

# 配列解析を用いた 散策型観光地の周遊行動の分析

伊藤 蓮徒<sup>1</sup>・寺部 慎太郎<sup>2</sup>・柳沼 秀樹<sup>3</sup>・海野 遥香<sup>4</sup>

<sup>1</sup>非会員 元東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8501千葉県野田市山崎2641)

E-mail: 7618008@alumni.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278-8501千葉県野田市山崎2641)

E-mail: terabe@rs.tus.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京理科大学准教授 理工学部土木工学科 (〒278-8501千葉県野田市山崎2641)

E-mail: yaginuma@rs.tus.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8501千葉県野田市山崎2641)

E-mail: unoharuka@rs.tus.ac.jp

観光地の周遊行動を把握することは、重要な課題である。そこで、Wi-Fi 搭載機器が発信するプローブ要求をデータとして蓄積し、そのデータを解析することで、設置地点の滞在人数・時間や回遊経路などを把握できる Wi-Fi パケットセンサーが使われる研究も多い。本研究は、Wi-Fi パケットセンサーによる調査と質問紙調査から得られた 2 種類のデータを用いて、周遊行動のパターンを類型化する分析に配列解析を適用する。その両者の分析と比較を行い、観光周遊行動の実態を把握する。それにより、散策型観光地において得られた周遊行動データに対する、配列解析の適用可能性を評価する。

**Key Words:** *Wi-Fi, travel behavior, tourism attraction, spatio-temporal activity, tourist, sequence alignment method*

## 1. 序論

観光地の人流・交通流を把握することは、マーケティング・都市計画において重要な要素である。人流・交通流の把握には、様々な調査がなされてきた。アンケート調査やGPSデータを用いた人流調査などがある。しかし、これらでは、人流計測において建物内の小さな領域から、都市空間などの大きな領域をカバーすることは難しい。

そこで、Wi-Fi 搭載機器が発信するプローブ要求をデータとして蓄積し、そのデータを解析することで、設置地点の滞在人数・時間や回遊経路などを把握できる Wi-Fi パケットセンサーに注目した<sup>1)</sup>。

また、周遊パターンの類型化には配列解析が使用される研究が多くあるが、それらの研究は博物館など狭い範囲のGPSデータを用いたものや都市間の移動など大規模な移動を解析したものしか見られない。また、使用するデータについても Wi-Fi パケットセンサーのデータを用いて配列解析を行った研究は 1 つもない。そこで散策型観光地で収集した Wi-Fi パケットセンサーのデータを配

列解析によって周遊パターンの類型化ができるのか確かめる必要がある。

本研究は、Wi-Fi パケットセンサーによる調査と質問紙調査から得られた 2 種類のデータを用いて、配列解析を行う。その結果から両者の分析と比較を行い、観光周遊行動の実態を把握する。それにより、散策型観光地において得られた周遊行動データに対する、配列解析の適用可能性を評価する。

観光客の周遊行動を把握することは、自治体の観光戦略立案に役立つだろう。観光客の周遊行動は定番パターンが存在するが、それ以外にも様々な周遊パターンが存在する。そこで今まで把握できなかった周遊パターンを把握することは、観光地の観光案内などに役立てることが期待できる。

## 2. 既往研究と本研究の位置づけ

### (1) Wi-Fi パケットセンサーに関する既往研究

Wi-Fi パケットセンサーを用いて、観光行動、周遊行

動に関連した研究には、以下のようなものが挙げられる。

浅尾ら<sup>2)</sup>は、京都府宮津市で AMP センサ(Wi-Fi センサー)を 28 か所設置し、観光客の行動把握のために、1)観光客と地元住民の分離、2)交通流動パターン(OD)分析ツールの開発、3)逆引き OD 表の作成 4)流動分析ツールの作成を行い、リアルタイムな情報把握や、長期常時観測の集計結果を得ている。

森本ら<sup>3)</sup>は、Wi-Fi パケットセンサーデータに含まれる固有 ID である MAC アドレスを用いての人流解析を、商業施設と高速道路で実施した計測について解析と可視化を中心に行っている。商業施設においては基本的な解析方法を述べ、高速道路においては外れ値のフィルタリングについて述べている。また、解析後のデータを分析するための可視化ツールを開発し、人流・交通流をとらえるための可視化手法を報告している。

