

1 人乗りエスカレーター輸送 の基本特性に関する研究

元田 良孝¹・宇佐美 誠史²

¹フェロー会員 岩手県立大学名誉教授

(〒020-0693 岩手県滝沢市菓子152-52)

E-mail: motoda@iwate-pu.ac.jp

²正会員 岩手県立大学准教授 総合政策学部総合政策学科 (〒020-0693 岩手県滝沢市菓子152-52)

E-mail: s-usami@iwate-pu.ac.jp

本研究では都内鉄道駅の1人乗りエスカレーターの観測を行い、1列当たりの2人乗りエスカレーターとの輸送量の比較を行った。この結果停止利用時の飽和交通流率は2人乗りより多く、歩行時の飽和交通流率は逆に少なかった。理由は停止利用時では後ろの者に配慮して詰めて乗ること、歩行利用時では歩行が不得手でも周囲の状況から歩かざるを得ない者がいることが原因と考えられる。1人乗りエスカレーターでは利用者の停止・歩行の選択の自由度は低く、歩行が困難な者まで歩かざるを得ない場合もあり、2人乗りエスカレーターより一層の歩行対策が必要である。またメーカー、鉄道各社のエスカレーター輸送基準は今回測定された飽和交通流率より大きく、実態と比べ過大である可能性が高い。

Key Words: Escalator for Single Passenger, Transportation Capacity, Walking

1. はじめに

日本エレベーター協会の調査¹⁾によれば、1人乗りエスカレーターは新規設置数、保守数とも2人乗りエスカレーターの3分の1程度のシェアがある。1人乗りエスカレーターは主に交通需要の少ないところや設置スペースが十分に確保できないところに導入されており、今後も一定の需要があると考えられる。しかしながらエスカレーター交通の研究そのものが少ない中、1人乗りエスカレーター交通の研究は筆者が調べた限り国内外共皆無である。

近年エスカレーター内の歩行の是非に関する議論が高まっているが、2人乗りエスカレーターは関東では進行方向左側が停止、右側が歩行(関西は逆)という暗黙のルールがあり、止まって利用する人と歩いて利用する人の住み分けが一応できている。しかし1人乗りエスカレーターでは止まる人と歩く人のルールが全くなく、歩きたい人の無理な追越しや威嚇などトラブルが潜在化している可能性が高い。

本研究では1人乗りエスカレーターの交通を観測し、停止・歩行の実態や2人乗りエスカレーターとの飽和交通流率の比較等から1人乗りエスカレーターの交通特性と問題点を明らかにすることを目的とする。

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²⁾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³⁾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。しかし鈴木らの観測は停止・歩行の区別をせずに2人乗りエスカレーターの断面の流動分析を行っている。

森田ら⁴⁾は渋滞が発生した時の交通流率を求め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が、森田らの調査は10分程度の短時間の観測で左右の別はあるがそれぞれ停止、歩行の状態は確認されていない。

大竹ら⁵⁾は複数の都内鉄道駅の上りエスカレーターの交通量を観測し、利用者群が通過に要した「捌け時間」と通過人数から流動係数を計算している。これによれば停止では 0.526~0.882 人/秒、歩行では 0.077~0.834 人/秒としている。しかし「捌け時間」の定義があいまいで、飽和交通流を連続して計測しているとは言い難くその結果流動係数も相当バラついている。

筆者ら⁶⁾は東京メトロの 2 駅で混雑時と閑散時に 2 人乗りエスカレーターの観測を行い、1 列あたりの飽和交通流率が、停止が約 2,000 人/時、歩行が約 3,000 人/時であることを明らかにしている。

このように既往研究での停止・歩行時の飽和交通流率は筆者らの研究を除くと定義があいまいなものが多く、対象が 2 人乗り上りエスカレーターに限定されている。

3. 調査方法

本調査では 1 人乗りエスカレーターの利用実態と輸送特性を分析するため、JR 東日本 (株) の協力により山手線大崎駅の下りエスカレーターで観測を行った。同エスカレーターは改札口近く、コンコースから東京・品川方面のホームに繋がるもので、下りのみ 1 基で周囲に階段や同方向のエスカレーターはない。高低差は 8.3m、傾斜角度 30 度、移動速度 30m/分、ステップ幅 61cm である (図-1)。改札からの利用者や埼京線、湘南新宿ラインからの乗換客で朝夕のラッシュ時には長い待ち行列ができる (図-2)。観測は平日の 2018 年 12 月 7 日 (金) に時間帯を変えて 30 分ずつ 4 回行った (表-1)。

