

令和 4 年 12 月 1 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01552

研究課題名(和文) 社会経済現象を表す点事象の集積分析手法：データ流通時代の地域モニタリングに向けて

研究課題名(英文) Point cluster detection of socio-economic events for regional monitoring

研究代表者

井上 亮 (Inoue, Ryo)

東北大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：60401303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、地理空間データの種類である、事象(イベント)の発生地点や時点を記録した点事象データから、周辺と異なる高い事象発生確率を有する地域や期間を検出する新たな解析手法を構築した。提案手法は、機械学習手法の一つであるスパースモデリングに基づいている。また、ベイズ統計手法への拡張も行い、既往手法では不可能な推定結果の信頼性を明示できる方法を構築した。模擬データによる検証から、提案手法が既往手法を超える検出能力を持つことを、犯罪発生地点データなど実データへの適用から、地域分析手法としての有用性を有することを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地域の社会経済活動を記録した地理空間データは、地域現況のモニタリングやエビデンスに基づく政策決定に活用可能な情報を有しており、その解析手法開発は地理情報科学における重要課題の一つである。本研究では、事件・事故の発生や感染症発症など、事象が発生した地点・時点を記録する点事象データから、周辺と異なる高い事象発生確率を有する地域・期間を発見・抽出する手法を開発した。結果の信頼性を明示できる提案手法の分析結果は、科学的妥当性の高い評価を可能にする。本成果は、点事象データに基づく地域の実態把握の高度化に貢献できると期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed new analysis methods to detect regions and time periods with high event probabilities that differ from the surrounding areas from point event data, which is a type of geospatial data that records the occurrence points and time points of events. The proposed method is based on sparse modeling, a machine learning technique. We also extended the proposed methods to Bayesian statistical methods and developed methods that can clearly show the reliability of the estimation results, which is not possible with existing methods. The proposed methods are validated by using simulated data, and their usefulness as regional analysis methods is confirmed by applying them to real data such as crime location dataset.

研究分野：地理情報科学

キーワード：点事象 集積領域検出 スパースモデリング 空間的異質性 地域分析

1. 研究開始当初の背景

情報通信技術や測位技術の社会への普及に伴い、様々な社会経済活動について詳細な位置や時刻を記録した地理空間データが日々大量に観測・蓄積されている。加えて、各国・地方政府のオープンデータ戦略の進展に伴い、今まで行政組織内部のみで活用されていた多種の地理空間データの公開が進んでいる。地理空間データは、地域モニタリングや証拠に基づく政策決定に活用可能な有用な情報を有しているため、大量・多種類の地理空間データを融合した解析を可能とすると、地域の社会経済活動の現状把握や将来計画の立案に活用することが期待できる。この解析手法の検討は、都市・地域計画や地理情報科学分野における重要な研究課題の一つである。

本研究は、地理空間データの一つの、事象（イベント）の発生地点・時点を記録した点事象データに注目する。点事象データは、産業・企業の立地や、事件・事故の発生、感染症の発症など社会経済活動の一端を表す記録で、稀少動植物の生息など自然環境の表現にも使われる。

点事象分析の目的は、点分布の地理的・時間的傾向を解明することに加え、その時空間分布の全体傾向を把握した上で、周辺・前後と異なる特徴的な地域や時期を抽出し空間的に異質な地域を把握することである。例えば、疫学では特定の病気の発症率が高い地域や時期を抽出する分析（例えば、Kulldorff & Nagarwalla, 1995）が、犯罪学では事件の発生確率が高い地域や時期を抽出する分析（例えば、Shiode, 2011）が行われ、その要因の考察が行われてきた。本研究はこの、点事象の発生確率が他に比べて高い地域を抽出する「集積領域検出」に注目する。

既往の代表的手法は、疫学で開発された空間スキャン統計（Kulldorff & Nagarwalla, 1995; Kulldorff, 1997; Kulldorff, 2022）である。集積検出の最小空間分割単位となる小地域を設定した上で、一連の小地域群内側の点発生確率が外側と等しいとの帰無仮説に対し、内側の確率が外側よりも高いという対立仮説を設定する。対象領域を走査して様々な小地域群に対して対立仮説の帰無仮説に対する尤度比を算出した上で、多重検定問題を回避するため尤度比最大の小地域群を一つ選び、無作為点分布に基づく尤度比分布との比較で一つの帰無仮説の有意性を検定する。この方法では一度に一箇所の集積領域しか検定することができない課題があり、複数の集積領域を同時に検出できず、順番に検出する対応が取られる（例えば、Zhang et al., 2010）。また、一連の小地域群を集積領域候補として対立仮説・帰無仮説を設定するが、様々な大きさや形状の小地域群を集積領域候補と設定して分析することは難しく、探索範囲が限定的にならざるを得ない（例えば、Duczmal & Assunção, 2004）という課題も存在する。

