

経路指令型デマンドバスシステムに関する研究

A STUDY ON COURSE DIRECTIVE TYPE DEMAND RESPONSIVE BUS SYSTEM

森津 秀夫*、山下 博志**、池田 陽一***

By Hideo MORITSU, Hiroshi YAMASHITA and Yoichi IKEDA

Demand responsive bus systems have operation flexibilities. And these systems are thought to be most suitable for depopulated areas. But, characteristics of these systems are not entirely obvious. So, we intend to explain the course directive type demand responsive bus system in this paper.

We developed operation simulator for this demand responsive bus system, where this simulator is necessary for the study and planning of the system. From the results of the simulations, performance of the course directive type demand responsive bus system clearly displayed.

1. はじめに

バスの交通機関としての特徴は、鉄道のように専用の軌道を持たないことに起因している。たとえば、輸送能力が専用軌道を有するものに比べて小さく速度が低いことも道路上を一般の車両とともに走行するためである。その一方で、運行する路線の選択の範囲が広いことが最大の長所である。需要の構造が変化すれば、容易に路線をそれに合わせることができ。これらの特徴からバスに適する交通需要は、中程度の量で一般には短距離、起終点に広がりのあ

*正会員 工博 神戸大学助教授 工学部土木工学科

(〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1)

**学生員 神戸大学大学院工学研究科

(〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1)

*** 奈良県 五條土木事務所

(〒637 五條市今井 5-1-31)

るものである。

しかし、現実にはバスは専用軌道を持たないで乗合い輸送を行う唯一の陸上公共交通機関と言ってよく、多様な交通需要への対応が求められている。たとえば、本来はバスを用いるほどでない小規模な需要の地域でも、公共交通機関の必要性からバス路線が設けられる。このような場合、採算が取れないために極めて密度の低い運行がなされるだけである。その結果、自家用車などへの交通需要の移行が進み、悪循環を繰り返すことになる。この自家用車等の個別輸送との競合は都市部においても同様である。

バスを住民の欠かせない足として維持するために、様々な改善策が考えられ実施されている。それは、効率的な運行ができるようにするとともに、サービスの質を向上させることである。そして、とくに過疎地域における交通問題の解決策のひとつとしてデマンドバスの採用が上げられることが多い。すなわ

ち、乗客の発生に合わせてバスを走らせることによって無駄な運行をなくし、待ち時間も短縮しようとするのである。だが、そのような場合にはイメージだけが先行し、デマンドバスに関する十分な認識が伴っていないのではないかと考えられる。実際に本格的なデマンドバスの運行が行われることはなく、せいぜい通常の路線バスを少し手直した初歩的なものに留まっているのが現状であろう。

この原因には、わが国においてデマンドバスシステムに関する研究例が少なく、デマンドバスを計画し実施するために必要な情報を提供できる状態でないことがある。そこで、ここでは本格的なデマンドバスの中で最も導入の可能性が高いと考えられるシステムを対象に考察を行う。すなわち、バスの運行をコントロールするセンターにおいて、オペレータが乗客の発生であるデマンドを受け付け、バスに割り当てその経路を逐次指令するデマンドバスシステムである。

ここでは、最初にデマンドバスシステムの概要を説明し、対象とする経路指令型デマンドバスシステムについて述べる。つぎに、このデマンドバスシステムの研究や計画に不可欠である運行制御シミュレータを作成する。そして、これを用いたシミュレーションを行い、オペレータの処理能力と経路指令型デマンドバスシステムのサービス水準について考察する。

2. 経路指令型デマンドバス

(1) デマンドバスシステムの概要

デマンドバスシステムは、電話や停留所に設けたコールポストなどの方法によって乗客の発生状況を把握し、それにあわせて車両の運行を決める輸送システムの総称と考えてよい。車両の運行経路と運行時刻の両方があらかじめ定められることはない。複数の乗客の乗合いを前提とするため、わが国ではバスがこれに相当する。同時には少数の乗客しか扱わないために小型の車両を使うとすれば乗合いタクシーが該当するが、本質的には使用する車両の大小は問わない。電話でデマンドを受け付ける場合にはダイヤルライドバスと呼ばれることもある。乗客の待ち時間や乗車時間が短く、バスを効率よく利用できるように運行が図られる。

