

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：13301
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2020～2023
課題番号：20H02270
研究課題名（和文）携帯電話位置情報の時系列変動分解に基づく災害レジリエンスの観測・評価手法の開拓

研究課題名（英文）Development of an Observation and Evaluation Method for Disaster Resilience Based on Time-Series Decomposition of Mobile Phone Location Data

研究代表者
山口 裕通（Yamaguchi, Hiromichi）
金沢大学・地球社会基盤学系・准教授

研究者番号：10786031
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、災害レジリエンス情報の定量的な評価手法の開発を行った。具体的には、携帯電話位置情報をもちいて、災害時における人々の行動変化と回復過程の算出する手法を提案した。提案手法では、滞在人口の時系列変動を通常時点と異常時点に分解することによって、自動的に災害などによる行動変化を検出することができる。それを日本全国のデータに適用することで、災害による人々の行動の低下量を定量的かつ網羅的に算出し、比較を行った。その結果、計画運休による、事前の行動変化（災害に備える行動）の検出や、長距離旅行行動における新幹線の防災効果など、複数の行動変化の特徴を明らかにすることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した手法は、これまで定量的な解析が少なかった、人の行動の側面における災害ダメージを複数の災害間で比較できるアプローチである。この手法を応用することによって、「鉄道の計画運休」や「交通ネットワークの防災対策」による効果を定量的に明らかにでき、それらの効果の定量的な検証ができる点で、社会的意義は大きいものである。それに加えて、同アプローチを応用することで新型コロナウイルス感染症による、行動変化の特徴を明らかにした、6年間の間で発生した大小の災害による行動変化を網羅的に検出した結果とあわせて、今後の行動研究に向けての学術的に価値あるエビデンスを残すことにも成功したといえよう。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a quantitative evaluation method for disaster resilience information. Specifically, we proposed a method to calculate the disaster damage and recovery process of people's behavior using cell phone location information. The proposed method automatically detects behavioral changes due to disasters by decomposing the time-series variation of the resident population into normal and abnormal time points. By applying the proposed method to six years of nationwide data, we quantitatively and comprehensively calculated the amount of decline in people's behavior due to disasters. As a result, we succeeded in clarifying the characteristics of several behavioral changes, such as the detection of pre-disaster preparedness behavior due to the planned suspension of railroad service and the disaster prevention effect of the High-speed rail on long-distance travel behavior.

研究分野：土木計画学

キーワード：災害時の行動分析 携帯電話位置情報データ 災害レジリエンス

1. 研究開始当初の背景

地震や水害などの災害は、完全に守り切るような耐震化や堤防などのハード設備を設計することはコスト的にも困難であり、設計を超えた外力に対する対策が必要となる。そこで、**Resilience Triangle (Bruneau, 2003)** の概念が着目され、災害に対して「強くしなやかな社会」を目指した施策が検討されている。この概念は、一時的な被害による機能の低下に対して、災害後の機能回復をやすくすることで、「時間軸も扱った活動ダメージ」の総量を小さくすることを目指すものである。

それでは、“近年の災害において、我々の活動の被災・回復過程はどのようなものであったのだろうか？”この問いに答えることは、より望ましい回復過程が実現できるような社会・インフラの設計や対策に向けた現状認識であり、必要不可欠である。しかし、鉄道などの単一の機能の回復過程や局所的な生活再建などのマイクロな事象の総括がほとんどであり、マクロな視点で定量的に議論されていない。

一方で、人の活動の時系列推移はかなり精度よく観測できるようになってきている。例えば、NTTドコモの基地局データを用いた推計人口分布である「モバイル空間統計」を用いると、任意の領域の推計人口の時系列推移を最も細かくて1時間単位で長期に把握することが可能である。さらに、停電などの影響がないという条件はつくものの、災害時の人口分布の変化の情報も精度よく把握できる。つまり、この携帯電話位置情報データを用いると、人の活動を示す最も基本的な指標である人口分布の時系列変動を対象に、時間的に詳細な活動レベルの時間推移を、災害の時の被災・回復過程をふくめて分析できる。しかし、現時点ではまだ、このような時間的な回復過程に着目して、定量的な評価は十分に実施されていない。

