

スマートフォンアプリ GNSS データを用いた 京都市内の観光流動分析

山木 聡一郎¹・中西 航²・杉浦 聡志³

¹学生会員 北海道大学大学院 工学院北方圏環境政策工学専攻（〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8）
E-mail:so_yamaki127@eis.hokudai.ac.jp

²正会員 東京工業大学助教 環境・社会理工学院（〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1）
E-mail:nakanishi@plan.cv.titech.ac.jp

³正会員 北海道大学大学院准教授 工学研究院（〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8）
E-mail:sugiura@eng.hokudai.ac.jp

観光都市である京都は、国内外からの多くの観光客により賑わう一方で、公共交通機関や道路の混雑・渋滞が問題化している。改善に向けた施策立案を行うには現状の観光流動の把握がまず必要だが、従来主流であったアンケート調査やプローブパーソン調査による把握は量やサンプルの多様性において限界がある。一方で、近年ではスマートフォン等の各種サービス提供者によって位置情報履歴データが大量に蓄積されており、そのデータの活用法が注目されている。本研究では、京都市内向けの乗り換え検索アプリによって蓄積された半年間のデータを用い、観光客の属性毎の観光流動の傾向や、1 日の周遊行動すなわちトリップチェーンの傾向を示した。

Key Words: Smartphone location data, Big data, Trip chain, GPS trajectory, Tourist's excursion behavior

1. はじめに

観光都市である京都は、国内外からの多くの観光客により賑わう一方で、公共交通機関や道路の混雑・渋滞が問題化している。改善に向けた施策立案を行うには現状の観光流動の把握がまず必要だが、桜や紅葉など季節に影響される流動を考慮し、日帰り客や宿泊客、日本人や訪日外国人など様々な属性の観光客それぞれに対して適切な施策を行うためには大規模かつ長期間の調査を行う必要がある。また、需要側に働きかける施策立案においてはリンク交通量や OD 交通量といった集計的アプローチのみならず個人の 1 日の観光周遊行動の傾向の把握が必要となる。

従来、流動把握はアンケート調査に基づいて主に行われてきたが、時間的・金銭的コストが大きく、長期間の継続調査は困難であった。また、GNSS などの測位技術を活用し、専用端末や専用アプリを貸与・配布することで人々の移動・滞留の軌跡を得るプローブパーソン調査も多く行われてきたが、こちらも長期継続性やサンプルの量・多様性において限界がある。一方で、近年ではスマートフォン等において地図・案内アプリケーションなど位置情報を利用した一般向けの各種サービスが普及し

ており、その運営事業者や通信事業者によって大量の位置情報データの蓄積が進められていることから、こうしたデータの活用が注目されている。ただし、対象者を限定することで数秒単位の高頻度で位置情報を取得するプローブパーソン調査と異なり、蓄積型のデータでは広く一般的なユーザーから同意を得るため数分、数十分間隔といったように取得頻度を抑えることがやむを得ない現状がある。

そこで本研究ではこうした低頻度で取得された蓄積型の位置情報データから移動・滞留すなわち現状の観光流動の把握を試み、観光客の属性毎の傾向や、1 日の周遊行動の傾向を明らかにすることを目的とする。

2. 既往研究の整理と本研究の位置づけ

携帯端末などから得られる蓄積型の位置情報を用いた交通流動把握に関する研究は既に様々なデータ¹⁾²⁾を基にして行われており、取得方式も携帯電話基地局や GNSS、Wi-Fi アクセスポイントなど様々である。

なかでも携帯電話基地局の大量サンプルのデータに基づくモバイル空間統計⁴⁾の移動・滞留人口および OD 表

を用いた研究が注目されているが、個人の複数トリップ間の関係性を把握できない形で集計され提供されるため、1日の周遊行動（トリップチェーン）の把握には困難が伴う⁵⁾。

一方で、軌跡として1日の位置情報履歴を追える形のデータを用いた流動把握の研究も行われている。生形ら⁶⁾は、石川県を対象とし、5分間隔取得のGNSS履歴から観光立寄り場所を判定し、観光地間の周遊者数を集計したほか、宿泊地ごとの外出行動範囲を分析している。吉岡ら⁷⁾は、奈良市を対象とし、30分（Android）または300m移動（iOS）につき1回の間隔で取得されたGNSS履歴から観光立寄り場所を判定したほか、道路・鉄道路線の特定地点付近で観測された位置情報を基に交通手段推定を行っている。酒井ら⁸⁾は、1時間間隔のGNSS履歴を用いて訪日外国人観光客の国籍別の活動範囲や宿泊地の傾向を示している。国土交通省⁹⁾は、岡山市の市街地を対象とし、数分間隔取得のGNSS非集計データを用いて都心回遊行動シミュレーションモデルの構築を試みている。

なお、個人の行動を分析したものではないが、数分間隔のGNSS非集計データから移動・滞留判定を行った例は他にも石井ら⁹⁾などが挙げられ、個人情報保護の観点からデータ提供者により判定・集計が行われたものの、集計後のデータを用いてPT調査との比較が行われたほか、駅別乗降客数が推定された。

都市内観光周遊にまつわる既往研究では個々の観光うちや地域への訪問状況の分析や、観光地どうしといった2地域間の関係性を示すものが主であったが、本研究ではそれらに加え、1日の周遊行動全体の把握を試みる。また、季節など様々な指標を用いて分析を行う。

