

# 大規模火災における避難と 誤伝達を含む情報共有

---

早稲田大学・創造理工学研究科・経営システム工学専攻  
林優貴・手塚洸佑・福場智紀

# 対象システムと問題状況

## 対象システム

地震による**火災**が発生した市街地とその住民

住民が生存のために、状況を認知しながら、適切な経路で避難地へ向かう場

## 問題状況

首都直下地震で予想される最大の被害：**火災**

### ◆当該地域の状況

火災は周辺の建造物や可燃物に**延焼**するため、**火災状況は常に変化し続ける**

### ◆周辺住民

避難地への道中には、**通行不能**あるいは**火災で通れない道路**が存在する。

スマホなどのネットワークインフラは混雑・破損によって機能しないので、避難時の状況把握は**住民がその目で見るか近くにいる人から聞く**などの方法しかない。

## 行政の対策

混乱している状況では、**情報の聞き違いや受け取り方の違い**が起きやすい。しかし、一人だけで得る情報には限界がある。

従って、住民に**コミュニケーションをとらせるべきか**どうか分からない。

# 分析目的とシナリオ

## 分析目的

### ◆ 避難時のコミュニケーションは有効か？

災害時のコミュニケーション推進あるいは抑制

### ◆ 情報の誤伝達の影響は？

誤伝達率が**影響小**→「多少の間違いがあっても情報は共有すべき」

誤伝達率が**影響大**→誤伝達の発生を抑える対策を

## シナリオ

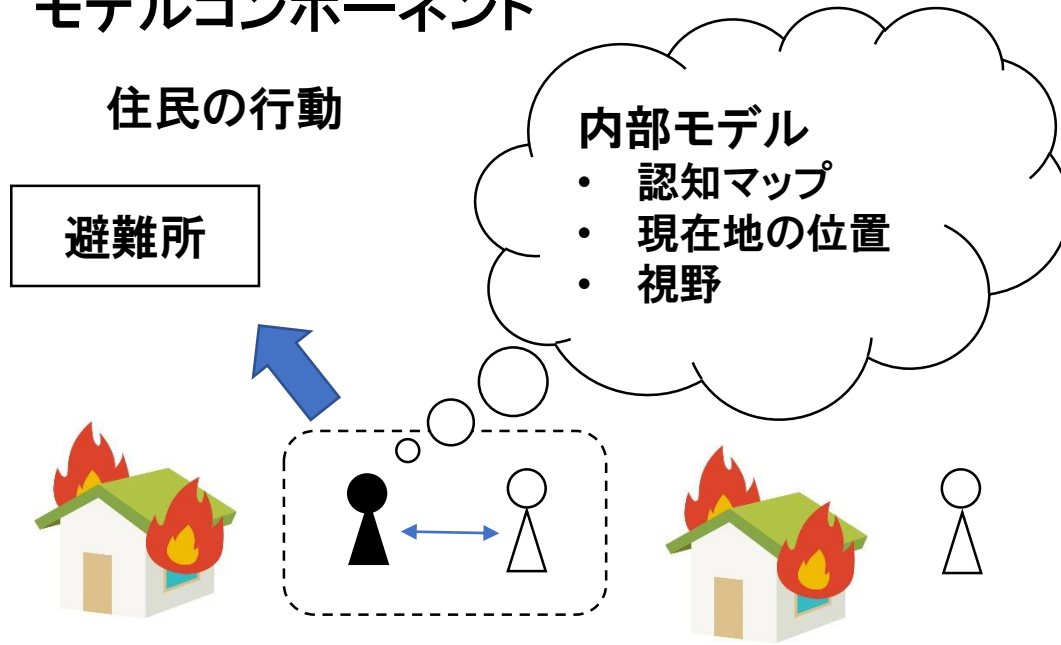
コミュニケーション率(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)

×

誤伝播率(0.001, 0.002, 0.003)

