

エスカレーター内の歩行に関する基礎研究

Basic study on the walk in the escalator

元田 良孝¹, 宇佐美誠史²
Yoshitaka MOTODA¹, Seiji USAMI²

エスカレーター内を歩行する習慣は全国で定着しているが、転倒や他の乗客への衝突など安全面での問題が多い。また片側を常に空けるため、輸送効率の点からも問題がある。鉄道会社や商業施設では主として安全上の理由から歩行をやめるよう指導しているが、利用者は速く移動できるメリットがあり歩行は依然として多い。しかしながらエスカレーター内歩行については今まで定量的な研究は殆どされていない。ここではエスカレーター内の歩行について現地の観測により交通流を分析した。その結果停止利用者と歩行利用者の比はほぼ半々だが混雑時には歩行利用者が増えること、相対的な歩行速度は階段利用時と同様なこと、上りより下りの方が速度が速いこと、歩行・停止選択に影響を与えているのは同行者、スマートホン等の操作、大きな荷物であった。

Keywords: エスカレーター、歩行、交通流

1. はじめに

エスカレーターは 19 世紀末に発明されたとされているが、エスカレーター内の歩行の歴史は古く、ロンドンの地下鉄では 100 年以上前から利用者は右側に立ち、左側を歩行者に空けるよう指導されてきた¹。わが国でエスカレーター内の歩行が行われるきっかけとなったのは大阪万博の前後で、阪急電鉄での呼びかけとされている²。エスカレーターの片側を空けて歩行の用に供する習慣は全国的に広く定着しているが、元々エスカレーターは歩くようには設計されていない。建築基準法によれば階段は、蹴上げ 18cm 以下で 3m ごとに踊り場を設けることとなっているが、エスカレーターの蹴上げはこれより高く踊り場も無い。従ってエスカレーターは歩行に適しているとは言いがたい。東京消防庁によれば、エスカレーター事故の 12%は歩行中に発生しており、2%は他人の歩行に巻き込まれたものである³。また片側を空けるために、通常の停止利用者はエスカレーターの歩行側が空いても乗ることができず輸送量でもロスが生じている。本研究ではエスカレーター内の歩行交通を現地観測し、基本的な特性を把握することを目的とする。

2. 既往研究

エスカレーター交通に関する研究は極めて少なく基本的な交通特性についての知見は多くない。エスカレーター内の歩行に関しては、清水ら⁴が 20 年以上前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。この結果停止側より歩行側の方が輸送量は多く、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。

岡田ら⁵が学生を使った災害時避難を目的とした実験で上りエスカレーターでの停止側、歩行側の通行特性を調査した研究では、エスカレーター停止時の歩行速度は階段と変わらないが稼働時はやや低下するとしている。この実験は若い被験者を用いた人為的な交通流で、実際の状況とはかなり異なるものと考えられる。

英国では Harrison ら⁶がロンドンの地下鉄で社会実験を行い、2 人乗りの上りエスカレーターで歩行なしと片側歩行ありで輸送量を比較したところ、歩行なしの方が輸送量を 30%改善したとしている。Harrison らの観測したエスカレーターは高低差 24m の長大なエスカレーターで、上りの歩行者が少ないため歩行側の空間が空いており、輸送量増加につながったものである。

このようにエスカレーターの交通そのものの研究が少なく基本的な特性が明らかになっていない。ここではエスカレーター利用者の基本的な歩行特性について研究を行った。

3. 研究方法

本研究ではエスカレーター内の交通を把握するために実地の調査を行った。最も利用者が多いと考えられる鉄道駅のエスカレーターを対象とし、東京メトロの副都心線新宿三丁目駅及び丸の内線後楽園駅で観測を行った。観測地点を選定するにあたり、乗降客数が多いこと、エ

1 正会員, 博士 (工学), 岩手県立大学

〒020-0693 岩手県滝沢市菓子 152-52 e-mail: motoda@iwate-pu.ac.jp Phone: 019-694-2700

2 正会員, 博士 (工学), 岩手県立大学総合政策学部

スカレーターが広く見通せるところ、乗客の邪魔にならない撮影スペースが得られること等を条件として上記2駅を選定した。撮影は平日の2017年11月15日、16日に行い、それぞれ朝の混雑時間帯として8:00~9:00を、閑散時間帯として10:00~11:00を撮影時間として選定した(表1)。新宿三丁目の混雑時は予備として10分長く撮影した。撮影場所の写真を図1、2に示す。新宿三丁目駅はコンコースから、後樂園駅はホームからの撮影である。

