

Wi-Fi パケットセンシングによる 広域観光圏における時空間周遊行動パターン分析

An analysis of spatial-temporal pattern in wide tourism areas by using Wi-Fi packet sensing

室蘭工業大学建築社会基盤系学科	○学生員	遠藤 幹大(Mikihiro Endo)
室蘭工業大学大学院工学研究科	学生員	高橋 央亘(Hironobu Takahashi)
室蘭工業大学大学院工学研究科	正会員	浅田 拓海(Takumi Asada)
室蘭工業大学大学院工学研究科	正会員	有村 幹治(Mikiharu Arimura)

1. はじめに

近年の北海道ではインバウンドを含め多くの観光客が訪来し賑わいをみせている。広域分散型地域構造である北海道では、周遊観光客に対する広域的な観光地域間連携が求められるが、これらの検討に当たっては、観光客の周遊行動の時空間的な観測と分析が基礎情報として必要となる。

観光客の周遊行動調査としては、従来アンケート調査が一般的である。また昨今では各種のプロブ調査も採用されている。しかしながら、これらは調査コストや回答結果のバイアス、観測デバイスの普及率の問題を含み、特に広域的、長期的な対象では適用が難しい。このような状況において新しい調査方法として、昨今 Wi-Fi 通信データ収集（以下、Wi-Fi パケットセンシング）による行動調査が注目されている。スマートフォンの多くは、Wi-Fi アクセスポイント探索のための通信機能が常時稼働している。本研究では、道内観光圏を対象に実施された Wi-Fi パケットセンシング調査のデータを対象に、データマイニング手法の一つである系列パターン分析を適用することで観光客の時空間的な周遊行動パターンを把握する。



図-1 分析対象スポットの所在

2. データ概要

本研究では、福田らにより実施された旭川富良野広域圏 Wi-Fi 調査²⁾にて収集されたデータを使用する。この調査では、地域未来研究所(株)の作製した Wi-Fi パケットセンサーを、対象エリアの観光スポット、高速道路 SA・PA、公共施設等に設置(図-1)した。調査期間は、2017年6月19日(水)～7月23日(日)の33日間とし、夏季における富良野観光シーズンの周遊パターンについて分析する。

2.1 データのクレンジング

福田ら²⁾の研究を参考に、以下の手順でデータクレンジングを行った。

1) 複数箇所設置のセンサーのデータ統合

使用した Wi-Fi パケットセンサーの受信範囲はおおよそ 400m であるが、周辺の建物、人混み、天候などによってユーザーからの管理パケットの受信が困難となる場合が生じる。そのため、大型施設となるスポットには複数箇所にセンサーを設置した。分析においては、この複数箇所の受信データをそのスポットのデータとして結合した。

2) スポット到着時・出発時のデータ抽出

元データでは、数秒間隔で連続的に受信記録が残って

いるが、スポット内での初回受信（到着）時と最終受信（出発）時の記録以外は不要であるため除外した。

3) 周遊期間 10 日以上のユーザー除外

上記のスポット毎の到着，出発データを MAC（ユーザー）毎に時系列で並べ，最初のスポットの到着時と最後のスポットの出発時の差分から，当該ユーザーの周遊時間を求めた．10 日以上の上滞は，地元住民や業務目的のユーザーである可能性が高い．観光客のみの周遊行動を対象とするため，10 日以上ユーザーは除外した．

2.2 基礎集計

クレンジング後のデータから、スポット毎に、日別および時間帯別の訪問客数（MAC アドレス合計値）を集計した。一例として、「ラベンダーの森ハイランド富良野」の結果を図-2、図-3 に示す。日別訪問客数の推移を見ると、休日をピークに変動していることがわかる。また、ラベンダー見頃の夏に向けて、増加していることがわかる。さらに詳細な時間帯別の集計では、昼 12～13 時と夕

方 18 時頃にピークがあることが確認できる。また、日によって、傾向が変わっており、この理由としてはイベントや天候などの影響が考えられるが、これについては今後の課題とする。

3. 系列パターン分析による周遊行動パターン分析

3.1 系列パターン分析の概要

本研究では、観光客の周遊パターン、すなわち、どのような順番でスポットを巡っているのか、また、どのような巡回パターンが代表的なのかについて検討する。このような順番を考慮したパターンの抽出手法として、系列パターン分析がある。系列パターン分析は、マーケティング分野で使われる相関ルール分析の一種であり、「商品」がどのような組み合わせで、どのような順番で「購入」されるのかを定量的に分析するために用いられている。本研究のような大規模な観光周遊調査から得られるデータへの適用は稀であるが、「商品」を「訪問地」、「購入」を「滞在（到着）」と置き換えることで同様の分析が可能と考えられる。