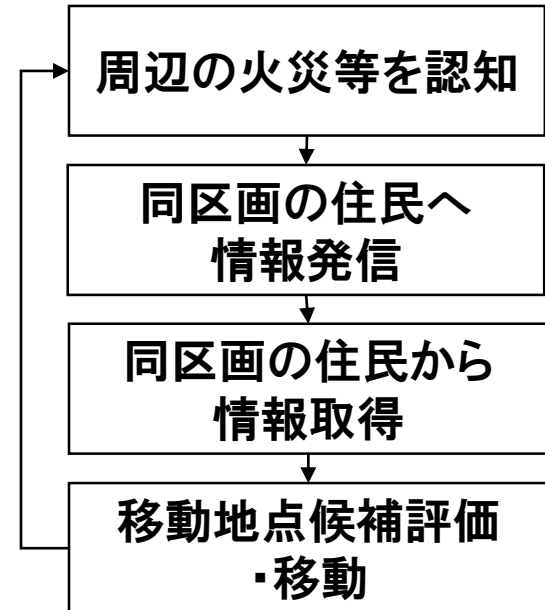
# 概念モデル

## モデルコンポーネント



- ✓ 火災は一定距離の可燃物に一定確率で延焼
- ✓ 住民は避難地へ火災を避けながら移動
- ✓ 同区画内の住民に火災情報を伝達可
- ✓ 情報伝達には一定確率で誤りが混入
- ✓ 住民の移動方向は数式によって評価

## ■ 住民の行動フロー



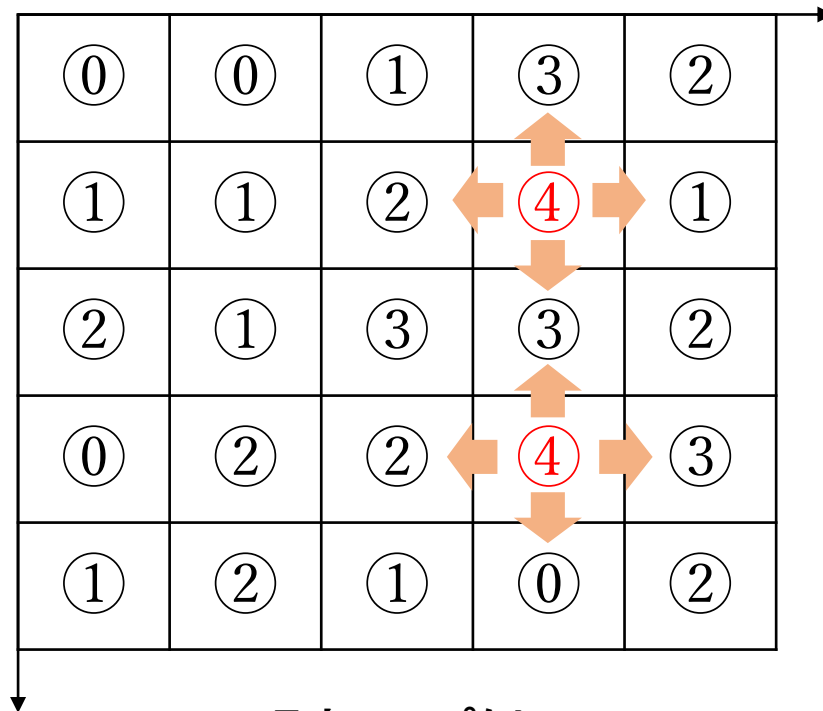
# 定式化:環境

## 現実マップ

- ◆ セルに区分けする
- ◆ 各セルに火災、可燃物、通行不可の状況を表す
- ◆ 各セル $(i, j)$ の状態 $x_{i,j}$ は次の5通り  
 $x_{i,j} \in \{0,1,2,3,4\}$

