

Wi-Fiパケットセンサデータによる 観光行動把握の可能性に関する研究

伊藤 伸¹・倉内 文孝²・安東 直紀³・西田 純二⁴

¹学生会員 岐阜大学大学院 自然科学技術研究科 環境社会基盤工学専攻 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)
E-mail: w4523003@edu.gifu-u.ac.jp

²正会員 岐阜大学教授 工学部 社会基盤工学科 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)
E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

³正会員 宮津市役所理事・企画部長, 博士 (工学)
E-mail: n-ando@city.miyazu.kyoto.jp

⁴正会員 (株) 社会システム総合研究所代表取締役, 博士 (工学)
E-mail: nishida@jriss.jp

人の移動に関する情報は、交通計画策定や交通運用管理に関する重要な基礎情報である。そのため従来からパーソントリップ調査などで移動データの収集が実施されているが、調査対象者への負担が大きいなど課題も多い。本研究では、移動データの従来調査の補完となりうるWi-Fiパケットセンサに着目する。Wi-FiパケットセンサによりWi-Fiパケットを発信する機器の情報を収集できるが、移動ではない情報が含まれるなど事前処理が必要である。本研究では、京都府宮津市で実施されている実証実験データを利用し、観測データの中から意味のある移動情報が取得可能かどうか、クラスタ分析によるデータ分類を実施した。各クラスタの移動傾向を分析することで、提案した手法で観光行動の一端を把握しうることを示すとともに、観光行動と類推される行動についての移動傾向および滞在時間の分析を試行した。

Key Words : *Wi-Fi packet sensor, tourist behaviour, clustering analysis, duration time analysis*

1. はじめに

人の移動データは交通計画策定や交通運用管理において重要な基礎情報であり、様々な交通流動調査が実施されており、従来からパーソントリップ調査などで移動データの収集が実施されている。一方で、それらの調査においては、その精度、費用、頻度などの面で課題も多い。これに対し、近年開発されたWi-Fiパケットセンサは移動データの従来調査の補完データとなりうる手法の1つといえる。本研究では、京都府宮津市で実施されているWi-Fiパケットセンサに関する実証実験データを利用し、観測データの中から意味のある移動情報が取得可能かどうか、クラスタ分析によるデータ分類を実施する。また、観光行動と類推される行動についての移動傾向および滞在時間の分析を行い、提案した手法で観光行動の一端を把握しうるかどうか検証する。

2. Wi-Fiパケットセンサの概要と本研究の位置づけ

本章では、Wi-Fiパケットセンサの概要およびセンサを取り扱った研究を整理することで本研究の位置づけを

明らかにする。

2.1 Wi-Fiパケットセンサ

携帯電話やスマートフォンなどのWi-Fi通信機器は、基地局との通信を実施してインターネットに接続するため、おおよそ30秒から2分の間隔でProbe Requestと呼ばれる管理パケットを発信している。管理パケットにはMACアドレスと呼ばれるWi-Fi機器固有の識別子が含まれる。Wi-Fiパケットセンサは、このMACアドレスを収集し、時刻、センサの地理情報などと関連付けたデータを作成することで位置情報として扱うことを可能とした装置であり、複数地点に設置することで移動履歴が収集可能となる¹⁾。なお、MACアドレスの移動軌跡の収集は個人の移動の特定につながる恐れがある。そのため、今回使用したシステムではMACアドレスを収集段階で一方向ハッシュ関数を用いて匿名化処理が施され、A-MACアドレスと呼ばれる匿名のアドレスに変換される。またA-MACアドレスは週一回更新され、同一のアドレスについて一週間以上追跡できない仕様となっている。

2.2 データ利用上の課題

収集されたデータは Wi-Fi 通信機器の位置情報であり、従来調査で入手可能な発信者の属性、移動目的、移動手段等の情報は収集不可能である。また、Wi-Fi 通信を行う固定機器のアドレス（固定パケット）も収集するため、データの利用には不要データの分類など工夫が必要である。

2.3 宮津市における実証実験

本研究では、「観光客の域内動向、交通流動等について調査を行い、今後の地域振興につなげることを目的とし宮津市を代表する観光スポットである天橋立や、近隣の観光スポットである城崎温泉などを含めた31か所（図1参照）に設置されたセンサから、平成28年1月～3月までの3ヶ月間にわたり記録されたデータを活用する。なお、センサは近接しているものが多数含まれることから、図1のように近接するものを集約したエリアを4つ、他センサから距離が離れている点については1つのセンサを1エリアとして7つ、合計11エリアに統合し分析する。データの概要を表1に示す。表より1つのアドレスあたり平均で1日3回程度観測されていることがわかる。図2に、各日の観測パケット数を示す。19～11の3連休、3/5、6や3/20、21の土日などで観測数が多いことから、休日の移動について多くとらえていることが確認できる。なお、1月段階では稼働センサ数が少ないことなどから、以後の分析では2～3月のデータのみを用いて進めることとする。

