

駅構内のエスカレーター利用における規範の形成についてのシミュレーション分析

○戸田明志 高橋真吾 (早稲田大学)

Simulation Analysis of Norm Formation in Escalator Uses of the Station Yard

* M. Toda and S. Takahashi (Waseda University)

概要— 現在、エスカレーターの利用法として一般的になっている“片側空け”という規範から、新たに“両側立ち”という規範を定着させるための取り組みがされている。日本でのエスカレーターの元々の利用法は両側立ちであり、現在の片側空けから再び両側立ちを定着させることも可能なように思われるが、いまだ取り組みの効果は見られておらず、ほとんどの人が片側空けを行ったままである。本研究では、Agent-Based Modelingによって現状を展開型ゲームの形でモデル化することで、片側空けが定着した原因についてシミュレーションによって分析したのちに、両側立ちを定着させるための施策の有効性をその原因ごとに検証し、どのような施策が有効かについて考察した。

キーワード: 規範, 展開型ゲーム, Agent-Based Modeling

1 研究背景

現在の日本の駅構内でのエスカレーター利用法は、乗客が片側に並んで立ち止まり、もう片側を歩行者のために空けておく“片側空け”が慣例となっているが、エスカレーター上の歩行は仕様外である、怪我によって片方の手すりにしか掴まれない人もいる、といった点もあり、近年では乗客が歩かずに2列に並んで立つ“両側立ち(歩行禁止)”を定着させるための取り組みがなされている。しかし、現状ではその取り組みの効果はほとんど見られていない。

日本ではエスカレーターは1914年に導入され¹⁾、1956年には利用時に両側立ちがなされている様子が伺え²⁾、その約30年後には東京でのエスカレーター利用の新秩序として片側空けが定着しつつあることが紹介されている³⁾。エスカレーターの利用法に関する2015年の調査⁴⁾では、片側空けを禁止する取り組みに過半数が賛同する一方で、実際には9割以上の人片側空けをしているとの回答も得られている。また、2016年にロンドン交通局が3週間に渡って駅のエスカレーターで両側立ちの呼びかけを行ったところ、ほとんどの利用者がそれに従って両側立ちを実施したが、呼びかけをやめたら再び片側空けへと戻ってしまった⁵⁾。

これらのことから、元々の利用法は両側立ちであったが、後に片側空けが定着していったということ、また、利用者は片側空けをやめるべきという意識があるものの、何らかの働きかけがないと片側空けを行ってしまうことが分かる。このような風土が形成された原因として、規範の影響が考えられる。

2 先行研究

風土の形成の大きな要因の1つとして、個人の判断基準である規範があげられる。規範には「こうすべき」という基準である“命令的規範”と「(多くの人が)こうしている」という基準である“記述的規範”の2種類があり、これらはしばしば対立する⁶⁾。また、単に人々の行動だけを見て規範の成立・不成立について議論するのは意味がなく、人々の間に規範がいかにか内部化されているかに着目する必要がある⁷⁾⁸⁾。

本研究で用いるAgent-Based Modeling(ABM)⁹⁾は、各々が独立に環境の認識や意思決定を行う主体である“エージェント”が独自に意思決定を行い、意思決定の際に参照されるエージェントの内部モデルが表現で

きる。これらの点は規範に関する社会シミュレーションに適している。

ABMを用いた規範の研究としては、ソーシャルメディアにおける記事の投稿をメタ報酬ゲームと捉えてモデル化し、ユーザー間による協調によってソーシャルメディアへの記事の投稿が促進される条件を分析した研究¹⁰⁾や、Pick-a-Numberモデルを基にしたNormSimモデルを提案し、時間の経過とともに変化しうるという規範のもつ準安定性という性質を再現した研究¹¹⁾などがある。このように、規範について問題状況をゲーム形式として捉える研究は様々なものがあるが、そのほとんどは全員が一度に戦略を決定するという仮定をおいた戦略型ゲームを用いており、全員が現在の状況を見ながら順番に戦略を決定するという仮定をおいた展開型ゲームを用いた研究はされていない。一方で、エスカレーター利用における問題状況は全員が一度に乗り方を決めているのではなく、既に乗っている人の状況を見ながら乗り方を決めていくのが一般的で、展開型ゲームで表現するのが自然である。本論文では、この性質が規範定着において重要な意味を持っていると考え、展開型ゲームを用いて規範伝播モデルを構築する。

また、エスカレーター利用についてのシミュレーション研究は多数あるが、奥ノ坊ら¹²⁾によるエスカレーターの運用変更による駅構内での旅客流動の変化を分析した研究のように、移動施設の一つとして捉えた研究がほとんどであり、その利用法に着眼したシミュレーション研究はされていない。また、斗鬼¹³⁾はエスカレーターの片側空けの歴史を総括しつつ日本人のアイデンティティを分析しており、片側空けの空け方の定着についての仮説を複数提示しているが、その仮説に当てはまらない例外の存在も同時に認めている。

3 研究目的

現在、駅構内のエスカレーターの新たな利用法として両側立ちを定着させるべく駅組織で様々な取り組みがされているが、現状では依然として片側空けが一般的な利用法である。日本でのもとの利用法は両側立ちだったと言われており、両側立ちを再び定着させるのも可能に思われるのだが、そもそもなぜ過去に片側空けの規範が定着するに至ったのかも諸説あり、同じく、なぜ現在の片側空けから両側立ちへと移り変わらないかも定かではない。

そこで、展開型ゲームにおける規範伝播のアブストラクたなモデルを提案し、そして両側立ちをモデル上で再現した上で、片側空け定着の原因についての仮説をモデル上に組み込むことでその仮説の真偽について検証する。加えて、両側立ちを再び定着させるために有効だと思われる施策をモデルに組み込み、片側空け定着に関する仮説ごとにその効果を確認することで、その施策の有効性の示唆を得る。

4 提案モデル1：右立ち・左立ちモデル

4.1 目的と概要

このモデルは、現状のエスカレーター利用における「歩かないときは右側に乗る」「歩かないときは左側に乗る」の2つの地域的な秩序を再現することを目的としている。また、一人ひとりが順番に戦略を決めるという展開型ゲームの形で記述されたエージェントベースのモデルであり、直前の人々の戦略を見て自分の取る戦略を決め、直後の人々の戦略を見て自身の取った戦略を評価する、ということの繰り返しでゲームが進行する。また、ここで取り扱うエスカレーターは2列に並べるものとする。

