鉄道駅のエスカレーター交通に関する基礎的研究

○［土］元田　良孝（岩手県立大学）　　［土］宇佐美　誠史（岩手県立大学）

Basic Research on the Transportation of Passengers on Escalators at Train Stations

○Yoshitaka Motoda, (Iwate Prefectural University), Seiji Usami, (Iwate Prefectural University)

In this paper, transportation capacity of the escalator and passenger behavior on the escalator was described. Concerning about transportation capacity, about 2,000 passenger per hour per one line with moving speed 30m/min was obtained. Considering distribution of passenger's gap, 2,250 passenger per hour per line was proposed as an appropriate design transportation capacity of the escalator. As for walking behavior of passengers on escalators, up-going or down-going, using cellphone and grasping handrail were affected walking rate. Especially at up-going escalator, gender, age and passenger volume were affected walking rate.

キーワード：エスカレーター，鉄道駅，歩行，交通流
Key Words：Escalator, Railway Station, Walking, Traffic flow

１．はじめに

鉄道駅ではエスカレーターは基幹的な輸送機関で多数の乗客を連続的に輸送できる特長があり、多くの駅で使用されている．一方その交通特性については設計とは異なる利用がされており不明な点が多い．

輸送量はメーカーの仕様によれば全てのステップに定員（１人乗りは１人、２人乗りは２人）が止まって乗車したと仮定した最大輸送量を示しているが、実際は前の人との間隔を空けて乗る人が多く、さらに歩行する人もいて現象は複雑である．停止して利用する者の輸送量については、メーカーや鉄道各社がそれぞれの基準で設計交通量を定めているが統一性はなく、実態との整合性も不明である．

歩行はさらに複雑な問題を抱えている．現象としてはどこのエスカレーターでも見られるが、エスカレーターの設計には考慮されておらず、安全上問題があることから鉄道等施設管理者は止めるよう指導している．しかし歩行の実態についての研究は少なく、実態は不明である．鉄道ではホーム上の乗客を速やかに捌くため、歩行を黙認しているきらいもあるが、一方では歩行を抑制しており実態と交通量設計にも大きな乖離が生じている．

歩行はエスカレーターの輸送効率と安全性・快適性にも大きな影響を与えている．すなわち歩行側を常に空けていても 100%利用はされず、利用されない空間として輸送効率を下げている．さらに歩行する者と停止する者との錯綜や、身体上左右どちらか片側しか利用できない障害者の利用を阻むバリアフリーの問題も生じている．

本研究では上記の問題点を明らかにすべく、鉄道駅での観測から、基礎的な資料を得ることを目的としている．

２．既往研究

2 人乗りエスカレーターの歩行と輸送力に関する研究は清水ら [1)]が 1995 年に東京の地下鉄駅でエスカレーターの速度により輸送量がどれだけ変わるかを観測し、歩行側、停止側の時間当たりの輸送量と所要時間を計算した。この結果速度が 30m/分の場合停止側が 2,280 人/時、歩行側が 2,940 人/時と歩行側が輸送量は多く、所要時間も歩行側が停止側の半分程度であることを報告している．

鈴木ら [2)] は東京メトロの駅でエスカレーターの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、その間に通過した流動人数を許容流動量と定義しビデオ観測を行った．4 駅の上りエスカレーターの観測から捌け時間と流動量の関係を導いている．

森田ら [3)] は渋滞が発生した時の交通流率を求めるため都心駅の観察をした．エスカレーターの移動速度 30m/分の場合左側 6.4 人/10 秒、右側 10.1 人/10 秒が観測されたとしている．

歩行については既往の研究は殆どなく筆者らの研究 [4)等] で要因を明らかにしてきた．

３．研究結果

3.1　輸送量

（１）調査方法

表１　観測駅

駅名	方向	定員	観測年月日
国会議事堂前(千代田線)	上り	2 人	2019.11.11
後楽園（丸ノ内線）	上下	2 人	2017.11.16
新宿三丁目（副都心線）	上下	2 人	2017.11.15
霞ヶ関（日比谷線）	上り	1 人	2019.11.11
大崎（山手線）	下り	1 人	2018.12.07

