

## ターミナル駅における混雑指標に関する調査研究

### 1— 調査の背景と目的

21世紀の成熟社会を迎え、社会の情勢が著しく変化しつつある中で、鉄道に対するニーズも速達性や大量性だけでなく、ゆとりや快適性、利用しやすさといったより質の良い高いサービスへと変化しつつあり、そうしたニーズに対して的確に対応していくことがますます重要視されるようになってきている。

そこで、今後の鉄道輸送サービスの質的向上を図る観点から、平成20年度に実施された「ターミナル駅における混雑を解消するための施策の検討」調査の中で、ターミナル駅の混雑状況について快適性の面から評価可能な指標について検討されたところである。ここでは、その検討結果について紹介していくこととする。

### 2— 実態調査の企画・実施

#### 2.1 調査対象駅

調査規模等を考慮して2～4路線が乗り入れる駅、来街者等鉄道利用者以外の流動が少ない駅、混雑等で問題が発生していると考えられる駅、であることを考慮し、具体的には、以下の8駅を対象とした。

- 首都圏：茅場町駅、高田馬場駅、南浦和駅
- 近畿・中京圏：十三駅、川西能勢口駅、栄駅
- 地方都市圏：大通駅、仙台駅

#### 2.2 実施調査

混雑指標の算定に際して必要なデータを得るため、調査対象駅において以下の調査を実施した

- ① 旅客流動量調査：駅乗換経路等の主要区間における通過流動数を計測。
- ② 所要時間調査：駅乗換経路(主要な乗換経路)の区間別所要時間を計測。
- ③ 降車旅客捌け時間調査：各ホームにおいて、到着列車の降車客の滞留が解消されるまでの時間を計測。
- ④ ビデオ調査：混雑の詳細な状況(交錯状況等)をビデオカメラにより撮影。
- ⑤ 利用者意識調査：駅利用者の混雑に対する考え方をアンケート調査で把握。
- ⑥ 駅施設調査：図面等より駅の施設規模を把握。

### 3— ターミナル駅混雑指標の算定

#### 3.1 移動速度指標

乗換経路の移動距離と移動に要する所要時間より算定される移動速度として以下の式により算定した。

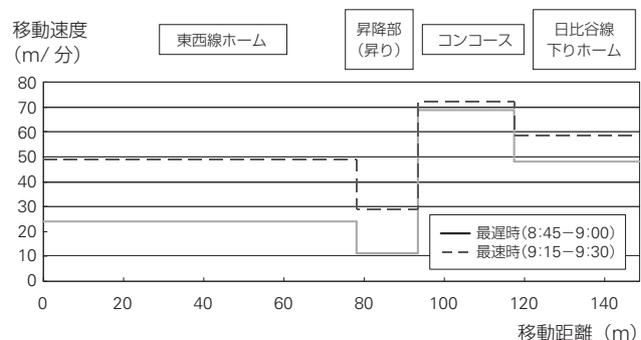
移動速度が低いほど、混雑や錯綜により移動性が阻害されていることを示しており、ターミナル駅における移動のしやすさについて、全ての区間を一つの指標で連続的に把握できる。

#### 【算定方法】

$$\text{移動速度(m/分)} = \frac{\text{移動距離(m)}}{\text{乗換所要時間(分)}}$$

#### 【留意点】

- ・ 水平移動と上下移動で平均的な移動速度に相違があり、一般的に上下移動の際の移動速度が低いため、単純に移動速度が落ちたところを混雑箇所と断定できない場合がある。



■図—1 東西線→日比谷線下りへの乗換経路における移動速度算定結果(茅場町駅)

#### 3.2 混雑比率指標

ターミナル駅における乗換え等の移動におけるピーク時の移動速度の低下状況を表す指標として、混雑時の移動所要時間と以下に示す平均的な移動速度より推計される所要時間の比率を算定する。

混雑比率が高いほど混雑が激しく、混雑が無い状況に比べ移動所要時間が長くなることを示しており、移動速度指標と同様に、ターミナル駅における移動のしやすさについて、全ての区間を一つの指標で連続的に把握できる。また、平均的な移動速度と比較しているため問題箇所の把握がしやすい。

