

# 都市開発による鉄道駅の混雑と施設容量に関する研究

東京都心部における容積率規制緩和に伴う開発により、当該地区の従業人口が急速に増加することが予測されている。この通勤旅客の集中と、鉄道駅の現状の施設容量および整備速度の不整合が、混雑、安全面、定時性など様々な面で大きな問題となることが考えられる。本研究は、都市開発に対応した適切な鉄道駅整備がなされるために、今後、混雑が問題となる駅および箇所を定量的に算出することを目的としたものである。分析結果より、①各鉄道事業者の設計容量の基準には差があり、必ずしも高くないこと、②現時点においても設計容量を上回る施設が多数あること、③施設許容量および待ち行列が解消するまでの時間と流動量の関係から対応すべき箇所があることを明らかにしている。

キーワード | **都市開発, 鉄道駅, 混雑, 施設容量**

**鈴木章悦**  
SUZUKI, Akiyoshi

修(開発政策) 東京地下鉄株式会社鉄道本部改良建設部改良建設企画課課長補佐  
前政策研究大学院大学

**日比野直彦**  
HIBINO, Naohiko

博(工) 政策研究大学院大学准教授

**森地 茂**  
MORICHI, Shigeru

工博 政策研究大学院大学特別教授

## 1 はじめに

### 1.1 研究の背景

東京都市圏の鉄道ネットワークは、都市の発展や集積に伴う需要増加に対応するため、新線建設、複々線化等の輸送力増強や混雑緩和対策が行われてきた。さらに、鉄道事業者間で相互直通運転が実施され、シームレスな鉄道ネットワークを形成することにより、輸送サービスの向上が図られてきた。これらにより、鉄道ネットワークは概成されているかのように言われることがある。

しかしながら、都心部では容積率規制緩和に伴う開発により高層ビルが建ち並び、従業人口の急速な増加が発生している。これにより駅の混雑が顕在化かつ慢性化し、列車進入時に前列車の降車客がホームに滞留しているといった現象や、ホーム混雑により乗車客がホームに辿り着くまでかなりの時間を要する等、安全上の問題が発生している。その対策の例として、東京地下鉄株式会社(以下「東京メトロ」)有楽町線の豊洲駅や都営地下鉄大江戸線の勝どき駅では、周辺開発の影響による急激な駅利用者の増加により駅の容量を上回っていることから、大規模改良工事を実施している。

また、駅の混雑は当該駅の局所的な影響にとどまらず、シームレスな鉄道ネットワークの形成が逆に仇となり、駅混雑や各種トラブルによる列車の遅延が広範囲に伝播し、運行ダイヤの復旧に多大な時間を要するというような二次的な問題も発生している。これらの問題は、駅での混雑が顕在化してから解決に向けた施策が実行されることや都心開発工事と鉄道駅改良工事期間の時間的乖離によ

り長期化する傾向にある。

これらのことから、都心開発が駅施設容量との整合がなされないまま進められてきたことは明らかであり、都心部では今後も開発が予定されている箇所があることから、駅での安全および輸送サービスの確保等の観点から喫緊の課題が多く今まさに対応が必要である。

都心部の鉄道路線整備が積極的に推進されてきた一方で、時代の変化とともに開業当時に比較して利用人員数を始めとした駅の利用実態は大きく変化している。人口減少・少子高齢化時代に突入している我が国ではあるが、都心開発が今後も続くことで需要の集中が見込まれる。鉄道駅周辺の開発事業者や行政と協調しながら、今後も鉄道輸送サービスの更なる高質化・安定化を図ることが鉄道事業者に求められている。

### 1.2 研究の目的

本研究の目的は、駅の設計容量を超過している箇所(以下「ボトルネック箇所」)および階段やエスカレーター等の駅施設の許容量を明らかにし、今後対応すべき駅や箇所を指摘することである。具体的には、鉄道事業者の設計容量を調査し、この設計容量をもとに駅流動調査データを分析し、設計容量を上回るボトルネック箇所を明らかにする。ボトルネック箇所で現地調査を行うことにより、各施設の許容量および待ち行列が解消するまでの時間と流動量の関係を明らかにし、安全性の定量的指標として提案する。この提案により、各施設の規模を考慮した配置が可能となり、都心開発により需要増加が見込まれ今後対

応すべき駅や箇所を特定することが可能である。

## 2——既往研究の整理と本研究の位置づけ

都市鉄道に関する研究は数多くされており、本研究に関連する研究も多数存在する。鉄道駅の混雑に関連する研究として、鉄道局<sup>1)</sup>では、駅における混雑指標を確立するため、混雑指標を6つの評価基準(移動速度、混雑比率、コンコース交錯箇所密度、滞留損失時間、降車客平均捌け時間・捌け率、ホーム密集率)に分類して指標化を行うとともに、それらを総合的に評価する総合指標の推定モデル式を提案している。山本ら<sup>2)</sup>は、駅における歩きにくさを可視化するために、模擬駅舎と模擬旅客による交錯歩行実験を行い、その妥当性を実駅での歩行実験で検証・確認している。また、実験により、歩きにくさの評価手法を旅客流動シミュレーションに適用し、駅全体の流動状況を相対的に評価できる旅客流動評価シミュレーションを作成している。施設毎の流動量については、設計時のあるべき数値として一定の数値が複数示されている<sup>3)</sup>ことが確認できる。これらの研究により、鉄道駅における混雑を数値化し、また、ビジュアル的に再現することで、混雑緩和対策への一助と成り得ることが可能である。

