

# GPS ログデータを用いた京都市観光におけるレンタサイクルの回遊行動分析

115-026 鹿屋 遼悟  
115-042 高木 克樹

## 1. 背景・目的

はじめに、京都は世界で最も影響力をもつ旅行雑誌のひとつ「Travel+Leisure (トラベル・アンド・レジャー)」誌の、文化・名所・食などを採点基準にして世界一の都市を選ぶ「ワールドベストアワード」において7年連続でベスト10にランクインするなど、世界で高い評価をうけている観光都市である<sup>1)</sup>。

自転車は利用時にCO<sub>2</sub>の排出がなく有害物質を出さないことから環境に優しく、健康的な乗り物として近年注目されている。また、小回りが効き、観光地だけを訪問するだけでなく観光地までの道中も楽しむことができる。京都市は狭い範囲に多くの観光地が密集しているので、レンタサイクルは最適な交通手段と言えるだろう<sup>2)</sup>。

近年自転車活用推進法が施行され、都市圏や観光都市を中心に多くの都市でシェアサイクルが普及していくことが期待されている<sup>3)</sup>。

本研究では、レンタサイクルを利用する日本人観光客と外国人観光客に注目する。そこで、レンタサイクルの回遊行動の分析や両者の観光時間に影響のある要因を分析し、回遊行動の違いを明らかにすることを目的とする。

## 2. 調査概要

### (1) 調査概要

本研究の調査概要を表-1に示す。京都サイクリングツアープロジェクト(以降:KCTP)と京都 eco トリップ(以降:eco トリップ)で自転車を借りた日本人観光客と外国人観光客を対象にアンケート用紙とGPS計測器を用いて本調査を行う。調査日程は2018年11月1日~2018年11月11日のうち2018年11月9日を除いた計10日間で行った。調査時間は9:00~13:00の間で1日レンタサイクル利用の観光客を対象にGPS計測器を自転車に取り付け、16:00~18:00の間でGPS計測器を回収する。回収と同時にアンケートに回答していただく。なお、本調査におけるアンケートへの回答及びGPS計測器の取り付けはグループの代表者1名のみで行い、走行軌跡の重複を回避した。

### (2) 調査対象地域と地区の分類

対象地域と地区の分類を図-1に示す。対象地域は京都市の赤色の範囲内で、地区の分類は洛北地区、洛西地区、洛中地区、東山地区、洛南地区と5つの地区に分類し分析する。また、発着点は黒色で囲まれたKCTPとecoトリップで行う。

### (3) 調査器具と滞在の定義

GPS計測器は、「旅レコ(GPSLOG)」と「HOLUX(GPSロガーM241)」を使用し、5秒間隔で計測を行った。本研究ではレンタサイクルにGPS計測器を取り付けたので、停止していることが明確に判断できる。また本研究の滞在の定義は、GPSログデータ上で半径50m以内に15分以上滞在としている場合を滞在とした。また、その地点の出発時間から到着時間を差し引いた時間を滞在時間とした。

## 3. アンケート調査結果

回収数は141件のうち、日本人が86件、外国人が55件となり、年齢は「日本人」は20代と30代合わせて48%と半数近くおり、「外国人」は20代と30代合わせて65%と若者が多い。また自転車の利用頻度は日本人と外国人ともに「全く乗らない」が最も多く、約35%を占めている。また移動経路を選択した理由は、日本人は「走りやすそうな道路だから」が22%と最も多く、外国人は「スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路だから」が33%と最も多く、次いで「面白そうな道路だから」が21%と多くなった。また1日を通して感じた問題点は、「駐輪場の場所がわかりにくい」と回答した人が日本人は79%、外国人は89%と両者とも最も多くなった。

表-1 調査概要

調査場所	KCTP 京都駅サイクルターミナル eco トリップ 本店
回収数	141件(日本人86件、外国人55件)
調査協力	KCTP eco トリップ
アンケート内容	個人属性 訪問できなかった場所 移動経路を選択した理由 観光中に感じた問題点

