

「路線バスの「利用しにくさ」の改善」

大学 (成果報告書作成者)	会津大学短期大学部 産業情報学科 経営情報コース 中澤 真ゼミ 桐生実和 鈴木皓太
自治体	会津若松市 地域づくり課
その他関係者	会津乗合自動車(会津バス)
(1)調査研究の 課題・背景	路線バスを利用する際に便数が少ないため次のバスまでの待ち時間が長くなるという問題や、バスロケーションに関する情報を効率よく得られないなどの問題が生じているため、これらの問題を解決するシステムを構築し利用促進を目指す。
(2)令和5年度 調査研究活動内 容	システムの具体的な機能として、周辺スポット推薦機能とバス位置把握機能を搭載した。開発環境は Web アプリケーションの開発に適している Node.js を使用し、マップの表示にはマーカを表示できる Google Maps API を採用した。またバスデータについては会津バスが公開している GTFS データを用いた。 周辺スポット推薦機能については、バスの待ち時間に応じて利用者の状況やニーズを考慮し、周辺で楽しめるスポットを推薦する機能である。スポットのデータは会津若松観光ナビから情報を引用した。 バス位置情報把握機能については、バスの現在位置や到着予想時刻、経路情報などについて GTFS データを用いてリアルタイムに更新するなどユーザビリティの高い形で提供する機能である。
(3)令和5年度 時点の結果	周辺スポット推薦機能については、スポットの絞り込みでユーザ負担を軽減し、マーカを色分けして表示することで利便性の向上を図ることができた。 バス位置情報把握機能については、マップ上で情報を取得可能になり、進行方向がわかりやすくなった。さらに操作が簡単になり経路なども取得可能になった。
(4)提言または 今後の展開	周辺スポット推薦機能については、ユーザの目的地や年齢・嗜好などを考慮し、質問を増やすことでより正確なスポット推薦を可能にすることや、スポットまでの経路案内や外国人向けに言語選択機能の追加、主に地元住民向けスポットデータの充実を図りたい。 バス位置情報把握機能については、各路線バスの運賃の表示、各路線バスの運行経路のリアルタイム更新、経路上バス停の予想発着時間の表示、ユーザビリティ面の問題点を明らかにすることを今後の課題とする。

I 周辺スポット推薦機能

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」¹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て提供す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

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

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[5]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.js²[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³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GTFS⁴データを使用した。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⁵の「観光・体験」

² <https://nodejs.org/en>

³ <https://maps.google.co.jp/>

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

⁵ <https://www.aizukanko.com/>

「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⁶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、ユーザはそこ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、飲食物を提供してい

⁶ <https://www.tsurugajo.com/>

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。

$$\begin{aligned} & | \text{質問1の回答} - \text{対象スポットのユーザタイプ} | \\ & + | \text{質問2の回答} - \text{対象スポットの疲労度} | \\ & + | \text{質問3の回答} - \text{対象スポットの空腹度} | \end{aligned}$$

