

長距離旅行データによる 地域魅力度の季節変動解析

柴田 真嵩¹・山口 裕通²・中山 晶一朗³

¹学生会員 金沢大学 理工学域 環境デザイン学類 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: margo-16@stu.kanazawa-u.ac.jp

²正会員 金沢大学助教 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: hyamaguchi@sc.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学教授 理工研究域地球社会基盤学系 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

わが国では近年、地方地域において、交流人口を増加させる地方創生の取り組み、つまり長距離旅行においてより旅行先には選ばれる地域になるための取り組みを限られた予算の中でより効率的・効果的に実施することが求められている。ここで、旅行者の旅行先選択行動はその魅力と移動コストによって決定されると考えると、この「魅力」は移動行動データから推計し、それぞれの地域の特徴をマクロな視点で解析できる。そこで本研究では、日単位での人口分布データから魅力度と移動コストを分離・算出するモデルの提案を行い、わが国における地域の魅力度について、その時間的・空間的特徴を明らかにした。

Key Words: *seasonal pattern of travel, mobile phone location data, multinomial logit model, local charm*

1. はじめに

現状、日本において少子高齢社会や地方での中心市街地の衰退などが深刻となっている。そのため内閣府地方創生推進事務局は「まち・ひと・しごと創生基本方針2019 について」¹⁾において地方部への人の流れを強化することを目標としている。そこで各自治体では他の地域からより多くの人を呼び込むため、地域の特性を活かした地方創生の施策・対応を行うことが求められている。ここで「いかに地域に人を呼び込むか？」という問題は、旅行先選択行動を行なう人の立場になって考えると「どのような地域に対して魅力を感じて、訪れる地域として選択するのか？」ということに言い換えられる。つまり、「地方創生」を考える際には、旅行時の「魅力度」というものの特徴について、より細かく理解することと、より効果的に地方創生策を提案できるようになる可能性がある。

ここでの「魅力度」とは、人の観光に伴った移動行動のみを取り上げたものではなく、仕事や帰省に伴う移動行動といった要素を組み合わせ、「人が旅行先としてその地域を選びたいくなる」要素をすべて包括した概念とする。そして、人の旅行先選択行動はその場所の「魅力

度」と、その場所までにかかる移動コストによって決定されると考えられる。この関係性をふまえると、人々の旅行先の選択行動結果と移動コストの情報のみが把握できれば、その地域にある観光施設や経済活動の大きさなどの情報を使うことなく、「地域の魅力度」の定量的な大きさを推計することが可能性である。さらに、このアプローチから算出される魅力度は、データの時間・空間解像度ごとに算出することが可能である。つまり、魅力度の大小だけでなく、その季節変動も把握することができる。そこで、本研究では上述のようなアプローチに基づいて「地域の魅力度」を算出する方法を提案し、その特徴を定量的に明らかにする方法を考えていく。

2. 本研究の位置づけ

これまで、都市計画に係る施策の検討・立案にあたり、地域の魅力を評価するものとしてアンケートによる魅力度ランキング調査や国勢調査²⁾、または経済センサス³⁾による統計情報が使用されてきた。しかし、これらの調査で得られる指標では、旅行先選択行動に関わる「魅力度」としては限定的な「魅力度」しか扱っていないと考

えられる。前者のアンケート調査による評価では、回収総数が約 3 万人という少数からの回答を調査しているに過ぎず、アンケートの内容についても滞在経験以外に、訪れてみたいという意識的部分による評価も含まれているため、実際の行動との整合性がとれない。つまり、この指標で得られる評価では地域によってはそのイメージ（知名度）などから実際の旅行者数以上（あるいは以下）の評価となり、実際に人を呼び込む施策を検討するための適正な評価を示すことができない恐れがある。後者の調査では、地域ごとの購入金額の総額のみしか指標として扱うことができないため、近隣の人口が大きい、つまり低い移動コストでアクセスできる人が多い地域ほど、来訪者も購入金額も多くなる特徴がある。つまり、購入金額の総額は、その周辺に人口の規模に大きく影響するため、本研究で扱いたい他のすべての地域に対して等しい影響力がある地域固有の魅力度を評価することは不可能である。つまり、地域の魅力度を評価するには、購入者がどこからの来訪者なのかなどの情報を得たうえで、移動にかかるコストによる影響を除外した魅力度を議論する必要がある。しかしながら、総額の枠組みでこの影響を考慮することは不可能である。また、魅力度の時間的な変化を扱うことができないことである。本研究で扱う魅力度は、対象期間における他の地域からの滞在者人口からその地域の評価を行なうものであるため、時間的に大きく異なると考えられる。このような時間変動は、地域への来訪者を増加させる施策を考える際には重要であり、我が国の「地域の魅力度」の特徴を議論する際には、日単位レベルの時間変動も含める必要がある。しかし、アンケートによる魅力度ランキング調査や経済センサスは、多くの時間と費用がかかるため、日単位レベルのような高頻度で調査を行うことが難しく時間変動を取り扱うことが不可能である。

一方で、近年では通信インフラ整備の進展に伴い、人の移動行動を捉えることのできる携帯電話位置情報を利用した人口統計データを地域の特性評価の分野に活用することが検討されつつある。本研究ではこの新たな人口統計データであるモバイル空間統計⁴⁾を活用する。モバイル空間統計の特徴は、次章で詳細に説明するが、このデータを用いることで、時々刻々の居住地一滞在地ごとの推定人口を把握することができる。つまり、すべての居住地一滞在地ペアの情報を用いることで、移動コストによる影響を分離しながら魅力度を推計することができ、さらに季節ごとの旅行先の嗜好の変化にも対応した評価を行うことが可能である。

