

フレックスバスの予約・配車システムの開発*

Development of Flex-Bus Reservation and Dispatch System *

原文宏**・若菜千穂**大越紀幸***塩谷彰弘****千葉博正*****

By Fumihiko HARA**¹⁾・Chiho WAKANA**²⁾・Noriyuki Okoshi***

Akihiro SHIOTANI****・Hiromasa CHIBA*****

1. はじめに

帯広市では「フレックスバス（愛称：フレ愛リンバス）」の実証実験を実施している。フレックスバスは、小型バス車両を使った需要応答型交通を指す造語であり、DRT（Demand Responsive Transport）の一種である。このタイプのバスシステムの先駆的な事例であるスウェーデンの「フレックスルート」がベースになって、このような名称が使われるようになったと推測される。

このようなDRT型の小型バスによる乗合バスは、乗降の順序や到着時間をあらかじめ運転手や乗客に知らせる必要があるため、通常の路線バスにはない予約・配車システムが必要である。

そのため、帯広市へのDRT導入にあたって、予約・配車システムに関する先進事例調査を実施した。具体的にはスウェーデンや我が国の先進事例の文献調査や現地視察と関係者ヒアリングを行った。

これらの調査結果から、予約・配車システムシステムを) 迂回路方式、) フレックスルート方式、) フルデマンド方式の3形態に分類し、それぞれの特徴を整理し、帯広市のフレックスバスシステムへの導入について検討を行った。

帯広市の実証実験には、このような調査結果に基づいて独自に) 及び) と) の中間的なシステムを開発し、実際の運行に適用する中で修正や改善を加えるとともに、2つのシステムの作業性、経済性などの検討を行い、最終的に) のシステムを

*キーワード：フレックスバス、DRT、予約配車システム

**¹⁾ 正員、工博（社）北海道開発技術センター
（札幌市中央区南1条東2丁目11番地）
（TEL011-271-3028、FAX011-271-5115）

**²⁾ 正員、工修（社）北海道開発技術センター
***非会員、（有）SDサービス

****非会員、（株）日本データサービス

*****正員、工博、札幌大学経営学部

基本とした。

本論文では、このような帯広市のフレックスバス実証実験にあたって検討を行った予約・配車システムについて、事例調査、開発経緯、システムの概要、運転手やオペレーターからのヒアリング調査結果、実際の所用時間と計算結果の比較等について報告し、フレックスバスの予約・配車システムのあり方について考察する。

2. 事例調査

フレックスバスの予約・配車システムは、フレックスバスの運行システムそのものであることから、フレックスバスの分類ごとに記述する。

また、帯広市は、バス車両（ミニバスを含む）を使用し、ドアツードアサービスは行わない条件であった。このような条件で現在運行されているフレックスバスは、大まかに以下の3種類に分類される。

(1) 迂回路方式

東京の渋谷と代官山を結ぶ「東急トランセ」などに代表される、基本ルート以外にデマンド対応の迂回路を持つ、ルートデビエーション方式のデマンドバスである。

迂回路のデマンド区間のバス停には、呼び出しボタンが設置されており、ボタンを押すとデマンド区間の入り口にバスへ迂回を要請する表示が点灯する。運転手が見て確認ボタンを押すと「まもなくまいります」がバス停に表示されるシステム。

(2) フレックスルート方式

秋田県鷹巣町の実験¹⁾やスウェーデンのフレックスルート²⁾の形態である。起終点、需要対応型停留地点、出発時間が設定されているが、経路は自

由である。各戸から 150m 程度に配置された中間停留所のうち、需要のある箇所だけを結んで起終点を往復する。

電話による予約受付、乗降順序と到着時間の計算、到着時間のコールバックなどの機能をもった予約センターが必要である。

(3) フルデマンド方式

高知県中村市において実施されている「中村まちバス」³⁾の形態である。起終点や時刻表がなく、経路も自由である。面的に配備された需要対応型停留地点の間を需要にあわせて自由に運行する。

起終点を持たないためバス車両の位置検知(GPS)が必要であり、その時のバス位置とデマンドの分布から短時間に、昇降順序、走行経路、到着時間を計算し、リアルタイムに利用者や運転者に運行情報を提供する高いレベルの情報通信機能をもった予約センターが必要である。

