

# タクシー配車データのプローブデータとしての活用に関する基礎的な分析\*

## Preliminary Analysis on Taxi Dispatching Data as Potential Probe Data\*

山本俊行\*\*・劉鏞\*\*\*

By Toshiyuki YAMAMOTO\*\*・Kai LIU\*\*\*

### 1. はじめに

プローブカーはITSを用いた交通状態の観測手段として非常に有効であると考えられており、我が国でもいくつかの実験的な取り組みが続けられている。しかしながら、一部の実験で行われているような、1日のトリップの履歴を夜になってからセンターに集約する方法では、プローブカーから得られる情報をリアルタイムに交通制御や情報提供に活用することが出来ない。リアルタイムな活用を念頭に置いた場合、プローブカーの自車位置等の情報は、リアルタイムにセンターに送信する必要がある。我が国では、DoPa等による通信が用いられているものの、通信費用が高くなるという問題がある。

このような問題に対して、車両の挙動を自車内で処理した上で、必要な情報のみセンターに送信する仕組みについて提案されている。ただし、この方法では情報を処理できる能力を持った車載器を用いる必要がある。

一方で、配車システム等を導入済みの運送会社やタクシー会社で車両から時々刻々とセンターに送信されている情報をプローブカーとして活用することが出来れば、通信費用を抑えつつプローブ情報を大量に収集することが可能となる。ただし、配車システム等では、情報として自車位置のみが用いられることが多く、速度や加速度、進行方向等の情報は取得出来ないことが多い。また、プローブ情報取得を目的としたシステムに比べて通信頻度が低く、情報の精度に問題を生じる可能性がある。

本研究では、配車システムで用いられるプローブ情報がどの程度の精度を持つかを明らかにすること

を目的とした分析を行う。その際、精度の比較対象として、プローブ情報の取得のための車載器から得られた情報を用いる。

### 2. データの概要

本研究では、配車システムで用いられるデータとして、名古屋市のつばめタクシーの配車システムで収集されている車両位置データ（以下ではタクシーデータと呼ぶ）を分析する。つばめタクシーでは、時間周期50秒及び距離周期（空車時300m、実車時2km）のそれぞれの周期で各約250台の車両の挙動を観測し、配車の効率化に使用している。提供を受けたデータの対象期間は2003年7月から2004年5月である。

一方、配車システムで用いられるデータの比較対象として、インターネットITS協議会によって収集されたプローブカー情報（以下ではプローブデータと呼ぶ）を用いる。プローブ情報は、名古屋市内の約1500台のタクシー車両に搭載された車載器から得られた情報であり、多くの車両ではイベントベースによる通信方式を採用している。イベントの構成比率は、SS（車両発進時）、ST（車両停止時）、距離周期（300m 走行までに他のイベントが発生しなかった場合）がそれぞれ3分の1ずつを占めている。ただし、2002年度には通信タイミングの変化が情報精度に及ぼす影響を分析することを目的として、一部の車両について、距離周期及び時間周期（通常は550秒）を変更している。

### 3. 通信頻度による影響

ここでは、プローブデータを対象として、距離周期が50mに変更された車両100台による1427トリップ、および、時間周期が5秒に変更された車両10台に

\*キーワード：ITS，プローブカー

\*\*正員，博(工)，名古屋大学大学院工学研究科  
(愛知県名古屋市千種区不老町，TEL:052-789-4636，  
E-mail:yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp)

