

IT を活用した道路政策評価の展望と課題

牧村 和彦* 中嶋 康博* 名倉 俊明** 佐藤 弘子**

By Kazuhiko MAKIMURA, Yasuhiro NAKAJIMA, Toshiaki NAGURA and Hiroko SATO

1. はじめに

2002年8月の社会資本整備審議会基本政策部会
の中間報告¹⁾では、道路整備の目標を道路の整備量
を確保することから質の高い交通サービスを提供す
ることに転換する必要性が叫われ、成果を重視した
評価システムを導入し、重点的に整備する路線を峻
別する必要があると提言している。政府では、交通
サービスの程度を表す客観的な政策評価指標の一つ
として渋滞による経済損失を用いることとしており、
渋滞を表現するアウトカム指標が益々重要となる。

これまで実務で道路計画などに用いられてきた代
表的な渋滞関連指標には、平均旅行速度、渋滞長、
渋滞損失額などがある。平均旅行速度や渋滞長の計
測は人手により行われ、渋滞損失などの経済損失は
シミュレーションにより推計されてきた。しかし人
手による計測の場合にはデータ精度や調査コストな
どの問題があり、シミュレーションの場合には推計
精度の問題がある。

一方、IT(情報技術)の進展により、位置特定技
術の向上や解析技術(移動と滞在の判別技術、経路
特定技術等)が向上し、きめ細かな交通状況が再現
できるようになり、渋滞ポイントの特定、事後評価、
政策評価といった交通計画への適用や旅行者情報提
供や交通需要マネジメントなどの施策への適用、交
通調査への適用などが技術的に可能となりつつある。

そこで本稿では、プローブカーを用いて収集され
るデータの特徴を分析し、政策評価への活用方策に
ついての提案を行うとともに、今後の課題に触れる
こととする。

2. プローブカーデータの特徴

2-1. プローブカーデータ

(1) プローブカーの概念

プローブカー(Probe Car)^{注1)}とは、自動車を移
動体の交通観測モニタリング装置と捉え、きめ細か
な交通流動や交通行動、位置情報、車両挙動さら
には気候や自然に係わる状況をモニタリングする車両
と定義できる(図-1)。一般的な車両(例えば普通
自家用自動車)には数百のセンサーがあり、カーナ
ビゲーションシステム(以下カーナビ)やGPS
(Global Positioning System)から収集される位置
情報と組み合わせることで、車両のきめ細かな挙動
を把握することが可能である。このように収集した
データを蓄積、加工し、交通データベースを構築す
ることで、道路管理者は政策評価や事業評価、交通
調査の高度化等に適用できる。近年プローブカーを
活用した社会実験や実用化事例が多く登場しており
(表-1)、次世代交通データのキラーコンテンツと
して注目されている。

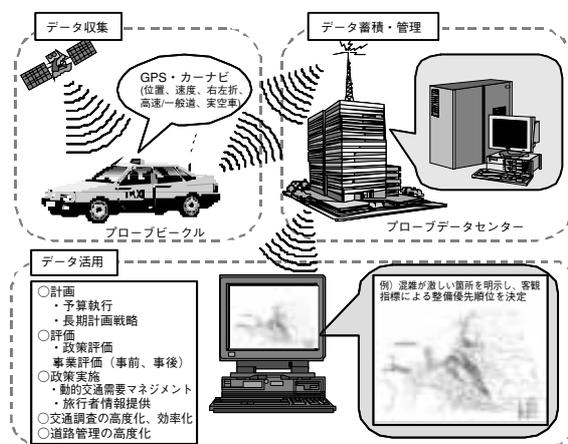


図-1 プローブカーの概念

出典) IBS 作成

表-1 代表的な導入・実験事例

| 目的 | 国名、都市名 | 実施主体 | 台数 | 車載器 | 導入レベル |
|---------|---------|--------------------|----------------------|----------------------------|--------------|
| 旅行者情報提供 | ドイツ | DDG社 (民間) | 10,000 (一般車) | GPS | 本格実施 |
| | シンガポール | 政府 | 7,000 (タクシー) | GPS | 本格実施 |
| | サンアントニオ | 州政府 | 78,000 (一般車) | タグ | 本格実施 |
| | 横浜 | JSK (民間) | 300 (タクシー、バス等) | GPS | 実験 (2001) |
| | 名古屋 | インターネットITS (民間) | 1,500 (タクシー) | GPS | 実験 (2002) |
| 渋滞損失計測 | 日本 | 国土交通省 | 不明 (全国幹線 道路対象) | カーナビ GPS バスロケ PDA | 本格実施 |

出典) 文献2より IBS 加筆

(2) 位置取得デバイスの種類と特徴

位置を取得するデバイスは、カーナビやGPS、携帯電話、PHS、電波タグ等々である(図-2)。カーナビやGPSから収集されるデータは主に、時刻、車両の位置(緯度・経度)、地点速度、方向である。カーナビの場合にはGPSから収集されるデータに加え、ジャイロセンサー^{注2)}を用いた自律航法^{注3)}やマップマッチングをカーナビ内で行っているため、精度の高いデータである。また、地点速度はECUから車速パルス信号^{注4)}を収集し算定している。カーナビはGPSでは把握できない地下道路、トンネル内、高架下、駐車場内などでデータが精度高く収集でき、マルチパスが発生する都市部で精度高く位置情報を得ることができる特徴があり、都市部での正確な渋滞状況や旅行速度を収集する場合に適用性が高い(図-3)。

