

全国都市交通特性調査データを 活用したシミュレータの開発

2023.3.17

国土交通省 国土技術政策総合研究所都市研究部

中間とりまとめ（令和4年7月）におけるシミュレータ開発の位置づけ

- ❑ 全国における都市圏パーソントリップ調査（PT調査）の実施は、調査コスト等といった地方公共団体の調査実施に係る負担が大きく、また施策検討のためのデータに対するニーズに応じたものとなっておらず、減少傾向にある。
- ❑ 都市圏PT調査データの利活用場面等の認識も不足しており、データの利活用・オープン化が進んでいない。
- ❑ これを受け、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%

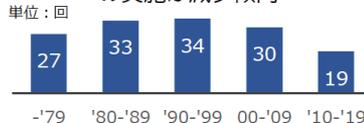
※全国の都道府県及び10万人市区町村の都市(332地方公共団体)のうち、回答があった289地方公共団体による回答割合

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
- ・ウォーカブルなまちづくり、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	○	○	○	
浜臨	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	H28		○		
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

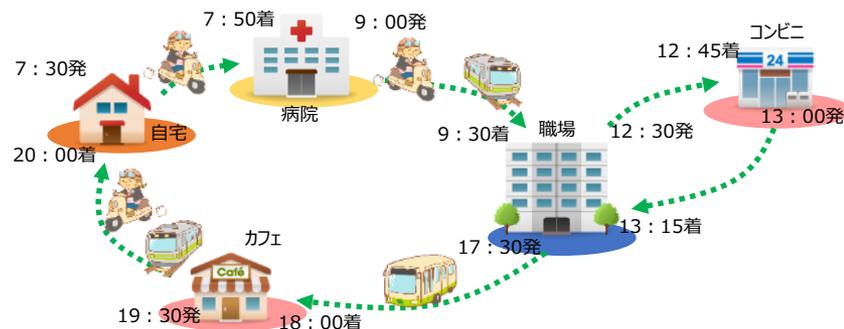
出典：国土交通省「デジタル社会に対応した新しい都市交通調査体系の実現に向けて ～新たな都市交通調査体系のあり方に関する検討会 中間とりまとめ～」(令和4年7月)

アクティビティ・ベースド・モデル (ABM) の概要と活用事例

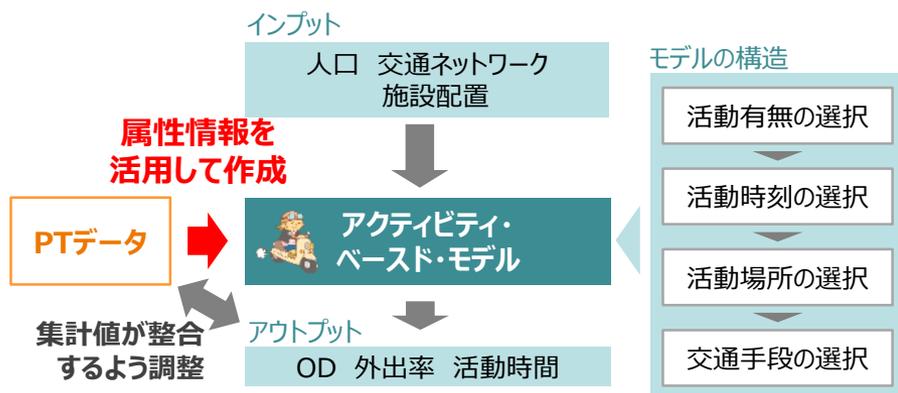
- アクティビティ・ベースド・モデルは、個人の1日の移動・活動データを生成するモデルであり、これにより、自宅周辺での活動の変化等の個人の行動に着目した分析が可能になる。
- 近年は、本モデルを用いたシミュレータの活用が進んでおり、H30年度東京都市圏PT では在宅勤務の進展分析等に活用されている。

■ アクティビティ・ベースド・モデル (ABM) とは

個人の1日の活動・移動を表現するモデルであり、都市圏に居住する各個人の1日の活動・移動を推計することができる。



生成される移動・活動データのイメージ



移動・活動データの生成フロー

■ ABM活用事例：H30東京都市圏PT

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、ABMが活用されている。

在宅勤務進展の将来シナリオの分析

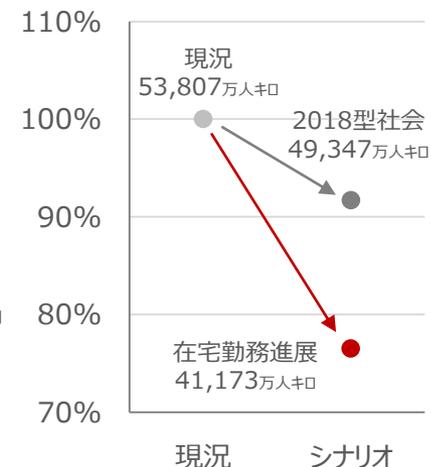
- ・従来よりも在宅勤務が増えた将来シナリオを設定
- ・アクティビティ・ベースド・モデルを用いて分析