4.2 モデルの流れ

4.2.1 初期生成

まず、エージェントを人口の分生成する。エージェントはそれぞれ片側空けという秩序への拘りを表す関数である Order-Preference(以下、OP)を持ち、初期値は全員0である。OPは $-10 \leq OP \leq +10$ の値を取り、数字の大きさは秩序への拘りの強さを、符号は右側(正)と左側(負)のどちらに乗る秩序を好むかを表し、0に近いほど無秩序な行動を取る。エージェントの取れる戦略は「右に立つ」「左に立つ」の2つである。

4.2.2 行動順の決定

今回想定する状況は、ある駅を毎日利用する一定の乗客が、毎日異なる順番でエスカレーターへ並んで乗り込んでいく、というものである。そこで、このモデルではラウンドごとにエージェントの行動順をランダムに決め直し、これに従って各エージェントは順番に戦略を決定していく。そのため、1ラウンドは1日を表す。

4.2.3 初期生成

自身の行動順になったエージェントは、このラウンドで直前まで行動してきたエージェントの戦略を参照しつつ、自身の戦略を決定する。また、このときに参照できる人数をエスカレーターの長さと呼ぶ。戦略決定のアルゴリズムを以下に示す。

(1) 秩序を無視するかの判定

$(100 - |OP| \times 10)\%$ の確率で秩序を無視し、戦略をランダムで決定し、(2)(3)をスキップする。

(2) 履歴の参照

直前まで行動してきたエージェントについて、右にいる人数の割合(RR)と左にいる人数の割合(LR)を取る。直前のエージェントがいない場合、 $RR = LR = 0.5$ とする。

(3) 秩序に従うか拘りを優先するかの判定

自身のOPが負の場合、 $(LR - RR) \times 10 < OP$ を満たすときは現在の秩序を優先して右に立ち、さもなければ左に立つ。自身のOPが正の場合、 $(LR - RR) \times 10 > OP$ を満たすときは現在の秩序を優先して左に立ち、さもなければ右に立つ。

4.2.4 事後評価

全エージェントが戦略を決定した場合、ここで全エージェントは自身の取った戦略について評価する。各エージェントは自身より直後に戦略を決定したエスカレーターの長さ分のエージェントについて、右にいる人数が多い場合は自身のOPを増やし、左にいる人数が多い場合は減らす。この増減値をOP変動量とする。

4.2.5 繰り返し

行動順の決定から事後評価までを1ラウンドとし、全エージェントのOPが+10か-10になるまで繰り返す。

4.3 実験結果と課題

このモデルに基づいてシミュレーションを実行すると、Fig.1のような結果が得られる。赤の実線は「右」を選択した人数、青の破線は「左」を選択した人数を表しており、このシミュレーションでは約10ラウンド目を境目として「右」へと、つまり、「歩かない時は右側に乗る」規範に従った片側空けに収束していったことが分かる。また、このときのパラメータは、人口が200、エスカレーターの長さが10、事後評価におけるOP変動量が±1である。

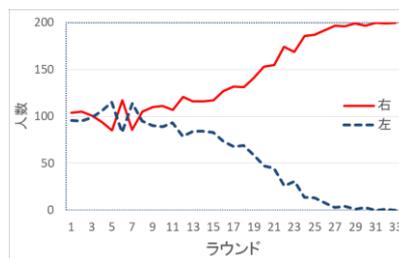


Fig. 1: モデル1の結果の例。

このモデルに基づき、パラメータを一つずつ調整しながら実験を繰り返したところ、収束までにかかるラウンド数について、Fig.2より人口には正の相関が、Fig.3とFig.4よりエスカレーターの長さとの事後評価におけるOP変動量には負の相関があることが分かった。図では各20試行での結果と、その平均値を青線で示している。

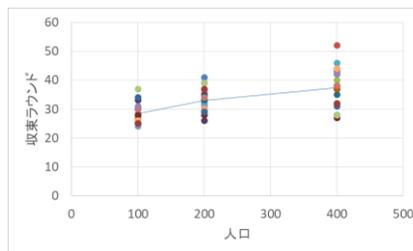


Fig. 2: 人口についての結果。

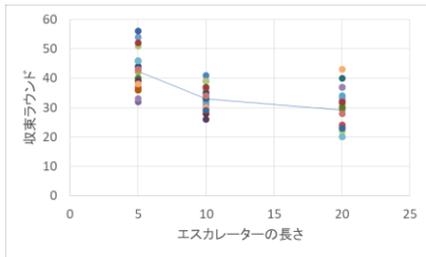


Fig. 3: エスカレーターの長さについての結果.

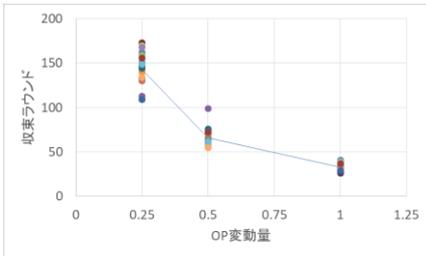


Fig. 4: OP 変動量についての結果.

しかし、これらの結果からは左右どちらに収束するかといったことは分からず、パラメータを調整しても不明のままであった。その原因としては、いずれの試行でも開始してしばらくのラウンドではほとんどのエージェントが秩序を無視してランダムに戦略を決定する挙動をしていることにあると考え、このランダム要素を減らし、より周囲のエージェントの行動を見た戦略決定を行うようにモデルを変更する。

4.4 モデル1の変更点とその結果

以上の結果を踏まえ、4.2.3の(1)を以下の(1')に変更する。

(1') 秩序を無視するかの判定

OP=0のとき、秩序を必ず無視し、OP≠0のとき、5%の確率で秩序を無視する。秩序を無視した場合、戦略をランダムに決定し、(2)(3)をスキップする。

この変更を加えたモデルで、人口200、OP変動量0.5、エスカレーターの長さ10でシミュレーションを行い、『2ラウンド目における最初のエージェントの取った戦略』と『左右どちらに収束したか』について調べたところ、Table.1の結果が得られた。また、変更を加える前のモデルにて同パラメータで実行した結果をTable.2に示す。OP変動量を0.5とした理由は、OP変動量を1とすると収束までのラウンド数が小さくなりすぎるため、また、2ラウンド目における最初のエージェントの取った戦略について調べた理由は、OPの初期値が0であるため、1ラウンド目では全エージェントが秩序を無視してランダムに戦略を選ぶためである。

Table 1:収束戦略について(変更後)

		収束	
		右	左
初手	右	9	0
	左	3	8

Table 2:収束戦略について(変更前)

		収束	
		右	左
初手	右	5	8
	左	3	4

この結果から、変更前のモデルと異なり、変更後のモデルでは2ラウンド目における最初のエージェントの取った戦略と収束戦略が概ね一致する、と言えることが分かった。しかし、このモデルからは、なぜ片側空けになったか、なぜ両側立ちにならないか、といったことへの示唆は得られなかった。そこで、また異なる視点からモデルを提案し、アプローチを試みる。