\*\*\*学生員，修(工)，名古屋大学大学院工学研究科

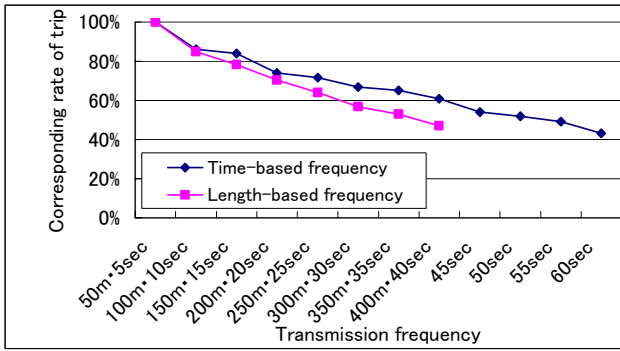


図-1 経路一致率

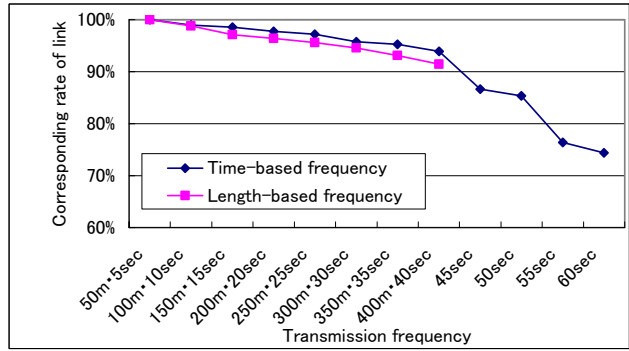


図-2 リンク一致率（距離）

よる181トリップのデータを用いた分析を行う<sup>1)</sup>。マップマッチングの結果はマップマッチングのアルゴリズムに依存すると考えられるが、本研究では、三輪ら<sup>2)</sup>で提案されたアルゴリズムを用いる。

はじめに、5秒周期及び50m 周期のデータから得られたトリップに関する情報を真値とみなし、当該データを構成する連続した位置情報を間引くことで、通信頻度が低減した場合のデータを再現した。通信頻度低減時の模擬データから得られたトリップに関する情報を5秒周期及び50m 周期の情報と比較することによって情報精度に及ぼす影響について分析する。本稿では、走行経路の一致性を情報精度の指標として用いた。

出発地点から到着地点までの一連の経路の一致率、リンク単位の一一致率（距離）を図-1および図-2に示す。図より、距離周期、および、時間周期のいずれの場合にも、通信頻度が低下するほど一致率が低下することが分かる。リンク単位で見た場合、35秒、250m を超えたところで95%の一致率を下回っており、これらの通信頻度のプローブ情報を用いる場合には注意が必要であることが示唆される。本研究で分析対象とするタクシーデータは時間周期が50秒となっており、プローブ情報として活用する場合には注意が必要であると考えられる。一方、距離周期については、空車時は300m であるものの、交通状況をよりよく反映していると考えられる実車時は2km 周期となっており、プローブ情報としてはほとんど活用できないと考えられる。

#### 4. 通信エラー率

プローブデータは、DoPa を用いた通信によって、

表-1 通信エラー率

	プローブデータ		タクシーデータ	
	タイプ I	タイプ II	時間周期	距離周期
実車時	1.18%	0.02%	14.31%	36.80%
全データ	3.73%	0.12%	28.97%	68.06%
車両台数	925	649	257	249

情報がセンターに送信されるため、通信エラーが非常に少ない。一方で、タクシーデータはアナログ無線によってセンターに自車位置を送信しているが、タクシーアナログ無線の特徴として、通信エラーの割合が高くなるという問題がある。これは、車両が基地局に電波の届く地域の外に出てしまうこと、車両が建物の影に入ってしまう基地局に電波が届かないことによるもの、および、複数の車両から同時に基地局に送信した場合に輻輳により基地局が受信できない等の理由による。ただし、時間周期でデータを収集している車両については送信タイミングの設定により基地局が各車両と順番に通信する形となるため、輻輳による影響は少ない。

プローブデータとタクシーデータで通信エラー率を比較した結果を表-1に示す。表中では、プローブデータについて、タイプ I とタイプ II という2つに分割して、通信エラー率が掲載されている。これは、プローブデータの車載器には、車載カーナビと接続されており、GPS から取得した自車位置をカーナビの地図を用いて補正した結果をセンターに送信するもの（タイプ II）と GPS から取得した自車位置をそのままセンターに送信するもの（タイプ I）があるためである。GPS による自車位置の捕捉の際に GPS エラーが発生する可能性があるが、表-1 では、GPS エラーも通信エラーに含まれている。タイプ II においては、カーナビにより自車位置を補正することにより、GPS エラーに起因する通信エラーを回避