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

主な都市交通調査データ取得方法の特徴

- 大サンプルPT調査は調査コストの負担が大きく、また、都市圏PT調査データを用いたシミュレータはモデル構築コストを要する等、調査実施の足かせとなっていた。
- 一方、全国都市交通特性調査（全国PT調査）データを用いたシミュレータは、調査やモデル構築の費用を抑えるとともに、ミクロな施策検討が可能となり、大サンプルPT調査の実施困難地域等におけるデータ活用促進が期待できる。

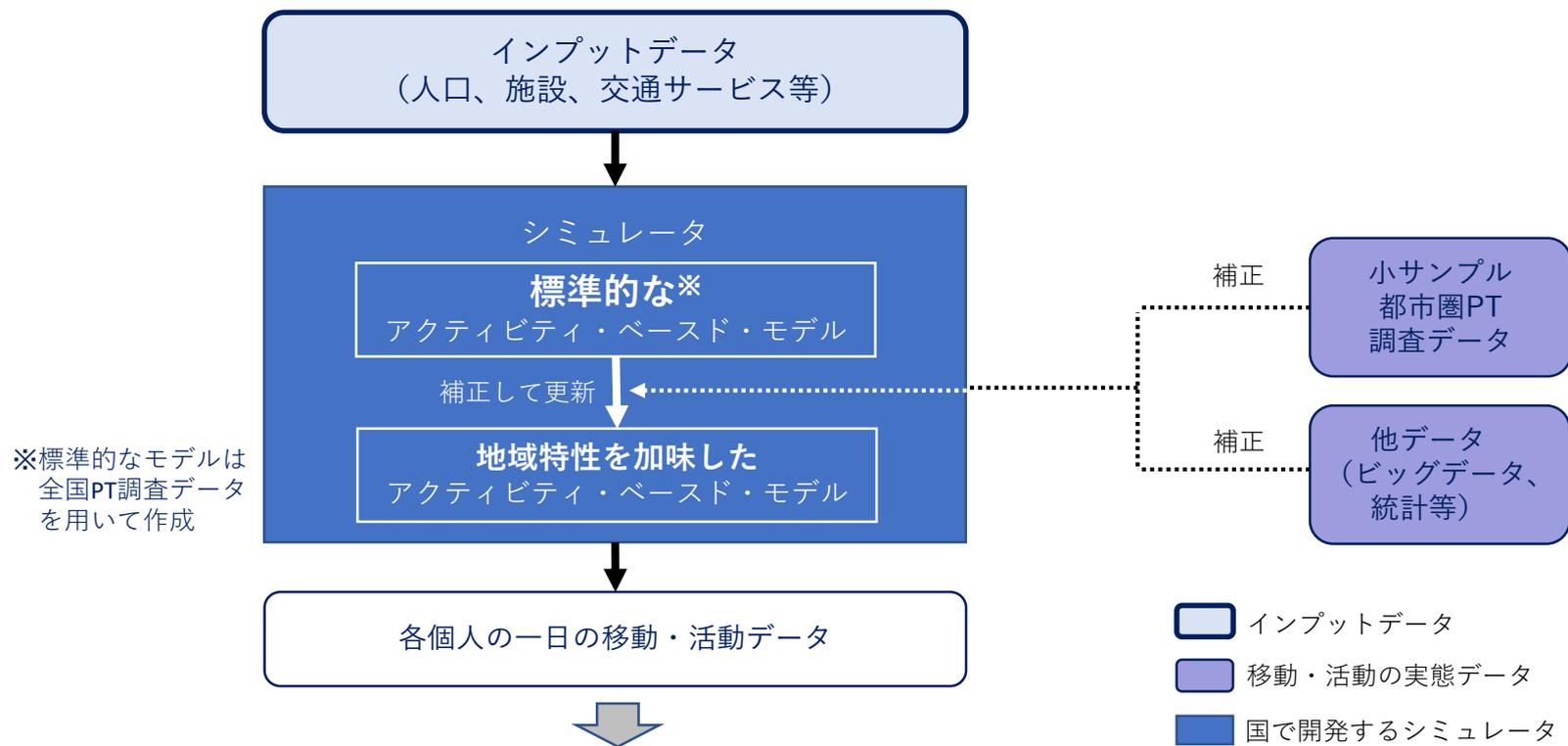
	データの取得・生成方法	統計的精度	地域性	コスト	検討施策	オープン化
都市圏PT調査 大サンプル	大サンプル都市圏PT	◎ ・ゾーン単位での統計的精度を説明することが可能	◎ ・ゾーン単位で地域の移動・活動の実態を把握可能	△ ・必要なサンプル数が多くなるため、調査コストは大きくなる	マクロな施策への活用が主 ・ゾーン単位の流動 ・広域的な都市機能配置や交通ネットワークの検討が主眼	△ ・調査結果の1人1人の移動・活動データは、オープン化が難しい
都市圏PT調査のシミュレータ	小サンプル都市圏PT × 小サンプル都市圏PTで構築されたシミュレータ ビッグデータ等	△ ・大まかな地域単位では統計的精度を説明可能 ・ゾーン単位は地域の行動特性を用いて推計されたデータであるため、統計的な精度の説明は難しい	○ ・ゾーン単位は推計値となるが、地域で取得されたPTデータにより把握された地域の行動特性が反映された推計値となる	○ ・必要なサンプル数が少なくなるため調査コストは小さくなる ・モデル構築のコストが別途必要	ミクロな施策へ活用が広がる ・推計データではあるが、詳細なゾーンやメッシュでの流動を把握可能 ・ウォーカブルや公共交通再編等のよりミクロな施策へ活用が広がる可能性	○ ・推計データは個人情報にあらず、データのオープン化に対応しやすい
全国PT調査のシミュレータ	小サンプル都市圏PT × 全国PTで構築されたシミュレータ ビッグデータ等	△ ・同上	△ ・ゾーン単位は推計値となり、全国の平均的な行動特性を用いるため、地域特性が反映されない可能性がある	◎ ・同上 ・モデル構築のコストを抑えることも可能	ミクロな施策へ活用が広がる 同上	○ 同上