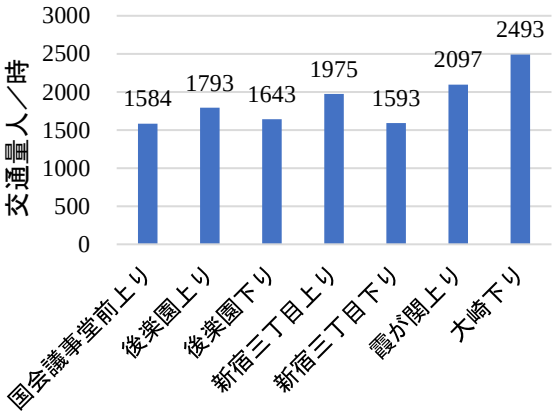

図１　１列当たりの停止利用者時間交通量

東京メトロと JR 駅のエスカレーターを対象に朝の混雑時の輸送量をビデオで測定した．観測駅を表 1 に示す．エスカレーターの乗客流は連続的ではなく、列車の到着等により群を形成した間欠的な流れになる．このため乗客の間隔が 10 ステップ以上離れていない 4 人以上のグループを群と定義し､輸送量を計測した.ただし歩行については様々な要因が作用するため、対象を停止利用者に限定した．調査時間は各場所 12～43 分であり、いずれのエスカレーターも移動速度は標準的な 30m／分である．

（２）調査結果

交通量は郡内乗客の平均乗車間隔から計算した．すなわち、前の人と間隔を空けずに乗車すればステップの奥行は 40cm なので、移動速度が 30m／分の場合 1 分間には 30÷0.4=75 人輸送していることになり、1 時間では 75×60=4500 人となる．

表２　設計交通量（人／時）

基準主体	設計交通量	備考
シンドラー社	1800	閑散時
	2700	通常時
	3600	混雑時
KONE 社	3600	
日立製作所等	2250	通常時
	3600	混雑時
鉄道 A 社	3600	
鉄道 B 社	3375	
鉄道 C 社	2700	
鉄道 D 社	3510	
鉄道 E 社	2988	
鉄道 F 社	3600	
鉄道 G 社	3240	

メーカーはカタログから、鉄道各社は文献 2)から作成

このようにして計算した交通量を図 1 に示す．交通量は 1500～2500 人／時で、1 人乗りの霞ヶ関駅、大崎駅がやや大きいことがわかる．

一方メーカーや鉄道各社の設計交通量を表 2 に示すが、全般的に設計交通量の方が今回観測されたものより大きい．例えば表中最も大きいのは 3600 人／時であるが、この状態は少なくとも 60%の乗客は前の人と間隔を空けずに乗車する必要がある．今回観測した交通量が鉄道駅のエスカレーターの交通を代表するとは限らないが、郡と郡の間には空白や少人数のステップがあり、これを考慮すると平均した時間交通量はこれより少なくなる．従って表 2 に示した設計交通量は実際よりやや過大と考えられる．

前の人とのステップ間隔の頻度相対分布を 2 人乗りと 1 人乗りで示したのが図 2、3 である．図 2，3 から最も多いのは 2 人乗り、1 人乗りとも前の人とのステップ間隔 1 であり、1 ステップ置きに乗る人が最も多いことがわかる．2 人乗りの分布が幅広いのに対し 1 人乗りでは 5 ステップまでで殆どカバーされ、前の人の次の段に乗る 0 ステップ