一方、集積領域候補を事前設定せずに複数の集積領域を同時抽出できる方法として、False Discovery Rate (FDR・偽陽性率) 制御法に基づく分析手法が提案された（Caldas de Castro & Singer, 2006; Brundson & Charlton, 2011）。事前設定した小地域毎に、内外の点事象発生確率が異なるとの対立仮説を設定し、その p 値に基づいて FDR の期待値を一定以下に抑える条件で集積領域を検出する。理論的に明快だが、集積領域か否かは各小地域で判断され、同程度の集積性を有する一連の小地域の抽出はできない。また、高空間解像度の分析を目指して空間検出単位を細かくすると集積領域が検出されにくくなるため、分析の空間解像度を調整する必要がある。

また新たな接近法として、スパースモデリングに基づく手法が提案されている。Lasso (Tibshirani, 1996) は、線形回帰モデルの最小二乗推定に対し係数に関する L_1 正則化を導入し、多くの係数推定値が 0 の疎な解を求める手法である。Lasso を拡張した generalized (fused) lasso (Tibshirani & Taylor, 2011) は、係数に隣接関係を設定して隣接する係数の差に関する L_1 正則化項を導入して、一部の隣接係数の推定値が等しい結果を得る。分析空間単位とする小地域毎に係数を設定し、小地域の地理的隣接関係に合わせて係数の隣接関係を設定したモデルに対して、係数に対する L_1 正則化と隣接係数の差に対する L_1 正則化を導入した generalized lasso で推定すれば、分析対象領域全体の傾向と一致する小地域の係数を 0 に、一致しない小地域の係数を 0 以外に推定し、そのうち隣接する小地域の傾向に近い一連の係数を同じ値に推定した結果が得られる。

Wang & Rodríguez (2005) やその一般化を果たした Choi et al. (2018) は、generalized lasso を応用した点事象集積領域の検出法を提案した。各小地域の点事象数がポアソン分布に従うことを仮定し、その母数が対象領域全体の係数と各小地域固有の係数の和で表される。Generalized lasso による推定により、対象領域全体と点発生確率が異なる小地域の係数のみが 0 以外に、またその水準が同じ一連の小地域群の係数を同値に推定できる。この手法は、空間スキャン統計や FDR 制御法に基づく既存の分析手法の課題を解決可能な手法と評価できる。

ただし、lasso 推定は推定値が 0 に近づく方向にバイアスを持ち、また変数選択の一致性を持たないことが知られており（例えば、Fan & Li, 2001）、推定結果の意味解釈に課題がある。また、推定値の信頼区間が得られないため、推定結果の有意性を議論できないという課題がある。

Lasso 推定の課題解決法の一つは、MCP (Zhan, 2010) などの非凸な制約による正則化である。0 から離れたところでは推定値のバイアスがなくなり、変数選択の一致性を有することが知られている。MCP は generalized lasso と同様に隣接係数の差に対する正則化への拡張も行われており (Jing et al., 2018)、点事象集積領域分析手法への応用可能性が期待できる。

また、スパースモデリングでは、係数は点推定値として出力されるだけで、その不確実性に関する情報は得られない。この不確実性を定量的に評価できる方法として、ベイズ推定が挙げられる。ベイズ推定では、統計モデルの係数自身を確率変数として扱い、係数の従う確率分布を推定

する。係数の取り得る値に関して何らかの事前知識を有している場合、その知識を表現した確率分布を事前分布として与えることができる。一部の係数の真値が 0 という事前知識を表現する事前分布として、ラプラス分布や NEG (Normal-Exponential-Gamma) 分布など 0 に鋭いピークを持つ分布が知られている。これらを事前分布に設定した推定の理論的性質として、ラプラス分布では事後分布の最頻値 (MAP 推定値) が lasso 推定値に一致すること (Tibshirani, 1996) や、NEG 分布を設定すると lasso 推定のバイアスを改善できること (Griffin & Brown, 2011) が明らかになっている。これらを活用したベイズ推定を行うと、係数推定値の分布が得られ、集積領域検出結果の信頼区間を明示することが可能になる。

以上の 2 つの研究の方向性に従いスパースモデリングに基づく点事象集積領域分析手法を開発すると、既存の lasso 推定に基づく分析手法が有する課題を解決することが可能になり、長年議論されてきた点事象集積領域分析の有効性を向上させることができると期待できる。

2. 研究の目的

本研究は、犯罪発生や企業立地などの地点・時点を表す点事象データを対象に、他地域と異なる点事象分布傾向を示す小地域を発見・抽出する新たな分析手法として、fused-MCP に基づく検出手法、および、generalized lasso や fused MCP と同等の推定が可能で、かつ、係数推定値の分布が得られ推定結果の信頼性を評価できるベイズ統計手法の開発を目的とする。

3. 研究の方法

(1) Fused-MCP に基づく点事象集積領域手法の開発

点事象分布に対してポアソン点過程を仮定した上で、集積領域検出問題を fused-MCP の罰則項付ポアソン対数尤度関数最大化として定式化した。Choi et al. (2018) と Jing et al. (2018) で用いられた MM アルゴリズム (Hunter & Li, 2005) を活用したアルゴリズムを構築した。

