

# バスプローブデータを用いた交通状態の変動特性に関する研究\*

## A Study on Variation Property of Traffic State from Using Bus Probe Data\*

白根 直樹\*\* 松本 修一\*\*\* 熊谷 靖彦\*\*\*\* 川嶋 弘尚\*\*\*\*\*

By Naoki Shirane \*\* Shuichi Matsumoto \*\*\* Yasuhiko KUMAGAI\*\*\*\* Hironao KAWASHIMA\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

従来の道路上の交通状態の観測では路側などに設置された検知器を用いて行われる方法が代表的であった。この観測方法では時間的には連続であるが空間的には不連続となってしまう欠点があった。近年ではIT技術の進歩によって、新たな道路交通データの収集方法としてタクシーなどにGPSなどを搭載したプローブカー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っている。

またITS技術の中でより詳細に広範囲の道路交通状況を把握するシステムとして、現在ではプローブカーの利用がはじまっている。<sup>1)</sup> プローブカーは車両自体をセンサーとしてとらえ、時々刻々と変化する走行速度や位置をデータとして収集するシステムである。プローブカーの利用により交通データの計測が従来型の地点計測から空間的な計測へと展開され、従来のインフラ依存の観測では非観測区間であったリンクなどを含め、ネットワークとして動的な交通データ収集が可能になる。このことからプローブカーデータを有効活用し、道路ネットワークが提供する交通サービスを多面的に評価するための方法を構築することは、非常に重要な課題である。

\*キーワード：プローブデータ、バス、定時性

\*\*学生会員，慶應義塾大学大学院 理工学研究科

(横浜市港北区日吉3-14-1, TEL:045-563-1141, FAX:045-566-1617)

\*\*\*正会員，工修，高知工科大学 総合研究所

(高知県香美郡土佐山田町宮の口185, TEL:0887-57-2078, FAX:0887-57-2778, E-mail:matsumoto.shuichi@kochi-tech.ac.jp)

\*\*\*\*正会員,学博,高知工科大学 総合研究所

\*\*\*\*\*正会員，工博，慶應義塾大学 理工学部

### 2. プローブデータ収集実験の概要

プローブデータ収集に際して、タクシーやトラックなどは経路選択が可能のため、長時間連続なデータを取得することが困難である点やデータ収集に対する費用などの問題がある。一方でバスは常に特定路線を走行するため時間的に連続的なデータを採取することが可能である。

本研究では同一経路を終日連続的に走行する公共交通である都市内周遊バスに着目し、周遊バスにプローブ端末を設置し、約1ヶ月間に渡りプローブデータの収集を行なった。<sup>2)</sup>

表1としてプローブデータ収集実験の日程およびサンプル数などをまとめる。また図1として本実験で使用した高知市を走る周遊バスである「よさこいぐるりんバス」(以下「ぐるりんバス」と記す)を示し、図2, 3としてぐるりんバスの周遊経路を示す。

表1 実験日程および取得サンプル数

	調査日程	取得サンプル			
		平日	土曜	日曜	イベント時
南北コース	7/31~8/31	176	43	80	8
東西コース		256	61	80	24
合計		432	104	160	32

※データの取得間隔は10秒とした



図1 ぐるりんバス



図2 ぐるりんバス南北コース



図3 ぐるりんバス東西コース

### 3. 研究概要

本研究では、2章の実験において収集したバスプローブデータを活用し、国道や一般道などの道路種別・バス停間別・曜日別・時間帯別・道路車線規制有無別の平均速度や変動係数に対する評価を行い、プローブデータを活用した道路の交通特性に関して検証を行った。またバス交通のサービスレベルを評価する指標の一つである運行時刻の定時性に関して評価を行った。本章ではデータ処理の概要を記す。

