

GPS データのクリーニング手法と新たな道路パフォーマンス指標に関する研究 Studies on Data Cleaning and Indices of New Traffic Performance using Global Positioning System

中嶋康博*, 牧村和彦*, 濱田俊一**, 長瀬龍彦***, 石田東生****

By Yasuhiro NAKAJIMA, Kazuhiko MAKIMURA, Shunichi HAMADA, Tatsuhiko NAGASE and Haruo ISHIDA

1. はじめに

現在、我が国の交通計画の実務において利用されている道路パフォーマンス指標には「交通量」、「混雑度」、「渋滞長」等がある。これら指標は道路の量的な充足状態を計測する指標として利用されている。一方、米国交通省においては、道路整備により道路サービスがどのように改善されたかを示すアウトカム指標（成果指標）¹⁾を道路パフォーマンス指標の重要な指標として位置付けており、我が国でも近年その必要性が高まってきている。

このようなアウトカム指標のデータを収集するための手段としては、近年、発展が目覚ましいGPS(Global Positioning System)やPHS(Personal Handy-phone System)等の高度情報通信機器を利用する方法が考えられる。GPSやPHSの利用は交通行動観測調査における被験者等の連続的な行動データが収集できることが明らかにされており、これら機器を利用した交通調査の可能性について多くの研究が行われている²⁾³⁾⁴⁾。

しかし、これら研究はGPSやPHSから得られたデータの基本性能や従来の交通調査の代替に関する検証等を行ってはいないもの、それら機器により収集したデータを交通解析のためのデータとしてクリーニングする手法や、アウトカム指標に関する研究は行われていない。

そこで本研究はGPSによる収集データを利用し、そのデータをアウトカム指標に利用するためのデータクリーニング手法の提案、またそのデータを利用した新たな道路パフォーマンス指標の提案を目的とするものである。

2. 実態調査の概要

実態調査は、佐賀市を中心とする佐賀都市圏を対象に行った。モニターは佐賀県職員、佐賀市職員との協力ののもと、GPSとPHSを利用した調査を行った。GPS

Key Words: ITS, 道路計画, 交通流

* 正会員 工修 (財) 計量計画研究所 交通研究室
(〒162-0845 東京都新宿区千ヶ谷本村町2番9号,
TEL: (03)3268-9911, FAX: (03)5229-8081,
E-mail: ynakajima@ibs.or.jp, kmakimura@ibs.or.jp

** 正会員 工修 2002PIARC国際冬季道路会議札幌大会事務局次長
(前 建設省土木研究所道路部道路研究室長)

*** 正会員 工修 建設省建築研究所第六研究部都市施設研究室室長

****正会員 工博 筑波大学社会学系学教授

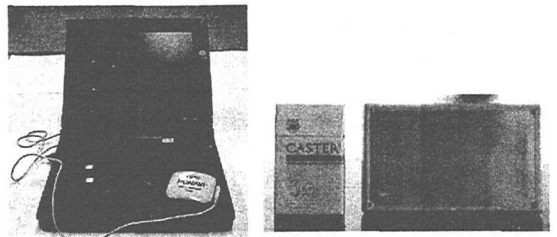
調査はマイカー通勤者、PHS 調査は通勤手段に関係なくモニターを各調査20名づつ選定した。

GPS 調査は、GPS 端末にA4サイズPCを組み合わせるによりデータ収集を行った(図1)。PHS 調査は PHS オフラインを利用してデータ収集を行った(図1)。PHS オフラインとは、PHSより取得した時刻、基地局情報をPHS 端末内にあるメモリーカードに保存するシステムのことをいう。

表1 調査の概要

GPS 調査	
実施日	H11.11.15(月)~21(日): 7日間
調査時間帯	自動車利用時のみ(データ取得間隔1秒)
対象モニター	佐賀市職員 20名 (市役所を中心として方面別に5名づつ)
利用機器	GPS 端末+A4サイズPC (製品 GPS35, 企業 GERMIN International Inc.)
その他調査	ダイヤリー調査アンケート

※PHS を利用した調査も佐賀県職員 20 名を対象として同時期に行っている。



(左: GPS 調査機器, 右: PHS 調査機器)

図1 調査機器

3. マスターデータ作成に関する検討

GPSにて収集したデータは、水平位置の誤差(Selective Availability: SA)等を持っているため、分析に利用する際には取得したままのデータを利用すると間違った結果を引き起こす可能性がある。そこで、交通解析に利用するにはそのデータをクリーニングし、分析に利用可能なマスターデータを作成する必要がある。

