

集団における行動の効率化

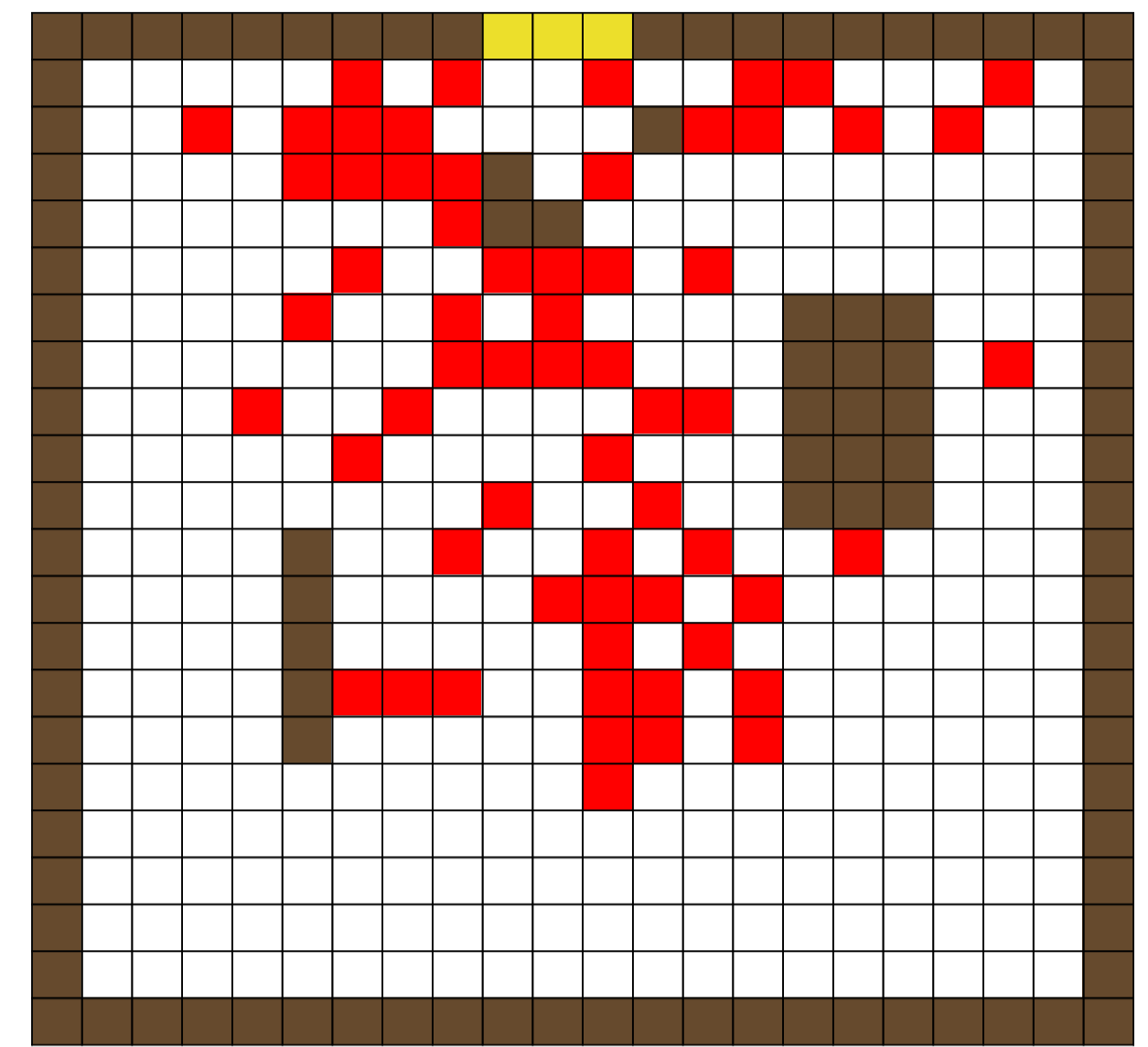
東京都立戸山高等学校 SSⅡ 数学 2年 坂口 隆達

動機・目的

出口付近に人が密集すると避難に時間がかかってしまうが、障害物の形や大きさ、位置によってどのように避難時間が変化するかシミュレーションをする。また、異なる2か所の目的地に向かう2つの集団が効率よく移動出来るような行動の仕方を調べる。