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る。

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。

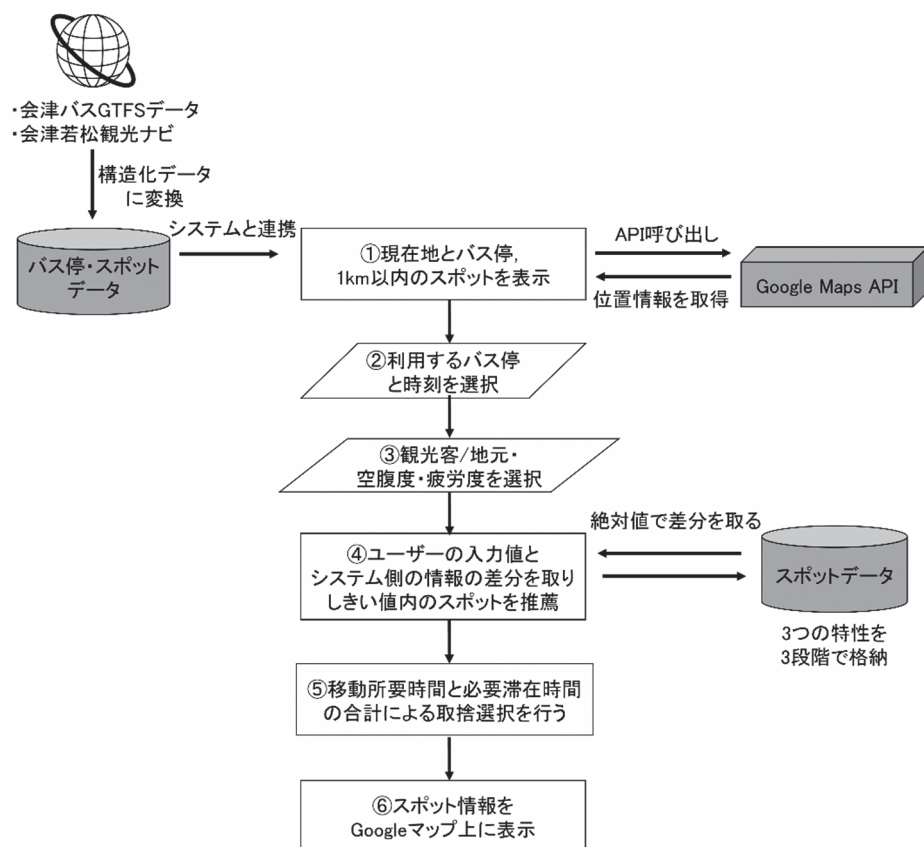


図 1 推薦システムの構成図

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 4)。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 4)。

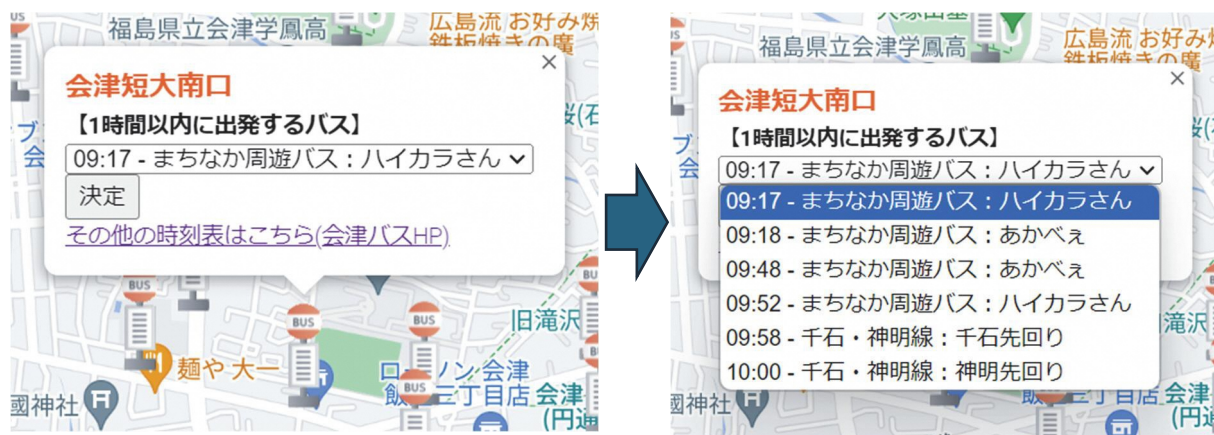


図 4 バス停をタップした際の画面遷移

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。

次に、推薦スポットの絞り込みのためにユーザの状況を入力する(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

図 5 状況入力画面

最後に、所要時間とユーザ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のスポットのマーカ―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、マーカ―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。