モバイル空間統計データを活用した既往研究について整理する。このようなデータの前には、人口分布・都市内の交通行動を把握するために、国勢調査や PT 調査などが活用されてきた。これらの調査は大規模な調査であ

るため、集計結果の開示が調査から約 1 年と時間がかかる。また、調査にかかる費用は膨大となるため、その実施回数は高頻度とはいえない。しかし、近年では人口減少や急激な高齢人口の増加に伴い人口分布・交通行動において短期的で大きな変化が生じることが想定されるため、従来のデータより高頻度で人の流動実態を把握することが必要とされている。一方で、モバイル空間統計データは従来のデータと比較し、データの時間解像度が高く、さらに、携帯電話サービスで得られる運用データを使用するため、従来のデータに比べ調査コストが小さく、取得頻度も高い。そのため、これまでの課題を解決するデータとして研究・活用が進められつつある。

モバイル空間統計の活用を検討するものとして、PT 調査や全国幹線旅客純流動調査⁵⁾などの人口流動を把握するために用いられてきた、従来の人口推計との比較や信頼性評価を行なった研究は数多く存在する。清家ら⁶⁾は、従来の調査による滞在人口データとモバイル空間統計のデータ特性の比較を行い、時間単位での滞在人口の推計を行ない地域特性の評価を行なった。この研究では、一部地域を対象に地域評価モデルの検討を行ない、都市内での人口流動の把握に関し、従来の人口統計データと整合的であることを明らかにした。しかし、地域評価モデルの実用可能性については、人口密度および基地局密度によるモバイル空間統計データの信頼性低下を課題とし、これらの条件をふまえた新たな信頼性検証が必要であることを示唆した。このモバイル空間統計データの推計人口における信頼性については、寺田⁷⁾の報告によると、モバイル空間統計データは対象となるエリアが広いほど、また人口密度が高い場所ほど信頼性が高くなることが確認されており、対象エリアが都道府県単位（1 次メッシュ）や市区町村単位（2 次メッシュ）の場合は国勢調査による統計量との誤差が非常に小さくなることを明らかにした。また、室井ら⁸⁾はモバイル空間統計におけるデータ解像度およびデータ収集の時間性と速報性の観点から全国幹線旅客純流動調査および PT 調査と比較を行ない、データ使用に関するメリットとデメリットを整理した。具体的には、広範なエリアで比較的容易に調査が行えることや、統計対象エリアの拡大に伴うコスト・時間の制約が小さいこと。また、年単位から時間帯別までのさまざまな時間軸上での変動と分布が把握できるという点がメリットとしてあげられる。一方で、人口推計時の拡大係数による誤差の可能性があることや、交通手段や移動目的が把握できないこと、またアジア諸国には、通信インフラの行き届いていない地域が存在しそのような地域においては整備コストが膨大となることがデメリットとしてあることを指摘している。さらに多くの研究においてモバイル空間統計の活用法として他の統計データとの組み合わせを提案したものは多く、今井ら⁹⁾は PT 調

査およびGPSデータをもとにした交通分担率から自動車交通における OD 量の推計する手法を考案した。交通センサとの比較によりその相関が高いことを証明したが、推計 OD 総量については車両換算係数に依存するという課題があること明らかとなった。

これらの既往研究をまとめると、モバイル空間統計は、通信インフラ整備の水準が高くなっている日本においては十分に活用の可能性が検討できるデータであり、従来の人口統計データとの互換性も高いことが明らかとなった。しかし、空間の細分化には限界が有り、移動手段の限定や目的の把握といった不得手な側面が存在することが課題としてあげられた。そこで本研究では十分な精度が確保できるデータ解像度として対象エリアを都道府県単位とする。また前節で説明したように本研究で扱う魅力度は観光、仕事、帰省による滞在の区別はつけないため移動目的を明らかにする必要はなく、移動コストについても移動費用と所要時間、移動距離を複合的に評価するものとして居住地情報の紐付け滞人口データから推定を行なうと定義するため、移動手段の判別は不要であるとした。

これまでのモバイル空間統計データを用いた研究では、その多くがデータ特性による利点と課題についての整理、および活用検討の策定にとどまっている。なかには、地域評価モデルの検討を行なったものも存在するが、それらはあくまで一部の地域を限定したものである。さらに、これらの研究は従来の国勢調査や PT 調査などの調査結果に対しモバイル空間統計データが他データの補完・代用を目的とする活用の有効性を示したものに過ぎない。一方で、本研究ではモバイル空間統計データの空間的な広域性と時間的な連続性という長所を最大限に活用する手法を提案したうえで、従来型のデータでは入手することが不可能であった情報に着目していく。具体的には、本研究ではモバイル空間統計データによる OD 表から移動コストに相当する成分を分離して地域の魅力度を日単位で推定するアプローチをとる。このアプローチは従来のデータでは調査実施頻度が少ないという理由で不可能なアプローチである。そして、この情報を用いて、地域固有の魅力度（他のすべての地域にとって等しい評価）における季節的変動と空間的類似性という、従来は解析することが不可能であった情報を明らかにしていく。

3. モバイル空間統計の概要

モバイル空間統計とは、NTT ドコモの携帯電話ネットワークの仕組みを利用した新たな人口統計データである。NTT ドコモの提供する携帯電話ネットワークでは、常に電話やメールなどの通信サービスが利用できるよう、

NTT ドコモが管理する各基地局でエリア毎に所在するすべての携帯電話を周期的に把握している。そして、この携帯電話ネットワークの基地局は日本全国の市区町村役場を含む地域に設置されており、モバイル空間統計はこのすべてのエリアを対象として人口を推計したものである。つまり、この仕組みを利用することで、日本全国における人口分布のみでなく、利用者情報から性別・年齢階層別人口構成、地域間の移動人口などの統計データも推計が可能である。また、モバイル空間統計のデータ特徴として、いかの 2 点の時間的な特徴もあげられる。1 つ目は、年間 365 日 24 時間で継続的にデータの収集が可能であることであり、2 点目は最も細かい単位で 1 時間単位での時間的に細かい情報が得られることがあげられる。