大田ら<sup>4)</sup>は、京都府東山地区に Wi-Fi パケットセンサーを約半年間設置し、歩行者流動調査を行うと共に、設置期間のうちの 2 日間にアンケート調査及び断面交通量調査を行った。3 種類の調査結果からセンサーの設置個所の周辺状況の特性分析を行い、センサーのデータ取得率について考察した。Wi-Fi パケットセンサーの設置場所の条件を 1)周辺状況、2)設置の高さ、3)滞留状況、の 3 項目を各 3 段階で評価したところ、設置環境によってデータ取得率に差があった。ここから、Wi-Fi パケットセンサーの取得データを設置環境の違いを反映させて補正し、断面交通量推計モデルを構築した。モデルと実測値の乖離は 0.29%~16.23%であり、平均推計誤差は 7.48%であった。

## (2) 周遊行動の配列解析に関する既往研究

周遊行動の分析に配列解析を用いた研究は、以下のようなものが挙げられる。

矢部<sup>5)</sup>は、多摩動物公園で GPS ロガーを配布調査し、来園者の GPS データを取得した。そのデータを用いて配列解析を用いて来園者の行動を類型化した。その結果、滞在時間が長い箇所が存在した場合、時間的な類似性が考慮せず、局所の類似部分でアライメントされてしまうことがわかった。そこで、時間的な類似性を考慮した配列解析を行い有効的な結果が得られた。また、矢部・倉田<sup>6)</sup>は、東京大都市圏でも配列解析を用いて訪日外国人の行動を類型化した。その際のデータは、訪日外国人向けの商品として発売されている成田空港から東京都心部へ向かう特急成田エクスプレス (N' EX) の割引乗車券・特急券と Suica をセットにした「Suica & N' EX」である。このセットの Suica の利用履歴から行動を類型化した。また、アンケート調査によって行動パターンと個人属性の関連を示した。

川瀬・伊藤<sup>7)</sup>は、上野動物園において一般の来園者を

対象とした GPS ロガー配布調査で得られた GPS データを用いて分析を行った。また、SAM を用いた観光者の時空間分析手法についてまとめた。さらに、配列解析において、一度に分析を行うサンプルを特徴に合わせることや、空白の挿入操作に定めるコストであるインデルペナルティの設定を変更することで得られる結果が異なることを示した。

矢野ら<sup>8)</sup>は、静岡県立美術館ロダン館における来館者の行動を配列解析によって類型化した。使用したデータはスマートフォン用の美術館が提供する来館者支援アプリケーションによって観賞行動のデータを収集して用いた。そのデータを用いて配列解析によって、時間経過を考慮した・しない解析を示した。考慮した場合、4 つのグループに分けた。また、考慮した文字列を流量表現の図表であるサンキーダイアグラムとして可視化した。考慮しない場合、時間経過を考慮しないため移動経路のみに特化した分析結果が得られた。

天目ら<sup>9)</sup>は、訪日外国人観光客の国内周遊パターンについて、訪問順序を考慮した類型化を行い、変遷を考察した。クラスタリングのデータを訪日外国人流動データに適用し、周遊パターンの変遷を国際線の就航状況と照合したところ、就航状況の変化に伴う周遊パターンの変化が確認できたとしている。また、類型化を国籍別に見ると、韓国人は単独県への訪問パターンが主であり、LCC 就航によりその傾向は顕著になったこと、台湾人・香港人では就航・増便に伴い、周遊範囲が空港所在県並びに隣接県に集中する傾向が一部で確認できたことなどを示している。

## (3) 本研究の位置づけ

以上から、Wi-Fi パケットセンサーによる人流の解析は様々な取り組みが行われているが、配列解析にそのデータを用いた研究はなされていない。また、配列解析は、散策型観光地という規模での周遊行動類型化の研究は行われていない。そこで本研究では、Wi-Fi パケットセンサーに配列解析を用いて分析を行う。また、同時に調査を行った質問紙調査の結果も考察や配列解析を行い、それぞれの類型化や 2 つの類型化の比較による考察を行う。

## 3. 調査の概要

### (1) 質問紙調査の実施概要

調査票配布期間は、2020年11月20日(金)~21日(土)、23日(月)~24日(火)で、街頭(中町交差点、ハイウェイオアシス、岩松院前)で調査票を配布し、調査票の一部を切り取って返信用はがきとして郵送回収した。860枚を配布し、有効回答は207枚だったので、有効回答率