【算定方法】

$$\text{混雑比率} = \frac{\text{混雑時乗換所要時間(分)}}{\text{推計所要時間(分)}^*}$$

※推計所要時間(分)＝乗換移動距離(m)/平均移動速度(m/分)

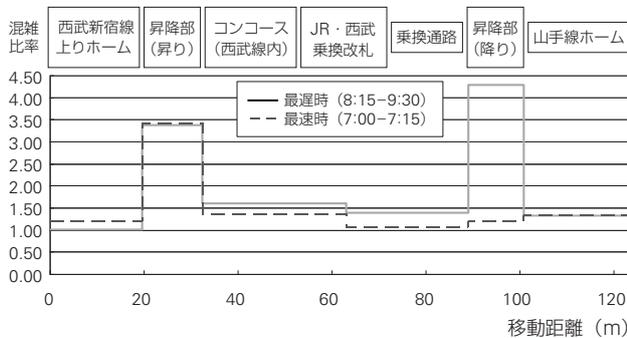
■表一 平均移動速度

状態	平均値
水平歩行	70m/分
昇り階段	0.6秒/段
降り階段	0.6秒/段
エスカレータ	0.7秒/段

※上記数値は、大都市交通センサスの乗換施設調査より、オフピーク時の平均的な速度を算定したものである。

【留意点】

- ・ 水平移動と上下移動の平均的な移動速度の相違については改善されたが、混雑による速度低下の割合が区間によって異なることが考えられる。



■図一 西武新宿線上り→山手線への乗換経路における混雑比率算定結果(高田馬場駅)

3.3 歩きにくさ指標

① 歩行者密度と交錯回数の関係

概ね50m<sup>2</sup>(約7m×7m)の地域について、1分ごとの交錯回数と歩行者密度を観測した結果より、最尤推定法を用いて算定した交錯回数の発生確率算定式を以下に示すポアソン分布関数として、対向交差と十字・T字交差別に構造推計を行った。統計諸量及び再現性は概ね良好な推定結果となっている(表一2)。

$$P(k) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^k}{k!}$$

P(k): 交錯回数 k の発生確率  
 k: 交錯回数(回/分・50m<sup>2</sup>)  
 e: ネイピア数(=2.71828; 自然対数の底)  
 λ: パラメータ(正の実数: 平均期待回数)  
 k!: k の階乗

② 歩きにくさ指標の算定式

各コンコース・通路部で算定される交錯回数と移動速度指標を説明変数として、アンケート調査の各コンコース・通路部に対する混雑に対する感じ方の「非常に混雑している」と「混雑していない」の割合(P)を説明するモデルとして考えた。

$$P = 0.44346 + 0.39506 \cdot C - 0.00709 \cdot V \times 100$$

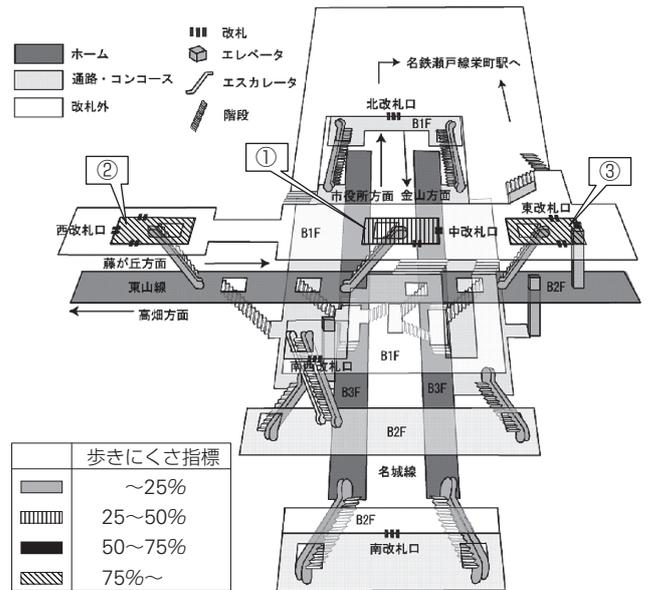
$$(10.462) \quad (-4.694)$$

相関係数: 0.8544, 決定係数: 0.7299, ( )内はt値

P: 混雑を感じる割合(%) (= 歩きにくさ指標)  
 C: 交錯回数(回/分・50m<sup>2</sup>)  
 V: 移動速度(m/分)  
 α・β・γ: パラメータ

