

セルオートマトン法を用いた避難シミュレーション An Evacuation Simulation by Cell Automaton(CA)

梶河 拓真 白井 茉似那 田淵 愛
Kajikawa Takuma Shirai Maina Tabuchi Ai

A 研究目的

津波がきたときにどのように避難するのが効率がよいか、調べようと思った。



地震がきたとき、火災がおきたときなどにもっともはやく、大人数が避難する経路をシミュレーションでみつける。そのシミュレーションが実測値とどのくらい差があるのか調べて、活用できるものにし、幅広い避難経路の改善に使えるようにすること。

B 研究方法

まず、香川県高松築港周辺に津波がきたときどの程度浸水するのかを考えようと思った。現在、高松市からだされているハザードマップが正しいのか、マピオンという標高のデータサイトをつかって検証・わかりやすいように色塗り。香川大学工学部の方々にいただいた、ソフトを使ってセルオートマトン法を用いた避難シミュレーションを行う。

・セルオートマトン法

マス目状に区切られた空間で、周囲の cell (マス) との関係をルールとして定め、そのルールに従い、次のステップでの状態を決めていくような方法。

cell は、周囲の cell の状態によって、次のステップの自身の状態を決定する。

インフルエンザの感染シミュレーションや交通渋滞のシミュレーションにも用いられる。

高松築港周辺の避難シミュレーションは考慮することが非常に多い。



高松第一高等学校の避難シミュレーションをまず行い、最速避難経路を探す。

防災マップづくり。



△現在のハザードマップ

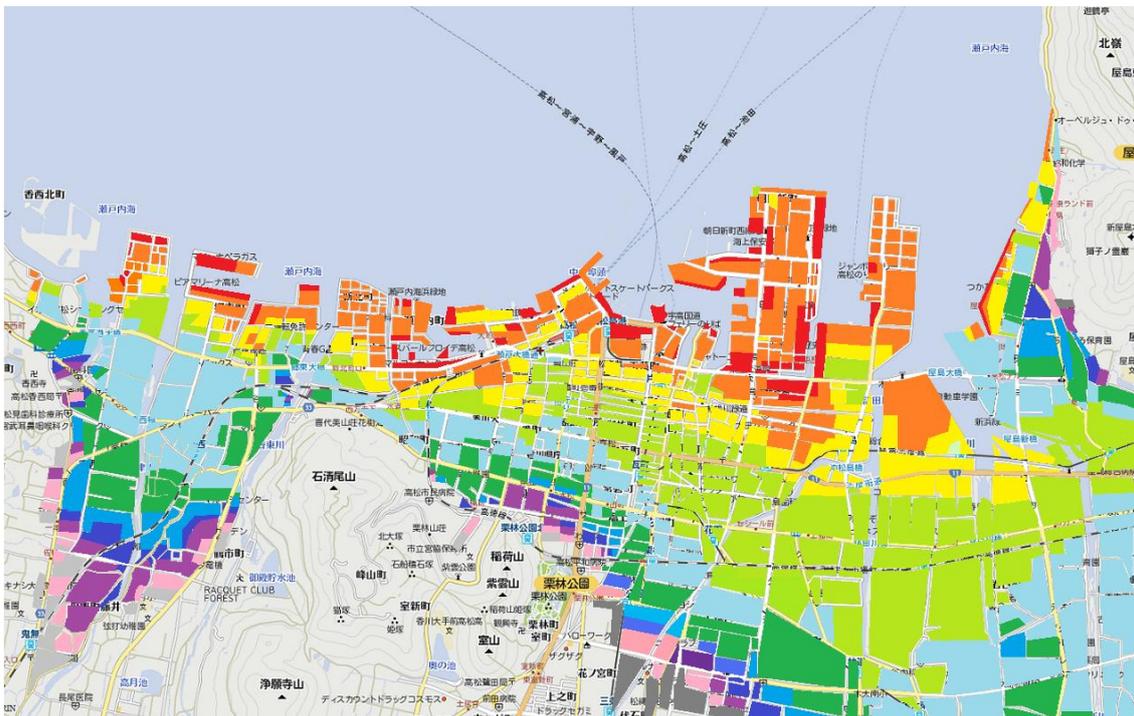
色で浸水域をあらわしている。

赤→2.0m

橙→1.0m~2.0m

緑→0.5m~1.0m

青→~0.5m



△色塗りあとの地図

現在のハザードマップでは 2.0m 以上は浸水しないとされているが、新しいものでは 3.0m とされている。

対応できやすいように、10m の地域まで色分けをした。

津波は波浪とちがひ、高松第一高校も浸水するかもしれない。

シミュレーションづくり

☆ 研究①：平面での避難シミュレーションを行う。

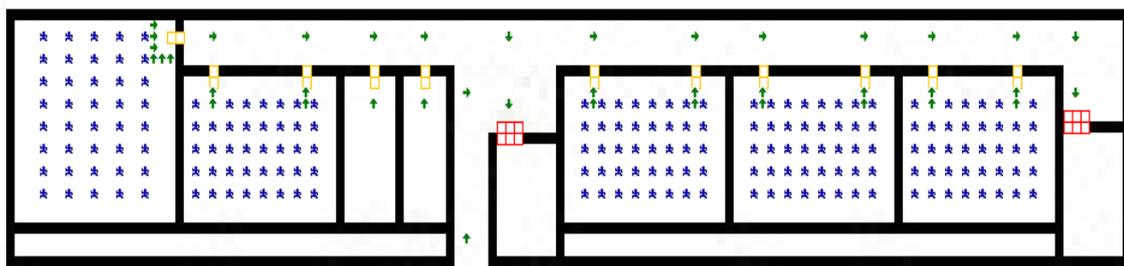
人が普通に歩く速度と考えられている、4km/h の設定で各階の避難シミュレーションを行う。

