

金沢大学 正員 飯田恭敬

福井工業大学 正員 ○ 吉田豊穂

1. まえがき.

戦後の経済成長にともなう経済活動の活発化はモータリゼーションの進展にともなう現れ、その勢いはまことに目をみはるものがある。しかし一方では、自動車交通の増大がもたらす大量輸送機関としての鉄道やバスの利用人員の減少は交通企業の経営を圧迫化し、その結果がまた自動車交通の増大を招くという悪循環を繰返している。こうした悪循環を断ち切り都市交通の現状を改善するためには、バスや鉄道といった大量輸送交通機関施設の合理的配置と両輪は急務と考えられる。本文ではこのうちで特に車両の合理的運用について考究するものである。輸送力を増強し利用者のサービス向上をはかるためには配車台数を増加させることが必要であるが、無計画に配車台数を増せばそれだけ要員も大となり経費もかゝることになる。そこで各路線の乗客需要量に対して最小の配車台数で済むような効率的な配車計画の樹立が望まれる。このとき運転路線系統の変更が行なわれると、各路線各区間上の乗客需要量は異なってくるであらう。こうして最適な配車計画が達成されれば、企業経営に余裕をもたらす、ひいてはこれが乗客に対するサービス水準の向上にもはねかえってくるものと期待できる。以下にその運転路線系統および配車の計画方法について基本的な考え方を述べる。

2. 基本的な考え方.

いまの需要量が与えられたある路線についてみれば、各区間毎の乗客需要量は異なっているため、車両の回転運用を高めるためにはこれに見合った循環系統をいくつか組合せて配車計画を行なうのが得策であらう。しかし、循環系統をいたずらに細分化することは、折返地点の時間損失による輸送効率の低下あるいは乗換回数の増加による乗客への不便があつて好ましくない。したがつて、普通には大循環系統のなかにいくつかの小循環系統を組合せるという配車計画がなされている。一方、路線系統が網状になった場合では、その経路が変更されれば、各区間における乗客需要量は異なってくるものと考えられる。したがつて、配車計画は乗客の利便を配慮しつつ、運転路線系統と同時に策定されることが必要である。かくして本文では、乗客需要量のODが与えられたとし、これに対する1つの路線系統の組合せを設定して、このときの最適配車台数をまず求める。そして、このあと路線系統網の組合せを配車台数がより最適となるように順次変更を行なつて探索していく。この場合、制限条件式と目的関数の表記については種々考えられるが、これについては改めて論を加えることにし、ここでは問題を単純化して、適正な乗車定員で乗客に積残しが起らないような最小の配車台数の決定方法について述べる。次に簡単な例で説明を行なう。

(a) 路線系統が線状の場合.

図-1に示すような路線に対し乗客のOD交通量が与えられているとき、系統1および系統2のような路線系統を考えてみる。いま、ある輸送時間帯における系統1および系統2の運行回数をそれぞれ n_1 および n_2 とすると、各系統の配車台数 N_1 , N_2 に対する制限条件式は式(1)のように示せる。すなわち、乗客のOD量を路線に配分すると各区間毎に方向別に乗客需要量 $D_{i,j+1}$ が算定できるので、輸送量はこれを上回るようにするという条件である。このとき、すべての区間および方向に対して条件式を考慮する必要はなく、制限の上限となる区間、方向だけで十分である。そして、この条件のもとに式(2)の目的関数を最小にすればよい。この問題は整数計画法となるが、実用解としては普通のLPで計算を行ないその近傍解を採用しても差つかえなからう。こうして解が得られると

今度は系統1および系統2の変更を行なって同様の計画を進めていく。

制限条件式

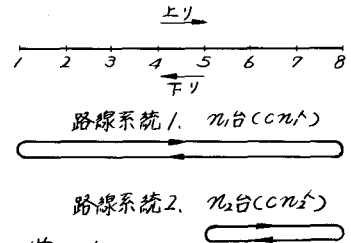
$$C k_1 n_1 \geq \max_{i, i+1} \{D_{i, i+1}, D_{i+1, i}\} \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (1)$$

$$C k_1 n_1 + C k_2 n_2 \geq \max_{i, i+1} \{D_{i, i+1}, D_{i+1, i}\} \quad (i=5, 6, 7) \quad (2)$$