デマンドバスシステムはいろいろな角度から分類されるが、対象とする需要のパターンからの分類がよく使われる。すなわち、扱う乗客の起終点の組み合わせがどのようであるかにより、次の3つに分けるものである。

- ① 1地点対多数地点型
- ② 多数地点対1地点型
- ③ 多数地点対多数地点型

1地点対多数地点型は、鉄道駅から帰宅する交通に見られるものであり、多数地点対1地点型はその逆である。多数地点対多数地点型は乗客の発生地点と目的地が多数の候補地点の任意の地点をとり得るものであり、最も一般的なものである。

実際の運行形態から見ると、簡単なデマンドバスシステムには、乗降客がある場合にのみ基本路線から外れて予定されている迂回路線へ入るものがある。東京都世田谷区における東急コーチの例¹⁾がこれに相当する。一方、複雑なものはあらかじめ予定されている路線や運行時刻は一切なく、多数地点対多数地点型の乗客の発生によって初めて経路を決めるシステムである。これが一般にデマンドバスと言われるときにイメージされるものである。大阪府能勢町での阪急バスによるものがこの型である。バスの運行に関してあらかじめ設定されている事項が少なく、デマンドに合わせて決定できる範囲が大きい。したがって、デマンドバスシステムの利点を最大に発揮できる可能性のあるシステムである。ここで対象とするのもこの型のデマンドバスシステムであり、以下ではこれについて述べる。

多数地点対多数地点型のデマンドバスでは、任意の起終点を持つ利用者がサービスを要求してくる。これに対して、それらの乗客を遅滞なく目的地に到達させるようにバスを運行しなければならない。問題は、乗客をどのような順序で乗車させ、どのような順序で降車させるのがよいかである。これがデマンドバスの経路探索問題である。多数の乗客を扱うときには、乗客をサービスする順序の組み合わせは極めて多くなる。さらに、複数のバスを使用する場合には、デマンドバスの運行制御問題に、乗客をどのバスに受け持たせるかという割り当て問題も加わる。したがって、デマンドを効率よく処理できるバスの運行を決定することは容易でないことが多い。

このデマンドバスの運行を決定する方法にはいくつかのものが考えられている。我々は、現在の段階においてはこれを次のように分けている。

- ① 経路指令型デマンドバスシステム
- ② 経路探索型デマンドバスシステム
- ③ 路線選択型デマンドバスシステム

経路指令型デマンドバスシステムは、デマンドのバスへの割り当てとバスの運行経路の決定をすべてオペレータである人間の経験と勘に基づいて行うものである。能勢町における例は、このシステムである。しかし、すべてを人間の判断で行うには限界があり、乗客やバスの数などシステムの規模が大きくなったときには扱えなくなる。そこで、バスへの割り当てや経路の決定を数理論文問題として解くことにより、効率のよい運行を目指す研究^{21, 23)} がなされてきた。すなわち、乗客の総待ち時間と総乗車時間、バスの経路長の最小化などを目的関数とした問題を定式化するものである。制約条件には個々の乗客の待ち時間や乗車時間の最大値、それにバスの定員などが用いられている。この場合のシステムは、コンピュータを使って最適手法によりデマンドを処理しようとするシステムであると言える。また、経路探索問題を解くのに知識工学的手法を適用し、デマンドバス運行エキスパートシステムを開発しようとする研究⁴⁾もある。

乗客のバスへの割り当てとバスの経路の決定は、いずれも組み合わせの最適化問題である。そのため乗客やバスの数が多くなると、解を得るのに必要な計算量が急激に増大するという欠点があった。そこで、あらかじめ多数の候補路線を求めておき、その時点でのデマンドの状態に対して適当な路線を選んで運行させるシステム⁵⁾が考えられている。これが路線選択型デマンドバスシステムであり、主として需要の多い地域への適用を考慮して作成されたシステムである。別の見方をすれば、路線バスの運行計画を自動化し、リアルタイムで発生した需要に適した運行計画を立ててバスを走らせるシステムであると考えられる。