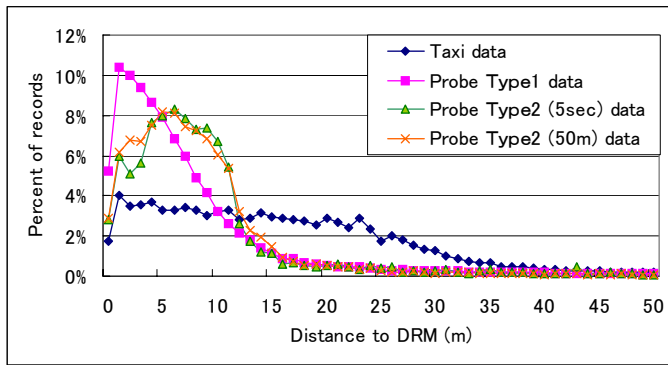


図-3 GPS 位置特定誤差の分布

することが可能である。

表より、プローブデータのタイプ I とタイプ II では、いずれもエラー率は低いものの、タイプ II の方がタイプ I よりも低くなっており、タイプ I における GPS エラーの存在が考えられる。タクシーデータについては、時間周期、距離周期ともにプローブデータと比べてエラー率が非常に高く、時間周期に関しては、プローブデータのタイプ I に比べても実車時には 10 倍以上のエラー率となっている。また、距離周期については、タクシーデータの時間周期に比べても、輻輳によってよりエラー率が高くなること分かる。これらの結果より、タクシーデータをプローブ情報として用いる場合には時間周期でデータを収集することが望ましいことが分かる。

## 5. GPS 位置特定誤差

センターとうまく通信できたとしても、センターに送信された位置情報の精度によって、マップマッチングの精度は大きな影響を受けると考えられる。ここでは、プローブデータとタクシーデータの GPS 位置特定精度の比較を行う。ただし、得られたデータからは、真の車両位置は不明である。本稿では、マップマッチングを行った DRM リンクと GPS による緯度経度が示す点との距離を位置特定誤差とし、プローブデータとタクシーデータの比較を行った。

位置特定誤差の分布を図-3 に示す。図より明らかにタクシーデータはプローブデータに比べて位置特定誤差が大きく、平均ではタクシーデータは 18.99m とプローブデータ (タイプ I) の 9.88m に比べて倍程度の誤差があることが分かる。これより、一般の配車システムで用いられている GPS の精度はプロ

表-2 観測トリップ数

	OD リスト	マップマッチ	同一トリップ
プローブデータ	5578	5382 (96%)	4097
タクシーデータ	6133	5198 (85%)	

ブ情報の収集のために特別に作成された車載器の GPS の精度よりも低く、通信頻度以外の要因によってもマップマッチングの際に実際とは異なるリンクにマッチングされる可能性があることが考えられる。

また、プローブデータのタイプ II を見ると、分布の形状がタイプ I とは異なっており、6m ぐらいの誤差の地点で最大値を取っていることが分かる。これは、マップマッチングに用いた DRM ネットワークのリンク位置と、車載カーナビが使用しているネットワークのリンク位置がずれていることが原因であると考えられる。ただし、3 章での分析にはタイプ II のデータを使用しており、この程度のずれではマップマッチングに対する影響が少ないことを確認している。

## 6. マップマッチング経路の比較

以上のプローブデータとタクシーデータの相違を念頭においた上で、両データからマップマッチングされた経路による情報精度の比較を行う。タクシーデータが得られている車両のうち、時間周期の 6 台の車両からは、タクシーデータとプローブデータ (タイプ I) が同時に取得されており、同一のトリップについてのデータ取得方式の違いによる比較が可能となっている。この時期のタイプ I データの通信設定は、SS、ST 等のイベントは削除されており 300m 周期のみの通信となっている。タクシーデータが 50 秒周期で通信されていることと比較すると、3 章の図-2 の結果より、プローブデータの方が情報の精度が高いと考えられる。

