

KK-MAS 群集流動シミュレーション へのビジネス展開

(株)構造計画研究所
企画営業部 吉松 慶



はじめに

KK-MASを使った新しいビジネスを模索

群集流動シミュレーションにおいてはKK-MASの優位性が示せるのでは？

< 群集流動シミュレーションの例 >

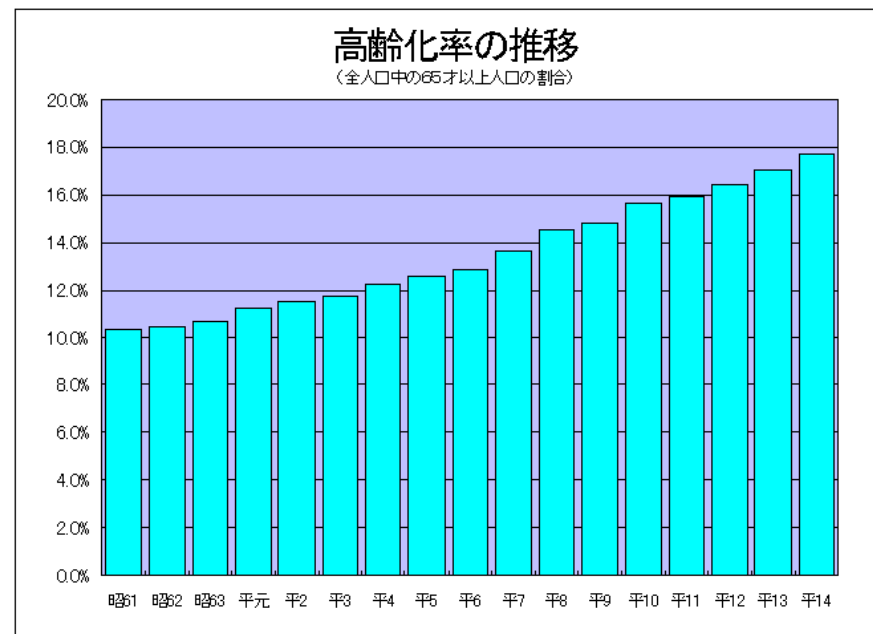
- 緊急時の避難計画
- 大型店舗の配置計画
- 都市計画
- 動線計画
- 群集警備計画



避難計画

高齢化社会における避難計画

- 国民の約18%が高齢者。
- 高齢者が多く集まる空間（コンサートホール等）では、高齢者でも安全に避難できる計画を作る必要がある。

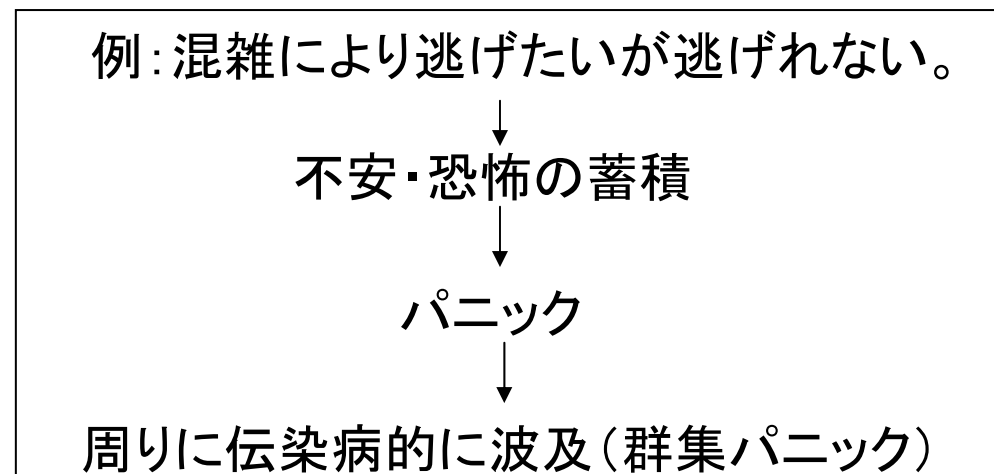


これまでの避難安全性検証

- 避難完了時間の算出が主な目的。
- 個人の能力差はほとんど考慮されていない。
- 群集が同時に避難する事によって引き起こされる「**群集パニック**」等による被害の危険性が評価できていない。

群集パニックの発生過程

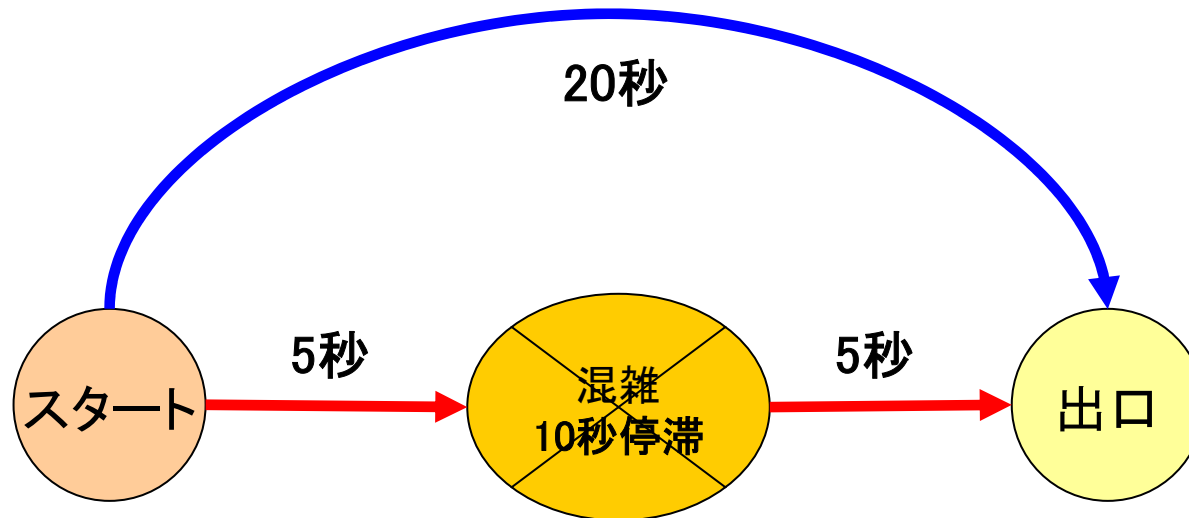
- 人は外的な要素により不安感・恐怖感が増大し、限度を超えた時にパニック状態に陥る。



将棋倒し事故などで
更なる被害を生む！

流動的な避難とは？

→「止まることなく流れる避難」



所要時間は同じ20秒だ
が...



