

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：13301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2023

課題番号：22K18502

研究課題名（和文）粗視化とつながりの再構成による観光流動の地理空間関係データのスペクトル解析

研究課題名（英文）Spectral analysis of geospatial relationship data of tourism flows by coarse-graining and connectivity reconstruction

研究代表者

中山 晶一郎（NAKAYAMA, Shoichiro）

金沢大学・融合科学系・教授

研究者番号：90334755

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：観光客の移動もしくは流動をマクロ・巨視的に捉えるために、まず、全国幹線旅客純流動調査の流動量データから、流動量の行列を作成し、そのスペクトル解析を行った。スペクトル解析結果の第二最小固有値と第二最小固有ベクトルに着目し、地域間のつながりなどについての考察を行った。これらを通して、流動量の行列を作成し、それをラプラシアン行列へ変換し、その行列のスペクトル解析を行うことにより得られた第二最小固有値及び第二最小固有ベクトルを用いた地域間のつながり分析手法がある一定の妥当性があることを確認した。さらに、移動量データ行列を分解することの可能性などについて検討を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

移動という人間行動をマクロ的に捉えた観光流動をデータに基づいて解明しようとすることは極めて文理融合・学際的で非常に意義深い。観光流動やつながりを全てデータで解明できるとは限らないが、データで説明できることを明確にすることはそれらの質的分析を行う上でも非常に意義深い。社会的にも、観光は重要産業の一つであり、観光客がどこからどこへ移動するのかを把握することは重要であり、地域間の観光客の移動の関係性を明らかにすることに資するものである。

研究成果の概要（英文）：Using the flow data from the survey of National Pure Flow Investigation of Trunk Line Passengers, a matrix of flow volumes was created and spectral analysis was conducted in order to capture the macroscopic aspects of tourist movement. Focusing on the second smallest eigenvalue and the second smallest eigenvector of the spectral analysis results, we discussed the linkage among regions. Through these studies, we confirmed that there is a validity in the method of analyzing regional linkages using the second smallest eigenvalue and the second smallest eigenvector obtained by creating a matrix of flow data, converting it to a Laplacian matrix, and performing a spectral analysis of the matrix. Furthermore, the possibility of decomposing the matrix was discussed.

研究分野：未来社会デザイン

キーワード：観光流動 スペクトル解析

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

新型コロナウイルス感染症が令和5年5月8日から5類感染症へ移行し、ようやくコロナ禍から平常へ社会が移行し、観光需要も戻りつつあり、一つの重要な成長産業としての観光が注目されている。観光の捉え方には様々なものがあるが、それを日常圏から移動し、非日常を楽しむことと捉えると、移動が一つの重要な観点である。また、近年、日常・非日常の境界があいまいとなりつつあり、様々な移動が重要な「移動前提社会」を迎えている。

研究代表者等は金沢大学融合研究域融合科学系に所属するとともに、金沢大学先端観光科学研究センターを兼務し、これまで人々の移動行動や観光行動や交通ネットワークのつながりなどを学際・文理融合的に研究を行ってきた。これまでに研究代表者や分担者が扱ってきた交通ネットワークと同様に人々の移動を関係データとみなすことによって、観光などの人々の移動や流動のデータをスペクトル解析や行列分解などの最新データサイエンスの知識や技術を適用可能であるとの着想に至り、本研究を開始することとなった。

### 2. 研究の目的

本研究は、地理空間的移動・流動データの粗視化によって地理空間間のつながりの再構成を行い、観光客等の移動や地域間のつながりなどの解析を行う。まず、移動についてのデータからエリア間の観光客移動量の行列を作成する。それを地理空間間のつながりを表す関係データとみなし、粗視化・スパース化しながら、そのつながりを再構成し、それらをクラスター化したエリアを設定する。次に、エリア単位でそれを再集計したラプラシアン行列のスペクトル解析を行い、移動関係の強いもしくは弱いなどのエリア間のつながりの分析を行う。さらに、行列分解により、移動関係行列を移動抵抗と移動先(旅行先)魅力度へと分解抽出する方法についても検討する。

### 3. 研究の方法

本研究では、観光客の移動・流動をマクロ・巨視的に捉えるが、移動は出発地と目的地のペアであり、(地点や地域などの)集計単位数の約二乗の数の出発・目的地ペアがあるため、できる限り集計単位を一括りにした「エリア」を設定する必要がある。そのため、本研究では、まず、エリアごとの地理空間の間の移動量のマトリクス(行列)を作成し、それをエリア間のつながりを表す「関係データ」とみなし、移動関係データを粗視化・スパース化しながら、エリアの地理空間のつながりを再構成する。