しかし、携帯電話ネットワークの仕組みを用いたモバイル空間統計には 3 点の留意点がある。1 つ目は、各基地局のエリアごとに把握される運用データが基礎となるため、メッシュデータの空間解像度は基地局の密度（数百 m～数 km 間隔）に依存する。2 つ目は、NTT ドコモの携帯電話利用者をサンプルとする統計的な推定情報であるために、実際の滞人口とモバイル空間統計により推計された人口の間には誤差が生じうる点である。3 つ目は、モバイル空間統計は携帯電話の利用人口に依存するため、普及率が低い 80 歳以上や、携帯電話サービスの契約を行えない 14 歳以下に関する人口は、とくにサンプル数が少なく十分な精度が担保されないために、推計対象外とされる点である。そのため推計対象とする人口の範囲は年齢層が 15～79 歳の人口となる。

モバイル空間統計は NTT ドコモの携帯電話利用者をサンプルとした人口統計データであり、その元データには利用者の個人情報が含まれる。そのためデータ作成には個人情報を保護するためのデータ処理を行なう必要がある。そこで、モバイル空間統計では、3 段階の処理を通じてプライバシー保護を実施している。まず、人口統計の作成に不要な電話番号などの個人を特定できる情報を除去し、生年月日を年齢層に変換するなどの非識別化処理を行う。次に、性別・年代別などの属性別に携帯電話の台数を集計し、NTT ドコモの携帯電話の普及率から人口規模への拡大処理をして人口推計を行う。最後に、推計人口のなかで人口がとくに少ない場合は個人を特定出来てしまう恐れがあるため除去するという秘匿処理を行なっている。これらの三段階の手順を経たもののみが「モバイル空間統計」のデータとして、提供される仕組みとされている。

4. モデルの提案

(1) 使用データの概要

本研究では NTT ドコモが携帯電話ネットワークの仕組みで推計したモバイル空間統計データの人口推計データを使用する。なお、期間は 2014/3/1~2017/2/28 の 4 年間・毎日 13 時時点（合計の時点数は、1,461 日 × 1 時間帯 = 1,461 時点）を対象に、都道府県単位の居住地-滞在別人口推計データ（空間組み合わせ数は、47 居住地 × 47 滞在地 = 2,209 ペア）を用いる。

(2) 旅行先選択モデルの定式化

本研究における長距離移動とは人が都道府県間をまたぐ移動行動をさすものであると定義する。この都道府県間での人の移動行動を分析するためには、まず人がどこに移動する（あるいは移動しない）のかを定式化する必要がある。前提として、各地域には他の地域から人を集める固有の吸引力が存在すると仮定する。この力は他の全ての地域に対し等しく影響するもの（他の地域の人々が同じように認知しているもの）とし、この力を地域の魅力度と定義する。たとえば、観光資源による旅行者数や、農林水産資源による移輸出産業者の来訪者数といったものは、このような魅力度・吸引力を規定すると推測される。ここで人は目的地における固有の魅力度と目的地に行くまでにかかる移動コスト（移動する際にかかる費用や距離、時間などを合算したもの）によって旅行先選択を行なうとする。これを踏まえて本研究では、長距離移動における旅行先選択行動を、47 都道府県の選択肢を持つ多項ロジットモデルとして次のようにモデル化していく。

ある期間(k)におけるゾーン(j)の移動先としての魅力度指数を $v_{j,k}$ 、期間(k)のゾーン(i,j)間の移動コストを $c_{i,k}$ とすると、ゾーン(i)に居住する人が旅行先(j)を選ぶ確率 $p_{i,k}(j)$ は以下の式で表される。

$$p_{i,k}(j) = \frac{\exp(v_{j,k} + c_{i,k})}{\sum_{j \in Z} \exp(v_{j,k} + c_{i,k})} \quad (1)$$

このとき、ある二地域間の移動について考えると移動コストは相互に等しくなる。さらに居住地を移動先に選択する場合は移動しないので移動コスト・魅力度が発生しないとする（魅力度指数と移動コストの和がゼロになるように基準化する）。この二つを考慮して以下の制約条件を設定する。

$$\begin{cases} c_{i,j,k} = c_{j,i,k} \quad \forall (i,j) \in (Z \times Z) \\ c_{i,i,k} = -v_{i,k} \quad \forall i \in Z \end{cases} \quad (2)$$

モバイル空間統計データから得られる、推計人口 $M_{i,j,d,t}$ のデータを用いて、 $v_{j,k}$ 、 $c_{i,j,k}$ を最尤推定法で求

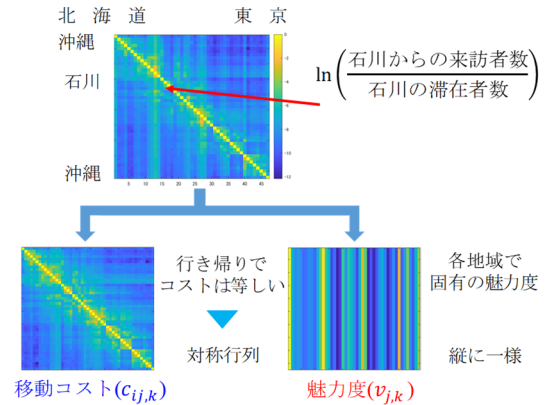


図 1 OD表分解イメージ

める。このとき $M_{i,j,d,t}$ は日付 d の時刻 t に居住地 i から移動先 j に滞在する人数を示し、 D_k は期間(k)の日付集合を表わす。

$$(v_k^*, c_k^*) = \operatorname{argmax} \left(\sum_{(i,j) \in (Z \times Z)} \left(\sum_{d \in D_k} M_{i,j,d,t} \right) \ln p_{i,k}(j) \right) \quad (3)$$

