

# 今年度の検討とりまとめ

2023.3.9

第3回 都市交通調査の深度化に向けた検討委員会

# アクティビティ・ベースド・モデルとパーソントリップ調査を連携させた調査手法の構築

- 全国におけるパーソントリップ調査（PT調査）の実施は減少傾向にある
- 都市交通施策が従来のハード整備中心のものから、公共交通の利用促進、都市機能や居住誘導等へと広がってきており、施策ニーズの変化に対応した効率的・効果的な調査手法が求められている
- 効率的で多様な都市交通調査手法の構築のため、調査の選択肢の1つとして「アクティビティ・ベースド・モデルとパーソントリップ調査を連携させた調査手法」の構築を目指す

## 2 都市交通調査を取り巻く近年の状況と課題

### 都市交通調査の実施状況の漸減傾向

#### 多様な都市交通施策の取り組みが進展

- ・ハード整備中心から、ハード・ソフト施策のバランスよい取り組みへ
- ・長期の整備投資から、短期で柔軟な、いわゆるアジャイルなまちづくりに拡大

#### 地方公共団体が今後取り組むことを予定している都市交通施策

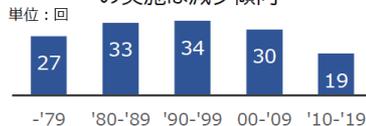
第1位	公共交通の利用促進・利便性向上	56%
第2位	公共交通の維持	47%
第3位	地域公共交通計画等の策定	43%
...		
第10位	道路の整備	8%
第21位	鉄軌道の整備	2%

※全国の都道府県及び10万人市区町村の都市(332地方公共団体)のうち、回答があった289地方公共団体による回答割合  
国土交通省都市計画調査室調べ

#### 多様な都市交通施策に対応した調査手法が未整備

- ・従来の都市交通調査は、交通施設の必要性や規模の検討を主眼に設計
- ・ウォークアブルなまちづくり、公共交通の利用促進、都市機能や居住の誘導等への対応が不十分

#### 全国におけるパーソントリップ調査の実施は減少傾向



### 進まないパーソントリップ調査データの利活用・オープン化

#### パーソントリップ調査データの

##### 多分野での利活用を阻む壁

- ・担当者が容易に分析できず、外部委託が必要
- ・利用場面などの認識も不足し、活用が進まない

##### 地域の取組の共有不足及び共通ルールの欠如

- ・地方都市圏の調査結果は、各都市圏で管理され、データ公表の方法等は都市圏によって異なる
- ・ビッグデータやシミュレーションなどの技術知識の地方公共団体間の共有が進んでいない

#### 各都市圏におけるデータ公表の状況

都市圏	調査年度	集計表	計画書	集計システム	可視化ページ
東京	H30	○	○	○	○
近畿圏	H22	○	○	○	○
中京	H23	○	○	○	○
函館	R01	○	○	○	○
栃木小山	H30	○	○	○	○
北部九州	H29	○	○	○	○
山形	H29	○	○	○	○
仙台	H29	○	○	○	○
室蘭	H28	○	○	○	○
群馬	H27	○	○	○	○
長野	H26	○	○	○	○
大分	H25	○	○	○	○
熊本	H24	○	○	○	○

## 4 新しい都市交通調査体系の実現に向けた取り組み

### ②効率的で多様な都市交通調査手法の構築

#### 多様な目的に対応した都市交通調査の促進

- ・地方公共団体が取り組む施策は多様化しつつあることから、それぞれの地域のニーズに応じた都市交通調査を自由度高く設計し、実施すべき
- ・各都市圏が今後実施するパーソントリップ調査を支援しつつ、ニーズに対応した、多様な調査の開発を促進(小規模化、高頻度化、複数日調査など)

#### 【アクティビティ・ベースド・シミュレータの開発】

- ・施策評価手法の新たな選択肢として、アクティビティ・ベースド・シミュレータの開発に取り組むべき
- ・全国PT等を用いたシミュレーションと小標本のパーソントリップ調査を連携させた調査手法の構築に取り組むべき



#### 【まちづくりにつながるビッグデータ等の活用手法の整理】

- ・都市交通施策検討におけるビッグデータ等の活用手法の整理及び知見の共有

# (参考) アクティビティ・ベースド・モデル (ABM) の実務での適用

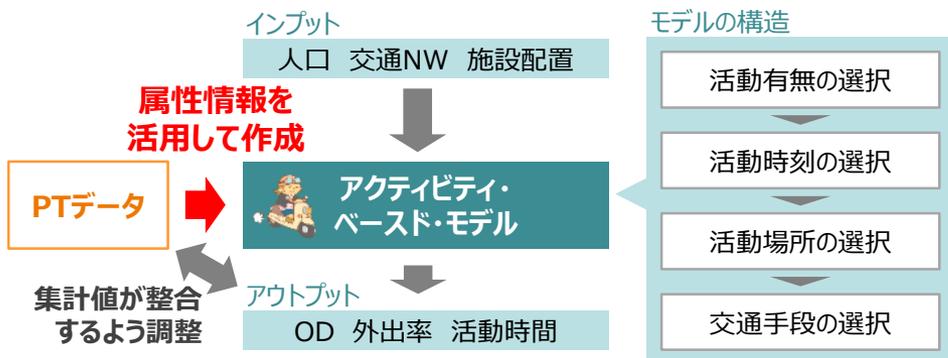
- 個人の1日の移動・活動を表現するアクティビティ・ベースド・モデルを用いたシミュレータの、実務での適用が進んでいる
- 交通量だけではなく、自宅周辺での活動の変化等の個人の行動に着目した指標を算出できる

## アクティビティ・ベースド・モデルの概要

- ・個人の1日の活動・移動を表現するモデル
- ・東京都市圏に居住する各個人の1日の活動・移動を推計



- ・属性毎の行動が得られているPTデータを用いてモデルを作成
- ・PTデータの集計値と整合するようモデルを調整



## アクティビティ・ベースド・モデルの実務での適用

- ・アクティビティ・ベースド・モデルは、1990年代から研究レベルでの開発・適用が行われてきた (PCATS等)
- ・H30東京都市圏PT調査において、個人の行動の質的な変化を捉えて評価するという観点から、実務適用が始められている

### ■ 東京都市圏での適用例：在宅勤務の進展シナリオの分析

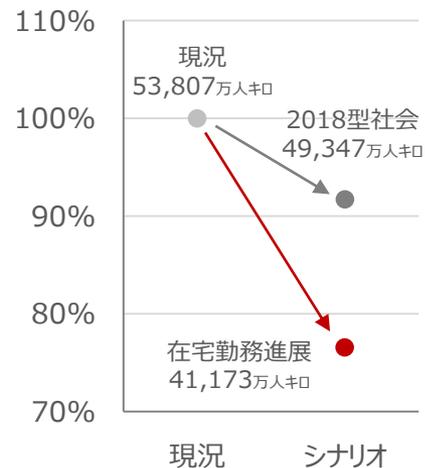
- ・従来よりも在宅勤務が増えたケースを設定
- ・アクティビティ型交通行動モデルを用いて指標を算出