携帯電話やPHSは、センターとの通信を行う際に、複数のアンテナIDとそれらの電界強度より、

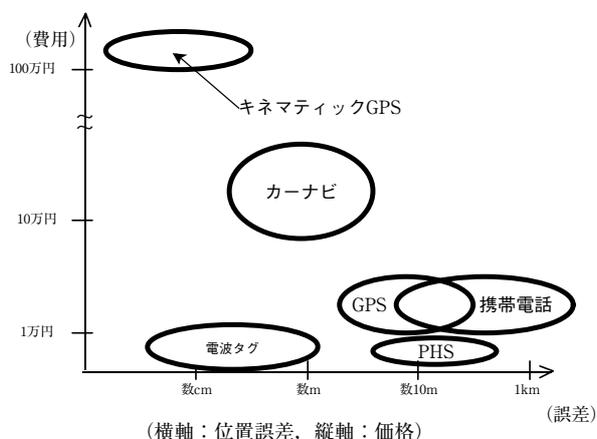
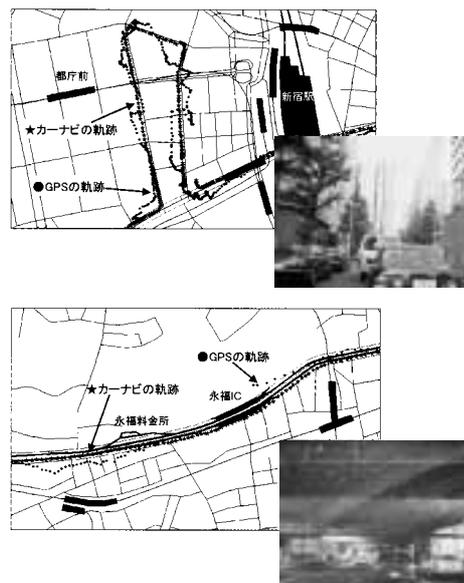


図-2 位置取得デバイスの特徴の概念図

注) 用途に合わせプローブカーとして上図のデバイスが用いられている(国内外) 出典) IBS 作成



(上: 新宿副都心、下: 高架下)

図-3 カーナビデータの特徴

注) GPSのみでは、衛星が捕捉できない高架下やトンネルでは位置が取得できない。また、都市部はマルチパスの影響を受け、路線の特定が難しい。一方カーナビは都市部で精度高くデータを収集できる。 出典) 文献2

位置の把握を行う。PHSの位置特定精度は都心部ではGPSと同程度の精度があるものの、郊外ではGPSやカーナビと比較して低い特徴を持つ。携帯電話はGPS内蔵のものはGPSと同様の特性であるが、GPSが内蔵でないものは、1 km程度の精度である。

2-2. 車両の特性

表-1に示したようにプローブカーとして利用される車両には、タクシー、路線バス、高速バスや長距離バス、トラック、一般車両等々であり、用途により異なる。本稿では渋滞関連の政策指標として活用しているタクシーやバスから収集される特性を整理した。

(1) タクシー³⁾

タクシーは24時間様々な種類の道路を走行している車両であることから、タクシーによるデータ収集は、多様な道路の特性把握が可能である。表-2は都市別のタクシーの走行結果をまとめたものであり、図-4はDRMリンク^{注5)}毎の取得サンプル数を示している(サンプル数の算定方法等は文献4に詳しい)。大都市では、1日当たりの走行距離が200~

300 km と長く、中村のような地方都市でも 150 km を走行している。その中で、道路総延長のうち、実際に走行した道路の延長（リンク捕捉距離）は、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-2 最右欄）。これは、大都市では単位面積における道路密度が高く、走行圏域が広いと多くルートの情報が収集でき、リンク捕捉距離が長くなっている。地方都市では、単位面積における道路密度が低く（つまり、代替経路が少なく）走行圏域が狭い。

次に、東京を例に取り車両が 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リンク捕捉率を用いて、1 年間収集されたデータのカバー状況をみた（図-5）。ここでは東京 23 区をほぼカバーする DRM 2 次メッシュの 20 km 四方内の道路網を対象に算定した。タクシーデータは国道、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 割以上を捕捉している結果が得られ、タクシーの行動圏域が比較的広範囲に広がっていることが分かる。

また、20 km 四方のリンクの時間帯別平均取得サンプル数を図-6 に示した。国道、主要地方道、一般都道では、時間当たり平均 15～30 回程度データが取得できていることが分かる。ただし、高速道路（首都高速含む）やその他道路（細街路）では 7 回前後と相対的に低い。特に渋滞が激しい首都高のデータは日中ほとんど取得されていない。

このようにタクシーは一部の特定路線や地区での取得データが少ないものの、比較的広範囲に一般道を中心にデータが収集できることから、取得したいエリアの大きさを考慮し、エリア内の営業所と配備台数を適切に選定することで、面的な季節変動や月変動、曜日変動や時間変動などのパフォーマンスをモニタリングする場合の適用性が高い車両である。

