

# 世帯空間分布予測 マイクロシミュレーションシステムにおける 基準年データの推計

---

(株)ドーコン 総合計画部 杉木 直

## 研究の背景

- ・ 少子高齢化に伴う都市サービス需要の地域的偏り
  - ・ 都市の郊外化による公共交通の衰退
- 
- ・ 年齢、所属世帯の詳細な属性を考慮した交通計画、施設配置計画の必要性  
：成熟型社会における計画の方向性の量から質への転換
- 
- ・ マイクロシミュレーションを用いた都市モデル開発へ関心の高まり
  - ・ 複雑な要因のもとで将来起こりうる変化・複合施策の効果の「過程」の観察

## マイクロシミュレーションの適用に向けた課題

- 分析手法の体系化がなされていない、理論的な妥当性が不足
  - シミュレーションによる内生的な価格決定構造
  - 妥当性の検証、理論的整理の必要性
- 個人・世帯等の非集計的な詳細データベース
  - ↔ 個人情報保護
  - 既存統計等から初期分布をシンセサイズする手法の必要性
- 都市規模の拡大・記述事象の詳細化に伴う計算時間の長大化

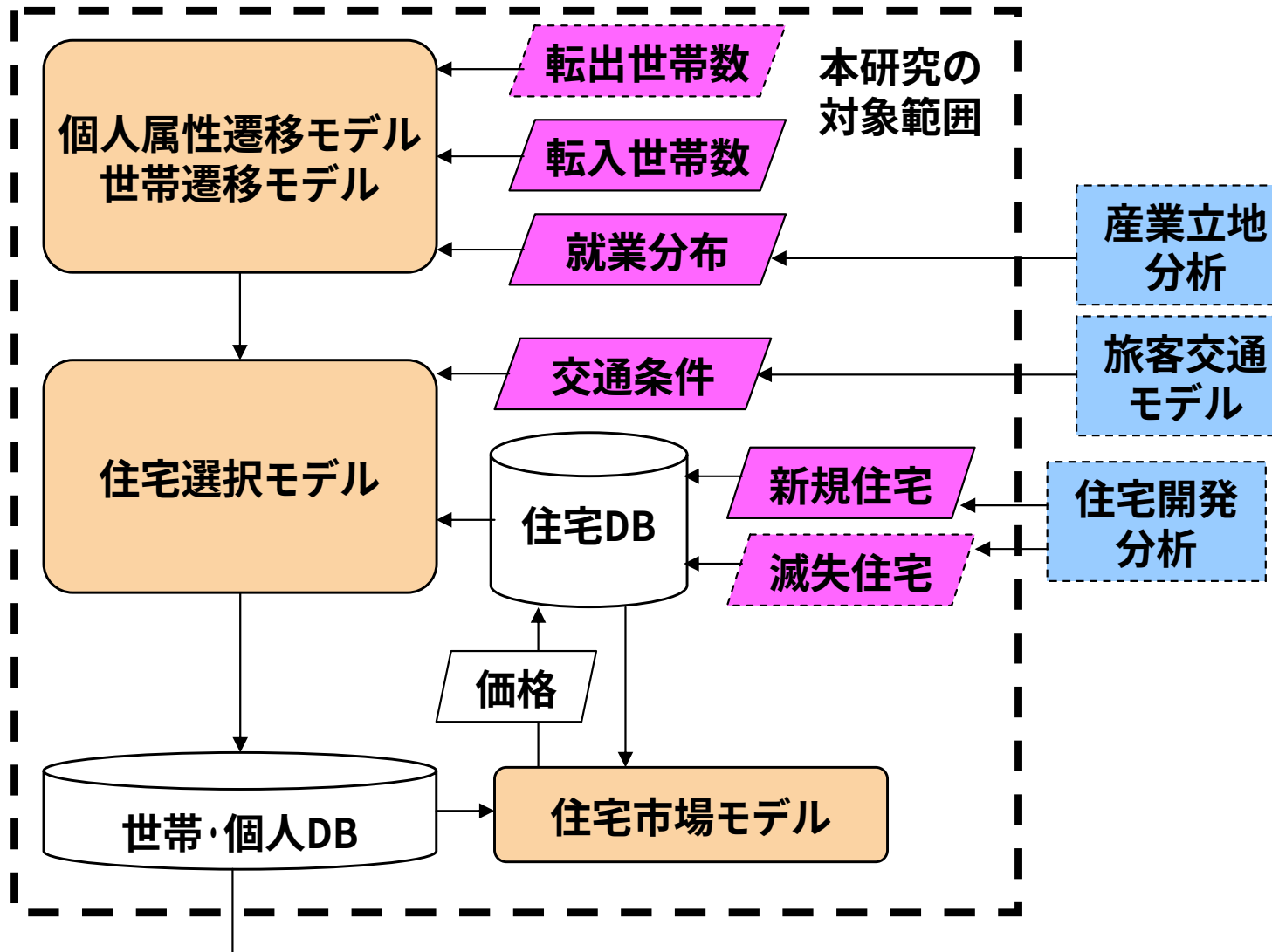
## 研究項目

### 居住立地を対象としたマイクロシミュレーション システムの構築

- 個人・世帯遷移および住宅選択マイクロシミュレーション  
モデルの構築
- 都市マイクロシミュレーション用P C 並列処理システム  
の構築
- シミュレーション結果の妥当性の検証、理論的整理、  
活用可能性
- シミュレーション基準年におけるマイクロデータの  
推定方法の構築

