利用者特性と混雑状況を考慮したスポーツツーリズム支援システムの構築

野邉田 龍将*・山本 佳世子**

Development of a Sports Tourism Support System Based on User Characteristics and Crowd Conditions

Ryusho Nobeta*, Kayoko Yamamoto**

Abstract: During sporting events, surrounding areas often become heavily congested with both local spectators and visitors from distant regions, making it difficult to enjoy a comfortable tourism experience. In response to such an issue, this study aims to develop a web-based system that facilitates efficient sports tourism by incorporating two key factors: spot recommendations based on user characteristics and crowd conditions. The system assists users in creating personalized tourism plans by suggesting sightseeing spots that can be effectively visited before and after sporting events. It also includes a feature that allows users to share their plans with others. By visualizing crowd conditions at tourist destinations using visitor data, the system enables users to select less congested locations and adjust their itineraries accordingly. Moreover, the system recommends tourist spots tailored to individual preferences and residential backgrounds—whether local residents or long-distance travelers—thereby offering customized tourism experiences that align with each user's unique needs.

Keywords: スポーツツーリズム（sports tourism），観光支援システム（tourism support system），Web-GIS，混雑状況（crowd condition），推薦システム（recommendation systems）

１．序論

近年の旅行者の観光目的として，スポーツを見に行くための旅行およびそれに伴う周辺観光，スポーツを支える人々との交流など，スポーツと旅行を融合させたスポーツツーリズムが注目されている．スポーツツーリズムは，スポーツ庁が 2017 年に策定した「第 2 期スポーツ基本計画」でスポーツを通じた地域活性化の施策として提案され，2023 年に策定した「第 3 期スポーツ基本計画」においても，地方自治体と地域住民が連携したスポーツによるまちづくりやインバウンドニーズに向けたコンテンツ開発が推進されている．このように，これからの観光振興政策として，スポーツツーリズムは大きな効果をもたらすことが期待されている．

しかし，スポーツイベント開催時の周辺地域は，地元の観戦客に加えて遠方から訪れる観戦客により著しく混雑するため，快適な観光体験を得られないことがある．また，観戦客の居住地域や嗜好はそれぞれ異なるため，一人ひとりのニーズに応じた効率的な観光計画を作成することは困難である．したがって，より高い満足度を伴うスポーツツーリズムを推進するためには，周辺地域の混雑状況を把握しつつ，各スポーツ観戦客に対して適切な観光情報を提供することが求められる．

本研究は，以上の社会的・学術的背景を踏まえ，混雑状況を考慮しながら，居住地域や嗜好などの利用者特性に応じて個別最適化された観光スポット推薦を行うことで，スポーツイベント前後の時間を有効活用し，効率的なスポーツツーリズムを支援する Web システムの構築を目的とする．

２．関連分野の先行研究と本研究の位置付け

本研究の関連分野の先行研究は，(1) スポーツツーリズムに関する研究，(2) 観光支援システムに関する研究，(3) 推薦システムに関する研究に分類することができる．

(1) の研究では，和田（2021），Pedauga et al. (2022)，Peric (2010) は，スポーツツーリズムがもたらす地域経済効果を明らかにした．また，三宅ほか（2018），Liang et al. (2022) は，ICT の活用による利便性向上について言及しているが，観光客の行動を支援する具体的なシステム開発には至っていない．(2) の研究では，前川ほか（2023），Hidaka et al. (2020)，Aoike et al. (2018) は，混雑状況の把握と分散化を目的としたシステムを構築しており，Kurata et al. (2015)，Ito et al. (2018) は，Web-GIS を活用した支援システムを構築した．しかし，これらのシステムは利用者の個別特性を十分に考慮していない．(3) の研究では，上原ほか（2012），Tarui (2011)，Kato & Yamamoto (2020) は，訪問履歴や観光地の類似度に基づく観光スポ

* 学生会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科（The University of Electro-Communications）
〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1 E-mail：n2430100@edu.cc.uec.ac.jp
** 正会員 電気通信大学大学院情報理工学研究科（The University of Electro-Communications）

ット推薦システムを構築したが，利用者の包括的な観光計画作成の支援まではしていなかった. 井上・徳丸（2020），Kotkov et al. (2016)，Chen et al. (2019) については，セレンディピティに着目した推薦手法を提案していたが，対象は商品などに限定されており，様々な要素を含む観光計画への応用はなされていなかった.

