

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*

Analysis of Travel Data Characteristics Collected through Mobile Communication System

高橋厚年¹, 羽藤英二², 朝倉康夫³

by Atsutoshi Takahashi, Eiji Hato and Yasuo Asakura

1. はじめに

従来, 出発時刻や利用交通機関などの基礎的なトリップ特性把握のために PT 調査や道路交通センサ調査が用いられてきた。これらの調査は道路整備計画など, ある程度長期の交通計画を目的としたものである。一方, 交通需要マネジメントや交通情報提供などのような動的な交通施策の評価のためには, 時間単位で変化する個人の交通行動をより正確かつ詳細に測定したデータが必要となる。

詳細で正確な交通行動データ収集のための方法は 2 つある。既存のアンケートを詳細化し被験者に回答してもらう方法と情報通信技術の活用である。アンケートの詳細化は被験者の回答の負担増を招く。回答率の低下や記入漏れを増加させるおそれがある。情報通信技術を活用した調査手法は, GPS を用いた研究として Zito, D'Este, Taylor(1995)の先駆的研究がある。GPS を用いて車両の走行軌跡データを収集し, GIS 上に表示することで効率的な分析を行い, ラグランジェ的に収集したデータを用いることで従来のネットワークモデルや経路選択モデルの改良の可能性があることを指摘している。

これに対して本研究では, 移動体通信システムによる位置特定技術に着目する。PHS を用いて交通行動データを収集し, 得られたデータの特性について基礎的分析を行い, 調査手法の有効性を検討する。以下, 2 節では PHS 調査概要を示し, 3 節では位置特定データの基本的特性として, 精度の確認を行う。4 節では位置特定データのダイアリー化アルゴリズムを示す。5 節では PHS ダイアリーとアンケートとの比較・検討を行う。

2. PHS 調査概要

2.1 調査概要

'98 年 11 月 3 日から 11 月 16 日までの 2 週間, 大阪都市圏において調査を実施した。被験者は, 実験協力の承諾の得られた阪神高速道路モニター 10 名である。2 種類のアンケート調査と PHS を用いた調査を実施した。アンケート調査は PT 調査とアクティビティダイアリー調査である。PT 調査票は, 居住地や移動先の住所, 出発時刻, 到着時刻などを詳しく書き込む調査形式となっている。

PT 調査票は, 被験者に対する負担が大きいかを考慮し, 調査期間中の休日と平日の 2 日間のみ回答してもらうこととした。

アクティビティダイアリー調査は, トリップ前後に発生する活動についても広範なデータを収集する。トリップの詳細な分析を可能にする点にその特徴がある。アクティビティダイアリーは PHS の補完調査として用いることとした。

2.2 PHS 調査インターネット画面

PHS による位置特定データは通信ネットワークを利用して調査実施時にリアルタイムで入手可能である。従来の調査ではデータコーディングに膨大な時間がかかることを考えると, これは本調査手法の利点のひとつである。

PHS 調査における調査画面を図-1～図-2 に示す。

履歴(地図)表示

※この画面で履歴を閲覧します。

表示条件
 地図表示の指定 ☐ 地図上に表示する ☒
 表示方法の指定 ☐ 一覧で表示する ☒
 表示対象の指定 ☐ すべて表示する ☒

日時の指定
 開始 1998 年 11 月 15 日 10 時 00 分
 終了 1998 年 11 月 15 日 10 時 00 分

端末一覧 (履歴を表示する端末を選択して下さい。)*全て選択 全て削除

電話番号	名前	最終位置	最終時刻	最終位置の座標
0507768796	TOSHAKOTSU 01	1998/11/15 11:06:49	135.510629	34.455420
0507768797	TOSHAKOTSU 02	1998/11/15 11:42:22	135.528216	34.552630
0507768798	TOSHAKOTSU 03	1998/11/15 12:11:46	135.465727	34.741826
0507768900	TOSHAKOTSU 04	1998/11/15 12:33:31	135.477872	34.603249

図-1 履歴表示画面

*keywords 交通行動分析, 移動体通信システム

¹ 学生員 愛媛大学大学院博士前期課程土木海洋工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町, TEL089(927)9825, FAX089(927)9843)

² 正会員 博(工) 愛媛大学工学部環境建設工学科 (同上)