5 提案モデル2: 右立ち・左立ち・歩きモデル

5.1 目的と概要

このモデルは、エスカレーター利用における両側立ちと片側空けという2つの秩序を再現し、それらがどういった要素で決定づけられるかの分析を目的としている。モデル1と同様に、展開型ゲームの形で記述されたエージェントベースのモデルであり、直前の人々の戦略を見て自分の取る戦略を決め、その後自身自身の取った戦略を評価する、ということの繰り返しでゲームが進行する。また、ここで取り扱うエスカレーターは2列に並べるものとする。

5.2 モデルの流れ

5.2.1 初期生成

まず、エージェントを人口の分だけ生成する。エージェントはそれぞれ「右に立つ」と「左に立つ」と「(立っている人が少ない方を)歩く」という3つの戦略を持ち、それぞれについて2種類の選好を持つ。1つ目は固定選好であり、その人の生まれや特性によって固く根付いた選好を表す。初期値はエージェント毎に正規分布に従って与えられ、シミュレーション中に値は変動しない。2つ目は変動選好であり、日々の行動やその結果によって変動する選好を表す。全エージェントに共通の初期値と値域が与えられ、シミュレーション中の行動によって値が変動する。

5.2.2 行動順の決定

モデル1と同様に、このモデルでは、ラウンドごとにエージェントの行動順をランダムに決め直す。この行動順に従い、エージェントは履歴を参照しつつ戦略を決定する。

加えて、各エージェントにこのラウンドで「急いでいる」か「急いでいない」かの状態を確率に従って設定する。

5.2.3 戦略の決定

自身の行動順になったエージェントは、このラウンドで直前まで行動してきたエージェントの戦略を参照しつつ、自身の戦略を決定する。また、このときに参照できる人数には限りがあり、その値をエスカレーターの長さと呼ぶ。戦略決定のアルゴリズムを以下に示す。

(1) 履歴の参照

直前まで行動してきたエージェントについて、右に立つ人数の割合(RR)と左に立つ人数の割合(LR)を取る。立っているエージェントがいない場合、RR=LR=0.5とする。

(2) 戦略の判定

下式に従って各戦略の判定値を計算し、その値が一番大きかった戦略を取る。また、下式の x は急ぎによる補正值、 y は立ち人数による補正值を表す。また、 $\div(y+0.5)$ は「歩く」戦略の判定値との正規化のための項である。

歩く：

(急いでいない人) 判定値 = 固定選好+変動選好

(急いでいる人) 判定値 = (固定選好+変動選好) $\times x$

右(左)に立つ：

判定値=(固定選好+変動選好) $\times(RR(orLR)+y)\div(y+0.5)$

(3) 制裁の判定

「急いでいる」状態で戦略として「歩く」を選び、かつ、そのエージェントの歩いている側に立っている人がいた場合、制裁確率に従って制裁するかどうかの判定を行う。制裁する場合、立っている人数に依存した制裁コストを払い、それら全員に対して制裁を行う。

(4) 制裁に伴った戦略の変更

戦略として「歩く」を選び、かつ、制裁を行わなかった場合、「歩く」から「(そちら側に)立つ」へと戦略を変更する。また、他人に制裁されたエージェントがいた場合、それら全員の戦略を「立つ」から「歩く」へ変更する。

(5) 繰り返し

ここまでを1人のエージェントの戦略決定とし、行動順に従って全員が戦略決定を行う。

5.2.4 事後評価

全員が戦略決定を行った後、以下のアルゴリズムに従い、全エージェントはこのラウンドの自身の行動を評価する。

(1) 利得の獲得

最初に選んだ戦略と結果的に取っていた戦略が同じ場合、自身のもつその戦略の変動選好に利得を加える。制裁等の影響で異なっていた場合、利得は得られない。

(2) 制裁コストの計算

他人を制裁した場合、その人数に従った制裁コストを自身の「歩く」の変動選好から差し引く。

(3) 制裁値の計算

他人に制裁された場合、そのとき最初に選んでいた戦略の変動選好から制裁値を差し引く。

(4) 忘却値の計算

自身の結果的に取っていた戦略以外について、それらの戦略の変動選好から忘却値を差し引く。

5.2.5 繰り返し

行動順の決定から事後評価の終了までを1ラウンドとし、決められたラウンド数だけ繰り返す。100ラウンドほど繰り返すことで挙動がほぼ収束するため、以降は注釈のない限り、収束結果として100ラウンド目の結果を示す。

5.3 パラメータ設定

今回のシミュレーションでは、何らかの要素がない

限り両側立ちが成立するという仮定を置き、その上で片側空けの原因とされる諸説をモデル上に組み込んで挙動を見ることで、その影響を確かめる。そのため、初期パラメータとして、最初は立ち・歩きをほぼ均等に初期戦略として選ぶ状態から、左右に偏りの少ない両側立ちへと必ず収束するパラメータをキャリブレーションによって求める。

5.3.1 立ち人数による補正值のキャリブレーション

ここでは、5.2.3(2)にある、右(左)に立つ戦略の判定値について、立ち人数による補正值のキャリブレーションの過程を示す。この判定値の計算式は、判定値=(固定選好+変動選好) $\times(RR(orLR)+y)\div(y+0.5)$ であり、この y について、キャリブレーションで値を定める。この y が小さい場合、現在のエスカレーターの様子に大きく左右された挙動になってしまい、1人目や2人目に追従した偏った結果になってしまうため、そうならない値になるように y を大きくしていくことで調整していく。大きすぎても現在のエスカレーターの様子を参照する意味がなくなってしまうため、挙動が安定したところで値を定める。 $y=4.0$ 、 4.5 、 5.0 の各値での20試行での収束時(50ラウンド目)の各エージェントが結果的に取っていた戦略分布を以下の Fig.5、Fig.6、Fig.7にまとめる。

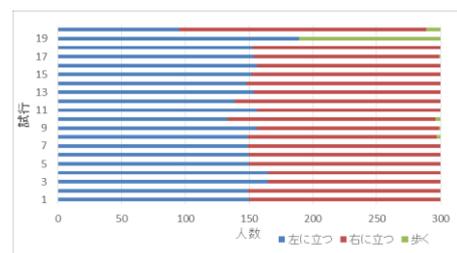


Fig. 5: $y=4.0$ での結果。

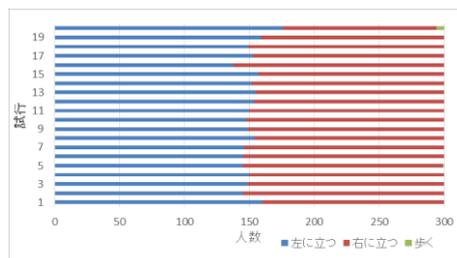


Fig. 6: $y=4.5$ での結果。

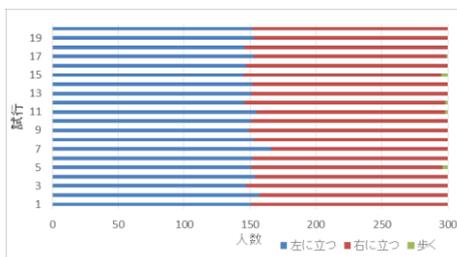


Fig. 7: $y=5.0$ での結果。

Fig.5は $y=4.0$ の結果を示しており、左右で偏った両側立ちになった試行や片側空けになった試行が見られることから値としては不適であることが分かる。Fig.6