➡大サンプルPT調査の実施困難地域等でも施策検討が可能に

開発するシミュレータの概要

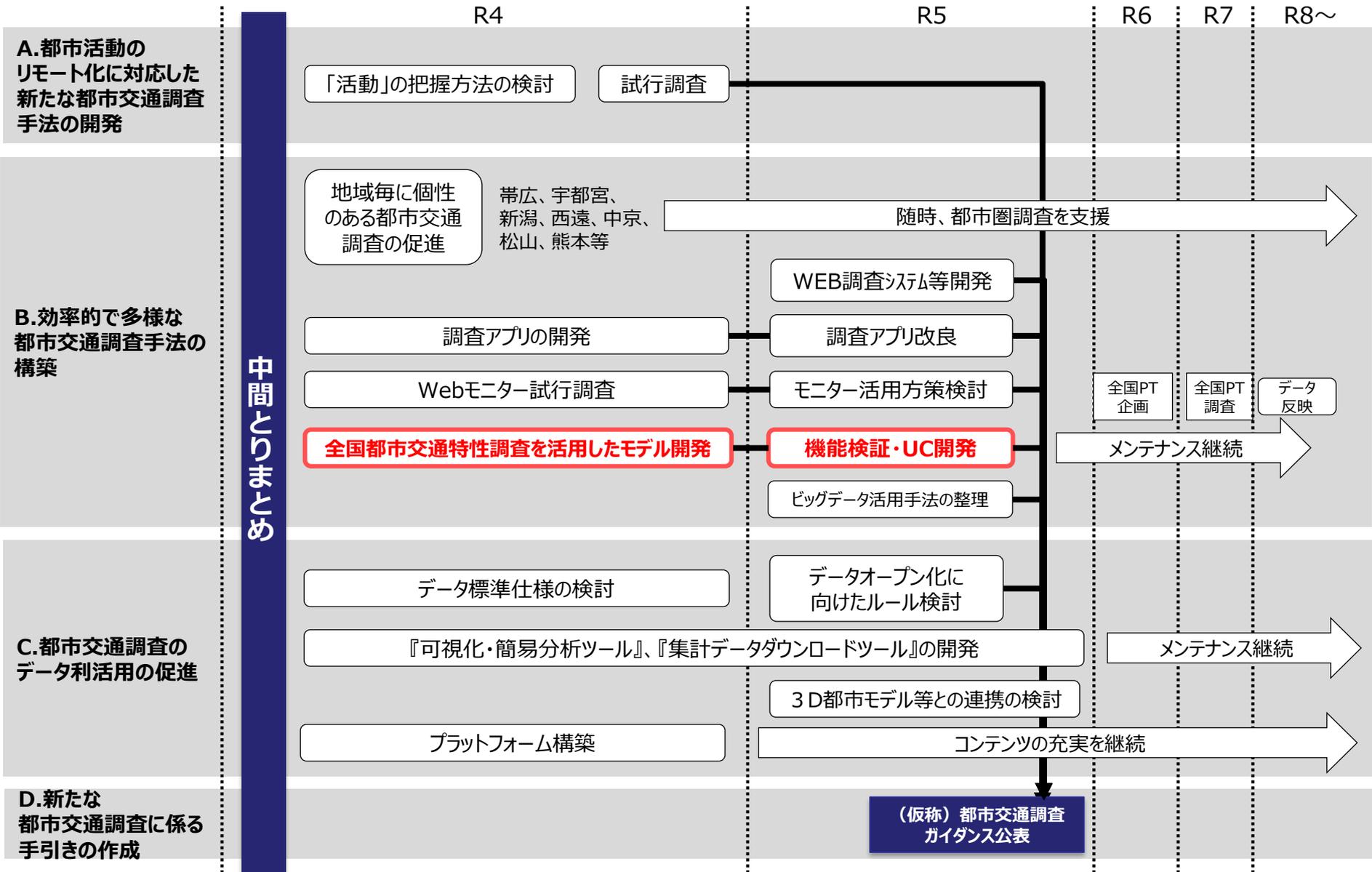
- 地方公共団体等によるデータのさらなる利活用の促進、また立地適正化、公共交通利用促進、ウォーカブル等の様々な施策の検討の効率化・高度化に資する、シミュレータの開発を目指す。
- 全国PT調査データで作成したアクティビティ・ベースド・モデルを用いて、さらに地域の移動・活動の実態データでモデルを補正し更新することで、一人一人の移動・活動のデータを生成する。
- シミュレータは、国が開発・提供し、地方公共団体は基礎データ及び小サンプル都市圏PTを用意すれば、簡便に利用できるようになる。

