

プローブカーデータに基づいた京都市観光者の観光行動分析

Tourists' Behavior Analysis Based on Probe Car Data in Kyoto

樋口 彰^{*1} 服部 宏充^{*2*3}

Akira Higuchi Hiromitsu Hattori

^{*1}京都大学大学院情報学研究科

Graduate School of Informatics, Kyoto University

^{*2}立命館大学情報理工学部

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

^{*3}CREST, 科学技術振興機構

CREST, JST

本論文では、プローブカーデータを用いたマイカー利用者の観光行動を分析し、観光地間の遷移に関する特徴の抽出を試みる。そのために、公共交通機関を利用する徒歩観光者の行動データとの比較を行い、観光地間遷移に関する差分を得て、マイカーによる観光に特有の行動を明らかにし、次に移動経路に関する詳細な分析を行う。本分析により、観光の観点から都市の交通を検証し、交通問題解決のための施策立案の支援を目指す。

1. はじめに

観光産業は21世紀最大の産業になると期待されている分野であり、情報技術の活用分野としても注目されている [1, 2]。観光産業を成長させていくための戦略の構築には、観光者の動態の把握が重要と考えられている [3]。観光者の動態把握のために、従来、アンケートによる行動調査が多く行われてきたが、収集されるデータは質量共に限界があった。近年、GPS を利用した調査の事例が増加しつつある [4, 5]。これにより、従来の調査では獲得困難であった、時間的にも空間的にも詳細な観光者の行動データを、大量に得る事が可能になってきている。

観光地における移動手段は複数存在するが、自動車は主要な移動手段の一つであり、観光地の交通への影響も指摘されている [6]。しかし、徒歩を中心とした観光行動の調査・分析に対して、自動車を利用した観光行動の調査は十分ではない [7]。

そこで筆者らは、プローブカーデータを利用して、自動車を主な移動手段とする観光者の観光行動分析を試みた。本論文では、特に、自動車以外の移動手段を用いる観光者との比較を行うことにより、自動車を利用した観光者の行動の特徴を明らかにする事を試みる。

2. 関連研究

近年、国策による観光推進などを背景に、観光情報学への注目が高まっている [1]。その中で、従来のアンケート調査では分からなかった観光者の行動を、GPS を用いた調査によって把握しようという試みがなされており、本研究はその一つとして位置付けられる。

GPS を用いた調査について、Shoval [8] は観光の基本的な要素である観光者の空間的・時間的な振る舞いに関してこれまで注意が払われて来なかったことを指摘している。それらを理解することでより観光者のニーズに則したマーケティング戦略を採ることができ、そのための技術としてGPS が効果的に利用できるとしている。日本でも、国土交通省によってGPS を利用した調査が行われており [9]、観光者の移動経路を明らか

表 1: 本研究で用いるプローブカーデータの概要

項目	説明
対象車両	京都府外から京都市を訪れた車両 (訪問回数が年7回以下の車両のみ)
プローブカー台数	11,019 台
収集期間	2009 年 1 月 ~ 2013 年 3 月
記録のタイミング	走行中 3 秒毎・停車・発車時

にすることで、観光者が駅や観光スポットに向かう際の案内の設置箇所についての有効な資料が得られたとしている。

Connell [7] は、自動車は観光地内外における最も重要な交通手段の一つであるとした上で、観光者の行動に関して自動車の役割が軽視されてきたとしている。近年、観光地に流入する自家用車は観光地内における渋滞などの原因となることが指摘されており [6]、様々な交通需要マネジメント戦略が提案・検討されている [10]。本研究では、プローブカーデータと呼ばれるカーナビから取得されるGPSログデータを基に自動車を利用した観光行動の特徴を、公共交通機関利用者との対比によって明らかにすることを試みる。

3. プローブカーデータの概要

本研究では、大手カーナビメーカーから提供されたプローブカーデータを利用する。本論文では、京都府外から京都市を訪れている車両を、観光目的で移動したものとみなし、当該メーカーのカーナビから送信され蓄積されるログデータのうち、関連するデータを抽出し、提供を受けた。表1に、本研究で用いるプローブカーデータの概要を示す。対象車両として”訪問数が年7回以下に限る”という条件でスクリーニングを行っているのは、通勤や物品輸送など、観光以外の定期的な訪問目的を持った車両を除外するためである。

