

# 観光者の関心点に対する空間統計・円周統計の応用

杉本興運

## Applying spatial and circular statistics to points of visual interest

Koun SUGIMOTO

**Abstract:** This study presents a method to statistically analyze the spatial characteristics on visitors' visual interest in a specific tourist site. Likeability scores and photo-taking directions are newly acquired and used as attribute values of spatial points of visitor-oriented photographs. Spatial autocorrelation analysis is applied to extract the significant cluster outliers based on similarity of preference levels. Circular statistics is used to clarify the frequency of visual directions from several important spots extracted by density contour of photo-taking points.

**Keywords:** 関心点 (point of visual interest), 嗜好レベル (preference level), 視方向 (visual direction), 空間統計 (spatial statistics), 円周統計 (circular statistics)

### 1. はじめに

観光者の行動特性を把握することは、観光地の合理的な空間管理・計画を実現する上で重要な課題の一つであり、これまで様々な方法が開発されてきた。質問紙調査、ビデオ撮影調査、GPS ロガーを使った調査まで、観光研究における行動調査手法は増加しており、その測定対象も多岐にわたる。本研究では特に観光者の視覚的関心に着目し、写真撮影調査によってそのデータを取得する。また近年では、デジタルカメラの普及、地理空間情報技術の発達も手伝って、観光者が関心を示した地点（写真撮影した地点、以後関心点と呼ぶ）の空間分析が行えるようになった（杉本，2012）。さらに、それを高度化したものとして、Sugimoto（2013a）は、観光者の回遊時における景観対象の配列と観賞意識レベル変化との関係を分析し、Sugimoto（2013b）は観光ポテンシャルのモデル

ングと空間的可視化を行った。本研究では、これら先行研究では十分に追求されなかった、関心点における嗜好レベルと視方向に着目し、それらの探索的分析手法を提案する。それにより、観光者の目線からみた観光空間の特徴、特に点在するスポットの評価特性を明らかにする。

### 2. 現地調査とデータ取得

調査対象地は東京都の都立日比谷公園である。日本初の洋風近代式公園であり、開園からの歴史が長く、文化遺産として価値が高い建築物や構造物が存在し、観光資源としての魅力度が高い。また、コントラストの異なる複数の空間や、多様な植物やモニュメント等が混在している。

調査日は 2011 年 10 月 16 日の日曜日である。平日よりも休日の方が圧倒的に観光者は多く、観光空間としての側面が強く現れる。あらかじめ準備した 20 代から 30 代前半の若者 21 人を参加者として、彼らに GPS と電子コンパスが内蔵されたデジタルカメラ（Casio の EX-H20G）を手渡し、園内を自由に歩きながら撮影をしてもらった。回

---

杉本興運 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

首都大学東京・都市環境科学研究科・観光科学域

日本学術振興会特別研究員 DC

E-mail:koun.sugimoto@gmail.com

遊の始点と終点は園内南西端のカモメ広場である。帰ってきた参加者には、すぐにその場で写真一枚一枚の好ましき得点（5段階評価）、撮影対象のカテゴリ（9種類のうち、主要なものから順に3種類まで）を、質問紙に回答してもらった。

本研究で使用したカメラでは、撮影地点の座標と撮影方向（視方向）が自動的にExifに記録される。ExifをExcelファイル形式で出力し、それをArcGIS上でShapeファイル形式のポイントデータに変換した。その後、不必要なデータは除去し（杉本, 2012）、残った517個のポイントデータの属性値に、好ましき得点と撮影対象のカテゴリ（主要な要素を1種類）を追加した。

### 3. 嗜好レベルの空間的類似度

関心点の好ましき得点に空間的自己相関分析を適用し、嗜好レベルが類似したポイントのクラスターを抽出する。指標にはMoran's I統計量を使用する。今後、データの分析や可視化のためのプログラミングにはR(ver3.0.1)を使用する。

