

IV-308

首都圏鉄道網の配分システムに関する基礎的研究

東京理科大学 学生員 石渡正範

東京理科大学 正 員 内山久雄

東京理科大学 正 員 星 健一

1. はじめに

鉄道の経路配分は従来 flow-independent な考え方で行われてきた。しかしながら、近年の首都圏での鉄道ネットワークの整備は複数の経路が選択できる地域を拡大し、その結果、多少時間がかかっても混雑の少ない経路を選択するような傾向も見られてきている。そこで本研究では、混雑による不効用を生じさせた、すなわち flow-dependent 配分システムを構築し、首都圏鉄道ネットワークへの適用を試みる。さらにここでの配分システムには、列車の運行間隔が密となる通勤通学時間帯で、混雑がダイヤの遅れを生じさせる現象も考慮している。

2. 出発時刻の定式化

各列車の運行時間を正しく把握するために、配分用の時刻表を作成する。すなわち、列車 k の任意の駅 i での出発時刻を次式のように定義し、駅での混雑や列車運行間隔の影響を所要時間に反映することを試みる。

$$T_i^k = T_{i-1}^k + f(p_{i-1,i}, P_i) + g(T_{i-1}^{k-1}, t_{i-1,i}) \cdots (1)$$

T_i^k : 列車 k の i 駅での出発時刻

T_{i-1}^k : 列車 k の i 駅の前駅 ($i-1$ 駅) での出発時刻

T_{i-1}^{k-1} : 先行列車 (列車 $k-1$) の i 駅での出発時刻

f : 乗客の混雑による調整時間

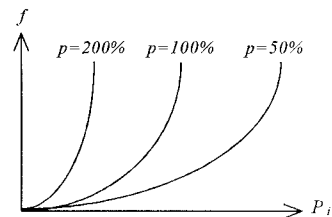
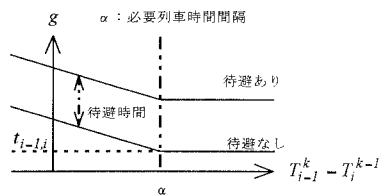
$p_{i-1,i}$: $i-1$ 駅, i 駅間の混雑率

P_i : i 駅での乗降者数

g : 先行列車との接近による調整時間

$t_{i-1,i}$: $i-1$ 駅, i 駅間の標準所要時間

出発時刻を求めるためには、個々の列車について個々の駅・個々の駅間での計算が必要であるが、以下に行う配分では、個々の列車について個々の駅・個々の駅間で計算を行うことが困難であるため、ここでは式 (1) の f を任意の時間帯について計算し、これをその時間帯に出発する列車に共通する値として用いることにする。また、 k は $\{k \ni$ 各列車の属性 (普通列車、急行列車 etc...) $\}$ 、 i は $\{i \ni$ 各駅の属性 (急行通過駅、待避駅 etc...) $\}$ という情報を持っており、この k と i の兼ね合いにより追い越し待ち (待避) の有無の判定を行うこととする。

図1 f の概念図図2 g の概念図

3. 混雑の時間換算による配分

鉄道交通では、混雑の程度によって所要時間が直ちに増大するわけではなく、利用者のストレスとして潜在的に蓄積してしまうため、混雑を考慮に入れることが難しい。そこで、列車が混雑することにより感覚的な所要時間が延びるものと考え、混雑の不効用を時間換算して配分を行うことにより、flow-dependent な配分を試みることにする。混雑による利

キーワード 鉄道ネットワーク、出発時刻、配分、

flow-dependent

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641

TEL 0471-24-1501(Ext.4058) FAX 0471-23-9766

用者の所要時間の増大の計算には、志田ら¹⁾によって定義された以下の式を用いる。

$$X_{i-l,i} = 0.01 \times (\text{Exp}(0.0197 \times q_{i-l,i}) - 1) \times R_{i-l,i} \quad \dots (2)$$

$X_{i-l,i}$: $i-l$ 駅、 i 駅間の所要時間の増大

$q_{i-l,i}$: $i-l$ 駅、 i 駅間の混雑率

$R_{i-l,i}$: $i-l$ 、 i 駅間の乗車時間

ただし、混雑率が 100% 未満の場合、列車は空いているものとみなして所要時間の増大はないものとする。

また、乗換による抵抗についても、武藤ら²⁾によって発表された「乗換時間は乗車時間の 1.5 倍に相当する」という定義に基づき、時間換算を行うことにする。

配分に用いる OD データは、平成 2 年度大都市交通センサスを用いる。今回の分析では、最混雑時について配分を行うため、ピーク 1 時間の交通量を考えることとする。大都市交通センサスによると、1 日の総交通量の約 3 割がピーク 1 時間に集中し、このうち約 9 割が定期券利用者であるという。このこととデータが片道の総数であることから、以下の式によってピーク 1 時間の交通量を求める。

$$\text{ピーク 1 時間交通量} = \text{OD データ} \times 0.54 \quad \dots (3)$$

この他、所要時間データ、乗換時間データ、列車容量データを作成し配分を行う。なお、flow-dependent な配分を行うために、本研究では分割配分法を用いることにし、その分割割合は、50%、30%、10%、10% の 4 分割とする。また、最短経路探索には Warshall-Floyd 法を用いることにする。

配分の対象となる鉄道ネットワークは、首都圏全域 111 路線の各駅毎に列車の種別別のノードを設置し、他路線への乗換が可能な場合には乗換リンクを設置し、同一経営会社路線への乗換が可能な場合にのみ特別ノードを設置するものとして作成する。なお、本研究のノード数は 2654 個である。

4. 配分結果の検証

以上の考えに基づき配分を行い、断面交通量を平成 2 年度都市交通年報の値と比較した結果、相関係数が 0.91 となった。これは、過去に行われた配分結果の相関係数 (0.7~0.9) と比べて高い値となっており、比較的精度の高い配分が行い得たと言える。この結果を図 3 に示す。

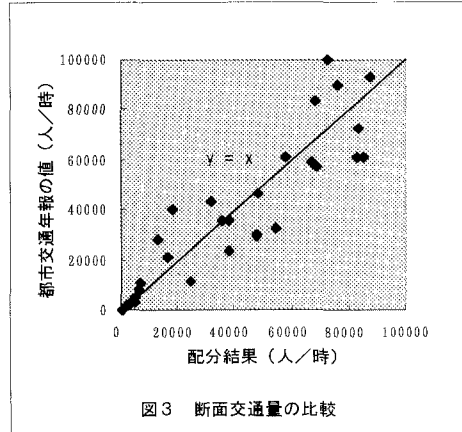


図 3 断面交通量の比較

図 3 において各点を直線 $y=x$ と比較すると、誤差が 50% 程度に上るものも見受けられ、今後の検討が必要である。

5. おわりに

本研究では、時刻表作成と配分を一連の流れの中で関連づけることにより、実際の乗客や列車の動きに即した配分を行うことを目指し、初期の目的は達成されたと言える。しかし、配分用の時刻表の精度に改善すべき余地は残っており、精密な解析を行うまでには至っていない。今後は配分手法そのものを含め、精度を上げることが課題である。

【参考文献】

- 古木直樹：鉄道ネットワーク配分モデルの構築、東京理科大学卒業論文、1997
- 1) 志田州弘、古川敦、赤松隆、家田仁：通勤鉄道利用者の不効用関数パラメータの移転性に関する研究、土木計画学研究・講演集 No.12、pp.519~525、1989
- 2) 武藤雅威：鉄道の地下鉄乗換施設の改善方向に関する研究、東京理科大学修士論文、1988