自宅周辺の活動量  
対現況比率



自宅周辺の活動は増加

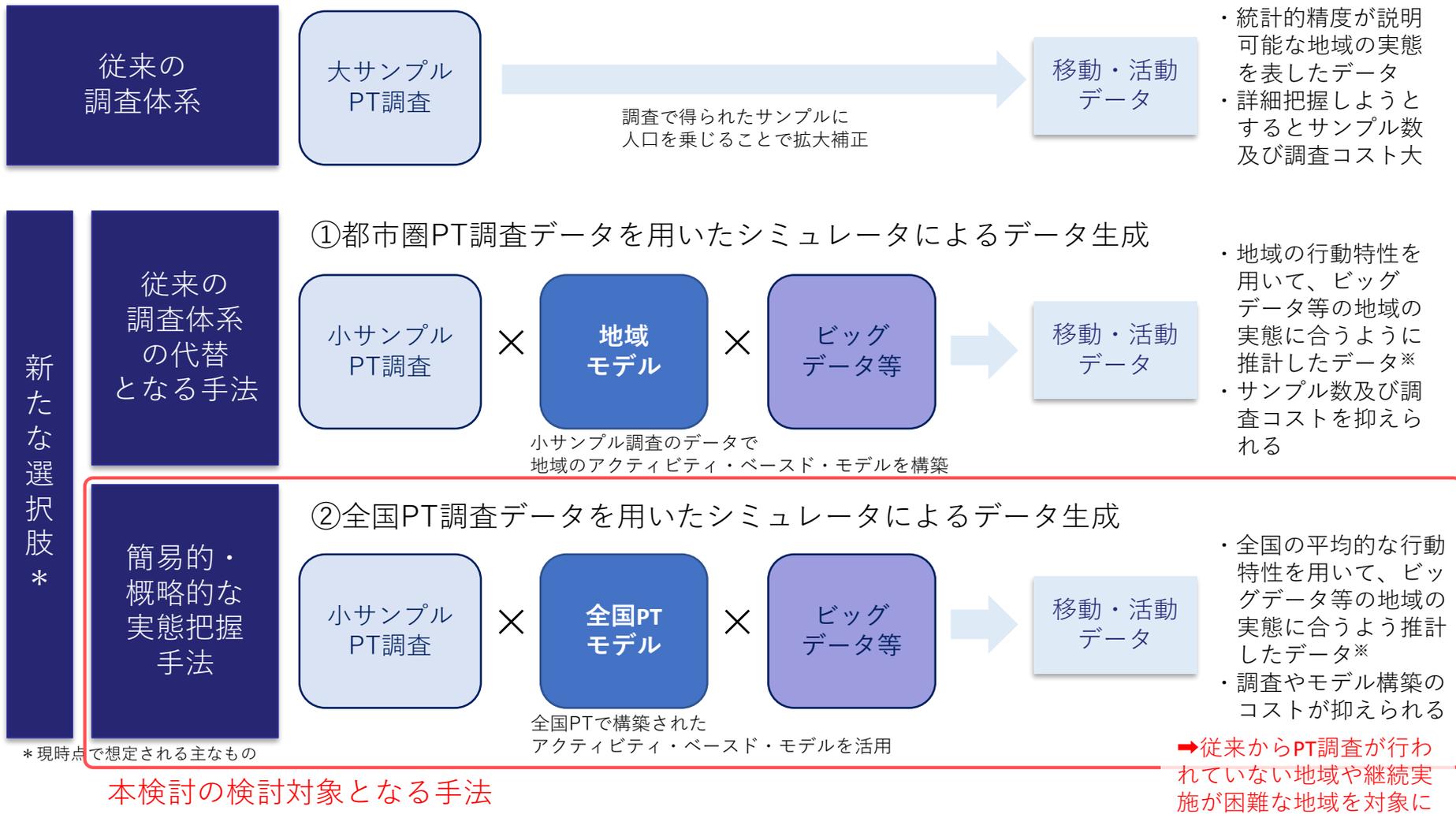
鉄道の乗車人キロ  
対現況比率



鉄道乗車人キロは減少

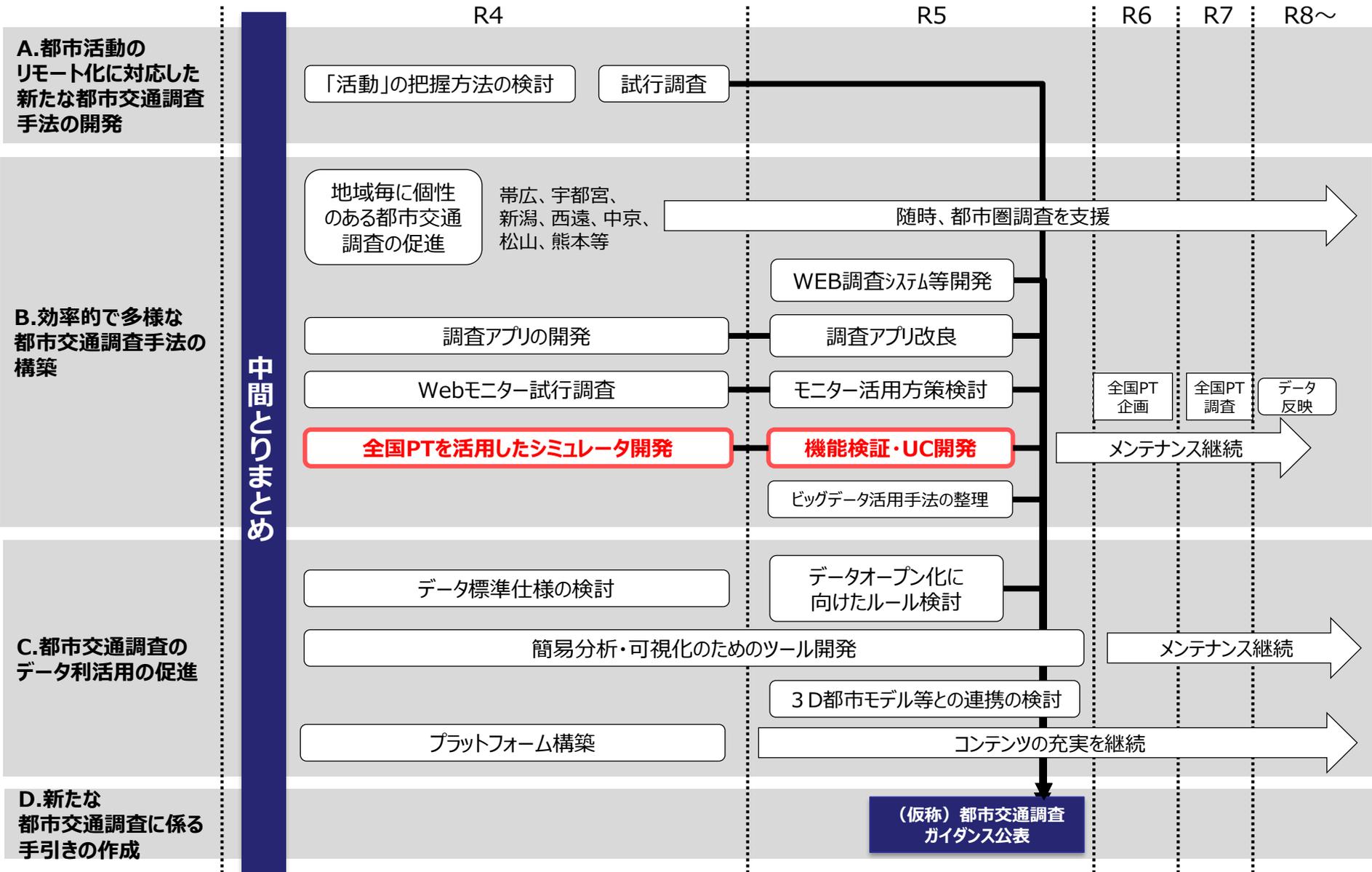
# 調査手法の新たな選択肢と本検討の位置づけ

○ 従来からPT調査が行われていない地域におけるデータ活用を促進するため、全国PT調査データを用いて人の移動・活動データを生成する手法を開発を目指す



※人の移動や活動をモデル化し簡易的に表現しているため、実態を直接把握した従来のPTデータの完全な代替とはならない

# 新たな都市交通調査の実現に向けたロードマップ



# (参考) 都市交通調査の深度化に向けた検討委員会の概要

## 設立目的

- ・アクティビティ・ベースド・シミュレータは、個人単位で活動や移動を推計するため、調査の実施自体が難しい小規模な都市圏向けに、全国都市交通特性調査の結果を用いて、一定の都市規模毎に構築したシミュレーションモデルにより、必要な施策検討に活用可能な疑似データを生成することができる可能性がある
- ・また、交通需要以外の面からの政策目的への効果などが定量的に評価可能となることから、施策評価手法の新たな選択肢としても、アクティビティ・ベースド・シミュレータの開発に取り組むべきである
- ・このような状況を踏まえ、全国都市交通特性調査の結果を用いたアクティビティ・ベースド・シミュレータのあり方を検討し、効率的で多様な都市交通調査手法の構築に寄与するため、有識者からなる検討委員会を設立する

## 開催状況

回	日	主な議題
第1回	R4 10.12	・検討の全体像及びR4年度の検討事項に関するディスカッション ・アクティビティ・ベースド・シミュレータの構造
第2回	R5 1.25	・アクティビティ・ベースド・シミュレータの推計結果をふまえた討議
第3回	R5 3.9	・ビッグデータ等による補正結果をふまえた討議 ・R5年度の検討方針に関するディスカッション

