

## プローブデータに基づく交通状況の予測

牧村和彦\*

本稿では、プローブデータの現状及び動向を整理し、履歴情報を活用したデモシステムの構築とその有用性を考察した。また、今後の課題について実データの分析を通して考察した。交通状況の予測分野の発展には非定常時の予測が課題であり、非定常時の規制情報とプローブデータを統合することで、非定常時の交通規制が交通に及ぼす影響を詳細に分析可能であることを実証した。また、予測精度の向上のためにはプローブデータの収集が課題であり、プローブデータ単独でのデータ収集の限界を実データより検証し、履歴データや他データとの組み合わせが重要であることを指摘した。

### Forecasting Traffic Conditions Based on Probe Data

Kazuhiko MAKIMURA\*

This paper reviews the current state and latest trends in probe data, and considers development of a demo system utilizing historical information and its usability. It also presents observations concerning issues for the future based on analysis of real-world data. For the field of traffic condition forecasting to further advance, how to forecast at the time of irregular situations remains our challenge. By integrating probe data with information on regulatory control associated with irregular situations, the author demonstrates that it is possible to conduct a detailed analysis of the impact that such regulatory control may have on traffic. Also, for bettering forecast accuracy, the author, using real-world data, shows that gathering a large volume of data is necessary and that probe data alone is not good enough but it should be combined with historical and other data.

#### 1. はじめに

IT (情報技術) の進展により、位置計測技術や移動環境計測技術、生体環境計測技術の向上はめざましく、これら技術を活用したさまざまな移動体観測技術が開発、実用化されている (Fig.1)。

位置計測技術の代表例にはGPSやPHS、カーナビ、電波タグ等があり、車両の位置や走行経路が観測できる。車両内や専用デバイスからは、例えば走行速

度、前後、左右の加速度や角速度情報、ハンドブレーキやウィンカー情報、ドアの開閉などの情報が収集されれば、車両の詳細な挙動が観測できる可能性が高く、これら情報を用いた車両挙動の再現が実用化され始めている。

また、ワイパー、ABS、外気温計、レーザー、画像等の情報から車両の周辺環境や路面状況など、道路の周辺環境を観測できる可能性も高く、現在さまざまな実証実験や研究開発が進められている。

本稿ではこのような背景を踏まえ、プローブデータに基づく交通状況、特に旅行時間の予測に着目し、その可能性と課題について論じてみたい。まずプローブによる観測技術の海外およびわが国での動向を

\* 計量計画研究所研究部交通研究室室長  
Director, Transport Research Division,  
The Institute of Behavioral Sciences  
原稿受理2006年2月2日

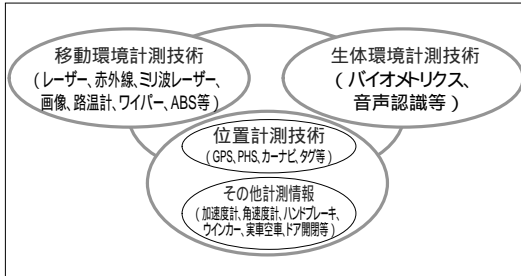


Fig. 1 移動体観測技術の体系

概観し(2章)、プローブデータの特徴について整理した後(3章)、4章では実例も交えプローブデータに基づく予測の可能性と今後の課題について考察する。

## 2. プローブによる観測技術と活用

### 2-1 海外における動向

海外ではプローブカー<sup>\*1</sup>から観測される位置情報や走行距離情報を利用し、旅行時間情報の提供やロードプライシングに代表される都市交通管理の実施や評価、業績評価への適用、旅行速度調査やOD調査への活用の試みなど、さまざまな取り組みが行われている。

プローブカーデータを用いた旅行時間情報提供は、例えば1995年からテキサス州交通省によりサンアントニオ都市圏で実施されている<sup>1)</sup>。タグと無線通信による簡易な方法により、約8万人のボランティアの走行情報を車線毎に収集し、ウェブ等で渋滞状況や旅行時間情報を提供している。近年は有料道路の課金用のタグの情報を収集し、都市圏内の渋滞状況や旅行時間情報を提供するサービスも開始されている(例えば、サンフランシスコやシカゴ、オーランド<sup>2)</sup>)。

