

# 隠蔽と障害物の大きさを考慮した障害物存在確率地図の作成

原口一馬 (大阪大学) 島田伸敬 (立命館大学) 白井良明 (大阪大学)

## 概要

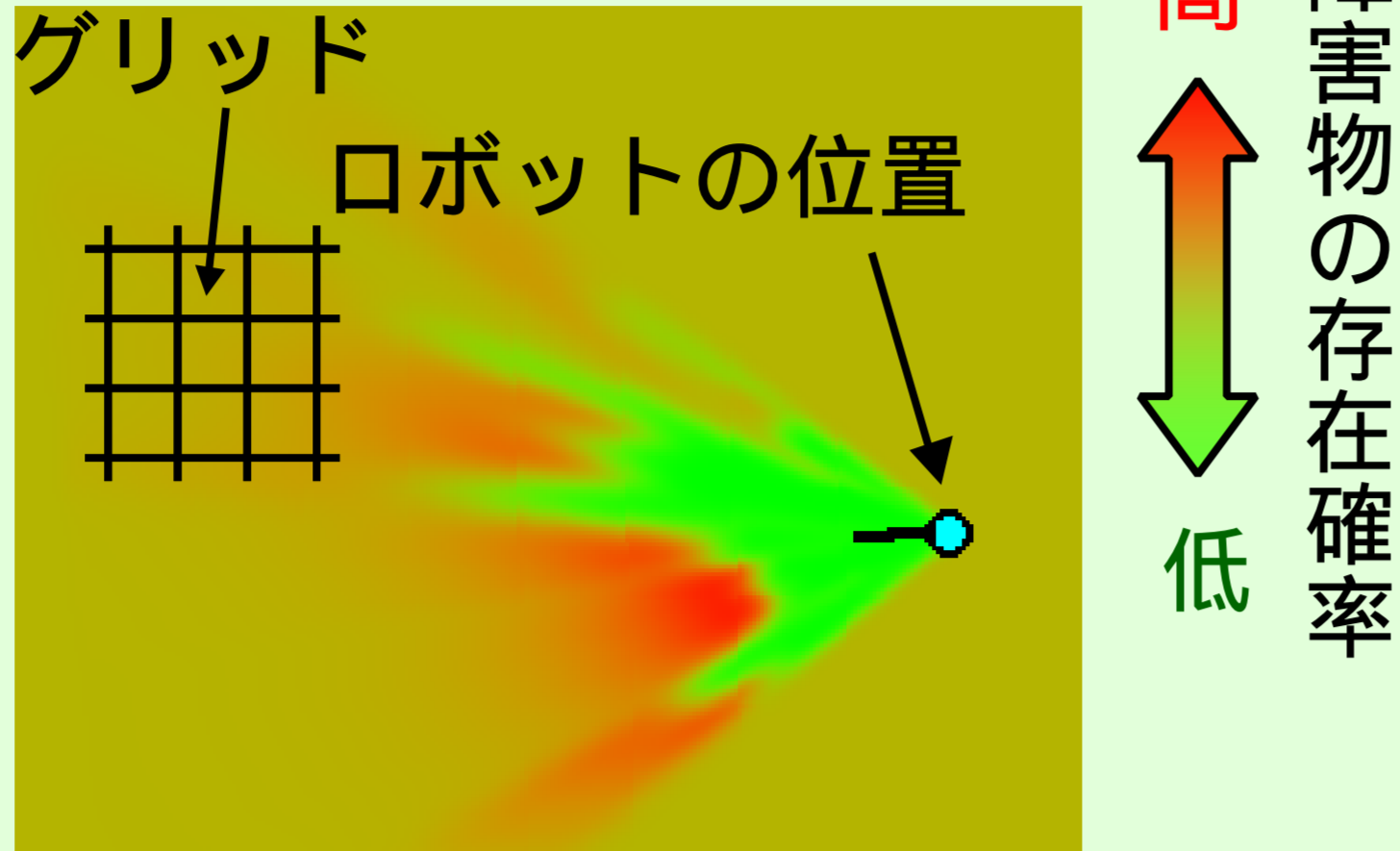
### 障害物地図の作成

障害物の観測  
ステレオ視 (誤対応あり)



