

船橋市報告書

東京大学大学院新領域創成科学研究科
人間環境学専攻

大和 裕幸

坪内 孝太

杉浦 孝光

Kim Jaeyoul

目次

第1章 序論.....	10
1. 1 背景	10
1. 2 対照地域の特徴	11
1. 3 目的	11
第2章 オンデマンドバスシステムの概要	12
2. 1 オンデマンドバス.....	12
2. 1. 1 オンデマンドバスとは?	12
2. 1. 2 オンデマンドバスの利点.....	12
2. 1. 3 既存のオンデマンドバスシステム	13
2. 2 東京大学が開発したオンデマンドバスシステム	14
2. 2. 1 東京大学オンデマンドバスシステムの特長と開発の目的.....	14
2. 2. 2 東京大学オンデマンドバスシステム	14
2. 3 予約システム.....	16
2. 3. 1 予約システムについて.....	16
2. 3. 2 Web による予約.....	16
(1) Web 予約画面	16
(2) 携帯 Web 予約画面	17
2. 4 計算システム.....	19
2. 4. 1 運行スケジュール生成アルゴリズムに求められる機能.....	19
2. 4. 2 問題の定式化	19
(1) 変数について	19
(2) 解く問題について	20
(3) 初期のタイムウィンドウの設定方法.....	21
(4) 予約を完了した乗客の予約に対し設定されるタイムウィンドウ	22
2. 4. 3 アルゴリズムのアウトライン	22
2. 4. 4 バス選択アルゴリズム	23
2. 4. 5 まえならえ (挿入) アルゴリズム	24
(1) まえならえアルゴリズムの概念.....	24
(2) 変数.....	25
(3) まえならえアルゴリズムの解法.....	26
(4) フィージブル関数 $S(e)$	26

(5) フィージブル関数 $S(e)$ が負の場合の調整	27
(6) 計算を終了する条件	28
2. 4. 6 車載システム	29
2. 4. 7 ハードウェア (PDA 端末: SHARP 社製「WS027SH」) について	29
2. 4. 8 ソフトウェアについて	30
(1) 乗降客提示機能について	30
(2) ナビゲーション機能について	31
2. 4. 9 通信について	31
2. 4. 10 車載システムのまとめ	32
第3章 オンデマンド交通社会実験実施内容	33
3. 1 実験概要	33
3. 2 運行対象地域	34
3. 3 乗降ポイントの設定	35
3. 4 実験周知方法	38
第4章 オンデマンド交通社会実験運行結果	39
4. 1 利用登録者の性別・年齢構成	39
4. 1. 1 登録者の性別および年齢構成について	39
4. 1. 2 登録時に行ったアンケート結果について	40
(1) 普段の交通手段	40
(2) 家庭における自家用車の利用	41
4. 1. 3 実際に利用した乗客の性別・年齢構成	42
4. 1. 4 実際に利用した乗客の、登録時のアンケート結果について	44
(1) 普段の交通手段	44
(2) 家庭における自家用車の利用	45
4. 1. 5 まとめ	45
4. 2 利用実績 (予約件数および利用者数の推移)	46
4. 2. 1 予約件数および利用者数の推移	46
4. 2. 2 1号車2号車の運搬人数の違い	47
4. 3 時間帯別の利用状況	48
4. 4 繰り返し利用状況	49
4. 5 予約方法	50
4. 6 移動パターン	51
4. 6. 1 全実験期間の移動パターン	51
4. 6. 2 時間毎の移動履歴	52
4. 7 高齢者および女性の移動パターン	55

4. 7. 1 高齢者の移動パターン	55
4. 7. 2 男性と女性の移動パターンの違い	56
4. 8 バス停利用頻度と高利用頻度経路	57
4. 8. 1 バス停の利用頻度	57
4. 8. 2 高頻度利用経路	59
4. 8. 3 各バス停の利用頻度	59
第5章 オンデマンド交通社会実験途中アンケート	71
5. 1 アンケートの方法と回収率	71
5. 1. 1 アンケートの方法	71
(1) アンケートの概要	71
(2) アンケートの目的と対象者の分類	71
(3) 送付したアンケートについて	71
5. 1. 2 回収率とアンケートデータのばらつき	72
5. 2 アンケートの結果	73
5. 2. 1 利用した人が評価する点	73
5. 2. 2 利用しなかった人が不満に思う点	74
5. 2. 3 全員に聞いた不便に思う点	75
第6章 結論	76
6. 1 実証運行の結果	76
6. 1. 1 ログデータによる結果	76
6. 1. 2 アンケートによる評価	76
6. 2 次回の実証運行の案	77
6. 2. 1 運行エリアの拡大	77
6. 2. 2 運賃の引き下げ	77
6. 2. 3 運行時間の縮小	77
6. 2. 4 初回利用のハードルの軽減	77
APPENDIX：実験終了後のアンケート	78

図目次

図 2.1 路線バス(左)とオンデマンドバス(右).....	12
図 2.2 既存の一般的なオンデマンドバスシステム	13
図 2.3 オンデマンドバスシステムの概要	14
図 2.4 Web 予約システム処理概要.....	16
図 2.5 Web 予約画面の遷移.....	17
図 2.6 携帯電話用 web 予約画面	18
図 2.7 初期のタイムウィンドウの設定について	21
図 2.8 予約を完了した乗客に設定されるタイムウィンドウ	22
図 2.9 アルゴリズムのアウトライン	23
図 2.10 まえならえ（挿入）アルゴリズムの概念.....	25
図 2.11 まえならえアルゴリズム（フローチャート）	26
図 2.12 車載システム通信の様子.....	29
図 2.13 中小型車両用車載器.....	29
図 2.14 バスの運行情報の提示.....	30
図 2.15 ナビゲーション	31
図 2.16 車載器の操作イメージ	32
図 3.1 実証実験地域の地図.....	34
図 4.1 登録者の性別構成（n=327）	39
図 4.2 登録者の年齢構成（n=327）	40
図 4.3 普段もっとも良く使う交通手段（n=327）	40
図 4.4 家庭で自家用車を使っているかどうか（n=327）	41
図 4.5 一度以上乗車した乗客の性別構成（利用者：n=88）	42
図 4.6 一度以上乗車した乗客の年齢構成（利用者：n=88）	43
図 4.7 実際に利用した人の普段の交通手段(n=88、複数回答可).....	44
図 4.8 予約件数および利用人数の推移.....	46
図 4.9 車両別の予約件数.....	47
図 4.10 時間帯別の移動状況.....	48
図 4.11 利用者繰り返し利用回数.....	49
図 4.12 全体の移動軌跡	51
図 4.13 6 時～9 時の乗客のトリップ履歴	52
図 4.14 12 時～16 時の乗客のトリップ履歴	53
図 4.15 16 時～18 時の乗客のトリップ履歴	53

図 4.16 20 時～23 時の乗客のトリップ履歴	54
図 4.17 60 歳以上の乗客のトリップ履歴	55
図 4.18 60 歳未満の乗客のトリップ履歴	55
図 4.19 男性（上）・女性（下）の移動パターン	56
図 5.1 利用した人が評価するポイント	73
図 5.2 利用しなかった人が不満に思うポイント	74
図 5.3 全員に聞いた不便に思う点（自由回答記述からキーワードを抽出）	75

表目次

表 2.1	使用する変数	19
表 2.2	まえならえアルゴリズムに用いる変数	25
表 2.3	フィージブル関数	27
表 3.1	船橋市実証実験の概要	33
表 3.2	乗降ポイントの設定	35
表 3.3	船橋市実証運行の周知活動	38
表 4.1	予約方法別の予約件数について	50
表 4.2	高頻度乗車バス停の一覧	57
表 4.3	高頻度降車バス停の一覧	57
表 4.4	高頻度利用経路	59
表 4.5	全バス停利用頻度	59
表 5.1	アンケートの対象者の分類について	71
表 5.2	アンケート回答者の属性（対象カテゴリ）	72
表 5.3	アンケート回答者の属性（性別）	72
表 5.4	アンケート回答者の属性（年齢）	72
表 5.5	アンケート回答者の属性（居住地）	72

第1章 序論

1.1 背景

船橋市では、平成13年度にコミュニティバス導入計画検討調査を実施し、調査から公共交通不便地域が存在することが明らかとなった。これを受け、平成16年度から交通不便地域支援事業として自動車学校・教習所および老人福祉センターの送迎バスを利用した高齢者移送支援サービスを実施してきた。

しかし平成22年に行った住民アンケート調査によると、約33%の住民が公共交通に依然として不便を感じており、公共交通不便地域は解消されていない状況が浮き彫りになった。また、公共交通が不便であることから自家用車への依存が進み、交通渋滞や環境問題など地域生活へ支障をきたす可能性もある。そこで、調査結果から特に交通不便であると考えられる重点地区を9地区定め、新たに対策をとることとなった。

一方で、公共交通事業者に対するヒアリングから、公共交通不便地域に対しては、潜在的な需要は見込まれるものの、道路幅が狭いなどの理由からバスの運行が困難である地域がある状況にあることが示された。

そこで、重点地区の中で小型バスの運行も困難である地域の八木が谷・咲が丘地区にデマンド交通を導入し、その効果を確認するための実証実験を行った。

1. 2 対照地域の特色

当該地域の特色を以下に示す。

- 船橋市は千葉県北西部に位置し、東京近郊の住宅都市として発展する一方、鉄道網の発達から交通・商業・港湾等の機能が集積する京葉都市圏の中核を担っている。人口は 60 万人を超え、県下 2 位の規模の都市となっている。
- 今回の実験対象地区である八木が谷・咲が丘地区は、戸建ての住宅が広がる住宅街である。実験エリア内は道路が非常に狭隘であり、小型のバスを運行させることも困難である。
- 本実験エリアの人口は 13886 人であり、そのうち 65 歳以上の高齢者は 3536 人である。
- 市内には JR 総武線・武蔵野線・京葉線、京成本線、東武野田線、東京メトロ東西線、新京成線、北総線、東葉高速線と鉄道路線が数多く通っている。本実験地域である八木が谷・咲が丘地区から最も近い駅は新京成電鉄二和向台駅である。
- 本実験エリアは、市内でも比較的自家用車依存が強い地域である（重点地区 9 地区中、通勤時の自動車利用率が 2 番目に高い）。

1. 3 目的

狭隘な道路で路線バスが進入できず、またまとまった需要も見込めない千葉県船橋市八木が谷・咲が丘地区において、地域の公共交通機関への分担率を向上させるためのオンデマンド交通の導入を試みる。

平成 22 年 11 月 1 日から平成 23 年 1 月 31 日の間に行ったオンデマンド交通の社会実験の結果を分析し、利用状況やその効果を報告する。

第2章 オンデマンドバスシステムの概要

2.1 オンデマンドバス

本章で説明するオンデマンドバスとは東京大学 設計工学研究室が開発したオンデマンドバスシステムの名称である。まず、オンデマンドバスについて簡単に説明する。

2.1.1 オンデマンドバスとは？

オンデマンドバスシステムとは利用者の呼び出しに応じて、バスが利用者の場所へ行き、乗降させる乗り合いバス運行システムである。路線バスは一定の決められた停留所、決められたスケジュールで乗客を乗降させるが、オンデマンドバスには決められた停留所やスケジュールがない。(図 2.1)

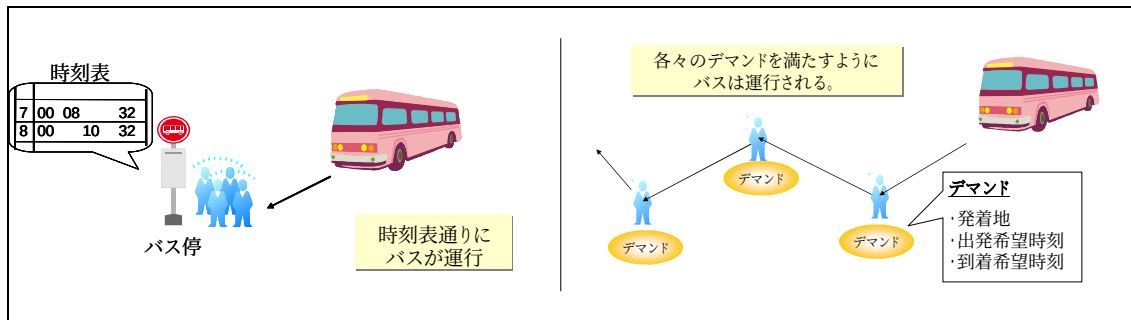


図 2.1 路線バス(左)とオンデマンドバス(右)

2.1.2 オンデマンドバスの利点

オンデマンドバスは、出発地まで迎えに来てくれる利便性や、利用者がいない時には運行せず、多数いる時には乗り合うという合理性から次の2点が期待されている。

① 都市のモビリティ向上

高齢者や身体障害者など、いわゆる身体機能低下者、さらには土地勘がない人や、初めてその都市を訪れた人に対する「移動のための足」となることで都市のモビリティを向上させる。特に、自宅までバスが迎えに来てくれるサービスとして運行しているバスの場合は、乗客はバス停まで歩く必要がなくなる。したがって、タクシーのように利用することが可能である。

② 環境への負荷低減

通常の固定路線バスは利用客の有無に関わらず運行されるが、オンデマンドバスは利用者がいない場合には運行されず、無駄なコストを削減することができる。また、オンデマンドバスの場合、乗客の予約情報の数から乗車人数を把握できる。乗車予定人数に合わせて、小型のバンや乗用車、大型バスなど車両のサイズを変えることで、乗客が少なくても

大型バスを運行している路線バスに比べ、環境負荷を低減することができる。

2. 1. 3 既存のオンデマンドバスシステム

既存のオンデマンドバスシステムはオペレータが中心となったシステムである。利用者は電話により、自身の乗車場所および目的地、希望出発（到着）時刻をオペレータに伝える。オペレータは既に入っている予約により決まっている大まかな運行スケジュールを見て、何号車に予約を入れるべきかを考え、該当するバスに配車指示を行う。

図 2.2 に示すとおり、オペレータには①電話を聞き取る、②既に入っている予約状況から配車指示を行う車両を決めて運行計画を更新する、③配車処理を行う、といった3つの仕事がある。そのため、①オペレータには土地勘や運行計画を更新する経験知が必要、②電話を受けるオペレータの数が乗客数に応じて必要になり運行コストが嵩むといった課題がある。

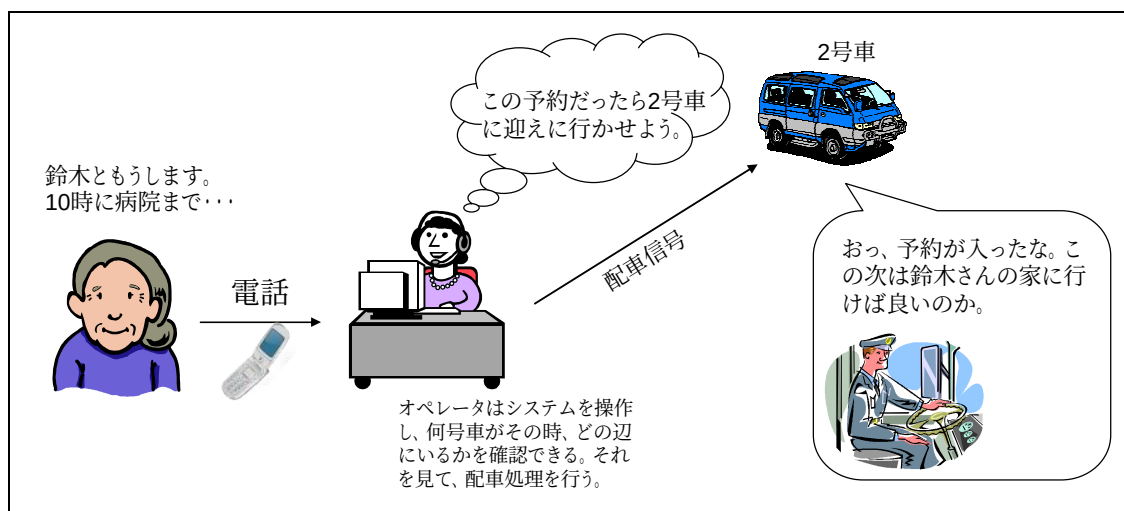


図 2.2 既存の一般的なオンデマンドバスシステム

2. 2 東京大学が開発したオンデマンドバスシステム

2. 2. 1 東京大学オンデマンドバスシステムの特長と開発の目的

東京大学が開発したオンデマンドバスシステムの目的は、オペレータの仕事をコンピュータに代替させ、オペレータの数を減らし、運行コストを削減することにある。また、オペレータの経験知や土地勘の差から、生成される運行計画のサービスレベルが異ならないような公平なシステムを作成することにある。

具体的には利用者自身がオペレータを介すことなくパソコンや携帯電話で予約できるシステムの構築にある。情報通信端末を利用できる利用者はわざわざ電話をすることなく、バスを予約することができ、電話しなければバスを予約できない煩わしさから解放することができる。また、オペレータ対応は情報通信端末の操作が苦手な乗客のみとなるため、オペレータの数を減らすことができる。

2. 2. 2 東京大学オンデマンドバスシステム

本システムは予約サーバ、計算システム、車載システム、そしてデータベースという4つの機能から成り立っている。その概要を図 2.3 に示す。

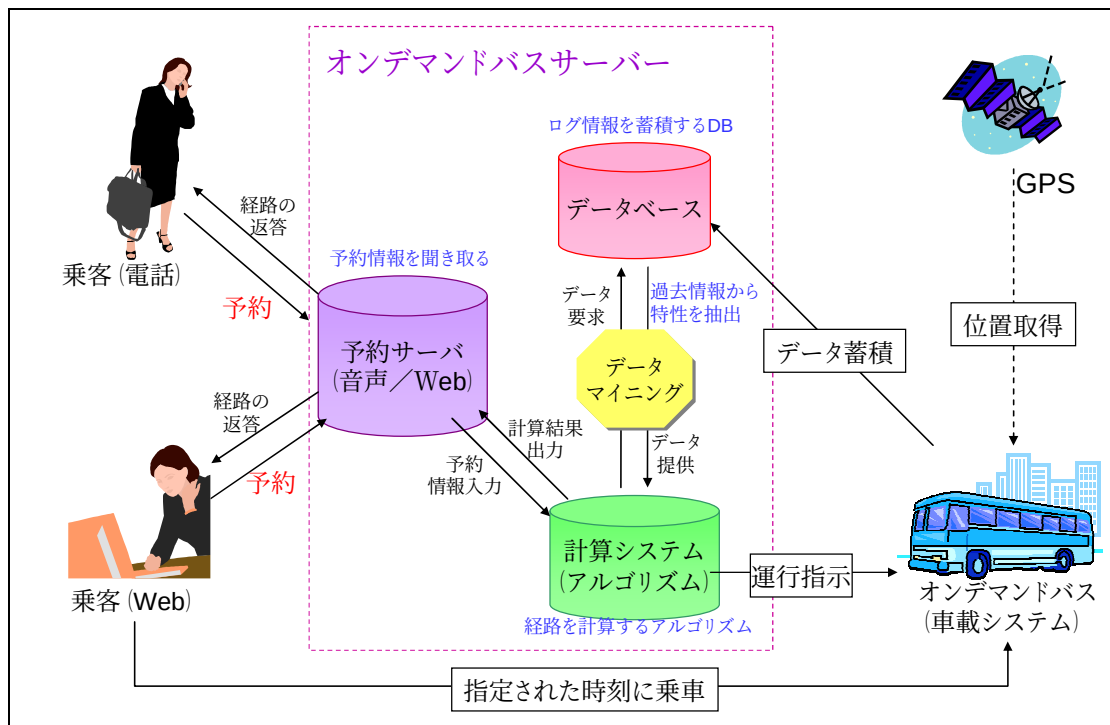


図 2.3 オンデマンドバスシステムの概要

① 予約サーバ

乗客は、電話やインターネットから予約サーバにアクセスすることになる。この予約サ

ーバは乗客との対話を進めデマンド情報（どこから？・どこまで？・何時に？・出発 or 到着？）を聞く機能を持つ。また、計算サーバから返ってくる新しい運行スケジュールを乗客に伝え、乗客の了承をとる機能を有する。

② 計算サーバ

予約サーバが聞き取ったデマンド情報は計算システムにインプットされる。計算システムでは現行の運行スケジュールと新しく入ったデマンド情報から、今予約をした乗客も含めた新しい運行スケジュールを生成する。

③ 車載システム

計算サーバによって更新された新しい運行スケジュールや経路はオンデマンドバスの運転手に知らせる必要がある。また、バスの運行状況や乗客の実車具合をサーバに伝える必要がある。バスとサーバとの情報交換を行うのが車載システムである。