また、携帯電話の基地局情報を用いたプローブの実証実験が各地で実施および予定されている。ポルチモアでは、メリーランド州関連政府や民間企業、携帯電話メーカー等のコンソーシアムにより2004年9月～2006年9月の2年間、プローブ情報に関する官民のビジネスモデルの構築を目的とした社会実験が進められている<sup>3)</sup>。ドライバーは携帯電話の電源を入れておくだけでよく、携帯電話の基地局情報

から車両毎の旅行時間を割り出し、現在は5分毎の旅行者情報提供が可能となっている。ジョージア州をはじめ他地域への展開が計画されている<sup>4)</sup>。

欧州では、プローブカーデータを用いた旅行時間情報提供が、民間ビジネスやPPP(Public Private Partnership)のビジネスとしてドイツ、フランス、英国等で進められている。これら実用化されたビジネスの多くは、タクシーやトラックの運行管理として利用されている情報を旅行時間情報として活用している点が興味深い。英国交通省では、民間企業(IT IS社)が保有する5万台のプローブカーデータの購入契約をしており、交通省やHA(ハイウェイエージェンシー)、ロンドン交通がデータを利用している<sup>5)</sup>。

ドイツでは、総合的な交通マネジメントを行うセンターの設立、運用についてのプロジェクトが大都市圏を中心に進められ、センターではプローブカーデータを活用している例が多くみられる。例えばベルリンでは、交通管制を行わない、データ収集、加工、提供を行う組織(ベルリンVMZ社)を設立し、2000年12月から本格運営を行っている。設立の経緯については中村<sup>6)</sup>が紹介しており本稿では詳しく触れないが、ベルリン州が初期投資として1,350万ユーロ(約19億円)設立当初4年間に250万ユーロ(約3.5億円)を補助し、ダイムラー・クライスラーとシーメンスの二社に運営を委託し、ベルリン交通マネジメントセンター(VMZ Berlin)を運営している。10年後の2010年には資産はベルリン州に引き渡される契約となっている。ベルリンにおけるPPPによるビジネスモデルのメリットとしては、ベルリン州は、データ収集から提供までの業務を民間委託することにより無償で道路、公共交通、空港等の総合的な交通データを入手することができる。また民間企業は、さまざまな交通データを組み合わせたビジネスの創出とそのノウハウの構築が期待でき、双方によってメリットが生まれる点にあると考えられる。

### 2-2 わが国の民間における動向

わが国の民間企業では、位置情報と車両内の情報を組み合わせた商用サービスが既に数多く実用化されている。例えば、運送業者では加速度情報を用いドライバーの安全運転診断を行い、交通事故の防止に活用しており、また、ドライバー自身の業績評価として活用し、事故時のデータをレコーダーに記録し、事故分析や安全運転教育等に活用している企業が普及し始めている(例えばデータテック<sup>7)</sup>)。ド

\* 1 米国やわが国ではプローブカー(Probe Car)と呼び、欧州ではフローティングカー(Floating Car)と呼ぶ。トラックやタクシー等の他の車両も含める場合にはプローブビークル(Probe Vehicle)と使い分ける場合もある。

ライバーの走行状態からリアルタイムに燃料消費状況をドライバーに表示し、ドライバーの省燃費運転を支援するサービスなども実用化している（例えばいすゞ自動車<sup>8)</sup>）。

バスやタクシー、運送業者では、位置情報と運行状況の情報等を用いて自社の運行管理として活用している。例えば東京空港交通では、2001年1月より、成田空港・羽田空港発着の全路線・全便を対象に、GPSを用いた運行管理システムを導入している。自社をプローブカーとして利用し、既存情報やドライバーからの情報をもとに道路状況をリアルタイムに把握し、リムジンバスの運行管理に利用している。また、利用者に対するサービスとして成田空港や羽田空港から主要目的地間の旅行時間をウェブや携帯電話で情報提供している点は興味深い<sup>9)</sup>。