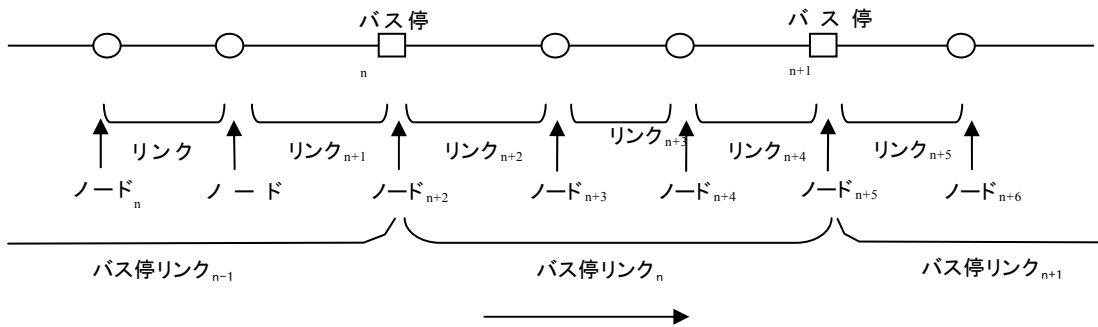


図4 リンクとノードのイメージ

次にバス停位置の定義のために式1を用いた。

$$C(X_c, Y_c) = \min \sqrt{(X_i - X_c)^2 + (Y_i - Y_c)^2} \quad (1)$$

ここに  $C(X_c, Y_c)$  をバス停位置と見なされるプローブデータ,  $X_a, X_b, Y_a, Y_b$  をそれぞれプローブデータ  $a, b$  の経度・緯度とする。また各プローブデータ間の移動間隔を式2として定義する。<sup>3)</sup>

$$L_{a,b} = \arccos \{ \sin(Y_a) \cdot \sin(Y_b) + \cos(Y_a) \cdot \cos(Y_b) \cdot \cos(X_a - X_b) \} \cdot R \quad (2)$$