④ データベース

データベースは2つの機能に分けることができる。

1つは顧客の個人特性、利用状況、バスの運行状況などを記録する機能である。データベースに蓄積されるログを分析することで、より利便性の高いサービスの実現などが可能になる。もう1つの機能は過去の移動情報を保持し、正確な移動時間を見積もることにある。

①予約システム、②計算システム、③車載システムの三点についてより詳細な説明を行う。

2.3 予約システム

予約システムは顧客との対話を行い、デマンド情報や利用の意図を聞き出す機能を有する。予約システムの利便性は大きく分けて、①予約手段のバリエーションと②各手段のユーザビリティによって評価できる。本研究では Web による予約（PC 環境・携帯環境）を設計し、構築した。

2.3.1 予約システムについて

予約システムの機能はデマンド情報を乗客から聞き取り、計算システムに送ることである。デマンド情報は「どこから？どこまで？何時に？出発 or 到着？」という4つの情報からなり、したがって予約システムは乗客からこの4つの情報を聞き出す際にいかに乗客の負担を減らし聞き出すことが出来るかが重要になる。

2.3.2 Web による予約

web を用いた予約システムのシステム概要図を図 2.4 に示す。ユーザはインターネットを通じて直接サーバ上のコンテンツへアクセスする。通信は http 通信を用いた。

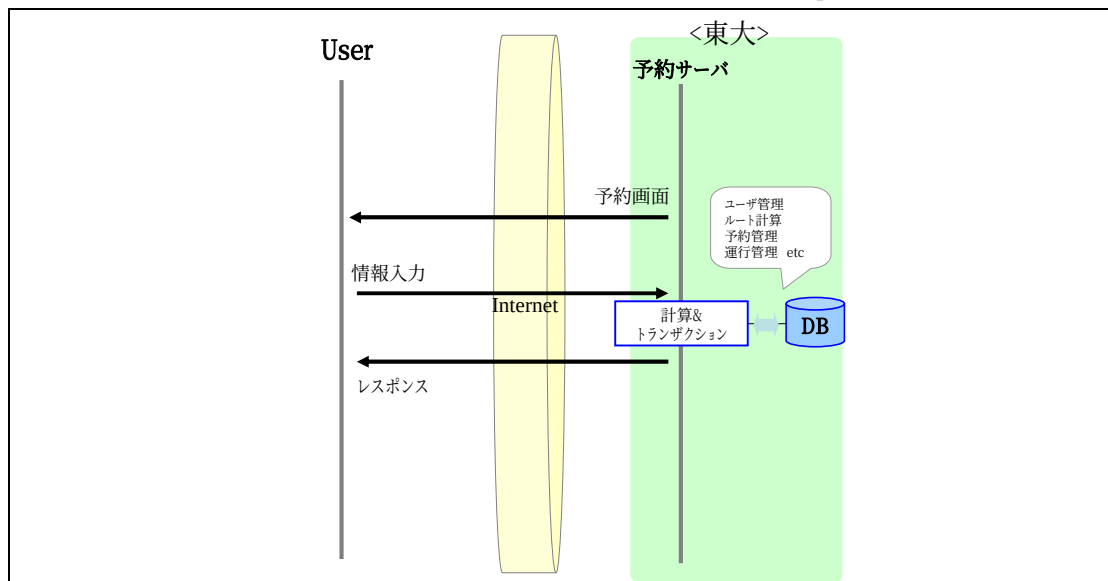


図 2.4 Web 予約システム処理概要

(1) Web 予約画面

Web 予約のユーザビリティを向上させるうえで予約画面の構成は重要なポイントとなる。実際に実装した web 予約画面を図 2.5 に示す。予約はログイン→予約→確認という3つのステップからなる。

Web 予約画面は電話による予約と異なり、数字による入力と文字による入力の双方を利

用することができる。電話予約の場合は利用者がバス停番号を覚える必要があったが、web 予約の場合にはバス停検索をフリーワードでできるようにすることで、バス停の名前、あるいは[駅]・[学校]などといったキーワードのみで予約ができる。

また、電話予約の場合には最後の予約を確認した際に伝えられる予約番号や乗車時刻などを覚える必要があったが、web 予約の場合には予約確認画面をプリントアウトできるため、暗記の必要がない。

図 2.5 Web 予約画面の遷移

Web 予約の問題点は、デジタルデバインド問題に尽きる。すなわち、パソコンに慣れた利用者にとってはこれほど容易なツールはないが、パソコンに不慣れな人にとってこれほど混乱をうむツールはない。特に高齢者や過疎地域で暮らす人に対してこの問題は大きい。オンデマンドバスの現在の利用者から見ても分かるように、オンデマンドバスの対象者の多くは高齢者や過疎地域の住民となることが予想される。実用化にあたってはデジタルデバインド問題を解決する利用勝手の良いユーザインターフェイスが重要になる。

(2) 携帯 Web 予約画面

前述したデジタルデバインド問題を緩衝するツールに携帯電話が挙げられる。携帯電話がこれまでターゲットとしてきたのは若年層から中年層にかけてであるが、現在その利用層が高齢者層にまで広がりつつある。

さらに、携帯電話の web 機能からの予約機能を開発することは、電車やレストランなどというように外出中の予約を可能にする。本研究で開発したオンデマンドバスは外出中などの急な利用にも対応できることを想定されており、このような機能は有用である。

パソコンによる web 画面と携帯電話による web 画面との違いは、予約成立までの画面遷移の数にある。携帯電話はパソコンほどの通信速度を持たず、画面を構成するのに必要な

情報をダウンロードするまで時間がかかる。したがって、出来る限り簡易に構築する必要がある。また、携帯電話のボタン操作はパソコンに比べて時間がかかるため、出来る限り簡易に入力できるサイトとするべきである。

図 2.6 に構築したサイトのイメージを示す。基本的な操作方法是図 2.5 に示したパソコンの画面と同様であるが、デザインは出来る限り簡易なものとした。また、出来る限り文字・数字入力をなくすため、日付や時刻、人数の入力はプルダウン式としたことに特長がある。

オンデマンドバスの予約をします。まずは、ユーザ番号とパスワードを入力してください。

①ユーザ番号↓

②パスワード

次に予約を行います。必要な情報を入れてください。

③乗車バス停番号

④降車バス停番号

⑤予約時間
何時？

● 7時
○ 8時
○ 9時
○ 18時
○ 19時
○ 20時
○ 21時

何分？

● 5分
○ 10分
○ 15分
○ 20分
○ 25分
○ 30分
○ 35分
○ 40分
○ 45分
○ 50分
○ 55分
○ 60分

- 出発？到着？

○ にバスに乗りたい。
● に到着したい。

⑥人数

※ 下に【これで予約する】ボタンが表示されない場合は、画面の一番下で選択を押してください。

これで予約する。

バス停番号を確認する。

本システムは東京大学大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 オンデマンドバス研究チームが開発したシステムです。

スクロール

図 2.6 携帯電話用 web 予約画面

2. 4 計算システム

計算システムは、既存の運行スケジュールに新しく入った予約を加えた新しい運行スケジュールを生成する機能を持つ。計算システムの性能を決めるのは運行スケジュール生成アルゴリズムである。まず、基本的なオンデマンドバスシステムのスケジューリングアルゴリズムについて述べる。

2. 4. 1 運行スケジュール生成アルゴリズムに求められる機能

運行スケジュール生成アルゴリズムに求められる要件として以下の3点が挙げられる。

- リアルタイム性
- 乗客との間で成立した約束を守るスケジューリング
- 乗合い機能を損ねないこと

2. 4. 2 問題の定式化

(1) 変数について

表 2.1 では、計算に用いる変数について説明する。

表 2.1 使用する変数

変数	説明
N	全乗客数を示す。
n	対象としている乗客 n を示す。
DPT_n	乗客 n の希望乗車時刻 (the Desired pick-up time) を示す。
EPT_n	乗客 n が許容できる乗車時刻の最早時間 (the Earliest pick-up time) を示す。
LPT_n	乗客 n が許容できる乗車時刻の最遅時間 (the Latest pick-up time) を示す。
APT_n	乗客 n の実際の乗車時刻 (the Actual pick-up time) を示す。
DDT_n	乗客 n の希望降車時刻 (the Desired delivery time) を示す。
EDT_n	乗客 n が許容できる降車時刻の最早時間 (the Earliest delivery time) を示す。
LDT_n	乗客 n が許容できる降車時刻の最遅時間 (the Latest delivery time) を示す。
ADT_n	乗客 n の実際の降車時刻 (the Actual delivery time) を示す。

$+n, -n$	乗客 n の乗車(あるいは降車)のイベントを表す。
$TT(x,y, hour)$	$hour$ 時台の地点 x から地点 y までの移動時間 (Travel time) を示す。
$p(x)$	イベント x が生じる地点を示す。 例: $p(+n)$
Bus_n	乗客 n が降車するバスの番号を示す。
DRT_n	乗客 n が乗り合いなしで移動し、出発地から目的地まで直行したときの直行乗車時間 (the Direct ride time) を示す。
MRT_n	乗客 n が許容する最大の乗車許容時間(the Maximun ride time)である。
ST_n	乗客 n が設定するゆとり時間(Slack Time)を示す。
AD_n	乗客 n が実際に乗車 (降車) した時刻と希望乗車 (降車) 時刻とのズレ (the Actual deviation)を示す。
IPT_n	乗客 n に約束した乗車時刻 (the Informed pick-up time) を示す。
IDT_n	乗客 n に約束した乗車時刻 (the Informed delivery time) を示す。
V	全車両数を示す。

(2) 解く問題について

オンデマンドバスの問題は N 人の乗客を V 台の車両に乗せることを考えるスケジューリングアルゴリズムである。

オンデマンドバスを利用する際に、乗客 n は乗車バス停 $p(+n)$ と降車バス停 $p(-n)$ を指定する必要がある。さらに、希望乗車時刻 DPT_n か希望降車時刻 DDT_n のどちらかを指定する。スケジューリングの結果、乗客 n に通知乗車時刻 IPT_n と通知降車時刻 IDT_n を伝える。

しかし、 IPT_n と IDT_n の時刻通りにバスが発着するとは限らない。実際には乗客 n は実際の乗車時刻 APT_n にバスに乗車し、実際の降車時刻 ADT_n にバスから降りる。ただし、 IPT_n と IDT_n および APT_n と ADT_n は以下の条件を満たしている。

$$EPT_n \leq APT_n (= IPT_n) \leq LPT_n \cdots (1)$$

$$\bullet \quad EDT_n \leq ADT_n \leq IDT_n \leq LDT_n \cdots (2)$$

数式(1)は実際の乗車時刻 APT_n と通知した乗車時刻 IPT_n の関係を示している。 APT_n と IPT_n に差があってはいけず、 EPT_n と LPT_n の間に乗客は乗車する。

数式(2)は実際の降車時刻 ADT_n と通知した降車時刻 IDT_n の関係を示している。とともに EDT_n と LDT_n の間に乗客は降車しなければならず、通知した時刻 IDT_n よりも実際に到着する時刻 ADT_n が遅くなっていけない。

(3) 初期のタイムウィンドウの設定方法

本提案手法の独自性として、既に予約が完了し発着時刻を通知した乗客とこれから予約を行い、計算の結果として発着時刻を通知する乗客ではタイムウィンドウが異なるという点が挙げられる。まず、乗客の予約情報に設定されたタイムウィンドウについて図 2.7 で説明する。

予約は乗車時刻で指定する方法と降車時刻で指定する方法がある。乗車時刻で指定した場合、まず DPT_n が決まり EPT_n が決まる。次いで、希望する発着バス停間の移動時間 DRT_n から EDT_n が決まり、乗客が希望するゆとり時間 ST_n から LPT_n と LDT_n が決まる。

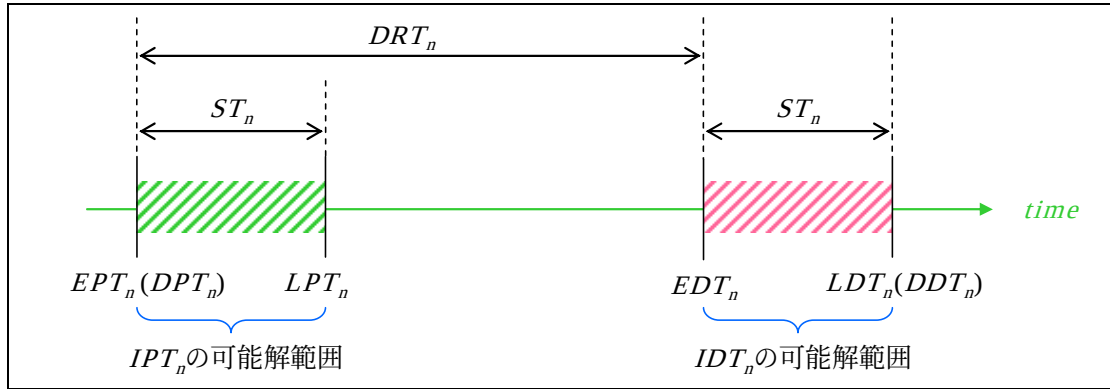


図 2.7 初期のタイムウィンドウの設定について

これらの記述を式で表現すると次のようになる。

① 乗車時刻 DPT_n で指定する場合

- $EPT_n = DPT_n \cdots (3)$
- $LPT_n = EPT_n + ST_n \cdots (4)$
- $DRT_n = TT(p(+n), p(-n), hour(DPT_n)) \cdots (5)$
- $EDT_n = EPT_n + DRT_n \cdots (6)$
- $LDT_n = LPT_n + DRT_n \cdots (7)$

② 降車時刻 DDT_n で指定する場合

- $LDT_n = DDT_n \cdots (8)$
- $EDT_n = LDT_n - ST_n \cdots (9)$
- $DRT_n = TT(p(+n), p(-n), hour(DDT_n)) \cdots (10)$
- $EPT_n = EDT_n - DRT_n \cdots (11)$
- $LPT_n = EPT_n + ST_n \cdots (12)$

(4) 予約を完了した乗客の予約に対し設定されるタイムウィンドウ

次に、予約を完了し通知乗車時刻 IPT_n と通知降車時刻 IDT_n とを伝えた乗客の予約に対し設定されるタイムウィンドウを図 2.8 にて示す。

まず、乗客に一度 IPT_n を通知すると、バスは IPT_n に乗客 n を乗車させる必要がある。これより遅い時刻であればバスは乗客にバス停で待たせることになるからだ。そのため、 EPT_n と LPT_n および APT_n すべて IPT_n と同じになる。

一方、降車時刻については IDT_n を通知すると LDT_n の値が IDT_n となる。 ADT_n は今後の予約状況によって変わるが、 LDT_n と LDT_n との間に来ることになる。

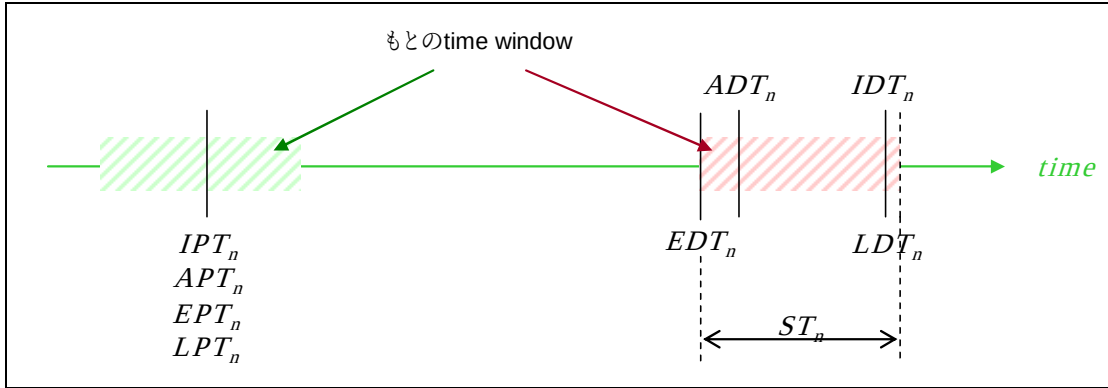


図 2.8 予約を完了した乗客に設定されるタイムウィンドウ

これらの記述を式で表現すると次のようになる。

- $IPT_n = APT_n = EPT_n = LPT_n \cdots (13)$

- $LDT_n = IDT_n \cdots (14)$

- $EDT_n \leq ADT_n \leq LDT_n (= IDT_n) \cdots (15)$

また、乗客 n がバスに乗車している時間は MRT_n を超えないことおよび出発バス停が到着バス停よりも後に来ないことから、以下の式が成り立つ。

- $0 \leq ADT_n - APT_n \leq MRT_n \cdots (16)$

2.4.3 アルゴリズムのアウトライン

上記の問題をバス選択アルゴリズムと運行計画生成アルゴリズムという2段階で解決する。まず、バス選択アルゴリズムにより、新しく入った予約がどのバスに割り当てられると最も良い経路が見つかりやすいかを判断することができる。

次に、経路生成アルゴリズムを適用する。経路生成アルゴリズムでは、今後予約が入るであろう乗客予定者とうまく乗り合わせができ、かつ乗客が指定した時間的制約を破らないように経路を生成する。

アルゴリズムをこのように2段階に分けることで問題規模が変わっても計算時間が等比級数的に増えない実用性を重視した。Dial-a-ride の問題に見られる多くのアルゴリズムは、

問題規模の拡大と共に計算時間が級数的に増大する。これでは、数台の小さい規模の問題を解くときには支障を来さないものの、問題規模が大きくなってしまった時に実用化に耐えうるものではなくなる。本問題の場合は特に、順番に入るデマンドが制約条件となり解の探索範囲は絞られる。しかしそれでも即座に解を求めるためには工夫が必要になる。本研究では、大規模の問題に対応できるアルゴリズムを開発した。具体的には図 2.9 のアルゴリズムとなる。

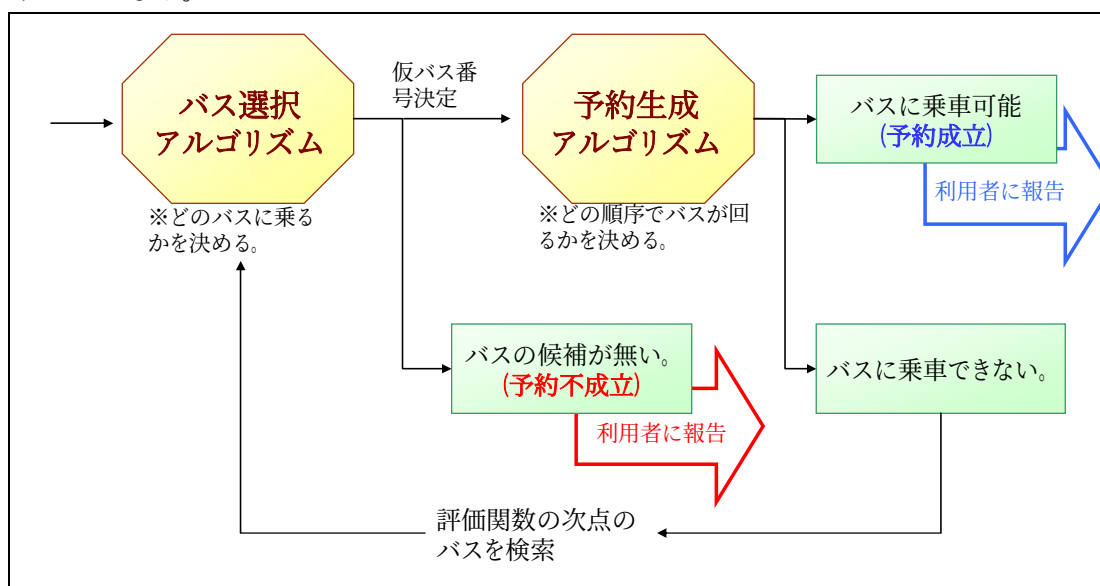


図 2.9 アルゴリズムのアウトライン

ここでの工夫点は2点ある。まず1点目は、バス選択アルゴリズムにおいて、計算の負荷がかからない簡単な計算で準最適なバスを選択する。具体的にはオーダー $O(n)$ の計算量となるように工夫した。

2点目は、バスが選択された後に行う運行計画生成アルゴリズムでは、拡張性を重視したアルゴリズムを考案した。具体的には、経路への逐次挿入を改善したヒューリスティックな解法で、データベースと連動しており拡張性も高い。

以上、計算負荷のかかるヒューリスティックな解法には、バスの台数が増えても1回のみ行うという仕様にし、バスの台数が増えることによるインパクトは計算負荷の小さいバス選択アルゴリズムにのみ与えることで、問題規模の差異による計算時間増加という問題点を解決した。

2.4.4 バス選択アルゴリズム

バス選択アルゴリズムでは、少ない計算時間でかつ大規模の問題を解決する目的で、単純にベクトルを比較する方法を採用する。具体的には、新しく入った予約情報のベクトルとその時間帯のバスの移動ベクトルを比較し、最適なバスを選択するという方法である。

