

GPS携帯のプローブパーソン調査への適応性に関する基礎的研究*

Fundamental Study of Adaptive Possibility about Probe Person by Using Cellular Phone *

松本 修一** 貞廣 雅史*** 熊谷 靖彦***** 川嶋 弘尚*****

By Shuichi MATSUMOTO ** Masahumi SADAHIRO*** Yasuhiko KUMAGAI****

Hironao KAWASHIMA*****

1. はじめに

近年国内各地においてプローブパーソン調査が新規鉄道開通時の行動分析¹⁾、高速道路利用の特性の把握^{2), 3)}、観光行動の移動行動⁴⁾など社会実験に幅広く用いられている。

プローブパーソン調査は長距離トリップに関しては Web ダイアリ調査と併用することで有効な調査方法であるとされている。

しかし短距離トリップでの交通行動を分析する場合、プローブパーソン調査単体での調査ではデータのハンドリング方法自体がまだ確立されておらず、現在複数の方法が提案されている。しかしどの方法が最適な方法なのかは結論の出ていない状態である。また使用機器やその収集データ項目、データ取得間隔、データの精度など正確な検証が行われていないのが現状である。

また総務省により 2008 年 4 月から第 3 世代携帯電話に GPS 機能を用いた位置情報提供機能を付加することが決まっている。このデータを活用した大規模プローブパーソン調査の検討⁵⁾も始まっている。

本研究ではこれら第 3 世代携帯電話を用いた短トリップでの交通行動の把握を念頭に GPS 携帯のみを用いミクロな視野で交通行動分析を行う際の測位誤差や行動状態の判別などを行い、大規模プローブパーソン調査を被験者の附加が少なく行う際の適応性に関して検討を行なう。

*キーワード：GPS携帯、プローブパーソン調査

**正会員，工修，高知工科大学 総合研究所

***非会員，ProbeCar.Net (〒150-0044東京都渋谷区
円山町6-8 ,Tel.:03-3770-6899 Fax.:03-3770-6820)

****正会員,学博,高知工科大学 総合研究所

****正会員,工博,慶應義塾大学 理工学部

2. 機材選定

本研究では、1 トリップ内における移動、停止、交通モードなど各種の交通行動における詳細な人の動きの把握することを目的とする。この研究に適応する GPS 携帯を選定する際に、以下の機能を有する機器を選定条件とした。

- 人が所持しても、身動きに支障のないサイズ・重量であること
- 機器の操作の習得が簡易であり、操作そのものも簡易であること
- GPS による緯度経度の測位が、比較的精度のよいものであること
- 短い時間間隔でのデータ取得ができること
- 収集データの回収作業が簡易であること
- GPS による緯度・経度および測位時刻が取得できること

これらの機能条件を満たす機器として、三菱総合研究所の「Phone GPS」を研究機材として選定した。(図 1 参照)



図 1 Phone GPS

3. 実験概要

一般的に GPS は受信機の設置場所によって受信の精度が異なると言われている。また、本研究で使用する Phone GPS は、設定上は1秒ごとの受信（データ保存）が可能であるが、実際には取得間隔にバラつきが生じることも解っている。

そこで、予備実験において収集したデータから、機器の所持方法の違いに伴うデータ取得数（データレコード数）の差、人の動作の違いに伴うデータ取得数の差、および停止中に取得した緯度経度データのブレの程度等を算出し、緯度経度情報などのプローブデータから被験者の交通行動を推定する方法を提案し、その精度を検証する。

次に本実験の実施概要を表1としてまとめる。本実験での被験者の交通行動は「バスで移動（乗車中）」→「バス停2降車しバス停1へ移動（歩行中）」→「バス停2でバス待ち（停止中）」→「バスに乗車し移動（乗車中）」とする。実験対象地域を図2、実験風景を図3として示す。



図3 実験風景（待機中）

表1 研究の概要

| | |
|------|-------------------------------|
| 実施日 | 平成17年9月20日, 平成17年11月10日~3月30日 |
| 実施場所 | 東京都渋谷区猿楽町 |
| 所持方法 | 鞆, 胸ポケット, ぶら提げ |
| 行動区分 | 歩行中, 停止中, 乗車中 |

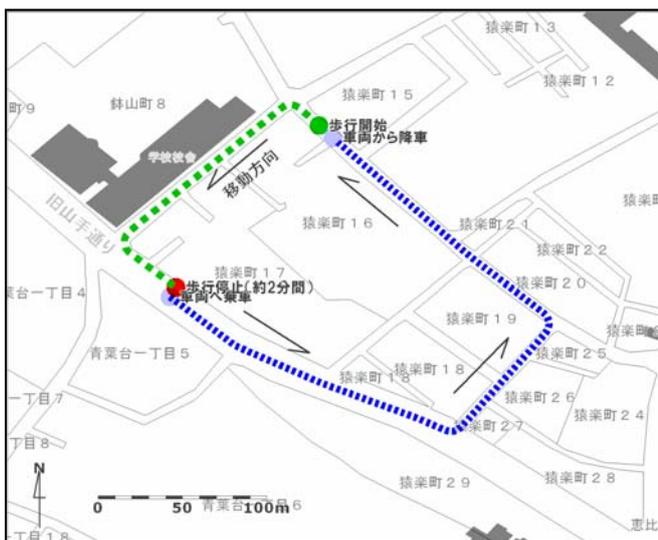


図2 実験対象地域

4. 実験結果

(1)所持方法によるデータの取得の違い

GPS 携帯の所持方法によって得られるデータの所得間隔や精度に関して違いがあるとされているがその誤差精度を定量化する試みはなされていない。よって本研究では最初にその誤差や精度に関する検証を行う。