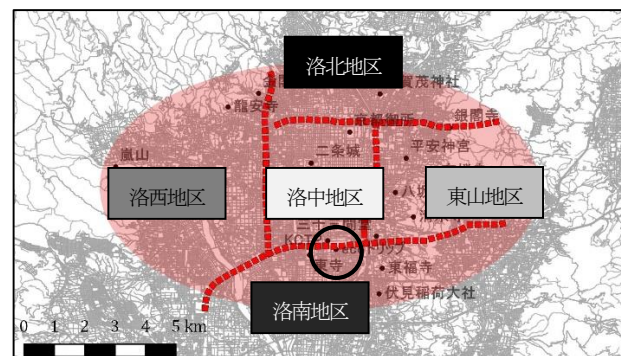


図-1 調査対象地域と地区の分類

#### 4. 走行統計データの定義と統計比較

走行履歴データの比較を表-2に示す。はじめに、移動時間平均は、レンタサイクルで移動した時間の合計を移動した人数で割った値である。総施設滞在時間は観光中に訪問した施設に滞在した合計時間である。各施設滞在時間平均は、総施設滞在時間を訪問施設数で割った時間である。次いで、トリップ数平均は観光客がトリップした合計を観光客数の合計で割った値である。総観光時間は滞在時間と移動時間を合計した値である。以上の定義を用いて、日本人と外国人の統計比較を行ったものを表-2に示す。表-2より、日本人は外国人より移動時間平均が8分10秒と短く、また各施設滞在時間平均が14分49秒と短くなりトリップ数平均が0.6と多くなる結果となった。

表-2 走行履歴データの統計比較

	日本人	外国人	比較(日本人-外国人)
移動時間平均	2:39:05	2:47:15	-8:10
各施設滞在時間平均	0:57:44	1:12:33	-14:49
トリップ数平均	4.6	4.0	+0.6

#### 5. 全軌跡データと地区別訪問施設

全軌跡データを図-2に示す。黒く囲まれている場所は、発着点(KCTPとecoトリップ)である。レンタサイクルの移動は発着点に近い洛中地区と東山地区に集中している。また地区別訪問施設を図-3に示す。特に、東山地区は訪問施設数が12施設と他の地区と比べ多く、清水寺が37件、南禅寺が21件、三十三間堂が18件と多い。特に観光客が多く訪問している施設は清水寺が37件、伏見稲荷大社が27件、南禅寺が21件、金閣寺が20件、三十三間堂が18件となった。

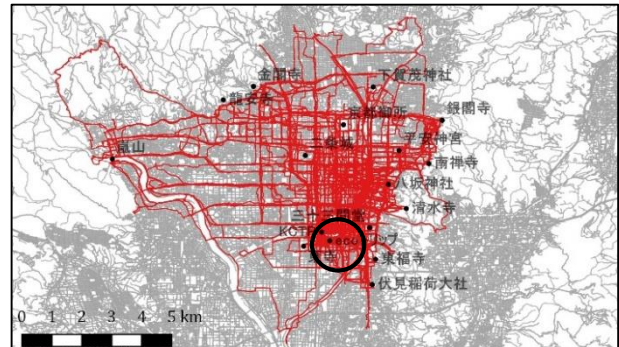


図-2 全軌跡データ

#### 6. 施設別訪問時間

図-3より、観光客が多く訪問した上位5施設(清水寺、伏見稲荷大社、南禅寺、金閣寺、三十三間堂)の施設別訪問時間の分析を行った。

清水寺は、日本人と外国人ともに幅広い時間帯で訪問していることがわかり、日本人は「11時台」に22%とピークを迎え、外国人は「15時台」に26%とピークを迎える。理由としては、清水寺は発着点に近く、行きと帰りに訪問しやすいからだと考えられる。