■シミュレータのフロー



立地適正化、公共交通利用促進、ウォーカブル等の様々な施策の
現況分析・将来推計・施策評価へ

新たな都市交通調査の実現に向けたロードマップ



検討体制

都市交通調査の深度化に向けた検討委員会

設立目的

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等を検討し、効率的で多様な都市交通調査手法の構築に向けた検討を行う。

開催状況

回	日	主な議題
第1回	R4 10.12	・検討委員会の設置 ・検討の全体像 ・今年度の検討事項 等
第2回	R5 1.25	・全国PT調査データを活用したシミュレータの検討 ・シミュレータの補正に関する検討
第3回	R5 3.9	・全国PT調査データを活用したシミュレータの検討 ・今後の検討課題 等

構成委員 ◎：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

シミュレータ開発により可能になること

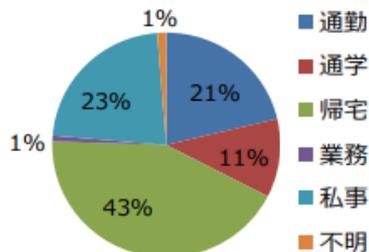
1 大サンプルPT調査が実施困難でも、都市内の人流を捉えられる！

- ・大サンプルPT調査を実施せずとも、都市内の人流の全体像を、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

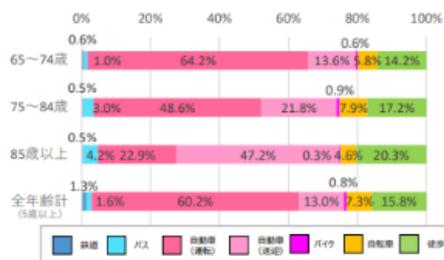
*人口5,000人～数万人程度の大きさのゾーン間の流動を想定
 *人の移動・活動をモデル化し簡易的に表現しているため、実態を直接調査した大サンプルPT調査データの完全な代替とはならない点に留意



▲拠点と後背圏の分析
 (群馬県 パーソントリップ調査 調査結果)



▲バス利用者の目的内訳
 (前橋市地域公共交通計画)



▲高齢者の交通手段分担率
 (山形市地域公共交通計画)

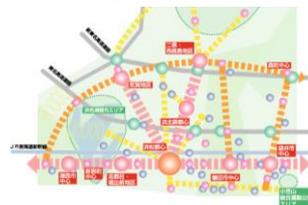
2 施策効果（将来の人の流動変化）を予測できる！

- ・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簡便に実施できるようになる
- ・アクティビティ・ベースド・モデルを用いているため、交通量だけでなく、1人1人の移動・活動の質を評価できる