自動車メーカーでは車両の走行履歴情報から自社のユーザーサービスとして渋滞状況や旅行時間を独自に提供するサービス(ホンダ<sup>10)</sup>)や走行距離に応じた保険制度が実施され始めている（例えば、あいおい損保とトヨタ自動車<sup>11)</sup>）。産業界が中心になり進められているインターネットITS推進協議会では、インターネット技術(モバイルIPv6)をベースにプローブカーデータを用いたビジネスモデルを構築するため、さまざまな実証実験が行われている<sup>12)</sup>。産官学の連携によるP DRGSコンソーシアムでは、2005年6月から「PRONAVI」というマルチモーダルな情報提供のシステムをPC版として被験者に配布し、センターシステムの安定性確認およびPRONAVIユーザビリティの検証等を目的に実証実験を行っている<sup>13)</sup>。PRONAVIはプローブの履歴データやVICSデータを利用し、ダイナミックなルートガイダンスを可能とする先進的な取り組みである。

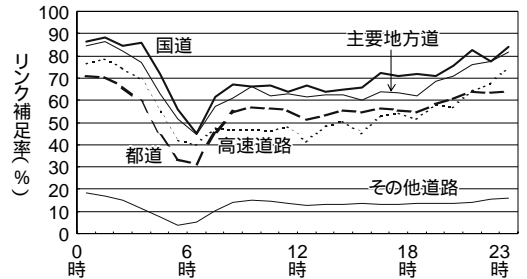
2 - 3 行政における動向

道路行政の分野においては、主に位置情報を活用し全国の渋滞損失計測や事業後の効果計測（主に旅行時間短縮便益の計測）、社会実験の評価に活用されている。また、位置情報を用いた旅行時間の予測や予報の実験(名古屋の高速バス、松山<sup>14)</sup>、金沢)履歴データを用いた路上工事のマネジメントへの適用(名古屋<sup>15)</sup>)、位置情報と前後加速度や角速度情報等を用いたヒヤリハット指標による道路パフォーマンスの計測や評価(名古屋、福岡<sup>16)</sup>)、位置情報と加速度情報を用いた燃料消費量やNOx、SPMの推計(東京<sup>17)</sup>)等、位置情報とその他情報を組み合わせた取り組みが進められている。

Table 1 主要都市のタクシー走行特性

都市	台数	平均走行距離 (km/台/日)	走行道路延長 (km/台/日)
名古屋市	1500	233	209
横浜市	20	212	152
東京23区	20	280	166
高崎市	10	88	58
高知県中村市	5	150	51
福岡市	5	235	132

注) 走行道路延長：タクシーが走行した道路延長。  
出典) IBS作成。



注) 都内20km四方内の道路を対象に2000年5 - 12月のデータ(20台)より算定。  
出典) IBS作成。

Fig. 2 時間帯別道路種類別リンク捕捉率(東京23区、平休計)

需要予測の分野では、プローブカーデータから得られる旅行時間と交通量データを用いてパフォーマンス関数を推計し、利用者均衡配分への適用検討が進められている。

3 . プローブデータの特徴

3 - 1 プローブデータの特徴

移動体観測技術の特徴は、なんと言っても連続的に時空間の移動情報が収集される点であろう。例えばタクシーは24時間さまざまな種類の道路を走行しており、都市部の交通状況を面的にモニタリングするのに適している。Table 1は都市別のタクシーの走行結果をまとめたものである。大都市では、1日当たりの走行距離が200~300kmと長く、高知県中村市(現四万十市)のような地方都市でも150kmを走行している。重複を除き収集された道路の延長(走行道路延長)を集計すると、大都市では平均走行距離の60~90%、地方都市では35%程度となっている(表最右欄)。

東京を例にデータのカバー状況をみると、国道、主要地方道、一般都道といった幹線道路について各時間帯で日中5~7割の道路を捕捉し、幹線道路を中心にさまざまな道路の状況が把握されることがわかる。ここでリンク補足率とは、車両が1回以