① 提案手法の概要

地域 $i (= 1, \dots, n)$ の点事象数 y_i と、全域で共通の共変量 $\mathbf{x}_i = (1, x_{i1}, \dots, x_{ip})^T$ の関係を共変量係数ベクトル $\boldsymbol{\beta} = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)^T$ (β_0 は定数項) で表し、それでは表せない地域 i に固有の影響を集積性係数 α_i で表すモデルを考える。本モデルで $\alpha_i > 0$ は、地域 i が他地域より点事象数の多い領域であることを表す。人口や面積など地域 i の大きさを表すオフセット項を e_i と記すと、ポアソン回帰モデルは式 (1) で表される。

$$\ln E(y_i) = \ln e_i + \alpha_i + \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} \quad (1)$$

各地域の集積性係数、隣接地域の集積性係数の差、全域共通の共変量係数に MCP 関数

$$\rho(t; \lambda, \gamma) = \lambda \int_0^t \left(1 - \frac{x}{\gamma \lambda}\right)_+ dx \quad (2)$$

による正則化を導入した、対数尤度最大化で係数を推定する。 $\boldsymbol{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)^T$, C を隣接地域対の集合、 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ をハイパーパラメータとすると、係数推定は式 (3) で定式化できる。

$$\min_{\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}} \left[-\ell(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n \rho(|\alpha_i|; \lambda_1, \gamma_1) + \sum_{(k,l) \in C} \rho(|\alpha_k - \alpha_l|; \lambda_2, \gamma_2) + \sum_{j=1}^p \rho(|\beta_j|; \lambda_3, \gamma_3) \right] \quad (3)$$

ただし、ポアソン対数尤度関数 $\ell(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta})$ は定数部を省略した式 (4) である。

$$\ell(\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^n \left[y_i (\ln e_i + \alpha_i + \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) - \exp(\ln e_i + \alpha_i + \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) \right] \quad (4)$$

この推定に対し、式 (3) の目的関数を二次関数に近似し、 $\boldsymbol{\alpha}, \boldsymbol{\beta}$ を交互に固定して MM アルゴリズムで解く方法を構築した。6 種類のハイパーパラメータ ($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$) の決定方法として、4 種類の情報量規準 (AIC (Akaike, 1974), BIC (Schwarz, 1978), Bias-Corrected AIC (Kamo et al., 2013), Extended BIC (Chen & Chen, 2008)) を検討した。

② 点事象分布の模擬データを用いた性能評価実験

一部に点発生密度が異なる集積領域を設定した模擬データを生成して、点事象集積領域検出を行い、提案手法の性能を評価した。評価指標は、検出力、誤検出率、偽陽性率を用いた。

集積検出結果の検出例を図-1、40 回の実験による検出力・誤検出率・偽陽性率の結果を表-1 で示す。実験から、ハイパーパラメータを EBIC に基づき評価すると、提案手法は、誤検出が少なく、点密度比が大きい場合には高い検出力を有する事象集積領域抽出ができることを確認した。

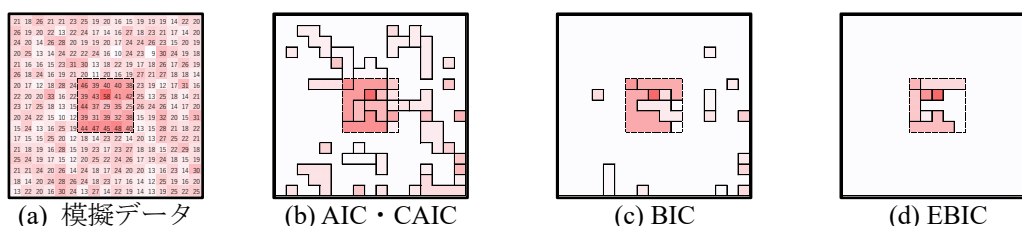


図-1 集積領域外平均点数20点、集積領域内平均点数40点の設定による分析例

表-1 各設定40回の実験による結果

(a) 検出力							(b) 誤検出率							(c) 偽陽性率													
検出力 集積領域外 平均点数	点密度比						集積領域外 平均点数	点密度比						集積領域外 平均点数	点密度比												
	AIC-CAIC	1.5	1.75	2	BIC	1.5		1.75	2	EBIC	1.5	1.75	2		AIC-CAIC	1.5	1.75	2	BIC	1.5	1.75	2	EBIC	1.5	1.75	2	
10	0.583	0.757	0.908	0.008	0.196	0.570	0.002	0.021	0.294	0.758	0.723	0.684	0.273	0.227	0.181	0.000	0.250	0.145	0.173	0.187	0.186	0.000	0.005	0.012	0.000	0.001	0.005
15	0.711	0.854	0.940	0.037	0.435	0.775	0.000	0.093	0.566	0.658	0.651	0.653	0.431	0.294	0.238	0.000	0.238	0.264	0.129	0.151	0.168	0.003	0.017	0.023	0.000	0.003	0.019
20	0.748	0.914	0.967	0.087	0.595	0.850	0.009	0.274	0.725	0.675	0.641	0.640	0.336	0.330	0.316	0.000	0.237	0.302	0.147	0.154	0.163	0.004	0.028	0.037	0.000	0.008	0.030
40	0.925	0.984	0.998	0.547	0.900	0.975	0.208	0.868	0.960	0.649	0.657	0.650	0.211	0.277	0.229	0.137	0.129	0.118	0.162	0.178	0.178	0.014	0.033	0.027	0.003	0.012	0.012
60	0.975	1.000	1.000	0.793	0.976	0.998	0.690	0.959	0.990	0.690	0.621	0.651	0.224	0.242	0.246	0.217	0.232	0.190	0.205	0.155	0.177	0.022	0.030	0.031	0.018	0.027	0.022
80	0.984	0.999	1.000	0.884	0.990	0.999	0.767	0.979	0.998	0.606	0.627	0.627	0.293	0.286	0.355	0.258	0.278	0.270	0.143	0.159	0.156	0.035	0.038	0.052	0.025	0.036	0.035