³ 正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科 (同上)

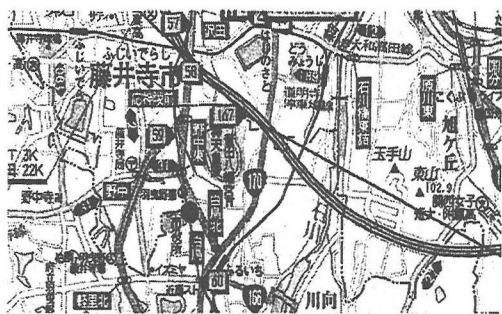


図-2 位置特定データのGIS表示画面

図-1 は調査の履歴表示画面である。この画面で位置特定データの受信状況の確認を行う。位置特定データは、測定時刻、経度、緯度のデータが含まれている。図-2 は受信した位置座標データをGISに表示したものである。約2分間隔で受信された位置特定データが地図上にプロットされる。この図より個人の1日の行動軌跡を容易に追跡可能となる。

本調査により最終的に得られたデータは135日人であった。一部データがとれないケースもみられた。PHS子機の不具合により、データ転送時にトラブルが発生したことが主な理由である。

3. データ基本特性の分析

トリップデータの収集ツールとしてPHSの有効性を検証するために、位置特定精度について基礎的分析を行う。アンケートにおいて被験者が自宅滞在中と記入した時刻におけるPHSによる位置座標精度の基本特性を分析する。位置座標誤差の累積分布曲線を図-3に示す。平均誤差は77.2m、90%タイル値は168m、95%タイル値は224m、99%タイル値は545mであること

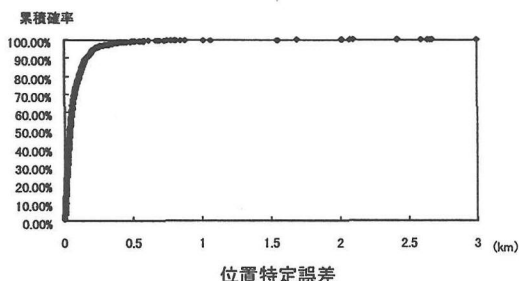


図-3 位置座標変動の累積分布関数

が確認された。外れ値はあるものの、GPSなどに比べ同等の精度が確保されているといえる。

次に、位置座標精度の空間的変動を検討する。図-4 は大阪市内在住者の自宅滞在時の位置座標を、図-5 は大阪市郊外在住者の位置座標をプロットしたものである。大阪市内在住者の位置座標の平均誤差は32.0mであり、その分散も大阪市郊外在住者に比べ小さい。また98%のデータが100m以内に収まっており、全データが200m以内のばらつきであった。一方、大阪市郊外在住者のデータは3つのセグメントに分かれており分散が大きいのが特徴である。全体の38%のデータが100m以内の範囲にあり、全データは300m以内に収まっていた。平均誤差は126.4mであった。

PHSを使った位置座標の測定は、PHSの各基地局に対する電界強度を測定することで位置座標を特定する。大阪市郊外では基地局の数が市内に比べ相対的に少なく、位置特定の精度が低下しているものと考えられる。