・・・流動的な避難ルート



・・・流動的でない避難ルート

本シミュレーションの目的

多くの高齢者がいる密集空間において

より迅速に

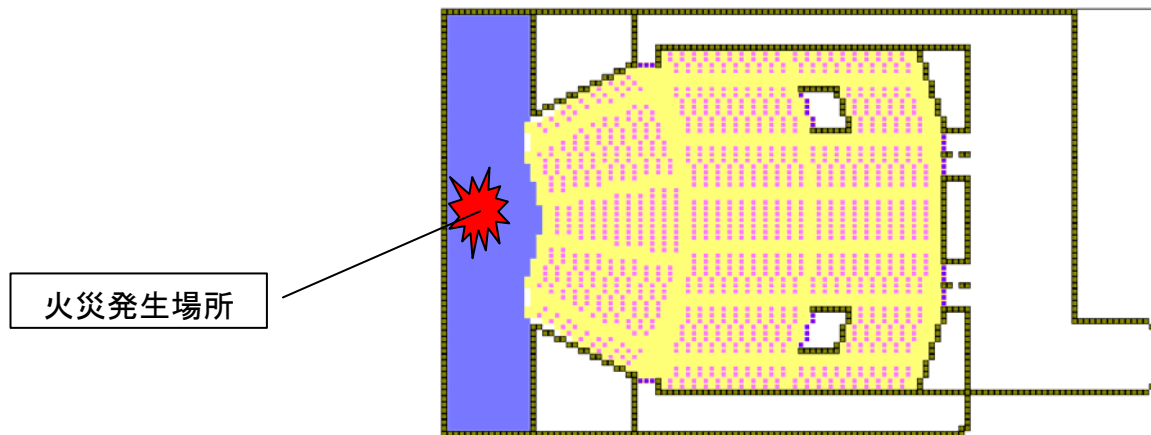
より流動的に

避難を行わせるためには、どのような避難計画が最適か？

→KK-MASを使って検証

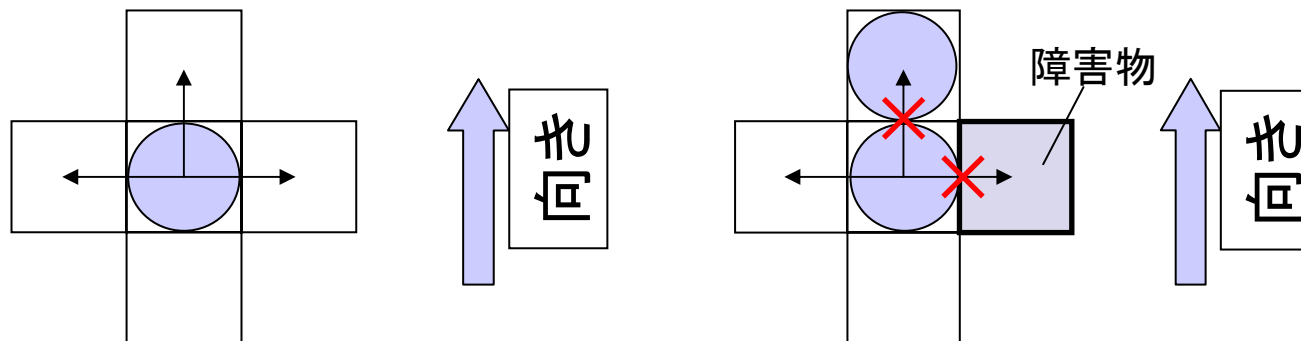
設定条件

- 場所：満員の劇場（観客数1191人）
- 観客の20%は高齢者
- 状況：舞台上で火災発生！一斉避難開始



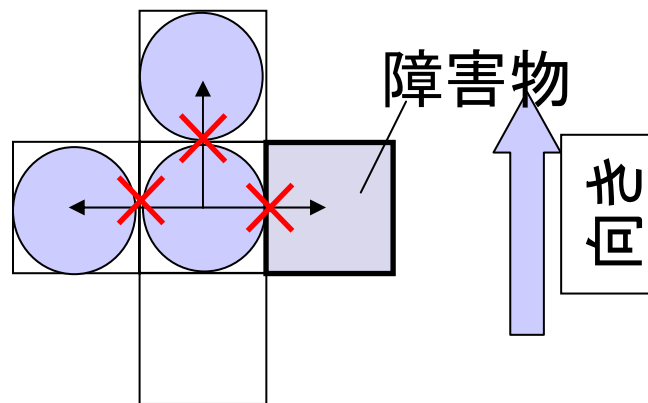
避難者エージェントのルール

- 各避難者は50cm × 50cmのグリッド間を移動する。
- 歩行速度は高齢者0.63m/s、それ以外の人1.25m/sとする。
- 各避難者は0.4秒毎に意思決定をし、行動判断を下す。
- それぞれ向きを持っており前、右、左の3方向から目的地に近づく方向を選んで進む。(後ろには進まない・前方向を優先(直進性))
- 進行方向に人、又は障害物(壁など)がある場合はその方向には進めない。
- 3方向どこへも行けない状態が続くと向きを真後ろに変え、新たな経路を探す。



