

遷移ネットワークを用いた大規模観光地の旅行者行動分析

Analysis on the Tourists' Activities in Large Tourism Destination Area by Transition Network

笠原秀一^{1*} 森幹彦² 椋木雅之² 美濃導彦²
Hidekazu Kasahara¹ Mikihiko Mori² Masayuki Mukunoki² Michihiko Minoh²

¹ 京都大学情報学研究科

¹ Graduate School of Informatics, Kyoto University

² 京都大学学術情報メディアセンター

² Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

Abstract: There is social needs to know the activity type of tourists who visit to the large tourism destinations such as Kyoto. For destination management organizations (DMO), tourists classification of activity type is useful for optimal arrangement of visitor information boards, development of scenic routes, evacuation guidance and congestion mitigation. Also, DMOs can compare own itself to other destinations by using the activity types. However, tourists classification based on the tourists activities is not studied enough. Therefore, we should investigate the factor of tourists activities to make a hypothesis of type classification. In this paper, we analyse the tourists' activities in large tourism destination area by transition network generated from the tourists GPS trajectories.

1 はじめに

観光産業の振興は自治体にとって古くからの政策課題である。加えて、近年では新興諸国の経済水準向上に伴う世界的な旅行者人口増加を背景に、世界各国の観光地間で競争が生じており、観光振興の重要性は増大している。観光の主体は旅行者であるから、京都など大規模観光地では、その観光地を訪問する旅行者がどのような行動タイプの旅行者なのかを把握したいという社会的需要が存在している。旅行者を行動タイプで分類できれば、観光地の自治体や観光協会などの観光地マネジメントを担う組織 (Destination Management Organization 以下 DMO) は、旅行者のタイプに合わせた案内板や広告物の最適配置や観光ルート作成に利用できる。また、旅行者のタイプによって異なる情報を携帯端末から提供する仕組みを用意すれば、効果的な観光案内が行え、更には災害時の避難誘導や平時の混雑緩和に利用することもできる。旅行者タイプ毎の旅行者数集計は、他の観光地との比較を可能にする。比較ができれば、施策立案に際して類似した観光地の施策を参考にしやすくなるため、DMO にとって有用である。

ここでの行動タイプとは、行動が類似した旅行者の集合を指している。旅行者の行動の定義は様々考えられるが、例えば京都の域内には東山や嵐山、宇治など小地域がいくつも存在している。ガイドブックや旅行ブログなどでもこうした小地域を意識して記事が書かれており、旅行者の行動を読み解く上で有用と思われる。具体的には、小地域概念を導入すると、いくつもの小地域を横断して広く周遊するタイプや、特定の小地域内のスポットを集中的に訪問するタイプなどが抽出できるので、頻出遷移や軌跡の類似性など従来の分類手法とは異なる分類が可能になる。

しかし、小地域の定義や距離等の小地域間遷移以外の要因の扱いなど、タイプ分類を行う上で検討が必要な事項は多く、旅行者行動の詳細な分析が不可欠である。そこで本研究では、大規模観光地におけるスポット間の関係を、スポット間の遷移のネットワークとみなし、遷移ネットワークを分析することで、旅行者分類を行う上で必要な知見を得る事とした。以下、第2章では従来の手法とその問題点を述べる。第3章では研究目的について述べる。第4章では実際のGPS位置情報に基づいて分析を行う。第5章では全体のまとめと今後の研究について述べる。

*連絡先：(京都大学情報学研究科)
(京都市左京区吉田二本松町)
E-mail: hidekazu.kasahara@mm.media.kyoto-u.ac.jp

2 関連研究

旅行者のタイプ分類は、観光地の魅力度や特徴等を定量的に評価しようとする試みの一つと見なすことができる。観光地の定量評価の試みは、主に公共政策や都市計画、マーケティングの分野で行われている他、情報学の分野では旅行者の移動軌跡分析による頻出移動経路抽出や観光地のテキスト分析に基づいた魅力度評価等が行われている。以下に従来の定量化手法を3つのカテゴリに分類して説明する。