(2) Generalized lasso および fused-MCP と対応したベイズ推定手法の開発

① 提案する共変量に対する事前分布と提案手法の概要

式 (1) のモデルに対し、正則化と同等の効果を有するベイズ推定手法を提案した。以後、対象領域全域で共通の共変量係数のうち、定数項を除いた共変量係数ベクトルを $\tilde{\beta}$ と表記し、 $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)^T = (\beta_0, \tilde{\beta}^T)^T$ と表す。まず、式 (1) のポアソン回帰モデルの定数項は通常0とならないため正則化を行わず、定数項 β_0 の事前分布 $\pi(\beta_0)$ は無情報事前分布とする。

Generalized lassoに対応する推定では、ハイパーパラメータ $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を用い、 α と $\tilde{\beta}$ の事前分布に複数のラプラス分布から構成される同時分布 $\pi(\alpha, \tilde{\beta} | \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ を設定する。

$$\pi(\alpha, \tilde{\beta} | \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \prod_{(i,j) \in C} \exp(-\lambda_1 |\alpha_i - \alpha_j|) \prod_{i=1}^n \exp(-\lambda_2 |\alpha_i|) \prod_{i=1}^p \exp(-\lambda_3 |\beta_i|) \quad (5)$$

尤度関数・事前分布から導出される事後同時分布を対数変換すると Choi *et al.* (2018) による正則化項付き尤度関数と一致することが確認できた。

一方、Fused-MCP に対応した推定では、式 (5) の事前分布を、隣接地域の集積性パラメータの差に対する事前分布をNEG 分布で置換した定式化を行った。ハイパーパラメータを $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \gamma$ とし、 $\alpha, \tilde{\beta}$ の事前分布に次式を設定する。

$$\pi(\alpha, \tilde{\beta} | \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \gamma) = \prod_{(i,j) \in C} \text{NEG}(\alpha_i - \alpha_j | \lambda_1, \gamma) \prod_{i=1}^n \exp(-\lambda_2 |\alpha_i|) \prod_{i=1}^p \exp(-\lambda_3 |\beta_i|) \quad (6)$$

ただしNEG 分布の確率密度関数は、2つの係数 $\lambda \in \mathbb{R}^2, \gamma \in \mathbb{R}^+$ を持つ式 (7) である。

$$\text{NEG}(z | \lambda, \gamma) = \iint N(z | 0, \tau^2) \text{Exp}(\tau^2 | w) \text{Ga}(w | \gamma, \gamma \lambda^2) d\tau^2 dw \prod_{(i,j) \in C} \text{NEG}(\alpha_i - \alpha_j | \lambda_1, \gamma) \prod_{i=1}^n \exp(-\lambda_2 |\alpha_i|) \prod_{i=1}^p \exp(-\lambda_3 |\beta_i|) \quad (7)$$

ラプラス分布が誘導する推定量は、真値が非 0 のパラメータもすべて 0 方向に縮小推定するのに対し、NEG 分布が誘導するスパース推定量は、パラメータの絶対値が大きくなるにつれてバイアスが減少する性質を有する (Griffin & Brown, 2011)。そのため、隣接する集積性パラメータの差に対する事前分布をラプラス分布から NEG 分布に置換することにより、集積領域と非集積領域がより明瞭に分離され、集積領域の検出性能が向上することが期待される。

なお、ハイパーパラメータは、マルコフ連鎖列が収束判定を満たし、かつ情報量規準WAIC (Watanabe, 2010)が最小との条件で決定する。

② シミュレーションデータを用いた性能評価実験

一部に集積領域を設定した模擬データを生成して、点事象集積領域検出を行い、提案手法の性能を評価した。分析結果の一例を図-2に、30回の実験による検出力・偽陽性率を表-2で示す。

実験から、ベイズ推定に基づく両手法とも、推定結果の信頼性を議論できる情報を提供できること、また、fused-MCPに対応した事前分布がNEG分布としたベイズ推定により、generalized lasso 推定に対応した事前分布がラプラス分布としたベイズ推定よりも、精度の高い点事象集積領域検出が実行できることを確認した。