停滞時間の定義

- 行こうとしている3方向が塞がれ、身動きが取れない状態を停滞と呼び、その状態が継続している時間を停滞時間とする。



最大停滞時間の意義

- 最大停滞時間が短い

→ 避難行動がスムーズに行われている。

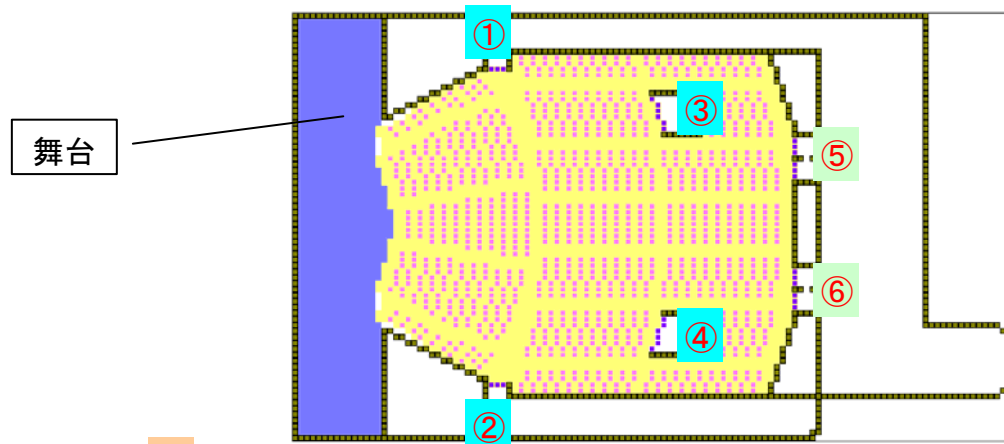
- 最大停滞時間が長い

→ 避難行動がスムーズに行えていない。

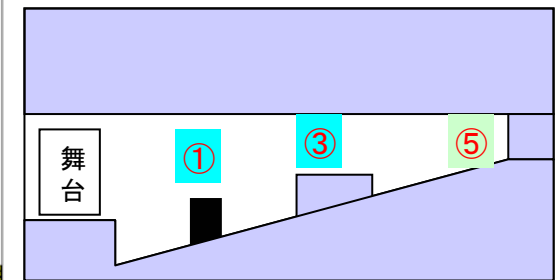
群集パニックを引き起こしやすい状態。

流動性を表す指標

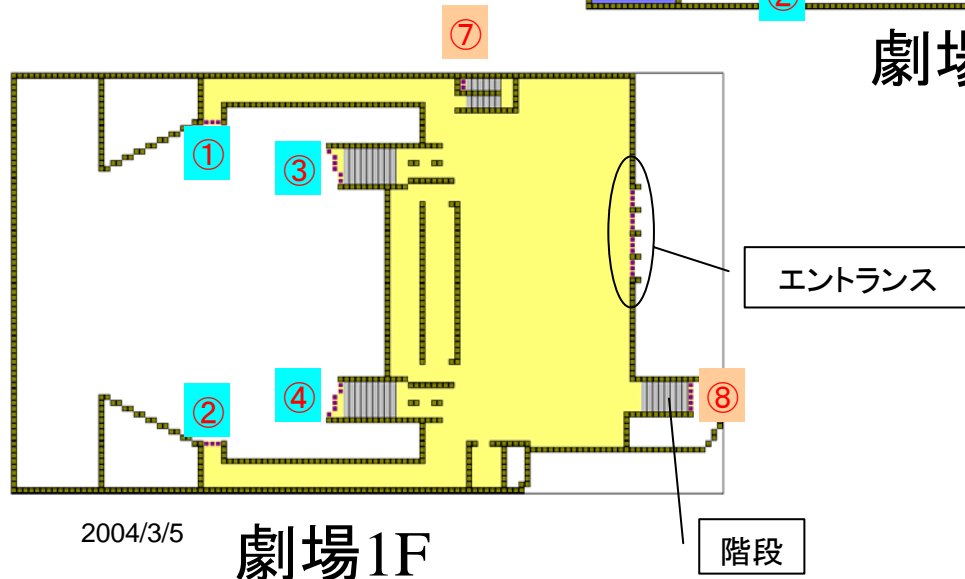
劇場の構造



劇場内

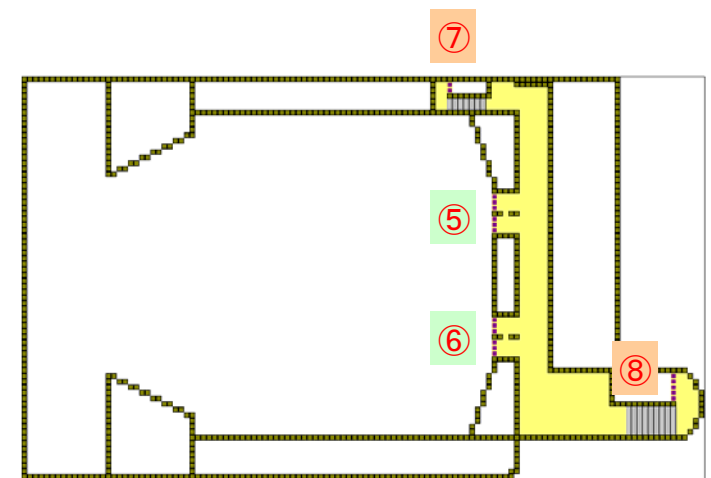


断面図

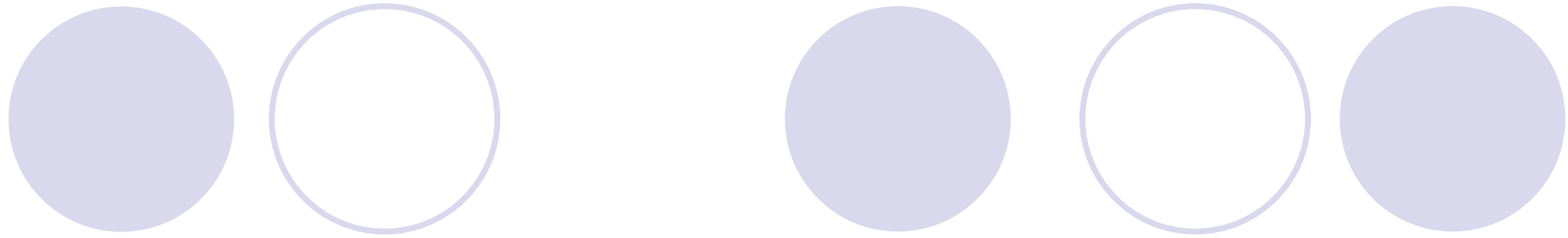


2004/3/5

劇場1F



劇場2F

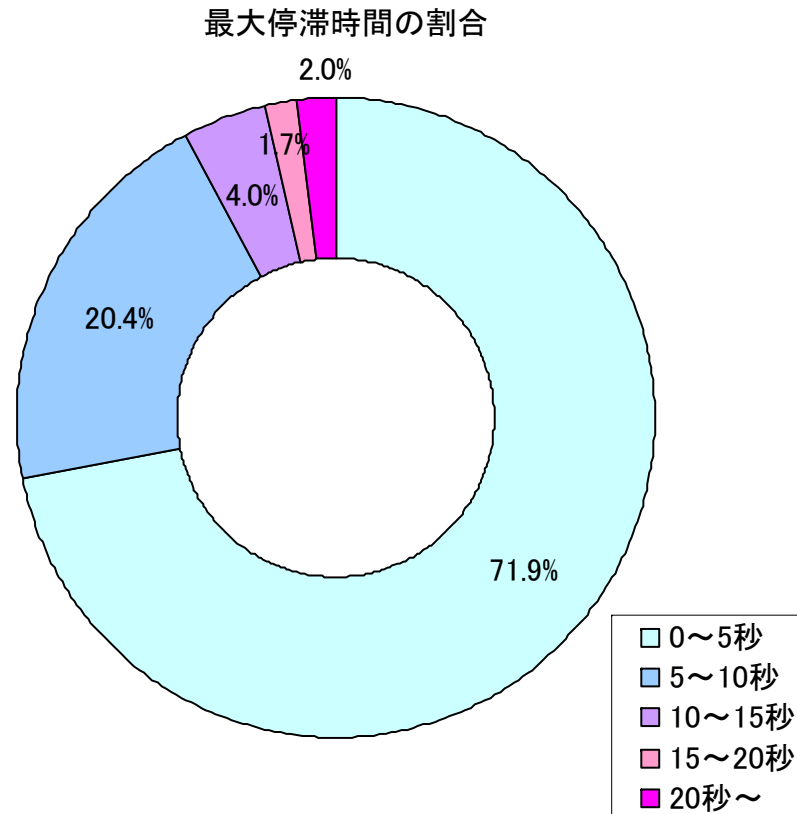


SIMULATION


〈高齢者：ランダム配置〉

シミュレーション結果(10回の平均値)

- 避難完了時間(迅速性) : 6分02秒
- 最大停滞時間の平均値(流動性) : 4.13秒



避難計画

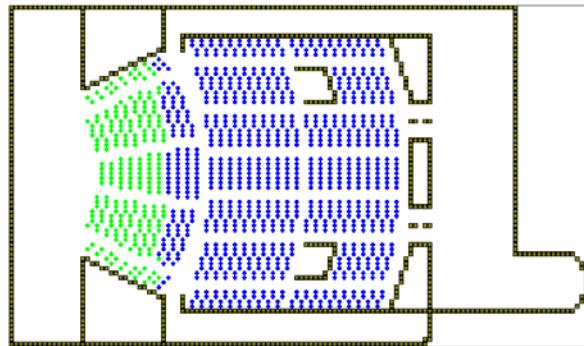


- 避難誘導などで改善を図るのが一般的。

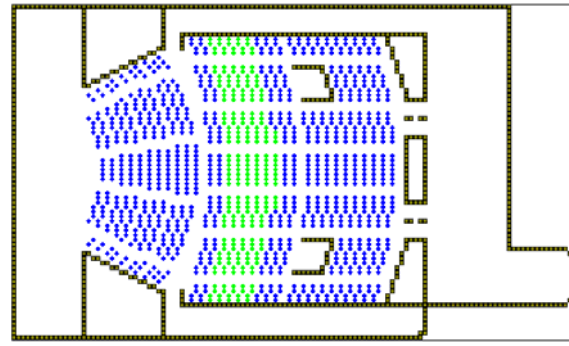


高齢者の座席を指定することで、避難の迅速性及び流動性を改善できないであろうか？

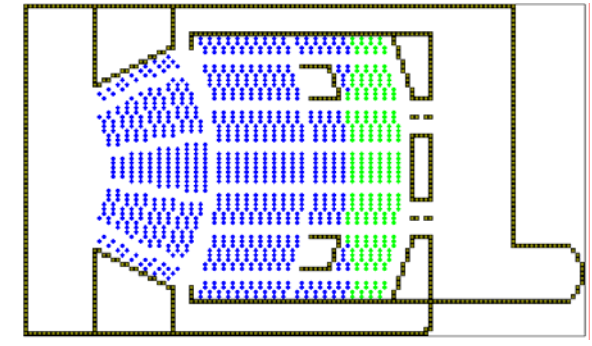
高齢者の座席配置パターン



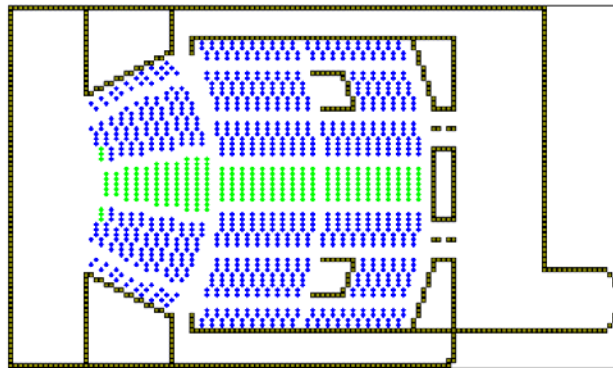
前方型



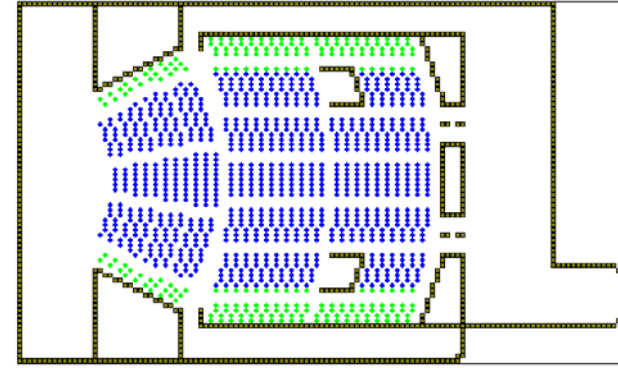
中間型



後方型



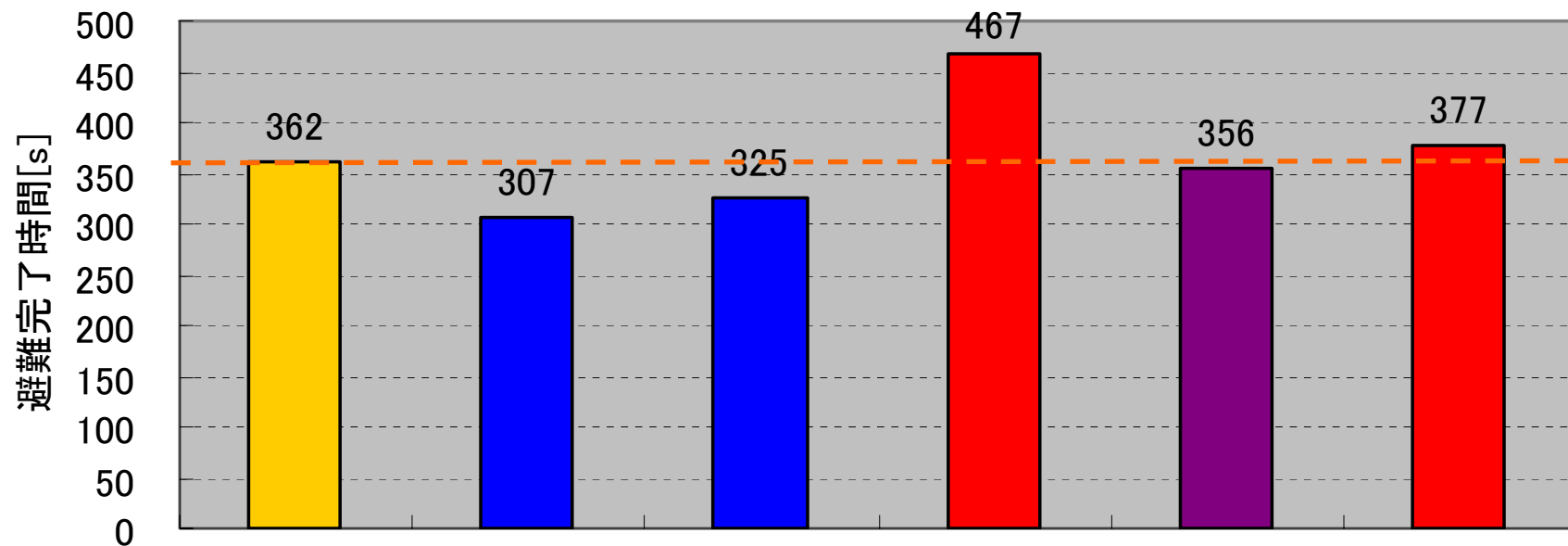
中央型



端型

結果1 (避難完了時間: 迅速性)

(4回の平均値)



ランダム

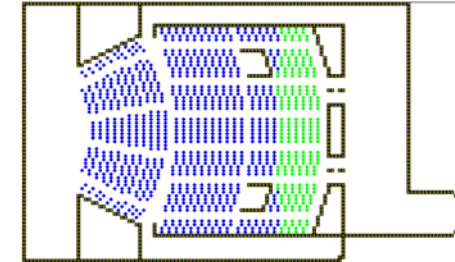
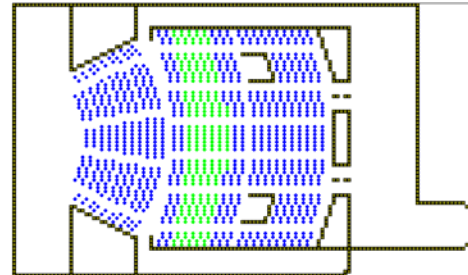
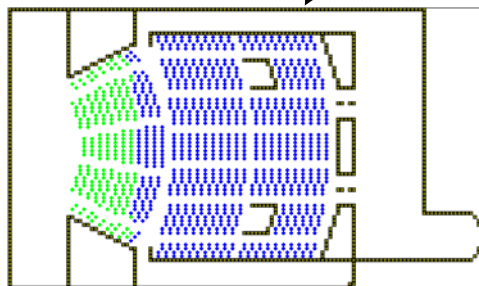
前方型

