

# 利用者の歩行行動を考慮したシミュレーション によるエスカレータ輸送効率の評価

小川 倫<sup>1</sup>・北上 靖大<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 非会員 株式会社構造計画研究所 次世代事業開発部 (〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3)

E-mail: tomo-ogawa@kke.co.jp

<sup>2</sup> 非会員 株式会社構造計画研究所 社会デザイン・マーケティング部

(〒164-0011 東京都中野区中央 1-38-1 住友中野坂上ビル 10F)

E-mail: kitakami@kke.co.jp

エスカレータの利用においては、片側で立ち止まり、片側を歩くことができるように空けておくという習慣が広く定着している。しかしながら、エスカレータ上での歩行は安全面や交通弱者への配慮の観点から望ましくないほか、歩行用に空けたスペースが常に使われているとは限らず、輸送効率の観点からも疑問が残る。近年ではエスカレータは両側に立ち止まって乗るよう呼びかける運動が多く見られる。本研究では輸送効率の観点に着目し、エスカレータ交通流を再現するシミュレーションモデルを作成することで、片側を空ける場合と両側で立ち止まる場合の総移動時間を比較した。その結果、片側を空ける場合の総移動時間は立ち止まらず歩行する利用者の割合によって大きく変化することや、歩行する利用者の割合が 50% から 70% 程度の場合を除いては、両側で立ち止まる場合の方が総移動時間が短くなることを示した。

**Key Words:** エスカレータ, シミュレーション, 歩行

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景と目的

エスカレータの利用においては、急ぐ利用者への配慮から、片側で立ち止まり、片側を歩くことができるように空けておくという習慣(片側空け)が定着している。しかしながら、エスカレータ上での歩行は人やカバンなどの接触等による事故の危険性や交通弱者への配慮といった観点から望ましくない。近年では鉄道会社などによるエスカレータに立ち止まって乗るよう呼びかける運動が数多くみられるが、利用者の意識は大きく変わっていないように思われる。

また、歩行用に空けたスペースが常に使われているとは限らず、片側空けの習慣は輸送効率の観点からも望ましくない可能性が示唆されている<sup>1,2)</sup>。

本研究では輸送効率の観点に着目し、エスカレータ交通流を再現するシミュレーションモデルを作成することで、片側空けの場合と両側で立ち止まる場合(両側立ち)の総移動時間を比較する。それにより、エスカレータの望ましい利用ルールについて考察する。

### (2) 既往研究の整理と本研究の位置づけ

エスカレータの利用実態に関する研究としては、観測により歩行者の割合や利用中の行動を調査したもの<sup>3)</sup>や、アンケートにより歩行選択意識を調査したもの<sup>4)</sup>などが見られる。とくに輸送効率の観点に着目した研究としては、観測によりエスカレータの流動効率を調査したもの<sup>5)</sup>、実験によりエスカレータ歩行時の速度や流率を調査したもの<sup>6)</sup>、エスカレータ利用時の旅客流動のモデル化を試みたもの<sup>7)</sup>、両側立ちの効果を社会実験により検証したもの<sup>8)</sup>などがある。

本研究ではこれらの既往研究を参考に、理想的な状態におけるシンプルなシミュレーションモデルを構築する。それにより、輸送効率の観点から見た片側空けと両側立ちの特徴を明確に示すことを目指す。

## 2. シミュレーションモデルの構成

駅等で利用されている 2 列エスカレータを通過して人が移動する様子を模擬したシミュレーションモデルを構築した。モデルの構築には、株式会社構造計画研究所が開発したマルチエージェント・シミュレーション用ソフト