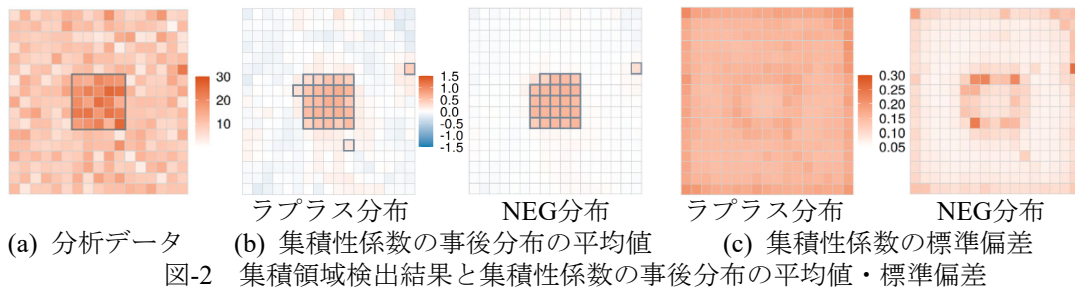


表-2 事後分布の標準偏差

(a) 検出力						(b) 偽陽性率					
集積領域外 平均点数	点密度比					集積領域外 平均点数	点密度比				
	1.25	1.5	2	2.5	3		1.25	1.5	2	2.5	3
ラプラス 分布	10	0.075	0.597	0.965	0.997	1	0.005	0.009	0.018	0.021	0.016
	20	0.233	0.892	0.999	1	1	0.004	0.012	0.015	0.014	0.015
	30	0.491	0.935	0.999	1	1	0.009	0.019	0.017	0.017	0.019
NEG 分布	10	0.087	0.609	0.963	0.991	0.997	0.006	0.009	0.002	0.003	0
	20	0.205	0.888	0.991	1	1	0.004	0.006	0	0	0
	30	0.473	0.928	0.996	1	1	0.011	0.007	0.002	0	0

4. 研究成果

本研究は、スパースモデリングに基づく点事象集積領域検出に関する分析手法を開発した。まず fused-MCP に基づく点事象集積領域検出問題を定式化、その推定アルゴリズムを構築し、模擬データを用いた実験を通して、提案手法は generalized lasso に基づく既存手法より誤検出率の低い、高精度の分析が可能であることを確認した。また、generalized lasso および fused-MCP に基づく点事象集積領域検出手法をベイズ統計手法として拡張し、推定結果の不確実性に関する情報を得られる分析手法を構築した。模擬データを用いた実験を通して、推定係数値の分布が得られ推定結果の不確実性を踏まえた議論ができるようになること、また、fused-MCP に基づく推定手法がより高い性能を有することを確認した。

スパースモデリングに注目した本研究の接近法は、地理情報科学分野で関心が強い、異質な地域を抽出する空間的異質性分析にも応用可能で、その検討も本研究と同時に実施してきた。本接近法は、小地域単位で離散的に空間現象の生成過程が変化することを仮定するが、既往分析手法の大半は空間上で連続的に空間現象の生成過程が変化することを仮定する。実際の空間現象の生成過程では、離散的・連続的な空間的異質性が同時に生起している例も多く観察され、本研究の成果と既往手法を融合した新たな分析手法の開発が不可欠である。今後、本研究成果を活用し、新たな空間的異質性分析手法を構築し、地理空間データに基づく地域分析の可能性を拡張することを検討する。