系列パターン分析では、1 ユーザーが各スポットを周遊した時、それらスポットの順列をトランザクションと呼ぶ。さらに、トランザクションは条件部 X（途中観測地順列）と帰結部 Y（最終観測地）に区分される（図-4）。これら X と Y により、以下の3つの指標が算出される。

・支持度（Support）

以下の式(1)で表されるように、全トランザクションにおける対象トランザクションの発生割合である。すなわち、この値が高いと、X のパターンで周遊するユーザーが多いと判断できる。

$$\text{Support}(X,Y) = \frac{X,Y \text{ を満たすトランザクション数}}{\text{全トランザクション数}} \quad (1)$$

・確信度（Confidence）

式(2)で表される。ある途中観測地順列 X を考えたとき、その最終観測地 Y は複数存在し、各 Y の発生確率がそれぞれの確信度となる。

$$\text{Confidence}(X,Y) = \frac{X \text{ と } Y \text{ を共に満たすトランザクション数}}{X \text{ を満たすトランザクション数}} \quad (2)$$

・リフト値（Lift）

式(3)で表されるように、確信度（X,Y）を、Y を含むトランザクション発生確率で除した値であり、X と Y の相関度を表す。最終観測地 Y への訪問確率が低いほどリフトが大きくなることから、途中観測地順列 X の増加による Y への訪問数増加の効果を表すと言える。

$$\text{Lift}(X,Y) = \frac{\text{Confidence}(X,Y)}{\text{Support}(Y)} \quad (3)$$

3.2 対象エリアの周遊パターン全体像

算出した上記3つの指標の関係性から、対象エリア・期間における周遊パターンの傾向を把握する。なお、系列

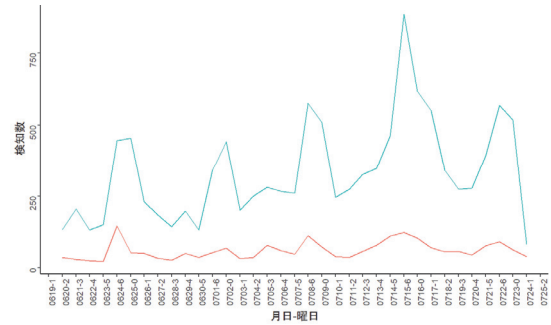


図-2 日別訪問客数
(ラベンダーの森ハイランドふらの)

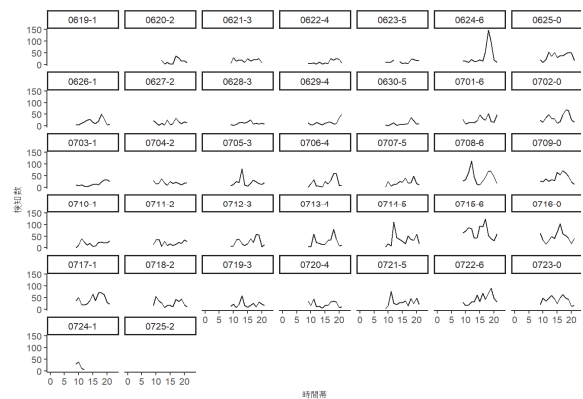


図-3 時間帯訪問客数
(ラベンダーの森ハイランドふらの)

mac	トランザクション（全観測地順列）	
	途中観測地順列：条件部 X	最終観測地：帰結部 Y
1	D→C→B→	A
2	A→D→C→	B
3	E→	D
4	D→C→B→	A
5	D→C→B→	E
6	D→B→	A
7	A→D→	C
8	C→D→A→B→E	F

計算例)

$$\text{Support}(D \rightarrow C \rightarrow B, A) = 2/8 = 0.25$$

$$\text{Confidence}(D \rightarrow C \rightarrow B, A) = 2/3 = 0.67$$

$$\text{Lift}(D \rightarrow C \rightarrow B, A) = \frac{0.67}{3/8} = \frac{0.67}{0.36} = 1.78$$

$$\text{Lift}(D \rightarrow C \rightarrow B, E) = \frac{0.67}{1/8} = \frac{0.67}{0.4} = 5.33$$