取得されるデータの具体的な内容について以下に述べる。蓄積されるデータは、走行中の車両の経度、緯度、計測時刻、走行速度、進行方向、および走行中の道路種別であり、これらのデータが3秒間隔で記録されている。また、車両が停車した際

連絡先: 樋口彰, 京都大学大学院情報学研究科, 〒603-8054
京都府京都市左京区吉田本町, higuchi@ai.soc.i.kyoto-u.ac.jp

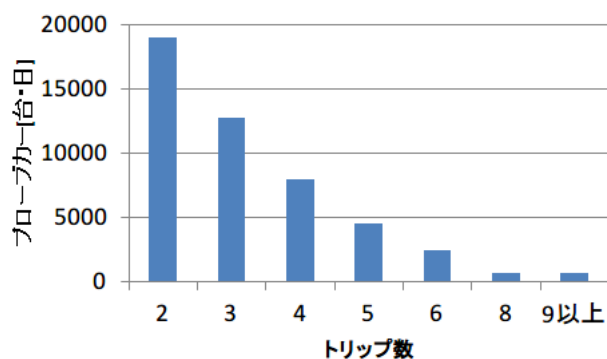


図 1: 自動車利用者のトリップ数

の停車座標（経度，緯度），停車時間が記録されている。さらにカーナビで施設検索を行った際に入力された施設名とその座標，その後の停車位置もデータに含まれている。

4. プローブカーデータに基づく観光行動分析

本章では，観光者がどのような観光スポットをどのように巡回するのか，プローブカーデータの分析を通して把握する事を試みる。ここでは，特に，公共交通機関を利用した観光者との行動比較を行うことにより，自動車を利用した観光の特徴を明らかにする事を試みる。

4.1 準備

まず，本研究で用いたプローブカーデータを基に，自動車を利用した観光者の基本的な情報について説明する。

プローブカーデータの調査から，京都市内への進入経路としては名神高速道路が最も利用者が多く，京都南 IC，および京東 IC から観光者が市内へと流入している。その他，阪神高速道路の上鳥羽 IC の利用者も多く見られ，各 IC から京都市全域に広く分散していく様子が確認できた。また，高速道路以外では，国道 1 号線，171 号線が多く用いられており，京都市南方から進入し北進するのが，大部分の自動車利用者の移動の流れである事が，データから確認する事ができる。

京都市内への進入・退出も含めた観光者のトリップ数を図 1 に示す。市内に進入する時間として，10 時から 11 時に進入のピークがあり，16 時から 17 時に退出のピークがある。観光者の平均トリップ数は 3.37（つまり，訪問する観光スポットは平均 2 程度）であり，また京都市内での宿泊率は 17.3 %であった。そこで，本論文では，大部分を占める日帰り観光客の分析に注力する事とした。

以下，本章ではまず，観光行動の分析をする上で，最も基本的な情報となる観光スポットへの訪問について両者の違いを把握するため，観光スポット毎の訪問者数の分析を行う。次に，訪問する観光スポット間の遷移について，遷移ネットワークを構成し，それらの比較から自動車利用者，公共交通機関利用者から得たデータ間での差異を調査・抽出し，遷移行動の特徴を把握する。さらに，観光者が，各観光スポット間からの遷移先を決定する上で重要な要素と考えられる観光スポット間の距離についても分析を行う。なお，本論文で比較対象として用いる公共交通機関利用者のデータは，2008 年 5 月に総務省の「ユビキタス特区（観光立国）」事業 [11] で収集された観光者の GPS 軌跡である。