## 検討委員会メンバー ◎：委員長

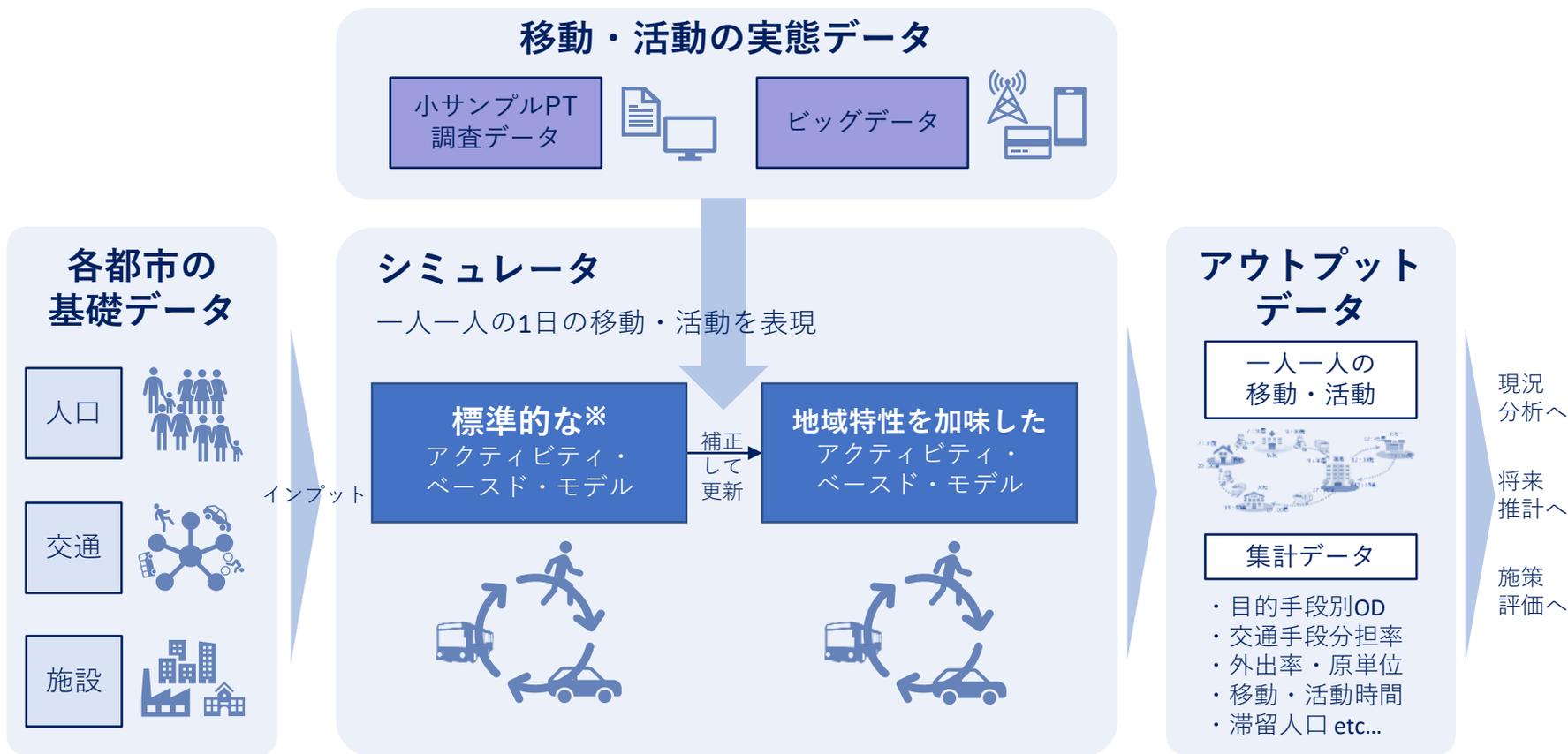
林 和眞	東京都市大学 大学院環境情報学研究科 都市生活学専攻 准教授
佐々木 邦明	早稲田大学 理工学術院 創造理工学部 教授
◎ 羽藤 英二	東京大学 大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
原 祐輔	東北大学 大学院情報科学研究科 人間社会情報科学専攻 准教授
福田 大輔	東京大学 大学院工学系研究科 社会基盤学専攻 教授

## 【事務局】

国土交通省国土技術政策総合研究所 都市研究部

# 本検討のねらいと開発する手法の概要

- 立地適正化、公共交通利用促進、ウォークブル等の様々な施策の検討の効率化・高度化に資するよう、また地方公共団体等によるデータのさらなる利活用を目指したシミュレータ開発を目指す
- 一人一人の行動を表現するモデル（アクティビティ・ベースド・モデル）をコアとしつつ、地域で取得された移動・活動の実態データの特性を反映可能にすることで、既存の実態データと整合が図られた一人一人の移動・活動のデータを生成するシミュレータを目指す
- 全国PT調査データを用いて、国がシミュレータを開発・提供することで、各地方公共団体が簡便に利用できるような仕組みを用意する



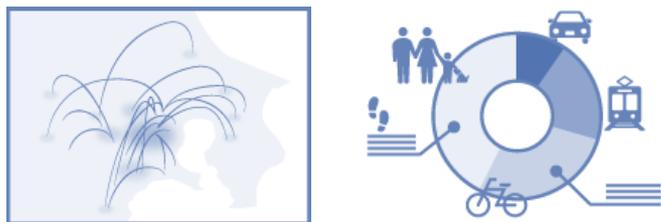
※標準的なモデルは全国PT調査データを用いて作成

# 今回開発する手法のポイント

## 1 PT調査の実施が困難な場合でも、都市内の人の流動を捉えられる！

- ・大規模なPT調査を実施せずとも、都市内の人の流動の全体像を\*、活動目的とセットで、マルチモーダルに捉えられる
- ・都市機能配置や交通政策の検討（立地適正化計画や地域公共交通計画等）を考えるEBPMの材料になる

\* 人口5,000人～数万人程度の大きさのエリア間の流動を想定



## 2 施策効果（将来の人の流動変化）を予測できる！

- ・人の流動の現況推計だけでなく、施策案に対する効果予測としての将来推計ができる
- ・量だけでなく、1人1人の移動・活動の質を把握できる
- ・施策検討に本来必要なプロセス（シミュレーション・事前評価）が本格的にできるようになる

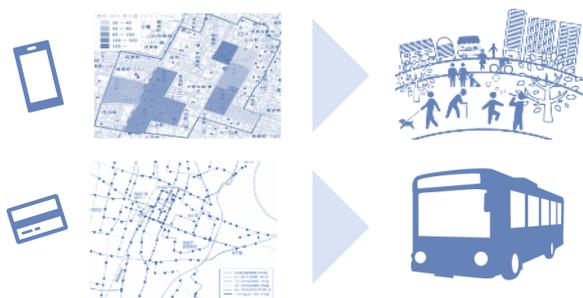
### 将来の地域像



指標	シナリオ		
	A	B	C
暮らし： 外出率	○%	□%	△%
交通： 利用者数	○人	□人	△人
環境	...	...	...
防災	...	...	...
...	...	...	...

## 3 追加の実態データやモデル拡張で、より多様な施策を検討できる！

- ・GPS等の詳細な空間解像度で実態が把握可能なデータや公共交通の利用実態が把握可能なデータを組み合わせることで、よりミクロな施策への活用も可能になる
- ・最新の实態データで更新することで、経年的な変化の分析等への活用ができる



## 4 誰もが自らの都市に最適な施策を検討できる！

- ・各都市の基礎データ等を用意すれば取り組むことが可能で、今までPTデータを活用できていなかった都市、継続的なPTデータ取得が困難な都市でも活用できる
- ・データのオープン化にも対応しており、他都市との情報交換が容易になるほか、民間での活用にもつながる



# ポイント①～③補足：政策・施策への活用イメージ

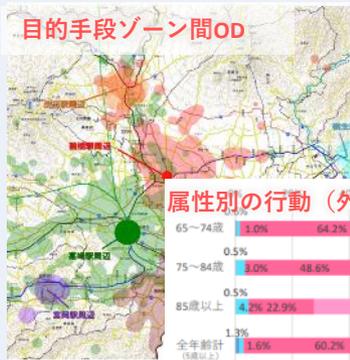
- これまで、パーソントリップ調査が強みとしてきた、**広域的な都市機能の配置や交通政策の検討への活用を主眼**とする
- また、実態データの追加やモデルの拡張することにより、詳細な公共交通施策の検討、個別施設の配置検討、ウォーカブルなまちづくりの検討等にも活用できるようにすることを想定

## 基本\*となる活用

### 広域的な都市機能配置や交通政策の検討への活用

(都市マスタープラン・立地適正化計画・地域公共交通計画等)

- ・人の集まる場所と後背圏を目的別や交通手段別に捉え、広域的な機能配置や交通ネットワークの検討に\*
  - ・属性別の行動を捉え、移動・活動に対して誰にどんな課題があるかを明らかに
  - ・将来や施策後の人の動きの変化もシミュレーションしながら戦略評価に活用
- \*人口5,000人～数万人程度のゾーンサイズ(中～大ゾーン)を想定



属性別の行動 (外出率、分担率等)

属性	徒歩	自転車	バス	タクシー	自動車(運転)	自動車(乗車)	バイク	自転車	徒歩	
65～74歳	1.0%	0.5%	1.0%	48.6%	21.8%	7.9%	17.2%	13.6%	5.8%	14.2%
75～84歳	4.2%	22.9%	47.2%	0.3%	4.6%	20.3%	0.8%	1.6%	60.2%	13.0%
85歳以上	1.3%	1.6%	60.2%	13.0%	7.3%	15.8%	0.8%	1.3%	1.6%	60.2%
全年齢計(15歳以上)	1.6%	60.2%	13.0%	7.3%	15.8%	0.8%	1.3%	1.6%	60.2%	13.0%

高齢者の交通手段分担率(平日)

公共交通の利用実態で補正

詳細な解像度のビッグデータ等で補正

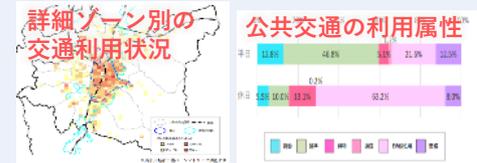
移動軌跡を追加で推計

## 追加の実態データ・モデルを用いた拡張

### 公共交通の路線再編や利用促進への活用

(利便増進事業、新モビリティ導入等)

- ・詳細な地域での居住者特性や公共交通利用の把握
- ・誰の何の目的で利用かを把握し利用促進に活用



### 個別地区や施設等の利活用への活用

(中心市街地活性化、公共施設再編等)

- ・中心市街地や公共施設等の後背圏や利用者特性を把握し、活性化や施設の再配置等に活用



### まちなかの回遊促進施策への活用

(ウォーカブル、道路空間再編、駐車場配置等)

