

小規模離島におけるデマンド交通運行管理システムの設計 Design of a Demand-Responsive Transportation Management System for Small Community Islands

津曲 優斗¹⁾ 福山 侑弥¹⁾ 里村 秀行¹⁾
Yuto Tsumagari Yuya Fukumaya Hideyuki Satomura

末吉 智奈佐²⁾ 内林 俊洋³⁾ 安武 芳紘⁴⁾ 稲永 健太郎⁴⁾
Chinasa Sueyoshi Toshihiro Uchibayashi Yoshihiro Yasutake Kentaro Inenaga

1. はじめに

現代日本では人口減少や少子高齢化が進行しており[1]、特に地方圏では都市への人口流出によりその傾向が顕著である。この人口減少により学校や病院の廃統合、商店の廃業などにより日常生活における移動手段確保の問題が深刻化している[2]。このような課題に対して利用者のニーズに柔軟に対応可能であり、路線バス維持に伴う財政負担の軽減が期待されるデマンド交通が有効な手段として注目されている。

著者らの地域公共交通運行管理支援グループでは、地方公共交通が抱える問題を解決するため、独自の運行管理支援システムの実用化を行なっている[3]。本研究では、その一環として、小規模な離島(15~5 km²)および極めて小規模な離島(5 km²未満)[4]を対象とした小規模離島向けのデマンド交通運行管理システム(以下、本システム)を開発する。予約情報をもとに小規模離島の交通拠点となる港を中心とした移動に対しての最適な配車を行い、表示している降車予定時刻を遵守した運行を管理および支援することで、島民や観光客が扱いやすいシステムを目指す。本論文では、本システムの設計方針や設計内容について述べる。

2. 研究目的

本研究では、本システムを開発し、システムの利用することで、利用者および運転手と運行管理者の負担軽減や利用者のデマンド交通の利用を促進することを目的とする。具体的には、利用者の予約の入力項目の簡素化や、配車の仕組みに小規模離島の交通拠点となる港におけるフェリーの入出港時刻の情報を組み込むことで、効率的な運行と利便性の向上を目指した公共交通の利用促進に繋がるシステムを構築する。さらに、運転手や運行管理者が少ない操作で入力できるようにすることで運行管理を容易にするとともに、運行履歴を詳細に残しその後の運行改善に寄与する。

3. 関連研究

実用化されているデマンド交通の先進事例として、AIを活用したオンデマンド交通サービス「のるーと」[5]が挙げられる。西日本鉄道株式会社と三菱商事株式会社が共同で出資するネクスト・モビリティ株式会社が運行している「のるーと」は、カナダの Spare Labs 社が開発した配車システムを使用している。自由経路ミーティングポイント型[6]の運行を行っており、アプリや電話で配車予約を行い、細かく置いているミーティングポイントから乗降が可能な仕組みとなっている。利用者の予約情報に応じてAIが最適なルートを算出し、効率的かつ柔軟な運行を実現している点の特徴である。

運行計画の最適化研究として、関西大学の村上ら[7]は、バスの運行ルートと乗客が利用するバス停の割当を同時に最適化するモデルを提案している。この研究は、乗客に必ずしも最寄りのバス停を利用させないことでバスの総走行距離を大幅に削減し、システム全体の効率を高めるアプローチの有効性を示している。

4. 小規模離島向けデマンド交通運行管理システム

4.1 システム概要

本システムは、主に利用者と運転手と運行管理者の三者によって利用することを想定し設計する。地図画面については Web 地図ライブラリ Leaflet を使用する。

4.2 主要機能の設計

利用者は、自身の端末から本システムの指定の Web 画面にアクセスし、必要項目と任意項目を入力し、デマンド交通の配車予約を行う。図1に利用者予約画面(設計)を示す。

津島デマンド交通予約	予約詳細	乗降場所
<p>必須は必須項目です</p> <p>基本情報</p> <p>お名前 必須 例: 山田太郎</p> <p>電話番号 必須 例: 09012345678</p> <p>属性 必須 選択してください</p> <p>メールアドレス 例: example@gmail.com</p> <p>予約確認メールをお送りします (任意)</p>	<p>乗車人数 必須 1名</p> <p>予約日 必須 年 / 月 / 日</p> <p>予約時間 必須 --:--</p> <p>運行形態 (貸切? 乗合?) 必須 選択してください</p>	<p>乗車場所 必須</p> <p>乗降場所 必須</p> <p>地図をタップして乗降場所を選択してください</p>

図1 利用者予約画面(設計)

必須項目は、氏名、属性(島民、観光客等)、乗車人数、乗車希望日時、乗降場所、運行形態である。この運行形態とは、フェリー接続型・乗合タクシー型・貸切タクシー型

- 九州産業大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Kyushu Sangyo University
- 九州産業大学 産学共創・研究推進本部
Industry-Academic Co-innovation and Research Promotion Headquarters, Kyushu Sangyo University
- 九州大学 情報基盤研究開発センター
Research Institute for Information Technology, Kyushu University
- 九州産業大学 理工学部
Faculty of Science and Engineering, Kyushu Sangyo University

の3種であり、貸切タクシー型は一定時間、車両を定額で貸し切ることができ、利用者はプルダウンで利用したい運行形態を選択する。また、任意項目は、降車場所、電話番号、メールアドレスである。なお、本システムは会員登録なしでの利用を想定している。

