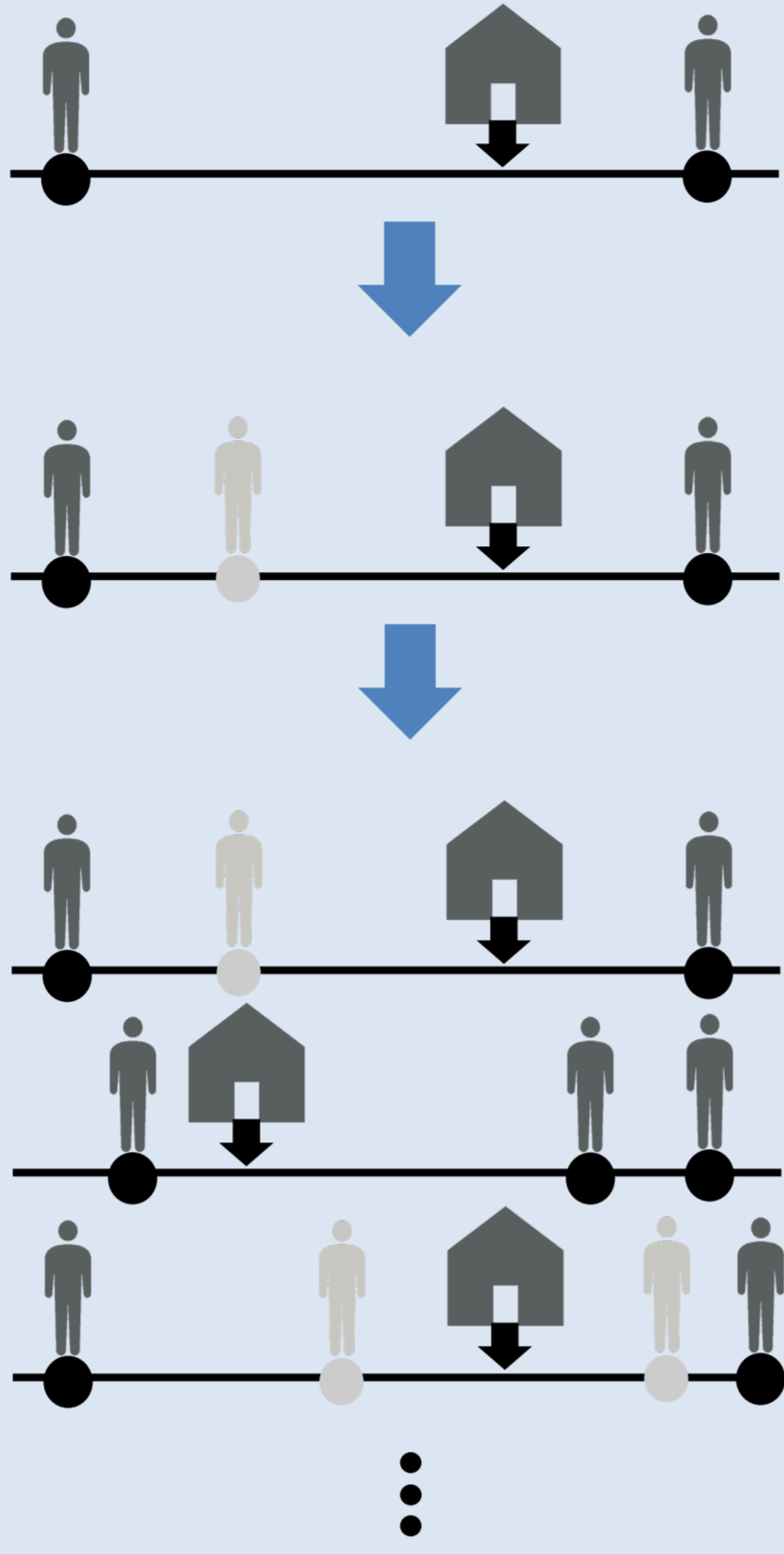


研究の背景: ゲーム理論と社会的選択

- 施設配置問題 [Moulin, 1980]: 所与のエージェント集合と、線分上エージェントの投票を入力とし、施設の配置位置を返す関数 (投票ルール) を設計
 応用事例: 開発者による新製品の仕様策定
- 本研究: 施設配置問題の2種類の拡張
 人口変動モデル: 各エージェントは投票するか否かを自分の意志で決定 → 投票の誘因の保証が重要
 動的モデル: 複数回の投票のうち、各エージェントの投票機会は均一でない (例: 転職等) → 動的意思決定が必要
- キーワード: ゲーム理論・投票・マルチエージェントシステム



