

シミュレータの補正に関する検討

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

1. シミュレータの補正の方針

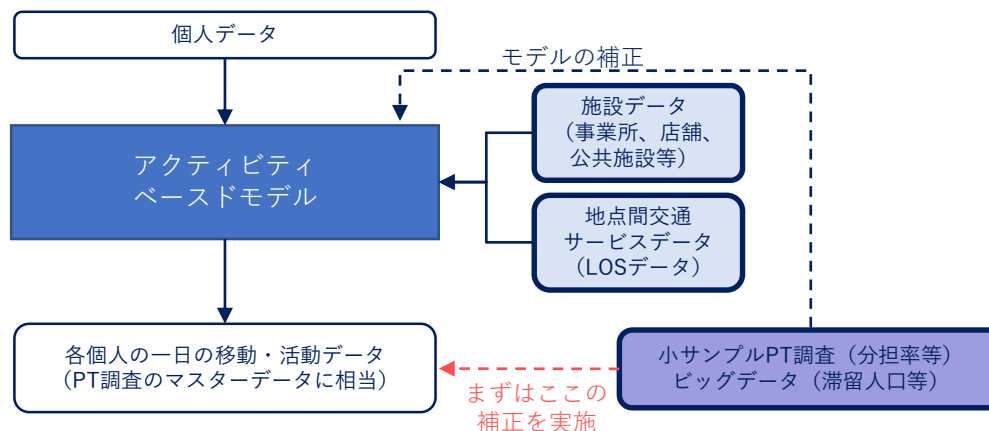
シミュレータの補正の方針

- 都市機能配置や公共交通ネットワークの検討に活用するためには、どのような人がどこから都市のどこに来ているか、目的別や交通手段別に把握することが重要
- 資料2-1の検討結果から、**目的別の発生トリップ数、目的別ゾーン別集中トリップ数、交通手段分担率**に関して、各都市圏の実態に合わせて補正を行うことが望ましいと考えられる
- 一方、各都市で実施しやすいよう、安価で効率的に取得可能なデータで補正ができることが重要

シミュレーション結果の目的別発生トリップ数、目的別ゾーン別集中トリップ数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

* まずはシミュレーション結果自体の補正を行う

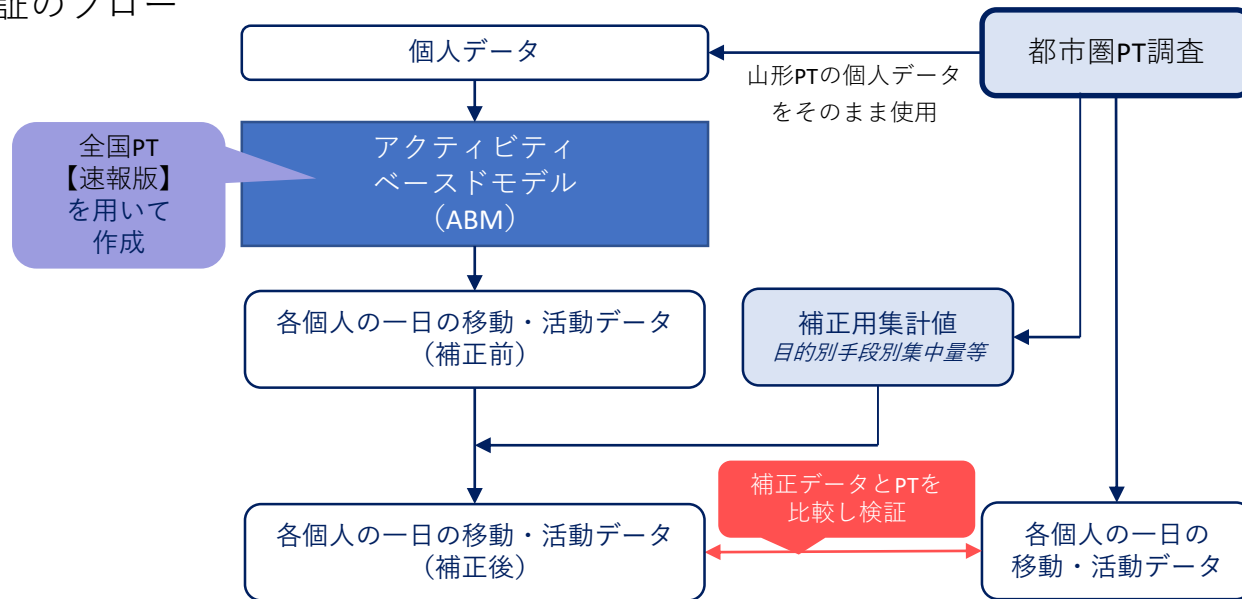
モデルの補正（定数項補正、パラメータ補正）は、補正したシミュレーション結果を活用し補正する