この際ランク落ちのために、すべての変数を一意に推定することができない。そのため本研究では東京の魅力度をゼロと固定する追加の制約条件を付与して推定した。以上のアプローチによって、OD 表の情報は、魅力度 ($v_{j,k}$) と移動コスト ($c_{i,j,k}$) に分解される (図 1)。

5. 日単位の推定結果

本研究で提案・定義した魅力度と移動コストの推定結果は、地域への人の長距離旅行行動に季節性があることを考慮すれば時間的に変動することが予想できる。そして、これらの季節変動を把握することで、わが国の都道府県間旅行の基本的な年間変動を理解できるとともに、各都道府県における「魅力度」の特徴もより詳細に把握できるものと推測できる。そこでこの季節性による変動の特徴を明らかにするため 1 日単位での変動を見ていく。

まず、人の長距離移動における季節性による変動が魅力度と移動コストのどちらに起因したものなのかを確認していく。それを判断するため、魅力度と移動コストを 1 日ごとにそれぞれで算出した 1,461 日分のデータを用いて、すべての時点間ペア (1,066,530 個) について、魅力度と移動コストそれぞれの空間相関を求めた。この結果をヒストグラムにまとめたものが図 2 である。この図の 5-95% タイル値を確認すると上限値はどちらも約 0.98 である一方で、下限値についてみると移動コストは約 0.94 であるのに対し魅力度は約 0.84 であり、魅力度の値の幅の方が約 0.1 大きいことが確認できる。さらに、魅力度

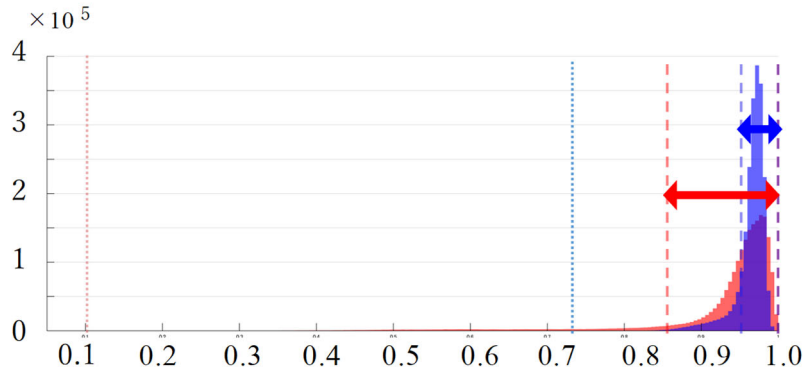


図 2: 相関係数値のヒストグラム (幅: 0.005)

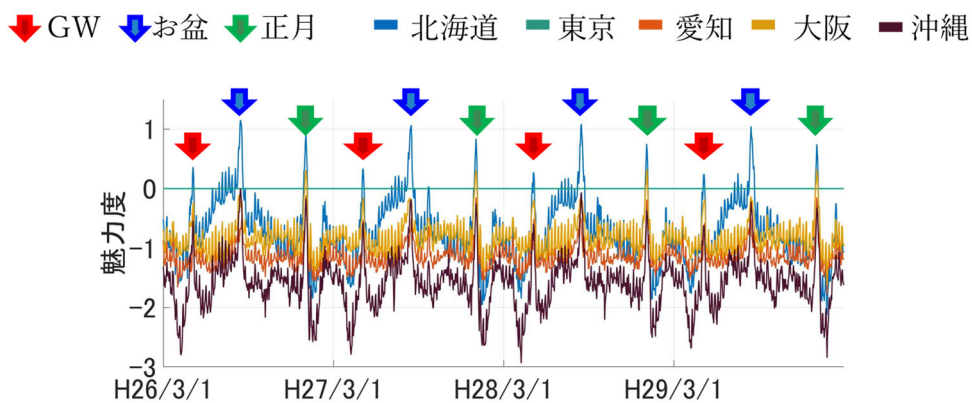


図 3 魅力度の日単位推定結果 (5 都道府県・4 年分)

においては最小で相関が約 0.1 となる場合があることが明らかとなった。つまり、日単位で評価した移動コストはどの日にちにおいても変化は非常に小さく、わが国の長距離旅行行動の季節変動は、専ら「魅力度」の日単位の変動によって起こっていることが分かる。

(1) 魅力度の推定結果

次に、1 日単位で算出した魅力度の変動から、その時系列変動の基本的特徴を明らかにして、その意味を考察していく。図 3 は日単位で求めた 4 年分の魅力度を横軸に日付をとってプロットした結果である(紙面の都合上一部地域を抜粋)。このグラフから、魅力度は周期的に変動しており、毎年の GW (赤色)、お盆 (青色)、正月 (緑色) においてすべての地域で共通して魅力度が大きく上昇することが確認できる。

ここで、北海道と沖縄や大阪と愛知などの都道府県でその周期性の特徴が類似していることが確認できた。しかし、図 3 だけでは都道府県ごとの周期特性の詳細な違いを十分に読み取ることができない。そこで、その周期変動パターンが類似した地域の分類を行うことで、都道府県ごとの差異を確認していく。

まず、都道府県ごとの差異を確認していくにあたり、本研究の推定モデルではその過程において東京の魅力度を 0 とした際の相対的値として地域の魅力度を算出している。そのため日々の変動にはすべての都道府県で共通の変動が含まれている。そこで、平均的な魅力度 ($v_{j,Avg.}$) の差異を除去しつつ、「時間変動」のみに着目して、類似したパターンを全都道府県のデータから抽出するために、都道府県ごとの平均との差をとった魅力度推計値 ($v_{j,k} - v_{j,Avg.}$) の時間変化(図 4)を用いて分析していく。ここで、1 年周期の変動であるが、経年的な差異が存在する可能性もあるために、1 年間ごとにそれぞれクラスタ分析を実施していく。分析手法には凝集型の階層クラスタリングを採用した。クラスタリングの概要として距離計量手法はユークリッド距離、計算アルゴリズムは重みづけなしの平均距離で行った。