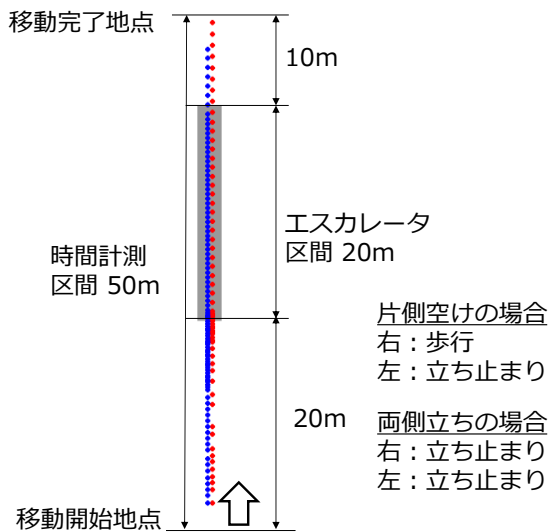


図-1 シミュレーションモデル概要

ウェアである *artiso*c を利用した<sup>7,8)</sup>。

モデルの概要図を図 1 に示す。450 人（満員電車 2 両程度）の歩行者がエスカレータの 20m 手前から発生し、長さ 20m のエスカレータを利用した後、さらに 10m 進んで移動完了とする。エスカレータの速度は駅等で一般的に用いられている普通速度エスカレータを想定し、0.5m/s とした。

片側空けの場合、左側の列の人は立ち止まり、右側の列の人は歩いてエスカレータを利用する。両側立ちの場合、左右両側の列の人が立ち止まってエスカレータを利用する。

エスカレータ上を歩行する際の行動パラメータは岡田ら<sup>9)</sup>による実験を参考に、移動速度を 1.0m/s、前の人との間隔を 1.2m とした。歩行時は前の人と 2 段空けて歩行することを想定している。エスカレータ上で立ち止まる場合は 1 段空けることを想定し、前の人との間隔を 0.8m とした。この値は片側空けの場合でも両側立ちの場合でも変わらないと仮定している。

設定したパラメータの詳細を表 1 に示す。

このモデルを用いて、片側空けと両側立ちの 2 つの場合において、最初の利用者が移動を開始してから全員が移動完了地点に到達するまでの時間（総移動時間）を評価する。

### 3. シミュレーション結果

#### (1) 片側空けの歩行選択割合を固定する場合

片側空けの歩行選択割合を大竹ら<sup>1)</sup>や元田ら<sup>3)</sup>による観測調査を参考に、東京都内の駅の通勤時間帯を想定して 40% と設定した。このときのシミュレーション結果を表 2 に示す。

総移動時間は、両側立ちの方が片側空けに比べて短く

なっており、全体の輸送効率としては両側立ちが優れていることが分かる。このような結果が出たのは、片側空けの場合、立ち止まり側の列に人が集中し渋滞による待ち時間が発生したためだと考えられる。片側空けの場合の立ち止まる利用者と歩行する利用者の移動時間の平均値を表 3 に示す。立ち止まる利用者の移動時間が歩行する利用者比べて圧倒的に大きくなっている。この差はエスカレータ区間の移動速度の違いだけでは説明できず、立ち止まり列に渋滞が発生していることを示している。

このように、片側空けで歩行選択割合が 40% という状況下では、立ち止まり列に渋滞が発生する一方で歩行列の密度が低く、エスカレータの輸送力を効率よく使えていないものと解釈できる。その結果、全体の輸送効率という観点では両側立ちの方が優れていると考えられる。

表-2 片側空けと両側立ちの総移動時間

表-1 モデルパラメータ

項目	設定値
エスカレータ利用者数	450 人
エスカレータ長さ	20m
エスカレータ速度	0.5m/s
移動速度 (平地歩行時)	1.0m/s
移動速度 (エスカレータ歩行時)	1.0m/s
前の人との間隔 (エスカレータ上で停止時)	0.8m
前の人との間隔 (エスカレータ上で歩行時)	1.2m
前の人との間隔 (平地歩行時)	0.4m

	片側空け	両側立ち
総移動時間 (秒)	501	429

表-3 片側空けの平均移動時間

	立ち止まり	歩行
平均移動時間 (秒)	103.7	49.0

#### (2) 片側空けの歩行選択割合を変化させる場合

続いて、前節では 40% に固定していた片側空けの歩行選択割合を様々なに変化させた場合の総移動時間を検証する。シミュレーション結果を図 3 に示す。

片側空けの場合、歩行選択割合が 60% 程度の場合に、最も総移動時間が短くなる事が分かる。歩行選択割合がこれを下回ると前節で見たように立ち止まり列に渋滞が発生し、これを上回ると歩行列に渋滞が発生するものと考えられる。その結果、歩行選択割合が 50% から 70%

