

# 自動改札機・車両応荷重データを用いた都市鉄道の混雑率推定手法に関する研究\*

## Study on a measurement method of rate of train overcrowding by stored data at ticket gates and load weight units \*

窪田崇斗\*\*・古谷聡\*\*\*・家田仁\*\*\*\*

By Takato KUBOTA\*\*・Satoshi FURUYA\*\*\*・Hitoshi IEDA\*\*\*\*

### 1. はじめに

都市鉄道の利便性・サービス向上への社会的要請は増大しており、中でも混雑問題は依然として主要な要素の1つである。これまでは、主にピーク時の最混雑率の緩和を主眼として、新線建設・複々線化・高密度運転化・長編成化などの輸送力増強が講じられてきた。しかし、混雑問題はピーク時間前後や夜間などの時間帯においても顕著であり、時間帯別の流動や混雑の詳細なデータを把握<sup>1)</sup>する必要がある。

そこで、本考察においては、自動改札機データを活用による時間帯別混雑率の推定手法に関する検討を行った。また、本手法による推定結果を車両応荷重装置から得られた混雑率データ<sup>2)</sup>と照合することにより、手法としての有効性を確認した。

なお、以下の考察では東京圏にある郊外放射状路線のT線のデータを用いた。T線は都心側ターミナル駅(A駅)において地下鉄線と相互直通運転を実施している路線である。

### 2. 自動改札機データを用いた時間帯別混雑率推定方法

既存の統計調査等<sup>3)</sup>においては、都心側ターミナル(A駅)の直近の断面が路線としての最混雑断面となっているので、この駅間を対象に時間帯別混雑率を推定する手法を検討した(図1)。

#### (1) 終日の駅間ODの補完推計

既存の終日駅間OD表と自動改札機データから得ら

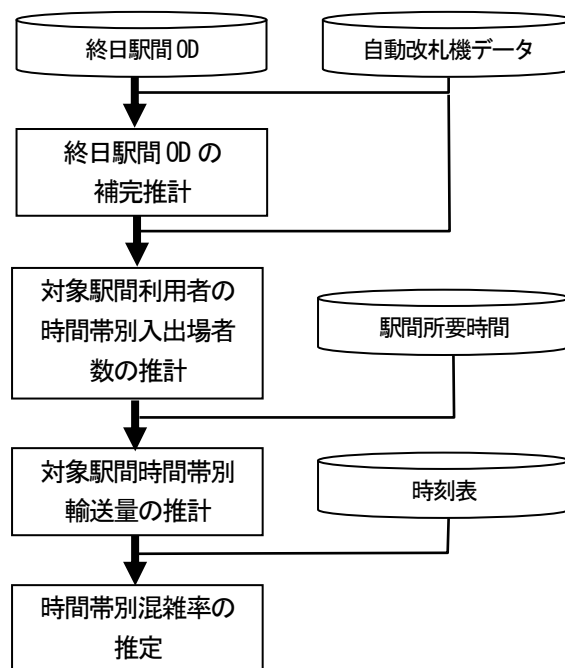


図1 時間帯別混雑率の推定フロー

れる時間帯別入出場者数を用いて、終日の駅間ODを補完推計した。具体的には、相互直通運転を実施していることで事業者が異なりデータが把握できない利用者数が存在するが、接続駅での時間帯別入出場者数と、終日駅間ODデータから集計される終日の駅間乗車人員の差分がすべて直通路線方面への利用者であると仮定して集計を行った。

#### (2) 対象駅間利用者の時間帯別入出場者数の推計

(1)で作成した終日駅間OD表から、各駅入出場者数のうち対象駅間を通過する人員の比率を算出する。さらに、自動改札機から得られる時間帯別駅別入出場者数にこの比率を乗じ、各駅の数値の合計をとることにより、対象駅間時間帯別入出場者数を推計する。

\*キーワード：交通量計測、時間帯別混雑率

\*\*正員、修(工)、鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課  
(東京都港区芝公園二丁目11-1、

