

デマンドバス支援システムの開発

Development of Demand Bus Support System

玉川 成一[†] 笹間 俊彦[†] 川村 尚生[†] 菅原 一孔[†]

Seiichi Tamagawa[†] Toshihiko Sasama[†] Takao Kawamura[†] Kazunori Suhagara[†]

[†] 鳥取大学大学院 工学研究科 情報エレクトロニクス専攻

1 はじめに

自家用自動車の普及により公共交通機関の利用者は年々減少しているが、高齢者や子供のようにそうした移動手段を持たない人々にとって、公共交通機関は今も重要な存在であり続けている。本研究ではバス停や時刻表を用いて経路探索を行う公共交通機関利用援助システム「バスネット」[1]を開発運用しているが、その機能は路線バスや鉄道のように運行の内訳が明確に定められている交通機関しか対応できず、それ以外の交通機関は支援の対象外であった。

運行経路が一定でない交通機関の一種である「デマンドバス」は、利用者からの予約を受けて運行経路や経由地点を決定している。バスネットの経路探索は予め経路が決まっている交通機関しか探索できないので、デマンドバスの利用を援助するためには、従来のバスネットにはないデマンドバス専用の機能を開発する必要がある。

本研究で開発したオンラインシステムは、インターネット回線を通じてオンラインで予約をする利用者向け機能と、予約情報や運営情報の管理を行う運営者向け機能、そしてデータベースを活用した各種支援機能を持ち、デマンドバスの利用と運営をサポートする。

2 日南町ケーブルテレビとの連携

本システムは、実際にデマンドバスを運営している鳥取県日南町と連携して開発を進めている。図1に日南町の既存サービスと本システムの連携を表す概念図を示す。日南町ではローカルケーブルテレビ（以下、CATV）網を介して商品を注文できるサービス「買い物支援システム」を自治体主導で運営しており、オンライン予約システムも買い物支援システムと同様の形式で提供する予定となっている。このため、利用者用のユーザインターフェース（以下、UI）はケーブルテレビを介した利用を前提として作成している。

また、予約の処理に必要な利用者情報は、買い物支援システムのサーバから提供を受けて取得する。

3 オンライン予約システム

本研究で対象とするデマンドバスは、利用者の希望する乗車バス停と降車バス停を通過する経路を走行する形式の交通機関である。

路線バスが利用者の有無に関わらず既定の経路を運行するのに対し、この方式のデマンドバスは利用者の予約を電話で受け付け、それらを充たす経路を運行す

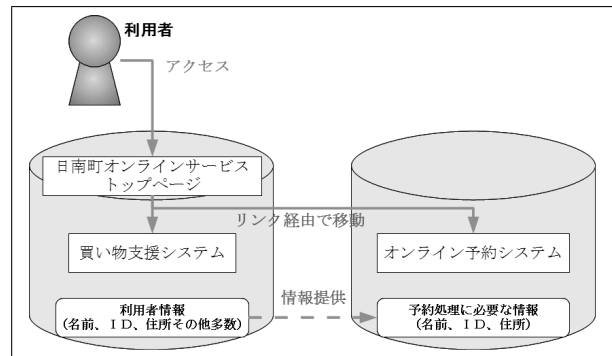


図 1: 既存サービスとの連携

ることで効率化を果たしている。通過する必要のないバス停は通過・停車せず、利用者が全くいない日は運行そのものを見合わせる。これらの特徴は特に利用者の少ない過疎地域等で有効に働く。

3.1 システム概要

デマンドバスの運営に関わる組織は、サービス全体を管理する地方自治体と、実際のバスの運行を委託された運行受託団体に大別される。自治体が受託団体に委託し、利用者は受託団体に予約を入れてサービスを受けるというのが、基本的な利用の流れである。

なお、自治体が複数の受託団体に運行を委託するケースもあり、日南町の場合は五つの路線を三つの受託団体が分担している。

3.1.1 従来の予約方式

図2に従来の予約手順の概要図を示す。この方式では、利用者は使用したい路線を担当する運行受託団体に電話をかけ、受付担当者に利用日時や出発地、目的地の希望を伝達する。受付担当者はその希望を充たす便を自身の経験で判断し、利用者に利用可能な便を通知する。そして、利用者がその便の利用を申請することで予約が成立する。こうして集まった予約を基に、その日の運行経路が決定される。

電話予約方式は受付担当者の人件費や、担当者の勤務時間中にしか予約を受け付けられない制約等の問題がある。また、自治体から運行を委託された団体が複数ある場合、連絡先も複数になり手続きが煩雑化する。

