JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	訪日旅行者向けバス乗り間違え回避・対処支援システム
Author(s)	王，睿
Citation	
Issue Date	2017-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/14097
Rights	
Description	Supervisor:宮田　一乗，知識科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修士論文

訪日旅行者向け
バス乗り間違え回避・対処支援システム

1550007　　王　睿

主指導教員　　宮田　一乗
審査委員主査　　宮田　一乗
審査委員　　西本　一志
由井薗　隆也
敷田　麻実

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科

平成 29 年 2 月

目次

第 1 章　はじめに 1
1.1　研究背景 1
1.1.1　日本への旅行の全体像 1
1.1.2　旅行中に発生しやすいトラブルの現状と原因 6
1.1.3　公共交通（バス）の使用率と評判 8
1.2　研究目的 10
1.3　研究意義 10
1.4　論文構成 11
第 2 章　関連事例と関連研究 12
2.1　旅行に関する支援 12
2.1.1　旅行前の計画支援 13
2.1.2　旅行中の情報支援 14
2.1.3　旅行後の思い出支援 15
2.2　関連研究 15
2.2.1　移動途中にトラブル回避の情報提示に関する研究 16
2.2.2　移動途中にトラブル対処の支援に関する研究 18
2.3　本研究の位置づけ 20
第 3 章　事前調査 21
3.1　調査目的 21
3.2　調査内容 21
3.3　結果と分析 22
第 4 章　支援システムの開発 24
4.1　支援システムの提案 24
4.2　支援システムの概要 24
4.3　システムの設計 25
4.4　支援システム実装 38

4.5　テスト..... 40
第 5 章　評価実験..... 43
5.1　実験内容..... 43
5.2　評価..... 45
5.3　インタビュー..... 46
5.4　結果と考察..... 47
5.4.1　評価シートの結果と考察..... 47
5.4.2　インタビューの結果と考察..... 49
第 6 章　結論..... 55
6.1　まとめ..... 55
6.2　今後の課題..... 56
謝辞..... 57
参考文献..... 57

図目次

図 1-1　年別訪日外国人旅行者数の推移 2
図 1-2　訪日外国人全体の旅行消費額 2
図 1-3　国籍・地域別の訪日外国人旅行消費額と構成比 3
図 1-4　訪日外国人旅行手配方法 4
図 1-5　日本滞在中に得た旅行情報源で役に立ったもの 5
図 1-6　旅行中最も困ったこと 上位 10 項目 6
図 1-7　金沢市内での主な交通手段 8
図 2-1　観光モデル 12
図 2-2　Tripro 13
図 2-3　Travely 13
図 2-4　DiGJAPAN! 14
図 2-5　Google Map 14
図 2-6　マピオンおでかけアルバム 15
図 2-7　BLE ビーコンの動作 19
図 2-8　BLE ビーコンの設置方法 19
図 3-1　バス利用時に経験したこと心配したこと 22
図 4-1　システムの流れ 25
図 4-2　バス路線の生成イメージ 27
図 4-3　アプリ切り替え 28
図 4-4　バス確認と乗車の流れの画面表示例 30
図 4-5　マップ機能 31
図 4-6　バス停範囲検出画面 31
図 4-7　チェックポイント 32
図 4-8　バス停範囲検出方法 32
図 4-9　バス路線判断 33
図 4-10　乗り間違えたかもしれない提示画面 34
図 4-11　周囲の人に確認する画面 35
図 4-12　乗り換え時の降車の流れの提示画面 35
図 4-13　目的地付近の提示画面 36
図 4-14　降車の流れ 37
図 4-15　検証端末：Fujitsu Arrows M02 (Android™ 5.1) 38

表目次

表 2-1　旅のモデル 17
表 3-1　バスの利用頻度 22
表 3-2　バス移動に関するイメージ 22
表 4-1　金沢市で運行するバスの乗車に関する情報 29
表 4-2　GPS 精度のまとめ..... 40
表 4-3　路線の生成時間 41
表 4-4　ハイモードの生成時間 41
表 4-5　バランスモードの生成時間 41
表 4-6　ハイモードの下で検出したからバス停までの距離 42
表 4-7　バランスモードの下で検出したからバス停までの距離 42
表 5-1　実験のパターン 44
表 5-2　評価結果 47
表 5-3　言語レベルとバス利用頻度 49
表 5-4　バッテリーの消費とデータ通信・GPS 精度の影響..... 49
表 5-5　国による乗車の流れとバストラブル経験 50

第1章　はじめに

近年の船の寄港増加や航空路線の増加、円安やビザの発給要件緩和などの好条件が重なっているため、訪日旅行者数は著しく拡大し、インバウンドの観光需要の増加につながっている。本章では、本研究の背景として訪日旅行の現状や問題点について説明し、研究目的、研究意義および、論文構成について述べる。

1.1　研究背景

訪日旅行者による急速な旅行業界の発展は、日本の経済に与える影響が大きく、観光業界のみならず百貨店を始め多くの業界から注目されるようになった。一方で、これらの経済発展とともに、多くの問題点も顕在化した。本節では訪日旅行に焦点を当て、日本への旅行の全体像や、旅行中に発生しやすいトラブルの現状と原因、公共交通の使用率と評判について述べる。

1.1.1　日本への旅行の全体像

近年、訪日外国人観光客数は著しく拡大しており，国土交通省観光庁（図 1-1）によると、2015年には訪日外国人数が3年連続で過去最高の1,974万人（前年比47.1%増）となった。日本政府観光局(JNTO)は「2020 年に向けて訪日外国人旅行者数 2,000 万人の高みを目指す」という目標を設定した。一方、法務省の協力による JNTO の独自推計のもと、2016 年 10 月 30 日までの訪日旅行者数は累計データで 2,005 万人となり、初めて訪日旅行者数が 2,000 万人を突破した。政府は 2020 年に観光者が 3,000 万人に引き上げるという目標を発表しており、より一層の訪日観光者の増加が期待される。

2015 年の訪日外国人全体の旅行消費額（図 1-2）は 3 兆 4,771 億円と発表され、昨年（2 兆 278 億円）より 71.5%増となった。１人当たりの旅行支出も 17 万 6,167 円と前年（15 万 1,174 円）に比べ 16.5%増加したことにより、訪日外国人全体の旅行消費額が増加した。国・地域別の旅行消費額（図 1-3）をみると、中国が初めて 1 兆円を超え、総額の 4 割を占めた。この増加要因は、１人当たりの旅行消費額が高い中国からの旅行者が前年同期比 107.3%増と 2 倍以上に増加したことにあると考える。また、中国からの旅行者の 1 人当たりの支出額も前年より 22.5%増加している[1]。

観光庁が発表した 2015 年訪日客の旅行消費額によると、外国人旅行者が 2015 年に日本で消費した金額は半導体など電子部品（約 3 兆 6000 億円）、自動車部品（約 3 兆 4000 億円）の日本の輸出額に匹敵し、まさに日本経済を支えているといっても過言ではない[2]。

（単位：万人）

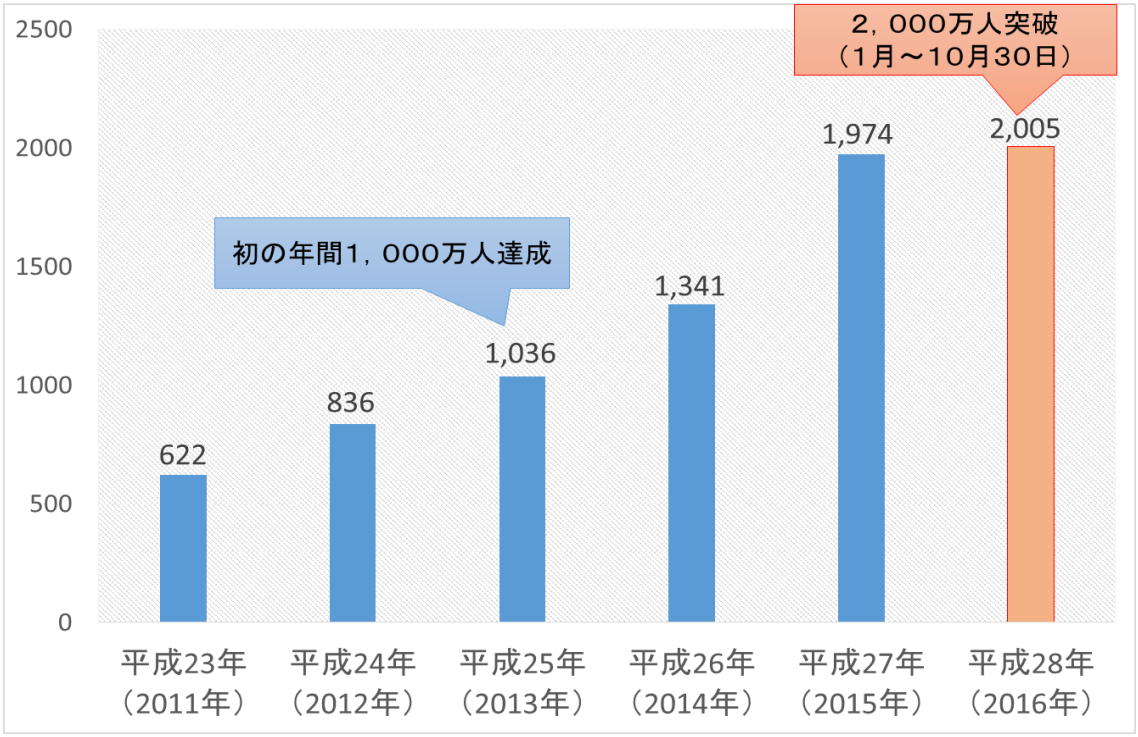

図 1-1　年別訪日外国人旅行者数の推移
資料 年別訪日外国人旅行者数の推移（2011 年～2016 年 10 月 30 日）
出典：日本政府観光局（JNTO）

（単位：億円）

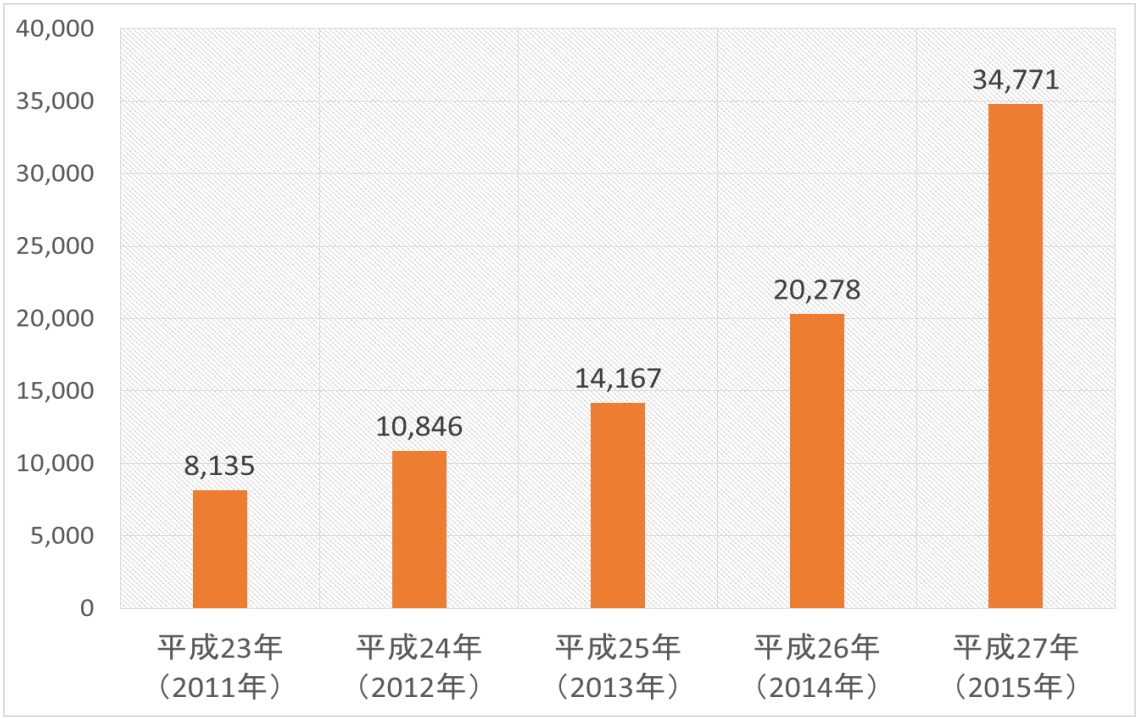

図 1-2　訪日外国人全体の旅行消費額
資料【訪日外国人消費動向調査】 平成 27 年（2015 年）年間値（確報）
出典：日本政府観光局（JNTO）

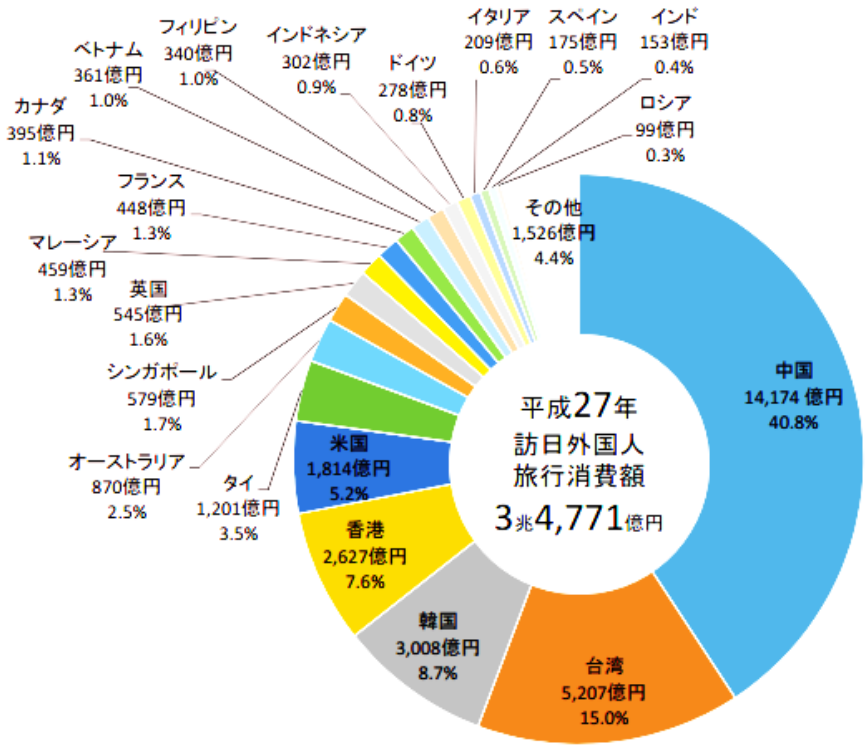

図 1-3　国籍・地域別の訪日外国人旅行消費額と構成比

資料【訪日外国人消費動向調査】 平成 27 年（2015 年）年間値（確報）
出典：日本政府観光局（JNTO）

一般的に、外国人旅行者が日本に観光する時には、航空券や宿泊場所などの事前手配が必要であり、また、ビザの関係で海外旅行は団体に限られていた時代も存在した。現在では、インターネットの普及から、個人で直接手配をしたり、個人旅行向けのパッケージ商品を利用したりする人もいる。

