

DRT予約記録を用いた 地域の需要特性を考慮した運行方法の検討 —茨城県阿見町をケーススタディとして—

塩濱 慶之¹・山田 稔²

¹学生会員 茨城大学大学院 理工学研究科都市システム工学専攻
(〒316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)

E-mail:12nm812y@hcs.ibaraki.ac.jp

²正会員 茨城大学 工学部都市システム工学科 (316-8511 茨城県日立市中成沢町四丁目12-1)

E-mail:yamada@mx.ibaraki.ac.jp

近年地方部においてDRTを導入する事例が増えている。しかし、利用者が増加すると、利用者が意志表明した利用希望時間帯とDRTの運行スケジュールが合わないために予約が成立できないケースも増加する。これに対する対応の一つとして車両台数の増加が考えられる。しかし、利用者ニーズに即して利用量の多い区間を路線型運行に近づけるなどの工夫を行えば、利用者の時間帯選択の幅をやや厳しくなるかわりに、運行の効率を高める可能性があると考えられる。本研究では、茨城県阿見町のDRTの運行により蓄積された実際の予約記録に基づき、現在は利用効率が低い町中心部相互の利用に Semi-Dynamic型を導入することで輸送する効率を高められる可能性があることを、実証的に明らかにしたものである。

Key Words : DRT(Demand Responsive Transport), operational efficiency, travel behavior, logging data

1. はじめに

(1) DRTの運行形態の分類

近年地方部では、路線バスが廃止された地域や交通空白地域などにおいて非免許保有者、障害者、高齢者などに対する移動手段としてDRT(Demand Responsive Transport)を導入する事例が増えている。DRTは、起終点・路線・時刻表などを、一部あるいはすべてを予約により設定できるなどの、様々な運行方法がある乗合型の移動サービスのことであり、路線・時刻等の可変性の違いにより4つに分類される¹⁾。起終点・路線・経路・時刻表すべて固定で利用のあるときのみ運行するFixed型、利用申込みにより迂回するRouteDeviation型、起終点と出発時刻は固定のSemi-Dynamic型、そしてすべてが可変のDynamic型に分類される。

どの運行方法も需要の状況により乗車時間や予約の取りやすさなどが変化するが、特にDynamic型では利用者が意志表明した利用希望時間とDRTの運行スケジュールが合わないと予約が成立しないため、需要増の影響が大きいと思われる。一方で、運行時間が固定されている場合には、利用者がその時間帯にあわせて行動を計画する

可能性があり、すなわち利用者にとっての自由度は下がるものの、運行効率は高くなることで結果的により多くの需要に対応できる可能性がある。

(2) 本研究の位置づけと研究の目的

DRTを運行すると予約を伴うため「誰が・いつ・どこからどこまで移動したのか」といった利用者の利用実態を記録した予約や運行の記録が蓄積される。その情報から予約の成立結果や運行地域の需要特性を知ることができ、その情報を基に運行地域に適した運行方法を検討することができると思われる。

既存研究ではDRTの導入計画を検討しているものが見られる。竹内ら²⁾は地域の問題点とDRT導入により解消される点を運行方法別に整理した上で、需要側と供給側から分析を行いコストによりDRTの適用可能性評価を行っている。福本ら³⁾は路線バスが運行していた地域に少量乗合運送サービスの導入を検討する際に、アンケート調査結果よりいくつかのシナリオを設定しデマンド運行導入による運行経費の変化を運行シミュレーションを用いて推計している。若菜ら⁴⁾は帯広市農村部で、これまでDRTを運行してきた地域とは別の地域にDRTを運行を

検討する際、これから運行する地域とこれまで運行してきた地域の2地域のアンケート結果に加え、これまで運行してきた地域の運行実績を基に、これから運行する地域の運行方法の検討を行っている。運行していなかった地域に対してアンケート等により需要を把握し運行シミュレーションを行い、運行方法を検討している。