表-1 観測時間

時間帯	観測時間
朝	8:00~8:30
午前	10:30~11:00
午後	14:00~14:30
夕	17:15~17:45



図-1 観測したエスカレーター



図-2 待ち行列の状況 (夕方)

4. 調査結果

(1) 総観測者数

各時間帯の観測者数を表に示す。総数 3,660 人で性別では男性対女性はおおよそ 2:1 で、利用客の殆どは成年である。通勤客が多いことが原因と思われる。以下朝夕を混雑時、午前・午後を閑散時と称する。

表-2 大崎駅の観測者数 (人)

時間帯	男性	女性	合計
朝	751	497	1,248
午前	368	185	553
午後	532	180	712
朝	715	432	1,147
合計	2,366	1,294	3,660

(2) 停止・歩行の状況

エスカレーター内の停止・歩行状況を図-3 に示す。乗込んだ後に行動を変更する者もあるため、乗込みから降りるまで一貫して停止利用した者を「停止」、一貫して歩行した者を「歩行」、停止で乗って途中から歩いた者を「停止から歩行」、歩行で乗って途中から停止した者を「歩行から停止」と定義した。

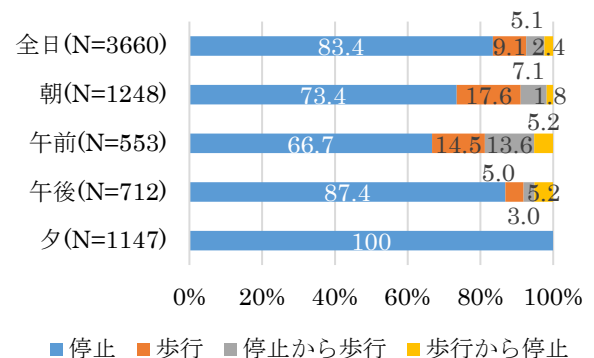


図-3 時間帯と停止・歩行の状況

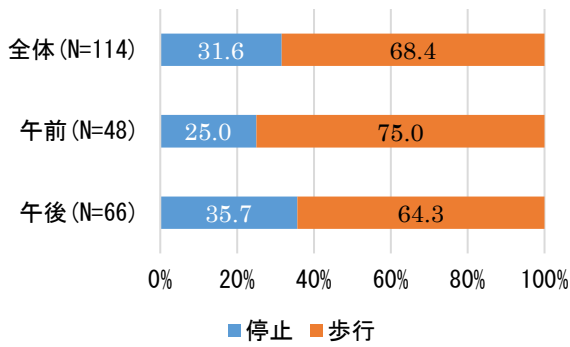


図-4 停止・歩行の選択率

全日で見ると、停止利用者が8割以上で大方は停止して利用していることがわかる。特に夕方では100%が停止利用している。しかし朝や午前中は3割程度の者が何らかの歩行行動をとっている。1人乗りエスカレーターの歩行状態は不安定で、一旦歩行が開始されるとしばらく継続するが、何らかの原因により前方で歩行が中断されると、そこから後方に停止が伝播してゆく。また停止先頭者の前方が空くと歩行が再開され後方に伝播してゆく。このようなことを不規則に繰り返す複雑な現象が見られる。交通量が同じくらいにも関わらず朝は歩行が見られ夕方には全く見られなかった。この原因は朝は急ぐ利用者が多いため、停止状態で乗った者も降り口付近から歩きだし、歩行状態が後方に伝播してゆく現象が見られたためである。一方夕方では降り口付近でも歩く者がなく、歩行状態にはならなかったものと考えられる。

停止・歩行の選択率について調査した。エスカレーターに乗り込むときに前方に人がいて塞がっていると停止して乗るしかないので、なるべく自由な状況で選択できるよう前方が空いているときにどちらの行動をとるかを調べた。前方が空いている状況として、エスカレーターの半分以上に人がいない時の利用者の行動を選んだ。朝、夕ではエスカレーターが常に利用者で占められていたため、午前・午後の時間帯で調査した。

