地震避難シミュレーションから 本校の課題を考察する

- 1次元セルオートマトンを活用して-



愛媛県立宇和島東高等学校

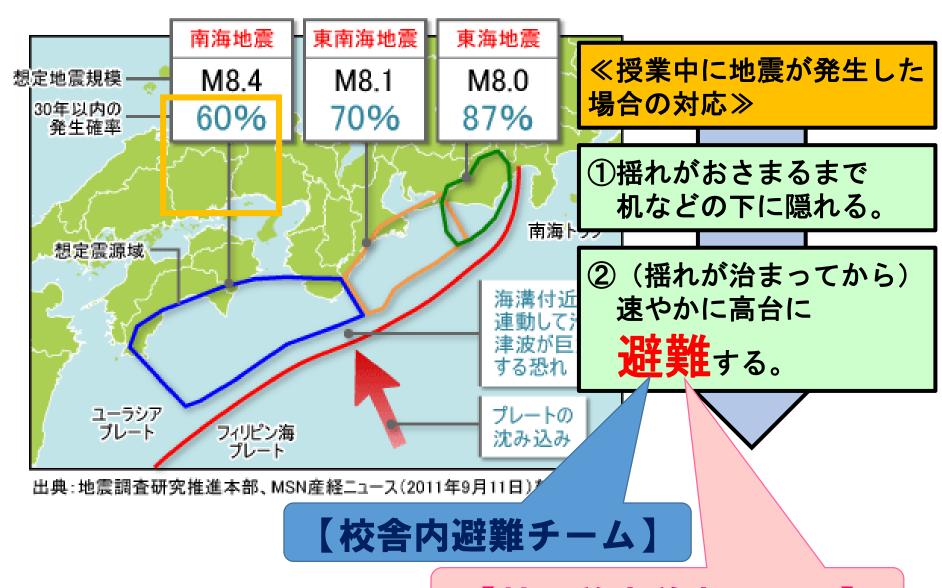
【校舎内避難チーム】

岩本拓哉 大宿陽輝 安永光希 浅井明日 土居涼子

【校門前交差点チーム】

川上愛奈 上田未郁 幸田美咲 成宮菜津子

1 課題設定の理由



【校門前交差点チーム】

2 【校舎内避難チーム】の仮説

普通教棟東側階段を使った避難行動について 1次元セルオートマトンを活用した シミュレーションの実施

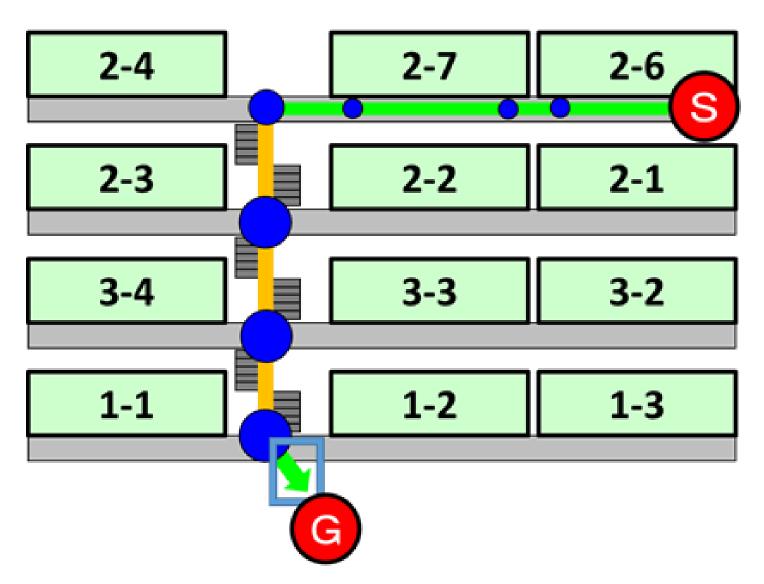


人が合流する地点での人の動きや、 廊下や階段での人の移動の速さの制御

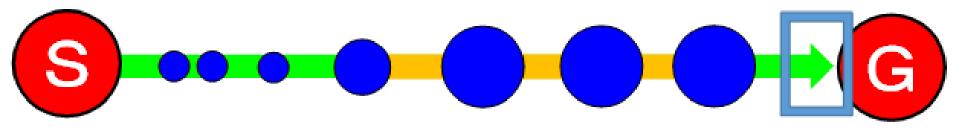
- 〇実際の避難行動の再現化 (俯瞰的な視点)
- 〇渋滞の発生の特性の理解
- 〇渋滞解消のため具体的な方策の提案