鉄道駅において観察・実験された歩行者流動に関する研究として、中<sup>4)</sup>は、鉄道駅構内での交差流動観察・分析を行い、交差流動の一般的な構造を明らかにし、交差時における流動のグループ化や影響範囲について明言している。また、交差流動の総流率は局部的には一方向流の数値に近い値まで達することを指摘している。都筑ら<sup>5)</sup>は駅計画時の流動状況を容易に評価するため、階段やエスカレーターの流率について提案している。また、高柳ら<sup>6)</sup>は、鉄道駅構内およびスクランブル交差点での群集流動のうち、歩行小集団の形状変化をビデオカメラ撮影により分析し、集団の数・交差の方向で分類することにより、異方向へ進む歩行小集団は他の集団の領域を切断する現象が起こることや集団の中に発生した隙間は形を保って集団とともに進行方向へ流れていくことを明らかにしている。北澤ら<sup>7)</sup>は、鉄道駅での歩行者を対象にレーザーセンサーにより連続的にその位置を特定し、移動軌跡や滞留者数のデータを取得する方法を提案し、日比野ら<sup>8), 9)</sup>は、鉄道駅構内での歩行者行動分析に関し、既存の監視カメラの活用を想定しつつ、新たに情報処理技術を適用することにより比較的高い精度で歩行者人数の計測を実施し、流動係数や空間モジュール等の混雑状況を表す指標の作成に必要なデータの自動取得化を可能としている。山下ら<sup>10)</sup>は、鉄道駅において歩行者行動追跡調査・分析を行い、複数の旅客属性を重ね合わせることで単一の属性

で集計化され埋没していた歩行者特性を明らかにし、連続的な旅客行動の観測と観察による旅客属性の取得を行う追跡調査の有用性を提唱しており、非集計要素を取り入れた歩行者行動分析への可能性を提案している。これらの研究により、鉄道駅における歩行者挙動を精密に捉えることで、各種パラメーターを加味した流動分析を行うことが可能であると言える。

都市開発と交通混雑に関する研究として、伊東<sup>11)</sup>は、鉄道整備による外部経済効果について、都心部では事業所の収益増加にかなりの部分が帰着していることに着目し、鉄道整備により発生した開発利益の還元方策について検討の必要性を指摘している。八田ら<sup>12)</sup>は、東京都心の居住用およびオフィス用の容積率緩和と環状自動車のロードプライシングを同時に行う場合の費用便益分析を行い、23区全体で現状の床面積を20%増加させる容積率緩和を行った場合、混雑による時間費用の増加額を考慮しても約2兆円の純便益が得られるとしている。寺崎<sup>13)</sup>は、丸の内・大手町地区で容積率を1,000%から2,000%に引き上げた場合の通勤鉄道の混雑率の変化とそれに伴い増加する疲労費用を算出し430億円増加するとしている。一方で、容積率緩和による地価総額の増加幅を約3兆円としており、一定の効果があるとしているが、混雑による増加費用も無視できる水準ではないことから、混雑の増加が激しい路線への助成や混雑料金の導入などの施策の同時進行が望ましいとしている。また、宮下<sup>14)</sup>は、東京23区を対象に1980年から2010年の間の土地利用等、都市構造の変化を分析し、情報通信産業の都心の一部への集積が都市経済の成長と土地利用変化に大きな役割を果たしているとしている。一方で、用途や容積率等の規制緩和を利用した開発はインフラ容量への過負荷が発生することを懸念しており、都市鉄道の日常的な遅延に加え、駅の容量不足の発生に伴う駅改修の費用負担や時期について、計画のあり方や制度改革が必要としている。これらの研究により、都心再開発と周辺インフラ容量不足への警鐘が鳴らされ、ソフト対策の提案や今後の制度確立が必要であると提案されている。

これらの既往研究において、多くの知見を得ており、様々な提案がなされているものの、今後発生する混雑駅のボトルネック箇所や現状の施設容量で需要の増加にどこまで耐え得るかといった研究は未だなされていない。また、安全面から求められる数値として、ホームに最大どれだけ人が密集しているかというような混雑状況は言及されていない。さらに、都市開発による鉄道駅の施設容量不足の懸念は指摘するものの、ソフト対策の提言にとどまっている。これらを問題として、森田ら<sup>15), 16)</sup>は容積率の規制緩和に伴う鉄道駅混雑についての研究を開始し、鉄道駅の容量を考慮した開発規模や鉄道駅改良費用の

制度改革が必要であることを述べているが、鉄道駅全体に及ぶ調査、定量的な分析までには至っていない。

以上を踏まえ、本研究を駅流動分析や駅施設容量の計測により駅のボトルネック箇所や各駅施設の許容量を明らかにする実証研究および今後対応すべき駅や箇所を指摘する政策研究として位置付ける。

### 3——鉄道事業者の駅施設容量の考え方

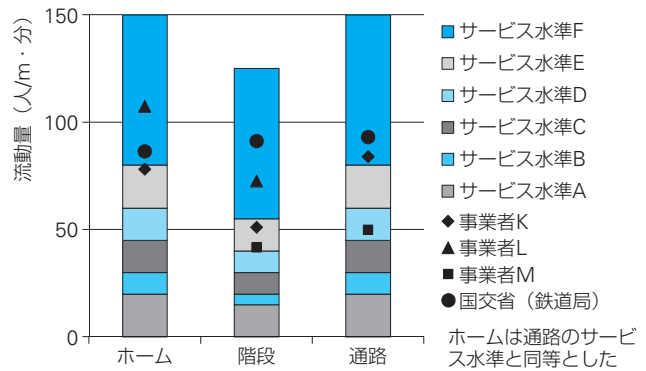
本章以降は主に実証分析となり、3章では鉄道事業者の設計容量を明らかにし、4章では鉄道事業者の設計容量を用いて駅施設の流動量分析を行う。5章では、4章で設計容量を超過した箇所にて現地調査を行い、駅施設の許容量を明らかにする。6章では、現地調査で明らかになった駅施設の数値を用いて、ケーススタディを実施し、ボトルネック箇所と対策について言及する。