## 居住立地マイクロシミュレーションシステムの構築

- 個人・世帯の属性変化、およびその立地を対象
- 産業立地・住宅供給については外生

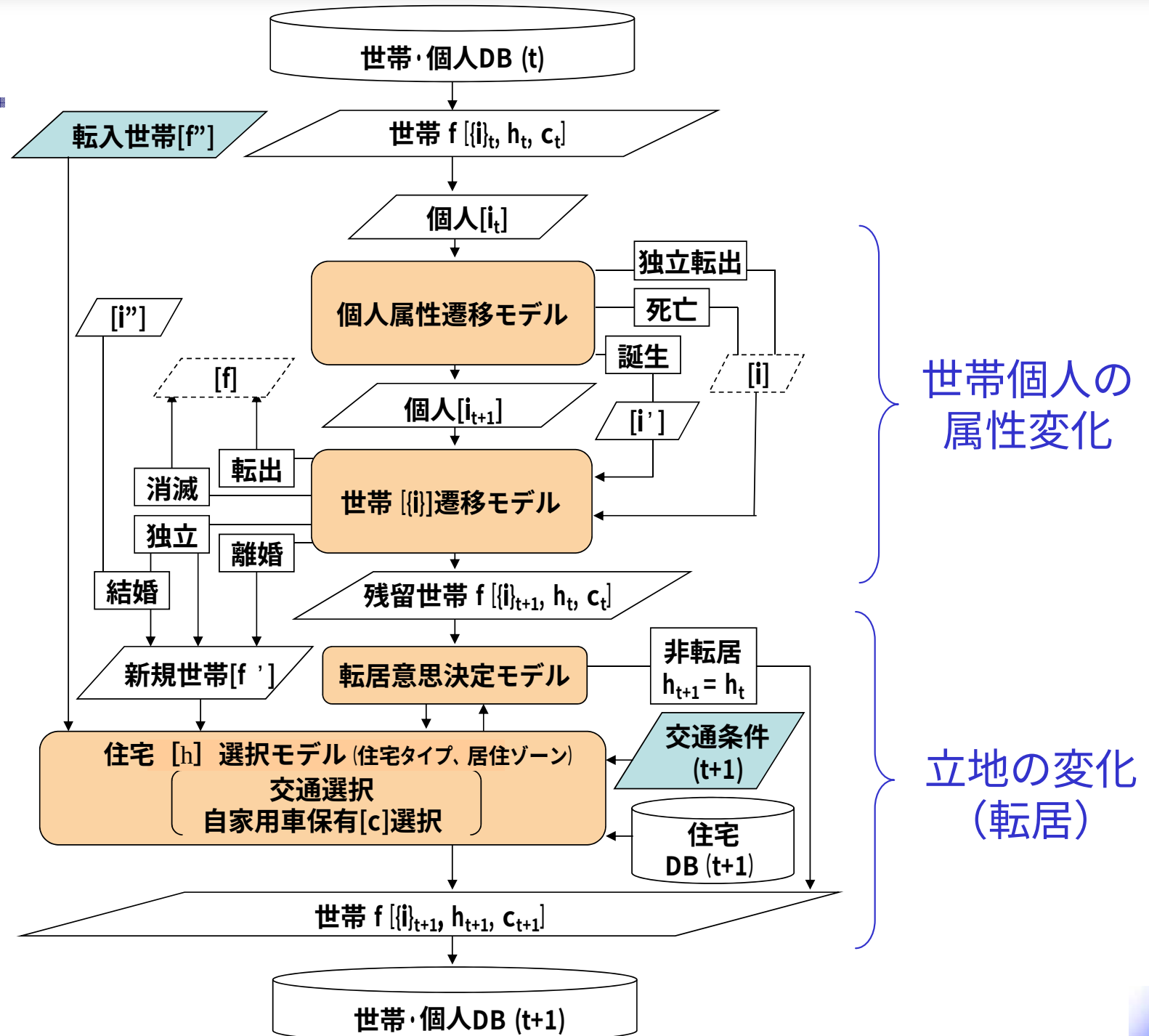


## 既存マイクロシミュレーションモデル

| 都市モデル名               | 土地利用モデルの構成要素 |                                                  |                                   |      |                      | 交通モデル                        |
|----------------------|--------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------|------|----------------------|------------------------------|
|                      | 社会経済<br>動態   | 人口・世帯<br>・雇用動態                                   | 転居・移動<br>発生                       | 立地選択 | 土地市場・<br>建物床供給       |                              |
| UrbanSim             | 外生           | マイクロシミュレーション                                     |                                   |      |                      | 外生：<br>外部モデル                 |
| TLUMIP2              | マクロ経済<br>モデル | 居住：マイクロシミュレーション<br>産業：ロジットモデル                    |                                   |      | マイクロシ<br>ミュレー<br>ション | 内生：<br>活動ベースマイクロ<br>シミュレーション |
| ILUTE                | 外生           | マイクロシミュレーション                                     |                                   |      |                      | 内生：<br>活動ベースマイクロ<br>シミュレーション |
| DELTA<br>(Sim-DELTA) | マクロ経済<br>モデル | 居住：マイクロシミュレーション<br>(転居発生・立地選択は開発中)<br>産業：ロジットモデル |                                   |      | ロジット<br>モデル          | 外生：<br>外部モデル                 |
| ILUMASS              | 外生           | ロジット<br>モデル                                      | 居住：マイクロシミュ<br>レーション<br>産業：ロジットモデル |      | ロジット<br>モデル          | 内生：<br>均衡モデル                 |

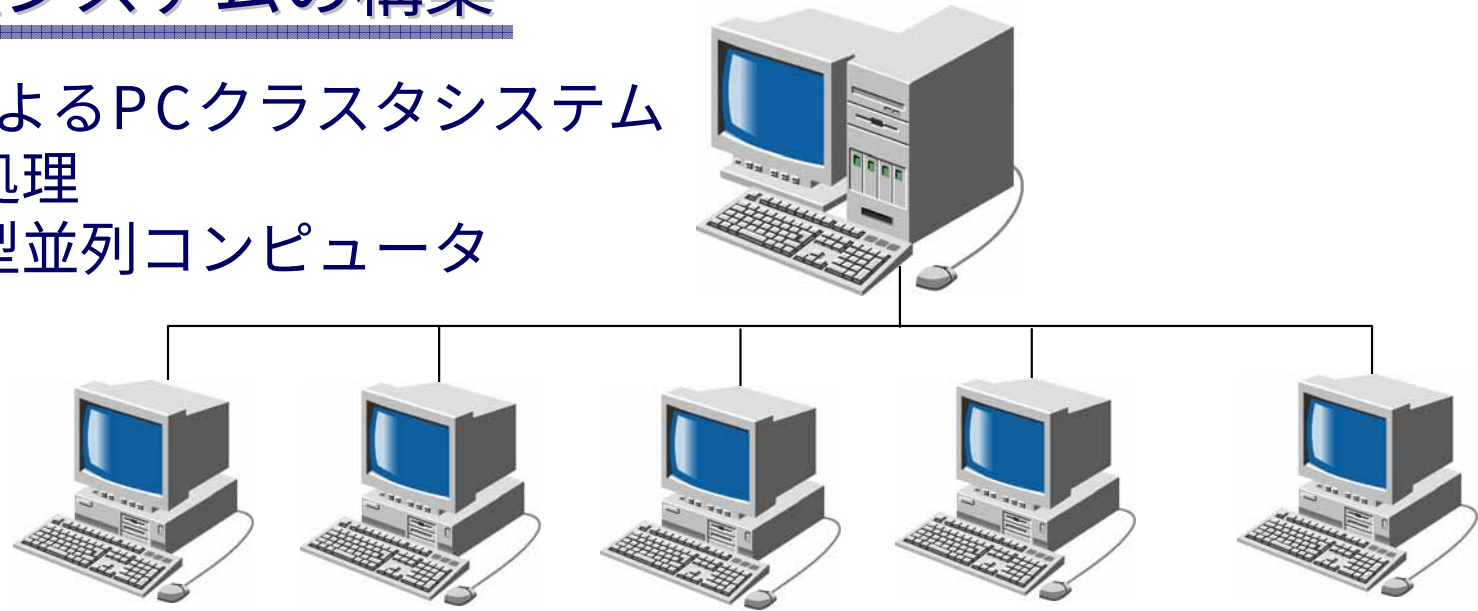
- ・居住へのマイクロシミュレーションの適用、産業に関しては集計モデル型も多い
- ・交通モデル：活動ベースマイクロシミュレーションへの対応