2.1 観光資源やスポット属性に基づく分析

観光地の魅力度を、観光資源や施設など客観的に定量評価できる要素に基づいて客観的に評価する試みとして、公共政策の分野では、自然環境や寺社仏閣、利用できるアクティビティ、宿泊設備、空間的なアメニティ等観光地の要素を重み付き線形関数を用いて総合化して魅力度を算出する手法 [1] が提案されている。この手法は、観光客のディステーション判断基準やDMO にとっての観光地間の比較に有用である。また、情報学の分野では、ソーシャルネットワーキングサービス (SNS) や blog など Web 上のテキストを分析することにより観光地の評価を定量化する手法 [2] が提案されている。[1] の手法では線形関数の重みとしてのみ旅行者の評価が利用されていたが、[2] の手法では、旅行者の評価に基づいた定量化が試みられている。観光地の統計情報や Web 上の旅行者の評価感想を利用した手法は、定量化を目的としており、旅行者全員の評価を全体評価に反映させている。そのため、旅行者行動という視点での分析には利用されていない。

2.2 旅行者行動に基づく分析

旅行者行動に基づく定量化分析には、分析者が旅行者行動を把握することを目的とする手法の他、情報推薦等に利用するための情報を抽出する事を目的とする手法も研究されている。前者の研究としては、社会調査の分野における行動把握のための統計分析や、行動動態の可視化等がある。後者の研究としては、類似行動の抽出やモデル化等がある。社会調査では、アンケートや公開行政情報、商業情報を用いて旅行者の行動を把握する試み [3] が以前から行われていたが、アンケートを実施する費用が高額になる問題があり、利用は都市計画などの分野に限定されていた。しかし、GPS 携帯電話等の普及により行動情報の収集が容易になったため、GPS を用いた旅行者の行動分析が行われるようになっており、都市計画以外の分野での利用が始まっている。例えばマーケティングの分野では、旅行者の

嗜好・動線などを把握するため、GPS 携帯端末によって旅行者の行動情報を収集し、観光地内の小地域をどのように移動しているかを分析する試み [4] も行われている。行動動態の可視化に関しては、地理学の分野で利用されている時間情報を含めた多次元の可視化手法 Parallel Coordinate Plot (PCP) を用いて動物園における入場者の徒歩での周遊活動の移動軌跡を可視化した研究 [5] や、カーネル密度を用いて可視化した研究 [6] がある。観光客に GPS を持ってもらい、歩行行動とアクティビティの調査を行った研究 [7] では、速度の視点を取り入れ、歩行者速度点分布という手法を提案している。これらの手法は旅行者の行動を可視化して分析者が知見を得ることを目的としている。

行動の類似度抽出として、GPS 位置情報から遷移軌跡を抽出し、遷移軌跡に含まれる位置情報や時間情報を用いた類似度を用いる手法 [8] が提案されている。更に、情報推薦の分野では位置や時間に加えて訪問したスポットの内容を考慮した類似度を用いる手法 [9]、スポットを位置情報と内容情報から木構造に階層化し、旅行者の位置情報と興味を考慮して推薦する手法 [10] 等が提案されている。トピックモデルを用いて写真投稿サイトのジオタグと Wikipedia の記載情報から旅行者行動をモデル化し、情報推薦を行う研究 [11] や、観光スポットに関する外部情報を組み合わせた情報推薦の研究 [12] も行われている。これらの手法は個人旅行者への情報推薦を目的に、頻出パターンや類似パターンの検出を行っている。

また、旅行者には限定されないが、GPS 遷移軌跡のような時系列データからのパターン抽出手法として、スポット訪問のシンボル列から遷移確率や推移関係のパターンを抽出するシーケンスマイニング [13] や、時系列データの中から時間に沿ったデータ推移状態の近い部分を抽出するサブシーケンスマッチ [14] などが提案されている。これらの手法によって抽出された類似パターンは旅行者のタイプ分類に利用できる。しかし、比較性を得るためにはどの観光地でも同じように算出できる類似パターンでタイプ分類を行う必要があり、その点を考慮しなければならない。