将来起こりうる変化



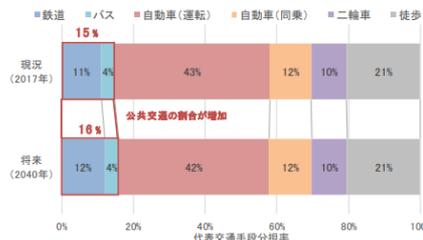
将来の都市像



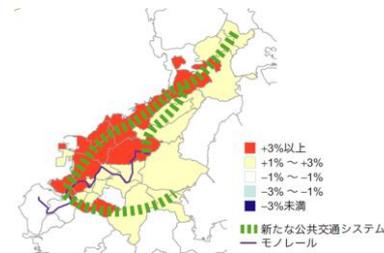
(第4回西遠都市圏総合都市交通体系調査報告書)

各シナリオの影響を多面的に把握

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



▲代表交通手段分担率の将来変化
 (第5回仙台都市圏パーソントリップ調査報告書 提案編)



▲公共交通導入による地域別利用者の変化
 (沖縄本島中南部都市圏PT調査)

シミュレータ開発により可能になること

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！

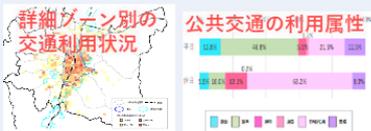
- ・GPS等の詳細なデータや公共交通利用データ等を組み合わせることで、これまでPT調査では検討が難しかったよりミクロな施策への活用も可能になる
- ・最新の实態データで更新することで、経年的な変化の分析等への活用ができる

(例①) 公共交通の利用実態で補正

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



(山形市 地域公共交通計画)

(例②) 詳細な解像度のビッグデータ等で補正

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

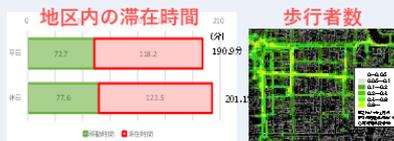


(例③) 移動軌跡を追加で推計

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



(国土交通省 スマート・プランニング実践の手引き)

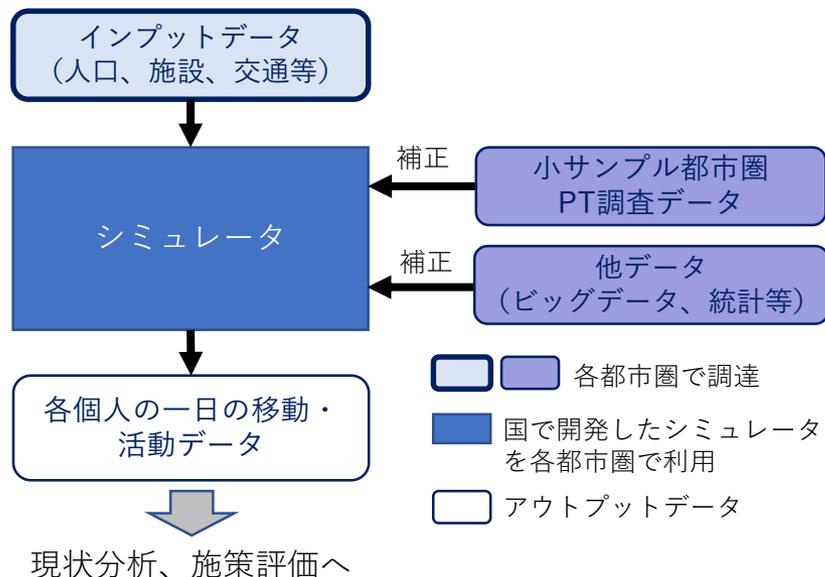
4 民間も含めた多様な主体が、まちづくりにデータを活用できる！

- ・シミュレータを国が提供することで、各主体は必要なデータを用意することで、低コストで1人1人の移動・活動データが活用可能になる
- ・シミュレータで生成したデータは、個人情報に該当しないため、データのオープン化、民間活用促進にもつながる

STEP① シミュレータを国から入手

STEP② 必要なデータの調達 (以下の のデータ)