本システムは、受付担当者の役割をプログラムで代替し、予約の受付を自動で行えるようにすることで、電話予約方式が抱える問題を解決する。

オンラインシステムの欠点としてインターネットと電話の普及率の差が想定されるが、過去十年間で日本のインターネット普及率は倍増しており、平成 22 年末で人口の 78 % 超に達している [2]。また日南町では CATV 網が整備され、ほぼ全戸でインターネットが使用可能となっている [3]。そのため、普及率の違いは長期的には問題にならないと考えられる。

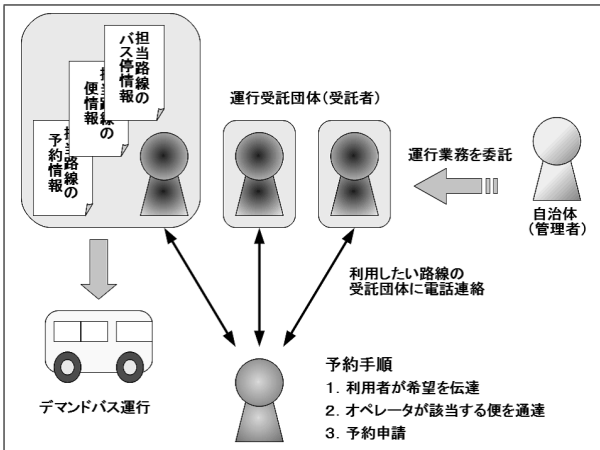


図 2: 従来の予約方式

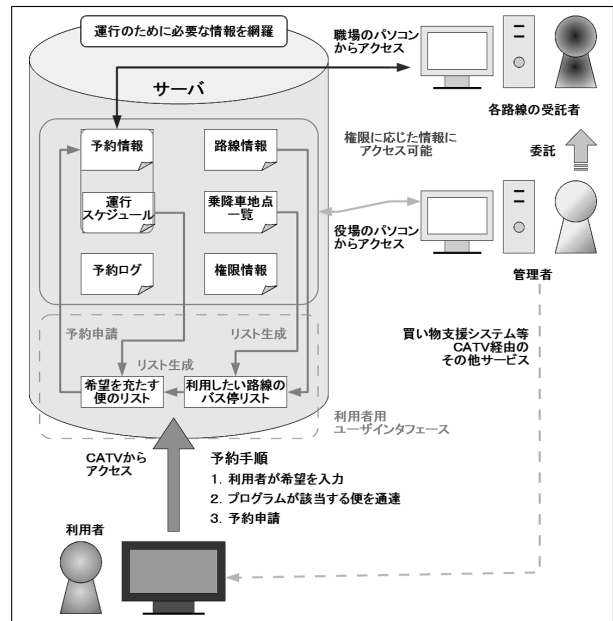


図 3: オンラインシステム概念図

性こそ高いが、新しい路線に対応させるときや、乗降車地点の追加や変更を行うときに手間が掛かるというデメリットがある。

本研究では、路線をバス停の分布に応じたエリア分けを行い、乗車バス停と降車バス停のエリアの位置関係を基に便の判定を行う。

3.1.2 オンライン予約方式とデータベース

図 3 に本システムの概念図とデータベースの構造を示す。データベースには予約情報だけでなく、路線やバス停、運行スケジュールなどのデータも収めている。利用者はインターネット経由でシステムにアクセスし、予約手続きを行う。なお、日南町の場合は CATV 搭載のウェブブラウザからのアクセスに限定している。

受託者と管理者は職場のパソコンからシステムにアクセスし、予約の確認や各種情報の閲覧・変更を行う。受託者の場合は該当団体が担当する路線のデータに限り閲覧・変更が可能であり、管理者は全ての路線のデータについてそれらを行うことができる。

3.1.3 自動判別システム

デマンドバスは予約に応じた運行経路を走行するが、便ごとの始点と終点は決まっている。このため、オペレータは利用者が希望する乗車地点から降車地点へ方向と、始点から終点へ方向が一致する便を選択する必要がある。