このような人達は FIT（Foreign Individual Tourist：外国人個人旅行者）とも呼ばれる。最近では、自由さがなく時間の制約が大きい団体旅行より、自由に計画を立てて、気分や体調に合わせて行動を調整できる個人旅行を選ぶ人がかなり増えている。個人旅行では、時間とお金が許す限り自由に行動できる。訪日外国人が日本で行いたいことといえば、「美味しいものを食べること」「買い物」「観光地を巡ること」「文化に体験すること」などである。移動に多少時間がかかる場所であったとしても、「行きたい！」と思った場所に自由に行くことができるのが個人旅行の魅力でもある。

訪日外国人の旅行手配方法（図 1-4）によると、2015 年の訪日外国人の全体の 68.9%が個別手配であり、FIT が訪日旅行者の多くを占めることが確認できる。現在、円安やビザ発給要件の大幅緩和などの好条件が重なっているため、今後さらなる個人旅行者の増加が見込まれる[3]。

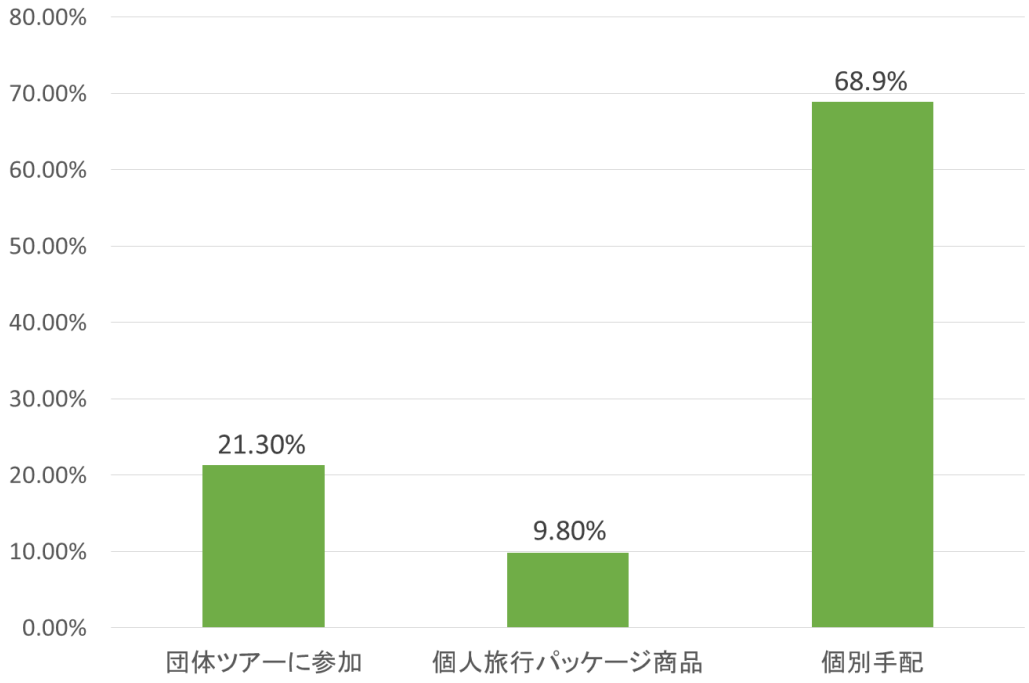

図 1-4　訪日外国人旅行手配方法

資料　観光庁【訪日外国人消費動向調査（2015 年 1～6 月）】 を基に三重銀総研作成

また、スマートフォンの普及にともない、PC を利用する人は段々減少している。観光庁の調査（図 1-5）によると、日本滞在中に旅行情報の取得に役に立ったものでは、「インターネット（スマートフォン）」が 68.1%と高い。次いで「インターネット（パソコン）」（20.2%）、「観光案内所（空港除く）」（17.0%）の順に高い[1]。

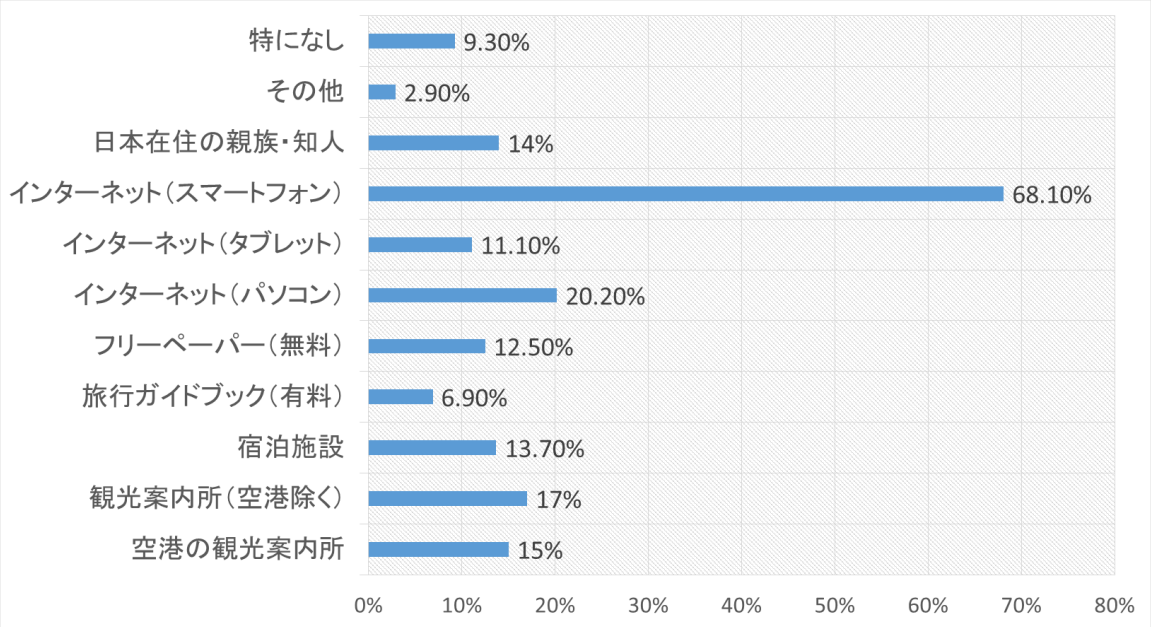

図 1-5　日本滞在中に得た旅行情報源で役に立ったもの

資料　観光庁【訪日外国人消費動向調査】平成 28 年 7-9 月期 報告書

1.1.2　　旅行中に発生しやすいトラブルの現状と原因

2020 年には日本が東京でオリンピックを開催するため、更に訪日観光者が増加すると予想され、訪日外国人が日本国内で消費する金額が増えることに、日本観光業界が大きな期待を寄せている。と同時に、訪日外国人の増加に伴い、交通機関利用時のリスク回避、店舗や施設等の受け入れ環境の整備、地域情報発信の強化などの様々な課題が顕著化している。

2015 年度の消費者からの日本旅行業協会への苦情申出件数は 2,100 件（前年度 2,034 件）であった。そのうち、「相談」が 1,778 件で、「斡旋」は 322 件であった。このように、訪日外国人が旅行中になんらかのトラブルに合うことは少なくないと想像できる。旅行という頻繁にはない機会が、トラブルに遭遇することで気持ちが沈んでしまい、残念な思い出になってしまうと考える。

訪日旅行中に困ったこと（図 1-6）から見ると、「無料公衆無線 LAN 環境」が 23.9%と最も割合が大きい。ついで「コミュニケーション（17.5%）」であるが、上位 10 項目のうち 3 項目は、公共交通機関の情報に関する事項である。

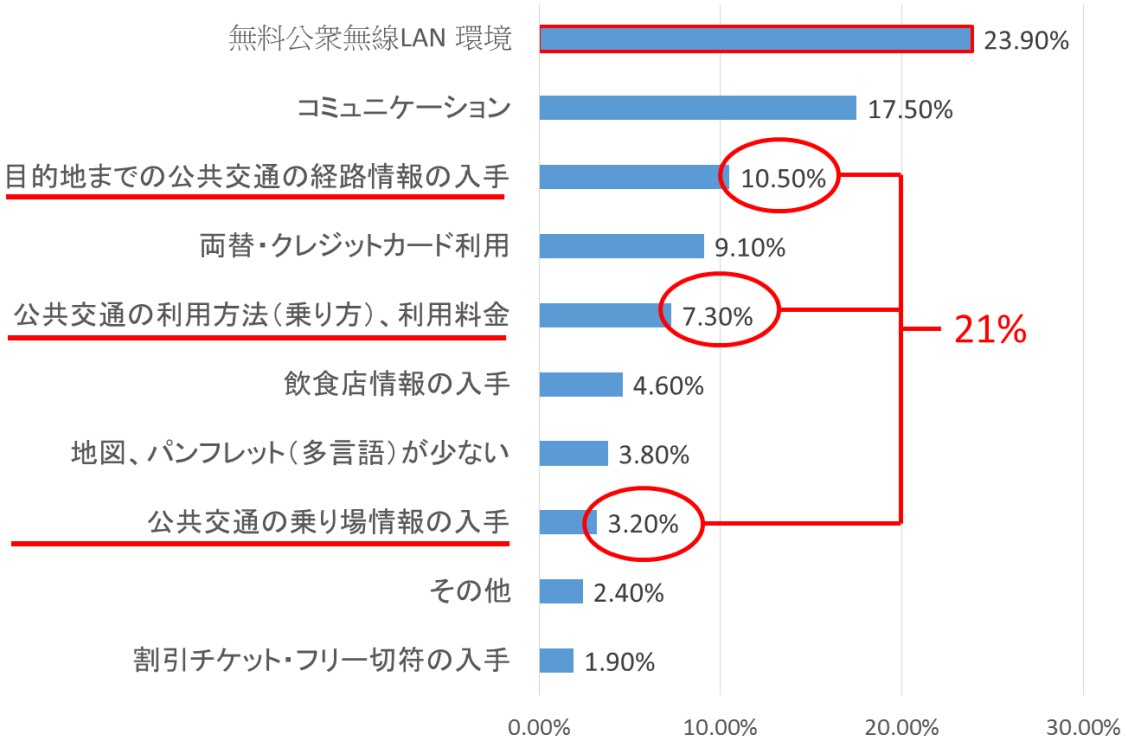

図 1-6　旅行中最も困ったこと 上位 10 項目

出典：観光庁「平成 23 年 外国人旅行者に対するアンケート調査」に基づき作成
参考文献[4]より

国土交通省観光庁が発表した2016年7〜9月期の報告書によると、訪日旅行者がもっとも欲している情報として、「無料公衆無線 LAN 環境」が 51.1%と最も多く、次いで「交通手段」が 47.1%となっている[5]。

訪日外国人にとっては、交通機関は旅行中の非常に重要な部分である一方で、適切に対応できなかった場合には、トラブルが発生する可能性がかなり高い。

ここで筆者の体験を記す。筆者は、大阪駅から電車で関西空港に行き、中国に帰国したことがあった。その時に乗車した電車の前の半分は空港行きで、後ろの半分は和歌山行きであった。筆者は知らずに、和歌山行きの車両に乗っていた。偶然、通勤時に乗り間違えている人がいないかを確認するボランティアと会ったことで、間違った方向に向かうことなく、無事に中国に帰ることができた。しかし、いつもこのようなサポートをする人がいるとは限らない。このように、海外旅行の際には、文化や言語などの差異により容易に想像できないことがあるために、結果的にトラブルに巻き込まれる可能性は高まってしまう。

個人旅行の比率がかなり高くなっている現状では、団体旅行のような面倒を見てくれるガイドがいないために、予測できないトラブルに遭遇し、言語の壁などでさらにトラブルが大きくなる人が多くなることは想像に難しくない。

1.1.3　　公共交通（バス）の使用率と評判

日本の一般的な交通手段としては、鉄道、バス、タクシー、レンタカー、自転車、徒歩がある。一般的な外国人旅行者に対して、タクシーの運賃は高いために、利用する訪日旅行者は少ない。また、交通事故などの心配から、レンタカーの利用も少ない。一方、レンタル自転車の情報は少なく、旅行中に自転車を利用するイメージもあまりないため、この交通手段の使用率も低い。したがって、日本で観光する時に利用率が高い交通手段は鉄道、バス、徒歩である。

なかでも、日本では観光地を拠点とするバスがメインの都市が多い。たとえば、金沢市には北陸本線とＩＲいしかわ鉄道などがあるが、金沢駅からは各観光地はかなり離れているために、観光目的の利便性は低い。金沢市内での主な交通手段（図 1-7）としては、路線バスが 38.8%と高い、貸し切りバスも含めて半分程度となっている。次いでマイカーが 22.5%、徒歩が 12.9%の順となっている。路線バスと徒歩を合計 51.7%となり、観光に来てくれる人の半分以上が路線バスや徒歩で市内を観光することが確認できる。2014 年と比べると、路線バスの利用者が増加する一方で自家用車の利用者が減少しており[6]、バス社会といっても過言ではない。