中間型

後方型

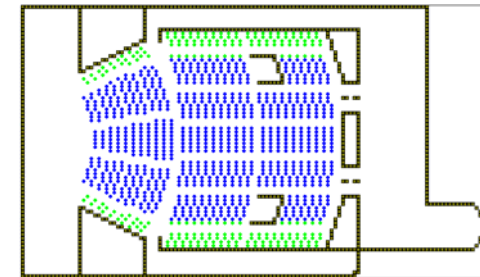
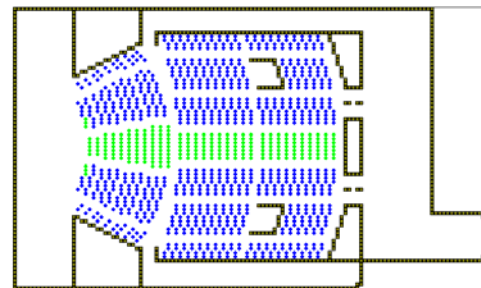
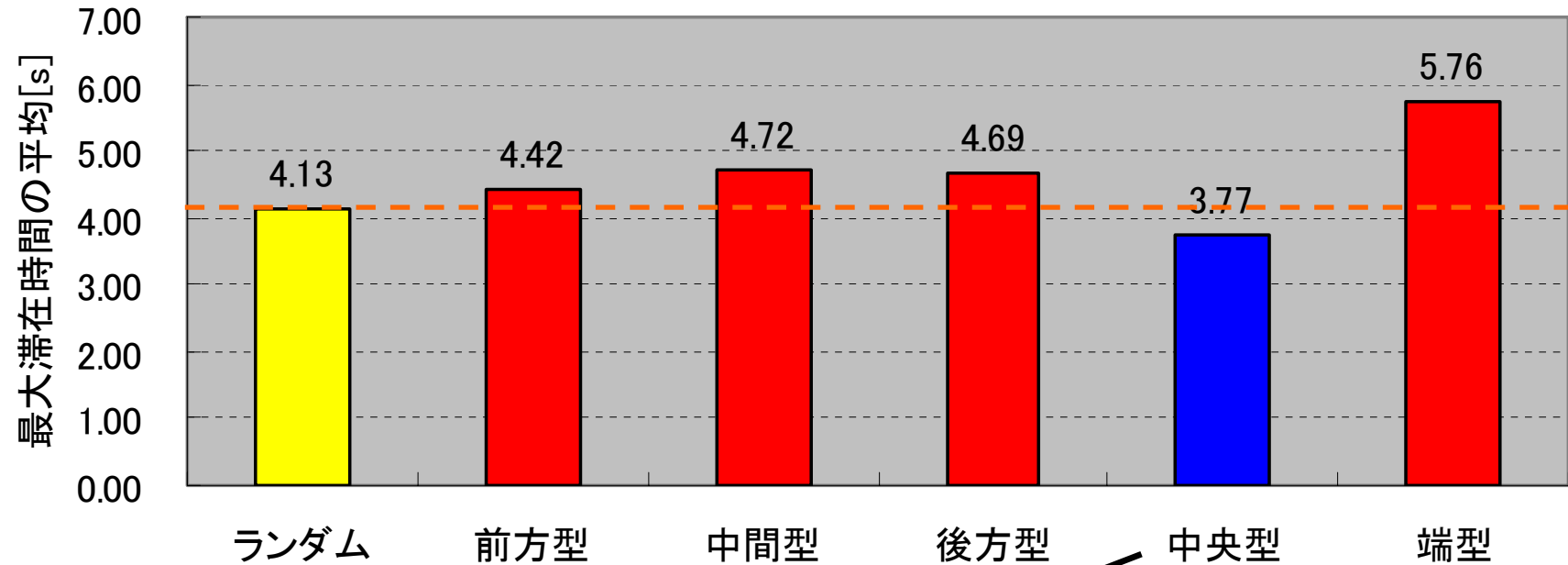
中央型

端型



結果2(最大停滞時間の平均:流動性)

(4回の平均値)