3 【校舎内避難チーム】の調査方法

①避難経路のモデル化



- ・普通教棟東出入口を使って避難する生徒 40人×12クラス=480人
- 人は面積0.5m×0.5mに立つ。
- ・「1」という表示は3人分を意味する。
- · S (スタート) = 2年6組前出口を
- ・G(ゴール)=普通教棟南側出口を
- ・青○=合流地点(○の大きさは合流する人数)
- 緑線=廊下
- 黄線=階段



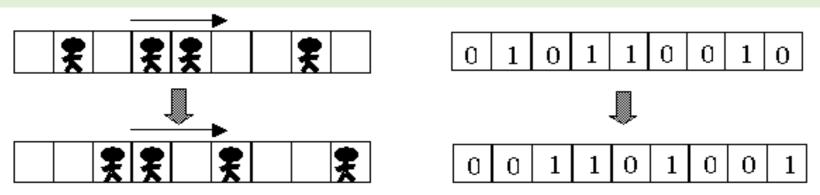
②避難シミュレーションの条件

避難経 路の通 過点	2年 6組 前 出口	1 6:	組 7 後 ī	組 7 前 i	 後	階 階 設 口	3階 階 段 口	2階 階 段 口	1 階 階 段 口		普通 教棟 南側 出口
合流 する 人数	20 人		0 2		_	IO 1	20 人	120 人	12 人	0	
合流 する 「1」 の個数	7	-	7	7	7 1	4	40	40	40)	
隣り合 う通過 点の間 の距離		5 m	2 m	5 m	18 m	12. 5 m		5 8. m	5 m	10 m	

③ 1 次元セルオートマトンを活用した シミュレーション

【ルール1】階段での移動

1つ前方のマスに誰もいないとき、1秒後には1マス進む。そこに人がいるとき、1秒後には動かない。

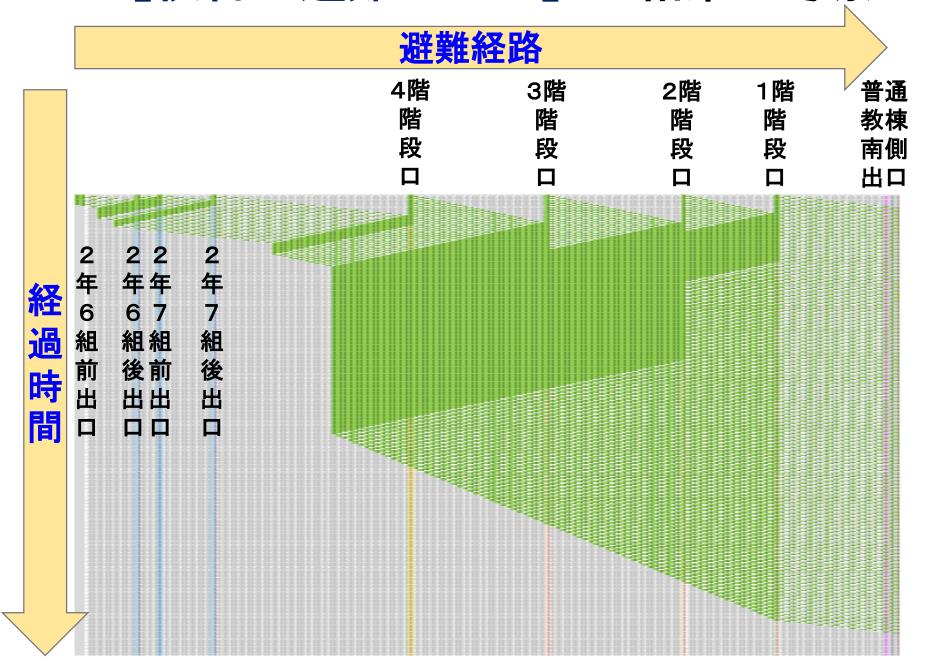


出典:山本和弘「セルオートマトン法を用いた避難行動のモデル化と予測」 https://www.jsme.or.jp/ted/NL49/plaza/yamamoto.html

【ルール2】廊下での移動

前方2マスまで誰もいないとき、1秒後には2マス進み、前方1マスだけ誰もいないとき、1秒後には1マス進み、そこに人がいるとき、1秒後には動かない。

4 【校舎内避難チーム】の結果と考察



- 〇480人の避難が完了する時間は、約380秒 (約6分20秒)であると示すことができた。
- 〇一斉避難を開始して約20秒後から数秒間 のうちに、1階から4階までの渋滞が起 こる。
- 〇1階から2階までの階段の渋滞は、避難開始の約60秒後から解消され始め、15秒間ほどで完全に解消される。
- 〇2階より上の階段の渋滞は、避難開始の 約150秒後から解消され始め、1分間ほ どで完全に解消される。