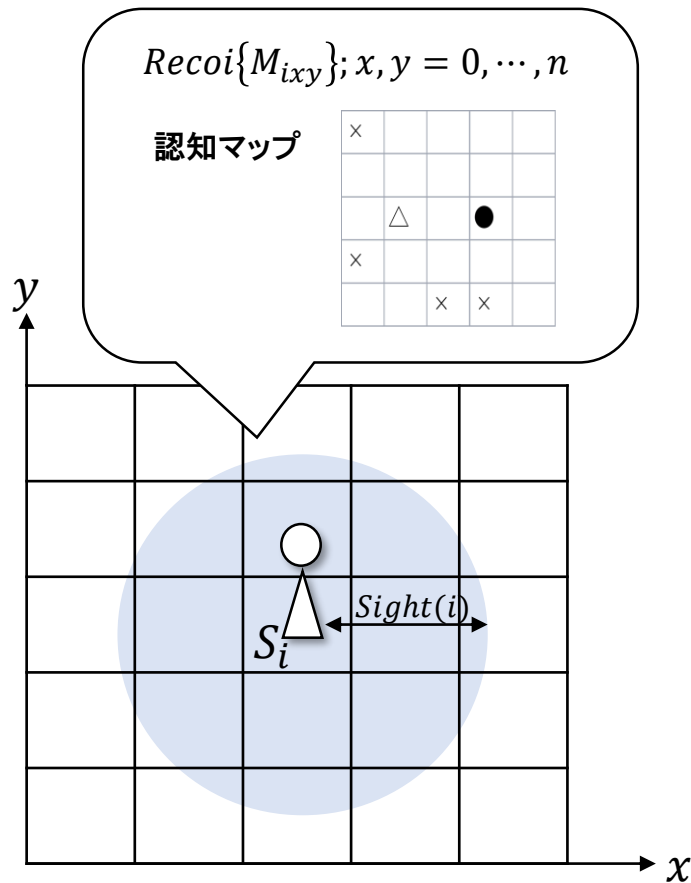
	可燃物	火災	通行
0	無	無	可
1	無	無	不可
2	有	無	可
3	有	無	不可
4	有	有	不可

状態④のセルは周辺の状態②, ③のセルを相対距離 $d$ に応じた確率 $P_s(d)$ (延焼率)で状態④に変える



現実マップ例

# 定式化: エージェント(内部モデル)



## エージェント $i \in \{1, \dots, NumOfAd\}$ の内部モデル

➤ 各エージェント  $i$  の現在の位置:

$$S_i = (x, y); x, y = 0, \dots, n$$

➤ 各エージェント  $i$  は認知マップ

$$Reconn\{M_{i_{xy}}\}; x, y = 0, \dots, n$$

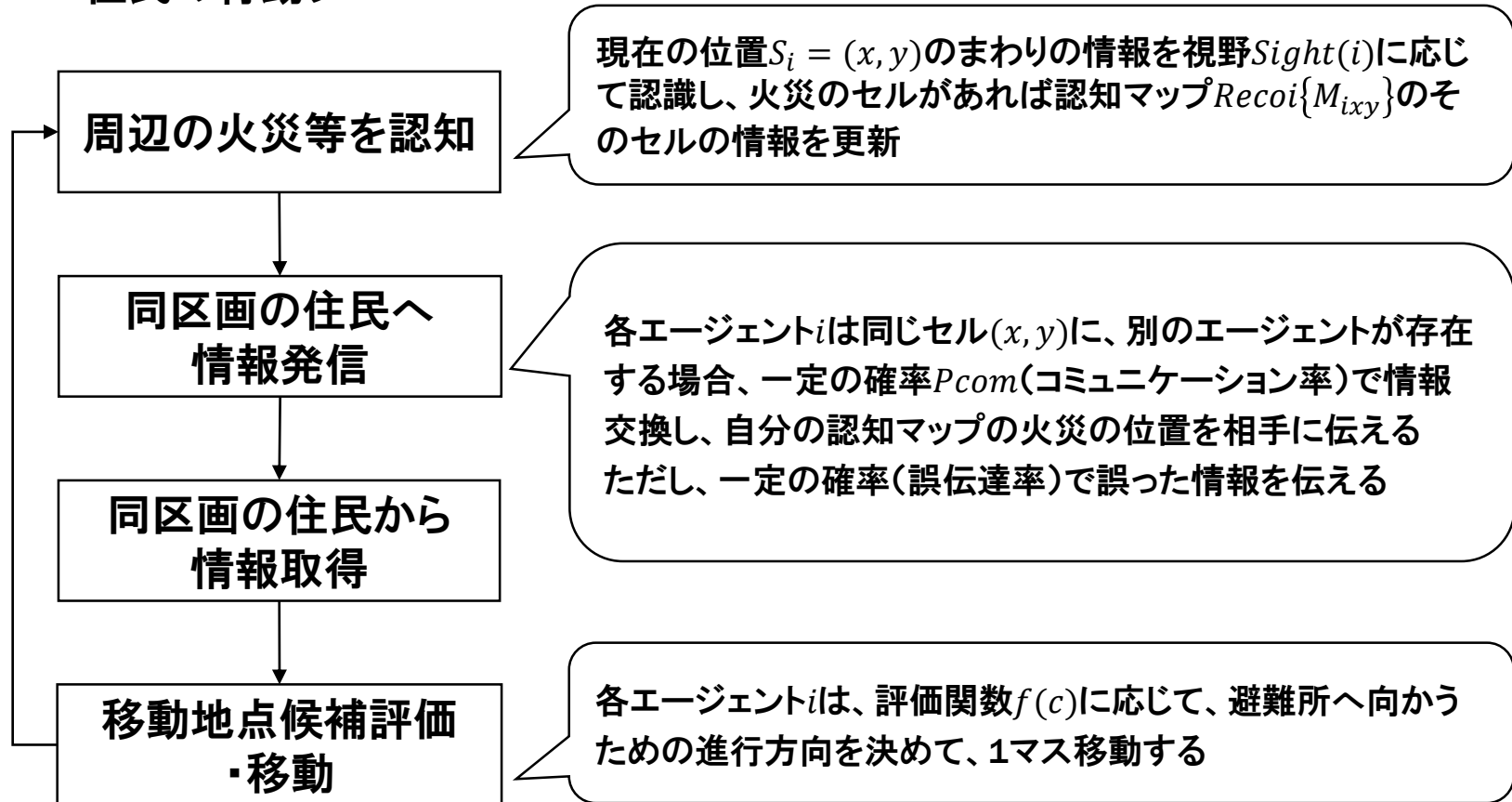
$M_{i_{xy}}$ : エージェント  $i$  が認知しているセル  $(x, y)$  の状態