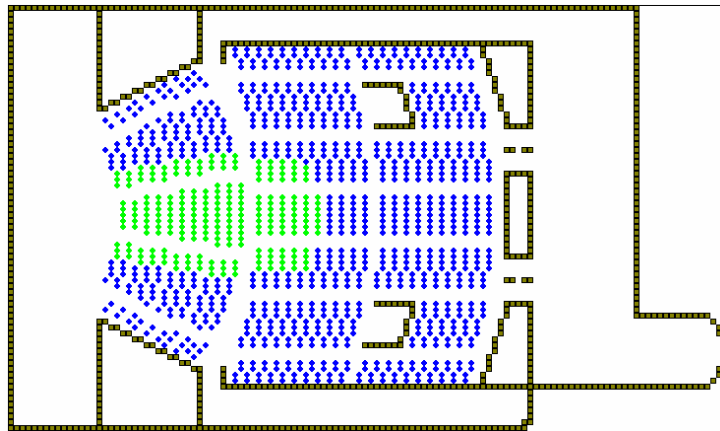


検証結果

- 迅速性

前方に座る程良くなる。

→高齢者が短い1階のルートを使うから。

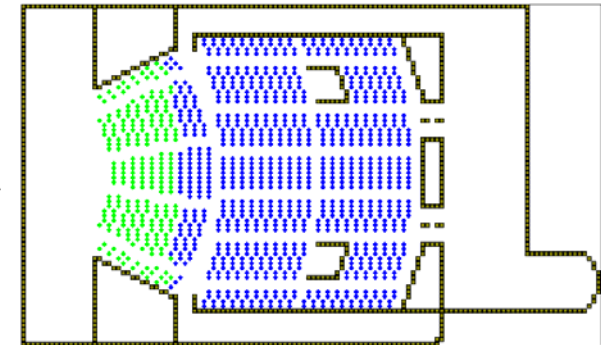


前方中央型

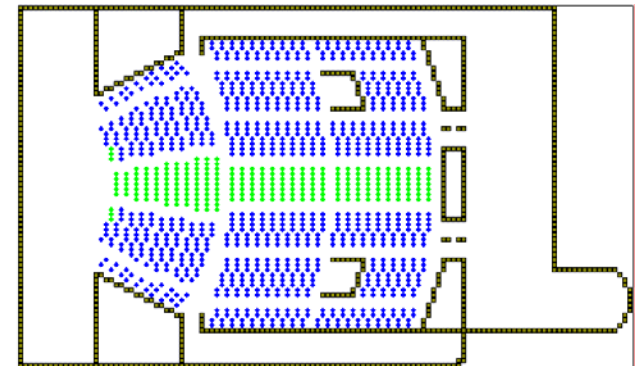
- 流動性

出口から遠いほど良くなる。

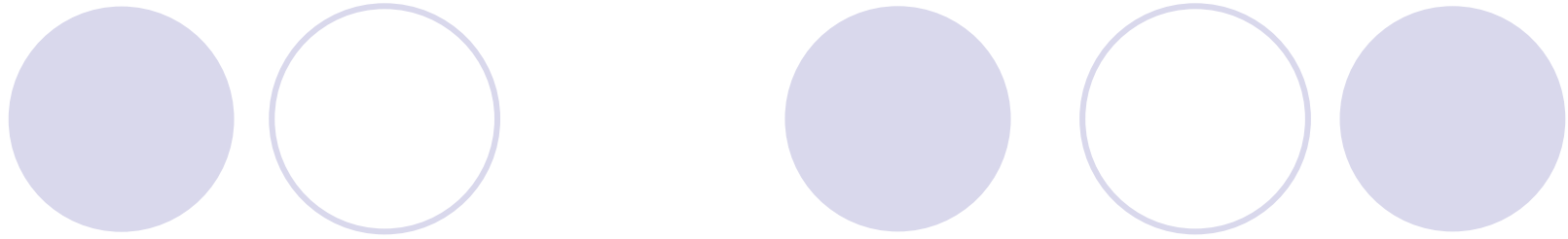
→高齢者が流れの先頭にならなくなるから。



前方型



中央型



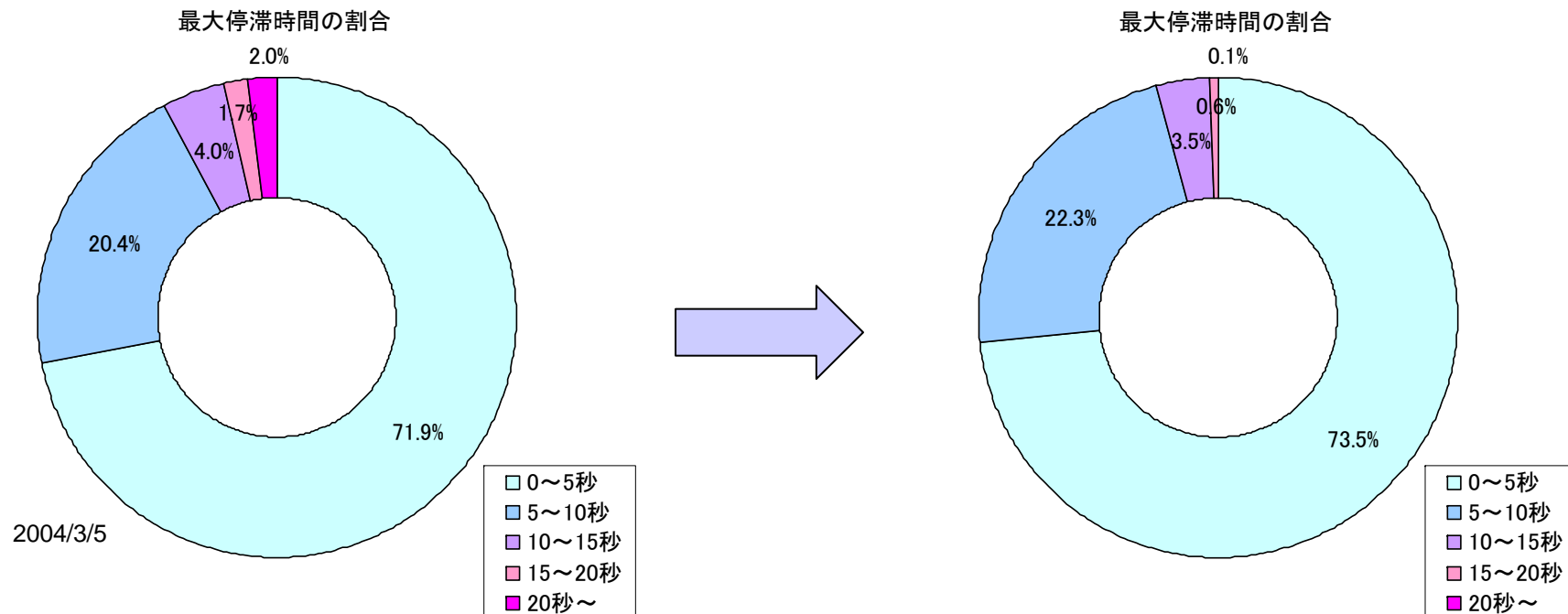
SIMULATION

〈高齡者：前方中央型配置〉

シミュレーション結果(4回の平均値)

- 避難完了時間(迅速性)
: **5分12秒**(ランダム:6分02秒)
- 最大停滞時間の平均値(流動性)
: **3.84秒**(ランダム:4.13秒)

迅速性
流動性
共に改善



避難計画まとめ

- 迅速性・流動性の2つの指標により、避難計画の安全性を評価した。
- 高齢者の座席配置によって、避難全体の流れが大きく変わる。
- 短い避難ルートでかつ、流れの最後になりやすい位置に高齢者の座席を配置することで、ランダムに配置するよりも避難の安全性が向上する。

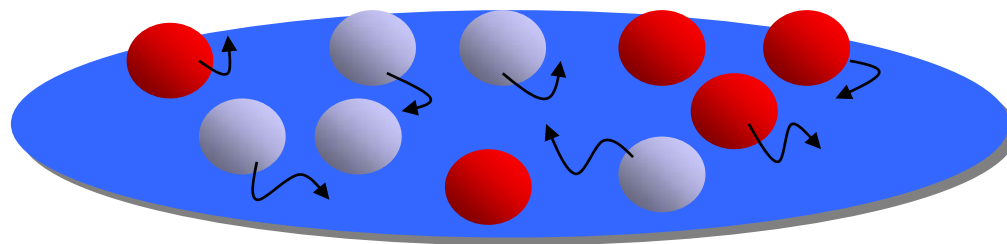


動線計画

食堂

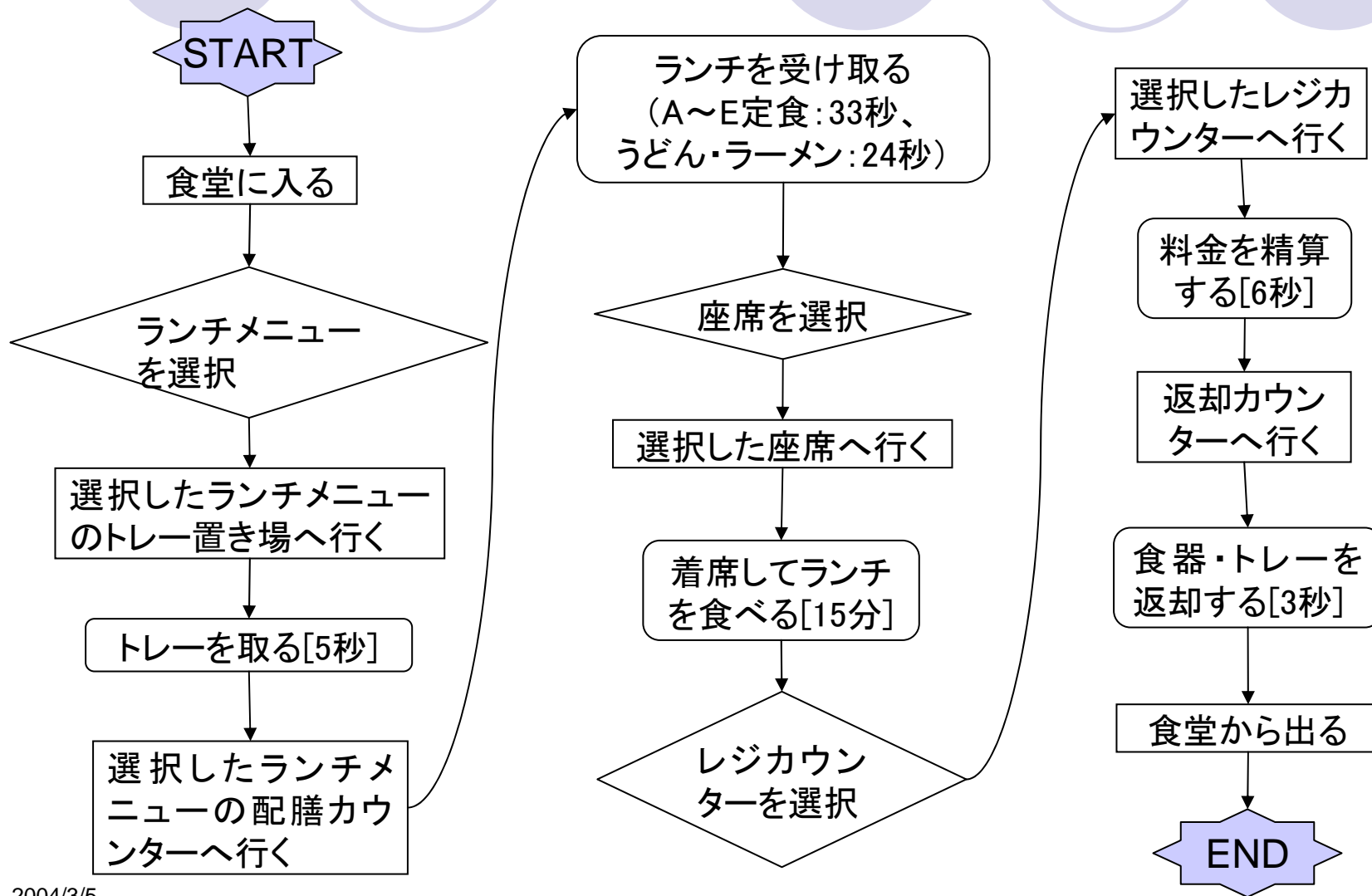
- 配膳カウンターへ向かう人、席に向かう人、食事を取る人、レジへ向かう人・・・
様々な意思を持った人が行き交う空間