経路探索型デマンドバスシステムと路線選択型デマンドバスシステムは、バスの運行制御にコンピュータを用いることを前提としている。しかも経路探索型では大きな計算量が予想されている。したがっ

て、これらのデマンドバスシステムを実用化するにはコストや採算の面から慎重な検討が必要である。この点において、経路指令型デマンドバスシステムの場合には実施例もあり、ここしばらくの間には最も適用される可能性の高いものと考えられる。

(2) 経路指令型デマンドバスの概念

経路指令型デマンドバスシステムは(1)で述べたように、コントロールセンターのオペレータがバスの運行をすべて自分の判断で行うものである。このシステムの形態は次のように想定できる。

- ① 利用者は電話やコールポストなどの定められた方法によって、コントロールセンターに対して乗車の申し込みを行う。これがデマンドの発生であり、オペレータはデマンドの乗降地点と人数のデータを得る。
- ② オペレータはその時点でのバスの状態から判断し、申し込み者に対して乗車するバスと予想される待ち時間を知らせる。そして、新たなデマンドを割り当てるバスに対しては、乗降地点の追加と経路の変更を指示する。
- ③ バスの運転手は指示されている経路に従ってバスを走行させ、割り当てられている乗客の乗降地点で停車する。またバスの通過地点をコントロールセンターに連絡する。
- ④ バスを待つ利用者は指定されたバスが来れば乗車し、自分の降車地点になればバスを降りる。

このシステムでは、オペレータはつねにそれぞれのバスの位置やそれに割り当てられている乗客について把握している必要がある。そして、デマンドが発生したとき、すべての乗客がバスを長く待たず、迂回しないで最短経路に近い経路で目的地に行けるような処理をしなければならない。必要に応じてバスを回送させたり、勤務条件を考慮して乗務員を休憩させたり、バスを入庫させたりする指示も行わなければならない。このために、コントロールセンターとバスとの間の通信設備は欠かせないものである。バスの位置や状態を表示したり、オペレータが判断を下すのに必要な情報を提供するシステムも必須と言える。

(3) 経路指令型デマンドバスの計画と運営

ここでは、経路探索型デマンドバスシステムをある地域へ適用する際の計画の過程と、デマンドバス

を運営する場合の問題について考える。対象地域の範囲の設定や停留所配置、あるいは運賃の決定などは路線バスの場合と類似の方法が使用できるであろう。路線バスの場合には交通需要を基礎に路線を設定し、その運行回数を決めるのであるが、デマンドバスではこれらはデマンドが発生してから決定する。よって、使用するバスの台数と乗務員の勤務スケジュールを決めるのみである。そして、バスの運行制御を行うオペレータを確保しておかなければならないことも違ひのひとつである。

使用するバス台数の決定には、どのようなサービスを提供するかが前提となり、バスの数とサービス水準の関係が必要である。デマンドの発生が客の到着、乗客を目的地に送り届け終るのがサービスの完了と見なすと、デマンドバスシステムは待ち行列システムの一つであると考えることができる。そこで、待ち行列理論によってデマンドバスシステムを考察することも可能である。しかし、待ち行列理論では簡単な問題しか扱うことができず、デマンドバスにおいても極めて単純化した場合にしか用いることができない。経路指令型デマンドバスシステムではオペレータの判断が重要な要素であることを考慮すると、シミュレーションによって分析せざるを得ない。

通常の路線バスの場合、輸送の改善には輸送実績に対しての路線網や運行回数の見直しがその手段となる。経路指令型デマンドバスでは路線やその運行回数の概念はなく、運行制御方法の改良だけが輸送改善の手段である。そして、オペレータの経験や勘に頼ることから、オペレータの訓練による運行制御技術の向上が重要である。このためには、経路指令などの運行制御の実績データの分析と、シミュレーションによる運行制御の実験が有効であると考えられる。

