

# 位置情報付きツイート対応付けに基づく 観光スポット推薦システムの開発

奥 健太<sup>†,a</sup>      橋本 拓也<sup>†,b</sup>      上野 弘毅<sup>†,c</sup>      服部 文夫<sup>†,d</sup>

† 立命館大学情報理工学部    †† 立命館大学大学院情報理工学研究科

a) oku@fc.ritsumei.ac.jp b) is0033hr@ed.ritsumei.ac.jp c) is006088@ed.ritsumei.ac.jp d) fhattori@is.ritsumei.ac.jp

**概要** 我々は、膨大な観光スポットの中から適切な観光スポットを提供する観光スポット推薦システムの開発を行っている。効果的な観光スポット推薦を実現するためには、季節や時間帯に応じて魅力が大きく変化する観光スポットを適切に特徴化しておく必要がある。本稿では、近年、膨大に発信されている位置情報付きツイートに基づき観光スポットの特徴化を行う手法を提案する。具体的には、領域判別問題の解法の一つである One-Class SVM を用い、対象スポット名をタイトルにもつ位置情報付き写真および対象スポット名をテキストに含む位置情報付きツイートを基に、対象スポットの実質的な活動領域を推定し、その活動領域内に含まれる位置情報付きツイート集合を対象スポットに対応付ける。また、観光スポットに対応付けられたツイートを基に、観光スポットの特徴を抽出する手法を提案する。さらに、抽出された観光スポットの特徴を基に、各種推薦手法を適用した観光スポット推薦システムについて説明し、その有効性について述べる。

**キーワード** 地理情報推薦, 位置情報付きユーザ生成コンテンツ, ツイート, 観光情報

## 1 はじめに

情報技術により観光産業を活性化させることの需要が高まってきている [1]。特に世界中には、膨大かつ多種多様な観光資源が存在するため、利用者へ適切な観光資源を提供する手段として、情報検索技術や情報推薦技術を適用することの意義は大きい。

本研究では、観光資源の中でも観光スポットに焦点をあてる。観光スポットの効果的な検索や推薦を実現させるためには、観光スポットに関する情報を検索および推薦可能な形にすることが必要不可欠である。現在、Web 上には多くの観光情報サイト<sup>1,2</sup> が存在するものの、観光情報サイトに掲載されているような情報は、ある時点において取材された静的な情報であるということが多い。

しかし、観光スポットに関する情報の特質として、季節や時間帯、その時期の流行や行事などによって、観光スポット自体の特徴が動的に大きく変動することが挙げられる。たとえば、紅葉で有名なスポットであれば、見ごろである秋季に魅力が最も高くなるし、夜景で有名なスポットであれば、夜の時間帯の方が魅力が高くなる。さらには、お祭りなどが行われる地域であれば、それが開催される時期には急激に魅力が高くなる。しかしながら、既存の観光情報サイトは人手で管理されていることが多く、このように動的に特徴が大きく変化する観光スポットの情報を定期的に更新するには大きなコストがかかる。

このような問題を解決するために、本研究では、近

年 Web 上に膨大に発信されている位置情報付きユーザ生成コンテンツ (Geotagged User Generated Content; G-UGC) に注目する。G-UGC を発信できるサービスとしては、foursquare<sup>3</sup>や Twitter<sup>4</sup>, Panoramio<sup>5</sup> などが挙げられる。G-UGC サービスの中でも、特に Twitter では、ユーザが気軽に発信できるという利点から、日々膨大な量の記事 (ツイート) が発信されている。さらに、近年では、GPS 付き携帯端末の普及により、位置情報付きツイートも膨大に発信されている。位置情報付きツイートには、発信時の位置情報 (緯度・経度) に加え、発信時刻や発信ユーザの情報、発信記事の内容 (つぶやき) などが含まれる。このような位置情報付きツイートを観光スポットに対応付けることにより、動的に変化する観光スポットの特徴を抽出することができる。ここで、観光スポットと位置情報付きツイートとを適切に対応付けるには課題がある。ツイートのテキストや緯度・経度からだけでは、どの観光スポットに関するツイートであるのか判断することが困難である。たとえば、ツイートのテキストに「清水寺なう」など、観光スポット名が明示されていれば対応付けも容易ではあるが、観光スポット名を明示していないツイートがほとんどである。また、観光スポットの緯度・経度を中心にした任意の大きさをもつ領域内に含まれるツイートを観光スポットに対応付けることも考えられるが、観光スポットの領域は大小さまざまであり、どのスポットにも対応できる適切な領域を定義することは容易でない。

上記の課題に対し、我々は、対象とする観光スポット

Copyright is held by the author(s).