2.3 ネットワークとしての分析

Facebook や Mixi などの SNS での人間関係 [15][16] や、企業間の取引関係 [18] に対して、複雑ネットワークによる分析でネットワーク全体の特徴を把握する試みが行われており、その成果は観光地での分析への応用が可能であると考えられる。特に松尾ら [19] は、SNS の分析を通じて人間関係の形成原理にまで踏み込んだ分析を行っている。観光分野へのネットワーク分析の応用はまだあまり行われていないが、東京への訪問者

を対象に行われた GPS ロガーを用いた行動調査において、ネットワークを用いた分析 [17] が試みられている。ただし、サイバー空間における SNS とは異なり、観光地での行動には物理制約があるので、これを考慮しなければならない。

3 本研究の目的

第2章で触れたように、観光地を定量的に評価しようとする試みは行われているが、旅行者タイプを分類する研究はまだ不十分である。また、情報推薦など個人向け情報提供の為の行動分析は行われているが、観光地全体として旅行者の行動を把握するための分析も行われていない。そもそも、旅行者タイプとしてどのような分類が適切なかの議論も不足している。DMO が観光地マネジメントを行う上では、観光地間の比較性を確保した上で、実際の行動に基づいた旅行者のタイプ分類が必要である。

そこで筆者らは、どの観光地でも同様な分析が適用できるように、観光地におけるスポット間の関係をスポット同士の遷移ネットワークに抽象化して扱うこととした。さらに、個々の旅行者の行動を遷移ネットワークの全体構造との関係として分析すれば、他の観光地との比較可能性を確保した上で、旅行者のタイプ分類を行うために有用な知見が得られると考えた。具体的には、旅行者の遷移で形成される遷移ネットワークが持つ特徴をネットワーク分析の手法を用いて明らかにするとともに、旅行者が遷移ネットワーク内をどのように遷移しているかを分析する。大規模観光地の内部にはいくつかの小地域が存在しており、旅行者の行動決定に影響を与えていると考えられるので、こうした小地域の概念を分析に導入する。

4 分析

4.1 利用したデータ

観光地はその規模や利用できる移動手段が様々であるので、旅行者の行動分析を行う上では、対象地域の選択が重要である。本節では、分析対象の選択基準としてスポット数、交通手段、規模の3点について述べる。まず、スポット数が少ない観光地では、旅行者の選択が限定されてしまう恐れがあるため、取り得る行動の幅が広い大規模観光地の方が対象として適している。また、SNS と異なり移動に物理的な制約が存在する以上、興味のあるところに直接移動できる乗用車を用いている旅行者よりも、物理的制約の影響が大きいバス等の公共交通機関を用いている旅行者を対象とす

る方が観光分野での知見を得る上で有用である。そして実用化後の社会実装を考慮すれば、対象は社会的需要が高い大規模観光地である事が望ましい。そこで本研究では、100カ所以上の観光スポットがある京都で、公共交通機関を主に用いて寺社仏閣等の観光スポットを訪問する旅行者を対象とした。

データとしては、2008年5月に総務省の「ユビキタス特区（観光立国）」事業 [4] で収集された旅行者の GPS 軌跡を、学術的目的での利用のために提供を受けた。この事業では、京都に1泊以上宿泊した外国人旅行者 507 名に GPS スマートフォンを携帯してもらうことで、1日分の GPS 移動軌跡を収集した。宿泊地は京都のみだが、訪問地は京阪奈一带に分布している。今回使用した旅行者の GPS 移動軌跡には、個人 ID、記録時間、位置（緯度経度）情報を含む2分間隔の時系列データである。個人を特定できる氏名の情報は含まれていない。

4.2 遷移ネットワークの特徴分析

本節では観光地におけるスポット間関係の特徴を分析する。本研究ではスポットをノード、スポット間遷移をエッジとみなしたネットワークを遷移ネットワークとする。遷移ネットワークは旅行者のスポット間遷移の総体であり、その分析を通じてスポット間関係の特徴を明らかにする。

