

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：12601  
研究種目：若手研究(B)  
研究期間：2016～2019  
課題番号：16K20971  
研究課題名（和文）大規模な位置情報データを用いた観光行動の精緻モデリングによるツーリズムデザイン  
  
研究課題名（英文）Tourism Design by Accurate Modeling of Tourist Behavior Using Geo Big Data  
  
研究代表者  
本間 健太郎（Honma, Kentaro）  
  
東京大学・生産技術研究所・准教授  
  
研究者番号：90633371  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：TwitterとFlickrの投稿データを大量に取得し、それを用いた地域分析を行った。具体的には、投稿あるいは撮影した時間と場所、投稿者の属性（居住地など）、投稿者の興味対象（タグなど）を1セットとするデータを数百万件作成した。それに基づき空間情報学的分析を行うことで、個々の場所における、来訪度や滞留度、旅行者の居住地との相性、旅行者の興味対象との関係を明らかにした。また同時に、旅行者（需要側）の観光地選択行動と、観光施設オーナー（供給側）の観光投資の相互作用をモデル化した。さらにそのモデルに、観光地間の類似性および土地の容量制約を明示的に組み込み、観光地の多様な立地パターンを再現した。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

SNSデータを用いてミクロな地域分析を網羅的に行う方法を確立し、従来の調査票データでは拾えない観光動向を明らかにした。得られた多くの具体的な知見は、観光まちづくりはもとより、ターゲティング情報提供や群集マネジメントにも活かせると考えている。学術的には特に、推定した居住地に基づく地域分析や、それらをタグ情報と組み合わせた時空間分析が新しい。また理論面では、Harris & Wilsonのバランスメカニズムを、NLモデルかつ容量制約を組み込んだモデルに無矛盾に拡張する手法を開発し、観光地にも適用できるようにした。それに基づくシミュレーションを行い、多様な観光地分布の動学原理に対する説明を得た。

研究成果の概要（英文）：Obtaining a large amount of data from Twitter and Flickr, we conducted a regional analysis. Specifically, we created millions of data sets each of which include the time and place of posting or photographing, attributes of the poster (e.g., place of residence), and interests of the poster (e.g., tags). Based on these data sets, we conducted various spatial analyses to clarify the extraordinariness, the retention degree, the affinity with the address of the tourists, and the interest of the tourists at each place. At the same time, we modeled the interaction between tourists' destination choice behavior (demand side) and tourism investment (supply side). Furthermore, we explicitly incorporated similarity among tourists' destinations and land capacity constraints into this model, and we simulated the various location patterns.

研究分野：建築計画

キーワード：都市計画・建築計画 観光 ジオタグ ビッグデータ 離散選択モデル 施設配置

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

地方創生のための観光まちづくりが謳われ、またインバウンド消費がもたらす日本経済への影響が大きく注目されるなかで、魅力的な観光地域を形成する一助とするための研究が増えてきている。一方で分析手法としては、行動観測技術の発達に呼応して、観光客の位置情報データを活用する流れが活発になっている。具体的には、GPS ロガーを用いた研究や、SNS に投稿された写真を手作業で分析した研究が見られる。この背景のなかで、本研究は、ジオタグつき SNS データを大量に収集し、多くの空間情報学的分析を機械的かつ網羅的に行うものである。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模なジオタグつき SNS データを用いて、従来の調査票データでは拾えないパーソナルな観光行動を把握し、観光現象を多角的に解明することと、旅行者による観光地の選択行動をモデリングし、観光地の動態を明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

Twitter (短文投稿型 SNS) と Flickr (写真共有型 SNS) の投稿データを大量に取得し、それらを用いて地域分析を行なった。具体的には、Twitter データについては、33 日間に国内で投稿された約 750 万件のジオタグ付きツイートを集めた。Flickr データについては、取得可能なジオタグ付き投稿写真の全メタデータ約 2.9 億件を入手した。なお Flickr データのうち国内撮影分は約 870 万件であり、これ以外のデータは、訪日客の居住国推定 (後述) のために用いた。