■表一 交差回数発生確率式の推定結果

歩行者密度ランク	対向交差		十字・T字交差	
	λ (t値)	サンプル数	λ (t値)	サンプル数
0.00~0.25人/m <sup>2</sup>	0.286 (2.047)	14	0.000 (-)	11
0.25~0.50人/m <sup>2</sup>	1.708 (2.422)	24	0.739 (1.872)	23
0.50~0.75人/m <sup>2</sup>	1.579 (1.742)	19	1.385 (1.727)	13
0.75~1.00人/m <sup>2</sup>			1.895 (2.428)	19
1.00人/m <sup>2</sup> 以上	0.750 (1.976)	12	1.340 (2.152)	47



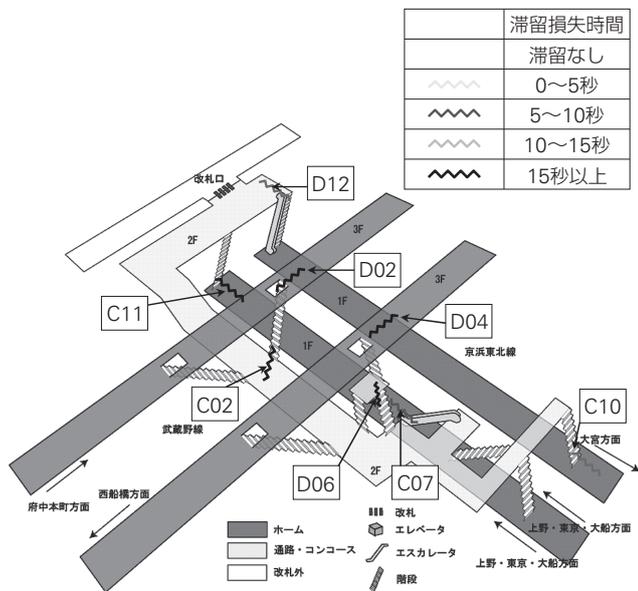
■図一 歩きにくさ指標算定結果(栄駅)

3.4 滞留損失時間指標

昇降部(階段, エスカレータ), 改札部での待ち時間(歩行速度が立ち止まる程度になった時間)を滞留損失時間指標として用いる。

【留意点】

- ・ 昇降部, 改札部の混雑状況のみを表す指標であり, ターミナル駅全体の混雑を表す指標ではない。
- ・ 列車到着状況(上下線が同時に到着した時と片方だけの場合等)により, 計測結果が異なることが考えられ, 指標の変動幅が大きいことに注意が必要である。



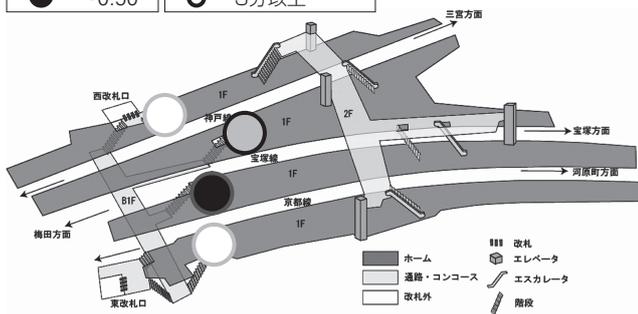
■図—4 滞留損失時間算定結果(南浦和駅)

### 3.5 降車旅客平均捌け時間・捌け率指標

列車到着からホーム出入口での到着列車の降車旅客の滞留が終わる平均な所要時間(平均捌け時間)と、次到着列車までに捌けた割合(捌け率)を指標として用いる。

#### 【留意点】

- ホーム上の混雑状況のみを表す指標であり、ターミナル駅全体の混雑を表す指標ではない。
- ホーム上の昇降部で階段とエスカレータが併設されている場合は、階段での滞留が終わるまでの時間として計測を行っているため、滞留損失時間とは異なる。



■図—5 降車旅客平均捌け時間・捌け率算定結果(十三駅)

