

シミュレーションで最適な避難経路を導こう(Ⅱ)

6年
附属指導教員



<今回の発表内容について>

前回の発表で室内の人が避難する様子をシミュレーションし、人数と部屋のサイズと時間の関係について考察した。しかし前回のモデルには、改善ポイントが複数存在したため、まずはモデルの改良を行った上、**出口から出ることのできる人数と時間の関係性、また行列が時間に及ぼす影響**について考察する。

<今回の研究方法>

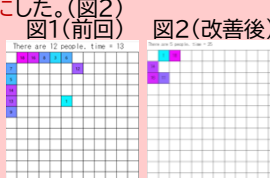
避難の様子を再現する
→プログラミング言語pythonを使用

<前回のモデル>

- 設定**
- ・部屋の大きさは12×12, 15×15
 - ・人数は18人, 37人
 - ・左上がシミュレーション内においての出口。出口からは一人ずつ出る
 - ・人の座席はランダムに定めた
- 動き方のルール**
- ・1マス左上に動く
 - ・進行方向に人がいる場合または、移動する場所に他の人が入ってくる場合は動かない
- 問題点**
- ・一番上又は左が一列に並ぶ(図1)
 - ・斜めに人が移動できない
 - ・扉から出ることのできる人数が一人のみ
 - ・障害物がない
 - ・人々の動くスピードが同じ

<主なプログラミング・シミュレーション内容の改善点>

- ・斜めの移動を可能にした。
- ・終盤に一番上又は左が一列に並ばないようにした。(図2)
- ・出口から出ることのできる人数、つまり
- ・部屋の出口のサイズを調節できるようにした
- ・行列の有無を判断材料に加えた



<先行研究を用いて>

避難のシミュレーションをしている様々な論文を元に工夫した。それは、表の書き方やデータの取り方、シミュレーションの仕方、考察において何に依存しているかに着目するかなどである。

<仮説>

- ・出口から出られる人数と時間の関係性について
→(A)出口の人数には適切な数があり、多くても避難時間は大幅に減少しない。
(B)行列の有無で、避難時間が変わる
- ・避難出口までの距離と避難時間の関係性について
→(C)同面積の部屋の場合、出口までの距離が長いほど行列ができやすく、避難時間がかかる

<モデル>

- ・人数 10, 20人
- ・部屋のサイズ 15×10, 同面積の三種類(8×12, 10×10, 4×25)
- ・出口から出られる人数 1, 2, 3, 4人

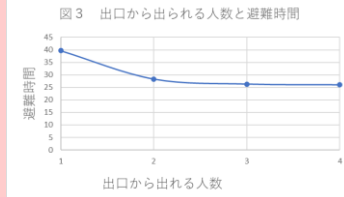
<考察の対象(ポイント)>

- ・出口から出ることのできる人数と避難時間の関係性。また、行列が避難の時間に及ぼす影響について。(①, ②, ③, ④を比較)
- ・部屋の面積が一定の時に部屋の形(出口から最も離れている人の距離)との関係性。また、行列の出来方について。(⑤, ⑥, ⑦を比較)

表1	人数		部屋のサイズ			出口から出られる人数				試行回数	平均値(タイム)	
	10	20	10×10	8×12	4×25	15×10	1	2	3	4	30回	
①	○						○				○	39.7
②	○							○			○	28.3
③	○								○		○	26.3
④	○									○	○	26
⑤	○	○								○	○	16.2
⑥	○			○						○	○	17.1
⑦	○				○					○	○	26.8

<シミュレーションの結果>

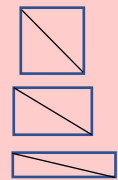
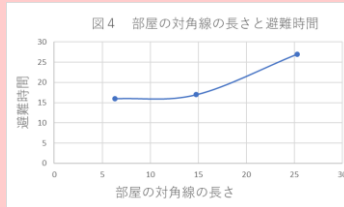
<出口から出られる人数と時間の関係性>



- 5人以上の列ができている尚且つ3回以上動けない人がいる
- △→5人以上動けない人はいるが、3回以上その場にとどまって動けない人はいない
- ×→行列ができている

行列の有無(表2)	○	△	×	計
①	30	0	0	30
②	4	24	2	30
③	4	24	2	30
④	0	30	0	30

<避難出口までの距離と避難時間の関係性>



- ⑤対角線の長さ 10×10の時 約6.3
- ⑥8×12の時 約14.8
- ⑦4×25の時 約25.3

<シミュレーションの考察>

⑤のデータ 表3

タイム	行列
15	×
14	×
16	×
17	×
12	×
21	○
17	×
16	×
14	×
21	○
16	×
17	×
15	×
18	×
14	×
17	×
21	○
16	×
15	×
15	×
16	×
16	×
16	×
19	○
14	×
13	×
17	×
15	×
17	×
合計	○4/30 ×26/30

出口から出られる人数と時間の関係性について。
(①, ②, ③, ④のデータより)
仮説:(A)出口の人数には適切な数があり、多くても避難時間は大幅に減少しない。
(B)行列の有無で、避難時間が変わる
・出口から出ることのできる人数が増えると避難時間は減る。(図3)
・しかし2人~4人のデータに着目すると大幅なタイムの減少は見られない為、出口から出られる人数が多ければ良いという訳ではなく、出口の人数には適切な数がある。(図3)
→(A)の仮説は立証
・出られる人数が増えても避難時間が短くならない要因は、出口に到着するまでの過程、つまり行列の有無にあると予想できる。
・行列の有無について、時間が大幅に短縮した(表2)に着目すると行列ができにくくなっている。また、避難時間があまり変わらない②, ③, ④は行列の有無がほぼ同じ。
→(B)は行列の有無より、その場にとどまる人の有無(△)で避難時間が変わるのではないかと?

避難出口までの距離と避難時間の関係性について。
(⑤, ⑥, ⑦のデータより)
仮説:(C)同面積の部屋の場合、出口までの距離が長いほど行列ができやすく、避難時間がかかる
・出口から最も離れている人の距離と時間の関係性には、完全な比例関係は見られない。(図3)
・行列との関係性は⑤のデータ(表3)を見ると、行列ができたときに避難時間が長くなっているといえる。しかし、行列の出来やすさとの関係性は見られない。
→(C)の仮説は、行列に依存していることは確かだが、立証されたとは言えない。

<参考文献>

高下直登/佐野彰2018年 マルチエージェントモデルの流量関数近似による避難シミュレーション手段 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjsai/33/2/33-A-H61/pdf/-char/ja>

<謝辞>

本研究を進めるにあたり、奈良女子大学の●●先生にアドバイスをいただきました。深く感謝申し上げます。