TEL03-5403-8738、FAX03-5403-8771)

\*\*\*正員、鉄道・運輸機構 計画部 調査課

\*\*\*\*フェロー員、工博、東京大学大学院工学系研究科 社会基盤学専攻

### (3) 対象駅間時間帯別輸送量の推計

(2) で作成した対象駅間利用者の時間帯別入出場者数を用いて、対象断面までの到達時間を想定し、時間帯別(30分毎)の輸送量を算出する。

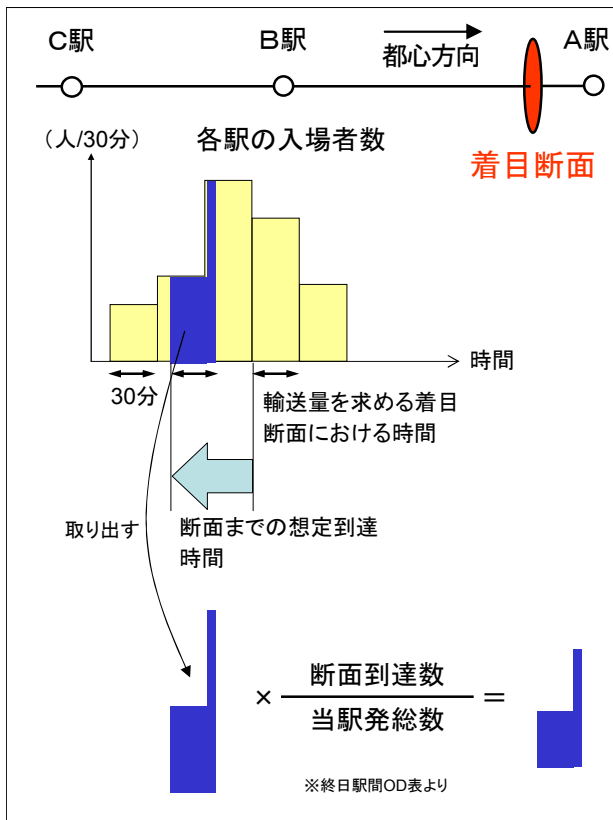


図2 自動改札機データによる輸送量算出の概念

図2は、着目断面の上りの輸送量を算出する方法の概念を示したものである。今、C駅から着目断面に到達する利用者数を考えると、まずC駅の入場改札機データのうち、輸送量を求める時間から着目断面までの到達時間を差し引いた部分の入場者数を抜き出す。この数値に、終日の駅間ODから求めた着目断面へのODの当駅発数に占める割合をかける。これをすべての駅に関して行い合計することにより、着目断面の輸送量を算出する。一方、下りの輸送量を算出する際には、改札機データの時間帯別出場者数のデータを用いて上記方法と同様の集計方法を用いる。

### (4) 時間帯別混雑率の推定

車両標準定員や運行本数を基に作成した時間帯別の輸送力データと上記により作成した時間帯別の輸送量データから、対象駅間の時間帯別混雑率を推定した。また、1時間サイクルのパターンダイヤの時間帯では、30分毎に運行本数が増えることのないように平準化した数値を用いることとした。

### 3. 自動改札機データを用いた時間帯別混雑率の推定

#### (1) 時間帯別混雑率の推定結果

本考察で用いた自動改札データが30分毎であるため、着目断面の30分刻みの輸送量を図3・図4に表した。また、図5に示す応荷重装置データからの編成平均混雑率をプロットした。

上り方向は、8:00~8:30に約150%のピークに達し、その後9:30~2つ目のピークが現れることが特徴である。これは輸送量の減少幅以上に輸送力を減少させていることによる混雑率の上昇と考えられ、ピーク時間帯後の混雑はすぐには収まらない状況となっていることが確認できた。