4.2.1 遷移ネットワークの概要

前処理として、GIS アプリケーションを用いて京都周辺の観光スポット約 200カ所の位置情報データと GPS 移動軌跡を空間上で結合させ、ノードとエッジを得た。観光スポットの位置情報は緯度経度を持つポリゴンデータである。結果、旅行者が訪問したスポット 115カ所とスポットを結ぶ 1223 の遷移を得た。115 スポットの内訳は寺社仏閣 70%、美術館博物館 12%、駅など交通関係 6%、史跡・テーマパーク 5%、庭園 3%、ショッピング 3% である。遷移数による重み付けは行わないので、遷移ネットワークは全体として 115 のノードと 429 のエッジを持つネットワークとなった。遷移には方向があるので、遷移ネットワークは有向ネットワークとなっている。GIS アプリケーションとしては ArcGIS を用いた。

まず遷移ネットワークの次数分布を分析する。ネットワーク全体を図 1、次数分布を図 2 に示す。図 1 のスポットの大きさは次数に比例している。スポットの平均次数は 3.73 で、次数最大は 87 の京都駅である。京都駅を含めた 8ヶ所 (全体の 7%) は入出ともに 10カ所以上のスポットと繋がっている。一方、他のスポットと

1カ所しか繋がっていないスポットは24ヶ所（全体の21%）である。遷移ネットワークではこのように比較的少数のスポットに遷移が集中しており、次数分布はべき乗則に従っている（スケールフリー性）と推測される。次に、遷移ネットワークの大きさについて、平均距離 L を用いて分析する。ネットワーク分析では、任意のノードから他のノードに遷移するために通らなければならない最小エッジ数が平均距離 L と定義される。遷移ネットワークの L は2.9である。ネットワーク分析においては、ノード数 N が変化しても $L \propto \log N$ が成り立てば、任意の2つのノードがわずかなノードを介して接続されるというスモールワールド性が成立するとされる [20]。遷移ネットワークでは N を変化させられないので、この関係は確認できないが、 $N = 115$ のとき L は $\log N$ に比べて十分小さいと言える。最後に、遷移ネットワークにおいてスポットがどれだけ密に繋がっているかを、クラスタリング係数 C を用いて分析する。エッジを有する2つのノードが他のノードとの間にどれだけエッジを有しているを示すクラスタリング係数 C は、遷移ネットワーク全体で平均0.282である。しかし、高次数のスポットのみで形成されるサブネットワークでは、スポット間の関係はさらに強い。入出ともに10以上の次数を持つ8スポットで構成されるサブネットワークでは C は0.714であり、相互の繋がりは極めて強い。逆に、これらのスポットを除外した場合、 C は0.06に低下する。

このように、遷移ネットワークは強固に連結された少数のハブを中心に、3回程度の遷移でほとんどのスポットが繋がっているが、ハブを介さないスポット間の繋がりが弱いネットワークであることが分析された。ハブとなるスポットは、金閣寺や清水寺等訪問者数の多い人気スポット、あるいは京都駅や渡月橋のような交通結節点であり、旅行者はこうしたハブを経由して遷移していると考えられる。旅行者遷移の傾向については4.3節で分析を行う。

4.2.2 遷移ネットワークの内部構造

旅行者行動の分析を行う前に、遷移ネットワークの内部構造について分析する。観光地は小地域によって分割されていることが多く、旅行者の行動に影響していると考えられるためである。京都であれば東山や嵐山、東京であればお台場や浅草等のエリアが本研究が想定する小地域に該当する。こうした小地域は、旅行者にとって遷移しやすい関係にあるスポットで構成されていると仮定する。小地域は、地理的に近いスポットを慣習的にひとまとめにしたもので示されているが、GPS移動軌跡を用いれば、遷移しやすさを元に機械的に抽出できる。本研究では、Newman法 [21] を用いて小地域を抽出した。Newman法においては、ネッ