(2) 路線バス

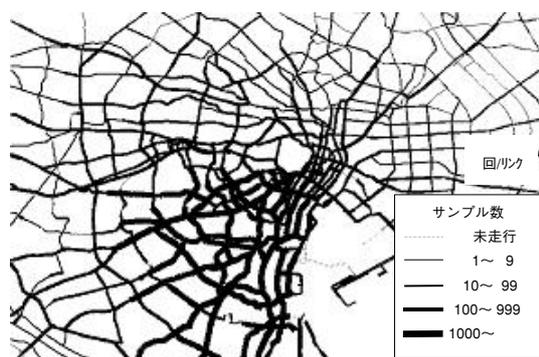
路線バスは決まった路線を決まった時刻で走行している車両であることから、特定路線の旅行時間や変動特性を把握することが可能である。バスロケーションシステム（以下バスロケ）が導入されている都市では、車両毎にバス停通過時刻がセンターに蓄積されており、センターに蓄積されたデータを利用することで、車両毎のバス停間旅行時間の算定が可能である。また、近年普及が進んでいる GPS タイプのバスロケでも同様であり、取得間隔毎の位置

表-2 主要都市のタクシー走行特性

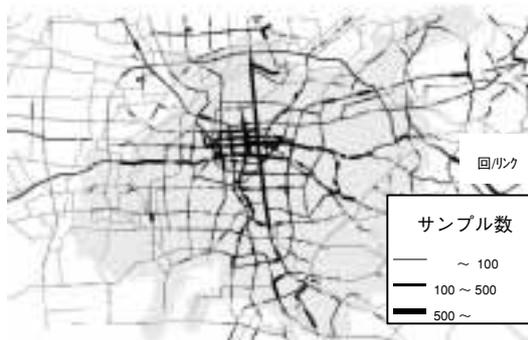
| 都市 | 台数 | 車両 | 平均走行距離 (km/台/日) | リンク捕捉距離 (km/台/日) |
|---------|------|------------------|-----------------|------------------|
| 東京 | 20 | タクシー | 280 | 166 |
| 横浜 | 20 | タクシー | 212 | 152 |
| 名古屋 | 1500 | タクシー | 233 | 209 |
| 中村 (高知) | 5 | タクシー ダイヤモンドバス | 150 | 51 |

注) リンク捕捉距離：道路総延長のうち、実際に走行した道路延長
出典) IBS 作成

<東京 23 区の例 (縦 20 km×横 20 km)>



<名古屋市の例 (縦 30 km×横 30 km)>



<中村市の例 (縦 4 km×横 5 km)>

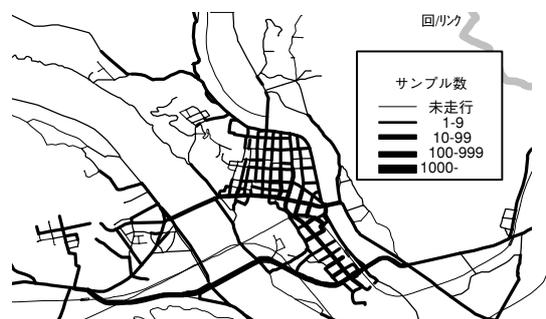


図-4 都市別リンク別データ取得数

出典) IBS 作成

データがセンターに蓄積されており、主要交差点間の旅行時間データを生成できる。車載器や通信コス

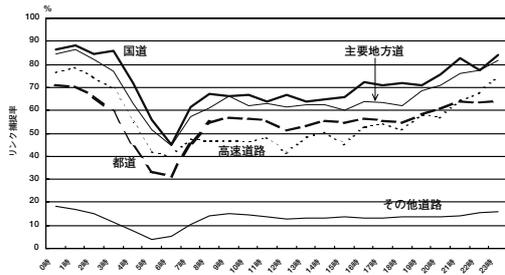


図-5 時間帯別道路種類別捕捉率 (平休計)

注) 都内 20 km 四方内の道路を対象にタクシーの 2000 年 5 - 12 月のデータより算定 出典) IBS 作成

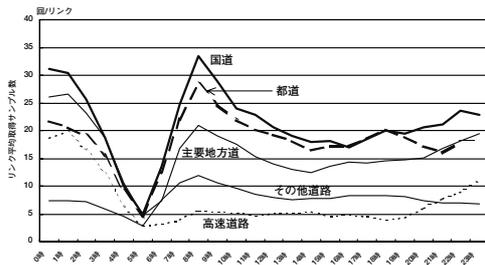


図-6 時間帯別道路種類別平均取得サンプル数 (平休計)

注) 都内 20 km 四方内の道路を対象にタクシー 2000 年 5 - 12 月のデータより算定 出典) IBS 作成

トは全く不要であり、既存バスロケデータを入手し、加工プログラムを開発することで特定路線の旅行時間や変動特性が把握できる。

図-7は横浜市営バスのバスロケデータを用いて km 当たり旅行時間の変動をみたものである。データはある 1 日の 10 時～15 時までの本牧～横浜駅までの走行データである。路線バスは毎日ほぼ同じ時刻を走行するため、いつも同じ時間で通過できる区間なのかそうでない不安定な区間なのかの状況が把握でき、旅行時間の変動特性が一目で理解できる。また、図-8は福岡の路線バスにGPSを搭載して収集された7ヶ月間のデータから、約500m区間毎の時間帯別平均旅行速度の状況を図示したものであり、いつどの区間が渋滞しているかが一目で理解できる(計測やデータ作成については文献5を参照)。

路線バスをプローブカーとして利用するメリットの一つは、短期間に大量のデータが取得できる点がある。1時間に2台のプローブ車両があれば、1ヶ月で平日40サンプルのデータが路線単位で収集できる。年間当たり約500サンプルになる。タクシーの場合、路線単位でこれだけのデータを収集するには相当量のプローブ台数が必要となり、調査したい

