

# 線形計画法によるバスの配車計画

京都大学 正員 井上博司  
同 学生員 ○青木和善

## 1. まえがき

今日のように街路事情の悪化した大都市においては、大量輸送機関としてのバスの都市交通に果たす役割は重要なものとなってきているにもかかわらず、現状は交通事業の経営の悪化を呼んでいる。こうした問題を解決するためには、バスという交通機関をさまざまな面から再評価し、検討を加え対策をたてなければならない。なかでも運行計画の合理化は基本的に重要な対策である。ここでは、運行計画を合理化する一環として、バスの配車計画について考える。

## 2. 線形計画法による定式化

いま、交通需要としての乗客のODが与えられており、そのすべてのODが満たされているような路線網がすでに設定されているものとする。このとき、利用し得るバスの総台数を条件として、乗客の総走行距離が最小となるように各路線ごとのバス配車台数を決定する。これを数式で表現すれば、

$$F = \sum_i \sum_j X_j^i L_j \longrightarrow \min \quad (1)$$

となる。ここに、

$F$  : 乗客の総走行距離

$X_j^i$  : 路線  $i$  のリンク  $j$  を通る交通量 (乗客数)  $(i = 1, 2, \dots, r)$

$L_j$  : リンク  $j$  の道路延長  $(j = 1, 2, \dots, m)$

とする。また、

$x_k^l$  : OD  $l$  のバス  $k$  の交通量  $(k = 1, 2, \dots, p)$

$S$  : OD  $l$  の交通量  $(l = 1, 2, \dots, q)$

$M^i$  : 路線  $i$  の路線延長

$N^i$  : 路線  $i$  に投入されるバス台数

$N$  : バスの総台数

$c$  : バスの容量

$p_{kj}^l = \begin{cases} 1: \text{OD } l \text{ のバス } k \text{ がリンク } j \text{ を通るとき} \\ 0: \text{OD } l \text{ のバス } k \text{ がリンク } j \text{ を通らないとき} \end{cases}$

$r_j^i = \begin{cases} 1: \text{リンク } j \text{ が路線 } i \text{ に含まれているとき} \\ 0: \text{リンク } j \text{ が路線 } i \text{ に含まれていないとき} \end{cases}$

とすれば、リンクフロー  $X_j^i$  について、 $p_{kj}^l x_k^l$  は OD  $l$  に関するバス  $k$  のリンク  $j$  を通る交通量に等しく、これに  $r_j^i$  を乗じた  $r_j^i p_{kj}^l x_k^l$  を  $k, l$  について加えたものは、路線  $i$  に関するリンク  $j$  の交通量  $X_j^i$  に等しくなるから、次式が成立する。

$$X_j^i = \sum_k \sum_l r_j^i p_{kj}^l x_k^l \quad (2)$$

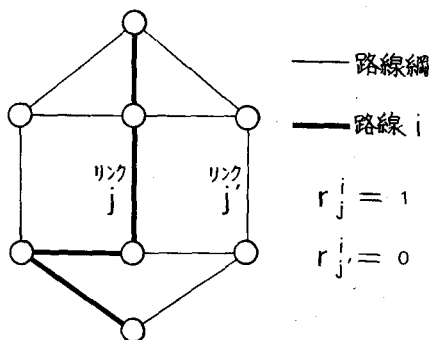


図-1 路線 i

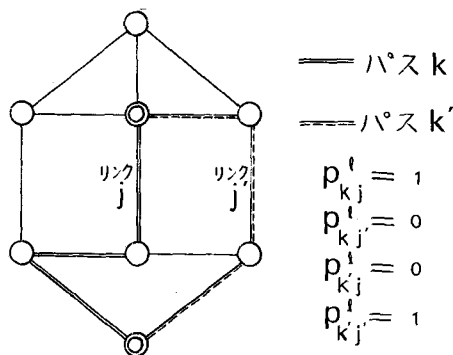


図-2 OD l

各リンクにおいて、 $X_j^i$  は路線 i の路線容量を越えてはならないから、  

$$X_j^i \leq c N^i \quad (3)$$
 となる。ここで、式(2)を用いて  $X_j^i$  を消去すれば、式(1)、(3)は次のようになる。

$$F = \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l r_j^i p_{kj}^l x_k^l L_j \quad (4)$$

$$\sum_k \sum_l r_j^i p_{kj}^l x_k^l - c N^i \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, r) \quad (5)$$

また、バスフローの和はOD交通量に等しいから、

$$\sum_k x_k^l = S^l \quad (l = 1, 2, \dots, q) \quad (6)$$

となり、バス台数については次式が成立する。

$$\sum_i N^i = N \quad (7)$$

バスフロー、バス台数はともに非負でなければならないから、

$$x_k^l, N^i \geq 0 \quad (8)$$

となる。

このように、目的関数を乗客の総走行距離最小とした場合、配車計画の問題が線形計画法の形に定式化でき、制約条件(5)、(6)、(7)、(8)のもとで、目的関数(4)を最小とする解は容易に求めることができる。

### 3. あとがき

ここで述べた定式化は需要交通量が与えられたとき、それに対応する各路線のバス台数を求めるもので、配車計画としては、たいへん大まかなものである。したがって、バスの稼働率をあげるために、需要交通量の変動に応じてバスの配置を最適化していくといった極め細かなものではないが、タイム・スケジュールをも組込んだ配車計画を作製する前段階として、一応の目安を与えるものと考えている。変数としたバスフロー  $x_k^l$ 、バス台数  $N^i$  はすべて整数でなければならない、とくに、バス台数については整数解とすることが望ましいが、この計画そのものの精度から考えて、それ程の精密解を得る必要がないため、また計算を簡略化するため、あえて無視した。