なお、京都市内の観光流動の特性に関してはトリップチェーンを考慮して時間利用や訪問順序に着目した西井ら¹⁰⁾、西野ら¹¹⁾の例を参考にする。

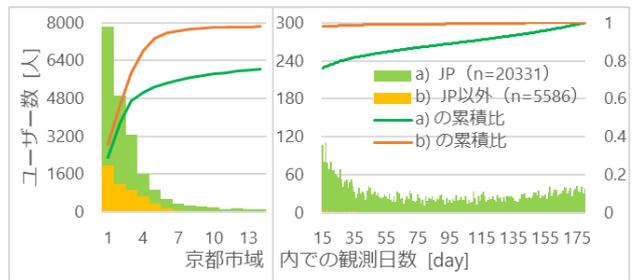
3. 使用データ

(1) データの概要

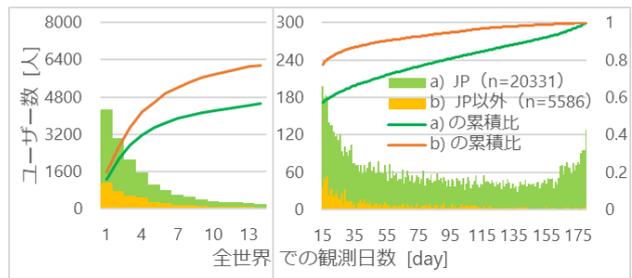
本研究では、京都市内のバス・鉄道を対象としたスマートフォン向け経路検索アプリ「歩くまち京都アプリ『バス・鉄道の達人』」の利用によって取得されたGNSS履歴データを用いた。同アプリは2013年8月に運用が開始され、2019年1月末時点では52万件（うち英語版11万件）のダウンロード数がある¹²⁾。データの概要は表-1の通りであり、京都市内のみならず全世界での位置情報の記録がある。また、ユーザーIDは取得日にかかわらず一定であるため、各ユーザーに対して複数日に跨った分析が可能である。

表-1 GNSS履歴データの概要

期間	2018年9月1日～2019年2月27日（180日間）
対象者	アプリインストール者のうち 位置情報取得・利用の承諾を行った者
対象地域	全世界
取得間隔	<ul style="list-style-type: none"> Android版：おおむね1時間 iOS版：数分間隔（移動中のみ） ※このほかアプリ操作中の取得あり。 詳細は3.(5)で後述する。
取得項目	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーID（取得日にかかわらず端末毎に一定） 取得日・取得時刻 緯度経度 ※世界測地系 OS（'iOS' or 'Android'） 言語+国コード ※OSの設定 画面タッチ情報（有無など）



(a) 京都市内での観測日数



(b) 全世界での観測日数

図-1 ユーザー毎の観測日数の分布

(2) ユーザー層

京都市内（行政区としての京都市域内、以下同様）に1点以上レコードが存在するユーザーは25,917人（うちAndroid9,438人、iOS16,479人）であった。本節ではそのユーザー層を確認する。

同一ユーザーが京都市内、および全世界で観測された日数の分布を図-1に示した。緑色は国設定が日本のユーザー（以後、日本人と表記する）、橙色はその他のユーザー（以後、外国人と表記する）を表す。連続観測日数ではないため、複数回京都市を訪れた場合はすべての来訪日数の合算値となる。

京都市内での観測日数が少ないユーザーほど多い傾向があり、特に外国人は7日以内のユーザーだけで9割を

超える。一方で 180 日などほぼ全期間にわたって市内で観測されるユーザーも日本人を中心に存在する。このような結果から、当アプリは観光客のみならず住民にも利用されていると考えられる。なお、全世界での観測日数も少ないユーザーほど多い傾向がある、この要因として、期間の途中でインストールしたユーザーやインストール後に十分な取得が行われていないユーザーの存在が考えられる。

(3) Foreground と Background

今回用いたデータは、アプリ操作時 (Foreground 状態)、アプリ待機中 (Background 状態) の各状態で取得されたものが混在する。アプリのプライバシー設定で位置情報取得を「常に許可 (サービス品質向上のための定期的な取得・送信を許可)」としたユーザーは両状態とも取得が行われるが、「使用中のみ許可」としたユーザーは Foreground 状態時のみ取得される。各レコードがいずれの状態でも取得されたかは、取得項目「画面タッチ情報」を用いて表-2 のように判別する。

(4) データのクリーニング

(2) で述べたようにアプリは観光客のみならず住民の利用も考えられるため、本研究の目的を鑑みるとそうしたデータを分離・除去する必要がある。また、乗換検索アプリという性質上、カーナビゲーションアプリ等のようにアプリを長時間起動したままとすることは考えにくい。そのため、「使用中のみ許可」、すなわち Foreground 状態でのみ取得されるユーザーの履歴は周遊行動のごく一部しか捉えることができない。よって、Background での取得が殆ど行われていないユーザーを除去する必要がある。そこで、以下をすべて満たすユーザーのみを抽出した。

- ・ 京都市内に Background での取得を 5 点以上含む
- ・ 京都市内での観測日数 7 日以内

市内で期間内に観測された全ユーザー ID 数は 25,917 人だが、条件を満たすものは表-3 の 7,735 人であった。図-2 にはこの 7,735 人の日別の分布を示した。

(5) 位置情報の取得頻度

本節(3)で述べたように、今回用いた GNSS データは、Foreground・Background 各状態の取得が混在する。取得頻度に関する挙動はこうしたアプリの起動状態によって異なるほか、Android 版と iOS 版でも大きく異なっている。本節では各々について具体的な頻度を確認する。

各ユーザー ID の連続するレコードに対し、1 つ前のレコードからの時間間隔 Δt [分] および距離 (空間間隔) d [m] を算出することで取得頻度を集計する。集計は(4)で設定した 7,735 人の、京都市内のレコード (ただし各ユーザーの最初のレコードを除く) を対象に行い、表-2

表-2 アプリ起動状態による分類

分類	自レコードの画面タッチ情報	1つ前のレコードの画面タッチ情報	説明
a) タッチあり	Not Null	Null または Not Null	Foreground 状態での取得
b) タッチあり直後	Null	Not Null	Foreground 状態終了直後の取得
c) タッチなし	Null	Null	Background 状態での取得