2.4 既往研究の整理

Wi-Fiパケットセンサは開発されてから日が浅いこともあり、他の移動体通信技術を取り扱った研究と比較するとその既往研究は少ない。しかし、各地で実証実験が実施されているなど様々な取り組みが実施されており、平成28年度には、第20回交通工学研究会技術賞を受賞するなど、近年大きく注目されている技術である²⁾。森本ら³⁾は、グランフロント大阪内のデジタルサイネージ20台にWi-Fiパケットセンサを設置し、2ヶ月間の連続観測を実施した上でWi-Fiパケットセンサによる匿名人流解析が可能であることを示し、収集データの可視化を実施した。また、廣川ら⁴⁾は高山市内4ヶ所にWi-Fiパケットセンサを設置し日別、時間帯別の人の交通実態把握の可能性を示した。このように、Wi-Fiパケットセンサデータは、新たなパッシブ交通量調査媒体（被験者に主体的に調査に関わってもらわない調査媒体）としての今後の活用が期待できるものである。

2.5 本研究の位置づけ

Wi-Fiパケットセンサは今後期待できる技術であるが、



図1 センサ設置位置（宮津市周辺部）

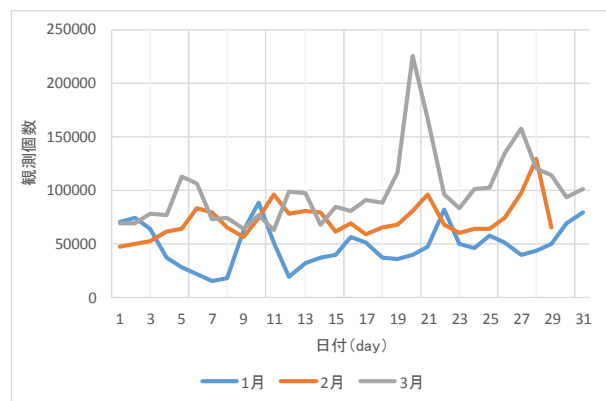


図2 観測パケット数の推移

表1 データの概要

	1月	2月	3月
稼働センサ数	13	28	28
1日あたりのアドレス数	14,193	23,495	31,499
1日あたりのパケット数 (うち観測が1回のみ)	48,588 (8,632)	72,381 (14,284)	99,695 (19,408)
1アドレス1日当りの観測数	3.42	3.08	3.17

研究事例は少なく発展途上の技術であるといえる。また、次章で説明するように調査対象者の属性および移動目的が不明であるほか、移動ではないデータも含まれるなど独特な点も多い。そのため、本研究ではWi-Fiパケットセンサにより収集されたデータを人の流動解析に関して意味のあるものに加工することを試み、さらにはそのデータの特性を明らかにすることで、将来的により詳細かつ効率的な交通流動把握の一助とすることを目的とする。

3. 観光流動把握のためのクラスタ分析

3.1 分類手法

Wi-Fiパケットデータには移動を伴わないものや、たまたまセンサ設置地点を通り過ぎた際に捕捉されたもの、地域内の居住者が日常行動の際に捕捉されたものなど多

種の行動が観測されている。その中で、本研究では特に観光流動を抽出することをめざしたい。一方で、Wi-Fi パケットセンサデータは個人情報が付与されているわけではないことから、ここでは同一A-MACアドレスによる一連の観測データを用いて求められる様々な集計量を用いてクラスタ分析を実施することとした。活用した集計量は表2に示すものである。例えば、固定機器のそれについては単一のセンサにより多数回、多数日観測されているはずであり、日常生活者については複数のセンサにより多数回、多数日観測されていること、通過車両については1日のみの数回の観測にとどまる、などの特性を表2に示した統計量によりクラスタ分類することをめざす。ここでは、A-MACアドレスを1データセットとし、K-Means法による非階層クラスタ分析を適用した。非階層クラスタ分析の場合、あらかじめクラスタ数を設定する必要があり、その設定が分類に大きな影響を与える。クラスタ数の決定にエルボー法⁴⁾を適用した結果、最適なクラスタ数が8となったため、この結果を元に以下の考察を進めることとする。