方法

Excelを用いセルオートマトン（右図）をプログラムし人の動きをシミュレーションし、いろいろな障害物と人の総避難時間の関係、行動の仕方と効率を調べる。



赤：人
茶：壁・障害物
黄：部屋の出口

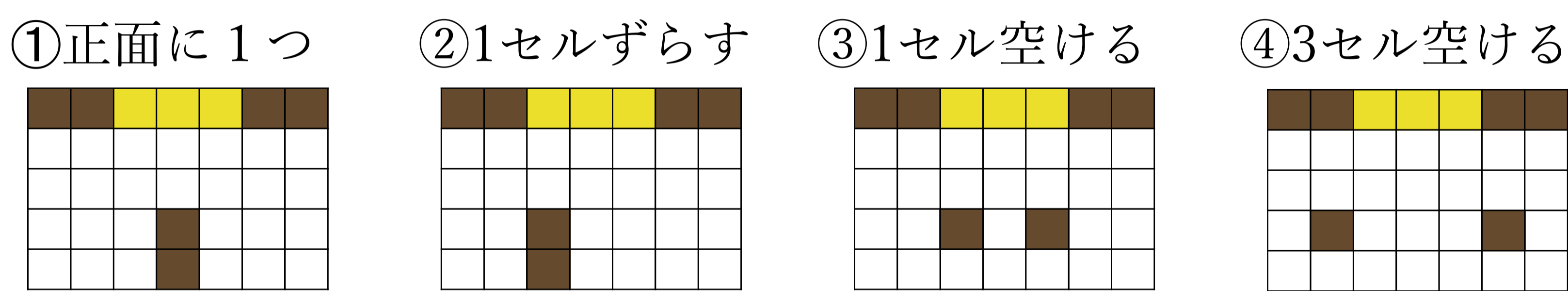
セルオートマトン上での人の動きを以下のように定める。

- ・人が1ステップに進めるのは前後左右4方向のいずれか1セル分。
 - ・4方向の中で一番出口に近いセルに進む。（この事象が起こる確率をAとする。）
 - ・もしくは人が一番多く通ったセルに進む。（この事象が起こる確率をBとする。）
 - ・複数人が同じセルに進もうとしたとき、確率Pで誰も進めないようにする。（ $0 < P < 1$ ）
- 平常時Pは0に近く、避難時などの緊急事態の時は人は急ごうとするためPは1に近づく。 ※ $A+B+P=1$