表-3 抽出されたユーザー数・レコード数

OS	ユーザー数	市内レコード数
Android	4,481	187,453
iOS	3,254	188,443
計	7,735	375,896

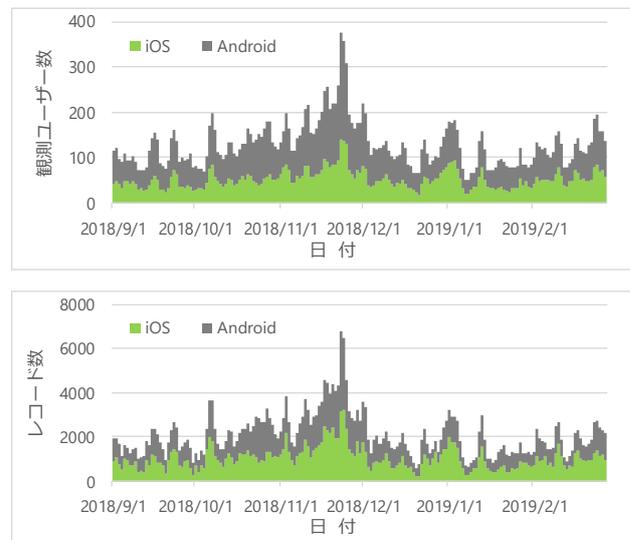


図-2 クリーニング後のユーザー数・レコード数の日別変化

に示した a) から c) の 3 つの状態に分けることで、Foreground および Background を考慮する。結果を図-3 および図-4 に示した。また、図-4 は c) のレコードについて横軸を Δt 、縦軸を d とした散布図である。

a) および b) については両 OS 版とも短距離・短時間の取得頻度のものほど多いことが読み取れる。c) については Android 版は短距離のものほど多いが、時間間隔は $\Delta t = 60$ 付近に最頻値が見られる。iOS 版は $d = 500$ 付近および $\Delta t = 5$ 付近に最頻値が見られ、それより小さい値のものは極めて少ない。こうしたことから、各 OS 版の取得挙動は表-4 のように考えられる。

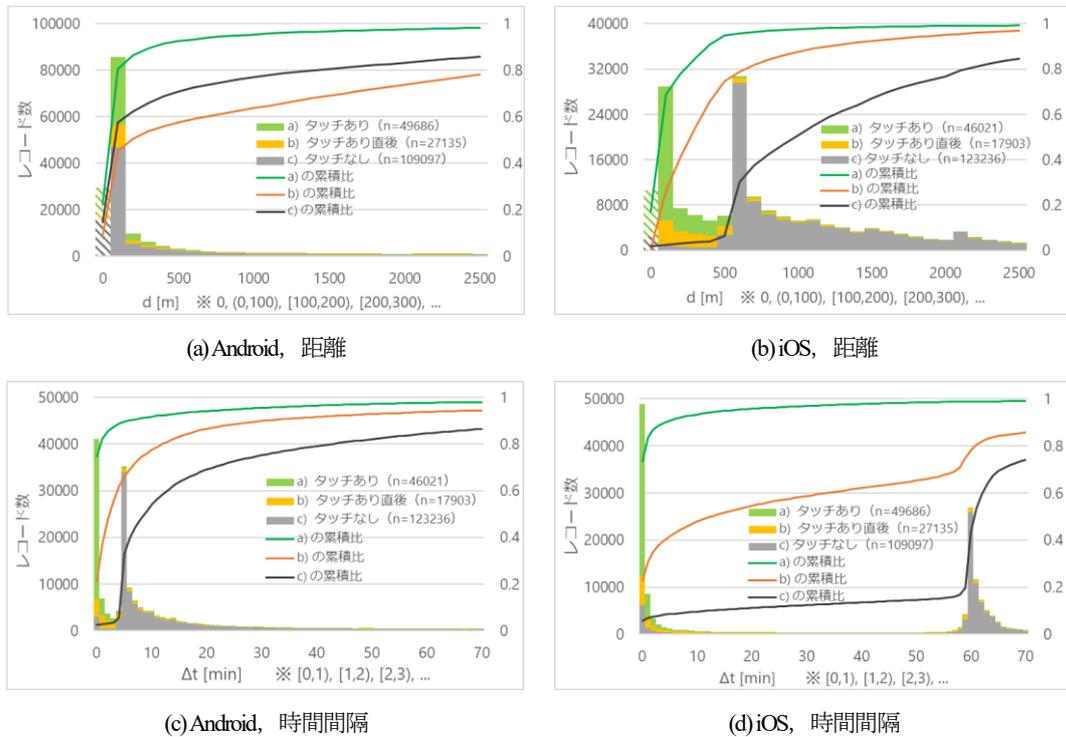


図4 各 OS 版の位置情報の取得頻度

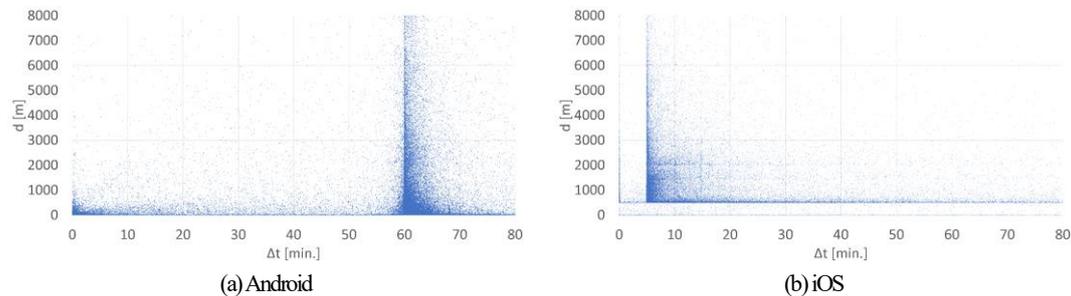


図4 タッチなし状態における Δt と d の関係性

表4 各 OS 版の取得頻度の特性

OS	Foreground	Background
Android	高頻度	1 時間に 1 回
iOS	高頻度	前回取得から 500 m 以上 離れ、かつ 5 分以上経過 したとき