3.2 分類結果

図3に8つの分類の中で最も大きな差がみられた属性である観測時間のクラスタごとの平均値を示す。図より、①観測時間が数分程度と極端に短いもの（クラスタ1～3）、②数時間程度観測されているもの（クラスタ4）、③約1日観測されているもの（クラスタ5）、④数日間観測されているもの（クラスタ6～8）と傾向がわかれていることがわかる。このうち、観測時間が極端に短いものは、平均が4.2分程度であり平均移動をあらわしているとは考えにくい。また、数日観測されているものについても日帰り観光が中心⁹⁾という宮津市の観光実態に即していないことから、観光流動を多くとらえているとは考えにくい。次に、分類結果を捕捉日数でみた場合（図4）、観測時間が1日未満のクラスタ（1～4）はほぼ1日だけの観測であるが、それ以外のクラスタは観測時間が増加するほど捕捉日数も増加する。しかし、観測時間を日数に換算したものと捕捉日数は必ずしも一致せず、複数日にわたって観測されている場合でも必ず毎日観測されているわけではなく、観測されていない日を挟んでいる場合があることがわかる。さらに、分類結果を捕捉センサ数でみた場合（図5）、観測時間に比例して増加するというわけではなく、最も捕捉センサ数が多いのは数時間しか観測されていないクラスタ4であった。また、曜日ごとにみた場合（図6）、平日に多く観測されているクラスタと休日に多く観測されているクラスタに分類できることが確認できる。特に、捕捉センサ数の多かったクラスタ4や8について休日に観測されていることが多く、観光行動を観測していると期待できる。最

表2 データの事前処理内容

分類要因	概要
観測時間 (時)	同一 ID について最後に観測された時刻と最初に観測された時刻の差
捕捉日数	同一 ID が捕捉された日数
捕捉センサ数	捕捉されたセンサの数
第一観測時	最初に観測された時刻
最終観測時	最後に観測された時刻
時間帯別観測割合	ある時間帯の観測回数を総観測数で除したもの
曜日別観測割合	ある曜日の観測回数を総観測数で除したもの
センサ別観測割合	あるセンサにおける観測回数を総観測数で除したもの

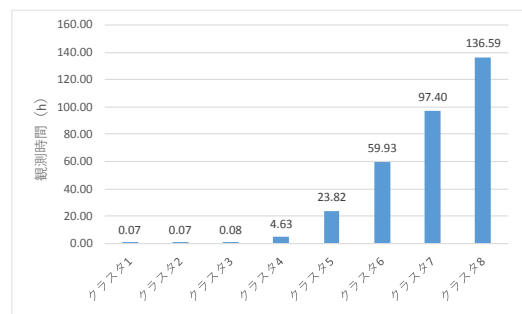


図3 観測時間 (平均)

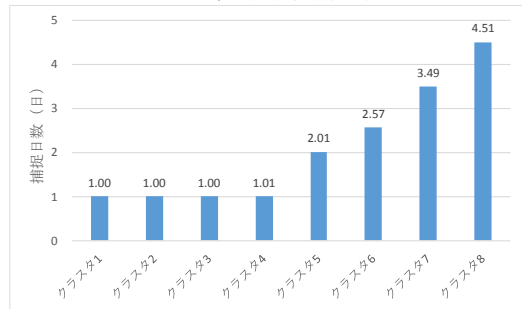


図4 各クラスタの捕捉日数 (クラスタ平均)

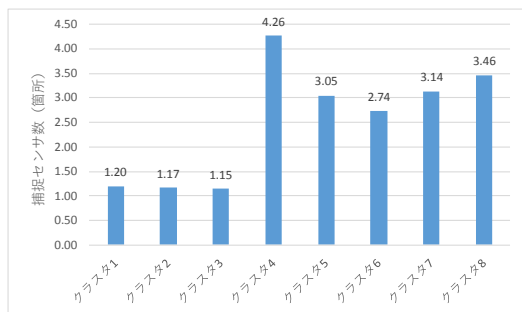


図5 各クラスタの捕捉センサ数 (クラスタ平均)

後に、捕捉エリアについてみた場合（図7）、観光スポットが集中する天橋立エリアを中心に観測されているクラスタ（クラスタ6～8など）、城崎温泉観光案内所で観測割合が高いクラスタ（クラスタ5）など観光客を多く捕らえていると考えられるものが存在する一方で、市役所や幹線道路、ICが存在し市街地に近い性格を持つ

