

# バスの待ち時間活用のための利用者のニーズに基づくスポット推薦システムの開発

## —路線バスの利用改善策の提案—

桐生 実和

### 1. はじめに

近年、路線バスをはじめとする地域公共交通は、人口減少や車社会化の影響により輸送需要が縮小し、それに伴い事業赤字に追い込まれるなど厳しい経営環境に置かれている[1]。実際、本学が位置する会津若松市でも、人口減少と車社会の進展により、買い物や通勤・通学時の自家用車の使用が増加しており、公共交通の利用率は低下している[2]。これは地方都市特有の問題であり、特に路線バスの利用率低下が問題となっている。

路線バスの利用率低下の原因として利便性が低いことがあげられる。会津若松市地域公共交通計画では、公共交通に不慣れな場合、バスの乗り方や利用方法に不安を感じる人が多いことが示されている[2]。また市民アンケートには「バスの到着時間がわからずに待ち時間に不安を感じた」「バス停に椅子や屋根がなく待ち時間がつらい」という声もある[2]。

これらの問題からバスの利便性を高めるために、待ち時間を活用して観光地を推薦するシステムが開発されている。しかしバスの時刻表と連携がないため、ユーザが次の予定時刻と場所を手動で入力する必要があり手間がかかる。さらに推薦されるスポットの数が過剰になる場合や、地元住民など観光客以外のユーザには不適切な選択肢を提示してしまう場合もある。

そこで本研究では、時刻表と連携してユーザが次の予定時刻や場所を入力する負担を軽減し、推薦されるスポットを絞り込むために空腹度や疲労度などのユーザの状況を考慮したスポットの推薦が可能なシステムを開発する。

### 2. 路線バスにおける待ち時間活用の現状と課題

#### 2.1 路線バス利用の現状と待ち時間活用

路線バスの利用者にとって、目的地付近のバス停に停まるバスの路線や経路、到着時刻は重要な情報であり、それらがわからなければ不安を感じる。一方で到着時刻を調べることは利用者にとって手間であり、路線バス利用の阻害要因となっている。また、利用者がバスの到着時刻を把握できても、地方都市の路線バスは運行間隔が長いことが多く、バスの到着までの待ち時間を持って余してしまうこともある[2]。

この問題は会津地域においても同様である。会津若松市内を運行しているバスの現状として、会津バスが運行するまちなか周遊バス「あかべえ」「ハイカラさん」<sup>1</sup>に

ついては、利用者や営業利益が増加傾向にある[3]が、それ以外の路線バスに関しては利用者やバスの本数が減少している。原因として、巡回経路がわかりやすいまちなか周遊バスと違い、路線バスは経路がわかりにくいいため利用しづらいことが考えられる。そのため、観光客のような初めて利用する人にもわかりやすい情報提供手段が必要である。

また、近年の公共交通においては、運行本数の減少に伴い、待ち時間を作らない「シームレス化」が重要になっていると指摘されているが[4]、採算の都合などで実現が難しいことも多い。したがって、待ち時間を有意義に過ごせるよう、その時間を活用するための情報提供が求められている。この背景から、バスの経路や利用方法に関する情報と、待ち時間を有効活用するための情報を組み合わせる仕組みが必要であり、既にいくつかのシステムが開発されている。

#### 2.2 バスの待ち時間を活用した観光支援システム

工藤[5]は観光客を対象として、バスの待ち時間を活用した観光支援システムを提案した。具体的には、ユーザが次の予定の時刻と場所を入力することで、現在地周辺で待ち時間を利用して訪れることが可能な観光スポット、それにアクセスするためのバス及び停留所情報、そして各スポットでの必要滞在時間を提示する。ユーザが特定のバスを選択した場合には、そのバス経路上の観光スポットが表示される。また、特定の観光スポットを選択すると、待ち時間内に訪問可能なすべての観光地の情報が提供される仕様となっており、個々のユーザのニーズに合わせた情報を提供できるようにしている。

さらにこのシステムでは、推薦する観光スポットを効率的に絞り込むため、各スポットでの必要滞在時間を内部的に設定している。具体的には、現在地から観光スポットまでの移動時間と観光スポットでの必要滞在時間、観光スポットから次の目的地までの移動時間の合計が、ユーザの利用可能な待ち時間を下回るスポットを自動で推薦する機構となっている。なお、必要滞在時間は観光スポットのカテゴリに応じて設定されている。これにより、推薦するスポットを絞り込み、ユーザが選択する負担を軽減することができるようにしている。