3. 経路指令型デマンドバスの運行制御シミュレータ

2. (3)では、経路指令型デマンドバスシステムの計画と運営におけるシミュレーションの実施の必要性を述べた。すなわち、次のような目的のためにシミュレーションが必要である。

- ① オペレータの養成、訓練
- ② 提供できるサービス水準の予測
- ③ 運行実績の再現と分析
- ④ 運行制御方法の改善策の検討

そして、経路指令型デマンドバスシステムの研究においてもシミュレーションが主たる手法となる。そこで、経路指令型デマンドバスシステムの適用や運行制御方法の研究に使用できる運行制御シミュレータを作成する。

シミュレータの作成に当り想定する経路指令型デマンドバスのシステムは、2. (2)で概念を示したものとする。ただし、利用者の乗降地点は停留所に限る。デマンドバスのコントロールセンターでは、乗客やバスの状態に関する情報を表示するコンソールを設け、オペレータがそれに基づいて指令することを仮定し、これを模したシミュレータとする。デマンドバスシステムの輸送能力は、オペレータのデマンドの処理能力に左右される。そのため、オペレータのデマンドの処理能力をも調べられるように、リアルタイムシミュレーションを行えるようにする。また、このシミュレータでは、オペレータへの情報の伝達と運行制御の指令の受け取りを円滑に行えるようにすることが大切である。そこで、パーソナルコンピュータを用いたシミュレータを作成するものとする。シミュレータの構成は図-1のとおりであり、オペレータとの対話を行う部分とシミュレーシ

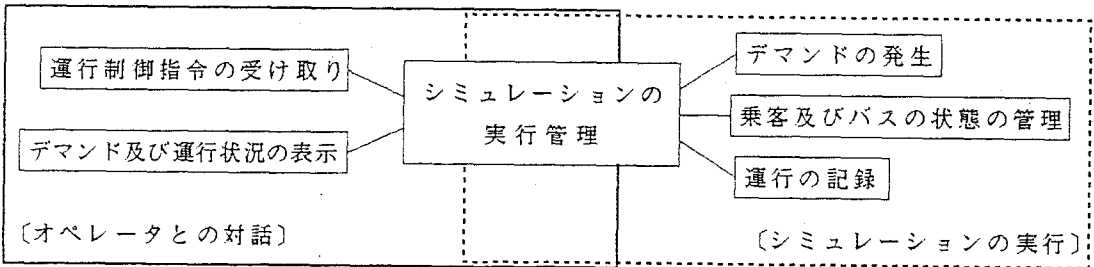


図-1 運行制御シミュレータの構成

ョンの実行部分とに大別できる。

対話部分はその時刻におけるデマンドバスのシステムの状態を示し、運行制御の指令に必要な情報をオペレータに提供する。オペレータはそれらの情報に基づいて、バスの運行を制御する指令を行う。この操作は次に示すものである。

- ① デマンドを受け付けてバスへ割り当てる。そして、そのバスの経路の変更を指示する。
- ② 乗務員の勤務条件を考慮し、休憩あるいは入庫を指示する。
- ③ 必要と判断したときには、バスに回送を指示する。

オペレータとの対話のための表示の例は図-2のとおりである。これは新たなデマンドをバスに割り当て、その経路を指示しているところである。画面左にはバスに割り当てられている乗客に関する情報を示し、画面の中央下と右の部分でそれぞれのバスの状態や経路を示している。そして画面中央の上部で経路の指示などを行う。