伏見稲荷大社は、日本人は「10時台」、「13時台」、「15時台」がそれぞれ25%となり、異なる時間帯に訪問することがわかった。外国人は、「12時台」の27%をピークに訪問数は減少していくことがわかった。

南禅寺は、日本人が「11時台」に29%とピークを迎え、外国人は「15時台」に43%とピークを迎える。また、南禅寺は清水寺に近い訪問施設ということもあり、日本人と外国人ともにピークの時間帯は同じである。

金閣寺は、日本人は「11時台」、「12時台」に25%とピークを迎え、外国人は「11時台」に33%、「12時台」に25%と多い。よって、金閣寺は観光の序盤に訪問する人が多いので、発着点から距離がある金閣寺は「11時台」、「12時台」と日本人と外国人ともに多くなる。

三十三間堂は、日本人は「9時台」から「16時台」と幅広い時間帯に訪問する人が多く、外国人は「11時台」「12時台」に訪問している。幅広い時間帯に訪問する理由としては清水寺と同様に発着点に近いからだと考えられる。また三十三間堂は外国人の訪問数が少なく、あまり外国人に知られていないことが考えられる。

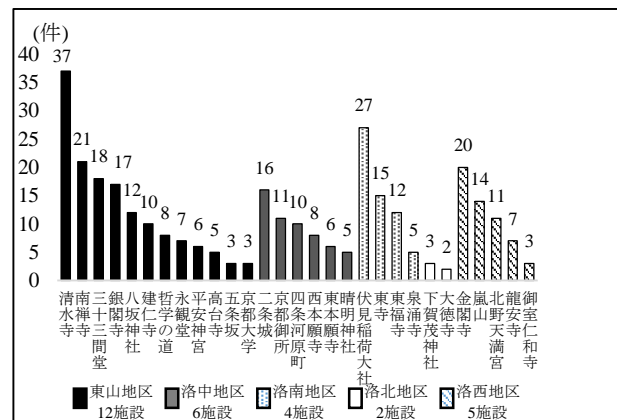


図-3 地区別訪問施設

#### 7. 観光客の移動の可視化

観光客の移動を視覚的にわかりやすく示すために、9時台から17時台で1時間毎の時間帯別カーネル密度推定を行った。紙面の都合上、日本人と外国人の12時台と15時台のみを示す。その際、前の時台を点線で表示し現時台を実線で表示した。なお、カーネル関数は正規分布とし、バンド幅を400mとした。密度が高い場所は赤色で表示し、密度の低い場所を青色で表示する。

12時台を図4図5に示す。12時台は日本人と外国人ともに清水寺などの東山地区との洛南地区(東福寺、東寺など)に滞在している人が多いです。また、日本人は嵐山、金閣寺、下賀茂神社に移動し滞在している人も多い。

15時台を図6図7に示す。15時台は嵐山、金閣寺、下賀茂神社に滞在していた人は東山地区に移動する人が多い。また、金閣寺、清水寺付近に滞在していた人は銀閣寺と南禅寺に移動する人が多い。