は $y=4.5$ の結果を示しており、 $y=4.0$ に比べると左右のバランスもよく、片側空けも見られていないが、初期戦略の偏りから左右間で 1.5 倍の差が生まれた試行もあり、値としては不適である。Fig.7 は $y=5.0$ での結果を示しており、いずれの試行も左右バランスの良い両側立ちへ収束しており、初期戦略の偏りも小さかったため、値として適している。

5.3.2 基本パラメータ

キャリブレーションによって得られた基本となるパラメータを Table.3 にまとめる。以降の実験ではこの基本パラメータを基にし、各仮説や施策に基づいたパラメータ調整を加えることで仮説を検証していく。

Table. 3:基本パラメータ

パラメータ			
人口	300	立ち人数による補正值(y)	5
固定選好平均	10	制裁確率	$30 - \text{人数} \times 5$
固定選好標準偏差	2	制裁コスト	$\text{人数} \times 0.4$
変動選好初期値	10	右に立つ利得	0.5
変動選好値域	最小0, 最大20	左に立つ利得	0.5
「急ぐ」:「急がない」	50%:50%	歩く利得	3
エスカレーター長さ	20	制裁値	9
急ぎによる補正值(x)	1.1	忘却値	0.5

5.4 シミュレーション実験 1:片側空け定着の仮説検証

実験 1 では、片側空けの定着に関する 4 つの仮説について検証する。

5.4.1 仮説 1 : 通行法との一致

東京で自然発生したとされる片側空けが左立ち右歩きであったように、国ごとの通行法とエスカレーターの片側空けには一致する傾向があると言われている。そこで、パラメータの固定選好平均を高めることで、無意識下に根付いた通行法と一致するように片側空けを行っていたのでは、という仮説 1 を検証する。基本パラメータでは「左に立つ」「右に立つ」「歩く」戦略の固定選好平均は 10 だったが、ここでは「左に立つ」と「歩く」戦略の固定選好平均を 11.5, 12, 12.5 としてシミュレーションを 20 試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略を Fig.8, Fig.9, Fig.10 にまとめる。

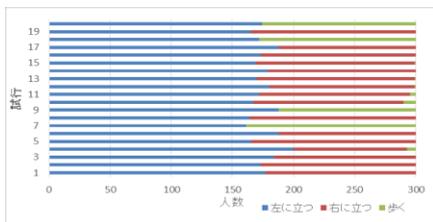


Fig. 8: 平均 11.5 での結果.

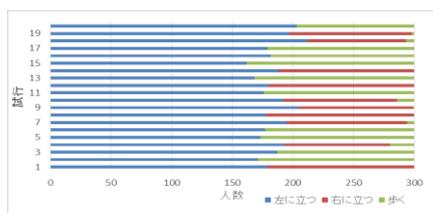


Fig. 9: 平均 12 での結果.

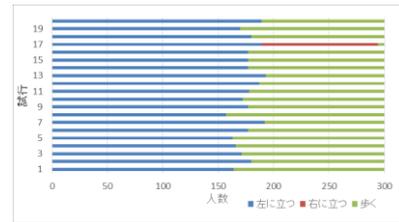


Fig. 10: 平均 12.5 での結果.

これらの結果から、固定選好平均、つまり通行法による影響が高まるほど左立ち右歩きの片側空けが定着する試行も増え、仮説 1 が誤りでないことが分かる。また、平均 10 標準偏差 2 の正規分布に基づいた乱数を、平均 11.5 標準偏差 2 の正規分布に基づいた乱数が上回る確率は約 70% であり、同様に、平均 12 ならば約 76%、平均 12.5 ならば約 81% となり、値としてはそれほど差の無いように見えるが、Fig.8, Fig.9, Fig.10 に示される通り、片側空けが定着する試行数にははっきりとした違いがみられた。これらのことから、ただ多数派であるだけでその規範が必ず成立するとはいえず、その割合に対して敏感に反応する、ということが分かる。

5.4.2 仮説 2 : サラリーマンの特性

東京での片側空けはサラリーマンを中心として自然発生的に定着していったと言われており、つまり、サラリーマンの特性が片側空けに繋がっていったとみなせる。そこで、サラリーマンの特性と思われる複数の設定を用意し、それらで実験を行うことでこの仮説 2 を検証する。

(1) 急いでいる人の割合を増やす

このシミュレーションでは、「急いでいるか急いでいないか」のパラメータが全エージェントに与えられており、毎ラウンドに 50% : 50% の確率で決定されている。そこで、サラリーマンを急いでいる人として考え、その確率を調整することでその影響を分析する。ここでは急いでいる人の割合を 70%, 85%, 100% としてシミュレーションを 20 試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略を Fig.11, Fig.12, Fig.13 にまとめる。

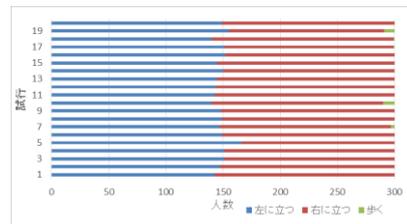


Fig. 11: (1)の 70%での結果.

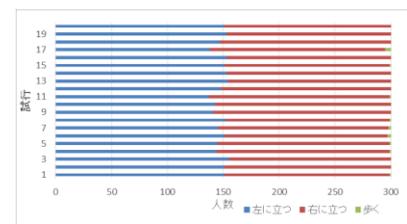


Fig. 12: (1)の 85%での結果.

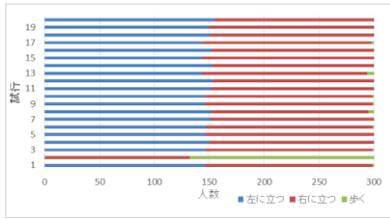


Fig. 13: (1)の100%での結果.