上リンクを通過した場合を捕捉リンクとし、捕捉リンク延長を総リンク延長で除した値である。Fig.2は1年間収集された東京タクシー20台の実績である。

このように移動体の観測では、従来の固定地点による点の観測から線や面の観測が可能となる点が大きな特徴である。

### 3 - 2 プローブデータにより把握できる交通データ

プローブデータにより把握できる交通データとしては、車両の位置情報から走行経路、走行距離、交差点間の旅行時間やOD間旅行時間、出発時刻情報や到着時刻情報などが把握可能である。

また、収集されたデータを集計加工することにより、トリップ数、目的地や目的施設情報、利用駐車場、渋滞長や渋滞区間の通過時間、信号待ち回数、渋滞に巻き込まれている時間やその割合、停止している時間やその割合などが把握可能であることが明らかになっている(例えば文献18))。

さらに、車両の前後加速度や左右加速度、角速度等の情報が収集されることで危険挙動(ヒヤリハット)の発生箇所やその時前後の車両挙動が把握可能となりつつある。

## 4 . プローブデータを用いた交通状況の予測と課題

### 4 - 1 プローブデータを用いた交通状況の予測

従来の固定観測型の交通データを用いた交通状況の予測では、維持管理のコストや初期コストの問題、これらコストに伴い提供路線や提供エリアが限定的である点、直接旅行時間は観測できないため占有率や地点速度等から推計することによる予測精度上の問題などを抱えている。一方、プローブデータを用いることで国道や主要な幹線道路にとどまらず、都市圏全体の交通状況や代替路線の交通状況が幅広く収集でき、旅行時間は実測データのため、旅行時間の精度向上も期待できる。

プローブデータを用いた旅行時間の予測に関する代表的な取り組みをTable 2に整理した。東京<sup>19)</sup>や徳島<sup>20)</sup>では履歴データのみを用いた研究や実証実験が行われており、P DRGSコンソーシアムによるプローブの履歴データと他のデータ VICSデータを組み合わせた実証実験、ホンダやベルリンVMZによるプローブのリアルタイムなデータと他のデータを組み合わせた本格運用がなされている(ホンダの取り組みについては本特集を参考にされたい)。ベルリンVMZの場合には、官のトラフィックカウンター(以下トラカン)や自営のトラカンによる情報をプローブデータ(約350台のタクシーと一部路線バス)で補完し、ベルリン都市圏の渋滞状況やマルチモー

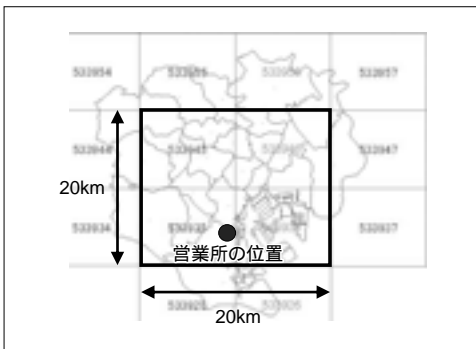
Table 2 プローブを用いた旅行時間予測の代表事例

	利用データ				熟度
	プローブ		トラカン	VICS	
	履歴	リアルタイム			
東京(2002)					研究
徳島(2005)					実証実験
松山(2004)					実証実験
P DRGS(2005)					実証実験
ホンダ(2004)					本格運用
ベルリンVMZ(2004)					本格運用

Table 3 リンク補足率

道路種類	リンク数( )	リンク補足数( )	補足率( / )
一般国道	3,245	3,167	97.6%
主要地方道	7,049	6,760	95.9%
都道府県道	5,693	5,383	94.6%
市町村道他	68,092	37,344	54.8%
計	84,079	52,654	62.6%