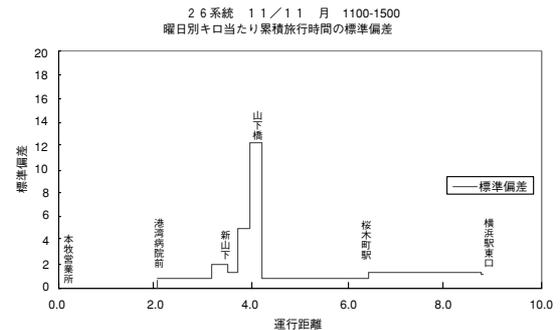


図-7 旅行時間の標準偏差 (横浜)

注) 横浜市営バスデータ (本牧～横浜駅、26系統データの1日の10時～15時の走行データ)よりIBS作成

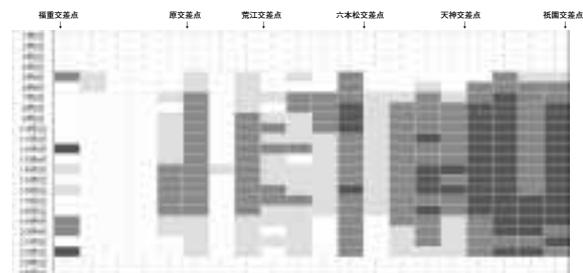


図-8 時間帯別区間別平均旅行速度 (福岡)

注) GPSにより1分毎に収集される路線バスの走行結果よりIBS作成。図はR202号(国体通り平日上り)の祇園～福重交差点の約10km。

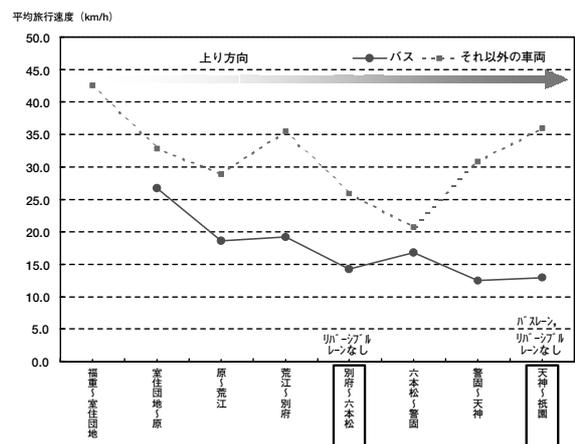


図-9 バスと一般車の旅行時間比較

注) GPSにより1分毎に収集される路線バスとそれ以外(乗用車、トラック)の休日の走行結果よりIBS作成。図は国道202号(国体通り休日上り)の祇園～福重交差点の約10km。図の計測時間帯における福重～天神間はバス専用レーン及びリバーシブルレーン。ただし、別府～六本松間は工事のため、リバーシブルレーンなし。天神～祇園間はバス専用レーン及びリバーシブルレーンなし。

路線が決まっている場合には、バスデータは有効である。ただし、バスは時刻表により運行されている点、バスの乗降の時間が含まれる点、専用レーンなどを走行する場合がある点などに留意が必要である(図-9)。渋滞損失のように数億円という精度でバスの旅行時間を利用する場合や5分単位で旅行時間や予測時間を提供する場合と小数点一桁オーダーで精度が要求される場合の旅行速度調査等、目的に応じてデータを補正し、利用することが重要である。

3. プローブカーを活用した政策評価関連指標の提案

本章では、プローブカーデータを用いたパフォーマンス指標算定方法の提案ならびに東京のタクシーデータを用いた指標の算定を試みた。政策評価関連指標として、本稿では、リンク旅行速度、区間旅行速度、面旅行速度、燃料消費量、渋滞損失時間・損失額の5つの指標について定式化する。

(1) リンク旅行速度

DRMのノード間の平均旅行速度(km/h)及び標準偏差の算定方法を(1)式及び(2)式に示す。ノード間とはDRMの場合には、交差点間を指す。

リンク平均旅行速度；

$$\bar{V}^l = \frac{n \cdot D^l}{\sum_i T_i^l} = \frac{n \cdot D^l}{\sum_i \frac{D^l}{V_i^l}} = \frac{n}{\sum_i \frac{1}{V_i^l}} \quad (1)$$

リンク標準偏差；

$$\sigma^{V^l} = \sqrt{\frac{\sum_i (V_i^l - \bar{V}^l)^2}{n-1}} \quad (2)$$

ここで、 D^l はリンク l の距離(km)、 T_i^l はサンプル i リンク l の旅行時間(hour)、 V_i^l はサンプル i リンク l の旅行速度(km/h)、 n はサンプル数である。

(1)式を用いて国道246号の約2km区間におけるリンク間旅行速度を算定した。データは5月から12月までの8ヶ月間のデータである。図-10は縦軸に時間帯、横軸に区間をとり、旅行速度ランク別に色分けして表示したものである。DRMのリンク間は平均100メートル程度であることから、詳細な旅行速度の状況が把握可能である。

図-10より表参道交差点では、午後2時~6時頃まで渋滞が激しくなっており、青山3丁目交差点や赤坂見附交差点では、日中ずっと混雑していることが分かる。このように、時間帯と交差点間を図-10のように表現することで、いつどの交差点が渋滞しているのかが一目で明らかとなり、渋滞ポイントの特定や交差点改良やTDMなどの実施前後の事業評価などへの適用が可能である。