シミュレーションの実行部分は、デマンドの発生、バスと乗客の状態の更新、運行の記録、そしてシミュレーションの実行管理を行う部分から成る。デマンドは停留所間のOD表に従って乱数を用いて発生させるものとする。乱数の発生はパーソナルコンピュータにおいては大きな負荷となり、リアルタイムシミュレーションの実行に影響を与える可能性がある。そこで、あらかじめデマンドのデータを作成しておき、シミュレータではそのデータを使用するだけとする。バスは指示されている経路上を現在の時刻の位置まで進められ、乗客が乗降する停留所に到着すれば、その処理が行われる。そして、シミュレーションの一連の過程を分析するのに必要な運行の記録と、オペレータの操作に関する記録を保存する。

4. 経路指令型デマンドバスシステムの特性の考察

(1) 概 説

経路指令型デマンドバスシステムの要点はふたつある。ひとつは、オペレータがどれだけの量のデマンドを受け付けてバスに運行経路を指示できるかという処理能力の問題である。そして、乗客の待ち時間や乗車時間などのサービス水準はどうかというのがもうひとつである。これらの問題を明らかにすれ

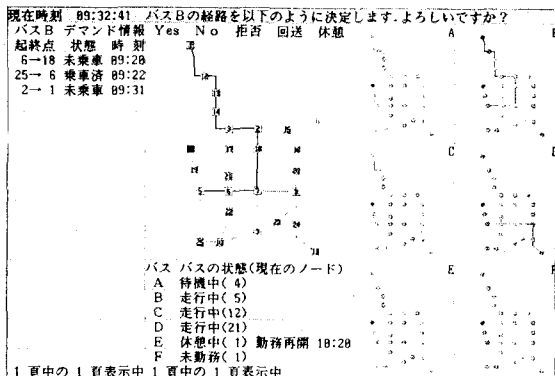


図-2 シミュレータの画面表示例

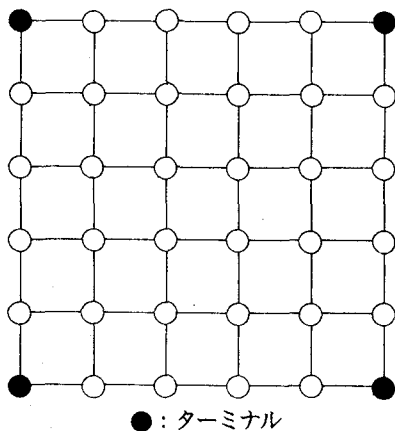


図-3 対象ネットワーク

ば、この型のデマンドバスの適用の検討の目安とできる。作成した運行制御シミュレータは幅広い応用が考えられるが、ここではこれらの問題の考察に用いる。サービス水準などは道路網や交通需要など、対象地域の特性に大きな影響を受けると考えられる。そこで、ここではモデル化した地域を想定したシミュレーションを行うことにする。

(2) シミュレーションの実施

シミュレーションの対象としてバスを運行させるネットワークは、図-3のように格子状とする。それぞれのノードを停留所とし、停留所間の距離は平均300mになるようにランダムに決め、バスは15km/hの表定速度で走行するものとする。そして、デマンドは交通需要の分布に重力モデルを仮定し、与えた発生率に従ってランダムに発生させる。

オペレータの処理能力はその習熟度によって異な

る。そしてオペレータの養成にもシミュレータが使用できることを考慮し、まず運行制御技術の習得の状況を調べることにする。このため、図-3のネットワークを使い、デマンドの発生率を45件/時、バスを4台としたシミュレーションを行う。この場合、基本的な操作方法を学んだ5人の被験者をオペレータとし、それぞれ2時間のシミュレーションを5回繰り返す。

つぎにネットワークの規模やデマンドの発生率、バス台数を変えてシミュレーションを行い、処理能力とサービス水準の両方の考察の資料とする。ネットワークの規模は図-3の6×6の36ノードを基本のネットワークB、4×4の16ノードをネットワークA、8×8の64ノードをネットワークCとして対象とする。デマンドの発生率は45件/時以外に30件/時、60件/時を与える。バス台数はネットワークの規模に応じて、各時刻に稼働できるものを3~7台とする。これらの条件を組み合わせ、表-1に示す15個のケースを設ける。このときは乗務員の勤務条件を考慮して休憩させなければならない状態を設定し、4時間のシミュレーションを行う。そして、十分にシミュレーションに慣れた者2人をオペレータとする。