タクシーデータ及びプローブデータそれぞれを用いてマップマッチングを行った結果を表-2 に示す。表より、OD リスト作成の段階ではタクシーデータの方が多くのトリップを捕捉しているのに対して、マップマッチ後では、プローブデータの方がトリップ数が多くなっている。これは、始めにトリップの OD を確定する際に 3 回連続 GPS エラーがある

表-3 マップマッチング一致率および送信頻度

経路一致率	50.9%
リンク一致率(リンク数)	90.6%
リンク一致率(距離)	91.0%
一致リンク上のデータ送信頻度	94.8%

場合は前後でトリップを分割したり、マップマッチ時にデータ送信間隔が4回未満の場合やデータ送信間隔が1km以上を含むトリップを削除するなど、アルゴリズム上の取り扱いが影響していると考えられる。以降では、両方で同一ODを持つトリップが観測できた4097トリップについて、マッチングされた経路の比較を行う。

はじめに、経路単位およびリンク単位(リンク数および距離)での一致性について表-3に示す。表より、経路が完全に一致しているトリップは50.9%に留まっており、約半分のトリップについては得られる経路情報は異なったものとなることが示された。ただし、リンク単位での比較結果からは、90%以上のリンクで一致しており、リンク単位での所要時間の観測としての利用にはそれほど問題がないものと考えられる。また、一致したリンク上でのデータ送信頻度についても、タクシーデータはプローブデータの約95%となっており、これから算出される速度情報についても情報精度の低下は少ないと考えられる。

マップマッチングの精度は、通信頻度、GPS位置特定精度の他に、ネットワークの特性によっても大きく影響を受けると考えられる。そこで、上記でマップマッチングされたトリップについて、パーソントリップの小ゾーン単位でゾーン内のネットワーク密度(km/km<sup>2</sup>)を計算し、各リンクの存在する小ゾーンのネットワーク密度毎にマップマッチングの結果を比較した。ここでは、プローブデータがマッチングしたリンクを真のリンクとし、プローブデータがマッチングしたリンクのネットワーク密度を基準として比較を行った。結果を図-4に示す。図より、ネットワーク密度が5 km/km<sup>2</sup>以下の郊外部においては、リンクの不一致率は小さいものの、ネットワーク密度が5 km/km<sup>2</sup>以上の場合には、密度による影響をそれほど受けない結果となった。この結果より、特に郊外部では、タクシーデータの活用に問題が少ないと考えられる。

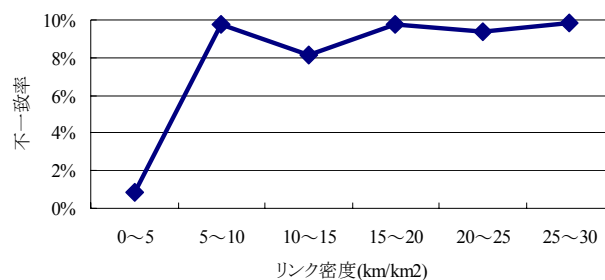


図-4 リンク密度別リンク不一致率(リンク数)

## 7. おわりに

本研究では、タクシー配車データのプローブデータとしての活用可能性を探るため、タクシー配車データとインターネットITS協議会で収集したプローブデータとの比較分析を行った。タクシー配車データには通信エラーやGPS位置特定誤差が大きい等の問題があるものの、これらの点に注意すればプローブデータとしての活用が可能であると考えられる。

現在、タクシー無線はアナログからデジタルへの転換期にあり、名古屋地域においてもデジタル無線への転換が進んでいる。デジタル無線は通信エラーが少ない、通信効率がよい、エリア毎に通信頻度を設定できる、等のプローブデータとして望ましい特長を持っている。今後は、タクシーデジタル無線を用いた場合の情報精度についても検討を進める予定である。

## 参考文献

- 1) Liu, K. and Yamamoto, T.: An analysis on accuracy of reproduced route and speed by transmitted data at different frequency from probe vehicle, Infrastructure Planning Review, Vol. 22, 2005 (Under review).
- 2) 三輪富生, 境隆晃, 森川高行: プローブカーデータを用いた経路特定手法と旅行時間推定に関する研究, 第2回ITSシンポジウムプロシーディング, pp. 277-282, 2003.