程度の場合を除いては、片側空けに比べ、両側立ちの総移動時間が短くなる事が分かる。

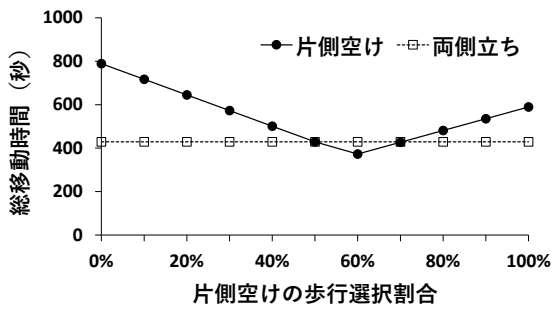


図-3 歩行選択割合と総移動時間の関係

先述した大竹ら<sup>1)</sup>や元田ら<sup>3)</sup>の調査によれば、歩行選択割合は駅や時間帯によって大きく異なるものの、50%以下の場合がほとんどである。したがって、この結果は両側立ちのルールを徹底することにより、多くの駅で全体の輸送効率を改善できる可能性があることを示唆している。

#### 4. おわりに

本研究ではエスカレータ交通流を再現するシミュレーションモデルを作成することで、片側空けの場合と両側立ちの場合を比較した。その結果、以下の結果を得た。

- ・通勤時間帯を想定し片側空けの歩行選択割合を40%に設定すると、歩行列に渋滞が起きて輸送効率が低下する。歩行列の利用者は早く移動できるものの、全体の総移動時間は片側空けよりも両側立ちの方が短い。
- ・片側空けの歩行選択割合が50%から70%の場合を除いては、片側空けよりも両側立ちの方が全体の総移動時間が短い。

以上の結果は、既往研究による歩行選択割合調査を考慮すると、多くの駅で両側立ちを導入することにより全体の輸送効率を改善できる可能性を示唆している。

今後の課題としては、以下のようなことが挙げられる。

- ・歩行選択割合や歩行速度などのエスカレータ利用行動パラメータは、時間帯や混雑度、エスカレータの長さなど様々な条件に影響されることが既往研究により示唆されている<sup>1,3)</sup>。本研究では単一の条件を仮定したシミュレーションのみを行ったが、実際には個別のエスカレータの状況に即した議論がなされるべきである。

- ・両側立ちのケースについて、本研究では片側空けの停止列の行動が両方の列で再現されることを仮定している。しかしながら、両側立ちのルールが実現した場合の利用者行動についての研究は、ロンドンでの社会実験<sup>2)</sup>はあるものの国内ではほとんどなされていない。国内における両側立ちの行動については、実験などの手法を用いて検討することが望まれる。

- ・本研究では全体の平均的な輸送効率の観点での議論を行った。しかしながら、エスカレータの利用者には多少時間がかかっても立ち止まって利用したい者、何よりも移動速度を優先する者など、様々な属性が考えられる。全体として望ましいルールを考えるためには、各利用者の属性を明らかにしたうえで、それぞれの利用者にとっての便益を考察する必要がある。

なお、本研究では輸送効率の観点のみに着目した議論を行ったが、エスカレータの望ましい利用ルールを議論するうえでは安全面や交通弱者への配慮などの観点も含めてトータルに考える必要がある。また、それらの議論を踏まえたうえで、利用者に望ましい利用ルールを順守させる方法論についても今後の研究の進展が望まれる。

#### 参考文献

- 1) 大竹哲士, 岸本達也: 鉄道駅におけるエスカレータ上の歩行行動に関する研究, 都市計画論文集, 52 巻, 3 号, pp.263-269, 2017.
- 2) Celia Harrison et al: Pilot for Standing on Both Sides of Escalators, 6<sup>th</sup> Symposium on Lift & Technologies, pp.111-120, 2016.
- 3) 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, 2020.
- 4) 宇佐美誠史, 畠山真智, 元田良孝: 鉄道駅設置のエスカレーターの歩行選択意識, 第61回土木計画学研究・講演集, 2020
- 5) 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), 69 巻, 5 号, p.I\_595-I\_611, 2013.
- 6) 岡田尚子, 長谷見雄二, 森山修治, 岡本衣未: エスカレータ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, 855-862, 2011.
- 7) 山影進: 人工社会構築指南, 書籍工房早山, 2008.
- 8) 株式会社構造計画研究所: MAS コミュニティ, <https://mas.kke.co.jp/>

??????????