シミュレーションの結果からは、運行実績を評価しなければならない。デマンドバスの運行は、経路探索問題の研究で明らかのように、乗客がバスを待つことなく乗車でき、目的地までの乗車時間も短いのが良いとされる。乗客kが目的地に到着するまでの時間は式(1)のように分けて考えることができる。

$$t_k = t_k^w + (t_k^{r0} + t_k^{r1}) \quad (1)$$

- ここに、 t_k^w : 乗客kの所要時間
- t_k^w : 乗客kの待ち時間
- t_k^{r0} : 乗客kの最短乗車時間
- t_k^{r1} : 乗客kの迂回乗車時間

したがって、乗客の待ち時間、最短経路からの迂回の程度、そしてそれらを総合するものとしての平均所要時間などによって運行を評価できる。また、オペレータの処理能力を調べる場合にはデマンドの処理に要する操作時間も評価指標となる。

(3) オペレータの処理能力に関する考察

初心者オペレータとしたシミュレーションによる実験の結果は表-2のとおりである。3回目、5

表-1 シミュレーションのケース

ケース	ネットワーク	デマンド	
		発生率 (件/時)	バス台数 (台)
1	A	45	3
2	A	45	4
3	A	45	5
4	B	30	4
5	B	30	5
6	B	30	6
7	B	45	4
8	B	45	5
9	B	45	6
10	B	60	4
11	B	60	5
12	B	60	6
13	C	45	5
14	C	45	6
15	C	45	7

表-2 初心者オペレータのシミュレーションの結果

項目	回数				
	1	2	3	4	5
平均所要時間(分)	16.7	14.6	15.2	12.8	13.6
平均待ち時間(分)	7.7	6.9	7.1	5.7	6.5
最大待ち時間(分)	32.1	25.9	22.9	17.3	19.6
迂回率(%)	83.5	76.6	81.4	79.4	80.5
平均迂回時間(分)	5.4	4.2	4.4	3.2	3.3
最大迂回時間(分)	33.8	21.3	22.9	17.6	16.6
平均操作時間(秒)	52.9	50.2	48.7	44.0	41.1
最大操作時間(秒)	141.0	152.0	189.0	115.4	125.6

回目でそれぞれ前回よりも悪くなっているが、全体として慣れるに従い結果は良くなっている。図-4に個人別の平均所要時間の変化を示すように、個人差はかなりある。しかし、迂回時間や待ち時間の最大値の減少は大きい。すなわち、最初は割り当てるだけしか考えることができなかつたものが、デマンドの発生順を考慮できるようになってきたことを表している。

操作時間は着実に短くなっているが、一度デマンドの処理に迷って長時間を要すると後の処理に影響が及ぶことが多い。表-3に15個のケースの結果を示したように、慣れたオペレータでは状況にもよるが1件のデマンドを平均30秒前後で処理できる。ネットワーク規模やデマンド発生率による変化はあるものの比較的安定した数値である。操作時間の分布の例は、図-5のようになり、これを基にしてデマ

表-3 15ケースのシミュレーションの結果

項目	ケース														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
平均所要時間(分)	7.4	5.7	5.3	9.2	8.3	7.6	12.1	9.3	8.3	15.5	11.5	9.3	17.4	13.9	14.1
平均待ち時間(分)	3.6	2.3	2.2	4.1	3.4	3.0	6.4	4.4	3.9	8.3	5.5	4.6	8.9	6.5	6.2
最大待ち時間(分)	15.4	7.8	8.5	11.5	10.1	7.5	25.3	12.2	11.9	36.6	20.1	15.4	31.6	23.1	23.0
迂回率(%)	65.8	63.7	60.2	69.2	60.2	64.1	70.5	66.7	59.1	79.7	75.1	70.6	80.0	75.8	74.0
平均迂回時間(分)	1.6	0.9	0.4	1.1	1.0	0.5	2.6	1.5	0.9	4.1	2.7	1.2	3.4	2.2	2.8
最大迂回時間(分)	12.8	7.1	4.6	8.2	6.4	4.5	18.5	9.6	6.9	27.6	24.6	11.7	21.3	18.0	20.9
平均操作時間(秒)	25.5	24.3	21.9	30.2	30.4	26.9	33.2	34.2	27.9	36.2	32.6	29.2	38.5	36.5	37.4
最大操作時間(秒)	149.5	70.5	67.5	129.0	101.5	119.0	198.5	97.5	86.0	138.0	118.0	143.5	129.0	97.5	78.5

