

# 配分シミュレーションによる鉄道利用者効用の定量的評価

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 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 | フェロ-会員 | 内山 久雄  |
| 愛 知 県  | 正 会 員  | 石渡 正範  |

## 1. はじめに

通勤・通学時の鉄道混雑を緩和するために、鉄道事業者は様々な対策を講じている。その際、個々の事業者の採算性や効率性の向上もさることながら、利用者へ提供する鉄道サービスの質の視点から、ネットワーク全体での効率的利用を図ることも重要視されてきている。このような背景を踏まえて、本研究では、鉄道サービスの質に着目して鉄道整備計画の目指すべき方向性を探ることを目的とする。すなわち、利用者全体が鉄道ネットワークから実際に享受している質的サービスと、ネットワークを十分有効利用する際に享受可能な質的サービスとを定量化し、比較・考察する。

## 2. 評価指標

交通量配分を行ない鉄道利用者がそのリンクを通過することで被る不効用を、利用者の経路選択に用いる(1)式により算出して一般化費用とする。

$$t_a(LHT_a, x_a) = LHT_a + 1.988TCT_a(x_a) + 5.591TUT_a(x_a) + 5.047TDL_a(x_a) + 0.074COF_a(x_a) \quad (1)$$

$t_a(LHT_a, x_a)$ : リンク  $a$  の一般化費用     $LHT_a(x_a)$ : 乗車時間     $TUT_a(x_a)$ : 乗換階段昇り移動時間     $COF_a(x_a)$ : 混雑率関数値  
 $x_a$ : リンクフロー     $TCT_a(x_a)$ : 乗換水平移動時間     $TDT_a(x_a)$ : 乗換階段降り時間

(1)式にそのリンクの通過人数  $x_a$  を乗じる。この値を鉄道ネットワークの全てのリンクで足し合わせ、その合計値  $\sum t_a(x_a) \cdot x_a$  を利用者全体が鉄道ネットワークから享受する負の質的サービス量とする。これを評価指標に用いることにより、所要時間や混雑率といった断片的な評価ではなく、様々な要素を総合的に含んだリンクごとの一般化費用に着目し、鉄道利用者全体への影響を対象とした“鉄道サービスの質”としての評価を可能とする。

## 3. 配分方法

現況状態の鉄道利用者フローの再現は、フローの連続性を制約条件に Wardrop の第 1 原則に基づいた配分(UE 配分)となる。

$$\begin{aligned} \min . Z_p &= \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} t_a(w) dw & (2) \\ \text{制約条件: } &\sum_{k \in K_{rs}} f_k^{rs} - Q_{rs} = 0 & \forall rs \in \Omega \\ &x_a = \sum_{k \in K_{rs}} \sum_{rs \in \Omega} \delta_{a,k}^{rs} f_k^{rs} & \forall a \in A \\ &f_k^{rs} \geq 0 & x_a \geq 0 \end{aligned}$$

一方、鉄道ネットワークが利用者全体へもたらす負の質的サービス量を最小化する鉄道利用者フローは、同じ制約条件の下で Wardrop の第 2 原則(SO 配分)に基づき、目的関数は、

$$\min . Z_s = \sum_{a \in A} t_a(x_a) \cdot x_a \quad (3)$$

となる。この目的関数は、

$$\min . Z_s = \sum_{a \in A} \int_0^{x_a} [t_a(w) + w \cdot d\{t_a(w)\}/dw] dw \quad (4)$$

と書き換えることが可能で、UE 配分と同一の最適化問題として取り扱える。

本研究では、首都圏全域(東京駅から約 70km 圏内)の在来線(114 路線)を対象範囲として、ピーク 1 時間の OD 交通量を 50 分割し、それぞれ配分する。鉄道ネットワークは平成 7 年度のを基に作成する。(図 1)



図 1 対象範囲

Key Words: 一般化費用, UE 配分, SO 配分

連絡先: 東京理科大学理工学部土木工学科

〒278-8510 野田市山崎 2641 TEL 0471(24)1501(Ext4058) FAX 0471(24)2150

#### 4. 配分結果

現況状態の鉄道利用者フローを再現した UE 配分の結果と既知の断面交通量（平成 7 年大都市交通センサス）との比較を図 2 に示す．両者の間に多少のバラツキが散見されるが，推定値と観測値の相関係数は 0.947 さらに RMS 誤差 9,200（人/ピーク 1 時間）となり，利用者交通行動の再現性は高いと言える．

図 3，図 4 は UE 配分と SO 配分による断面交通量と，算出される負の質的サービス量の合計値を比較している．図 4 の合計値は当然 SO 配分の方が小さくなり，両者の差はネットワークが有効に利用されていないことを定量的に示すものである．しかし，その値は小さく，現在鉄道利用者は既存のネットワークを大変有効に利用し，利用者全体の一般化費用を小さくするような交通行動をとっていると言える．