2. 研究の目的

本研究では、携帯電話位置情報データから得られる人口の時系列推移データの時間情報に着目して、**Resilience Triangle**をはじめとする災害時の被災レベル・回復過程を定量的に評価する方法論を開拓することを目的とする。これには、災害がなかった場合の予測線をどのように書くかが重要になる。本研究では、長期間の時系列データにおけるフローあるいはストック変数の周期的な規則性を用いて予測モデルを構築する。そのうえで、2014年から2022年の間の時系列変化を網羅的に分析することを通じて、以下の2点を議論するためのエビデンスを収集する：

- 1) 近年の災害における人々の活動の被災・回復過程の特徴
- 2) 災害・イベントの間での比較し、計画運休・交通規制等の効果を明らかにする

3. 研究の方法

(1) 本研究で利用するデータ

本研究では、災害時に人々の滞在量について、どのような時系列変動が起こるのかを細かく観測するためにドコモ・インサイトマーケティングが提供するモバイル空間統計データを用いる。国内最大級のサンプル数を誇ることから、細かい時系列に着目し、広範囲における分析を行う本研究に最適なデータであると言える。このデータは、携帯電話運用情報として各基地局との定期的な通信から確認される携帯電話の位置情報・台数に、ドコモの普及率を加味することで、1時間ごとの人口の空間分布を居住地ごとに推計したものである。

(2) 災害レジリエンス情報の検出方法

本研究では、モバイル空間統計データによる人口推移情報を、災害がない「通常時」と災害が発生した「異常時」に分離し、「異常時」における「通常時であれば予想される滞在人数」を推計、比較することで、災害時における人の移動行動を定量的に推測する方法をとる。まず、通常時と異常時を分離するアプローチをとることで、「通常時」の予測モデルに、「異常時」の情報が影響することを回避することができる。そして、単純に特定の時点と比較するより精度よく推計した「通常時の滞在人数」と観測結果を比較することで、災害による影響とその継続時間を精度よく把握することができる。

本研究では、モバイル空間統計による滞在人数推計値の時系列推移について分析する。ここで、モバイル空間統計によって得られる時系列変動は、2種類の時間変動に分解できると考え、モデルを構築していく。まず、1つ目の時系列変動は、「通常変動」である。この変動は、人々の移動パターンとして災害のない通常時に頻繁に起こっていると推測できるメッシュ内人口の時系列変動である。また、この変動は、曜日や時間帯などのある一定の周期的な時系列変動のパターンを持つと考えられる。次に、2つ目の時系列変動は、「異常変動」である。この変動は、通常時に起きる可能性が非常に低い移動によるメッシュ内人口の時系列変動である。具体的には、大規模な災害が発生すると、避難や支援のために、通常とは異なる人々の移動行動が多く発生するため、メッシュ内人口の時間推移も通常時のパターンで推測される推移とは大きく異なる推移を示すようなケースである。

本研究では、「時系列混合ガウスモデル」とする人口滞在分布の時系列変動を解析するための

モデルを開発し、過去の人の移動行動の時系列変動情報を「通常変動」と、災害時などに発生する「異常変動」に分類する。そして各時間において、観測値と「通常変動」から予測される数値を比較して、その時間が異常であるかを判断しながら、災害時における人々の行動の時系列変動を分析していく。

(3) 時系列混合ガウスモデル

本研究では、モバイル空間統計によって得られる、 a 地点の d 日・ t 時台の人口推計値 $y_{a,d,t}$ を次のように扱う。この人口推計値 $y_{a,d,t}$ が観測される確率 $P(y_{a,d,t})$ は、通常変動時の分布と異常変動時の分布から得られる確率を合算したものであるとして、以下のように考える。

$$P(y_{a,d,t}) = \alpha f(y_{a,d,t} | \mu_{\text{normal},(a,d,t)}, \sigma_{\text{normal},a}) + (1 - \alpha) f(y_{a,d,t} | \mu_{\text{error},a}, \sigma_{\text{error},a}) \quad (1)$$

$$0 \leq \alpha \leq 1 \quad (2)$$

式(1)における、関数 $f(y|\mu, \sigma)$ は、平均値 μ 、標準偏差 σ の正規分布の確率密度関数とする。つまり、人口推計値 $y_{a,d,t}$ が観測される確率は、平均値 $\mu_{\text{normal},(a,d,t)}$ ・標準偏差 $\sigma_{\text{normal},a}$ の通常変動時の正規分布と、平均値 $\mu_{\text{error},a}$ ・標準偏差 $\sigma_{\text{error},a}$ の異常変動時の正規分布を合算したものであると仮定している。また、 α は二つの分布の混合割合を示すものであり、式(2)を満たす。