The article has been published without reviewing.

<sup>1</sup>じゃらん: <http://www.jalan.net/>

<sup>2</sup>楽天トラベル: <http://travel.rakuten.co.jp/>

<sup>3</sup><https://foursquare.com/>

<sup>4</sup><https://twitter.com/>

<sup>5</sup><http://www.panoramio.com/>

周辺において、対象スポット名をタイトルにもつ位置情報付き写真および対象スポット名をテキストに含む位置情報付きツイートを基に、対象スポットの実質的な活動領域を推定する手法を提案している [2]。観光スポットの実質的な活動領域とは、観光スポットの登録上の緯度・経度や住所で表される領域とは異なり、人々が実際にその観光スポットを楽しむために訪れる領域と定義する。この活動領域の推定には、領域判別問題の解法の一つである One-Class SVM (One-Class Support Vector Machine; OC-SVM) [3] を用いる。推定された活動領域内に含まれる位置情報付きツイート集合を対象スポットに対応付ける。

さらに、対応付けられたツイート集合を基に、観光スポットの時間的特徴および特徴語句を抽出する手法を提案している [2]。時間的特徴とは、対象スポットに対する、週ごとおよび時刻ごとの発信ツイート数を基に、特徴ベクトルの形式で表現したものである。また、特徴語句とは、対象スポットに対するツイート集合のテキスト情報に多く含まれる語句である。たとえば、清水寺は紅葉で有名であるため、紅葉の時期には特徴的に魅力が高くなるという時間的特徴をもつ。また、その時期においては、「紅葉」や「ライトアップ」などの特徴語句が抽出される。

本稿では、観光スポットと位置情報付きツイートとの対応付け手法 [2] について説明した上で、抽出された観光スポットの特徴を基に、各種推薦手法を適用した観光スポット推薦システムを提案する。

## 2 関連研究

位置情報付きユーザ生成コンテンツから地域情報を抽出する研究として次のようなものが挙げられる。

Crandall ら [4] は、flickr に投稿される位置情報付き写真に対し、クラスタリング手法である Mean-shift 法を適用することで、多くの人に写真が撮影されやすいようなランドマークを抽出し、地図上にそのランドマークの写真を提示するシステムを提案している。Zheng ら [5][6] は、独自に収集した GPS 軌跡データから、多くの人々が滞在する地点を抽出し、クラスタリングを行うことで、関心地点 (Point of Interest; POI) の抽出を行っている。

Lee ら [7] は、位置情報付きツイートを情報源とし、そこから地域イベントを抽出する手法を提案している。特に、地域ごとの人々の通常活動状態との差異を考慮することで、通常とは異なる特別な活動が行われている地域を抽出することで地域イベントの抽出を行っている。Lee らは、地域イベントの抽出を目的としていることから、重要な手掛かりとなる対象地域の時間的変化に着目

している。

李ら [8] は、位置情報付きツイートを基に都市空間における群集行動をモニタリングし、都市の地域特徴を抽出する手法を提案している。具体的には位置情報付きツイートに基づいて作成された群集行動ベクトルを分析することで、都市における群集行動パターンを抽出している。

以上のように位置情報付きユーザ生成コンテンツから特徴的な地域を抽出しようという研究は多く行われている。これら既存の研究では、クラスタリング手法などにより、ユーザ生成コンテンツが地理的に集中している地域を抽出することを試みているのに対し、本研究では、まず、位置情報付きツイートを対象スポットに対応付けたうえで、対象スポットの特徴を抽出することを目指している。

## 3 位置情報付きユーザ生成コンテンツ

本研究では、位置情報ベースの SNS の一つである foursquare から観光スポットの情報を取得する。そして、マイクロブログサービスの一つである Twitter 上に発信された位置情報付きツイートを観光スポットに対応付ける。また、観光スポットと位置情報付きツイートとを対応付けるための手掛かりとして、写真共有サイトの一つである Panoramio 上に発信された位置情報付き写真を用いる。

