

大阪市立大学工学部

学生員 ○出原 正仁

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 日野 泰雄

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 吉田 長裕

1. はじめに

現在、自動車交通の急速な普及に伴い、本来、バス交通システムに求められる効率性や利便性といった高いサービスの提供が困難になってきている。これらの問題を解決するためには、都市活動に対応するバス交通システムの改善を行うことが必要である。しかし、住民のモビリティニーズをふまえずにシステムを導入したため、うまく機能していない事例も多い。都市の交通需要にあった適切なバス交通システムが必要である。そこで本研究では、バス交通活性化の1つの実現手段として、運行スケジュールを考慮したバスタイプ評価システムの構築を行う。ケーススタディとして和泉市を想定したネットワークにおいてシミュレーションを行い、評価システムとしての動きを確認する。

2. バス交通の現状と問題点

近年、乗合バス事業の衰退が著しい。その原因としては、過密・過疎化といった地域構造の変容、モータリゼーションの進展といった外的要因、燃費・人件費等のコスト上昇といった内的要因による運賃上昇、サービス低下があるが、とくに私的モータリゼーションによる需要の減少が一つの大きな要因として考えられる。さらに多様化する移動目的や小規模の交通需要に対応できず、結果としてそのサービス水準が低下している。都市の交通システムはその規模に適した整備が求められている。

3. 交通の経済理論

交通需要は、保存・移転できないサービスに対する需要であり、場所的にも時間的にも同時に交通サービスが供給されてはじめてみたさるので、即時性の要求がきわめて強い。運賃の関数である需要曲線と供給曲線は交点を持ち、そこで定まる運賃がこの交通サービスの均衡価格、そしてそこで定まる客数が顕在化する客数となる。均衡点では、需要総量と供給総量が過不足なく一致していることから、各主体は望み通りの需給を実現することができる。本研究では、需要のメカニズムや基本的な構造は変わらないと仮定し、短期を前提として考え、需要関数は固定とする。

4. モデルの構築

(1)モデルの概要

バス事業は、公営、民営を問わず、採算性を考慮することが重要であり、特に乗客数が減少しつづけている現在では、地域にあった効率の良いバス運行をしなければならない。そこで本研究では、経営資源を同じ条件にして本研究で定義した2種類のバスであるデマンド型バスとスケジュール型バスについてサービス範囲一定で需要密度を変え、どの程度の需要ならばどちらのバスタイプが有利であるのかをシミュレーションするモデルの構築を行う。道路網と違い、バス路線網の場合はバスの運行スケジュールというものを考慮する必要があり、一般的には大変大きなプログラムとなることが知られている。バススケジュールを考慮すると、OD 需要表がえられれば、その需要に適した運行スケジュールが組める。そこでバスのスケジューリング問題で実績があり、目的関数や制約条件を考える際の自由度が大きい遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 以下 GA) を用いて、需要に応じた最適な路線網と運行スケジュールの決定を行うモデルを作成し、需要パターンは同じままで需要密度を変えた OD 需要表を用いて需要密度にふさわしいバスタイプの選定を行う。

(2)バスタイプの定義

- ・スケジュール型バスの定義
 - ・時間的に定期運行を行う。
 - ・ルートの変更や迂回などは行わない。
- ・デマンド型バスの定義
 - ・運行スケジュールは需要に応じて変化する。
 - ・需要に応じて複数の選択ルートを選択できる。

(3)モデルの前提条件

- a) 目的関数として、需要 OD を出来るだけ多く運ぶことがシステム全体として望ましいと考え、総輸送人数を最大化するように目的関数を設定する。
- b) 対象ネットワーク内でのバスの起終点は予め決定しておくものとする。
- c) OD 需要表はランダムに作成するものとする。
- d) 対象ネットワークにおいて、バスの運行が可能なルート(経路)が与えられているものとする。

- e)経営資源としての運行可能なバス台数は与えられているものとする。
- f)スケジュール型バスとデマンド型バスは定義どおりに設定するものとする。
- g)運行可能なルートごとの所要時間は予め決定しておくものとする。
- h)需要にはバス停までのアクセス費用が発生し、その費用は距離に比例するものとし、アクセス費用に応じてバスが拾える需要が変化するという制約条件を入れるものとする。
- i) スケジュール型バスにおける乗車時間を基準とし、その基準乗車時間がある一定以上超えた需要は拾えないという制約条件を入れるものとする。