まず、本章で鉄道事業者の設計時における流動量の基準について確認する。表—1に13の鉄道事業者へ実施した設計時の流動数値に関するアンケートおよびヒアリング結果を示す。なお、表中の(m)は有効幅員を示す。

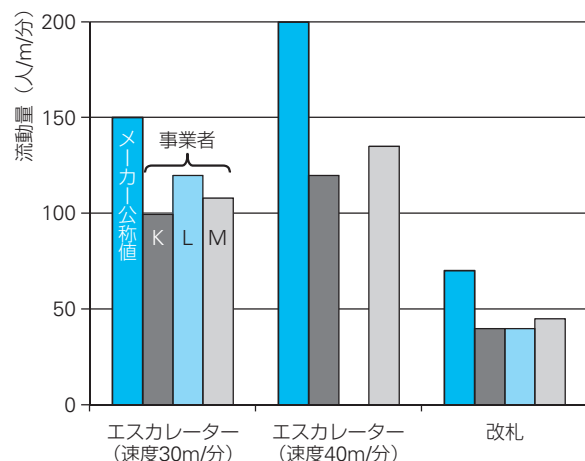
各事業者も関係法規の最低基準を遵守したうえで、限られた用地内で必要幅員を確保し、駅管理部門と調整のうえ施設規模等を決定している。流動量に関して独自基準を規定している事業者は3事業者であり、他の事業者も参考している基準があることが見てとれる。図—1において他のサービス水準<sup>17)</sup>と事業者の数値を比較してみると、歩行の自由度という観点からは駅での快適性が必ずしも高いとは言えない水準であることが見てとれる。都市開発計画時の指針「大規模開発地区関連交通計画マニュアル」にも高水準のサービスを提供するため十分な歩行幅員を確保するよう求められており、本稿で着目してい

る都心開発は地下鉄沿線で多く実施され、特に殆どの地下鉄駅は道路を占用して築造されることから、道路管理者等の行政も含めた協力体制が必要である。

また、図—2よりメーカーの公称値と比較してみると、公称値からは大きく乖離していることが読みとれる。この乖離は、メーカーがエスカレーターの全ステップを隙間なく利用した場合を想定しているのに対し、鉄道事業者は利用実態を考慮した数値を設定していることが原因と考えられる。独自基



■図—1 設計時の流動量とサービス水準<sup>17)</sup>



■図—2 設計時の流動量とメーカー公称値

■表—1 鉄道事業者の設計時の流動数値(設計容量)

事業者	基準の有無	1分あたりの流動人数						参考基準
		ホーム (人/m)	階段 (人/m)	エスカレーター		通路 (人/m)	改札 (人/台)	
				速度30m型 (人/台)	速度40m型 (人/台)			
A	無	—	~15	120	—	~20	40	流動係数サービス水準 <sup>17)</sup> A (B) 以上
B	無	—	—	—	—	—	45	地下鉄道の設計 <sup>18)</sup>
C	無	86.4	91.2	—	—	93	—	一部に東三工調査 <sup>3)</sup>
D	無	—	—	112.5	—	—	45	—
E	無	—	20~30	—	—	30~45	—	流動係数サービス水準 <sup>17)</sup> C (D) 以上
F	無	—	—	—	—	—	45	東三工調査 <sup>3)</sup> 等
G	無	—	20~30	90	—	30~45	50	流動係数サービス水準 <sup>17)</sup> C (D) 以上
H	無	—	15~20	117	—	20~30	60	流動係数サービス水準 <sup>17)</sup> B 以上
I	無	86.4	91.2	—	—	93	—	東三工調査 <sup>3)</sup> 等
J	無	—	—	—	—	—	40	—
K	有	78	51	99.6	120	84	40	—
L	有	107.4	72.6 (昇段) 他	120	—	—	40	—
M	有	—	41.7	108	135	50	45	—

※小田急電鉄、京王電鉄、京成電鉄、京浜急行電鉄、西武鉄道、相模鉄道、東京急行電鉄、東京地下鉄、東武鉄道、東日本旅客鉄道、大阪市交通局、東京都交通局、名古屋市交通局 (株式会社省略、五十音・社局順)



準を規定していない鉄道事業者については、参考している基準があるものの、その目標数値には差異があることが確認できる。本調査からサービスレベルを考慮した設計時の流動量は鉄道事業者間で意識の差があることが伺える。

## 4—— 駅流動分析

### 4.1 駅流動調査の概要

東京メトロでは、近年の鉄道需要の増加に伴う駅混雑を定量的に把握するために、平成20年11月に東京メトロ管理の全駅を対象とした流動調査を実施している。調査の実施概要を表一2に示す。

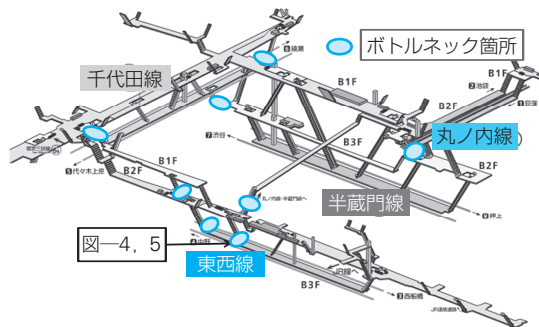
■表一2 駅流動調査の概要

対象	東京メトロ管理の全駅 (137駅)
内容	指定した地点 (階段・エスカレーター・改札・通路) を通過する利用者数を方向別に計測
期間	平成20年11月4日～26日のうち15日間
時間	各調査日の4:30～25:00 (連続20.5時間)

