

学校の避難経路は本当に最適なのか

武生高校 探究理科

abstract

Our research theme is “Are current evacuation routes efficient ?” We thought we could use cellular automata for simulation of human movement. An automatic simulation in which a large number of cells spread in a grid pattern in space change their state over time while interacting with neighboring cells. As a result, we realized current evacuation routes are inefficient because the amount of traffic inside and outside is unbalanced. Therefore, we concluded it is very important to eliminate bias in the number of people who use each route.

1.目的

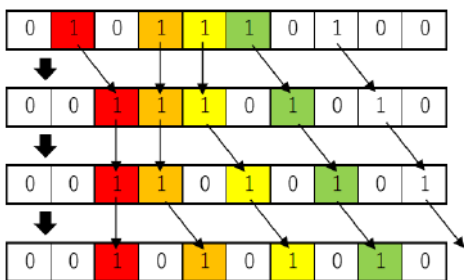
私たちは「学校の避難経路は本当に最適なのか」という問いを立て、どのクラスがどこのルートを通して避難すると最も効率が良くなるかを研究した。研究の目的は、最効率のルートを見つけ出し、実際の武生高校の避難経路に活かすことである。

2.実験方法

◎セルオートマトンについて

私たちの研究では、渋滞の研究でよく用いられるセルオートマトン(ルール184)というシステムを利用した。このシステムでは図1のように人が動いていく。

図1 セルオートマトン(ルール184)



このシステムでは、人がいるマスをも、誰もいないマスをも0と表示している。下向きを時間経過、右向きを進行方向としている。このシステムは進行方向に対して前のマスに人がいなければ次の時刻で1マス進み、人がいれば次の時刻ではその場に留まるといふものであり、人がその場に留まり続けな

くてはいけない状況が渋滞が発生したということである。

◎実験手順

- ① 武生高校の廊下や階段の距離からセルオートマトンの条件を決定する。
- ② どのクラスが中側から避難し、どのクラスが外側から避難するかで場合分けする。
- ③ ②で分けた全パターンをセルオートマトンでシミュレーションして、最適なパターンを見つけ出す。

◎セルオートマトンの条件

1マスの大きさ→50cm

マスの数→外側のルート 48マス

中側のルート 74マス

1クラスの数→外側のルート 38人

中階のルート 13人

※中階段は外階段と比べて幅が広く、一度に3人の人が通れるので1マスに3人入ることとして、人数を3分の1で考える。

移動速度→階段 1マス/移動

廊下 2マス/移動

※廊下は階段よりも早く移動することができるとする。

3.結果

表1 早い振り分け

外階段 (クラス番号)	中階段 (クラス番号)	外時間 (ステップ数)	中時間 (ステップ数)
5,7,8	1,2,3,4,7	127	139
2,7,8	1,3,4,5,6	127	139
5,8	1,2,3,4,6,7	101	141
2,8	1,3,4,5,6,7	101	141
5,6,7,8	1,2,3,4	153	139
2,6,7,8	1,3,4,5	153	139

表2 遅い振り分け

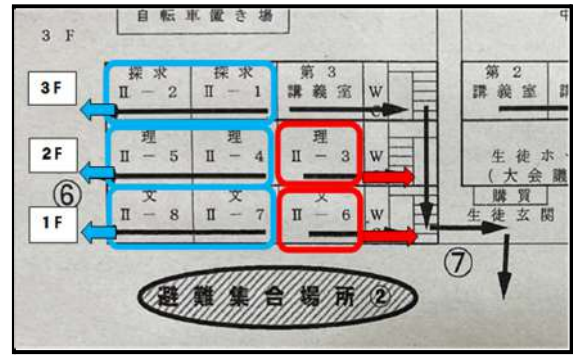
外階段 (クラス番号)	中階段 (クラス番号)	外時間 (ステップ数)	中時間 (ステップ数)
1,2,4,5,6,7,8	3	381	61
1,2,4,5,7,8	3,6	355	61
1,2,4,5,8	3,6,7	329	63
1,2,4,5	3,6,7,8	328	76
2,4,5,6,7,8	1,3	305	87

早い振り分けと遅い振り分けについてまとめたのが、上の表である。避難が完了するのは、外側と中側を比べたときの遅い方になる。また、赤く塗られている振り分けが元の武生高校の避難の振り分けである。

4.考察

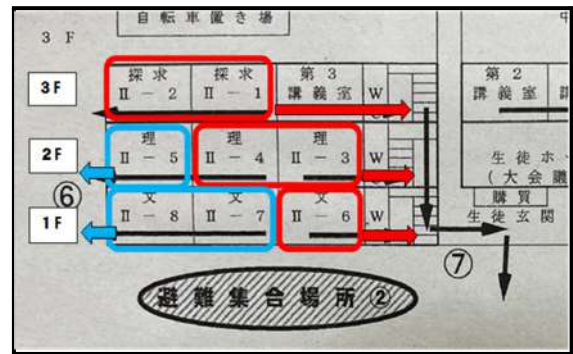
私達はこのような結果になった要因について交通量という考え方をういた。交通量というのは、時間あたりにどれくらい通行することができるかに注目した考え方である。中階段を使ったときの場合と、2階や3階に位置するクラスが外階段を使う場合を比べてみる。中階段を使う場合、3列に並んで逃げるとしているのに対し、外階段を使う場合は、1列で逃げるとしている。つまり、外階段では交通量が中階段に比べて3分の1であるので、それはつまり、かかる時間は相対的にみて3倍ということになるのである。

図2 元の避難経路の割り振り



元の避難経路の割り振りについてみてみよう。この割り振りでは、外階段側が6クラスに対して、中階段を使うのが2クラスしかない。また交通量の考え方をういると、外階段を使うクラスが4クラスあり、そこを3倍すれば、外階段側は14クラスが使うとみなせる。つまり、2：14という偏りのある避難経路の割り振りとなっているのである。

図3 シミュレーション上で最適な割り振り



次に、シミュレーション上で最適な割り振りについて見てみよう。先程と同じように交通量の考え方をういると、中側も外側もともに、5クラス分となっており、均等となっており、それが効率的な避難に繋がっていると考えた。

5.結論

私達は交通量の比のバランスが悪いことが原因で、元の避難経路はとても非効率的だと結論づけた。また、避難経路を評価するにあたって交通量を考えることが大切である。交通量に関わる条件としては、一度に何人が通れるのか、避難者が逃げるスピード、避難経路の長さが考えられる。これらの条件が変化することで最適な避難経路も変化することが考えられる。

6. 今後の課題

私達の今後の課題として3つのことが挙げられる。1つ目は今回の研究で判明した最も早く避難ができる割り振りをを用いた避難の時間が測定できる。最も効率的な割り振りをを用いた避難の時間と現在の割り振りをを用いた避難の時間を比較したいと考えている。2つ目は設定する条件の変更である。今回の条件下でのみの最適な避難経路である可能性があるためである。3つ目は研究範囲を二年生校舎のみから武生高校の校舎全体へ拡大することである。研究範囲を校舎全体に拡大することで武生高校全体での最適な避難経路を発見することができる。

7. 参考文献

- ・「渋滞」を分析する数理モデルとしてのセルオートマトンとその応用 (2019)
著者/友枝明保
- ・Excelで学ぶセルオートマトン (2011)
著者/北栄輔、脇田佑希子