- ・来訪者の属性や目的、交通手段をとらえ、地区の特性を理解
- ・地区内での人の集まる場所や回遊状況を把握



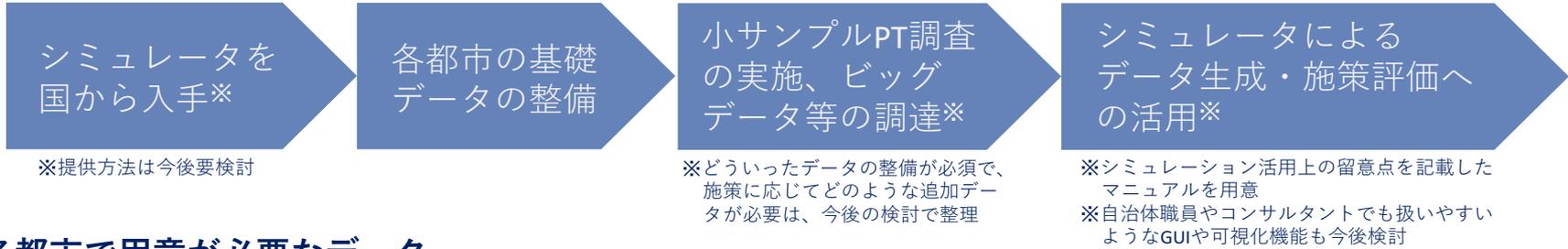
※シミュレータを各都市の「小サンプルPT調査」等の実態データで補正することを「基本となる活用」とする

# ポイント④補足：シミュレータの使い方のイメージ

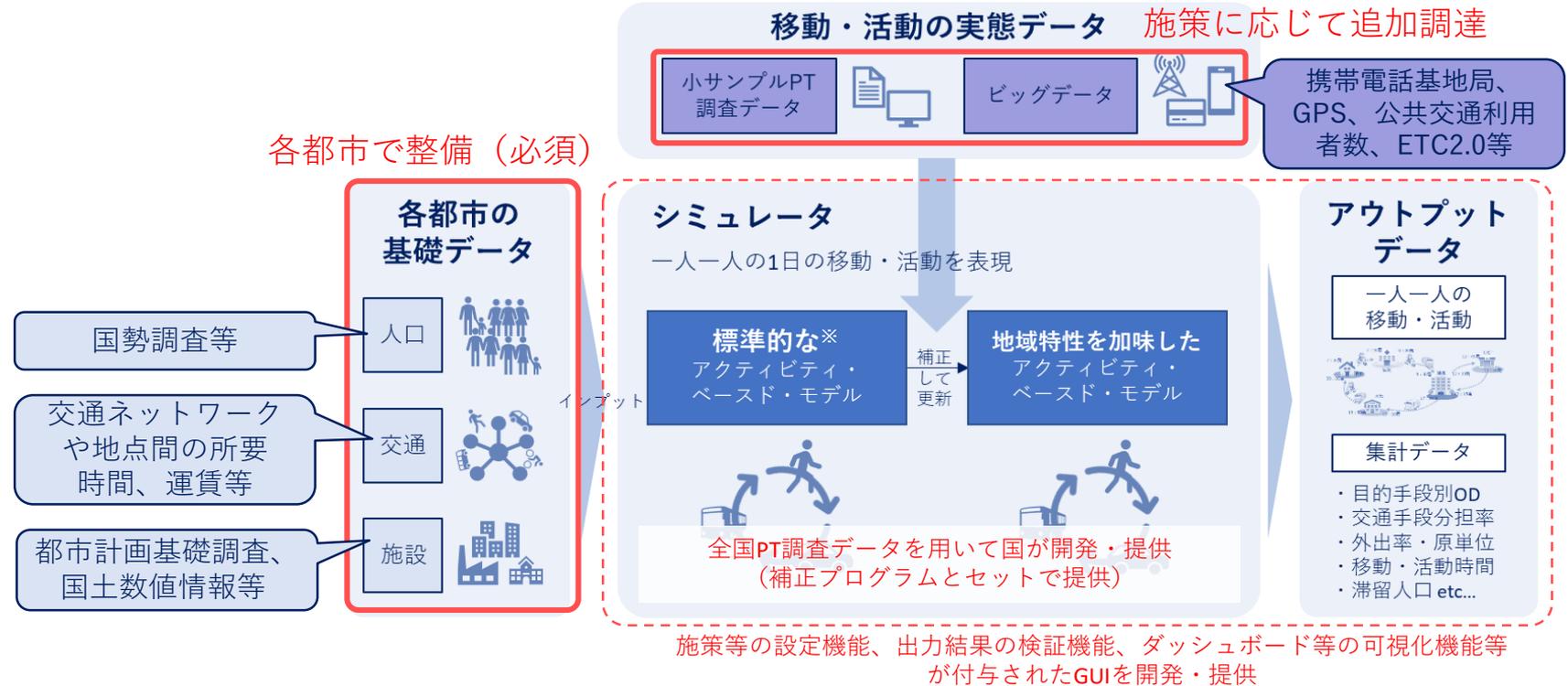
○シミュレータは国で開発・提供することで、**各都市では基礎データ及び移動・活動の実態データを  
用意すれば、シミュレータによるデータ生成や施策評価を簡易に行えるようにする**

※使い方のイメージや必要データは現時点での想定

## シミュレータの使い方のイメージ

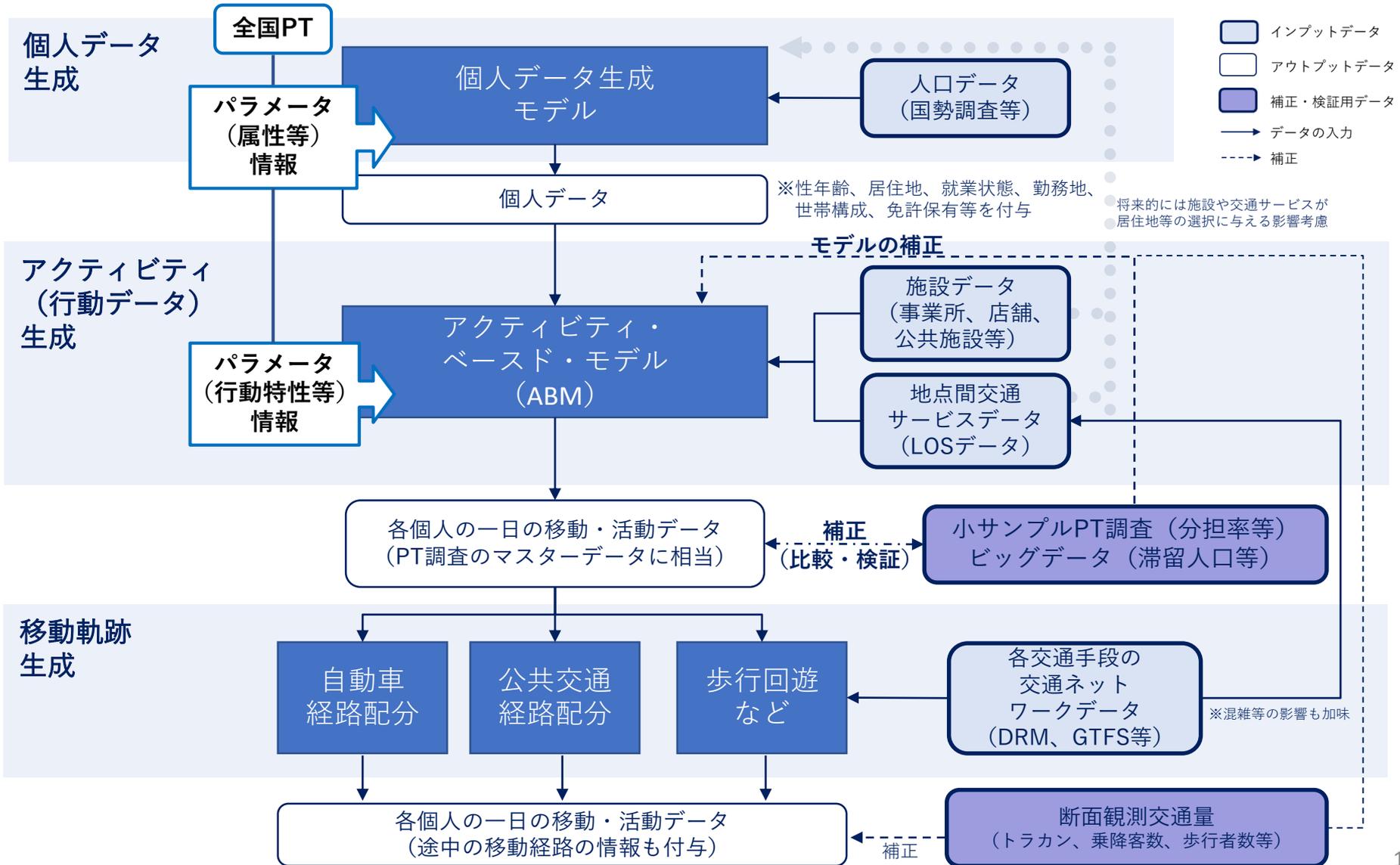


## 各都市で用意が必要なデータ



# シミュレータの内容の全体像

○個人データ、アクティビティ、移動軌跡生成の各段階を組み合わせ、小サンプルPT調査やビッグデータ等の実態データと整合するように、人の移動・活動を生成するシミュレータを目指す



