

# 名古屋市営バス路線再編問題

2015ss029 加藤匠

指導教員：三浦英俊

## 1 はじめに

名古屋市営バスとは名古屋市が運営する公営バスである。鉄道網とほぼ一体となって、市内をほぼ網羅しており、生活に密着した移動手段である。都心部では地下鉄など都市鉄道の補完的交通機関として面的な交通需要に対応するとともに、郊外部では住宅と鉄道駅とを結ぶ公共交通機関として、都市の交通体系として重要な役割を果たしている。

名古屋市内の人気スポットを周遊する、名古屋観光ルートバスなど多種多様な運行を行っている。一般系統、基幹バス、都心巡回バス、高速バス、深夜バス、名古屋が移動ウェイバス、名古屋観光バスが現在運行されている。名古屋市営バスの総営業キロは 763.1km、系統数は 163 系統、保有車両数は 1012 両、料金は距離に関わらず一回 210 円である。

## 2 名古屋市営バスの詳細

### 2.1 経営状況

現在の名古屋市営バスの経営は、厳しい状況が続いている。平成 27 年度では 17 億円の赤字、資金不足は昨年度より 9 億円改善の 12 億円となったが依然として多額であり厳しい経営状況にある。全市バス系統のうちの 78 % が赤字路線である。(表 2.1 参考) 主な原因としては、乗用車の普及や、道路混雑による定時制の喪失とともに利用者のバス離れを招いている。

市バス路線の運行回数は、基本的には路線に見込まれる需要に応じて調整される、しかし運行回数の少ない路線では、利用者が減少していき、結果として路線の採算が取れなくなるという問題が生じる。市営バスの運行回数と収支の関係を見ると、運行回数が 15 回以下と少ない路線が全路線中でおよそ半数を占めており、しかも運行回数の少ない路線は収支が悪いことが分かる。名古屋市営バスの問題は、このように運行回数の少ない路線が非常に多い形態となっていることである。

### 2.2 考察・取り組み

このような多系統少数便型のバス路線網は、利用者側から見ると路線が複雑でわかりにくいというえに運行回数が少ないことから待ち時間が長くなり、結果として利用者の‘バス離れ‘を引き起こす原因ともなっていると考えられる。そしてこのことが、事業者にとっては収支の悪化として事業経営上の問題となって表れていると考えることができる。

しかし、公営バスの場合、乗客が減少した路線でも地域サービスの確保という公共目的から安易に系統を廃止する

表 2.1 名古屋市営バスの黒字、赤字順位

黒字	系統名	営業係数	キロ当たりの乗車人数	営業収支 (百万円)
1位	幹藤丘1	55	9.07	136
2位	平針11	66	7.09	129
3位	上社11	69	6.85	105
赤字	系統名	営業係数	キロ当たりの乗車人数	営業収支
1位	南陽巡回	359	1.3	-59
2位	春田11	327	1.28	-55
3位	熱田巡回	318	1.26	-54

ことはできない。そこで、地下鉄が発達している大都市に多く見られる系統数を減らし運行回数を増やして地下鉄などの乗り換えを促すことを考えて、小系統多便数型のバス路線網を提案する。

## 3 研究の目的

本研究の目的では、名古屋市営バスの系統数を削減し、赤字削減を目標とすることである。

数理計画モデルの理論と手法を用いて、市営バスの路線再編について考える。赤字縮小のため、市バス路線をより望ましい形へと再編成する提案を行う。

利用者と事業者のそれぞれの評価基準に基づくモデルと、それらのモデルを定式化し、それらの最適解を求めることで、市バス路線をより望ましい形へと再編成する提案を行う。

### 3.1 提案方法

停留所を表すネットワークの頂点の集合を  $N = \{1, \dots, n\}$ 、バス路線系統集合を  $M = \{1, \dots, m\}$ 、駅の集合を  $S = \{1, \dots, s\}$ 、とすると、停留所  $i \in N$  で系統  $j \in M$  のバス停に乗車し、駅  $k \in S$  でバスを降りるという端末バス需要をすべて満たしつつ、系統を最小にする系統網を求めるモデルを考える。

### 3.2 記号と変数の定義

まず、以下のように記号と変数を定義する

$M = \{1, \dots, m\}$ : バス路線集合の系統

$N = \{1, \dots, n\}$ : 停留所を表すネットワークの頂点の集合

$S = \{1, \dots, s\}$ : 駅の集合

$i$ : ある停留所,  $i \in N$

$j$ : ある系統,  $j \in M$

$q_{i,k}$ : バスの利用者数,  $i \in N, k \in S$

$$Z_j = \begin{cases} 1 & \text{系統 } j \text{ を選択するとき.} \\ 0 & \text{系統 } j \text{ を選択しないとき.} \end{cases}$$

