

行動軌跡データに基づく回遊対象施設範囲の画定に関する研究*

Defining Extents of Sightseeing Spots based on GPS-equipped Visitor's Trajectories*

内田 敬**・金田 倫子***・朝倉 康夫****・吉田 長裕*****・日野 泰雄*****

By Takashi Uchida **, Tomoko Kaneda ***, Yasuo Asakura ****, Nagahiro Yoshida *****, Yasuo Hino *****

1. はじめに

GPS や PHS などの IT を活用した人の所在位置監視・記録機器が実用に供されている。これら機器を用いると、従来は回答者の記憶や誠実さに期待するしかなかった移動・回遊実態について簡便かつ正確に知ることができることから、交通行動・回遊行動に関連する研究を大きく発展させるものと期待されている。そのような展開の一例として、著者らは、観光スポットなどの回遊対象施設の利用者便益を来訪者行動から推計することを目標として、GPS 位置データを用いた回遊行動分析に取り組んでいる。

回遊行動分析のための観察データにあっては、滞在型施設への滞在、回遊型施設における回遊、施設間の移動が識別されていることが必要である。しかし GPS 利用機器で直接に観察・記録できるのは所在位置の時系列に過ぎないから、軌跡データの回遊行動データへの翻訳作業が必要である。この翻訳は、対象施設が有料施設であったり、建築物内で何らかの行為を行うようなもの(利用施設)である場合には比較的簡単である。設置者が定めている管理領域内に居るか否かで、滞在 / 非滞在を決めればよい。それに対して、庭園や史跡など主に視覚刺激によっ

て認知される“場”に佇むことが意義を持つ施設の場合には、仮に管理領域が定められていても、それをそのままに用いて翻訳することは不適切であろう。例えば、広大な伽藍配置をもつ寺院であっても、来訪者にとって価値を持つのは一つの塔(の周辺)に過ぎないかもしれない。逆に、山門の外部まで“場”は広がりをもつ可能性もある。

本研究は、来訪者の認知しているであろう施設範囲(“場”)が、来訪者の移動速度の違いに表出する、すなわち“場”の内部では速度がゼロに近づくと仮定して、行動軌跡データから施設範囲を画定する方法を提案する。集計的アプローチにより、一定の時間間隔で記録された複数の人の所在位置データを用いる。それを空間的にも集計することで、移動速度が低いために多数回の位置記録を有する地点(範囲)を抽出する。本論文ではさらに、実観測データを用いたケーススタディを通じて行動軌跡データに基づく施設範囲と設置者などによる形式的な施設範囲を比較して、両者の関係や行動軌跡ベースの施設範囲画定の必要性について、予備段階ではあるが今後の研究進展に資する知見を得ることを目的とする。

2. 行動軌跡データと回遊エリアの概要

本研究で用いる利用者の行動軌跡データは、奈良県飛鳥地域を対象に平成 13 年に実施された「観光地における歩行者・自転車ナビゲーション」社会実験で得られたものである。実験は、携帯情報端末 PDA (Personal Digital Assistant) を用いて歩行者や自転車利用者への観光・経路案内の提供手法及びシステムの有効性を検証することを目的として実施された。実験概要を表-1 に記す。

* Keywords: 回遊行動, GPS, GIS

** 正会員、工博、大阪市立大学大学院工学研究科
連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138
TEL : 06-6605-2731, FAX : 06-6605-3077
uchuda@civil.eng.osaka-cu.ac.jp

*** 学生会員、大阪市立大学大学院工学研究科

**** 正会員、工博、神戸大学大学院自然科学研究科

***** 正会員、工博、大阪市立大学大学院工学研究科

***** 正会員、工博、大阪市立大学大学院工学研究科

表-1 飛鳥地域社会実験概要

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)
参加人数等	・モニター参加者人数:1026人 ・PDA貸出台数:501台 ・アンケート票数:718票
データ内容	・Operationデータ:時刻、操作ログ ・Movingデータ :時刻、緯度・経度 ・アンケートデータ

GPS 受信機能をもつ PDA では情報取得履歴および操作履歴 (Operation データ) が随時記録され、利用者の緯度・経度、時刻等の行動軌跡 (Moving データ) が 30 秒間隔で記録される。また、同時に実施したアンケート調査で、個人属性等の情報が得られている。なお、GPS の精度は、データ誤差が数 m～最大 20m 程度、現地テストでは 2～3m 程度と報告されている。