表5 本研究でのトリップエンド判定手法

状態名	前レコードとの 時間間隔 [分]	後レコードとの 時間間隔 [分]
M : 移動途中	$\Delta t < 30$	$\Delta t < 30$
O : 移動開始	$\Delta t \geq 30$	$\Delta t < 30$
D : 移動終了	$\Delta t < 30$	$\Delta t \geq 30$
S : 滞留中	$\Delta t \geq 30$	$\Delta t \geq 30$

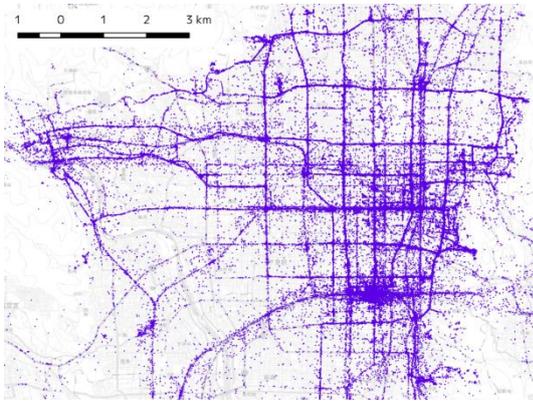
4. トリップエンド判定

緯度経度の羅列である位置情報履歴から移動・滞留を把握するうえで、連続的な履歴データを適切な場所で区切ってその両端をトリップエンドとする必要がある。本章では、前章で述べたように移動中は比較的高頻度取得を行うという特徴を持つ iOS のデータのみを抽出しトリップエンド判定を試みる。および本章以降では、iOS のデータのみを取り扱う。Android の取得頻度は約 1 時間に 1 度と低いため、観測された挙動からトリップエ

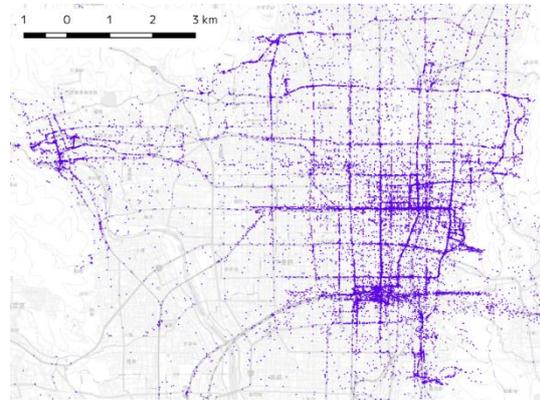
ンドを直接判定することが難しいと考えた。Foreground で観測された情報等その他のデータと組み合わせて分析することで判定が可能となることは期待できるため、今後の課題としたい。

(1) 判定手法

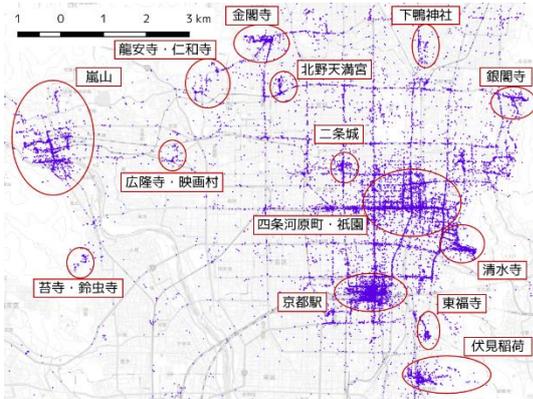
移動・滞留の判定に関して広く行われている既往手法としては、予めメッシュやゾーンを定め、その領域内の滞在時間（前後のレコードとの時間間隔等から定義する）に閾値を設けて滞留判定を行うもの²⁾³⁾が挙げられる。



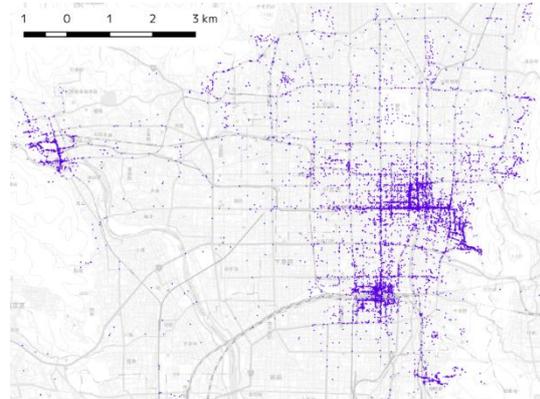
(a)M (市内 126,686 レコード)



(b)O (市内 24,951 レコード)

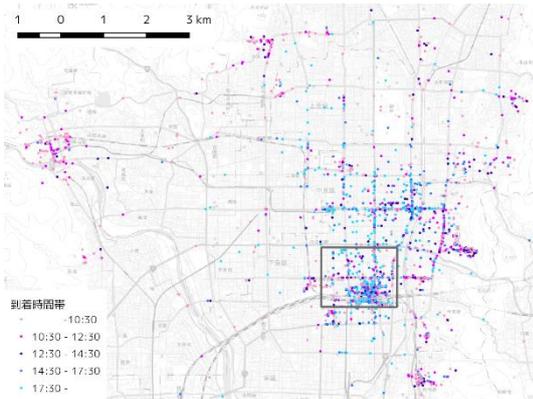


(c)D (市内 25,170 レコード)

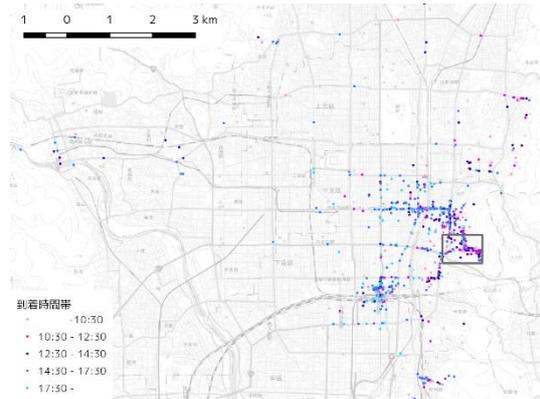


(d)S (市内 9,962 レコード)