全ての Twitter (Flickr) データは、投稿 (撮影) した(1)場所、(2)時間 の情報を持っており、また投稿者の投稿 (撮影) 履歴から、(3)居住地 を推定できる。これに対応して、(1)投稿撮影場所の分布分析、(2)時空間分析、(3)居住地推定とそれに基づく詳細な地域分析を行う。

また、Flickr データは撮影写真の意味内容を示すタグが付与されているため、これを利用して、(4)タグに基づく興味分析を行う。さらに「観光客の居住国」とその「観光先の都道府県」との相性を測定し、(5)都道府県の魅力分析を行う。最後に理論面から、旅行者による観光地の確率的選択行動をモデル化し、(6)観光地選択行動と観光投資の相互作用モデリングを行う。

## 4. 研究成果

### (1) 投稿撮影場所の分布分析

収集したデータを用い、Twitter 投稿場所の分布 (図 1、図 3) と、Flickr 写真撮影場所の分布 (図 2、図 4) を描く。両者とも、商業集積地・人口集中地区・幹線道路・鉄道路線など、人の活動が活発な場所が浮かび上がっている。また詳細を見ると、駅・公園・商業地域・観光名所において顕著に投稿・撮影が多く、登山ルートや遊覧船ルート等も見える。相対的には、Twitter データがより日常的な活動を、Flickr データがより観光的な活動を反映していると読み取れる。なお図 4 は、各写真の「代表色」を統計的な手続きで抽出し、その撮影場所にプロットしている。

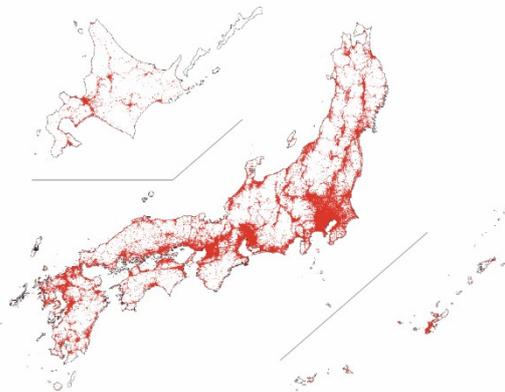


図 1 Twitter 投稿場所(全国)

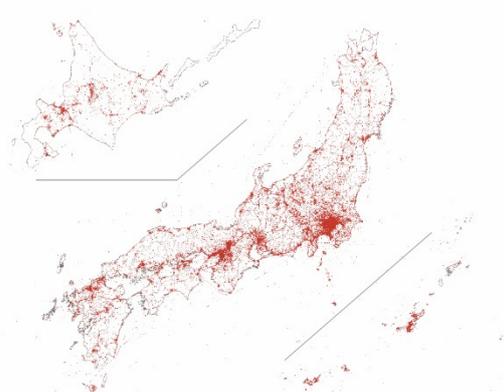


図 2 Flickr 写真撮影場所(全国)

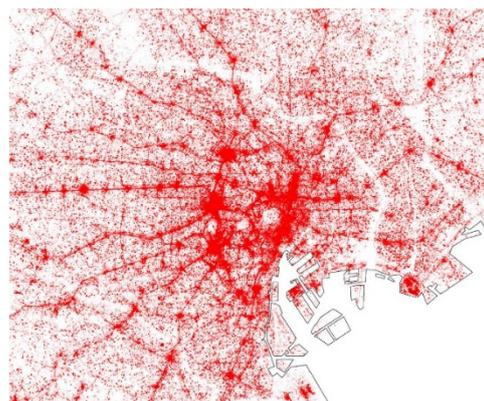


図 3 Twitter 投稿場所(東京都区部)