この役割をプログラムで代替する場合、全ての乗降車地点の組み合わせについて、該当する便を予めリストアップしておく方法が考えられる。この方式は確実

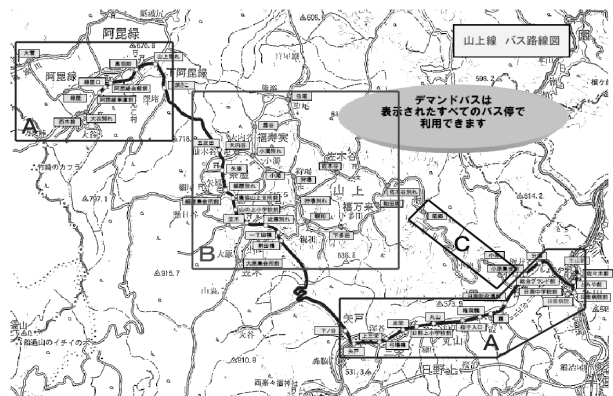


図 4: デマンドバス路線とエリア区分

図 4 に日南町のデマンドバスが実際に走行している路線の地図を示す。エリア分けは、始点と終点を結ぶ主要道路に沿ったバス停の集まりと、そこから派生する迂回路や枝道、または道路が複雑になっている箇所の二種類に分類される。前者は図 4 のエリア A、後者は図 4 のエリア B とエリア C が該当する。

乗車バス停と降車バス停が両方ともエリア A の場合、バス停の順序を基に利用可能な便を判定する。乗車バ

ス停と降車バス停がそれぞれ異なるエリアの場合も同様である。それ以外の場合は上りと下りの両方の便を使用可能と判定する。三番目のケースは、図4のエリアBのように道路が複雑で、どちらの方向の便でも対応しうる場合が相当する。

このような判定基準を用いることで、全ての乗降地点の組み合わせを総当りで考慮する必要がなくなり、新たな路線や乗降地点の追加にも柔軟に対応することができるようになる。

図4では路線を3つのエリアに分割しているが、より細かく分割することで正確さを向上させることも、分割数を減らすことである程度の逆走を許容するなど、予約受付に柔軟性を持たせることも可能である。

3.2 インタフェース設計

本システムは用途に応じた複数のUIを持つ。利用者が予約のための利用者用と、運行受託団体や自治体がバスの運営情報を管理するための受託者・管理者用、それらに加えて、日南町の利用状況に即したUIとして、児童の登下校支援としてデマンドバスを利用する教師用の三種である。

3.2.1 利用者用インタフェース

図5に利用者用UIの画面を示す。本研究で作成した利用者用UIは、日南町のCATV 網経由の利用を前提としているため、そのウェブブラウザからの利用を想定した設計とし、ボタンの表示数を必要最小限に抑えるなどの工夫を行った。ケーブルテレビ用のウェブブラウザは、マウスやキーボードを使うことができず、全ての操作をリモコンのみに依存している。そのため、選択したいボタンを選ぶときには、リモコンの十字ボタンを用いて各ボタンに順番にフォーカスを合わせていく必要があり、頻繁に利用されるボタンが下方に配置されていると利便性が著しく低下してしまう。

利用者の視点からみると、パソコンに比べて操作しづらいCATVで、頻繁に利用する内容を利用の度に入力しなおすのは煩わしい。そこで、直近の過去や利用頻度の高い組み合わせと同じ条件で手続きを行うことができるボタンを設置している。



図5: 利用者用インタフェースのトップメニュー

3.2.2 教師用インタフェース

図6に教師用UIの画面を示す。教師が学校でアクセスすることを想定し、パソコン対応としている。予約を入れるという点では利用者用UIの派生といえるが、集団下校など複数の予約を一度に入れる場合を考慮し、連続して予約を入れやすいように設計している。

このUIは、用途としては利用者用UIと同様だが、パソコンからアクセスしてIDやパスワードを入力する必要があるなど、内部処理的には後述の受託者・管理者用UIと似通っている。



図6: 教師用インタフェースのトップメニュー

3.2.3 受託者・管理者用インタフェース

図7に管理者用UIの画面を示す。受託者用UIと管理者用UIは、運行受託団体や地方自治体の職員が職場のパソコンから利用を想定して、パソコン対応としている。これらは同一のプログラムを用いており、閲覧・編集可能なデータを権限に応じて区別している。



図7: 管理者用インタフェースの予約確認画面

4 運営支援機能

本システムは、従来人の手で行われていた作業を自動化した支援機能を有する。これにより、業務に必要な時間的コストを大幅に削減することが期待できる。

4.1 日報作成機能

運行受託団体は、便ごとの利用者一覧や乗降者バス停を記した日報を作成している。これは一度の運行ごとに行われる作業であり、便数が多くなるにつれてコストも増加する。しかし本システムでは、日報の作成に必要なデータの殆どがデータベースに記録されている。そこで、pdf形式で日報を自動生成する機能を作成し、日々の作業に消費される人的・時間的コストの削減を図る。

