

# 観光客の位置と情報アクセスログデータを用いた周遊行動の分析

Behavioural Analysis of Tourists using Location Positioning Data and Information Access Data

朝倉康夫\*, 井料隆雅\*\*, 本郷達也\*\*\*, 内田敬\*\*\*\*

By Yasuo ASAKURA, Takamasa IRYO, Tatsuya HONGO and Takashi UCHIDA

## 1. はじめに

観光地における観光客の周遊行動を分析する際の行動調査では、これまで主に質問紙調査が用いられてきた。習慣化・パターン化された日常的な行動では、被験者が過去の行動を想起して回答する質問紙形式の調査により、活動の場所や時刻に関しても信頼度の高い行動データが収集できると思われる。しかし、地理に不案内の地域で、繰り返しのない行動となることの多い観光行動では、想起に基づく質問紙調査による位置と場所の回答精度は必ずしも高いとはいえないと思われる。

一方、最近、交通行動調査への利用が試みられるようになった携帯型の移動体通信端末装置を用いて観光客の行動データを収集すれば、観光客の周遊や滞在に関するさまざまな時空間行動分析が可能となる。観光客に観光地情報を提供するような機能を持つ携帯端末装置を用いる場合には、観光客の周遊行動だけではなく、観光情報へのアクセス行動や、情報が行動に及ぼす影響についても分析できる可能性がある。

本研究は、国土交通省により実施された奈良飛鳥地域における観光社会実験のデータを用いて、観光客の移動・滞在状況の分析のための方法論を提案すること、観光行動と情報アクセス行動の関連性についての分析を行うことを目的としている。

## 2. 実験データの概要と分析の枠組み

国土交通省近畿地方整備局は、多数の観光資源が集中する奈良県飛鳥地域においてGPS付のPDAを介して様々な情報を提供することにより周遊観光の快適性・利便性を向上させることを目的として、飛鳥ナビゲーションシステム（以下、飛鳥ナビ）を開発した。飛鳥ナビを用いた経路案内や観光案内の有効性と、普及のための課題を検証することを目的として、近畿地方整備局・奈良国道

Keywords: 観光周遊, 移動体, GPS, 観光情報, 交通行動

\*)神戸大学大学院自然科学研究科・教授(〒657-8501 神戸市灘区六甲台町, [asakura@kobe-u.ac.jp](mailto:asakura@kobe-u.ac.jp), T/F:078-803-6208), (\*\*)同助手,

\*\*\*同博士前期課程・学生, \*\*\*\*)大阪市立大学大学院・助教授

工事事務所は、奈良県・橿原市・明日香村と共同で社会実験を行った。その概要は以下のとおりである。

- ・ 実験期間: 2001年10月6日~11月18日の土日を中心とした延べ17日間
- ・ 実験地域: 奈良県飛鳥地域(橿原市, 明日香村)
- ・ 実験内容: PDAを用い、モニターを対象に情報提供を行うとともにアンケート調査を実施
- ・ 得られたデータ
  - 1) 移動ログデータ:(観光客492人)  
(年月日・時分秒・緯度・経度・進行方向)
  - 2) 情報操作ログデータ:(観光客490人)  
(年月日・時分秒・操作名・操作対応の情報)
  - 3) アンケートデータ:(観光客718人)