また、そのマスターデータは分析目的により2種類のデータが必要である。一つはOD調査のような車両の行動を把握するためのマスターデータ(以後、

車両行動マスターデータという)と、もう一つは旅行速度調査のような路線の交通流の状況を把握できるマスターデータ(以後、交通流マスターデータという)である。車両行動データは各時刻データが「日、時刻、緯度、経度、進行方位、速度等」により構成され、交通流マスターデータは「日、発ノード、着ノード、発ノード出発時刻、着ノード到着時刻、リンク距離、区間速度等」により構成される。それら2種類のマスターデータの作成フローを示すと図2のようになる。

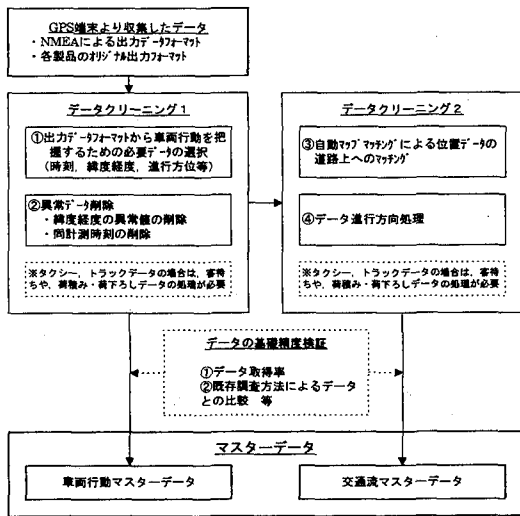


図2 マスターデータの作成手順

(1) データクリーニングの方法

データクリーニングの方法は2種類のマスターデータのうち、どちらのマスターデータを作成するのかわ、その処理方法が異なる。そこで以下には各マスターデータ作成までのデータクリーニングの方法を提案する。尚、以下では自家用車より収集したデータを対象としてデータクリーニングを行う。

1) データクリーニング1

車両行動マスターデータを作成するには、次の2つのデータクリーニングを行う必要がある。

①必要なデータの選択

GPS 端末より取得される出力データフォーマットは、各 GPS メーカーがオリジナルで指定している出力データフォーマットもしくは、NMEA(National Marine Electronics Association)が指定したフォーマットとなっているため、そのデータから最初に車両行動を把握するために必要なデータの選択を行う。その必要なデータは表2のようなものが考えられる。

表2 データクリーニングに必要なデータ

①年月日時間	②緯度	③経度	④高度	⑤速度
⑥進行方位	⑦②~⑥の計算時刻	⑧衛星取得数		

②異常データの削除

異常データとは、「考えられない緯度経度情報」や「同計測時刻データ」である。

考えられない緯度経度とは、時折、ある時刻の収集データが日本の緯度経度情報でないものが存在することである。また、同計測時刻データとは、例えば、通常ではt秒に取得した緯度経度情報をt+1秒に出力するが、そのt秒の情報をt+2, t+3秒にも出力するデータのことを指す。

何れも、これらデータは分析の際、不要なデータであるためにクリーニングをする必要がある。

2) データクリーニング2

交通流マスターデータを作成するには、1)の処理にさらに2つのデータクリーニングが必要である。

①マップマッチング

路線の交通流の状況を把握するためには、区間速度データや点速度等の速度データを正確に取得する必要がある。GPS 単独から取得される速度データは誤差を含んでおり、環境影響評価の指標等において高精度な速度データが求められるような交通解析のデータとして活用するには問題がある。そこで1)の処理を行った後にデータを道路データ(例えば、Digital Road Map等)にマップマッチングさせる必要がある。

②データ進行方向処理

GPS データはSA等があるために、マップマッチングさせることにより、進む方向とは逆方向へ進むようなデータが存在する。そのようなデータが存在すると任意の道路区間の距離を計測した場合、本来の道路区間距離よりも距離が長くなり、このようなデータは除去することが必要である。

(2) マスターデータのチェック

(1)にて提案したマスターデータ作成手順に基づき、本研究では「車両行動データ」を佐賀都市圏のデータより作成した。

ここでは、作成した車両行動マスターデータが利用可能なデータであるのかを判断するために、「データ取得率」と「通勤所要時間の比較」の2点についてマスターデータのチェックを行う。

1) データ取得率

GPS データの取得率は表3のように、通勤トリップ全体で98.9%と良好なデータ取得率であったことが窺える。

表3 通勤トリップのデータ取得率

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
%	100	-	99.9	99.6	99.0	99.9	71.0	99.9	99.0
	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱
%	99.7	98.8	99.8	99.9	99.8	99.7	99.9	-	99.9
	⑲	⑳							計
%	100	100							98.9