ここに  $L_{a,b}$  をプローブデータ  $a, b$  間の距離,  $R$  を地球の半径とする。

最後にプローブデータから旅行時間の算出フローを図5として示す。

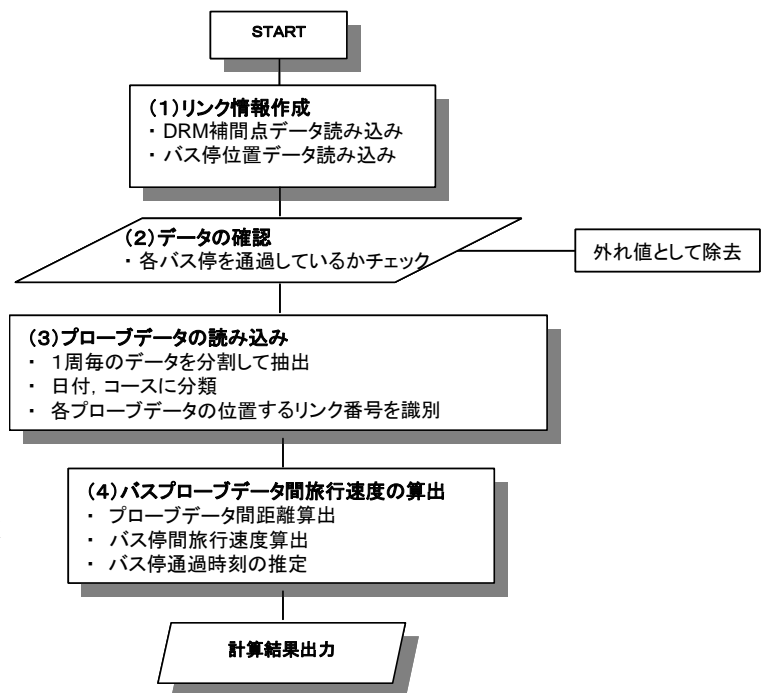


図5 旅行時間算出のフロー

#### 4. 実験結果

##### (1) 各バス停間における平均速度の比較 I

3章にて集計したデータからバス停間における朝ピーク、オフピーク、タピーク別の時間帯別の平均速度の変移を図6に、曜日別での平均速度の変移を図7に示す。

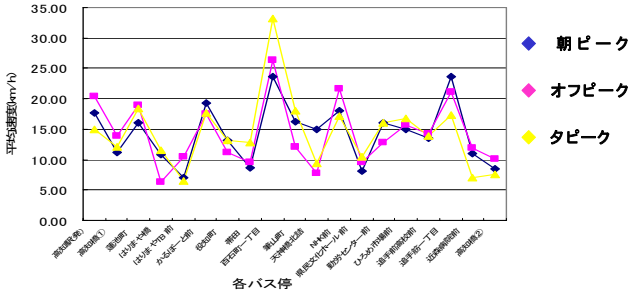


図6 各バス停間における平均速度（時間帯別）

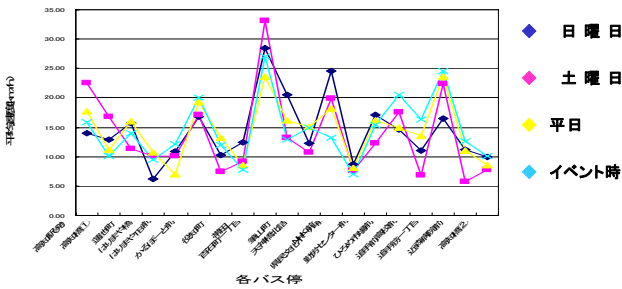


図7 各バス停間における平均速度（曜日別）

図6、図7から平日の朝ピーク、オフピーク、タピークの各バス停における平均速度や朝ピーク時における曜日別の平均速度(km/h)に大きな違いが見られないことが分かる。

##### (2) 各バス停間における平均速度の比較 II

また図8、図9のように曜日・時間帯別の各バス停間のリンクにおける平均速度を地図上にプロットする。このように地図上に視覚的に走行道路の交通状態を図示することで、混雑している区間などを容易に把握することが出来る。また、平均速度の配分色に関しては以下のようにする。

- ・・・0~10km/h    ■・・・10~15 km/h    ■・・・15~20km/h
- ・・・20~25 km/h    ■・・・25~30km/h    ■・・・30~35 km/h
- ・・・35~40km/h



図8 各バス停間における平均速度（南北コース）

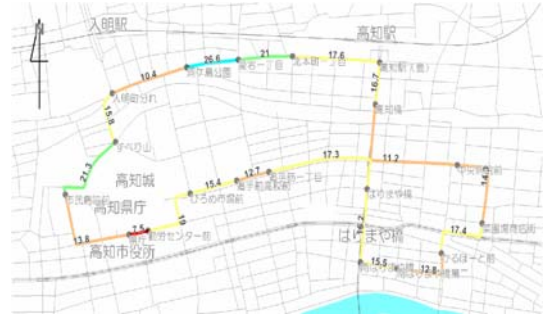


図9 各バス停間における平均速度（東西コース）

##### (3) 時間別バス軌跡図

次に取得されたプローブデータから速度軌跡をドットデータとして図10に図示する。またはりま屋橋における9時~11時に高知駅を出発したバスの走行軌跡の変化を図11~14に示す。

- ・・・0km/h (停止状態)    ■・・・1~9km/h
- ・・・10~19km/h    ■・・・20~29km/h
- ・・・30km/h~



図10 時間別バス軌跡図

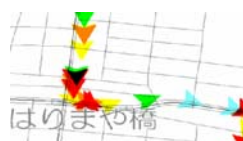


図11 高知駅 9:00 発

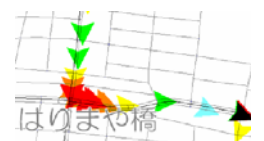


図12 高知駅 9:40 発

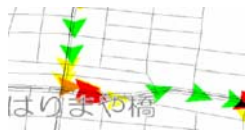


図 13 高知駅 10:20 発

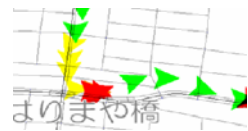


図 14 高知駅 11:00 発

図 10 のように時刻別バス軌跡を表すことによって、時刻別による詳細な走行状況が分かる。また図 11～14 に示すように走行軌跡から道路の混雑状況の時間的変化や混雑時の直交車線への影響を推定することができる。