# モデル構造



## PC 並列処理システムの構築

複数台のPCによるPCクラスタシステム  
を用いた並列処理  
：分散メモリ型並列コンピュータ



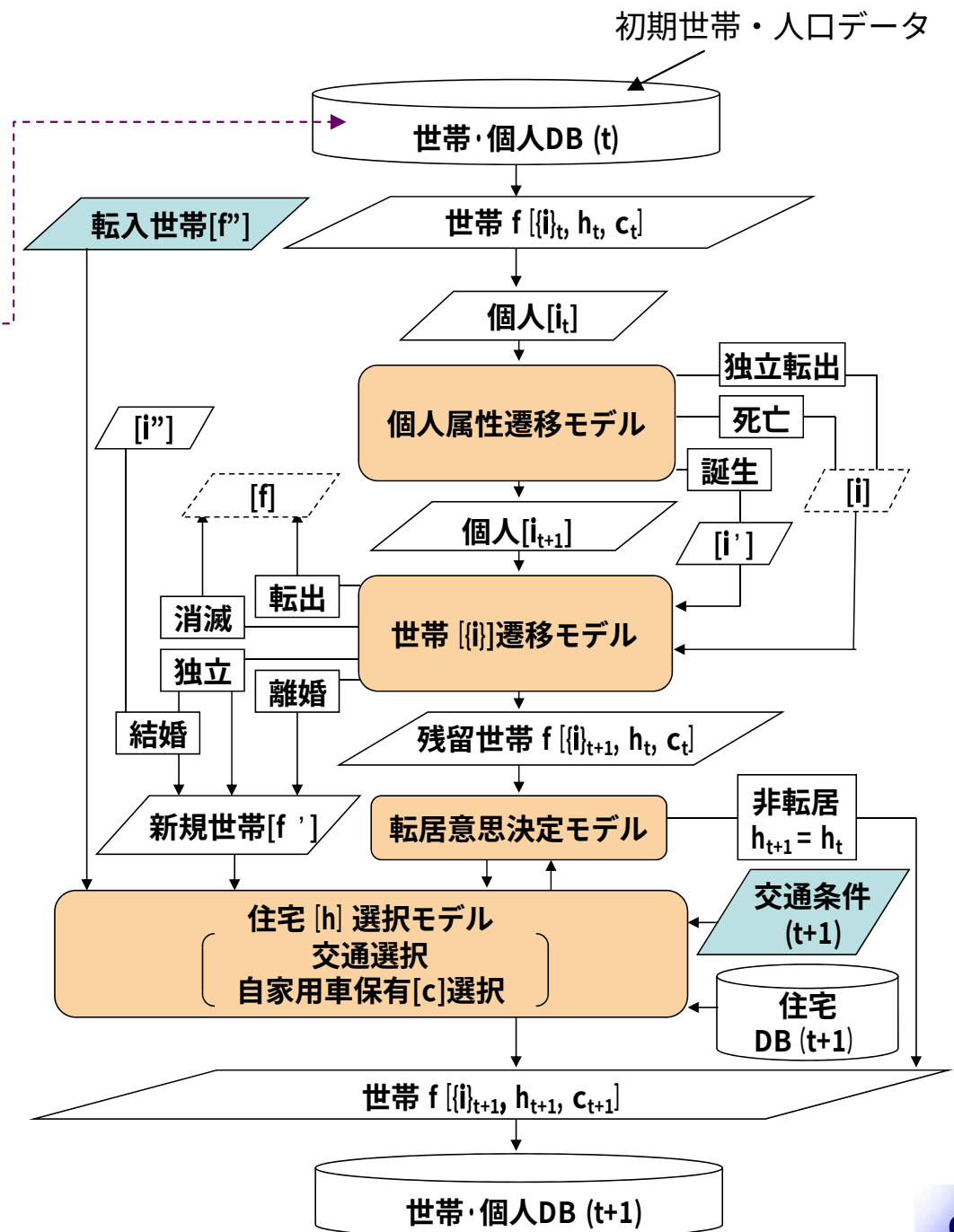
| モデル略称        | UrbanSim             | DELTA                       | PECAS                | ILUTE                       | ILUMASS              | 本研究で<br>開発する<br>モデル            |
|--------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 基準年データ推定     | 世帯タイプ<br>分類ごとに<br>作成 | 個人・世帯<br>要素のマ<br>イクロデー<br>タ | 世帯タイプ<br>分類ごとに<br>作成 | 個人・世帯<br>要素のマ<br>イクロデー<br>タ | 世帯タイプ<br>分類ごとに<br>作成 | 個人・世<br>帯・住宅要<br>素のマイク<br>ロデータ |
| シミュレーション要素   | マイクロ世<br>帯で実行        | 世帯タイプ<br>ごとに実行              | マイクロ世<br>帯で実行        | マイクロ世<br>帯で実行               | マイクロ世<br>帯で実行        | 基本要素<br>単位で実行                  |
| シミュレーション計算処理 | 単体PCに<br>よる通常<br>処理  | 単体PCに<br>よる通常<br>処理         | PC8台に<br>よる並列処<br>理  | 単体PCに<br>よる通常<br>処理         | 単体PCに<br>よる通常<br>処理  | 複数PCに<br>よる並列<br>処理            |



## 基準年データの推計

- ・ マイクロシミュレーション都市モデルの適用にあたっては、多属性を持つ非集計の世帯・人口の初期データが必要。

- ・ 既存手法の整理
- ・ わが国のデータ整備状況を考慮した非集計データ作成手法の構築
- ・ 各推定手法、サンプリング率設定による母集団データの推計精度検証



# 初期データ作成に関する既存手法

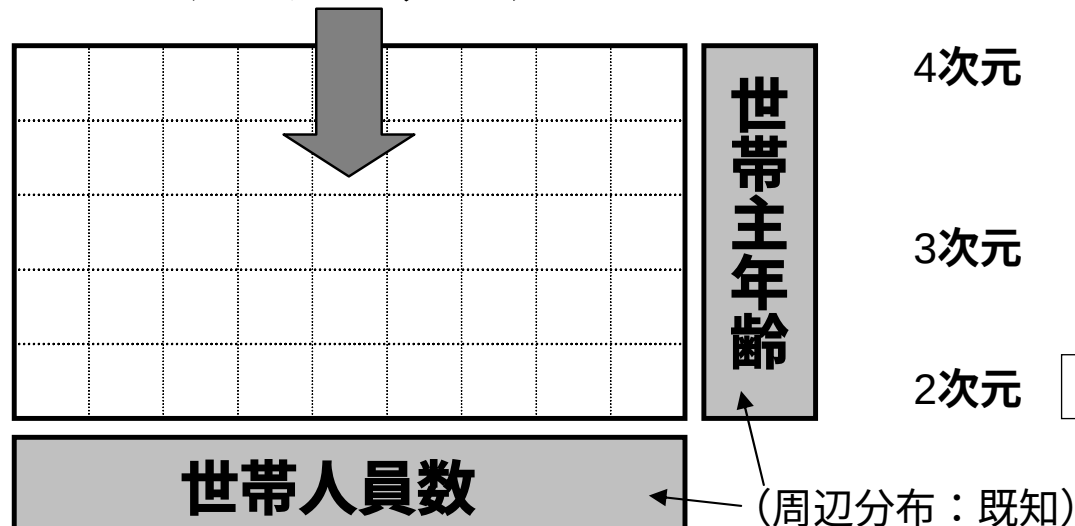
## ① I P F 法

- 各属性の周辺分布が既知である時、周辺分布を制約としてサンプルデータとして得られた初期分布に近い同時分布を見つけ出し、未知である分割表の中身を推定する手法。
- 2次元の場合は、産業連関表に用いる R A S 法と数学的に同値。