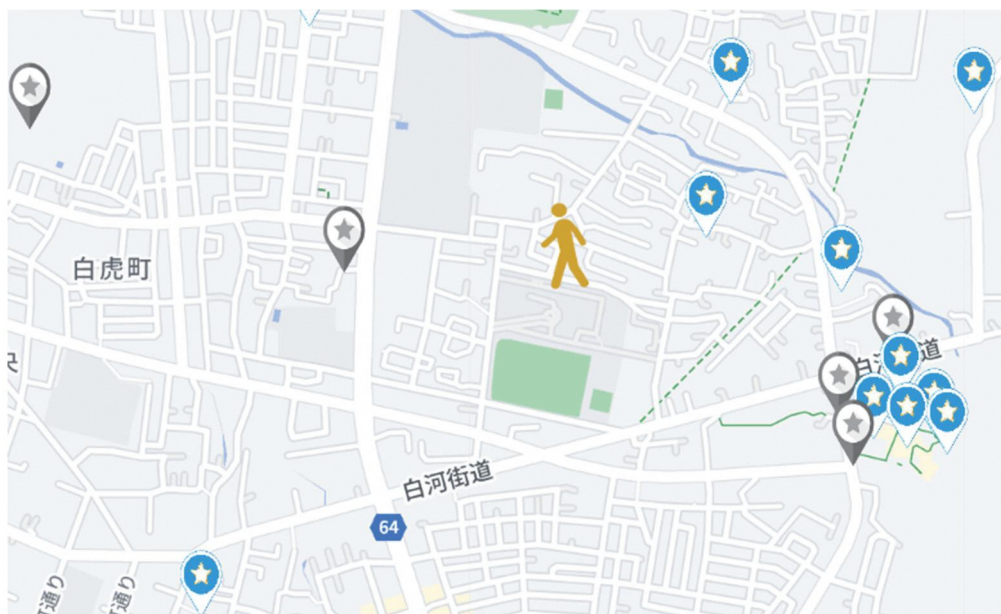


図 6 Google マップ上に推薦されたスポット

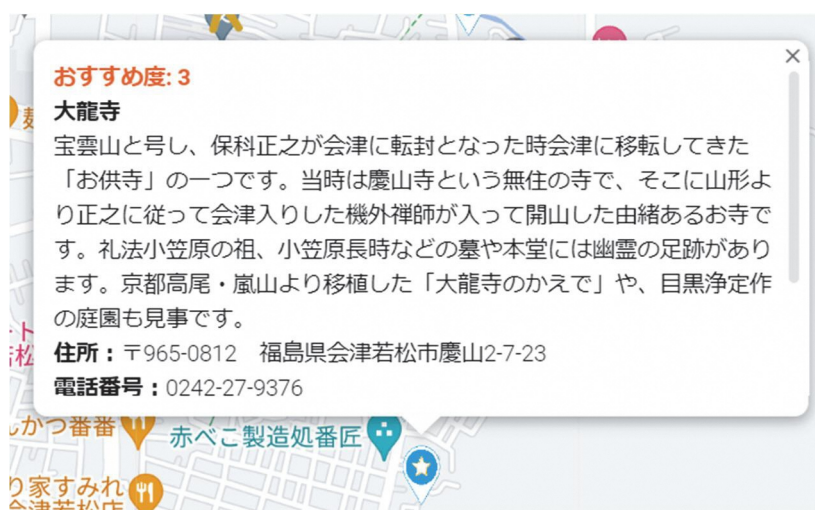


図 7 推薦スポットをタップした際の画面

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の状況に応じた推薦スポット及びユーザの現在地を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の手間が減少し、待ち時間の有効活用が促進されと考えられる。

改善すべき課題としては、ユーザ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。

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, (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).