9時台から17時台の移動をまとめると、日本人と外国人は9時台から15時台までは嵐山や金閣寺などに移動がみられ、その後、日本人は発着点に近い東山地区の施設に移動

し、外国人は発着点から遠い洛西地区の施設に移動する人が多い。

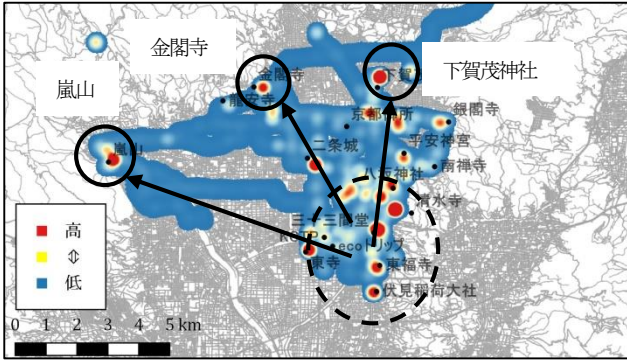


図-4 12 時台 日本人

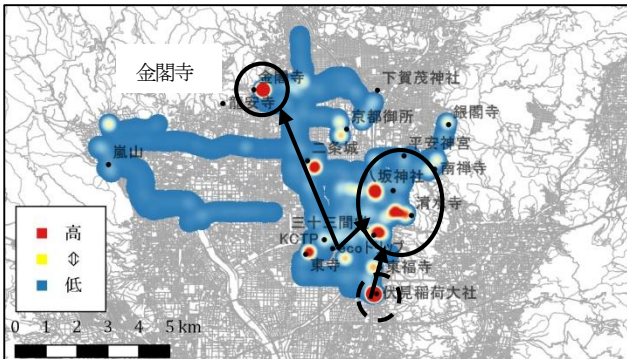


図-5 12 時台 外国人

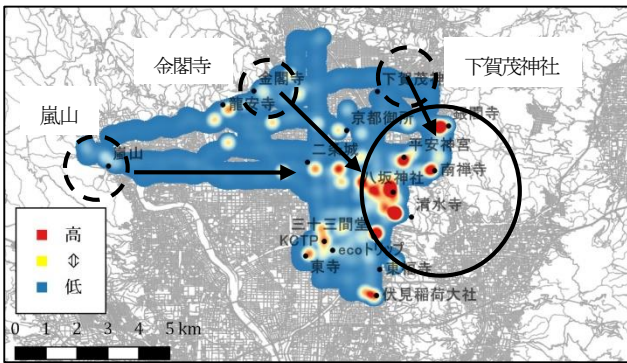


図-6 15 時台 日本人

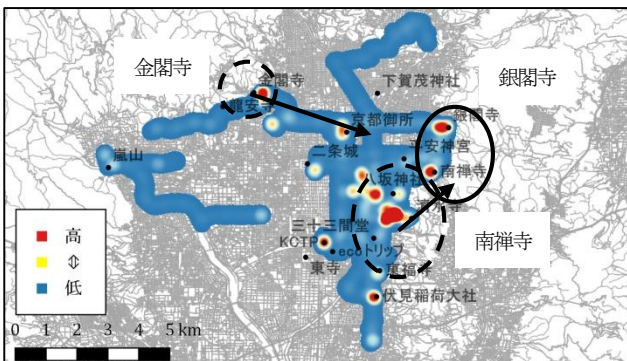


図-7 15 時台 外国人

### 8. 生存時間解析

比例ハザードモデルを用いてアンケート結果から総観光時間/総施設滞在時間の推定モデルの作成を行う。まず、比例ハザードモデルの概要を述べる。比例ハザードモデルとは、ハザードをデータとした多変量生存時間解析モデルであり、工学・医学などの様々な分野で活用されている。生存時間解析とは、ある基準の時間から、ある事象が生起、あるいは終了するまでの時間を解析するものであり、対象とする事象が生起するまでの時間の分布を生存関数とハザード関数で表す。ここで、生存関数とは、対象とする事象がある時点においてまだ生起していない確率を表す関数である。一方、ハザード関数は、対象とする事象がある時点までに生起していないという条件のもので、次の瞬間に事象が生起するという条件付き確率密度である<sup>3)</sup>。

本研究では、一般的に用いられている COX の比ハザードモデルを用いることとする。ハザード関数は(7.1)のように定式化される。

$$h(t|X) = \lambda_0(t) \exp(\sum_j \beta_j X_j) \dots \dots \dots (7.1)$$

ここで、 $\lambda_0(t)$ は基準ハザード関数と呼ばれ、時間 $t$ に依存し、共変量ベクトル $X$ には依存しないものである。すなわち共変量ベクトル $X$ がすべて0である場合のハザードが基準ハザードとなる。また、 $\beta$ は未知のパラメータベクトルである。