◆次元数の増加に伴い制約条件が増加し初期分布の信頼性が低下するため、多属性の初期分布推定手法としては限界がある。

### ●世帯属性の推定（2次元）

サンプルデータ(初期分布)



### ●多次元 I P F 法

4次元

*ijks*

3次元

*ijk*

*ijs*

*iks*

*jks*

2次元

*ij*

*ik*

*is*

*jk*

*js*

*ks*

*i*

*j*

*k*

*s*

## ②モンテカルロサンプリング

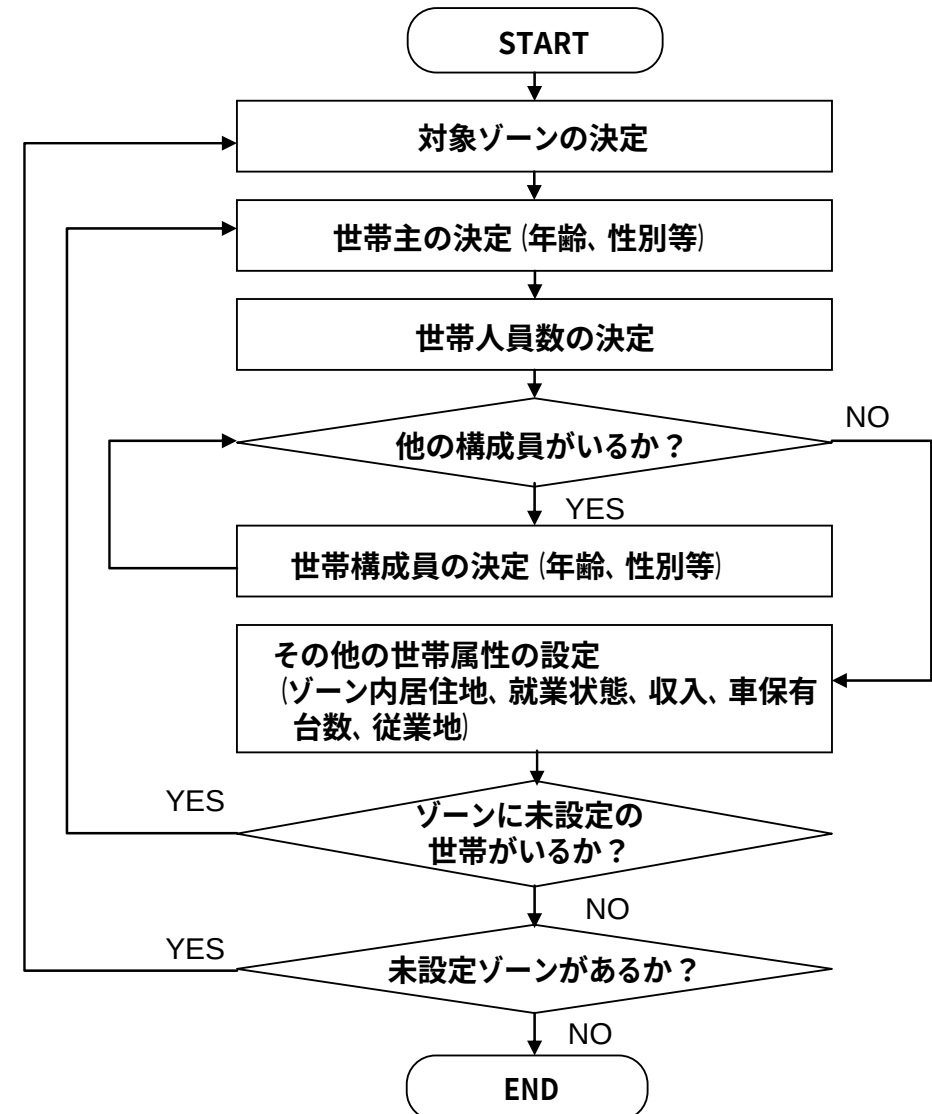
- 1次元属性の周辺分布を、モンテカルロ法を用いて発生乱数に基づいて個別の非集計データに配分し、段階的に各データの複数の属性を決定する手法。
- サンプルデータによる、クロス属性に対する確率分布を援用することで、推定精度の向上が可能。

◆多属性の初期データ作成が可能

◆確率的な試行

→試行毎に結果が異なる  
→初期データとして用いる  
ことの妥当性？

↓  
推計精度、結果の分散傾向等の  
検証が必要



● I L U M A S Sモデルにおける  
初期世帯・人口データ作成フロー

## モンテカルロサンプリング手法の構築

- わが国の統計データ整備状況を踏まえた  
非集計世帯・人口データ作成手法の構築
  - ・ 周辺分布として利用可能なデータ  
→ 国勢調査小地域統計において提供されているデータ
  - ・ アンケート調査等によって得られた対象地域の非集計  
サンプルデータにより、クロス属性に対する世帯属性の  
確率分布が設定可能であることを前提とする。  
(e x . P T 調査の付帯調査としての居住調査)

The diagram illustrates the layout of a Japanese census form, showing the arrangement of various boxes and sections. The form is divided into several columns and rows, with some areas shaded in yellow to indicate specific data points or sections.

Key sections and labels visible in the diagram include:

- 世帯主** (Head of Household)
- 調査実施主体** (Survey Implementation Body)
- 世帯票** (Household Ticket)
- 北海道** (Hokkaido)
- 札幌市** (Sapporo City)
- 性別** (Gender)
- 年齢** (Age)
- 世帯主との関係** (Relationship with Head of Household)
- 職業** (Occupation)

The diagram also shows the flow of information, with arrows indicating the direction of data entry or processing. The form is designed to collect detailed information about households and individuals, including personal characteristics, household composition, and economic status.

世帯・自動車票

# ライフスタイル調査票

記入された内容は、この目的以外には使用いたしません。

個人票  
(交通行動)

整理番号

世帯票

これは日本の「世帯主世帯員調査票」の「世帯員」に関するページです。

問1 現在の住居についてお聞きします

(1) 現在の住居の形態は  
① 一戸建住宅 ② 集合住宅(アパート・マンションなど) ③ 店舗兼住宅 ④ その他 ( )

(2) 現在の住居の所有関係は  
① 持家 ② 民間の賃貸住宅 ③ 都道府県・市区町村営賃貸住宅  
④ 公園・公社などの賃貸住宅 ⑤ 給付住宅(社宅、公務員住宅) ⑥ その他 ( )

(3) 現在の住居の階数・間取りは

|                                                                   | 【戸建住宅の方】<br>(一戸建て・店舗兼住宅)                                     | 【共同住宅の方】<br>(アパート・マンション)                                     |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 建物の階数                                                             | ( )階建て                                                       | ( )階建ての( )階に居住<br>アパート・マンションの総戸数( )戸                         |
| 間取り<br><small>(ご自身の世帯の<br/>部屋2ベッドに<br/>ついてのみ<br/>ご回答ください)</small> | ① 1K ② 1DK ③ 2DK ④ 2LDK<br>⑤ 3LDK ⑥ 4LDK ⑦ 5LDK<br>⑧ その他 ( ) | ① 1K ② 1DK ③ 2DK ④ 2LDK<br>⑤ 3LDK ⑥ 4LDK ⑦ 5LDK<br>⑧ その他 ( ) |