4.2 訪問観光スポットの分析

各観光スポットの訪問者数を表 2 に示す。順位は異なるが，自動車利用者，公共交通利用者で上位 3 件に含まれる観光スポットは両者で同一である。ただし，最も訪問者数が多い観光スポットは，自動車利用者については金閣寺，公共交通機関利用者については京都駅*1 となっており，それらの訪問者数はいずれも 2 位のスポットの 2 倍以上と突出している。図 2 の視覚情報と併せ，これらの観光スポットがそれぞれの移動手段においてハブとして機能しているものと解釈できる。すなわち，公共交通機関利用者にとっての観光の起点が，複数の鉄道路線とバス路線が集まる京都駅であるという自然な結果と共に，自動車利用者の観光の起点が金閣寺である事が分かる。

次に，両者の特徴的な違いとして，多数の自動車利用者が訪問する太秦映画村や醍醐寺，逆に多くの公共交通機関利用者が訪れる京都御所が指摘できる。太秦映画村は，テーマパークとしての性質を持つ事から，子連れや家族の訪問が多いと考えられ，その結果として自動車での訪問が多くなっているものと推測する。一方，醍醐寺に関しては，図 2 に示す通り，その周辺に他の観光スポットが少なく，京都市内に進入後，公共交通機関を利用して向かう動機に乏しいためと考えられる。醍醐寺を訪れている自動車利用者が同時に向かう先が宇治の三室戸寺であり，市内観光スポットとの隔絶があるのではないかと考える。次に，京都御所については，市内の他の観光スポットへの移動の通過点になっている事が考えられる。具体的には，金閣寺を訪問後，京都御所へ移動し，近接する地下鉄駅，または京都市バス停から，清水寺，銀閣寺，平安神宮，もしくは市中心部のショッピングエリアなどに移動する，公共交通機関を利用した観光者が多く，そのため図 2 のような結果が得られたものと考えられる。ただし，今回使用した公共交通機関利用者のデータは外国人旅行者を対象に収集されたものであることには注意が必要である。京都観光総合調査 [12] の訪問地調査によれば，京都御所の訪問数は全体で 22 位（H22 年度）であるが，外国人観光者では 5 位（H24 年度）と比較的人気のある観光スポットである。よって，外国人旅行者の嗜好が強く現れた結果である可能性もある。

なお，上述した，観光スポットの特徴的な訪問状況についての考察は，今回用いたプローブカーデータのみから導出する事は困難であり，今後，他の調査データ等を用いた分析が必要である。

4.3 スポット間遷移の分析

自動車利用者，および公共交通機関利用者それぞれのデータに対し，観光スポットをノード，スポット間の遷移をエッジとみなした遷移ネットワークを構築し，比較を行うことで，観光スポット間遷移の特徴を把握する。遷移ネットワークの構築に際しては，京都市周辺の観光スポット約 200 カ所の位置情報データと，GPS から得られる移動軌跡を空間上で結合させることで，観光スポットを示すノードとスポット間の遷移を示すエッジを得た。2 つの移動手段における観光スポット間遷移の傾向の違いを視覚的に把握・比較するために，それぞれの総遷移数が同じになるように係数をかけたうえで，各エッジの遷移数の差をとった。得られた遷移ネットワークを図 2 に示す。本ネットワークが表しているのは，2 つの観光スポット間の遷移において，いずれの移動手段が優勢であるのか，またどの程度の差があるのかという情報である。図中では，あるエッジを遷移する旅行者について，自動車利用者の方が多い場合は赤，

*1 多くの公共交通機関利用者が通過するターミナルである京都駅を観光スポットと見なすのは必ずしも適当ではないが，本論文では観光スポットの厳密な定義については議論しない。

表 2: 訪問観光者数の比較

自動車		公共交通機関	
観光スポット	訪問者数	観光スポット	訪問者数
金閣寺	363	京都駅	365
京都駅	145	金閣寺	170
清水寺	122	清水寺	129
太秦映画村	120	渡月橋	123
トロッコ嵐山駅	115	京都タワー	116
二条城	107	京都御所	112
伏見稲荷大社	100	天龍寺	88
銀閣寺	83	二条城	77
醍醐寺	75	三十三間堂	71
天龍寺	69	龍安寺	68