下り方向は、8:00~8:30に150%を超えるピークに達し、夕方から夜間にかけての混雑が100%を若干超える程度であるなど、夕方から夜間のピークがあまり見られない結果となっている。この結果は実情に沿ったものであるとはいいたい。別途算出した応荷重データから得られた編成平均混雑率<sup>4)</sup>との整合性の確認を行った。この結果、応荷重データでは20:00前後、23:00以降

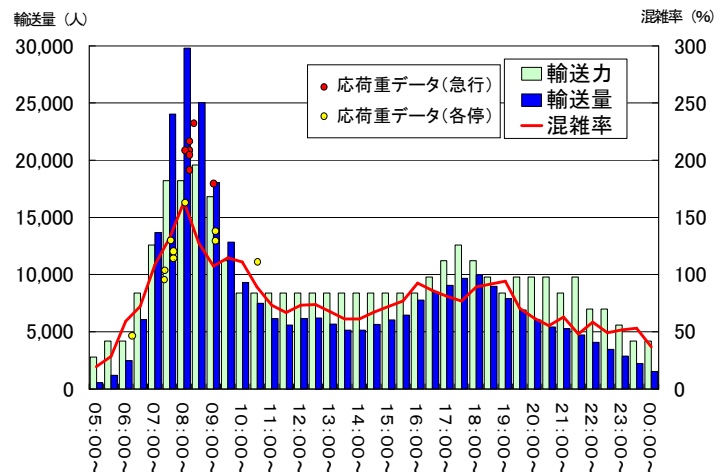


図3 時間帯別混雑率の推定結果 (上り)

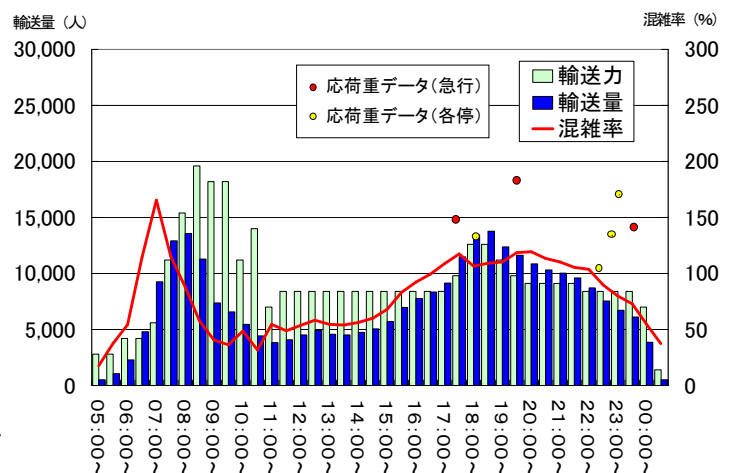


図4 時間帯別混雑率の推定結果 (下り)

に約200%程度の混雑率になっている列車もあり、両者の数値に大きな乖離があるため、混雑率推定上の問題点の検討を行うこととした。

(2) 問題点の検討

上記の混雑率推定では、以下の前提に立って計算を行っている。

- 各駅からの着目断面到達時間がその駅からの全旅客について一定と仮定
- 各駅からの着目断面通過人員の比率が終日一定値であると仮定

まず、1点目の仮定を検証するために、着目断面までを急行利用者、各駅停車利用者の半々ずつとして時間帯別輸送量をプロットしたものと比較を行った(図5)。結果として時間帯別輸送量にほとんど差が出ない状況となり、この仮定による輸送量算出結果への影響は比較的小さいものであることが確認された。

(3) 時間帯別ODの推計

そこで、2点目の仮定を検証するために、現行の終日駅間OD表から時間帯別OD表の推計を実施した。各駅発の行に着目し1行を4つの時間帯に分割することで、4つのOD表を推計する方法を採った。その際、着側に着駅の自動改札機データによる時間帯別出場者数分布に合わせる様に、また発側には各駅の時間帯別入場者数分布に合わせる様にフレータ法を用いて計算を行った。時間帯は、①初電～10:00 ②10:00～17:00 ③17:00～20:00 ④20:00～終電 までとした。

