

GPSを用いた観光周遊行動調査の適用可能性*

Applicability of Touring Behavior Survey using GPS *

藤原章正**・杉恵頼寧***・岡村敏之****・山田敏久*****

By Akimasa FUJIWARA・Yoriyasu SUGIE・Toshiyuki OKAMURA・Toshihisa YAMADA

1. はじめに

従来、交通行動の実態を把握する手段として用いられてきた回想記入方式のアンケート (RP) 調査では、例えば出発・到達時刻や非幹線の経路について正確性に欠けるという課題が残されてきた。そのため、自動的に移動体の行動軌跡を記録できるシステムであるGPS (Global Positioning System) を用いた交通行動調査の研究が近年において進んでいる。とりわけ、低頻度または不定期で複数目的地間の周遊を含む観光目的の交通行動においては、上記の問題が顕著であると考えられる。そこで本研究では、GPSを用いた観光周遊行動調査を実施し、従来手法であるRP調査との結果を比較することで、その適用可能性について明らかにすることを目的とする。

2. GPSとPHSの行動追跡調査における適用性

GPSは米国防総省により運営されている衛星即位システムで、2000年5月にSA解除 (SA=Selective Availability: 意図的な精度悪化操作) が施され、これにより水平位置誤差が100m以上から数m以内に収まり、今後の観光周遊行動調査の研究への適用可能性が広がることが期待されている。¹⁾

*キーワード: GPS、RP調査、観光周遊行動、走行特性

**正員、工博、広島大学大学院国際協力研究科
(東広島市鏡山 1-5-1、TEL&FAX0824-24-6921、
E-mail:afujiw@hiroshima-u.ac.jp)

***正員、工博、広島大学大学院国際協力研究科
(E-mail:ysugie@hiroshima-u.ac.jp)

****正員、広島大学大学院国際協力研究科
(E-mail:tokamura@hiroshima-u.ac.jp)

*****学生員、工博、広島大学大学院国際協力研究科
(E-mail:tosy@hiroshima-u.ac.jp)

表 1 GPS と PHS の特徴

	GPS	PHS
測定項目	緯度・経度・高度・速度・時刻	緯度・経度・時刻
測定範囲	地球上のすべての地点	PHSサービスエリア内
取得間隔	1秒	数秒～数10秒
水平位置	3個以上の衛星、～10mの精度	基地局を1つ特定、～500mの精度
垂直位置	4個以上の衛星、～10mの精度	

表 2 GPS と PHS の適用性

	都心部	地下空間	郊外	高速道路	電車内	携帯性	人の行動	車の行動
GPS	△	×	○	○	△	△	△	○
PHS	○	○	△	×	○※	○	○	×

※ 電車内では 測定できないが、乗車前と降車後のデータを比較することで位置測定が可能

既往の研究成果をもとにGPSとPHSの違いを表1と表2に示す。GPSは人工衛星からの信号を受信して位置計算を行うため、常にGPSを露出させておく必要がある。そのため、遮蔽物の多い建物が密接な所や建物内、地下空間にいる機会が多い都心部での調査には向いておらず、郊外や中小都市での調査に適しているといえる。また、高速で移動している移動体の位置データ取得も可能である。²⁾

一方、PHSは一つの基地局が半径100m～500mの通話範囲をカバーしており、発信者が使用する基地局を特定することで位置測定ができる。PHSによる位置測定は、複数の基地局の電界強度を利用して緯度・経度・時刻を計算することによる。また、建物内や地下にも基地局が設置されているので、都心部の調査に向いている。しかし、PHSのサービス範囲外では位置情報が得られないので、郊外や中山間地域等の調査には適さない。さらに、50km/h以上で移動体では位置測定ができない。³⁾⁴⁾

3. GPSを用いた観光周遊行動調査

(1) 目的

本研究では、GPSを用いた観光周遊行動調査法を提案し、性能と適用性のそれぞれについて調査を行い分析した。性能調査については、GPSデータの取得率の検証および中山間地域の観光周遊行動調査としての性能について検討する。一方、適用性の分析においては、従来から調査方法であるRPデータとGPSデータとを比較することで、GPSを用いた観光周遊行動調査の適用可能性について明らかにする。