動線の交錯が起こりやすい空間

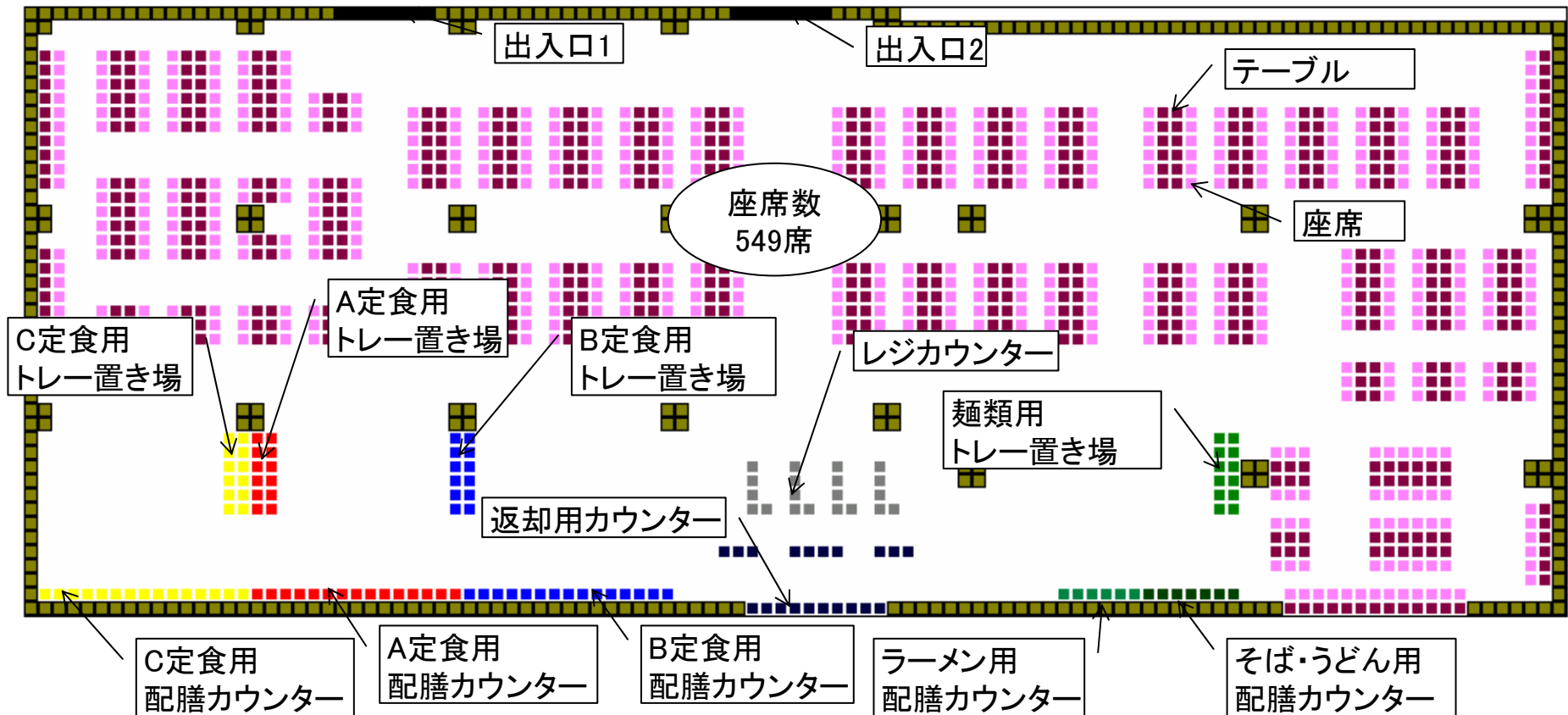


KK-MASを用いて利用者の流れを再現

利用者エージェントの行動フロー



食堂の構成



初期パラメータ

時間帯別の利用者数

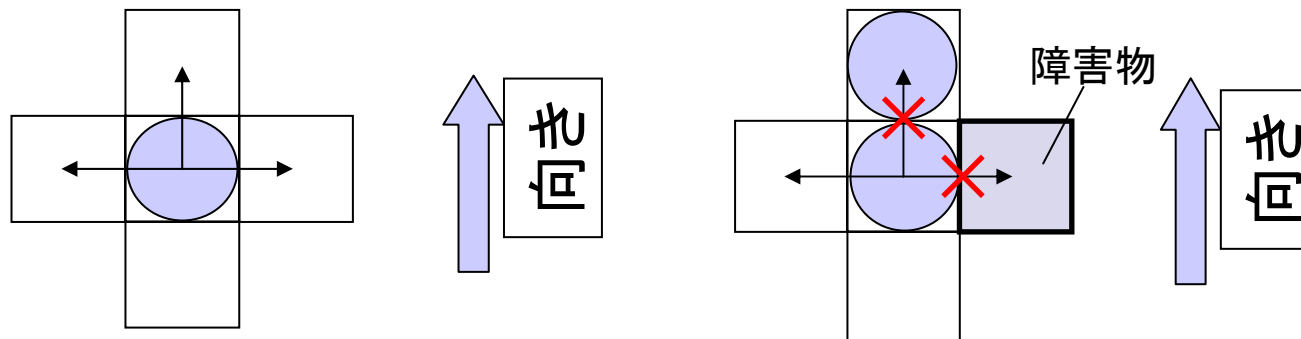
時間	出入口1からの 食堂利用者数	出入口2からの 食堂利用者数	合計者 数
12:00~12:10	312	208	520
12:10~12:20	12	8	20
12:20~12:30	198	132	330
12:30~12:40	18	12	30
合計者数	540	360	900

各メニューの在庫数

メニュー名	在庫数
A定食	225
B定食	225
C定食	225
ラーメン	112
そば・うどん	113
合計	900

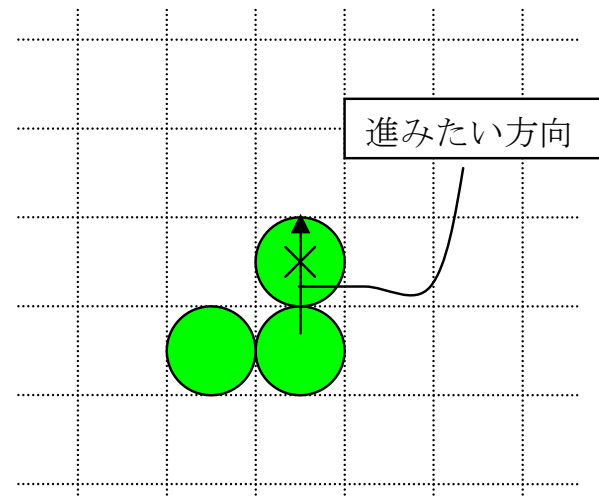
利用者エージェントのルール

- 各利用者は50cm × 50cmのグリッド間を移動する。
- 歩行速度は1.00m/sとする。
- 各避難者は0.5秒毎に意思決定をし、行動判断を下す。
- それぞれ向きを持っており前、右、左の3方向から目的地に近づく方向を選んで進む。
- 進行方向に人、又は障害物(椅子など)がある場合はその方向には進めない。