本章では、これら 3 種類の位置情報付きユーザ生成コンテンツについて説明し、これらの収集方法について述べる。

### 観光スポット

foursquare は、位置情報ベースの SNS の一つであり、2009 年 3 月にサービスが公開された。ユーザは、携帯端末を用いて、venue とよばれる特定の場所で check-in を登録することで、サービスに参加できる。

本研究では、foursquare が公開している foursquare API<sup>6</sup> を用いて、venue に関する情報の収集を行った。venue には、“University” や “Train Station,” “Bookstore” などさまざまなカテゴリに属するものが含まれるが、本研究では、溝尾による観光資源の分類 [9] を参考に、“Hiking Trail” や “Temple,” “Shrine” などのカテゴリに属する venue を観光スポットとして扱う。

収集された観光スポットに関する情報を、次の spot テーブルに格納した。

- *spot(id, name, address, latitude, longitude, category\_name, url)*

<sup>6</sup><https://developer.foursquare.com/>

## 位置情報付きツイート

Twitter は、マイクロブログサービスの一つであり、2006年7月にサービスが公開された。ユーザは、ツイートとよばれる記事を発信することが可能である。また、GPS 付き携帯端末の普及により、近年では位置情報付きツイートも膨大に発信されている。発信ツイート数は年々増大しており、2010年には1日3,500万ツイートを記録している。

本研究では、Twitter が公開している streaming API<sup>7</sup> を用いて、位置情報付きツイートの収集を行った。収集された位置情報付きツイートに関する情報を、次の tweet テーブルに格納した。

- *tweet(id, user\_id, user\_name, text, year, week\_of\_year, hour, latitude, longitude)*

## 位置情報付き写真

Panoramio は、写真共有サイトの一つであり、2005年10月にサービスが公開された。ユーザは、地図上に写真をアップロードすることが可能である。

本研究では、Panoramio が公開している Panoramio API<sup>8</sup> を用いて、位置情報付き写真の収集を行った。収集された位置情報付き写真に関する情報を、次の photo テーブルに格納する。

- *photo(photo\_id, photo\_title, photo\_url, longitude, latitude, owner\_id, owner\_name)*

以上の3種類の位置情報付きユーザ生成コンテンツの特徴をまとめると表1のようになる。

Twitter では、一度に発信できる字数を140字に制限することで、ユーザにとっては気軽に発信できるという利点があり、このような利点により日々膨大な量のツイートが発信される。一方で、位置情報付き写真に関しては、気軽に発信されるツイートと比べ、投稿者が良いと思い撮影された写真の中から、特に良いと思った写真がアップロードされる傾向があるため、Panoramio 上には、特に選りすぐれた写真がアップロードされているといえる。また、位置情報付き写真のタイトルにはスポット名が明記されていることも多いため、対象とするスポットが明確であるという利点もある。位置情報付きツイートに比べ、投稿されるデータ量は少ないものの、位置情報付き写真自体の質は高いものといえる。

位置情報付きツイートは膨大なデータ量を有し、さらに付加情報としてテキスト情報や時間情報が含まれるため、観光スポットの特徴抽出には有効な情報源である

表1 位置情報付きユーザ生成コンテンツの特徴の比較

ユーザ生成コンテンツ	データ量	対象の明確さ	対象の領域	テキスト情報	時間情報
観光スポット	少	明確	なし	なし	なし
位置情報付きツイート	膨大	不明確	あり	あり	あり
位置情報付き写真	少	明確	あり	なし	なし

といえる。しかしながら、対象とするスポットが不明確であるという欠点をもつため、対象が明確である観光スポットおよび位置情報付き写真とを効果的に連携させることが課題となる。第4章では、観光スポットと位置情報付きツイートの対応付け手法について述べる。