まず各所持方法において計測した計測時間、レコード取得間隔を表2として、取得レコード中のエラーレコード数およびその内訳、有効取得率を表3として示す。

表2 取得データ詳細

| | 計測時間 | | 取得レコード | 取得間隔 |
|----|--------|-------|--------|------|
| | 計測時間 | 停止時間 | | |
| 合計 | 115611 | 40886 | 30978 | 3.73 |
| 鞆 | 38759 | 13582 | 10374 | 3.74 |
| 首 | 38548 | 13651 | 9856 | 3.91 |
| 胸 | 38304 | 13653 | 10748 | 3.56 |

表3 エラーレコードの内訳

| | エラーレコード率 | 時刻エラー率 | 速度エラー率 |
|----|----------|--------|--------|
| 合計 | 3.7% | 0.21% | 1.6% |
| 鞆 | 3.9% | 0.24% | 1.7% |
| 首 | 3.0% | 0.22% | 1.3% |
| 胸 | 4.2% | 0.18% | 1.9% |

表2, 3より歩行者の携帯の所持方法の違いが、計測データに与える誤差は平均0.3秒と殆んどないことが分かった。このことからGPS携帯をプ

ローブパーソン調査に活用する場合の所持方法による取得データの誤差に起因する，調査時の被験者に対する所持方法の制約に関して考慮する必要がないと言える。

(2) 有効レコード率および位置特定率

次に有効レコード率を式 1 のように定義する。また停止位置の特定に関して式 2~4 のように定義する。表 4 として有効レコード率および停止位置特定率を示す。

$$R = \frac{C_a - C_e}{T} \quad (1)$$

ここに R を有効レコード率， C_a を取得レコード数， T を計測時間とする。

$$p_t = \begin{cases} 1 & \text{if } p_t \subseteq U \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$$P = \max \sum_t p_t \quad (3)$$

$$P' = \begin{cases} P \text{ の個数が } 1 \text{ つの時} : P = P' \\ P \text{ の個数が } 1 \text{ つ以上の時} : \text{除去} \end{cases}$$

$$Q = \frac{P'}{\max(t)} \times 100 \quad (4)$$

ここに p_t を時刻 t における位置座標， U を実験対象区間における検索空間， P を検索空間における p_t の合計， Q を停止位置特定率とする。

これらの結果を表 4 として示す。

表 4 : 有効レコード率および位置特定率

| | | |
|---------|-------|-----|
| | サンプル数 | 割合 |
| 有効取得率 | 30402 | 26% |
| 停止位置特定率 | 243 | 81% |

表 4 より停止位置を特定できたサンプルは全体の 81% と比較的良好な精度で停止位置を特定することが出来た。

(3) 停止位置による停止時間の推計方法

図 2 の停止位置での停止時間の算出を図 4 のフローに従って推定し，その精度に関して検討を行った。また停止時間推定の例を図 5 として示す。

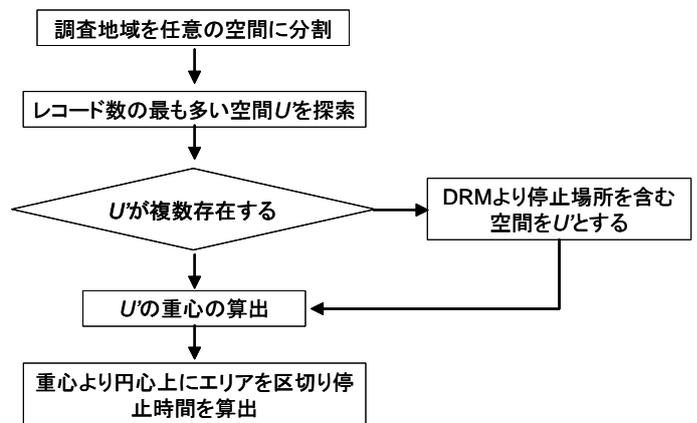


図 4 : 停止時間の推計フロー

本研究では検索空間を緯度経度各 0.0001 度，0.0002 度（以下それぞれ「停止空間 1」，「停止空間 2」と記す）で区切った空間とする。また停止時間推計のためのエリアに関しては検索空間の重心から円状に 5m から 40m まで 5m ごとに区切りそれぞれでの停止時間の精度を比較する。