(4) 現在の住居には何年間お住まいですか  
① 約 ( ) 年間 一間2へお進みください  
② 生まれた時から現在の住居に住んでいる →うらまの問3へお進みください

自由に使える自  
の有無は

る運転免許証 自由に使える自動車(二  
べて○で囲ん 除く)はありますか。該  
号を○で囲んでください  
(二つ)

は普通自動車  
車  
自転車のみ

1. ほぼ自分専用の自動車  
2. 家族共有の自動車がある  
3. ない

は普通自動車  
車  
自転車のみ  
ない

1. ほぼ自分専用の自動  
2. 家族共有の自動車が  
3. ない

は普通自動車  
車  
自転車のみ  
ない

1. ほぼ自分専用の自動  
2. 家族共有の自動車が  
3. ない

は普通自動車  
車  
自転車のみ

1. ほぼ自分専用の自動車  
2. 家族共有の自動車がある  
3. ない

は普通自動車  
車  
自転車のみ  
ない

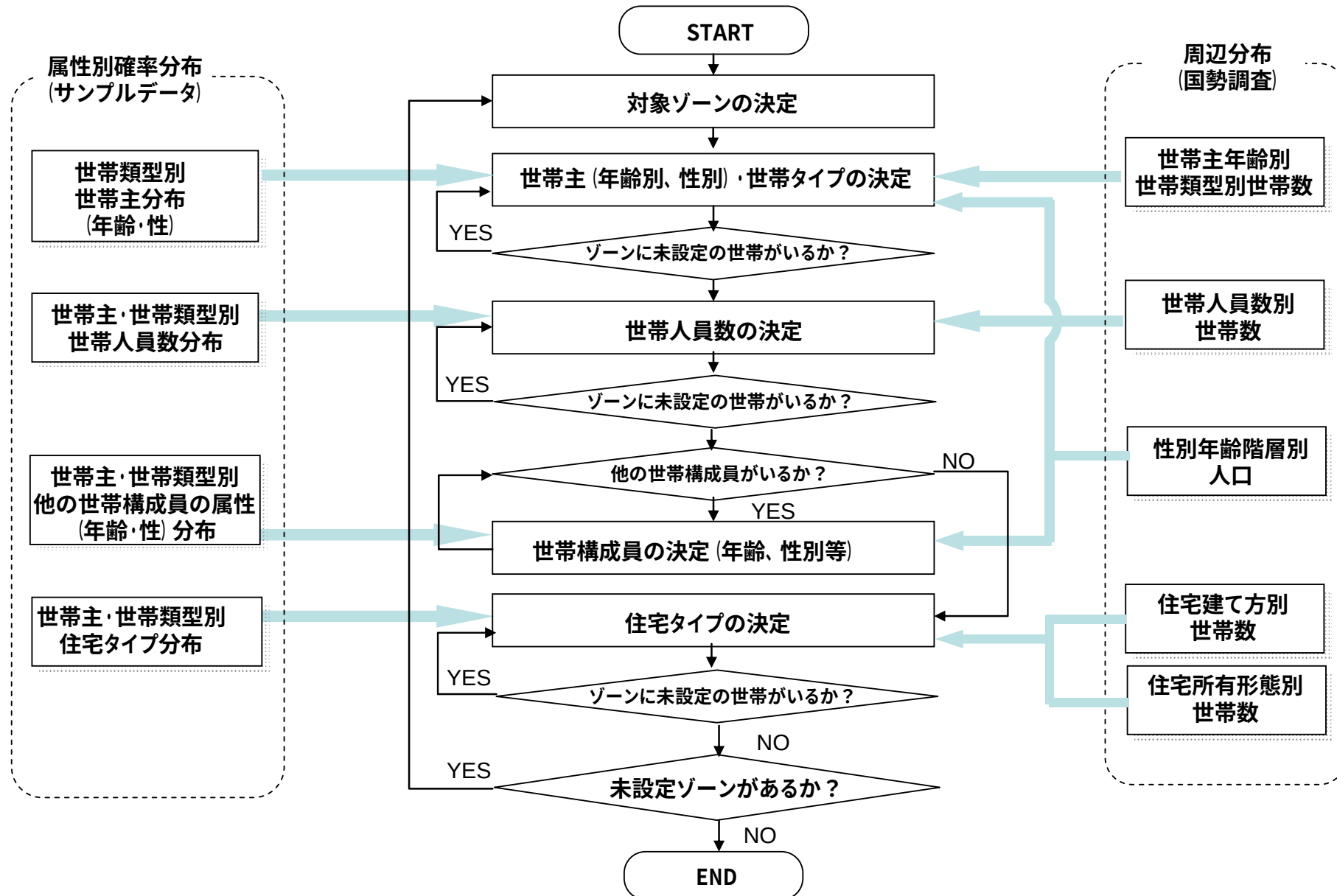
1. ほぼ自分専用の自動