#### 3.1 空間重み行列の設計

Moran's Iを計算する前に、点*i*と点*j*の空間隣接関係を定義する空間重み行列 $W_{ij}$ を作成する必要がある。本研究では、できるだけ意味のないクラスターが抽出されないように、重み行列作成に独自の方法を使った。まず、点*i*から任意の検索距離内にあるポイント群を隣接しているものとみなし、1を与え、それ以外は0を与える。この後、隣接する2つの点において、撮影対象カテゴリ、撮影方向、参加者がそれぞれ一致するか否かを探索し、その結果によって重みが変わるようにした。具体的な条件は以下になる。

点*i*と点*j*の撮影対象カテゴリが一致すれば $W_{ij}$ に1を足し、それ以外であれば変化しない。点*i*の撮影方向が点*j*の撮影方向から±22.5度以内であれば1を足し、そうでなければ変化しない。点*i*と点*j*を生成した参加者同士が異なれば $W_{ij}$

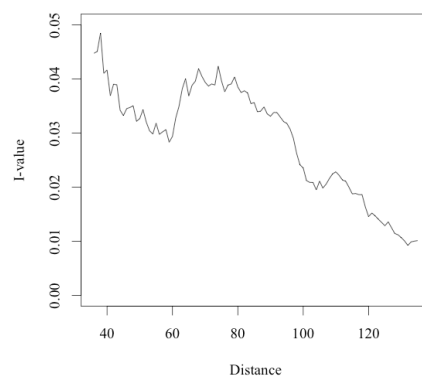


図-1 検索距離とI値の関係

に1を足し、同一の参加者であれば変化はしない。参加者の一致条件に関しては、特定のスポットにおいて同一の参加者が多く関心を示した場合よりも、様々な観光者が関心を示した場合の方がスポットとしての評価が高いという見方を反映させるためである。

#### 3.2 検索距離の確定

具体的な分析結果を算出するには、点*i*からの検索距離を決めなくてはならない。Global Moran's I値（以後I値とする）はLocal Moran's I値（以後 $I_i$ 値とする）の総和をデータ数で割った値に相当する。そのため、I値が大きいほど、 $I_i$ の絶対値も全体あるいは局所で大きくなり、より多くのクラスターが抽出される可能性が高まると考えられる。そこで、各点が1つ以上他の点と隣接関係をもてる最小の距離36mから1mずつ距離を増やしてI値を算出し（図-1）、それが最大値をとる場合の検索距離を、次節の $I_i$ 値算出時に使用する。分析の結果、検索距離38mの時にI値が最大（0.0484）となった。

#### 3.3 空間クラスターの抽出

検索距離を38mとして、3.1節で示した方法で空間重み行列を算出し、それを使用して $I_i$ 値の計算を行った。その後、乱数シミュレーションによる並び替え検定（両側10%有意水準）とMoran散布図の象限分割を基にして4種類の外れ値クラ

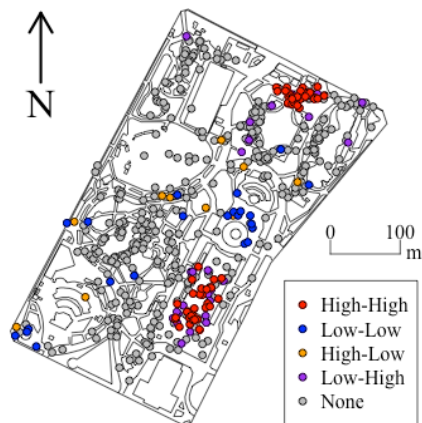


図-2 各クラスターの空間分布

スターを抽出し、その結果を地図上に可視化した（図-2）。これにより、嗜好レベル（好ましさ得点）が類似したポイントの集積する空間を特定できる。例えば、High-High（自身の値が高く、周りの値も高い）の関心点は、園内北東の歩道や、園内中央南側の広場に多く集積しており、これらの場所が多く参加者に高く評価された最高のスポットであると分かる。また、Low-Low（自身の値が低く、周りの値も低い）の関心点は園内南西端や、園内中央東側の大噴水周囲に集積している。これらスポットでは参加者が関心を示したものの、ありきたりな関心対象であったことが考えられる。このように、関心点の嗜好レベルの空間的類似度を分析することで、スポット魅力度の階層性を明らかにすることができる。

