

1. 研究の要約

片側立ちが一般化しているエスカレーターの利用実態を鉄道駅構内のエスカレーターを用いて調査した。行列のできる長さの時間発展曲線は、どのような場合にも似た形となり、総利用人数が与えられればその関数を与えることが分かった。そして、総利用人数が大きくなるにつれて、右側を歩いて利用する人数の割合は直線的に増加していくことも明らかとなった。

エスカレーターの利用に際しては、歩いて登る人のために片側を空けて使うことが一般化しているが、立って利用したい人々の行列がしばしば生じ、著しい輸送効率の低下をもたらしている。折しも、近年交通機関各社は事故防止を目的として両側立ちの推進を呼びかけ始めたが、人々の長年の習慣を変えることには未だ成功していない。そこで、どのようにすれば、人々を両側立ちの習慣へと切り替えさせることができるのかを探りたいと考えた。そのような研究を行なうために、まず人々のエスカレーター利用実態を調査したところ、次のような興味深い結果を得た。

結果1；エスカレーター付近のスペースが人数に対して十分でないときに両側立ちをすると、右側の人間が立ち止まることによりかえって混雑し、危険な状況が生じうる。

結果2；エスカレーターを利用する総人数が分かればエスカレーター前にできる、行列の長さの時間変化はほぼ予想できることが分かった。そして総利用者数（ N ）と左側に対する右側利用の割合（ R ）はほぼ比例関係にあり両側立ちを推奨すべきかどうかは、総利用者数に応じて変わってくることが分かった。

結果3；おそらくどのエスカレーターでも1日のうちの時間帯に応じた利用者数の推移はほぼ決まったパターンを示すであろう。そのようなデータに基づき、1日の中でエスカレーターの片側立ちー両側立ちの運用を切り替えることができれば最も合理的な使い方ができるだろう。よって概算の人数が分かるので、1日において歩き方を時間ごとに変えるのが最も合理的である。

2. 研究の動機と目的

ほとんどの人が朝のあわただしい時間を1秒でも惜しいと思っているだろう。私もその一人であり少数の人だけでなく、すべての人が少しでもスムーズに通勤や通学ができるようにしたい。そんな思いからエスカレーターの立ち方に関する研究を始めた。

私は毎朝都営大江戸線赤羽橋駅を利用しているのだが、エスカレーターは左側の片側のみしか利用されず、その前に長蛇の列ができていく。右側は歩く人のために空けておくという慣習があるためだが、実際には右側を歩いて利用する人はほとんどおらずとても非効率な状態が続いている。赤羽橋駅もこの状態が問題であると認識し毎朝人を配置して、両側立ちの呼びかけを行なっているが人々の長年の慣習をかえることには成功していない。またJR他鉄道会社各社はエスカレーターでの歩行中の転倒事故を防止する必要性から両側立ちの推奨をはじめ、ポスターなどをみかけることも多くなった。しかしながら依然として人々の片側空け利用は続いており変わる気配はない。

このような状況の中、私は長年の慣習を変えて、人々が両側立ちへと行動を変えるようになる方法について研究しようと思い立った。そこでまず研究の第一歩として人々のエスカレーターの利用実態を調査するところから始めた。本論文ではまずJR東京駅構内にあるエスカレーターで、人々のエスカレーターの利用の仕方を調査した結果をのべる。そして調査結果を分析し、エスカレーター利用実態について分かったことと今後の研究の展望について述べる。

3. 方法

近年様々な駅などでも両側立ちの呼びかけが行なわれているが、それでもなかなか推進が進まない理由は何なのだろうか。たとえば、仮説として

- ・人々がそれによる具体的恩恵を感じることができていない

・長年の習慣で片側を利用することを当然と思っている。

が考えられる。

両側立ちの推進の進まない理由を探るために、まずはエスカレーター利用の実態を定量的に測定することから始めることとした（調査1）。また、鉄道会社に対してエスカレーターの立ち方への取り組みについて問い合わせ、実際の現場動向についての情報収集も行なった（調査2）。