家具の倒壊と避難開始から全員が避難を完了させるまでの時間を計測。

ただし、窓ガラスの破損や家具の倒壊などは無視するものとする。

普通科クラス40人音楽科・補習科25人とする。

▽平面避難のシミュレーション図



☆ 研究②：階段、廊下での避難の実測値を計測する。

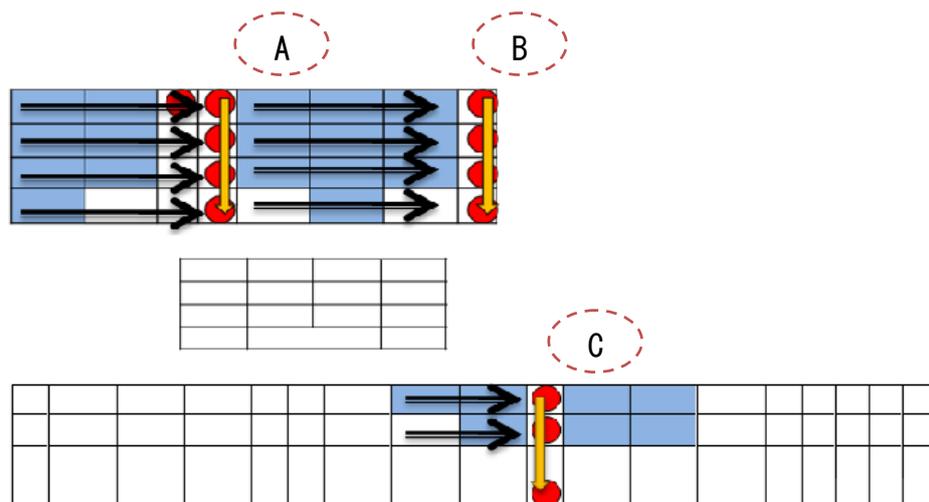
校内の12か所にビデオカメラをおいて、階段での混雑の状況を調査・記録した。

階段を下りる速さは、各階の速さを平均して求める。

A 階段は7クラス、B 階段は10クラス、C 階段は3クラスが使用する。

廊下を歩く速さも計測した。

▽校内の見取り図



着色部分が教室で赤い丸がビデオを設置した場所

→が現在の避難経路

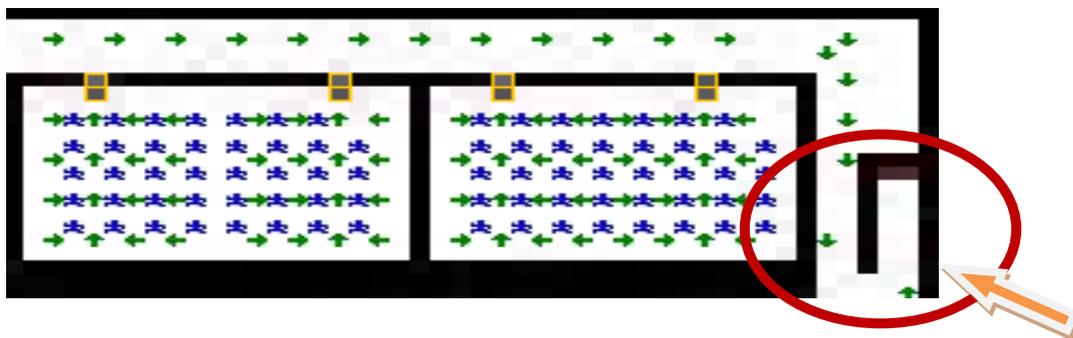
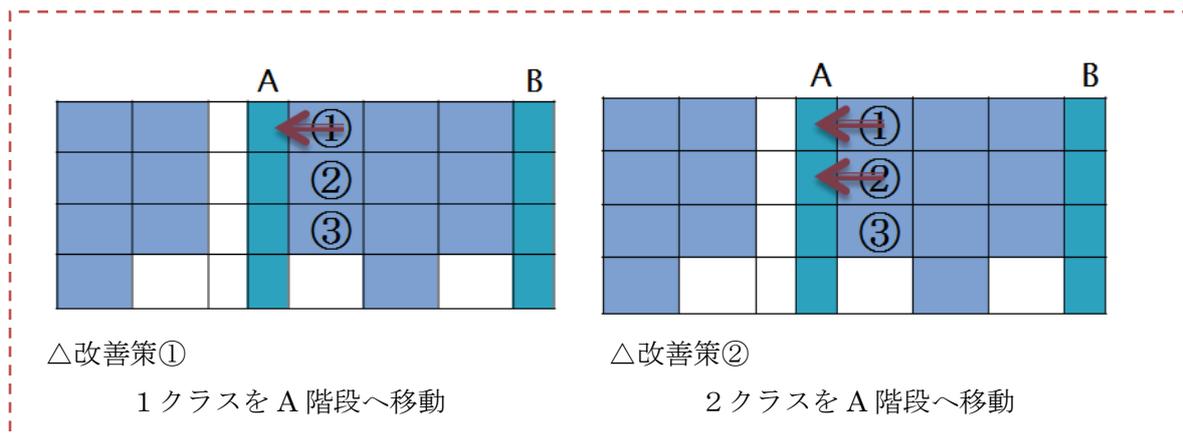
☆ 研究③：階段を考慮した垂直避難シミュレーションを行う。

4階の階段のところに来たら3階にとぶ、というように設定されたシミュレーションをつかう。

各15回ずつ計測し、平均をだす。

遅いほうの記録を最終的に避難が完了するまでの時間とする。

研究①と同様、窓ガラスや家具の倒壊は考慮しないものとする。



△垂直避難シミュレーションの図

C.得られた結果

◇ 研究① (単位:秒)

階	回	1	2	3	4	5	平均
4F		72.4	81.5	74.7	76.1	75.2	75.96
3F							
2F		78.8	72.9	78.3	80.6	83.3	78.75
1F		61.7	54.0	56.7	59.4	57.6	57.87

生徒数: 1F-65人 2F-200人 3F&4F-320人

3F、4Fは同じ構造・人数であるので統一した。

◇ 研究②

	速さ(km/h)