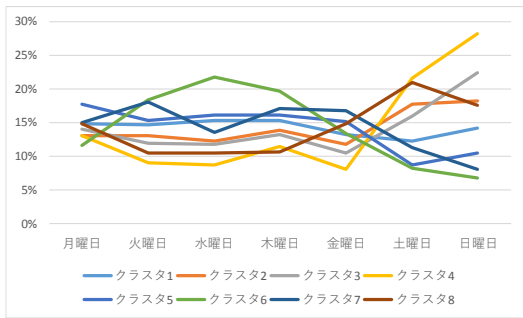


図 6 各クラスタの観測曜日分布

宮津エリアや与謝エリアで多く観測されているものが存在するなどクラスタごとに異なる観測の傾向がみられることがわかった。

3.3 各クラスタの特徴

以上の結果により、各クラスタの特徴を整理し各クラスタを名づけた(表3)。クラスタの分類数は8としたが、少観測層は観測された時間帯以外は類似した傾向を持つ3つのクラスタに、日常生活層は観測時間の長短以外は類似した傾向を持つ2つのクラスタに分類されるなど、5つの傾向を持つクラスタに分類した。

4. クラスタリング結果に基づく観光流動傾向

4.1 観測数の時間推移

ここでは、観光に近い行動をしていると考えられる日帰り層および城崎訪問層に着目し全体の流動との違いを考察する。全体と日帰り層、城崎訪問層の時間帯ごと、センサエリアごとの観測比率の比較を表4に示す。なお、暖色の点ほど比率が高くなっている。日帰り層について、全体と比較して天橋立(駅周辺)エリアや天橋立(船越)エリアに昼間に滞在する比率が多いが、一方でその他の宮津エリアや城崎温泉の観測割合は少ない。また、時間帯比率を比較した場合、日帰り層は全体より昼間の観測比率が高く、朝晩は低い。天橋立エリアは他エリアと比較して観光スポットが集中していることから、観光客の動きを多くとらえていると推察される。また、城崎訪問層は全体と比較して城崎温泉観光案内所に昼間に滞在する比率が多い。なお、朝や夜間の時間帯には観測割合が全体より少なくなるが城崎温泉観光案内所のセンサは他センサと離れた地点に1点のみ設置されているセンサであるため、宿泊者が必ずしもセンサ付近に宿泊しているわけではないということを留意する必要がある。また、宮津ロイヤルホテルについて、若干ではあるが朝や夜間の時間帯の観測割合が全体より多く、やはり宿泊者を含む移動をとらえていると考えられる。

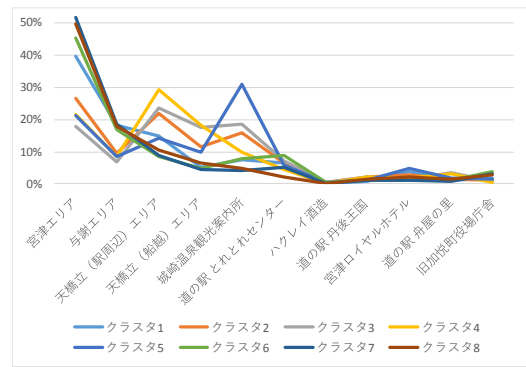


図 7 各クラスタの捕捉エリア

表 3 各クラスタの特徴

クラスタ名	特徴	該当クラスタ
少観測層(深夜早朝)	1回のみしか観測されていないアドレスがおおく移動を表しているとはいにくいアドレスの集合であるクラスタ。深夜早朝、朝、昼の時間帯別に3つ出現	クラスタ1
少観測層(朝)		クラスタ2
少観測層(昼間)		クラスタ3
日帰り層	観測時間が数時間程度かつ休日の観光地で多く観測され日帰りの観光客をあらわしていると考えられるクラスタ	クラスタ4
城崎訪問層	城崎温泉の訪問者を多く観測していると考えられるクラスタ。2日程度観測され宿泊者も含むと考えられる。	クラスタ5
日常生活層(短期間)	平日の市街地で多く観測され日常的な動きを表していると考えられるクラスタ。観測された時間は2~4日で観測時間の長短で2つ出現。	クラスタ6
日常生活層(長期間)		クラスタ7
長観測層	1週間中平均5日程度と長期間観測され、センサ設置地点付近の住民および固定パケットと考えられるクラスタ	クラスタ8

