

一般車データとの高精度統合が可能なバスプローブデータの収集・加工手法の研究

千葉工業大学 教授 赤羽弘和

概要：

本研究では、バスのバス停停止、加速走行、巡航走行、減速度走行の時空間平面上における関係を2次方程式で近似した。さらに、バスロケーションシステムにより収集されるバス停における開扉時刻に閉扉時刻を追加した実走行データを収集し、かつバスプローブ調査によりバス停前後における加減速度の平均値をパラメータとして設定し、上記の2次方程式を各バス停間で解くことにより一般車両の走行軌跡を推定する手法の性能を検証した。一般車プローブデータおよびナンバープレート照合調査により一般車の旅行時間に関する実データを収集し、本手法による推定旅行時間と比較・検証した結果、特に渋滞区間において一定水準の推定精度が得られることを確認した。これにより、渋滞区間を一般のプローブ情報提供者が迂回することによる同区間におけるプローブサンプル数の不足を補い、その時空間的な平準化、収集費用の低廉化、バスロケーションシステムの導入・運用費用の回収方法の多角化を図る可能性を示した。

キーワード： プローブデータ、バスロケーションシステム、走行軌跡、旅行時間

1. はじめに

道路網における旅行速度の時空間分布を常時観測し、旅行時間の期待値および信頼性指標値を把握することは、これからの道路サービス水準の評価のために必須となる。これらの観測には、従来の車両感知器データ等に加え

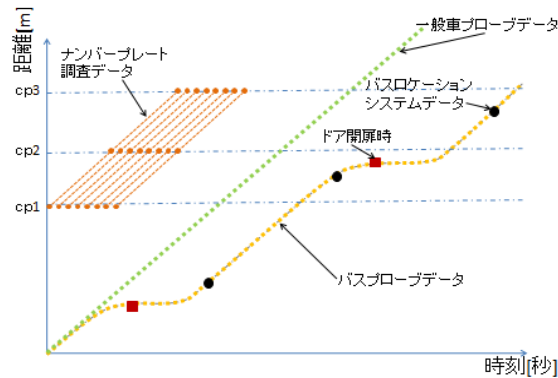


図-1 各種データに基づく走行軌跡推定の概念

て、一般車両のプローブデータの活用も実現しつつある。しかし後者による観測では、プローブ情報提供車、すなわち同情報利用車が渋滞区間を迂回するために、それらの区間の観測サンプルが不足する可能性がある。

本研究は、バスロケーションシステムが収集するプローブデータと他データとの統合利用を可能とすることにより、サンプル数の増大、その時空間的な平準化、収集費用の低廉化、バスロケーションシステムの導入・運用費用の回収方法の多角化を図る。

2. 走行軌跡推定と精度検証に使用したデータ

表-1 に示すようにバスロケーションシステム、バスプローブ、一般車プローブ、ナンバープレート調査の計5種類の方法で走行データ等を収集した。

図-1 に示すように、バスロケーションシステムは、位置情報を3分間隔および、バス停での開扉時に記録、送信する。これによりバス停停止と赤信号による停止等を識別できる。同システム搭載バスにプローブシステムを

表-1 収集データの仕様

収集方法	更新間隔	調査日時(2010年)	区間長[km]	バス停通過記録	サンプル数[台]
バスロケーションシステム	3分	9/13(月)～9/19(日) 7:00～19:00	8.783	有	45
バスプローブ	1秒		8.783	無	2
一般車プローブ	1秒	9/15(水) 7:00～19:00	8.783	—	4
ナンバープレート調査	—	9/15(水) 7:00～19:00	3.250	—	4,837

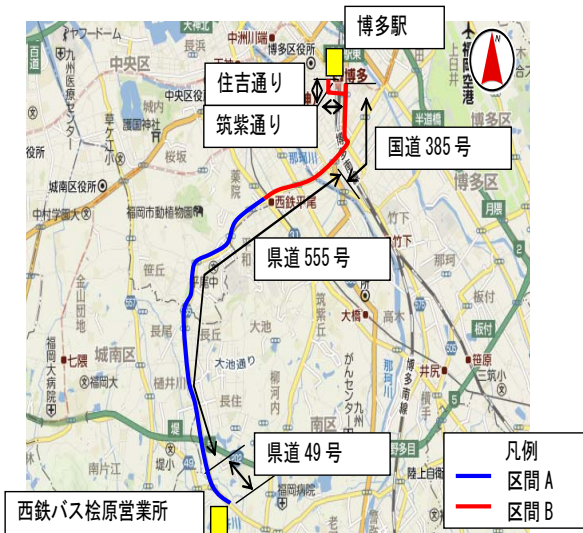


図-2 調査対象路線

装着して検証用データを収集したため、後者による1秒間隔の走行軌跡上に前者の測位点が、ほぼ重畳することになる。

バスロケーションシステムデータを基本とし、バス停止時間およびバス停前後平均加減速度をバスプローブデータから補完し、それらの影響を除去して一般車の走行軌跡を指定する。その結果を、一般車プローブデータ、ナンバープレート調査より精度検証した。