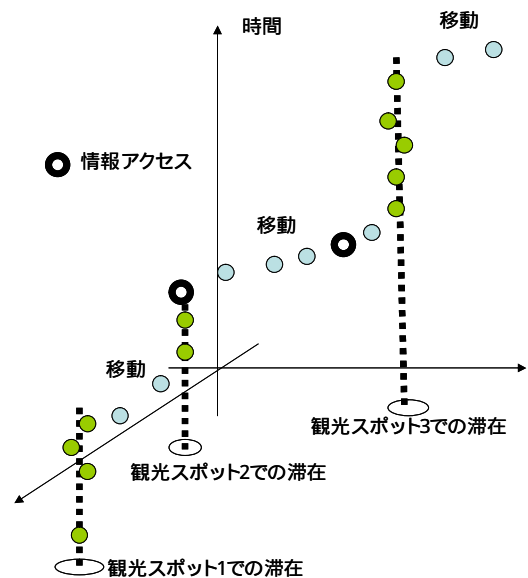


図 - 1 移動ログによる時空間行動パスと情報アクセス

移動ログは、GPSが取得した30秒ごとの位置座標を記録したものであり、各観光客の周遊状況を追跡するのに使うことができる。情報操作ログは、観光客がPDAを操作した際の時刻と操作内容を記録したものであり、いつ、どのような観光情報にアクセスしたかの分析に用いることができる。情報操作ログデータだけでは、情報アクセスの位置を知ることはできないが、後述するように、操作時刻をレファレンスとして移動ログデータの位置座標を対応させることが可能で

あり、情報アクセスの空間分布を推定することも可能である。

以下の分析ではまず、移動ログデータを用いて、観光客の移動と滞在を判別し、観光スポットを抽出する。移動・滞在判別では、個々の観光客の滞在スポットを取り出す。観光スポット抽出では、複数の個人の滞在スポットを集計し、集客効果の高い場所の抽出を試みる。さらに、情報操作ログデータと移動ログデータを併用することにより、観光客がどこで、どの情報にアクセスしたのかという情報利用のされ方について分析する。

### 3. 移動ログの分析

#### (1) 移動滞在判別の方法<sup>1)</sup>

移動ログは、30秒間隔で各観光客の位置(緯度,経度)を記録したものであり、時空間におけるひとつひとつの点が移動中の点であるか、観光地での滞在点であるかはわからない。そこでまず、個々の移動ログデータから、それぞれの点が移動点であるか滞在点であるかを判別する。その手順は、特異点除去、1次判別、2次判別の3段階からなる。

##### 1) 特異点除去

時刻の順に連続する2点(先行点と後続点)間の移動速度が、地域内で考えられる交通機関での移動速度の閾値(上限値)を越えるとき、特異点であるとみなす。先行点と後続点の位置座標から移動速度を求め、その値が速度閾値を越えているならば後続点を除去する。

##### 2) 1次判別

時刻の順に点 $i$ (先行点)までの判別は終わっているものとし点 $i+1$ (後続点)の判別を考える。基本的考え方は、2点間の距離が閾値内なら後続点は滞在点であり、閾値を越えているなら移動点であるとみなすというものであるが、先行点の判別結果により、以下の二つの手順に区別される。

#### ( ) 先行点が滞在点の場合

<STEP1-1> 連続する2点 $i(x_i, y_i)$ ,  $i+1(x_{i+1}, y_{i+1})$ 間の距離 $D_{i,i+1}$ を求める。これを、1次判別用の距離閾値 $D_{1st}$

と比較し、 $D_{i,i+1} > D_{1st}$ ならば<STEP1-2>へ、そうでないなら<STEP1-3>へ進む。

<STEP1-2> 点 $i+1$ を暫定的移動点とし、 $i$ を更新して<STEP2-1>へ進む。

<STEP1-3> 点 $i+1$ を滞在点として確定させ、 $i$ を更新して<STEP1-1>を繰り返す。

#### ( ) 先行点が暫定的移動点の場合

<STEP2-1> 連続する2点 $i(x_i, y_i)$ ,  $i+1(x_{i+1}, y_{i+1})$ 間の距離 $D_{i,i+1}$ を求め、 $D_{i,i+1} > D_{1st}$ ならば<STEP2-2>へ、そうでないなら<STEP2-3>へ進む。

<STEP2-2> 点 $i$ を移動点として確定させ、点 $i+1$ を暫定的移動点とし、 $i$ を更新して<STEP2-1>を繰り返す。

<STEP2-3> 点 $i$ , 点 $i+1$ を共に滞在点として確定させ、<STEP1-1>へ戻る。

全点について判別を行った後、連続する滞在点のまとまりを滞在スポットと定義し、その滞在時間、平均座標を計算する。滞在時間はそのスポットへの到着時刻と出発時刻との差、平均座標は滞在スポットに存在する複数の滞在点の座標値の平均である。