結果を図-4に示すが、7割近くの人が歩行を選択している。これはエスカレーターに乗り込むときの行動で分類したが、停止で乗った者が後ろから歩いてくる人を感じて歩き出すケースも多かった。筆者ら⁷⁾が東京メトロの副都心線新宿三丁目駅の下り2人乗りエスカレーターで同様の調査を行ったが、歩行選択率は46.4%と今回よりかなり低かった。背後から歩いてくる人の可能性があるため、1人乗りでは歩行選択率が高くなったものと考えられる。

(3) 飽和交通流率 (飽和交通容量)

十分な利用者の供給があり間断なくエスカレーター

に乗り込んでいる状態をエスカレーターの飽和交通流と定義し、このような状態での単位時間当たりの通過利用者数を飽和交通流率 (飽和交通量) と定義した。

a) 停止時の飽和交通流

今回の観測では夕方を除き混雑時でも飽和交通流は長時間続かず、ある程度の人数の群になって発生する。このため便宜上5人以上の群で、3ステップ以上空けないうで乗っている状況を飽和交通流と看做した。ある群による飽和交通流率 S_i は次のように定義される。

$$S_i = (m_i - 1) / t_i \quad (1a)$$

m_i : i 群の人数

t_i : i 群の先頭から終端までがある地点を通過する時間

ある時間の飽和交通流率 S_T は

$$S_T = \sum (m_i - 1) / \sum t_i \quad (1b)$$

となる。このようにして計算した時間帯別の停止飽和交通流率を図-5に示す。全てのステップに乗車すると仮定するメーカーの輸送公称値 (1列あたり4,500人/時) のほぼ半分であるので、1ステップ置きに乗っていることになる。また時間帯で異なっていることがわかる。すなわち、朝夕の混雑時間帯は大きく、中間の閑散時間帯では小さな値となっている。この理由は混雑時には背後からの心理的な圧力と少しでも前方に行こうとする心理から詰めて乗る傾向があると考えられる。

b) 歩行時の飽和交通流

歩行時の飽和交通流率についても測定を行った。定義と計算方法は停止時と同様にしたが、朝の時間帯以外では5人以上の群で歩行する者がいなかったため朝の時間帯のみで計算した。計270人の歩行から、飽和交通流率は2,860人時で停止時より1.24倍大きい。歩行状態は不安定で長時間継続せず、最大でも89秒であった。

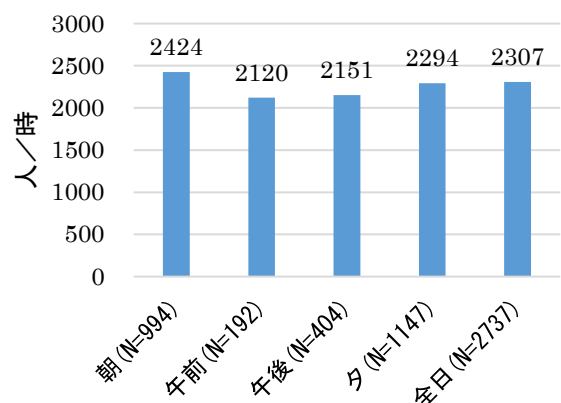


図-5 時間帯別停止利用時飽和交通流率

c) 2人乗りエスカレーターとの比較

飽和交通流率について2人乗りエスカレーターと比較を行った。比較したのは筆者が行った東京メトロでの観測値⁶⁾でいずれも1列あたりである(図-6)。図から明らかなように、停止時飽和交通流率は1人乗りの大崎駅が大きく、逆に歩行時飽和交通流率は2人乗りエスカレーターの方が大きい。この理由として、停止と歩行の住み分けができていない2人乗りと異なり、停止時の1人乗りは後方からの心理的圧力と少しでも前に行きたい心理から詰めて乗ることが考えられる。一方歩行時は、1人乗りでは意に反して歩行せざるを得ない人が混入していることから全体の速度が遅くなっている可能性がある。朝の30分間でキャリーケースを持ち上げながら歩行した者が6名、小さい子供連れの母親が子供を抱き上げて歩いたのが2組観察された。混雑時と閑散時の停止時飽和交通流率を比較したのが図-7である。図によれば、東京メトロでは混雑時・閑散時の値がほとんど変わらないのに対し、大崎駅では混雑時は高く、閑散時は低