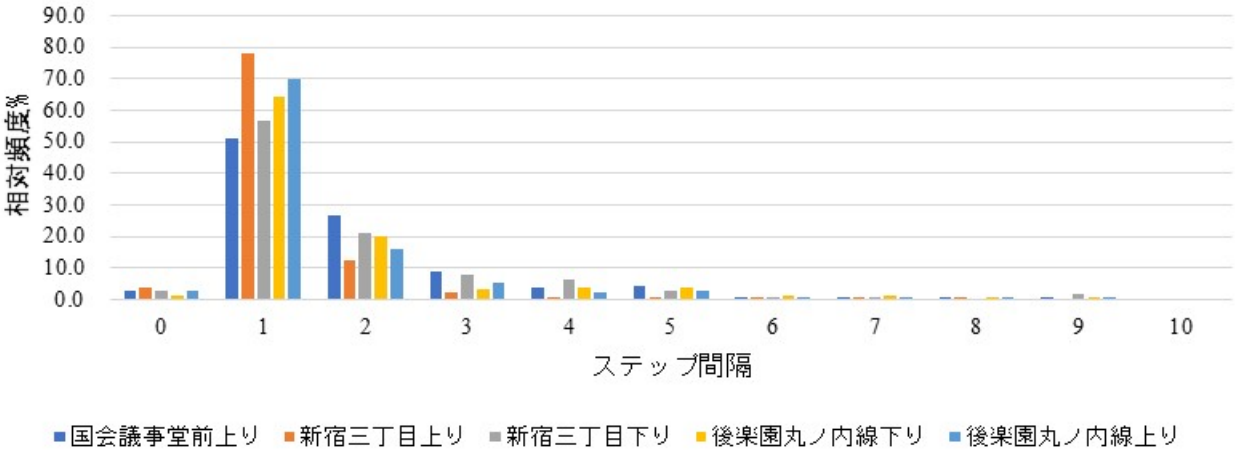

図２　２人乗りエスカレーター乗車ステップ間隔相対頻度分布

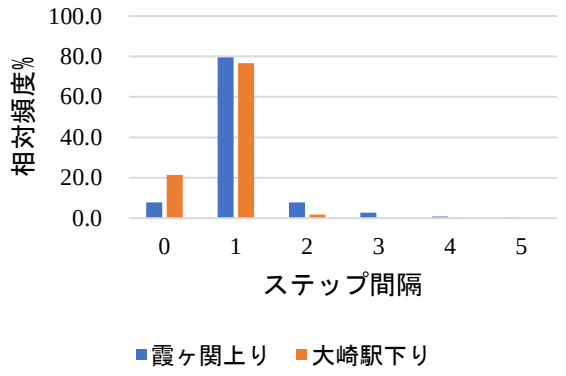

図３　１人乗りエスカレーター乗車ステップ間隔
相対頻度分布

の割合が２人乗りより多い．このことから１人乗りでは詰めて乗る傾向があり、その結果交通量も多くなっていると考えられる．この原因は１人乗りでは停止、歩行の空間的な選択ができず、後方の人の心理的な圧力から少しでも前に乗ろうとしていることが推測される．

以上のことから、上り下り、１人乗り２人乗りを問わず頻度が最も発現する間隔は１ステップ置きであり、１ステップ間隔で乗ることを設計交通量とすることが合理的と考えられる．標準的な 30m／分の移動速度のエスカレーターでは１列当たり 2,250 人／時となり、２列停止利用の場合は２列当たり 4,500 人／時となる．過去の文献 [1]や別途筆者らが観測した歩行時の交通量 [5]は約 3,000 人／時とこれより大きいが、施設管理者が推奨しない歩行で設計交通量を設定することは矛盾を生じる．

3.2　歩行

歩行現象については筆者らの研究 [4]から成果を抜粋して紹介したい．ここでは歩行率を全体のエスカレーター交通量に占める歩行者の割合と定義した．東京メトロ３駅８基の上り下りのエスカレーターの乗客の行動から次のことが明らかになっている．

（１）上り下りと歩行率

歩行率は下りの方が大きい．どの駅のエスカレーターでも結果は同じであった（図 4）．全体では上り約 26%、下り 48%であった．原因は階段同様に下りの方が歩き易いからと考えられる．