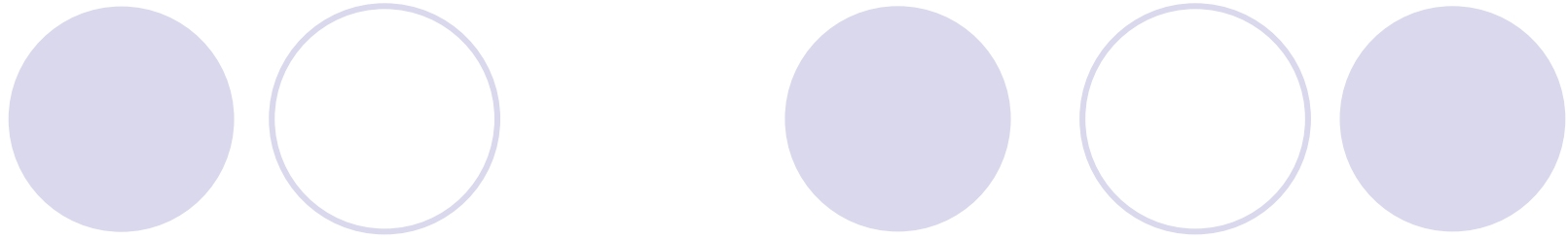


ストレス値

- 混雑により、利用者が進みたいと思う方向に進めなかった場合に、その場所に対してカウントされる値。



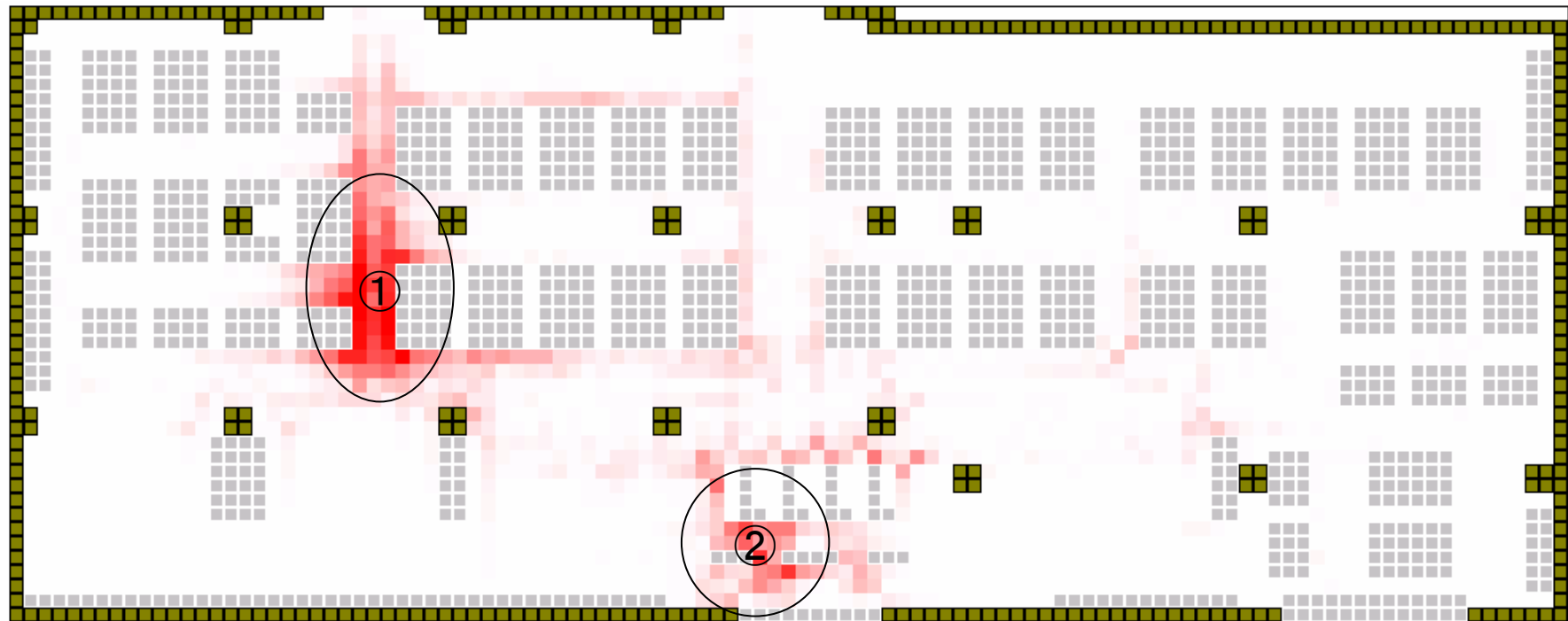
動線が交錯しやすい場所で多くカウントされる。



SIMULATION

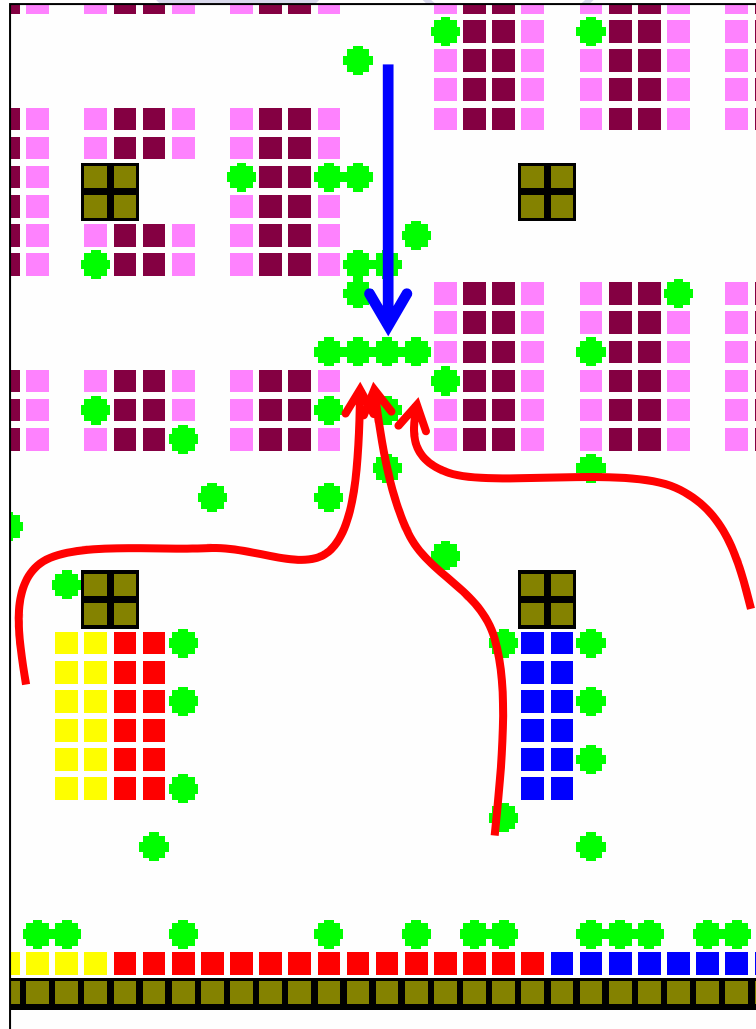
〈現状〉

シミュレーション結果 (ストレス値の発生頻度分布)



ストレス値

検証①

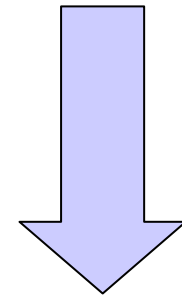
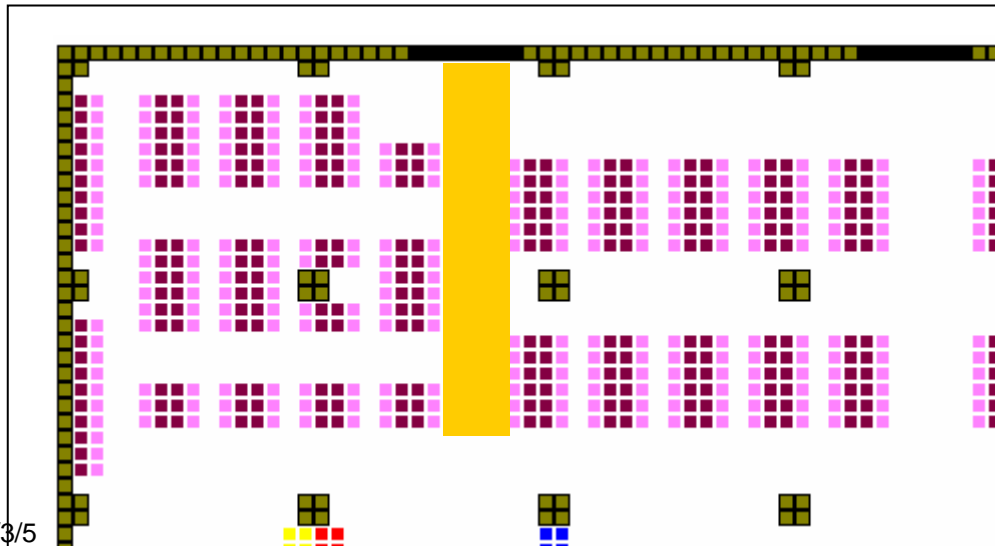
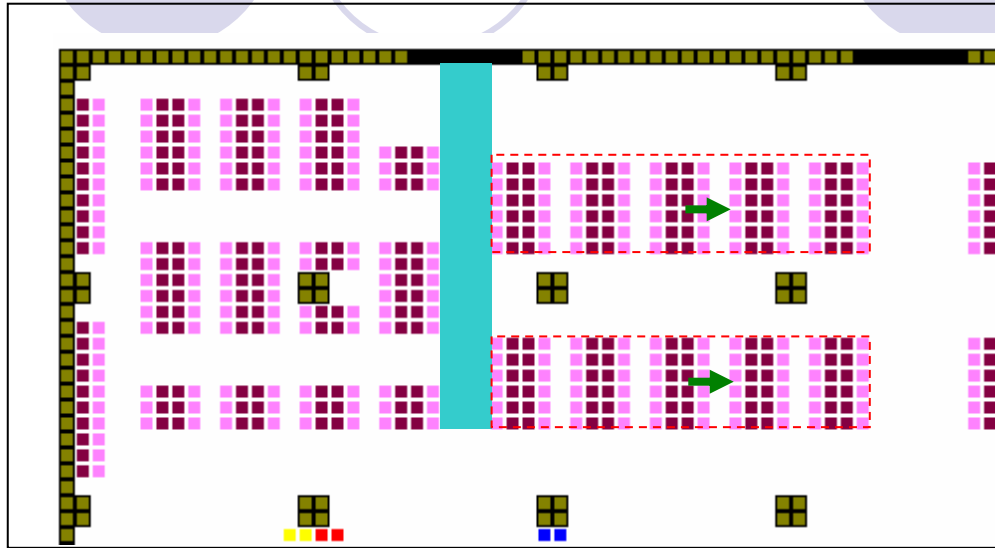


出入口からA,B,C定食カウンターへ向かう人



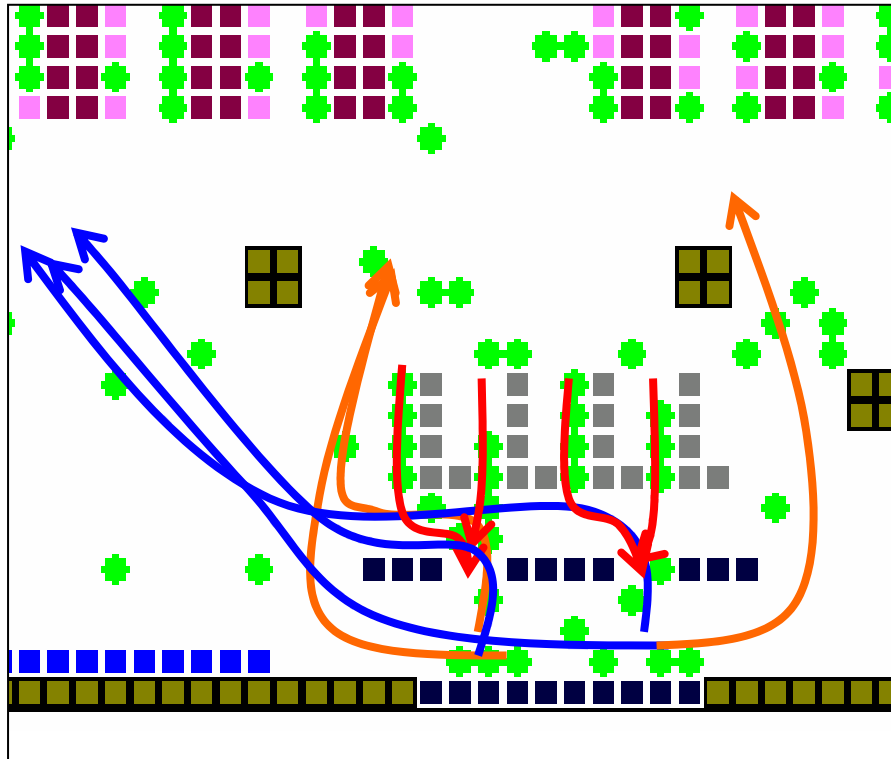
A,B,C定食カウンターから席に座ろうとする人

改善①



テーブルを移動
通路幅拡大
(150cm→200cm)