$b_j$  : 100 円の営業収入を得るのに要した営業費用を表す指数で、各バス路線の経営状況を表す指標。

100 円未満は黒字、超えると赤字。

## 4 問題 1

目的関数: Minimize.  $w = \sum_{j \in M} Z_j$

決定変数:  $Z_j = \begin{cases} 1 & \text{系統 } j \text{ を選択するとき} \\ 0 & \text{系統 } j \text{ を選択しないとき.} \end{cases}$

制約条件

系統需要充足条件:  $\sum_{j \in M} a_{i,j,k} Z_j \geq 1 \quad i \in N, k \in S$

$a_{i,j,k} = \begin{cases} 1 : q_{i,k} \geq 0 \text{ である停留所 } i \text{ から系統 } j \text{ を利用して駅 } k \text{ に到達可能であるとき.} \\ 0 : q_{i,k} < 0 \text{ である停留所 } i \text{ から系統 } j \text{ を利用して駅 } k \text{ に到達不可能であるとき.} \end{cases}$

端末バス需要を満たすという条件下で系統数を最小にするという、事業社側の評価基準に基づく数理計画モデルである。

## 5 結果

### 5.1 名古屋市営バスでの結果

(1) 名古屋市バスで考えた結果、取り除く経路が 180 路線から 130 路線へと 50 路線減った。

(2) 削減された路線の営業収支、乗車人数、営業キロに規則性はなかった。

(3) バス路線の重複度が高い路線は削減される傾向にある。(ほかのバス路線で代用ができる。)

(4) 利益一番の藤が丘～本地住宅も削減対象になっていた。

(5) 営業収支や、一日当たりの乗車人数などを最大にする目的関数を増やしてより実現度を高くしたいと考えている。

## 6 問題の再編

以下の二つの問題を解く。

(1) 同系統の 200m 以内にあるバス停を同じバス停として考えることで一つのバス停に対する利用者数を増やし時間とコストを削減する問題

(2) 問題 1 で多額に利益を出す路線も削減されてしまったので、収支係数を取り入れ黒字路線をなるべく残すことで、実現度を高くした問題

## 7 問題 2

問題 1 の目的関数を以下の目的関数に取り換える。

収支係数:  $b_j$

目的関数: Minimize.  $w = \sum_{j \in M} b_j Z_j$

この問題は端末バス需要を満たすという条件下で系統数を最小かつ収支係数を最小にするという、事業社側の評価基準に基づく数理計画モデルである。

## 8 問題の結果

(1) 200 m の制限を加えた問題を解いたが結果は 180 路線から 130 路線の 50 路線減の制限を設けない場合と結果は変わらなかった。

300m 制限では利用者の負担が大きいと考えたため、300m での問題は解いていない。

(2) 収支係数を取り入れた問題では 180 路線から 139 路線の 41 路線対象となった。

### 8.1 結果の考察

全系統のうち黒字系統は 41 系統ある。

A: 200m 制限を加えた削減対象となるバス系統集合 (計 18)

B: 200m 制限かつ収支係数が最小となる目的関数で解いたバス系統集合 (計 9)

C: A, B どちらにも含まれるバス系統集合 (計 32)

A においては、黒字路線の約 1/4 を削減対象としている。また、名古屋地区、金山地区、栄地区、の 3 地区は市バス路線が多数あるため削減される傾向にあった。都心から離れたバス系統は重複路線が少ないため、削減されにくい傾向がみられる。

B においては、藤丘 11 以外、すべて赤字路線を削減対象とし、「赤字系統」と「運転キロ当たりの乗車人数」は比例する傾向があることから、名駅 24 を除いては運転キロ当たりの乗車人数も低い。また A と同様に名駅、栄、神宮と、都心部が削減対象となった。

C においては、都市から郊外まで幅広く削減対象で、郊外部は例年多額の負債を出す路線という共通点があった。

## 9 結論

問題を解いて「名古屋、栄、金山、神宮を主とした都心部のバス路線を削減する」という結論を得た。

理由としては都心部では重複路線が多いうえに、地下鉄、名鉄、JR、タクシーなど多くの交通手段があるので仮に都心部のバス路線を削減しても利便性は大きく損なわれないと感じた。人が多いがゆえに黒字路線が多い都心部であるがその路線を削減することで、郊外のバス路線の充実や利用者増加のために資金を充てることができる。反対に郊外部では、名古屋市バスの営利目的ではないことと、ある特定の利用者 (老人や車を持っていない人、近くに駅がない) などを鑑みると安易にバス路線を削減することは難しいと感じた。

## 参考文献

[1] 名古屋市交通局 : [kotsu.city.nagoya.jp](http://kotsu.city.nagoya.jp), 2019 年 9 月閲覧。

[2] 大山達雄 末吉俊幸 : 『公共政策と OR』. 朝倉書店, 東京, 2002.