本研究では，以上の先行研究で個別に開発された Web-GIS，観光支援システム，推薦システムを統合し，利用者の特性に応じたスポーツツーリズムの計画を，デジタル地図を参照しながらシームレスかつ効率的に作成可能な Web システムの構築を目指す．さらに，（1）人流データを活用して観光スポット周辺の混雑度情報を提供し，混雑を避けた観光計画を作成できること，（2）居住地域や嗜好といった利用者特性に基づく個別最適化された観光スポットの推薦を行うこと，（3）観光計画の作成から利用者間での共有までを同一システム上で可能にすることで利便性を高めることの 3 点において，本研究の独自性を示す.

３．システムの設計

３.１　本システムの設計

本システムは Web-GIS，観光計画作成システムから構成される（図 1）. Web-GIS には Web サイト上でアクセス可能な ESRI 社が提供する ArcGIS API for JavaScript，デジタル地図には無料公開されている OpenStreetMap を用いる．利用者は，本システムを利用する時には，システム上で用いるアカウントを作成し，データベースに利用者情報を登録する.

システムの利用については，Web-GIS のデジタル地図上では，利用者は混雑を避けながら観光スポットを選定し，観光計画を立案することが可能となる．観光計画作成システムでは，まず参加予定のスポーツイベントを設定し，その前後に訪問したい観光スポットを選択することで，複数ヶ所を巡回する計画を作成できる．観光スポット設定時には，観光スポット推薦機能を用いて，利用者の特性に応じた観光スポットの効率的な推薦を受けることができる．さらに，作成された観光計画は他の利用者と共有することができ，すべての計画はデータベースに蓄積される．これにより，利用者間での情報共有と計画の再利用が促進され，システムの利便性と拡張性が高まる.

３.２　推薦システム

Jannach et al. (2010) および Aggarwal (2016) によると，膨大な情報の中から利用者の嗜好に応じた推薦を行う手法には，協調型推薦，内容ベース型推薦，知識ベース型推薦の 3 種類がある．本研究では，遠方から訪れる観光客や運用対象地域に関する知識が乏しい観光客に対しては知識ベース型推薦，運用対象地域に居住している人や観光頻度の高い利用者に対しては内容ベース型推薦を採用する.

知識ベース型推薦は，利用者に嗜好を明示的に尋ねることで，訪問意欲の高い観光スポットを的確に推薦できる点が利点である．一方，内容ベース型推薦は，過去に訪問した観光スポットとは異なる意外性のある観光スポットを提示することで，利用者の飽きを軽減する効果が期待できる.

知識ベース型推薦では，利用者の嗜好条件の特徴量として，スポーツ関連度，混雑度，アクセスの容易さ，コスト，自然，歴史・文化，ショッピング，フードの 8 項目を設定する．利用者は各項目について重要度を 1〜5 の 5 段階で入力し，その数値に基づいて利用者プロファイルを作成する．このプロファイルは，観光スポット推薦時の特徴ベクトルとして用いる.

内容ベース型推薦では，過去に訪問した観光スポットの特徴量の平均値を用いて利用者プロファイルを作成する．観光スポットも同様の 8 項目について事前に特徴量を算出し，観光スポットの特徴ベクトルを作成する．これらのベクトル間の類似度は，式（1）により算出され，推薦の根拠として活用される.

$$Sim_i = \frac{\sum_j^n \frac{U_j}{2} \times S_{i,j}}{\sqrt{\sum_j^n \left(\frac{U_j}{2}\right)^2} \times \sqrt{\sum_j^n \left(S_{i,j}\right)^2}} \quad (1)$$