2. 家族共有の自動車が
3. ない

13

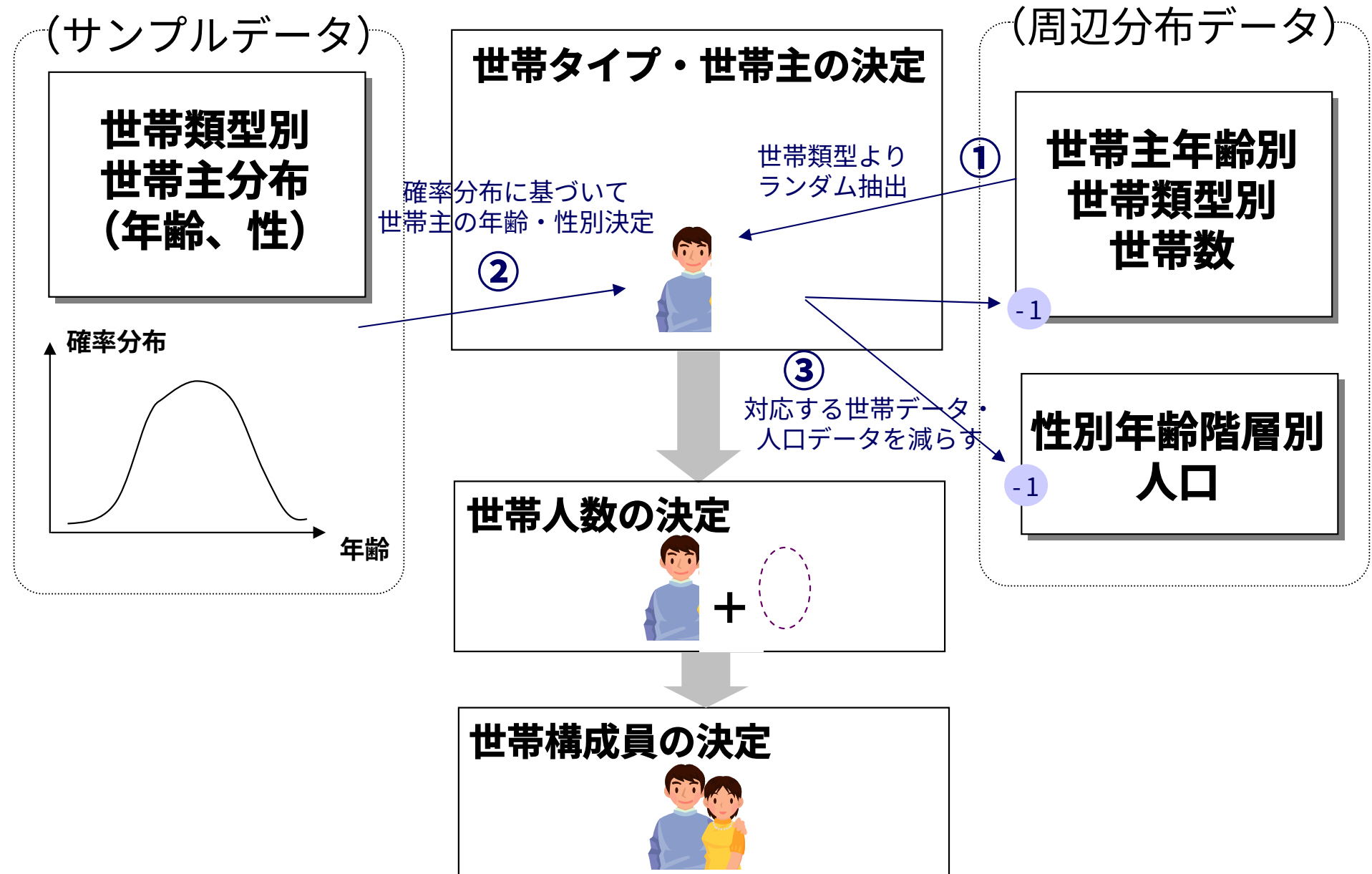




## ●非集計データ作成フロー



## ●データ作成イメージ





## 今後の取り組み

- 基準年データ作成手法の一般化
- モンテカルロサンプリングに関する検証
  - ・ 複数回試行による推定精度のばらつき  
→ 推計データと母集団の比較により妥当性検証
- 多次元IPF法とモンテカルロサンプリングの比較
  - ・ 属性次元数の増加に伴う各手法の精度変化

## 利用データ

- ・ 道央都市圏、仙台都市圏パーソントリップ調査において得られた非集計データ

道央都市圏：19,394世帯

仙台都市圏：10,812世帯



- ・ 上記データを母集団として、設定した抽出率でのサンプルデータ、周辺分布データを作成  
→各手法の実行、精度検証
- ・ 各都市圏を1つのゾーンと仮定して分析

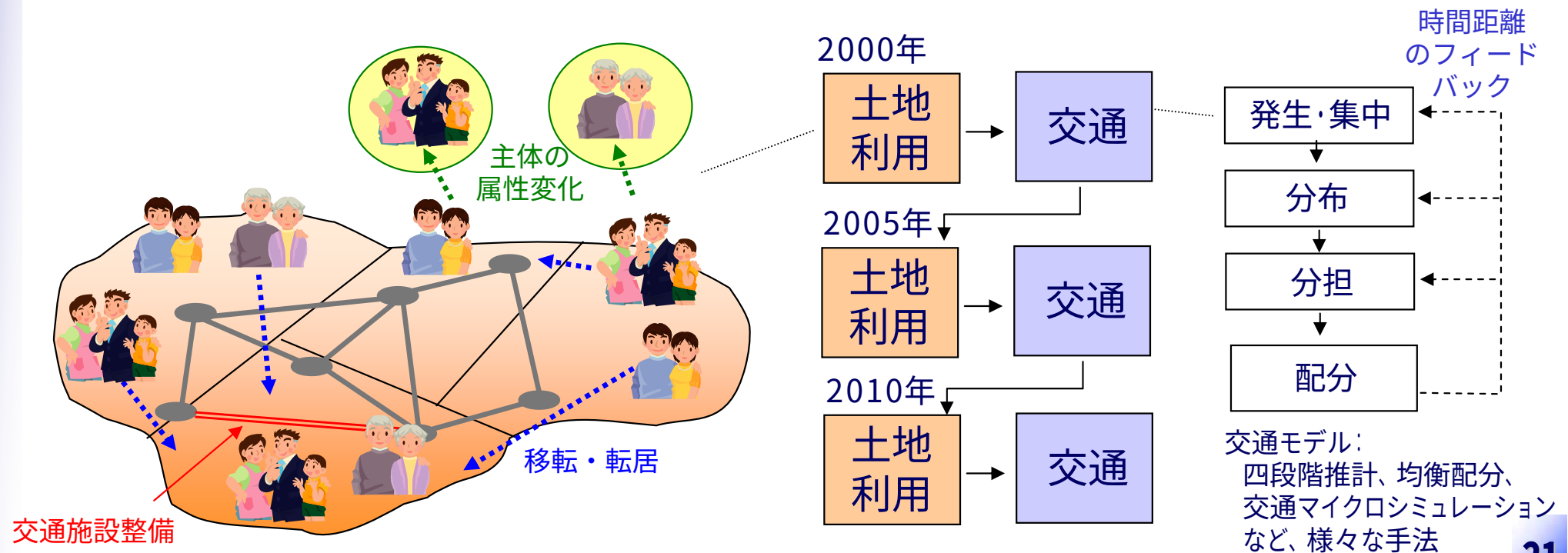
F i n .