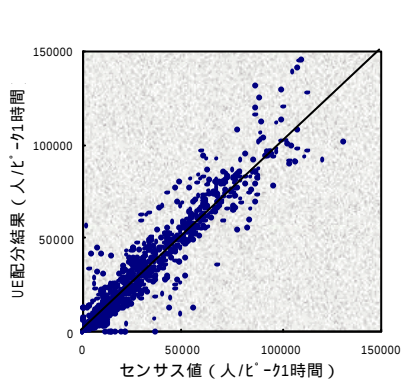


図 2 断面交通量の比較

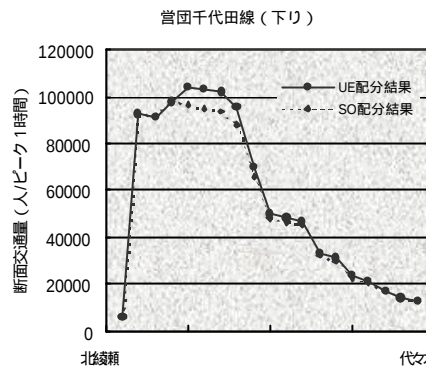


図 3 路線別断面交通量の比較

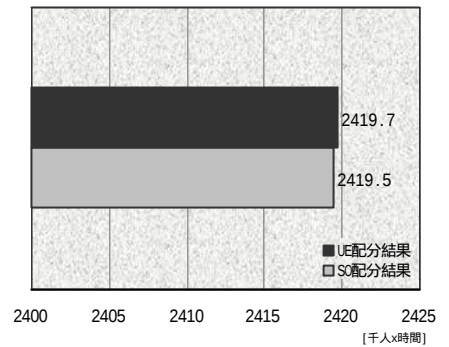


図 4 質的サービス量の比較

#### 5. シミュレーション

混雑緩和を目的とした「都営浅草線の東京駅接合および京成本線の速度増加」という新たなネットワークシステムを設定し，シミュレーションを行なう．シミュレーションは東京駅での都営浅草線から JR および営団丸ノ内線への乗り換え抵抗に変化を与えて 2 種行なう．図 5 でシミュレーション前後の UE 配分と SO 配分との負の質的サービス量の合計値を比較する．

シミュレーション後，SO 配分による負の質的サービス量は type.1・type.2 共に減少する．これは設定した施策が鉄道利用者全体にとって有意であり，ネットワークが改善されていることを示す．しかしそれにも関わらず，UE 配分による合計値は実施前よりも増加し，実際には利用者全体へマイナスの効果を及ぼすような利用者フローを生じさせていることが分かる．また，UE 配分による type.1 と type.2 の合計値の大きな差異は，乗り換え抵抗の変化が異なる利用者フロー（図 6）を与えたことに起因して，利用者全体が享受する質的サービス量に多大な影響を与えたことを示している．

以上から，利用者交通行動の十分な把握と，それを乗り換え等のネットワーク構造の改善により最適な状態へと誘導することの重要性を窺い知ることができる．

#### 6. おわりに

利用者全体が鉄道ネットワークから享受するサービスの質に着目し，利用者フローの側面から鉄道整備計画において目指すべき方向性を探る方法を提示することができた．今後，このような形式での分析・予測を通じ，鉄道利用者にとってより望ましい鉄道ネットワークシステムが形成されることが期待できる．

【参考文献】 交通ネットワークの均衡分析 —最新の理論と解法— ，土木学会，1998

日比野直彦：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

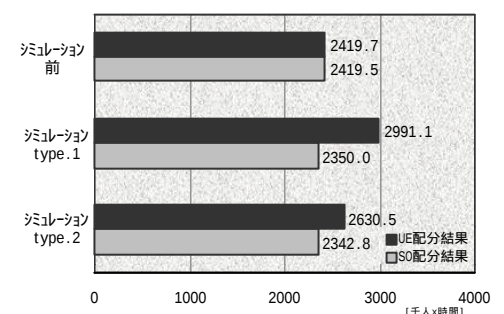


図 5 シミュレーション前後の質的サービス量の比較

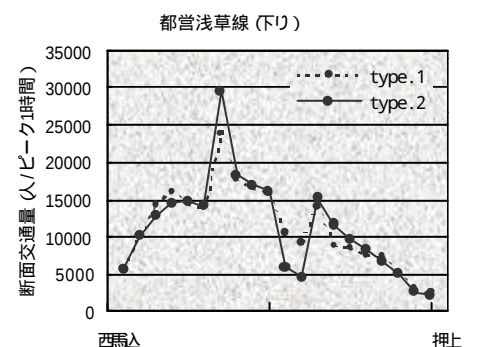


図 6 シミュレーション後の断面交通量の比較