Sim_i：類似度，　U_j：利用者の項目jに対する重要度
$S_{i,j}$：観光スポットiの項目jの特徴量
i：観光スポット番号，　j：項目番号

３.３　観光客数推計に基づく混雑度

混雑度の表示にあたっては，観光客の位置情報の収集が理想的であるが，位置情報は個人情報に該当するため，取得には制約が伴い，実用上困難である．そこで本研究では，観光客数の推計に基づく混雑度表示手法として，運用対象地域の総滞在人口から昼間人口を差し引く方法を提案し，式（2）により算出する．この推計により，住民や通勤・通学者を除いた一時的な滞在者，すなわち観光客数を間接的に把握することが可能となる.

$$N_{t,i} = P_{total,i} - P_{day,i} \quad (2)$$

$N_{t,i}$：メッシュ番号iにおける観光客数
$P_{total,i}$：メッシュ番号iにおける総滞在人口
$P_{day,i}$：メッシュ番号iにおける昼間人口

本研究では，ある地域の総滞在人口データとして，G 空間情報センターが提供する全国人流オープンデータおよび NTT ドコモのモバイル空間統計を利用する．昼間人口データについては，2020 年国勢調査の「人口等期

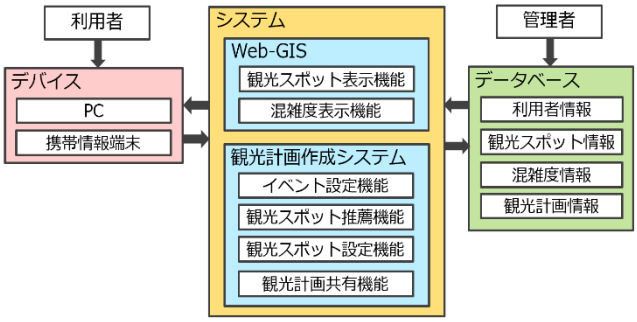


図 1. システムの設計

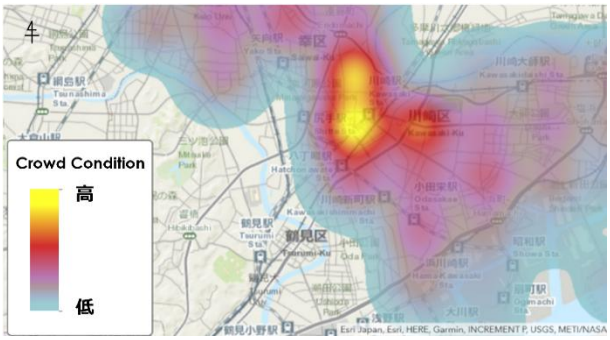


図 2. 混雑度表示の例

本集計結果」および「従業地・通学地による人口・就業状態等集計結果」を利用する．総滞在人口データはメッシュ単位，昼間人口データは町丁目単位で提供されるため，国土数値情報の位置参照情報を用いて町丁目の中心点を緯度経度に変換し，各町丁目が属するメッシュを判定することで，空間単位の統一を図る．なお，本研究で用いるデータは 2020 年時点の静的な統計情報に基づくため，本システム上で表示される混雑度も静的な情報として提供される．図 2 に，本システムにおける混雑度表示の例を示す．

３.４　システムの有用性

本システムの有用性は以下の 3 点である．

(1) 収集が困難な情報の可視化と取得の容易化

インターネット上には膨大な観光情報が存在するが，利用者が必要とする情報を効率的に収集することは容易ではない．本システムでは，周辺地域の混雑状況，意外性のある観光スポット，スポーツ関連の観光情報など，従来収集が困難であった情報を統合的に取得することが可能である．

(2) 土地勘や事前知識のない利用者への支援

土地勘や事前知識の乏しい利用者にとって，スポーツイベントの開催時間に合わせた効率的な観光計画の立案は困難である．本システムでは，デジタル地図上に表示されたスポーツイベント会場と観光スポットの位置関係を視覚的に把握できるほか，嗜好に応じた観光スポット推薦機能や他の利用者の観光計画の参照機能により，計画作成を容易にする．