ご静聴ありがとうございました



# マイクロシミュレーションモデルの概要

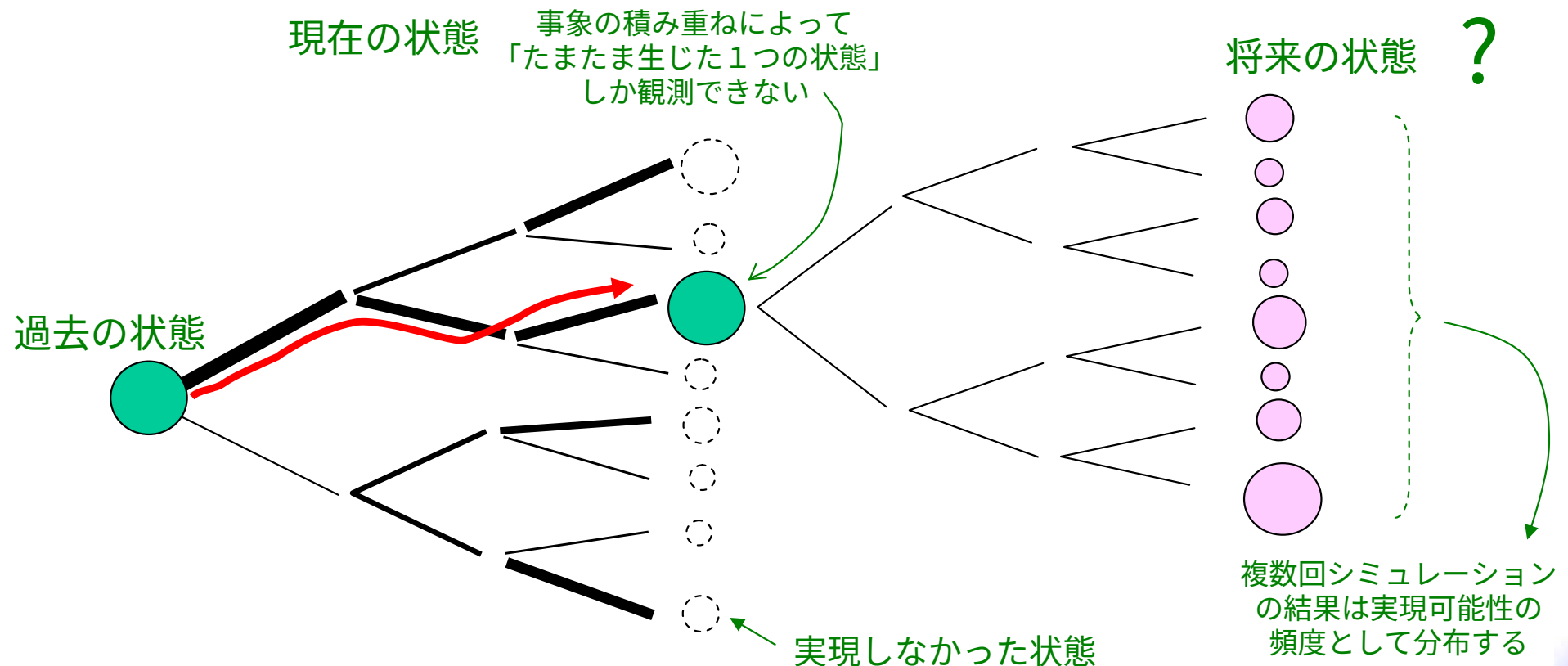
- ◆ 個々の活動主体（個人、世帯、企業など）の選択行動（立地主体の属性変化、移転など）を確率的に表現し、個別の行動の結果を積み上げて都市全体の動きを表現するモデル。
- ◆ 一般的には、（結果が異なる）複数回のシミュレーションを繰り返し（モンテカルロシミュレーション）、結果の平均を用いる。
- ◆ 「土地利用」と「交通」のモデルを交互に操作して、経年的な将来の状況を準動学的に分析。
- ◆ 海外を中心に近年活発に研究が進められている。



# 今後の活用可能性

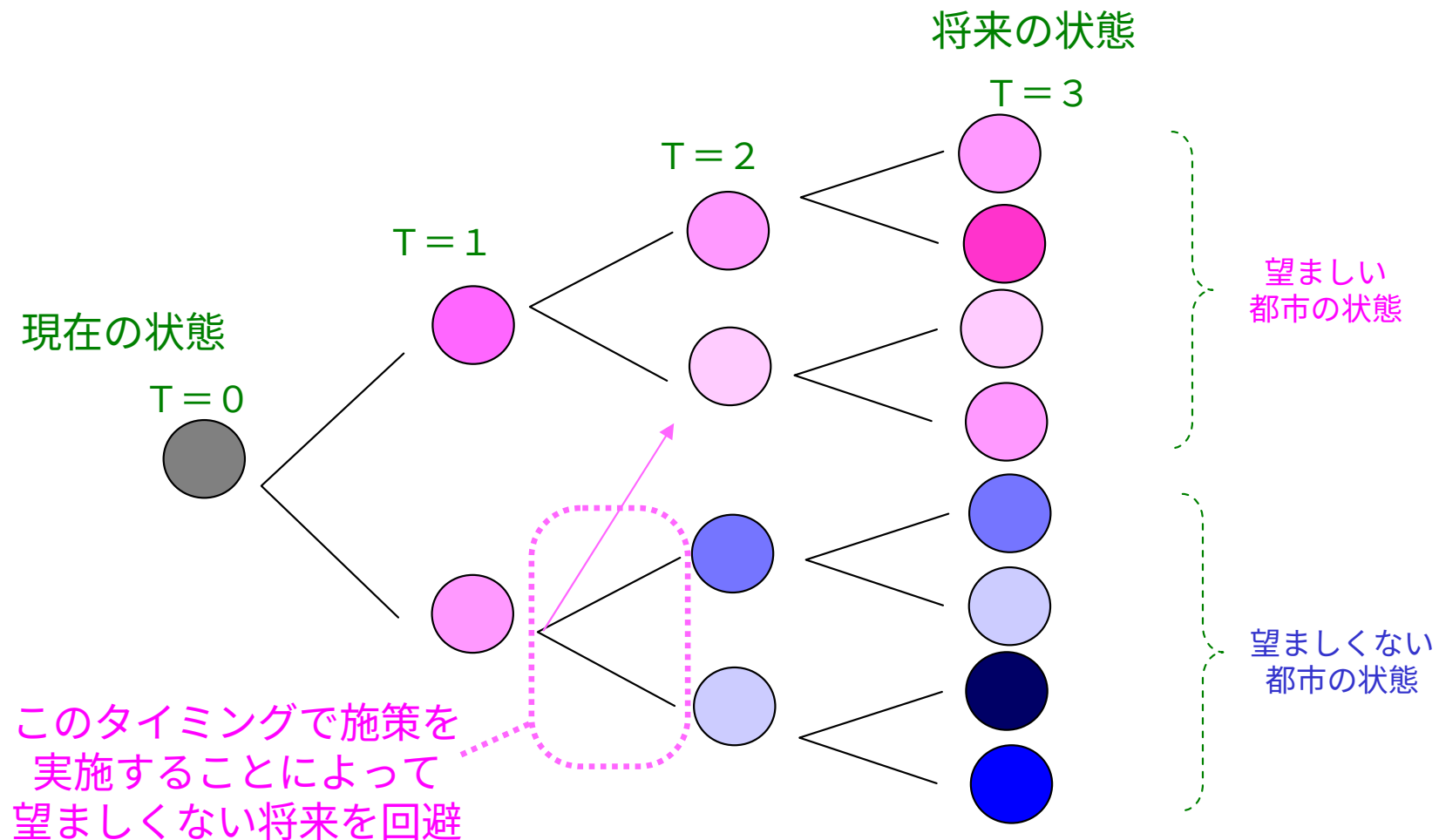
## ①モンテカルロシミュレーションによる結果の解釈

- ・現在は複数回繰り返した結果の「平均」をOUTPUTに用いるのが主流
- ・個々の結果は経路依存性のもとで「起こりうる」1つの可能性を表している。  
→施策のリスク分析へ活用できないか？