表 5 : 停止時間の精度と停止エリア判別半径の関係（検索空間 1）

| 半径(m) | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 停止時間 (秒) | 平均 | 97.1 | 124.5 | 135.3 | 141.6 | 147.9 | 152.0 | 157.0 | 160.8 |
| | 標準偏差 | 33.7 | 22.5 | 18.1 | 17.1 | 15.3 | 15.4 | 15.9 | 16.8 |
| 誤差(秒) | 平均 | 27.8 | 13.4 | 7.5 | 3.1 | -1.5 | -4.6 | -8.4 | -11.4 |
| | 標準偏差 | 28.2 | 20.0 | 17.1 | 16.2 | 15.4 | 15.3 | 15.6 | 16.2 |

表 6 : 停止時間の精度と停止エリア判別半径の関係（検索空間 2）

| 半径(m) | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 停止時間 (秒) | 平均 | 67.3 | 119.8 | 134.2 | 143.1 | 149.1 | 153.8 | 158.3 | 162.3 |
| | 標準偏差 | 43.8 | 24.4 | 19.1 | 14.9 | 15.2 | 14.5 | 14.8 | 16.1 |
| 誤差(秒) | 平均 | 68.5 | 17.9 | 11.3 | 7.5 | 7.9 | 8.2 | 10.0 | 12.3 |
| | 標準偏差 | 145.7 | 17.6 | 11.5 | 7.9 | 8.5 | 7.7 | 9.1 | 10.8 |

(以下「停止エリア判別半径」と記す。図 5 参照) 表 5, 6 としてそれぞれの検索空間での停止時間の精度と停止エリア半径の関係を表 5, 6 として示す。

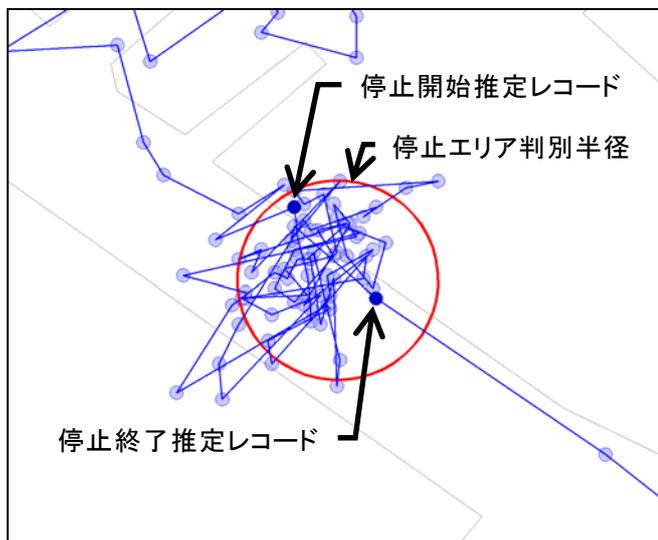


図 5 : 停止エリア判別半径の例

表 5, 6 より停止エリア判別半径が 15m 以上になるとほぼ推定停止時間の値に関してはほぼ同等な値を示すことがわかる。また停止エリア判別半径が大きくなるに従って推定停止時間のばらつきが小さくなっていくことがわかる。

次に実際の停止時間と推計した停止時間の誤差に関しては、停止エリア判別半径が 20~30m の場合が最も小さく、誤差率も約 5%程度と精度の良い結果となった。

5. まとめ

プローブパーソンデータは人の時空間軌跡を捉えるものであり、経路、速度、所要時間などをより細かく把握することができる。

また GPS を用いた交通行動に関する研究は、国内では 1998 年にその基礎技術の開発が始まったばかりで、未だデータ収集・集計手法の確立がなされていない分野である。また社会実験として複数の都市で検討が行われているが、数十~数百

人の被験者を対象にしたものである。

本研究ではプローブパーソンデータの交通モード判別および待ち時間推計に空間的な領域として停止エリア判別半径の活用を提案し、実験で得られたデータから所要時間や交通状態などのデータの収集およびその精度に関して検証を行った。

今後はデータサンプルを増やすことによって一般化を行い、大規模プローブパーソン調査への適応可能性に関して検討を行なう。

謝辞

本研究を行なうにあたり株式会社タイムエージェントの皆様には甚大な協力を得ました。ここに感謝の意を表します。また本研究は実践的ITS研究委員会における研究成果の一部である。

参考文献

- 1) つくばエクスプレス開通に伴うプローブパーソン調査HP : <http://pp.jpn.org/txpp/>
- 2) トクトク徳島大実験HP : <http://tokushima.skr.jp/>
- 3) 北澤俊彦, 中川真治, 岡本篤樹, 朝倉康夫 : プローブパーソン調査に基づく阪神高速道路利用者の行動の時空間分析, 第32回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2005.
- 4) 前野勝敏, 矢野晋哉, 羽藤英二, 朝倉康夫 : 「プローブパーソン調査を用いた観光行動分析」, 第32回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2005.
- 5) 前司敏昭, 堀口良太, 赤羽弘和, 小宮粹史 : 「GPS 携帯端末による交通モード自動判定法の開発」, 第4回ITSシンポジウム2005, pp. 455-460, 2005.