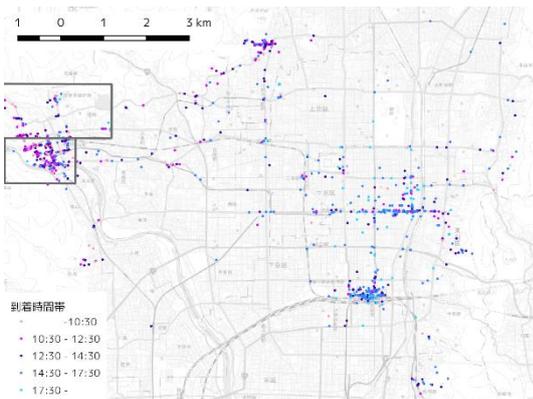
図-5 トリップエンド判定による点の分類結果



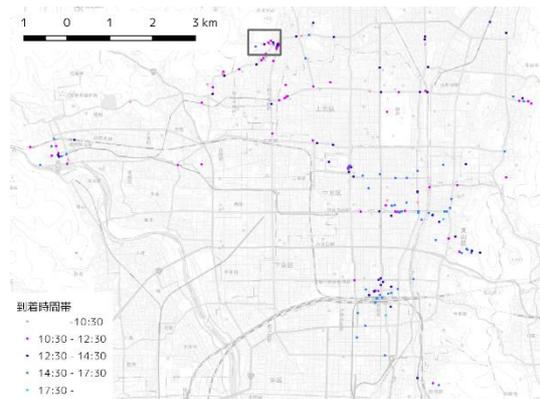
(a) 京都駅周辺発 (3,352 トリップ)



(b) 清水寺周辺発 (851 トリップ)



(c) 嵐山周辺発 (1,237 トリップ)



(d) 金閣寺周辺発 (207 トリップ)

図-6 各地域発のトリップの終点 (D)

また、固定されたメッシュやゾーンを用いず、基準点を生成し、その基準点からの距離が閾値を超えた時点で「移動」判定を行い、移動後の地点を新たな基準点として設定して動的に判定を行う手法⁴⁾もある。

本研究で用いたデータは、iOS 自身が「500m以上離れないと取得されない」という動的な移動・滞留判定に近いものを行っているため、この性質を利用して判定を行う。具体的には、前後のレコード取得の時間間隔を閾値として区切りを設け、その両端をトリップエンドとする。今回は閾値を 30 分と設定して各レコードを表-5 の 4 つに分類し、取得時間間隔が 30 分未満であるものどうしを繋げることによりひとつのトリップとして表現する。

(2) 判定結果

iOS の 3,254 人のデータに対して判定を行い、分類された全レコードを重ね合わせたものを図-5 に示した。鉄道や幹線道路上の点の多くが M (移動途中) と判定されている。一方で O や D, S 判定のレコードは観光地や繁華街に集中している。なお、O 判定は D 判定と比較して集中が弱く、幹線道路上の点もやや多い。これは、実際の滞留地到着時には、前章に示した 5 分以上経過の条件によって到着後 (すなわち実際の滞留地にいるとき) に取得が行われる可能性があるのに対し、出発時には動き始めて前回レコードの地点から一定以上離れて初めて取得が行われることに依るものと考えられる。

次に、3,254 人の判定結果について、OD ペアに着目する。図-6 はトリップ終点 (D 点) と判定されたレコードを示しており、トリップ起点 (ペアとなる O 点) が京都駅周辺、清水寺周辺、嵐山周辺、金閣寺周辺 (いずれも図中の黒枠線内) にあるものに限定して表示している。観光地着のトリップが多く抽出されており、京都駅⇄金閣寺のようなやや長距離のトリップも抽出できている。時間帯に着目すると、京都駅発のトリップは午前中は金閣寺や伏見稲荷など市街地周縁部の観光地へ向かうものが多いのに対し、午後や夕方は河原町など繁華街周辺へ向かうものが多いという傾向が出ており、時間帯に影響される現実の流動を表すことができていると考えられる。

しかし観光地手前の道路上の点が判定されたり、内々トリップが多く存在したりといった課題もある。前者は iOS の取得特性、後者は観光地到着後の歩行や滞留中の Foreground 取得によるものと考えられる。後者の課題はゾーン単位で集計を行うことで影響を小さくできる。

5. 観光流動の分析

本章では、位置情報履歴データのうち、移動途中ではないものに着目することで観光客の訪問場所の把握を行



図-7 2006年の調査で使用された37ゾーン¹³⁾

い、その傾向を分析する。具体的には、第4章で移動・滞留に分類したレコードのうち、移動途中である M 点を取り除き O, D, S 点のみを抽出し、任意に設定する観光地ゾーンに結合したうえで集計を行う。

(1) 使用するゾーン

2006年度の「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¹³⁾」で使用された37の矩形ゾーン(図-7)を、本研究のデータ特性に合わせて一部改変して用いた。具体的には、観光地の手前がトリップエンドとして判定されることを考慮し、一部のゾーンの範囲を拡張した。

(2) 旅行者属性毎の訪問先傾向の分析

本節では、各ユーザーが1回の京都市来訪(京都市へ流入してから流出するまで)の間に訪れたゾーンを集計する。来訪は市内での連続観測日数により定義し、例えば旅行1日目・3日目は京都市内を周遊するものの2日目は京都市外のみで行動するような場合は、1日目と3日目を別個の来訪として扱う。また、1回の来訪で3ゾーン以上を訪問するものを対象とした。各々のゾーン*i*