飛鳥地域には、飛鳥寺や石舞台遺跡など屋外型回遊施設が 13km×6km 程度のエリアに点在している。

3. 行動軌跡データに基づく施設範囲画定方法

屋外回遊型の施設の場合、回遊者が認識する滞在施設の範囲は自明ではない。利用者が施設を来訪し、視覚刺激等により移動速度を減少させたところから、利用者が施設と認知している“場”の範囲がわかると考える。本研究では集計的アプローチをとる。30 秒間隔で記録されたデータから施設範囲を画定するために、全モニターの所在位置記録から地点ごとの所在度数を集計し、相対的に多数のデータが滞留する場所を利用者が認知する施設範囲(“場”)とみなす。

行動軌跡データから、施設範囲を画定するまでの GIS 上での処理手順を図-1 に示す。なお、本研究では用いないが、回遊対象施設での利用者便益を推計するための情報として、画定した施設範囲と行動軌跡データを照合し、各施設の画定範囲における入出時刻から滞在時間も算出している。

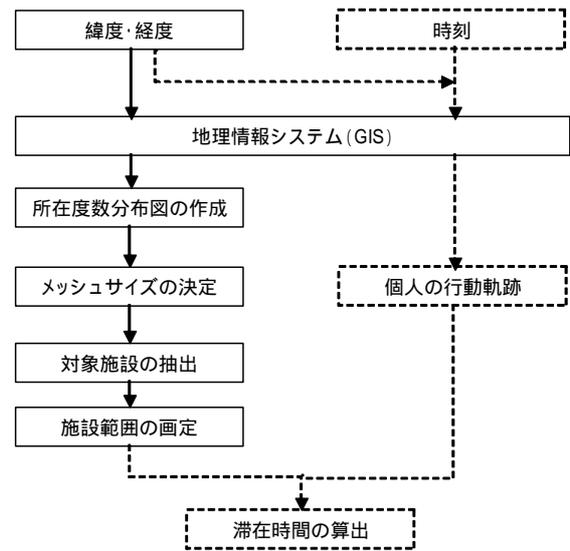


図-1 行動軌跡データ分析フロー

(1) 所在度数集計とメッシュサイズの決定

所在度数の集計には緯度・経度で区切られたメッシュを用い、メッシュに含まれる行動軌跡データの個数を集計して、所在度数を示す等高線を作図する。等高線を用いるのはサンプリング誤差の影響を空間的平滑化によって軽減するためである。こうして作成する 2 次元平面上の度数分布は、ベースとなるメッシュのサイズによって大きく様相が異なる。本研究では、GPS の精度もふまえ、施設間の単純な移動路が識別できることを最大解像度の基準とした。メッシュサイズに関して 0.1 秒、0.3 秒、0.5 秒、1.0 秒、1.5 秒を候補として、所在度数 5 ポイントごとに等高線を描いて比較した結果、0.5 秒(約 15m)メッシュを採用した(図-2)。

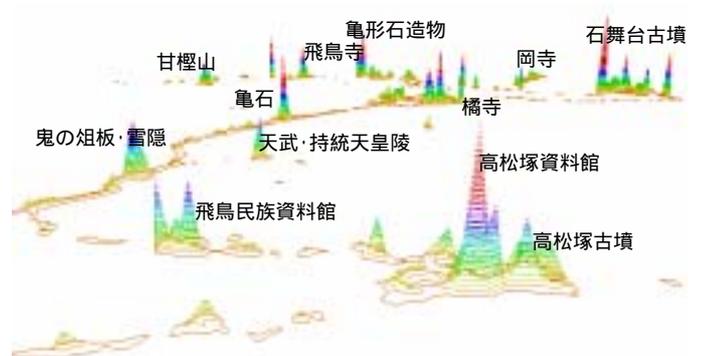


図-2 0.5 秒間隔メッシュの所在度数分布

(2) 対象施設の抽出

実際に、飛鳥地域社会実験で対象とされた全 88 観光施設から等高線図に山が現れた施設を来訪度

数の高い施設として、16 施設を抽出した。これらの内、寺院、公園などについては、都市計画図により、遺跡・石造物については等高線のおおよその区切りからその範囲を設定し、各施設範囲に含まれる行動軌跡データのポイント数を集計した。集計結果を各施設の属性とともに表-2 に示す。