補正の検証の考え方

- 過去の都市圏PT調査結果を用いて、補正の検証を行う。
- 都市圏PT調査結果から集計した集計値を用いて補正し（IPF法）、都市圏PT調査結果と比較検証する。補正は複数パターン行い、それぞれ検証する。

■補正の検証のフロー



■補正のパターン

パターン①：中サンプルPTで補正

10,000サンプル程度の調査を実施して補正する場合を想定

パターン②：小サンプルPTで補正

4,000サンプル程度の調査を実施して補正する場合を想定

パターン③：小サンプルPT+ビッグデータで補正

パターン②に加え、ビッグデータも用いて補正する場合を想定

補正断面の集計仕様

- 補正パターン①②③それぞれの補正断面は、アクティビティモデルのシミュレーション結果と実績データに乖離が残る箇所が補正されるよう、以下のとおり設定した。
- 過去の都市圏PT調査データを用いて、各補正パターンごとにIPF法による補正を行い、検証を行った。

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	パターン③：小サンプルPT +ビッグデータ
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	市区町村別目的別属性別発生量
目的地	<ul style="list-style-type: none"> 中ゾーン別目的別集中度 	<ul style="list-style-type: none"> 着地大ゾーン別目的別集中度 	<ul style="list-style-type: none"> 着地大ゾーン別目的別集中度 小ゾーン別自宅・自宅以外別13時台滞留人口
交通手段	<ul style="list-style-type: none"> 大ゾーン別目的別手段別集中度 	<ul style="list-style-type: none"> 着地中心駅距離帯別目的別手段別集中度 	<ul style="list-style-type: none"> 着地中心駅距離帯別目的別手段別集中度
人口	<ul style="list-style-type: none"> 小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口 市区町村別就業・非就業人口 		

参考：補正に必要なデータとPT調査のサンプル数

- 補正に中ゾーン別の目的別集中量、大ゾーン別の目的別手段別集中量等を用いようとすると、サンプル数が**10,000**を超え、調査負担が大きくなってしまう
- より少ないサンプル数（都市圏人口の**1%**程度）で取得できるデータで、補正可能かどうかを検証する

補正に必要なデータ		区分数	必要な サンプル数※1 (山形都市圏の場合)	(参考) 調査費用の目安※2
発生量	地域別属性別の 目的別発生量	市町5×目的4×属性4※3	3,083人 (0.9%)	900～1,500万
		市町5×目的8×属性2	3,083人 (0.9%)	900～1,500万
目的地	地域別の 目的別集中量	大ゾーン26×目的4	4,009人 (1.1%)	1,200～2,000万
		中ゾーン73×目的4	11,099人 (3.1%)	3,300～5,500万
	地域間の大まかな 目的別OD	市町5×市町5×目的4	3,855人 (1.1%)	1,200～2,000万
交通手段	地域別の 手段別集中量	大ゾーン26×手段4	4,009人 (1.1%)	1,200～2,000万
	地域別の 目的手段別集中量	地域5※4×目的4×手段4	3,083人 (0.9%)	900～1,500万
		大ゾーン26 ×目的4×手段4	15,623% (4.4%)	4,600万～7,800万

※1 「総合都市交通体系調査の手引き（案）」に記載の標本設計をもとに、山形都市圏を想定し算出

※2 調査実施のみの費用を単価を3,000円～5,000円/人として算出

（従来の郵送WEB併用の大規模調査では3,000円/人程度が目安であり、サンプル数が少なくなるほど単価は高くなる）

※3 属性4の区分としては「年齢4」、「年齢2×性別2」、「年齢2×就業2」、「年齢2×免許2」等の区分が考えられる

※4 地域5の区分としては「市町5」、「都心、そのほか拠点、都心周辺公共交通沿線、都心周辺公共交通非沿線、郊外」等の区分が考えられる

参考：IPF法の計算方法

- 非集計データを、複数の断面に合うよう個別に重みづけを繰り返すことで、複数の断面と整合した重みを得るように計算

[IPF法の計算イメージ]

■マスターデータ

個人	年齢	住所	トリップ番号	O	D	...	拡大係数
1	45	〇〇	1	自宅	通勤先		80
1	45	〇〇	2	通勤先	自宅		80
2	24	●●	1	自宅	通勤先		110
2	24	●●	2	通勤先	買物先		110
2	24	●●	3	買物先	自宅		110
...