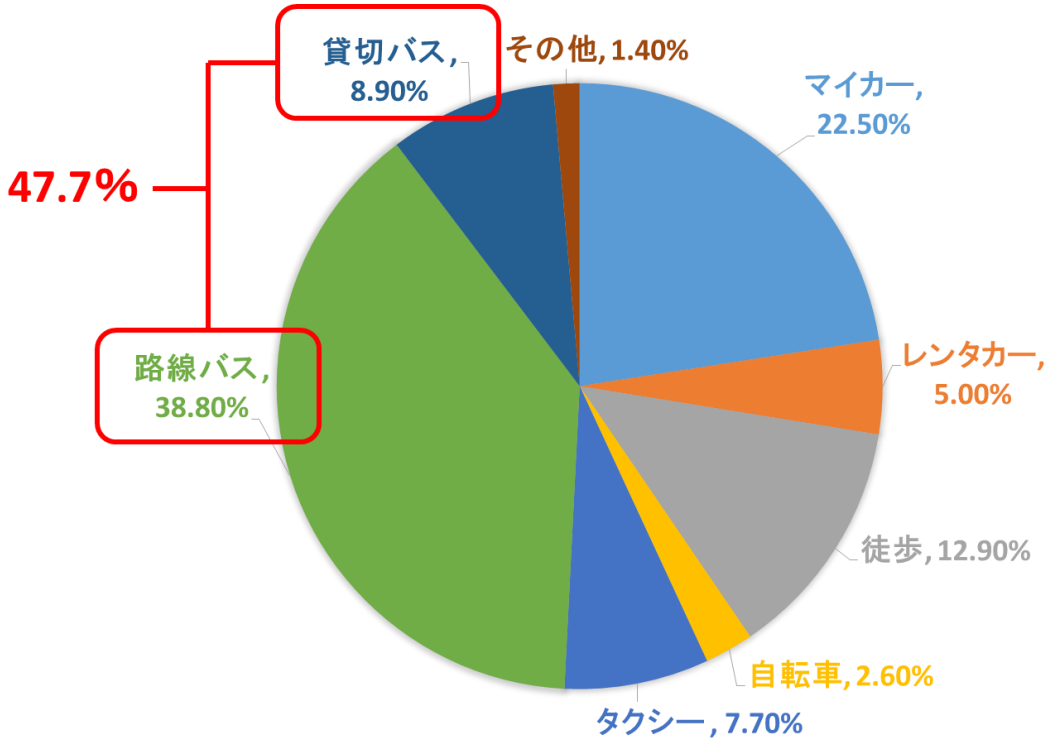

図 1-7　金沢市内での主な交通手段

出典：金沢市経済局営業戦略部観光交流課 「金沢市観光調査結果報告書」平成 27 年

ただし、バスは電車などの交通手段と比較して、「時間通りに来ない」、「時刻表の読み方がわからない」、「目的地まで時間かかる」、「乗車システムがわかりづらい」など、乗客はいろいろな不満を持っている。ロコミサイトでの評判も、電車などの交通手段と比較して非常に低い。伝聞する経験談によると、「バスを乗り間違えてしまい、いつどこで乗り換えることがわからない」、「乗り間違えてもわからないままで、全然違う目的地に行った」などの事例が多い。

日本に不慣れな訪日旅行者が滞在中にトラブルに遭遇した場合、時間を無駄にし、気持ちも落ち込んでしまう。そういったトラブルが悪い思い出になり、悪評が口コミとして広まってしまうと、結果として旅行者の呼び込みやリピートへの悪影響になると考える。

1.2　研究目的

本研究の目的は、訪れた地域の情報を自ら集めることができる訪日個人旅行者に対し、公共交通機関の利用を支援することである。旅行は計画当初の思い通りにはいかず、予測できないトラブルに見舞われることも多い。その際、訪日個人旅行者は言語の壁でトラブルがさらに大きくなってしまうことが考えられる。そこで、地域オープンデータを利用し、旅行者に必要な情報を適切に提供することで、トラブルの回避や対処を試みる。旅行者が安心して快適に、移動・滞在・観光することができる環境を提供することで、旅行者の満足度を高め、リピーターの増加、訪問の促進を目指す。

1.3　研究意義

本研究の意義は、訪日個人旅行者の公共交通機関での移動時のリスク回避とトラブル対処にある。提案するシステムは、旅行ガイドの代わりに旅行者の移動過程を見守るものである。訪日外国人が携帯するであろうスマートフォンを用いたトラブル防止・対処システムを提供することで、個人の志向に沿った旅行スタイルを、安心して選択・実行することが可能になる。日本はより良い観光環境を構築中であり、本システムはその実現に一役買うことが期待される。

1.4　論文構成

本論文は全 6 章で構成する。

第 2 章では、関連事例と関連研究について述べ、本研究の位置づけを明確にする。第 3 章では、訪日旅行者が移動中に遭遇したトラブルの実態を把握するために事前調査を行い、その結果について述べる。第 4 章では、提案システムの構成について記述する。第 5 章では、外国人留学生を対象とした評価実験の内容と結果を示し、提案システムの有用性を考察する。最後に第 6 章では、本研究のまとめと今後の課題について述べる。

第2章　関連事例と関連研究

現在、様々な訪日外国人向けの訪日旅行アプリケーションやガイドブックが存在する。本章では、これまでに観光をサポートするためにどのような事例や研究などがされてきたのかを紹介し、その後、本研究の位置づけを明らかにする。

2.1　旅行に関する支援

旅行は、図 2-1 に示すような主に 3 つのステージから構成される[7]。1）訪問者が訪問先の未知の部分に期待、2）訪問先を体験、3）訪問先の思い出をまとめる。これまでの旅行に関する支援も基本的にこれらの各ステージに対応して提供されている。

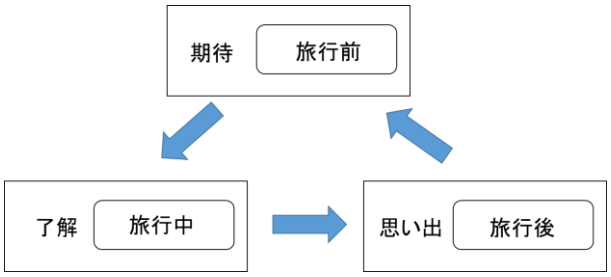

図 2-1　観光モデル

出典：参考文献[7]より

2.1.1　旅行前の計画支援

旅行の前に旅行プランを立てるために、マップに表示された興味のあるイベントや施設などを順番に選択していくだけで、プランを自動的に作成・共用できるものが存在する。たとえば、図 2-2 に示す「Tripro」は、いつでも、どこでも旅行プランニングをしてくれるスマートフォンアプリである。また、図 2-3 に示す「Travely」は、乗換案内の情報や予約メールを送るだけで旅のスケジュールを作ることができ、パソコンで作成した計画をスマートフォンに同期することもできる。

このようなアプリは、計画が苦手な人にはとても便利なツールである。しかし、旅行はすべて計画通りには行かず、プランはあくまでも旅行の参考情報である。日本の文化や習慣などに慣れていない訪日外国人が旅行中にトラブルに遭遇した場合、楽しい海外旅行が台無しになる可能性が高い。

図 2-2　Tripro

出典：参考文献[8]より

図 2-3　Travely

出典：参考文献[9]より

2.1.2　　旅行中の情報支援

旅行中に必要な情報を多言語で提供し、観光スポットや店までの簡単な道案内を提供するものもある。たとえば、図 2-4 に示す「DiGJAPAN!」は、日本各地の見どころやおすすめ観光スポット、買い物、食事などの情報を提供し、Wi-Fi スポットや ATM 検索もできる。また図 2-5 に示す「Google map」などのようなナビゲーションでは、街の人気スポットを自ら探して行き方を調べ、さらに多くの移動手段や案内情報をリアルタイムで入手できる。

図 2-4　DiGJAPAN!

出典：参考文献[10]より

図 2-5　Google Map

https://www.google.co.jp/maps

2.1.3　　旅行後の思い出支援

旅先の写真や思い出を保存することは、旅行後の振り返りに一番重要である。写真を地図上にマッピングし、思い出を写真や位置情報、コメント、時刻として記録し、さらにルートを作って共有できるものもある。たとえば、図 2-6 に示す「マピオンおでかけアルバム」では、これまで訪れた場所が表示されるので、旅行後も地図上で思い出の振り返りを楽しむことができる。

図 2-6　マピオンおでかけアルバム

出典：参考文献[11]より

2.2 関連研究

本研究は、旅行中の公共交通でのトラブルの回避や対処法の提案を目的としている。以降、旅行中の移動支援に関する研究の中でも、特に公共交通トラブル回避の情報提示および、公共交通トラブル対処の支援に関する研究事例を示す。

2.2.1 移動途中にトラブル回避の情報提示に関する研究

従来の公共交通に関する研究では、物理的な輸送システムの効率を改善する方法に焦点を合わせてきた。例えば、サービススケジューリングは、効率的なバス輸送にとって重要な問題であると考えられている[12]。しかしながら、Camacho らは、そのような方法はただ運送事業者の利益に動機づけられており、乗客の情報ニーズは満たさないと考えている。公共交通の輸送上の問題を解決する代わりに、乗客の旅を改善するための乗客中心の情報システムを設計していた[13]。

OneBusAway は、バスの到着時間を予測した最初のモバイルアプリであり、情報の可用性とアクセス可能性を強化することで、公共交通機関の利用者数と利用満足度が増えることを示した[14]。公共輸送システムは、個人的な移動手段とは異なり利用者がコントロールすることはできないため、公共交通の乗車促進には、関連する公共交通情報へのアクセスが前提条件である。Hörold と Krömker は、公共交通機関を利用した旅のモデル（表 2-1）を提案した[15]。このモデルは、移動の各段階における公共交通利用者の行動と、その行動に必要な情報で構成されている。

表 2-1　旅のモデル

段階	交通利用者の行動	必要な情報
準備	旅行計画 異なるルートから選択する 文書旅行計画 チケットを購入する	開始地点 行き先 出発時刻 .....
旅行中	駅かバス停までの経路探索 待ち時間 車両に入る	ストップポイントの情報 残り時間 .....
	車両を乗って移動する 下車 移転 目的地までの経路探索	ルート情報 残りの旅行時間 次のストップポイントチェック .....
トラブル発生	発生したトラブルを認識 自分のルートへの影響	利用できる旅客情報をチェック .....
	結果を確認する 他の旅行オプションまたはルートに基づいて行動を決定する 障害についての文句	遅延の判断 ルート内の変更の識別 .....

移動の各段階　　公共交通利用者の行動　　行動に必要な情報

現在の公共交通アプリケーションは多くの場合、公共交通の経営者が公開した公共交通の情報データを利用している[16]。たとえば、General Transit Feed Specification (GTFS)では、全世界の公共交通の時刻表と地理情報のフォーマットを定義している。定義されたフォーマットに従った公開データを利用することで、アプリケーションを作成することが可能である[17]。

2.2.2　移動途中にトラブル対処の支援に関する研究

Marcus らは、バスを使用する際には、以下に示すような情報が必要であることを示した[18]。

- 現在地からいつ出発した方がいい？
- 歩いて乗車地まで何分かかる？
- 乗車地はどこ？
- このバス停が正しい？
- バスがいつくる？
- このバスが正しい？
- いつ到着できる？
- 乗り間違えた時にどうする？

マイクロナビゲーション判断とは、交通モード（バス停で待っているか、バスに乗っているなど）、現在の走行状況（正しいバスに乗っているか、到着予定時刻など）、これからのタスク（バス停に入るか、降車など）などの細かい情報を収集して行う判断である。Marcus らは上記の問題点を解決するため、Urban Bus Navigator (UBN)システムを作成した。UBN システムは、スペインの首都マドリードの EMT 市営バスにて運用されている[18]。この EMT 市営バスでは、全てのバスにオンボードコンピュータシステムと外部 GPS 受信機、そして 3G インターネットを設置している。EMT 市営バスはモバイルデバイスの通信環境（Wi-Fi アクセス）を乗客に無料で提供しており、乗客は移動中に UBN システムを利用できる。UBN システムは状況に応じたガイドを乗客に提供し、旅行者は移動中にマイクロナビゲーション判断できる。

一方、Bluetooth Low Energy（BLE）による近距離通信技術「BLE Beacon」を利用する例が、様々な分野に広がりつつある。伊藤らは世界遺産「日光の社寺」を含めた日光エリアにおける BLE ビーコンを活用し、ナビゲーションシステムは観光客向けの情報提示システムを作成した[19]。図 2-7 に示すように、接続要求のないアドバタイジング（ネットワーク管理に必要な情報を定期的に送り出すこと）を利用し、数メートル程度までの近距離の範囲内にある端末に一方向送信を実現する。図 2-8 に示すように、BLE ビーコンはチェックポイントのような役割を果たし、端末が BLE ビーコンを検知した場合、その BLE ビーコンに載せた観光情報を取得して画面に表示できる。また、二つの BLE ビーコンの送信範囲が重ならないように、各 BLE ビーコン間の距離は必ず BLE ビーコン自身の送信範囲より大きく設定する。