(4) 予約配車システムの比較

各フレックスバスの予約配車システムについて比較したものを表-1 に示す。主な予約システムの機能としては、オペレーターの存在、昇降順序の検索、到着時間の計算、コールバック(確認電話)の必要性、運行スケジュールの運転手への連絡、最適経路の検索、車両位置検知などが上げられる。

迂回路方式は、基本が路線バスであるため、予約システムはいらぬが、短い迂回路に需要が発生した場合には、需要の発生を運転手に知らせるシステムと運転手が確認したことを利用者に知らせる必要があり、簡易な方法で行っている。

フレックスルート方式とフルデマンド方式の違いは、最適経路の選択と車両位置検知がフレックスルート方式にないことである。理由は、フレックスルート方式の場合、起終点があり出発時刻が固定されているので経路や利用者数が途中で変更されることが極めて少なく、最適経路の選択や車両位置を検知する必要が発生しないためである。

一方、フルデマンド方式は、起終点もなく、出発時刻が自由なため、途中でスケジュールが刻々と変化しながらの運行である。その都度、経路や昇降場所が変わるのを、運転者やオペレーターが短時間

に判断し、スケジュール管理することは人間の能力的限界を超えており、情報通信技術によるサポートは欠かせない。フレックスルート方式でも、利用客が多い場合には、同様のケースが考えられる。

したがって、帯広市への予約・配車システムの開発には、フレックスルート方式及びフルデマンド方式を導入検討の対象とした。ただし、GPS を導入した場合、フレックスルート方式に新たな機材及びシステムを加える必要があるため、費用や時間を考慮してフルデマンド方式でも、車両検知機能は持たない方式とした。詳細を表-2 に示す。

表-2 におけるシステム1はフレックスルート方式、システム2は車両検知システムの無いフルデマンド方式である。

表-1 予約配車システムの比較

	迂回路	フレックス	フルデマンド
オペレーター	-		
昇降順序の検索	-		
到着時間の計算	-		
コールバック			
運転手への連絡			
最適経路の選択	-	-	
車両位置検知	-	-	

：機能を持っている ：簡易な機能を持っている

表-2 帯広市への導入システム

	システム1	システム2
オペレーター		
昇降順序の検索		
到着時間の計算		
コールバック		
運転手への連絡		
最適経路の選択	-	
車両位置検知	-	-

：機能を持っている

3. 「フレ愛りんりんバス」の予約・配車システム

(1) 実験フィールドの概要と基本システム

帯広市中心街地の東側で、JR根室本線と十勝川、札内川に囲まれた約8km²の地域で、約1万世帯、人口2万人が居住している。当該地域は、市内でも高齢者世帯が多い地域ある。道路は、300m区画で格子状に統一されている。

ここで運行されている「フレ愛りんりんバス」は、

小型低床バスが南エリアと北エリアにそれぞれ1台ずつ配置され、1日に計36便が運行している。⁴⁾

予約・配車システムの基本は、利用者が予約センターのオペレーターに電話で予約して、確認電話(コールバック)をうけとり、所定の時間に所定の停留所で、乗降するシステムである。(図-1)



図-1 予約・配車システムの基本

される。画面右には、上から停留所の経路順位ごとに、停留所番号、場所名、住所、利用者の名前、乗り・降りの記号が示される。

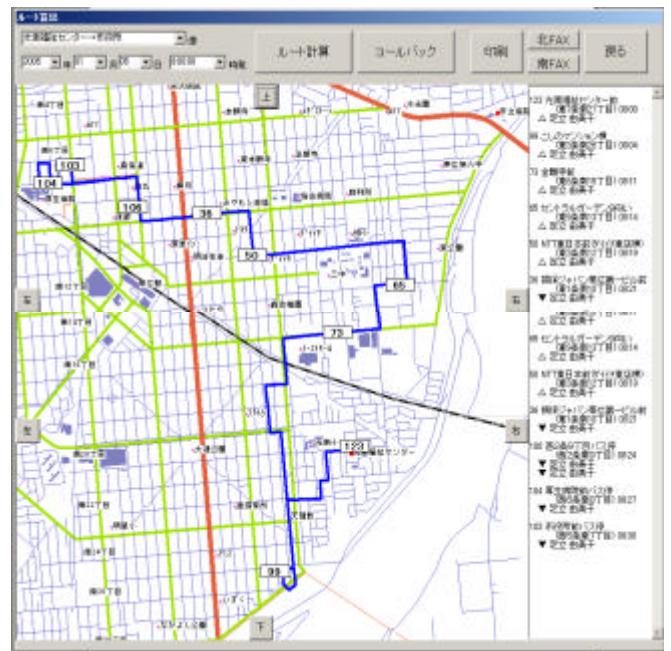


図-2 運行順位及び経路の表示(システム2)