調査1）エスカレーターの利用実態

両側立ち利用の場合に比べて現状の片側立ち利用がどれくらいの輸送効率を低下させているのかを調べることを目的とした定量調査をおこなうために、次のような条件にあうエスカレーターを選んで、利用者人数の異なる様々な時間帯で計測を行なった。

条件

*エスカレーターが1本のみ

*階段なし

*電車が到着すると多数の人が押し寄せる。

*非常に多くの人が使う場合から、少ない人数まで様々な人数でデータがとれる

*長い列を作ることができるくらいに広いスペースのあるところ

調査場所 東京駅京葉線地下3階

調査内容

1. 人々の行動観察
2. 左右それぞれの利用人数
3. 10秒おきの列の長さ

研究日時 2019年 8月6日 8月29日 8月31日

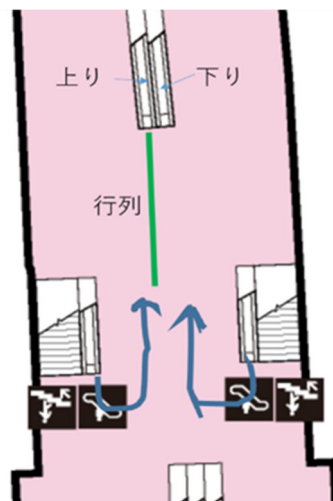
計測方法

調査場所のJR京葉線東京駅地下3階の様子を図1に、見取り図を図2に示す。地下4階に位置するホームは1番線から4番線まで4本あり、電車が到着すると、下車した人々は、まず短い階段を1階分上り、図に示したエスカレーター前の広いスペースへ流入してくる。調査対象とした地下2階へと通じるエスカレーターは全部で約82段あり、急いでいるなどの特別な理由がない限り多くの人々が立ち止まって利用することを望むと考えられる。観察と記録は以下の方法で2名で行なった。観察者1は電車が到着して人々が一斉に地下3階へのぼってきて、最初の1人がエスカレーターに乗った時点を起点として列の長さの時間変化を測定した。行列の長さは床に張られていた1辺38cmのタイルをものさしとして目視で計測し、タイル何枚分の長さの行列かを10秒おきに声に出しつつ録音する方法で記録した。観察者2は観察者1と同じタイミングで計測を始め、エスカレーターの左側を立ち止まって利用する人数と右側を歩いて利用する人数とを、左右の手に持ったカウンターを用いて計測した。

図 1



図 2



調査 2) 鉄道各社への問い合わせ

エスカレーター立ち方改革の意義を再確認するため、以下の質問を各会社のホームページから送信した。

質問項目

- *なぜ近年急速に両側立ちへの注目が集まったのか。
- *呼びかけが成功した事例はあるのか。

問い合わせ先

- *東京メトロ 都営地下鉄 JR 東日本

4. 結果と考察

調査 1 の集計データ(表 1)とそれに基づいたグラフを以下に示す。

表 1

計測番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
左側利用者数(人)		239	225	205	104	98	103	94	77	68	49
右側利用者数		291	250	267	77	62	33	93	29	13	10
合計利用者数		530	475	472	181	160	136	187	106	81	59
列の長さ (m)	10 秒後	3.8	1.9	3.8	1.14	5.7	4.56	1.9	5.7	0.38	6.46
	20	3.8	5.32	7.6	3.8	7.6	11.4	3.8	11.4	7.6	11.4
	30	4.56	7.6	7.6	11.4	15.2	11.02	11.4	10.26	11.4	11.4
	40	11.4	11.4	11.4	15.2	14.06	15.2	14.06	11.4	10.64	12.92
	50	16.34	15.2	16.72	16.72	14.06	16.34	17.1	12.54	11.4	9.88
	60	21.66	11.4	17.1	17.86	12.92	19	17.86	12.92	9.88	7.22
	70	22.8	12.92	17.86	16.72	5.32	20.52	16.72	13.68	10.64	3.04
	80	20.9	15.2	19	17.48	12.54	20.52	17.1	11.4	9.5	0
	90	20.9	17.1	21.28	19	8.74	20.14	15.2	8.36	3.8	
	100	22.8	19	22.8	18.24	5.7	19	15.2	3.42	0	
	110	20.9	17.86	22.8	16.34	6.84	11.4	15.2	2.66		
	120	19	15.2	20.9	13.3	6.84	7.6	11.4	0		
	130	19	12.54	22.04	11.4	8.36	3.8	4.56			
	140	19	11.4	22.8	7.6	3.8	1.9	0			
	150	16.34	7.6	23.56	2.28	0	0				
	160	16.34	3.8	22.04	0						
	170	16.34	3.8	21.66							
	180	19	7.6	21.28							
	190	19	11.4	20.52							
	200	19	15.2	19							
	210	19	19	19							

