

鉄道動的配分システムの開発 乗換え施設評価への適用

東京理科大学 学生会員 飯屋崎圭司
 東京理科大学 正会員 日比野直彦
 東京理科大学 F10-会員 内山 久雄

1. はじめに

首都圏鉄道ネットワークは既成されつつあり、少子高齢化が進むなか、鉄道整備政策を新しい視点から見直す動きが出てきた。シームレス化やバリアフリーに代表される利用者主体や利用者保護の考え方である。これら施策の対象となる乗換え行動においては、列車の運行ダイヤが大きく影響をする。しかし、これまで主に行われてきた静的配分でそのような非正常流を表現することは不可能である。

また、現在広く普及した自動改札機は、時間情報を備えているため、そこから詳細かつ確かな時間帯別 OD 表を得られる可能性を有している。

そこで本研究では、分単位の時系列変化を考慮した鉄道動的配分システムの開発を目的とし、本稿では特に駅乗換え施設での乗換え状況の把握を試みる。

2. 動的配分の導入

動的な交通ネットワーク・フローを考える際、満たすべき物理的条件がある。そのうちの1つである状態方程式(1)から、任意の時間 T において各リンクに着目した配分アルゴリズムの構築が可能である。

$$X_{ij}(T) = \sum_{t=1}^T (A_{ij}(t) - L_{ij}(t)) \dots \dots (1)$$

$X_{ij}(T)$: 時刻 T おけるリンク (i, j) の断面交通量

$A_{ij}(T)$: 時刻 T おけるリンク (i, j) の流入交通量

$L_{ij}(T)$: 時刻 T おけるリンク (i, j) の流出交通量

なお、本研究では乗換え状況をより詳しく把握

キーワード 動的配分、乗換え

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641

東京理科大学理工学研究科土木工学専攻

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

するために、各 OD 交通に時間と位置の情報を持たせ、リンク上での交通量変化を出力できるようにしている。

3. 動的配分の実行

最短経路探索は乗換え施設の影響を考慮できる(2)式を用いて Warshall-Floyd 法により行う。

$$F_a(t) = LHT_a(t) + 0.074 COF_a(x_a(t)) \\ + 1.988 TCT_a(x_a(t)) \\ + 5.591 TUT_a(x_a(t)) \\ + 5.047 TDT_a(x_a(t)) \\ + 0.956 TWT_a(t) \dots \dots (2)$$

$F_a(t)$: 時刻 t でのリンク a の一般化費用

$x_a(t)$: 時刻 t でのリンクフロー

$LHT_a(t)$: 時刻 t での乗車時間

$COF_a(x_a(t))$: 時刻 t での混雑率関数値

$TCT_a(x_a(t))$: 時刻 t での乗換え水平移動時間

$TUT_a(x_a(t))$: 時刻 t での乗換え階段昇り時間

$TDT_a(x_a(t))$: 時刻 t での乗換え階段降り時間

$TWT_a(t)$: 時刻 t での乗換え待ち時間

乗換えに要する時間は混雑による影響を考慮し、筆者ら¹⁾²⁾が算出した K - V 式(密度 - 速度式)を用いる。以下に K - V 式(3)を示す。

$$\begin{aligned} \text{コンコース} &: V = 1.30 \times \exp(-0.10 \times K^2) \\ \text{昇り階段} &: V = 0.94 \times \exp(-0.02 \times K^2) \dots (3) \\ \text{降り階段} &: V = 1.05 \times \exp(-0.03 \times K^2) \end{aligned}$$

なお、密度 K は次式により求める。

$$K = \text{通行人員} / (\text{有効距離} \times \text{通路幅}) \dots \dots (4)$$

ここで、有効距離とは、人が混雑率 100%の状態ですら 1 時間あたりに進むことのできる距離である。

通路幅、通路距離、昇り階段数、降り階段数は分析対象範囲内の全乗換え駅の駅構造を実際に調査をし得たものである。また、列車待ち時間は時刻表を用いて算出した。

4. モデルの適用

2章で述べたように、本研究の動的配分はリンク上での交通量把握を1つの特徴としている。そこで、乗換え駅である上野駅を例にあげ、以下述べていく。

図1は上野駅におけるJR、営団、京成電鉄の乗換え構造を模式的に表したものである。ノードをホームと改札に置き、コンコース(階段を含む)はノードをつなぐリンクで表示した。

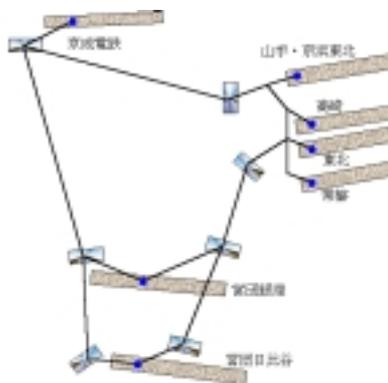


図1 上野駅乗換え構造

列車が到着するとホームのノードが点灯し、OD交通がネットワークに流入する。流入したOD交通は太線で示されリンク上を移動する。図2、図3はその時間変化を表す。

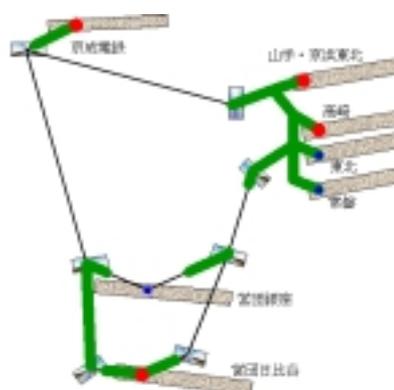


図2 上野駅2分後

駅乗換えにおいて、狭い通路幅、階段、大勢の歩行者とその交錯、これらは単位時間の移動速度を低下させ移動距離を小さくする。本研究ではこの現象

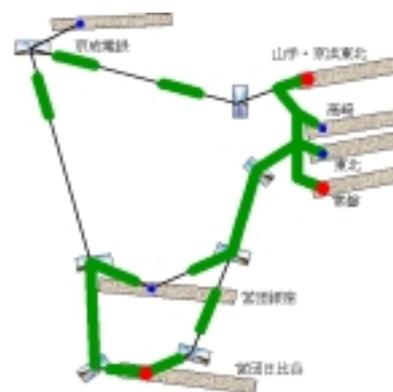


図3 上野駅4分後

を再現した。乗換え状況の把握は、累積交通量を用いて行えるものではない。乗換え混雑は列車運行ダイヤ、通路幅、階段数等の時間と施設容量に起因するからである。

図2、図3はOD交通を示す太線の長さが単位時間中に移動できた距離であり、故にそれは乗換えのし易さを表示している。逆を言えば、太線の短い所が乗換えにおけるボトルネックである。その原因を究明し改善する整備施策が必要といえる。

5. おわりに

本研究では、時系列変化を考慮した動的配分を行うことにより、駅の乗換え状況を再現した。また、それを表示することで、乗換え施設整備における有益な情報提供の可能性を示せた。

さらに、単位時間の小さい時間帯別OD表の活用方法を示せた。

今後の鉄道整備は、首都圏大規模ネットワークと、乗換え表示用ネットワークを階層的にリンクさせていくことが必要と考えられる。これにより、駅乗換え施設整備の方向性及び駅乗換え施設整備を利用した鉄道ネットワークの有効利用の可能性を検討していくことが可能となる。

【参考文献】

- 1) 日比野：首都圏における都市鉄道システムの戦略的な活用に関する研究，東京理科大学修士論文，1999
- 2) 日比野、内山、篠原：混雑を考慮した乗換え時間の算出に関する研究，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集 第4部，pp.250-251,1999