新しく入った乗客 n の予約情報を示すベクトル $\overrightarrow{A_n}$ を次のように表す。

$$\bullet \quad \overrightarrow{A_n} = \overrightarrow{p(-n)} - \overrightarrow{p(+n)} \cdot \cdot \cdot (17)$$

ここで $\overrightarrow{p(x)}$ とは、基準点から地点 $p(x)$ までのベクトルを示す。

一方で、比較に用いる i 番目のバスのベクトル $\overrightarrow{B_i}$ を次のように表す。

$$\bullet \quad \overrightarrow{B_i} = \overrightarrow{p(s_i^*)} - \overrightarrow{p(t_i^*)} \cdot \cdot \cdot (18)$$

ここで、 s^* および t^* は、 i 番目のバスにおける s^* 番目および t^* 番目のイベントであることを示す。さらに、 s^* および t^* はそれぞれ予約情報の乗車時刻 LPT_n と下車時刻 LDT_n に最も近い時間を示す。 LPT_n の値は、この時点で定まっていないが、先述した式(4)の値を採用する。

$$\bullet \quad LPT_n = EPT_n + ST_n \cdot \cdot \cdot (4) \quad *再掲$$

ここで、以下の $\cos \theta_i$ を各々の内積から求め、その結果 $\cos \theta_i$ の値が最も大きいバスにおいて次の運行計画生成アルゴリズムを導入する。

$$\cos \theta_i = \frac{\overrightarrow{A_n} \cdot \overrightarrow{B_i}}{\|\overrightarrow{A_n}\| \|\overrightarrow{B_i}\|} \cdot \cdot \cdot (19)$$

これにより、新しく入った予約のベクトルと最も角度が近いベクトルをもったバスを乗車候補として選択する。角度が近いことは、進行方向が類似していることを意味し、最も運行計画が生成されやすいバス停である可能性が高い。また、ここまでの計算量のオーダーは $O(n)$ であり、バスの台数が数百台レベルに増えた場合でも大して計算時間は変わらないことが確認できる。

2. 4. 5 まえならえ (挿入) アルゴリズム

まえならえアルゴリズムは決められたバスに予約を挿入できるかを試みるアルゴリズムである。このアルゴリズムはヒューリスティックなアルゴリズムで、はじめに解法の概念についてまとめ、次に数式を用いた説明を行う。

(1) まえならえアルゴリズムの概念

まえならえアルゴリズムの概念を図 2.10 に示す。たとえばあるバスに対して $n-1$ 人の予約が入っていた状態を考え、そこに新しく乗客 n の予約を挿入するケースについて考える。まえならえアルゴリズムではまず、 $n-1$ 人目までで作成されている現予約状況を確認す

る。乗客 1 から乗客 $n-1$ までの予約により既に構成されている経路があり、その経路には予約毎にタイムウィンドウが設定されている。

挿入という言葉からも分かるように、本問題は「いかに設定されたタイムウィンドウの制約を破らず新しい予約を挿入すれば良いか」を考えることである。たとえばの例のように $p(+n)$ や $p(-n)$ を挿入することでこれまでの乗客 1 から乗客 $n-1$ までの予約は多少前後に動く場合がある。

この様子がまるで「まえならえ」をする様子に似ているため、この挿入手法を「まえならえアルゴリズム」と呼称した。

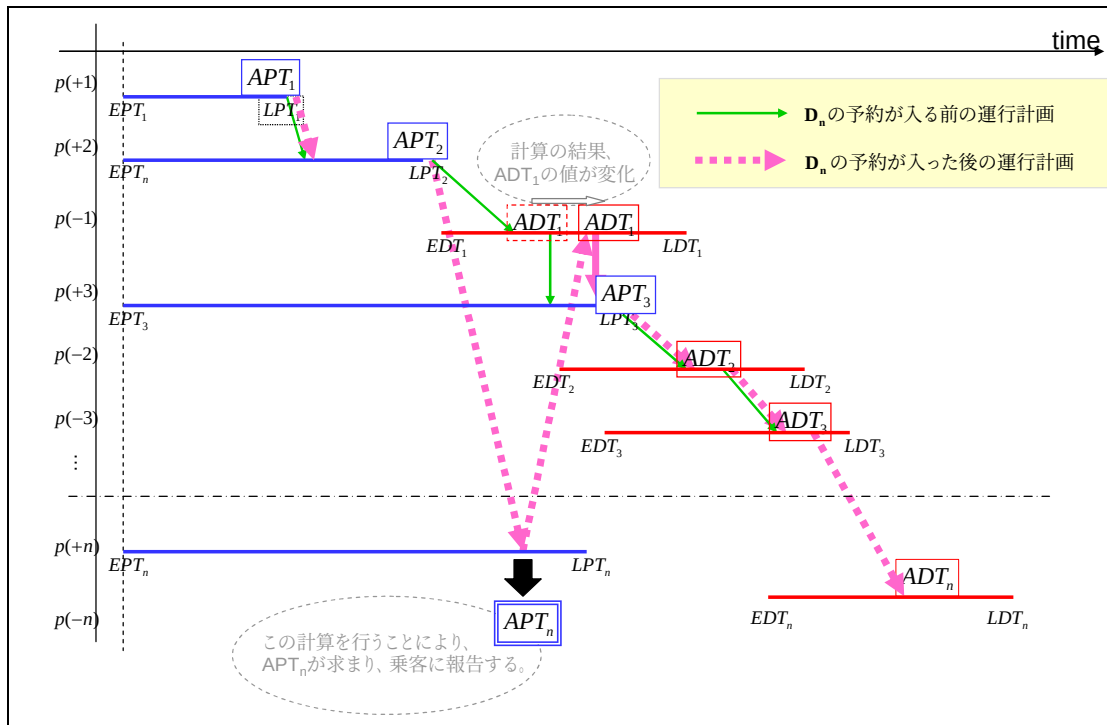


図 2.10 まえならえ（挿入）アルゴリズムの概念

(2) 変数

まえならえアルゴリズムの導入にあたって次の3つの変数を導入する。

表 2.2 まえならえアルゴリズムに用いる変数

変数	説明
$S(e)$	イベントのフィージブル関数。あるイベントの状態がフィージブルかを示す。フィージブル関数については詳細を後述する。
$TimeLimit$	検索を続ける時間を示す。検索時間が $TimeLimit$ を超えた場合、計算は終了になる。
$Repeat$	検索を繰り返す最大数を示す。検索回数が $Repeat$ を超えた場合、計算は終了になる。

(3) まえならえアルゴリズムの解法

まえならえアルゴリズムの解法をフローチャートで示す（図 2.11）。

バスには既に $n-1$ 人の予約が成立し、経路が生成されているとする。ここで n 番目の乗客が予約をし、乗客 n の予約を挿入を試みる。初期状態として $n-1$ 人までで構成されている経路があり、 ± 1 から $\pm(n-1)$ までの各イベントにおいて 2.4.2 で説明したタイムウィンドウが設定されている。まえならえアルゴリズムによって乗客 n の実乗車時刻（通知乗車時刻） $APT_n (IPT_n)$ と実降車時刻（通知降車時刻） $ADT_n (IDT_n)$ とを決定したい。

まえならえアルゴリズムは最初に APT_n を仮定し、挿入を試みる。挿入を試みたあと、フィージブル性をチェックし、可能であれば経路を決定とする。一方、フィージブル性がなければ調整を行い、フィージブルでないイベント e に対して別の APT_e を設定する。フィージブルでない場合には *TimeLimit* と *Repeat* によって決められる計算限界まで探索を繰り返し、それでもフィージブルな解が見つからない場合には不成立とする。

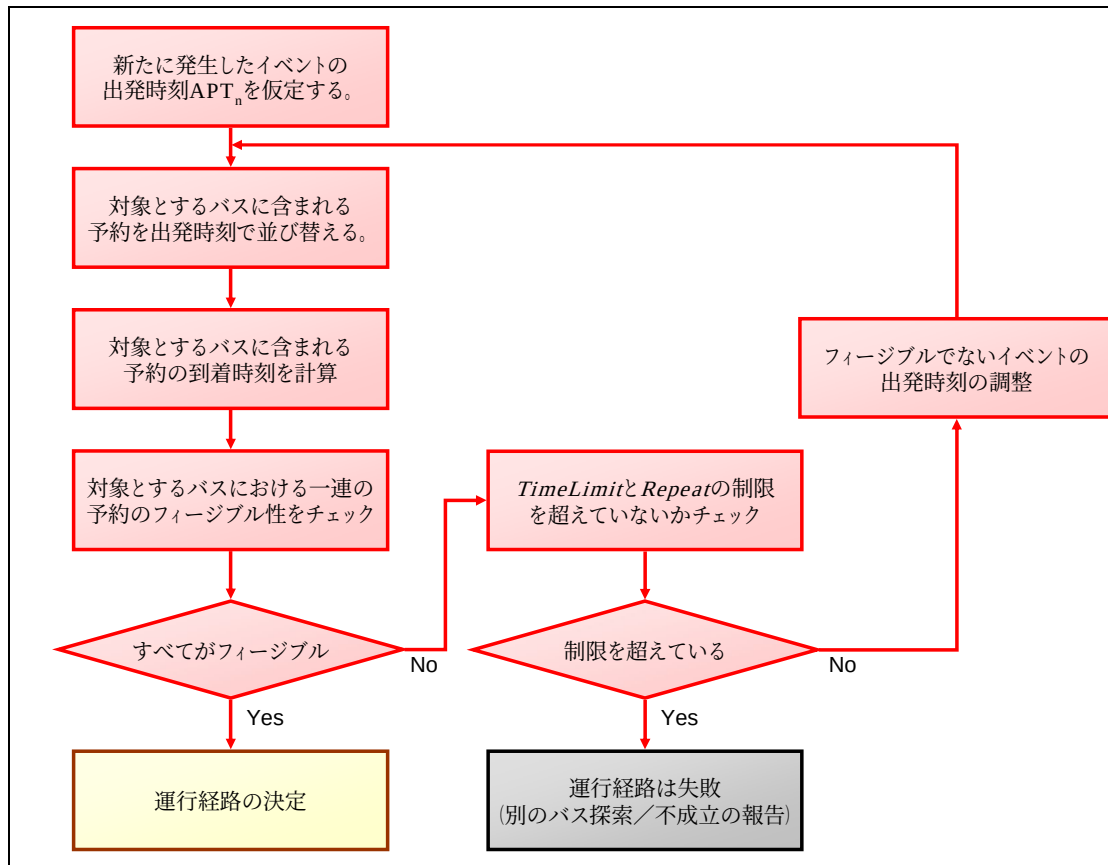


図 2.11 まえならえアルゴリズム（フローチャート）

ここでアルゴリズムの核の部分であるフィージブル関数 $S(e)$ と $S(e)$ の値によって行われる調整について示す。

(4) フィージブル関数 $S(e)$

フィージブル関数 $S(e)$ はイベントの関数がフィージブルかどうかを確認する関数で次の

6 種類の値を取り得る。 $S(e)$ の詳細は表 2.3 の通りである。 $S(e)$ が負の値をとる場合は、 e がフィジブルでないことを意味する。フィジブルでないイベント e が見つかった場合、 $S(e)$ の値に応じて、調整を行う。

なお、場合によってはフィジブル関数が 2 つ以上のイベントに当てはまるケースがある。その場合は、 $S(e)$ の値が最大のものを優先的に $S(e)$ の値とする。

表 2.3 フィジブル関数

$S(e)$	説明
0	イベント e において状態はフィジブルである。
-1	イベント e において状態はフィジブルでない。 $+e$ が $-e$ よりも後のイベントになっている。 ($APT_e > ADT_e$)
-2	イベント e において状態はフィジブルでない。実際の到着時刻 ADT_e が最遅到着時刻 LDT_e よりも遅い。 ($ADT_e > LDT_e$)
-3	イベント e において状態はフィジブルでない。実際の到着時刻 ADT_e が最早到着時刻 EDT_e よりも早い。 ($ADT_e < EDT_e$)
-4	イベント e において状態はフィジブルでない。実際の出発時刻 APT_e が最遅出発時刻 LPT_e よりも遅い。 ($APT_e > LPT_e$)
-5	イベント e において状態はフィジブルでない。実際の出発時刻 APT_e が最早出発時刻 EPT_e よりも早い。 ($APT_e < EPT_e$)

(5) フィジブル関数 $S(e)$ が負の場合の調整

フィジブル関数が負の場合にはイベントの発生位置を調整する。調整の結果すべてのイベントがフィジブルとなればスケジューリングは終了する。また、検索限界の条件内に解が見つからない場合にも同様にスケジューリングは不成立ということで返す。フィジブル関数によって次のように操作を行う。

① $S(e)=-1$ の時

到着バス停が出発バス停よりも先に来る場合には、 APT_e と ADT_e との順番を入れ替える必要がある。その際には ADT_e を固定し、 APT_e をつぎのように変更する。

$$\bullet \quad APT_e^* = LPT_e \cdot \cdot \cdot (20)$$

② $S(e)=-2$ の時

実際の到着時刻 ADT_e が最遅到着時刻 LDT_e よりも遅い場合、その一つ前のステップでバスがバス停を出発する時刻 ADT_{e-1} の値を調整する。一つ前のバス停が出発バス停であればそれよりも前に送ることはできない。

この場合、実際の到着時刻 ADT_e が最遅到着時刻 LDT_e と等しくなるように ADT_{e-1} を調整

する。したがって、操作は次のようになる。

- $ADT_{e-1}^* = ADT_{e-1} - (ADT_e - LDT_e) \cdot \cdot \cdot (21)$

③ $S(e)=-3$ の時

実際の到着時刻 ADT_e が最早到着時刻 EDT_e よりも早い場合、その一つ前のステップでバスがバス停を出発する時刻 APT_{e-1} もしくは ADT_{e-1} の値を調整する。

この場合、実際の到着時刻 ADT_e が最早到着時刻 EDT_e と等しくなるように APT_{e-1} もしくは ADT_{e-1} の値を書き換える。

- $ADT_{e-1}^* = ADT_{e-1} + (EDT_e - ADT_e) \cdot \cdot \cdot (22)$

④ $S(e)=-4$ の時

実際の出発時刻 APT_e が最遅出発時刻 LPT_e よりも遅い場合、 APT_e が LPT_e と同じ時刻になるように調整する。

- $APT_e^* = LPT_e \cdot \cdot \cdot (23)$

⑤ $S(e)=-5$ の時

実際の出発時刻 APT_e が最早出発時刻 EPT_e よりも早い場合、 APT_e が EPT_e と同じ時刻になるように調整する。

- $APT_e^* = EPT_e \cdot \cdot \cdot (24)$

(6) 計算を終了する条件

スケジューリング計算が終了条件には 2 つのケースがある。すなわち、経路が生成されたか生成することができなかったという場合である。生成される場合は、すべてのイベントがフィジブルであることを示す。

- $\sum_e^N S(e) = 0 \cdot \cdot \cdot (25)$

一方で不成立と返す場合は探索限界を超えていることを示す。探索限界は以下の 2 つの条件によって決定される。CalculationTime は計算にかけている時間を、CalculationRepeat はフィジブル関数による調整を行った回数を示す。

- $CalculationTime > TimeLimit \cdot \cdot \cdot (26)$

- $CalculationRepeat > Repeat \cdot \cdot \cdot (27)$

2. 4. 6 車載システム

車載システムは最新の運行スケジュールをサーバから受信し表示する機能と乗客の乗降状態や運行状況をサーバ側へ送信する機能を持つ（図 2.12）。本研究では車両の大きさによって2種類のハードウェアを用いた車載システムを開発した。

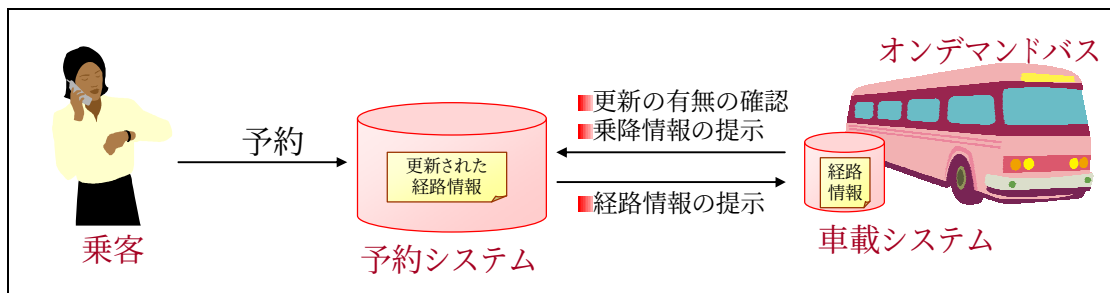


図 2.12 車載システム通信の様子

2. 4. 7 ハードウェア (PDA 端末: SHARP 社製「WS027SH」) について

車載器のハードウェアにはタブレット SHARP 社製の汎用 PDA 端末（図 2.1 3）を選定した。選定の理由は①表に見えているボタンが3つしかなく、操作が簡単という印象を受けること、②GPS が内蔵されていること、③Windows Mobile 環境でソフトウェア開発が容易なこと、④SIM ロックフリーであり、様々な通信が可能であること、⑤タクシー車両にも小型バス車両にも適切な機種の大きさであること、といった5点が挙げられる。

近年携帯電話の普及によりパソコンなどを操作できない中高年の運転手でも携帯電話なら操作できるという方が多いため、運転手への抵抗の少なさもメリットの1つとして確認できた。

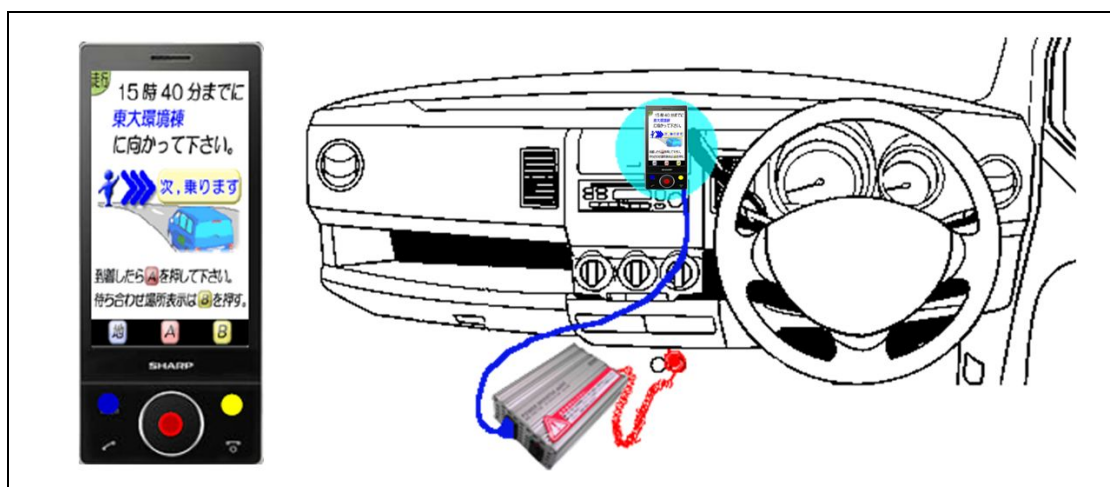


図 2.1 3 中小型車両用車載器

2. 4. 8 ソフトウェアについて

ここでは、開発した車載システムのソフトウェアについて説明する。車載システムに必要なソフトウェアは、運行スケジュールや乗降する乗客の情報を運転手に伝える機能を持ったソフトウェアである。本研究では、乗降客リストを提示していく機能と地図ナビゲーション機能の2点を開発した。

(1) 乗降客提示機能について

本研究で開発したオンデマンドバスは乗客が新しく予約をすることで運行経路が変化するという特徴を持つ。そのため、バスにはリアルタイムに運行情報を伝える必要がある。図 2.1 4は、実証実験で使ったバスの運転手が確認する2種類の画面である。画面の情報は音声により自動的に読み上げられ、画面を見なくても操作をすることができる。

① 次に向かうバス停

次に向かうバス停の情報である。次に向かうバス停を知っておくことで運転手は経路をイメージしやすくなる。

② 現在のバス停で乗車する乗客

現在のバス停で乗車する乗客の名前と予約番号を示している。乗車した乗客の名前の欄は表示が変わり区別できる。また、グループで乗車する場合には何名が乗車するかを表示させている。

これらの情報を運転手に伝えることで、オンデマンドバスサービスが成立する。



図 2.1 4 バスの運行情報の提示

(2) ナビゲーション機能について

バス停の数が増えるに従って運転手にすべてのバス停の位置を把握させることは現実的ではない。そのため、ナビゲーション機能が重要な役割を果たすようになる。

図 2.15 は、住友電工システムソリューション株式会社のパワーアトラス (<http://www.seiss.co.jp/products/poweratlas/index.html>) という地図ソフトを使って試験的に作成したナビゲーション機能の画面である。現在地から次に向かうバス停への経路を示しており、図 2.14 の情報と対応している。たとえば、目的地が変われば地図に表示される次の目的地も自動的に変更される。