(2) GPS調査の概要

本研究で用いたシステムは、衛星からの信号を受信するGPS受信機および取得したデータを図1のように表示し、保存をするノートパソコンで構成されている。観測中は現在地および走行軌跡がログで表示され、時刻、緯度、経度、高度、速度が出力される。



図1 GPSデータ収集画面

(3) 性能分析

性能分析では、性能調査(表3)で収集したGPSデータを用いて、データ取得率の算出及びデータ欠損の発生要因の分析を行い、また取得されたデータの精度分析を行った。

表3 性能調査の概要

日程	2000年9月15日、17日の2日間
対象地域	島根県中央部 観光地域
対象行動	日帰り自動車観光
被験者	広島大学交通工学研究室の学生5組
実施した調査名	GPS調査 ダイアリー調査

まず取得率について、被験者が通った各ルートのリンク毎に算出して求め、結果を表4に示した。ここで、取得率とは4個以上の衛星からの信号を受信して取得した総データ数を、総観測時間で除した値(%)である。全ルートでは平均89.9%と高い確率でデータが取得できることがわかった。

表4 ルート別取得率及び欠損率

ルートNo.	リンク数	取得率(%)	系統的欠損(%)	偶然的欠損(%)
1		GPSの接触不良による測定ミス		
2	41	89.3	4.2	6.5
3	40	92.5	5.0	2.3
4	43	95.9	1.9	2.0
5	41	87.9	6.4	5.7
合計	165	89.9	5.7	4.4

また、データ欠損の原因としては、衛星を4個以上発見することができず位置特定ができなかった場合と、衛星を4個以上発見したにもかかわらず位置特定ができなかった場合の2種類が考えられる。前者を系統的欠損と呼び、その原因は道路環境、運転特性、自然環境によって想定可能なものとする。一方後者を偶然的欠損と呼び、原因の特定が困難なものとする。表4より両欠損とも約5%程度存在し、大きな違いは見られない。

a) 系統的欠損の要因分析

系統的欠損の要因に関して、表5のように運転特性、自然環境、道路環境の3条件6要因を説明変数として、重回帰分析を行った。その結果、系統的欠損は運転特性には起因せず、観測地の地形・道路種別・トンネル通過時間に起因することが検証できた。特に、GPS受信機とGPS衛星を遮断するトンネル通過時間は最も大きな要因である。観測地の地形に関しては、観測地の南方向に山がある場合、北半球に位置する日本においては陰となるので、衛星から発せられる信号の受信が妨げられるためである。道路種別では、中山間地域において、国道は県道に比べ樹木などの障害物が少ないため、欠損が発生しにくい結果となった。

表5 系統的欠損の要因分析

条件	説明変数	係数	t値
道路環境	トンネル通過時間(秒)	0.253 **	11.283
	国道(国道なら1, それ以外は0)	-3.787 **	-3.029
自然環境	地形(南方向に山があれば1)	1.977 *	1.991
	平均高度(M)	-0.008	-1.708
運転特性	停止回数(回)	-0.003	-0.013
	平均速度(km/h)	-0.060	-1.564
定数項		8.229 **	3.102
サンプル数			152
重相関係数			0.753

(* : 5%有意 ** : 1%有意)

b) 偶然的欠損の要因分析

偶然的欠損は、各ルートで発生頻度に偏りが無く、法則性を持たず発生要因を特定できなかったため、現段階ではGPS特有の欠損であると考えられる。

取得されたデータを用いて、緯度、経度、速度のデータについて精度分析を行った。その結果、明らかに異常値とわかる誤差は取得されたデータの約1%に過ぎず、GPSデータの精度の高さが確認された。このことより、観光周遊調査として十分な性能を有すると言える。