これらはおもに新規導入のための検討であり、導入済みの地域の実態を用いて運行方法改善の検討を行っているものは少ない。

そこで本研究では、DRTが運行している地域において、今までの車両台数で運行した予約記録に加え、利用者の希望とDRTの運行スケジュールが合わなかったため予約を諦めた利用者の予約失敗記録を合わせて、これらに基づいて運行方法を改善することでより多くの利用者のニーズに対応できる可能性があることを示すことを目的とした。

ただし、対象地域の実状に即し、1台の増車を前提としつつ増車後の車両の有効活用を目指すものとした。

2. 対象地域のDRTの概要

本研究で検討の対象とした茨城県阿見町では2011年2月1日より町内全域のみを対象としてワゴン車2台でDRTの運行を開始した⁵⁾。運行形態はDynamic型で起終点、時刻表、路線は特に定めない。営業運行時間は平日(月～金)の8:00～17:00(ただし、12:00～14:00間は1台1時間ずつ昼休憩となり1台での運行)で、予約は2日前から乗車30分前までに行う。予約は利用者が予約センターに電話し、オペレータに希望の乗車時刻と乗車する場所と降車する場所を伝える。オペレータはそれをシステムに入力すると、その時点の予約状況で最適な予定乗車時刻を示される。さらにその結果を利用者に伝えて、利用者が受け入れれば予約が成立する。予約の記録としては、予約が成立した時の結果に加え、利用者の希望に沿わず、予約が失敗となった場合も含め、オペレータが最初に入力した利用者の利用希望時間も残る。本研究ではそれらを使って、ニーズを把握することとした。

今回用いた予約記録の概要を表-1に示す。予約成立件数が全ての予約数に占める割合の予約成立率は90.5%と高くなっている。実際に運行した予約件数は予約成立した件数からキャンセルされた予約を除いたもので、7871件となった。今回は、利用者の希望とその時点の予約状況における最適なものがズレているが、利用者が納得し予約が成立した場合は予約が成立した件数としている。また、時間帯別の予約が成立した件数と予約が失敗した件数を図-1に示す。全体の予約の件数は9～11時台が多いことがわかる。予約失敗件数も12:00～14:00の間の1台で運行している時間帯を除くと9～11時台が多い。この

表-1 本研究で用いる予約記録の概要

使用データ期間	2011年2月1日～2012年1月31日
使用データ日数	1号車:241日 2号車:241日
登録者数	1289人(男性:426人 女性:863人)
登録世帯数	810世帯
全ての予約件数	10579件(一日当たり約44件)
予約が成立した件数	9573件(一日当たり約40件)
予約が失敗した件数	1006件(一日当たり約4件)
予約成立率	90.5%
実際に運行した予約件数	7871件(一日当たり約33件)

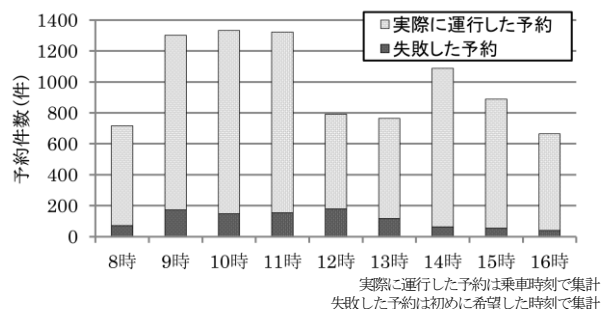


図-1 時間帯別受付予約件数



図-2 阿見町の4つの地区の位置⁶⁾

ような状況より、阿見町では午前中の予約の成立機会の増加や利用者の希望乗車時刻に近づけられるように、3台目の導入を検討している。それに際し、3台目の運行方法は地域の需要特性を反映し、効率より多くの予約が捌けるものを望んでいる。