#### 4. スポットからの視方向分析

本章では、関心点の視方向に着目し、円周統計を用いて、それを定量的に分析する。

##### 4.1 密度等高線による重要スポットの抽出

視方向を分析するにあたり、データ全体に円周統計を適用しても意味はなく、それぞれのスポットごとに傾向をみていくことが望ましい。そのためには、まず局所的なスポットを示す空間範囲を決めなければならないのだが、本研究では密度等高線からのスポット範囲抽出方法を提案する。

まず、関心点のポイントデータ全体にカーネル

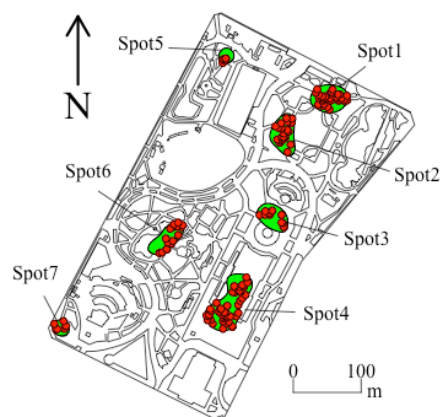


図-3 各スポットの空間範囲

密度推定（セルサイズ 1m×1m、バンド幅 38m）を行い、密度図のラスタデータを作成する。その後、それを密度等高線のポリゴンデータに変換（等高線の間隔は 0.001 に設定）する。密度が高いところほど多くの関心が集積した地点であり、重要なスポットとみなせるため、比較的値の高い 0.01 を示す等高線が囲む空間範囲をスポットのポリゴンとして抽出した。さらに、密度はあまり高くないものの、局所的に集積が生じていると分かる空間範囲もスポットとして抽出した（等高線の値は 0.004）。なお、これらの操作には、ArcGIS(Ver. 10)の Spatial Analyst を使用した。図-3 が得られたスポットの空間範囲と、そこに含まれるポイントデータである。

##### 4.2 円周統計の応用

各スポットにあるポイントデータの撮影方向に対し、円周統計を適用して可視化したものが図-4 であり、カテゴリ別かつクラスター別に集計したものが図-5 である。紙面の都合上、Spot1 から Spot4 までの分析結果のみ掲載する。これにより、各スポットの関心対象を詳細に把握することができる。例えば、Spot1 は北方向の建築物や南方向の広場に多くの参加者が関心をもち、かつ嗜好レベルが全体として高い。Spot4 も嗜好レベルは全体的に高いが、イベントや人々の様子を撮影したものが多く、それ故に視方向が分散している。