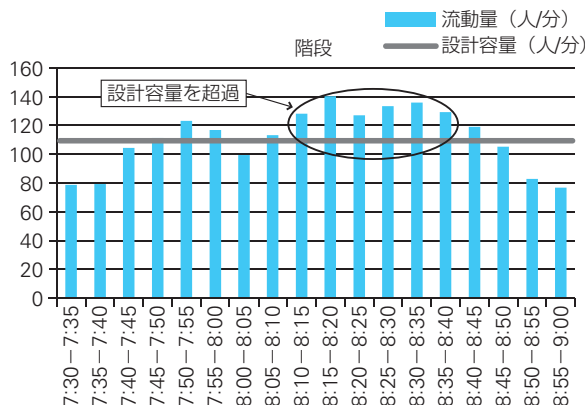
### 4.2 駅流動分析

分析データとして表一2に示す駅流動調査のデータを用いる。分析の目的は主に2つあり、1つ目は駅でのボトルネック箇所を特定すること、2つ目は次章での現地調査の対象箇所を選定することである。分析の方法は、最も流動量が多い時間帯 (主に朝ラッシュ) について、各施設 (階段、エスカレータ、通路) での5分毎の流動量と各施設の設計容量を原単位 (階段・通路は1m・分、エスカレーターは1台・分) 比較するものである。なお次章での現地調査箇所を選定する必要もあることから、本分析では東京メトロの平成22年度駅別乗降人員数上位50駅の中から混雑の激しいと思われる25駅を分析の対象とすることを基本とし、設計容量を超過している施設を明らかにすることとしている。分析結果の一例として、図一3に大手町駅の事例を示す。当駅は丸ノ内線、東西線、千代田線、半蔵門線 (以上、東京メトロ)、三田線 (都営) が乗り入れ、JR東京駅との乗り換えが可能となっている。平成22年度の大手町駅 (東京メトロ分) の一日当たりの乗降人員数は約27万人で上位から3番目に位置している。周辺は「都市再生特別地区」に指定された地域も存在し、現在も都市開発が盛んな地域である。

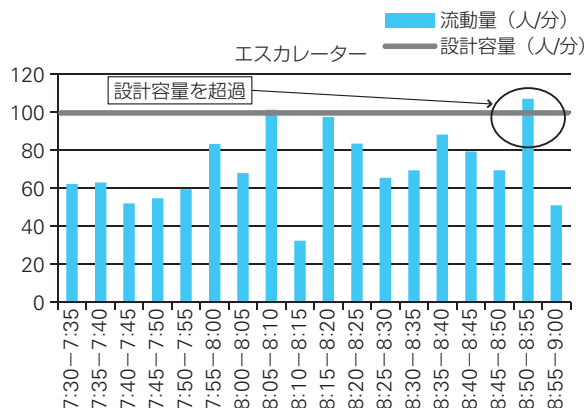
図一4、5は各施設の設計容量値を全て有している「事業者K」の数値を用いて駅流動分析を行った結果を示しており、ボトルネック箇所および時間帯が確認できる。なお分析において、階段幅は壁と壁ではなく手すり間の距離 (以下「有効幅員」) としている。駅全体としては混雑していない場合でも、ボトルネック箇所では待ち行列が発生



■図一3 駅流動分析 (大手町駅)



■図一4 駅流動分析 (階段)



■図一5 駅流動分析 (エスカレーター)

し、流動障害を引き起こしている可能性がある。特に、容量超過時間が連続している場合や歩行動線上連続している施設では、歩行停止状態になっている可能性もある。

一方で、設計容量を超過していても待ち行列が発生する場合としない場合があることも想定される。駅流動分析では、ボトルネック箇所は特定できるが、待ち行列が発生している場合の流動量は確認できない。待ち行列は自由歩行の観点からは好ましくないが、次の列車が到着するまでに解消すれば安全上それほど問題ではない。しかし、累積的に発生すると、滞留スペースが少なくなることによってホームからの転落や列車への接触、過度の圧迫状態等を引き起こし危険な状態となる。そこで、待ち行列が発生している際の施設の流動量や歩行停止状態でのホームの密度を調査し、安全確保が可能な水準の駅各施設の許容量を明らかにすることを試みる。

## 5——駅施設許容量の計測

各施設の許容量を明らかにするため、これまでの分析結果をもとに、ボトルネック箇所での駅施設許容量の計測（以下「現地調査」）を行っている。現地調査は平成23年10月～平成24年1月の期間に11駅20箇所にてビデオ撮影により実施している。ここで、待ち行列が発生してから解消するまでの時間を「捌け時間」、捌け時間に通過した流動人数を各施設の「許容流動量」、ホームでの歩行停止状態の密度を計測し、その数値を「ホームの許容容量」として定義する（写真—1, 2）。調査結果を図—6～10、表—3, 4に示す。なお、図題のESはエスカレーターを指す。

図—6, 7から、階段の「上り」と「下り」における流動量や捌け時間の差異が少ないことが見てとれる。待ち行列発生時は、自由歩行時に比べ前後左右の歩行空間が制限されるため、歩行速度の差異が少ないと考えられる。また、図—8, 9からはエスカレーターの定格速度により、捌け時間に差異が発生することが見てとれる。表—3からは、エスカレーターの定格速度30m/分（公称値150人/分）と40m/分（公称値200人/分）の乗込み効率は、それぞれ63.5%、53.9%となり、高速タイプのエスカレーターの方が乗込み効率が下がり、速度と比例関係ではないことが読みとれる。改札ではメーカー公称値が1分あたり70人/台であるのに対して、許容量は80%程度であることが読みとれる。

