

劇場などでの規制退場シミュレーション

山本 樹里 (指導教員：浅本 紀子)

1 はじめに

一昨年からの新型コロナウイルス感染症の流行により、多くのイベントが中止となった。徐々に様々なイベントが開催されるようになったが、消毒や検温、観客数を減らすなどの感染対策が取られている。中でも規制退場は、コロナウイルスの流行以前から行われていたが、現在は以前よりも細かく、さらに規制退場に従う人が増えたように感じる。

2 現状

2.1 コロナ禍に入り私が参加したイベント

コンサート：2回、舞台：5回

2.2 規制退場方法

ブロックごと：6回、1列ずつ：1回
調べてみた限り、ブロックごとの退場が多い

2.3 このテーマを選んだ理由

ブロックごとの場合、全員一斉ではないものの、同じエリアにいるそれなりの人数が同時に移動を開始するため、通路に出る時点で渋滞が起きやすい。そこで、1列ずつの退場にした方が、一見時間がかかってしまいうるが、実際にはスムーズに移動できるのではないかと考えた。また、シミュレーションした結果、両者にあまり差がないのであれば、1列ずつでの退場の方が観客同士の間隔を空けやすいのではないと思う。

ただし、数千人以上の規模の観客がいる場合、1列ずつにしてしまうと、最初の列と最後の列の差が大きくなり、規制退場に從わない人が増えてしまうと考える。今回は観客の多すぎない劇場などをイメージし、シミュレーションを行なった。

3 シミュレーションに用いるモデル

3.1 基本情報

シミュレーション手法としてはマルチエージェントシミュレーションを用いる。[3][2]

観客の人数：1100人

ブロック：5つ

出口：4つ

リンク：各座席ブロックの両端に1本ずつ、計10本(図1の黄色×印を上から下に繋いだもの)[1]

3.2 人の動き

1. 自分が動ける順番になるまで待つ
2. 動けるようになったら、一番近いリンクのポイントを目指して進む
3. リンクに沿って進み、リンクの最終地点に到達したら、一番近い出口を目指して進む
4. 出口まで到達したら、その人はなくなる

3.3 人の動き方

自分が動ける順番になったら、まずは一番近いリンクポイントに向かい進む。リンクに沿って進み、最終地点に到達したら、リンクと関係なく一番出口に向か

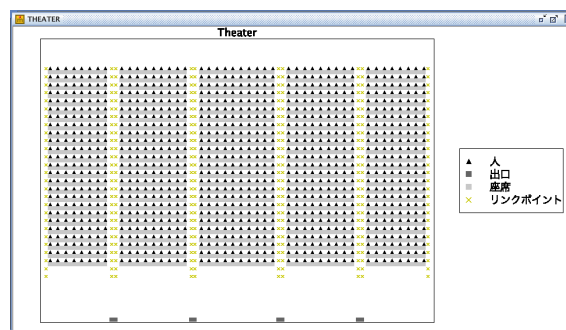


図 1: 初期状態

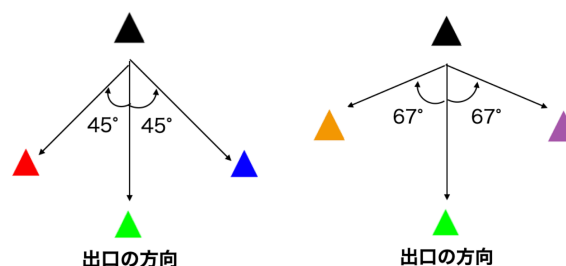


図 2: 人の動き方

い進む。この時、出口に向かって真っ直ぐの方向に1歩ずつ進み、進む先に他の人がいる場合、その場所には進めないとし、左45度又は右45度の方向に進む(図2-左)。左右どちらから調べるかはランダムに設定しており、先に左を調べて進めない場合は次に右を、先に右を調べて進めない場合は次に左を調べる。どちらの方向にも進めない場合には、どの方向にも進めないとし、進む前の位置に止まる。この移動を繰り返し、出口まで到達した人はなくなる。

しかし、実際にはずっと進めない状態になってしまった場合、さらに大回りしようとする考え、このモデルでも一定のステップ数連続で進めない状態になった場合、大回りしようとするようにした。今回は、5ステップ以上連続で進めない状態の場合、左右67度の方向に進もうとするように設定した(図2-右)。

3.4 1列ずつ退場する場合

出口に近い側の列から順番に移動を開始する。自分の後ろの列に人がいなくなったら、移動を開始できると判断する。

3.5 ブロックごとに退場する場合

外側のブロックから左右同時に移動を始め、最後に真ん中のブロックが移動をする。一つ前に移動しているブロックの人が全員出口に到達すると、移動を開始できると判断する。

3.6 比較項目

比較する項目として、1. 全員が移動完了するまでの総ステップ数 2. 座席で待ったステップ数 3. 移動にか



図 3: モデル実行中 (左:1列ずつ、右:ブロックごと)

	1列ずつ	ブロックごと	全員一斉
ステップ数	362.8	940.3	343.8
座席待機数	139.98	232.28	0
移動ステップ数	50.58	159.66	173.69
途中停止数	2.476	112.110	128.600