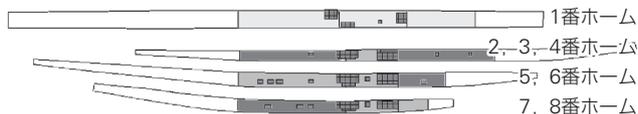
### 3.6 ホーム密集率指標

ホーム上での利用者の密集状況を表す指標で、ホームでの混雑が場所によって大きく異なることより、ホームへの出入口(昇降部や改札等)ごとに以下の式で算定される。

$$\text{ホーム密集率(人/m}^2\text{)} = \frac{\text{昇降部等利用人員(人/15分)} / \text{列車到着本数(本/15分)}}{\text{当該昇降部周辺ホーム有効面積(m}^2\text{)}}$$

#### 【留意点】

- ホーム出入口となる昇降部や改札口の利用者数より指標を算定しているため、同一ホームでのホームタッチによる乗り換えや緩行・急行間の乗り換えがある場合には、指標の適用は相応しくない。
- ホームへの出入口(階段等)から移動しないものとして算定しているため、ホーム上を大きく移動する場合には注意が必要である。



■図—6 ホーム密集率算定結果(仙台駅)

### 3.7 ターミナル駅混雑指標の妥当性の検証

算定された各ターミナル駅混雑指標をランク別に集計し、そのランク別に利用者アンケート調査で得られた混雑に対する評価との対応性について検討した結果を以下に示す。

■表—3 各指標の妥当性の検証結果

ターミナル混雑指標	妥当性の検証結果
移動速度	・各駅、各場所において指標と利用者の混雑に対する感じ方の間に明確な関係がみられ、妥当性は非常に高いものと考えられる。
混雑比率	・各駅、各場所において指標と利用者の混雑に対する感じ方の間に明確な関係がみられ、妥当性は非常に高いものと考えられる。
歩きにくさ	・利用者の混雑に対する感じ方を非説明変数としているため、妥当性は高いものと考えられる。
滞留損失時間	・滞留損失時間が長くなるほど高まる傾向が見られ、妥当性はあるものと考えられる。
降車旅客平均捌け時間	・平均捌け時間が長くなるほど高まる傾向が見られ、他の指標にその関係性はやや低いものの、妥当性はあるものと考えられる。
ホーム密集率	・数値が高くなるほど混雑を感じる割合が各駅とも高くなっており、妥当性が高いものと考えられる。

### 3.8 ターミナル駅混雑指標の評価基準の検討

#### ① 評価基準の考え方

算定された各ターミナル駅混雑指標における、評価基準の検討方法としては、それぞれ全駅を対象に妥当性の検証を行った、混雑指標と利用者の混雑に対する意識の関係より、混雑を感じる割合ランクごとに3つの基準を設定した。

#### 4—ターミナル駅混雑指標の総合化の検討

##### 4.1 総合化の目的

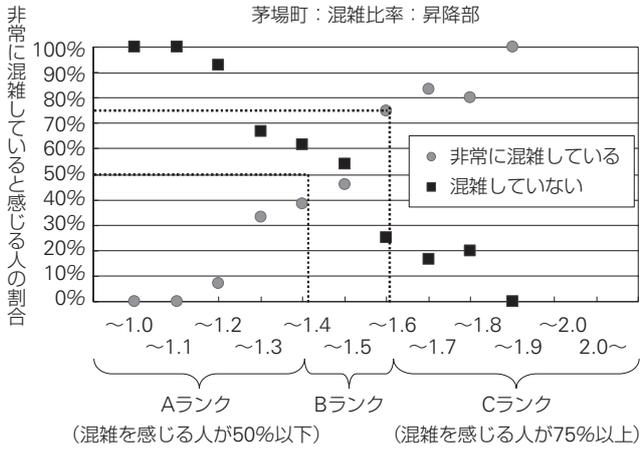
ターミナル駅混雑指標の目的としては、次の2つを簡易に把握できるように、混雑指標を総合化する方法について検討した。

- 混雑場所・混雑タイプの抽出:どの部分・場所でどのような混雑が発生しているか。
- 混雑ターミナル駅の抽出:どこの駅で混雑が発生しているか。

① 混雑場所・混雑タイプの抽出のための総合化  
以下の、2つの方法を検討した。

##### 1) 図化による総合化

算定された各混雑指標の各場所における最混雑値を図-8に示すように一枚の構内図等に図示し、混雑箇所を容易に把握することが可能と考えられる。



■図-7 評価基準の考え方(混雑比率の例)