(2) 区間旅行速度

リンク旅行速度を用いて、特定区間の旅行速度を算定する方法を(3)式及び(4)式に示した。区間で算定することで、センサス区間や路線の平均旅行速度及び標準偏差が算定可能となる。

区間平均旅行速度；

$$\bar{V}^L = \frac{n \cdot D^L}{\sum_i T_i^L} = \frac{n \cdot D^L}{\sum_i \frac{D^L}{V_i^L}} = \frac{n}{\sum_i \frac{1}{V_i^L}} \quad (3)$$

区間標準偏差；

$$\sigma^{V^L} = \sqrt{\frac{\sum_i (V_i^L - \bar{V}^L)^2}{n-1}} \quad (4)$$

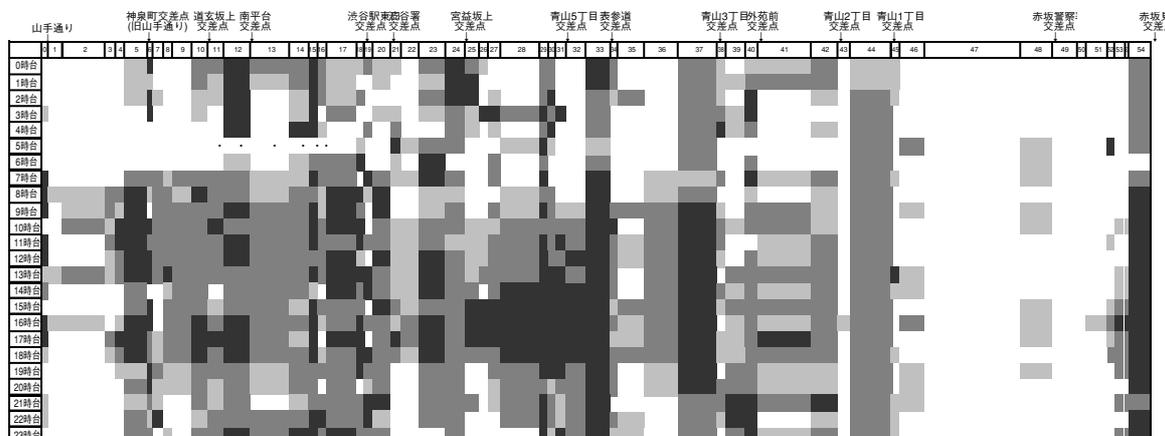


図-10 国道246号の交差点間時間帯別平均旅行速度(旧山手通りから外堀通り間) 出典)文献4

凡例： 10km/h以下, 10~20km/h, 20km/h~30km/h, 30km/h以上

ここで、 D^L は区間 L の距離 (km)、 T_i^L はサンプル i 区間 L の旅行時間 (hour)、 V_i^L はサンプル i 区間 L の旅行速度 (km/h)、 n はサンプル数である。(3)式を用いて放射の幹線道路である目黒通り約 2 km の区間平均旅行速度を算定した。データは 6~8 月までの 3 ヶ月間の 8~10 時台の平日タクシーデータを用いた。結果を図-11 に示した。目黒通り上りの平均旅行速度は 14.3 km/h、下りは 20.3 km/h という結果が得られた。従来のセンサス旅行速度調査では、3 サンプル程度で数キロのセンサス区間の平均旅行速度を算定したものが、プローブデータでは、交差点間で算定でき、どの交差点で走行性が低くなっているかが把握できる。図では目黒通りと都内の重要な環状道路である山手通り等との交差点で著しく旅行速度が低下していることが分かる。

また、人手で計測する場合には、車両にかかる費用、運転手及び計測員の人件費が必要である。一方カーナビ調査の場合には、カーナビ車載器の費用(車載器 1 台約 20 万円)のみである。人手による計測コストは、計測路線延長により大きく変わることとなり、一概にカーナビ調査との比較は難しいが、費用面でもコスト軽減が可能であるといえる。

(3) 面旅行速度

面での旅行速度の算定式を(5)式に示した。面で表現することで区別や地区別(例えば、環状道路内と外、コミュニティゾーン内など)の平均旅行速度として利用できる。

面(メッシュ)平均旅行速度;

$$\bar{V}^M = \frac{\sum_{l=1}^M n^l \cdot D^l}{\sum_{l=1}^M \sum_{i=1}^n T_i^l} \quad (5)$$

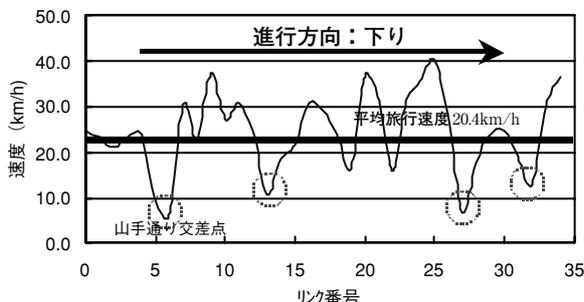


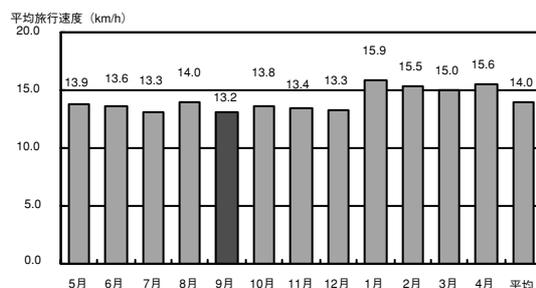
図-11 目黒通りのリンク別平均旅行速度(下り)