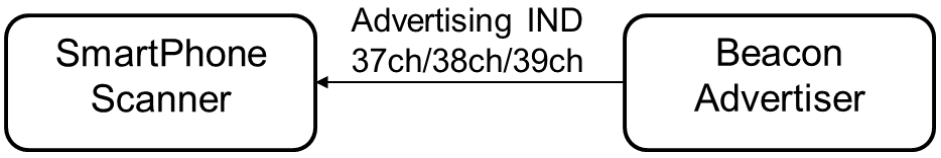

図 2-7　BLE ビーコンの動作

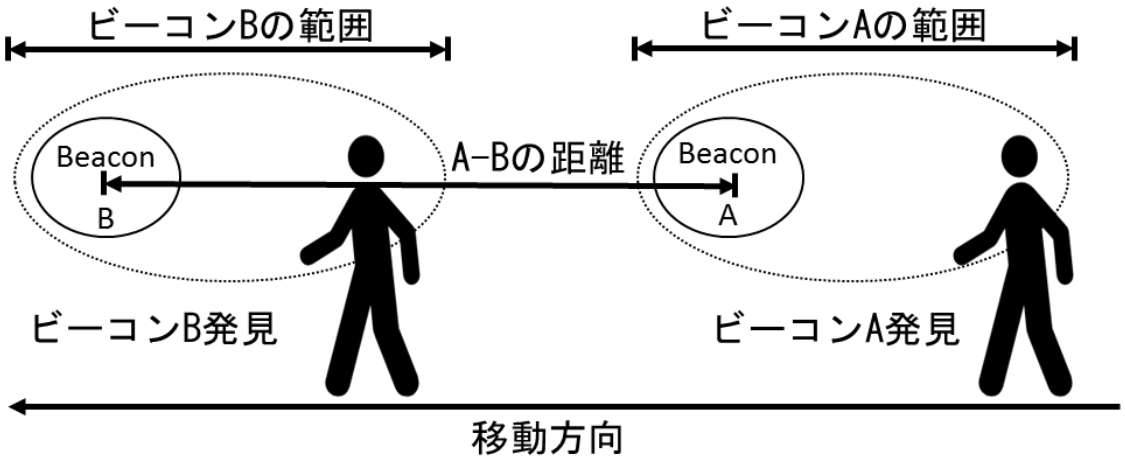

図 2-8　BLE ビーコンの設置方法

2.3 本研究の位置づけ

日本では、観光支援のスマートフォンアプリが多く提供されている。それらのアプリの主要機能は食事や買い物情報、地図などの表示であり、電子版ガイドブックという位置付けである。一方で、旅行中に発生しやすいトラブルを解決するアプリケーションは少ない。例えば 2.2.1 で述べた OneBusAway では、リアルタイムでの路線情報の提供と時刻表表示に重点を置いており、トラブル発生時に解決を支援するような機能は持たない。

人は乗車する時に、視覚、経験、知識、および一般的な推論能力で決断する。しかし、不慣れな環境ではそのような判断は難しく、結果としてトラブルが発生しやすい。一方、UBN システムのように、状況に応じた情報提供ができる支援システムでは、公共交通の設備コストが大きいために投資が難しく、すぐに解決できない。また、暗号化されていない Wi-Fi スポットにはセキュリティの不安がある。

Google Transit API は 400 以上の国や地域にデータを提供しているが、日本では使えない状態にある。BLE ビーコンを利用したナビーケションでは、バスの側壁ではビーコンからの信号を遮断するので、平均 62%のビーコン検出率にとどまっている。

観光客が著しく増加している状況では、今すぐに支援できるものが必要である。本研究では、特別なインフラがなくても、モバイルデバイスだけで旅行者に必要な情報を提供するとともに、トラブルの回避や対処が可能なシステムの構築を目的とする。

第3章　事前調査

本章では、支援システムの構築に先立ち、支援に必要な要素を調査する。日本に観光した人および、日本在住の外国人留学生を対象とし、バスに対するイメージや不足点について調査したアンケート結果を示す。

3.1　　調査目的

日本の観光インバウンド対策はますます進展し、訪日旅行者に対する様々な課題に取り込んでいる。しかしながら、旅行中に公共交通を利用している観光客が遭遇するトラブルの回避・対処対策はまだ十分ではない。事前調査の目的は、日本を訪れた観光客の現状やニーズを調査することである。なお、第 5 章で述べる評価実験では、事前調査による観光客のニーズを評価項目とし、開発した支援アプリの有効性を検証する。

3.2　　調査内容

調査の実施期間は 2016 年 8 月 10 日（火）～20 日（土）とし、インターネット上に公開されている外国人が利用する掲示板に、10 日間掲載した。また、本学の外国人留学生を募り、アンケートを実施した。

事前調査での調査項目は、以下に示す 3 つの要素により構成する。

1. 日本でのバスの利用頻度（単一回答形式）
2. バス移動に関するイメージ（単一回答形式）
3. バス利用時に経験したことや心配したこと（複数回答形式+自由文字記入回答式）

3.3　　結果と分析

アンケートの有効回答数は、中国語61名、英語8名であった。アンケート結果を表3-1、表3-2、図3-1に示す。

表 3-1　バスの利用頻度

（単位：人数）

良く乗る	たまに	乗ったことがない
18	40	11

表 3-2　バス移動に関するイメージ

（単位：人数）

好き	普通	嫌い
19	24	26

（単位：人数）

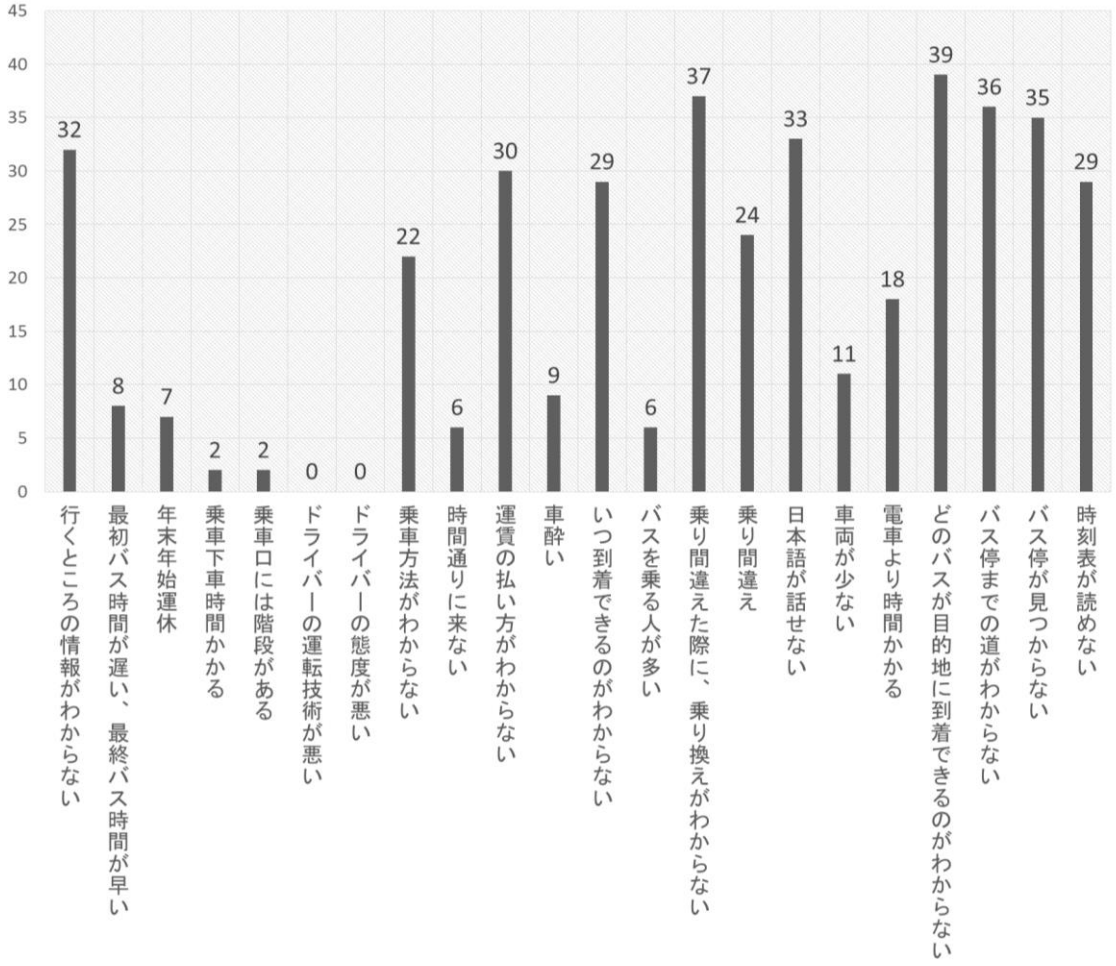

図 3-1　バス利用時に経験したこと心配したこと

以上で示した事前調査から、以下の 4 つの事項が確認できた。

- バスを使った人の比率が 84%と多い。
- バスに対する全体的なイメージが悪い人が 38%と多い。
- 図 3-1 に示すように、「どのバスが目的地に到着できるのがわからない」(57%)、「乗り間違えた際に、乗り換える方法が分からない」(54%)、「バス停の情報がわからない」(52%)などを心配していることの割合が大きい。このことから、乗車習慣の違いにより、バスの利用時にトラブルが発生する可能性が高いことが推測できる。
- 訪日旅行者は乗車中に心配していることが多いので、バスの利用を敬遠することが多くなる。これに対し、バス利用の支援方法を考案することで、バス利用を促進し、安心して楽しく観光できる環境を提供できると考える。

第4章　支援システムの開発

本章では、提案する支援システムの開発について述べる。まず、どのような支援をするのか、第 3 章の調査結果で明らかにした必要な要素を基にデザインする。次にシステムの概要について述べ、支援システムの開発に必要な構成要素を示す。その後、設計したプロトタイプについて述べ、最後にテストを行う。

4.1　支援システムの提案

旅行計画や観光情報、思い出などを支援するアプリは多いが、観光者を見守るものはほとんどない。

金沢市の公共交通はバスがメインである。バス停には時刻表や案内表示があるが、日本語のみの表記であり、訪日旅行者には意味を成さない。また、バス内のアナウンスと行先表示も日本語表記である。スマートフォンの位置情報を用い、目的地を選択することで、バス路線やバス車両の確認などの案内を自国の言葉で表示する機能があれば、トラブルを回避することができると考えた。また、不案内な土地では、バスを乗り間違えた場合に気付くことが難しい。そこで、同様にスマートフォンの位置情報を用いて、移動すべきルートから現在地が外れていそうな場合に、確認メッセージを表示することを考えた。この機能により、正しい目的地に行くためのバスの乗り換え方を案内できれば、トラブルへの対処が可能である。

提案する支援システムでは、以上のように訪日旅行者を見守ることで、トラブルをなるべく回避するとともに、万が一トラブルに遭遇した場合の対処法を提供する。

4.2　支援システムの概要

提案する支援システムの主たる機能は、バス乗り間違えの回避と乗り間違えた際の対処である。ここで、バス乗り間違えの回避と乗り間違えた際の対処は互いに補完し合うもので、回避はあくまでも端末で情報を細かく提示することだけとした。実際に行動するのは利用者自身であり、100%乗り間違えを防止するのではなく、乗り間違えの可能性を軽減することが目的である。

また、乗り間違えた際の対処は、自動車保険のようなものととらえる。人が自動車保険に加入する目的は、万が一事故にあった場合に大きい損失を最小限に抑え、面倒なことにならないようにするためである。同じように、万が一乗り間違えた際に、万全な対処方法をシステムが提供することで、訪日旅行者の損失を最小限に抑え、安心させることを目的とする。

訪日旅行者が安心して目的地に到着するため、提案するシステムでは、以下の点に重点を置く。

・安心感を与える

・特別な機器を使用しない

・簡単に操作できる（トラブル時には気が動転しているため）

4.3　　システムの設計

提案するシステムの主目的は、バス利用時のトラブル回避と、トラブル対応である。旅行者に必要な情報を提供するとともに、トラブルの回避や対処が可能なシステムを提供するため、提案するシステム（図 4-1）は以下の 9 つの要素で構成する。

1. 観光地の選択（観光情報提供）
2. バス路線の生成
3. 乗車バス停までの案内（Google Map）
4. 乗り場の確認
5. バスの確認（乗車の流れ提示）
6. マップ表示
7. 乗り間違い判断(乗り換え方法)
8. 到着提示（降車の流れ提示）
9. 目的地まで案内（Google Map）

本システムは多言語対応の設計となっているが、評価実験では中国人留学生だけを対象としたため、実際のアプリの画面は中国語表示のみである。

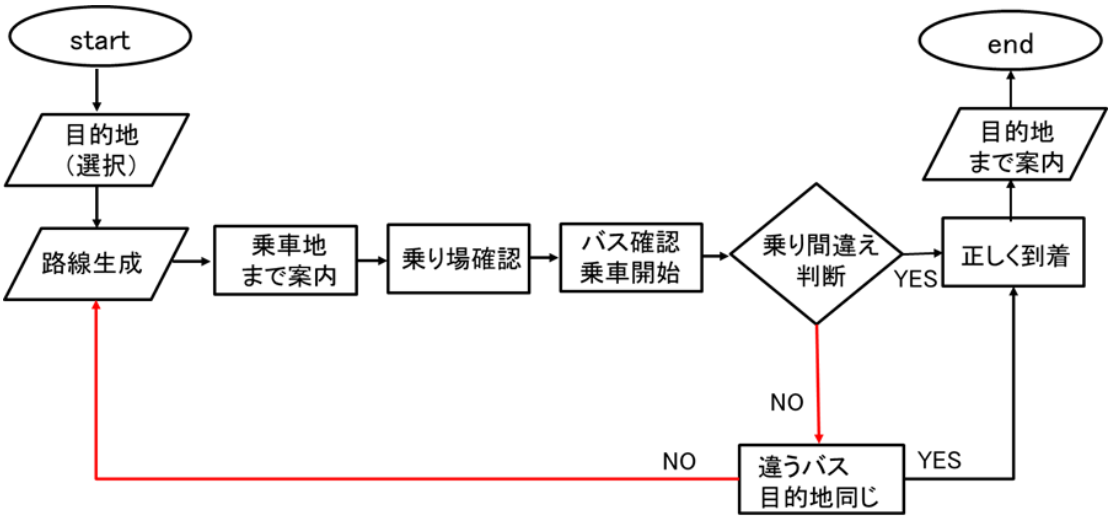

図 4-1　システムの流れ

以降、各要素について詳述する。

(1) 観光地選択

KANAZAWA　オープンデータ[20]に基づいて、外国語のプルダウンメニューで目的地を選択する。本システムでは、他の観光支援アプリと同等の情報提示を行う。

ここでは、以下の情報を提供する。

- 名称
- 写真
- 紹介文
- 営業時間
- 休館日
- 料金
- 電話番号

利用者が行きたい場所を選択し、確認ボタンを押すと、観光地の名前、位置情報のデータを次のバス路線生成モジュールに転送する。

(2) バス路線生成

Android では、GPS やネットワークを利用して端末の位置情報を取得することができる。また、位置情報の精度や消費電力の程度を予め指定しておくことが可能であるため、省電力の目的で、バス路線生成時の位置情報は低消費電力のネットワークで検索し、ネットワークにつながらない場合は、自動的に GPS モードに切り替えることとした。システムは、現在地の位置情報を取得し、バス路線上から現在地に一番近いバス停を検索する。同様に、目的地に一番近いバス停も検索する。