STEP③ シミュレータによるデータ生成・施策評価へ



▲シミュレータ活用のステップと必要となるデータ

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・モデルの改善、モデルの推定に用いる都市の検討

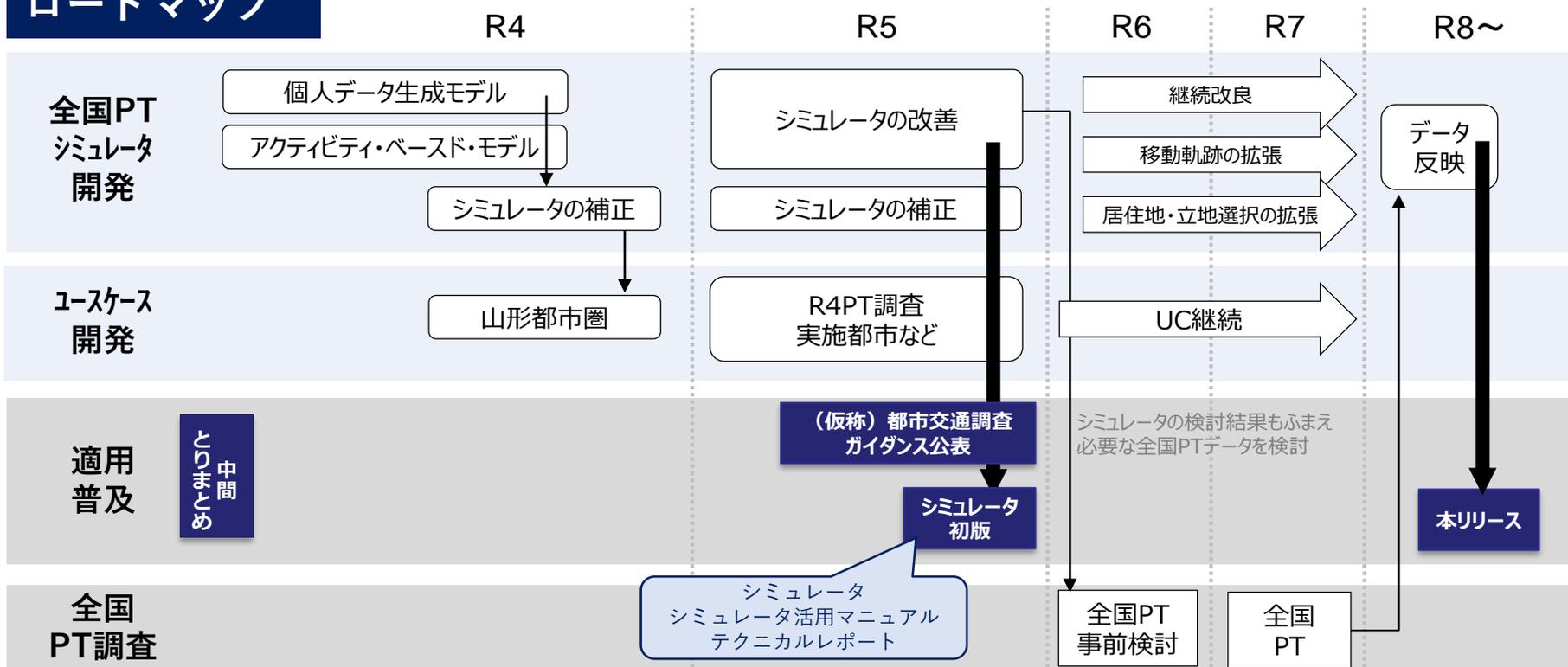
○シミュレータの補正検討

- ・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

○ユースケースの開発

- ・複数地域で、シミュレータを適用した施策検討のユースケースを開発

ロードマップ



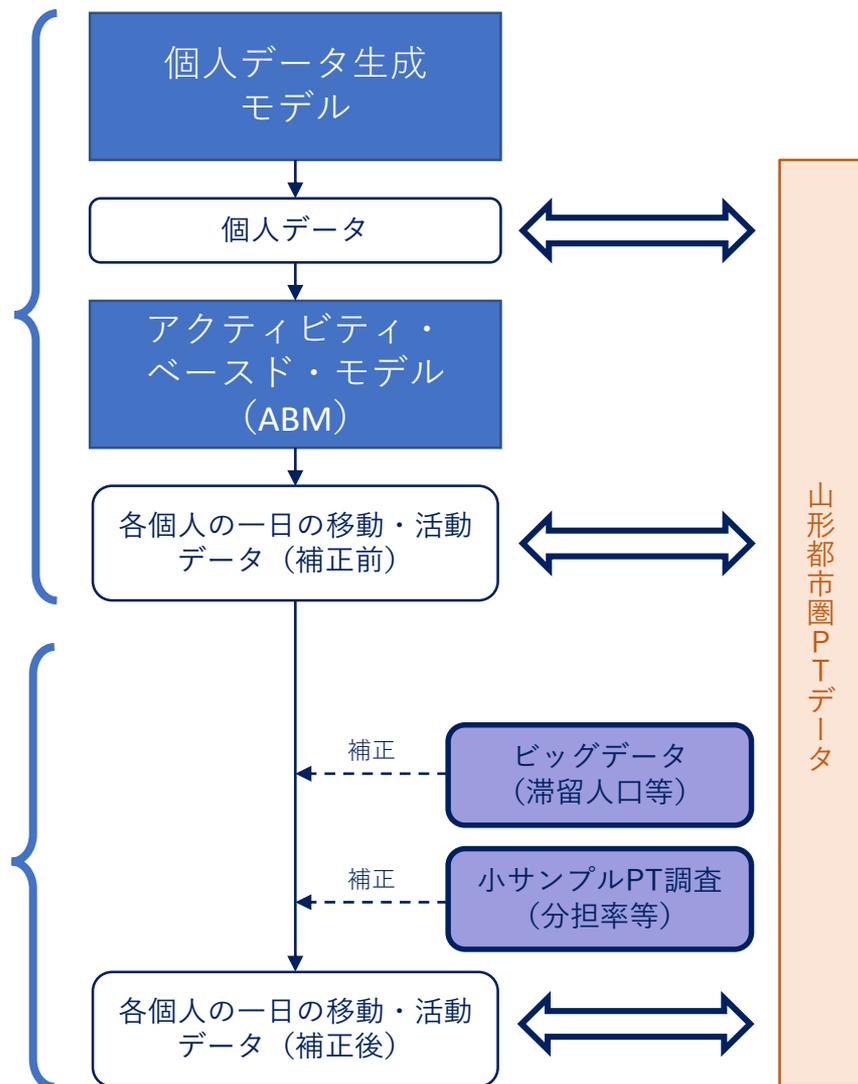
(参考) 今年度の検討事項

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

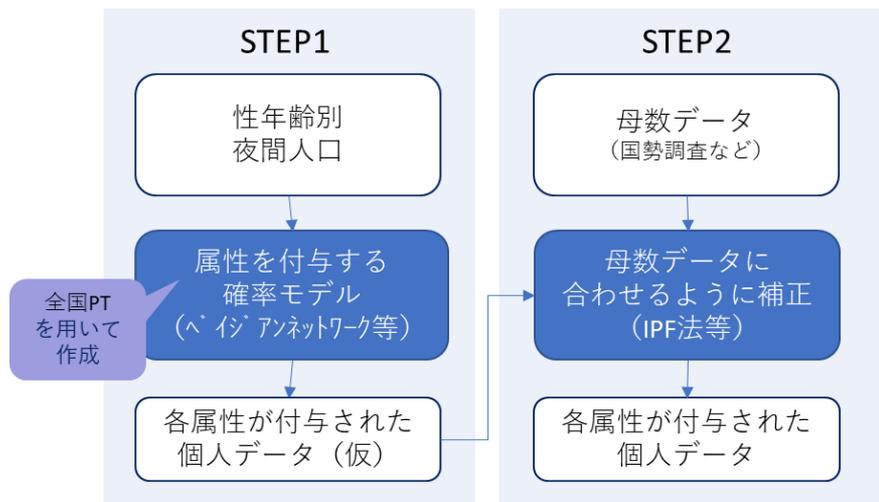


(参考) 個人データ生成モデルの検討状況

- 国勢調査等の母数データと整合するように、属性情報が付与された個人データを生成
- 全国PT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

個人データ生成モデルの概要