220	19	23.94	17.48							
230	20.9	20.9	17.48							
240	20.9	22.8	17.48							
250	19	19	14.06							
260	17.86	20.14	11.4							
270	16.34	19.76	6.46							
280	17.1	18.24	1.9							
290	16.34	17.1	0							
300	14.82	15.2								
310	12.16	13.68								
320	9.12	11.4								
330	6.84	5.32								
340	3.8	1.9								
350	0	0								

計測番号 1 から 10 それぞれについての行列の長さの時間変化を図 3 に示す。図 3 から見て分かるように、合計利用者数が大きく異なってもグラフはほぼ同じ形をしている。すなわち行列の長さは、はじめは時間に対して直線的に長くなり、ある長さに到達した後は同じ長さが一定時間保たれそして最後は再び直線的に列の長さが減少し列は消滅するという具合だ。そこで、行列の長さの時間変化を図 4 に示したような台形の形をした関数とみなして、それぞれの計測結果を特徴づける行列の最長の長さ (L) とその継続時間 (T) をグラフの形から読み取り表 2 にまとめた。計測番号 2 においては、行列が解消される前に次の電車が到着したために台形が崩れているのでこの後の分析からは除外した。

図 3

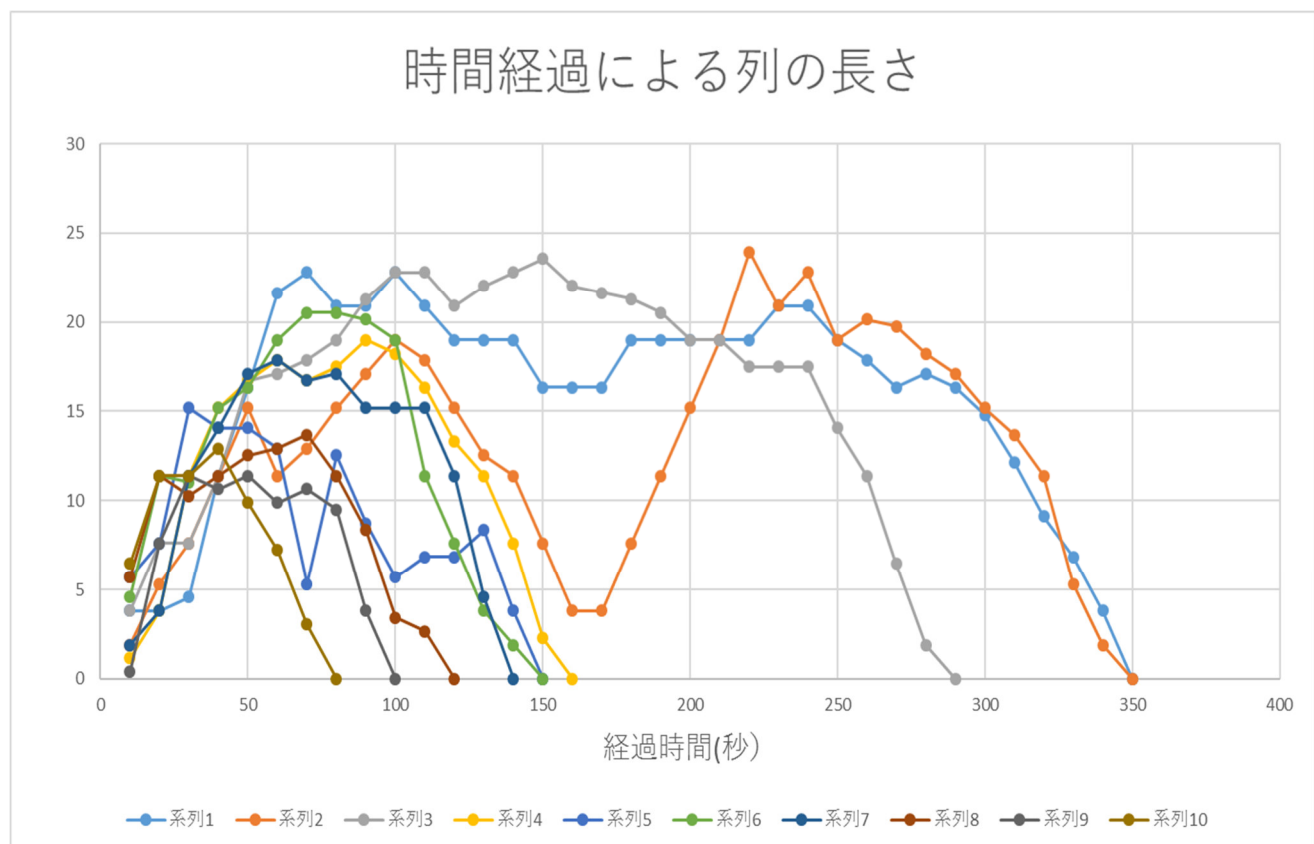


図 4

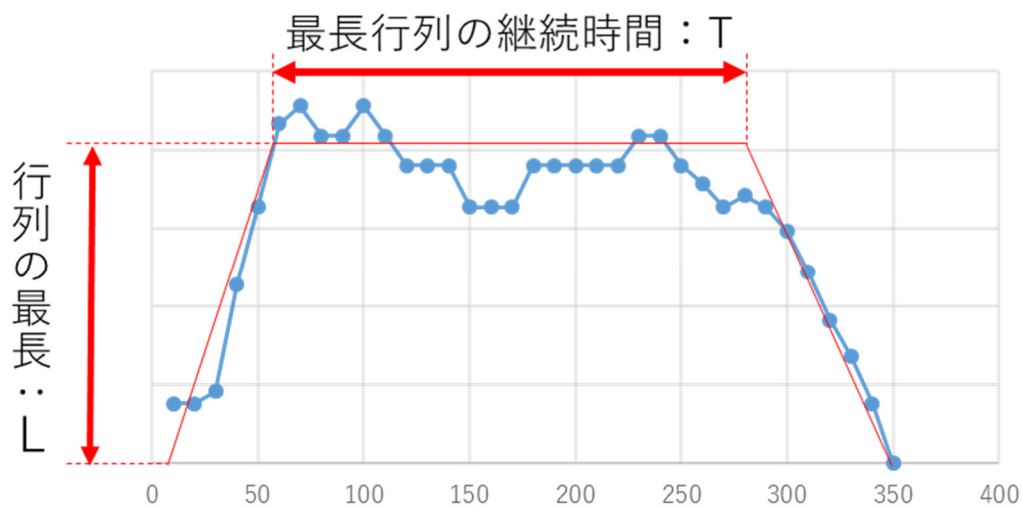
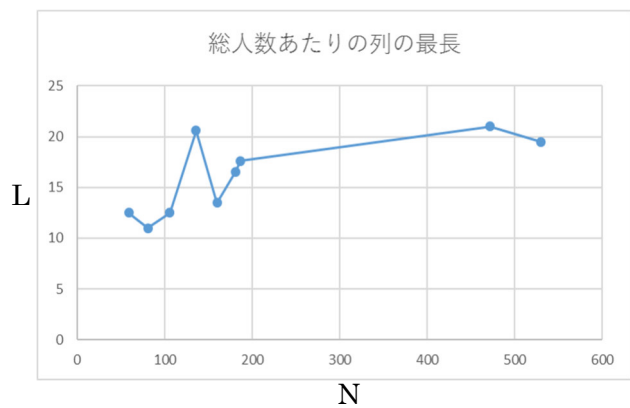