表 4 時間帯ごとの観測比率の比較

層	全体				日帰り層				城崎訪問層			
	22~6	7~9	10~17	18~21	22~6	7~9	10~17	18~21	22~6	7~9	10~17	18~21
宮津エリア	3.1%	3.9%	15.6%	5.0%	0.4%	1.2%	13.4%	1.2%	2.1%	2.2%	9.6%	2.9%
天橋立(駅周辺)エリア	1.2%	1.7%	17.7%	1.2%	0.1%	1.1%	34.2%	0.4%	0.4%	1.9%	18.9%	0.8%
天橋立(船越)エリア	0.3%	1.1%	11.5%	0.4%	0.1%	0.6%	22.4%	0.1%	0.4%	2.2%	12.8%	0.3%
与謝エリア	0.8%	1.4%	3.9%	1.1%	0.1%	0.4%	3.1%	0.2%	0.2%	0.7%	2.5%	0.5%
道の駅 とれとれセンター	0.6%	0.7%	7.2%	0.4%	0.1%	0.6%	7.2%	0.2%	1.0%	0.9%	6.3%	0.6%
城崎温泉観光案内所	0.8%	0.8%	11.4%	0.7%	0.1%	0.2%	5.3%	0.1%	0.1%	1.1%	20.5%	0.5%
ハクレイ酒造	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%
道の駅 丹後玉川	0.2%	0.2%	1.4%	0.2%	0.0%	0.1%	1.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.7%	0.1%
宮津ロイヤルホテル	0.3%	0.6%	1.3%	0.7%	0.1%	0.2%	0.9%	0.3%	0.4%	1.8%	1.4%	2.3%
道の駅 舟屋の里	0.3%	0.3%	2.4%	0.1%	0.0%	0.1%	3.1%	0.0%	0.4%	0.2%	1.8%	0.1%
旧加悦町役場庁舎	0.1%	0.2%	0.7%	0.2%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.4%	0.1%
時間帯比率	7.7%	10.8%	73.5%	10.0%	0.9%	4.6%	91.7%	2.8%	5.1%	11.2%	75.4%	8.3%

4.2 センサ間移動時間

あるセンサで最後に観測された次に異なるセンサで観

測されるまでの時間を「移動時間」と定義した。この移動時間は厳密な意味での移動時間を表していないことに留意する必要があるが、ポケットセンサから求められる情報の一つとして考察してみる。鉄道やバス、自家用車など複数の移動モードが存在すると考えられる、宮津駅と天橋立駅間の移動について考察した。2点間の移動時間の分布を宮津駅→天橋立駅間は図8に、天橋立駅→宮津駅間は図9に示す。なお、この2点間の所要時間は鉄道で5分、バスで13分、自家用車で10分程度である。図8と図9を比較してまず顕著であるのが、図8の方が所要時間分布が6~12分に集中している点である。観光行動を想定した場合、出発地から観光地への移動について、公共交通機関を用いる場合には、特に運行頻度が高くない場合時刻表を事前に確認するであろう。そのため、宮津→天橋立間については所要時間分布が比較的集中していると考えられる。一方、図9の天橋立駅から宮津駅の間は、観光終了後の移動と考えられ、その移動開始時刻は天橋立での観光終了時刻に依存する。そのため、公共交通の時刻表を事前に確認せずに行動する人も存在することから、相対的に移動時間分布の裾が右に長くなっていると推察できる。また、図9より、この傾向は城崎訪問層や日帰り層で特に顕著であることから、これらのクラスターは観光客の行動をあらわしているものである可能性が高いと考えられる。なお、日常生活層と考えられる2つのクラスターについて、所要時間が短いサンプルが相対的に少ない点などを鑑みると、自動車による移動が多いのではないかと推察できる。

4.3 滞在時間

同一センサにおいて最初に観測された時刻と最後に観測された時刻の差を「滞在時間」と定義し、滞在時間の分布を求めた。なお、移動時間と同様にあくまでも同地点で複数観測された時刻の差であるため厳密な意味での滞在時間ではない。ここでは、観光に近い行動をしていると考えられる日帰り層について、滞在時間に影響を与える要因を分析し、滞在時間のモデル化を実施する。

(1) 滞在時間に影響を与える要因

滞在時間に影響を与える要因は様々なものが考えられる。今回は、データから読み取れる指標として捕捉エリア、滞在開始時間帯を対象とした。図10に捕捉エリアごとの滞在時間を示す。道の駅における滞在は半数以上が3時間未満である一方、城崎温泉観光案内所では滞在時間3時間未満の滞在はほとんど見られないなど、捕捉エリアによる影響は大きいことがわかった。また、滞在時間帯について、滞在開始時間帯を4つの時間帯にわけ、時間帯別に滞在時間をプロットした結果(図11)、朝から昼にかけての時間帯は滞在時間が短く、夕方から深夜にかけては滞在時間が長くなる傾向にあることがわか