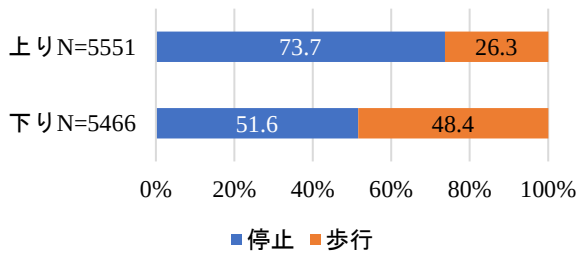

図４　上り下りと歩行率の関係

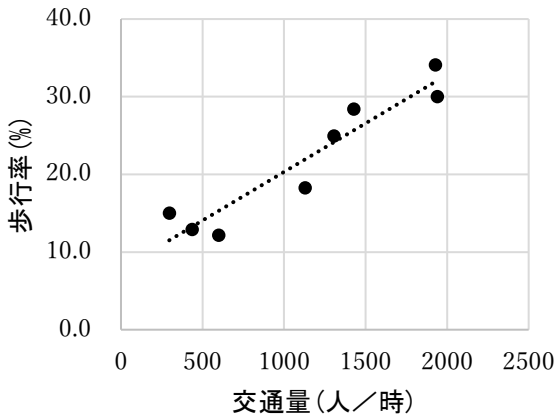

図５　交通量と歩行率の関係（上り）

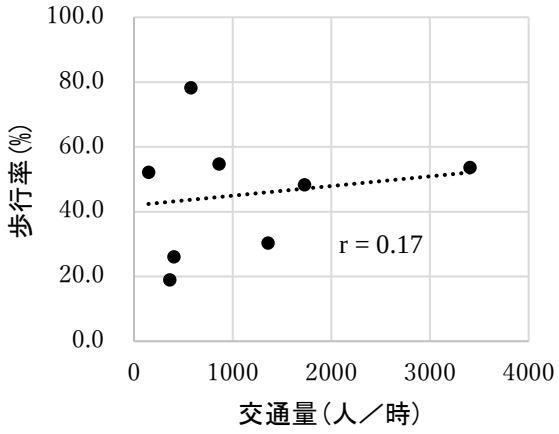

図６　交通量と歩行率の関係（下り）

（２）交通量と歩行率

エスカレーター1 台当たりの時間交通量と歩行率の関係について図 5、6 に示す．上りでは交通量と歩行率に正の相関関係（r=0.95 有意水準 1%）があるが、下りでは相関関係が見られない（r=0.17）．従って上りと下りでは交通量による停止・歩行選択が異なると考えられる．この原因は身体的な負担と心理的要因によるものと考えられる．

（３）高低差（揚程）と歩行率

ここではエスカレーターの高低差が 5～20m と異なる３駅を選んで観測を行った．エスカレーターの高低差と歩行率の関係を図７に示す．図から明らかなように高低差と歩行率には明確な関係が見られない．高低差 5m と高低差 20m の比較では逆にエスカレーターの高低差がある方が歩行率が高くなっている。従って少なくとも 20m 程度までででは歩行率に大きな影響を与えていないと考えられる．

（４）抽出標本による要因分析

無作為抽出して得られたエスカレーター乗客のデータ 1,122 を上り下り別にロジスティック回帰分析で分析して

表 3　ロジスティック回帰分析の出力結果

説明変数	上り			下り		
	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値	偏回帰係数	標準偏回帰係数	P 値
性別：男性 0　女性 1	-0.522	-0.260	0.015*	-0.135	-0.067	0.512
年代：若年 0　高齢 1	-1.264	-0.400	0.0021**	-1.014	-0.231	0.024*
スマホ操作等：無 0　有 1	-2.22	-1.028	0.001***	-2.441	-0.967	0.001***
同伴者：無 0　有 1	-	-	-	-4.131	-1.131	0.001***
手すり利用：無 0　有 1	-1.216	-0.591	0.001***	-1.447	-0.634	0.001***
高低差：m	0.0090	0.063	0.603	0.030	0.187	0.064
交通量：人／時	0.0005	0.0002	0.041*	-	-	-
定数	-0.581		0.112	0.769		0.001**
的中率	73.5			75.3		
Nagelkerke R2 乗	0.258			0.377		
サンプル数	559			563		