### 障害物地図

一つ一つのグリッドが  
障害物の存在確率を保持  
  
観測が得られるたびに  
地図を更新



遠  
近  
高  
低  
障害物の存在確率

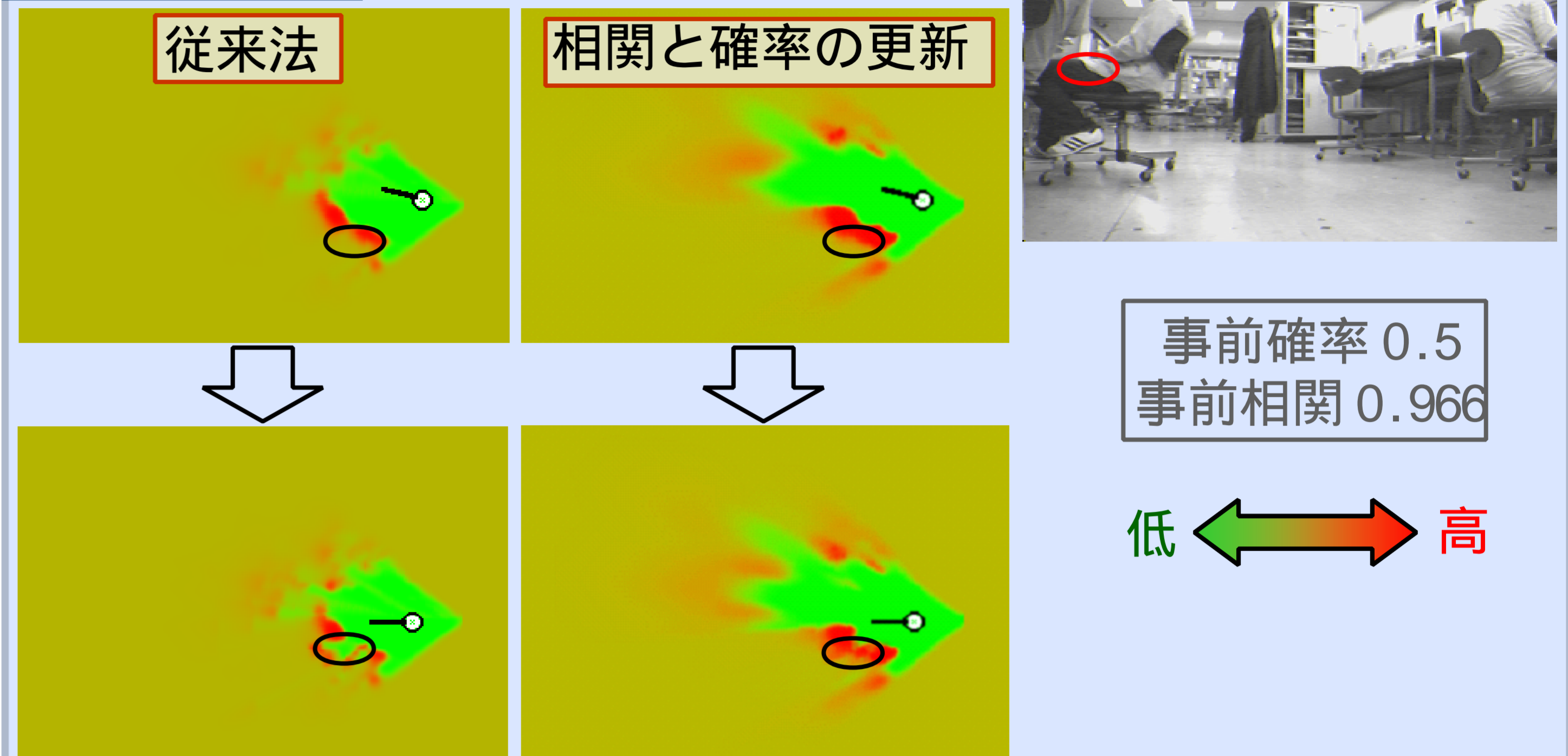
## 相関と確率の更新

$$\begin{cases} P(E_i), P(E_{i+1}) \\ P(\bar{E}_i), P(\bar{E}_{i+1}) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} P(E_i, E_{i+1}) & P(E_i, \bar{E}_{i+1}) \\ P(\bar{E}_i, E_{i+1}) & P(\bar{E}_i, \bar{E}_{i+1}) \end{cases}$$