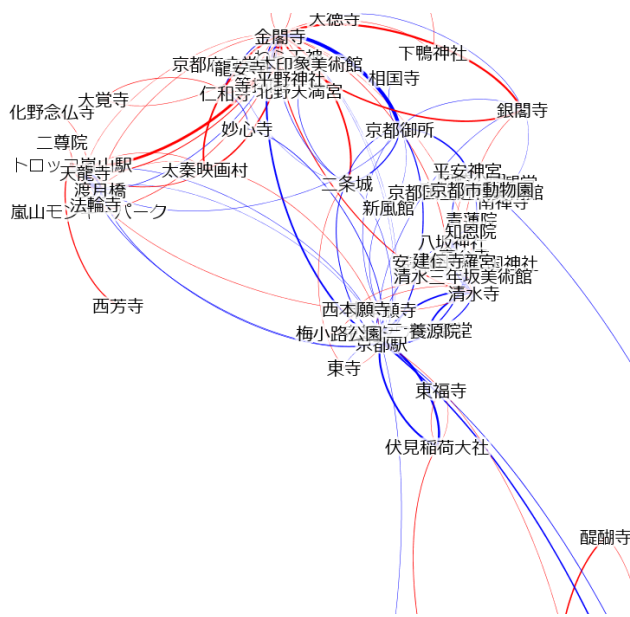


図 2: 観光スポット間の遷移ネットワーク

公共交通利用者の方が多い場合は青で当該エッジを描画しており、またエッジの太さでそれらの差の大きさを表現している。

ネットワーク全体を見ると、金閣寺を中心とした京都市の北部では自動車での遷移が多く、京都駅を中心とした南部では公共交通機関での遷移が多いことが分かる。前節で述べたとおり、中心となっているのは、それぞれの交通手段で最も訪問数が多いスポットである。自動車利用者に関しては、京都市北部地域において、金閣寺から東端の銀閣寺へ、または西端の嵐山へとといった東西に長い移動が多く見られる。京都市中心部付近では、東西に走る地下鉄が敷設され、また東西に走る目抜き通りの四条通りを多数の市営バスが走行しているため、東西の移動が比較的容易であるのに対して、市北部地域では東西の移動手段が限られている。自動車を利用した観光者が北部に多いのは、市北部における公共交通機関の不便を補完するものと考察できる。なお、市北部において自動車利用者が優勢である中、その観光のハブである金閣寺から京都御所への遷移は、例外的に公共交通機関の方が多くなっているが、これは前節で考察したように、他のスポットへのアクセスのための通過点になっているため、と考えられる。

市南部においては、清水寺や八坂神社等がある東山など、主要な観光スポットが密集している一方で、市北部では観光スポットの密集の度合いは低い。さらに、図 2 は、広範囲にわたる京都駅と有名観光スポットの接続と、徒歩・バス・タクシーなどを織り交ぜた観光が市南東部でうまく機能している事を示している。これらの結果から、公共交通網の整備状況、魅力的な観光スポットの存在などを理由に、必然的に京都市の南北で優れた交通手段が棲み分けられているのではないかと考えられる。

4.4 観光スポット間の遷移距離の分析

前節までの分析において、公共交通機関による移動がしにくい市北部、および市内の主要観光スポットから隔絶した地域(醍醐寺など)において、自動車利用者が優勢であり、観光スポットが密集した地域において公共交通機関利用者が優勢である事が分かった。自然な推論として、観光スポット間の移動距離が、交通手段の選択において重要な要素となっている事が考えられる。そこで本説では、2つの移動手段に関するデータの各観光スポット間の遷移について、遷移数が多い順に10の遷移についてそのスポット間の移動距離を調査した。結果のまとめを表 3 に示す。表 3 から、自動車を利用した旅行者の方が、全体的に長い距離を移動しているように見える。それぞれの平均移動距離を求めてみても、自動車利用者では 4,254m、公共

交通機関利用者では 2,2524m となっており、自動車利用者の方が一度に長い距離を移動する傾向があることが分かる。

公共交通機関を利用した観光スポット間の遷移では、京都駅・京都タワー間の 244m など明らかに短いものが目立っている。これは、公共交通機関利用者のデータでは徒歩での移動も含まれるのに対し、自動車を利用した移動の場合では車を降りた後のデータは記録されず、徒歩での移動が記録されないためであると考えられる。