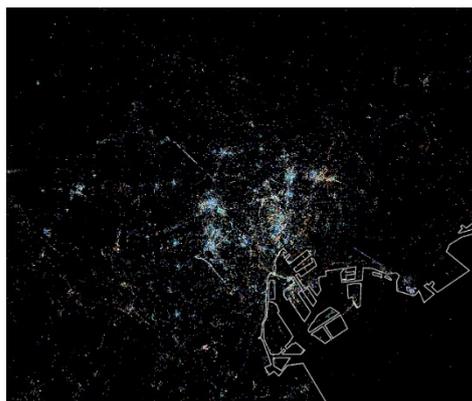


図 4 Flickr 写真撮影場所(東京都区部)

## (2) 時空間分析

Twitter の投稿時刻, Flickr の撮影時刻のデータを用いて分析を行う. 図 5 に示す Flickr 写真の撮影場所プロットは, 上図は祝日の日中に, 下図は祝日の夜間に, それぞれ撮影したものである. 人々が「いつ」「どこで」活動しているかを示している. 図 6 は, Twitter データを用いて推定トリップチェーンを描いたものである. 大都市同士を結ぶ線, 特に太平洋ベルト地帯内の移動と, 飛行機移動が目立つ.

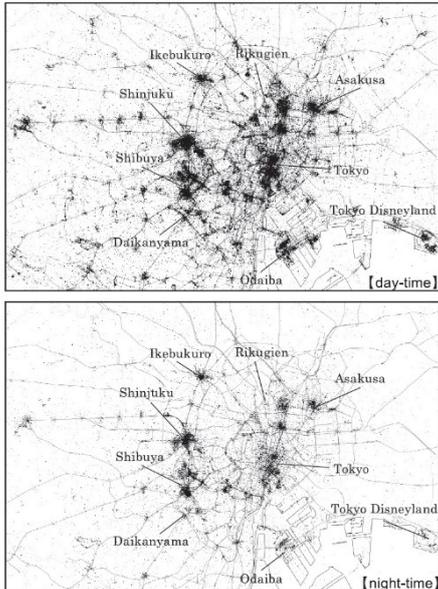


図 5 Flickr 写真撮影場所(祝日)

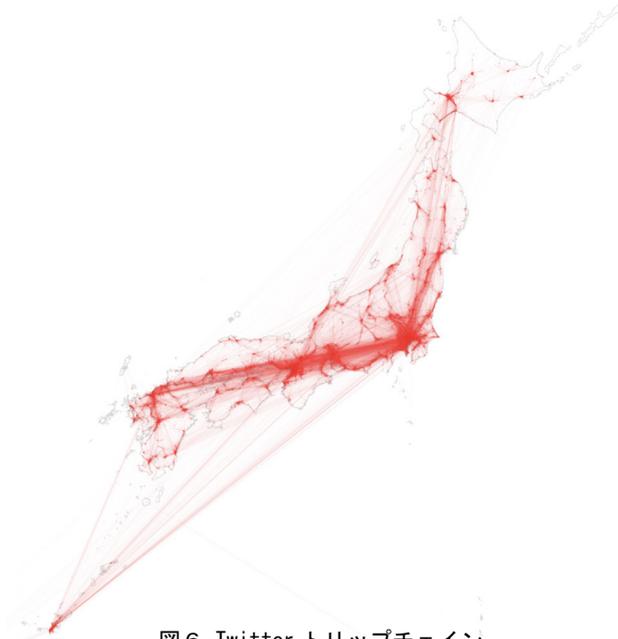


図 6 Twitter トリップチェーン

## (3) 居住地推定とそれに基づく詳細な地域分析

居住地等の投稿者属性は直接的には分からないので, 投稿者 ID を頼りに投稿・撮影パターンから投稿者の居住地等を推定する. Flickr データにおいては, 各ユーザーについては, 各国・各県での撮影日数をもとに居住国・居住県を推定した. そのうえで「訪日外国人観光客」および「他都道府県から来た日本人観光客」と思われる計約 2.6 万人を抽出した. 図 7 と図 8 はそれぞれ, アジア諸国からの訪日客(上図)と, 欧米諸国からの訪日客(下図)が写真を撮影した場所のプロットである. 居住国によって, どの場所を訪れるかに差異があることが分かる.