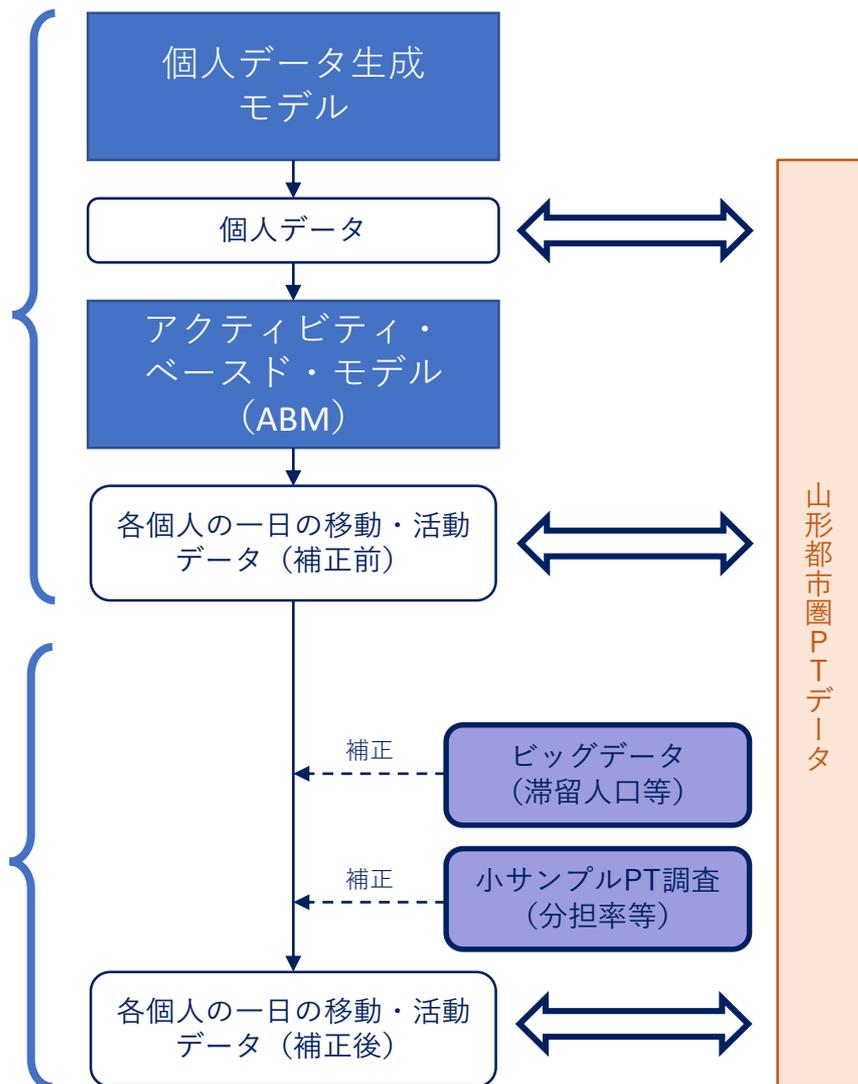
# 今年度の検討事項

## I 全国PT調査データを活用したシミュレータの検討

- 1) モデルの設計
  - ・個人データ生成モデル
  - ・アクティビティ・ベースド・モデル
- 2) モデルの推定及びシミュレータの構築
  - ・モデルのパラメータ推定
  - ・モデルの汎化性能の検証
  - ・モデルを組合せたシミュレータ構築
- 3) 性能検証
  - ・PT調査実施済みの地方都市圏でシミュレータを適用し、シミュレーション結果とPTデータを比較

## II シミュレータの補正に関する検討

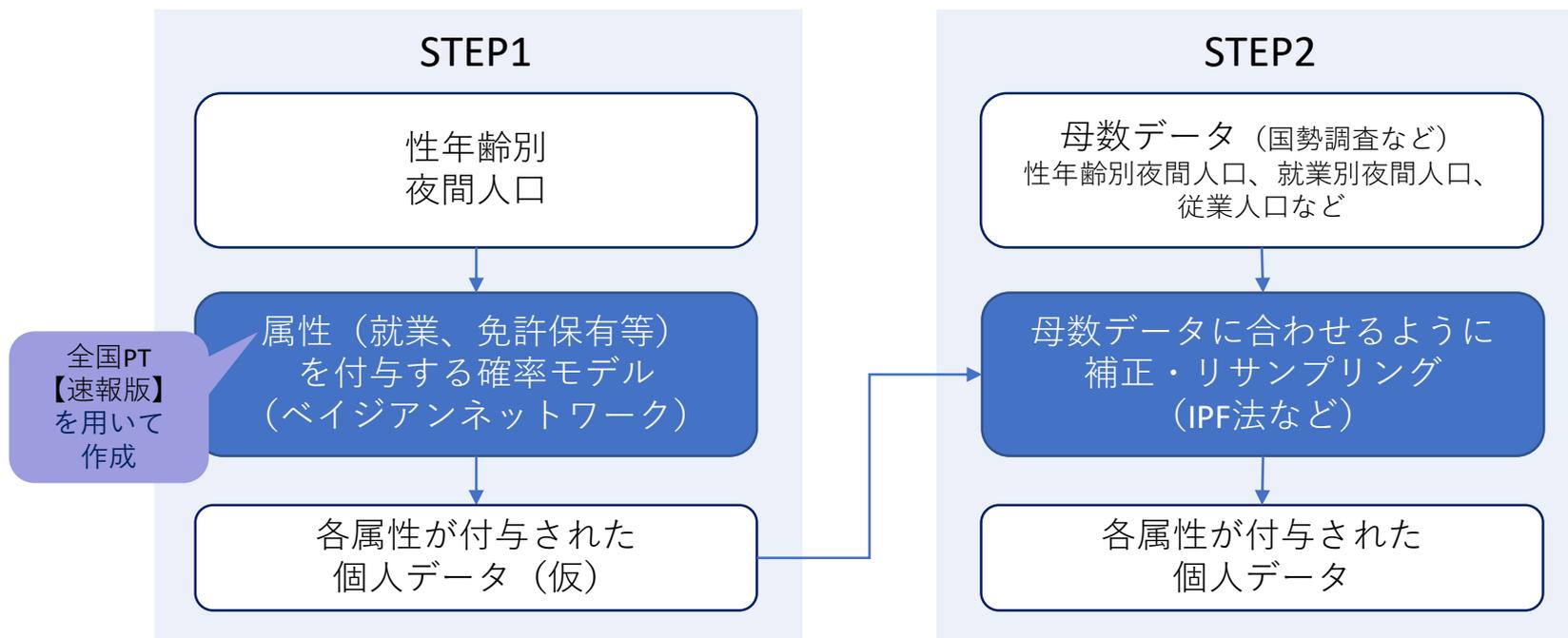
- 1) 既存統計データによる補正
  - ・小サンプルPTデータによる補正
- 2) ビッグデータによる補正
  - ・携帯電話基地局データや公共交通利用者数データ等による補正



# 個人データ生成モデルの概要

- 様々な属性が付与された個人データが、アクティビティ・ベースド・モデルのインプットデータとして必要
- 以下の2ステップにより、国勢調査の夜間人口等と整合した個人データ生成方法を検討

- STEP1** 各個人の属性を付与する確率モデルを適用し、各属性が付与された個人データを一度生成する
- STEP2** 母数となるデータ（夜間人口等）に合うよう、個人のウェイトを補正（もしくはリサンプリング）を行う

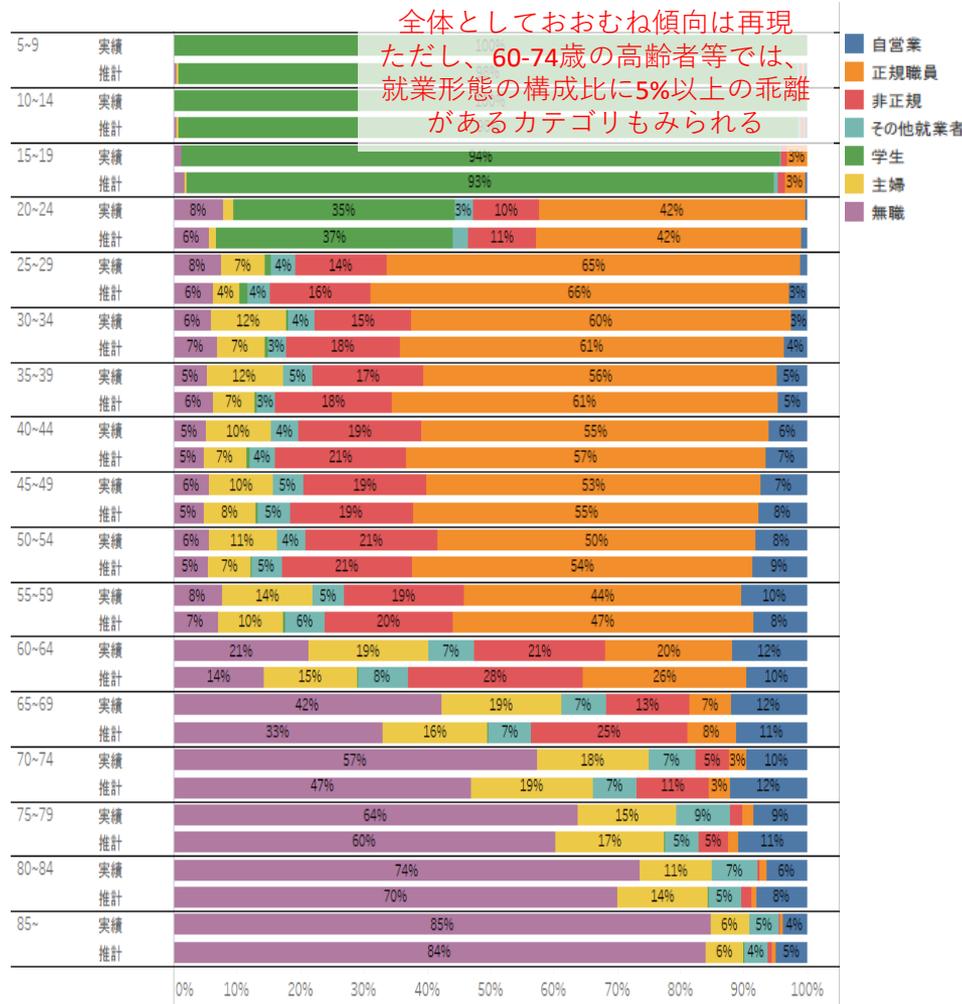


※IPF（Iterative Proportional Fitting）法とは、複数の周辺分布（今回の場合、母数データ）に合うように、同時分布（今回の場合、各属性が付与された個人データ）の拡大係数を算出する方法