相関  $r_{i,i+1}$

相関と確率の更新 = 同時確率の更新

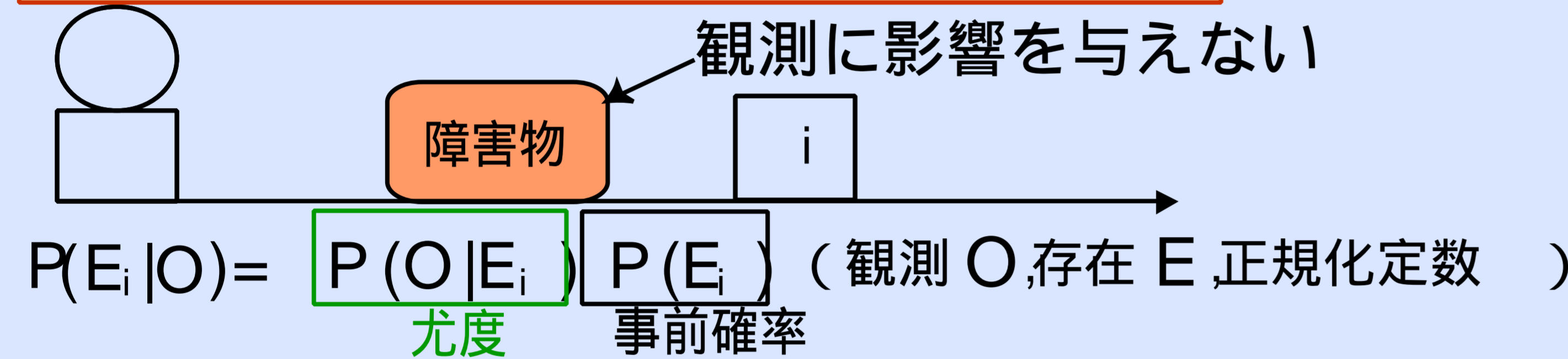
## 比較実験



## 隠蔽を考慮した確率の更新

### 従来法との比較

従来 周囲のグリッドの影響を無視した尤度モデル



本手法 隠蔽を考慮した尤度モデル



$$P(E_i|O) = \underbrace{\left\{ \begin{array}{l} P(O|E_0) P(E_0|E_i) \\ + \sum_{k=1}^i P(O|\bar{E}_{0,k-1}, E_k) P(\bar{E}_{0,k-1}, E_k|E_i) \end{array} \right\}}_{\text{尤度}} \underbrace{P(E_i)}_{\text{事前確率}}$$

(ただし  $\bar{E}_{0,k-1} = (\bar{E}_0, \bar{E}_1, \dots, \bar{E}_{k-2}, \bar{E}_{k-1})$ )

### 一番手前の障害物がk番目となる確率

障害物と空き領域は塊で存在：  
隣りのグリッドとは同じ事象になる可能性大

$$P(\bar{E}_{0,k-1}, E_k | E_i) = P(\bar{E}_0 | \bar{E}_1) P(\bar{E}_1 | \bar{E}_2) P(\bar{E}_2 | \bar{E}_3) \dots P(\bar{E}_{k-2} | \bar{E}_{k-1}) P(\bar{E}_{k-1} | E_k) P(E_k | E_i)$$

(マルコフ性を仮定)

独立を仮定： $P(\bar{E}_{0,k-1}, E_k | E_i)$  が小さくなりすぎ、  
k番目が隠蔽されてる障害物となる

### 相関を用いた条件付き確率の計算

相関  $r = 0$  : 独立,  $r = 1$  :  $P(E_1, \bar{E}_2) = 0$

$$r_{1,2} = \frac{P(E_1, E_2) - P(E_1)P(E_2)}{\sqrt{P(E_1)P(E_2)P(\bar{E}_1)P(\bar{E}_2)}} = \frac{P(E_1, E_2) - P(E_1)P(E_2)}{1.2}$$

$$P(\bar{E}_1 | E_2) = P(\bar{E}_1) - \frac{1.2 r_{1,2}}{P(E_2)} \quad P(\bar{E}_1 | \bar{E}_2) = P(\bar{E}_1) + \frac{1.2 r_{1,2}}{P(E_2)}$$

$$P(E_k | E_i) = \sum_{e_{k+1,i+1}} P(E_k, e_{k+1,i+1} | E_i) \quad 2^{i-k-1} \text{通りの和}$$