Twitter データにおいては, ユーザーごとの投稿場所をクラスタリングし, 投稿時間も併せて判断することで, 個人の居住地および勤務地(もしくは学校所在地)を自動推定した. 図 9 に, 推定した居住地(左図)と勤務地・学校所在地(右図)をプロットする. これにより個人の日常的行動パターンが分かるとともに, その残余としての観光行動も抽出できる. この観点から, 各投稿の「来訪度」「滞留度」「連投度」の 3 属性を定義して計算し, カーネル密度推定およびクリギングによって地域特性を可視化した. 図 10 は, 東京都 JR 原宿駅周辺の「来訪度」分布を描いている. 「来訪度」は「推定した居住地および勤務地・学校所在地から Twitter 投稿場所が離れている度合い」を表す. 図中の竹下口周辺は, 来訪度が高い, つまり自宅や職場や学校が遠い人が多い場所なのに対し, 表参道口周辺はそうではない. このように「同じ駅でも出入口によってユーザー層が異なる」といったミクロな地域分析を, 網羅的かつ定量的に行えるようになった.

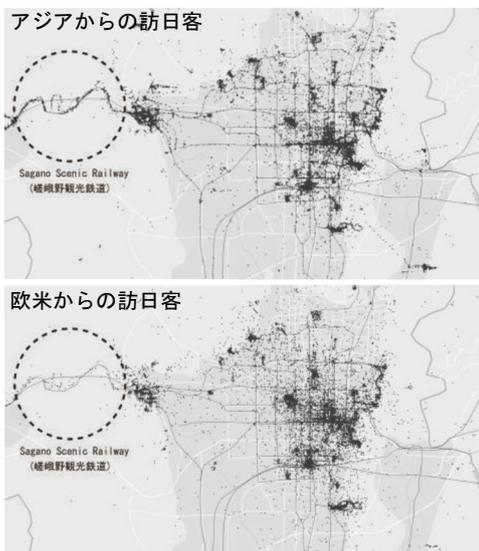


図 7 Flickr 写真撮影場所(京都)

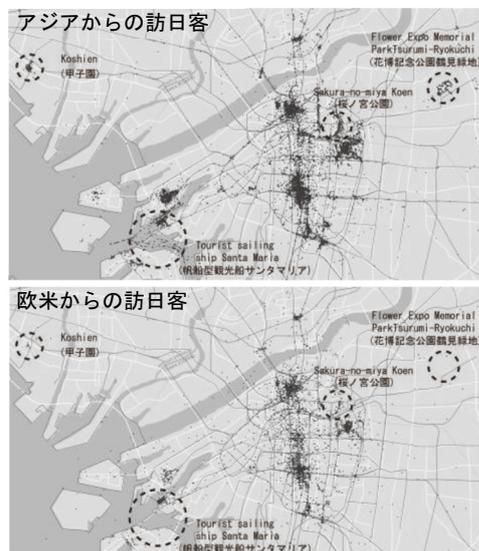


図 8 Flickr 写真撮影場所(大阪)