表 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
合計(N)	530	475	472	181	160	136	187	106	81	59
左/右(R)	1.22	1,11	1.30	0.74	0.63	0.33	0.99	0.38	0.19	0.20
最長(L)	19.5	×	21	16.5	13.5	20.6	17.6	12.5	11	12.5
時間(T)	237.5	×	187.5	75	62.5	57	100	55	67.5	25

表 2 にはまた、合計利用者数 (N) および左側利用者数に対する右側利用者数の比 (R) を計算して示した。そしてそれを図 5, 6, 7 にそれぞれ関数として表した。またそれらに対する近似関数の式 (1) (2) (3) を求めることができた。

図 5 (a)



(b)

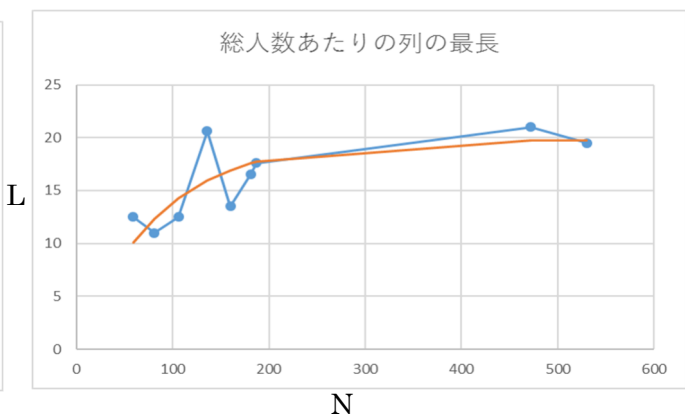
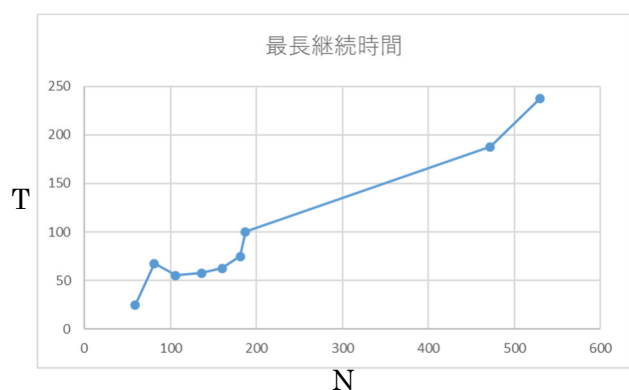


図 6 (a)



(b)