(4) 適用性分析

適用性分析では、適用性調査(表5)で収集したGPSデータと回想記入式のアンケート(RP)調査のデータを比較する。前者を真値と仮定し、出発・到着時刻、周遊経路、訪問地のデータについて比較した。RP調査票記入日別の分析結果を図2~4に示す。

表5 適用性調査の概要

日程	2000年11月3日～12月10日
対象地域	島根県中央部 観光地域
対象行動	日帰り自動車観光
被験者	中国地方在住のモニター146組
実施した調査名	GPS調査 RP調査

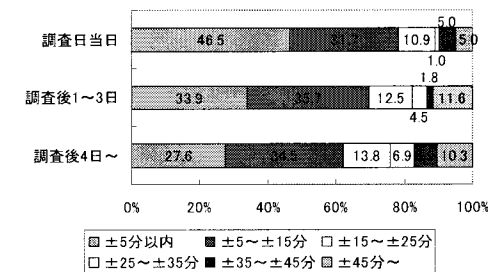


図2 出発時刻のずれ分布

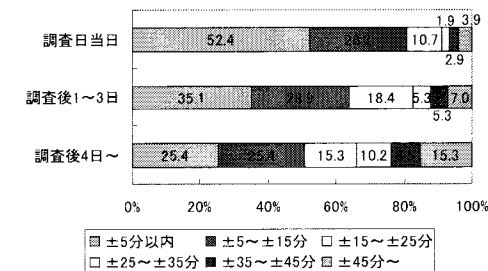


図3 到着時刻のずれ分布

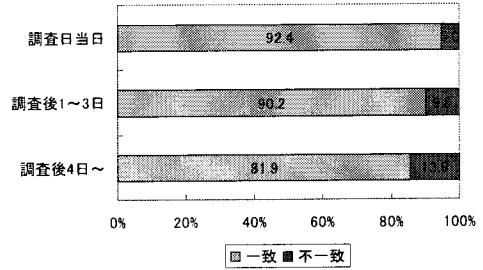


図4 周遊経路のずれ分布

図2~4より、明らかに全ての項目について、RP調査記入日が経過するにつれてGPSデータからのずれが大きくなっている。特に到着時刻でずれが発生しやすく、調査後4日以上に記入した場合には平均24分ものずれが生じる。周遊経路のずれは出発・到着時刻データに比べ小さい。これは対象地域の道路を周知している者のずれが少なかったためであり、道路の情報をあまり持たない県外者のデータでは、69人の被験者のうち28人が経路を間違えて記入していた。また、どの項目についても、調査日当日に記入されたデータでさえ無視できない程度のずれが発生していた。

また、以上のようなずれ以外の誤差であるRP調査票の記入漏れは、時刻データで13件、経路で9件、訪問場所で7件発生した。GPS調査を用いることで、これらの欠損は10%程度まで回復できる。

4. GPSを用いた走行特性の分析

適用性調査で得られたデータより、走行特性の分析を行った。対象地域内で分布交通量が多かった区間を対象として、所要時間、停止回数、速度の平均・標準偏差を求めた。GPSデータでは1トリップ中の交差点停止回数、損失時間、平均走行速度と標準偏差、加減速度などの情報も取得可能である。対象地域間分布交通量を図5に示す。また、表6と表7にゾーンCからゾーンB(温泉津温泉~アクアス、以下CB間)のうち、国道9号の所定の区間を対象とした分析結果を示す。