注) リンク補足数: 実際のプローブデータよりデータが取得出来ているリンク数。



注) 四角で囲まれた区域が対象エリア。数字はDRM 2次メッシュ番号。

Fig. 3 対象エリア

Table 4 所要時間検索対象道路データの内訳

道路種類	リンク長(km)	リンク数
一般国道	284(284)	3,243(3,245)
主要地方道	553(558)	6,975(7,049)
都道府県道	445(466)	5,548(5,693)
市町村道他	14(-)	83(-)
計	1,296(1,309)	15,848(15,987)

注) ( )内は追加・削除を行う前の値。

ダルな旅行時間情報を提供している。官民連携によるビジネスモデルを構築し、官が保有するデータが提供されることで、少数のプローブデータでのサービスを実現している点は興味深い。

4 - 2 東京地域での取り組み

東京では、タクシー20台の1年間の履歴データを用いて道路時刻表の高度化の可能性を研究し、幹線道路を対象に、季節変動や曜日変動、時間変動や天候条件などを考慮した時刻表の提供を想定したウェブによるデモシステムを2002年に構築している。対象エリアはFig.3であり、システムの構築に必要な、検索用の道路データの作成、時刻表の算定に必要な月、曜日、時間帯といった分割区分について検討している。

具体的には道路データの作成は、タクシーのプローブデータにて取得できている道路の把握、その結果を考慮した道路の抽出、リンクの追加・削除の手順により行った。タクシーの走行実績を道路種類別にみるとTable 3のとおりであり、市町村道が最も補足しているリンク数は多いものの補足率では一番低くなっている。また、時刻表の提供を考えると裏道等が含まれる市町村道は適切でないため90%をカバーしている国道～都道の道路を対象とした。

また、検索のためには道路が繋がっている必要があるため、経路探索の妨げとなる片側または両端が繋がっていないリンクの削除、経路探索に必要なかつ途切れているリンクの追加を行った。その結果、時刻表算定の検索対象リンクデータの内訳はTable 4のようになった。

時刻表の算定・提供するにあたり、季節変動や時間変動が考慮できるように月変動、平土休日の変動、時間変動、五・十日とそれ以外の変動について分析している。また、天候の変動要因として雨量と旅行

速度の関係を分析している。

月別の平均旅行速度の結果では、平均旅行速度は17.4km/h、最大19.5km/h、最小16.1km/hと最大3.4km/hの旅行速度差が生じていた(Fig.4) デモシステムでは、月毎に区分を行った。

五・十日の変動をみると、平日平均旅行速度が16.9km/h、五・十日が16.8km/hで差が生じていなかった。また、土曜日と休日では、土曜日が19.5km/h、休日が19.5km/hとほとんど変化がみられなかった。ただし、時間帯別では、Fig.5のように差が生じていることから五・十日はカテゴリ分けをせず、平土休日別として区分している。

時間帯別旅行速度の変動はFig.5にて示したように各時間帯で大きく異なる。一方、各時間帯のリンク補足率は時間帯により50%を下回る所が存在する。そこで時間帯については、Fig.6のような数時間帯を一つの時間帯とした統合した時間帯区分を設定した(なお、データが蓄積されることで細かな時間区

