

旅行速度把握を目的としたプローブカー調査に関する諸課題*

Issues on the probe vehicle survey for the purpose of grasping travel speed

井坪慎二**，絹田裕一***，中嶋康博***，牧村和彦***

By Shinji Itsubo, Yuichi Kinuta, Yasuhiro Nakajima and Kazuhiko Makimura

1. はじめに

成果を軸とした，より効率的かつ透明性の高い道路行政を行うために，道路行政に関する業績をデータに基づき適切に評価し，それを政策立案および事業実施に適切に反映させることの必要性が増してきている．国土交通省においても，これまで「平成15年度道路行政の業績計画書」¹⁾，「平成15年度道路行政の達成度報告書・平成16年度道路行政の業績計画書」²⁾をとりまとめ，その中で17の業績指標について，目標値及び現況値を公表している．これらの中で道路の円滑性を計測するための主要な指標として渋滞損失時間を掲げており，その算定には旅行速度等のデータが用いられている．

現在，渋滞損失時間算定のための旅行速度は，業務委託による乗用車を用いた旅行速度調査（以下，「調査車両」という）およびバスやタクシーが主に用いられているが，業務委託のコストや通信費なども少なくなく，よりいっそうの効率化が求められている．その一方で，物流事業者のトラック（以後，物流トラック）などには，運行管理やドライバーの安全管理を目的として，デジタルタコグラフやプローブ機器が普及してきている³⁾．これらの活用を図ることができれば，旅行速度のデータをより効率的に収集できることとなる．しかしながら，これらの車両は，走行特性やデータ収集周期も様々である．このことから，本稿では，プローブ車両の走行特性を整理した上で，車両の走行特性やデータ収集周期が旅行速度および渋滞損失指標に及ぼす影響について，検討を行うことを目的とする．

2. プローブ車両の走行特性

本章では調査車両，バス，タクシー，物流トラックの走行特性を整理し，渋滞損失算定への活用可能性について検討を行う．表2.1は各車両の走行特性を整理したものである．

表2.1 各車両の走行特性

車両	走行エリア，走行距離	走行時間帯	データ取得頻度
調査車両 ¹	・指定走行区間，高速～県道 ・平均5.4km/区間 ・約40～80km/台・日	7～18時台	1秒
バス ²	・市内，系統に依存 ・約13.2km/系統 ・約120km/台・日	6～22時台	60秒，バス停など
タクシー ³	・市内，高速～細街路 ・約90～280km/台・日	0～23時台	1秒，SS/ST,10分(空車時)等
物流トラック ⁴	・都市間，高速～国道 ・約300km/台・日	3～17時台	1秒,1分,1時間+イベント等
物流トラック ⁵	・市内，国道～細街路 ・約40km/台・日	6～21時台	

1: H11 道路交通センサス，ヒヤリングより

2: 西鉄バス時刻表，西鉄バスデータ，ヒヤリングより

3: 参考文献4)より

4: 中京圏の都市間走行する物流車両データ，ヒヤリングより

5: 東京23区内を走行する物流車両データ，ヒヤリングより

調査車両は，指定区間を設定された時間帯，サンプル数にてデータを取得できるが，走行区間数，サンプル数を増やすことに応じて調査コストが増加する．バスは指定された系統を必ず走行するため，多くのサンプルが取得できることに特徴がある．しかし，バスは立体交差区間などで測道を走行する場合があることや，バス停での停車，時刻表による運行等のバス特有の走行特性が存在する．

一方，タクシーとトラックは走行距離が長く，空間的な広がりを持ち，各種道路種類を網羅するデータの取得を行っている．また，両車種は，走行時間帯のピークと利用する道路種別が異なるため，両データを組み合わせることにより効率的なデータの取得が可能と考えられる(図2.1，図2.2)．