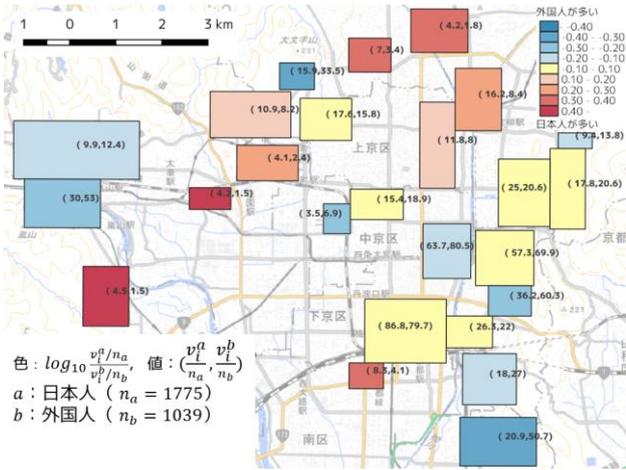


図-8 日本人・外国人による訪問先の違い

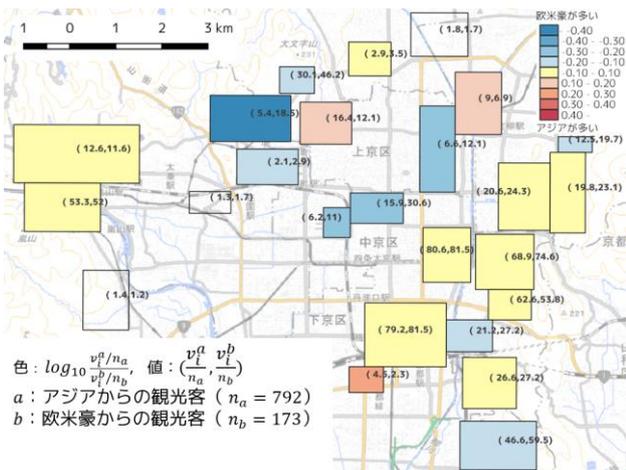


図-9 アジア・欧米豪による訪問先の違い

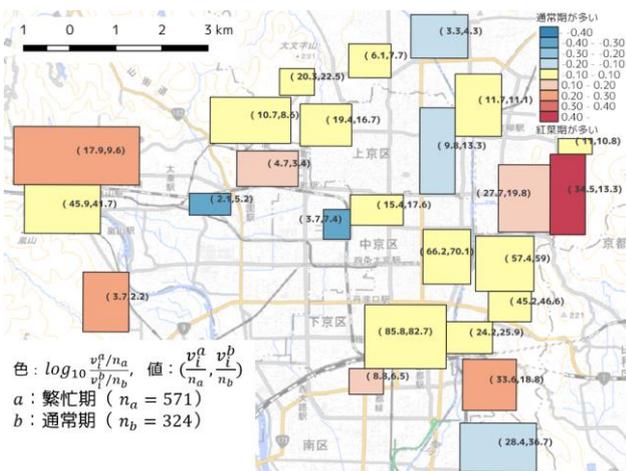


図-10 繁忙期・通常期による訪問先の違い

について、属性 a および属性 b の訪問率（ゾーン i への訪問者数 v_i^a, v_i^b を各属性のサンプル数 n_a, n_b で除した値）を比較してどちらかが大きいもの（

$$\log_{10} \frac{v_i^a/n_a}{v_i^b/n_b}$$

の絶対値が大きいもの）に赤または青で着色した。

a) 日本人観光客と外国人観光客

前述のようにアプリにおける国設定から日本人と外国人を定義し、それらの訪問先の違いを分析する。図-8は、日本人の訪問率が高いゾーンを赤、外国人の訪問率が高いゾーンを青で表したものである。

清水寺を含む東山区や銀閣寺のあるエリアは訪問率に差はなく、訪問者数比率の値を見ても他のゾーンに比べて多くの人を訪れていることがわかる。日本人が訪れやすい場所としては、西芳寺（苔寺）や華厳寺（鈴虫寺）を含むゾーン、映画村を含むゾーン、下鴨神社を含むゾーンなどが挙げられる。外国人が訪れやすい場所としては、伏見稲荷や金閣寺、嵐山などが挙げられる。

b) アジアからの観光客と欧米豪からの観光客

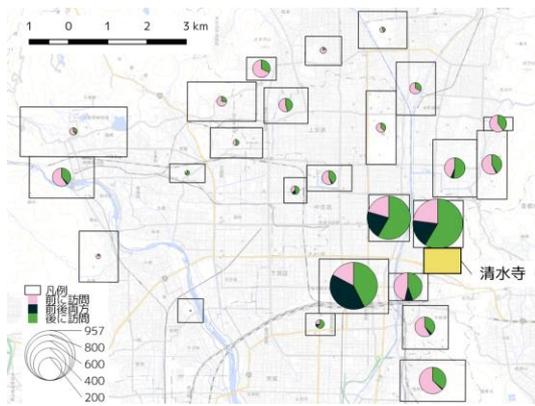
国設定について、ユーザー数の多い 15 か国（日本を除く）をアジア（台湾、韓国、タイ、中国、香港、シンガポール、マレーシア、インドネシア、フィリピン）、欧米豪（米国、フランス、豪州、イタリア、英国、ドイツ）の 2 グループに分け、各々の訪問先の傾向を比較する。図-9 は、アジアからの観光客の訪問率が高いゾーンを赤、欧米豪からの観光客の訪問率が高いゾーンを青で表したものである。

まず多くのゾーンでアジア・欧米豪で大きな差がないことがわかる。したがって、著名な観光地については国によらず訪問していることがわかる。欧米豪からの観光客が訪れやすい場所としては龍安寺および仁和寺を含むゾーンや、二条城を含むゾーン、伏見稲荷を含むゾーンなどが挙げられる。龍安寺は侘び寂びが感じられる石庭が有名であり、これが欧米豪の人々からの人気を得ているのではないかと考えられる。