# 個人データ生成の検討状況：山形PTとの再現性検証

- 全国PT【速報版】を用いて構築したモデルを山形都市圏で適用し、山形PTで取得された属性構成と比較した結果、全体の傾向については概ね表現されていることを確認
- 自動車有無が過小に推計される等の課題もあるため、地域特性の考慮等による改善は引き続き検討

## ■年齢別の就業形態構成比の再現性



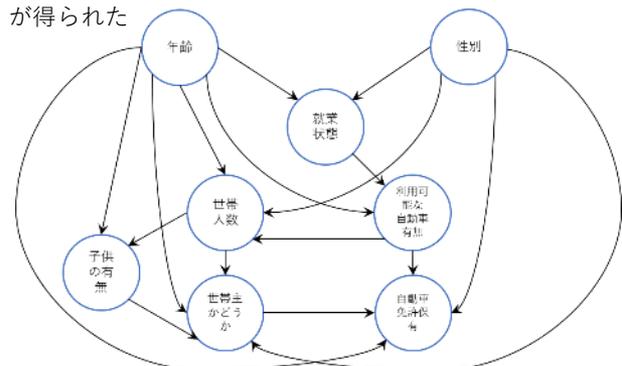
## ■各属性の構成比の再現性

属性		実績	推計	属性		実績	推計
就業形態	自営業	7%	7%	免許有無	あり	76%	74%
	正規職員	26%	28%		なし	24%	26%
	非正規	12%	15%		自動車有無	あり	74%
	その他就業	5%	5%	なし	26%	31%	
	学生	13%	13%	世帯人数	1人	11%	13%
	主婦主夫	12%	10%		2人	29%	32%
無職	26%	22%	3人以上		59%	56%	

各属性現況を再現、ただし自動車有無は5%の乖離が見られる

## ■属性を付与するための確率モデル（ベイジアンネットワーク）の概要

- 各属性の依存関係を表現するとともに、個々の変数の関係を条件付き確率で表現する確率モデル
- 全国PTデータ【速報版】を用いて構造推定し、以下の関係性が得られた



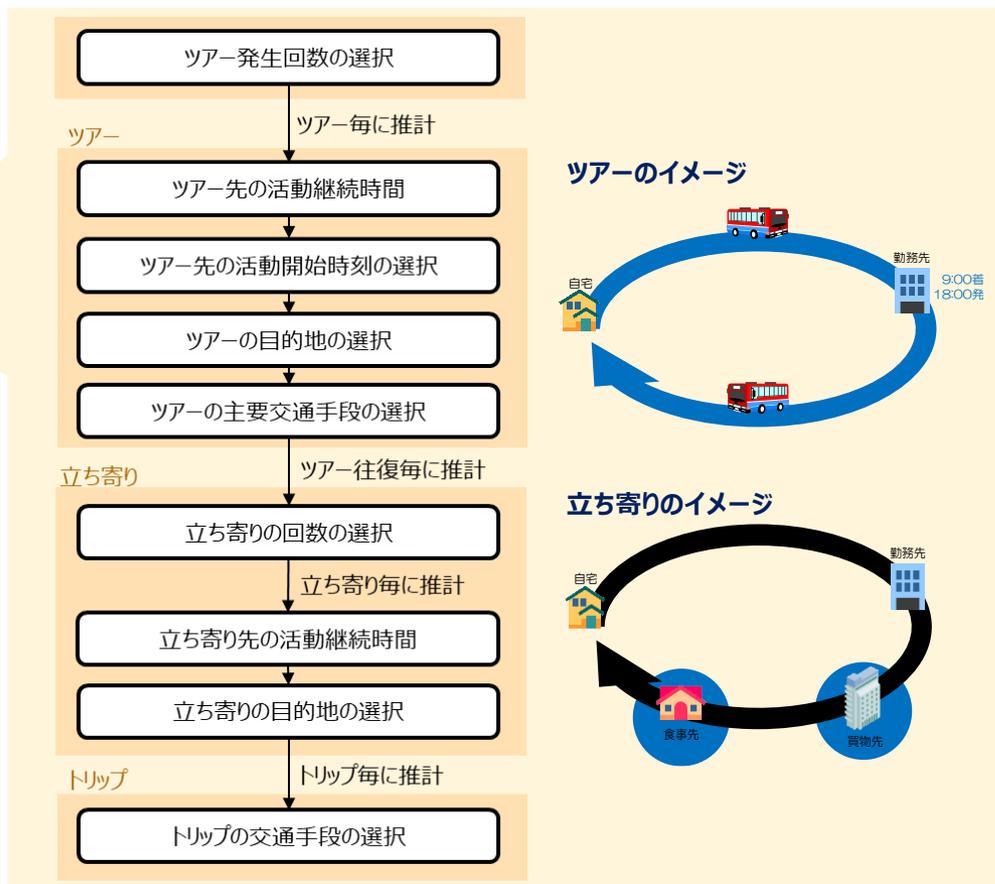
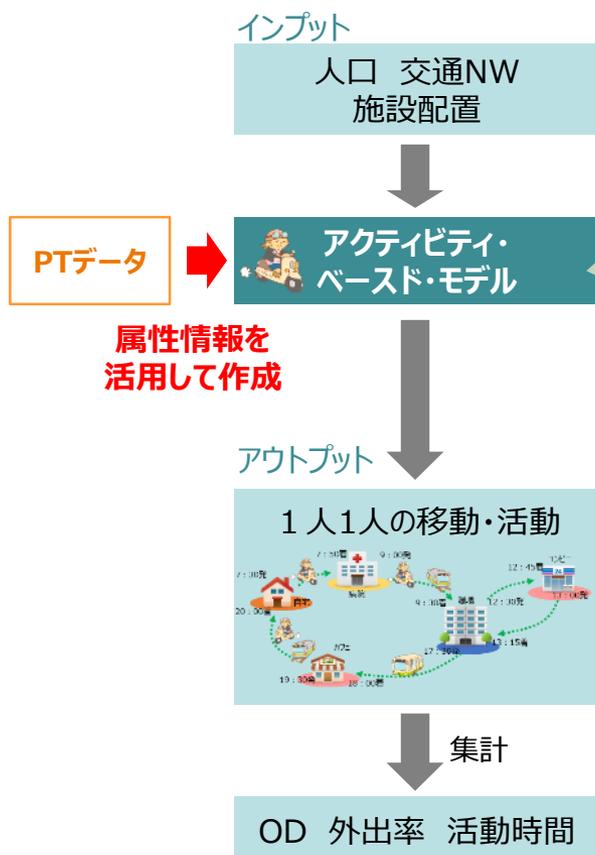
※全国PT【速報版】の都市類型4-10の全てのデータを用いて推定

# アクティビティ・ベースド・モデル (ABM) の概要

- 個人の1日の移動・活動を推計するにあたり、一日の全体のスケジュールをふまえながら、各行動を決める個人を想定し、ツアー型のアクティビティ・ベースド・モデルを採用
- 先に大まかな動き（ツアー）を決定し、残り時間内で立ち寄りが発生するように行動をモデル化
- 目的として通勤、通学、業務、送迎、通院、買物、私事の7つを考慮

- ・アクティビティ・ベースド・モデルとは、個人の1日の移動・活動を表現するモデル
- ・属性毎の行動が得られているPTデータを用いてモデルを作成

- ・一日の全体のスケジュールをふまえながら、各行動を決める個人を想定し、ツアー型のモデル構造を採用
- ・7つの目的（通勤、通学、業務、送迎、通院、買物、私事）を考慮



※各モデルは離散選択モデル（ロジットモデル）を用いてモデル化（ただし、活動継続時間モデルのみ生存時間モデルを用いてモデル化）

# (参考) ABMの構築に用いる全国PTデータ

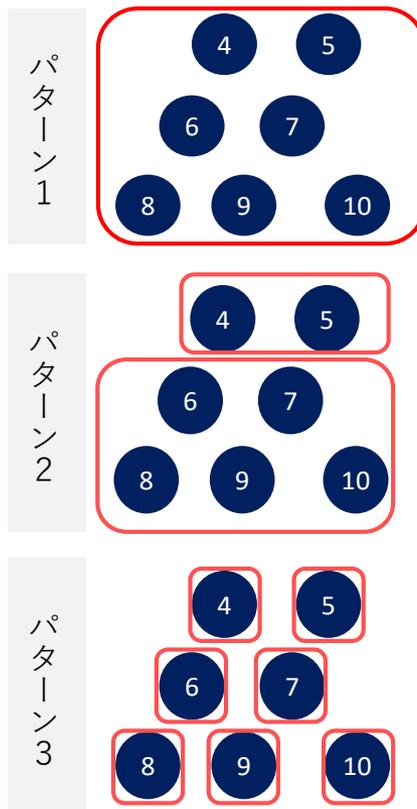
- 三大都市圏以外の地方都市が、開発する手法の主な適用対象になるため、地方都市の全国PTデータ【速報版】を用いたモデルの検討を行う
- 地方都市の行動特性を反映した標準的なシミュレータを目指すため、適切な都市のグルーピングについては今後検討する