5 【校門前交差点チーム】の仮説

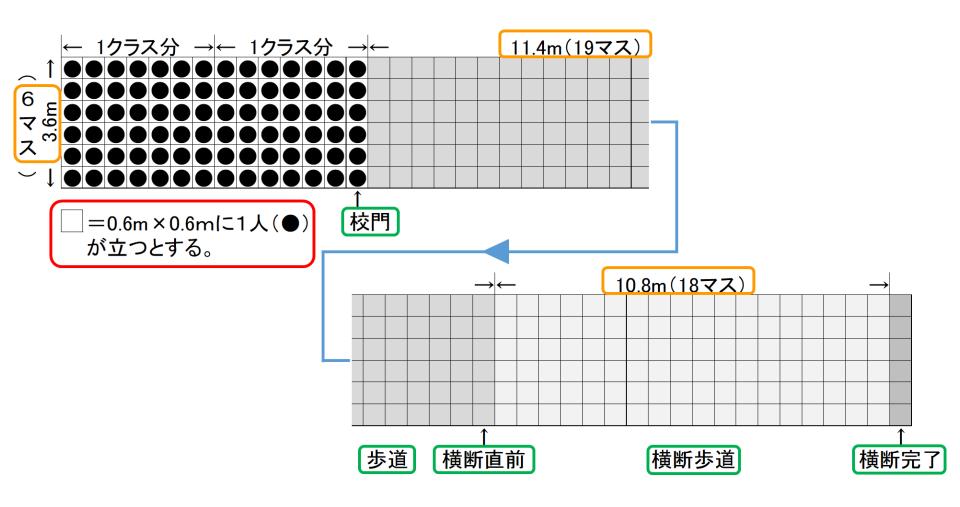
900人が校門前交差点を最適な方法で渡る

【条件1】	信号を <mark>守らずに、歩いて</mark> 避難する場合
【条件2】	信号を <mark>守らずに</mark> 、 <mark>走って</mark> 避難する場合
【条件3】	信号を <mark>守って</mark> 、 <mark>歩いて</mark> 避難する場合
【条件4】	信号を <mark>守って</mark> 、 <mark>走って</mark> 避難する場合

避難する時間が最も短いのは… 【条件2】<【条件1】<【条件4】<【条件3】 定量的に比較したい!

5 【校門前交差点チーム】の調査方法

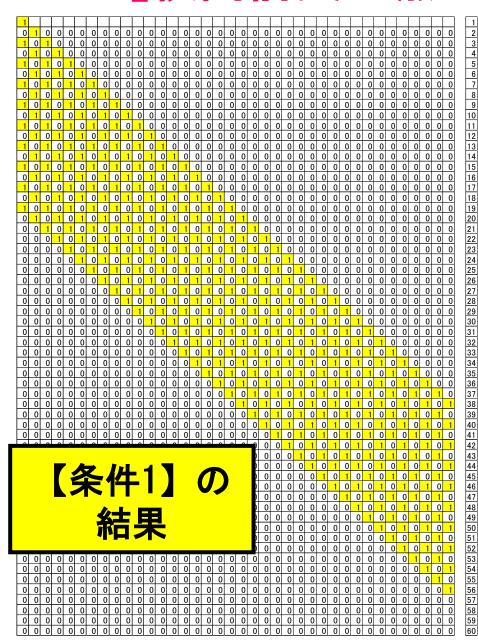
①校門周辺地図のモデル化

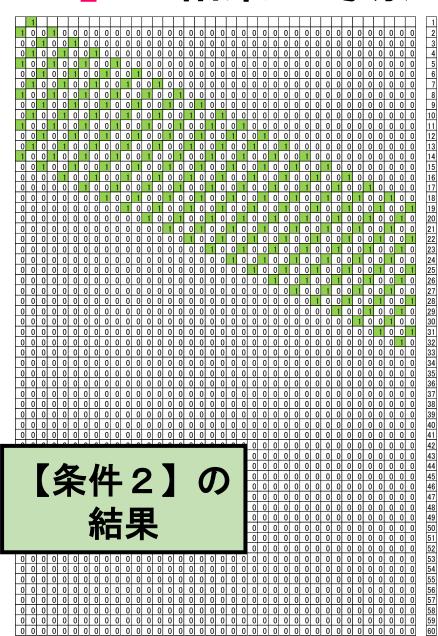


②シミュレーションに必要なデータ

- ○信号の時間 赤2分5秒→緑0分20秒→点滅0分5秒→赤2分5秒→····
- ○「歩く」とは 前方1マスが空いていれば、1秒後に1マス進む。
- ○「走る」とは 前方2マスが空いていれば、1秒後に2マス進み、 1マスしか空いていなければ、1秒後に1マス進む。
- 〇人が横に並んで校門を一度に通れる人数 6人
- 〇900人(縦6人×横150行)が校門前の交差点を渡る。
- 〇隣の列に移ることはしない。