図 2.15 ナビゲーション

2.4.9 通信について

本研究で開発した車載システムは FOMA のパケット通信でサーバとの通信を行った。通信速度はベストエフォート形式で 496kbps である。事前に実験地域内で FOMA の電波が通じることを確認したうえで、採用した。

2. 4. 10 車載システムのまとめ

ここでは、開発した車載システムについて述べた。車載システムの工夫点としては、どのような情報をどのように伝えるかということが挙げられる。まず、ハードウェアには様々な車両への適用可能性を考え、PDA 程度の大きさの端末で、表に見えているボタン数の極力少なく、GPS 機能も有している SHARP 社製の「WS027SH」を選定した。

さらに、ソフトウェアは機能毎に画面を変え、各画面の指示を音声で自動読み上げさせることで短い期間で操作を習熟でき操作ミスの少ない運行が実現されるよう工夫した。

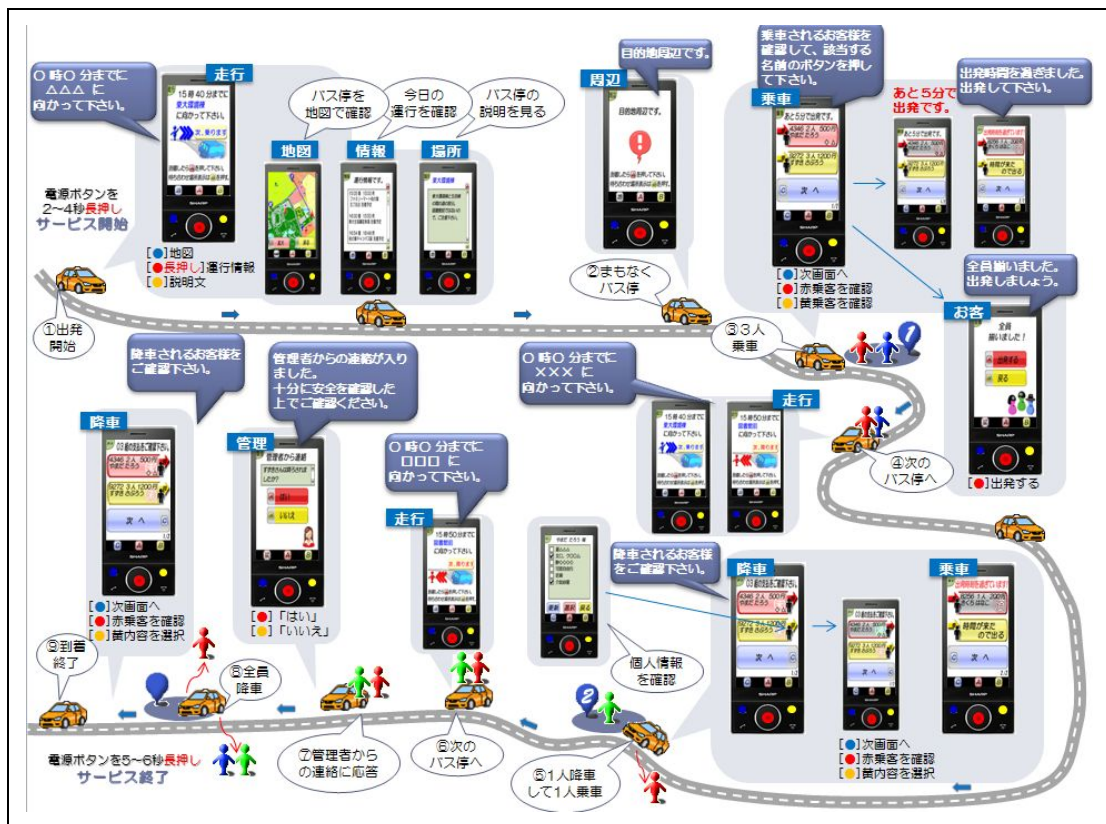


図 2.16 車載器の操作イメージ

第3章 オンデマンド交通社会実験実施内容

3.1 実験概要

東京大学が開発したオンデマンド交通システムを利用し、オンデマンドバス・タクシーを走行させる社会実験を行った。概要を下表に示す。運行期間は平成22年11月～平成23年1月までとした。また、運行時間は午前6時から午後11時までとした。

1回の乗車は400円で、予約は1週間前から当日の30分前まで受け付けた。予約の方法はオペレータによる電話とWebサイトからの予約の2通りを用意した。

表 3.1 船橋市実証実験の概要

	船橋市実証実験
運行期間	平成22年11月1日～平成23年1月31日
予約時間	24時間受付
運行時間	午前6時～午後11時
運行車両台数	2台（6時～14時30分に1台、14時30分～23時に1台）
利用対象	利用登録者
利用方法	1週間前から当日の30分前までに電話
運賃	一律400円
予約手段	・オペレータ電話（協進交通有限会社） ・webサイト ・モバイルサイト

3. 2 運行対象地域

対象とした地域は図に示す船橋市北部の、新京成電鉄二和向台駅北の八木が谷地区・咲が丘地区である。



図 3.1 実証実験地域の地図

3.3 乗降ポイントの設定

乗降ポイントのうち、実験開始前に設定したものを示す。

表 3.2 乗降ポイントの設定

バス停番号	バス停名	詳細説明
1	二和向台駅	二和出張所ポストの前が待ち合せ場所です。
2	千葉興業銀行向い	イオンモールの看板前が待ち合せ場所です。
3	県道交差点付近	中華しばさきの駐車場前が待ち合せ場所です。
4	ひばり歯科	ひばり歯科正面の駐車場看板 (Pの看板)の前が待ち合せ場所です。
5	カラオケ本舗まねきねこ	駐車場の入口付近が待ち合せ場所です。
6	咲が丘小学校	小学校の正門前が待ち合せ場所です。
7	ヨークマート	ヨークマート駐車場の看板前が待ち合せ場所です。
8	咲が丘1丁目	ヨークマートの向いにある、咲が丘一丁目バス停前が待ち合せ場所です。
9	ガスト船橋二和店	ガストの裏にあるガストの駐車場前が待ち合せ場所です。
10	やまびこ保育園	保育園の前が待ち合せ場所です。
11	シダックス	シダックス脇の道路のカーブミラー前が待ち合せ場所です。
12	マルエツ・郵便局	マルエツと郵便局の間にある郵便局の駐車場が待ち合せ場所です。
13	医療ビル (ホッとこ咲が丘)	医療ビル裏の駐車場が待ち合せ場所です。
14	川本医院	川本医院の駐車場が待ち合せ場所です。
15	ウエルシア船橋咲が丘店	「薬」と書いてある大きい看板の前が待ち合せ場所です。
16	TSUTAYA 船橋咲が丘店	「共同駐車場」と書いてある看板の前が待ち合せ場所です。
17	スリーエフ船橋咲が丘店	スリーエフ駐車場が待ち合せ場所です。

18	ユアサスポーツ前	ユアサスポーツ脇を入った道路が待ち合せ場所です。
19	八木が谷小学校入口馬頭観音	馬頭観音脇を入った道路が待ち合せ場所です。
20	八木が谷小学校	小学校の正門が待ち合せ場所です。
21	八木が谷中学校	中学校の正門が待ち合せ場所です。
22	東京聖栄大学船橋グラウンド	八木が谷4丁目子供の広場の前が待ち合せ場所です。
23	八木が谷公民館	公民館の駐車場が待ち合せ場所です。
24	八木が谷公民館入口	公民館入口の看板前が待ち合せ場所です。
25	第二県営住宅東	石井園直売所前が待ち合せ場所です。
26	第二県営住宅入口	入口前の道路が待ち合せ場所です。
27	八木が谷幼稚園	幼稚園の正門が待ち合せ場所です。
28	八木が谷2丁目交差点①	八木が谷2丁目26番の東側交差点が待ち合せ場所です。
29	八木が谷2丁目交差点②	八木が谷2丁目26番と45番の境付近の交差点が待ち合せ場所です。
30	八木が谷2丁目交差点③	八木が谷2丁目45番の交差点が待ち合せ場所です。
31	八木が谷2丁目交差点④	八木が谷1丁目26番と2丁目45番の境付近の交差点が待ち合せ場所です。
32	永嶋歯科クリニック前	永嶋歯科クリニック前が待ち合せ場所です。
33	コウヤ バシ 高野橋	高野橋の船橋市側が待ち合せ場所です。
34	咲が丘2丁目北側	咲が丘2丁目29番と46番の境の鎌ヶ谷市側が待ち合せ場所です。
36	ナオエ整骨院	整骨院脇の広い道路前が待ち合せ場所です。
37	咲が丘2丁目交差点	咲が丘2丁目39番と40番境付近にある雨水調整池前が待ち合せ場所です。
38	咲が丘1丁目交差点①	咲が丘1丁目18番と2丁目10番の境付近の鎌ヶ谷市側が待ち合せ場所です。
39	咲が丘1丁目交差点②	クリーニング高橋の前が待ち合せ場所です。

これらの他に、各利用登録者の自宅前も乗降ポイントとして登録しており、最終的に全部で 355 か所が乗降場所となった。

3. 4 実験周知方法

本社会実験の、対象地域住民に対する周知活動は以下の通り行った。

表 3.3 船橋市実証運行の周知活動

平成 22 年 9 月 29 日～10 月 1 日	説明会及び乗合タクシー運行のチラシ配布（全戸）
平成 22 年 10 月 7 日～9 日	住民説明会（各日 3 回ずつ、計 9 回開催）
平成 22 年 11 月上旬	運行開始のチラシ配布（町内回覧）
平成 22 年 11 月下旬	運行中のチラシ配布
平成 22 年 12 月 25 日	「実証実験アンケート」の実施

第4章 オンデマンド交通社会実験運行結果

4.1 利用登録者の性別・年齢構成

4.1.1 登録者の性別および年齢構成について

利用登録者の性別構成を図 4.1 に、年齢構成を図 4.2 に示す。全登録者数は、327 人であった。性別構成をみると、女性が全体の 6 割以上を占めていることがわかる。また、年齢別の構成をみると、70 代が全体の約 4 割を占め、また 60 歳以上の高齢者を見ると 77% と非常に大きな割合を占めている。以上より、特に高齢者から注目を集めていたことが分かる。

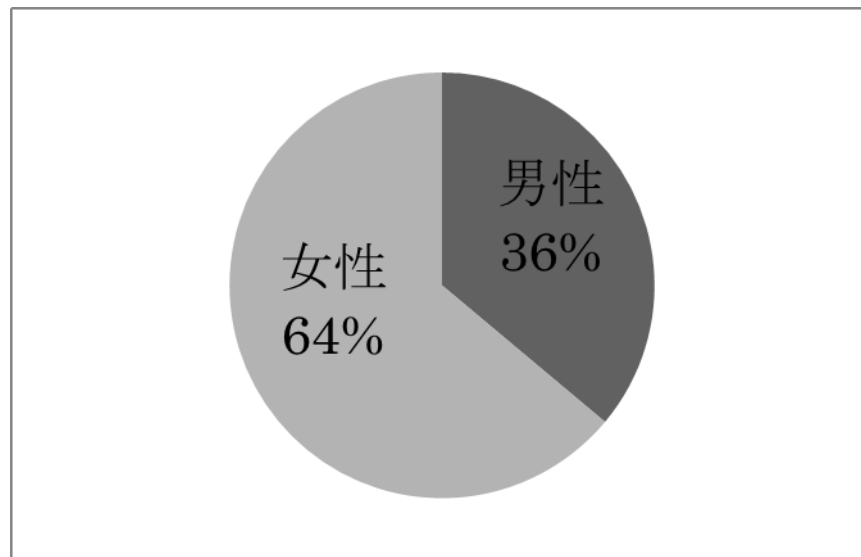


図 4.1 登録者の性別構成 (n=327)

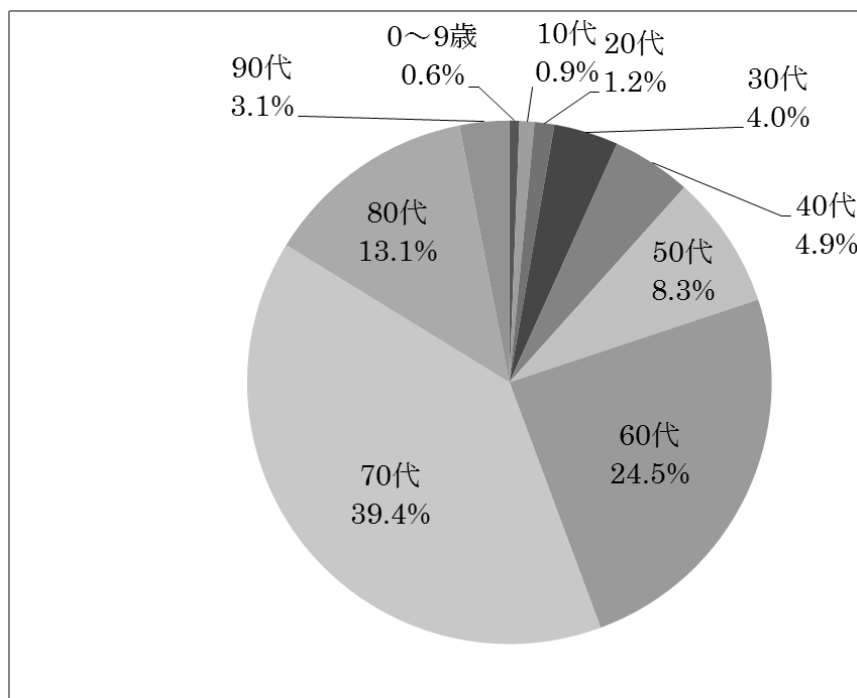


図 4.2 登録者の年齢構成 (n=327)

4. 1. 2 登録時に行ったアンケート結果について

(1) 普段の交通手段

最も多かった登録者の普段の交通手段は自転車で、次いで徒歩であった。これらの層はオンデマンド交通に短期間で転換しやすい層であり、順当な結果であると考えられる。

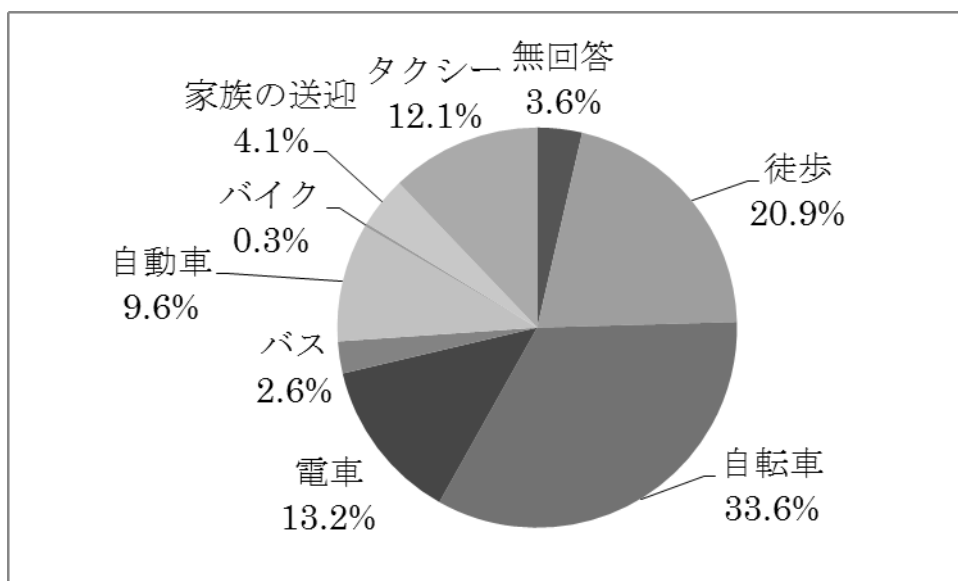


図 4.3 普段もっとも良く使う交通手段 (n=327)

(2) 家庭における自家用車の利用

家庭において、自家用車を利用している登録者は半数程度であった。(1) のアンケート結果では、自動車および家族の送迎を利用している登録者は 14%程度であったことを考えると、オンデマンドバス登録者は車を利用しなければならないほど遠くに移動することが少ないのではないかと考えられる。

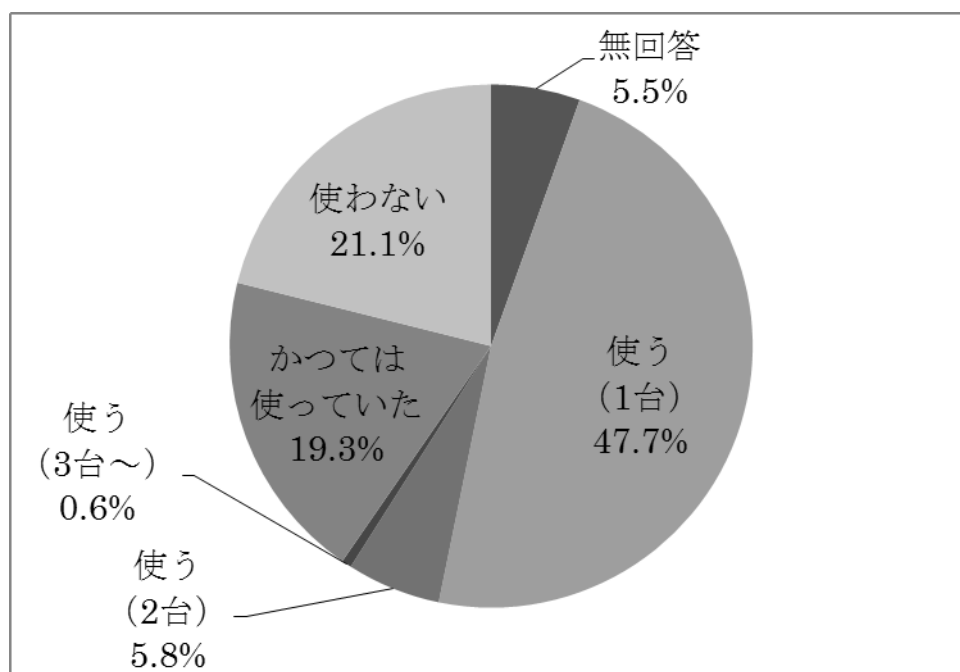


図 4.4 家庭で自家用車を使っているかどうか (n=327)

4. 1. 3 実際に利用した乗客の性別・年齢構成

今回の実験では短時間の実験であったため、利用者登録を行ったが 1 度もオンデマンドバスに乗車していない利用者も多かった。一度以上乗車した乗客を調べたところ、88 人であった。図 4.5 には、一度以上乗車した乗客の性別構成を、図 4.6 には一度以上乗車した乗客の年齢構成を示す。利用者登録の段階と比較し、実利用者の構成を見ると女性の割合が 69%と若干割合が増えている。また、登録者の年齢構成は高齢者中心だったが、実利用者の構成を見ると 60 代以上の年代ですべて割合が小さくなり、逆に若い層で利用率が上がっていた。