は 24.1%であった。

調査内容は、個人属性、小布施町への訪問（回数、頻度、目的、同行人数、交通手段、訪問地点、到着時刻、滞在時間など）、旅行情報（参考にした情報、旅行後の情報発信など）、携帯情報端末（持ち歩き、Wi-Fi 設定など）に関するもので、29問あった。

(2) Wi-Fi 調査の実施概要

小布施町内に Wi-Fi パケットセンサーを設置した。このセンサーは周辺に存在する携帯通信端末から自動的にデータを収集する。

調査期間は、2020年10月9日～11月23日だが、本研究では質問紙調査を実施した2020年11月20日(金)、21日(土)、23日(月)のみ使用した。

Wi-Fiパケットセンサーを設置した地点は表—1で示された26地点である。

表—1 Wi-Fiパケットセンサーの設置地点

施設種類	施設名
美術館・博物館	北斎館
美術館・博物館	日本のあかり博物館
美術館・博物館	おぶせミュージアム・中島千波館
美術館・博物館	おぶせ藤岡牧夫美術館
寺社・仏閣	岩松院
寺社・仏閣	浄光寺
物販・食事	小布施堂本店
物販・食事	小布施堂傘風楼
物販・食事	竹風堂小布施本店
物販・食事	桜井甘精堂・茶蔵（さくら）
物販・食事・庭園	フローラルガーデンおぶせ
物販	小布施屋(6次産業センター)
物販・食事	道の駅オアシスおぶせ
物販	JAながの農産物直売所お百SHOP おぶせ
日帰り温泉・宿	おぶせ温泉(あけびの湯)
日帰り温泉	おぶせ温泉(穴観音の湯)
観光案内所・食事	ア・ラ・小布施ガイドセンター
観光案内所・喫茶	小布施駅 観光案内所
駐車場・広場	北斎館バス駐車場
駐車場	北斎館東町駐車場
駐車場	町営森の駐車場
駐車場	町営松村駐車場
街路・通路	栗の小径
街路・通路	桜井甘精堂駐車場付近街路
街路・通路	松葉屋本店の小径
街路・通路	やましち山野草店内の小径

(3) 使用機器

Wi-Fi調査ではWi-Fiパケットセンサーを用いてデータを収集した。Wi-Fiパケットセンサーは、スマートフォンやパソコンなどの携帯情報端末から、Wi-Fiアクセスポイントに接続を行うときに定期的に発する、プローブ要求と呼ばれる電波を受信し記録する機械である。記録

される情報は、プローブ要求を発した機器固有のMACアドレスとその記録時刻、受信した電波強度である。

本研究で用いるデータは不特定多数の人から自動で取得するため、プライバシーの保護を行う必要がある。取得したMACアドレス単体では個人の特定はできないものの、機械固有のアドレスであることから、何らかの形でアドレスと人物が結びついてしまえば、その人物の行動を認知できることになってしまう。このような理由で、プライバシーの保護の観点から、個人が特定を防ぐことを目的として、受信したデータはすべて一方向秘匿化処理を行っている。なお、本実験中に、プライバシーに関する問い合わせは寄せられなかった。

(4) データのクリーニング手法

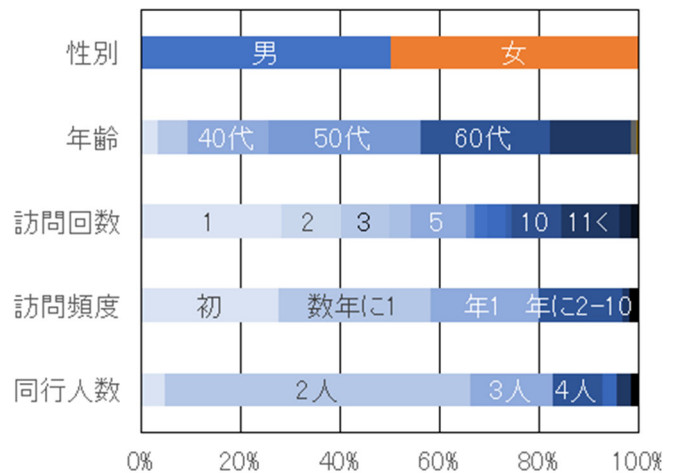
Wi-Fiパケットセンサーで得られたデータのクリーニングの手順は以下の通りである。