提案する支援システムでは、バス利用に不慣れな訪日観光者が無事に目的地に到着できるかどうかを検証するため、最低限のバス利用形態である「乗車地と降車地が同一の路線の乗換なしパターン」を利用した。路線生成イメージを図 4-2 に示す。目的地の最寄りのバス停と、現在地の最寄りのバス停が同じバス路線上にある場合は、到着時間が一番速い路線を生成する。

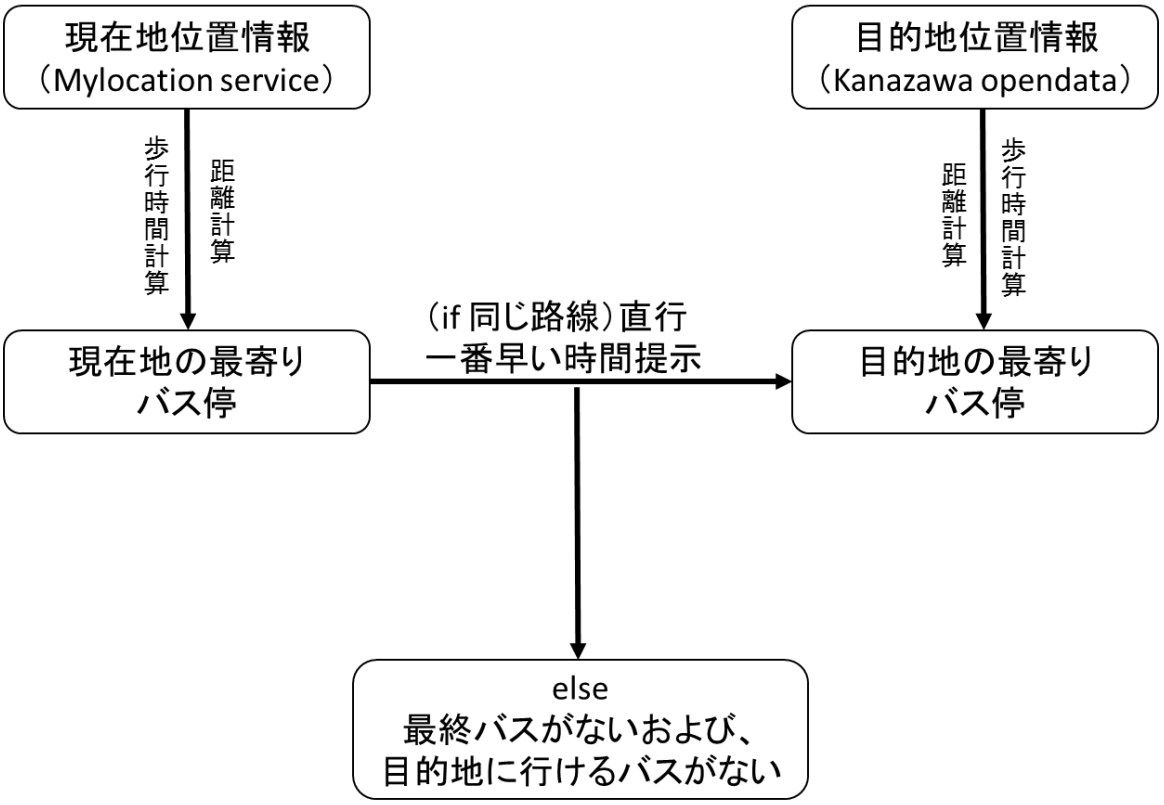

図 4-2　バス路線の生成イメージ

(3) 乗車バス停までの案内（Google Map）

出発ボタンを押すと Google Map を起動して地図を表示する。複数のアプリケーションや Activity を繋ぐための Intent 機能を用いて、図 4-3 に示すように現在地と乗車地のそれぞれの位置情報を Google Map に送り、移動経路を Google Map 上に表示する。

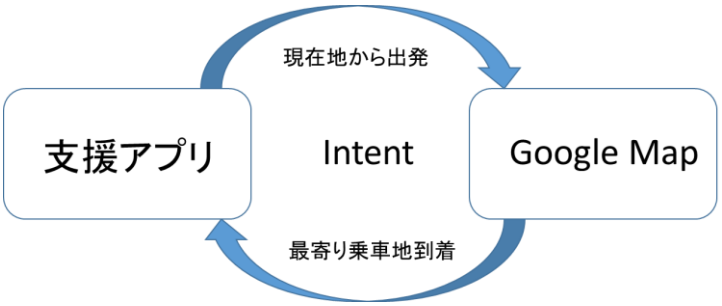

図 4-3　アプリ切り替え

(4) 乗車地の確認

Google Map の歩行路線に従えば、乗車地周辺に到着できるはずである。しかしながら、GPS の精度の問題から、10 メートル以内にバス停名前が同じ他のバス会社のバス停がある場合は、自分で判断することが必要とされる。ここで、アプリが乗るべきバスのバス停に関する情報を提示し、利用者が正しいバス停に到着したことが確認できれば問題はない。もし違った場合は、隣のバス停を確認する必要がある。

(5) バス確認と乗車の流れの提示

提案システムは、利用者がバス停で待っている間に、バスの確認法や乗車の流れを提示する。日本人ですら見知らぬ土地でのバス利用時には迷うことがあり、訪日旅行者にとっては、さらに難しいと考える。地域やバス会社によって、前乗りか後乗りなど乗車の流れも異なる。

金沢市のバス会社は主に 2 社あるが、北陸鉄道株式会社では時刻表と観光地情報が、西日本ジェイアールバスでは高速バスに関する情報だけが外国語対応である。ウェブサイトと乗車体験に基づき、金沢市で運行しているバスの情報を表 4-1 にまとめた。北陸鉄道株式会社の日本語ホームページでは、路線図や時刻表などは公開しているが、乗車の流れは「路線バス」以外は公開されていない。同様に、西日本ジェイアールバスの日本語ホームページは路線図と時刻表だけを公開しており、「ふらっとバス」以外では、乗車方法や支払方法なども公開されてない。このような訪日旅行者が乗車の流れなどの情報の取得が難しい現状であるため、バスに関する情報を集めて自国の言葉で観光者に提供することが非常に重要と考える。

表 4-1　金沢市で運行するバスの乗車に関する情報

バス名前	バス会社	運行日	運賃	1日フリー乗車券	払い方	乗車下車方法
城下まち金沢周遊バス	北陸鉄道株式会社	通年	おとな200円 こども100円	おとな500円 こども250円	あと払い 整理券不要	後ろドア乗車 前ドアから降車
兼六園シャトル		通年	[平日] おとな200円 こども100円 [土日祝日] おとな100円 こども50円	おとな500円 こども250円	あと払い 整理券不要	後ろドア乗車 前ドアから降車
ライトアップバス		毎週土曜日 特別運行日	おとな300円 こども150円	専用フリー券 おとな 500円 こども 250円	あと払い 整理券不要	後ろドア乗車 前ドアから降車
路線バス		通年	おとな200～円 こども 100～円	おとな500円 こども250円	あと払い	後ろドア乗車 前ドアから降車
路線バス	西日本JRバス	運休日がある	おとな200～円 こども 100～円	なし	あと払い	後ろドア乗車 前ドアから降車
ふらっとバス		通年	おとな100円 こども 50円	なし	前払い 整理券不要	前ドアから乗車 後ろドア降車
まちバス		土日祝日	おとな100円 こども 50円	なし	あと払い 整理券不要	後ろドア乗車、 前ドアから降車

□はネットで検索できる情報（日本語のみ）□はネットに公開されてない情報

出典：http://www.hokutetsu.co.jp/route-bus/howtoride

http://www4.city.kanazawa.lg.jp/11310/taisaku/flatbus/index.html

http://www.machibus.com/ic.html

http://tabi.iinaa.net/JapnPass/isikawa.html

バスの確認のために、システムではすべて実物の写真を表示する。バスによって表示する情報も異なるが、図 4-4 に示すように提示する情報は以下である。

① バスの方向

② バスの経由

③ バスの外観

④ 乗車ドア

⑤ 整理券の取り方（後ろから乗車）

すべて確認した上で、乗車してから『乗車開始』ボタンを押すと、次の画面に移動する。

図 4-4　バス確認と乗車の流れの画面表示例

(6) マップ表示

利用者に安心感を与えるため、現在地と目的地および、経由するバス停がわかるように、図 4-5 に示すように各バス停と終点をマップ上にアイコンとして貼り付けた。また、各アイコンを押すと、バス停の名前を表示する。

図 4-6 に示すように、バス停範囲検出画面では通過したバス停を見やすくするため、通過したバス停に「pass」というスタンプ画像を表示する。色覚障害を有する人も考慮した上で、色変換と文字表示を両方利用し、いくつのバス停を通過したかがはっきりと視認できるようにした。

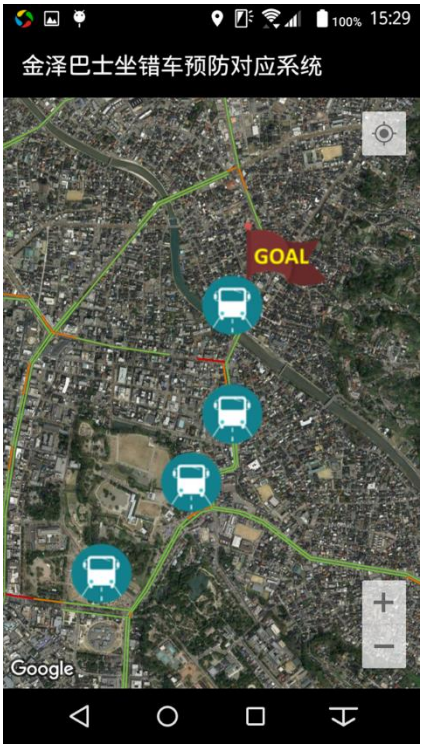

図 4-5　マップ機能

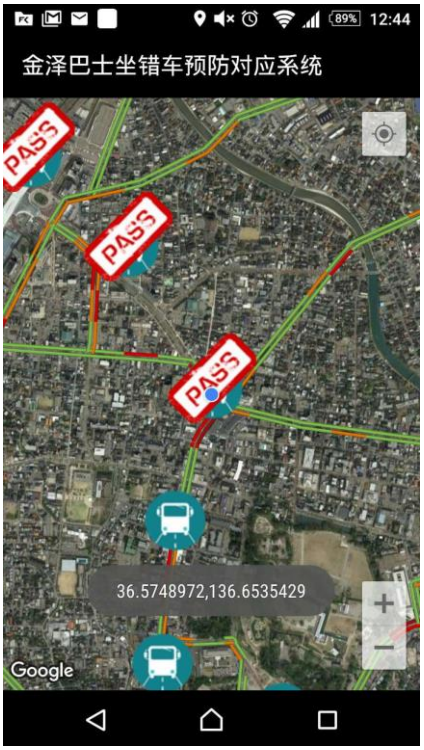

図 4-6　バス停範囲の検出画面

図 4-7 に示すように、チェックポイントは現在地がバス停範囲内に入ったことを検出する範囲を指定したものである。図 4-8 に示すように、現在地とバス停との距離が 200m以内の場合に、現在地はチェックポイント範囲内に位置すると判定する。