*Keywords: アウトカム指標，プローブデータ，旅行速度

** 正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部
道路研究室研究官

〒305-0804 つくば市旭1番地 TEL: 029-864-7247

*** 正会員 (財)計量計画研究所交通研究室

〒162-0845 新宿区市ヶ谷本村町2番9号

TEL. 03-3268-9950

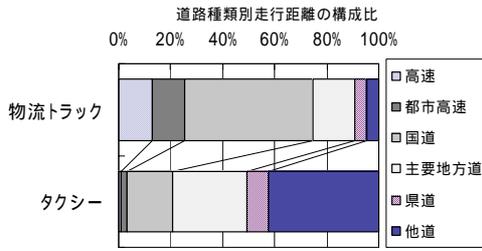


図2.1 名古屋市における物流トラック（都市間）とタクシーの道路種類別走行距離の構成比

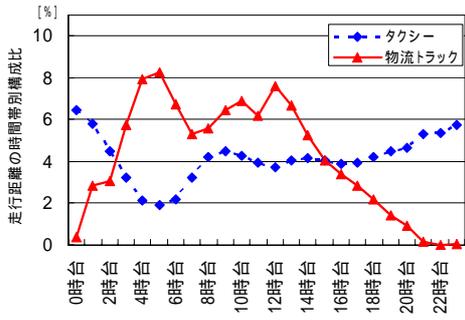


図2.2 物流トラック（都市間）とタクシーの走行距離の時間帯別構成比

3. 車種の違いによる影響分析

(1) 渋滞損失時間の算定方法

渋滞損失時間は、式(1)のようにプローブデータを取得した車種の時間帯別旅行速度、基準旅行速度の走行特性を反映した値として算定される⁵⁾。そこで次の(1)~(3)のような仮定が考えられ、その検証を実データにて行う。

$$\text{損失時間} = t \cdot m \{ (\text{区間の距離} / t \text{ 時間帯の旅行速度}) - (\text{区間の距離} / \text{基準旅行速度}) \} \times \text{車種別交通量} \times \text{車種別平均乗車人数} \dots \text{式(1)}$$

t: 時間帯 m: 車種

1) 旅行速度

旅行速度は車種によって異なる。調査車両・タクシー・物流トラックは、常にほぼ自由な速度で走行できるため、特に非混雑時の旅行速度のばらつきが大きい。しかし、バスは時刻表を遵守した走行を行うため、非混雑時でも一定の旅行速度にて走行する。一方、混雑時はどの車両も運転の自由度が低くなることから、車種によらずほぼ同等の速度での走行と考えられる。

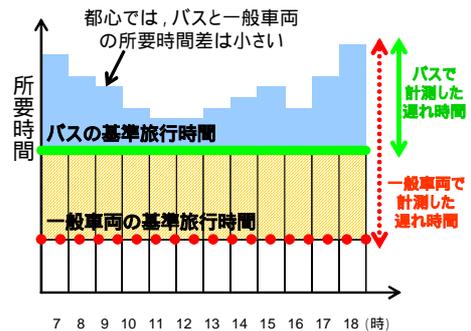
2) 基準旅行速度

基準旅行時間とは、渋滞に巻き込まれずに走行したときの旅行速度を想定し、旅行速度データの10%タイル値として定義されている⁵⁾。これは、対象区間の非混雑時の旅行速度に相当するため、時刻表に基づいて走行するバスと、自由に走行する車両(タ

クシーなど)では差異が生じ、概ね、バス<自由に走行する車両(タクシーなど)という関係になるものと考えられる。

3) 渋滞損失時間

上述(1)、(2)より、特に都心等渋滞しやすい区間では、車種ごとの基準旅行速度に差異が生じるのに対し、時間帯ごとの平均旅行時間差はほぼ同じ(渋滞に入り自由な運転ができないため)になると考えられる。その結果、バスの渋滞損失時間が他の車両にて計測した時よりも少なく算定されると考えられる(図3.1)。