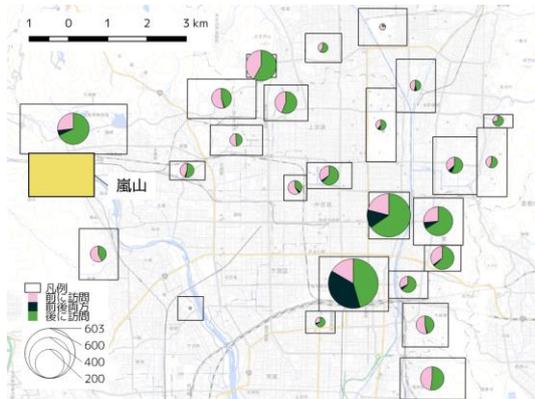
(3) 時期別の訪問先傾向の分析

図-2 より、11 月後半に最も多くの人々が市内で観測されたことが読み取れる。これは紅葉の時期と一致する。そこで、本節では、10 月 1 日（月）から 10 月 21 日（日）までを通常期、11 月 12 日（月）から 12 月 2 日（日）までを繁忙期とし、両者を比較する。いずれも 21 日間であり、土日を 3 回（うち 1 回は 3 連休）含む。

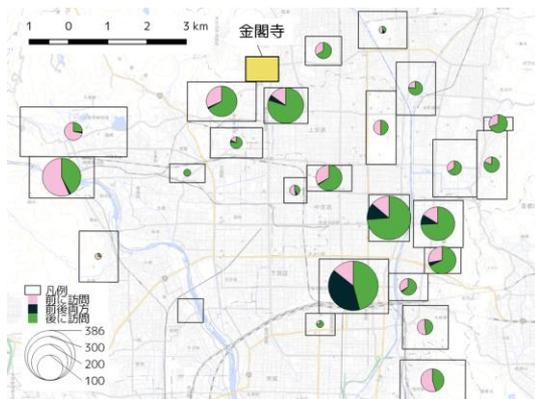
図-10 は、(2)と同様の手法で繁忙期の訪問率が高いゾーンを赤、通常期の訪問率が高いゾーンを青で表したものである。繁忙期は哲学の道周辺への訪問が顕著であり、他にも嵯峨野などの訪問が多い。これらは紅葉の名所として知られていることから、繁忙期の訪問率が高くなったものと考えられる。一方で映画村周辺への訪問は相対的に少ない。この周辺は季節によらず通年楽しめるスポットであることが理由であると考えられる。



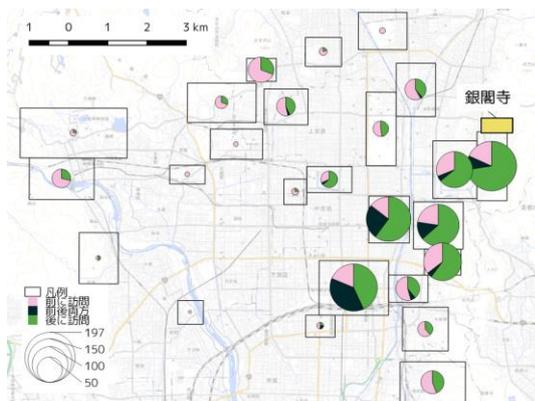
(a) 清水寺訪問日 (1,281 人日)



(b) 嵐山訪問日 (912 人日)



(c) 金閣寺訪問日 (596 人日)



(d) 銀閣寺訪問日 (303 人日)

図-11 各ゾーン訪問日の他の訪問先および訪問順序

(4) 1日の周遊パターンに関する分析

本アプリのデータは同一 ID によって集計することで、ある単位時間、たとえば1日などの移動履歴を得ることができる。したがって、主要な観光地を中心として、その観光地の前後にどこを訪れたかを取得することも可能である。ここでは、清水寺、嵐山、金閣寺、銀閣寺の4つを主要観光地とみなして、その他の各観光地が主要観光地の前後どちらで訪れやすいかを集計する。これにより、1日のトリップチェーンのなかで早い時間、あるいは遅い時間に訪れやすい観光地、すなわち時間と場所の組み合わせが存在するかを明らかにする。図-11に各主要観光地とその他のゾーン*i*の訪問前後関係を集計した結果を示す。円の大きさはゾーン*i*への訪問者数 v_i を表し、色分けは注目する観光地(黄色で示した場所)の前に訪れたか、後に訪れたかを表す。なお、1日に3ゾーン以上を訪問した日のみを集計対象とした。

まず、量に着目する。清水寺訪問日は近隣の訪問にとどまる場合が多く、嵐山や金閣寺など距離の離れた観光地にはやや訪れにくいことが読み取れる。嵐山訪問日と金閣寺訪問日に着目すると、両者を両方とも訪れる場合が多く、また他の訪問地の傾向が類似していることが読み取れる。銀閣寺訪問日に着目すると、銀閣寺のみならず東山一帯を訪問する傾向が読み取れる。

次に、順序に着目する。清水寺の前に訪問するのは伏見稲荷や金閣寺など主要な観光地が多い一方で、後に訪れるのは京都駅周辺や繁華街であることから、清水寺は1日の観光周遊行動の終盤に訪れやすいといえる。一方で嵐山および金閣寺は、他の観光地を後に訪問される場合が多いことから、観光周遊行動の序盤に訪れやすいといえる。こうした順序を決定する要因としては、宿泊地や帰路となる京都駅や繁華街からの距離が考えられるほか、清水寺で紅葉期の夜に行われるライトアップなど、各観光地特有のものが考えられる。

また、銀閣寺は、東山の他の観光地を後に訪れる傾向が見られるため、東山では北上しながら回遊する観光客よりも南下しながら回遊する観光客が多いといえる。この理由についての考察は今後の課題としたい。