5. おわりに

本論文では、プローブカーデータに基づき、京都市内における自動車を利用した観光者の行動分析を行った。4.4 で述べたように、プローブカーデータからは降車後の観光者の行動を追跡できないため、徒歩による移動軌跡を含む公共交通機関利用者の行動データとの比較には限界がある。今後は、自動車による観光スポット間の遷移に加え、停車後の徒歩による移動をGPSによって追跡し、これら異種データの統合的な分析により、観光行動理解を深化させる事を検討している。

謝辞

本研究の一部は、科学技術振興機構 CREST 研究領域「ポストペタスケール高性能計算に資するシステムソフトウェア技術の創出」の研究課題「超大並列計算機による社会現象シミュレーションの管理・実行フレームワーク」、および日本学術振興会科学研究費基盤研究(S)(24220002,平成24年度~28年度)の支援を受けている。ここに感謝の意を表す。

参考文献

[1] 松原仁. 観光情報学. 情報処理, Vol. 53, No. 11, pp. 1136-1139, 2012.

表 3: 観光スポット間の遷移距離の比較

自動車				公共交通機関			
出発地	目的地	遷移数	距離 [m]	出発地	目的地	遷移数	距離 [m]
金閣寺	トロッコ嵐山駅	19	5952.611	京都タワー	京都駅	52	244.7279
二条城	金閣寺	18	3362.649	京都駅	京都タワー	42	244.7279
金閣寺	二条城	17	3362.649	渡月橋	天龍寺	31	512.5257
金閣寺	銀閣寺	16	6428.72	金閣寺	京都御所	28	3600.124
金閣寺	龍安寺	12	1202.626	二条城	金閣寺	23	3362.649
太秦映画村	金閣寺	12	3256.961	京都駅	清水寺	18	2594.252

- [2] 伊藤直哉. 観光情報の国際的動向 : IFITT 活動を中心に (<特集> 観光と知能情報). 人工知能学会誌, Vol. 26, No. 3, pp. 226-233, 2011.
- [3] 橋本俊哉. 観光回遊論 観光行動の社会行動学的研究. 風間書房, 1997.
- [4] 奥野祐介, 深田秀実, 大津晶. GIS を用いたカーネル密度推定による観光歩行行動分析手法の提案と実践からの知見. 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol. 3, No. 4, pp. 297-304, 2012.
- [5] 原辰徳, 矢部直人, 青山和浩, 倉田陽平, 村山慶太, 大泉和也, 嶋田敏. サービス工学は観光立国に貢献できるか? GPS ロガーを用いた訪日旅行者の行動調査とその活かし方. 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol. 3, No. 4, pp. 262-271, 2012.
- [6] 九里徳泰, 小林裕和. 観光における持続可能性と観光価値評価. サステナブルマネジメント, Vol. 2, No. 1, pp. 29-41, 2002.
- [7] Joanne Connell and Stephen J. Page. Exploring the spatial patterns of car-based tourist travel in loch lomond and trossachs national park, scotland. *Tourism Management*, Vol. 29, No. 3, pp. 561 - 580, 2008.
- [8] Noam Shoval and Michal Isaacson. Tracking tourists in the digital age. *Annals of Tourism Research*, Vol. 34, No. 1, pp. 141 - 159, 2007.
- [9] 国土交通省近畿地方整備局. 京都を中心とした歴史都市の総合的魅力向上調査に係る観光客の動向調査報告書. <http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/souhatsu/h18seika/03kyoto/03kyoto.html>.
- [10] 小早川悟, 高田邦道. 都心部流入車の P&R 利用転換可能性についての考察. IATSS review= 国際交通安全学会誌, Vol. 28, No. 4, pp. 320-329, 2004.
- [11] 株式会社インテージ. 平成 20 年度京都ユビキタス特区 (観光立国) 事業外国人ビジター調査多言語翻訳を可能とする携帯端末の実証 外国人観光市場調査成果報告, 2009.
- [12] 京都市産業観光局. 京都観光総合調査. http://raku.city.kyoto.jp/kanko_top/kanko_chosa.html.