➤ エージェント  $i$  の視野

$$Sight(i)$$

# 定式化: エージェント(行動モデル)

## ■ 住民の行動フロー



$$f(c) = w_f \times c_f + w_i \times c_i + w_d \times d + w_b \times b$$

スコア最小のセル(縦横4つ)に移動

# デモンストレーション

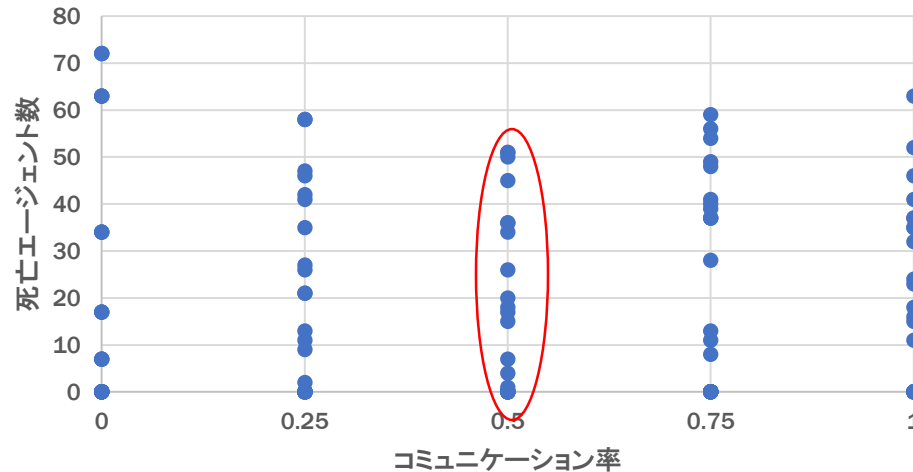
---



# 分析結果

コミュニケーション率(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)に応じた死亡エージェント数

各コミュニケーション率における  
エージェント死亡数



コミュニケーション率=0.5のとき最大死亡エージェント数の値が小さい

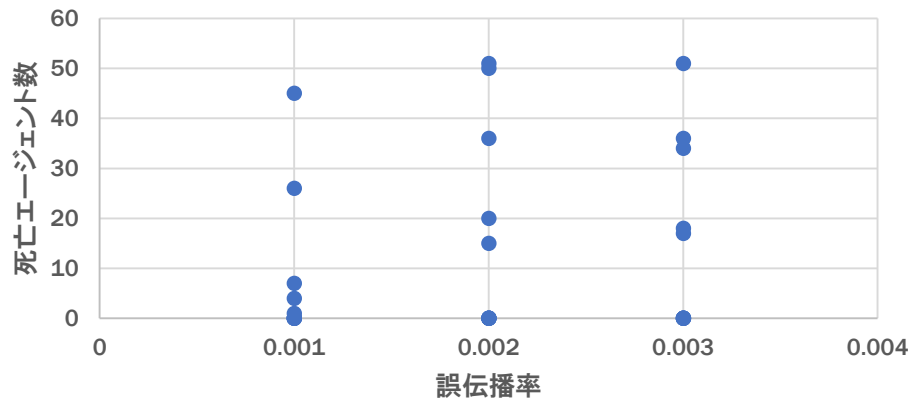
コミュニケーション率<0.5の場合、情報共有がなされず死亡する可能性がある

コミュニケーション率>0.5の場合、誤った情報が広がり死亡する可能性がある

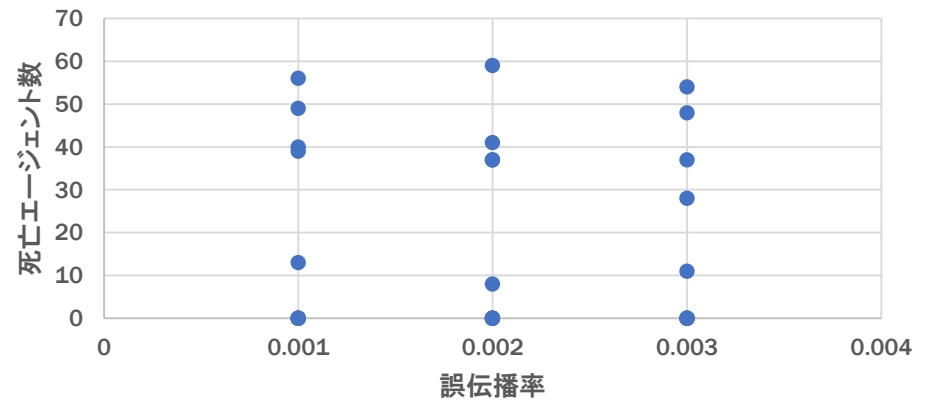
# 分析結果

## 誤伝播率(0.001, 0.002, 0.003)に応じた死亡エージェント数

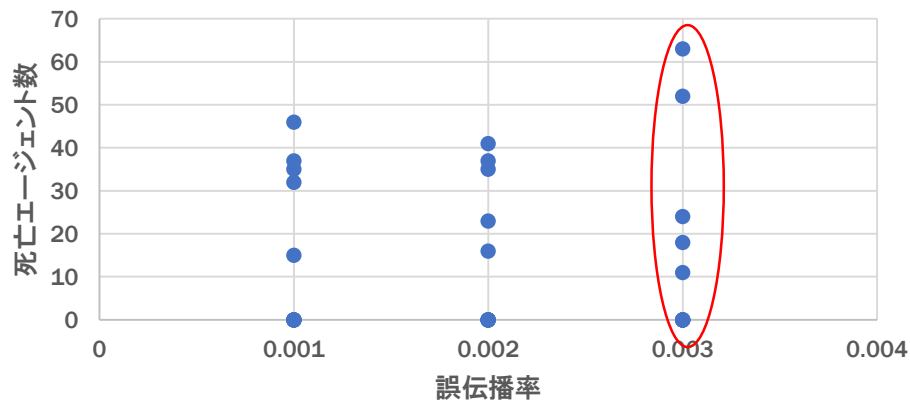