まず、表6より、当該区間道路には特に目立った渋滞はないもの、信号交差点による停止回数は、サンプルにより4~8回とばらついていることが分かる。

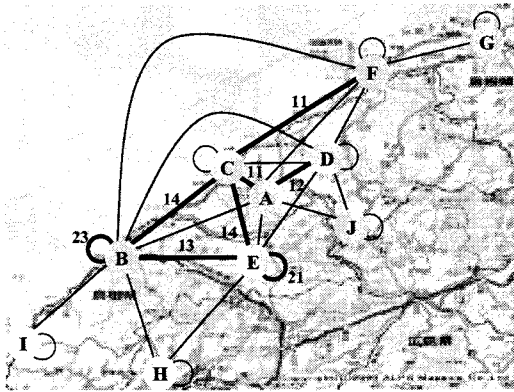


図5 観光ゾーン間分布交通量

表6 CB間の走行特性分析

サンプルNo.	56	57	65	98	
OD区間	停止回数	4	4	8	7
	所要時間	0:30:38	0:41:15	0:33:36	0:36:37
	平均速度	52.4	43.5	48.0	45.4
	最大速度	84.8	73.2	92.8	74.1
	標準偏差	19.1	14.5	23.7	21.2
OD区間 (走行中のみ)	所要時間	0:29:41	0:40:58	0:30:00	0:32:49
	平均速度	55.1	43.9	54.2	52.3
	最大速度	84.8	73.2	92.8	74.1
	標準偏差	16.5	13.1	17.1	12.3

所要時間・・・時間:分:秒
平均速度・・・km/h

表7 CB間の走行特性分析表 (No.57)

サンプルNo.		57			
走行区間		所要時間	平均速度	最大速度	標準偏差
1回目	走行	12:34	53.3	73.2	14.0
	停止	00:07	0.0		
2回目	走行	05:34	50.4	63.5	11.3
	停止	00:02	0.0		
3回目	走行	01:00	47.3	66.1	16.8
	停止	00:08	0.0		
4回目	走行	19:30	35.1	74.3	22.6
	停止	00:00	0.0		
5回目	走行	02:20	50.8	59.1	8.1
	停止				
OD区間		41:15	43.5	73.2	14.5
OD区間(走行中のみ)		40:58	43.9	73.2	13.1

所要時間・・・分:秒
平均速度・・・km/h

また、従来手法である出発地と到着地の2地点データより算出した平均速度と、赤信号などによる停止時間を除いた場合の平均速度を比べると、平均して6.2km/hの違いがあった。それぞれの標準偏差を比べると、停止中の速度を考慮しないため、明らかに後者の方が小さい値になっている。このことより、従来の諸分析で用いていた前者の方法よりも、後者の方がかなり真値に近い値で走行特性を導くことができる。

表7に示すNo.57の4区間目の斜字部では、所定のルート外を走行していることを示す。この被験者は、海岸沿いの独自のドライブコースを走行し、特に海

が見える場所では極めてゆっくり走行していた。そのため標準偏差の値が他に比べて大きくなっている。また、表には載せていないが、No.98も当該区間道路内で一部区間存在するバイパスの途中から旧道にルート変更といったデータがあった。このように、GPSを用いるとOD間のルートも詳細に確認することができる。

5. おわりに

従来、観光周遊行動調査に用いられてきたRP調査と比較して、GPSを用いた観光周遊行動調査の特徴は、何よりも時間毎位置情報を正確に得られることである。そのため、ゾーン間トリップの停止回数、ゾーン内各リンクの平均速度・所要時間、移動中に立ち寄った小さな観光地・休憩施設、道迷いなど、RP調査ではできなかった項目の測定が可能になる。特に、ゾーン内各リンクの平均速度・所要時間が分かることにより、新たな渋滞箇所や速度を遅くしてでも走りたい観光道路などの発見が期待される。

謝辞

計量計画 研究所と東京大学大森宣暁先生とサーベイリサーチセンターに調査の協力をいただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 大森, 室町, 原田, 太田: 交通行動調査へのGPS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報告集, pp.5-8, 1998
- 2) 牧村: 高度情報機器を用いた歩行者行動モニタリングと移動支援, 交通工学, vol. 35, No. 4, pp. 40-45, 2000
- 3) 大森, 室町, 原田, 太田: PHSの位置情報サービスを用いた高齢者の一週間の交通行動調査, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.113-113, 1999
- 4) 室町, 大森, 原田, 太田: 物流調査におけるPHSの利用可能性に関する研究, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.109-112, 1999