目的関数 $f = n_1 + n_2 \rightarrow \min$

ここで C : 1台あたりの定員

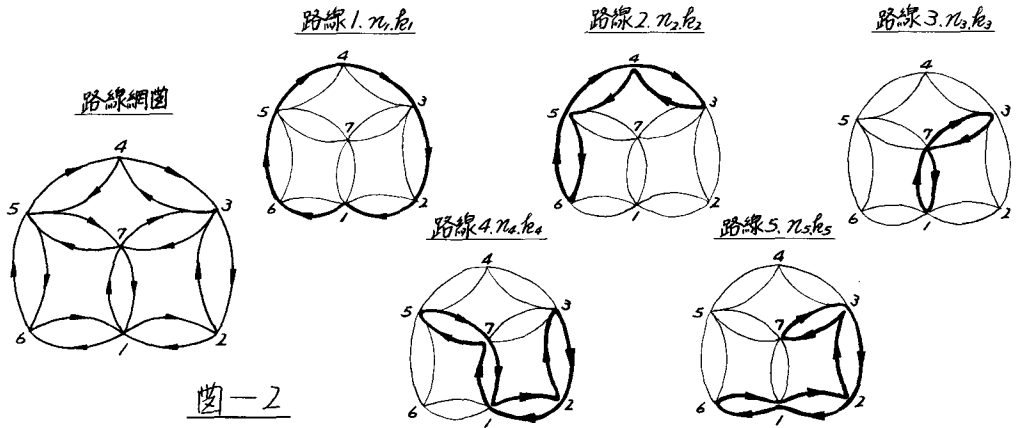
$D_{i, i+1}$: 区間 $(i, i+1)$ の上り方向の通過人員



図一/

(B) 路線系統が網状の場合

この場合もまきの(a)と同じように考えていけばよい。図2のような5つの路線系統で輸送が行なわれるとしたときの制限条件式と目的関数は式(3)および式(4)のごとく示される。このとき利用者は設定された路線系統の組



図一2

制限条件式

$$\left. \begin{aligned} C k_4 n_4 + C k_5 n_5 &\geq \max(D_{12}, D_{13}) & C k_1 n_1 + C k_4 n_4 + C k_5 n_5 &\geq \max(D_{11}, D_{31}) & C k_2 n_2 &\geq \max(D_{34}, D_{25}, D_{56}) \\ C k_1 n_1 + C k_2 n_2 &\geq \max(D_{31}, D_{34}, D_{25}) & C k_5 n_5 &\geq \max(D_{41}) & C k_1 n_1 + C k_5 n_5 &\geq \max(D_{16}) \\ C k_3 n_3 + C k_4 n_4 &\geq \max(D_{17}, D_{21}) & C k_3 n_3 + C k_5 n_5 &\geq \max(D_{73}, D_{37}) & C k_4 n_4 &\geq \max(D_{75}, D_{57}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

目的関数 $f = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 \rightarrow \min$

(4)

合せのもとにおける最短経路によって目的地に至るとして、各区間の乗客需要量を算定する。系統変更の組合せに関しては分岐限界法によって計算を進めていけば真の最適解が求められるが計算が膨大になることを考えて、DP的な近似計算で行なうことを考えている。また、路線系統の組合せの設定に際しては、乗換えによる乗客のわずらわしさを考慮して、どの地先に行くのにも、たとえば、せいぜい1回で済むようにする。これは設定された少くとも2つの路線系統によって、対象とする輸送網グラフが覆えたら条件を満足するので、簡単に検討出来る。

3. あとがき

本文ではひとまず配車台数を最小とするよう目的関数を設定したが、実際的には利用者の便と経営者側の合理化を同時に考えて、その総輸送経費を最小とすることが望ましい。この他、輸送需要増に対する配車計画の信頼性を考慮するための感応分析などを加え、具体的な計算を推進めることによって、モデルを現実的なものにしたいたいと考えている。また、将来は大量輸送交通機関のサービス水準の向上による輸送機関別分担率への影響も考慮できるようにモデルを発展させたいと思っている。