これらの結果から、急ぐ人が増えたとしても、片側空け定着にはほとんどつながらないことがわかった。挙動を観察したところ、エスカレーターに乗るときには「歩く」を選択したが、他人への制裁を選ばずにそのまま「立つ」へ変更した人が多くいたことから、急いでいる人が大半でも両側立ちの規範は成立し、かつそれを崩せるほどの制裁は起こらない、といったことが分かる。そのため、制裁に対して躊躇させることで、急いでいる人の多い状況下だとしても、両側立ちの規範が一旦成立しさえすればそれを維持させうる、ということが示唆として得られる。

(2) 制裁確率を高める

ここでは、サラリーマンとは逸脱に厳しい人である、と考え、制裁確率を高めることでその影響を分析する。パラメータは(60-人数×10)%と(90-人数×15)%とし、制裁を行えなくなる人数には変更を加えない。これらのパラメータでシミュレーションを20試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略をFig.14, Fig.15にまとめる。

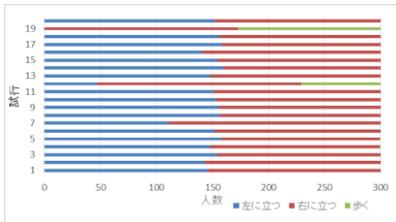


Fig. 14: (2)の(60-人数×10)%での結果.

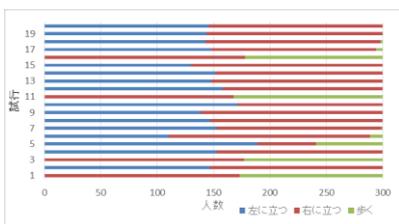


Fig. 15: (2)の(90-人数×15)%での結果.

どちらにおいても片側空けの定着した試行が少ないことから、制裁確率だけ上げても片側空けが定着するとは言えないことが分かる。仮に目の前に1人のときは75%の確率で制裁するとしても、目の前に立つ人が1人だけという状況が少なく、既に何人か立っている場合は制裁を躊躇して自身も立ってしまう、また、仮に制裁したとしても少人数にしか影響を与えないため、全体での規範成立に影響しないことが多い、ということが考察できる。また、それぞれの選好や急いでいる人の割合に変更を加えていないため、そもそも歩きたいと思う人は多くはなく、そのまま「立つ」に「歩く」

が淘汰された、とみなすこともできる。そのため、「歩く」を戦略として選ぶ人が十分にいない限り、「片側空け」は規範として定着し得ない、ということも考察される。

(3) 制裁人数を増やす

ここでも同様に、サラリーマンとは逸脱に厳しい人である、と考え、制裁しうる人数の上限を増やすことでその影響を分析する。また、エスカレーターの長さを20に設定しているため、半分の10を上限とし、以降は全体で確率を高めて分析する。ここでは制裁確率を、(30-人数×3)%、(40-人数×4)%、(50-人数×5)%、(60-人数×6)%としてシミュレーションを20試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略をFig.16からFig.19にまとめる。

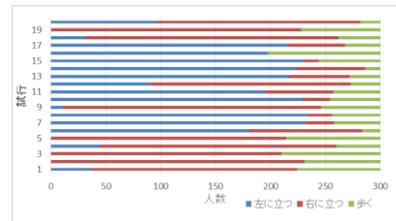


Fig. 16: (3)の(30-人数×3)%での結果.

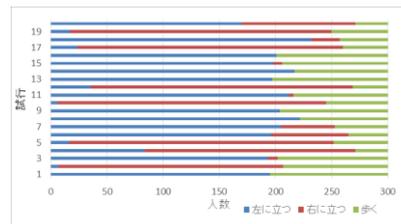


Fig. 17: (3)の(40-人数×4)%での結果.

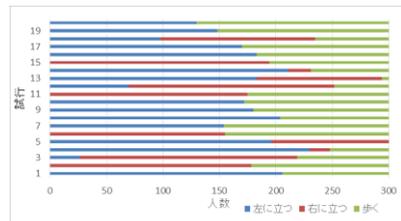


Fig. 18: (3)の(50-人数×5)%での結果.

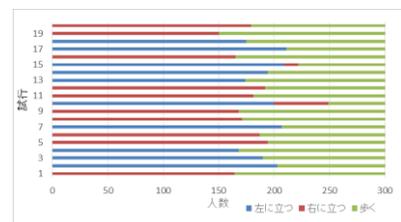


Fig. 19: (3)の(60-人数×6)%での結果.

Fig.16からFig.19にかけて片側空けの定着した試行が増えていることから、制裁人数を増やすことが片側空けの定着に繋がることが分かる。(2)の結果と比較すると、制裁確率より人数のほうが片側空け定着に繋がることとみなせ、制裁人数が増えることで一回の制裁によって影響を与えられる人数が増え、かつ、両側立

ちの規範ができつつある状況でも制裁が起りうるため、片側空けの規範が定着しやすい、と考察される。

(3)の結果から、サラリーマンの特性が制裁人数の多さであった場合、仮説2は誤りでないことと言える。一方で、片側空けが左空け・右空けのどちらになるかについては言及できておらず、また、他の仮説に比べても制裁というはっきりとした形で表面化しやすいにも関わらず、例えば「サラリーマンは片側空けに従わないものに厳しかった」といった記述も見られていないことから、仮説として誤りとは言えないものの、現実に解釈するのも難しいとみなせる。

5.4.3 仮説3：呼びかけによる片側空け

日本で最初に片側空けが生まれたのは、阪急電鉄が右立ち左歩きの片側空けを呼びかけたことがきっかけだと言われている。そこで、特定のラウンドの間は全員に左立ちを禁止させることで、全体への呼びかけによって片側空けが定着したという仮説を検証する。ここでは、最初の1ラウンド目、1・2ラウンド目、1・2・3ラウンド目、また、20ラウンド目には両側立ちが9割方定着することから、21ラウンド目から40ラウンド目、21ラウンド目から41ラウンド目に全体への呼びかけを行い、全員に左立ちを禁止させると設定する。この設定に従って各20試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略をFig.20からFig.24にまとめる。