なお、本稿では、収集した観光スポット集合、位置情報付きツイート集合、位置情報付き写真集合を、それぞれ次のように表す。

$$S = \{s_1, s_2, \dots\} \quad (1)$$

$$T = \{t_1, t_2, \dots\} \quad (2)$$

$$P = \{p_1, p_2, \dots\} \quad (3)$$

また、各属性を指すときには、 $t_1.text$  のように、[オブジェクト. 属性名] の形式で表記する。

## 4 観光スポットと位置情報付きツイートの対応付け手法

本研究では、対象とする観光スポット周辺において、対象スポット名をタイトルにもつ位置情報付き写真および対象スポット名をテキストに含む位置情報付きツイートを基に、対象スポットの実質的な活動領域を推定する。そして、その活動領域内に含まれる位置情報付きツイートを対象スポットに対応付ける手法を提案する。

観光スポットの活動領域の推定には、領域判別問題の解法の一つである OC-SVM[3] を用いる。OC-SVM では、与えられた学習データ群から高密度領域を推定することが可能である。SVM は、学習データが比較的少ない場合においても、高い汎化性能を示すという特徴をもつ

以下、図1を例に、対応付け手法の具体的な手順について説明する。

- (1) 対象とする観光スポット  $s_i \in S$  を決定する。
- (2) 対象スポットから半径  $r$  以内において、対象スポット名  $s_i.name$  を写真タイトル  $p_i.photo\_title$  に含む写真集合  $P_i^* \subseteq P$  を得る。
- (3) 写真集合  $P_i^*$  を学習データとして、OC-SVM により領域  $R_{P_i^*}$  を推定する。
- (4) 対象スポットから半径  $r$  以内において、対象スポット名  $s_i.name$  をテキスト  $t_i.text$  に含むツイート集合  $T_i^* \subseteq T$  を得る。

<sup>7</sup><https://dev.twitter.com/docs/streaming-apis>

<sup>8</sup><http://www.panoramio.com/api/data/api.html>



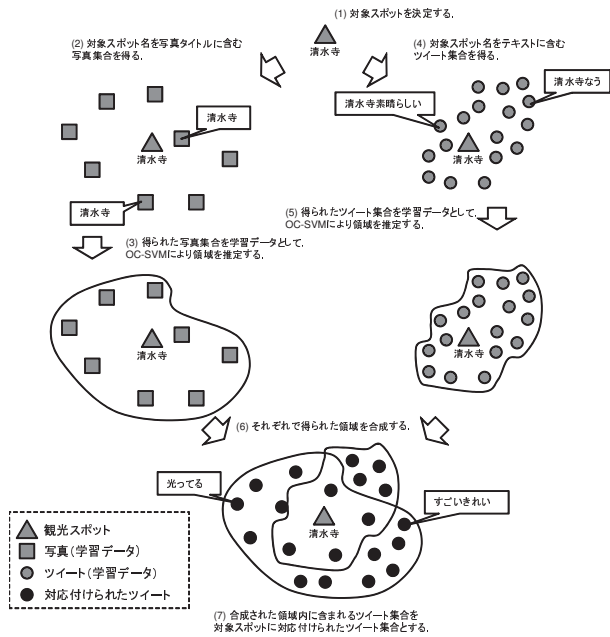


図1 観光スポットと位置情報付きツイートの対応付け手法の流れ

- (5) ツイート集合  $T_i^*$  を学習データとして、OC-SVMにより領域  $R_{T_i^*}$  を推定する。
- (6) 領域  $R_{P_i^*}$  および領域  $R_{T_i^*}$  を合成し、領域  $R_i$  を得る。この領域  $R_i$  を観光スポット  $s_i$  の活動領域とする。
- (7) 領域  $R_i$  内に含まれるツイート集合  $T_i$  を観光スポット  $s_i$  に対応付けられたツイート集合とする。

観光スポット  $s_i$  に対応付けられたツイート集合  $T_i$  に基づき、観光スポット  $s_i$  の特徴抽出を行う。本研究では、次の2種類の特徴の抽出を行う。