結果の要約: 投票ルールの理論的性質

- 人口変動モデル: 望ましい投票ルールの理解
 投票ルールが性質1~4を満足するための条件を解明
 比較: アローの不可能性定理・中位投票者定理・ギバード=サタースウェイトの定理
- 動的モデル: 新たな評価基準と最適投票ルールの提案
 各時刻の施設配置位置の変化量の総和で評価:
 動的な意思決定のために生じるコストの一種
 例: 仕様の変更は製品ユーザの混乱を招く → 頻繁かつ軽微な仕様変更は望ましくない
 社会効率性を満足する動的投票ルールのうち、上記コストを最小化するルールを提案
 現行仕様に全員不満を持つ場合にのみ仕様変更

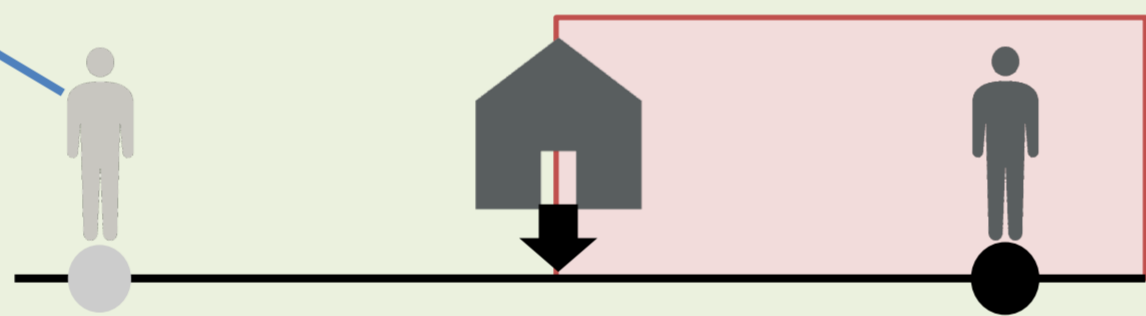
参考文献: Wada et al. Facility Location with Variable and Dynamic Populations. AAMAS-2018.