※②、⑯はデータ収集機器不良のためできなかった。

※データ取得率= ある時間内に実際に取得できたデータ数 / ある時間内に計算上取得できるデータ数

2) 通勤所要時間の比較

ここでは、「記入式のダイヤリー調査から得られた通勤所要時間」と「車両行動マスターデータから得られた通勤所要時間」の比較を行う。

通勤所要時間の比較の結果は、図3のようになる。これら所要時間の平均所要時間差は3分であり、同程度のトリップ時間であることがわかる。このように、記入式データの信頼性が高いと考えた場合、GPSより収集されたデータもある程度、精度の高いデータであるといえる。

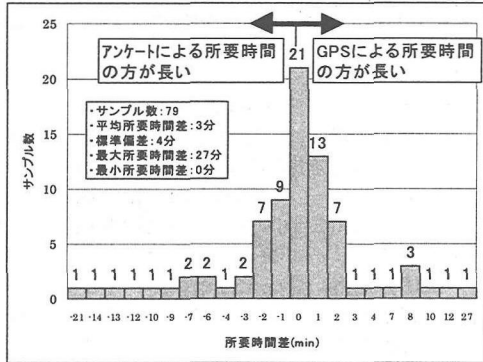


図3 通勤所要時間の比較

4. 新たな道路パフォーマンス指標の提案

ここではマスターデータを利用することにより把握することができるアウトカム指標の提案を行う。指標の視点は、「渋滞の評価」、「道路の信頼性」、「環境負荷の計測」の3つであり、その指標は表4のようになる。

表4 新たな道路パフォーマンス指標

視点	指標
渋滞の評価	①道路区間別旅行速度
	②時間帯別ボトルネックマップ
	③信号待ち時間、信号通過時間
道路の信頼性	④20km/h以下道路延長率
環境負荷量の計測	⑤環境負荷量

①道路区間別旅行速度

従来は「ある1日」の「ある時間帯」のみの計測がほとんどであったが、GPSを利用することにより、簡易に日別、時間帯別等の連続データを同区間の道路の旅行速度変動として計測することができる。

図4は佐賀市を南北に縦断する国道263号(測定区間5.6km)を通勤にて利用している被験者1名の日別7時台平均旅行速度の結果である。

これより、7時台であっても曜日により最大11km/hの速度差があり、何曜日のどの時間帯が混雑しているのかが明らかとなる。

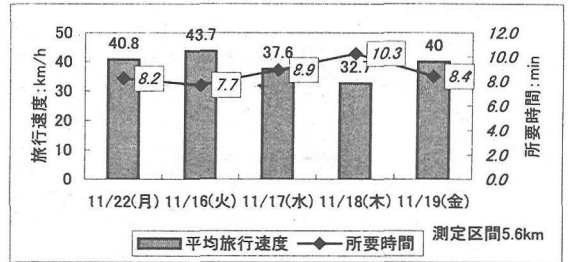
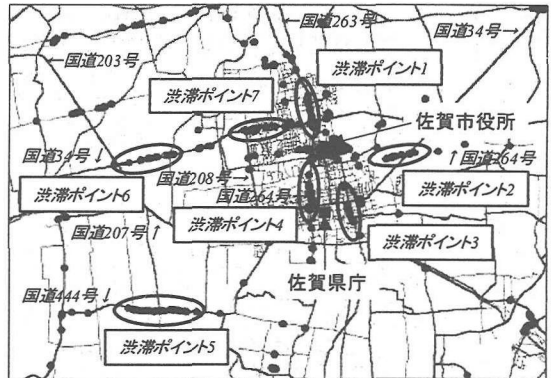


図4 国道263号の日別7時台平均旅行速度

②時間帯別ボトルネックマップ

GPSを利用することにより、道路の空間上、「いつ」、「どこが」渋滞しているのかということが分かる。図5は時速10km/h以下の地点をプロットしたものであり、本論では「ボトルネックマップ」と呼ぶ。



※●が10km/h以下の速度を指している

※データは、7時台に通勤する各方向別7名の被験者データにて作成

図5 7時台のボトルネックマップ

③信号待ち時間、信号通過時間(渋滞区間距離、渋滞時間)

②の評価指標の交差点部分のデータをより詳しく分析することにより、交差点の信号待ち時間、信号通過時間、信号右折待ち行列、信号左折待ち行列、右左折回数等を把握することができる。