- 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（国勢調査等）に合うよう、個人のウェイトを補正する



※付与する属性：年齢、性別、就業形態、運転免許保有、自由に使える自動車有無、世帯人数、世帯主かどうか、子供の有無

※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

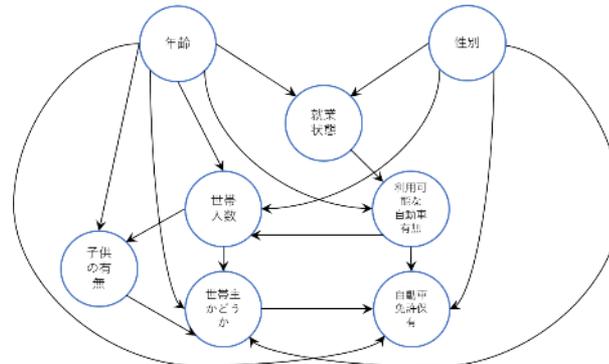
各属性の構成比の再現性（実績は山形PTの数値）

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%	69%
	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

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の都市類型4-10のデータを用いて作成

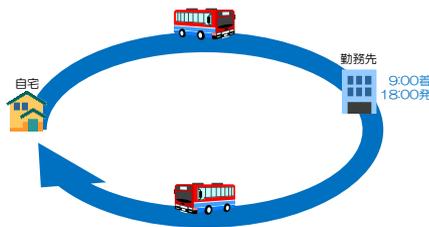
(参考) アクティビティ・ベースド・モデル (ABM) の検討状況

- ❑ 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
- ❑ 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検証を実施