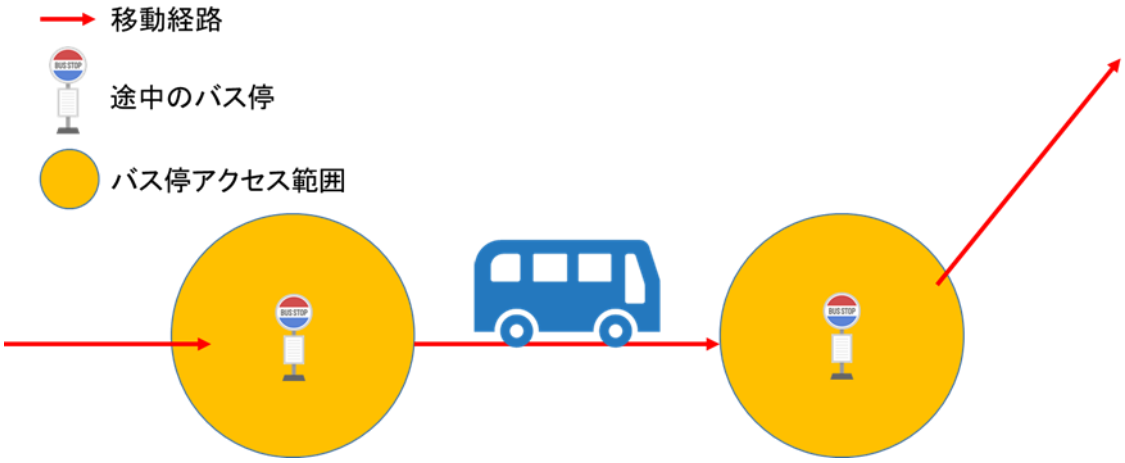

図 4-7　チェックポイント

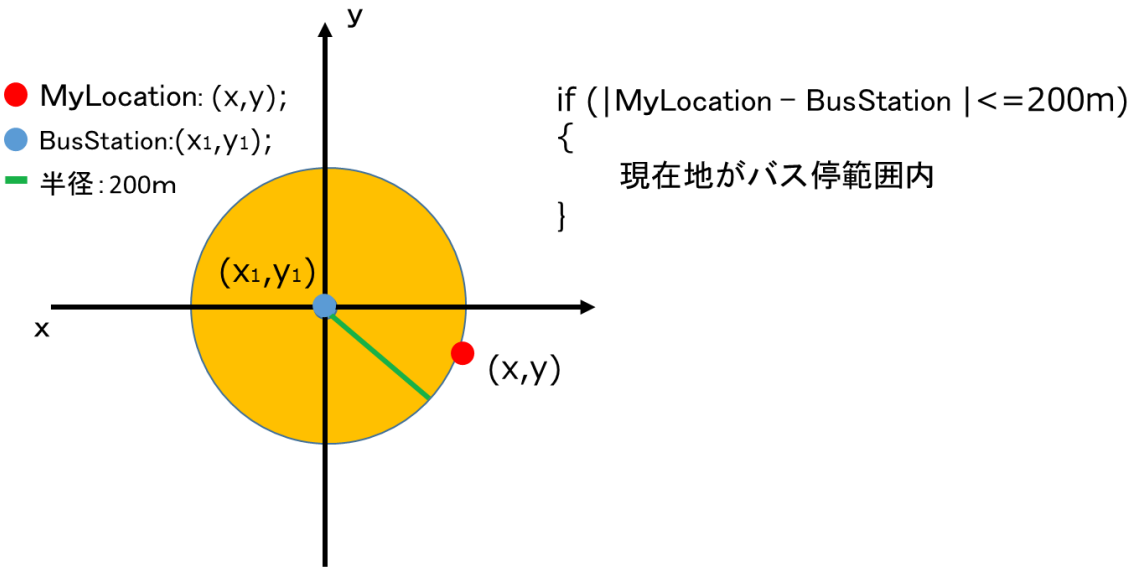

図 4-8　バス停範囲の検出方法

(7) 乗り間違い判断

本支援システムの目的の一つはバストラブル回避である。ここで、回避とは、トラブル発生の可能性を最小限に抑えることを指す。利用者が支援システムの指示に従わないもしくは従えない場合は乗り間違える可能もあるので、システムが早めに判断して対処する機能を提供する。現在地がバス路線以外のバス停範囲に入った場合に、システムは現在地が路線から外れたと判定する。

しかし、図 4-9 に示すように、バス路線が違っても目的地に到着できるケースもある。そのため乗り間違えているかもしれないとの確認メッセージを画面に表示する。また、利用者がスマートフォンをポケットや鞄に入れる可能性もあり、常にスマートフォンの画面を見ているとは限らない。そこで、表示メッセージの提示時に、スマートフォンを振動させることとした。

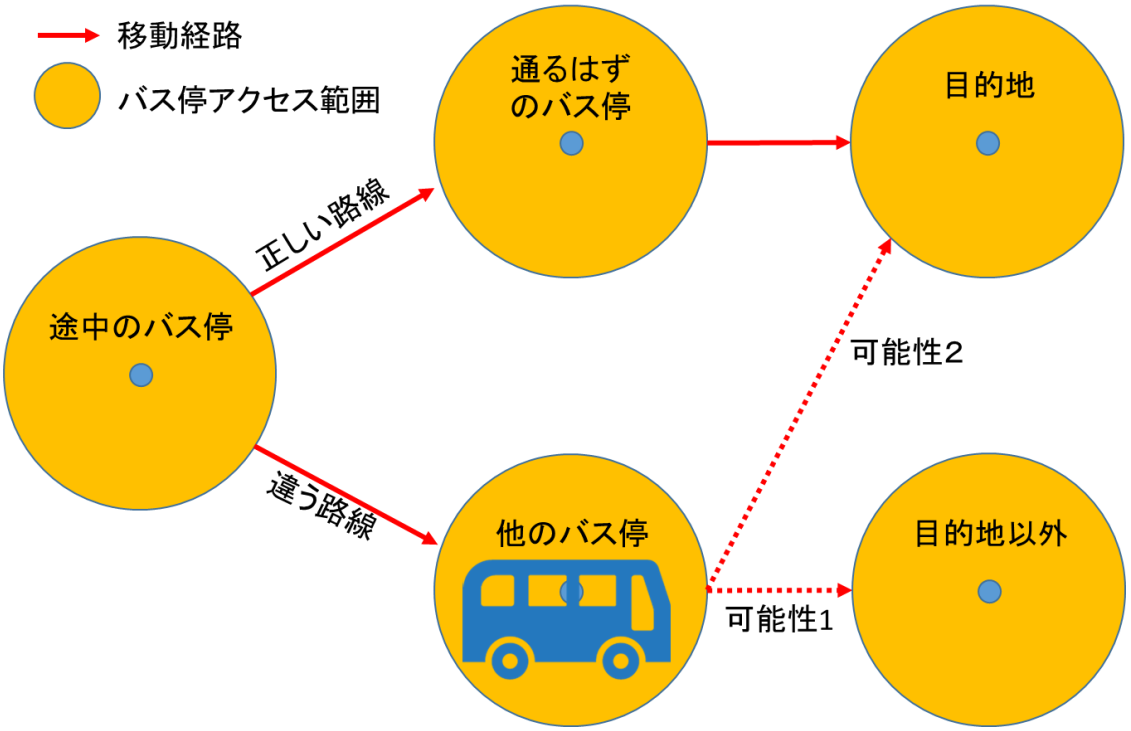

図 4-9 バス路線判断

異なる路線でも目的地に到着できるのに、システムが乗り間違えたと判定し、途中で乗り換えを指示される可能性がある。この場合には、図 4-10 に示す「乗り間違えたかもしれない提示画面」を表示し、利用者が周りの乗客や運転手に確認を促すことが一番効率的と考えられる。

しかしながら、日本語話者でない人は言いたいことを相手に正確に伝えることができないため、他人への口頭での確認は困難である。この課題に対し、図 4-11 に示すように、問い合わせ事項を日本語でスマートフォンに表示し聞くこととした。また、聞く時に相手に不快感を与えないように、正しい聞き方や礼儀なども合わせて表示する。尋ねた相手が、乗車しているバスは目的地に到着できる、との指示を示した場合は乗り換える必要はなく、目的地に到着する時に、図 4-13 に示す「目的地付近の提示画面」をシステムから表示する。一方、バスが目的地に到着できないとの指示を示した場合には、相手に乗り換える場所を尋ねる画面を見せ、相手からの指示を待つこととした。また、図 4-12 に示すように、バスの乗り換え流れを提示し、相手に感謝の気持ちを口頭で伝えるために、「ありがとうございます」をアルファベットの形で画面に表示する。

乗り換えのために降車した後には、路線を再度自動検索し、新しい乗車地までの案内を手順 3 に戻って再開する。

図 4-10　乗り間違えたかもしれない提示画面

図 4-11　周囲の人に確認する画面

図 4-12　乗り換え時の降車の流れの提示画面

(8) 到着提示

提案システムでは、途中の各バス停（アクセスポイント）を全部通過し、降車バス停付近に近づいた時に、図 4-13 に示すような“目的地付近”というメッセージを表示する。通知の仕組みは乗り間違え判断と同等であり、降車バス停範囲内に入るとメッセージを表示すると同時に、スマートフォンを振動させる。この機能により、案内板やアナウンスが分からなくても、間もなく目的地に到着できることがわかる。

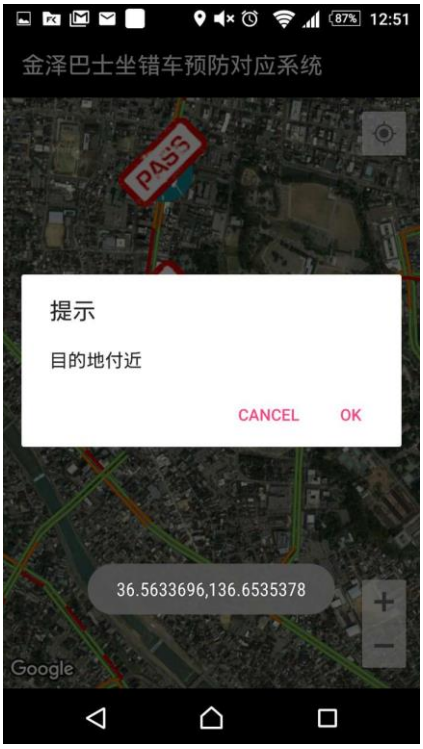

図 4-13　目的地付近の提示画面

国の文化や習慣によって、降車の流れも異なる。たとえば、中国のバスシステムは全部前払いであり、日本のような整理券と運賃箱の使い方が分からない。また、中国のバスには降車ボタンを設置した地域は存在するが、普及率がかなり低いために降車ボタンを設置しても使わない人も多い。そのため、支援システムでは、図 4-14 に示すように、降車する前のボタンの押し方や運賃の払い方、両替の仕方、降車ドアなどの降車の流れを提示する。

図 4-14　降車の流れ

(9)　目的地まで案内（Google Map）

降車後には、現在地の位置情報と目的地の位置情報を Google Map に伝送し、降車地から目的地までの道案内を表示する。

4.4　　支援システム実装

提案システムを実装したハードウェアとソフトウェアについて、以下に示す。

●ハードウェア

提案システムは Android API　16：Android 4.0 以上の機種を対象とし、実装における検証端末として図 4-15 のスマートフォンを用いた。

図 4−15　検証端末：Fujitsu Arrows M02 (Android™ 5.1)

●ソフトウェア

本システムが利用するデータベースにはKANAZAWAオープンデータを、マップ表示にはGoogle Map Android API、道案内はGoogle Mapを用い、実装はAndroid Studioで行う。

・KANAZAWAオープンデータ

KANAZAWAオープンデータは平成25年1月から公開された。公開中のオープンデータは施設オープンデータ（市有施設情報約2,400件）、画像オープンデータ（観光地や施設などの写真760件）、イベント情報オープンデータ（金沢芸術創造財団が所管する施設のイベント情報）である。本研究では、KANAZAWAオープンデータの交通情報、観光情報、観光地画像などのデータをデータベースに保存し、システムに導入する。

・Google Map Android API

Google Maps Android APIを用いることで、Googleマップを開発するアプリケーションに組み込むことができる。本システムでは、アイコンの追加や一般的な地図情報の表示、位置情報の取得などのために使用する。

・Google Map

徒歩ナビゲーション機能として、Googleマップは Androidユーザーの多くが利用している。そこで、提案システムでの道案内はシステムに組み込むのではなく、アプリを切り替えてGoogleマップで道案内を行う。

・Android Studio

Android StudioはGoogleが提供するAndroidプラットフォームに対応する統合開発環境である。開発した Androidアプリ画面は、Layout ファイル(XML コード)と Activity クラス(java コード)のペアで構成される。Layoutファイルとはレイアウトするためにテキストやボタンなど画面を構成するコンポーネントである。Activity クラスとは画面に対するユーザーとのやり取りを行う部分である。

画面の切り替えは、Intent という機能を利用する。Intent はアプリケーション間のかけ橋として、遷移先のActivityや異なるアプリケーションを呼び出す仕組みである。
また、路線生成部分は Android LocationManager で、乗り間違え判断と目的地提示部分はLocation APIで実装した。

4.5 テスト

実装したシステムに対し、以下に示すいくつかの検証を行った。

(1) GPS 精度チェック

表 4-2 に示すように、GPS の精度には 4 種類がある。PRIORITY_HIGH_ACCURACY が取得した位置情報の精度が高く、リアルタイムで更新が可能である。その代わりに電池の消費がやや速い。PRIORITY_BALANCED_POWER_ACCURACY は誤差約 100m 以内の精度であり、電池の消費は HIGH より少なく、LOW より多い。PRIORITY_LOW_POWER は誤差 10km 以内の精度であり、BALANCED よりも電池の消耗は低い。PRIORITY_NO_POWER は電力消費がなく高精度だが、位置情報のデータは他のアプリケーションから要求された場合に限り取得する。本提案では、リアルタイムで位置情報を取得し、できる限り正確な位置を把握できる GPS を使用することを考えた。そのため、PRIORITY_HIGH_ACCURACY と PRIORITY_BALANCED_POWER_ACCURACY を実験に利用する。

表 4-2 GPS 精度のまとめ

	精度	電力	用途
PRIORITY_ HIGH_ACCURACY	できる限り 正確な位置	速い	リアルタイムで 位置を取得したい
PRIORITY_BALANCED _POWER_ACCURACY	誤差約 100m 以内	バランス	省電力をしたい
PRIORITY_ LOW_POWER	誤差約 10km 以内	省電力	大雑把な位置で 省電力をしたい
PRIORITY_ NO_POWER	可能な限り 最高の精度	消費なし	可能な時だけ位置 アップデートを 受け取る事が可能

選択した 2 種類の GPS 精度がチェックポイントをすべて検出できるかどうかを確認する。調査方法は、事前に 10 箇所のチェックポイントを設定する。自家用車をバスの環境に模倣し、40km/h のスピードで走行した。結果、2 種類の GPS はすべてのチェックポイントのデータを取得したことを確認した。

(2) 路線生成と GPS 更新の所要時間

バス乗車前・乗車中に本アプリを利用するにあたり、情報生成・更新といったレスポンス面においての支障がないかを確認するため、路線の生成時間と GPS 更新時の所要時間を計測した。以下、10 回分のテスト結果を分析する。

検証端末 1 台で、表 4-3 に示すように、路線生成時間のデータを取得した。路線の生成時間はほぼ同一で、平均 0.88 秒かかる。しかし、電波が良くない場所では、生成に 4 秒前後要することもあった。

表 4-3　路線の生成時間

（単位：秒）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生成時間	0.85	0.86	0.87	0.86	0.92	0.89	0.89	0.88	0.89	0.85

GPS の精度チェックの結果を用い、GPS 更新に要する時間のテストには、PRIORITY_HIGH_ACCURACY と PRIORITY_BALANCED_POWER_ACCURACY を利用した。

表 4-4 と表 4-5 を見ると、PRIORITY_HIGH_ACCURACY （ハイモード）の最短更新時間は平均 1.00 秒で、PRIORITY_BALANCED_POWER_ACCURACY（バランスモード）の最短更新時間は平均 5.00 秒である。ハイモードの更新時間はかなり速いことが確認できる。