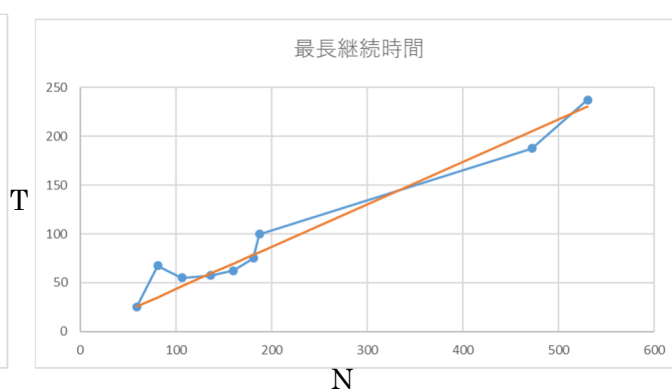
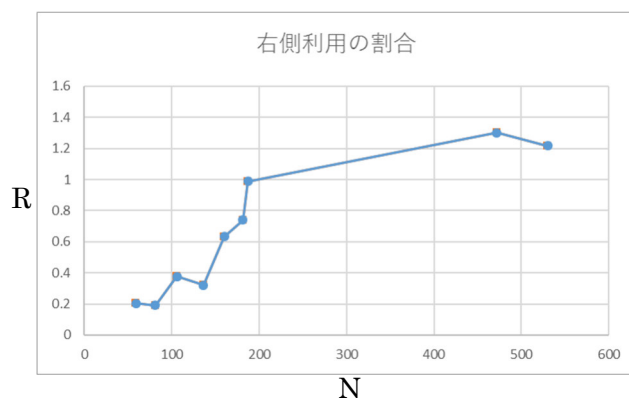
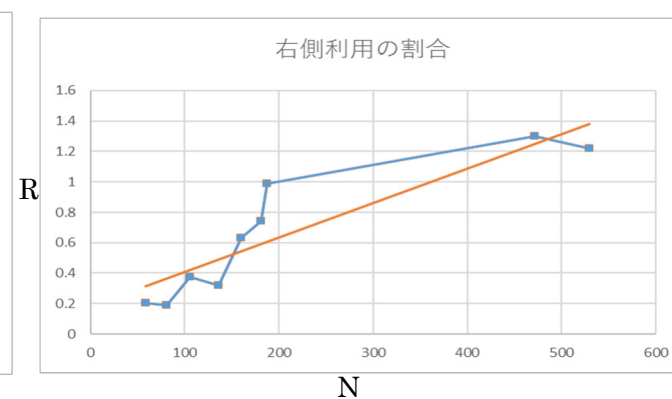


図 7 (a)



(b)



(式 1) $L = a(1 - \exp(-N/b))$

$a = 19.8, b = 83.0$

(式 2) $T = c N$

$c = 0.44$

(式 3) $R = d N + e$

$d = 0.0023, e = 0.18$

調査 2) 鉄道各社への問い合わせ

質問と各会社からの回答は表 3 に示したとおりである。

表 3

質問	なぜ近年急速に両側立ちへの注目が集まったのか。	呼びかけが成功した事例はあるのか。
東京メトロ	エスカレーターで歩くことにより、接触や転倒などの危険な事故につながる場合もあり来年開催されるオリンピックパラリンピックなどに備えて海外からの観光客が来てもいいように早めの対応を行なっている。	昨年度の新御茶ノ水駅での呼びかけにより一定の実績がある模様
都営地下鉄	昨今駅等においてのエスカレーターでは駆け上がりなどの際に転倒や接触などの事故が多発しており他の鉄道業者と共同して両側立ちへの呼びかけキャンペーンを行なっている。	赤羽橋駅などで呼びかけを行なっているが、現状は厳しくあまり円滑に両側推進が進んではいない。

JR 東日本	回答なし（ホームページに書いてあるとおりとのこと）	回答なし（ホームページに書いてあるとおりとのこと）
--------	---------------------------	---------------------------

図 8



図 9



鉄道各社の回答より、事故防止のために両側立ちへの呼びかけを始めたようだが実際には様々な要因で順調には進まず、片側を急いで使いたい人からの強い反発もあることがうかがえる。図 8、図 9 にはそれぞれ東京メトロ、JR 東日本におけるポスターを示したが、人が呼びかけを行なっても両側立ち推進は進んでいない現状をみると、これらのポスターの効果はほとんどないと思われる。やはりエスカレーター両側立ちにはシステムのものの以上に人々にその必要性を理解してもらい心理的障壁をなくすることが課題である。