#### 3) 2次判別

1次判別の滞在には、本来の観光行動ではない非常に短い滞在、停止、立ち寄りが含まれているため、そのまま用いると非常に多くの滞が発生してしまう。そこで、滞在時間に下限制約(時間閾値)を設けて、滞在時間の短い滞在スポットの点を移動点とする2次判別を行う。

#### (2) 観光スポット抽出の方法

移動・滞在判別によって取り出された複数観光客の滞在スポットに対し、最短距離法によるクラスター分析の手法を用い、集客効果の高い場所を抽出する。分析の考え方は、下記に定義する2つの滞在スポット間の類似度が近い順に滞在スポットを集約していくというものである。一定の類似度レベルで打ち切ると、それに応じて集約された観光スポットが浮かび上がる。類似度が高いレベルで集約されたスポットは下位のクラスターを形成し、類似度が低いレベルで集約されたスポットは上位のクラスターを形成する。最上位のクラスターは「飛鳥」という観光地そのものとなる。

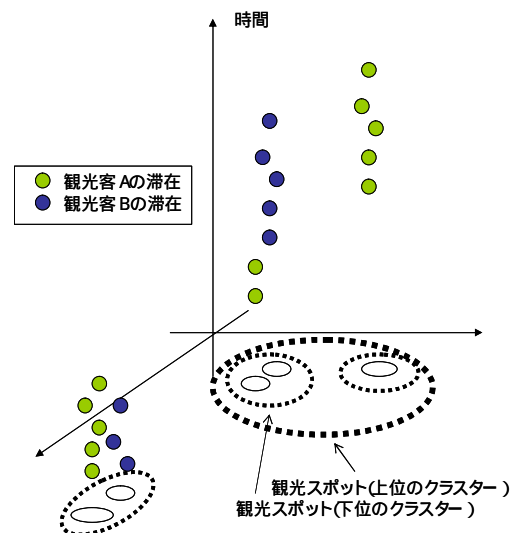


図 - 2 観光スポットとクラスター

滞在スポットから観光スポットの切り出しは、以下の手順で行う。2つの滞在スポット間の距離が長ければ別個の観光ス

ポットとするだけでなく、近接したスポットであってもそれぞれの滞在時間が長ければ独立した別の観光スポットであるとするため、式(1)の類似度を用いるものとした。この指標値が小さいほうから順に、2つの滞在スポットを同一の観光スポットに束ねていく。

<STEP1> 2つの滞在スポット  $m, n$  の組み合わせのうち、類似度  $D_{mn}$  が最小となる滞在スポットの組  $m(x_m, y_m), n(x_n, y_n)$  を抽出する。なお、類似度は以下の式により計算する。

$$D_{mn} = t_m t_n \sqrt{(x_m - x_n)^2 + (y_m - y_n)^2} \dots (1)$$

$t_m, t_n$  : 滞在スポット  $m, n$  での滞在時間

<STEP2> 滞在スポット  $m, n$  を集約する。集約されたスポットの座標  $(x'_m, y'_m)$  は、各滞在スポットに含まれる滞在点数によって重み付けされた値である。

$$x'_m = \frac{x_m c_m + x_n c_n}{c_m + c_n}, y'_m = \frac{y_m c_m + y_n c_n}{c_m + c_n} \dots (2)$$

$c_m, c_n$  : 滞在スポット  $m, n$  に含まれる滞在点数

<STEP3> 類似度の最小値  $MinD_{mn}$  を終了条件  $D_{spot}$  と比較し、 $MinD_{mn} > D_{spot}$  ならば終了する。そうでなければ、<STEP1>へ戻る。

### (3) 分析結果

移動滞在 1 次判別の際の距離閾値と 1 サンプル当たりの平均滞在回数との関係を見ると、距離閾値が 10m, 30m のとき、観光客ひとりあたりの平均滞在スポット数はそれぞれ 29 箇所、22 箇所であった。距離閾値を大きく設定すれば、滞在スポットは広い面積を持つ面的な滞在スポットとして抽出される。逆に、距離閾値を小さく設定すれば、滞在スポットは面積を持たない点的な滞在スポットとして抽出される。なお、以下の理由から、距離閾値は 10m ~ 30m の範囲が適当であると考えられる。