(3) 時間制約下での観光計画作成の支援

スポーツイベントの前後という限られた時間を活用した観光計画の立案は，実現性の面で課題が多い．本システムでは，イベントの開始・終了時間を初期設定し，その後デジタル地図を参照しながら訪問可能な観光スポットを選定することで，現実的かつ効率的な観光計画の作成が可能となる．

４．システムの構築

４.１　フロントエンド

フロントエンドの主要機能は以下のとおりである．

(1) 観光スポット表示機能

デジタル地図上に観光スポット情報を表示する．観光スポットは観光地，飲食店，ホテル，ショッピング施設などのカテゴリーに分類されており，アイコンの色分けによりカテゴリーの判別が容易となる．

(2) 混雑度表示機能

運用対象地域の観光混雑度を段階別にヒートマップとして地図上に表示する．利用者はこの情報を参照することで，混雑を避けた観光計画の立案が可能となる．

(3) 観光計画作成機能

観光計画の作成にあたっては，まずスポーツイベントの名称，開催日時，開始・終了時間を入力し，イベント予定を設定する．次に，イベント前後の空き時間に訪問可能な観光スポットを選択し，各観光スポットの名称および訪問時間を入力する．これを繰り返すことで，複数の観光スポットを含む観光計画を構築することができる．

(4) 観光スポット推薦機能

利用者の特性に応じて，観光スポットを推薦する．知識ベース型推薦では，利用者が入力した嗜好条件に基づき，類似度の高い観光スポット上位 5 ヶ所を提示する．内容ベース型推薦では，過去の訪問履歴に基づき，類似度の高い観光スポット上位 3 件に加え，意外性のある観光スポット 2 件を推薦することで，新規性と満足度の両立を図る．

(5) 観光計画共有機能

作成した観光計画は，他の利用者と共有することが可能である．共有された計画は，他の利用者が自身の観光計画を作成する際に参照でき，計画立案の負担軽減と情報共有の促進に寄与する．

４.２　バックエンド

バックエンドで行う主な処理は以下のとおりである．

(1) 観光スポット表示および混雑度表示に関する処理

データベースから観光スポット情報と混雑度情報を抽出し，これらの情報に含まれる緯度経度の位置データをもとに，観光スポットをアイコン，混雑度をヒートマップとして Web-GIS のデジタル地図上に表示する．

(2) 観光計画作成に関する処理

観光計画作成機能を用いて作成された計画データは，

利用者ごとにデータベースに保存される．これにより，計画の再利用や共有が可能となる．

(3) 観光スポットの推薦に関する処理

利用者が入力した嗜好条件と観光スポットの特徴量に基づいて類似度を算出し，推薦候補を抽出する．この処理は，知識ベース型および内容ベース型推薦アルゴリズムに対応しており，利用者特性に応じた柔軟な推薦を実現する．

４.３　インタフェース

利用者用インタフェースにはレスポンシブ Web デザインを採用し，PC および携帯情報端末（スマートフォンやタブレット）など，画面サイズの異なる端末に対応した表示最適化を行う．これにより，端末の種類にかかわらず，同一の機能を快適に利用できる Web システムとして構築する．管理者用インタフェースでは，システム管理者が観光スポット情報の追加・修正を行えるほか，悪質な利用者の管理や不適切な投稿内容の削除など，コンテンツの健全性を維持するための運用管理を行う．

５．まとめと今後の研究計画

５.１　まとめ

本研究では，Web-GIS と観光計画作成システムを統合した Web システムの設計・構築を行った．本システムの有用性は，(1) 収集が困難な情報の可視化と取得の容易化，(2) 土地勘や事前知識のない利用者への支援，(3) 時間制約下での観光計画作成の支援の 3 点にある．本システムには，観光スポット表示機能，混雑度表示機能，観光計画作成機能，観光スポット推薦機能，観光計画共有機能の 5 つの主要機能があり，これらの機能に対してバックエンドで処理を行う．

５.２　今後の研究計画

本研究では，システム構築後に試験運用を実施し，利用者へのヒアリング調査を通じて改善点を抽出したうえで，システムの再構成を行い，本格的な運用に移行する予定である．本システムの運用対象地域としては，神奈川県川崎市を選定している．選定理由は，同市に複数のスポーツチームの本拠地が存在し，スポーツイベントが頻繁に開催されていること，さらにスポーツに関連する観光スポットが多数立地していることによる．また，複数の鉄道路線が乗り入れており，スタジアムや主要観光地へのアクセス性が高い点も，運用対象地域としての適性を高めている．