図9 Twitter 投稿パターンから推定した居住地（左図）と勤務地・学校所在地（右図）

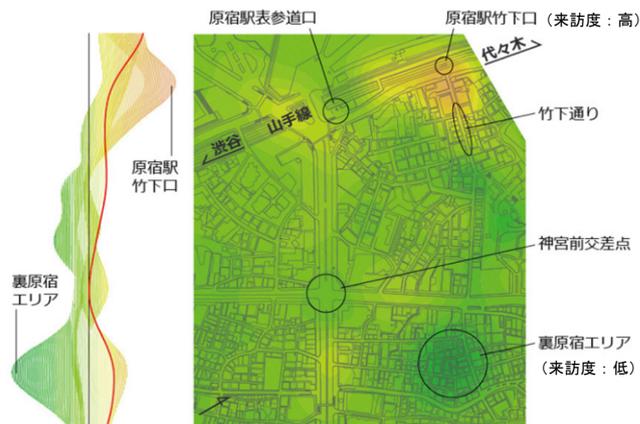


図10 来訪度（居住地や勤務地・学校所在地から Twitter 投稿場所が離れている度合い）の分布

#### (4) タグに基づく興味分析

Flickr において写真に付与された「タグ」も分析の俎上に載せる。無意味なタグを取り除くなどのデータ整理をした後、出現数 100 位以内のタグを、共起頻度（同一写真に対して共にタグ付けされる度合い）に基づきクラスタリングし、13 のタグクラスターにまとめた。図 1 1 はタグクラスターごとの撮影場所を明示したものである。図 1 2 左からは、アジア諸国からの訪日客は、東京都区部で〈観光・イベント〉タグクラスターを付ける写真の撮影場所としてホテル椿山荘やお台場を好むこと、図 1 2 右からは、欧米諸国からの訪日客は、皇居や東京湾の観光汽船を好むことが分かる。このように、観光客の属性別に、興味対象の地理的分布を分析できる。

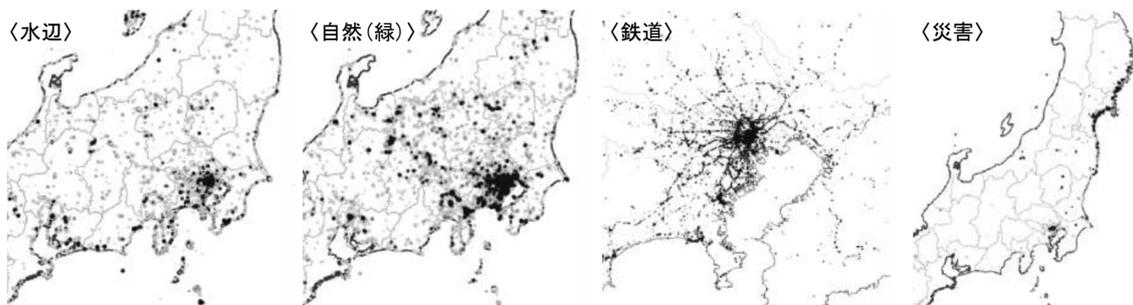


図 1 1 タグクラスターごとの撮影場所

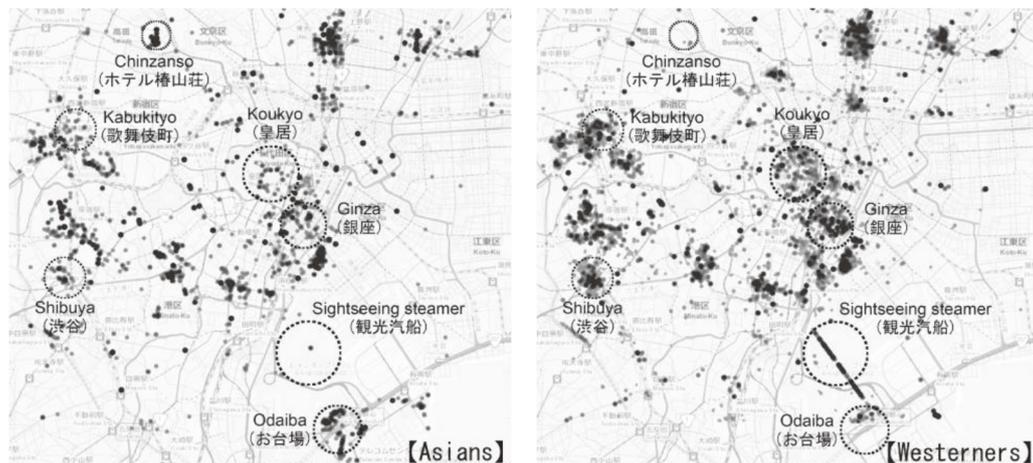


図 1 2 〈観光・イベント〉の撮影場所（左図：アジア人 右図：欧米人）

(5) 都道府県の魅力分析

Flickr データを元に、特定の居住国の観光客が特定の都道府県を訪れる相対的な度合いを定義した。そのうえで、「観光客の居住国」とその「観光先の都道府県」との相性を、クラスターヒートマップにより把握した (図 1 3)。これは居住国 (列方向) のクラスターリングと都道府県 (行方向) のクラスターリングを独立して行ったものである。例えば、アジア諸国からの訪日客は、北海道・大阪・沖縄を相対的に選好していることを確認できる。