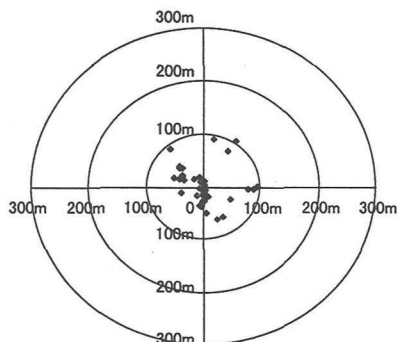


図-4 大阪市内在住者のデータのばらつき

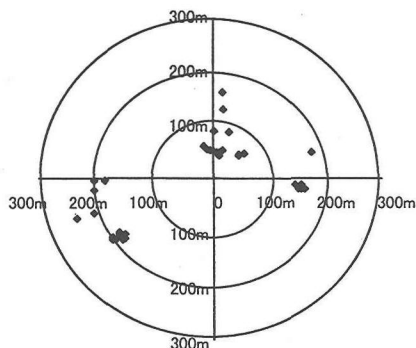
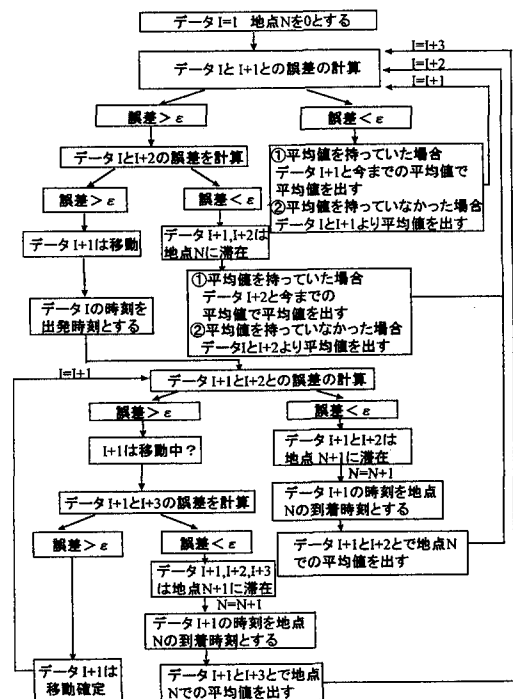


図-5 大阪市郊外在住者のデータのばらつき

本節では位置特定データのアクティビティダイアリー化のための手法を提案する。アクティビティダイアリーは、個人が1日を通して、ある地点を何時に出発して何時に目的地に到着したか等の詳細な交通-活動パターンをとらえるものである。ダイアリー化アルゴリズムを図-6に示す。



PHS の位置座標データをダイアリー化する際の基本的な考え方は、時間的に連続する2つの位置データ間の距離がある閾値以下であれば同一地点に滞在とみなすものである。また、現実に近いダイアリー化を実現するために表-1 に示す制約条件をダイアリー化プログラムに取り入れた。

制券番号	制券名	制券の主な内容
1	滞在時間制券	滞在時間(到着時間-出発時間) 5分以内 トリップは無効 5分以上 1トリップとみなす
2	トリップ時間制券	トリップ時間(出発時間-到着時間) 5分以内 トリップは無効 5分以上 1トリップとみなす
3	トリップ距離選択制券	トリップ距離(出発地点-到着地点)の距離 マイル値以内 トリップは無効 マイル値以上 トリップとみなす

5.1 アンケート再現性の比較

本節では、位置座標データから作成した PHS ダイアリーとアンケート調査との比較を行う。PHS ダイアリー作成において、滞在判定のための閾値には第3節で算出した 90%, 95%, 99% の 3 種類の誤差タイル値を用いた。比較の方法として、ダイアリーアンケート調査で記入されたトリップを真値と仮定した。真値に対する PHS ダイアリーの再現性を検討する。

表-2に、トリップの再現率を示す。トリップ発生の有無については、90%タイル値を用いた場合、約 9 割のトリップが再現できている。条件を厳しくして、トリップの有無、時間、出発到着場所が完全に再現できているか否かにより再現率を評価すると、90%タイル値を用いた場合で 57%と相対的に低下する。再現率が低い理由としてアンケートの記入漏れが考えられる。トリップ中のコンビニや銀行への立ち寄りなど、短い滞在の記入漏れが存在する。PHS ではこうしたトリップが詳細に測定できているため、見かけ上アンケートの再現率が低くなっている。また、トリップ中に渋滞、信号待ちなどで長時間の速度低下が生じた場合、滞在と移動の識別ができなくなる。PHS データでは、速度の遅い移動を「滞在」とみなしてしまう。これらの理由により再現率Bの値が相対的に低くなっていると考えられる。

	90%タイル値	95%タイル値	99%タイル値
再現率 A	89.7%	88.3%	80.5%
再現率B	57.0%	55.9%	39.2%

※注1)再現率 A:ダイアリーアンケートに記入されているトリップの有無が再現できている割合

※注2) 再現率B: ダイアリーアンケートに記入されているトリップの有無、時間、出発到着場所が完全に再現されている割合

次に、90%タイル値を用いた場合の交通機関別トリップ再現率を図-7 に示す。交通機関別にみると、徒歩トリップや自転車トリップなど、トリップ長が比較的短く、速度も遅いトリップの再現率が低い。この理由として、滞在の判定の閾値である距離以内の移動では滞在と移動の識別ができないことなどが考えられる。

