

ホーム上における旅客流動のOD通行量推計
-鉄道駅における旅客ODデータ取得に関する研究 その2-

正会員 ○*木下芳郎 同 **加瀬史朗 同 **坂本 圭司
同 *疋田篤史 同 ***石間計夫

駅 通行量 ホーム 推計 群集歩行

1 目的

旅客の起終点ごとの通行量 (OD 通行量) はシミュレーション入力データとして必要不可欠であるが、混雑した状況において調査することは困難であり、計測が容易な断面通行量から推計できることが望ましい。そこで、ホーム上の旅客流動特性と汎用性に配慮して断面通行量から OD 通行量を推計する方法について検討した。推計は朝、昼、夕方について行い、時間帯による特徴についても分析した。

ホーム上旅客流動の推計に関する類似研究としては電車扉ごとの乗降分布を推計するもの³⁾があるが、本稿は OD 通行量についての推計と実測値による精度検証を行い、また時間帯による特徴の分析を行っている。

2 対象空間と通行量データ

対象とする駅は東京都の環状線の E 駅で、ホームは外回り、内回り電車に面する島式 1 面 2 線型である。混雑した場所での旅客流動に着目し、図 1 に示すエスカレーター 2 機を含んだ範囲を対象とした。2 機のエスカレーターは駅の東口、西口へ接続する。対象範囲における旅客の起終点位置を図 1 に、その内容を表 1 に示す。表 2 に示す調査日時に全ての OD 通行量について調査を行い、この結果と比較して推計結果の精度を検証した。表 3 に、起点から終点への旅客通行量とあわせて各起終点での断面通行量を最下行 (流出人数)、最右列 (流入人数) に示す。表内の断面

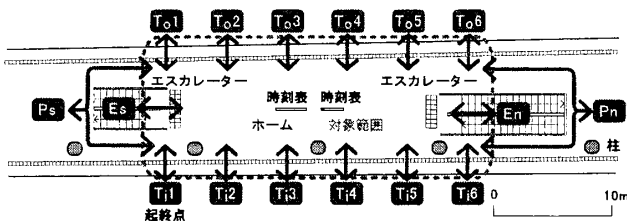


図 1 対象範囲

表 1 起終点の詳細

記号	起終点
Ps	対象範囲の左 (東) 側
Es	左 (東) 側エスカ
Pn	対象範囲の右 (西) 側
En	右 (西) 側エスカ
T1~T6	内回り車両ドア
To1~To6	外回り車両ドア

表 2 調査日時

期	調査日時
期	2010年7月14日 (水) 8:29:13~8:40:08
調査日時	2010年7月15日 (木) 14:58:13~15:06:00
夕方	2010年7月14日 (水) 18:19:59~18:25:42

通行量を入力データとして、全ての OD 通行量を推計することがここでの課題である。なお、戻り乗車は別途推計するため除外している。

3 旅客行動特性を考慮した推計方法

断面通行量から OD 通行量を推計する流れを図 2 に示す。はじめに、目的地が同じ、行先が逆方向などの理由で 0 とみなせる通行量を表 3 に示すように設定する。次に、範囲外からの旅客について、乗車客、降車客の分類を行う。降車客については範囲外の出入口位置と目的地種類を考慮し、図 3 に示す方法で 2 機のエスカレーターへの配分を設定した。その他の旅客については、目的地の選択に移動距離が影響すると考え、移動による満足度が表 4 のように表現でき、満足度の最も高い目的地を選択すると仮定して推計式

表 3 旅客通行量の一覧表 (OD 表) : 朝

		終点														合計		
起点		Ps	Es	Pn	En	T11	T12	T13	T14	T15	T16	To1	To2	To3	To4		To5	To6
Ps	Ps	9																9
Es	Ps	0																0
Pn	Ps	0																0
En	Ps	0																0
T11	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T12	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T13	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T14	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T15	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T16	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To1	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To2	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To3	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To4	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To5	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
To6	Ps	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	Ps	283	728	223	704	20	38	46	51	42	32	43	44	22	25	43	18	2851

