143	1485
	片側二車線以上	0.5558	0.5510	0.5484	0.5459	1825	0.5150	0.5063	0.5091	0.4995	2796
	市街部	0.4101	0.3830	0.3989	0.3809	1976	0.4153	0.4262	0.4121	0.4211	2776
	平地部	0.3669	0.4160	0.3578	0.4088	1381	0.3315	0.3403	0.3149	0.3216	1505
夕ピーク	全路線	0.7564	0.7078	0.7370	0.6852	716	0.6154	0.6133	0.6072	0.6084	937
	片側一車線	0.7672	0.7430	0.7451	0.7260	366	0.5693	0.6345	0.5408	0.6034	363
	片側二車線以上	0.7644	0.6686	0.7465	0.6402	350	0.6189	0.5872	0.6211	0.5909	574
	市街部	0.5625	0.4966	0.5396	0.4693	395	0.4259	0.4267	0.4379	0.4387	576
	平地部	0.5402	0.5886	0.4941	0.5459	303	0.4721	0.5707	0.4452	0.5371	361
全路線・全時間帯		0.6034	0.5775	0.5904	0.5690	4576	0.5516	0.5475	0.5419	0.5380	6154

凡例：決定係数の良いものから順に「」「」「」「」

除外することとする。

(3) 分析結果

朝ピーク・オフピーク・夕ピークの時間帯毎に、上下方向別に、バス停停車時間の影響を除去した場合と除去しなかった場合について、式(2)、(3)を用いて全路線を対象に一般車両走行速度を推定した結果ならびに車線数・沿道状況を考慮した推定結果を表-3に示す。

バス停停車時間の影響を除去した場合と、除去しなかった場合について、その推定結果を同一時間帯でそれぞれ比較すると、バス停停車時間の影響を除去した場合の方がほとんど全てのケースにおいて決定係数が高くなっていることが分かる。これにより、本研究で示したデータ処理方法により、バス停での停車挙動による影響を適切に取り除くことができたといえる。この結果は、バスプローブデータを用いる際、バス停停車挙動による影響を取り除くことの必要性を示すものであるといえる。

また、式(2)と式(3)について決定係数を比較したところ、それらの大小に規則性は見られなかった。しかし、図-3からも明らかなように、線形式ではバス走行速度が0であるにもかかわらず一般車両の速度が正となる問題点を有していることから、一般車両走行速度推計式としては式(3)の方が実用的であるといえる。

さらに、車線数ならびに沿道状況を考慮に入れた推計では、沿道状況と比較して、車線数を考慮に入れた推計の方が、より精度が高くなる傾向にあることが分かる。

4. 結論

本研究では、バス停停車挙動による影響を簡便に除去可能なデータ処理プログラムを開発し、より精度の高いバス走行速度を用いた一般車両走行速度推計式を提案した。

参考文献

- 1) 村上則男・宇野伸宏・飯田恭敬・中川真治：所要時間変動評価を目指したバスプローブデータの補正方法，土木計画学研究・講演集（秋大会）Vol.30，CD-ROM，2004
- 2) 永廣悠介・宇野伸宏・飯田恭敬・田村博司・中川真治：バスプローブデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築，土木計画学研究・講演集（春大会）Vol.31，CD-ROM，2005