表5はポイント7の渋滞長及び、渋滞時間を計測した結果であり、図6は同ポイントの渋滞区間を示した結果である。

表5 日別渋滞ポイント7の渋滞長

	渋滞長: m	渋滞時間: min
11/15(月)	541	8.8
11/16(火)	507	7.4
11/17(水)	622	11.7
11/19(金)	467	9.8

※11/18(木)は国道34号を利用せずに通勤したためデータが欠損

※10km/h以下を渋滞長として計算している



図6 ポイント7・11/17(水)の渋滞区間

④20km/h 以下道路延長率

走行速度ランク別の道路延長比率を曜日別、時間帯別に算定することで、任意道路の信頼性を評価できる。具体的には、例えば 20km/h 以下道路延長、平均旅行速度、標準偏差の指標により、毎日あるいは、どの時間帯でも安定した所要時間で走行できる道路なのか、そうでないのかが判別可能となる。図7、8は参考までに7時台の国道263号、国道34号の走行速度ランク別道路延長を図示したものである。

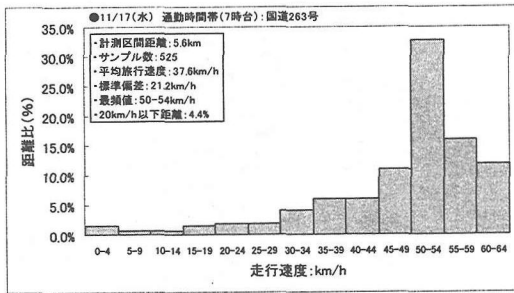


図7 国道263号の走行速度ランク別道路延長

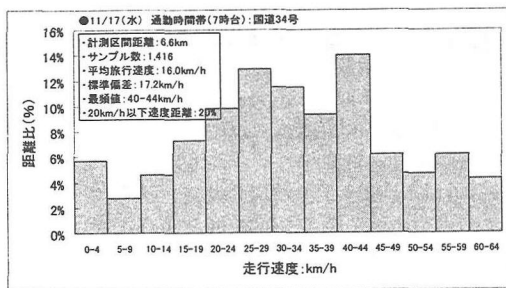


図8 国道34号の走行速度ランク別道路延長

⑤環境負荷量

GPS では秒単位で速度を把握することができるため、自動車の詳細なアクティビティに対応した環境負荷量の推計を行うことが可能となる。尚、ここでは車両行動マスターデータより推計を試みたが、実際は交通流マスターデータより推計する必要がある。

表6 日別通勤トリップの環境負荷量の変化:参考値

	平均旅行速度: km/h	平均環境負荷量	
		NOx ×1,000g/h	CO2 炭素換算 ×1,000g/h
11/15(月)	30.0	17	4,687
11/16(火)	29.5	17	4,610
11/17(水)	26.3	17	4,610
11/18(木)	34.2	19	4,910
11/19(金)	29.5	17	4,767

※環境負荷原単位は東京都環境局データを利用

※自動車1台(国道34号利用者)による通勤時の環境負荷量を計測

※計算方法はΣ(秒単位の速度×環境負荷原単位)にて算出

5. まとめ

本研究は、まずGPSより収集したデータを交通解析やアウトカム指標作成に利用するためのマスターデータの作成方法を提案し、収集したデータより車両行動マスターデータの作成を行った。次に、マスターデータを利用したアウトカム指標を提案し、車両行動マスターデータを用い、新たな道路パフォーマンス指標の提案、作成を行った。

今後の課題として、データクリーニングに関しては、今回行わなかったデータクリーニング2を行っていく必要がある。また一般車両以外、(例えばタクシーやトラック)によるデータクリーニングの方法を検討する必要がある。

また道路パフォーマンス指標に関しては、今回は小サンプルデータを用いて計測したが、大量サンプルデータによる指標作成方法等を検討する必要がある。

最後に、本研究は高度情報通信研究会(座長:石田東生)の研究成果の一部をとりまとめたものである。またデータ収集等には建設省九州地方建設局、佐賀県都市計画課、佐賀市建設政策課、大森宣暁氏(東京大学)等にご協力を頂いた。末尾ながら感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1)DOT Strategic Plan 1997-2002, U.S.DOT
- 2)大森・室町・原田・太田: 交通行動調査へのGPSの適用可能性に関する研究, 第18回交通工学研究発表会論文集 pp.5-8, 平成10年12月
- 3)牧村・中嶋・長瀬・濱田: PHSを用いた交通データ収集に関する基礎的研究, 第19回交通工学研究発表会論文集 pp105-108, 平成11年12月
- 4)高橋・羽藤・朝倉: 移動体通信システムによる交通行動データ特性に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集 No.22(1)pp413-416, 1999年10月