6. おわりに

本研究では、スマートフォンアプリによって蓄積された大量の位置情報履歴データから現状の観光流動の把握を試み、観光客の属性毎の傾向や、1日の周遊行動の傾向を分析した。まず、このデータの基本的な性質の確認やデータのクリーニングを行った。つぎにトリップエンドを判定する手法およびその結果について述べた。トリップエンド判定結果を用いて観光客の周遊行動の傾向の

分析を行った。

(1) 本研究により得られた知見・成果

本研究で得られた知見および成果をまとめる。

- ・ トリップエンド判定により、京都市内で観光客が滞留しやすい場所が点データの形で明らかになり、苔寺・鈴虫寺など大まかなゾーン単位での調査では把握しにくい観光地への訪問状況が可視化された。
- ・ 日本人に人気の苔寺・鈴虫寺、外国人とりわけ欧米豪からの観光客に人気の伏見稲荷など、国籍別の人気スポットが可視化された。
- ・ 哲学の道周辺はなど紅葉時期に特に人気が高い観光地が可視化された。
- ・ 清水寺を訪問した日は近隣の観光地を訪問するにとどまる場合が多く、嵐山や金閣寺など距離の離れた観光地にはやや訪れにくい。
- ・ 嵐山を訪問した日と金閣寺を訪問した日に着目すると、両者を両方とも訪れる場合が多く、またそれ以外の訪問地の傾向は類似している。したがって、嵐山と金閣は一体となった観光エリアとして機能していると考えられる。
- ・ 銀閣寺周辺の東山エリアは北上しながら回遊する観光客よりも南下しながら回遊する観光客が多い。
- ・ 嵐山や金閣寺は観光周遊の序盤に、清水寺は終盤に訪れやすい傾向がある。
- ・ アンケートなど従来手法を用いずにビッグデータのみから上記のような分析がある程度可能である。

(2) 今後の課題

トリップエンド判定をはじめとした本研究の手法妥当性のさらなる検証が必要である。本稿で利用したデータは、iOS版と同期間蓄積されたAndroid版のデータがあり、その比較により検証が可能である。また、トリップの所要時間、経路などは他のデータを参照することで妥当性を確認できるだろう。

また、分析結果から具体的な交通施策の検討を行う。具体的には、混雑しやすい区間で移動を行ったユーザーに着目し、1日の周遊行動の傾向を把握することで、経路や訪問順序の変更可能性を考える。

謝辞：本研究は国土交通省「道路政策の質向上に資する技術研究開発」の平成31年度研究助成（テーマ名：観光流動把握を目的とした交通流動推定システムの研究開発）および科学研究費(若手研究:18K13846)の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 新階寛恭, 中西賢也, 吉田純土, 岩館慶多, 森尾淳, 石井良治: 都市交通分野におけるビッグデータの活用に向けた精度および信頼性に関する比較検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.57, CD-ROM, 2018
- 2) 国土交通省都市局: スマートプランニング実践の手引き【第二版】, 2018, https://www.mlit.go.jp/toshi/tosiko/toshi_tosiko_fi_000023.html (2019.11.21 閲覧)
- 3) 観光庁: 平成 27 年度 ICT を活用した訪日外国人観光動態調査事業実施報告書, 2016, <https://www.mlit.go.jp/kankocho/shisaku/kankochi/gps.html> (2020.1.20 閲覧)
- 4) 池田大造 (株式会社 NTT ドコモ): 携帯電話基地局の運用データに基づく人口流動統計とは, 「国内最大規模の交通ビッグデータの活用方策に関する共同研究」の成果報告会資料, 国土技術政策総合研究所, 2018 <http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/houkokukai/20180611.html> (2019.12.25 閲覧)
- 5) 浅井拓登, 杉浦聡志, 倉内文孝: OD 交通量・移動滞留データを用いた属性・モード別トリップチェーン推定手法の研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, CD-ROM, 2019
- 6) 生形嘉良, 関本義秀, Teerayut HORANONT: 大規模・長期間の GPS データによる観光統計調査の活用可能性〜石川県を事例に〜, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.69, No.5, pp.1_345-I_352, 2013
- 7) 吉岡正樹, 山口大輔, 吉田博哉, 竹林弘晃, 尹鍾進: スマートフォンの位置情報を利用した観光行動分析手法の研究, 第43回土木情報学シンポジウム講演集, 2018
- 8) 酒井貴史, 藤生慎, 小橋川嘉樹, 高山純一: スマートフォンアプリから取得した GPS データを用いた訪日外国人の観光行動に関する基礎的分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5, pp.1_581-I_590, 2018
- 9) 石井良治, 末成浩嗣, 越智健吾, 関信郎, 大塚賢太, 酒井幸輝, 會田優磨, 南川敦宣: 携帯電話 GPS ビッグデータの都市交通分野における活用に向けた信頼性検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.58, CD-ROM, 2018
- 10) 西井和夫, 酒井弘, 小野恵一, 北村隆一: 京都観光トリップチェーンにおける活動箇所数に着目した時間利用特性分析, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.689-697, 1999
- 11) 西野至, 西井和夫, 佐々木邦明, 宮島俊一, 品川円宏: 目的地訪問順序を導入した観光周遊行動シミュレーションとモデル全体の評価手法に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, pp.597-603, 2003

- 12) 京都市：平成 30 年度「歩くまち・京都」推進会議 説明資料資料 3, 2019, (2020.?.? 受付)
<https://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/cmsfiles/content/0000247/247770/03setumei.pdf>(2019.11.21 閲覧)
- 13) 国土交通省近畿地方整備局, 京都市, 大津市, 宇治市：
平成 18 年度国土施策創発調査 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, 2007
<http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/sou-hatu/h18seika/03kyoto/03kyoto.html> (2020.2.9 閲覧)

AN ANALYSIS ON TOURIST EXCURSION PATTERN IN KYOTO CITY
USING GNSS DATA FROM SMARTPHONE APP

Soichiro YAMAKI, Wataru NAKANISHI and Satoshi SUGIURA