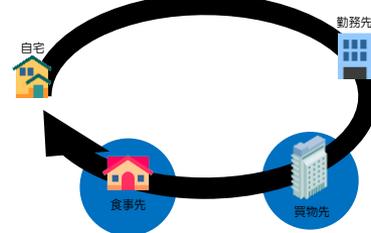
■アクティビティベースドモデルの概要



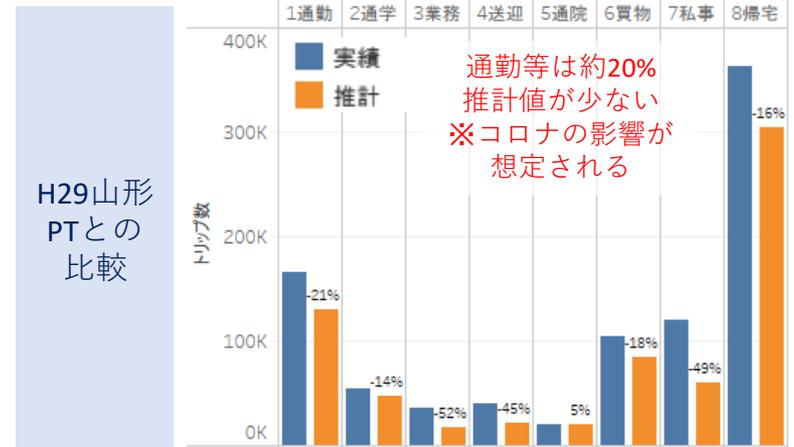
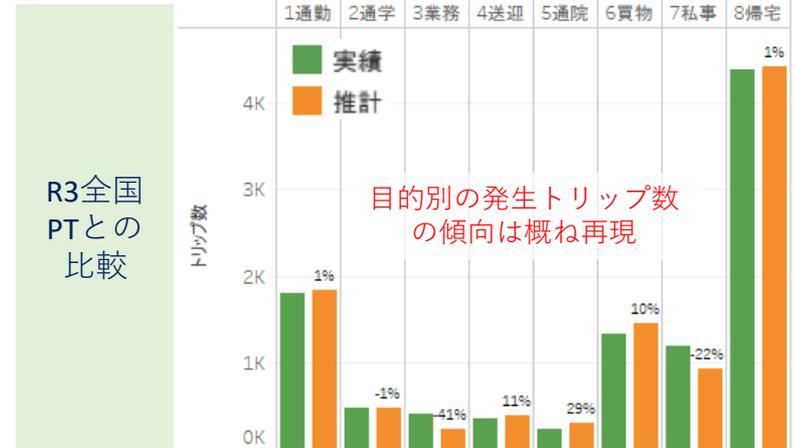
ツアーのイメージ



立ち寄りのイメージ



■再現性の検証：目的別トリップ数の比較



※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）

※棒グラフの数値は実績からの差分の割合

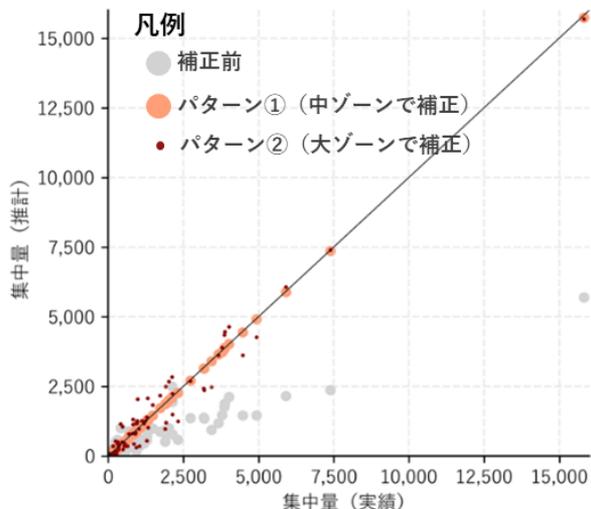
(参考) シミュレータの補正に関する検討状況

- シミュレーション結果の目的別発生量、ゾーン別トリップ数、交通手段別トリップ数の補正を主眼とし、効率的に補正可能な手法・データを検討
- 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が得られた。

■補正の試算結果

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	着地中ゾーン別 目的別集中量	着地大ゾーン別 目的別集中量
交通手段	着地大ゾーン別 目的別手段別集中量	着地中心駅距離帯別 目的別手段別集中量

<中ゾーン別私事トリップ集中量の比較>



■補正方法の概要

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）