(4)評価指標

評価指標は以下の表-1 に示すものを利用する。

表-1 評価指標

評価指標	何を表しているか？
客数	運行収入
運行時間	運行費用
客数 運行時間	採算性
運行回数	サービス水準の1つ
客数 運行回数	効率性
迂回乗車時間	迂回の許容限界率を表し、制約条件となる。
徒歩アクセス	バス停までの負担率を表し、制約条件となる。

5. デマンド型バスとスケジュール型バスの比較

ケーススタディのネットワークとして、図-1 のような和泉市を模した仮想ネットワークを作成し、これをシミュレーションモデルに組み込むこととした。

実行条件としては、次の通りである。

- ・バス路線の起終点：2 点（泉大津、光明池駅）
- ・バスの運行時間帯：6:00～9:00
- ・選択可能ルート数：22
- ・OD 需要表：5 分ごとに作成
- ・遺伝子初期個体数：50 個
- ・遺伝子世代数：100 世代

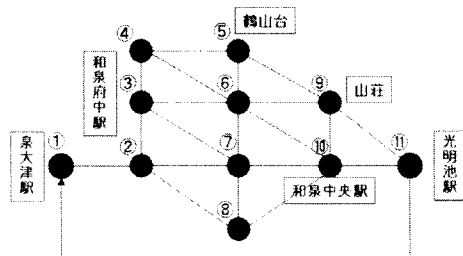


図-1 対象ネットワーク図

以上のような条件のもとでシミュレーションした結果が表-2 である。需要密度を考える上で本研究では表-2 における需要密度を基準密度（需要密度=1）と仮定した。つまり、基準密度の 2 倍の需要密度は 2

と表されている。

表-2 結果のバスタイプ別評価指標

評価指標	スケジュール型	デマンド型
客数	161人	193人
運行時間	315分	344分
客数 運行時間	0.51	0.56
運行回数	21回	10回
客数 運行回数	7.67	19.30
迂回乗車時間	*	3744分
徒歩アクセス	1008分	*

本研究では与えられたバス台数に対するスケジュールを決定するという方法をとっており、需要密度という前提条件を変えながらバス台数 2 台における試行を繰り返して行い、バス乗客数でまとめた結果が図-2 である。需要密度 3 から 4 にかけてデマンド型バスとスケジュール型バスの有利不利が逆転した。

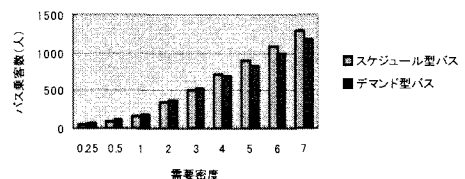


図-2 バスタイプ別の乗客数比較

同様の試行から乗客数/運行時間という採算性を間接的に表した評価指標でまとめた結果が図-3 である。採算性においては、需要密度 1 から 2 にかけてデマンド型バスとスケジュール型バスの有利不利が逆転した。

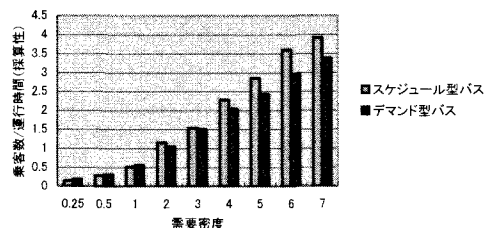


図-3 バスタイプ別の（乗客数/運行時間）比較

6. おわりに

本研究では運行スケジュールを考慮したバスタイプ評価システムの提案を行った。これにより、与えられた需要密度においてネットワーク上でバス停までのアクセス費用と迂回による乗車時間の制約条件を満たすバスタイプ評価システムが構築できた。そして道具立てとしてのモデルの動きもケーススタディによって確認できた。本モデルの汎用性としては、適切な OD 需要を利用してネットワークに適切なバス台数や経営資源に適切なバスサービスエリアについても求めることが可能である。今後の課題としては、サービス水準と需要の関係や地域、利用者、時間帯の特性を考慮する必要がある。