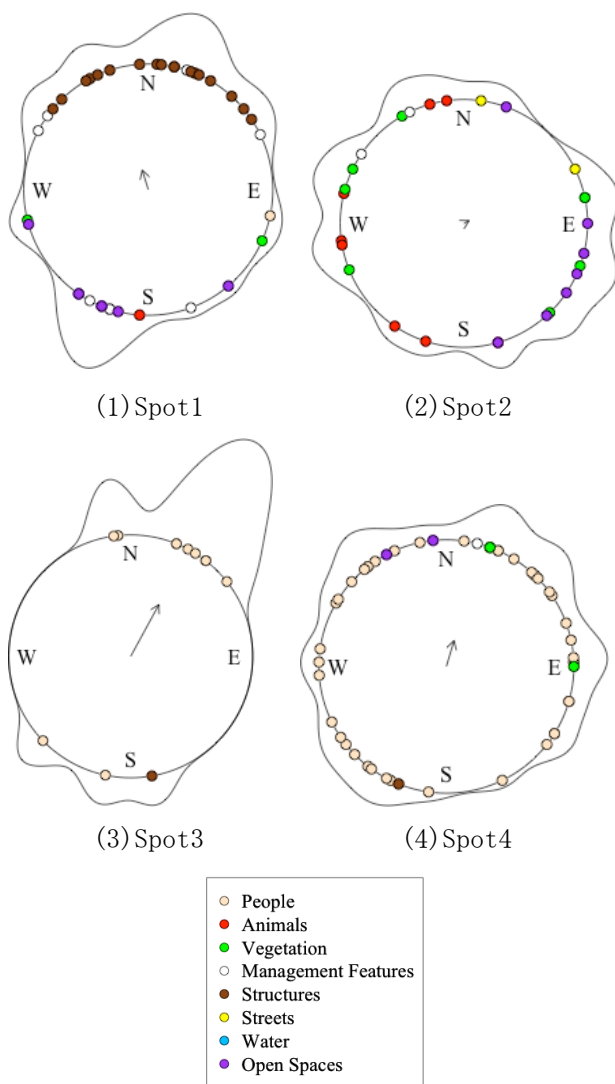


図-4 各スポットにおける撮影方向の頻度分布（単位円周囲の曲線はカーネル密度，中央の矢印は平均方向と平均合成ベクトル長（=1-円周分散）を示す）

一方，Spot2 は Spot1 と似たように特定方向の広場景に関心が偏っているが，その逆方向では Spot1 と異なり植物，動物，管理物（女神像）への関心がみられる．Spot3 は Spot4 と同様に人々の様子に対して多くの関心があるが，特定方向に偏っており，また嗜好レベルが全体的に低い．

## 5. おわりに

本研究では，関心点の嗜好レベルと視方向に着目し，観光者の視覚的体験という側面から観光空間の特徴を分析する方法を提案した．今後は，さ

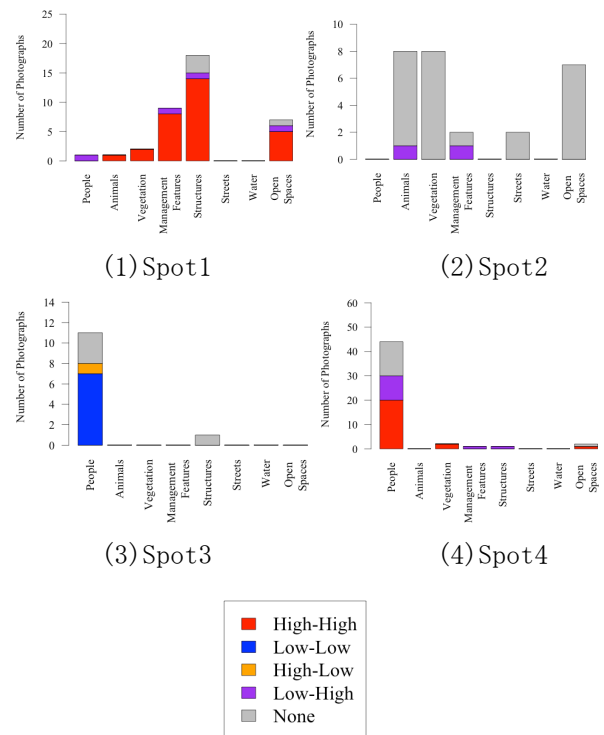


図-5 各スポットにおける撮影対象カテゴリとクラスターの出現頻度

らなる属性データとして撮影距離を推定し，空間データとして抽出する方法を提案すると共に，その分析方法について検討していく予定である．

## 参考文献

- 杉本興運(2012)：観光者の視覚的体験情報に基づく回遊空間の評価-デジタルカメラ，GPS GIS を活用した分析手法-，*GIS-理論と応用*，20，39-49.
- Sugimoto, K. 2013a. Quantitative measurement of visitors' reactions to the settings in urban parks: Spatial and temporal analysis of photographs. *Landscape and Urban Planning*, 110, 59-63.
- Sugimoto, K. 2013b. Visualizing the sightseeing potential of urban recreational spaces: A study of weighted scores on the density estimation of points of visual interest. *Geographical Review of Japan series B* (in press).