表1 観測地点一覧表

駅名	高低差	調査日	観測時間帯	
			混雑時	閑散時
新宿三丁目	4,380mm	2017年11月15日	7:50 ~ 9:00	10:00 ~ 11:00
後樂園	5,622mm	2017年11月16日	8:00 ~ 9:00	10:00 ~ 11:00

注) エスカレーターの移動速度は両駅とも30m/分

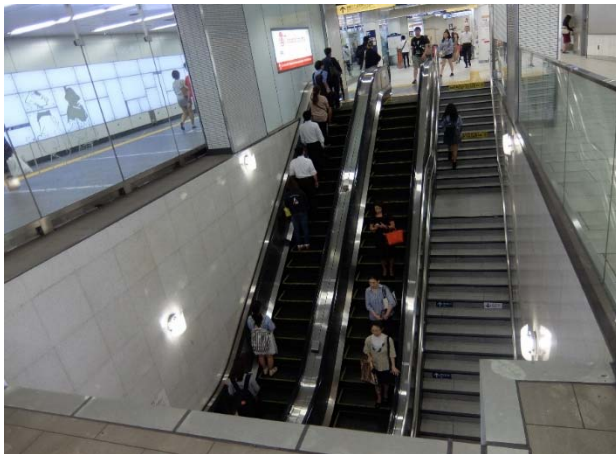


図1 新宿三丁目駅



図2 後樂園駅

表2 新宿三丁目駅の観測者数(人)

時間帯	上り	下り	合計
混雑時	2,799	3,262	6,061
閑散時	1,365	1,022	2,387
合計	4,164	4,284	8,448

表3 後樂園駅の観測者数(人)

時間帯	上り	下り	合計
混雑時	2,726	1,353	4,079
閑散時	654	690	1,344
合計	3,380	2,043	5,423

4. 観測結果

4.1 輸送量

新宿三丁目駅及び後樂園駅でのエスカレーター利用観測者数を表2、3に示す。合計はそれぞれ約8,400人、約5,400人で総計は約13,800人であった。この他に併設されている階段利用者も観測したが、後樂園駅では階段利用者が比較的多かった。

4.2 停止・歩行の割合

エスカレーター内で停止する者と歩行する者を分類し、割合を計算した。それほど多くはないが停止したのち歩行する者や、歩行したのち停止する者もいるが画面上の最終的な行動で停止・歩行を判断した。

両駅の混雑時・閑散時の全体の合計ではエスカレーター内の停止と歩行の選択割合はほぼ同じ割合であるが、駅別に見ると新宿三丁目駅の方がやや歩行割合が多い(図3)。後樂園駅は階段が広くホーム際にあるため、特に下りの階段利用者が多かったが、急ぐ者は階段を利用したためエスカレーター内の歩行利用が比較的小なかつたものと考えられる。