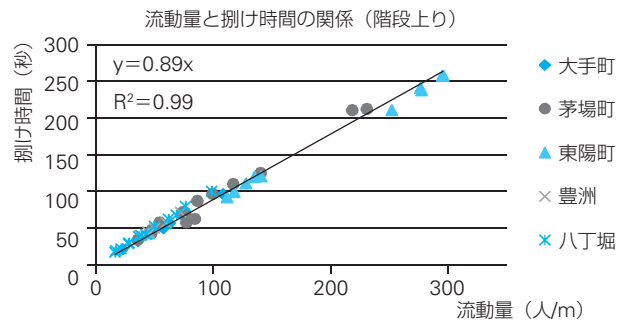
ホームの許容容量は丸ノ内線池袋駅、銀座線渋谷駅、東西線東陽町駅で歩行停止時の密度（人/m<sup>2</sup>）を計測し、



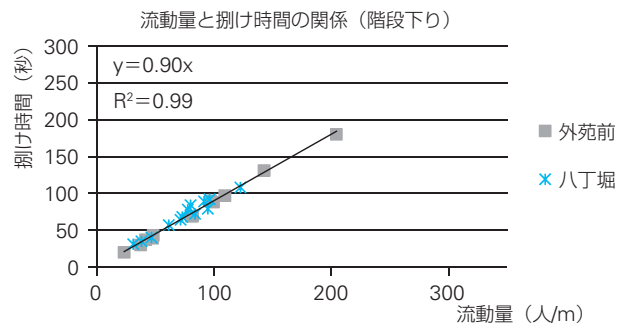
■写真—1 昇降部での待ち行列



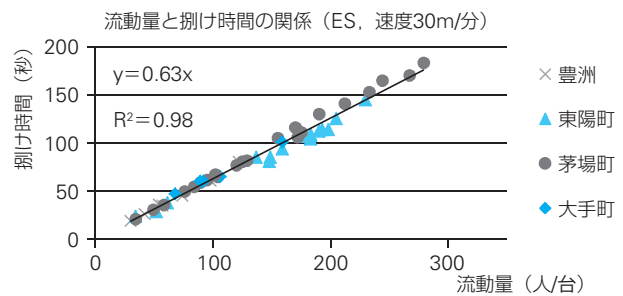
■写真—2 ホームでの密集状況(乗車客)



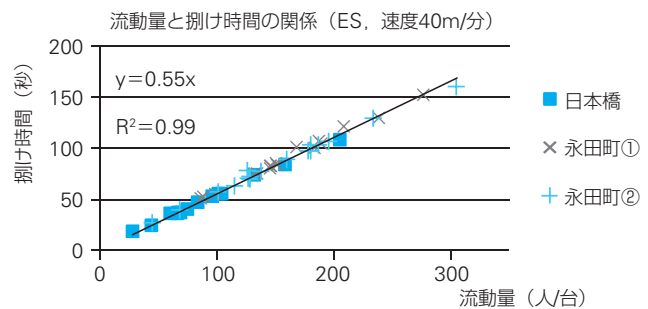
■図—6 調査結果(階段上り)



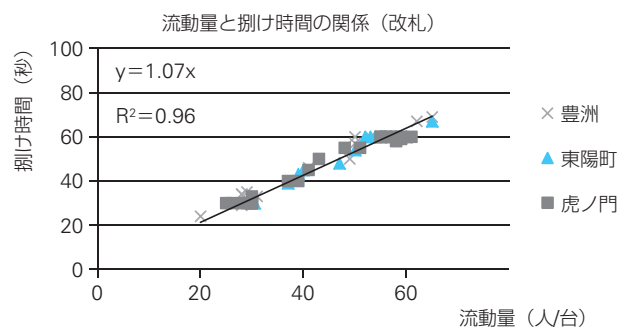
■図—7 調査結果(階段下り)



■図—8 調査結果(ES, 定格速度30m/分)



■図—9 調査結果(ES, 定格速度40m/分)



■図—10 調査結果(改札)

■表—3 各施設の許容量

駅設備		上り	下り
階段 (人/m・分)		65.7	66.3
エスカレーター (人/台・分)	30m/min	95.3	—
	40m/min	107.8	—
改札 (人/台・分)		56.1	
ホーム (人/m <sup>2</sup> )		3.30	

■表—4 許容状態での捌け時間

(x: 人数)

駅設備		上り	下り
階段 (秒/m)		0.89x	0.90x
エスカレーター (秒/台)	30m/min	0.63x	—
	40m/min	0.55x	—
改札 (秒/台)		1.07x	

平均で3.30人/m<sup>2</sup>という結果を得ている。また、整列乗車列の密度は、4.00～4.50(人/m<sup>2</sup>)という結果を得ている。

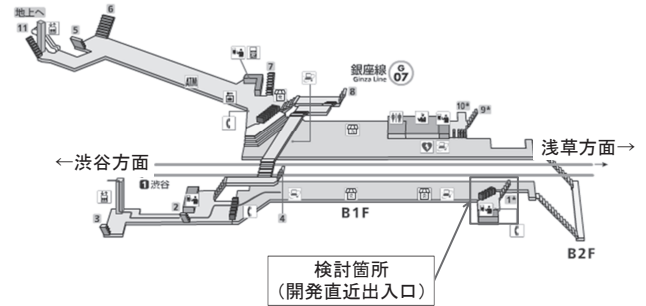
ここで鉄道事業者の設計容量(表—1)と比較してみると、階段やエスカレーターは許容流動量よりも高い数値を示していることが多く、改札は許容量を下回っていることが確認できる。利用者の流動を考慮すると、設計時に流動量を過大に算出している可能性があるため、施設によっては変更することが望ましいと考えられる。