4.2 利用傾向分析機能

公共交通機関の運営において、利用傾向を分析し、便の増減や経路の変更を検討することは、サービス向上のために必要不可欠な作業である。しかし、日報のような紙媒体で記録された情報を人の手で分析し、かつ多角的な視点からの統計処理を行うためには、多くの人的・時間的コストが必要となる。この作業を、データベースの予約ログを基にした自動統計処理機能で代替することで、多くのコストを削減可能となる。

4.3 運行経路提案機能

図8に従来の運行経路の決定方法の概念図を示す。

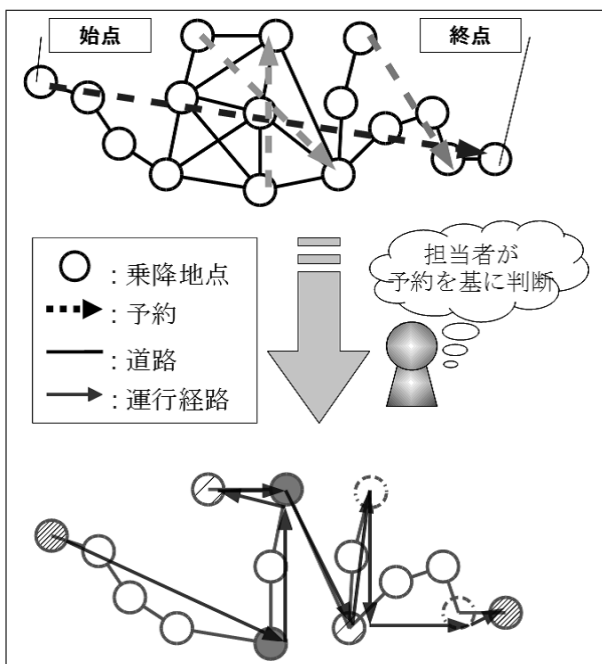


図8: 従来の運行経路決定

これまで、運行経路の決定は担当者の判断に任されていた。日南町の場合、この作業工程は予約の締め切りから出発までの間に行われる。単純な路線であれば容易な作業だが、利用者の要望に応じるため路線が複雑化している場合は、決定に要する時間の増大や、最

短経路の選択が困難になるという問題がある。

この問題を解消し、より効率的な運行を支援するため、運行ルートを自動的に判定し担当者に提案する運行経路提案システムの開発を行う。

本機能の経路探索アルゴリズムは、経由地を複数箇所設定可能で、同一の辺と節を複数回通過する経路を探索でき、経由地の通過順(乗車バス停 降車バス停)を守る必要がある。

本機能は、該当する便の予約状況に変動が生じるたびに、自動的に使用されることを想定している。新たな予約が入ったときや予約のキャンセルがあったときに随時経路探索を行い、常に最新の経路を提案し続けるためである。

4.4 到着時間算出機能

本機能は運行経路提案機能によって探索された運行経路を下敷きとし、利用者に乗降車地点への推定到着時間を通知する機能である。

前述の機能が経路探索を行うとき、辺の重みを各停車地点の間の所要時間とするグラフを用いることで、探索結果の経路上のとある二点間の所要時間や、各停車地点の到着時間を算出可能となる。

運行経路の探索は予約状況が変動するたびに行うため、到着時間も常に最新のものを提供できる。

5 おわりに

本研究では、最適便の自動判別機能を始めとした、デマンドバスのためのオンライン予約システムの中核となるプログラムの開発を行い、一般利用者と地元学校、運行受託団体、そしてデマンドバスの運営を管理する地方自治体のそれぞれの立場に応じたユーザインタフェースを作成した。

また、データベースに登録した情報を基に、デマンドバスの運営を支援するための各種機能を開発し、デマンドバスの運営に費やされる人的・時間的コストを削減できるようにした。

これらのインタフェースや機能は、現在は鳥取県日南町のデマンドバスサービスに特化させる形で作成しているが、日南町と同じく予約に応じて運行経路を決定する方式を採用しているデマンドバスであれば容易に対応させることが可能であり、特定地域のみならず幅広く利用可能なシステムであるといえる。

参考文献

- [1] "Japan Trip LLP:バスネット"[Online]. Available: <http://www.ikisaki.jp>
- [2] 総務省報道資料 平成22年通信利用動向調査の結果
- [3] 鳥取県日南町企画課 NEC C&C 財団シンポジウム 事例発表資料