また、居住国を「日本」「アジア」「欧米」の3分類、タグを「自然系」「都市系」「歴史系」の3分類で整理し、この組み合わせである9属性と、47 都道府県をかけ合わせたマトリックスに対して主成分分析を行った (図 1 4)。各都道府県が誰にどのような魅力を持つかを読み取れる。

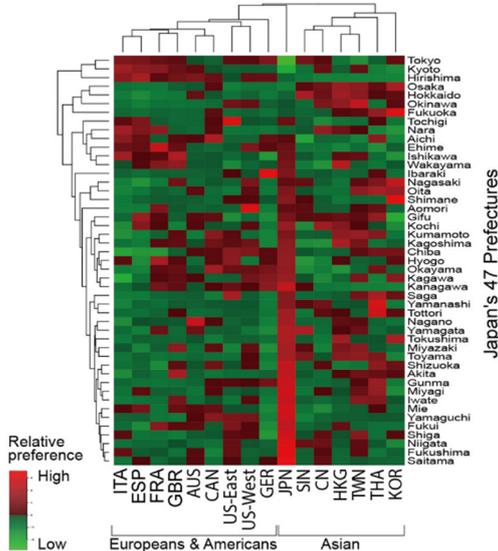


図 1 3 居住国による都道府県選好度

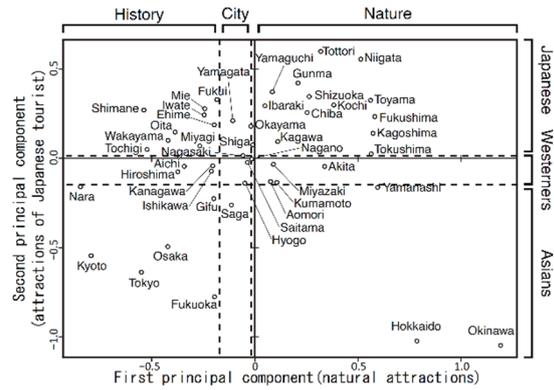


図 1 4 47 都道府県の主成分プロット

(6) 観光地選択行動と観光投資の相互作用モデリング

旅行者による観光地の確率的選択行動をモデル化したうえで、観光投資の概念を導入し、需給両者の相互作用を再現するモデルを構築した。

「魅力ある地域には多数の観光客が来るので、観光資源に投資する余裕ができ、さらに来客数が増える」という好循環が現実には存在し、逆の悪循環も存在する。そのような時間発展を扱う既往モデルに Harris & Wilson のバランスメカニズムがある。ただしその想定対象は商業地であり、地域間の類似度を扱えない。しかし観光地には、例えば「スキー場どうしは競合関係にあるが、スキー場と温泉地は共生関係にもなり得る」という特徴があるので、地域の種別や類似性を明示的に扱う必要がある。そこでバランスメカニズムを NL モデルに無矛盾に拡張する手法を開発し、観光地にも適用できるようにした。

またバランスメカニズムには「容量」概念が無いので、特定の観光地が際限なく投資を集めることができる。ところが実際の土地や観光資源には容量制約がある。そこで、メカニズムの時間発展ルールを工夫して緩和し、モデルの利点を損なわずに容量制約を組み込んだ。

最終的にこのモデルを用いたケーススタディを行い、分散パターン・線形集積パターン・同心円状パターンなどの、観光地の多様な立地パターンを再現することで、観光地分布の動学原理に対する説明を得た (図 1 5)。