- ・ GPS の位置特定誤差が約 10m であるため、距離閾値として有効な値の最小値は約 10m と考えられる。
- ・ 一般的な人の歩行速度は時速 3 ~ 4km/s (観測間隔 = 30 秒当たり約 30m) であると考えた場合、距離閾値として有効な値の最大値は約 30m と考えられる。

移動滞在 2 次判別の際の時間閾値と平均滞在回数との関係を表 1 に示す。観光による立ち寄り以外の短い停止や滞在を分析したい場合には、滞在スポットが多く現れる 180 秒以下の時間閾値を用いるのが適切であろう。逆に、主要な観光地の周遊を分析する場合には、300 秒程度以上に時間閾値を設定し、滞在スポット数を限定したほうがよいと思われる。

表 1 2 次判別の時間閾値と平均滞在回数

時間閾値 (秒)	距離閾値 (10mの場合)	距離閾値 (30mの場合)
0	29.3	22.7
60	29.2	22.7
120	17.6	15.8
180	12.8	13.1
300	7.8	9.7
600	3.7	5.6
1200	1.7	2.8

2 次判別の時間閾値を 300 秒として滞在スポットを抽出 (4445 箇所) した後、クラスター分析による観光スポットへの集約を行った。非類似度の増加に伴い、集約された観光スポット数は指数的に減少する。500 箇所、100 箇所の観光スポットに集約されたときの非類似度の値は、それぞれ 700,000 (ms<sup>2</sup>) および 700,000,000 (ms<sup>2</sup>) である。後者は 200m 離れた 2 点でそれぞれ 30 分滞在した場合を別の観光スポットとみなすというレベルにほぼ相当する。

図 3 は非類似度のレベルを 1,000,000 (ms<sup>2</sup>) としたときの観光スポットの空間的分布を示す。このとき、2 次判別終了後の滞在スポット (4445) が約 1/10 の観光スポット (450) に集約されている。実験にあたって国土交通省が観光地としている観光地の数は 88 箇所であり、それに比べて細かな滞在を拾って観光スポットと判定したことになる。これらの場所は何らかの意味で集客効果が高いと考えられるため、自販機や看板、ベンチなどの設置場所を検討する際に活用できるものと考えられる。



図 - 3 観光スポット抽出の例

### 4. 情報操作データの分析

飛鳥ナビが観光客に提供する情報の種類としては表 2 に示す 8 種類がある。これらの情報へのアクセスの頻度と空間的分布 (どのような場所で参照されやすいか) を調べることが分析の目的である。

#### (1) 情報アクセス数

表 - 2 に、各情報に対しての総アクセス数、及び観光客ひとりあたりの平均アクセス数を示す。観光客ひとりあたりのアクセス数は 58 回で、その中では「コース確認」

へのアクセスが最も多く、次いで「スポット情報表示」、  
「詳細地図表示」となる。また、「ガイド情報」、「スポッ  
ト地図表示」は相対的にアクセス数が少なく、約3人で  
1回の割合でしか利用されていない。情報内容により、  
アクセス数にばらつきがあることがわかる。

表 - 2 情報への総アクセス数、及び平均アクセス数

情報内容	総アクセス数	平均アクセス数
コース選択	2201	4.5
詳細地図表示	3432	7.0
スポット情報表示	8504	17.4
コース確認	11533	23.6
全体地図表示	1798	3.7
動画再生	543	1.1
ガイド情報	193	0.4
スポット地図表示	138	0.3
計	28,342	57.8

## (2) 情報アクセスの空間的分布

情報操作ログデータは、それぞれの観光客が飛鳥ナビ  
を操作した時刻とその内容を記録したものであり、情報  
操作の位置はわからない。そこで、同一の観光客の移動  
ログ(時刻と位置を記録)から時刻をレファレンスとし  
て、情報アクセスが行われた位置を割り出した。図5  
はすべての情報ログに位置座標を付して、2次元平面に  
マッピングしたものである。