II バス位置情報把握機能

1. はじめに

近年、路線バス⁷の経営は厳しい状況にある[10]。その原因として、モータリゼーションの進展などに加え、バスの運行間隔の長さ、バスサービスに関する各種情報提供の不十分さなどの利便性の低さが挙げられる。そのため、運行する事業者や自治体は限られた財源で効果的に利用環境を改善することが求められており、特に路線バスのユーザへの情報提供を充実させることがその解決のカギを握っている。

路線バスにおける情報提供システムとして、バスロケーションシステム[11]がある。既存システムとしては、Googleマップの経路検索機能⁸や拓バスマップ⁹などがあり、「標準的なバス情報フォーマット」[12]を利用して、バス停の位置や時刻表といった静的な情報だけでなく、運行中の路線バスの現在位置や遅延時間などリアルタイムの情報をユーザに提供している。これらのシステムでは、マップなどで路線バスの位置情報や遅延時間などをリアルタイムにユーザへ提供することを可能にしている。

しかし既存のバスロケーションシステムには、バス停の位置がマップ上で確認しづらくどこで乗車できるかひと目でわからない、複数の路線バスを表示した際に各々の経路が混在し視認性が低くなる、路線バスが向かう方向がわからないといった問題点があり、システムの利便性が低下している。

そこで本研究では、既存システムの利便性を低下させている上述の問題点を改善しつつ、総合的な情報提供が可能なシステムの開発を目的とする。

2. 地方路線バスの現状とデータ活用

2.1. 地方路線バスの存在意義と現状

路線バスは、地域を支える交通手段として人々に利用されてきた。自動車を保有していない人や運転免許を取得していない人にとって路線バスは、必要な移動手段であった。

しかし現在、人口減少やモータリゼーションの進展により、地方の路線バスの経営は厳しい状況にある。その背景には、三大都市圏¹⁰を除いた地域における路線バスの輸送人員の大幅な減少[10]がある。路線バスの利用促進を妨げる主な理由として、速度の遅さ、到着時刻の不確実性、および路線経路のわかりづらさ[13]が挙げられる。これらが路線バス利用の障壁となり、結果として路線バスの経営にも影響を及ぼしている。

路線バスの利用を促進するためには、路線バスを運行する事業者や自治体がそのような障壁を取り除き、利用環境の改善に取り組む必要がある。

2.2. 路線バスにおけるデータ整備

路線バスの利便性を低くしている原因の一つである情報提供の不十分さを改善するためには、バス停の位置や経路などの静的な情報と、路線バスの現在位置や遅延時間などの動的な情報をシステム側で正確・迅速に把握し、ユーザに提供する必要がある。そこで、路線バスなどに関するデータである「標準的なバス情報フォーマット」[12]の整備が進められている。このフォーマットは特定の路線バス事業者に依存しない標準化されたもの

⁷ 本研究における路線バスは、高速バスやデマンドバスを除いたもの

⁸ <https://maps.google.co.jp>

⁹ <https://takubus.bustei.net/buslocation/>

¹⁰ 首都圏、中京圏、関西圏

であり、「GTFS-JP」と「GTFS-RT」の二つで構成されている。「GTFS-JP」は静的データを記録するフォーマットであり、時刻表や経路情報などのデータが含まれている。一方で「GTFS-RT」は動的データを記録するフォーマットであり、路線バスの位置情報や遅延などのデータを持っている。これらのフォーマットをオープンデータとして整備することの利点は、路線バスの遅延時間といったリアルタイムに変動するデータをシステムに効率よく反映できる点や、バス事業者以外の第三者でもバスに関するシステムを開発できる点が挙げられる。また多様な活用方法があるため、ワンソース・マルチユース¹¹の働きも期待できる。本稿では「GTFS-JP」と「GTFS-RT」の2つの形式を包括する用語を「GTFS」と表記する。

ジョルダン株式会社が提供する「公共交通データHUBシステム(PTD-HS)」[14](以下HUBシステム)では、GTFSデータが公開されている。このHUBシステムによって提供されているGTFSデータは、申請さえすれば現在誰でも無償で利用できる。そのためこのデータを活用すれば、自身でデータを収集することなく路線バスに関するシステム開発などが可能になる。