まず、通常変動時に関する項について説明する。通常変動時の正規分布における平均値 $\mu_{\text{normal},(a,d,t)}$ が日時 (d, t) ごとに変化すると考える。これは、通勤や通学などの規則的な移動行動による、日常的な人口分布パターンの周期的な変化を表現するものであり、以下に示す。

$$\mu_{\text{normal},(a,d,t)} = \sum_{i \in I} m_{d,t,i} x_{a,i} \quad (3)$$

式(3)における $m_{d,t,i}$ は周期要素ごとのダミー変数である。つまり、各成分 $m_{d,t,i}$ はある時間帯 (d, t) がその周期要素 i に該当する場合には1、該当しない場合は0が入る。このダミー変数には、該当する時系列に対して必要な組み合わせを選択して適用する。例えば、通勤・通学が卓越する時系列の場合は曜日ごとの変動情報を、年末年始・連休などといった時期が卓越する長距離旅行行動向けには、季節や連休を示すダミーを適用する。そして、 $x_{a,i}$ は、場所 a における周期要素 i の変動幅を示すパラメータである。通常変動時の正規分布の平均値 $\mu_{\text{normal},(a,d,t)}$ が、式(3)のように定式化されると考えて、本研究では、 $\sigma_{\text{normal},a}$ と $x_{a,i}$ をパラメータとしてデータから推定する。

次に、異常変動時に関する項について説明する。災害や異常気象などの異常時では、交通機関の乱れや災害情報などによって、人々の移動行動が変化し、通常時の分布とは異なる滞在人口が観測されることが考えられる。そのため異常時における人口の確率分布は観測される確率は低いが、多様な値をとりうる。よって、異常変動時の正規分布における平均値 $\mu_{\text{error},a}$ はどの期間でも一定であると仮定し、分散 $\sigma_{\text{error},a}^2$ は大きい値をとることが考えられる。この異常変動の分布では、 $\mu_{\text{error},a}$ と $\sigma_{\text{error},a}$ をパラメータとしてデータから推定する。

上記のモデルを用いて、モバイル空間統計データによる観測値 $y_{a,d,t}$ を用いて、未知パラメータ $(x_a, \mu_{\text{error},a}, \sigma_{\text{normal},a}, \sigma_{\text{error},a}, \alpha)$ を推定する。これらパラメータを最尤推定法で推定する。その推定結果とモデルから、通常時の時系列変動と、各観測時点が「異常」と判定できるかをしめす確率を算出することができ、図-1のような分解で災害による行動変化を定量的に検出できる。

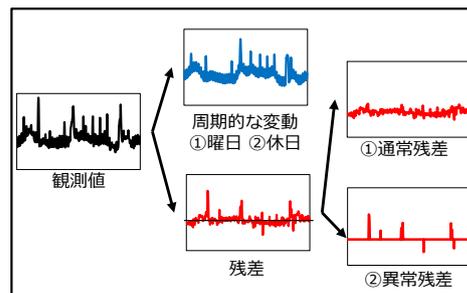


図-1. 時系列混合ガウスモデルによる分解

4. 研究成果

本研究では、上述のアプローチを用いて、おもに3種類の分析を実施した。一つ目が、日常的な行動を対象とした、「近距離行動における災害レジリエンス指標の分析」であり、本稿では、主要な結果の一つとして、計画連休に着目した解析結果を示す。二点目が、「長距離旅行行動における災害レジリエンス指標の分析」であり、本稿では長期間・網羅的に解析した主要な結果を示す。三点目が、新型コロナウイルス感染症による影響である。本研究計画は、感染症によるパンデミックの前に策定されたものであったために、予定にはなかった分析である。しかし、当初の解析実施時点を遅らせることによって、同様のデータ・モデル・設備によって解析が可能であり、かつこの期間の災害事象の抽出のために必須の分析であったことから、本研究プロジェクトの一環として実施した。その結果を、複数の論文として発表しているが、副次的な成果であり、分量の都合上、本稿では省略する。

(1) 近距離行動における災害レジリエンス指標の分析

まず、近距離の移動行動に対する災害の影響を分析するために、11都市の中心駅を含む500mメッシュの時系列変動の分解を行った。各都市において2-4の災害事象を対象としたため、33事例における主要駅での滞在変化を定量的に検出することができる。