本運用後は，利用者へのアンケート調査および Google Analytics を活用したログデータのアクセス解析を通じて，本システムの有効性を評価する．これらの結果を踏まえ，さらなる改善策を提案し，スポーツツーリズム支援システムとしての実用性と汎用性の向上を図る．

参考文献

井上聡子・徳丸正孝（2021）セレンディピティ誘発に着目した情報推薦システム．「知能と情報」，**33**(1)，501-505.

上原尚・嶋田和孝・遠藤勉（2012）Web 上に混在する観光情報を活用した観光地推薦システム．「信学技報」，**112**(367)，13-18.

前川丈幸・笠原秀一・馬強（2023）混雑を考慮した観光ルート生成に関する研究．「DEIM Forum 2023」，5b-3-4.

和田崇（2021）スポーツまちづくりがもたらす社会経済効果-徳島県阿南市の「野球のまち推進事業」を事例に-．「経済地理学年報」，**67**(1)，43-57.

三宅正史・藤井彰・大野敬史・吉川正晃（2018）スポーツツーリズムから日常生活まで満足度を高めるプレイスサービス基盤．「FUJITSU」，**69**(2)，42-47.

Aggarwal, C. C. (2016). *Recommender systems*. Heidelberg: Springer.

Aoike, T., Ho, B., Hara, T., Ota, J., Kurata, Y. (2018) Utilising crowd information of tourist spots in an interactive tour recommender system. *Proceedings of the Information and Communication Technologies in Tourism 2019*, 27-39.

Chen, L., Yang, Y., Wang, N., Yang, K., & Yuan, Q. (2019) How serendipity improves user satisfaction with recommendations? a large-scale user evaluation. *Proceedings of the WWW '19: The World Wide Web Conference*, 240-250.

Hidaka, M., Kanaya, Y., Kawanaka, S., Matsuda, Y., Nakamura, Y., Suwa, H., Yasumoto, K. (2020) On-site trip planning support system based on dynamic information on tourism spots. *Smart Cities*, **3**(2), 212-231.

Itou, J., Mori, T., Munemori, J., Babaguchi, N. (2018). Development of a Stroll Support System Using Route Display on a Map and Photograph Sharing Service. *Proceedings of the 29th International Conference on Collaboration Technologies and Social Computing*, 48-55.

Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A., & Friedrich, G. (2010). *Recommender Systems: An Introduction*. Cambridge: Cambridge university press.

Kato, Y., Yamamoto, K. (2020). A sightseeing spot recommendation system that takes into account the visiting frequency of users. *International Journal of Geo-Information*, **9**(7), 411; https://doi.org/10.3390/ijgi9070411.

Kotkov, D., Wang, S., & Veijalainen, J. (2016). A survey of serendipity in recommender systems. *Knowledge-Based Systems*, **111**, 180-192.

Kurata, Y., Shinagawa, Y., Hara, T. (2015) CT-Planner5: A computer-aided tour planning service which profits both tourists and destinations. *Proceedings of the Workshop on Tourism Recommender Systems*, 35-42.

Liang, F., Mu, L., Wang, D., Kim, B. S. (2022) A new model path for the development of smart leisure sports tourism industry based on 5G technology. *IET Communications*, **16**(5), 485-496.

Pedauga, L. E., Pardo-Fanjul, A., Redondo, J. C., Izquierdo, J. M. (2022) Assessing the economic contribution of sports tourism events: A regional social accounting matrix analysis approach. *Tourism Economics*, **28**(3), 599-620.

Peric, M. (2010) Sports tourism and system of experiences. *Tourism and Hospitality Management*, **16**(2), 197-206.

Tarui, Y. (2011) Recommendation system of tourist site using collaborative filtering method and contents analysis method. *Jobu University Bulletin*, **36**, 1-14.