図中の一般車両は、調査車両、タクシー、物流トラックなど道路の混雑・非混雑の具合によって自由に速度を変更させて走行できる車両のことを指す。

図3.1 車種による渋滞損失時間の差異

(2) 検証

福岡市の国道202号では、バスとタクシーにより、プローブデータ取得を行っている。そこで都心、郊外のセンサ区間を対象に、両車種の時間帯別の平均旅行速度、基準旅行速度、渋滞損失時間を算定し、車種の違いによる影響について検討する。

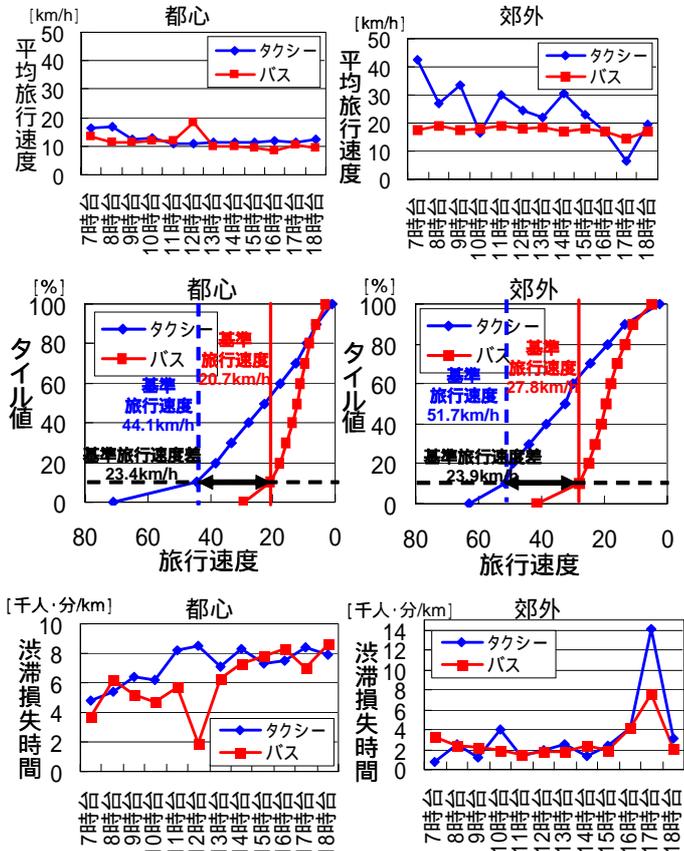
表3.1 データ取得の概要

	バス	タクシー
配備台数	100台	5台
期間	2003年11月	2003年1~12月
車載器	GPS	GPS
データ取得間隔	60秒	1秒

混雑の激しい都心の区間では、バスとタクシーの平均旅行速度の差は小さく(約1.2km/h)、郊外の区間は、都心に比べ速度差が大きい(約6.8km/h)ことが明らかとなった。一方、基準旅行速度は、都心区間、郊外区間共に差異が生じている。これらのデータより、渋滞損失時間を算定すると、損失時間差では仮定の通り都心区間の方が差が大きくなる傾向が見受けられた。比では、都心・郊外ともバスの方が約15%少なく算定された(図3.2)。

紙面の都合上割愛したが、タクシーと調査車両に

ついても同様の分析を行ったところ、損失時間差(タクシー-調査車両)は都心:8,379[人・分/km],郊外:917[人・分/km]であり、郊外では更に車種による影響は小さくなっている。損失時間比(一般車両/タクシー)は都心:0.86,郊外:0.93 という結果が得られている。



都心の渋滞損失時間		郊外の渋滞損失時間	
タクシー	85,960 [人・分/km]	タクシー	39,237 [人・分/km]
バス	72,571 [人・分/km]	バス	33,257 [人・分/km]
損失時間差	13,389 [人・分/km]	損失時間差	5,980 [人・分/km]
損失時間比	0.84	損失時間比	0.85