5. 結論と今後の課題及び感想

1) 結論

調査 1 より右側は歩いて利用するという現在のルールが存在する条件下において、エスカレーターにできる行列の長さの時間変化には一定の法則があり、エスカレーターに一度に押し寄せる合計利用者数が同じであれば、常に同じように行列が生じることが分かった。また右側利用者数割合は合計利用者数が大きいほど大きくなる、また式 3 のパラメータ e が 0 でないことから、いくら利用者数が少なく混雑がないときでも右側を歩いて利用する人は一定数存在することも分かった。さらに図 7 より N がおよそ 400 人を超えると右側利用割合 (R) が 1 を超えていることも分かった。 R が 1 を超えるということは、両側立ち利用のときよりも大きな輸送能力を示していたことになる。 N が 400 人超のときのエスカレーター下のスペースの状況を振り返ると、 L は 20 m であるがこの 20 m というのは空間の大きさで決まってしまう最大の長さであり、後から来た人はこの 20 m 以上の行列を作って待つことができないために、仕方なくエスカレーターの右側を利用して歩いて登っていった。

つまり、これは人が多くエスカレーター付近のスペースが狭いため物理的に左側に並ぶことができないためだと考えられる。もし仮にこの状況下で両側立ちを行なうと輸送効率が下がりエスカレーターの処理能力がホームに入ってくる人を上回ることができなくなり、ホームに人が溢れかえって接触や転落などの事故が起きる要因となりかねない。そのような観点で駅構内のほかの場所を見てみたところ狭いスペースに人が溢れている場所のそばにエスカレーターが設置されているところは数多くあることが分かった。例えば図 10、11 に示した場所では手前に続いている歩く歩道は片側立ちを採用しているにもかかわらず、その先にあるエスカレーターでは両側立ちを推進しており、歩く歩道の輸送効率にエスカレーターの輸送効率が追いつかなくなり、かえって事故を誘発するということもあり大変危険だった。

以上の考察からどんな場合でも両側立ちをすれば言いという訳ではなく混雑状況に合わせて立ち方を変える必要があることに気づいた。すなわち、エスカレーターの輸送効率がその付近のスペースが請け負う人数の上限を超えない限り両側立ちは輸送面や安全面から見ても有効な手段であると言えるだろう。そしてエスカレーターが請け負える人数を超える人数の人々が押し寄せてきた場合は、片側立ちを採用することでエスカレーターの

輸送能力を向上させて混雑による危険な状況を回避すべきだと考えられる。つまり時間帯ごとに変化する利用者の数に応じて、片側立ちか両側立ちのうちどちらか合理的な運用方法によって、安全性と輸送効率の最適化を図ることができると考えられる。

図 1 0



図 1 1



2) 今後の課題

片側立ちが輸送効率に著しい低下をもたらしていることを確認できた一方、両側立ち推進の限界も見えた。両側立ち片側立ちは、その運用方法を切り替えることで全体として輸送効率を最適化できるということが分かったので、どのような駅であっても有効な運用方の指標を作成するため膨大なデータサンプルを集めるべきであると感じた。ただ、常にエスカレーターを歩いて利用したい人々が一定割合存在することも分かった。そのような人々とどのように折り合いをつけるのか、さらに最大の困難は長年慣習化したエスカレーターの片側利用を人々がどのように切り替えてくれるのか、そのきっかけをどのように作るのかであろう。引き続き、エスカレーターの立ち方改革の推奨方法としてさらに有効な手段を探っていきたい。

3) 感想

今回エスカレーターの輸送効率や危険性を調べてみて、統計的な方法で解決できる問題が社会にはまだまだ溢れていると再認識することができた。また、一見すると正しいかのように見える解決法、今回で言えば両側立ちによる危険性が見落としなど、あらゆることを深く知るためには一面的ではなく様々な側面からの分析が必要であると感じた。実際には、自分が正しいと直感的に信じているものは間違えだらけなのかもしれない。環境問題やエネルギー資源の枯渇、原発の安全性などこれからの時代ますます議論の必要性が増していくだろう。そのために科学的根拠に基づいた多角的な主張ができるような大人になりたい、だがそこで重要なのは自分の意見が絶対的に正しいと思い込んではいけないことで、この様相を絶えず変化させ続けている世界では常に批判的な姿勢で自分自身を見つめる必要があると、鉄道各社の両側立ちキャンペーンを通じて痛烈に感じた。