このハザード関数から生存関数は(7.2)のように定式化される。

$$S(t|X) = \exp(-\exp(\sum_j \beta_j X_j) \int_0^t \lambda_0 dt) \dots \dots \dots (7.2)$$

このとき、尤度関数は(7.3)のように記述することができ、これを最大化することで、パラメータ $\beta$ を推定する<sup>4)</sup>。

$$L = \prod_{j=1}^N \frac{\exp(\beta_j)}{\sum_{k \in R(t_j)} \exp(\beta X_k)} \dots \dots \dots (7.3)$$

本研究では、ハザード関数は「時点 $t$ (走行距離 $d$ /トリップ数 $k$ )において滞在することをやめる確率」、生存関数は「時点 $t$ (走行距離 $d$ /トリップ数 $k$ )において滞在している確率」と解釈し、共変量としてアンケート結果を取り上げ、これらが総観光時間に及ぼす影響を分析する。

次に総観光時間に対する推定結果を表-3 に、生存関数を図-8~図-10 に示す。紙面の都合上、日本人と外国人を合わせた総観光時間のみを示す。共変量は、アンケート結果のうち、「自転車に乗る頻度」、「スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路に沿って」を用いた。表-3 に示す各共変量の $\beta$ を分析する。最も大きい $|\beta|$ の値をとった共変量は「スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路に沿って」であった。よって影響度の最も大きい共変量であるといえる。有意度はどの共変量においても5%有意を満たしているため信頼性の高いグラフと考えられる。図-9 より、「自転車に乗る頻度」が多い人ほど、総観光時間が長くなる確率が高くなることがわかる。それに対して、図-9 より「スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路に沿って」を選択する人ほど、総観光時間が短くなる確率が高くなることがわかる。

表-3 総観光時間を目的変数とした推定結果

共変量	$\beta$	p値	有意度
自転車に乗る頻度	0.0843	0.0397	.
スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路に沿って	0.4152	0.0199	.
サンプル数	140	Concordance	0.578