図-2が、石川県小松市における平成30年台風21号によるダメージを受けた時の推定結果である。この図における青線が、通常時の推定値であり、赤線がモバイル空間統計による観測値、赤丸が混合ガウスモデルによる「異常」と判定した時点である。

この図を見ると、この一つの事象において、3種類の異常があることが分かる。1つ目が、災害発生時点からその日の夜にかけての来訪人数の減少であり、これは人々が通常の行動を取りやめた結果といえよう。2つ目が、災害発生時点より前の増加である。これは、災害時の行動取りやめに備えて、事前に通常と異なる行動をとっていたため、と推測される。さらに、3点目として、回復後にも来訪者数の増加が確認できる。これは、災害時にできなかった行動を遅らせて実施するためのものと推測できる。

この3種類の変化に着目して、その大きさを災害間で比較を行う。都市の間での比較を行うために、日常的な来訪量で基準をとり、その変化の量(図-2の面積)を日数換算で算出して比較した。表-1は、災害発生時点からの減少量(総被災量)の算出結果である。同様に、発災前の時点における増加量(事前増加量)も算出し、その特徴の比較を行った。

本稿では、本研究を通じて得られた主要な成果の一つである、「鉄道の計画運休」による影響の効果を述べていく。災害発生前から、運休の時点を計画的に策定・発信する政策で、この研究の対象事例の中では、17事例が該当する。そして、比較的近年の豪雨のみで適用されているため、地震や計画運休を実施していない豪雨の事例も複数存在する。これらの事例と、計画運休が実施された事例を比較して、「計画運休によって過剰に行動量の減少がおこったか?」と、「計画運休による人々の備えの行動(事前増加量)が促進されたのか?」の2点について確認していく。

そのための重回帰分析を行った結果が、表-2である。この重回帰分析では、地震の影響や都市構造の違いを除去するために、地震ダミーと場所ごとのダミーを追加してそれらの影響を取り除いたうえで、計画運休ダミーの影響を検出している。表-2の結果を見ると、5%有意水準では、事前増加量については正に、一日最大被災量(発災後の被災量で最大になった日の量)は負に有意であった。つまり、計画運休があることによって、事前の準備行動の増加と、最もピークとなる被災量が増えていない(逆に減っている可能性がある)ことを明らかにすることができた。これらの研究成果は、計画運休などの対策について、定量的に評価する際に重要なエビデンスの一つとしての価値が期待できる。

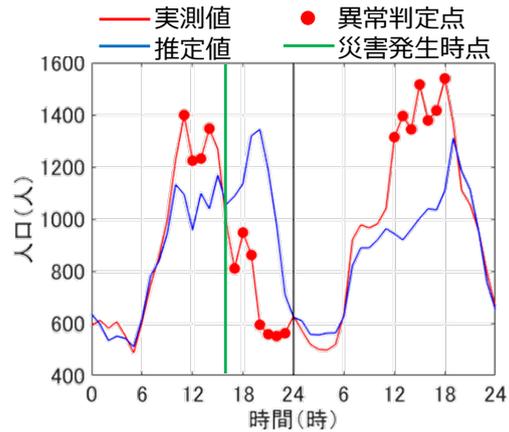


図-2. 推定結果の例

表-1. 総被災量の推定結果

災害名	場所	総被災		
		総被災期間	異常判定時間	総被災量
大阪北部地震	大阪駅	d*~d*+2	36	-0.758
平成30年台風21号		d*~d*+1	23	-0.861
令和4年台風14号		d*	17	-0.590
平成30年台風21号	京都駅	d*~d*+1	21	-0.782
令和3年8月豪雨		d*-1~d*+1	23	-0.534
令和4年台風14号	熊本駅	d*	9	-0.412
熊本地震		d*-2~d*+1	155	-8.092
九州北部豪雨		d*~d*+1	14	-0.322
令和2年7月豪雨	呉駅	d*-1~d*+1	22	-0.718
平成30年7月豪雨		d*-1~d*+6	97	-2.980
令和元年台風10号		d*~d*+3	30	-0.658
令和3年8月豪雨	小松駅	d*~d*+3	39	-0.828
令和4年台風14号		d*-1~d*+1	27	-1.041
平成30年台風21号		d*	7	-0.299
令和4年8月豪雨	佐賀駅	d*	8	-0.352
熊本地震		d*	10	-0.311
令和2年7月豪雨		d*-1~d*	19	-0.453
令和2年台風10号	千葉駅	d*	14	-0.665
令和4年台風11号		d*	15	-0.410
令和元年房総半島台風		d*-1~d*	23	-0.712
令和元年東日本台風	広島駅	d*-1~d*+2	51	-1.761
令和3年台風16号		d*-1~d*+2	22	-0.488
平成30年7月豪雨		d*-1~d*+2	41	-0.766
令和元年台風10号	福島駅	d*~d*+1	26	-1.035
令和3年8月豪雨		d*-3~d*+1	36	-0.841
令和4年台風14号		d*-1~d*+1	28	-0.978
令和元年東日本台風	松江駅	d*~d*+2	39	-1.340
福島県沖地震(2021)		d*	6	-0.259
福島県沖地震(2022)		d*	12	-0.394
令和3年7月6日からの大雨	松山駅	d*~d*+2	29	-0.640
令和4年台風14号		d*	14	-0.608
平成30年7月豪雨		d*-1~d*	12	-0.157
令和4年台風14号	松山駅	d*	14	-0.600