参考文献

- Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, **19**(6): 716–723.
- Brunsdon, C. & Charlton, M. (2011) An assessment of the effectiveness of multiple hypothesis testing for geographical anomaly detection. *Environment and Planning B: Planning and Design*, **38** (2): 216–230.
- Caldas de Castro, M. & Singer, B. H. (2006) Controlling the false discovery rate: A new application to account for multiple and dependent tests in local statistics of spatial association. *Geographical Analysis*, **38**, 180–208.
- Chen, J. & Chen, Z. (2008) Extended Bayesian information criteria for model selection with large model spaces. *Biometrika*, **95** (3): 759–771.
- Choi, H., Song, E., Hwang, S. S., & Lee, W. (2018) A modified generalized lasso algorithm to detect local spatial clusters for count data. *ASTA Advances in Statistical Analysis*, **102** (4): 537–563.
- Duczmal, L. & Assunção, R. (2004) A simulated annealing strategy for the detection of arbitrarily shaped spatial clusters. *Computational Statistics and Data Analysis*, **45**: 269–286.
- Fan, J. & Li, R. (2001) Variable selection via nonconcave penalized likelihood and its oracle properties. *Journal of the American Statistical Association*, **95**:1348–1360.
- Griffin, J. E. & Brown, P. J. (2011) Bayesian hyper-lassos with non-convex penalization. *Australian & New Zealand Journal of Statistics*, **53** (4): 423–442.
- Hunter, D. R. & Li, R. (2005) Variable selection using MM algorithms. *The Annals of statistics*, **33**(4):1617–1642.
- Jing, B., Yang, G., Yu, X., & Zhang, C. (2018) Fused-MCP with application to signal processing. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, **27**(4): 872–886.
- Kamo, K., Yanagihara, H., & Satoh, K. (2013) Bias-Corrected AIC for selecting variables in Poisson regression models. *Communication in Statistics- Theory and Methods*, **42**: 1911–1921.
- Kulldorff, M. & Nagarwalla, N. (1995) Spatial disease clusters: detection and inference. *Statistics in Medicine*, **14** (8): 799–810.
- Kulldorff, M. (1997) A spatial scan statistic. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, **26**: 1481–1496.
- Kulldorff, M. (2022) *SaTScan v10.0.2: Software for the Spatial, Temporal, and Space-Time Scan Statistics*. <https://www.satscan.org/>.
- Schwarz, G. (1978) Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics*, **6** (2): 461–464.
- Shiode, S. (2011) Street-level spatial scan statistic and STAC for analysing street crime concentrations. *Transactions in GIS*, **15** (3): 365–383.
- Tibshirani, R. J. (1996) Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, **58** (1): 267–288.
- Tibshirani, R. & Taylor, J. (2011) The solution path of the generalized lasso. *The Annals of Statistics*, **39** (3): 1335–1371.
- Wang, H. & Rodríguez, A. (2014) Identifying pediatric cancer clusters in Florida using loglinear models and generalized lasso penalties. *Statistics and Public Policy*, **1**(1): 86–96.
- Watanabe, S. (2010) Asymptotic equivalence of Bayes cross validation and widely applicable information criterion in singular learning theory. *Journal of Machine Learning Research*, **11**: 3571–3594.
- Zhang, C. H. (2010) Nearly unbiased variable selection under minimax concave penalty. *The Annals of Statistics*, **38**: 894–942.
- Zhang, Z., Assunção, R., & Kulldorff, M. (2010) Spatial scan statistics adjusted for multiple clusters. *Journal of Probability and Statistics*, Article ID 642379.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 MASUDA Ryo; INOUE Ryo	4. 巻 11
2. 論文標題 Point Event Cluster Detection via the Bayesian Generalized Fused Lasso	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 187 ~ 187
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijgi11030187	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 PENG Zhan; INOUE Ryo	4. 巻 -
2. 論文標題 Specifying multi-scale spatial heterogeneity in the rental housing market: The case of the Tokyo metropolitan area	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 11th International Conference on Geographic Information Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.25436/E2201T	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 彭 湛, 井上 亮	4. 巻 30
2. 論文標題 RE-ESF-SVCとfused lassoを融合した空間的異質性分析手法の提案	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C-1-1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 竹本 一至, 井上 亮	4. 巻 30
2. 論文標題 Group lassoに基づく複数階層の領域分割に依存した空間的異質性の抽出	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C-1-3
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 伊藤 翔, 井上 亮	4. 巻 30
2. 論文標題 Fused LASSOを導入した空間相互作用モデルによる機能地域抽出	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C-1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 INOUE Ryo; ISHIYAMA Rihoko; SUGIURA Ayako	4. 巻 3
2. 論文標題 Identifying local differences with fused-MCP: an apartment rental market case study on geographical segmentation detection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 183-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-019-00070-y	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 井上 亮, 石山 里穂子, 杉浦 綾子	4. 巻 76
2. 論文標題 東京都区部の賃貸マンション市場の地理的分割の実態把握 - スパースモデリングによるアプローチ -	5. 発行年 2020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 251 ~ 263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.76.3_251	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 増田 亮, 井上 亮	4. 巻 29
2. 論文標題 ベイズ推定を応用したスパースモデリングによる集積領域検出手法の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C24-1-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 田 皓一郎, 井上 亮	4. 巻 29