- ①複数日観測されたMACアドレスの周遊データは削除：小布施町の周遊は1日である観光客が多いため。また住民や従業員などの可能性があるため。
- ②滞在時間の長さを決定：観測開始から観測終了までの差分から算出する。
- ③最低滞在時間未満(5分未満)の地点データは削除：本研究では5分未満の滞在を通過交通として削除した。上記の手順で得たクリーニング済データからさらに、1か所のみ観測できたデータと2か所以上のデータをそれぞれ抽出した。

4. 質問紙調査とWi-Fi調査の集計結果

(1) 質問紙調査の集計

質問紙調査の基礎集計結果を図—1に示す。性別はほぼ半数ずつだった。年齢は50歳代が30.4%、60歳代が



図—1 質問紙調査の基礎集計 (N=207)

26.1%, 40 歳代と 70 歳代がそれぞれ 16.4%という順に多かった。訪問回数は、1 回が 28.0%, 次いで 2 回が 12.1%, 続いて 11 回以上が 11.6%の順に多かった。訪問頻度は、初訪問が 27.6% (未回答があるため先の訪問回数が 1 回と回答した割合と異なる), 数年に 1 回が 30.5%, 年に 1 回が 21.9%の順に多かった。同行人数は、2 人が 61.4%, 次いで 3 人が 16.4%, 4 人が 10.1%の順に多かった。

このように、中年から高齢の 2 人連れ、あるいは家族で訪問しており、初めての人も 3 割程度いる一方で、何度も訪れているリピーターも多く、年 1 回以上訪問している人が 4 割強存在している、という状況が明らかになった。

別の質問への回答から、スマートフォン保有率が 90.7%, Wi-Fi の設定が ON になっている割合が 57.4%であることが分かったので、Wi-Fi が ON である観光客の割合は 52.1%と推計された。大田ら<sup>2)</sup>が 2017 年 11 月に京都市東山地区で行った調査によると、Wi-Fi が ON である日本人観光客の割合は 56.4%であったので、それに比べると小布施町ではやや低いことがわかった。

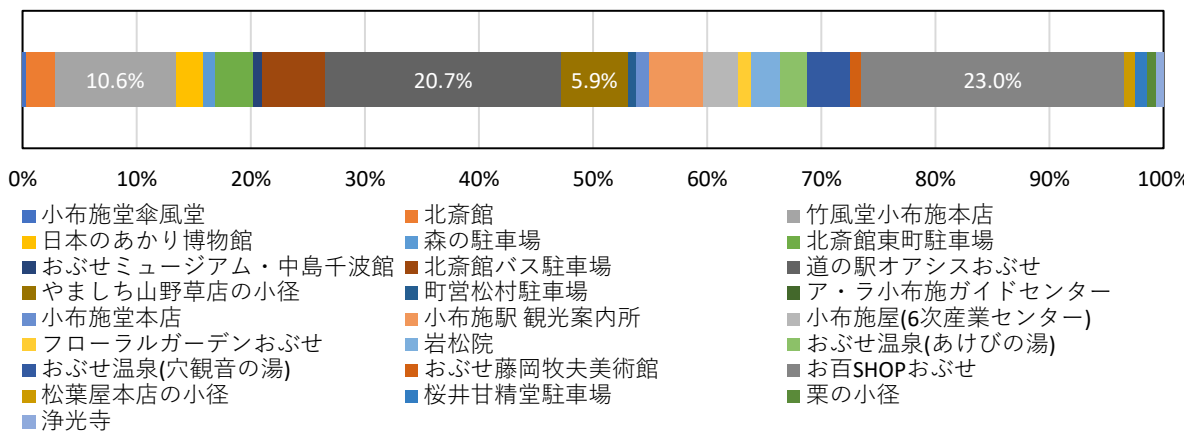
(2) Wi-Fi 調査の集計

Wi-Fi 調査は、質問紙調査と違って個人属性などの情報は得られない。そこで、先に述べた方法でクリーニングしたデータから、1 か所のみ観測されたデータの集計を図—2 に示す。お百 SHOP おぶせが 23.0%, 次いで道の駅オアシスおぶせが 20.7%, 竹風堂小布施本店が 10.6%, やましち山野草の小径が 5.9%であった。