表-2. 計画運休による影響の重回帰分析結果 (一部抜粋)

被説明変数	説明変数	係数	p-value
事前増加量	計画運休ダミー	0.0496	0.046
	一日最大被災量	計画運休ダミー	-0.250

(2) 長距離行動における災害レジリエンス指標の分析

上述で述べたアプローチを、都道府県間旅行者数にも適用を行い、2014年3月1日から新型コロナウイルスの影響が出てくる直前の2020年2月29日までの6年間のデータから災害による「異常」情報を網羅的に検出した。ここでは、混合ガウスモデルで検出された「異常」のうちで、負の変化であり、災害白書に掲載の期間に該当する事象を抽出した。

このアプローチで算出された、都道府県間毎の以上による減少量（居住地-滞在地ペアごとの平均値で基準化することで、単位を「日」とした）を示したものが図-3であり、滞在地ごとに集計して図示したものが図-4である。

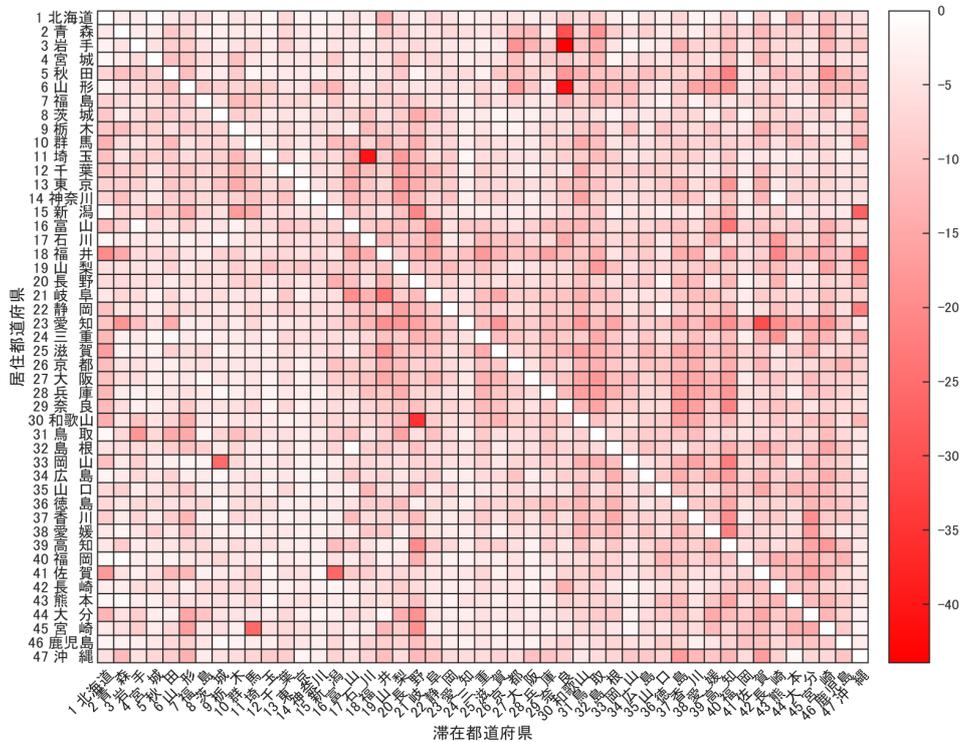


図-3. 全都道府県ペアごとの総累積被災量の算出結果

これらの算出結果から、被災量が大きい場所の特徴として、2種類の特徴が確認された。一つ目は、地域ブロックをまたぐ旅行量と比較して、地域ブロック内の旅行行動の方が、被災量が大きいことである。これは、比較的、代替や取りやめしやすい行動の割合が多いことによるものと思われる。二つ目は、図-4に示す滞在都道府県ごとの被災量を見ると、新幹線が整備されていない都道府県において被災量が大きいことが分かる。新幹線は、在来線と比較して整備規格が高いため、運休される頻度が低いうえに、飛行機と比較しても安定的な運航が可能であるために、新幹線の有無による影響が、このような形で検出されたものと思われる。これらの際は、仮説検定によっても差異があることが確認されている。