検証②

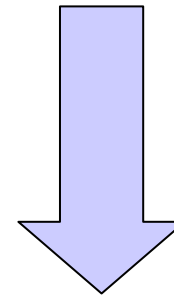
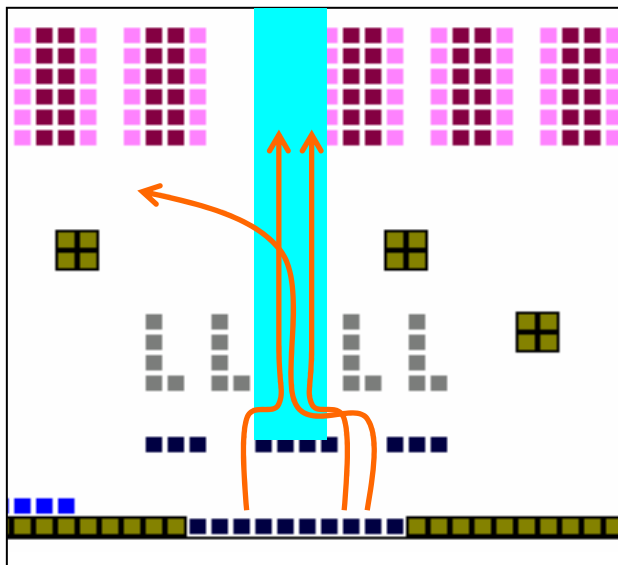
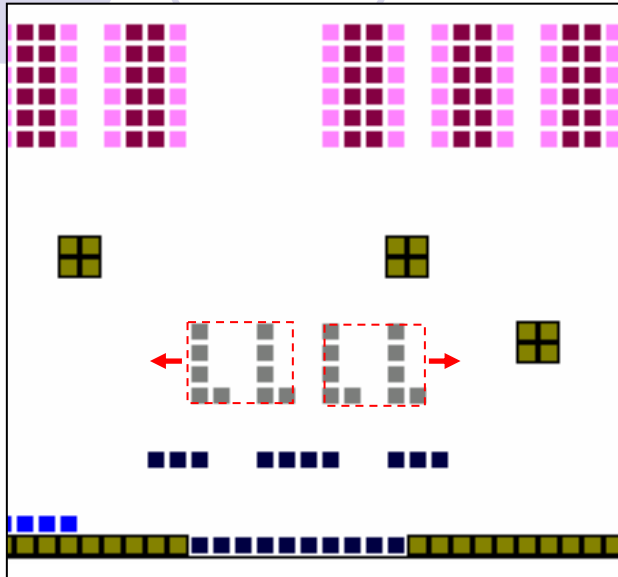


レジから返却カウンターへ向かう人

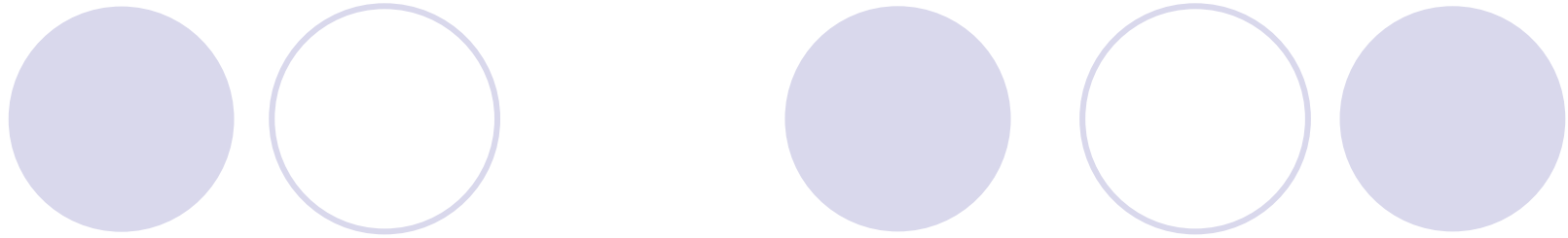


返却カウンターから出入口へ向かう人

改善②



レジカウンターを移動
新たな通路を確保

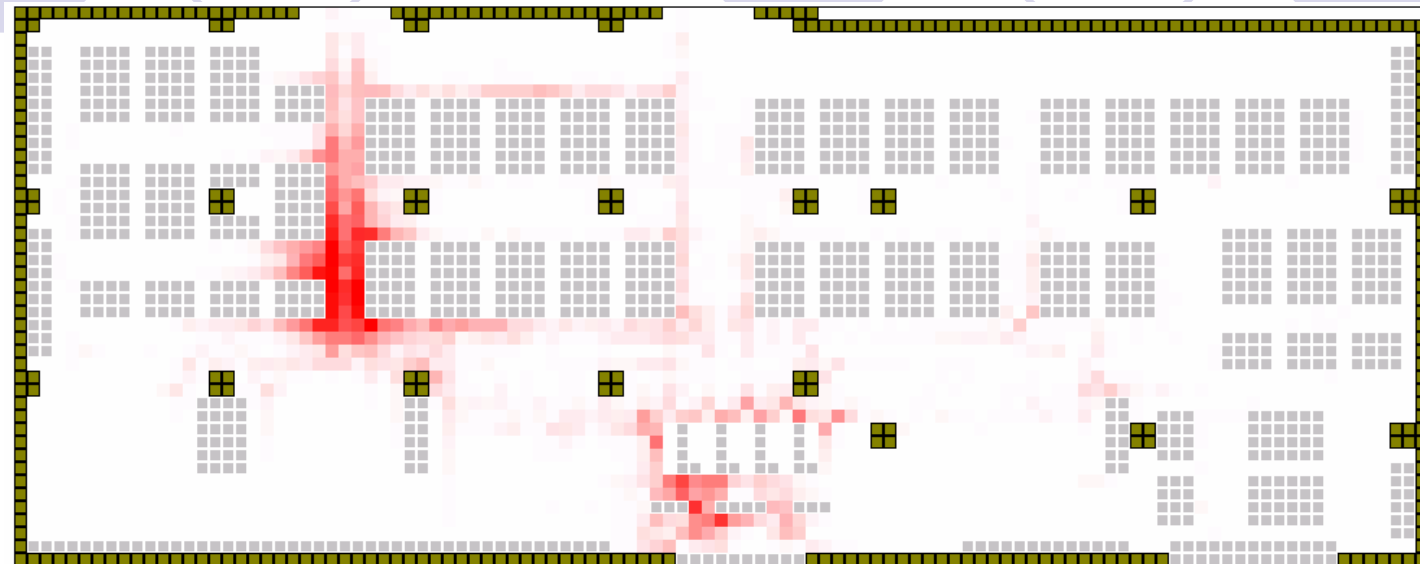


SIMULATION

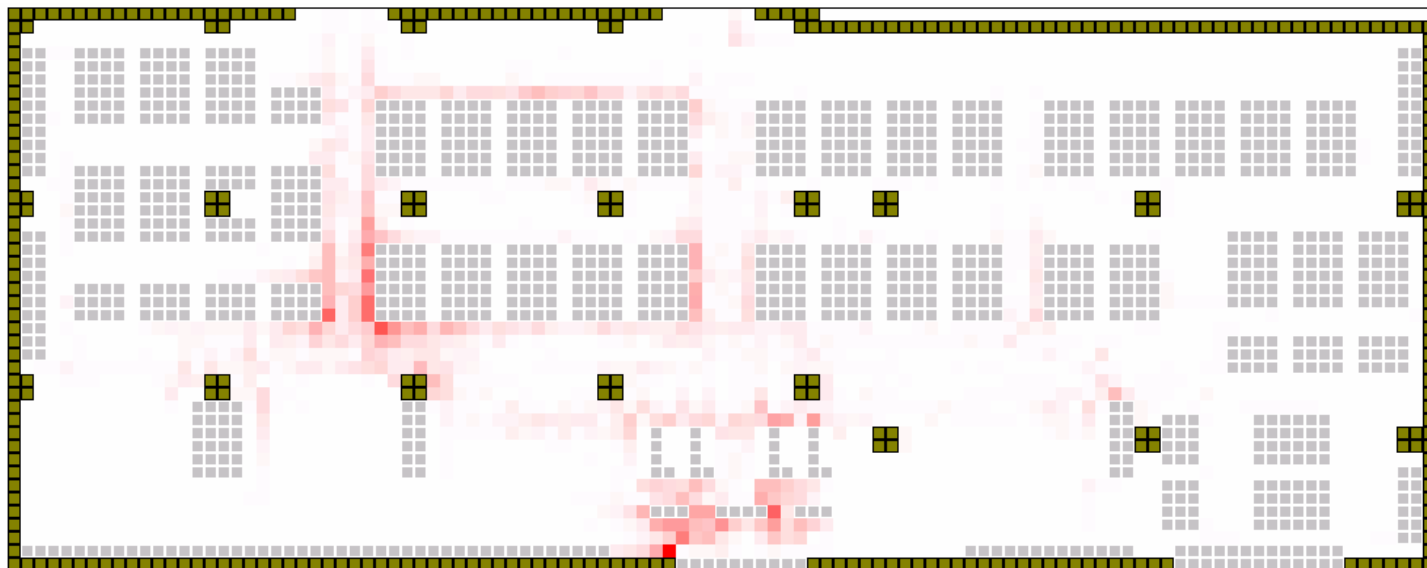
〈改善後〉

シミュレーション結果 (ストレス値の発生頻度分布)

改善前



改善後



2004/3/5

動線計画まとめ

- ストレス値の発生頻度分布により、動線計画に問題がある箇所が明確になる。
- 問題のある箇所を観察することで、それに適した改善案が導き出せる。



END

御静聴ありがとうございました