表-2 施設属性と所在度数

施設名	施設属性	所在度数
石舞台遺跡	遺跡	3303
高松塚遺跡	遺跡	5098
天武・持統天皇陵	遺跡	395
国営飛鳥歴史資料館	資料館	2491
高松塚壁画館	資料館	790
万葉文化館	資料館	692
明日香民族資料館	資料館	332
猿石	石造物	1081
亀石	石造物	3368
亀形石造物	石造物	968
鬼の俎・雪隠	石造物	3745
酒船石	石造物	1464
飛鳥寺	寺院	6286
橘寺	寺院	3900
岡寺	寺院	304
甘樫山	総合公園	6448

これら 16 施設のうち、屋内施設では GPS の受信機能が落ち、施設内での連続的な行動軌跡がとれないため資料館は対象から除く。また、見晴台で等高線山が現れた甘樫山では、見晴台そのものが直接的に刺激を与えるものではなく、他を見るための場を与える利用施設にあたるため対象から除外し、計 11 施設を 4 章でのケーススタディの対象とする。

(3) 施設範囲の画定

図-2 の等高線において、等高線の山に向けて連続的に生じる“尾根筋”は、滞在点に向かう比較的高速な移動点の軌跡を示し、各施設にアプローチす

る“道”とみなすことができる。この“道”よりも所在度数の高い場所が滞留場であると考えられる。この“道”よりも 1 段高い等高線レベルの範囲を施設範囲として画定する(図-3)。なお、こうして定めた施設が連担する(“多峰山”)場合、それらの施設属性が同じものは 1 つの施設として取り扱い、属性が異なるものは等高線の“峠”を区切りとして分割する。

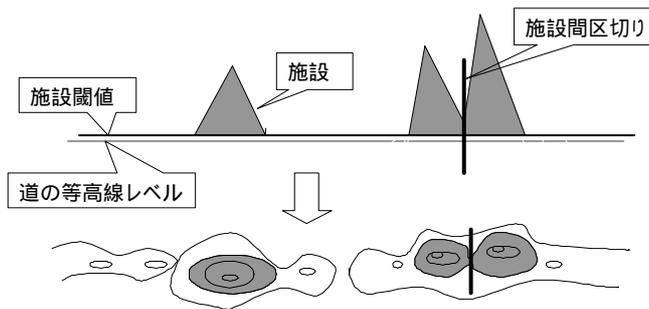


図-3 施設範囲画定例

4. ケーススタディ

3.(2)に示した 11 施設について、行動軌跡データに基づき画定された施設範囲と、設置者が定めている形式的な管理領域との比較を行う。以下の施設範囲比較図においては、行動軌跡データに基づく施設範囲を青色、明日香村都市計画図に基づく施設範囲を黄緑色で記す。スケールは 1:5000 である。

(1) 寺院

寺院での回遊は、基本的に管理領域内に限定されるため、回遊行動に基づく施設範囲が管理領域内に包含される(図-5)。しかし、飛鳥寺では寺院と関係の深い遺跡が隣接しており来訪者はこの遺跡を含めた場を施設と認知していると推測される。なお、いずれの寺院も拝観は有料である。