本稿では、H29 におけるクラスタ数 6 までの分離過程の結果とその考察について記述する。まず、図 5 から図 15 は、クラスタリング結果の分離前後の変動を表すグラフと分離エリアの変遷の様子を示したものである。

はじめに、クラスタ数を 2 個に設定して分離すると、東京と愛知、大阪が同一クラスタに分類される特徴が見

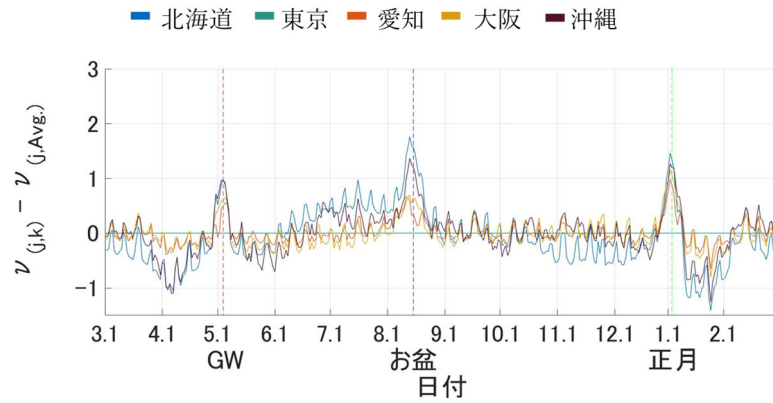


図4 都道府県ごとに平均との差をとった魅力度推計値の時間変化(H29)

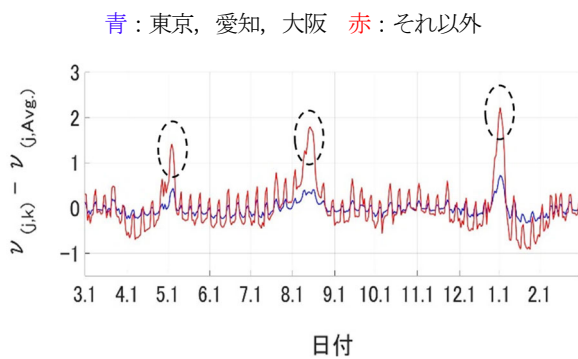


図5 各クラスタの日変動(クラスタ数2)

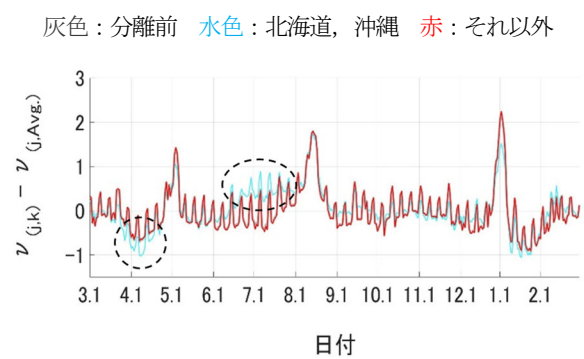


図7 各クラスタの日変動(クラスタ数3)

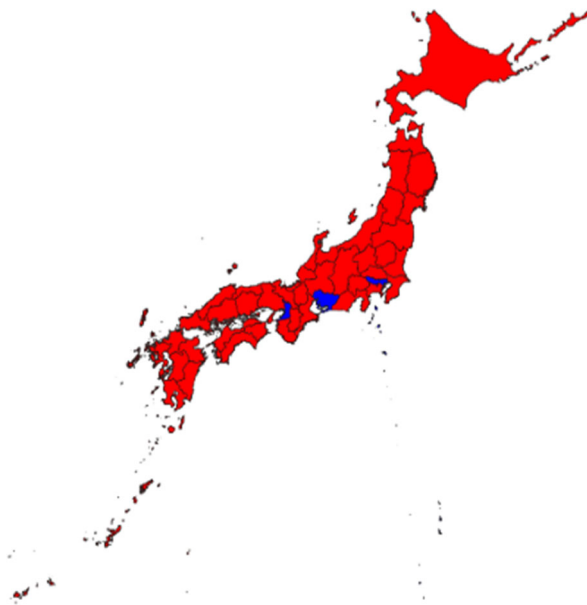


図6 クラスタ数2の分離地域

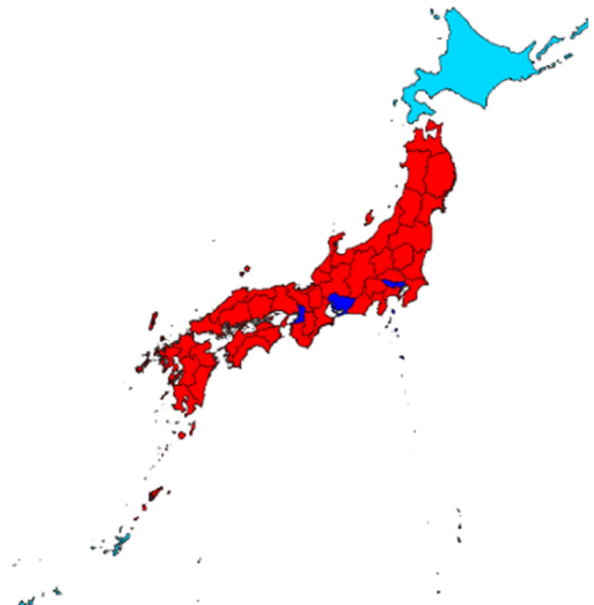


図8 クラスタ数3の分離地域

られた (図 6) . これらの地域では, GW・お盆・年末年始における魅力度の上昇は, ほかの地域と違ってほとんど“ない”という特徴がある (図 5) .