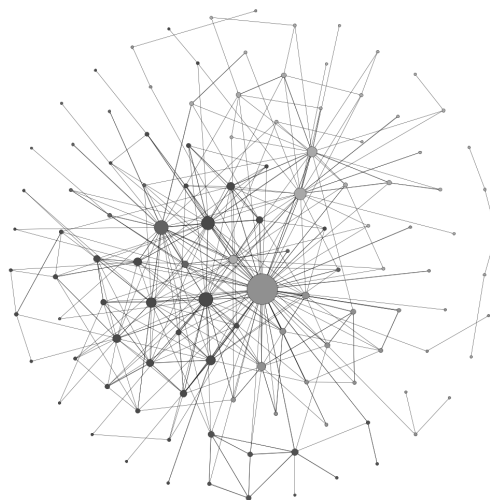


図 1: ネットワーク全体

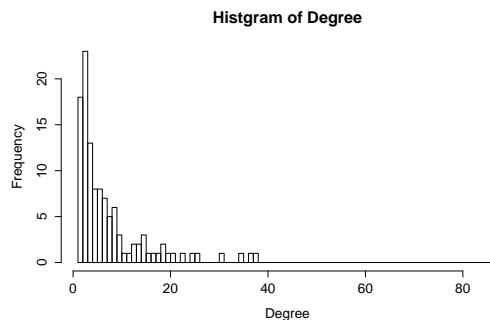


図 2: 次数分布

トワーク分析におけるクラスタリング係数 C との混同を避けるため、クラスタではなくコミュニティという表現が用いられているので、以下この用語を用いる。

Newman法はSNSの分析でよく利用されており [16]、旅行者の分析でも利用されている [17]。Newman法では、ネットワークの与えられた分割に対して、「グループ内のノード同士が繋がるリンクの割合」から「リンクがランダムに配置された場合の期待値」を引いた値としてモジュラリティ Q を定義し、 Q を最大にするような分割でコミュニティを発見する。このように、Newman法では内部の繋がりの強さによってコミュニティの抽出が行われるので、旅行者が遷移しやすいスポットが同じコミュニティに属することになる。

遷移しやすさの指標として、スポット間の距離や実際の所要時間を用いることも考えられるが、旅行者の移動手段は多様であり、距離が遠くてもバスを利用すればアクセスが良い場合等を考慮すれば、遷移しやすさとして距離を用いることは適切ではない。また、遷

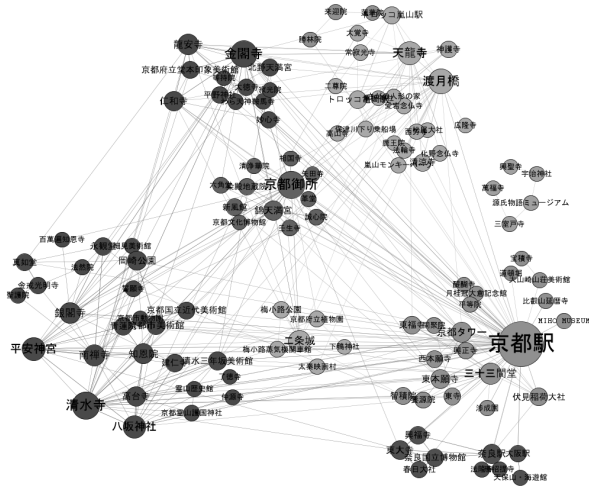


図 3: コミュニティ

移中に食事などへの立ち寄りがしばしば観察されるので、実際の所要時間も指標としては適切ではない。

4.2.3 内部構造の抽出

115カ所のスポットに対して Newman 法を適用した結果、図 3 に示す 8 つのコミュニティを得た。コミュニティに属する平均スポット数は 14.4、最小は 5、最大は 26 である。本節ではコミュニティに属するスポットの性質を分析する。表 1 にコミュニティ内スポットの平均距離を示す。これは同一コミュニティに属するスポットを接続するエッジの平均距離である。遷移数による重み付けは行っていない。スポット間距離はヒュベニの公式を用いて算出したスポット重心間のユークリッド距離を利用した。参考としてスポット間距離の例をいくつか挙げると、京都駅-大阪駅間が 39,570m、京都駅-比叡山間が 12,003m、清水寺-八坂神社間が 1,132m である。

「宇治」や「東山」コミュニティのスポット間平均距離は全体平均に比べて小さく、これらコミュニティでは遷移しやすさと距離が相関していることがうかがえる。「奈良大阪」および「京都駅」コミュニティは全体平均に近いやや大きい。これらのコミュニティでは移動手段として長距離鉄道やバスを用いた遷移、例えば「奈良駅-大阪駅」や「京都駅-比叡山」が高い比率で含まれており、平均距離の長さはこれに起因している。軌跡等から分析すると、移動距離が長い遷移では交通手段として鉄道やバスを利用している。今回のデータは取得頻度が低く、全ての遷移について交通手段を確