2. 論文標題 異なる空間スケールの異質性を考慮可能な分析法の提案 空間可変パラメータモデルとスパースモデリングの融合アプローチ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C24-2-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 竹本 一至, 井上 亮	4. 巻 29
2. 論文標題 Fused-MCPIに基づく点事象集積領域検出におけるハイパーパラメータ設定方法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 C24-3-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 神田 兵庫, 磯田 弦, 中谷 友樹	4. 巻 72
2. 論文標題 人口減少局面における日本の都市構造の変遷	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 季刊地理学	6. 最初と最後の頁 91-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 笠原 有貴, 中谷 友樹, 磯田 弦, 柴田 嶺	4. 巻 29
2. 論文標題 遅延時間を含めたバスの運行状態の時空間的な可視化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 P-08
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 瀧宮 健介, 磯田 弦, 中谷 友樹, 埴淵 知哉	4. 巻 29
2. 論文標題 エージェントベースモデルによる公共交通網が都市構造に及ぼす影響の検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 B25-2-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 植田 雄登, 中谷 友樹, 磯田 弦, 埴淵 知哉	4. 巻 29
2. 論文標題 社会・建造環境を含めたジオデモグラフィクスの拡張	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 C25-2-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 佐藤 瞭平, 磯田 弦, 中谷 友樹, 関根 良平	4. 巻 29
2. 論文標題 一般廃棄物最終処分場の立地に関する研究 - NIMBY施設の適正立地に向けて -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 B25-3-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 OGAS-MENDEZ Alberto Federico; ISODA Yuzuru; NAKAYA Tomoki	4. 巻 117
2. 論文標題 Strong, weak, or reversed: The spatial heterogeneities in the effects of squatter settlements on house prices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cities	6. 最初と最後の頁 103304 ~ 103304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cities.2021.103304	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 OGAS-MENDEZ Alberto FEDERICO; ISODA Yuzuru	4. 巻 10
2. 論文標題 Examining the Effect of Squatter Settlements in the Evolution of Spatial Fragmentation in the Housing Market of the City of Buenos Aires by Using Geographical Weighted Regression	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 359 ~ 359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi10060359	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 INOUE Ryo; ISHIYAMA Rihoko; SUGIURA Ayako	4. 巻 -
2. 論文標題 Identifying local differences with fused-MCP: An apartment rental market case study on geographical segmentation detection	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Statistics and Data Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42081-019-00070-y	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 DEN Koichiro; INOUE Ryo	4. 巻 -
2. 論文標題 Extracting area and period of influence of new rail service on real estate market using fused-MCP	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GeoComputation 2019	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17608/k6.auckland.9842270.v1	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 井上 亮	4. 巻 -
2. 論文標題 局所の特徴を抽出する: Fused-MCPに基づく地域分析の可能性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第31回RAMP数理最適化シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 143-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 井上 亮, 木元 拓志	4. 巻 28
2. 論文標題 Fused-MCPに基づく点事象集積領域検出手法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 E-5-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 石山 里穂子, 井上 亮	4. 巻 28
2. 論文標題 スパースモデリングに基づく空間相関構造が変化する空間領域境界の抽出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 E-6-1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 ISODA Yuzuru; MURANAKA Akio; TANIBATA Go; HANAOKA Kazumasa; OHMURA Junzo; TSUKAMOTO Akihiro	4. 巻 8(10)
2. 論文標題 Strengths of Exaggerated Tsunami-Originated Placenames: Disaster Subculture in Sanriku Coast, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 429
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi8100429	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 ISODA Yuzuru; MASUDA Satoru; NISHIYAMA Shin-Ichi	4. 巻 14 (8)
2. 論文標題 Effects of Post Disaster Aid Measures to Firms: Evidence from Tohoku University Earthquake Recovery Firm Survey 2012-2015	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Disaster Research	6. 最初と最後の頁 1030-1046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jdr.2019.p1030	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 INOUE Ryo; ISHIYAMA Rihoko; SUGIURA Ayako	4. 巻 -
2. 論文標題 Identification of geographical segmentation of the rental apartment market in the Tokyo Metropolitan Area	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 10th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2018)	6. 最初と最後の頁 32:1-32:6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4230/LIPIcs.GISCIENCE.2018.32	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 井上 亮, 石山 里穂子, 杉浦 綾子	4. 巻 57
2. 論文標題 東京都区部の賃貸住宅市場における地理的区分の把握 - スパースモデリングによるアプローチ -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 幕内 加南子, 井上 亮	4. 巻 57
2. 論文標題 全産業の空間分布を考慮した産業集積・共集積の検出手法の提案	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 石山 里穂子, 井上 亮, 杉浦 綾子	4. 巻 27
2. 論文標題 局所的な住宅賃料形成の違いの抽出 - 東京都心区を対象とした分析 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理情報システム学会 学術研究発表大会講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 石山 里穂子, 井上 亮, 杉浦 綾子	4. 巻 58
2. 論文標題 賃貸住宅市場の局所的な地理的分割の実態把握 - 渋谷区を対象に -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木計画学研究・講演集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 磯田 弦	4. 巻 63(6)
2. 論文標題 田園回帰は反都市化のさきがけか？	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理	6. 最初と最後の頁 35-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 吉川 湧太, 小松 謙, 磯田 弦, 関根 良平, 中谷 友樹	4. 巻 27
2. 論文標題 電動アシスト付き自転車バイクシェアの費用距離 仙台市ダテバイクの場合	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理情報システム学会講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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32件（うち招待講演 3件／うち国際学会 10件）