#### 2.3 推薦スポットの絞り込みと滞在時間における課題

工藤のシステムでは、待ち時間内に訪問可能な観光スポットの推薦は可能であるが、時刻表やバス停の位置情報との連携がないため、ユーザは次の予定時刻と

<sup>1</sup> <https://www.aizubus.com/rosen/machinaka-shuyu>

場所を手動で入力する必要がある。そのため、ユーザの負担を軽減できる余地がある。さらに、推薦されるスポットについて、待ち時間内に観光可能という条件のみで絞り込んでおり、ユーザの空腹度や疲労度などの状況を考慮していないため、推薦されるスポットの数が過剰になる場合や、地元住民など観光客以外のユーザには不適切な選択肢を提示してしまうという課題もある。

以上のことを踏まえて、本研究では待ち時間の活用とバスの利用促進を目指し、観光客だけでなく地域住民も対象とし、バス停やバスの時刻表と結びつけた待ち時間の設定、さらにユーザの状況を考慮したスポットの推薦が可能なシステムを開発する。

### 3. スポット推薦システムの構成

#### 3.1 使用するツールとデータ

本研究のシステムは、JavaScriptの開発環境であるNode.js<sup>2</sup>[6][7]を使用し、Webアプリケーションとして開発した。その理由は、パソコンだけでなくスマートフォンやタブレットなど多様な端末に対応することで、気軽にシステムを利用することができるようにするためである。マップ表示機能としては、Google Maps API[8]を採用した。これは位置情報を用いてGoogleマップ<sup>3</sup>上にデータを可視化できることから、ユーザビリティの高いインターフェースを提供できると考えたからである。

スポットを推薦するのに必要なバス停情報や時刻表情報の取得には、公共交通データフォーマットであるGTFSデータ<sup>4</sup>を使用した。その理由は、オープンデータとして無償で公開されており、時刻表や経路情報などのバスに関するデータを新たに自身で収集することなく、効率的にシステム開発を進めることができるためである。推薦するスポットの情報は、会津地方の観光やグルメ情報が紹介されている会津若松観光ナビ<sup>5</sup>の「観光・体験」「グルメ」「お土産」ページから取得した。その理由は、観光振興を目的として活動している一般財団法人会津若松観光ビューロー<sup>6</sup>が公開している情報を使用することで、観光に特化した正確で豊富な情報を得ることができると考えたからである。なお、今回は会津若松市の路線バスを運営している会津バスを対象としてシステムを開発するが、GTFSデータが公開されているバス会社であれば、他地域でも同様の運用が可能である。

#### 3.2 システム構成図

本研究のシステム構成図を図1に示す。まず、Googleマップ上にユーザの現在地と、表示されたマップ上に存在するすべてのバス停の位置を表すマーカー、現在地から半径1km以内の推薦スポットの位置を表すマーカーを表示する(①)。半径1km以内のスポットに限定している理由は、成人の平均徒歩時速4kmとしたときに15分以内で到着できる範囲とすることで、近場で気軽に訪れることが可能で、空き時間を効率よく利用

できることを意図したからである。すべてのバス停を表示する理由は、近くのバス停を利用したいというニーズに加えて、現在地から距離が遠いバス停や目的地のバス停の位置を確認したいといったユーザの多様な要望に対応するためである。現在地の位置情報は端末のGPSセンサによって緯度・経度を取得し、そのデータに基づいてGoogle Maps APIを使用してマップ上にマーカーを表示している。

次に、ユーザは利用したいバス停のマーカーをタップする。タップすると、そのバス停から1時間以内に出発するバスの時刻と路線バスの名前が情報ウィンドウに表示されるため、ユーザはその中から利用したいバスを選択する(②)。なお、バス停の時刻表や路線情報は前述のGTFSデータをJSON形式に変換したものをシステムに組み込んでいる。続いて、「あなたは観光客ですか?」「疲れている状態ですか?」「お腹は空いていますか?」という3つの質問を画面に表示し、ユーザに「はい」または「いいえ」の2択でそれぞれ選択してもらい、推薦するスポットの絞り込みを行う(③)。ここで、観光客であるか否かの選択は、システムの利用を地元住民にも拡大するための機能である。観光客には観光資源などを優先的に推薦し、地元住民に向けては公園やスーパーマーケットなどの利用頻度が高いスポットを優先して推薦することで、それぞれのニーズに適した情報を提供できることを意図したものである。また疲労度に関する質問を設定した理由は、「はい」と回答したユーザに飲食店や公園など椅子のあるスポットを推薦しやすくするためである。さらに、空腹度に関する質問では、「はい」と回答することで飲食店を推薦しやすくし、「いいえ」と回答した場合は飲食店の推薦を少なくすることを意図している。