注) 既存のセンサス旅行速度では太線の状況しか把握されないが、プローブカー調査より細線のように渋滞ポイントなどが一目で分かる。図はタクシー 3 ヶ月間のデータより IBS 作成

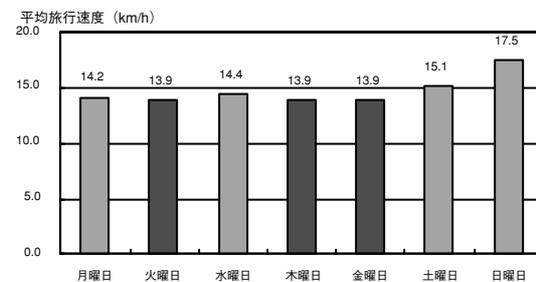
ここで、 D^l はリンク l の距離 (km)、 T_i^l はサンプル i リンク l の旅行時間 (hour)、 n^l はリンク l のサンプル数である。

(5)式を用いて、平成 12 年 5 月~平成 13 年 4 月の 10~18 時台のタクシーデータを用いて、東京 23 区内の 20 km 四方における月別、曜日別、時間帯別の平均旅行速度を図-12 に示した。このように長期間蓄積されたプローブデータを用いることで面的なパフォーマンスモニタリングが可能である。図は 20 km 四方の算定結果の例であるが、区別の旅行速度や区内の生活道路のみの旅行速度や環状道路内と外の算定が可能である。またコミュニティゾーン内といった特定地区の算定も可能であり、面的な政策の評価指標としての利用が期待できる。ただし、タクシーデータを用いる場合には、リンク別サンプ

<月別>



<曜日別>



<時間帯別>

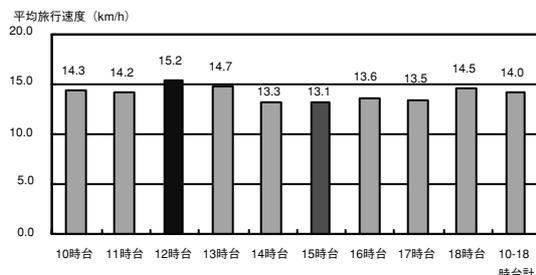


図-12 月別、曜日別、時間帯別の平均旅行速度

注) 東京 23 区の 20 km 四方 1 年間の 10 時~18 時台のタクシー走行データより推計 (出典) IBS 作成

ル数やリンク捕捉状況(特定の道路に偏りがないか)、異常値がないかどうか等を十分確認する必要がある。

(4) 燃料消費量

1秒ごとのカーナビデータを用いて、既存研究⁶⁾で提案された燃料消費量の算定式より燃料消費量(cc)の算定が可能である。算定式を(6)に示した。第1項は走行時間に関する項、第2項は走行距離に関する項、第3項は加速度に関する項の和で表される。**燃料消費量；**

$$Q = 0.3T + 0.028d + 0.056 \sum_{k=1}^K \delta_k (v_k^2 - v_{k-1}^2) \quad (6)$$

ここで、 T は旅行時間(sec)、 d は旅行距離(m)、 v_k は計測サンプル周期 k 毎の車速、 δ_k は計測サンプル周期 k 毎のパラメータで加速時=1、低速・減速時=0、 K は総サンプル数である。(6)式より、東京6月のタクシー20台のデータより燃料消費量の推計を行った。図-13はDRMデータを100m四方に分解し、100m四方毎の時間区間別燃料消費量の推計結果を示している(図はタクシーの走行挙動みから推計)。これによりどの時間帯のどこで多くの燃料が消費されているかが分かると共に、道路の整備効果の指標としても活用可能となる。特に1秒毎の位置データや地点速度データを収集することで、既存の平均速度による排出推計では十分表現できない交差点付近の加減速を加味した排出特性が把握可能となる。

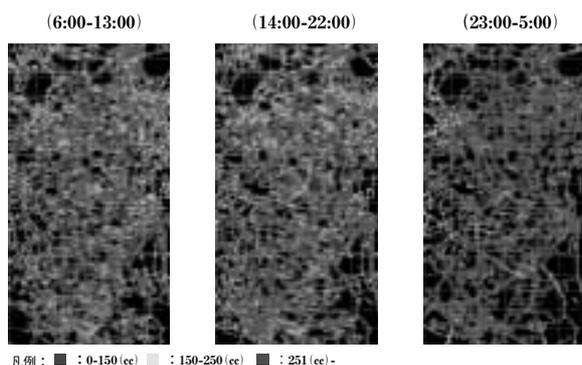


図-13 100mメッシュ時間区間別燃料消費量

出典) 文献4

(5) 渋滞損失時間、損失額

最後に、年間渋滞損失時間の算定方法を(7)、年間渋滞損失額の算定方法を(8)~(10)式に示す。渋滞損失時間や損失額は、リンク、区間、面のいずれの場合も算出可能であり、ここでは年間の算定方法

を示した。

年間渋滞損失時間(分・年)；

$$t_{loss} = \sum_T \sum_i t_{i,T}^{loss-w} \times 243 + \sum_T \sum_i t_{i,T}^{loss-h} \times 122 \quad (7)$$

$$\text{但し、} t_{i,T}^{loss-w} = \bar{t}_{i,T}^{jam-w} - \bar{t}_i^{off-w}, t_{i,T}^{loss-h} = \bar{t}_{i,T}^{jam-h} - \bar{t}_i^{off-h}$$