有意水準　*：5%　**：1%　***：0.1%

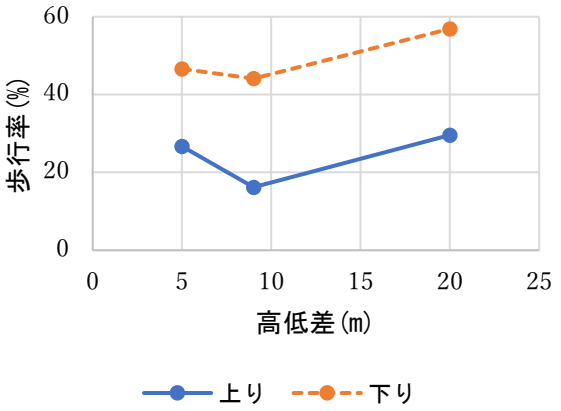

図 7　高低差と歩行率

歩行との関係を調べた．変数は以下のとおりである．

①停止・歩行

②上り・下り

③性別

④年代：外観から 60 歳代以上とそれ以下に分類

⑤スマホ操作等の有無：エスカレーター利用中のスマホ操作等の「ながら動作」

⑥同伴者の有無：利用者同士で会話や合図などが行われているかどうかで判断

⑦手すり利用の有無：肘を載せるだけの者は「無」

⑧高低差：エスカレーターの高低差　(m)

⑨時間交通量：1 台ごとに全利用者交通量を観測時間で除して時間当たりの交通量を測定（人/時）

結果を表 3 に示す．有意水準から上り下りとも歩行に影響を与えている要因は順にスマホ等の操作、手すり利用の有無、年代である．上りでは性別、交通量が有意な要因として加わる。同伴者の影響は下りのみ確認された．

4．おわりに

鉄道駅のエスカレーターに関して次の結論が得られた．

・メーカー、鉄道会社の設計交通量は実際の交通量よりやや過大である．

・設計交通量は 1 ステップ置きに乗車した状態を標準とすることが提案される．

・歩行率に影響を与えているのは上り下り、スマホ操作、手すり利用等で、上りでは性別、年齢、交通量が加わる．

謝辞

本研究は科研費基盤研究(C)（一般）(18K04394、研究代表者　元田良孝）の助成を受けました．観測場所を提供いただいた東京メトロ㈱、JR 東日本㈱の皆様に感謝します．

参　考　文　献

1) 清水健志、大島義行、加藤新一郎：鉄道駅におけるエスカレーター利用実態の調査・分析、土木学会第 50 回年次学術講演会講演集、pp.214-215、1995 年 9 月

2) 鈴木章悦、日比野直彦、森地茂：都市開発による鉄道駅の混雑と施設容量に関する研究、運輸政策研究、Vol.15 No.3、pp.2-9、2012 年秋

3) 森田泰智、森地茂、伊東誠：駅昇降施設の最大捌け人数に関する研究－都心駅周辺の急速な都市開発による鉄道駅の激しい混雑への対応に向けて－、土木学会論文集 D3（土木計画学）、Vol.69 N0.5（土木計画学研究・論文集第 30 巻）、I_595-I_611、2013 年

4) 元田良孝、宇佐美誠史：鉄道駅二人乗りエスカレーターの歩行率に関する基礎研究、第 40 回交通工学研究発表会論文集、pp.39-43、2020 年 9 月

5) 元田良孝、宇佐美誠史：エスカレーター輸送の基本特性に関する研究、第 58 回土木計画学研究・講演集、CD-ROM、2018 年 11 月