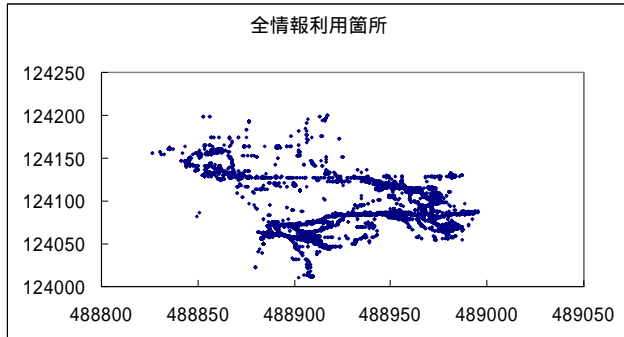


図 - 5 情報操作ログの2次元平面へのマッピング

位置座標が付けられた情報操作ログデータをもとに、  
情報アクセスの空間分布について考察するため、飛鳥地  
域を一定のサイズの矩形メッシュ(セル)に区切り、情  
報操作の内容別のアクセス数をセル内で集計した。情報  
操作ログに位置座標を付ける際の誤差の大きさと、情報  
データの分布を比較的広い範囲で考察するという点を考  
慮して、メッシュ幅は200mとした。

各情報に対して最もアクセス数の多かった場所につい  
てみると、「スポット地図表示」以外の7つの情報は、飛  
鳥駅を中心として、比較的大きな規模の観光資源の周辺  
で多くアクセスされていることがわかった。ただし「ス

ポット地図表示」だけは、亀石・猿石・鬼の雪隠・鬼の  
俎周辺と、比較的小さな規模の観光資源の周辺で多くア  
クセスされていることがわかった。

情報操作の絶対数は、そのセルに滞在・通過した観光  
客の数により異なる。そこで情報操作の相対的な発生頻  
度を比較することにした。移動ログデータから各セルに  
含まれる移動ログ数(移動・滞在識別をする前の30秒間  
隔のすべての移動体観測地点数)、および滞在点数を集計  
した。セル内の移動ログ数(および滞在点数)を分母、  
情報アクセス数を分子とし、情報アクセスの相対的な発  
生頻度とした。

表-3は、滞在ログ数を分母としたときの各セルのア  
クセス率を求め、値の大きなものから順に3箇所を示し  
たものである。ただし、各セルについて滞在ログ数を50  
点以上含んでいるセルを対象としている。この結果を見  
ると、必ずしも主要な観光資源の周辺で頻繁にアクセス  
が行われているというわけではない。特徴としては、比  
較的小規模な観光資源の周辺が目立つなか、「動画再生」  
のアクセス率は高松塚古墳・石舞台古墳周辺と主要な観  
光資源の周辺で高くなっている。

表 - 3 各情報アクセス率の上位3箇所

情報内容	アクセス率		
	1位	2位	3位
コース選択	菖蒲町周辺	定林寺跡周辺	蘇我入鹿首塚南
詳細地図表示	菖蒲町周辺	伝承板蓋宮跡 周辺	法満寺周辺
スポット 情報表示	定林寺跡周辺	菖蒲町周辺	甘樫坐神社西
コース確認	伝承板蓋宮跡 周辺	高松塚古墳北	飛鳥浄御原宮の碑 北西
全体地図 表示	菖蒲町周辺	伝承板蓋宮跡 周辺	文武天皇陵東
動画再生	高松塚古墳 周辺	定林寺跡周辺	石舞台古墳北
ガイド情報	万葉ホール周 辺	蘇我入鹿首塚 南	文武天皇陵 周辺
スポット 地図表示	花園神社周辺	文武天皇陵 周辺	称讃寺周辺

移動ログから得られる周遊行動と情報操作の関連、異  
なった情報アクセスの空間的分布の比較についての分析  
は今後の課題としたい。最後に、社会実験データを提供  
いただいた国土交通省・近畿地方整備局・奈良国道工事  
事務所の方々に感謝いたします。

### 【参考文献】

- 1) 朝倉康夫・羽藤英二・大藤武彦・田名部淳; "PHSによる位置  
情報を用いた交通行動調査手法", 土木学会論文集, No.653 /