図3.2 都心・郊外別の渋滞損失時間の計測

4. データ取得頻度と集計区間長が及ぼす影響分析

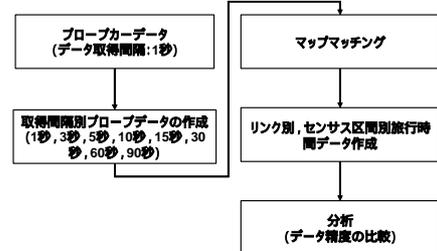
(1) 分析内容・対象データ

プローブカーの種類や、データの利用目的、費用制約等によって、プローブデータの取得頻度は1秒から数分間隔と様々である(表2.1)。それらデータは、同一区間の走行であってもデータ取得ができていない交差点間隔(以後、リンク)は推計値となり、結果として、旅行速度・旅行時間データの精度は異なることが想定される。

ここでは、図3.3のように1秒間隔で取得したプ

ローブデータから3~90秒間隔のデータを生成し、1秒間のデータを真値と仮定したとき、その他の取得間隔のデータに生じる誤差について検証する。

分析対象データは、平成4年11月2日~12月22日、名古屋市において調査車両を用いて取得したデータ(表3.2,図3.4)とする。また、データ精度は1秒間隔のデータから算定される旅行時間に対する誤差を誤差率(式(2))として示す。

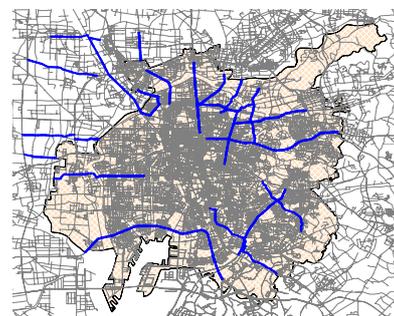


マップマッチングの方法については参考文献6,7を参照

図3.3 分析の手順

表3.2 データの概要

調査期間	H14.11.2~12.22
調査時間帯	7~18時台
サンプル数	5サンプル/上下・時間帯
データ取得間隔	1秒
利用機器,台数	・カーナビ:5台 ・GPS:10台



備考:太線が計測路線(21路線・61センサス区間)

図3.4 データ取得箇所

$$\text{誤差率: } Er^i = \frac{t_N^i - t_1^i}{t_1^i} \quad \dots \quad \text{式(2)}$$

Er^i : 誤差率

t_N^i : データ取得N秒間隔の区間iの旅行時間

t_1^i : データ取得1秒間隔の区間iの旅行時間

(2) 分析

分析は、リンク別旅行時間とセンサス区間別旅行時間に分けて、データ精度の視点から必要となる取得間隔の検討を行った。

1) リンク(交差点)間隔での検証

図3.5は式(2)より算定した誤差率とリンク数の構

成比をグラフ化したものである。取得間隔が粗くなるにつれ、データ精度が低くなっていく様子が伺える。具体的には、3 秒の取得間隔でも、全リンクの約 3 割にて 10%以上の誤差が生じ、90 秒では、約 8 割にて 10%以上の誤差が発生していた。また、延長が短いリンクにおいて誤差率が大きくなる傾向があった(図 3.6)。これは、取得間隔を長くすると短いリンク上にはデータが取得できず、当該リンクが推計値となることが影響していると考えられる。つまり、リンク内の車両挙動が捉えられなかった結果、実際よりも速く、または遅い旅行時間が推計されたと考えられる。そこで、リンクを対象とした場合は 1 秒間隔の取得間隔が適切と考えられる。