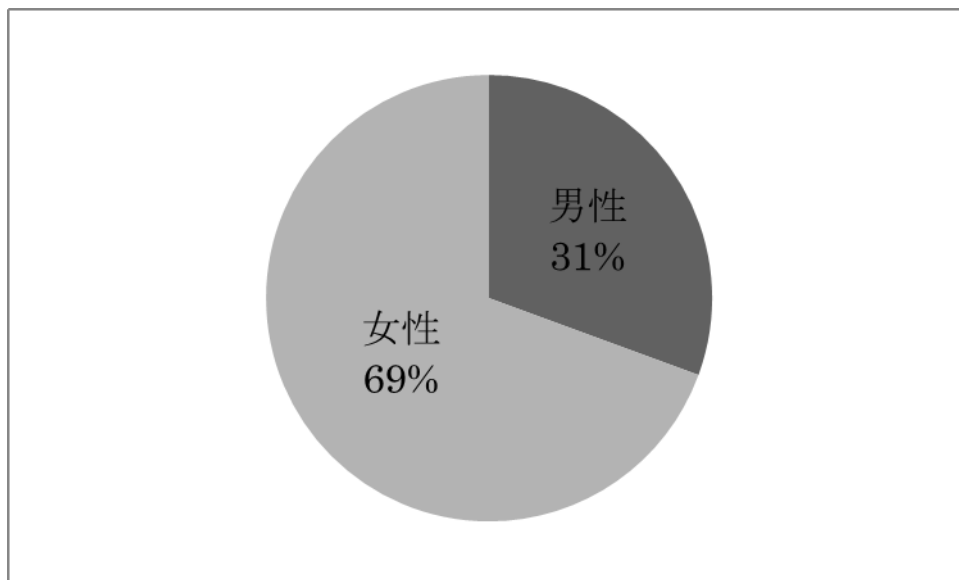


図 4.5 一度以上乗車した乗客の性別構成（利用者：n=88）

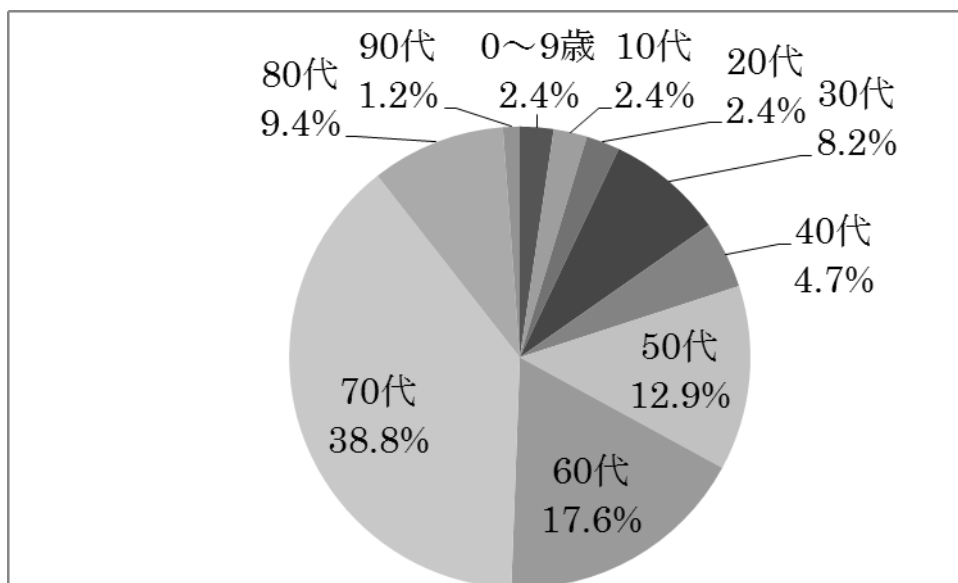


図 4.6 一度以上乗車した乗客の年齢構成（利用者：n=88）

4. 1. 4 実際に利用した乗客の、登録時のアンケート結果について

4.1.2 と同様のアンケートについて、登録後実際に利用した乗客に限って集計した結果について述べる。

(1) 普段の交通手段

登録者全体について集計した結果と比較し大幅な傾向の変化は見られなかったが、電車を利用する人の割合が 3%、自転車を利用する人の割合が 6%程度下がり、徒歩で移動していた乗客の割合が 5%程度、タクシーを利用していた乗客が 2%程度上昇していることが分かる。その他の交通手段についてはほぼ変化はない。これは、非常に体力や時間を使う徒歩移動やより費用のかかるタクシーからの代替交通手段としてオンデマンドバスは適しているのに対し、自転車に乗ることのできる人は相対的に代替手段として魅力を感じられておらず、少し割合が下がってしまったと考えられる。ただし割合が下がったとはいえ依然として自転車からの転換は多く、オンデマンド交通の主たるターゲットと言えるだろう。

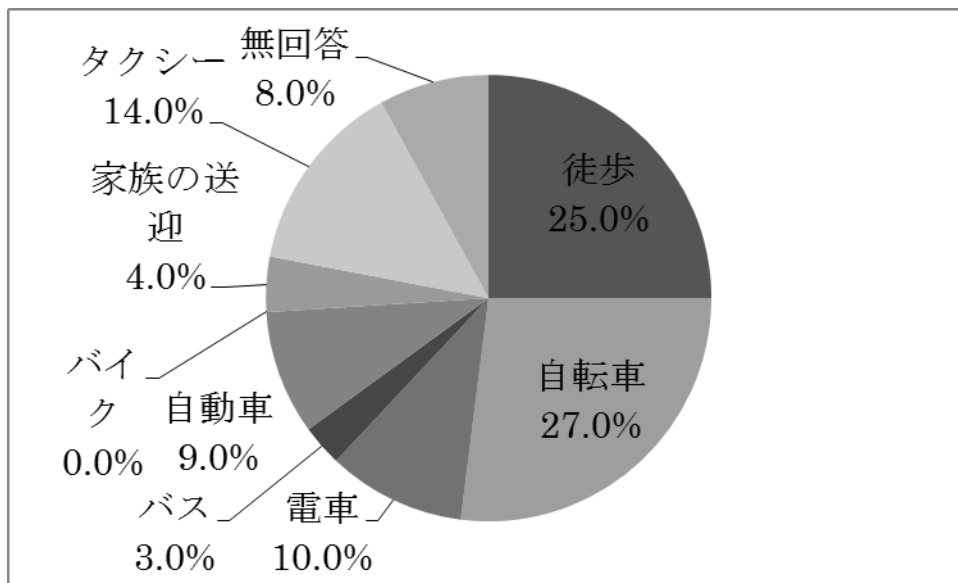
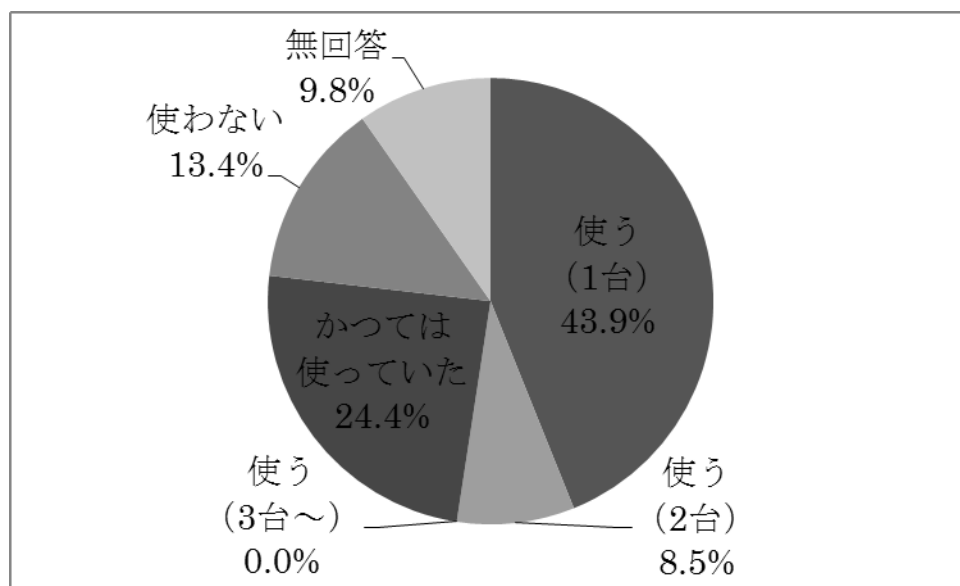


図 4.7 実際に利用した人の普段の交通手段(n=88、複数回答可)

(2) 家庭における自家用車の利用

自家用車の利用に関して、全登録者での結果と比較して自動車を利用する割合はほぼ等しいことが分かる。大きく違うのは自動車を使わない乗客の内訳である。登録者全体に比べ利用者では自動車をかつては使っていた人の割合が大きく、家庭で自動車を使わない人の割合が小さい。これは、もともと家庭で自動車を使わない人には各自の交通手段が確立しているのに比べ、かつて使っていたものの現在使っていない人は代替交通手段が定まっておらず、この新しいオンデマンド交通を利用する動機が比較的強かったからであると考えられる。



4. 1. 5 まとめ

本実験では短期間の実験であったため、実際に利用した乗客は登録者 327 人中 88 人であった。登録も実利用も女性・高齢者中心であったが、女性は登録よりも実利用の方が割合が高かったのに対し、高齢者は実利用よりも登録の方が割合が高かった。

4. 2 利用実績 (予約件数および利用者数の推移)

4. 2. 1 予約件数および利用者数の推移

図 4.8 に予約件数および利用者数の推移を示す。利用者数は実際に乗車した乗客数、予約件数は予約の件数をしめす。総予約件数は 335 件である。利用者数が予約件数よりも多いことがあるのは、一度の予約で同乗者の予約をまとめてすることができるためである。図を見ると、初めの頃に若干多めに利用され、その後は一度落ち込んでから再び予約件数および利用者数ともに若干の増加傾向を見せ、12 月ごろから横ばいになったことがわかる。これは、初めは新しいものに対する興味から利用され、時が進むにつれて興味ではなく実際の交通手段として徐々にオンデマンドバスが浸透していき、12 月近辺で周知が完了したと考えられる。

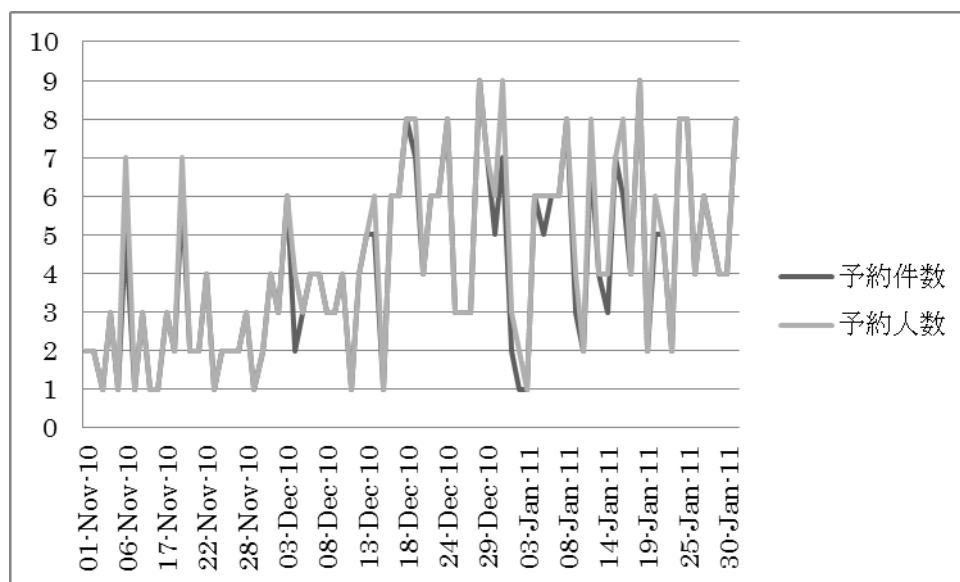


図 4.8 予約件数および利用人数の推移

4. 2. 2 1号車 2号車の運搬人数の違い

図 4.9 に車両別の輸送人数を示す。1号車は6時～14時30分、2号車は14時30分～23時の間運行していた。図を見ると、1号車の方が30人ほど輸送人数が多いが、3か月という実験期間を考えるとその差は1日当たり1人以下であり、大きな差はないと考えられる。

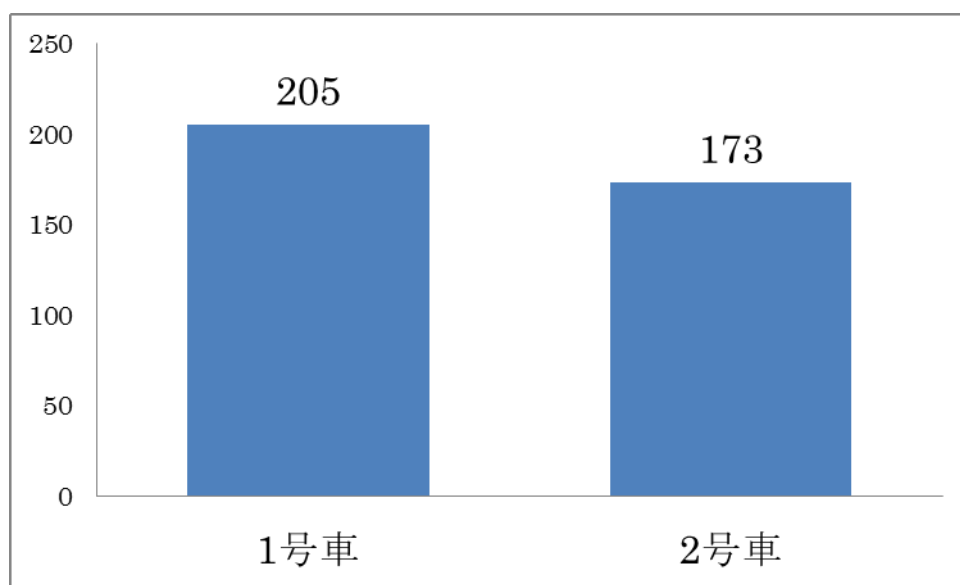


図 4.9 車両別の予約件数

4. 3 時間帯別の利用状況

時間帯別の利用状況を下図に示す。この地域では、朝夕よりも13時~14時台の昼間の利用が最も多いことが分かる。これは、通勤や通学などの用途にはあまり利用されなかったことを示していると考えられる。登録者の大半が高齢者であったことを加味すれば妥当な結果である。特に午前6時台や午後7時以降は利用が非常に少なくなっている。ただし、9時台および22時台で、その近傍の時間と比較して利用が多くなっていることから、通勤通学に多少は利用されていたことが分かる。

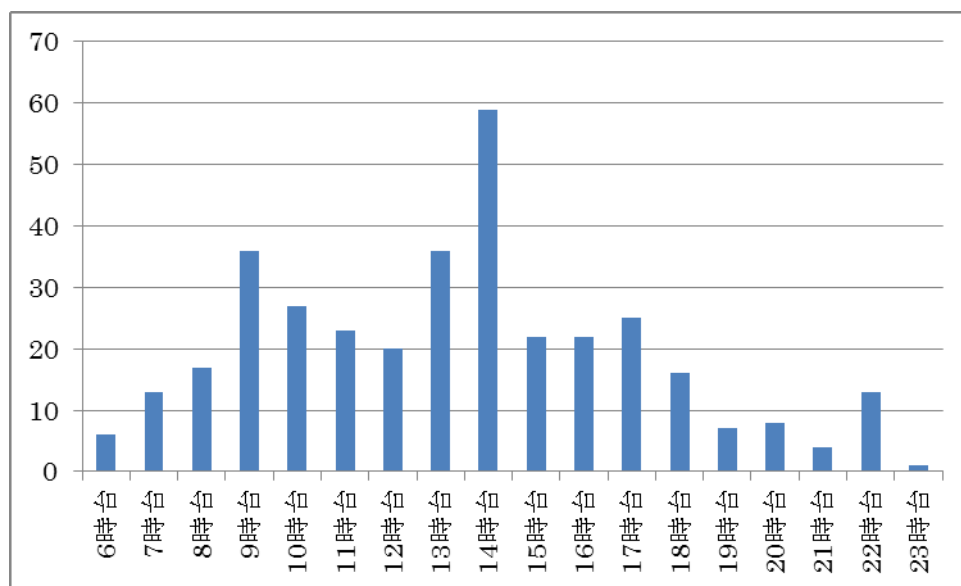


図 4.10 時間帯別の移動状況

4. 4 繰り返し利用状況

利用した利用者のうち、利用回数ごとの推移を下図に示す。図はたとえば、期間中に 5 回利用した人が 7 人いる、という意味をさす。これを見ると 88 人の利用者のうち 2 回以下の利用者が 56 人を占め、過半数となっている。一方で、3 か月の期間中に週に 1 回以上の頻度で利用した人は 4 人であった。

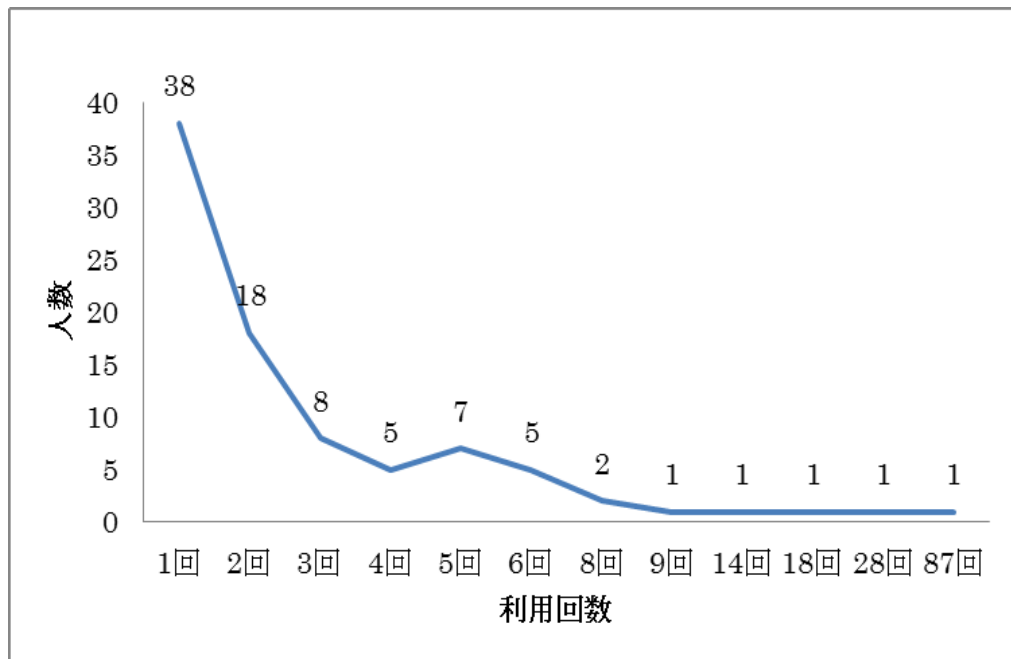


図 4.11 利用者繰り返し利用回数

4. 5 予約方法

船橋市実証運行における予約方法別の予約件数について調べた。355 件の予約のうち、オペレータに電話したのが 346 件、モバイルサイトからの予約が 9 件であった。Web サイトからの予約は 1 件もなかった。ほぼ全ての予約がオペレータへの電話でされていることが分かる。

他のプロジェクトを見ていると、オペレータが最初のうちは多いが、回線数が少なくつながらない経験を何度かすると、利用者は Web サイトやタッチパネルに移行し始める。今回は、利用者がかける電話が混雑することがなかったためにこのようにオペレータへの電話が多くなっていることが分かる。

表 4.1 予約方法別の予約件数について

方法	件数
モバイルサイト	9
オペレータ	346
Web サイト	0

4. 6 移動パターン

オンデマンドバスは、データベースに利用状況が蓄積されるため、移動パターンを導出し、地図上に表示することが出来る。また、利用時間帯や曜日、利用者の性別や年齢によって必要なデータを抽出し、都市の中の人の移動を分析することが出来る。

4. 6. 1 全実験期間の移動パターン

図 4.12 に全実験期間の移動パターンを示す。以下の図では、線の太さが移動の頻度を表す。

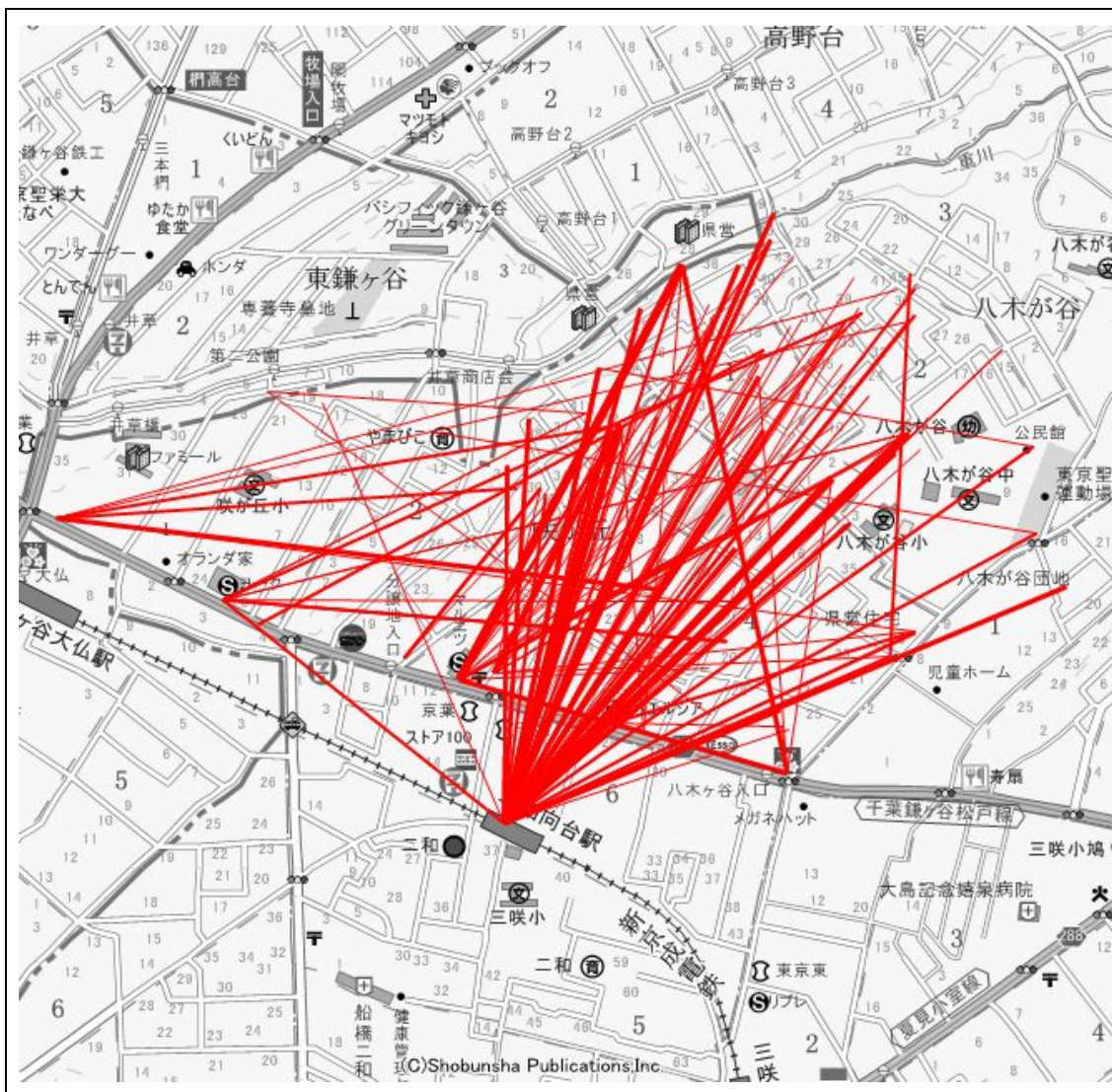


図 4.12 全体の移動軌跡

4. 6. 2 時間毎の移動履歴

時間帯毎のトリップパターンをまとめたものを図 4.13 (6 時～9 時)、図 4.14 (12 時～16 時)、図 4.15 (16 時～18 時)、図 4.16 (20 時～23 時) に示す。赤線の端にピンが立っている場所が出発地である。