詳細: ゲーム理論・アルゴリズム論に基づく解析

性質1: 参加の誘因の保証

(正直に) 投票することで損をしない

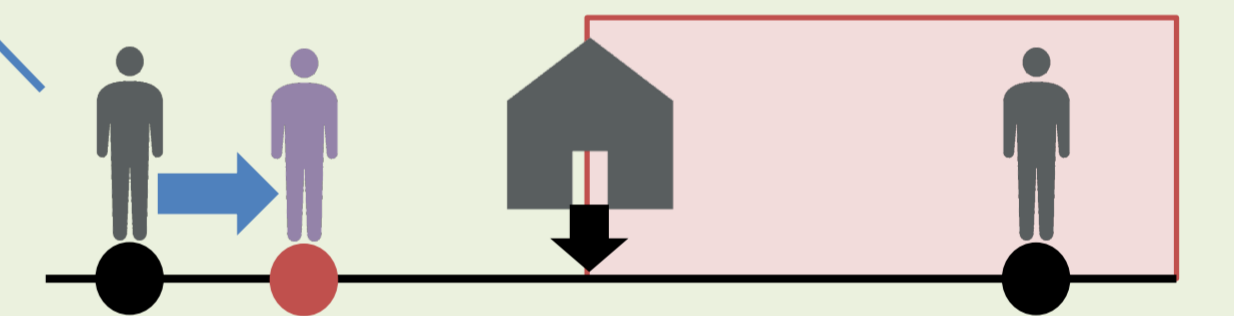
投票しなかった場合、施設の配置位置はピンク色の領域に移動



性質2: 虚偽申告の排除

投票で嘘をついても得をしない

黒→赤と嘘をつく、施設の配置位置はピンク色の領域に移動



性質3: 社会効率性

すべてのエージェントがより好む結果は存在しない

人口変動モデル

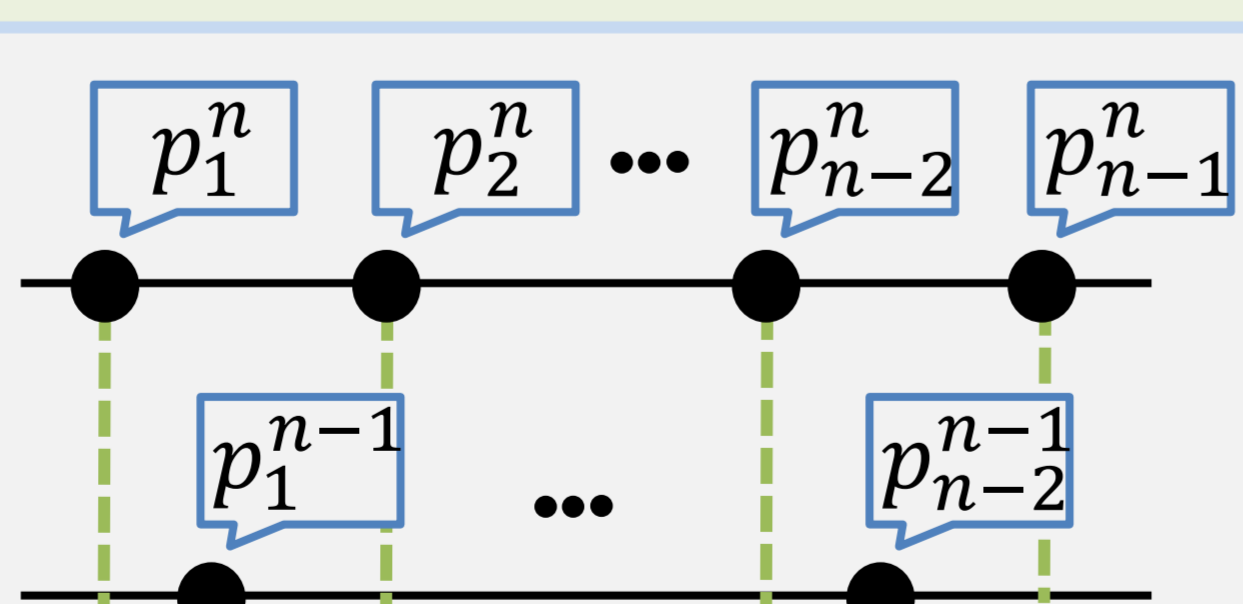
投票ルールが性質1~4を満足するのは、以下の形式で表現できる場合、かつその場合に限る。

投票数 n に対して、 $n-1$ 個のパラメータ $p_1^n, p_2^n, \dots, p_{n-1}^n$ が存在し、施設は合計 $2n-1$ 個の点の中央値に配置される。さらに、パラメータは次の式を満たす:

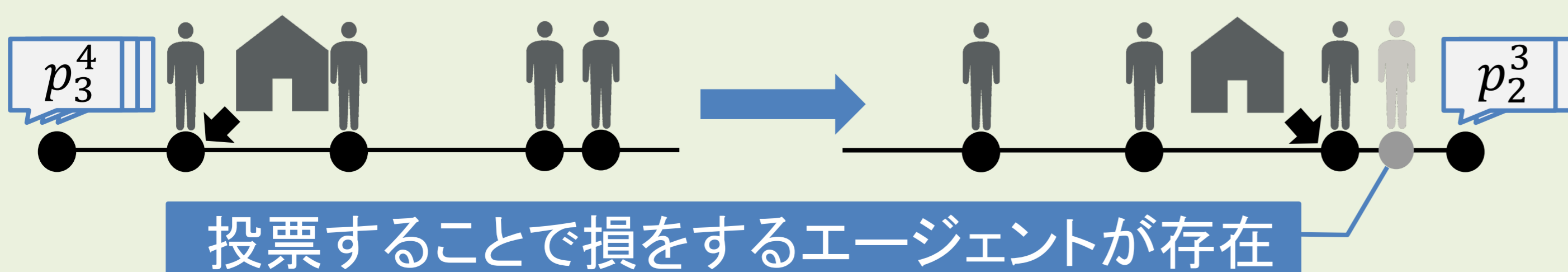
$$\forall n \in \mathbb{N},$$

$$\forall m \in \{1, \dots, n-2\},$$

$$p_m^n \leq p_m^{n-1} \leq p_{m+1}^n$$



パラメータが上式を満足しないと...



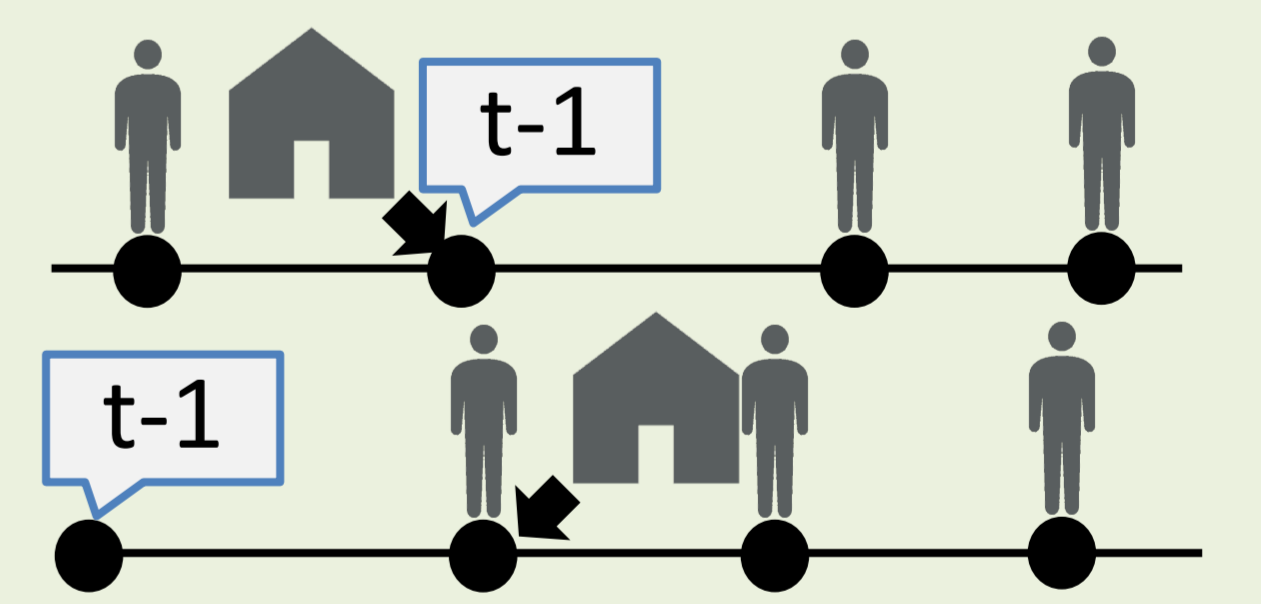
投票することで損をするエージェントが存在

性質4: 匿名性

エージェントの名前は結果に影響しない

動的モデル

- 動的ターゲットルール
- * 性質1~4を満足
- * 社会効率的な任意のルールよりも、変化量の点で優れる



定義: 時刻 t に存在するエージェントに対し、時刻 $t-1$ の決定が社会効率的であれば、配置位置不変。そうでなければ、時刻 $t-1$ の決定に最も近い点に配置。

● 変化量最小性の証明のアイデア

動的ターゲットルールは、右向きに移動する期間 (L to R)、左向きに移動する期間 (R to L) のそれぞれで、折り返しなく最短の移動を行う
 → 社会効率的な任意のルールによって、各期間の変化量を下回ることはいできない。