次に、エリア間の観光客の移動・流動について、エリア単位で再集計した移動関係をラプラシアン行列へ変換し、そのラプラシアン行列のスペクトル解析を行う。これによって、移動関係の強いエリアペアや逆に弱いエリアペアなどエリア間のつながり等の分析を行う。

上記はエリア間の移動量の多少によってつながりを解析するものであるが、エリア間の移動コスト・距離(移動抵抗)、エリア人口等も考慮する必要がある。距離が長くて移動コストが高いエリア間の移動量が多い場合はそのエリアの魅力度・集客力が高い傾向があり、あるエリアと別の多くのエリア間でつながりが強い場合はそのエリアの魅力度・集客力はさらに大きいと考えられる。この見方に従い、人口等のエリア間の地理空間情報や移動コスト情報のベクトル・行列を作成し、行列分解により、移動関係行列を移動抵抗と移動先(旅行先)魅力度へと分解抽出する方法についても検討する。

### 4. 研究成果

観光客の移動もしくは流動をマクロ・巨視的に捉えるために、まず、全国幹線旅客純流動調査による207生活圏間の休日の流動量データから、生活圏間の流動量のマトリクス(行列)を作成し、それをラプラシアン行列へ変換し、その行列のスペクトル解析を行った。スペクトル解析結果の第二最小固有値と第二最小固有ベクトルに着目し、これらによって、移動関係の強い生活圏や逆に弱い生活圏など生活圏間のつながりなどについての考察を行った。さらに、この第二最小固有値及び第二最小固有ベクトルを用いた生活圏間のつながり分析手法が妥当であるのか、どうか、また、第二最小固有値及び第二最小固有ベクトルを用いた手法の理論的な背景や意味の考察を行った。これらを通して、流動量のマトリクス(行列)を作成し、それをラプラシアン行列

へ変換し、その行列のスペクトル解析を行うことによって得られた第二最小固有値及び第二最小固有ベクトルを用いた地域間のつながり分析手法がある一定の妥当性があることを確認した。

全国幹線旅客純流動調査などから地域のゾーン間の移動量データを得ることが可能であり、それらの移動量データを行列形式でまとめ、その行列を分解することで、移動の要因を分析することなどを目的とするモデル・手法の検討を行った。移動には時間やコスト（費用）がかかり、移動コストに貨幣換算した時間を加えた一般化コスト（一般化費用）について、距離が長く、コストが大きいと、そのゾーン間の移動量は小さくなる傾向があり、コスト以外の条件が同じならば、移動コスト（一般化コスト）が大きなゾーン間の移動量はコストが小さいゾーン間よりも少なくなることを利用し、ランダム効用理論に基づいたロジットモデルによって、移動量データ行列を分解することの可能性などについて検討を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yamaguchi Hiromichi, Shibata Mashu, Nakayama Shoichiro	4. 巻 2023
2. 論文標題 Travel Matrix Decomposition for Understanding Spatial Long-Distance Travel Structure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Complexity	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1155/2023/1090277	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 北倉大地, 小林俊一, 中山晶一郎, 山口裕通	4. 巻 77
2. 論文標題 単調なパスを仮定した 2 ノード間の総経路数の計算手法について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3（土木計画学）	6. 最初と最後の頁 I_107~I_115
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejipm.77.5_I_107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 藤田 雄介, 山口 裕通, 中山 晶一郎	4. 巻 77
2. 論文標題 旅行需要の季節変動と最適な長距離交通モードの組み合わせの関係	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3（土木計画学）	6. 最初と最後の頁 I_127~I_136
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejipm.77.5_I_127	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Promsuwan Pongwit, Nakayama Shoichiro, Yamaguchi Hiromichi, Kobayashi Shun-ichi	4. 巻 8
2. 論文標題 Comparison between algebraic connectivity-based and global efficiency-based vulnerability for railway topology analysis: A case study of Kyushu, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 100074~100074
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.eastsj.2022.100074	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 福田 拓洋, 山口 裕通, 中山 晶一郎	4. 巻 78
2. 論文標題 混合効果を含む重力モデルによるコロナ禍における長距離旅行行動変化の分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3 (土木計画学)	6. 最初と最後の頁 1_469 ~ 1_481
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.78.5_1_469	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

#### 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	川澄 厚志  (Kawasumi Atsushi)  (00553794)	金沢大学・融合科学系・准教授   (13301)	
研究分担者	小林 俊一  (Kobayashi Shun-ichi)  (10243065)	金沢大学・地球社会基盤学系・准教授   (13301)	
研究分担者	丸谷 耕太  (Maruya Kota)  (50749356)	金沢大学・融合科学系・准教授   (13301)	

#### 7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

#### 8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------