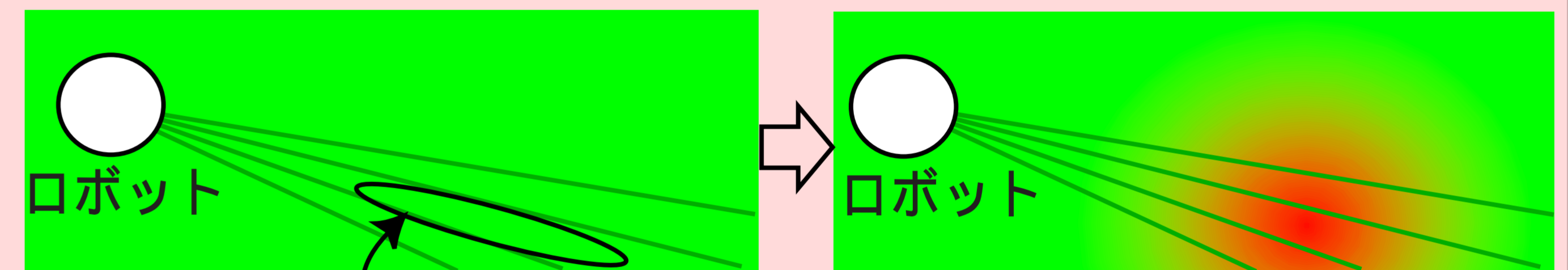
$$= P(E_k) + \frac{k,i}{P(E_i)} r_{k,k-1} r_{k-1,k-2} \dots r_{i-2,i-1} r_{i-1,i} \quad (i-k-1)\text{回の積}$$

(ただし  $e_k = \{E_k, \bar{E}_k\}$ ,  $e_{k+1,i+1} = (e_{k+1}, e_{k+2}, \dots, e_{i-2}, e_{i-1})$ )