コミュニケーション率0.5における  
エージェント死亡数



コミュニケーション率0.75における  
エージェント死亡数



コミュニケーション率1における  
エージェント死亡数



コミュニケーション率=1の場合、  
誤伝播率=0.003になると  
最大死亡エージェント数が大きくなる

# まとめ

---

地震による大規模火災における避難は  
コミュニケーション率(0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)のうち  
コミュニケーション率=0.5のとき、最も死亡数が少ない

## 結論:

ある程度のコミュニケーションは効果的  
誤情報が錯綜する状況下では逆に致命的

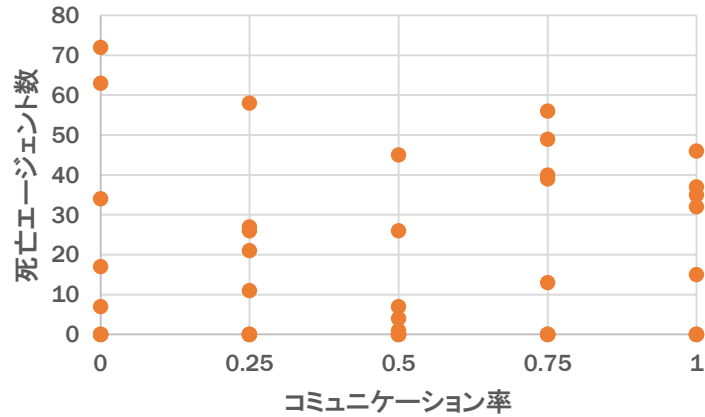
## 行政がとるべき対策:

コミュニケーションを促しつつも誤伝達の発生を抑える対策

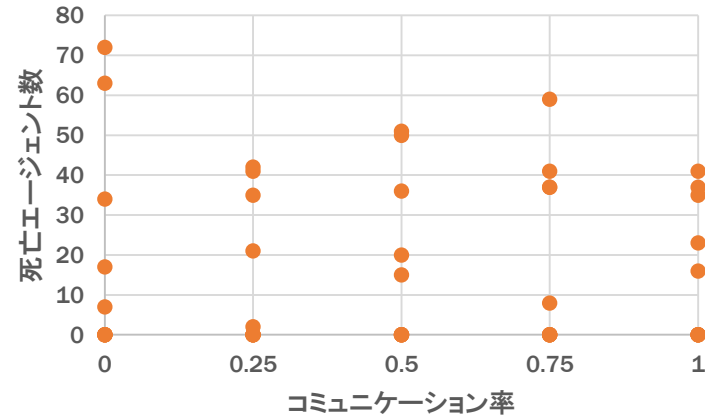
例) マップチェック機能の付いたオフラインで利用できる避難アプリケーション  
や書き込みできる紙媒体での周辺地図の普及

# 分析結果

誤伝播率0.001におけるエージェント  
死亡数



誤伝播率0.002におけるエージェント  
死亡数



誤伝播率0.003におけるエージェント  
死亡数