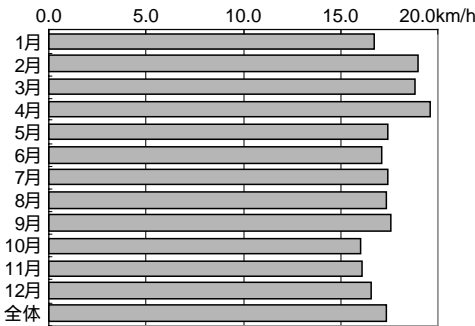


Fig. 4 月別平均旅行速度

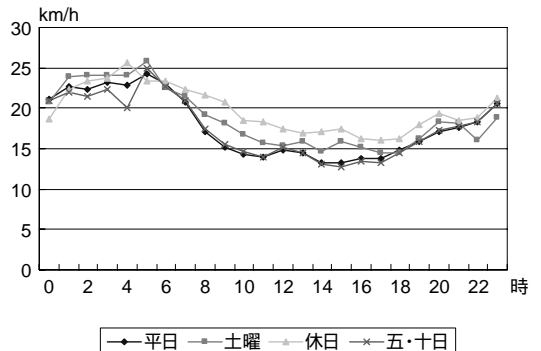


Fig. 5 平土休別五・十日別時間帯別平均旅行速度

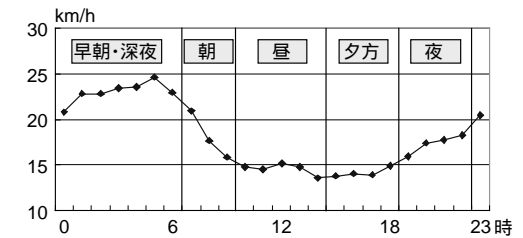


Fig. 6 時間帯の分割区分

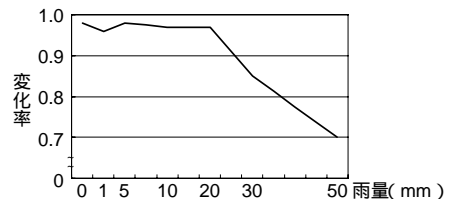


Fig. 7 雨天別の降水量別平均旅行速度変化率

分が可能と考えられる)。

天候による旅行時間の影響を1年間に蓄積されたデータから分析すると、雨量が増加するに従い旅行速度が低減していく傾向がみられた(Fig.7)。また、降雪時は晴天時に比べ1割ほど速度の低下が生じていた。そこで、晴天時に比べた天候の影響を係数にし、雨天0.97、雪0.90と設定を行っている。

ここで、任意OD間の時刻表算定のためには、経路上の全てのリンクに対して旅行時間データが付加されていなければならない。しかし、分析に用いたデータでは、セグメント毎で情報が存在しないリンクが生じている。そのため、メッシュ別の平日休時間帯別道路種類別平均旅行速度を作成し、データ補完を行っている。

これら検討を踏まえ、ウェブによるデモシステムを構築している。システムはロードナビゲータ(仮称)と呼び(Fig.8)画面上の任意のODを指定し、月・曜日・時間帯・天候条件を入力することで最短な旅行時間と目安となる経路が表示可能な仕組みを構築している。この場合、短期的な予報としての利用だけではなく、道路状況が大きく変化しない場合や大規模なイベントが生じない場合には、中期や長期の予報としても利用が可能と考えている。また、データが継続的に収集蓄積されていくことで、データの信頼性が高まることが期待できるシステムである。これらを構築するコストはわずかトラカン1器程度で可能である。

4-3 課題

プローブデータを用いて交通状況の予測をしていく上では、非定常時の予測に関する技術的な課題やデータ収集に関する運用上の課題がある。



Fig.8 道路時刻表の高度化の試作版“ロードナビゲータ(仮称)”の検索結果画面<sup>19)</sup>

本稿でも紹介しているように平常時についての予測手法は既にいくつかの方法が提案され、実証実験や実用化がなされている。しかし、工事や事故発生時の旅行時間の遅延予測については、特に一般道においてはほとんど知見や実証的な研究が蓄積されていない。路上工事や事故は日々さまざまな地域で発生しており、非定常時の交通状況に関する予測が短期的な予測だけではなく、中期的な予測を行う上でも重要な課題である。そのためには、工事や事故等のイベント情報、それに伴う車線閉塞の状況(閉塞車線、閉塞区間)や閉塞開始時刻や終了時刻に関する実績情報と交通状況が分析できるようなデータ整備の環境を構築していくことが急務と考えられる。

名古屋の国道41号で行われた約1ヶ月間の大規模な路上工事实施による交通への影響をプローブデータで分析した結果から、プローブデータと詳細な規制情報をマッチングし解析することで、渋滞が波及した延長やエリア、規制タイプ毎の渋滞の影響が把握可能であることが明らかになっている。Fig.9は規制タイプ毎の旅行速度を分析した結果であり、Fig.10は日中3車線のうち2車線を規制した場合、工事箇所から前後区間の旅行速度の影響を分析した