本研究では、福島県会津若松市を対象にシステム開発をする。会津若松市では、会津乗合自動車株式会社(以下会津バス)が大部分の路線バスを運行しているため、HUBシステム上の会津バスのGTFSデータを使用して動作するシステムとして設計する。

なお、本システムは使用しているデータをほかのバス会社のものに変更すれば、会津若松市に限らずどの地域でも利用できる汎用性を持っている。

2.3. GTFSデータを活用したシステムとその課題

GTFSデータを活用したシステムとして、バスロケーションシステム[11]がある。このシステムは、路線バスの現在地や遅延時間などのデータをユーザに提供するシステムである。会津若松市市民アンケート[15]では、「バスが来ているかどうかかわからずに不快な思いをした」との声もあるため、バスロケーションシステムの提供と周知を図る必要がある。また、このようなシステムの導入は、路線バスを運行する事業者にとっても運行管理がしやすいなどの利点[16]もある。

バスロケーションシステムの例として、Googleマップの経路検索機能や、北海道拓殖バスの拓バスマップ、会津バスのバスロケーションシステム¹²などがある。これらはいずれもユーザに路線バスの運行情報を提供することができるため、路線バスの利用環境改善が期待できる。ここでは既存システムとして、Googleマップの経路検索機能と拓バスマップの二つを説明する。Googleマップはそのマップ機能としてAPI¹³を本研究のシステムで用いるため、拓バスマップは本研究のシステム構想に最も近いと考えたため、この二つを比較対象とした。

Googleマップの経路検索機能では、ユーザが乗降場所を選択することで、入力した内容に沿った路線バスの便が表示される。その中で現在運行している路線バスがある場合は、マップ上に路線バスの現在位置と遅延時間が表示される。この機能の問題点として次のことが挙げられる。一つ目は、バス停の情報を確認するためにはバス停名で検索するか画面をズームする必要があるため容易に情報を得られない点、二つ目は、路線バスの現在位置表示機能がGoogleマップの専用アプリケーションにのみ対応しており、ブラウザ上では利用できない点、三つ目は、この機能は目的地までの最適経路や乗り継ぎなどを探す際には便利な機能だが、目的地までの移

¹¹ 一つの情報・データ等を複数の用途に用いることができるという概念

¹² <https://aizubus.bus-navigation.jp/>

¹³ Web サービスやソフトウェアなどをつなぐインターフェース

動手段として路線バス以外にも複数の交通機関が候補として表示され情報量が増加するため、駅が遠いため鉄道が利用できない状況などで複数の交通機関の情報が不要なユーザに情報の取捨選択が求められてしまう点である。

拓バスマップでは、現在運行中のすべての路線バスの現在位置がマップ上に表示される。しかし、各路線バスの行き先がわかりづらく、また、使用しているマップの関係で周辺施設の情報がユーザに提供されない。この情報の欠如は、その土地に詳しくない観光客などのユーザにとってユーザビリティが著しく下がる原因となる。

会津バスが提供するバスロケーションシステムでは、乗降場所の入力に手間がかかることや、このシステム単体ではマップ上に路線バスの現在位置を表示できないため、システムの利便性が高いとはいえない。

そこで本研究では、上述のシステムが抱える情報提供における問題を改善しつつ、観光客や地域の人を対象として、ユーザが路線バスの運行情報を調べる時間的余裕が少ない場合でも手軽に有益な情報を入手できる総合的な情報提供システムの開発を目的とする。

3. 総合的な情報提供システムの構成

3.1. 使用するツール

本研究のシステムをWebアプリケーションとして開発するため、開発言語としてJavaScript、実行環境としてNode.js¹⁴を使用した。これは、Webアプリケーションとして開発することで、インターネットが接続可能な多様な情報端末から利用できるようになるためである。また、GTFSデータの取得には、前述したHUBシステムのAPIを用いた。そして、Google Maps JavaScript API(以下Google Maps API)を路線バスの位置情報などの情報を表示するマップとして使用した。このAPIを用いる理由は、道路情報だけでなく施設情報も詳細に掲載しているため、後述の周辺施設情報のユーザへの提供を可能にするためである。