3. データ収集路線

バスと一般車両の走行特性の違いを把握するため、次の条件のもと調査対象路線を選定した。選定した路線を図-2に示す。

(1) バスの走行条件

- ・一般車両の運転と同様な条件下でのバス運行のデータ収集を行う。
- ・同一ドライバーにより一連の運行を行う路線を選定する。
- ・バスレーン等のバス優先走行の路線を除外する。

(2) 一般車の走行条件

- ・バス停でのバス停車の影響を受ける一般車の走行特性を把握可能なデータ収集を行う。
- ・片側1車線と片側2車線以上のそれぞれの区間を含む路線とする。
- ・比較的交通量の少ない郊外部と交通量の多い都市部を含む路線とする。

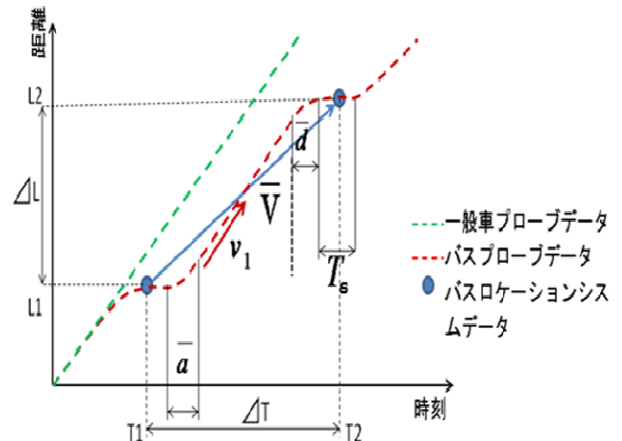


図-3 バスロケーションシステムデータと一般車の走行軌跡の概念

4. バス停停車の影響の補正方法

図-3に、バス停停車時間とその前後の加速・減速の影響の補正概念を示す。図中の諸量の関係を定式化すると式(1)が得られる。これを整理すると、バス停停車の影響を補正した巡航速度 v_1 に関する2次方程式が得られる。

$$\Delta T = \frac{v_1}{\bar{a}} + \frac{\Delta L - \frac{v_1^2}{2\bar{a}} - \frac{v_1^2}{2\bar{d}}}{v_1} + \frac{v_1}{\bar{d}} + T_s \quad (1)$$

ここに、 ΔT はバス停間所要時間、 $\bar{a}$ および $\bar{d}$ はそれぞれバス停停車前後の加速度および減速度の平均値、 ΔL はバス停間距離である。また、バス停停止時間 T_s は、現状のバスロケーションシステムデータの開扉時刻にバスプローブデータにより閉扉時刻を追加して設定する。

5. バス停停車に伴う影響区間の補正結果

図-4に、バスロケーションシステムデータ、式(1)により推定した一般車走行軌跡、一般車プローブデータとの関係例を示す。バス路線終点の博多駅近傍の渋滞区間で後二者の乖離が増大している。しかし、それ以前の区間では、バスロケーションデータと比較すれば、かなり推定精度が向上している。

推定された一般車走行軌跡は、渋滞区間と非渋滞区間における走行速度変換の詳細までは再現し得てないが、バス停間の平均速度は一定水準で推定できている。したがって、ある程度の延長を有する区間における旅行時間の推定には適用可能と期待される。