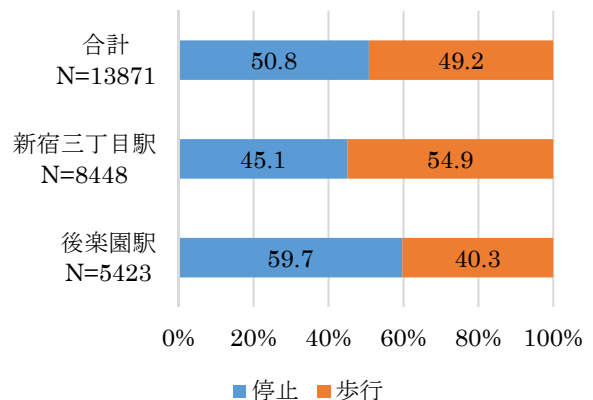


図3 停止、歩行の選択割合

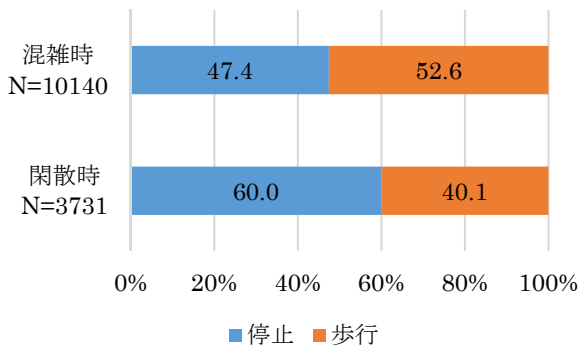


図4 混雑時、閑散時の停止・歩行選択割合

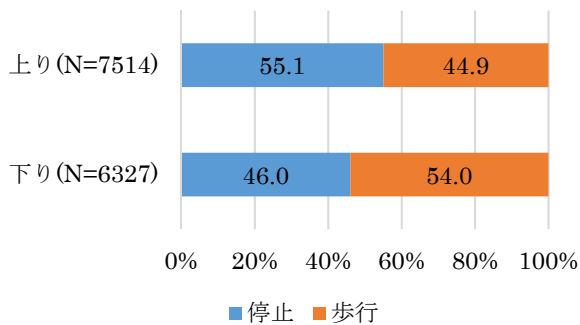


図5 上り下りによる停止・歩行選択割合

混雑時と閑散時の停止・歩行の選択割合を示したのが図4である。混雑時の方が歩行の割合が大きくなる。今回の混雑時の観測が朝のラッシュ時であったため、先を急ぐ人が多く少しでも速く移動するため歩行利用割合が多かったと考えられる。混雑時と閑散時の比の違いをカイ二乗検定したところ、1%の有意水準で帰無仮説が棄却された。駅別にも調べたが同様な結果であった。

上りと下りで停止・歩行の選択割合の差を調べたのが図5である。図から明らかなように下りの方が歩行の選択割合が大きい。これは上りより下りの方が歩行が容易なことが原因と考えられる。ただし新宿三丁目駅の閑散時のみこの傾向が見られず、もう少し観測地点を増やして調査をする必要がある。

4.3 歩行速度

エスカレーターの踏み板の速度は建築基準法施行令で上限が定められており、鉄道施設の場合通常30m/分(秒速0.5m)となっている。今回観測した両駅のエスカレーターの速度も30m/分であった。従って停止して利用する者の移動速度は0.5m/sであるが、歩行して利用する者はこれに歩行速度が加わる。歩行速度は様々な要因で変化すると考えられるが、前に人がいる場合や、横に停止利用者が並んでいる場合は影響を受けると考えられる。ここでは周囲の拘束を受けない状況での歩行速度を、ピ

デオ映像上で計測した。具体的にはエスカレーターに乗り込むときに映像内で観測対象者の前方や側方に人がいない者を選び、歩行速度を映像内に固定した2点を通して時間をとらえた。計測したのは閑散時の新宿三丁目駅の上りと下りのエスカレーターである。後楽園駅は画面角が狭く計測が難しかったため今回は対象としなかった。閑散時を選んだのは、職場などの始業時間に間に合うよう急ぐ要因を除去するためである。上り下り別の計測結果を表4、図6に示す。ここに示したのはエスカレーターの移動速度に歩行速度を加えた値であるが移動速度を差し引くとエスカレーター内の相対歩行速度は0.5~0.6m/sである。通常の歩行速度は1m/s程度であるが、階段では角度に応じて歩行速度は低減される。岡本らの研究⁶⁾によれば今回のエスカレーターの角度30度では歩行速度は約40%低減されるとしているの、ほぼ通常の階段の移動速度と考えられる。清水ら⁴⁾は歩行の場合所要時間は停止の約半分としているが、同様な結果が得られた。

図表から明らかなように上りと下りでは歩行速度の平均値に差があり、下りの方がやや速い。頻度分布から見ても下りは速い方にシフトしているのが分かる。平均値の差の検定を行ったところ、5%の有意水準で帰無仮説が棄却された。上り坂より下り坂の方が重力に引っ張られるため速度が出やすいが、エスカレーター内の歩行でも同様な傾向が認められた。なお性別、年代別でも比較を行ったが、有意な差は見られなかった。

表4 歩行速度 (m/s)