図およびログデータを分析すると、朝や夜間は駅と自宅の間の移動（朝は駅へ向かう移動、夜は自宅に向かう移動）が大多数を占めることが分かる。一方、夕方を中心に他の時間帯は駅以外の、たとえば商業施設への移動が増えてくることも分かった。

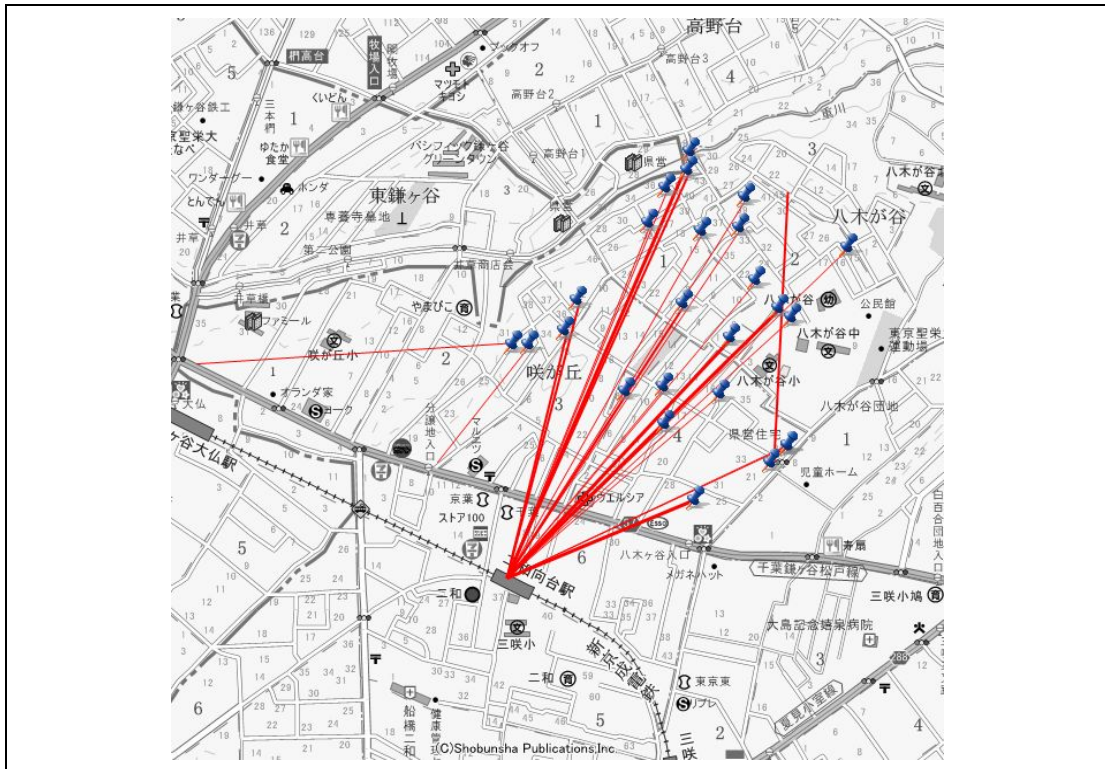


図 4.13 6 時～9 時の乗客のトリップ履歴

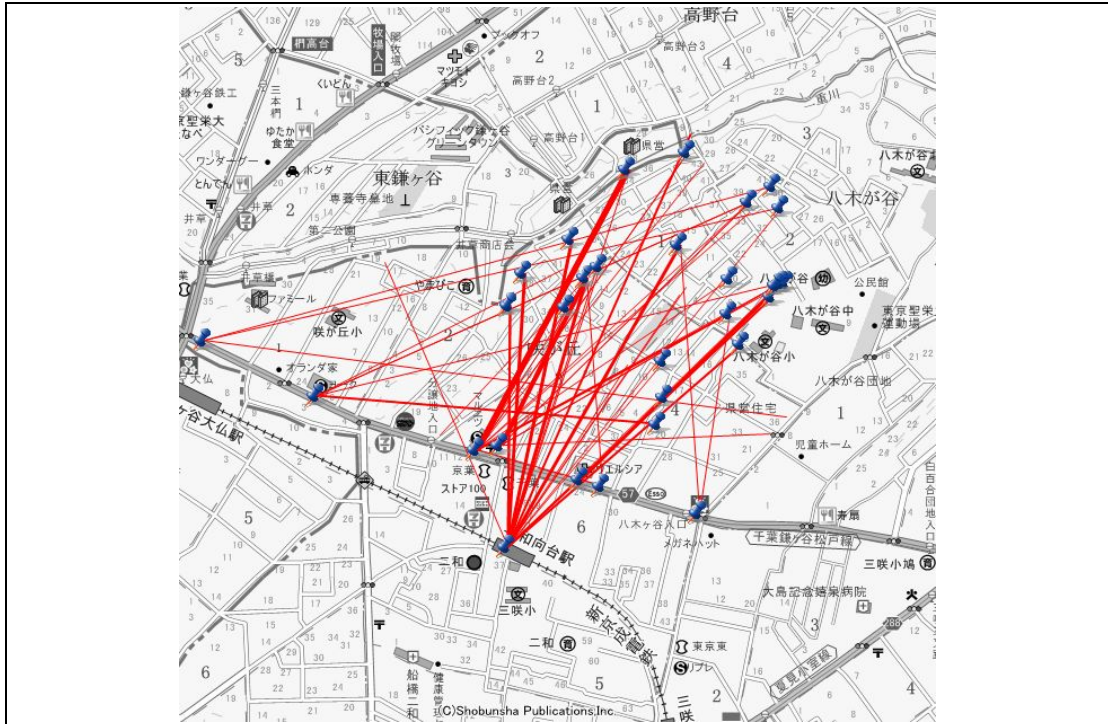


図 4.14 12 時～16 時の乗客のトリップ履歴

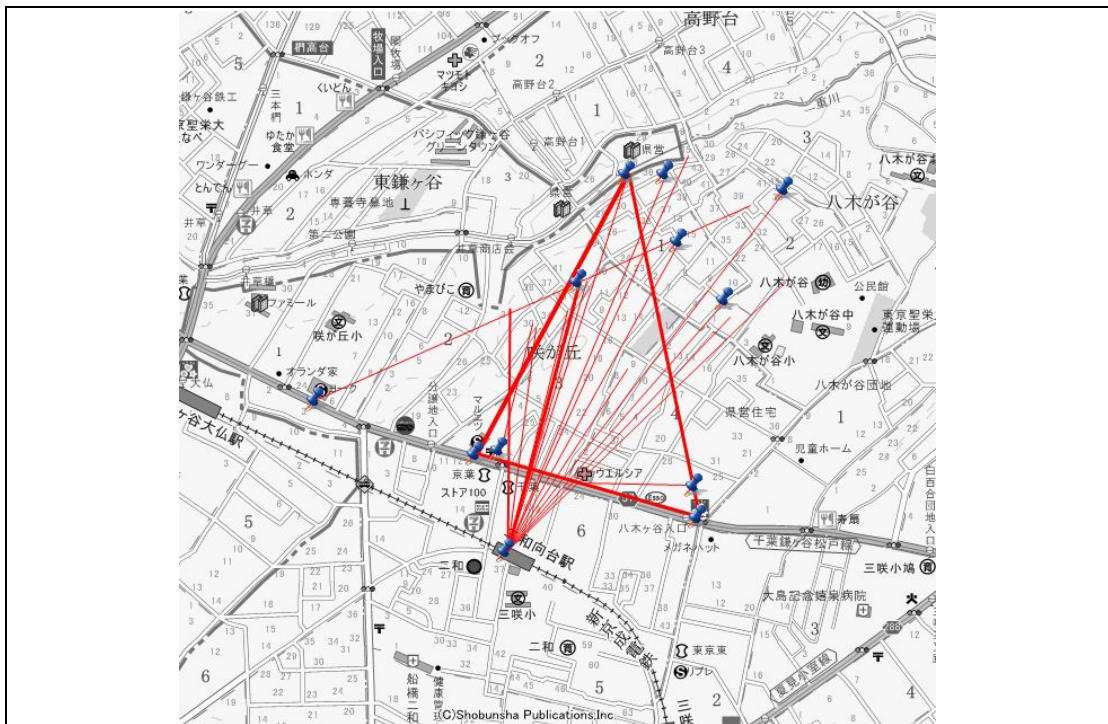


図 4.15 16 時～18 時の乗客のトリップ履歴

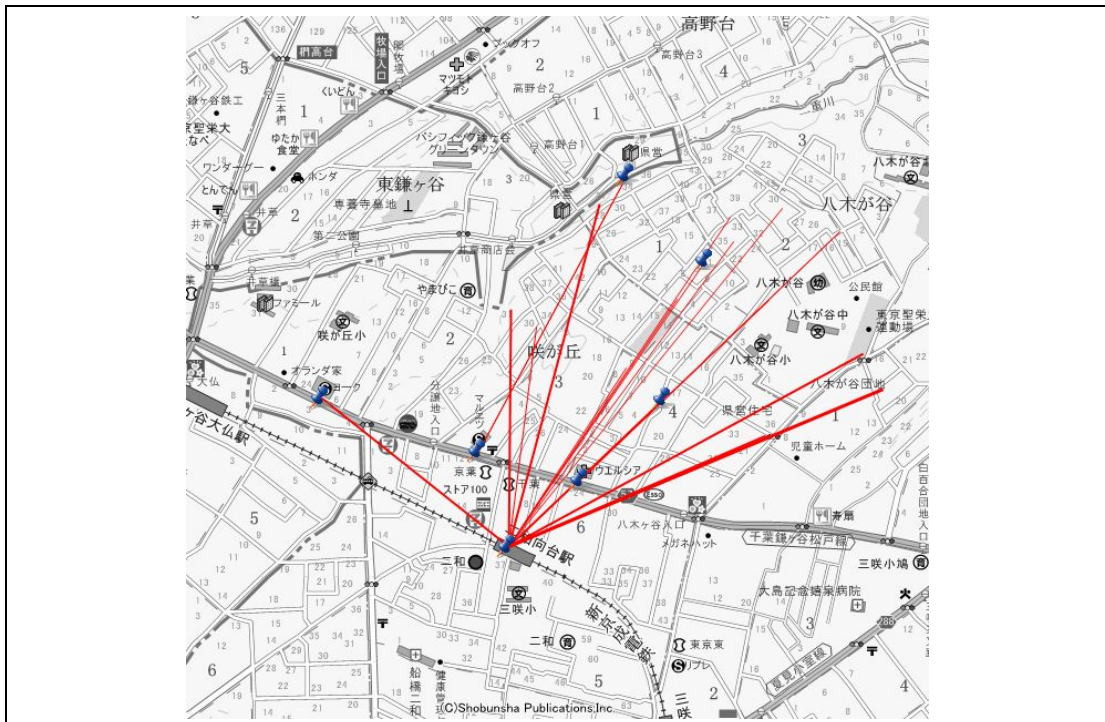


図 4.16 20 時～23 時の乗客のトリップ履歴

4. 7 高齢者および女性の移動パターン

4. 7. 1 高齢者の移動パターン

図 4.17 に 60 歳以上の移動パターンを、図 4.18 に 60 歳未満の乗客の移動パターンを示す。図を見ると、60 歳以上の移動パターンは、60 歳未満に比べ多様になっていることが分かる。これは、高齢者は比較的さまざまな用途にデマンドバスを利用しているのに対し、若い乗客はある決まった用途にしか用いないことを示している。

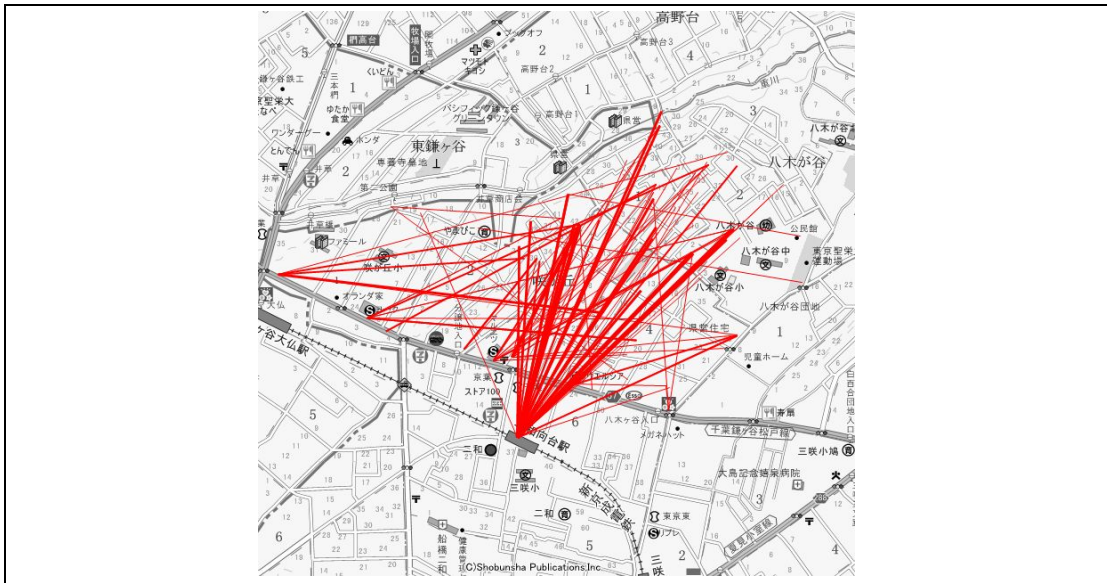


図 4.17 60 歳以上の乗客のトリップ履歴

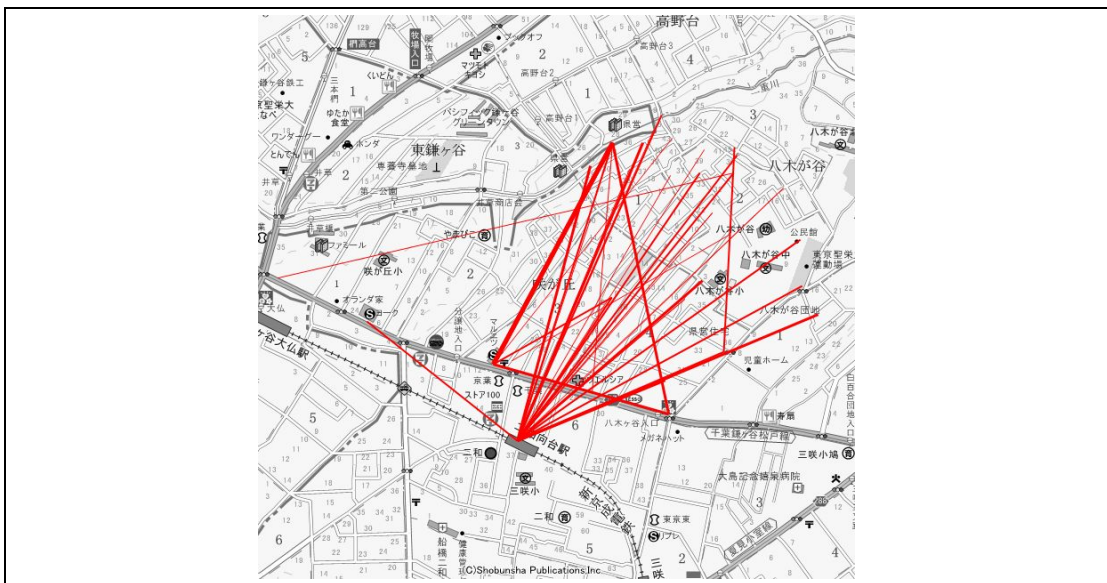


図 4.18 60 歳未満の乗客のトリップ履歴

4. 7. 2 男性と女性の移動パターンの違い

図 4.19 には男性および女性の移動パターンを示す。両図の印象は大きく異なるが、本社会実験では男女の使用頻度に倍程度の差がある。性別による利用の特徴は特に見られなかった。

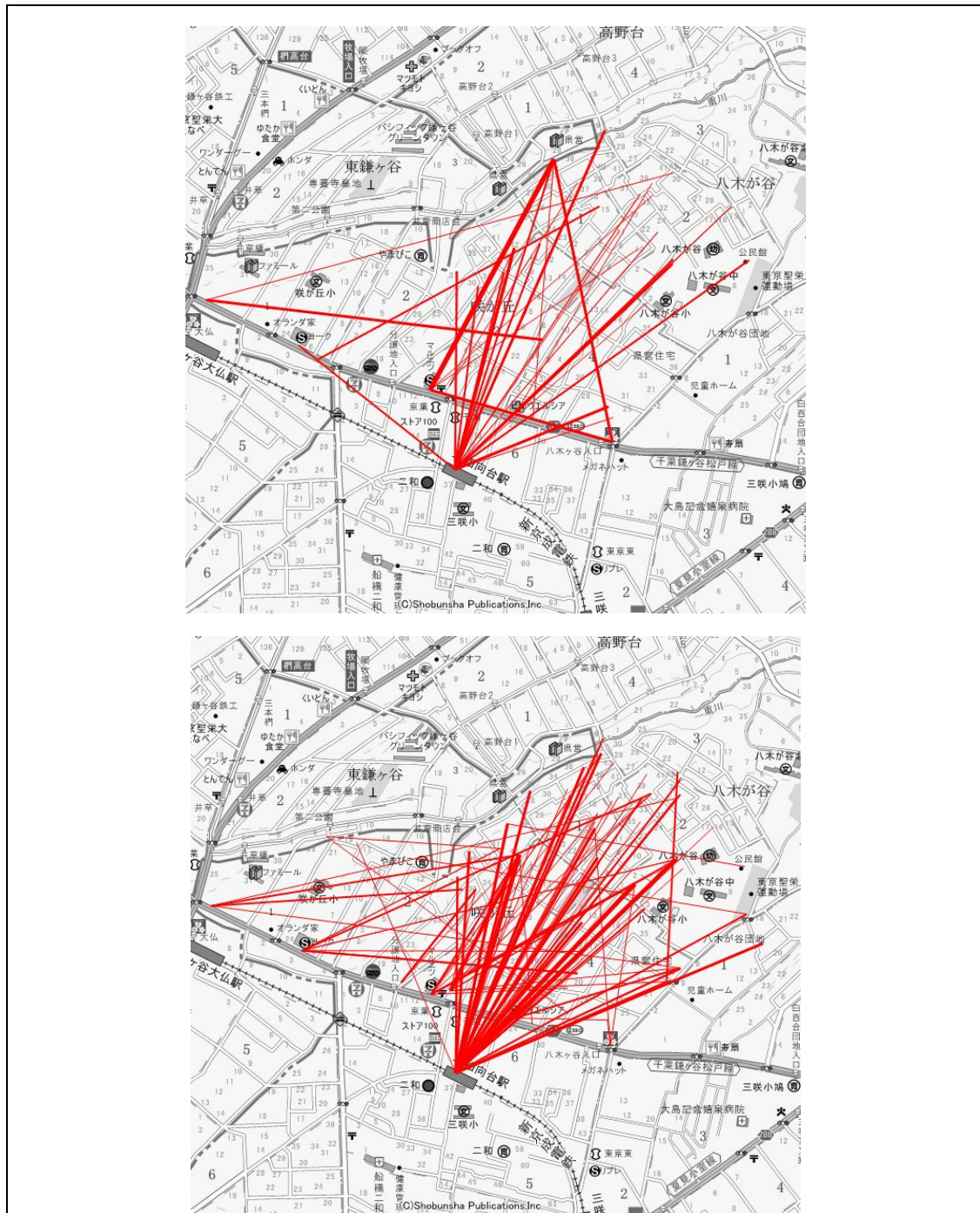


図 4.19 男性（上）・女性（下）の移動パターン

4. 8 バス停利用頻度と高利用頻度経路

4. 8. 1 バス停の利用頻度

表 4.2 には高頻度に乗車されたバス停、表 4.3 には高頻度に降車された高頻度バス停を示す。ただし登録者の自宅前のバス停は除いてある。乗車・降車ともに二和向台駅の利用が最も多かった。しかし、同じ最頻の利用でも乗車が 54 件であるのに対し、降車は 110 件となっており、駅に向かう際はオンデマンドバスを使い、帰りは別の交通手段を利用している様子が見て取れる。一方、2 位のマルエツ・郵便局は乗車と降車がほぼ同数となっており、往復ともにオンデマンドバスを利用していることが分かる。またこの表から、オンデマンドバスは非常に偏った使われ方をしていることが分かる。登録者の自宅前バス停も含めて計算すると、乗車は上位 5 か所、降車は上位 2 か所で全利用の過半数を占めていた。