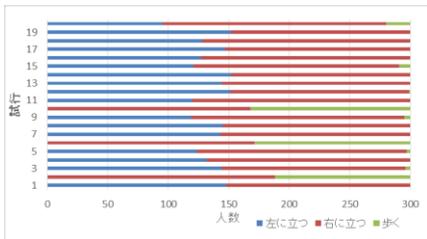


Fig. 20: 1ラウンド目の呼びかけでの結果。

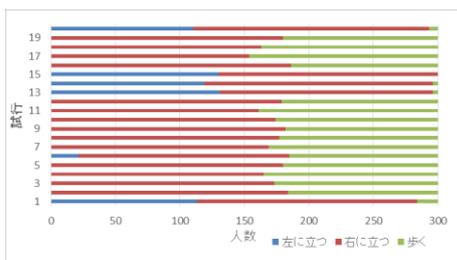


Fig. 21: 1, 2ラウンド目の呼びかけでの結果。

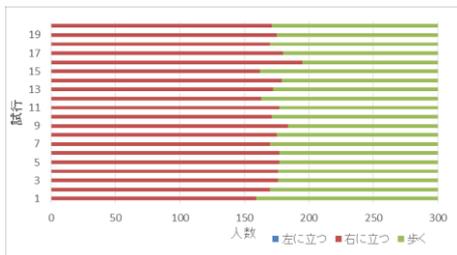


Fig. 22: 1, 2, 3ラウンド目の呼びかけでの結果。

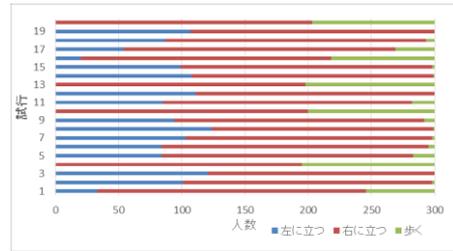


Fig. 23: 21-40ラウンド目の呼びかけでの結果。

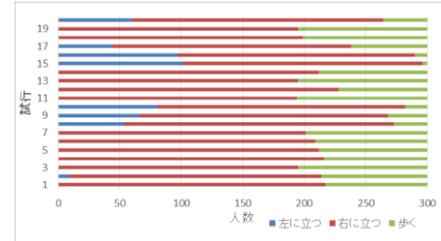


Fig. 24: 21-41ラウンド目の呼びかけでの結果。

Fig.20 から Fig.22 より、最初から呼びかけを行う、つまり両側立ちの規範が定着し始める前に右立ち左歩きの片側空けの規範を呼びかけることで、片側空けの規範を定着させることが可能であること、また、Fig.23 と Fig.24 より、両側立ちの規範がほぼ定着していたとしても、その規範の定着にかかった時間以上の長さの呼びかけを行うことで、片側空けを新たに定着させることが可能であると分かり、仮説3は誤りではないと言える。

加えて、阪急電鉄の呼びかけは短期間であったとされているため、逆説的に、当時は両側立ちの規範がほぼ定着していなかったとみなせる。当時に歩く人がいなかったわけではなく、そもそも両側立ち・片側空けという概念も知らなかったと推測されることから、両側立ちを何かに従って行っていたわけではなく、規範として意識していなかったと考察される。よって、新たな規範である片側空けが呼びかけによって速やかに定着したと考えられる。

5.4.4 仮説4：通行法との一致+呼びかけ

仮説1と仮説3の結果より、通行法の影響によって左立ち右歩きの片側空けが、また、呼びかけの影響によって右立ち左歩きの片側空けが定着しうることが分かる。ここで、日本の大阪について考えると、通行法と呼びかけの双方の影響を受けた結果、実際には右立ち左歩きになったのではないかとみなせる。そこで、東京のように自然発生的に片側空けが定着した場合は通行法と一致した左立ち右歩きになるが、大阪のように呼びかけによって人為的に定着させた場合は逆の右立ち左歩きにもなりうる、ということ新たな仮説4として考える。ここでは、それぞれ顕著な結果を示したパラメータとして、「左に立つ」と「歩く」戦略の固定選好平均を12.5とし、かつ1, 2, 3ラウンド目は左立ちを禁止してシミュレーションを20試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略をFig.25にまとめる。結果として、多くの試行で右立ち左歩きの片側空けに収束し、仮説4は成り立つことが分かった。

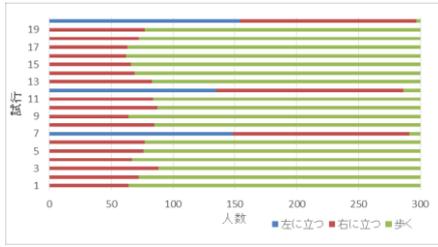


Fig. 25: 仮説 4 の結果.

5.5 シミュレーション実験 2: 両側立ち定着の施策検討

実験 2 では、両側立ち定着のための 3 つの施策を 1 つずつモデル上に組み込み、実験 1 で検証した片側空け定着に関する各仮説に対し、それぞれその施策が有効となりうるかを検討する。各仮説を表すパラメータは、それぞれ顕著な結果を示した以下のものとする。

- ・ 仮説 1: 「左に立つ」「歩く」戦略の固定選好平均を 12.5 にする
 - ・ 仮説 2: 制裁確率を $(60 - \text{人数} \times 6)\%$ にする
 - ・ 仮説 3: 1, 2, 3 ラウンド目に呼びかける
 - ・ 仮説 4: 「左に立つ」「歩く」戦略の固定選好平均を 12.5 にし、1, 2, 3 ラウンド目に呼びかける
- また、いずれの施策も、片側空けのほぼ定着した 21 ラウンド目から 41 ラウンド目まで実行する。

(1) 施策 1: 呼びかけによる抑止

施策 1 は呼びかけによる抑止であり、両側立ちに従うことを一定期間呼びかけることで両側立ち定着を狙う。モデル上では、21-41 ラウンド目に全員へ歩行禁止を呼びかけ、各エージェントは 9 割の確率で従うとする。従う場合は「左に立つ」か「右に立つ」を、現在参照できる中で少ない方を選び、左右のバランスの良い両側立ちを行おうとするものとする。また、従わない場合は通常のアプローチで戦略を決定する。仮説毎にシミュレーションを 20 試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略を Fig.26 から Fig.29 にまとめる。結果として、施策 1 は仮説 3 に対してはある程度の効果を示したが、それ以外ではあまり有効ではないことが分かった。

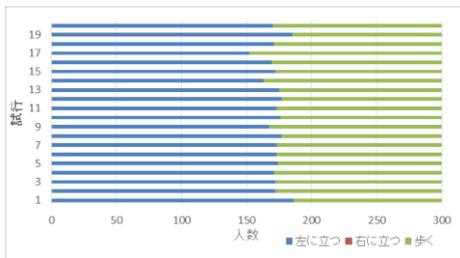


Fig. 26: 施策 1 の仮説 1 に対する結果.

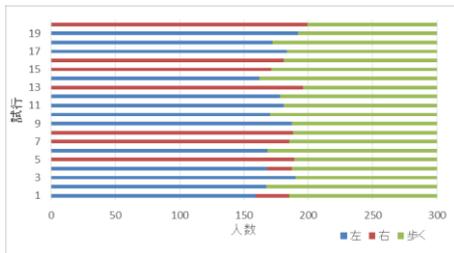


Fig. 27: 施策 1 の仮説 2 に対する結果.