(2) 予約・配車システムの開発

「フレ愛りんバス」の予約・配車システムは、表-2のような2つの種類のシステム開発を行った。

技術的な開発目標は以下の2点である。「システム1」については経度緯度座標からの経路順位算出だけの開発ですが、「システム2」については両方の開発が必要である。

経度緯度座標から経路順位を算出

ノード・リンクデータから最適ルート選択

a) システム2

システム2から開発を行った。システム2では、以下のような考え方で経路順位を決めている。

- ・ 起点、中間停留所、終点の座標をもとめる。
- ・ 起点から座標距離を算出し近い順にソートし順路とする。
- ・ 運行範囲の絞りこみ
- ・ 乗車停留所と降車停留所の順位付け
- ・ 停留所の設定
- ・ ジグザグ運行回避の処理

システム2によって算出した運行経路及び経路順位を図-2に示す。図のようにサービスエリアの地図上に停留所の番号が表示され、走行ルートが表示

本システムは、2003年11月~2004年1月の間、フレ愛りんバスの運行に実際に使用した。しかし、以下のような問題点が指摘された。

- ・ バス停留所を利用者の意向を踏まえた形で選択できない。
- ・ 運行効率重視のシステムであったため、多少の非効率でも利用者重視の選択ができない。
- ・ 簡単にバス停の移動や増減ができない。
- ・ ルートの経路を選択した場合、基本となるノード・リンクを常に新しいデータにしておく必要があるが、コストと時間がかかりすぎる。
- ・ 交通渋滞や除雪状況、利用者の意向などによって、より柔軟な運行が求められた。
- ・ 運転者の慣れもあり、ルート指定、そのものが意味の無いものになった。

b) システム1

システム2の課題をもとにシステム1は、オペレーターと運転手の判断を反映できるシステムとした。図-3に示すように、停留所の順番や到着時間は示すが、走行ルートは運転手の判断で決めるほか、停留所の順番もオペレーターが目視で判断して、手動で簡単に順番を変え、同時に到着時間を再計算するシステムに変更した。

このようにオペレーターや運転手に判断を委ねることによって、システム自体の構築も、極めて容易

で安価になった。

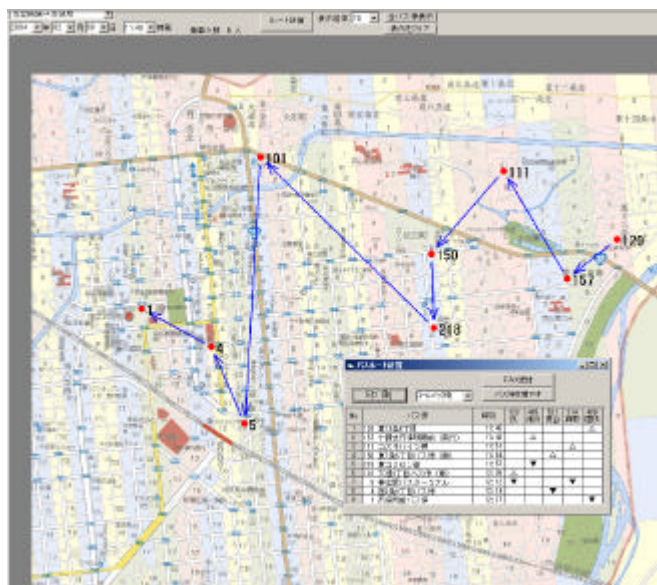


図-3 運行順位の表示（システム1）

2004年2月から本格的に稼働したシステム1は、大きなトラブルもなく使用されており、オペレーターからの評判も高い。

（3）到着時間の誤差

フレックスバスの課題の1つに、到着時間が定まらないことが上げられる。フレックスバスの所用時間の実測値とシステム1での計算結果と乗車人数の関係を図-4に示す。

全体の傾向として乗車人数が増加すると、所用時間も増加している。同じ人数でも実測値、計測値に違いがあり、人数だけではなく地域や渋滞なども影響があると考えられる。5人で最大約40分かかっているため、さらに乗車人数が増加した場合には、現在の運行ダイヤに支障をきたす可能性がある。