② 拡大係数の更新

※断面1つずつ更新

③ 収束するまで 繰り返し計算

■性年齢別人口 × 滞留人口 (13時)

		性年齢別人口			合計
		男性 ~15歳	女性 ~15歳	...	
滞留人口	Zone A	1,000	800	...	50,000
	Zone B	1,500	1,600	...	70,000

合計		8,000	10,000	...	

55,000
60,000
...

滞留人口 (ビッグデータ)

7,000	11,000	...
-------	--------	-----

母集団人口 (国勢調査)

① 集計

ステップ0: 初期値の設定

- 繰り返し回数 $m = 0$ とする。
- 拡大係数 $w_{ps}^{(m=0)}$ の初期値をつぎのように設定する。

$$w_{ps}^{(0)} = 1 \quad \forall p \in P, s \in S$$

p : 夜間人口 s : 滞留人口

ステップ1: 集計データの作成

- 初期の拡大係数を用いて、ゾーン別性年齢階層別人口およびゾーン別滞留人口の仮値を集計する。

ステップ2: 拡大係数の更新

- 真の合計値 N に対する仮値の比率から拡大係数を更新する。
- まず、 N_p : ゾーン別性年齢階層別人口、 n_p : ゾーン別性年齢階層別のサンプル数として、拡大係数を以下のように更新する。

$$w_{ps}^{(m)} = w_{ps}^{(m)} \frac{N_p}{\sum_{s \in S} w_{ps}^{(m)} n_p} \quad \forall p \in P, s \in S$$

- 次に、上記で更新した拡大係数 $w_{ps}^{(m)}$ 用いて、 N_s : ゾーン別滞留人口、 n_s : ゾーン別滞留人口のサンプル数として、拡大係数を以下のように更新する。

$$w_{ps}^{(m+1)} = w_{ps}^{(m)} \frac{N_s}{\sum_{p \in P} w_{ps}^{(m)} n_s} \quad \forall p \in P, s \in S$$

ステップ3: 収束判定

- 例えば、次の収束条件を満たせば計算を終了とする

$$w_{ps}^{(m+1)}; w_{ps}^{(m)} \quad \forall p \in P, s \in S$$

- この条件を満たさなければ、 $m = m + 1$ としてステップ1へ戻る。
- 具体的には以下の条件のいずれかを満たした段階で終了
 - 収束回数 \leq 回数上限 (500 など)
 - 拡大係数変化率 $<$ 変化率上限 (0.001 など)

※収束した結果の妥当性の評価方法は要検討 (KLダイバージェンス等を想定)

2. 補正結果

H29山形PT調査結果を活用した検証

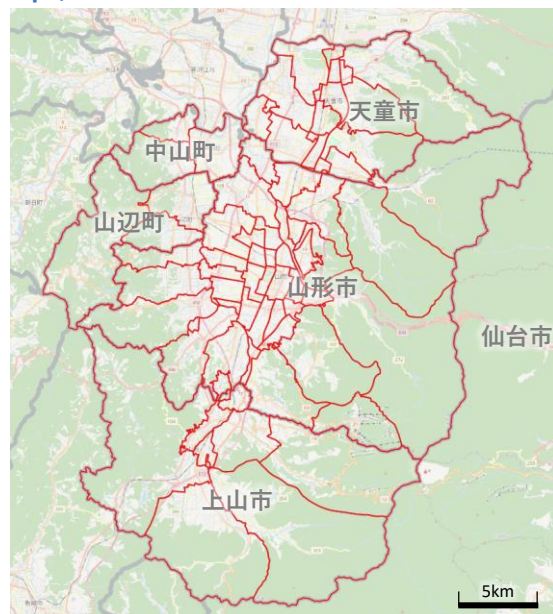
参考：山形都市圏PTデータの概要

調査時期	平成29年 10～11月
調査範囲	山形広域都市圏（山形市・天童市・上山市・山辺町・中山町） 人口：358,606人 ※平成27年国勢調査、5歳以上人口 面積：828km ²
サンプル数	回収サンプル数 23,100人 標本率 6.55% ※サンプル設計の考え方：道路交通センサスBゾーンの目的別手段別発生集中量 ゾーン数37、目的4区分、交通手段4区分
ゾーン数	大ゾーン：26 中ゾーン：73 小ゾーン：898