## ■全国PT調査の調査用都市類型

都市類型		調査対象都市	
1 2 3	三大都市圏	中心都市	さいたま市、千葉市、東京区部、横浜市、川崎市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市
		周辺都市※1	取手市、所沢市、松戸市、稲城市、堺市、奈良市
		周辺都市※2	青梅市、小田原市、岐阜市、豊橋市、春日井市、津島市、東海市、四日市市、亀山市、近江八幡市、宇治市、豊中市、泉佐野市、明石市
4 5	地方中枢都市圏	中心都市	札幌市、仙台市、広島市、北九州市、福岡市
		周辺都市	小樽市、千歳市、塩竈市、呉市、大竹市、太宰府市
6 7	地方中核都市圏 中心都市 40万人以上	中心都市	宇都宮市、金沢市、静岡市、松山市、熊本市、鹿児島市
		周辺都市	小矢部市、小松市、磐田市、総社市、諫早市、臼杵市
8 9	地方中核都市圏 中心都市 40万人未満	中心都市	弘前市、盛岡市、郡山市、松江市、徳島市、高知市
		周辺都市	高崎市、山梨市、海南市、安来市、南国市、浦添市
10	地方中心都市圏 その他の都市	-	湯沢市、伊那市、上越市、長門市、今治市、人吉市

今年度の検討で用いた全国PTデータの対象都市

## ■都市のグルーピングの検討イメージ



グルーピングのパターンごとに、行動特性（弾力性等）、分担率等の再現性、予測性能（尤度比等）を比較しつつ、**地方都市の特徴を反映しつつも、他都市への適用可能性を確保**したモデル構築を目指す

※今年度はグルーピングは行わず、都市類型4-10全てのデータを用いてアクティビティ・ベースド・モデルを構築（上記パターン1）

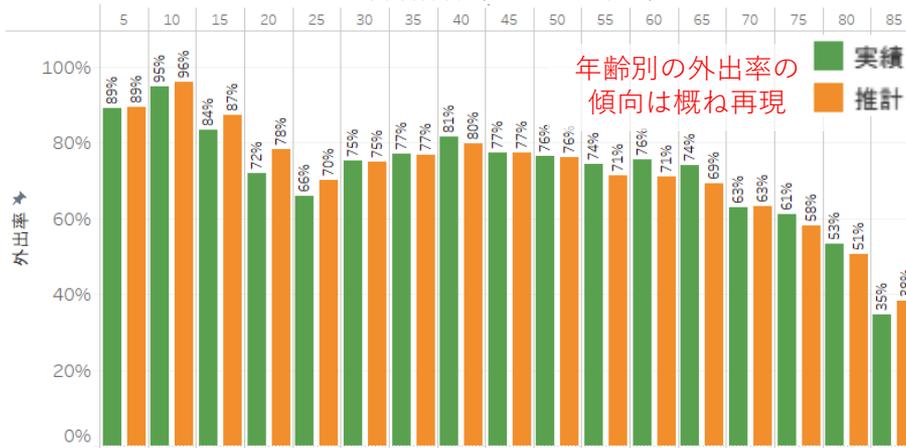
※グルーピングの検討においては調査用都市類型を基本としつつも、必要に応じて調査用都市類型以外の都市のグルーピングも検討

# ABMの検討状況：全国PT及び山形PTとの再現性検証①（外出率、目的別発生トリップ）

- 全国PTを用いて構築したABMを適用し、R3全国PTデータ（推定に用いたデータ）及びH29山形PTデータへの再現性の確認を実施
- 外出率や目的別発生トリップに関して比較すると、R3全国PTへの再現性は高いが、H29山形PTに対して過小となる傾向にある（コロナによる外出率・トリップ数の減少が要因として大きいと考えられる）

## ■ 年齢階層別外出率の比較

年齢階層（5は5～9歳を表す）

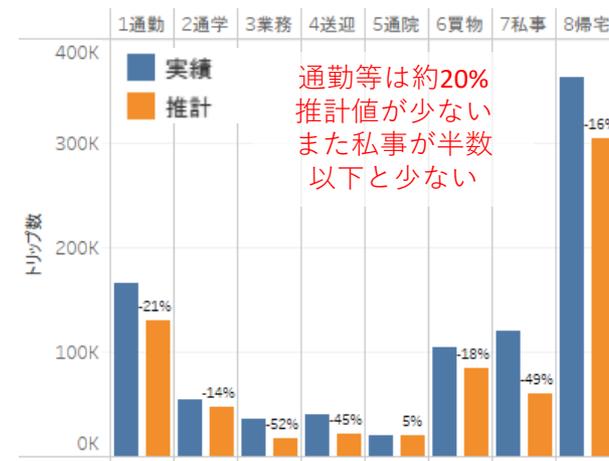
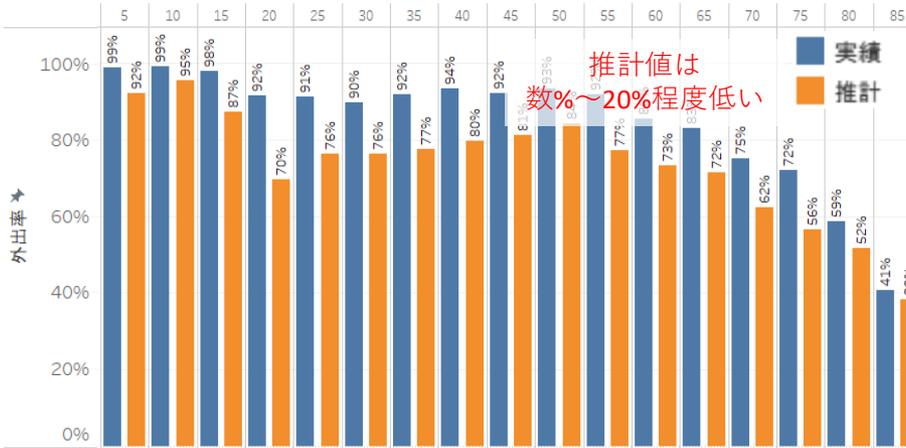


## ■ 目的別トリップ数の比較



R3全国PT【速報版】との比較

H29山形PTとの比較



※ABMの推定には都市類型4-10の全国PTデータを使用し、実績との比較は都市類型8のみで行った

※棒グラフの数値は実績からの差分の割合

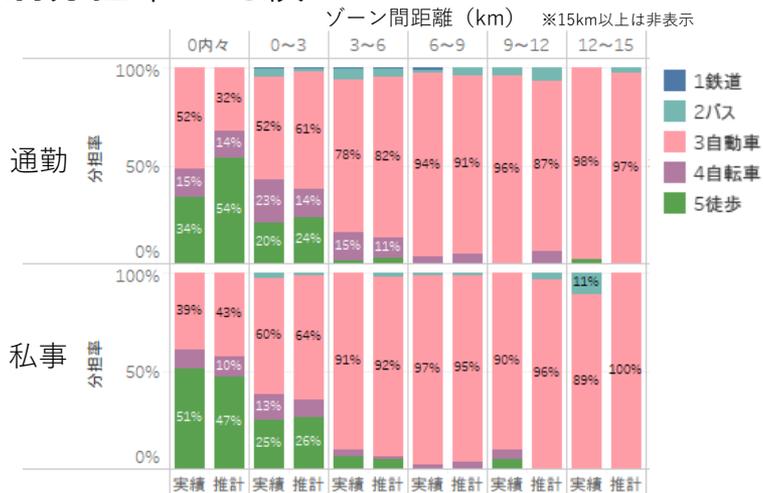
# ABMの検討状況：全国PT及び山形PTとの再現性検証②（分担率、着トリップ分布）

○分担率の再現性を検証すると、全国PTと山形PTの両方に関して概ね傾向は再現しているものの、山形の私事では、鉄道やバストリップが推計では表現されておらず、公共交通の再現に課題がある

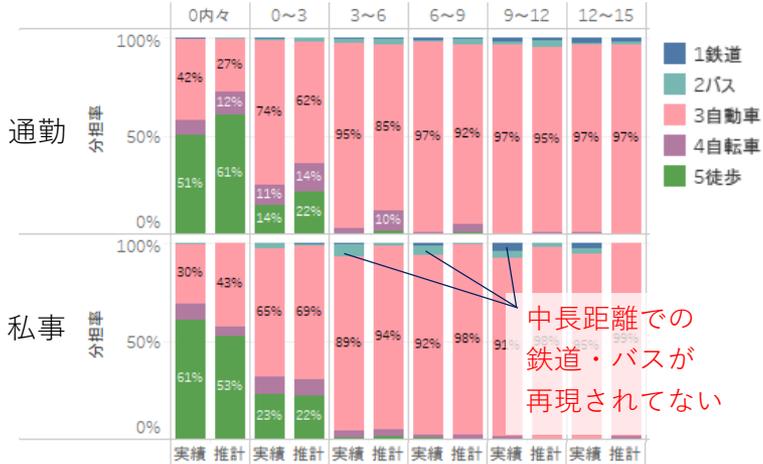
○着トリップの比較を行うと、例えば私事では中ゾーンの相関はみられるが、買物では相関が低く、中心市街地や特定施設へのトリップ集中の表現に課題がある