次に, クラスタ数を 3 として分離すると, 北海道と沖縄が同クラスタとして分類される (図 8) . この二つの地域では魅力度の変動が 4 月中に低下し, 6 月の中旬か

ら 7 月末にかけてほかの地域より高くなる傾向が見られた.

クラスタ数を 4 つにすると GW・お盆・正月の時期に魅力が高くなる地域と, そうでない地域に分けられる傾向が確認できる. なお GW・お盆・正月に魅力が高くなる地域は, 東北地方の日本海側と岩手, 新潟, 長野,

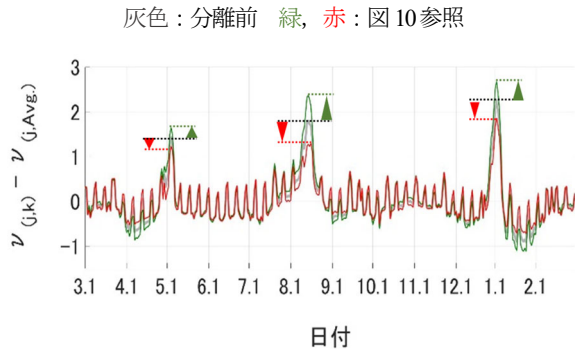


図 9 各クラスタの日変動(クラスタ数 4)

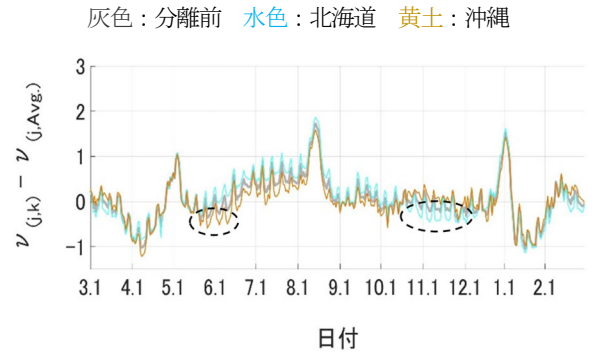


図 11 各クラスタの日変動(クラスタ数 5)

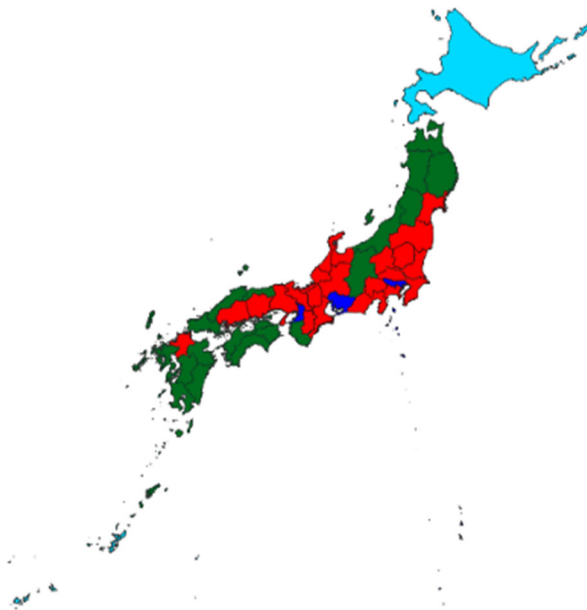


図 10 クラスタ数 4 の分離地域

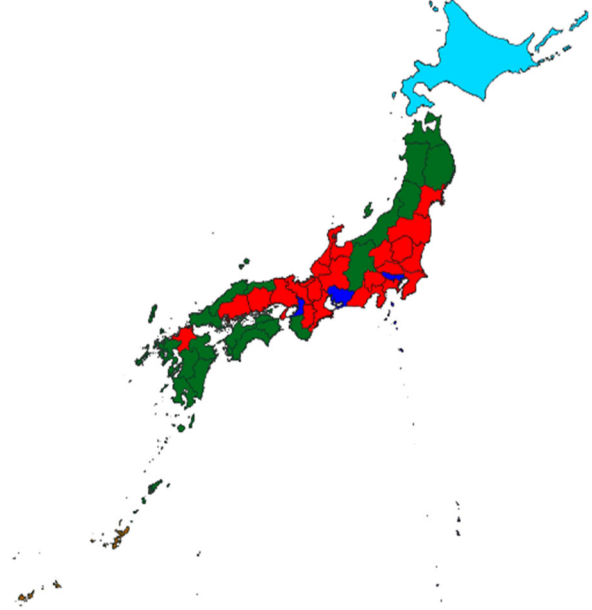


図 12 クラスタ数 5 の分離地域

鳥取，島根，山口，四国および福岡を除く九州地方であり，そうでない地域は，宮城，福島，関東地方，新潟と長野を除く中部地方，関西地方，岡山，広島，福岡である．このことから本土における北端および西端の地域は，GW・お盆・正月において魅力度が上昇しやすいという傾向を示していることがわかる．

クラスタ数が 5 の場合では北海道と沖縄が分離する．北海道は冬の時期に魅力度が小さくなる傾向にあり，沖縄は夏の時期において魅力度が高くなるが，魅力度が上がり始めるのは 6 月の中旬からであり，北海道と比較すると半月ほど遅いことが分かる．また，4 月上旬の魅力度の低下が著しいという特徴が見られた．