なお、直通運転により地下鉄線方面に直通する利用者のODに関しては、地下鉄線内のすべての着駅の時間帯別出場者数分布がターミナル駅(A駅)と同じ挙動を示すものとの前提に立って計算を行った。

終日の駅間OD表

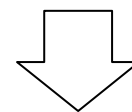
	A駅	B駅	C駅	D駅	合計
A駅	/				
B駅		/			
C駅			/		
D駅				/	

C駅発を4時間帯に分割する

	A駅	B駅	C駅	D駅	合計
①初電 ～10:00			/		
②10:00 ～17:00			/		
③17:00 ～20:00			/		
④20:00 ～終電			/		

着駅の時間帯別出場者数分布に合うように補正する

合計は発駅の入場者数の時間帯別分布に合うように補正する



4つの時間帯別のOD表を推計

図6 時間帯別OD表の推計方法

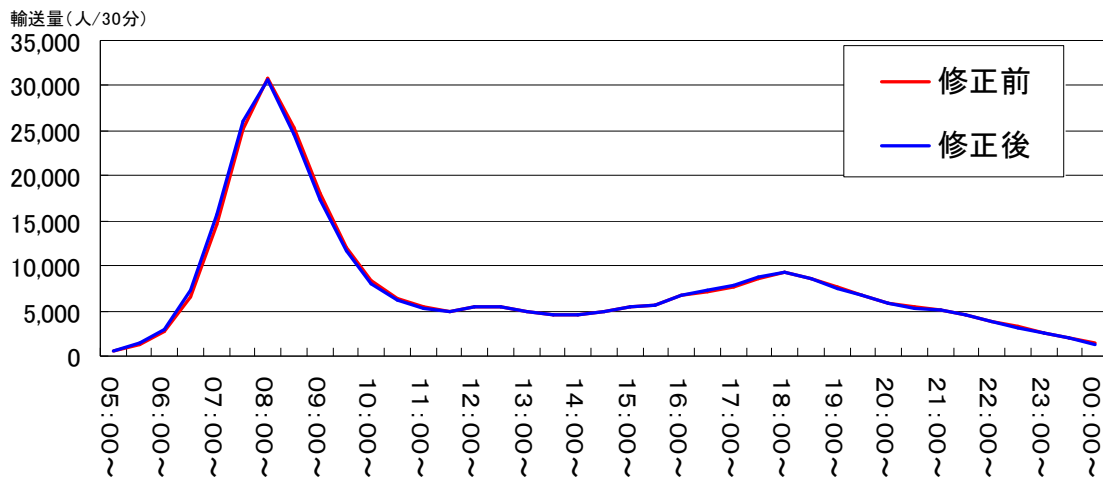


図5 到達時間の変更による影響

#### (4) 改善の評価

(3) で述べた方法を用いて再度下り方向の時間帯別輸送量を算出した結果を図7に示す。この結果、朝の混雑率が100%を下回るようになり、夜間についても応荷重データから得られた数値に比較的近い数値が得られるようになった。