	平均値	標準偏差	最大値	最小値	個数
上り	1.03	0.11	1.33	0.68	74
下り	1.14	0.20	1.77	0.70	112

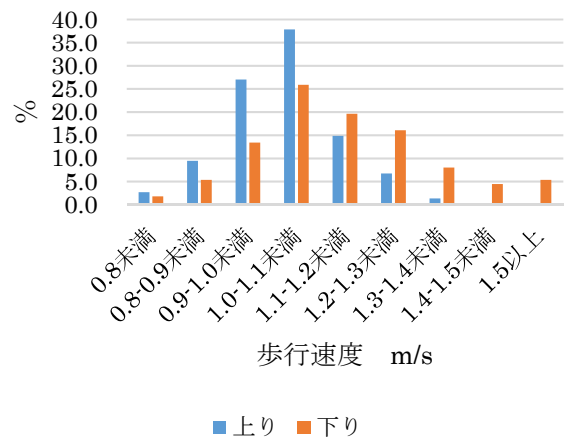


図6 歩行速度の頻度分布

今回調べたのは自由歩行時の速度であったが、通常見られる片側に停止利用者が並んだ状態での歩行速度は異なる可能性がある。

4.4 停止、歩行の選択要因

一般社団法人日本エレベーター協会の調査⁷⁾によれば、80%以上の人々がエスカレーター内の歩行経験を有している一方、約70%の人々が歩行はやめた方がよいと回答している。従ってエスカレーター内の歩行はかなり一般化しているが、行動を制限しようとする考えも内在している。エスカレーター利用者がどのような要因で停止と歩行を選択するかについては今まで明らかかな知見は得られていない。ここでは利用者の外見や行動からどのような選択が行われているかを分析した。用いたデータは新宿三丁目駅の閑散時の下りエスカレーターの画像である。なるべく自由意志で停止・歩行の選択ができるように、急ぐ必要の少ない閑散時とし、エスカレーターに乗り込む際、前方や側方に他の利用者がおらず、自由に停止・歩行を選択できると考えられる者を対象とした。前方がすべてクリアである条件ではサンプル数が少ないので、パーソナルスペースの考え⁸⁾を導入し、前方に影響のある範囲を2mとした。エスカレーターの踏み板の奥行きは40cmであるので、前方の人と踏み板5枚以上離れていれば影響がないと判断した。採用したサンプルの内訳は表5のとおり合計278人で、男性と停止選択がやや多い。ここでは被験者の停止・歩行選択、被験者の性別、外見から判断した年代、大きな荷物の有無、スマートホンの操作や読書などの「ながら動作」の有無、同行者の有無を映像から読み取った。

最も影響があったのは同行者の有無で、17人が該当したが全て停止を選択していた。同行者かどうかは会話や合図が交わされているかどうかで判断した。先にエスカレーターに到着した者は同行者がどちらを選択するか情報がなく、とりあえず停止を選択すること、コミュニケーションを行うには停止状態の方が便利との理由によると考えられる。

次に影響が大きかったのはスマートホンの操作や読書など、「ながら動作」を行っている者で、停止選択が多かった(図7)。エスカレーター内を歩きながらスマートホンを操作したり本を読んだりするのは歩行に集中が出来

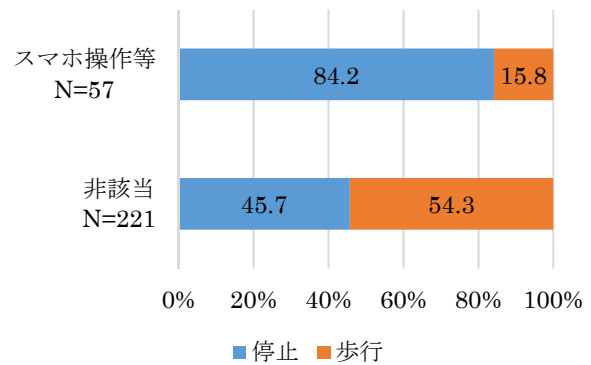


図7 「ながら動作」と停止・歩行選択

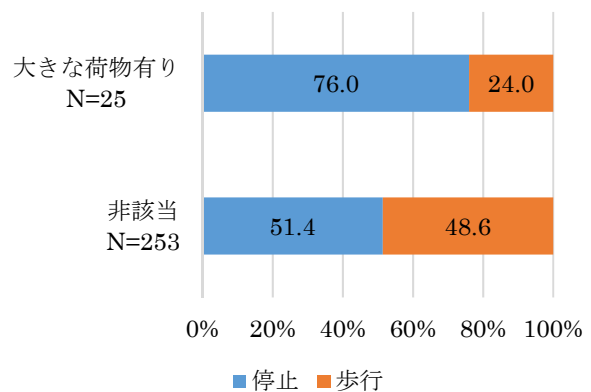


図8 大きな荷物の有無と停止・歩行選択

ず危険なため、停止を選択していると考えられる。ただ少数ではあるが、スマートホンを操作しながらエスカレーター内を歩行する者もいた。選択比の違いについてカイ二乗検定したところ、1%の有意水準で帰無仮説が棄却された。



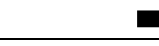
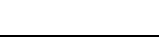






他に影響を与えているのは大きな荷物を持っている場合である。通常より大きい2個以上の荷物を持ち両手がふさがっている状況やキャリーバックを引いている状況を大きな荷物を持っていると判断した。大きな荷物を持っている場合、停止選択の割合が大きくなる。大きな荷物を持ってエスカレーター内を歩行するのは労力が必要で転倒の危険性もあるため、歩行を避けていると考えられる。選択比の違いについてカイ二乗検定を行ったところ、5%の有意水準で帰無仮説が棄却された。この他に年代別、性別でも分析を行ったが有意差はなかった。