ここで、 $\bar{t}_{i,T}^{jam-w}$ はT時台の平日におけるリンクiの平均通過所要時間(分)、 $\bar{t}_{i,T}^{jam-h}$ はT時台の休日におけるリンクiの平均通過所要時間(分)、 \bar{t}_i^{off-w} はT時台の平日におけるリンクiのオフピーク平均通過所要時間(分)、 \bar{t}_i^{off-h} はT時台の休日におけるリンクiのオフピーク平均通過所要時間(分)である。

年間渋滞損失額(円・年)；

$$c_{loss} = \sum_T (c_T^{loss-w} + c_T^{loss-h}) \quad (8)$$

平日の時間帯別渋滞損失額；

$$c_T^{loss-w} = \sum_i \sum_m (t_{i,T}^{loss-w} \times Q_{i,T}^{m-w} \times tv^{m-w}) \times 243 \quad (9)$$

休日の時間帯別渋滞損失額；

$$c_T^{loss-h} = \sum_i \sum_m (t_{i,T}^{loss-h} \times Q_{i,T}^{m-h} \times tv^{m-h}) \times 122 \times \gamma^h \quad (10)$$

ここで、 $Q_{i,T}^{m-w}$ はT時台の平日リンクiの車種m交通量(台/h)、 $Q_{i,T}^{m-h}$ はT時台の休日リンクi車種m交通量(台/h)、 $t_{i,T}^{loss-w}$ は平日T時台のリンクiにおける渋滞損失時間(分)、 $t_{i,T}^{loss-h}$ は休日T時台のリンクiにおける渋滞損失時間(分)、 tv^{m-w} は平日車種mの時間価値(円/台・分)、 tv^{m-h} は休日車種mの時間価値(円/台・分)、 γ^h は休日交通係数である。

(7)から(10)式を用いて、東京区部の幹線道路における2000年4月~2001年3月までの1年間の渋滞損失時間及び損失額を算定した。なおここで、オフピークの旅行時間は0時~6時台の平均旅行速度とし、車種別交通量は道路交通センサスの交通量を用いた。また時間価値や休日係数は、参考文献8の我が国の便益計測マニュアルに遵守した方法を採用した。その結果、年間6,751億円の渋滞損失額(首都高除く)という結果が得られた。道路種類別には一般国道1,842億円、主要地方道3,041億円、一般都道1,868億円であった。ここでの算定結果はタクシーのデータが取得されたリンク及び時間帯のみでの推計であり、取得されていない時間帯などの補正を特に行っていない。そのため、結果は過小推計されている点に注意が必要である。取得できないあるいは取得データに偏りがある路線については、セン



図-14 渋滞損失 3D マップ (東京 23 区)

注) 1年間の 1 タクシーによる走行データのみから推計
出典) IBS 作成

バスデータによる補正や他データ (都営バスのバスロケデータ等) による補正などを行い、精度を向上する事が課題である。

首都高中央環状延伸が一般道路に及ぼす実際の効果や今後想定される乗り継ぎ料金制や時間帯別料金制による影響や経済効果といった広域的な評価の指標としての利用が期待される。

4. まとめ

本稿では、プローブカーから得られるデータの車両別の特性について分析を行い、今後の政策評価として適用可能なパフォーマンス指標について、指標の定式化及びタクシーデータを用いた指標算定を試みた。

本稿で得られた成果は以下である。

- 1) タクシーデータは比較的広範囲に様々な道路のデータが収集できることから、面的な季節変動や月変動、曜日変動や時間変動などの道路パフォーマンスをモニタリングする場合の適用性が高い。東京の場合、時間帯別にリンク当たり平均 15~30 サンプルのデータが幹線道路において取得され、また、20 km 四方のエリアにおいて時間帯毎に 5~7 割のリンクをカバーすることが明らかとなった。この場合の計測にかかる費用は 600 万円程度 (20 台のカーナビ機器費用) であり、常時観測調査機器 (トラカン) 1 台の 2 分の 1 程度で上記データが取得できることを意味し、今後実務における広域的な政策評価や交通調査の効率化や高度化に寄与することが期待できる。

- 2) 路線バスは決まった路線を決まった時刻で走行している車両であることから、特定路線の旅行時間や変動特性を把握したい場合に適用性が高い。既に多くの都市でバスロケが導入されており、既存データを活用することで車載費用や通信費用をかけることなく時間帯別の主要交差点間旅行時間や変動特性の把握ができ、事業の事前事後の影響や渋滞損失額や損失時間を用いた経済評価といったマクロな計測に今後適用されていくことが期待できる。
- 3) 車両位置のデータを用いることで、交差点間や路線、面的な平均旅行速度、燃料消費量、渋滞による損失時間及び損失額の 5 つのパフォーマンス指標の定式化を行った。収集されたデータを用いて指標化を行うことで問題箇所把握の精度に貢献でき、また渋滞関連事業の事前事後評価の新たな指標として適用可能であることを示した。