3.2. システム構成図

本研究のシステム構成図を図 8に示す。事前にGTFS-JP(路線名、バス停名とその位置情報)をHUBシステムから取得し、JSON形式に変換して本システム内部に格納している。これは、GTFS-RTがJSON形式でHUBシステムから提供されるためGTFS-JPも同様にJSON形式である方が、システムを開発する上で扱いやすいからである。なお、HUBシステムは各路線バスの位置情報や遅延時間などの情報を収集し、これをGTFS-RTとして提供するサービスであり、本研究のシステムとは独立して動作するものである。

はじめに、本システムがHUBシステムのAPIを呼び出す(①)。それによって、HUBシステムから本システムにGTFS-RTが提供される(②)。このGTFS-RTには、路線バスの位置情報や遅延時間などが含まれている。処理②を30秒間隔で自動実行することにより、路線バスの情報を30秒ごとに最新の情報へと更新する。次にGoogle Maps APIを呼び出す(③)。先ほど②でHUBシステムから提供されたGTFS-RTに含まれる路線バスの位置情報をもとに、Googleマップ上に路線バスのアイコンを表示する。また、その路線バスのアイコンに付属する情報ウィンドウに遅延時間とGTFS-JPに含まれる路線名などを表示する。Googleマップ上に路線バスに関する情報を集約して提示することで、ユーザが手間をかけずに必要な情報を入手できるようにしている(④)。

事前に格納したGTFS-JP内の路線名やバス停のデータには、識別子としての路線IDとバス停IDが付与されており、②で取得したGTFS-RTにも、選択された路線バスの経路上のすべてのバス停IDと、その路線バスの路

¹⁴ <https://nodejs.org/en>

線IDが含まれている。そのGTFS-JPとGTFS-RTのIDをそれぞれ照合して、後述する経路の表示などの機能を実装した。

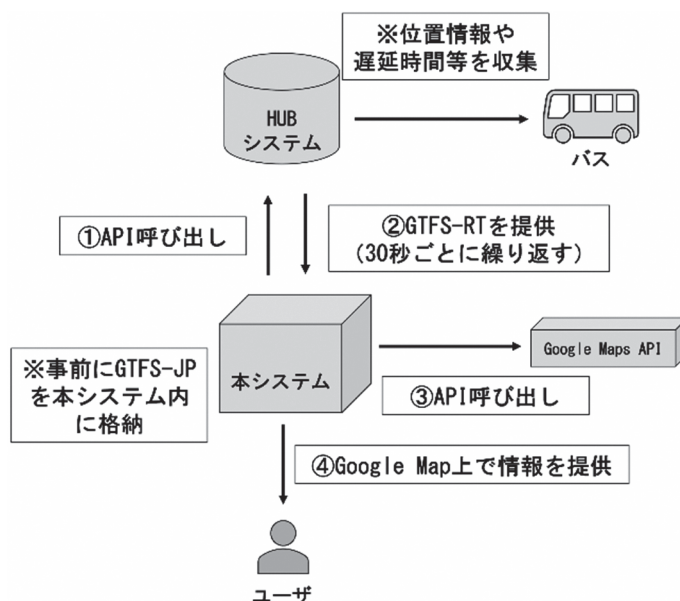


図 8 本システムの構成図

3.3. 本システムの機能

本システムの機能について、実装した意図と詳細を出力画面に基づいて説明する。

対象とした会津バスが管轄するすべてのバス停についてGoogleマップ上にバス停のアイコンで初期表示するようにした(図 9)。このバス停のアイコンをクリックやタップで選択すると、情報ウィンドウにバス停名と「バス停を選択する」ボタンが表示される。すべてのバス停を初期表示しバス停選択ボタンを設置したのは、後述する機能において会津バス管内すべてのバス停を目的地として選択可能にするためである。またこの仕様は、バス停の位置を確認したい場合にも効果的である。