図-4 系列パターン分析の概要

パターン分析では、意味のあるトランザクションを抽出するために、支持度、確信度、リフトにおいて閾値を設定し、データのスクリーニングを行う場合が多い。本研究における周遊パターン（トランザクション）数は極めて多いことから、支持度は小さい傾向にある。そのため、支持度の閾値 0.001 を設定した。

支持度と確信度の関係を図-5 に示す。支持度、確信度がともに小さい範囲に集中しており、両指標がともに大

きいケースはほとんどない。支持度が大きい図中Aでは、これらのトランザクションを代表的な訪問パターンと捉えることができるが、確信度が小さいことから最終的な訪問地へのアクセスは定着していないと言える。一方、確信度が大きい図中Bでは、訪問パターンの発生は少ないものの、途中までの訪問から、その後に高い確率でアクセスさせる訪問地（最終観測値 Y）が抽出されている。

次に、支持度とリフト値の関係を図-6 に示す。図-5 と同様に、両指標が共に大きいトランザクションはほとんど無い。支持度が大きい図中Cでは、その訪問パターンの発生は比較的多いものの、最終的な訪問地とそこまでの訪問地の相関性は小さい。リフト値が大きい図中Dでは、途中までの訪問パターンと最終的な訪問地に強い相関があり、現状では、最終的な訪問地へのアクセスが少ないことから、今後の促進施策の対象となり得る潜在性の高いスポットあるいは訪問パターンが抽出されている。

最後に、確信度とリフト値の関係を図-7 に示す。リフト値は、確信度を最終目的地 Y の発生確率で除した値であることから、おおよそ相関関係にある。確信度が高い図中Eは、途中の訪問地から最終的な訪問地への典型的なアクセスパターンと捉えることができるが、前者と後者の相関性は低い。一方、確信度は低い、リフト値が大きい図中Fは、途中訪問地から最終訪問地へのアクセス発生は少ないが、両者の相関は強い。したがって、途中訪問地の促進によるその後の訪問地へのアクセス向上効果が大きいことから、観光周遊施策として重要なスポットおよび周遊パターンであると言える。

3.3 対象エリアにおける代表的な周遊パターン

以上の3つの指標の関係から、対象エリアにおける周遊パターンの全体像を把握する事ができた。次に、各指標が大きいトランザクションを抽出し、対象エリアにおける広域観光の代表的な周遊パターンおよび訪問客数増加に向けた方策について考察を行う。考察のために、支持度、確信度、リフト値において、それぞれ値が大きい順に並べ、上位のトランザクションを抽出し、ネットワーク図として可視化した（図-8、図-9、図-10）。これらの図には、X（途中観測地順列）から Y（最終観測地）への方向を矢印線で示し、また、その線上に支持度（S）、確信度（C）、リフト値（L）を記載している。

支持度上位15のトランザクションを図-8 に示す。四季彩の丘や旭山動物園が全体のハブ的なスポットになっていることがわかる。また、例えば、岩見沢 SA と砂川 SA から四季彩の丘に行くパターン発生率が高く、四季彩の丘の後にフラノマルシェ等観光スポットでの周遊、SA・PA 上り経由での帰路（主に札幌方面）に至るパターンも見られる。これらは全体における代表的なパターンであると言えるが、確信度やリフト値が低いことから、今後の周遊促進において、潜在的なスポットおよび訪問パターンであるとは言えない。

次に、確信度上位10のトランザクションを図-9 に示す。最も確信度が大きいケースとして、「岩見沢 SA→カンパナ六花亭→色彩の丘」の後に7割が砂川ハイウェイオアシスに訪問している。観光スポットとしては、四季彩の丘への途中訪問地も幾つかパターンがあり、これらを軸