その後、ユーザの状況に合ったスポットを推薦するために、ユーザの入力値とスポットデータ内の各スポットに設定した評価値の差分をとる(④)。そのためにまず各スポットの特性をユーザタイプ、疲労度、空腹度の3種類の評価値を持つようにデータベースを構築した。具体的には、さざえ堂は観光資源であり道中に階段があることに加え、飲食物を提供していないため「さざえ堂、ユーザタイプ:1、疲労度:1、空腹度:1」というようにする。このとき評価値は3段階の値をとり、観光資源の場合は1、公共施設などの場合は3とする。疲労度は1の場合は疲れていない、2の場合は普通、3の場合は疲れているとする。空腹度についても疲労度と同様に設定している。評価値の基準は、ユーザタイプは観光資源として多くの観光客が訪れる場所であれば1、地元住民の利用頻度が高い場所を3とする。疲労度は階段がなく椅子に座ることができるスポットを3、階段があり椅子に座ることができないスポットを1、いずれにも該当しないスポットを2とする。この際エレベーターがあるスポットは階段がないものとする。空腹度はレストランなどの飲食店である場合は3、カフェや屋台など軽食を提供している場合は2、

<sup>2</sup> <https://nodejs.org/en>

<sup>3</sup> <https://maps.google.co.jp/>

<sup>4</sup> <https://data.data4citizen.jp/dataset/10060103>

<sup>5</sup> <https://www.aizukanko.com/>

<sup>6</sup> <https://www.tsurugajo.com/>

飲食物を提供していない場合は1としている。

ユーザの選択については、③の質問で「はい」の場合は3、「いいえ」の場合は1となるように、3段階評価の両端の値を割り当てる。各スポットの評価値とユーザの選択の差分を以下の式で計算することで、適合性を判断する。

$$| \text{質問1の回答} - \text{対象スポットのユーザタイプ} |$$

$$+ | \text{質問2の回答} - \text{対象スポットの疲労度} |$$

$$+ | \text{質問3の回答} - \text{対象スポットの空腹度} |$$
 なお、推薦されたスポットのおすすめ度を判断するしきい値は、差分により3つに分けられる。差分が0の場合はユーザのニーズに完全に一致しているため、おすすめ度3とする。差分が1の場合はおすすめ度2、差分が2の場合はおすすめ度1となる。差分が3以上の場合にはマーカーを非表示にする。

次に、抽出したスポットを移動所要時間とスポットでの必要滞在時間の合計によって絞り込む(⑤)。まず、ユーザが選択したバスの出発時刻までの待ち時間を計算する。そして(バスの待ち時間) > (現在地からスポットまでの移動時間 + 必要滞在時間 + スポットからバス停までの移動時間) の要件を満たすスポットを抽出する。なお、この際のバス停とスポット、現在地間の移動時間は、成人の平均徒歩時速4kmとあらかじめ登録している座標を用いて直線距離から計算したものとす。

最後に、ユーザの状況に応じた推薦対象のスポットをGoogleマップ上に表示する(⑥)。その際、各スポットのマーカーをタップすると、スポットの説明や営業時間、料金なども表示されるようになっている。