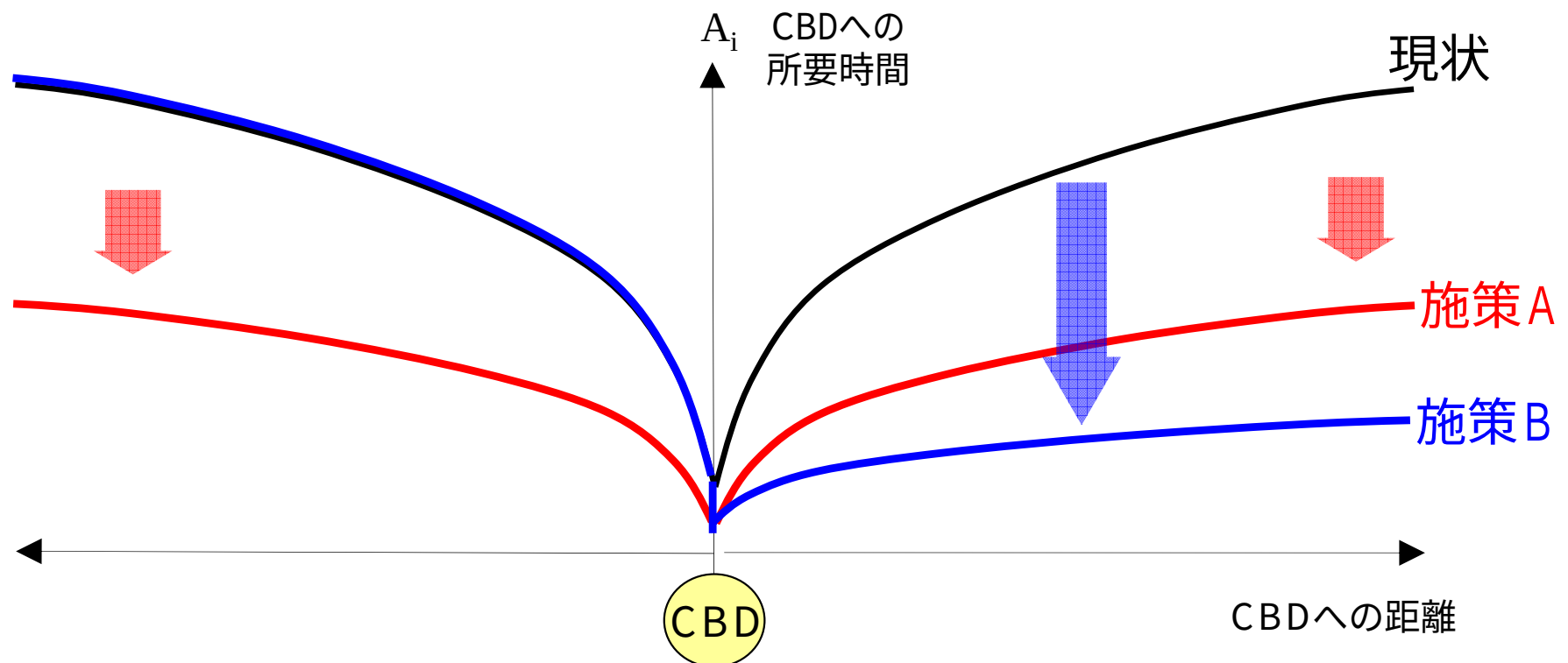


## ②施策のコントロールポイントの抽出

- ・都市の将来像を左右する可能性のあるポイントとその要因を抽出  
→望ましい都市の状態へ導くための施策を検討



## ◆ 2種類のアクセシビリティ改善政策を設定

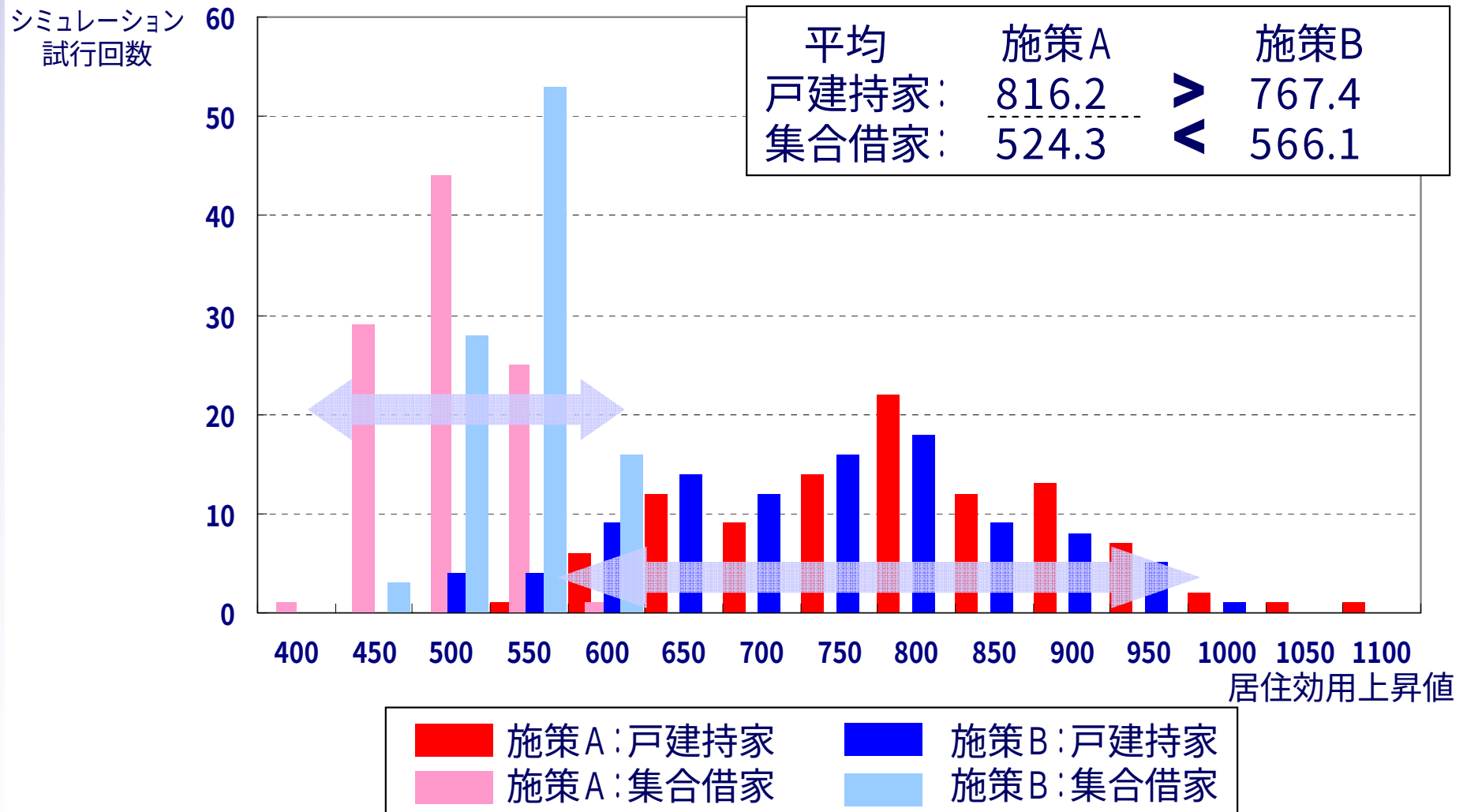


施策A：都市全域でCBDへの所要時間 $1/2$

施策B：都市右半分のみでCBDへの所要時間 $1/4$



## アクセシビリティ改善による居住効用上昇値の分布 (T=60)



分散: 戸建持家 > 集合借家

→これらの施策は、戸建持家に対する効用上昇効果が大きい一方で、不確実性が高い。