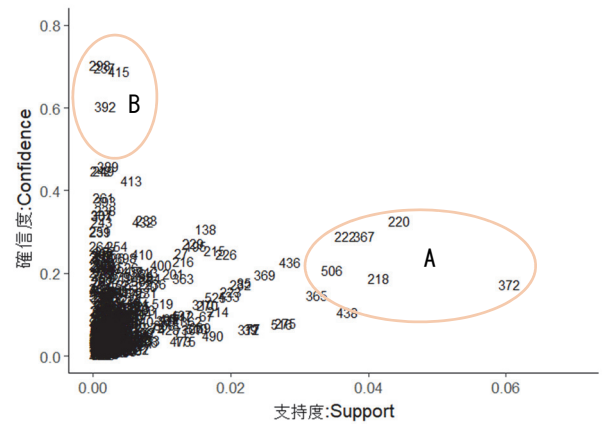


図-5 支持度と確信度の関係

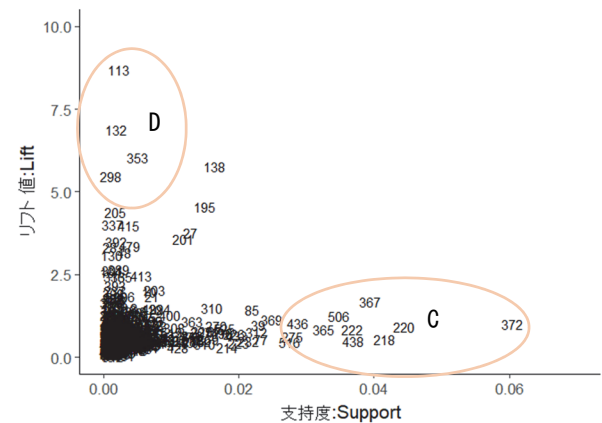


図-6 支持度とリフト値の関係

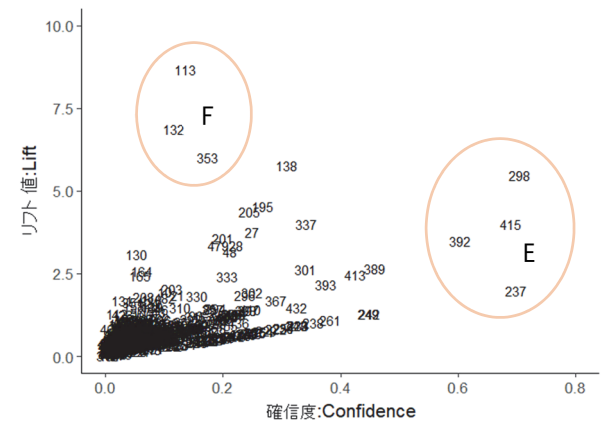


図-7 確信度とリフト値の関係

に人気の高いパッケージとして、観光情報提供やサービス追加などの方策を行うことが有効と考えられる。

最後に、リフト値上位10のトランザクションを図-10 に示す。道の駅たきかわと道の駅三笠の双方向のリフト値が極めて高い。これは、昨今、需要が高まっているワインツーリズムにおける周遊を表しているものと推測される。現状では訪問客は多くはないが、互いに集客力を上げることで、ともに集客数が大きく増加する見込みがあると言える。その他、最終目的地として SA・PA が多いことから、富良野圏での周遊増加が、高速道路の交通量増大に大きく影響を及ぼすものと推測される。