表 4-4　ハイモードの生成時間

（単位：秒）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
更新時間	0.96	1.01	1.00	0.99	1.01	1.00	1.00	0.99	1.00	1.02

表 4-5　バランスモードの生成時間

（単位：秒）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
更新時間	3.98	6.02	3.98	6.05	3.95	6.03	3.98	6.02	3.98	6.04

(3) 距離算出

乗り間違えや目的地接近の判断に関わる事項として、チェックポイントの範囲内に到達した時点からバス停までの残りの距離を算出するテストを行った。

テストは実際にバスに乗車している時に、2 種類の GPS モードで試行した。また、金沢市内のバス停間は、基本的に 200 メートル以上の距離がある。そのため、チェックポイントの判定範囲は半径 200 メートルと設定した。本テストでは、スマートフォンをノートパソコンに接続の上、チェックポイントを検出した時点の位置情報を Android Studio の画面に表示するように設定し、バスに乗車して「測量計算サイト -国土地理院」によりバス停までの距離を算出した。

結果として、表 4-6 と表 4-7 に示すように、ハイモードでは即座に検出できるが、バランスモードでは範囲内に到達後の検出まで 3、4 秒程度を要した。そのため、バランスモードの使用は実利用に問題があるかどうかを確認するため、評価実験で確認する。

表 4-6　ハイモードで検出したバス停までの距離

（単位：メートル）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
距離	195	198	193	197	193	190	193	195	192	195

表 4-7　バランスモードで検出したバス停までの距離

（単位：メートル）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
距離	197	165	155	180	145	162	170	135	196	140

第5章　評価実験

本システムを実運用し、評価実験を行う。評価には、評価シートとインタビュー調査を行った。

5.1　実験内容

実験への先入観を排除するため、本当の目的は言わずに「日本語が話せない外国人旅行者として旅行支援アプリの有効性を検証することです。」という趣旨の事前説明をする。実験用端末として 3 台のスマートフォンを用意する。訪日旅行者においては、日本国内用の SIM カードを購入せず、基地局との通信を行うモバイルデータ通信が利用できないケースが多いため、実験端末のうち 1 台はデータ通信 On、残りの 2 台は Off とする。また、実験中に端末のバッテリーが切れて実験が中断してしまう可能性を排除するため、携帯バッテリーを 2 個準備した。被験者は、本学の中国人留学生 10 名である。

実験内容を以下に示す。

1. 5 人を対象に、最初からアプリを使って、正しく到着できるのかを確認する。
   もしこの機能がなかったら、トラブルにあっていたと思うことを記入してもらう。
2. 別な 5 人を対象に、車両確認をしない、わざと間違ったバスに乗らせるなどし、無事に目的地に行けるかを確認する。乗り間違えた際に、被験者の行動と相手の対応を調査する

実験の手順を以下に示す。

実験を行うバス路線は、金沢駅から出発し 21 世紀美術館を目的地として設定する。スマートフォン端末の数の制約上、1 回の実験人数は 4 人が上限である。そのため、3 回構成とし、第一回目は 2016 年 12 月 26 日午前 11 時から午後 2 時まで被験者 4 人、第 2 回目は同年 12 月 26 日午後 5 時から午後 8 時まで被験者 2 人、第 3 回目は同年 12 月 27 日午前 11 時から午後 2 時まで被験者 4 人とした。

データ通信と GPS の精度から利用者への影響も確かめるため、様々なパターンを試した。表 5-1 に示すように、一回目の実験では、被験者 4 人中 3 人に OFFLINE かつハイ GPS モードの端末を、1 人に ONLINE かつバランス GPS モードの端末を配布した。正しい路線の人にそれぞれ乗るはずのバスの発車時間の 10 分前に端末を渡し、システムの初期画面から体験させる。被験者はアプリの指示に従って乗車する。別途、間違った路線の被験者をバス停まで連れていき、システムの乗車確認をしない画面から体験させ、それぞれ目的地に到達できないバスに乗せる。

二回目の実験では、被験者 2 人中 1 人に OFFLINE かつバランス GPS モードの端末を、もう 1 人に ONLINE かつハイ GPS モードの端末を配布した。実験方法は一回目と同じである。しかし、実験は午後 5 時前後に行っていたので、金沢市内は非常に混雑し、バスの移動もかなり遅れ、実験時間は合計 2 時間半程度となった。

三回目の実験は、被験者数、データ通信 On/Off、GPS モード、路線の正誤の各条件は一回目と同一である。

結果として、全員が無事に目的地まで到着できた。また、実験後に評価シートを Google Form の形で配布し、実験の翌日にインタビューを実行した。

表 5-1　実験のパターン

	実験者	モバイルデータ通信	GPS精度	バス路線
一回目	実験者1	Off	ハイモード	正しい路線
	実験者2	Off	バランスモード	間違った路線
	実験者3	Off	ハイモード	正しい路線
	実験者4	On	ハイモード	間違った路線
二回目	実験者5	On	バランスモード	正しい路線
	実験者6	Off	ハイモード	間違った路線
三回目	実験者7	Off	ハイモード	正しい路線
	実験者8	Off	ハイモード	間違った路線
	実験者9	Off	ハイモード	正しい路線
	実験者10	On	バランスモード	間違った路線

5.2 評価

評価シートは操作簡便性、有効性、安心感、新規性、価値に関する合計 12 問を設問した。評価をより分かりやすくするため、5 段階評価の「かなり良い・良い・どちらとも言えない・悪い・かなり悪い」で行う。質問項目は以下である。

1. アプリのインタフェースの操作簡便性
2. 自分がこのアプリ内のどこにいるかのわかりやすさ
3. このアプリの絵や図表や文章の読みやすさ
4. このアプリの提示機能が実際に使うときに、役に立ちましたか？
5. このアプリから提供する情報の正しさ
6. システムの反応時間（画面変化，路線生成，提示）について
7. 移動途中の判断に対する精度（通行バス停提示，乗り間違え提示，到着提示）について
8. バッテリーの消費に関する感覚
9. これまでの旅行に関する支援アプリのアイデアと比べて、新しさについて
10. 旅行中にこのアプリを使って知らない町でもバスで行動できるという安心感があると思いますか？
11. このアプリを使った満足度について
12. もしあなたが訪日旅行者の場合、このアプリを使いたいですか？

5.3　　インタビュー

インタビューでは、実際に使ったスマートフォンアプリ画面を見せながら実施した。なお、インタビュー項目には、共通質問と、正しい路線グループと間違ったバスに乗せたグループに分けた質問事項を設定した。

共通質問：

1. 日本語レベル
2. 英語レベル
3. 日本でのバスの利用頻度
4. 自国か日本以外のバス利用頻度
5. 自分の国でバスを乗る際に、トラブル経験
6. バッテリーの消費
7. モバイルデータ通信の影響
8. 日本でのバスの乗車の流れを知っているか
9. もし日本語が全く分からない訪日外旅行者の場合、アプリからの指示を正しく理解できるのか
10. 今回の支援システムの精度について問題があるかどうか
11. 今回の支援システムの改善点
12. 今回の支援システムが良かったと思うところ

正しい路線に乗車したグループ：

1. 日本でバスを乗る際にこのシステムがなかったら、具体的にどのようなトラブルにあっていたと思うこと

間違った路線に乗車したグループ：

1. 乗り間違えたかもしれないと気付いたのは、アプリの提示によるのか？自分で気付いたのか？
2. 乗り間違えた時の自分の行動は？
3. 相手の対応は？
4. 相手の英語レベル

5.4　　結果と考察

本節では、評価シートとインタビュー調査の結果の基本的な集計を行い、図表で整理するとともに、項目ごとの考察をまとめた。

5.4.1　　評価シートの結果と考察

評価シートの回収率は 100%であった。

表 5-2　評価結果

（単位：人数）

	かなり良い	良い	どちらも言えない	悪い	かなり悪い
画面の操作簡便性	6	4	0	0	0
自分がアプリ内のどこにいるかのわかりやすさ	7	3	0	0	0
絵や図表の読みやすさ	6	4	0	0	0
提示機能が役に立つのか	9	1	0	0	0
提供する情報の正しさ	8	2	0	0	0
システムの反応時間	7	2	1	0	0
判断に対する精度	5	2	3	0	0
バッテリーの消費	6	2	2	0	0
アイデアの新しさ	9	1	0	0	0
安心感が与えること	8	2	0	0	0
使った満足度	8	2	0	0	0
外国観光客が使いたいと思うのか	9	1	0	0	0

表 5-2 に示す評価結果により、「画面の操作簡便性」「自分がアプリ内のどこにいるかのわかりやすさ」「絵や図表の読みやすさ」というインタフェースのデザインに関しては「かなり良い」が平均 6 割以上となった。その他の 9 項目の「かなり良い」の平均が約 7.7 であることを考えると、この 3 項目の評価は本アプリ全体で見た時に高いものとは言えない。そのため、簡便性、わかりやすさなどについて工夫する必要がある。

「提示機能が役に立つのか」「提示情報の正しさ」に関しては 8 割以上が「かなり良い」になって、システムの有効性を示した。評価実験では様々なパターンを試すために、異なる GPS の種類とモバイルデータ通信モードを使用した。それにより、「システムの反応時間」と「判断に対する精度」についての評価は他の項目より低い。「バッテリーの消費」も GPS の種類にかかわるので、評価も普通である。

「アイデアの新しさ」では9割が「かなり良い」と評価し、この支援システムの新規性が高く見られる。

支援システムが一番重要な「安心感を与えること」関しては「かなり良い」が8割となった。上の評価結果により、本システムを利用することで、安心して観光できることを確認した。

5.4.2　　インタビューの結果と考察

共通質問と２グループに分けた質問の結果をまとめ、分析結果を以降で説明する。

表 5-3　言語レベルとバス利用頻度

被験者	日本語レベル	英語レベル	日本のバスの利用頻度	自国か日本以外のバス利用頻度
被験者1	日本語能力試験1級	700-800点	年間1-2回	たまに利用
被験者2	基礎	600-700点	年間10回前後	あまり使わない
被験者3	日本語能力試験1級	300-400点	年間1-2回	よく利用
被験者4	日本語能力試験1級	500-600点	年間0回	あまり使わない
被験者5	日本語能力試験2級	400-500点	年間4-5回	よく利用
被験者6	日本語能力試験2級	400-500点	年間0回	よく利用
被験者7	日本語能力試験1級	500-600点	年間30回	たまに利用
被験者8	日本語能力試験1級	600-700	年間4-5回	たまに利用
被験者9	日本語能力試験2級	300以下	年間1-2回	よく利用
被験者10	日本語能力試験1級	400-500	年間4-5回	よく利用

表 5-4　バッテリーの消費とデータ通信・GPS 精度の影響

被験者	バッテリーの消費	モバイルデータ通信の影響	乗車する際に、GPSの精度は問題があるかどうか
被験者1	少々速い	問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者2	気にしなかった	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が普通、問題がなかった
被験者3	気にしなかった	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が普通、問題がなかった
被験者4	気にしなかった	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者5	気にしなかった	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が普通、問題がなかった
被験者6	少々速い	問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者7	気にしなかった	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者8	速くない	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者9	速くない	方向と目的地が表示する、問題がなかった	精度が高い、問題がなかった
被験者10	気にしなかった	問題がなかった	精度が高い、問題がなかった

表 5-5　国による乗車の流れとバストラブル経験

被験者	自国で遭遇したバストラブル経験	自国のバスの特徴	日本の乗車流れに関する知識
被験者1	小銭がない 乗り間違え	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンあり	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者2	乗り間違え	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者3	乗り過ぎ	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者4	人が多いため、入らなかった	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者5	小銭がない	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者6	バス遅れ	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者7	乗り間違え 下車地不明	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者8	小銭がない	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンあり、使う人が少ない	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者9	人が多いので、入らなかった	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う
被験者10	乗車地分からない	前乗車、前払い、路線番号のみ、両替機なし、降車ボタンなし	全てのバスが後ろから乗車すると思う

正しい路線に乗車したグループの回答と回答者は以下である。

- バス停確認機能がなかったら、同じ名前のバス停が複数あることも多いために、乗り間違えの可能性が高い。
  （被験者 1、3、5、9）
- バス確認機能がなかったら、同じバス会社のバスが同時に来る可能性があるので、どのバスに乗るのか分からず、乗車してもずっと確認しないと安心できない。
  （被験者 1、3、5、9）
- 中国のバスはすべて前から乗車であり、乗車の流れの提示機能がなかったら混乱する。また、定額前払いなので、整理券を取ることが分からない。
  （被験者 1、3、5、9）
- マップ表示機能がなかったら、乗り間違えたことに気付かずに乗り過ぎたり、分からないままで降車するなどのトラブルが発生しやすい。
  （被験者 1、3、5、9）

- 車内アナウンスは日本語なので、目的地付近提示機能がなかったら、一つのことに集中している場合に乗り過ぎの可能性が高い。
  （被験者 1、3、5、7、9）
- 中国ではボタンを押す習慣がないため、降車の流れの機能がなかったら、ボタンを押さないまま乗り過ぎてしまう可能性が高い。また、いくら運賃を支払えばいいか分からず、また、両替機の使い方も分からない。
  （被験者 1、3、5、9）