#### (4) バス停における時刻表の精度評価

バス交通は、環境負荷の軽減や交通渋滞の緩和、交通事故の抑制のためにも極めて重要な公共交通機関である。そこでバスの運行時刻の定時性<sup>4)・5)</sup>を確保しサービスレベルを向上させることが重要である。そこで平日および休日における定時制の評価を行なった。なお表の黄色部分が 95%信頼性区間から外れた時刻である。

表 2 平日の定時性評価

かるぼーと前	百石一丁目	勤労センター前
8:19	8:24	8:32
9:09	9:14	9:22
9:49	9:54	10:02
10:29	10:34	10:42
11:09	11:14	11:22
11:49	11:54	12:02
12:29	12:34	12:42
13:09	13:14	13:22
13:49	13:54	14:02
14:29	14:34	14:42
15:09	15:14	15:22
15:49	15:54	16:02
16:29	16:34	16:42
17:09	17:14	17:22
17:49	17:54	18:02
18:24	18:29	18:37

表 2 休日の定時性評価

かるぼーと前	百石一丁目	勤労センター前
8:19	8:24	8:32
9:09	9:14	9:22
9:49	9:54	10:02
10:29	10:34	10:42
11:09	11:14	11:22
11:49	11:54	12:02
12:29	12:34	12:42
13:09	13:14	13:22
13:49	13:54	14:02
14:29	14:34	14:42
15:09	15:14	15:22
15:49	15:54	16:02
16:29	16:34	16:42
17:09	17:14	17:22
17:49	17:54	18:02
18:24	18:29	18:37

## 5. まとめ

IT 技術の進歩により収集可能となったプローブカーデータを有効活用し、道路交通状態を把握するため、道路ネットワークが提供する交通サービスを多面的に評価するための方法論を構築することが、非常に重要な課題となっている。

本研究では同一経路を連続的に走行する公共交通である都市内周遊バスより得られるバスプローブデータを用いることで、道路種別・バス停間別・時間帯別・ピーク時別の道路網上で交通状態の変動特性の評価を行なった。またバスのサービスレベルの指標の 1 つである運行時刻の定時性の評価を行なった。

今後は天候別等のその他の要因を盛り込んだ細かい分析や循環バスのプローブデータとの比較や、自動車交通状への補正方法などを検証していく予定である。

### 謝辞

最後に本研究を行なうに際し、沖電気株式会社、土佐電ドリーム株式会社、京都大学宇野助教授、ProbeCar.Net 貞廣氏より資料の提供、ご助言等多大な協力を得た。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 「ProbeCar.Net」ホームページ：<http://probecar.net/main.htm>
- 2) S.MATSUMOTO, N.SHIRANE, Y.KUMAGAI, H,K AWASHIMA, “Research into the Operational Control of Buses Utilizing the GPS Probe Terminals” 10<sup>th</sup> International Conference on Computer-aided Scheduling of Public Transport, CD-ROM, 2006.
- 3) 松中亮治, 谷口守, 端戸裕樹：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, 第32回土木計画学研究発表会・講演集 CD-ROM, 2005.
- 4) 永廣悠介, 宇野伸宏, 飯田恭敬：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, 第31回土木計画学研究発表会・講演集 CD-ROM, 2005.
- 5) 佐野可寸志, 須賀由美子, 松本昌二：地方都市における路線バス運行の定時性評価に関する研究, 第31回土木計画学研究発表会・講演集 CD-ROM, 2005.