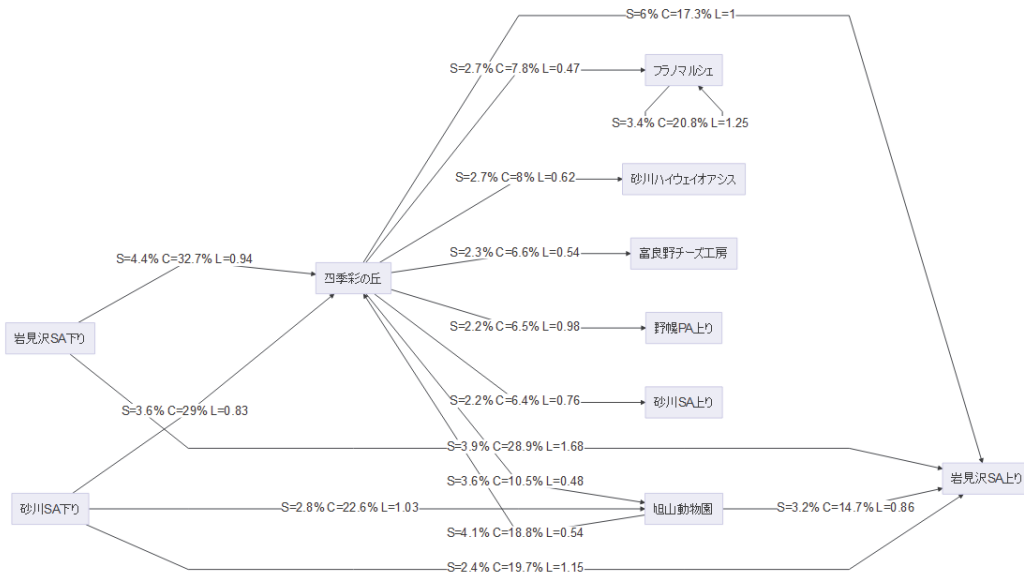


図-8 支持度上位 15 のトランザクション

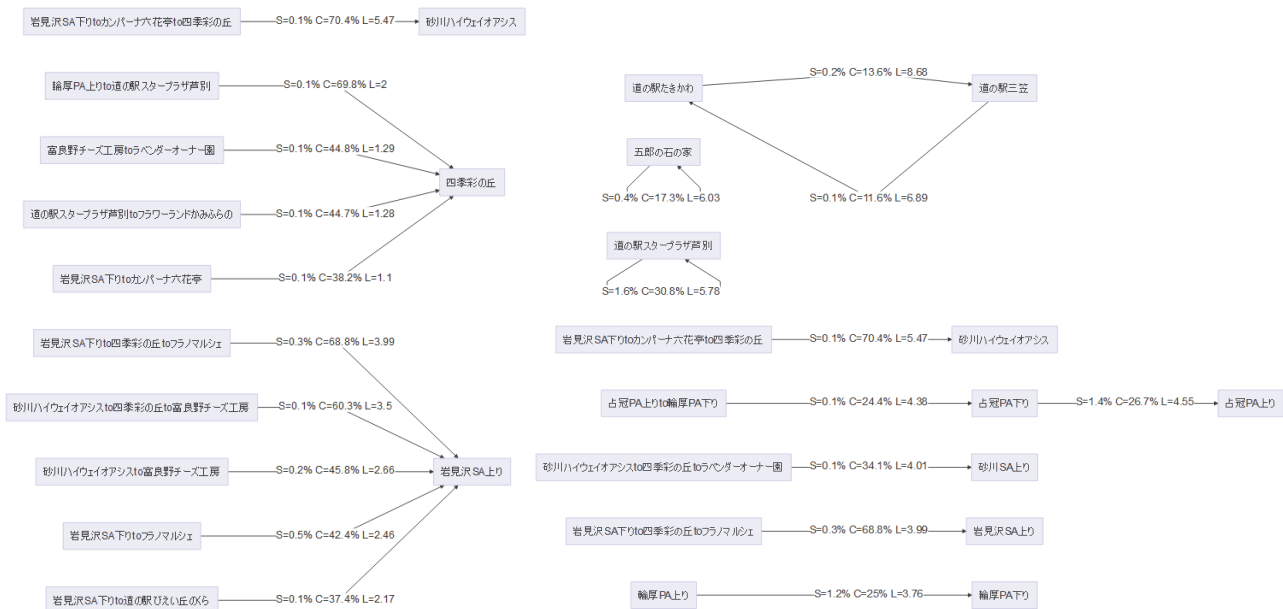


図-9 確信度上位 10 のトランザクション

図-10 リフト値上位 15 のトランザクション

4. まとめ

本研究では、Wi-Fi パケットセンシング調査により得られたデータに系列パターン分析を適用して、富良野エリアにおける広域観光周遊パターンの分析を行った。その結果、支持度、確信度、リフト値の3つの指標の関係性から対象エリアにおける周遊パターンの全体像を把握できることを示した。また、各指標の上位のトランザクションをネットワーク図として表現することで、途中訪問地と最終訪問地の関係を容易に把握できることを示し、それらの詳細から周遊観光施策に関する提案を行った。今後は、短期間毎に算出した上記の指標による訪問客数のリアルタイム推定方法などを検討し、Wi-fi パケットセンシングの活用を幅を広げていきたい。

謝辞 本研究は国交省道路局による「ETC2.0 プローブ情報等を活用したデータ駆動型交通需要・空間マネジメントに関する研究開発」の一環として行われた。

参考文献

- 1) 田中謙大・神谷大介：周遊観光行動の調査方法に関する基礎的考察，第72回土木学会年次学術講演会講演概要集，2017。
- 2) 福田大輔・小林巴奈・五百蔵夏穂・田中謙大・中西航・浅田拓海・有村幹治・内田賢悦・菅芳樹：Wi-Fi パケットセンシングによる北海道広域観光周遊行動調査，2017。