目的変数を停止・歩行とし、説明変数を性別、年代、同行者の有無、大荷物の有無、スマートホン等の操作の有無として数量化Ⅱ類で多変量解析を行った(表6)。年代は外見からの判断で信頼度があまり高くないため、50歳代以上と40歳代以下の2カテゴリに分類した。

表5 停止・歩行選択分析対象者

	歩行選択	停止選択	合計
男性	70	77	147
女性	59	72	131
合計	129	149	278

表6 数量化Ⅱ類による分析結果 (**は1%の有意水準)

アイテム	カテゴリ	カテゴリ 数量	カテゴリスコア		レンジ	偏相関係数
			停止 ←	→ 歩行		
性別	男性	147	0.099		0.211	0.055
	女性	131	-0.112			
年代	50歳代以上	38	-0.478		0.554	0.098
	40歳代以下	240	0.076			
大きな荷 物	あり	25	-1.270		1.396	0.206**
	なし	253	0.126			
スマホ等 操作	あり	57	-1.608		2.203	0.388**
	なし	221	0.415			
同行者	あり	17	-2.487		2.649	0.315**
	なし	261	0.162			

相関比 0.22、的中率 70.1%と必ずしも高くはないが、先に述べたクロス集計同様、同行者の有無、スマートホンの操作等の有無、大きな荷物の有無が停止・歩行の選択に影響を与えていることが分かる。

5. おわりに

観測を通じて明らかになった点は次の通りである。

- ・停止・歩行の割合はほぼ半々である。混雑時と閑散時では、混雑時の方が歩行を選択する者が多くなる。急いでいることが原因と考えられる。
- ・エスカレーターの移動速度を加えた絶対的な歩行速度は 1m/s 程度である。エスカレーター内の停止者に対する相対的歩行速度は 0.5m/s 程度であり、階段を歩行する速度とほぼ同じである。
- ・この結果、エスカレーター内で歩行をすると、通常の停止利用者に比べ所要時間は半分程度となる。
- ・歩行速度は上りより下りの方がやや速くなる。下りの方が速度を出しやすいのが原因と考えられる。
- ・エスカレーター内の停止・歩行の選択要因は同行者の有無、スマートフォン操作などの「ながら動作」の有無、大きな荷物の有無が関係していると考えられる。性別、年代別では大きな差がなかった。

今回は2駅だけの調査であったが、今後は高低差、速度、交通施設以外等様々な環境にあるエスカレーターを観測し、基本的な歩行特性等を把握してゆきたい。さらに行動だけでなく、エスカレーター利用者の意識調査を行い、行動と意識の両面からエスカレーター内歩行の実態と課題を明らかにしてゆきたい。

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。観測場所を提供していただいた東京メトロ(株)の皆様、情報提供していただいた(一社)日本エレベーター協会の皆様、学生の久原琢磨君(現日立自動車交通(株))に感謝します。

参考文献

- 1) Celia Harrison et al: Pilot for Standing on Both Sides of Escalators, 6th Symposium on Lift & Technologies, pp.111-120, 2016
- 2) 斗鬼正一: エスカレーター片側空けという異文化と日本人のアイデンティティ、江戸川大学紀要、第25巻、pp.35-50、2015年3月
- 3) エスカレーターに係る事故防止対策検討委員会: エスカレーターに係る事故防止対策について一報告書一、東京消防庁、2005年3月
- 4) 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
- 5) 岡田尚子、長谷見雄二、森山修治、岡本衣未: エスカレーターを用いた上方避難に関する実験研究、日本建築学会環境系論文集、第76巻 第668号、pp.855-862、2011年10月
- 6) 岡本辰也、岡村未対、川野竜平、成行義文、源貴志: 歩行調査に基づく単独歩行速度推定式の導出と津波避難シミュレーションへの適用、第17回国土学会四国支部技術研究発表会講演概要集、pp.7-8、2011年
- 7) 一般社団法人日本エレベーター協会: エレベーターの日「安全利用キャンペーン」アンケートの集計結果について(2017年度)、2018年3月
- 8) 劉建宏、大枝良直、角知憲: パーソナルスペースを用いた障害物を回避する歩行者の群集流動、土木学会論文集D、Vol.64 No.4、pp.513-524、2008年10月