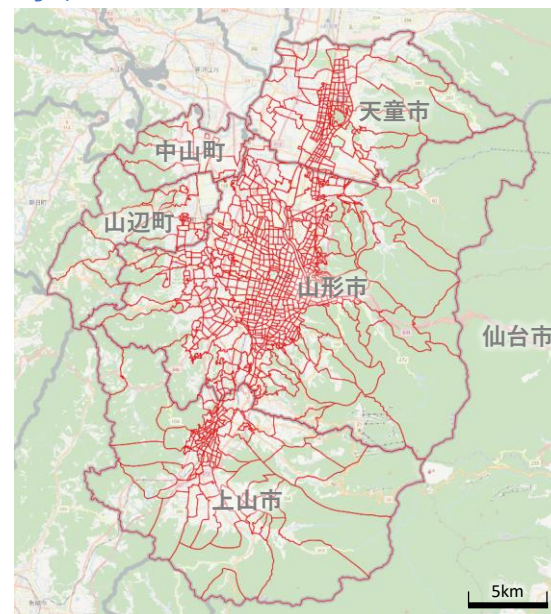
大ゾーン



中ゾーン



小ゾーン



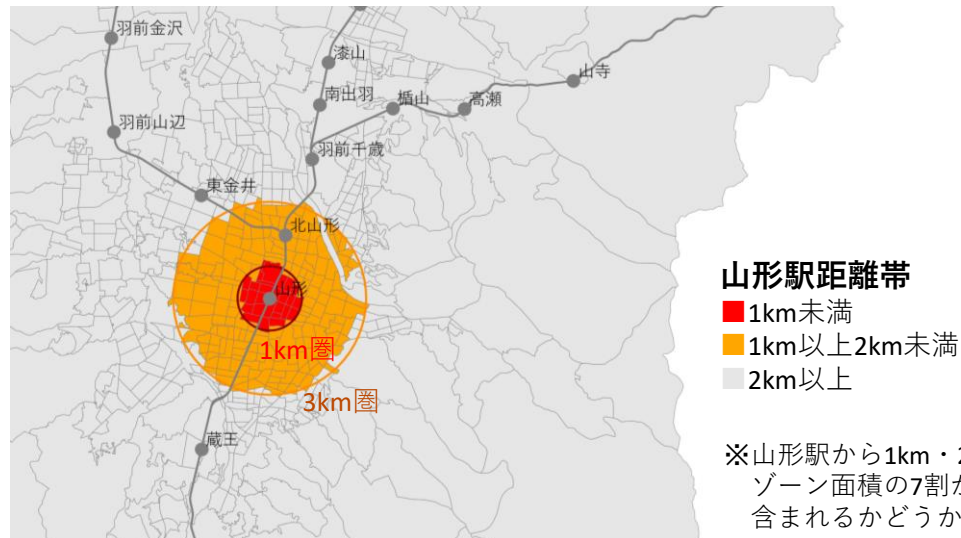
補正断面の集計仕様

○補正断面は、山形都市圏に合わせて、以下のとおり設定した。

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	パターン③：小サンプルPT +ビッグデータ
発生量	市町別目的別発生量	市町別目的別属性別発生量	市町別目的別属性別発生量
目的地	<ul style="list-style-type: none"> 中ゾーン別目的別集中量 	<ul style="list-style-type: none"> 着地大ゾーン別目的別集中量 	<ul style="list-style-type: none"> 着地大ゾーン別目的別集中量 小ゾーン別自宅・自宅以外別13時台滞留人口
交通手段	<ul style="list-style-type: none"> 大ゾーン別目的別手段別集中量 	<ul style="list-style-type: none"> 着地山形駅距離帯別目的別手段別集中量 	<ul style="list-style-type: none"> 着地山形駅距離帯別目的別手段別集中量
人口	<ul style="list-style-type: none"> 小ゾーン別性年齢5歳階級別夜間人口 市町村別就業・非就業人口 		

■ゾーンの山形駅距離帯別区分

山形駅周辺の公共交通分担率が補正するため、
山形駅からの距離帯ごとに目的別手段別集中量を断面に使用



補正結果の空間解像度について

検証結果：中ゾーン単位の補正断面を用いれば中ゾーン別の集計量は補正される。

大ゾーン単位の補正断面を用いた場合も、中ゾーン別の集計量は一定程度補正される。

小ゾーン単位の集計量は、現在の補正方法では補正できていない。

考察：補正断面よりも少し空間解像度が高いゾーン（補正断面のゾーンを2～3に分割する程度）であれば、補正の効果が卓越するが、さらに空間解像度を高めると、シミュレーションの残差が卓越すると想定される。

対応方針：施策検討場面と目指すべき補正水準と必要データについて今後整理を検討。

公共交通の再現性について

検証結果：私事トリップのうち9km以上の距離帯において、公共交通（鉄道・バス）の分担率の補正が十分でない。

考察：シミュレーション結果に、これらの条件を満たすサンプルが少ないことが要因と想定される。

対応方針：公共交通を使うサンプルを意図的に追加してIPF法で補正することを検討。