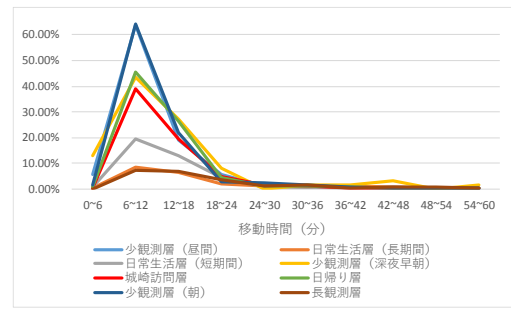


図 8 宮津駅→天橋立駅間の移動時間分布

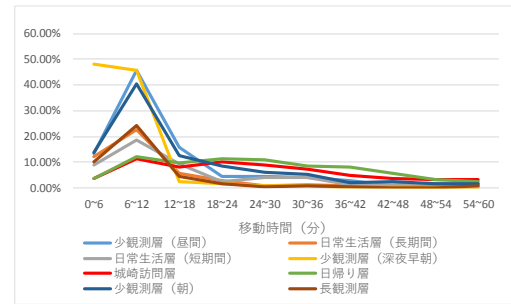


図 9 天橋立駅→宮津駅間の移動時間分布

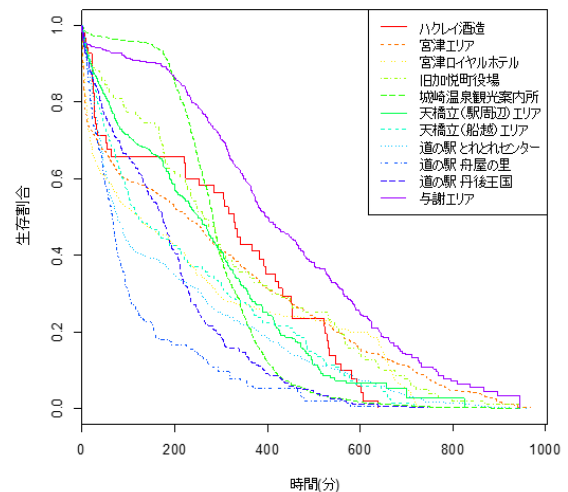


図 10 捕捉エリア別滞在時間

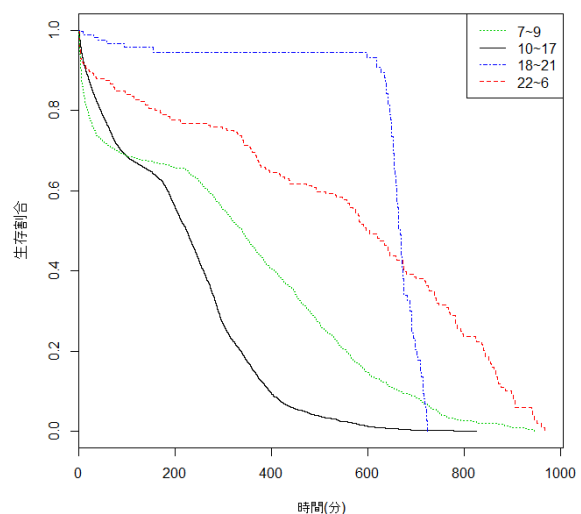


図 11 滞在開始時刻別滞在時間

る。以上より、滞在場所および滞在開始時間帯によって滞在時間が大きく変化するため、それらを考慮した上で滞在時間のモデル化を進める。

(2) 滞在時間モデル

モデルの推定には、生存時間モデルを適用した。生存時間モデルは、一般的には医療分野で病気の発症から死亡までの生存時間を分析対象とするものであるが、本研究では滞在時間を生存時間に見立てて分析を実施する。また、今回は、生存時間に影響を与える要因を共変量として導入可能である加速モデルを採用する⁹⁾。また、分布系はワイブル分布を仮定した。この場合、確率密度関数 $f(t|X)$ 、生存関数 $S(t|X)$ 、ハザード関数 $h(t)$ は次のように表される。

$$f(t|X) = \gamma t^{\gamma-1} \exp(-\beta X) \exp[-\exp(-\beta X)t^\gamma] \quad (1)$$

$$S(t|X) = \exp[-\exp(-\beta X) \cdot t^\gamma] \quad (2)$$

$$h(t|X) = \gamma t^{\gamma-1} \exp(-\beta X) \quad (3)$$

ただし、 β : 未知パラメータ、 X : 共変量ベクトル、 γ : 形状パラメータ、 t : 滞在時間。

また、前節の結果より滞在時間に影響を与える要因として 4.3(1)において考察した捕捉エリア、滞在開始時間帯を共変量として導入し、推定結果を考察する。なお、推定の際は捕捉エリアについては天橋立（駅周辺）エリア、滞在開始時間帯については 10 時から 17 時までの昼間の時間帯を基準とし、その他をダミー変数として導入した。