運転手は、車両に備え付けられたスマートフォンやタブレットといった機器から本システムを操作し、車両運行を支援する。本システムの運転手用画面(設計)を図2に示す。

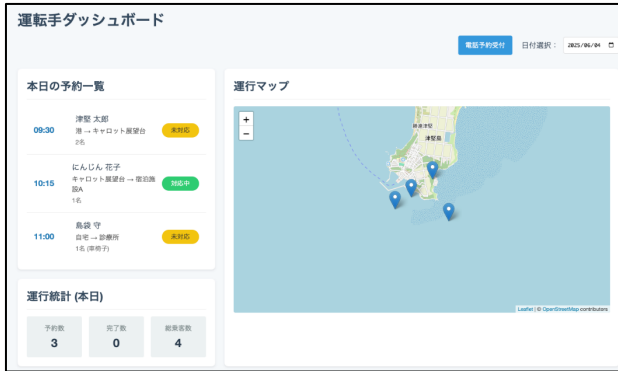


図2 運転手用画面(設計)

運転手は、この画面で予約情報の確認、運行経路を把握する。なお、本システムでは運転手が電話で予約を直接受けるものとする。その際に本システム画面に氏名、属性（島民、観光客等）、乗車人数、乗車希望日時、乗車場所、運行形態、降車場所を運転手が入力する。

4.3 配車システムの設計

本システムの配車アルゴリズムの基本方針として、小規模離島の交通拠点となる港において入出港するフェリーへのアクセスの担保や利用者へ案内している降車予定時刻を遵守するという利用者中心の思想を据えつつ、車両の運行効率を最大化するため、システムが乗合の可否を判断する。その際、既に予約している利用者へ案内している降車時間の厳守、新規予約を入れた場合の最適な経路や、および車両の空き状況を総合的に評価し、過度な遅延や迂回を発生させない計画を探索する。

具体的には、地域特性を踏まえた設定速度を移動時間計算の基礎とし、予約受付時の基本検証（予約時刻期限、定員）後、予約種別（フェリー接続型・乗合タクシー型・貸切タクシー型）に応じて配車処理を行う。例えば貸切タクシー型予約では、該当車両を予約時間枠で確保し、他の車両で通常運行の継続をするという動きをする。さらに、車両負荷の均等化も行う。利用者へ案内する降車予定時刻には、配車で計算上設定される降車場所の到着時刻に一定時間を加えた時刻をあらかじめ通知する。これにより降車予定時刻を遵守するという要件を満たす。

4.4 データベース設計

本システムのデータベース設計について述べる。主たるテーブルとして、利用者の識別情報や種別を管理する、利用者 (Users) テーブル、車両のリアルタイムな位置情報・状態・定員数を格納する車両 (Vehicles) テーブルを定義する。

予約 (Reservations) テーブルには、利用者からの予約要求情報（希望乗車日時、乗降地点 ID、乗車人数、予約種別な

ど）に加え、配車アルゴリズムによって決定された担当車両 ID、予約ステータス、さらにはフェリー接続予約の場合は関連するフェリー情報を記録する。また、主要な乗降地点の名称と座標を管理する、地点情報 (stops) テーブル、および港におけるフェリーの発着時刻情報を格納するフェリーダイヤ (Ferry_stop_times) テーブルを設ける。この地点情報とフェリー運航時刻情報は、公共交通基盤データ GTFS[8]を使用する。これらを本システムに付加することにより、正確な移動時間計算と地点指定の利便性向上を図る。なお、これらのテーブルは利用者 ID や車両 ID 等のキーで関連付けられる。

5. おわりに

本研究は、小規模な離島および極めて小規模な離島の住民および利用者の移動利便性向上と持続可能な地域交通の実現を目指したデマンド交通運行管理システムの設計を行った。特に、フェリー接続や、使用車両の効率的な運用、貸切予約への対応、そして地域特性（低速走行）と利用者への時間遵守を考慮した配車システムを設計した。本設計により、利用者中心のサービス提供と効率的な車両運行を両立させるシステムの基盤を実現できると考える。

今後の課題として、本設計にもとづきシステムを実装する。その後、実証実験を通じて本システムの評価を行う。評価にあたっては、利用者や運転手、運行事業者へのアンケート調査や運行履歴、そしてシステムの操作履歴にもとづき、システムの有用性を確認する。最終的には、小規模離島のみではなく、乗合の可能性が比較的低い過疎地域での地域特性を加味した、より汎用的なシステムへと発展させる。

参考文献

- [1] 総務省統計局. 人口推計 - 2025年(令和7年) 5月報一. 令和7年5月20日
<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202505.pdf>
- [2] 国土交通省. 地域の公共交通を取り巻く現状と検討の視点・課題. 令和5年9月6日
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/content/001728295.pdf>
- [3] 稲永 健太郎, 福岡県内 GTFS-JP データ整備の新たな展開. 一般社団法人日本バス情報協会主催公共交通オープンデータ最前線 2024 ライトニングトーク. 2024年3月2日
https://www.busdata.or.jp/iodd2024/iodd2024_1_3.pdf
- [4] 住みよく魅力ある島作り計画-沖繩 21 正規ビジョン離島振興計画-(平成 24 年～平成 33 年度)【見直し版】(抜粋). 平成 30 年 1 月
https://www.pref.okinawa.jp/res/projects/default_project/page/001/017/169/06shiryou2.pdf
- [5] ネクスト・モビリティ株式会社 のーと公式サイト
<https://www.next-mobility.co.jp>. 令和7年6月4日最終確認
- [6] 国土交通省中部運輸局. デマンド型交通の手引き 平成 25 年 3 月
<https://www.ttb.mlit.go.jp/hokkaido/content/000174202.pdf>
- [7] 村上 啓介, 森田 浩. デマンドバスのルートと乗客へのバス停割当を同時に考慮した最適運行モデル. 2025年3月22日
<https://kansai-u.repo.nii.ac.jp/records/2002662>
- [8] GTFS リファレンス, <https://developers.google.com>. 令和7年6月4日最終確認