- (a) 観光スポットの時間的特徴
- (b) 観光スポットの特徴語句

ツイート集合  $T_i$  内のツイート発信時間 ( $t_i.year$ ,  $t_i.week\_of\_year$ ,  $t_i.hour$ ) の分布を解析することで、観光スポットの時間的特徴を抽出する。たとえば、清水寺は紅葉で有名であるため、紅葉の時期には特別多くのツイートが発信される。また、特にこの時期は夜間ライトアップのイベントが催されているため、夜間に多くのツイートが発信される。週ごと ( $week\_of\_year = 1, 2, \dots, 53$ ) および時刻ごと ( $hour = 0, 1, \dots, 23$ ) に発信されたツイート数を要素とした特徴ベクトルにより、それぞれの時間的特徴を定義する。なお、本稿では、それぞれ、 $week\_of\_year$ に関する時間的特徴、 $hour$ に関する時間的特徴と表記する。

ツイート集合  $T_i$  内のテキスト ( $t_i.text$ ) から形態素解析および  $tf-idf$  により観光スポットの週ごとの特徴語句

表2 実験で収集したユーザ生成コンテンツ

ユーザ生成コンテンツ	コンテンツ数	収集期間
観光スポット	1,006	2012年6月13日
位置情報付きツイート	389,579	2011年1月1日から12月31日
位置情報付き写真	12,480	2012年6月30日

を抽出する。本研究では、形態素解析器として、茶筌<sup>9</sup>を用いる。抽出対象の品詞は、「名詞」や「形容詞」、「未知語」などとした。ただし、「清水寺本堂」や「清水の舞台」などのような複合語に対応するため、連続する名詞や未知語、「の [助詞-連体化]」で連結される語句は一つの語句として抽出している。

なお、各特徴の抽出手法の詳細については、文献 [2] に記載している。

## 5 試作システム

第4章で説明した提案手法を実装した試作システムとして、観光スポット推薦システムの構築を行った。実装は、JSP, Java Servlet, JavaScriptで行った。また、インタフェース部分の設計にはHTML5およびCSS3を用い、地図表示は、Google Maps API<sup>10</sup>を用いて行っている。データベース管理システムはMySQLを用いている。アプリケーションサーバとしてはApache Tomcatを用いた。

### 5.1 データセット

データセットとしては、第3章で述べた、観光スポットおよび位置情報付きツイート、位置情報付き写真の3種類のユーザ生成コンテンツを用いた。

現在のシステムでは、日本国内において主要な観光スポットが集中している京都を対象として選んだ。ここでは、南西緯度経度 (34.87069, 135.566713) から、北東緯度経度 (35.12967, 135.935152) の矩形領域を対象エリアとして設定した。この矩形領域内の各ユーザ生成コンテンツを収集し、データベースに格納した。収集した各コンテンツ数およびその収集期間は表2のとおりである。

### 5.2 インタフェースおよび機能

図2は、本システムのインタフェースである。本システムは以下の機能を有する。

**スポットの選択** スポットカテゴリリストからスポットカテゴリを選択すると、そのカテゴリに含まれるスポット群がスポットリストに表示される。スポットリストからスポットを選択すると、地図上に対象スポットの位置が表示され、同時に、対象スポットに対応付けられたツイート集合および写真集合が地図上に表示される。

<sup>9</sup> <http://chasen.naist.jp/hiki/ChaSen/>

<sup>10</sup> <https://developers.google.com/maps/> (2013/04)

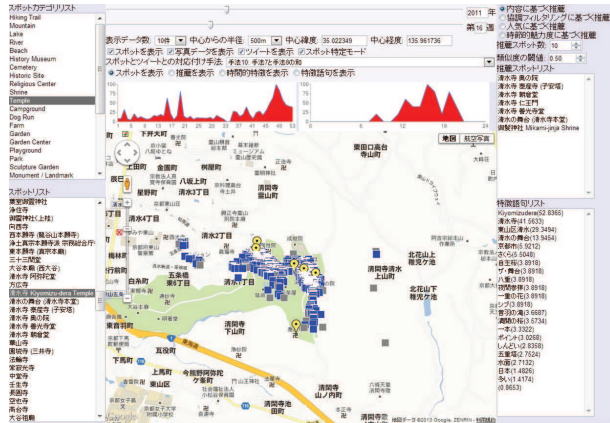


図2 観光スポット推薦システムのインタフェース

**時間的特徴の表示** 「時間的特徴を表示」オプションを選択すると、対象スポットの時間的特徴が表示される。ここでは、*week\_of\_year* および *hour* に関する時間的特徴が表示される。また、週のスライダを操作することで、着目している週を変更することができ、その週に合わせて動的に *hour* に関する時間的特徴が更新される。