図 4: 実行結果

かったステップ数 (動き始めてから出口に到着する間)
4. 移動の途中で止まったステップ数 の4つをカウントし、平均数を求めた。

4 実行結果

各モデルを10回ずつ実行した結果の平均は図4の通り。今回は比較のため、1列ずつ・ブロックごとに加え、全員一斉の場合も求めた。

総ステップ数は、ブロックごとが1列ずつの約2.6倍という結果となった。移動を開始できるまで座席で待機したステップ数も、ブロックごとが1列ずつの約1.7倍となった。同様に移動にかかったステップ数も、ブロックごとが1列ずつの約3倍、移動途中で止まったステップ数は圧倒的に1列ずつの方が少ないという結果が得られた。

また、座席の位置により早く移動を開始しやすい場所と遅くなりやすい場所があるため、参考として各ブロックを前後に分けた10グループでそれぞれの結果の平均も求めた。(図5)

ブロックごとの退場で一番最初に移動を開始できる左右両端のブロックに属しているグループ(Group1,2,9,10)では、座席での待機ステップ数がブロックごとよりも1列ずつの方が多くなっている。しかし、その他の項目に関しては、グループごとに差の大小はあるものの、全体での結果(図4)と変わらない結果となった。

5 考察

実行結果からは、どの比較項目においてもブロックごとより1列ずつの方が少なく、スムーズに退場が進んだと言える。しかし、実際の規制退場ではブロックごとの退場の方が多くなっている。この理由として、実際は、1. 観客の人数が多い、2. 出口が多い、3. 規制退場に從わない人もいる、4. 人の動きがさらに複雑、などを考える。「1. 観客の人数が多い」と、1列ずつの場合では時間がかかってしまうと予想する。すると、「3. 規制退場に從わない人がいる」と関連するが、移動開始が遅い座席の人が、規制退場に從わない可能性が高くなると考えられる。また、実際には今回のモデル

Group2			Group4			Group6			Group8			Group10		
1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉
211.1	0	0	211.2	277.3	0	211.4	606.8	0	211.6	277.3	0	211.1	0	0
70.7	211.3	253	60.9	226.6	238.8	60.5	249.8	250.2	60.4	229.9	242.6	65.3	211.2	245.2
6.61	148.3	199.5	2.05	168.6	179.4	1.93	191.5	190.8	1.74	171.9	185.3	2.24	148.2	196.5

Group1			Group3			Group5			Group7			Group9		
1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉	1列	ブロック	一斉
68.3	0	0	68.4	277.3	0	69	606.8	0	69	277.3	0	68.7	0	0
42.2	88.3	103.7	35.2	94.5	98.8	35.5	103.7	104.7	34.9	92.7	98.9	40.2	88.6	101
3.51	50.4	66.5	1.59	61.3	65.1	1.7	70.4	70.7	1.33	59.7	65.2	2.06	50.8	67

上から、1. 座席で待ったステップ数 2. 移動にかかったステップ数 3. 移動の途中で止まったステップ数

図 5: (参考) 実行結果

ルよりも「2. 出口が多い」場合、ブロックごとの退場も多少スムーズになると考える。さらに「3. 規制退場に從わない人もいる」場合、想定していない箇所での渋滞が起きてしまう可能性がある。そして、今回のモデルでは人の動きとして、“一番近い”リンクや出口に向かうという設定にしているが、実際には“一番近くなくても空いている”リンクや出口に向かう人も一定数いるはずである。そういった「4. 人の動きがさらに複雑」という点から、どのような方法が良いかを予測しづらいということも考えられる。このような理由等から、実際にはブロックごとでの退場が採用されていると考えるが、今回のモデルではまだ実際の状況との違いが大きいため、1列ずつの方が良いと判断することはできないという結論に至った。

このモデルを実際の状況に近づけるために改善できる点として、1. 実際の会場に合わせて座席・通路・出口を配置する、2. 規制退場に從わない人を一定数作る、3.“一番近い”リンクや出口ではなく“一番近くなくても空いている”リンクや出口に向かう人も作る、という3点を考える。これらを改善することにより、今回の結果と同様に1列ずつの方がスムーズに進むかを、実際に近い状態で判断できるはずである。

6 まとめ

今回の条件のモデルでは、ブロックごとの退場よりも1列ずつの退場の方が、

- ・全体の移動が早い
- ・移動がスムーズ
- ・座席での待ち時間が少ない

ということから、1列ずつでの退場の方が良いと言える。

参考文献

- [1] 構造計画研究所：artisoc レシピブック「描画ツールを使って道路を作成し、歩くモデルを作ろう」(2004), <https://www.slideshare.net/tamadamasaki/02-artisoc>.
- [2] 構造計画研究所：artisoc4 ユーザマニュアル (2017), <https://mas-auth.kke.co.jp/download/files/artisoc4.0/manual-ja.pdf>.
- [3] 山影進：人工社会構築指南-artisocによるマルチエージェント・シミュレーション入門-, 書籍工房早山 (2007).