■ 入力データ (断面通行量) □ 未知数 ■ 未知数のうち 0 と設定する通行量

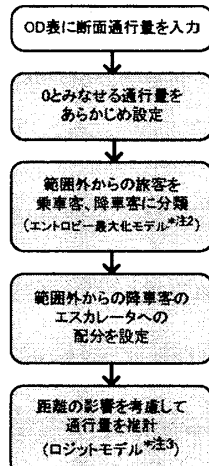
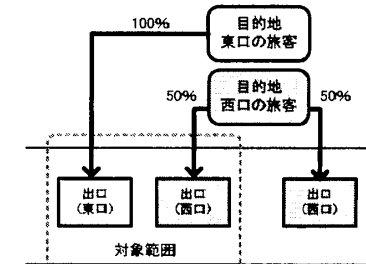


図 2 推計の流れ



対象範囲外にも同じ目的地の出口がある場合は、半数が対象範囲内の出口を利用する

図 3 エスカレーターへの配分

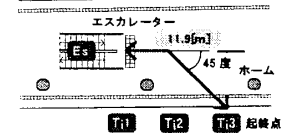


図 4 移動距離の算出例

を導出した。移動距離については汎用性を配慮し、対象範囲内の距離については図4のように簡略化した経路を設定した。対象範囲外に対して流入出する旅客については、図5のように他の出入口までの1/3を移動距離とした。

距離による不満足度の換算率 λ は未知数のため、乗車客・通過客、降車客に分け、別途行った調査結果と推計値との誤差が最小となる値を3種の時間帯ごとに求めた。

表4 旅客行動モデル

$$U_{i,j} = u_j - \lambda d_{ij} + \varepsilon$$

$U_{i,j}$: iからjへの移動による満足度

u_j : jへの移動による満足度

λ : 距離による不満足度の換算率

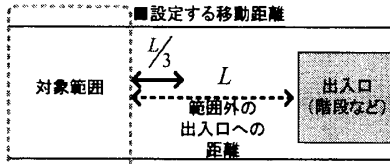


図5 対象外に対する移動距離

d_{ij} : iからjへの距離

ε : 誤差 (確率変数でガンベル分布に従うと仮定)

4 推計結果

計測したOD通行量と推計値との相関グラフを図6に示す。推計結果と実測値の相関は高く、推計方法はホーム上旅客流動を表現するのに十分な妥当性を持っている。距離による不満足度の換算率(λ)の値と、推計値と実測値の相関を表5に示す。朝の降車客が移動距離を最も短くするよう行動しているといえる。乗車客については距離の影響を受けないという結果が出たが、理由として対象範囲が小さいため、降車駅での距離を考慮していないためなどが考えられる。時間帯による特徴をとらえるために、降車客

の λ の組合せによるAIC(赤池情報量規準)を比較した結果を表6に示す。朝の時間帯は相対的に特別な状況であるが、昼と夕方には大きな差がないといえる。

推計値に対する誤差を図7に示す。推計値が20人以下の場合誤差は10人程度以内である。推計値が大きな場合でも20人程度の誤差を見込んでおけばほぼ十分といえる。

5 まとめ

断面通行量を用いたホーム上OD推計手法を検討し精度を確認した。他駅で適用するための汎用性を高めるには、コンコースとの空間構成、階段とエスカレーターの違いを考慮した推計方法への拡張が必要である。

[注]

- 1) 青木俊幸、大戸広道、都築知人、河合邦治、不破徹、古賀和博：鉄道駅における旅客流動に関する研究：その10 乗車分布、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp.849-850, 1999
青木俊幸、大戸広道、河合邦治、古賀和博、山根清香、都築知人：鉄道駅における旅客流動に関する研究：その11 乗降分布の予測、日本建築学会学術講演梗概集 E-1, pp.1081-1082, 2000
- 2) 日本建築学会編：建築・都市計画のためのモデル分析の手法、井上書院、1992 (p111~を参照)
- 3) 青木義次：建築計画・都市計画の数学-規模と安全の数理-、数理工学社、2006 (p45~を参照)