現地調査の結果をもとに、施設毎に捌け時間と流動量の関係を線形回帰させることで、各施設の許容量を明らかにすることができた。旅客はこれらの施設が複合的に連結したネットワーク上を流動するため、各施設の流動量の組み合わせが適切であることが重要である。すなわち、待ち行列が発生している箇所前後の流動空間において、旅客が十分滞留できる容量を有していれば安全上問題はないが、滞留する容量が不足している場合、階段やホームでの歩行停止や脱落等の安全上の問題が発生する可能性が高い。これらの問題は、滞留不足空間の容量拡大や運行間隔の適正化により事前に対策を講ずることができるものと考えられる。これまでの調査結果を基に、ケーススタディを示す。

## 6—ケーススタディ

これまでの調査・分析結果をもとに、ケーススタディとして東京メトロ銀座線虎ノ門駅ホームの安全性を検討する。当駅をケーススタディとして選択した理由は、駅流動調査分析においてボトルネック箇所が確認できることや周辺で「環状第二号線新橋・虎ノ門地区第二種市街地再開発事業」が実施中であり、今後の需要増加が見込まれるためである。ここでは、需要増加にホームがどこまで耐えられるかという視点で安全性の検討を行う。検討箇所は都市開発直近の出入口に旅客が集中するものとして図—11に示す箇所とする。

なお、階段の有効幅や改札の台数が増えると各施設の



■図—11 ケーススタディ(虎ノ門駅)

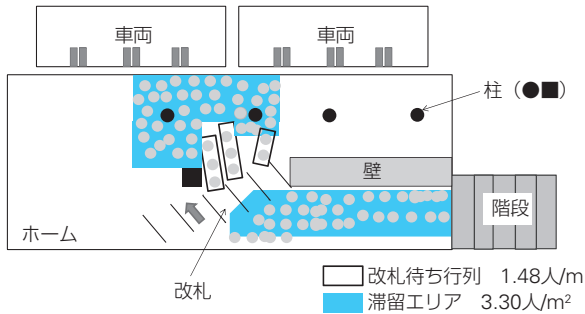
許容量は増加するが、例えば改札の許容量がホーム階段の許容量より小さい場合、改札で捌ききれない旅客がホーム階段まで滞留するというような現象が発生する。このように、旅客流動においては施設配置が重要であり、許容量の小さな施設による制約を受けることが知られているため<sup>19)</sup>、ここでは施設配置を考慮した流動量の分析を行う。

当駅は6両編成の相対式ホーム、朝ラッシュ時は降車客の利用が主となっており、運行間隔は最短2分である。検討条件として用いる許容量の数値は、階段(上り):65.7(人/分・m)、改札:56.1(人/分・台)、ホーム密度3.30(人/m<sup>2</sup>)とする。改札前の滞留形態は密集状態ではなく、改札通路に向かって整列されることが現地調査で確認できたことから、構造形式を考慮して改札前から柱の位置まで整列するという条件で分析を行う。すなわち、密集状態では密度(人/m<sup>2</sup>)での分析となるが、整列状態では改札通路進行方向線上1mあたりの整列人数(人/m)での分析となる。なお、改札前の整列人数は、東陽町駅改札での現地調査から得られた数値1.48(人/m)を用いる(図—12)。これは、改札から2mの間で約3人が整列している状態を表す。また、出入口階段(有効幅員1.2m)と改札(4台)の許容量(人/分)はそれぞれ78.8、224.4であることから、出入口階段での滞留が改札を通じてホームに滞留することとなる。

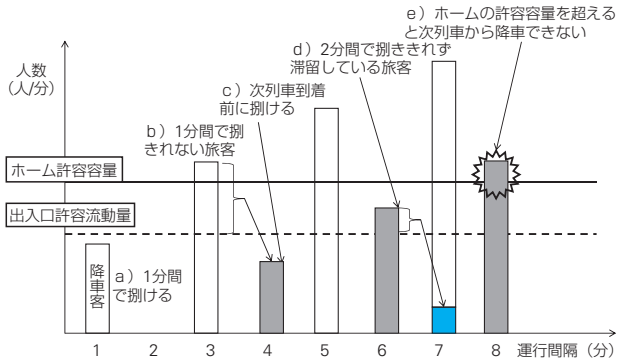
図—13はホーム許容容量を超過する現象を示している。a)では出入口の許容流動量内に収まっているため1分間で降車客が捌けている状況である。b)では1分間で捌けない旅客が発生するが、c)で次列車到着前の1分間で捌けている状況である。d)では到着列車からの旅客が2分間で捌けずに次列車到着時に滞留している状況で、ここに次列車から降車客が発生し滞留が累積していくとe)のようにホーム許容容量を超過し、その次の列車からの降車ができない状況となる。

現状の流動は図—14の通りで、列車到着後1分間で捌けない降車旅客は次列車到着前の1分間で捌けていることが見てとれる。ここで、出入口から連なった滞留がホームまで累積的に発生し、ホーム許容容量を超過する場合の降車客増加量を算出すると、朝ラッシュ30分で1,150人の増加量となることが明らかとなった(図—15)。





■図—12 検討図(虎ノ門駅)