(3) 推定結果

推定結果を表 5 に示す。有意水準 10% とした場合、ハクレイ酒造、旧加悦町役場庁舎、城崎温泉観光案内所以外の地点は天橋立（駅周辺）エリアと比較して有意差があるという結果となった。このうちハクレイ酒造、旧加悦町役場庁舎の 2 点はサンプル数が約 100 程度とほかの地点と比較して少なく、それが理由と考えられる。有意な地点の滞在時間に着目すると、与謝エリア以外は、天橋立（駅周辺）と比較して滞在時間が短くなる傾向にある。滞在時間が短くなる点について、道の駅が 3 地点含まれているが、道の駅については滞在時間が概して短いと考えられる⁷⁾。そのほかの地点については宮津エリアは IC や駅などの交通結節点、道の駅、市役所等など観光客が長時間滞在するとは考えにくい施設が多数含まれる。また天橋立（駅周辺）エリアと天橋立（船越）エリアは天橋立の両岸に位置するが、観光客向けの飲食店、テーマパークが天橋立（駅周辺）エリアに集中しているなどの要因が滞在時間に影響を与えているものだと考えられる。

次に、滞在開始時刻については、全ての時間帯有意差があるという結果となった。昼間以外の時間帯については昼間よりも滞在時間が長くなる傾向にある。形状パラ

表 5 パラメータ推定結果

	推定値	標準偏差	z値	p値	サンプル数
切片	5.6141	0.02968	189.15	0.00E+00	
ハクレイ酒造	-0.2133	0.15784	-1.35	1.77E-01	105
宮津エリア	-0.456	0.03965	-11.5	1.33E-30	5047
宮津ロイヤルホテル	-0.8279	0.0713	-11.61	3.61E-31	456
旧加悦町役場庁舎	-0.203	0.11768	-1.72	8.46E-02	120
城崎温泉観光案内所	-0.0177	0.03923	-0.45	6.53E-01	2071
エリ					
リ					
天橋立（駅周辺）エリア	0(基準)				18746
ア					
天橋立（船越）エリア	-0.2121	0.04118	-5.15	2.58E-07	14554
道の駅とれとれセンター	-0.7053	0.05443	-12.96	2.07E-38	762
道の駅舟屋の里	-1.0783	0.06014	-17.93	6.74E-72	992
道の駅丹後王国	-0.5023	0.06679	-7.52	5.45E-14	467
与謝エリア	0.4998	0.06814	7.34	2.22E-13	801
滞					
在					
22-6	1.1028	0.08763	12.58	2.57E-36	316
7-9	0.3741	0.03324	11.26	2.17E-29	2807
開					
始					
10-17	0(基準)				40615
18-22	1.7213	0.1385	12.43	1.84E-35	383
モデルの対数尤度			-63250.9		
切片の対数尤度			-63822		
カイ2乗分布			1142.21		
p値			0		
形状パラメータ			0.85		