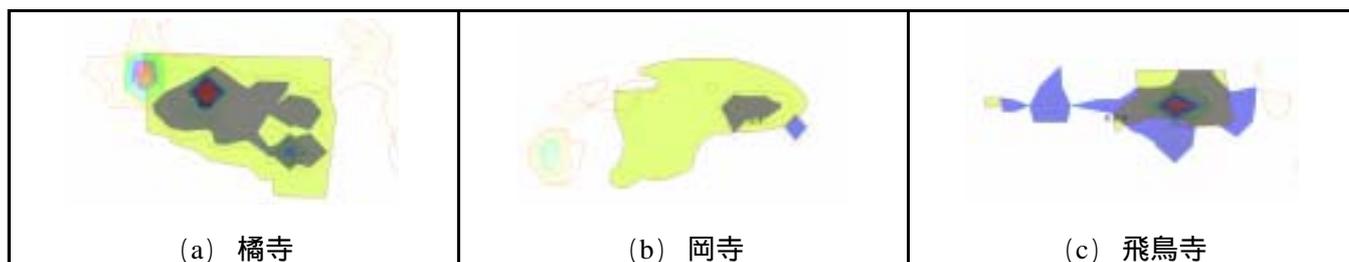


図-4 寺院



図-5 遺跡

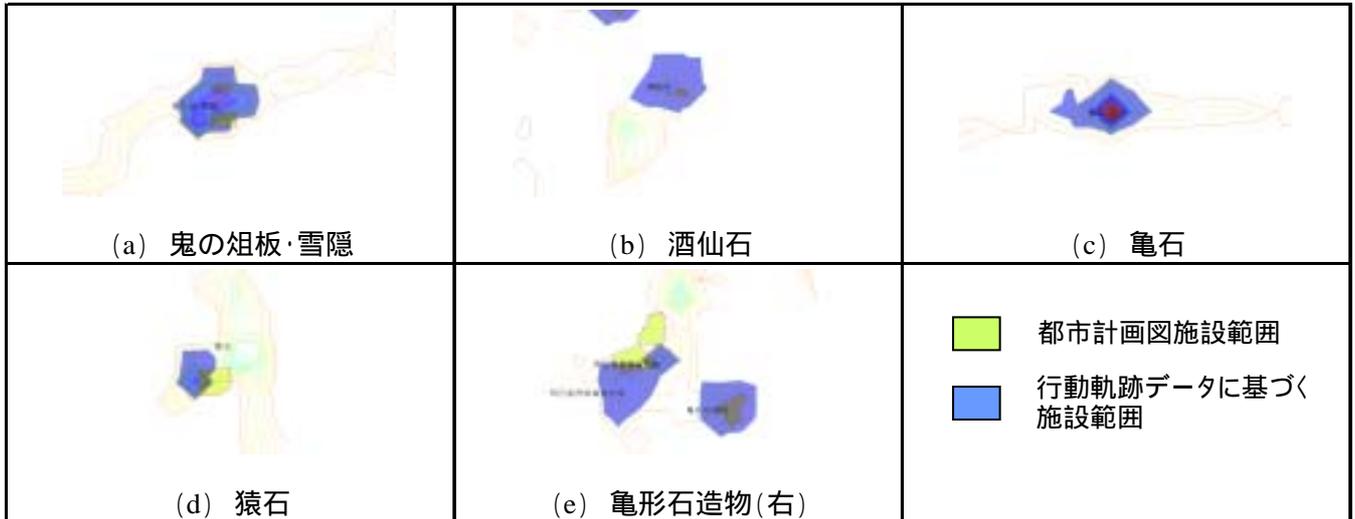


図-6 石造物

(2) 遺跡

石舞台遺跡や高松塚遺跡は、遺跡自体の規模が大きく、視覚刺激を受ける範囲も広域にわたるため、回遊行動に基づく施設範囲が大きい(図-6)。高松塚遺跡において、管理領域と回遊行動に基づく施設範囲が分離される理由としては、公園広場としての機能が併設されていること、隣接する高松塚資料館の影響が大きく、回遊行動が連鎖していることなどが推測される。なお、天武・持統天皇陵は遺跡の規模が小さく他の2遺跡とは性質が異なるため、次節で石造物とともに考察する。

(3) 石造物

石造物はほとんどの施設で、回遊行動に基づく施設範囲が管理領域を包含しており(図-7)、石造物の視覚刺激が回遊者に与える影響が大きいといえる。森林や道路等による回遊行動制約がない亀石、鬼の俎板・雪隠、酒仙石と比較すると、相対的に施設規模が大きいにもかかわらず、石造物に柵が設けられ視点場が一方に限られる、山頂部にある、等の理由から回遊行動が制約される猿石、天武・持統天

皇陵では、回遊行動に基づく施設規模が相対的に小さい。また、石造物の中で最も施設規模の大きい亀形石造物は、有料施設であり、回遊行動範囲が予め設置されているため管理領域を包含する行動施設範囲の割合が小さい。このような施設については回遊者が認知する“場”を考慮した施設設計・配置の必要性がうかがえる。

5. おわりに

本論文では、GPS データを用いた回遊行動分析の基礎的研究として、GPS データから得られた行動軌跡データを用いて施設範囲を画定する方法を提案し、設置者などによる形式的な施設範囲と比較して行動軌跡ベースの施設範囲画定の必要性について検討した。利用者の回遊行動には、視覚刺激や隣接施設の配置等外部の環境が大きく影響する。今後はこれらの要因を考慮した範囲画定へとつなげたい。最後に、社会実験データを提供して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。