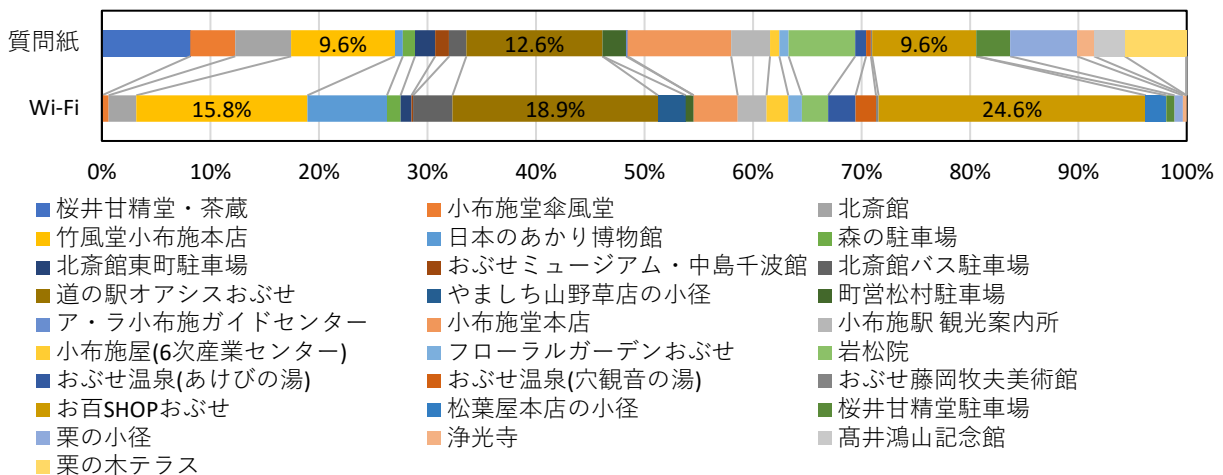
(3) 質問紙調査と Wi-Fi 調査の比較

質問紙調査と Wi-Fi 調査で比較できるのは、訪問地点の数である。質問紙調査から得られた訪問地点の延べ回数と、先に述べた方法でクリーニングした Wi-Fi 調査のデータから 2 か所以上で観測された訪問地点の数を図—3 に示す。後のクラスター分析で用いるデータで、それぞれの地点をどれくらい訪問しているかが比較できる。

質問紙調査では多くの地点が少しずつ含まれているが、Wi-Fi 調査では訪問割合が多いところがある一方で、ゼロのところも多い。これは、質問紙調査では訪問地点として回答選択肢に挙げられているものの、Wi-Fi パケッ



図—2 Wi-Fi 調査で 1 か所のみで観測された地点の割合 (N=4400)



図—3 質問紙調査と Wi-Fi 調査で観測された訪問地点の割合 (質問紙調査 N=700, Wi-Fi 調査 N=792)

トセンサーを設置していないため観測されない地点がいくつかあるためである。逆に、Wi-Fi パケットセンサーが設置してあるものの、質問紙調査では訪問地点として回答選択肢に挙げられていない地点も少数だがある。また、Wi-Fi パケットセンサーの不具合でデータが取れていなかった地点もある。

2つの調査で共通して訪問割合が多かったのは、竹風堂小布施本店（質問紙調査 9.6%、Wi-Fi 調査 15.8%）、道の駅オアシス小布施（質問紙調査 12.6%、Wi-Fi 調査 18.9%）、お百 SHOP おぶせ（質問紙調査 9.6%、Wi-Fi 調査 24.6%）などであった。

## 5. 配列解析によるクラスター分析

### (1) 分析の概要<sup>9-10)</sup>

既往研究を参考にしながら、配列アライメント手法を応用して類型化を行う。この手法は、もともと分子生物学やゲノム生物学で利用されるものであり、DNA の塩基配列などの類似性の高い複数の配列を比較し、類型化する際に用いられる。この配列解析を応用し、質問紙調査と Wi-Fi 調査のデータから訪問順序と滞在時間を考慮した周遊行動の類型化を行う。

配列解析は、①文字列の作成、②文字列の配列解析、③クラスターリングの実施の順に行われる。

①ではそれぞれのデータから文字列を作成する。初めに質問紙調査では個人属性を「任意の番号\_性別\_年代」とする。Wi-Fi 調査では個人属性を「任意の番号」とする。次に、訪問地点に任意の文字を割り振る。文字は「アクティビティ+訪問地点」のアルファベット 2 文字をそれぞれの訪問地点に割り振る。