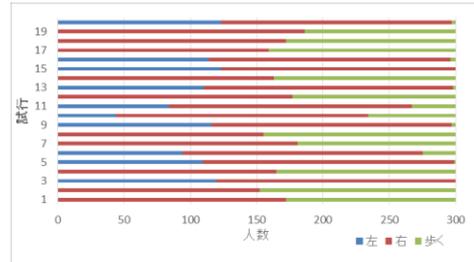


Fig. 28: 施策 1 の仮説 3 に対する結果.

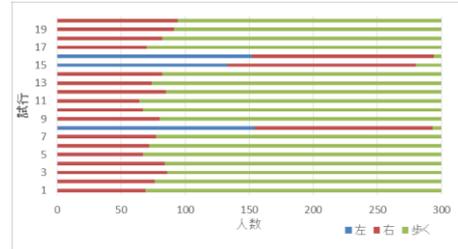


Fig. 29: 施策 1 の仮説 4 に対する結果.

(2) 施策 2: 両側立ちを行うサクラの配置

施策 2 は両側立ちを行うサクラの配置であり、両側立ちに従う人間を駅組織側で用意しておき、彼らを配置することでそれ以外の人間も両側立ちを行うことを狙う。モデル上では、指定したラウンドの行動順の最初から 20 人を強制的に両側立ちさせ、左右バランスよく立たせることで再現する。この 20 人はこのラウンドにおいて事後評価をスキップするものとしている。また、サクラとするのを最初から 10 人と 150 番目から 10 人でも実行したが、ほとんど結果に差は出なかったため省略する。仮説毎にシミュレーションを 20 試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略を Fig.30 から Fig.33 にまとめる。結果として、施策 2 はいずれの仮説に対しても両側立ちの定着した試行はなく、施策として有効ではないことが分かった。

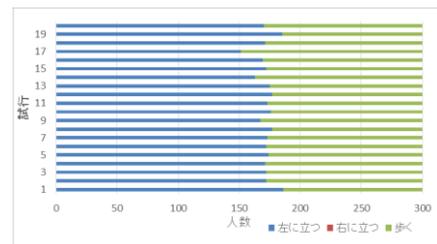


Fig. 30: 施策 2 の仮説 1 に対する結果.

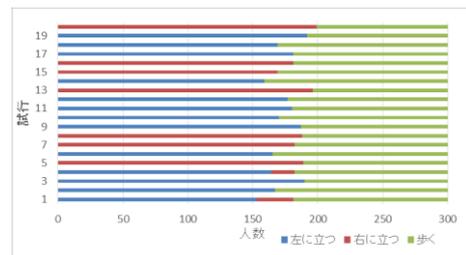


Fig. 31: 施策 2 の仮説 2 に対する結果.

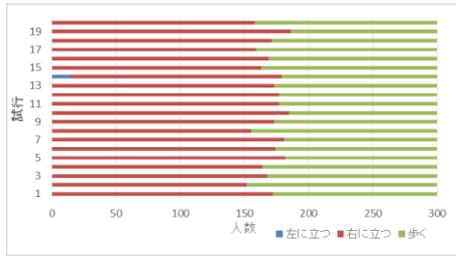


Fig. 32: 施策 2 の仮説 3 に対する結果.

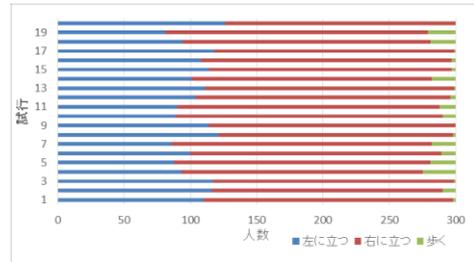


Fig. 36: 施策 3 の仮説 3 に対する結果.

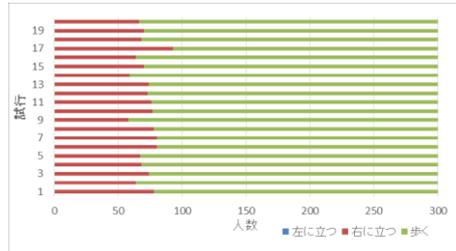


Fig. 33: 施策 2 の仮説 4 に対する結果.

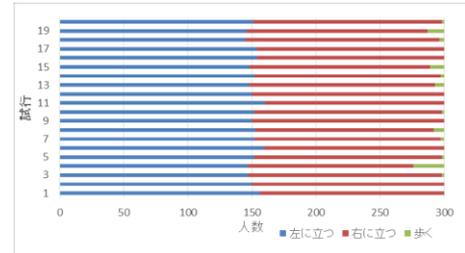


Fig. 37: 施策 3 の仮説 4 に対する結果.

(3) 施策 3 : 速度変更

施策 3 はその期間中はエスカレーターの速度変更等によって歩くことに損を感じさせるようにしたものであり、自然と歩くことを避けるようにすることで両側立ちの定着を狙う。モデル上では、指定したラウンド中は歩く利得を+3 か-1 にすることで再現する。仮説毎にシミュレーションを 20 試行実行し、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略を Fig.34 から Fig.37 にまとめる。結果として、施策 3 は仮説 3 と 4 に対しては全ての試行で両側立ちを定着させることができたものの、仮説 1 と 2 に対してはあまり有効ではないことが分かった。

(1)(2)(3)の結果を Fig.38 にまとめる。横軸は各仮説を、縦軸は、収束時に各エージェントが結果的に取っていた戦略について、歩く人数が 1 割以下になった試行(両側立ちになった試行)の割合とし、各施策を凡例としたものである。

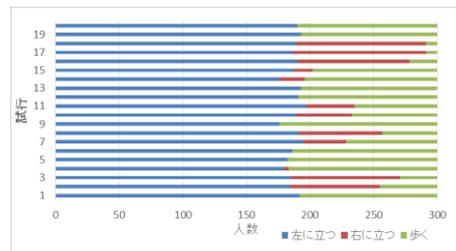


Fig. 34: 施策 3 の仮説 1 に対する結果.

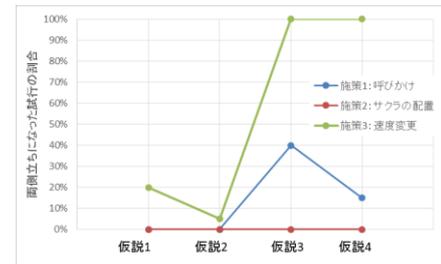


Fig. 38: 実験 2 の結果

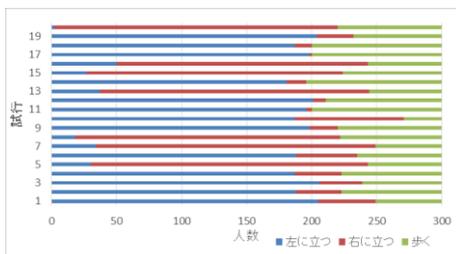


Fig. 35: 施策 3 の仮説 2 に対する結果.