表 4.2 高頻度乗車バス停の一覧

順位	乗車バス停	頻度
1 位	1 二和向台駅	54
2 位	12 マルエツ・郵便局	47
3 位	13 医療ビル (ホッとこる咲が丘)	14
4 位	7 ヨークマート	7
5 位	17 スリーエフ船橋咲が丘店	6
6 位	33 高野橋	4
7 位	15 ウエルシア船橋咲が丘店	3
7 位	20 八木が谷小学校	3
7 位	36 ナオエ整骨院	3
10 位	23 八木が谷公民館	2

表 4.3 高頻度降車バス停の一覧

順位	降車バス停	頻度
1 位	1 二和向台駅	110
2 位	12 マルエツ・郵便局	46
3 位	3 県道交差点付近	11
4 位	17 スリーエフ船橋咲が丘店	7
4 位	15 ウエルシア船橋咲が丘店	7
6 位	13 医療ビル (ホッとこる咲が丘)	6

6 位	7 ヨークマート	6
8 位	11 シダックス	3
8 位	39 咲が丘1丁目交差点②	2
8 位	18 ユアサスポーツ前	2
8 位	22 東京聖栄大学船橋グラウンド	2
8 位	28 八木が谷2丁目交差点①	2
8 位	33 高野橋	2

4. 8. 2 高頻度利用経路

予約が成立し、実車した 732 件の予約について高頻度に利用された経路の組み合わせの上位 11 件を表 4.4 に示す。全 142 組み合わせがみられたうち、上位 11 件で約 42% 占めており、本実験では決まった経路が利用されたということが分かる。

経路の上位に挙がっているのは、前述の高頻度利用バス停と同様に、二和向台駅やマルエツ・郵便局であった。

表 4.4 高頻度利用経路

乗車	降車	回数
12 マルエツ・郵便局	自宅前バス停 90	42
自宅前バス停 90	12 マルエツ・郵便局	31
自宅前バス停 53	1 二和向台駅	15
自宅前バス停 122	1 二和向台駅	12
1 二和向台駅	自宅前バス停 53	8
13 医療ビル (ホッとこる咲が丘)	自宅前バス停 53	6
自宅前バス停 100	3 県道交差点付近	5
自宅前バス停 26	1 二和向台駅	5
自宅前バス停 90	7 スリーエフ船橋咲が丘店	5
17 スリーエフ船橋咲が丘店	12 マルエツ・郵便局	5
自宅前バス停 86	1 二和向台駅	5

4. 8. 3 各バス停の利用頻度

表 4.5 に各バス停の利用頻度を示す。特に駅の利用が多いことが分かる。駅以外では、商業施設付近のバス停の利用頻度が高い。一方で、主に登録者の自宅前のバス停のほとんどは一度も利用されておらず、登録するだけして使わない人が非常に多かったことが分かる。

表 4.5 全バス停利用頻度

BusStop	バス停名称	乗車回数	降車回数
913	1 二和向台駅	54	110
915	2 千葉興業銀行向い	0	0
916	3 県道交差点付近	1	11
917	4 ひばり歯科	0	0

918	5 カラオケ本舗まねきねこ	0	0
919	6 咲が丘小学校	0	0
920	7 ヨークマート	7	6
921	8 咲が丘1丁目バス停	0	1
922	9 ガスト船橋二和店	0	0
923	10 やまびこ保育園	0	1
924	11 シダックス	2	3
925	12 マルエツ・郵便局	47	46
927	13 医療ビル (ホッとこ咲が丘)	14	6
928	14 川本医院	0	1
930	15 ウエルシア船橋咲が丘店	3	7
931	16 TSUTAYA 船橋咲が丘店	2	1
932	17 スリーエフ船橋咲が丘店	6	7
933	18 ユアサスポーツ前	1	2
936	20 八木が谷小学校	3	1
937	19 八木が谷小学校入口馬頭観音	0	0
938	21 八木が谷中学校	0	0
939	22 東京聖栄大学船橋グラウンド	1	2
940	23 八木が谷公民館	2	1
941	24 八木が谷公民館入口	0	0
942	25 第二県営住宅東	0	0
943	26 第二県営住宅入口	0	0
944	27 八木が谷幼稚園	0	0
945	28 八木が谷2丁目交差点①	1	2
946	29 八木が谷2丁目交差点②	0	0
947	30 八木が谷2丁目交差点③	0	1
948	31 八木が谷2丁目交差点④	0	0
949	32 永嶋歯科クリニック前	0	1
950	33 高野橋	4	2
951	34 咲が丘2丁目北側	0	0
952	35 寺尾ストア	0	1
953	36 ナオエ整骨院	3	1
954	37 咲が丘2丁目交差点	0	0
955	38 咲が丘1丁目交差点①	0	0
956	39 咲が丘1丁目交差点②	0	2

957	自宅前バス停 1	0	0
958	自宅前バス停 2	0	2
959	自宅前バス停 3	1	0
960	自宅前バス停 4	0	0
961	自宅前バス停 5	0	0
962	自宅前バス停 6	0	0
963	自宅前バス停 7	0	0
964	自宅前バス停 8	3	1
965	自宅前バス停 9	0	0
966	自宅前バス停 10	0	0
967	自宅前バス停 11	0	0
968	自宅前バス停 12	0	0
969	自宅前バス停 13	0	0
970	自宅前バス停 14	0	0
971	自宅前バス停 15	2	0
972	自宅前バス停 16	0	0
973	自宅前バス停 17	0	0
974	自宅前バス停 18	0	0
975	自宅前バス停 19	0	0
976	自宅前バス停 20	0	0
977	自宅前バス停 21	0	0
978	自宅前バス停 22	1	0
979	自宅前バス停 23	5	3
980	自宅前バス停 24	0	0
981	自宅前バス停 25	0	1
982	自宅前バス停 26	6	2
983	自宅前バス停 27	1	0
984	自宅前バス停 28	0	0
985	自宅前バス停 29	0	2
986	自宅前バス停 30	0	0
987	自宅前バス停 31	0	1
988	自宅前バス停 32	0	0
989	自宅前バス停 33	0	0
990	自宅前バス停 34	0	0
991	自宅前バス停 35	0	0

992	自宅前バス停 36	3	0
993	自宅前バス停 37	0	0
994	自宅前バス停 38	0	0
995	自宅前バス停 39	1	0
996	自宅前バス停 40	0	0
997	自宅前バス停 41	0	0
998	自宅前バス停 42	3	0
999	自宅前バス停 43	0	0
1000	自宅前バス停 44	0	0
1001	自宅前バス停 45	0	0
1002	自宅前バス停 46	2	0
1003	自宅前バス停 47	3	2
1004	自宅前バス停 48	0	0
1005	自宅前バス停 49	0	0
1006	自宅前バス停 50	0	0
1007	自宅前バス停 51	3	0
1008	自宅前バス停 52	0	0
1009	自宅前バス停 53	19	9
1010	自宅前バス停 54	0	0
1011	自宅前バス停 55	0	0
1012	自宅前バス停 56	0	0
1013	自宅前バス停 57	0	0
1014	自宅前バス停 58	0	0
1015	自宅前バス停 59	1	1
1016	自宅前バス停 60	0	1
1017	自宅前バス停 61	1	1
1018	自宅前バス停 62	0	0
1019	自宅前バス停 63	0	0
1020	自宅前バス停 64	0	0
1021	自宅前バス停 65	2	0
1022	自宅前バス停 66	1	0
1023	自宅前バス停 67	0	0
1024	自宅前バス停 68	0	0
1025	自宅前バス停 69	0	0
1026	自宅前バス停 70	0	0

1027	自宅前バス停 71	0	0
1028	自宅前バス停 72	0	0
1029	自宅前バス停 73	0	1
1030	自宅前バス停 74	0	0
1031	自宅前バス停 75	0	0
1032	自宅前バス停 76	0	0
1033	自宅前バス停 77	0	0
1034	自宅前バス停 78	0	0
1035	自宅前バス停 79	0	0
1036	自宅前バス停 80	0	0
1037	自宅前バス停 81	0	0
1038	自宅前バス停 82	0	0
1039	自宅前バス停 83	0	0
1040	自宅前バス停 84	0	0
1041	自宅前バス停 85	0	0
1042	自宅前バス停 86	6	3
1043	自宅前バス停 87	0	0
1044	自宅前バス停 88	0	0
1045	自宅前バス停 89	0	0
1046	自宅前バス停 90	39	42
1047	自宅前バス停 91	0	0
1048	自宅前バス停 92	0	0
1049	自宅前バス停 93	0	0
1050	自宅前バス停 94	1	0
1051	自宅前バス停 95	0	0
1052	自宅前バス停 96	0	0
1053	居酒屋 章	0	1
1054	自宅前バス停 97	0	0
1055	自宅前バス停 98	2	4
1056	自宅前バス停 99	0	0
1057	自宅前バス停 100	5	0
1058	自宅前バス停 101	4	6
1059	自宅前バス停 102	0	0
1060	自宅前バス停 103	0	0
1061	自宅前バス停 104	1	0

1062	自宅前バス停 105	0	0
1063	自宅前バス停 106	0	0
1064	自宅前バス停 107	0	0
1065	自宅前バス停 108	1	1
1066	自宅前バス停 109	0	0
1067	自宅前バス停 110	0	0
1068	自宅前バス停 111	0	0
1069	自宅前バス停 112	0	2
1070	自宅前バス停 113	1	3
1071	自宅前バス停 114	0	1
1072	自宅前バス停 115	1	0
1073	自宅前バス停 116	0	0
1074	自宅前バス停 117	0	0
1075	自宅前バス停 118	0	0
1076	自宅前バス停 119	1	0
1077	自宅前バス停 120	0	0
1078	自宅前バス停 121	0	0
1079	自宅前バス停 122	15	3
1080	自宅前バス停 123	1	1
1081	自宅前バス停 124	0	0
1082	自宅前バス停 125	0	0
1083	自宅前バス停 126	0	0
1084	自宅前バス停 127	5	0
1085	自宅前バス停 128	1	0
1086	自宅前バス停 129	0	0
1087	自宅前バス停 130	0	3
1088	自宅前バス停 131	0	0
1089	自宅前バス停 132	0	0
1090	自宅前バス停 133	0	0
1091	自宅前バス停 134	0	0
1092	自宅前バス停 135	0	0
1093	自宅前バス停 136	0	0
1094	自宅前バス停 137	0	0
1095	自宅前バス停 138	0	0
1096	自宅前バス停 139	0	0

1097	自宅前バス停 140	0	0
1098	自宅前バス停 141	0	0
1099	自宅前バス停 142	0	0
1100	自宅前バス停 143	0	0
1101	自宅前バス停 144	1	1
1102	自宅前バス停 145	0	0
1103	自宅前バス停 146	0	0
1104	自宅前バス停 147	0	0
1105	自宅前バス停 148	4	0
1106	自宅前バス停 149	0	0
1107	自宅前バス停 150	0	0
1108	自宅前バス停 151	0	0
1109	自宅前バス停 152	0	0
1110	自宅前バス停 153	0	0
1111	自宅前バス停 154	0	0
1112	自宅前バス停 155	0	0
1113	自宅前バス停 156	0	0
1114	自宅前バス停 157	0	0
1115	自宅前バス停 158	0	0
1116	自宅前バス停 159	4	0
1117	自宅前バス停 160	0	0
1118	自宅前バス停 161	0	0
1119	自宅前バス停 162	0	0
1120	自宅前バス停 163	0	0
1121	自宅前バス停 164	0	0
1122	自宅前バス停 165	0	0
1123	自宅前バス停 166	0	0
1124	自宅前バス停 167	0	0
1125	自宅前バス停 168	0	0
1126	自宅前バス停 169	0	0
1127	自宅前バス停 170	0	0
1128	自宅前バス停 171	1	0
1129	自宅前バス停 172	0	0
1130	自宅前バス停 173	1	0
1131	自宅前バス停 174	4	0

1132	自宅前バス停 175	0	0
1133	自宅前バス停 176	0	0
1134	自宅前バス停 177	0	0
1135	自宅前バス停 178	0	1
1136	自宅前バス停 179	0	0
1137	自宅前バス停 180	0	0
1138	自宅前バス停 181	0	0
1139	自宅前バス停 182	0	0
1140	自宅前バス停 183	2	0
1141	自宅前バス停 184	0	0
1142	自宅前バス停 185	0	0
1143	自宅前バス停 186	0	0
1144	自宅前バス停 187	0	0
1145	自宅前バス停 188	3	2
1146	自宅前バス停 189	0	0
1147	自宅前バス停 190	0	0
1148	自宅前バス停 191	0	0
1149	自宅前バス停 192	0	0
1150	自宅前バス停 193	0	0
1151	自宅前バス停 194	0	0
1152	自宅前バス停 195	0	0
1153	自宅前バス停 196	0	0
1154	自宅前バス停 197	0	0
1155	自宅前バス停 198	0	0
1156	自宅前バス停 199	0	0
1157	自宅前バス停 200	2	1
1158	自宅前バス停 201	0	0
1159	自宅前バス停 202	0	0
1160	自宅前バス停 203	0	0
1161	自宅前バス停 204	0	0
1162	自宅前バス停 205	0	1
1163	自宅前バス停 206	0	0
1164	自宅前バス停 207	0	0
1165	自宅前バス停 208	0	0
1166	自宅前バス停 209	0	0

1167	自宅前バス停 210	0	0
1168	自宅前バス停 211	0	0
1169	自宅前バス停 212	0	0
1170	自宅前バス停 213	0	0
1171	自宅前バス停 214	0	0
1172	自宅前バス停 215	1	0
1173	自宅前バス停 216	1	0
1174	自宅前バス停 217	0	0
1175	自宅前バス停 218	0	0
1176	自宅前バス停 219	0	0
1177	自宅前バス停 220	0	0
1178	自宅前バス停 221	0	1
1179	自宅前バス停 222	0	0
1180	自宅前バス停 223	0	0
1181	自宅前バス停 224	0	0
1182	自宅前バス停 225	0	1
1183	自宅前バス停 226	2	3
1184	自宅前バス停 227	0	0
1185	自宅前バス停 228	1	0
1186	自宅前バス停 229	0	0
1187	自宅前バス停 230	0	0
1188	自宅前バス停 231	2	2
1189	自宅前バス停 232	0	0
1190	自宅前バス停 233	2	0
1191	自宅前バス停 234	0	0
1192	自宅前バス停 235	2	0
1193	自宅前バス停 236	1	1
1194	自宅前バス停 237	1	1
1195	メガネストア二和向台店	0	0
1196	自宅前バス停 238	0	0
1197	自宅前バス停 239	0	0
1198	美容室ペアー	0	0
1199	自宅前バス停 240	0	0
1200	自宅前バス停 241	0	0
1201	自宅前バス停 242	0	0

1202	自宅前バス停 243	0	0
1203	自宅前バス停 244	0	0
1204	自宅前バス停 245	2	2
1205	自宅前バス停 246	0	0
1206	自宅前バス停 247	0	0
1207	自宅前バス停 248	0	0
1208	自宅前バス停 249	0	0
1209	自宅前バス停 250	0	0
1210	自宅前バス停 251	0	0
1211	自宅前バス停 252	0	0
1212	自宅前バス停 253	1	0
1213	自宅前バス停 254	0	0
1214	自宅前バス停 255	0	0
1215	自宅前バス停 256	0	0
1216	自宅前バス停 257	0	0
1217	自宅前バス停 258	0	0
1218	自宅前バス停 259	0	0
1219	自宅前バス停 260	0	0
1220	自宅前バス停 261	0	0
1221	自宅前バス停 262	0	0
1222	自宅前バス停 263	0	0
1223	自宅前バス停 264	0	0
1224	自宅前バス停 265	1	0
1225	自宅前バス停 266	0	0
1226	自宅前バス停 267	0	0
1227	自宅前バス停 268	0	0
1228	自宅前バス停 269	0	0
1229	自宅前バス停 270	0	0
1230	自宅前バス停 271	0	0
1231	自宅前バス停 272	0	0
1232	自宅前バス停 273	0	0
1233	自宅前バス停 274	0	0
1234	自宅前バス停 275	0	0
1235	自宅前バス停 276	0	0
1236	自宅前バス停 277	0	0

1237	自宅前バス停 278	0	0
1238	自宅前バス停 279	0	0
1239	自宅前バス停 280	0	0
1240	自宅前バス停 281	0	0
1241	自宅前バス停 282	0	0
1242	自宅前バス停 283	0	0
1243	自宅前バス停 284	0	0
1244	自宅前バス停 285	1	0
1245	自宅前バス停 286	0	0
1246	自宅前バス停 287	0	0
1247	自宅前バス停 288	0	0
1248	自宅前バス停 289	0	0
1249	自宅前バス停 290	0	0
1250	自宅前バス停 291	0	0
1251	自宅前バス停 292	0	0
1252	自宅前バス停 293	0	3
1253	自宅前バス停 294	0	0
1254	自宅前バス停 295	0	1
1255	自宅前バス停 296	0	0
1256	自宅前バス停 297	0	0
1257	自宅前バス停 298	0	0
1258	自宅前バス停 299	0	0
1259	自宅前バス停 300	0	0
1260	自宅前バス停 301	1	0
1261	自宅前バス停 302	0	0
1262	自宅前バス停 303	0	0
1263	自宅前バス停 304	0	0
1264	自宅前バス停 305	0	0
1265	自宅前バス停 306	0	0
1266	自宅前バス停 307	0	0
1267	自宅前バス停 308	0	0
1268	自宅前バス停 309	0	0
1269	自宅前バス停 310	0	0
1270	自宅前バス停 311	0	0
1271	自宅前バス停 312	0	0

1272	自宅前バス停 313	0	0
1273	自宅前バス停 314	0	0

第5章 オンデマンド交通社会実験途中アンケート

オンデマンドバスを利用した人・登録のみで利用しなかった人に対してアンケートを行った。

5.1 アンケートの方法と回収率

5.1.1 アンケートの方法

(1) アンケートの概要

アンケートの方法は郵送法を用いた。利用登録者の中からランダムサンプリングで50名を抽出し、アンケート用紙を送って回答を求めた。

(2) アンケートの目的と対象者の分類

アンケートの目的は、本実証実験の利用頻度別に下表の様な点を聞くことである。

表 5.1 アンケートの対象者の分類について

ターゲット	アンケートで聞きたい事
予約をして利用した人	・利用して便利に感じた点 ・利用して不便に感じた点
予約をしたが、利用しなかった人	・予約までしたのに利用しなかった／できなかった理由
登録をしていたが、予約をしなかった人	・登録をしたにも関わらず、予約／利用をしなかった理由。

(3) 送付したアンケートについて

送付したアンケートはAPPENDIX：実験終了後のアンケートに示す通りである。アンケートは解答用紙を含めて5枚綴りとなっている。最初の質問用紙で、自分の状態に該当するアンケートを選択し、そのアンケートのみを回答するという方式をとった。

5. 1. 2 回収率とアンケートデータのばらつき

50 通送付し、38 通の返信があった。したがって、アンケートの回収率は 76%である。一方、アンケート回答者の属性を見ると、登録したが乗っていない人が最も多く、実際に利用した人がそれに続いた。電話をかけたが乗っていない人のデータは十分な数あつめることができなかった。また、性別、年齢、居住地の属性は登録者のそれに近く、サンプルの抽出はうまくできたといえる。