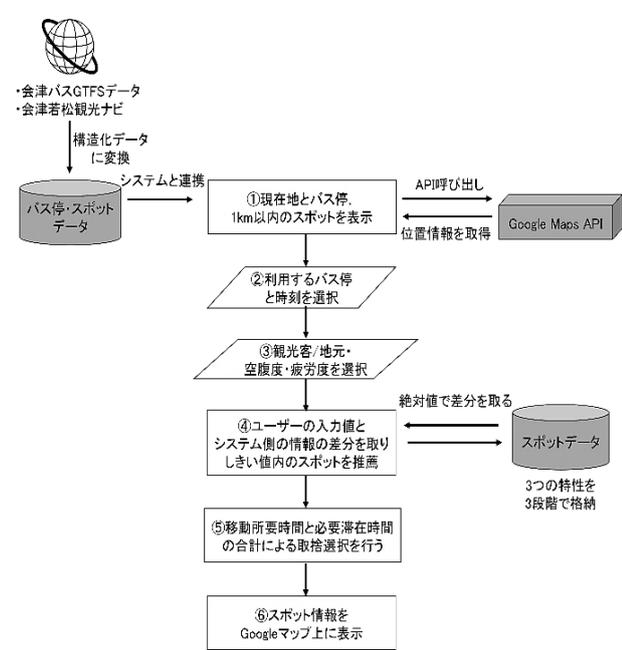


図1 推薦システムの構成図

## 4. スポット推薦システムの動作結果と効果

### 4.1 本システムの動作環境

本システムはGPS機能を搭載したスマートデバイスで利用されることを想定して開発した。また、マップの表示にはGoogleマップを使用している。なお、本研究では

iOS 17.2.1を搭載したApple社のスマートフォンiPhone11を用いて検証している。また、ブラウザは同製品に標準搭載されているSafariを使用している。

### 4.2 本システムの対象者・対象地域

本システムの対象者を10代～60代のユーザとする。その理由は、令和3年度のスマートフォンやタブレットの利用状況(年齢別)[9]によれば、18歳から29歳までの利用率はほぼ100%であり、年齢が上がるにつれて利用率は低下するが60代でも7割を超えているからである。このことから、本システムが想定する動作環境であるスマートフォンなどの端末の所持率も高いと考えたためである。さらに、観光客だけでなく普段バスを利用する地元住民も対象とする。それにより、観光スポット周辺だけでなく住宅街などを走る路線バスの利用促進にもつながると考える。

なお、本システムの実装にあたっては、対象地域を会津地方として開発したが、機能的には他の観光地でも利用できる汎用性の高いシステムとなっている。

### 4.3 スポット推薦システムの画面遷移

本システムの初期画面を図3に示す。まずシステムを起動した際にGoogleマップが表示され、中央にユーザの現在地を指す人型マーカーを配置している。さらに右上には現在時刻を表示し、ユーザがバスの待ち時間を活用するための計画を立てやすくしている。各マーカーは図2のようになっており、これらのマーカーが図3のようにマップ上に表示される。



図2 各マーカーの説明



図3 本システムの初期画面(一部切り抜き)

続いて、ユーザが利用したいバス停をタップすると、そのバス停から1時間以内に出発する直近のバスの情報を吹き出しとして表示させる(図4①)。この際、スマートフォンなど画面サイズが小さいデバイス上での視認性を保つため、直近の出発バス以外の情報は折りたたんだ状態とし、画面上の矢印をタップすることで、その他のバスの情報を展開表示するようになっている(図4②)。

ユーザは利用するバスと出発時刻を選択し、「決定」ボタンを押す。この際、「決定」ボタンが押された時刻を使用し、現在時刻からバスの出発時刻までの待ち時間を計算する。

なお、吹き出し内には会津バスの時刻表ページへのリンクを表示させており、ユーザが1時間後以降の路線

バスの出発時刻や利用するバスの料金などの詳細情報を確認したい場合に、別途検索する手間を省くことができるようにしている。

①バス停をタップした際の画面 ②矢印をタップした際の画面



図4 バス停をタップした際の画面遷移

次に、推薦スポットの絞り込みのためにユーザーの状況を入力する(図5)。3つの質問についてラジオボタンで「はい」「いいえ」を選択し、最後に「送信」ボタンをタップする。

Q1.あなたは観光客ですか?  はい  いいえ

Q2.疲れている状態ですか?  はい  いいえ

Q3.お腹は空いていますか?  はい  いいえ

送信

図5 状況入力画面

最後に、所要時間とユーザーの状況を考慮した待ち時間に訪れることができるスポットをGoogleマップ上に表示する(図6)。その際、おすすめ度3のスポットのマークは白い星で表示し、おすすめ度2、1の推薦スポットはグレーで表示することで、ユーザーが視覚的に容易に理解できるように工夫している。さらに、マークをタップすると各スポットの情報が表示され(図7)、各スポットのページへのリンクも掲載し、スポットに関する詳細な情報へのアクセスを容易にしている。