また，クラスタ数を 6 にした場合には，GW・お盆・正月において魅力度の増加が低いクラスタから，関東（埼玉，千葉，神奈川）が分離する結果となった．これらの地域の特徴は GW・お盆・正月において魅力度が大きく変動しないことである．これらの変遷過程は H26 からの四年間の結果，クラスタ数 2 の場合において東京のみが分離される年やクラスタ数 6 の場合に関東地域および関西（京都，大阪）が同一クラスタとなる年が存在

することが確認できた．しかし，分離の順序や地域が大きく変化することがないことが明らかとなった．

これらのクラスタリング結果のうちで各年次で共通の内容をまとめたものが図 15 である．我が国の長距離旅行における旅行先選択行動傾向（旅行先魅力度）の季節変化は，大きく 4 分類に分かれるものといえる．まず，大都市は GW・お盆・正月における魅力の上昇は小さいが年間を通して魅力が高いという特徴がある．次に，北海道と沖縄は，7 月の中旬から 8 月の中旬にかけての，いわゆる夏期の長期休暇の時期に魅力が高くなる特徴がある．また，二つの地域の魅力が下がる時期について考察すると，12 月の末頃から 1 月にかけての北海道では気温が非常に低くなり，沖縄では海開きが 4 月からで，その頃は海温も低いため，どちらの時期も観光としてはオフシーズンである．つまり，これらの地域への移動目的は観光であることが予想され，観光都市として分類できる．そのほかの地方部についても 2 種類に分類される．片方は GW・お盆・正月に魅力度の高くなる地域であり，東北地方の日本海側と岩手，新潟，長野，鳥取，島根，

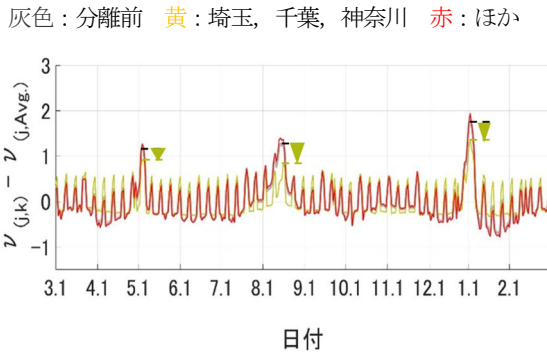


図 13 各クラスタの日変動(クラスタ数6)

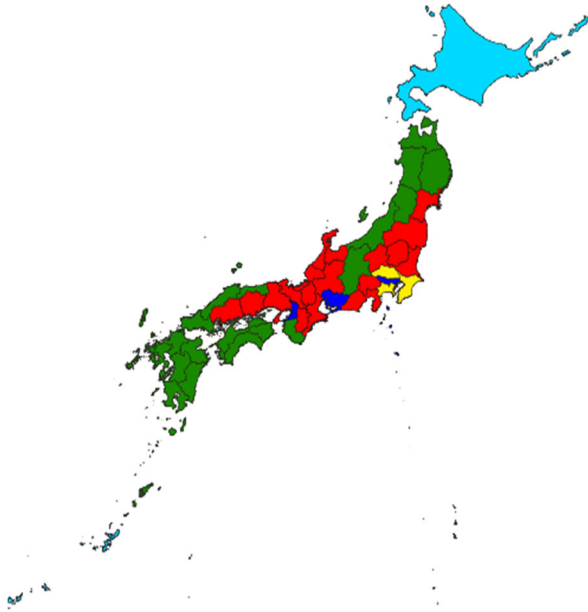


図 14 クラスタ数6の分離地域

山口，四国および福岡を除く九州地方といった地域が該当する．これらは，残りの地域と比較して日本の北端と西端に位置する地域であるという特徴がある．

(2) 移動コストの推定結果

次に，本研究の提案モデルから算出した移動コストについて考察していく．推定された，移動コストはすべての時点ペア間での空間相関が高く，変動が非常に小さい特徴がある．そのうえで推定された移動コストの空間里，実際の移動にかかる費用との関係性を調べるため，都道府県の県庁所在地間の移動にかかる運賃，所要時間，移動距離の交通サービスレベルデータを用いて回帰分析を行った．交通サービスレベルは，交通モードは“車のみ”，“車と電車”，“車と飛行機”，“電車と飛行機”および“車とフェリー”の 5 つを想定し，NITAS から算出される都道府県庁所在地の代表駅間の運賃・所要時間・移動距離をそれぞれ別の変数として回帰分析を行った．なお，ここで設定する“車と電車”や“電車と飛行機”は，該当する交通手段のみで行ける最短経路とする．なお，北海道は

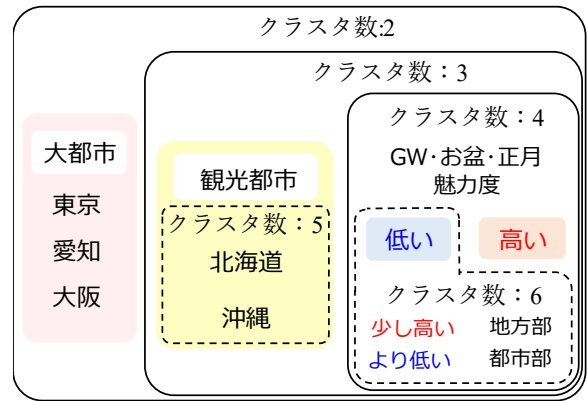


図 15: クラスタリングによるパターン抽出結果

表 1 推計移動コストの回帰分析結果

説明変数	係数	S.E. (p-value)
定数項	-1.685	0.107 (8.74E-50)
T1	0.00785	0.00111 (3.19E-12)
T2	-0.00155	0.00040 (1.35E-04)
T3	-0.0059	0.00081 (4.85E-13)
F1	-0.00022	2.03E-05 (7.88E-27)
F3	-3.25E-05	6.48E-06 (6.15E-07)
F4	-0.0001	1.32E-05 (6.15E-07)
DC	2.067	0.604 (0.0006)
DR	-4.052	0.486 (2.58E-16)
(省略：交互作用項)		
データ数		1,081
決定係数		0.877
自由度調整済み決定係数		0.875