定させるのは難しいが、遷移毎の交通手段は分析に有用であると思われる。

4.3 旅行者分析

4.3.1 旅行者の行動

本節では遷移ネットワークでの旅行者行動を分析する。まず、スポットへの訪問数であるが、2回以上同じスポットを重複して訪問した場合を除外すると、旅行者は平均で 3.1 回スポットを訪問している。このうち、2ヶ所訪問した旅行者が全体の 26%、3ヶ所が 22%、4ヶ所が 20%で上位を占めている。また、ハブに遷移が集中するネットワーク構造を反映して、115 スポット中次数上位 8 位までのスポットへの訪問が全訪問数の 52%、26 位までで 81%を占めており、訪問先スポットは著しい偏りを示している。

このように訪問先は少数のスポットに集中する傾向が見られるが、スポットへの遷移は様相が異なる。前節の分析からもスポット間距離は旅行者の遷移先決定における要因の一つであることが分かっている。スポット間距離そのままでは比較できないので、あるスポットからの遷移が何番目に近いスポットを選択しているかをスコア付けすることで、旅行者がどれだけ距離を考慮しているかを分析する。一番近いスポットへの遷移なら 1、二番目は 2 とスコア付ける。このスコアを距離スコア dsc と呼ぶ。エッジが有向なので dsc の最大は 108 である。遷移ネットワークでは $dsc \leq 7$ の遷移が遷移全体の約 50%を占めている。ここで仮に $dsc \leq 7$ となる遷移を距離依存であるとみなし、全ての遷移について距離依存であるかを判定し、旅行者毎にその比率を算出することで、旅行者の距離依存度を定量化する。実際に旅行者毎に $dsc \leq 7$ となる距離依存遷移の比率をプロットしたものを図 4 に示す。全ての遷移が距離依存遷移である旅行者が全体の 20.5%、距離依存遷移が一つも含まれない旅行者は全体の 30.0%である。距

表 1: コミュニティ内スポットの平均距離

コミュニティ名	平均距離
宇治	888m
東山	1,001m
金閣寺	1,536m
二条城	3,095m
奈良大阪	3,989m
嵯峨野嵐山	2,186m
京都御所	952m
京都駅	3,702m
全体平均	3,998m

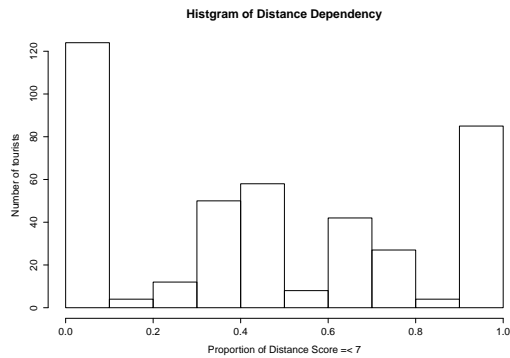


図 4: 旅行者の距離依存遷移比率分布

距離スコア dsc で距離依存を定量的に判定できるかはさらなる議論が必要だが、一部の旅行者は距離を考慮して遷移を決定しているのは明らかである。このように、遷移の距離依存性は旅行者のタイプ分類に有用と考えられる。

続いて、距離依存遷移を全く行っていない旅行者、すなわち、図 4 右側に位置する旅行者がどのように遷移を決定しているのかを検討する。旅行者の実際の行動を観察すると、近い観光スポットを訪問する旅行者の他に、観光地の代表的な観光地をできるだけ多く訪問する、いわば周遊型の観光行動を行う旅行者が存在する。これは、特に旅行者が初めて観光地を訪問する場合によく観察される。京都であれば、市内を一周する京都駅-清水寺-平安神宮-銀閣寺-金閣寺-二条城-京都駅、という周遊ルートが良く利用されており、観光タクシーの定番ルートにもなっている。