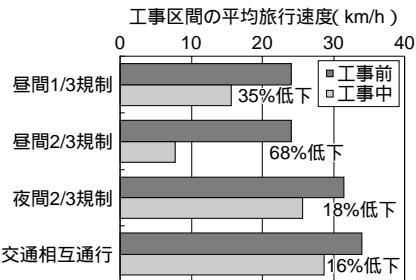


Fig.9 規制タイプ別平均旅行速度

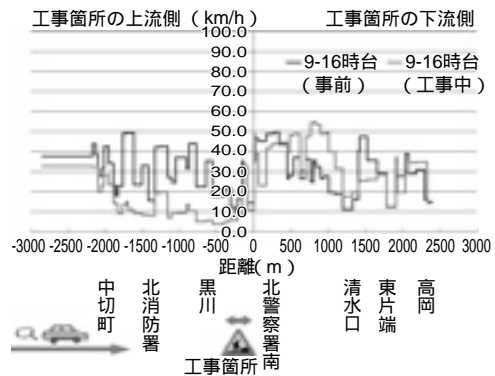


Fig.10 工事規制中の交差点間別旅行速度(日中、2/3車線規制の場合)

結果である。

路上工事は道路管理者だけではなく、ガスや水道、電気などの占用工事も多く実施されること、同一区間での実施も想定されることから、このような知見を数多く蓄積し活用していくことで、規制区間の通過時間の予測精度の向上が期待できる。また、計画者がこのような知見を有し、規制の計画立案や情報提供の計画立案に反映させていくプロセスを繰り返していくことで、効率的かつ効果的な道路交通の運用やマネジメントが実現されていくと考えられる。

次に運用上の課題としては、リアルタイムな交通状況を反映した予測情報の提供を実現するためには、必要となる車種や車両の規模が課題となる。また、蓄積データを活用していく場合には、道路整備により交通状況が変化するため、ベースとなる履歴情報の更新頻度や更新のために蓄積すべき期間、そのためのデータ数が課題となる。

例えばFig.11は、名古屋地域を例にタクシー500台の1日の走行履歴データ(2004年10月4日)から、5分毎にデータが取得されたリンク延長を市内の道路延長で除した割合(本稿では出現率と呼ぶ)を道路種類別に算定した結果である。またFig.12は9:00~

9:05の5分間に収集された道路の状況を図示したものである。出現率はタクシー営業所の分布状況に影響を受けるものの、1日約230kmを走行するタクシー500台規模の車両数の場合、日中市内のわずか5~10%ほどの道路がモニタリングできる程度であることがわかる。市内の幹線道路をリアルタイムでモニタリングするためには、相当数の車両が必要になると想像できる。

このようにプローブデータ単独では、相当数の車両からの収集が必要であること、既に数多くのトラックが都市部を中心に設置されていることを考慮すると、定常的な交通状況を再現したベースデータと非定常時の交通状況をモニタリングするデータの組み合わせをどのようなデータや枠組みで構築していくかが、交通予測が進化していく上で、大きな課題と考えられる。例えば、ベースとなるデータは既に普及しているトラックやタクシー等の商用車による履歴情報から、5分毎の月別曜日別時刻別旅行速度のデータベースを作成し、出発前の計画や移動中のベース情報として活用する。リアルタイムな予測には既設の観測機器のデータやプローブデータ等を利用、補完していくことが交通状況を効率的にかつ精度高く予測していくために有効な方法の一つと考えられる。

5. おわりに

本稿では、プローブデータの現状および動向を整理し、プローブデータを活用した交通状況の予測の現状と今後の課題について検討した。今後の交通状況を取り巻く予測分野の発展には非定常時の予測が課題であり、非定常時の交通規制情報とプローブデータを統合可能とすることで、非定常時の交通規制が交通に及ぼす影響が分析可能であることを実証した。数日後や1週間後といった中期の予報サービスを実現していくためには、中期のODデータを予測する技術開発だけではなく、過去の経験や知見をデータベース化し、予測に反映していくマイニング技術の開発も重要な課題である。また、予測精度の向上のためにはプローブデータの収集が課題であり、現在この部分が大きなボトルネックとなっている。本稿では、プローブデータ単独でのデータ収集の限界を実データより分析し、履歴データや他データとの組み合わせが重要であることを指摘した。