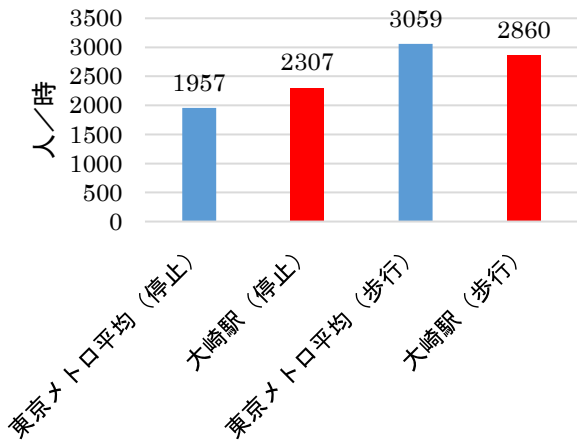


図-6 東京メトロ2人乗りエスカレーターとの比較

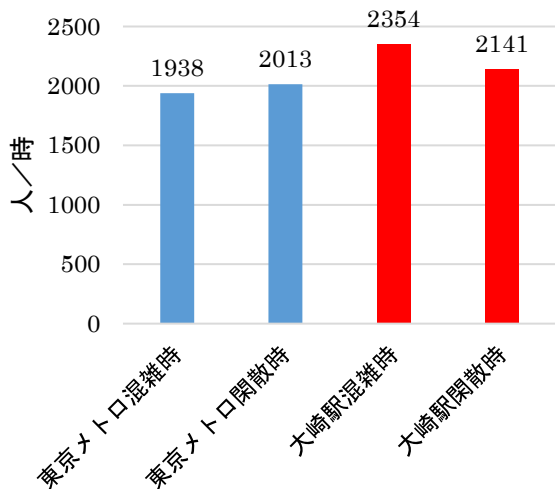


図-7 閑散時・混雑時の停止時飽和交通流率比較

くなっている。この理由は、東京メトロの2人乗りエスカレーターでは停止、歩行が選べるため停止利用者は後ろの人からの心理的圧力を受けにくい、大崎駅の1人乗りエスカレーターでは混雑時には心理的な圧力が作用し、飽和交通流率が高くなっているものと考えられる。東京メトロの場合エスカレーターに階段が併設されており、急ぐ者のバイパスになっていることも変化の少ない原因と考えられる。

5. エスカレーター設計基準の考察

エスカレーターメーカーの輸送能力の公称値はすべてのステップに人が乗ることを前提としており、2人乗りの場合移動速度が30m/分では1時間9,000人となる。しかし標準的なステップの奥行きは40cmであり、荷物を持った場合混雑時においても全てのステップに人が乗ることは物理的に不可能である。このためエスカレーターメーカーや鉄道事業者では独自の基準を持っているところが多い。例えばシンドラー社の計画ガイド⁸⁾によれば幅600mmの1人乗りエスカレーターで30m/分の場合、1時間の輸送量は閑散時1,800人、通常時2,700人、混雑時3,600人としている。KONE社の計画ガイド⁹⁾では幅600mmの1人乗りエスカレーターで1時間の輸送量は3,600人としている。国内鉄道各社の輸送基準は鈴木ら²⁾が調査しているが、時間当たり2,700人から3,600

表-3 設計基準と観測値の比較

基準主体	基準 (人/時)	備考
シンドラー社	1,800	閑散時
	2,700	通常時
	3,600	混雑時
KONE社	3,600	
鉄道A社	3,600	
鉄道B社	3,375	
鉄道C社	2,700	
鉄道D社	3,510	
鉄道E社	2,988	
鉄道F社	3,600	
鉄道G社	3,240	
観測場所	観測値 (人/時)	備考
大崎駅	2,307	停止
大崎駅	2,860	歩行
東京メトロ	1,957	停止
東京メトロ	3,059	歩行