3. 検討方法

筆者らの既存研究⁵⁾では輸送効率(式(a))と運行率(式(b))の2つの評価指標を用いて阿見町の予約の処理状況を示している。

$$W = \frac{Y_1}{Y_2} \quad \dots \text{式(a)}$$

$$Z = \frac{Y_2}{T} \quad \dots \text{式(b)}$$

W: 輸送効率 Z: 運行率 T: 予定運行時間(一定時間)(s)

Y₁: 利用者が希望する乗降場所間の最短経路に関する所要時間の合計(s)

Y₂: 乗降順に沿って運行した時間の合計(s)

また阿見町を4つの地区に分け(図-2)、各地区の乗降場所に立ち寄った回数を用いて各評価指標の値を目的変数とした重回帰分析を行っている。モデル式を下記に、そ

の偏回帰係数を表-2に再掲する。さらに地区ごとの偏回帰係数で除算(つまり β_{1j}/β_{2j}) をすることで式(a)(つまり Y_1/Y_2) の輸送効率を地区別で求めた。

モデル式: $Y_k = \beta_{0k} + \beta_{1k} X_1 + \beta_{2k} X_2 + \beta_{3k} X_3 + \beta_{4k} X_4$
 Y_1 : 利用者が希望する乗降場所間の最短経路に関する所要時間の合計(s)
 Y_2 : 乗降順に沿って運行した時間の合計(s)
 $\beta_{1k} \sim \beta_{4k}$: 係数 β_{0k} : 定数
 X_1 : 中央地区乗降場所立寄数 X_2 : 西部地区乗降場所立寄数
 X_3 : 東部地区乗降場所立寄数 X_4 : 南部地区乗降場所立寄数

その結果を表-3に示す。その結果より、阿見町では西部地区、東部地区、南部地区といった郊外の地域は予約一件当たりの距離は長くなるものの、予約の集約ができている。一方、中心部のある中央地区は他の地区に比べ予約一件当たりの距離が短く、バラバラな予約が多いため集約しづらく、輸送の効率が良くないことを示している。以上のことより、3台目の運行方法として中央地区内を中心に運行することが適していると思われる。また、需要がバラバラな予約を集約することを目的として、Semi-Dynamic型を検討する。主要な目的地は各1時間帯のなかの最初と最後だけしか立ち寄らないように制限を加えることを考えた。これにより、利用者にとってはこれまでのオペレータとの予約手続きの中で、集約化された行動を余儀なくされることになり、この部分において運行効率の向上の方が優先されることになる。

4. 導入する運行方法の検討方法

本研究では、3台目を導入することにより中央地区の輸送効率の向上と予約件数の増加を目標とする。そこで、一定の予約を現在と同様の形で運行した場合と同じ予約を3台目のみSemi-Dynamic型で運行した場合の予約の処理能力の違いを比較することにより、現在の運行方法と異なるものを導入した場合の影響をみる。今回は、使用データ期間中の予約記録と予約失敗記録の予約件数の合計が多かった日の上位5日を対象日とした。また、予約件数が多い9~11時台を対象にする。対象とする日時の予約のOD表の合計を表-4に示す。また、Semi-Dynamic型の起終点を定めるため、9~11時台の中央地区から乗車し中央地区で降車した予約を使用データ期間中の予約記録と予約失敗記録から抽出し、利用回数が多かった乗車場所の上位を表-5に示す。その結果より、「東京医大病院」とその近傍にある「カスミフードスクエア阿見店」「マイアミショッピングセンター」のうちのいずれか先に利用希望があった点を起点として、9:00、10:00、11:00の各時刻に出発することとした。その1時間帯の終点は、同様の方法で決定した次の1時間帯の起点とする。

現在と同様の形で運行した場合とSemi-Dynamic型を導

表-2 Y_1/Y_2 の偏回帰係数

	Y_1	Y_2
	偏回帰係数 β_{1j}	偏回帰係数 β_{2j}
(定数)	-283.4	-293.5
中央地区	200.1	405.4
西部地区	377.6	606.8
東部地区	382.5	596.4
南部地区	449.4	727.0