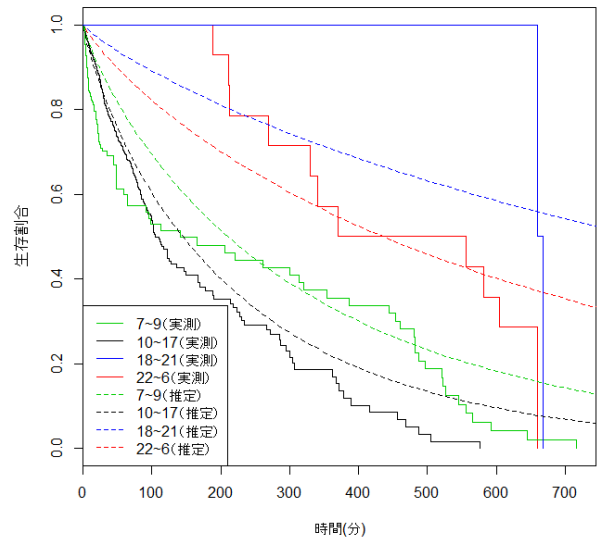


図 12 実測値と推定値の比較（天橋立（船越）エリア）

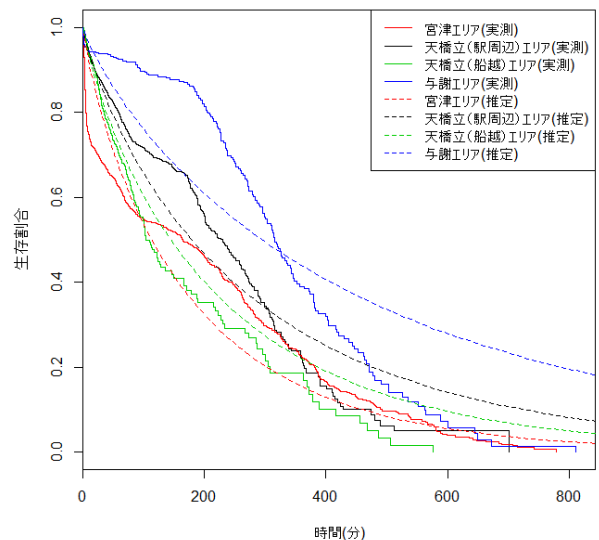


図 13 実測値と推定値の比較（10-17時）

メータはハザード関数の形を表すものであり⁸⁾、 $\gamma < 1$ の場合は初期故障型、つまり時間の経過につれて滞在数が減少しにくくなるということを示す。観光客の移動をとらえていると考えれば、昼間は様々な地点を周遊していると考えられるため、妥当な結果だと思われる。図 12 は天橋立（船越）エリアにおける滞在時間の実測値と推定値から構築した滞在時間モデルとの比較である。基準となる昼間およびサンプル数の比較的多い朝の時間帯の再現性は比較的高いが、サンプル数の少ない深夜帯は再現性が低くなる。図 13 は 10-17 時の時間帯における宮津市中心部の 4 つのエリアにおける実測値と推定値の比較である。基準となる天橋立（駅周辺）エリアおよび天橋立（船越）エリアについては 2 時間以内程度の短い滞在の再現性は比較的高いと考えられるが、与謝エリアについては再現性が低く、また宮津エリアおよび天橋立（船越）エリアについては推定値が他エリアの実測値と重なる時点が多く課題が残る。

5. おわりに

本研究では、Wi-Fi パケットセンサデータを利用しクラスタ分析による分類を実施し、その分類結果から特に間交通流動について考察した。クラスタごとに異なる移動の傾向があらわれることから、クラスタ分析は Wi-Fi パケットデータの分類に対して有効であることを確認した。今後は、移動と滞在について、より実態に近い定義をすること、移動の繋がり（トリップチェーン）を考慮したうえでクラスタごとの代表的な移動を抽出するなど活用、応用に向けたより発展的な取り組みを実施していくことが必要である。また、本研究で取り扱った実証実験は調査範囲を拡大した上で現在も継続中であり、より

広域、長期間の移動を分析することも今後取り組むべき課題と考えている。

参考文献

- 1) 森本哲郎, 辻本悠佑, 白浜勝太, 上善恒雄: Wi-Fi パケットセンサを用いた人流解析と可視化, DEIM Forum 2015, F8-3, 2015
- 2) 西田純二: 第 20 回交通工学研究会技術賞 (ラオスにおけるバスロケと Wi-Fi パケットセンサーによる低コスト都市交通観測システム, 交通工学, Vol. 51, No. 4, 2016 に対して), 2017.6.19, 交通工学研究会
- 3) 廣川和希, 笹圭樹, 和泉範之, 絹田裕一, 牧村和彦, 西田純二: Wi-Fi パケットセンサーを用いた人の行動実態の把握～観光都市・飛騨高山での活用に向けて～, 土木計画学研究・講演集, Vol. 54, CD-ROM, 2016
- 4) Clustering-Elbow Chart – Slideshare, http://www.slideshare.net/Yuu_Kimmy/clustering-elbow-chart (2017/1/27 アクセス)
- 5) 平成 27 年度京都府観光入込客調査報告書, <http://www.pref.kyoto.jp/kanko/documents/00all.pdf> (2016/10/25 アクセス), 2015
- 6) 大橋靖雄・浜田知久馬: 生存時間解析—SASによる生物統計, 211-214, 財団法人 東京大学出版会, 1995
- 7) (株) JTB 総合研究所: ドライブ旅行に関するアンケート調査～SA・PA、道の駅の利用動向について～ https://www.tourism.jp/wp/wp-content/uploads/2013/03/research_130312_drive-trip.pdf (2017/07/30 アクセス), 2013
- 8) 大橋靖雄・浜田知久馬: 生存時間解析—SASによる生物統計, 22-23, 財団法人 東京大学出版会, 1995 (2017.07.31 受付)

CLUSTERING ANALYSIS OF WI-FI PACKET SENSOR DATA FOR UNDERSTANDING TOURISTS BEHAVIOUR

Shin ITO, Fumitaka KURAUCHI, Naoki ANDO and Junji NISHIDA