なお、本稿の一部は国土交通省の受託研究の成果によっている。関係各位に謝意を表す。

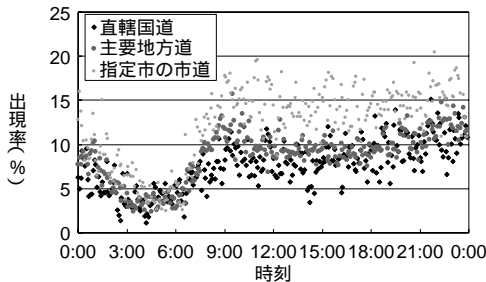


Fig. 11 道路種類別時刻別出現率(名古屋)



Fig. 12 9:00~9:05間に収集された道路の状況

## 参考文献

- 1) <http://www.transguide.dot.state.tx.us/index.php> (テキサス州DOTのHP)
- 2) 牧村和彦「ITSと自動車交通～プローブ情報ビジネスの現状と課題」『運輸と経済』2005年
- 3) ITS TRI - Chapter Meeting, March 22, 2005
- 4) FHWA Published Case Studies of Travel Time Messaging Inside ITS, Vol. 15, No. 24, December 15, 2005
- 5) The Intelligent Highway, Vol. 15, Issue 5, 2004
- 6) 中村英樹「ドイツにおける都市圏総合交通マネジメントセンター設立の動向」『運輸政策研究』Vol. 5, No. 2, 2002年
- 7) データテック社：SR新聞各号 (<http://www.datatec.co.jp/news/srnews.html>)
- 8) いすゞ自動車(株)『環境報告書』2005年
- 9) [http://www.limousinebus.co.jp/index\\_ja.html](http://www.limousinebus.co.jp/index_ja.html) (東京空港(株)の情報提供サイト)
- 10) 本田技研工業(株)：<http://premium.club.jp/PR/> (ホンダのインターナビプレミアムクラブの紹介HP)
- 11) [http://www.iai.sonpo.co.jp/corporate/News/pdf/2004/2004\\_0304PAIDHP.PDF](http://www.iai.sonpo.co.jp/corporate/News/pdf/2004/2004_0304PAIDHP.PDF) (あいおい損保(株)のPAYD(ペイド)記者発表資料)
- 12) <http://www.internetits.org/ja/top.html> (インターネットITS協議会のHP)
- 13) P-DRGSコンソーシアム「大規模実証実験モニター募集記者発表資料」2005年 (<http://www.p-drugs.com/press/050517press.pdf>)
- 14) 川崎洋輔、上林正幸、内藤泰輔、羽藤英二「オンラインプローブパーソン調査による松山都市圏における交通予報の実証研究」『平成16年度四国支部技術研究発表会講演集』2004年
- 15) 高松信治、牧村和彦、三輪富生、森川高行「プローブカーデータを活用した路上工事の影響分析～道路工事マネジメントサイクルの実践と活用に向けて」『交通工学』Vol. 39, No. 4, 2004年
- 16) 福岡国道事務所：記者発表資料、2004年8月19日 (<http://www.fukukoku.go.jp/ir/press.html>)
- 17) 土木学会『土木計画学ワンデーセミナー37～環境とITS』2003年
- 18) 牧村和彦、中嶋康博、佐藤弘子、石田東生「カーナビゲーションシステムを用いた渋滞関連指標に関する基礎的研究」『土木学会論文集』63, pp. 10, 2004年
- 19) 中嶋康博、牧村和彦「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研究」『土木計画学発表講演集』Vol. 29, 2004年
- 20) <http://tokushima.skr.jp/time/> (徳島河川国道事務所のHP、道路の所要時間情報)