表-3 地区別の係数で除算した結果

	β_{1j}/β_{2j}
中央地区	0.49
西部地区	0.62
東部地区	0.64
南部地区	0.62

表-4 対象日時の予約 OD 表

		降車地区				合計
		中央地区	西部地区	東部地区	南部地区	
乗車地区	中央地区	50	10	7	3	70
	西部地区	22	4	0	0	26
	東部地区	23	1	0	1	25
	南部地区	13	2	0	0	15
合計		108	17	7	4	136

表-5 中央地区内移動希望乗車場所

乗車場所	集計
東京医大病院	198
あべ整形外科	96
カスミフードスクエア阿見店	73
マイアミショッピングセンター	69
だるま薬局(有)中央店	56
あみ小林クリニック (若栗)	47
阿見町役場	31
...	...
自宅以外合計	977
利用者自宅	1103
総計	2080

予約記録と予約失敗記録から抽出

入した場合の予約の処理状況の違いを輸送効率と運行率の評価指標を用いて比較する。現在と同様の形で運行した場合の評価指標は予約記録より対象日時の合計のOD表を求め、既存研究⁹⁾で求めたモデル式を用いて推計値により求める。Semi-Dynamic型を導入した場合は対象日時の予約から中央地区から乗車し中央地区で降車する予約を抽出し、その予約を3号車に、残りを1,2号車とする。1,2号車の評価指標は先ほどと同様に既存研究⁹⁾で求めたモデル式により算出する。3号車に割り当てた予約の評価指標は予約記録や予約失敗記録に蓄積された乗車時刻(希望乗車時刻)、乗車場所、降車場所などを用いて、並び替えを行い乗降順を設定し求める。予約記録から抽出した予約は乗車時刻、予約失敗記録から抽出した予約は利用者が最初に申し込んだ希望乗車時刻を用いて、起終点を9:00発の便、10:00発の便、11:00発の便にそれぞれ分類を行い、それぞれの便の中で起終点を出発し予約の乗降を行い再び起終点に戻ってくるまでの「乗降順に沿って運行した時間の合計(Y_2)」が最小になるように独自に配車計画を作成した。ここで、各乗降場所間の目的地ま

で移動するのに要する時間は予約システムが運行経路を計算する際に用いるものと同じものを用い、「利用者が希望する乗降場所間の最短経路に関する所要時間の合計(Y_1)」と「乗降順に沿って運行した時間の合計(Y_2)」を求める。また、運行率を求める際の「予定運行時間(T)」は対象の時間を9～11時台にしたことより1台当たり3時間(10800(s))として計算を行った。

5. Semi-Dynamic型導入による輸送効率への影響

3台目の運行方法を現在と同様の形で運行した場合とSemi-Dynamic型を導入した場合のそれぞれの評価指標を求めた結果を表-6と表-7に示す。また各評価指標についてそれぞれの場合ごとの平均の差の検定を行った結果を表-8に示す。その結果より、3台目の運行方法を現在と同様の形で運行した場合よりSemi-Dynamic型を導入した方が輸送効率は高い値になることが分かった。つまり乗合をすることで乗降順に沿って運行した時間の合計が小さくなったため、輸送する効率が良くなっていることが言える。運行率はSemi-Dynamic型を導入した方が低い値になった。つまり、1台当たりの3時間内における輸送できる残り時間が増えたことを意味しており、さらに利用者の予約を受け付ける機会が増えることが言える。これは中央地区内用にすることで中央地区の予約を集めて乗合いをするケースを増やしたことや、Semi-Dynamic型にしたことで同じ乗降場所を1時間内に1度しか通らないようになったことなどが理由として考えられる。