表6 λ の組合せの比較

ケース	ケースA λ [朝] λ [昼] λ [夕] の3種類	ケースB λ [朝、昼] λ [夕] の2種類	ケースC λ [朝] λ [昼、夕] の2種類	ケースD λ [朝、夕] λ [昼] の2種類	ケースE λ [朝、昼、夕] の1種類
AIC	1943.8	1943.0	1941.9	1943.3	1942.4
相関係数	0.979	0.979	0.979	0.978	0.978
λ (乗車・通過客)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
λ (降車客)	0.135	0.132	0.135	0.130	0.128
λ (降車客)	0.089	0.132	0.095	0.089	0.128
λ (降車客)	0.098	0.088	0.085	0.130	0.128

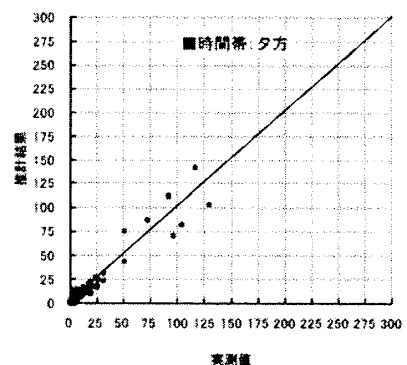
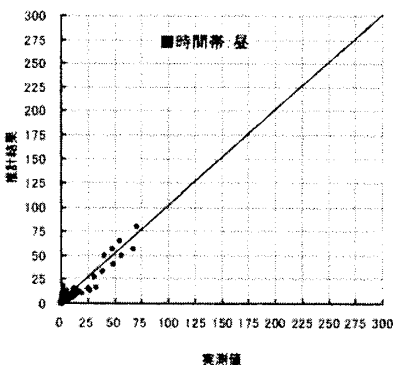
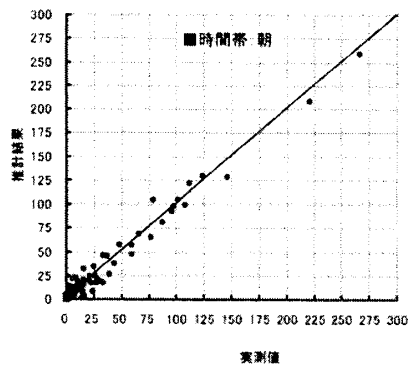


図6 実測値と推計結果の相関グラフ

表5 λ の値と相関係数

時間帯	距離による不満足度の換算率(λ)		実測値との相関係数
	乗車・通過客	降車客	
朝	0.00	0.135	0.99
昼	0.00	0.089	0.95
夕方	0.00	0.098	0.96

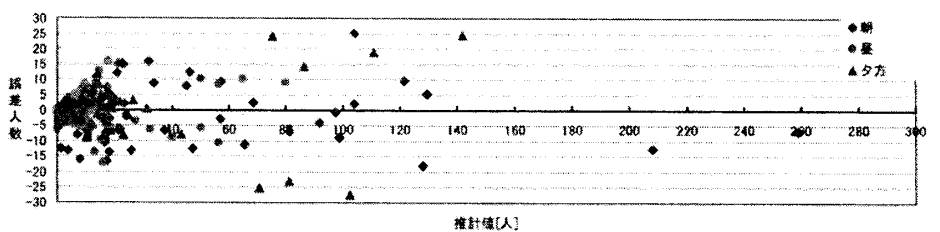


図7 通行量に対する推計誤差 (誤差人数=推計値-実測値[人])

* (株)ベクトル総研

**東日本旅客鉄道(株) フロンティアサービス研究所

***ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)

* Vector Research Institute, Inc.

**East Japan Railway Company, Frontier Service Development Laboratory

*** JR East Consultants Company