ンドの処理だけを待ち行列理論で分析することが可能である。しかし、仮にオペレータが過酷な勤務によって1時間に120件のデマンドを処理し、1件のデマンドで複数の乗車がいづらかは見込まれるとしても、乗客数は多くない。余程の高運賃にしない限り、バス事業として採算を取ることが困難であることは明らかである。

ここでは、シミュレーションの結果をオペレータのデマンドの処理能力の観点から考察した。その結果、経路指令型デマンドバスシステムはオペレータの処理能力から、すべての乗客がデマンドによるときには採算を取ることが困難であることがわかった。多量の定型的な需要が別があり、スケジュール運行とデマンド運行を併用するような場合でない、この型のデマンドバスの導入は無理であろう。また、このことは能勢町における例が実際上の定型的輸送である状態とも対比される。

このシミュレータではバスの現在地点から先の経路をすべて指示させるようにしているが、追加あるいは変更部分の指示だけで済むようにするなどの改善で処理能力はいくらか向上すると考えられる。しかし、経路の設定を自動化したりあるいはコンピュータの支援を受けるなどの方法がやはり必要である。すなわち、経路指令型デマンドバスシステムにおけるオペレータの処理能力は低く、経路探索問題をコンピュータを用いて解く経路探索型デマンドバスシステムなどの重要性が確認された。

(4) デマンドバスのサービス水準に関する考察

表-3からは、ネットワーク規模の変化とデマンド発生率の変化によるサービス水準の影響を調べることができる。このうち、ネットワークが異なる場合には所要時間等を直接比べられない。だが、ネッ