## ■ 距離帯別分担率の比較

R3全国PT【速報版】との比較

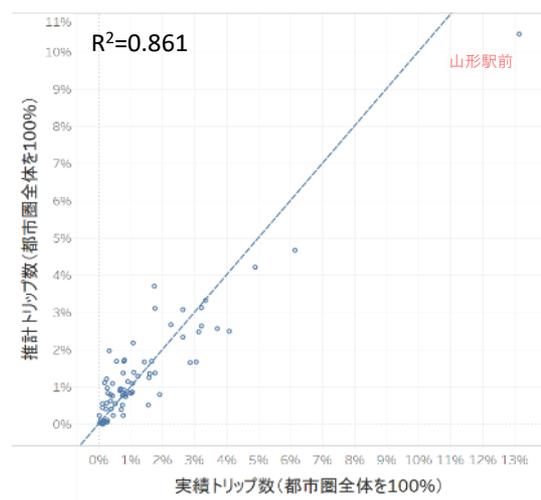


H29山形PTとの比較

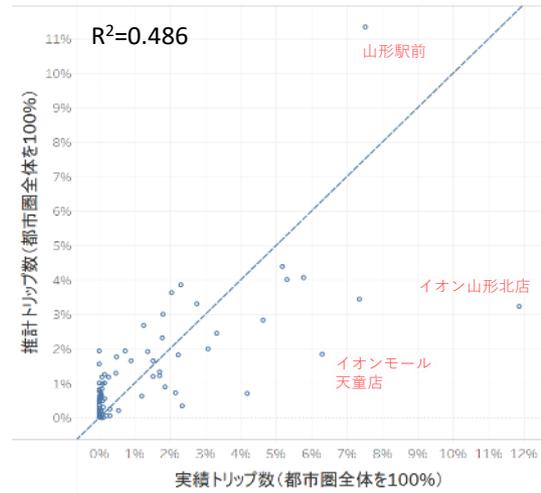


## ■ 中ゾーン着トリップの山形PTとの比較

私事



買物



※ABMの推定には都市類型4-10の全国PTデータを使用し、実績との比較は都市類型8のみで行った

# シミュレータの補正の方針

○シミュレーション結果の目的別発生トリップ数、目的別トリップ集中量・OD量および交通手段分担率の補正を主眼とし、効率的※に補正可能な手法・データを検討

※より少ないサンプル数で精度担保できるPTデータの集計値、安価に取得できるビッグデータ

## ■補正の視点と補正に用いる実態データの想定

補正の視点		補正に用いる実態データ	
		PTデータ	ビッグデータ等
発生量	地域別属性別の発生量で補正	地域別属性別の発生量	—
目的地	地域間の大まかなODで補正	地域間目的別大ゾーンOD	—
	滞留人口で補正	—	携帯電話基地局、GPS等
交通手段	地域毎の分担率で補正	地域別分担率	—
	特定地域（中心地、鉄道沿線等）を補正	特定地域の目的別分担率	—
	公共交通利用者数の補正	—	公共交通の乗降履歴データ等
	自動車OD分布の補正	—	ETC2.0等

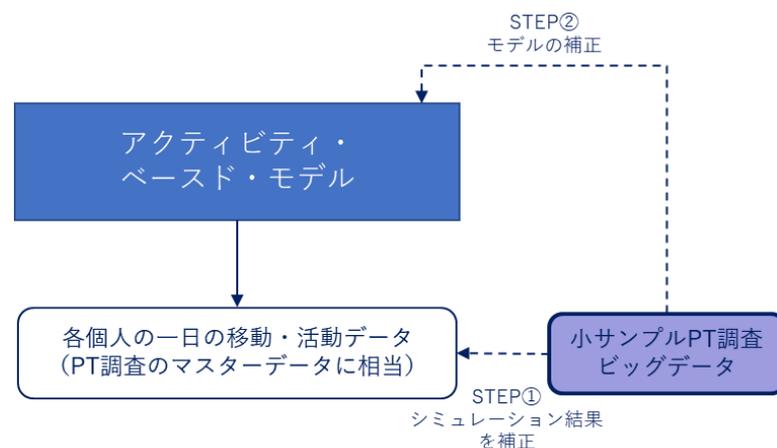
## ■補正方法

### STEP① シミュレーション結果の補正

- ・シミュレーション結果（各個人の1日の移動・活動データ）の集計値と補正データが整合するように、各個人の重みを調整
- ・重みの調整には、IPF（Iterative Proportional Fitting）等を活用

### STEP② モデルの補正

- ・①で補正したシミュレーション結果を活用し、モデルのパラメータを更新（再推定）することで、モデルを補正（今年度は未実施）



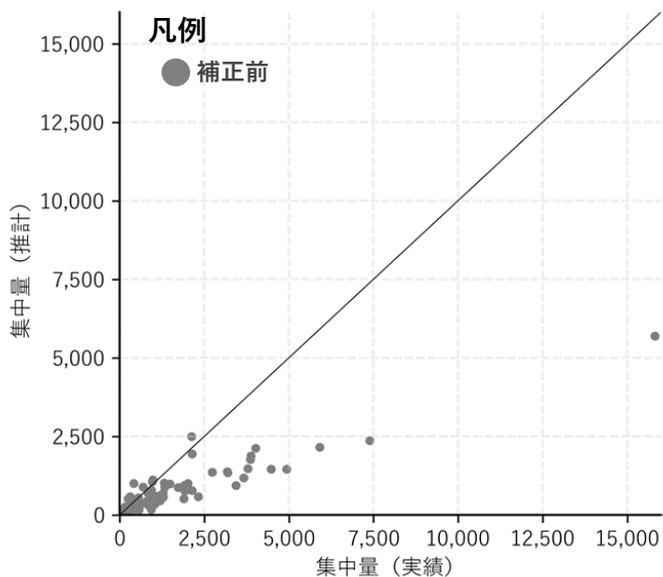
# シミュレータの補正の検討状況：山形PTを用いた試行

- 小サンプルPTデータによる補正で、中サンプルPTデータによる補正と同程度の補正結果が得られた。
- さらに小サンプルのPTデータでの補正、ビッグデータでの補正を見据えて補正方法の検討を継続。

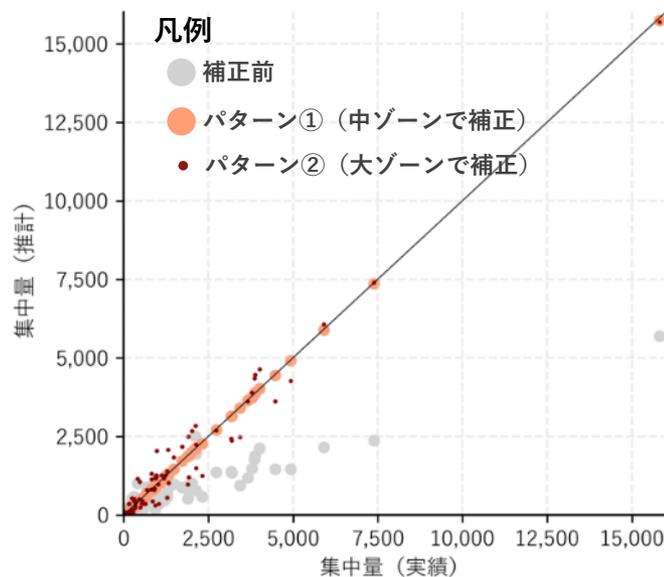
## ■補正のパターン

補正項目	パターン①：中サンプルPT 10,000サンプル程度	パターン②：小サンプルPT 4,000サンプル程度
発生量	市区町村別目的別発生量	市区町村別目的別属性別発生量
目的地	<ul style="list-style-type: none"> <li>着地中ゾーン別目的別集中量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>着地大ゾーン別目的別集中量</li> </ul>
交通手段	<ul style="list-style-type: none"> <li>着地大ゾーン別目的別手段別集中量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>着地中心駅距離帯別目的別手段別集中量</li> </ul>
人口	<ul style="list-style-type: none"> <li>小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口</li> <li>市区町村別就業・非就業人口</li> </ul>	

## ■補正結果 中ゾーン別私事トリップ集中量



補正



# 今後の検討課題とロードマップ

## 今後の検討課題

### ○シミュレータの改善検討

- ・個人データ生成モデルの改善
- ・アクティビティ・ベースド・モデル：施策評価にも配慮した目的地選択・交通手段選択（特に公共交通）等のモデル改善、モデルの汎化性能の検証・都市間の移転性及びグルーピングの検討
- ・山形PT以外のPTデータを用いた外部検証（西遠PT等のコロナ後に実施された都市圏）

### ○シミュレータの補正検討

- ・公共交通利用者数やETC2.0等の、移動・活動の実態データに合わせた補正の検討
- ・アクティビティ・ベースド・モデルの補正方法の検討及び実装

## ロードマップ