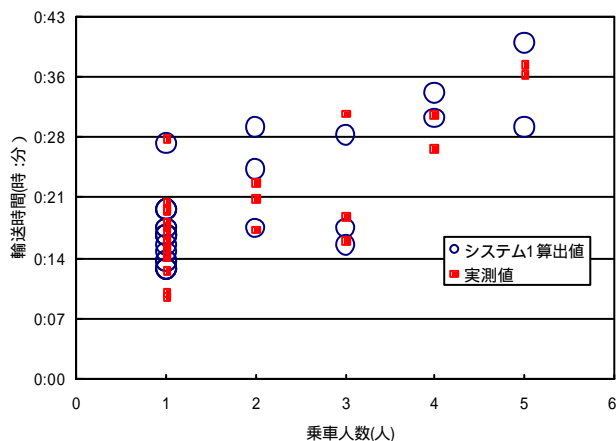


図-4 輸送時間（所用時間）と乗車人数

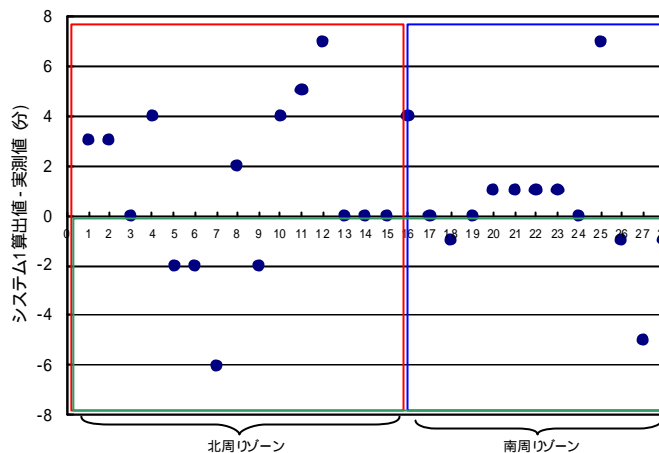


図5 実測値と理論値の差

図5は、28のサンプルごとに実測時間と計算時間の差をとったもので、網かけの部分はマイナスをしめし所用時間が短く、早く目的地に着いたことを示している。また、最大の遅れでも7分程度である。

南廻りゾーンと北廻りゾーンの比較では、北廻りゾーンの遅れ時間が大きい。この理由は、交通渋滞や需要の発生の仕方による影響と推測される。

4. おわりに

フレックスバスは、どちらかというとも需要密度の低い地域で、サービスレベルを上げながら、コストも小さくしなければならないシステムである。そのため、基本的に予約・配車システムも安価である必要がある。

今回開発したシステム1は、比較的簡単なアルゴリズムで、安価に開発することができ、十分に機能を果たしている。今後は、さらに精度や使い勝手の向上を目指したいと考えている。

参考文献

- 1) 金載昶、秋山哲男、鎌田実：フレキシブルバス運行実験の利用特性と予約配車システムの適用性について、第23回交通工学研究発表会論文報告集、2003
- 2) Y. Westerlund, A. Stahl, J. Nelson, J. Mageean
“Transport Telematics for Elderly Users: Successful Use of Automated Booking and Call-back for Demand Responsive Transport Services in Gothenburg” Proceedings of the 7th World Congress on ITS, Italy, 2000
- 3) 中村文彦：中村まちバス（高知中村市）、BUSNET-FORU事例情報、<http://www1.ttcn.ne.jp/~busnet/jirei/jirei07/jirei-07.htm>
- 4) 若菜千穂、原文宏、千葉博正、中岡良司：フレックスバスの運行計画策定に関する研究、土木計画学研究・論文集（CD-ROM）、NO28、2003