## 異なる視線間のグリッドの相関を考慮した更新

グリッドが異なる視線に得られた観測から受ける影響

あるグリッドへ観測が入り確率が高くなる  
近辺の観測の入らなかった視線の確率も高くなる

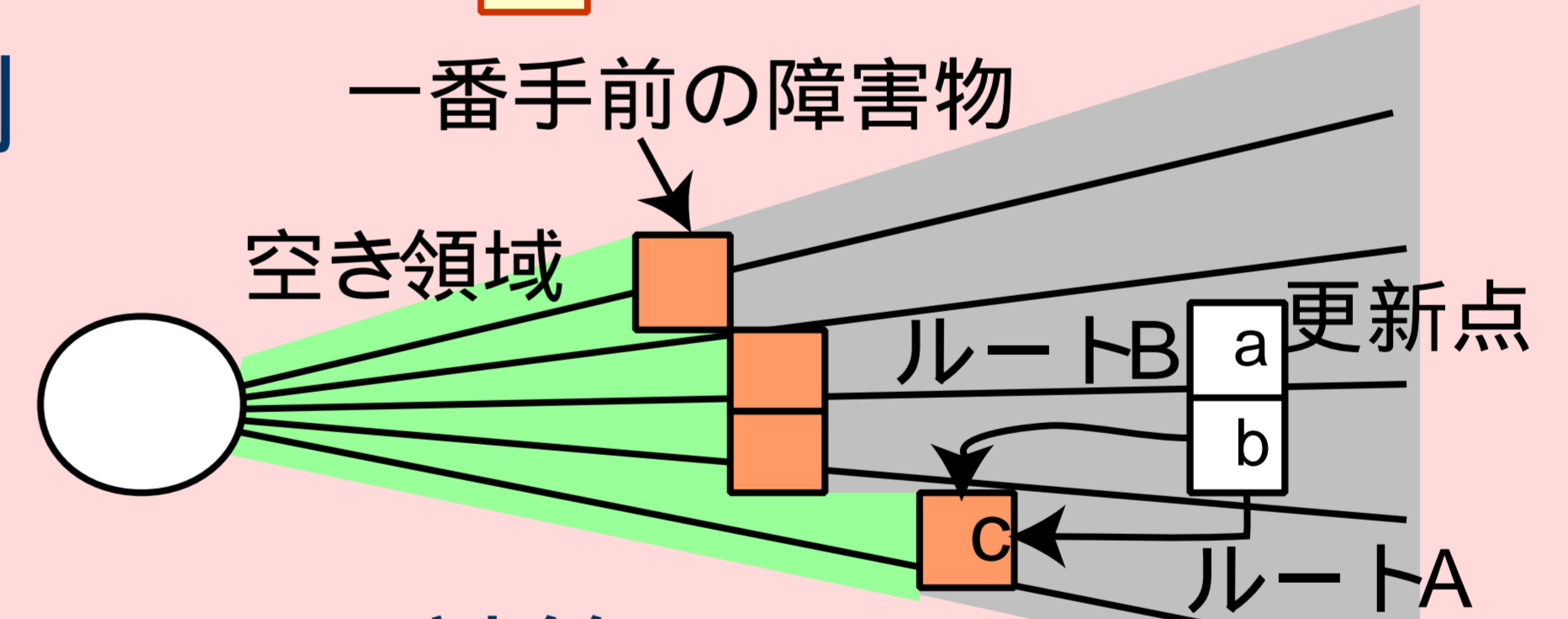


障害物が存在するという観測

### 一番手前の障害物による場合分け

視野内の各視線の一番手前の障害物がどこかにより場合分け  
障害物の配置の 番目  $S_i$

$S_i$  の例



### $P(S_i | E_a, E_b)$ の計算

条件付き確率の計算困難      例 複数のルートに対する  $P(E_c | E_b)$

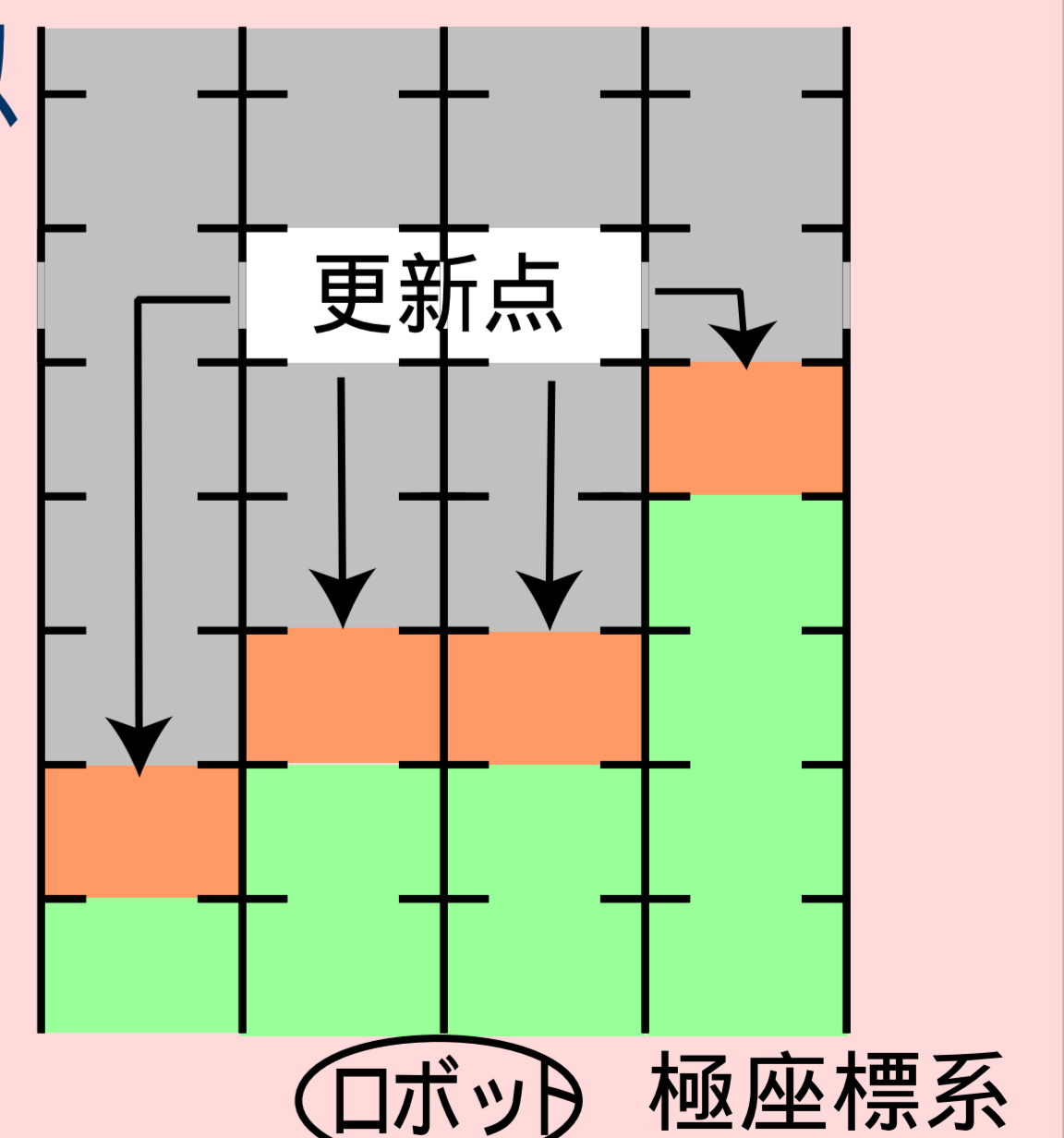
影響を及ぼすルートの限定

影響を及ぼすルートにループが存在すると計算困難

### $P(S_i | E_a, E_b)$ の計算の近似

異なる視線間のグリッドに関して  
更新点と等距離のグリッドのみ  
相関を持つと仮定

ループの存在がなく計算可能



## 今後の課題

- 異なる視線の相関を考慮した更新の実装
- 比較実験の追加