質問紙調査は 3 つのルールに基づいて文字列を作成する。1 つ目は、時間を 8:00-18:00 とし、その時間以外の回答は切り捨てる。2 つ目は、10 分ごとに文字を振る。3 つ目は滞在時間は四捨五入とする。例えば、5 分の滞在時間は、10 分へ切り上げることにする。これは、5 分の滞在時間を切り捨てると、訪問地点へ行ったこと自体が観測されなくなるためである。

Wi-Fi 調査は、5 分以上の滞在が 2 か所以上で観測されたものに限定して文字列を作成する。5 分以上という条件は、先ほどの質問紙調査のルールの 3 つ目に合わせるためである。周遊行動という観点から 2 か所以上にした。

②では、①で作成した文字列を用いて配列解析を行う。既往研究に倣って ClustalTXY を用いては文字列の配列解析を行う。このソフトウェアは Wilson<sup>10)</sup>が ClustalG を応用して開発したものである。このソフトウェアは日常行動におけるアクティビティから文字列を作成し、周遊パターンの類型化を行うことができる。配列解析は、ペア

ワイズアライメントを行い、マルチプルアライメントを行う。ペアワイズアライメントとは、すべての配列から二つ似ている配列を要素ごとに並べるマルチプルアライメントの始めの段階である。マルチプルアライメントとは、ペアワイズアライメントの結果から類似度の高い配列同士を順番にアライメントしていくことである。

ClustalTXY は、この工程を一括処理することが可能である。なお、川瀬・伊藤<sup>7)</sup>を参考に、ClustalTXY のパラメーターはデフォルト値にした。

③では、②でのアライメントの完了後に系統樹の出力を行う。近隣結合法(Neighbor joining method, NJ 法)は、距離行列法のひとつであり、最小進化原理(正しい系統樹は総枝長が最短であるという仮定)に基づいて系統樹を再構築する方法である<sup>11)</sup>。この手法によって系統樹を作成し、階層的クラスターリングでクラスターに分ける。

### (2) 分析の結果

配列アライメント手法によって、2 つの調査から得られたデータをクラスターに分けた。それぞれの結果を表 2 と表 3 に示す。先に述べたクリーニング手法やデータ前処理によって、サンプル数が減っている。

概ね、時間帯ごとに同一の地点に訪れた観光客同士が集まるクラスターに分けられた。それぞれのクラスターにおける活動時間帯と訪問場所に特徴がみられたので、それも表中に記載した。

表 2 質問紙調査のクラスターの分類 (N=175)

①(n=34)	14:00-15:00 にかけて共通の地点を訪問
②(n=60)	11:00-13:00 にかけてサンプル数が多い共通の地点を訪問+16:00-18:00 に活動した
③(n=42)	11:00-13:00 にかけて共通の地点を訪問
④(n=28)	少数の共通の地点を訪問+午前訪問
⑤(n=11)	その他、共通性が見られない

表 3 Wi-Fi 調査のクラスターの分類 (N=332)

①(n=114)	長時間滞在+13:00-14:00 に共通の地点を訪問
②(n=80)	11:30-12:00 前後に共通の地点を訪問
③(n=49)	10:00-11:00 に共通の地点を訪問
④(n=55)	9:00-10:00 に共通の地点を訪問
⑤(n=12)	15:00 に共通の地点を訪問
⑥(n=22)	15:30-17:00 に共通の地点を訪問

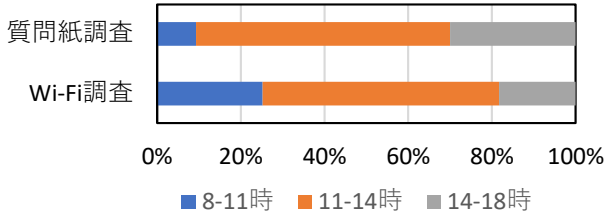
### (3) 質問紙調査と Wi-Fi 調査の比較

#### a) 各クラスターの時間帯別の割合

クラスター分析では、質問紙調査と Wi-Fi 調査の両方で時間帯を基準としたクラスターができることがわかった。この理由の 1 つに、配列解析を 8:00-18:00 という時間に限定し、その上で滞在時間を考慮しているためだと考えられる。そこで本項では、時間帯を 3 つに区切って

表—4 時間帯と属するクラスター

	8-11時	11-14時	14-18時	除外
質問紙調査	④-b	②-a-c,③	①,②-f	④-a,⑤
Wi-Fi 調査	③,④-a	①-b-f,②	④-b,⑤,⑥	①-a