注) 基準・観測値は移動速度30m/分、1列1時間当りの輸送人数

人と幅がある。これらを整理したのが表-3 であるが、表から今回の観測値および筆者らの観測した東京メトロの値⁶⁾と比較するとかなり大きめであることがわかる。特に停止時のデータと比較するとシンドラー社の閑散時を除きいずれの基準も観測値より大きい。メーカーや鉄道各社がどのように基準を定めたかは明らかではないが、歩行を前提としているとは考えにくく、現行の基準が過大である可能性が高い。

6. おわりに

大崎駅の1人乗りエスカレーターの観測から次のことが明らかとなった。

- ・全日では約8割の者が停止利用していた。歩行状態は不安定で長続きせず、最大継続時間は89秒間であった。
- ・停止時飽和交通流率は混雑時に高く、閑散時に低かったが、このような現象は東京メトロの2人乗りエスカレーターには見られなかった。
- ・歩行・停止の自由な選択ができる状況での歩行選択率は約7割で、東京メトロの2人乗りエスカレーターの5割弱と比べかなり高かった。後ろから来る人に配慮して歩く人が多くなっていると考えられる。
- ・東京メトロの2人乗りエスカレーターと比較したところ飽和交通流率は、停止時は大きく歩行時は小さかった。この理由は1人乗りエスカレーターでは停止、歩行の選択が自由にできないため停止時には後ろからの心理的な圧力により、詰めて乗ろうとしていること、歩行時は意に反して周囲の状況から歩行が不得意な者も歩行しているためと考えられる。
- ・メーカー、鉄道会社のエスカレーター輸送基準は実態と比較すると過大である可能性が高い。

1人乗りエスカレーターの停止・歩行の選択は2人乗りと比べて自由度が低く、意に反して周囲の状況に合わせざるを得ないものと考えられる。従ってバリアフリーの観点からも1人乗りエスカレーターではより一層の歩行対策を講じるとともに急ぐ人用に階段等のバイパスを用意する必要がある。

筆者らが今まで調査したエスカレーターは東京メトロを含め5基とまだ少ない。今後は観測数を増やし、データの信頼性を高めるとともに、階段や高低差の影

響等を定量的に把握する必要がある。

謝辞：本研究は文部科学省の科研費基盤研究（C）（一般）（18K04394、研究代表者 元田良孝）の助成を受けました。観測場所を提供し調査に協力いただいた東日本旅客鉄道株式会社の皆様、学生の高橋大地君（現一ノ関市役所勤務）に感謝します。

参考文献等

- 1) 一般社団法人日本エレベーター協会：2017年度昇降機設置台数等調査結果報告、Elevator Journal No.21、pp.1-10、2018年8月
- 2) 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 大竹哲士、岸本達也：鉄道駅におけるエスカレーター上の歩行行動に関する研究、都市計画論文集、Vol.52 No.3、pp.263-269、2017年10月
- 6) 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
- 7) 元田良孝、宇佐美誠史：エスカレーター内の歩行に関する基礎研究、第38回交通工学研究発表会論文集、pp.221-225、2018年8月、
- 8) https://www.schindler.com/content/com/internet/en/mobility-solutions/products/escalators/schindler-9300/_jcr_content/iTopPar/downloadlist_2584/downloadList/592_1520788324481.download.asset.592_1520788324481/schindler-escalator-panning-guide.pdf
- 9) https://www.kone.se/Images/8201_Escalator%20planning%20guide_lr_spreads_tcm27-31324.pdf

(2019.3.10 受付)

RESEARCH ON THE BASIC TRANSPORTATION CHARACTERS OF THE ESCALATOR FOR SINGLE PASSENGER

Yoshitaka MOTODA, Seiji USAMI

The transportation capacity of the single passenger escalator was observed at the railway station. As a result, saturated traffic flow rate per a row of standing use was more than double passenger escalator. Possible reason was the passenger might get psychological pressure from other passengers behind. On the other hand, saturated traffic flow rate per a row of walking use was less than double passenger escalator. Possible reason was while walking phase, all passenger including low capability of walking such as passenger with heavy luggage had to walk. Compared with the standards of escalator transportation capacity of the manufactures and railway companies, observed saturated traffic flow rate was much smaller. Therefore, revision of the standards should be examined.