このように、本研究で提案したアプローチによって都道府県単位の災害脆弱性を定量化することに成功し、それによる影響の大きさを定量的に明らかにすることができた。

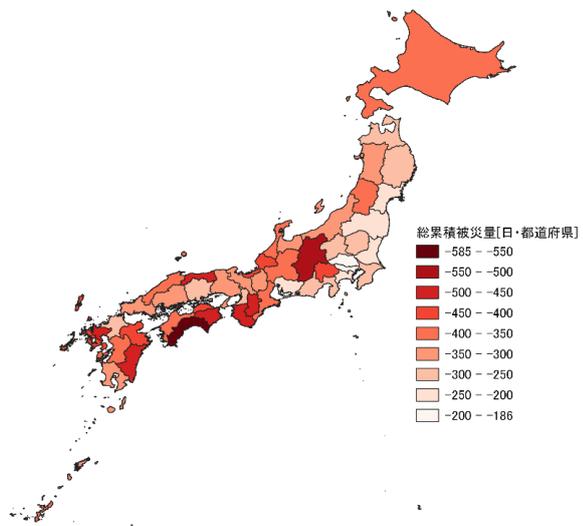


図-4. 滞在都道府県ごとの総累積被災量

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yamaguchi Hiromichi、Nakayama Shoichiro	4. 巻 176
2. 論文標題 Pattern analysis of Japanese long-distance travel change under the COVID-19 pandemic	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 103805 ~ 103805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2023.103805	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 NISHIWAKI Chise、OKUMURA Makoto、HIRANO Katsuya	4. 巻 78
2. 論文標題 昭和8年三陸津波後に計画された宮城県の津波対策における海岸堤防の位置づけ	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_327 ~ I_335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.78.5_I_327	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 奥村 誠、森合 一輝	4. 巻 advpub
2. 論文標題 浸水からの鉄道車両事前避難に関する決定木分析	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 運輸政策研究	6. 最初と最後の頁 6-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24639/tps.r.TPSR_26R_02	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 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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 FUKUDA Takumi, YAMAGUCHI Hiromichi, NAKAYAMA Shoichiro	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 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_469 ~ I_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_I_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 -