- T1 所要時間 (鉄道と自動車)
- T2 所要時間 (飛行機と自動車)
- T3 所要時間 (飛行機と鉄道)
- F1 運賃 (鉄道と自動車)
- F3 運賃 (飛行機と鉄道)
- F4 運賃 (自動車利用)
- DC 自動車なしダミー
- DR 鉄道なしダミー

“車のみ”による手段が選択できず沖縄では“車のみ”と“車と電車”による手段が選択できないため“車のみでは行けない”と“車と電車のみでは行けない”とするダミー変数を組み込み，それぞれ追加している．

そして被説明変数を，以上の交通サービスレベル・ダミー項を交互作用項も含めて説明変数として重回帰分析を実施した．なお，ここでは，step-wise 法を用いた変数選択を実施した後の結果を示していく．

表 1 が重回帰分析の推定結果である．まず，決定係数をみると 0.877 と非常に大きい値を示すことが分かった．これは，本研究において定義・算出した移動コストは，実際の移動費用の合成変数であり，我々がイメージする「移動コスト」と解釈しても問題ないことが分かった．

経年変化の様子をまとめると，年単位での推定値には

大きな変化はないことが明らかとなった。移動コストは距離や所要時間、運賃などの交通条件に依存すると予測でき、これらの要素がもともと距離の近い場所において変化することや、1年という期間で大きく変化することは考えにくいから、この結果は妥当であると考えられる。さらに、実際の移動にかかる運賃・所要時間・移動距離との回帰分析の結果、本研究で定義する移動コストは有意な決定係数であることがわかった。そのため、魅力度推定値による地域評価の議論は可能であると予測できる。

6. おわりに

(1) まとめ

本研究では、どんな場所がどのような時に移動先としての魅力が高いのかを把握するために、OD表データから移動コストと魅力度に分解するモデルの提案を行った。そして、提案モデルの2種類の指標の特徴とわが国の都道府県間旅行の特徴について考察を行なった。

1日ごとに長期間・毎日の情報が推定できるという特徴を活用して、移動コストと魅力度の季節変動を分析し、その特徴として以下の2点を明らかにした。まず、移動コストは時点間の相関が高く、大きな時間変化がないことが確認できた。これは、運賃や所要時間などの交通サービスレベルは、季節的にほとんど変化がないことを示しているものと考えられる。2点目としては、魅力度に関して、日単位での推定結果が大きく変動しており1年周期で地域ごとに異なる変化があることが分かった。そのうえで、時間変化が類似するクラスターを推定することで、日本の地域は大きく4つに分類できるという特徴を明確に示すことができた。

(2) 今後の展望

本研究で提案したアプローチは、地域の魅力における季節的変動の特徴を把握することが可能となるだけでなく、魅力度を向上させる要因を把握するツールになり得るという価値もある。今後、魅力度の要因を明らかにするという方向に研究を進めることで、地方創生におけるより効果的な施策の策定に活用できる可能性がある。

謝辞：本研究の一部は、国土交通省新道路技術会議において採択され、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究により実施したものである。さらに、科研費17K14736, 18H01556, 18H01560、文部科学省卓越研究員事業の支援を受けて実施された。この場を借り、ご協力いただいた皆様に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 内閣府地方創生推進事務局, まち・ひと・しごと創生基本方針2019について: 2019/06/21, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sousei/info/pdf/r01-06-21-kihonhousin2019gaiyou.pdf>
- 2) 統計局HP/国勢調査の概要: <https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2020campaign/about/summary/>
- 3) 総務省統計局 経済センサス-基礎調査(2019年度)の概要: <https://www.stat.go.jp/data/e-census/2019/gaiyou.html>
- 4) NTT ドコモ モバイル空間統計の概要: <https://mobaku.jp/about/>
- 5) 全国幹線旅客純流動調査の概要: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_fr_000016.html
- 6) 寺田雅之: モバイル空間統計・携帯ネットワークを活用した人口推計技術とその応用, 日本計算機統計学会大会論文集 28,p63-66, 2014
- 7) 清家剛, 三牧浩也, 森田祥子: 柏木市および横浜市を対象としたモバイル空間統計による地域評価モデルに関する研究, 日本建築学会技術報告集, Vol.21,No.48,pp821-826, 2015
- 8) 室井寿明, 磯野文暁, 鈴木俊博: モバイル・ビッグデータを用いた都市間旅客交通への活用に関する研究, 第51回土木計画学研究発表会・講演集, 2015
- 9) 今井龍一, 池田大造, 永田智大, 他: 携帯電話網の運用データを用いた人口流動から算出した自動車OD量と道路交通センサスとの比較分析—道路交通分野へのモバイル空間統計の適用可能性—, 第52回土木計画学研究発表会・講演集, 2016

(2020.3.8 受付)

SEASONAL VARIATION ANALYSIS OF REGIONAL ATTRACTIVENESS CALCULATED BY MOBILE PHONE LOCATION DATA

Mashu SHIBATA, Hiromichi YAMAGUCHI and Shoichiro NAKAYAMA

In recent year, Measures for the purpose of the increase of the exchange population is required to let local areas activate in Japan. The plan that considered a local characteristic is necessary to perform the most effective measure in limited financial resources. In this paper, a local characteristic is the local charm for the tourist. So, It is thought that we judge it whether we go to long-distance trip by local charm and movement cost. In that, it is the most important that we clarify the characteristic about the local charm for making measures. Therefore, in this study, I suggest the model to calculate a charm degree and movement cost from the population distributed data by the unit on a day. And, this model clarified the time spatial characteristic in the local charm degree in our country.