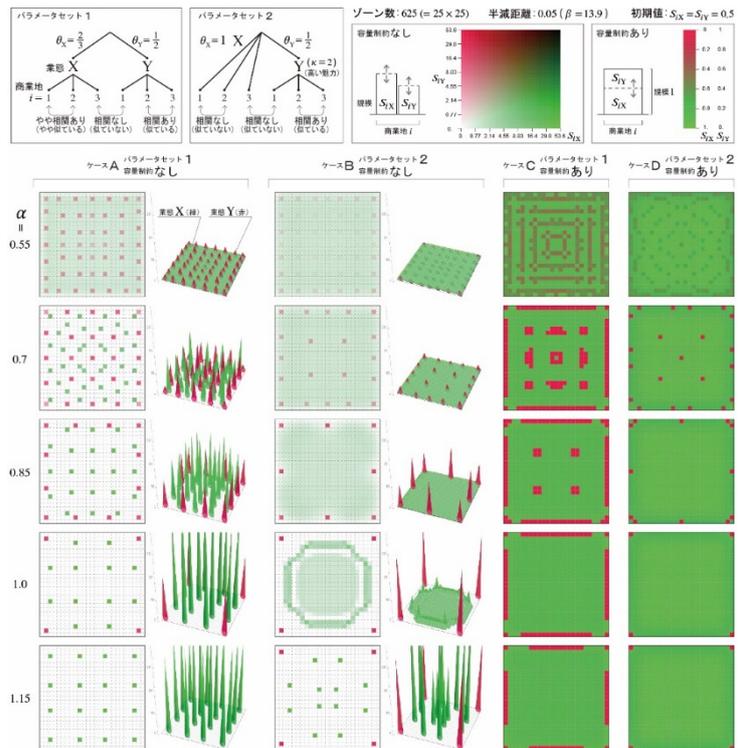


図 1 5 拡張バランスメカニズムに基づく観光地の立地パターン

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 本間健太郎	4. 巻 -
2. 論文標題 施設が確率的に選択されるとき施設の配置問題	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 第31回RAMP数理最適化シンポジウム	6. 最初と最後の頁 127 ~ 142
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 田端 祥太、新井 崇俊、本間 健太郎、今井 公太郎	4. 巻 54
2. 論文標題 Desire pathの再現に基づく歩行環境が歩行軌跡に与える影響の解明	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 1562 ~ 1569
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.11361/journalcpj.54.1562">https://doi.org/10.11361/journalcpj.54.1562</a>	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 本間 健太郎、今井 公太郎、本間 裕大	4. 巻 53
2. 論文標題 社会的便益に基づく商業均衡モデルの再解釈	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 都市計画論文集	6. 最初と最後の頁 1456 ~ 1463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.11361/journalcpj.53.1456">https://doi.org/10.11361/journalcpj.53.1456</a>	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 北村 武士、本間 健太郎、今井 公太郎	4. 巻 84
2. 論文標題 Flickrのジオタグ付き写真データからみる日本全土の観光特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会計画系論文集	6. 最初と最後の頁 187 ~ 197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.3130/aija.84.187">https://doi.org/10.3130/aija.84.187</a>	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 太田圭亮, 今井公太郎, 本間健太郎	4. 巻 Vol. 82 No. 731
2. 論文標題 ジオタグつきtweetの時空間解析に基づいた地域特性抽出に関する研究	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本建築学会計画系論文集	6. 最初と最後の頁 283, 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aija.82.283	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 本間健太郎	4. 巻 vol.66 No.2
2. 論文標題 商圈分析 : ポロノイ図から離散選択モデルまで	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 都市計画	6. 最初と最後の頁 34, 37
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4件(うち招待講演 3件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 本間健太郎
2. 発表標題 施設が確率的に選択されるとき施設の配置問題
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 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 本間健太郎
2. 発表標題 数理モデルの対象としての建築計画
3. 学会等名 日本建築学会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間健太郎
2. 発表標題 エンジニアド・デザイン
3. 学会等名 第5回建築情報学会キックオフ準備会議（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 本間健太郎
2. 発表標題 社会的便益に基づく商業均衡モデルの再解釈
3. 学会等名 日本都市計画学会
4. 発表年 2018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