図—4 各クラスターの時間帯別の割合

それぞれのデータの割合を示し考察する。

時間帯は8-11時(朝-昼前), 11-14時(昼), 14-18時(昼-夕方)までの3つに分けた。それぞれのクラスターがどの時間帯に属するかは表—4の通りである。なお、丸数字の後のアルファベット小文字は、さらに小さいクラスターを示す。除外としたクラスターは、時間帯の共通性が見られないものや長時間同じ場所において時間帯に分けられなかったものである。

これらの構成比を図—4示す。これを見ると、時間帯に偏りがあることが分かる。例えば質問紙調査では、8-11時の時間帯は割合が小さく、14-18時の割合が大きくなっていることが分かる。これは、質問紙調査に回答した観光客が、そのような時間帯に多かったのに比べて、Wi-Fi調査は朝8時から訪問している人を捕捉しているからであると考えられる。つまり、Wi-Fiパケットセンサーは1日中データを収集できるので、分析対象時間帯を区切っても広い時間帯の周遊行動を調査できる。そのため、Wi-Fi調査の方が周遊行動の時間帯別の割合に近いものではないかと考えられる。なお、カイ二乗検定によるp値は $6.04 \times 10^5$ であった。

b) サンプル数

続いて、サンプル数とクラスターについて、2つの調査方法の違いを考察する。

本研究の配列解析では訪問順序と滞在時間を考慮して解析を行った。そこで両者のクラスターを比較したところ、時間帯ごとにどの地点へ行くことが多いのかは把握することができた。これは得られた回答又は観測が多数同じ時間帯で観測されサンプル数が豊富になったためである。また、訪問順序に関してもサンプル数の多い訪問順序は把握できた。

例えば、2つの調査方法に共通する訪問順序は、道の駅オアシスおぶせ→JAながの農産物直売所お百SHOPお

ぶせであり、質問紙調査に特徴的な訪問順序は、岩松院→竹風堂小布施本店である一方で、Wi-Fi調査に特徴的な訪問順序は、JAながの農産物直売所お百SHOPおぶせ→小布施堂本店や、日本のあかり博物館→竹風堂小布施本店であった。

これら一例であるが、このような訪問順序は、サンプル数が多くクラスター分析で把握することができた。しかし、その他の少数の訪問順序は、多数の訪問順序のクラスターに含まれ、今回の分析では把握することが難しかった。このようなことが起こるのは、配列解析が文字列の類似度によってクラスタリングされるためであると考えられる。例えば、違う地点から周遊を始めても、途中でサンプル数の多い地点を通れば、そこに反応してクラスターができる。つまり訪問順序に考慮した解析をしたが、少数の訪問順序には影響されにくく、多数の訪問順序のクラスターと一体になってしまったのではないかとこのことである。

既往研究<sup>9)</sup>のように、狭い空間であって連続的に観測できる場合や、都市間の移動を連続的に観測できる場合は周遊パターンが把握できるが、本研究の散策型観光地のように点→点での観測で、その点間の時間帯は単なる移動時間としてどれも同じ文字列になってしまうため、配列解析による周遊パターンのクラスター分析は難しいのではないかと考えた。配列解析を用いる場合においては、2つの調査方法を比較すると、サンプル数が多いWi-Fi調査の方が質問紙調査よりも有効であることがわかった。

6. 結論

本研究では、長野県小布施町で周遊行動を質問する調査票を配布回収しその集計分析を行った。個人属性や訪問回数などの観光実態を明らかにし、その上で、小布施町を訪れた観光客のWi-FiをONにしたスマートフォン保有率の割合を試算した。

次に、質問紙調査とWi-Fiパケットセンサーを用いた調査の2つの周遊行動データを収集し、周遊行動の配列解析を用いてクラスター分析を行い、両者の比較を行った。それぞれの周遊行動データを5-6つのクラスターに分け、それぞれの特徴と属した訪問地点について把握することができた。

その結果、得られたクラスターの特徴は、主に滞在日時に依存していた。そこで、両者を比較するためにクラスターを時間帯別にして割合を見た。その結果、質問紙調査では時間帯の偏りが見られた。また、訪問順序にも考慮することで、サンプル数の多い訪問順序はクラスターの把握はできた。しかし、サンプル数の少ない訪問順