間違った路線に乗車したグループの回答と回答者は以下である。
実験では、被験者の 4 人が運転手に、1 人が隣の中年女性に問い合わせした。

- アプリの振動で乗り間違えたかもしれないことを気付いた。
  （被験者 2、6、10）
- マップ上で現在地がルートから外れたことに気付いたが、違う路線でも目的地に到着できるかもしれないと思いながら、その後にアプリの振動と画面メッセージが表示されたことで、間違えたかもしれないと気付いた。
  （被験者 4、8）
- すべての運転手は画面を押すことはなかったが、“YES”“NO”などのような英語単語又は手まねで✕のような合図により、目的地に行けるかどうかの指示をしてもらえた。また、乗り換える場所を聞く画面を運転手に見せたタイミングが、ちょうど乗り換えできるバス停に停車していたケースが 2 例あった。この 2 例では、降車する乗客がいなかったため、降車口のドアは閉まっていたが、画面を見せたところ運転手がドアを開けて指差しをして、英語により“いまここで降りてから道路対面のバス停で乗り換えてください”というような指示をしてもらえた。
  （被験者 4、6）
- バスが停留所への移動中で信号待ちをしている際に、乗り換える場所を聞く画面を運転手に見せた 2 人は、“ちょっと待って”のような英語又は身振り言語の指示をくれて、乗り換える場所に着いた時に、“ここで降りてください”のような指示をくれた。
  （被験者 2、8）
- 周りの中年女性に最初英語で聞いた時に、その中年女性は英語が苦手な素振りを見せて答えなかった。しかし、アプリ画面を見せると、その中年女性がボタンを押して、乗り換える場所に到着した時に、被験者をドアまで連れて、ここで降りてくださいという風に指示をくれた。
  （被験者 10）

被験者から、以下の改善点が指摘された。

- 旅行情報はもっと多めに。
  （被験者 1、10）
- 聞く画面の情報が多く、相手が読むのに時間がかかる。
  （被験者 2）
- バス路線のデータを増やす。観光コメントや説明などは動画の方がもっとわかりやすい。
  （被験者 4、9）
- バスが二台並んで到着する場合があり、その場合、後ろのバスの正面に提示されている行き先や経由情報が前のバスに遮断されて見えない場合がある。そのため、バス横側の案内板の情報や写真も必要である。
  （被験者 4）
- 降りる指示がもう少し早ければいい。
  （被験者 5）
- 乗車の流れの指示画像が拡大できるようにしてほしい。
  （被験者 6）
- 同じ路線でも新型と旧型バスが混在している。このアプリでは、旧型のバスのアナログの案内板の写真しか掲載されていないが、新型のデジタル案内板の写真も表示したほうがいい。
  （被験者 7）
- バス停案内板は実際の写真の方がいい。バスの側面の案内板の提示も欲しい。路線生成は一番早い路線だけではなく、予備路線も欲しい。
  （被験者 8）

システムの評価できるところとしては、以下の事項が挙げられた。

- バス利用の経験がかなり少ないので、案内板の見方も全く分からない、毎回案内板のところでかなり時間がかかる。これで案内板の情報を簡単に確認できるので、案内板を読めなくても平気。
  （被験者 4）
- 違うバスに乗ってしまうと、戻れない場合はどうするかということをずっと心配している。これがあれば、乗り間違えることは少なくなると思うし、万が一乗り間違えても、このアプリは万全の対応ができるので、全然心配なく、リラックスして旅行を楽しめる。
  （被験者 1、8）
- この支援システムがガイドの替わりに面倒を見てくれる。
  （被験者 2）
- Google Map はいつも路線検索アプリとして使うけど、乗車後は基本的に使わない。特に、Google Map は乗り間違い提示や目的地付近の提示がない。
  （被験者 3、10）
- 今自分がどこにいるか、いくつのバス停を通過したか、残りの距離を一目瞭然でわかるので、自分の旅程を自分でコントロールできる安心感がある。
  （被験者 5、6、7、9）

考察

表 5-3 と表 5-5 により、ほとんどの被験者は日本のバスを利用する経験が少ないため、日本のバスは全部後ろのドアから乗車すると思っていた。このような乗車経験が少ない観光客にとって、乗車の流れを提示することは非常に重要であると考える。グループごとの回答を見ると、今回のシステムは中国と日本のバス乗車の異なる部分に対する支援ができた。

評価実験では、バランスモードとハイモードの 2 種類の GPS 精度を用いた。表 5-4 によると、両方とも正しく表示はできていた。GPS ハイモードを使用した被験者の感想では、反応が速く、目的地付近などの通知がすぐに提示される。また、2 人がスマートフォンのバッテリー消費が少々速いと答えた。GPS バランスモードを使用した被験者の感想は、反応がやや遅い、バッテリーの消費はあまり気にならなかったとあった。一般的に、観光者が利用する市内バスは長距離ではないため、バッテリーの消費より高精度の方が重視されると考える。

データ通信に関しては、OFFLINE と ONLINE の 2 種類を用いた。データ通信が必要なのは乗車地までの短い歩行部分だけであったので、Google Map 上に乗車地と現在地と方向さえあれば、OFFLINE でもあまり影響がなかった。したがって、提案システムでは、利用者のスマートフォンは OFFLINE でも大きな問題はないと考える。

正しい路線を利用した被験者の回答から、本システムは、訪日旅行者がバスを利用する際の様々な状況に対応できることを示した。間違った路線を利用した被験者の回答によると、日本語がわからなくても、スマートフォン画面を見せることで意思疎通ができていた。このように、アプリ画面を介することで、言語がわからなくてもおおよその意図が伝わり、簡単なコミュニケーションを取ることができた。また、尋ねる相手により、指示方法も異なる。評価実験では、運転手はスマートフォン画面を触らずに、英語または身振り言語の指示をしていたことから、尋ねる画面も観光者が自分でボタンを押すような調整が必要と考える。

改善点を見ると、旅行情報やバス路線情報、バス停画像データなどの要求が多く、データのさらなる充足が重要である。また、GPS バランスモードの利用者から、目的地付近の提示タイミングはもっと早めにしたほうがいいという意見をもらった。一方で、人によって重視するものが異なるため、省電力と高精度のどちらかに特化してしまうと全員の満足は得られない。そのため、バス停範囲を広げる、もしくは利用者が自身で GPS の精度を選択できるような設計が求められると考える。

以上の評価結果から、本システムは乗換案内や Google Map のような路線生成アプリとは異なり、旅行者に必要な情報を提供するとともに、トラブルの回避や対処が可能な支援を提供できると示した。また、利用者に楽しんで自分の旅程を自分でコントロールできる安心感を与えることを確認できた。

第6章　結論

本章では、本研究の全体的な総括を行う。まず本研究の全体的なまとめについて述べ、その後、本研究の今後の展望について、今後の課題として述べる。

6.1　　まとめ

本研究では、訪日旅行者の観光の移動途中のニーズに注目し、見守ることでできるように、トラブルをなるべく回避するとともに、万が一トラブルに遭遇した場合の対処を支援するシステムを提案した。

訪日旅行者が移動中に困ったことを事前調査で明らかにし、得られた知見を基に、ガイドの代わりに見守りできる支援システムの提案をした。また、地域オープンデータや Google Map API などを利用し、訪日旅行者が使いやすいスマートフォンアプリを作成することで、提案が実装可能なものであることを示した。

提案した支援システムに対して、実利用時の効果と安心感を与えるかどうかを確認するために、評価実験を行った。評価実験では 2 日にわたって 10 名の被験者に支援システムを体験させ、その後に評価シートの記入とインタビュー調査を通じて、有効性、安心感、操作簡便性などについて調査を行った。その結果から、本システムでは日本語が話せない訪日旅行者でも簡単にバスを利用し、トラブル回避やトラブル対処などの支援を提供できること確認した。

また、バスのデジタルとアナログの案内板の画像データ、目的のバスの接近情報待ち時間を表示するためのリアルタイムデータなどの不足を確認した。オープンデータを用いたアプリケーション制作を通じて、現状のオープンデータが抱えている問題点の一部が明らかになった。

6.2 今後の課題

従来の観光支援システムは、基本情報を提供するだけのものが大半であった。本研究では、人の代わりに判断をし、情報を提供するとともに、バストラブル回避および、対処支援のためのシステムを考えていた。しかし、利用できるオープンデータが不十分であるために100%の乗り間違え判断ができないと考え、運転手か周りの人に訪ねる機能を別途設けた。評価実験の結果、画面情報が多いという感想と、運転手はスマートフォンを触らないという状況を確認した。これに対し、訪ねる画面に表示する情報を減らし、相手の対応に応じて利用者が自分でボタンを押すなどの改善案が考えられる。

訪日旅行者が不慣れな環境で乗車している場合、降車や乗換えなどの手順が明確でない場合を想定し、余裕を持ちながら次の行動に移るために、一刻も早く提示することが重要である。

提案システムでは、まだデータが不足している状態である。たとえば、バスのデジタルとアナログの案内板の画像データや、目的のバスの接近情報待ち時間を表示するためのリアルタイムデータなどは公開されてない。これらの詳細な情報を提供することで、更に安心感が増やすと考える。また、今後はデータが提供された時点で、乗り換える路線生成アルゴリズムを導入し、更に多くの選択を観光者に与える。

支援システムでは、公開されているデータと手入力したデータの両方を使用した。北鉄バス、JR バスのデータは Google Map に提供されているが、日本のみ Google Transit API が使えない状態である。一方で、オープンデータの提供が世界中で広がっている。たとえば、石川県能美市でも 2017 年 1 月 11 日にコミュニティバスの GTFS データを公開しており、日本でも公共交通におけるオープンデータ事業もこれから飛躍的に成長していくことが予想される。今後は、現状で使用できなかったデータを使用することで、より良い支援システムになると信じている。また、本論文で提案した仕組みは、オープンデータを提供しているどこの場所でも適用できると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方のご協力を頂きました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

特に、主指導教員である宮田一乘教授は、終始熱心なご指導と御鞭撻を頂いたことを心より感謝いたします。先生には長い期間にわたり、研究の進め方や論文の書き方など、一方ならぬご指導を賜りました。言語の壁で本論文を書き上げるまでに多大な時間を要しましたが、お忙しい中、最後まで的確なご指導頂けたことを、心より再度深く感謝いたします。

また、本研究に対するご助言や就職活動の相談に快く乗っていただいた同研究室の浦正広助教に深く感謝致します。日頃から声をかけていただき、様々なご意見を頂きました。不慣れなプログラミングで途方に暮れていた際に適切な助言をしてくださった貴重なご意見は、大変参考になりました。

修士論文中間発表において、細部にわたり御助言を戴いた西本一志教授、由井薗隆也准教授、敷田麻実教授に深く感謝致します。また、副指導教官としてご助言を戴いた橋本敬教授、副テーマの指導教員としてご指導戴いた金井秀明准教授に感謝致します。

また、評価実験の際に、快く協力してくださった中国人留学生の方々、そして有益な討論及び数多くの助言をいただいた林千晴氏、曾珍氏、井戸田彰義氏をはじめとする宮田研究室の皆様に感謝いたします。

最後に、遅向楠氏には公私に渡り大変お世話になりました。心より感謝いたします。

参考文献

[1] 観光庁（2016）「【訪日外国人消費動向調査】平成 27 年（2015 年）年間値（確報）」
http://www.mlit.go.jp/common/001126525.pdf

[2] 日本経済新聞「訪日客 2000 万人時代に、消費 3.4 兆円、電子部品輸出並み、景気・企業業績下支え」2016 年 1 月 20 日付朝刊
https://messe.nikkei.co.jp/rt/news/132818.html

[3] 長井翔吾（2015）「FIT　外国個人旅行者」三重銀総研
http://www.miebank.co.jp/mir/kankou/kankou20151001.pdf

[4] 観光庁（2011）「外国人旅行者に対するアンケート調査結果について」
http://www.mlit.go.jp/common/000190659.pdf

[5] 観光庁（2016）「訪日外国人消費動向調査結果及び分析」平成 28 年 7-9 月期 報告書
http://www.mlit.go.jp/common/001149546.pdf

[6] 金沢市経済局営業戦略部観光交流課（2016）「金沢市観光調査結果報告書 平成 27 年」
http://www4.city.kanazawa.lg.jp/data/open/cnt/3/14897/1/kanko-chousa2015.pdf

[7] 佐々木土師二（2007）「観光旅行の心理学」北大路書房 pp38-39,

[8] オレンジ「Tripro」
http://tripro.me/

[9] LAMP「travely」
https://www.travely.jp/

[10] 昭文社「DiGJAPAN!」
http://digjapan.jp/service/media-app/

[11] マピオン「マピオンおでかけアルバム」
http://www.mapion.co.jp/d/topics/odekakealbum/pc.html

[12] Valérie Guihaire and Jin-Kao Hao（2008）「Transit network design and scheduling: A global review」 Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 42, Issue 10,pp. 1251–1273
http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856408000888

[13] Camacho, Tiago, Foth, Marcus, & Rakotonirainy, Andry (2012) 「Pervasive technology and public transport : opportunities beyond telematics」IEEE Pervasive Computing, pp. 18–25
http://eprints.qut.edu.au/54029/1/Technology_Public_Transport_Final_Version.pdf

[14] Ferris, B., Watkins, K., and Borning, A. (2009) 「OneBusAway: A Transit Traveller Information System」Proceedings of Mobicase 2009. San Diego, CA, USA, October 26-29, pp. 10-15
http://research.onebusaway.org/onebusaway-a-transit-traveller-information-system/

[15] Stephan Hörold, Cindy Mayas, Heidi Kroemker(2012)「Identifying the information needs of users in　public transport」Advances in Human Aspects of Road and Rail Transportation, CHAPTER 34,pp. 4-7
http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b12320-39
[16] 伊藤昌毅（2015）「OpenTrans.it: 公共交通オープンデータを世界標準 GTFS で配信！」東京大学
http://www.slideshare.net/niyalist
[17] Google Transit APIs
https://developers.google.com/transit/?hl=ja
[18] Marcus Handte, Stefan Foell, Stephan Wagner, Gerd Kortuem, and Pedro José Marrón(2016)「An Internet-of-Things Enabled Connected Navigation System for Urban Bus Riders」IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 3, NO. 5,pp. 735-741
http://ieeexplore.ieee.org/document/7452551/
[19] Atsushi Ito, Yuko Hiramatsu, Hiryuki Hatano, Mie Sato, Masahiro Fujii, Yu Watanabe, Fumihiro Sato, Akira Sasaki「Navigation System for Sightseeing using BLE Beacons in a Historic Area」2016 IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI),pp. 171-175
http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7423002
[20]　金沢市オープンデータ
http://www4.city.kanazawa.lg.jp/11010/opendata/index.html