さらに、夜間の混雑率は、1つのピークではなく複合的に山が重なり合うような形態で混雑率が推移している様子が明らかになった。

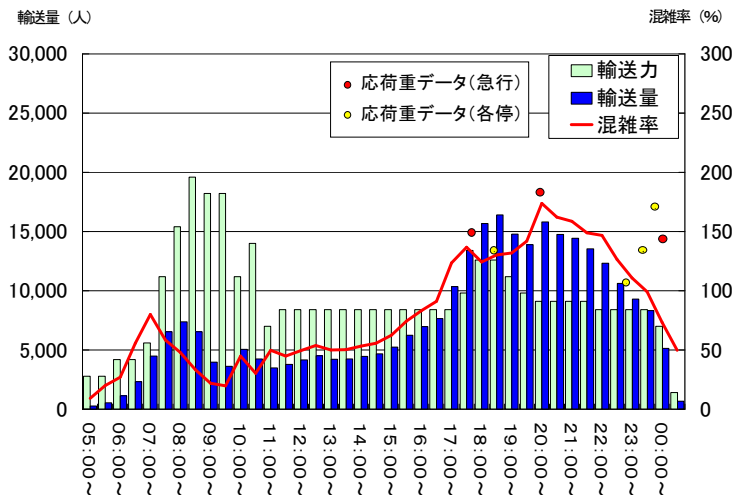


図7 修正した時間帯別混雑率（下り）

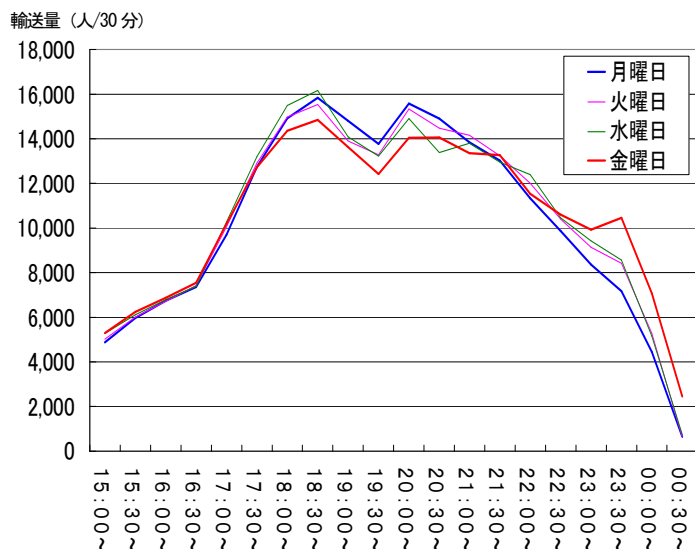


図8 夜間の輸送量の曜日変動

#### (5) 曜日変動の分析

特に夜間の混雑に着目し、曜日間での変動を図8に示した。18時前後と20時前後に2回のピークが現れることが各曜日間の共通の傾向として見られる。一方、金曜日は23時～0時にかけて輸送量が大きな値となっており、週末にかけて利用者の利用時間帯が遅くなっていく傾向を読み取ることができる。

#### 4. まとめ・今後の課題

本考察の検証の初期段階では着目した断面の時間帯別輸送量を求める際に、データの制約などから種々の仮定を前提とせざるを得なかった。そこで、車両応荷重データを用いた混雑率により検証を行い、両者の乖離状況を評価した上で、時間帯別駅間ODを推計するなどの方法を用いて精度を向上させることが可能となることを確認した。

今後の課題として以下の点を挙げることができる。

- 本手法による深夜時間帯の混雑率と応荷重データを用いた混雑率に乖離が見られたため、時間帯別ODの推計の際の時間帯区分をさらに細分化して検証する必要がある
- 他路線への直通運転等による流出入を補完したOD表の精度向上を図る必要がある
- 上りの時間帯別混雑率に関しても、時間帯別OD推計結果を反映させた分析を行う必要がある

この手法の検証・分析をさらに深めて、自動改札機データを用いた精度の高い混雑率推定手法として確立することにより、時間帯別混雑率等に関わる旅客行動の分析を進め、都市鉄道サービスの向上に向けた研究を継続していきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 明星、泉、土屋、田端：自動改札機データによる旅客流動の推定，日本機械学会第13回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp. 351-354，2006. 12
- 2) 財) 運輸政策研究機構：都市鉄道における混雑率の測定方法に関する調査，2005. 3
- 3) 財) 運輸政策研究機構：都市交通年報，2007. 3
- 4) 森田、太田、窪田、家田：車両応荷重データを用いた都市鉄道の時間帯別・車両別混雑率の分析，第36回土木計画学研究発表会講演論文集，2007. 11（掲載予定）