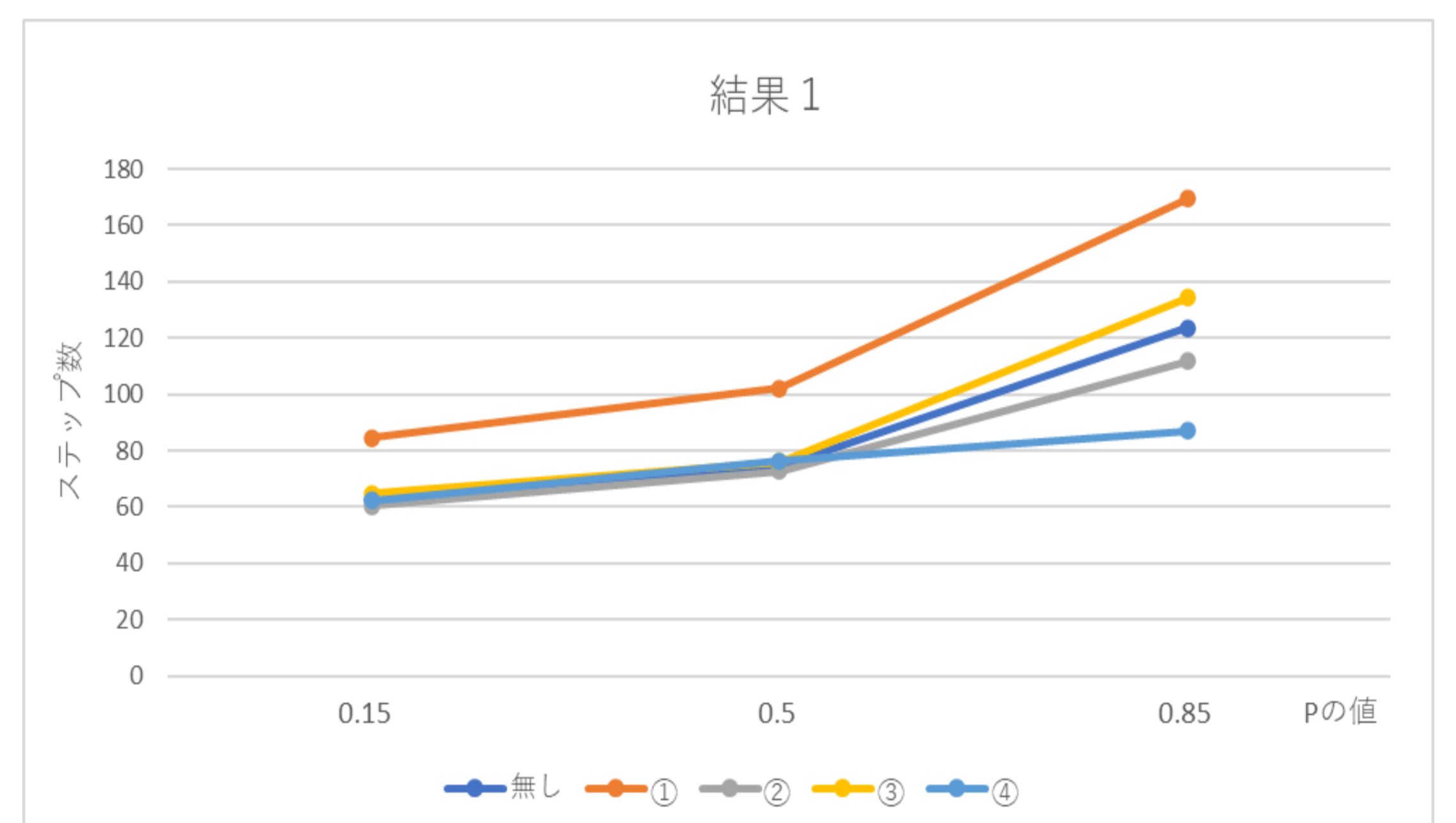
実験・結果Ⅰ

実験Ⅰでは20×20のセルを部屋とし出口は上の3つのセルで人数は80人とする。（右上図）
試行は全て20回ずつ行った。

実験Ⅰでは出口付近に小さな障害物を設置し避難時間を調べる。
今回は以下の4種類の障害物のパターンでシミュレーションした。



結果は右図のようになった。ただし実験Ⅰでは $A=B$ とする。

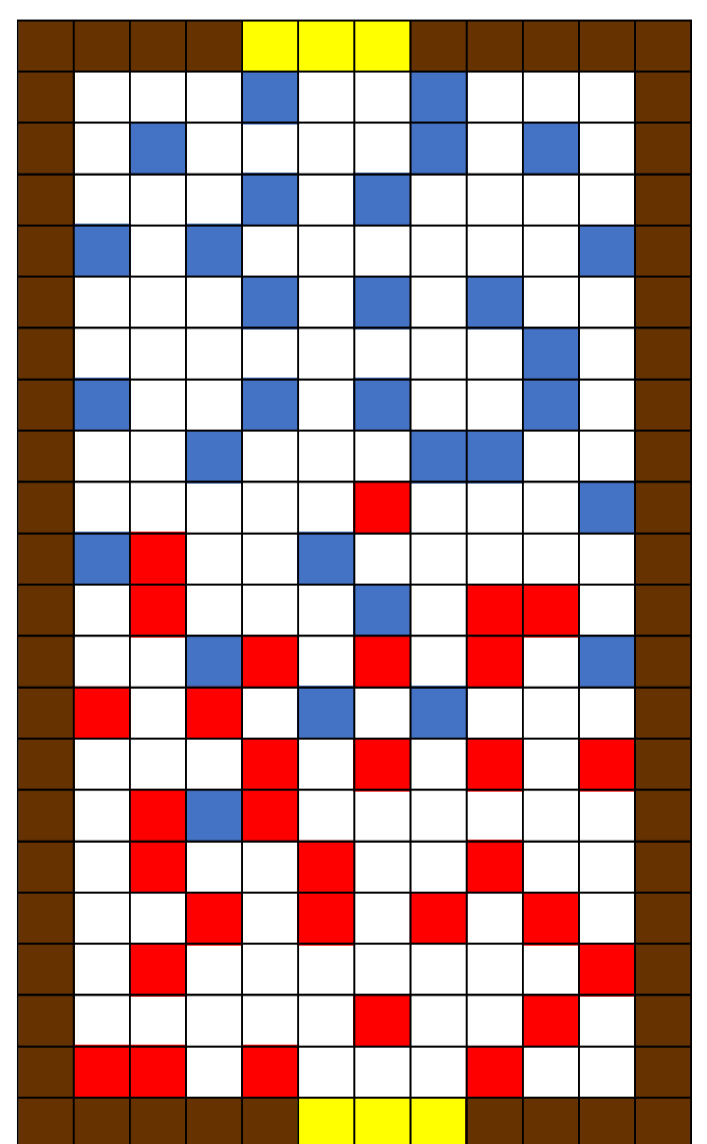


実験・結果Ⅱ

実験Ⅱでは人の通り道として20×10セルの出口が上下2か所ある部屋で実験をした（右図）。
図のように赤で表した人は上部の、青で表した人は下部の出口へ向かうことを想定する。人の動き方を以下の4パターンに定めそれぞれ実験し、赤30人青30人計60人が部屋を出るステップ数を調べる。
結果は表のようになった。ただし $P=0.2$ とする。