一方、自動車と電車のトリップでは再現率は高い。電車のトリップの再現率は特に高く、再現率 A で 100%、再現率 B で 72.5%の値を示した。再現率 A と再現率 B の差は、電車の乗り換えの有無により発生する。電車で

の移動においては乗り換えが発生するが、アンケートでは乗り換えについて記入漏れが生じやすい。PHS 調査では、乗り換えの際の駅での滞在時間が 5 分を超えるとトリップと認識する。このような理由により、再現率 B の値が低下していると考えられる。

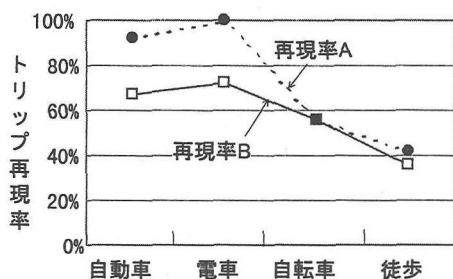


図-7 交通機関別トリップ再現率(90%タイル値)

5.2 アンケート記入漏れトリップに対する再現性

PHS ダイアリー作成の利点の1つは、アンケート調査の記入漏れのトリップの測定が可能なことである。本節ではアンケート記入漏れトリップの PHS による再現数を明らかにする。アンケートでトリップが記入されていない時間帯において、PHS の測定データから明らかにトリップが発生していると確認したケースをアンケート記入漏れとして定義した。図-8 にタイル値別の記入漏れトリップの再現数を示す。アンケート記入漏れトリップの再現数は 90%タイル値を用いた場合、全トリップ数の 5%にあたる 30 トリップが観測された。アンケート調査では漏れてしまうこれらのトリップデータが収集できる点は、PHS ダイアリーの有効性を示していると考ええる。

観測トリップ数

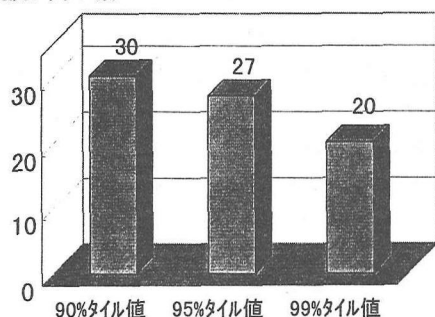


図-8 アンケート記入漏れトリップの再現数

6. まとめと今後の課題

本研究では移動体通信システムの交通行動調査手法としての有効性を検討するために、PHS を用いて行動調査を行った。収集されたデータの基本特性について分析した。結果は以下のように要約できる。

1. データのばらつきは平均で 77m と GPS などの位置特定システムとほぼ同等の精度のデータが得られる。また場所によって位置特定精度にばらつきがみられた。
2. 位置データからトリップデータを抽出するアルゴリズムの開発を行い、その有効性を検証した。提案したアルゴリズムでは従来の調査データの最大で約 90%以上を再現できることを確認した。
3. PHS を用いた調査では電車や車のトリップは 90%以上再現可能である。自転車、歩行者のトリップについては再現率が低く、位置特定システムの精度向上、ダイアリーデータによるデータ補完などが今後の課題と考えられる。
4. 従来のアンケートによる記入漏れが PHS では測定可能となることを確認した。
5. アンケート調査は、記入の仕方に個人差が見られ、信頼性の点で問題がある。PHS 位置特定データでは、個人差がなく、高い精度でデータを把握することができる。この点も PHS 調査の利点である。

今後の課題としてプログラムの精度向上が挙げられる。自転車移動や徒歩移動などの速度の遅いトリップを再現できるアルゴリズムを開発し、より多様なトリップを再現することにより、詳細なトリップ分析、交通行動分析が可能になると考える。

謝辞

本研究を実施するにあたり、南山大学 長谷川教授、都市交通計画研究所 大藤主任研究員、田名部主任研究員には調査研究の企画、実施を通じて多大なるご協力とご助言を頂いた。また阪神高速道路公団調査課には調査実施に際してご協力を頂いた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Zito, R., D'Este, G. and Taylor, M. A. P. (1995) Global Positioning systems in time domain: how useful a tool for intelligent vehicle-highway systems?, Transportation Research Part C, Vol.3, No.4, pp.193-209.