図 9 バス停の表示

表示したバス停のアイコンをユーザがクリックやタップで選択し、表示されたバス停の情報ウィンドウ内にある「バス停を選択する」というボタンを押すと、そのバス停に発着する路線バスのみが画面上に表示される(図 10)。この機能により、ユーザやユーザの目的地付近のバス停に発着する路線バスの運行情報をユーザが取得可能

になる。マップ上のバス停を選択するというシンプルな操作により、乗車バス停を文字で入力するような煩雑な操作を要せずにユーザが必要な情報を得ることができ、ユーザビリティの向上が期待できる。図 10は、バス停「福良古町」を選択した際に、このバス停を発着する路線バスに関する情報が表示された例である。



図 10 選択したバス停を発着する路線バスの表示

HUBシステムから提供されるGTFS-RTに基づいてGoogleマップ上に路線バスの位置情報をバスのアイコンで表示し、さらに30秒間隔で位置情報を再取得することで、Googleマップ上で路線バスのアイコンの最新の位置を更新するようにした(図 11)。この間隔は、システムへの負荷を考慮したものである¹⁵。なお、初期表示では路線バスのアイコンは表示しない。これは先述したバス停選択の機能のためである。

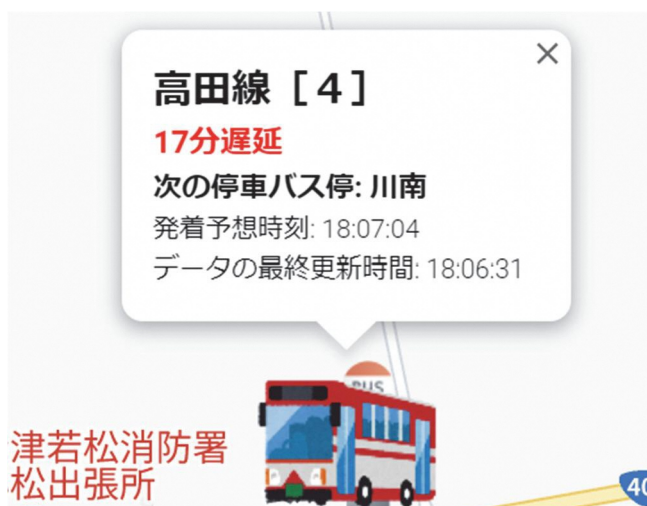


図 11 路線バスと情報ウィンドウの表示

バスのアイコンについては東西南北を向いた四種類を用意し、GTFS-RTに含まれる路線バスの進行方向の情報に合わせて表示を切り替える仕様とした(図 11)。この四つのタイプのアイコンにより、ユーザは利用予定のバス停にそのバスが向かっているのか、それとも遠ざかっているのかをひと目で判断可能になる。

先述した路線バスのアイコンが表示される際に、そこに付随する情報ウィンドウも表示するようにした(図 11)。

¹⁵ HUB システム側の情報更新は必ずしも 30 秒間隔ではないため、再取得時に位置情報が更新されない場合もある。

その情報ウィンドウには、付随先の路線バスの路線名、遅延時間、次に停車するバス停名、次のバス停への発着予想時刻、データの最終更新時間を表示するようにした。路線バスの位置情報に加えて運行に関する情報を付随する情報ウィンドウ内に表示することで、ユーザが路線バスに関する複数の情報を瞬時に把握可能になることを意図している。特に遅延時間、発着予想時刻、次に停車するバス停は、路線バス利用時に不可欠な情報であるため、情報ウィンドウ内でも上部に配置するように工夫した。