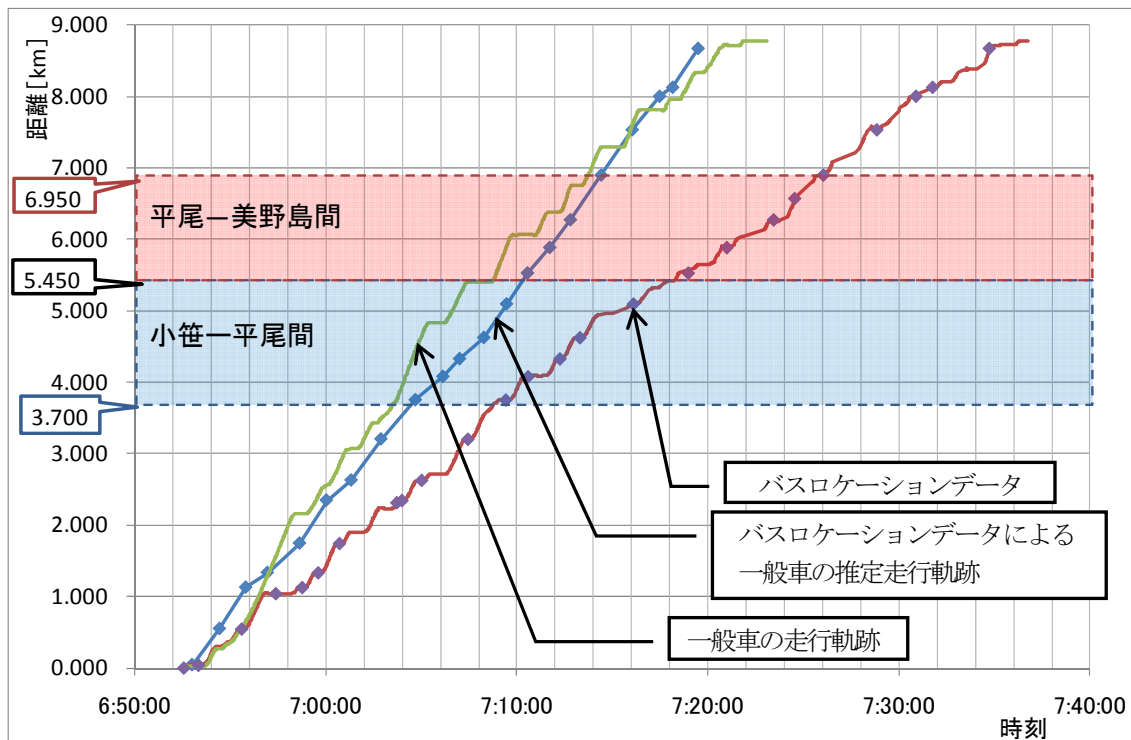


図-4 走行軌跡の例

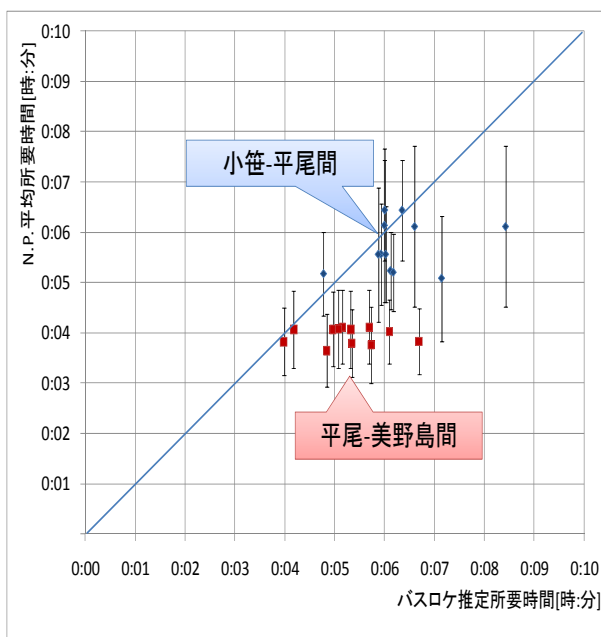


図-5 ナンバープレート調査データによる精度検証

6. ナンバープレート調査データによる精度検証

図-4に示す区間で、ナンバープレート調査データにより、上記5.による一般車走行軌跡推定結果の精度を、当該区間の旅行時間を比較して検証した。沿道店舗への立ち寄り等の影響を除くため、30分間毎の旅行時間の平均値から標準偏差の ± 3 倍までの範囲を逸脱したサンプルは除外した。

図-5には、一般車の軌跡を推定したバスロケーション

システムデータの所要時間と、同時間帯のナンバープレート調査データによる区間所要時間の平均値の散布図を示す。後者に関しては、標準偏差も示す。ナンバープレート調査旅行時間が大きな領域で、バスロケーションシステムによる推定所要時間の一致度が高くなり、実用的な結果が得られている。

7. 結論と今後の展開

本研究では、バスロケーションシステムにより収集されるバス停における開扉時刻に閉扉時刻を追加し、バスプローブ調査によりバス停前後における加減速の平均値をパラメータとして設定することにより、一般車両の走行軌跡を推定する手法を開発した。

実バス路線における一般車のプローブデータとナンバープレート調査との比較検証により、特に渋滞区間における推定精度は一定水準に達していることを確認した。

今後の課題は、1km/h程度の重渋滞区間における推定精度低下への対応、および平均加速度、同減速度の効率的設定である。

参考文献

- 1) 南部繁樹, 吉田傑, 赤羽弘和: プローブデータの分析に基づく救急車への緊急走行支援方策の検討, IATSS Review, Vol. 34, No.3, pp.55-62, 2009.
- 2) 多田俊也, 赤羽弘和, 小出勝亮, 小宮稔史: センタレスプローブシステムの交通情報過疎地域への適用, 第29回交通工学研究発表会論文報告集, CD-ROM, 2009.