こうした周遊的な行動は、旅行者が興味を持って行きたいと考えるスポットへの訪問を優先しており、距離の近さとは異なる要因で遷移を決定している。周遊的行動は、ネットワークではコミュニティ間を横断するような遷移として現れる筈である。そこで、全ての遷移が距離依存遷移である旅行者（依存群）と距離依存遷移が含まれない旅行者（非依存群）で、遷移がコミュニティ間を横断している比率を比較した。結果、依存群では該当する旅行者のほぼ全てが同一コミュニティ内に留まる遷移だけしか行っていなかった。一方、非依存群では、65%の旅行者が全ての遷移でコミュニティを横断しており、遷移がコミュニティを横断しない旅行者は15%に過ぎなかった。このように、コミュニティ横断の概念を導入することで、距離非依存旅行者の一部についてはその行動を説明できるものと推定できる。

5 まとめ

本研究では、ネットワーク分析の手法を用いて、旅行者の GPS 移動軌跡で構成される遷移ネットワークを分析し、今後旅行者のタイプ分類を行うために、旅行者の遷移決定の要因を探索した。分析を通じて、我々は旅行者はその遷移決定における距離要因への考慮の度合いから、大きく距離依存型と非依存型というべきタイプに分類できるとの仮説を得た。また、非依存型旅行者の行動は、遷移ネットワークにおけるコミュニティ横断を指標として分類できる可能性があることも示した。

今後、我々が得た仮説を検証する上では、今回のデータに基づいて実際に旅行者のタイプ分類を行い、さらに異なる行動特性を持つ旅行者や京都以外の観光地での旅行者の行動との比較分析が必要である。こうした見通しの元、現在筆者らの研究チームは近畿日本ツーリストや復興教育支援ネットワーク等の協力を得て、修学旅行生向けの防災モバイルアプリケーション ETSS(Educationa Tour Supporting System)[22] の産学協同での開発を進めている。このアプリケーションで得られる修学旅行生での生徒グループの GPS 移動軌跡は、匿名化して研究目的で利用することを前提に収集しており、この移動軌跡データを用いた研究を検討している。このサービスの実証実験は京都で行っているが、今後他地域への展開を予定している。修学旅行は教育目的の団体旅行であり、かつほぼ全員が目的地を初めて訪れる旅行者である。それゆえ、本研究で対象とした海外旅行者とは異なり、修学旅行生の行動は非距離依存型の行動の比率がより高くなると予想している。

本研究で収集した修学旅行生の GPS 移動軌跡データは、他の研究機関との共有を検討している。歩行者の GPS 移動軌跡データは高コストであり、かつプライバシーの問題が存在するため協力者の募集が難しく、GPS 移動軌跡を用いた研究が進めにくいという現状がある。研究機関が保有する GPS データの相互利用により、状況を改善したいと考えている。現在自治体などの行政機関や企業が保有データのオープンデータ化を進めているが、それとは異なる形で、研究向けの GPS 移動軌跡データのオープン化の端緒となることを願っている。