マップ上に表示される路線バスのアイコンをユーザがクリックやタップで選択すると、図 9で表示したバス停を非表示にして、その路線バスの運行経路上のバス停のみを表示し線で結ぶようにした(図 12)。この仕様により、ユーザは選択した路線バスが自分の望む目的地に向かうものなのかを容易に判断可能になる。しかし時間経過によって路線バスが進行しても、既発着したバス停はリアルタイムで非表示にされないといった問題がある。

本システムでは、Google Maps APIをシステム開発に利用している。そのため、Googleマップ上に表示されるバス停や経路周辺の施設情報もユーザに提供できる。これは、路線バスを利用したいユーザの様々なシチュエーションで本システムが利用可能になるようにするためである。



図 12 路線バスの運行経路上のバス停の表示

特定の路線バスのみを表示する機能以外にも、運行しているすべての路線バスを表示する切り替えボタンを実装した(図 13)。これは、すべての路線バスの表示で全体の遅延時間や位置情報の把握が可能となることで、事業者の運行管理につながる。また普段から路線バスを利用し路線名などの情報を把握しているユーザにとっては、自身が利用する路線バスが予定通りに運行しているかどうかをバス停の選択を介さずに手軽に確認できる。図 14は表示した場合の画面である。



図 13 すべての路線バスの表示ボタン



図 14 すべてのバスを表示した画面

4. おわりに

本研究では、会津バスのGTFSデータをもとに、既存システムの問題点を改善できるようなバスロケーションシステムを開発した。既存のシステムでは、システムを利用するためにアプリケーションをダウンロードする必要があることや、ユーザに提供できる情報の不足やその提供方法によって、システムの利便性が低下していた。

本システムでは、Googleマップを用いて路線バスやバス停の情報を表示することで、ユーザに遅延時間や経路、さらに経路やバス停周辺の施設についても提供できるようになったため、総合的な情報提供が可能になったといえる。また、Webアプリケーションとして開発したため、システム利用時にユーザにアプリケーションのダウンロードを要求しないなど、既存のシステムの問題点を改善できた。

一方で、経路上のバス停の直近の予想到着時刻のみしか表示されない、既発着バス停の30秒間隔の自動更新など修正が必要な箇所も残っている。また、バスの運賃情報についても新たに掲載したい。ユーザビリティについてもシステムの運用テストを重ねて明らかにする必要がある。

参考文献

- [10] 国土交通省, 地域公共交通の現況について, <https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/content/001484125.pdf>, (参照 2023-12-04).
- [11] 一般財団法人環境イノベーション情報機構, 環境用語集 バスロケーションシステム, <https://www.eic.or.jp/ecoterm/index.php?act=view&serial=2819>, (参照 2024-2-5).
- [12] GTFS-JP, はじめよう!「標準的なバス情報フォーマット」, <https://www.gtfs.jp/get-started.html#introduction>, (参照 2023-12-04).
- [13] 辻本勝久, SDGs 時代の地方都市圏の交通まちづくり, 学芸出版社, 2023.
- [14] ジョルダン株式会社, 公共交通データ HUB システム, <https://www.ptd-hs.jp/>, (参照 2023-12-04).
- [15] 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, (参照 2023-12-04).
- [16] 中村 嘉明, 溝上 章志, “バスロケーションシステムの導入・運用の実態と課題”, 土木学会論文集, 74 巻 5 号 p. I 1197-I 1205, 2018.
- [17] 宿利正史・長谷知治 編, 地域公共交通政策論, 東京大学出版会, 2021.
- [18] 高崎経済大学附属産業研究所 編, 車王国群馬の公共交通とまちづくり, 日本経済評論社, 2001.
- [19] 掌田津耶乃, Node.js 超入門第2版, 秀和システム, 2018.
- [20] 掌田津耶乃, Node.js フレームワーク超入門, 秀和システム, 2022.