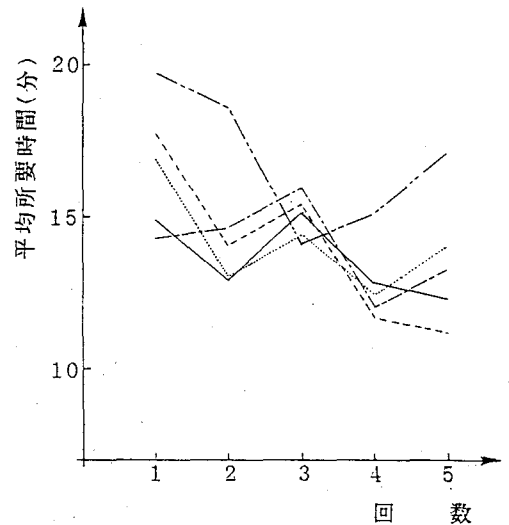


図-4 シミュレーション回数と平均所要時間

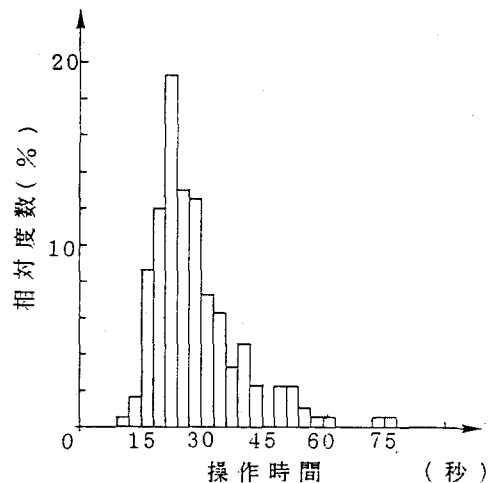


図-5 デマンド処理の操作時間分布

トワークの規模が大きくなれば、たとえば同じ待ち時間の水準を維持するために相当のバスを増やさな

なければならないことが明らかである。

ケース 4～9の比較からは、ネットワークを固定した場合のデマンド発生率およびバス台数とサービス水準の関係を見ることが出来る。デマンドの発生率が大きくなれば乗客の所要時間は長くなるが、バス台数を増やすことにより短縮できる。表-3を見れば、デマンドの発生率が15件/時増加したときにバスを1台追加すればほぼ同じサービス水準であることがわかる。このように、ネットワークと交通需要のパターンが一定であれば、デマンドの発生率とバス台数でサービス水準を表すことができると考えられる。

平均所要時間、平均待ち時間、平均迂回時間のそれぞれを被説明変数として重回帰式をあてはめると、いずれも重相関係数が0.93以上で式(2)～(4)が得られた。

$$t = 14.2 - 1.93x_1 + 1.124x_2 \quad (2)$$

$$t^w = 6.98 - 1.22x_1 + 0.088x_2 \quad (3)$$

$$t^{r1} = 3.37 - 0.867x_1 + 0.060x_2 \quad (4)$$

ここに、 x_1 : バス台数(台)

x_2 : デマンド発生率(件/時)

またバス1台当りのデマンド発生率を説明変数としてもこれらをよく説明できる回帰式が得られた。ここでのシミュレーションではケースの設定範囲が広くはないかも知れないが、このようにして求めた式を用いることによって、サービス水準を予測することができる。このような方法は、ある地域へのデマンドバスの適用の検討に有効であろう。

5. おわりに

ここでは、多数地点対多数地点型の需要を扱い、基本的なシステムである経路指令型デマンドバスシステムを対象に、運行制御シミュレータを作成した。そして、これを用いてシミュレーションを行い、オペレータのデマンドの処理能力およびサービス水準に関する考察を行った。

オペレータがデマンドの処理に要する時間は1件当たり平均30秒前後であった。これから考えると、すべての乗客がデマンドを行うとするならば、デマンドバスの採算をとるのが困難であることが明らかである。そして、運行制御を自動化する経路探索型や路線選択型のデマンドバスシステムの研究の重要性

が確認された。

サービス水準に関しては、ネットワークと交通需要のパターンを一定としたとき、平均所要時間や平均待ち時間をデマンドの発生率とバス台数で説明できる可能性があることを示した。これにより、シミュレーションの結果をデマンドバスの適用の検討に有効に利用することができる。

この研究において作成した運行制御シミュレータは、この型のデマンドバスの研究や計画に欠かせないものである。そして、これを用いたシミュレーションからは、従来は明確にされていなかったデマンドバスの処理能力の目安を得ることができた。この研究で示した手法により、具体的に地域へのデマンドバスの適用を検討することが可能になったと考える。

なお、この研究にはオペレータとしてシミュレーションに参加してくれた神戸大学大学院生の山根博司君をはじめとする協力があつたことを記し、謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 佐藤久雄：ダイヤモンドバス・東急コーチの計画と実際、高速道路と自動車、第22巻、第3号、pp. 28～34、1979年3月。
- 2) Parafsis, H. N. and G. G. Tharakan: A Dynamic Programming Approach to the Dial-a-ride Problem: An Extension to the Multi-Vehicle Case, Massachusetts Institute of Technology, pp. 112, August 1979.
- 3) 森津秀夫・枝村俊郎・亀山寿仁：ダイヤモンドバスの経路探索アルゴリズムの改良、土木学会第37回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp. 285～286、昭和57年10月。
- 4) 森津秀夫・枝村俊郎・宮垣直也：デマンドバスの運行制御について、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp. 280～281、昭和62年9月。
- 5) 森津秀夫・枝村俊郎・菅野昌二：路線選択型デマンドバスシステムについて、土木学会第40回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp. 101～102、昭和60年9月。