本稿で提案した指標を政策評価の指標として本格的に普及及び導入していく上での課題を以下に整理した。

- 1) 政府では渋滞による損失を毎年モニタリングしていく方針を示しており、東京などの大都市では路線バスなどの計測では費用面や路線数などに限界があり、タクシーデータを組み合わせた損失計測の検討が必要である。ただし、タクシーは営業所から半径 5~10 km を走行圏域としていることが明らかとなっており⁷⁾、路線によって特定時間帯や特定区間のデータが取得できない特性がある。東京都市圏全体といった大都市圏の面的な計測にあたっては、営業所の選定と配備する台数の検討が課題である。また、交通管理者の保有する VICS リンクデータ^{注6)}を利用することでビーコンが設置された幹線道路の旅行速度が把握でき、これらデータの活用や組み合わせの検討も重要である。
- 2) 定期的な渋滞損失をモニタリングしていくためには、路線の旅行時間データをモニタリングしていただくだけでは不十分であり、交通量のデータが必要である。渋滞損失が発生している都市部の交通量データは交通管理者が保有しており、交通管理者が保有している交通量データの早期公開が望まれる。
- 3) 現在実施されているプローブカーデータを用い

た事業の事前事後評価では、所要時間の短縮効果のみを対象としている。走行経費の短縮や本論文で紹介した燃料消費量の削減効果についてもプローブデータから推計可能であり、実務での蓄積を今後進めていくことが重要である。また、NO_x 排出量などの推計も可能となりつつあり、環境排出量の削減効果については、車両からの排出量と車両挙動との特性把握、排出原単位の検討などが課題である。

なお本稿は紙面の都合から政策評価に限定して今後の可能性と課題について報告を行った。プローブカーは、伝統的に手計測で行われている旅行速度調査や渋滞長計測調査、路上駐車計測調査、経路把握調査、観光調査など交通調査の効率化や精度向上に寄与でき、調査結果や推計精度が向上することで、従来よりも信頼性の高い客観的なデータを国民に提供できる。また、交通量データとプローブカーから算定される旅行時間データを用いることで、きめ細かな道路パフォーマンス関数の推計が可能となる。このことにより、将来の交通計画の目標として従来の交通量だけではなく、ピーク時旅行速度や平休別の旅行速度の目標値など、量だけではなくサービス水準を目標とした将来計画の策定が実現のものとなろう。

謝辞

本稿は、昨年度及び一昨年度の IBS 受託業務の一部を本特集用にとりまとめたものである。国土交通省に感謝の意を表する次第である。

なお本稿で紹介した内容の中で、プローブカーを用いた計画の体系、旅行速度の算定手法、旅行速度や渋滞損失算定及び表現のそれぞれについて、国総研から特許出願中である。

注1) 国際標準化 TC 204 WG 16 では、今後プローブカーは、プローブビークル (Probe Vehicle) と表記する方針である。現在の一般的な呼称は、日本：プローブカー (Probe Car)、アメリカ：プローブビークル (Probe Vehicle)、欧州：フローティングカー (Floating Car) である。

注2) ジャイロセンサーとは、別名、自律航法ユニットと言い、独力で方向を測位するための角速度 (1秒間に何度動いたか) を検出するセンサーである。一般的にカーナビゲーションにはジャイロセンサーが取り付けられており、その位置計測の仕組みとしては、車速データから車の移動距離を計算し、ジャ

イロ (地磁気) から方位の変化を検出して地図上に自車位置を表示している。

注3) 自律航法とは、GPS による位置計測に頼らず、曲がった方向をジャイロセンサー (注2) にて、路面の傾斜を傾斜計 (Gセンサー) で位置を決定する方法のことをいう。近年のカーナビは GPS と自律航法の両方を用いるハイブリッド型が一般的である。衛星が捕捉できない駐車場内の案内等は自律航法のみで位置を計測している。

注4) パルス信号とは、信号の伝送方法の一つである。ここでは、自動車の ECU (エンジンコントロールユニット) から車速の信号をパルス信号にて取得しているという意味で用いている。

注5) 本稿では、DRM (Digital Road Map) のリンクのことを「DRM リンク」と呼んでいる。(DRM はノードとリンクから構成される。)

注6) VICS リンクデータとは、VICS (Vehicle Information and Communication Systems) システムにおいて取り扱われる種々の情報を効率的に処理するための位置表現用の道路リンクである。VICS リンクは一般的に DRM リンクよりも区間延長が長い (DRM リンクをいくつかつなぎあわせたもの)。

参考文献

- 1) 道路整備五カ年計画中間報告, 社会資本整備審議会道路分科会, 2002年7月
- 2) 菊地春海, 瀬尾卓也: GPS が交通調査を変える〜プローブカーによるパラダイムシフト〜, 測量, 2002年3月
- 3) (財)計量計画研究所: IT を用いた交通データ収集研究報告会, 2002年7月9日
- 4) K. Makimura, H. Kikuchi, S. Tada, Y. Nakajima, H. Ishida and T. Hyodo: Performance Indicator Measurement Using Car Navigation Systems, Presented on the 81th Transportation Research Board CD-ROM, Washington DC, 2002.
- 5) 田中利行, 中嶋康博, 佐藤弘子, 牧村和彦: 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, 交通工学研究発表会, 2002.11
- 6) 大口敬: 道路交通における燃料消費量推定方法に関する考察, 土木計画学研究・講演集 No. 22, pp 575-pp 578, 1999年10月
- 7) 石田東生, 岡本直久, 鈴木完, 牧村和彦, 中嶋康博: プローブカーによる走行速度調査の適用可能性, 第1回 ITS シンポジウム, 2002.12
- 8) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編, 道路投資の評価に関する指針(案), 平成10年6月