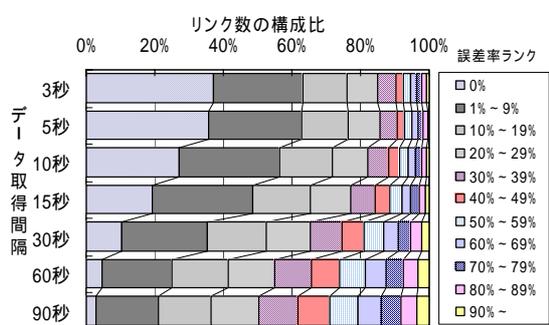


図 3.5 データ取得間隔別誤差率ランク別リンク数比率

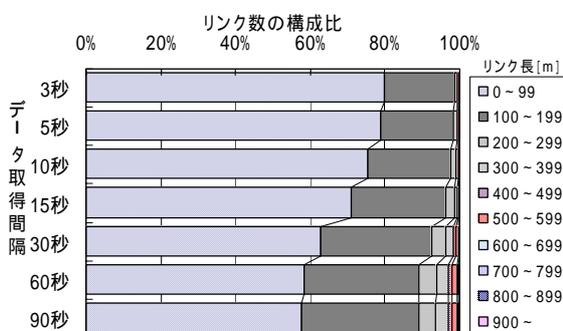


図 3.6 誤差率が 10%以上であるリンク延長別累積リンク数比率

2) センサス区間間隔での検証

センサス区間は、リンクより延長が長い(名古屋市のセンサス区間：平均 2.3km)ため、取得間隔が長くてもデータ精度への影響がリンク間隔の場合より小さい(図 3.7)。これはセンサス区間内に数ポイントのデータが取得できているために、(1)のリンクの時のような現象が発生しないためと考えられる。そこで、センサス区間では、30 秒間隔の取得間隔であれば、十分な精度を維持することが確認できた。

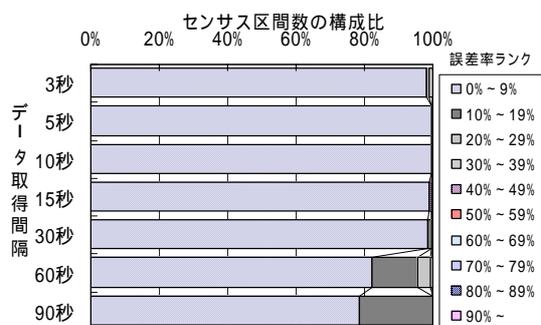


図 3.7 誤差率ランク別累積センサス区間数比率

5. おわりに

本研究では、実際のプローブデータからの分析を通じて、限定的な区間ではあるが、旅行時間、渋滞損失時間への影響度合いの確認を行うことができた。得られた知見は次の通りである。

車種の走行特性の違いが渋滞損失時間の算定に与える影響は、バスとタクシーの比較では、バスの方が 15% 少なく算定された。また、相対的には走行性がよい(平均的な旅行速度が高い)郊外は車種による算定結果の差が小さく、走行性が低い(平均的な旅行速度が低い)都心などの渋滞区間では大きい傾向にあった。データ取得頻度は、算定対象となる集計区間単位の違いにより旅行時間の計測に影響を与える。データ精度の観点からは、リンクでは 1 秒間隔、センサス区間では 30 秒間隔の取得頻度が必要である。

データ取得・費用の効率化、低減化を考慮すると、知見で得られたように算定結果に相違があるものの、民間事業者が取得している各種プローブデータを活用する意義は大きい。そこで今後、さらなる多くの地域、区間での分析を進めると共に、データクレンジング、補正方法等といった継続的な検討が必要と考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省：平成 15 年度道路行政の業績計画書,2003 年 7 月
- 2) 国土交通省：平成 15 年度道路行政の達成度報告書/平成 16 年度道路行政の業績計画書,2004 年 6 月
- 3) <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/sensas/2nd/s2.pdf>
- 4) 中嶋, 牧村：タクシープローブデータを用いた道路時刻表の高度化に関する検討,土木計画学研究・講演集 vol.29(春大会),2004.6
- 5) 牧村, 坂井：プローブデータを用いた渋滞損失量の数値化に関する基礎的研究,土木計画学研究・講演集 vol.27(春大会),2002.6
- 6) K.Makimura, Y.Nakajima et al, Performance Indicator Measurement Using Car Navigation Systems, Presented on the 81th Transportation Research Board, Washington DC, 2002
- 7) 田中, 佐藤, 中嶋, 牧村：プローブカーを用いたリアルタイム道路交通情報提供システムに関する研究, 第 21 回交通工学研究発表会論文集, 平成 14 年 11 月