表 5.2 アンケート回答者の属性（対象カテゴリ）

回答者の属性	該当人数
利用した人	8 名
電話をかけたが乗った事はない	1 名
登録はしたが乗っていない	29 名

表 5.3 アンケート回答者の属性（性別）

男	女	無回答
10	26	2

表 5.4 アンケート回答者の属性（年齢）

年齢	度数
～9	0
10～19	2
20～29	1
30～39	1
40～49	3
50～59	4
60～69	10
70～79	10
80～	5
無回答	2

表 5.5 アンケート回答者の属性（居住地）

八木が谷	咲が丘	その他
23	13	2

5. 2 アンケートの結果

5. 2. 1 利用した人が評価する点

アンケートの結果は下図に示すとおりである。利用した人が評価するポイントとして、オンデマンド交通のポイントである「電話で簡単に予約ができること（21.8%）」が最も評価され、次いで「好きな時間に乘れること（19.7%）」「色々な場所に移動できること（17.7%）」と続く。ただし、この「色々な場所に移動できる」点に関しては、他プロジェクトではこの数字が高く 3 割を超える場合が多い。したがって、むしろ利用者は移動できる目的地が少ないと感じていると考えられる。

運行時間に関しては、夜遅くまで運行している点よりも朝早く運行している点が高く評価されている。よって、もしも経費等の関係で運行時間を削減するとしたら、運行開始を遅くするよりも運行終了時刻を早めた方が良いと考えられる。

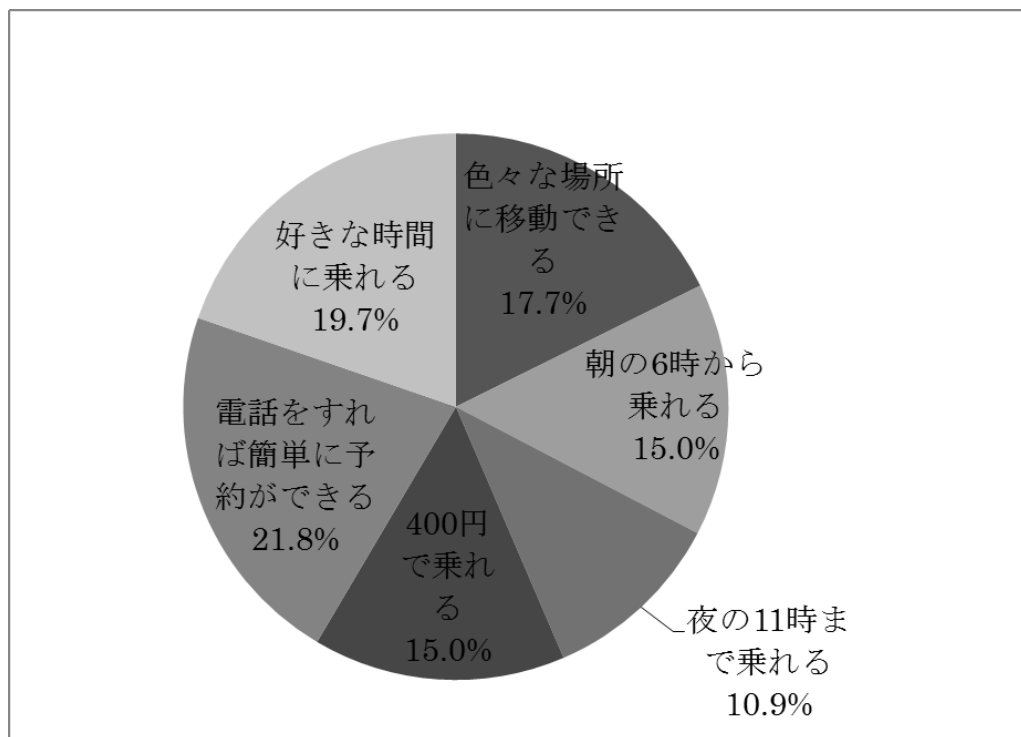


図 5.1 利用した人が評価するポイント

5. 2. 2 利用しなかった人が不満に思う点

利用者登録のみをして、期間中に一度も利用しなかった理由は以下の通りである。最も多かったのが、「とりあえず利用者登録をしてみた（35.5%）」であった。これは、周知活動によって存在を知り、その場で登録はしたものの代替交通手段から切り替えるほどの魅力がオンデマンドバスになかったことを示している。

「行きたいところまで利用できない（16.1%）」「予約の電話が手間（13.5%）」「運賃が高い（15.5%）」の声も大きく、目的地エリアを限ってしまったことや、路線バスよりも割高な運賃、予約が必要な点にも不満があり、利用に結びつかなかったことが分かる。

一方で、利用の仕方が分からないといった声は少なく、周知活動が巧く働いていることがわかった。

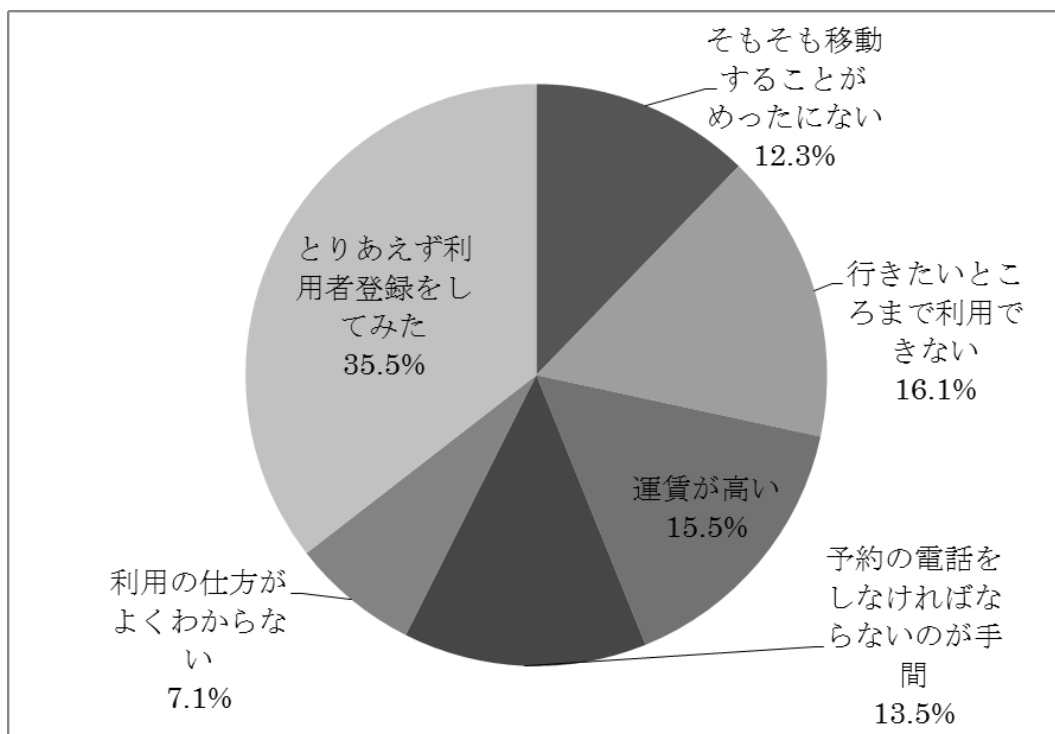


図 5.2 利用しなかった人が不満に思うポイント

5. 2. 3 全員に聞いた不便に思う点

対象者カテゴリに限らず、全員に不便に思う点を聞いたところ、もっとも多かったのが「エリア」に対する不満であった。この数字は他のプロジェクトでの結果と比較しても非常に高くなっている。今回の実験は非常にエリアが狭く、行くことのできる場所が限られていたことが不便に思われていることが分かった。一方でバス停に関する不満は少なくなっており、エリア内のバス停の密度そのものは適切であったといえる。

次に多かったのが値段に対する不満であった。1回400円という価格は、タクシーよりは割安なもの、路線バスよりは割高で、複数人で乗ればタクシーの方が安くなる可能性もあり、日常的に利用するには不便だと利用者は感じていると考えられる。

「予約」に対する不満も一定数あった。路線バスや電車、自家用車などを利用する場合は予約をしなくても乗ることができるのに対し、オンデマンドバスは毎回予約をしなければならぬため手間がかかる。その手間が不満に結びついたと考えられる。

一方で告知活動や運行時間に対する不満の声は小さかった。

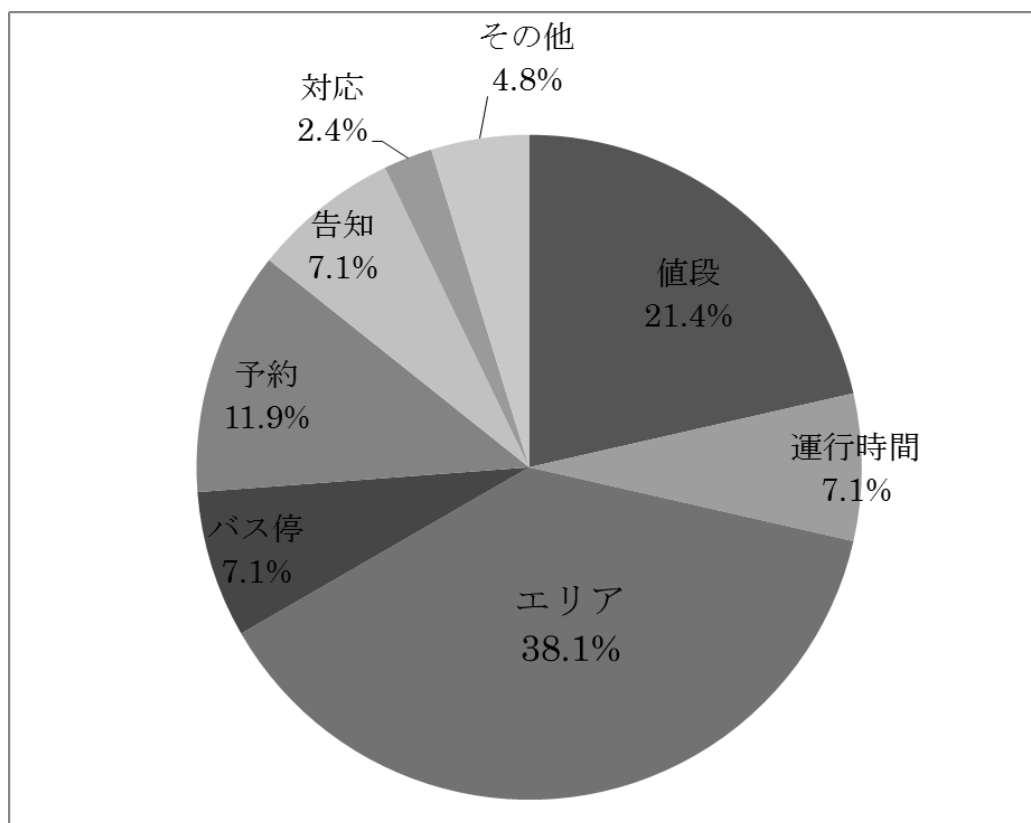


図 5.3 全員に聞いた不便に思う点（自由回答記述からキーワードを抽出）

第6章 結論

6.1 実証運行の結果

6.1.1 ログデータによる結果

平成22年11月～平成23年1月にかけて行った千葉県船橋市八木が谷・咲が丘地区におけるオンデマンド交通の実証運行の結果についてまとめた。

当該地域は、面積は小さく人口も約13,000人であるが、事前アンケートからも明らかになったとおり、公共交通機関不便地域である。この地域の住民の主な移動手段は自家用車となっている。一方、今後、高齢化が進み車の運転ができない人が増えてくる状況を考えた時に、公共交通機関の必要性を強く感じている人が多く、オンデマンド交通の導入が期待された。

実証運行の結果、3か月間の実証運行で85人に335回利用された。今年度の実証運行は非常に狭い区域に絞って実験を行ったため移動のバリエーションは限られたが、当該地域の人は二和向台駅への移動が圧倒的に多く、そこから他の交通機関に乗り換えて、別の地域に移動している状況が明らかになった。また、商業施設への移動も多いことが分かった。

6.1.2 アンケートによる評価

実証運行途中のアンケートでは、「好きな時間に乗れる点」についての評価は高かったが、「運賃の高さ」および「行くことのできる場所の少なさ」に対する不満が大きかった。「電話で簡単に予約ができる点」に関しては、利用をしている人からは評価された一方で利用をしていない人からは不便な点として多く挙げられた。

特に不満な点として大きかったのは行くことのできる場所の少なさである。利用が少ない現状においては、運行エリアを広げ乗客を増やしていく努力が必要だと考えられる。利用者が増えていけば採算も改善し、不満の大きかった運賃の高さも解消できる可能性がある。

予約の手間に関しては、利用をしている人としていない人で評価が分かれた。ここには、使ってみたら使う前に思っていたほど手間でないと感じた利用者が一定層いると考えられる。よって、予約の手間を軽減するとともに、一度でも使ってもらえるようにすることで利用が増えるのではないかと考えられる。

6. 2 次回の実証運行の案

今回の実証運行を踏まえて、次回の実証運行は以下の様にすべきである。

6. 2. 1 運行エリアの拡大

まずは、不便な点として挙げられた「行ける場所が少ない」点を改善する必要がある。運行エリアを拡大し移動可能な場所を増やせば、その分便利になり利用が増えると考えられる。今回の実験では、1日の利用件数が多くても10件に満たない程度しか利用されなかったもので、運行エリアを拡大しても車の台数を増やす必要がなく、すなわち追加費用をかけずに利用者を増やすことが可能であると考えられる。

また運行エリアを拡大することで、利便性の向上だけでなく新たに増やしたエリアに住む住民も利用者として取り込むことができるようになるので、より利用促進の効果は高まると考えられる。

6. 2. 2 運賃の引き下げ

400円という運賃は、タクシーよりは安いが日常的に利用するとなると少し割高に思われる。別のプロジェクトにおいて200円という運賃設定で実験を行ったところ、運賃に対する不満は殆ど挙がらなかったという結果もある。よって、運賃を200円程度まで引き下げる必要があると考えられる。乗客単価は減少するが、その分乗客数は増加すると思われるので、結果的に収入は増加する可能性がある。

6. 2. 3 運行時間の縮小

今回の実験では運行時間を6時～23時と設定したが、早朝や夜間は利用者が非常に少なくなっていた。そのような時間帯の運行は費用対効果が悪い。そこで、早朝夜間の運行を取りやめ経費を削減するべきである。経費を削減することができれば、上述の運賃の引き下げもしやすくなると考えられる。

6. 2. 4 初回利用のハードルの軽減

オンデマンドバスは比較的新しい交通システムであり、まだ一般市民の理解は十分には得られていない。また、利用するためにこれまでにはない予約というステップを踏む必要があるため、初回利用のハードルがかなり高いと思われる。その中で利用者を増やしていくためには、まず一度使ってもらうことが大切であると考えられる。そのために、例えば「初めての利用の際は無料」などのキャンペーンや、定期的に利用を提案する案内を送付するなどの策をうつと良いと考えられる。

APPENDIX: 実験終了後のアンケート

実験終了後に配布したアンケートを次頁から示す。アンケートは解答用紙を含めて 6 枚綴りとなっている。最初の質問用紙で、自分の状態に該当するアンケートを選択し、そのアンケートのみを回答するという方式をとった。

質問用紙

船橋市乗り合いタクシーの利用率は低く、1日平均3人程度となっております。
利用率を上げるため、任意に抽出した50名のみを対象としたアンケートとなっております。
このアンケートは回収率100%を目標としたものです。5分程度で終わりますので、回答していただき、回答用紙のみを12月25日までにポストにいらていただきますよう、よろしくお願ひします。

問1：乗り合いタクシーを利用したことがある。①～③の数字を回答用紙に記入してください。

- ① 乗った事がある。
(→【2ページ目のアンケート①】のみをご回答ください。)
- ② 予約の電話をした事はあるが、乗った事はない。
(→【3ページ目のアンケート②】のみをご回答ください。)
- ③ 予約をしたことがない。
(→【4ページ目のアンケート③】のみをご回答ください。)

！各自、いずれかのアンケートのページに移動して下さい。

※アンケートについてのお問い合わせはこちらまでお願いします。

船橋市地域公共交通活性化協議会事務局
(船橋市企画部総合交通計画課)
担当：杉原、鈴木
TEL：047-436-2055

このページは、アンケート①です。

アンケート①は問1で「乗った事がある」と回答いただいた方専用のアンケートです。

問2：以下の項目を5点（良い）から0点（悪い）まで、評価してください。ただし、6つの項目の中で、同じ点数が無いようにお願いします。つけた点数を回答用紙に記入してください。

	項目	点数 5点（良い） ← → 0点（悪い）
A	目的地（二和向台駅などいろいろな場所に移動できる点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点
B	開始時間（朝の6時から乗れる点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点
C	終了時間（夜の11時まで乗れる点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点
D	運賃（1回の乗車あたり400円である点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点
E	予約（協進交通に電話をすれば、簡単に予約ができる点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点
F	予約（タクシー感覚で好きな時間に乗れる点）	5点・4点・3点・2点・1点・0点

※A～Fで同じ点数がないようにしてください！！

※点数は回答用紙の（問2A～F）に記入してください。

問3：利用者の拡大を増やすには、この乗り合いタクシーについて、どのように変わることが1番必要だと思いますか。自由に回答ください。

回答は回答用紙の(問3)のところに記入して下さい。

問4：最後にあなた自身についてお答えください。

（当てはまる箇所に○もしくは数字を記入してください）

回答は回答用紙の(問4)のところに記入して下さい。

このページは、アンケート②です。

アンケート②は問1で「予約した事はあるが、乗った事はない。」と回答いただいた方専用のアンケートです。

問2：予約の電話をかけていただいたにも関わらず、ご乗車にまで至らなかった原因をお聞かせ下さい。以下の項目でその原因にあてはまるかどうかを教えてください。当てはまる場合は◎を、まあまああてはまる場合は○を、あてはまらない場合は×を回答用紙に記入してください。

	項目	点数		
A	行きたいところまで利用できないことがわかった	◎	○	×
B	オペレータの対応が悪かった	◎	○	×
C	運賃（400円）が高い	◎	○	×
D	都合の良い時間の予約がとれなかった	◎	○	×
E	電話をすると、予約前にアンケートがあり不快に思った	◎	○	×
F	予約はしたが、当日急な用事等で乗る事ができなかった	◎	○	×

※点数は回答用紙の（問2A～F）に記入してください。

問3：利用者の拡大を増やすには、この乗り合いタクシーについて、どのように変わることが1番必要だと思いますか。自由に回答ください。

回答は回答用紙の(問3)のところに記入して下さい。

問4：最後にあなた自身についてお答えください。

(当てはまる箇所に○もしくは数字を記入してください)

このページは、アンケート③です。

回答は回答用紙の(問4)のところに記入下さい。

アンケート③は問1で「予約をしたことがない。」と回答いただいた方専用のアンケートです。

問2：利用者登録をしていただいたにも関わらず、予約の電話をかけていただけない原因をお聞かせ下さい。以下の項目でその原因にあてはまるかどうかを教えてください。当てはまる場合は◎を、まあまああてはまる場合は○を、あてはまらない場合は×を回答用紙に記入してください。

	項目	点数		
		◎（あてはまる）、×（あてはまらない）		
A	そもそも移動する事がめったにない	◎	○	×
B	行きたいところまで利用できない	◎	○	×
C	運賃（400円）が高い	◎	○	×
D	予約の電話をしなければならないのが手間	◎	○	×
E	利用者登録をしたものの、利用の仕方がよく分からない	◎	○	×
F	とりあえず利用者登録をした	◎	○	×

※点数は回答用紙の（問2A～F）に記入してください。

問3：利用者の拡大を増やすには、この乗り合いタクシーについて、どのように変わることが1番必要だと思いますか。自由に回答ください。

回答は回答用紙の(問3)のところに記入下さい。

問4：最後にあなた自身についてお答えください。

（当てはまる箇所に○もしくは数字を記入してください）

回答は回答用紙の(問4)のところに記入下さい。

回答用紙

この回答用紙のみを返信用封筒に入れて、返信下さい。

問 1	
問 2 A	
問 2 B	
問 2 C	
問 2 D	
問 2 E	
問 2 F	
問 3	
問 4	男性 ・ 女性 年齢： 歳 住所： 咲が丘 / 八木が谷 / その他

アンケートは以上です。返信用封筒に入れ、切手をはらずにポストに投函下さい。

回答締め切り：1 2 月 2 5 日（当日消印有効）

※乗り合いタクシーの応援メッセージ、改善点、要望などあれば、裏面に自由にお書き下さい。