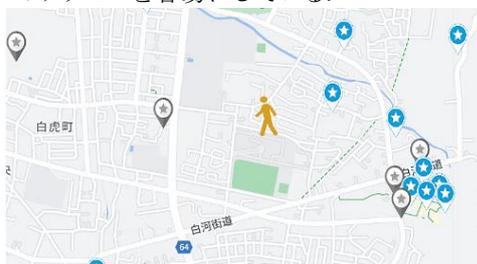


図6 Google マップ上に推薦されたスポット

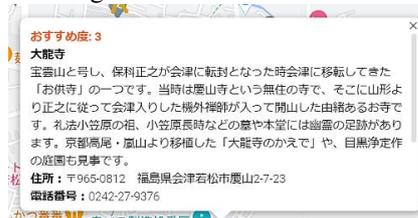


図7 推薦スポットをタップした際の画面

#### 4.4 本システムがもたらす効果

本システムでは、バスの路線や時刻表の情報、さらにスポットの詳細な情報についてもシステム内で閲覧可能になっているため、複数の路線やスポットの比較が容易になる。それにより、ユーザーが効率的に待ち時間の過ごし方を考えることができる。

また、Googleマップを使用することに加え、観光情報サイトのデータも用いているため、その土地のスポット情

報が少ない場合でも現在地やバス停付近にあるスポットを見つけることが可能になる。

さらに、推薦されたスポットが飲食店や小売店などであった場合には、ユーザーに購買機会を提供することになり、誘客による観光消費の恩恵を対象地域側にもたらす効果も期待できる。

## 5. むすび

本研究では、バスの待ち時間を活用するための利用者のニーズに基づいたスポット推薦システムを開発した。これにより、利用するバス停の情報とユーザーの状況に応じた推薦スポット及びユーザーの現在地をGoogleマップ上に表示することが可能となった。また、スポットの絞り込み機能により、複数の推薦スポットから選択するユーザーの手間が減少し、待ち時間の有効活用が促進されると考えられる。

改善すべき課題としては、ユーザーの目的地を考慮したスポットの推薦、Google Maps APIを用いたスポットとバス停間の正確な移動時間の計算、スポットデータの充実があげられる。特に、飲食店の情報が不足していたため、今後は飲食店情報を中心にスポットデータを増やし、UIの改良を行うことで、Webアプリの利便性を向上させたい。

## 謝辞

本研究は、福島県会津地方振興局「会津DX日新館」事業の『路線バスの利用しにくさの改善』の一環として取り組みました。また、ご多忙のところご協力いただきました、会津若松市様、会津乗合自動車株式会社様に厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 国土交通省, 地域公共交通の現況について, 2022, <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/content/001484125.pdf>, (参照 2024-2-3).
- [2] 会津若松市, 会津若松市地域公共交通計画, [https://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/docs/2022040100012/files/koutsu-plan\\_all.pdf](https://www.city.aizuwakamatsu.fukushima.jp/docs/2022040100012/files/koutsu-plan_all.pdf), (参照 2024-2-3).
- [3] 日本経済新聞, バス黒字化 8社オーライみちのり流再建術, <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO30693970Y8A510C1X11000/>, (参照 2023-12-4).
- [4] 秋山芳弘, 図解よくわかる最新都市交通の基本と仕組み, 秀和システム, 2023.
- [5] 工藤卓也, “バスによる観光を促進するための空き時間を活用した観光支援システムの提案”, 情報処理学会全国大会講演論文集, 77巻, pp. 4. 879-4. 880, 2015.
- [6] 掌田津耶乃, Node.js 超入門[第4版], 秀和システム, 2023
- [7] カゴヤのサーバー研究室, 【入門】Node.jsとは?, <https://www.kagoya.jp/howto/it-glossary/develop/nodejs/>, (参照 2023-12-19).
- [8] ZENRIN DataCom, Google Maps APIの全体像を徹底解説!, <https://www.zenrin-datacom.net/solution/gmapsapi/media/g002>, (参照 2023-12-19).
- [9] 総務省, 令和3年度版情報通信白書, 2021, <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd111430.html>, (参照 2024-1-22).