この結果から、一旦成立した規範に対し、その成立にかかった期間以上の取り組みを行ったとしても、新たな規範を定着させられるとは限らない、ということが分かる。加えて、片側空け定着までにかかった期間と同程度に呼びかけやサクラの配置を行うことは困難であり、施策 1 と 2 は有効とは言い難いといえる。一方で、施策 3 がある程度の有効性を示したことから、呼びかけやサクラなどで歩くのをやめさせて両側立ちに慣れ親しませるより、実際に歩かせた上でそれに損を感じさせることが効果的ということが示唆される。また、仮説 1 と 2 はどの施策もあまり効果的でなかったことから、固定選好や制裁確率といった人の変化し得ない志向性が片側空け定着に繋がっていた場合、両側立ちが定着しにくいということも示唆として得られる。

この歩くことに損を感じさせられる施策 3 がいずれの仮説においてもある程度の効果を示したことから、片側空けを行おうとする心理的效果を抑えることで両側立ちを定着させるアプローチが有効だとみなせ、それを考慮した上で実際にどうするかを考えるべきだといえる。例としては、一定速度で走ることで綺麗なメ

ロディが流れる仕組みを道路に組み込むことでスピードを落とさせることを狙ったメロディーロード¹⁴⁾のように、立っていたならば味わえた景色や音楽を歩くことでは味わえないように設計する、もしくは、ストックホルムのある地下鉄駅において、階段の段差をピアノの鍵盤に見立て、段を踏むことで音が鳴る仕組みを作ったことで階段の使用率を上げたように¹⁵⁾、手すりに工夫し、その場に立って同じ場所に手を置き続けることで何らかの得を感じられるように設計することで、同じ場所に手を置き続けられない「歩く」を選ぶと損を感じさせるようにする、など、ゲーミフィケーションを用いた手法が考えられる。

6 本研究のまとめと今後の課題

6.1 本研究のまとめ

本研究では、展開型ゲームにおける規範伝播のモデルを提案し、エスカレーターの利用法という問題状況をシミュレーションによって分析することで、片側空けの定着に関わる4つの仮説について、また、両側立ち定着のための3つの施策についての示唆を得た。

なぜ片側空けが定着したかに関する仮説については、仮説1「通行法との一致」、仮説2「サラリーマンの特性」、仮説3「呼びかけによる影響」のいずれも誤りでないことを示し、仮説4「通行法との一致+呼びかけ」についての実験結果から、大阪では呼びかけによって右立ち左歩きが、東京などそれ以外では通行法の影響によって左立ち右歩きが定着した、と説明できることを示した。

また、両側立ち定着のための施策については、施策1「呼びかけによる抑止」、施策2「サクラの配置」のどちらもあまり効果的ではないが、エスカレーターの速度変更等によって歩くことに損を感じさせる、という施策3は効果的になりうる、ということが示唆として得られた。加えて、人の変化し得ない志向性が片側空け定着に繋がっていた場合、両側立ちを定着させるのは困難になりうる、ということも示唆として得られた。それらを踏まえ、ゲーミフィケーションを用いた手法が有効ではないか、と考察した。

6.2 今後の課題

本研究では、エージェントの内部モデルとして固定選好と変動選好という抽象的な形で選好を表現したため、日本だけに問わず様々な国のケースに当てはめることが可能であり、かつ、それによってモデルの妥当性を高めることができると考えられる。今回は固定選好については通行法の影響を考えたが、それ以外にも歴史や国民性といったものも考えられ、それをもってケース毎になぜ片側空け・両側立ちなのかを説明できるようになると望ましい。

また、斗鬼¹³⁾は大阪で片側空けをするようにとの呼びかけが行われたのは阪急梅田駅であり、東京で片側空けが自然発生的に始まったと報告されているのは御茶ノ水駅である、と述べている。本研究では具体的な駅や状況を限定せずにモデルを構築したが、モデルの拡張によってこうした発祥の地と言われる駅に合わせたシミュレーションを行うことで、また新たな示唆が得られる可能性も考えられる。

参考文献

- 1) (広告)エスカレーター 大正博覧会中の偉観, 朝日新聞, 1914年3月30日朝刊, p.1
- 2) 写真-空中エスカレーター, 朝日新聞, 1956年9月21日夕刊, p.7
- 3) エスカレーター「新秩序」 お急ぎの方右へ 東京「整然好み?」, 朝日新聞, 1992年2月24日夕刊, p.15
- 4) エスカレーターの片側歩行をやめる取り組みに「賛成」と答えた人が最多. しかし「実現できないと思う」と答えた人も最多 - ここワリサーチサイ
ト:<http://koko1r.jp/1297/> (アクセス日: 20160730)
- 5) ロンドン地下鉄がエスカレーターを歩行禁止にした理由とは? - GI-GAZINE:<http://gigazine.net/news/20160119-uk-stop-walk-escalator/> (アクセス日: 20160730)
- 6) Robert B. Cialdini, et al. : A focus theory of noemative conduct: A theoretical refinement and reevaluation of the role of norm in human behavior, *Advances in Experimental Social Psychology*, **24**, 201/234 (1991)
- 7) 永田えり子: 合理性と倫理性 - 他者危害原則のフォーマライゼーションとそのインプリケーション-, *理論と方法*, **15-2**, 261/272 (2000)
- 8) 小林盾: 社会規範の数理社会学にむけて, *理論と方法*, **17-2**, 183/194 (2002)
- 9) N.Gilbert : *Agent-Based Models*, SAGE Publications, (2006)
- 10) 鳥海不二夫, 山本仁志: ソーシャルメディアにおける協調の進化, *情報処理学会論文誌*, **53-11**, 2507/2515 (2012)
- 11) Rouleau, Mark D. "NormSim: An agent-based model of norm change." In: *Complex Systems (WCCS), 2015 Third World Conference on. IEEE*, 1/8 (2015)
- 12) 奥ノ坊直樹, 池田直紀, 庄志強, 花上美津江, 山下良久, 鶴池康介: 歩行者マイクロシミュレーションを用いた駅構内旅客流動分析に関する研究, *土木計画学研究・講演集 (CD-ROM)*, **47**, ROMBUNNO.194 (2013)
- 13) 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*, **25**, 35/50 (2015)
- 14) メロディーロード | 株式会社 篠田興業 : <http://melodyroad.jp/> (アクセス日: 20180122)
- 15) エスカレーターよりも階段を選ぶ人が急増, スウェーデンのある試み. |Narinari.com : <http://www.narinari.com/Nd/20091012420.html> (アクセス日: 20180122)