■図—13 ホーム許容容量超過イメージ

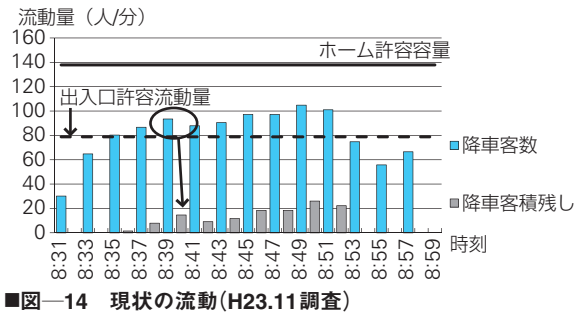
1,150人はオフィスの床面積に換算すると約26,000m<sup>2</sup>となる<sup>20)</sup>。対策として、改札通路の増設やホームの拡幅等が考えられるが、ここでは出入口が滞留の主要因であるため、有効幅員1.5mの出入口を増設する場合を考える。図—16は出入口を増設することで許容流動量が増加し、ホーム許容容量に収まり危険な状態は回避できることを示している。この場合、出入口と改札の許容流動量(人/分)はそれぞれ177.4、224.4であることから、出入口の流動量により旅客流動が支配される。このように、駅全体の歩行ネットワークを考慮した対策を講ずることが重要となる。

## 7—おわりに

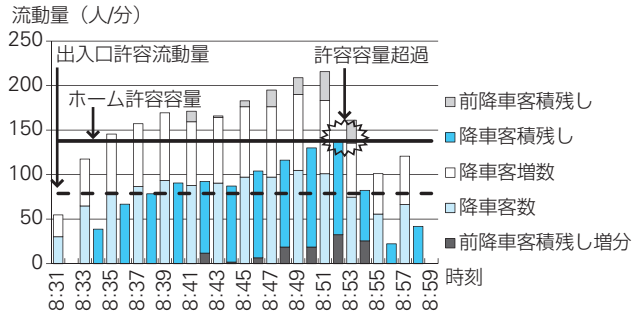
### 7.1 結論

本研究は、数年単位で完成していく都市開発に伴い周辺の鉄道駅が急速に混雑する現状に危機感を覚え、喫緊の対応が必要であるとの思いから各種分析・調査を実施したものである。本研究における調査により以下の3点を明らかにしている。

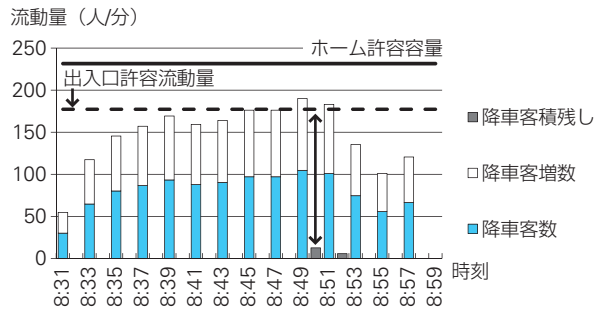
第一に、各鉄道事業者が設定している設計容量の差異を明らかにした。サービス水準から見て高い水準とはいえず、国土交通省でも鉄道駅の快適性を評価できる混雑指標の検討や混雑解消施策の検討を行っている。そのため、サービス水準を考慮した数値目標の検討が必要なのである。また、鉄道事業者によっては容量を過大に設定している可能性もあるため、工事完成後に間もなく容量不足にならないよう注意が必要である。



■図—14 現状の流動(H23.11調査)



■図—15 1,150人増加した場合の流動



■図—16 出入口を増設した場合の流動

第二に、既存の駅流動調査データをもとに分析した結果、ボトルネック箇所の存在を25駅中21駅57箇所を確認した。ボトルネック箇所では連続している時間帯や、空間的に連続している施設の容量について留意し、旅客の流動形態や構造形式等について、現場の状況を確認する必要がある。

第三にボトルネック箇所では現地調査を実施・分析することで、各施設で受け入れ可能な許容量を明らかにしている。

以上の3つを明らかにしたことで、安全性の定量的指標として許容量を提案しており、今後対応を行うべき駅や箇所を特定することが可能である。容量限界に近い他の駅や箇所でも詳細な調査やシミュレーションによる検討が必要であると考えられる。シミュレーションを実施する際は、本研究の成果をもとに検討箇所の絞り込みを行うことや各施設における流動量を設定する際の入力値として数値を用いることも可能である。

言い換えると、表—3および表—4で示した数値を用いて、6章の手法を用いて検証を行うことにより、今後対応すべき駅や箇所を指摘することが可能である。また、安全性確保の観点からの指標を明らかにしているが、サービス水準を考慮すると、鉄道事業者の設計容量を変更することが

望ましいと考える。また、混雑緩和対策として鉄道駅の改良工事を数年単位で完成させることは極めて困難であり、都市開発完成時期と鉄道駅改良工事完成時期との時間的乖離を解消することが重要である。そのためには、都市計画行政部門と鉄道事業者との定常的情報交換が必要である。

## 7.2 今後の課題

本研究では鉄道駅全般に使用できる指標として、鉄道事業者の設計容量を参考にしながら、駅を構成する階段、エスカレーター、改札、ホームといった基本施設の許容量を明らかにしたが、階段や柱の位置、旅客流動等の駅個別の特性をとらえた評価までには至っていない。特に安全性を最も考慮すべき箇所の一つであるホームは様々な形態や構造形式、利用実態、運行間隔等があることから、これらを類型化し定量的指標を確立することが今後の課題であると考えられる。