6 【校門前交差点チーム】の結果と考察





	最初の1人 が横断を完 了する時間	6人×10行=60人 が横断を完了す る時間	6人×150行=900 人が横断を完了 する時間
【条件1】	38秒	56秒	360秒 (6分00秒)
【条件2】	19秒	32.5秒	262秒 (4分22秒)
	信号が青の とき横断歩 道を渡れる 人の人数	900人÷(信号が 青のとき横断歩 道を渡れる人数)	6人×150人=900 人が横断を完了 する時間
【条件3】	6人×4行 =24人	37. 5	5, 645秒 (94分05秒)
【条件4】	6人×11人 =66人	13. 6	2,060秒 (34分20秒)

- 〇信号を守らずに(自動車の走行を停止させて)一斉に横断することで、その横断に要する時間を1割程度の5分前後にできる。
- 〇歩いて避難するより走って避難すると、 避難時間を3~6割を短縮できる。
- 〇現実的には、【条件4】と併せて、校門を出て左折した先にある交差点も避難経路として活用する。校門前の車道を横断する時間を概算すると、34分20秒の半分の17分10秒と推測できる。

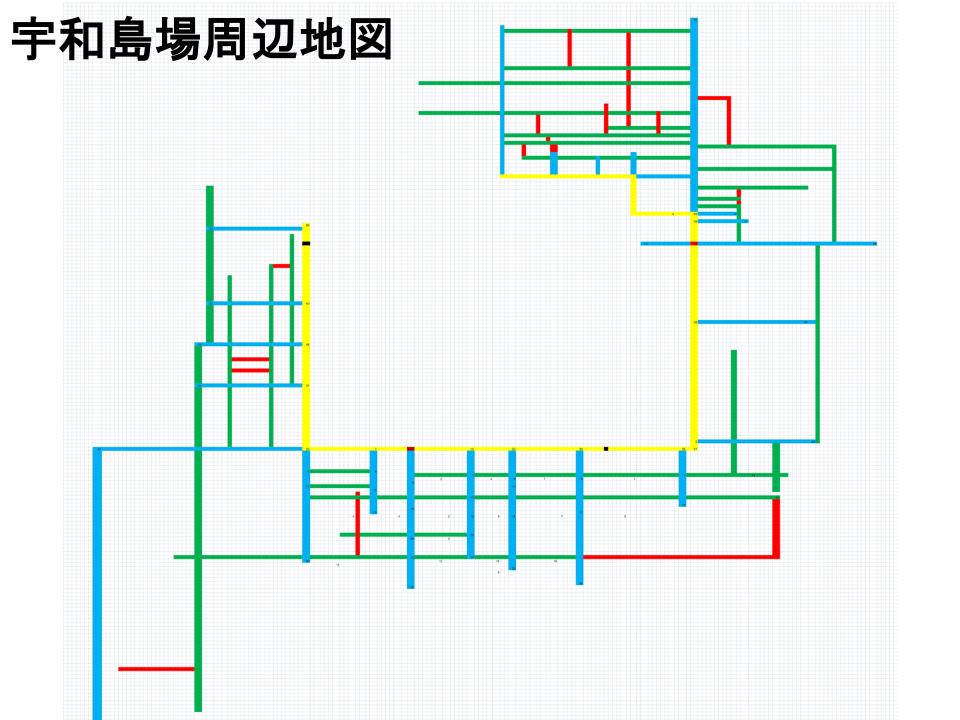
7 まとめと今後の課題

【まとめ】

- ・現実的な避難シミュレーションが行えた。
- ・渋滞が発生する場所や時間、それが解消 される特性を捉えることができた。

【今後の課題】

- ・避難行動の諸条件を、さらに詳細に制御 し、現実に近づけるシミュレーション (2次元セルオートマトン)を行う。
- ・実際の避難行動における問題点や改良点 を提案する。



参考文献

- 〇愛媛県立宇和島東高等学校(平成27年3月) 平成26年度SSH生徒課題研究論文集p31,32 「津波災害から身を守るために」(谷口ら)
- 〇愛媛県立宇和島東高等学校(平成28年3月) 平成27年度SSH生徒課題研究論文集p121~124 「津波からの避難」(谷口ら)
- 〇北栄輔、脇田佑希子(2011) 「Excelで学ぶセルオートマトン」オーム社
- 〇山本和弘「セルオートマトン法を用いた避難行動の モデル化と予測」

https://www.jsme.or.jp/ted/NL49/plaza/yamamoto.html

ご清聴ありがとうございました。