パターン	A:B	ステップ数
①	A:B=1:1	63
②	A:B=1:2	59
③	A:B=1:3	70
④	A:B=1.4	78

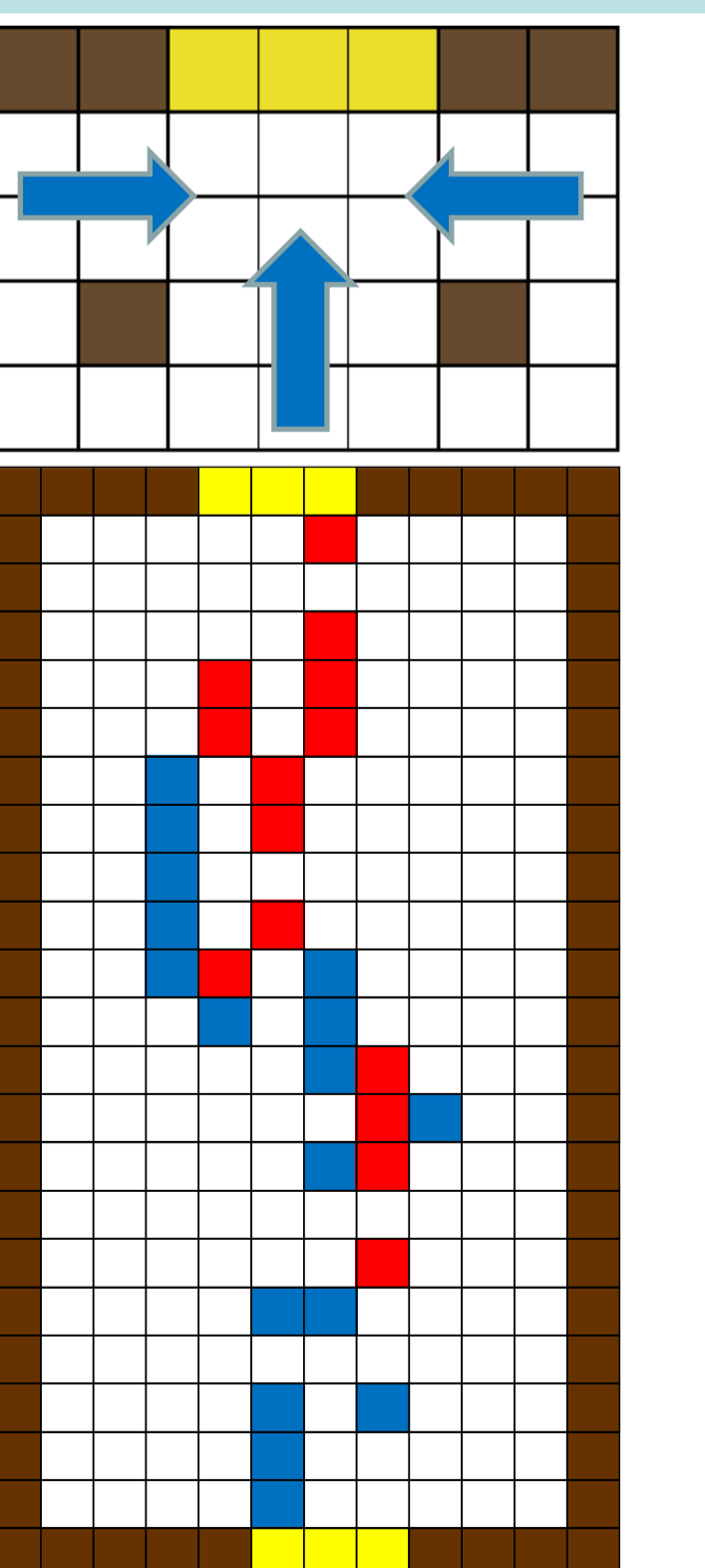
赤・青：人
茶：壁
黄：部屋の出口



考察

結果Ⅰでは障害物を配置することによって避難時間を削減できることが分かった。また障害物の置き方によってはかえって何も障害物がないよりも時間がかかってしまう場合もある。
障害物パターン④では右上図のように人の流れが出来ていて出口前での人の密集が緩和されていた。

結果Ⅱではパターン②でステップ数が一番少なくなった。これは駅構内など大人数の人が通路をすれ違いながら移動するとき、ただ最短距離を急ぐよりも前の人についていこうと意識しながら歩くと、よりスムーズに歩けることを示している。パターン②では右図のように同じ目的地へ向かう人の列ができていて素早く移動できていた。



反省・展望

実験Ⅱで結果に大きな差が出なかったのは、今回人の行動を他人についていく行動と最短経路に向かう行動の2つに注目したが、人がより効率よく移動するには他の行動パターンも考慮する必要があったからではないかと思われる。
今後は状況にあった行動パターンについてシミュレーションしていきたい。

参考文献：『渋滞学』

西成 活裕

『クルマの渋滞アリの行列 渋滞学が教える「混雑」の真相』

西成 活裕