序の把握は難しいということがわかった。

つまり、配列解析を用いることは、質問紙調査よりもサンプル数が豊富な Wi-Fi 調査の方が有効であることがわかった。

本研究の、Wi-Fi パケットセンサーデータを用いて配列解析を行った結果は、時間帯に着目したものとなった。しかし、訪問順序は観測数の多寡に依存していて、十分に反映できていない。データの抽出条件として 5 分以上観測できたもののみとして行ったが、この条件によって 10 分ごとに文字列にできなかった文字列に不明な点が多くできてしまった。そこで 5 分ごとや 1 分ごとなどさらに短い単位時間で文字列を作成することで細かな周遊行動の把握ができると期待できる。また、解析する文字列を時間帯ごとにすることや、訪問順序だけを考慮した文字列を作成するなど、様々な条件を変化させた文字列を作成することで周遊行動のパターンを把握できる可能性もある。

また、質問紙調査は、個人属性など周遊行動以外の項目がわかるため、Wi-Fi パケットセンサーから得られたデータとうまく組み合わせて分析すれば、その特徴を生かすことが可能になるだろう。

**謝辞：**Wi-Fi パケットセンサーの設置にご協力くださった皆様に感謝申し上げます。また 2020 年の調査を支援してくださった、公益財団法人江頭ホスピタリティ事業振興財団に感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 寺部慎太郎, 一井啓介, 柳沼秀樹, 小野瑞樹, 田中皓介, 康楠: Wi-Fi パケットセンサーを用いた歩行者行動・観光客周遊行動研究の包括的レビューとそれを踏まえた分析例示, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) Vol.75, No.5, [土木計画学研究・論文集 36 巻], pp. I\_669-I\_679, 2019.
- 浅尾啓明, 森本哲郎, 望月祐洋, 西田純二, 安東直紀: Wi-Fi パケットセンサーによる交通流動解析, 第 53 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.2104-2110(15-05), 2016.
- 森本哲郎, 白浜勝太, 上善恒雄: Wi-Fi パケットセンサーを用いた人流・交通流解析の手法, 情報科学技術フォーラム講演論文集 14 (4): pp.505-511, 2015.
- 大田香織, 大村真輝, 辻堂史子, 浅尾啓明, 西田純二: Wi-Fi 歩行者流動センサによる計測値からの実数推定手法, 第 57 回土木計画学研究発表会・講演集, pp.02-07, 2018.
- 矢部直人: GPS データに対する配列解析の援用, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.19, pp.181-190, 2010.
- 矢部直人・倉田陽平: 東京大都市圏における IC 乗車券を用いた訪日外国人の観光行動分析, GIS-理論と応用, Vol.21, No.1, pp.35-46, 2013.
- 川瀬純也・伊藤史子: 配列アライメント手法を用いた時空間行動分析の有用性と課題点—既存手法のまとめとインデルペナルティの変更に着目して—, 観光と情報, 第 13 巻, 第 1 号, pp.69-82, 2017.
- 矢野颯斗・松永菜摘・泰井良・渡邊貴之: 配列解析を用いた美術館における鑑賞行動分析とその可視化, 情報処理学会第 79 回全国大会, 4-955-956, 2017.
- 天目岳志・清水哲夫・大平悠季: 訪問順序を考慮した訪日外国人観光客の周遊パターンの類型化とその変遷—地方空港への国際線就航状況に着目して—, 第 63 回土木計画学研究発表会・講演集, 2021.
- Wilson, C.: Activity patterns in space and time calculating representative Hagerstrand trajectories, Transportation, Vol.35, No.4, pp.485-499, 2008.
- 松井求: 分子系統解析の最前線, JSBi Bioinformatics Review, 第 2 巻, 第 1 号, pp30-57, 2021.

(Received March 5, 2022)

(Accepted ??, 20??)

## UNDERSTANDING AND ANALYZING TOURISM BEHAVIOR IN TOURIST DESTINATIONS BY SEQUENCE ANALYSIS

Rento ITO, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA and Haruka UNO

It is important for marketing and urban planning to understand the flow of people in tourist attractions. It has not been possible to understand the circulation behavior in tourist attractions. In this study, we used sequence analysis based on Wi-fi packet sensor data and questionnaire surveys to understand tourism behavior. First, we analyze the obtained data by sequence analysis. Next, we create a phylogenetic tree from the results. Finally, cluster analysis is performed using the obtained phylogenetic tree. As a result, we got clusters referring the time of day. However, we did not get clusters that took into account the order of visits. We expect that by creating a more detailed string we can get clusters that take into account the order of visits.