

GPS を用いた観光周遊行動の調査

広島大学大学院国際協力研究科 正会員 ○藤原章正
 広島大学大学院国際協力研究科 正会員 岡村敏之
 松山市 正会員 梶田裕樹
 サーベイリサーチセンター 正会員 野崎康秀

1. はじめに

観光目的の交通は、低頻度で不定期に発生し、かつ比較的時空間制約が弱いという特性のため、従来の回想記入式のアンケート（RP）調査では正確なデータの収集能力に限界がある。これに代わる調査手法の一つとしてGPSを用いて移動体の行動軌跡を自動的に記録する調査システム（GPS 調査）が開発され、実用化されつつある。

本研究では、周遊を含む観光交通行動の調査にGPS調査を適用し、RP調査と比較することによってその有効性を明らかにする。GPSを用いた既往の研究は、定常的な行動を対象とした誤差補正方法に関するものが多く、観光周遊行動のように外出当たりの行動範囲が広く、非定常で連続的に発生する行動を取りあげた研究例は多くない。

2. GPS 調査の精度の分析

2000年5月のSA（Selective Availability）の解除によりGPS調査により収集したデータ（GPSデータ）の水平位置精度は著しく改善された。ここではGPSデータに含まれる2種類の欠測値（系統的欠測値、偶然的欠測値）を指標として同調査の精度の分析を行なう。GPS調査の対象地域は観光地が点在する島根県中央部であり、2000年9月15日と17日の2日間、5組の被験者が予め指定された経路を自動車で周遊した。被験者は調査中、経路の主要交差点の通過時刻や施設への立ち寄り時刻を記録した。

まず被験者が通った各経路のリンクごとにGPSデータの取得率を算出した（表2）。ここで取得率とは4個以上の衛星から信号を受信して取得できたデータ数を総観測データ数で除した値（%）である。全経路では平均89.9%と高い確率でデータが取得できることがわかった。ただし、5経路のうち1経路についてはGPS装置の接触不良のためデータを取得できなかった。

GPSデータの欠測には、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。本研究では、前者を系統的欠測と呼び、その原因が道路環境や運転特性や自然環境によって想定可能なものを言う。一方、後者を偶然的欠測と呼び原因の特定が困難なものを言う。表1より両欠測とも約

5%程度であり両者に違いはない。

次に系統的欠測の発生要因の分析を行なう。表2に示すように系統的欠測率を目的変数とし、道路環境条件、自然環境条件、運転特性の3条件6要因を説明変数として重回帰分析を行なった。分析の結果、系統的欠測は運転特性には起因せず、トンネル通過時間、道路種別、観測地の地形に起因して発生することが検証された。GPS受信機を遮蔽するトンネル区間の通過時間は必然的に最も大きな影響要因となる。道路種別では、中山間地域において国道は県道等に比べ幅員が広く、道路上空間に樹木などの障害物が少ないため、欠測が発生しにくい結果となっており、赤道より北に位置する日本においては、観測地の南方向にある山が衛星からの信号の受信を妨げる可能性があることを示唆している。

表1 GPSによるデータ取得率と欠測率

経路 No.	取得率(%)	系統的欠測(%)	偶然的欠測(%)
1	GPS装置の接触不良のため取得データなし		
2	89.3	4.2	6.5
3	92.5	5.0	2.3
4	95.9	1.9	2.0
5	87.9	6.4	5.7
合計	89.9	5.7	4.4

注)個々の値はリンクごとに算出している

表2 系統的欠測の要因分析結果

説明変数	係数	t 値
<道路環境条件>		
トンネル通過時間(秒)	0.253 **	11.28
道路種別ダミー(1:国道)	-3.787 **	-3.03
<自然環境条件>		
地形ダミー (1:北向斜面)	1.977 *	1.99
平均高度(m)	-0.008	-1.71
<運転特性>		
停止回数(回)	-0.003	-0.01
平均運転速度(km/h)	-0.060	-1.56
定数項	8.229 **	3.10
サンプル数 152	重相関係数 0.753	

**1%有意, *5%有意

次に、取得データを用いて移動の速度、加速度および方位の観測値の精度分析を行なった。速度と加速度は1秒間隔で記録された緯度・経度データから算出した。ま

・キーワード：GPS、観光周遊交通、RP調査

連絡先：広島大学大学院国際協力研究科（〒739-8529
 東広島市鏡山1-5-1 TEL&FAX:0824-24-6921）

た方位の誤差は、まず $t-1$ 時点と t 時点の移動ベクトルの方位角のずれを計算し、道路線形と照合の上、非現実的な急角度の場合を誤観測と見なした。表 3 より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。