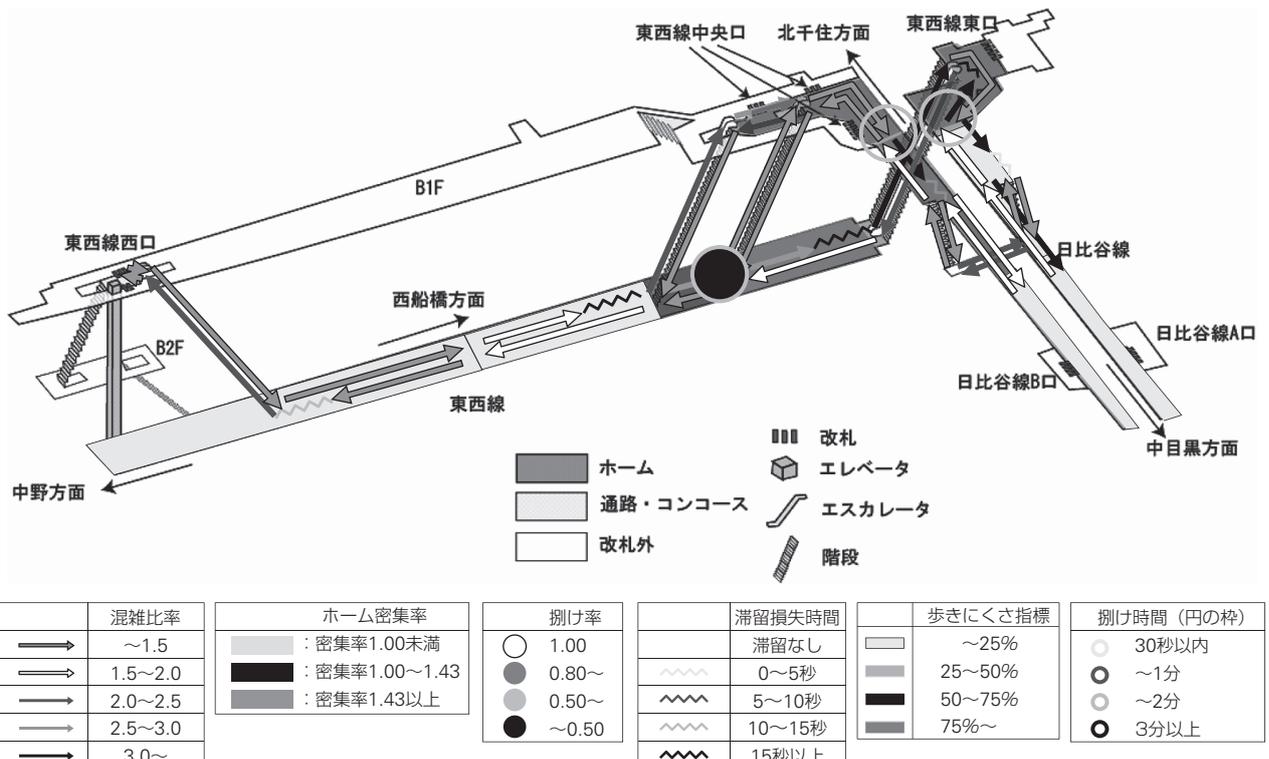
##### ② 各指標の評価基準の設定結果

①の考え方による各混雑指標の評価基準を以下に示す。

■表-4 混雑指標の評価基準

指標	場所	Aランク	Bランク	Cランク
移動速度指標	ホーム	45m/分以上	35~45m/分	35m/分以下
	昇降部	35m/分以上	25~35m/分	25m/分以下
	通路・コンコース	50m/分以上	35~50m/分	35m/分以下
混雑比率	各場所とも	1.4以下	1.4~1.6	1.6以上
滞留損失時間指標	昇降部	滞留損失時間なし	5秒以内	5秒以上
降車旅客平均捌け時間指標	ホーム	35秒以下	35~50秒	50秒以上
ホーム密集率指標	ホーム	0.5人/m <sup>2</sup> 以下	0.5~0.7人/m <sup>2</sup>	0.7人/m <sup>2</sup> 以上