1. 発表者名 INOUE Ryo; DEN Koichiro
2. 発表標題 Identifying global and local spatial heterogeneity in apartment rent in the Tokyo metropolitan area
3. 学会等名 15th World Conference of the Spatial Econometrics Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 PENG Zhan; INOUE Ryo
2. 発表標題 Specifying multi-scale spatial heterogeneity in the rental housing market: The case of the Tokyo metropolitan area
3. 学会等名 11th International Conference on Geographic Information Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 彭 湛, 井上 亮
2. 発表標題 RE-ESF-SVCとfused lassoを融合した空間的異質性分析手法の提案
3. 学会等名 地理情報システム学会第30回学術研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹本 一至, 井上 亮
2. 発表標題 Group lassoに基づく複数階層の領域分割に依存した空間的異質性の抽出
3. 学会等名 地理情報システム学会第30回学術研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤 翔, 井上 亮
2. 発表標題 Fused LASSOを導入した空間相互作用モデルによる機能地域抽出
3. 学会等名 地理情報システム学会第30回学術研究発表大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 PENG Zhan; INOUE Ryo
2. 発表標題 Specifying spatial heterogeneity in the rental housing market in the Tokyo Metropolitan Area: An analysis by random effects eigenvector spatial filtering-based spatially varying coefficients (RE-ESF-SVC) model
3. 学会等名 10th International Conference on Earth Observations and Societal Impacts (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 PENG Zhan; Inoue Ryo
2. 発表標題 Identifying multi-scale spatial heterogeneity in the urban housing market: A fusion approach combining random effects eigenvector spatially filtering-based spatially varying coefficient (RE-ESF-SVC) model with fused LASSO
3. 学会等名 2022 Annual Meeting of Association of American Geographers (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 増田 亮, 井上 亮
2. 発表標題 ベイズ推定を応用したスパースモデリングによる集積領域検出手法の提案
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田 皓一郎, 井上 亮
2. 発表標題 異なる空間スケールの異質性を考慮可能な分析法の提案 空間可変パラメータモデルとスパースモデリングの融合アプローチ
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹本 一至, 井上 亮
2. 発表標題 Fused-MCPに基づく点事象集積領域検出におけるハイパーパラメータ設定方法
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水 遼, 磯田 弦
2. 発表標題 人口減少社会における市街地拡大 - 都市計画制度との関連性の検討 -
3. 学会等名 2020年度東北地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笠原 有貴, 中谷 友樹, 磯田 弦, 柴田 嶺
2. 発表標題 遅延時間を含めたバスの運行状態の時空間的な可視化
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 瀧宮 健介, 磯田 弦, 中谷 友樹, 埴淵 知哉
2. 発表標題 エージェントベースドモデルによる公共交通網が都市構造に及ぼす影響の検討
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 植田 雄登, 中谷 友樹, 磯田 弦, 埴淵 知哉
2. 発表標題 社会・建造環境を含めたジオデモグラフィクスの拡張
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 瞭平, 磯田 弦, 中谷 友樹, 関根 良平
2. 発表標題 一般廃棄物最終処分場の立地に関する研究 - NIMBY施設の適正立地に向けて -
3. 学会等名 地理情報システム学会第29回学術研究発表大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 INOUE Ryo; KIMOTO Hiroshi
2. 発表標題 Point-event cluster detection based on fused-MCP
3. 学会等名 Spatial Statistics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 KANAMORI Ryo
2. 発表標題 Analysis of traffic accident frequency using data of subjective driving-stress as a preventive indicator
3. 学会等名 Spatial Statistics 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 DEN Koichiro; INOUE Ryo
2. 発表標題 Extracting area and period of influence of new rail service on real estate market using fused-MCP
3. 学会等名 GeoComputation 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田 皓一郎, 井上 亮
2. 発表標題 都市内鉄道整備が不動産価格に与えた時空間上影響範囲の抽出
3. 学会等名 地理情報システム学会 学術研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 亮
2. 発表標題 局所の特徴を抽出する: Fused-MCPIに基づく地域分析の可能性
3. 学会等名 第31回RAMP数理最適化シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 INOUE Ryo; ISHIYAMA Rihoko; SUGIURA Ayako
2. 発表標題 Identification of geographical segmentation of the rental apartment market in the Tokyo Metropolitan Area
3. 学会等名 10th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 亮
2. 発表標題 不動産価格形成の実態把握に向けて 空間統計手法と機械学習手法によるアプローチ
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 東北支部 支部研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井上 亮
2. 発表標題 Fused MCPを利用した地域分析の可能性 - 点事象の集積検出と不動産市場の地理的分割分析への応用 -
3. 学会等名 第13回日本統計学会春期集会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 INOUE Ryo
2. 発表標題 Sparse modelling approach to identify geographical segmentation of rental apartment market in the Tokyo metropolitan area
3. 学会等名 CUSP London Seminar Series, King 's College London
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上 亮, 石山 里穂子, 杉浦 綾子
2. 発表標題 東京都区部の賃貸住宅市場における地理的区分の把握 - スパースモデリングによるアプローチ -
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 幕内 加南子, 井上 亮
2. 発表標題 全産業の空間分布を考慮した産業集積・共集積の検出手法の提案
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石山 里穂子, 井上 亮, 杉浦 綾子
2. 発表標題 局所的な住宅賃料形成の違いの抽出 - 東京都心区を対象とした分析 -
3. 学会等名 地理情報システム学会 学術研究発表大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石山 里穂子, 井上 亮, 杉浦 綾子
2. 発表標題 賃貸住宅市場の局所的な地理的分割の実態把握 - 渋谷区を対象に -
3. 学会等名 土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ISODA Yuzuru
2. 発表標題 Transforming a real-world polycentric city into a monocentric model using generalized mean distance to centers
3. 学会等名 International Conference on Spatial Analysis and Modeling (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 KOMATSU Ken; ISODA Yuzuru
2. 発表標題 An estimation of tsunami death rate at place of activity using spatial interaction model
3. 学会等名 International Conference on Spatial Analysis and Modeling (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神田 兵庫, 磯田 弦, 中谷 友樹
2. 発表標題 日本の都市雇用圏における都市縮小の諸形態
3. 学会等名 第27回地理情報システム学会学術研究発表大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉川 湧太, 小松 謙, 磯田 弦, 関根 良平, 中谷 友樹
2. 発表標題 電動アシスト付き自転車バイクシェアの費用距離 仙台市ダテバイクの場合
3. 学会等名 第27回地理情報システム学会研究発表大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 磯田弦・田中誠也	4. 発行年 2019年
2. 出版社 ユーザー居住地の推定方法	5. 総ページ数 7
3. 書名 桐村喬 編「ツイッターの空間分析」	

〔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	磯田 弦 (ISODA Yuzuru) (70368009)	東北大学・理学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	金森 亮 (KANAMORI Ryo) (40509171)	名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授 (13901)	

	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
研究協力者	塩出 徳成 (SHIODE Narushige)		
研究協力者	塩出 志乃 (SHIODE Shino)		

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		
	英国	King's College London	Birkbeck, University of London