6. まとめ

本研究では、茨城県阿見町のDRTの運行によって得られた予約記録と予約失敗記録を用いて、新たに増やす車両の運行方法の検討を行った。それにより、新たに増やす車両の運行方法として中央地区のみを運行するSemi-Dynamic型を検討した。検討した運行方法と現在の運行方法を評価指標として輸送効率と運行率を用いて評価を行った。その際に、現在の運行方法は予約記録から求めた地域の運行需要を反映したモデル式を用いて評価指標の推計を行った。検討した運行方法は予約記録と予約失敗記録に蓄積された乗車時刻(希望乗車時刻)、乗車場所、降車場所などを用いて乗降順の並び替えを行い、評価指標を求めた。その結果、阿見町において新たに増やす車

表-6 現在と同様の形で運行した場合の評価指標

	Y_1	Y_2	輸送効率	運行率
9月16日	14054.5	26794.4	0.524	0.827
9月6日	16771.0	30202.6	0.555	0.932
10月27日	12555.5	22905.4	0.548	0.707
12月7日	13464.0	24130.0	0.558	0.745
6月24日	12956.5	24184.0	0.536	0.746
平均	13959.8	25643.3	0.544	0.791

Y_1 : 利用者が希望する乗降場所間の最短経路に関する所要時間の合計

Y_2 : 乗降順に沿って運行した時間の合計

表-7 Semi-Dynamic型を導入した場合の評価指標

	Y_1	Y_2	輸送効率	運行率
9月16日	12723.1	20935.8	0.608	0.646
9月6日	15939.2	27901.4	0.571	0.861
10月27日	11808.1	20494.8	0.576	0.633
12月7日	13295.0	23166.0	0.574	0.715
6月24日	12778.8	21519.4	0.594	0.664
平均	13308.6	22803.5	0.585	0.704

Y_1 : 利用者が希望する乗降場所間の最短経路に関する所要時間の合計

Y_2 : 乗降順に沿って運行した時間の合計

表-8 評価指標ごとの検定結果

	平均値	標準偏差	t値
輸送効率	-0.040	0.023	-3.030**
運行率	0.088	0.056	3.499**

** : 5%有意

両の運行方法は中央地区内用のSemi-Dynamic型を導入した場合の方が輸送効率は高くなり運行率は減少することを示した。つまり、Semi-Dynamic型導入により乗合いを発生させ、乗降順に沿って運行した時間を減少させることで輸送する効率が高まることを示した。また、運行する時間を減少させることで、他の予約を受け付ける機会を増やすことができることを明らかにした。

参考文献

- 1)猪井博登, 竹内龍介, 秋山哲夫, 吉田樹『生活支援の地域公共交通 路線バス・コミュニティバス・STサービス・デマンド交通』学芸出版社, pp.158-164, 2009
- 2)竹内龍介, 中村文彦, 矢部努「大都市郊外地域におけるDRTシステムの適用可能性に関する研究」土木計画学研究・論文集, Vol.22, No.4, pp.885-893, 2005
- 3)福本雅之, 西山陽介, 加藤博和, 孫卓「公共交通需要希薄地域における少量乗合運送サービス導入方法に関するシミュレーション分析」土木学会論文集D, Vol.65, No.4, pp.480-492, 2009
- 4)若菜千穂, 原文宏, 佐藤徹也「帯広市農村部におけるDRT(デマンドバス)の2つの運行システム」土木計画学研究・講演集, Vol.31, No.261, pp.1-4, 2005
- 5)塩濱慶之, 山田稔「運行記録を用いた利用者の行動特性がDRTシステムの運行効率に及ぼす影響分析—茨城県阿見町をケーススタディとして—」土木計画学研究・講演集, Vol.45, No.231, pp.1-4, 2012
- 6)阿見町資料より

(2012.8.3受付)

A Study on Operation Scheme
with the consideration of Demand Characteristics in a Local Area
with Demand Responsive Transport Systems Log Data
-Case Study on Ami Town, Ibaraki-

Yoshiyuki SHIOHAMA, Minoru YAMADA