また、鉄道各駅に設置されている監視カメラの映像は個人情報保護の観点から使用が困難であるが、流動分析上極めて貴重な情報を有していることから、設計基準や安全性を検証する際の基礎的データとして積極的に使用することが望ましいと考える。監視カメラの映像を使用することで、本研究で行っている待ち行列発生時の流動量等、全ての調査を代替することができ、本研究で提案している数値の精度向上も可能である。

また、都市開発に伴う鉄道駅の混雑は都市開発完成時期と駅改良工事完成時期の時間的乖離が主要因である。ソフト面の対策として、関係行政やインフラ事業者、開発事業者、開発により受益が発生する既存事業者等の関係者を中心とした、交通整備体系および工事費用負担等の法整備の確立が今後重要である。

都市開発と鉄道駅の整合性に関する研究の結果を踏まえて、関係各所で今後更なる検討が行われ、都市開発との整合を取りながら鉄道駅の混雑緩和対策が図られることが今後求められる。

**謝辞:** 本研究に際し、鉄道事業者の皆様からは貴重なご助

言およびデータを頂戴した。また、東京メトロ関係者には多大な協力を頂いた。ここに記して、深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局[2008-2009], 「ターミナル駅における混雑解消を実現するための施策の検討」.
- 2) 山本昌和・石突光隆・青木俊幸[2009], 「駅における歩きにくさを可視化した旅客流動シミュレーション」, 「鉄道総研報告」, Vol. 23, No. 12, pp. 59-64.
- 3) 国土交通省鉄道局監修[2007], 『解説鉄道に関する技術基準(土木編)第二版』, 国土交通省.
- 4) 中祐一郎[1977], 「交差流動の構造—鉄道駅における旅客の交錯流動に関する研究(1)」, 「日本建築学会論文報告集」, Vol. 258, pp. 93-101.
- 5) 都筑知人・不破徹・青木俊幸・大戸広道・河合邦治[1999], 「鉄道駅の流動評価に関する研究」, 「日本建築学会大会学術講演概要集」, pp. 841-842.
- 6) 高柳英明・佐野友紀・渡辺仁史[2001], 「群集交差流動における歩行領域確保に関する研究」, 「日本建築学会計画系論文集」, Vol. 549, pp. 185-191.
- 7) 北澤桂・趙青齊・柴崎亮介[2003], 「駅構内における移動者の空間行動計画と分析」, 「土木計画学研究・講演集」, Vol. 27, 4pages.
- 8) 日比野直彦・中山泰成・内山久雄・高平剛[2004], 「鉄道駅における歩行者データの取得および活用方法に関する一考察」, 「土木計画学研究・論文集」, Vol. 21, pp. 781-787.
- 9) 日比野直彦・山下良久・内山久雄[2005], 「鉄道駅におけるモニターカメラから得られる歩行者挙動データの活用に関する研究」, 「土木計画学研究・論文集」, Vol. 22, pp. 531-539.
- 10) 山下良久・余川欣也・内山久雄[2006], 「ターミナル駅構内における旅客行動追跡調査」, 「運輸政策研究」, Vol. 9, No. 3, pp. 14-20.
- 11) 伊東誠[1987], 「都市内鉄軌道整備の為の新たな財源確保方策に関する研究」, 「土木計画学研究・論文集」, No. 5, pp. 163-170.
- 12) 八田達夫・久米良昭・唐渡広志[2005], 「都心の容積率緩和の費用便益ITSによる混雑料金を考慮に入れた分析」, 「RIETI Discussion Paper」, 42pages.
- 13) 寺崎友芳[2005], 「容積率緩和による通勤鉄道混雑への影響」, 「RIETI Discussion Paper」, 16pages.
- 14) 宮下奈緒子[2010], 「東京都区部における産業構造・分布の変化と市街地再編」, 「政策研究大学院大学開発政策プログラム 修士学位論文」, 94pages.
- 15) 森田泰智[2012], 「都市開発と駅整備の整合性に関する研究」, 「運輸政策研究」, Vol. 14, No. 4, pp. 81-87.
- 16) 森田泰智・森地茂・伊東誠[2012], 「都心の都市開発に伴う鉄道駅の混雑に関する研究」, 「土木計画学研究・講演集」, Vol. 45, 10pages.
- 17) John J. Fruin[1971], PEDESTRIAN Planning and Design(長島正充訳[1974], 『歩行者の空間』, 鹿島出版会).
- 18) 渡辺健・渡辺時男・市川秀[1963], 『地下鉄道の設計』, 山海堂.
- 19) Naohiko HIBINO, Hisao UCHIYAMA and Yoshihisa YAMASHITA[2005], 「A Study on Evaluation of Level of Railway Services in Tokyo Metropolitan Area Based on Railway Network Assignment Analysis」, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 6, pp. 342-355.
- 20) (社)日本ビルディング協会連合会・東京ビルディング協会, 「統計調査」, (オンライン), <http://www.birukyo.or.jp/>

(原稿受付 2012年3月27日)

## A Study on Facility Capacity and Congestion of the Railway Stations by Redevelopment at CBD

By Akiyoshi SUZUKI, Naohiko HIBINO and Shigeru MORICHI

In Tokyo metropolitan area, the number of employee at CBD is expected to increase rapidly due to the redevelopment associated with the deregulations of floor-space ratio. The mismatch between the concentration of the railway passengers and the railway station facility capacity will cause the serious problem such as congestion, safety, delaying etc. The purpose of the study is to clarify the allowable capacity of station facilities such as platform, stairs, escalators, passage and ticket gate in order to suggest effective measures to improve railway stations. In conclusion, this study makes clear that there are several stations which need to improve based on the allowable capacity of the facilities.

**Key Words:** *redevelopment at CBD, railway station, congestion, facility capacity*