水平位置精度について検討するため GIS を用いてデジタル道路地図と緯度・経度データの比較を試みたが、対象の中山間地域においてはデジタル道路地図の精度の方が低い結果となった。GPS 調査は自動車による観光周遊行動調査としては十分な精度を有すると結論付けられる。

本 GPS 調査では毎秒観測したデータをすべて記録した。しかし分析目的によっては、このような膨大な量のデータは必ずしも不要であり、数秒間隔の記録で十分であることも考えられる。そこで、観測間隔を 5 秒、10 秒、30 秒とした場合の取得率と平均速度を比較すると（表 4）、有意差は認められなかった。観測間隔を 30 秒程度にしても取得率やリンク速度の偏りやばらつきに支障はない。

表 3 異常値の発生確率

誤差	経路 2	経路 3	経路 4	経路 5
速度誤差(%)	0.11	0.00	0.00	0.00
加速度誤差(%)	0.27	0.19	0.10	0.29
方位誤差(%)	0.82	0.62	0.89	0.86
速度&加速度誤差(%)	1.45	1.08	1.41	1.37

表 4 観測時間間隔による取得率、リンク速度の比較

	5 秒間隔	10 秒間隔	30 秒間隔
取得率の平均	95.5	95.7	94.9
“ の標準偏差	7.6	7.1	8.0
リンク速度の平均	51.1	51.2	51.6
“ の標準偏差	20.0	20.4	21.2

3. GPS 調査の適用性の分析

2000 年 11 月 3 日～12 月 10 日の間、146 組のモニターを対象として調査した GPS データと従来の回想記入式のアンケート(RP)調査のデータを比較し、GPS 調査の適用性について検討する。前節の分析結果から GPS データの精度は十分高いことが確認されたので、ここでは両データの差異は従来の RP データに含まれる誤差を表しているものとする。なお、両調査によるデータの回収率および取得率は表 5 に示すとおりであった。

RP 調査票の記入日別の出発・到着時刻、滞在時刻、周遊経路について比較した結果を表 6、7 に示す。表 6 より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。符号がいずれも正であることから、RP 調査では実際よりも時刻を遅く、あるいは時間を長く報告する傾向があることを意味する。特に到着時刻でずれが大きくなり、調査後 4 日以上経過して記入した場合、平均 24 分ものずれが生じる。

一方、表 7 に示す周遊経路の不一致は全体の 8%と少ない。これは対象地域の道路を周知している者の不一致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に限定すると、69 人の被験者のうち 28 人が経路を誤記入していた。

また RP 調査票の記入漏れは、経路で 9 件、訪問地で 7 件、時刻データで 13 件発生した。これらの記入漏れは GPS 調査では高い精度で捕捉することができる。

表 5 調査の回収状況

	RP 調査	GPS 調査	比較可能サンプル数
配布・観測サンプル数	146	146	146
回収・取得サンプル数	129	122	108
回収・取得率(%)	88.4	83.6	74.0

表 6 出発時刻、到着時刻、滞在時間の比較結果

記入日	出発時刻	到着時刻	滞在時間
調査日当日	+11.5 分	+9.8	+8.6
調査後 1～3 日	+16.1	+16.4	+18.1
調査後 4 日以上	+19.6	+24.0	+18.7

＋は RP データが GPS データよりも遅い(長い)ことを表す

表 7 周遊経路の比較結果

記入日	一致	不一致	合計
調査日当日	110	6	116
調査後 1～3 日	111	12	123
調査後 4 日以降	59	10	69
記入日不明	59	2	61
合計	339	30	369

注) 表中の数値は 1 トリップを 1 経路としてカウント。

表 8 RP 調査票の記入漏れ数

記入日	被験者数	経路	訪問地	時刻
調査日当日	33	3	17	3
調査後 1～3 日	35	0	17	0
調査後 4 日～	19	3	12	9
記入日不明	21	3	7	1
合計	108	9	53	13

4. まとめ

GPS 調査により観光周遊行動データを高い精度で取得できることを確認した。また、回想記入式の RP 調査では訪問地や時刻に関する情報の欠測が多いことを実証した。GPS データは多少の欠測が不可避であるものの、従来の RP 調査に比べて観光周遊行動の出発・到着時刻、訪問場所、周遊経路を高精度で捕捉できることがわかった。今後は、この GPS データを利用することによって需要予測精度がどの程度改善可能であるか確認する必要がある。

なお本 GPS 調査の実施にあたり、東京大学大森宣暁先生、IBS 牧村和彦氏、SRC 高野精久氏から多大な協力を得た。記して謝意を表します。