**特徴語句の表示** 「特徴語句を表示」オプションを選択すると、対象スポットの特徴語句群が特徴語句リストに表示される。ここでも、着目している週を変更することで、その週に合わせて動的に特徴語句が更新される。

**推薦スポットの表示** 「推薦を表示」オプションを選択すると、対象スポットに関連する推薦スポット群が推薦スポットリストに表示される。推薦処理として、下記の4種類の機能がある。

- (a) **内容に基づく推薦** 対象スポットと時間的特徴が類似する上位  $N$  件のスポットが提示される。
- (b) **協調フィルタリングに基づく推薦** 対象スポットに対応付けられたツイートの発信ユーザの情報を基に、スポット-ユーザ間の関係を抽出し、スポット間の類似度を算出する。対象スポットとの類似度が高い上位  $N$  件のスポットが提示される。
- (c) **人気に基づく推薦** 対応付けられたツイート数に基づき、上位  $N$  件のスポットが提示される。
- (d) **時節の魅力に基づく推薦** 着目している週において、対応付けられたツイート数が相対的に最も多い上位  $N$  件のスポットが提示される。

なお、提示スポット数  $N$  および類似度の閾値は、ユーザが指定可能である。

## 6 定性分析

本章では、第4章で述べた対応付け手法および第7章で述べた試作システムの有効性を確認するために、実データを用いた定性分析を行う。

### 6.1 対応付け手法の分析

対応付け手法の有効性について定性的に分析する。ここでは、(a) 清水寺、(b) 金閣寺、(c) 哲学の道の事例を取り上げる。

図3は、各観光スポットに対応付けられた位置情報付きツイート集合を示している。

(a) 清水寺に関しては、第4章で述べたように、清水寺の公式の住所以外の領域においてもツイートが対応付けられていることがわかる。また、清水寺本堂以外にも周辺の建造物や参道におけるツイートも対応付けられている。

(b) 金閣寺に関しては、金閣寺周辺以外にも、最寄りのバス停「金閣寺道」から金閣寺に向かうまでの道中におけるツイートも対応付けられている。実際に、「いざ金閣寺へ!」や「歩いて金閣寺へ」など、これから金閣寺へ向かうような内容のツイートが多い。

(c) 哲学の道に関しては、南北に伸びる道に沿ってツイートが対応付けられた。観光経路は線形状になっているが、提案手法では、このような観光経路の抽出も可能であることを示した。

以上、一例ではあるが、提案の対応付け手法により、観光スポットの実質的な活動領域を考慮しながら、観光スポットと位置情報付きツイートとを適切に対応付けることが可能であることを示した。

### 6.2 特徴抽出手法の分析

特徴抽出手法の有効性について定性的に分析する。ここでは、(a) 金閣寺、(b) 哲学の道、(c) 八坂神社の事例を取り上げる。

各観光スポットの *week\_of\_year* に関する時間的特徴を図4に示す。

(a) 金閣寺に関しては、他のスポットに比べ、特に冬の時期(第53週から第3週まで)において、多くのツイートが発信されていることがわかる。実際に、この時期に抽出された特徴語句に着目すると、「金閣の雪景色」という語句がみられた。

(b) 哲学の道に関しては、4月(第15週から第16週まで)および6月(第20週から第27週まで)において、多くのツイートが発信されていた。それぞれの時期における特徴語句に着目すると、4月の時期には「さくら」や「さくら満開」、6月の時期には「紫陽花」が抽出されていた。