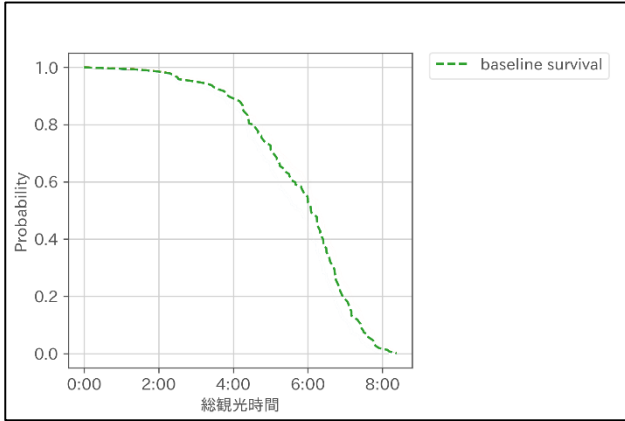


図-8 総観光時間生存関数

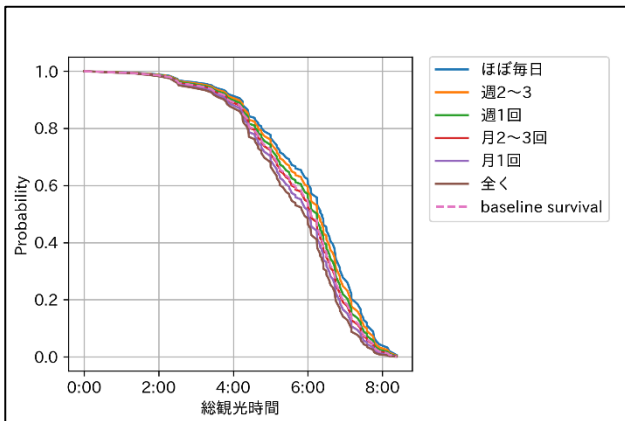


図-9 自転車に乗る頻度の回答別生存関数

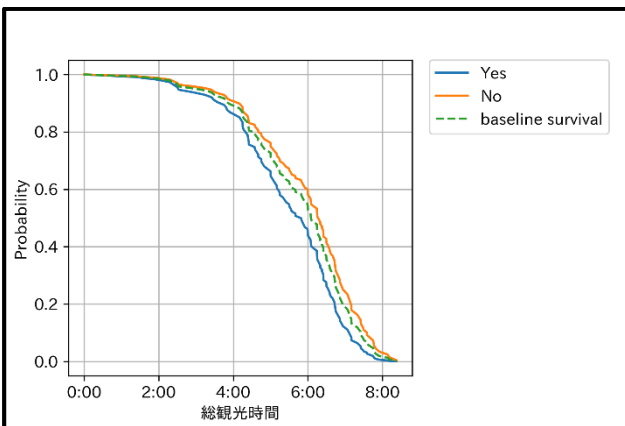


図-10 スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路に沿っての回答別生存関数

## 9. 総括

本研究では、アンケート調査と GPS 調査を行い、レンタサイクルを利用する日本人観光客と外国人観光客についての回遊行動の分析や両者の観光時間に影響を及ぼす要因を分析し、回遊行動の違いを明らかにすることができた。本研究で明らかになったことを以下に示す。

- アンケート集計から移動経路の選択した理由は、日本人は「走りやすそうな道路だから」が22%と最も多く、外国人は「スマートフォンなどのナビゲーションが示す経路だから」が33%と最も多い。また観光中に1日を通して感じた問題点は「駐輪場の場所がわかりにくい」と回答した人が日本人は79%で外国人は89%と両者とも最も多くなった。これより、両者にはそれぞれ違いがあり、日本人観光客と外国人観光客に対応した施策が必要である。
- カーネル密度推定では、9時台から17時台の移動をまとめると、日本人と外国人は9時台から15時台までは嵐山や金閣寺などの広範囲な移動がみられ、その後、日本人は発着点に近い東山地区の施設に移動し、外国人は発着点から遠い洛西地区の施設に移動する人が多い。
- 生存時間解析では、アンケート結果から観光形態による総観光時間の変化と推定モデルの構築を行えた。また、自転車に乗る頻度が多いほど観光時間が長くなり、スマートフォンなどのナビゲーションに示す経路に沿って観光する人ほど総観光時間が短くなる傾向にあることがわかった。

今後の課題としては、アンケート調査で性別や自転車の利用頻度などの個人属性を把握するにあたり、回答者の属性しか書く欄を設けず、同伴者の個人属性を把握できず観光客全体の個人属性の分析を行うことができなかった。本研究の分析では、走行距離の重要なパラメータになると考えられる電動自転車であるか否か、同伴者に子どもがいるか否かの欄を設けていなかった。今後より綿密な利用者分析を行ってアンケートに臨む必要がある。また、レンタサイクル観光はレンタサイクルのみならず、レンタサイクルを駐輪後、徒歩で回遊するため、本研究での調査方法ではどの施設に訪問したかを把握できない場面が多々あり、その場合での調査方法の仕方を考える必要があると考える。

### 【参考文献】

- 1) Travel+Leisure, <https://www.tripadvisor.jp/> 2018年1月23日アクセス
- 2) 自転車 de ダイエット, <https://bicycle-diet.com/jitetsumeritdemerit/> 2018年1月23日アクセス
- 3) 低位株×テーマ株, <https://low-theme.com/cycle-sharing> 2018年1月23日アクセス
- 4) 高橋 信(2007), 「すぐ読める生存時間解析—カプラン・マイヤー法/ロジスティック回帰分析/コックスの比例ハザードモデルがよくわかる」, 東京図書株式会社, 東京都
- 5) 谷口 航太郎, 都心地域におけるコミュニティサイクルの利用行動モデルの構築—GPSの走行履歴データを用いて—