Aの階段	2.06
Bの階段	1.30
Cの階段	3.20
通常時の階段を下りる速さ	2.99
廊下を歩く速さ	3.60

Bの階段が混雑している。

廊下を歩く速さも、すこし遅くなっている。

◇ 研究③

(単位：秒)

A	167.0
B	194.9

△現在の避難完了までの時間

	①	②	③
A	184.7	189.5	178.0
B	186.2	181.8	183.8

△改善策①

	①と②	①と③	②と③
A	191.0	184.9	195.0
B	170.8	167.7	166.4

△改善策②

D.考察

◇ 研究①：人数が少ない2Fのほうが混雑しているのは、構造によるものだと考えた。

◇ 研究②：B階段が現在の避難とくらべて混雑し、速度が遅くなっていることから、B階段の人数をA階段に分配することで混雑を緩和させようと思った。

廊下でも混雑した場合には、0.4km/h遅くなることがわかった。

C階段での速度が通常時階段を降りる速さよりも速いのは、混雑が見られず、避難のため早歩きであったためだと考えられる。

◇ 研究③：改善策①の二階のひとクラスをA階段に移動するとしたときにもっともはやくなることがわかった。

A階段へ人数を分配することでだいたいのはやくなることがわかった。

これが本当に正しいのか確かめる必要がある。

E.結論

シミュレーションを用いて、最速の避難経路を理論上だすことができた。

9月の避難訓練ではその経路をつかうと実際に現在の避難よりもはやくなるのかどうかということを検証してみたいと思う。

F.謝辞

香川大学の工学部の方々、SSH の先生方、木村先生にはほんとうにお世話になりました。研究ここまでできたことに感謝しています。

G.参考文献

Joel L. Schiff 『セルオートマトン』 (共立出版)

西成活裕 『図解雑学よくわかる渋滞学』 (ナツメ社)