(c) 八坂神社に関しては、7月(第29週から第31週まで)において、多くのツイートが発信されていた。実



図3 各観光スポットに対応付けられた位置情報付きツイート集合

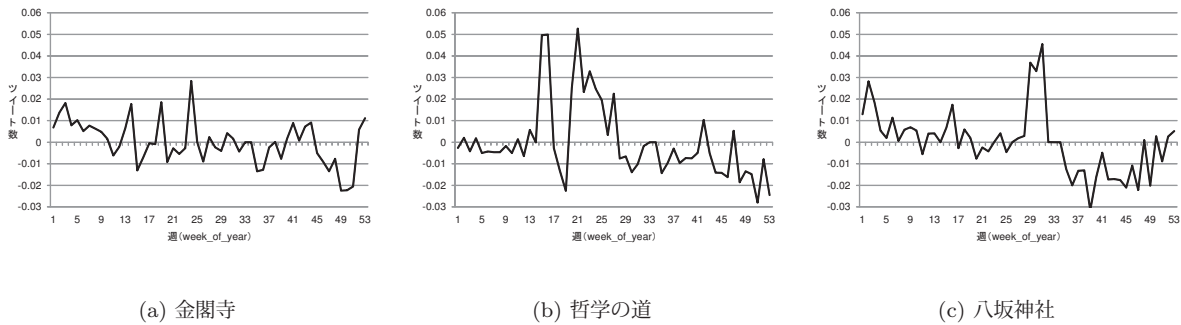


図4 各観光スポットの *week\_of\_year* に関する時間的特徴

際にこの時期は祇園祭が開催されていた時期であり、この時期における特徴語句に着目すると、「祇園祭観覧」や「御幸祭の神事」、「祇園祭神輿渡御」など祇園祭に関する語句が抽出されていた。

以上のように、観光スポットの時間的特徴および特徴語句を考慮することにより、時節に応じた観光スポットを推薦することが可能となる。

## 7 まとめ

本稿では、OC-SVMにより、対象スポットの実質的な活動領域を推定し、観光スポットと位置情報付きツイートを対応付ける手法を提案した。また、対応付けられたツイートを基に、観光スポットの時間的特徴および特徴語句を抽出する手法を提案し、抽出された特徴を基に、各種推薦手法を適用した観光スポット推薦システムを提案した。京都における実データを用いた定性分析により、提案手法の有効性を示した。今後は、ユーザ評価などにより、システムの有効性について詳細に検証する。

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学研究費補助金若手研究(B)「コンテキスト限定価値を考慮した情報推薦方式」(研究代表者:奥健太, 課題番号 23700132)による。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- [1] 川村秀憲, 鈴木恵二, 山本雅人, 松原仁. 新しい○○情報学: 2.

- 観光情報学. 情報処理, Vol. 51, No. 6, pp. 642–648, 2010.
- [2] 奥健太, 橋本拓也, 上野弘毅, 服部文夫. 地理情報推薦のための観光スポットと位置情報付きユーザ生成コンテンツの対応付け手法の提案. 第5回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集 (DEIM 2013), pp.A3-2, 2013.
- [3] 高島泰斗, 香田正人. 1クラスSVMと近傍サポートによる領域判別 (<特集> SVMの周辺:One-Class SVMと領域判別). オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol. 51, No. 11, pp. 677–682, 2006.
- [4] David Crandall, Lars Backstrom, Daniel Huttenlocher, and Jon Kleinberg. Mapping the World's Photos. In *WWW '09: Proceedings of the 18th international conference on World wide web*, 2009.
- [5] Yu Zheng, Lizhu Zhang, Xing Xie, and Wei-ying Ma. Mining Interesting Locations and Travel Sequences from GPS Trajectories. In *WWW '09: Proceedings of the 18th international conference on World wide web*, pp. 791–800, 2009.
- [6] Vincent W Zheng, Yu Zheng, Xing Xie, and Qiang Yang. Collaborative Location and Activity Recommendations with GPS History Data. In *WWW '10: Proceedings of the 19th international conference on World wide web*, pp. 1029–1038, 2010.
- [7] Ryong Lee and Kazutoshi Sumiya. Measuring geographical regularities of crowd behaviors for Twitter-based geo-social event detection. In *Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks - LBSN '10*, pp. 1–10, New York, New York, USA, 2010. ACM Press.
- [8] 李龍, 若宮翔子, 角谷和俊. Tweet分析による群衆行動を用いた地域特徴抽出. 情報処理学会論文誌: データベース (TOD), Vol. 5, No. 2, pp. 36–52, 2012.
- [9] 溝尾良隆 (著), 日本観光研究会 (監修). 観光学全集<第1巻>観光学の基礎. 原書房, 2009.