1. 著者名 NISHIWAKI Chise, OKUMURA Makoto, HIRANO Katsuya	4. 巻 77
2. 論文標題 ROCESS ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF TSUNAMI COUNTERMEASURES AFTER THE 1933 SHOWA SANRIKU TSUNAMI	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_359 ~ I_373
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_359	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 FUJITA Yusuke, YAMAGUCHI Hiromichi, NAKAYAMA Shoichiro	4. 巻 77
2. 論文標題 THE EFFECT OF SEASONAL VARIATION OF TRAVEL DEMAND ON OPTIMAL INTERCITY TRAVEL NETWORK	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	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 OGAWA Junpei, YAMAGUCHI Hiromichi, HONDA Ryo, INAHARA Risaki, NAKAYAMA Shoichiro	4. 巻 77
2. 論文標題 TIME-SERIES ANALYSIS OF BEHAVIORAL CHANGE IN KANAZAWA CITY UNDER COVID-19 PANDEMIC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 I_649 ~ I_662
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_649	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 HARADA Kaisei、YAMAGUCHI Hiromichi、SAGAE Masahiko	4. 巻 77
2. 論文標題 THE BEHAVIOR CHANGE IN INTER-PREFECTURE TRAVEL UNDER THE COVID-19 PANDEMIC: DETECTION BY SPARSE NON-NEGATIVE MATRIX FACTORIZATION	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 160 ~ 173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.77.2_160	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 Hara Yusuke、Yamaguchi Hiromichi	4. 巻 9
2. 論文標題 Japanese travel behavior trends and change under COVID-19 state-of-emergency declaration: Nationwide observation by mobile phone location data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transportation Research Interdisciplinary Perspectives	6. 最初と最後の頁 100288 ~ 100288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trip.2020.100288	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 SHIOZAKI Yuto、TAKAYAMA Yuki	4. 巻 76
2. 論文標題 ANALYSIS OF URBAN SYSTEMS' ABSORPTIVE CAPACITY TO TOLERATE EMIGRATION USING A NEW ECONOMIC GEOGRAPHY MODEL	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)	6. 最初と最後の頁 314 ~ 333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.4_314	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20件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Nguyen Manh Hung、Hiromichi Yamaguchi
2. 発表標題 Non-negative Matrix Factorization Approach for estimating the impact of COVID-19 on long-distance travel behavior
3. 学会等名 2023 ATRS world conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Albert Felim, Hironichi Yamaguchi
2. 発表標題 Time Series Models with Consideration of the Holiday Patterns for Domestic Long-Distance Travelers
3. 学会等名 2023 ATRS world conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山脇伶弥, 山口裕通
2. 発表標題 長距離旅行行動における災害時の被災・回復過程に関する研究
3. 学会等名 令和5年度 土木学会中部支部 研究発表会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 佐藤幸太, 山口裕通, 日比野直彦
2. 発表標題 携帯電話位置情報による分布情報と交通統計データを組み合わせた首都圏における 移動パターンの変化の分析
3. 学会等名 第67回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松枝篤輝, 山口裕通
2. 発表標題 混合効果モデルを用いた時点間比較における駅ごとの乗り換え抵抗の推定
3. 学会等名 第67回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥村誠, 赤塚昌哉
2. 発表標題 都市間人流データの逆解析によるコロナ蔓延後の企業業務構造の分析
3. 学会等名 応用地域学会2023年度研究発表大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥村誠, 赤塚昌哉
2. 発表標題 コロナ蔓延後の都道府県間業務交通量の変動と最適業務配置との関係
3. 学会等名 第67回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 奥村誠, 赤塚昌哉
2. 発表標題 出張業務最適化モデルによるコロナ禍の影響分析
3. 学会等名 応用地域学会2022年度研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤塚昌哉, 奥村誠
2. 発表標題 モバイル空間統計による近年の都市間移動パターンの変動分析 - 新型コロナウイルス感染症が出張移動に与えた影響に着目して -
3. 学会等名 第65回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柳澤智仁, 奥村誠
2. 発表標題 避難者分布の多様性に対応できる津波避難経路の指示方法
3. 学会等名 第65回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤田雄介, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 旅行需要の季節変動データに基づく最適なマルチモード都市間交通ネットワークの研究
3. 学会等名 第66回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 三方京生, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 都道府県間旅行情報に基づく都市の階層構造の分析
3. 学会等名 第66回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷井惇紀, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 連休効果を扱った都道府県間旅行需要モデルの研究
3. 学会等名 第66回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福田拓洋, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 重力型モデルを用いたコロナ禍での長距離旅行行動変化の分析
3. 学会等名 第65回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 示野慈朋, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 イベント効果に着目した流入人口の時系列解析
3. 学会等名 第65回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口裕通
2. 発表標題 長距離旅行量分布の規則性とその時空間的な特徴
3. 学会等名 第64回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口裕通
2. 発表標題 長距離旅行量分布の規則性とその時空間的な特徴
3. 学会等名 第64回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小川純平, 山口裕通, 本多了, 稲原里咲, 中山晶一郎
2. 発表標題 新型コロナウイルス禍における金沢市の移動行動変容分析
3. 学会等名 第63回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田村祐介, 山口裕通, 中山晶一郎
2. 発表標題 カレンダー上の休日配置に着目した都市間旅行の実施と宿泊日数選択モデルの検討
3. 学会等名 第62回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口裕通, 大塚直路, 中山晶一郎
2. 発表標題 イベント効果に着目した流入人口の時系列変動分析
3. 学会等名 第61回 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2020年

〔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	奥村 誠 (Okumura Makoto) (00194514)	東北大学・災害科学国際研究所・教授 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	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	塩崎 由人 (Shiozaki Yuto) (00824921)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・災害過程研究部門・特別研究員 (82102)	
研究分担者	水谷 大二郎 (Mizutani Daijiro) (30813414)	東北大学・工学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	中山 晶一郎 (Nakayama Shoichiro) (90334755)	金沢大学・融合科学系・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