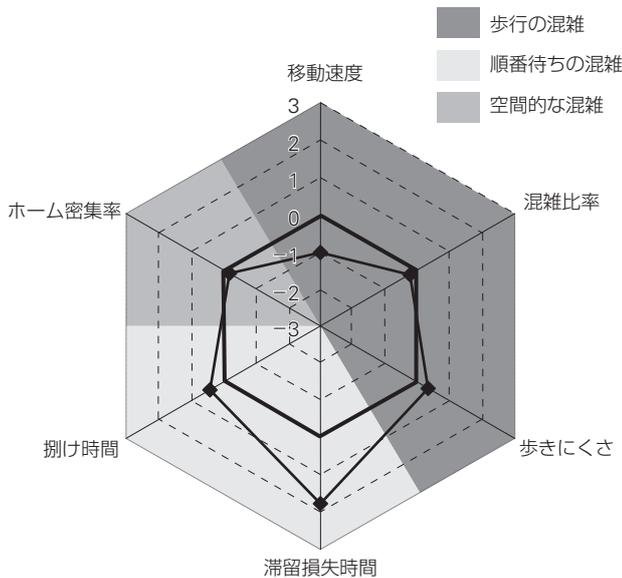
※今回の調査結果で設定した点に留意が必要である



■図-8 図化による総合化の例(茅場町駅)

2)レーダーチャートによる総合化

各混雑指標ごとに基準化(平均を0, 偏差を1)された指標について図-9に示すようにレーダーチャート化し, 駅による混雑状況の相違等を簡易に把握することが可能と考えられる。



■図-9 レーダーチャートによる総合化の例(茅場町駅)

② 混雑ターミナル駅の抽出のための総合化

時間帯・場所別に複数ある個別混雑指標を駅毎に比較可能にするため, 下式に示すアンケート調査による駅の総合的な混雑状況に対する評価結果を個別指標により説明するモデルを作成した。

$$S = \frac{1}{1 + \exp((\sum \alpha_i \cdot X_i) + \beta)}$$

$S = s \times 4 - 2$

S: 不満点(-2.0~+2.0: 大変満足している:-2点, … 非常に不満: 2点)

$X_i$ : 個別混雑指標 (移動速度, 歩きにくさ指標…ホーム密集率)

$\alpha, \beta$ : パラメータ

■表-5 構造推定結果

		係数	t値
$\beta$		0.7476	6.182
$\alpha$	混雑比率	0.4687	2.076
	歩きにくさ指標	0.3167	5.159
	滞留損失時間	0.0140	2.184
	ホーム密集率	0.1973	3.174

重相関係数: 0.819

なお, 上式以外にも, 個票データを用いたモデルや一般化平均を用いたモデルについても検討を行ったが, 良好なモデルは得られなかった。

5—今後の課題・留意点

5.1 安全面への対応について

今回検討を行った指標は, あくまで混雑している駅, 場所, タイプを抽出するためのツールと位置づけ, 安全面への対応は, 個別の駅ごとにその状況をとらえ, 個別の対策をとっていく必要がある。

5.2 調査対象駅の拡大について

個別混雑指標の一つである歩みにくさ指標の検討や, 指標の総合化については, 本調査で新たにモデル式を用いて算定・検証を行った。統計上有意な結果は得られたものの, 調査サンプル数が8駅と少なく, 実用化に結び付け良いかどうかの判断が難しいところである。

指標の更なる精度向上や地域格差の有無の検証を行う上で, もう少し調査対象駅を増やして調査サンプル数をより多く取得した方が望ましい。

5.3 旅客流動量の取得について

実態調査にあたって労力・費用ともに大きな負担となるのが, 旅客流動量調査である。過去の別目的による調査結果の流用や, 自動改札データ等を活用して流動量を把握する等の工夫が必要である。

**謝辞:** 本調査の実施にあたっては, 森地茂運輸政策研究所長を委員長とする検討委員会を設置し, ご指導・ご助言を頂いたほか, 実態調査の実施においては, 各鉄道事業者の方々にご協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表したい。

(要約: 調査室調査役 中嶋建太郎)