謝辞

本研究に協力を頂いた株式会社インテージ、公益財団法人京都産業 21、株式会社ウィルコム並びに調査に参加いただいた旅行者および宿泊施設の皆さんに感謝

する。また、本研究は JSPS 科研費 24650055 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 室谷 正裕. : 観光地の魅力度評価 - 魅力ある国内観光地の整備に向けて. 運輸政策研究, 1(1), pp. 14-24, (1998)
- [2] Choi, S., Lehto, X. Y., & Morrison, A. M.: Destination image representation on the web: Content analysis of Macau travel related websites. *Tourism Management*, 28(1), 118-129. (2007).
- [3] 酒井 弘, 東 徹, 西井 和夫, 中村 嘉次.: 京都観光周遊行動の実態把握のための調査手法とその基礎分析. 土計論, 16, 173-180. (1999)
- [4] 株式会社インテージ, 平成 20 年度京都ユビキタス特区 (観光立国) 事業外国人ビジター調査 多言語翻訳を可能とする携帯端末の実証 外国人観光市場調査成果報告, (2009).
- [5] 矢部 直人, 有馬 貴之, 岡村 祐, 角野 貴信.: GPS を用いた観光行動調査の課題と分析手法の検討. 観光科学研究, 3, 17-30. (2010).
- [6] 奥野 祐介, 深田 秀実, 大津 晶. : GIS を用いたカーネル密度推定による観光歩行行動分析手法の提案と実践からの知見. 情報処理学会デジタルプラクティス, 3(4), 297-304. (2012).
- [7] 野村幸子, 岸本達也, 伊藤一秀. : GPS を用いた鎌倉市における観光客の歩行行動調査とアクティビティの分析. 地理情報システム学会講演論文集 13: pp.113-116, (2004).
- [8] 柳沢 豊, 赤埴 淳一, 佐藤 哲司. : 移動軌跡データに対する類似度検索手法 (データ編成と高速化, D. データベース). 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, 2002(2), 37-38. (2002).
- [9] 石塚 淳, 鈴木 優, 川越 恭二. : 内容を考慮した遷移軌跡データの類似検索手法, 電子情報通信学会第 18 回データ工学ワークショップ (DEWS2007) 論文集, E1-7, 1-8 (2007) .
- [10] Zheng, V. W., Zheng, Y., Xie, X., Yang, Q. : Collaborative Location and Activity Recommendations with GPS History Data, *WWW2010*, pp. 1029-1038 (2010).
- [11] 倉島 健, 磐田具治, 入江 豪, 藤村 考. : 写真共有サイトにおけるジオタグ情報を利用したトラベルルート推薦 (不均質なライフログからのデータマイニング及び一般). 電子情報通信学会技術研究報告. *LOIS*, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム, 109(450), 55-60. (2010).
- [12] Zheng, Y., Xie, X. : Learning travel recommendations from user-generated GPS traces, *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 2(1), pp. 1-29, (2011).
- [13] 西野 正彬, 瀬古 俊一, 青木 政勝, 山田 智広, 武藤 伸洋, 阿部 匡伸.: 滞在地遷移情報からの行動パターン抽出方式の検討. 情報処理学会研究報告. *UBI*, [ユビキタスコンピューティングシステム], (110), 57-64. (2008).
- [14] Kaushik Chakrabarti, Eamonn Keogh, Sharad Mehrotra, Michael Pazzani: Locally adaptive dimensionality reduction for indexing large time series databases, *ACM Transactions on Database Systems*, 27 (2) p. 188-228 (2002)
- [15] 湯田 聡夫, 小野 直亮, 藤原 義久.: ソーシャル・ネットワーク・サービスにおける人的ネットワークの構造 (事例分析, 特集 ネットワーク生態学 生命現象から社会文化現象の新しいパースペクティブ). 情報処理学会論文誌, 47(3), 865-874. (2006).
- [16] 松尾豊, 友部 博教, 橋田 浩一, 中島 秀之, 石塚 満.: Web 上の情報から人間関係ネットワークの抽出. 人工知能学会論文誌, 20(1 E), 46-56. (2005).
- [17] 原辰徳, 矢部直人, 青山和浩, 倉田陽平, 村山慶太, 大泉和也, 嶋田敏. : サービス工学は観光立国に貢献できるか?-GPS ロガーを用いた訪日旅行者の行動調査とその活かし方-. 情報処理学会デジタルプラクティス, 3(4), pp. 262-271, (2012).
- [18] 杉山 浩平, 本田 治, 大崎 博之, 今瀬 眞.: ネットワーク分析手法を用いた企業間の取引関係ネットワーク分析 (アクセスネットワーク, ホームネットワーク, IPv6, インターネットの品質制御技術及び一般). 電子情報通信学会技術研究報告. *IN*, 情報ネットワーク, 105(113), 83-88.(2005).
- [19] 松尾 豊, 安田 雪.: SNS における関係形成原理 mixi のデータ分析. 人工知能学会論文誌, 22, pp. 531-541, (2007)
- [20] 増田直紀, 今野紀雄: 複雑ネットワーク 基礎から応用まで近代科学社.(2010)

- [21] Newman, M. E. J., Girvan, M.: Finding and evaluating community structure in networks, *Physical Review E* 69, 1-15 (2004).
サービス工学は観光立国に貢献できるか?. 情報処理学会, 3(4), 262-271. (2012).
- [22] Kasahara, H., Mori, M., Mukunoki, M., Minoh, M.,: A Tourism Information Service for Safety during School Trips, *ICServ2013*, Proceedings, (2013) (in press)